

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めざして—

小宮 千鶴子

要旨

「集合に属する」など専門語を含み専門語とは別個に連語として専門概念を表す＜専門連語＞は、専門語と同様に専門概念を表すだけでなく、専門語の使用の最小単位として専門語の有意義な用法を表し、日本語教育と専門教育をつなぐ有用な単位である。本研究は、理工系留学生のための数学について、学部留学生が大学入学前に習得することが期待される基礎的な専門連語を高校教科書72冊の本文を資料として数学の専門家の判定に基づき539種選定した。それらは専門語と名詞から成る専門連語が全体の約64%、動詞との専門連語が約33%を占め、名詞との専門連語のほうが動詞との専門連語より難度が高かった。

キーワード：数学、専門語、連語、専門連語、留学生

1. はじめに

日本語で専門教育を受けたり日本語を用いて専門的業務に携わるには、専門語（専門用語ともいう）の習得が不可欠である。専門語とは、日常一般に使われる語に対して専門分野で専門の概念を表すために用いられる語をさす（石井2007）。日本語母語話者の場合、専門語の多くは学校教育や職業教育などを通じて習得されるが、日本語学習者の場合は、母国での学校教育や職業教育などを通じて専門概念を習得していても、それらに相当する日本語の専門語は新たに習得する必要がある。そのため、日本語教師にその指導が期待されることは珍しくない。

しかし、日本語教師の大半は、日本語教育の専門家ではあっても他分野に関しては非専門家であることが多く、専門語の指導には苦勞が多い。そのため、専門語指導は日本語教育の主な仕事ではない（門倉2005）とする立場もあり、英語教育にも同様の傾向が見られる（Nation2001:203）。専門日本語教育の立場からは、日本語学習者に対する専門語指導には事柄の専門分野の専門家と言語の専門家である日本語教師との連携が必須とされる（仁科1997a）が、専門教員は留学生の日本語能力に問題があることに気づかないことがしばしばであり、日本語教員が望むような協力が得られる例は非常に少ない（仁科1997b）。筆者は基礎的な専門語に関しては日本語教師による指導や学習支援が可能であり、専門語が適切に使えるようになるには、基礎的な用語の指導や学習支援こそが重要と考える。

専門語学習といっても、留学生と社会人では事情が異なるため、以下、大学の学部留学生に絞って考える。学部留学生は日本語で専門教育を受ける者が多く、学部入学の時点で大半の者が既に日本語能力試験N1程度の日本語力を有している。ただし、専門語に関し

ては、「価格」「細胞」「直線」など中学程度の用語の一部しか学んでいない（小宮 2014）。学部留学生を教える大学教員は、大学入学時点で留学生が専攻分野に関する高校卒業程度の専門語を習得していることを求めている（札幌・辻村 2006）が、現状ではその期待に応えるのは困難である。そのため、留学生は大学入学後に学部教育の前提となる高校卒業程度の専門語と大学で新たに学習する専門語とを同時に学ばなければならず、専門語学習の負担が重い（西谷 2001, 古本他 2006）。

留学生が学部入学前に自身の日本語レベルに合った日本語による高校程度の数学や経済などの講義を受けることができれば、日本語による講義にも慣れ、その中で高校卒業程度の専門語を学ぶことも可能であろう。しかし、そのような講義を受けられる留学生は、限られている¹⁾。では、そのような講義を受けられない多くの留学生に対して、日本語教育の立場からどのような指導や学習支援が行えるだろうか。日本人学部生の専門語学習は、専門教育を通じて行われ、留学生の場合も同様であるべきだが、留学生には高校卒業程度の専門語彙の不足や日本語による専門学習の経験不足という問題があり、それらをどう改善するかが課題である。

専門語には多義語や類義語を嫌い、意味が文脈に左右されず、国際性が高い（国立国語研究所 1981:10）などの特徴がある。専門語が専門分野で表す専門概念は、非専門家には難解なことが多いが、その概念が既知であれば、概念を橋渡しとする中間言語を利用した学習法（仁科 1997a:62）によって訳語の提示のみで専門語の学習が可能である。留学生は母国などで高校教育を受けており、各国のカリキュラムには違いがあるものの²⁾、高校卒業程度の専門語が表す概念は習得している。そのため、日本語教師がそれらを教える場合は、語形の指導が中心となり、専門概念の指導を行う必要性は低い。

留学生に限られた時間の中で高校卒業程度の専門語を学ぶには、適切な学習語彙の選定と一般日本語教育と並行して行える学習方法の開発が必要である。高校卒業程度の専門語の学習語彙は、経済（岡 1992, 小宮 1995, 2007a, 2014a）、医学（増田他 1998）、環境工学（水本・池田 2003）、情報セキュリティ（濱田 2008）、化学（小宮 2005a）、物理（小宮 2005b）、数学（小宮 2006a）などの分野で選定が行われている。さらに、経済分野では日本語学習と並行して専門語学習が行える学習サイト「経済のにはほんご」（<http://keizainihongo.com/>）が公開されている³⁾。

留学生が高校卒業程度の専門語を首尾よく学べたとしても、次に問題になるのは、その使い方である。一般語ならば、国語辞典などを引けば用例があり使い方がわかるが、専門語辞典には用例がない（Pearson 1998:71, 影浦 2010）。その背景には、専門語辞典は専門語の表す概念を説明するもので言葉の意味を説明するものではない（国立国語研究所 1981:20）という考え方があり。しかし、用例のない専門語辞典は、専門分野の学習者（留学生も母語話者も）や翻訳者などにとって大問題であり、専門語辞典にも用例など使用に関する情報を載せるべきであるという意見もある（Bergenholtz & Tarp, 1995:111; Fuertes-Olivera and Arribas-Baño, 2008:139; Kageura, 2007）。

専門語辞典を引いても専門語の使い方がわからない現状において、どうすれば専門語の使い方を学ぶことができるのだろうか。小宮（2002）は専門語の使い方を連語として捉え学習の必要なものを「専門連語」（後述）と名付けた。専門語の使い方には日本語教師に

教えられないものが多いのは確かだが、「物価が上がる」（連語中の下線部は専門語，以下同様）などの基礎的な専門連語なら指導可能であり，日本語教師は専門語の用法を教えることができない（仁科 1997a:66）とまではいえない。

留学生が基礎的な専門連語を学ぶ意義は，基礎的専門連語の学習と同時に，それらを通じて専門語にのみ注目しがちな留学生（実は専門家も同様）の意識を専門語の連語に拡大させ，専門語を連語の中で捉えるように促す点にある。外国語学習者が連語を意識化することは，表現力や理解力など外国語の運用力の向上だけでなく⁴⁾，数学などの科目を外国語で自律的に学ぶためにも重要である（Eyckmans, 2010; Woolard, 2000）。専門語の連語を意識化した留学生が，専門分野の教科書や講義などから専門連語と思しきものを見出し⁵⁾ 専門教員などに確認すれば，一般語と同様に自ら学んでいくことも可能であろう。また，専門連語の意識化は，大学・短大進学率（現役）が5割を超えて⁶⁾ 多様な日本人学生が学ぶようになった現在の日本の大学においては，日本人学生にとっても有用と思われる。

高校卒業程度の専門連語は，化学（小宮 2006b），物理（小宮 2007b），経済（小宮 2010）の各分野については選定されている。経済の基礎的な専門連語は，学習サイト「経済のほんご」によって自習が可能で，高校卒業程度の経済分野のデジタル教材⁷⁾ や読解教材と組み合わせて利用することによって，専門語の運用力をさらに高めることができる。一方，数学の専門連語はまだ選定されていないため，本研究では，高校卒業程度の数学の専門語について専門連語を選定することを目的とする。

2. 先行研究

日本語学習者用に数学の専門語の学習語彙を示した先行研究に，文部省（1966）『外国人のための専門用語辞典』，日本数学教育学会編（2000）『和英／英和算数・数学用語活用辞典』，小宮（2006a）「理工系留学生のための数学の専門語」，文部科学省（2007）「数学用語対訳一覧」，日本学生支援機構大阪日本語教育センター編（2011）『留学生のための理科系専門用語辞典』などがある。

文部省（1966）『外国人のための専門用語辞典』は，日本の大学で自然科学を学ぶ留学生が一般教育で数学・物理学・化学・生物学・地学を学習する際に必要な基本的な用語を解説したもので，「関数，集合」など高校卒業程度の数学の専門語も含まれている。掲載語数の記載はないが，本文のみで816ページあり，わかりやすい日本語と英語を用いて専門語の概念を解説している。用例がない点は，一般の専門語辞典と同様である。

日本数学教育学会編（2000）『和英／英和算数・数学用語活用辞典』は小学校，中学校，高等学校の算数・数学の授業でやりとりされる11分野の基本的な用語316項目について解説したもので，留学生や帰国生，算数数学の教師などを読者として想定している。各用語について解説，用例，補説の3種の記述が日英両語で併記されている。用例は当該の専門語を用いた文で，「次の小数を読みなさい。」など用法として覚える必要性が低いものも含まれる。数学教育学会が選定した専門語は重要だが，用例が何からどのように選定されたか不明なため，本研究では使用しない。

小宮 (2006a) 「理工系留学生のための数学の専門語」173語⁸⁾は、高校卒業程度の数学用語の選定を目的に、2002年度使用の「数学Ⅰ」「数学Ⅱ」「数学Ⅲ」の全教科書計72冊の索引からいずれか1科目の半数以上の索引に掲載された用語を選定したものである。日本留学試験のシラバスより広範囲の専門語を選定しているが、調査年度の全教科書索引から選定しているため、高校卒業程度の用語が選定されたといえる。そこで、本研究では小宮 (2006a) を採用する。

文部科学省 (2007) 「数学用語対訳一覧」は、「学校教育におけるJSLカリキュラム (中学校編) —数学科—」の付録として示されている。この一覧は、数学の専門語470語のほか教科書・授業の表現などを含むが、高校で増加する高校初出の専門語を欠くため、本研究では部分的に使用する。

日本学生支援機構大阪日本語教育センター編 (2011) 『留学生のための理科系専門用語辞典』には、数学基本用語が含まれる。水落他 (2010) によれば、日本学生支援機構大阪日本語教育センターで使用中の数学の教科書や問題集、日本留学試験のシラバスを資料にして設問と解答などで使用頻度の高い動詞も含めて約730語を選定している。専門語の選定資料が特定機関の少数の教科書と問題集に偏っているため、選定結果が高校卒業程度の数学用語を代表するかという点で、やや疑問がある。

連語の研究はコーパスの発展とともに活発化したが、専門語の連語の研究は一般語の連語ほどには盛んではない。

Howarth (1996:92) は、法学に関する文章に使用された動詞の連語を分析し、分析対象の一部には“publish a bill” (法案を公布する) など専門語の連語が含まれている。だが、著者の関心は、専門語と共起することによって動詞の意味が専門的に限定されることにあり、専門語の連語への関心は薄い。

Bergenholtz & Tarp (1995:118) は、専門辞書学の立場から専門語の連語を *trivial combination* と *collocation* に二分し、前者を“ein Buch kaufen (buy a book)” など他の多くの語と可能な組み合わせとし、後者を“ein Buch aufschlagen (look up in a book)” などその語ならではの独特の組み合わせとしている。前者は「集合を考える」などの非専門連語 (後述)、後者は「集合に属する」などの専門連語 (後述) にほぼ相当すると思われる。Bergenholtz & Tarp は、専門語辞典には *collocation* のみのせると述べているが、*trivial combination* との区別は編集者間でも一致が難しいとし、両者の違いに関する考察はない。

L'Homme (2009) は、用語学の立場からフランス語のコンピュータ操作用語とインターネット用語のデータベース DiCoInfo (<http://olst.ling.umontreal.ca/cgi-bin/dicoinfo/search.cgi>) の構築時における専門語の連語の記述方法について述べている。連語の収集方法に関しては、上述の二つの分野に関するテキストコーパスを拾い読みしながら、コンコーダンサーを用いて、名詞の専門語と共起する典型的な名詞、動詞、形容詞を抽出するとしている。つまり、専門語の連語は用語学者の直観に基づいて典型的な連語のみが選定され、典型的な連語と非典型的な連語との相違に関しては、言及がない。

小宮 (2002) は、専門語の連語を連語として専門語とは別個に専門概念を表すか否かという観点から、専門概念を表す「専門連語」と専門連語を表さない「非専門連語」とに分類した。「集合に属する」など専門連語は、専門語を含み、かつ、専門語とは別個に連語

としても専門概念を表す。それに対し、「集合を考える」「実数の中」などの非専門連語は、専門語を含むものの連語としては専門概念を表さない。専門連語は、専門語と一般語から成るものが多いが、「実数の集合」のように専門語のみから成るものもある。一般語には類義語があるため、「集合に属する、集合に含まれる」など類義の専門連語が存在するが、専門語のみから成る専門連語には、類義の専門連語はない。

{	専門連語	連語として専門語と別個に専門概念を表す 例) 「 <u>集合</u> に属する」「 <u>実数の集合</u> 」
	非専門連語	連語としては専門概念を表さない 例) 「 <u>集合</u> を考える」「 <u>実数の中</u> 」

図1 専門語の連語

連語は自立的な単語の組み合わせで、名づけの単位である。村木（2007）は連語を「自立的な単語のくみあわせで、命名（名づけ、現実のさししめし）の側面のみをになった文法的単位」と規定している。連語が名づけの単位であるならば、専門連語は専門語と同様に専門概念を表す単位といえる。

専門語が社会的に与えられたものであるのに対し、専門連語は専門的な文章や談話の作成過程で言語主体の必要性に応じてその都度作られるものであり、専門語よりも柔軟に言語主体の必要性に応じることができる。ただ、「細胞が分裂する」「細胞の分裂」などの専門連語が専門語の「細胞分裂」と比べてあまり専門概念を表すと感じられないのは、専門連語が専門概念を表す単位として専門語ほど確立していない（確立すれば専門語になる）ためであろう。

連語は単語使用の最小単位（宮島 2005）であることから、専門語の連語は専門語の用法を示す最小単位といえるが、中でも専門概念を表す専門連語は、専門分野の学習者にとって覚える価値のある有意義な用法といえる。専門連語は、専門家にとっては空気のような存在で専門語ほど意識されないが、日本語教育にとっては、専門語の運用や語構成などの学習に役立ち、日本語学習と専門学習とをつなぐ重要な単位である。

3. 数学の専門連語の選定方法

本研究では、「理工系留学生のための数学の専門語」173語について、小宮（2006a）と同じ高校数学教科書の本文を資料に、高校卒業程度の数学の専門連語を選定した。専門語の連語は、特定の専門語と直接的な係り受け関係にある2語とし⁹⁾、専門連語の選定の手順は、次のとおりである。

手順1. 資料の数学教科書の本文を入力し、それに日本語係り受け解析器の“CaboCha”をかけて構文分析を行い¹⁰⁾、係り受け関係にある2文節の組み合わせ（連語）をすべて取り出した。次にそれらから「理工系留学生のための数学の専門語」を含む連語を取り出した。

手順2. 手順1で得た「専門語の連語」から、「その関数」「集合と呼ぶ」など連語として

は専門概念を表さないことが明らかなものを除いた。また、小宮（2003）では、「専門語+動詞」が246種あったのに対し「動詞+専門語」は6種のみだったため、本研究では、大量調査の効率化を優先して後者の型の連語を除外した。

その後、高校数学教科書で多用される専門連語を選定するため、同一科目の複数教科書本文で使用されている連語を取り出した。

手順3. 手順2で得た「専門語の連語」のうち動詞や形容詞と係り受け関係にある連語は、動詞や形容詞を辞書形にし、動詞に受身・使役・可能などの助動詞が後接する場合は除いた。その後、名詞との連語も含めて全体を異なりでまとめ、専門連語候補とした。

手順4. 数学の専門家3名に専門語・専門連語候補・判定・コメントから成るファイルをEメールで送り、その連語が専門概念を表すか否かを直感的に判断してもらった。

判定は、その連語が専門概念を表す場合は○、その連語が専門概念を表すか否か判断に迷ったり自信がもてない場合は△、その連語が専門概念を表すとはいえない場合は×の3段階とし、判定者に判定を表す記号を入力してもらった。

手順5. 判定者3名の判定結果をまとめ、3名が一致して専門連語と判定した専門連語候補を「理工系留學生のための数学の専門連語」とした。数学の専門連語の判定者は、いずれも数学分野の大学院博士後期課程在学中かそれ以上の学歴の方々である。

4. 調査資料

専門連語の選定資料には、2002年度に使用された、高校「数学Ⅰ」「数学Ⅱ」「数学Ⅲ」の全教科書計72冊の本文を用いた。内訳は「数学Ⅰ」「同Ⅱ」各26冊、「数学Ⅲ」20冊である。次に資料として使用した教科書の出版社名と番号を挙げる。

<「数学Ⅰ」26冊>

実教出版 504, 学校図書 506, 啓林館 510, 東京書籍 622, 東京書籍 623, 実教出版 624, 実教出版 625, 実教出版 626, 三省堂 627, 啓林館 628, 啓林館 629, 啓林館 630, 数研出版 631, 数研出版 632, 数研出版 633, 文英堂 634, 文英堂 635, 池田書店 637, 旺文社 638, 旺文社 639, 第一学習社 640, 第一学習社 641, 第一学習社 642, 知研出版 643, 桐原書店 644, 桐原書店 645

<「数学Ⅱ」26冊>

実教出版 550, 学校図書 552, 啓林館 556, 池田書店 561, 東京書籍 669, 東京書籍 670, 実教出版 671, 実教出版 672, 実教出版 673, 三省堂 674, 啓林館 675, 啓林館 676, 啓林館 677, 数研出版 678, 数研出版 679, 数研出版 680, 文英堂 681, 文英堂 682, 旺文社 684, 旺文社 685, 第一学習社 686, 第一学習社 687, 第一学習社 688, 知研出版 689, 桐原書店 690, 桐原書店 691

<「数学Ⅲ」20冊>

実教出版 598, 池田書店 607, 東京書籍 716, 東京書籍 717, 実教出版 718, 実教出版 719, 三省堂 720, 啓林館 721, 啓林館 722, 数研出版 723, 数研出版 724, 数研出版 725, 文英堂 726, 文英堂 727, 旺文社 729, 第一学習社 730, 第一学習社 731, 知研出版 732, 桐原書店 733, 桐原書店 734

5. 専門連語の選定結果と考察

5-1. 専門連語の専門語

高校卒業程度の数学の専門連語は、小宮（2006a）の173語のうち133語について539種が得られた。173語中28語は、前掲の文部科学省（2007）の中学の数学用語と一致したため中学レベルの専門語とし、残る145語を高校の数学Ⅰ、同Ⅱ、同Ⅲの初出順に分け、それぞれ専門連語が得られた専門語数を表1に示した。

表1の専門語の合計が157語で173語より少ないのは、「解の公式」など句形式の専門語16を除いたためである。全体では約85%の専門語に専門連語が得られた。段階別では中学の専門語が約89%で最も高かったが、いずれも80%台だった。

表1 専門連語が得られた専門語数

レベル	専門語数	専門連語があった専門語の数と割合
中学	28語	25語（89.3%）
数学Ⅰ	38語	32語（84.2%）
数学Ⅱ	51語	42語（83.6%）
数学Ⅲ	40語	34語（85.0%）
計	157語	133語（84.7%）

表2は専門語1語あたりの専門連語数を示す。専門連語数の計が669種で539種より多いのは、「要素の集合」など2語の専門語から成る専門連語が130種あって、専門語ごとに専門連語数を求める際に重複したためである。専門連語の全体に占める割合は、中学の専門連語が約35%で最も多かった。専門語1語あたりの専門連語数も中学の専門語の専門連語が最も多く9.4種で、全体平均より4ポイント以上多く、高校初出の専門語の専門連語がいずれも5種未満であるのとは対照的である。

多種の専門連語を構成した専門語は少数だった。133語の専門語のうち10種以上の専門連語を構成したのは17語のみで（表3）、76語は3種以下だった。10種以上構成した17語のうち9語は中学の用語で、20種以上の専門連語があった「関数、集合、グラフ」は、すべて中学の用語だった。中学の専門語は、高校教科書で初出の専門語よりも基本度が高く中学教科書から登場するため、高校初出の専門語よりも多種の専門連語が得られたものと思われる。

表2 専門語1語あたりの専門連語数

レベル	専門連語数	専門語数	専門語1語あたりの専門連語数
中学	236種 (35.3%)	25語	9.4種
数学I	117種 (17.5%)	32語	3.7種
数学II	202種 (30.2%)	42語	4.8種
数学III	114種 (17.0%)	34語	3.4種
計	669種 (100.0%)	133語	5.0種

表3 10種以上の専門連語を構成した専門語

関数 34, 集合 26, グラフ 23, 三角関数 19, 確率 17, 導関数 17, 要素 17, 解 16, 座標 15, 不定積分 15, 和 15, 区間 13, 根本事象 13, 放物線 12, 極限值 11, 接線 10, 分数式 10
 は中学の専門語。

専門連語を構成した133語の用語の品詞別内訳は、名詞126語、動詞6語、ナ形容詞1語で¹¹⁾、名詞が約95%を占めた。旧日本語能力試験の1級語彙は17語で(約13%)、多くが級外語彙だった。

5-2. 専門語の共起語の品詞

数学の専門連語539種を共起する語の品詞によって分類すると、表4のとおり名詞との専門連語が約64%を占めて最も多く、第2位の動詞との専門連語の2倍近くあった。形容詞との専門連語は、約4%のみだった。

表4 共起語の品詞からみた539種の内訳

	動詞	名詞	形容詞
例	<u>対数</u> をとる	<u>実数</u> の組	<u>解</u> がない
数	175種	342種	22種
割合	32.5%	63.5%	4.1%

5-3. 動詞との専門連語

動詞との専門連語175種は、専門連語を構成する2語が専門語か否かという点から次の3つに分けた。a)とb)は専門語と一般語(動詞、名詞)から成り、c)は2語の専門語から成る専門連語である。

- a) 専門語+動詞 154種 (88.0%) 2次関数を与える, 接線が通る
 b) 名詞+専門語(動詞) 10種 (5.7%) 級数が発散する, 値に収束する
 c) 専門語+専門語(動詞) 11種 (6.3%) 放物線が接する, 関数を積分する

a)は154種と最も多く全体の88%を占めた。b)とc)は計21種あって、「発散する」など異なりで6語の動詞の専門語を含み、うち5語は「発散」「積分」など名詞の専門語

にスルが結合した動詞だった。

b) の 10 種は異なりで 7 語の名詞¹²⁾ を含み、それらは小宮 (2006a) の 173 語にないため一般語としたが、すべて『和英／英和算数・数学用語活用辞典』の索引にある用語だった。そのことから、b) は c) に近く、両者の計 21 種 (12.0%) は、2 語の専門語から成る専門連語ともいえよう。

動詞との専門連語 175 種は、前の語に後接する助詞や助詞相当句によって次の 10 の型に分類され、上位①～③で 144 種 (82.3%) に達した。①②③⑧の「動詞」には、前述のように 6 語の専門語が含まれ、同様に②③⑧の「専門語」には 7 語の名詞が含まれた。

①専門語+ヲ+動詞	75 種 (42.6%)	極大値をとる, 速さを積分する
②専門語+ガ+動詞	45 種 (25.7%)	グラフが通る, 級数が収束する
③専門語+ニ+動詞	24 種 (13.7%)	集合に属する, 値に収束する
④専門語+ト+動詞	16 種	極大となる, 実数とする
⑤専門語+デ+動詞	4 種	区間で増加する
⑥専門語+トシテ+動詞	4 種	部分集合として含む
⑦専門語+カラ+動詞	3 種	要素からなる
⑧専門語+ニツイテ+動詞	2 種	文字について微分する
⑨専門語+ニ関シテ+動詞	1 種	累乗に関して成り立つ
⑩専門語+ニオイテ+動詞	1 種	三角関数において成り立つ

動詞との専門連語 175 種に使用された動詞は異なりで 64 語あり、うち 6 語は専門語だった。64 語のうち 51 語が旧日本語能力試験 1 級語彙で、それらをとる専門連語は 146 種 (83.4%) あり、全体の約 83% を占めた。専門語と共起する動詞は、あまり難しくないといえる。

動詞との専門連語 175 種に使われた動詞の語種の内訳は、和語 35 語、漢語 29 語で、和語動詞のほうが多かった。漢語動詞 29 語のうち 6 語は、「微分する」など専門語だった。和語動詞をとる専門連語は 116 種 (66.3%) あり、全体の 3 分の 2 弱を占めた。

表 5 専門連語によく使用された動詞

なる 19, もつ 14, ある 10, とる 9, 成り立つ 9, 発散する 8, する 7, 計算する 5, 収束する 5, 通る 5, 含む 5, 与える 4, 存在する 4 下線は専門語。
--

動詞との専門連語によく使用された動詞は、少数だった。64 語の動詞のうち表 5 の上位 13 語が 175 種中の 104 種 (59.4%) の専門連語に使用された。表 5 の 13 語の内訳は、「なる」など 11 語が一般語で、2 語が専門語だった。一方、1 種の専門連語にのみ使用された動詞が半数以上の 35 語 (54.7%) あった。

5-4. 名詞との専門連語

名詞との専門連語 342 種は、専門連語を構成する 2 語が専門語か否かという点から次の

3つに分けた。

- | | | |
|------------|--------------|-------------------------------|
| a) 専門語+名詞 | 137種 (40.1%) | 解の個数, <u>三角関数の合成</u> |
| b) 名詞+専門語 | 92種 (26.9%) | 下側の <u>領域</u> , 瞬間の <u>速度</u> |
| c) 専門語+専門語 | 113種 (33.0%) | 放物線の <u>頂点</u> , <u>関数の和</u> |

a) と b) は専門語と一般語(名詞)から成り, c) は2語の専門語から成る専門連語である。a) と b) で計229種(67.0%)になり, c) は全体の3分の1弱だった。2語の専門語から成る c) は, 名詞との専門連語では113種で全体の33.0%あるのに対し, 動詞との専門連語では6.3%にとどまり, 名詞との専門連語の難しさがうかがわれた。

名詞との専門連語342種は, 前の語に後接する助詞や助詞相当句によって次の10の型に分類され, ①が318種で93.0%を占めた。①②③④⑥の「名詞」には, 専門語が含まれた。

- | | | |
|---------------------------|--------------|--|
| ① <u>名詞</u> +ノ+ <u>名詞</u> | 318種 (93.0%) | <u>外接円の中心</u> , <u>関数の和</u> , <u>下側の領域</u> |
| ② <u>名詞</u> +ニオケル+専門語 | 6種 | <u>区間</u> における <u>関数</u> , 点における <u>接線</u> |
| ③ <u>名詞</u> +テ+専門語 | 3種 | <u>区間</u> で <u>連続</u> , <u>定義域</u> で <u>連続</u> |
| ④ 専門語+ニ関スル+ <u>名詞</u> | 3種 | <u>極限值</u> に関する <u>法則</u> |
| ⑤ 専門語+ニツイテノ+ <u>名詞</u> | 2種 | <u>三角関数</u> についての <u>方程式</u> |
| ⑥ 専門語+ニヨル+ <u>名詞</u> | 2種 | <u>媒介変数表示</u> による <u>曲線</u> |
| ⑦ 専門語+ガ+ <u>名詞</u> | 2種 | <u>要素</u> が <u>有限個</u> |
| ⑧ <u>名詞</u> +ニ+専門語 | 1種 | <u>たがい</u> に <u>独立</u> |
| ⑨ 専門語+ニ関シテ+ <u>名詞</u> | 1種 | <u>軸</u> に関して <u>対称</u> |
| ⑩ <u>名詞</u> +ニ対スル+専門語 | 1種 | <u>値</u> に対する <u>微分係数</u> |

名詞との専門連語342種に使用された一般語の名詞の延べ語数は, 専門語のみの専門連語113種を除いた229種中の229語で, 異なり語数は116語である。そのうち40語が1級語彙で, それらをとる専門連語は120種だった。それに専門語のみの専門連語のうち1級の専門語をとる45種を加えても165種(48.2%)だった。専門語と共起する名詞は, 専門語の場合もあり, 動詞との専門連語よりも難しかった。

表6は116語のうち専門連語によく使用された名詞20語である。ここでいう名詞は, 小宮(2006a)の「理工系留学生のための数学の専門語」にない語をさすが, 「値」「方程式」など下線のある13語は, JSLカリキュラムの中学の数学用語に含まれる。下線のない語のうち「定義」「記号」「数列」は, 『和英/英和算数・数学用語活用辞典』の索引にある。

表6 専門連語によく使用された名詞

<p><u>値</u>17, <u>方程式</u>10, <u>数</u>9, <u>角</u>8, <u>計算</u>6, <u>個数</u>6, <u>公式</u>6, <u>曲線</u>5, <u>三角形</u>5, <u>式</u>5, <u>定義</u>5, <u>点</u>5, <u>記号</u>4, <u>総数</u>4, <u>任意</u>4, <u>鋭角</u>3, <u>交点</u>3, <u>差</u>3, <u>数列</u>3, <u>積</u>3</p> <p>— は中学の専門語。</p>
--

専門連語に使用された名詞の中には, 中学の数学用語などがかなり含まれる。それらと構成される専門連語は, 潜在的に2語の専門語から成る連語が多いといえよう。名詞との

専門連語は、動詞との専門連語と比べて、2語の専門語から成る専門連語が多いため、日本語学習者には難度が高い。

5-5. 形容詞との専門連語

形容詞との専門連語 22 種は、連語を構成する 2 語が専門語か否かなどの点から次のように 4 つに分けた。a) ～ c) は専門語と一般語、d) は 2 語の専門語から成る。a) と b) で 15 種 (75.0%) を占めた。

a) 専門語 + 形容詞	9 種 (45.0%)	<u>最小値がない</u> , <u>確率が等しい</u>
b) 形容詞 + 専門語	6 種 (30.0%)	<u>確からしい試行</u> , <u>共通な要素</u>
c) 専門語 (形容詞) + 名詞	1 種	<u>微分可能でない点</u>
d) 専門語 (形容詞) + 専門語	6 種	<u>独立な解</u> , <u>連続な関数</u>

形容詞との専門連語 22 種に使用された形容詞 22 語の異なり語数は 11 語で、内訳はイ形容詞 5 語とナ形容詞 6 語でほぼ同数だった。

表 7 のイ形容詞のうち「確からしい」は、化学・物理・経済の専門連語にはなく (小宮 2006a, 2007b, 2010)、数学に特徴的といえる。「確からしい試行」「全事象が確からしい」など確率に関して使用される。

表 7 専門連語に使用された形容詞

イ形容詞	ない 5, 確からしい 3, 等しい 2, 大きい 1, 高い 1
ナ形容詞	共通な 2, 特別な 2, 微分可能な 3 <u>独立な</u> 2, <u>連続な</u> 2, <u>排反な</u> 1

表 7 のナ形容詞 6 語のうち下線のある 4 語は、専門語である。それらに関して、書きことば均衡コーパスの「少納言」 (http://www.kotonoha.gr.jp/shonagon/search_result) で用例を調べた。「微分可能な」は数学の用例が多いが、「関数が微分可能だ」などの述語の用法が大半で、「微分可能な連続関数」という連体修飾の用法は 1 例のみだった。「独立な」は「独立な力」(哲学)「独立な人格」(法学)など数学以外の分野においてもナ形容詞の用例が確認された。「連続な」は「連続な値」「連続な関数」「連続な写像」など数学の用例が中心だった。「排反な」は、「排反」の用例自体が「少納言」にはなかった。Yahoo! Japan で「順番も含め完全に一致」という条件で検索すると、「排反な事象」は約 840 件ヒットし (2016 年 1 月 31 日閲覧)、ざっと見た範囲ではいずれも数学の確率の用例だった。

形容詞との専門連語は少数だが、イ形容詞の「確からしい」やナ形容詞の専門語との専門連語には、数学の特徴が表れているといえよう。

6. おわりに

本研究では、高校の数学教科書の索引調査を基に選定した「理工系留学生のための数学の専門語」133 語について、専門概念を表し有意義な用法を示す専門連語を同じ教科書の

本文を資料として、539種を選定した。

それらは共起する語の品詞から、動詞との専門連語175種、名詞との専門連語342種、形容詞との専門連語22種に分類された。名詞との専門連語が全体の約64%を占めて最も多く、1級語彙の名詞（専門語を含む）をとる連語が約48%と半分以下であることから動詞との専門連語に比べて難しいことが判明した。動詞との専門連語は、1級語彙の動詞をとる連語が約83%を占め、名詞との専門連語に比べて易しいことが判明した。形容詞との専門連語は、約4%だった。

中学の数学用語は多種の専門連語を作ることから、高校初出の数学用語よりも基本度が高いことがうかがわれた。名詞との専門連語には、一般語の名詞と分類した語の中に中学の数学用語が多かった。

選定された高校卒業程度の専門連語の学習方法については、「数学のにはんご」のような学習サイトの開発は、可能であろう。さらに、そのサイトを高校卒業程度の数学のデジタル教材¹³⁾や読解教材と組み合わせて特定の単元の学習に即して使用すれば、文脈の中で専門連語の学習を繰り返すことになり、数学用語の運用力をより高められると思われる。数学用語の学習サイトの開発などは、今後の課題としたい。

注

- 1) 文部科学大臣指定の準備教育課程がある日本語教育機関では、数学・理科などの教科の指導も日本語で行われる。2015年1月28日現在、準備教育課程のある日本語教育機関 (http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/shikaku/07111314/001.htm) のうち同年4月の時点で履修可能な日本国内の課程は26である。
- 2) 高校の数学に関する留学生の母国と日本とのカリキュラムの違いに関しては、佐藤(2003)、宮川(2013)を参照。
- 3) 「経済のにはんご」の開発に関しては、小宮(2016)を参照。
- 4) 連語が表現に有用であることは、直感的に納得できるが、理解にも有用なことが実験的な研究によって示されている。堀場(2015:39)は、中国語母語話者と韓国語母語話者を対象に語彙知識と読解との関係を調査し、連語として現れる syntagmatic な連想は、いずれの場合も読解との間に有意な中程度の相関があるとしている。
- 5) 早稲田大学日本語教育研究センターで筆者が担当するテーマ科目「使えることばの増やし方5-6」では、中級後半の学習者を対象に日本語の文章から一般語の連語を取り出す練習を行っており、学期末には多くの学習者が適切に連語を取り出せるようになっている。同科目では専門語の連語を扱わないが、専門語に関心のある複数回の学習者に専門語の連語を取り出せるかと尋ねたところ、自信があるとの回答を得た。
- 6) 文部科学省の「平成27年度学校基本調査(速報値)の公表」によると、2015年5月1日現在、短大・大学に現役で進学した者の割合は、過去最高の54.6%となった。http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2015/08/18/136072208/18/1360722_01_1_1.pdf (2015年11月29日閲覧)

- 7) NHK 教育テレビの中高生向け番組「10min. ボックス公民」(<http://www.nhk.or.jp/>)では、「市場経済の仕組み」などの10分番組をナレーションの文字化を見ながら視聴できる。ラジオには「NHK 高校講座」の20分番組「現代社会」「政治経済」がある。いずれもデジタル教材として公開されている。
- 8) 小宮(2006a)では174語が選定されたが、「重複順列」が教科書索引調査に従って「じゅうふくじゅんれつ」「ちようふくじゅんれつ」と2語とされていたため、専門語辞典で確認して後者に統一して、173語に修正した。
- 9) 「グラフがオイラー回路をもつ」など3語から成る専門連語は、「グラフがもつ」「オイラー回路をもつ」のように2語から成る係り受け関係を内部にもつ。本研究では、3語から成る連語も2語から成る連語と同様に専門語との直接的な係り受け関係を重視し、2語の連語2種として扱う。
- 10) “CaboCha”は奈良先端科学技術大学院で開発された構文解析のためのフリーソフトウェアで、次に工藤拓氏による解説がある。<http://chasen.naist.jp/chaki/t/2009-09-30/doc/mecab-cabocha-nlp-seminar-2009.pdf> (2015年11月23日閲覧)
- 11) 高校教科書索引から選定した専門語の品詞は、筆者が決定した。動詞の専門語は、収束する、振動する、積分する、接する、発散する、微分するの6語とした。形容詞は「微分可能」のみとし、「独立、連続」は「独立な解」のように連体修飾語になる場合のみ形容詞とした。
- 12) b)の専門連語を構成する名詞は、値、級数、等比級数、数列、符号、文字、無限大の7語で、「 ∞ 」「 $-\infty$ 」は無限大を表す記号なので、無限大に含めた。
- 13) 中学の数学は、無料学習サイト「イーボード」(<http://www.eboard.jp/>)において10分以下の動画と問題によって学習できる。高校の数学は、「NHK 高校講座」のテレビ放送に「ベーシック数学」(10分)と「数学Ⅰ」(20分)があり、ラジオ放送に「数学Ⅱ」(20分)があり、いずれもデジタル教材が公開されている。

参考文献

- 石井正彦(2007)「専門語」飛田良文主幹『日本語学研究事典』明治書院, p.534.
- 岡益巳(1992)「非漢字圏からの留学生のための日本経済基本用語表」『岡山大学経済学会雑誌』23(4), 745-783.
- 影浦峯(2010)「ターミノロジー」言語処理学会編『デジタル言語処理学事典』共立出版, 94-95.
- 門倉正美(2005)「教養教育としてのアカデミック・ジャパニーズ」『言語』34(6), 大修館書店, 58-65.
- 国立国語研究所(1981)『専門語の諸問題』(国立国語研究所報告68)秀英出版,(宮島達夫氏執筆)
- 小宮千鶴子(1995)「専門日本語教育のための専門語—経済の基本的な専門語の特定をめざして—」『日本語教育』86, 81-92.
- 小宮千鶴子(2002)「専門連語と専門連語辞書」『情報知識学会誌』12(1), 20-31.
- 小宮千鶴子(2003)「専門連語の構造—形式面の量的構成を中心に—」『早稲田大学日本語

教育研究』3, 1-14.

- 小宮千鶴子 (2005a) 「理工系留学生のための物理の専門語—高校教科書の索引調査に基づく選定—」『講座日本語教育』41, 早稲田大学日本語研究教育センター, 18-40.
- 小宮千鶴子 (2005b) 「理工系留学生のための化学の専門語—高校教科書の索引調査に基づく選定—」『専門日本語教育研究』7, 29-34.
- 小宮千鶴子 (2006a) 「理工系留学生のための数学の専門語—高校教科書の索引調査に基づく選定—」『早稲田大学日本語教育研究センター紀要』19, 45-62.
- 小宮千鶴子 (2006b) 「理工系留学生のための化学の専門連語—高校教科書の調査に基づく選定—」『講座日本語教育』42, 早稲田大学日本語教育研究センター, 154-169.
- 小宮千鶴子 (2007a) 「社会科学系留学生のための経済の専門語—中学・高校教科書の索引調査に基づく選定—」『早稲田大学日本語教育研究センター紀要』20, 33-52.
- 小宮千鶴子 (2007b) 「理工系留学生のための物理の専門連語—高校教科書の調査に基づく選定—」『国語学研究と資料』30, 国語学研究と資料の会, 83-98.
- 小宮千鶴子 (2010) 「留学生のための経済の専門連語の選定—中学「公民」・高校「現代社会」の教科書を資料に—」『早稲田日本語研究』19, 1-12.
- 小宮千鶴子 (2014a) 「留学生のための経済の基礎的専門語」『早稲田日本語研究』23, 1-12.
- 小宮千鶴子 (2014b) 「日本語学会 2014 年度春季大会 70 周年記念シンポジウム “学術日本語の歴史と未来：大学教育国際化時代を迎えて” 大学教育国際化時代における日本語教育」『日本語学会 2014 年度春季大会予稿集』, 13-17.
- 小宮千鶴子 (2016) 「専門語学習サイト「経済のほんご」の開発」『小出記念日本語教育研究会論文集』24 (印刷中)
- 佐藤宏孝 (2003) 「学部留学生に対する数学教育について」東京外国語大学留学生日本語教育センター『シンポジウム：留学一年目の教育のあり方—科学教育の視点から—』, 25-33.
- 水落いづみ・石橋裕子・上田直子・岡本きみ子・田内郁子・中島宇都美・中前真紀子 (2010) 「大学に進学するアラビア語圏学習者を対象とした理科系の専門用語集の作成」『独立行政法人日本学生支援機構日本語教育センター紀要』6, 77-89.
- 西谷まり (2001) 「内容中心の日本語教育」『留学生教育』6, 19-33.
- 仁科喜久子 (1997a) 「日本語教育における専門用語の扱い」『日本語学』16-2, 明治書院, 60-69.
- 仁科喜久子 (1997b) 「大学における日本語教育—日本語教育と専門教員の連携—」『日本語学』16-6, 明治書院, 118-124.
- 日本学生支援機構大阪日本語教育センター編 (2011) 『留学生のための理科系専門用語辞典 [数学・物理・化学・生物] 日本語—英語—アラビア語』穂高書店
- 日本数学教育学会編 (2000) 『和英／英和算数・数学用語活用辞典』東洋館出版社
- 濱田美和 (2008) 「情報セキュリティ・情報モラル教育に関わる日本語の用語の分析」『富山大学留学生センター紀要』7, 1-14.
- 札幌野寛子・辻村まち子 (2006) 「大学生に期待される日本語能力に関する調査について」

- 国立国語研究所編『日本語教育の新たな文脈』アルク, 21-33.
- 古本裕子・苗田敏美・松下美知子 (2006) 「専門教育における留学生の日本語—日本人学生との比較を通じた分析—」『金沢大学留学生センター紀要』9, 21-33.
- 堀場裕紀江 (2015) 「語彙知識とそのテキスト理解との関係：中国語・韓国語を母語とする L2 言語学習者と日本語母語話者の比較研究」『言語科学研究：神田外語大学大学院紀要』21, 23-46.
- 増田光司・エカタクシン＝ウイチャイ・佐藤千史 (1998) 「医学系留学生の専門のための語彙」『東京医科歯科大学教養部研究紀要』28, 15-32.
- 水本光美・池田隆介 (2003) 「導入教育における「基礎専門語」の重要性—環境工学系留学生のための語彙調査と分析から—」『専門日本語教育研究』5, 21-28.
- 宮川敏之 (2013) 「異なる教育を受けてきた留学生に対する数学—斉授業の課題」『独立行政法人日本学生支援機構日本語教育センター紀要』9, 38-48.
- 宮島達夫 (2005) 「連語論の位置づけ」『国文学解釈と観賞』70(7), 至文堂, 6-33.
- 村木新次郎 (2007) 「コロケーションとは何か」『日本語学』26(12), 明治書院, 4-17.
- 文部省 (1966) 『外国人のための専門用語辞典』文部省
- 文部科学省 (2007) 「数学用語対訳一覧」『学校教育における JSL カリキュラム (中学校編)—数学科—』〈http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/clarinet/003/001/011/003/022.pdf〉 (2015 年 11 月 23 日閲覧)
- Bergenholtz, H. & Tarp, S. (eds.) (1995) *Manual of Specialised Lexicography*, Amsterdam / Philadelphia: John Benjamins.
- Eyckmans, J. (2010) Innovation in language teacher education: fostering learner autonomy through phrasal awareness. 〈http://in3.uoc.edu/opencms_in3/opencms/webs/projectes/EUNOM/EN/results/index.html〉 (2015 年 12 月 5 日閲覧)
- Fuertes-Olivera, P.A. & Arribas-Baño, A. (2008) *Pedagogical Specialised Lexicography*, Amsterdam / Philadelphia: John Benjamins.
- Howarth, P.A. (1996) *Phraseology in English Academic Writing*, Tübingen: Max Niemeyer Verlag.
- Kageura, K. (2007) Terminological lexicon and terms in context: The translator's perspective. In Dieng-Kuntz, R. and Enguehard, C. (eds.), *Terminologie et Intelligence Artificielle*, Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble. 1-10.
- L'Homme, M.C. (2009) A methodology for describing collocations in a specialized dictionary. In Nielsen and Tarp (eds.), *Lexicography in the 21st Century*, Amsterdam / Philadelphia: John Benjamins. 237-256.
- Nation, I.S.P. (2001) *Learning Vocabulary in another Language*, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Pearson, J. (1998) *Terms in Context*, Amsterdam/ Philadelphia: John Benjamins.
- Woolard, G. (2000) Collocation: encouraging learner independence. In Lewis, M. (eds.) *Teaching Collocation*, LTP, 28-46.

資料 理工系留学生のための数学の専門連語 539 種

*) 本資料は「理工系留学生のための数学の専門語」(小宮 2006a) の 133 語が構成する数学の専門連語 539 種(異なり)をそれらに含まれる数学の専門語 126 語をキーワードとして、その五十音順に配列したものである。各キーワードの専門連語のうち先頭の連語のキーワードをゴシックで表記した。

2 語の専門語から成る「確率の和」など 130 種の専門連語には下線を付し、「確率」など前の専門語をキーワードとする専門連語に含め、「和」など後の専門語をキーワードとする専門連語には含めていない。133 語の専門語のうちキーワードにならなかった 7 語(下端, 上端, 真数, 積分する, 接する, 第 n 次導関数, 第 3 次導関数)は, 2 語の専門語から成る専門連語において, いずれも後の専門語としてのみ使用された。

1 次関数の-グラフ

円順列の-数, 円順列の-総数

解がある, 解が-重なる, 解が-数全体, 解が-存在する, 解がない, 解の-公式, 解の-個数,
解を-与える, 解を-もつ, 正の-解, 特別な-解, 不等式の-解, 方程式の-解
連立不等式の-解

階乗の-記号

外心の-座標, 三角形の-外心

外接円の-中心, 外接円の-直径, 外接円の-半径, 三角形の-外接円

確率が-大きい, 確率が-大きくなる, 確率が-小さくなる, 確率が-等しい, 確率の-近似値
確率の-計算, 確率の-積, 確率の-定義, 確率の-余事象, 確率の-和, 確率を-掛ける
確率を-組み合わせる, 確率を-計算する, 高い-確率, 独立試行の-確率

重力の-加速度

加法定理が-成り立つ, 加法定理を-導く, 正接の-加法定理

関数が-とる, 関数と-なる, 関数の-値, 関数の-極限值, 関数の-極大, 関数の-極大値
関数の-極小, 関数の-近似式, 関数の-逆関数, 関数の-グラフ, 関数の-原始関数
関数の-合成関数, 関数の-最小値, 関数の-最大値, 関数の-式, 関数の-周期
関数の-第 n 次導関数, 関数の-第 3 次導関数, 関数の-第 2 次導関数, 関数の-値域
関数の-定義域, 関数の-定積分, 関数の-導関数, 関数の-媒介変数表示
関数の-不定積分, 関数の-平均変化率, 関数の-和, 関数を-制限する
関数を-積分する, 関数を-微分する, 関数を-変形する

奇関数の-グラフ, 奇関数の-定積分

軌跡の-方程式, 点の-軌跡

期待値を-計算する

逆関数が-存在する, 逆関数の-関係, 逆関数の-グラフ, 逆関数の-定義, 逆関数の-定義域
逆関数の-微分法, 逆関数を-解く, 逆関数を-もつ

共通部分に-ない, 共通部分の-面積, 共通部分を-もつ

極限値が-一致する, 極限値が-存在する, 極限値に関する-法則, 極限値の-計算

極限値を-もつ, 数列の-極限值
 極小と-なる, 極小を-判定する
 極小値を-とる, 極小値を-もつ
 極大と-なる
 極大値を-とる
 極値と-なる, 極値に-なる, 極値の-判定法, 極値を-とる, 極値を-判定する, 極値を-もつ
 近似式として-成り立つ, 1 次之-近似式
 偶関数の-グラフ
 空事象が-起こる
 区間で-減少する, 区間で-増加する, 区間で-成り立つ, 区間で-微分可能, 区間で-連続
 区間に-ある, 区間における-関数, 区間における-極値, 区間における-最小値
 区間における-最大値, 区間の-端, 区間の-両端, 区間を-分ける
 組合せの-数, 組合せの-公式, 組合せの-総数
 グラフが-共有する, グラフが-定まる, グラフが-接する, グラフが-通る, グラフが-交わる
 グラフの-軸, グラフの-接線, グラフの-漸近線, グラフの-対称移動, グラフの-頂点
 グラフの-平行移動, グラフの-変曲点, グラフを-対称移動する, グラフを-平行移動する
 原始関数がある, 原始関数が-定まる, 原始関数と-なる, 任意の-原始関数
 合成関数の-導関数, 合成関数の-微分法
 コサインの-値, コサインの-加法定理
 根元事象から-なる, 根元事象がある, 根元事象が-起こる, 根元事象がない
 根元事象の-起こり方, 根元事象の-数, 根元事象の-個数, 根元事象の-全体
 根元事象を-含む, 確からしい-根元事象
 サイクロイドの-方程式
 最小値がある, 最小値がない, 最小値を-もつ, 長さの-最小値
 最大値がない, 最大値を-もつ, 面積の-最大値
 サインの-加法定理, 角の-サイン
 座標を-与える, 座標を-定める, 共有点の-座標, 交点の-座標, 重心の-座標
 数直線上の-座標, 中心の-座標, 中点の-座標, 定点の-座標, 点の-座標
 三角関数において-成り立つ, 三角関数に関する-極限值, 三角関数についての-不等式
 三角関数についての-方程式, 三角関数の-値, 三角関数の-加法定理, 三角関数の-グラフ
 三角関数の-合成, 三角関数の-差, 三角関数の-式, 三角関数の-周期, 三角関数の-積
 三角関数の-相互関係, 三角関数の-定義, 三角関数の-導関数, 三角関数の-和
 三角関数を-含む, 鋭角の-三角関数, 角の-三角関数
 三角数の-列, 三角数の-和
 三角比の-値, 三角比の-定義, 鋭角の-三角比, 角の-三角比, 鈍角の-三角比
 四角数の-列
 軸に関して-対称, 軸の-式, 軸の-方程式
 試行の-回数, 試行の-結果, 試行の-根元事象, 試行の-全事象, 確からしい-試行
 事象の-確率, 事象の-根元事象, 事象の-余事象

指数が-減る, 指数と-する, 指数に-もつ, 指数の-値, 指数の-拡張, 指数の-大小

指数を-拡張する, 指数を-比較する, 有理数の-指数

指数関数の-グラフ, 指数法則が-成り立つ, 指数法則を-拡張する

始線から-回転する, 始線と-する, 始線に-とる

自然対数の-底, 自然対数を-とる

実数が-対応する, 実数と-する, 実数に-拡張する, 実数の-解, 実数の-組, 実数の-範囲
実数を-とる, 任意の-実数

重解を-もつ

周期の-サインカーブ, 周期の-単振動, 周期を-もつ, 正の-周期

集合と-なる, 集合に-属する, 集合の-記号, 集合の-共通部分, 集合の-補集合

集合の-包含関係, 集合の-要素, 集合の-和集合, 数全体の-集合, 数の-集合

奇数全体の-集合, 偶数全体の-集合, 自然数全体の-集合, 自然数の-集合

整数全体の-集合, 整数の-集合, 全体の-集合, 点の-集合, 任意の-集合,

倍数全体の-集合, 倍数の-集合, 約数全体の-集合, 約数の-集合, 要素全体の-集合,

要素全部の-集合

等比級数が-収束する, 値に-収束する, 級数が-収束する

樹形図を-作る

循環小数に-なる, 循環小数を-直す

順列の-数, 順列の-個数

象限に-属す, 象限に-分ける

常用対数の-値, 常用対数の-表, 常用対数を-とる, 数の-常用対数

符号が-振動する

垂心の-座標, 三角形の-垂心

正弦の-値, 正弦の-加法定理, 正弦の-和, 鋭角の-正弦, 角の-正弦

正弦曲線に-なる

正弦定理が-成り立つ, 正弦定理を-適用する

正接の-値, 正接の-定義, 角の-正接

積分定数と-する, 積分定数を-定める

接線が-通る, 接線の-傾き, 接線の-方程式, 接線を-ひく, 円の-接線, 曲線の-接線
点における-接線

絶対値が-等しい, 絶対値の-自然対数

接点の-座標, 接点を-通る

漸近線として-もつ, 漸近線と-する, 漸近線と-なる, 曲線の-漸近線

全事象が-確からしい, 全事象の-根元事象, 全事象の-部分集合, 全事象の-要素

増減表を-つくる

速度の-向き, 速度の-成分, 速度の-変化量, 瞬間の-速度

対数の-値, 対数の-記号, 対数の-真数, 対数の-大小, 対数の-底, 対数の-方程式

対数を-とる, 数の-対数

対数関数の-グラフ

第2次導関数による-極値, 第2次導関数の-符号, 第2次導関数を-もつ
 楕円の-方程式
 単位円の-交点, 単位円の-周上, 単位円の-接線
 タンジェントの-値, 角の-タンジェント
 値域に-ある
 置換積分法の-公式
 頂点と-する, 頂点の-位置関係, 頂点の-座標, 頂点を-移す, 頂点を-通る, 頂点を-結ぶ
 三角形の-頂点
 重複順列の-数, 重複順列の-個数, 重複順列の-総数
 直角双曲線に-なる, 直角双曲線の-漸近線
 底と-する, 底を-そろえる
 定義域が-ある, 定義域における-最大値, 定義域を-制限する
 定積分に-なる, 定積分の-値, 定積分の-下端, 定積分の-計算, 定積分の-上端
 定積分を-計算する, 範囲の-定積分
 導関数の-値, 導関数の-記号, 導関数の-計算, 導関数の-公式, 導関数の-符号
 導関数を-計算する, 導関数を-微分する, n次関数の-導関数, 商の-導関数
 積の-導関数, 第3次までの-導関数, 第2次以上の-導関数, 定数関数の-導関数
 角の-動径
 独立な-試行, 独立に-くり返す, たがいに-独立
 2次関数の-値, 2次関数の-グラフ, 2次関数の-最小値, 2次関数の-最大
 2次関数の-最大値, 2次関数の-式, 2次関数の-不定積分, 2次関数を-与える
 2次不等式の-解法, 2次不等式を-解く, 2次不等式を-満たす, 2次方程式の-解,
 2次方程式を-解く
 媒介変数で-与える
 媒介変数表示による-曲線, 円の-媒介変数表示, 曲線の-媒介変数表示
 排反な-事象, たがいに-排反
 級数が-発散する, 数列が-発散する, $-\infty$ に-発散する, 無限大に-発散する
 ∞ に-発散する
 速さの-極限值, 速さを-積分する
 微分可能でない-点, 微分可能な-関数
 微分係数が-存在する, 微分係数が-対応する, 微分係数の-値, 微分係数を-計算する
 微分係数を-もつ, 値に対する-微分係数
 文字について-微分する
 不定積分が-ある, 不定積分と-なる, 不定積分における-部分積分法
 不定積分に関する-等式, 不定積分の-計算, 不定積分の-公式, 不定積分の-置換積分法
 不定積分を-おく, 差の-不定積分, 定数倍の-不定積分, 任意の-不定積分
 部分集合として-含む, 部分集合に-なる, 部分集合の-個数, 部分集合の-総数
 部分積分法の-公式
 部分和の-数列, 第n項までの-部分和

分数関数と-なる, 分数関数の-グラフ, 分数関数の-定義域, 分数関数の-導関数
分数関数の-不定積分
分数式の-加法, 分数式の-差, 分数式の-四則演算, 分数式の-乗法, 分数式の-分母
分数式の-和, 分数式を-通分する, 分数式を-分解する, 分数式を-変形する
分数式を-約分する
平均変化率が-近づく, 平均変化率の-値, 平均変化率の-極限值
体積の-変化率
変曲点が-ある, 変曲点に-なる, 変曲点の-座標
法線の-傾き, 法線の-方程式, 曲線の-法線, 点における-法線
放物線が-接する, 放物線が-通る, 放物線に-なる, 放物線の-交点, 放物線の-軸
放物線の-接線, 放物線の-対称軸, 放物線の-頂点, 放物線の-方程式,
放物線を-回転する, 放物線を-平行移動する, 凸の-放物線
補集合の-要素
無限級数が-収束する, 無限級数が-発散する, 無限級数の-一般項, 無限級数の-形
無限級数の-収束, 無限級数の-第 n 項, 無限級数の-和
無限数列が-発散する, 無限数列の-極限
無限等比級数が-収束する, 無限等比級数が-発散する, 無限等比級数の-収束
無限等比級数の-初項, 無限等比級数の-部分和, 無限等比級数の-和
無理関数の-定義域
要素から-なる, 要素が-有限個, 要素の-数, 要素の-個数, 要素の-集合, 要素の-条件
要素を-数える, 要素を-代表する, 要素を-とり出す, 共通な-要素, 三角形の-要素
有限個の-要素, 有限集合の-要素
余弦の-値, 余弦の-加法定理, 角の-余弦
余弦定理が-成り立つ
余事象の-確率
領域に-ある, 領域に-含む, 領域に-分ける, 領域の-共通部分, 領域の-和集合
領域を-図示する, 共通な-領域, 下側の-領域
累乗に関して-成り立つ, 累乗の-計算, 累乗の-式
累乗根について-成り立つ, 累乗根を-含む
連続な-関数, 連続な-第 2 次導関数, 実数全体で-連続, 定義域で-連続
和として-近似する, 和の-期待値, 和の-極限, 和の-極限值, 和の-不定積分, 数列の-和
第 n 項までの-和
和集合の-要素

付記 本研究は JSPS 科研費 14580337 の助成を受けて行われた。

(こみや ちづこ, 早稲田大学国際学術院)