

# 明治時代の生徒は理科をどう学んだのか

## ～アクティブ・ラーニング事始め～

興治文子\*1・小林昭三\*2  
Email: okiharu@rs.tus.ac.jp

\*1: 東京理科大学教育支援機構教職教育センター

\*2: 新潟大学教育学部

◎Key Words 学び, アクティブ・ラーニング, 筆記, 明治時代

### 1. はじめに

Society5.0 の時代に向けて、文献のデジタルアーカイブ化がすすんでいる。全国各地にある古文書館においても、近年のデジタル化の潮流を受け、保有していた資料群をデジタルアーカイブ化されるようになってきた。これら資料は、当時の人々の営みを反映し、その時代の知識や情報を現代に残す貴重な財産である。

本研究は、明治期の理科の筆記に着目し、当時の教育実態について明らかにすることを目的とするものである。

日本の近代教育のはじまりは、明治5(1872)年の学制であるが、理科教育における転換期は明治19(1886)年頃だといわれている。欧米の科学教育を輸入し欧米の科学の教科書を原著で読む段階から、翻訳教科書が出版されるようになり、やがて日本人による教科書が執筆されるようになってきた。このような教育内容の変遷は、法令や出版された教科書から読み解くことができる<sup>(1)</sup>。

一方で、生徒はどのように学んでいたのだろうか。近年話題になっているアクティブ・ラーニングでは生徒の学び方が重要であり、通常の講義よりも、視聴覚教材、デモンストレーション、グループ討論等が、順に学習定着率が高いとされている。1800年代後半には、欧米ではすでに学び方についても言及されており、たとえば明治期の日本にも大きな影響を与えたイギリスの社会学者 Herbert Spencer は、1860年に出版した著書“*Education: Intellectual, Moral, and Physical*”(1860)の中で“...Children should be led to make their own investigations, and to draw their own inferences. They should be told as little as possible, and induced to discover as much as possible.”と述べている。本研究で扱う生徒の筆記は、生徒自身が受けた授業の内容を記した一次資料である。日本の理科教育が確立し始めた明治19年頃、生徒の学び方はどのようなものであったのか、全国各地の古文書館から収集した明治期の生徒の授業筆記から、当時の生徒の学び方について考察する<sup>(2,4)</sup>。

### 2. 研究手法

#### 2.1 対象とする筆記

明治19年頃の理科の生徒の筆記を対象とする。全国各地の古文書館からは、多数の資料群が得られたが、時期と生徒の校種が特定できるものはそれほど多いわけではない。そこで、本研究では次の11点の資料を対象とする。資料群は順に、筆記が記述された年、生徒の所属していた学校名、筆記名、生徒名、[教えた教員名]、(都道府県)

を簡条書きで記している。複数ある場合は、括弧内に冊数を示している。

- 明治22～25年、(高等小学校)、「化学物理筆記」、田中宗一郎、[化学も物理も理学士小川正孝口授] (静岡)<sup>(5)</sup>
- 明治22年、騎西高等小学校、「理学筆記」、平野政一郎(埼玉)<sup>(6)</sup>
- 明治23年、高等科村上小学校生徒第一級、「物理筆記」、遠藤俊吉(新潟)<sup>(7)</sup>
- 明治25～26年、與板高等小学校2級生、「物理学筆記」(2冊)、永井玄慎(新潟)<sup>(8)</sup>
- 明治20～24年、新潟県尋常師範学校、「諸教案」、[物理学](4冊)、倉茂吾八、[甲と丙は伊藤先生教授、丁は久田先生伊藤先生教授、戊は管先生教授](新潟)<sup>(8)</sup>

#### 2.2 筆記から読み解く内容

科学概念を理解するためには、多くの異なる表現が用いられる<sup>(9,10)</sup>。言葉や式、数値、グラフや図など多様な表現を組み合わせて用いることで、生徒が深く概念を理解することができる。表現方法が多様であることは、生徒が自身の思考パターンにあった理解の仕方でも理解できるため、より効果的に理解を深めることもできるだろう<sup>(11)</sup>。明治時代にはすでに問答形式で授業を展開する授業手法も取り入れられており、明治10年代後半には簡易実験を取り入れた教科書も出版されている。生徒の筆記から、どのような表現が用いられているのかを明らかにし、さらに生徒自身が考えたことや実験を通して学んだことなどが記述されているかどうかを検討する。

### 3. 筆記の解析

#### 3.1 明治22～25年「化学物理筆記」田中宗一郎

表紙に「化学物理筆記」と記されたこの筆記は、「化学筆記」から始まり、途中で「物理筆記」という構成になっている。図1に示したように、それぞれの筆記名の後に理学士小川正孝口授とあり、教師が特定されている(図1(a))。内容は物理学の定義、物質、力、物体三種の形状など項目ごとに分かれており、簡条書きと説明文で記されているところがある。また、理科という学問の特徴上、実験の図(図1(b))や式(図1(c))も記されているところがあった。

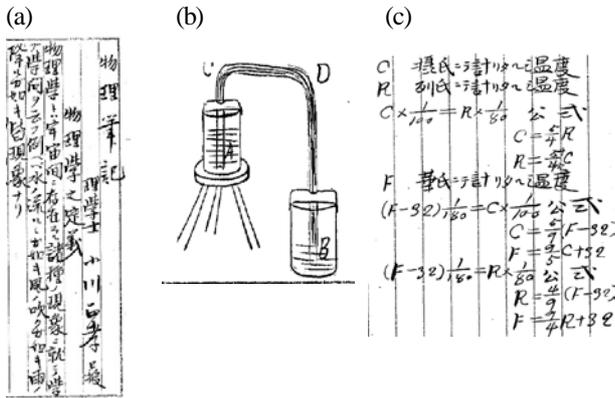


図1 田中宗一郎の「化学物理筆記」

(ロ) 断定  
物体の重心は形の如何に関わらず其の全質量の平準するところに位置する 之れを重心と云う

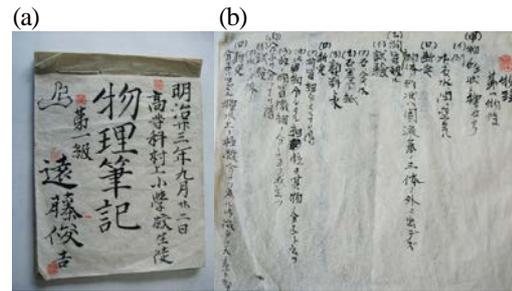


図2 遠藤俊吉の「物理筆記」

### 3.2 明治22年「物理学」平野政一郎

平野の筆記の内容は、明治18年に出版された『小学校生徒用物理学』（後藤牧太著）を基にしたものである。この教科書は、簡易実験を通して学ぶことができるようになっており、巻末に実験機器のリストも掲載されている。また、内容も教育的に配慮が行き届いたものと評されている。

平野の筆記も、教科書と同様に「例」、「試（著者注：実験のこと）」、「定義」の順で文章で記されているが、記述や実験の説明が、教科書よりもより具体的でわかりやすくなっている点が多くみられた<sup>(12)</sup>。図も教科書同様用いられているが、実験装置に用いられた素材が具体的に記されていたり、原理が分かりやすくなるように改良されていた。たとえば、秤を用いて浮力を測る実験では、片方に錘として「ハカリの玉」、もう片方には「ブリキの筒」をつらし、その下に「ブリキの筒と同じカサの鉛の棒」がつけられ、支点は中心になるように工夫されていた（教科書では支点は中心ではなく、筒に近い）。

この筆記で特質すべきことは、寒暖計の項に「明治22年10月29日午前10時50分摂氏19度、華氏67度」と記されており、実際に日付と温度が分かる点、つまり観察が行われていた記述があることである。さらに、水や氷、海水の比重などが具体的な数値で挙げられており、教科書の値とは異なっていたことから、教科書の内容をそのまま教わっていたわけではなく、当時の最先端の情報に更新されて教えられていたことがわかる。

筆記の記述形式が教科書と同様であり、教師の説明が主に記されており、生徒自身が自分の言葉でまとめた記述は見られなかったが、観察や実験をしていたと推測できる記述が多々みられた。

### 3.3 明治23年「物理筆記」遠藤俊吉

遠藤の筆記（図2(a)）は、箇条書きであり、学ぶ内容について実験（「試験」）が示され、実験結果から明らかになることが断定として述べられていた（図2(b)）。たとえば、重心については、

- (甲) 物体は一点に於いて支持するを得
- (イ) 試験
  - ・長き棒
  - ・三角形の板
  - ・四角形の板と錘

といった具合である。光の屈折のところではレンズの図もみられた。

### 3.4 明治25～26年「物理学筆記」永井玄慎

永井の筆記も、これまでの3例と同じく文章説明と図が主である。内容的には、科学の原理だけでなく、日常とのつながりについての内容も増え、避雷針や電池の仕組みなどが図を用いて説明されている。この筆記では、図3に示したような、音のモデルが描かれている。抽象的な科



図3 永井玄慎の「物理学筆記」中の音のモデル

学概念を教える際に、モデルを図示して教えることも重要である。音が聞こえるのは、空気中を波が伝わることであり、波のようすがよく表れている図である。

### 3.5 明治20～24年「物理学」倉茂吾八

倉茂吾八は師範学校の生徒であり、現在の大学生が教育実習に行ったときに作成する学習指導案に相当する教案が残されていた。そこには、教授の方法として、教師の発問を○印で、生徒の発言を△印の会話形式で授業展開が記されている。問答形式での授業展開は、この頃にはすでに普及していたと思われるが、この授業の骨格には『小学校生徒用物理学』が用いられており、

- 動くとは如何なることや
- △実地をもって問う
- 又曰く付属小学校の屋根に居る鳥若しくは羽虫が病院の屋根に飛び移りしならば鳥が如何したりというや
- △答種々判然せず
- …（中略）
- 又問う生徒が毎日家より学校迄如何にして来るや
- △種々の答えあれどもそのうち歩行してきましたを取る

といったように、生徒の答えをあらかじめ決めておいてその答えを生徒に言わせるのではなく、本当にまず生徒

に考えさせ、その発言の中から授業展開をしていくことが想定されているものである。

さらに、倉茂の物理筆記には、原子分子レベルから現象を捉えようとしている記述も多くみられた。これらは、明治20年代になっても、明治初期の頃の翻訳教科書に記されていた、物性から物理学の学習をはじめ、次第にマクロな現象の理解へとつなげていくという展開の中に多くみられる。前述の4例が高等小学校の児童筆記であり、明治19年を境に、日常的にみられる現象論が学習内容の中心に移り変わっていく転換期にあることから比較的、原子、分子レベルからの説明も少ないのに対し、倉茂は師範学校の生徒であるため、学齢が大きく異なることも教授内容の違いに影響があると思われる。ただし、我々が実際に見ることができる鉄鋼がたわむようす(図4(a))を、原子分子の観点からモデル図を用いて説明されていた(図4(b))ことは大変興味深い。永井の音のモデル同様、抽象的な概念を深く理解する上でモデル図は役に立ったと考えられる。

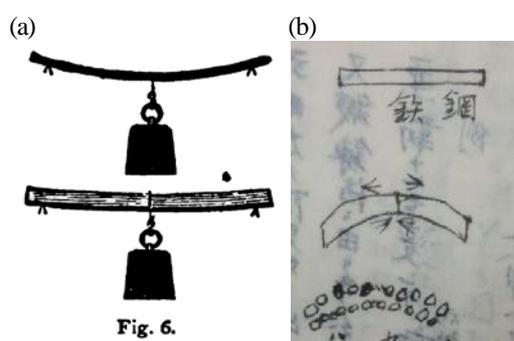


Fig. 6.

図4(a)欧米からの輸入教科書として広く普及したB.Stewartによる”Physics”の弾性を説明する図(b)同じく弾性を、原子分子レベルで説明した倉茂の「物理筆記」の図

#### 4. おわりに

次期学習指導要領(小学校、中学校は平成29年告知、高等学校は平成30年告知)では、「主体的、能動的で深い学び」がキーワードになっている。

教師による口述や、黒板で図を用いて説明するだけでなく、理科という教科の特性上、観察や実験を通して概念理解をすることは重要であり、このような教え方は明治20年代にはなされていたことが生徒の筆記からも明らかである。さらに、抽象的な概念理解においては、見えない原子、分子のレベルからマクロな現象を理解させたり、音が伝わるようするモデルを用いて表現することが、一般的に普及していたこともうかがえる。

明治時代も、現代も共通していえることは、学習者が深く理解すること、そして能動的に学ぶことが求められていたことである。

授業のようすの録画や、筆記と対応した答案と突き合わせて分析できたわけではないが、筆記に記されていた内容を手掛かりに、教師が口で説明するだけでなく、生徒にわかりやすくなるような図や式を

用いて説明がなされ、生徒の方も多くはそのまま写したり、場合によっては清書したものであるかもしれないが、その当時のできる範囲の表現方法で筆記をまとめていたことがわかった。さらに、倉茂の筆記からは、生徒に教師が想定していた回答を云わせるのではなく、生徒自らが導き出した回答を用いて、授業を展開していくことを考えていたことが読み取れた。

現代は、教科書も白黒から3色刷りになり、カラーになり、また動的なことも表現できるようなデジタル教科書やインターネット資料等も普及している。さらに、センサー類で実験の種類も多様になり、学習者の様々な思考パターンにあわせた表現方法が増えた。日本の近代教育がはじまって約150年たち、今、改めて教師が何をどう教えるかだけでなく、生徒が何をどのように学んだのか、それをどうアウトプットできるのかが問われている。現代においては、生徒が学んだことを自分の言葉でまとめ、視覚的に残るような形で記録することも指導していきたい。

#### 謝辞

本研究はJSPS 科研費17K18617及び17K01022の研究助成を受け実施したものである。

#### 参考文献

- (1) 板倉聖宣、『日本理科教育史(付・年表)』,第1法規,(1968).
- (2) 興治文子,小林昭三,畠山森魚,杉本拓毅:“新潟県で発見された物理筆記が示す明治中期における科学教育の実態”,物理教育,60,1,pp.2-8(2012).
- (3) 興治文子,小林昭三:“明治20年代高等小学校児童の筆記から解明する科学教育の実態の一考察”,科学史研究,52,pp.240-248(2013).
- (4) 小林昭三,興治文子:“日本各地の授業筆記等で解明する明治中期「理科」・「科学」教育の実態と国際的連関”,科学史研究,52,pp.200-210(2013).
- (5) 小林昭三氏所蔵,2011年にスーパー源氏より購入.
- (6) 埼玉県立文書館所蔵.
- (7) 名古屋大学名誉教授・木村初男氏所蔵(2018年に87歳で逝去された),木村初男:“明治23年高等小学校生徒の物理ノート”,日本物理学会誌,63,pp.877-879(2008).
- (8) 新潟県立文書館所蔵.
- (9) エドワード・F・レディッシュ著,『科学をどう教えるか』,丸善出版(2012).
- (10) 右近修治,「学生の思考過程に基づいた理工系入門物理教科書開発の研究」,第5回新潟大学レクシスタディとアクティブ・ラーニングのシンポジウム兼ワークショップ,2019年3月2日.
- (11) 吉田賢史,篠田有史,大脇巧己,松本茂樹:「学習コンテンツ表現方法の差異が学習者に与える好意性と思考スタイルの因果関係」,2013PCカンファレンス論文集,pp.365-366(2013).
- (12) 興治文子,小林昭三,山本裕太:「明治22年高等小学校児童「理学筆記」に依拠した簡易物理実験の実態」,新潟大学教育学部研究紀要自然科学編,9.1,pp.11-26(2016).