

明治期における日本の数学教育について

—藤沢利喜太郎の代数教授を中心として—

M2016SS006 丸井寛也

指導教員：小藤俊幸

1 はじめに

数学教育を考える上で最も重要なのは、生徒が数学教育を受ける理由である。国、地方自治体、学校が数学教育を行う目的と言い換えることもできる。平成 29 年度の学校基本調査 [1] によると、理学・工学・農学に関係する学部の学生数は、日本の学部学生全体の 21% であり、「上級学校で必要となるから」は合理的な説明とは言い難い。

今日、日常に必要な最低限度の計算や図形の計量方法などは、小学校の「算数」で学ぶ。買い物の代金や木材の寸法の測定、航空機で旅行する際の荷物
の計量など、算数を学ぶ意味は日常の様々な場面に
見られ、疑問を持つ余地はない。だが、中等教育と
して与えられる数学の知識が、日常に直接的に関わ
っているという実感はあまりない。

本論文は、数学教育が行われ、それを生徒が受けることにどのような意味があるのかを明らかにしていくことを目的とし、現代の数学の元となった明治時代の数学教育について研究した。特に、日本の数学教育の確立に尽力した藤沢利喜太郎の教育思想・代数教授について特に詳細に研究し、当時の数学教育の様子を通して数学教育の意義を考察した。

2 明治時代における数学教育の変遷

江戸時代末期までに行われていた数学教育は、専ら寺子屋で行われていた算術教育であり、商人になるための知識として学ぶものであった。当時の算術は、江戸時代初頭にそろばんの伝来によって成立した和算 [2] であった。以下、文献 [3] に沿って明治時代の数学教育の歴史を概観する。

明治初年、鎖国が終わり、他国の文化が取り入れられるようになった日本で、和算は西洋流の数学である「洋算」に切り替えられた。これ以降、アメリ

カ、イギリス、ドイツといった諸外国の算術教育が大幅に輸入されることになる。

明治 7 年以後は、アメリカで出版された Robinson, Felters らの算術書の原書・訳書を用いて数学教育が行われた。この教育が行われている中、明治 10 年過ぎに、日本における算術と代数の境界が確定した。文部省はこの頃、800 校近くまで増えた中学校の教育の質を保つため、各府県に設置する中学校の数を制限し、大幅に数を減らした。中学校の入学試験の門は非常に狭いものとなり、尾関正求の『数学三千題』がベストセラーになった。問題が書き連ねられた所謂「受験問題集」のようなものであったが、この本の元になったのは前述の Robinson, Felters らの算術書であり、小学校の児童が、中学校の算術で行うべき洋算を学ぶという事態を生んだ。こうした事態によって、ようやく整い始めていた日本の算術教育は崩れ、改良を余儀なくされた。

明治 18, 19 年頃に、その改良策として「理論算術」が採り入れられた。これはフランスから採り入れられたものであり、数、とくに整数、量に関する理論を理解してから応用を学ぶべきであるという主張を基にしたものである。

明治 10 年代から 20 年代まで、教育学ではペスタロッチの「算術教育における直観主義」が流行した。コメニウスの『世界図絵』などにも見られる、学習者が事物を見て、その本質を直観し、把握することを中心とした教育である。直観主義においては、教育の目的は精神の鍛錬にあり、計算的な熟練や、後になって役に立つかどうかについては重要視しない。

3 藤沢利喜太郎の算術教授

藤沢利喜太郎は初等数学として 4 つの科目(算術・代数・幾何・三角法)をあげ、その目的として、

第1 階梯予備の数学知識を与うること

第2 数学思想を養成すること、すなわち精神的鍛錬

を示している([3]). そして、2つの目的のいずれか一方を貫徹すれば、他の一方に関しても自然と達成されると説いている。数学知識を将来的に要することになる者が、当時の中学教育を受ける者の一部分であることを考えれば、初等数学教授の目的は、精神的鍛錬であるという。

藤沢は「数学」と「算術」をはっきり区別しており、算術科の目的は精神的鍛錬のほかに、「日常生活に習熟させ、あわせて生業上有益な知識を与える」というものがあつた。明治33年に出された小学校令施行規則 [5] 第4条の「算術ハ日常ノ計算ニ習熟セシメ生活上必須ナル知識ヲ与ヘ兼テ思考ヲ精確ナラシムルヲ以テ要旨トス」では思想よりも日用的な知識を優位にしていることが読み取れ、藤沢の意向が強く反映されているといえる。

藤沢のいう「生業上有益なる知識」とは、現在の計量法にあたる度量衡制度や、外国度量衡、外国貨幣、角度、時間、経緯度、歩合算、損益、口銭、株式、保険、租税、利息、手形、為替、破産などである。概して言えば、藤沢は、算術は社会生活に必要な知識と結びついたもの、数学は形式的側面を重視して精神的鍛錬を目指すものとして区別したのだ。

藤沢の思想において、算術に理論は存在していない。先述の理論算術とは、この点で考え方が異なる。理論算術は「数、とくに整数、量に関する理論」を学ぶことを応用に進むための必須条件としているが、藤沢に言わせれば算術は「日常生活に必要なだから」習得するものなのだ。また、算術教育では精神的鍛錬よりも社会生活との結びつきを重視するため、数学三千題に収録された題意が明らかでない問題を批判しており、同様にデピスタロッチの直観主義とも対立する。

こうして三千題流、理論算術、直観主義を批判し

た藤沢が、日本の算術教育の理論的基盤をおくのは、ドイツの数学者クロネッカーの思想に基づく「数え主義」である。数学全体を自然数の線形順序構造によって基礎づけようとした考え方で、自然数・整数と他の数(分数、負数、無理数、複素数)とを区別し、実在するのは自然数のみであり、他の数は自然数によって基礎づけられ、これらは自然数・整数の「表し方」に過ぎないとしている。藤沢が編纂した教科書では、「数」の意味をこの思想に基づいて拡張していく様子をはっきりと現れている。

「他の数」を自然数・整数と区別した藤沢だが、小数については整数と一緒に扱うことにした。当時圧倒的に流行していた、分数を先に学習する流儀に対立する考え方である。十進法が重要であることと、明治24年の度量衡法によって採り入れられたメートル法が適法となったことなどから、自身の理論においては不都合であるが、小数先行の立場に立ったようである。このような一面からも、自身の思想よりも学習者が日常生活に役立てられることを重視していることがうかがえる。

明治31年の中学校用教科書『算術小教科書』の上巻は次のような構成になっており、藤沢の思想に基づく数の区別が表れている。

表1 算術小教科書の構成(抜粋)

編	単元	特筆すべき内容
2	四則	整数・小数の四則
3	諸等数	度量衡, 求積, 貨幣, 時間など
4	整数の性質	—
5	分数	—

第2編、第3編では日用的な問題を取り上げている。このうち第2編では、日用的な問題に続き、鶴亀算・旅人算・過不足算といった古い型の典型問題も多く並んでいると中谷 [3] は述べている。算術教育の目的として藤沢が最も優位にしていた「日常生活に習熟させ、あわせて生業上有益な知識を与える」ことに次いで、精神的鍛錬も欠かさないための

構成である。

数の区別に並んで、比例を重要視していることも藤沢の思想の特徴である。数学教授法講義筆記 [6] の第十回では、生徒に分かり難いから比例を外そうという意見に対して、「比例ハ廢スベカラズ」と見出しをつけた批判を述べ、比例は日常生活に有用であるから重要であるとはっきり示した。

4 藤沢利喜太郎の代数教授

藤沢の代数教授における主眼点は、代数を「筋の通った、生徒にとって興味深いものにする事」にあった。代数は数学において非常に重要なものであり、生徒に意欲をもたせることが必要だと考えていたのである。

代数教授の最初に興味を与えるため、まず文字の使用から入ることを説いた。はじめに零と正の整数を意味する文字を導入し、まずは非負整数で計算規則を発見し、拡張していく形をとった。1元1次方程式においても、この形式に基づいて「負数の扱いの前に簡単な部分をやろ」という方針をとっている。これは、一般の数を文字で表すことの有効性を生徒に認識させるためであった。簡単な1元1次方程式とその応用問題を扱い、文字の有効性を認識させてから除法の制限を撤回するために分数を、減法の制限を撤回するために負数を新しい数として導入するという形で代数教授を進めていく。

代数教授においても藤沢は数え主義の原則に従い、負数の導入においては、非負整数を $0, 1, 2, \dots$ と数えるのを後戻りして、 0 から 1 つ引いた数は新規な数であるとし、その数を -1 と定義する。そして、負数の計算の仕方の決め方は単なる規約であるとした。ただし、その規約の定め方にはルールがあり、「これまでの数について成り立った計算に関する法則が、負数についても成り立つように定めなければならない」とした。藤沢は自身の教科書において、「代数学の基礎的原則」や「形式不易の大原則」としてこれを定めている。

以下、教科書 [8] についての考察を述べる。

公式・例題・問題という流れを淡々と繰り返す現代の教科書に比べ、説明部分が非常に多く、読み物のような形式である。例題に枠線もなければ図もほとんど入っていないため、見づらいつと感ずる部分が多々ある。一方で、初学者が混乱しやういものを説明文においてきちんと区別していることや、後の単元で学ぶ事柄に関連していることをあらかじめ示していることは、各単元が一時的な学習になつてしまわなう配慮されておろ、評価できる。また、数え主義に基づいて「数」の意味を拡張していく方針も一貫しておろ、負数や分数がどういものであるかが理解しやういだけでなく、生徒が算術での学びを思い出し、重ね合わせながら学習を進めていくことをも助けているといえる。

教科書内の単元は細かい編に分かれておろ、節番号は各編で独立しておらず、教科書の最初から最後まで通して節番号が振られ、上下巻合わせて 250 の節からなつておろ。前の単元の学習事項を引用するとき、この番号を用いることで非常に分かりやういものとなつておろ。

また、練習問題の多さも特徴的である。上下巻合わせて、「問題集」と題された問題が 897 問あり、これに加えて公式などを紹介した際にも練習問題を示している。二次方程式の単元に示された「第二十問題集」が最も問題数が多く、 63 問も示されていた。

5 国家的統制による教授要目

明治 35 年に交付された中学校令によつて、教授要目が定められた。これにより数学教育は国家的統制を実現するに至る。

以下は、日本数学教育史 [3] に示されている、当時の教授要目である。小数先行の立場や比を重要視していることなどが見て取れる。

第1学年

算術(毎週 4 時): 緒論、整数及小数、諸等数、整数の性質、分数、比及比例

第2学年

算術(毎週 2 時): 比及比例の続き, 割合, 巾及根(平方根・立方根を含む), 代数緒論, 整式, 方程式(1 元 1 次)

第 3 学年

代数(毎週 2 時): 方程式の続き(多元 1 次), 整式の続き, 分数式, 方程式の続き(2 次方程式)

幾何(毎週 2 時): 緒論, 直線, 円

第 4 学年

代数(毎週 2 時): 無理式, 比及比例, 級数, 順列及組合, 二項式定理, 対数

幾何(毎週 2 時): 円の続き, 面積, 比例, 比例の応用

第 5 学年

幾何(毎週 2 時): 比例の応用の続き, 平面, 多面体, 曲面体

三角法(毎週 2 時): 角の測り方, 円函数, 直角三角形の解法, 円函数の続き(一般角), 角の和に対する公式, 三角形の辺とその角の円函数との関係, 対数表の用法, 三角形の解法, 高さ, 距離等の測法及これに関する実習

6 おわりに

藤沢の教授法は, 良いものであると私は考える。

日常生活において最低限必要となる算術と, 筋の通った理論に基づく数学を明確に区別する点など, 現代の数学教育にも影響を与えている点が多い。

藤沢は代数教授において, 「筋の通った, 生徒にとって興味深いものにすること」を重視している。数え主義の思想や, 各単元の関連を強く意識した構成, 説明文に多くのページを割いていることなど, 藤沢が代数教授を筋の通ったものにすることを重要視していたことは, 教科書からも窺い知ることができる。

将来的に数学の知識を要することになる生徒は, 中高生全体から見ると一部分であるが, 数学で用いる考えの運び方や結果の推測など, 筋道の通った考察を重ねる鍛錬は, 生徒の進む分野を問わず重要なものである。

また, 教科書[8]の最後に学習する年金算は, 現在

の四年制大学における経済学部・経営学部で, 国債の現在価格の計算などに利用されているものであり, 対数が活かされるのがどういった場面であるか分かりやすいのみならず, 進路との関連を意識しながら学ぶことができる。

生徒一般が数学教育を享受する意味は, 論理的思考力, 説明の能力など, 根拠に基づいた行動の決定や, 他者との建設的なコミュニケーションを可能にする能力の育成, すなわち精神的鍛錬にある。

将来的に数学の知識を必要とする生徒にとっては, 上級学校や就職先での新たな知識・技能の取得の準備となる数学の知識を得ることが, 数学教育の追加的な意味となる。十分な基礎知識があったとしても, 新たな知識・技能を取得する際には, 論理的思考力が不可欠になる。数学の知識を学び, 知識の土台をきちんと培うことと精神的鍛錬は互いに強く依存しており, 知識をきちんと学ぼうとすれば, その説明や実際に問題を解く過程で精神的鍛錬を享受し, 精神的鍛錬のために繰り返し問題に取り組みれば, その鍛錬に応じた知識を享受することになる。数学教育が行われ, 生徒がこれを享受することが必要とされるのは, 論理的思考力を育てる精神的鍛錬と数学の知識が, 切り離せない関係にあるからである。

参考文献

- [1] 文部科学省: 『学校基本調査—平成 29 年度結果の概要—』, 2017
- [2] 国立国会図書館: 『江戸の数学』, 2011
- [3] 中谷太郎: 『日本数学教育史』, 亀書房, 日本評論社, 2010
- [4] 文部省: 『小学校教則大綱 (抄)』, 1891
- [5] 文部省: 『小学校令施行規則』, 1900
- [6] 藤沢利喜太郎: 『数学教授法講義筆記』, 1900
- [7] 文部省: 『学制八十年史』, 1954
- [8] 藤沢利喜太郎: 『初等代数学教科書』(上巻・下巻), 1898
- [9] 藤沢利喜太郎: 『算術小教科書』(上巻), 1907