

東海大学

第1号 スポーツ医科学雑誌 1989

The Tokai Journal of Sports Medical Science

東海大学スポーツ医科学研究所

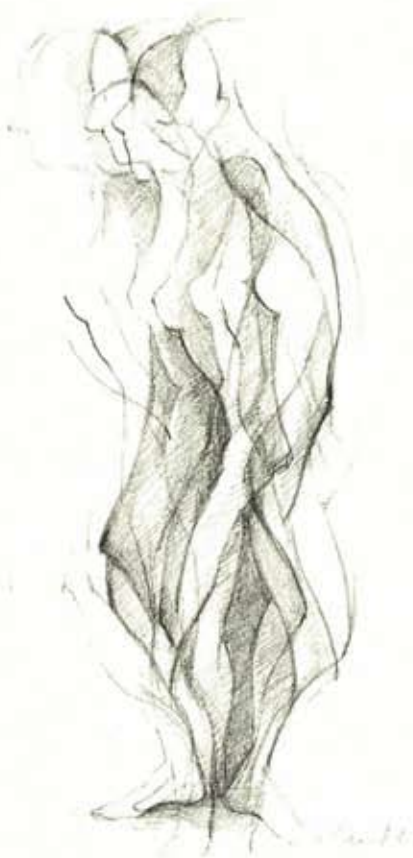


イラスト 栗 恵子

人は何処より来り何処に行かんとするか  
それはありし日の少年(芽生えたはかな疑問であつた  
しかし揺籃より墓場まで  
それは生ける人々にまさりて生る現実である

この現実の上人々は喜び且つ哀しむ  
そこに勝利と敗残の人々の生涯がある

人々よ

生命の現実を人生を肯定しよう  
不屈の精神と逞しき体軀をつくろう  
精神と肉體との調和に生命を開拓しよう  
かゝる希望と勝利の人生の街道を築進しよう

されどありし日の少年の疑問は残る

人々よ

見よ人体構造の神秘を  
見よこの作品の微妙さを  
見よ造られたるものの限りなく人の力に越ゆるを  
見よこの偉大なる造物主の力を

人々よ

身体髮膚これら父母に受敷敬愛すべきは孝の始めなり  
人の生命は父母の手によつてなれりと言ふ  
されどその前に創造の神秘がある  
大自然を支配する思想がある  
われら肅然として襟を正し現実を正視しよう

昭和四十八年四月 松前重義

人は何処より来り何処に行かんとするか  
それはありし日の少年に芽生えたはかな疑問であつた  
しかし揺籃より墓場まで  
それは生ける人々にまさりて生る現実である

この現実の上人々は喜び且つ哀しむ  
そこに勝利と敗残の人々の生涯がある

人々よ

生命の現実を人生を肯定しよう  
不屈の精神と逞しき体軀をつくろう  
精神と肉體との調和に生命を開拓しよう  
かゝる希望と勝利の人生の街道を築進しよう  
されどありし日の少年の疑問は残る

人々よ

見よ人体構造の神秘を  
見よこの作品の微妙さを  
見よ造られたるものの限りなく人の力に越ゆるを  
見よこの偉大なる造物主の力を

人々よ

身体髮膚これら父母にうく敬て毀傷せざるは孝の始めなり  
人の生命は父母の手によつてなれりと言ふ  
されどその前に創造の神秘がある  
大自然を支配する思想がある  
われら肅然として襟を正し現実を正視しよう

昭和四十八年四月 初春

松前重義

# 東海大学スポーツ医科学研究所開設にあたって

東海大学  
総長

松前  
重義

東海大学には現在、学園全体として17の研究所がある。その中でスポーツ医科学研究所は昭和63年4月に開設された最も新しい研究所で、ここでは医学部と体育学部を中心に、総合大学としての特性を生かしつつ、グローバルな視点から研究を推進していく予定である。わが国におけるスポーツ医科学の研究体制は、ようやく端緒が開かれたばかりと言ってよく、その意味では本学における研究所の開設は時宜を得たものである。

スポーツ医科学は医学、体育学、心理学、さらには工学、栄養学等、多くの科学が関わる総合的な分野だが、概して世間の関心は、ソウルオリンピックで話題になったように、一流競技者の育成にいかに関与するかといったようなエリート養成面にあるようである。確かにこれも重要なテーマには違いない。しかし、大学における研究は、競技面への視点に止まることなく、例えば非競技者、ハンディキャップを負った人々、さらには疾病治療や予防における運動効果等、幅広い分野に研究の光をあてていくことが肝要である。そうして、その研究成果を広く社会に還元し、人類の福祉と繁栄に貢献していくことが大学に付属する研究所の任務と言える。

周知のように私学にはそれぞれ創設の理念、すなわち教育、研究の基本的方向性を示す建学の理想がある。私は東海大学の建学の精神を「若き日に汝の思想を培え」「若き日に汝の体軀を養え」「若き日に汝の知能を磨け」「若き日に汝の希望を星につなげ」の四つの言葉で示した。

ここで留意していただきたいことは、第一に「思想を培え」と謳った意味である。思想とはすなわち人道主義、人格主義に基づく人生観、世界観、歴史観を指している。それは人生の根本課題である「如何に生きるべきか」の問いに答え得る指針でもある。われわれの人生において、はたまた社会の発展において、この思想が如何に重要であるかは歴史を顧みればよくわかる。例えば、自由、平等の精神は、この人類愛に基づく思想によって育まれたが、反面、この思想が欠如した場合に人類はしばしば、高い代償を払わされてきた。核戦略時代に生きる現在のわれわれがその冷厳な現実を最も身近に感じていると言っても過言ではない。また第二に「体軀を養え」と掲げた理由は、思想に次ぐ人生の基盤として身体の健康、すなわち体育の必要性を強調したいが為である。この両者を土台として知能は大いに磨かれる。

ともあれ、スポーツ、運動と医学の両分野は人間にとって最も身近な領域だけに、ヒューマニズム（人道主義）の具現化が強く要求されている。このような意味において本学におけるスポーツ医科学の研究は、建学の精神を土台に、科学とヒューマニズムの調和による新しい文明社会建設を目指すものであらねばならない。スポーツ医科学研究所が生命の尊厳と創造の神秘に対し、謙虚に襟を正しながら、所期の目的に向かって邁進することを強く望む次第である。

# 『東海大学スポーツ医科学雑誌』創刊にあたって

東海大学学長

松前達郎

近年の科学と技術の発展は特定の専門領域のみで支えられるような単純なものではなくなり、学問領域をこえて互いに交絡する総合的な領域が関与するようになった。従って、大学における研究も学問分野の壁を取り払い、象牙の塔が『バベルの塔』にならないようその活力を生かすべきである。人間の体が生命活動を維持し健康で確実な活動を維持してゆくためには、その機能を正常に保つための医学的検討が必要であるが、そのためにスポーツが果たす役割は重要なのである。また、医学にとっても体の健全な発育や機能の維持・回復などの手段としてスポーツがもつ役割は大きい。

東海大学は総合大学として多くの学部・学科を持っているが、とりわけ体育学部と医学部の協力のもとでスポーツと医学が包括的に対応する新しい分野の研究開発を推進するための『スポーツ医科学研究所』が1988年から活動を始めた。また、研究推進には理工学的手段が導入されるため理学部、工学部などの協力も必要であり、さらに心理学、社会学などの手だすけも必要となるかも知れない。

今日ではスポーツを大きく分けると2つの分野に分けられると思う。その一つは健康を維持するために行われている一般的なスポーツであり、もう一つは競技として行われているスポーツである。一般的なスポーツは誰もが取り組めるスポーツであるが、競技としてのスポーツは相手に勝つことが一つの目標であり人間の能力限界への挑戦であるといってもよいであろう。そのためには緻密な科学的検討にもとづく計画的な体力造りが必要であり、まさに医科学的な検討が必要であると聞いている。研究所はなにもオリンピック選手の養成を目指すためのものではないが、研究の成果は科学的根拠にもとづくものとしてこれらのスポーツに対し有力な参考となるのではなかろうか。また、一般的なスポーツが果たす社会的役割の分野でも、いわゆる健康のための体育として、人間生活の重要な部分を占める研究分野が重要であることは言うまでもない。市民スポーツの指導的役割を果たす研究が期待される。

特殊な分野かも知れないが、人の精神的弱点やハンディキャップを直すために、スポーツが持つ役割も考えられるのではないだろうか。事実、私は自閉症の子供がスポーツにより徐々にではあるが症状を軽くして行く実例を見ている。このような面でスポーツが有効な手段であるとすれば、スポーツは精神医学と関連を持つことになるだろう。

『東海大学スポーツ医科学雑誌』の創刊にあたり専門でない私が勝手なことを述べさせて頂いたが、本誌が研究所の研究の環境造りに大きな寄与をするよう念願してやまない。

東海大学スポーツ医科学研究所開設にあたって	東海大学総長 松前重義	4
『東海大学スポーツ医科学雑誌』創刊にあたって	東海大学学長 松前達郎	5
これからのスポーツ医科学の動向について	東海大学スポーツ医科学研究所所長 中野昭一	9

＊東海大学におけるスポーツ医科学研究の現状＊

東海大学におけるスポーツ医学の現状	今井 望・中村 豊	21
心理学関連領域の研究	今村義正	23
物理屋の期待と不安	真下 悟	24
陸上短距離走の光学計測について——ソウルオリンピックでのカール・ルイスとベン・ジョンソンの対決から——	山本芳孝	25
東海大学におけるスポーツ医科学研究の現状——スポーツバイオメカニクスの立場から——	古谷嘉邦	26
クロマトグラフィーとスポーツ医科学	本間隆夫	27
長距離走に対するエネルギー供給	寺尾 保	29

【論文】

肥満症に対する運動療法:実験的肥満ラットの体重および脂質代謝に対する walking の効果	寺尾 保・藤瀬武彦・白石武昌・三田信孝・山下泰裕 真下 悟・本間隆夫・今村義正・佐藤宣哉・中野昭一	31
大学運動部新入部員に対する運動負荷テスト——身体的特徴と安静時及び運動中の心電図について——	三田信孝・長谷川聖修・積山和明・今村 修・寺尾 保・加藤達郎 本間隆夫・荒川正一・小村渡岐磨・齋藤 勝・中野昭一	39
スポーツ選手における足関節不安定症 (unstable ankle) について	有馬 亨・峯崎孝俊・今井 望	46
東海大学陸上部員の腰部障害について	今井 望・野口隆敏・有馬 亨・岡 義範 中村 豊・山路修身・峯崎孝俊	51
スポーツ医科学研究のための電子画像記録	山本芳孝	58
マイクロ波先端技術を用いた発汗時の皮膚含有水の構造と物性に関する研究	真下 悟	64
砲丸投げのグライド動作に関する実験的研究——主として振り出し脚について——	古谷嘉邦・畑 康太郎	72
U-K 法による箱根駅伝選手のメンタル・コンディションの一考察	小村渡岐磨・新居利広	79

---

【スポーツ医科学エッセイ】

ソウル五輪柔道競技を観戦して	山下泰裕	84
ソウルオリンピック科学会議に参加して	有馬 亨	86
ソウルオリンピックを見て——スポーツ省を——	齋藤 勝	88
ソウルオリンピックを終わって	宮川千秋	90

---

東海大学スポーツ医科学研究所  
設立に際して行われた

欧米 6 ヶ国視察報告書

佐藤宣践・中野昭一・小村渡岐麿  
古谷嘉邦・山下泰裕・中田正臣

92

---

スポーツ医科学研究所所報	107
--------------	-----

---

あとがき	115
------	-----

---





# これからの スポーツ医科学の動向について

東海大学スポーツ医科学研究所長 中野 昭一

## スポーツ医科学と 東海大学スポーツ医科学研究所

スポーツ医科学とは、非常に広い意味をもっており、一概にこれを一つの研究対象としてまとめていくことは困難である。そこで私たちは、本研究所の基本的な方針として単にからだを動かす運動からリクリエーション、さらには競技としてのスポーツなどを含めた運動・スポーツそれぞれに対応した体内の生理機能の変化を基礎とし、運動生理学、バイオメカニクス、運動栄養学、運動心

理学などの研究、スポーツ障害の予防から治療、リハビリテーションまでを含めたスポーツ医学、さらにはスポーツとしての競技力向上を意図したトレーニングなど、スポーツの総合的な科学的追求を考えているのである。当然、これらが各個人の健康の維持・向上につながることはいうまでもない。

本研究所は、東海大学の体育学部、工学部、理学部および医学部の学際的な協力の下に、総合的視野に立って「スポーツ・運動および、それに関連する健康の維持向上等に関する基礎的、応用的

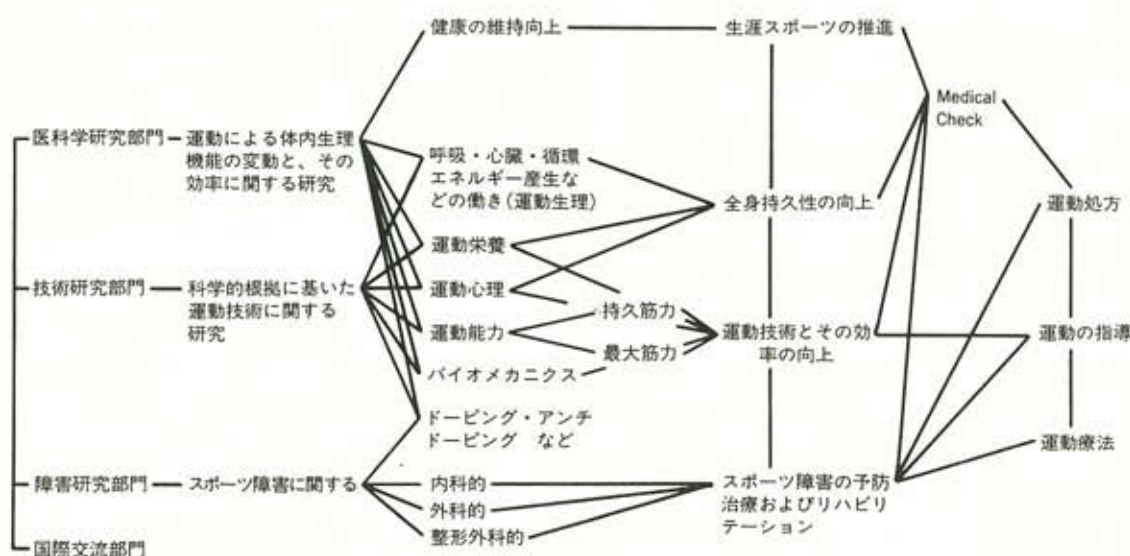


図1 東海大学スポーツ医科学研究所機構

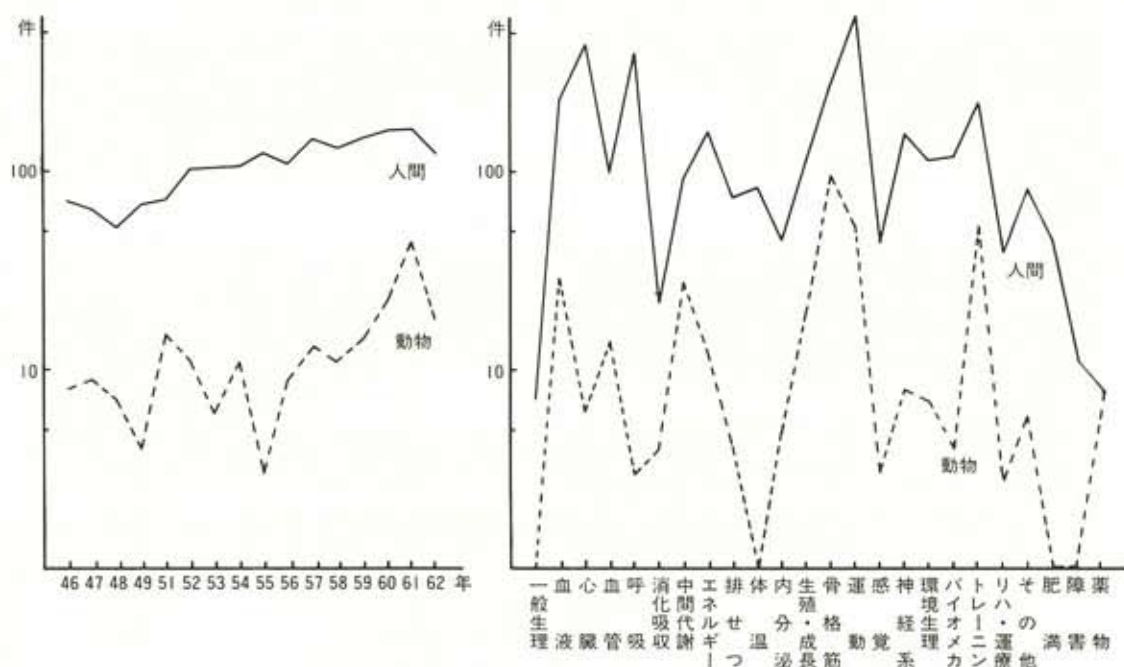


図2 昭和46年から同62年までの16年間における運動生理学研究報告の推移 (日本体育学会大会)

研究を行うとともに、競技技術の向上、スポーツ障害の予防、対策の新技术、新技术の開発とその応用の具体化、発展を期する」ことを目的として設置された。

したがって、本研究所の組織は、図1のように、医科学研究部門、技術研究部門、障害研究部門および国際交流部門の4つに分けられ、当面の問題として、まず、東海大学のビジョンに則った学際的なプロジェクトチームを組み、各部門ごとに最重要課題を選出して、設置目的にしたがった研究を遂行していくことにしている。

例えば、スポーツを医学的な面からの実験として考えてみても、からだの動きを立体的に解析する方法として理学、工学の知識を、その成績に対する運動学的解析、さらにはスポーツ心理学、栄養学までも導入することによって、運動生理、スポーツ医学的な研究が、より正確に進められ、集大成されることになろう。

もちろん、これは医学的な一面からみたものであり、これを体育学的な面、理・工学的な面などに主眼を置いてみれば、また異なった多くの結論

が導き出されることになるわけである。

しかも、ある一つの現象に対して、このようにまったく観点を異にした面からの研究を集大成してこそ、これからのスポーツ、さらには健康の維持向上に必要な、運動の指導などに対する理論的根拠を提供することになる。

さて、本項の主題である「これからのスポーツ医学の動向。については、この膨大な学際的領域のすべてをここで論ずることは難しく、紙面の都合もあって、私の専門である運動生理学的研究の面を中心として、私なりの考えを述べてみたい。

## 運動生理学的研究の変遷と現状

運動生理学的な研究の動向を論ずる場合、まず検討しなければならないことは現在までの推移であろう。図2は、昭和46年から同62年までの16年間における日本体育学会大会号、運動生理部門の研究報告をまとめたもので、左の図は、研究の対象を人間と動物に分け、その年次推移を示したものである。図にみられるように、この両者とも漸次増加する傾向にあり、ことに近年動物実験によ

る報告が急増してきている。さて、これらの実験内容を生理学の分類にバイオメカニクス、トレーニング、リハビリテーション、肥満、スポーツ障害などを加えた項目で分けてみたのが右の図である。

すなわち、人間の実験では、血液、心臓、呼吸、エネルギー代謝、骨格筋、運動、さらにはトレーニング、肥満の対策などに関するものが多く、動物実験でも同様の傾向にあるが、臓器組織を摘出できるため中間代謝、骨格筋の組織化学、血中諸化学物質、諸酵素との関連などの実験、これらに対するトレーニング効果などの実験が盛んに行われている。

これらの実験項目の年次推移をみたのが図3で、全体としてはすべての項目が増加の傾向にあり、近年、人間では心臓、血液、呼吸、エネルギー代謝など、動物では血液、骨格筋、トレーニング効果などに関する研究が盛んに行われてきていると

考えてよいであろう。

## 運動を行う場合に考えられる体内生理機能の対応

まず、運動による影響として、体内ではどのような対応が行われるかという考え方から、運動を行おうとした段階、運動中および運動終了後における生理機能の変化の概要を考えてみると次のごとくなる。もちろん、この場合にもその運動の種類、強度、持続時間など、さらには運動を行う前の状態、運動中の環境変化などによっても異なってくるため、ここでは中等度程度の強度の運動で、少なくとも1~2時間は持続できるような走行運動を行うことを想定して考えてみた。

### 1) 運動を開始しようと考えたときの状態

ある目的をもって運動をしようと考えた場合には、まず、図4のように、精神的に緊張し、体内

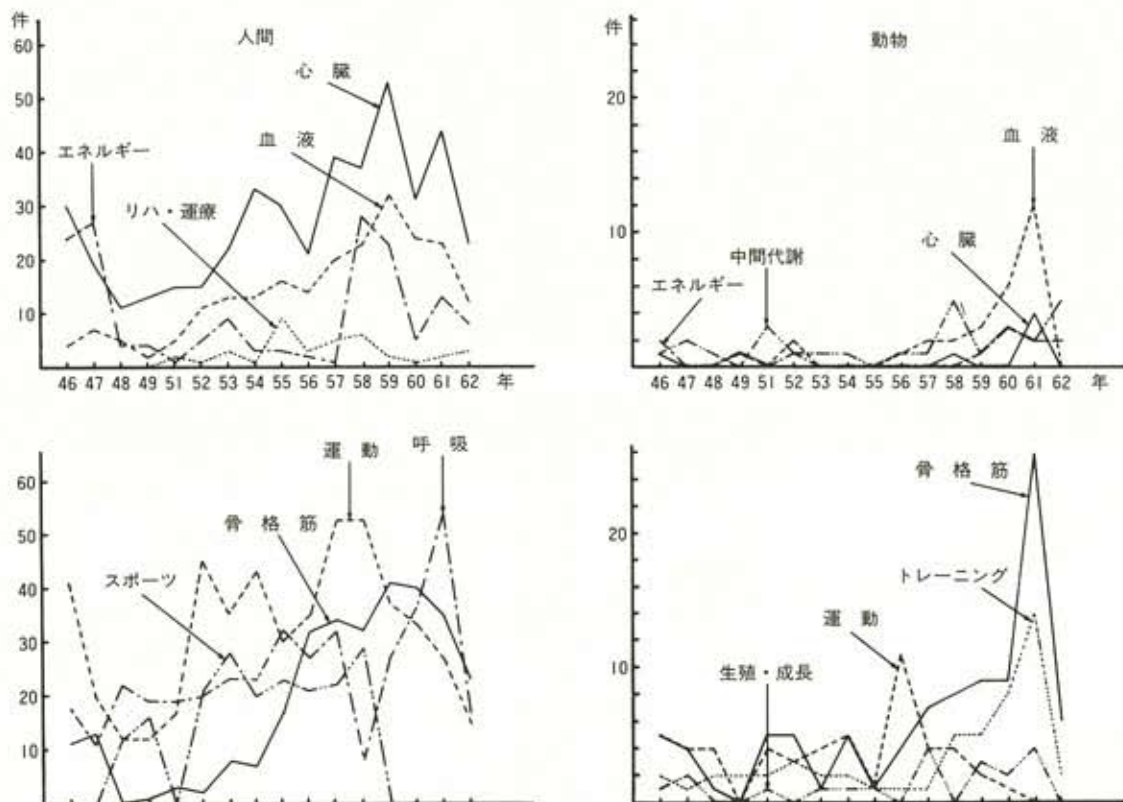


図3 運動生理学研究における実験項目の年次推移 (日本体育学会大会)

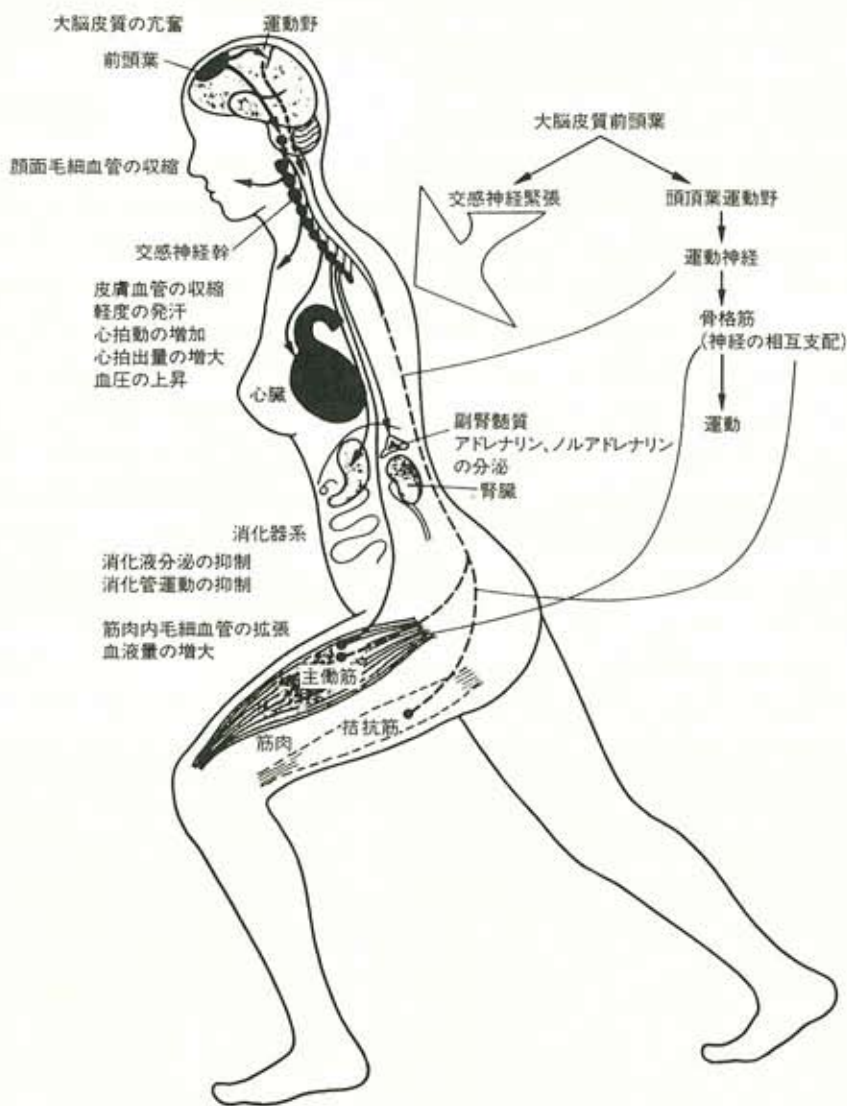


図4 運動を開始しようと考えたときの状態<sup>1)</sup>

が交感神経緊張状態となろう。したがって、誇張していうならば、顔の血管が収縮するために顔面が少し蒼白となり、心拍数が増加して動悸を感じ、皮膚の血管が収縮しているにもかかわらずある程度の一般的な温熱性の発汗現象と腋窩、手掌、足趾などに精神的発汗を伴ってくる。筋肉も精神的および神経の緊張から運動の準備態勢に入る。一方、大内臓神経が支配する消化器系では胃腸の運動が抑制され、消化液の分泌が低下してくる。さらに交感神経の緊張が副腎髄質のアドレナリン、

ノルアドレナリンなどのカテコールアミン分泌を促す引金となるのもこの時期であろう。要するに、これから行おうとする運動に対して、からだ全体としての準備態勢を整えているわけである。

## 2) 運動中における状態

次いで、運動が開始されるとともに自分の意志によって大脳から種々の運動神経に命令が伝えられ、全身の骨格筋が随意的に、しかも協調的に収縮・弛緩を繰り返す、持続的な運動が行われるこ

とになる。この筋運動により、一方では、伸展された筋の張力受容器からの刺激が呼吸中枢をも刺激して呼吸運動を促進し、他方では筋肉運動によるミルキング作用（筋肉ポンプ作用）によって静脈還流血液が増加し、血液循環が促進される。これには副腎髄質からのアドレナリン、ノルアドレナリンなどのホルモン分泌による心機能亢進、末梢血管の収縮作用などによる血圧の上昇作用も関与している。しかし、アドレナリンは骨格筋、肝臓、脳などの末梢血管および心臓の冠状動脈には作用しないため、心筋や骨格筋の血流量がますます増大する。したがって、中等度以上の運動では心臓から拍出される血液の大部分が骨格筋へ配分され、筋肉内代謝をより円滑に行わせることとなる。これに反し、腹部内臓への血液配分は抑制され、たとえその運動が定常状態に入り得たとしても、自律神経系が交感神経系優位の平衡を保った状態で持続されると考えなければならない。これ

らの関係を簡単に示したのが図5である。

また、このようなことから考えると、栄養学的には運動中の消化・吸収の生理機能が、明らかに抑制されているため、もし、運動中に栄養を補給する場合には、消化・吸収の機能に負担をかけることが少なく、しかも消化・吸収されやすいブドウ糖などのエネルギー源が合目的であろう。もちろん、運動による脱水その他を考えるならば、電解質バランスのとれた水分の補給も必要である。

### 3) 運動終了後の状態

運動が終了して随意的な筋運動が停止しても、生体内では筋運動その他によって生じた種々の変化を正常のレベルに戻すための多くの努力がなされている。すなわち、運動を終了しても体内の変化はその後直ちに安静のレベルに復帰するものではなく、たとえば、運動中の酸素借をいわゆる酸素負債として消却するとか、蓄積した筋肉中およ

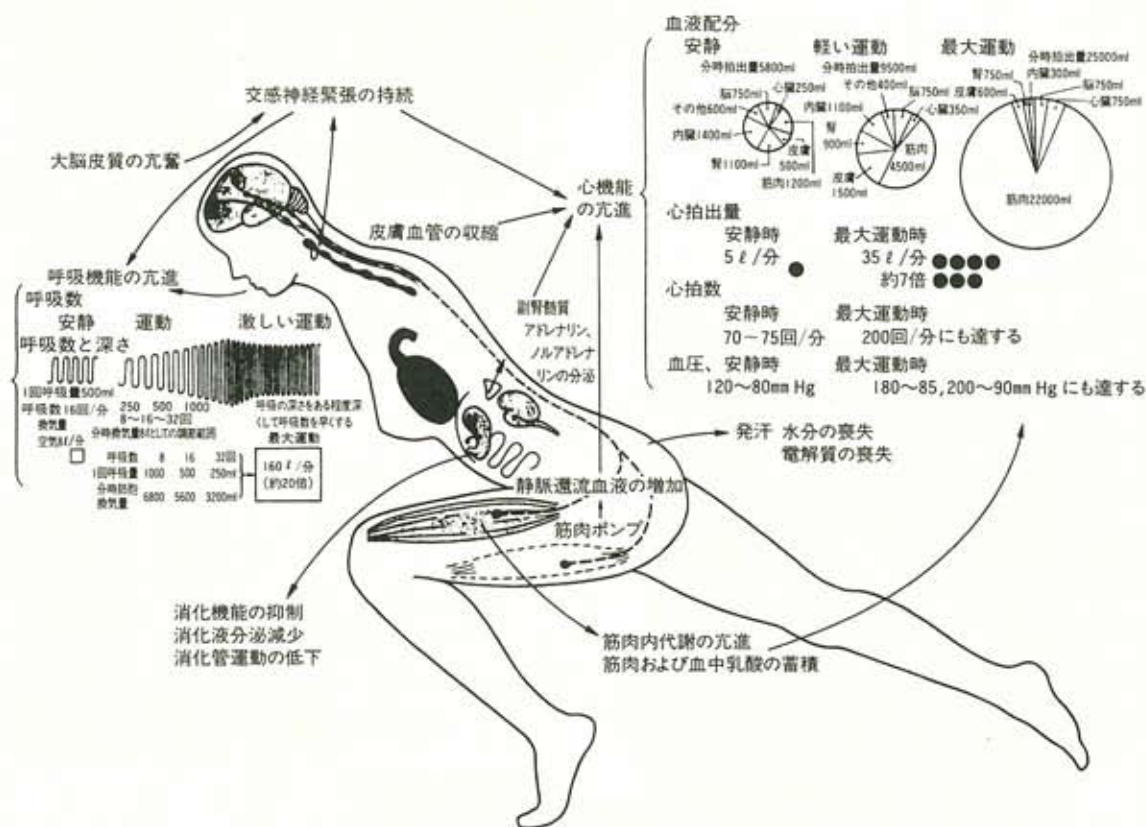


図5 運動中における状態<sup>2)</sup>

び血中乳酸を処理するというように運動中に生成された老廃物の処理や、消費されたエネルギーの補給と蓄積などが行われることになる。

したがって、呼吸、循環の機能は運動継続中よりは低下するものの、なお高値を持続し、交感神経優位の状態もその行った運動の強度に比例して持続することになる。しかし、心拍数や血圧、呼吸数などは比較的短時間で減少し、一時的に安静レベルより下降する。これらは運動中に比べ筋肉への血流供給が激減すること、心臓反射や血管運動神経の反射的機構、さらにはアドレナリンなど種々のホルモンの分泌減少などによるものと考えられている。

## 生理学的研究の 方法論的考え方と、今後の発展

さて、生理学的研究によらず、科学的手法を用いる実験としては、それを発展させる大きな要因の一つとして、測定・定量方法の開発、技術の向上が挙げられる。

そこで、スポーツ医科学に関連する検索試料と測定手法との関係を簡単にまとめたのが表1である。

すなわち、横軸に実験に際して対象となる素材、試料をとり、縦軸に理学的、化学的および組織・形態学手法をとって示してある。

表1 スポーツ医科学に関連する検索試料と測定手法との関係

	からだ全体	呼吸気	血液	尿	髄液	摘出組織
理 学 的 手 法	動作分析、平衡機能検査、神経伝導速度、反射機能、最大筋力、持久筋力、等 心拍数、心拍出量、血圧、血流量、血流速度、心臓カテール、等 心電図、心磁図、筋電図、脳電図、GSR等 X線(単純、断層、CT等) RI(心アングリオグラム、骨シンチグラム等) NMR(CT、スペクトログラム等) サーモグラフ(体表面、コンタクト、同期サーモグラフィ等) エコー(心臓、筋肉、皮下脂肪等) レーザー(組織血流量測定等) 水中体重法	pH pO <sub>2</sub> pCO <sub>2</sub> 呼吸機能 (肺活量、時間 肺活量、1秒量、1秒率、換気量、換気率、換気/血流、比、肺コンプライアンス等)	比重、浸透圧 水分量、ヘマトクリット pH pO <sub>2</sub> pCO <sub>2</sub> 溶血現象 血液凝固時間 出血時間 繊維素溶解現象 血球計算(白血球数、赤血球数)	比重 pH	比重 圧	浸透圧 張力
化 学 的 手 法			Fe、Ca、P、K、Na、Cl、等 糖質(ブドウ糖、乳酸、ビルビン酸、 $\alpha$ -ケトグルタル酸等) 蛋白質(蛋白、アミノ酸、尿素、尿酸、クレアチニン等) 脂質(TG、コレステロール、HDL、LDL、VLDL等) ヘモグロビン、ビリルビン、他、ATP、ADP、AMP、CyclicAMP、等 酵素(GOT、GPT、LDHとisozyme、CK、 $\alpha$ -GPT、Al-P等) ホルモン(カテコールアミン、インシュリン、サイロキシン、コルチコイド、成長ホルモン等) リウマチ因子他、血液凝固因子他	蛋白質、アミノ酸 尿素、尿酸、クレアチニン、等 ブドウ糖、乳酸、ケトン体、等 ヘモグロビン、ビリルビン、等	蛋白質、アミノ酸 ブドウ糖 等	組織化学的染色による検索(ATP、SDH、LDH、糖質、脂質等)
組 織 ・ 手 法			血液像	細胞、白血球、赤血球、細菌、等	細胞、白血球、赤血球、細胞、等	組織切件の染色による形態的(光顕、電顕)等

まず、からだ全体としての動きを対象とした実験では、表にみられるように理学的手法がとられていることが多い。

たとえば、一般的な3次元シネマトグラフィーなどによる動作分析、平衡機能検査、神経伝導速度、筋力あるいは心拍数、心拍出量、血圧、血流量、血流速度、心電図、筋電図、脳電図、さらにはX線撮影などが挙げられている。ここでは近年盛んに行われるようになってきた幾つかの新しい手法について紹介することにする。

・ホルター心電図検査：近年一般化されつつあるが3誘導の心電図をリアルタイムで記録、さらには解析を行いながら24時間にわたり連続記録することができ、運動中の記録も可能である。また、長時間心電図解析装置のコンピューター分析により全波形の圧縮記録、あるいは必要個所の抽出、波形分析、グラフ表示など多彩な解析ができる。

・X線 C.T. (computa tomography)：さらに一般化されつつある解析方法の一つとしてX線CTがある。すなわち、図6に示すように、右上部からa)前腕、b)頭部を含む上腕の midpoint、c)第4肋間の midpoint、d)臍の高さの腹部、e)大腿の midpoint、f)下腿の midpoint、などからだのいづれの部位の横断面を撮ることができ、また右図のように筋肉質のヒト、肥満の状態のヒトさらには筋肉の太さなどを計測することができる。

・MRI (Magnetic Resonance Imaging)：近年発達してきた方法として核磁気共鳴を利用した断層撮影法がある。種々の方法があり製造会社により異なっているが、図7に永久磁石方式MRI装置(日立メディコ)の1例を示してある。すなわち、これは永久磁石による静止磁場内に置いた生体のH. P. C. Nなどの原子の同位体が有する核スピン由来の磁気モーメントによって吸収される共鳴周波数の吸収の度を検出コイルによって計測し、コンピューター解析を行い映像化させるもので、検出コイルを変えることによって、生体の殆んどどの部位の縦切り、横切りの画像を撮ることができる。X線照射を受けない利点もあり人体計測

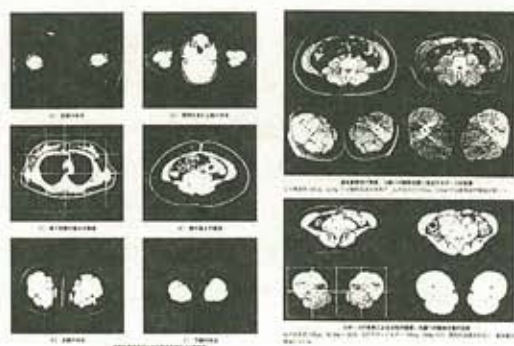


図6 X線、CTによる人体の横断面と肥満の測定(徳永・松澤ら)<sup>1)</sup>

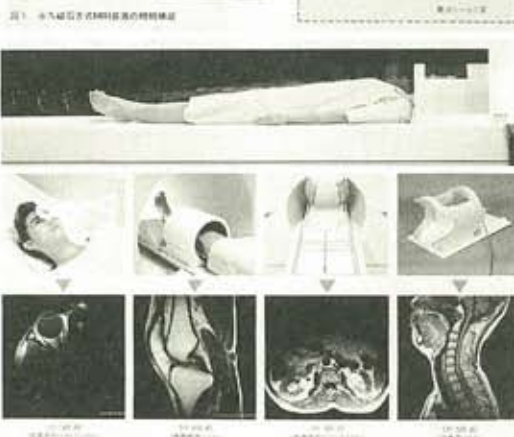
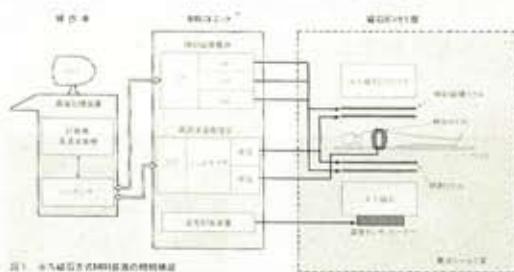


図7 永久磁石方式MRI装置の構成の概略(日立メディコ)

に偉力を発揮するが、経済面や機械の入手等に問題がある。

・NMR (Nuclear Magnetic resonance) スペクトル：次に核磁気共鳴を利用したものとして、

小動物や腕などをプローブに入れてマグネットをコンピューター制御し、使用する周波数やパルスなどの変化をデータ処理する Bio-Energy Monitoring System (大塚電子)あるいは超伝導一核磁気共鳴装置用画像計測システム(日本電子)などがある。これによるイヌ心臓の典型的な $^{31}\text{P}$ スペクトルを図8の左中図に示した。図にみられるようにPcr(ホスホクレアチン)の高いピークの右側に $\gamma$ -、 $\alpha$ -、 $\beta$ -ATPのピークがみられ、左側の $\text{P}_i$ (無機リン)と前述のPcrとの距離から測定部位のpHを推定することが可能であり、また、 $\text{P}_i$ とPcrの比から、そのエネルギー内蔵量を算出することができるといわれている。

また、この図の中には参考までに、種々の条件におけるATPの推移を継続的に測定した例などを示してある。なお、日本電子の画像計測システムでは、NMR画像と同時に連続してNMRスペクトルを計測することができる。

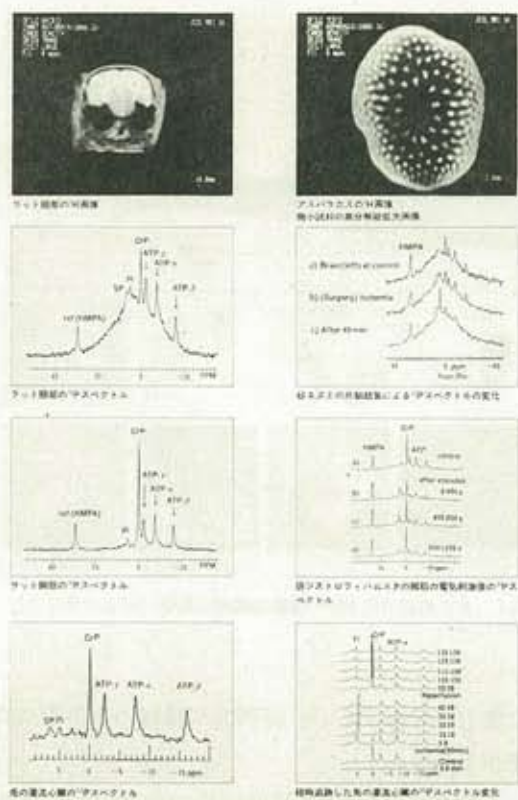


図8 超伝導一核磁気共鳴装置用画像計測システム(日本電子)

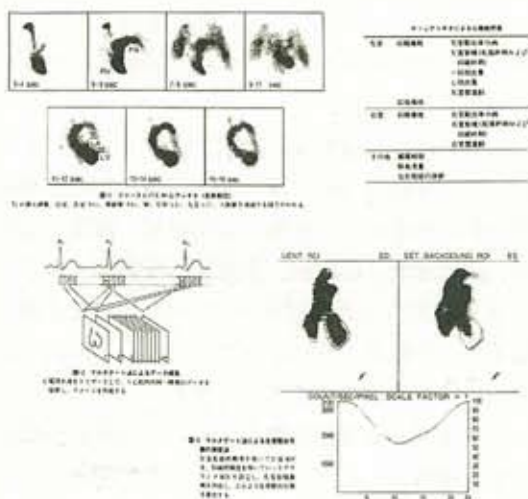


図9 核医学的心機能評価(栗原・宇佐美ら)<sup>1)</sup>

次にアイソトープ (RI)を利用した方法として近年、幾つかの新しい手法が報告されている。

・RI心アングリオグラフィー：図9の左上図にテクネシウム99m(99mTc)を静脈内投与した場合のRI心アングリオグラフを示した。すなわち、99mTcが右心室から肺、左心室を通り、大動脈へ出ていく過程がよく判り、これによって図右上部に示すように左心室、右心室、その他の働きを推定することが可能であり、運動の前後あるいは運動家の心機能、さらにはその障害を推定する一つの手段となろう。なお、左下図のように同時に測定している心電図のR波を基準として、1心拍内の同一時相の成績を加算してイメージを作製することも可能で、また、測定の手段としては右下図のように左心室拡張期像から、その収縮期像を差引いて左心室容積曲線を作製し、これによって左心室駆出分画を算出することもできる。これらの手段は、運動時における心機能の対応を相当高精度に測定できるもので、運動生理学的な面、運動の技術指導の面、さらにはスポーツ障害としての心機能の検索などスポーツ医科学研究の発展に寄与するものと考えられる。

・骨シンチグラフィー：99mTcなど幾つかのアイソトープが骨の増殖に伴いその部に集積することを利用して、これらを投与した後の骨のシンチ



グラフを撮り、単なるX線撮影では殆んど判らなかつた骨の造成機転を知る方法として用いられている。疲労骨折の早期発見、骨折などの治療経過などの検索に利用される。

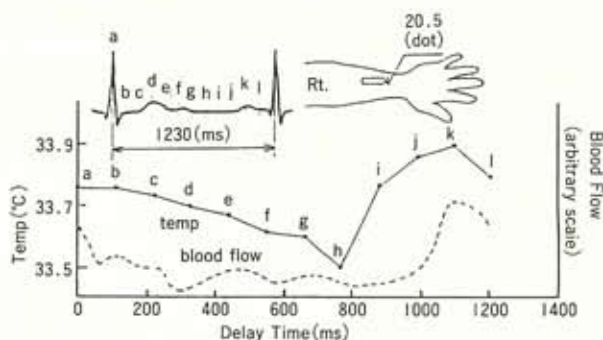
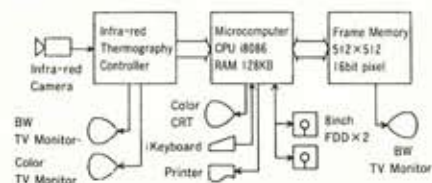
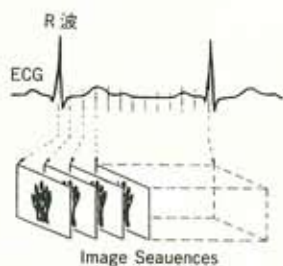
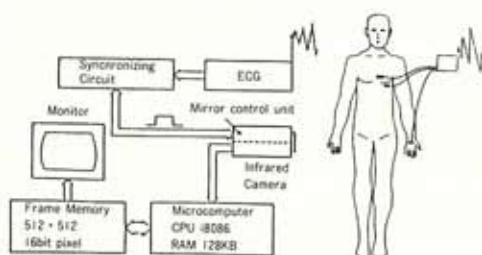
・サーモグラフィー：サーモグラフィーの運動への応用として考えられることは、運動筋の温度上昇状態を皮膚表面の温度変化として撮影し、その働きを推測する方法、図10のように心電図と同期させて測定し、末梢循環の血行状態を推測する方法、さらに近年盛んに使われるようになってきた液晶の温度表示薄膜を直接皮膚に接着させて、その部の筋あるいは皮膚の血行動態を知ろうとする方法などが用いられている。

・超音波パルス反射法(エコー)：次に、近年よく行われている物理的測定方法に、音響インピーダンスの差から発生するエコーを利用した超音波パルス反射法がある。例えば左胸壁の皮膚上から図11左中図のように探触子を当てることによって、心臓の中隔、右心室、左心室などを分別して測定

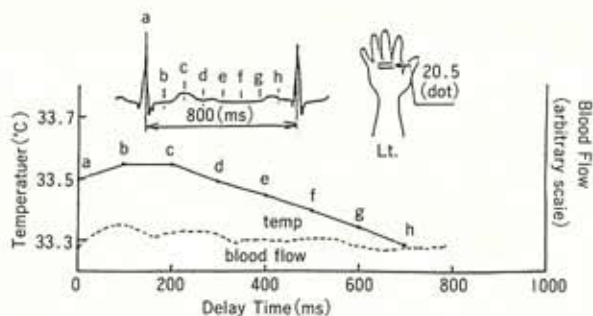
することができ、また、縦あるいは横断面としてみることも可能である。さらに、円筒形の水槽に上腕、前腕などを入れ円形コンパウンド方式によりその横断面を図形化し、皮下脂肪、筋肉、骨などの面積からその量などを推定することもできる。これらの方法は比較的簡単で、しかも非観血的に測定できるので、スポーツ医学、運動生理学への応用も盛んに行われている。

・レーザーによる組織微小循環の血流測定：図12に示すように皮膚表面からレーザーを照射し、血液、主として赤血球に当たった時のドブラー効果による偏位度から末梢微小循環を測定するもので、運動に関するものとしてはin-Vitroで動物の筋肉内血流などの測定に利用できよう。

以上、からだ全体を対象として実験を行う場合にとられる理学的手法のうち、近年、とくに発達した方法について簡単に述べてみたが、その他、検索し得る試料としては、呼吸気、血液、尿、髄



健康成人男子(21歳)の右前腕手背側局所平均温度の時間変化(同期位相可変モード)



末梢循環不全の女性患者(66歳)の右前腕手背側局所平均温度の時間変化(同期位相可変モード)

図10 同期サーモグラフィーを用いた末梢循環の測定(三宅仁)<sup>31)</sup>

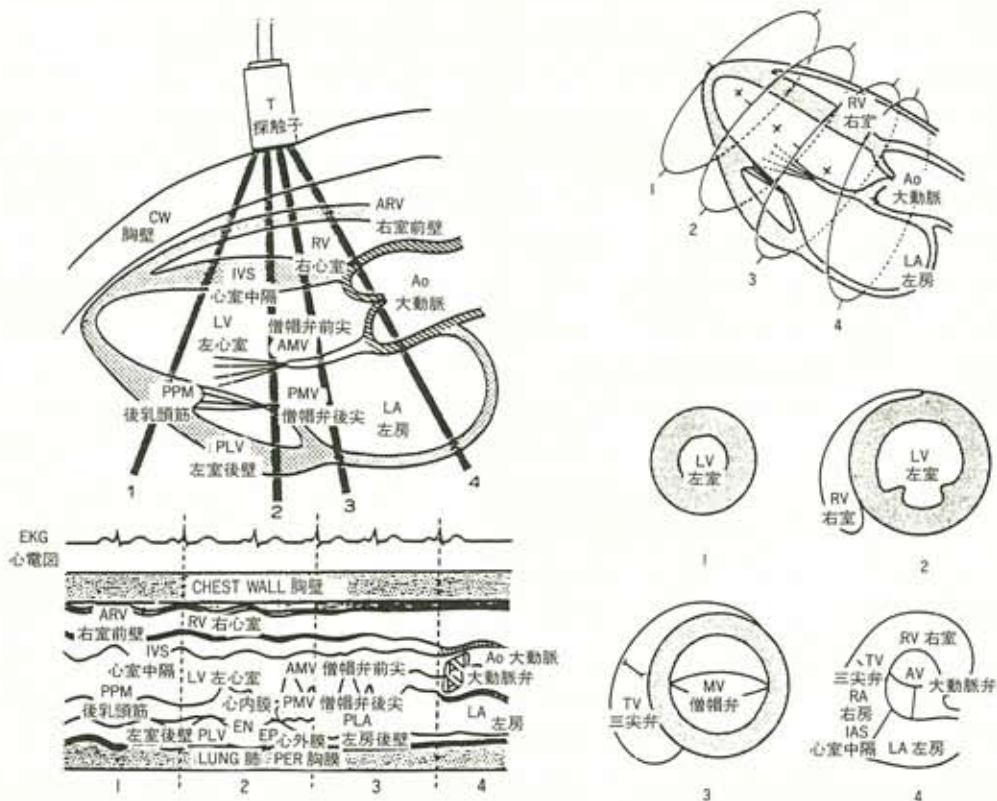


図11 エコーによる心機能検査 (野田汎史、紅露恒男)<sup>1)</sup>

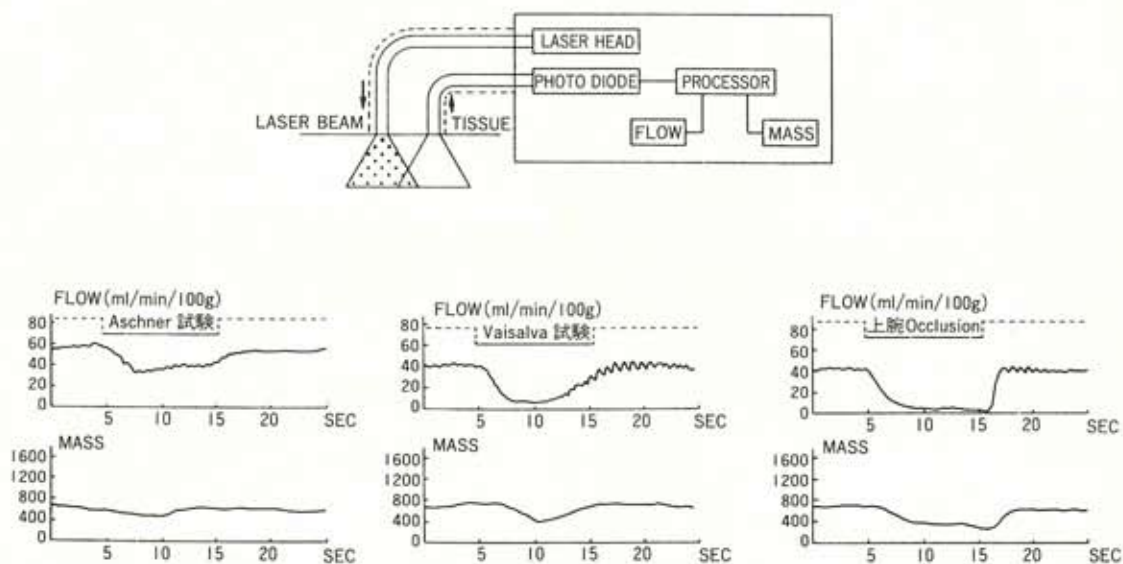


図12 レーザー組織(微小循環)血流量計 (アドバンズ)<sup>7)</sup>

液、摘出組織などが挙げられる。紙面の都合もあって、一般によく用いられている血液の解析項目のみを考えてみると、表1に示したように、理学的手法としては、比重、浸透圧、水分量、pH、 $pO_2$ 、 $pCO_2$ などが挙げられ、化学的手法としては、電解質、3大栄養素とその代謝産物、核酸関連物質、酵素、ホルモン、ビタミンCなどの測定が、比較的容易に行われるようになってきている。

さて、実験、研究の発展には、新手法の開発が大きな要因になると考えた場合、近年よく用いられるようになってきた上述の方法などを取り入れ、従来の方法とよく組み合わせ、過去の実験成績の補足を行うとともに新しい発見をすべく、その利点を十分に活用することが、スポーツ医科学研究の発展のために寄与することはいうまでもない。

## 欧米6ヶ国におけるスポーツ医科学 ことに運動生理学的研究の現状

別項に報告してあるように東海大学ではスポーツ医科学研究所設置に際し、欧米6ヶ国15施設におけるスポーツ医科学研究の現況を視察した。

その目的とするところは

- (1) スポーツ医科学研究の現状と、その検討
- (2) 競技力向上に関係するトレーニングセンターの現状と、その検討
- (3) スポーツクリニックの現状と、その検討
- (4) スポーツ施設の現状と、その検討

の4点であった。その詳細については、別項にゆずるとして、本項では運動生理学的立場から(1)の点について視察した施設の、運動生理学的、生化学的、栄養学的研究を含めたいわゆるスポーツ医科学研究の現状として簡単に総括してみることとする。まず、視察した施設の大半は、その国を代表するといっても過言ではないほどの機関で、機材、器具は、世界的に遜色のない物が揃っており、たとえば、X線装置(断層、CTを含めて)、エコー、サーモグラフ、さらには多くの分光光度計、原子吸光度計、焰光分析計、マススペクトロメーター、アイソトープ用カウンター、コンピュー

ター分析による解折装置、また、免疫抗体法、ラジオ免疫電気泳動法の機械器具など、現時点で考えられる最新測定機材が数多く設置されていた。しかも、その測定対象となる運動選手は、少なくとも全国レベルあるいはオリンピック選手級で、一般人を対象としてはいなかった。

さて、各国とも選手の機能診断と称する運動能力の測定が盛んに行われており、当然、一般の筋力および理学的な運動能力の測定が行われていることを前提として、生理部門では、呼吸・心臓・循環機能の測定を中心としたトレッドミル走行中の血圧、心拍数、心電図、筋電図、呼吸曲線、 $\dot{V}O_2$  max、血中pH、 $pO_2$ 、 $pCO_2$ などの測定、生化学的な血中GS、LA、PAなどの糖代謝産物、TG、FFA、LDL、HDLなどの脂質、蛋白代謝産物、さらにはGOT、CPT、LDHおよびそのアイソザイムなどの酵素、血中諸種ホルモンの動向などの研究が盛んに行われていた。

また、コペンハーゲン大学オーガストクロ研究所では、筋力と環境変化、体温調節などの研究も盛んで、米国のエアースでは、体重のコントロールを主体とする研究、重力変化に対応する機能、高地トレーニングなどが行われており、また、多くの研究施設では、概して、筋力と全身持久性のトレーニングの研究が進められているようにみうけられた。

また、特筆すべきことは、ドーピングと、彼らのいうアンチドーピングの研究が、殊に東欧諸国において盛んに行われていたことで、この点、我が国における研究の現状とは、はるかにかけ離れていたといつてよいであろう。今後、この点十分留意して研究を進めなければならないことが考えられる。

一方、精神面のトレーニングに関することにも言及していたが、現実の実験その他についてみることはできなかった。

以上を総括すると、今回視察した各国のスポーツ医科学研究は、少なくとも現在、我が国で行われている研究レベルとそれほど異なるものではないと考えられた。

したがって、研究施設、器具、機材およびそれを動かさうとする研究意欲のある研究員が確保されるならば、これら諸外国以上の研究活動を行い得るものと考えている。

## 東海大学スポーツ医科学研究所における運動生理学的研究

東海大学スポーツ医科学研究所は、前述のように医科学研究部門、技術研究部門、障害研究部門、国際交流部門の4部門から成り立っている。医科学研究部門における運動生理学的研究の内容は、図1のごとく呼吸・心臓・循環、エネルギー産生などの運動生理学面からの体内生理機能の変動と効率に関する研究、これらに運動栄養、運動心理、運動能力さらにはバイオメカニクスの面を加味した研究、これらの科学的根拠に基づいた運動技術に関する研究およびスポーツ障害に関する研究となっている。

これらを一般的に総括すると、運動能力の向上、ことに心臓循環機能に関連する全身持久性の向上は、生涯スポーツの推進、健康の維持向上につながり、運動技術とその効率の向上は、選手の養成はもとよりスポーツ障害の予防にもつながることになる。

しかし、これらが実施されるためには、当然、事前の運動能力に対する Medical Check、運動処方、運動指導が十分に行われなければならない。これは、運動障害時における運動療法にも通じることになる。

## まとめ： 今後のスポーツ医科学研究の方向

本来、研究は、ある目的の下に、それを証明する手法を選び、その成績を論理的に裏付けしてこその成立つもので、この考え方から、本報告では、現時点における我が国のスポーツ医科学および運動生理学研究の変遷と動向、2、3の新しい測定法を紹介し、東海大学スポーツ医科学研究所の機構とその研究の方向について述べてみた。

その結果、本研究所として今後、研究を進める

表2 今後のスポーツ医科学研究の方向

- ・スポーツと健康の維持・向上・生涯スポーツの実践
- ・スポーツの医科学的解析による運動能力と、その効率の向上
- ・スポーツ障害の予防、治療およびリハビリテーションの検討
- ・スポーツと精神・心理機能との関連
- ・ドーピングとアンチドーピングの検討

べき方向としては、表2に示す5つの項目が挙げられよう。すなわち、この5項目の研究が過不足なく相互に関連して発展することによってスポーツ医科学研究の集大成がなされるものと考えている。

### 参考文献

- 1) 中野昭一：運動と消化・吸収機能：臨床栄養10月号 Vol.65(No.5) 臨時増刊号 p.463 図4、医歯薬出版 K.K.、昭和59年9月
- 2) 中野昭一：運動と消化・吸収機能：臨床栄養10月号 Vol.65(No.5) 臨時増刊号 p.465 図5、医歯薬出版 K.K.、昭和59年9月
- 3) 徳永勝人、松澤佑次：CTによる肥満の測定：臨床スポーツ医学 Vol.14, No.3 p.301 図2、体脂肪測定のための身体各部のCT断面像、および p.304 図5、過体重男性の腹部、大腿への脂肪沈着に及ぼすスポーツの影響、図6、スポーツの有無による女性の腹部、大腿への脂肪沈着の比較 文光堂、1987年3月10日
- 4) 栗原正、宇佐美暢久：核医学的心機能の評価：臨床スポーツ医学 Vol.4, No.3 p.255 図1、ファーストパス RI 心アングリオ、p.256 図2、マルチゲート法によるデータ採取、p.256 表1、RI 心アングリオによる心機能評価、p.257 図3、マルチゲート法による左室駆出分画の測定法 文光堂 1987年3月10日
- 5) 三宅仁：同期サーモグラフィを用いた末梢循環の測定：臨床スポーツ医学 Vol.4, No.3 p.274 図2、図3、図4 p.278 図8、健康成人男子(21歳)の右前腕手背側局所平均温度の時間変化(同期位相可変モード) 図9、末梢循環不全の女性患者(66歳)の右前腕手背側局所平均温度の時間変化(同期位相可変モード) 文光堂 1987.3
- 6) 野田汎史、紅霧恒男：エコーによる心機能検査：臨床スポーツ医学 Vol.4, No.3 p.242 図2、記録方法 p.243 図4、短軸断面 文光堂 1987.3
- 7) K.K. アドバンス パンフレット 03-664-6271

# 東海大学におけるスポーツ医学の現状

医学部整形外科

今井 望 中村 豊

東海大学と聞けば数多くの優秀なスポーツ選手の名前が浮かんでくるように、今では大学スポーツの中心的存在であり、さらに日本のスポーツ界においても大きな役割をもつに至っている。1988年はソウルオリンピックの開催年であり、一般的にもスポーツ熱が高まった年でもあった。しかしながらオリンピックが閉幕した今では日本選手の成績は例年を下回るメダル獲得数であり、満足すべき結果ではなかった。もちろんオリンピックのメダル獲得数のみでスポーツを評価すべきものではないが、その陰で共産圏や欧米諸国に比べてスポーツ科学・スポーツ医学の立ち遅れが指摘されたのも事実であった。そこで我が東海大学におけるスポーツ医学の現状について述べ、今後の発展に結びつけるものとした。

東海大学に医学部が誕生したのは昭和49年のことであり、スポーツ医学的な活動が整形外科教室に始まったのはこれから遅れること2年の昭和51年（の東海スポーツ研究会）からである。医学部の生理学教室(Ⅲ)、整形外科教室、それに体育学部の先生方を交えて、それぞれの分野でかかえるスポーツの諸問題を協議し、また講師の先生を迎えての勉強会がこの年に始まった。この所謂東海スポーツ研究会は年に4回の定例会を開きながら運営され、現在に至っている。この会の中から大学スポーツ選手の障害調査を行うことが昭和51年より始められ、この調査結果は逐次報告され、スポーツ現場での指導や障害管理に役立てられ、また障害分析からスポーツ選手のもつ障害の実体や原因の究明がなされた。

以下に主な障害調査の結果について簡単に紹介することにする。昭和51年度より始められたスポ

ーツ障害調査は大学陸上部員の毎年の検診であり、この結果の1つとして第一中足骨種子骨分裂例の検討と題してスポーツ選手と母趾分裂種子骨との関連性について報告がなされた。この中でスポーツ選手においては分裂種子骨を有する割合が一般人よりも高く、約2～3倍の頻度であり、なかでも走り幅跳・三段跳などに著しく多くみられ、発生原因としてスポーツ活動における過労性骨障害の関与が考えられた。つづいて大学陸上部員の腰椎分離についてと題して陸上選手に脊椎分離症の発生が一般人よりも高く、腰痛の原因の1つになっていることを報告し、さらに大学時代の3年間に新たに分離が明瞭化した例や逆に不鮮明化した例なども報告された。

その他の種目の一例報告としてはラグビー試合中における頸髄損傷の1例や最近みられたスポーツ選手の頸椎脱臼についてと題してスポーツにおける脊椎障害の発生メカニズムなどが報告された。また投球動作による肘関節障害についてとして主に治療成績が報告された。このように調査も年月を経るにしたがってしだいに大きな部門から細かな種目別へと調査対象が移り、昭和57年には陸上競技のなかでも跳躍種目のみに着目され、大学跳躍選手の足関節捻挫と題して特に走り高跳び選手の慢性の足関節の痛みは背面跳びになってからで、主に踏み切り足の肢位が関係していると報告され、さらに16mmカメラの動作分析から踏み切り足とその1歩前の足の肢位との関係が痛みに関与すると報告された。

体操競技においても上腕三頭筋腱の皮下断裂を来した症例や両側の大腿直筋ヘルニアを起こした症例などが報告された。

大学柔道選手についても障害調査が行われ、その中で肘関節の症状は組み手のうちのつり手に多く発生し、技との関係では背負投を得意とする者が多く、またX線所見でも一般人よりはるかに強い骨棘形成がみられたと報告された。膝関節の障害では靭帯損傷は組手との関係においては右組の場合に右膝に多く、得意技と組手との関係では右組手のかつきぎ技の場合に右膝に、はね技では逆に左膝に多いと報告されている。腰部の障害では分離症が軽・中量級に多発する傾向があり、体重別の得意技は軽量級の背負と内股、中量級の大外刈、重量級の払腰に分離症が多発する傾向があると報告された。

大学バレーボール選手の障害について男女間の障害発生之差が報告され、女子は男子に比べ肩の障害が多く、また全身的に障害をもつ傾向がアンケート結果よりみられた。また足関節は著明な不安定性を呈する者が多く、反復する捻挫のくり返しが主な原因と考えられると報告されている。

大学サッカー選手の足関節不安定性についても調査され、約半数の者は不安定性があり、この所見と自覚症状とに相関がみられたと述べられた。

また大学剣道選手についても足関節の不安定性は約10%程度みられ、バレー・サッカー・柔道な

どよりは低率であった。しかし剣道独特の構えから右踵部の痛みや左アキレス腱部の痛みの既往は多く、また母趾分裂種子骨が左足に多いことも報告された。

このように東海スポーツ研究会から始まったスポーツ検診活動は益々活発となり、その対象となるスポーツ種目もしだいに多くなっている。これら大学選手の検診以外にも伊勢原地区を中心とした少年野球チームの検診なども行われており、その結果の報告とともに地域スポーツの指導者たちへのスポーツ医学的な諸問題の啓蒙にも努めている。

昭和60年度からは整形外科の外来診療部門に新たにスポーツ整形外科外来が開設され、ここへは大学スポーツ選手のみならず、広く小・中学生・高校生・実業団さらに一般のスポーツ愛好家などの受診があり、スポーツ障害の治療ばかりでなく、トレーニングプランや栄養管理まで広くアドバイスを受けられるようになっている。

以上が我が東海大学整形外科学教室におけるスポーツ医学の足跡と現状のあらましであるが、これをさらに実り豊かな未来へと結びつけたいと願うものである。

主なスポーツ関連の発表論文

発表年度	発表演題名	発表者	掲載雑誌・学術誌
1980年	第一中足骨種子骨分裂例の検討	町田信夫ほか	整形・災害外科23巻
1981年	ラグビー試合中における頸髄損傷の1例	野口隆敏ほか	東日本スポーツ医学研究会誌第2巻
	最近みられたスポーツ選手の頸椎脱臼について	有馬 亨ほか	第3巻
1982年	投球動作による肘関節障害について	岡 義範ほか	第5巻
	大学随上部員の腰椎分離について	野口隆敏ほか	第5巻
1983年	スポーツ選手にみられる母趾種子骨障害	町田信夫ほか	整形・災害外科12巻
	東海大学随上部員の腰痛調査	野口隆敏ほか	整形外科スポーツ医学会誌 vol. 1
1984年	体操選手における上腕三頭筋皮下断裂の1例	寺田 洋ほか	東日本スポーツ医学研究会誌第4巻
	大学跳躍選手にみられる足関節障害について	中村 豊ほか	第5巻
1985年	大学跳躍選手の足関節捻挫	中村 豊ほか	整形外科スポーツ医学会誌 vol. 3
	走り高跳び選手の足関節障害	中村 豊ほか	季刊関節外科、臨時増刊号 No. 1
1986年	少年野球における投球障害	中村 豊ほか	整形・災害外科28巻
	体操競技における両側大腿直筋ヘルニアの1例	中村 豊ほか	臨床スポーツ医学 vol. 2 増刊号
1987年	一流大学柔道選手を中心とした柔道の膝関節障害について	竹内秀樹ほか	第5巻
	大学随上部員の腰部障害について	野口隆敏ほか	vol. 3 別冊
1988年	柔道選手の肘関節障害	中村 豊ほか	第5巻
	高校・大学柔道選手における肘関節障害	中村 豊ほか	整形・災害外科29巻
1989年	少年野球における肘関節障害の治療	岡 義範ほか	整形外科スポーツ医学会誌 vol. 6
	大学女子バレーボール選手のスポーツ障害	中村 豊ほか	第5巻
1990年	大学柔道選手の足関節障害について	竹内秀樹ほか	臨床スポーツ vol. 4 別冊
	大学女子バレーボール選手における腰・膝・足関節の障害	中村 豊ほか	第5巻
1991年	柔道における外傷・障害	中村 豊ほか	J.J. SPORTS SCI. vol. 6
	大学柔道選手の膝関節手術例について	竹内秀樹ほか	日本整形外科スポーツ医学会誌 vol. 7
1992年	大学柔道部員の腰椎分離について	山路修身ほか	第5巻

# 心理学関連領域の研究

体育学部社会体育学科 教授

今村 義正

スポーツ医・科学研究に対して、強力なはずみをつけたインパクトとして、松井秀治（財団法人スポーツ医・科学研究所長）は、次の3つを挙げている。

- ①競技力の向上—人間のスポーツ的能力の限界への挑戦
- ②成人病の予防と治療—文明病としての運動不足病の克服
- ③スポーツ活動人口増への対応—スポーツの大衆化と多様化への備え

以上の3つの面と関連させて、本学体育学部における心理学領域の研究を考察すると、当然なことであるが、競技力の向上に関連した研究が多い。本学のスポーツ医科学研究所の目ざす、スポーツ・運動および、それに関連する健康の維持向上等に関する心理学的アプローチは、極めて少ない。

ここ数年の間病因や治療、身体的疾患の予防における心理的要因の役割についての実験的、経験的な文献が急増し、単にメンタルヘルスということだけでなく、健康に関する専門家としての心理学者の役割が広がってきた。この急増している心理学と医学の連携は、生理・心理・社会的モデルを支持している研究の成果である。

高度技術化社会が開花している日本で、人間の幸福と健康について、改めて考え直されているのが今日である。前述の松井の挙げた、成人病の予防と治療、スポーツ活動人口増への対応と関連して、スポーツ・運動への心理学的アプローチは極めて重要なものとなろう。

競技力向上に関する心理学的研究に関しては、ソヴェト連邦、東ドイツ並びにアメリカを中心に、研究されてきた。1960年頃から、トップスポーツ

だけでなく、スポーツの大衆化が進み、国民的支持を得たスポーツ振興政策が、各国で実施されるようになり、これに伴って身体活動一般をスポーツとしてとらえ、体育の手段として考えるだけでなく、広く社会・文化的現象としてとらえるようになった。今やスポーツは重要な社会・文化的現象で、生活の中でスポーツと無関係にいるわけにはいかなくなっている。

わが国でも1960年の体育心理学分科会の発足、1973年の日本スポーツ心理学会の設立によって、研究の推進がはかられた。しかし傾向としては、競技力の向上に関連した領域の研究が主流をなしている。

本学の研究も、その傾向は同じで、特に多いのはスポーツ適性の面から、運動選手のパーソナリティの研究が比較的多く目につく。最近の主要なものとしては「陸上競技選手の性格特性（小村他）」、「柔道選手の技術上達に関連する性格特性（佐藤他）」、「football選手の性格特性（山田他）」などが挙げられる。ここでは内田クレペリン作業検査、矢田部ギルフォード検査、16PFなどのパーソナリティ検査が使用され、種目、役割別の特性や精神健康度が検討されている。

また、「運動イメージの明瞭性（高野）」、「サッカーのゴールキーパーの予測（鈴木）」、運動学習に関連して「内的動機づけ（佐々木）」や「イメージ・トレーニング（内山）」などの研究も進められている。

古くから言われてきたことでもあるが、ライフスタイルや行動傾向や関連精神過程の身体機能への影響についての最近の多くの研究や身体的異常や病気を生物的・心理的・社会的システムの混乱

とする最近の考え方は、生物、心理、社会的な展望を再び問い直す大きな起動力となっている。この新しく開発された行動医学の領域から、スポー

ツ・運動および、それに関連した研究の推進こそ、今後、さらに一層の努力すべき面であろう。

## 物理屋の期待と不安

理学部物理学科 教授

真下 悟

1960年代半ばまでは私が専門としていた高分子物理学という言葉にはまだ斬新な響けがありました。当時はプラスチックやナイロンなど人工的に造られた新素材の性質を分子レベルで取扱う物理学という意味で広く受取られていました。また遺伝子や蛋白質など天然の高分子を含めて巨大分子科学などとユニークな名前と呼ぶことにもなりました。この分野のその後の発展は目覚しく、分子生物学などとも結びついてさらに進歩して来たことはよく知られております。いまだに巨大分子科学とか分子生物学という言葉には新しい科学のいぶきを感じられます。

スポーツ医科学という言葉にもなにかしら新しい総合科学といったユニークなものを感じます。スポーツから医学にまたがり、心理学や社会学さらには物理や化学を取り込んだ広くて深い複合科学があるのかも知れませんが、私自身スポーツ医科学がどんな科学なのか知りませんが、ただ単にスポーツを強くするという目的で始められた科学ではないと考えております。

さて私の研究テーマは高分子物理学から生体高分子物理学、いまでは生体中での水の構造と物性というふうに移って来ています。現在のテーマである生体結合水が理学部の研究テーマのなかではスポーツ医科学に近いのではなかろうかという全くの当推量により、スポーツ医科学研究所のメンバーに推薦されたという次第です。この新しい科学に大いなる進歩発展が期待できるのは疑いの余地がありません。しかし私にどれほどの貢献が期

待できるのかを考えると全く不安でいっぱいになってしまいます。

水が生体組織に取付きますと特有な構造を持ちます。その水の動きは遅く、通常の水と比べ100倍もゆっくりしております。この水を結合水と呼んでおります。この結合水の量によってDNAなどの生体高分子はその形（コンフォーメーション）を変えます。結合水は生体の構造維持、さらには生命維持にとって極めて重要であるといえます。私はDNA、蛋白質、生体膜などの結合水についての研究を電気緩和スペクトルを測定することにより行っております。最近生体表面に触れるだけでこのスペクトルを測定することのできる方法および装置を開発しました。現在では生物の持つ結合水の情報を生きているままで得ることが簡単になってきました。私はこの方法がスポーツ医科学と結びつけばという期待と、何をやったらよいかという不安に挟まれております。

本来物理屋はスポーツ医科学のプロジェクトのなかで何を受持つべきかを考えてみたとき、私の興味ではなく、プロジェクトに必要な基礎部門を受持つべきであると思われませんが、どうも私の役目ではないような気がします。今後所員の皆様の御指導によりスポーツ医科学に少しでも役に立てればと考えております。いつでも研究遂行には多くの人々の協力が必要ですが、特にスポーツ医科学のような分野では私共物理屋だけではどうしようもありません。皆様の御協力をこいねがう次第です。



# 陸上短距離走の光学計測について

(ソウルオリンピックでのカール・ルイスとベン・ジョンソンの対決から)

開発技術研究所 教授

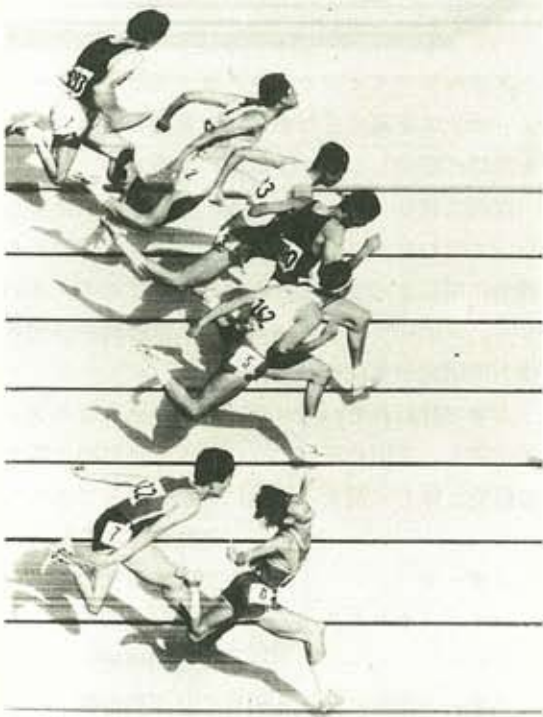
山本 芳孝

久しぶりに東西両地域からの参加が実現し、参加国数も新記録となった第24回ソウルオリンピックで数々の新記録が生まれた。その中に特に世界の人々が注目し、「アッ」と驚かされた競技が男子100mであった。すなわち競技開始以前からカール・ルイス（米国）とベン・ジョンソン（カナダ）の対決は注目されていた。9月24日の決勝でスタートからうまく飛び出したジョンソンがリードを広げ、他の選手をよせつけない圧倒的な強さを見せてゴールイン、結果は9.79秒の驚異的な新記録で優勝した……かに見えたが競技終了後に行われたドーピング検査でアナボリックステロイド（筋肉増強剤）の使用と判定され、27日に金メダル剥奪、記録抹消および今大会からの追放という厳しい処置が発表され、その結果カール・ルイスが繰上げ第一位となり、記録は9.92秒であった。この競技は世界中のファンが衛星中継のテレビで観戦し、0.13秒の大差は誰でも見ていてはつきり確認された。しかし、3着のクリスティー（英国、後に2着と訂正）と4着のスミス（米国、後に3着と訂正）は肉眼では判定が困難であろう。両者の時間差は0.02秒と記録されている。

ゴールでの着順判定計測装置の1つとしてスリットカメラが作られており、客観的な判定に重要な役割を果たしている。特に旧来行われていたストップウォッチでは時間計測精度、安定性、熟練度、客観性等に不安があり、1/100秒の差を正確に検出出来るには相当の熟練を要すると考えられていたが、着順判定装置はこれらの不安が解消され、もし着順判定に批判が出て、得られる画像はこの批判に対して圧倒的な説得力を持っていると考えられる。具体的な性能をスイスオメガ社のフォ

トスプリント OPS-2の例で示すとスリット最小幅0.1mm、掃引速度160mm/秒、時間基準時計10 KHz、これらを総合すれば時間精度の上からは1/1,000秒の精度はあると考えられる。

一方、空間的な解像度からはどのくらいの精度が必要なのであろうか？ 男子100mトラックの平均速度は100mを約10秒……すなわち1秒当り10mである。ゴールでもこの速度を維持していると、画像上実寸法で1cmの差は識別出来ると仮定すると必要な時間精度は(0.01/10)秒=0.001秒、すなわち千分の1秒となり、現在発表している百分の1秒単位では精度不足ではないかと考える。



ちなみに現在の百分の1秒表示では5cm以内の差は同時刻とされてしまう事になる。

着順判定と時間計測に先に述べた客観性の高い機器を導入することは競技参加者にとっても安心して競技に専念できる。しかし経済的な面から全ての競技団体や教育機関が導入することは困難であろうと思われる。これに対して最近、CCDラインセンサーを組み込んだスリットカメラ形式の電子式画像記録システムが開発されつつある。これは取扱が容易、維持費が低廉、即時再生可、画像を数カ所で同時観測可等の特徴を持っており、簡易型として利用可能と考えられる。

さて、カール・ルイスとベン・ジョンソン、どちらが本当に早いのか？ 2人が100mに要した

真の時間を画像計測するのにゴールでは1/1,000秒程度の計測はさほど困難ではない、しかし測定が難しいのはスタート判定ではないか？ でもスタート時に画像を用いた位置測定での判定（スタート時にスタートラインを越えていないことを画像判定する）をやっていないのではないかと私は秘かに考えている。

注①スリットカメラとは狭い直線上の視野だけを連続的に記録する方式のカメラで、矩形の画面の縦方向は直線状の視野であるが横方向は時間の経過を示している。

②資料はニシスポーツ機によるスリットカメラ記録例（画像の下端に1/100秒間隔の時間目盛りが見られる）

## 東海大学におけるスポーツ医学研究の現状 ——スポーツバイオメカニクスの立場から——

体育学部体育学科 教授

古谷 嘉邦

スポーツバイオメカニクスは、スポーツのパフォーマンスを高めるために、生体面とメカニクスを同時に研究しようとするものである。

以前に猪飼は、 $P=C\sqrt{E}(M)$ という式を発表した。すなわち、パフォーマンスは技術と体力と心理的作用によって決まるということである。そのうち、スポーツバイオメカニクスは技術的研究と体力的研究が主に行われている。

本学で行われているスポーツバイオメカニクスの研究も、下図に示すようにスポーツ技術に関する研究と体力に関する研究に大別できるであろう。



スポーツ技術に関する研究では運動形態、すなわち、16mmフィルムによる運動フォームの分析が主に行われているが、今日の世界的傾向としては、

高速ビデオとコンピューターの組合せによって、三次元的分析が極めて効率的に行われている。

また運動中にどのような力を発揮しているかを知るために、力学的研究も技術を研究する上で重要な要素である。筋肉そのものの収縮力を測定することは極めて困難なことであるが、エレクトロニクスを利用したセンサーによって、運動中の地面反力や推進力の測定が可能になる。さらに運動技術は固定的なものではなく、ルールや用具、あるいは競技者の体力によって変化するものである。例えば竹の棒を用いて行っていた棒高とびの技術と、現在行われているグラスファイバーを用いた技術とは大きな異なりが生じている。したがってルールに反しない範囲で新しい用具を開発することも、スポーツバイオメカニクスの課題である。

体力に関する研究は心肺機能や筋力の測定、トレーニング方法などの研究が進められている。

現在本学で行われている筋力測定は、Isomet-

ricsの状態測定しているが、重要なことは実際のプレー中にどれだけの筋力を発揮しているかということである。すなわち動的筋力の測定が必要なのである。そのためには Isokinetics の状態で測定できる機具の開発も進めなければならない。またトレーニングにおいても、このような機具が必要である。

以上述べたようにスポーツ医科学の研究領域は、スポーツバイオメカニクスの立場だけからみても

極めて広い。

幸い本学は総合大学である。このことは総合科学であるスポーツ医科学の研究にとって大変好都合であり、他大学ではできない研究が可能になるであろう。この意味で本年スポーツ医科学研究所が設立されたことは意義深いものである。

本学におけるスポーツ医科学の研究は、総合大学の利をもって、学際的な研究を進め、新しい分野の開拓を図らなければならないと思う。

## クロマトグラフィーとスポーツ医科学

工学部工業化学科 助教授

本間 隆夫

### ■はじめに

1988年ソウル五輪は多くの新記録と話題を残して歴史の一頁となった。

「人類で一番速い男を競う」というタイトルで競技前から多くの人々を引きつけ、9月24日の男子百メートル決勝で右手を高くあげゴールした誇らしい顔のベン・ジョンソン、この日から三日後に彼について衝撃的報道が世界を駆け回った。「カナダのベン・ジョンソンは、禁止されている薬物使用により失格、金メダルを剥奪、記録も抹消。国際陸連も、今後二年間、国際試合への出場資格停止を決定した。」

1967年 IOC (International Olympic Committee) 医事委員会ではドーピング (Doping) に対する IOC の考え方を明確にし、ドープリストを作り、ドーピングコントロールの規則を確立し、'68年のグルノーブル冬季五輪から規制に乗り出した<sup>1)</sup>。ソウル五輪での対象薬物は、精神運動刺激剤、交感神経刺激剤、各種の中樞神経系統刺激剤、麻酔性の鎮痛剤、アナボリック・ステロイドの五項目103品目にのぼる。百種類を超す薬物の検査方法は、競技終了後30分以内に採尿し、クロマトグ

ラフィー法により分析されるがその分析時間は2時間を超えない速さである。分離技術としてのクロマトグラフィーは現在、高感度、迅速定量法として目覚ましい発達をとげ、臨床化学分析、無機化学、有機化学から環境化学の分野にまで利用されている。

### ■HPLC (High Performance Liquid Chromatography) の発達<sup>2)</sup>

クロマトグラフィーは80年の歴史を有する。今世紀の始め1906年にポーランドの植物学者 Tswett は植物の葉から抽出された色素を、炭酸カルシウムの粉末を詰めたガラス管の上端から、石油エーテルに溶かした少量の試料を注入し、石油エーテルで展開することによって、試料中の色素が分離していくつかの着色帯(クロマトグラム)が観察され、その着色帯を取り出し、そこから抽出された色素について定性分析を行った。この分離法が「色」と「しるす」という意味のギリシャ語にちなんでクロマトグラフィーと名づけられ、Tswett がクロマトグラフィーの創始者といわれている。

1931年 Kuhn がカロチノイド色素の分離に応用

し、成功して以来とみに利用され、1940年代には Martin らによって開拓されたペーパークロマトグラフィー (PC) によるアミノ酸分析にノーベル化学賞 (1952年) の受賞でさらに発達し、1952年には同じ Martin によりガスクロマトグラフィー (GC) が考案され、1956年に GC の速度論が出されカラムの理論段高に及ぼすカラム条件と移動相の流速の関係を明確にし、GC が1950年代に大きく進歩した。

1958年に Stahl により濾紙の代わりに固定相として吸着剤の粉末をガラス板上に塗布した薄層状として使用する方法が考えられ薄層クロマトグラフィー (TLC) として普及した。TLC は PC よりも分離が良く、分離時間の短縮さらに微量の分取にも利用できる特長があり広く用いられ、現在は固定相の改善により高性能薄層クロマトグラフィー (HPTLC) が開発された。

カラム液体クロマトグラフィー (CLC) の歴史は GC より古いがこれらはいずれも物質の分離精製手段として用いられてきた。イオン交換樹脂が市販で得られるようになった1940年以降イオン交換クロマト、1960年代にはゲルクロマトグラフィーさらに1968年にアフィニティクロマトグラフィーと登場した。CLC は物質の移動が遅く、カラム中での平衡成立に時間がかかり、移動相の流速を大きくすると理論段数が低下するので高速化は困難であると考えられていた。しかし、1960年代の終りころ微粒子径 ( $30\mu\text{m}$ ) のガラス球の表面に薄層状のシリカゲル系固定相を付着させた充てん剤が開発され、CLC は分離の高速化が達成され、1970年に入り液体クロマトグラフィーの充てん剤に画期的な進歩がもたらされた。全多孔性の  $5\sim 10\mu\text{m}$  の粒子径のシリカゲルやその表面に各種の官能基を化学結合させた充てん剤をステンレス管に詰めた高性能カラム、各種高感度検出器が開発され、CLC は HPLC として目覚ましい進歩を遂げた。

HPLC の進歩は上述のように充てん剤の開発により数時間以上かかった LC を分オーダーまで縮めることに成功したが、この充てん剤は吸着量

があまりにも少なかったので吸着量の大きい全多孔性充てん剤に移行した。全多孔性充てん剤の代表的なものなかでも、ポラスポリマー、ポラスカーボンがわが国が世界で最初に開発に成功した充てん剤である。充てん剤の開発と同時に、微量の溶媒を数百 $\text{kg}/\text{cm}^2$  の高压で安定に送液できるポンプや、微小内容積の検出器の開発技術等も高く評価されなければならない。これらの技術と同時に周辺技術としてのコンピューターによる装置の自動制御、データの迅速な解析や処理技術などがさらに性能を向上させた。

最近の HPLC は、種々の固定相充てん剤が各メーカーによって開発され、充てん剤の微粒子化も進み  $5\sim 3\mu\text{m}$  程度の粒子径のものが実用化されている。微量分析を目的とするカラムの開発、それらの検出器の開発など最先端の化学の分野で重要な役割を果たしている。

## ■おわりに

日本化学会発行の「化学と工業」がクロマトグラフィーを特集したのが1984年5月号で、日本分析化学会が生体成分の高速液体クロマトグラフィーの特集を掲載したのが同年の7月号であった。

クロマトグラフィーの80年の歴史の中で HPLC はその四分の一の歴史であるが現在は主役となった。現在わが国で発行されている HPLC のデータの中で化合物として五千種近いデータを掲載している「液体クロマトグラフ研究会データ集積委員会編」のデータ集を見ることができる。混合物を分離し、同定、定量することは化学の立場で解明しなければならない問題はまだまだ多く残されている、特にスポーツ医学の分野では多くの問題を解決しなければならないが現在の臨床化学分析の知識や、化学の各分野の研究者の協力で発展するであろう。

## 参考文献

- 1) 化学と工業 第37巻第8号(1984) 日本化学会編 p. 544~546
- 2) 化学と工業 第37巻第5号(1984) 日本化学会編 p. 281~313

## 長距離走に対するエネルギー供給

スポーツ医科学研究所所員  
医学部生理学教室

寺尾 保

私は、箱根駅伝の大ファンである。一昨年のテレビ放映から、全国でもファンが急増し正月でも高視聴率を挙げているのも現状である。私もその一人で、郷里の福井でテレビ観戦をしている。しかし、地方の田舎であるため、テレビ放映は午後からであり、もうすでにおそし東海大学のランナーは画面に登場しない。ファンである限りいつの日か我が「東海大学」の四文字に包まれたランナーが、鐘や太鼓が鳴り響き、紙吹雪が舞い、校歌合唱の中、箱根の芦ノ湖畔のゴール（往路）及び読売新聞社のゴール（復路）を“高々と両手を挙げ”テープを切る姿がテレビに映し出されるのを夢見ているのである。そこで、東海大学におけるスポーツ医科学研究の動向として、この紙面では駅伝に関連のある長距離走に絞り、運動に対するエネルギー供給の面からの展望を述べてみたい。

運動時のエネルギー源となる栄養素は、糖質、脂質及び蛋白質の3大栄養素である。それぞれ1gが燃焼すると糖質は4 Kcal、脂質は9 Kcal、蛋白質は4 Kcalのエネルギーを産生する。しかし、一般に断食のような場合を除き、蛋白質からのエネルギーは僅かで、主に糖質と脂質からのエネルギーを利用する。この際、両者の栄養素によるエネルギーは、運動の種類、その強度、持続時間、休息时间などによってその利用の度が異なってくる。

運動の基本となる筋収縮の直接のエネルギーは、筋肉内の高エネルギー磷酸化合物から供給される。その代表的なものがアデノシン三磷酸（adenosin triphosphate, ATP）とクレアチン磷酸（creatine phosphate, Cr.P）である。ATPは、アデノシン二磷酸（adenosin diphosphate, ADP）、さらにア

デノシン一磷酸（adenosin monophosphate, AMP）に分解されるとき、また、Cr.Pから磷酸が放れるときにエネルギーを産生する。エネルギー発生からみると、運動は、その強度や持続時間の相違によって無酸素（無気）的運動と有酸素（有気）的運動とに区別される。

酸素の供給が不十分な短距離走の場合には、脂質はエネルギー源として利用されず、糖質のみが利用される。すなわち、解糖過程によってグリコーゲンまたはブドウ糖が分解してピルビン酸を経て乳酸となる。この過程で、わずかなATPが産生される（無酸素的運動）。この際、筋肉および血液中の乳酸は、急激に増加する。通常、筋肉中乳酸量が0.3%に達すると筋の収縮弛緩が妨げられ、運動継続が不可能になる。一方、酸素の供給が十分な長距離走では、糖質と脂質がアセチルCoAを経てクエン酸となるKrebs回路と電子伝達系によって、多量のATPが産生され、これが筋にエネルギーを供給する（有酸素的運動）。そこで、有酸素的運動の能力は、体内への酸素の取り込む量、すなわち酸素摂取量によって評価され、この最大値（最大酸素摂取量）が大きいほど、エネルギーの産生速度が大きく、それだけ長時間の運動が可能となる。運動生理学の立場から、最大酸素摂取量が有酸素的運動能力の指標として測定されている。

実際に長距離走のスピードの基準として、当然、そのランナーが十分に酸素を摂取して有酸素的運動の出来る最大限のスピードが望ましいことである。漸増負荷法により運動強度を増加した場合に、あるレベルを越えると有酸素的エネルギー供給から無酸素的エネルギー供給へと代謝が進行する。

この閾値を無酸素的作業閾値 (anaerobic threshold, AT)と呼ぶ。すなわち、ある程度の運動強度までは筋肉および血液中の乳酸が殆ど増加せず完全に有酸素的運動の範囲にあるが、それを越えると、乳酸が漸次に増加してくる。このATには個人差がある。例えば、最大酸素摂取量の等しい二人のランナーが、仮に最大酸素摂取量の70%の運動を行った場合、乳酸が増加せず長時間にわたって運動が可能なランナーと、筋肉および血液中の乳酸が次第に増加して運動継続が不可能なランナーとが出現することもある。すなわち、有酸素的運動能力の指標としては、最大酸素摂取量の大きさのみならず、どの程度の強度から筋肉および血液中の乳酸が増加し始めるかを知ることも重要である。以上の事柄から、最大酸素摂取量、ATの測定は、長距離ランナーとしての運動生理学的能力がどのくらいのレベルにあり、どのくらいのスピードで走れば最も経済的であるか。また、現在行っているトレーニングが効果的に進んでいるか否かを把握するためにも、定期的にこれらの運動生理学的測定をすることが必要条件となってくる。

次に、長距離ランナーの競技力向上と栄養との関係が問題とされる。長距離走を行えば、種々の臓器組織が働かれ、それに見合ったエネルギーの消費があるわけである。この消費されたエネルギーを補給し、さらには、それらの臓器組織の機能向上をはかり、エネルギーの蓄積を行うためには、バランスの取れた適切な栄養の補給が必要である。国際および国内の競技大会に参加するランナーたちの競技力向上に、トレーニングの重要性は十分に認識されているにも拘らず、栄養の問題が軽視されがちである。毎日の長時間運動によって体を消耗させてはまったく意味のないことであり、選手一人一人に適切な栄養補給が行われてこそ、前述の運動生理学的能力の維持、向上は基より競技としてその勝敗の有無に通じることになるわけである。そこで、実際に栄養学的に考える場合、トレーニング期間中、一日の長時間にわたる持久的運動後、いかに速やかに運動によって消費されたエネルギーを補給できるか、また、競技前、

エネルギーをいかに効率よく保存しておくかが問題になる。さらに、競技中、脂質のエネルギー代謝を促進させ、筋肉および肝臓グリコーゲンの消費節約をもたらし、スタミナを高めておくことも必要であろう。これらの事柄は、競技前できるだけ肝臓および筋肉中のグリコーゲン含量を高めておくことを示していよう。一例として、競技開始の数日前から運動量を減少し、糖質を多量に摂取すること(グリコーゲン・ローディング)によって運動遂行能力の促進したことが報告されている。また、運動中には脂質のエネルギー代謝を促進させることは、有酸素的運動能を高めるのに有効であり、これらを実現するために栄養学の面からの研究も必要条件となってくる。

長期間にわたり長距離走を行う場合には、エネルギー源を適切に摂取するほか、ビタミン、ミネラルなども不足しないように摂取し、身体の機能を常にベストコンディションに保持するよう心がけるべきである。このためには、トレーニングプログラムにあった補給、個々のランナーの鍛練度や疲労度から補給の工夫もなされるべきである。

以上、スポーツ医科学研究の動向を長距離走に対するエネルギー供給の面から述べてきたが、競技力向上をより明確なものにするためには、今後、スポーツ医科学研究を現場に還元できるようにスポーツ医科学研究者と選手、コーチとの密接な連絡協同のもとで行えるように努力して行きたいと考えている。



---

# 肥満症に対する運動療法： 実験的肥満ラットの体重および 脂質代謝に対する walking の効果

寺尾 保 (医学部生理学教室Ⅲ)      藤瀬 武彦 (医学部生理学教室Ⅲ)  
白石 武昌 (医学部生理学教室Ⅰ)      三田 信孝 (体育学部解剖学研究室)  
山下 泰裕 (体育学部武道学科柔道学研究室)      真下 悟 (理学部物理学科)  
本間 隆夫 (工学部工業化学科)      今村 義正 (体育学部心理学研究室)  
佐藤 宣践 (体育学部武道学科柔道学研究室)      中野 昭一 (医学部生理学教室Ⅲ)

---

Exercise treatment for obesity :  
effects of walking exercise on body weight and lipid metabolism  
in experimental obese rats.

Tamotsu TERAOU, Takehiko FUJISE, Takemasa SHIRAISHI, Nobutaka MITA,  
Yasuhiro YAMASHITA, Satoru MASHIMO, Takao HONMA, Yoshimasa IMAMURA,  
Nobuyuki SATO and Shoichi NAKANO,

## Abstract

The present study attempted to demonstrate the effects of walking exercise on body weight, lipid metabolism and serum enzymes in experimental obesities induced by ventromedial hypothalamic (VMH) lesions. The rats were then divided into VMH-lesioned and Sham operated sedentary groups (Sham-S). After 3 weeks, VMH-lesioned rats were then divided into a treadmill walking group (VMH-W, 10m/min, 60min) and a sedentary group (VMH-S) for 6 weeks. The body weights at the end of the experiments were remarkably greater ( $P < 0.01$ ) in VMH-W and S than that Sham-S. The body weight in VMH-W was significantly lower ( $P < 0.05$ ) than that in VMH-S. The concentration of serum triglyceride (TG) in VMH-S was markedly higher ( $P < 0.05$ ) than that in Sham-S. The serum TG in VMH-W tended to be lower than that in VMH-S. Changes in the serum cholesterol (Cho) was also similar to those of serum TG. Hepatic TG and Cho in VMH-S and W were significantly higher than Sham-S. The serum glutamic pyruvic transaminase and cholinesterase in VMH-W and S were markedly higher ( $P < 0.01$ ) than those of Sham-S. It is thus concluded that walking exercise might be effective in body weight and lipid increasing metabolism normalizing, and it also may be used effectively in the body weight reduction and/or clinical treatment for obesity.

## I 緒言

近年、肥満（症）の予防およびその改善を目的として、身体運動の必要性が論じられている。事実、長期間の持久的運動は、体重の減少<sup>31)4)15)</sup>をきたさせ、血中脂質濃度の低下<sup>3)28)29)</sup>、さらには抗動脈硬化的に作用するといわれている血中 high density lipoprotein cholesterol (HDL-Cho) 濃度を増加<sup>13)14)24)30)</sup>させるなどという報告も行われている。しかし一方では、減量や肥満予防のためにやっているジョギング中の突然死や、過度の運動負荷によって心臓血管系に負担をかけ、その障害を招来したとする報告もされている<sup>18)35)</sup>。したがって、必ずしもすべての例に長期持久的運動を推奨できないことも事実であろう。これらのことは、肥満（症）や高脂血症、動脈硬化などの予防、改善を目的として行われる「運動」について、その運動種目や運動強度の設定が非常に大きな意義を持っている。実際に、近年、激度の長期持久的運動としての running よりも軽度の walking による心臓血管系に対する効果が注目されてきているのである。

さて、私たちは、数年来、「運動」の脂質・リポ蛋白代謝に関する研究を行ってきており<sup>30)31)32)33)</sup>、

実験的脂肪肝ラットに、長期間、同一の仕事量の運動を運動強度別に行わせた場合、運動強度が低く長時間持続できる walking のような運動の方が、運動強度が高く短時間しか行えないような運動よりも、脂質・リポ蛋白代謝の改善に、より適切な効果を及ぼしたことを報告している<sup>34)</sup>。

本報告は、その一環として行ったもので肥満（症）に対する運動療法の効果を検討した実験の1つで、実験的肥満運動として、視床下部性肥満ラットを用い、長期間にわたり walking を行わせ、体重及び脂質代謝、さらには、血清諸酵素活性にどのような影響を与えるか追究した。

## II 実験方法

### 1. 実験動物および実験条件

実験動物は、Wistar 系雌性ラット(体重 約250 g)を用い、両側視床下部腹内側核を電気凝固法により実験的肥満ラットを作成した。この手術は、約18~20時間の絶食後、Nembutal(30mg/kg, i.p.)麻酔下で、脳固定装置(成茂、SN-20)に固定(stereotaxic coordinate)し、保温器にて体温を約37°Cに保ち、頭皮を正中線で切開し、頭蓋骨を露出し、ラット用脳図譜<sup>12)</sup>を参照して、両側に歯科用ドリルで直径1mmの電極挿入のための穴を開けた。なお、VMHの位置は、Bregmaから後方2.2mm、側方0.7mm、頭頂骨表面から深さ9.5mmに設定した。両側VMH破壊は、先端2mmを除きカシューコーティングした直径300 $\mu$ mのステンレススティール製の同芯円電極を用いた。通電は、2mA、10秒間行った(VMH群)。なお、偽手術群として、VMH群と同一の手術手順で手術のみを行い通流を行わない群(Sham群)をつくった。電気凝固後、頭骨の穴をスポンジゲルで埋め、出血のないことを確認の後、頭皮を縫合し、型通り chemotherapy の後、それぞれ個々の飼育ケージで飼育した。術後、毎日体重測定を行い、3週間後、Sham群に比較して有意に体重増加が認められたものを抽出し、これらをさらに、walking (VMH-W)群と sedentary (VMH-S)群とに分

#### 1) Materials

Wistar Rats (Female, 250 g)

#### 2) Procedure

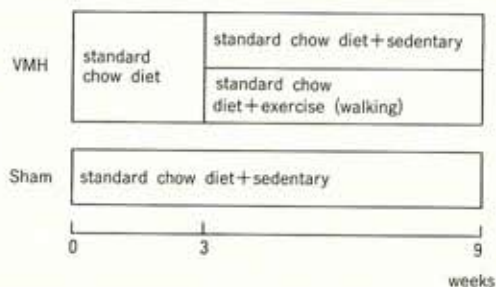


図1 実験材料および実験方法

Fig. 1 Materials and methods used in the study of the effects of walking exercise on body weight, lipid metabolism and serum enzymes in experimental obese rats induced by ventromedial hypothalamic (VMH) lesion.



けて Sham 群とともに実験を行った。運動負荷は、傾斜角 8 度に固定した 10 連式ラット用トレッドミルを用い、毎分 10m の速度で 1 日 60 分、週 5 回、6 週間行わせた。実験中の食餌は、3 群とも普通食 (日本クレア、CE-2) と水道水を自由摂取させた。採血は、実験開始前、3 週および 9 週後に、心臓穿刺を行い、採血後、屠殺して、肝臓を摘出した。

## 2. 測定項目とその測定法

### 1) 血清脂質

血清脂質測定は、酵素法によって行い、血清 triglyceride (TG) を TG kit-GN (日本商事) により血清 cholesterol (Cho) を TC kit-K (日本商事) により測定した。

### 2) 血清諸酵素

血清酵素は、glutamic oxaloacetic transaminase (GOT) および glutamic pyruvic transaminase (GPT) を GOT, GPT kit-S (日本商事)、cholinesterase (Ch-E) を Ch-E kit-N による酵素法によって測定した。

### 3) 肝臓脂質

肝臓は、摘出後、0.85% 食塩水で洗浄、水分を可及的に除去した後に秤量し、Folch et al. の方法<sup>6)</sup>によって総脂質を抽出した。総脂質は、thin layer chromatography (haptent: petroleum ether: glacial acetic acid=60:20:20:1) によって Cho ester, free Cho および TG に分画し、Kabara と Chen の方法<sup>10)</sup>を用いて定量した。

## III 実験成績

### 1. 実験条件による体重変動

VMH ラットに対する歩行運動 (walking) の影響を Fig. 2 に示した。実験方法の項で述べたごとく、VMH-S および VMH-W 群は、Sham 群に比し、術後 1 週より明らかに体重が増加し著明な差がみられた。なお、walking の効果は、運動開始とほとんど同時に現れ、S 群に比し、開始後 2 週目より有意な体重減少 ( $P < 0.05$ ) が実験終了後

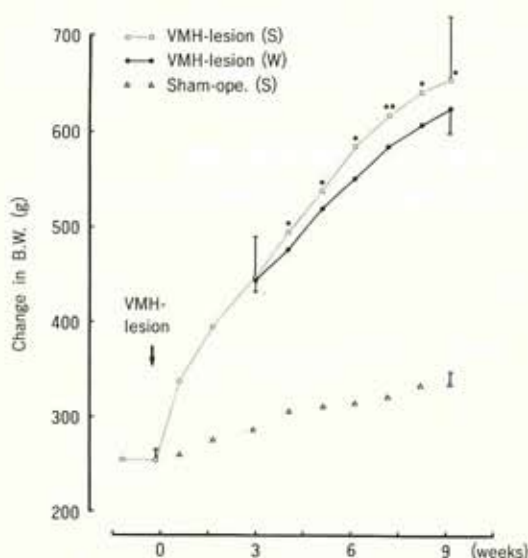


図2 体重の推移

Fig. 2 Changes in body weight in the experimental obese rats induced by ventromedial hypothalamic (VMH) lesion. The rats were then divided into VMH lesioned and Sham operated sedentary groups (Sham-S). After 3 weeks, VMH lesioned rats were then divided into treadmill walking group (VMH-W, 10m/min, 60min) and sedentary group (VMH-S) for 6 weeks. Values are expressed as means  $\pm$  SE. \* $P < 0.05$ .

(walking 開始から 6 週目)まで持続していた。実験終了時の各群の体重は、Sham 群:  $333 \pm 12$  g、VMH-W 群:  $626 \pm 28$  g、VMH-S 群:  $656 \pm 64$  g で、Sham 対 VMH-W および S は、 $P < 0.01$ 、VMH-W 対 VMH-S は、 $P < 0.05$  と、いずれも各個体内の偏差が大きいものの、有意差が認められた。なお、VMH の W 群と S 群とで 1 日当り摂食量には有意の差が認められなかった。

### 2. 血清脂質濃度の変動

各群の血清脂質濃度の経時的変動を Fig. 3 に示した。血清 TG は、VMH-S 群で 3 週後よりも 9 週後の方が増加傾向を示し、9 週後の Sham 群に比較して有意な増加を認めた ( $P < 0.05$ )。なお、VMH-W 群は、VMH-S 群に比較して低下傾向を示していた。血清 Cho も VMH-S 群では、3 週後よりも 9 週後の方が有意な増加 ( $P < 0.01$ ) を示し、Sham 群に比し有意な増加を認めた ( $P < 0.01$ )。また、血清 TG と同様に VMH-W 群の方

が VMH-S 群よりも低下傾向を示していたが、Sham 群との間には有意の差が認められなかった。

### 3. 肝臓における脂質組成の変動

各群の実験開始前、実験開始 3 週および 9 週後

における肝臓の脂質含有量の変動を Table 1 に示した。VMH 破壊 3 週後 (運動開始前) のラットでは、VMH 破壊前に比較して、TG が約 16mg/g と 3.6 倍の増加を示した。9 週終了後の VMH-S 群の TG は、実験開始前よりも約 11 倍の増加を示

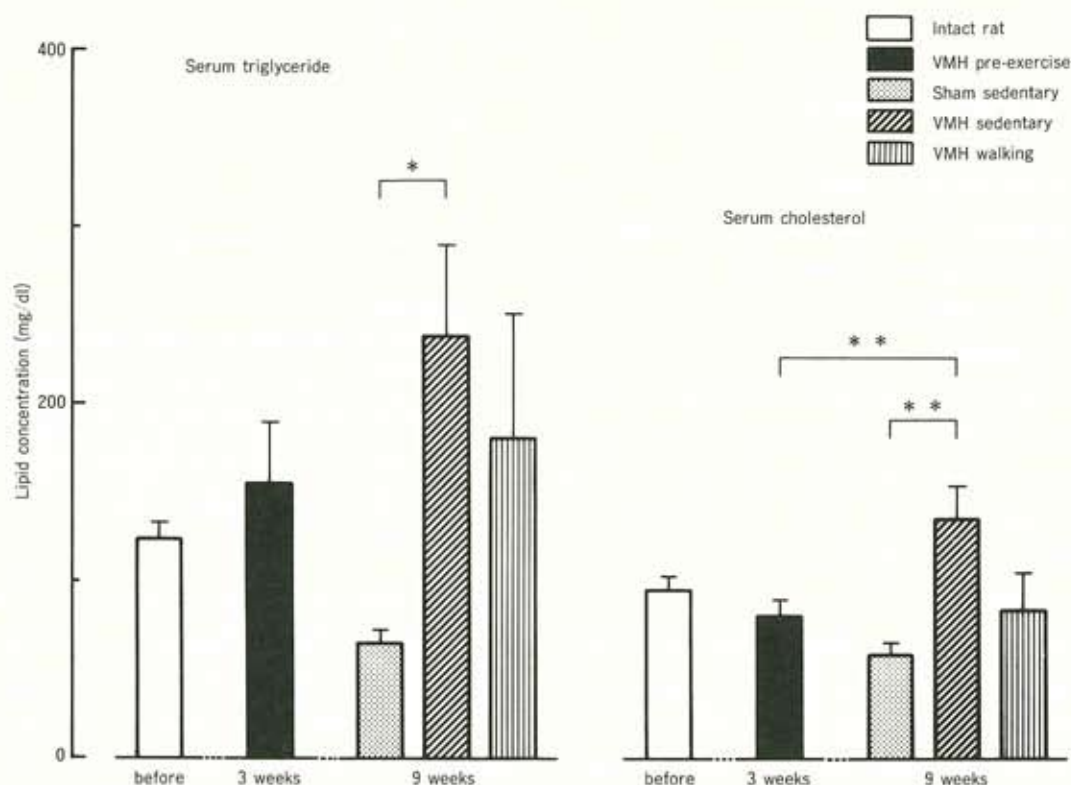


図3 血清 triglyceride および cholesterol 濃度の変動

Fig. 3 Changes in concentrations of serum triglyceride and cholesterol in the experimental obese rats induced by ventromedial hypothalamic (VMH) lesion.

Values are expressed as means  $\pm$  SE.

\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ .

表1 肝臓脂質含有量の変動

Table 1 Changes in hepatic lipid contents in the experimental obese rats induced by ventromedial hypothalamic (VMH) lesion.

	before (Intact rats)	3 weeks (VMH pre-exercise)	9 weeks		
			(Sham sedentary)	(VMH sedentary)	(VMH walking)
Total cholesterol (mg/g)	3.30 $\pm$ 0.25	2.99 $\pm$ 0.17	3.19 $\pm$ 0.12	6.09 $\pm$ 0.53**	6.10 $\pm$ 0.45**
Cholesterol ester (mg/g)	1.57 $\pm$ 0.14	1.29 $\pm$ 0.14	1.15 $\pm$ 0.11	3.45 $\pm$ 0.37**	3.63 $\pm$ 0.24**
Free cholesterol (mg/g)	1.73 $\pm$ 0.16	1.70 $\pm$ 0.10	2.04 $\pm$ 0.13	2.64 $\pm$ 0.31	2.47 $\pm$ 0.27
Triglyceride (mg/g)	4.40 $\pm$ 0.29	15.88 $\pm$ 3.91	4.42 $\pm$ 0.39	49.35 $\pm$ 18.18*	83.74 $\pm$ 28.51**

Values are expressed as means  $\pm$  SE.

\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$  with respect to the Sham sedentary group.

し、さらに、Sham群に比較しても有意の増加 ( $P < 0.05$ ) が認められていた。なお VMH-W 群の TG も、Sham群に比較して有意の増加 ( $P < 0.01$ ) を示し、さらに、VMH-S 群よりも増加の度が高い傾向を示していた。VMH の S および W 群の total Cho と Cho ester とは、Sham群に比較して、それぞれ 2 倍および 3 倍の値を示し、ともに有意の増加を認めた ( $P < 0.01$ )。

#### 4. 血清諸酵素の変動

Table 2 は、実験開始 9 週後における各群の血清諸酵素 (GOT、GPT、Ch-E) の平均値を示したものである。まず、GOT については、VMH-S および W 群が Sham 群より、やや高値を示したものの有意の差は認められなかった。しかし、GPT は、VMH-S および W 群が Sham 群に比較して、それぞれ有意な増加 ( $P < 0.05$ 、 $P < 0.01$ ) を示していた。さらに、Ch-E についても GPT と同様に Sham 群に比較して、VMH-S および W 群の方がそれぞれ有意の増加 ( $P < 0.05$ 、 $P < 0.05$ ) を示していた。また、VMH-S 群と VMH-W 群との間には、GOT、GPT および Ch-E のいずれも有意の差が認められなかった。

## IV 考察

今回は、肥満モデルとして、視床下部破壊による実験的肥満ラットを作成し、その肥満状態に対する運動、ことに walking の影響を検討した。VMH-S 群と VMH-W 群とでは、1 日の摂食量に差がないにもかかわらず W 群が S 群に比較して、有意の体重減少を認めたことから、walking が体重の増加度を抑制するものと考えられた。すなわち、長期間にわたる持続的運動が体脂肪量を減少せしめることは、高脂肪食群の中でも運動群の方が安静群よりも体脂肪率を有意に低下すること<sup>21)</sup>、肥満安静群に比較して肥満運動群の方が体脂肪量の減少を認めたこと<sup>14)22)</sup>、さらに、持続的運動によって脂肪細胞の大きさの減少と脂肪分解能の亢進がみられたこと<sup>15)16)19)</sup>などの報告からも肯定され

表 2 血清諸酵素の変動

Table 2 Changes in serum enzymes in the experimental obese rats induced by ventromedial hypothalamic (VMH) lesion.

	Sham sedentary	VMH sedentary	VMH walking
GOT (KU)	124.4±12.9	150.8±22.2	145.0±18.6
GPT (KU)	19.4± 1.5	47.8±10.3*	51.8± 8.2**
Ch-E(I.U/l)	183.0±29.8	455.6±95.5*	431.0±96.2*

GOT: glutamic oxaloacetic transaminase,

GPT: glutamic pyruvic transaminase,

Ch-E: cholinesterase,

Values are expressed as means ± SE.

\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$  with respect to the Sham sedentary group.

る事実である。従って、今回の視床下部性肥満動物の walking による体重の減少は、脂肪組織の脂肪分解能の亢進による体脂肪減少と体脂肪増加の抑制との作用によることが考えられよう。

一方、運動の血清脂質に及ぼす影響としては、VMH-S 群に比較して、VMH-W 群の方が血清 TG、Cho 濃度ともに低下傾向を示し、VMH ラットにみられる高脂血症を改善する傾向がみられていた。このことは、従来からいわれている長期間の中等度運動が血中脂質を低下させるという成績<sup>8)23)27)31)</sup>を支持するものである。さらに、walking による血清 TG および Cho 値の低下を、各リポ蛋白分画の変動からみると、私たちの一連の研究<sup>31)32)33)</sup>、Carlson et al.、Papadopoulos et al.<sup>20)</sup> および Seelbach et al.<sup>27)</sup> の報告でも TG-rich lipoprotein である chylomicron、あるいは very low density lipoprotein (VLDL) 中の TG および Cho が low density lipoprotein (LDL) と high density lipoprotein (HDL) に比較して著明に低下することから、今回の視床下部性肥満ラットにおいても VLDL 中の脂質の低下が血清脂質の変動に大きな影響を与えていることが考えられた。

次に、肝臓の脂質は、VMH-S および W 群が Sham 群に比較して、著明な TG の蓄積を認め、明らかに脂肪肝の像を呈していた。しかも VMH-W 群の方が、VMH-S 群よりも過剰な TG 蓄積を認めていた。従来、普通食あるいは高脂肪食を摂食させた条件下のラットの肝臓脂質、特に、TG に対する長期持続的運動の影響について多くの報告が

なされている。これらの結果は、運動の効果を認めるというもの<sup>17)23)</sup>、認めなかったという報告<sup>7)8)31)32)</sup>など必ずしも一致していない。しかし、本実験のごとく視床下部性肥満動物を用い長期持久的運動の影響を検討した報告はほとんどみられず、比較検討することはできなかった。しかも、今回の成績では、前述のように肝臓の脂質、特に TG が walking 運動によって安静群よりも増加傾向を示しており、従来の報告されてきている成績と異なっていた。この肝臓 TG の増加を血清 TG 変動との関係からみると、従来、視床下部性肥満ラットでは、Sham 群に比較して、肝臓からの TG 分泌速度を亢進させること<sup>29)</sup>が報告されている。したがって、この TG 分泌速度の亢進が血清 TG 濃度、特に、VLDL-TG 濃度の増加<sup>26)</sup>に関与していることが考えられる。また、長期持久的運動の効果については、運動が肝臓からの VLDL-TG 分泌を低下させ、その結果、血中 TG 濃度の減少をきたす<sup>4)</sup>という報告がある。今回の VMH-W 群では、長期間にわたる walking 運動を行ったにもかかわらず、VMH-S 群よりも肝臓 TG の過剰蓄積と血清 TG 低下を認めていた。これらのことは、視床下部性肥満動物に対する運動効果として、肝臓からの TG 分泌が抑制されることを示唆しているが、未だ明らかでなく、今後の重要な研究課題であろう。

次に、血清諸酵素の活性については、GOT が、VMH-S および W 群で Sham 群よりやや高値を示し、GPT および Ch-E は、VMH-S および W 群が Sham 群に比較して有意な増加を認めた。しかし、VMH-S と VMH-W 群との間では、GOT、GPT および Ch-E とも有意の差が認められなかった。安静時に GOT が正常値を示すヒトに、長期間の持久的運動を行わせても GOT に変化が認められず<sup>9)</sup>、血清 GOT、GPT が高値を示す肥満者および中高年者に、持久的運動を継続的に行わせた場合には、血清 GOT、GPT の著明な低下を示したという報告<sup>10)</sup>がある。このことは、持久的運動が肝細胞の修復に好影響をもたらす、その結果、肝機能、さらには脂肪肝の改善にも好影響を与える

ことが考えられる。しかし、今回の肥満ラットの実験では、長期間にわたる持久的運動による効果を認められなかった。すなわち、血清 GOT、GPT および Ch-E 値の低下が、前述のように脂肪肝の改善に関連しているとするならば、今回行った 6 週間にわたる walking 運動終了後も肝臓に TG が多量に蓄積し、明らかな脂肪肝の像を呈していたことによるものと考えられる。今後、高脂肪高糖質食投与の食餌性肥満ラットや遺伝性肥満ラットを用いるなど、種々の肥満モデルに対する運動の影響、あるいは今回の視床下部性肥満ラットで、さらに運動期間を延長するなど、さらに詳細な検討が必要であろう。

以上、本実験の成績から、視床下部性肥満動物に対する walking 運動の影響は、体重および血中脂質上昇に対する抑制効果が示され、減量や肥満症の運動療法への応用が期待される。

## V まとめ

私たちは、視床下部性肥満ラットを用い、長期間にわたり walking を行わせ、体重および脂質代謝、さらには血清諸酵素活性にどのような影響を与えるか追究した。

実験動物は、約 250 g の Wistar 系雌性ラットを用い、次の条件で 9 週間飼育を行った。視床下部腹内側核 (VMH) 破壊群と対照 (Sham) 群に分け、有意に体重増加が認められた VMH 群を、3 週間後から、さらに、walking (VMH-W) 群と sedentary (VMH-S) 群に分けて実験を行った。運動負荷は、傾斜角 8 度のラット用トレッドミルを用い、毎分 10m の速度で 1 日 60 分、週 5 回、6 週間行わせた。実験中の食餌は、3 群とも普通食 (日本クレア、CE-2) と水道水を自由摂取させた。

その成績を示すと次のごとくである。

1) 実験終了時の体重は、VMH-W 群 (平均 625.8 g) および VMH-S 群 (平均 655.7 g) がともに、対照 (Sham) 群 (平均 332.0 g) に比較して明らかな増加を認めた ( $P < 0.01$ )。VMH-W 群は、運動開始後 2 週目から実験終了時まで、一貫

してS群よりも有意な体重減少を認めた ( $P < 0.05$ )。

2) 血清TGは、9週後のVMH-S群がSham群に比較して有意な増加を認めた ( $P < 0.05$ )。なお、VMH-W群は、VMH-S群に比較して低下傾向を示した。血清ChoもVMH-S群では、Sham群に比し有意な増加を認めた ( $P < 0.01$ )。さらに、血清TGと同様にVMH-WがVMH-S群に比較して低下傾向を示し、また、Sham群との間にも有意の差を認めなかった。

3) 肝臓脂質は、9週終了後のVMH-S群のTGが実験開始前よりも約11倍の増加を示し、さらに、Sham群に比較しても有意の増加 ( $P < 0.05$ ) を認めた。VMH-W群のTGも、Sham群に比して有意の増加 ( $P < 0.01$ ) を示し、VMH-S群よりも増加傾向を認めた。Total ChoとCho esterは、VMH-SおよびW群がSham群に比較して、それぞれ2倍および3倍の値を示し、ともに有意の増加を認めた ( $P < 0.01$ )。

4) 血清諸酵素は、9週後のVMH-SおよびW群のGPTがSham群に比較して、有意な増加 ( $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$ ) を示した。Ch-EもGPTと同様に有意な増加 ( $P < 0.05$ ,  $P < 0.05$ ) を認めた。また、VMH-S群とVMH-W群との間には、GOT、GPTおよびCh-Eのいずれも有意の差を認めなかった。

以上の成績から、視床下部性肥満動物に対するwalking運動の影響は、体重および血中脂質上昇に対する抑制効果が示され、減量や肥満(症)の運動療法への応用が期待される。

#### 参考文献

- 1) Askew, E.W. and Hecker, A.L. : Adipose tissue cell size and lipolysis in the rat : response to exercise intensity and food restriction. *J.Nutr.* 106 : 1351-1360, 1976,
- 2) Carlson, L.A. and Mossfeldt, F. : Acute effects of prolonged heavy exercise on the concentration of plasma lipids and lipoproteins in man. *Acta Physiol.Scand.*, 62 : 51-59, 1964,
- 3) Carlson, L.A., Froberg, S.O. : Blood lipids and glucose levels during a ten-day period of low-calorie intake and exercise in man. *Metabolism*, 16 : 624-633, 1967,
- 4) Dall'aglio, E., Chang, F., Chang, H., Stern, J. and Reaven, G. : Effects of exercise and diet on triglyceride metabolism in rats with moderate insulin deficiency. *Diabetes*, 32 : 46-50, 1983,
- 5) Després, J.P., Savard, R., Tremblay, A. and Bouchard, C. : Adipocyte diameter and lipolytic activity in marathon runners : relationship with body fatness. *Eur.J.Appl.Physiol.* 51 : 223-230, 1983,
- 6) Folch, J., Less, M. and Sloane Stanley G.H. : A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J.Biol.Chem* 226 : 497-509, 1957,
- 7) Fröberg, S. : Effect of acute exercise on tissue lipids in rats. *Metabolism*, 20 (7) : 714-720, 1971,
- 8) Fukuda, N., Ide, T., Kida, Y., Takamine, K. and Sugano, M. : Effects of exercise on plasma and liver lipids of rats IV. Effects of exercise on hepatic cholesterogenesis and fecal steroid excretion in rats. *Nutr.Metab.* 23 : 256-265, 1979,
- 9) Hunter, J.B., and Critz, J.B. : Effect of training on plasma enzyme levels in man. *J.Appl.Physiol.* 31 (1) : 20-23, 1971,
- 10) 井川幸雄、伊藤朗、：運動と血清酵素、日本医師会雑誌、71 (5) : 695-705, 1974,
- 11) Kabara, J.J. and Chen, J.S. : Microdetermination of lipid classes after thinlayer chromatography. *Anal. Chem.* 48 : 814-817, 1976,
- 12) König, J.F.R., Klippel, R.A., : The rat atlas : a stereotaxic atlas of the forebrain and lower parts of the brain stem. Baltimore : Williams and Wilkins, 1967,
- 13) Lehtonen, A. and Viikari, J. : Serum triglycerides and cholesterol and serum high-density lipoprotein cholesterol in highly physically active men. *Acta Med. Scand.* 204 : 111-114, 1978,
- 14) Leon, A.S., Conrad, J., Hunninghake, D.B. and Serfass, R. : Effects of a vigorous walking program on body composition, and carbohydrate

- and lipid metabolism of obese young men. *Am.J. Clin.Nutr.* 33 : 1776-1787, 1979,
- 15) Lewis,S., Haskell,W.L., Wood,P.D., Manoogian,N., Bailey,J.E. and Pereira,M. : Effects of physical activity on weight reduction in obese middle-aged women. *Am.J.Clin.Nutr.* 29 : 151-156, 1976,
  - 16) McGarr,J.A., Oscai,L.B., and Borensztain,J. : Effect of exercise on hormonesensitive lipase activity in rat adipocytes. *Am.J.Physiol.* 230 (2) : 385-388, 1976,
  - 17) Narayan,K.A., Mcmullen,J.J., Butler,D.P., Wakefield,T. and Calhoun,W.K. : Effect of exercise on tissue lipids and serum lipoproteins of rats fed two levels of fat. *J.Nutr.* 105 : 581-587, 1975,
  - 18) Opie,L.H. : Sudden death and sports. *Lancet*, 1 : 263-266, 1975,
  - 19) Palmer,W.K. and Tipton,C.M. : Influence of hypophysectomy and training on size of isolated fat cells. *Am.J.Physiol.* 224 : 1206-1209, 1973,
  - 20) Papadopoulos,N.M., Bloor,C.M., Standefer,J. C. : Effects of exercise and training on plasma lipids and lipoprotein in the rat. *J.Appl.Physiol.* 28 : 760-763, 1969,
  - 21) Pels III, A.E., White,T.P. and Block,W.D. : Effects of exercise training on plasma lipids and lipoproteins in rats. *J.Appl.Physiol.* 58 (2) : 612-618, 1985,
  - 22) Pitts,G.C. and Bull,L.S. : Exercise, dietary obesity and growth in the rat. 232 (1) : R38-R44, 1977,
  - 23) Robinson,L.A., Monsen,E.R. and Childs,M.T : Effect of sex and exercise on liver and plasma lipids. *Europ.J.Appl.Physiol.* 33 : 1-12, 1974,
  - 24) Rotkis,T., Boyden,T.W., Pamerter,R.W., Stanforth,P., Wilmore,J. : High density lipoprotein cholesterol and body composition of female runners. *Metabolism*, 30 : 994-995, 1981,
  - 25) Sato,S., Inoue,S., Egawa,M., Takamura,Y. and Murase,T. : Increased triglyceride secretion rate and hyperinsulinaemia in ventromedial hypothalamic lesioned rats in vivo. *Acta Endocrinol.* 110(1) : 6-9, 1985,
  - 26) Schonfeld,G. and Pflieger,B. : Overproduction of very low-density lipoproteins by livers of genetically obese rat. *Am.J.Physiol.* 220 (5) : 1178-1181, 1971,
  - 27) Seelbach,J.D., and Kris-Etherton,P.M. : The effect of vigorous treadmill exercise on plasma lipoproteins and hepatic lipoprotein production in Zucker rats. *Atherosclerosis*, 57 : 53-64, 1985,
  - 28) Shorey,R.L., Sewell,B., O'Brien,M. : Efficacy of diet and exercise in the reduction of serum cholesterol and triglyceride in free-living adult males. *Am.J.Clin.Nutr.* 29 : 512-521, 1976,
  - 29) Stubbe,I., Hansson,P., Gustafson,A. and Nilsson-Ehle, P. : Plasma lipoproteins and lipolytic enzyme activities during endurance training in sedentary men : changes in high-density lipoprotein subfractions and composition. *Metabolism*, 32 (12) : 1120-1128, 1983,
  - 30) 寺尾保、三好基治、成澤三雄、吉岡利忠、中野昭一、：長距離ランナーの安静、最大下運動におけるリポ蛋白代謝、*体力科学*、33 (5) : 235-244, 1984,
  - 31) 寺尾保、三好基治、吉岡利忠、中野昭一、：リポ蛋白代謝に対する内因性および外因性 cholesterol の影響、一長期持久的運動の影響と動脈壁への cholesterol ester 沈着一、*日本生理学雑誌*、47 (3) : 130-140, 1985,
  - 32) Terao,T., Fujise,T. and Nakano,S. : Effects of long-term exercise and high-cholesterol diet on lipid-lipoprotein metabolism in rats. *Tokai J. Exp.Clin.Med.* 12(4) : 243-251, 1987,
  - 33) 寺尾保、藤瀬武彦、中原凱文、中野昭一、：脂肪肝ラットのリポ蛋白代謝に及ぼす遊泳負荷の影響、*体力科学*、36(6) : 457, 1987,
  - 34) Terao,T., Fujise,T., Yamashita,Y. and Nakano, S. : Dependence of lipid-lipoprotein metabolism on exercise intensity in experimental fatty liver rats. *Tokai J.Exp.Clin.Med.*, 13 (2) : 99-107, 1988,
  - 35) Thompson,P.D., Stern,M.P., Williams,P., Duncan,K., Haskell,W.L., Wood,P.D. : Death during jogging or running. *JAMA*, 242 (12) : 1265-1267, 1979,

---

# 大学運動部新入部員に対する 運動負荷テスト

—身体的特徴と安静時及び運動中の心電図について—

三田 信孝 (体育学部解剖学研究室)      長谷川 聖修 (体育学部一般体育研究室)  
積山 和明 (体育学部運動学研究室)      今村 修 (体育学部一般体育研究室)  
寺尾 保 (医学部生理学教室)      加藤 達郎 (体育学部キネシオロジー研究室)  
本間 隆夫 (工学部工業化学科)      荒川 正一 (医学部付属大磯病院)  
小村 渡岐麿 (体育学部体育科教育学研究室)      齊藤 勝 (体育部体育学部運動学研究室)  
中野 昭一 (医学部生理学教室・健康管理センター)

---

## Exercise test for the freshmen of athletic clubs in a University

—Physical characteristics and ECG during rest and exercise—

Nobutaka MITA, Kiyonao HASEGAWA, Masaaki TSUMIYAMA, Osamu IMAMURA,  
Tamotsu TERAU, Taturou KATO, Takao HONMA, Shoichi ARAKAWA,  
Tokimaro OMURA, Masaru SAITO and Shoichi NAKANO

### Abstract

The purpose of this study was to define characteristics and variants of freshmen of athletic club in one University with regard to resting ECG ; controlled, graded, exercise testing by bicycle ergometer. The subjects were 116 first year University students of the male.

The obtained results are as follows ;

1. 85(73.3%) of ECG tracings were within normal limits.
2. ECG diagnosis of premature ventricular contraction (PVC) was seen in 7(6.0%) of the athletes.
3. The diagnosis of sinus bradycardia was found in 3(2.6%) of the athletes.
4. ECG diagnosis of left ventricular hypertrophy (LVH) was seen in 2(1.7%) of the athletes.
5. The athletes with abnormal ECG had a higher percentage of fat than the athletes with normal ECG.
6. Changes of ST level on ECG during exercise and recovery, the athletes with abnormal ECG was more depressed than the athletes with normal ECG.

## I はじめに

スポーツ活動を行う者にとって、その活動を安全に遂行するために、事前のメディカルチェックは、潜在的な心疾患の発見などの意味から大変重要なものである。ところが、メディカルチェックにおいて実施される心電図は、そのほとんどが安静時のみのものであり、運動負荷中の心電図によるチェックまでは、充分に行われていないのが現状である。

本大学運動部に入部する学生に対して行うメディカルチェックにおいても、過去は安静時のみの心電図であった。大学運動部における活動をより安全に遂行していく上で、運動負荷中の心電図によるチェックが望まれるところである。そこでこの様な点に注目し、本学のいくつかの運動部（東海大学運動クラブ健康管理研究会に所属する運動部）においては、昭和61年度より大学付属大磯病院に協力を依頼し、新入生の安静時及び運動負荷時の心電図撮影を実施している。

本研究は、その成績及び運動負荷時の運動負荷強度変化に対する心電図変化について、心電図波形上のSTレベル、STスロープなどから検討を行ったものである。

## II 方法

### 1. 対象者

今回の対象者は、東海大学運動クラブ健康管理研究会に所属している運動部の新入生及び、監督から依頼のあった男子学生116名である。各クラブの受診状況は表1のごとくである。

### 2. 運動負荷

運動負荷はモナーク社製自転車エルゴメーターを用い、毎分50回転のペダリングによる漸増負荷とした。負荷漸増方法はYMCA法により、各負荷強度時の心拍数に対応して、負荷強度を第1、第2、第3段階と3分毎に増加させた。第3段階以

表1 各クラブ別に見た被験者の内訳

Table 1 Number of subjects by each sports club

	N
Soccer	27
Badminton	4
Basketball	21
Rugby	28
Volleyball	17
Handball	11
Judo	8
Total	116

表2 標準12誘導における心電結果

Table 2 ECG variations on standard 12 lead

ECG variations	N	%
Within Normal Limited	85	73.3
Premature Ventricular Contraction	7	6.0
Left Ventricular Hypertrophy	2	1.7
Coronary Sinus Rhythm	3	2.6
Sinus Bradycardia	3	2.6
Incomplete Right Bundle Branch Block	4	3.4
Complete Right Bundle Branch Block	1	0.9
2° AV Block	2	1.7
Ectopic Pacemaker	2	1.7
Others (U wave, etc.)	9	7.8
Total	118	

\* 正常範囲内以外は複数診断名（2例）を含む。

降は、3分毎に0.5Kpずつ増加させ、目標心拍数に達するまでとした。目標心拍数は、今回の被験者における予測最大心拍数（220-年齢）の約85%（約170拍/分）とした。目標心拍数に達した時点で負荷を中止し、以後座位にて10分間の回復過程を観察した。

### 3. 心電図

心電図は安静時（30分間安静の最後の3分間）、運動負荷時及び回復過程（10分間）について、安静時は仰臥位、運動負荷時と回復過程は座位にて測定した。心電図の誘導部位は図1に示した。これらの部位から誘導した標準12誘導を観察した。

心電図変化については、プログラム心電計 ECG-6206（日本光電工業株式会社製）により、ST



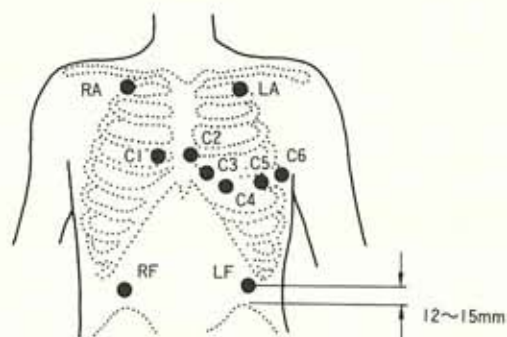


図1 電極の貼付位置  
Fig. 1 The diagram of electrodes

レベル、ST スロープの解析を行った。心電図解析方法は図2に示したごとくであり、私達が従来から実施している方法で、今回もこの方法により解析をした<sup>7)</sup>。

運動時の心拍数は心電図波形から求めた。心電図の判読は東海大学付属大磯病院に依頼した。

#### 4. 最大酸素摂取量

各被験者の運動負荷中の負荷強度と心拍数から、オストランド法により体重1kg当たりの最大酸素摂取量を推定した。

#### 5. 脂肪貯蔵率

各被験者の利き腕側の上腕背部と肩甲骨下部の皮下脂肪厚を測定し、その合計値を用いて、体密度法による脂肪貯蔵率(% Fat)を推定した。測定は超音波皮脂肪厚計 (ARS 社製) により、Aモ-

ド、5.0MHzで3回の測定を行った。1回目と2回目の測定値の誤差が2mm以下の場合には2回の平均値を求めた。2mm以上の誤差の場合には3回目の測定を行い、近い2つの値の平均値を用いた。

体重はデジタル体重計 (ヤガミ社製) により100g単位まで測定した。

### III 結果及び考察

#### 1. 身体的特徴

今回の被験者116名中、怪我等の故障で運動負荷心電図撮影ができなかった6名を除いた110名について、その身体的特徴を各クラブ別に表3に示した。なお、116名中88名(約75.9%)が体育学部の学生であった。またバドミントン部員は、被験者が4名と少数のため、今回の考察から除くことにする。

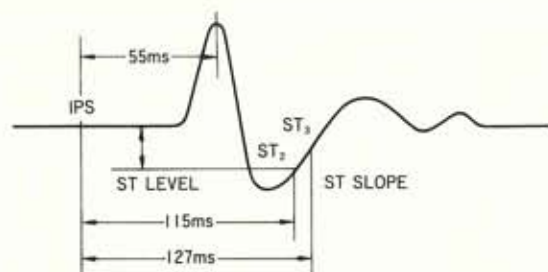


図2 心電図のコンピューター解析  
Fig. 2 Computed analysis of ECG

年齢は、新入生を対象としているため、全体の平均及び標準偏差は18.3±0.5歳であった。

身長は、全体では175.5±7.8cmであり、競技の特性上高さを要求されるバレーボール部員、バスケットボール部員は、それぞれ179.4±8.6cm、179.6±9.4cmと他の種目に比較して高い傾向が認められる。

上腕背部と肩甲骨下部の皮下脂肪厚から推定した脂肪貯蔵率(以下、Fatとする。)は、全体では12.3±2.0%であった。バスケットボール部員と柔道部員はそれぞれ13.5±1.9%、13.5±2.6%であり、他の種目と比較して高い傾向が認められた。

自転車エルゴメーターの負荷強度と、その運動中の心拍数から推定した体重1kg当たりの最大酸素摂取量(VO<sub>2</sub>max)は、全体で60.3±9.4ml/kg・minであった。ハンドボール部員、サッカー部員、バレーボール部員はそれぞれ64.0±11.2ml/kg・min、62.1±8.0ml/kg・min、61.7±6.7ml/kg・minであり、他の種目と比較してやや高い傾向が認められた。

安静時心拍数は、全体で63.8±9.0拍/分であった。

以上のことから、今回の被験者における身長、体重の測定値は、本学体育学部入学生の平均値<sup>2)</sup>と比較すると、身長は171.9cmに対し、175.5±7.8cm、体重は67.7kgに対し、71.0±10.6kgであり、身長が高く、体重も重い傾向が認められている。被験者の半数近くが、競技の特性上、近年大型化

が進んでいるバレーボール、バスケットボール等の種目であったため、この様な結果になったものと考えられる。

皮下脂肪厚から推定した% Fatについては、体育学部学生の資料がないが、一般的に適切な範囲とされている男性の脂肪貯蔵率8~16%<sup>4)</sup>の範囲に入っていた。

最大酸素摂取量は、一般的な平均値45.0±7.0ml/kg・min<sup>2)</sup>に比較して、60.3±9.4ml/kg・minであり、全体的に高い傾向が認められているが、体重が他の種目に比較して重い柔道部員は、今回の被験者の中ではやや低い傾向にあった。

## 2. 心電図

今回の被験者116名の心電図結果を表2に示した。正常範囲内であった正常者は116名中85名(73.3%)であった。何らかの診断名がつけられた者(以下、異常者とする。)は、31名(26.7%)であり、この中には複数診断名者2名が含まれている。

今回の異常者で最も多い症例は、心室性期外収縮で7名(6.0%)いた。次いで不完全右脚ブロック4名(3.4%)、冠状静脈洞調律と洞性徐脈が、それぞれ3名(2.6%)であった。以下、左心室肥大、房室ブロック、異所性ペースメーカーが各2名(1.7%)であった。

心室性期外収縮及び不完全右脚ブロックについては、山崎等の報告<sup>11)</sup>によると、それぞれ1.0%、

表3 各クラブ別にみた被験者の身体的特徴

Table 3 Physical characteristics of subjects by each sports club

	N	Age	Hight(cm)	Weight(kg)	%fat	VO <sub>2</sub> max (ml/kg・min)	rest H.R. (B/min)
Soccer	22	18.1±0.3	172.5±5.6	65.6± 5.3	12.3±1.6	62.1± 8.0	64.8±8.4
Badminton	4	18.3±0.4	169.8±6.4	63.7± 5.3	10.8±1.7	73.8± 3.6	58.8±6.3
Basketball	20	18.4±0.8	179.6±9.4	72.1±10.7	13.5±1.9	57.1±10.0	59.9±7.8
Rugby	28	18.4±0.5	173.5±6.7	72.6±11.4	12.1±2.3	59.3± 9.1	69.0±9.5
Volleyball	17	18.4±0.5	179.4±8.6	70.3± 8.2	11.6±0.7	61.7± 6.7	62.0±9.1
Handball	11	18.1±0.3	174.0±4.8	67.4± 4.4	11.9±1.8	64.0±11.2	63.3±7.8
Judo	8	18.5±0.5	176.5±5.8	87.9±12.2	13.5±2.6	52.4± 7.0	59.4±4.2
Total	110	18.3±0.5	175.5±7.8	71.0±10.6	12.3±2.0	60.3± 9.4	63.8±9.0

1.89%であり、今回の被験者では高い頻度で認められた。心室性期外収縮については、松本等の報告<sup>6)</sup>によると高校スポーツ選手(男性6,931名、女性3,218名)では、0.38%が認められている。また、日本体育協会スポーツ科学委員会の昭和51年度報告によると、日常定期的に運動を実施している一般人で安静時の心室性期外収縮は、男性で2.25%が認められている。これらの報告は安静時のみのものであり、本研究の場合は、運動中と運動負荷後に認められた心室性期外収縮(3名)も含んでおり、運動負荷により、より多くの異常が発見されることが認められた。

さらに、今回のほとんどの被験者が中学、高校時代を通して運動を行ってきており、大学入学時点ですでに左心室肥大(2名、1.7%)や洞性徐脈(3名、2.6%)などスポーツ心臓を示唆する所見

を示す者が認められた。クリスティ等<sup>1)</sup>によるとプロフットボール選手146名の安静時心電図において、左心室肥大は26名(18%)、洞性徐脈は29名(20%)が認められており、これらの選手の年齢が24~25歳であった。今回の被験者においても今後のトレーニングにより、スポーツ心臓の所見を示す者がさらに増加することが考えられる。

### 3. 心電図正常者及び異常者と運動負荷変化について

表4に今回の被験者について、心電図正常者と異常者(洞性徐脈、左心室肥大も含む。)別の身体的特徴及び心電図変化を示した。心電図異常所見者のうち、ST部の解析に影響があると考えられる心電図波形の者は除いて分析を行った。

身長、体重、酸大酸素摂取量については、やや心電図異常者(以下、異常者群とする。)の方が、正常者(以下、正常者群とする。)より多い傾向が認められているが、検定の結果、両者間には有意な差は認められなかった。% Fatは正常者群が $12.2 \pm 2.0\%$ 、異常者群が $13.0 \pm 2.0\%$ であり、異常者群の方が高い傾向にあり、両者間には5%水準の危険率で有意の差が認められた。

表5に正常者群と異常者群の安静時及び運動負荷時の心拍数、STレベル、STスロープ等の平均

表4 心電図正常者及び異常者の身体的特徴  
Table 4 Physical characteristics of normal & abnormal subjects

	normal	abnormal
Number of subjects	88	22
Hight(cm)	$175.4 \pm 8.3$	$175.8 \pm 5.4$
Weight(kg)	$71.0 \pm 11.2$	$71.4 \pm 7.7$
% fat	$12.2 \pm 2.0^*$	$13.0 \pm 2.0$
VO <sub>2</sub> max(ml/kg·min)	$60.0 \pm 9.3$	$61.8 \pm 10.0$

\* P < 0.05

表5 安静時及び運動時の心拍数、STレベル、STスロープ変化  
Table 5 Changes of Heart rate, ST segment level and ST slope on resting and during exercise

	normal	abnormal
Number of subjects	88	22
rest H.R. (B/min)	$64.0 \pm 9.3$	$62.7 \pm 8.1$
rest ST level (mm)	$0.85 \pm 0.58$	$1.1 \pm 1.4$
rest ST slope (mm/sec)	$13.8 \pm 20.5$	$11.65 \pm 42.5$
Changes of H.R. after 1 min	$7.2 \pm 4.7$	$8.5 \pm 5.5$
Changes of ST level after 1 min.	$-0.01 \pm 0.8^*$	$-0.23 \pm 0.5$
Changes of ST slope after 1 min	$16.0 \pm 23.2$	$11.9 \pm 20.9$
Changes of H.R. after 2 min.	$12.7 \pm 6.8$	$13.4 \pm 7.4$
Changes of ST level after 2 min.	$-0.01 \pm 0.7$	$-0.18 \pm 0.7$
Changes of ST slope after 2 min.	$13.0 \pm 25.1$	$17.6 \pm 30.2$
Maximum changes of ST level	$-2.17 \pm 0.8$	$-2.49 \pm 1.2$
Maximum changes of ST slope	$50.6 \pm 19.1$	$50.0 \pm 31.3$

\* P < 0.05

値と標準偏差を示した。

### 1) 安静時

安静時の心拍数は正常者群 $64.0 \pm 9.3$ 拍/分、異常者群 $62.7 \pm 8.1$ 拍/分であった。STレベルは正常者群 $0.85 \pm 0.58$ mm、異常者群 $1.1 \pm 1.4$ mmであり、異常者群の標準偏差値が正常者群と比較して大きく、ばらつきの大きいことが認められた。STスロープは、正常者群 $13.8 \pm 20.5$ mm/sec、異常者群 $11.65 \pm 42.5$ mm/secであり、STレベルと同様に異常者群のばらつきの大きいことが認められた。

### 2) 運動負荷時

漸増負荷により、運動負荷中に数回負荷強度が増加するが、今回は心拍数が約130~160拍/分にある時期の負荷強度変化と心拍数変化、STレベル、STスロープの変化等についての検討を行うことにする。

今回の負荷強度変化は全て $+0.5$ Kp (150kgm/min)の増加であった。

負荷強度増加に伴う、心拍数の変化について1分後では、負荷増加前値に対して、正常者群が $+7.2 \pm 4.7$ 拍/分、異常者群は $+8.5 \pm 5.5$ 拍/分の増加であった。さらに負荷変化2分後では、正常者群が $+12.7 \pm 6.8$ 拍/分、異常者群が $+13.4 \pm 7.4$ 拍/分の増加であり、1、2分後とも異常者群の方が正常者群よりやや心拍数増加量が多い傾向にあるが、検定の結果、両群間に有意の差は認められなかった。

負荷強度増加に伴う心電図波形状のSTレベルは、1分後で負荷強度増加前値に対して、正常者群が $-0.01 \pm 0.8$ mm、異常者群が $-0.23 \pm 0.5$ mmの低下であった。2分後では正常者群が $-0.01 \pm 0.7$ mmと1分後の値とほとんど変化していないが、異常者群では $-0.18 \pm 0.7$ mmとやや低下量の減少を示していた。1分後、2分後とも異常者群のSTレベル低下が正常者群と比較して、やや大きい傾向が認められており、1分後の値は両群間に危険率5%水準で有意の差が認められた。

今回の実験においては、運動時の最高心拍数を170拍/分としたが、それに至るまでの心拍数増加過程におけるSTレベルの最大変化値は、安静時

値に対し正常者群で $-2.17 \pm 0.8$ mm、異常者群で $-2.49 \pm 1.2$ mmの低下であった。異常者群の方が正常者群よりSTレベルの低下が大きい傾向にあるが、検定の結果両群間には有意の差は認められなかった。

負荷強度増加に伴う、STスロープの変化は、1分後で正常者群は負荷強度増加前値に対して、 $+16.0 \pm 23.2$ mm/sec、異常者群は $+11.9 \pm 20.9$ mm/secの増加であった。2分後では正常者群が $+13.0 \pm 25.1$ mm/sec、異常者群が $+17.6 \pm 30.2$ mm/secの増加であった。正常者群では2分後の変化量が1分後より減少を示しているが、異常者群では2分後の変化量がさらに増加を示していた。170拍/分までの心拍数増加過程におけるSTスロープの最大変化量は、正常者群が安静時値に対して $+50.6 \pm 19.1$ mm/sec、異常者群が $+50.0 \pm 31.3$ mm/secの増加であった。

以上、心拍数及び心電図上のST部変化についてみてきたが、ST部分の変化が心筋虚血の最も有力な指標であることに異論はなく<sup>10)</sup>、私達の従来からの研究から、一般的に運動時の心拍数の増加に伴い、心電図上のSTレベルは低下を示し、それに対応してSTスロープの増加を示す傾向にあることが認められている<sup>7)8)9)</sup>。運動時には、心臓の虚血状態を反映するSTレベルが低下し、それに対応してSTスロープの増加が認められ、心臓はある程度虚血の状態で活動しているものと考えられる。さらにこのSTレベルとSTスロープの対応は、持久性トレーニングを積んだ陸上競技選手、一般人、喫煙者の比較においては、持久性トレーニングを積んだ者ほど対応が早く、変化の程度も少ないことが認められている<sup>5)</sup>。

今回の被験者においては、トレーニングを積んだ者であっても、その変化は一様ではなく、心電図上に異常所見が認められる者では、負荷強度変化に対する心拍数の変化量が正常者と比較して大きい傾向にあり、それに伴うSTレベル、STスロープ変化量が大きく、対応が遅い傾向が認められた。このことは、同じ運動負荷強度の変化でも、心電図上異常所見を認める者は、心臓に対する影

響が大きいものと考えられる。

## IV まとめ

大学運動部新入部員(110名)に対する安静時及び運動負荷心電図撮影を行った結果、以下の様な成績を得た。

1. 心電図上で85名(73.3%)は正常範囲内であった。
2. 心室性期外収縮は7名(6.0%)認められた。
3. 洞性徐脈は3名(2.6%)認められた。
4. 左心室肥大は2名(1.7%)認められた。
5. 心電図上での異常者は正常者より% Fatが高い傾向にあった。
6. 運動負荷変化に対するSTレベルの変化は、異常者の方が大きい傾向にあった。

以上のようなことが認められたが、まだ被験者の例数が少ないこともあり、今後さらに積みかさねていく必要があるものと考えられる。

なお、本研究については、東海大学運動クラブ健康管理研究会所属クラブの監督、宇野勝、堀江繁、和泉武雄、白瀬英春、久保正秋、平岡秀雄氏等及び医学部付属大磯病院の協力によるものである。

### 参考文献

- 1) Christy A.Hoette, Bruce A.Clark, Gerald A. Wolff (1986) : Cardiac function and physical response of 146 professional football players to graded treadmill exercise stress, J.Sports Med. No.26 : 34-42
- 2) 稲垣義明、宇佐美暢久(1980):エルゴメトリー—エルゴメーター負荷試験による心臓病診断、新

興医学出版社

- 3) 井上一男、菅沼達治、他(1984):運動が本学学生の心身に及ぼす影響、東海大学体育学部特別研究成果報告書 : 210-220
- 4) 北川薫(1987):肥満の運動メニュー、からだの科学、No.137 : 63-68、日本評論社
- 5) 三田信孝、鈴木秀子、宮崎康文、山並義孝、菅沼達治、中野昭一、高宮靖(1983):運動時の心機能に関する研究(II)—鍛練者、非鍛練者、喫煙者における運動負荷強度変化とST segment level, ST slope の関係、東海大学紀要体育学部、第13輯 : 121-127
- 6) 村山正博、小堀悦孝、坂本静男、川原貴(1987) : スポーツのための心電図メディカルチェック、文光堂
- 7) 中野昭一、三田信孝、森山安弘(1978):運動負荷中における心機能監視の一方法—St segment level, ST slope の継時的測定、東海大学紀要体育学部、第8輯 : 127-133
- 8) 中野昭一、三田信孝、森山安弘(1979):運動負荷中における心機能監視の一方法—ST segment level と ST slope の関係、東海大学紀要体育学部、第9輯 : 165-169
- 9) 中野昭一、佐藤恒久、三田信孝、森山安弘(1980) : 運動負荷中における心機能監視の一方法—ST segment Computer による心臓前壁、側壁、下壁各部の虚血状態の解析、東海大学紀要体育学部、第10輯 : 153-159
- 10) 太田壽城(1986) : 運動負荷試験における心電図判定の実際、臨床スポーツ医学、Vol.3. No.10 : 1008-1011、文光堂
- 11) 山崎元、大西祥平、永野志朗、関原敏郎(1986) : 大学運動部におけるメディカルチェック—循環器科の立場から、臨床スポーツ医学、Vol.3, No.4 : 397-403、文光堂

# スポーツ選手における 足関節不安定症(unstable ankle)について

有馬 亨 峯崎 孝俊 今井 望

(医学部整形外科)

キーワード:足関節不安定症(unstable ankle)

スポーツ障害(sports schaden)

サッカー(soccer)

## はじめに

スポーツ選手にとって足関節不安定症は深刻な問題である。これまで当教室において、柔道・バレーボールにおける足関節障害を調査してきたが、今回サッカー選手における足関節障害、特に足関節不安定症について調査する機会を得たので、今までの柔道・バレーボールとの結果を加えて、スポーツ選手における足関節不安定症について報告する。

## 調査方法および対象

大学サッカー部員80名に対してアンケート調査を行い、さらに試合に出場している30名に対して、直接検診、ストレスX線検査(前方引き出し、距骨傾斜角)を両側に行い比較検討した。

## 結果

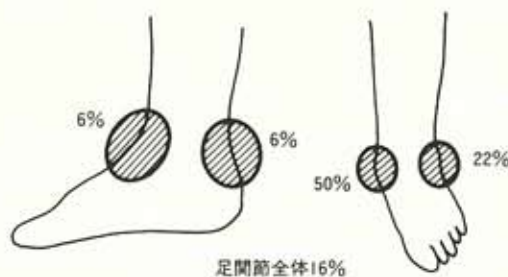
### ①アンケート調査

調査対象者の競技歴は、3-13年平均10.1年であり、大部分が小学生の時にサッカーを始めている。現在足関節に痛みを持つ者は60人75%であり、左

右別・蹴り足および軸足別では有意差を認めなかった。痛みの部位については、内側50%、外側22%、前方6%、後方6%、足関節全体16%であった。治療に関しては、何もしていない者が39人65%、自分自身で行っている者が15人25%であり、この2つで大部分を占めていた。痛みがあるにも

表1 アンケート調査結果

①足関節痛の部位



②現在治療を受けていますか

●治療していない	39人 (65%)
●自分自身で行っている	15人 (25%)
●針、マッサージに通っている	3人 (5%)
●医者に診てもらっている	1人 (1.6%)
●接骨院に通っている	1人 (1.6%)
●トレーナーに治療してもらっている	1人 (1.6%)

③現在練習中に何かを使っているか

●何も使っていない	26人 (43%)
●弾性包帯	25人 (42%)
●テーピング	6人 (10%)
●サポーター	2人 (3%)
●その他	1人 (2%)

かわらず練習中何も使っていない者が26人43%と最も多く、弾性包帯を使用している者が25人42%とこれに次いで多かった(表1)。足関節捻挫の既往をもつ者は72人90%であり、このうち83%は3回以上の多数にわたる捻挫を繰り返していた。また、常に足関節に不安感があり、十分にプレーできないと答えた者が46人58%もいたことは注目し値する。受傷機転は相手に蹴られた時が25人と最も多く、次いでタックルを受けた時が20人、接触して転倒した時が15人の順であり、contact sports の特性を示している(表2)。

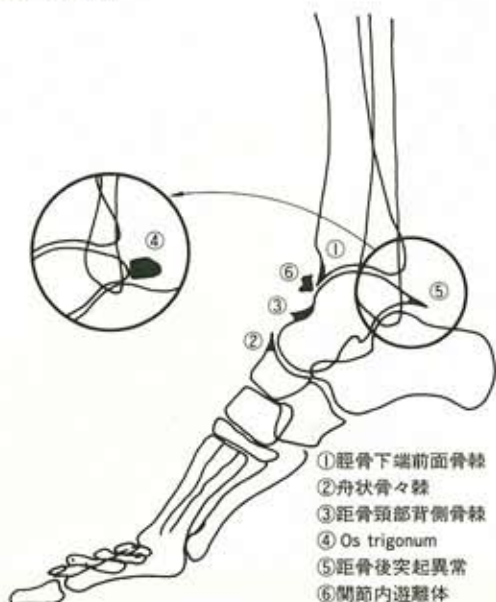
## ②検診結果

臨床所見では、運動時痛のある者11人12関節、内がえし時の不安定感を示す者5人9関節、圧痛

表2 受傷原因

相手にけられた	25人
タックルをうけた	20人
接触して転倒した	15人
ジャンプの着地の失敗	12人
方向を変えようとした	11人
ダッシュをした	5人
ボールを蹴り損なう	4人
ドリブル中	4人
誤ってボールの上に乗る、転倒した	1人

表3 X線所見



のある者3人4関節であった。尚全身性関節弛緩症が認められたのは、1名だけであった。

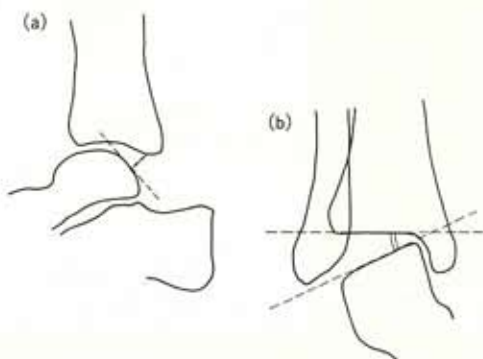
次にX線検査では、脛骨下端前面の骨棘18人29関節(48%)、舟状骨々棘17人23関節(38%)、距骨頸部背側骨棘12人23関節(38%)、その他Os trigonum 17関節、距骨後突起異常12関節、関節内遊離体3関節の順であった(表3)。

前方引き出しでは4mm以上を陽性とする、6人9関節(15%)が陽性であった。距骨傾斜角では、10°以上が9人13関節(22%)に認められ、5°~9°19関節の中には、左右差5°以上の者が2人含まれていた。尚、前方引き出しと距骨傾斜角との関係を調査すると、両方とも程度のひどい者は一人だけであり、大部分は、前方引き出しまたは距骨傾斜角のみ陽性であった(表4)。

足関節不安定症を①前方引き出しで4mm以上、②距骨傾斜角で10°以上、③距骨傾斜角10°以下でも左右差5°以上、①~③のいずれかある者と定義すると、15人50%が足関節不安定症となっていた。この定義に従い、疼痛の程度をgrade I~IVまで分類し、疼痛との関係を調査すると、疼痛の程度

表4 前方引き出しと距骨傾斜角との関係

	前方引き出し <sup>a)</sup>			合計(関節数)	
	0~3mm	4~6mm	7~9mm		
距骨傾斜角 <sup>b)</sup>	0~4°	25	3	2	30
	5~9°	14	3	0	17
	10~14°	9		1	10
	15~19°	2			2
	20°以上	1			1
合計(関節数)	51	6	3	60	



がひどくなる程足関節不安定症を呈する者の占める割合が増えていることがわかった。これは、自覚症状の程度とX線所見が相関することを表している(表5)。

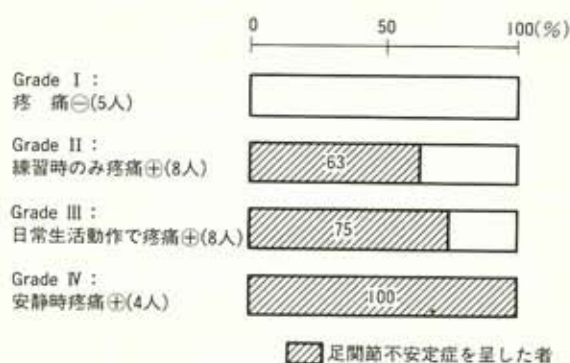
次に代表症例を供覧する。

●症例1：H.H. 21歳男性、サッカー選手、ポジションFW、競技歴13年、タックルを受けた時に軸足を捻挫、今まで多数の捻挫の既往があり、現在足関節内側が痛むが、特に何も治療していない。前方引き出し7mmであり、距骨傾斜角は14°である(図1-a)。

●症例2：T.S. 21歳男性、サッカー選手、ポジションFW、競技歴9年、ボールを蹴ろうとした時に軸足を捻挫。今まで多数の捻挫の既往があり現在足関節内側が痛むが、特に何も治療していない。前方引き出し0mmであり、距骨傾斜角は20°である(図1-b)。

●症例3：N.K. 20歳男性、バレーボール選手、競技歴7年、ジャンプの着地の際足関節を捻って受傷、以後捻挫を繰り返していた。現在臨床症状は何もないが、X線上前方引き出し1mm、距骨傾斜角20°である(図1-c)。

表5 足関節不安定症と自覚症状の程度との関係



## 考察

足関節は、内側の脛骨下端内果と外側の腓骨下端外果と脛骨遠位下端面が距骨滑車部をはさみこんでいる。距骨滑車は前方に広く後方に狭い台形をしているため、足関節背屈位では内・外果の間にはさまれて内外側のぶれはなく、逆に底屈位では多少のぶれ(遊び)が生じる。そのため、底屈時の足関節の内外側の安定性は側副靭帯にゆだねられる。また内果の長さが外果と比べ、1/2~1/3と短く防壁となりにくいこと、内側の三角靭帯が



図1-a  
21歳男性、サッカー選手、競技歴13年

①前方引き出し7mm

②距骨傾斜角14°



非常に強固であることなどから、一般的には底屈・内反位の受傷が、外反位の受傷に比べ圧倒的に多い。

一方外側支持靭帯には前距腓靭帯、踵腓靭帯、後距腓靭帯の3つがあり、後方の支持性を司る後距腓靭帯が最も強固であるという。従って足関節

不安定症の主な指標は、前方の不安定性を表す前方引き出しと、外側の不安定性を表す距骨傾斜角の2つであると考えられる。

以上の解剖学的構造より、足関節不安定症になるメカニズムを考察すると、足関節が底屈している時に内反強制を受けて、外側支持機構が破綻あ



図1-b  
21歳男性、サッカー選手、競技歴9年

①前方引き出し0mm

②距骨傾斜角20°



図1-c  
20歳男性、バレーボール選手、競技歴7年

①前方引き出し1mm

②距骨傾斜角20°

るいは伸長し、これらの外傷が完全に治癒しないまま繰り返されて、その結果おこるものと思われる。

今回調査したサッカー選手の場合には、足関節内側の痛みを訴える者の頻度が、一般と比べると明らかに多かった。これは、相手とボールの間に自分の体を入れてボールをキープすることが多いため、内側からタックルを受け、足関節が外反位で受傷することが多いからであろう。

足関節不安定症についての定義はまだ未解決な部分が多い。距骨傾斜角については、何度以上を異常とするか諸説があるため、判定基準が明確にされていない。また前方引き出しも、研究者により計測方法が異なるため、一様に論じられないが、Seligson・Gouldらのいう4mm以上を異常としている人達が多い。我々は、前方引き出しで4mm以上、距骨傾斜角で10°以上または10°以下でも左右差5°以上の者を足関節不安定症と定義した。この定義に従えば、表5で示したように、自覚症状の程度とX線所見が相関することになる。

このcutting pointを基準に、以前に当教室から報告した柔道・バレーボールとの比較をすると、足関節不安定症を呈した者はサッカーは15/30(50%)であったのに対し、柔道8/14(57%)、バレーボール38/53(72%)とバレーボールが最も多かった。これは、ジャンプ種目が、最も足関節の底屈内反強制をうける頻度が高いためと考えられる。

足関節不安定症の起こる原因としては、①受傷しても治療を受けずに放置していたため、②不適切な治療を受けたため、③不完全治癒の捻挫を繰り返していたため、などがあげられる。その背後には、試合中の交換要員の制限があり、負傷しても交代できないといった規則上の要素、負傷して能力が多少落ちて、他の選手よりは能力が優れているといった戦術的要素が潜んでいることも見逃せない。

サッカーは、contact sportsであるため、足関節障害の頻度は高いが、実際には表だって治療されないことが多い。その理由として、テーピング・弾性包帯固定でプレーできるから、加療の必要が

わかると一軍からはずされる不安があるから、その他経済的理由、などがあげられる。これはサッカーだけでなく、スポーツ全般にあてはまることである。

足関節が不安定のままプレーを続けると、選手生命を脅かす可能性があるだけでなく、将来関節症性変化が出現し、日常生活にも支障をきたすことになることを選手・指導者が認識し、適切な治療がうけられる体制を作ることが重要である。

## まとめ

- 1: 大学サッカー部員に対し、アンケート調査、直接検診、X線検査を行った。
- 2: 我々の足関節不安定症の定義に従えば、サッカーの場合15人50%であり、これらは自覚症状の程度と相関がみられた。
- 3: 足関節不安定症を呈した者は、他種目との比較をすると柔道57%、バレーボール72%とバレーボールが最も多かった。
- 4: これらの足関節不安定症に対しての十分な認識と治療体制作りが、今後の課題であろう。

## 参考文献

- 1) Gould, N., et al. : Early and late repair of lateral ligament of the ankle. Foot Ankle, 1 : 84~89, 1980.
- 2) 松本 憲 : 足関節新鮮靭帯損傷、整・災外 30 : 685~691, 1987.
- 3) 中嶋寛之 : 足関節靭帯損傷について、日整会誌 58 : 1303~1314, 1984.
- 4) 中村 豊ほか : 大学バレーボール選手における腰・膝・足関節の障害、臨床スポーツ医学 4 (別冊) : 160~162, 1987.
- 5) Seligson, D., et al. : Ankle instability : Evaluation of the lateral ligaments. Am. J. Sports Med. 8 : 39~42, 1980.
- 6) 田淵健一 : 足関節捻挫の病態と治療、整形外科 33 : 687~696, 1982.
- 7) 竹内秀樹ほか : 大学柔道選手の足関節障害について、臨床スポーツ医学 4 (別冊) : 243~245, 1987.

# 東海大学陸上部員の腰部障害について

今井 望 野口 隆敏 有馬 亨 岡 義範  
中村 豊 山路 修身 峯崎 孝俊

(医学部整形外科)

## はじめに

専門的にスポーツ活動を行っている人達には、一般人に比べて若い時より腰痛を訴える人が多いことが、日常診療にたずさわっていて感ずる。

今回、われわれは当大学体育学部の協力のもとに、東海大学陸上競技部員を対象に腰部障害調査を行う機会を得たので、若干の考察を加えて報告する。

## 調査方法と対象

全例男性を対象に昭和51年から60年まで入学・卒業時に日本体育協会腰部スポーツ障害調査表に

よるアンケート調査、検診、腰部X線検査ならびに競技記録調査を行った。

入学時検診総数は234名で、短距離群79名、中距離群20名、長距離群58名、跳躍群76名、十種競技1名であった。卒業時112名の内訳は、短距離群33名、中距離群9名、長距離群37名、跳躍群32名、十種競技1名であった。アンケート調査は、入学時は全例に、卒業時は107名に回答が得られた。

## 調査結果

陸上競技開始時期は、約90%の者が中学時代で、この頃よりほとんどの者が専門種目別に陸上部活動を行っていた。

大学での練習状況は、種目間に特に差違はなく週5日から7日の練習で、練習時間は2から3時間であった。卒業時検診時には、就職活動等の影

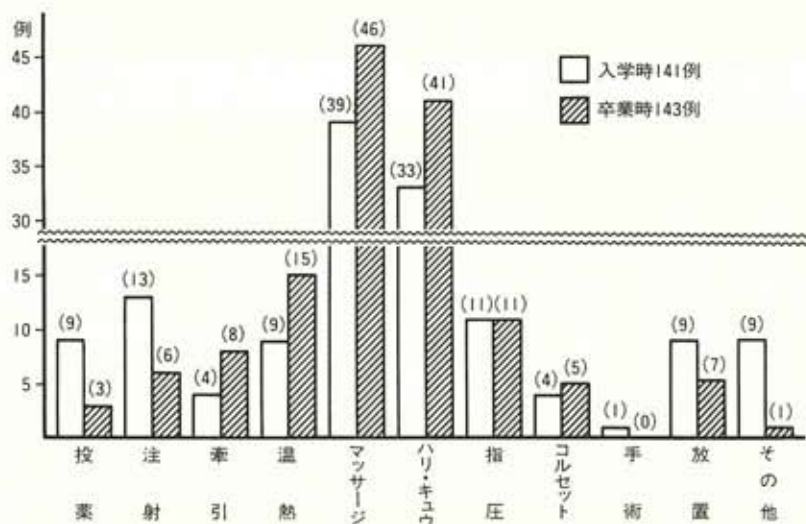
表1-a 入学時・卒業時の腰痛既往率

種目	入学時		卒業時	
	既往者数/種目別総数	%	既往者数/種目別総数	%
短距離	56/79	70.9	26/31	83.9
中距離	14/20	70.0	7/9	77.8
長距離	40/58	69.0	32/37	86.5
跳躍	66/76	86.8	27/29	93.1
十種競技	1/1	100.0	1/1	100.0
種目計	177/234	75.6	93/107	86.9

表1-b 分離保有者の腰痛既往率

種目	入学時		卒業時	
	既往者数/種目別総数	%	既往者数/種目別総数	%
短距離	19/25	76	14/14	100
中距離	5/5	100	4/4	100
長距離	13/14	92.9	8/8	100
跳躍	23/26人	88.5%	16/16人	100%
計	60/70人	85.7%	42/42人	100%

表2 入学時・卒業時の治療内容



響もあり大多数の者が練習を行っていなかった。

入学時・卒業時の腰痛既往率を比較すると、入学時は234名中177名、75.6%にみられ、中でも跳躍群が86.8%と高率であった。卒業時は、107名中93名86.9%と増え、跳躍群も93.1%となっていたが、特に長距離群が69.0%より86.5%と増加していた(表1-a)。

腰痛既往回数は、入学時回答が得られた163名中約90%の者が5回以下であったが、卒業時には86名中19名22.1%の者が6回以上となり、跳躍、長距離群に既往回数が頻回の者が多くみられた。

痛みの程度は、入学時は練習中、練習直後に痛みを感じる者が多かったが、卒業時にはスポーツと無関係に腰痛を感じる慢性腰痛者が増え、運動を完全に休まなければならなかった者が約40%と、入学時に比べ約15%増加していた。実際の休部期

間は、約70%の者が1ヶ月未満で、うちほとんどの者が1週間未満であった。種目別では、短距離・跳躍群に多かった。

治療状況は、入学時、卒業時ともに頻度の高かったものは、マッサージ、鍼灸であった。投薬、牽引などの整形外科的治療を受けた者は、3割弱であった(表2)。

腰椎4方向撮影を行ったX線所見では、入学時より椎体上下縁の不整像(ballooningほか)を35.5%、椎間腔狭少30.8%、分離および沁りを30.3%と高率に認めた(表3、図1、2、3)。

この中で、一般に多くの例が成長期に発症すると考えられている、分離、沁りが一般集団の発生頻度5から7%に比し異常に高率であったことよ

表3 入学時X線所見

1. 椎体上下縁の不整像(ballooningほか)	83	35.5
2. 椎間腔狭少	72	30.8
3. 分離および沁り	71	30.3
4. 潜在脊椎拔裂	64	27.4
5. 側弯	41	17.5
6. 移行椎	26	11.1
7. Schmorl結節	21	9.0
8. 椎体辺縁分離	3例	1.1%

\* 1名につき一所見だけで無く、重複例を含む。

表4 入学時種目別分離・分離沁り

種目	総数(人)	分離	分離沁り	分離沁り計
短距離	79	18	7	25(31.6%)
中距離	20	1	4	5(25.0%)
長距離	58	10	4	14(24.1%)
跳躍	76	19	7	26(34.2%)
十種競技	1	1		1(100.0%)
種目計	234	49(20.9%)	22(9.4%)	71(30.3%)

り、以下腰椎分離について調べ得たことを述べる。

入学時分離は234名中49名20.9%、分離入りは22名9.4%計71名、30.3%に認め、種目別では、跳躍群の34.2%、短距離群31.6%と、跳躍、短距離群に多くみられた(表4)。

分離と腰痛既往の関係では、入学時は平均85.7

表6 高位別分離の頻度

高位	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>
人数	2	4	10	55	5
%	2.6	5.3	13.1	72.4	6.6

表5 入学時・卒業時の記録の推移

		入 学 時				卒 業 時				日本記録 60年6月2日 現 在
		分 離 群		全入学時検診群		分 離 群		全卒業時検診群		
		最 高	最 低	最 高	最 低	最 高	最 低	最 高	最 低	
短距離	100m	10" 8	11" 6	10" 6	11" 6	10" 7	11" 7	10" 7	11" 7	10" 1
	400m	51" 7	53" 7	48"02	53" 7	49" 0	53" 3	45"69	53" 3	45"69
中距離	800m	1'54"6	2'4"	1'54"6	2'4"0	1'52"0	1'54"1	1'52"0	1'58"0	1'47"4
	1500m	3'59"9	4'20"	3'58"8	4'32"2	3'54"4	4'05"	3'51"8	4'5"	3'38"2
長距離	5000m	15'22	15'30"	14'54"	16'15"4	14'25"0	15'14"9	14'12"38	15'14"9	13'24"69
跳 躍	幅 跳 び	6.95m	6.50m	7.18m	6.46m	7.23m	6.70m	7.53m	6.35m	8.10m
	三 段 跳 び	15.06m	13.52m	15.06m	13.52m	16.16m	14.25m	16.36m	14.10m	16.76m
	走 り 高 跳 び	2.02m	1.82m	2.02m	1.82m	2.00m	2.00m	2.00m	2.00m	2.30m
	棒 高 跳 び	4.20m		4.35m	3.80m	4.90m		4.92m	4.10m	5.53m

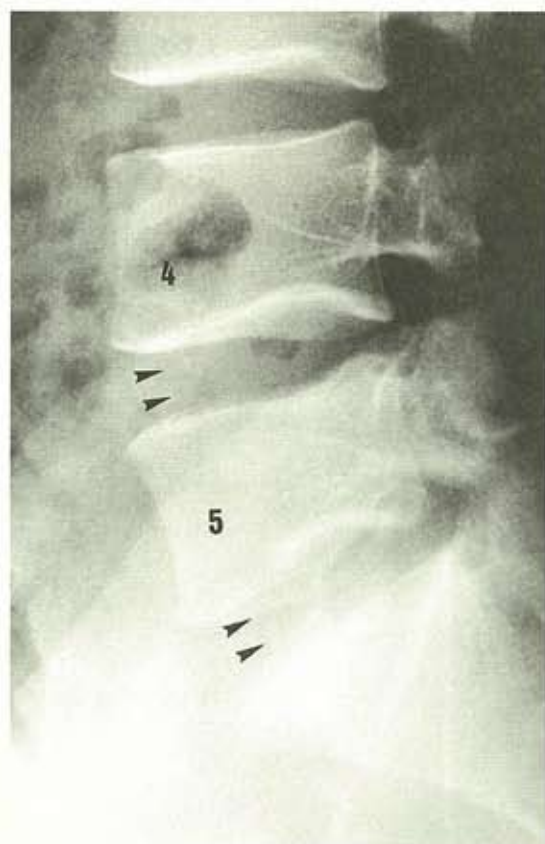


図1 L4/5、L5/S1間の ballooning

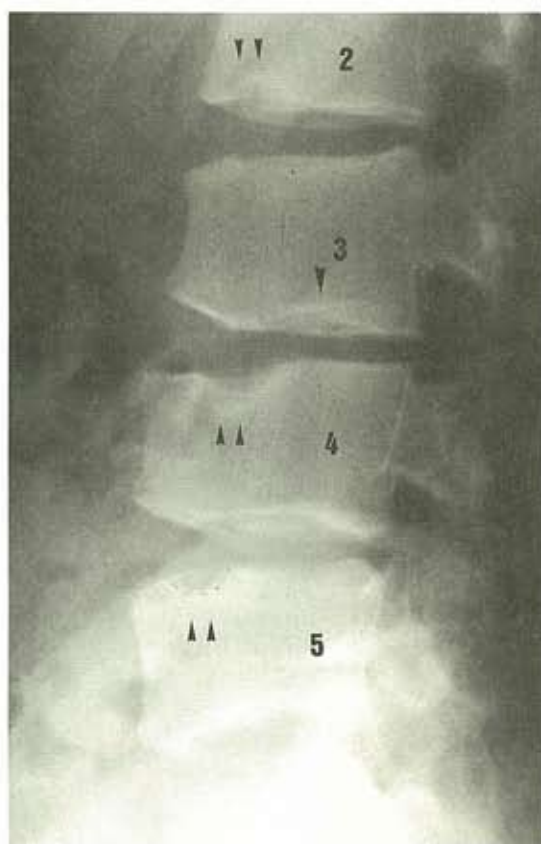


図2 L2/3、3/4、4/5間の椎間腔狭小と Schmorl 結節(矢印)

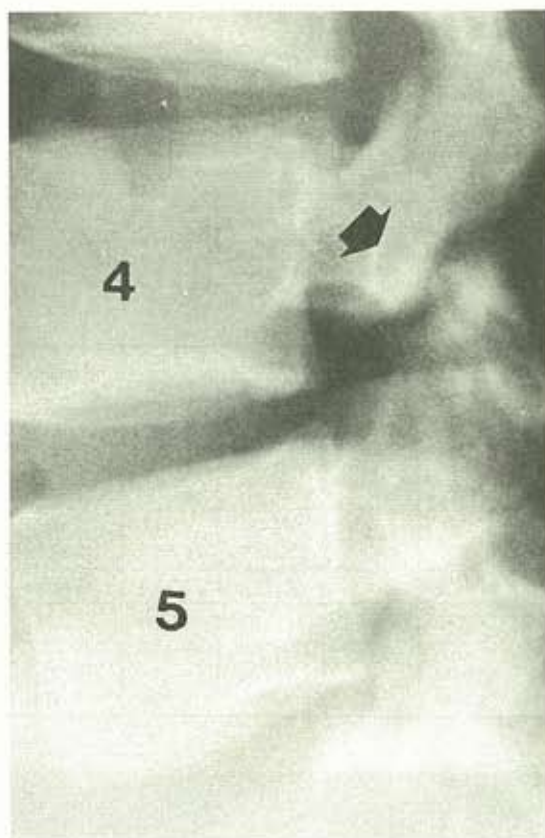


図3 L<sub>4</sub>分離

%と各種目とも非分離群に比べ高率で、中距離、長距離群に多かった。卒業時には、全例に腰痛既往を認めた(表1-b)。尚、十種競技の一名は入学時より腰痛既往を有していた。

入学時から卒業時までの記録の推移を、分離群と全入学時検診群、全卒業時検診群で比べてみると、分離群は入学時は9種目中3種目に最高記録、5種目に最低記録を有し、卒業時には3種目に最高記録、4種目に最低記録を有していた(表5)。一般に非分離群に比べ、入学時より記録が低く、在学中も記録の伸びが少ない傾向にあった。

入学時の分離の発生頻度を高位別にみると、約72%強がL<sub>5</sub>に発生していた(表6)。

種目別間では、高位別の発生に明らかな差はみられなかったが、比較的稀な多椎性分離を(全て2椎性であった)5例に認めた(表7、図4)。

入学時・卒業時のX線を比較し、椎体上下縁の不整、椎間板狭少化、側弯などには目立った変化はみられなかったが、分離部の変化は42名中14名にみた。14名中不鮮明であった分離が明瞭化した者5名、逆に分離が不鮮明化した者が9名で、いずれも亀裂型であった(図5、6)。うち、両側亀

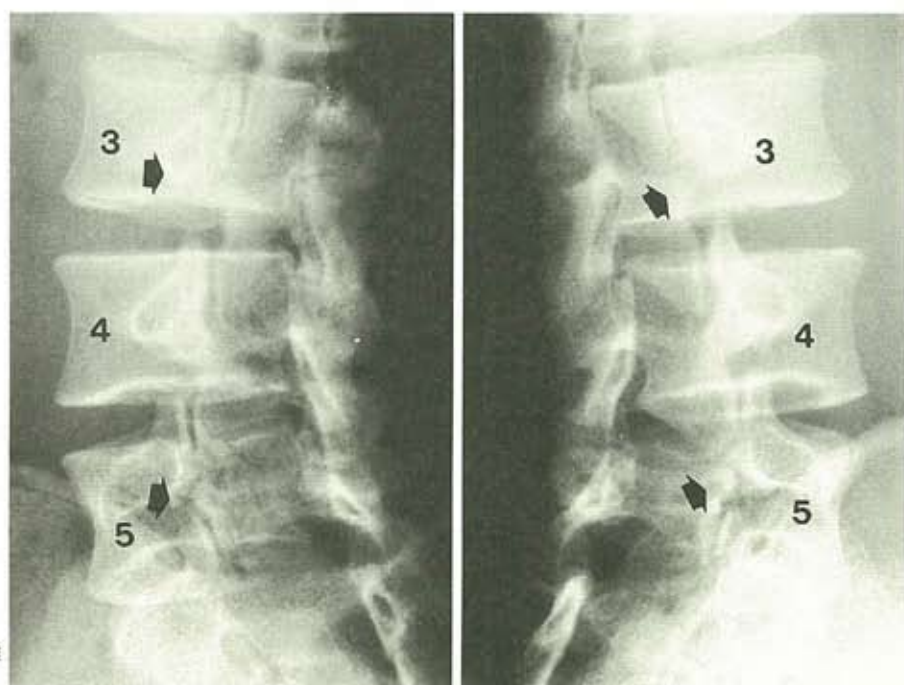


図4 跳躍選手L<sub>3</sub>、L<sub>4</sub>の分離をみる

裂が不鮮明化した者が6名であった(表8)。迂りは、全例 Myerding I 度で進行は認められなかった。

## 考 察

今回の調査で、入学時の腰痛既往が75.6%であったことは注目すべきことであり、明らかに同世代の非スポーツ集団に比し高率であることが判った。腰痛の特徴をみても、入学時は、練習中、練習直後に痛む、軽度の痛みを有する者が多かったが、卒業時にはスポーツと無関係に腰痛を感じる

慢性腰痛者が約40%と増加していた。このことは、専門的にスポーツ活動を行う者の宿命とも言えるが、入学時にX線所見で椎体上下縁の不整、椎間板狭小化を30%以上に認めたことは、留意すべき点である。何故ならば、一般に20歳台より始まるとされている椎間板症変化が、大学入学以前に始まっていることを示唆するからである。幸い、卒業時に入学時と比べ、X線上進行している者は、ほとんどいなかったが、一般人に比し high risk の集団であることには違いない。

一般に成長期に発症すると考えられている腰椎分離においても、過去のスポーツにおける報告

表7 種目別と高位別の分離および分離迂りの頻度

	L <sub>1</sub>		L <sub>2</sub>		L <sub>3</sub>		L <sub>4</sub>		L <sub>5</sub> 分離	L <sub>1</sub> , L <sub>5</sub> 分離	L <sub>1</sub> , L <sub>5</sub>		L <sub>2</sub> , L <sub>5</sub>		高位 計
	分離	迂り	分離	迂り	分離	迂り	分離	迂り			分離	迂り	分離	迂り	
短距離	1		1				15	6			1	1			25
中距離							1	4							5
長距離			1		1	1	7	2	1					1	14
跳躍					4	1	10	6	3	1			1		26
十種競技					1										1
種目計	1		2		6	2	33	18	4	1	1	1	1	1	71

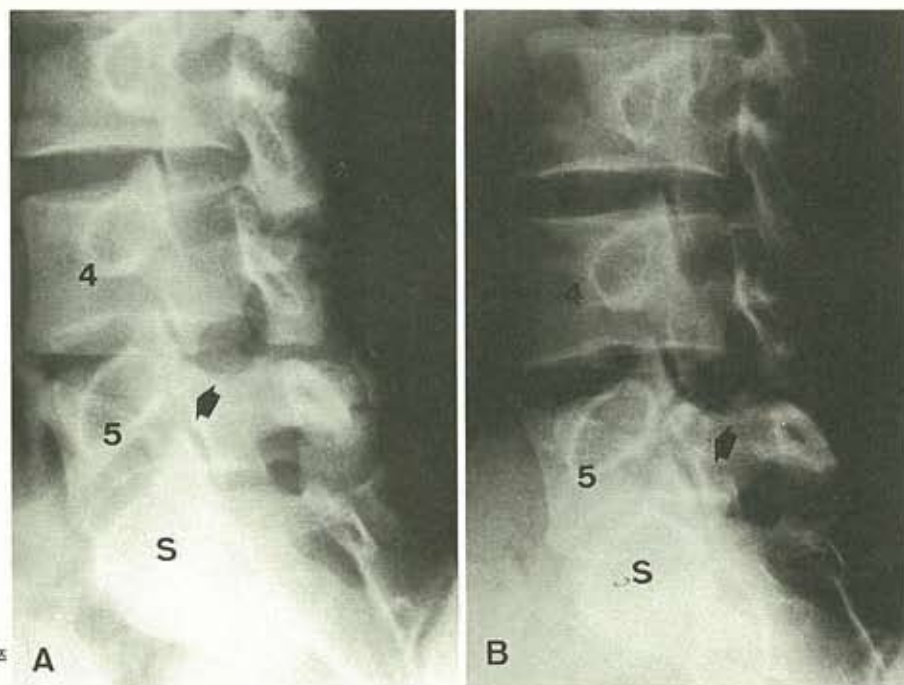


図5  
跳躍選手で、L<sub>5</sub>分離が卒業時に明瞭化している

A 入学時

B 卒業時

例<sup>16)</sup>より高率で30.3%にみられたことは憂慮すべきことである(表9)。即ち、分離の入学時腰痛既往は85.7%と一層高く、卒業時には全例が腰痛既往を有し、在学中の記録の向上も全般に非分離群に比し低い傾向にあり、本症のスポーツにおける重大性が考えられる。

分離の成因については、一般に過労性骨障害説と形成不全説の二説が言われている。近年、実験

的に Troup<sup>7)</sup>、Cyron<sup>2)</sup>らは腰椎の伸展位、屈曲位にて分離を作成することに成功し、過労性骨障害説を裏付けている。本邦でも笠原<sup>5)</sup>らは分離の力学的研究を行い、回旋運動時に関節突起間部に最大ひずみを生ずると報告している。また、当大学体育学部の山並ら<sup>9)</sup>が Potentiometer を利用し体幹捻転角度を測定したところ、捻転角度は速度が増すことにより増加するという結果を得た。以上

表8 分離の変化

	種目	入学時	卒業時
1	短距離	L <sub>5</sub> 両亀裂	右不鮮明
2	短距離	L <sub>1</sub> 、L <sub>4</sub> 両亀裂	明瞭化
3	短距離	L <sub>5</sub> 両亀裂	明瞭化
4	短距離	L <sub>5</sub> 両亀裂	不鮮明
5	短距離	L <sub>2</sub> 面亀裂	左不鮮明
6	中距離	L <sub>5</sub> 右亀裂	不鮮明
7	長距離	L <sub>3</sub> 両亀裂、L <sub>5</sub> 偽関節型	L <sub>5</sub> 不鮮明
8	長距離	L <sub>1</sub> 左亀裂、L <sub>2</sub> 両亀裂	L <sub>1</sub> 明瞭化
9	跳躍	L <sub>5</sub> 面亀裂	両不鮮明
10	跳躍	L <sub>5</sub> 両亀裂	L <sub>1</sub> 右亀裂、L <sub>5</sub> 不鮮明
11	跳躍	L <sub>5</sub> 亀裂	明瞭化
12	跳躍	L <sub>4</sub> 右亀裂、左不鮮明	右不鮮明
13	跳躍	L <sub>5</sub> 左亀裂	不鮮明
14	十種競技	L <sub>1</sub> 左亀裂、右不鮮明	明瞭化

表9 スポーツと分離の報告

選手	人数	分離率	年
金子ら	34/259	13.1	1972
林ら	39/369	10.6	1973
市川ら	99/367	27.0	1975
河野ら	97/891	10.9	1975
小林ら	28/149	18.8	1975
秋本ら	122/1186	10.3	1979
谷口ら	125/607	20.6	1981
安藤ら	188/913	20.6	1982
小野ら	28/170	16.5	1982
吉松ら	152/649	23.4	1985
野口ら	71/234人	30.3%	1985年

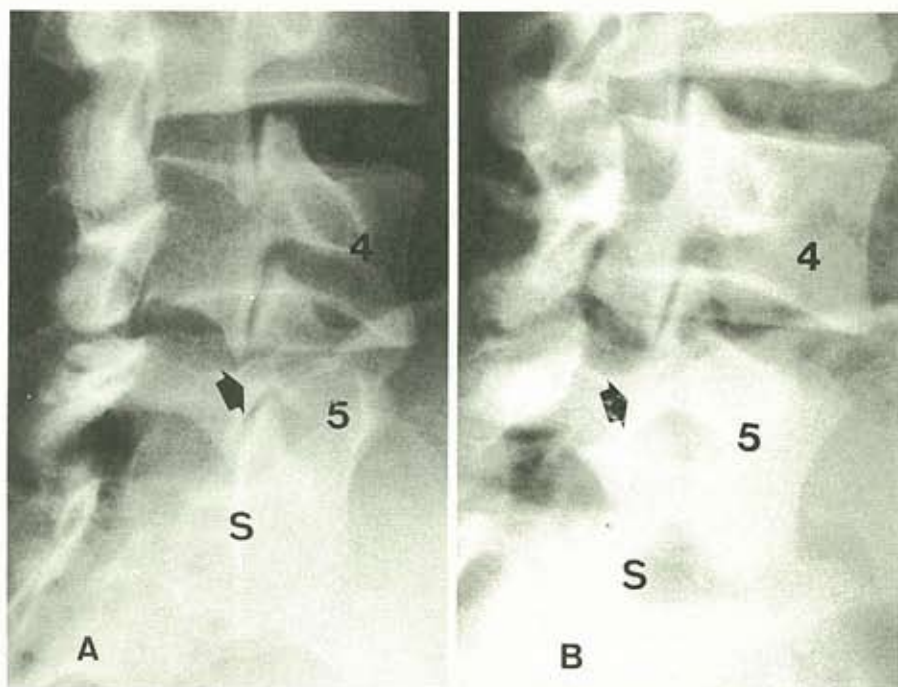


図6  
短距離選手でL<sub>4</sub>分離の癒合傾向をみる

A 入学時

B 卒業時



のことより、速度、瞬発力、ジャンプなどが要求され、体幹捻転が強制される跳躍、短距離群に分離が多いことが推測され、調査結果と一致した。しかし、移行椎、多椎性分離例も多く認めたことより、分離の発生になんらかの構築上の因子も関与しているのではないかと考えている。

椎間板症性変化、分離の発生予防を考えると、約90%の者が中学時代より専門種目別に陸上部活動を開始していたことより、特に中学時代のクラブ活動の有り方につき再考する必要があると思われる。1例として、オスグッド病を代表とするジャンパー膝、リトルリーグ選手の野球肘など、皆、成長期での over use が障害の主因となっている。このことより、中学迄のスポーツ活動は、専門種目化することなく、幅広くスポーツ活動を行い over use にならないことが肝要だと考えている。

分離に対しても、Wiltse<sup>8)</sup>、Jackson<sup>9)</sup>、古田ら<sup>3)</sup>は、スポーツ活動の停止、コルセット装着の保存的治療にて分離の治癒例を述べている。われわれも大学生でありながら14名中9名の亀裂型に癒合傾向をみたことより、特に成長期でのスポーツ活動を指導する監督、コーチにこれらの事実を認識してもらいたい。このことが、高校、大学での腰部障害の減少に繋がるものと思われる。

より専門化し記録の向上を目指した大学卒業時には、腰痛既往、回数も増加し慢性腰痛化の傾向があったが、現状の治療状況としては旧態依然として、マッサージ、鍼灸が多かった。この事実を、われわれ医師も謙虚に受容し、今後、監督、トレーナーを含め科学的な腰痛管理確立のため、共に approach して行く協力体制が必要と考える。一方、大学運動部員にとって、運動、生活面を含めての自己管理能力を養成することが、選手活動を行う上で最も重要だと考えている。

## おわりに

東海大学陸上部員を対象に腰痛調査を行った結

果、入学時より腰痛既往者の頻度が高く、また、X線検診で腰部椎間板症性変化、脊椎分離が高率であることが明らかとなった。

特に分離群は、非分離群に比し腰痛既往が高く、記録の向上も少ない傾向にあった。しかし、亀裂型の分離の中には癒合傾向化を9例に認めた。

専門種目別のクラブ活動を中学時代より行うということが果して妥当かどうかの一つの問題点としてある。一般に成長期での over use が多くのスポーツ障害の原因であることが知られている。このため専門種目別のクラブ活動は高校時代からで十分であり、このことが予防にも繋がると考えている。また、一例として腰椎分離は、早期発見にて治療をすれば治癒の可能性が高いという事実からも、今後監督、トレーナー、選手、医師間で互いに意見を交換し合う協力体制を整え、予防・治療法の確立を図らなければならないと考えている。

## 文献

- 1) 秋本 毅：少年期のスポーツ活動と脊椎分離、整形外科 30：638～646,1979.
- 2) Cyron, B.M., et al.: Spondylolytic Fractures. J. Bone and Joint Surg., 58-B：462～466,1976.
- 3) 古田 佳久他：脊椎分離治癒例の検討、整形外科スポーツ医学会誌 1：51～54,1982.
- 4) Jackson, D.W. and Wiltse, L.L.: Low back pain in young athletes. Phys.Sports Med., 2:11, 53.1974.
- 5) 笠原 俊明他：脊椎分離の成因に関する力学的研究、災害医学 18：953～956,1975.
- 6) 野口 隆敏他：大学陸上部員の腰椎分離について、東日本スポーツ医学研究会誌 3：102～108, 1981.
- 7) Troup, J.D.G.: The Etiology of Spondylolysis. Orthop. Clin.North Amer., 8：57～64,1977.
- 8) Wiltse, L.L., et al.: Fatigue Fracture: The Basic Lesion in Isthmic Spondylolysis. J. Bone and Joint Surg., 57-A：17～22,1975.
- 9) 山並 義孝他：運動時の体幹捻転に関する検討、東海大学紀要体育学部 10：161～167,1980.

# スポーツ医科学研究のための 電子画像記録

山本 芳孝

(開発技術研究所教授)

## 1 まえがき

スポーツを医科学的な立場から研究する場合、対象を詳しく観察、解析することが必要となる。スポーツを含めた生体の動きは、剛体運動と見なせる多くの機械的現象と異なり、複雑な変位、変形、運動中でのエネルギーの出入、重心移動等が連続に生じている。

他方、画像計測は運動解析の有力な手段として注目され利用されてきたが、特に最近ではビデオ画像記録の機器が民生用として普及して来たため研究補助として手軽に記録再生が可能になってきた。ここではビデオ記録を主とした電子画像記録法について、従来の銀塩感光材料を用いた画像記録方式との比較を行いながらその特性についての検討を行う。なお、画像の記録や解析に電子技術を利用する事は多方面で行われ、高速、超高速シャッターも電子技術で駆動されているが、ここでは画像信号が少なくとも一度は電子画像に変換される装置を電子画像記録システムと定義しておく。

## 2 スポーツ医科学と 高速度画像記録

スポーツの運動解析を画像記録法によって行う理由の一つは運動の変化を時間的に捉えたいためであり、特に複雑な運動を詳しく知るためには記

録速度を高く、すなわち時間分解能を高めた記録を行いたい。この目的に対しては高速度画像記録法がある。これまでは映画フィルムを用いた高速度撮影装置により、数100駒/秒～10,000駒/秒を越す撮影を行い、再生速度を通常の24駒/秒もしくはそれ以下で映写することにより時間的に数10倍～400倍以上の拡大(すなわちスローモーション)がなされ、さらに高時間分解能が必要な場合には超高速度な装置がすでに開発されている。映画的高速度画像記録は使用するフィルムサイズによって大別され、科学計測用には16mmフィルムを利用した装置が多く用いられている。その場合30m巻フィルムを使用すると連続記録可能な画面数はおおよそ4,000画面で、撮影速度を10,000駒/秒とすると記録時間は僅かに0.4秒間であるが、標準速度で映写すると映写時間は約2分45秒となる。映画フィルムは長尺のため一般には現像等のフィルム処理は専門のラボラトリにて行われる。特にフィルムがカラー化してからは撮影者である研究者が自前で現像することは極めてまれで、従って撮影結果は少なくとも日が改まらないと判明しないことになる。これは現象発生や同期が不安定な場合あるいは撮影条件が不確かな場合に撮影結果をフィードバックして条件を整えて新たに撮影を行いたい場合には大変不都合である。そこでモノクロフィルムで撮影したり、カラーフィルムを白黒現像したり、ポラロイド瞬間撮影で見当を付けたらなければならない。

これに対して、電子画像記録方式の一つであるTV方式は現像等の処理を必要とせず、従って記録後直ちに再生観察することが可能である。

更に記録材料は繰り返し使用可能等、銀塩感光材料を使用する従来型の画像記録法に比べて取扱が用意で使用条件によってはスポーツ計測や医学観察に大いに有用である。その他の各種電子画像記録方式も開発されスポーツ計測および多方面での利用が増加している。

### 3 電子画像記録 システムの情報

画像は多くの情報を含んでおり、計測に応用する際には必要とする情報を適切に抽出することが必要となる。画像からの情報は空間情報と時間情報に大別され、空間情報は画像中の濃度変化と色相の組合せによって構成され、他方、時間情報は画像の露光特性、記録速度、および連続記録画像数等によって決まる。(図1)

さらに電子画像記録の記録媒体の特性を従来から使用されている銀塩記録と比較検討すると、銀塩フィルムは光信号の検出と記録を行っているがビデオ記録では光信号は検出素子によって光電変換されてから磁気テープ等に記録される。したがって銀塩感光材料の感度と磁気テープの感度は異なった作用をするし、分光特性(感度)についても写真記録ではフィルムによって決定されビデオ記録はカメラの光電素子によって決定される。写真フィルムとビデオテープの記録材料特性の比較を表1に示す。また総合的な情報伝達量の比較計算を表2に示す。この結果から現在の普及型ビデオ



図1 画像情報の構成

表1 写真記録とビデオ信号検出と記録の比較

写真記録	ビデオ記録
感度	感度 (検出)
分光特性	分光特性 (検出)
解像力	画素数 (検出)
画面寸法	光電面寸法 (検出)
階調度	ダイナミックレンジ (検出、記録)
かぶり	ブルーミング (検出)
焼付け	ハードコピー (記録)
ハロゲン銀	光電素子 (Si) (検出)
	磁性材料 (記録)
必要処理時間大	処理時間小 (記録)

表2 写真画像とビデオ画像の空間情報の比較

	写真画像	ビデオ画像
a) 濃度情報		
Dynamic Range	100	100
利用濃度範囲		
高感度フィルム	0.4~2.4 (2.0)	4 bits=16 6 bits=64 8 bits=256
高コントラスト	0.2~3.5 (3.3)	
濃度分解能	0.02	
b) 空間情報		
画素数	372,000 (8ミリ映画の場合)	367,500
感光材料の解像力	70 lines/mm	走査線数=525本 縦横比=3:4
画像面積		
8mmシネ	19mm <sup>2</sup>	
16mmシネ	76mm <sup>2</sup>	(525×525×4/3 =367,500)
画素数計算	(140×140×19 =372,400) (8mm) (140×140×76 =1,489,600) (16mm)	

記録はおおよそ8mm映画の画像情報記録に近い特性であると予想される。また、電子画像記録は商用テレビ放送として情報伝送を高密度で行っており画像信号伝送の点からも興味があるがここでは詳しい議論は行わない。

### 4 電子画像記録装置の実例

各種の電子画像記録システムについて超高速記録システム、高速ビデオシステム、通常速度で特殊機構を有するビデオシステム、その他に分類しながら実際の機器について紹介する。

#### (1) 超高速電子画像記録装置

超高速の瞬間記録、駒撮りあるいはストリー

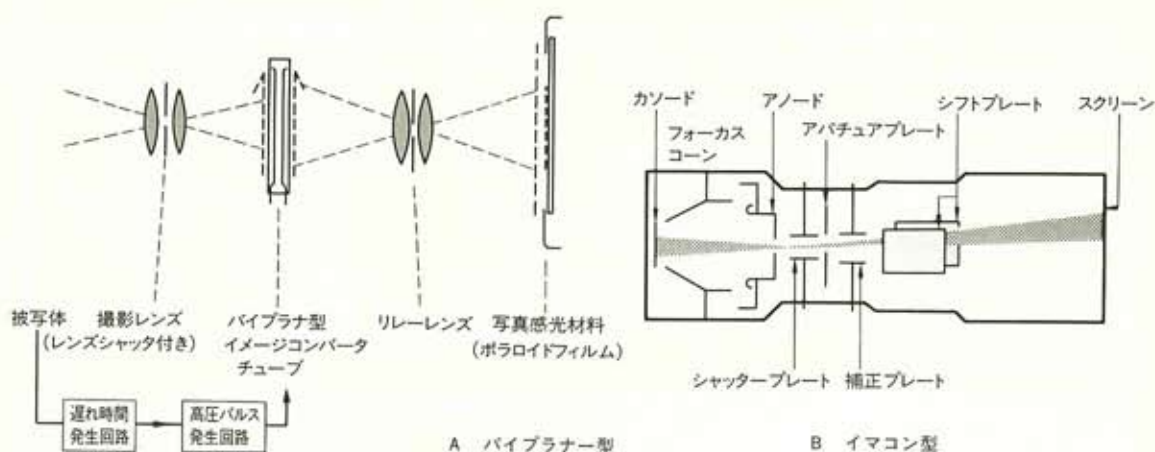


図2 イメージコンバータカメラ動作原理構造図

ク記録を行い、これによって理工学現象の解析を行うために開発された装置である。

a) バイブラナー型イメージコンバータ超高速カメラ

実効露光時間が数ms～数nsと極めて高速であり、光電変換と蛍光表示に際し波長変換がなされる。1ショット当りで得られる駒数は1駒であるが他のイメージコンバータカメラに比べ記録された画像の質が高く、これは露光時間が変化しても変わらない。

速度 数ms～数10ns

記録 主としてポラロイド、または写真フィルム

画像数 1駒

その他 MCP型イメージインテンシファイアー併用可

b) イマコン型イメージコンバータ超高速カメラ

瞬間画像、超高速駒撮り、ストリーク画像の記録が全て行える電子画像記録システムで、MCP(マルチチャンネルプレート)イメージインテンシファイアー等によって微弱な光信号を増幅する事も可能である。

速度 数ms～数ns、～数10ps

記録 ポラロイド、写真フィルム

画像数 1～16(例えばIMACON)駒

製品 IMACON、THOMSON-CSF等

(2) 高速度ビデオカメラ装置

現在の商用テレビ放送システムに準拠している装置は各種のビデオ再生装置によって再生画像を観察、解析を行うことが可能である。

c) 高速度ビデオシステム「INSTAR」  
(Video Logic社製 米国)

初めて高速度ビデオシステムとして商品化され、専用記録カメラを2台使い、再生は専用モニターの一画面中に2画面を同時再生可能である。

速度 120フレーム/秒

テープ 1"テープ使用

容量 連続 432,000 フレーム

その他 白黒、ストロボ併用可

d) 高速度ビデオシステム「HSV-400」  
(ナック社製 日本)

記録システムに3本のプランピコンを用いた三管式のカラー高速度ビデオカメラで市販のカセットビデオテープを使用する。400フレーム/秒の記録速度でメカニカルシャッターにより最高1/10,000秒または、ストロボ同期で1/50,000秒の露光となる。記録結果は市販のVHSビデオレコーダで再生可能である。

速度 400フレーム/秒

テープ VHS市販カセットテープ使用

容量 連続 432,000フレーム(120分用)

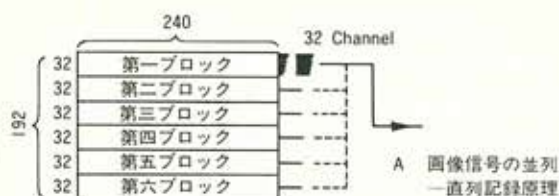
その他 カラー、高速シャッター、ストロボ併用可

e) 高速度ビデオシステム「SP-2000」

(コダック社 米国)

記録は2台並列に使用可で、専用のストロボ光源も用意され、特殊専用ビデオテープに記録する。再生時はフレームメモリーにより静止画像、スローモーションが容易である。本ビデオシステムは高速度記録を得るために他とは大分異なった画像信号の並列取入れ記録法が採用されているので記録再生法を以下に簡単に示す。

撮像素子は画素構成が32(H)×240(V)を1ブロックとして、これを6ブロック組み合わせた、すなわち192(H)×240(V)の固体撮像素子を用いている。画像信号の取り込みは1ブロックの32ラインから並列同時に取り込み記録する。この装置の特徴はこの様に32ラインから並列取り込みを行う点にあり、従って従来にない高速画像取り込み



B SP-2000の画面分割使用例

図4 SP-2000動作原理図



図3 HSV-400高速度カラービデオカメラシステム

がなされる。順次6ブロックで一画面の画像取り込みが終了する。フル画面記録の速度は毎秒当り60、200、500、1,000、および2,000フレームが可能である。6ブロックの内、半分の3ブロックのみで画面を構成する(画面寸法は横画面が1/2に減ずる)ことで2倍の記録速度を得ている。同様に2ブロックのみを使用し、横画面寸法が1/3で速度は3倍に1ブロックのみで画面寸法は1/6と狭いが記録速度は6倍、すなわち最高記録速度は12,000フレーム/秒となる。(図4参照) 性能は次の通りである。

- 速度 60~12,000フレーム/秒
- テープ 1/2" 特殊カセットテープ使用
- 容量 連続 90,000 フルフレーム
- その他 白黒、専用ストロボ併用可

(3) その他の特殊機能を付加した画像記録カメラシステム

f) 電子シャッター付きビデオカメラ

最近、画像記録速度は従来そのまま高速現象を見やすくするために CCD イメージセンサに電子シャッターを組み込んだテレビカメラが市販されるようになってきた。

ビデオ記録を高速化するには上記 c)、d)、e) の様な本格的な高速画像記録システムが必要であるが、記録速度は通常のまま1画面の実質露光時間をできるだけ短縮して高速現象のブレを少なくする簡便な方式は他の部分はそのま利用できる利点がある。また、これに使用するカメラは光電面全体を電子的に短い時間露光するため、画面の同時記録性が保たれる大きな利点も見逃せない。

(注 もし光信号が光電面から時系列で逐次(1フレーム当たり1/60秒で)取り出されると仮定すると画面の初めに比べて終わりは約17msも後の現象を記録していることになる。)

#### g) フレームメモリ付きストロボ同期ビデオシステム

特に複雑な繰り返し現象をゆっくり再現して観察するためのビデオ記録方式で、現象の繰り返しとストロボ発光の周期を僅かずらしながら観察あるいは記録を行う。このシステムにはさらに画像のデジタルメモリを内蔵しており、CRTへの表示は一旦メモリに記録されている画像信号をD/A変換して表示する。画像メモリは新たな信号が入ってこなければ古い信号が保持されているので、画像のドロップアウトを防ぐホールド回路として働き、また任意の画像のフリーズ回路としても動作する。これによってトリガが不安定な現象でも大いに見やすくなっている。

#### h) ラインセンサーカメラシステム

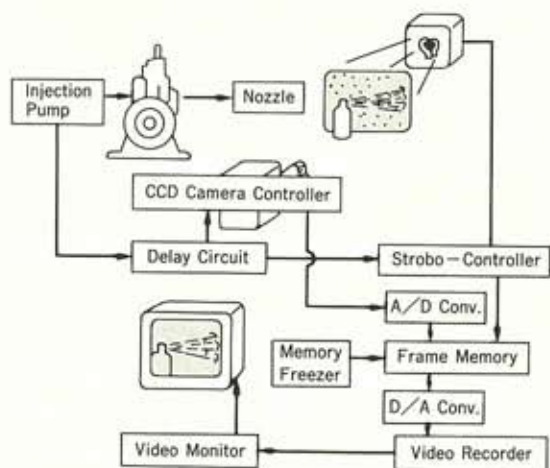


図5 現象と同期を取ったストロボビデオシステムの配置例

空間的に1次元のデジタルラインセンサを組み込み、センサと直交軸を時間軸として記録するカメラで簡単な構造にもかかわらず時間分解能が高い特徴を有する。スポーツの分野ではゴール順位の判定器としてこれまで利用されてきた銀塩感光材料によるスリット写真機の代わりとして使用される電子画像記録装置である。

#### i) ハイバンドビデオ、ハイビジョンシステム

従来からの市販ビデオテープを利用する画像記録システムは商用放送テレビのシステムに準じて来たため、これまでは僅か約4MHzの狭い帯域にカラー、モノクロ共用出来るように巧妙に工夫された信号を送受信する方式をそのまま利用していた。最近は記録システムを大幅に変更する事なく高品位な画像を記録可能とする約6MHzの帯域を有するハイバンドビデオ記録装置が出現している。さらに使用周波数の高い放送用人工衛星利用等に適しているのがNHK主導で進められている高品位テレビ(ハイビジョン)システムである。この方式は従来型のテレビジョンに比べて4倍以上の画像情報を含み得るため高い空間分解能を必要とするスポーツ科学計測システムにも大いに利用価値があると考えられる。

#### j) ビデオカメラとコンピュータの画像メモリシステム

コンピュータ制御を利用してビデオカメラから画像信号を画像メモリへ取り込んだ後、画像処理を行って任意の形態で画像表示する一連のシステムは画像から必要とする情報を有効に取得するためには大いに重要であり、特にソフト開発は益々重要性を増して行くと考えられる。最近では大がかりなシステムからパーソナルコンピュータによる簡易なものまで多数のシステムが市販されるようになりつつあり、用途に(費用にも)見合ったシステム構成が容易に行えるようになってきた。

#### k) 赤外線、遠赤外線用電子画像記録システム

赤外線から遠赤外線にかけてのスペクトル放射計測は特にスポーツ医学計測に有用で、人体各部からの放射特性や変化測定は内部変化、代謝との関連測定が期待できる。

## 5 電子画像記録システムの スポーツ医科学への適用

さきに示した各種電子画像記録システムの開発が急速に進んでおり、現在使用されているシステムについても日進月歩で性能向上が図られている。そこでこれら電子画像計測、記録システムを主として用いた新しいスポーツ医科学面への応用を列記してみる。

- ◎静止画像記録とモアレ干渉法と組み合わせ、  
脊椎湾曲、腕、足、その他部分の形状の高精度測定
- ◎ビデオ記録と光学干渉計測法の組み合わせによる  
変形、変位の高精度測定
- ◎高速度画像記録による高飛び、棒高飛び、幅  
跳び、柔道、剣道、ボクシング等の運動解析
- ◎高速度画像記録による競争、障害(100m、200  
m……) 競技、野球の投球、打撃、スキー  
ジャンプ等での速度測定
- ◎高飛び込み、体操競技等の形態変化の改良
- ◎ストロボ光源と電子画像記録システムによる  
ゴルフ、テニス、バッティング等の総合運動解析
- ◎ラインセンサー電子記録システムによる競技  
着順、速度判定
- ◎スポーツ普及のためのディスプレイ
- ◎赤外電子画像による運動量と非接触表面温度  
測定、エネルギー代謝と放射測定

## 6 電子画像記録システムの 問題点と今後の展望

(1)テレビジョン方式で1画面の画像情報量を低下させずに時間解像力を増加させる事は動作周波数を上げない限り大変困難である。大幅な記録速度の増大はe)項のように並列信号取り込み法をも併用することが必要である。

(2)現在では銀塩感光材料を使用した記録においてモノクロとカラーフィルムで記録速度および感度に差は見られない。しかし、ビデオ記録では白

黒からカラー化によって速度と感度の両方にとって不利な条件となる。

(3)現在のビデオ画像取り込みでも一画面中でも同時性がないものがあり、時間と現象の関連を必要とする場合には注意を必要とする。

(4)ビデオ記録を中心とした電子画像記録システムは現像処理の不要なこと、取扱いの手軽さ等により急速な普及が見られたがこれはテレビ放送を記録する機器としての役割も見逃すわけにはいかない。しかし、これ以上の性能を要求する場合にはテレビ放送での時、空間分解能力を越えた機器の開発が独自になされなければならないが、放送番組を記録する潜在的な要求が機器の発展と価格の低減化を果たしたことを考慮すれば独自に開発するには相当高価な機器となるであろうことは先述したd)、e)項の機器が一般市販品に比べきわめて高価な事からも予想される。

(5)これまでビデオ記録方式は画像のハードコピーが困難であったが最近急速に新しいコピーシステムが開発されつつある。

(6)電子画像記録では光学画像から電子画像への変換と電気信号の記録は独立した機能であるが記録システムは光電変換システムと密接に関連している。特に高速度記録はICメモリに、大容量記録は磁気テープ記録が適している。しかし、その他磁気ディスク記録、新しい並列大容量記録システムの開発が望まれる。

## 7 あとがき

電子画像は、はるか昔に高柳健次郎博士がテレビジョンの画期的なアイデアを出し、実験をされて以来日本では戦後になって急速に発展進歩した。さらに最近のコンピュータ開発競争によってエレクトロニクス関連の技術が総合的に向上した結果、テレビカメラ、ビデオレコーダ等優れた製品が比較的安価につくられ、利用が容易になったことは大いに喜ばしい。今後これらの機器を有効に生かしたスポーツ医科学計測を進めて行きたいと考えている。

# マイクロ波先端技術を用いた 発汗時の皮膚含有水の構造と 物性に関する研究

真下 悟

(理学部物理学科 教授)

ヒトの腕内側の皮膚表皮の誘電スペクトルを時間領域反射法 (TDR) を用いて 1 MHz~10GHz の周波数領域にわたり *in vivo* で測定した。数 MHz、100MHz および 10GHz 付近に 3 つの誘電緩和過程が観測された。最も高周波数領域に観測されたスペクトルは皮膚表皮に含まれる自由水によるものであり、その含有量は約 36% と算出された。100MHz 付近に見られるスペクトルは皮膚組織と水素結合などにより結びついた結合水によるものであり、その量は最大に見積もっても 30% である。数 MHz に観測されるスペクトルは表皮細胞と細胞間物質との間の誘電率や電気伝導度の差に基づくワグナー効果によるものであり、自由水によるスペクトルと密接に関係している。発汗にともない、10GHz のスペクトルはその強度が増加し含有自由水が増加することが示される。同時に数 MHz スペクトルの強度も増大し、細胞間含有自由水の増加が認められる。しかしながら発汗に際して結合水には何ら変化が認められない。測定は *in vivo* でかつ短時間 (20~30秒) で済むため運動中のヒトの測定にも使用できる。

## §1 はじめに

生きている生体の組織は沢山の水を含んでいる

が、その水の一部は組織と結合して、いわゆる生体結合水となっている。最近のマイクロ波技術の進歩によりその結合水の存在が確かめられ、簡単に定量測定が出来るようになった。水分子が大きな電気的雙極子を有しており、さらにその数が生体内では多いことから、電気的緩和スペクトルである誘電スペクトルが結合水あるいは組織と結合していない水 (自由水と呼ばれている) の検出定量化を可能にした (Mashimo et al., 1987a)。

一般に生体含有水の測定には DTA、DSC、NMR などがよく用いられているが (Bulgin and Vinson, 1967, Anderson et al., 1973, Walkley, 1972)、これらの測定は通常 *in vitro* で行われる。*in vivo* 測定では電気的湿度測定法や蒸気圧こう配法などがよく用いられる (Abe, 1976)。しかしこれらの測定方法はいずれも煩雑であり、例えば電気的湿度測定法では表皮上に密閉し強制乾燥した測定セルを装着し、その後のセル中の相対湿度を時間の関数として測定し、表皮で喪失した水分を求める。測定には少なくとも 10 分間はかかり、情報としては喪失水分量のみである。

DTA による *in vitro* の測定では角質層に 3 種類の水の状態が存在することが示唆された (Bulgin and Vinson, 1967)。1 つは自由水であり、次に角質層細胞内に結合した水、最後に強い極性部



と結合した水である。NMRによれば角質細胞内ケラチンは30~35%の結合水を持っており (Anderson et al., 1973)、DSCによれば角質層では34%の結合水が存在することが *in vitro* での研究より報告されている (Walkley, 1972)。

最近マイクロ波先端技術を用いた電気緩和スペクトル測定が報告されるようになった。その多くは電気双極子に注目した誘電スペクトル測定である (Cole et al., 1980; Nakamura et al., 1982; Berberian and Cole, 1986; Imamatsu et al., 1986; Mashimo et al., 1987b)。ここ数年間の技術進歩により現在では1 MHz~15 GHzという広くかつ高い周波数領域の測定が可能となった。15~20 GHzには自由水による緩和の吸収ピークが見られ、100 MHz付近には結合水によるピークが見られることから (Mashimo et al., 1987a; Takashima et al., 1986)、この周波数領域の測定をすることにより皮膚含有水の多くの情報が得られることが期待される。

マイクロ波技術のうちでも Time Domain Reflectometry (TDR) 法あるいは時間領域反射法ともいわれる方法で、ステップパルス電圧を被測定物に印加しその応答波形を時間領域で測定し、フーリエ変換することにより誘電スペクトルを求める方法が *in vivo* 測定に有望である (Mashimo et al., 1987a; 1987b)。TDR 法の特徴は高精度な高速 (20~30秒以内) 測定が可能であり、さらには被測定物を傷つけることがない。接触する電極はフレキシブルな同軸ケーブルの先端についており、測定はソフトなワンタッチで行われる。1度の測定でカバーされる周波数領域は1 MHz~10 GHzである。

TDR 法を用いた測定によるとおよそ全ての生体物質は100 MHz付近に結合水による誘電吸収ピークを示す (Mashimo et al., 1987a)。ヒトの皮膚、魚や動物の筋肉、植物、野菜等測定した全ての生体物質に共通な吸収ピークが存在する。DNA、リゾチームやヘモグロビンなどのタンパク質さらにはリン脂質でもこのピークは観測され、生物特有の吸収ピークであることがわかる。

ヒトの皮膚は表皮、真皮、皮下脂肪層から成り、それに汗せんや皮脂せん等が付属器として備わっている。表皮はさらに奥より基底層、有棘層、顆粒層、角質層から成っている。表皮の厚さは数十  $\mu\text{m}$  から数百  $\mu\text{m}$  であり、真皮のそれは約0.5 mm程度である。本研究で用いた電極は50  $\mu\text{m}$  の深さまでの情報を提供する。それより深い部分からの情報は無い。表皮の情報のみが得られるわけであるが、最外層の角質層の情報だけを取り出すこともまた不可能である。50  $\mu\text{m}$  程度の深さまでの表皮の平均的情報が得られるわけである。

ヒトの表皮は電氣的に見るといかなる種類の水が存在し、それらの量はいかなるものであるのか、さらには個人差があるかどうか、興味深い問題は多い。皮膚に薬品等を塗布した時の含有水の状態はどう変わるのか、またそれは時間とともにどう変化するのか薬品や化粧品の効果という面からも興味深い。皮膚含有水と年齢との関係も老化の問題から興味ある問題である。ここでは主に発汗時の皮膚含有水の状態を測定し、発汗終了時からの変化をリアルタイムで測定し、発汗時の含有水の状態を調べる。皮膚の機能のうち保湿および保温機能を含有水との関係で議論する。

## § 2 測定法

皮膚含有水検出は誘電スペクトルを測定することにより行った。誘電測定は TDR 法を用いて行い、皮膚測定用に開発した電極を用いることにより1 MHz~10 GHzという極めて広い周波数領域にわたりただ一回の測定で連続的なスペクトルが得られるようになった。

物質に電磁波があたると反射が起こる。同軸ケーブル内を伝播する角振動数  $\omega$  の電波  $v_0(\omega)$  が、その先端についた物質にあたり反射すると、反射係数は反射波を  $\gamma_x(\omega)$  として

$$\frac{\gamma_x(\omega)}{v_0(\omega)} = \frac{1 - \frac{j\omega(\gamma d)\epsilon_x^*(\omega)}{cZ_x \cot Z_x}}{1 + \frac{j\omega(\gamma d)\epsilon_x^*(\omega)}{cZ_x \cot Z_x}} \quad (1)$$

で与えられる (Cole, 1975)。ここで

$$Z_x = \omega d \sqrt{\epsilon_x^*} / c$$

である。 $d$  はケーブル先端についた電極の幾何学長、 $\gamma d$  は電気長であり  $c$  は光速である。物質の複素誘電率  $\epsilon_x^*(\omega)$  はこの式から

$$\epsilon_x^*(\omega) = \frac{c}{j\omega(\gamma d)} \frac{v_0(\omega) - \gamma_x(\omega)}{v_0(\omega) + \gamma_x(\omega)} Z_x \cot Z_x \quad (2)$$

で与えられることになる。 $v_0(\omega)$  および  $\gamma_x(\omega)$  を測定することにより、(2)式から  $\epsilon_x^*$  を求めることができる。

実際には  $\omega$  を変えて測定し  $\epsilon_x^*(\omega)$  の周波数依存性を求めることが必要になる。そこで入射波としてはステップパルスを用い、反射波の波の観測は時間領域で行いそれを高速フーリエ変換することにより各周波数成分の  $\gamma_x(\omega)$  を求め、 $\epsilon_x^*(\omega)$  を(2)式より得ることになる。この方法は周波数を連続的に変えることに対応しているが観測時間は極めて短い (Mashimo et al., 1987b)。

同じ測定システムで  $v_0(\omega)$  と  $\gamma_x(\omega)$  を同時に高精度測定することは極めて難しい。反射波を測

定すべくシステムを組み立てれば  $v_0(\omega)$  の測定が難しく、その逆もまたしかりである。そこで複素誘電率のすでにわかっている標準物質を用い、その反射波  $\gamma_s(\omega)$  の測定を行う。標準物質に対しても(2)式は成立する。そこで  $v_0(\omega)$  を消去すると、

$$\epsilon_x^*(\omega) = \epsilon_s^*(\omega) \frac{1 + \{ (cf_s) / [j\omega(\gamma d)\epsilon_s^*(\omega)] \} \rho}{1 + \{ [j\omega(\gamma d)\epsilon_s^*(\omega)] / (cf_s) \} \rho} \times \frac{f_x}{f_s} \quad (3)$$

$$\rho = \frac{\gamma_s(\omega) - \gamma_x(\omega)}{\gamma_s(\omega) + \gamma_x(\omega)}$$

$$f = Z \cot Z$$

が得られる。ここで  $\epsilon_s^*(\omega)$  は標準物質の誘電率である。

(3)式はケーブルを伝わる電波の減衰やシステム全体のミスマッチの補正も与える。標準物質としてはその  $\epsilon_s^*(\omega)$  が  $\epsilon_x^*(\omega)$  に近ければ近いほどよい。とくに GHz 領域で近い物質がよい (Mashimo

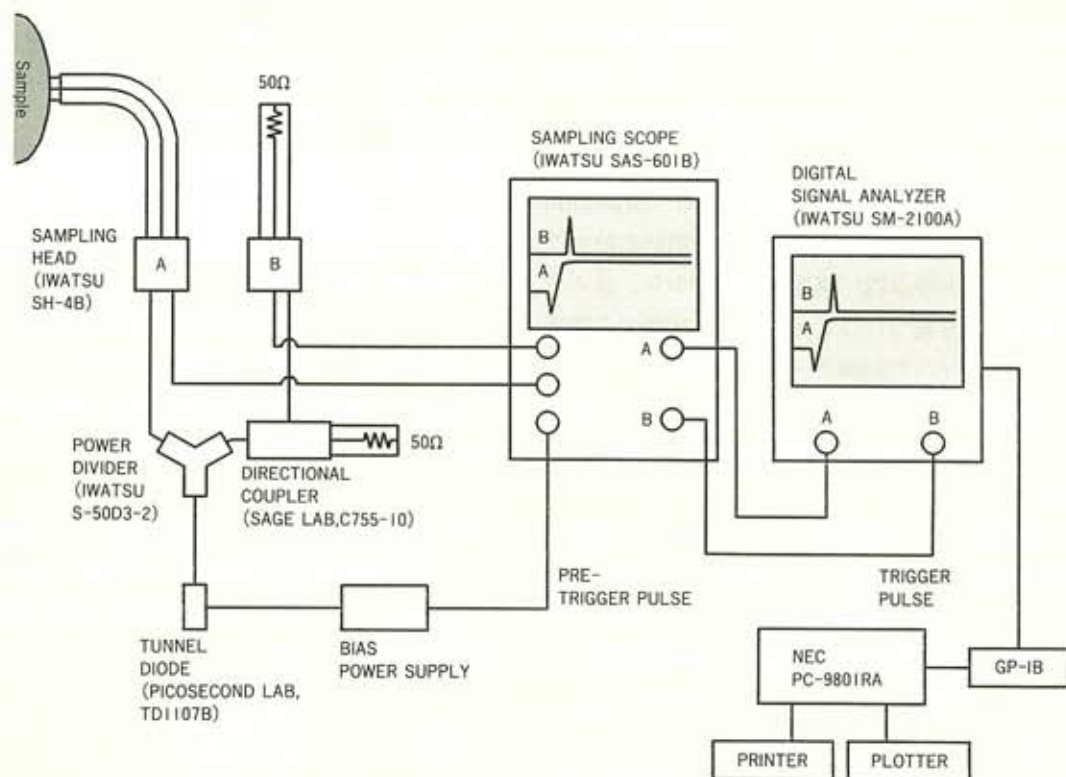


図1 TDR測定システムの概略図

et al., 1987b)。本研究では標準物質としてアセトンを用いた。

システムのブロック図を図1に示す。サンプリングスコープ(岩通電子 SAS-601B, DC~12.4 GHz) から出た同期パルスでトンネルダイオード(Picosecond Lab. TD-1101B)を発振させ、約25 Psの立ち上がり時間、200mVのステップパルス電圧を得る。これをパワーデバイダ(岩通電子S-50 D3-2, DC~18.4GHz)で2つにわけ、1つはサンプリングヘッド(岩通電子SH-4B, DC~12.4GHz)を通り試料で反射する。もう1つはデバイダのあと方向性結合器(Sage Lab. C755-10, 7~12.4 GHz)を通り50Ωでターミネイトする。そこでピックアップされたシャープで小さなパルスはもう1つのサンプリングヘッドを通り50Ωでターミネイトする。サンプリングヘッドで観測したパルスをシグナルアナライザ(岩通電子 SM-2100A, 12 bit, 4kword)のトリガーパルスとして用い、試料からの反射波を記録する。シグナルアナライザでデジタル化され、平均化された信号はマイクロコンピュータ(NEC PC98XA)に送られ、そこでフーリエ変換され複素誘電率を与える。

電極は被測定物に傷をつけない、被測定物の形状を問わない等が生物系の測定では要求される。そこで図2のような電極がデザインされた。被測定物が直径約2mmの平坦な部分を持っていればよく、測定はソフトなワンタッチですむ。さらにフレキシブルな同軸ケーブル(Junkosha, DGM224, DC~26GHz, 50Ω)を用いることによって、いろいろな部分の測定ができる。電極の太さをより細くすることにより、より小さな部分の誘電情報を得ることができる。用いた電極の $\gamma d$ の値は0.217mmであり、 $d=0.05\text{mm}$ である。 $d$ の値は皮膚の50 $\mu\text{m}$ 程度の深さまでの誘電情報が得られることを示している。

測定は21~41歳の男性6人、21歳の女性2人に対して行った。測定箇所は右腕内側である。また発汗は22歳の男性(表のサンプル1)の腕をポリ塩化ビニリデンフィルムでラップし、発汗後それを取り除き、すぐに表面に浮き出た汗を拭き取り

測定を開始した。誘電スペクトルの時間変化はリアルタイムで測定した。測定に用いた部屋は室温23°C、相対湿度65%で制御されていた。

皮膚への化粧品や塗布薬の誘電スペクトルへの影響を調べるために化粧品としては市販の乳液(ポーラ、ポリシマ)、塗布薬としては軟膏(オロナイン軟膏)を用いて測定した。いずれも塗布後リアルタイムで測定し、それらの効果および時間変化を調べた。

### § 3 測定結果

皮膚表皮の誘電スペクトルの例を図3に示す。このスペクトルは3つの緩和過程の和

$$\epsilon^* = \epsilon_\infty + \sum_{i=1}^3 \frac{\Delta\epsilon_i}{1 + j\omega\tau_i} \quad (4)$$

で表わされる。ここで $\epsilon_\infty$ は定数、 $\Delta\epsilon_i$ は*i*番目の緩和の強度、 $\tau_i$ は緩和時間である。低周波数側からそれぞれ緩和過程1、2および3と呼ぶことにする。

8名の測定結果を表1に示す。過程2の強度 $\Delta\epsilon_2$ の値に個人差は認められない。緩和時間 $\tau_2$ も同様である。過程3は2と比べると若干強度にバ

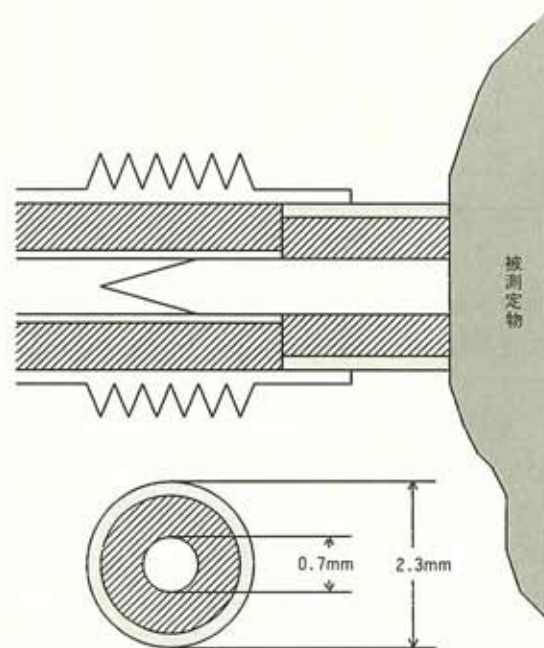


図2 皮膚測定用電極

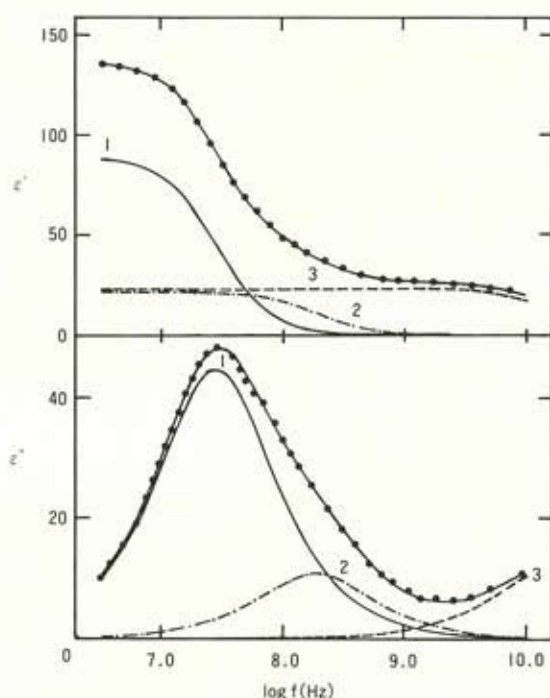


図3 ヒト皮膚（サンプル2）の誘電スペクトル。図中の数字はそれぞれの緩和過程を示す

表1 ヒト皮膚（右腕の内側）の誘電緩和パラメータ

サンプル No.	年齢 (歳)	緩和1		緩和2		緩和3	
		$\Delta \epsilon_1$	$\log \tau_1$ (s)	$\Delta \epsilon_2$	$\log \tau_2$ (s)	$\Delta \epsilon_3$	$\log \tau_3$ (s)
1(男)	22	120	-8.20	23.5	-9.10	24.0	-11.00
2	33	89.8	-8.25	21.7	-9.07	23.3	-11.00
3	41	92.8	-8.32	22.3	-9.15	23.3	-11.00
4	23	52.9	-8.30	20.4	-9.07	21.0	-11.00
5	23	157	-8.17	23.4	-9.07	27.1	-10.84
6	23	64.0	-8.14	23.4	-9.08	20.0	-11.00
7(女)	21	286	-7.99	23.7	-9.09	35.8	-10.82
8	21	150	-8.09	21.1	-9.09	24.5	-10.82
平均		127±74		22.4±1.3		24.9±4.9	

ラツキがあるが、その値はほぼ一定である。しかしながら過程1の強度には個人差が顕著に認められる。

発汗後のそれぞれの過程の強度と緩和時間を時間に対してプロットすると図4および図5となる。過程1と3はその強度に明らかに時間変化が見られる。測定開始後2分でそれらの値はピークを示し、約15分で一定の値となる。この一定値は発汗前の値と一致している。過程1の緩和時間 $\tau_1$ には同様に時間変化が認められるが過程3の緩和時間

に変化はない。一方過程2には強度および緩和時間ともに何ら変化しない。いずれにしても発汗中止後15分で皮膚は元の状態に戻っていることがわかる。

図6に乳液と軟膏を塗布したときの誘電スペクトルの時間変化を示す。乳液の場合、発汗と同様に過程1および3には明らかな変化が見られる。この場合過程2の強度の増加がハッキリと認められる。塗布前の $\Delta \epsilon_2$ の値が23.5であるが、塗布後2分で約60%増加し、その後は徐々に減少する。

$\Delta e_3$  の値は50%増え、20分程度で元に戻る。 $\Delta e_1$  の値は塗布直後約3倍も増加するが、急激に減少し20分後には50%増えとなり、その後徐々に減少する。

一方軟膏の場合塗布直後  $\Delta e_1$  に若干の増加が見られるが、 $\Delta e_2$  および  $\Delta e_3$  には何ら変化が見られない。 $\Delta e_1$  も塗布後20分で完全に元の状態に戻る。

図4 発汗後の緩和強度  $\Delta e_1$ 、 $\Delta e_2$  および  $\Delta e_3$  の時間変化 (サンプル1)

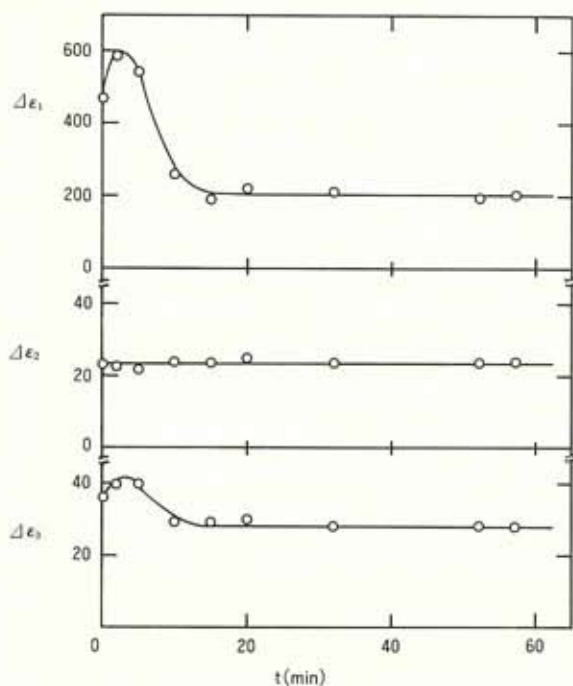
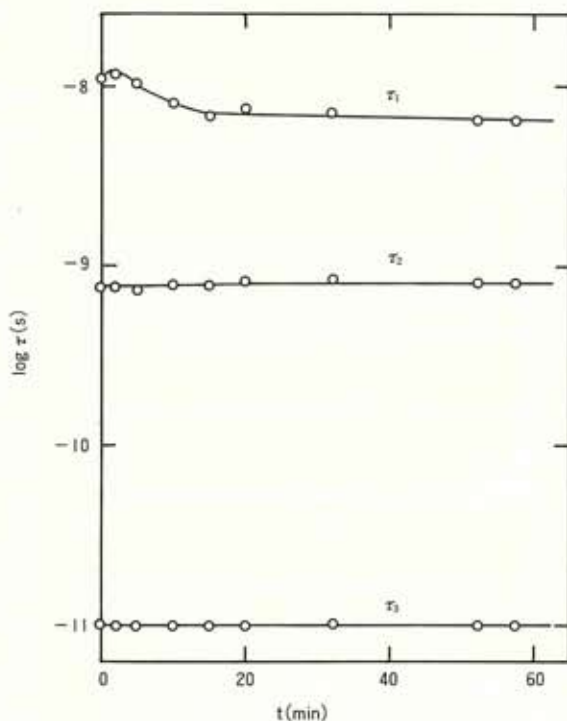


図5 緩和時間の変化



## §4 誘電スペクトルの同定

緩和過程3の緩和時間  $\tau_3$  は10~15Psであり通常の純水の誘電緩和時間(5~8Ps, 25~36°C)とほぼ一致している。過程3は水分を含むおおよそ全ての生体物質で観測される(Mashimo et al., 1987a)。生体組織に結合していない比較的自由な水によるものと考えられている。最近のコラーゲンやゼラチンの研究(Shinyashiki et al., 1988)によると、この緩和強度は自由水量(単位体積当り)に比例する。純水である自由水の緩和強度が36°Cで70であることを考慮すると、人間の表皮の約36%±7が自由水であることがわかる。

緩和過程2も過程3と同様に水分を含む全ての生体物質で観測される。その緩和時間は驚くべきほど一致している。それらに共通で誘電活性な物質は水分子以外になく、また緩和時間が自由水のその100~200倍も大きいことから、水分子が生

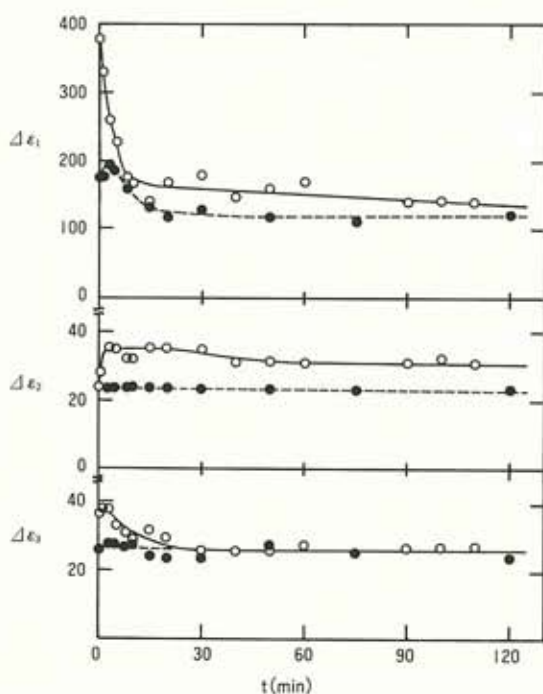


図6 緩和過程1、2および3に対する乳液(白マル)および軟膏(黒マル)のリアルタイムで見た効果(サンプル1)

体組織に結合して出来る結合水による緩和過程であると考えられている。DNA水溶液で見られるこの過程2の強度はDNAのヘリックス-コイル転移に対応した秩序-無秩序転移を示す(Kuwabara et al., 1988)。DNAがB型ヘリックス構造をとるときには結合水も秩序構造をとることが示された。これはX線解析でも明らかにされており、溝に沿ってDNAと水素結合し、糸状に水素結合でつながった水分子が存在することが示された。X線解析は水分を含んだ固体状のDNAで行われるが、通常の水溶液でもこの結合水は存在し、それが核になってさらにいくつもの水分子が糸状の水分子に結合しDNAの囲りにネットワーク状の構造を形成しているものと考えられる。比熱測定などによるとその結合水の数は一残基当り10ヶ程度とされている(Mrevlishvili et al., 1979)。

緩和過程2はリゾチームやヘモグロビンなどのタンパク質やレシチンを用いたリン脂質二重膜でも観測される。コラーゲンの加湿実験から自由水が結合水へ変換したとき、緩和強度の変化はほとんどないという結果がある。しかしながら一方、他の生体分子例えばDNAではその変換量に比して $\Delta\epsilon_2$ の増加が著しいことがわかっている。もしもコラーゲンの場合を適用すると皮膚表皮の結合水は32%±2となり、自由水と併せて約68%の水が表皮に含まれていることが示唆される。

水分量は真皮で70%、基底層、角質層と向うにつれて減少し、角質層では10~30%とされている。平均的に見れば表皮全体で50~60%程度である(Katz and Poulsen, 1971)。本研究で算出した水分量は妥当である。

緩和過程1の強度 $\Delta\epsilon_1$ は過程2、3のそれと比してはるかに大きく、純水の緩和強度よりもさらに大きい。また個人差も大きい。さらに図4、6に示したように発汗や乳液の塗布などにより極めて大きくなったりもする。非常に大きな緩和強度を持つ過程1は結合水や自由水の電場方向への配向によるものとは考えにくい。皮膚組織をミクロに見ると不均一である。例えば角質層は角質細胞が層状に重なり合ったものであり、角質細胞間は

さらに細胞間物質によりうめられている。細胞間物質と角質細胞の誘電率や電気伝導度に差があるとき、その効果はワグナー効果として観測される。見かけ上新しい誘電緩和が生まれる。一般にそれは10MHz以下の周波数側で観測されることが多い。誘電率や電気伝導度の差が大きい程ワグナー効果は大きくなる。

緩和過程1は過程2および3と比べると個人差は大きく、また発汗や薬品塗布に対しても大きく変化し、過程1が皮膚の状態変化に対し最も敏感である。

## §5 発汗と誘電スペクトル

発汗により緩和過程1、3の強度の変化は顕著であるが、過程2には強度および緩和時間に何らの変化も見られない。結合水の状態およびその量に変化がないことがわかる。自由水による緩和強度 $\Delta\epsilon_3$ は発汗とともに大きくなり、発汗終了後は減少する。約15分で発汗前の状態に戻る。発汗にともなう表皮内の自由水量の増減に対応している。

緩和過程1も過程3と同様な変化を示し、過程1と3に何らかの関係があることがわかる。過程1がワグナー効果によるものであるとすると、発汗により細胞と細胞間物質とで誘電率あるいは電気伝導率の差が大きくなったことになる。細胞間物質の含有自由水が増加すると、この部分での誘電率が増大し細胞のそれとの差が大きくなる。これに対応して $\Delta\epsilon_1$ が増大することが示唆される。発汗にともない細胞間の自由水が増加する。比較的短時間で自由水が増大減少することができるのは細胞内よりも細胞間である。

in vivo でまた短時間で測定が終了し、皮膚表皮含有水の状態を知ることのできるTDR法は運動中のヒトの測定に適している。気温や湿度が発汗に与える影響や運動の種類による発汗の違いなどについての研究に役立つものと思われる。

図6に示すように乳液は自由水ばかりでなく結合水の増加をももたらす。保湿効果が認められる。発汗の制御がスポーツにとって必要となるとき、

いかなる物質の塗布が有効であるかを測定するのにTDR法は有効である。皮膚は水分に関する保湿機能等物質の出入りに関してのバリアー機能を有しており、また水分の出入りを制御することによる保温機能等重要な役割を担っている。皮膚含有水に注目したこれらの研究は今後盛んになるであろう。

## 文献

- Abe, T.; 日皮会誌 1976, 86, 815.  
Anderson, R.L.; Cassidy, J.M.; Hansen, J.R.; Yellin, W. *Biopolymers* 1973, 12, 2789.  
Berberian, J.G.; Cole, R.H. *J.Chem.Phys.* 1986, 84, 6921.  
Bulgin, J.J.; Vinson, L.J. *Biochim. Biophys.Acta.* 1967, 214, 456.  
Cole, R.H.; Mashimo, S.; Winsor, IV, P. *J.Phys. Chem.* 1980, 84, 786.  
Imamatsu, K.; Nozaki, R.; Yagihara, S.; Mashimo, S.; Hashimoto, M. *J.Chem. Phys.* 1986, 64, 6511.  
Katze, M.; Poulsen, B.J. in "Concepts in Biochemical Pharmacology" ed. by B.B.Brodie, J.R.Gillette, Springer-Verlag. 1971, p117.  
Kuwabara, S.; Umehara, T.; Mashimo, S.; Yagihara, S. *J.Phys. Chem.* 1988, 92, 4839.  
Mashimo, S.; Kuwabara, S.; Yagihara, S.; Higasi, K. *J. Phys. Chem.* 1987a, 91, 6337.  
Mashimo, S.; Umehara, T.; Ota, T.; Kuwabara, S.; Shinyashiki, N.; Yagihara, S. *J.Mol.Liq.* 1987b, 36, 135.  
Mrevlishvili, G.M.; Dzhaparidze, G.SH.; Sokhadze, V. M.; Chanchalashvili, Z.I.; Bilinska, B. *Biophysics.* 1979, 23, 614.  
Nakamura, H.; Mashimo, S.; Wada, A. *Japan.J. Appl. Phys.* 1982, 21, 1022.  
Shinyashiki, N.; Asaka, N.; Mashimo, S.; Yagihara, S. to be published.  
Takashima, S.; Gabriel, C.; Sheppard, R.J.; Grant, E. H. *Biophys.J.* 1984, 46, 29.  
VAN Beek, L.K.H. in "Progress in Dielectrics" ed. by J.B.Birks, J.Hart, Heywood, London, 1967, 7, 69.  
Walkley, K. *J.Invest. Dermatol.* 1972, 59, 225.

---

# 砲丸投げのグライド動作に関する 実験的研究

—主として振り出し脚について—

古谷 嘉邦

(体育学部体育学科 教授)

畑 康太郎

(体育学部 非常勤講師)

---

## An experimental study of glide motion in the shot put.

Six male shot putters (2 trained, 3 untrained) volunteered as subjects in order to clarify the roles of the front leg during the glide motion in the shot put.

The glide motion was observed by using a force platform and a basic cinematographic analysis 16mm projector.

The results were as follows:

- 1) The shot-putting performance was maximal when the impulse of the horizontal component in the supporting leg and the horizontal velocity in the waist showed the maximal values.
- 2) Statistically significant correlation coefficients ( $r=0.41\sim 0.79$ ,  $P<0.01$ ) were observed between the horizontal velocity of the center of gravity in the front leg and the grand reaction force of horizontal component in the supporting leg.
- 3) The knee angle in the front leg of the trained shot putter was about 85 degrees in the preparatory phase of the glide motion.  
This value in the trained shot putters was smaller than that of the untrained shot putters.
- 4) The maximal angular velocity of the knee joint in the front leg of the trained shot putters were about 1000deg/sec. This value in the trained shot putter was greater than that of the untrained shot putters. Furthermore, the maximal angular velocity in the knee and hip joints occurred simultaneously.

本研究は、砲丸投げのグライド動作における振り出し脚の役割を明らかにしようとした。被検者は6名であり(熟練者2名、未熟練者4名)、フォースプレートと16mmフィルムを用いて分析を行った。

結果は次の通りである。

- 1) 蹴り脚の水平方向の力積が最高値を示した時、投擲距離が最大であった。またその時に腰の水平方向の移動速度も最高値を示した。
- 2) 振り出し脚の水平方向の重心速度と蹴り脚

の水平方向の地面反力との間には  $r=0.41\sim 0.79$  ( $P<0.01$ ) という比較的高い有意な相関関係が認められた。

3) 熟練者はグライド動作開始時における振り出し脚の膝関節角度が約85度であり、他の被検者よりも小さい値を示した。

4) 熟練者は振り出し脚の膝関節の最高角速度が約1000deg/secであり、他の被検者よりも大きい値を示した。またこの最高角速度は股関節の最高角速度の出現した時期と一致した。



## I 目的

砲丸投げ競技において、投射角度、投射高が同一であれば、砲丸の投射初速度によってその投擲距離は決定される。そこで砲丸の投射初速度を高めるために砲丸投げ競技者は、蹴り脚（右投げの場合右脚）で地面を蹴ると同時に振り出し脚（右投げの場合左脚）を投擲方向へ振り出す動作、すなわち、グライド動作を行っている。

振り出し脚の役割は、脚を投擲方向へ素速く振り出すことによってその反作用を利用し蹴り脚の反力をより大きくするものと考えられる。しかし砲丸投げに関する指導書において、振り出し脚の振り出し方について詳しい説明がなされているものは見当たらない。また実際の指導においても振り出し脚については、指導者の経験による感覚的な指摘がなされているようである。したがってグライド動作における振り出し脚の役割や理想的な動きを科学的に明らかにする必要がある。

砲丸投げに関する研究には、力学的研究、トレーニング処方に関する研究、動作分析による運動形態学的研究などがある。

力学的研究としては、T.K.Cueton<sup>23)</sup>らの砲丸の投射初速度、投射角、投射高が投擲距離におよぼ

す影響や至適投射角に関する研究があり、また金原<sup>2)</sup>らの地面反力計を用いた投擲動作中の地面反力に関する研究などがあげられる。

トレーニング処方に関する研究は、1952年のヘルシンキ・オリンピックを境にして広く研究が行われるようになりJ.W.Maslay<sup>10)</sup>らはウェイト・トレーニングに関する研究を行っている。また松尾<sup>12)</sup>らは、Eccentric contractionによる筋力トレーニングの投擲競技への適用についての研究などを行っている。

動作分析による研究としては、植屋<sup>24)25)26)27)28)</sup>、渋谷<sup>21)</sup>、浜田<sup>20)</sup>らのフィルム分析による投擲動作の定量的解析やHermann.G.W.<sup>9)</sup>らの熟練者と未熟練者の筋電図の放電パターンを比較した研究などがあげられる。しかし砲丸投げ競技のグライド動作における振り出し脚が蹴り脚に与える影響についての研究は見当たらない。

表1 各被検者の身体的特性

Table 1 Physique of the subject

Subject	Height(cm)	Weight(kg)	Best record(m)
Y.A	180.0	88.0	15.03
S.N	185.0	108.0	15.07
T.N	188.0	82.5	14.34
M.T	183.5	96.5	13.69
M.S	166.5	86.5	13.59
Ys.A	175.0	94.0	13.30

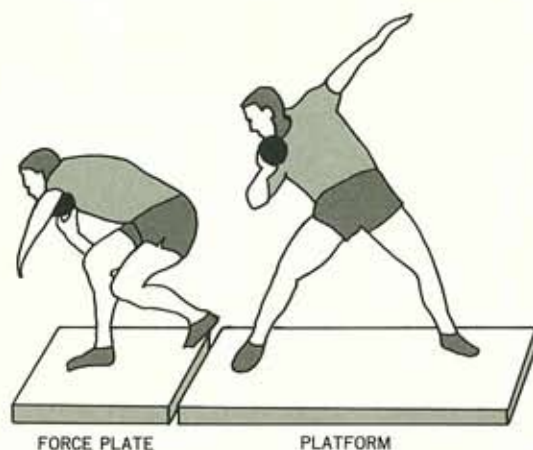


図1 被検動作

Fig. 1 Experimental apparatus and motion

そこで本研究では、グライド動作をフォースプレートと16mmフィルムを用いて分析することにより、振り出し脚が、グライド動作においてどのような役割をしているかを明らかにし、効果的なグライド動作について検討することにした。

## II 方法

### 1. 被検者

被検者は、東海大学陸上部砲丸投げ競技者6名であった。被検者の身体的特性および競技成績は表1の通りである。Y.A.、S.Nは日本学生選手権(1987)入賞者である。

### 2. 被検動作

図1のようにフォースプレート上からグライド動作を開始させ各被検者に4回の投擲を行わせ、全ての演技について分析を行った。

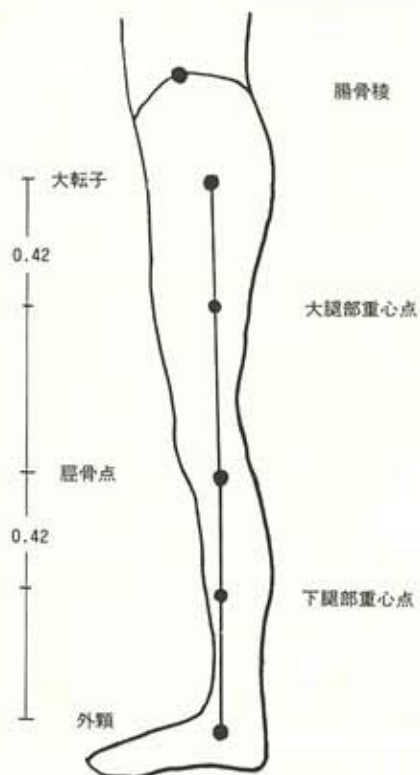


図2 大腿部・下腿部の重心点  
Fig. 2 The center of gravity of the femoral region and the crus

### 3. 地面反力の測定

前述の被検動作をフォースプレート上で行わせたと際の蹴り脚の垂直方向と前後方向(投擲方向を前方向とした)の2方向の力を増幅器を介しペン書きオシログラフに記録した。求められた力曲線より垂直方向と前後方向の力を算出し、またプランメーターによりそれぞれの力積を計測した。

### 4. 動作の撮影および分析

前述の被検動作を16mmフィルムに撮影した。動作分析のための身体基準点は、腰(腸骨稜)、膝(膝関節中央)、足首(外顆)を各基準点とし、白色のテープを貼付した。また振り出し脚の重心を測定するために松井<sup>11)12)</sup>らの身体各部の重心点測定法をもとに大腿部と下腿部の重心点をあらかじめ求め白色のテープを貼付した。(図2参照)

撮影は、図3に示したように投擲方向に向かって右側面30mの地点に16mm撮影機(ボレックスH16型)を設置し毎秒64コマで撮影を行った。また被検者の背後に置いた基準板を同時に撮影し、振り出し脚の重心速度と腰の移動速度および図4に示す角度を1コマごとに測定した。フィルムの分析には、フィルムモーションアナライザー(SPORTIAS GP2000)を用いて分析を行った。

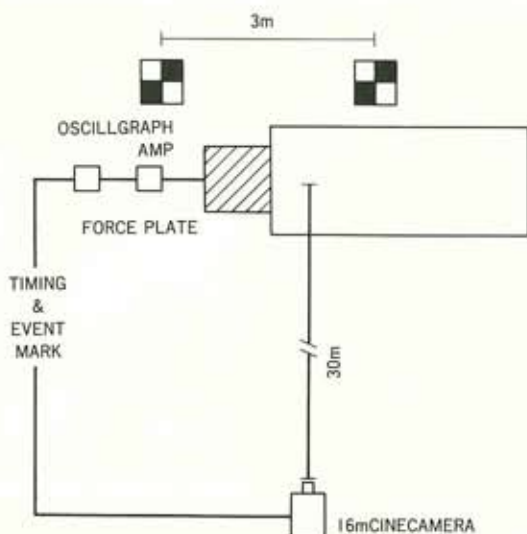


図3 実験装置  
Fig. 3 Experimental apparatus

## 5. 投擲距離の測定

リリース時のつま先から砲丸の着地点までの実測値を投擲距離とした。

# III 結果と考察

## 1. 蹴り脚の水平方向の力積について

各被検者の水平方向の力積を表2に示した。

M.Tを除いた全ての被検者が最高投擲距離を

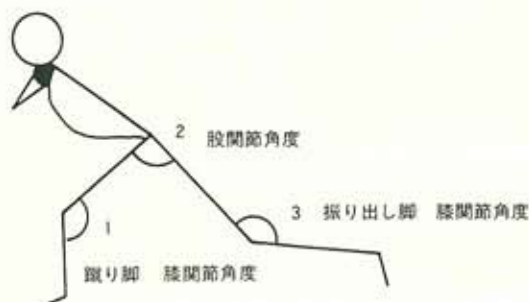


図4 関節角度の測定部位  
Fig. 4 Angles measured

表2 蹴り脚の水平方向の力積

Table 2 A horizontal impulse of supporting leg (kg\*sec)

Subject	1st	2nd	3rd	4th
Y.A	18.9	19.8☆	18.9	19.3
S.N	22.2	22.2☆	21.2	F
T.N	18.5	19.8	20.3☆	19.4
M.T	18.9	21.2☆	22.6	18.5
M.S	F	22.5	17.1	19.4☆
Ys.A	F	23.1☆	21.2	21.2

☆：最高投てき距離 F：記録なし

表3 腰の水平方向の移動速度

Table 3 A horizontal velocity of waist (m/sec)

Subject	1st	2nd	3rd	4th
Y.A	2.02	2.32☆	2.09	2.24
S.N	2.09☆	2.07	1.92	F
T.N	2.01	2.22	2.39☆	2.02
M.T	1.77	1.62☆	1.82	1.76
M.S	F	1.98	1.82	2.17☆
Ys.A	F	1.85☆	1.82	1.82

☆：最高投てき距離 F：記録なし

記録した時蹴り足の水平方向の力積が最大であった。また蹴り脚における水平方向の力積が大きければグライド動作において身体の投擲方向への移動速度が高くなるはずである。そこで次に身体の投擲方向への移動速度との関係を見ることにした。

## 2. 腰の移動速度について

腰の水平方向の移動速度を表3に示した。

M.Tを除いた全ての被検者が最高投擲距離を記録した時腰の水平方向の移動速度が最大であった。これらのことから、蹴り脚の水平方向の力積が大きければ腰の水平方向の移動速度が高くなり腰の水平方向の移動速度が高くなれば投擲距離が大きくなるのがわかる。

そこで身体の移動速度を高めるために必要な蹴り脚の水平方向の地面反力を増大させるためにどのような動作が関係しているかを特に振り出し脚について見ることにした。

## 3. 振り出し脚の重心速度と蹴り脚の地面反力の関係について

各被検者の被検動作が撮影されたフィルムから1コマごとの振り出し脚の水平方向の重心速度とそれに対応する蹴り脚の水平方向の地面反力の関係をみたところ、振り出し脚の水平方向の重心速度と蹴り脚の水平方向の地面反力の間において  $r = 0.41 \sim 0.79$  ( $P < 0.01$ ) と比較的高い有意な相関関係が認められた。このことは振り出し脚と蹴り脚の間に作用反作用の法則の関係が成り立っていると思われる。すなわち振り出し脚を素速く振り出すことによってそれと逆方向の力が増大し、結果的に蹴り脚の水平方向の地面反力が大きくなるものと考えられる。

そこで次に振り出し脚を素速く振り出すためにどのような動作を行っているかを見ることにした。

## 4. 振り出し脚と蹴り脚の膝関節および股関節の角度変化について

各被検者の振り出し脚と蹴り脚の膝関節および股関節角度の経時的変化を図5に示した。

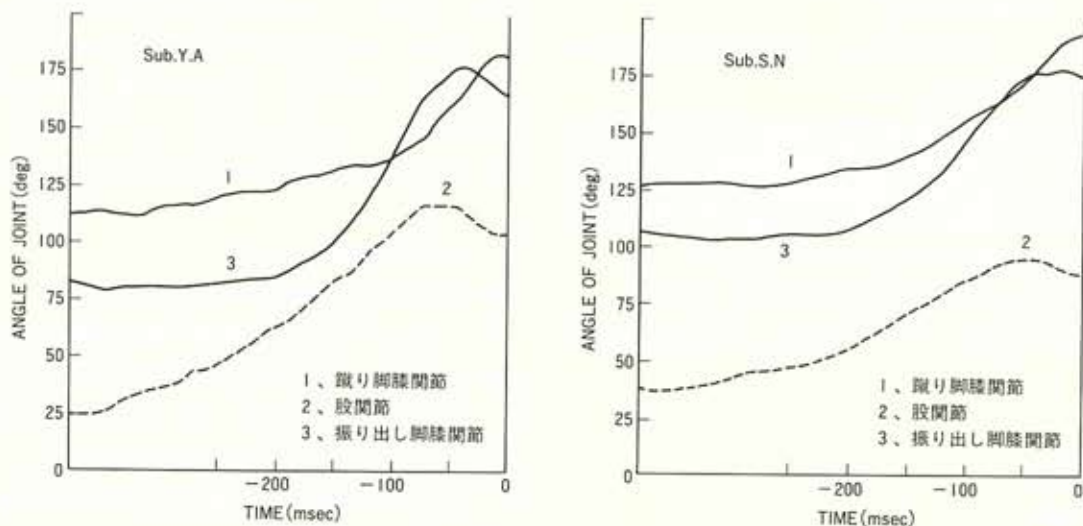


図5 振り出し脚と蹴り脚の膝関節および股関節角度の経時的変化  
Fig. 5 Changes of the angles measured on the front leg and supporting leg.

図5に示したY.A.は、日本学生選手権大会入賞者であり、グライド動作開始時における振り出し脚の膝関節角度は、約85度であった。これに対して他の被検者は、S.N.を代表例として示したようにグライド動作開始時における振り出し脚の膝関節角度が約100度で投擲距離上位の者よりも大きい値を示した。また振り出し脚の膝関節最大角度は、Ys.A.を除いて全ての被検者が約175~180度であった。

これらのことから投擲距離が上位であった者は、振り出し脚をより屈曲させ、いわゆるためを作っているものと考えられる。

蹴り脚の膝関節では、全ての被検者においてグライド動作開始時の角度が約120~125度であった。また最大角度においても約175~180度でほぼ同じ値を示した。

股関節の最大角度は約100度前後で全員ほぼ同じ値を示した。

##### 5. 振り出し脚と蹴り脚の膝関節および股関節の角速度について

各被検者の振り出し脚と蹴り足の膝関節および

股関節の角速度の経時的変化を図6に示した。

図6に示した投擲距離上位のY.A.は、振り出し脚における膝関節の最高角速度が約1000deg/secと高い値を示した。このことから、Y.A.は振り出し脚を素早く伸展させていると考えられる。

これに対して他の被検者は、S.N.を代表例として示したように振り出し脚の膝関節の最高角速度が約500~750deg/secと上位の者よりも低い値であった。

一方、蹴り脚における膝関節の最高角速度は、全ての被検者において約500deg/sec前後でほぼ同じ値を示した。

股関節の角速度では、全ての被検者が約250~500deg/secであったがY.A.は、蹴り脚が移動を開始する約100msec前において股関節と振り出し脚の膝関節の最高角速度の出現する時期が一致していた。しかし他の被検者においては、振り出し脚の膝関節が最高角速度を示した時股関節の角速度は、すでに減少していた。このように、振り出し脚について見て見ると、本実験における被検者の中で投擲距離が14m台であったY.A.は、股関節角度と膝関節角度を同時に増大させ、振り

出し脚全体を一気に振り出していることがわかる。これによって蹴り脚の水平方向の地面反力を増大させ身体の投擲方向への移動速度を高めているものと考えられる。

以上の結果から振り出し脚の役割を考察すると脚を投擲方向へ素速く振り出すことによってその反作用を利用し蹴り脚の水平方向の反力をより大きくするものであることが明らかになった。また蹴り脚の水平方向の反力が大きくなることによって腰の移動速度が高まり投擲距離を伸ばすことが出来ると考えられる。さらに振り出し脚を効果的に振り出すためには、振り出し脚を十分に屈曲させ、いわゆる、ためを作り、素速く伸展させ一気に振り出すことが必要である。

#### IV まとめ

本研究では、砲丸投げにおけるグライド動作の振り出し脚に着目し振り出し脚がグライド動作においてどのような役割をしているかを明らかにするためにフォースプレートと16mmフィルム分析を用いて砲丸投げ選手6名を対象に実験を行い以下

のような結果を得た。

(1) 蹴り脚の水平方向の力積が最高値を示した時、投擲距離が最大であった。またその時に腰の水平方向の移動速度も最高値を示した。これらのことは、蹴り脚の水平方向の力積が大きくなれば腰の水平方向の移動速度が高くなり投擲距離が大きくなるものと考えられる。

(2) 振り出し脚の水平方向の重心速度と蹴り脚の水平方向の地面反力の間には  $r=0.41\sim 0.79$  ( $P<0.01$ ) と比較的高い有意な相関が認められた。このことは、振り出し脚と蹴り脚には、作用反作用の関係が成り立っていると考えられる。

(3) 投擲距離が14m台であった上位の者は、グライド動作開始時における振り出し脚の膝関節角度が約85度で他の被検者と比較して小さい値を示した。

(4) 投擲距離が14m台であった上位の者は、振り出し脚の膝関節の最高角速度が約1000deg/secであり他の被検者よりも大きい値を示した。蹴り脚の膝関節の最高角速度は、全ての被検者が約500deg/sec前後でほぼ同じ値を示した。また投擲距離上位の者は、振り出し脚の膝関節の最高角速度

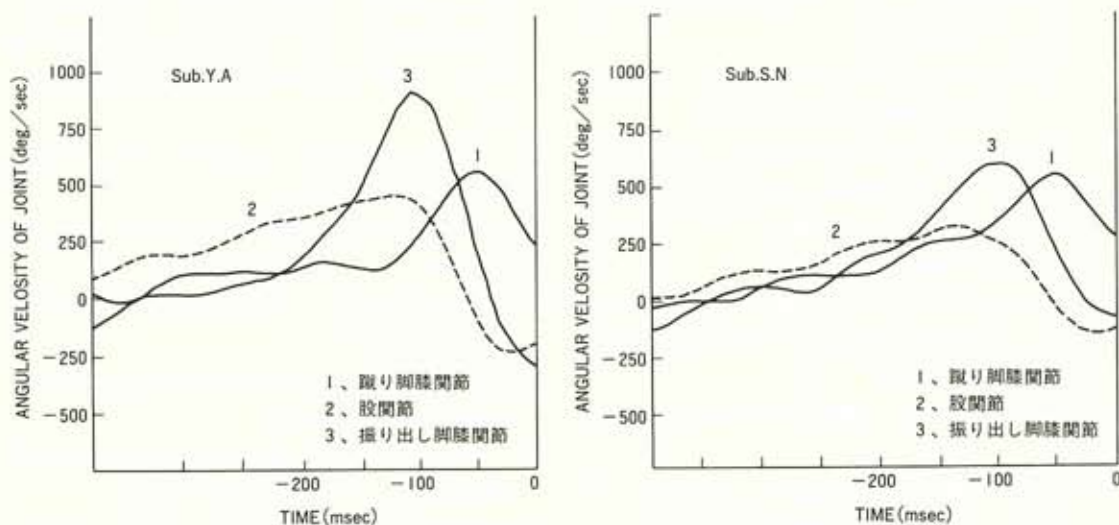


図6 振り出し脚と蹴り脚の膝関節および股関節角速度の経時的変化  
Fig. 6 Changes of the angular velocity measured on the front leg and supporting leg.

と股関節の最高角速度の出現する時期が一致していた。これらのことから、投擲距離上位の者は、振り出し脚を十分に屈曲させ、いわゆる、ためを作り、そして素速く伸展させ一気に振り出していると考えられる。

#### 参考・引用文献

- 1) 浅見俊雄他編著(1976)：『身体運動学概論』、大修館書店：pp.227-249
- 2) Geoffrey H.G.Dyson 著、金原勇他訳(1972)：『陸上競技の力学』、大修館書店：pp.240-244
- 3) 浜田健司、吉岡隆徳(1968)：「砲丸投げ技術の一考察(そのI)」、『東京女子体育大学紀要』、3号
- 4) Hermann,G.W.(1962)：An electromyographic study of selected muscles involved in the shot put. Res Quart. 33(1)pp.85-93
- 5) J.Dessureault(1978)：Kinetic and Kinematic factors involved in shot putting. Int Congr Biomech 6th. pp.51-60
- 6) 金子今朝秋、小林一敏、菅原秀二、大島義晴(1983)：「砲丸投の最適投射角に関する一考察」、『順天堂大学保健体育紀要』、第26号、pp.34-39
- 7) 金原勇、春山国広、三浦望慶(1964)：「投てき力(投てき物に与え得る運動量)を大きくする基礎的技術の研究(そのI)」、『東京教育大学体育学部紀要』、4、pp.137-146
- 8) 金原勇(1976)：『陸上競技のコーチング(II)』、フィールド編、大修館書店、pp.269-331
- 9) Marhold,G(1973)：Biomechanical analysis of shot put. In R.C.Nelson and C.A.Morehouse (eds). Biomechanics IV. pp.175-179. University Park Press Baltimore.
- 10) Maslay,J.W.(1953)：Weight training in relation to strength, speed and coordination. Res. Quart.24. pp.308-315
- 11) 松井秀治(1958)：『運動と身体の重心』体育の科学社
- 12) 松尾昌文(1968)：「Eccentric contractionによる筋力トレーニングの投擲競技への適用について」、『埼玉大学紀要』、体育学編3巻、pp.83-88
- 13) 三浦望慶、池上康男、松井秀治(1974)：「部分及び合成重心係数を用いての座標測定方式による合成重心の算出」、『体育の科学』24(8).pp.517-522
- 14) 大石三四郎他編著(1982)：『現代スポーツ・コーチ実践講座2』、陸上競技(フィールド)。ぎょうせい、pp.489-534
- 15) N.G.オーゾン著、岡本正己訳(1969)：『コーチのための陸上競技』、講談社、pp.321-342
- 16) Payen,A.H.(1973)：A force platform system for biomechanics research in sport. In R.C.Nelson and C.A.Morehouse (eds). Biomechanics V. pp.502-509 Univresity Park Press. Baltimore.
- 17) 西藤宏司(1969)：「砲丸投の投てき技術に関する研究—グライド動作について—」、『中京体育学論叢』11(1.2)、pp.309-325
- 18) 西藤宏司、浅川正一、三浦望慶(1973)：「砲丸投の投てき動作に関する研究(II)—「投げ」の動作について—」、『中京体育学論叢』15(2)、pp.1-16
- 19) 西藤宏司(1975)：『実験投擲学』、逍遙書院、pp.3-43
- 20) 島田良吉(1968)：「運動の力学的考察(3)」、『千葉大学教育学部紀要』。17、pp.157-165
- 21) 渡川侃二、植屋清見(1968)：「砲丸投のエネルギー的考察」、『東京教育大学体育学部スポーツ科学研究所報』、6、pp.63-68
- 22) 清水毅、木下千代子、酒井孝子、中村恵美、大川幾子、酒井恵子、定常裕子(1976)：「砲丸投の投てき距離に関係する因子とそこのかかわり方に関する研究」、『武庫川女子大学紀要』、体育学編23巻、pp.1-12
- 23) T.K.Cueton(1935)：Mechanics of the shot put, Scholastic coach.
- 24) 植屋清見(1970)：「砲丸投の力学(第2報)」、『体育学研究』
- 25) 植屋清見(1972)：「砲丸投の研究」、『体育の科学』、Vol.30 No.7
- 26) 植屋清見(1972)：「砲丸投を分析する」、『月刊陸上競技』6(4)、pp.146-149
- 27) 植屋清見(1975)：「砲丸投記録向上の条件—動きの大きさ—」、『月刊陸上競技』9(10)
- 28) 植屋清見、西藤宏司、齊藤慎一(1983)：「回転式砲丸投げの技術分析的研究」、『身体運動の科学V』、杏林書院、pp.214-221

---

# U-K法による箱根駅伝選手の メンタル・コンディションの一考察

小村 渡岐 麿

(体育学部体育学科 教授)

新居 利 広

(体育学部体育学科 講師)

---

## A Study on the Mental Condition of Hakone-Ekiden Athletes by U-K Test

Tokimaro OMURA, Toshihiro ARAI

### Abstract

#### 1. Purpose

We intended to grasp the mental conditions of Hakone-Ekiden Athletes in Tokai University teams.

Up to this time, the regulation of physical conditions of athlete has been comparatively, easy to put into practice. But we are not able to establish a definitive method to regulate the mental condition at the present.

By the investigation mentioned below, we wanted to contribute to explain the mental condition of athletes and applied the results of this investigation to the selection of representative athletes for Hakone-Ekiden.

#### 2. Procedure

##### 1) Tests

(1)Uchida-Kraepelin Psychodiagnostic Test.

(2)Yatabe-Guilford Personality Inventory.

##### 2) Subjects

Tokai University teams of Middle and Long-distance blocks.

(1)Regular groups : 14 athletes

(2)Semi-regular groups : 14 athletes

##### 3) Testing term and place

December, 31, 1987

At Tokai University, Shonan campus in Matsumae-kaikan.

#### 3. Result

##### 1) Mental health

The result of the analysis showed that the mental health of the regular group is higher than that of the Semi-regular group.

##### 2) U-K Test

The results of the analysis showed that the characteristics of the personalities of athletes are full of variety. No. 5 Type-7 athletes and 3-1 Type-4 athletes is a notable result.

##### 3) Y-G Test

The result of the analysis showed it remarkable that D Type is to be 15 athletes in 28 athletes.

#### 4. Conclusion

- 1) We selected a representative athlete with a high degree of mental health and a low fluctuation rate of the latter period.
- 2) The selection of the representative athlete for No. 4 block failed.
- 3) It can be pointed out that the most remarkable feature of an athlete found to be in bad condition is that the work efficiency dropped for 12-15 minutes of the latter period of the Test.

## I 目的

いかなる競技スポーツにおいても、高度のパフォーマンスを発揮するためには、競技者のフィジカル・コンディションとメンタル・コンディションが高い水準状況にあってこそ、その相乗効果は大なるものが期待される。

フィジカル・コンディションは日頃のトレーニング状況及び試合前のタイム・トライアル等で概ね把握されるものの、メンタル・コンディションの把握方法は現状では決定的なものがないといえよう。

箱根駅伝は64回と回を重ねるわが国における伝統的な駅伝であり、関東における各大学はしのぎ

をけずっている。東海大学チームも昭和48年の第49回大会に初出場して以来、連続出場しているものの、昭和58年の第59回大会で、総合第5位入賞が最高位である。この数年間は表1のように低迷し、エース不在のチームで選手起用に苦慮してきた。

本研究はメンタル・コンディション把握の一助として、内田・クレベリン精神作業検査及び矢田部・ギルフォード性格検査をレース直前に実施し、種々の検討を加えた。

## II 検査方法

### 1. 検査項目

- 1) 内田・クレベリン精神作業検査 (以下、U-K テ

表1 過去10年間の競技成績表

Table 1 A table of athletic records since 10 years ago

年度	順位	時間	メンバー
53年	総合⑩ 往⑫ 復⑩	総合12.01.37 往 6.03.20 復 5.58.17	石田和明、曾根 厚、川島二郎、生野俊道、吉川 徹、新井辰夫、菊地恭利、小田倉 茂、関根唯夫、溝口良司
54年	総合⑪ 往⑨ 復⑫	総合12.02.57 往 6.04.15 復 5.58.42	生野俊道、曾根 厚、石田和明、樫田朋之、吉川 徹、小田倉 茂、中島明広、伊藤 孝、溝口良司、三井田芳郎
55年	総合⑩ 往⑧ 復⑪	総合11.54.56 往 5.56.22 復 5.58.34	三井田芳郎、湯沢克美、石田和明、本間興一、吉川 徹、井藤博幸、小田倉 茂、伊藤 孝、溝口良司、生野俊道
56年	総合⑫ 往⑩ 復⑬	総合11.59.15 往 6.04.58 復 5.54.17	山ノ内和広、湯沢克美、伊藤 学、本間興一、小田倉 茂、岡村 純、小松敬二、井藤博幸、三井田芳郎、溝口良司
57年	総合⑪ 往⑪ 復⑫	総合11.58.13 往 6.00.00 復 5.58.13	山ノ内和広、湯沢克美、三井田芳郎、安田悦郎、平野弘一、岡村 純、松田英司、上田 廣、小松憲司、服部隆虎
58年	総合⑤ 往⑤ 復⑥	総合11.31.11 往 5.44.42 復 5.46.29	湯沢克美、松田英司、山ノ内和広、佐藤弘明、服部隆虎、岡村 純、鍋島研介、安田悦郎、小松憲司、松本寿夫
59年	総合⑥ 往② 復⑨	総合11.31.48 往 5.42.48 復 5.49.00	鍋島研介、松田英司、大崎 栄、佐藤弘明、服部隆虎、玉置 暁、髙田祐二、小坂一俊、小松憲司、加藤智明
60年	総合⑬ 往⑨ 復⑬	総合11.42.21 往 5.51.43 復 5.50.38	鍋島研介、大崎 栄、本村慎治、一ノ瀬篤志、服部隆虎、石井祐治、大園栄一、古旗 剛、加藤智明、原田 誠
61年	総合⑦ 往⑧ 復④	総合11.31.53 往 5.52.36 復 5.39.17	大塚正人、本村慎治、岡角 速、小杉好則、大崎 栄、石井祐治、大石佳伸、新号和政、大園栄一、一ノ瀬篤志
62年	総合⑥ 往⑧ 復⑧	総合11.31.30 往 5.47.42 復 5.43.48	大塚正人、大崎 栄、岡角 速、一ノ瀬篤志、本村慎治、石井祐治、大石佳伸、児林信治、新号和政、佐藤 丹



ストと略称する)

- 2) 矢田部・ギルフォード性格検査 (以下、Y-G テストと略称する)

## 2. 対象

東海大学陸上競技部中長距離ブロック、レギュラー選手14名、準レギュラー選手14名、合計28名

## 3. 期日と場所

1987年12月31日、東海大学湘南校舎内、松前会館

# III 結果と考察

## 1. U-K テストの結果

表2はレギュラー選手14名と準レギュラー選手14名のU-Kテストの結果及びY-Gテストの結果

表2 検査結果の一覧表

Table 2 A table of test results

	SUB.	U-K. TYPE	精神健康度	R (後期増減率)	Y-G. TYPE
REGULAR (N=14)	岡 ○	5 (地道粘り)	中ノ上	117.40	D
	新 ○	3-1d (じっくり)	上		D
	益 ○	3-1d (じっくり)	上		B'
	小 ○	3-2 (温和)	上		AB
	本 ○	6 (あっさり実行)	中ノ上		D
	見 ○	7 (内的安定)	上		D'
	富 ○	5 (地道粘り)	中ノ上		D'
	斉 ○	3-1d (じっくり)	上		A"
	一○	5 (地道粘り)	中		A"
	梅 ○	2 (神経質)	中ノ上		E'
	高 ○	1 (おだやか)	中ノ上		AD
	佐 ○	5 (地道粘り)	中ノ上		D
	池 ○	3-1 (朗らか)	中ノ上		D
	○ 林	10 (粘着)	中		B'
SEMI-REGULAR (N=14)	○ 田	3-1 (朗らか)	上	113.87	A"
	坂 ○	8-5 (停電)	中		A'
	○	5 (地道粘り)	上		D
	松 ○	4 (強気敢行)	中ノ上		B
	赤 ○	3-1d (じっくり)	中ノ上		D'
	高 ○	10 (粘着)	中ノ下		D
	津 ○	8-2 (鈍麻)	上		AD
	山 ○	10 (粘着)	中ノ上		A"
	戸 ○	5 (地道粘り)	上		A
	金 ○	10 (粘着)	中ノ上		D'
	広 ○	3-2 (温和)	中		D'
	千 ○	5 (地道粘り)	中		AD
	鈴 ○	8-5 (停電)	中ノ上		A"
	○ 登	6 (あっさり実行)	中ノ上		D'

を示したものである。

U-K テストの性格類型は小林<sup>1)</sup>らによる性格10類型方式によって分類した。レギュラー群では5 (地道粘り型) が14名中4名で最も多く、次いで3-1d (じっくり型) が3名となり、長距離選手の性格特徴がみられた。

準レギュラー群では5 (地道粘り型) が3名と多くみられたものの、8-5 (停電型)、3-1 (朗らか型)、3-2 (温和型) とバラエティに富んでいた。

精神健康度の面では上の部はレギュラー群では5名に対し、準レギュラー群では4名、中ノ上の部では7名に対して6名、中の部では2名に対して3名、中ノ下が準レギュラー群1名にみられ、全体的にはレギュラー群が準レギュラー群よりやや高かったといえよう。

後期増減率 (R) は117.40に対し、113.87となり、これまたレギュラー群のほうが高かった。このことはレギュラー群が準レギュラー群よりも好調さを物語っているといえよう。

## 2. Y-G テストの結果

両群に多くみられたのはD類型が16名と多くみられ、次いでA類型の7名、B類型の4名となった。レギュラー群にE'型が1名みられた。これらことは1980年にわが国のトップランナー (短距離選手6名、長距離選手5名) についての調査結果<sup>2)</sup>と類似していた。

## 3. U-K 平均曲線

図1はレギュラー群14名と準レギュラー群14名のU-K平均曲線である。前・後期ともにレギュラー群のほうが平均作業量及び前述の後期増減率において優位を示しており、競技記録の差と一致している。

図2は往路選手5名 (F) と復路選手 (5名) のU-K平均曲線である。平均作業量及び後期増減率ともに往路選手群が優位を示している。近年の箱根駅伝の作戦の一つとして往路で優位を占めることがあげられ、どちらかといえば第1日目の往路

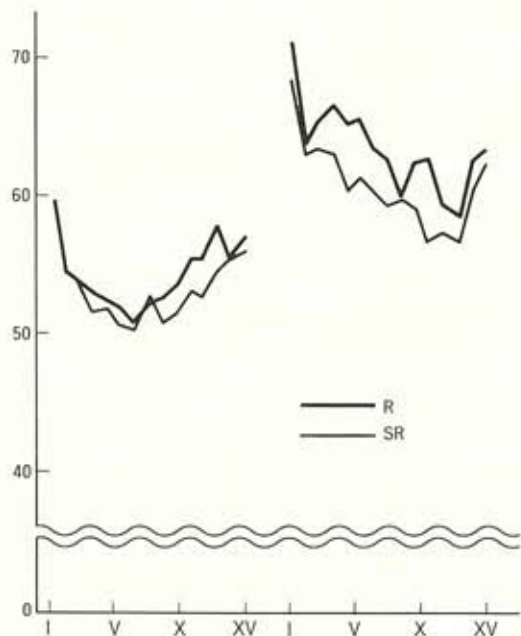


図1 レギュラー(R)と準レギュラー(SR)グループのU-K平均曲線  
 Fig. 1 U-K average curve of regular & semi-regular groups.

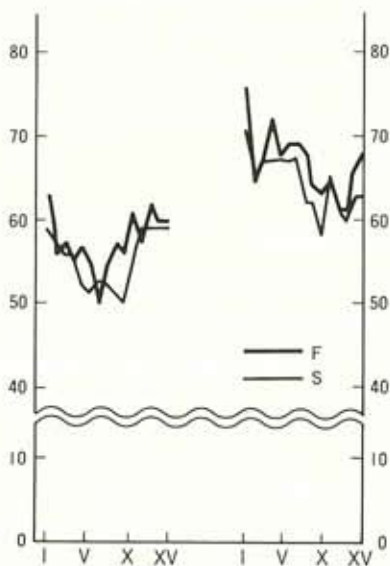


図2 往(F)と復(S)選手のU-K平均曲線  
 Fig. 2 U-K average curve of the first & second groups.

に実力のある選手を配置する傾向があり、東海大チームもまたこの傾向を示している。

#### 4. 好成績選手と悪成績選手のU-K曲線

図3に第2区新○選手(区間4位)と第4区小○選手(区間15位)のU-K曲線である。作業量では前期平均作業量82.06に対し、67.46、後期平均作業量88.93に対し、76.66と新○選手が高いが、後期増減率は新○選手108.37に対し、小○選手113.64であった。曲線の経過をみると前期はどちらかといえば、小○選手のほうが好調さを示すものの、後期は新○選手のほうが優位を示している

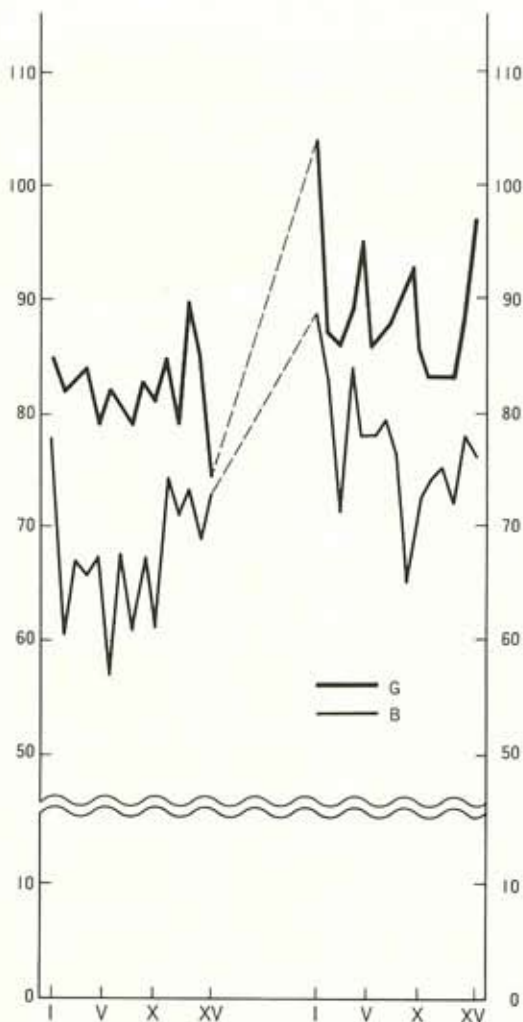


図3 好成績選手(G)と悪成績選手(B)のU-K曲線  
 Fig. 3 U-K curve of good and bad record runners.

といえよう。長距離選手のU-K曲線の経過ではことに後半の10分以後の下降は不調を示すように思われ、このことは筆者の1980年及び1982年の結果と一致している。

図4は第1区から第10区までの東海大チームの区間成績を示したものである。結果は総合成績第7位であった。

## IV まとめ

今回の調査の特徴はレース直前に選手達が検査に協力してくれたことである。ことにU-Kテストは30分間にわたる連続加算作業であり、一般的には歓迎されていない。更にレース直前においては選手達は神経質になっていること。前述のようにメンタル・コンディションの把握は容易ではなく、今回はそのテストケースとして実施したことである。

選手起用にあたっては、精神健康度が高く、後半の作業量の低下の少ない者を選出した。にもか

かわらず、第4区の選手起用(区間第15位)だけが予想を大幅にはずれたこと。レースでの不調選手の特徴として、後半12分～15分にかけて作業量の低下がみられた。

いずれにせよ今回の調査結果でいえることはメンタル・コンディションの把握はむずかしく、今後、生理心理学的な手法を加えての研究が必要ないように思われる。

### 引用文献

- 1) 小林晃夫：人間の理解、東京心理技術研究所、57～100、1975
- 2) 小村渡岐磨、今村義正：わが国におけるトップランナーの性格特性の一考察、スポーツ心理学研究、第7巻第1号、16～23、1980
- 3) 小村渡岐磨：陸上競技における長距離選手の精神特徴について(そのI)曲線型第5巻、東京心理技術研究会89～93、1980
- 4) 小村渡岐磨：陸上競技における長距離選手の精神特徴について(そのII)曲線型第6巻、東京心理技術研究会、31～37、1982

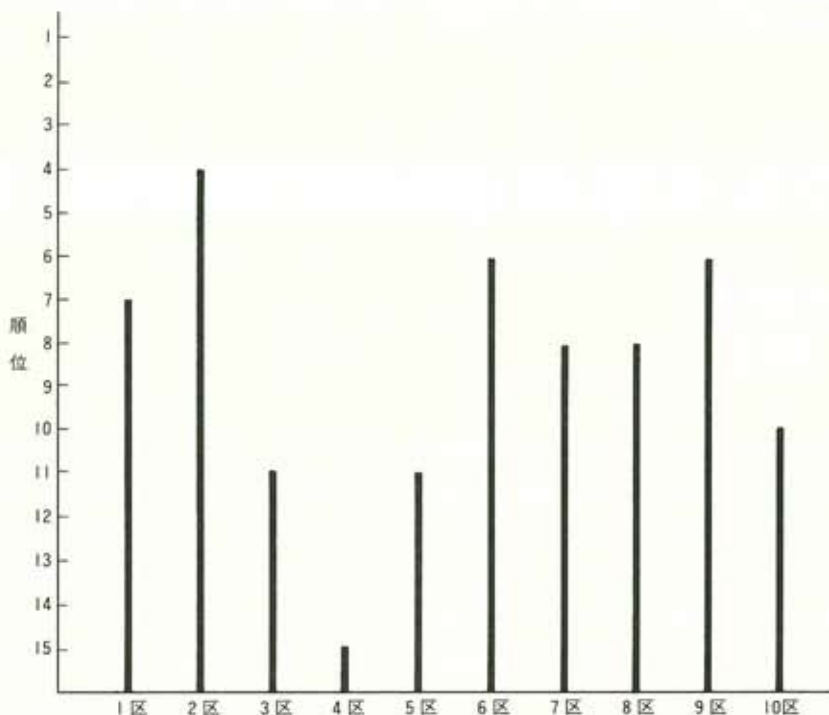
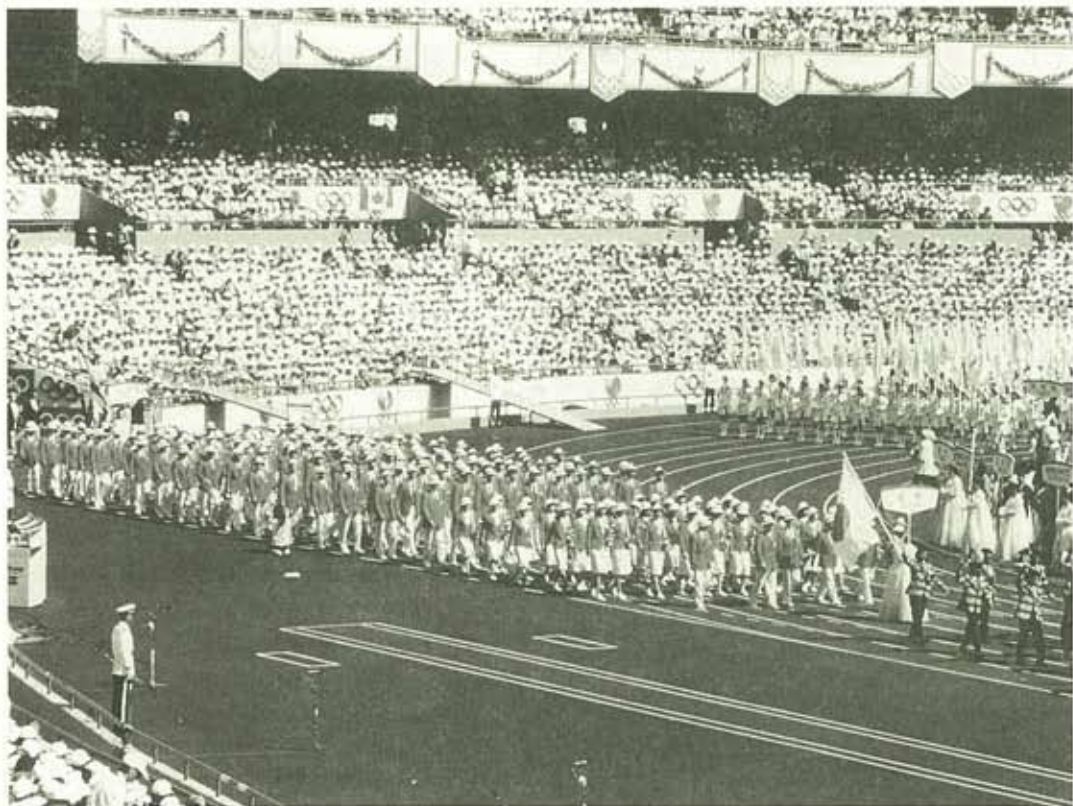


図4 東海大学選手の各区間成績(15チーム中の順位)

Fig. 4 Tokai University teams record of each block races.



日本選手団開会式入場行進 (ベースボールマガジン社提供)

## ソウル五輪柔道競技を観戦して

スポーツ医学研究所所員  
体育学部武道学科助教授

山下 泰裕

ソウル五輪柔道競技は、予想外の試合の結果で幕を閉じた。大会前は、日本と韓国、ソ連が金メダルを分け合うのではないかとみられていたが、結果的には、7つの金メダルが、6つの国に分散した。その他のメダルも、14もの国に散らばるといって、今までの大会にはない結果になった。

又、番狂わせもあつた。今回のオリンピ

ックチャンピオンのうち、昨年活躍したといえる選手は2人だけ(昨年それぞれ金、銅メダル)、又、逆に、昨年の世界チャンピオン7人のうち、今大会で金メダルを獲得したのは、たった1人、かろうじて2人が銅メダルに終わった。

つまりこの事は、今までの柔道強国日本、ソ連、韓国、東独、フランス以外のメダルに縁のなかった国々が、確実に力をつけてきた事を示



柔道95kg超級決勝、斉藤(日本)対ストール(東独)戦(ベースボールマガジン社提供)

している。又、以前は、柔道強国にとって安心して試合できたアフリカ、東南アジア、オセアニア、南アメリカ等の国々の健闘ぶりも、目をみはらせるものがあった。

今大会のこの特徴は、いかに世界の力が接近し、全体的にレベルアップしているかを物語っている。

そんな中においても、日本選手の低迷ぶりは、特に目をひいた。金メダル数が、半数を下回る事がなかった日本であるが、今回は初日から6日目まで、1度も決勝に進出できないという惨々たるものであった。かろうじて、最終日、斉藤が気迫あふれる試合で優勝し、全滅は免がれたものの、今後に大きな課題を残したといえる。

大会後、審判のミスジャッジや韓国の反日応援等がいろいろいわれたが、実力を発揮できなかったのは、要するに力がなかったという事である。ここ1番という大きな舞台で力を出しきれない、日本選手の精神的もろさがあらわれたといえる。

世界の柔道の流れを止め、再び日本柔道が王座に返り咲く為の課題は多い。

第1に取り組むべき事は、選手の精神面の強化であろう。今回の五輪メンバーは、精神的にも最もたくましいはずの選手であった。しかし、反対に傾いた流れを変える事ができず、力を出しきれずに敗れてしまった。

かつては、実力を高め、精神力をたくましくする為に、1人で他の道場やクラブへ出かける武者修行がよく行われたものだが、精神面の強化の為には、小人数で多くの国々を回りながら、違った環境で稽古を行う海外武者修行が、ぜひとも必要である。

第2に、体力トレーニングについて、もっと真剣に考える必要がある。柔道着が小さく、持たなくなり、常に攻めなければならない今日のルールの中で、勝敗に占める体力の割合は確実に増えてきている。

大会前、全日本のコーチは、「外国式の体力トレーニングは必要ない。」と断言していた。新聞等で、「技の日本」対「力の欧州、韓国」の対決と騒がれたが、結果として「技」が「力」に屈したのである。

技術主体を貫きながらも、もっともっと選手もコーチも、体力作りに真剣に取り組まなければならない。

全柔連、神永先生の「これは、神が我々に与えた大きな試練であり、そして最後のチャンスである。」という言葉の通り、柔道人が一致団結して再建に取り組まなければならない。

私も、新ナショナルコーチとして、再建に全力を傾ける決意である。

# ソウルオリンピック科学会議に 参加して

スポーツ医科学研究所員  
医学部整形外科

有馬 亨

1988年9月9日から15日までの7日間、お隣の韓国で「1988ソウルオリンピック科学会議」が開催された。東海大からは医学部整形外科スポーツ医学関係の有馬、中村、山路、峯崎の4名が参加し、中村君が演題発表を行った。

このオリンピック科学会議は国際オリンピック委員会の後援の下に国内外25団体の協力で行われ、その部門はスポーツ医学、運動生理学、スポーツ社会学など12部門に分かれている。

われわれの参加したツアーは日本整形外科ス

ポーツ医学会 (JOSSM) 主催によるもので、9月11日に出発しオリンピック開会式前日の16日に帰国するという観戦には全く関係のないものであった。ツアーは総勢20人位であった。ソウルは成田から2時間と国内旅行並みの時間で行ける点便利であるが、今回オリンピックのため空港では厳重な警戒体制が敷かれ手荷物などに慎重なチェックがあり時間を要した。

宿泊はソウル市内のロッテホテルで設備は申し分のないものであったが、ここでも出入りの際はその都度ボディチェックがあり不愉快であるが仕方なかった。

学会場はソウル市の南西約100km離れた天安市近郊の檀国大学校天安キャンパスで行われた。ホテルからシャトルバスが毎日往復しており、高速道路で片道1時間半の道程であった。この檀国大学校は都心を離れた自然の中で広大な敷地を有しており、このキャンパスの中で今回の会場はあちこちの校舎を用いて行われた。

まず本部での受付で気付いたことは事務処理が非常にまずく、われわれの日本から予めICO

高野進選手(本学体育学部助手)400m準決勝44秒90(日本新)  
(ベースボールマガジン社提供)





学会場本部前にて  
(右から中村、峯崎、有馬、山路)

学会事務局から送った写真などの書類が見つからず、IDカード発行まで1時間以上も待たされるという有様であった。

さて、今回中村君が発表した演題はスポーツ医学部門で、“大学スポーツ選手の足関節障害”について英語で行うものであった。この研究はわれわれが体育学部と協力してこれまで調べて来たもので各種目のまとめである。その内容は東海大学柔道部、バレーボール、サッカー部員の計193名についてのアンケート調査ならびに125例の直接検診の結果についてである。

アンケート調査において足関節捻挫の既往は70%以上と高頻度であった。直接検診で注目すべきことは足関節の不安定性をもつものが意外と多く、X線検査で足関節を内がえしに強制して撮影すると、関節の外側が開く角度（距骨傾斜角）が正常範囲を越えて、10°以上となるものが柔道44%、バレーボール55%、サッカー50%と高頻度にみられた。これは外側靭帯のゆるみを持ちながら慢性捻挫のくり返しであり、将来関節症を起しかねないもので、今後本人を含めて関係者の十分な認識と予防対策も講じな

ればならないというものである。この演題にはかなりの関心が集まり2～3の質問があったが何とか英語でクリアーした。抄録集をみると今回の演題数は850題と多かったが、スポーツ医学では欠演が目立ち、時間が十分に残され会長自ら質問をして苦勞していた。

ところで学会発表が終われば気分は楽になり市内見物である。ソウルの町はオリンピックを前にして活気に溢れ、至るところ工事で道は渋滞である。かつての東京オリンピックの頃と同じで国民が一丸となっているのがわかる。車は全て韓国製で驚くばかりである。

ともあれ、韓国は物価が日本の1/4～1/5であり旅行者には有りがたい。買物は梨泰院通りが有名で外国人で賑わい、ここではいかに良いコピー商品を探すかである。又、韓国料理は少々辛いものもあるが一般に日本人には向いており、又、純韓国料理の品の良いものもあった。

以上今回の大体の記録であるが若い先生達は十分に満喫したようである。今後も益々国際スポーツ学会に参加して本学スポーツ医学の研究成果を発表出来るよう努力したいと考える。

# ソウルオリンピックを見て

## ——スポーツ省を——

スポーツ医学研究所所員  
体育学部体育学科教授

### 齋藤 勝

東西が交わり、参加160ヶ国、参加人員も史上最大規模となった第24回ソウルオリンピックは懸念された事故もなく、感動の余韻を残し、16日間の幕を閉じた。

やや虚勢を張り過ぎ民族的な自負心から起った Favoritism によるボクシング会場の乱闘、ベン・ジョンソンをして具体的に表面化されて来たドーピング問題。国威高揚と身分補償のために増々、激しくなった社会主義国のステート・アマと商業の波を上手に泳ぎながらプロ化していく西側の商業・アマ等、平和のうちに終わったこの大会も今後への課題は残された。そんな動きの間<sup>はざま</sup>にあって、レスリング、水泳、体操、女子バレー等、若干の活躍はあったとはいえ、全般に日本の低落を印象づけるオリンピックとなり、多くの国民を落胆させた。二週間、バレーボール会場にくぎづけになっていた私などは、目標を失って負け犬になった日本の選手達を見て、むしろ腹立たしさよりも哀れさを感じた。

もはやオリンピックは勝つところではなく日本は国際交流の場でもという声すら聞く有様である。世界のトップ・プレーヤーを育ててきた者の一人としてあまりにも情けない話である。選手に対する不甲斐なさも勿論であるがむしろ、ただ、現場にまかせて、今日までスポーツに関しては何んの施策ももたなかった国に対してこそ、憤りを感じるのである。

昭和63年度の文部省の体育関係団体等の補助金は13億132万円であったが、このうち選手強化事業費は8億7千154万9千円である。この補助金が体協加盟43の競技団体に割り振られるのである。ちなみに、ソウルオリンピックを前にした韓国は80億円、中国は103億円の強化費が組まれたと聞いている。ソウルオリンピックの日本選手団派遣のための必要経費は2億4千万円で、国の補助金はそのうちの13%に過ぎず、残りは寄付金と参加選手及び役員の個人負担金7万円で賄われているのである。経済大国日本といわれながら恥ずかしい話ではないか。

高校野球が全国大会に出場するだけで何千万という予算が一枚で生まれ、優勝すれば億のお金が集まるという時代に、オリンピックのアジア予選を勝ち抜きアジア代表となった或るチームゲームの競技団体が、強化のための海外遠征を計画しても予算が組めず、その資金を役員、選手が負担したという例もあるが、これはめずらしい話ではない。

逆に、運営面の才覚に優れた競技団体ではテレビ局、新聞社やその他企業メーカーをスポンサーに多くの国際試合が企画され、観客動員も十分になされ、資金面では潤うことが出来ているが、肝心の強化はおろそかになり試合におわれ、選手やコーチはまるで商品のように扱われている。そのため、怪我や故障もたえず、選手



寿命を短くしている。今回のソウルでもその結果ぶざまな負け方をしている。しかも、選手達の大部分は企業の所属で、会社が給料を支払っているが、将来の仕事や役割への保証はさだかでない。オリンピックで金メダルを取ったところで、2、3年は話題になっても選手生活を終れば、心身共にボロ雑布のようになって捨て去られてしまうのが通常である。強化をすすめるために合宿や練習を計画しても常時使用できる国の施設すら満足なものがない。ここでも企業の施設を借用する状態である。

国を代表し世界を相手にその力を競わんとするものが強化の費用や施設にこと欠き、国民の批判だけを受けて強くなるはずがない。

これだけ経済、文化の発達した国でありながらスポーツに対する施設や方針、協力や理解に乏しい国もめずらしいのではないか。スポーツに対する認識やスポーツ選手の地位、補償、強化に対する国家意識のすすんだ欧米諸国とは比

べものにならない。

現在、日本体育協会は文部省の傘下にある。確かに、スポーツは教育とある面では密接なつながりをもつものであるが、国際的な視野に立って、アマチュアとプロスポーツとの問題、強化のための資金づくり、外国に対する強化方針、国際的な情報、指導者及び選手の育成、補償問題、選手の健康管理、科学的なトレーニング、施設の完備等、学校教育と社会教育、チャンピオンスポーツを同一路線で操ることは困難である。

現在の文部省の中からスポーツ部門を独立させ、スポーツ省（体育省）を設け、もっと分担を明確にして運営管理すべきである。一億総スポーツ、生涯スポーツを口にするならばソウルオリンピックを契機にもっと真剣に日本におけるスポーツの在り方を根本から考えるべきではないだろうか。



女子バレーボール、日本対ペルー戦（ベースボールマガジン社提供）

# ソウルオリンピックを終わって

体育学部体育学科助教授

宮川 千秋

## I. コーチとしてのオリンピックに対する準備

陸上競技日本代表選手団コーチとして2回目のオリンピック参加である。前回のロス・オリンピックでは気負いだけがから回りし、足が地につかぬままの完敗であった。コーチとしてのキャリア不足を痛感し世界のトップアスリートには共に世界のトップコーチが存在する現状を認識し自らコーチとしての資質向上がトップアスリート育成への最短距離であることを確認した。4年後のソウルオリンピックまでに選手同様の4年周期計画を作成し準備して来た。1年目は休養年、2年目は充電年、3年目は完成準備年、4年目は完成年とし各々年毎の目標の設定と実施、評価と修正を繰り返して来た。この周期計画は国際競技大会の年次配置が極めて重要となり、幸いにも2年目の充電年にはアジア競技大会、3年目の完成準備年には世界選手権と理想的な配置であった。その過程の中で代表選手候補をオリンピックまでの年毎に合宿、遠征、競技会成績等で厳選し固定化しつつオリンピックの完成年で戦える代表にすることであった。

選考競技会において短距離種目の標準記録突破者が相次ぎリレー種目の編成、そして入賞へと機運は高まり、最終選手選考も短距離リレー種目優先の方針から代表が決定し、私自身、コーチとして力量が試される願ってもない舞台が出来あがったが、失敗に終ればコーチ生命はな

いだろうという危機感と緊張感は充実した準備段階形成へと発展していく。オリンピック本番まで国内合宿強化から現地入り最終調整までの計画、立案に総てを傾注し、実施しトライアル競技会出場により評価、修正し完璧な状態で臨むことができた。不安材料なしの結果を楽しみに待てる「人事を尽くして天命を待つ」心境であった。

## II. 目標に対しての評価

短距離コーチとしての担当種目における目標は両リレー種目の決勝進出であり、個人的には高野選手（本学体育学部助手）の44秒台突入であった。結果は両リレー共、組み合わせ等の不運な面もあったが決勝進出は果たせず失敗であったが、特に高野選手の44秒90は特筆すべき活躍であった。又、4×100mRにおいてコーチとして大舞台で思い切った策を打つことができた。4×100mRの予選が終わった時点で短距離関係種目が全て終了し残された4×100mRの準決勝に日本短距離界の総力を結集する機会が来た。作戦は現時点で最強のメンバーを編成することであり、大胆にメンバー、オーダー変更を決めた洞察力、判断力が自分にとって貴重な経験であった。決断の背景には代表選手が決定した時点でオリンピックでの各選手の競技力発揮を客観的に分析し、結果もほぼ予想通りに進出したということである。

特に陸上競技では番狂わせや予測せぬ競技力の発揮等はあまりみられないぐらい、種目自体の習熟性が高い、いわゆる計算出来るコーチングが可能と言える種目である。

結果は38秒90の日本新記録であり、準決勝9番目の記録であった。国際的に戦える記録でもある。

選手起用法では完全に把握し使い切り、作戦面では展開の流れを読み切った自信を今後のコーチングの糧にしたい。

### Ⅲ. ドーピング

ソウルオリンピックのドーピング事件は社会的犯罪とも言える程、社会に与えた影響力は大きく、オリンピックのイメージダウンと共にトレーニングの急速な進歩が感じられた。

世界のトップアスリートはドーピングに対し強い興味と機会あればと野心を持っているのが現状である。

私自身、現在、最大の関心事である。特にドーピングの背景には洗練され習熟したトレーニングシステムを感じさせる。又、次のような条件も備わっていると考えられる。その条件とはまず、トレーニング環境の整備（完全なトレーニングシステムが遂行できるトレーニングベース、指導者の資質レベルが高い、積極的なスポーツ医学の導入）と競技成績（結果）の評価（社会的身分保障）が正当評価される社会的システムである。

以上を競技力向上への理想的な条件と考えたい。前者においては現在、トップアスリートの競技力向上はトレーニングの手段、方法は頭打ちの状況であり、ドーピング（薬物等）により効果を最大限に高める狙いがある。後者は報奨、年金制度等により生涯の生活保障がなされる場合と商業スポーツのベースに乗り、まさにアスリートが商品化され一過性のものではあるが、十分な報酬を得ることができる。やはり競技者



男子バレーボール、日本対韓国戦（ベースボールマガジン社提供）

にとってこのような条件は最大の魅力でもある。残念ではあるが我が国にはこの2つの条件は完全なものではない。すなわち、純粋な競技的志向の為にドーピングが蔓延する恐れはないと言える。しかし、この現状を素直に喜べない事実がある。それはトレーニング環境の貧弱さが露呈し競技成績（結果）に対しても正当評価がまだ未熟であることである。

私自身、ドーピングについては基本的に反対であるが、倫理観のみで対処できる時代は過ぎ去ったと思う。ドーピングの導入によりトレーニングは細分化、分業化し複雑性を増し、より高度になるトレーニングシステムはトレーニング理論の根幹をも揺るがす時がすぐそこに迫って来てる感がある。指導者としてこの事実を客観的に受けとめてはいるが、競技スポーツへの危機感を認識したオリンピックでもあった。

# 東海大学スポーツ医科学研究所 設立に際して行われた

## 欧米6ヶ国視察報告書

スポーツ医科学研究所視察団

佐藤 宣践      中野 昭一      小村渡岐 麿  
古谷 嘉邦      山下 泰裕      中田 正臣

### はじめに

本報告書は、東海大学松前重義総長の構想に基づき設立されるスポーツ医科学研究所に関し、既にその設立準備委員会(委員長 稲垣優学長)において討議されている設立規定に従い、世界各国の現状を調査すべく行われた欧米6ヶ国における大学、研究所、スポーツ施設等の視察報告書である。

### I 視察団の結成とその構成

本視察団は東海大学スポーツ医科学研究所設立準備実行委員会(委員長 佐藤宣践体育学部副学部長)において、その設立要旨に則り選出され、同設立準備委員会の承認を得た次の6名をもって結成され、その責任分担の構成は次の通りである。

団長 佐藤宣践(東海大学体育学部副学部長、武道学科主任教授)総務、総括担当

副団長 中野昭一(東海大学医学部教授、同大学院医学研究科機能系主任教授、体育学研究科教授)スポーツ医科学研究(運動生理、生化学、栄養)、スポーツ医学およびスポーツクリニック担当

副団長 小村渡岐麿(東海大学体育学部副学部長、体育学科主任教授)競技力向上およびこれに関するトレーニングセンター、プール等施設担当

古谷嘉邦(東海大学体育学部教授、同大学院体育学研究科主任教授)スポーツ医科学研究(バイオメカニクス)、トレーニング器機およびこれに関連する施設担当

山下泰裕(東海大学体育学部助教授)トレーニング器機およびトレーニングセンター、プール等施設担当

中田正臣(学校法人東海大学総務部施設課長)スポーツ施設担当

備考：なお、視察の途中から種々の参考資料収集に関係して、施設関係山内信尚(大成建設株式会社)および器機関係佐藤文則(東海教育産業株式会社)の2名が同行した。

### II 視察国および視察施設とその概要(佐藤宣践、中野昭一)

視察した国は、6ヶ国、計15施設で、以下視察順序にしたがってその概要を述べることにする。

## 1. ソビエト連邦

### 1) モスクワ大学 (一般体育講座ミハエル・リージャック教授)

16学部、学生約30,000名の総合大学で、一般体育授業を1週2時間(必須)+2時間(選択)で行っており、スポーツ種目は約30種、その他特殊学級、一般人を対象としたエアロピクス、体操、柔道、サンバなどの指導が行われていた。しかし、専門の体育学部はなく、研究も一般体育授業の研究が行われているのみで、専門的研究は行われていない。

#### 〈施設〉

- 体育館 バスケット、バレー、ハンドボール、テニス
- 室内陸上競技場
- プール
- 体操場+エアロピクダグンス場
- 研究所 主として一般体育用

### 2) スポーツ医科学研究所(全国体育文化研究、オリンピック施設)(所長シモノフ博士:オリンピック委員)

1979年設立の研究所で、オリンピック選手と一般選手部門に分け、運動生理、生化学、栄養学などの研究およびこれらの成績から各選手の機能診断が行われ、アンチドーピングの研究も盛んに行われていた。研究施設、研究器材はともに世界的レベルにある。

1年間に6,000人以上の選手を検査している。また、英、西独、オランダ等と協力研究を行っている。

#### 〈施設〉

- 物理、生理、化学分析室(薬品すべての)
- 血液、尿分析室
- 機能診断室等

## 2. 東ドイツ

### 1) スポーツ・センター(東ドイツ体育スポーツ連盟国際関係部門ウインケルマン氏)

市民を対象としたスポーツ・センターで、プールを主とし、その他、球技場があり、また sport Medicine と称し、運動時の Medical check が行われていた。

毎日5,000人くらい利用している。一般人のための施設でありアクティブなスポーツ人は利用していない。

#### 〈施設〉

- プール 2000㎡、その他7つのプール+障害者用
- サウナ フィンランド式 男20女20家族20人
- スポーツ医学室 4人のドクター スポーツ相談、診断
- 体育館 バレー、バスケット、バトミントン、卓球場
- トレーニングルーム
- ジョッキング公園 5~10月使用
- 格技場
- ボーリングセンター 16レーン+レストラン
- ミーティングルーム
- アイススケート場

### 2) DINAMO スポーツ・センター(同上ウインケルマン氏および東ドイツ体協ケント氏)

東ドイツでも有名かつ強化選手を多数かかえているクラブである。東ドイツには6つの大きなクラブがあるがその一つである。競技スポーツ、生涯スポーツをその目標としている。

#### 〈施設〉

- 室内体育館 バレー大会、陸上競技大会ができる。2,500人入場できる。1,920㎡
- フェンシング場 電気施設あり
- 柔道場 100畳
- ボクシング場
- バレーボール、バスケットボール場
- 室内プール50m×8コース+飛込台高飛込用、観測用窓 3ヶ所×2 正面1×2

ライト44×2

- g. 女子用体操体育館
  - h. スポーツ学校、寮、ディナモスポーツ連盟の学校
  - i. 陸上競技場 400m
  - j. アイスホッケー場×2面+フィギュア場×2面
  - k. 男子用体操体育館
  - l. 男子用ハンドボール、バスケットボール場
  - m. 室内陸上競技場 トレーニング用 250m
  - n. ウェイト・トレーニング場 主として陸上用
  - o. 自転車競技場
- 3) クライシャのスポーツ・メディカル・サービスおよびリハビリテーション・センターのシューレル博士との会談

飛行機の都合で行けなかったため、クライシャよりシューレル博士がスポーツホテルまで来られ、当該施設およびその概要について説明、種々の討論を行った。クライシャリハビリテーションセンターは東ベルリンから車で約3時間離れたところにあり、プールを使用してのリハビリテーション、スポーツメディカル、理学療法等、非常に大規模なスポーツ選手用のリハビリセンターである。ドクター5人、トレーナー4人、マッサージャー20人をおかかえている。年2回すべてのスポーツマンを対象としてメディカルチェックを行っている。普通のクリニック、ナショナルメンバーに種目ごとの特別な検査を8~6週間に1回チェックすることを義務づけている。この施設では主としてオリンピック級の選手を対象として、その傷害およびその後のリハビリテーションを行っているとのことで、特に新しい問題は見出せなかった。なお、研究面は主にライブツヒの体育大学で行っているとのことであった。

### 3. 西ドイツ

- 1) ドイツ体育大学(ケルン)(クルツ・ビルケ教

授)

学生約5,700名、この2/3が教育に従事し、1/3以下が大学院に進学する。教育方針としては、a)学校教育(教授法等)、b)トレーナー・アカデミーと協力してスポーツ医学、リハビリテーション等の研究、c)レジャーのためのスポーツ、国民のためのスポーツ指導、の3つが挙げられていた。なお運動施設および研究器材はともによく整備されていた。研究にあたってはドイツ科学研究所からも資金、機材を得ている。国際交流も非常に多く55ヶ国からの留学生が来ていた。

〈施設〉

- a. ドーピング研究所 尿検査
- b. スポーツメディスン スポーツ検査、リハビリテーション
- c. スポーツバイオメカニクス
- d. 室内陸上競技場 1977年につくられ3つからできている。
- e. ウェイト・トレーニング場 陸上競技中心
- f. スポーツクリニック AM8:00~11:00、1日70人くらい来所
- g. 旧体育館
- h. 学生寮
- i. プール+ウェイト・トレーニング場 50m×8コース 飛込用5台、天井からカメラで観測できる
- j. 柔道センター
- k. ホッケーセンター

### 4. デンマーク

- 1) コペンハーゲン体育大学(Denish State Institutat Physical Education)(ピーターソン博士)

大学の教育は、a)大学基礎教育(学士課程):1クラス20名程度、3~4クラスで、スポーツの歴史、理論、実技が行われる。b)小学校教師の教育:定期的あるいは3ヶ月連続で、理論、実技の再教育が行われる。c)スポーツ組織、協会、スポーツ

選手などの教育、の3つが行われていた。

2) コペンハーゲン大学オーガスト・クロー研究所 (August Krogh Institute) (ボディル・ニールセン副教授)

コペンハーゲン大学の自然科学学部内の一つの研究所として、約30名の教授、助教授、講師、助手等で構成され、例えば人体生理学教室は教授1名、助教授5名以下講師、助手で運営される。教育としては、一般教育2年と専門2年、修士2～3年が行われている。

## 5. フランス

1) リンセップ国立スポーツ研究所および体育学校 (柔道村上清インターナショナルコーチ、所長バロー博士)

パリ郊外にある大規模な国立スポーツセンターで、あらゆる競技施設が充実しており、またスポーツ医学研究所が併設され、現場とスポーツクリニック、研究が非常に密着している。各競技のナショナルメンバーが常時合宿体制を行える施設であった。

〈施設〉

- a. スポーツ生理学研究室
- b. リハビリテーションルーム 理学療法、器具と使用、15,000人診断(年間)、15,000人療法(年間)
- c. スポーツクリニック ドクター7人、マッサージ12名、看護婦8名、AM9:00～PM8:00 診察、当直1名
- d. 資料室 VTR 16mm
- e. 室内陸上競技場、ウエイト・トレーニング場、競輪場
- f. 柔道場、ウエイト・トレーニング場
- g. 宿泊施設 約400名

## 6. アメリカ

1) アメリカ・オリンピック・センター (航空士官学校教官 ボール丸山)

アメリカにはオリンピックトレーニングセンターが3ヶ所ある。(コロラドスプリングス、マーケットミシガン、レークプラシッド) すべて企業からの寄贈、CM料金、ボランティア等でまかなわれている。4年間の予算1億ドルの60%はオリンピックのために、40%はスポーツ医学研究に使用している。ナショナルメンバーが常時合宿している。

ここにはオリンピック選手を主体としたトレーニングセンターで運動生理、生化、栄養さらにはバイオメカニクスなどの科学的測定による機能診断、経過観察などを行っているスポーツ・サイエンス・センターおよび種々の障害の初期治療、リハビリテーションを行うメディカルセンターがある。これらのセンターを利用し得るものは米国各州からの推薦されたスポーツマンのみであるという特殊環境にある。

〈施設〉

- a. スポーツメディスン・クリニック  
診察室、治療室、リハビリテーションルーム、図書館、眼科、歯科
- b. フィズオロジー、バイオメカニクス  
コンピューター処理 (16mmフィルムから) 各種器具等
- c. 体育館
- d. ウエイト・トレーニング場
- e. ボクシングジム
- f. 柔道場
- g. 陸上競技場
- h. 射撃場

2) アメリカ航空士官学校 (同上ボール丸山教官)  
広大な敷地に膨大なしかも多くのスポーツ施設、トレーニング場等が完備している。学生約4,000名。

- a. ウエイト・トレーニング場
- b. ボクシング場
- c. 柔道場
- d. スカッシュ場



e. 室内陸上競技場400m (観覧席あり)

f. バスケット場 (試合場)

g. アイススケート場

h. テニスコート 32面

3) UCLA スポーツトレーニングセンター (Dr. 西川)

アメリカで有名かつ競技も非常に強い大学、フットボール、バスケットボールのTV、観客収入で各種スポーツ施設、研究施設を運営している。

a. スポーツクリニック、AM9:00~PM6:00 オープン、診察室、リハビリテーションルーム

b. ウェイト・トレーニング場 非常に大規模

c. 室内体育館 バスケットボール、バレー試合場1,500人収容

d. バイオメカニクス研究所

4) 整形外科病院、理学療法センター (ロスアンジェルス) (広報マニタ・ベネット)

体力測定 of 器機が完備しており、ことに肥満の治療としての運動療法が行われていた。なお、リハビリ用の小プールがあり、参考となろう。

〈施設〉

a. スポーツインジェリー用プール、リハビリ用、塩水用プール(怪我人のため5%塩分)

b. 器具をもちいてのテストルーム

5) チャップマン大学ハットンスポーツセンター (ロスアンジェルス) (フランク・フリッシュ博士)

学生約1,400名の大学で、体育学専攻は140名程度、スポーツ医学および運動生理、生化学、バイオメカニクスおよびリハビリテーションの3部門がある。運動施設はトレーニングセンターが比較的小さく、研究機材もそれほど特筆するものはなかった。

〈施設〉

a. リハビリルーム

b. ウェイト・トレーニング場

c. 生理学実験室

d. 血糖値などの測定室 (64種類の検査)

6) カザのコト研究センター (所長 Dr. ギデオ・アリエル)

ロスの郊外にあり、大手企業のリサーチ分析器具開発等で収入を得て研究している。

運動の映画撮影あるいはビデオなどによる映像のコンピューターを利用した3次元的动作分析が行われており、その他バイオメカニクスの解析が行われていた。なお、コンピューター制御による筋力トレーニングマシンが注目に値した。NASAとも共同研究中、ただ商業ベースのところがあった。

〈施設〉

a. バイオメカニクス研究所 ユニバーサル器具など発明、新しい器具多数

b. バイオメカニクス実験室+分析室 スクリーン、測定器具、資料室、コンピューター処理研究所

### III スポーツ医科学研究の現状とその検討 (中野昭一、古谷嘉邦)

現在、スポーツ医科学として行われている研究の分野は、世界的な傾向として、スポーツ医学およびこれに関連するバイオメカニクスと、スポーツ・クリニックに大別される。

スポーツ医学には、運動、スポーツ時における体内の筋、神経、呼吸、心臓循環などの運動生理学を主体として、代謝的な運動生化学、運動栄養学などが包含されている。また、これらの研究の総合的な判断から、各個人の機能診断が定期的に行われ、一方、日本ではあまり行われていないドーピング、アンチドーピングなどの研究も盛んに行われていた。また、バイオメカニカルな研究としては、運動、スポーツの3次元的な力学的解析、動態の分析などが行われ、その技術の向上、トレーニング方法、さらには運動生理学的な面との協調による指導の確立などに力が注がれていた。



一方、スポーツ・クリニックとしては、運動選手の定期的健康診断はもとより、スポーツ医学研究との協調による機能診断を基盤としたスポーツ障害の予防とその対策の検討、スポーツ障害時の治療、さらにはそのリハビリテーションとしての機能回復、機能向上のための訓練指導などが、常時、極めて容易に行われるような配慮がなされていた。

また、当然、これらのスポーツ医科学研究を遂行するに当たっては、多くの機具、器材が投入され、それに対する人員の配置、独立した研究所が設立されていた。

以下、今回視察した各国の大学、研究施設の規模、研究機具器材の種類と量、その運営等について、視察順序にしたがって述べることにする。

## 1. スポーツ生理学の観点から (中野昭一)

まず、今回視察した施設の中で運動生理学、生化学、栄養学を含めたいわゆるスポーツ医学として行われている研究の現状について各施設別に述べることにする。

### 1) モスクワ大学

ここでは一般体育の教授法的な研究が行われているのみで、生理学的研究はほとんど行われていない。

### 2) スポーツ医科学研究所

生理化学的研究、運動機能診断、アンチドーピング(後述)の研究を大きな柱として国家的レベルで、主にオリンピック選手および高レベルの運動選手を対象として実験が行われていた。

すなわち、生理部門では呼吸、心臓、循環機能の測定を中心とし、トレッドミル走行中の最大酸素摂取量、血中 pH、 $pO_2$ 、 $pCO_2$  の測定、生化学的には血中ブドウ糖、乳酸等をはじめ、HDL などを含む脂質代謝および蛋白代謝の研究が系統的に行われていた。

それに要する機材器具も多く、分光光度計、原子吸光光度計、マススペクトル測定装置、アイソ

トープ用カウンターなどがあり、コンピューター分析による解析が行われ、測定手技としても免疫抗体法、ラジオ免疫電気泳動法などが用いられて、現時点における最新器機測定法などが導入され、世界的レベルの研究が行われていたといつてよいであろう。

### 3) クライシャのスポーツ・メディカル・サービスおよびリハビリテーションセンター

実際に行くことはできなかったがオリンピック級選手を対象とした機能診断が行われているとのことで、特に我国との差はみられなかった。

### 4) ドイツ体育大学 (ケルン)

スポーツ医学の研究としては、大学レベルで、生理学、生化学の研究、選手の機能診断および後述のスポーツ・クリニックおよびリハビリテーションなどに分けられて、それぞれの研究が進められていた。すなわち、生理学的には運動中の呼吸機能として、呼気中のガス分析、肺機能など、心臓循環機能として心電図、X線撮影による心臓の機能、X線-CT、エコー心電図、生化学的研究としては血中諸化学的物質測定による代謝的研究、カテコールアミン、ステロイド測定によるドーピングの研究などが行われていた。

### 5) コペンハーゲン大学オーガスト・クロー研究所

ここには理論的教育を行う過程および大学院があり、多くの講座があり、それぞれ運動に対する生理学的な呼吸、循環、体温調節、筋力の研究、さらには血中および筋中諸化学物質の変動など世界的レベルの研究が行われていたが、測定器具等は特に目新しいものはみられなかった。それらのテーマとしては人間工学、スポーツに対する適性、適応、宇宙生理、バイオメカニクスなどが挙げられていた。

### 6) フランス国立スポーツ研究所

生理生化学的研究としては、運動中の呼吸ガス、血中  $pO_2$ 、 $pCO_2$ 、乳酸、血糖、心電図等系統的な測定が行われ、オリンピック級選手の運動機能診



断に供せられるとともに、スポーツクリニックとも連携して運動機能向上の研究が行われていた。なお、ここでは常に検査、治療、リハビリテーションができるスポーツ・クリニックがあった。(後述)

#### 7) アメリカオリンピックセンター (コロラド・スプリングス)

この中にあるオリンピックサイエンスセンターでは選手の技能向上を目的とした動作分析、生理生化学的機能診断が、コンピューター分析を駆使して図形化し、説得力のある成績を選手に提供すべく努力していた。なお、後述のようにオリンピックメディカルセンターと称して常時、リハビリテーションの行える施設が完備されていた。

#### 8) アメリカ航空士官学校

生理学的な運動機能の測定とともに学生の体重減少を目的とした栄養、生化学的研究、重力変化に対する人体の対応、高地トレーニングの研究などが行われていた。

#### 9) UCLA スポーツトレーニングセンター

スポーツ・クリニックとして、種々の生理的測定器具があり、また、障害の緊急処置、障害のリハビリテーション用機材が数多く備えられていた。

#### 10) 整形外科病院理学療法センター (ロスアンジェルス)

ここでは主として肥満の対策としての運動療法が行われ、そのための測定器材が備えられていた。また、リハビリ用のプールが参考になろう。

#### 11) チャップマン大学ハットンスポーツセンター

運動生理、生化学の実験が人間および動物実験によって行われ、呼吸、循環、代謝の研究が行われていたが、我国におけるそれらの研究と変わりがなかった。

#### 12) コト研究センター

ここは商業的ベースで、とくにバイオメカニクス的な動作分析に加え生理学的な筋力、呼吸機能などの研究が行われており、ことにコンピューター利用による3次元の動作とコンピュータープロ

グラムによる筋力トレーニングマシンは注目に値する。

## 2. スポーツバイオメカニクスの観点から (古谷嘉邦)

今回の視察において最も特徴的なことは、各研究分野が、それぞれ独立した研究室を持っており、そこには専属の研究者が多数配置されていることであった。バイオメカニクスにおいても例外ではなく、運動形態(動作分析)、力の測定、機能検査等、それぞれの研究室が隣接していた。そしてそれらの分析はすべてコンピューター化されており、測定と同時にデータが得られるようになっていた。

また、一流選手を対象とした研究が多く行われ、それらのデータは長期間保存されている。測定にあたっては選手が積極的に協力することも特徴的であった。

機能検査には種々のエルゴメーターが使用され、筋機能の測定にはサイベックスIIが多く用いられていた。

運動中の力の測定には、キスラー社のフォースプレートが多く用いられ、運動動作の分析にはフィルムに代り、ビデオカメラとコンピューターを連結したものが多く見られた。

### 1) モスクワ大学

モスクワ大学はいわゆる一般体育だけが行われており、バイオメカニクスの研究は行われていなかった。

スポーツ選手と対象とした専門的研究はモスクワ体育大学で行われているとのことであったが視察することはできなかった。

### 2) 東ドイツ ディナモスポーツクラブ

バイオメカニクスに関する研究は、ライブチヒ体育研究所で行われているとのことであったが、視察することはできなかった。しかし、練習中に簡単に測定できるものが練習場にセットされており、選手はその結果を見ながら練習に励んでいた。

例えば跳馬の助走装置やビデオカメラ等が常時セットされている。

また室内プールには撮影窓が前方と側方にあり水中照明もセットされていた。

### 3) ケルン体育大学

スポーツ選手の呼吸機能の測定には、独自のエルゴメーターが開発されており、ローイングエルゴメーターも使用されていた。ここには専属の工作技師数名配置されていた。

運動動作の分析は、日本とあまり変わらないように思う。運動中の力の測定はすべてキスラー社のフォースプレートが使用されており、室内陸上競技練習場には、いたるところに、このフォースプレートが埋め込まれていた。

### 4) オーガスト・クロー体育研究所

ここでの研究は生化学的なものが主であり、バイオメカニクスの研究はあまり行われていないようである。ただ機能検査に用いられる流水プール、定圧室、定温定湿室等があった。

### 5) フランス国立スポーツ研究所

スポーツ選手の呼吸機能の測定には、スポーツ種目に応じて種々のエルゴメーターが用いられていた。例えば、ローイングエルゴメーター、カヌーエルゴメーター等である。筋機能検査にはサイベックスIIが用いられていた。

### 6) コロラドスプリングス オリンピックセンター

身体にダイオード (L.E.D) をとりつけ、運動のフォームと、筋収縮の状態を同時に分析していた。フォームの分析は、フィルムからビデオに移行しつつあり、コンピューターと接続して三次元的分析がさかんに行われていた。筋機能の測定にはサイベックスIIが用いられていた。

### 7) UCLA

UCLA で、バイオメカニクスと言えば、整形外科的バイオメカニクスを指すようであり、我々が目的としたスポーツバイオメカニクスは視察することができなかった。むしろキネオロジーという

言葉を用い視察を申し込むべきだったと反省している。

しかし、コロラドスプリングスオリンピックセンターやコト研究所と同様の研究が行われているようであった。

### 8) コト研究所

スポーツ運動の動作分析がかなり行われていた。ここでもビデオとコンピューターを用い三次元的分析が行われていた (Ariel performance analysis system)。またフォースプレートが埋め込まれたテニスコートと室内運動場が隣接しており、運動中のフォームと力との関係についても分析が行われていた。球技のゲーム分析も行われており、世界各国チームのフィルムやビデオテープが保存されていた。また Isokinetic システムと、コンピューターを連結した新しいトレーニングマシンが開発されていた。(エリエール)

## 3. ドーピングおよびアンチドーピングについて (中野昭一)

今回の視察に際し、注目すべき問題として、ドーピングおよびアンチドーピングの研究が挙げられる。すなわち、ソビエトのスポーツ医学研究所では、特にアンチドーピング部門を設け、血中カテコールアミン、ステロイドなどの誘導体の基礎的研究と称し、これら物質の正常時の含有量と生理的変動の測定を行い、ドーピングによる薬物の検出およびその限界などの研究を行うとともにアンチドーピングと称してその対策の研究などドーピング自体の研究を幅広く行っていた。しかも、これらの研究に使用されている機材は、分光光度計を始め、原子吸光分析、焰光分析、マススペクトロメーターなど現時点で最高レベルにあるものが使用され大規模な実験が行われている。

この傾向は東ドイツではライプツヒの体育大学で行われているといわれ、西ドイツの体育大学 (ケルン) でも生化学研究班によって大々的に行われていた。

なお、パリの国立スポーツ研究所のスポーツ医学部門でも行われているといわれていたが、米国を始め、西欧諸国では全国数ヶ所にドーピング検査センターを設け、全国のスポーツ選手の尿あるいは血液を集め検査し、その有無を判定することに主体がおかれており、我国でも同様の傾向にある。したがって、我国におけるドーピングの研究は、主としてその検出方法、その限界、生理的許容範囲の判定などが行われており、ドーピング自体あるいはアンチドーピングの研究は殆んど行われていないのが現状であろう。

#### 4. 各国におけるスポーツ医科学研究のレベルと今後の課題（中野昭一）

今回、視察した6ヶ国における15の研究施設におけるスポーツ医科学研究を大別すると、

##### 1) 運動生理学的研究(含む生化学栄養)として

運動時の呼吸、心臓、循環機能の測定、すなわち、最大酸素摂取量、換気量、血中 $pO_2$ 、 $pCO_2$ 、pH、心電図、心拍量、ブドウ糖、乳酸、中性脂肪、リポ蛋白など、血中諸化学物質の定量、筋力、仕事量の算出などが行われ、運動時のエネルギー代謝、中間代謝の変動から運動の生理学的解析が行われていた。

##### 2) バイオメカニクスの研究として

映画およびビデオ画像のコンピューターによる3次元解析から主体的運動動作の分析、フォースプレートによる脚力、重心の移動、さらには球技全体のゲーム分析、コンピューターと連結したトレーニングマシンの開発などが行われていた。

##### 3) ドーピング・アンチドーピングの研究

ドーピングの検出方法、その限界、生理的許容範囲の測定のみならず、ドーピング自体の研究が行われていた。

以上を総括すると、今回視察した各国のスポーツ医科学研究は、少なくとも現在我国で行われている研究レベルとそれほど異なるものではないといえよう。したがって、研究施設、器具、機材お

よびそれを動かし得る研究員が確保されるならば、これら諸外国以上の研究活動を行い得るものと考ええる。

## IV 競技力向上に関係する トレーニングセンターの現状と その検討(山下泰裕、小村渡岐磨)

### 1. ウェイト・トレーニング・センターを中心とした視察施設の概要

#### (1)ソ連

##### 1) モスクワ大学

広さ、器具ともに東海大学レベルであり、モスクワ大学からはソ連のトップレベルの選手はあまり輩出されておらず、体育学部も存在せず、一般学生の健康の保持、増進が主目的で、競技力向上とは無関係のように思われた。

#### (2)東ドイツ

##### 1) スポーツセンター

日本でいう社会体育施設であり、波を起すようにプールをはじめ一般大衆のスポーツ・リクリエーション施設であり、ウェイト・トレーニング施設もあったが、一般的なものであり、目新しいものではなかった。

##### 2) ディナモ体育センター

2種類のスポーツ学校があり、室内体育館、フェンシング場、柔道場、ボクシング場、室内プール、体操体育館をはじめ、特にアイスアリーナ(30m×60m)×2、室内スピードスケート場(400m)の施設はすばらしかった。

ウェイト・トレーニング場は2ヶ所あり、1つは陸上競技選手が中心となって使用しているもの(20m×20m)と、他の1つは自転車競技選手が主として使用しているもの(20m×20m)で48台のトレーニング用自転車が設置されていた。

##### 3) スポーツメディカルサービス・リハビリテーションセンター

リハビリ用のウェイト・トレーニングマシンが設置され、器具その他、特別目新しいものは

なかった。

### (3)西ドイツ

#### 1) ドイツ体育大学 (ケルン)

トレーナーアカデミー、スポーツクリニック、リハビリセンター等を視察したなかで、ウエイト・トレーニング場は陸上競技選手が主として使用している20<sup>m</sup>×10<sup>m</sup>の施設であるが器具は従来のものが多く、最新式のものはいまなかった。西ドイツではスポーツクラブ制度が普及しており、このため、当大学からはトップレベルの選手はあまり輩出されていない。学生の健康保持、増進が主目的であった。

### (4)デンマーク

#### 1) コペンハーゲン体育大学

体育学部学生と小・中学校教員の再教育機関をかねており、体育施設としてはプールの屋根の移動式のものが見新しく、ウエイト・トレーニング場の施設には特に関心をよぶものが見当らなかった。

#### 2) オーガスト・クロー研究所 (コペンハーゲン大学)

主としてスポーツメディカルおよびクリニック関係の研究機関であり、トレーニング施設としては特に見るべきものはなかった。

### (5)フランス

#### 1) 国立スポーツセンター

3ヶ所のウエイト・トレーニング場(陸上競技・柔道・その他)があり、3ヶ所の広さは18<sup>m</sup>×18<sup>m</sup>程度であり、器具の種類は競技種目により多少異っていたが、従来のものが多く、最新式のものはいまなかった。

### (6)アメリカ

#### 1) アメリカオリンピックセンター

アメリカのオリンピック候補選手が200名～800名位トレーニングをしている。

ウエイト・トレーニング場は35<sup>m</sup>×18<sup>m</sup>の広さで最新式の器具が目立ち、ユニバーサルマシンをはじめ油圧式の器具が主として使用されてお

り参考となった。

#### 2) アメリカ航空士官学校

コロラドスプリングスにあり、広大な施設に驚異を感じた。ウエイト・トレーニング場は24<sup>m</sup>×17<sup>m</sup>の広さで、各種のトレーニングマシンが設置され、学生約4,000名の競技力向上もさることながら、体力強化、健康増進を主目的としていた。

#### 3) UCLA

ウエイト・トレーニング場は34<sup>m</sup>×22<sup>m</sup>の広さで、器具も多種に及びベンチプレス・スクワット共用の台が15台、ダンベル(5P.～160P.)60組×2セット等と豊富に設置され、競技力向上を主目的としていた。

これとは別にリハビリテーション・ルームにリハビリ用のトレーニングマシンが設置されていた。

#### 4) 整形外科病院理学療法センター (ロスアンジェルス)

リハビリ用のプールは参考となったが、トレーニング用のマシンをはじめ施設は特に目新しいものは見当らなかった。

#### 5) チャップマン大学

ウエイト・トレーニング場の広さは10<sup>m</sup>×10<sup>m</sup>でマシンその他一般的なものであり、あまり参考とならなかった。

#### 6) コト研究所

テニスコート及びその練習機は最新式ものがあり参考となったが、ウエイト・トレーニング場はコンピューターシステムによる解析が主として行われていて、コマーシャルベースで実施されているのが印象的であった。

## 2. トレーニングセンターの現状

前述のようなトレーニング施設を視察したが、ソ連、東ドイツ、西ドイツ等の国々ではウエイト・トレーニング場は勿論、他の競技施設も暖房完備の室内競技場が国家的規模で設置されている。そ

の理由は寒冷で年間を通して日照時間が短いことなどが考えられよう。アメリカはコロラドスプリングとロスアンゼルスとの2ヶ所しか視察しなかったが、コロラドスプリングのオリンピックトレーニングセンターは国家的規模で最新のマシンを各会社から寄贈され完備していた。UCLAは大学が独自でスポーツ施設を充実させ、競技力を向上させ、フットボール、バスケットボールをはじめ各種の大会を開催し、収益をあげていることは、日本の現状とは異っている。しかし、アメリカでも私立大学のチャップマン大学はUCLAとは異なり、スポーツ施設をはじめ全般的に貧弱であったことはアメリカといえども私学経営の困難さが窺われた。

### 3. トレーニングセンターの検討

前述の8ヶ所のトレーニングセンターを視察したが、日程の都合上、ウエイト・トレーニング場の視察は1ヶ所で約10分程度であった。東海大学のスポーツ医科学研究所設立の目的から考えるに競技力向上を主目的としているUCLAコロラドスプリングス、オリンピックトレーニングセンター、パリ国立スポーツセンター、東ベルリン、ディナモ等のトレーニング施設が参考になると思われる。

現在、東海大学のウエイト・トレーニング場は武道館地下10m×10mと総合体育館地下10m×5mの2ヶ所であるが極めて貧弱な施設である。競技力向上を目的とする場合、全てのスポーツのトレーニングのためには一度に最低40名程度がトレーニング出来るスペースとしてUCLAの34m×22m位は必要であろう。ウエイト・トレーニング器具は2面の壁に備えつけ、ミラーも設置し、器具は強度なトレーニングに耐えられるプレート、ベンチ、シャフトを用いた器具を主として設置することが望ましいと思われる。

また全てのウエイト・トレーニング場は土足で使用しており、本学も同様に土足で使用できるよ

うにしたい。さらに器具の損傷及び安全管理上、専任の管理者1名を配置することが望ましいと思われる。

## V スポーツ・クリニックの現状とその検討(中野昭一)

まず、スポーツ・クリニックと称する内容が、今回視察した各国により、それぞれ異っており、必ずしも一致していない。しかし、これらを総括すると、1)健康管理と運動を行うことの良否を決めるメディカルチェックおよび運動機能の定期的診断、2)スポーツ障害時における診断と治療、3)スポーツ障害のリハビリテーションの3つに大別することができ、各施設によってこれらの一つあるいは幾つかを組合わせて実施していた。すなわち、モスクワのスポーツ医科学研究所では、主としてオリンピック級選手の運動機能診断が行われ、前述のドーピング検査も合わせて年間1,000人以上の測定が行われていた。なお、東ベルリンの一般人を対象としたスポーツセンターでは主に運動時の心機能を測定し、いわゆるメディカル・チェックのみを行っており、一方、オリンピック級の選手のみを対象としたクライシャのスポーツ・メディカルサービスおよびリハビリテーションセンターでは、スポーツ障害の治療およびそのリハビリテーションが行われているとのことであった。また、ケルンの体育大学では種々の運動機能診断は運動生理、生化学の研究者を含めたスポーツ医学として行われており、一方、選手がスポーツ障害を訴えるならば、まず医師によってその障害の程度を検査するとともに、本人自身が理学療法士の指導の下に自ら紫外線、超音波、超短波、ジアテルミー等の理学療法器機を用いて治療あるいはマッサージ、湯浴などの療法を行えるような設備が備えられていた。コペンハーゲン体育大学、およびコペンハーゲン大学クロー研究所では、研究に主体がおかれ、スポーツクリニックの施設はご

く簡単なもののみであった。

これに反し、バリのリンセップ国立スポーツ研究所および体育学校では、独立したスポーツ・クリニックがあり、非常勤も含めて25名の医師、10数名の理学療法士他スタッフ45名で運営され、スポーツ障害の診断、治療、種々の理学療法が行われていた。しかし、ここも主として上位にランクされているスポーツマンが対象で、一般の運動選手にはあまり開放されていない。

米国のオリンピックセンターでも、独立してメディカルセンターがあり、医師、理学療法士の協力の下に理学療法、マッサージおよびリハビリテーションとしての筋力トレーニングなどが行われていた。航空士官学校には、診察室、リハビリテーション室があったが、それほど大規模のもではなかった。UCLA では運動選手用のスポーツ・トレーニングセンターであり、ここではトレーナー常駐し、温冷水浴、種々の理学療法器機、マッサージ、ホットパットなど学生スポーツマンの障害に対する対策が常時行われており、また、リハビリテーションとしての筋力トレーニング器機なども数多く設置されていた。

一方、ロスアンジェルス市の整形外科病院理学療法センターは、当然のことながらリハビリテーションが主たる業務で、まず、スポーツ障害用のプール(塩水など)、理学療法器機、運動器具などが完備されていた。

なお、チャップマン大学には、リハビリテーション室として理学療法器機、マッサージ室、トレーニング器機などがあったが規模は小さかった。コト研究所は全くの研究施設でスポーツクリニックは設置されていない。

以上、視察順序にしたがってスポーツ・クリニックの現状をみたが、これを総括すると、少くも純粋な研究施設は別として、大学あるいは総合スポーツセンター的な施設では多かれ少なかれ上記運動機能のチェック、定期的診断、スポーツ障害の診断と治療、そのリハビリテーションの3項が

実施されているといってもよいであろう。

したがって、多くのスポーツマンを要する大学としては、この3項を柱としてスポーツ・クリニックの開設に努力する必要がある。

## VI スポーツ施設の現状と その検討(中田正臣)

### 1. ソ連

#### 1) モスクワ大学

建物そのものは歴史を感じさせ古いのが、バレー、バスケット、ハンドボールコート、室内陸上競技場、屋内温水プール、体操場、重量挙げ練習場等、それぞれ独立した施設があり、他に北国らしく屋外スケートリンク、歩くスキーの為の施設等がそろっていた。

中でも屋内陸上競技場は、一周150Mと小さいが、コーナーに傾斜をつけ、外側への飛び出しを防ぐ工夫をしているのが目についた。

プールは25M、4コース、練習用飛び込み台付であったが、極ありふれた施設である。

#### 2) スポーツ医科学研究所

ドーピングテストを中心とした医療・実験器材は最新設備がそろえられており、注目される所ではあったが、建築的内容は、特になし。ただ堅くなり勝ちな研究室を観葉植物等を並べ、雰囲気をもたせていたのは感心させられた。女性研究者も多いせいであろうか。

### 2. 東ドイツ

#### 1) スポーツおよびレクリエーションセンター

各種プール(一般競泳用、飛び込み台用、子供用、造波プール・スベリ台付屋外プール)とリハビリ用小プール、サナトリウムその他に、バレー、バスケット、バトミントンコート、室内外アイススケート場(夏季はローラースケート場となる)、ボウリング場等も含めレクリエーション的要素の強い施設である。建物は、スウェーデンの建設業者

が建築した事もあり、照明器具、建物内外の色彩計画、構造(鉄骨鋼管造)とも、あか抜けた感じで、トップ・ライト採光も考慮していて、非常に明るい。

バレー、バスケットコートと同時に使用を考えたの仕切り幕での二分化の配慮もされている。

また、施設の一部には、エアロビクス場、ウエイト・トレーニング場、子供の為の遊び場(遊具等による)、ビリヤード、レストラン、スポーツ医科相談室、サウナ等も設置され、一般市民に開放されている。

## 2) DINAMO スポーツ施設

ハンドボール、バレーボール、フェンシング、柔道、ボクシング、バスケットボールコート、男女各々の体操場、室内アイススケート場(フィギュア、ホッケー、スピード)、ウエイト・トレーニング場、室内陸上トラック等の練習所および試合場、50M・8コース・飛び込み台を含む室内プール等のオリンピック強化を目標にした、あらゆる施設が、整備されている。

プールについては、三層(3階分)にまたがり、最上階に観覧席、その下のプールサイドレベルに更衣室、シャワー室、トイレ、事務室、放送室等が設置されている。プール下部階には、プール用温水及び給水等の循環装置を含めた機械室を有し、同レベルには、側面及びターン位置である正面の通路添い壁に、のぞき窓が付き、泳法及びフォーム等のチェック、テレビ・写真等に撮影が出来るようになっている。また、側面壁には、撮影時の為照明装置がセットしてあった。

## 3. 西ドイツ

### 1) ドイツ体育大学(ケルン)

トレーナー・アカデミー、社会体育・生理生化学研究棟の各研究室とも建築的には、機能本位であるが、ディテールには日本人の感覚だと荒さがある。しかし、トレッドミルを一般床とレベルを同一にし、使い勝手を良くしている事、床転が

し配線を避ける為のフリーアクセス・フロアの採用等の工夫が見られ、床・壁・天井の仕上材も長尺シート・磁器タイル・アルミ加工板等のタイル・パネルによる納りで全体的に清潔感を持たせている。スポーツ施設に於ける室内陸上競技場では、直線150Mのランニングコース・4コースの走り幅跳び場がある。この走り幅跳び場は、走っている際に、足の筋力に負荷をかける為に床を先端で150cmアップする装置も備えている。また、走り高飛び、棒高飛び場等の跳躍を中心とした施設がまとまって設置されている。

室内プール(50M、8コース)では、天井走行レールに、ゴンドラを吊し、そこより、テレビカメラによる動作撮影、心拍数等のテストが行えるようになっていた。

その他天井よりテレビカメラを吊し、動作分析をしている柔道練習場、ウエイト・トレーニング場、サウナおよび外気に面した浴室等の設備も整っている。

## 4. デンマーク

### 1) コペンハーゲン体育大学

室内プール(25M、6コース、練習用プール付)は屋根面より採光し、しかも屋根の半分は、天候次第では、走行レールによりオープンして外気に触れる工夫もされていて、明るい雰囲気である。

室内ハンドボール、バスケットボール、バレーボールコート、体操体育場等、体育館としては、小振りではあるが、整備されていて、室内の仕上材も、床・壁・天井とも木材を使用しており、暖さを感じさせる。

### 2) オーガスト・クロー研究所(コペンハーゲン大学)

研究・実験装置共手作りによるものが多く見られる。装置そのものをも研究対象としていて、工作室等に於いて、それ専門の技術者により作製している。

廊下側収納スペースも多く、色彩も原色の濃紺



赤(朱色)であるが、伝統的に消化された使い方をしている為、落ちついた雰囲気を感じさせる。

また、研究実験室内の実験用ガス・給水・給湯配管も露出で、どの位置からも取り出せる等の配慮がしてあり、露出である為のラフな感じは、鮮やかな色彩でカムフラージュしていて感心させられた。

## 5. フランス

### 1) 国立スポーツ研究所および体育学校

トレッドミルによる検査、マッサージ・ギブス室を含むリハビリ治療室、理学療法を含むリハビリトレーニング室等、研究所としての建築面での参考になる点はなかったように思う。

体育学校での施設は、室内外とも、豊富であり、山に於けるスキー、海に於けるヨットを除く、あらゆるスポーツ施設が揃っていると聞く。エアータントドームにより覆われたテニスコート、木集成材による立体トラス体育館には、ハンドボール、バスケット、テニスコートがあった。

圧巻であったのは、屋内陸上競技場である。カーブに傾斜を付けた230Mトラック、同規模の競輪練習場、棒高飛び、走り高飛び、幅飛び、砲丸投げ等々の施設を含む外周は、400Mトラックが囲み、2,000名程度収容可能な観覧席を、木集成材による立体トラス構造屋根がすっぽりと覆っている。スケールの大きさ、またそれによるゴツゴツとした違和感を、木質材料を採用する事によって和らげている。その建築手法は、注目すべき点があった。

## 6. アメリカ

### 1) オリムピック・トレーニングセンター (コロラド・スプリングス)

スポーツ理学療法室は、大部屋に各治療機器が整然と配置され、機能的にも動き易い動線計画がなされているように思われる。

ウエイト・トレーニング場は、620m<sup>2</sup>(188坪)程の広さがあり、中央にカウンター式の監視所を設け回りに各トレーニング設備を配置してある。高

窓による採光方法により、壁面を有効に活用している。その他バスケット試合場、柔道、体操練習場、ボクシング練習場、エアライフル射撃場等の屋内施設があった。

バスケット試合場は、普段仕切幕で3分割され、試合時には、メインコート両側のコート面は、壁面よりロールバック・スタンド(引出し式の観覧席)を引出し観客席にする等の建築上の配慮がなされている。

### 2) 航空士官学校 (コロラド・スプリングス)

ロッキー山脈のふもと、広大な敷地の中に、著名な建築家スキッド・モアの設計による施設は、ガラスと鉄骨で構成された教会建築と広場を中心に、研究施設、体育施設、寮等があり、屋外テニスコート(32面)、陸上競技場、フットボール場等々と共に素晴らしい環境と相まって、整然と配置されている。屋内体育施設として、バスケット試合場、アイスホッケー場、バレーボール、スカッシュコート(3面)、300Mトラック等の他、約408m<sup>2</sup>(123坪)程度のウエイト・トレーニング場があった。

### 3) UCLA スポーツトレーニングセンター (ロサンゼルス)

温水治療器、超音波治療器をはじめとする各種機器が機能的に約190m<sup>2</sup>(57坪)の室に配置されている。

ウエイト・トレーニング場は約700m<sup>2</sup>(212坪)あり管理センターが入口及び全体を見渡せる場所に配置されている。天井高は梁下で約3mあり、広い部屋であるので適当と思われる。

また、ウエイト・リフティング場はゴムマット天端が、一般床天端と同一レベルで使い勝手が良く工夫されている。

### 4) 整形外科病院理学療法部門

リハビリ用プール(13m×6m)はスロープ付のプールであり、プール縁のレールに平行手摺(ステンレス鋼管)を取り付け、動きを助けているのが注目される。他に6m×3mの塩水プールがあ



り、プール床は階段状に深さを調整している。室の仕上げは一般床、プール床とも60cm角のテラゾーブロック、壁は100mm角磁器タイル、天井はペンキ、金物はステンレス製品であり、全体的に採光も充分あり明るく清潔感がある。

5) チャップマン大学ハットンスポーツセンターリハビリ室、運動機能検査室等建築的に取り立てて注目すべき点はなかった。ウェート・トレーニング場床は、厚さ10mmのゴム製のマットタイルが部屋全体に敷き詰めてあった。

#### 6) コト研究所

ロスアンゼルス郊外の自然に恵まれた環境に建ち、先のロスオリンピック(1984年)時は馬術会場として利用され現在は、メンバー制のクラブハウスとして使用されている。建物は一部鉄骨造部分を除き、木造平屋建で自然石を積み上げた壁と共によく回りの環境に溶け込んでいる。

研究実験室は、こぢんまりとしていて、むしろアットホームな雰囲気である。テニスの運動筋力、器具のテスト等の動作分析の為の撮影用に天井よりカメラ取付チェーン、フック等、又、屋外テニスコートとの一体となった撮影の為、屋内との間にあるアコーデオンカーテン装置等々、色々の工夫がなされている。

## VII 終わりに

以上、今回東海大学スポーツ医科学研究所設立に関して行われた欧米6ヶ国、15施設に関する視察状況に関し、項目別にその概要を述べてみた。これらの施設は、それぞれの目的とする所、規模の大きさ等が異なり、必ずしも同一に論ずることはできない。しかし、本学スポーツ医科学研究所設立に際して必要とするところは、まず、それらの施設全体を包括し、東海大学として意図するスポーツ医科学研究所設立に寄与させるところにある。

したがって、本報告書では、各国におけるスポーツ医科学研究、競技力向上に関係するトレーニ

ングセンターおよびスポーツクリニックの3項目に分けて、その現状を述べ検討を試みたのである。

#### その結果

1. 我国および東海大学のスポーツ医科学研究のレベルはこれら各国に比肩して何ら遜色のないことが確信された。したがって、少くもソビエトのスポーツ医科学研究所、ドイツ体育大学(ケルン)、コペンハーゲン大学オーガストクロー研究所、リンセップフランス国立スポーツ研究所、アメリカオリンピックセンター、UCLA スポーツトレーニングセンター、カザのコト研究所程度の研究器械の導入およびこれらを機能的に十分活用し得る人員の配置さえあれば、これら研究施設を凌ぐ研究の行われることは論をまたない。また、これによってスポーツ選手の定期的機能診断が可能となり、運動機能の向上、トレーニング指導の上からも大きな貢献を果すものと考えられる。

なお、我国においては、ドーピングおよびアンチドーピングの研究は、その検査面に重点が置かれており、今後ドーピングあるいはアンチドーピング自体の研究の行われることが必要である。

2. 競技力向上に関するトレーニングセンターと、その運営については、今回の視察で世界の趨勢が判り、それらの器械を購入、活用することによって、十分その任を果たし得るものと考えられた。

3. 我国におけるスポーツ・クリニックについては、今回視察したスポーツセンターや大学のようにスポーツ選手と密着した施設によってスポーツ障害の診断治療、リハビリテーションまで一貫して行われている所は殆んどみられていない。したがって、医師によるスポーツ障害の診断が受傷後速やかに行われ、理学療法士による指導の下にリハビリテーションが適切に行われ、しかもスポーツマン自身がいつでも自らリハビリテーションを行えるよう施設が完備されるならば、我国における最初のスポーツクリニックとして脚光を浴びることになる。

(文責 中野昭一)

# スポーツ医科学研究所報

## スポーツ医科学研究所要覧

### 1. 研究機関名

和文名：東海大学スポーツ医科学研究所

英文名：Research Institute of Sport Medical Science, The Tokai University

### 2. 所在地

東海大学湘南校舎

### 3. 設置年月日

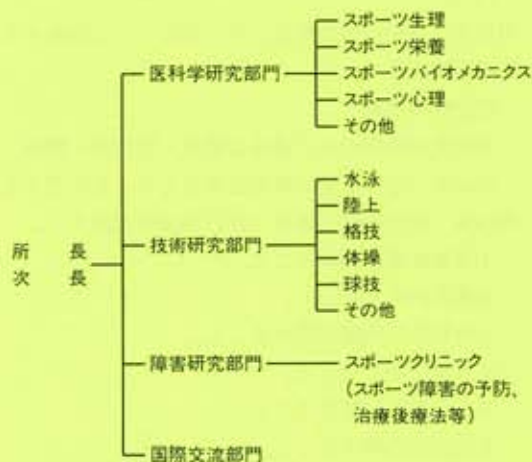
昭和62年10月1日

### 4. 設置目的

本研究の設置の目的は、スポーツ・運動および、それに関連する健康の維持向上等に関する基礎的、応用的研究を行うとともに、競技力の向上、スポーツ障害の予防、対策等の新手法、新技術の開発とその応用の具体化、発展を期するところにある。

このために総合大学としての特性を生かし、学際的知識を結集、総合的視野の上に立った研究を推進する。

### 5. 研究所組織



## 東海大学スポーツ医科学研究所規程

昭和62年10月1日 制定

### 第1章 総則

第1条 本規程は学校法人東海大学の総合研究機構規程第10条および第11条に基づき、東海大学（以下「本学」という）付属のスポーツ医科学研究所（以下「本研究所」という）の運営の適性を期し、もって本研究所設置の使命を果たすために定めるものとする。

第2条 本研究所の設置目的は、スポーツ・運動および、それに関連する健康の維持、向上等に関する基礎的、応用的研究を行うとともに、競技技術の向上、スポーツ障害の予防、対策等の新手法、新技術の開発とその応用の具体化、発展を期するところにある。

このために総合大学としての特性を生かし、学際的知識を結集、総合的視野の上に立った研究を推進する。

第3条 本研究所は前条に定められた目的を達成するためにつぎの事業を行う。

- (1)調査・研究および試作
- (2)調査・研究の結果の発表
- (3)資料の収集整理および保管
- (4)研究会・講演会および講習会等の開催
- (5)調査・研究の受託または指導
- (6)大学院学生の教育
- (7)その他、本研究所の目的を達成するために必要な事項

第4条 本研究所における調査研究の分野をつぎの通りに定める。

- (1)医科学研究分野  
運動の効用、健康の維持と向上、運動生理学、

栄養学、メディカルチェックと運動処方、その他

#### (2)技術研究分野

バイオメカニクス、心理学、運動技術の向上とその指導、トレーニング方法、その他

#### (3)障害研究分野

スポーツ・運動障害の予防、治療、競技復帰の指導、理学および作業療法、その他

#### (4)その他の分野

各分野を統合した学際的研究、生涯スポーツの実施と指導、スポーツおよび運動器具、機械、施設等の開発と、その安全性、その他

第5条 本研究所につきの研究部門を置く。

##### (1)医科学研究部門

##### (2)技術研究部門

##### (3)障害研究部門

##### (4)国際交流部門

第6条 本研究所は、本学湘南校舎に置く。

## 第2章 組織

### 第1節 所長・次長

第7条 本研究所に所長を置く。所長は本研究所を代表し、第1章に定められた本研究所の機能を果たすべく努めるとともに、その運営および事務的責任に任ずる。

第8条 本研究所に複数の次長を置くことができる。次長は所長を補佐し、所長が不在のとき、または事故のあったときその任を代理する。

第9条 所長は毎年度、当該年度の事業経過および年度の事業計画を作成し、総合研究機構運営会議の議を経て理事長の承認を得るものとする。

### 第2節 職員

第10条 本研究所に専任の教授・助教授・講師・助手・技術職員および事務職員等を置くことができる。

その定員は別に定める。

### 第3節 研究所員

第11条 本研究所に研究所員若干名を置き、研究に従事し、かつ研究所の運営にあたる

2 研究所員は原則として本学の専任教職員のうちから総合研究機構運営委員長が任命するものとし、その任期は1ヵ年度とする。ただし、再任

を妨げない。

### 第4節 研究員

第12条 本研究所に研究員若干名を置き、付託された研究事項に従事する。

2 研究員は原則として本学の教職員が兼務するものとし総合研究機構運営委員長の承認を得て研究所長が任命するものとし、その任期は1ヵ年度とする。ただし、再任を妨げない。

### 第5節 嘱託

第13条 本研究所は事業計画の実施に必要なときは、理事長の承認を経て当該事項に関する学識経験者を嘱託とし、調査・研究に参画させることができる。

### 第6節 研究生

第14条 本研究所は調査・研究に関する教育、または訓練を希望する者を研究生とすることができる。

### 第7節 委託研究および派遣員

第15条 本研究所は、学校法人東海大学以外の第三者の委託に基づく調査・研究を行うことができる。

2 委託調査、研究の受託に関しては、そのつど学務局研究計画部を通じて理事長の承認を経なければならぬ。

第16条 委託に基づく調査、研究の実施上必要のあるときは、委託者またはその派遣する者（以下派遣員と称する）を、所定の手続きを経たうえで調査、研究に参画させることができる。

## 第3章 運営

第17条 本研究所の運営は研究所員会議の議を経て行う。

第18条 研究所員会議は以下の者をもって構成する。

(1)研究所長

(2)研究所次長

(3)研究所専任および兼任の教授・助教授・講師

(4)必要に応じて他の者を出席させることができる。

第19条 研究所員会議はつぎの事項を審議する。

(1)事業計画に関すること。

(2)運営に関すること。

(3)予算及び決算に関すること。

(4)人事に関すること。

(5)研究委託に関すること。

(6)研究生に関すること。

(7)その他必要な事項。

#### 第4章 経理

第20条 本研究所の経理は研究機関会計として処理する。

第21条 本研究所の会計年度は、毎年4月1日に始まり翌年3月31日をもって終わる。

第22条 本研究所の経常経費は、総合研究機構からの交付金のほか、研究補助金・寄付金・委託研究費・研究調査費および、その他の収入をもって充当する。

ただし、総合研究機構からの交付金以外の経費の受託ならびに用途については事前に理事長の承認を必要とし理事長名をもって行う。

第23条 所長は毎年度の終わりに次年度の予算を編成し、総合研究機構運営会議の議を経て理事長の承認を得なければならない。

第24条 所長は毎年度始めに前年度の決算書を作成し、総合研究機構運営会議の議を経て理事長の承認を得なければならない。

#### 第5章 特許および著作権

第25条 本研究所における調査、研究に基づく発明・考案または著作権の帰属およびその利用についての規程は別に定める。

#### 第6章 付則

第26条 本規程を、改訂または変更する場合は、研究所員会議の議を経て総合研究機構運営会議の承認を必要とする。

第27条 本研究所の適切な運営をはかるために、本規程に定めるところのほか必要な諸規程を設けることができる。

付則 この規程は、昭和62年10月1日よりこれを施行する。

### 東海大学スポーツ医科学研究所 所員・研究員名簿

(1988.4.1)

#### 所員

1 所長 中野 昭一 医学部教授(生理学)、医

学研究科主任教授(機能系)、体育学研究科教授(運動生理学)、保健管理センター所長

2 次長 佐藤 宣践 体育学部副学部長、体育学部教授(武道学科、柔道)

3 所員 小村渡岐麿 体育学部副学部長、体育学部教授(体育学科)

4 所員 今井 望 医学部教授(整形外科)

5 所員 今村 義正 体育学部教授(心理学)、教育研究所主任教授(学生生活部門)

6 所員 古谷 嘉邦 体育学研究科主任教授、体育学部教授(体育学科、バイオメカニクス)

7 所員 齋藤 勝 体育部長、体育学部教授(体育学科、バレーボール)

8 所員 山本 芳孝 開発技術研究所教授

9 所員 本間 隆夫 工学部助教授(工業化学科)

10 所員 真下 悟 理学部教授(物理学科)

11 所員 有馬 亨 医学部助教授(整形外科)

12 所員 山下 泰裕 体育学部助教授(武道学科、柔道)

13 所員 寺尾 保 医学部助手(生理学)

#### 研究員

1 研究員 戸松 泰介 医学部助教授

2 研究員 石田 義久 体育学部助教授

2 研究員 宮川 千秋 体育学部助教授

3 研究員 三田 信孝 体育学部講師

### 昭和63年度スポーツ医科学研究所 研究員研究テーマ一覧

1. 運動動作とそれによる生理機能の変動とを継続的に同時解析する運動動作の立体的追跡装置 Physical Locomotion Pursuit Analyzer の開発

2. メンタル・トレーニングについての実験的基礎的研究

3. 大学柔道選手の入学時及び卒業時における障害変化

4. 砲丸投げにおけるグラインド動作に関する実験

的研究

—主として振り出し脚について—

5. 肥満症及び脂質代謝異常に対する運動療法
6. 大学陸上部員の腰部障害
7. スポーツ選手における足関節不安定症に関する研究
8. 運動負荷に対する呼吸・循環機能の対応  
—心電図変化について—
9. マイクロ波先端技術を用いた、皮膚組織含有水と発汗に関する研究
10. スポーツ医学研究のための電子画像記録システムについて

東海大学スポーツ医科学研究所

スポーツ医科学雑誌編集委員名簿 (1988.4.15)

- 1 委員長 小村渡岐廣
- 2 委員 中野 昭一
- 3 委員 今井 望
- 4 委員 古谷 嘉邦
- 5 委員 真下 悟
- 6 委員 山本 芳孝

## 「東海大学スポーツ医科学雑誌」 寄稿規定

1988年4月1日

### 1. 和文規定

1. 本誌に寄稿できるのは原則として東海大学スポーツ医科学研究所所員及び研究員に限る。ただし編集委員会が必要と認めた場合には、所員以外でも寄稿できる。
2. 寄稿内容は、スポーツ医科学の研究領域における総説、原著論文、研究資料、書評、内外の研究動向、研究上の問題提起など、その他とし、完結したものに限る。
3. 原稿の取捨および掲載の時期は、本誌編集委員会において決定する。
4. 本誌に掲載された原稿は、原則として返却しない。
5. 原稿は400字詰横書き原稿用紙に黒インク書きにし、本文は漢字かなまじり文新仮名づかいとする。外国語、外国固有名詞、化学物質名などは原語。外来語、動植物名などはカタカナ、数詞は算用数字を使用する。単位および単位記号は国際単位系、メートル法を基準とする。項目わけは、I、II、… 1、2、… 1)、2)、… (1)、(2)、… a)、b)、… (a)、(b)、… とする。和文ワードプロセッサ(24ドット以上)で原稿を作成する場合は、A4版横書き、40桁20行(上下左右の余白は25mm以上、欧文綴りおよび数値は半角)とする。
6. 総説、原著論文、研究資料の原稿は、原則として1篇につき、図表、抄録等を含めて刷り上がり10ページ以内(おおよそ400字詰原稿用紙で30枚、ワードプロセッサ使用の場合は15枚)、書評、内外研究動向、研究上の問題提起の場合は、刷り上がり1ページ以内とする。このページ数を超過した場合、あるいは、特別な印刷を要した場合には、その実費を寄稿者が負担する。
7. 図表は刷り上がり2ページ以内とする(図表は、大きさにもよるが、おおよそ400字詰原稿用紙1枚分に相当するので、6～8枚の図表をいれることが可能である)。ただし、図表が2ページを超えた場合、または特別の費用を要した場合には寄稿者負担とする。
8. 挿入原稿は、必ず黒インクで墨入れし、図中の文字や数字は、直接印刷できるように、きれいにはっきりと書く。方眼紙を用いるときは、薄藍色のものとし、写真は白黒の鮮明な画面のものとする。
9. 図や表には、それぞれに必ず通し番号と、タイトル(表の場合、上方に、図の場合、下方に、和文を上として、和欧両文で記入)をつけ、1枚ずつ台紙か原稿用紙に貼り、本文とは別に番号順に一括する。図表の挿入箇所は、本文原稿の欄外に、赤インクでそれぞれの番号によって指示する。
10. 引用・参考文献は、原則として、本文の最後に著者名のABC順に一括し、雑誌の場合には、著者・題目・雑誌名・巻号・ページ・西暦年号の順とし、単行本の場合には著者・書名・版数・発行所・西暦年号・ページの順に記載する。なお、引用および注記は本文中文献引用箇所の右肩に、1)、2)のごとく、引用文献数字を挿入する。
11. 総説、原著論文、研究資料の原稿には、必ず別紙として、欧文規定5.a)、b)、c)に従った欧

文(原則として英語)による300語以内の抄録を添える。なお、同時に欧文抄録の和訳文を添付する。

- 掲載論文の別刷りを希望するときは、その必要部数を、あらかじめ編集委員会に申込み、原稿第1ページに「別刷り何部」と朱書する。なお、50部を超える別刷りの費用は著者負担とする。
- 寄稿論文は下記に送付する。

〒259-12 神奈川県平塚市北金目1117 東海大学体育学部内「東海大学スポーツ医科学研究所」編集委員会

## II. 欧文規定

- 和文規定に同じ
- 和文規定に同じ
- 和文規定に同じ
- 和文規定に同じ
- a) 原稿は、欧文(原則として英語)とし、A4版の不透明なタイプ用紙(レターヘッド等のあるものを除く)に、通常の字体を使い、ダブルスペースでタイプ書きにするが、写真図版にある文字についてはこの限りではない。また、図表説明のスペースはシングルとする。  
b) 用紙の上端、下端および左端は約3センチ、右端は約2.5センチの余白を置き、ほぼ27行にわたって書く。ページ番号は下端余白中央に書く。  
c) 欧文による題目の下に著者名(ローマ字)、更に著者名の下に所属する機関名を正式英語名称に従って書く。
- 原稿は原則として1篇につき、図表抄録を含めて刷り上がり10ページ以内とするが(刷り上がり1ページは、おおよそ600語である)、ただし、このページ数を超過した場合、あるいは特別な印刷を要した場合には、その実費を寄稿者が負担する。
- 和文規定に同じ。
- 和文規定に同じ。
- 和文規定に同じ。
- 和文規定に同じ。
- 原稿には、必ず別紙として、和文による題目・著者名・所属機関および抄録(600字以内)を添える。
- 和文規定に同じ。

13. 和文規定に同じ。

附則 この規定は1988年4月1日から適用する。

## 東海大学スポーツ医科学研究所 施設準備委員会名簿

(1988.4.15)

- 委員長 佐藤 宣踐 体育学部副学部長、体育学部教授(武道学科、柔道)
- 副委員長 中野 昭一 医学部教授(生理学)、医学研究科主任教授(機能系)、体育学研究科教授(運動生理学)、保健管理センター所長
- 副委員長 小村渡岐磨 体育学部副学部長、体育学部教授(体育学科)
- 委員 今井 望 医学部教授(整形外科)
- 委員 今村 義正 体育学部教授(心理学)、教育研究所主任教授(学生生活部門)
- 委員 古谷 嘉邦 体育学部教授(体育学科、バイオメカニクス)、体育学研究科主任教授
- 委員 齋藤 勝 体育学部教授(体育学科、バレーボール)、体育部長
- 委員 山本 芳孝 開発技術研究所教授
- 委員 飯田 昌盛 工学部主任教授(電子工学科)
- 委員 金古喜代治 工学部主任教授(電気工学科)
- 委員 川副 護 工学部副主任教授(通信工学科)、研究計画課課長、情報技術センター業務室長
- 委員 本間 隆夫 工学部助教授(工業化学科)
- 委員 真下 悟 理学部教授(物理学科)
- 委員 有馬 亨 医学部助教授(整形外科)
- 委員 戸松 泰介 医学部助教授(整形外科)
- 委員 石田 義久 体育学部助教授(体

- 育学科、陸上)
- 17 委員 宮川 千秋 体育学部助教授 (体育学科、陸上)
- 18 委員 山下 泰裕 体育学部助教授 (武道学科、柔道)
- 19 委員 三田 信孝 体育学部講師 (社会体育学科 健康学)
- 20 委員 寺尾 保 医学部助手 (生理学)
- 21 委員 木本 雄一 事務部長
- 22 委員 大森 悦郎 施設管理部長
- 23 委員 中田 正臣 施設課長
- 24 委員 松本金治郎 庶務課長
- 25 委員 佐藤 守夫 施設管理課長
- 26 委員 山際 政明 企画調整課長

## 東海大学スポーツ医科学研究所 第1回所員会議議事録

日時：昭和63年4月15日 PM2:00～

場所：湘南校舎7号館 主任教授室

議長：中野昭一所長

### 1. 研究所の発足について (中野所長)

東海大学スポーツ医科学研究所 (以下、スポ医研) 要覧規定および総合研究所機構について説明があり、スポ医研の設立の経過が報告された。

### 2. 研究所員の構成選出について (中野所長)

研究所員選出の経過が説明され、総合研究機構・松前達郎運営委員長からの辞令が渡され、各研究所所員 (13名) の自己紹介が行われた。

### 3. 東海大学スポーツ医科学研究所の運営について (中野所長)

- 1) スポ医研の部門別構成について：本研究所は医科学研究部門、技術研究部門、障害研究部門、国際交流部門の4部門で構成する。
- 2) 事務機構について：湘南校舎7号館3階ピアノ室に仮事務所を設置する。なお、庶務については佐藤次長がその交渉にあたる。
- 3) 研究の方針とテーマについて：
  - a) 研究所全体としてのメインテーマを考える。
  - b) 研究員の選出について  
現時点では従来本研究所設立に関係した諸先生を候補として挙げ、任期が一年であること、

研究の完成、雑誌への投稿なども考慮して本年度研究員については次回委員会で決定することとした。したがって研究員の研究テーマの提出が先決となる。

### 4. 東海大学スポーツ医科学研究所雑誌 (仮称) について (小村編集委員長)

- 1) スポ医研として現時点では、年1回の研究報告書の作製を決め、委員および委員長 (小村所員) を選出 (別紙) した。  
なお、投稿規定案が提出され、次回までに検討することとなった。
- 2) なお、本報告書を雑誌とするか紀要とするか等については今後検討することとし一応 第1号の発行の目安を本年秋として、その締切を6月下旬とした。

### 5. 東海大学スポーツ医科学研究所施設準備委員会について (佐藤次長)

従来から活動としているスポ医研施設準備委員会を基盤として委員の選出を行い (別紙)、従来通り研究所、施設等の建設計画活動を続行することとした。

### 6. 研究所予算について (中野所長)

スポ医研に関する従来の資金計画等についての説明があり、本年度は別紙の通り事務運営費も含め約1,000万円見当で予算請求を行うこととした。

### 7. 所員各自の研究等の紹介 (全員)

各所員から現時点に於ける研究状態等の説明がなされた。

### 8. その他

- 1) 今後の会議開催の方針について：各所員の都合がよい開催日時は、金曜日午後4時30分からということであった。
- 2) 第1回研究委員会について：4月21日 (木)、従来本研究所設立に関係した諸先生の集合をお願いし、研究委員会についての検討を行う。  
4号館3階3会議室
- 3) 次回所員会議について：5月20日 (金)、午後4時30分より体育学部主任教授室で行う。
- 4) 各所員の連絡は4号館メールボックスを経て7号館3階スポーツ医科学研究所事務室に行うこととした。



以後、関係書類等は、整理の都合上A-4版とする。

以上

#### 所員会議資料 NO-1

- ・東海大学スポーツ医科学研究所所員名簿
- ・スポーツ医科学研究所要覧
- ・東海大学スポーツ医科学研究所規程
- ・東海大学総合研究機構 昭和63年度 研究所員 研究員名簿について
- ・東海大学スポーツ医科学研究所 研究員会名簿 (案)
- ・昭和63年度スポーツ医科学研究所予算概算
- ・東海大学スポーツ医科学研究所 スポーツ医科学 雑誌 (仮称) 編集委員会 (案)
- ・東海大学スポーツ医科学研究所施設準備委員会名簿 (案)

### 東海大学スポーツ医科学研究所 第2回所員会議議事録

日時 昭和63年5月20日 PM4:30~

場所 湘南校舎7号館体育学部2階主任教授室

出席者 中野昭一 佐藤宣踐 小村渡岐鷹 齋藤勝 山本芳孝 本間隆夫 真下悟 寺尾保

議題 1) スポーツ医科学研究所の運営について  
2) その他

1. パートタイムの事務職員の紹介 (中野所長)  
所長よりパートタイム事務職員として大古田雅子さん (日本女子大学卒) が紹介され、毎週月、火、木、金、AM9:00~PM5:00まで勤務することとなった。
2. 総合研究所所長会議について (中野所長)  
所長より所長会議の議題について報告された。なお、スポ医科学研究所の予算については、本年度、事務運営費を含めて計1,200万円の配算があった。
3. 研究所予算の分配について (中野所長)  
基本的に各研究プロジェクト、スポ医研雑誌編集発行、研究会の開催および事務的経常計費に分けることが承認され、その配算については所長、次長および編集委員長に一任された。

#### 4. 事務機構について (佐藤次長)

次長より所長用事務用品一式 (机、椅子等)、ベット (診断用) 等が近日中に納入することが報告された。なお、事務機器としてワープロ (あるいはパソコン) の購入が決定された。

#### 5. 東海大学スポーツ医科学研究所施設準備について (佐藤次長)

次長より現在、湘南校舎7号館前の空き地が候補にあがっていることが報告された。

#### 6. その他 (佐藤次長)

- 1) 整形外科ドクター派遣について: 4月下旬から週一回 (金曜日) PM4:00~PM6:00まで湘南校舎7号館3階スポーツ医科学研究所事務室において整形外科教室員によるスポーツ障害等に関する相談の開始されたことが報告された。一日平均25人程度で、選手の間では非常に好評であるとのことであった。
- 2) 次回は、7月12日 (火) PM3:00~  
所員および研究委員合同会議として行うこととした。

#### 所員会議資料 NO-2

- ・東海大学スポーツ医科学研究所研究員研究テーマ一覧

### 東海大学スポーツ医科学研究所 第3回研究所員研究員合同会議議事録

日時 昭和63年7月12日 (火)

PM3:00~PM4:30

場所 湘南校舎7号館体育学部2階主任教授室

出席者 中野昭一 佐藤宣踐 小村渡岐鷹 今井望 古谷嘉邦 齋藤勝 山本芳孝 真下悟 石田義久 宮川千秋 三田信孝 寺尾保  
欠席者 今村義正 本間隆夫 有馬亨 戸松泰介 山下泰裕

議題 1) スポーツ医科学研究所の運営について  
2) 雑誌編集について  
3) その他

#### 1. 研究員の研究費について (中野所長)

所長より研究費として約480万円を当て、1テーマにつき40万円、共同研究として20万円見当の配算を行ったことが報告された。なお、本予算

の執行については、すべて東海大学スポーツ医学研究所事務室（担当、大古田雅子）を通じて行うことが確認された。

## 2. 雑誌編集について（小村編集委員長）

- 1) 編集委員長より投稿希望の調査を行い、研究員各自のテーマ及び研究の概要を受け付け（メ切：6月30日）したことが報告された。第1号の発行の目安を本年度2月末日とし、原稿メ切を9月末日とすることとした。
- 2) 投稿規定については、先日配布した「東海大学スポーツ医学雑誌」寄稿規定にしたがうこととし、今後、寄稿内容については、原著論文のみならず、研究資料、書評、内外の研究動向などバラエティにとんだものも受け付けていくような方針とすることが検討された。
- 3) 雑誌編集発行費としては、250万円を配算することとした。

## ・東海大学スポーツ医学研究所施設準備について（佐藤次長）

次長より前回の報告どおり湘南校舎7号館前の空き地が候補にあがっており、現在までの建設計画、建物立案等についての説明がなされた。今後、さらにこれらの建設計画活動を強力に行っていくことが確認された。

今回は9月20日PM4:30～ 所員会議として行うこととした。

## ・研究所員研究員合同会議配布資料 NO-3

東海大学スポーツ医学研究所研究員研究テーマ一覧

## 3) スポーツ医学雑誌編集について

## 4) その他

### 1. 研究経過報告について（中野昭一）

所長より研究経過の報告があり、本年度はスポーツ医学雑誌の製作に全力を投じ、来年度の研究所全体としてのメインテーマを決め、プロジェクトチームを構成する方針であることが説明された。したがって、所員全体によるテーマの決定が前提となり、これに対する応募を求めることとなるが、その詳細については次回に決定をする事とした。

### 2. 研究予算執行状況について（中野所長）

所長より研究予算執行状況が報告された。なお、未使用分について今後、計画的な購入がなされるように希望された。

### 3. スポーツ医学雑誌編集について（小村編集委員長）

- 1) 編集委員長より別紙の東海大学スポーツ医学雑誌創刊号（案）の内容について説明がなされた。なお、項目3、4及び6については、下記のように投稿を依頼することが決定された。

#### 3. これからのスポーツ医学の動向について……中野昭一

4. 東海大学におけるスポーツ医学研究所の動向……小村渡岐麿 佐藤宣践 今井望 今村義正 古谷嘉邦 山本芳孝 本間隆夫 真下悟 寺尾保

6. スポーツ・エッセイ（ソウルオリンピック雑感など）……齋藤勝 有馬亨 宮川千秋（研究委員） 山下泰裕

- 2) 創刊号の論文等の原稿のメ切は9月末日から10月末日に変更する事とした。

### 4. その他

所長より、東海大学スポーツ医学研究所の設置場所及びその概要の決定されたことが報告された。

今回は11月15日（火）PM4:30～所員会議を行うこととした。

## ・研究所員会議配布資料 NO-4

東海大学スポーツ医学雑誌創刊号（案）

## 東海大学スポーツ医学研究所 第4回所員会議議事録

日時 昭和63年9月20日（火）

PM4:30～PM5:30

場所 湘南校舎7号館体育学部2階主任教授室

出席者 中野昭一 佐藤宣践 小村渡岐麿 今井望  
今村義正 古谷嘉邦 山本芳孝 本間隆夫  
有馬亨 山下泰裕 寺尾保

欠席者 齋藤勝 真下悟

議題 1) 研究経過報告

2) 研究予算執行状況

## あとがき

昨年(1988年)の4月15日に、第1回スポーツ医科学研究所所員会議が開かれ、そこで『東海大学スポーツ医科学雑誌』を発行することが決定しました。以来、数回の会議がなされ、投稿規定や編集内容が決定され、原稿依頼、出版もとへ原稿を回し、やっと初校までこぎつけました。その間、御多忙中にもかかわらず、松前総長先生、松前副総長先生には創刊のごあいさつを寄稿いただき深く感謝いたしております。

創刊号の発行にあたって、本誌をより多くの方々に読んでいただけるよう、とかく堅苦しくなりがちな論文だけではなく、東海大学スポーツ医科学研究所の紹介やソウルオリンピック大会関係のエッセイなどをとり入れ読みやすく工夫したつもりです。結果はこのような出来栄となりましたが皆様方の御批判をいただきながら、次号からは更に内容の充実につとめたく思っております。

なお、表紙のデザインは東恵子先生(東海大学女子短期大学部講師)の作品(油彩画)を使わせていただきました。厚くお礼申し上げます。

最後に、創刊号の発行にあたり、大学法人本部ならびに関係各位に多大な御援助をいただきました。東海大学出版会の川上文雄製作課長には特にお世話になりました。あわせて厚くお礼申し上げます。

1989年2月

編集委員長 小村 渡岐麿

『東海大学スポーツ医科学雑誌』

編集委員

- 委員長 小村渡岐廣  
委員 中野 昭一  
// 今井 望  
// 古谷 嘉邦  
// 真下 悟  
// 山本 芳孝

東海大学スポーツ医科学雑誌 第1号 1989

---

発行日——1989年3月31日

編集——東海大学スポーツ医科学雑誌編集委員会

発行者——東海大学スポーツ医科学研究所 中野昭一  
〒259-12 神奈川県平塚市北金目1117 TEL 0463-58-1211

製作——東海大学出版会

印刷——港北出版印刷株式会社

製本——株式会社石津製本所

装丁——株式会社武井制作室