

東海大学大学院

総合理工学研究科（博士課程）

Graduate School of Science and Technology (PhD Program)
Tokai University, Japan

物理・数理科学コース

Physical and Mathematical Science

情報理工学コース

Information Science and Technology

電気・電子コース

Electrical and Electronics Engineering

生命理工学コース

Life Science and Technology

材料・化学コース

Material Science and Technology

機械・航空宇宙コース

Mechanical Engineering and Aeronautics and Astronautics

建築・土木コース

Structural Engineering

海洋理工学コース

Marine Science and Technology

地球環境科学コース

Earth and Environmental Science

東海大学大学院 総合理工学研究科（博士課程）

東海大学大学院

総合理工学研究科（博士課程）

大学院案内

PhD Program
• Graduate School of
**Science and
Technology**
Tokai University

建学の精神

東海大学の創立者である松前重義は、青年期に「人生いかに生きるべきか」という根源的な問いに向き合い、その思索のなかで内村鑑三の研究会を訪れました。そこで内村の思想に深く感銘を受けた松前は、とりわけデンマークにおける教育を通じた国づくりの歴史に触発され、その生涯を教育に捧げることを決意します。そして、その志を形にする「望星学塾」を創設しました。ここに東海大学の学園としての原点があります。

松前は、望星学塾に次の四つの言葉を掲げました。

若き日に汝の思想を培え

若き日に汝の体躯を養え

若き日に汝の智能を磨け

若き日に汝の希望を星につなげ

ここで松前は、自身の身体を鍛え知能を磨き、その研鑽を通じて、自ら、人生、そして世界の諸相について深い洞察と理解を得て、己が抱く希望を高く星へと掲げて生きていこうと語りかけています。

本学園は、この建学の精神を受け継ぎ、明日の歴史を担う強い使命感と、豊かな人間性をもった人材を育てることにより、「調和のとれた文明社会を建設する」という理想を掲げ、歩み続けます。

Tokai University's founder, Shigeyoshi Matsumae, grappled with fundamental questions about life and, inspired by Kanzo Uchimura's thought and by Denmark's education-centered nation-building, resolved to devote himself to education and established the Bosei Academy (Bosei Gakujuku). Matsumae set forth the following four guiding principles for the academy:

Cultivate your thoughts in your early days.

Nuture your body in your early days.

Develop your intellect in your early days.

Aim your hopes towards the stars in your early days.

These words are a call to strengthen one's mind, body, and intellect in youth, and to live with hope held high. Our institution carries on this spirit, nurturing people of talent and character while striving to build "a harmonious civilized society."

ご挨拶

夢を現実に、 博士課程で学び、未来をつくる力を育む

本研究科では、博士(理学)または博士(工学)の学位を授与しています。

博士課程での学びや研究を通じて、新しい学理を築いたりイノベーションを生み出したりと、博士号を取得した皆さんには、より良い未来をつくっていくための知識と経験を社会へ還元する役割が期待されています。

その挑戦を支えるために、本研究科には、熱心な研究指導教員との日々の研究活動や、研究室の仲間と切磋琢磨できる環境、そして充実した研究設備や給与制度などが整っており、皆さんの修学やキャリア形成を支援します。

「科学者として世界の最前線で活躍したい」、「自分の技術で社会をより良くしたい」、「環境問題の解決に貢献したい」、そのような思いを実現するための3年間(標準修業年限)をぜひ充実した時間に使ってください。本研究科は、皆さんが描いた夢をかたちにできるよう、これからも全力でサポートしていきます。

総合理工研究科研究科長 喜多 理王 教授・博士(工学)

Transforming Dreams into Reality

At our Graduate School, we confer the degrees of Doctor of Science and Doctor of Engineering. We empower our students to create new knowledge, drive innovation, and shape a better future through their expertise.

With dedicated supervision, advanced facilities, and robust financial support, we are committed to your academic and career development. Make these three years a defining step toward your ambitions. Let us help you turn your dreams into reality.

Prof. Rio Kita, Ph.D.
Dean, Graduate School of Science and Technology

東海大学大学院 研究科・専攻一覧

細分化が進む現代の学術研究に対応し、高度な専門知識を修得する場を提供するために、東海大学では最先端の研究環境を備えた17の研究科を設置しています。

各研究科は、品川・湘南・伊勢原・静岡・熊本・阿蘇くまもと臨空・札幌の各キャンパスに拠点を置き、分野や専攻の枠をこえた交流が盛んに行われています。

さらに、21の付置研究所(2026年度予定)とも緊密に連携し、学際的で先進的な研究と教育を推進しています。

修士課程・博士課程(前期)		
研究科	専攻	授与学位
文学研究科	文明研究専攻	修士(文学)
	史学専攻	
	日本文学専攻	
	英文学専攻	
	コミュニケーション学専攻	
政治学研究科	観光学専攻	修士(観光学)
	政治学専攻	修士(政治学)
経済学研究科	応用経済学専攻	修士(経済学)
法学研究科	法律学専攻	修士(法学)
人間環境学研究科	人間環境学専攻	修士(学術)
芸術学研究科	音響芸術専攻	修士(芸術学)
	造形芸術専攻	
体育学研究科	体育学専攻	修士(体育学)
理学研究科	数理学専攻	修士(理学)
	物理学専攻	
	化学専攻	
工学研究科	電気電子工学専攻	修士(工学)
	応用理化学専攻	
	建築土木工学専攻	
	機械工学専攻	
	医用生体工学専攻	
情報通信学研究科	情報理工学専攻	修士(情報通信学)
	情報通信学専攻	
海洋学研究科	海洋学専攻	修士(海洋学)
医学研究科	医科学専攻	修士(医科学)
	看護学専攻	修士(看護学)
健康学研究科	健康マネジメント学専攻	修士(健康マネジメント学)
農学研究科	農学専攻	修士(農学)
生物学研究科	生物学専攻	修士(理学)

博士課程・博士課程(後期)			
研究科	専攻	コース	授与学位
文学研究科	文明研究専攻		博士(文学)
	史学専攻		
	日本文学専攻		
	英文学専攻		
	コミュニケーション学専攻		
政治学研究科	政治学専攻		博士(政治学)
経済学研究科	応用経済学専攻		博士(経済学)
法学研究科	法律学専攻		博士(法学)
体育学研究科	体育学専攻		博士(体育学)
総合理工学研究科	総合理工学専攻	物理・数理学コース	博士(理学) 博士(工学)
		情報理工学コース	
		電気・電子コース	
		生命理工学コース	
		材料・化学コース	
		機械・航空宇宙コース	
		建築・土木コース	
		海洋理工学コース	
医学研究科	先端医科学専攻	地球環境科学コース	博士(医学)
生物科学研究科	生物科学専攻	生物資源学コース	博士(理学)
		生命科学コース	博士(農学) 博士(水産学)

研究所・研究センター	
文明研究所	情報技術センター
海洋研究所	総合社会科学研究所
総合医学研究所	平和戦略国際研究所
先進生命科学研究所	スポーツ医科学研究所
教育開発研究センター	総合農学研究所
マイクロ・ナノ研究開発センター	沖縄地域研究センター(西表島)
国際原子力研究所	情報理工学研究所
環境サステナビリティ研究所	ウェルビーイング研究所
北海道地域研究センター	アクアカルチャーテクノロジーセンター
学術戦略研究所	心理教育研究センター
総合科学技術研究所	



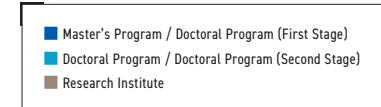
List of Graduate Schools and Programs

Tokai University has established 17 graduate schools equipped with cutting-edge facilities across its campuses nationwide, promoting interdisciplinary research and education through cross-disciplinary exchange and close collaboration with its 21 affiliated research institutes.

Master's Program / Doctoral Program (First Stage)		
Graduate school	Major	Degrees awarded
Graduate School of Letters	Course of Civilization Studies	Master's (in Literature)
	Course of History	
	Course of Japanese Literature	
	Course of English Literature	
	Course of Communications	
	Course of Tourism	Master's (in Tourism Studies)
Graduate School of Political Science	Course of Political Science	Master's (in Political Science)
Graduate School of Economics	Course of Applied Economics	Master's (in Economics)
Graduate School of Law	Course of Advanced Legal Studies	Master's (in Law)
Graduate School of Human and Environmental Studies	Course of Human Environmental Studies	Master's (in Arts and Sciences)
Graduate School of Arts	Course of Music	Master's (in Art Studies)
	Course of Fine Arts and Design	
Graduate School of Physical Education	Course of Physical Education	Master's (in Physical Education)
Graduate School of Science	Course of Mathematics and Mathematical Sciences	Master's (in Science)
	Course of Physics	
	Course of Chemistry	
Graduate School of Engineering	Course of Electrical and Electronic Engineering	Master's (in Engineering)
	Course of Applied Science	
	Course of Architecture and Civil Engineering	
	Course of Mechanical Engineering	
	Course of Biomedical Engineering	
	Course of Information Science and Technology	
Graduate School of Information and Telecommunication Engineering	Course of Information and Telecommunication Engineering	Master's (in Information and Telecommunication Engineering)
Graduate School of Marine Science	Course of Oceanography	Master's (in Marine Science)
Graduate School of Medicine	Course of Medical Science	Master's (in Medical Science)
	Course of Nursing	Master's (in Nursing)
Graduate School of Health Sciences	Course of Health Management	Master's (in Health Management)
Graduate School of Agriculture	Course of Agricultural Sciences	Master's (in Agriculture)
Graduate School of Biology	Course of Biology	Master's (in Science)

Doctoral Program / Doctoral Program (Second Stage)			
Graduate school	Major	Course	Degrees awarded
Graduate School of Letters		Course of Civilization Studies	Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Literature
		Course of History	
		Course of Japanese Literature	
		Course of English Literature	
		Course of Communications	
Graduate School of Political Science		Course of Political Science	Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Political Science
Graduate School of Economics		Course of Applied Economics	Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Economics
Graduate School of Law		Course of Advanced Legal Studies	Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Law
Graduate School of Physical Education		Course of Physical Education	Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Physical Education
Graduate School of Science and Technology	Course of Science and Technology	Physical and Mathematical Sciences Course	Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Science Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Engineering
		Information Science and Technology Course	
		Electrical and Electronic Engineering Course	
		Life Science and Technology Course	
		Materials Science and Chemistry Course	
		Mechanical Engineering and Aeronautics and Astronautics Course	
		Architecture and Civil Engineering Course	
		Marine Science and Technology Course	
		Earth and Environmental Science Course	
Graduate School of Medicine		Course of Advanced Medical Science	Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Medicine
Graduate School of Biological Sciences	Course of Bioscience	Bioresource Science Course	Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Science
			Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Agriculture
		Life Science Course	Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Fisheries Science

Research Institutes and Centers	
Civilization Laboratory	Research and Information Technology Center
Ocean Research Laboratory	Integrated Social Science Institute
Integrated Medicinal Laboratory	Peace Strategy International Research Institute
Advanced Life Science Institute	Sports Medical Science Institute
Educational Development Research Center	Agricultural Research Institute
Micro/Nano Technology Center	Okinawa Area Studies Center
International Nuclear Science Institute	Institute of Information Science and Engineering (provisional)
Environmental Sustainability Institute	Well-Being Institute
Hokkaido Area Studies Center	Aquaculture Technology Center
Tokai Institute for Academic Strategy (provisional)	Psychological Education Research Center
Creative Science and Technology Research Organization	



● **Sapporo Campus**

- Graduate School of Biology
- Graduate School of Science and Technology
- Graduate School of Biological Sciences
- Hokkaido Area Studies Center



Isehara Campus ●

- Graduate School of Engineering
- Graduate School of Medicine
- Graduate School of Medicine
- Integrated Medicinal Laboratory



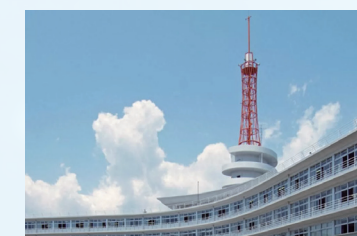
● **Kumamoto Campus**

- Graduate School of Agriculture
- Graduate School of Science and Technology
- Graduate School of Biological Sciences
- Agricultural Research Institute



Shizuoka Campus ●

- Graduate School of Marine Science
- Graduate School of Science and Technology
- Graduate School of Biological Sciences
- Ocean Research Laboratory
- Aquaculture Technology Center



Shinagawa Campus

- Graduate School of Information and Telecommunication Studies
- Graduate School of Political Science
- Graduate School of Economics
- Graduate School of Science and Technology
- Graduate School of Political Science
- Graduate School of Economics
- Research and Information Technology Center



- **Shonan Campus**

- Graduate School of Letters
 - Graduate School of Law
 - Graduate School of Human and Environmental Studies
 - Graduate School of Arts
 - Graduate School of Physical Education
 - Graduate School of Health Sciences
 - Graduate School of Science
 - Graduate School of Engineering
 - Graduate School of Letters
 - Graduate School of Law
 - Graduate School of Physical Education
 - Graduate School of Science and Technology
 - Graduate School of Biological Sciences
-
- Civilization Laboratory
 - Advanced Life Science Institute
 - Educational Development Research Center
 - Sports Medical Science Institute
 - Creative Science and Technology Research Organization
 - Integrated Social Science Institute
 - Peace Strategy International Research Institute
 - Micro/Nano Technology Center
 - International Nuclear Science Institute
 - Environmental Sustainability Institute
 - Institute of Information Science and Engineering (provisional)
 - Tokai Institute for Academic Strategy (provisional)
 - Well-Being Institute
 - Psychological Education Research Center

Aso Kumamoto Rinku Campus

- Graduate School of Agriculture
- Graduate School of Biological Sciences



学びのシステム Learning Pathway

学びの深化は、基礎から応用、そして創造へと段階的に進展していきます。東海大学では、学部段階で幅広い知識と方法論を修得し、修士課程でそれらを土台として専門性を体系的に深化させ、博士課程では自立した研究者として新たな知の創出に挑む道が開かれています。

Learning deepens step by step—from fundamentals to application and then creation. Tokai University supports your growth, from building a broad foundation to developing advanced specialization and pursuing new knowledge.

大学 University			大学院 修士課程 Graduate school master's program		
学部 Faculty	学科 Department	専攻 Major	研究科 Graduate school	専攻 Major	学位 Degree
理学部 School of Science	数学科 Department of Mathematics	——	理学研究科 Graduate School of Science	数理科学専攻 Course of Mathematics and Mathematical Sciences	——
	情報数理学科 Department of Mathematical Sciences	——		物理学専攻 Course of Physics	修士(理学) Master's (in Science)
	物理学科 Department of Physics	——		化学専攻 Course of Chemistry	——
	化学科 Department of Chemistry	——	工学研究科 Graduate School of Engineering	電気電子工学専攻 Course of Electrical and Electronic Engineering	——
情報理工学部 School of Information Science and Technology	情報科学科 Department of Human and Information Science	——		応用理化学専攻 Course of Applied Science	——
	コンピュータ応用工学科 Department of Applied Computer Engineering	——		建築土木工学専攻 Course of Architecture and Civil Engineering	修士(工学) Master's (in Engineering)
	情報メディア学科 Department of Information Media Technology	——		機械工学専攻 Course of Mechanical Engineering	——
建築都市学部 School of Architecture and Urban Planning	建築学科 Department of Architecture and Building Engineering	——		医用生体工学専攻 Course of Biomedical Engineering	——
	土木工学科 Department of Civil Engineering	——		情報理工学専攻(新設) Course of Information Science and Technology	——
工学部 School of Engineering	機械システム工学科 Department of Mechanical Systems Engineering	——	情報通信学研究科 Graduate School of Information and Telecommunication Engineering	情報通信学専攻 Course of Information and Telecommunication Engineering	修士(情報通信学) Master's (in Information and Telecommunication Engineering)
	生物工学科 Department of Bioengineering	——	海洋学研究科 Graduate School of Marine Science	海洋学専攻 Course of Oceanography	修士(海洋学) Master's (in Marine Science)
	医工学科 Department of Medical Engineering	——	生物学研究科 Graduate School of Biology	生物学専攻 Course of Biology	修士(理学) Master's (in Science)
	応用化学科 Department of Applied Chemistry	——	修士課程修了要件 Requirements for Completion (Master's Program)		
	電気電子工学科 Department of Electrical and Electronic Engineering	——			
	機械工学科 Department of Mechanical Engineering	——	修士課程修了要件 Requirements for Completion (Master's Program)		
	航空宇宙学科 Department of Aeronautics and Astronautics Aerospace	航空宇宙学専攻 Aerospace Course			
情報通信学部 School of Information and Telecommunication Engineering	情報通信学科 Department of Information and Telecommunication Engineering	——	修士課程修了要件 Requirements for Completion (Master's Program)		
海洋学部 School of Marine Science and Technology	海洋理工学科 Department of Marine Science and Ocean Engineering	——			
	水産学科 Department of Fisheries	——			
	海洋生物学科 Department of Marine Biology	海洋理工学専攻 Marine Science and Ocean Engineering Course	修士課程修了要件 Requirements for Completion (Master's Program)		
生物学部 School of Biological Sciences	生物学科 Department of Biology	航海学専攻 Navigation and Ocean Engineering Navigation Course			
	海洋生物科学科 Department of Marine Biology and Sciences	——	修士課程修了要件 Requirements for Completion (Master's Program)		
文理融合学部 School of Humanities and Science	地域社会学科 Department of Community and Social Studies	——			
	人間情報工学科 Department of Human Information Engineering	——			

大学院 博士課程 Graduate school doctoral program

研究科 Graduate school	専攻 Major	コース Course	学位 Degree
総合理工研究科 Graduate School of Science and Technology	総合理工学専攻 Course of Science and Technology	物理・数理科学コース Physical and Mathematical Science	博士(理学) Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Science
		情報理工学コース Information Science and Technology	
		電気・電子コース Electrical and Electronics Engineering	
		生命理工学コース Life Science and Technology	
		材料・化学コース Material Science and Technology	博士(工学) Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Engineering
		機械・航空宇宙コース Mechanical Engineering and Aeronautics and Astronautics	
		建築・土木コース Structural Engineering	
		海洋理工学コース Marine Science and Technology	
		地球環境科学コース Earth and Environmental Science	

博士課程修了要件 Requirements for Completion (Doctoral Program)

- ☐ 標準修業年限3年
Standard program length: 3 years
- ☐ 共同ゼミナール30時間受講
Complete 30 hours of joint seminars
- ☐ 専修ゼミナール30時間受講
Complete 30 hours of specialized seminars
- ☐ 博士論文提出
Submit a doctoral dissertation
- ☐ 公聴会・最終試験
Public defense and final examination

* 学部・学科から大学院へ進学する際の標準的なルートを示していますが、必ずしも上記に限る必要はありません。例えば、理学部から医学研究科への進学なども可能です。国内外の他大学出身者は上記に類似の学部学科を終了していることが必要です。詳細は、本学入試担当までお問い合わせください。

* This illustrates a standard pathway from undergraduate departments to graduate schools; however, applicants are not limited to the routes shown above. For example, progression from the School of Science to the Graduate School of Medicine is also possible.

理工系学部・研究科から総合理工研究科へ

From Bachelor's to Doctorate in Science and Technology

総合理工学研究科は、この一貫した学びの流れの中核として、高度な研究能力と創造的思考力を備えた人材の育成を目指しています。専門領域にとらわれない「総合理工学専攻」の一専攻制とし、幅広い分野を網羅した9つのコースを設置。理学・工学・海洋学などの多様な学問領域を基盤に、これらを横断的・複合的にとらえる教育・研究体制を構築し、この枠組みを通じて、世界をリードする高度な学術研究の推進と、国際的に通用する研究者の育成に取り組んでいます。

We aim to cultivate individuals with advanced research skills and creative thinking. Through a single interdisciplinary program and nine courses spanning science, engineering, and marine science, we promote cross-disciplinary education and research and foster researchers who can work on the global stage.

入試情報

総合理工学研究科では、4月と10月の年2回入学の機会を設け、研究への意欲と目標に応じた多様な選抜制度を用意しています。一般入試に加え、社会人の学び直しやキャリアアップを支援する社会人入試、学部や修士での実績を評価する推薦入試など、さまざまな背景をもつ受験者が研究の道へ進む機会を広く開いています。

教育研究指導

修了要件

本学大学院に3年間在学し、在学中に共同ゼミナール、専修ゼミナールを各30時間受講し、必要な研究指導を受けた上、学位論文を提出し、その審査及び最終試験に合格すること。

ゼミナール

(1) 共同ゼミナール

在学中、30時間以上受講しなければならない必修科目であり、春学期・秋学期末に5日間程度で開講される。学生は研究科・専攻の学問分野に捉われずに受講する事ができ、学際的なテーマで開講される。

※ 研究科主催の共同ゼミナール(追加開講型共同ゼミナール)が開講される場合は、別途周知が行われるので、受講を希望する学生は受講申告し、講後を受講すること。

(2) 専修ゼミナール

共同ゼミナール同様、在学中、30時間以上受講しなければならない必修科目であり、春学期・秋学期の各校舎授業期間内に受講する専修ゼミナール。実施日・受講時間・受講内容等については研究指導教員と相談の上、その指示に従い受講すること。受講時間数については研究指導教員が記録する。

入試

入試種別		日程
4月入学	〈春学期〉一般入学試験	〈第1期〉7月 〈第2期〉2月実施
	〈春学期〉社会人特別入学試験	〈第1期〉7月 〈第2期〉2月実施
	〈春学期〉推薦入学試験	出願資格審査：〈第1期〉6月、〈第2期〉12月実施
10月入学	〈秋学期〉一般入学試験	7月実施
	〈秋学期〉社会人特別入学試験	7月実施
	〈秋学期〉推薦入学試験	出願資格審査：5月実施
審査方法	プレゼンテーション	過去の研究経過及び今後の研究計画について
	面接試問	プレゼンテーションについての試問および専攻分野に関連する口述試験など

※ 出願の受付期間、入試日程、提出書類などの詳細については、大学ウェブサイトに掲載される入学試験要項を必ずご確認ください。

Admissions Information

The Graduate School of Science and Technology offers two admission intakes each year, in April and October. In addition to the general entrance examination, we provide multiple admissions options—including exams for working professionals and recommendation-based admissions—so that applicants from diverse backgrounds can pursue research.



Education and Research Supervision

Requirements for Completion

To complete the program, students must be enrolled in this university's graduate school for three years, complete 30 hours each of the Joint Seminar and the Specialized Seminar, receive academic and research supervision, submit a thesis, and pass the thesis review and final examination.

Seminars

(1) Joint Seminar

Offered for approximately five days at the end of the spring and autumn semesters. Topics are interdisciplinary, and students may enroll regardless of their graduate school or field of specialization.

*Details of seminars organized by the graduate school will be announced separately. Students wishing to enroll must declare their intention in advance.

(2) Specialized Seminar

Taken during the class periods at each campus in the spring and autumn semesters. Dates, hours, and content are determined in consultation with the student's academic supervisor; students should attend according to their supervisor's instructions.

Entrance Examinations

Examination Categories		Schedule
April Admission	〈Spring Semester〉 General Entrance Examination	Implementation Schedule [Phase 1] July / [Phase 2] February
	〈Spring Semester〉 Special Entrance Examination for Working Professionals	Implementation Schedule [Phase 1] July / [Phase 2] February
	〈Spring Semester〉 Recommendation-Based Entrance Examination	Eligibility Screening: [Phase 1] June / [Phase 2] December
October Admission	〈Autumn Semester〉 General Entrance Examination	July
	〈Autumn Semester〉 Special Entrance Examination for Working Professionals	July
	〈Autumn Semester〉 Recommendation-Based Entrance Examination	Eligibility Screening: May
Screening Methods	Presentation	Past research progress and future research plan.
	Interview	Questions on the presentation and an oral examination on the field of specialization, etc.

*Please be sure to consult the official Entrance Examination Guidelines/Application Instructions posted on the university website for details.

学費・経済的支援

東海大学では、学生が安心して研究に専念できるよう、明確で公平な学費制度と多様な経済的支援の仕組みを整えています。授業料や研究費などの経済的負担を軽減するために、奨学金制度や給付金制度、教育研究支援制度など、目的に応じた複数の支援策を整備。これらの制度を通じて、意欲ある学生が安定した環境のもとで学びを深め、将来の研究者や専門職として成長できるよう支援します。

学費

入学金

200,000円

納付金

812,000円／年

奨学金制度

日本学生支援機構大学院奨学金

無利子の第一種奨学金と有利子の第二種奨学金があり、他の奨学金と併用することも可能です。

※収入基準額を超えないこと

第一種奨学金	
種別	貸与(無利子)
金額	修士・博士課程前期 月額5万円、8.8万円から選択 博士・博士課程後期 月額8万円、12.2万円から選択
期間	標準修業年限まで

第二種奨学金	
種別	貸与(有利子)
金額	大学院全課程全学年 月額5、8、10、13、15万円から選択
期間	本人が希望する月から標準修業年限まで

※ 他の奨学金については、キャンパス窓口にお問い合わせください。

入学時特別増額貸与奨学金	
種別	貸与(有利子)
金額	第1セメスター入学者で 条件を満たす者に対して希望により 定額(10、20、30、40、50万円から選択)を 増額して貸与

ティーチング・アシスタント制度

ティーチング・アシスタント制度(=TA制度)は、優秀と認められた大学院生が学部学生への助言や教育補助業務(実験、実習、演習等)を行い、これに対して手当を支給するものです。TA制度は、大学院生の経済的支援という目的に加え、将来、教員・研究者になるためのトレーニングの機会としても役立っています。

給付金(給与)制度

東海大学特定助手制度

- 給与192万円/年
- 年間授業2コマ以上6コマ以下を担当

東海大学独自の次世代研究者育成プログラム。特に優れた博士学生を雇用し、経済的支援を通じて研究継続の基盤を確保するとともに、教育経験を体系的に積む機会を付与する。これにより、研究能力・教育能力・専門の実務能力を総合的に涵養し、研究者として自立的にキャリアを構築できるよう支援する。

Tokai-SPRING SACRA プログラム

- 給付金240万円+研究費42万円/年

科学技術振興機構(JST)の機関支援を受けて実施する、博士専門人材向けキャリア形成プログラム。生活と研究の両面を、最大3年間にわたり経済的に支援する。併せて、地域・産業界と連携した教育・キャリア開発コンテンツを通じ、産業界等でも幅広く活躍できる博士人材の成長をあと押しする。

Tuition and Financial Support

Tokai University provides a supportive environment in which students can focus on their research, backed by a clear and fair tuition system and a wide range of financial assistance options, including scholarships and grants.



Tuition and Fees

Admission Fee

JPY 200,000

Annual Tuition

JPY 812,000/year

Scholarship Programs

Japan Student Services Organization Graduate School Scholarship

For information on scholarships, please visit the Japan Student Services Organization (JASSO) website (<https://www.jasso.go.jp/en/index.html>) and see the "Scholarships for Study in Japan" page (https://www.jasso.go.jp/en/ryugaku/scholarship_j/index.html).

Type I Scholarship	
Type	Loan (interest-free)
Amount	Master's / Doctoral Program (first stage) Choose either JPY 50,000 or JPY 88,000 per month Doctoral Program (later stage) Choose either JPY 80,000 or JPY 122,000 per month
Period	Until the standard period of study.

Type II Scholarship	
Type	Loan (interest-bearing)
Amount	All graduate programs / all years: choose JPY 50,000, JPY 80,000, JPY 100,000, JPY 130,000, or JPY 150,000 per month
Period	From the month requested by the applicant until the standard period of study.

*Please contact the campus office for further information about other scholarships.

Special Increased Loan Scholarship at Enrollment	
Type	Loan (interest-bearing)
Details	For first-semester entrants who meet the requirements, the loan amount may be increased—upon request—by a fixed lump sum (choose JPY 100,000, JPY 200,000, JPY 300,000, JPY 400,000, or JPY 500,000).

Teaching Assistant (TA) Program

The TA program allows outstanding graduate students to support undergraduate education—such as assisting with laboratory classes, practical training, and seminars—in return for a stipend. It provides financial support while also serving as training for future careers as faculty members or researchers.

Stipend (Salary) Programs

Tokai University Specially Appointed Assistant Program

Salary: JPY 1.92 million per year
Teaching load: 2–6 classes per year

This is Tokai University's original next-generation researcher development program. Exceptionally outstanding doctoral students are employed and provided with financial support to secure a stable foundation for continuing their research, while also being given structured opportunities to gain teaching experience. Through this program, students develop their research, teaching, and professional practical skills in an integrated manner, and are supported in building an independent career as a researcher.

Tokai-SPRING SACRA Program

Stipend: JPY 2.4 million per year +
research funding: JPY 0.42 million per year

This is a career development program for doctoral-level professionals, implemented with institutional support from the Japan Science and Technology Agency (JST). It provides financial support for both living and research expenses for up to three years. In addition, through education and career development content developed in collaboration with local communities and industry, it supports the growth of doctoral talent who can thrive across a wide range of careers, including in industry.

教員リスト

Faculty List

15	物理・数理学コース Physical and Mathematical Science	
16	教授 今田 恒久	Prof. Tsunehisa Imada
17	教授 桐木 紳	Prof. Shin Kiriki
18	教授 笹木 集夢	Prof. Atsumu Sasaki
19	教授 志摩 亜希子	Prof. Akiko Shima
20	教授 山本 義郎	Prof. Yoshiro Yamamoto
21	教授 瀧 真語	Prof. Shingo Taki
22	教授 那須 雅和	Prof. Hirokazu Nasu
23	教授 酒井 利訓	Prof. Toshinori Sakai
24	教授 遠藤 雅守	Prof. Masamori Endo
25	教授 河内 明子	Prof. Akiko Kawachi
26	教授 喜多 理王	Prof. Rio Kita
27	教授 北林 照幸	Prof. Teruyuki Kitabayashi
28	教授 櫛田 淳子	Prof. Junko Kushida
29	教授 新屋敷 直木	Prof. Naoki Shinyashiki
—	教授 鄭 和珣	Prof. Kazuyoku Tei
—	教授 利根川 昭	Prof. Akira Tonegawa
30	准教授 林 博貴	Assoc.Prof. Hirotaka Hayashi
31	教授 山口 滋	Prof. Shigeru Yamaguchi
32	講師 佐々木 海渡	Lecturer Kaito Sasaki
—	教授 サバウ バシレ ソリン	Prof. Sabau Sorin Vasile
33	教授 高阪 史明	Prof. Fumiaki Kohsaka

34	情報理工学コース Information Science and Technology	
35	教授 飯塚 泰樹	Prof. Yasuki Iizuka
36	教授 松井 泰子	Prof. Yasuko Matsui
37	教授 松本 哲志	Prof. Satoshi Matsumoto
38	教授 黒田 輝	Prof. Kagayaki Kuroda
39	教授 高雄 元晴	Prof. Motoharu Takao
40	教授 室谷 裕志	Prof. Hiroshi Murotani
—	教授 浅川 毅	Prof. Takeshi Asakawa
41	教授 竹村 憲太郎	Prof. Kentaro Takemura
42	教授 譚 学厚	Prof. Xuehou Tan
43	教授 内田 理	Prof. Osamu Uchida
44	教授 藤川 知栄美	Prof. Chiemi Fujikawa
45	教授 前田 秀一	Prof. Shuichi Maeda
46	教授 濱本 和彦	Prof. Kazuhiko Hamamoto
47	准教授 宇津 圭祐	Assoc.Prof. Keisuke Utsu
48	教授 柴田 隆史	Prof. Takashi Shibata
49	教授 丸山 有紀子	Prof. Yukiko Maruyama
50	教授 谷口 唯成	Prof. Tadanari Taniguchi

51	教授 佐松 崇史	Prof. Takashi Samatsu
52	教授 程島 奈緒	Prof. Nao Hodoshima
53	教授 大東 俊博	Prof. Toshihiro Ohigashi
54	教授 高山 佳久	Prof. Yoshihisa Takayama
55	教授 森田 直樹	Prof. Naoki Morita
56	教授 村山 純一	Prof. Junichi Murayama
57	教授 山本 宙	Prof. Hiroshi Yamamoto
58	教授 今村 誠	Prof. Makoto Imamura
59	教授 福原 雅朗	Prof. Masaaki Fukuhara
—	教授 撫中 達司	Prof. Tatsuji Munaka
—	教授 渡辺 晴美	Harumi Watanabe
60	教授 金子 雅明	Prof. Masaaki Kaneko
61	准教授 柿崎 淑郎	Assoc.Prof. Yoshio Kakizaki
62	准教授 山崎 信史	Assoc.Prof. Yamazaki Satoshi
63	教授 田畑 智章	Prof. Tomoaki Tabata

64	電気・電子コース Electrical and Electronics Engineering	
65	教授 稲垣 克彦	Prof. Katsuhiko Inagaki
66	教授 遊部 雅生	Prof. Masaki Asobe
67	准教授 稲森 真美子	Assoc.Prof. Mamiko Inamori
—	教授 大山 龍一郎	Prof. Ryuichiro Ohyama
68	教授 沖村 邦雄	Prof. Kunio Okimura
—	教授 木村 英樹	Prof. Hideki Kimura
69	准教授 金子 哲也	Assoc.Prof. Tetsuya Kaneko
70	教授 庄 善之	Prof. Yoshiyuki Show
71	教授 清田 英夫	Prof. Hideo Kiyota
72	教授 藤本 邦昭	Prof. Kuniaki Fujimoto
73	教授 矢原 充敏	Prof. Mitsutoshi Yahara

74	生命理工学コース Life Science and Technology	
—	教授 稲津 敏行	Prof. Toshiyuki Inazu
75	教授 蟹江 治	Prof. Osamu Kanie
76	准教授 黒田 泰弘	Assoc.Prof. Yasuhiro Kuroda
—	教授 笹川 昇	Prof. Noboru Sasagawa
77	教授 水谷 隆太	Prof. Ryuta Mizutani
78	教授 橋本 智彦	Prof. Tomohiko Utsuki
79	教授 鳥居 徹也	Prof. Tetsuya Torii

80	材料・化学コース Material Science and Technology	
81	教授 秋山 泰伸	Prof. Yasunobu Akiyama
82	教授 浅香 隆	Prof. Takashi Asaka
83	教授 岡村 陽介	Prof. Yosuke Okamura
84	教授 佐藤 正志	Prof. Masashi Sato
85	教授 樋口 昌史	Prof. Masashi Higuchi
86	准教授 小黒 英俊	Assoc.Prof. Hidetoshi Oguro
87	教授 葛巻 徹	Prof. Toru Kuzumaki

88	准教授 源馬 龍太	Assoc.Prof. Ryota Gemma
89	教授 高尻 雅之	Prof. Masayuki Takashiri
90	教授 宮沢 靖幸	Prof. Yasuyuki Miyazawa
91	教授 千葉 雅史	Prof. Masafumi Chiba
92	教授 菊川 久夫	Prof. Hisao Kikugawa
93	准教授 荒井 堅太	Assoc.Prof. Kenta Arai
94	准教授 池田 俊明	Assoc.Prof. Toshiaki Ikeda
95	教授 伊藤 建	Prof. Takeru Ito
96	教授 岩岡 道夫	Prof. Michio Iwaoka
—	教授 大場 武	Prof. Takeshi Ohba
97	教授 勝又 哲裕	Prof. Tetsuhiro Katsumata
98	教授 小口 真一	Prof. Shinichi Koguchi
99	教授 富田 恒之	Prof. Koji Tomita
100	教授 大場 真	Prof. Makoto Oba

101	機械・航空宇宙コース Mechanical Engineering and Aeronautics and Astronautics	
102	教授 奥山 淳	Prof. Atsushi Okuyama
—	教授 山本 佳男	Prof. Yoshio Yamamoto
103	教授 落合 成行	Prof. Masayuki Ochiai
104	教授 甲斐 義弘	Prof. Yoshihiro Kai
105	准教授 加藤 英晃	Assoc.Prof. Hideaki Kato
106	准教授 成田 正敬	Assoc.Prof. Takayoshi Narita
107	教授 山本 建	Prof. Takeshi Yamamoto
—	教授 吉永 昌史	Prof. Masashi Yoshinaga
108	教授 樋谷 和義	Prof. Kazuyoshi Tsuchiya
109	講師 土屋 寛太郎	Lecturer Tsuchiya Hirotarou
110	准教授 福島 直哉	Assoc.Prof. Naoya Fukushima
111	准教授 内田 ヘルムート貴大	Assoc.Prof. Helmut Takahiro Uchida
112	教授 木村 啓志	Prof. Hiroshi Kimura
113	教授 岩森 暁	Prof. Satoru Iwamori
114	教授 長谷川 真也	Prof. Shinya Hasegawa
115	教授 橋田 昌樹	Prof. Masaki Hashida
116	教授 稲田 喜信	Prof. Yoshinobu Inada
117	准教授 沼田 大樹	Assoc.Prof. Daiju Numata
118	教授 堀澤 秀之	Prof. Hideyuki Horisawa
119	教授 水書 稔治	Prof. Toshiharu Mizukaki
120	教授 福田 紘大	Prof. Kota Fukuda
121	教授 田中 真	Prof. Makoto Tanaka
122	准教授 中篠 恭一	Assoc.Prof. Kyoichi Nakashino
123	教授 亀山 高範	Prof. Takanori Kameyama
—	教授 堺 公明	Prof. Takaaki Sakai

124	建築・土木コース Structural Engineering	
125	教授 小沢 朝江	Prof. Asae Ozawa
126	教授 十亀 昭人	Prof. Akito Sogame
127	教授 高橋 達	Prof. Itaru Takahashi

128	准教授 野村 圭介	Assoc.Prof. Keisuke Nomura
129	教授 山本 憲司	Prof. Kenji Yamamoto
130	教授 横井 健	Prof. Takeshi Yokoi
131	教授 渡部 憲	Prof. Ken Watanabe
—	教授 渡邊 研司	Prof. Kenji Watanabe
132	准教授 後藤 純	Assoc.Prof. Jun Goto
133	教授 伊達 重之	Prof. Shigeyuki Date
134	准教授 田中 正史	Assoc.Prof. Masafumi Tanaka
135	教授 梶田 佳孝	Prof. Yoshitaka Kajita
136	教授 杉山 太宏	Prof. Motihiro Sugiyama
—	准教授 鈴木 美緒	Assoc.Prof. Mio Suzuki
137	教授 三神 厚	Prof. Atsushi Mikami

138	海洋理工学コース Marine Science and Technology	
139	教授 榊原 繁樹	Prof. Shigeki Sakakibara
140	教授 新谷 浩一	Prof. Koichi Shintani
—	准教授 馬場 久紀	Assoc.Prof. Hisatoshi Baba
141	教授 渡邊 啓介	Prof. Keisuke Watanabe
142	教授 瀬田 広明	Prof. Hiroaki Seta

143	地球環境科学コース Earth and Environmental Science	
144	教授 秋山 信彦	Prof. Nobuhiko Akiyama
145	教授 泉 庄太郎	Prof. Shotaro Izumi
146	教授 植原 量行	Prof. Kazuyuki Uehara
—	教授 坂本 泉	Prof. Izumi Sakamoto
147	准教授 佐藤 成祥	Assoc.Prof. Noriyosi Sato
148	教授 清水 宗茂	Prof. Muneshige Shimizu
149	教授 竹内 真一	Prof. Shinichi Takeuchi
150	准教授 小松 大祐	Assoc.Prof. Daisuke Komatsu
—	教授 齋藤 寛	Prof. Hiroshi Saito
151	教授 高橋 大介	Prof. Daisuke Takahashi
152	教授 櫻井 泉	Prof. Izumi Sakurai
153	教授 大橋 正臣	Prof. Masami Ohashi
154	教授 北 夕紀	Prof. Yuki F. Kita
155	教授 関根 嘉香	Prof. Yoshika Sekine
156	教授 三上 一行	Prof. Ikko Mikami
157	教授 虎谷 充浩	Prof. Mitsuhiro Toratani
158	教授 中島 孝	Prof. Takashi Y. Nakajima
159	教授 後藤 慶一	Prof. Keiichi Goto
160	教授 平塚 聖一	Prof. Seiichi Hiratsuka

物理・数理科学 コース

Physical and Mathematical Science

統計的多重比較法についての研究

シンプルで有効な手法の構築

Study on statistical multiple comparison procedures
Construction of simple and effective procedures

教授 今田 恒久 Prof. Tsunehisa Imada

 <https://researchmap.jp/read0181913/>
 <https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2293/>  it7601@tokai.ac.jp



棄却限界値
Critical value

検出力
Power of the test

同時検定
Simultaneous test

当研究室では数理統計学、主に統計的多重比較法について研究しています。複数個の正規母集団の母平均間の差の有無を調べる際には分散分析法が用いられますが、分散分析法で母平均間に差があると判定されても、どの母平均間に差があるか具体的に知ることはできません。

複数個の母平均に対して、どの母平均間に差があるか具体的に知りたい場合に多重比較法が用いられます。多重比較法は全ての母平均間の差を同時に比較する総対比較法、複数個の母平均の中の一つ（対照）と他の母平均それぞれを同時に比較する対照比較法などがあります。

また、検定方式も各仮説を単回で検定するシンプルなシングルステップ法から複数回検定するマルチステップ方式と多岐にわたります。

当研究室のこれまでの研究成果は多変量正規分布の母平均ベクトルに対する対照比較法の構築、複数個の正規母平均の中から最大でない母平均を見つける多重比較法の構築などです。現在は重回帰モデルに対する回帰係数の多重比較法の構築に取り組んでいます。

In this laboratory, we study statistical multiple comparison for several normal means. Analysis of variance is used to check differences among several normal means. However, it can not compare each two normal means. Multiple comparison procedures are used to check specific differences among them. There are various types of multiple comparison procedures.

For example, all-pairwise multiple comparison procedure is used to check the difference between each two normal means. Multiple comparison procedure with a control is used to check difference between a specified normal mean with each of other normal means simultaneously.

Multi-step procedures are more effective compared to single step procedures. In this laboratory, various results on multiple comparison procedure were obtained. For example, we derived multiple comparison procedures with a control for multivariate normal vectors.

We proposed multiple comparison procedures for finding non-maximum ones among several normal means. Recent theme is the construction of multiple comparison procedures for regression coefficients in a linear multiple regression model.

非双曲力学系の頑強な多能性の研究

Robust pluripotency for non-hyperbolic dynamical systems

教授 桐木 紳

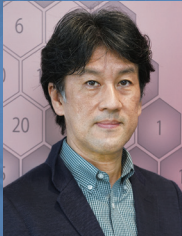
Prof. Shin Kiriki

researchmap

<https://researchmap.jp/read0186395>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3740/>

kiriki@tokai.ac.jp



ホモクリニック接触 Homoclinic tangencies	多能性 Heterodimensional cycles	非自明遊走領域 Nontrivial wandering domains
------------------------------------	---------------------------------	---

生理学における*iPS変換*とは、特定の遺伝子を導入することによって、分化した細胞を未分化な状態へと戻し、そこからさまざまな細胞系列へと移行可能にする過程を指す。山中伸弥氏は、少数の遺伝子を導入することで体細胞を多能性幹細胞（iPS細胞）へと再プログラム化する技術を開発したことにより、ノーベル賞を受賞した。ここでの根底にある考え方は、**多能性**という概念である。

多能性とは、小さな摂動のもとで系がさまざまな状態へと遷移する能力として定義することができる。本研究の動機は、この多能性を力学系の観点から定式化し、その存在と一般性を検討することにある。我々は次の問題を数学的に考察する。

問題：初期点のうちルベグ測度が正である集合から出発する軌道が、任意に小さな摂動によって、任意のダイナミクスへと再プログラム可能となるような力学系の開集合は存在するだろうか。

Colli・Vargasの手法を、ホモクリニック接触をもつ任意の2次元*C*^{*}微分同相写像へと拡張することにより、桐木・相馬は、Takensの最終問題に対する解を与えた。この研究の後、ダイナミクスの確率的表現を、より一般的な枠組みの中で議論できるのではないかと考えた。このような観点から、桐木・中野・相馬によって導入された多能性の概念が、本研究の主たる焦点である。

具体的には、多様体*M*上に双曲集合*Λ*をもつ微分同相写像*f*とその任意の部分集合*Λ*[']⊂*Λ*を考える。この前提で任意の*x*∈*Λ*[']に対し、微分同相写像*f*に*C*^{*}位相で十分近い微分同相写像*g*と、Lubesugue測度正の集合*D*⊂*M*で、任意の*y*∈*D*に対し

$$\lim_{n \rightarrow \infty} d_w \left(\delta_{y,g}^n, \delta_{x_g,g}^n \right) = 0$$
を満たすものが存在するとき、*f*は**多能的**であるとよぶ。ここで、*x_g*は*x*の*g*に関する連続体、*δ_{n_{y_g}}*は軌道{*gⁿ*(*y*) | *n* ∈ *n*ℕ}に関する経験測度意味する。力学系の研究において重要なことは、着目している現象が稀なことではなく、豊富に存在することを数学的に証明することである。数学における豊富さの指標は、稠密性、頑強性などがある。本研究では、ホモクリニック接触をもつ非双曲的力学系の*C*^{*}近傍には頑強に多能性をもつ力学系が存在することを証明することである。

In physiology, *iPS* conversion refers to the process by which differentiated cells are reverted to an undifferentiated state through the introduction of specific genes, thereby enabling them to transition into various cell lineages. Shinya Yamanaka was awarded the Nobel Prize for developing a technique to reprogram somatic cells into pluripotent stem cells (iPS cells) by introducing a small set of genes. The underlying idea here is the concept of *pluripotency*.

Pluripotency can be defined as the ability of a system to transition into various states under small perturbations. The motivation of this study is to formulate this notion of pluripotency from the perspective of dynamical systems and to investigate its existence and generality. We mathematically consider the following problem.

Problem. *Does there exist an open set of dynamical systems such that the orbits starting from a set of initial points with positive Lebesgue measure can be reprogrammed into arbitrary dynamics by arbitrarily small perturbations?*

By extending the methods of Colli and Vargas to arbitrary two-dimensional *C*^{*} diffeomorphisms with homoclinic tangencies, Kiriki and Soma provided a solution to Takens' last problem. Following this study, it is natural to ask whether stochastic representations of dynamics can be discussed within a more general framework. From this perspective, the concept of pluripotency introduced by Kiriki, Nakano, and Soma constitutes the main focus of the present study.

More specifically, consider a diffeomorphism *f* on a manifold *M* that has a hyperbolic set *Λ*, together with an arbitrary subset *Λ*[']⊂*Λ*.

Under this setting, *f* is said to be pluripotent if, for any *x* ∈ *Λ*['], there exist a diffeomorphism *g* that is sufficiently *C*^{*}-close to *f* and a set *D*⊂*M* with positive Lebesgue measure such that, for any *y* ∈ *D*,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} d_w \left(\delta_{y,g}^n, \delta_{x_g,g}^n \right) = 0$$
where, *x_g* denotes the continuation of *x* with respect to *g*, and *δ_{n_{y_g}}* denotes the empirical measure. In the study of dynamical systems, an important goal is to prove mathematically that the phenomena of interest are not rare, but rather abundant. In mathematics, abundance is often measured in terms of density, robustness, and related notions. The aim of this study is to prove that, in any *C*^{*} neighborhood of a non-hyperbolic dynamical system with homoclinic tangencies, there robustly exist dynamical systems that exhibit pluripotency.

リー群の表現論および群作用による等質空間の構造論の研究

Structural Theory of Homogeneous Spaces under Group Action and its Relation to the Representation Theory of Lie Groups

教授 笹木 集夢

Prof. Atsumu Sasaki

researchmap

<https://researchmap.jp/read0141189>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3508/>

atsumu@tokai.ac.jp



群の分解定理 Group decomposition theorem	表現の重複度 Multiplicity of representation	簡約実球等質空間 Reductive real spherical homogeneous space
---------------------------------------	--	--

リー群の表現論の研究において、与えられた群の既約表現から大きな群の表現を構成する方法（誘導表現）と、与えられた群の既約表現をより小さな群に制限して小さな群の既約表現に分解する研究（分岐則）は基本的かつ重要な問題である。誘導表現に関する研究は多くの研究者によって行われている。

一方で、分岐則問題は個々の表現に対する結果はあるものの未解決問題が多く残されている。そこで、私は分岐則において各既約成分が高々1度しか現れない性質（無重複性）をもつための条件を表現の構成によらない形で与えることに注目している。このような性質はフーリエ変換や球面調和関数などを含む形で現れ、その背後に潜む美しい幾何構造が最近分かってきている。

私は現在、簡約型等質空間の中でも無重複表現を背景に持つクラスに対して、その幾何構造を群論的視点から考察している。最近では、簡約型実球等質空間とよばれる対称空間を含む広い枠組みに対して新しい構造定理を生み出しつつある。この結果を用いて、非可換調和解析への応用を目指している。

In the study of the representation theory of Lie groups, two problems are fundamental and crucial: the induced representation (a method for constructing a representation of a larger group from an irreducible representation of a given group), and the study of branching laws (the decomposition of an irreducible representation of a given group when restricted to a smaller subgroup).

While the induced representation problem has been extensively studied by many researchers, the branching law problem, despite having results for individual representations, still has many open questions. Therefore, my research focuses on providing a criterion for a specific property --- the multiplicity-free property (where each irreducible component appears at most once in the restriction) --- without relying on the explicit construction of the representations. This property appears in contexts including Fourier transforms and spherical harmonics, and the beautiful underlying geometric structures have recently begun to be uncovered.

Currently, I investigate the geometric structures of a specific class of reductive homogeneous spaces that are known to have multiplicity-free representations, utilizing a group-theoretic perspective. Recently, I have been developing a new structure theorem for a broad framework that includes symmetric spaces, known as reductive real spherical homogeneous spaces. I aim to apply this result to problems in non-commutative harmonic analysis.

017

東海大学大学院 総合理工学研究科 Graduate School of Science and Technology, Tokai University

Graduate School of Science and Technology, Tokai University 東海大学大学院 総合理工学研究科

018

物理・数理科学コース

物理・数理科学コース

電気電子コース

生命理工学コース

材料・化学コース

機械・航空宇宙コース

建築土木コース

海洋理工学コース

地球環境科学コース

4次元空間内の曲面結び目の研究

チャートを用いた曲面結び目

Surface-knots in 4-dimensinal space

Surface-knots by using charts

教授 志摩 亜希子 Prof. Akiko Shima

[researchmap https://researchmap.jp/shima_2591292](https://researchmap.jp/shima_2591292)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2561/> shima-a@tokai.ac.jp



曲面結び目
Surface-knot

チャート
Chart

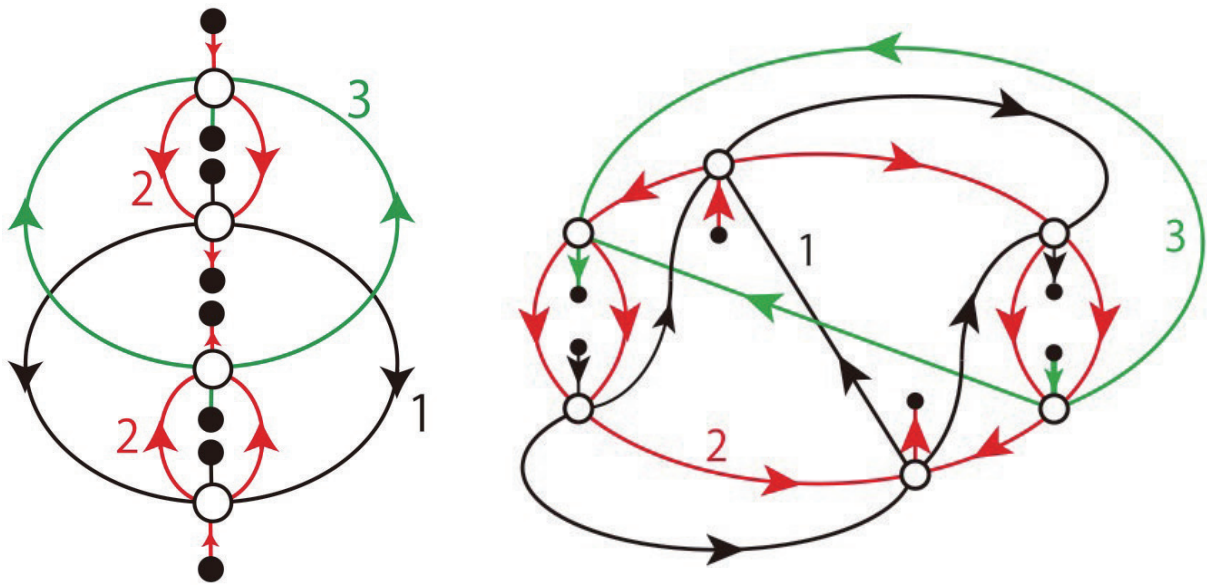
C変形
C-move

4次元空間の曲面を研究しています。これらの図形を分類することが目標です。この曲面を3次元空間に射影したもの、つまり影を考えます。一般にはこの影は曲面が交わったものです。この曲面の交わりは、3次元空間内のグラフになります。このグラフを更に平面に射影したものが、チャートです。4次元の物体を平面内のグラフを使って研究しています。3次元空間内の閉じた紐、結び目については、とても便利な分類表があります。4次元空間内の曲面に関する分類表は、3次元版のようなものはまだありません。それを作成しようということが新しい点です。同じ曲面を表わす異なったチャートは無数にあります。それらがいつ同じものを表わすだろうか、調べる方法を開発中です。

チャートと呼ばれるグラフの頂点は次数1、4、6のいずれかです。驚くべきことに、次数4の頂点が高々1個であるチャートが表す曲面は、次数6の頂点がないチャートが表す曲面に同じであることが示せました。次数4の頂点はある数は必要だと分かってきました。これからは、次数4、6の数の小さいものから順に調べ、分類表を作っていこうと思っています。

We research surface knots in 4-dimensional space. Our purpose is to classify these knots. We consider the projection of the surface into the 3-dimensional space. In general, the projection has the intersection of surfaces. The intersection is a graph in the 3-dimensional space. Moreover, we project the graph into the plane. Then we have a chart. We research objects in the 4-dimensional space using graphs on the plane. We have a very useful table of knots, i.e. a table of closed string in 3-dimensional space. There is no table of surface knots in 4-dimensional space such a table of the 3-dimensional case. We would like to make a table of surfaces in 4-dimensinal space. There are many charts representing the same surface. We would like to develop the method to determine whether the two charts are same or not.

A graph called a chart has only vertices of degree 1, 4 or 6. We have a surprise result that "a surface representing a chart with at most one vertex of degree 4 is the same surface representing a chart without vertices of degree 6". Almost charts need vertices of degree 4. In the future, we want to make a table about charts having a small number of vertices of degree 4 or 6.



統計情報の可視化に関する研究

データサイエンスにおけるデータの可視化

Visualization method for statistical information

Data Visualization in Data Science

教授 山本 義郎 Prof. Yoshiro Yamamoto

[researchmap https://researchmap.jp/yamamoto_yoshiro](https://researchmap.jp/yamamoto_yoshiro)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2924/> yama@tokai.ac.jp



統計グラフ
Statistical graphics

スポーツアナリティクス
Sports Analytics

医療データ解析
Medical Data Analysis

データサイエンスは、データの理解、データの準備、モデルの構築、モデルの評価、データの洗練化などの実践から構成されている。本研究室では、現実のデータに対して統計的なモデルを構築し、それを統計的に評価する。

ビッグデータと呼ばれるような大量のデータは、マーケティング分野のみならず、スポーツや医学の分析などでも重要で、それらが研究対象の分野となる。

本研究室では、マーケティング、スポーツ分野、医療情報などの現実のデータ解析において、探索的データ解析におけるデータに適した可視化手法の開発や統計分析手法から得られた結果の可視化手法の開発を行っている。

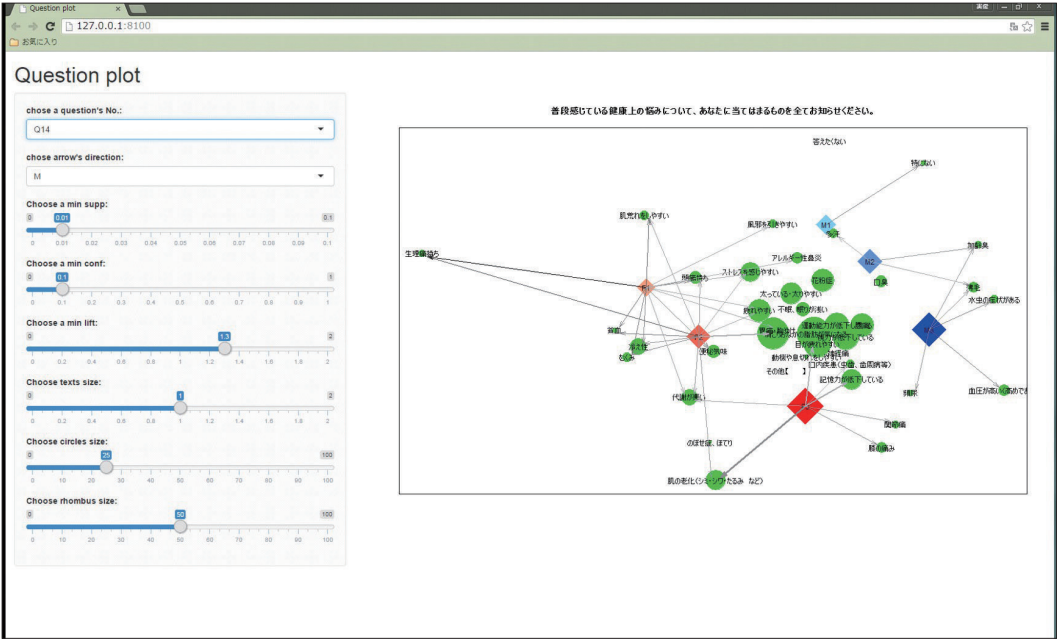
特に、図で示しているような、利用者の興味に応じてインタラクティブに操作できる可視化ができるアプリケーションやWebサイトの構築を行っている。このグラフは、アンケートデータに関して、対応分析とアソシエーション分析を用いた可視化を提案したものである。

Data science consists of practices such as understanding data, preparing data, building models, evaluating models, and refining data. In this laboratory, we construct statistical models for real-world data and evaluate them statistically.

Large volumes of data, often referred to as big data, are crucial not only in marketing but also in fields like sports and medical analysis, making them subjects of our research.

Our laboratory develops visualization techniques suitable for data in exploratory data analysis and visualization methods for results obtained from statistical analysis techniques, applied to real-world data analysis in fields such as marketing, sports, and medical information.

In particular, we build applications and websites that enable interactive visualizations, such as those shown in the figure, which can be manipulated according to the user's interests. This plot proposes a visualization using correspondence analysis and association rule analysis for survey data.



代数幾何学

K3曲面の自己同型

Algebraic Geometry

Automorphisms of K3 surfaces



教授 瀧 真語 Prof. Shingo Taki

[researchmap](https://researchmap.jp/takishingo/) <https://researchmap.jp/takishingo/>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3970/> [✉ staki@tokai.ac.jp](mailto:staki@tokai.ac.jp)

K3曲面 K3 surface	自己同型 Automorphisms	Galois点 Galois point
--------------------	-----------------------	-------------------------

代数幾何学を研究しています。

幾何学的対象を考察する際、それが持つ対称性に注目することで新たな世界が見えてくることがあります。例えば、一般の三角形に対称性は無いが、二等辺三角形や正三角形のような特殊な三角形は「左右対称」や「120度の回転」など対称性を持ちます。二等辺三角形や正三角形の特殊性はこのような対称性の存在によって特徴付けられているとも言えます。

そのようなこともあり、与えられた代数多様体の対称性を調べることは古くから代数幾何学の基本問題の1つです。

私は主に

- (1) K3曲面の対称性を表す自己同型の研究
- (2) K3曲面の商曲面として得られる対数的有理曲面
- (3) K3曲面のGalois 点を与える対称性の研究

などを行っています。

(1) K3曲面はその定義から至る所で消えない正則2形式を持つので、それへの作用で自己同型を特徴付け、分類を行います。

(2) 有理曲面は古典的に重要な研究対象ですが、技術的には難しい操作によってK3曲面と有理曲面の世界が結びつくことが分かります。

有理曲面の特異性をK3曲面の自己同型の言葉で調べます。

(3) K3曲面上の特別な点が引き起こす対称性やそのモジュライ空間について調べます。1点の存在が対称性の存在を保証する、というのは面白い現象だと思います。

We have studied algebraic geometry.

When studying geometric objects, focusing on their symmetries often reveals new perspectives. For example, a general triangle has no symmetry, but special triangles such as isosceles or equilateral triangles possess symmetries like "reflection" or "rotation by 120 degrees". The special nature of these triangles can be characterized by the existence of such symmetries.

For this reason, investigating the symmetries of a given algebraic variety has long been one of the fundamental problems in algebraic geometry.

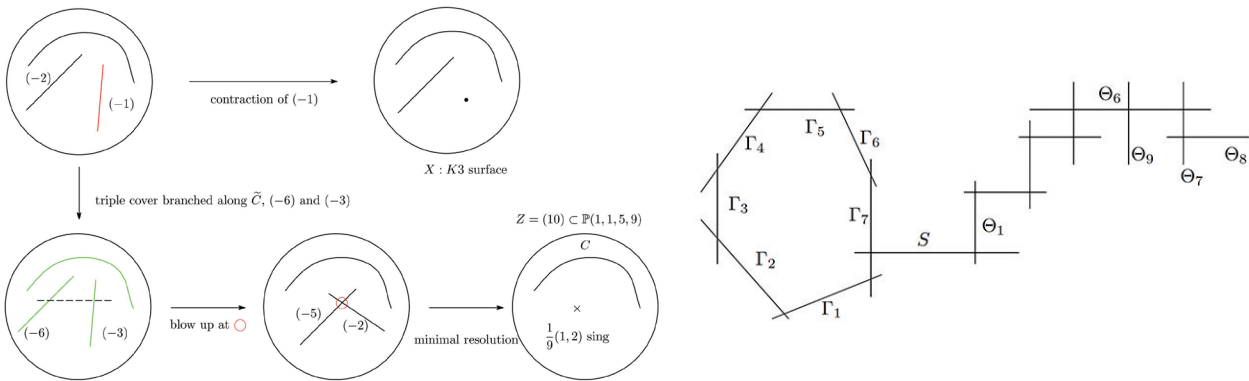
Our main research topics are the following:

- (1) Automorphisms representing the symmetries of K3 surfaces
- (2) Log rational surfaces obtained as quotients of K3 surfaces
- (3) Symmetries induced by Galois points on K3 surfaces

(1) By definition, a K3 surface admits a nowhere vanishing holomorphic 2-form, so automorphisms can be characterized and classified by their action on this form.

(2) Rational surfaces have been classical and important objects, but it turns out that the world of K3 surfaces and rational surfaces can be connected through relatively simple operations. We investigate the singularities of rational surfaces in terms of automorphisms of K3 surfaces.

(3) We study the symmetries and moduli spaces arising from special points on K3 surfaces. The phenomenon where the existence of a single point guarantees the existence of symmetries is, in our view, quite fascinating.



代数幾何学とヒルベルトスキームの研究

高次元代数多様体上の曲線の変形障害

Algebraic geometry and Hilbert schemes

Obstructions to deforming curves on a higher dimensional algebraic variety



教授 那須 弘和 Prof. Hirokazu Nasu

[researchmap](https://researchmap.jp/nasu) <https://researchmap.jp/nasu>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3505/> [✉ nasu@tokai.ac.jp](mailto:nasu@tokai.ac.jp)

ヒルベルトスキーム Hilbert scheme	変形理論 Deformation theory	障害 Obstruction
-----------------------------	----------------------------	-------------------

固定された射影的代数多様体の閉部分スキーム全体の集合に代数スキームの構造を入れたものは**ヒルベルトスキーム**と呼ばれ、**代数幾何学**の分野において重要な研究対象の一つです。このヒルベルトスキームを**明示的に研究**し、その既約成分の数や次元、特異点など具体的性質について明らかにすることが研究の目標です。特に**高次元代数多様体上の曲線の変形障害**について、多様体上の有理曲線や楕円曲線の幾何学を用いて研究し、ヒルベルトスキームの特異性の原因について系統立てて明らかにしたいと考えています。

曲線のヒルベルトスキームはたとえ曲線を**幾何学的に良い対象**に制限しても、パラメータ空間としてのヒルベルトスキームは一般には**悪い特異点**を持つことが知られています(Mumfordの例、図1および図2)。この例を一般化もしくは簡易化することにより、ヒルベルトスキームの特異点と多様体上の特殊な曲線との間に存在すると見られる**不思議な関係**について調べています。

Given a fixed projective algebraic variety, the set of all its closed subschemes is naturally endowed with a structure of an algebraic scheme and called the Hilbert scheme, which is an important object in Algebraic Geometry. I study the Hilbert scheme of curves on a variety of higher dimensions (≥ 3), and the goal of my research is to describe its geometry explicitly, e.g., the number of irreducible components with a given Hilbert polynomial, the properties of each component, and so on. The Hilbert scheme of curves can have very bad singularities in general, even though we restrict ourselves to curves that are sufficiently geometrically nice. The first such example was constructed by Mumford (cf. Figures 1 and 2). By generalizing or simplifying this example, I am studying a mysterious link between the obstructions to deforming curves and some other curves of low genus (rational or elliptic curves) contained in the ambient variety.

$$\begin{array}{ccc} C & \in & W^{(56)} \subset \text{Hilb}^{sc} \mathbb{P}^3 \\ \downarrow & & \downarrow \mathbb{P}^{37}\text{-bundle} \\ (E, S) & \in & U^{(19)} \subset G \times |O_{\mathbb{P}^3}(3)| \\ \downarrow & & \downarrow \mathbb{P}^{15}\text{-bundle} \\ E & \in & G^{(4)} = \{\text{lines in } \mathbb{P}^3\} \end{array}$$

$$\begin{aligned} \Lambda &:= |-K_{\mathbb{P}^3}|_S + 2E| \\ \dim W &= \infty_{(E,S)} + \dim \Lambda \\ &= \infty_E + \infty_{S(\supset E)} + 37 \\ &= 4 + 15 + 37 \\ &= 56. \end{aligned}$$

ユークリッド空間における 離散的集合・集合系の組合せ的性質の研究

有限点集合の組合せ的性質と平面上の集合の分割

Research on combinatorial properties of discrete sets and set systems in Euclidean space
Combinatorial properties of finite point sets and partitions of sets in the plane

教授 酒井 利訓 Prof. Toshinori Sakai

[researchmap](https://researchmap.jp/ToshinoriSakai/) <https://researchmap.jp/ToshinoriSakai/>
□ <https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2579/> ✉ tsakai@tokai.ac.jp



点集合
Point Set

分割
Partition

可視性
Visibility

ユークリッド平面や空間における1)有限個の点や2)有限個の領域からなる集合がもつ組合せ的な性質について研究しています。

1) 平面上の点集合 P に関しては、 P の点を結んで閉路をつくる時に生じる交差の個数、 P の点が頂点となるように P の凸包を凸多角形に分割するときの凸多角形の個数などについて最近の研究をしています。また、 P の点に1から $|P|$ までの異なる整数を割り当てたラベル付き点集合、点が k 個の色で塗分けられた k 色点集合なども研究対象としてきました。

ラベル付き点集合 P に対しては、無交差単調道（交差のない道で、それに沿ってラベルの値が単調増加するもの）の頂点数について研究しています (Fig 1)。

2) 有限個の領域からなる集合に関する研究成果の1つとして『数学辞典 第4版』（岩波書店）でハムサンドイッチ定理の拡張として紹介されている次の定理があります：「任意の自然数 n と平面上の任意の2つの面積確定集合 A, B に対して（より一般には、ある条件をみたす測度など）、 A と B がともに n 等分されるように平面を n 個の凸領域に分けられる。」

また、「美術館定理」のバリエーションである「多角形の形をした美術館の内部に断面が多角形の形をしたいいくつかの柱がある場合の監視カメラの個数 (Fig.2)」などの可視性問題についても研究しています。

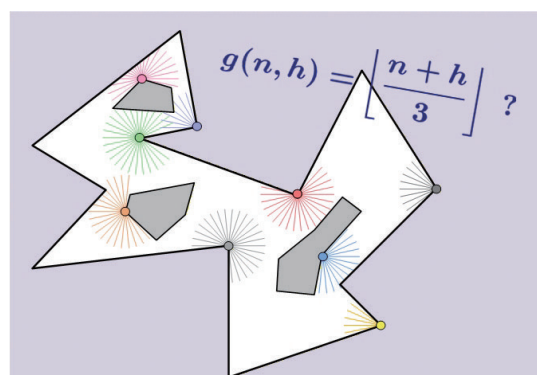
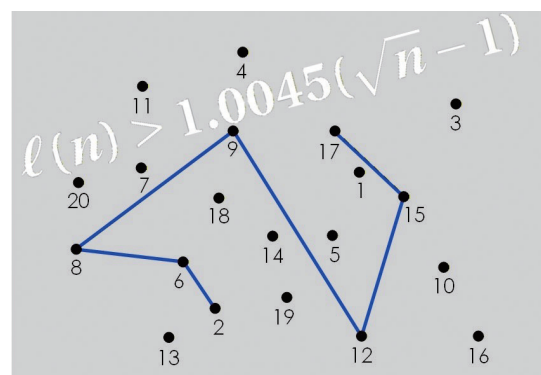
We study the combinatorial properties of sets consisting of 1) a finite number of points or 2) a finite number of regions in Euclidean plane or space.

1) For point sets P in the plane, we have recently studied the number of crossings that occur when points in P are connected to form a cycle, and the number of convex polygons when the convex hull of P is decomposed into convex polygons whose vertices are points in P . We have also studied properties of labeled point sets, where each point in P is assigned a distinct integer from 1 to $|P|$, and k -colored point sets, whose points are colored with k colors.

For labeled point sets P , we have studied the number of vertices contained in a non-crossing monotone path—a path with no crossings along which the labels of its vertices increase monotonically (Fig 1).

2) A research result concerning sets of a finite number of regions is introduced in the "Mathematics Dictionary, 4th Edition" (Iwanami Shoten) as an extension of the ham sandwich theorem: "For any natural number n and any two sets A and B of definite area (more generally, measures satisfying certain conditions) in the plane, it is possible to divide the plane into n convex regions so that both A and B are equally partitioned into n parts."

We have also studied visibility problems such as "the number of security cameras required for a polygonal-shaped art gallery with some pillars inside that have polygonal-shaped cross-sections (Fig. 2)," which is a variation of the "Art Gallery Theorem."



太陽光励起レーザー

太陽光を直接レーザーに変換

Solar Pumped Laser

Direct conversion of solar light to laser

教授 遠藤 雅守 Prof. Masamori Endo

[researchmap](https://researchmap.jp/masamori) <https://researchmap.jp/masamori>
□ <https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2591/> ✉ endo@tokai.ac.jp



太陽光
Solar Light

エネルギー
Energy

レーザー
Laser

無尽蔵の太陽光を直接レーザー光に変換する、太陽光励起レーザーの研究を行っています。発生したレーザーは衛星軌道から地上に光ビームの形でエネルギーを送る無線エネルギー伝送や、触媒を利用したクリーンな水素発生に応用することを考えています。

I am conducting research on solar-pumped lasers, which directly convert abundant sunlight into laser light. The generated lasers are being considered for applications such as wireless energy transmission, where energy is delivered in the form of a light beam from satellites in orbit to the ground, and clean hydrogen production using catalysts.

暗黒物質探索と多波長観測天文学

気球実験と望遠鏡観測、二つの手法で宇宙に迫る

Dark matter search experiments and multi-wavelength observational astronomy
Approaching the Universe through two methods: balloon-borne experiments and telescope observations.

教授 河内 明子 Prof. Akiko Kawachi

[researchmap https://researchmap.jp/AKawachi](https://researchmap.jp/AKawachi)
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3001/> kawachi@tokai.ac.jp



水複雑系の静的および動的な分子挙動の解明

生物物理学およびソフトマター物理学

Static and Dynamic Molecular Behaviors in Aqueous Complex Systems
Approaches Based on Biophysics and Soft-Matter Physics

教授 喜多 理王 Prof. Rio Kita

[researchmap https://researchmap.jp/read0122295/](https://researchmap.jp/read0122295/)
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2988/> rkita@tokai.ac.jp



- 暗黒物質探索
Dark matter searches
- 宇宙線気球実験
Cosmic-ray balloon-borne experiments
- 多波長観測天文学
Multi-wavelength observational astronomy

暗黒物質の正体解明を目指す宇宙線気球実験、宇宙における高エネルギー天体現象の理解を目的とした多波長観測天文学という二つの異なる研究を進めています。

研究テーマの一つは、国際共同プロジェクトGAPS (General AntiParticle Spectrometer) における暗黒物質探索気球実験です。本実験は、宇宙線中の反粒子を精密に計測することで暗黒物質起源の反粒子検出を目指すものです。本研究室ではJAXA気球グループを中心とした装置開発に参画し、気球搭載時に厳しく制限される重量・電力条件下で動作可能な新しい熱輸送技術の実現に取り組んできました。GAPSは2025年末に南極周回気球のフライトに成功し、学生・大学院生と共同開発した冷却装置が実フライト環境下で安定に動作することを実証しました。これにより良質な実験データの取得に大きく貢献しており、現在は取得データの解析および次期フライトに向けた準備を進めています。

もう一つの研究テーマは、高エネルギー放射を示す連星系の多波長観測研究です。パルサー等から放出される相対論的プラズマと大質量星アウトフローとの相互作用に注目し、国内外の電波、光学、近赤外線望遠鏡による観測と数値モデルを組み合わせて解析を行っています。特に南アフリカ天文台IRSFを用いた近赤外線モニタリング観測を継続的に実施し、連星の周期位相に伴う放射特性の変動過程の解明を目指しています。

We are advancing two distinct research projects: a cosmic-ray balloon-borne experiment aimed at the indirect search for dark matter, and multi-wavelength observational astronomy focused on understanding high-energy astrophysical phenomena.

One of our research themes is participation in the GAPS (General AntiParticle Spectrometer) balloon experiment, an international dark matter search project that aims to identify antiparticles of dark matter origin in cosmic rays. In collaboration with the JAXA Balloon Group, our laboratory contributes to instrument development, focusing on novel heat-transfer technologies. In late 2025, GAPS achieved a successful Antarctic circumpolar balloon flight. During this flight, the cooling system we developed operated stably, marking a significant experimental milestone and enabling the acquisition of high-quality data for analysis.

Another research theme is multi-wavelength observational studies of binary systems exhibiting high-energy emission. We focus on interactions between a compact object, i.e., a pulsar, and outflows from a massive companion star. Our analyses combine radio, optical, and near-infrared observations with numerical modeling. In particular, we conduct continuous near-infrared monitoring using the IRSF at the South African Astronomical Observatory to investigate orbital-phase-dependent variations in the emission properties of these systems.



Fig1 © JAXA

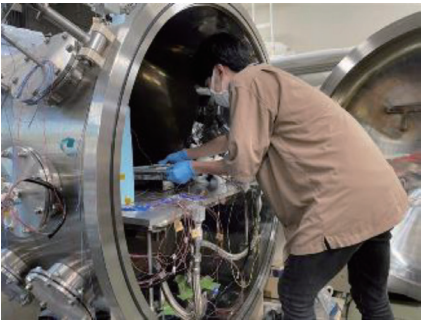


Fig2



Fig3

Fig1 : 南極上空に放球されたGAPS気球実験。高度35kmを長期飛行し、到来する宇宙線の中から暗黒物質起源の反粒子を探索する。
The GAPS balloon experiment was launched off in Antarctica. Flying at an altitude of 35km, the experiment aims to detect signs of dark matter annihilation or decay by identifying rare antiparticles in cosmic rays.

Fig2 : JAXA/宇宙科学研究所の恒温槽を使い、素材の熱輸送効率を調べる。気球実験の検出器分解能を左右する冷却系の開発に従事した。
A student is testing the efficiency of heat transfer of a sheet material by using a constant temperature chamber of JAXA/ISAS. Our group has been working on developing a cooling system that determines the resolution of the GAPS core instrument.

Fig3 : 国内外の望遠鏡を利用し観測を行っている。西はりま天文台の口径2メートル、なゆた望遠鏡のドーム内です。
Our research uses various telescopes. Shown is the 2-meter Nayuta telescope at the Nishi-Harima Astronomical Observatory.

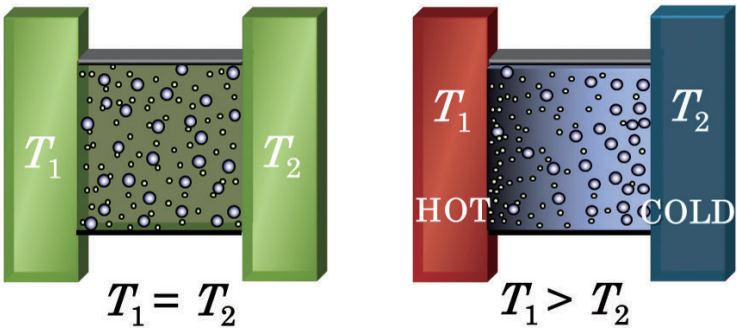
- 分子物性
Relaxation time
- 熱泳動現象
Thermophoresis
- 非平衡熱力学
Nonequilibrium thermodynamics

喜多研究室では、熱的平衡状態および非平衡状態にある物質の分子レベルでの挙動解析を中心に研究を展開している。生体高分子水溶液や各種ソフトマテリアルを対象とし、分子輸送・拡散現象を物理的視点から精密に解析するとともに、それらのふるまいが生理学的機能とどのように結びつくのかを明らかにする。研究手法は、誘電分光法、光散乱法、レーザー干渉法、強制レイリー散乱、オブティカルビームディフレクション法など、多岐にわたる実験手法を用い、分子特性および輸送現象を高い精度で計測・解析している。分子物性解析という基礎研究と並行して産業応用や高度な計測装置の開発など、応用を目指した課題にも取り組んでいる。

特に混合液体に温度勾配を与えた際に分子が不可逆的に拡散し、濃度勾配が形成される熱泳動現象(ルードヴィッヒ・ゾレー効果)は、研究室の主要テーマのひとつである。この現象においては、温度差が分子輸送に及ぼす影響や、その背後にある物理化学的要因を、系に固有の分子間相互作用に着目して解明することを試みている。さらに、生体高分子や水溶性高分子からなる複雑液体系では、非平衡状態で特異な濃度勾配形成を発現することを見出し、その起源を理解するために、実験データと理論的枠組みを比較しつつ、普遍的性質と分子構造に依存する特異性の両面を体系的に検討している。こうした研究を通じて、非平衡ソフトマター物理学の基盤構築と、生物物理学への応用の双方に寄与することを目指している。

The Kita Laboratory investigates molecular behavior in soft materials and aqueous solutions of biological macromolecules under both equilibrium and nonequilibrium conditions. Our research aims to elucidate molecular structure and dynamics, and to clarify how these phenomena are linked to functional properties in biological and other complex fluid systems. To achieve this, we employ a range of advanced experimental techniques, including dielectric spectroscopy, light scattering, laser interferometry, thermal-diffusion forced Rayleigh scattering, and optical beam deflection.

A central theme of our work is thermophoresis (Ludwig-Soret effect), in which molecules migrate along an imposed temperature gradient, resulting in the formation of concentration gradients. We analyze how external thermal forces, together with system-specific molecular interactions, govern this nonequilibrium transport in aqueous and biomolecular systems. In polymeric and biomolecular solutions, we have identified distinct behaviors that arise exclusively under nonequilibrium conditions. By integrating high-precision experimental measurements with theoretical modeling, we aim to identify both universal principles and system-dependent characteristics that govern the behavior of complex fluids. Through these efforts, our laboratory contributes to the advancement of nonequilibrium soft-matter physics and its applications to biophysics.



A temperature gradient applied to a binary mixture induces a concentration gradient, known as thermophoresis (Ludwig-Soret effect).
混合流体に温度勾配を与えると濃度勾配が形成される現象の模式図。熱泳動やLudwig-Soret効果と呼ばれる。

素粒子と宇宙に関する理論研究

広大な宇宙と極小の素粒子の共演

Theoretical particle physics and cosmology

Great collaboration: The Giant and the Dwarves

教授 北林 照幸 Prof. Teruyuki Kitabayashi

 <https://researchmap.jp/teruyuki/>

 <https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3052/>  teruyuki@tokai.ac.jp



宇宙と医療

高エネルギーガンマ線観測と医療への応用

Space and Medicine

High-energy gamma-ray observation and medical applications

教授 櫛田 淳子 Prof. Junko Kushida

 <https://researchmap.jp/jkushida>

 <https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2862/>  kushida@tokai.ac.jp



- ニュートリノ
Neutrinos
- ダークマター
Dark matter
- 初期宇宙
Early universe

広大な宇宙と極小の素粒子、本研究室では、この一見すると両極にある2つのことをいつも一緒に考えています。そして、片方だけを考えていては解決できそうにない宇宙と素粒子の未解決問題に理論的に取り組んでいます。主な研究テーマは次の4つです。

(1)ニュートリノ:ニュートリノは透過力が極めて高い超軽量の素粒子です。ニュートリノは実験装置でさえも簡単にすり抜けてしまうため、その性質には多くの謎が残されています。本研究室では、ニュートリノが初期宇宙での物質生成に関係していることに着目しています。そして、ニュートリノ実験だけでは得ることが難しいニュートリノに関する情報を、宇宙論的考察から引き出そうとしています。

(2)ダークマター:宇宙には、光や電波などの電磁波では観測できない正体不明の重力源がたくさん存在しています。これがダークマターです。ダークマターの正体には諸説ありますが、本研究室ではダークマターは未発見の素粒子か、もしくは初期宇宙で誕生した原始ブラックホールではないかと考えています。この両方がダークマターの正体である可能性についても調査しています。

(3)初期宇宙:誕生直後の宇宙はインフレーションという急激な膨張をしていたと考えられています。この膨張の原因が、初期宇宙に存在した未知の素粒子が持っていたポテンシャルエネルギーである可能性があります。また、インフレーションが終わると宇宙は超高温高密度の状態になったと考えられています。これがビッグバンです。本研究室では、素粒子物理学で得られている様々な知見を元に、インフレーションを引き起こしたポテンシャルの形や、インフレーションからビッグバンへ移行する様子を調査しています。

(4)ブラックホール:ブラックホールが光でも脱出できない強重力天体であることは、よく知られていることだと思います。しかし、ブラックホールの表面付近から素粒子が放出されている可能性があることは、あまり知られてはいません。素粒子を放出することでブラックホールは質量を失い、最後には蒸発してしまうと考えられています。私たちはブラックホールの素粒子放出現象も考慮して、過去、現在、そして未来の宇宙におけるブラックホールの振る舞いを調査しています。

In this laboratory, despite them appearing to be extreme and unrelated opposites, we study the gigantic universe and the tiniest elementary particles together as a whole. We approach unsolved problems in particle physics and cosmology by considering theoretical frameworks which incorporate information from both fields simultaneously, rather than focusing on one alone. Our main research themes are as follows:

(1) Neutrinos: These ultra-light elementary particles are so small that they may easily pass through the whole Earth as if it were intangible. This means that even the most advanced experimental equipment has great difficulty detecting them, and so many of their properties remain a mystery. Our laboratory focuses on the relationship between neutrinos and matter formation in the early universe. We aim to extract information about neutrinos from such cosmological considerations, as this information is difficult to obtain from neutrino experiments alone.

(2) Dark matter: It is estimated that around 25% of the energy in the universe is due to unidentified gravitational sources that cannot be observed using electromagnetic waves (e.g. visible light or radio waves). This is dark matter. In our laboratory, we consider it to potentially consist of undiscovered elementary particles or primordial black holes formed in the early universe. We are also investigating the possibility that the true nature of dark matter may be a combination of both.

(3) Early Universe: It is thought that the universe underwent a period of rapid expansion called inflation immediately after its birth. This expansion may have been caused by the potential energy of a hypothetical elementary particle that existed in the early universe. Furthermore, it is thought that after inflation, the universe reached an extremely high-temperature, high-density state. This is the Big Bang. In our laboratory, drawing on insights from particle physics, we are investigating the shape of the potential of the particle that triggered inflation as well as investigating the transition from inflation to the Big Bang.

4) Black Holes: It is well known that black holes are celestial bodies with such strong gravity that not even light can escape them. However, what is less well known is that elementary particles may be emitted near the surface of a black hole. A black hole may lose its mass and eventually evaporate by emitting these particles. We are investigating the nature of black holes in the past, present, and future of the universe while taking this particle emission phenomenon into account.

- 宇宙物理学
Astrophysics
- 高エネルギーガンマ線
High energy gamma ray
- 核医学
Nuclear medicine

超高エネルギーガンマ線観測国際共同プロジェクト「MAGIC(マジック)」グループに所属し、スペイン領カナリア諸島ラパルマ島にある口径17mのチェレンコフ望遠鏡を用いて活動銀河核、超新星残骸、パルサー星雲などを観測し、可視光ではわからない激しい天体現象を解明しようとしています。

また世界的に大きな注目を集めている次世代超高エネルギーガンマ線観測プロジェクト「CTA(チェレンコフテレスコープアレイ)」の一員として、口径23mの望遠鏡4台をはじめ口径6m~12mの望遠鏡を合わせて50台以上設置する究極の超高エネルギーガンマ線望遠鏡計画の実現を目指し、次世代望遠鏡のカメラ開発、モンテカルロシミュレーションによる感度の見積もり、大口径望遠鏡による観測データの解析を行っています。

さらに我々のグループはMeV領域のガンマ線天体観測用検出器を改良し、核医学イメージング装置としての医療現場での利用や核医学用の薬剤の開発を目的とした電子飛跡検出型コンプトンカメラ(ETCC)の開発を医学部と共同で行っています。

I belong to the international collaboration projects, MAGIC and CTA.

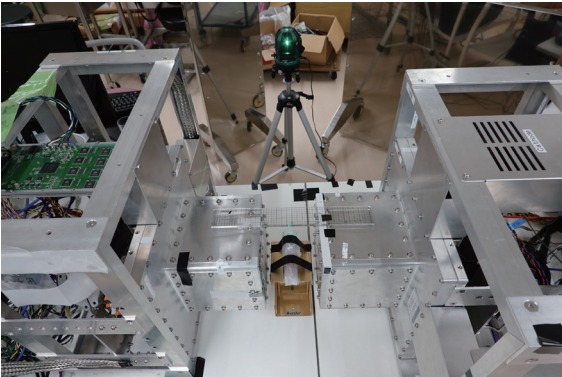
The MAGIC group aims to study the existence and properties of very high energy (VHE) gamma-ray sources, such as active galactic nuclei, supernova remnants, and pulsar wind nebulae by utilizing the atmospheric Cherenkov technique located La Palma, Canary Islands (Spain).

I am a member of the globally recognized next-generation ultra-high-energy gamma-ray observation project CTA (Cherenkov Telescope Array). I am working toward the realization of an ambitious plan to deploy more than 50 telescopes, including four large telescopes with 23-meter apertures and numerous medium-sized telescopes ranging from 6 to 12 meters in diameter. My research focuses on developing next-generation telescope cameras, estimating sensitivity through Monte Carlo simulations, and analyzing observational data from large-sized telescopes.

In addition, I am improving detectors for gamma-ray astronomy in the MeV energy range and collaborating with the School of Medicine (Tokai University) to develop an Electron-Tracking Compton Camera (ETCC). This technology aims to enable applications in nuclear medicine imaging and support the development of radiopharmaceuticals for clinical use.



CTA望遠鏡(カナリア諸島)



ETCC

広帯域誘電分光法による 水複雑系の分子ダイナミクス

液体から固体における水と物質の相互作用と協同運動性

Dynamics in Aqueous Systems Studied by Broadband Dielectric Spectroscopy
Interactions and Cooperativity of Water and Materials from Liquid to Solid

教授 **新屋敷 直木** Prof. Naoki Shinyashiki

[researchmap](https://researchmap.jp/NaokiShinyashiki) <https://researchmap.jp/NaokiShinyashiki>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2325/> ns@tokai.ac.jp



水 Water	誘電緩和 Dielectric relaxation	ガラス転移 Glass transition
------------	-------------------------------	---------------------------

分子運動観測手法の中で最も広い時間領域の広帯域誘電分光(BDS)を用い、1μHz〜50GHzの周波数域で室温付近の液体状態から80 Kの低温のガラス状態まで、様々な物質と水の混合系の分子運動を誘電緩和として観測する。アルコール、糖、合成高分子、タンパク質などのさまざまな水溶液中で水分子運動の普遍的な特徴と物質構造依存性を解明することが本研究の目的である。

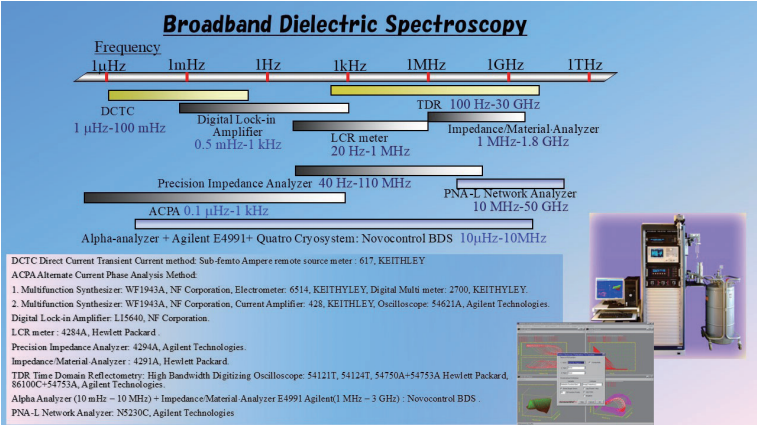
また、水を含まない分子性液体や高分子などの単純な物質を用いて構築された分子運動に関する理論的知見を、生体高分子水溶液などのより複雑な系に拡張してきた。我々が得た新たな知見は、食品、生体、薬品、コンクリートなど、水を含むすべての物質で起こる様々な現象のメカニズムの解明に活用することができる。

0℃以下で氷結した水溶液に関しては、不凍水、氷、水和した溶質の分子運動を観測してきた。さらに、熱測定、X線回折法を用い、水溶液の凍結・融解に関する現象と氷の結晶構造を調べている。特に氷の中の水分子運動については、低温で多様な分子運動が存在することを明らかにし、現在は氷の中の水分子運動と水溶液中の氷の結晶構造の関心に注目している。

Using broadband dielectric spectroscopy (BDS), which covers the widest time scale among various techniques for the observing dynamics of molecules, we investigate dynamics as dielectric relaxation over a extremely wide frequency range from 1 μHz to 50 GHz, in the liquid to glassy states around room temperature down to 80 K. The aim of this study is to elucidate both the universal behaviors of water and solute molecular dynamics and their dependence on solute molecular structure in various aqueous mixtures, including alcohols, sugars, synthetic polymers, and proteins.

We have also extended theoretical insights into molecular dynamics — originally established using simple materials such as molecular liquids and polymers without water — to more complex systems such as aqueous solutions of biological macromolecules. The knowledge we have obtained can be applied to elucidate the mechanisms underlying various phenomena occurring in all water-containing systems, including foods, biological systems, pharmaceuticals, concrete.

For frozen aqueous solutions below 0 °C, we have observed the dynamics of unfrozen water, ice, and hydrated solutes. In addition, using thermal analysis and X-ray diffraction, we investigate the phenomena associated with the freezing and melting of aqueous solutions, as well as the crystal structures of ice. In particular, regarding the molecular motion of water in ice, we have demonstrated that several types of motion occur at low temperatures. Our current focus is on clarifying the relationship between the dynamics of water in ice and the crystal structures of ice formed in aqueous solutions.



超弦理論を用いた 超対称ゲージ理論の解析

5次元超対称ゲージ理論への図形的アプローチ

Analysis of supersymmetric gauge theories from string theory
A diagrammatic approach to five-dimensional supersymmetric gauge theories

准教授 **林 博貴** Assoc.Prof. Hirotaka Hayashi

[researchmap](https://researchmap.jp/hirotaka) <https://researchmap.jp/hirotaka>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4103/> h.hayashi@tokai.ac.jp



超弦理論 String theory	ゲージ理論 Gauge theory	超対称性 Supersymmetry
-----------------------	-----------------------	-----------------------

超弦理論は一般相対性論と量子力学を統一的に記述することができると思われる理論であり、我々の宇宙を記述する「万物の理論」の候補として注目されている。その一方で、超弦理論は非常に豊かな数学的構造を備えた理論的枠組みでもあり、様々な数理模型の解析にも応用されてきた。ある数理模型を超弦理論の枠組みにおいて捉え直すことで、従来の手法とは異なる新たな手法でその模型の性質を調べられる場合がある。中でも、私が興味をもっているものが、超弦理論を用いた超対称ゲージ理論の解析である。現在観測されている素粒子の模型である標準模型は、場の量子論の一種であるゲージ理論の一つの模型である。そのため、ゲージ理論の性質を理解することは素粒子物理学において大変重要である。超対称ゲージ理論とは、超対称性という特別な対称性をもったゲージ理論のことであり、ゲージ理論の非摂動効果などの特徴を分析する数理模型として有用で、よく研究されてきた。私は、この超対称ゲージ理論の理論的側面を、主に超弦理論を用いて解析する研究を行っている。

一口に超対称ゲージ理論といっても、様々な種類の模型があるが、私がこれまで行ってきた研究における主要な対象は5次元時空で定義された超対称ゲージ理論である。この5次元超対称ゲージ理論を解析する際に私が着目しているものが、IIB型超弦理論に存在する5ブレーンと呼ばれる物体である。5ブレーンを用いると、5次元超対称ゲージ理論と平面内の蜘蛛の巣状の図形とを対応させることができる。そのため、この図形(ウェブ図)の解析を通して、5次元超対称ゲージ理論を調べるのが可能となる。私は、このウェブ図と5次元超対称ゲージ理論との関係をさらに発展させる研究に取り組んでいる。また、超弦理論の双対性を用いると、IIB型超弦理論の5ブレーンを組み合わせるとM理論における(コンパクトでない)カラビ-ヤウ空間が対応している。そのため、ウェブ図はカラビ-ヤウ空間のある種の図示とみなすことができる。カラビ-ヤウ空間は数学的にも興味深い対象であり、ウェブ図を通して、カラビ-ヤウ空間の性質を調べることもに関心を持っている。また最近では、3次元時空で定義された超対称ゲージ理論にも興味を持っており、3次元超対称ゲージ理論の性質も場の量子論と超弦理論の手法の両面から調べている。

String theory is a theory which is expected to unify general relativity and quantum mechanics and it has been considered as a candidate for a “theory of everything” which describes our universe. On the other hand, string theory is a theoretical framework with rich mathematical structure and it has been applied to analyze various mathematical models. When we embed a mathematical model into string theory, we may be able to study the characteristics of the model in a new way which is different from conventional methods. In particular, I am interested in analyzing supersymmetric gauge theory from string theory. The model of currently observed elementary particles is called the standard model and it is mathematically a model of gauge theory, which is a class of quantum field theory. Therefore, it is very important to understand the nature of gauge theory in particle physics. Supersymmetric gauge theory is a type of gauge theory with a special symmetry called supersymmetry and it has been used as a mathematical model for examining the properties of gauge theory such as non-perturbative effects. I have conducted research on analyzing theoretical aspects of supersymmetric gauge theory mainly from string theory.

Although there are various types of supersymmetric gauge theory, I have mostly focused on supersymmetric gauge theory defined on a five-dimensional (5d) spacetime. In order to analyze 5d supersymmetric gauge theories, I am interested in 5-branes in Type IIB string theory. By making use of the 5-branes, it is possible to relate certain 5d supersymmetric gauge theory with a diagram which resembles a spider web on a plane. Hence, we can study 5d supersymmetric gauge theories through the analysis of the diagrams, which we call web diagrams. I have been working on further expanding the relations between 5d supersymmetric gauge theories and web diagrams. In fact, certain combination of 5-branes in Type IIB string theory is related to a (non-compact) Calabi-Yau space in M-theory by dualities in string theory. This means that the web diagrams are a kind of visualization of Calabi-Yau spaces. Calabi-Yau spaces are intriguing objects in mathematics as well, and I also have an interest in exploring the characteristics of Calabi-Yau spaces from the web diagrams. Recently, I am also interested in supersymmetric gauge theory defined on a three-dimensional (3d) spacetime and I have been studying the properties of 3d supersymmetric gauge theories both from the viewpoint of quantum field theory and string theory.

微量物質の 先進アクティブレーザーセンシング

分子の生み出す音や陽炎を捉えるレーザー聴診器

Advanced photonic sensing for trace material detection

Remote stethoscope by laser induced photothermal mirage effects

教授 山口 滋 Prof. Shigeru Yamaguchi

researchmap <https://researchmap.jp/tokai-u40297205>
□ <https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2461/> ✉ shigeru@tokai.ac.jp



半導体レーザー分光
Laser spectroscopy

非線形光学
Photothermal effect

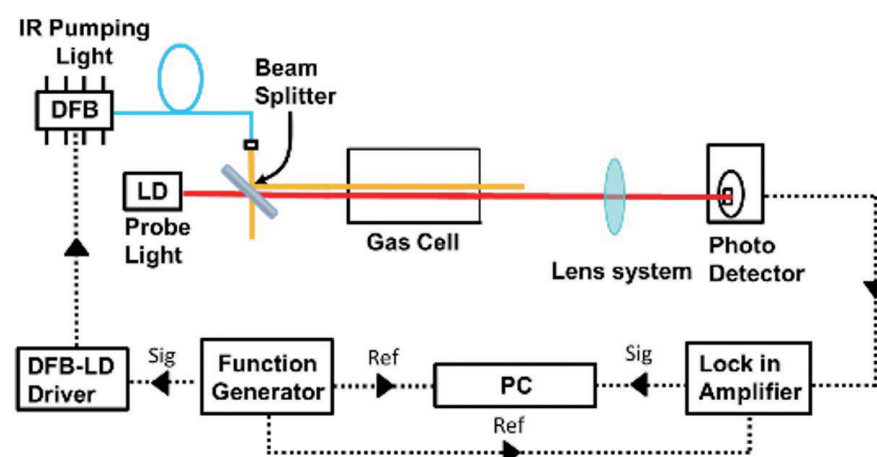
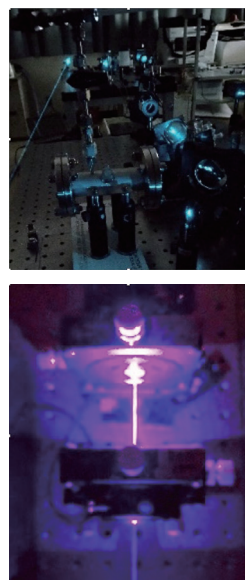
光熱変換効果
Nonlinear optical material

当研究室では、広範囲に波長可変で、多成分の微量物質が分析できる半導体レーザーや量子カスケード半導体レーザーを分光分析装置に応用する研究を行っています。光と物質の相互作用である吸収過程を利用したレーザー吸収分光法に基づいた濃度測定を行う分光手法やラマン散乱測定ができる短時間測定が可能な測定装置を試作研究してきました。これら分光方法では、装置構成を簡易にでき、小型化が可能となります。レーザー光を利用した能動的分析技術や大気の監視技術は、分析時間は数分以内に収まり、また、近年の光通信の発達から光通信帯の光学素子が廉価になっているため大幅な低コスト化も実現しています。

人体の呼吸を診断するための分析、酸性雨や火山活動に関連した微量気体の評価・火山活動推定のための分析、テロ活動を未然防止のための毒物・爆発物の検知や漏洩検知といった分野でも利用できるものと大いに期待されています。とりわけ、人体の呼吸は人体の疾病と強い関係があり、レーザー分光分析装置を用いれば、各疾病に対応したマーカ分子を高精度に測定する事が可能なので、将来は家庭でも遠隔での聴診器として利用して、簡単な分析により疾病診断も可能になる日も近いのではないかと期待されています。

Our laboratory conducts research applying telecom semiconductor lasers and quantum cascade semiconductor lasers to spectroscopic analysis systems. These lasers enable wide wavelength tuning and the analysis of trace multiple constituents. We have developed prototype measurement systems capable of real time spectroscopic measurements which utilizes the laser absorption process, an interaction between light and matter—and for Raman scattering measurements. These active spectroscopic methods could make devices simple and compact, robust as well. Furthermore, the recent advance of telecom technology has made optical components inexpensive, enabling significant cost reduction.

They are highly anticipated for applications such as analyzing human breath for diagnosis, evaluating trace gases related to acid rain and volcanic activity for volcanic activity estimation, and detecting toxic substances, explosives, and leaks to prevent terrorist activities. Human breath, in particular, is strongly linked to diseases. Laser spectroscopy enables highly accurate measurement of specific marker molecules. Consequently, in the near future, this technology could be used as a remote stethoscope in homes, allowing for disease diagnosis through simple analysis.



高圧下でのアモルファス水の 分子ダイナミクス

水のポリアモルフィズム

Molecular Dynamics of Amorphous Water under High Pressure
Water Polyamorphism

講師 佐々木 海渡 Lecturer Kaito Sasaki

researchmap <https://researchmap.jp/g6118/>
□ <https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4425/> ✉ sasaki.kaito.w@tokai.ac.jp



アモルファス水
Amorphous Ice

高圧実験
High-Pressure Experiment

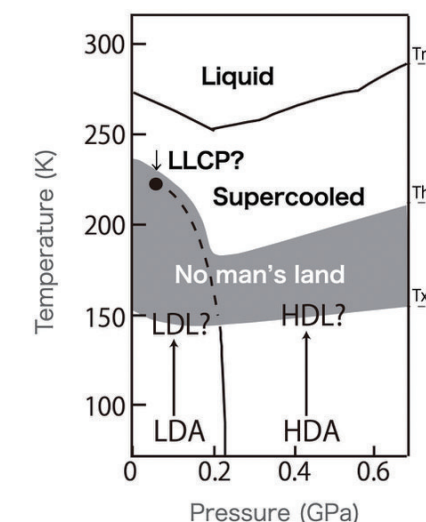
ガラス転移
Glass Transition

私たちの研究室では、水が高圧下で示すアモルファス(非結晶)状態に注目し、その分子運動の起源を探っています。氷Ihを高圧下で加圧すると結晶構造が崩壊して高密度アモルファス氷(HDA)が生成します。さらにHDAを低圧下で適度に加熱すると、低密度アモルファス氷(LDA)へと転移します。これらのアモルファス氷は、それぞれ高密度液体(HDL)および低密度液体(LDL)の構造に対応する状態であると考えられており、水の液体-液体転移仮説を検証する上で重要なモデル物質です。

実験では、独自に設計した60トン級の高圧ピストンシリンダー装置(写真)を用い、2ギガパスカルまでの圧力下で試料の誘電応答を測定します。得られる緩和スペクトルから、分子の回転・並進運動や欠陥の動的ふるまいを解析し、ガラス転移の普遍的性質として水の分子ダイナミクスを議論しています。さらに、重水や酸素同位体水を用いることで、動力学の起源を区別し、水のダイナミクスを量子論的に理解することを目指しています。こうした研究を通じて、固体・液体のあいだに存在する“境界的な水”のふるまいを明らかにし、氷や水の多様な構造とダイナミクスを物理学の立場から体系的に捉えることを目指しています(図:アモルファス氷の相図)。

Our laboratory investigates the molecular dynamics of amorphous (non-crystalline) water under high pressure. When hexagonal ice (ice Ih) is compressed at 77 K, its crystalline structure collapses to form high-density amorphous ice (HDA). Upon heating HDA at lower pressures, it transforms into low-density amorphous ice (LDA). These amorphous ices are considered to correspond to the high-density liquid (HDL) and low-density liquid (LDL) phases of water, serving as key model systems for testing the liquid-liquid transition hypothesis of water.

In our experiments, we use a custom-built 60-ton piston-cylinder apparatus (photo) to measure the dielectric response of ice samples under pressures of 1 GPa. The obtained relaxation spectra reveal molecular rotational and translational motions, as well as defect dynamics, allowing us to discuss the molecular dynamics of water as a universal feature of the glass transition. Furthermore, by employing isotopically substituted water such as D₂O and H₂¹⁸O, we distinguish the origins of molecular dynamics and aim to understand water's behavior from a quantum-mechanical perspective. Through these studies, we seek to elucidate the nature of "interfacial" or boundary-state water existing between solid and liquid phases, and to build a systematic physical understanding of the dynamics of ice and water (figure: phase diagram of amorphous ices).



不動点理論と凸解析学の研究 および非線形問題への応用

Studies on fixed point theory and convex analysis with
their applications to nonlinear problems

教授 高阪 史明

Prof. Fumiaki Kohsaka

researchmap

<https://researchmap.jp/read0132956>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3972/>

f-kohsaka@tokai.ac.jp



不動点 Fixed point	凸解析学 Convex analysis	非線形問題 Nonlinear problem
--------------------	-------------------------	----------------------------

ヒルベルト空間、バナッハ空間、完備測地距離空間において、不動点理論、凸解析学、非線形問題への応用について研究を行っています。我々が生活している三次元ユークリッド空間の自然な一般化としてヒルベルト空間があります。この空間は完備な内積空間であり、その次元は必ずしも有限とは限りません。また、内積が定義されているとは限らない完備なノルム空間をバナッハ空間といいます。ユークリッド空間はヒルベルト空間であり、ヒルベルト空間はバナッハ空間です。関数解析学の分野では、このような空間における作用素の研究を行い、微分方程式や積分方程式などの関数方程式をヒルベルト空間やバナッハ空間の性質を用いて統一的に研究します。

関数解析学における主たる研究対象は線形作用素ですが、非線形関数解析学の分野では、必ずしも線形とは限らない非線形作用素の研究を行います。非線形作用素の研究は非線形偏微分方程式、非線形最適化理論、数理経済学における均衡理論、ゲーム理論などの分野に応用されています。

不動点理論は非線形作用素論における中心的な研究課題の一つであり、作用素により変化しない安定した点の存在性や近似法を研究する分野です。一方、凸解析は線形と非線形の中間に位置する凸性を持つ集合や関数の性質を調べる解析学の分野です。不動点理論と凸解析学は相互に関連しながら発展してきました。近年、これらの分野は、必ずしも線形構造を持たない完備測地距離空間においてより一般的に研究がなされています。測地距離空間はヒルベルト空間、バナッハ空間、リーマン多様体の一般化であり、このような空間における不動点理論と凸解析学の研究はまだまだ分かっていないことが多く、今後の発展が益々期待されます。

We study fixed point theory, convex analysis, and their applications in Hilbert spaces, Banach spaces, and complete geodesic metric spaces. The concept of Hilbert spaces is a natural generalization of three dimensional Euclidean space where we live in this universe. Hilbert spaces are complete inner product spaces whose dimension is not necessarily finite. Further, complete normed linear spaces are called Banach spaces. In Banach spaces, the inner product of vectors are not necessarily defined. Functional analysis is a branch of mathematics where we study operator theory in Hilbert and Banach spaces and discuss their applications to functional equations such as differential equations and integral equations in a unified framework of Hilbert and Banach spaces.

Although the main research topic in functional analysis is a theory on linear operators, we also study nonlinear operators in the field of nonlinear functional analysis. The study of nonlinear operators can be applied to many areas including nonlinear differential equations, nonlinear optimization, mathematical economics, game theory, and so on.

Fixed point theory is one of main topics in nonlinear operator theory where existence and approximation of fixed points of nonlinear operators are studied. On the other hand, convex analysis is a field of analysis where fundamental properties of convex sets and convex functions are analyzed. These two areas are deeply related to each other. In recent years, the two areas have been studied in a more general setting of geodesic metric spaces including Hilbert spaces, Banach spaces, and Riemannian manifolds. There are many challenging problems in the study of fixed point theory and convex analysis in geodesic metric spaces.

情報理工学 コース

Information Science and Technology

033 東海大学大学院 総合理工学研究科 Graduate School of Science and Technology, Tokai University

Graduate School of Science and Technology, Tokai University 東海大学大学院 総合理工学研究科 034

並列・分散アルゴリズム

分散人工知能を実現するための基本技術

Parallel and distributed algorithms
Realizing Distributed Artificial Intelligence

教授 飯塚 泰樹 Prof. Yasuki Iizuka

[researchmap](https://researchmap.jp/wg3543a0u197qelu) <https://researchmap.jp/wg3543a0u197qelu>
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3427/> iizuka_y@tokai.ac.jp



分散処理

Distributed Processing

並列処理

Parallel Processing

分散人工知能

Distributed Artificial Intelligence

飯塚研究室では、自律分散協調システムを中心に、並列処理やマルチエージェントシステムなど、現代の大規模化・高複雑化する情報処理に対応するための研究を行っています。個々の要素が自律的に振る舞いながら、全体として協調的な振る舞いを実現する仕組みを対象とし、基礎理論から実問題への応用まで幅広く取り組んでいます。

(1)分散制約最適化問題は、分散して存在する複数の制約最適化問題を、情報を一箇所に集約することなく解決するためのフレームワークです。例えば、複数のロボットや自動運転自動車がそれぞれの目的を持って移動する状況では、ロボット同士の進路や行動が相互に制約関係を持ちます。このような問題を中央集権的に解こうとすると、通信コストの増大に加え、プライバシーやセキュリティといった課題が生じます。分散制約最適化問題では、各主体が局所的な情報のみを用いて協調し、全体として最適解を探索することが求められます。当研究室では、多重化解法による確率的近似アルゴリズムに着目し、計算効率と解の品質を両立させる手法について研究を進めています。さらに、この枠組みを災害時の避難誘導問題へ応用し、被災者各自の端末のみで誘導を行う方式を提案するとともに、マルチエージェントシミュレーションを用いてその有効性を検証しています。分散制約最適化問題は、分散人工知能の基礎技術の一つです。

(2) 近年の人工知能技術の高精度化・高機能化に伴い、サービス実現に必要な計算量は急激に増大しています。計算を高速化する手段としてプログラムの並列実行が挙げられますが、単純な並列化では資源競合や待ち時間の発生により、計算資源を十分に活用できない場合も少なくありません。当研究室では、GPUプログラムの低レベル実装に基づく高並列処理を基本に、確率的アルゴリズムとの組み合わせによる効率的な計算手法について研究しています。

(3) 自律分散意思決定の応用として、マルチエージェントシステムの研究にも取り組んでいます。強化学習を用いたマルチエージェントシミュレーションの構築や、GPGPUを活用した大規模エージェント環境の高速化を通じて、複雑な集団行動の理解と制御を目指しています。これらの研究成果の応用例として、ロボカップサッカーシミュレーションリーグに参戦し、世界大会へ出場した実績もあります。

The Iizuka Laboratory conducts research on autonomous distributed cooperative systems, with a particular focus on parallel processing and multi-agent systems, in order to address the increasing scale and complexity of modern information processing. We study mechanisms by which individual components behave autonomously while achieving coordinated behavior at the system level, covering topics from fundamental theory to real-world applications.

(1) Distributed Constraint Optimization Problems (DCOPs) provide a framework for solving optimization problems with constraints that are distributed across multiple agents, without aggregating information at a central location. For example, in situations where multiple robots or autonomous vehicles move toward their own objectives, their paths and actions are mutually constrained. Solving such problems in a centralized manner leads to issues such as increased communication costs as well as concerns regarding privacy and security. In DCOPs, each agent cooperates using only local information to search for a globally optimal solution. Our laboratory focuses on probabilistic approximation algorithms based on multiplexing techniques, aiming to achieve both computational efficiency and high-quality solutions. Furthermore, we apply this framework to evacuation guidance during disasters, proposing a method in which evacuation guidance is provided solely through the personal devices of evacuees, and we evaluate its effectiveness through multi-agent simulations. DCOPs constitute one of the fundamental technologies in distributed artificial intelligence.

(2) In recent years, advances in the accuracy and functionality of artificial intelligence technologies have led to a rapid increase in the computational resources required to provide services. Parallel execution of programs is a common approach to accelerating computation; however, naive parallelization often fails to fully utilize computational resources due to resource contention and idle times. Our laboratory investigates efficient computation methods based on highly parallel processing using low-level GPU programming, combined with probabilistic algorithms.

(3) As an application of autonomous distributed decision-making, we also conduct research on multi-agent systems. Through the construction of multi-agent simulations using reinforcement learning and the acceleration of large-scale agent environments using GPGPU, we aim to understand and control complex collective behaviors. As a practical application of these research outcomes, our laboratory has participated in the RoboCup Soccer Simulation League and has qualified for the world championship.

列挙アルゴリズムの理論と 応用に関する研究

現実的な意思決定支援システム構築に向けた理論研究

Research on the theory and applications of enumeration algorithms
Theoretical research toward building a practical decision support system

教授 松井 泰子 Prof. Yasuko Matsui

[researchmap](https://researchmap.jp/yasuko_matsui) https://researchmap.jp/yasuko_matsui
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2503/> yasuko@tokai.ac.jp



列挙アルゴリズム

Enumeration algorithm

組合せ最適化

Combinatorial optimization

多項式遅延

Polynomial delay

本研究室では、組合せ的な構造をもつ集合に対し、与えられた制約条件を満たす部分集合を高速に重複無くすべて列挙する『列挙アルゴリズム』の構築を行っています。理論を中心に、グラフ・組合せ最適化・統計的問題等への応用まで幅広く研究し、「高速に列挙する」ためのアルゴリズム設計と現実問題への適用を扱っています。

主要な研究テーマ

- ・**列挙アルゴリズムの設計と解析**: 解の重複排除、出力多さに応じた時間評価(出力多項式時間など)を意識したアルゴリズム設計。
- ・**グラフ構造に基づく列挙**: 平面グラフや特定のグラフクラス上での部分構造(例: 辺連結全域部分グラフ、ある種の部分木や置換構造)の効率的列挙。
- ・**統計・データ解析に起因する問題への列挙算法**: 統計から派生する問題に対する列挙手法の提案と評価。

学術的なインパクトと特徴

理論的なアルゴリズムの厳密解析(計算量の評価、アルゴリズムの正当性)と、実践的な応用(社会インフラへの適用や統計問題のモデル化)を繋げています。研究成果は論文・国際会議等で発表し、列挙アルゴリズム分野の理論と応用の橋渡しに貢献しています。

列挙アルゴリズム構築はビッグデータ/AI時代でも重要で、複数解を提示する意思決定支援、モデル選択、確率的評価など用途は広がり、今後の応用展開が期待される分野です。

Our laboratory constructs ‘**enumeration algorithms**’ that rapidly enumerate all non-redundant subsets of sets with combinatorial structures that satisfy given constraints. Focusing on theory, we conduct broad research spanning applications to graphs, combinatorial optimization, statistical problems, and more, addressing algorithm design for “rapid enumeration” and its application to real-world problems.

Primary Research Themes

- ・**Design and Analysis of Enumeration Algorithms**: Algorithm design focused on eliminating duplicate solutions and time evaluation based on output volume (e.g., output polynomial time).
- ・**Graph-Structure-Based Enumeration**: Efficient enumeration of substructures (e.g., edge-connected subgraphs, certain subtrees, permutation structures) on planar graphs or specific graph classes.
- ・**Enumeration Algorithms for Problems Arising from Statistics and Data Analysis**: Proposing and evaluating enumeration methods for complex problems derived from statistics, such as statistical optimization problems.

Academic Impact and Distinctive Features

We bridge rigorous theoretical analysis of algorithms (computational complexity evaluation, algorithmic correctness) with practical applications (implementation in social infrastructure and modeling statistical problems). Research results are published in papers and international conferences, contributing to bridging theory and application in the enumeration algorithm field.

Enumeration algorithm development remains crucial in the big data/AI era. Its applications are expanding—including decision support presenting multiple solutions, model selection, and probabilistic evaluation—making it a field with promising future applications.

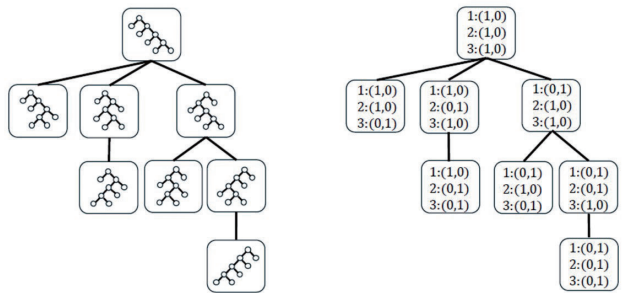


Fig. 1 列挙アルゴリズムで構築する列挙木とベクトル表現
出典: Yasuaki Kobayashi, Dominik Köppl, Yasuko Matsui, Hirokazu Ono, Toshiki Saitoh, and Yushi Uno, "Enumeration of Ordered Trees with Leaf Restrictions," OASiCS, Volume 132, 8:1-8:19 (2025).

半構造化データからの質問学習

効率的な質問学習による木構造データからの情報の獲得

Query Learning from Semi-Structured Data

Acquisition of Information from Tree-Structured Data via Efficient Query Learning

教授 松本 哲志 Prof. Satoshi Matsumoto

[researchmap https://researchmap.jp/read0056702](https://researchmap.jp/read0056702)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2505/> matsumoto@tokai.ac.jp



計算論的学習理論

Computational Learning Theory

質問学習

Query Learning

半構造化データ

Semi-structured data

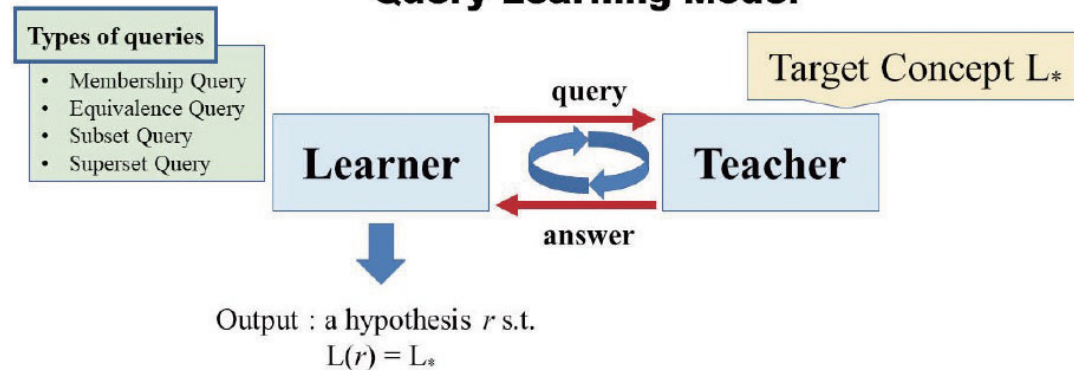
計算論的学習理論は、学習プロセスの数学的モデルを提供する分野であり、効率的な学習アルゴリズムの設計と、その学習可能性の限界を理論的に解明することを目指しています。この理論的枠組みの中で、様々な学習モデルが提案されています。その一つとしてAngluinによって提案された質問学習モデルがあります。この学習モデルでは、学習者が教師に対して能動的に質問をすることにより、学習の対象となる概念に対する知識を獲得することが可能です。この学習モデルでは、学習者と教師の間で繰り返し行われる質疑応答を通じて、学習の対象となる概念の表現を正確に同定します。学習者が教師に対して行う質問には、質問の種類が複数提案されています。ある要素が学習の対象となる概念に含まれるかを問う所属性質問や、提案した仮説が学習の対象となる概念と一致するかを問う等価性質問などがあります。正則言語族がこれらの質問を用いることで同定可能であることが理論的に証明されています。

現代のインターネット上に存在するデータ、特にWeb文書の多くは、HTMLやXMLといった形式で記述されており、これらは半構造化データという特性を持っています。本研究室では、質問学習モデルの枠組みにおいて、半構造化データに内在する共通パターンを抽出する効率的な学習アルゴリズムの構築と、学習に必要な質問の回数等の理論的な解明に取り組んでいます。

Computational learning theory is a field that provides mathematical models of the learning process. It aims to theoretically elucidate the design of efficient learning algorithms and the limits of their learnability. Within this theoretical framework, various learning models have been proposed. One such model is the query learning model, proposed by Angluin. This learning model is characterized by the learner actively asking questions to the teacher, making it possible to acquire knowledge about the target concept. In this model, the representation of the target concept is accurately identified through repeated question-and-answer interactions between the learner and the teacher. Several types of queries have been proposed for the questions made by the learner to the teacher. These include membership queries, which ask whether an element is included in the target concept being learned, and equivalence queries, which ask whether a proposed hypothesis matches the target concept. It has been theoretically proven that concept classes such as the regular languages can be identified using these queries.

A significant portion of the data present on the modern internet, particularly Web documents, is described in formats like HTML and XML, exhibiting the characteristics of semistructured data. Our laboratory is working within the framework of the query learning model to develop efficient learning algorithms for extracting common patterns inherent in these semi-structured data, and to theoretically clarify the number of queries required for learning.

Query Learning Model



MRIによる 生体内の熱・物質輸送の計測

Visualization of heat and mass transfer in human body using Magnetic Resonance Imaging (MRI)

教授 黒田 輝 Prof. Kagayaki Kuroda

[researchmap https://researchmap.jp/kagayaki-kuroda](https://researchmap.jp/kagayaki-kuroda)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2571/> kagayaki@tokai.ac.jp



磁気共鳴画像化法

MRI

温度

Temperature

体液動態

Neurofluids

現在の医療ではQOL (Quality of Life) を保つために、なるべく身体を傷つけず、かつ高い治療効果を有する治療が求められています。このような治療のためには体内の様子を可視化する技術が不可欠です。MRI (Magnetic Resonance Imaging、磁気共鳴画像化法) は磁界と原子核の相互作用を利用して、生体内の様子の非侵襲計測を可能にします。我々の研究室ではこのMRIを応用した生体内の熱・物質輸送に関わる物理量の計測を主なテーマとして以下の研究を行っています。

- (1) 水素原子核の磁気共鳴周波数や緩和時間が温度に比例することを利用した体内温度分布の非侵襲画像化
- (2) 脳内の神経老廃物の浄化系において中心的役割を果たす神経系の液体(neurofluids)の動態の可視化
- (3) 体内に医療機器を埋め込まれた患者のMRI検査安全性の評価
- (4) がん温熱療法(hyperthermia)における体内の電磁界や温度の分布の数値人体モデルを使ったシミュレーション
- (5) 完全変態昆虫の蛹体内における形態・性状変化の可視化と解明

In modern medicine, minimally invasive treatments with high therapeutic effectiveness are increasingly required in order to maintain a high quality of life (QOL). To achieve such treatments, techniques for visualizing information inside the human body are indispensable. Magnetic Resonance Imaging (MRI) enables noninvasive visualization of internal structures and physiological information. Our laboratory focuses on developing methods to visualize physical quantities related to heat and mass transfer in biological tissues. Our main research projects include the following:

- (1) Temperature imaging based on the resonance frequency and relaxation time of hydrogen nuclei
- (2) Visualization of neurofluids' dynamics, which plays a primary role for neurologic waste clearance system in the brain
- (3) Safety evaluation of MRI examinations for patients with implantable medical devices using numerical simulations and experiments
- (4) Numerical simulation of electromagnetic and thermal fields using numerical human body models
- (5) Elucidation of morphological and physical property changes in the pupal stage of holometabolous insects

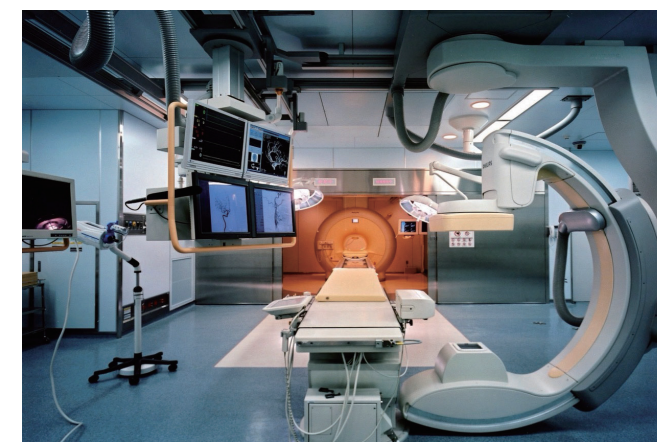


Fig. 1 MRXO system in Tokai University Hospital

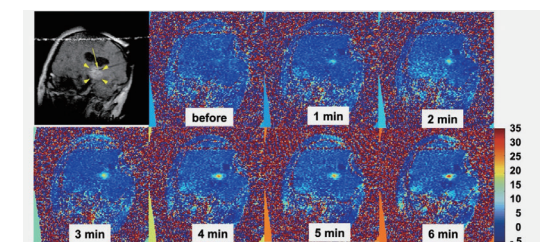


Fig. 2 Spatiotemporal distribution of brain temperature under laser surgery (°C)

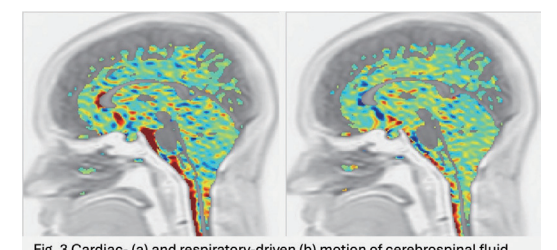


Fig. 3 Cardiac- (a) and respiratory-driven (b) motion of cerebrospinal fluid

心と体を測る技術を使って 新しい産業のイノベーションに貢献する

Contributing to innovation in industries using
technology to measure the mind and body.

教授 高雄 元晴 Prof. Motoharu Takao

[researchmap https://researchmap.jp/motoharutakao](https://researchmap.jp/motoharutakao)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3008/> <mailto:motoharutakao@gmail.com>



視覚生理学
Visual Physiology

人間工学
Ergonomics

照明
Lighting

これまでヒトと動物の心と体を測る技術を用いて心地よく眠り健康に過ごせる光環境を研究してきた。この研究で培ったノウハウを活かして生理学・心理学の両面から製品のユーザビリティに関する評価・研究を多くの企業と行っている。またこれらの成果を設計にフィードバックすることを通じて、新たなイノベティブな製品の開発にも成功している。最近ではバーチャルリアリティにより介護・福祉・看護分野の質的改善に向けた研究も行っている。

具体例として下記のもの挙げられる。

- (1) 健康を増進・維持する照明環境の実現に向けて最適な波長を生理学的に検討し、たとえば高齢者施設で利用者が検討で過ごしやすい環境を提供する一助とした。
- (2) 睡眠を生理学的に計測する技術を使って、快適に眠りやすい枕を検討した。
- (3) 注意没頭の意識体験を生理学的に評価する技術を使って、深い集中力を促し、長時間遊んでも飽きがこない玩具の設計手法を編み出した。
- (4) バーチャルリアリティの現実感を生理学的に評価する手法を確立した。



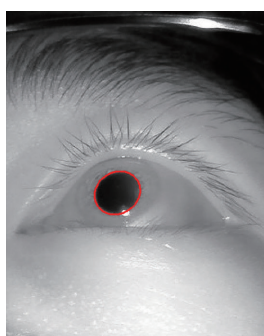
My research has focused on developing lighting environments that promote comfortable sleep and overall health, utilizing technologies to measure the physical and psychological states of both humans and animals.

Leveraging the expertise gained from this research, I have been collaborating with various companies to conduct evaluations and research on product usability from both physiological and psychological perspectives. By feeding these findings back into the design process, I have also successfully contributed to the development of new, innovative products.

More recently, I have been conducting research aimed at the qualitative improvement of caregiving, welfare, and nursing fields through the use of Virtual Reality (VR).

Specific examples of my work include:

- (1) Optimizing lighting environments for health: Physiologically examining the optimal wavelengths to promote and maintain health, which has helped, for instance, in creating more comfortable environments for residents in elderly care facilities.
- (2) Developing comfortable pillows: Utilizing physiological sleep measurement technology to study and design pillows that facilitate comfortable sleep.
- (3) Designing engaging toys: Establishing a design methodology for toys that induce deep concentration and prolonged engagement by using a technology to physiologically evaluate the conscious experience of attention and absorption.
- (4) Establishing a physiological evaluation method for assessing the sense of realism (presence) in Virtual Reality.



光学薄膜の高品質化・高機能化の研究

新しい成膜方法の探求

Research on High-Quality and Highly Advanced Optical Thin Films
Exploration of New Film Deposition Methods

教授 室谷 裕志 Prof. Hiroshi Murotani

[researchmap https://researchmap.jp/murotani_Thinfilm](https://researchmap.jp/murotani_Thinfilm)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2835/> <mailto:murotani@tokai.ac.jp>



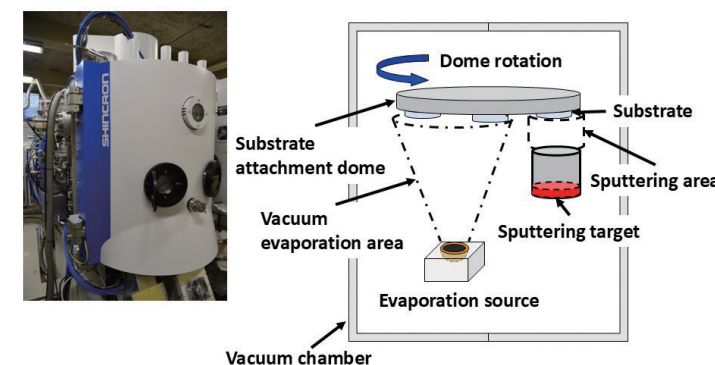
薄膜の応力制御
Stress control of thin films

薄膜の屈折率制御
Refractive index control of thin films

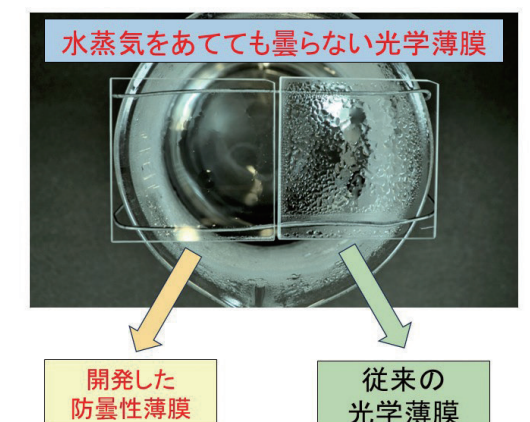
薄膜の低光散乱損失化
Low optical scattering loss thin films

光学薄膜は光の透過率、反射率を制御するのに不可欠です。そのため、「光あるところに光学薄膜あり」と言われるように光学部品・製品に必ず用いられています（例えば、デジタルカメラ、スマートフォン、レーザーなど）。さらに、光学薄膜の使われる分野も広がっており、光学製品だけでなく自動車、家電などにも多くの光センサーにも用いられています。そのため、光学薄膜に求められる性能も単なる光学特性だけでなく、例えば防曇性や高耐摩耗性なども求められます。私の研究室では光学薄膜の高品質化・高機能化を目的として研究しています。そのために、スパッタリングと真空蒸着を同時に行う、新しい成膜方法を開発しました（日本・台湾・中国・韓国で特許を取得、アメリカ・EU特許出願中）。この手法を用いて、薄膜の応力制御、薄膜の屈折率制御、光学薄膜の低光散乱化、親水性・疎水性の制御などに取り組んでいます。さらにこの手法で、光学薄膜として新しい構造の50層を超えるMono-material Multi-Coatingに成功しました。これは、基板も膜もすべて同じ材料で作製する新しい技術であり、成膜材料の選択問題から解放される技術です。また、これらの特性の評価方法についても研究を行っています。さらに、ISO規格やJIS規格の策定にも関わっています。

Optical thin films are essential for controlling light transmittance and reflectance. Consequently, as the saying goes, "Where there is light, there are optical thin films," they are invariably used in optical components and products (e.g., digital cameras, smartphones, lasers). Furthermore, the fields where optical thin films are used are expanding. They are employed not only in optical products but also in numerous optical sensors for automobiles, home appliances, and more. Consequently, the performance required of optical thin films extends beyond mere optical properties to include anti-fogging and high scratch resistance. My laboratory focuses on research to enhance the quality and improve the functionality of optical thin films. To achieve this, we have developed a novel film deposition method that simultaneously performs sputtering and vacuum evaporation (patented in Japan, Taiwan, China, and South Korea; US and EU patents pending). Using this technique, we are working to control film stress, film refractive index, light scattering in optical thin films, and hydrophilicity/hydrophobicity. Furthermore, using this method, we have successfully created a novel structure for optical thin films: a Mono-material Multi-Coating exceeding 50 layers. This is a new technology where both the substrate and the films are made entirely from the same material, freeing us from material selection constraints. We are also researching evaluation methods for these properties. Additionally, we are involved in developing ISO and JIS standards.



開発した新しい成膜装置の外観と構造図



長期(1年以上)防曇性を有した光学薄膜を開発

常時利用を目指した 次世代視線計測技術の研究

視覚特性と光学特性を活用した多角的アプローチ

Next-generation gaze estimation toward daily-use devices

Multifaceted approaches leveraging visual and optical properties

教授 竹村 憲太郎 Prof. Kentaro Takemura

[researchmap https://researchmap.jp/kentarotakemura](https://researchmap.jp/kentarotakemura)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3725/> takemura@tokai.ac.jp



角膜イメージング

Corneal imaging

偏光

Polarization

高速

High speed

竹村研究室では、視線計測が日常的に利用される未来の実現を目指し、さまざまな技術課題の解決に向けて多角的に研究を進めています。

(1) 角膜イメージング

角膜表面に反射した環境像を抽出するため、RGB-IRカメラを用いた瞳孔・虹彩追跡手法に取り組んでいます(図1)。さらに、眼球の三次元形状を基に歪みを補正した画像を生成し、注視物体(図2)やユーザ位置を推定する手法の研究開発を進めています。

(2) 偏光視線計測

従来、高精度な視線計測ではディスプレイ位置を把握するために近赤外LEDを四隅に配置する必要がありました。この問題に対して、液晶ディスプレイから照射される光の偏光特性に着目することで、ディスプレイ側にLEDを設置することなく注視点を推定する新たな手法に取り組んでいます(図3)。

(3) 高速視線計測

大型化が進むディスプレイ環境に対応するため、視覚の臨界融合頻度を考慮してディスプレイ領域内に不知覚な基準点を提示する手法を提案しています。また、明・暗瞳孔法とイベントカメラを組み合わせ、不随意的な眼球運動であるマイクロサッケードなどを計測する研究にも取り組んでいます。

(4) 滑動性眼球運動

実空間において、物体の運動と眼球運動の相関から注視対象を特定する手法を研究しています。この技術により、車椅子などに搭載されたセンサと装着型視線計測装置をキャリブレーションなしで連携させ、LiDARで検出した歩行者に対する注視判定を可能とすることを目指しています(図4)。

Takemura Laboratory studies various technical challenges in eye-tracking to realize a future in which eye trackers are used as daily-use devices.

(1) Corneal Imaging

We are investigating pupil-iris tracking using RGB-IR cameras to extract environmental reflections from the corneal surface (Fig. 1). In addition, undistorted images are generated based on the three-dimensional geometry of the eyeball, and they are used to detect gaze objects (Fig. 2) and user locations.

(2) Gaze Estimation with Polarization

Near-infrared LEDs were placed at the display corners to solve the geometric relationship between the eyeball and display. In contrast, our approach focuses on the polarization characteristics of light from LCD panels to enable the estimation of the point-of-gaze without installing near-infrared LEDs on the display (Fig. 3).

(3) High-Speed Gaze Measurement

We propose presenting imperceptible reference points on the screen, considering the critical flicker fusion frequency of human vision, to adapt to large display environments. We are also studying high-speed eye tracking by combining the bright/dark pupil method with event cameras to measure involuntary eye movements, such as microsaccades.

(4) Smooth-Pursuit Eye Movements

We are studying methods for identifying gaze objects by calculating the correlation between object motion and eye movement in real environments. This technology enables the incorporation of wheelchair-mounted sensors and wearable eye trackers without hardware calibration, making it possible to determine whether the user focuses on pedestrians detected by LiDAR (Fig. 3).

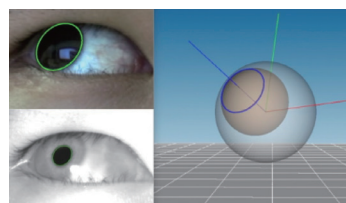


図1 (Fig. 1)

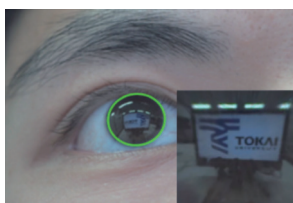


図2 (Fig. 2)

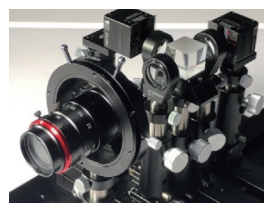


図3 (Fig. 3)

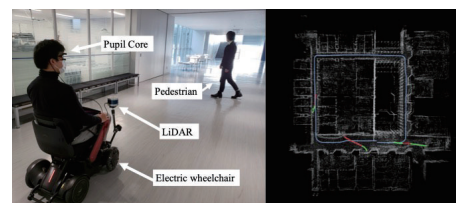


図4 (Fig. 4)

幾何的アルゴリズムの 先進的研究とその応用

Advanced study on geometric algorithms and applications

教授 譚 学厚 Prof. Xuehou Tan

[researchmap https://researchmap.jp/TX000012](https://researchmap.jp/TX000012)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2306/> th7625@tokai.ac.jp



警備員巡回路アルゴリズム

Watchman route algorithms

ツーセンター問題

Two-center problems

グラフの膨張因子

Stretch factor

譚研究室では、計算幾何・離散幾何に関する先端的研究を行っています。研究テーマとしては、1)警備員巡回路アルゴリズム、2)ツーセンター問題、3)グラフの膨張因子を中心にしています。

1)与えられた多角形領域のすべての点が見えるような最短経路を計算する問題は警備員巡回路問題と呼ばれます。多角形領域内に穴があった場合、この問題はNP困難です。穴のない単純多角形の場合、効率的なアルゴリズムは多数開発されています。

2)与えられた点の集合を半径最小円盤または球体をp個用いてカバーする問題はp-センター問題と呼ばれます。この問題はNP困難ですが、pの値が小さい場合、効率的なアルゴリズムは多数開発されています。譚研究室では特にツーセンター問題に着目し、最先端の研究結果を出しています。

3)平面グラフにおける2点間の最短路の長さとその2点のユークリッド距離の比率の最大値はグラフの膨張因子と言い、ネットワーク設計の最適化に使われています。従来の最良因子は1.998であり、ドローネ三角分割が用いられています。点集合が凸位置にある場合、最良膨張因子への改善を研究しています。

Our research is focused on computational and discrete geometry.

Particularly, our main research themes are 1) geometric algorithms on the watchman route and related problems, 2) two-center problems, and 3) the stretch factor of planar graphs.

1) For a given polygonal region P, the problem of finding a shortest route such that every interior point of P is visible from at least one point on the route is called the watchman route problem. The watchman route problem is NP-hard, if P has holes. In the case that there exists no hole in P, efficient algorithms can be developed; many of them are presented by Tan Lab.

2) For a set S of given points, the p-center problem is to find p circles or balls of the minimum radius such that all points of S are covered by the union of p circles or balls. Although the p-center problem is NP-hard, efficient algorithms can be developed for small values of p. For the 2-center problems, Tan Lab has presented several optimal or near-optimal algorithms.

3) For a planar graph G, the stretch factor of G is defined as the maximum ratio of the length of the shortest path between any two points of G to its Euclidean distance. The currently known best stretch factor is 1.998, due to a study on the Delaunay triangulation of a point set. For a set of points in convex position, this stretch factor has been improved to 1.73 by Tan Lab.

安全・安心な社会の実現に資する 情報メディア技術に関する研究

災害時の行動・意思決定を支援する情報システムの開発

Research on Digital Media Technologies for Building a Safe and Secure Society
Development of Information Systems to Support Behavior and Decision-Making During Disasters

教授 内田 理 Prof. Osamu Uchida

[researchmap](https://researchmap.jp/o-uchida/) <https://researchmap.jp/o-uchida/>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2743/> o-uchida@tokai.ac.jp



光配線用あるいは自由空間光通信用の 光結合デバイス / 体積型立体表示装置

光テクノロジーを情報通信と3Dディスプレイの研究・開発へ生かす

Optical coupling devices for optical interconnection or free-space optical communications / Volumetric 3D display systems
Applying optical technology to the research and development of information and communications and 3D displays

教授 藤川 知栄美 Prof. Chiemi Fujikawa

[researchmap](https://researchmap.jp/chiemi_f) https://researchmap.jp/chiemi_f

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3077/> chiemi@tokai.ac.jp



- 災害情報処理
Disaster Information Processing
- 情報メディア技術
Digital Media Technology
- AI
AI

地球温暖化をはじめとする気候変動の影響により、世界的に自然災害の激甚化・頻発化が進んでいます。日本においても、毎年のように豪雨や台風による大きな被害が発生しているほか、南海トラフ地震や首都直下地震など、甚大な被害をもたらすと予想される大規模地震の発生が懸念されています。災害時の被害を最小限に抑えるためには、迅速かつ確な災害関連情報の収集・発信・共有が極めて重要です。

内田研究室では、「安全・安心な社会の実現」を目標に掲げ、情報メディア技術やAIを活用した災害情報システムの研究・開発に取り組んでいます。現在は、特に以下の研究テーマに注力しています。

- (1) 災害時のソーシャルメディア利活用に関する研究

災害時にソーシャルメディアに投稿された情報(テキスト・画像)を収集・分析し、重要情報の抽出や被害状況の推定を行うことで、災害時の行動や意思決定を支援するシステムの開発に取り組んでいます。
- (2) 市民が安全・安心に関係する情報を迅速・簡便に共有できるツールの開発

位置情報を付与した災害被害状況や被災者のニーズなど、安全・安心に関わる情報を、市民が簡単に発信・共有できるスマートフォン向けアプリケーションの開発を行っています。
- (3) 情報メディア技術(AR/VRなど)の防災教育への応用

ARやVRをはじめとする先端的な情報メディア技術を活用し、若年層や外国人観光客を対象とした防災意識の向上や防災教育への応用に関する研究を進めています。

Due to the impacts of climate change, including global warming, natural disasters are becoming increasingly severe and frequent worldwide. In Japan, major damage caused by heavy rainfall and typhoons occurs almost every year. In addition, there is growing concern about the occurrence of large-scale earthquakes, such as the Nankai Trough Earthquake and a Tokyo Inland Earthquake, which are expected to cause catastrophic damage. To minimize losses during disasters, the rapid and accurate collection, dissemination, and sharing of disaster-related information are essential.

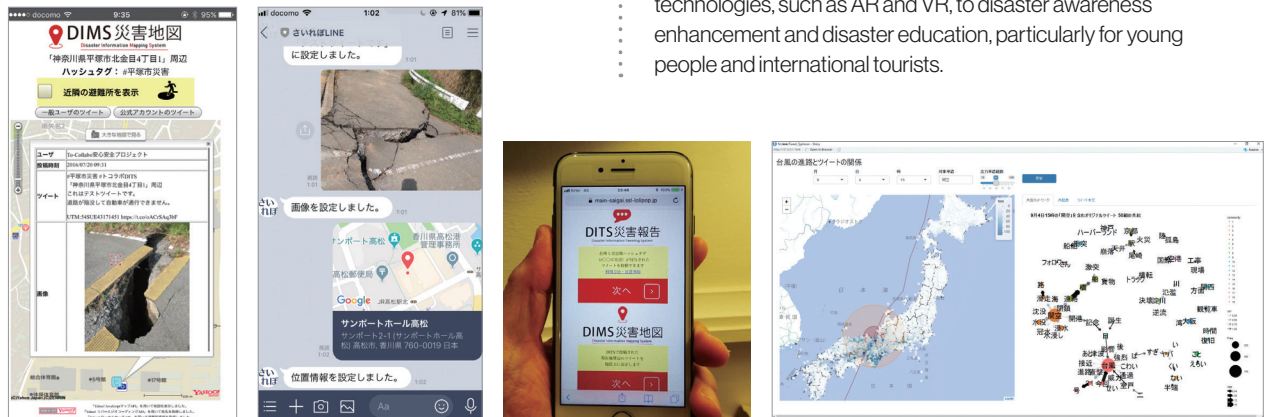
Uchida Laboratory aims to contribute to the realization of a safe and secure society by conducting research and development on disaster information systems that utilize information media technologies and AI. Our current research focuses on the following themes:

- (1) Utilization of Social Media During Disasters

We collect and analyze information posted on social media during disasters, including text and images, to extract critical information and estimate damage situations. Based on these analyses, we develop systems that support people's actions and decision-making in disaster situations.
- (2) Development of Tools for Rapid and Easy Sharing of Safety-Related Information

We develop smartphone applications that enable citizens to easily share safety-related information, such as disaster damage conditions and the needs of affected people, along with location data. These tools support quick and effective information sharing during emergencies.
- (3) Application of Information Media Technologies (AR/VR) to Disaster Education

We conduct research on applying advanced information media technologies, such as AR and VR, to disaster awareness enhancement and disaster education, particularly for young people and international tourists.



【自己形成光導波路技術を用いた光結合デバイス】

近年のシリコンフォトニクス(SiPh)の進歩に伴い、SiPhチップとシングルモードファイバとの効率的な光結合方法が求められています。そこで、UV硬化性樹脂を利用し、ファイバの先端に自己形成光導波路を作製し、SiPhチップと光結合することを試んでいます。光結合デバイスの形状を制御することで、出射ビームのスポットサイズを制御できると期待しています。

また、光結合デバイスの自由空間光通信への応用も検討しています。災害時や地理的に光ファイバの敷設が困難な場合の高速通信ネットワークの候補として、自由空間光通信に期待が寄せられています。マイクロレンズを光ファイバ先端に作製することで、大気揺らぎによる受信光の強度変動の抑制が可能と期待し、湘南キャンパスの建物の屋上間(約500)での実証実験を試んでいます。

【鏡像螺旋型回転スクリーンを用いた体積型立体表示システム】

裸眼で全周から立体視が可能、高解像度化が容易であり、シンプルな装置構成である体積走査型立体表示方式の実用化の可能性を検討しています。高速回転する鏡像螺旋型スクリーンへ、DMDプロジェクタから表示したい立体の高さ位置に対応する断面像を照射することにより、眼の残像効果を利用した立体像を視認することができます。現在、より視認しやすい環境条件の検討等、実用化を目指した研究を行っています。

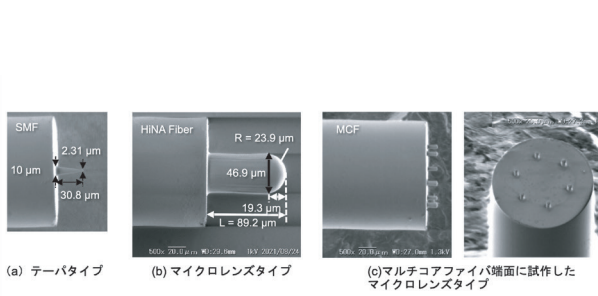


図1 自己形成光導波路技術を用いて光ファイバ端面に作製した光結合デバイス

【Optical Coupling Device Using Self-Written Optical Waveguide Technology】

With recent advances in silicon photonics (SiPh), there is a growing need for efficient optical coupling methods between SiPh chips and single-mode fibers. Therefore, we are fabricating self-written optical waveguides at the tip of fibers using UV-curable resins and attempting to optically couple them to SiPh chips. By controlling the shape of the optical coupling device, we expect to be able to control the spot size of the output beam.

We are also investigating the application of this optical coupling device to free-space optical communication. That is expected to be a promising high-speed communication network during disasters or in geographically challenging areas where fiber optic cable laying is difficult. By fabricating microlenses at on the fiber facet, it is expected that it will be possible to suppress fluctuations in the intensity of received light caused by atmospheric turbulence. A demonstration experiment has been attempted distance of 500 m between the rooftops of buildings on the Shonan Campus.

【Volumetric 3D Display System Using a Rotating Mirro image Helix pair Screen】

We are investigating the practical feasibility of a volumetric scanning 3D display method. This method enables stereoscopic viewing from all angles without glasses, facilitates high-resolution implementation, and features a simple device configuration. By projecting cross-sectional images corresponding to the desired height position of the 3D object from a DMD projector onto a high-speed rotating mirror image helix pair screen, a 3D image can be perceived using the afterimage effect. Currently, studies are underway to investigate environmental conditions for improving visibility and other aspects toward practical implementation.

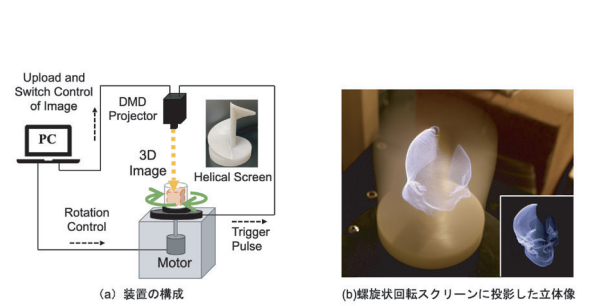


図2 螺旋状回転スクリーンを用いた立体画像表示システム

物体に書き込まれた 見えないデジタル情報

金属基板上の可視光下で不可視、赤外光下で機械検知可能なQRコード

Invisible digital information encoded onto an object

QR code that invisible under visible light, detectable by machine under infrared light on a metal substrate

教授 前田 秀一

Prof. Shuichi Maeda

researchmap

<https://researchmap.jp/phdpei/>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3413/>

shuichi-maeda@tokai.ac.jp



偽造防止
Anti-counterfeiting

QRコード
QR codes

赤外光
Infrared light

前田研究室では、画像形成技術を利用して、デジタル情報を物体に埋め込む偽造防止技術を研究しています。

デジタル情報は、物理的媒体から独立することによって、容易に複製・伝送・加工できるようになりました。また、生成AIの利用が一般化している現状では、二次元のディスプレイの世界では、デジタル情報をどのようにでも加工できるようになりました。一方、その負の側面としてフェイク画像などが問題になっておりますが、セキュリティの観点からも、この二次元の世界では様々な偽造が容易になっています。そこで、我々は、偽造防止を施した三次元的な物体とデジタル情報を融合させ、物体に付随したデジタル情報のセキュリティを高める、という発想に至りました。ここでは、その一例を紹介します。

図1は、金属基板上に書き込まれた、可視光下(図1(a))では不可視で、赤外光下(図1(b))では機械検知可能なQRコードです。作製法としては、まず金属ニオブの表面に電子写真技術やフォトリソグラフィ技術により潜像としてQRコードを書き込みます。次に、陽極酸化における電圧をコントロールし酸化薄膜の厚さを制御する(図2に示すように様々な色を発現できます)ことによって、可視光領域では背景部と同じ色、赤外領域では異なる濃淡を発現させます。人には不可視で赤外線カメラなら検知できるデジタル情報(ここではQRコード)を物体(ここでは金属)に書き込むことにより、デジタル情報のセキュリティ性を高めます。

Maeda Laboratory studies anti-counterfeiting technology that embeds digital information into physical objects using imaging techniques.

Digital information, having become independent of physical media, can now be easily replicated, transmitted, and manipulated. Moreover, with the widespread use of generative AI, digital information can now be manipulated in any manner within the two-dimensional world. On the other hand, the negative aspect of this is the emergence of problems such as fake images. From a security perspective, various forms of counterfeiting have also become easier within this two-dimensional realm. Consequently, we developed the concept of enhancing the security of digital information associated with physical objects by fusing it with three-dimensional objects incorporating anti-counterfeiting measures. Here, we present one such example.

Figure 1 depicts a QR code inscribed onto a metal substrate. It is invisible under visible light (Figure 1(a)) but detectable by machine under infrared light (Figure 1(b)). The fabrication method involves first inscribing the QR code as a latent image onto the surface of metallic niobium using electrophotographic or photolithographic techniques. Next, by controlling the voltage during anodization to regulate the thickness of the oxide film (enabling the expression of various colors, as shown in Figure 2), the background area appears the same color under visible light, while different shades are expressed under infrared light. By inscribing digital information (in this case, a QR code) onto an object (in this case, metal) that is invisible to humans but detectable by infrared cameras, the security of the digital information is enhanced.

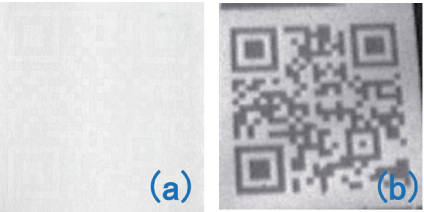
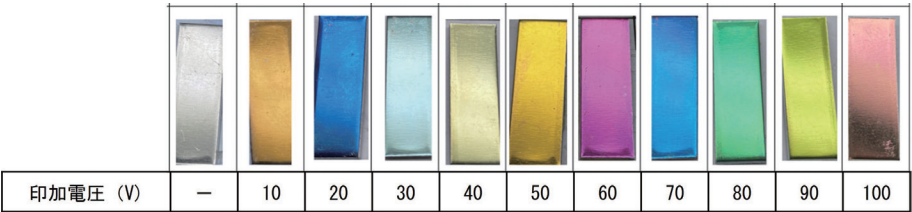


図1 (a)可視光下におけるQRコード (b)赤外光下におけるQRコード



印加電圧 (V)	—	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

図2 ニオブ板の陽極酸化における印加電圧と発色の関係

バーチャル環境における 行動と認知に関する研究

現実環境とバーチャル環境における人の認知行動の違い

Research on Behavior and Cognition in Virtual Environments

Differences in Human Cognitive Behavior Between Real and Virtual Environments

教授 濱本 和彦

Prof. Kazuhiko Hamamoto

researchmap

<https://researchmap.jp/read0044453>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2350/>

hamamoto@tokai.ac.jp



バーチャルリアリティ
Virtual Reality

バーチャルリアリティ酔い
VR Sickness

生態学的認知
Ecological Cognition

濱本研究室では、バーチャルリアリティや拡張現実に関する基礎と応用に関する研究を行っています。応用研究では主に医療や教育の分野における学習コンテンツの開発を行っていますが、ここでは、基礎技術として注目している、バーチャル環境における人の行動と認知に関する研究について紹介します。

バーチャルとは「形は異なるが本質は同じ」という意味であり、究極のバーチャルリアリティは現実と同じです。しかし現在のバーチャルリアリティ技術は発展途上であり不完全な技術です。つまり、現在のバーチャル環境では、現実と同じ情報理解、認知行動が実現できないと考えられます。デジタルツインという言葉があるように、バーチャル環境を現実環境と同等に扱った応用がなされている現在、バーチャル環境における情報理解や認知行動が現実環境とどのように異なるのか、異なる場合にどのように改善すべきかを明らかにすることは、とても重要です。特に、環境と自分自身とのインタラクションにより発生する生態学的認知は重要な認知となります。

濱本研究室ではまず、リーチングという、物体に手を伸ばしてつかむ行動について研究を行い、バーチャル環境と現実環境で「手が届く」と認識する距離がことなること、バーチャル環境内に自身の身体性を反映したアバタを配置、環境情報が十分に存在するバーチャル環境内で十分な活動経験があれば、現実と同じ判断距離が得られることを示しています。さらにこの研究では、バーチャル環境内で身体性の反映が無い場合、バーチャル環境での長時間の経験が、現実環境における生態学的認知に混乱を招いてしまうことも明らかにしています。

認知行動とともに重要な課題の一つがVR酔いの低減です。濱本研究室では、現在、バーチャルリアリティ体験時の視線の動きからVR酔いの発生をAIにより予測する研究を行っています。この研究では、VR酔いの発生と自律神経系の活動の関連性、自律神経系の活動と視線の動きの関連性を明らかにし、これらの結果からVR酔いと視線の動きの関連性を明らかにしようとしています。これまで、バーチャル環境内に注視点を設定している場合において、VR酔いと視線の動きの関連性を明らかにしております。現在は、このデータを元に、視線の動きの時系列データからのVR酔い予測の可能性を検討しています。

Hamamoto Laboratory conducts research on the fundamentals and applications of virtual reality and augmented reality. While our applied research primarily focuses on developing learning content for the medical and educational fields, here we introduce our research on human behavior and cognition within virtual environments, which we consider a foundational technology.

Virtual means “different in form but identical in essence,” and ultimate virtual reality is indistinguishable from reality. However, current virtual reality technology is still developing and remains imperfect. This means that in today’s virtual environments, it is unlikely that the same level of information comprehension and cognitive behavior as in the real world can be achieved. As the term “digital twin” suggests, applications now treat virtual environments as equivalent to real ones. Therefore, it is crucial to clarify how information comprehension and cognitive behavior in virtual environments differ from those in real environments, and if they do differ, how they should be improved. Ecological cognition, which arises from interactions between the environment and the self, is particularly important.

Hamamoto Laboratory first conducted research on reaching—the action of extending one’s hand to grasp an object. They demonstrated that the perceived “reachable” distance differs between virtual and real environments. They also showed that placing an avatar reflecting one’s physicality within the virtual environment, combined with sufficient activity experience in a virtual environment rich in environmental information, allows for the attainment of the same judgment distance as in reality. Furthermore, this research revealed that when embodiment is not reflected in the virtual environment, prolonged experience in the virtual environment can disrupt ecological cognition in the real environment.

Alongside cognitive behavior, a key challenge is reducing VR sickness. Hamamoto Laboratory is currently conducting research using AI to predict the onset of VR sickness based on eye movement patterns during virtual reality experiences. This research aims to clarify the relationship between the occurrence of VR sickness and autonomic nervous system activity, the relationship between autonomic nervous system activity and eye movement, and, based on these results, the relationship between VR sickness and eye movement. To date, we have demonstrated a relationship between VR sickness and eye movement when a fixation point is set within the virtual environment. Currently, based on this data, we are investigating the possibility of predicting VR sickness from the time-series data of eye movements.

045 東海大学大学院 総合理工学研究科 Graduate School of Science and Technology, Tokai University

Graduate School of Science and Technology, Tokai University 東海大学大学院 総合理工学研究科

046

物理・数理工学コース

情報理工学コース

電気・電子コース

生命理工学コース

材料・化学コース

機械・航空宇宙コース

建築土木コース

海洋理工学コース

地球環境科学コース

防災情報の可視化と活用支援に関する研究

位置情報に基づきハザード情報を要約提供するAPIの開発

Information Technologies for Supporting the Visualization and Utilization of Disaster Information
Development of an API for Summarizing and Providing Hazard Information Based on Location Data

准教授 宇津 圭祐 Assoc.Prof. Keisuke Utsu

researchmap <https://researchmap.jp/utsukei>
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3585/> utsukei@tokai.ac.jp



情報メディア
Information Media

安全・安心
Safety and Security

防災・減災
Disaster Risk Reduction

風水害や津波などの被害を軽減するためには、自宅や滞在先、その周辺の災害リスクを日頃から把握しておくことが重要です。しかし、自治体が発行するハザードマップの閲覧率や保管率は高くなく、住民が自身のリスクを十分に認識できていないという課題が指摘されています。背景として、データが分散して入手しづらいことや、災害種別や地域ごとに地図が分かれており、直感的に理解しにくいことが挙げられます。

これらの課題を解決するため、位置情報に基づいて周辺のハザード情報を自動的に要約し、開発者および住民に提供する「ハザード情報アウトラインAPI」を開発しています。このAPIは、経度・緯度および周辺範囲を指定するだけで、国土地理院が公開するハザードマップのラスターデータを取得し、指定地点および半径約100m以内の洪水浸水深、土砂災害などのリスク情報を要約出力します(図1)。これにより、開発者は複雑なデータ処理を行わずにアプリケーションへハザード情報を組み込むことができ、住民はスマートフォンやPCから簡単に災害リスクを確認できます。

さらに、このAPIを応用したウェブアプリも提供しており(図2)、周辺マップ、指定緊急避難場所、各種ハザード情報を一覧表示することで、住民の防災意識の向上に寄与します。本研究では、災害リスクの「気づき」を促し、地域の防災力向上に資する情報基盤の構築を目指しています。

To reduce damage from floods, storm surges, and tsunamis, it is important for residents to be aware of the disaster risks around their homes, places they visit, and their surrounding areas. However, the usage and retention rates of municipal hazard maps are not high, and it has been pointed out that many residents do not sufficiently recognize their own risks. Contributing factors include the difficulty of accessing dispersed data sources and the fact that hazard maps differ by disaster type and region, making them hard to understand intuitively.

To address these issues, we are developing the "Hazard Information Outline API," which automatically summarizes hazard information around a specified location and provides it to both developers and residents. By simply specifying longitude, latitude, and a surrounding radius, the API retrieves raster data from the GSI Hazard Map Open Data and outputs summarized information on risks such as flood inundation depth and landslide hazards within approximately 100 meters of the specified point (Fig. 1). This enables developers to incorporate hazard information into their applications without complex data processing, and allows residents to easily check disaster risks from their smartphones or PCs.

In addition, we provide a web application that utilizes this API (Fig. 2). The application displays surrounding maps, designated emergency evacuation sites, and various hazard information in an integrated format, helping enhance residents' awareness of disaster risks. Through this work, we aim to build an information platform that promotes risk awareness and contributes to strengthening community resilience.

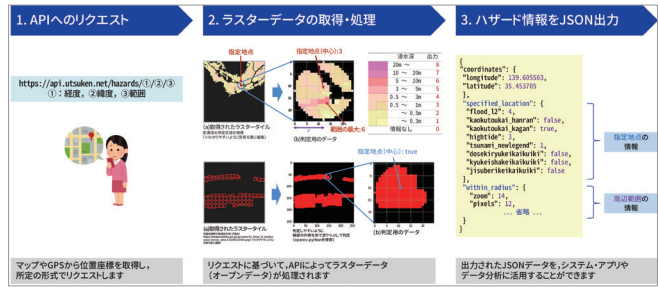


図1(Fig.1)



図2(Fig.2)

人の特性に基づいたメディア活用に関する研究

Media Use Based on Human Factors

教授 柴田 隆史 Prof. Takashi Shibata

researchmap <https://researchmap.jp/read0113028>
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/6316/> tshibata@tokai.ac.jp



人間工学
Ergonomics

視覚
Vision

立体映像
Stereoscopic images

柴田研究室では、見やすいコンテンツのデザインや、疲労や負担が生じにくいインタフェース設計、メディア活用の効果について、人間工学の視点から研究を進めています。研究室内での評価実験に加え、学校での授業実践や文化財関連のフィールドワークを通じて、快適で機能的なメディア環境の構築を目指しています。

立体映像の見やすさと快適性に関する研究では、VRやMRなどの立体映像を対象に、奥行き表現の優位性や機能性の向上を図るとともに、観察者の視覚疲労を軽減する手法について研究しています。ヘッドマウントディスプレイ(HMD)を含む多くの3Dディスプレイには輻湊調節問題があるため、適切なコンテンツデザインや呈示方法の最適化が求められます。生体計測や主観評価を用いて、立体映像を快適に視聴し、使用目的を達成する条件や方法を検討しています。また、学校教育での立体映像やAR/VR/MRの活用についても研究を進めています(図1)。

デジタル機器使用における健康支援に関する研究では、特に子どもの学習端末利用に着目し、健康に配慮したデジタル機器の使い方について研究しています。視覚疲労の一因となる、短い視距離での長時間の画面注視に対して、デジタル機器使用時の視距離や姿勢を測定し、改善を促すシステムの研究開発に取り組んでいます(図2)。

Shibata Laboratory conducts research from an ergonomic perspective on the design of visually comfortable content, the development of interfaces that reduce fatigue and strain, and the effective use of media. Our goal is to create comfortable and functional media environments through laboratory-based experiments, classroom practices in educational settings, and fieldwork related to cultural heritage.

With regard to the visual comfort of stereoscopic images, including VR and MR, we investigate methods for enhancing the benefits of depth representation and functionality while reducing visual fatigue in users. Many 3D display systems, including head-mounted displays (HMDs), suffer from the vergence-accommodation conflict, making optimized content design and presentation strategies essential. By combining biometric measurements with subjective evaluations, we examine the conditions and methods that enable comfortable stereoscopic viewing while fulfilling the intended purposes. In addition, we conduct research on the application of stereoscopic images and AR/VR/MR technologies in school education (Fig. 1).

In our research on health support related to digital device use, we place particular emphasis on children's use of digital devices for learning. To address prolonged screen viewing at short viewing distances—a well-known contributor to visual fatigue—we are developing systems that monitor viewing distance and posture during device use and encourage improvements in viewing behavior (Fig. 2).

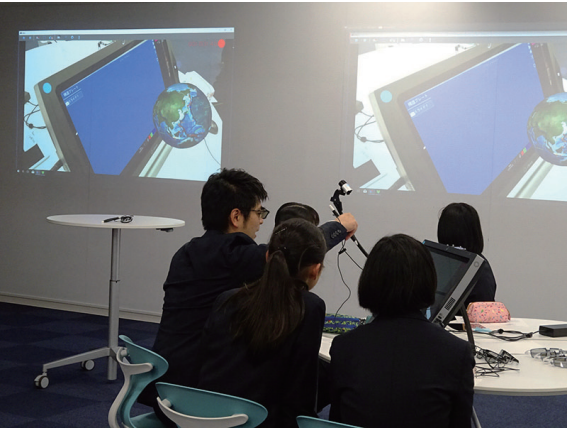


図1(Fig.1) AR/VRシステムを用いた学習

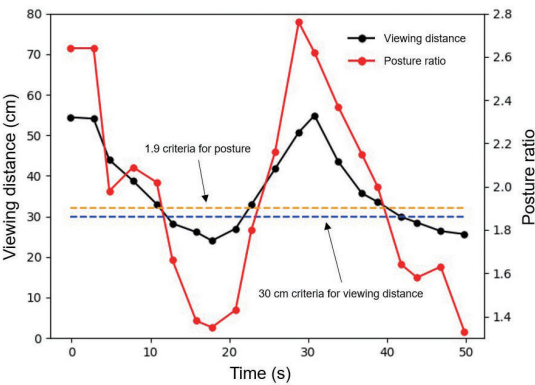


図2(Fig.2) デジタル機器使用時の視距離と姿勢の測定

情報社会における問題に関わる研究

情報社会における問題に対する人々の意識や態度の解明

Research on issues in the information society

Clarification of people's awareness and attitudes toward issues in the information society

教授 丸山 有紀子 Prof. Yukiko Maruyama

[researchmap](https://researchmap.jp/maruyuki) <https://researchmap.jp/maruyuki>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2855/> maruyama@tokai.ac.jp



情報社会
Information society

情報メディア
Information media

情報教育
Information education

丸山研究室では、情報システムが人や社会にどのような影響を与えているかを研究しています。SNSに代表される情報メディアやAIなどの技術の活用は、社会生活に利便性をもたらす一方で、様々な問題や議論を引き起こし、人々の間に格差や分断をもたらす可能性も指摘されています。さらに、こうした技術に対して危険や不安を感じる人もいます。

このような社会において、個人には新しい技術がもたらす問題を社会全体の課題として理解し、適切に対処しようとする態度が期待されます。具体的には、技術に関する適切な知識を持ち、利点や危険性を評価し、個人や社会への影響を判断する能力が求められます。しかし、そのために必要な具体的な知識やスキルについては、まだ十分に検討されていません。

丸山研究室では、情報メディアやAIが広く活用される社会において、人々の意識や態度を調査・分析・考察しています。

研究テーマの例

- 1)情報摂取行動に対する意識・態度に関する研究
- 2)小学生の家庭におけるプログラミング学習に対する保護者の態度・意識に関する研究
- 3)AIに関する議論へのユーザー参加意向に関する研究

具体的な内容

- 1)大量の情報があふれる社会では、主体的かつ自律的に情報をバランスよく摂取しようとする意識や態度が重要です。しかし、自身の情報環境を理解しコントロールすることは難しく、支援が望まれます。人々の情報摂取に対する意識や態度を明らかにし、情報接触態度に基づいて類型化することで、各集団の特徴を把握し、効率的な支援が可能になると考えられます。
- 2)2020年度に小学校でプログラミング教育が導入され、家庭での学習も期待されています。小学生の家庭でのプログラミング学習に関与する保護者の行動と態度を調査し、プログラミング教育への期待と家庭での関与態度が行動に与える影響を明らかにすることで、教育の円滑な推進に役立つ知見が得られると考えられます。
- 3)AIの開発や導入に関する議論には、一般市民の参加が不可欠とされています。しかし、一般市民の議論への参加態度に関する研究は少なく、その解明は非常に意義深いと考えられます。

Maruyama Laboratory conducts research on how information systems affect individuals and society. The use of technologies such as information media, represented by social networking services (SNS), and artificial intelligence (AI) brings convenience to social life, but it also raises various issues and debates, and may potentially create disparities and divisions among people. Moreover, some individuals feel risks or anxiety regarding these technologies.

In such a society, individuals are expected to understand the problems caused by new technologies as societal issues and to take appropriate actions to address them. Specifically, it is important to have adequate knowledge about technology, evaluate its benefits and risks, and assess its impact on individuals and society. However, the specific knowledge and skills required for this are not yet fully established.

At Maruyama Laboratory, we focus on investigating, analyzing, and discussing people's awareness and attitudes in a society where information media and AI are widely utilized.

Research themes include:

- 1)Research on awareness and attitudes toward information consumption behaviors
- 2)Research on parents' attitudes and awareness regarding programming learning at home for elementary school children
- 3)Research on users' willingness to participate in discussions about AI

Specific research topics are as follows:

- 1)In a society overflowing with information, it is important to have an awareness and attitude aimed at actively and autonomously consuming information in a balanced manner. However, understanding and controlling one's information environment is difficult, and support is needed. By clarifying people's awareness and attitudes toward information consumption and categorizing groups based on their information engagement, it becomes possible to identify the characteristics of each group and provide more effective support.
- 2)Programming education was introduced in elementary schools in 2020, and home-based learning is also expected. By investigating the behavior and attitudes of parents involved in their children's programming learning at home, and clarifying how their expectations for programming education and attitudes toward involvement influence their actions, we can gain insights that facilitate smooth implementation of programming education.
- 3)Public participation is considered essential in discussions regarding the development and implementation of AI. However, research on the attitudes of the general public toward participation in such discussions is limited, and clarifying this is considered highly meaningful.

知的制御による非線形システムの解析と設計

Analysis and Design of Nonlinear Systems Using Intelligent Control

教授 谷口 唯成 Prof. Tadanari Taniguchi

[researchmap](https://researchmap.jp/tdtaniguchi/) <https://researchmap.jp/tdtaniguchi/>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3045/> taniguchi@tokai.ac.jp



知的制御
Intelligent control

非線形システム
Nonlinear system

モデリング
Modeling

身の回りのほとんどの現象は重ね合わせの原理が使える線形システムではなく、複雑性を有する非線形システムとして考えることができます。一般的に非線形システムは数学的な解析が困難です。またシステムの解析、設計手法は専用の手法を適用することが多く、非線形システム全般に適用できる汎用的な手法は多くはありません。

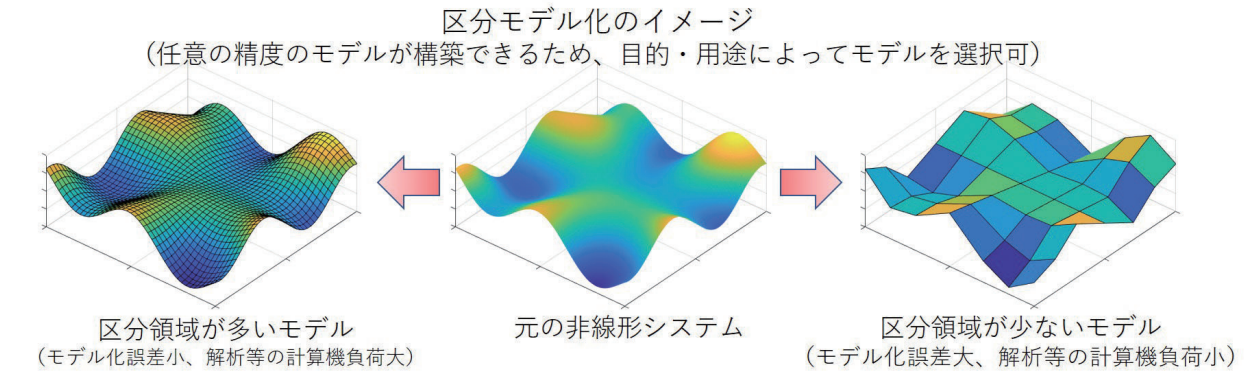
私たちは非線形システムのモデル化手法として、矩形の非線形モデルをタイル状につなぎ合わせてモデルを構築する区分モデルを提案しています。このモデルは区分モデルの大きさ、個数を変更することで、モデル化誤差を任意に調整可能という特徴を持っています。また連続時間事象、離散時間事象の非線形モデルに対して、制御系の安定解析や設計系設計を実現しています。

本研究では、非線形システムの一般的な設計・解析手法の確立を目指し、区分モデルを用いた制御系設計、解析、システム同定手法を研究しています。設計・解析手法としては、従来の非線形システム解析手法に加えて、機械学習を適用し、多変数の最適化問題に対する解法の提案を目指しています。さらに研究成果を社会に還元することを念頭に提案手法の実応用への適用を図っていきます。

Most phenomena around us can be considered complex nonlinear systems rather than linear systems based on the superposition principle. Generally, nonlinear systems are difficult to analyze mathematically. Furthermore, system analysis and design methods often require specialized techniques, and there are few generalized methods applicable to nonlinear systems.

We proposed a piecewise system that constructs a model by connecting rectangular regions in a tiled arrangement. This system offers the flexibility to adjust modeling errors by arbitrarily changing the size and number of piecewise regions. We derived stability and stabilizing conditions for continuous-time and discrete-time piecewise systems.

We are researching control system design, analysis, and system identification techniques for nonlinear systems using piecewise models, with the goal of establishing design and analysis methods for general nonlinear control systems. Regarding design and analysis methodologies, we aim to propose solutions for multivariable optimization problems by applying machine learning in addition to conventional nonlinear system analysis techniques. Furthermore, our efforts extend to optimizing these modeling techniques and their practical applications aim at contributing valuable insights to society.



ソフトコンピューティングを用いた知的情報処理

知的情報処理に関するアルゴリズムの開発とその応用

Intelligent Information Processing Using Soft Computing

Development and Application of Algorithms for Intelligent Information Processing

教授 佐松 崇史 Prof. Takashi Samatsu

[researchmap](https://researchmap.jp/read0053017/) <https://researchmap.jp/read0053017/>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2467/> samatsu@tokai.ac.jp



ウェーブレットネットワーク
Wavelet network

ファジィ検索システム
Fuzzy search system

光波マイクロホン
Optical wave microphone

佐松研究室ではソフトコンピューティング技術を用いた直感的で人に優しい知的情報処理アルゴリズムの開発とその応用を行っています。ソフトコンピューティングとは、人間や自然界の処理を参考に考案された曖昧さを扱う手法のことで、人を含む複雑系システムの解析を得意とします。昨今の人工知能はニューラルネットワークを用いたものが多く非常に高性能ではありますが、多くの学習データが必要であるといった問題や、システム内部の状況が分かりづらいなどの問題があります。研究分野は、それらを解決するために、1)基底関数ネットワークの開発、またそれらの応用として、2)検索システムの開発、3)光波マイクロホンの実用化に注目しています。

1)独自開発のウェーブレット関数を基底とする基底関数ネットワークを開発し、級数展開など数学的な要素を取り入れることによって、高い汎化能力を獲得しています。

2)ファジィ理論をもとに曖昧語検索が可能な自動車購入支援システムを開発しています。"丸い"や"小さい"などの言葉に加え、"かわいい"などの形容表現にも対応する研究を行っています。

3)レーザなどの光で音を計測する光波マイクロホンの開発および性能向上を行っています。

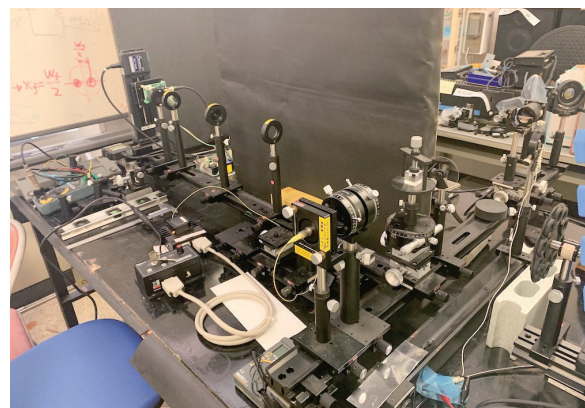
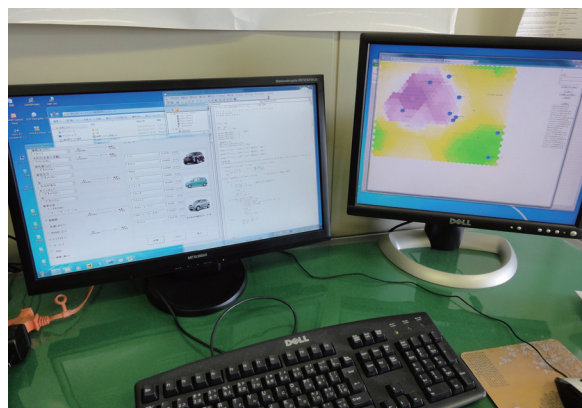
SN比改善のために、受光部のチップ開発と、独自の手法を含む様々な知的情報処理を組み込むことで実用化を目指しています。

Samatsu Labo. studies development and application for human-friendly intelligent information processing algorithms using soft computing technologies. Soft computing is a methodology for handling ambiguity inspired by human cognition and natural processes; it excels at analyzing complex systems, including those involving humans. While contemporary AI—largely dominated by neural networks—is highly capable, it faces challenges such as the requirement for massive datasets and the "black box" problem (lack of interpretability). To address these issues, our research focuses on the following three pillars:

1) Development of Basis Function Networks: We have developed a proprietary Basis Function Network using wavelet functions. By integrating mathematical elements such as series expansion, we have achieved high generalization capabilities.

2) Development of Search Systems: Based on fuzzy theory, we are developing a car-purchase support system capable of "ambiguous word" searches. Our research enables the system to handle not only physical descriptors like "round" or "small" but also subjective adjectives such as "cute."

3) Practical Application of Optical Wave Microphones: We are working on the development and performance enhancement of optical wave microphones that measure sound using laser light. To improve the Signal-to-Noise (SN) ratio, we aim for practical implementation by developing dedicated receiver chips and integrating various intelligent information processing techniques, including our own unique methods.



緊急音声放送のバリアフリー化

Creating barrier-free emergency PA announcements

教授 程島 奈緒 Prof. Nao Hodoshima

[researchmap](https://researchmap.jp/read0203930/) <https://researchmap.jp/read0203930/>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3445/> hodoshima@tokai.ac.jp



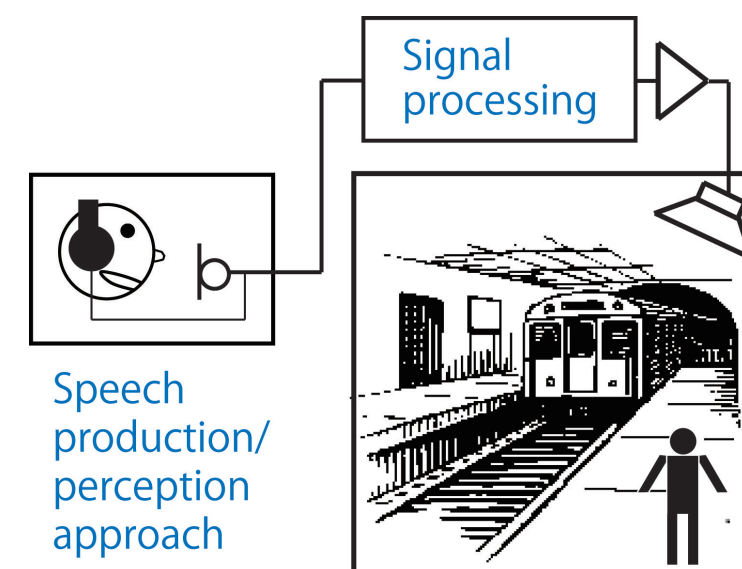
音響
Acoustics

音声知覚・生成
Speech perception/production

信号処理
Signal processing

人に優しい音声技術や、音声コミュニケーション支援を目指した研究をしています。主な研究は、緊急放送のバリアフリー化です。駅や空港などの広い屋内空間では雑音や残響過多により音声案内が不明瞭で、特に高齢者・聴覚障がい者・非母語話者には聞きとり辛い環境です。災害などが発生した際、音声情報は文字情報より更新が早いという特徴があり、また建築的・電気音響的な手法は導入・改修のコストがかかります。そこで音声による緊急放送を、「信号処理による手法」と「人の発話と聴覚の相互作用を応用した方法」により明瞭化し、より多くの利用者に適切な情報伝達を目指します。これまでシミュレーション空間とホールでの心理実験より、提案法により若年者・高齢者・非母語話者に対する音声明瞭度を改善しています。

Our mission is to provide user-friendly speech technologies and to improve speech communication. One of our major areas of research includes creating the technology to provide barrier-free public address (PA) announcements during an emergency. Speech intelligibility is generally poor in large indoor public spaces (e.g., train stations or airports) due to environmental noise and reverberation, and this is especially true for older adults, people with hearing-impairments, and nonnative listeners. We aim to make emergency PA announcements more intelligible so that users can receive appropriate evacuation information even in indoor public spaces. For this purpose, we have adopted approaches based on signal processing and speech production/perception. We have demonstrated using listening tests in simulated environments and halls that our methods improve speech intelligibility for young and old individuals, as well as nonnative listeners.



ストリーム暗号の 安全性評価に関する研究

暗号アルゴリズムの安全性評価の自動化

Security Evaluation for Stream Ciphers

Automatic Security Analysis for Cryptographic Algorithm

教授 大東 俊博 Prof. Toshihiro Ohigashi

[researchmap https://researchmap.jp/ohigashi/?lang=japanese](https://researchmap.jp/ohigashi/?lang=japanese)
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4003/> ohigashi@tokai.ac.jp



情報セキュリティ
Information Security

共通鍵暗号
Symmetric Cipher

暗号解析
Cryptanalysis

情報セキュリティの基礎となる暗号技術は学会等の公開の場で提案され、世界中の暗号研究者による厳しい安全性評価(解読法の検討)を受けて一定の信頼を得ます。したがって、暗号解読の研究は重要な研究の一つと言えます。

本研究室ではストリーム暗号の安全性評価に関して研究をしています。過去、無線LAN用の暗号化方式であるWEPに対する新しい解読法を考案し、WEPが従来信じられていた安全性より格段に弱いことを示しました。さらに、インターネット用の暗号化プロトコルであるSSL/TLSにおいてRC4暗号という方式を使った場合に解読可能であることを世界で初めて発見しました。現在は、ストリーム暗号の安全性について統計的な方法を用いて自動的に評価する方法の確立について取り組んでいます。

Stream cipher is a class of symmetric-key cryptography, which uses the same key for encryption and decryption, and it provides confidentiality and integrity to data or network. We have evaluated the security of stream ciphers, e.g. RC4 stream cipher. In our research results, we found the key recovery attack for RC4 on Wired Equivalent Privacy (WEP), the falsification attack on WPA-TKIP, and the plaintext recovery attack for RC4 on SSL/TLS. Recently, we challenge about the automatic evaluation technique for stream cipher by using statistical method.

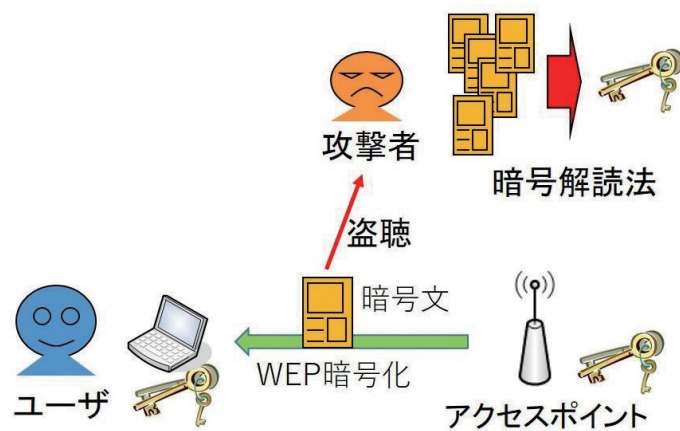


Fig 1: Attack model for WEP

Results

Plaintext recovery attack using Known Partial Plaintext Bytes

- Given **consecutive 6 bytes** of a target plaintext and 2^{34} ciphertexts with different keys, **consecutive 1 petabytes** of the plaintext are recovered with probability of **more than 0.6**



Guess-and-Determine Plaintext Recovery Attack

- Not Require any previous knowledge of a plaintext
- Given 2^{35} ciphertexts with different keys, **any** position of the plaintext byte is recovered with probability of close to **one**



Fig 2: Attack for TLS

空間光通信・水中光通信に関する研究

揺らぎを受ける光送受の安定化

Free-space optical communications, underwater optical communications

Stabilization of Optical Transmission and Reception under Refractive Index Fluctuations

教授 高山 佳久 Prof. Yoshihisa Takayama

[researchmap https://researchmap.jp/kjw-000-7469](https://researchmap.jp/kjw-000-7469)
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4002/> Yoshihisa.takayama@tokai.ac.jp



大気
Atmosphere

水中
Underwater

光通信
Optical communications

本研究室では、光の空間伝搬を利用する通信技術である空間光通信の研究に取り組んでいます。空間光通信は、宇宙、空中、地上を接続する通信の大容量化を促進する技術の一つとして注目されています。

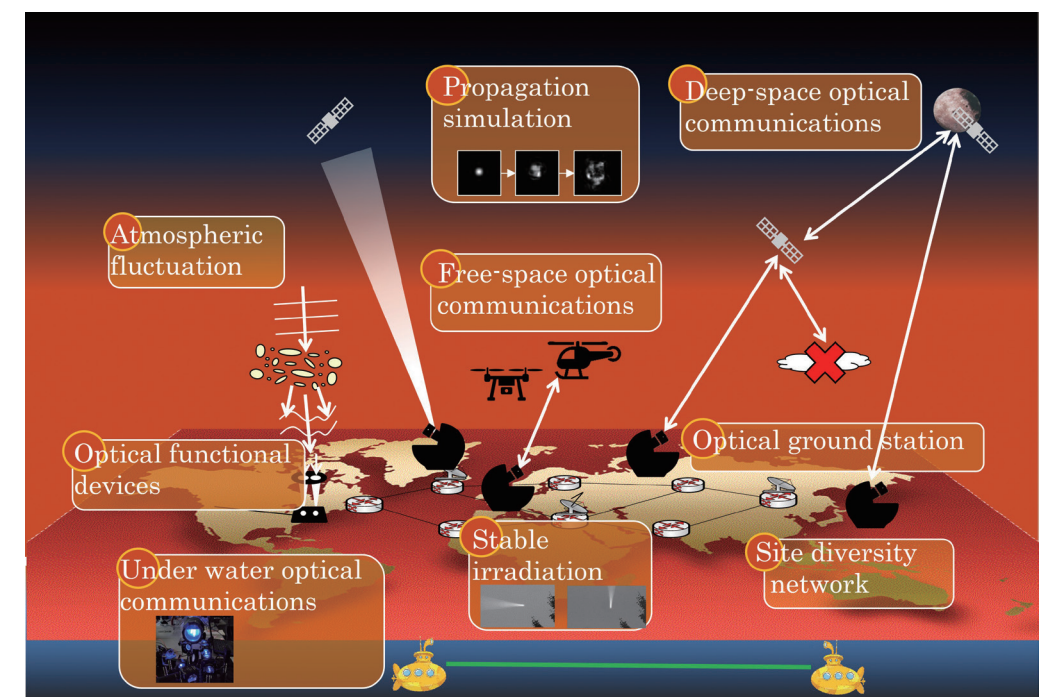
空間光通信の実施において解決すべき課題の一つとして、伝搬光が被る大気揺らぎの影響が挙げられます。大気揺らぎが作用すると、受信されたデータの誤りの増加や通信回線の遮断が起こります。そこで本研究室では、大気揺らぎの影響を低減し、安定した通信回線を形成するための研究として、大気揺らぎの計測、揺らぎ場を伝搬した光のシミュレーション、揺らぎの影響を低減する光伝送技術および受光技術の提案や評価を行っています。

研究は、屋内での活動に加えて屋外での実験も積極的に行っています。また水中での光通信にもこの技術を適用し、水中や海中の無線通信を高速化する研究へも参画しています。

Our laboratory is engaged in research on Free-Space Optical Communication (FSO) that is a communication technology utilizing the spatial propagation of light. FSO is gaining attention as one of key technologies for enabling broadband communication links to connect space, air, and ground.

One of the major challenges to be addressed in implementing FSO is the influences of atmospheric turbulence on the propagating light. When atmospheric turbulence occurs, errors in data reception are increased and even disruption of the communication links occurs. To address this issue, our research focuses on measuring atmospheric turbulence, simulating light propagation through turbulent environments, and proposing and evaluating optical transmission and reception techniques that mitigate these effects to ensure stable communications.

In addition to indoor activities, we conduct outdoor field tests to validate our findings under the real conditions. Furthermore, we are extending the application of this technology to underwater optical communications to contribute to the development of broadband wireless communications in underwater environments.



ディープラーニングを活用した 果樹栽培における匠技術の見える化

Visualization of Artisanal Techniques in Fruit Cultivation Using Deep Learning

教授 森田 直樹 Prof. Naoki Morita

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3191/> morita@tokai.ac.jp



AI
AI

農業支援
Agricultural support

地域支援
Community support

私の研究室では、農作物の栽培において熟達者の持つ知識と経験をディープラーニングを活用して「見える化」することに挑戦しています。

AI技術を農業の分野に活用する試み、たとえば、耕運機を自動運転する、ドローンで虫食いの葉を探しピンポイントで農薬を散布するなど、は盛んにおこなわれています。これらを実現するためには、制御の核となる人工知能技術の開発が求められます。

本研究室では、(1)ブドウの枝を認識し「剪定する」作業を支援する、(2)ぶどうの粒を認識し粒を間引く「摘粒」を支援する、(3)収穫量を予測する、ためのAIを開発しています。

これらの取り組みは、日本の農業への新規就農の促進と、地域全体の収量・品質の安定に大いに貢献しています。

In my laboratory, we are trying to "visualize" the knowledge and experience of experts in crop cultivation using deep learning.

There are many attempts to use AI technology in the field of agriculture, for example, automatic operation of a tiller, or pinpointing insect-eaten leaves and spraying pesticides with a drone.

We are developing AI for (1) recognizing grape branches and assisting in pruning, (2) recognizing grape grains and assisting in thinning, and (3) predicting the yield of grapes.

These efforts are contributing greatly to the promotion of new farmers to Japanese agriculture and the stabilization of yields and quality throughout the region.



マルウェア感染対策としての ルータ新陳代謝の研究

検知困難なマルウェアをルータから除去

Research on router metabolism against malware infection

Removing hard-to-detect malware programs from routers

教授 村山 純一 Prof. Junichi Murayama

[researchmap https://researchmap.jp/Junichi_MURAYAMA](https://researchmap.jp/Junichi_MURAYAMA)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3816/> murayama@tokai.ac.jp



ルータ
Router

新陳代謝
Metabolism

セキュリティ
Security

現在、マルウェアを利用したサイバー攻撃が多発しています。プロバイダのルータが標的にされるとフィッシング詐欺が多発するため、その対策は特に重要です。基本対策は、様々な手段で、ルータに感染したマルウェアを検知し、これを駆除することです。しかし、マルウェアの潜伏技術が進展し、感染検知が徐々に困難化しています。そこで、村山研究室では、マルウェア潜伏の有無に関わらず、ルータのソフトウェアを定期的に初期化する技術について研究しています。

この技術では、ルータ本体がシステム上で、ソフトウェア化された仮想ルータを定期的に生成します。この仮想ルータは、しばらくの間、IPパケットの転送を行います。ルータ本体は、一定時間が経過すると、仮想ルータをシステムから強制的に消去します。このタイミングで、仮想ルータに潜伏するマルウェアも仮想ルータと一緒に消去されます。この後、新たに生成された仮想ルータがIPパケットを転送します。このような仮想ルータの持続的な新陳代謝により、マルウェア感染時の被害軽減が期待できます。

ここで、ルータ本体が、絶え間なくIPパケットを転送できるよう、2系統の仮想ルータを組み合わせます。すなわち、一方の仮想ルータが動作停止する際には、もう一方の仮想ルータが代わりにパケット転送を行います。

現在、このようなアイデアを具現化するために、動作方式の設計・実装・評価などに取り組んでいます。

Currently, cyber-attacks using malware are becoming more prevalent. If network routers are targeted, phishing scams will occur more frequently. Thus, countermeasure at routers is particularly important. A basic countermeasure is to detect and remove malware that has infected routers, by using various ways. However, advances in malware hiding techniques are making infection detection increasingly difficult. Therefore, the Murayama Laboratory is researching technology that periodically initializes router software, regardless of whether malware is present.

In this technology, the router itself periodically generates a software-implemented virtual router on the system. This virtual router forwards IP packets for a while. After a certain period has passed, the router itself forcibly deletes the virtual router from the system. Here, any malware hiding in the virtual router is also deleted along with it. Then, the newly generated virtual router begins to forward IP packets. This continuous renewal of virtual routers is expected to reduce the damage caused by malware infection.

To ensure that the router itself can continuously forward IP packets without interruption, two virtual routers are combined. In other words, if one virtual router stops operating, the other virtual router will forward packets instead.

For realizing this idea, we are currently designing, implementing, and evaluating the proposed scheme.

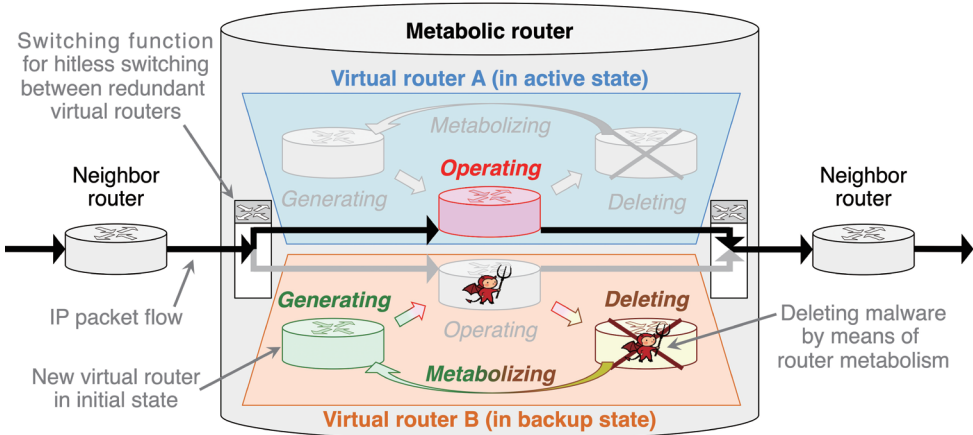


Fig.1 Overview of our metabolic router architecture

情報理論と 情報セキュリティに関する研究

情報理論や誤り訂正符号理論をセキュリティに応用

Research on Information Theory and Information Security

Applying information theory and error-correcting code theory to security

教授 山本 宙 Prof. Hiroshi Yamamoto

[researchmap https://researchmap.jp/read0046504](https://researchmap.jp/read0046504)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2624/> hiroshi@tokai.ac.jp



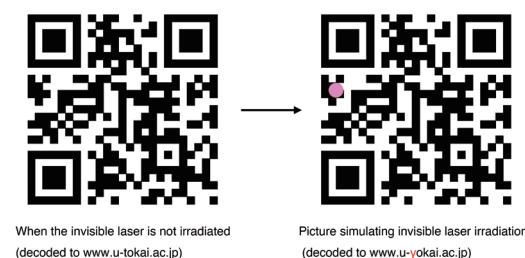
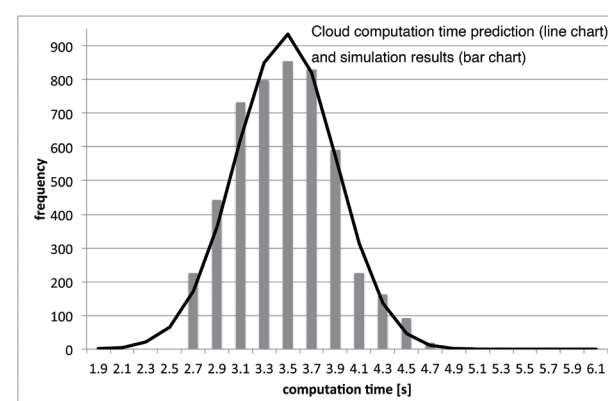
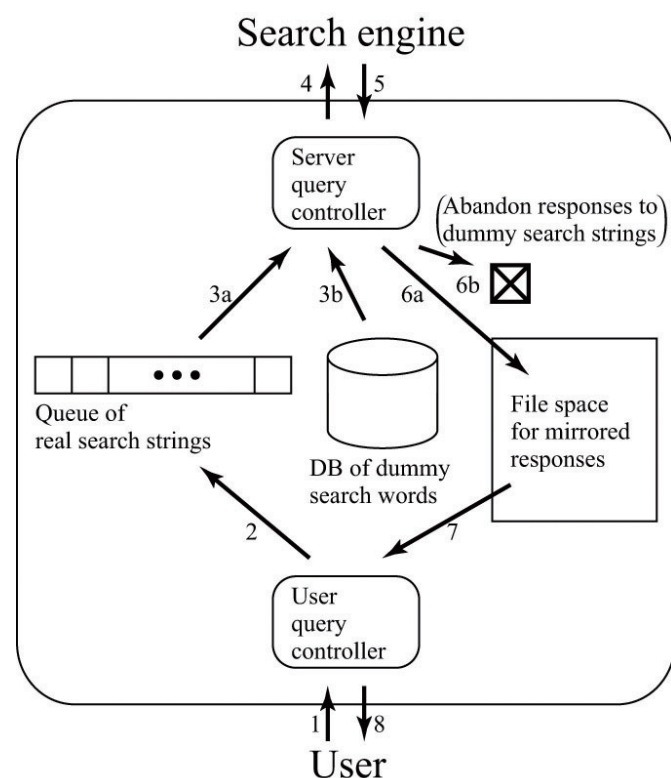
情報理論
Information Theory

符号理論
Coding Theory

情報セキュリティ
Information Security

山本研究室では、情報社会を支える基盤技術である「情報理論」「符号理論」「情報セキュリティ」を中心に研究を進めています。具体的には、ウェブ検索時に検索エンジンへ漏洩する個人情報量を理論的に評価し、その低減手法を提案することで、より安全な検索環境の実現を目指しています。また、クラウドコンピューティング環境における計算モデルを構築することで処理時間の予測を行う手法の研究を通じ、効率的な計算資源の活用と利用者の利便性の向上を追求しています。さらに、誤り訂正符号の特性を応用し、偽装QRコードの生成・検出技術や対策法を開発することで、社会インフラとしてのQRコード利用における安全性強化にも取り組んでいます。これらの研究を通じ、安心かつ信頼性の高いデジタル社会の実現に貢献します。

Yamamoto Laboratory focuses its research on "information theory," "coding theory," and "information security" — the foundational technologies underpinning the information society. Specifically, we aim to realize a safer search environment by theoretically evaluating the amount of personal information leaked to search engines during web searches and proposing methods to reduce it. Furthermore, we pursue efficient utilization of computational resources and enhanced user convenience through research on methods for predicting processing times by constructing computational models in cloud computing environments. Additionally, by applying the characteristics of error-correcting codes, we develop technologies for generating and detecting spoofed QR codes, along with countermeasures, thereby working to strengthen the security of QR code usage as a social infrastructure. Through these research efforts, we contribute to the realization of a secure and highly reliable digital society.



機械学習を用いた 予知保全と生産性向上

揺らぎを受ける光送受の安定化

Predictive maintenance and productivity improvement using machine learning

Predictive maintenance and productivity improvement using machine learning

教授 今村 誠 Prof. Makoto Imamura

[researchmap https://researchmap.jp/mimamura](https://researchmap.jp/mimamura)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4102/> mimamura@tokai.ac.jp



機械学習
Machine learning

IoT
IoT

シミュレーション
Simulation

IoT (Internet of Things)の普及に伴い、スマートフォン、電化製品、自動車、家、さらには、工場にいたるあらゆるモノに組み込まれたセンサーからデータを取得し、モニタリング、故障診断、省エネ、生産性向上、品質改善、そして、マーケティングに活用できるようになってきました。このような背景のもと、機械学習とシミュレーションを用いて現実世界のレプリカをサイバー空間に作成することにより、現実世界の運転や保守を最適化するサイバーフィジカルシステムを実現するための機械学習を研究しています。

As the Internet of Things (IoT) has been emerging and growing, sensor big data that is streamed from various kinds of things such as industrial facilities, homes, automobiles, electric appliances or smart phones can be available for monitoring, diagnosis, energy-saving, productivity improvement, quality management and marketing. We have been studying machine learning technology in order to optimize the operation and maintenance of physical systems by creating a digital replica of them with machine learning and digital simulation.

■ 機器・設備の予知保全とシステム健康管理

- ・異常検知、故障診断、寿命予測
- ・時系列データマイニング、グラフィカルモデル

■ Prognostics and system health management

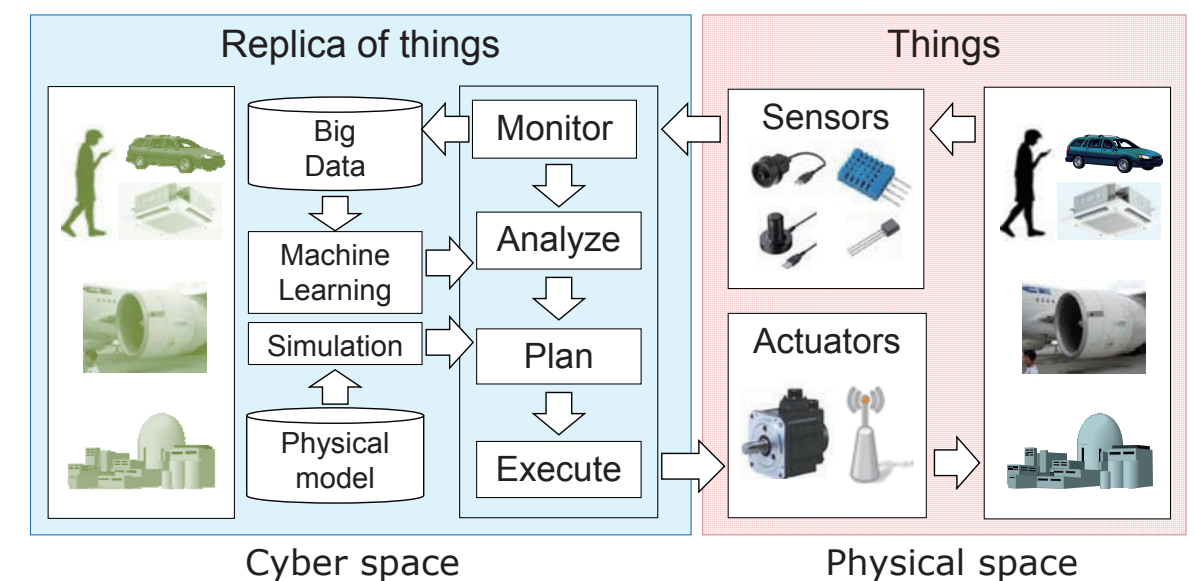
- ・Anomaly detection, Fault diagnosis, Prognostics
- ・Time series datamining, Graphical modeling

■ 人間行動解析

- ・センサーデータ処理(加速度、音、画像など)
- ・信号解析、モチーフ発見、セグメンテーション

■ Human action analysis

- ・Sensor data processing (Acceleration, sound, etc.)
- ・Signal analysis, Motif discovery, Segmentation



ニューロンCMOS×ミニマルファブで拓く 省素子IC設計基盤技術と人材育成連携

迅速なIC試作エコシステムを核に半導体技術の強化へ

Neuron CMOS and Minimal Fab Collaboration for MinimalDevice IC Design Platform Technology
Advancing Semiconductor Technology via a Short-Turnaround and Iterative IC Prototyping Ecosystem

教授 福原 雅朗 Prof. Masaaki Fukuhara

[researchmap](#) <https://researchmap.jp/fukuharamasaaki>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3268/> fukuhara@tokai.ac.jp



安全・安心で高品質な 製品・サービスを実現する

品質管理を通じて医療・災害・地域課題を解決

Realizing Safe, Secure, and High-Quality Products and Services
Addressing challenges in healthcare, disaster response, and regional communities through quality management

教授 金子 雅明 Prof. Masaaki Kaneko

[researchmap](#) <https://researchmap.jp/read0136329>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3909/> mkaneko@tokai.ac.jp



ニューロンCMOS Neuron CMOS	ミニマルファブ Minimal Fab	半導体集積回路 Semiconductor Integrated Circuits
--------------------------	------------------------	--

福原研究室では、これまでに培ってきたニューロンCMOS回路設計技術を核に、ミニマルファブというIC製造技術を組み合わせ、実機試作を短サイクルで回すIC開発エコシステムの創出をめざしています。シミュレーションに加え実測データに基づく設計指針を整備し、脳型コンピュータなど高機能ICを実現するとともに、各回路の性能・安定性・再現性を向上します。

ニューロンCMOSは、一般的なCMOSにキャパシタを付加した構造のICデバイスで、ニューロンの数理モデルに対応する多入力荷重和としきい動作を単体素子で実現します。省素子・高機能かつ微細化に依存しにくい特性を持つ一方、フローティングゲート(FG)の不要電荷や寸法ばらつきが挙動に影響し、シミュレーションのみでは検証が不十分という課題があります。

ミニマルファブは、メガファブで数ヶ月を要するICを数日規模の短TATで試作できるIC製造環境です。微細化には制約が残るものの、上記特性を持つニューロンCMOSとの親和性は高いため、これらの技術を融合することで、実測データを迅速に再設計へ反映する反復により課題検証を加速できます。

本研究では、基本から応用まで多様な回路を題材として、回路設計—レイアウト設計—IC試作—計測—再設計を一気通貫で実践できるIC開発エコシステムを確立します。また、オンライン教育講座、IP/PDK/環境構築マニュアルなどの教育コンテンツを整備し、半導体分野の人材基盤の強化と産業の活性化に寄与します。

At Fukuhara Laboratory, building on our Neuron CMOS circuit design specialization and combining it with Minimal Fab manufacturing, we are creating a short-cycle, hardware-driven IC development ecosystem. Beyond simulation, we develop new IC design guidelines derived from measured silicon data, advancing high-function ICs such as neuromorphic computing and improving each circuit's performance, stability, and reproducibility.

Neuron CMOS is an IC device that adds multiple capacitors to standard CMOS, allowing a single device to perform multi-input weighted-sum and threshold operations based on a mathematical model of neurons. It delivers high functionality with a low device count and is relatively insensitive to process scaling. At the same time, floating-gate charge and dimensional variations can influence the circuit behavior, which makes simulation alone insufficient; repeatable on-silicon validation is therefore essential to obtain reliable design guidance.

Minimal Fab is an IC manufacturing environment that enables short-turnaround prototyping in days rather than in the months typically required in mega-fabs. While there are current constraints on device miniaturization, this pairs well with Neuron CMOS, whose functionality is comparatively insensitive to scaling. By rapidly feeding measured silicon data back into redesign, we can accelerate iterative problem-solving, tightening the loop from fabrication to on-wafer measurement to revised layouts and improving the overall efficiency of the development cycle.

We aim to establish an end-to-end IC development ecosystem that spans circuit design, layout, IC prototyping, on-wafer measurement, and redesign across both basic and applied circuits. In parallel, we will curate practical educational assets, including online courses, IP libraries, PDK extensions, and environment-setup manuals, so learners can move from theory to measured silicon without barriers. Through this integrated approach, we aim to strengthen the talent pipeline and help energize the broader semiconductor ecosystem by linking research outcomes with hands-on capability building and continuous improvement.

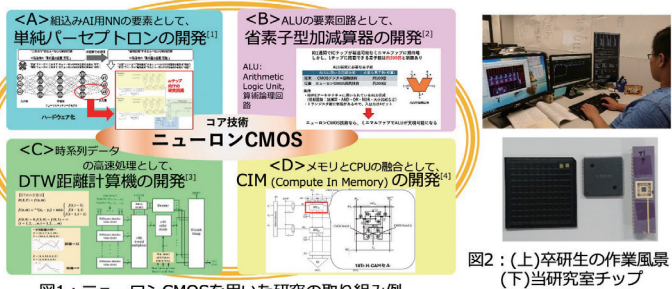


図1：ニューロンCMOSを用いた研究の取り組み例

図2：(上)卒研生の作業風景
(下)当研究室チップ

[1] 梶原雅明, 梶原雅明, 梶原雅明, “ニューロンCMOSによる脳型回路の高速化に関する検討”, ISLS2024のワークショップ, 東京大学, 2024年5月.
[2] M. Fukuhara, M. Fukuhara, et al., “Analysis of a Neuron-CMOS-Based Full Adder with Floating-Gate Calibration Circuit”, Proceedings of ISLIS 2024, pp. 129-136, Aug. 2024.
[3] N. Hatanaka, M. Fukuhara, et al., “A Minimum Value Determination Circuit Using a Neuron CMOS with FG Circuit”, Proceedings of ISLIS 2024, pp. 380-384, Dec. 2024.
[4] M. Kaneko, M. Fukuhara, et al., “Enhancing the Reliability of VLSI-ICs Using Compact CMOS Inverters”, Proceedings of ISLIS 2024, pp. 319-322, Dec. 2024.

品質管理 Quality management	医療の質・安全 Healthcare quality & safety	災害レジリエンス Disaster resilience
----------------------------	--	---------------------------------

品質管理・品質経営を基盤に、企業・病院・自治体など現場と共同し、商品・サービスや業務の「室」を可視化して改善する方法論を研究しています。現場調査・インタビューとデータ解析を組み合わせ、実装までつなげる実践型を重視します。

1) 医療の質・安全では、転倒転落や与薬等の医療事故防止に向け、診療業務プロセスの診断・標準化、病院間ベンチマーク、質評価指標(QI)整備に取り組みます。共同研究では医療事故防止に資する病院文書管理の仕組みをシステムに実装し、運用データから改善を進めます。

2) 災害対応では、地震等の大規模災害時に医療サービスを継続するための体制・マニュアル・備蓄運用(診療材料、薬剤、災害食など)を設計・評価します。自治体・基幹病院と訓練や検証を重ね、地域としての災害レジリエンス向上を目指します。

3) 地方自治体分野では、公開財務データや統計を用いた多変量解析・産業構造分析により、財政力評価や企業誘致・観光等の施策立案を支援します。

4) 農業分野では、玉ねぎ・米の栽培管理の標準化(QC工程表等)や、農福連携を踏まえた作業工程・マニュアル設計を通じて、品質・生産性向上と技術伝承を図ります。

5) 品質管理・品質経営研究として、品質不祥事の第三者報告書等を分析し、発生要因(機会・動機/圧力・正当化)や共通要因を整理して再発防止策を検討します。さらに、優秀な店頭販売員の行動プロセスと必要スキルの体系化・評価にも取り組んでいます。

Building on quality management and quality governance, we collaborate with companies, hospitals, and local governments to visualize and improve the “quality” of products, services, and operations. We emphasize practice-oriented research that connects fieldwork and interviews with data analysis and leads to implementation.

1) In healthcare quality and safety, we work on preventing incidents such as falls and medication-related errors by diagnosing and standardizing clinical workflows, benchmarking across hospitals, and developing quality indicators (QIs). In collaborative projects, we implement document management mechanisms that support incident prevention and drive continuous improvement using operational data.

2) For disaster response, we design and evaluate systems, manuals, and stockpile operations (medical supplies, pharmaceuticals, emergency food, etc.) to sustain healthcare services during large-scale disasters such as earthquakes. Through drills and verification with municipalities and core hospitals, we aim to enhance regional disaster resilience.

3) For local governments, we support policy planning—such as fiscal capacity assessment, business attraction, and tourism—through multivariate analysis and industrial structure analysis using public financial data and statistics.

4) In agriculture, we promote standardization of cultivation management for onions and rice (e.g., QC process charts) and design workflows and manuals that incorporate agricultural-welfare collaboration, improving quality and productivity while facilitating knowledge transfer.

5) As part of our quality management research, we analyze third-party investigation reports on quality misconduct to organize causal factors (opportunity, motive/pressure, rationalization) and examine measures to prevent recurrence. We also study the processes and skills of high-performing retail sales staff and develop frameworks for systematization and evaluation.

情報システムとしての セキュリティ技術の応用研究

安心・安全な社会へ向かって

Application Research of Security Technologies in Information Systems
Towards a Society of Trust and Security

准教授 柿崎 淑郎 Assoc.Prof. Yoshio Kakizaki

[researchmap](https://researchmap.jp/kakizakiyoshio/) <https://researchmap.jp/kakizakiyoshio/>
□ <https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/6324/> ✉ y.kakizaki@tokai.ac.jp



情報セキュリティ
Information Security

サイバーセキュリティ
Cyber Security

情報システム
Information Systems

地方公共団体における情報セキュリティガバナンスと、行政DXにおける「信頼(Trust)」の確立を専門としています。特に、自治体システム標準化やガバメントクラウドへの移行期において、技術と法制度の狭間に生じる新たなリスクの可視化に取り組んでいます。

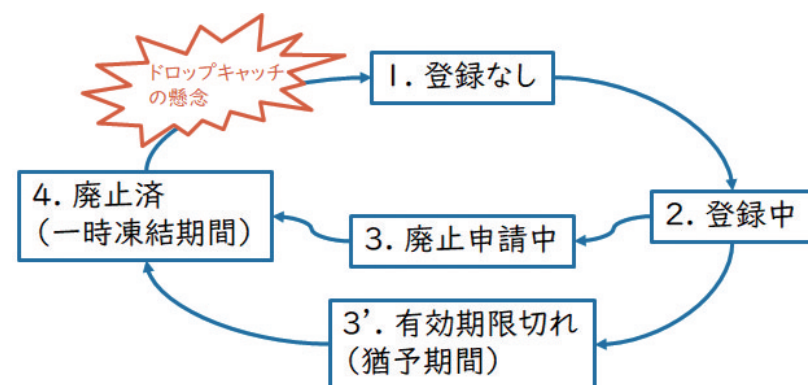
近年の主要な研究テーマは、行政サービスの業務委託契約に生じるセキュリティの問題に注力しています。行政サービス終了後のドメイン名が第三者に再登録される「ドロップキャッチ」について、新型コロナワクチン接種予約サイト等の長期追跡調査を通じ、廃止されたドメイン名がフィッシング詐欺等に悪用されるリスクを実証しました。この課題に対し、DNS管理等の技術的対策に加え、業務委託契約における契約不適合責任の追及や、不正競争防止法・消費者契約法の適用可能性など、法的・制度的側面からの具体的解決策を提言しています。

また、国際的な脆弱性報告窓口「security.txt」の普及状況調査や、レガシーシステムに起因するセキュリティポリシール形骸化の実態調査も行っています。机上の空論に陥らないように、自治体へのヒアリングやアンケート調査などのフィールドワークを重視し、現場の実情に即した「安心・安全なデジタル社会」の構築に向けた政策提言を行っています。

My expertise lies in information security governance within local governments and the establishment of "trust" in administrative digital transformation (DX). I focus on identifying and visualizing emerging risks that arise at the intersection of technology and legal frameworks, especially during critical transition periods like municipal system standardization and migration to government cloud services.

My recent research has primarily addressed security issues arising from outsourced administrative service contracts. I have conducted long-term follow-up studies on domain name "drop-catching" through case analyses of COVID-19 vaccination reservation sites. Through these studies, I demonstrated the risk of abandoned domain names being exploited for phishing scams and other malicious activities. In response to this challenge, I have proposed concrete solutions from both technical and institutional perspectives, including DNS management measures as well as legal approaches such as pursuing liability for non-conformity in outsourcing agreements and examining the applicability of the Unfair Competition Prevention Act and the Consumer Contract Law.

Additionally, I have conducted surveys on the adoption status of the international vulnerability reporting standard "security.txt" and investigated the actual state of security policy obsolescence caused by legacy systems. To avoid purely theoretical discussions, I place strong emphasis on fieldwork such as interviews with local government officials and surveys. This enables me to provide policy recommendations that are grounded in real-world operational realities and contribute to building a secure and trustworthy digital society.



エネルギー効率に優れた 知的な無線分散ネットワークの研究

Energy-efficient intelligent distributed wireless networks

准教授 山崎 悟史 Assoc.Prof. Yamazaki Satoshi

[researchmap](https://researchmap.jp/7000002644/) <https://researchmap.jp/7000002644/>
□ <https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/44147/> ✉ s-yamazaki@tokai.ac.jp



無線通信ネットワーク
Wireless communication networks

機械学習
Machine learning

IoT
IoT

当研究室では、CPS、IoTの基盤技術である無線通信ネットワークとそのシステム応用に関する研究開発を進めています。具体的には、多次元領域を活用した無線通信方式（主に物理層に着目）やエネルギー効率に優れた無線ネットワーク（主にメディアアクセス制御とネットワーク層に着目）に関する技術提案を行い、理論解析や計算機シミュレーションを用いて有効性を明らかにしています。さらに、IoTのアプリケーションとしてスマート農業に着目し、実際に就農者ハウス内に構築したIoTネットワークを用いて収集したデータに統計的解析を行い、有益な知識発見を目指しています。今後、AI・機械学習を通信ネットワークの中にも取り込むことによって、CPS、IoTのセキュア化、高機能化を目指しています。具体的に次の4つの視点で研究を進めています。

視点1: データトラフィック増加の「克服」

限られた無線リソースの利用効率を高めつつ、エネルギー消費を究極的に低減可能とする無線通信方式や無線ネットワークプロトコルの提案、創出します。

視点2: IoTから生み出されるデータの「活用」

IoT(Internet of things)ネットワークを用いて取得したデータの統計解析、学習、最適化に基づいた、新たな価値を創出します。

視点3: 無線通信の「セキュア化」を担保

無線通信の高信頼・高セキュア化は(少なくとも有線通信と比べて)困難であり重要課題の一つです。無線環境における不完全性に対する対策が必要となっています。

視点4: AI機械学習を用いた無線通信の高度化

視点2で述べたように、IoTネットワークから収集されたデータに対してAI・機械学習を適用し新たな知識獲得を目指しています。具体的には、連合機械学習の無線通信ネットワーク応用の検討を進めています。

Our laboratory conducts research and development on wireless communication networks and their system applications, which are fundamental technologies for CPS and IoT. Specifically, we propose technologies for wireless communication schemes utilizing multidimensional domains (primarily focusing on the physical layer) and energy-efficient wireless networks (primarily focusing on media access control and the network layer), demonstrating their effectiveness through theoretical analysis and computer simulations. Furthermore, focusing on smart agriculture as an IoT application, we perform statistical analysis on data collected using an IoT network actually constructed inside a farmer's greenhouse, aiming to discover valuable insights. Moving forward, we aim to enhance the security and functionality of CPS and IoT by integrating AI and machine learning into communication networks. To address this challenge, research is being advanced from the following four perspectives:

Perspective 1: "Overcoming" the Increase in Data Traffic

We propose and develop wireless communication methods and protocols that maximize the utilization efficiency of limited wireless resources while enabling the ultimate reduction of energy consumption.

Perspective 2: "Utilizing" Data Generated by IoT

We create new value based on statistical analysis, learning, and optimization of data acquired using IoT (Internet of Things) networks.

Perspective 3: Ensuring the "Security" of Wireless Communications

Achieving high reliability and security in wireless communication (at least compared to wired communication) is challenging and remains a critical issue. Countermeasures against the inherent imperfections of wireless environments are essential.

Perspective 4: Advancing Wireless Communication Using AI and Machine Learning

As mentioned in Perspective 2, we aim to acquire new knowledge by applying AI and machine learning to data collected from IoT networks. Specifically, we are advancing research on applying federated machine learning to wireless communication networks.

消費者の購買行動における「迷い」の検知とマーケティングへの応用

Detection of Consumer "Hesitation" in Purchasing Behavior and Its Application to Marketing

教授 田畑 智章 Prof. Tomoaki Tabata

[researchmap](https://researchmap.jp/tabatatomoaki) <https://researchmap.jp/tabatatomoaki>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3726/> tabata@tokai.ac.jp



- 消費者購買行動

Consumer Purchasing Behavior
- 商品選択問題

Product Choice Problem
- データサイエンス

Data Science

田畑研究室はデータサイエンスのテクニックを主として経営実務へ応用することに注目しています。分野的には小売業のPOS (Point of Sales) を扱うことが多く、消費者の購買要因の特定や購買機会の予測などの研究がよく見られます。しかしながら、Eコマースにおいてはオンラインショップのアクセスログ (クリックストリームデータ) を利用することで、今まで把握することが難しかった購買に至るまでの消費者の心の模様を可視化することが可能になります。

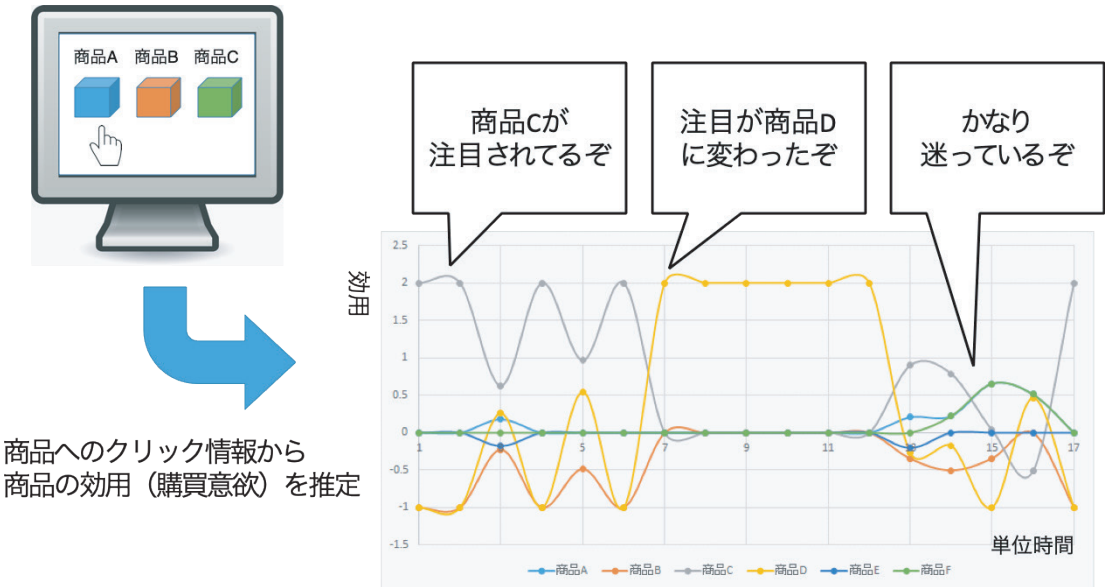
そこで、田畑研究室では主たるテーマとして、POSとアクセスログを掛け合わせて、消費者が最終的に同じ商品を手に入れたとしても、悩みながら買った人、衝動買いしてしまった人など、そこに至るまでのプロセスの違いを明らかにし、「迷い」という新たな視点を使って分析することで、マーケティングに役立てる研究を行っています。

アプローチとしては、統計学やAI (機械学習, 深層学習など)、自然言語処理技術などのオーソドックスなデータサイエンス手法の他、対象をシステムと捉えるモデル化技法 (システム工学) も用います。

Tabata Lab. focuses on applying data science techniques primarily to practical business operations. In terms of research domains, we frequently work with POS (Point of Sales) data from the retail industry, conducting studies such as identifying factors influencing consumer purchases and predicting purchase opportunities. However, in the context of e-commerce, by utilizing access logs (clickstream data) from online shops, it becomes possible to visualize consumers' psychological states during the purchasing process—something that has traditionally been difficult to capture.

Accordingly, the core theme of Tabata Lab. is to combine POS data with access logs to reveal differences in the decision-making processes leading to the purchase of the same product—for example, between consumers who bought after prolonged hesitation and those who made impulse purchases. By analyzing these differences from the novel perspective of "hesitation", we aim to contribute actionable insights to marketing practice.

Our approach incorporates not only standard data science methods such as statistics, artificial intelligence (machine learning and deep learning), and natural language processing, but also modeling techniques from systems engineering that treat the target phenomenon as a system.



電気・電子 コース

Electrical and Electronics Engineering

特殊環境用移動ロボットの機構設計とその制御システム

環境理解と機構の最適化

Mechanical design and control system for mobile robots in particular environments
Environmental Understanding and Mechanism Optimization

教授 稲垣 克彦 Prof. Katsuhiko Inagaki

researchmap <https://researchmap.jp/Ingk>
□ <https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2372/> ✉ inagaki@tokai.ac.jp



ロボット工学
Robotics

特殊環境
Particular environments

機構設計
Mechanical design

産業界を中心として、一般では想像し難い特殊な作業環境が存在し、その環境下において自律移動を実現することは、各種産業の省力化や自動化に大きく寄与します。しかし、これを実現するには、当該環境についての理解を深め、それぞれに最適な移動機構を考案する必要があります。本研究室で開発を行っている移動ロボットについて、2例を紹介します。

1. Fig.1は鋼橋内を自由に移動し、点検・保守作業を行うことを想定したロボットです。これを実現するには、道路側の床板（表面）のみではなく、側面や背面等についても移動を実現する必要があります。本研究室ではこの要件を満たすロボットとして、ネオジム磁石を用いた永久磁石型車輪による移動ロボットの開発を行っています。この車輪は永久磁石を用いながらも磁力のON/OFFが可能な構造となっており、表面、側面、背面間を自由に移動することができます。

2. Fig.2は全方向移動用車輪を用いたロッカーボギー機構です。車輪機構は簡易な構造で高効率かつ高速な移動が可能となっていますが、その反面、対地適応能力に乏しいという欠点があります。これを解決する機構としてロッカーボギー機構と呼ばれる車輪型移動機構が提案されており、火星探査ロボット等に適用されています。しかし、この機構は最低でも10自由度を必要とし、車輪機構の長所である高効率という点で問題が残ります。本ロボットでは全方向移動用車輪を用いることにより、自由度の削減を実現しています。

There exist special work environments within the manufacturing industry that are difficult to imagine in general settings. Achieving autonomous mobility in such environments could lead to significant labor savings and automation across various industries. However, realizing this potential requires a deeper understanding of these environments and the development of optimal mobility mechanisms tailored to each condition. We present two examples of mobile robots currently under development in our laboratory.

1. Figure 1 shows a robot designed to navigate freely inside steel bridges for inspection and maintenance tasks. To accomplish these tasks, the robot must be capable of moving not only on the roadside deck but also on the sides and underside of the bridge. To meet this requirement, our laboratory is developing a mobile robot equipped with permanent-magnet wheels using neodymium magnets. Although these wheels employ permanent magnets, their structure allows the magnetic force to be switched on and off. This enables the robot to move freely among surfaces, sides, and undersides.

2. Figure 2 shows a rocker-bogie mechanism equipped with omnidirectional wheels. Wheel mechanisms generally have simple structures and enable high-efficiency, high-speed movement; however, they suffer from poor terrain adaptability. To address this issue, the rocker-bogie mechanism has been proposed and has been applied to Mars exploration robots, among others. However, this mechanism requires at least ten degrees of freedom, leaving unresolved issues regarding the key advantage of wheel mechanisms—high efficiency. The proposed robot reduces the number of degrees of freedom by employing omnidirectional wheels.



Fig.1 Mobile robot for steel bridge maintenance

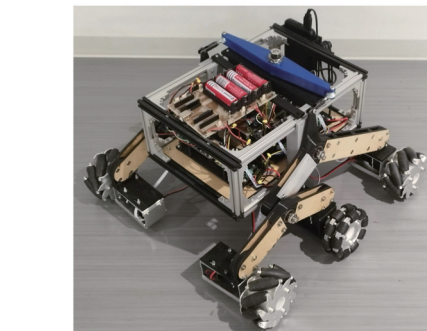
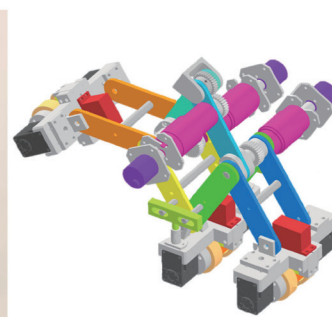


Fig.2 Rocker bogie mechanism with omni-directional wheels

大容量光通信に向けた 広帯域光パラメトリック増幅器とセンシング応用

波長変換による光通信の高度化と高感度計測への応用

Broadband optical parametric amplifiers for high-capacity optical communications and their sensing applications
Wavelength conversion for advanced optical communications and its application to highly sensitive measurements

教授 遊部 雅生 Prof. Masaki Asobe

researchmap <https://researchmap.jp/asobe>
□ <https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3721/> ✉ asobe@tokai.ac.jp



光通信
Optical Communication

光パラメトリック増幅器
Optical Parametric Amplifier

ガスセンシング
Gas sensing

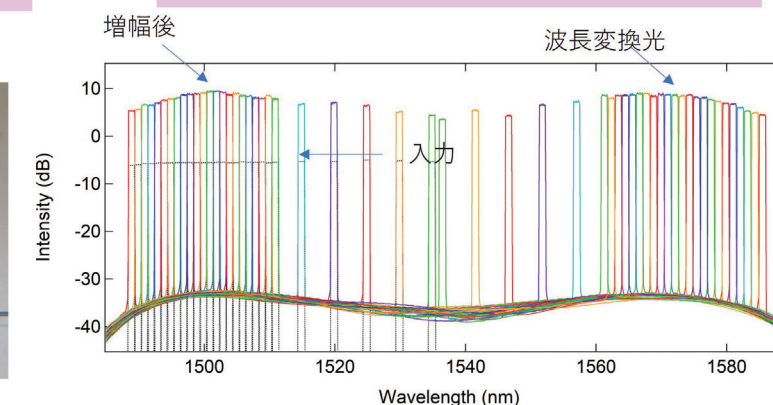
現在の生活に欠かせなくなったインターネットは、情報量あたりの通信コストを劇的に低減できる**光通信技術**の発展によって実現されました。次世代の情報通信の実現にむけて、伝送システムのさらなる大容量化が求められています。また、光通信の発展に伴って、さまざまな光デバイス・システムが開発され、それらは光通信以外の分野にも幅広く応用されるようになってきました。我々の研究室では将来の光通信システムの高度化を目標に、従来利用されてこなかった任意の波長帯での光増幅が可能な**光パラメトリック増幅器**の研究を行っています。周期分極反転LiNbO₃(PPLN)導波路を利得媒体として用い、励起光の波長をわずかに変更するだけで、1.3-1.8μm帯の光ファイバの低損失波長をカバーする広帯域な光中継が可能になります。これにより光ファイバ通信システムのさらなる大容量化を目指して研究を進めています。また高度に発展した光通信技術の他分野への展開についても積極的に研究を進めています。具体的には広帯域な光周波数を一括発生可能な**光コム**の発生や、通信用半導体レーザの波長変換によって得られる中赤外波長のレーザを用いた**ガス**の**高感度計測**などの研究を行っています。これらの技術によりガス分子の基本振動による強い吸収を広い波長域に渡って一括して計測することが可能になると期待されます。

Internet has been established by the development of optical communication, which can dramatically reduce the communication cost. Toward the next generation information and communication technology, optical transmission with larger capacity is required. A variety of optical devices have been developed for optical communication. Such devices are widely applied to fields other than the optical communication. Our laboratory is conducting research on optical parametric amplifiers, which are capable of amplifying light in any wavelength band that has not previously been used, with the goal of advancing future optical communication systems. We are also actively researching the application of highly developed optical communication technologies to other fields, such as the generation of optical combs that can simultaneously generate a wide range of optical frequencies, and highly sensitive gas measurement using mid-infrared lasers obtained by wavelength conversion of telecom laser diodes. These techniques are expected to make it possible to simultaneously measure strong absorption due to fundamental vibrations of gas molecules across a wide wavelength range.

光パラメトリック増幅用モジュール



広帯域光増幅と波長変換時のスペクトル



水中における無線通信と無線電力伝送の融合技術

高効率なシステム実現に向けた理論と評価

Integrated Technologies for Underwater Wireless Communication and Power Transfer
Theoretical and Experimental Studies on High-Efficiency Systems

准教授 稲森 真美子 Assoc.Prof. Mamiko Inamori
[researchmap https://researchmap.jp/inamorimamiko](https://researchmap.jp/inamorimamiko)
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3730/> inamori@tokai.ac.jp



機能性電子材料薄膜の作製と電気・光学的応用に関する研究

電子材料薄膜の新機能開拓

Electrical and optical applications of electronic thin films
Developing new functionalities of electronic thin film materials

教授 沖村 邦雄 Prof. Kunio Okimura
[researchmap https://researchmap.jp/KunioOkimura](https://researchmap.jp/KunioOkimura)
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2554/> okimura@tokai.ac.jp



- 無線通信
Wireless Communication
- 海水中無線電力伝送
Underwater Wireless Power Transfer
- 信号処理
Signal Processing

本研究では、海水環境における無線通信と無線電力伝送の統合技術の実現を目指しています。近年、海洋環境でのセンサネットワークや水中ロボットの活用は、環境モニタリングや資源探査などの分野で期待されています。しかし、海水は高い導電率と誘電率を持つため、電波伝搬や電力供給には特有の課題があり、従来の技術では十分な性能を確保することが困難です。

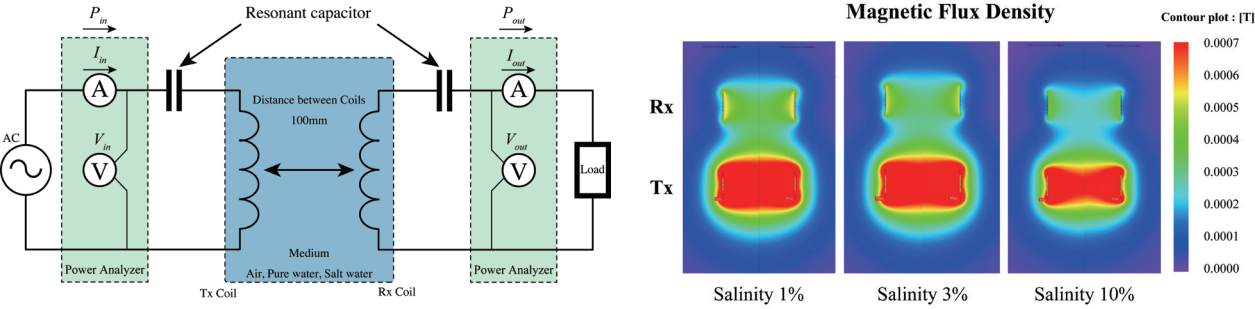
本研究では、これらの課題を解決するため、通信方式の最適化と電力伝送の高効率化を両立させる総合的なアプローチを採用しています。具体的には、電磁界解析による伝搬特性の評価、信号処理技術を用いた通信品質の改善、システム設計と実験的検証を組み合わせ、海水環境における通信と電力伝送の基本特性を明らかにすることを目的としています。

本研究は、将来的な応用を視野に入れつつも、学術的な基礎研究に重点を置いています。海水中での電磁現象の理解を深めることで、通信と電力供給の統合技術に関する科学的知見を提供し、今後の水中システム研究の発展に寄与することを目指しています。

This research aims to develop integrated technologies for wireless communication and wireless power transfer (WPT) in seawater environments. In recent years, underwater sensor networks and robotic systems have attracted attention for applications such as environmental monitoring and resource exploration. However, seawater's high conductivity and permittivity impose significant challenges on radio wave propagation and power delivery, making it difficult for conventional technologies to achieve sufficient performance.

To address these issues, we adopt a comprehensive approach that combines electromagnetic analysis, signal processing techniques for improving communication quality, system design, and experimental validation. The primary goal is to clarify the fundamental characteristics of communication and power transfer in seawater environments and explore methods for optimizing both simultaneously.

While future applications are considered, this study focuses on academic fundamental research. By deepening the understanding of electromagnetic phenomena in seawater, we aim to provide scientific insights into integrated technologies for communication and power delivery, contributing to the advancement of underwater system research.



- 酸化物薄膜
Oxide thin films
- 反応性スパッタ成膜
Reactive sputtering
- 相転移現象
Phase transition phenomenon

沖村研究室では、金属酸化物薄膜(VO_2 , ZnO , SiO_2 , TiO_2)を中心に酸化物半導体デバイスの開発を行なっています。作製技術の開発・改良を基礎として新機能を発現させます。研究室に各種の薄膜堆積ができるスパッタ成膜装置があり、学生自ら成膜に取り組みます。スパッタ法を用いると良好な結晶薄膜を低温において堆積することができ、積層型デバイス作製において大きな利点を有しています。成膜方法を工夫することで、新規な材料の組合せを実現しています。

特に、バナジウム酸化膜(VO_2)は温度変化に伴い68℃付近で4桁以上の抵抗変化を示す絶縁体-金属転移(IMT)を示します。 VO_2 薄膜は電圧印加や光照射によっても高速な抵抗スイッチングを発現することから電子デバイス開発が盛んに進められています。本研究室では独自技術を駆使して低温下で良質な VO_2 結晶薄膜堆積を実現し、平面型および積層型デバイス開発を進めています。特に積層型構造により1 MHzを超える高周波発振を実現し、次世代コンピュータ用の発振素子等への応用が期待されています。

In Okimura laboratory, functionalities of metal oxide, such as VO_2 , TiO_2 , and ZnO , are investigated with aims of realizing next generation electronic devices. We have reactive sputtering setup in the laboratory for deposition of various oxide thin films. We developed low temperature deposition technique using rf substrate biasing.

VO_2 film is known to be an oxide which shows insulator-metal transition (IMT) phenomenon against temperature. The realization of the IMT triggered by electric field and light irradiation pushed this oxide towards potential candidate for new electronic switching device. We are studying self-sustained electrical oscillation phenomena of VO_2 -based planar and vertical devices. We achieved self-sustained oscillations over 1 MHz with applied voltage lower than several V in the VO_2 -based layered structures. Such achievements are expected to apply for next generation oscillation element in computers.

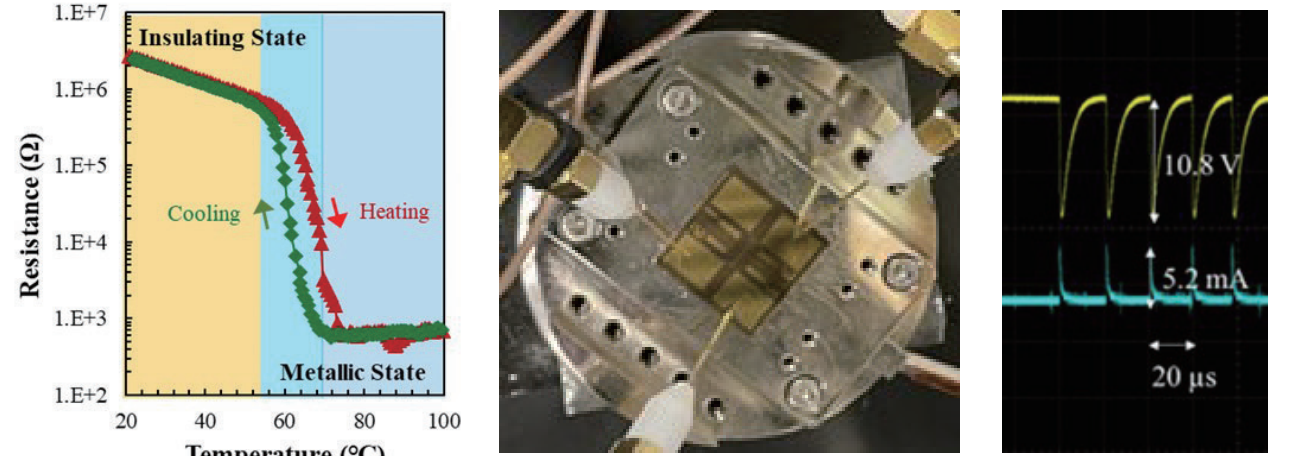


Fig.1 68℃付近で4桁の相転移を示すVO2薄膜

Fig.2 VO2薄膜プレーナ素子による発振実験

Fig.3 VO2プレーナ素子の発振電圧と電流

太陽電池応用に向けた 先進的な薄膜形成

スパッタリングによる革新的なナノスケール薄膜の構築

Advanced Thin Film Fabrication for Solar Cell Applications

Building Innovative Nanoscale Thin Films through Sputtering Techniques

准教授 金子 哲也 Assoc.Prof. Tetsuya Kaneko

[researchmap https://researchmap.jp/tkaneko_tokai-univ](https://researchmap.jp/tkaneko_tokai-univ)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3909/> tetsuya-kaneko@tokai.ac.jp



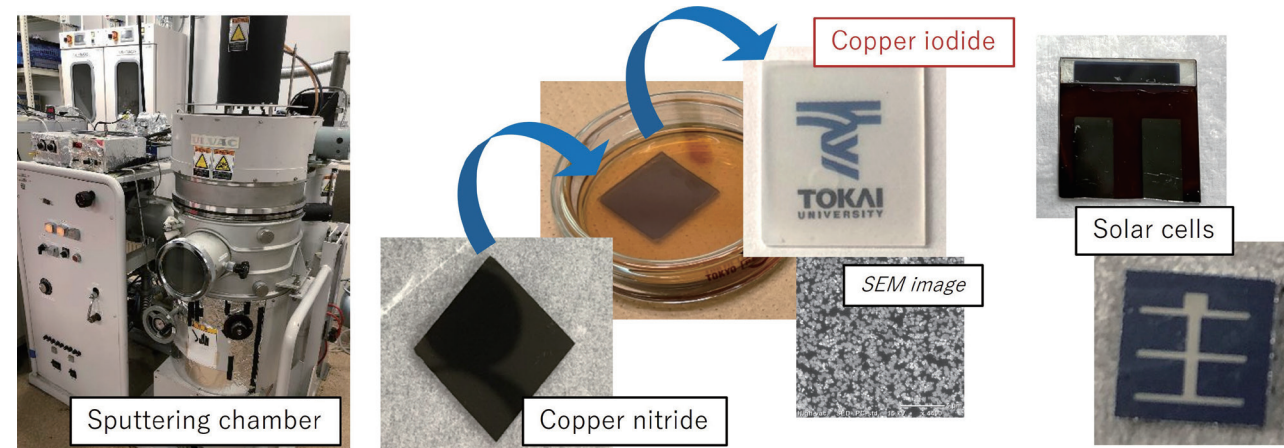
太陽電池
Photovoltaics

薄膜
Thin films

スパッタリング
Sputtering

金子研究室では、太陽電池への応用を目指した革新的なナノスケール薄膜の形成に挑戦しています。我々は、良好な正孔輸送特性を持つことが知られているヨウ化銅(CuI)に着目し、太陽電池応用に求められる大面積で均一な薄膜形成手法の開発に取り組んでいます。本研究ではまず、真空チャンバー内でプラズマの力により薄膜を形成する手法であるスパッタリング法により窒化銅薄膜を成膜します。その後、ヨウ素／エタノール溶液に浸漬することにより、CuI薄膜を形成します。このウェットプロセスは、大量かつ大面積に対して一括処理が可能であることから、低コストで産業応用に適する手法であると考えています。しかし、形成したCuI薄膜には多数の空隙が存在しており、太陽電池に応用した際にはキャリアの再結合による発電性能の低下をもたらすことが課題となっています。現在、CuI形成条件の改良により、この問題を解決する研究を進めています。太陽電池応用への取り組みも継続的に進めており、本手法で形成したCuI薄膜を正孔輸送層に使用したペロブスカイト太陽電池では、研究の進展とともに変換効率が向上しています。また、結晶シリコンヘテロ接合太陽電池への応用においても、太陽電池動作を実証済みです。将来的には、さらなる技術革新によって太陽電池の高効率化と低コスト化を実現し、再生可能エネルギーの普及に貢献することを目指しています。

Kaneko Laboratory is tackling the challenge of developing innovative nanoscale thin films for application in solar cells. We focus on copper iodide (CuI), which is known for its good hole-transport properties. Our research aims to develop a method for obtaining large, uniform thin films suitable for solar cell applications. In this study, we first deposit copper nitride thin films using a sputtering process. This is a technique that forms thin films in a vacuum chamber through plasma-assisted deposition. Subsequently, the copper nitride films are immersed in an iodine/ethanol solution to convert them into CuI thin films. We believe this wet process enables cost-effective, large-area treatment suitable for industrial applications. However, the resulting CuI films contain many voids, which lead to performance degradation in solar cells due to charge recombination. We are currently working to solve this issue by improving the process for fabricating CuI thin films. Our efforts toward solar cell applications are ongoing, and perovskite solar cells with our CuI thin films as hole-transport layers have shown improved power conversion efficiency as our research progresses. Furthermore, we have successfully demonstrated solar cell operation using these CuI thin films in crystalline silicon heterojunction solar cells. In the future, we aim to achieve higher efficiency and lower costs through further technological innovation, contributing to the widespread adoption of renewable energy.



導電性CNT/PTFE 複合膜を被覆した 燃料電池用セパレータの開発

カーボンナノチューブの燃料電池への応用

Bipolar plate coated with electrically conductive CNT/PTFE composite film for fuel cell

Application of carbon nanotubes to fuel cells

教授 庄 善之 Prof. Yoshiyuki Show

[researchmap https://researchmap.jp/-end-](https://researchmap.jp/-end-)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2937/> show@tokai.ac.jp



燃料電池
Fuel cell

カーボンナノチューブ
Carbon Nanotube

燃料電池(FC)は、水素と酸素の電気化学反応で発電するデバイスである。発電時に水のみが排出されるため、環境への負荷が少ない。さらに、発電効率が高いため、次世代の発電システムとして期待されている。燃料電池の構成部品のひとつにセパレータがある。セパレータは膜電極接合体(MEA)で発生した電力を外部的に取り出す電極としての働きがある。しかしながら、発電時に発生する水と電圧によって、ステンレス製のセパレータ表面が腐食され、電極としての機能が低下するという問題がある。

本研究では、カーボンナノチューブ(CNT)とフッ素樹脂(PTFE)で構成された導電性複合膜を開発し、それを固体高分子型燃料電池のセパレータ(電極)に被覆することで、セパレータ表面の腐食を防ぎ、燃料電池の発電効率を向上させることを目的としている。

本研究で作製したCNT／PTFE複合膜は5 S/cmの導電率を有していた。本防食加工を行なったステンレス製セパレータを用いて、燃料電池の試作および評価を行った。複合膜を被覆していないステンレス製セパレータを用いて作製した燃料電池からは、最大1.7W の電力が得られた。一方、本複合膜を被覆した場合では、その出力電力が2.7W まで増加した(1)。このことから、本防食加工は燃料電池の出力増加に有効であることを示した。

本研究室では、以上の研究に加え、液中プラズマ法による燃料電池用プラチナ触媒(2)および担持体(3)の作製と評価も行っている。

(1) <http://dx.doi.org/10.1155/2013/378752>

(2) DOI:10.3390/nano7020031

(3) DOI: 10.1177/1847980419853159

Fuel cell is one of the candidate clean energy sources, because of environmentally-friendly and highly efficient energy conversion. In this study, electrically conductive composite film consisting of carbon nanotube (CNT) and fluorocarbon resin (PTFE) was formed and was coated on bipolar plates of a fuel cell in order to prevent corrosion of bipolar plate surface and to increase the power generation efficiency.

The CNT/PTFE composite film, fabricated in this study, showed conductivity of 5 S/cm. The fuel cell using the bipolar plates coated with the CNT/PTFE composite film was fabricated and was characterized. The fuel cell using bare stainless steel bipolar plates showed the maximum electric power of 1.7W. When the anticorrosion film was coated, the maximum power was increased up to 2.7W. This result indicates this anticorrosion coating is a promising process to increase output power of fuel cells

(1) <http://dx.doi.org/10.1155/2013/378752>

(2) DOI:10.3390/nano7020031

(3) DOI: 10.1177/1847980419853159

半導体デバイスを活用した物理知能システムの研究

物理学学習とエッジAIによる知能計算基盤の構築

Study on Physical Intelligent Systems Utilizing Semiconductor Devices
Development of Intelligent Computing Platforms Based on Physical Learning and Edge AI

教授 清田 英夫 Prof. Hideo Kiyota

[researchmap https://researchmap.jp/hideo_kiyota](https://researchmap.jp/hideo_kiyota)
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2351/> hideokiyota@tokai.ac.jp



半導体デバイス
Semiconductor Devices

物理学学習
Physical Learning

エッジAI
Edge AI

本研究室では、集積回路技術を基盤として半導体デバイスの物理特性を積極的に活用した、次世代のコンピューティングおよびセンシング技術の研究に取り組んでいます。従来のソフトウェア中心・デジタル中心の情報処理に加え、回路やデバイスが本来有する非線形性や時間応答といった物理現象そのものを計算資源として利用する「ハードウェア指向・物理指向」のアプローチにより、高効率かつ低消費電力な知能システム、特にエッジAIの実現を目指しています。

1) 物理ニューラルネットワーク(物理学学習)に関する研究

アナログ回路や半導体デバイスが持つ非線形性やダイナミクスを積極的に活用し、信号が回路内を伝搬・変換される過程そのものを“計算”として利用する物理学学習の研究を行っています。物理リザバー計算や脳型計算の概念を基盤とし、従来のデジタル計算では困難であった省電力かつ高速な機械学習の実現を目標とします。回路・デバイス特性のモデル化、数値シミュレーション、学習則の設計に加え、ICやFPGAへの実装および評価系の構築まで、理論から実装・応用までを横断的に扱うテーマです。

2) ミリ波レーダーと機械学習を組み合わせた生体計測

ミリ波レーダーを用いて人体表面の微小な変位を捉え、非接触で心拍や呼吸などの生体情報を計測する研究を行っています。レンジFFTや位相解析、ノイズ・体動抑圧などのIF信号処理と機械学習を組み合わせることで、環境変動や個人差に対してロバストな高精度推定を目指します。これらの技術をエッジAIとして実装することで、睡眠状態推定、体調変化の早期検知、見守りシステムや医療・ヘルスケア分野への応用を視野に入れています。

3) IoT技術を活用したLED水耕栽培(植物工場)の制御

各種環境センサによるデータ取得とAIによる解析・制御を通じて、作物生育の最適化や省エネルギー化を目指します。半導体デバイスとエッジAIを活用した知能化環境制御の実証フィールドとして、農業分野への応用研究を進めています。

以上のテーマで電子回路、半導体デバイス、物理学学習、エッジAI、センサ応用、さらには農業分野まで幅広い領域を横断する研究を行っており、分野融合型の研究に意欲を持つ大学院生を歓迎します。

Our laboratory conducts research on next-generation computing and sensing technologies based on integrated circuit technologies, actively exploiting the physical properties of semiconductor devices. Beyond conventional software- and digital-centric information processing, we adopt a hardware-oriented and physics-driven approach in which intrinsic physical phenomena—such as nonlinearity and temporal dynamics in circuits and devices—are directly utilized as computational resources. Through this approach, we aim to realize highly efficient and low-power intelligent systems, with particular emphasis on edge AI.

1) Physical Neural Networks (Physical Learning)

We investigate physical learning frameworks that leverage the nonlinear and dynamic characteristics of analog circuits and semiconductor devices, where signal propagation and transformation within physical systems themselves are regarded as computation. Based on physical reservoir computing and brain-inspired computing, this research targets energy-efficient and high-speed machine learning beyond the limits of conventional digital architectures. Our work spans circuit and device modeling, numerical simulation, learning-rule design, and implementation on ICs and FPGAs.

2) Millimeter-Wave Radar-Based Vital Sign Monitoring

We also study non-contact vital sign monitoring by combining millimeter-wave radar and machine learning. Minute body surface displacements are detected to measure heart rate and respiration without physical contact. IF signal processing techniques, including range FFT and phase analysis, are integrated with machine learning to achieve robust estimation under environmental variations. These methods are further implemented as edge AI for healthcare and monitoring applications.

3) IoT-Based Intelligent Cultivation Systems

In addition, we investigate IoT-based control of LED hydroponic cultivation systems. Environmental data acquired by sensors are analyzed using AI to optimize plant growth and reduce energy consumption, demonstrating intelligent environmental control using semiconductor devices and edge AI.

Our research spans electronic circuits, semiconductor devices, physical learning, edge AI, sensing, and agriculture. We welcome graduate students interested in cross-disciplinary research bridging hardware, physics, and intelligent systems.

ニューラルネットワークのハードウェア化とその人工知能への応用

低消費電力AI回路の実現に向けて

Hardware Implementation of Neural Networks and Its Application to Artificial Intelligence
Toward Low-Power AI Hardware

教授 藤本 邦昭 Prof. Kuniaki Fujimoto

[researchmap https://researchmap.jp/fujimoto_kuniaki/](https://researchmap.jp/fujimoto_kuniaki/)
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2247/> fujimoto@tokai.ac.jp



ニューラルネットワーク
Neural Networks

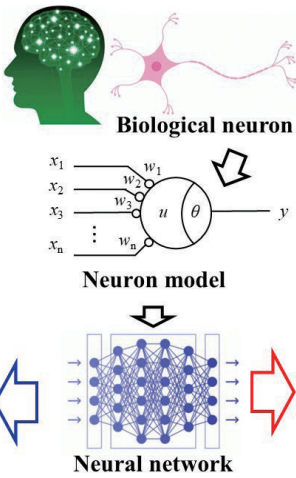
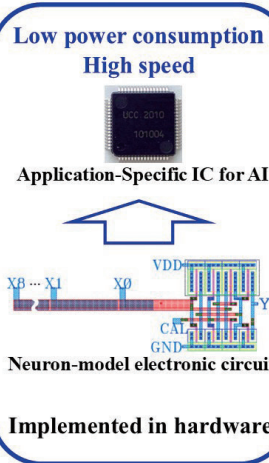
ハードウェア実装
Hardware Implementation

人工知能
Artificial Intelligence

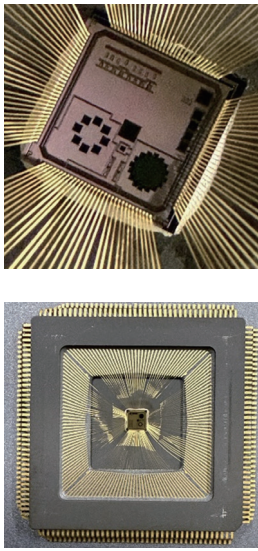
近年、人工知能(AI)は画像認識や音声認識など多様な分野で利用が拡大しているが、その多くはソフトウェアによる処理に依存しており、大規模な計算資源と多くの電力を必要とする。このため、エッジデバイスや組み込み機器へのAI応用では、消費電力や処理速度が大きな課題となっている。本研究では、人間の脳の情報処理を模倣したニューラルネットワークを電子回路として直接実装する「ニューラルネットワークのハードウェア化」に取り組んでいる。トランジスタや配線間容量といった回路特性を積極的に活用することで、学習や推論処理を高速かつ低消費電力で実行可能な回路方式の実現を目指している。さらに、提案する回路を連想メモリやパターン認識などの人工知能機能へ応用し、エッジAIや省電力AIシステムへの展開を検討している。本研究は、次世代半導体技術を基盤としたエネルギー効率の高い人工知能ハードウェアの確立に貢献することを目的としている。

In recent years, artificial intelligence (AI) has been increasingly used in a wide range of fields, including image and speech recognition. However, many AI systems rely on software-based processing, which requires large computational resources and consumes significant power. As a result, power consumption and processing speed have become major challenges when applying AI to edge devices and embedded systems. This research focuses on the hardware implementation of neural networks, which are inspired by information processing in the human brain. By directly implementing neural networks using electronic circuits and actively exploiting circuit characteristics such as transistors and interconnect capacitance, we aim to realize circuit architectures that can perform learning and inference at high speed with low power consumption. Furthermore, the proposed circuits are applied to artificial intelligence functions such as associative memory and pattern recognition, and their deployment in edge AI and low-power AI systems is being investigated. The purpose of this study is to contribute to the development of energy-efficient artificial intelligence hardware based on next-generation semiconductor technologies.

Our approach (hardware-based)



Conventional AI (software-based)



多相クロックに基づく デジタル制御回路の設計

Design of Digital Control Circuit Based on Multi-phase Clock

教授 矢原 充敏 Prof. Mitsutoshi Yahara

researchmap <https://researchmap.jp/myahara>
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2300/> yahara@tokai.ac.jp



多相クロック
Multi-phase Clock

デジタル回路
Digital Circuit

位相同期ループ
Phase Locked Loop

矢原研究室では、従来、単相クロックでの駆動を前提としてきたデジタル回路を多相のクロック信号を用いて制御する新たなデジタル回路制御システムの確立を目的として研究を行っています。

高度情報化社会においては、多種多様なアナログ情報をデジタル情報として取り扱うため、より高分解能でのデジタル信号処理が求められています。本研究は、多相クロックによる制御方法を確立し、その新たな可能性を見出そうとするものです。また、この回路を基本回路に用いてデジタル位相同期ループ(DPLL: Digital Phase Locked Loop)を構築し、今後の更なる用途拡大が期待されるモバイル通信機器内の各種クロック源としての可能性について、実チップを用いた実験により確認していきます。

各種通信機器内の各システムへのクロック分配回路として使用されるDPLLに求められる特性には、同期範囲、引込み時間、一定間隔のパルス出力、低出力ジッタ、多様な出力周波数の生成等があります。しかし、従来のDPLLは、単相クロックによりループを制御する構成でした。そのため、その制御は最短でもクロックの1周期ごとにしか行うことができませんでした。その特性改善には単相クロックによる制御から脱却し、新たな制御方式を開発する必要があります。そこで、本研究では多相クロックを用いた新たなデジタル制御回路の確立を目指すと共に、これをDPLLに導入し、その特性改善を目指します。

Digital circuits have traditionally been designed for operation with single-phase clocks. Yahara Lab. is conducting research aimed at establishing a new digital control system utilizing multi-phase clock signals. In today's highly information-oriented society, the need for higher-resolution digital signal processing is growing to handle diverse analog information as digital data. This research establishes a control method using multiphase clocks and explores its new possibilities. Furthermore, this circuit is used as the basic circuit to construct a Digital Phase Locked Loop (DPLL). We will then confirm its potential as a clock source for various applications within mobile communication devices, where further expansion is anticipated, through experiments using actual chips.

The characteristics required of a DPLL used as a clock distribution circuit to various systems within communication equipment include lock-in range, pull-in time, output of pulses at regular intervals, low output jitter, and generation of diverse output frequencies. However, conventional DPLLs employed a configuration where the loop was controlled by a single-phase clock. Therefore, control could only be performed at intervals of at least one clock cycle. To improve these characteristics, it was necessary to move away from control using a single-phase clock and develop a new control method. This research aims to establish a new digital control circuit using a multiphase clock, and to incorporate it into a DPLL to improve its characteristics.

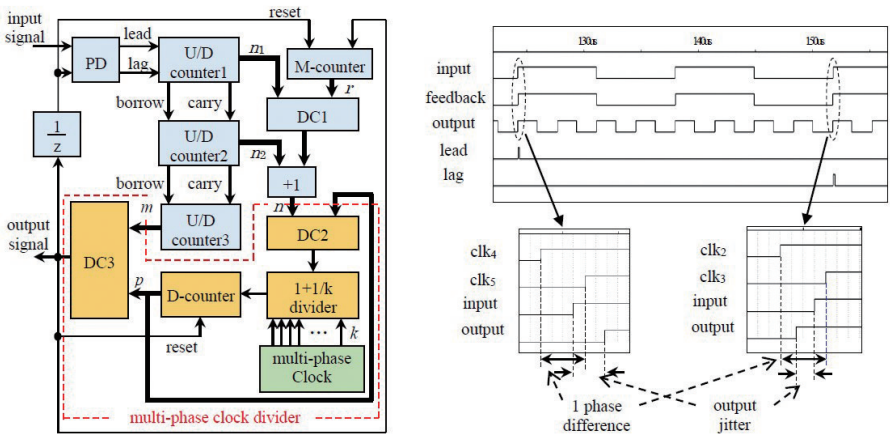


Fig.1 多相クロック通倍型 DPLL とそのシミュレーション波形

生命理工学 コース

Life Science and
Technology

新規化学センシング技術基盤研究

未来の技術開拓

Basic research on novel chemical sensing methods
Future technology development

教授 蟹江 治 Prof. Osamu Kanie

researchmap <https://researchmap.jp/kokanee>
□ <https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3569/> ✉ kanie@tokai.ac.jp



化学センシング
Chemical sensing

表面化学
Surface chemistry

分子間相互作用
Molecular interactions

技術の進歩に伴い、人類はいずれ月や火星などの天体に住むことになるだろう。そのような人工的な環境では、宇宙飛行士が利用できるスペースは限られており、地球環境と比べると閉鎖系とならざるをえない。そのような空間において環境の感知と制御は極めて重要である。タンパク質などの生体分子を利用したセンシング機構は、特異性が高い反面、しばしば耐熱性に劣る。我々は、より安定な化学センシング素子が、遠方での長期使用に適していると想定している。

シリカの細孔に小さな有機分子を導入した表面修飾シリカは、バイオセンサーに取って代わる可能性がある。特に6員環ピラノシド構造を持つ単糖類は、我々の目的に適している。そこで我々は、カルボン酸をハンドルとして持つリンカーを有する一連の保護された単糖を合成し、アミド結合によりシリカ細孔表面に組み込み、相互作用におけるそれらの選択性を調べた。

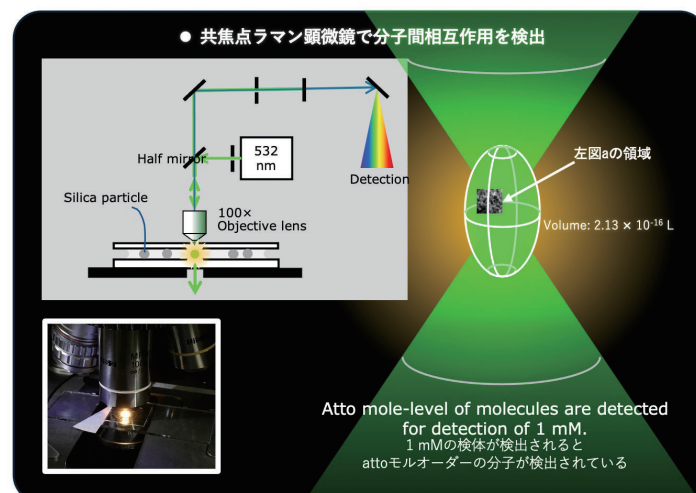
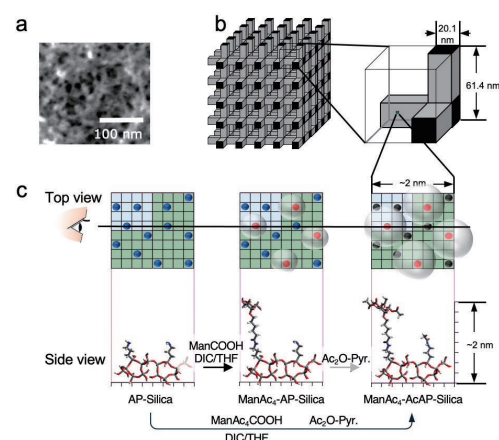
これまでに 1)ニトロフェニル化合物との相互作用における選択性、2)ケージ4-ニトロフェノールとの特異的相互作用に基づく診断医療への応用、3)混合表面修飾によって達成されたクロロゲン酸との相乗的相互作用についての報告を行った。

Humans will eventually live on the Moon, Mars, and other celestial bodies as technology continues to advance. The space available to astronauts in such artificial environments is limited and forms a closed system compared with that on Earth. Environmental sensing and control are therefore crucial. Although biomolecule-based sensing mechanisms, such as those utilizing proteins, offer high specificity, they often suffer from poor thermostability. We envisioned that more stable chemical sensing elements would be suitable for long-term use in distant locations.

Surface-modified porous silica materials carrying small organic molecules within their pores may serve as potential substitutes for biosensors. Monosaccharides, particularly those with six-membered pyranoside structures, are especially suited to our objectives. Thus, we synthesized a series of protected monosaccharides carrying linkers with carboxylate handles, which were incorporated into silica pores through amide linkages to examine their interaction preferences toward a variety of chemicals.

Confocal Raman microscopy is currently employed for detection purposes, as it is well suited to observing molecular interactions occurring in aqueous solution. Our research revealed (1) preferential interactions with nitrophenyl compounds, (2) their applicability in diagnostic systems using chromogenic enzyme substrates, and (3) synergistic interactions with chlorogenic acid achieved through mixed surface modifications.

多孔性シリカ表面の化学修飾を基礎とする



天然物の機能性と作用機構に関する研究

機能性成分の解析と利用

Studies on functions and mechanisms of natural products
Analysis of functional components and utilization for QOL

准教授 黒田 泰弘 Assoc.Prof. Yasuhiro Kuroda

□ <https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3393/> ✉ kuro@tokai.ac.jp



天然物
Natural products

機能性成分
Functional component

免疫
Immunology

天然物やそれに含まれている機能性成分の作用機構を調べ、食品や医薬品に利用することを目指して研究しています。植物はオリゴ糖やポリフェノールなど生体に対して有益な機能性成分を多量に含んでいます。それらの中でも難消化性糖類は、腸内細菌叢のバランスを正常に保ち、整腸作用や免疫機能を亢進します。また抗酸化力を有するポリフェノール類は、生体内で産生された過剰な活性酸素種を消去します。このような機能性成分を効率良く摂取することで、アレルギーや生活習慣病などの疾患を予防できます。我々は、これらの機能性成分を分離精製して機能性を調べるとともに、構造解析を行なっています。将来的には、これら機能性成分を含んだ食品や医薬品への応用を目指します。

The plant includes functional components such as an oligosaccharide or a polyphenol. For example, the indigestible oligosaccharide provides intestinal regulation and activates immune system. The polyphenol can remove excessive active-oxygen species in living body. These functional components are effective in preventing a disease such as allergy or life-style related disease. Therefore, we aim to find out functions and mechanisms in natural products, and develop functional foods or supplements containing functional components in the future.

放射光CT法による脳組織の三次元解析

神経ネットワークの解析と応用

3D analysis of brain tissues using synchrotron radiation nano-CT and micro-CT
Analysis and application of neuronal network

教授 水谷 隆太 Prof. Ryuta Mizutani

[researchmap https://researchmap.jp/rmizutani](https://researchmap.jp/rmizutani)
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3087/> ryuta@tokai.ac.jp



脳
Brain

三次元構造
3D

放射光
Synchrotron radiation

脳の神経細胞は三次元的なネットワークを形成し、多彩な機能を発揮している。我々の研究室では、放射光を用いたナノCT法・マイクロCT法によりヒト[1]・マウス[2]などの脳組織の構造を三次元的に解析する研究を進めている。

ヒト脳組織の解析[1]では、統合失調症では神経細胞の細胞体が通常の0.8倍に短くなり、神経突起の曲率(曲がり方)が1.6倍になっていることを明らかにした。これら2つの構造パラメータで統合失調症かどうかを判別でき、幻聴スコアとの相関も見出した。神経細胞の構造変化をターゲットにすれば、統合失調症を治療する新たな医薬が開発できると思われる。マウス脳組織の解析[2]からは、遠い細胞間の情報伝達が抑制されていることが明らかとなった。この特徴を生成AIに組み込んだところ、ネコ顔やチーズ画像の生成で、通常AIよりも高い性能を示した(Fig. 1)。マウス神経細胞を模倣することにより、マウス脳の特徴が再現された可能性がある。

[1] Mizutani et al. (2023) Plos One 18, e0287646.

[2] Saiga et al. (2025) Sci. Rep. 15, 25091.

Cerebral neurons form a 3D network that exerts a variety of functions. Mizutani Laboratory focuses on 3D structural analysis of brain tissues, including those of human [1] and mouse [2], using synchrotron radiation nanotomography (nano-CT) and microtomography (micro-CT). Analysis of human brain tissues of schizophrenia cases [1] revealed that (1) neuronal cell bodies shorten to 0.8 times that of controls, and that (2) the curvature of neurites increases to 1.6 times. These two structural parameters enabled the identification of schizophrenia. Furthermore, both parameters correlated with the auditory hallucination score, suggesting that drugs can be developed by targeting these structural changes. Analysis of mouse brain tissues [2] demonstrated that the transmission of action potentials between distal neurons should be suppressed in the mouse brain. We implemented this feature in generative AIs, and found that the mouse-mimetic AI outperformed the standard AI in generating cat face and cheese photos (Fig. 1). By mimicking mouse neurons, we may have reproduced the characteristics of the mouse brain.

Mouse-mimetic DDIM



Standard DDIM



未来の救急医療・集中治療を支持する 治療自動化システムの開発

システム制御と生理学的モデリングの医療応用

Development of Automated Treatment Systems Supporting Future Emergency Medical Care and Critical Care
Medical Application of System Control and Physiological Modeling

教授 檜木 智彦 Prof. Tomohiko Utsuki

[researchmap https://researchmap.jp/read0068458_0831](https://researchmap.jp/read0068458_0831)
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3879/> tom.utsuki@tokai.ac.jp



自動制御
Automatic Control

生理学的モデリング
Physiological Modeling

治療システム
Therapeutic System

近年、我が国の救急医療や集中治療では、再生医療や臓器移植など治療の高度化が進む一方、医療コストの高騰や医師・看護師の不足といった問題も報じられています。そこで、治療効果を高めながら医療コストの抑制と医師・看護師の負担軽減を図るために、檜木研究室では患者の生理状態を医師が設定した望ましい状態に自動制御するシステムの開発を進めています。

これまで、特に心停止後脳症において脳細胞の保護を目的として行われる脳低温療法のために、それまで人が調節操作をしていた脳温を望ましい脳温の設定だけで実現する自動制御システムを開発しました。このシステムは、Fig.1に示すように臨床で実際の治療にも応用し、制御誤差が平均0.067℃という高精度な性能を実現しています。

現在は、脳温の自動制御に加えて、各種治療ガイドラインに記載されている脳圧、脳血流量、脳代謝といった生理状態の自動制御も同時に実行するシステムの開発を目指しています。そのため、血液冷却、浸透圧利尿剤投与、及び人工呼吸器管理によって脳温、脳圧、脳血流量、脳代謝の動態がどのように変化するか計算可能な統合モデルを構築し、これを用いた生理状態の解析や制御シミュレーションからシステムの設計を行っています。将来は、Fig.2に示すように、救急医療や集中治療におけるルーチンワーク的作業をシステムに委ねる救急医療や集中治療が実現できると確信しています。

In recent years, while advanced treatments such as regenerative medicine and organ transplantation have progressed in Japan's emergency and intensive care medicine, issues such as rising medical costs and shortages of physicians and nurses have also been reported. Therefore, to enhance treatment effectiveness while controlling medical expenses and reducing the burden on medical staff, the Utsuki Laboratory is developing a system that automatically regulates a patient's physiological state to a physician-defined desired condition.

Previously, specifically for clinical hypothermia therapy—used to protect brain cells, particularly in post-cardiac arrest encephalopathy—we developed an automatic control system capable of achieving the target brain temperature without manual adjustment. As shown in Fig. 1, this system has already been applied in actual clinical settings, achieving high precision with an average control error of 0.067℃.

Currently, we aim to develop a system that simultaneously performs automatic control of physiological variables such as intracranial pressure, cerebral blood flow, and cerebral metabolism—parameters emphasized in various treatment guidelines—in addition to automatic brain temperature control. To achieve this, we are constructing a computable integrated model that simulates how brain temperature, intracranial pressure, cerebral blood flow, and cerebral metabolism change under blood cooling, osmotic diuretic administration, and ventilator management. Based on analyses and control simulations using this model, we are designing an integrated automated control system.

Looking ahead, as illustrated in Fig. 2, I am confident that a future will be realized in which routine tasks in emergency and intensive care medicine are performed by such systems.

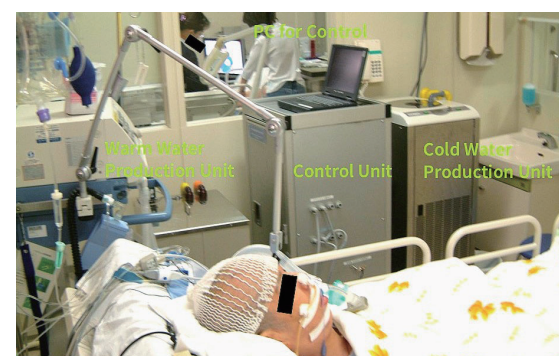


Fig.1 Clinical Application of the Automatic Brain Temperature Control System

Medical Doctor & Nurses

- Treatment based on an overall assessment of the patient's condition
- Treatment based on skilled techniques and experience
- Focused exclusively on advanced medical care

Information & Execution ↑ Supervision & Command ↓

Automated Treatment Systems

- Regularly performed emergency/ICU procedures
- Treatments that can be performed by automated control systems
- System identification of characteristics and physiological states that cannot be measured directly

Fig.2 Future Interaction between Medical Staff and the Automated Control System

物理エネルギーを活用した 非侵襲的医療技術の研究開発

医療安全を支える革新的計測・制御技術

Advancing Non-Invasive Medical Technologies through Physical Energy

Pioneering Measurement and Control for Safer Healthcare

教授 鳥居 徹也

Prof. Tetsuya Torii

researchmap

<https://researchmap.jp/torii/>

□

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4167/>

✉

tt9919@tokai.ac.jp



非侵襲的医療技術 Non-invasive medical technology	物理エネルギー Physical energy	生体計測技術と制御 Biomedical Measurement & Control
--	-----------------------------------	--

本研究室は、安全で苦痛のない医療の実現を目指し、非侵襲的な医療技術の研究に取り組んでいます。安全で非侵襲的な医療を実現するためには、患者の状態を継続的に監視し、異常を早期に検知して迅速に対応する技術が不可欠です。そのうえで、治療や検査に伴う痛みをなくすための技術を確立する必要があります。この理念に基づき、磁気や光などの物理的エネルギーを活用し、生体に優しい医療技術の開発を進めています。

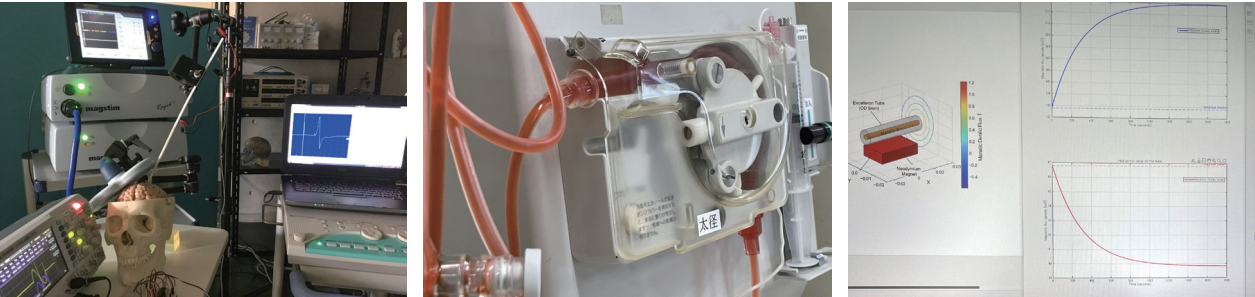
現在、本研究室では、脳・精神疾患治療に用いられる経頭蓋磁気刺激（TMS）の効果と評価法、さらに血液体外循環における血液凝固の早期検出技術の開発に取り組んでいます。TMSでは磁束密度の計測・解析により刺激精度を高め、血液凝固検出ではセンサ技術を駆使して安全性を確保する方法を検証しています。これらの研究は、医療現場の安全性向上と治療効果の最適化に直結する、極めて重要なテーマです。

いずれも物理的エネルギーを利用した研究ですが、一方は生体に対する効果を期待し、もう一方は生体に影響を与えないことが求められます。この課題に対応するため、計測技術と制御を医療へ応用することを研究の核とし、ソフトウェア解析とシミュレーションに加え、実験による実証を重視しながら、エネルギー管理技術を駆使し、信頼性の高い医療技術の創出を目指しています。

This laboratory is dedicated to realizing safe and painless medical care by developing non-invasive medical technologies. Achieving safety and non-invasive medicine requires technologies that continuously monitor the patient's condition, detect abnormalities early, and respond promptly. Furthermore, it is essential to establish methods to eliminate pain during treatment and examination. Guided by this philosophy, patient-friendly medical technologies are developed using physical energy, such as magnetic and optical energy.

Current research focuses on two main themes: the effects and evaluation methods of transcranial magnetic stimulation (TMS) used in the treatment of neurological and psychiatric disorders, and the development of early detection technologies for blood coagulation in extracorporeal circulation. In TMS, the goal is to improve stimulation accuracy through magnetic flux density measurement and analysis, while in blood coagulation detection, technologies are being developed to enable early detection and enhance clinical safety. These studies address critical issues directly linked to improving safety and optimizing therapeutic outcomes in clinical practice.

Both research themes involve the use of physical energy—one seeks beneficial effects on the human body, while the other requires avoiding any adverse impact. To address these challenges, the approach emphasizes not only software analysis and simulation but also experimental validation, leveraging precise energy management technologies to develop reliable medical technologies.



材料・化学 コース

Material Science and Technology

化学製造プロセスの定量化

化学をベースに過去から未来に繋がる製造現場を創る

Quantification of Chemical Manufacturing Processes

Creating manufacturing sites that connect the past to the future based on chemistry

教授 秋山 泰伸 Prof. Yasunobu Akiyama

[researchmap](https://researchmap.jp/read0171920) <https://researchmap.jp/read0171920>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2934/> yakiyama@tokai.ac.jp



考古エジプト

Archaeological Egypt

薄膜

Thin Film

光学結晶

Optical Crystal

秋山研究室では、古代文明における化学プロセスから現代の最先端製造技術に至るまで、幅広い対象を化学工学的視点で体系的に探究し、社会と産業の発展に貢献する研究を行っています。

具体的には：

(1)古代エジプトで広く実用されながらも、現代ではガラスや陶磁器に取って代われ、失われた技術となったファイアンスの製造方法を、最新の科学技術によって解明します。そして、古代に用いられていた方法と材料を再現することで、失われた化学技術の体系的理解を深め、化学工学史に新たな知見を加えることを目指しています。

(2)熱CVD法を題材に、化学的および物理的反応モデルを構築し、コンピュータシミュレーションを通じて反応条件や装置設計の最適化を行っています。これにより、化学工学における反応機構の理解を深化させるとともに、材料プロセス研究の理論的基盤を強化することを目指しています。

(3)可視光の波長に近いサイズの微粒子を製造し、それらを規則的に配列させることで人工オパールなどの光学結晶を形成する手法の確立を目指しています。本研究は、光の制御に基づく新しい材料設計の原理を解明し、フォトニクス分野における学術的基盤の拡充に寄与するものです。

Akiyama Laboratory conducts systematic research from chemical processes of ancient civilizations to cutting-edge modern manufacturing technologies, exploring a wide range of subjects from the perspective of chemical engineering and contributing to the advancement of society and industry.

Specifically,

(1) I aim to elucidate the manufacturing process of faience, a technology that was widely utilized in ancient Egypt but later replaced by glass and ceramics and has since become a lost art. By applying state-of-the-art scientific techniques to uncover its principles and reproducing the methods and materials once employed in antiquity, our research seeks to deepen the systematic understanding of this lost chemical technology and contribute new insights to the history of chemical engineering.

(2) Focusing on thermal CVD, we construct chemical and physical reaction models and optimize reaction conditions and equipment design through computer simulations. This research aims to deepen the understanding of reaction mechanisms in chemical engineering and to strengthen the theoretical foundation of materials process studies.

(3) I aim to establish a method for fabricating optical crystals, such as artificial opals, by producing particles comparable in size to the wavelength of visible light and arranging them in a periodic structure. This research seeks to elucidate the principles of novel material design based on the control of light and to contribute to the expansion of the academic foundation in the field of photonics.

機能性複合材料の合成と分析・評価

患者と家族のQOL向上を目指して

Synthesis, analysis and evaluation of functional composite materials.

Improvement of QOL for patient and their families.

教授 浅香 隆 Prof. Takashi Asaka

[researchmap](https://researchmap.jp/read0044466) <https://researchmap.jp/read0044466>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2326/> asaka@tokai.ac.jp



生体関連材料

Biomaterials

嚥下治療食

Dysphagia diet

半固形化栄養剤

Semi-solidified enteral nutrient

私の研究テーマは、従来の材料では発現できなかった特性を持つ「機能性材料」同士を組み合わせ、新しい特徴を持たせた「機能性複合材料」を開発することです。

一例として、学内の研究者と協同して人工骨に代表される生体関連材料の合成、化学的・機械的特性の解析に取り組んできました。

一方、超高齢社会を迎えた現代の日本において、「人生百年時代」における生活の質(QOL; Quality of Life)の維持には、日常生活動作(ADL; Activities of Daily Living)の確保が重要と考えています。

そこで、ADLのうち「食事」に着目し、2004年より治療食の調製と物性評価に関する研究を開始、2008年度から2026年度までの18年間・6期にわたりJSPS科研費の助成を受けて「そしゃく」「えん下」困難を伴う摂食嚥下障害患者向けの半固形化栄養剤の調製と物性評価に関する研究を東海大学医学部付属病院と協同して進めています。

My research theme is the development of functional composite materials with novel properties by combining functional materials with characteristics not possible with conventional materials.

As an example, I have collaborated with researchers at Tokai University to synthesize biomaterials such as artificial bones and analyze their chemical and mechanical properties.

Meanwhile, Japan in today's super-aging society, I believe that ensuring activities of daily living (ADL) is important to maintaining quality of life (QOL) in the "100-year lifespan" era.

Focusing on "eating", a part of ADL, I began research on the preparation, chemical and physical properties of dysphagia diets in 2004. Over the 18 years from FY2008 to FY2026, I have received grant-in-aid for scientific research from the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) for six terms. I am conducting research on the preparation, chemical and physical properties of semi-solidified enteral nutrient for patients with dysphagia who experience difficulty chewing and swallowing, in collaboration with Tokai University Hospital.

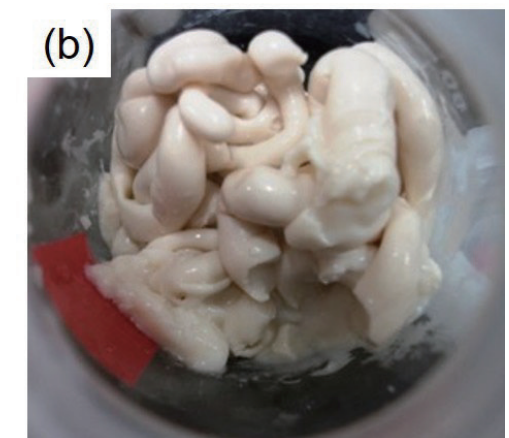
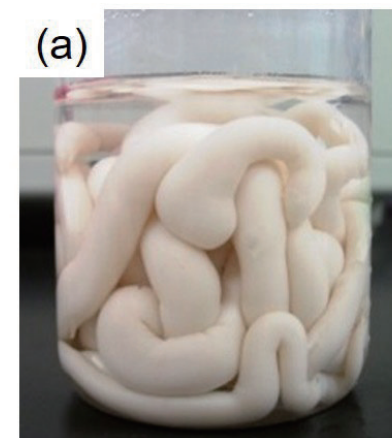


図 浅香研究室で調製した半固形化栄養剤
(a)人工胃液(pH=1.2)へ加えると凝固する (b)凝固した栄養剤

Fig. Semi-solidified enteral nutrient prepared by Asaka Lab.
Semi-solidified enteral nutrient coagulated by artificial gastric juice (pH=1.2).
Coagulated semi-solidified enteral nutrient.

2次元高分子ナノ材料の創製と 医用応用展開

～ありきたりな高分子から革新的ナノ材料をつくる～

Fabrication of 2-Dimensional Polymer Nanomaterials and Their Biomedical Applications
-From Common Polymers to Innovative Nanomaterials-

教授 岡村 陽介 Prof. Yosuke Okamura

researchmap https://researchmap.jp/y_okamura
□ <https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3601/> ✉ y.okamura@tokai.ac.jp



生体材料学

Biomaterials Science

高分子化学

Polymer Chemistry

ナノ材料工学

Nanomaterials Engineering

ナノ寸法に制御した材料を機器等に应用する技術をナノテクノロジーと呼び、近年この分野の研究が注目されています。ナノ材料は比表面積が格段に増大する構造にあるため、界面反応効率が向上することや機器の超小型化・軽量化に繋がることがその理由です。

岡村研究室では、高分子化学・物理化学に立脚した独創的且つ簡便な手法でナノ材料を創製し、人類の健康や医療、環境に役立つ研究に繋げることを目標に掲げています。特に、生体や環境に優しい2次元ナノ材料（ナノ薄膜、ナノディスク、ナノファイバー・リボンなど）に注目します。高分子の特性を理解しながら、用途に応じたナノ材料の設計、加工、さらには医工連携・異分野融合体制による機能評価までを一貫して行う研究テーマを展開します。ありきたりな高分子からこれまでにないユニークな特性をもつ革新的ナノ材料を創り出す楽しみを共に味わいましょう。

岡村研究室HP:
<https://sites.google.com/view/okamuralab/>

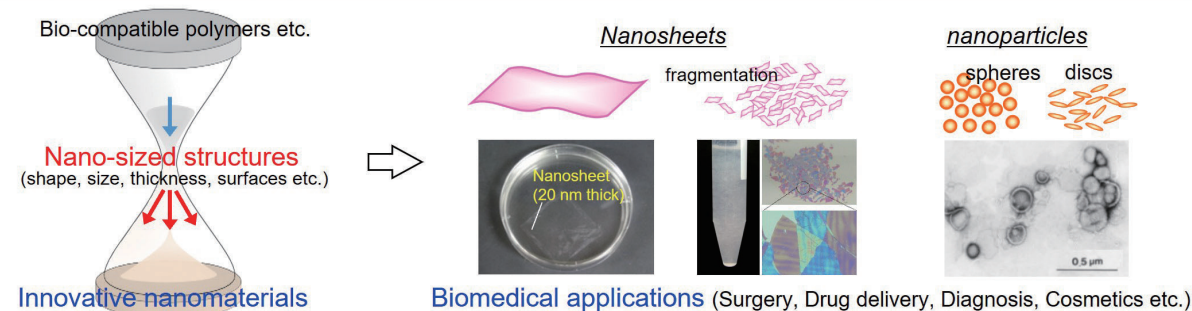
Nanotechnology refers to technologies that control materials at the nanometer scale and apply them to devices and systems. In recent years, research in this field has attracted considerable attention because nanomaterials possess structures with dramatically increased specific surface areas, leading to enhanced interfacial reaction efficiency as well as the miniaturization and weight reduction of devices.

Okamura Laboratory aims to develop unique nanomaterials that contribute to human health, medicine, and the environment, based on polymer chemistry and physical chemistry. In particular, we focus on bio-friendly two-dimensional nanomaterials, such as nanosheets, nanodiscs, nanofibers, and nanoribbons etc. By understanding the fundamental properties of polymers, we pursue integrated research themes encompassing the design and fabrication of nanomaterials tailored to specific biomedical applications, as well as their functional evaluation through interdisciplinary collaboration. Let us enjoy together the excitement of creating innovative nanomaterials with unique properties from common polymers.

Okamura Lab HP:
<https://sites.google.com/view/okamuralab-en/>

【Research style】

We develop innovative, biocompatible two-dimensional nanomaterials for biomedical applications using simple methodologies based on polymer chemistry and physical chemistry.



固相－気相反応に関する研究

基礎的研究から発展研究まで

A Study of Gas-Solid Reactions
from basic to advanced researches

教授 佐藤 正志 Prof. Masashi Sato

researchmap <https://researchmap.jp/masashis>
□ <https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3192/> ✉ masashis@tokai.ac.jp



金属材料

Metallurgy

エネルギー材料

Energy

電子材料

Electronics

固体と気体の反応（固相－気相反応）を中心に、機械的なエネルギーやプラズマのエネルギー等を組み合わせ、従来とは異なる材料科学分野に挑戦してみたいと考えています。本研究室では、水素、窒素、酸素などの気体と固体（主に金属）との化学反応を通して、新しいエネルギー貯蔵・変換材料、低環境負荷材料または電子材料の創成と基礎物性の解明を目指して研究を行っています。化石燃料の代替候補として注目をされ続けている水素は、常温・常圧下で気体として存在することから、これまでの化石燃料の貯蔵方法・運搬方法とは全く異なる技術が必要となります。水素貯蔵キャリアには、圧縮水素、液体水素、アンモニア、トルエン、水素貯蔵材料などが提案されていますが、いずれも一長一短の特徴を持っているため、用途に応じて利用キャリアを使い分けることが現実的だと考えられています。

本研究室では、金属中に水素を高密度で貯蔵するための水素吸蔵材料に関して、その熱力学的特性や結晶構造の知見、そして反応速度論的な視点を組み合わせながら基礎的な研究を行っています。一方、水素貯蔵材料を中心として得られた固相－気相反応の知見を応用して、あらたな無機材料合成方法を模索しています。例えば、熱電変換材料やリチウム二次電池の負極材料として期待されているMg₂Siの合成過程に水素を介在させることで、合成温度を約700℃低下させる可能性を見いだしました。これは、省エネルギーならびにCO₂排出抑制といった世界の動向と方向性が一致します。現在は、その反応機構を解明するための基礎的な研究を中心に取り組んでいます。

Even though successful when judged by its widespread utilisation and economics, our fossil fuel- / petroleum-based worldwide energy society has generated challenging problems including security of energy supply, a possible global warming, and other significant environmental impacts. A number of metals take up considerable amounts of several gases and form chemical compounds. They possess functionally interesting characteristics by their interaction with gases either gaseous or electrochemically: as available energy exchange carrier; chemical-mechanical; chemical-electrical, as purification diffusion cell for hydrogen gas, as catalyst of the molecule to atom reaction or energy storage media. The metal-gas reaction systems are in focus including: (i) crystal structure (ii) thermodynamic characteristics (iii) kinetic behaviours (iv) physical and / or chemical properties. Meanwhile, we are exploring new methods of inorganic material synthesis by applying knowledge gained from solid-gas reactions, particularly in hydrogen storage materials. For example, we discovered that by introducing hydrogen into the synthesis process of Mg₂Si, which is expected to be used as a thermoelectric conversion material and as an anode material for lithium secondary batteries, the synthesis temperature could potentially be reduced by about 700°C. This aligns with global trends and priorities such as energy conservation and CO₂ emission reduction. Currently, we are focusing primarily on basic research to elucidate the reaction mechanism.

多孔質物質や層状化合物を基材とした 吸着・交換制御型機能材料の開発

環境・分離分野への応用を指向した無機機能材料の創製

Development of Adsorption/Exchange-Controlled Functional Materials Based on Porous Substances and Layered Compounds
Creation of Inorganic Functional Materials Aimed at Applications in Environmental and Separation Fields

教授 樋口 昌史 Prof. Masashi Higuchi

[researchmap](https://researchmap.jp/read0056694) <https://researchmap.jp/read0056694>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2628/> mhig@tokai.ac.jp



多孔質材料
Porous inorganic materials

層状化合物
Layered inorganic compounds

無機合成プロセス
Inorganic synthesis processes

多孔質物質は、高比表面積と細孔構造に由来する優れた吸着能を持ち、環境浄化や分離、触媒担体など幅広い分野で利用されています。しかし、吸着種の選択性や吸着後の分子・イオンの固定化を精密に制御することは容易ではなく、材料設計上の課題となっています。一方、層状化合物は、層間空間でのインターカレーションやイオン交換機能により高い選択性を示すものの、物質拡散が律速となることが多く、吸着容量にも制約があります。このため、多孔質物質と層状化合物の特性を組み合わせた新素材の開発が期待されています。

本研究室では、ゾル-ゲル法や溶液反応を基盤とする無機合成プロセスを中心に、マイクロ波加熱法やソルボサーマル法といった合成技術を組み合わせることで、多孔質無機材料および層状化合物を基材とした新しい機能性材料の創製に取り組んでいます。特に、細孔構造の階層化や層状化合物の形態・界面制御を通じて、吸着挙動やイオン交換特性を制御可能な材料系の構築を目指しています。

現在の主な研究テーマは以下の通りです。

- 1) マクロ孔・メソ孔・ミクロ孔を併せ持つ階層多孔質シリカの合成と、その吸着特性の解明および環境・分離分野への応用展開
- 2) 層状化合物薄片粒子への金属酸化物の被覆制御と機能性評価

Porous materials exhibit excellent adsorption performance due to their high surface areas and pore structures, and are widely used in environmental purification, separation, and catalytic applications. However, precise control of adsorbate selectivity and stabilization of molecules or ions after adsorption remains a major challenge in materials design.

Layered compounds, on the other hand, offer high selectivity through interlayer intercalation and ion-exchange processes, but their use is often limited by slow interlayer diffusion and restricted adsorption capacity. Thus, combining the complementary properties of porous materials and layered compounds is a promising approach for developing new functional materials.

Our laboratory develops such materials by integrating sol-gel and solution-based inorganic synthesis with microwave-assisted and solvothermal techniques. We aim to control adsorption and ion-exchange behavior through hierarchical pore design and precise control of layered-compound morphology and interfaces.

Current research themes:

Synthesis of hierarchical porous silica with macro-, meso-, and micropores, and its adsorption properties and applications.

Controlled coating of metal oxides onto layered-compound nanosheets and evaluation of their functionalities.

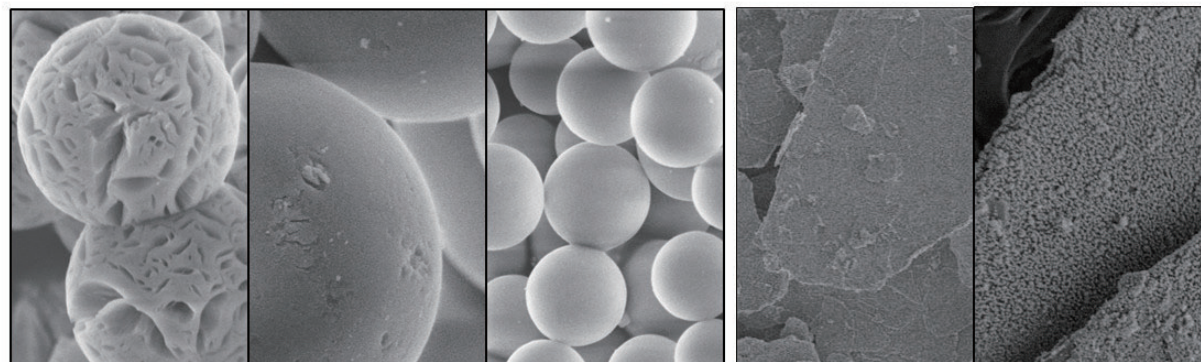


図 様々な表面状態を呈する球状メソポーラスシリカ粒子や薄片状粒子

新規超伝導線材開発と 実用超伝導線材の機械特性評価

低温の世界における応用研究

Development of new superconducting wires and evaluation of mechanical properties for practical superconducting wires
Research for applications at low temperature

准教授 小黑 英俊 Assoc.Prof. Hidetoshi Oguro

[researchmap](https://researchmap.jp/read0154938) <https://researchmap.jp/read0154938>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4126/> h-oguro@tokai.ac.jp



超伝導線材
Superconducting wire

低温工学
Low-temperature engineering

機械特性
Mechanical properties

本研究室では、低温下でゼロ抵抗を示す超伝導の応用に関する研究を行なっています。特に、超伝導線材の開発と、低温における実用超伝導線材の機械特性試験を行なっています。

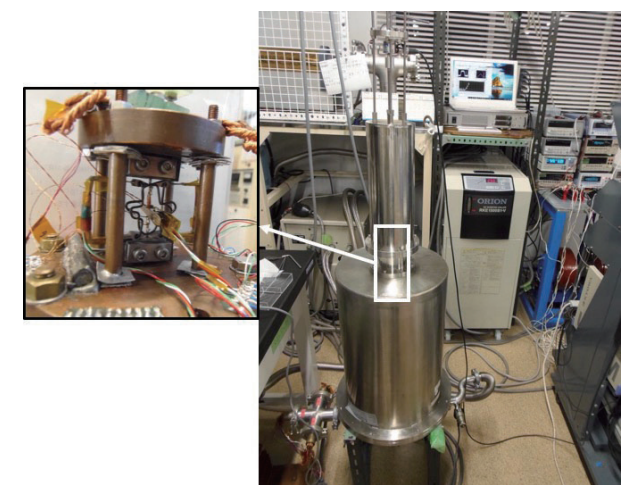
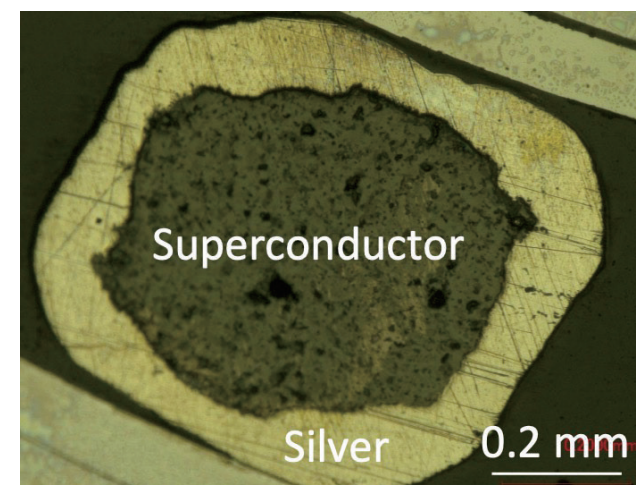
現在、液体窒素温度で超伝導を示す高温超伝導体を使った丸線材の開発を行っています。具体的には、金属管に超伝導粉末を詰めて圧延加工するPowder-in-Tube法を用いて、線材の開発を行います。この研究が成功すれば、使いやすく運転コストの低いMRIやリニアモーターカーの実現、さらには核融合発電にもつながります。

また、低温における機械特性及び超伝導特性の測定も行っています。これらの特性を同時に低温で評価することは難しい技術であるため、本研究は超伝導応用において重要な役割を担っています。

Our lab. is researching the applications of superconductors, which has zero resistivity at low temperatures. In particular, we are working on development of new superconducting wires and the evaluation of the mechanical and superconducting properties of practical superconducting wires at low temperature.

Recently, we have been working on development of round wires with high-temperature superconductor, which exhibit the superconductivity at liquid Nitrogen temperature. The superconducting wire was fabricated by "Powder-in-Tube method", in which superconducting powder is packed into a metal tube and rolled. This wire is expected to be used in MRI, magnetic levitation train, and fusion reactor.

At the same time, we are also measuring the mechanical and superconducting properties at low temperatures. As it is extremely difficult to evaluate these properties at low temperatures, this research plays an important role in the applications of superconductivity.



メゾスコピック領域における材料試験法の開発と応用

コラーゲン線維組織制御から考古材料の組成評価まで

Development and Application of Material Testing Methods in the Mesoscopic Domain
From the regulation of collagen fiber organization to the compositional analysis of archaeological materials

教授 葛巻 徹

Prof. Toru Kuzumaki

researchmap

<https://researchmap.jp/TKuzumaki>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3173/>

kuzumaki@tokai.ac.jp



水素関連材料のメカノケミストリーと環境調和型技術への応用

メカノケミカル反応機序解明のためのその場計測技術

Mechanochemistry of hydrogen-related materials and their applications towards environmentally friendly technologies
In-situ monitoring of mechanochemical reactions

准教授 源馬 龍太

Assoc.Prof. Ryota Gemma

researchmap

<https://researchmap.jp/rgemma>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4223/>

ryota.gemma@tokai.ac.jp



- 材料物性評価
Collagen fiber organization control
- コラーゲン線維組織制御
Evaluation of material properties
- 電子顕微鏡法
Electron microscopy

物質・材料研究の高度化に伴い、微小領域での物性評価技術の要求が高まっています。

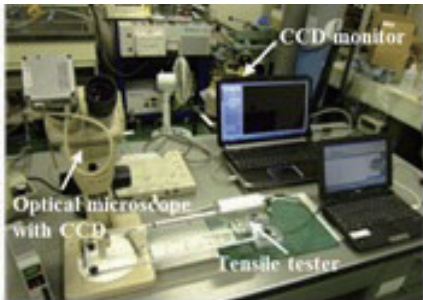
本研究室では電子顕微鏡観察技術と極微小物質の材料試験技術とを融合させたメゾスコピック領域での材料物性計測技術を開発し、これをナノカーボン物質の物性評価やアキレス腱や靱帯の主成分であるコラーゲン線維の架橋・配向組織制御への展開、さらには、考古学的遺物の組成分析・分類に至る様々な分野へ適用しています。

これらの研究を通じて新たな材料試験・評価法を確立し、これまで計測が困難であったメゾスコピック領域の微小物質の物性評価に応用することで様々な分野との共同研究を展開しています。様々な背景を持った研究者らと連携して研究を行うことで、材料研究の新たなトレンドを形成しようと取り組んでいます。

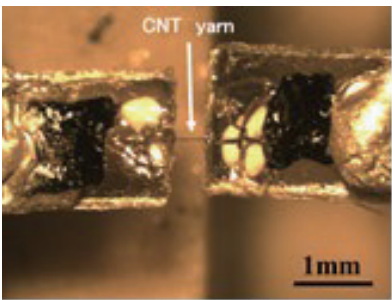
As materials science and engineering continue to advance, there is an increasing need for techniques capable of evaluating material properties within microscopic regions. Our laboratory develops mesoscopic-scale material characterization methods by combining electron microscopy with mechanical testing techniques for ultra-small specimens.

These approaches are applied across a broad range of research areas, including the property evaluation of nanocarbon materials, the study and control of cross-linking and alignment in collagen fiber organization—the primary structural constituents of the Achilles tendon and ligaments—and the compositional analysis and classification of archaeological artifacts.

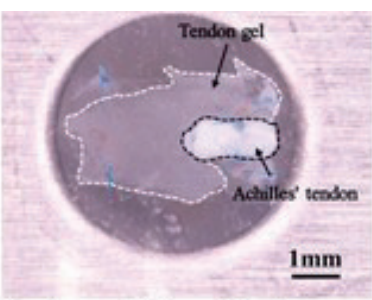
Through these efforts, we aim to establish a new framework for material testing and to expand its application to microscale materials in the mesoscopic domain, where conventional measurement has been challenging. By collaborating with researchers from diverse fields, we are committed to fostering new directions and trends in materials research.



A material testing system for the biomaterials



Tensile test for a CNT yarn.

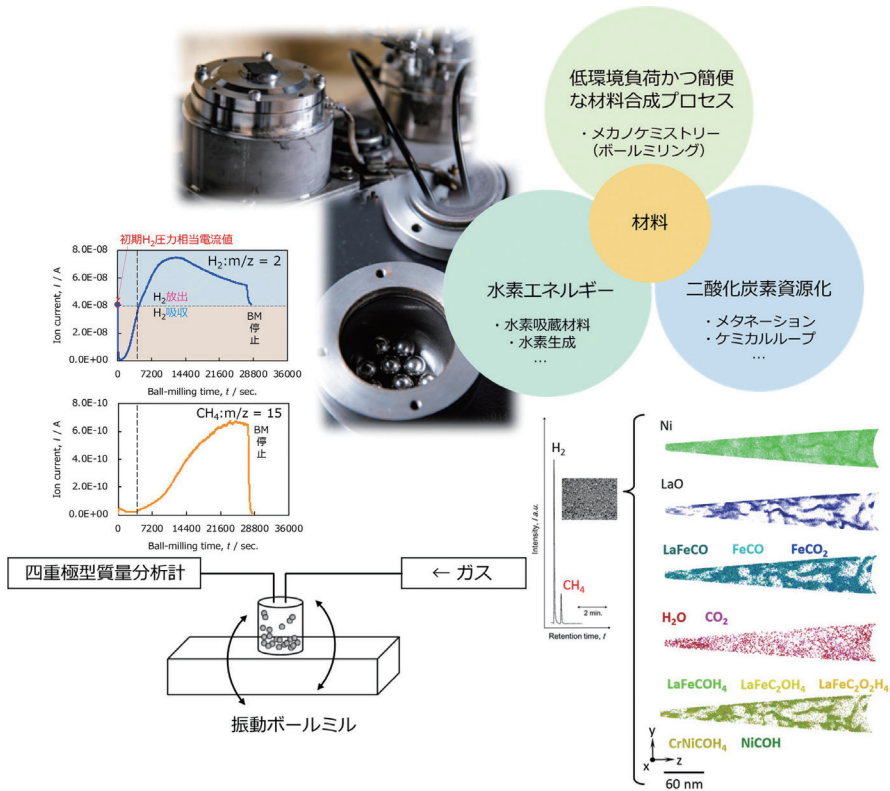


Specimen of the tendon biomaterial

- 水素
Hydrogen
- CO₂メタン化
Methanation
- 水素吸蔵合金
Hydrogen Storage Alloys
- ボールミリング
Ball-milling

本研究室では、主に、水素吸蔵合金を用いた二酸化炭素(CO₂)のメタン化に関する研究を行っています。地球温暖化を緩和する方法の一つとして、CO₂のメタン化が挙げられます。この反応は、一般的には貴金属系触媒と高温条件を必要とします。しかし、CO₂+H₂混合ガス雰囲気下で、水素吸蔵合金をボールミルによりメカノケミカル処理することにより、外部から加熱をしなくとも容易にCO₂をメタン化できることが明らかとなりました。メカノケミカルなメタン生成反応によって合金の微細組織は著しく変化し、酸化物や炭酸化物と金属が複雑に絡み合ったナノ構造をとることがわかっています。その場測定の結果、このような相分離により、一度合金に吸蔵された水素が放出されることによりメタン生成反応が生じることが明らかとなりました。合金そのものについては、アトムプローブという元素分析法を用いて詳細に調べ、どのような組織を持った材料が高効率なメタン生成触媒となりうるのか探索をしています。

Our laboratory primarily studies the methanation of carbon dioxide (CO₂) using hydrogen storage alloys. The CO₂ methanation is one way to mitigate global warming. This reaction generally requires high temperatures. However, we have recently demonstrated that mechanochemical treatment of hydrogen storage alloys using a ball mill in a CO₂ + H₂ mixed gas atmosphere allows the initiation of CO₂ methanation easily without external heating. The mechanochemical methane production reaction significantly changes the alloy's microstructure, resulting in a nanostructure in which oxides, carbonates, and metals are intricately intertwined. In-situ measurements have revealed that this phase separation allows the hydrogen once stored in the alloy to be released, resulting in the methane production reaction. We are also investigating the alloys themselves in detail using an elemental analysis method called atom probe tomography to identify materials with microstructures that can serve as highly efficient methane production catalysts.



ナノ材料による熱電変換材料の研究開発

IoTセンサの自立型電源の開発を目指す

Research and development of thermoelectric nanomaterials

Target: self-sustaining power source for IoT sensors

教授 高尻 雅之 Prof. Masayuki Takashiri

[researchmap https://researchmap.jp/tkshiri](https://researchmap.jp/tkshiri)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3654/> takashiri@tokai.ac.jp



熱電変換
Thermoelectric

エネルギーハーベスト
Energy harvesting

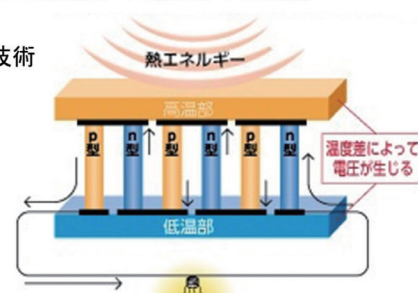
熱工学
Thermal engineering

近年、クリーンエネルギーに対する期待が高まっている。本研究室では、熱を電気に変換する熱電変換材料の研究を行っている。熱電発電技術は熱エネルギーを電気エネルギーに直接変換できるため、環境発電技術として非常に優れている。しかし、熱電発電技術には大きな課題がある。それは熱電発電デバイス中に温度差を発生させるために熱源と冷源の2つが必要なことである。本研究グループでは、この課題を克服すべく、ナノ構造材料を用いて自動的に温度差が発生する熱電発電デバイスを開発する。熱電変換材料の高性能化には、電気を良く通し、熱をできるだけ通さない材料が求められる。我々はナノ構造材料を用いて電子の流れを極力妨げず、熱の流れを抑制するような材料を研究している。このナノ構造体による熱輸送制御は熱電変換材料の性能向上には必要不可欠な分野であり、今後、成長が期待できる研究分野である。

In recent years, the demand for clean energy has increased. Our laboratory is researching thermoelectric materials that convert heat into electricity. This technology is excellent for harvesting energy because it can directly convert thermal energy into electrical energy. However, this technology faces a major challenge: it requires both a heat source and a cold source to generate a temperature difference within the device. To address this issue, our research group is developing a thermoelectric power generation device that uses nanostructured materials to automatically generate a temperature difference. Improving the performance of thermoelectric materials requires using materials that conduct electricity well while conducting heat as little as possible. We are researching nanostructured materials that minimize obstruction to electron flow while suppressing heat flow. Controlling heat transport using nanostructures is essential for improving the performance of thermoelectric materials and is an area of research expected to grow in the future.

◆従来の熱電発電技術の課題の克服

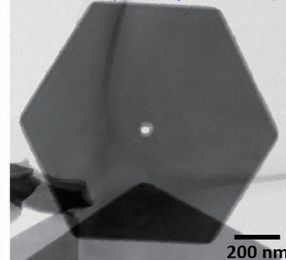
従来の熱電発電技術



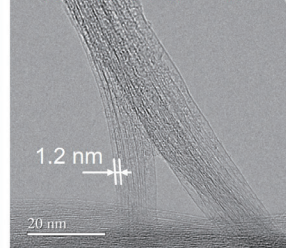
放置するだけでは温度差が発生せず、発電しない。

この課題を解決することで、
熱電発電デバイスを利用したIoT機器の応用が格段に広がる。

ビスマステルナノプレート



カーボンナノチューブ



ろう付による各種材料の接合と 接合界面の冶金的評価

ろう付時の界面反応解析と高品質製品の創生

Brazing Investigation for All Metallic Materials & Inorganic Materials and Metallurgical Estimation at the Brazed Joint Interface
Interfacial Reaction Analysis during Brazing AND Creation of High-Quality Industrial Products

教授 宮沢 靖幸 Prof. Yasuyuki Miyazawa

[researchmap https://researchmap.jp/brazing](https://researchmap.jp/brazing)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2282/> ymiyazawa@tokai.ac.jp



ろう付冶金学
Brazing Metallurgy

液相／固相界面接合
Interfacial Joining between Liquid / Solid

界面微細解析技術
Microstructural Analysis at Brazed Joint Interface

宮沢研究室は「接合科学研究室」です。「もの」と「もの」をくっつける「接合技術」を研究しています。特に、産業界から要望が多い「ろう付・はんだ付」技術を研究しています。ろう付は、モノづくり産業を支える基幹技術であり、歴史ある技術ですが、最新製品に適用するためには、新材料のろう付やろう付プロセス開発に取り組む必要があり、継続的に研究しています。

ろう付とは、図にある通り、ろう材をろう付部へ設置し、母材と共に加熱し、ろう材の液相線温度以上で、熔融ろう材をろう付部のすき間へ、ぬれに起因する毛管現象で浸透させ、同時に生ずる界面反応により、強固な界面を形成し、熔融ろう材の凝固によって健全な継手を得る技術です。実際の製造では、複雑な形状の継手を均一に加熱するための適切な熱源や金属材料の表面に存在する酸化皮膜の除去などが必要です。

本研究室では、「冶金」や「金属材料」の素養を活用して、ろう付研究を行っています。特に、ろう付プロセス開発や、EPMA（波長分散型元素分析装置）、EBSD（結晶方位解析装置）を用いたろう付界面ミクロ組織解析を得意としています。

また、宮沢研究室は、外部団体や企業との連携や人と人の繋がりを大切にしており、「ろう付」を深く勉強し、実践的に研究し、学士・修士・博士を取得できる世界唯一の研究室です。

その結果、現在、12機関と連携しており、現在までに、課程博士1名、論文博士2名を輩出しました。今後、課程博士4名を輩出予定です。

Miyazawa Lab is Joining Science Research Laboratory.

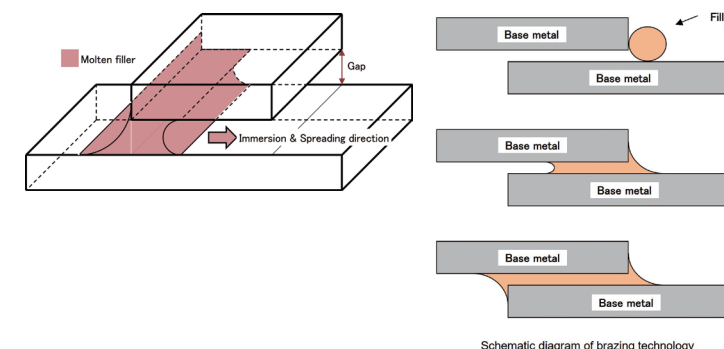
We are investigating "Joining technology", especially, "Brazing and Soldering" which is joining between engineering parts for engineering fabricating field. Brazing is Core Technologies supporting the manufacturing industry, and time-honored technology. However, to apply to the latest products, it is necessary to engage in the development of brazing for new materials and brazing processes. So that, we are conducting ongoing research.

As shown in the figure, Brazing is important joining technology to obtain sound brazed joint. Firstly, brazing filler metal is placed on the brazed joint. Assembled engineering parts and brazing filler metal are heating up over the liquidus temperature of brazing filler metal below the solidus temperature of parts material. At brazing temperature, molten brazing filler metal immersed to the gap at the brazed joint by capillary action caused by wetting of filler on the base metal. And the interfacial reaction occurred to form a strong interface. Finally, molten brazing filler is solidified.

In actual manufacturing, an appropriate heat source for uniformly heating fittings with complex brazed joint design is needed and removal of oxide films present on the surface of metallic materials by flux and/or special atmosphere is needed.

At Miyazawa Lab, we investigate Brazing Technology by utilizing the fundamental knowledge about metallurgy and metallic materials. We specialize in brazing process development. And we specialize in microstructural analysis at the brazed joint by EPMA (Electron Probe Micro Analyzer, Wave-dispersive Elemental microanalyzer) and EBSD (Electron Backscatter Diffraction Pattern).

Miyazawa lab value collaboration with external organizations and companies, as well as connections between people. And Miyazawa lab is the world's only laboratory where you can deeply study brazing, conduct practical research, and earn bachelor's, master's, and doctoral degrees. As a result, Miyazawa Lab are currently collaborating with 12 institutions and have graduated one course doctoral degree holder and two thesis-based doctoral degree holders until now. Miyazawa lab plan to produce four more course doctoral degree holders in the future.



資源循環型社会を支える 革新的材料の探索と新規合成

無機材料の電子物性

Exploration of innovative materials and novel synthesis for resource sustainability
Electronic properties for inorganic materials

教授 千葉 雅史 Prof. Masafumi Chiba

[researchmap](https://researchmap.jp/car1) <https://researchmap.jp/car1>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2242/> car1@tokai.ac.jp



電子材料
Electronic materials

量子構造
Quantum structures

ナノテクノロジー
Nanotechnology

私たちがどのように資源を利用し、物質や材料を活用するか。それは我が国だけでなく、地球規模の大きな課題です。ナノテクノロジーに代表される新規材料の探索と、未来を見越した素材の将来像や社会的受容、そしてそれらが及ぼす影響について戦略的に検討することが求められています。

希少金属の不足対策として、代替材料の開発に注目し、技術革新と社会変革への可能性について科学的にアプローチを行います。希少で高価な元素を全く含まない新規な機能性薄膜の開発を行っています。例えば、透明導電性材料の創成を主眼として、その高特性化を目指しています。これ迄の材料は例外無くレアメタルを含む酸化物系でしたが、資源枯渇の心配がない構成元素からなる新規材料の探索に挑戦しています。

また、その材料合成法も興味深い研究対象となります。これ迄の気相成長法や液相堆積法にとらわれず、新しい薄膜化技術を考案します。

Efficient resource utilization and material innovation are global challenges with profound implications for industry and sustainability. The depletion of rare metals and uneven resource distribution necessitate the strategic development of advanced materials, alongside consideration of their societal acceptance and environmental impact.

A key focus is the development of functional thin films free from scarce and costly elements. Current research targets high-performance transparent conductive materials that move beyond conventional oxide systems reliant on rare metals. Instead, the goal is to discover innovative compounds composed of abundant elements, addressing resource concerns while enabling next-generation electronics and energy technologies.

Equally critical is the advancement of novel synthesis methods. By transcending traditional vapor-phase and liquid-phase techniques, new processes aim to reduce environmental impact, lower costs, and improve energy efficiency, paving the way for sustainable manufacturing.

The ultimate objective is not merely to replace rare metals but to establish materials that support a resource-circulating society. Such advances promise to redefine industrial foundations and unlock new frontiers in science and technology.

ガンマ線照射高分子量ポリエチレンの 酸化劣化評価

Evaluation of Oxidative Degradation of
Ultra-High-Molecular-Weight Polyethylene Irradiated by
Gamma-Ray

教授 菊川 久夫 Prof. Hisao Kikugawa

[researchmap](https://researchmap.jp/0992.kiku) <https://researchmap.jp/0992.kiku>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2248/> kiku@tokai.ac.jp



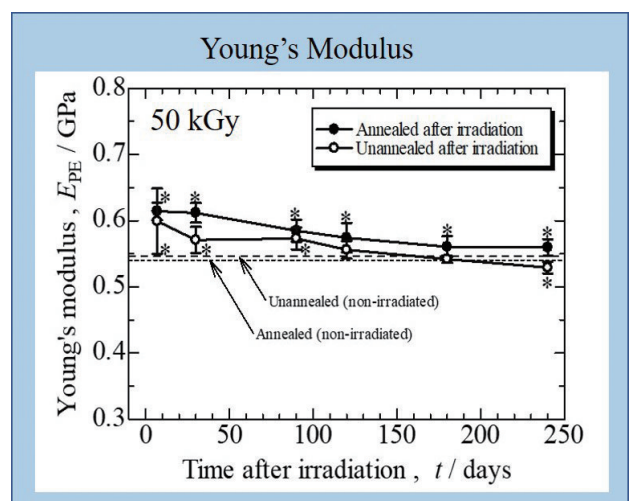
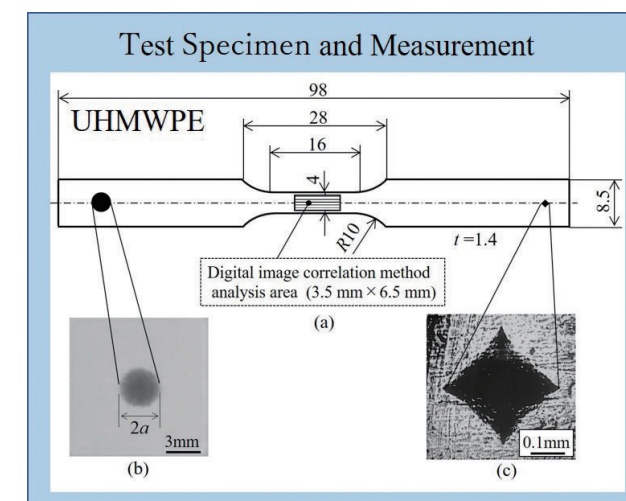
ガンマ線照射
Gamma-ray irradiation

超高分子量ポリエチレン
Ultra-high-molecular-weight polyethylene

酸化劣化
Oxidative degradation

本研究では、ガンマ線照射した超高分子量ポリエチレン(UHMWPE)の酸化劣化を評価した。酸化劣化指標として、引張降伏応力、ヤング率、ビッカース硬度を測定した。さらに、電子スピン共鳴(ESR)分析を用いて残留ラジカルが存在を評価し、ESRスペクトルの変化と機械特性との関係を調べた。小型UHMWPE試験片の引張試験では、ひずみを測定することが困難な場合が多い。そこで、ヘルツの弾性接触理論を用いてヤング率の簡易推定を試み、その有用性を確認した。本実験の範囲では、インデンテーション試験から引張ヤング率を推定することができる。この方法は、照射後長期間にわたるヤング率などの機械性質とESR特性の関係を評価するために有用である。

In this study, oxidative degradation of ultra-high-molecular-weight polyethylene (UHMWPE) subjected to gamma ray irradiation was evaluated. The tensile yield stress, Young's modulus, and Vickers hardness were measured to characterize the oxidative degradation. Furthermore, the existence of residual radicals was evaluated using electron spin resonance (ESR) analysis, and the relationship between the change in ESR spectra and mechanical property indices was examined. The strain is often difficult to measure in the tensile test of small UHMWPE test specimens. Therefore, we attempted to easily estimate the Young's modulus using the Hertzian elastic contact theory and confirmed its usefulness. In this experimental scope, the tensile Young's modulus can be estimated from the indentation test. This method can be applied to evaluating the relationship between mechanical properties such as Young's modulus and ESR characteristics over a long period after irradiation.



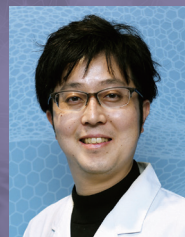
ケミカルツールを用いた タンパク質構造制御技術の開発

高難度タンパク質合成を切り開く化学的アプローチ

Development of Chemical Tools for Protein Structure Control
A Chemical Approach to Unlocking the Synthesis of Challenging Proteins

准教授 荒井 堅太 Assoc.Prof. Kenta Arai

[researchmap https://researchmap.jp/arai-kenta](https://researchmap.jp/arai-kenta)
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3910/> ak5638@tokai.ac.jp



Protein Folding

Protein Synthesis

Drug Discovery

タンパク質は正しい立体構造を形成することで初めて機能を発揮しますが、その構造形成（フォールディング）を自在に制御し、目的とする機能性構造へと導くことは容易ではありません。特にジスルフィド結合を含む高難度タンパク質では、誤った折り畳みや凝集が深刻な課題となっています。荒井研究室では、酵素に依存しないケミカルツールを活用し、タンパク質の構造形成過程を精密に制御する新たな技術の開発に取り組んでいます。

具体的には、酸化還元反応を精密に制御可能な有機分子や固体材料を設計し、タンパク質のジスルフィド結合形成およびフォールディングを効率的に誘導する人工的な化学環境を構築します。人工分子・材料ならではの特性を生かすことで、再利用可能で実用性の高いプロセスを実現するとともに、高難度タンパク質の生産効率向上を目指します。本研究は、タンパク質化学の基盤的理解を深化させるとともに、バイオ医薬品製造における新たな技術基盤の創出につながることを期待されます。さらに、タンパク質の構造異常は重篤な神経変性疾患の原因となることが知られており、本研究で開発する技術は、こうした疾患に対する革新的治療薬創出への展開も期待されます。

Proteins exert their biological functions only after adopting their correct three-dimensional structures; however, precisely controlling this structural formation process (protein folding) and guiding proteins toward their desired functional conformations remain highly challenging. In particular, structurally complex proteins containing disulfide bonds often suffer from misfolding and aggregation, which represent major obstacles in protein synthesis and production. In the Arai Laboratory, we are developing new technologies that enable precise control of protein structure formation using enzyme-independent chemical tools.

Specifically, we design redox-active organic molecules and solid materials that allow fine control over oxidative and reductive reactions, thereby efficiently promoting disulfide bond formation and protein folding within an artificial chemical environment. Leveraging the unique properties of artificial molecules and materials, we aim to develop reusable and practical processes that enhance the production efficiency of challenging proteins. This research is expected to deepen the fundamental understanding of protein chemistry and to provide a new technological foundation for biopharmaceutical manufacturing. Furthermore, since protein misfolding is known to underlie severe neurodegenerative diseases, the technologies developed in this study also hold promise for future applications in the discovery of innovative therapeutic agents.



刺激応答性を有する 発光性有機色素の開発

凝集状態での応用を目指して

Development of stimuli-responsive organic luminophores
Toward the application in the condensed phase

准教授 池田 俊明 Assoc.Prof. Toshiaki Ikeda

[researchmap https://researchmap.jp/ikedatoshiaki](https://researchmap.jp/ikedatoshiaki)
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4280/> ikeda.toshiaki.h@tokai.ac.jp



発光性色素 Luminophore

刺激応答性 Stimuli-responsivity

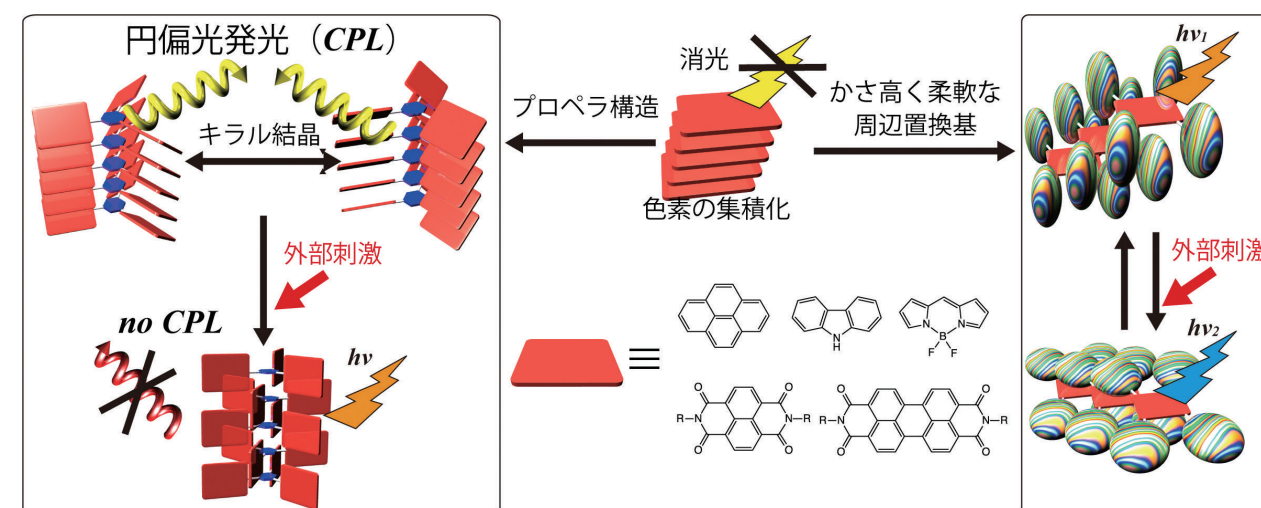
有機合成 Organic synthesis

発光性有機分子は有機ELをはじめとした有機エレクトロニクス材料や化学センサーなどへの応用が期待される。発光性有機分子の実用化に向けては固体での発光性が重要となる。しかし、有機分子の固体発光には凝集起因消光(ACQ)など多くの課題が存在する。

我々の研究グループでは、高い発光性をもったπ共役系有機色素の凝集状態における集積構造を制御することで、凝集誘起発光増強(AIEE)や固体発光を実現することを目的として研究を行っている。また、集積構造を外部刺激によって変化させることによる発光特性のスイッチングや、キラル構造の導入による円偏光発光の実現などの機能性の発現などを狙っている。

Luminescent organic dyes have been interesting due to their potential applications for organic electronic devices and chemical sensors. The emission in the solid-state is indispensable for the applications of organic dyes. However, the solid-state emission of organic dyes has many problems such as the aggregation caused quenching (ACQ).

My research topic is the development of organic dyes displaying the aggregation induced emission enhancement (AIEE) and the solid-state emission. The design of the assembly structure results in the AIEE and solid-state emission. External-stimuli responsivity and circularly polarized emission are also been interested in.



無機－有機ハイブリッド材料の構築と機能発現

固体電解質・発光材料へ向けて

Construction and functionalization of inorganic-organic hybrid materials
Toward solid-state conductors and luminescent materials

教授 伊藤 建 Prof. Takeru Ito

[researchmap https://researchmap.jp/read0205369_2](https://researchmap.jp/read0205369_2)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3239/> takeito@tokai.ac.jp



生体分子セレンアナログの合成と創薬への展開

セレノペプチドとセレノ核酸の分子デザインと生体機能の解明

Synthesis of selenium analogs of biomolecules and their applications to drug discovery
Molecular design and biological functions of seleno-peptides and seleno-nucleic acids

教授 岩岡 道夫 Prof. Michio Iwaoka

[researchmap https://researchmap.jp/read0118183](https://researchmap.jp/read0118183)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2814/> miwaoka@tokai.ac.jp



無機－有機ハイブリッド
Inorganic-Organic Hybrid

ポリ酸
Polyoxometalate

界面活性剤
Surfactant

無機－有機ハイブリッド材料は、無機物の安定性と多機能性、有機物の構造柔軟性をあわせもち、様々な機能性材料の構築が可能です。

我々は、機能性無機クラスターであるポリ酸イオンと界面活性剤から、世界的にも類例のないハイブリッド結晶を得ることに成功しています。このハイブリッド結晶では、アニオンであるポリ酸とカチオンである界面活性剤の組み合わせを変えることで、組成や構造、機能を緻密かつフレキシブルに設計・制御できます。ハイブリッド結晶中にプロトンやリチウムイオン、ナトリウムイオン、マグネシウムイオン、カルシウムイオンなどを、イオンの種類や量などを制御して取り込むことも可能です。

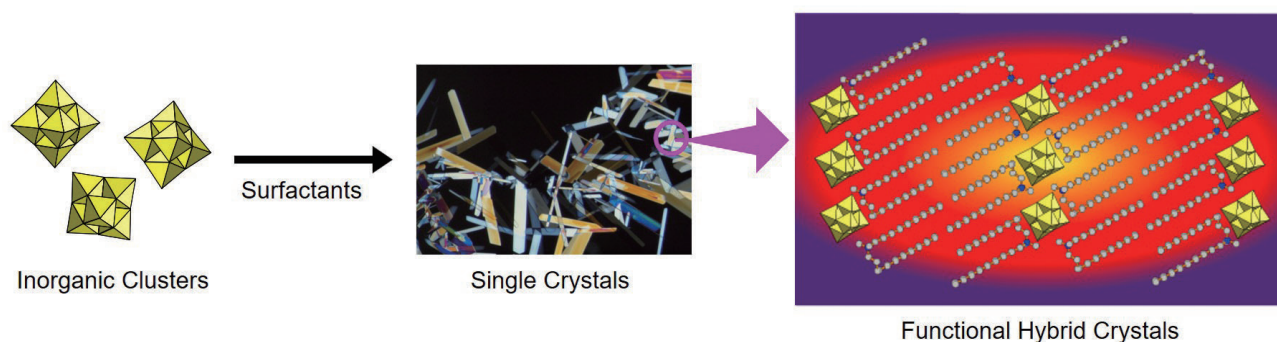
得られるハイブリッド結晶は伝導性の発現に有利な層状構造を有しており、燃料電池や次世代型二次電池の固体電解質や電極材料などへの展開が期待できます。発光性ポリ酸を層状構造に組み込むことも可能であり、レーザー発振特性が発現することを確認しています。

Inorganic-organic hybrid materials have potential for the construction of functionalized materials. We can expect synergy of the merits derived from inorganic motifs to bring thermal stability and various functions, and from organic components which enable flexible control of the built-up structure.

We have successfully synthesized a rare series of hybrid crystals comprising functional inorganic clusters (polyoxometalates) and surfactant molecules. These hybrid crystals can precisely tune the composition, structure and function by changing the combination of polyoxometalate anion and surfactant cation. Selective introduction of proton and metal ions such as lithium, sodium, magnesium, or calcium has been realized.

The hybrid crystals possess layer structure beneficial for the emergence of conductivity. Some of hybrid crystals exhibit electric and proton conductivities, and are promising solid electrolytes or electrode materials for fuel-cell and rechargeable batteries. Luminescent polyoxometalates can be incorporated into the layer structures, and the emergence of lasing properties has been verified.

Inorganic-Organic Hybrid Crystals Composed of Polyoxometalates



セレン
Selenium

創薬
Drug discovery

分子デザイン
Molecular design

セレンは生体必須の微量栄養素ですが、セレンの過剰摂取は強い毒性を示します。ヒトの生体内には25種類のセレンを含む酵素があり、それぞれが生命活動の維持にとても重要な役割を果たしています。岩岡研究室では、セレンの生体機能を明らかにし、セレン化合物を抗酸化剤や抗炎症剤、抗ガン剤、抗生物質などの薬として応用することに挑戦しています。そのために、生体親和性が高いペプチドや核酸に注目し、これらのセレン置換体（セレンアナログ）を分子設計し、化学合成し、さらにその生理機能を明らかにしています。最近の研究成果としては、

1. グルタチオンのセレンアナログであるセレノグルタチオンの簡便な化学合成に成功し、セレノグルタチオンが優れた抗酸化作用や抗糖化ストレス作用を示すことを明らかにしました (A. Kanamori, N. Egawa, S. Yamasaki, T. Ikeda, C. F. Bortolatto, M. J. da Rocha, L. Savegnago, C. A. Brüning, M. Iwaoka, *Pharmaceuticals*, 2024, 17, 1049)。

2. インスリンの硫黄原子をセレン原子で置換したセレノインスリンの合成に成功し、これがインスリン分解酵素に対して耐性を示すこと、すなわちセレノインスリンが特効型インスリン製剤として応用できる可能性を明らかにしました (K. Arai, M. Okumura, Y.-H. Lee, H. Katayama, K. Mizutani, Y. Lin, S.-Y. Park, K. Sawada, M. Toyoda, H. Hojo, K. Inaba, M. Iwaoka, *Commun. Chem.*, 2023, 6, 258)。

3. 新しいタイプのセレノ核酸分子であるセレノトレオース核酸分子の合成に成功し、その分子構造を明らかにしました (M. Iwaoka, Y. Hiyoshi, S. Arai, T. Ito, *ACS Omega*, 2021, 6, 17621)。

セレン創薬にはまだ誰も成功していませんが、私達は世界に先駆けてセレン創薬を実現することを目指し、世界トップレベルの研究を進めています。

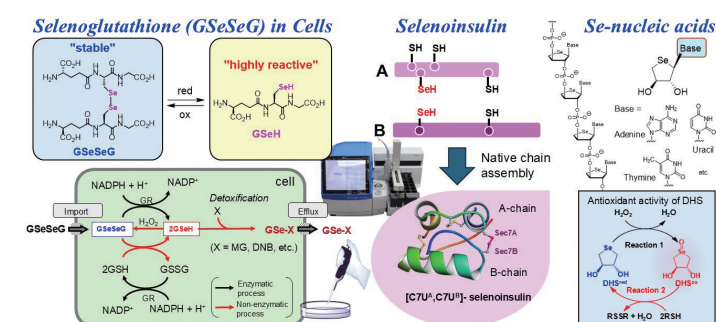
Selenium is an essential micronutrient for the body, but excessive intake of selenium is highly toxic. There are 25 selenium-containing enzymes in the human body, each of which plays a very important role in maintaining life activities. Iwaoka Laboratory is working to clarify the biological functions of selenium and to apply selenium compounds as drugs, such as antioxidants, anti-inflammatory agents, anti-cancer agents, and antibiotics. To this end, we are focusing on peptide and nucleic acid molecules with high biocompatibility, molecularly designing and chemically synthesizing these selenium-substituted derivatives (selenium analogs), and further clarifying their physiological functions. Recent research results include:

1. We have succeeded in a simple chemical synthesis of selenogluthathione, a selenium analog of glutathione, and have demonstrated that selenogluthathione exhibits excellent antioxidant and anti-glycative stress effects (A. Kanamori, N. Egawa, S. Yamasaki, T. Ikeda, C. F. Bortolatto, M. J. da Rocha, L. Savegnago, C. A. Brüning, M. Iwaoka, *Pharmaceuticals*, 2024, 17, 1049).

2. We have successfully synthesized selenoinsulin, in which the sulfur atom of insulin is replaced with a selenium atom, and demonstrated that this compound is resistant to insulin-degrading enzymes, indicating that selenoinsulin may be useful as a long-acting insulin formulation (K. Arai, M. Okumura, Y.-H. Lee, H. Katayama, K. Mizutani, Y. Lin, S.-Y. Park, K. Sawada, M. Toyoda, H. Hojo, K. Inaba, M. Iwaoka, *Commun. Chem.*, 2023, 6, 258).

3. We have successfully synthesized a new type of selenonucleotide molecule, seleno-threose nucleic acid, and elucidated its molecular structure (M. Iwaoka, Y. Hiyoshi, S. Arai, T. Ito, *ACS Omega*, 2021, 6, 17621).

No one has yet succeeded in developing selenium-based drugs, but we are conducting world-class research with the goal of being the first in the world to realize this.



新奇複合アニオン化合物の合成、機能開拓に関する研究

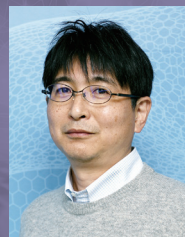
— 高温・高圧合成を中心として —

Synthesis and investigation of novel mixed-anion compounds
Using a high-pressure and high-temperature apparatus

教授 勝又 哲裕 Prof. Tetsuhiro Katsumata

[researchmap](https://researchmap.jp/tetsukatsumata/) <https://researchmap.jp/tetsukatsumata/>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3326/> t.katsumata@tokai.ac.jp



複合アニオン化合物
Mixed-anion compound

高温高圧合成
High-pressure and high-temperature synthesis

固体リチウムイオン伝導体
Solid li-ion conductor

勝又研究室では、低温フッ化法、アンモニア窒化法、高温高圧合成法などを利用して新奇複合アニオン化合物のキャラクタリゼーション、機能開拓に取り組んでいます。

1. 新規複合アニオン化合物の合成とキャラクタリゼーション

複合アニオン化合物は、複数以上の陰イオンを含む化合物のことで、勝又研究室では酸フッ化物、酸窒化物を中心に合成に取り組んでいます。キャラクタリゼーションは主に粉末X線回折を用いた構造解析が中心で、放射光を利用した高強度X線回折測定や、X線PDF (図1) を利用した複合アニオン化合物の局所構造解析にも取り組んでいます。

2. 高温・高圧発生装置を利用した

新規酸化物、新規複合アニオン化合物の合成

勝又研究室にはキュービックアンビル型高温高圧発生装置があります (図2)。高温高圧発生装置は酸化物の合成にも有効ですが、特に複合アニオン化合物の合成と相性が良く、これまでに数種類の新規複合アニオン化合物の合成に成功しています。

3. 高可塑性・高イオン伝導性

固体リチウムイオン伝導体の開発

全固体リチウムイオン二次電池用の固体電解質としての応用を念頭に、新規イオン伝導体の開発に取り組んでいます。化学的に安定な酸化物で高可塑性、高イオン伝導性を両立する化合物が開発を目指しており、酸塩化物、酸フッ化物、酸窒化物などの複合アニオン化合物を中心に新規イオン伝導性化合物の探索に取り組んでいます (図3)。

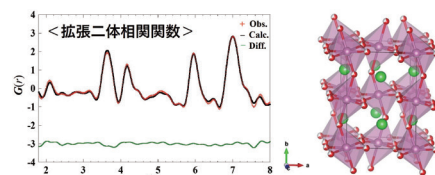


Fig. 1 放射光を用いたペロブスカイト型酸フッ化物の局所構造解析



Fig. 2 キュービックアンビル型高温高圧発生装置

The Katsumata Laboratory is engaged in characterizing novel mixed-anion compounds using techniques such as low-temperature fluorination, ammonia nitridation, and high-temperature high-pressure synthesis.

1. Synthesis and Characterization of Novel Mixed-Anion Compounds

Mixed-anion compounds are compounds containing two or more anions. The Katsumata Laboratory mainly focuses on synthesizing oxyfluorides and oxynitrides. Characterization primarily involves structural analysis using powder X-ray diffraction. We also conduct high-intensity synchrotron X-ray diffraction measurements and perform local structure analysis of these compounds using the X-ray PDF (Figure 1).

2. Synthesis of Novel Oxides and Novel Mixed-Anion Compounds Using a High-Temperature, High-Pressure Apparatus

The Katsumata Laboratory has a cubic-anvil-type high-temperature, high-pressure apparatus (Figure 2). While effective for synthesizing oxides, this system is particularly well suited to mixed-anion compounds. To date, we have successfully synthesized several novel mixed-anion compounds using this method.

3. Development of High-Ion-Conductivity Solid Lithium-Ion Conductors

We are developing novel ion conductors to serve as solid electrolytes for all-solid-state lithium-ion secondary batteries. We aim to develop compounds that are chemically stable oxides while simultaneously achieving high plasticity and high ionic conductivity. Our exploration focuses on novel ion-conductive compounds, particularly mixed-anion compounds such as oxychlorides, oxyfluorides, and oxynitrides (Figure 3).

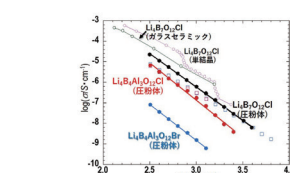


Fig. 3 固体高Liイオン伝導体のイオン伝導度とイオン伝導経路

超原子価有機テルル化合物の合成と機能発現

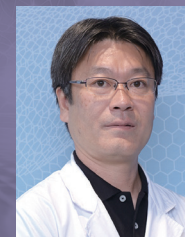
精密有機合成化学が拓く分子科学の新展開

Synthesis and Functional Elucidation of Hypervalent Organotellurium Compounds
New Frontiers in Molecular Science through Precision Organic Synthesis

教授 小口 真一 Prof. Shinichi Koguchi

[researchmap](https://researchmap.jp/read0163629/published_papers) https://researchmap.jp/read0163629/published_papers

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3416/> koguchi@tokai.ac.jp



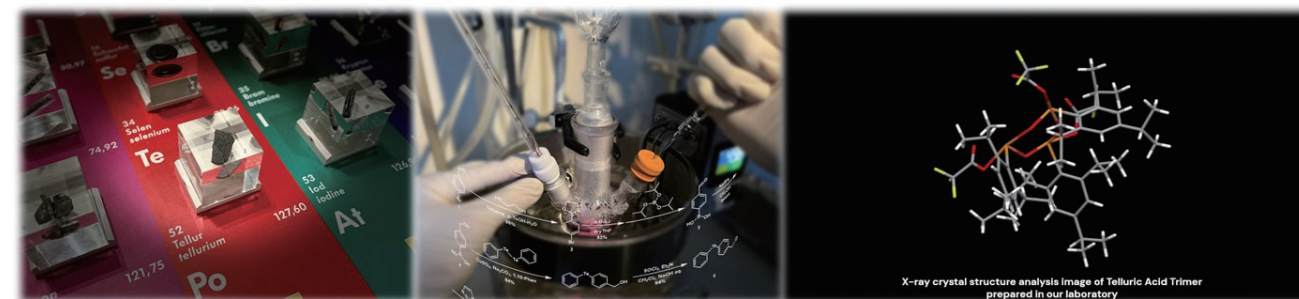
有機合成化学
Organic Synthesis

有機テルル化合物
Organotellurium Compounds

超原子価化合物
Hypervalent Compounds

本研究室では、精密有機合成化学の観点から、超原子価有機テルル化合物の新規合成および機能発現機構の解明を目的とする。超原子価化学種は、通常の原子価則を超越した独自の結合様式と電子構造を有し、従来にない反応性や分子機能を示すことが知られている。中でもテルル元素は、重原子特有の柔軟な酸化還元挙動と高い極性能を兼ね備えており、多様な化学変換への応用が期待される要素である。本研究では、精密な分子設計に基づき新規超原子価有機テルル化合物の合成を行い、得られた化合物についてX線結晶構造解析および各種NMR測定などの分光学的手法を用いて構造的特徴を詳細に解析する。さらに、これら化合物の物理的・化学的特性を精査し、その特異な分子構造と機能との相関を明らかにする。加えて、合成した超原子価有機テルル化合物を触媒や有機反応試薬として応用し、新しい有機合成反応の創出を目指す。これらの研究を通じて、精密有機合成化学が拓く分子科学の新たな展開を実現し、超原子価化学を基盤とする有機合成化学の次世代の発展に貢献することを目指す。

Our laboratory focuses on the precision synthesis and functional investigation of novel hypervalent organotellurium compounds. These species feature unique bonding patterns and electronic structures that exceed conventional valence rules, giving rise to unprecedented reactivity and molecular functions. We design and synthesize new hypervalent organotellurium compounds, characterize their structures using X-ray crystallography and NMR spectroscopy, and examine their physical and chemical properties to elucidate structure–function relationships. Furthermore, we explore their application as catalysts or reagents to develop novel organic transformations. Through this research, we aim to advance molecular science via precision organic synthesis and contribute to the next generation of organic synthesis grounded in hypervalent chemistry.



機械・航空宇宙 コース

Mechanical Engineering and
Aeronautics and Astronautics

メカトロニクスシステムの モデル化と制御

メカトロニクスシステムを支える知的制御技術の開発

Modeling and Control of Mechatronic Systems

Advancements in Intelligent Control for Mechatronic Systems

教授 奥山 淳 Prof. Atsushi Okuyama

[researchmap https://researchmap.jp/20181019/research_experience/18830536](https://researchmap.jp/20181019/research_experience/18830536)
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3172/> a.okuyama@tokai.ac.jp



モーションコントロール
Motion control

機械学習
Machine learning

モデル化
Modeling

奥山研究室では、メカトロニクスシステムの高性能化・高機能化を目指し、機械学習理論を取り入れた知的制御技術の開発を行っています。研究分野としては、1) マルチエージェントシステム、2) 歩行ロボット、3) 機械学習、4) 位置決め制御に注目しています。

1) マルチエージェントシステムを対象として、障害物を回避しながら、すべてのエージェントの状態を同じ値に一致させる合意制御方式の開発を行っています。また、複数のハンターエージェントが単数の獲物エージェントを追跡して捕獲する、強化学習理論に基づいた制御方式の開発を行っています。

2) 人型や多脚型のロボットを対象として、ZMP (Zero Moment Point) やCPG (Central Pattern Generator) に基づいた歩行制御方式の開発を行っています。

3) 深層強化学習の応用として、多脚型ロボットの軌道生成、車輪型ロボットの迷路探索や障害物回避、PID制御パラメータの自動調整、などの開発を行っています。

4) ハードディスク装置や光ディスク装置を対象として、ナノメートルオーダーの高精度な位置決めを実現する制御方式の開発を行っています。

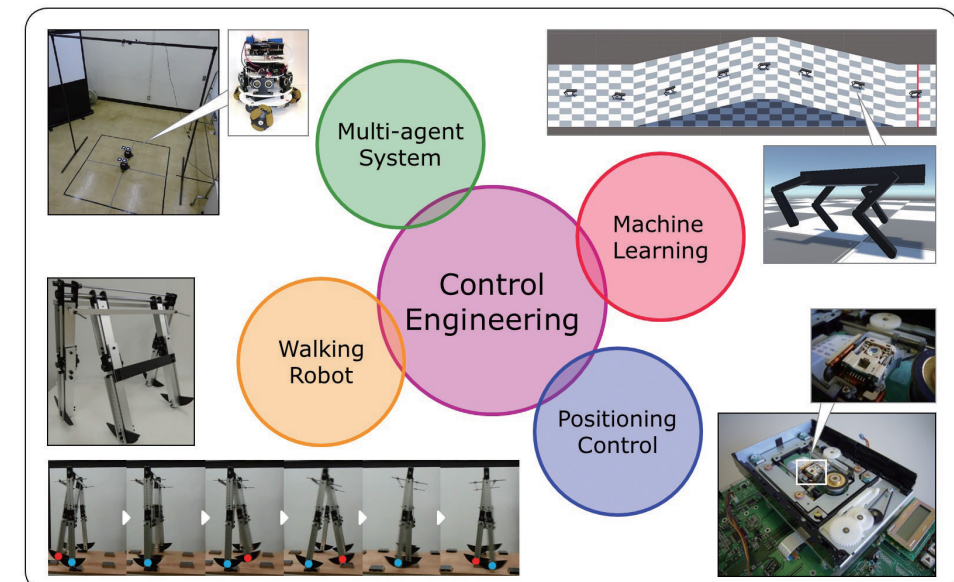
Okuyama Laboratory is developing intelligent control technologies incorporating machine learning theory with the aim of improving the performance and functionality of mechatronic systems. Our research areas focus on: 1) multi-agent systems, 2) walking robots, 3) machine learning, and 4) positioning control.

1) For multi-agent systems, we are developing a consensus control method that synchronizes the states of all agents while avoiding obstacles. We are also developing a control method based on reinforcement learning theory in which multiple hunter agents track and capture a single prey agent.

2) For humanoid and multi-legged robots, we are developing walking control methods based on ZMP (Zero Moment Point) and CPG (Central Pattern Generator).

3) As applications of deep reinforcement learning, we are developing trajectory generation for multi-legged robots, maze navigation and obstacle avoidance for wheeled robots, and automatic tuning of PID control parameters.

4) For hard disk drives and optical disk drives, we are developing control methods that achieve high-precision positioning on the nanometer order.



トライボロジーに基づく 機械要素の設計と評価

摩擦・潤滑現象の理解と可視化

Design and Evaluation of Machine Elements Based on Tribology
Understanding and Visualization of Tribological Phenomena

教授 落合 成行 Prof. Masayuki Ochiai

researchmap <https://researchmap.jp/read0127001/>
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3021/> ochiaim@tokai.ac.jp



トライボロジー
Tribology

機械要素設計
Machine Element Design

流体潤滑
Fluid Lubrication

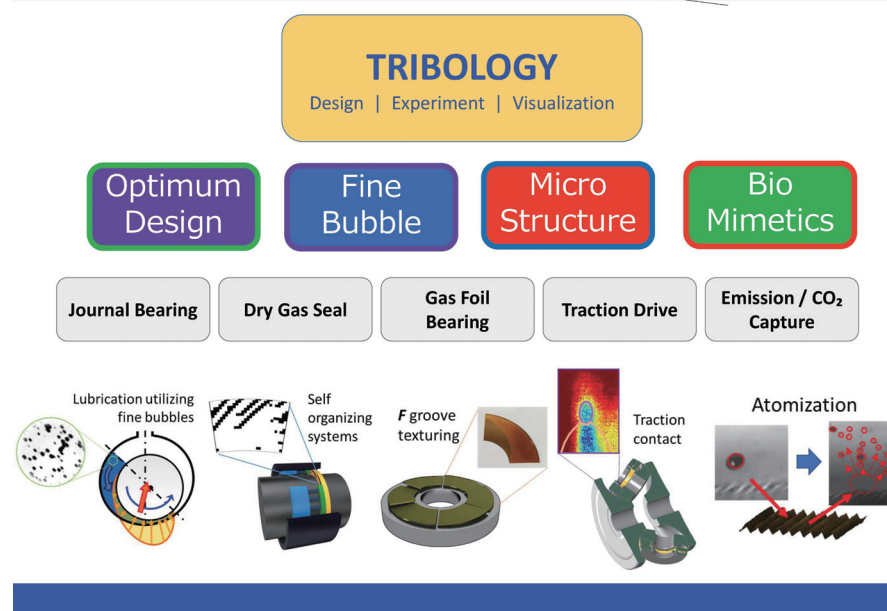
機械システムの高効率化・高信頼化を実現するためには、摩擦・摩耗・潤滑といったトライボロジー現象を正しく理解し、それを設計に反映させることが不可欠である。落合研究室では、流体潤滑を基盤としたトライボロジー研究を通じて、軸受やシールなどの機械要素における性能向上と信頼性確保に取り組んでいる。

研究では、実機に近い条件下での実験評価と、力学・流体解析を組み合わせることで、機械要素内部で生じる摩擦や潤滑状態の変化を定量的に把握し、その発生要因や支配因子を明らかにすることを重視している。さらに、油膜挙動や流れを可視化する実験手法を補助的に活用し、理論や数値解析だけでは捉えにくい現象の理解を深めている。

これらの知見をもとに、軸受形状や表面構造の最適化、作動条件に応じた設計指針の構築を行い、産業機械や輸送機器における実用的な機械要素設計へと展開している。

To achieve high efficiency and reliability in mechanical systems, it is essential to correctly understand tribological phenomena such as friction, wear, and lubrication, and to reflect this understanding in engineering design. The Ochiai Laboratory conducts research on tribology based on fluid lubrication, focusing on improving the performance and reliability of machine elements such as bearings and seals. Experimental evaluations under practical operating conditions are combined with mechanical and fluid dynamic analyses to quantitatively clarify changes in friction and lubrication states. Visualization techniques for oil film behavior and internal flow are also employed as supportive tools to deepen the physical understanding of complex phenomena. Based on these insights, the laboratory develops design guidelines through optimization of geometry, surface structures, and operating conditions, contributing to practical machine element design for industrial machinery and transportation systems.

Tribology-based Machine Element Research



ヒューマンフレンドリーロボットの 研究開発

未来社会に必須の最先端ロボティクス研究

Development of Human-Friendly Robots
Advanced Robotics Research for the Future Society

教授 甲斐 義弘 Prof. Yoshihiro Kai

researchmap <https://researchmap.jp/KaiYoshihiro>
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2838/> kai@tokai.ac.jp



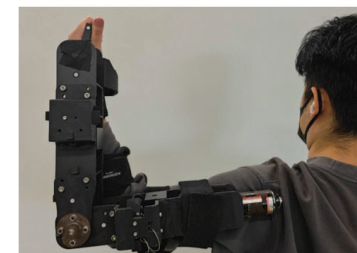
人間共存型ロボット
Human-Friendly Robot

ドローン
Drone

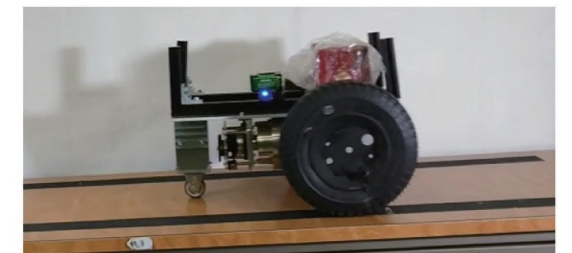
安全
Safety

近年、人と同一の環境内で人を支援するヒューマンフレンドリーロボットが必要とされてきています。甲斐研究室では、以下のようなヒューマンフレンドリーロボット・デバイスの開発をしています。(1) エネルギー消費と安全性を考慮したパワードスーツ、(2) メカニカル安全ブレーキを搭載した安心・安全な車輪移動ロボット、(3) 目だけでロボット(例えば、ドローン、ヒューマノイドロボット、四足歩行ロボット)を遠隔操作可能なシステム、(4) 歩行訓練システム、(5) メカニカルブレーキを用いた無動力サポートスーツ。

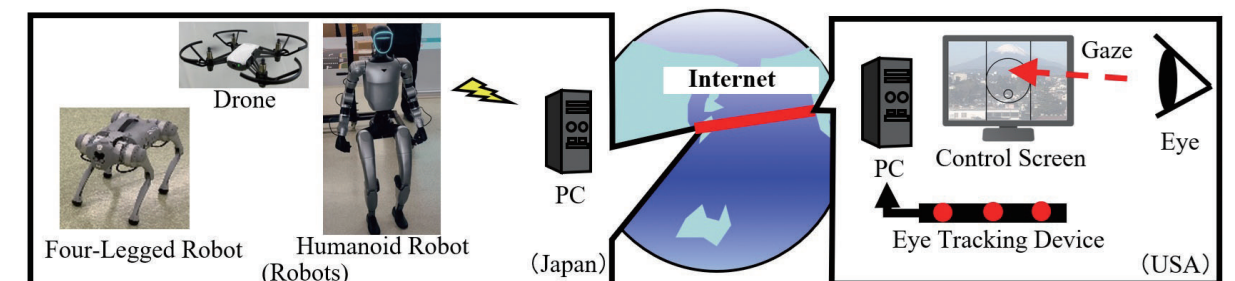
In recent years, the demand for human-friendly robots which support humans within human environments has been increasing. Kai Laboratory is developing the following human-friendly robots and devices: (1) Powered suits considering energy consumption and safety; (2) Wheeled mobile robots with mechanical safety brakes; (3) Systems for remotely controlling robots (e.g., drones, humanoid robots, four-legged robots) using only human eyes; (4) Gait training systems; (5) Non-powered support suits with mechanical brakes.



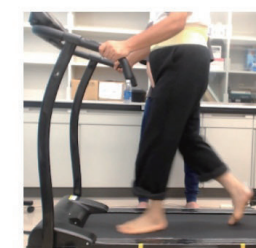
Powered suit considering energy consumption and safety



Wheeled mobile robot with mechanical safety brakes
(Scene from brake performance testing)



System for remotely controlling robots using only human eyes



Gait training system



Non-powered support suits

次世代モビリティシステムの 先進技術研究

機械・電気・制御を融合したモビリティ技術の革新

Advanced Technologies for Next-Generation Mobility Systems
Innovation in Mobility Technologies through Mechanical, Electrical, and Control Integration

准教授 加藤 英晃 Assoc.Prof. Atsushi Okuyama

[researchmap https://researchmap.jp/hkato189](https://researchmap.jp/hkato189)
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3851/> kato@tokai.ac.jp



パワーユニットシステム制御
Power Unit System Control

モビリティダイナミクス
Mobility Dynamics

マグレブシステム
MAGLEV Systems

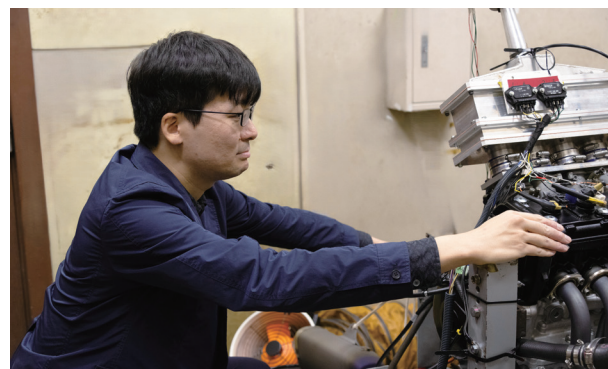
加藤研究室では、モビリティの要素技術を「人」「アクチュエータ」「構造」「制御」の視点から横断的に捉え研究を進めています。音・振動、車両運動、パワーユニット、材料、磁気浮上など、多様なテーマから、自分の関心に沿って研究できます。

【音・振動と操作性に関する研究】車室内騒音や振動が操作者の知覚や操作に及ぼす影響を、生体信号の分析を通して評価します。ステアバイワイヤやアクティブシート、ノイズ制御など、操作性や快適性を高める技術を検討します。

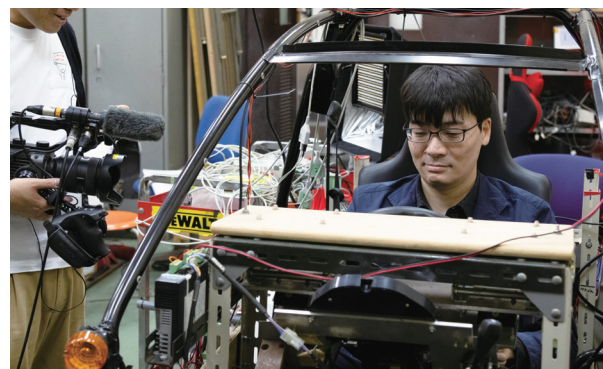
【磁気浮上・柔軟物体に関する研究】磁気浮上を利用した非接触支持・案内・搬送系を対象に、薄鋼板や超柔軟物体の振動挙動や動的安定性を解析します。高速搬送や新たな支持機構への応用を見据え、柔軟構造の制御手法を検討します。

【車両構造・ビークルダイナミクス・材料に関する研究】レーシングカーの操縦性や旋回特性、空力、パワーユニットとの相互作用を解析し、高性能車両の運動特性を踏まえた新たな運動システムの構築を目指します。また、CFRP衝撃吸収構造のエネルギー吸収特性や破壊挙動を評価し、軽量で安全な車体設計を検討します。

【パワーユニット・エンジンシステムの研究】レシプロエンジンや小型レーシングカー用パワートレインを対象に、応答性や燃料利用効率の改善手法を検討します。電動化と組み合わせた動力システムの可能性も扱います。



パワーユニットの高応答性・高効率化を目指したエンジン制御研究
Engine Control Research for High-Response, High-Efficiency Power Units



ステアバイワイヤ車両の操舵特性とダイナミクス解析
Analysis of Steering Characteristics and Dynamics in Steer-by-Wire Vehicles

At Kato Laboratory, we investigate mobility technologies from the perspectives of human factors, actuators, structures, and control. Our research spans a wide range of topics, including acoustics and vibration, vehicle dynamics, power units, materials, and magnetic levitation. Students can pursue research themes aligned with their own interests.

[Acoustics, Vibration, and Driving Operability] We analyze how in-cabin noise and vibration influence driver perception and operational behavior using physiological signals. Research topics include steer-by-wire systems, active seat mechanisms, and noise-control technologies that enhance operability and comfort.

[Magnetic Levitation and Flexible Structures] We study non-contact support, guidance, and transport systems based on magnetic levitation. The dynamic behavior and stability of thin steel sheets and highly flexible structures are analyzed, and control methods for flexible structures are explored with applications in high-speed conveyance and novel support mechanisms.

[Vehicle Structures, Dynamics, and Materials] We examine the interaction among handling characteristics, cornering dynamics, aerodynamics, and power-unit behavior in racing vehicles, aiming to develop new motion-control concepts for high-performance cars. In parallel, we evaluate the energy-absorption and failure characteristics of CFRP crash structures to contribute to lightweight and safe vehicle-body design.

[Power-Unit and Engine Systems] Research topics include improving the response and fuel-utilization characteristics of reciprocating engines and small racing-car powertrains. We also investigate the potential of hybridized and electrified power-unit systems.

電磁気を応用したメカトロニクスの研究

磁気浮上技術を利用した柔軟物体の非接触支持搬送制御

Study on Mechatronics System Applied Electromagnetics
Non-contact support and transportation control for flexible objects using magnetic levitation technology

准教授 成田 正敬 Assoc.Prof. Takayoshi Narita

[researchmap https://researchmap.jp/takayoshin](https://researchmap.jp/takayoshin)
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4092/> tnarita@tokai.ac.jp



制御工学
Control engineering

磁気工学
Magnetic engineering

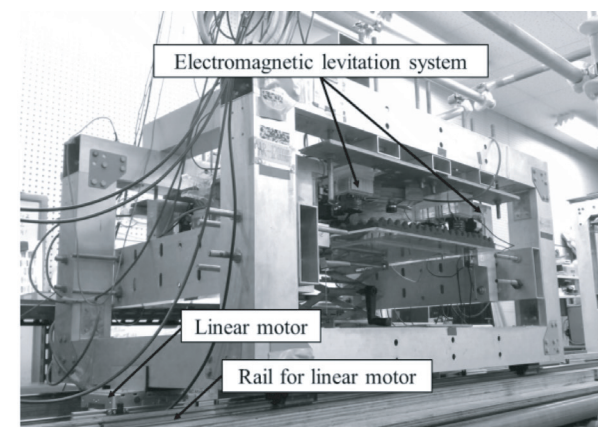
振動工学
Vibration engineering

・柔軟物体の振動現象に関する研究

薄鋼板などの平板やワイヤーなどの線材の面積や長さが増加すると、十分に強度がある材料でも変形して柔軟性を示し、複雑な振動が発生します。磁気浮上した柔軟物体に発生する高次モードに由来する振動は浮上制御を行う上で大きな障害となり、浮上を維持することが困難となります。このような非接触に支持された柔軟物体の振動現象は解明されていない部分も多く、本研究室はこれらを解明し、制御する方法について研究を行っています。

・電磁気学を応用した非接触支持搬送に関する研究

磁気浮上を利用することにより、物体に直接触れずに支持し、移動させることができます。ただしサイズの大きな柔軟物体に対して限られた電磁石を用いて支持すると、支持力が及ばない箇所にたわみが生じ、振動によって浮上制御が困難となります。そこで、柔軟物体に横から張力を加えたり、浮上補助用に永久磁石を設置したり、塑性変形させない範囲で湾曲させながら浮上させる手法を提案し、浮上安定性が向上することを確認しています。このような知見を踏まえながら、新たなものづくりや移動手段について研究を行っています。



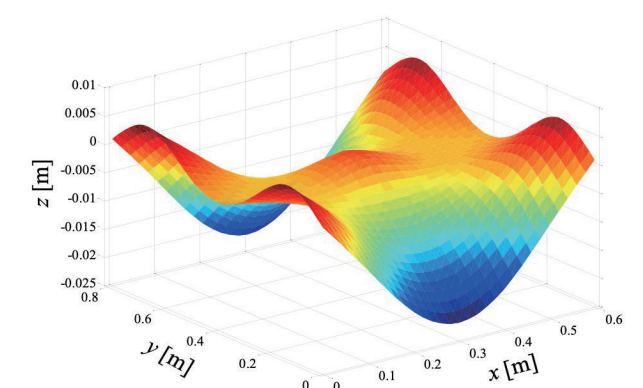
柔軟物体の磁気浮上装置
Electromagnetic levitation devise for flexible object

・Research on Vibration Phenomena of Flexible Objects

As the area and length of flat plates such as thin steel plates and wires increase, even sufficiently strong materials deform and become flexible, resulting in complex vibrations. Vibrations arising from higher-order modes in magnetically levitated flexible objects pose a significant obstacle to levitation control, making it difficult to maintain levitation. Much of the vibration phenomenon of such non-contact supported flexible objects remains unknown, and our laboratory is researching methods to elucidate and control these phenomena.

・Research on Non-Contact Support and Transportation Using Electromagnetism

Magnetic levitation allows objects to be supported and moved without direct contact. However, when supporting large flexible objects using limited electromagnets, deflection occurs in areas beyond the support force, resulting in vibrations that make levitation control difficult. Therefore, we have proposed methods to levitate flexible objects by applying lateral tension, installing permanent magnets to assist levitation, and bending the object to a degree that does not cause plastic deformation. We have confirmed that these methods improve levitation stability. Based on these findings, we are researching new manufacturing and transportation methods.



薄鋼板が浮上した際の变形の様子
Deflection of steel plate levitated by the levitation devise

摩擦を用いた動力伝達システムの研究

EV用高回転トランスミッションおよびロボット用駆動輪

Power transmission systems with using friction
High-speed transmission for EVs and drive wheels of robots

教授 山本 建 Prof. Takeshi Yamamoto

[researchmap](https://researchmap.jp/yama-ken1969) <https://researchmap.jp/yama-ken1969>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4091/> yama-ken@tokai.ac.jp



自動車 Vehicle

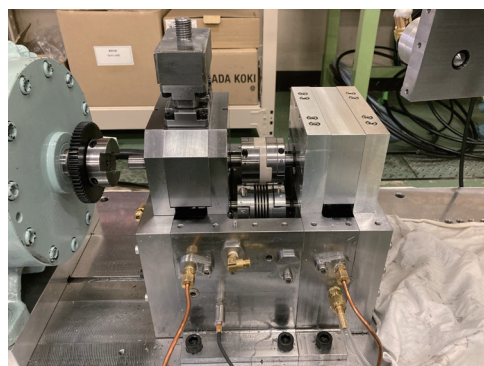
摩擦による動力伝達を用いた新しいモビリティやロボットの創出と、その基礎となる摩擦現象のメカニズム解明および性能向上に取り組んでいます。

具体的には

- (1) 最高50,000rpmの超高速で回転する電気自動車用パワートレイン
- (2) 360°自在に動ける玉乗り型ロボット駆動輪
- (3) これらシステムを評価する高回転試験装置等の開発
- (4) シミュレーションによる摩擦現象

の解明を行っています。

企業との共同研究を積極的に行っており、産業に貢献する研究開発を目指しています。



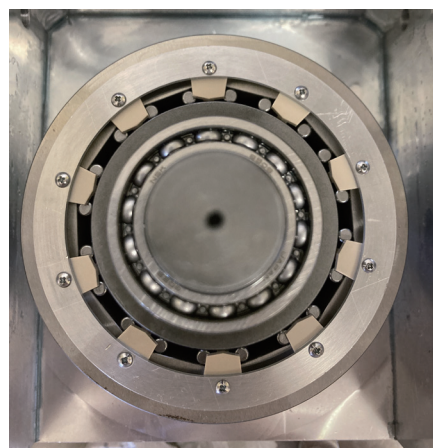
トライボロジー Tribology

Yamamoto laboratory aims to develop innovative mobility platforms and robotic systems that employ friction-based power transmission, while also elucidating the fundamental mechanisms of friction and improving their performance.

Specifically, our research includes:

- (1) the development of an ultra-high-speed powertrain for electric vehicles capable of reaching 50,000 rpm,
- (2) the creation of a ball-bot-type omnidirectional drive wheel capable of 360° motion,
- (3) the development of high-speed experimental rigs for evaluating these systems, and
- (4) the elucidation of friction phenomena through numerical simulation

We actively pursue collaborative research with industrial partners and aim to deliver R&D that benefits industry.



医療向上のための マイクロニードル・センサー技術

Microneedle/Sensor Technologies for Improved Healthcare

教授 槌谷 和義 Prof. Kazuyoshi Tsuchiya

[researchmap](https://researchmap.jp/read0127000) <https://researchmap.jp/read0127000>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3019/> k_tsuchiya@tokai.ac.jp

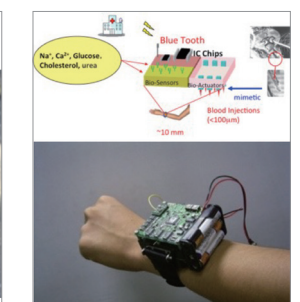
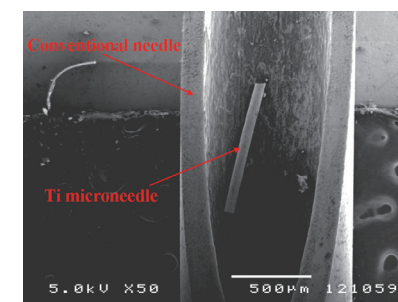


pHセンサー pH Sensors

「痛みを感じさせない採血」を実現したいという思いから、我々はウェアラブルヘルスケアモニタリングの研究に没頭してきました。発想の源は、ほとんど気づかれずに吸血するメスの蚊の巧妙な仕組みです。その構造に魅了され、私は極細チューブ作製技術を駆使して“世界最小クラスの金属注射針”を生み出しました。これは、日々の採血を欠かせない糖尿病患者にとって、負担を大幅に減らす可能性を秘めたものです。腕時計ほどの限られた空間に、穿刺から採血、分析までを組み込む必要があるため、私は機能性材料やマイクロアクチュエータを駆使し、まるで小さな実験室を腕に装着するようなデバイスの実現を追求してきました。

さらに、生体材料よりもしなやかで強靱でセンシング可能なナノシートを作製する技術の開発にも成功し、我々の研究の世界は一気に広がりました。現在は、このナノシート型センサにより、“隠れた熱中症”を検知する皮膚貼付型フレキシブルセンサーの開発に挑んでいます。固体電極を薄膜上に形成することで、皮膚越しにpHなどの生体情報を連続的に読み取ることが可能になり、リアルタイムでセンシング可能です。

医療機器は、ともすると患者の負担より技術都合が優先されがちです。しかし我々は、生活に自然と溶け込み、痛みも不快感も最小限にした“未来の医療体験”をつくりたいと考えています。人がより自由に、より長く健康でいられるための技術を生み出すことこそが、我々が研究し続けられるモディベーションです。



機能材料 Functional Materials

Motivated by the aim of achieving painless blood sampling, we have conducted extensive research on wearable healthcare monitoring systems. Our work was inspired by the remarkable blood-feeding mechanism of female mosquitoes, which extract blood with minimal perceptible sensation. Drawing on this biological insight, we applied our ultrafine tube fabrication technology to develop one of the world's smallest metallic hypodermic needles, a device with the potential to substantially reduce the burden on individuals with diabetes who require daily blood sampling.

Because the entire sequence—from skin penetration to blood extraction and biochemical analysis—must be integrated within the spatial constraints of a wristwatch-sized device, we have employed advanced functional materials and microactuators to pursue a miniaturized, wrist-mounted analytical platform, effectively a “laboratory on the wrist.” In parallel, we have established fabrication techniques for nanosheets that exhibit flexibility and mechanical strength surpassing those of conventional biomaterials, thereby expanding the scope and applicability of our research.

Building on this progress, we are currently developing a flexible, skin-attachable sensor utilizing these nanosheets to detect latent heatstroke, a potentially fatal condition that often goes unnoticed until advanced stages. By incorporating solid-state electrodes onto ultrathin films, our system enables continuous transdermal monitoring of physiological parameters such as pH, providing the sense of “listening” to the body's signals in real time.

In the field of medical devices, engineering efficiency often takes precedence over patient comfort. In contrast, our goal is to create a future-oriented medical experience that integrates seamlessly into daily life while minimizing pain and discomfort. Developing technologies that empower individuals to live healthier, more autonomous, and longer lives is what continues to drive and inspire our research.

鉄道関連技術の研究開発

鉄道車両と周辺技術に関する研究

Research and Development of Railway-Related Technologies

Research on Railway Vehicles and Related Technologies

講師 土屋 寛太郎 Lecturer Tsuchiya Hirotarou

[researchmap https://researchmap.jp/hirotsuchi](https://researchmap.jp/hirotsuchi)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4286/> tsuchiya.hirotarou.g@tokai.ac.jp



複雑流れの理解・予測・制御による熱流体機器高性能化

数値シミュレーション×実験×機械学習の統合

High-Performance Thermal-Fluid Devices via Understanding, Prediction, and Control of Complex Flows

Integrating Numerical Simulation, Experiments, and Machine Learning

准教授 福島 直哉 Assoc.Prof. Naoya Fukushima

[researchmap https://researchmap.jp/naoya_fukushima](https://researchmap.jp/naoya_fukushima)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4188/> fukushima@tokai.ac.jp



- 鉄道工学
Railway Engineering

設計工学
Design Engineering

構造力学
Structural Mechanics

本研究室では、環境負荷の低減や輸送の安全性・快適性の向上に資する鉄道車両技術の高度化を目的として、鉄道車両関連技術に関する研究を行っています。鉄道は、旅客輸送人数当たりのCO₂排出量が少なく、環境負荷の低い交通手段として注目されています。一方で、鉄道車両は多様な技術の集合体であり、本研究室ではそれらを横断的に捉えた研究に取り組んでいます。

下段左側の写真は、ジャイロユニットと呼ばれる姿勢安定装置を組み込んだジャイロモノレールです。設計から製作までを一貫して行い、試行錯誤を通じて安定性の向上を図っています。そこで得られた知見を基に、鉄道車両における車体安定技術への応用を目指しています。

下段右側の写真は、鉄道車両などに用いられる薄肉円筒構造における音振動連成現象の実験装置です。薄肉構造物が周期的な外力を受けると、内部音場との相互作用により音振動連成現象が生じます。本研究室では、この現象を抑制することで構造振動や騒音の低減を図るとともに、音振動連成現象を促進させて活用することで、圧電振動発電によるエネルギー回収や発電デバイスの実用化に関する研究を行っています。これらの知見は、鉄道車両に限らず、航空・機械構造物など他分野への応用も視野に入れています。

また、本研究室では、学生が設計・製作・実験までを主体的に行い、実践的なものづくりと理論の両立を重視した研究教育を行っています。

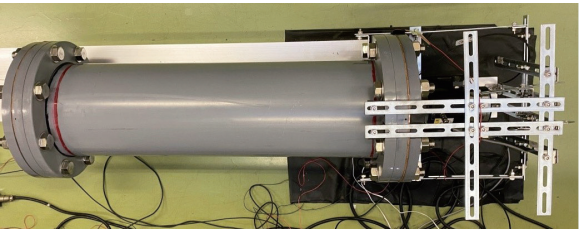
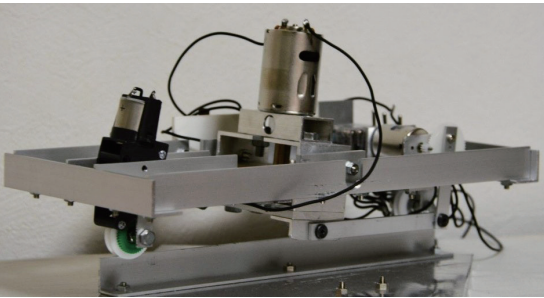
Our laboratory conducts research on railway vehicle-related technologies with the aim of advancing railway vehicle systems that contribute to reducing environmental impact and improving transportation safety and comfort. Railways are recognized as an environmentally friendly mode of transportation, characterized by low CO₂ emissions per passenger carried. At the same time, railway vehicles are complex systems composed of a wide range of technologies, and our laboratory addresses these technologies from a cross-disciplinary perspective.

The left figure shows a gyro monorail equipped with a posture stabilization device known as a gyro unit. We carry out the entire process from design to fabrication, and through repeated trial and error, we work to improve vehicle stability. The knowledge obtained from this work is applied to the development of body stabilization technologies for railway vehicles.

The right figure shows an experimental apparatus for investigating vibro-acoustic coupling phenomena in thin-walled cylindrical structures, such as those used in railway vehicles. When a thin-walled structure is subjected to periodic external forces, vibro-acoustic coupling occurs due to interactions with the internal acoustic field. Suppressing this phenomenon makes it possible to reduce structural vibrations and noise.

On the other hand, by intentionally promoting and utilizing vibro-acoustic coupling, energy can be harvested through piezoelectric vibration-based power generation. Our laboratory is therefore also engaged in research on the practical implementation of power generation devices that recover the electrical energy obtained in this manner. The knowledge gained from these studies is expected to be applicable not only to railway vehicles but also to other fields, including aerospace and mechanical structures.

In addition, our laboratory places strong emphasis on research-based education in which students take the initiative in design, fabrication, and experimentation, fostering a balance between hands-on manufacturing experience and theoretical understanding.



- 複雑流れ
Complex Flows

数値解析・実験計測
Numerical Simulation & Experimental Measurements

機械学習
Machine Learning

福島研究室では、乱流、非ニュートン流れ、混相流などの「複雑流れ」を対象に、理解・予測・制御を一体として進め、高性能化と環境負荷低減に資する設計・制御指針の創出を目指しています。複雑流れは強い非線形性やマルチスケール性を持ち、壁面・界面近傍の局所現象が全体の性能を左右します。さらに、多相性や物性変化を伴う相互作用により支配要因が変動しやすく、これらを一貫した理論枠組みで扱うことが大きな課題です。

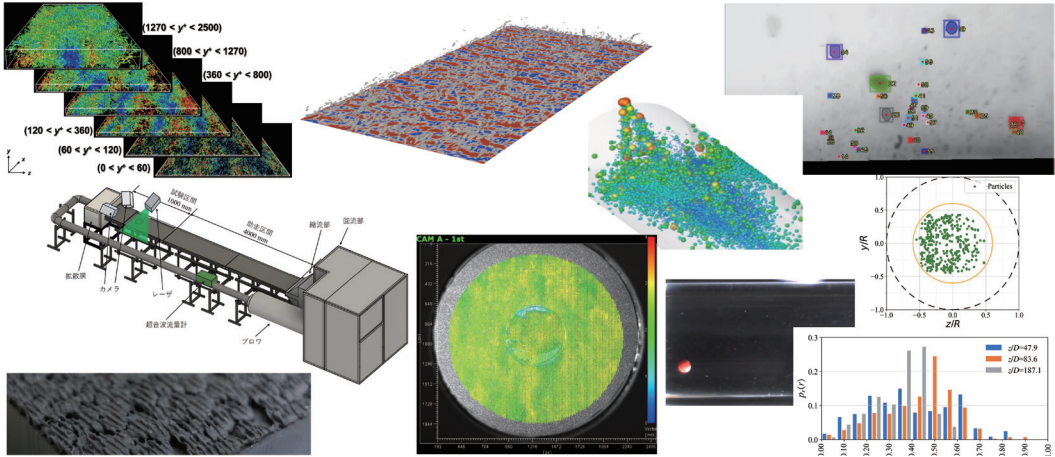
この課題に対し、本研究室では数値解析と実験計測を基盤に、機械学習を統合した研究体系を構築しています。数値解析では、直接数値計算やラージエディシミュレーションにより乱流輸送機構を解明し、粒子画像流速計の速度場を背景流とする離散液滴モデルにより、液滴の壁面近傍挙動を評価しています。一方、実験ではステレオ粒子画像流速計や高速度可視化により実機条件に近い流れ場を定量化し、現象理解の深化、モデルの高度化、制御則の検証に活用しています。

得られた知見とデータを基に、機械学習による流れ場の特徴抽出や予測に加え、深層強化学習を用いた壁乱流の非相似制御を行い、摩擦抵抗低減と伝熱促進を両立する条件と機構の解明を進めています。また、生物規範型の摩擦抵抗低減デバイスの開発、擬塑性流体中の粒子分布の定量化なども推進しています。複雑流れの本質的理解と予測精度の向上を通じ、現場で役立つ設計・制御指針の構築を目指しています。

The Fukushima Laboratory investigates “complex flows”—including turbulence, non-Newtonian flows, and multiphase flows—that govern thermo-fluid system performance. We integrate understanding, prediction, and control to establish practical design and control guidelines for enhanced performance and reduced environmental impact. Because complex flows are strongly nonlinear and multiscale, with near-wall and interfacial phenomena playing critical roles, the dominant mechanisms can shift with operating conditions and property variations, making consistent modeling and prediction challenging.

To address this, we combine numerical analysis, experimental measurements, and machine learning within a physics-grounded framework. We use direct numerical simulation (DNS) and large-eddy simulation (LES) to clarify turbulent transport mechanisms, and evaluate near-wall droplet behavior using a discrete droplet model (DDM) with particle image velocimetry (PIV) velocity fields as the background flow. Stereo-PIV and high-speed visualization provide data for physical insight, model refinement, and validation of control laws under practical conditions.

Building on these data, we apply machine learning for feature extraction and time-series prediction, and employ deep reinforcement learning for non-similar control of wall turbulence to enable simultaneous friction drag reduction and heat transfer enhancement. Our current projects also include bio-inspired drag-reduction devices and quantification of particle distributions in pseudoplastic fluids. Ultimately, we aim to translate improved predictive accuracy into guidelines that are useful for engineering design and operation.



水素を活用した 次世代材料の機能開発と評価技術

水素社会とカーボンニュートラル実現に向けて

Functional Development and Evaluation of Advanced Materials Using Hydrogen
Toward a Hydrogen Society and Carbon Neutrality

准教授 内田 ヘルムート貴大 Assoc.Prof. Helmut Takahiro Uchida

[researchmap](https://researchmap.jp/HinMe) <https://researchmap.jp/HinMe>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4187/> helmutuchida@tokai.ac.jp



水素機能材料

Hydrogen Functional Materials

本研究室では、水素を「エネルギーキャリア」としてだけでなく「材料の機能を引き出すツール」として活用し、次世代材料の開発と評価技術の確立に取り組んでいます。

主な研究テーマは6つの領域に分かれます。

(1)水素吸蔵・透過材料：燃料電池自動車向けの高効率水素透過膜や軽量水素貯蔵合金(Mg-Pd系など)の開発を行い、水素社会の基盤技術に貢献しています。

(2)磁歪薄膜材料：センサーやアクチュエータに応用されるSm-Fe磁歪薄膜において、水素処理による内部応力制御と密着性向上技術を開発しています。

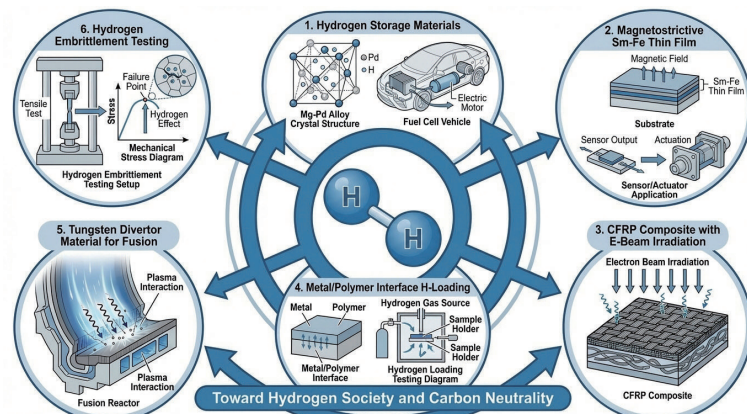
(3)繊維強化複合材料：電子線照射による炭素繊維強化樹脂(CFRP/CFRTP)の高強度化技術を開発し、自動車・航空宇宙分野の軽量化に貢献しています。

(4)界面密着性評価：水素負荷法を用いた金属/高分子界面の密着エネルギー定量評価という独自技術を確立しました。

(5)核融合炉材料：将来の核融合発電に向け、タングステンダイバータ材料における水素挙動の解明に取り組んでいます。

(6)水素脆化・機械特性：金属材料の弾性・疲労特性に対する水素の影響を非破壊で評価する技術を開発しています。

これらの研究は、カーボンニュートラル社会の実現に向けた水素エネルギー技術、次世代モビリティの軽量化、そして材料信頼性向上に直接貢献するものです。



繊維強化複合材料

Fiber-Reinforced Composites

Our laboratory utilizes hydrogen not only as an "energy carrier" but also as a "tool for enhancing material functions," working on the development of next-generation materials and evaluation technologies.

Our research covers six main areas: (1) Hydrogen storage/permeation materials for fuel cell vehicles; (2) Magnetostrictive thin films with hydrogen-based stress control; (3) Electron beam irradiation for strengthening carbon fiber reinforced polymers; (4) Interface adhesion evaluation using hydrogen loading; (5) Tungsten materials for fusion reactor divertors; (6) Hydrogen embrittlement and mechanical property evaluation.

These studies contribute to hydrogen energy technology for carbon neutrality, lightweight next-generation mobility, and material reliability improvement.

薄膜・界面評価

Thin Film/Interface Evaluation

マイクロ流体デバイスを 基盤技術とする生体模倣システム

創薬・再生医療から宇宙まで

Microphysiological system based on microfluidics
From drug discovery and regenerative medicine to space

教授 木村 啓志 Prof. Hiroshi Kimura

[researchmap](https://researchmap.jp/hiropain) <https://researchmap.jp/hiropain>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3603/> hkimura@tokai.ac.jp



バイオエンジニアリング

Bioengineering

本研究室では、マイクロ流体デバイス技術を基盤として、生体の微小環境を精密に再現するマイクロ生体模倣システム(Microphysiological Systems: MPS)の研究開発に取り組んでいます。従来の細胞培養では再現が難しい臓器間連関、せん断応力、酸素・栄養分布などをマイクロスケールで制御し、ヒト生理に近い in vitro 評価系を構築することが主たる目的です。腸管、肝臓、腎臓などの単臓器から、複数臓器連結型MPS、さらには筋萎縮性側索硬化症(ALS)や脳虚血、腎虚血再灌流といった疾患特異的モデルまで幅広く展開し、薬効・毒性評価、薬物動態解析、再生医療支援技術へ応用しています。加えて、生殖細胞・組織培養や宇宙環境下での細胞応答評価など、新領域へ応用展開も推進しています。産学連携や国際共同研究を通じて、動物実験代替となる次世代評価プラットフォームの社会実装を目指し、創薬・ヘルスケア、さらには宇宙生物学まで貢献する研究を進めています。

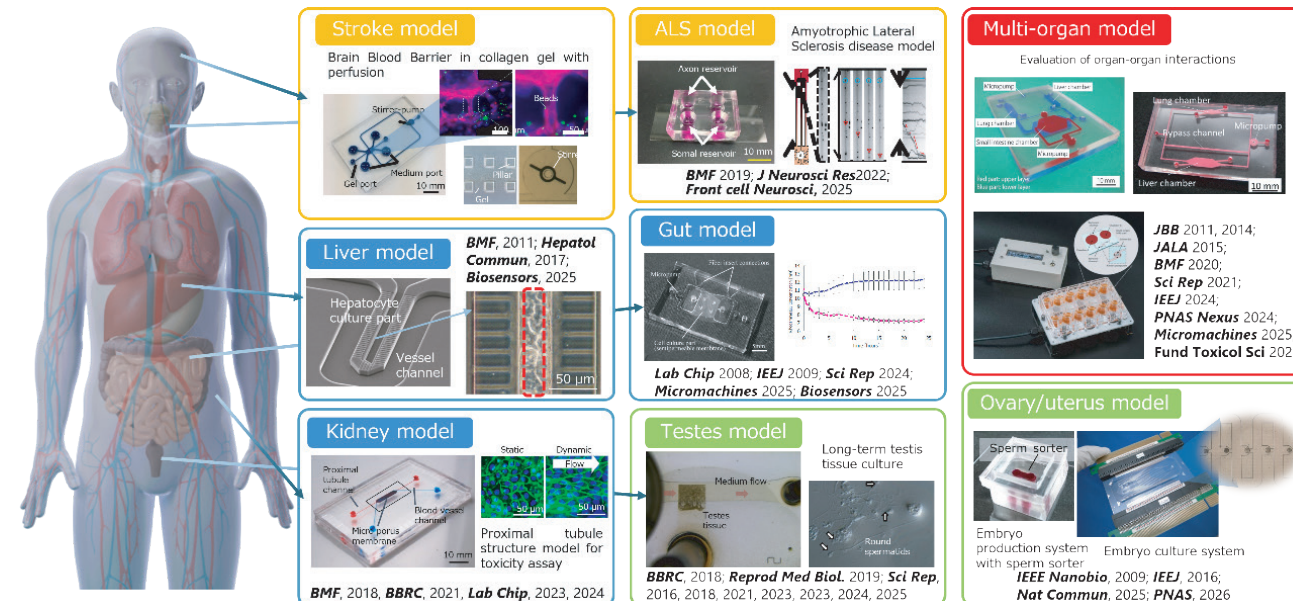
マイクロ流体システム

Microfluidic System

生体模倣システム

Microphysiological System

Our laboratory focuses on developing microphysiological systems (MPS) based on advanced microfluidic technologies to recapitulate microscale physiological environments precisely. By controlling parameters that are difficult to reproduce in conventional cell culture—such as organ-organ interaction, shear stress, and spatial gradients of oxygen and nutrients—we aim to establish in vitro platforms that more closely mimic human physiology. Our research spans from single-organ models of the intestine, liver, and kidney to multi-organ integrated MPS, as well as disease-specific models including amyotrophic lateral sclerosis (ALS), cerebral ischemia, and kidney ischemia-reperfusion injury. These systems are applied to drug efficacy testing, toxicity assessment, pharmacokinetic analysis, and regenerative medicine support. We are also expanding into emerging research areas such as reproductive cell and tissue culture and the evaluation of cellular responses under spaceflight conditions. Through collaborations with industry and international partners, we strive to develop next-generation evaluation platforms that serve as alternatives to animal testing, advancing drug discovery, healthcare innovation, and space biology.



機能性薄膜の創成と 機械特性評価技術の開発

有機太陽電池から活性酸素検知、ウェブハンドリングまで

Development of functional coating materials and evaluation technologies for mechanical properties
From organic solar cells, active oxygen detection to web handling

教授 **岩森 暁** Prof. Satoru Iwamori

 <https://researchmap.jp/read0100175>

 <https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3438/>  iwamori@tokai.ac.jp



熱音響現象の研究

熱から音波を介して冷却/発電が可能な熱音響装置の研究

Research on thermoacoustic phenomena
Development of thermoacoustic devices that enable cooling and power generation from heat via acoustic waves

教授 **長谷川 真也** Prof. Shinya Hasegawa

 <https://researchmap.jp/thermoacoustic>

 <https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3417/>  s.hasegawa@tokai.ac.jp



- 薄膜センサ
Thin film sensors
- ペロブスカイト太陽電池
Perovskite solar cells
- ロール・ツー・ロール搬送
Roll-to-Roll transport process

マイクロ・ナノレベスケールで材料の構造を制御することで新たな機能性材料の創出につながります。本研究室ではスパッタリングや真空蒸着といった気相反応を利用した機能性薄膜の創成と加工技術、静電インクジェット法を利用した湿式法印刷技術による薄膜創成、薄膜や表面改質した材料の機械的な諸性質の評価技術の開発を行っています。また薄膜を連続的にコーティングする基盤技術として、基材となるフィルムの巻取り、搬送技術についても検討しております。気相反応を利用した薄膜形成技術では、原材料と異なる特性を付与することが可能です。たとえば、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) は白色の材料ですが、透明性の高い薄膜にすることができます。また、揮発性有機化合物 (VOC) 用のセンサや、半導体製造工程などへの応用が期待される活性酸素センサなどへの応用を目指し検討を進めています。静電インクジェットを用いた酸化チタン薄膜の形成技術は有機薄膜太陽電池の電子輸送層の形成に応用することを検討しています。またプラスチックフィルムや金属箔などの薄い基材を高速で巻き取る際に発生する欠陥のモデリングとその解決策についても検討しています。

Creation and processing of micro and nano-scale materials for mechanical engineering are highly required in various industries. In this Lab., functional coating materials and processing technologies are developed due to the dry processing technologies, wet printing technologies using electrostatic inkjet printing and new evaluation technologies for mechanical properties of thin films in a micro and nano-scale region are also developed. In addition, we are also investigating winding and transporting technologies for substrate films as a fundamental technology for continuous thin film coating.

New thin film sensors based on quartz crystal microbalance (QCM) method are developed and applied for detection of volatile organic compound (VOC) and active oxygen species. These sensors can be applied for various industries, i.e., manufacturing of semiconductors and sterilization process in medical and food fields.

For example, polytetrafluoroethylene (PTFE), a white material, can be fabricated into highly transparent thin films.

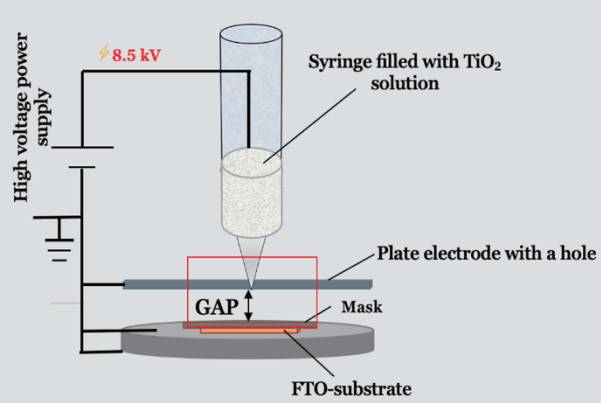
Titanium dioxide thin film deposited by electrostatic inkjet deposition technology are applied for the formation of electron transport layers in organic thin film solar cells.

We are also investigating modeling and solutions for defects generated during high-speed winding of thin substrates such as plastic films and metal foils.



Without treatment OH* (high humidity)

ヒドロキシラジカル検知用インジケータ
Thin film indicator that specifically reacts to OH*



静電インクジェット法の模式図
Schematic diagram of Electrostatic Inkjet Method

- 熱音響学
Thermoacoustics
- 熱力学
Thermodynamics
- 電磁気学
Electromagnetism

熱音響現象は細かい流路の束である「蓄熱器」内部で、音波を介した熱と仕事の相互変換が行われる現象です。熱音響現象によって熱が仕事に変換させる装置は熱機関、「熱音響機関」と見なすことができます。一方、仕事によって熱が低温から高温に輸送される装置はヒートポンプ、「熱音響ヒートポンプ」と見なすことができます。

熱音響機関の出力である音波を、振動で発電する装置に入力すれば、熱から発電を行うことが出来る熱音響発電機を構築することが出来ます。また熱音響機関と熱音響ヒートポンプを接続すれば、高温の熱を利用して、冷熱を取り出す装置を構築することが出来ます。以上の特徴から、熱音響現象を利用した装置は、廃熱から発電や冷却を実現する装置として期待されています。熱音響現象を応用した装置には以下のような利点が存在します。

- 熱と仕事のエネルギー変換を行う際にピストンやタービン等の機械部品を必要としないため、エネルギー変換部位は本質的にメンテナンスフリーです。
- 工場排熱、自動車排熱、太陽光熱等、多様な熱源を利用したヒートポンプ (冷却・加熱) や発電システムを実現できる可能性があります。
- 本質的に高い熱効率 (先行研究では熱→音響パワー変換効率で30%) を有しています。
- 可動部を有することなく、非温暖化ガスを用いたヒートポンプ (冷却・加熱) を実現可能です。

当研究室では熱音響現象を基礎的な現象の理解と、装置への応用という両面から研究を行っています。また並行して音波から発電を行う際に必要になるリニア発電機の研究も行っています。熱音響現象は音波と熱が相関する興味深い現象であり、基礎から応用、実用化まで多岐に渡る研究が可能なのとても面白い領域だと考えています。

Thermoacoustic phenomena involve the conversion of heat into work via acoustic waves inside a “regenerator,” a bundle of narrow channels. A device that converts heat into work by thermoacoustic phenomena can be considered a heat engine, or a “thermoacoustic engine.” Conversely, a device that transports heat from low temperature to high temperature by work can be considered as a heat pump or a “thermoacoustic heat pump.”

A thermoacoustic generator can be constructed that generates electricity from heat by inputting the acoustic waves produced by the thermoacoustic engine into a device that generates electricity from oscillations. Additionally, by connecting the thermoacoustic engine to the thermoacoustic heat pump allows for the construction of a device that uses hot heat to extract cold heat. Devices that use the thermoacoustic phenomenon are expected to generate electricity and provide cooling from waste heat due to these features. Devices that apply the thermoacoustic phenomenon have several advantages.

- The energy conversion part is essentially maintenance-free because it does not require mechanical parts, such as pistons or turbines, to convert heat into work.
- Various heat sources, such as factory and automobile exhaust heat and solar heat, can be used for heat pumps (for cooling and heating) and power generation systems.
- It has an intrinsically high thermal efficiency (30% in heat to acoustic power conversion efficiency, according to previous studies).
- Heat pumps (cooling and heating) using non-greenhouse gases can be realized without having moving parts

In our laboratory, we study thermoacoustic phenomena from two perspectives: understanding the fundamental processes and applying them to devices. In parallel, we are conducting research on linear generators, which are necessary for generating electricity from acoustic waves. We believe that thermoacoustic phenomena are a fascinating area of study. These phenomena involve the correlation of acoustic waves and heat, and have applications ranging from basic research to practical use.

Society5.0社会を支える レーザー量子加工と産業応用に関する研究

バイオミメティクスからエネルギー応用まで

Study on laser quantum processing and its industrial applications for realizing society 5.0
From Biomimetics to energy source application

教授 橋田 昌樹 Prof. Masaki Hashida

<https://orcid.org/0000-0003-4834-0138>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/6733/> hashida.masaki.f@tokai.ac.jp



レーザー量子加工
Laser quantum processing

バイオミメティクス
Biomimetics

エネルギー応用
Energy source application

材料の破壊閾値を越えるエネルギーの短パルス短パルスレーザーを材料表面に照射すると、その表面はアブレーション（飛散剥離）し、短パルスレーザー特有の周期的な微細構造物（LIPSS）が表面に自己組織的に形成されます。このLIPSSはレーザー波長より短いピッチの格子間隔を持っています。しかし、その形成機構は分かっていません。LIPSSはどこまで小さくできるのか、そしてどのようにして周期の均一性を高めるのか、それらをどのように制御するか、これまで糸口が掴めませんでした。しかし、最近の我々の研究の進展によりメカニズム解明のための観測技術が完成しました。短パルスレーザーにより自己組織的に形成される微細構造物の基礎研究と応用研究に取り組み、その形成メカニズム解明と微細構造物を材料表面に付加することで発現する新奇な機能を見つけることを研究目標にしています。そして新機能を模索するため、計測評価に必要なサイズの材料を作るレーザー機能性材料創成技術を開発します。学内の協働研究や融合研究を加速させ微細構造物形成と新機能材料創成の研究分野において研究室のプレゼンスを示したいと考えています。

When a material surface is irradiated with a short pulse short pulse laser with energy exceeding the destruction threshold (ablation threshold) of the material, the surface is ablated (scattering and peeling), and periodic nano-structures (LIPSS: Laser Induced Periodic Surface Structures) are self-organized. The LIPSS has an inter-spacing of LIPSS much shorter than the laser wavelength. However, its formation mechanism is unknown. Therefore, we do not know how small LIPSS can be produced, how to improve the uniformity of LIPSS. Just recently we have developed a in-situ measurement apparatus for LIPSS formation mechanism.

The research goal is to work on basic research and applied research of nano-structures that are self-organized by short pulse lasers, elucidate the formation mechanism, and find novel functions that are manifested by adding nano-structures to the material surface. To explore new functions, we will develop laser functional material creation technology to create materials of the size required for measurement and evaluation. We would like to accelerate collaborative research and fusion research in the university and show our laboratory presence in the research fields of nano-structure formation and new functional material creation.

航空宇宙における バイオミメティクス研究

生物の形や動きに学ぶ

Biomimetic Research in Aeronautics and Astronautics

Learning from the Shapes and Motions of Organisms

教授 稲田 喜信 Prof. Yoshinobu Inada

<https://researchmap.jp/y-inada>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3433/> inada@tokai.ac.jp



バイオメカニクス
Biomechanics

バイオミメティクス
Biomimetics

電磁飛行と泳ぎのメカニズム気学
Mechanisms of Flight and Swimming

生物が進化によって身につけたすぐれた形や動きの仕組みを分析して人工物に応用する研究をバイオミメティクスと呼んでいます。研究室では空を飛ぶ生物や水中を泳ぐ生物を対象としたバイオミメティクス研究を行い、その成果を航空機などの移動体に応用する研究を行っています。

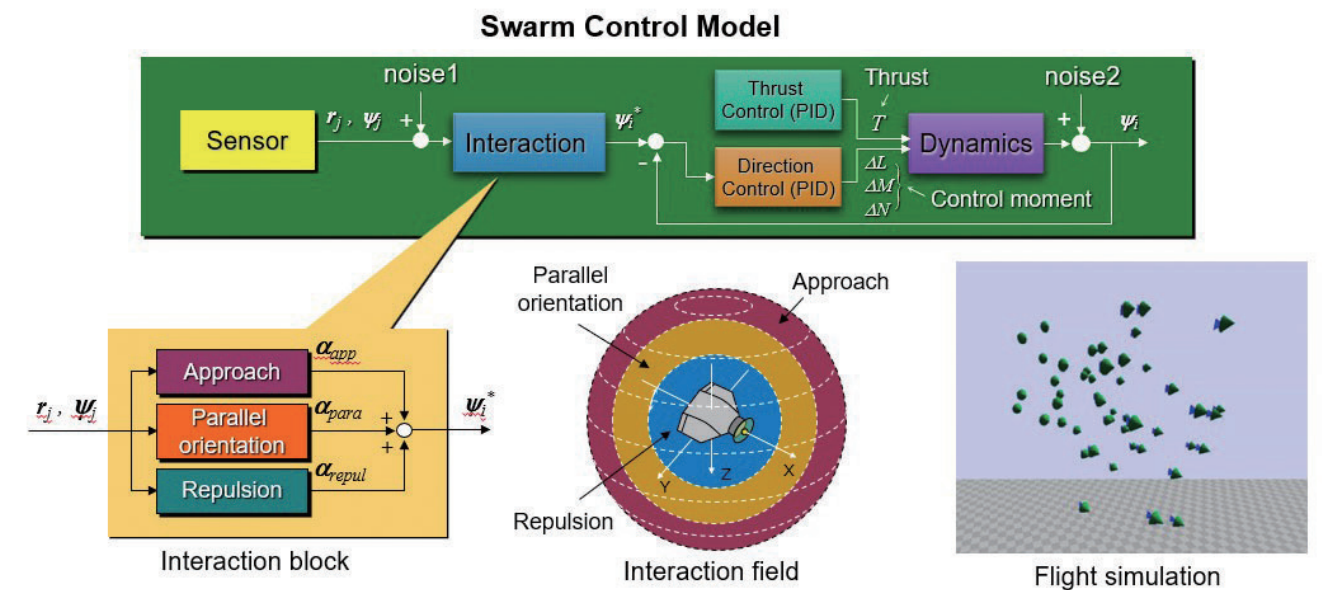
具体的には生物が群れを作る仕組みを参考にした飛翔体の群制御や、無動力で飛行する種を参考にした回転翼型飛翔体の研究、水中で暮らす生物が身に付けた抵抗や騒音を減らす仕組みを人工物に応用する研究などを行っています。

このような研究を通じて省エネで低コスト、低騒音で高効率なシステムを実現し、SDGsに象徴されるサステナブルな社会の実現に向けた技術を提案します。

The field of biomimetics involves analyzing the superior shapes and movement mechanisms that living organisms have acquired through evolution and applying these principles to the design of artificial systems. In our laboratory, we conduct biomimetics research focusing on organisms that fly in the air or swim underwater, and we explore how the insights obtained can be applied to vehicles such as aircraft.

Specifically, our work includes the development of swarm-control systems for aerial vehicles inspired by the mechanisms by which animals form groups, studies on autorotating flying vehicles modeled after unpowered flying seeds, and research that applies the drag- and noise-reduction mechanisms found in aquatic organisms to engineered devices.

Through these studies, we aim to realize energy-efficient, low-cost, low-noise, and highly efficient systems, and to propose technologies that contribute to the creation of a sustainable society, as symbolized by the SDGs.



分子イメージング技術を用いた 超音速・極超音速航空機の空力特性の解明

時間応答特性を極限まで高めた感圧塗料の開発と応用

Investigating the Aerodynamic Characteristics of Supersonic and Hypersonic Aircraft Using Molecular Imaging Techniques
Development and Application of Pressure-Sensitive Paint Optimized for Extreme Time Response

准教授 沼田 大樹 Assoc.Prof. Daiju Numata

[researchmap https://researchmap.jp/numata_daiju](https://researchmap.jp/numata_daiju)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4139/> numata.daiju@tokai.ac.jp



実験空気力学

Experimental Aerodynamics

感圧・感温塗料

Pressure and Temperature Sensitive Paint

超音速・極超音速航空機

Supersonic and Hypersonic Aircraft

沼田研究室では、飛行速度が音速を大きく上回る超音速・極超音速航空機の開発に不可欠な高速空力現象を対象として研究を行っています。あわせて、これらの研究を加速するため、分子イメージングの概念を取り入れた先進的な流体計測技術の開発にも取り組んでいます。

(1) 時間応答特性を極限まで高めた感圧塗料の開発

感圧塗料 (Pressure-Sensitive Paint: PSP) は、感圧色素の酸素消光に基づき、周囲の酸素分圧の変化を発光強度の変化として可視化する分子イメージング技術の一種です。気体組成が一定である条件下では、酸素分圧は圧力に対応するため、対象表面にPSPを塗布して発光強度を撮影することで、表面圧力場を面分布として、かつ時間変化を含めて計測できます。沼田研究室では、圧力変化に対する応答がサブマイクロ秒に達する「色素塗装型陽極酸化皮膜型感圧塗料 (DP-AA-PSP)」を独自に開発しています。現在、DP-AA-PSPの特性向上に向けた研究に加え、超音速から極超音速域で伝播する非定常衝撃波現象への適用研究を進めています。

(2) 超音速・極超音速航空機開発に資する空力現象の研究

超音速機・極超音速航空機の設計には、対象速度域における翼および全機の空力特性を把握し、その背後にある衝撃波や境界層などの空力現象を理解することが不可欠です。さらに、音速を超えて飛行する航空機から発生するソニックブームの特性を定量化し、実運用上の課題の解決に資する知見を得る必要があります。沼田研究室では、DP-AA-PSPを用いて、超音速・極超音速で飛翔する航空機模型表面の圧力場や、ソニックブームに起因する非定常圧力場を定量可視化することにより、超音速・極超音速航空機の実現に向けた空力現象の研究を実施しています。

(3) 火星航空機の実現を目指した研究

将来的な火星探査や人類活動においては、航空機による高速移動や長距離移動が重要な役割を担うと期待されています。沼田研究室では、火星環境下で飛行可能な航空機の検討や、火星航空機の空力特性に関する研究を通じて、火星航空機の実現に向けた基盤的な知見の構築に取り組んでいます。

Numata Laboratory conducts research on high-speed aerodynamic phenomena that are essential for the development of supersonic and hypersonic aircraft, whose flight speeds far exceed the speed of sound. In parallel, to accelerate these studies, we also develop advanced fluid measurement techniques that incorporate the concept of molecular imaging.

(1) Development of pressure sensitive paint with maximized time response

Pressure Sensitive Paint (PSP) is a molecular imaging technique based on the oxygen quenching of pressure sensitive luminophores, in which changes in the surrounding oxygen partial pressure are visualized as changes in luminescence intensity. Under conditions where the gas composition is constant, oxygen partial pressure corresponds to pressure. Therefore, by applying PSP to a target surface and imaging its luminescence intensity, it becomes possible to measure the surface pressure field as a spatial distribution and to capture its temporal variation. Numata Laboratory has independently developed a Dye-Painted Anodized-Aluminum Pressure-Sensitive Paint (DP-AA-PSP) with a submicrosecond response to pressure changes. We are currently advancing research to further improve the characteristics of DP-AA-PSP and to apply it to unsteady shock wave phenomena propagating from supersonic to hypersonic regimes.

(2) Research on aerodynamic phenomena that support the development of supersonic and hypersonic aircraft

The development of supersonic and hypersonic aircraft requires an understanding of the aerodynamic characteristics of wings and full configurations in the relevant flight regimes, as well as the underlying aerodynamic phenomena that govern them, such as shock waves and boundary layers. In addition, it is necessary to quantify the characteristics of sonic booms generated by aircraft flying beyond the speed of sound and to address issues that arise in practical operation. Numata Laboratory uses DP-AA-PSP to quantitatively visualize unsteady pressure fields, including surface pressure distributions on aircraft models flying at supersonic and hypersonic speeds and unsteady pressure fields associated with sonic booms. Through these measurements, we conduct research on a wide range of aerodynamic phenomena toward the realization of supersonic and hypersonic aircraft.

(3) Research toward the realization of Mars aircraft

In future Mars exploration and human activities, aircraft are expected to play an important role in enabling rapid and long range mobility. Numata Laboratory conducts a variety of studies toward the realization of Mars aircraft, including investigations of aircraft concepts capable of flight in the Martian environment and research on the aerodynamic characteristics of Mars aircraft.

超小型低電力プラズマ推進機の高性能化

宇宙推進用および材料加工用小型イオン源高性能化の新たなブレイクスルー

Improvement of miniature low-power plasma thruster systems

Novel breakthroughs of improvement of miniature ion sources for space propulsion and material processing applications

教授 堀澤 秀之 Prof. Hideyuki Horisawa

[researchmap https://researchmap.jp/Horisawa_Tokai_Univ](https://researchmap.jp/Horisawa_Tokai_Univ)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2286/> horisawa@tokai.ac.jp



宇宙用プラズマ推進機

In-space plasma thruster

超小型イオンエンジン

Miniature ion engine

レーザー・電気複合推進機

Laser-electric hybrid propulsion system

堀澤研究室では、宇宙空間で長期間利用可能な高性能・高効率のプラズマロケットエンジンやイオンエンジンの開発を行っています。この種のエンジンでは、高速のプラズマ粒子を生成する必要があります。小型宇宙機ではエンジンのサイズ・質量や電源が大幅に制限されるので、小型化・高効率化が必須です。そのためには既存の概念にとらわれない創意工夫、すなわち若い皆さんの斬新なアイデアが必要です。現在取り組んでいる代表的な研究テーマは以下の通りです。

1) 超小型グリッドレス・イオンエンジン

高速度のイオンビームを生成する方式で、当研究室では様々な形状の超小型グリッドレスイオンエンジンの高性能化に取り組んでいます。電極形状や印加する磁場形状を工夫することで高性能化を実現しています。

2) 超小型アークジェット

ガスを放電で加熱してノズルの空気力学的な作用で加速する方式で、当研究室では、直径がシャーペンの芯のサイズの超小型アークジェットやマルチアークジェット、推進剤に安全で無害な炭酸水の利用など、種々のタイプの小型化・高性能化に取り組んでいます。

3) レーザー・電磁加速複合推進機

レーザーアブレーションにより発生した高速度プラズマを電磁的にさらに加速する方式 (レーザー・電磁加速複合推進機) で、高エネルギー密度のプラズマをさらに時間的に短パルスで圧縮することで高パワー密度、すなわち高速度のプラズマビームを発生可能です。さらなる高性能化に取り組んでいます。

Development of high-performance, highly efficient plasma rocket engines and ion-engines for long-term in-space missions are undergoing in Horisawa Lab. For these kinds of engines, it is necessary to generate highspeed plasma particles. Since dimensions, mass and power for the engine system are limited in small spacecraft, miniaturization and improvement of efficiencies are extremely essential.

This requires us to break free from conventional thinking and embrace the bold, innovative ideas of the young generation. My current research focuses on the following topics.

1) Miniature grid-less ion-engines

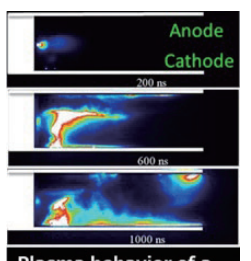
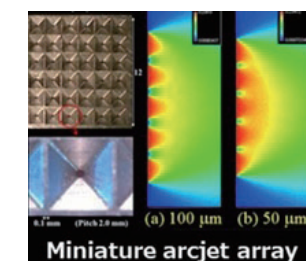
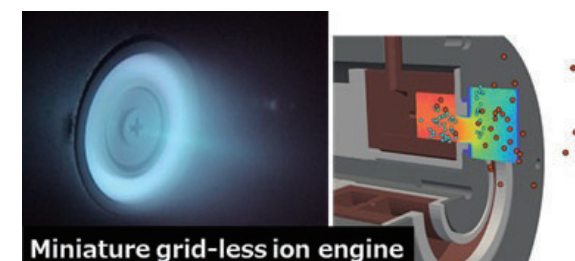
To generate high-speed ion-beams, improvement of various geometries for miniature grid-less ion-engines are conducted. Optimization of electrode geometries and magnetic-field topologies is being conducted and has demonstrated improved results.

2) Miniature arcjets

Electrothermal acceleration of arc-heated propellant is conducted through aerodynamic acceleration of a nozzle. A wide variety of arcjet thrusters is being developed and optimized, such as miniature ones as small as a tip of a mechanical pencil, a multi-arcjet array, the one employing non-toxic safe propellant (ex. carbonated water), etc.

3) Laser-electromagnetic hybrid propulsion system

Electromagnetic acceleration of a high-speed laser-ablation plasma, or laser-electromagnetic hybrid acceleration, is conducted. Since this system gives temporarily compressed energy to the high-power density plasma, a significantly high-power plasma, or namely high-speed plasma, can be generated. Further improvement of the system is conducted.



極限状態(高温・高圧・高速)の 流体現象の解明と応用研究

衝撃波現象の空力推進, および安全工学への展開

Research on fluid dynamics under extreme condition: high-temperature, high-pressure, high-speed
Application of shock waves for propulsion and safety engineering

教授 水書 稔治 Prof. Toshiharu Mizukaki

researchmap <https://researchmap.jp/mzkk>
□ <https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3089/> ✉ mzkk@tokai.ac.jp



衝撃波
Shock waves

デトネーション
Detonation

爆発安全
Explosion safety

1) デトネーション(爆轟)は、衝撃波と燃焼が一体となって伝播する超音速燃焼波で、極めて強い圧力と温度の上昇を伴います。これを推進器(エンジン)に利用できれば、これまでにない強力で燃費の良いものが実現できます。理論的に20%程度高効率と試算されており、高出力と高効率を両立でき、かつ、単純な構造であるため軽量化ができるという航空宇宙用推進機として多くの利点があるからです。当研究室では、自作RDEの燃焼実験を通じ、実用化に資する研究を進めています。

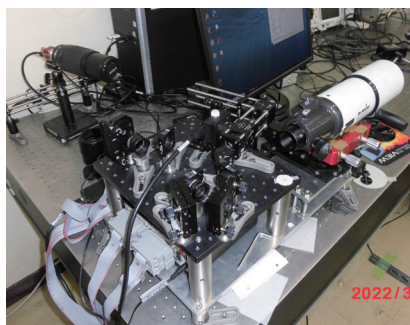
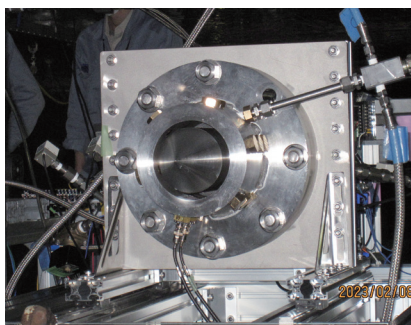
2) 衝撃波は、直感的な予想を超えた複雑かつ強力な作用を周囲に与えます。爆発を伴う事故や事件の際に、人体に強い衝撃波が通過すると1次爆傷と呼ばれる現象が発生し、人体組織に外的損傷を与えますが未解明な部分が多くあります。これを解明することは、爆発を伴う大規模な災害時の被害の最小化と救急救命に大きく役立ちます。当研究室では、1次爆傷のメカニズムと予防・低減方法に関する基礎研究を進めています。

3) 航空機周囲の後方乱気流は空港周辺での安全運行に影響を与えます。次世代の超音速旅客機の実現にはソニックブーム問題の解決が不可欠です。一方、これらは縮尺模型実験での解明には限界があり、実機実験が必要になります。当研究室では、天文学の最先端技術のひとつである波面補償を利用した、高精度超望遠計測法の実現に取り組んでいます。

1) Detonation is a supersonic combustion wave in which shock waves and combustion propagate together. This is because it is theoretically estimated to be about 20% high-efficiency, and it has many advantages as an aerospace propulsion machine, such as being able to achieve both high output and high efficiency, and because it has a simple structure, it can be lightweight. In our laboratory, we are conducting research that contributes to practical application through combustion experiments of our own RDE.

2) In the event of an accident or incident involving an explosion, a phenomenon called primary explosion occurs when a strong shock wave passes through the human body, causing external damage to human tissues, but there are many unexplained parts. We are conducting basic research on the mechanism of primary blast injuries and methods for prevention and reduction.

3) Wake turbulence around aircraft affects aircraft safety around airports. Solving the sonic boom problem is essential for the realization of the next generation of supersonic airliners. On the other hand, these are limited to being elucidated by scale model experiments, and actual aircraft experiments are required. Our laboratory is working to realize a high-precision super-telephoto-measurement method using wavefront compensation, which is one of the most advanced technologies in astronomy.



流体シミュレーションによる 非定常流れ現象の解明と工学的応用

渦流のダイナミクスが切り拓くエコモビリティ開発

Numerical Simulation of Unsteady Flow Phenomena and its Engineering Application
Development of Eco Mobility based on Vortex Dynamics

教授 福田 紘大 Prof. Kota Fukuda

researchmap <https://researchmap.jp/read0108587/>
□ <https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3566/> ✉ kfukuda@tokai.ac.jp



非定常流れ
Unsteady Aerodynamics

流体シミュレーション
Flow Simulation

渦流のダイナミクス
Vortex Dynamics

福田研究室では、流体シミュレーションに基づく非定常流れ現象、渦流れ現象の解明およびその工学的応用に関する研究を行っています。

高性能な航空機や自動車、船舶、風車などを開発するためには、流体性能を向上させることが重要となります。また、流れの非定常性の影響、運動の影響を把握することも重要となります。そこで、高度な流体シミュレーション技術により、非定常流れ現象、渦流れ現象などの詳細な流れ現象を解明し、さらに、運動時の空気力学的特性を把握することで、高性能かつ運動性能が高い航空機や自動車、船舶、空力特性が高い風車を設計・開発するための研究を行っています。流れ場に格子を形成する必要がないメッシュフリー型の高精度乱流解析手法の構築にも取り組んでいます。

福田研究室のシミュレーション技術は、数多くの企業との共同研究を通して、様々な製品の高性能化・高度化・低騒音化に貢献してきただけでなく、東海大学におけるソーラーカー開発にも長年応用され、数多くの世界大会での優勝に貢献しています。

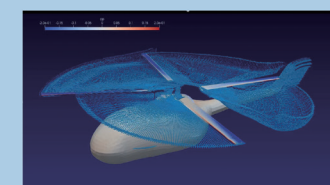
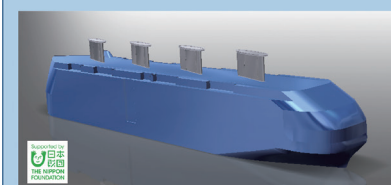
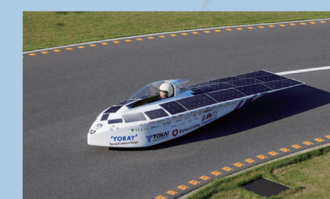
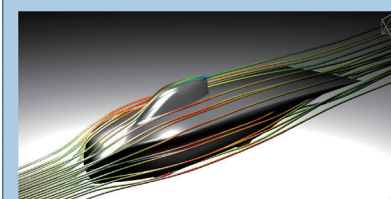
The examination and estimation of unsteady flow phenomena around moving vehicles including automobiles, airplanes, and ships are crucial for the realization of high-performance vehicles, airplanes, and ships. In our group, the state-of-the-art flow simulation technology has been applied to various engineering fields including solar cars, solar airplanes, ships, medical simulation, and so on.

Furthermore, a new type of grid-free numerical simulation scheme has been developed. Our group has carried out many collaboration works with various industrial companies or other universities and research institutes.

The technology has also contributed to great results of the Tokai University Solar Car Team in many world solar car challenges.

Sophisticated Simulation Technology
Expert knowledge and experience on
Aerodynamics and Vortex Dynamics

Examination of Flow Phenomena
Application to Product
Development and Improvement



スペースデブリの高精度軌道予測

持続可能な宇宙利用のために

High-Precision Orbit Prediction of Space Debris
For Sustainable Space Utilization

教授 田中 真 Prof. Makoto Tanaka

[researchmap https://researchmap.jp/makoto_tanaka_mt](https://researchmap.jp/makoto_tanaka_mt)
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2613/> tanaka.m@tokai.ac.jp



軌道解析
Orbit Analysis

宇宙航空交通
Space Traffic Management

人工知能
Artificial Intelligence

田中研究室では、宇宙開発の持続可能性を脅かす「スペースデブリ(宇宙ゴミ)」の問題に取り組んでいます。デブリの計測・追跡から超高速衝突シミュレーション、さらにはデブリ計測用ドローン開発や搭載センサの開発まで、軌道工学・宇宙環境科学・コンピュータ工学など複数の分野を横断した研究を展開しています。世界的にも解決策が模索されているこの課題に対し、次世代の基盤技術となりうる新しいアプローチの研究開発を進めています。

1) デブリの軌道解析

デブリの軌道決定、衝突時の破片拡散予測、衝突確率の算出、大気圏再突入軌道の予測など、デブリの動きを高精度に捉える研究を行っています。

2) 宇宙交通管理

デブリと人工衛星の接近検知・衝突回避に関する研究を行っています。また、再突入時に航空機や地上施設などへ落下するリスクの評価にも取り組んでいます。

3) 人工知能

太陽活動や大気密度の変動など、デブリの軌道予測に影響する要因をAIで予測し、落下時期・地点の推定精度を向上させる研究を進めています。

The Tanaka Laboratory addresses the challenge of space debris, a growing threat to the sustainability of space development. Our research spans multiple disciplines—including orbital mechanics, space environment science, and computer engineering—covering debris tracking and measurement, hypervelocity impact simulations, and the development of observation drones and onboard sensors. We are developing innovative approaches that could become foundational technologies for tackling this globally pressing issue.

1) Debris Orbit Analysis

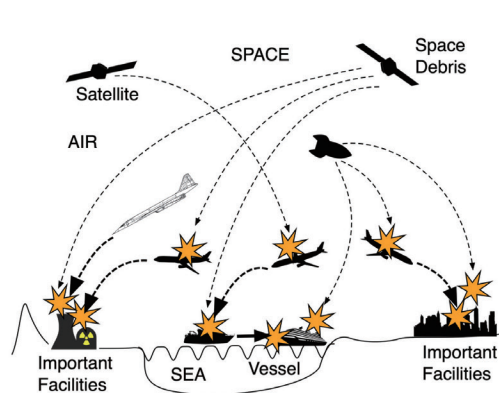
We conduct research to precisely characterize debris motion, including orbit determination, fragment dispersion prediction following collisions, collision probability assessment, and atmospheric reentry trajectory prediction.

2) Space Traffic Management

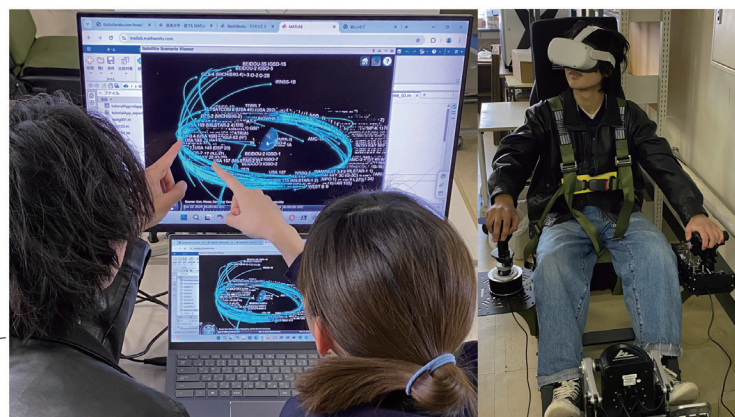
We study conjunction detection and collision avoidance between debris and operational satellites. We also assess the risks of reentering debris falling on aircraft, ground infrastructure, and other assets.

3) Artificial Intelligence

We apply AI to predict factors affecting debris trajectories, such as solar activity and atmospheric density variations, improving the accuracy of reentry timing and location estimates.



Research for a Sustainable Space Environment



Debris Orbit Analysis and Collision Assessment

Development of a Space Environment Simulator

柔軟膜構造物の非線形構造解析

新たな構造解析手法で非線形現象を捉える

Nonlinear structural analysis of flexible membrane structures
Capturing nonlinear mechanics with a novel simulation technique

准教授 中篠 恭一 Assoc.Prof. Kyoichi Nakashino

[researchmap https://researchmap.jp/Kyoichi_Nakashino](https://researchmap.jp/Kyoichi_Nakashino)
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3016/> nakashino@tokai.ac.jp



アイソジオメトリック解析
Isogeometric analysis

柔軟膜構造物
Flexible membrane structures

成層圏気球
Stratospheric balloon

アイソジオメトリック解析

構造物の数値シミュレーションには、従来から有限要素法が用いられており、事実上のデファクトスタンダードとなっています。これに対して、米国テキサス大学のHughes博士は、有限要素法に代わる新たな数値シミュレーション技術としてアイソジオメトリック解析(IGA)とよばれる解析法を提案しました。IGAは現在、欧米の研究者を中心に注目を集めています。IGAでは、構造物の形状を表現する際にNURBS関数を利用しており、有限要素法に比べて自由度の高い形状表現が可能です。本研究室では、アイソジオメトリック解析を柔軟膜面の構造解析に適用するための研究を進めています。図1は、IGAを用いて求めた方形エアバッグの膨張形状です。NURBS関数は本来、高い連続性をもつ曲面を表現するために開発された技術ですが、IGAに膜面の力学モデルを組み込むことで、膜面上に発生する深い折り目を表現することが可能となります。

新型成層圏気球の研究/開発

JAXA宇宙科学研究所の研究者ならびに他大学の研究者らとの共同研究として、新型成層圏気球の研究/開発を進めています。本気球の実用化に成功すれば高度35km以上の成層圏を100日間程度飛翔できる気球が実現し、科学観測やさまざまな工学ミッションに利用することが可能となります。本研究室では、独自に開発した数値構造解析コードを用いて、新型成層圏気球の構造特性を調査して、本気球の開発支援を行っています(図2)。

Isogeometric Analysis (IGA)

Finite element methods have long been used for numerical simulations of structures and have become the de facto standard. In contrast, Dr. Hughes at the University of Texas proposed a novel simulation technique called Isogeometric Analysis (IGA) to replace the finite element method. IGA has attracted enormous attention in the past two decades, primarily among researchers in Europe and the United States. IGA utilizes NURBS functions to represent the surface of a structure, enabling a higher degree of freedom in shape representation compared to the finite element method. Our laboratory is conducting research to apply IGA to structural analysis of flexible membrane structures. Figure 1 shows the inflated shape of a square airbag obtained using IGA. While NURBS functions were originally developed to represent highly continuous surfaces, integrating membrane mechanics into IGA enables the representation of deep folds that occur on the membrane surface.

Research and Development of a New Stratospheric Balloon

We are advancing research and development of a new stratospheric balloon through collaborative research with researchers from JAXA and other universities. Successful practical realization of this balloon would enable a balloon capable of flying in the stratosphere at altitudes above 35 km for approximately 100 days, making it usable for scientific observations and various engineering missions. Our laboratory supports the development of this balloon by investigating its structural characteristics using a structural analysis code originally developed in the laboratory (Fig. 2).

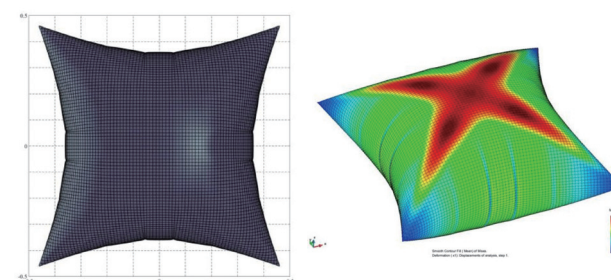


Fig.1 アイソジオメトリック解析で求めた方形エアバッグの膨張形状

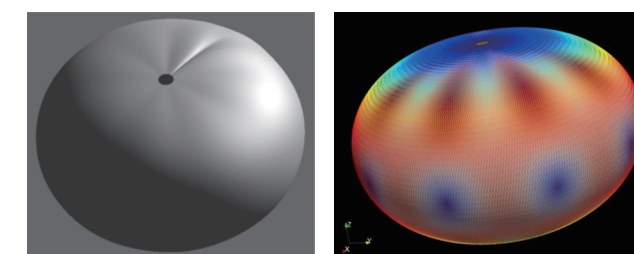


Fig.2 新型成層圏気球の構造シミュレーション結果

原子炉・核燃料の安全制御と有効利用の向上

Improvement of safety control or efficient utilization for nuclear reactors and fuels

教授 亀山 高範 Prof. Takanori Kameyama

researchmap <https://researchmap.jp/KAMEYAMA-Takanori>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3640/> kameyama@tokai.ac.jp



原子炉物理学

Nuclear reactor physics

原子炉工学

Nuclear reactor engineering

核燃料工学

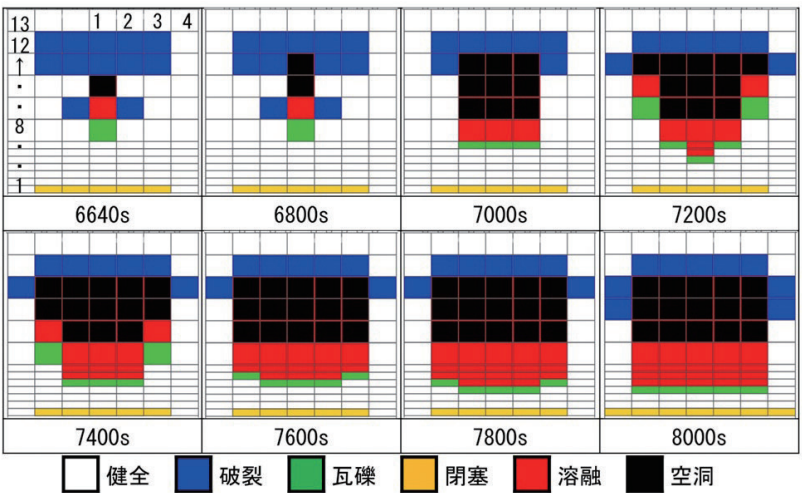
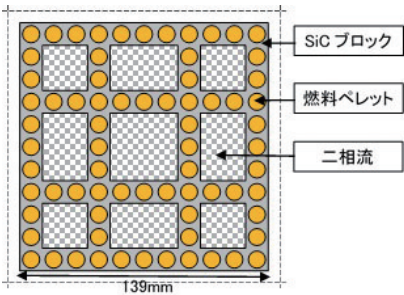
Nuclear fuel engineering

原子力工学で主要な領域である原子炉物理学、原子炉工学、核燃料工学、放射線計測の基礎理論をもとに、計算機プログラム、原子炉シミュレータ、放射線計測システムを活用し、原子炉・核燃料の安全な制御・有効な利用の向上に役立つ基盤研究に取り組む。取り組む研究課題の例を次に示す。

- 1) 原子炉・核燃料の核特性・燃焼特性の解明と有効な利用策の提言
- 2) 原子炉シミュレータによるプラント動特性の検証と安全・制御技術の向上
- 3) 使用済核燃料の線量・未臨界度の特定と合理的な取扱の考案

Nuclear reactor physics, nuclear reactor engineering, nuclear fuel engineering and radiation measurement are the major realms in nuclear engineering. Specialized calculation codes, nuclear reactor simulators and radiation measurement systems are significant for the realms. On the basic theories and with the useful tools, fundamental researches are progressed to improve the safety control or efficient utilization of nuclear reactors and fuels. Research themes examples are described below.

- 1) Properties and reactions of nuclear reactors and fuels during the irradiation are clarified to propose the effective technologies.
- 2) Nuclear plant performances are verified with the mechanistic simulators to improve the safety control technologies.
- 3) Radioactivity and criticality of spent nuclear fuels are identified to suggest the reasonable technologies.



建築・土木 コース Structural Engineering

日本住宅の生活史・表象文化史的研究

住宅の長寿命化への手がかりとして

A study of the life history and history of representational culture of Japanese houses
A clue to solve the problem of long-life housing

教授 小沢 朝江 Prof. Asae Ozawa

researchmap <https://researchmap.jp/read0211389>
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2734/> aozawa@tokai.ac.jp



住宅観

Views on housing

建築寿命

Building life span

保存再生

Conservation and regeneration

1) 日本住宅の生活史的研究

日本の住宅は、木造の利点を活かし、生活の変化に合わせた増改築が一般的に行われます。特に戦前までは、古家の移築や古材の再利用も頻繁に行われ、新築と解体だけではない多様かつ長期のライフサイクルを有しました。しかし現在、日本の住宅寿命は約30年と極めて短く、住宅を数世代にわたり長期に引き継ぐ住宅循環システムの定着が課題とされます。この解決の手がかりとして、過去の住宅の住まい方や維持管理の手法、およびその変化を使用者の日記や古写真・絵画、設計図書、現存遺構の痕跡調査などから検討しています。

2) 日本住宅の表象文化史的研究

住宅は、使用者の好みだけで設計されるのではなく、為政者の意図、流行や世相の変化など、個人を越えた「社会」に左右されてきました。障壁画や細部装飾など室内意匠の選択には、部屋の格や使用者の身分表現に対する時代ごとの社会通念が反映されると考えます。また、住宅に対する社会通念は、広告や絵画、映画など一般に向けた視覚表現にも現れます。これらの表象を読み解くことで住宅観の変化を分析しています。

3) 文化財住宅の保存活用

近年の文化財建造物の保存では、使いながら維持していくことが重視されます。住宅建築の場合、住宅以外の用途への転用も増えていますが、建築の価値を残しつつ、構造や機能上の不足を補う必要があります。このため、福祉機能への転用など実例の調査による課題抽出のほか、各地の文化財住宅の保存活用計画策定に携わっています。

1) Historical research on Japanese housing

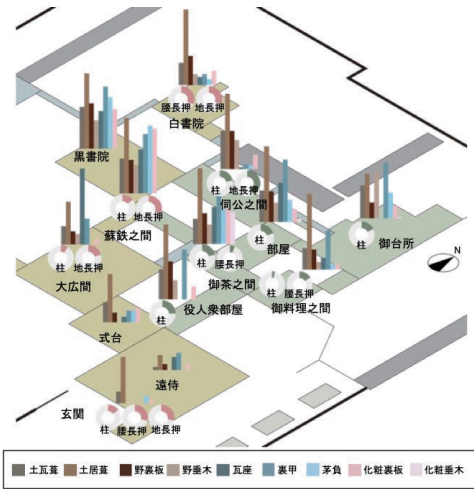
In Japan, it had been common to use old houses and recycling materials until early 20th century taking advantage of wooden construction. But at present, the lifespan of houses is short at around 30 years, making it a challenge to establish a housing circulation system to be passed down over the long term. To find clues to this, we are considering past housing styles and maintenance methods through user diaries, old photographs, drawings and investigations of houses.

2) Cultural History of Japanese Housing

Japanese homes have been designed not only based on personal taste, but also on the intentions of the government, trends, and social conditions. Interior design, such as screen paintings and detailed decorations, reflects the common sense of each era regarding the status of the room and the expression of the user's status. By interpreting these representations, we analyze changes in perceptions of housing.

3) Conservation and regeneration of cultural heritage houses

In recent years, the preservation of cultural heritage buildings has focused on maintaining them while they are still in use, and it is necessary to compensate for structural and functional deficiencies while preserving the architectural value. We are involved in identifying issues through case studies and formulating conservation and regeneration planning of cultural heritage houses.



宇宙建築学に関する研究

3次元展開構造物のデザイン

Research on Space Architecture
Design of 3D Deployable Structures

教授 十亀 昭人 Prof. Akito Sogame

researchmap <https://researchmap.jp/SA-0964/>
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2735/> sogame@tokai.ac.jp



宇宙建築学

Space Architecture

展開構造物

Deployable Structure

宇宙の建築設計

Architectural Design for Space

十亀研究室では、建築学と宇宙工学の境界領域の研究に長年取り組んでおり、宇宙の極限環境下における建築物に関して、様々な研究を進めてきています。

1) 展開構造物に関する研究

月面や宇宙空間における建築物として利用するための要素技術として、展開構造物に関する研究を行っています。これまで様々な形態デザインを提案し、その幾何学的な特性についての分析を行ったり、3Dプリンタを用いたモデルの製作手法についても検討を進めています。円筒の1次元的な展開が行えるヨシムラパターンや、2次元的な展開が行えるミウラ折りの発展形状として、円筒型の3次元展開構造物について、いくつかのアイデアを提案してきています。近年は、これらの3次元展開構造物の厚みのあるモデルについての研究も行い、国際学会でも高い評価を頂いています。

2) 宇宙建築のデザイン

月面における人工重力施設の設計提案や、月面都市計画などの提案を行う他、近年は、宇宙建築のアイデアを後世に残していくためのアイデアコンペティションとして「宇宙建築賞」という設計競技を企画・運営してきています。これまで多くの宇宙建築に関わる設計のアイデアが生み出される他、このコンペティションの運営を通して、いくつかの宇宙ベンチャー企業の創出にも貢献してきています。

SOGAME Laboratory has long been engaged in research at the intersection of architecture and aerospace engineering, and has conducted a wide range of studies on architecture in the extreme environments of outer space.

1) Research on Deployable Structures

As a set of elemental technologies for architecture to be used on the Moon and in outer space, the laboratory conducts research on deployable structures. To date, various morphological designs have been proposed, and their geometric characteristics have been analyzed. In addition, methods for fabricating models using 3D printers have also been investigated. Building on the Yoshimura pattern, which allows one-dimensional deployment of cylindrical forms, and on Miura-ori, which enables two-dimensional deployment, the laboratory has proposed several ideas for cylindrical three-dimensional deployable structures. In recent years, research has also been carried out on thick, three-dimensional models of these deployable structures, and this work has received high recognition at international conferences.

2) Space Architecture Design

In addition to proposing designs for artificial-gravity facilities on the Moon and concepts for lunar city planning, the laboratory has recently been planning and operating a design competition called the Space Architecture Award as an idea competition aimed at preserving space architecture concepts for future generations. Through this competition, numerous design ideas related to space architecture have been generated, and the operation of the competition has also contributed to the creation of several space venture companies.



熱力学に基づく冷暖房・給湯の環境配慮計画に関する研究

Environment-conscious planning in space cooling/heating and hot water supplying based on thermodynamic principles

教授 高橋 達 Prof. Itaru Takahashi

researchmap <https://researchmap.jp/read0073467/>
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3009/> itaru@tokai.ac.jp



環境配慮 Environment symbiosis	冷暖房 Space cooling/heating	熱力学 Thermodynamics
-------------------------------	------------------------------	-----------------------

高橋研究室では、再生循環資源を活かすような冷暖房・給湯のシステムについて研究しています。建物の断熱、遮熱、蓄熱（蓄冷）といったパッシブ型技術の実装を必須にし、その上で木質バイオマスや太陽熱といった再生可能エネルギーを用いた機械設備—アクティブ型技術を複合させることが、システム計画の前提になります。パッシブ型技術では、雨水の蒸発冷却、アクティブ型技術では、木質バイオマス熱利用機器、放射パネル冷暖房システム、太陽給湯システムなどを研究対象にしています。これらのシステムの環境性能は熱力学的法則に従いますので、エントロピーやエクセルギーといった熱力学概念に照らし合わせた計画原理を導出する研究を進めています。また、現代の建築における環境配慮は新しいライフスタイルの誘導を必要としていますので、体験型の住環境教育に関してプログラム開発、支援体制整備の活動・研究を行っています。

We conduct research on heating, cooling, and hot water systems that make use of renewable and recyclable resources. Implementing passive technologies such as building insulation, solar shading, and thermal (or cooling) storage is a fundamental requirement, and on top of that, we integrate active technologies—mechanical systems using renewable energy sources like woody biomass and solar thermal energy. This combination is the basis for system planning. We have especially focused on evaporative cooling using rainwater and external solar shading in passive technologies, and on woody biomass heating equipment, radiant panel heating and cooling systems, and solar hot water systems for active strategies. Since the environmental performance of these systems follows thermodynamic laws, we are working on deriving planning principles based on thermodynamic concepts such as entropy and exergy. Additionally, because environmental considerations in modern daily life require guiding new lifestyles, we also engage in developing programs and establishing support systems for housing education based on experience.

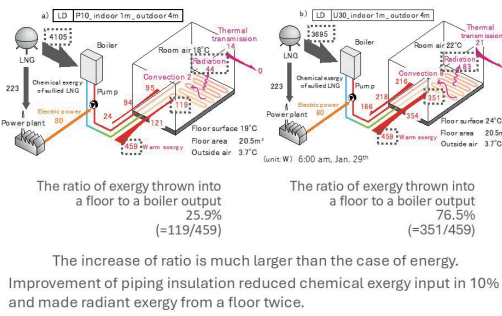


Fig. Exergy flow comparison between poor piping insulation and rich in floor heating system

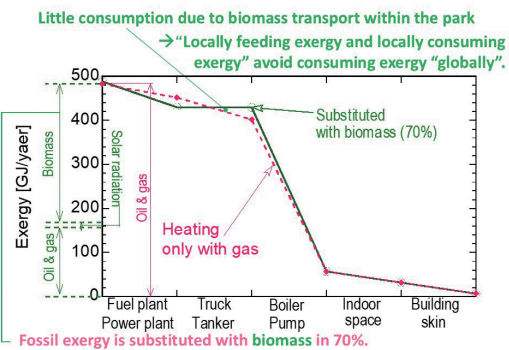


Fig. Exergy consumption process in thermal use of woody biomass instead of oil

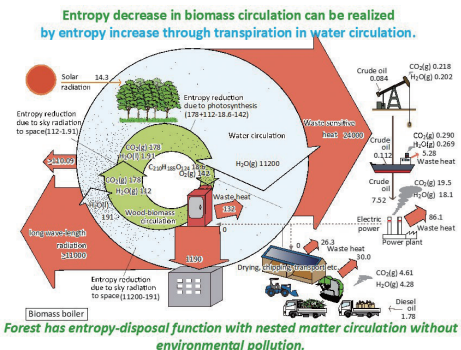


Fig. Doubled entropy circulation process obtained from thermal use of woody

現行の構造設計の分析と新しい手法の可能性

弾性曲げ変形を考慮した曲線折り構造の形状決定解析

Analysis of Current Structural Design and the Potential of New Methodologies
Form-finding Analysis of Curved-fold Structures Considering Elastic Bending Deformation

准教授 野村 圭介 Assoc.Prof. Keisuke Nomura

researchmap <https://researchmap.jp/keisukenomura>
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4093/> k_nomura@tokai.ac.jp

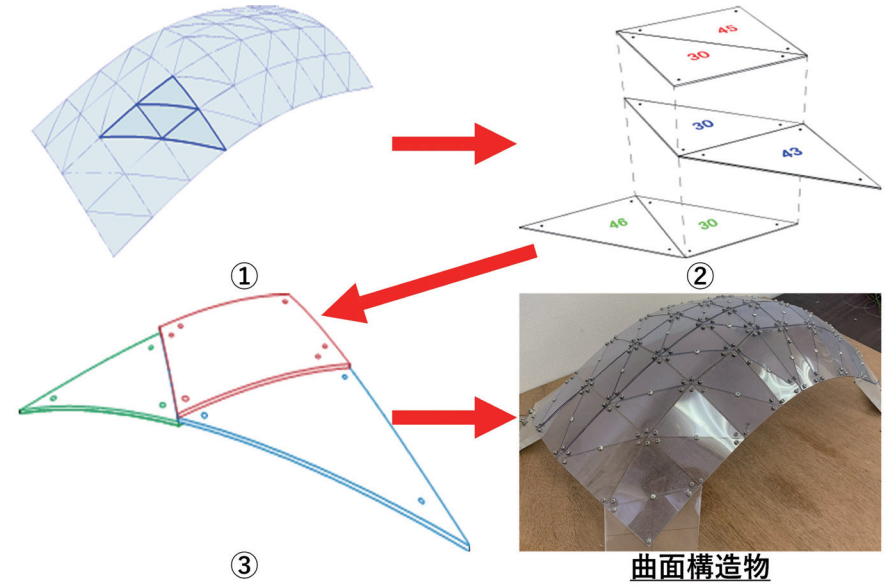


構造設計 Structural Design of Building	曲線折り構造 Curved-fold Structure	数値解析 Numerical Analysis
---------------------------------------	---------------------------------	----------------------------

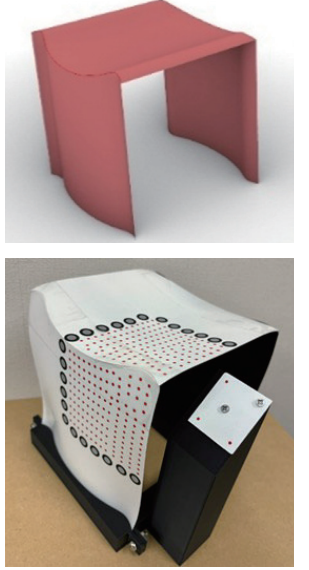
野村研究室では、建築分野の構造設計に関する研究をしています。現行の構造設計方法は、頻繁に使われる建築物形状・種類が主な対象となっており、その条件から外れると、個々の設計者が判断した解釈が加えられます。適切な判断であれば適用外であっても安全な建築物に設計できますが、その為には非常に多くの知識と経験が求められます。野村研究室では、様々な建築物から適用外になる条件の調査や、適用外の場合の傾向を理論や実験により検証し、設計者が適切な判断を下せる方法を提案することを目的としています。

最近では、部材の弾性曲げによって形状を形成するいわゆるbending-active手法を平面部材に適用して曲面構造を作る方法について研究しています。これまでの曲面構造は、直線的な部材を多数使って曲面を形成する方法や、曲がった部材を製作してそれらを組み立てる方法が主流でしたが、これを平面部材に置き換え、さらに、弾性曲げによって形態を作ることができれば、現場での施工プロセスを効率化し、経済的に優れた構造になる可能性があります。図は、平面部材で製作した曲面構造の例です。このような構造を新たに提案する、あるいは、形状決定が可能な数値解析方法を模索しています。

At Nomura Laboratory, we conduct research on structural design in the field of architecture. Current structural design methods primarily target commonly used building shapes and types; when a project falls outside these standards, it relies heavily on the individual designer's interpretation. While safe designs are possible through appropriate judgment, this requires extensive knowledge and experience. Our laboratory aims to investigate conditions that deviate from standard codes, verify their behavior through theory and experimentation, and propose methodologies that enable designers to make informed decisions. Recently, we have been focusing on "bending-active" methods, which create curved structures by applying elastic bending to planar members. Traditionally, curved structures were formed by assembling numerous straight elements or pre-fabricated curved components. By replacing these with planar members and forming the shape through elastic bending, we aim to streamline the on-site construction process and improve economic efficiency. (Figures show examples of such structures.) We are currently proposing new structural systems and exploring numerical analysis methods for form-finding.



曲面構造物



自由曲面シェルの形状評価と設計法に関する研究

剛性・耐力の高いシェル形状の生成

Study on Shape Evaluation and Design Methods for Free-Form Surface Shells
Generation of Shell Shapes with High Stiffness and Strength

教授 山本 憲司 Prof. Kenji Yamamoto

[researchmap https://researchmap.jp/k8181249/](https://researchmap.jp/k8181249/)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3597/> kyamamoto@tokai.ac.jp



座屈解析
Buckling Analysis

構造最適化
Structural Optimization

機械学習
Machine Learning

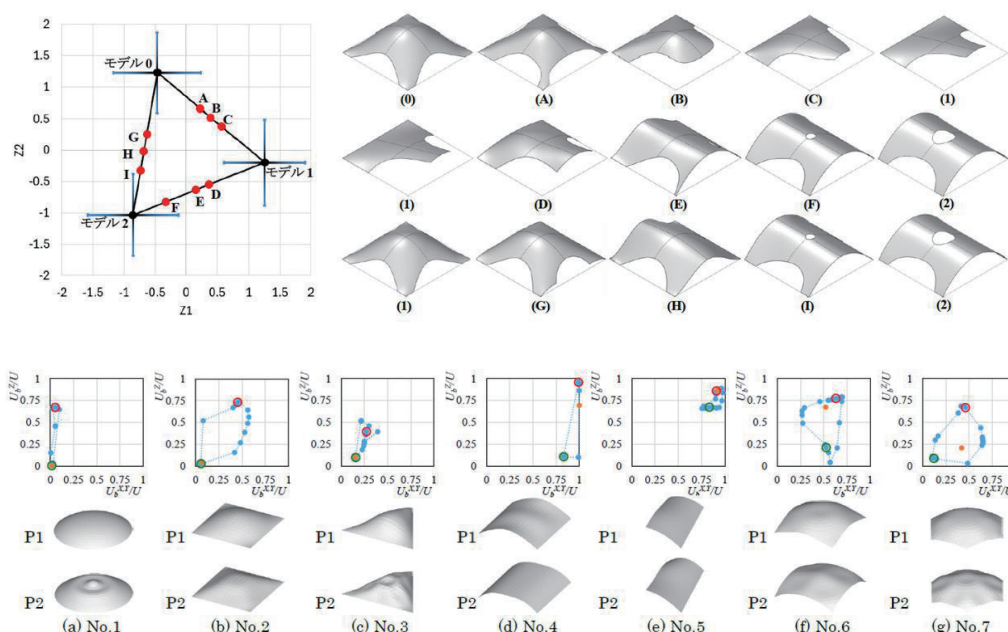
建設技術の高度化により、単純な幾何学関数では表現できない自由形態のシェル構造が多く建設されています。不経済な彫刻的建築の乱立を防ぐため、開口やフリーエッジ、支持条件が異なるシェル形態の構造性能を比較し、統一的に評価できる方法が求められます。山本研究室では、その指標として「曲げ歪エネルギー率」(外力により生じる歪エネルギーのうち曲げ変形により生じる歪エネルギーの割合)と、その形状変化による「変動幅」を提案しています。さらに、これらの値が小さいシェル形状を、機械学習や最適化手法を用いて自動生成する方法の研究を進めています(図1、図2)。

一方、薄肉シェルや単層ラチスシェルは座屈しやすく、わずかな形状不整が座屈挙動に大きく影響するため、耐力評価が難しい構造物です。研究室では、形状の違いが座屈挙動に及ぼす影響の分析や、簡便な座屈荷重予測法の提案を行っています。最近の試みとして、非線形増分解析を行わず、線形座屈解析のみで形状不整時の座屈挙動を予測する手法の開発を進めています。また、面内ブレースで補剛された格子シェルの座屈挙動に関する研究も行っています。

Thanks to advancements in construction technology, we can now build free-form shell structures that go beyond simple geometric functions. However, to avoid creating sculptural forms that are structurally inefficient, we need a unified method to compare and evaluate shells with different features, such as openings, free edges, and support conditions.

Our laboratory proposes the "Bending Strain Energy Ratio" (the percentage of total strain energy caused specifically by bending) and its "variation range" as key indicators for this purpose. We are also using machine learning and optimization to automatically generate shell forms that minimize these values (see Figures 1 and 2).

Meanwhile, thin shells and single-layer lattice shells are prone to buckling. Because even slight geometric imperfections can significantly affect their stability, assessing their strength is difficult. We are analyzing the impact of these shape differences and proposing simpler ways to predict buckling loads. A recent focus of ours is a method to predict buckling behavior under imperfections using only linear buckling analysis—skipping the complex nonlinear incremental analysis. Additionally, we are studying lattice shells stiffened by in-plane bracing.



床材の性能評価および適正施工労力

Performance evaluation of floor finishing material and proper construction labor

教授 横井 健 Prof. Takeshi YOKOI

[researchmap https://researchmap.jp/tya-taro](https://researchmap.jp/tya-taro)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3177/> yokoi@tokai.ac.jp



建築仕上材料
Building finishing materials

性能施工
Construction for performance

適切労働環境
Appropriate working environment

本研究室では、建築部位の中でも床を対象に、材料に関する研究をしています。床は、壁や天井などと比較して、使用者が触れている時間が格段に長いので、床材に求められる性能も多岐にわたります。テーマは、大きく2種類あります。

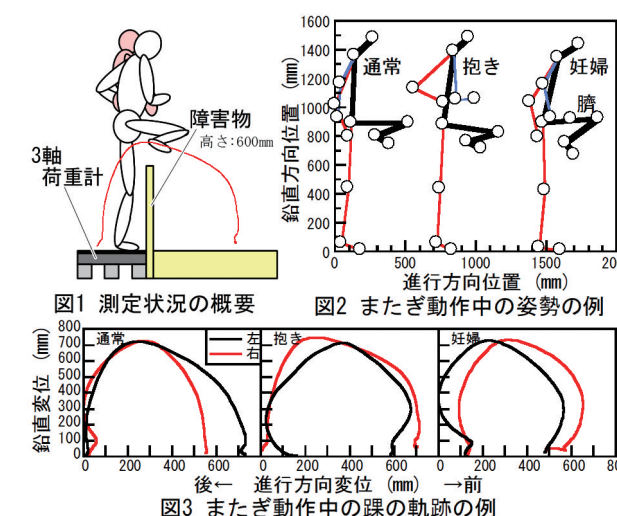
一つ目は、床材の性能評価方法の設定です。無数に有る要求性能のすべての観点から優れた材料を実現することは、現実的には不可能です。そこで、用途や使用者の層、嗜好などに応じて重要視する項目としない項目を取捨選択し、それぞれの項目に目標を設定することとなります。これを合理的に行うためには、個々の項目ごとに性能評価方法を整備しておく必要があります。特に、良し悪しは主に使用者の主観に依ります。そのため、性能評価方法でも、人間の感覚や評価を物差しとするための、心理的・生理的反応を数値化する手法が用いられることが特徴的です。

二つ目は、床材の性能を十分に発揮できる適正な施工労力に関する研究です。近年の建築施工情勢は、工費圧縮・工期圧縮を第一義としています。無駄を切り詰める際、必要な労力まで削ぎ落とし、完成後の不具合が後を絶ちません。性能と施工労力の関係を定量的に示し、無駄を合理的に判定しなければ、ならないのです。研究成果が実社会にフィードバックされることにより、作業労働者の地位向上や適正賃金に繋がることが期待されます。

In my laboratory, floor finishing materials are investigated. The time that users touch to floor is greatly longer than the time of touching to wall, ceiling, etc. Therefore, the performance requested to floor materials is various. There are roughly two kinds of my themes.

The first is to set evaluation methods for performances of floor finishing materials. It is realistically impossible to develop an excellent material from all viewpoints of innumerable demand performances. Then, it is necessary to select necessary items according to the usage, users' attribute, taste, etc. And, it is necessary to make objectives for each item. For this, the first thing to do is to maintain the evaluation method of each performance individually. In particular, whether something is good or bad is largely subjective to the user, and so performance evaluation methods are characterized by the use of methods that quantify psychological and physiological responses to use human sensations and evaluations as a yardstick.

The second is a research on a proper construction labor that it is made demonstrating the performance of the floor material enough. At construction sites in recent years, the cost cut and the shortening of a construction are valued most. But too much costs and times are cut down, even a necessary labor is cut down. Then, troubles after construction keep happening. It is necessary to investigate relations between performances and construction labors, and to judged reasonably what are surpluses. If the research results are fed back into the real world, it is expected that this will lead to improved status and fair wages for workers.



環境配慮型高靱性セメント複合材料

Environment-Friendly DFRCC

教授 渡部 憲 Prof. Ken Watanabe

[researchmap https://researchmap.jp/read0202453](https://researchmap.jp/read0202453)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2940/> kenw@tokai.ac.jp



高靱性セメント複合材料
DFRCC

コンクリート
Concrete

環境
Environment

最近、既存の繊維補強コンクリートをはるかに上回る性能を有する高靱性セメント複合材料（以下、DFRCCと略記）が開発されています。DFRCCとは、セメント系材料を繊維で補強した複合材料で、曲げ応力下において複数ひび割れ特性を示し、曲げ、引張、圧縮破壊時の靱性が大幅に向上した材料です。

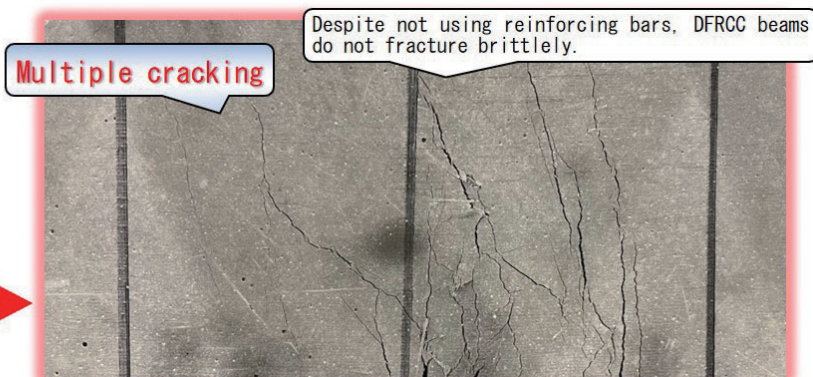
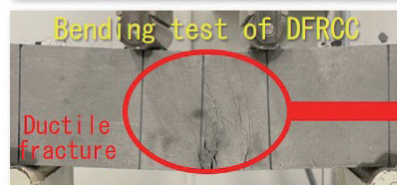
ところで、現在、地球環境問題に対する取り組みは重要な課題であり、コンクリートの分野においても、再生骨材コンクリートの研究が活発に実施されています。今後、コンクリートのリサイクルを更に積極的に推し進めるためにも、再生骨材の新たな有効利用技術を開発していく必要があります。また、CO2排出量削減の観点から、セメントを全く使用しないアルカリ活性材料（以下、AAMs）の研究も注目されています。しかし、品質管理手法、法的背景等の解決すべき課題は少なくなく、普及には至っていません。

私たちはこれまでに、DFRCCに関する研究を多数行っており、DFRCCが有する優れた破壊靱性を、再生骨材コンクリートやAAMsに付与することができれば、再生骨材やAAMs普及の大きな一助となると考えました。そこで私の研究室では、再生骨材を使用した高靱性コンクリートおよび高靱性AAMsコンクリート（環境配慮型DFRCC）に関する研究を行っています。

In recent years, research and development of the ductile-fiber-reinforced cementitious composites (DFRCCs), which exhibit superior to existing fiber-reinforced concrete have been actively conducted. DFRCC is a fiber-reinforced cementitious composite material exhibiting multiple cracking characteristics under bending stress, with highly improved ductility at the bending, tensile or compressive fracture.

Incidentally, addressing global environmental issues is currently a critical challenge, and in the concrete field, research on recycled aggregate concrete is actively conducted. To further promote concrete recycling going forward, it is necessary to develop new effective utilization technologies for recycled aggregates. Furthermore, from the perspective of reducing CO2 emissions, research on alkali-activated materials (AAMs) that completely eliminate cement usage is also gaining attention. Nevertheless, numerous challenges remain to be addressed, such as quality control methods and legal frameworks, and widespread adoption has not yet been achieved.

We have conducted extensive research on DFRCC to date, and believe that if the superior fracture ductility of DFRCC can be imparted to recycled aggregate concrete and AAMs, it would significantly contribute to the adoption of recycled aggregates and AAMs. Considering the above background, my laboratory is conducting research on ductile-fiber-reinforced concrete and ductile-fiber-reinforced AAMs concrete (i.e., environment-friendly DFRCC) using recycled aggregates.



エイジフレンドリーシティの実践的研究

コミュニティデザインと地域包括ケアシステム

Applied Research on Age-Friendly Cities
Community Design and Integrated Care System

准教授 後藤 純 Assoc.Prof. Jun Goto

[researchmap https://researchmap.jp/d/80584408.ja.html](https://researchmap.jp/d/80584408.ja.html)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4448/> goto.jun.w@tokai.ac.jp



エイジフレンドリーシティ
Age-Friendly City

コミュニティデザイン
Community Design

機械地域包括ケア
Integrated Care

本研究は、超高齢社会における持続可能な都市と地域のあり方を、「コミュニティデザイン」「地域包括ケア」「都市計画」の三つの視点を統合して探究するものである。従来の都市計画が道路や土地利用といった物的基盤の整備を中心としてきたのに対し、本研究では、人々の生活実態と関係性、ケアの仕組みと都市空間との相互作用に着目する。

第一に、コミュニティデザインの観点からは、高齢者を支援の受け手としてではなく、地域の担い手・主体として位置づけ、居場所づくりや小さな拠点、コーディネーターの媒介機能を通じて、社会参加と自己実現を支える仕組みを検討する。第二に、地域包括ケアの観点からは、医療・介護・生活支援が日常生活圏の中でどのように連携し、住まいと切り離されることなく機能しているかを実証的に分析する。第三に、都市計画の観点からは、アクセシビリティ、コネクティビティ、ソーシャルネットワークといった評価軸を用い、空間構造がケアや社会関係に与える影響を明らかにする。

秋田県秋田市、岩手県釜石市や神奈川県小田原市などでの実践的研究を通じて、エイジフレンドリーシティを理念にとどめず、制度・空間・人材を媒介する具体的な都市計画技術として提示することを目指している。

This research explores sustainable urban and community models in super-aging societies by integrating three perspectives: community design, integrated care, and urban planning. While conventional urban planning has focused mainly on physical infrastructure, this study emphasizes everyday life, social relationships, and care systems embedded in urban space.

From the perspective of community design, older adults are positioned not merely as recipients of support but as active contributors to their communities, supported through local hubs, places of belonging, and mediating coordinators. From the integrated care perspective, the research examines how medical care, long-term care, and daily life support are connected within local living areas without separating care from housing. From the urban planning perspective, the study analyzes how spatial structures influence care and social interaction using evaluation axes such as accessibility, connectivity, and social networks.

Through empirical studies in cities such as Akita and Odawara, this research aims to present Age-Friendly Cities not only as a policy concept but as a practical planning framework that connects institutions, spaces, and people.



エイジフレンドリーシティ 地区診断

1. 地域の魅力と課題

2. 地域資源把握とSWOT分析

3. 健康づくり・生きがいづくりプログラム検討

子育て

活動場所の確保

老いを学ぶ

社会参加から健康・生きがいづくりへ仲間づくりと能動的な信頼関係構築

自分らしく最期まで暮らすためにはどうしたらよいか？

プレキャストコンクリート製品の 品質・生産性の向上

持続可能な建設産業への貢献を目指して

Improving the Quality and Productivity of Precast Concrete Products
Aim to Contributing to a Sustainable Construction Industry

教授 伊達 重之 Prof. Shigeyuki Date

[researchmap](https://researchmap.jp/spbp2) <https://researchmap.jp/spbp2>
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3822/> sdat@tokai.ac.jp



プレキャストコンクリート
Pre-cast concrete

持続可能な建設
Sustainable Construction

生産性
Productivity

近年、建設現場における熟練工の不測や工期短縮のニーズの高まりとともに、プレキャストコンクリート製品(PCa製品)の活用事例が増えています。これに対して、生産性や品質の向上や低炭素化などの環境対策につながるリサイクル素材の活用技術などの実用化が望まれています。私たちの研究室では、PCa製品の性能と生産性のバランスを考慮した、材料・配合および生産システムの最適化について研究しています。

主な研究テーマは以下のとおりです。

テーマ1: 各種混和材を活用したPCa製品の生産性向上

テーマ2: コンクリートの耐久性に関する研究

テーマ3: 低炭素PCa製品の実用化

これらの研究遂行に当たり、他の大学や民間企業、国の研究機関とのコラボレーションを積極的に進めています。

In recent years, the use of precast concrete products (PCa products) has increased at construction sites, driven by the growing need to address the shortage of skilled workers and shorten construction schedules. In response, there is a demand for practical technologies, such as the use of recycled materials, that enhance productivity and quality while contributing to environmental measures like low carbonization. Our laboratory researches the optimization of materials, mix designs, and production systems for PCa products, balancing performance and productivity.

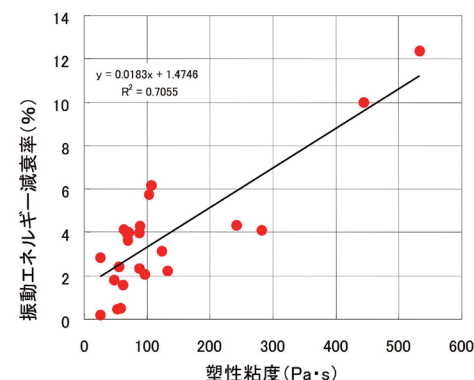
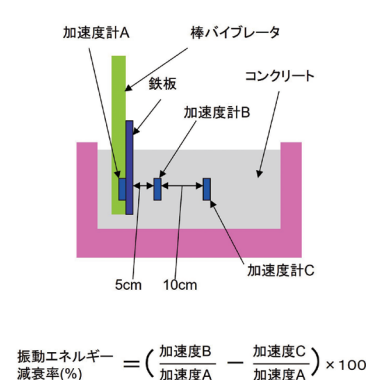
The main research themes are as follows:

Theme 1: Improving PCa Product Productivity Using Various Admixtures

Theme 2: Research on Concrete Durability

Theme 3: Practical Application of Low-Carbon PCa Products

To advance these research efforts, we actively pursue collaborations with other universities, private companies, and national research institutions.



コンクリートシェル構造の 性能評価に関する研究

繊維補強コンクリートを用いた超軽量曲面構造の開発

Performance evaluation of concrete shell structures
Development of ultra-lightweight curved structures using fiber-reinforced concrete

准教授 田中 正史 Assoc.Prof. Masafumi Tanaka

[researchmap](https://researchmap.jp/read0156280) <https://researchmap.jp/read0156280>
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/44196/> masafumi_tanaka@tokai.ac.jp



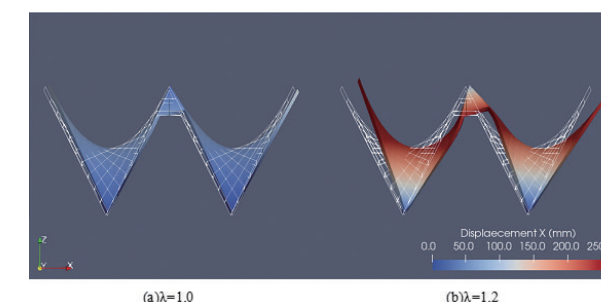
コンクリート
Concrete

シェル構造
Shell structure

繊維
Fiber

田中研究室では、建築構造工学の分野において、コンクリートシェル構造の性能評価とその応用に関する研究を行っています。特に、繊維補強コンクリートを用いた超軽量曲面構造の開発に注力し、構造の安全性・耐久性・美観を両立させる新しい設計手法を探求しています。シェル構造は、曲面形状による高い剛性と軽量性を特徴とし、建築物の省資源化や環境負荷低減に貢献します。当研究室では、数値解析と実験の両面から、材料特性や構造挙動を詳細に評価し、最適な設計指針を提案しています。また、免震構造や耐震性能の向上に関する研究も並行して進め、災害に強い建築の実現を目指しています。これらの取り組みは、公共施設や大規模建築への応用を視野に入れ、持続可能な社会に資する革新的な構造技術の創出を目的としています。

The Tanaka Laboratory conducts research into the performance evaluation and application of concrete shell structures in the field of architectural structural engineering. In particular, we focus on the development of ultra-lightweight curved structures using fiber-reinforced concrete, exploring new design methods that combine structural safety, durability, and aesthetics. Shell structures are characterized by their high rigidity and light weight due to their curved shape, contributing to resource conservation and reduced environmental impact in buildings. Our laboratory conducts detailed evaluations of material properties and structural behavior through both numerical analysis and experiments, and proposes optimal design guidelines. We also conduct parallel research into seismic isolation structures and improved seismic performance, aiming to realize disaster-resistant buildings. These efforts aim to create innovative structural technologies that contribute to a sustainable society, with an eye toward application to public facilities and large-scale buildings.



土地利用コントロールと避難シミュレーションによる減災システムの構築

Development of disaster reduction system with evacuation simulation model under disaster and land use control.

教授 梶田 佳孝 Prof. Yoshitaka Kajita

[researchmap https://researchmap.jp/read0046170](https://researchmap.jp/read0046170)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3639/> yokaji@tokai.ac.jp



避難シミュレーション
Evacuation simulation

災害
Disaster

土地利用
Land use

近年、巨大地震やそれに伴う津波の来襲、巨大台風や集中豪雨の増加による河川氾濫、内水氾濫や土砂崩れ等、様々な災害が生じる現象が多発し、重大な社会問題となっている。この種の災害に対して、災害の進展とその道路交通に与える影響を予測し、適切な時期に適切な避難指示や交通規制を発動し、また避難や緊急車両の通行を制御することは極めて重要である。

本研究は、まず、時々刻々と変化する災害情報を利用して、それに対応した多モードを考慮した避難行動シミュレーションを可能とする数値システムを開発し、地域の安全性の向上に資することを目的としている。また、海岸や河川敷沿い、斜面地など災害時に対して脆弱な土地に関しては、何らかの土地利用コントロールが必要である。地理情報システム(GIS)などを利用して土地利用の実態を空間分析で把握するとともに、交通ネットワークとの関係も考慮しながら、土地利用コントロールによる減災の検討も行う。

This study developed a microscopic simulation model considering evacuation behavior by multi modal in disaster situation using traffic network analysis software. We conduct disaster prediction model combining traffic analysis to catch up with the momentarily changed network because of the disaster. Moreover, we study effective evacuation system based on simulation model. Also, it is important to control land use for reduction of disaster. Based on analyzing the actual condition and the change structure of land use by statistical data using GIS in urban area, effective land use control system is studied considering relationship with transportation network.

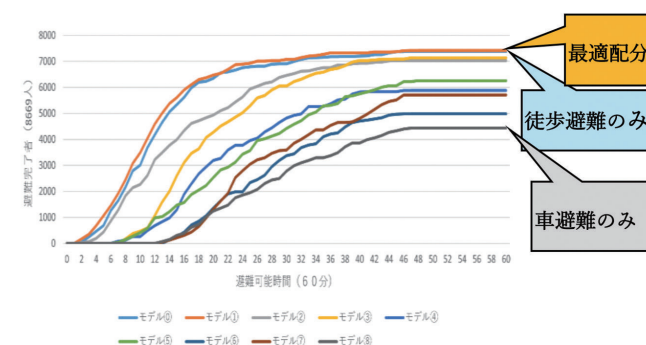
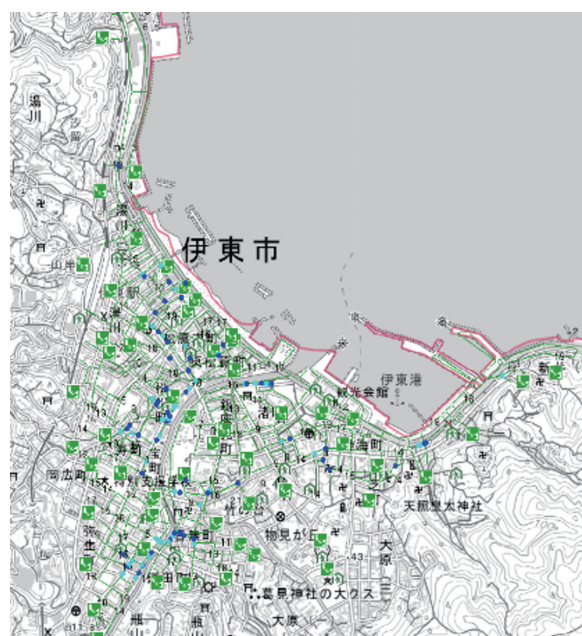


図5 ケースごとの避難完了者の推移(避難時間60分)



緑化・樹林化による地盤性能の変化を土木工学的に検証

植物根系の地盤補強効果に関する研究

Civil engineering verification of changes in ground performance due to greening and forestation
Research on the ground reinforcement effects of plant root systems

教授 杉山 太宏 Prof. Motihiro Sugiyama

[researchmap https://researchmap.jp/MS-091139](https://researchmap.jp/MS-091139)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2320/> mochi-sugi@tokai.ac.jp



のり面緑化
Slope revegetation

植物根系
Plant root systems

強度定数
Ground reinforcement

宅地造成や土木構造物の建設に伴い発生する盛土や切土のり面は、地震や豪雨などにも耐えられるよう設計する必要があります。のり面の施工直後から、降雨による表層崩壊を防止する方法の一つとして、のり面緑化工が採用されています。のり面を植物(草本・木本)で覆うことで、①雨による土砂流出の抑止、②根系の緊縛力による地盤補強効果、③根系による杭効果、④根系吸水による間隙水圧低減効果、⑤根系伸長による地盤透水性の向上など、いくつかのメリットが考えられます。

しかしながら、のり面緑化技術は、土質力学、地質学、植物学、生態学など、多くの分野に跨る学際的な領域にあり、それぞれの立場からのアプローチが必要です。また、環境への配慮は当然のこと、生物多様性の維持も必須の課題です。

これまでに当研究室では、植物(草本・木本)の根系による地盤補強効果の確認のための室内・屋外での試験、土の締め固め度と根系の伸長確認試験、地盤補強材料として木本単一根の引張強度試験などを行っています。また、斜面の樹林化による地盤の緊縛効果を高めるために、土中に鉄筋構造体を埋設して根系が絡みつく効果の検証実験なども実施しています。植栽植物の違いによる上記の試験を継続して実施していきます。

Embankments and cut slopes created during residential land development and structural construction must be designed to withstand earthquakes and heavy rain. Slope revegetation is one method used to prevent surface collapses caused by rainfall. Covering slopes with plants (herbaceous and woody) has several potential benefits, including: 1) preventing soil runoff caused by rain, 2) ground reinforcement through the binding power of the root system, 3) a pile effect caused by the root system, 4) reducing pore water pressure through root absorption, and 5) improving ground permeability through root growth.

However, slope revegetation technology is an interdisciplinary field spanning many fields, including soil mechanics, geology, botany, and ecology, and requires an approach that combines the perspectives of each. Furthermore, in addition to consideration for the environment, maintaining biodiversity is also an essential issue.

Our laboratory conducts 1) indoor and outdoor tests to confirm the ground reinforcement effect of plant (herbaceous and woody) root systems, 2) tests to confirm the degree of soil compaction and root system elongation, and 3) tensile strength tests of single woody roots used as ground reinforcement materials. We also conduct experiments to verify the effect of root systems entangling themselves around rebar structures buried in the soil, in order to increase the ground binding effect of foresting slopes. We will continue to conduct the above tests using different planted plants.

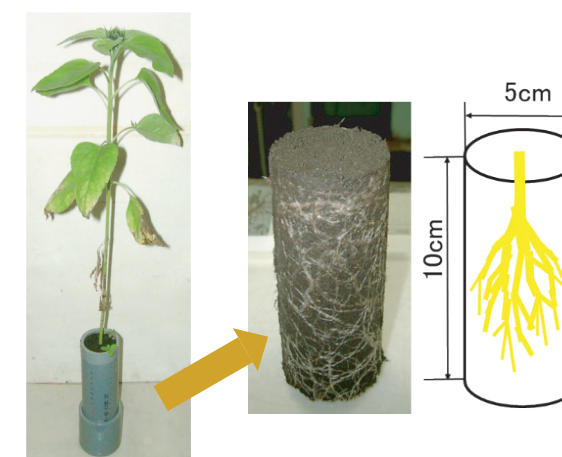


図1 ひまわりの根を含む土の三軸圧縮試験用供試体
Figure 1: Soil specimen for triaxial compression tests containing sunflower roots



図2 6年間生育した試験盛土内の根系と鉄筋の様子
Figure 2: Root systems and rebar in a test embankment after six years of growth

日常的な地震応答記録の機械学習に基づく 大地震時の構造物の即時損傷検知

学習データの蓄積とともに損傷検知性能が向上

Real-Time Damage Detection of Structures during Major Earthquakes Based on Machine Learning of Small-to-Moderate Earthquake Response Records
Damage detection performance improves as longer observation periods lead to the accumulation of training data.

教授 三神 厚 Prof. Atsushi Mikami

researchmap <https://researchmap.jp/10262122>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4089/> atsushi.mikami@tokai.ac.jp



即時損傷検知

Real-time damage detection

機械学習

Machine learning

地震応答

Seismic response

高度経済成長期に建設された多くの構造物が、現在、老朽化の時期を迎えている。一方で、これら老朽化した構造物の維持管理に従事する技術者の数は大幅に不足しており、社会的な課題となっている。そこで本研究では、構造物にセンサーを設置し、得られたデータに機械学習手法を適用することで、構造物の異常（損傷）を自動的かつ即時に検知することを目的としている。

異常検知の分野では、正常データに比べて異常データの数に圧倒的に少ないという実情がある。このような状況下では、正常データのみを学習して異常を検出するオートエンコーダ（自己符号化器）が有効であり、本研究でもこれを用いている（図1参照）。

特に本研究では、建物のような構造物に地震計が設置され、日常的に地震動が観測されている状況を仮定する。日常的に発生する中小規模による構造物の応答（正常データ）を繰り返し学習することで、大地震時に構造物に損傷が生じた際の応答（異常データ）を自動かつ即時に検知できる可能性がある。

本研究ではこのアイデアを体系的に整理し、土木学会論文集に投稿し受理され、2023年に公開となった。図2はオートエンコーダによって算出される「再構成誤差」の例であり異常度を示す。線形応答の場合には入力地震動によらず再構成誤差の値は一定となる。一方、非線形応答では入力地震動が大きくなるほど再構成誤差も大きくなり、損傷の有無のみならず、損傷の程度までも検知可能であることを示している。

Many structures constructed during Japan's period of rapid economic growth have now reached an age at which deterioration is becoming evident. At the same time, there is a significant shortage of engineers responsible for maintaining these aging structures, creating a serious societal challenge. In this study, we aim to automatically detect structural anomalies (damage) by installing sensors on structures and applying machine-learning techniques to the acquired data.

In the field of anomaly detection, it is common for the amount of abnormal data to be overwhelmingly smaller than that of normal data. Under such circumstances, autoencoders — which detect anomalies by learning only normal data — are highly effective, and this study employs such an approach (see Fig. 1).

Here, we assume a situation in which seismometers are installed on buildings or similar structures and seismic motions are routinely recorded. By repeatedly learning the structural responses to the small-to-moderate earthquakes that occur on a daily basis (normal data), it may become possible to automatically and instantaneously detect the responses that arise when a structure is damaged during a major earthquake (abnormal data).

This idea was organized and developed into a full study, submitted to the Journal of JSCE, accepted, and published in 2023. Figure 2 shows an example of the reconstruction error produced by the autoencoder, which represents the anomaly score. For linear responses, the reconstruction error remains constant regardless of the input ground motion. In contrast, for nonlinear responses, the reconstruction error increases as the input ground motion becomes larger, indicating that the method can potentially detect not only the presence of damage but also its severity.

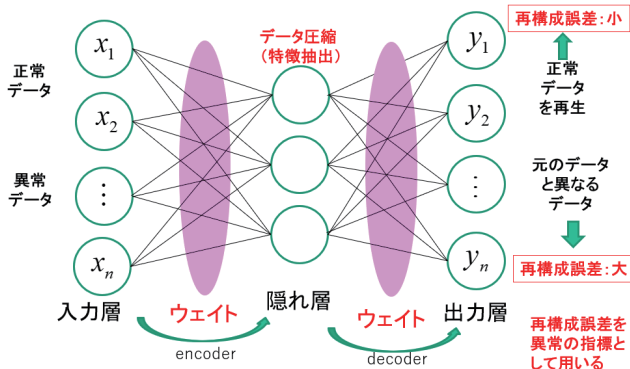


図1 オートエンコーダ
Figure 1 Autoencoder

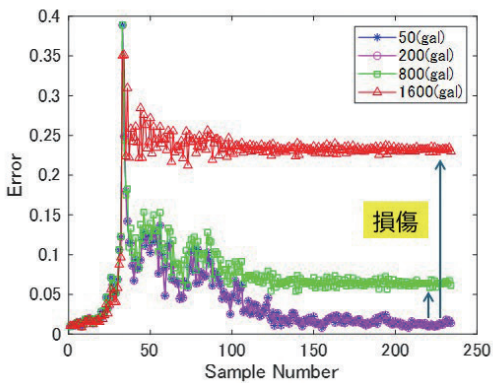


図2 再構成誤差の一例
Figure 2 An example of reconstruction error

海洋理工学 コース

Marine Science and Technology

船舶の安全な係留

係留船の長周期波対策および地震と津波対策

Safe ship mooring

Countermeasures of safe ship mooring on long-period waves, and earthquake and tsunami

教授 榊原 繁樹 Prof. Shigeki Sakakibara

researchmap https://researchmap.jp/tokai_ss

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3824/> ss8467@tokai.ac.jp



ロジスティクスシステムにおける 資源の最適配分に関する研究

Improving Efficiency in Logistics Systems

教授 新谷 浩一 Prof. Koichi Shintani

researchmap https://researchmap.jp/k_shintani/

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3714/> shintani@tokai.ac.jp



- 船舶係留
Ship mooring
- 船体運動
Ship motion
- 地震と津波
Earthquake and Tsunami

榊原研究室では、港内船舶の安全な係留に関する研究を数値シミュレーション(図1)および水理模型実験を通じて行っています。具体的には以下のようです。

1) 港湾、特に外洋に面した港湾に襲撃する風浪とうねりに重畳する長周期波(周期2~3分の周期の長い波)への対策に関して、この原因究明および係留索や防舷材のパネ特性に起因する共振防止対策などの立案を行っています。航海士や港湾利用者からみた安全・安心な港湾を目指します。

2) 東日本大震災で被災した港内係留船の実態調査や津波来襲時の船体挙動の再現シミュレーションを実施して、船長・乗組員の方々が遭遇した過酷な状況を定量的に把握することを試みました(図2)。

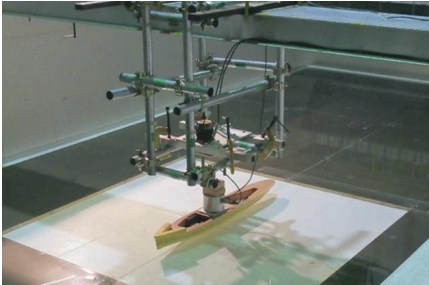
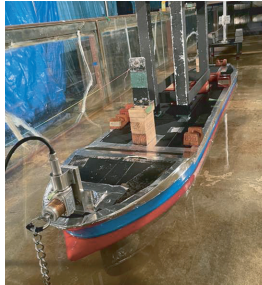
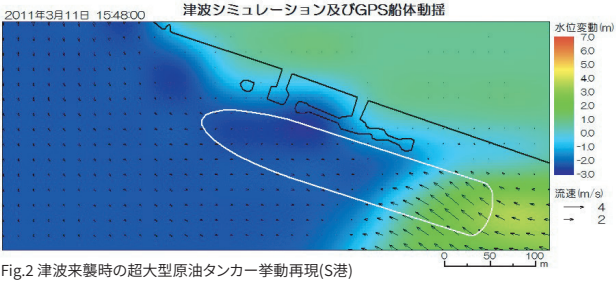
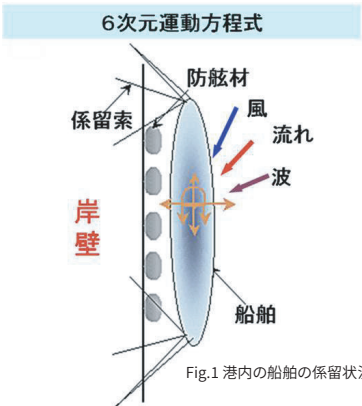
3) 大型船の津波係留対策として、係留索の強化、本船錨鎖を追加した津波係留対策に関する研究を進めています(図3)。また出船係留実現に向けた港内浅水域でのその場回頭水理模型実験を行い、浅水域で船体に作用する回頭モーメントを定量的に把握しました。再現シミュレーション手法の構築を試みています(図4)。

Sakakibara Lab. has studied on the countermeasure of a safe ship mooring for seafarers and port users using a numerical simulation technique of the moored ship (Fig.1) and physical model tests of a model ship. It is summarized as follows:

1) The countermeasure during waves and swells including the long-period waves of which periods are about 2-3 minutes to avoid the mooring problems such as large ship motions, mooring line breakages and fender damages especially in exposed artificial ports.

2) We have completed a disaster survey on several moored large vessels which were affected by the severe tsunami disasters during the 2011 Tohoku earthquake and tsunami (Fig.2).

3) The countermeasure during tsunami by using a hard mooring such as increase of number of mooring lines or high elastic line, and/or a soft mooring such as an anchor cable mooring with or without a sinker (Fig.3). We have also studied on a head-out mooring which is a key issue to achieve a quick evacuation from ports and harbors for large ships against a great earthquake and tsunamis. We conducted several pure yaw rotating tests in a water tank for a model ship in shallow water (Fig.4).



- コンテナ輸送
Container transportation
- 輸送計画
Transportation planning
- 空コンテナの回送
Empty container repositioning

国際海上コンテナ輸送における空コンテナの回送問題を中心に、物流ネットワークの最適化と効率化を目的とした研究を行っています。特に、折りたたみコンテナ(Foldable containers)の導入が、内陸デポや港湾ターミナルにおけるトレーラ運用・船舶運航・燃料消費に与える影響を、シミュレーションや数理最適化手法を用いて分析しています。また、プッシャー・バージ輸送の経済性比較や、港湾物流における車両配車問題・ゲート制御モデルなど、港湾DX時代に対応したオペレーションズリサーチの応用にも取り組んでいます。

主な研究テーマ:

- ・折りたたみコンテナ導入による物流ネットワーク最適化
- ・空コンテナ回送問題のモデル化と経済性評価
- ・港湾ターミナルにおけるゲート制御・車両運用効率化
- ・プッシャー・バージ輸送の経済性分析

His research focuses on improving logistics efficiency in international maritime transport, particularly through operational and economic analyses of empty container repositioning. He has developed optimization and simulation models to assess the impacts of foldable containers on inland depots, trucking operations, and shipping networks. His studies also explore economic evaluations of pusher-barge systems, vehicle dispatching models for container drayage, and port gate control strategies. These works aim to advance data-driven management and digital transformation in port logistics.

Research Topics:

- Optimization of logistics networks with foldable containers
- Modeling and evaluation of empty container repositioning
- Optimization of port gate and truck scheduling
- Economic impact of pusher-barge transport systems



海洋環境調査等のための 自律型海洋ロボットシステムの開発

自律船ロボットと海中ロボット複合型システムの開発

Development of an Autonomous Ocean Robotics System for Marine Environmental Survey
Development of a Hybrid Unmanned Surface and Underwater Vehicle System

教授 渡邊 啓介 Prof. Keisuke Watanabe

<https://researchmap.jp/keisukejapan/>
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2474/> keisuke@tokai.ac.jp



自律船ロボット
Unmanned Surface Vehicle

自律型海中ロボット
Unmanned Underwater Vehicle

長期広範囲同時観測
Long term wide area simultaneous monitoring

渡邊研究室では、海洋構造物の調査や、海洋環境のモニタリング等の海洋作業の省力化を目指し、Unmanned Surface Vehicle(USV)とUnmanned Underwater Vehicle(UUV)の要素技術の研究、実海域で実験可能なプラットフォームの開発を行っています。

USV、UUVの自律航行に必要な軌道追従制御アルゴリズムの検討、水中音響による水中座標検出手法の検討、AIを用いた画像認識システムの検討、などUSV、UUVに必要な要素技術の研究開発を行いながら、開発中の要素技術の妥当性を検証するために、大人二人でハンドリング可能なサイズと重量となるように設計した実海域実験可能なプラットフォームを構築し、実際に海で実験を行っています。

また、USVとUUVを1セットとし、USVが陸上の基地局とのインターフェースとなることで、洋上から水中の同時観測データを取得すると共に、水中の状態をリアルタイムでモニタリング可能なシステムを開発中で、将来的にはこのシステムを多数展開し、例えば広域のサンゴ礁海域について、世界的な同時多点観測ネットワークを構築し、データベースを長期間蓄積できるようになることなどを目指しています。

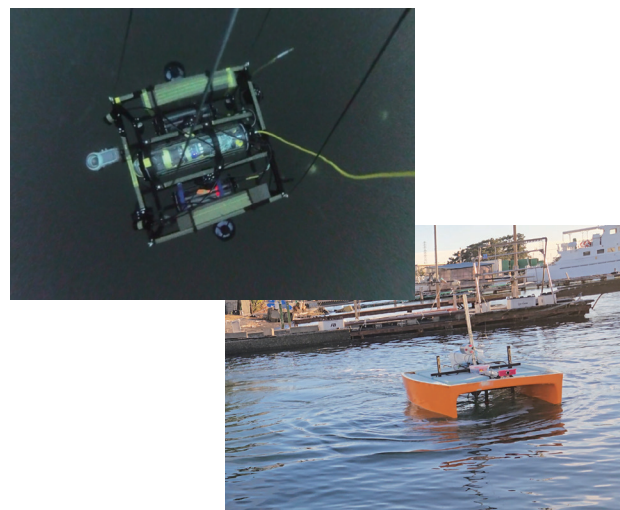


At the Watanabe Laboratory, we are developing technologies for Unmanned Surface Vehicles (USVs) and Unmanned Underwater Vehicles (UUVs) with the goal of improving efficiency in marine operations such as offshore structure inspections and environmental monitoring. Our work includes research on key technologies for USVs and UUVs, as well as the development of experimental platforms capable of field deployment in real ocean environments.

Specifically, we are investigating trajectory-tracking control algorithms required for autonomous navigation, underwater positioning methods using acoustic systems, and AI-based image recognition techniques. Alongside this research, we design and build experimental platforms sized and weighted so that two adults can handle them, enabling verification of the developed technologies through repeated real-sea experiments.

Furthermore, we are developing an integrated system in which one USV and one UUV operate as a cooperative set. In this configuration, the USV serves as an interface to a land-based station, enabling simultaneous acquisition of surface and underwater data, along with real-time monitoring of underwater conditions.

In the future, our goal is to deploy multiple systems to establish a large-scale synchronized observational network—for example, across coral reef regions worldwide—allowing long-term continuous collection and accumulation of environmental data.



海上交通と操船の 安全性評価に関する研究

航路・港湾における航行安全対策および水域施設の設計

Research on safety assessment of maritime traffic and ship handling
Navigation safety measures and technical design of waterway facilities in shipping routes and harbors

教授 瀬田 広明 Prof. Hiroaki Seta

<https://researchmap.jp/seta>
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4451/> seta@tokai.ac.jp



海上交通工学
Maritime traffic engineering

船舶航行支援
Vessel navigation support

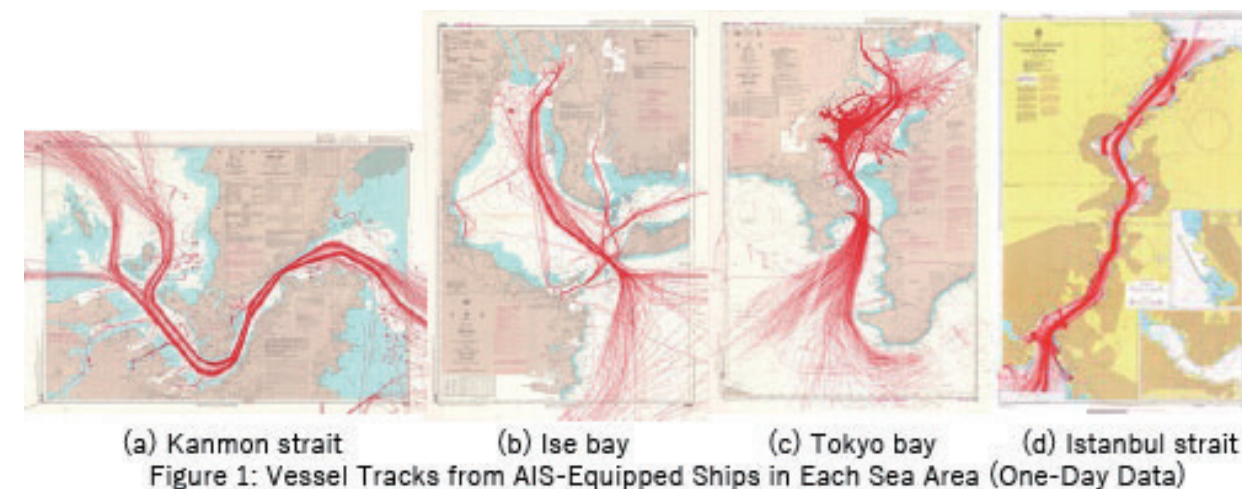
操船シミュレータ
Ship Handling simulator

海上交通や操船の評価に関する技術的手法については、操船の困難性と操船の安全性の両面から、さらに、場の評価と自船からみた評価の両面から、総合的に分析することが基本です。これらの評価の手順については、まず対象海域における交通流の実態を把握、整理し、施設建設や安全対策に関する設計代替案のもとで交通流の変化を予測します。このように予測された交通流を海上交通流シミュレーションとして再現し、これらの航跡の一本ずつに〈ものさし〉となる評価モデルを当てて評価出力値を総計すれば、いわゆる対象海域における「場の評価」が可能となります。一方、コンピュータシミュレーションの中から操船困難な場面を切り出し、これを操船シミュレータのシナリオ上に再現して、設定した自船について操船を行い、そのとき得られる自船航跡に対する評価値を出力すれば、いわゆる「自船評価」が可能となります。

図1は過去に開発した海上交通管理システムで取得した AIS 情報 (AIS 搭載船の位置) を海図上に重ね書きしたものです。現在では、このような AIS 情報は交通流把握する上で必要不可欠となっています。また、本学が所有する操船シミュレータはこれらの情報を取り込み、現状をそのまま再現する機能を有しているので、海難事故発生時における原因の探究、船橋における人的要因に関する研究、船舶—操縦系における種々の問題点の解析等の研究にも応用することが可能です。

The technical method of assessing maritime traffic and ship handling needs to be comprehensively analyzed from both the perspectives of difficulty and safety, as well as those of field assessment and one's own ship. In order to assess these, variation of maritime traffic flow in the target area should make predictions based on safety measures, facilities constructions, and the understanding of actual traffic flow. Predicted traffic flow is reproduced as marine traffic simulation on a computer, and the safety assessment model calculates ships' tracks one by one. The aggregate of those results becomes the so-called "field assessment in the target area". When the deck officer maneuver their own ship in a way that is configured using the scenario provided by a ship handling simulator, which is made from a series of situations of ship handling difficulties, the assessment value of one's own ship's track comes to be called the "assessment from own ship's perspective."

Figure 1 shows the locations of AIS equipped ships via the marine traffic monitoring system developed in the past. Such AIS information is essential to grasp marine traffic flow. Furthermore, our universities' ship handling simulator has a function which is able to reproduce AIS information. Thus, it is able to apply the research to marine traffic and harbor design, to assess human factors, to find out the cause of maritime accidents, for the improvement of education and the like.



地球環境科学 コース Earth and Environmental Science

水産増殖学

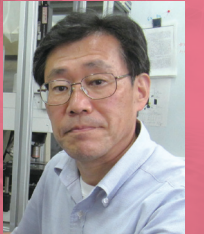
繁殖と育成

Aquaculture

Propagation and cultivation of aquatic organisms

教授 秋山 信彦 Prof. Nobuhiko Akiyama

researchmap <https://researchmap.jp/nakiyama>
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2303/> nakiyama@tokai.ac.jp



水産増殖
Aquaculture

水産養殖
Fish farming

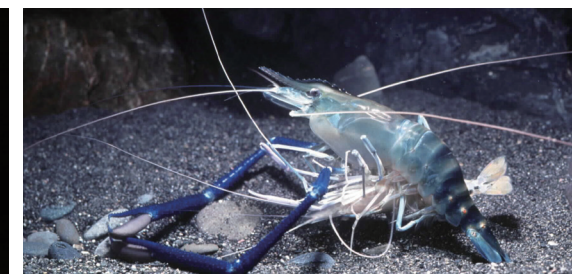
繁殖
Breeding

水産生物の増養殖に関する基礎的な研究を行っている。特に種苗生産へ応用するため、繁殖メカニズムを解明すること、初期育成技術の開発を行っている。さらに、養殖用飼料についても代替タンパクや機能性原料などについて検討している。また、環境保全型の陸上での養殖技術開発についても手がけている。手がけてきた魚種としては、クロマグロ、カワハギ、ヒラメ、マダイ、サケ科魚類、シロウオ、クロウミウマ、マダコ、アオリイカ、カキ、アコヤガイ

これらの技術開発は養殖生産のみならず、野生生物の保全にも活用できることから稀少魚類の生息域外保全について特にミヤコタナゴを中心としたタナゴ類で取り組んでいる。

Basic research on aquaculture of aquatic organisms. Specifically, it is a study on seedling production, breeding, feed and aquaculture technology on land. As a fish species that I have dealt with, Bluefin tuna, Filefish, Japanese flounder, Red sea bream, Salmonids fish, Ice goby, Seahorse, Octopus, Oval squid, Oyster and Pearl oyster.

These technologies are also utilized the conservation of freshwater fishes such as bitterling.



魚介類感染症の迅速診断技術開発と感染疫学的調査研究

Rapid diagnostic and epizootiology of fish infectious diseases

教授 泉 庄太郎 Prof. Shotaro Izumi

<https://researchmap.jp/read0136073/>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3852/> izumish@tokai.ac.jp



気候システムに対する海洋の役割

大気海洋相互作用による水塊変質プロセスに関する研究

Study on the Role of the Ocean in the Climate System

Study on water mass transformation processes through atmosphere and ocean interaction

教授 植原 量行 Prof. Kazuyuki Uehara

<https://researchmap.jp/kuehara>

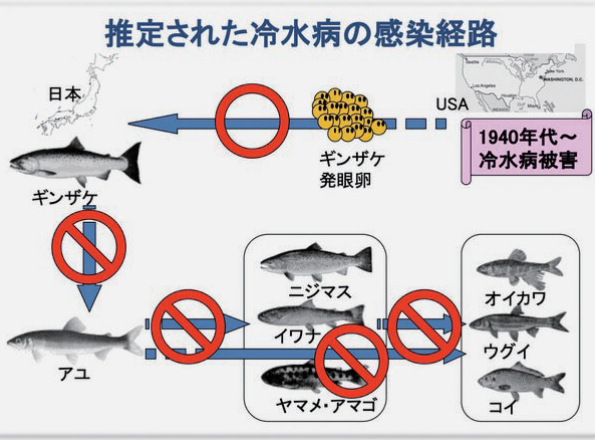
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3188/> ueharak@tokai.ac.jp



- 魚類感染症
Infectious fish diseases
- 迅速診断技術
Rapid diagnostic technology
- 魚類感染疫学
Epizootiology of fish diseases

近年、水産増養殖の現場では、海外から持ち込まれたと考えられる新しい病原体による感染症や薬剤耐性化した病原体による再興感染症が大きな問題となっており、その被害は今後養殖業の集約化と消費の国際化が進むにつれてますます重大なものとなっていくと予想されます。これらの魚介類感染症をコントロールし、水産増養殖業における高い生産性を維持するためには、まずできるだけ早く正確に診断することが重要です。本研究室では、PCR等の分子生物学的手法も利用して魚介類感染症の迅速診断技術に関する研究を行いながら、魚類病原細菌の宿主特異性に関する研究や、その応用的な展開である魚類病原細菌の感染疫学的な研究も行っており、行って行きたいと考えています。

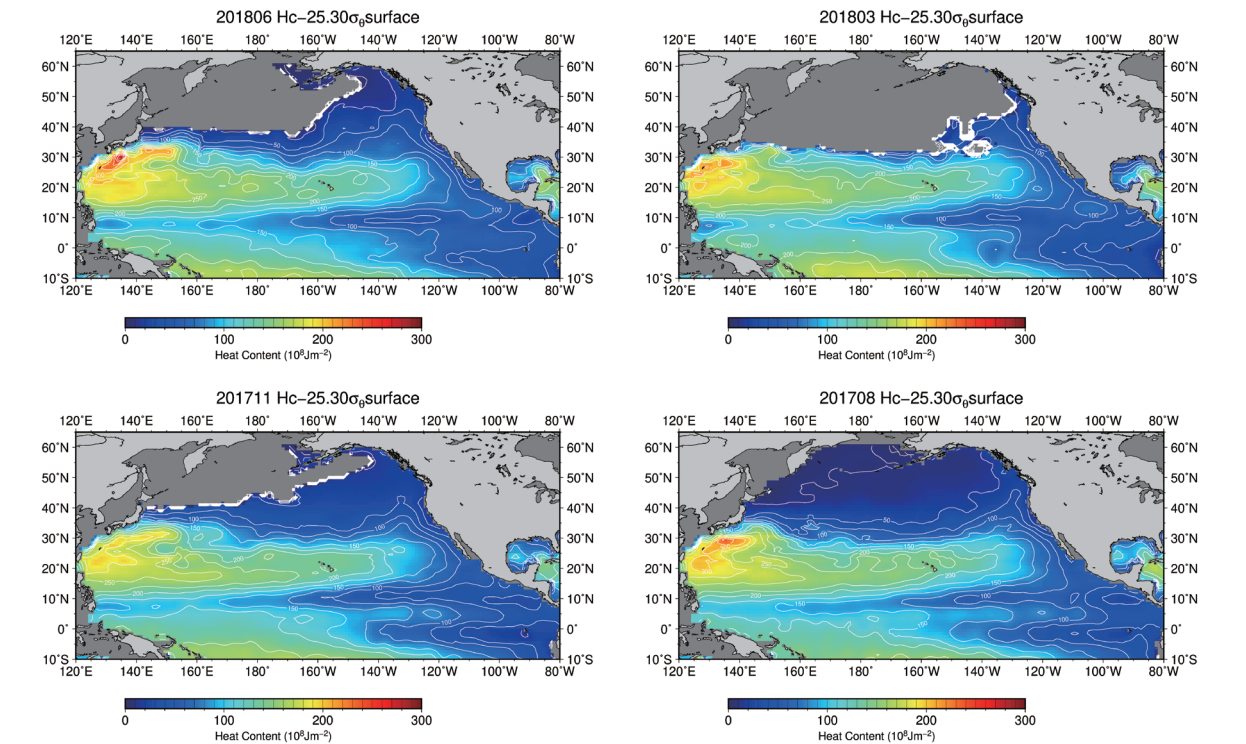
In recent years, the aquaculture industry has faced serious challenges from infectious diseases caused by newly introduced pathogens, believed to have originated overseas, as well as re-emerging infections caused by drug-resistant pathogens. These problems are expected to become increasingly severe as aquaculture operations become more consolidated and global consumption continues to expand. To control these infectious diseases in aquatic organisms and maintain high productivity in aquaculture, it is essential to achieve rapid and accurate diagnosis. Our laboratory is conducting research on rapid diagnostic techniques for aquatic infectious diseases using molecular biological methods such as PCR, while also investigating the host specificity of fish pathogenic bacteria and pursuing applied studies on the epizootiology of these pathogens.



- 大気海洋相互作用
Atmosphere and Ocean Interaction
- 海洋大循環
Ocean General Circulation
- 海洋水塊形成
Ocean Water Mass Formation
- 変質プロセス
Transformation Processes

人類が誕生して約200万年、文明が誕生してから数千年が経過しました。その間、おそらく人類は、ほとんど自分たちの住む地球の構造を知らずに生活してきたと思われます。たとえば、気象における低気圧の生成メカニズムや、海洋における黒潮等の西岸境界流のメカニズムなど、私達を取り囲む大気や海洋の構造が本質的に認識されたのは20世紀も半ばであって、文明の歴史からするとごく最近のことです。現代に生きる私達は、地球温暖化問題に代表される気候変動問題に直面していますが、この問題を解決するためには、まだまだよくわかっていない大気と海洋の機能と構造を理解しなくてはなりません。私はそのために、気候変動の素過程として重要な、大気・海洋相互作用に関する研究、特に、海洋表層水塊の形成・変質過程について研究し、地球変動シナリオに対する海洋の役割について考えています。

Approximately two million years have passed since the emergence of humanity, and several thousand years since the birth of civilization. Throughout most of this time, humankind has lived without understanding the structure of the Earth we inhabit. For instance, only in the mid-20th century—remarkably recent in the history of civilization—did we come to fundamentally understand the atmosphere and ocean surrounding us, including the mechanisms behind meteorological low-pressure systems and western boundary currents such as the Kuroshio. Today we face climate change challenges exemplified by global warming, and addressing these problems requires a deeper understanding of atmospheric and oceanic functions and structure, which remain poorly understood. To this end, I am conducting research on air-sea interaction as a fundamental process in climate variability—specifically examining the formation and modification of ocean surface water masses—to better understand the role of the ocean in global change scenarios.



頭足類の生態や行動の進化に関する研究

繁殖、捕食、防御に関する独自性の背景に迫る

Behavioral ecology and evolutionary biology in cephalopods
Evolutionary background of reproduction, predation and predatory defence.

准教授 佐藤 成祥 Assoc.Prof. Noriyosi Sato

researchmap https://researchmap.jp/cephalopods_N
□ <https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4380/> ✉ norico3000@tokai.ac.jp



イカ・タコ
Squid/Octopus

精子貯蔵
Sperm storage

墨
Ink defence

佐藤研究室では、頭足類の独特な行動や生態の進化について研究しています。貝類を中心とした軟体動物にありながら、貝殻を脱ぎ捨て、機動力を獲得した彼らですが、その過程で得られた神経系や感覚器の発達は無脊椎動物の中で唯一、脊椎動物に相当し、これらと同等の認知能力を有すると考えられています。そんな頭足類の進化を考えるうえで、当研究室では1) 繁殖生態、2) 摂餌行動、3) 対捕食者防御に注目して研究を行っています。

1. 繁殖生態

多くの動物が行う交尾とは異なり、頭足類の繁殖は精子の詰まったカプセル、精莢を雄が雌に受け渡して行われます。体の外で行われる精子移送や精子貯蔵を通して、彼らの繁殖戦略は従来のもととは異なり、交尾の後の雌雄のやり取りが重要となりました。交尾後の繁殖戦略がどのように進化したのかを様々な種の繁殖を通して明らかにしていきます。

2. 摂餌行動

巣を拠点に、餌の貝や甲殻類を求めてタコは周囲を探索します。彼らの摂餌トリップは捕食者を避けるためにより効率的に行われることが予想されます。摂餌行動を明らかにすることは、彼らの発達した認知能力の謎に迫る重要なアプローチだと考えています。

3. 対捕食者防御

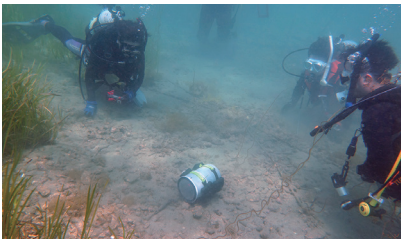
捕食者に対して無防備な頭足類は通常は体色変化によって、周囲の環境にカモフラージュして身を隠し、見つかった場合は墨を使って相手をかく乱します。これらの防御効果が高めるための工夫について研究しています。



交尾後に精子を捨てる
ヒメイカの雌



人工巣から
顔を出すマダコ



We study the evolution of unique behaviors and ecological traits in cephalopods. Although cephalopods belong to Mollusca, a group best known for shelled animals such as snails and clams, they have abandoned the shell and acquired exceptional mobility. Through this transition, they evolved highly developed nervous and sensory systems that are unparalleled among invertebrates—reaching a level comparable to that of vertebrates. As a result, cephalopods are believed to possess cognitive abilities on par with vertebrate animals. To uncover how such remarkable evolutionary innovations arose, our laboratory focuses on three major research themes:

1) Reproductive Biology

Unlike the copulation seen in most animals, cephalopod mating involves males transferring a capsule filled with sperm to the female. Because sperm transfer and storage occur outside the body, post-copulatory interactions between males and females have become especially important in their reproductive strategies. We aim to elucidate how these post-mating strategies evolved by comparing reproductive traits across diverse cephalopod species.

2) Foraging Behavior

Octopuses leave their dens to search for prey such as bivalves and crustaceans. Their foraging trips are expected to be optimized to avoid predators and increase efficiency. Understanding how they forage provides key insights into the advanced cognitive abilities that cephalopods are known for.

3) Anti-Predator Defense

Cephalopods are inherently vulnerable to predators. Under normal conditions, they camouflage themselves by changing body color and blending into the environment. When detected, they eject ink to confuse and escape from predators. We investigate the evolutionary innovations and mechanisms that enhance the effectiveness of these defensive strategies.

マイクロプラスチックの体外排泄を通じて生物の健康に寄与する

マイクロプラスチックの体外排泄に寄与する食素材の探索

Contributing to the health of organisms through the excretion of microplastics
Identifying dietary components contributing to the excretion of microplastics

教授 清水 宗茂 Prof. Muneshige Shimizu

researchmap <https://researchmap.jp/m.shimizu>
□ <https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4355/> ✉ mshimizu@tokai.ac.jp



マイクロプラスチック
Microplastics

排泄
Excretion

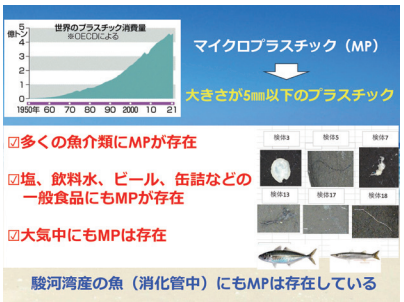
食素材
Food ingredients

マイクロプラスチック(MP)は、海洋だけに留まらず大気中や食品中など、あらゆる場所に存在しています。これまで、食事や呼吸を通じて摂取したMPを速やかに体外排泄する食素材を探索してきた結果、エビやカニの殻から作製される「キトサン」にはMPの体外排泄促進作用を有することを発見しました。

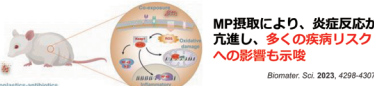
現在、作用メカニズムや他素材との組み合わせによる効果などについて取り組んでいます。将来は、ヒトをはじめとする生物への活用に繋げることで、MP摂取による健康リスクの低減に寄与したく考えています。

Microplastics (MP) are found everywhere—not only in the ocean, but also in the atmosphere and in food. Through our exploration of food ingredients that promote the rapid excretion of MP ingested through diet and respiration, we discovered that “chitosan,” produced from shrimp and crab shells, possesses this MP excretion-promoting effect.

We are currently investigating its mechanism of action and the effects of combining it with other materials. In the future, we aim to contribute to reducing health risks associated with MP intake by applying this knowledge to organisms, including humans.



- ✓ 微小MPは、腸のバリア機能を通過することが可能
- ✓ 微小MPを摂取したマウスやヒトではさまざまな臓器にMPが蓄積



MP摂取により、炎症反応が亢進し、多くの疾病リスクへの影響も示唆

地球上で、MPを摂取しない生活を送ることは不可能
一方、プラスチックフリーの生活は困難

MPとの共存について、真剣に考える必要がある！

MPを身体に蓄積させない！
「MPを速やかに体外排泄する」ことが、MPと共存をする上で不可欠である

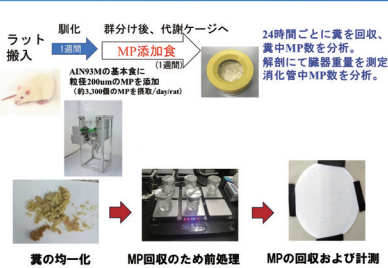
しかし、
「MPの体外排泄」に着目した研究はない

- これまで動物実験から、MPのサイズにより排泄の程度が異なることを明らかにした (50umMP: 65%, 200umMP: 80%)
- In vitro試験にてMPと吸着する食素材の存在を見出した

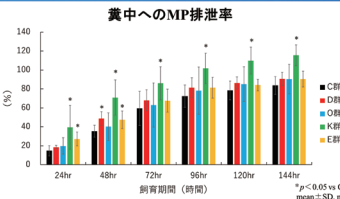
食物繊維が、過剰な中性脂肪やコレステロールを体外に排泄することが知られている

動物実験にて、微小MPを体外排泄できる食素材が見つければ、「MPの体外排泄」が可能となる！

MP排泄作用を有する食素材の評価系を確立



高効率でMPを排泄する食素材を発見



- MP排泄作用を有する食素材を発見し、特許出願済 (特開2022-92445 マイクロプラスチック体外排出促進用の組成物)

今後の取り組みと課題

MP排泄食餌材料を用いて、

- サプリメントやペットフードを開発すること

- 餌や飼育方法を開発し、MPフリーの食料が生産できるようにすること

陸域・海域を対象とした 新たな植物生産・管理手法の検討

Examination of new plant production and management methods for land and sea areas

教授 竹内 真一 Prof. Shinichi Takeuchi

[researchmap https://researchmap.jp/read0209499](https://researchmap.jp/read0209499)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4290/> stakeuch@tokai.ac.jp



- 環境保全
Environmental conservation
- 沿岸利用
Coastal use
- 温暖化
Global warming

生態系の基盤をなす豊かな緑と生物の多様性を確保した緑地を創造する技術および維持管理手法を探究することを目的として、国内外で研究活動を行ってきました。海外の水分の多寡と温度の高低が問題となる植生環境を調査した経験をもとに、国内の植生のあるべき管理手法を灌漑工学、造園学、森林科学、果樹園芸学の複合的な視点からアプローチしています。植物体内の水移動計測技術の開発と応用を研究の基軸としてきましたが、海洋学部で沿岸農業と塩生植物利用という新たなテーマに取り組んでいます。

I have been conducting research both in Japan and overseas with the aim of exploring technologies and maintenance methods for creating green spaces that ensure the lush greenery and biodiversity that form the foundation of ecosystems. Based on my experience investigating vegetation environments overseas where moisture and temperature are problematic, I am approaching the ideal management methods for vegetation in Japan from a multifaceted perspective of irrigation engineering, landscape architecture, forest science, and fruit and vegetable horticulture. My research has centered on the development and application of technology to measure water movement within plants, and at the School of Marine Science I am tackling new themes in coastal agriculture and the use of halophytes.

安定同位体を用いた 海洋の物質循環に関する研究

硝酸の安定同位体を用いた窒素循環

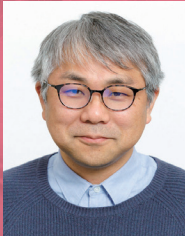
Study on biogeochemical cycles in the ocean using stable isotopes.

Constraints on nitrogen cycling using stable isotopes of nitrate

准教授 小松 大祐 Assoc.Prof. Daisuke Komatsu

[researchmap https://researchmap.jp/ddk](https://researchmap.jp/ddk)

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3858/> ddkomatsu@tokai.ac.jp



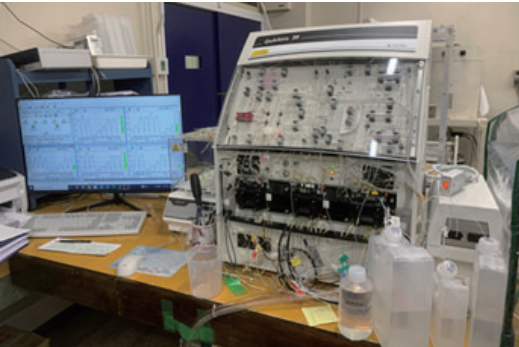
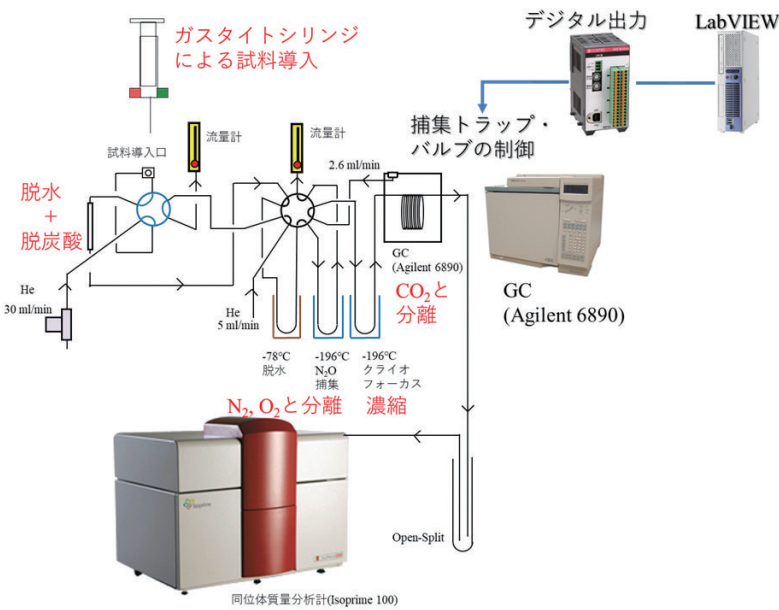
- 安定同位体
Stable Isotope
- 栄養塩分析
Nutrient
- 窒素循環
Nitrogen Cycle

軽元素の安定同位体を指標に用い地球や大気海と生物の間の物質循環を調べています。海洋に溶けている微量気体成分や栄養塩の消長は生物の活動と密接に関わっています。これらの生物に関わる化合物は炭素・水素・酸素・窒素といった軽元素で構成されているため、軽元素の安定同位体指標に着目し、温室効果気体や栄養塩の生物地球化学的な循環の解明を目指しています。これまで方法論を一酸化炭素、メタン、非メタン炭化水素、一酸化二窒素、硝酸、水素について応用してきました。また、より微量な安定同位体指標である三酸素同位体組成($\Delta^{17}\text{O}$)にも興味を持っています。

$\Delta^{17}\text{O}$ を用いれば天然環境に存在する硝酸のうち大気由来の硝酸の割合を定量することができ、窒素循環過程を知る上で新たな情報を得ることができます。

I study global biogeochemical processes in the atmosphere and oceans, and their variations under natural and anthropogenic influences, by fieldwork, laboratory studies, often using stable isotopes. This approach has been applied to carbon monoxide (CO), methane (CH_4), nonmethane hydrocarbons, nitrous oxide (N_2O), nitrate, and hydrogen (H_2).

I am also interested in rare isotope signatures, such as triple oxygen isotope compositions ($\Delta^{17}\text{O}$). Atmospheric nitrate displays large $\Delta^{17}\text{O}$ values reflecting oxygen atom transfers from ozone during the conversion of NO_x to nitrate. Using the $\Delta^{17}\text{O}$ tracer, we quantified the fraction of atmospheric nitrate within the total nitrate in natural environments to gain insight into the processes controlling the fate and transport of atmospheric nitrate deposited on each environment with small anthropogenic fixed-nitrogen input.



沿岸海域の海洋循環と物質輸送過程に関する研究

沿岸海域における物理過程の科学的な理解

Research on coastal ocean circulation and material transport processes
Scientific understanding of physical processes in coastal seas

教授 高橋 大介

Prof. Daisuke Takahashi

researchmap

<https://researchmap.jp/dtakahashi>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4289/>

dtakahashi@tokai.ac.jp



海産底生無脊椎動物の生態研究と増養殖技術開発

底生動物の資源増大と浅海環境の保全を目指して

Research on ecology of marine benthic invertebrates and aquaculture
Toward enhancing benthic resources and conserving shallow marine environments

教授 櫻井 泉

Prof. Izumi Sakurai

researchmap

<https://researchmap.jp/read0003295>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3718/>

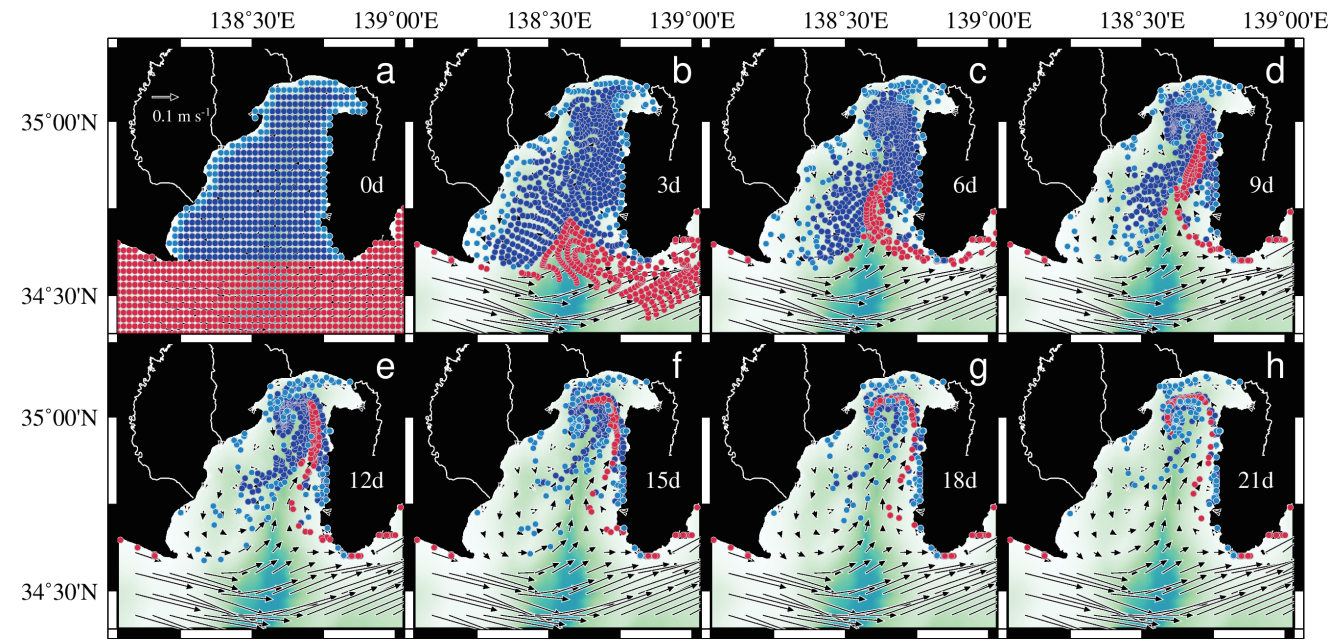
sakurai@tokai.ac.jp



海洋循環 Ocean circulation	物質輸送 Material transport	沿岸海域 Coastal seas
---------------------------	----------------------------	----------------------

沿岸海域は陸域と外洋域の間に位置し、海面を介して大気とも接しています。この領域では、陸域からの河川流入、外洋からの海流、大気中の気象・気候など、さまざまな要因が影響を及ぼし合いながら海洋循環が形成されます。こうした海洋循環は、陸域・外洋域・大気から供給される熱・運動量・物質を沿岸海域の隅々まで輸送する重要な役割を担っています。そのため、沿岸海域の海洋環境を理解するためには、海洋循環がどのように形成され、どのように変動し、さらにその循環によって熱・運動量・物質がどこへ輸送されるのかを明らかにすることが不可欠です。私は、沿岸海域における海洋循環と物質輸送のメカニズムに強い関心を持ち、海洋物理学の視点から海洋観測と数値シミュレーションの両方を用いてその解明に取り組んでいます。

Coastal seas lie between the land and the open ocean and are also in contact with the atmosphere through the sea surface. In these regions, ocean circulation is generated by the combined influences of river discharge from the land, ocean currents from offshore waters, and atmospheric weather and climate conditions. Such circulation plays a crucial role in transporting heat, momentum, and materials supplied from the land, the open ocean, and the atmosphere throughout the entire coastal domain. Therefore, to understand the marine environment of coastal seas, it is essential to clarify how ocean circulation is generated, how it varies, and how it transports heat, momentum, and materials within the region. I am particularly interested in the mechanisms of ocean circulation and material transport in coastal seas, and I aim to elucidate these processes by integrating observations and numerical simulations from the perspective of physical oceanography.



図：駿河湾における数値シミュレーションの例
コンピュータの中で再現された駿河湾の海洋循環を用いて、流れとともに動く仮想粒子の輸送過程を21日間にわたって調べたもの（粒子追跡実験）
左上から、0日目から21日目までの3日ごとの仮想粒子の分布を示している。

海産底生無脊椎動物 Marine benthic invertebrates	生活史特性 Life history	水産増養殖 Aquaculture
---	-----------------------	----------------------

水産増養殖に関する諸問題について、個体レベル以上で見られる生物現象を対象に、主に生態学的な視点から研究を行っています。具体的には、藻場・干潟・河口といった浅海域をフィールドとし、そこに生息する二枚貝や巻貝、ウニ、ナマコなどの海産底生無脊椎動物の生活史特性、個体群動態、群集構造、生物生産および環境に対する応答を現地調査と飼育実験を通して明らかにします。さらに、これら底生動物の成長や生残に適した条件を解明することにより、水産増養殖のための方策を地域社会に還元することを目指します。

現在取り組んでいる主なテーマは、以下のとおりです。

- 1) 海産無脊椎動物の生活史特性と個体群動態に関する研究:** ウバガイ、バカガイ、サラガイなどの潜砂性二枚貝を対象として、成長様式や生殖周期、栄養収支といった生活史特性を調べるとともに、現存量、加入量および年齢構成の年変動に基づいて個体群動態を解析し、資源変動機構の解明を目指します。
- 2) 藻場の生物生産に関する研究:** 海藻群落の維持・形成を阻害する植食性小型巻貝の個体数低減を図るため、肉食性巻貝を用いた生物防除の可能性を検証し、藻場生態系の保全手法の確立を目指します。
- 3) 棘皮動物の増養殖に関する研究:** キタムラサキウニやマナコを対象として、成長や生殖巣発達に適した水温および餌料条件を明らかにするとともに、行動特性に配慮した飼育環境を検討し、増養殖技術の確立を目指します。

We conduct research on various issues related to aquaculture, focusing on biological phenomena observable at the individual level and above, primarily from an ecological perspective. Specifically, using shallow marine environments such as seaweed beds, tidal flats, and estuaries as our field sites, we elucidate the life history traits, population dynamics, community structure, biological production, and responses to environmental factors of marine benthic invertebrates inhabiting these areas including bivalves, gastropods, sea urchin, and sea cucumber through field surveys and captive experiments. Furthermore, by elucidating the conditions optimal for the growth and survival of these benthic animals, we aim to contribute strategies for fisheries enhancement and aquaculture back to local communities.

The main research themes are as follows.

- 1) Research on life history characteristics and population dynamics of marine invertebrates:** Focusing on burrowing bivalves such as *Pseudocardium sachalinense*, *Mactra chinensis*, and *Megangulus venulosus*, we investigate life history traits including growth patterns, reproductive cycles, and nutrient budgets. We also analyze population dynamics based on annual fluctuations in biomass, recruitment, and age structure, aiming to elucidate the mechanisms underlying resource fluctuations.
- 2) Research on biological production in seaweed beds:** To reduce populations of herbivorous small snails that inhibit the maintenance and formation of seaweed communities, we will verify the potential of biological control using carnivorous snails, aiming to establish conservation methods for seaweed bed ecosystems.
- 3) Research on echinoderm aquaculture:** Focusing on sea urchin *Mesocentrotus nudus* and sea cucumber *Apostichopus armatus*, we will identify optimal water temperatures and feeding conditions for growth and gonadal development. We will also examine rearing environments that accommodate behavioral characteristics, aiming to establish aquaculture techniques.



沿岸域における水産工学研究

河口沿岸域の出水が生態系に及ぼす影響

Fisheries Engineering Research in Coastal Areas

Effects of Flooding in Estuarine Coastal Areas on Ecosystems

教授 大橋 正臣

Prof. Masami Ohashi

researchmap

<https://researchmap.jp/masmas>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4269/>

mas_ohashi@tokai.ac.jp



野生下鯨類の生態解明を目指した 集団遺伝学的研究

非侵襲的アプローチを用いた遺伝子研究

Population genetic studies aimed at elucidating the ecology of wild cetaceans

Genetic studies employing non-invasive approaches

教授 北 夕紀

Prof. Yuki F. Kita

researchmap

<https://researchmap.jp/yukita>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3731/>

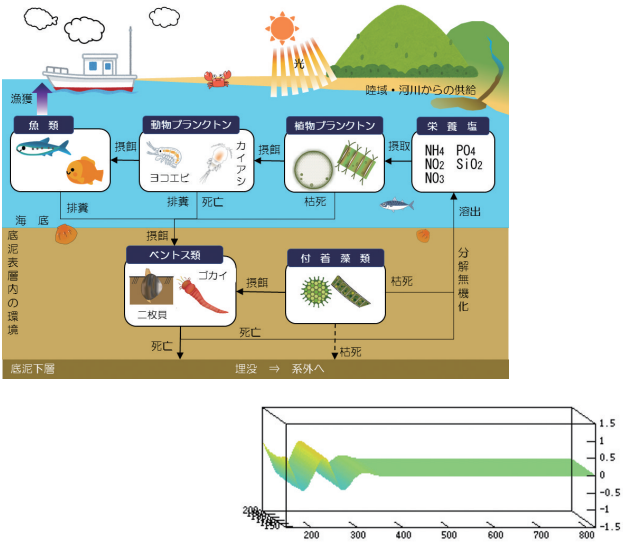
y2bridge@tokai.ac.jp



- 河口沿岸域
Estuarine Coastal Areas
- 沿岸生態系
Coastal Ecosystems
- 数値シミュレーション
Numerical Simulation

河口沿岸域は水産生物の生息場として貴重な場所であり、成魚の生息空間のみならず卵、仔魚、稚魚期においても重要な水域である。しかし、河口沿岸域は時には大きな出水で多量の濁水が流入し問題が生じる場合がある。このように沿岸生態系にとって出水は、メリット(栄養塩供給による基礎生産の増大等)とデメリット(多量の濁水による漁業影響)があり科学的な評価が必要である。手法としては、1)現地観測による海洋生物の行動や物理環境の把握、2)波浪・流況の数値シミュレーションによる海洋生物の生息場への影響評価、3)低次生態系モデルによる現況再現と予測計算の3点に着目している。

- 1) 現地観測として、水温、塩分、波高、流況の観測を行うとともに、定点水中カメラによる魚類行動の把握、具体的な海洋生物の漁獲などにより生物生息環境の把握を行う。
- 2) 波浪場モデル(非定常緩勾配不規則波動方程式など)や海洋モデルなどを用いて、波高や流速についてシミュレーションを実施する。特に季節的な物理環境の変化について明らかにする。
- 3) 低次生態系モデルを用いて、基礎生産者や栄養塩、溶存酸素の変動などについて現況再現を行い、このモデルをもとに特定条件下で予測計算することで将来的な海域環境の変化予測を行う。



Estuarine coastal areas are valuable habitats for aquatic organisms and are important not only as spaces for adult fish but also during their egg, larval, and juvenile stages. However, estuarine coastal areas can sometimes experience problems due to large inflows of turbid water during large river discharge. In this way, discharge in coastal ecosystems has both benefits (such as increased primary production from nutrient supply) and drawbacks (such as impacts on fisheries from large amounts of turbid water), and scientific evaluation is necessary. The approach focuses on three main points:

- 1) field observations
Field observations will be conducted to measure physical environmental parameters, including water temperature, salinity, wave height, and current velocity. In addition, fish behavior will be monitored using fixed underwater cameras, and biological habitat conditions will be assessed through the capture and analysis of specific marine organisms.
- 2) using wave and current numerical simulations
Numerical simulations will be performed using wave models (such as the unsteady mild-slope equation for irregular waves) and ocean circulation models to reproduce spatial and temporal variations in wave height and current velocity.
- 3) calculations using lower-order ecosystem models
A lower-trophic ecosystem model will be applied to reproduce present conditions of primary producers, nutrients, and dissolved oxygen dynamics.

Based on this model, predictive simulations under specific scenarios will be conducted to evaluate future changes in the marine environment and the potential impacts of river discharge on coastal ecosystems.



- 海棲哺乳類
Marine Mammal
- 集団遺伝学
Population Genetics
- 個体群動態
Population Dynamics

イルカは集団で行動することが多い生物だと知られていますが、その集団が親子や家族関係にあるのか、非血縁個体の集団なのかは不明です。それを解決する一つの手段として、集団遺伝学という方法を使っています。イルカのDNAを採取し、遺伝子に記された情報を解読することで、どの個体とどの個体が親子なのか、あるいは兄弟なのか、遠い親戚なのか、それとも赤の他人なのか、家系図や血縁関係図に示すことで、その関係を様々な種で探求しています。

遺伝子の採取には、体の組織の一部を採取するバイオプシーという手法がありますが、倫理的な観点からより非侵襲的な方法が求められています。例えば、東京から南へ約200kmのところにある御蔵島では、たくさんのミナミハンドウイルカが生息しており、ドルフィン・スイムが盛んに行われています。この地では、イルカの保全を目的として長年にわたって個体識別も行われており、識別個体の排泄物をドルフィン・スイムによって採取し、そこからゲノムDNAを得ることで分析を行っています。

一方、北海道のような寒冷海域や大型鯨類においては、糞便採取が困難なことから、防水ドローンを用いた噴気由来DNA採取の試みや、環境DNA分析など、新たな非侵襲的サンプリング法の検討も行っています。

現在取り組んでいる主なテーマは、以下のとおりです。

- 1) 御蔵島に生息するミナミハンドウイルカの生態解明
- 2) 知床羅臼に来遊するシャチの生態解明
- 3) 室蘭市噴火湾に来遊するカマイルカの生態解明
- 4) 野生下鯨類の非侵襲的サンプリング法の開発

It is well known that dolphins often travel and behave in groups; however, it remains unclear whether these groups consist of related individuals—such as parents and offspring or family units—or whether they are composed of unrelated individuals. To address this question, we use an approach called population genetics. By collecting DNA from dolphins and decoding the genetic information it contains, we can determine which individuals are parent-offspring pairs, siblings, distant relatives, or completely unrelated. Through the construction of pedigrees and kinship diagrams, we explore these relationships across various species.

One method for collecting genetic samples is the biopsy technique, which involves removing a small piece of tissue from the body. However, due to ethical considerations, there is increasing demand for more non-invasive sampling methods. For example, on Mikura Island, located about 200 km south of Tokyo, many Indo-Pacific bottlenose dolphins inhabit the surrounding waters, and dolphin-swim activities are very popular. Long-term individual identification has been conducted there for conservation purposes, and we collect fecal samples from identified dolphins during dolphin-swim programs. Genomic DNA extracted from these samples is used for genetic analyses.

In contrast, in cold-water regions such as Hokkaido or in studies of large whales, fecal sampling is difficult. Therefore, we are testing new non-invasive approaches, including the collection of blow-derived DNA using waterproof drones and environmental DNA (eDNA) analysis.

Our current main research themes include:

- 1) Ecological studies of Indo-Pacific bottlenose dolphins around Mikura Island
- 2) Ecological studies of killer whales that visit Rausu, Shiretoko
- 3) Ecological studies of Pacific white-sided dolphins that visit Volcano Bay, Murooran
- 4) Development of non-invasive sampling methods for wild cetaceans



環境と健康を化学する

ヒト皮膚ガスを生体情報として活用する

Chemistry of the Environment and Health

Human Skin Gas as a Novel Source of Biological Information

教授 関根 嘉香 Prof. Yoshika Sekine

<https://researchmap.jp/read0068383/>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2612/> yoshika@tokai.ac.jp



触媒・光触媒反応を利用する

廃水・環境水の浄化

水中含窒素化合物の無害化・資源化

Purification of Wastewater and Environmental Water Using Catalytic and Photocatalytic Reactions

Remediation and Resource Recovery of Nitrogen-Containing Compounds in Water

教授 三上 一行 Prof. Ikko Mikami

<https://researchmap.jp/read0118861/>

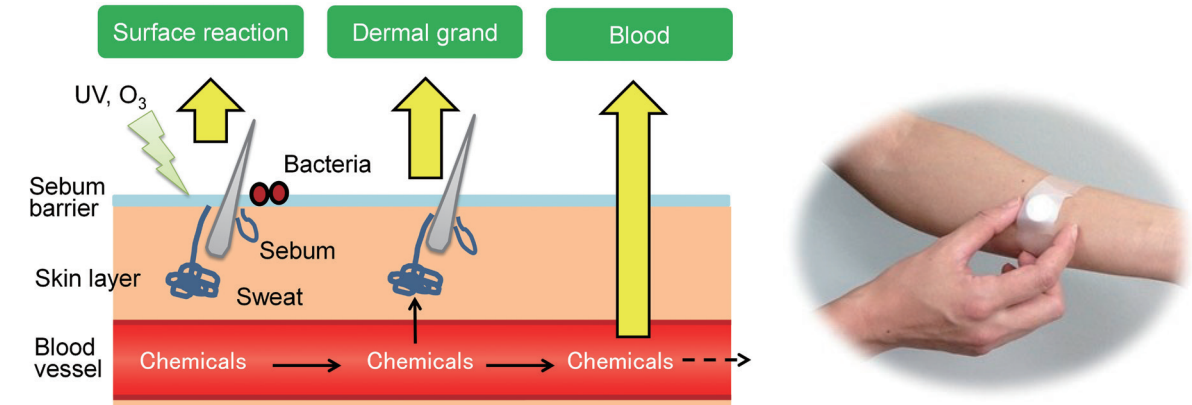
<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3085/> ikmikami@tokai.ac.jp



- 皮膚ガス
Human skin gas
- 室内環境
Indoor environment
- 微小粒子状物質
PM2.5

関根研究室では、人と物質が調和する豊かな社会づくりに貢献する「環境と健康の化学」を標榜し、基礎から応用、さらには実用化まで幅広い視点で研究に取り組み、研究成果の社会への還元を努めています。現在、最も注力している研究テーマは、「皮膚ガス測定と生体情報としての活用」です。体表面から放散される微量揮発性化合物を総称して「皮膚ガス」と呼びます。皮膚ガスは体臭の原因になるだけでなく、ヒトの身体的・生理的状态、疾病の有無、生活行為や生活環境、さらにはメンタルヘルスなどによって放散量が変化するため、非侵襲的に得られる生体情報として活用が期待されています。関根研究室では、皮膚ガスの微量分析法を開発し、体臭が発生するメカニズムとその対策、皮膚ガスの発生メカニズムの解明、日々のヘルスケアへの応用、さらには医療・看護分野における健康診断への応用など、多岐にわたる研究課題に取り組んでいます。また、「室内環境中の化学物質の挙動」に関する研究にも取り組んでいます。私たちの生活環境中には様々な化学物質が存在します。健康で快適な室内環境の創造のため、室内空気中の化学物質の測定、汚染メカニズムの解明、対策技術の開発を行っています。さらに「PM2.5の観測・無害化」についても研究しています。アジア地域における経済発展と環境保全の両立を図るため、PM2.5の無害化触媒の開発など大気汚染の予防・改善に関するプロジェクトを数多く実施しています。

The Sekine Laboratory aims to contribute to the creation of a prosperous society in which people and materials exist in harmony. Our research spans the full spectrum from fundamental science to applied studies and practical implementation, with a strong commitment to returning the benefits of our work to society. At present, our principal research theme is the measurement of skin gas and its utilisation as biological information. The term "skin gas" refers collectively to trace volatile compounds emitted from the body surface. These compounds not only contribute to body odour but also vary according to physical and physiological condition, the presence or absence of disease, daily activities, living environment, and even mental health. As such, skin gas is expected to serve as a valuable source of non-invasive biological information. The laboratory is developing advanced methods for trace analysis of skin gas, investigating the mechanisms of body odour formation and its mitigation, elucidating the processes underlying skin gas emission, and exploring applications in everyday healthcare. We also pursue applications in medical and nursing contexts, such as health screening. Beyond this, the Sekine Laboratory conducts research on the behaviour of chemical substances in indoor environments. Our living spaces contain a wide variety of chemical compounds, and we aim to create healthier and more comfortable indoor environments by measuring indoor air pollutants, clarifying contamination mechanisms, and developing countermeasure technologies. In addition, we are engaged in studies on the monitoring and detoxification of PM2.5. To achieve a balance between economic development and environmental conservation in the Asian region, we are undertaking numerous projects aimed at preventing and improving air pollution, including the development of catalysts for the detoxification of PM2.5.



- 触媒
Catalyst
- 光触媒
Photocatalyst
- 水処理
Water treatment

触媒あるいは光触媒反応を利用した、廃水・環境水の浄化について研究しています。主な処理対象物質は含窒素化合物であり、担持金属触媒を用いた硝酸イオンの還元処理では、無害化あるいは資源化を目的として窒素あるいはアンモニアに選択的に効率良く変換できる触媒の開発を行っています。

反応条件が分解活性や生成物の選択性に与える影響を調べ、処理に適した反応条件を見出す検討を行っています。廃水や環境水に含まれる夾雑物質による反応阻害への対策や成型体の作製など、実用で問題となるような課題の解決にも取り組んでいます。

また、アンモニアや含窒素有機化合物を含む水の処理では光触媒による酸化分解による浄化法を検討しており、高窒素選択的な光触媒の開発や適した処理条件の解明を進めています。これら触媒・光触媒を用いたプロセスを複合化し、含窒素化合物を含む水の総合的処理システムとすることを目指しています。

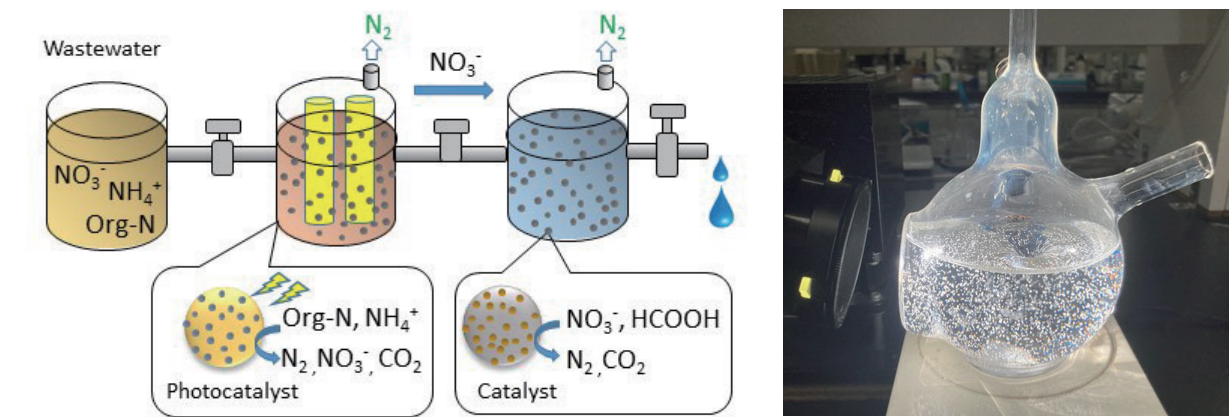
さらに、環境汚染物質や廃棄物の光触媒的分解を利用した水素エネルギー製造に取り組んでおり、可視光を利用可能で高い活性を有する光触媒の開発を行っています。

Our research focuses on the purification of wastewater and environmental water using catalytic and photocatalytic reactions. Nitrogen-containing compounds are the primary treatment targets, and supported metal catalysts are being developed for the selective and efficient conversion of nitrate into dinitrogen or ammonia for detoxification and resource recovery. The effects of reaction conditions on decomposition activity and product selectivity are systematically examined in order to identify reaction conditions suitable for practical water treatment. In addition, practical issues encountered in real-world applications are addressed, such as reaction inhibition by coexisting substances in wastewater and environmental water and the preparation of shaped catalysts suitable for practical use.

For the treatment of water containing ammonia and nitrogen-containing organic compounds, purification methods based on photocatalytic oxidative degradation are explored. Research is directed toward the development of photocatalysts with high nitrogen selectivity and the elucidation of appropriate treatment conditions.

By integrating these catalytic and photocatalytic processes, the ultimate goal is to establish a comprehensive water treatment system for nitrogen-containing waters.

Furthermore, hydrogen production via the photocatalytic decomposition of environmental pollutants and waste materials is being pursued, with a focus on the development of highly active photocatalysts that are operable under visible-light irradiation.



海色リモートセンシング

衛星からの海中に含まれる物質量の推定

Ocean Color Remote Sensing

Estimation of the amount of substances contained in the ocean from satellites

教授 虎谷 充浩

Prof. Mitsuhiro Toratani

researchmap

<https://researchmap.jp/mtoratani>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/2264/>

tora@tokai.ac.jp



- リモートセンシング

Remote sensing
- 海色

Ocean color
- 海水射出反射率

Water-leaving reflectance

海の色は一般には青色ですが、よく見るとわずかながらも日々変化しています。例えば、植物プランクトンが増えると緑色に、時には赤潮と呼ばれるようにオレンジ色になることもあります。また、砂や泥が混じると黄色や茶色になります。これらの水の色の違いを衛星センサーで観測し、海中に含まれる物質（植物プランクトン、砂や泥など）の量を推定することを「海色リモートセンシング」といいます。

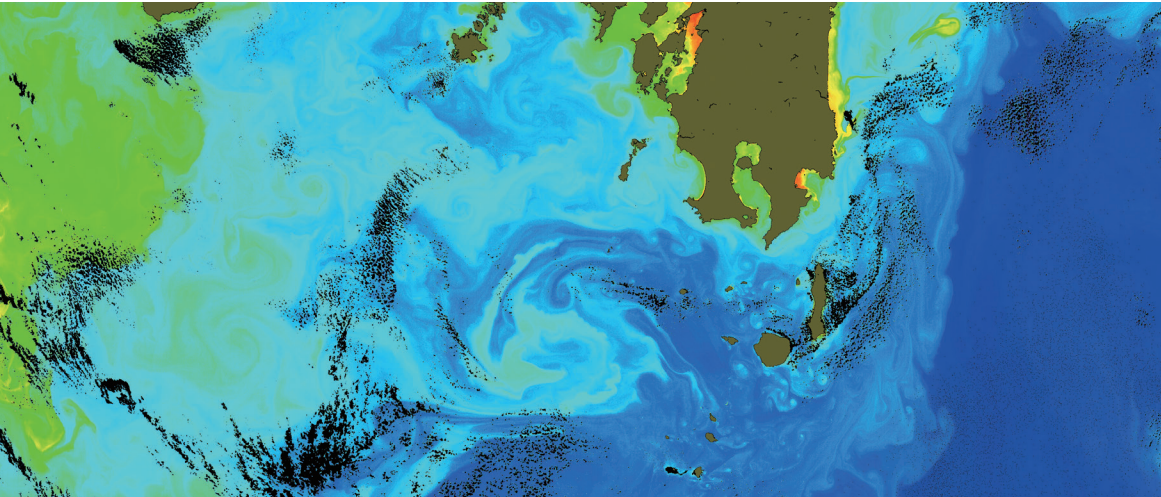
衛星の海色データから海中の物質を推定するには、2つの段階があります。1つ目は、衛星で観測された光から、大気中からの反射光を取り除いて海の色、つまり海水の反射率スペクトルの推定をします。このことを大気補正といいます。2つ目その反射率スペクトルから海中に含まれる植物プランクトン、砂や泥などの物質量を推定します。

衛星データから水中の物質量を画像化することで、その海域の植物プランクトン、砂や泥の空間的な分布がわかります。衛星は毎日観測していますので、日々のそして季節的な変化がわかります。東京湾のような富栄養化している湾の環境をモニタリングすることができます。また、地球規模のデータを長期間蓄積することによって、地球の気候変動の研究に役立てることができます。

The sea is generally blue, but upon closer inspection, it changes subtly day by day. For example, when phytoplankton increase, the water turns green; sometimes it even turns orange, as seen in red tides. Additionally, when sand or silt mixes in, the water takes on a yellowish or brownish tint. Observing these differences in water color using satellite sensors to estimate the amount of substances contained in the ocean (such as phytoplankton, sand and silt, or colored dissolved organic matter:CDOM) is called "ocean color remote sensing."

Estimating substances in the ocean from satellite ocean color data involves two steps. First, atmospheric reflection is removed from the light observed by the satellite to estimate the ocean color, specifically the reflectance spectrum of seawater. This process is called "atmospheric correction". Second, the amount of substances contained in the ocean, such as phytoplankton, sand, and silt, is estimated from this reflectance spectrum.

Visualizing the amount of substances in the water using satellite data reveals the spatial distribution of phytoplankton, sand, silt, and CDOM within that sea area. Since satellites observe daily, both daily and seasonal changes can be understood. This enables monitoring of environments in eutrophicated bays like Tokyo Bay. Furthermore, accumulating global-scale data over long periods contributes to research on global climate change.



2021年10月3日の人工衛星「しきさい」データから得られたクロロフィルa濃度（植物プランクトンの指標）画像

大気環境に関する研究

気候変動における雲・エアロゾルの役割の解明に向けて

Research on the atmospheric environment

Investigating the role of clouds and aerosols in the climate system

教授 中島 孝

Prof. Takashi Y. Nakajima

researchmap

<https://researchmap.jp/nakajimatakashi>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3017/>

nakajima.takashi@tokai.ac.jp



- リモートセンシング

Remote sensing
- 気候変動

Climate change
- 雲とエアロゾル

Cloud and Aerosol

気候変動問題に取り組む国際的な枠組みである「IPCC（気候変動に関する政府間パネル）」で報告されているように、現在我々が居住する地球は確実に温暖化しつつあります。IPCC第6次報告書では、温暖化の原因が人間活動にあることが確実視されました。

本研究室では将来の気候を予測する上で最大の不確定要素となっている雲と大気中微粒子（エアロゾル）の観測を行います。主な観測手段は地球を周回する地球観測衛星と地上に設置した各種観測測器です。例えば、衛星に搭載された各種センサーのデータを解析すると、雲やエアロゾルの地理的分布や物理特性（雲粒子の大きさなど）が判ります。特に、最新型の雲レーダーを用いると雲の内部の構造や雲粒の動きを明らかにすることが出来ます。地上観測測器は衛星から推定されたデータの検証に用いられます。これらの観測データをもとに更に詳細な解析を行うことで、地球の気候システムにおける雲、そして雲粒のもとになるエアロゾルが果たす役割を明らかにすることを目標としています。

普段の生活ではあまり気にすることのない雲やエアロゾルが気候に影響を与えているなんて、面白いと思いませんか？是非、当研究室で沢山の地球観測データに触れ、地球の謎を少しずつ解き明かしましょう。本研究室での多くの研究は、宇宙航空研究開発機構（JAXA）、気象庁、東北大学、千葉大学、東京大学、九州大学などと共同で実施しています。

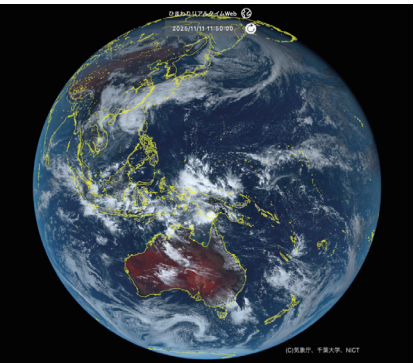
As reported by the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)—an international framework addressing climate change—the Earth we inhabit is undoubtedly warming. The IPCC 6th Assessment Report concluded with high confidence that human activities are the primary cause of this warming.

In our laboratory, we conduct observations of clouds and atmospheric particles (aerosols), which are the largest sources of uncertainty in predicting future climate. Our main observation tools are Earth observation satellites orbiting the Earth and various instruments installed on the ground. For example, by analyzing data from sensors mounted on satellites, we can determine the geographical distribution and physical properties of clouds and aerosols (such as the size of cloud particles). In particular, the latest cloud radar technology allows us to reveal the internal structure of clouds and the movement of cloud particles. Ground-based instruments are used to validate the data estimated from satellites.

By performing detailed analyses based on these observational data, we aim to clarify the roles that clouds and aerosols—which serve as the seeds of cloud particles—play in the Earth's climate system.

Isn't it fascinating that clouds and aerosols, which we rarely pay attention to in our daily lives, have such an impact on the climate? We invite you to join our laboratory, explore a wealth of Earth observation data, and gradually unravel the mysteries of our planet.

Many of the research projects in our laboratory are conducted in collaboration with organizations such as the Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), the Japan Meteorological Agency, Tohoku University, Chiba University, the University of Tokyo, and Kyushu University.



食品の品質に関する総合的な研究

食品の品質やおいしさの可視化・安全性に関する研究

Comprehensive Research on Food Quality

Research on visualizing food quality and deliciousness, and food safety

教授 後藤 慶一

Prof. Keiichi Goto

researchmap

<https://researchmap.jp/Alicyclobacillus>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/3985/>

kgoto@tokai.ac.jp

食品品質
Food Quality

可視化
Visualization

食品安全
Food Safety

後藤研究室では、食品の品質について様々な目線で研究しています。

1)食品のおいしさに関する研究

主にマグロに着目し、おいしいマグロとはどのようなマグロかを科学的に調査しています。加えて、鮮度や脂のり具合などの品質指標について、超音波とAIを組み合わせて評価可能なシステムの構築を行っています。これら技術の社会実装に向けて取り組んでいます。その他の魚種についても今後研究対象としていく予定です。

2)食品の安全性に関する研究

Alicyclobacillus属細菌は芽胞を形成する細菌で、食品の殺菌をかくぐり、食品中で異臭発生という品質異常を起こします。この細菌の生態や制御に関する研究を行っています。

Goto Laboratory conducts research on food quality from various perspectives.

1) Research on Food Deliciousness

Focusing primarily on tuna, we scientifically investigate what constitutes delicious tuna. Additionally, we are developing a system that combines ultrasound and AI to evaluate quality indicators such as freshness and fat content. We are working towards the practical implementation of these technologies. We plan to expand our research to other fish species in the future.

2) Research on Food Safety

Spore forming bacteria, Alicyclobacillus, evade food sterilization and cause quality defects like off-odors in food. We are researching the ecology and control of the bacteria.

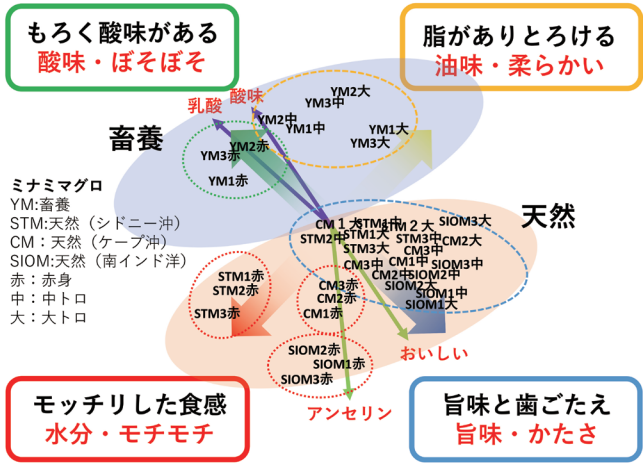


図1 ミナミマグロの食味特徴の可視化図

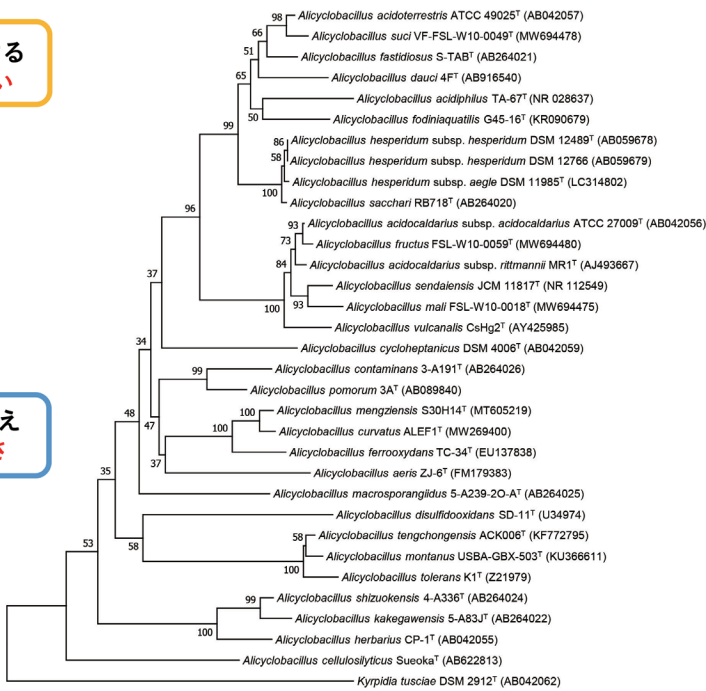


図2 Alicyclobacillus属細菌の16S rDNAに基づく系統樹

水産物の品質保持および高度利用研究

魚の美味しさの追求

Research into the preservation of quality and advanced utilization of marine products

The pursuit of delicious fish

教授 平塚 聖一

Prof. Seichi Hiratsuka

researchmap

<https://researchmap.jp/www24.tsc.u-tokai.ac>

<https://www.u-tokai.ac.jp/facultyguide/faculty/4211/>

s_hiratsuka@tokai.ac.jp

水産食品
Seafood

品質評価
Quality evaluation

付加価値向上
Added value improvement

限りある貴重な水産資源を最大限活用し、食卓で美味しく食べられるように多種類の魚介類を材料として品質に関する多方面からの評価を実施しています。

1)美味しさの評価

臭い、呈味、色調、物性等を評価し、各種水産物において鮮度変化の特徴を明らかにし、鮮度保持技術を開発します。また、臭い生成機構の解明に関する基礎研究を実施しています。

2)付加価値の向上

低未利用水産物を食品化するための利用加工技術開発をおこなっています。

In order to maximize the use of marine resources and ensure delicious food at the dinner table, we conduct various quality evaluations using a wide variety of seafood.

1) Evaluating Taste

We evaluate odor, taste, color, physical properties, etc. to clarify the characteristics of changes in freshness in various seafood products and develop freshness-preserving technologies. We also conduct basic research to elucidate the odor-generating mechanism.

2) Improving Added Value

We develop processing technologies to turn underutilized seafood into food.



索引 INDEX

物理・数理科学コース Physical and Mathematical Science 15

今田 恒久 Tsunehisa Imada	統計的多重比較法についての研究 Study on statistical multiple comparison procedures	16
桐木 紳 Shin Kiriki	非双曲力学系の頑強な多能性の研究 Robust pluripotency for non-hyperbolic dynamical systems	17
笹木 集夢 Atsumu Sasaki	リー群の表現論および群作用による等質空間の構造論の研究 Structural Theory of Homogeneous Spaces under Group Action and its Relation to the Representation Theory of Lie Groups	18
志摩 亜希子 Akiko Shima	4次元空間内の曲面結び目の研究 Surface-knots in 4-dimensinal space	19
山本 義郎 Yoshiro Yamamoto	統計情報の可視化に関する研究 Visualization method for statistical information	20
瀧 真語 Shingo Taki	代数幾何学 Algebraic Geometry	21
那須 弘和 Hirokazu Nasu	代数幾何学とヒルベルトスキームの研究 Algebraic geometry and Hilbert schemes	22
酒井 利訓 Toshinori Sakai	ユークリッド空間における離散的集合・集合系の組合せ的性質の研究 Research on combinatorial properties of discrete sets and set systems in Euclidean space	23
遠藤 雅守 Masamori Endo	太陽光励起レーザー Solar Pumped Laser	24
河内 明子 Akiko Kawachi	暗黒物質探索と多波長観測天文学 Dark matter search experiments and multi-wavelength observational astronomy	25
喜多 理王 Rio Kita	水複雑系の静的および動的な分子挙動の解明 Static and Dynamic Molecular Behaviors in Aqueous Complex Systems	26
北林 照幸 Teruyuki Kitabayashi	素粒子と宇宙に関する理論研究 Theoretical particle physics and cosmology	27
柳田 淳子 Junko Kushida	宇宙と医療 Space and Medicine	28
新屋敷 直木 Naoki Shinyashiki	広帯域誘電分光法による水複雑系の分子ダイナミクス Dynamics in Aqueous Systems Studied by Broadband Dielectric Spectroscopy	29
林 博貴 Hiroataka Hayashi	超弦理論を用いた超対称ゲージ理論の解析 Analysis of supersymmetric gauge theories from string theory	30
山口 滋 Shigeru Yamaguchi	微量物質の先進アクティブレーザーセンシング Advanced photonic sensing for trace material detection	31
佐々木 海渡 Kaito Sasaki	高圧下でのアモルファス水の分子ダイナミクス Molecular Dynamics of Amorphous Water under High Pressure	32
高阪 史明 Fumiaki Kohsaka	不動点理論と凸解析学の研究および非線形問題への応用 Studies on fixed point theory and convex analysis with their applications to nonlinear problems	33

情報理工学コース Information Science and Technology 34

飯塚 泰樹 Yasuki Iizuka	並列・分散アルゴリズム Parallel and distributed algorithms	35
松井 泰子 Yasuko Matsui	列挙アルゴリズムの理論と応用に関する研究 Research on the theory and applications of enumeration algorithms	36
松本 哲志 Satoshi Matsumoto	半構造化データからの質問学習 Query Learning from Semi-Structured Data	37
黒田 輝 Kagayaki Kuroda	MRIによる生体内の熱・物質輸送の計測 Visualization of heat and mass transfer in human body using Magnetic Resonance Imaging (MRI)	38
高雄 元晴 Motoharu Takao	心と体を測る技術を使って新しい産業のイノベーションに貢献する Contributing to innovation in industries using technology to measure the mind and body.	39
室谷 裕志 Hiroshi Murotani	光学薄膜の高品質化・高機能化の研究 Research on High-Quality and Highly Advanced Optical Thin Films	40
竹村 憲太郎 Kentaro Takemura	常時利用を目指した次世代視線計測技術の研究 Next-generation gaze estimation toward daily-use devices	41
譚 学厚 Xuehou Tan	幾何的アルゴリズムの先進的研究とその応用 Advanced study on geometric algorithms and applications	42
内田 理 Osamu Uchida	安全・安心な社会の実現に資する情報メディア技術に関する研究 Research on Digital Media Technologies for Building a Safe and Secure Society	43
藤川 知栄美 Chiemi Fujikawa	光配線用あるいは自由空間光通信用の光結合デバイス / 体積型立体表示装置 Optical coupling devices for optical interconnection or free-space optical communications / Volumetric 3D display systems	44
前田 秀一 Shuichi Maeda	物体に書き込まれた見えないデジタル情報 Invisible digital information encoded onto an object	45
濱本 和彦 Kazuhiko Hamamoto	バーチャル環境における行動と認知に関する研究 Research on Behavior and Cognition in Virtual Environments	46
宇津 圭祐 Keisuke Utsu	防災情報の可視化と活用支援に関する研究 Information Technologies for Supporting the Visualization and Utilization of Disaster Information	47
柴田 隆史 Takashi Shibata	人の特性に基づいたメディア活用に関する研究 Media Use Based on Human Factors	48
丸山 有紀子 Yukiko Maruyama	情報社会における問題に関わる研究 Research on issues in the information society	49
谷口 唯成 Tadanari Taniguchi	知的制御による非線形システムの解析と設計 Analysis and Design of Nonlinear Systems Using Intelligent Control	50
佐松 崇史 Takashi Samatsu	ソフトコンピューティングを用いた知的情報処理 Intelligent Information Processing Using Soft Computing	51
程島 奈緒 Nao Hodoshima	緊急音声放送のバリアフリー化 Creating barrier-free emergency PA announcements	52
大東 俊博 Toshihiro Ohigashi	ストリーム暗号の安全性評価に関する研究 Security Evaluation for Stream Ciphers	53
高山 佳久 Yoshihisa Takayama	空間光通信・水中光通信に関する研究 Free-space optical communications, underwater optical communications	54
森田 直樹 Naoki Morita	ディープラーニングを活用した果樹栽培における匠技術の見える化 Visualization of Artisanal Techniques in Fruit Cultivation Using Deep Learning	55
村山 純一 Junichi Murayama	マルウェア感染対策としてのルータ新陳代謝の研究 Research on router metabolism against malware infection	56
山本 宙 Hiroshi Yamamoto	情報理論と情報セキュリティに関する研究 Research on Information Theory and Information Security	57
今村 誠 Makoto Imamura	機械学習を用いた予知保全と生産性向上 Predictive maintenance and productivity improvement using machine learning	58
福原 雅明 Masaaki Fukuhara	ニューロンCMOS×ミニマルファブで拓く省素子IC設計基盤技術と人材育成連携 Neuron CMOS and Minimal Fab Collaboration for Minimal Device IC Design Platform Technology	59
金子 雅明 Masaaki Kaneko	安全・安心で高品質な製品・サービスを実現する Realizing Safe, Secure, and High-Quality Products and Services	60
柿崎 淑郎 Yoshio Kakizaki	情報システムとしてのセキュリティ技術の応用研究 Application Research of Security Technologies in Information Systems	61
山崎 悟史 Yamazaki Satoshi	エネルギー効率に優れた知的な無線分散ネットワークの研究 Energy-efficient intelligent distributed wireless networks	62
田畑 智章 Tomoaki Tabata	消費者の購買行動における「迷い」の検知とマーケティングへの応用 Detection of Consumer "Hesitation" in Purchasing Behavior and Its Application to Marketing	63

電気・電子コース Electrical and Electronics Engineering 64

稲垣 克彦 Katsuhiko Inagaki	特殊環境用移動ロボットの機構設計とその制御システム Mechanical design and control system for mobile robots in particular environments	65
遊部 雅生 Masaki Asobe	大容量光通信に向けた広帯域光パラメトリック増幅器とセンシング応用 Broadband optical parametric amplifiers for high-capacity optical communications and their sensing applications	66
稲森 真美子 Mamiko Inamori	水中における無線通信と無線電力伝送の融合技術 Integrated Technologies for Underwater Wireless Communication and Power Transfer	67
沖村 邦雄 Kunio Okimura	機能性電子材料薄膜の作製と電気・光学的应用に関する研究 Electrical and optical applications of electronic thin films	68
金子 哲也 Tetsuya Kaneko	太陽電池応用に向けた先進的な薄膜形成 Advanced Thin Film Fabrication for Solar Cell Applications	69
庄 善之 Yoshiyuki Show	導電性CNT/PTFE 複合膜を被覆した燃料電池用セパレータの開発 Bipolar plate coated with electrically conductive CNT/PTFE composite film for fuel cell	70
清田 英夫 Hideo Kiyota	半導体デバイスを活用した物理知能システムの研究 Study on Physical Intelligent Systems Utilizing Semiconductor Devices	71
藤本 邦昭 Kuniaki Fujimoto	ニューラルネットワークのハードウェア化とその人工知能への応用 Hardware Implementation of Neural Networks and Its Application to Artificial Intelligence	72
矢原 充敏 Mitsutoshi Yahara	多相クロックに基づくディジタル制御回路の設計 Design of Digital Control Circuit Based on Multi-phase Clock	73

生命理工学コース Life Science and Technology 74

蟹江 治 Osamu Kanie	新規化学センシング技術基盤研究 Basic research on novel chemical sensing methods	75
黒田 泰弘 Yasuhiro Kuroda	天然物の機能性と作用機構に関する研究 Studies on functions and mechanisms of natural products	76
水谷 隆太 Ryuta Mizutani	放射光CT法による脳組織の三次元解析 3D analysis of brain tissues using synchrotron radiation nano-CT and micro-CT	77
構木 智彦 Tomohiko Utsuki	未来の救急医療・集中治療を支持する治療自動化システムの開発 Development of Automated Treatment Systems Supporting Future Emergency Medical Care and Critical Care	78
鳥居 徹也 Tetsuya Torii	物理エネルギーを活用した非侵襲的医療技術の研究開発 Advancing Non-Invasive Medical Technologies through Physical Energy	79

材料・化学コース Material Science and Technology 80

秋山 泰伸 Yasunobu Akiyama	化学製造プロセスの定量化 Quantification of Chemical Manufacturing Processes	81
浅香 隆 Takashi Asaka	機能性複合材料の合成と分析・評価 Synthesis, analysis and evaluation of functional composite materials.	82
岡村 陽介 Yosuke Okamura	2次元高分子ナノ材料の創製と医用応用展開 Fabrication of 2-Dimensional Polymer Nanomaterials and Their Biomedical Applications	83
佐藤 正志 Masashi Sato	固相－気相反応に関する研究 A Study of Gas-Solid Reactions	84
樋口 昌史 Masashi Higuchi	多孔質無機材料及層状化合物複合体を基材とした吸着・交換制御型機能材料の開発 Development of Adsorption- and Exchange-Controlled Functional Materials Based on Porous Inorganic Materials and Layered Compound Composites	85
小黒 英俊 Hidetoshi Oguro	新規超伝導線材開発と実用超伝導線材の機械特性評価 Development of new superconducting wires and evaluation of mechanical properties for practical superconducting wires	86
葛巻 徹 Toru Kuzumaki	メゾスコピック領域における材料試験法の開発と応用 Development and Application of Material Testing Methods in the Mesoscopic Domain	87
源馬 龍太 Ryota Gemma	水素関連材料のメカノケミストリーと環境調和型技術への応用 Mechanochemistry of hydrogen-related materials and their applications towards environmentally friendly technologies	88
高尻 雅之 Masayuki Takashiri	ナノ材料による熱電変換材料の研究開発 Research and development of thermoelectric nanomaterials	89
宮沢 靖幸 Yasuyuki Miyazawa	ろう付による各種材料の接合と接合界面の冶金的評価 Brazing Investigation for All Metallic Materials & Inorganic Materials and Metallurgical Estimation at the Brazed Joint Interface	90
千葉 雅史 Masafumi Chiba	資源循環型社会を支える革新的材料の探索と新規合成 Exploration of innovative materials and novel synthesis for resource sustainability	91
菊川 久夫 Hisao Kikugawa	ガンマ線照射高分子量ポリエチレンの酸化劣化評価 Evaluation of Oxidative Degradation of Ultra-High-Molecular-Weight Polyethylene Irradiated by Gamma-Ray	92
荒井 堅太 Kenta Arai	ケミカルツールを用いたタンパク質構造制御技術の開発 Development of Chemical Tools for Protein Structure Control	93
池田 俊明 Toshiaki Ikeda	刺激応答性を有する発光性有機色素の開発 Development of stimuli-responsive organic luminophores	94
伊藤 建 Takeru Ito	無機－有機ハイブリッド材料の構築と機能発現 Construction and functionalization of inorganic-organic hybrid materials	95
岩岡 道夫 Michio Iwaoka	生体分子セレンアナログの合成と創薬への展開 Synthesis of selenium analogs of biomolecules and their applications to drug discovery	96
勝又 哲裕 Tetsuhiro Katsumata	新奇複合アニオン化合物の合成・機能開拓に関する研究 Synthesis and investigation of novel mixed-anion compounds	97
小口 真一 Shinichi Koguchi	超原子価有機テルル化合物の合成と機能発現 Synthesis and Functional Elucidation of Hypervalent Organotellurium Compounds	98
富田 恒之 Koji Tomita	化学的溶液プロセスによる光機能性無機材料の合成 Synthesis of Photo-Functional Inorganic Materials via Chemical Solution Processes	99
大場 真 Makoto Oba	安定同位体標識アミノ酸・ペプチドの合成研究 Studies on the Synthesis of Stable Isotope-Labeled Amino Acids and Peptides	100

機械・航空宇宙コース Mechanical Engineering and Aeronautics and Astronautics 101

奥山 淳 Atsushi Okuyama	メカトロニクスシステムのモデル化と制御 Modeling and Control of Mechatronic Systems	102
落合 成行 Masayuki Ochiai	トライボロジーに基づく機械要素の設計と評価 Design and Evaluation of Machine Elements Based on Tribology	103
甲斐 義弘 Yoshihiro Kai	ヒューマンフレンドリーロボットの研究開発 Development of Human-Friendly Robots	104
加藤 英晃 Hideaki Kato	次世代モビリティシステムの先進技術研究 Advanced Technologies for Next-Generation Mobility Systems	105
成田 正敬 Takayoshi Narita	電磁気を応用したメカトロニクスの研究 Study on Mechatronics System Applied Electromagnetics	106
山本 建 Takeshi Yamamoto	摩擦を用いた動力伝達システムの研究 Power transmission systems with using friction	107
槌谷 和義 Kazuyoshi Tsuchiya	医療向上のためのマイクロニードル・センサー技術 Microneedle/Sensor Technologies for Improved Healthcare	108
土屋 寛太郎 Tsuchiya Hirotarou	鉄道関連技術の研究開発 Research and Development of Railway-Related Technologies	109
福島 直哉 Naoya Fukushima	複雑流れの理解・予測・制御による熱流体機器高性能化 High-Performance Thermal-Fluid Devices via Understanding, Prediction, and Control of Complex Flows	110
内田 ヘルムート貴 Helmut Takahiro Uchida	水素を活用した次世代材料の機能開発と評価技術 Functional Development and Evaluation of Advanced Materials Using Hydrogen	111
木村 啓志 Hiroshi Kimura	マイクロ流体デバイスを基盤技術とする生体模倣システム Microphysiological system based on microfluidics	112

長岩森 暁	Satoru Iwamori	機能性薄膜の創成と機械特性評価技術の開発	Development of functional coating materials and evaluation technologies for mechanical properties	113
谷川 真也	Shinya Hasegawa	熱音響現象の研究	Research on thermoacoustic phenomena	114
橋田 昌樹	Masaki Hashida	Society5.0社会を支えるレーザー量子加工と産業応用に関する研究	Study on laser quantum processing and its industrial applications for realizing society 5.0	115
稲田 喜信	Yoshinobu Inada	航空宇宙におけるバイオミメティクス研究	Biomimetic Research in Aeronautics and Astronautics	116
沼田 大樹	Daiju Numata	分子イメージング技術を用いた超音速・極超音速航空機の空力特性の解明	Investigating the Aerodynamic Characteristics of Supersonic and Hypersonic Aircraft Using Molecular Imaging Techniques	117
堀澤 秀之	Hideyuki Horisawa	超小型低電力プラズマ推進機の高性能化	Improvement of miniature low-power plasma thruster systems	118
水書 稔治	Toshiharu Mizukaki	極限状態(高温・高圧・高速)の流体現象の解明と応用研究	Research on fluid dynamics under extreme condition: high-temperature, high-pressure, high-speed	119
福田 紘大	Kota Fukuda	流体シミュレーションによる非定常流れ現象の解明と工学的応用	Numerical Simulation of Unsteady Flow Phenomena and its Engineering Application	120
田中 真	Makoto Tanaka	スペースデブリの高精度軌道予測	High-Precision Orbit Prediction of Space Debris	121
中篠 恭一	Kyoichi Nakashino	柔軟膜構造物の非線形構造解析	Nonlinear structural analysis of flexible membrane structures	122
亀山 高範	Takanori Kameyama	原子炉・核燃料の安全制御と有効利用の向上	Improvement of safety control or efficient utilization for nuclear reactors and fuels	123

建築・土木コース

Structural Engineering

124

小沢 朝江	Asae Ozawa	日本住宅の生活史・表象文化史的研究	A study of the life history and history of representational culture of Japanese houses	125
十亀 昭人	Akito Sogame	宇宙建築学に関する研究	Research on Space Architecture	126
高橋 達	Itaru Takahashi	熱力学に基づく冷暖房・給湯の環境配慮計画に関する研究	Environment-conscious planning in space cooling/heating and hot water supplying based on thermodynamic principles	127
野村 圭介	Keisuke Nomura	現行の構造設計の分析と新しい手法の可能性	Analysis of Current Structural Design and the Potential of New Methodologies	128
山本 憲司	Kenji Yamamoto	自由曲面シェルの形状評価と設計法に関する研究	Study on Shape Evaluation and Design Methods for Free-Form Surface Shells	129
横井 健	Takeshi Yokoi	床材の性能評価および適正施工労力	Performance evaluation of floor finishing material and proper construction labor	130
渡部 憲	Ken Watanabe	環境配慮型高靱性セメント複合材料	Environment-Friendly DFRCC	131
後藤 純	Jun Goto	エイジフレンドリーシティの実践的研究	Applied Research on Age-Friendly Cities	132
伊達 重之	Shigeyuki Date	プレキャストコンクリート製品の品質・生産性の向上	Improving the Quality and Productivity of Precast Concrete Products	133
田中 正史	Masafumi Tanaka	コンクリートシェル構造の性能評価に関する研究	Performance evaluation of concrete shell structures	134
梶田 佳孝	Yoshitaka Kajita	土地利用コントロールと避難シミュレーションによる減災システムの構築	Development of disaster reduction system with evacuation simulation model under disaster and land use control.	135
杉山 太宏	Motihiro Sugiyama	緑化・樹林化による地盤性能の変化を土木工学的に検証	Civil engineering verification of changes in ground performance due to greening and forestation	136
三神 厚	Atsushi Mikami	日常的な地震応答記録の機械学習に基づく大地震時の構造物の即時損傷検知	Real-time Damage Detection of Structures during Major Earthquakes Based on Machine Learning of Routine Seismic Response Records	137

海洋理工学コース

Marine Science and Technology

138

榊原 繁樹	Shigeki Sakakibara	船舶の安全な係留	Safe ship mooring	139
新谷 浩一	Koichi Shintani	ロジスティクスシステムにおける資源の最適配分に関する研究	Improving Efficiency in Logistics Systems	140
渡邊 啓介	Keisuke Watanabe	海洋環境調査等のための自律型海洋ロボットシステムの開発	Development of an Autonomous Ocean Robotics System for Marine Environmental Survey	141
瀬田 広明	Hiroaki Seta	海上交通と操船の安全性評価に関する研究	Research on safety assessment of maritime traffic and ship handling	142

地球環境科学コース

Earth and Environmental Science

143

秋山 信彦	Nobuhiko Akiyama	水産増殖学	Aquaculture	144
泉 庄太郎	Shotaro Izumi	魚介類感染症の迅速診断技術開発と感染疫学的調査研究	Rapid diagnostic and epizootiology of fsh infectious diseases	145
植原 量行	Kazuyuki Uehara	気候システムに対する海洋の役割	Study on the Role of the Ocean in the Climate System	146
佐藤 成祥	Noriyosi Sato	頭足類の生態や行動の進化に関する研究	Behavioral ecology and evolutionary biology in cephalopods	147
清水 宗茂	Muneshige Shimizu	マイクロプラスチックの体外排泄を通じて生物の健康に寄与する	Contributing to the health of organisms through the excretion of microplastics	148
竹内 真一	Shinichi Takeuchi	陸域・海域を対象とした新たな植物生産・管理手法の検討	Examination of new plant production and management methods for land and sea areas	149
小松 大祐	Daisuke Komatsu	安定同位体を用いた海洋の物質循環に関する研究	Study on biogeochemical cycles in the ocean using stable isotopes.	150
高橋 大介	Daisuke Takahashi	沿岸海域の海洋循環と物質輸送過程に関する研究	Research on coastal ocean circulation and material transport processes	151
櫻井 泉	Izumi Sakurai	海産底生無脊椎動物の生態研究と増養殖技術開発	Research on ecology of marine benthic invertebrates and aquaculture	152
大橋 正臣	Masami Ohashi	沿岸域における水産工学研究	Fisheries Engineering Research in Coastal Areas	153
北 夕紀	Yuki F. Kita	野生下鯨類の生態解明を目指した集団遺伝学的研究	Population genetic studies aimed at elucidating the ecology of wild cetaceans	154
関根 嘉香	Yoshika Sekine	環境と健康を化学する	Chemistry of the Environment and Health	155
三上 一行	Ikko Mikami	触媒・光触媒反応を利用する廃水・環境水の浄化	Purification of Wastewater and Environmental Water Using Catalytic and Photocatalytic Reactions	156
虎谷 充浩	Mitsuhiro Toratani	海色リモートセンシング	Ocean Color Remote Sensing	157
中島 孝	Takashi Y. Nakajima	大気環境に関する研究	Research on the atmospheric environment	158
後藤 慶一	Keiichi Goto	食品の品質に関する総合的な研究	Comprehensive Research on Food Quality	159
平塚 聖一	Seiichi Hiratsuka	水産物の品質保持および高度利用研究	Research into the preservation of quality and advanced utilization of marine products	160