

## 論文

# 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—

佐藤 宏孝

数学における専門日本語語彙のうち、術語（その分野で意味を厳密に規定してから使う語）以外のものは、1）日常的には使われず、かつ専門的概念を表さない一般語、2）専門的概念を表し、一般語からの転用語ではない語、3）専門的概念を表す、一般語からの転用語、の3つに分類される。2）、3）の語は、日本人学生ならば、12年間の初等・中等教育の中で、自然に身につくものである。しかし、母国で初等・中等教育を受けてわが国に留学した外国人留学生にとっては、これらは自明の語ではない。

キーワード： 専門日本語 数学教育 留学生教育 専門語 術語

## 1 はじめに

学部留学生がわが国の大学の数学教育を受けて困難を感じる場合、それには二つの種類がある。ひとつは、数学の学力が学部数学教育の前提としている水準に達していないことによるものであり、もうひとつは、一般的な日本語とは異なる「専門日本語」が十分に理解できないことによるものである。ここでは、後者のための教育を問題にする。

一般に、数学は記号によって表現される部分が多い。そして、その記号はほとんどが世界共通である。そのため、留学生にとっての日本語面での困難は、他の分野よりは少ないといえる。

しかし、日本語の面での困難を「専門日本語」に限ると、必ずしもそうではない。学部の数学教育を受ける日本人学生は、初等・中等教育の12年間、算数および数学を日本語で教育されている。一方、外国人留学生は、その部分の数学教育を日本語以外の言葉で受けてきている。そのため、数学そのものの理解は日本人学生と同程度だとしても、留学生は専門日本語能力の面で12年分の差をつけられていることになるのである。日本人学生も大学入学後に初めて学ぶ分野に比べると、留学生にとって、数学はこの差が大きい分野といえよう。

本稿は、これを埋めるための教育をどのようにすべきかを考えるために、数学における専門日本語語彙とはどのような日本語なのか、を明らかにすることを目的とする。

## 2 問題

数学における専門日本語語彙とはどのようなものか、それを明らかにすることは、具体的にはどのようなことか。どのようなことができれば、それが明らかになったといえるのか。本稿では、次のように考える。

数学における専門日本語語彙全体を、いくつかの部分に分け、次の二つの条件を満たすようにできれば、全体としてそれが明らかになったと考える：

条件1 それらのどの二つも共通部分を持たぬこと

条件2 そのどれもが、明確に範囲を規定され、その性質がよくわかるものであること

より具体的に記述するために、次のような記号を定める。

$A = \{ \text{学部の数学教育で用いられる日本語語彙} \}$

$B = \{ A \text{ の中で一般的に用いられる日本語語彙} \}$

数学における専門日本語語彙とは、 $A$ の中で $B$ に属さないもの全体 ( $A-B$ と表記) のことであると考えられる。

この記号の下で、問題を次のようにいうことができる：

**問題**  $A-B$  を、上の条件1と2が満たされるような部分集合の和として表すこと

専門日本語語彙の中で、もっともわかりやすい部分は「術語」である。術語とは、その分野で厳密に意味を規定してから用いられる語のことである<sup>1)</sup>。たとえば、「通分」や「連続」は数学における術語である。なぜならば、これらの語は、数学の教科書において、

- 2つ以上の分数式の分母を同じにすることを通分するという<sup>2)</sup>
- $f(x)$  が  $x = a$  なる点において連続であるとは

$$x \rightarrow a \text{ のとき } f(x) \rightarrow f(a)$$

であることにほかならない<sup>3)</sup>

のように、初出時に厳密に意味を規定されてから用いられる語だからである。術語は、その専門分野のなかで、専門家によって、特別な語としてはっきり意識される語であり、専門語中の専門語といえる。

そこで、 $A-B$  の部分集合  $C$  を、

$$C = \{A-B \text{ のうち術語である語} \}$$

と定める。

$C$  に属する語は、通常、数学の教科書において初出時にゴシック体で示され、意味を厳密に規定され、索引に載せられる。また、それらは専門用語辞典で調べることができる語である。したがって、 $C$  の語の範囲は明確で、その性質はわかりやすい。

$B$  と  $C$  は共通部分を持たないので、もし  $A = B+C$  であれば、問題はない。しかし、 $A$  から  $B$  と  $C$  を除いた  $A-B-C$  に属する語は、以下に示すように、存在する。そこで、 $A-B$  を明らかにするためには、この  $A-B-C$  の部分を解明することが必要となる。

それらがどのような語かを、次に述べる方法によって調べる。

### 3 方法

$A-B-C$  に属する語を調査するために、 $A$ 、 $B$ 、 $C$  を次のように限定した。

$A$  としては、学部の数学教育でよく使われる教科書である

杉浦光夫：解析入門1，東京大学出版会（1980）（以下、[杉浦]と略記）

森田康夫：代数概論，裳華房（1987）（以下、[森田]と略記）

の中で用いられる日本語語彙とした。前者は解析学の、後者は代数学の標準的な教科書である<sup>4)</sup>。

次に  $B$  であるが、「一般的に用いられる日本語語彙」といっても、その範囲はあいまいである。そこで、 $A$  の中で、

国際交流基金・財団法人国際教育協会：日本語能力試験出題基準，凡人社（1994）

において1～4級語彙とされたものを  $B$  とした。前述のように、本稿は留学生への専門日本語教育を考えることから出発しているので、わが国の大学に留学生が入学する際の日本語試験として用いられることの多い日本語能力試験の出題基準として定められた語彙を、「一般的に用いられる日本語語彙」と考えた。

$C$  は  $A-B$  の中の術語である。テキストの中で定義づけられている語は、もちろん  $C$  に含まれる。そのほかに、初等・中等教育の教科書のなかで術語として扱われた語が含まれる。

$C$  の語の性質は明確であるが、ある語が  $C$  に属するか否かの判定には、若干の誤差が含まれる。初等・中等教育の内容は時とともに変化する上に、教科書も多数あるからである。ここでは、筆者の受けた初等・中等教育において術語として扱われたものを  $C$  とした。

$A$ 、 $B$ 、 $C$  の定義は以上のとおりである。

次に、結果を述べる際に必要となるので、「語」のとりえ方についての考え方を述べる。それは多義語の扱いにかかわることである。たとえば、上にあげた「連続」という語は、日本語能力試験出題基準によれば2級語彙であるので、形式的には  $B$  に属する語彙である。しかし、この語が2級語彙であるのは、「切れ目

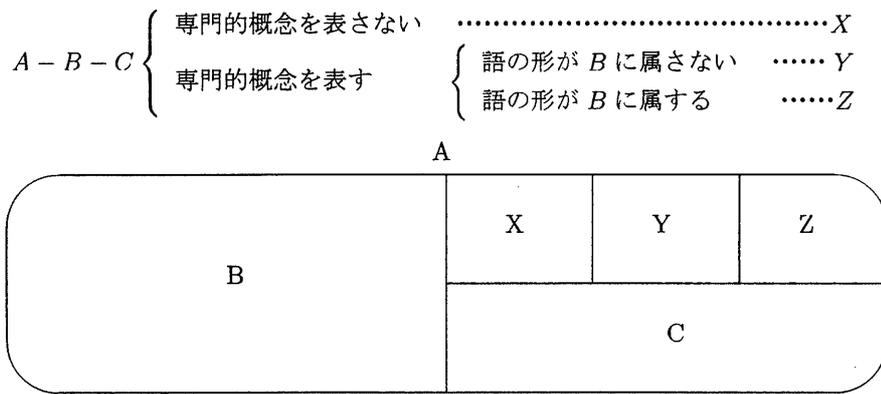


図1 A, B, C, X, Y, Z の関係

なく続くこと」という通常の意味で使われる限りにおいてのことであり、数学の専門的な意味としてはない。この場合、上記の例で使われた「連続」という語は、Cに分類されるべきものである。したがって、われわれの分類作業のためには、「語」は形だけでなく、使われた意味も一緒に考えることが必要である。すなわち、「語」とは、厳密には、「形+意味」を単位として考えたものである。したがって、形が同じでも意味が違う「語」は、異なる「語」である。

#### 4 結果と考察

##### 4. 1 分類

文献2)によれば、「専門語」を定義づけるのに二つの考え方があるという。ひとつは、語の使われ方に着目する考え方である。それによれば、特定分野においてのみ使われ、一般的にはほとんど使われない語を専門語と定義する。もうひとつの考え方は、語の表す意味によるもので、専門分野の概念を表す語を専門語とする。この二つは根本的に異なるので、両者によって定義する専門語の範囲は異なる。

この二つの考え方を、われわれの場合に適用してみよう。

一般的に使われる語をBと定めたので、A-Bの語は、すべて、文献2)の第一の定義による「専門語」である。ただし、文献2)の指摘するように、この考え方による専門語の定義は、一般的に使われるかどうかの基準の上げ下げによって変わってくる。いまわれ

われは「一般的に使われる語彙」を日本語能力試験1~4級語彙としたので、Bは確定するが、1~4級語彙が変化すれば、それに応じて変わってくる。

A-B-Cの語を、文献2)の第二の考え方によって、まず、二つに分ける。すなわち、専門的概念を表す語と、専門的概念を表さぬ語とに分け、後者の集合をXとする。次に、残りのA-B-C-X(A-Bのうち、術語以外の、専門的概念を表す語)を、さらに二分して、語の形がBに属さないものをY、語の形がBに属するものをZとする。上述のように、「語」は、「形+意味」の単位で考えるので、A-B-Cの「語」がBに属することはないが、「形」のみを考えたとき<sup>5)</sup>、Bに属することはあり得る。その意味で「形」がBに属するかどうかの違いがYとZの違いである。言い換えると、Bの語からの転用によって専門的概念を表すようになった語がZの語であり、そうでないものがYの語である。

##### 4. 2 結果

[杉浦][森田] 両テキストから収集したA-B-Cの124語<sup>6)</sup>を、上の分類によりX、Y、Zに分けて示す。YとZは専門的概念を表すので、用例と意味(括弧内)を添える。

##### 4. 2. 1 Xに属する語

[杉浦] 78語

- 添字 総和 総数 熱源 両端 左端  
記法 特性 切口 解法 挙動 論法  
難点 概形 端点 両者 度合 相等  
巻末 数値 了 紙面 一節 近年 題材  
定量 上述
- 自明 有限 明快 既述 既知 簡明  
均一 簡便 有用 不変 不要 周知  
多大 不備 綿密
- 高々 順次
- 断熱する 直観する 分割する 一貫する  
同一視する 変形する 拘る 添加する  
跳躍する 付加する 表示する 示唆する  
分岐する 明示する 言い換える 共有  
する 近似する 考察する 略記する  
被覆する 書下す 帰着する 分つ 特筆  
する 立ち入る 付記する 通算する  
通読する 根付く 定着する 提唱する  
習熟する 解明する 想定する

[森田] 26語

- 個数 双方 流儀 上記 次節 右端  
自体
- 自明 不変 有限 不要 望外 有用
- 高々
- 表示する 包含する 細分する 由来する  
軽視する 分割する 同一視する 略記  
する 変形する 帰着する 忘却する  
独習する

4. 2. 2 Yに属する語

[杉浦] 5語

- 一意
  - ・ 十進小数表示は一意的(ただひとつ<sup>7)</sup>)  
である
  - ・ 一意性を示すために、…
  - ・ …のとき、主要部は一意的に定まる
  - ・ 二つの集合の間の一意の対応として定  
義される

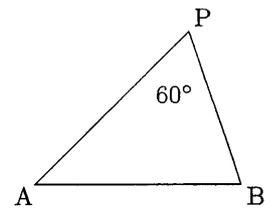


図2 見込む点

- 別証
  - ・ 別証(別の証明)が与えられる
- 特徴付ける
  - ・  $l$ がAの上限であるとは次の a), b) で  
特徴付けられる( $l$ がAの上限である  
ための必要十分条件は a), b) である)
- 見込む
  - ・ 点Pは線分ABを $60^\circ$ に見込む点で  
ある( $\angle APB = 60^\circ$  図2参照)

● 略証

- ・ 巻末に略証(詳細を省略した証明)を  
述べる

[森田] 3語

- 一意
  - ・  $a = ut^n$  と一意的に(ただ一通りに)  
書ける
- 別証
  - ・ (1)の別証を与える

● 特徴づける

- ・ 同様の特徴づけ(必要十分条件)が得  
られる
- ・ テンソル積と写像の組を特徴づけてい  
る

4. 2. 3 Zに属する語

[杉浦] 7語

- 置く
  - ・  $\epsilon = \min\{b, (b^2 - a)/(3b)\}$  と 置けば (定義すれば)、… である
  - ・  $c = 2^{-1}(a+b)$  と 置けば (設定すれば)、
- 言う
  - ・ … が 言えれば (証明できれば)、 $f$  は微分可能である
  - ・  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{b_n} = \frac{1}{b}$  が 言えれば、3) が 言える
- 取る
  - ・ 両辺の実部を 取れば (取り出せば)、…
  - ・ いま任意の  $x < b$  を 取れば、 $\lim_{n \rightarrow \infty} c_n = b$  だから、
- 得る
  - ・ 左の不等式に  $-1$  をかけて、
 
$$-(a+b) \leq |a| + |b|$$
 を 得る (論理的帰結として結論される)
- 導く
  - ・ … から  $n+1$  の場合が 導かれる (論理的帰結として結論される)
- 評価する
  - ・ リーマン和を上から 評価する (不等式によって大きさを示す)
  - ・ より高次の導関数を用いてする 評価であって
- 押える
  - ・  $A_n$  の挙動を上から 押える (不等式によって大きさを示す) 量として、上極限の概念がある

[森田] 5語

- おく
  - ・  $\tau = \sigma - 1$  と おくと (定義すると)、
  - ・  $[a, b] = aba^{-1}b^{-1}$  と おき、これを  $a, b$  の交換子という

- いう
  - ・ 解の存在が いえた (証明できた)
  - ・ 一般には次のことが いえる
- とる
  - ・  $m$  を上のように とると (設定すると)、
- 従う
  - ・ 命題1は、命題2より 従う (論理的に帰結される)
- できる
  - ・ (1) より、(2) の完全性が でる (証明される)

4. 3 考察

$A - B - C$  のうち、まず専門的概念を表さないものを  $X$  とした。そして、残りの  $A - B - C - X$  のうち、語の形が  $B$  に属するものを  $Z$  とし、それが  $B$  に属さないものを  $Y$  とした。したがって、 $A - B$  が  $C, X, Y, Z$  の和集合となることは明らかである。また、定義の仕方により、 $C, X, Y, Z$  のどの二つも共通部分をもたない。よって、 $A - B$  が、2の条件1を満たす部分集合の和として表されたことになる。

次に、これらの部分集合  $C, X, Y, Z$  が2の条件2を満たすか、すなわち、これらが明確に規定された性質のよくわかる集合であるか、という点を検討する。 $C$  についてはすでに述べた。

$X$  は  $A - B - C$  の中で、「専門的な概念は表さない」という性質をもつものとして規定される。専門的概念を表すか否かということについて、判断の難しい場合もある。しかし、国語辞典にある一般的な意味で使われているか、数学特有の概念として使われているか、の判断が微妙な場合は、そう多くはない。数学という分野の扱う対象が、自然とは独立した抽象的概念であるからである。

$Y$  は  $A - B - C$  のうち、専門的概念を表し、かつ、形としての語が  $B$  に属さないものである。形としての語が  $B$  に属するか否かは客観的に定まることなので、 $A - B - C - X$  の中で  $Y$  は明確に定義される。

同様の理由で、 $Z$  も客観性を失うことなく範囲を規定される部分集合である。

以上の考察により、条件 2 も、ほぼ満たされたといえる。

本調査における誤差の可能性を次にまとめておく。

- $C$  に関する誤差：術語として扱うか否か、初等・中等教育の教科書により異なるために生ずる。
- $X$  に関する誤差：専門的概念を表すか否かの判断の違いにより生ずる。

#### 4. 4 補足

$X$ 、 $Y$ 、 $Z$  それぞれに属する語について、補足する。

$X$  は一般的には使われないが、専門的概念を表さないもので、 $B$  に準ずる語といえる。もし、「一般的に使われる」という基準を緩めていけば、いずれは  $B$  に属するようになる語である。

$X$  の語は両テキストで語数に差があり（78語と26語）、また、共通する語は11語で、多くはない。著者が書き言葉として一般語を使用する際に選ぶ語彙の違いが、この  $X$  に端的にあらわれていると考えられる。

$Y$  の語数は少ない<sup>8)</sup>（5語と3語）。共通する語は3語である。専門的概念を表すので、 $C$  に準ずる語であるが、明確に定義づけて用いられることはないのので、 $C$  には属さない。

$Z$  の語も  $C$  に準ずるものだが、 $Y$  同様、定義づけられてから用いられることはない。これらは、日本人学生ならば、初等・中等教育の授業のなかで、自然に意味を理解し、自分でも使えるようになる語である。

専門的概念を表すのに日常語を転用することは、 $C$  の語としては、よくある。たとえば、「点  $P$  から直線  $l$  に下ろした垂線の足」とは、 $P$  を通り  $l$  に垂直な直線  $m$  と、直線  $l$  との交点をいう。点  $P$  から延びた直線  $m$ （垂線）が直線  $l$  に着地した地点を、比喩的に「足」と名づけてつくった専門語である（図3参照）。このような語は、日常的な使い方との違いが意識されやすいので、きちんと定義してから使用され、そのため、 $Z$  ではなく  $C$  に分類される。しかし、 $Z$  の語<sup>9)</sup> は、あらためて定義づける必要のない、この分野の常

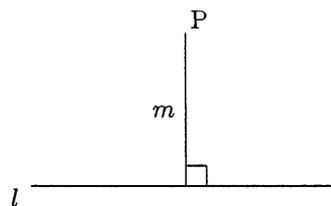


図3 垂線の足

識と考えられている語である。

## 5 結論

[杉浦] および [森田] の調査により、2の問題に対して次のような仮説が得られた：

$$A - B = C + X + Y + Z$$

ただし、

$C$ ：術語

$X$ ：日常的には使われず、専門的概念を表さぬ一般語

$Y$ ：専門的概念を表す、術語以外の語で、語の形も一般語には属さない語（一般語からの転用語でない語）

$Z$ ：専門的概念を表す、術語以外の語で、語の形が一般語に属する語（一般語からの転用語）

である。 $C$ 、 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  は、どの二つも重複せず、4.3で述べた誤差の限りにおいて、範囲を規定できる語の集合である。

さて、この仮説から、数学における専門日本語語彙教育について、どのようなことが言えるだろうか。

まず、 $X$  は  $B$  の範囲を拡張した語彙であるから、これらの教育は一般の日本語教育の延長上にあると考えられる。一方、 $C$  と  $Y$ 、 $Z$  は専門的概念を表すので、これらは数学教育の範囲にある。このうち、 $Y$  と  $Z$  は、数学の教員が、専門的概念を表す語とは意識せずに使ってしまうが、初等・中等教育を日本語で受けていない外国人留学生にとっては、これらの語は未知の語である。しかも、これらは、国語辞典、漢和辞典はもちろん、専門用語辞典でも調べることができない。留学生を教える数学の教員は、そのことに注意する必要があるだろう。

## 6 課題

[杉浦] および [森田] の調査によって、 $A - B$  が  $C$ 、 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  に分類されるとの仮説を得たが、 $A$  として、これでは十分ではない。より多くのテキストで調査する必要がある。留学生への数学教育の立場からは、特に、 $Y$  と  $Z$  の語をすべて収集することが望ましい。

数学の分野での専門日本語として、語彙のみを扱った。しかし、文や連語についても数学特有の表現があり、それについての研究も必要である。[杉浦][森田]からの例を挙げてみよう。

文としては、

- 十分大きな  $n$  が存在して、… となる
- 任意に与えられた  $\epsilon$  に対して、 $\delta$  が存在して、… となる
- $\{p_i^{\epsilon_1}, \dots, p_i^{\epsilon_t}\}$  は、順序の差を除き一意的に定まる

のような表現がよく使われる。一般には使われない表現である<sup>10)</sup>。

専門連語では、

- 変換を施す
- 両辺の 対数をとる

などがある。専門連語の研究は、経済の分野では、文献3)があるが、数学の分野でもこのような研究が待たれる。

最後に、記号と日本語の組合せによる数学特有の表現の例を挙げる。

- 任意の  $\delta > 0$  に対し、 $d(\Delta) > 0$  なる  $\Delta$  が定まる
- この  $i, j, k$  らは、 $x$  に対して一意的に存在する

こうした表現には、留学生のみならず、初学者は誰もがとまどう。これらの表現を含めた数学における「専門言語」<sup>11)</sup>の総合的な研究が必要であろう。

### 注

- 1) 術語の定義とその問題点については、文献2)の pp.6-9

に述べられている。

- 2) 文献1) p.25 による。
- 3) 文献4) p.23 による。
- 4) 両テキストの著者の世代は異なる。生年は、杉浦光夫 1928 年、森田康夫 1945 年である。
- 5) 「形」のみを考えると、意味としては通常の辞書的意味を持つと仮定して考えることである。
- 6) 二つのテキストの重複も数えた数である。異なり語数は 108 語である。
- 7) 厳密には、「一意」と「ただひとつ」は同じ意味ではない。「一意」であるとは、存在は仮定せず、「あったとすれば、ただひとつだけである」ことを意味する。したがって、この語は日常語の「ただひとつ」とは異なる専門的概念を表す。
- 8)  $Y$  のうち、「別証」「略証」は略語である。
- 9)  $Z$  の語は、本調査では、すべて動詞であった。
- 10) 第二の例については、文献5)の指摘がある。
- 11) 文献2) pp.5-6 には、単語中心の専門語研究よりさらに広く、専門分野で使われる言語表現の特徴を研究すること、すなわち「専門言語」研究の重要性が述べられている。

### 参考文献

- 1) 伊藤兼四郎：高等学校新編数学1，数研出版（1984）
- 2) 国立国語研究所：専門語の諸問題，秀英出版（1981）
- 3) 小宮千鶴子：経済の初期専門教育における専門連語，専門日本語教育研究，No.3，pp.21-28（2001）
- 4) 高木貞治：解析概論第3版，岩波書店（1961）
- 5) 矢野健太郎：「任意に与えられた」という言葉，数学セミナー，6月号，p.1（1974）

### 著者紹介

佐藤宏孝：東京外国語大学留学生日本語教育センター助教授、183-8534 東京都府中市朝日町 3-11-1、htsato@tufs.ac.jp  
【専門】代数的整数論、留学生への数学教育

# The Classification of Japanese Technical Vocabulary for Mathematics from the Perspective of Mathematics Education for International Students

SATO, Hirotaka

*Japanese Language Center for International Students, Tokyo University of Foreign Studies,  
3-11-1, asahi-cho, Fuchu-shi, Tokyo 183-8534*

htsato@tufs.ac.jp

Japanese technical vocabulary for mathematics consists of 'jutsugo' and other types of words. 'Jutsugo' designates special language strictly defined for use in specific fields. The other types of words can be separated into three categories. The first category includes words which do not express special mathematical concepts but are also not used more generally, while the second category is made up of words which express special mathematical concepts and whose meanings are not transferred from any more general words, and the third category is made up of words which also express special mathematical concepts but whose meanings are transferred from more general words. Japanese students have already acquired the words in the second and third of these categories by the time they enter university through their previous 12 years of mathematics education, while international students normally have had no opportunity to study them.

**keywords** : Technical Japanese, Mathematical Education, Education for International Students, Technical Terms, Terminology