

数学カリキュラムから見た専門教育・専門日本語教育の前提の見直しの必要性：
マレーシアと日本の後期中等教育数学教科書の比較
対照分析を通じて

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2020-03-16 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 佐々木, 良造, 長谷川, 貴之 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00027169

数学カリキュラムから見た 専門教育・専門日本語教育の前提の見直しの必要性

—マレーシアと日本の後期中等教育数学教科書の比較対照分析を通じて—

佐々木良造／長谷川貴之

【要 旨】

近年、留学生を対象とした専門教育において「高校卒業程度の専門語が表す概念を習得している」という前提に見直しを迫る調査・研究結果がいくつか見られる（鴈野 2006、田辺ほか 2018）。こうした研究を承け、本研究ではマレーシアの後期中等教育の数学教科書と日本のそれとを比較対照する。マレーシアの後期中等教育を修了した場合、日本の高校数学の学習内容をどのくらいカバーしているだろうか。学習項目数・頁数・専門語彙数ならびに2種の専門語彙の重みづけによる、計5つの観点からの評価を試みる。本研究の評価結果から、現地の日本留学予備教育にカリキュラムの再考を促し、日本の大学における専門教育、専門日本語教育の前提を見直す必要があるという結論に至った。

【キーワード】 マレーシア、後期中等教育、高校数学、予備教育、専門日本語教育

1 問題の所在

専門教育と日本語教育の連携における最も基本的かつ重要な作業のひとつとして、専門語の効率的・効果的な学習支援を挙げることができる。小宮（2016）が指摘したように、専門語の指導にあたり、留学生には（1）日本語能力の観点から日本語能力試験N1合格程度の日本語能力を身につけていること、（2）専門教育の観点から母国などでの高校教育を受け、日本の高校卒業程度の専門語が表す概念は習得していること、が今日まで前提とされてきた。

しかし、渡日前入学許可制度によって大学入学前予備教育を受けずに学部1年次に入学する留学生や、母国などの学校体系が日本と異なる国・地域からの留学生、日本語能力試験N1合格程度の日本語能力を受け入れの必須条件としていないケースなど、従来の専門語指導の前提を見直さなければならない状況もまた現実に存在する。

一方、近年の調査・研究から、母国などでの高校教育で学ぶ内容と日本のそれとの差は、看過できない差であることがわかってきている。鴈野（2006）はマレーシアにおける高校物理を概観し、「最も目につく違いは、扱う数式の少なさ」であり、物理という教科は「定性的な暗記科目としての性質が強い」と述べている。その結果、「マレーシア人学生は自然現象に対する定性的知識は豊富であるが、物理の問題に対する数学的解決力・応用力には乏しい」という傾向を指摘している。ミャンマーの高校の数学教科書と日本のそれとを比較した田辺・高岡・喜古（2018）は、「平面ベクトル」は、日本の教科書の「75%がミャンマーの教科書には記載されていない」ことを明らかにしている。

こうした留学生の出身国・地域の理数科教育カリキュラムと日本のそれとの対象研究は

端緒に就いたばかりで、鴈野（2006）はマレーシアの高校物理の概観を述べ、田辺・高岡・喜古（2018）はミャンマーの高校数学の一部を比較したにすぎない。近年の調査・研究のうち、佐々木・長谷川（2019a）、長谷川・佐々木（2019b）はマレーシアの後期中等教育の数学の教科書とそれに相当する日本の高校1、2年次で用いられる数学の教科書を詳細に比較し、両者の差を明らかにしている。

こうした先行研究から、専門語の指導に取り組む前提、つまり、これまでの「高校卒業程度の専門語が表す概念は習得している」（小宮2016）という前提を見直し、第一に留学生が母国などで受けた高校教育、すなわち後期中等教育のカリキュラムと日本のそれとの差を明らかにしなければならないことがわかってきた。こうしたカリキュラムの対照研究は、専門教育にとってその差を埋めるための効率的・効果的なカリキュラムの検討に役立つ。そして、この「差を埋めるためのカリキュラム」は、専門語の教育にとっても基礎的な資料となり得る。なぜなら、ある専門語が表す概念が留学生にとって既知か未知かを確かめることができ、どのような順番で提示したら効率的・効果的かを検討するための基礎的な資料となり得るからである。

本研究では、以下、マレーシアの後期中等教育の数学教科書（以下、「マレーシアの教科書」とする）と日本の高校の数学教科書（以下、「日本の教科書」とする）とを比較対照しその差を明らかにした佐々木・長谷川（2019a）、長谷川・佐々木（2019b）を補完する。そして、差を埋めるための効率的・効果的な数学カリキュラムを検討する基礎的な資料として、5種類の定量分析を使って評価する。さらに、その評価の結果と考察、今後の展望について述べる。

2 調査対象

佐々木・長谷川（2019a）、長谷川・佐々木（2019b）の調査は、日本の学校体系と異なるマレーシアの学校体系に合わせ、高校1、2年の数学教科書を比較対照した。本節では、日本の「数学Ⅲ」まで含めた教科書の比較対照について概観を述べる。

初等・中等教育の学校体系が日本は6-3-3制であるのに対し、マレーシアは6-3-2制となっている。大学進学希望者は、マレーシア政府の留学プログラムやマレーシア国内の大学等に応募し、後期中等教育修了試験の成績によって、留学プログラムや大学等の予備教育への入学が許可される。予備教育は、1年ないし2年行われる。日本への留学プログラムに応募する者でも、日本語既習者はほとんどいないため、日本語学習を含めた2年間の予備教育が行われている。従って、マレーシアの後期中等教育と日本の高校の学年の対応関係は表1ようになる。

今回、比較・分析の対象とした教科書は、数研出版〈数学シリーズ〉の5冊の教科書（「数学Ⅰ」（教科書番号310）（以下、番号のみとする）、「数学A」（310）、「数学Ⅱ」（309）、「数学B」（309）、「数学Ⅲ」（308））と、啓林館〈詳説シリーズ〉の5刷の教科書（「数学Ⅰ」（307）、「数学A」（307）、「数学Ⅱ」（307）、「数学B」（306）、「数学Ⅲ」（305））である。これらはすべて、文部科学省検定済み教科書である。因みに、数研出版の教科書は、マレーシアの日本留学予備教育プログラムで採用されているものである。

他方、マレーシアの後期中等教育の教科書は国定教科書の1種のみである。

マレーシアと日本の教科書の構成の違いを表2に表す。

表1 比較対照とした教科書の学年対応

後期中等教育	マレーシア	日本
1年目	Form4 Math, Math additional	数学Ⅰ, 数学A
2年目	Form5 Math, Math additional	数学Ⅱ, 数学B
3年目		数学Ⅲ

表2 マレーシアと日本の教科書の構成の違い

マレーシア	日本
章	章
節	節
単元	単元
	項目

マレーシアの教科書の翻訳、学習内容の比較と確認については、佐々木・長谷川（2019a）、長谷川・佐々木（2019b）を参照されたい。

3 カバー率に関する5種の評価方法とその結果

次のような5つの別な評価方法で、マレーシアの後期中等教育の教科書がどの程度日本の後期中等教育の教科書をカバーしているのかを、定量的に算出してみた。

以下、「数学Ⅰ～B」とは「数学Ⅰ」、「数学A」、「数学Ⅱ」、「数学B」の集まりのことで、「数学Ⅰ～Ⅲ」とは「数学Ⅰ」、「数学A」、「数学Ⅱ」、「数学B」、「数学Ⅲ」の集まりのことである。理科系といっても大学、学部、学科によっては、高校での「数学Ⅲ」の学習履歴を入学生に課さない場合もあるため、「数学Ⅲ」を入れないものと入れたものとを調査したのである。ただし理科系であっても、場合によっては「数学Ⅰ」と「数学Ⅱ」だけを学習履歴に課す場合もあるが、多くはないため、それは考慮しなかった。

3.1 項目数

ここでは、表2の「項目」に着目した。日本の教科書のうちマレーシアの教科書にも記載がある項目を抜き出した。以下、日本の教科書とマレーシアの教科書との重複部分を「カバー率」と呼び、すべて百分率（%）で表す。項目数によるカバー率を表3にまとめた。因みに項目において、「行列（matrix）」を除いて、日本の教科書はマレーシアの教科書を包含している。

3.2 頁数

ここでは、頁（ページ）数に着目した。見返し、目次、章の表紙、索引、奥付、練習問題、コラムなどの本文以外を除く日本の教科書の全頁のうち、マレーシアの教科書に記載がある項目の日本の教科書の頁を0.5頁単位でカウントし、頁数によるカバー率を算出した。表4に頁数によるカバー率をまとめた。

3.3 語彙数

ここでは、日本の教科書の全項目の内、マレーシア教科書にも記載があるような日本の教科書内の項目に含まれる語彙数に着目して、カバー率を計算した。教科書中ゴシック体で表記されたものを、原則的に初出の場所で、ただし広い意味が付与された場合はその都度、カウントした。結果を表5にまとめた。

表3 「項目数」に着目

	日本	マレーシア	カバー率
数学 I	105	41	39%
数学 A	81	18	22.2%
数学 II	129	42	32.6%
数学 B	97	20	20.6%
数学 III	140	17	12.1%
数学 I ~ B	412	121	29.4%
数学 I ~ III	552	138	25%

表4 頁数に着目

	日本	マレーシア	カバー率
数学 I	159.5	70.5	44.2%
数学 A	130	33.5	25.8%
数学 II	195.5	63	32.2%
数学 B	151	30	19.9%
数学 III	232.5	37	15.9%
数学 I ~ B	636	197	31%
数学 I ~ III	868.5	234	26.9%

3. 4 語彙の重要度による評価の試み (1)

ここでは、語彙に等差の重みづけしたものをを用いた。筆者のうち長谷川は、予め、数学の語彙を千余り(重複も含めて1052)集め、それらに「*****」、「****」、「***」、「**」、「*」、「」(アスタリスクなし)の6段階の、重みづけをしておいた^{注1}。

留学生を対象とした数学の授業担当教員にとって、「*****」印の語彙は、授業時間の制限がいかに強くても必ず取り上げなければならないと思われるものを、「***」印の語彙は、もし授業時間にも学生の学力にも余裕があれば取り上げるものを、「****」印の語彙はこれらの間に位置するもの(授業時間に余裕がなくても学生の学力に余裕があるときや、学生の学力に余裕がなくても授業時間に余裕があるときに取り上げるもの)を、また「*」や「」の語彙は、授業時間に余裕があったとしても、ほぼ学生の自習に任せるものを、「**」は教室の様子によっては稀に取り上げるもの、といった重みづけである。例えば、「*****」は「方程式」などで計約700個、「****」は「二項係数」などで計約20個、「***」は「有限集合」などで計約200個、「**」は「相関表」などで計2個、「*」は「チェビシェフの不等式」などで計130個、「」は「平均律音階」などで計7個あった。

表5 語彙数に着目

	日本	マレーシア	カバー率 (%)
数学 I	155	80	51.6
数学 A	92	18	19.6
数学 II	111	44	39.6
数学 B	88	17	19.3
数学 III	137	19	13.9
数学 I ~ B	446	159	35.7
数学 I ~ III	583	178	30.5

ここでは、これらの心理尺度を尺度水準のうちの間隔尺度(等間隔)と捉えて、「*****」の重みを5、「****」の重みを4、「***」の重みを3、「**」の重みを2、「*」の重みを1、「」(アスタリスクなし)の重みを0とした(堀・山本・松井(1994)、鎌原・宮下・大野木・中澤(1998))。

日本の教科書にある語彙の個数を、「****」は A_5 、「***」は A_4 、「**」は A_3 、「*」は A_2 、「」は A_1 、「」は A_0 とする。また、マレーシアの教科書にも記載がある日本の教科書内の語彙の個数を、「****」は B_5 、「***」は B_4 、「**」は B_3 、「*」は B_2 、「」は B_1 、「」は B_0 とする。

このとき、具体的には

$$A_5 \times 5 + A_4 \times 4 + A_3 \times 3 + A_2 \times 2 + A_1 \times 1 + A_0 \times 0$$

および

$$B_5 \times 5 + B_4 \times 4 + B_3 \times 3 + B_2 \times 2 + B_1 \times 1 + B_0 \times 0$$

で計算される数値を使う。結果を表6にまとめた。ここでは例えば、数学 I では日本の教科書の重み

$$132 \times 5 + 2 \times 4 + 16 \times 3 + 1 \times 2 + 4 \times 1 + 0 \times 0 = 722$$

に対して、対応するマレーシアの教科書にも記載がある日本の教科書内の語彙の重みは

$$66 \times 5 + 1 \times 4 + 12 \times 3 + 0 \times 2 + 1 \times 1 + 0 \times 0 = 371$$

であるから、この等差的な語彙の主観的重み付けに着目した語彙のカバー率は

$$(371 \div 722) \times 100 = 51.4\%$$

となる。

3. 5 語彙の重要度による評価の試み (2) (ウェーバー・フェヒナーの法則を適用する試み)

第3.4節では、語彙の重要度を等間隔の間隔尺度としてとらえ、重み付けを試みた。本節では、語彙の重要度を比例尺度としてとらえ、重み付けを試みる。等間隔の間隔尺度の場合、例えば、重要度の「4」から「0」までは以下のように等間隔に並ぶ（ここでは、間隔を全角ダッシュで表す）。

$$4 - 3 - 2 - 1 - 0$$

重要度を対数の比尺度として捉えたと、重要度の「4」は、ある底の指数を表す。底を2とする比尺度は、

$$2^4 - 2^3 - 2^2 - 2^1 - 2^0$$

と表すことができる。太字で書かれた指数のみに着目すると、「4 - 3 - 2 - 1 - 0」と等間隔に見えるが、重要度「4」は「 2^4 」つまり「16」であり、重要度「3」は「 2^3 」つまり「8」であるため、比尺度の重要度「4」と重要度「3」の間隔は「8」あることになる。比尺度の重要度「4」から「0」までを簡略した数直線上に表すと、等間隔でないことがわかる。

$$\begin{array}{ccccccc} 2^4 & \text{-----} & 2^3 & \text{-----} & 2^2 & \text{-----} & 2^1 - 2^0 \\ 16 & \text{-----} & 8 & \text{-----} & 4 & \text{-----} & 2 - 1 \end{array}$$

例えば「ドレミファソラシド」の音階は、見た目としては鍵盤が隣り合っている等差数列の間隔尺度（つまり、階差数列が定数）であるが、実は音の高さは等比数列の間隔（つまり、階差数列も等比数列）になっている。このように、音階や痛さといった感覚器を通して知覚される刺激は、ウェーバー・フェヒナーの法則でその強さの計量を行うことができることが知られている（小澤2009, p. 212, 田山2010, p. 44, 45）。また、固有の感覚器を持たない「時間知覚」もウェーバー・フェヒナーの法則で表すことができる（田山2010, p. 44, 45）。「語彙の重要さ」も固有の感覚器を持たない「知覚」であると考え、本節ではウェー

表6 語彙の主観的重みづけ（等差）に着目

	日本	マレーシア	カバー率 (%)
数学 I	722	371	51.4
数学 A	418	87	20.8
数学 II	526	214	40.7
数学 B	385	82	21.3
数学 III	591	85	14.4
数学 I ~ B	2051	754	36.8
数学 I ~ III	2642	839	31.8

バー・フェヒナーの法則を適用し、語彙の重要度による評価を試みる。

語彙の重要度の重みづけは、第3.4節で述べたような、理科系の留学生に向かって教壇に立つ教員にとって明快な尺度を設けたため、妥当性（図りたいものを測っていること）は総じて高いと見込まれる。他方、信頼性（安定して測っていること）に関しては、今後数年間の時間間隔をとって重みづけを再構成する、あるいは、他の複数の教員の重みづけデータを入手する、という作業・調査を経る必要がある。

ここでの比率（公比）を r としよう。日本の教科書内の語彙の重み S_A は

$$S_A = A_5 \times r^5 + A_4 \times r^4 + A_3 \times r^3 + A_2 \times r^2 + A_1 \times r^1 + A_0 \times r^0$$

で、マレーシアの教科書にも記載がある日本の教科書内の語彙の重み S_B は

$$S_B = B_5 \times r^5 + B_4 \times r^4 + B_3 \times r^3 + B_2 \times r^2 + B_1 \times r^1 + B_0 \times r^0$$

で計算される数値を使う。

$r = 1$ とすると、「*****」から「」までを均一にカウントすることになるため、第3.3節で見た、単純な語彙数での比較と同じである（表5）。

触覚、視覚（明るさ）、圧覚、痛覚のように数パーセントという高い弁別能力と比べて、語彙の重要度弁別力は鈍いものと思われる（小澤 2009, p. 211）。一例として、200パーセント、つまり3倍（ $100\% + 200\% = 300\%$ ）の重要度になって初めて「1階級上がったと知覚する」と捉えることとし、ここでの指数関数の底を3としてみた^{注2}。その結果が表7である。ここでは例えば、数学 I では日本の教科書内の語彙の重みは

$$132 \times 3^5 + 2 \times 3^4 + 16 \times 3^3 + 1 \times 3^2 + 4 \times 3^1 + 0 \times 3^0 = 32691$$

であるのに対して、対応するマレーシアの教科書にも記載がある日本の教科書内の語彙の重みは

$$66 \times 3^5 + 1 \times 3^4 + 12 \times 3^3 + 0 \times 3^2 + 1 \times 3^1 + 0 \times 3^0 = 16446$$

であるから、等比的な語彙の主観的重み付けに着目した語彙のカバー率は

$$(16446 \div 32691) \times 100 = 50.3\%$$

となる。

表7 語彙の主観的重みづけ(等比 $r=3$)に着目

	日本	マレーシア	カバー率(%)
数学I	32691	16446	50.3
数学A	18480	3996	21.6
数学II	24363	10044	41.2
数学B	15402	3753	24.4
数学III	25251	3537	14.0
数学I～B	90936	34239	37.7
数学I～III	116187	37776	32.5

また、 $r \rightarrow +\infty$ のように発散させると、次のように、極限は「****」のみの比較になる。結果を表8にまとめた。

$$\lim_{r \rightarrow +\infty} \frac{S_B}{S_A} = \lim_{r \rightarrow +\infty} \frac{B_5 + \frac{B_4}{r} + \frac{B_3}{r^2} + \frac{B_2}{r^3} + \frac{B_1}{r^4} + \frac{B_0}{r^5}}{A_5 + \frac{A_4}{r} + \frac{A_3}{r^2} + \frac{A_2}{r^3} + \frac{A_1}{r^4} + \frac{A_0}{r^5}} = \frac{B_5}{A_5}.$$

表8 語彙の主観的重みづけ(等比 $r \rightarrow +\infty$)に着目

	日本	マレーシア	カバー率(%)
数学I	132	66	50.0
数学A	74	16	21.6
数学II	99	41	41.4
数学B	59	15	25.4
数学III	101	14	13.9
数学I～B	364	138	37.9
数学I～III	465	152	32.7

4 考察

前第3節のカバー率の結果を改めてまとめると、表9ようになる。

項目数でカバー率を評価する方法によって、5種類の方法の中で最も低い値が出ており、語彙の主観的重みづけ(等比 $r \rightarrow +\infty$)で最も高い値が出ている。

4.1 項目数

項目数に着目したカバー率の算出の問題点は、マレーシアの教科書は3階層で、日本の教科書は4階層になっており、マレーシアの教科書の最小単位である「単元」と日本の教科書の最小単位「項目」とを比較するとき、対応が複雑になっているという点である。例えば、数学I第1章「数と式」第1節「式の計算」第3単元「因数分解」を見てみると、マレーシアのForm4第2章第2節が対応し、表10のような対応が見られる。

日本の教科書の最小単位である1項目に対応するマレーシアのそれが複数の単元で対応している場合が頻繁に見られ、項目数による実質的なカバー率は、3.1節での結果より小さい可能性が残されている。

表9 各評価方法（節番号で表示）によるカバー率（%）

評価方法	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	
	項目数	頁数	語彙数	等差	等比 ($r=3$)	等比 ($r \rightarrow +\infty$)
数学 I	39.0	44.2	51.6	51.4	50.3	50.0
数学 A	22.2	25.8	19.6	20.8	21.6	21.6
数学 II	32.6	32.2	39.6	40.7	41.2	41.4
数学 B	20.6	19.9	19.3	21.3	24.4	25.4
数学 III	12.1	15.9	13.9	14.4	14.0	13.9
数学 I ~ B	29.4	31.0	35.7	36.8	37.7	37.9
数学 I ~ III	25.0	26.9	30.5	31.8	32.5	32.7

表10 学習項目の対応例

項目	学習内容	マレーシア
A	共通因数のくくりだし	第1単元
B	2次式の因数分解	第2単元、第3単元、第4単元
C	いろいろな方法による因数分解	(記載なし)
発展	3次式の展開と因数分解	(記載なし)

4.2 頁数

日本の教科書を使っている学習者や現場の指導者にとっては、目の前の日本語の教科書の頁数だけを基にしたこの方法での評価が、実感を伴うものであろう。項目数で評価するよりも、概ね若干カバー率が上がっている。しかし難点は、数学の実態内容を鋭敏に反映していない点である。

4.3 語彙数

第3.3節では、専門語彙の数に着目した。しかしながら、この方法にも弱点がある。例えば数学Ⅲの「積分法の応用」の範囲のように、新出の語彙が少ない章でも（計6個）、数学的に新たな内容が数多く含まれているといったことがある（19頁；0.32個／頁）。ここで例示した「積分法の応用」の範囲は、特に理工系の大学・学部・学科における基礎学習で最も重視される基幹範囲である。1頁あたりに出現する語彙の密度を、表11にまとめた。語彙の個数にのみ目を奪われると、数学本来の学習指導方針に誤りを生じる恐れがある。

更に、単に語彙数のカバー率を算出した場合、重要な語彙がカバーされているのかどうか判らない。カバー率が高くても、重要度が高い語彙がカバーされているとは限らない、という問題点も残った。

表11 語彙の密度

	頁数	語彙数	密度 (個/頁)
数学 I	159.5	155	0.97
数学 A	130.0	92	0.71
数学 II	195.5	111	0.57
数学 B	151.0	88	0.58
数学 III	232.5	137	0.59
数学 I ~ B	636.0	446	0.70
数学 I ~ III	868.5	583	0.67

4. 4 語彙の主観的重みづけ等差評価

前節の語彙数に着目する評価の弱点を改良したものが、第3.4節と第3.5節で紹介した評価方法である。

語彙に、数学学習上の重要度という観点から重みづけをして評価するという特徴を持たせた。第3.4節では、等差数列的な重みづけをした。

ただ、6段階で等差数列的な重みづけをして重要度を評価するにあたって問題点が残る。それは、心理尺度を尺度水準のうちの間隔尺度（等間隔）として捉えた点である。留学生を対象とした数学の授業担当教員にとって主観的に「重要さ」を評価するとき、評価者によって「重要さ」の評価も各段階の幅も一定であるとは限らない。この評価の主観性から起こる問題点を取り除くために、語彙の重要度を、差として捉えるのではなく、比として捉えるウェーバー・フェヒナーの法則を適用して、第3.5節のような等比評価による語彙の重みづけを試みたのである。

4. 5 語彙の主観的重みづけ等比評価（ウェーバー・フェヒナーの法則を適用する試み）

原理的には、底が1のときにはすべての語彙が同等にカウントされ、第3.3節の結果と同一になる。底を大きくしていくと、重要度を低く見積もった語彙の重みが減り、重要度を大きく見積もった語彙の影響が大きく出る。

上で底を3として計算した結果例を紹介したが、準備計算では、実際に底 r を様々な変化させてみた。結局どれもあまり大きな変化はなかった。

表9にまとめた第3.3節、第3.4節、第3.5節の結果から見て取れるように、重みづけの工夫をしても、実はあまりカバー率は変わらなかった。

4. 6 重みづけ評価に残された課題

当初重みづけを基にした評価方法を採用すると、結果が大きく異なってくると予想していたが、単純に語彙数だけを考慮した評価での数値とあまり変わらなかった。より精密な評価をするときにこそ、目的に応じて、精度の高い主観を取り入れた評価基準を設けることが求められるだろう。

とは言え、今回数値があまり変わらなかったことは、重みづけの基になった主観が「客観的」であった、という根拠にはなりえない。数学とかわりを持つ多くの人を対象とした調査が待たれる。留学生受け入れに関連のない数学教育関連の学会でも、調査研究を呼びかける計画である。

また、前節で見たように、等差版と等比版で大きな差が出なかったことから、等比版での底 r のとり方の違いは本研究では些細なことであって、底のとり方が不適切であったのではなかったと言えよう。ただし、これもまたより精密な評価をするときにこそ、底のとり方に関する更なる調査研究が求められると見込まれる。

5 今後の展望

5.1 カリキュラムに関して

以下、第3.5節で述べた等比的に $r=3$ として扱った語彙の重みづけによる評価方法を用いたときの結果を基にして議論する。

マレーシアの後期中等教育の教科書と日本のそれとを比較すると、「数学Ⅰ～Ⅲ」のカバー率が37.7%、「数学Ⅰ～Ⅲ」のカバー率が32.5%という結果が得られた。

さらに科目ごとのカバー率を見る。「数学Ⅲ」のカバー率が14.0%と低いのは、後期中等教育の修業年数の差によるため、敢えてここでは議論しないでおこう。「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」のカバー率がそれぞれ50.3%、41.2%であるのに比べ、「数学A」、「数学B」のカバー率がそれぞれ21.6%、24.4%と低い点に着目する必要がある。日本への留学を計画した学生にとって、カリキュラム上、マレーシアの中等教育で未習であることが目立つ節または単元内容を、表12から表16にまとめる（章、節、単元、項目は表2を参照）。

表12 「数学Ⅰ」の未習が目立つ節・単元

	章	節	単元
「数学Ⅰ」	数と式	実数	実数
			根号を含む式の計算
		1次不等式	
	2次関数	2次関数とグラフ	
		2次方程式と2次不等式	グラフと2次方程式
	図形と計量	三角比	三角比の拡張
データの分析	データの分析	データの相関	

表13 「数学A」の未習が目立つ節・単元

	章	節	単元	項目
「数学A」	場合の数と確率	場合の数	集合の要素の個数	和集合の要素の個数
				補集合の要素の個数
			場合の数	樹形図
			円順列・重複順列	
			組合せ	組分け
			同じものを含む順列	

章	節	単元
図形の性質	平面図形	三角形の辺の比
		三角形の外心、内心、重心
		円に内接する四角形
		円と直線
		方べきの定理
		2つの円の位置関係
		作図
	空間図形	直線と平面
		多面体
	整数の性質	約数と倍数
最大公約数・最小公倍数		
整数の割り算と商および余り		
ユークリッドの互除法		
1次不定方程式		
分数と小数		

表 14 「数学Ⅱ」の未習が目立つ節・単元

	章	節	単元
「数学Ⅱ」	式と証明	式と計算	
		等式と不等式の証明	
	複素数と方程式	複素数と方程式	
	図形と方程式	点と直線	直線上の点
			平面上の点
	三角関数	三角関数	一般角と弧度法
		加法定理	三角関数の合成
	指数関数と対数関数	指数関数と対数関数	指数関数
			対数関数
			常用対数
微分法と積分法	導関数の応用		
	積分法	面積	

表 15 「数学B」の未習が目立つ節・単元

	章	節	単元
「数学B」	平面上のベクトル	平面上のベクトルとその演算	ベクトルの内積
		ベクトルと平面図形	位置ベクトル
			ベクトルと図形
空間のベクトル	空間のベクトル		

	数列	数列とその和	和の記号 Σ
			階差数列
			いろいろな数列の和
	確率分布と統計的な推測	確率分布	確率変数と確率分布
			確率変数の期待値と分散

表16 「数学Ⅲ」の未習が目立つ節・単元

	章	節	単元
「数学Ⅲ」	複素数平面	複素数平面	
	式と曲線	2次曲線	
		媒介変数と極座標	
	関数	関数	分数関数
			無理関数
	極限	数列の極限	
		関数の極限	
	微分法	微分法	
	微分法の応用	微分法の応用	接線と法線
			関数の値の変化
			方程式、不等式への応用
	積分法	積分法	
	積分法の応用	積分法の応用	面積
体積			
曲線の長さ			

5. 2 専門教育と専門語教育の前提の見直し

マレーシアの後期中等教育は2年間であるということを差し引いても、カバー率37.7%という数字は、刮目に値する。そして、マレーシアの後期中等教育に続く予備教育は2年間あるが、教授言語は後期中等教育までのマレーシア語（あるいは英語）と変わって日本語である。マレーシアにおける日本の理工系大学への留学予備教育機関で学ぶ学生のほとんどは日本語が未習である。つまり、日本語をゼロから学びつつ、日本の高校の教科書でカバーされていない差である62.3%を、2年間で埋めなければならない。学ぶのは日本語と数学だけでなく、物理、化学も日本語で学ばなければならない。

日本の高校の教科書カバー率が37.7%であることと、後期中等教育に続く予備教育のタイトなスケジュールを考慮すると、これまでの「高校卒業程度」を前提とした専門教育、あるいは専門語の教育を見直さざるを得ないだろう。予備教育、更には大学による入学前教育・初年次教育あるいはリメディアル教育においては、表12に現れている分野を優先させて学習させると効果的であろう。

5. 3 予備教育機関への提言

本研究で比較対照としたマレーシア政府派遣日本留学プログラムの予備教育機関で採用

されている数研出版の一連の教科書は、数研出版で発行している教科書が数種類ある中で、最も難易度の高いものである。時間の制約、教科書の難易度を考慮し、同じ出版社の別の教科書に変える、あるいは別の出版社の教科書に変える、という方策も考えられる。全範囲を網羅的に短時日で学習することを優先させることは、教科指導者として学生のために考慮すべきことであると考えられる。

また、各予備教育機関から組織的なレベルで、カリキュラムに関する受け入れ大学への申し送り書を作成することも、推奨できる。

今回の論考は組織的カリキュラムが考察の対象であったが、個々の受け入れ大学においては、学習者個人の傾向（得意、不得意分野など）に着目して指導にすることになるだろう。指導教員レベルで「個人カルテ」のような書類を作成し、学習者の進学先に渡すことができれば、予備教育機関と受け入れ大学間での連携の強化が期待できる。

6 おわりに

本研究では、マレーシアの後期中等教育の数学教科書と日本のそれとを比較し、マレーシアの後期中等教育の数学で学ぶ内容が、日本のそれをどの程度カバーしているか、5つの方法で評価した。その結果、いずれの方法を用いてもカバー率は4割を超えないことが明らかになった。

今後著者達は、後期中等教育で扱う分野のカバー率の評価を行う過程で得られた2つの資料、すなわち、日本とマレーシアの後期中等教育における数学教科書の対照表と、日本の高校の数学教科書に表れた語彙とその重みづけの表を基に、マレーシアの予備教育課程や日本の大学入学前教育・初年次教育における具体的な「差を埋めるためのカリキュラム」の提案を目指す。

【注】

注1 語彙の抜き出し元については、基本的に使用したのは啓林館の教科書である。索引に英語訳があったということと、教科書執筆者の数学的「趣味」や「癖」が比較的希薄と見受けられたことが、他数社の教科書ではなくこれを選んだ理由である。語彙の収集に関しては、その他様々な媒体で目に入った数学に関連する語彙を収集した。

注2 数研出版の〈数学シリーズ〉教科書「数学B」(309)にも、適切な例が載っている。表（おもて）表紙の見返しから引用する。「ピアノの音階では、1オクターブは12個の音からなる。弦の長さは、半音低くなると $^{12}\sqrt{2}$ （2の12乗根）倍すなわち約1.06倍に、1オクターブ低くなると2倍になるように決められている。すなわち、弦の長さは、公比が1.06倍の等比数列になっている。」そこには、反響版を外したグランドピアノを上方から撮影したカラー画像が添えてあり、指数関数のグラフ（曲線）に似た形によって可視化されている。この教科書に掲載の例ではないが、因みに、「1等星」、「2等星」などの夜空の恒星の実視等級は、約2.5（ $^5\sqrt{100}$ ；100の5乗根）倍の明るさで1階級上がり、等級数は1小さくなる（例、1等星は2等星の約2.5倍の明るさである）。

【付記】

本研究は、JSPS 科研費 16H03434 「非漢字圏アジア留学生のための日本語教育と理工系専門教育の高大接続を目指す協働研究」(研究代表者：太田亨) の助成を受けた。

【参考文献】

- 小澤澗司・福田康一郎総編集, 本間研一・大森治紀・大橋俊夫編集 (2009) 『標準生理学 第7版』医学書院
- 鎌原雅彦・宮下一博・大野木裕明・中澤潤 (1998) 『心理学マニュアル 質問紙法』北大路書房
- 鴈野重之 (2006) 「マレーシアにおける高校物理の概観」『大学の物理教育』vol.12, No. 3, pp.169 - 172
- 小宮千鶴子 (2016) 「理工系留学生のための数学の専門用語の選定 —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
- 佐々木良造・長谷川貴之 (2019a) 「理科系学部留学生受け入れのための送り出し国の数学カリキュラム評価の試み」『日本語教育方法研究会会誌』vol. 26, No. 1, pp. 32, 33
- 島谷健一郎 (編) 長谷川貴之・吉田淳一・宮田繁 (改訂) (1997a) 『理工系留学生のための続 微分・積分 (改訂版)』大阪外国語大学留学生日本語教育センター
- (1997b) 『理工系留学生のための 続 微分・積分 解答集 (改訂版)』大阪外国語大学留学生日本語教育センター
- 島谷健一郎・長谷川貴之・吉田淳一 (1997c) 『理工系留学生のための問題集 微分・積分 (改訂版)』大阪外国語大学留学生日本語教育センター
- 島谷健一郎・長谷川貴之 (1995) 「学部留学生予備教育課程における専門科目・数学の現状と課題」『日本語・日本文化』第21号, pp. 157 - 171
- 島谷健一郎・長谷川貴之・吉田淳一 (1996) 『大阪外国語大学 数学の漢字練習帳 基礎数学』大阪外国語大学留学生日本語教育センター
- 田辺直之・高岡邦行・喜古正士 (2018) 「国定教科書から考察するミャンマーの理数教育」『日本語教育方法研究会会誌』vol. 25, No. 1, pp. 68, 69
- 田山忠行 (2010) 「時間の経過はどのようにわかるのか? —感覚と時間知覚」仲真紀子編 『いちばんはじめに読む心理学の本4 認知心理学 —心のメカニズムを解き明かす—』ミネルヴァ書房
- 長谷川貴之 (1996) 「諸外国における中等教育の教科書と教材に関する調査研究 数学〔フィリッピン〕」『共同研究 (文部省) 諸外国における中等教育の教科書と教材に関する調査研究 (1995年度)』61 - 98
- (1998a) 「諸外国における中等教育の教科書と教材に関する調査研究 数学〔タイ〕」『共同研究 (文部省) 諸外国における中等教育の教科書と教材に関する調査研究 (1996年度)』193 - 196
- (1998b) 「国費学部留学生の数学 —大阪外国語大学における予備教育 (1) —」『数学教育学会冬季研究会発表論文集』1 - 4
- (1998c) 「国費学部留学生の論理 —大阪外国語大学における予備教育—」『数学

- 教育学会冬季研究会発表論文集』5, 6
- (1998d) 『理科系学部留学生のための 数学入門Ⅰ』大阪外国語大学留学生日本語教育センター
- (1999a) 「論理と数学的帰納法の実質的陶冶 —国費学部留学生の予備教育において顕在化した数学教育の綻びとその解決策について—」『日本語・日本文化』第25号, pp. 83 – 108
- (1999b) 「国費学部留学生の数学 —大阪外国語大学における予備教育(2)」『数学教育学会冬季研究会発表論文集』50 – 53
- (1999c) 「国費学部留学生の数学 —大阪外国語大学における予備教育(2)—」『数学教育学会冬季研究会発表論文集』50 – 53
- (1999d) 『理科系学部留学生のための 数学入門Ⅱ』大阪外国語大学留学生日本語教育センター
- (2000a) 「日韓共同理工系学部留学生受入れのための予備教育のありかたに関する調査研究：数学」『文部科学省留学生教育プロジェクト：日韓共同理工系学部留学生受入れのための予備教育のありかたに関する調査研究(文部科学省留学生教育プロジェクト)』33 – 43
- (2000b) 『理科系学部留学生のための数学入門Ⅲ』大阪外国語大学留学生日本語教育センター
- (2000c) 『留学生のための教科書 数学』大阪外国語大学日本語日本文化教育センター
- (2002a) 「外国人留学生の予備教育における数学」『数学教育学会春季年会発表論文集』162 – 164
- (2002b) 「韓国からの学部留学生の予備教育における数学」『数学教育学会冬季研究会発表論文集』78, 79
- 長谷川貴之・佐々木良造(2019b) 「大学理科系学部留学生送り出し国の数学カリキュラムの評価試案 —高度外国人材育成を目指す」『数学教育学会秋季例会発表論文集』141 – 143
- 堀洋道・山本真理子・松井豊(1994) 『心理尺度ファイル —人間と社会を測る—』垣内出版

Technical Terminology in Malaysian and Japanese High School Mathematics Education: A Comparison

SASAKI, Ryozo* HASEGAWA, Takayuki**

This study aims to review the supposition that “the undergraduate foreign students entering higher education have learned the concept of technical terminology in high school without loss,” and we took Malaysian high school mathematics education as an example.

By comparing school textbooks authorized at the national level in Malaysia and Japan, we evaluated the rate of mathematical content taught in the upper secondary education of both countries, taking into account of the following five elements: (1) number of sections, (2) number of pages, (3) number of specific terms, (4) arithmetical weight of specific terms, and (5) geometrical weight of specific terms (adopting the Weber–Fechner law). Considering all five quantitative evaluations, math education of Malaysia reaches at most 40% of that in Japan. Furthermore, our list of “areas to improve” suggests the priority of contents in preparatory college education.

Besides Malaysian students, the review of the supposition is also important for the professional training of foreign students at Japanese universities, including Japanese language education for specific terms.

*Organization for International Collaboration, Shizuoka University

**The Center for Liberal Arts and Sciences, Ashikaga University