

留学生から見た日本の数学教育

青木由香利・渡辺 信・青木孝子

1. 研究の目的

近年、日本の大学に進学する留学生数は大幅な増加傾向にあり、東海大学でも、2018年度の留学生は約960名である。その国籍も様々で、中国や韓国からのアジア圏の学生に加えて、サウジアラビアやUAEなど中東諸国やアフリカ諸国からなど、その国籍も49カ国にのぼる。さらに留学生の進学先は工学部や理学部など理系学部で、国家の発展に寄与する使命を背負った意欲ある学生の増加が顕著である。そのような状況下で、特に工学部に進学した留学生の「基礎数学力が低い」や「理解するスピードが遅い」などの問題点が、工学系の教員側から挙げられることが多く、基礎教育に当たる数学への要望事項が増加している。また留学生からも「数学の授業がわかりにくい」、「母国で学んだ方法と違うからできない」や「慣れない言葉・記号の不統一」といった声が聞かれるようになった。

そのような留学生が求める問題を真摯に受け止め、筆者らは「数学専門用語の指導方法」に関連した研究を行ない、いくつか論文を発表している（青木2018、青木・北村2018、青木・北村 2017）。また小宮（2016）や佐藤（2005）らによる数学専門用語の研究など、数学の専門用語を理解することの重要性については研究されており、理系科目専門の辞書や、大学独自の辞書を作成しているところもあり、これまでも大いに参考にしてきた。また、英語圏の国々でも、「英語が母国語でない留学生に対する数学指導のポイント」が研究されている。そこには文化的背景を理解する必要がある、それは英語圏に限らずどこでも通じる共通点があることが指摘されている（Varughese 2009）。

これまでの日本の数学教育は九九の暗記や、公式の暗記など、記憶力に頼ることが多かった。しかし、電卓やPCの発達により、それよりさらに効率的な数学教育があるのではないかと、という考えが世界の数学教育の中では検討され、すでに実践されている。機器活用の可能な数学教育を受け、数学のコンセプトを重視する傾向がある留学生もいる（二宮2010）。計算をする前に数学概念の理解を重視した考え方が数学教育の中心的な課題になっていると、日本の数学教育の中に溶け込むことができない可能性もある。現にフィンランドでは、九九の暗記はせずに幼い頃から電卓を使用している。数学とは何かという考え方の相違は、そこでの数学

の授業のあり方そのものに反映されている。数学を使ってどのようなことができるかを、考える授業が、数学の授業になっている。これによりフィンランドは研究者の割合が世界一になった実績もある。アラビア諸国では電卓の使用を許可している国も多く、日本の大学の授業で電卓が使えないと聞いて、驚く留学生も多い。このようにいろいろと異なる教育を受けてきている留学生を、それぞれの教育的背景が大きく異なることを踏まえて、一つのクラスの中で短期間に、いかに全員の数学能力を上げられるような指導をしたらいいのかは重要な課題となってきた。

そこで本研究では、留学生の言葉に耳を傾け「留学生が日本の数学教育をどのように見ているか」の視点からアンケート調査とインタビュー調査を繰り返すことによって、留学生に対する教育のあり方を考察してみた。アンケート結果に基づき、留学生が「難しい」と感じる理由や原因を探るとともに、その解決方法を提案することとした。そこから留学生のこれまでの学習背景を生かした中で、留学生は母国においてどのような教育を受けてきて、日本語で数学を勉強することをどのように考えているかについて、それぞれを明らかにすることが重要であると考えた。さらに日本の大学でその能力を高めることができる数学指導方法に役立つ意見を発掘し、提案するのが本研究の目的である。

2. 講義内容とアンケート対象者

本研究では、2018年度春 semester に別科日本語教育課程に在籍し、数学Iクラス（数学初級クラス。指導内容は下に示す）を履修していた留学生10名を対象に任意に行った。彼らの国籍、年齢、最終学歴（取得場所）、日本語レベル（別科日本語研修課程のクラスによる）を表1に示す。このクラスを対象にした理由は、年齢と国籍が多様で、日本語力に差があり、十分な人数と回答数が得られると考えたからである。

表1：対象学生

学生	国籍	年齢	最終学歴	日本語レベル
a	スリランカ	16	高校（コロンボ）	中級
b	ルワンダ	22	高校（ルワンダ）	中級
c	トルクメニスタン	19	高校（トルクメニスタン）	初中級
d	タイ	19	高校（タイ）	初中級
e	スリランカ	22	高校（スリランカ）	初級
f	UAE	21	高校（UAE）	初級
g	トルクメニスタン	19	高校（トルクメニスタン）	初級
h	イラン	20	高校（イラン）	初級
i	韓国	19	高校（韓国）	初級
j	カタール	18	高校（エジプト）	初級

数学Iクラスの内容は、基礎数学力をあげることに、大学進学後にも役立つ数学知識を身につけること、この2つを目的に、「スマート解法線形代数」(志村2013)と「新版 線形代数」(岡本2011)の2冊の教科書をベースに、週3コマ(1コマ100分)の授業を14週間行なった。各週のトピックを表2に示す。

表2：授業内容

週	指導内容
1	ベクトルの意味と演算
2	ベクトルの成分と内積
3	行列
4	行列の加法・減法・実数倍
5	行列の乗法
6	連立方程式 掃き出し法
7	まとめと中間テスト
8	逆行列
9	行列式の求め方
10	行列式の応用
11	クラメルの公式
12	固有値と固有値ベクトル
13	行列の対角化
14	まとめと期末テスト

線形代数の授業は工学部の必修科目であり、また行列を学ぶことで、分数、小数の四則計算、連立方程式、展開、因数分解などの高校レベルの数学分野を復習することを含めて、線形代数の概念と計算の訓練を目的とした。

各講義の指導方法は、例題を見せて、「行列」「ベクトル」などその日のトピックに出てくる専門用語を説明し、次に例題を解き、解法を示す方法は、現在の日本の一般的な講義形式ののっとり行った。その際に、今日のトピックは実際にはどのように使われているか、(例えば「ベクトルは速度を表す時に最も使われる」など)を説明することで、学生に「学ぶ意味」も伝える努力をした。次に練習問題を出して、学生自身で解いて理解度を高めることとした。客観的な評価を行うためにテストは6月中旬の7週目に中間テストを、7月中旬の14週目に期末テストを行った。

数学教育で問題が顕著に現れた計算機器の活用については、工学では計算機器の使用は日常的事であることから、本クラスでは授業中には電卓の使用を許可した。それを試みた理由としては

- 1：電卓の仕様に慣れているので、簡単な四則計算にも時間がかかり、コンテンツを理解する前に非常に時間がかかること
- 2：ケアレスミスを減らし「できた」と感じる時間を増やすこと
- 3：禁止しても使う人がいること

などが挙げられる。ただしテスト中には電卓の使用を認めなかった。数学において計算を重視するとともに、テストの実践的な訓練を重視した。今後行われる数学のテストでは電卓が使用できないので、それに慣れることが必要と考えたからであった。

3. アンケート・インタビュー方法と内容

3.1 アンケート方法

アンケートは記入式で計4回行なった。そのうちの2回は授業終了後に配付して、家で書いてきてもらい、残りの2回は中間テストと期末テストとは別に、テスト終了後に任意で記入してもらった。またインタビューは、期末テストの後に、別室にて、任意で個別でアンケート用紙に記述してもらったものと、そのアンケート結果を読んで、内容を確認する作業を、何度かに分けて個別に行った。アンケートの回答は英語、または日本語で記入してもらった。

3.2 アンケート内容

計4回行われたアンケートの質問をそれぞれ示す。

第1回目のアンケートは5月下旬に行い、そのときは白紙のB5用紙を配付し、「日本と母国との数学の教育（授業）で同じだと思うところと、違うと思うところを自由に書いてください」とした。

第2回目のアンケートは中間テスト（6月中旬）後に、任意で行なって記述してもらったもので、「この中間テストを受けて見て、今まで国で受けてきたテストと「同じところ」と「違うところ」をそれぞれ記述してください」と質問した。

第3回目のアンケート（6月下旬）では、

- Q1：日本で、日本語で数学を勉強するときに、言葉の違いや難しさをどうやって解決していますか？
- Q2：普通の足し算や掛け算などの計算以外に、数学でどんなことを勉強したことがありますか？覚えているのはなんですか？
- Q3：自分の国で学んだことがある数学の知識は、今、日本で数学を学ぶときに役に立っていますか？それとも日本の数学は母国の数学と全然違いますか？
- Q4：日本の何が楽しいと思いますか？

の4点を質問した。

最後の4回目のアンケート（7月中旬）は、期末テスト後に、任意で記述をしてもらったも

ので、

Q1：母国の数学の授業について

- 1) 先生はいつも黒板に書く？それともプロジェクターを使いますか？
- 2) 話し合いの時間はありますか？
- 3) 試験の問題は戻ってきますか？
- 4) 教室ではみんな黒板の方を向いて授業を受けますか（日本式）？それともコの字型のよ
うに座りますか？

Q2：数学について

- 1) 日本で数学の授業を受けて見て、難しいと思った時、それは言葉でしたか？それとも内
容でしたか？
- 2) 数学は英語で授業した方がわかりやすいですか？
- 3) 数学は好きですか？
- 4) 計算練習は好きですか？
- 5) 数学の授業は楽しいですか？

の質問をした。

4. アンケート・インタビュー結果

それぞれのアンケートに対しての回答を示す。

4.1 第一回 アンケート回答

5月下旬に授業終了後に行われたアンケートでは、学生 a, b, d, e, g, h の6名が回答してくれ
た。「日本と母国との数学の教育（授業）で同じだと思うところと、違うと思うところ
を自由に書いてください」の回答はそれぞれ以下に示す。

学生 a：母国の数学の印象を記述

- 先生がとても厳しい
- 毎日宿題がある
- ノートを絶対に取らないといけない
- 授業中はすごく静かにしていないといけない
- 携帯電話を授業中に使うのは禁止

学生 b：

- 日本は先生が教えたやり方で解く必要があるが、ルワンダでは最後の答えが合っていれば
やり方はなんでもいい
- 日本の数学の教科書は一つのトピックに対して多くの説明が書いてある。それは日本語が
得意ではない留学生には複雑すぎて理解できないことがある
- ルワンダの教科書はそれとは逆に、説明よりは多くの計算問題があり、よりヨーロッパ風
な教育方法である

学生 d：

- ・タイではプレゼンテーションとビデオを見せて、時々ゲームをする
- ・数学のテーマの出てくる順番が違う
- ・ネットでクイズをする。クラスメートとグループになって、たくさんの質問に答える

学生 e :

- ・先生が黒板に書いたことを絶対にノートに書かなくてはいけない
- ・電卓もスマホも使ってはいけない
- ・毎日たくさんの宿題が出て、先生が必ずチェックする

学生 g :

- ・式の書き方が違う。例) 日本： $x = -t + 1$ トルクメニスタン： $x = 1 - t$
- ・日本では途中式などすべて書かなくてはいけないが、トルクメニスタンでは自分が解けるのであれば、すべて書く必要はない
- ・日本は途中式部分には点がもらえない。トルクメニスタンでは、全部合っていたら5点、途中までで2点もらえる

学生 h :

- ・毎日、前日の授業の確認テストがある
- ・大抵の場合、電卓は使えない

4.2 第二回 アンケート回答

6月中旬の中間テスト後に、任意で実施したアンケートでは、履修留学生全員が回答した。「この中間テストを受けて見て、今まで国で受けてきたテストと「同じところ」と「違うところ」をそれぞれ記述してください」の回答はそれぞれ以下に示す。また参考資料としてこの時の中間テスト用紙を付録1に示す。

同じ点

学生 a : ・問題数や、それぞれのトピックに合わせて問題が出るのは同じ
・電卓を使えないのも同じ

学生 b : ・教室はいつも静か

学生 c : ・問題は似ている

学生 d : ・母国で行列のクラスをとっていたので、こういう問題を解いたことがあった

学生 e : ・スリランカでも電卓が使えないところが日本と同じ

学生 f : ・Q1のように、ベクトル OP, POなどをとくのは勉強したことがある
・内積や、行列の計算 (Q2とQ3) も学んだことがある

学生 g : ・このテストは全体的に同じ

学生 h : ・授業時間が100分なのは同じ
・イランでも電卓は使えない

学生 i : ・韓国の試験はこの試験と同じような試験である
・これは高校生のレベルではないのも同じ

学生 j : ・似たようなテストが高校レベルであったが日本ではこれ(行列)を大学で学ぶ

違う点

- 学生 a : ・通常、初めの問題はとても複雑なものが多い。最初に例題をやって、そのあと問題を読んで行く。そこが1点だけ違うと思う
- 学生 b : ・解答用紙を問題用紙は別々
- ・電卓が使える
 - ・テスト中はもっとバラバラに座る。カンニング防止のため
 - ・テストが始まる前に、先生がテストの問題をすべて説明してくれる
 - ・先生がテストの残り時間をこまめに教えてくれる
 - ・名前と学生番号は隠されているので、先生が採点するときに誰の回答用紙かわからないようになっている。最良をしないように
- 学生 c : ・問題の解き方が違う
- 学生 d : ・連立方程式を解くのに、行列を使ったことはなかった
- 学生 e : ・連立方程式は行列では解かない
- ・Q2の $\cos \theta$ を求める問題も、スリランカではベクトルではやらない
 - ・スリランカのテストはもっと問題数が多くて、最低でも20題はある
- 学生 f : ・連立方程式は行列ではなく、電卓で解いていた
- 学生 g : ・式の書き方が違う。 $x = 2 - 3y$ (トルクメニスタン) $x = -3y + 2$ (日本)
- 学生 h : ・解答用紙と問題用紙は別
- ・シャーペンや鉛筆は使えなくてペンのみである
- 学生 i : ・特になし
- 学生 j : ・連立方程式を行列を使って解く方法はカタルにはない

4.3 第三回 アンケート回答

第3回目のアンケートは6月下旬の授業後に、任意でアンケート用紙を配付し、学生 a, d, e, f の4名から回答が得られた。以下にそれぞれの質問の回答を示す。

Q1 : 日本で、日本語で数学を勉強するときに、言葉の違いや難しさをどうやって解決していますか？

学生 a : ・インターナショナルスクールで英語で全部勉強した

- ・わからない言葉は携帯で翻訳する。Google translate を使う

学生 d : ・今、その言葉の問題を解決しようと頑張っているところ

- ・数学で使われた専門用語も勉強しています

学生 e : ・日本語の勉強はとても難しい。しかし数学だと式や数字があり、それは世界共通なので、日本語でも英語でもそこまで違いはない。最も大変なのは漢字です

学生 f : ・わからない言葉は先生や友達に聞いて教えてもらう

Q2 : 普通の足し算や掛け算などの計算以外に、数学でどんなことを勉強したことがありますか？覚えているのはなんですか？

学生 a : ・微積分／方程式／三角関数など一通り勉強した

学生 d : ・三角関数とか一般的な方程式とか勉強したのを覚えている

学生 e : ・一通り勉強したとは思いますが (微積分や三角関数など), でも覚えていません

学生 f : ・基礎数学は全体的に学んだと思うが, 復習する必要があると感じている

Q3 : 自分の国で学んだことがある数額の知識は, 今, 日本で数学を学ぶときに役に立っていますか? それとも日本の数学は母国の数学と全然違いますか?

学生 a : ・やり方や方法は少し違うけど, 混乱するほどではない

学生 d : ・母国で学んだことは役に立っているけど, なぜか日本で数学を学ぶととても新しいことに思える

学生 e : ・もちろん自分の国で学んだことを思い出しながら勉強しているので, 知識は役立っていると思う

学生 f : ・いくつかのトピックは学んだことがないと感じるが, 内容を始めてみる, というよりは, やり方が初めてだと感じる

Q4 : 日本の何が楽しいと思いますか?

学生 a : ・自由に生きられるので好き

・スリランカはこんなに安全じゃない

学生 d : ・日本のお祝い事と休暇が好き

学生 e : ・日本の生活はスリランカのものと比べて全然違います。例えば, 何にでも並ぶところ, どこでも電車で行けるところ, ハンコをみんなが持っているところ, そして100円ショップなど

・まだ日本のカルチャーはよくわからないけど, いまは盆踊りに興味がある

学生 f : ・自然も文化も生活スタイルも全て興味深い

4.4 第四回 アンケート回答

最後の4回目のアンケート(7月中旬)は, 期末テスト後に, 任意で記述してもらったものであるが, 全員の回答が得られた。その時の期末テストを参考のために付録2に示す。

Q1 : 母国の数学の授業について

1) 先生はいつも黒板に書く? それともプロジェクターを使いますか?

・黒板 : a, e, i

・両方 : b, c, d, g

・ホワイトボード : f, g, h

・その他 : j (スマートボード)

2) 話し合いの時間はありますか?

・ある : c, e, g, i

・ない : a, j

・時々ある : b, f

・その他 : d (あったけど数学のことを話し合う時間ではなかった)

3) 試験の問題は戻ってきますか?

- ・結果のみ：g, h, j
 - ・フィードバックあり：a, b, c, d, e, f, i
- 4) 教室ではみんな黒板の方を向いて授業を受けますか（日本語）？それともコの字型のように座りますか？
- ・黒板の方を向いて座る：a, b, d, e, f, h,
 - ・コの字型：i, j
 - ・両方ある：c, g

Q2：数学について

- 1) 日本で数学の授業を受けて見て、難しいと思った時、それは言葉でしたか？それとも内容でしたか？
- ・数学が難しい：c
 - ・日本語が難しい：e, h, i, j
 - ・漢字が難しい：d, f
 - ・難しくない：a, b, g

コメント

- ・学生 a：数学で使う日本語はそんなに難しくない
- ・学生 b：日本語でも大丈夫。式と数字は世界共通だから
- ・学生 d：漢字が難しくて、戸惑うけど、漢字がわからなくても解き方は理解できた
- ・学生 f：漢字があるととても難しく感じて、よくわからなくなることがあった

- 2) 数学は英語で授業した方がわかりやすいですか？

- ・英語：b, f, h, j
- ・日本語：g, i
- ・どちらでもいい：a, c, d, e

コメント

- ・学生 d：式と数字を見ていればわかるので、どちらの言語がいいというのはない

- 3) 数学は好きですか？

全員が「好きだ」と解答したが、学生 d は「解けたら楽しい」や、学生 h は「時々好き」とコメントがあった

- 4) 計算練習は好きですか？

学生 d の「シンプルな問題が好き」のほか、全員「好きだ」と解答した。

- 5) 数学の授業は楽しいですか？

全員が楽しかったと解答した。

5. 考察

5.1 学習態度

全般的に、高校までの数学の学修程度は、日本と変わらなかった。日本との差異に関して

は、連立方程式は、日本でも行列を使用せずに解くのものに関わらず、そのことは誤解があったように見受けられる。つまり、「日本人は、連立方程式は行列を使って解くのが一般的」と思っているかのようであった。また、日本人が連立方程式を行列で解く方法を学習した際、行列を使わなくても解けるからといって、「行列を学習する必要はない」とは思わないであろう。そう思うことは、「数学のテストで解き方に指示はない」や「解答用紙が別にある」などの「答えさえあっていればいい」の教えが数学でも根付いているところと連動しているように思われる。そのように考えていくと、やり方を指定されているテストは疑問に感じ、難しく感じてしまい、やる意味がなく感じるように、留学生たちの考えがつながっていくように思われる。そこから転じて、「自力で計算しなくても、電卓を使って正しい答えを導き出せば正解である」といった考え方が多く存在することもうなずける。人間と電卓の境目がなくなっているという考えがあるのは、残念なことである。

5.2 電卓の使用について

電卓の使用に関しては、出身国に関わらず、母国では授業中もテストのときも使用できないという回答ばかりであった。さき書いたように本授業では使用を認めたが、留学生達も当たり前のように使いこなして違和感を持っていた様子は見受けられなかった。やはり電卓の使用は、留学生にとっては有難かったようである。授業の進み具合を促進させる効果はあったはずである。よって母国と同様に、テストのときに使用できないことに関しても、当然と思ったようで、そのためにテストができないと感じた留学生はいなかったことが分かった。

5.3 授業方法

スリランカの学生2人 a, e は、授業中は、先生が黒板に書いたことは全てノートを取らないといけないうところが、日本とは違うと回答している。毎日宿題が出て、先生が厳しく、授業中はすごく静かにしていないといけないうと回答していて、厳かな授業風景が目につかんでくる。その一方で、タイの学生 d は、授業中にプレゼンテーションをしたり、ビデオを見たり、ゲームをしたり、ネットでクイズをしたり、という回答をしている。同じアジアの仏教国でも、タイの方が先進的な授業展開を行っている様子が伺える。これは文化の違いや経済の違いであると思われるが、経済面と授業展開の差異については、後の研究課題に取っておくこととする。

5.4 使用言語の違い

次に、言語を中心とした文化面に着目をして、考察を進めていく。学生 g (トルクメニスタン) は、数式の描き方が違うと書いてあり、これは関数なのかどうか分からないが、こういった母国語との違いが反映されることはあるであろうし、数学をやるうえでは支障があるにちがいない。そうではあるが、トルクメニスタンの2人は、授業で見ると、学力も高いように見受けられ、差し障りを感じずに授業運営ができた。

学生 d の考察に、「母国で学んだことは役に立っているけど、なぜか日本で数学を学ぶとと

でも新しいことに思える。」とある。使用言語が異なると、頭の中のチャンネルが全て切り替わる感覚を持つことがあるのではないだろうか。日本人も馴染みのある英語で数学の教科書を見た際には、少なからず戸惑いや新鮮な感覚を持つであろう。これは悪いことではなく、これから日本の大学で学ぼうとする学生なのだから、既に学習してきた数学の知識や方法に囚われず、全く新しいことを学ぶ感覚で臨んでもらうという、むしろいいことではないか、と考える。日本で学んだから、祖国や他の外国で使い物にならないということはない。

5.5 教科書

スリランカでは分厚い教科書を使用するのにに対し、学生b(ルワンダ)は、日本の教科書は一つのトピックに対して多くの説明が書いてあると回答し、留学生向きではないと感じている。日本のように漢字を使用する言語は、表意文字であるため、記述して意味が分かる言語である。つまり、記述が多ければ多いほど、説明が丁寧で理解しやすくなるという日本の言語文化に対し、漢字以外の表音文字の国は、声でよく説明をしてくれた方が理解しやすくなるということになろう。こういったことを知っておくと、留学生の数学教育にも有益となるはずである。

5.6 数学に取り組む姿勢

教室の雰囲気として感じたことは、大学受験や大学での単位取得に必要なだからというよりも、純粋に数学を楽しんでいるようであった。日本の大学受験予備校のようにガツガツしたところは感じられなかった。日本人のように、同じ年の人は同じことをやるということがないため、進学や勉強そのものに焦りがないのかもしれない。日本人が学校制度に勉強の歩を合わせるというのとは異なり、自分のペースで進めようとするのである。受験や単位に必要なことだけ覚えればよいという感じではなく、行列全体の仕組みを理解したいという姿勢がある。一方で、行列なので細かい計算間違いが多くなってしまう部分であるので、どこの計算を間違えたのかについて、徹底的に探し出したいと言う姿が見受けられた。教員が「これはプラスとマイナス間違えただけで、コンセプトはよく理解しているから、これで大丈夫だよ」と伝えても、非常に悔しがり、もう一度間違えた場所からやり直すなども多かった。この姿勢は「答えさえあっていればいい」という考えがよく働いているポイントで「答えは合わなくてはいけない」のでそこに向かって何度も計算することが多かった。

5.7 九九の暗記について

一桁の掛け算をするのに、日本人は九九を暗唱するが、そのとき留学生たちは母国語を使用する。ここで日本語と母国語を行き来することが、どうしても出てきてしまう。逆の言い方をすれば、「二・五・十(にごじゅう)」といった日本語が通じないのである。

5.8 教員への接し方

発展途上国の人が多いためなのか、特にアジアの学生は、日本人学生よりも人懐っこく、教

員に対して感謝の念を持っていた。日本人学生が、教員と自分是对等だという接し方をする人が増えたのに対し、留学生は先生が上だと思っているかのようであった。

また、留学生は分からないときに「もう一回言ってください」と言う。日本人であれば、どこが分からないのか、ピンポイントで聞いてくるし、日本人同士なので、学生の分からないところが、教員も分かりやすい。もちろん日本語力の低さもあるようで、英語で説明をすると、すぐに理解することもあった。

5.9 数学と日本語

さらに、留学生にとって漢字は難しい。例えばタイでは、日本語教育を小学校から行っている学校があるが、漢字が出てくるのは上級になってからで、大学レベルであるという。日本は小学校から学ぶので、漢字に対するの難易度の認識に、かなりのズレがある。これは、どの留学生に対しても言えることであった。国際語としての日本語は漢字のない世界である。留学生が日本語に対して行っている学びもまた、文化の違いであり、それを知ることは、数学教育を行う上でも重要なことである。

6. 今後の課題

今回のアンケート調査により、以下の点が明らかになったと言える。

- ・多くの国の数学は「やり方」ではなく「正しい答えを導き出す」ことに重点を置いている。
- ・電卓の使用はそこまで多くの国では認められていないものの、全体的な計算力は、暗記している日本人学生より低いと感じる。
- ・理解できなかった時に「漢字が難しい」となることが多くある。
- ・英語で数学を受けたいと希望している留学生が少なからずいる。
- ・「正しい答え」にたどり着くまで諦めない。
- ・自分が理解できるまで、教員や友人に質問する。

今回の調査で、「正しい答えを導き出す」ことに重点を置いていることが分かったので、留学生に指導する時にはそこに触れながら指導していくと、やる気を引き出すことができるのではないだろうか。また簡単な九九ができなかったからと言って「九九の計算もできないなんて」と考えるのではなく、「日本のように九九を暗記してきていないので計算に時間がかかることもある」ことを教員側が理解することが大切である。また「自分が理解すること」を大切にしている留学生も多く、日本人のように「こんなのもわからないなんて言ったら、みんなに変に思われるかも」といった感覚もないので、授業の流れを無視して質問してくることも多くみられる。よって、個別に対応するといったことも大いに検討する必要がある。また、理解できなかった時に「言葉」のせいにもすることも多く、実際に言葉の意味がわからなくてついでこられなくなることもあるので、これまで研究されているような、「専門用語の指導法」の確立も不可欠である。また数学になれることよりも、数学の意味の理解を重視している姿勢の違いも、教員側が指導において考えておくべき視点である。

これからますます増加・多様化すると予想される留学生に対して、お互いにその背景を理解し、尊重し、そして彼らが母国で学んできたことを最大限に生かせるような数学教育方法の確立を目指したい。

参考文献

- 青木由香利 (2018) 「数学科目に対応した漢字練習帳作成」第51回日本語教育方法研究会, 『日本語教育方法研究会誌』 vol.25, No.1, pp14-15於: 国士舘大学, 2018年9月6日
- 青木由香利・北村よう 「理系専門用語の漢字練習帳—教員からのフィードバック—」『日本語教育方法研究会誌』 vol.24, No.2, pp80-81於: 名古屋大学, 2018年3月24日
- 青木由香利・北村よう 「FileMaker を用いた数学専門用語教科書作成プロジェクト」『日本語教育方法研究会誌』 vol.24, No.1, pp38-39於: 筑波大学, 2018年3月24日
- 岡本和夫 (2011) 「新版 線形代数」実教出版, pp.8-117
- 小宮千鶴子 (2016) 「理工系留学生のための数学の専門連語の選定—数学用語の運用力の向上を目指して—」『早稲田大学日本語教育実践研究』 Vol.4, pp.25-44
- 佐藤宏孝 (2005) 「数学における専門日本語語彙の分類—留学生への数学教育の立場から—」『専門日本語教育研究』 Vol.7, pp.13-20
- 志村真帆呂 (2013) 「スマート解法 線形代数」プレデアス出版, pp.1-88.
- 二宮智子 (2010) 「フィンランドの数学教育 ～統計基礎教育を中心に～」『海外教育事情と日本の比較』, 京都大学基礎物理学研究所研究会「科学としての科学教育」, 研究会報告
- VARUGHESE Ann Nancy (2009, 「Language Difficulties In Mathematics Courses For Students From Non-English Speaking Back Grounds In The Transition From Secondary To Tertiary Education」, Thesis of Doctor of Philosophy at RMIT University.

付録 1 : 中間テスト

MI 中間テスト

学生番号(SID): _____
 名前(Name): _____

問1: 点 $P=(5,2)$, 点 $Q=(-2,-3)$ の時、次のベクトルの成分表示を求めなさい。

(1) \vec{PQ}

(2) \vec{QP}

(3) \vec{QP}

問2: $\vec{a} = (0, 1, 1)$, $\vec{b} = (-1, -1, 2)$ について、それぞれ求めなさい。

(1) 内積 $\vec{a} \cdot \vec{b}$

(2) $\cos \theta$

問3: $A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 1 \\ -1 & 2 & -2 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 3 & 1 & -1 \\ -2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ の時、次の行列を成分表示せよ。

(1) $4A$

(2) $2B$

(3) $(A - B) - 3AB$

問4: 次の行列のうち、逆行列が存在するのはどれか? また存在する場合、その逆行列を求めなさい。

(1) $\begin{pmatrix} -2 & 1 \\ -3 & 1 \end{pmatrix}$

(2) $\begin{pmatrix} 5 & 4 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}$

(3) $\begin{pmatrix} 0 & -3 \\ -3 & 0 \end{pmatrix}$

問5: 次の行列の階数(ランク)を求めよ。

(1) $\begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 3 & 1 \end{pmatrix}$

(2) $\begin{pmatrix} 1 & 3 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \\ -1 & 1 & -4 \end{pmatrix}$

問6: 次の連立方程式を消き出し法を使って求めなさい。別の方法で答えを出した場合、減点はなりません。

(1) $\begin{cases} x - y = -7 \\ 2x + 3y = 1 \end{cases}$

(2) $\begin{cases} x - 2y = 1 \\ 5x - 3y = -2 \end{cases}$

(3) $\begin{cases} x + y + z = 9 \\ 2x + 3y - 2z = 5 \\ 3x - y + z = 7 \end{cases}$

(4) $\begin{cases} x + 3y + z = 0 \\ 3x + 4y + 3z = 5 \\ -2x + y + 4z = 5 \end{cases}$

付録2：期末テスト

MI 期末テスト

SID: _____

Name: _____

※途中式も書きなさい。途中式がなく答えだけ書いてある場合は減点になることがあります。

問1：行列式を求めなさい。

(1) $\begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 4 & 2 \end{vmatrix}$

(5) $\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 3 \\ 3 & 3 & 2 \end{vmatrix}$

(2) $\begin{vmatrix} -3 & 1 \\ 0 & 2 \end{vmatrix}$

(3) $\begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 2 \end{vmatrix}$

(6) $\begin{vmatrix} 1 & 2 & -2 \\ 0 & 1 & 3 \\ 0 & 5 & 1 \end{vmatrix}$

(4) $\begin{vmatrix} 10 & -5 \\ -5 & 10 \end{vmatrix}$

1

(7) $\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & -1 & -3 \\ 4 & 5 & 6 \end{vmatrix}$

(8) $\begin{vmatrix} 1 & 4 & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 4 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 4 \\ 4 & 3 & 2 & 1 \end{vmatrix}$

2

(1) 問2：行列 $A = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ -1 & 5 \end{pmatrix}$ について、逆行列 (A^{-1}) 、固有値 (λ) 、固有ベクトル (α, β) を求めなさい。またその行列を対角化し、対角化された行列 $(P^{-1}AP)$ と、それに使われた対角化行列 (P) を示しなさい。

問3：クラメル法を使って次の連立方程式をきなさい。

(1) $\begin{cases} 4x + 3y = 2 \\ 5x + 4y = -1 \end{cases}$

(2) $\begin{cases} -3x + 2y = -2 \\ -5x + 4y = 4 \end{cases}$

3

(3) $\begin{cases} x + z = -1 \\ 3x + y - z = 2 \\ 2x + y + 3z = -2 \end{cases}$

問4：逆行列を求めなさい

$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 2 & 0 & -1 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$

4