

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

興治 文子・小林 昭三・山本 裕太*

1. はじめに

1885(明治18)年に出版された『小学校生徒用物理書』⁽¹⁾は、物理の法則を簡易な実験によって示すことで生徒の理解を促すという特徴を持っており、当時の初等教育における物理の最高水準の教科書であったと考えられている。板倉聖宣は『日本理科教育史』の中で、「これまでの教科書と違って、教育的に配慮のゆきとどいた、最も教科書的な教科書であった。明治10年代の末ごろには、日本でも実験に基づく科学教育が本格的に問題になりはじめていたのである。」と評している⁽²⁾。所澤潤も「これは、当時、指導的な立場にあった著者の一人後藤を中心とする東京師範学校の物理教育の内容研究のひとつの集大成であり、当時の到達水準の現われである」としている⁽³⁾。

一方で、同書の使用実績については、1886(明治19)年に小学校の教則が変更されて「理科」となったこと等から、「物理学を本格的に科学として扱ったこの時期の教科書は使用されなくなった」⁽²⁾、「実際には、殆ど使用されず、現場レベルでの物理教育の向上には殆ど貢献することはなかった」⁽³⁾とされている。

しかしながら、近年、全国各地の古文書館において当時の生徒が使用していたと考えられる教科書や授業の筆記が発見され、理科教育転換期における認識を覆す教育実態が明らかになってきた^(4,6)。新潟県奥板高等小学校児童であった永井玄真の1892(明治25)年と1893(明治26)年の「物理学筆記」⁽⁷⁾についての研究からは、『小学校生徒用物理書』の内容が7割を占め、ほかに翻訳教科書なども参考にして、物理の原理・原則と実用性がバランスよく教授されていたことが判明している⁽⁸⁾。また、明治20～24年に新潟県尋常師範学校生徒であった倉茂吾八の「諸教按四」⁽⁷⁾からも『小学校生徒用物理書』の使用実績がみてとれる⁽⁹⁾。

本研究では、埼玉県立文書館に所蔵されていた埼玉県騎西高等小学校児童、平野政一郎の「理学筆記」⁽¹⁰⁾において、『小学校生徒用物理書』が使用されていただけでなく、実際に簡易実験を行っていたと考えられることから、その詳細について検討する。まず、当時の理科教育における実験の位置づけや普及の取り組みについて概略を述べる。

2. 明治20年までの理科教育における実験の位置づけとその普及

日本の近代的な学校教育制度を作り上げた洋学者たちは、自然科学における実験の重要性を認識していた。したがって、1872(明治5)年の学制とそれに基づく小学教則において、自然科学の教科が重視され、その教授法として「教師兼て器械を用いて其の説を實にす」(下線は著者による)⁽¹¹⁾とされていたのは自然な流れであろう。この頃の自然科学の教科としては、理学論講、博物、化学、生理などがあり、近代科学の合理的な自然観がなによりも重要な教育内容であった。ただし、教師の科学についての知識が十分ではなかったことや、自然科学を学ぶ学年まで進級できる児童が少なかったため、政府の方針は完全に実現したわけではなかった。そこで文部省は、1878(明治11)年に学事奨励に乗り出し、各府県の公立師範学校に『物理全志』(宇田川準一編、1876年完結)向きの物理実験装置一式を下府し、実験に基づいた科学教育を推進した。

1880(明治13)年には教育令とそれに基づく小学校教則綱領が制定される。この小学校教則綱領では、た

たとえば物理については、「凡物理を授くるには務て単一の器械及近易の方便に依り実地試験を施し其理を了解せしめんことを要す」（下線は著者による）と、実験を通してその法則性を学ぶことを要請している。ここでは、現在の実験に相当する言葉として試験という言葉が出てきている。このことについて、永田英治は『日本理科教材史』の中で「『試験』という言葉は、＜予想や仮説の理論的な帰結が正しかったかどうかためず＞という experiment の語義がうまく表現されている」⁽¹²⁾、と述べており、幕末には定着していたとされている。実験という言葉が使われ始めるのは1900年頃からのことである。

文部省は実験に基づいた科学教育を推進するため、1882(明治15)年には教職員、公私立学校の生徒個人を対象とした学事賞与例並学事奨励品付与令を布達し、学事奨励品が優良学校に付与された。その奨励品の目玉が『理化小試』（クーレー原著、直邨典訳・宇田川準一訳、文部省、明治15年）とその中で扱われる実験装置一式であった⁽¹²⁾。このような実験装置自体の普及と並行して行われていたが教員講習である。すでに教育事業に力を入れていた府県は、師範学校教員が巡回して現職教員を指導したり、講習会を行ったりしており、文部省はこれを全国に広げようとしていた。一方、指導者たちも海外の教科書に載っている簡単な仕掛けのできる実験例や、簡易実験の工夫を紹介することで普及させようと試み、また同時に新たな簡易実験を創作し始めた。結果として明治10年代は多数の小学校向けの理化学実験書が出版された。たとえば、

- ・『(物理小誌付録)簡易試験法』（宇田川準一編、文学社、明治17年）、
- ・『(小学物理)簡易実験法』（峯是三郎編、上下広島書肆、明治18年）、
- ・『(簡単器械)物理試験法』（福原衡・村岡範為馳序、開誘社、明治18年）、
- ・『(簡易器械)理化学試験法』（後藤牧太・三宅米吉、卷一普及舎、明治18年）、
- ・『(簡易試験)理化教授本』（安西鼎、上中下文化堂、明治18年）

などである⁽¹²⁾。注目すべきは、明治10年代の理化学実験書ブームの際に出版された実験書は、装置の使い方ではなく簡易実験の例を示していたのである。中でも、簡易実験を含む物理教育の普及に尽力したのが『小学校生徒用物理書』を著した後藤牧太（1853～1930）であった。

後藤牧太は福沢諭吉の弟子であり、東京師範学校の初代物理学教授となった人物である。後藤は、自ら簡易実験の工夫をするとともに、師範学校の生徒に簡易実験装置の工夫を指導した。また、文部省が学事奨励品のための実務を委託した東京教育博物館の事業のひとつである学術講義（毎年2期にわたって開催される講習会）で、1884(明治17)年、1885(明治18)年の講師を務めるなど、身の回りにある素材を使った簡易実験を数多く創作し、実験に基づく物理教育の普及に尽力した。

このように、実験に基づいて科学の法則性を学ぶ科学教育が日本全国に広まりつつある中、突如1886(明治19)年に現れるのが理科である。小学校令と小学校の学科及び其の程度により登場した理科によって、自然科学に関する授業時間数は大幅に減少し、その内容も生活に関係が深く日常児童が目撃する事物や現象、人工物に関する個別的な知識を重要視するようになり、日本の科学教育は質的に大きく転換する。

3. 埼玉県騎西高等小学校児童平野政一郎の理学筆記の特徴

3-1. 筆記の記された時期および教科名

埼玉県立文書館で発見した平野政一郎の筆記の表紙には、「騎西高等小学校 平野政一郎 理学筆記」と記されており、表紙をめくると「高等科第二年級 教授」とあった。この時点では筆記が記された時期は判明していなかったが、表紙が教科名が理学であったことから、明治初期のものであると検討をつけていた。のちに埼玉県騎西町のホームホームページから1887(明治20)年に「騎西の大英寺を仮校舎に騎西高等小学校開校」という記述があることを見つけ、筆記は明治20年以降のものであることを確認した⁽¹³⁾。その後、筆記を分析していく過程で、「二十二年十月十九日午前十時五十分 摂氏セルシウス十九度 華氏ファーレンヘイト六十七度」と、その日の気温と考えられる記述があったことから、この筆記は1889(明治22)年に記されたことが判明した。明治22年は、すでに教科「理科」が成立した後である。筆記の表紙には理学とあったが、最後のページには「理科 ● (冠は亡に脚は十という漢字で終わりを意味している)」と記されていた。ここで、本論文では●は原文が判読不明であったり、現在の常用漢字ではないため表記できない字を表すこととする。

3-2. 筆記の章立てとその内容

筆記の大まかな内容は、力学（凝集力、物体の三態を含む）、液体、気体、音学、熱学、光学、磁気学、電気学の8分野である。一方、『小学校生徒用物理書』は、はしがきから始まり本文、そして巻末には教科書で用いられる小学用低価物理器械リスト（1～71）が載っており、本文の章立ては、運動及力、液体、気体、音、熱、光、磁石、越歴の順番で、8編71節で構成されている。理学筆記はその順序が一致していることがわかる。

『小学校生徒用物理書』の本文は、基本的には実例、試験、定義・決定・事実、実例・事実・応用と、実験から定義・決定・事実を導くという流れになっている。実験から定義・決定を見出した後は、実例・事実・応用として、どのような場面でその定義・決定が適用されるかが説明されている。理学筆記の内容も、表1に示すように明らかに『小学校生徒用物理書』を参考に教授されていたことが分かる。なお、理学筆記、『小学校生徒用物理書』ともにカタカナ表記であった部分はひらがな表記に変更した。

表1 平野政一郎の理学筆記と『小学校生徒用物理書』の第一節

| 平野政一郎 理学筆記 | 『小学校生徒用物理書』 |
|--|--|
| 第一節 運動 (例) 人の歩行すること 鳥の飛ぶこと (試) 球を机上に轉ゆること 車を坂より落すこと 定義 物体の居場に変へるを運動と云ひ同じ所に在るを静止と云 方向 物の運動するには東西南北前後左右上下等の向きあり 之れを運動の方向と云 物体の運動するには速さあり 之れを云ひ顯すには一時間に何里或は一秒時間に何尺などと云ふなり 此の如き一定時間に運動したる距離の割合を速度と云ふ | 第一編 運動及力 第一節 運動 ○實例 人の歩行すること、鳥の飛ぶこと ○試験（第一）球を机上にて轉ず ○定義 物体の居場所を變ずるを運動と云ひ同じ場所に在るを静止と云ふ ○方向及速度 人、鳥、球等の運動するには東西南北或は前後左右上下等の向きあり、之を運動の方向と云ふ 又物体の運動するには速さあり、之を云ひ顯すには一時間に何里或は一秒時間に何尺などと云ふなり、此の如き一定時間に運動したる距離の割合を速度と云ふ |

理学筆記の章立てについては、第一編とは書かれていなかったが、『小学校生徒用物理書』の第一編運動及力の第一節運動から第十二節物体ノ三態まではほぼ同じ見出しで節に分けられていた。第二編液体については、理学筆記の方では第十三節液体となっていたり、第十四節には見出しがなかったりしており、編や節を用いたくり方は『小学校生徒用物理書』とは一対一対応していない。

3-3. 筆記における実験の記述

平野政一郎の理学筆記の中には数多くの図が描かれており、『小学校生徒用物理書』の図とは異なるものがいくつも見られた。この筆記において、実験をしていたという記述や『小学校生徒用物理書』とは異なる身近な材料を用いた実験の説明や図が描かれていた場合、実際に簡易実験を行っていたことを示す手掛かりになる。

まず、筆記に記載されていた内容のうち、実験に関する箇所について検討する。当時、実験を意味する試験（あるいは試）と記されていたところはすべて抜き出した。さらに、試験とは記されていない箇所でも、身近な道具を用いて説明している箇所は実験とみなした。

表2～9に、8つの分野別に理学筆記の章立て、著者が便宜的に付けた実験番号、実験番号、実験内容、備考を記した。なお、実験番号は便宜上に筆者が付けたものである。実験内容の[試]、[試験]、[証]は筆記に記載があった通りに示している。また、備考には理学筆記の実験と『小学校生徒用物理書』の実験内容を比較し、全くあるいはほぼ同じだった場合は○、表現や教材は異なるが内容が一致している場合には△、理学筆記にしかない実験は×とし、違いがあった場合にはどのように異なっていたのかを記述した。さらに、図の有無について図があった場合には「有」と記し、図があった場合には『小学校生徒用物理書』と比較して同じ場合には「同」、異なる場合には「異」、対応する図がなかった場合には「-」と記した。

表2 理学筆記の力学の実験内容

| 章立て | 実験番号 | 実験内容 | 備考 | 図 | 比較 |
|--------------|------|--|---------------------------|---|----|
| 第一節 運動 | 1 | 試 球を机上で転がす, 車を坂より転がす. | ○ 車が追加. | | |
| 第二節 力 | 2 | 試験 磁石を釘に近づける. | ○ | | |
| 第三節 一つの力の働き | 3 | 試 書物の上に湯呑を乗せ, 速く前方へ動かす. 書物を急に引く. | ○ | | |
| | 4 | 試 コップの上に厚紙を乗せ, その上に十文銭をおいてはじき棒で紙を飛ばすと十文銭はコップの中に落ちる. | △ 竹筒の代わりにコップ, 手の代わりにのはじき棒 | 有 | 異 |
| 第四節 遠心力及求心力 | 5 | 試験 小石にゴムを結んで回転させるとゴムは伸びる. 小石に紐を結んで回転させ, 途中で切れるとイロの方向に飛んでいく, イの位置にあるときに手を離してもイロの方向に飛んでいく. | ○ 飛んでいく方向の説明詳しい | 有 | 異 |
| 第六節 槓杆 | 6 | 槓杆(支点が重点と力点の間にあるもの). | ○ | 有 | 異 |
| | 7 | 槓杆(重点が支点と力点の間にあるもの). | ○ | 有 | 異 |
| | 8 | 槓杆(力点が重点と支点の間にあるもの). | ○ | 有 | 異 |
| 第九節 落つる物体の規則 | 9 | 試験 錘を板へ投げると, 速さが速いほど深く刺さる. | ○ | | |
| | 10 | 試験 紙を平らにして落とす, 丸めて落とすと丸めた方が平らなときよりも速く落ちる. | △ 速さが具体的. | | |
| | 11 | 試験 白墨の蓋の上に紙を乗せ下に落とすときは紙と蓋は同時に落ちる. | △ 猪口の代わりに白墨の蓋, 羽毛の変わりに紙. | | |
| 第十節 重心及基底 | 12 | 試験 白墨の蓋を親指で支えると蓋が平らに指の上に乗る所がある. | × | | |
| | 13 | 試験 上下の底面積が異なる四角柱を同じもの2つ用意し, 片方は大きい面を下に, もう片方は小さい面を下に置く. 2つの四角柱の間に紐でつるした錘をつけると, 小さい面が下の方が早く倒れる. | ○ | 有 | 同 |
| 第十一節 凝集力 | 14 | 試験 白墨を切ったり折ったりするには少しの力が必要. これは凝集力による. さらに切るには前よりも大きな力が必要. | △ 白墨が具体的. | | |

表3 理学筆記の液体の実験内容

| 章立て | 実験番号 | 実験内容 | 備考 | 図 | 比較 |
|---------------------|------|--|-----------------|---|----|
| 第十三節 液体(液体は圧を上下四方に) | 15 | 証 女竹の水鉄砲の先の方の底と周りに穴を開けて水を押し出すと水は上下四方に流れ出る. | △ 女竹が具体的 | | |
| (液体は自分の重さで上下四方を押す) | 16 | (1) 船の底に穴があると水が漏れる. また, ランプのホヤの口にコルクをはめて管を刺し, ホヤを水中に入れると水は管から流れ出る. | △ 船の例が追加. | 有 | 異 |
| | 17 | (2) 長い竹の筒に水を入れ, 底のコルクを抜くと水は下に流れ出る. | △ コルクが具体的. | | |
| | 18 | (3) 長い竹の筒の側に穴を開けると水が側面から流れ出る. | △ 穴を開けた例が具体的. | | |
| (液体の圧力は深い方が増す) | 19 | 証 (1) 次の試験をすれば, (竹筒の側面3箇所)に穴を開け, 水を入れる)一番下の穴から出る水が勢いが強い. | △ 水が流れ出ている図が具体的 | 有 | 異 |
| | 20 | 証 (2) 長さが一尺と二尺の女竹の底にゴムの底を貼り, 水をいっぱい入れると長い竹の方がゴムが伸びる. | × | | |
| | 21 | 証 (3) 深いほど水圧が大きいので魚類海の下の方にいない. ランプのホヤの平らな所に糸をつけて水中に沈める. | △ 魚類の例が追加. | 有 | 同 |

| | | | | | |
|-----------------------------|----|--|---|----------------|-----|
| (液体は平均を求む) | 22 | 証 ホースの両端の高さを変えて中に水を入れる、土瓶も例に水面の高さを説明。 | × | 有 | — |
| | 23 | 証 さざまな形の容器が連結しているものに水を入れたときの水面の高さの関係。 | ○ | 有 | 異 |
| 第十四節 | 24 | 証 水中に沈んだ物体は、自分が押しかけた水の目方だけ軽くなる。 | △ | 装置が分かりやすく改良。 | 有 異 |
| (浮沈) | 25 | 試験 コルクは水よりも軽いので浮く。鉛は重いので沈む。コップに水を入れて卵を入れると沈み、塩を多く溶かすと卵は浮く。卵の目方と塩水の目方が等しいと卵は水中に浮かぶ。 | △ | コップに入れるが具体的。 | |
| (水上に浮く物体はその物体と同じ目方の水を押しのける) | 26 | 証 片口に水を一杯入れて三十目の木を浮かべ、木が押しかけた水の目方を量ると三十目ある。三十目の水の容は、物体の水に沈んでいる容と同じ。 | △ | 数値有り。 | 有 同 |
| (液体の比重) | 27 | 既知の目方のガラス容器に水を入れ重さを量る。次に他の液体を入れて重さを量る。水の目方で他の物体の目方を割る。水銀は水の重さの十三倍半。 | × | 数値有り。 | |
| (固体の比重) | 28 | (1) 一杯の水の中に鉄を入れると同じ体積の水が溢れ出る。水の重さが二百目、鉄が七百五十目なら鉄の比重は水の七倍半。 | △ | 具体的に鉄で説明、数値有り。 | |
| | 29 | (2) 空気中の物体の目方を量り、次に水中で量る。空気中で目方から水中での目方を引いたもので、空気中で目方を割る。 | △ | 比重表有り。 | |

表4 理学筆記の気体の実験内容

| 章立て | 実験番号 | 実験内容 | 備考 | 図 | 比較 |
|-------------------|------|---|----|--------------|-----|
| 第●節 気体 (気体の性質) | 30 | 試験 (1) 封をした袋に口で息を吹き込み、袋の口を縛って手で強く押すと抵抗があることが分かる。 | △ | 31がより一般的に表記。 | |
| | 31 | 試験 (2) 膀胱の口から息を沢山吹き込んで、その口を強く縛って手で押すと抵抗があることが分かる。 | ○ | | |
| | 32 | 試験 (3) 風呂の中で湿った手拭を水面にかぶせると手拭が膨らみ、それを押すと何か手に抵抗がある。 | × | | |
| | 33 | 試験 (4) コップの底に鬚附油を少しつけ、それに火をつけた線香を立てて水の中に沈めても火は消えない。 | ○ | | |
| (気体の圧縮性) | 34 | 試験 (1) 紙鉄砲を作り手前の玉を押すと、その玉が少し竹筒の中に入った後に口先の玉がボンと音を発して抜け出る。 | △ | 空気鉄砲の代わりに竹筒。 | |
| | 35 | 試験 (2) 瓶に半分ほど水を入れ、ガラス管の付いたコルクで瓶に蓋をする。瓶の口から気体が逃げないように固油を塗り管から強く息を吹き込むと、瓶の中の水はガラス管から吹き出る。 | △ | 油を塗るが加筆。 | 有 同 |
| | 36 | 試験 (3) 35のコップの試験においてコップの中の空気が少しも●同じ長さの先行をコップの底に●火は消えない。 | × | | |
| | 37 | 試験 膀胱に空気を半分入れ、その口を縛って排気器に入れ、器の空気を抜き去ると膀胱は膨らむ。その周り二十里も包んでいる空気があり重さは直径二十四里の鉛の玉と同じ程。その重さのために地球上のものは空気の圧を受ける。 | △ | 数値有り。 | |
| (空気に圧力ある) | 38 | 試験 (1) コップに水を入れて硬い紙で蓋をして手で強くしながら逆さまにし、静かに手を放しても空気の面を上を押すので水は溢れない。 | × | | |

| | | | | | |
|----|---|---|-------------------|---|---|
| 39 | 試験 (2) マグデブルグの半球。両半球を密合して排気器で空気を抜くと四方の空気が強くこれを押すので、両方から引っ張っても引き離せない。空気を入れると容易に引き離せる。 | ○ | | 有 | 同 |
| 40 | 試験 (3) 2つの白墨の蓋を熱し1つの蓋を他の蓋の上に乗せ上の蓋を上げるときは蓋と蓋の間は真空になるので空気が強く上の蓋を押すので上の蓋とともに下の蓋も上がる。薄い剃刀砥で剃刀をとぐときには剃刀とともに砥が持ち上がることもある | × | | | |
| 41 | 試験 (4) 底のないガラス管の1つの口を指で塞いで水を入れ静かに逆さまにしても水は出ない。指を離せば上下の圧力が平均するので水は自分の重さのために流れ出る。 | × | | | |
| 42 | 試験 (5) 両方の底がないガラス管の上の口だけ膀胱で覆い、その周りを糸で強く縛り下の空気を抜くときは空気が強く下の方へばかり押すので膀胱は割ける。もし膀胱の代わりにゴムを使えばゴムは筒の中で膨れる。 | △ | ゴムの話が追加。ゴムの図も有り。 | 有 | 同 |
| 43 | 試験 (6) コップに水を入れ他の瓶にも水を一杯入れ、その口を押えながらコップの中に入れて手を放しても瓶の中の水が下へ押すよりも空気が下へ押す方が強いので水は溢れない。 | × | | | |
| 44 | 試験 (7) 子供が水鉄砲で水を吸い上げることができる理由は、初め管の中の棒を引くときは棒と管との間に真空を生じるので外気はその所を埋めようとして水を押すので水は管の中に入る | × | | | |
| 45 | 試験 (8) 玉子の反対の側に1つの穴をあけるとその中の汁を簡単に吸い出すことができる | × | | | |
| 46 | 試験 長さ三尺のガラス管を取り、これに水銀を一杯入れ、指でその口を強く塞ぎこれを倒したままにして水銀を入れた杯の中に入れ指を離すと水銀は二十尺五寸の所まで下がって上部に真空ができる。(これをトリセリ氏の真空という。これは二尺五寸の水銀が下へ押す力と空気が水銀面を押す力が同じ。) | ○ | 図に真空と二尺五寸の書き込み有り。 | 有 | 異 |

表5 理学筆記の音学の実験内容

| 章立て | 実験番号 | 実験内容 | 備考 | 図 | 比較 |
|---------------------|------|---|----|----------------------|-----|
| 第四編 音学 (振動) | 47 | 試験 (1) 三味線は弾かなければ鳴らない、弾くときは振動して鳴る。 | × | | |
| | 48 | 試験 (2) 綿打道具も打たなければ鳴らない、打てば振動して鳴り、振動止めれば鳴らない。 | × | | |
| | 49 | 試験 (3) 蝙蝠傘の骨で机を打てば鳴る。 | × | | |
| (音は空気を伝わるが真空は伝わらない) | 50 | 試験 排気器の内側に風鈴を糸で吊るして排気器の上に置き、排気器を動かすと風鈴は音が出る。空気を抜き取ると音は聞こえないが、風鈴の分子は振動していることには変わらない。 | ○ | | |
| | 51 | 試験 机の一端に耳を付け、もう一端を爪で搔くと音が聞こえる。金属で実験しても同じ。金属も音を伝える。 | ○ | | |
| (音の伝わり方) | 52 | 試験 銅銭を5枚1列に並べ、別の1枚を一番端の銅銭に当てると順に押し出されて反対側の1枚が押し出される。 | △ | 振り子状に配置されていた球が縦一列に変更 | 有 異 |
| (音の反射) | 53 | 試験 鞠を壁に向かって投げると、図のように反射する。 | ○ | | 有 異 |

表6 理学筆記の熱学の実験内容

| 章立て | 実験番号 | 実験内容 | 備考 | 図 | 比較 |
|----------------|------|--|-----------------------|---|----|
| 第五編 熱学 (温度) | 54 | 試験 瓶に水を入れ、これにおが屑を少し入れて熱すると水は図のようになる。 | ○ 瓶の形が異なる、水の動きを粒子で表現。 | 有 | 異 |
| | 55 | 試験 水を手で触ると手は氷に熱を取られ、手は冷たいと感じるときは手の温度は氷の温度よりも高いという。手を火鉢の傍に置き、手が暖かいと感じるときは火の温度は手の温度よりも高いという。物体には皆モンドがある。石は手よりも冷たいが氷は石よりも冷たい。したがって石の温度は氷の温度よりも高い。 | △ 水銀と水の代わりに氷と手で実験。 | | |
| (熱は物体を膨張させる) | 56 | 試験 図のように火鉢を置き、他の一端に板をかけて火鉢を熱すると板は倒れる。 | ○ | 有 | — |
| | 57 | 試験 (2) 管に水を一杯入れ、底から熱すると水は口から溢れる。 | △ | | |
| (熱は物体の有様を変える) | 58 | 試験 (3) 鉄でできた輪の中に辛うじて出入りする鉄の球は熱して熱くなると穴を通り抜けられない。 | × | 有 | — |
| | 59 | 試験 (4) 膀胱に空気を半分入れ熱すると膀胱は膨れる。 | ○ 空気の量が9割から半分に。 | | |
| | 60 | 22年10月29日午前10時50分、摂氏19度、華氏67度。 | × | | |
| | 61 | 試験 (1) 固体の氷、蠟、鉛などを熱すると液体になる。 | × | | |
| | 62 | 試験 (2) 液体の水「アルコール」を熱すれば気体になる。 | × | | |
| | 63 | 試験 (3) 固体を熱すれば液体になり、さらに熱すれば気体になる。 | × | | |

表7 理学筆記の光学の実験内容

| 章立て | 実験番号 | 実験内容 | 備考 | 図 | 比較 |
|-------------------------|------|---|------------------------------------|---|----|
| 第六編 光学 (光の反射) | 64 | 試験 (1) 戸の穴から入る光を鏡で受けると図のように反射する。 | ○ | 有 | 同 |
| | 65 | 試験 (2) 鏡の面に真直に当たれば元の道を反射し、斜めに当たれば斜めに反射する。 | ○ | | |
| | 66 | 試験 (3) イから入ってきた光はハの鏡で反射し同じ角度のロへ反射する。ハの光はロでは見えるが二では見えない。 | △ 『小学校生徒用物理書』では蠟燭を用いている。 | | |
| (鏡と像までの距離は物体と鏡までの距離と同じ) | 67 | 試験 鏡の前に蠟燭を出せば、鏡の後ろにその像が見える。火を近づければ近くに像を、遠くすれば像も遠くなる。 | △ 途中で蠟燭から火に代わっている。 | | |
| (鏡に映る像は左右相反) | 68 | 試験 鏡の前に右手を出せばその像は左手のように見える。文字を鏡に映すと左文字に見える。 | ○ | | |
| (光の直進性、屈折) | 69 | 試験 (1) 茶碗の底に五重銭を入れ、イの位置で見ると銭は見えない。茶碗に水を入ると銭は見える。 | △ どのように見えるかの図が加筆 | 有 | 異 |
| | 70 | 試験 (2) 棒を水中に入れると水の中にある所だけ上の方に曲がって見える。 | △ 『小学校生徒用物理書』は試験ではなく事実に記載。曲がり方は無し。 | 有 | — |
| | 71 | 試験 (3) 河の底は実際より浅く見える | × | | |
| | 72 | 試験 (4) 河の中の魚は水面●。 | × | | |

| | | | | | |
|------------|----|--|----------------------------------|-------------|-------------|
| (凸鏡) | 73 | 【試験】凸鏡または球の形をした瓶に水を入れ日光を受けるときは図のように光は1点に集まる。そこに物を置くと燃えるので焦点という。虫眼鏡は皆凸鏡で、物体が大きく見える。 | △ 虫眼鏡の例が加筆。虫眼鏡の図は対応無し。 | 有 ／ 有 | 同 ／ 一 |
| | 74 | 【試験】(2) 蝋燭と紙の間に凸鏡をおくと蝋燭は紙に逆さに映る。 | △ | 有 | 異 |
| (白色光の分光) | 75 | 【試験】三菱鏡(プリズム)を通して日光を壁に映すと虹のように7色現れる。7色とは赤、橙黄、黄、緑、青、紺、紫。 | △ 色とその順番が加筆。 | | |
| (7色光は白色光に) | 76 | 【試験】(1) 三菱鏡1つで光を受けると7色に見えるが、2つの三菱鏡を反対に並べて光を受けると白色になる | × | 有 | 一 |
| | 77 | 【試験】(2) 三菱鏡で壁に映る割合で色を塗った円盤を回転させると白色に見える。 | ○ 回転させる様子の図なし。どのような色分けか具体的に記述有り。 | 有 | 異 |

表8 理学筆記の磁気学の実験内容

| 章立て | 実験番号 | 実験内容 | 備考 | 図 | 比較 |
|-------------------------|------|--|--|---|----|
| 第七編 磁気学 (磁石は両端が最も強い) | 78 | 【試験】磁石を鉄粉の中に入れるか、磁石に鉄粉を振りかけると図のように両端に鉄粉が多くつき、中央になるにしたがって少なくなり、真ん中にはつかない。 | △ 磁石に鉄粉を振りかける。が加筆 | 有 | 一 |
| (磁石の両端の力の種類は異なる) | 79 | 【試験】白と黒で色分けされた1つの磁石針と2つの長方形の磁石を用意し、磁石針と磁石の白同士を近づけると反発し、白と黒を近づけると引き合う。 | △ 近づけるものが棒磁石に変更されている。白、黒を使って極を説明 | 有 | 異 |
| (同名は相衝き異名は相引く) | 80 | 【試験】2つの磁石の白と白を近づけると反発するので同名(同極)、白と黒を近づけると引き合うので異名(異極)。 | × | | |
| (鉄を磁石に近づけると一時磁石になる) | 81 | 【試験】磁石の一端に釘をつけ、他方に鉄粉をつけると釘に鉄粉がつくが、磁石から釘を離すと鉄粉は落ちる。磁石と釘の間にガラスを入れても同じ。 | ○ | 有 | 同 |
| | 82 | 【試験】磁石の一端に釘をつけると磁石になり、また別の釘をつけると前の釘に引き付けられ、磁石になる。 | △ 図で釘に+-を用いて磁化について詳しく説明されている。 | 有 | 異 |
| (磁石の北を指す端は北極、南を指す極は南極) | 83 | 【試験】(イ) コップに水をいれて、その上に薄い板を浮かべてその上に磁石を置くと磁石は必ず南北を指す。 | ○ | | |
| | 84 | 【試験】(ロ) 尋常の磁石も何程回しても必ず南北を指す。 | × | | |
| (磁石が南北を指す理由) | 85 | 【試験】1つの磁石を横に置き、その上に小さい磁石を糸で釣り下げると、異極は引き合うので小さい磁石は大きい磁石と平行になる。 | △ 磁石が南北を指す理由を説明するために、『小学校生徒用物理書』では1つの図のところ、2つの図で説明されている。 | 有 | 異 |
| (磁石を作る法) | 86 | 鋼鉄を磁石でこすると磁石になる。針またはペン先で擦っても磁石になる。 | △ 針の代わりに鋼鉄になっている。ペン先が追加されている。 | | |

表9 理学筆記の電気学の実験内容

| 章立て | 実験番号 | 実験内容 | 備考 | 図 | 比較 | |
|--------------------------------|--|---|---|---|----|---|
| 第八編 電気学第一章 摩擦電気（ものを引き付ける原因は電気） | 87 | 試験 (1) 紙を火で焙って、これを爪で擦り小さく切った麦藁、煙草、紙片、燈心などに近づけると引きつけられる。 | ○ | | | |
| | 88 | 試験 (2) 硫黄、琥珀、松脂、封蝟も毛布で擦ると紙などが引き付けられる。 | △ 琥珀が加筆、引き付けられる軽いものが具体的に紙と表記。 | | | |
| | 89 | 試験 (3) 玻璃を絹で擦っても軽いものが引き付けられる。 | ○ | | | |
| | (物質によって越歴をよく伝えるもの伝えないものあり) | 90 | 試験 (1) 図の丁字形の封蝟を作って一端を電気の起こる物体に接すると小さい物体を近づけたら引き付けるが、反対側の一端を近づけても引き付けられない。 | ○ | 有 | 同 |
| | | 91 | 試験 (2) 丁字形の金属棒の一端を電気の起こる物体に接すると両端とも軽い物体を引き付ける。 | ○ | | |
| | | 92 | 試験 (3) 硫黄と玻璃をイの場所で摩擦して電気を起こすときはイの部分の軽いものを引くが、ほかの部分は引かない。 | × | 有 | 無 |
| | | 93 | 試験 玻璃の棒に針金をつけ、にわとこ又は燈心などで作った球を絹糸で釣り、針金に結ぶ。その後、次の実験をする。1枚の硝子板を取りその上に硫黄を擦る。硫黄を絹糸に釣るしたにわとこの心又は燈心に近づけると硫黄の電気がにわとこの心に伝わる。従って硫黄の電気とにわとこの心の電気は同じ電気だとわかる。硫黄で擦った硝子を硫黄の反発する心に近づけると引き付けるので硫黄の電気と硝子の電気は異なる電気だとわかる。 | ○ 説明が詳しく、図の実験装置の各部に名称が加筆されている。 | 有 | 同 |
| | | 94 | 試験 図（金箔実験電器）のような器械を作り、球に電気の起こる封蝟又は硫黄を触れさせると金箔が少し開く。強い電気を触れさせるとより金箔が開く。 | △ 強い電気の場合が加筆。 | 有 | 同 |
| | | 95 | 試験 金箔が開いたときによく乾いた玻璃を球に触れさせても変化しないが電気が起きる玻璃に触れさせると次第に合わさる | △ 帯電した玻璃の場合が加筆。 | | |
| (陽電気と陰電気と混合すると動きを失う) | 96 | 試験 硫黄に電気を起こし、これを金箔検電器に近づけると金箔が開き、遠ざけると金箔は閉じる | ○ | | | |
| | (尖ったものを電気が起こる物体に近づけるときは接しなくても電気を逃がす) | 97 | 試験 金盤に電気を通せば紙は開き、電気を通さなければ紙は閉じる。金盤に電気を通して紙が開いたときに手に持った針の先端を金盤に近づけると電気はそこから逃げるので紙は閉じる | ○ 図の実験装置の各部に名称が加筆されている。 | 有 | 同 |
| | | 98 | 試験 横にした瓶(フ)の口に取っ手で回すことができる部品(カ)をつけ、横に竹の筒にカナガヒ(薄い錫)を張りその端に丸い板を付けたもの(タ)を置く。それを他の瓶で支える。フの瓶の反対の側面には瓶を擦るために皮の枕(マ)がある。マの枕に錫一分、亜鉛一分、水銀二分の混合物であるアマルガムを油で塗り、カを取っ手で瓶を回すと瓶と枕が摩擦して瓶に電気(+)が起りブリキの歯からタに伝わり、電気が集まる。(起電器) | ○ 図の実験装置の各部に名称が加筆され、タの部品の歯はブリキで作ると説明あり。 | 有 | 同 |
| 99 | 附 数人が互いに手を握って円になり、初めの人右手に雷電瓶の錫の所を持って最後の人の手をその球につけると数人が激動(ピクリ)を受ける。 | ○ | | | | |

| | | | | | |
|---|-----|---|-----------------------|---|---|
| 第二章 湿電気（電気はこれと並行に置いた磁石針の方向を変える） (磁化) | 100 | 【試験】 磁石針の上に針金を並行に置き、針金に電気を通せば磁石針は図の（バビ）のようになる。磁石針の下に針金を置いて電気を通せば図の（バビ）のようになる。 | ○ | 有 | 同 |
| | 101 | 【試験】 ●竹の中に鉄の火鉢を入れ、これに針金を巻き付けて電気を通せば火鉢は磁石になり釘を引きつけ、電気を止めれば磁石の力を失って釘は落ちる。 | ○ 竹の種類が明記されているように読める。 | 有 | 同 |

このように、実験と判断した数は101で、そのうち『小学校生徒用物理書』と比較して表現や教材が異なるが内容は一致していた実験△が38、理学筆記にしかない実験×は26あった。次に、これらの実験の詳細について検討していく。

4. 筆記に記されていた実験の詳細

本節では、まず『小学校生徒用物理書』と比較して表現や材料が異なるが内容が一致していた実験△について、教材が異なっていたもの、原理が分かりやすくなっていたもの、数値が具体的に記されていたものの3通りに分け、代表的なものについて具体的にどのように筆記の内容が異なっていたのかを検討する。次に、理学筆記にしかなかった実験×についても代表的なものの内容の詳細を記す。なお、『小学校生徒用物理書』も、筆記もカタカナ表記はひらがなに直してある。

4-1. 異なる教材の利用

4-1-1. 1つの力の働き（実験番号4）

『小学校生徒用物理書』第三節一力の働きでは、「底なき竹筒を豎に持ち其上に厚紙を置き厚紙の上に銅貨を載せ紙を急に引き取るときは銅貨は竹筒の中に落つべし」という実験（図1）を通して、慣性の法則を教えている。一方、理学筆記は、「こっぷの上に厚き紙をのせ其上に十文銭をおき（口）をゆひさきにて点線の如く（ハ）のあたりまで引き急に放てば其はちぎ棒ははねかへりてこっぷの上の紙を打ち之を（二）の如く飛ばす可し然れども十文銭はこっぷの中に墜つ可し」という実験（図2）をしている。

理学筆記では、竹筒の代わりにこっぷという身近なものをを用いている様子や、銅貨ではなく十文銭と具体的な記述がみられる。また、紙を引く代わりにはじき棒を使って紙を飛ばしていることから実験の成功率を高めたのではないかと考えられる。

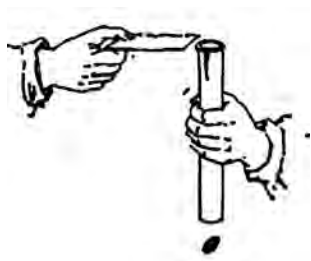


図1 『小学校生徒用物理書』の図2

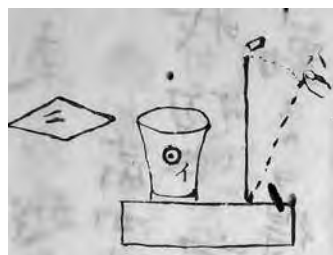


図2 理学筆記の慣性の法則

4-1-2. 落つる物体の規則（実験番号11）

『小学校生徒用物理書』第九節落つる物体の規則では、「猪口の中に羽毛を入れ之を平にして落すときは羽毛は猪口と同時に落つ」実験で、軽い物は空気抵抗がなければ重いものと同じ速さで落下することを教えている。一方、理学筆記では、「白墨の蓋の上に紙を乗せ下に落すときは紙は蓋と同時に一所に落つ」と、猪

口の代わりに白墨の蓋，羽毛の代わりに紙を用いている。学校にあったと考えられる道具で実験が記述されていた。

4-1-3. 「第五編 熱学」温度（実験番号55）

『小学校生徒用物理書』第三十七節温度では、「水銀と水を取り之を混合するときは水銀にも水にも共に熱の増減を生ぜざれば此の二物は同じ温度なりと云ひ若し水銀の熱減じて水の熱増せば水銀の方水よりも温度高しと云ひ若し熱減じて水銀の熱増すときは水の方水銀よりも高しと云ふ」と水銀と水の熱の比較で温度を教えている。一方、理学筆記では、温度を教える実験として「今水に手を触るるに手は水のために熱を取らるる故の手の冷かなるを覚ゆ 然るときは手の温度は水の温度より高しと云ひ又手を火鉢の傍に置くときは手の暖かなるを知る 然るときは火の温度は手の温度より高しと云ふ 凡て物体には皆温度あり 石は手よりも冷かなれども氷は石よりも冷かなり 故に石の温度は水の温度より高しと云ふべし」と実際に手で触れて感じることができる教材に変更されており、実感を伴って理解できるように工夫がされていた。

4-2. 原理がわかりやすく改善

4-2-1. 液体の圧力は深さに従って増すものなり（実験番号19）

『小学校生徒用物理書』第十四節深水の圧では、「器中の水を（イ）（ロ）（ハ）（ニ）（ホ）なる同じ厚さの五層より成るものと●定するときは（ロ）層は（イ）層の圧を受け（ハ）層は（イ）（ロ）二層の圧即（ロ）層の受けたる圧の二倍の圧を受け（ニ）は其三倍の圧を受け（ホ）は其四倍の圧を受く、即深さに比例して各層の受くる圧は増すなり、而して各層は其受けたる圧を確報に伝ふるなり」と、（決定）で単なる説明だけに終始している（図3）。一方、理学筆記では、図4を示しながら「次の試験をなせば一番下の孔より出る水が勢強し」と説明している。3つの穴から出ている水の勢いも一番上のイの穴から出ている水は弱く、1番下のハの穴から出ている水は強くなっていることが図示されており、当時でも竹を用いて簡単に実験できたことから実際に実験を行った可能性が高いと考えられる。

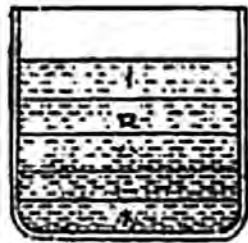


図3 『小学校生徒用物理書』の図19



図4 理学筆記の水圧

4-2-2. 水の中に沈み居る物体は其物体が押し除けたる水の目方だけ軽くなるものなり（実験番号24）

『小学校生徒用物理書』第十六節液体の浮力では、「液中に沈入したる体は其押し除けたる液即自己と同じ嵩の液の重さ丈其重さを減ずるものなり」を教える実験（図5）として、「（イ）は竹筒にして（ロ）は（イ）の空部を正に充たすべき大きさの鉛の圓壺なり、今圓の如く（ロ）を（イ）の下に釣り下げ天秤或は秤にて（イ）（ロ）と分銅とを平均せしめ然る後（ロ）を水中に沈入すれば平均を失ふべし、然れども（イ）に水を満盛すれば復元の如く平均するを見るべし」が載っている。一方、理学筆記は「今此の秤の目方を平均したる後に「ハ」の鉛の棒だけ水の中に入れて秤るときは「ハ」の鉛は軽くなる 故に「イ」の「ハカリノ玉」が下る 然らば鉛は何程軽くなりしやと云ふに今「ハ」が押し除けたる水の●即「ロ」の「ブリキ」の筒に水を一杯入るときに秤が元の通り平らになるなり」という実験（図6）が記されていた。『小学校生徒用物理書』と似た装置は使っているが、竹の代わりにブリキを使っている。

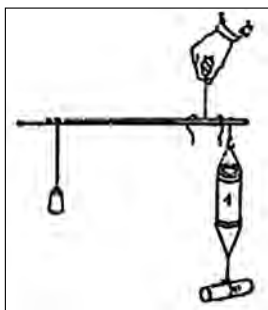


図5 『小学校生徒用物理書』の図22

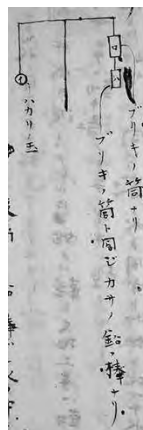


図6 理学筆記の浮力

図からは、両者で支点の位置が異なっていることが分かる。『小学校生徒用物理書』では支点は竹筒の方に寄っているが、理学筆記では支点は中心にある。児童にとっては、支点が中心にあったほうが理解しやすいと考えられ、当時の教師が分かりやすいように工夫した可能性がある。ただし、実験についてはどのように実験装置を組んでいたのかは不明で実験を確実にしていたとは断定できない。

4-2-3. 音は空気を伝えるものにて真空にては音は傳はらず (実験番号52)

『小学校生徒用物理書』第三十節音の伝わり方では、「図は封蠟にて作りたる球を糸にて釣り下げたるものなり、今(イ)球を一方に引き放ち(ロ)球を打たしむるときは(ロ)(ハ)(ニ)の三球は静止して(ホ)球のみ飛び去るべしという実験(図7)を示している。理学筆記では、「銅銭を五枚(図8)の如く並べ他一枚の銅銭を爪にて弾くときに其銅銭(ホ)に当たるときは五枚の銅銭は(図9)の如くなる 此れは(へ)のために(ホ)が押し付けられ(ホ)は(ニ)を押し(ハ)は(ロ)(ロ)は(イ)を押し出したるなり」という実験が記述されている。

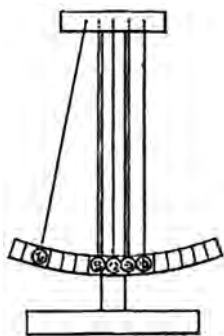


図7 『小学校生徒用物理書』の図34



図8 理学筆記の音の伝わり方



図9 理学筆記の音の伝わり方

4-2-4. 光線は同じ物質を通るときは直線に進むとも其の物質変わるときは其変る境にて屈折するものなり (実験番号69)

『小学校生徒用物理書』第四十八節光の屈折では、「茶碗のそこに銭を入れ茶碗を遠ざけて丁度其縁にて銭が隠る所に茶碗を置き之に水を注ぐときは銭は再び見ゆる様になるべし」と図10を用いて説明している。一方、理学筆記では、「茶碗の底に五重銭を入れ之を(イ)の処にて見るに銭は見えず然るに茶碗に水を注ぐときは銭は見ゆるなり 銭の光は(ニ)の処にて(ロハ)の直線に遠さかりて曲り(イ)に至る 故に(ハ)にある如く見ゆ 之を水と空気の境にて屈折したるなり」と記されている(図11)。



図10 『小学校生徒用物理書』の図62

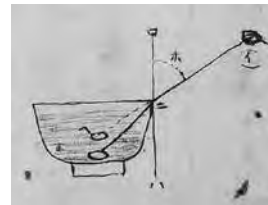


図11 理学筆記の光の屈折

図を比較してみると、『小学校生徒用物理書』の方では、水の入った茶碗の底にある銅貨を見るとき光の進み方を示しているのに対して、理学筆記の方は茶碗の淵に床に対して垂直に補助線（ロハ）を引き、茶碗の底にある五重銭がどの位置にあるように見えるかという図まで書き込まれている。水の中の物体をつかもうと思ったときに光の屈折のためにつかめないなどの日常経験は誰しもがもっているものであり、この実験も場所を選ばず簡単にできることから授業で実際に実験をした可能性は大いにある。ただし、理学筆記の図の茶碗は『小学校生徒用物理書』の茶碗の図と形状が似ていることから、内部が見える透明なガラスを用いて実際に実験をしたかどうかは明らかではない。また、理学筆記の茶碗に入っている水の量が茶碗の縁まででないことから、作図が厳密ではないのではないかと指摘もある⁽¹⁴⁾。

理学筆記にあるような図は、筆記が記されてから100年以上経った現在の中学校理科の教科書においても掲載されている図であり、これが光の進み方を示す最も分かりやすい図の1つであることは疑いないだろう。

4-3. 数値が詳しいもの

4-3-1. 比重（実験番号29）

『小学校生徒用物理書』には固体の比重を求める方法のみであったが、理学筆記には固体の比重を求める方法が2つあった。さらに、理学筆記には液体の比重を求める方法もあった。

『小学校生徒用物理書』では、固体の比重を求める方法として「鉛塊の重さを量り次に之を水中に沈入し再び其重さを量り然る後以前の重さの内より水中の重さを減じ其差を以て以前の重さを除すれば其得数は即鉛の比重なり」が挙げられていた。理学筆記では、この内容に加えて「水を器に一杯入れ之を或る物体を沈めるときは水は其物体と同じ容だけ溢れる 故に其溢れたる水の目方と物体の目方を比べて物体の比重を知るなり 今一杯の水の中に或る鉄を入るときは其鉄と同じ容の水が溢れる 故に其水の水の目方を計るに百目あり 鉄の目方は七百五十目あり 然らば鉄の比重は水の七倍半なり」という実験が記されていた。そして、比重の項目の最後には比重表として水、氷、海水、硫酸、水銀、鉄、コルク、銅の数値が書かれており、水、氷、海水、硫酸、コルクの数値は『小学校生徒用物理書』の数値と完全に一致した。しかし、水銀、鉄、銅の値は『小学校生徒用物理書』に載っている数値とは異なっていた。この両者の数値と『理科年表』⁽¹⁵⁾の数値を比べ、表10に示す。

表10 理学筆記、『小学校生徒用物理書』、『理科年表』の比重の数値

| | 理学筆記 | 『小学校生徒用物理書』 | 理科年表 |
|-----|-------|-------------|-----------|
| 水 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 氷 | 0.93 | 0.93 | 0.917 |
| 海水 | 1.026 | 1.026 | 1.01~1.05 |
| 硫酸 | 1.84 | 1.84 | 1.834 |
| コルク | 0.24 | 0.24 | 0.22~0.26 |
| 水銀 | 13.5 | 13.60 | 13.546 |
| 鉄 | 7.5 | 7.8 | 7.874 |
| 銅 | 8.5 | 8.8 | 8.96 |

念のため、明治22年までに出版されていた物理、化学、理科に関する教科書『物理階梯』（パーカー著・片山淳吉纂輯、明治5年）⁽¹⁶⁾、『士氏物理小学』（スチュワート著・小林六郎訳、明治11年）⁽¹⁶⁾、『物理小誌』（宇

田川準一編纂, 明治14年)⁽¹⁶⁾, 『増訂化学訓蒙』(石黒忠恵訳纂, 明治3年序, 明治6年跋)⁽¹⁶⁾, 『小学化学書』(ロスコー著・市川盛三郎訳, 明治7年)⁽¹⁶⁾, 『訓蒙化学』(中川謙二郎, 明治13年)⁽¹⁶⁾, 『小学理科書』(小野太郎編述, 明治20年)⁽¹⁷⁾, 『理科初歩』(三宅米吉・新保磐次著, 明治21年)⁽¹⁷⁾とも比較したところ, ほとんどの教科書は比重という記述のみで個別の具体的な数値までは書かれていなかった。唯一, 明治3年に出版された『化学訓蒙』には, 比重(異重)として多くの個別の数値が示されていたが, どれも理学筆記の数値とは異なっていた。つまり, 水銀, 鉄, 銅は事前に教員研修などで教師が実験したり座学で学んできたか, 授業中に実際に実験して測定したかと考えられる。

4-4. 理学筆記にしかなかったもの

4-4-1. 重心及底基 (実験番号12)

『小学校生徒用物理書』では重心の記述はなかったが, 理学筆記では少しだけ触れられていた。「白墨の蓋を母指にて支へるときは其蓋が平らに指の上に乗る所あり」という実験が記述されており, 実験番号11と同じく身近な道具を用いて実験をしていることが分かる。

4-4-2. 水圧は深くなるにつれて大きくなる (実験番号20)

『小学校生徒用物理書』では, 「液の圧は其深さに従て増すものなり」を教える実験として2つ載っている。一方, 理学筆記にはその2つに加えて3つ目の実験が記述されていた。それは, 「深ければ深き程余計下を圧す 故に今長二尺と一尺の女竹の底に「ゴム」の底を張り水を一杯入るときは長き竹の方の「ゴム」が余計伸びるなり」という実験で, 身近なゴムを用いて実験している。一尺, 二尺や一杯など具体的な数字が書かれていた。

4-4-3. 液体は平均を求むものなり (実験番号22)

「液体は几て平らになろ一とするものにて即ち其源と同じ高さに達するものなり」という水面の平均の実験として『小学校生徒用物理書』には1つ実験があったが, 理学筆記には, それに加えてもう1つ実験があった。理学筆記には, 「「口」の処に水を一杯入れても「ハ」より上には水が昇らざるなり 又水を「イ」の所まで入れようとするときは「口」の所より溢ふれてしも一故に此管には「ハ」よりも上に水を入れることができぬものなり 又土瓶の蓋の所まで水を入るときは水が口より流れ出るなり」という実験(図12)が描かれていた。

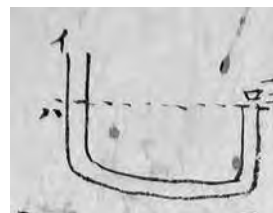


図12 理学筆記の液体の平均

4-4-4. 空気に圧ある (実験番号40)

理学筆記では, 「空気に圧力ある」ことを教えるために, 「二つの白墨の蓋を熱し一つの蓋を他の蓋に載せ上の蓋を上げるときは蓋と蓋の間は真空なる故に空気が強く上の蓋を押す 故に上の蓋と共に下の蓋も上るなり」という実験をしており, ここでも白墨の蓋を使っている。

4-4-5. 空気圧に圧ある (実験番号43)

理学筆記では, この節には『小学校生徒用物理書』には記載のないオリジナルの実験の記述があった。たとえば, 「「コップ」に水を入れ他の瓶も水を一一杯入れ其口を押へながら「コップ」の中に入れ手を離すも此瓶の中の水が下へ押しより空気が下へ押し方が強き故水は溢れず」もその1つである。

4-4-6. 寒暖計 (実験番号60)

理学筆記では, 寒暖計の製法, 摂氏と華氏の定義の説明の後に, 図13のように「二十二年十月二十九日午前十時五十八分摂氏セルシユー十九度華氏ファーレンハイト六十七度」との記述があり, この授業が行われていた日時が明記されている。この記述こそ, 実際に温度を測って実験していた証拠であろう。

4-4-7. 物質によりて電気即ち越歴^{エレキ}を能く傳ふるものと傳へざるものとあり (実験番号92)

導体, 不導体を教える実験として『小学校生徒用物理書』第五十九節に



図13 理学筆記の温度測定結果

は2つ実験が載っていたが、理学筆記ではその2つに加えて、図14の「硫黄と硝子の(イ)の処だけ摩擦して電気を起すときは(イ)の処は軽きものを引くも他の(ロ)(ハ)の処は引かず」という実験が書かれていた。

このように、理学筆記の中には、『小学校生徒用物理書』と実験内容は同じでも、使うものが生徒にとって、より身近にある白墨の蓋などを使った簡易実験の様子が記されていた。また、温度の測定結果はまさにその日に実験を行った証拠である。そして、興味深いのは、実験番号38から45の「空気圧」にみられるように、1つの定義、決定を教えるために『小学校生徒用物理書』に載っている実験以外の複数の実験の記述があることである。これは、空気圧以外のところにも見られ、どれも身近なものが使われている。教科書の実験をより身近なもので代用して行い、また、教科書に載っていない実験までも行うなど教師の工夫がみられる。

さらに内容については、実験装置の各部分についてどのような材料でできているかの書き込みがなされていたり、電流が作る磁界を方位磁石で占める実験では『小学校生徒用物理書』では1つの図になっていたものが、導線の上に磁石を置いた場合と下に置いた場合の2つの図に分けて描かれていたりするなどの工夫もなされていた。説明文においては、『小学校生徒用物理書』は「…すると、～になる」のように操作と結果についてしか書かれていないところでも、理学筆記では、「…すると、○○だから～になる」と理由についても記述もいくつか見られた。



図14 理学筆記の導体不導体

4. まとめと今後の展望

高等小学校生徒の筆記を分析することにより、法令や教科書からだけでは分からなかった実験教育の実態を明らかにした。本研究で用いた児童筆記は、埼玉県駒西高等小学校児童、平野政一郎の「理学筆記」であり、当時最も評価の高かったにもかかわらずその使用実績については疑問が残っていた『小学校生徒用物理書』の内容とよく一致しているものであった。

筆記が記された時期が1889(明治22)年であることは重要な意味を持つ。1886(明治19)年に「小学校令」により自然科学の教科が「理科」に統合され、通説ではこの年から「理科」教育が始まったとされている。我々の先行研究では、新潟県村上高等小学校児童遠藤俊吉の1890(明治23)年物理筆記、1891(明治24)年化学筆記、新潟県板板高等小学校児童永井玄慎の1892(明治25)年物理学筆記、1893(明治26)年物理学筆記など、1886(明治19)年以降も高等小学校高学年では引き続き個別科目名で教授されていたことを明らかにした。今回分析した筆記は、1889(明治22)年の筆記であり、理科がすでに成立後ということになるが、筆記の科目名は物理でも理科でもなく「理学」であった。個別科目から理科へと統合されていく過程で、新しく「理学」という科目名が用いられていたことは、当時の教師のうけとめ方を探る手がかりとなるかもしれない。

筆記の最後には「理科 ● (冠は亡に脚は十という漢字で終わりを意味している)」と書かれていた。個別科目から「理科」へと変化していく過程で、理学と理科の併記は単なる科目名の違いではなく、内容が質的に変化していく様がよく表れている。さらに踏み込んでいえば、当時の「理科」の教科書として『理科読本』(明治20年)、『小学理科書』(明治20年)、『小学理科読本』(明治20年)、『理科初歩』(明治21年)などがあったが、1885(明治18)年に出版された『小学校生徒用物理書』という物理の教科書を用い、この教科書よりもさらに分かりやすく、より身近な材料の実験を用いて教える工夫がなされていた。つまり、理学として児童に教えた教師は、原理、原則を重視し、かつ日常的な内容もとり入れたと評判高いこの教科書の内容を物理や理科ではなく、質的に異なる教科として教えたかったのではないだろうか。

この理学筆記には、我々が実験と判断したものは全部で101あった。そのうち、『小学校生徒用物理書』と比較し、同じ実験が37、表現や教材が異なるが内容は同じ実験が38、『小学校生徒用物理書』にはない実験が26であった。白墨の蓋や十文銭など、『小学校生徒用物理書』の実験材料とは異なって、より児童にとって身近な材料が用いられていただけでなく、児童が理解しやすいような工夫がたくさん見られた。それは、『小学校生徒用物理書』は載っていない実験が約四分の一も占めていたことからよくわかる。さらに、授業に

おいては、『小学校生徒用物理書』の「實例」と「実験」の順番を変えたり、場合によっては教師が図を補足して説明していたこともうかがえた。

本研究で『小学校生徒用物理書』を参考にして簡易実験が行われていた高等小学校は埼玉県の旧騎西町にあり、同書の著者である篠田、滝澤、柳生が所属していた群馬県とは距離的に近い。また、教師が研修などで東京に出ることもそれほど難しくなかったであろう。このような地理的な特殊性を踏まえ、どの程度の範囲で『小学校生徒用物理書』を参考にして簡易実験を含む物理教育が行われていたのか、その人的交流はどのようなものであったのかなど、研究の対象となる範囲を広げることで、さらなる当時の実験教育に対する展望がひらかれるものと思われる。

謝辞

本研究はJSPS科研費2570071, 15H02912, 15K12373の助成を受けたものです。

謝参考文献および注

- (1) 後藤牧太, 篠田利英, 瀧澤菊太郎, 柳生寧成:『小学校生徒用物理書』,東京普及舎,(1885)。
- (2) 板倉聖宜:『日本理科教育史(付・年表)』,第一法規(1968);『増補日本理科教育史(付・年表)』,仮説社(2009)。
- (3) 所澤潤:「明治10年代後半の「科学」教育 - 『小学校生徒用物理書』にみられる教育内容の蓄積 - 」,教育方法史研究第二集 教育方法学研究紀要第二号,東京大学教育学部教育方法研究室(1984)100。
- (4) 木村初男:「明治二十三年高等小学校生徒の物理ノート」,日本物理学会誌,63(2008)877。
- (5) 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(2013)200。
- (6) 高橋浩,赤羽明, 所沢潤, 玉置豊美, 森下貴司, 滝沢俊治:「群馬県における明治中期の「科学」・「理科」教育の実態と群馬県師範学校の教育思想」,科学史研究,43(2004)74。
- (7) 新潟県立文書館所蔵, 資料番号 E1207-5-66。
- (8) 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(2012)2。
- (9) 小林昭三, 興治文子:物理教育通信,154(2013)57。
- (10) 埼玉県立文書館所蔵, 川田氏収集文書 No.11787。
- (11) 永田英治:『新理科教育入門』,星の輪会,(2003)。
- (12) 永田英治:『日本理科教材史』,東京法令出版,(1994)。
- (13) 2010年3月に騎西町は加須市に合併され,ホームページも閉鎖されてしまった。
- (14) 2016年3月の日本物理学会年会において発表したところ,首都大学東京の右近修治氏より,茶碗の水の量と光線についての質問があり,実際に実験を行っていなかったのではないかとこのコメントがあった。
- (15) 『理科年表』,国立天文台,(2009)。
- (16) 海後宗臣:『日本教科書体系近代編第22巻理科(二)』,講談社,(1965)に収められている『物理階梯』,『土氏物理小学』,『物理小誌』,『増訂化学訓蒙』,『小学化学書』,『訓蒙化学』を参考にした。
- (17) 海後宗臣:『日本教科書体系近代編第23巻理科(三)』,講談社,(1966)に収められている『小学理科書』,『理科初歩』を参考にした。