

# 理科教育史の研究 — 授業の一テーマ

川上 昭吾

愛知教育大学名誉教授

A Historical Study of the Science Education: One Theme of Science Education Lecturing

Shogo KAWAKAMI

*Professor Emeritus, Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan*

キーワード： 理科教育の歴史 教育課程 トップダウン ボトムアップ

## I はじめに

小学校の理科を専門とする教員、および、中、高等学校の理科教員用の理科教育の授業で、理科専門の教員の基礎的な教養と考え、教育課程の歴史を扱った。歴史を通して理科教育の目的と方法の変遷と成立過程を伝えるとともに、今日の目的と方法の在り方を明確にすることをねらった。

「読んで覚える」知識の獲得を目的とする理科から「問題解決能力」を育てる理科に変わってきた過程、および、その過程での教育原理（ルソー、ペスタロッチ、ペイリー、棚橋源太郎とアームストロング、デュロイ、ブルーナー等）の解説をした。

特に、1918（大正8）年から1941（昭和16）年まで続いた「低学年理科特設運動」からは、低学年理科教育の目的と方法についての理解を深めた。体験を重視するそれらの理念は、1968（昭和43）年以降の「低学年理科は難しい」という教員の疑問にも答えることができる内容を含んでいる。

## II 理科教育史

図1は、明治以降2019（平成29）年までの理科教育史上筆者が重要と考える事項を整理したものである。

この図を見ながら、日本の教育とその理念の推移と、特徴を明らかにし、各時代の制度に考察を加え、最後に今現在の教育の在り方を考察する。

なお、この内容は蒲生英男著『日本理科教育小史』を主に参考にした<sup>1)</sup>。

### 1 江戸時代の科学教育 ～1868(明治1)年

江戸時代の教育は寺子屋において、読・書・(算)が行われていた。「読むことと覚えること」が中心である。各藩は藩校を整えて教育を行っていた。

市井では、蘭学により西洋科学の輸入が行われた。代表は緒方洪庵による「適々斎塾(適塾)」である。それまでの漢方医学は個人教授による「秘事口伝」であったが、適塾でとられた方法は「公開」であった点は大きな進歩であった。授業方法は、「輪講」、すなわち、オランダ語の医学書と物理学書を塾生が交代で読んで訳する形式であった。つまり、「読んで覚える」という授業形態であった。

### 2 明治維新から学制発布までの科学教育

1868(明治1)年～1872(明治5)年

新政府が国民皆学に踏み切る準備段階である。従来どおり寺子屋が初等教育を担当し、藩校で教育が行われていた。

1872 明 5	1907 明 40	1918 大 8	1941 昭 16	1947 昭 22	1958 昭 33	1968 昭 43	1989 平 1	1996 平 8	2002 平 14	2008 平 20	2017 平 29
上等 小学 5年 から 理科 関係 科目	義務 制理 科の 小学 校が 6年 内に 延る	低学 年理 科特 設運 動 → 23年 間実 施 制 度 に な い 低 学 年 理 科 を	『自然 の観 察』	生活 単 元 問 題 解 決 学 習	系 統 学 習	探 究 に よ る 問 題 解 決 学 習 ブ ル ー ナ ー 『教 育 の 過 程』 (1963)	低学 年理 科廃 止 生 活 科 の 誕 生	ゆ と り と 充 実	「学 び の す す め」 揺 れ 戻 し の 開 始	授 業 時 間 ・ 教 育 内 容 増 加	→ 続 続 小 学 校 外 国 語 科 新 設 道 徳 の 教 科 化

図1 理科教育史年表

民間では、洋学塾が重要な教育活動を展開していた。科学関係の科目として、「究理」は生活上経験する自然事象を解説したため実効を上げた。良く使われていた究理書に「訓蒙窮理」「天変地異」がある。

### 3 学制期の科学教育

1872(明治5)年～1879(明治12)年

この時期の特徴は次のようである。

(1) 下等小学4年、上等小学4年で理科関係の科目は、養生口授、理学輪講、博物、化学、生理であった。

(2) 中学教則(下等)では、窮理学、化学、博物学、生理学がおかれ、科学関係の科目の割合が高いという特徴がある。科学の有用性が認識されたことを反映している。

ただし、この時期、制度は作られたが国民が学校に行く態勢はできていない。

#### (3) 学制期の小学の教育

アメリカ人のスコットが師範学校で「師範学校創定小学教則」を作らせた。参考にしたのがアメリカの国語教科書ウイルソンリーダーであった。内容は、第一読本から第五読本まであり、第一、二読本は読み物、宗教、自然などについて書かれており、第三、四、五読本は科学に関する内容がほとんどである。日本の理科教育の始まりは、読本(国語)の中の科学から始まった。これが「読んで覚える理科」が授業方法の主流になった一因でもある。

### 4 教育令期の科学教育

1879(明治12)年～1886(明治19)年

初等教育(3年)が義務教育となった。博物は中等小学1年(現在の4年生に相当)から置かれ、物理が2、3年に置かれた。

この時期、アメリカから帰った高嶺秀夫は「開発教育法」を紹介した<sup>2)</sup>。これはペスタロッチの「直観教授法」の「直観」を「実物教育」にアメリカナイズしたものである。高嶺により開発教授法と実物教育が紹介され、教育綱領の中に「実物・実験」が入り、本を読み覚える教育から一歩進んだ考え方が導入された。

### 5 小、中学校令期の理科教育

1886(明治19)年～1941(大正16)年

小学校尋常科4年生(義務教育)と、高等科2、3、4学年制。総合科目として「理科」が誕生し高等科に置かれた(理科は義務教育の外)。内容は「植物、動物、鉱物及自然事象」であった。

1907(明治40)年に小学校令が改正され、義務教育は6年生に延長された。これにより理科は義務教育に入ることとなった。

東京高等師範学校訓導の棚橋源太郎は、『新理科教授法』において、実験観察によって概念を発見する発見教授法と、理科実験室の必要性を説いた<sup>3)</sup>。これは理科教授法の根源に関する革新的な提案であった。

第1次大戦の後に理科教育ブームが起こっている。戦争で科学兵器(毒ガス、潜水艦、飛行機)が使われ、科学技術振興の機運が高まったからである。1917(大正6)年、臨時議会は中学校・師範学校の物理、化学の実験のために20万円余の支出を決議、1918(大正7)年、文部省は師範学校と中学校の物理、化学に生徒実験を課すとした。1919(大正8)年、文部省は新たに理科を4年から開始した。

以上のように、第1次世界大戦の影響で理科教育が重視された。

文部省を退職した澤柳政太郎は、1917(大正6)年、私立成城学園を創設し、アメリカのNature-studyの考え方を「自然科」として実践した<sup>4)</sup>。この考え方は、他の私立学校、附属学校等にも「自然科」、「直観科」、「観察科」として取り入れられた。

1919(大正8)年、理科教育研究会(全国組織)が結成された。同年の第1回全国理科教育研究大会で、文部省が理科を4年から開始するとしたことに対し、「小学校に於いて初学年より自然科を課する」ことを満場一致で可決している。この後、低学年理科が全国の心ある教員によって実施されていく。これは「低学年理科特設運動」とされる。その内容は、澤柳政太郎が提唱したNature-studyの考え方であった。

この営みは営々として続けられ、その実践をもとに『自然の観察』(1941年・昭和16年)に実を結ぶことになる<sup>5)</sup>。制度にない教育が23年間も続けられた。このような「現場の実践」は、理科教育史上最初のことで、同様な動きが戦後において「仮説実験授業」や「極地方式」などとして起こっている。

## 6 国民学校令期の理科教育

1941(昭和16)年～1947(昭和22)年

軍事的要求が他を支配した時期であった。

小学校の理科は「理数科」となり、小学校1年生から置かれた。理数科「理科(自然の観察)」は1年生から3年生に置かれた。ここから理科が小学校1年生から始まった。

『自然の観察』<sup>5)</sup> 4月の1、2、3年の内容を学年ごとに示す(表1)。

その特徴は次のようである<sup>6)</sup>。

- (1) 教科書は、教師用書だけを作って児童用書はない。
- (2) 「遊び」、「動植物の飼育栽培」、「玩具の制作」が課されていて、「知識」については触れられていない。
- (3) 1日中、屋外(学校外)という活動が1、2年生で多い。表1の4月の内容では、3年でも1日を使う「めだかすくい」の活動がある。
- (4) 体験重視の思想を重視したものである。

表1 『自然の観察』の4月の課、時間

学年	課	時間
1年	1 学校の庭	1
	2 記念の木	2
	3 庭の花	1
	4 庭の動物	2
	5 春の野	1日
2年	1 季節だより	2
	2 らっかさん	1
	3 春の種まき	2
	4 春の野	1日
3年	1 めだかすくい	1日
	2 春の種まき	1

『自然の観察』は大正時代からの教育実践が取り入れられたもので、この思想の背景は、直接的には澤柳政太郎であり、澤柳に影響したベイリーのNature-studyやルソー、ペスタロッチの直感教育である。

表1中の「1日」を使う課について見てみよう。

この活動は、当にペスタロッチ精神を強く反映している。ペスタロッチは、「子ども達を山や川にとって導け。そうすれば、子ども達の目や耳は、あなた達に向かってよりももっと良く見開かれるであろう。」と、自然の中での活動の大切さを書き残している<sup>7)</sup>。私はスイスのノイーホフ村にペスタロッチの学校を訪ねたことがある。学校の建物はなかったが、ペスタロッチの旧居は残されていた。後方にゆるやかな丘を配して豊かな田園の中に旧居は立っていた。ペスタロッチの学校の跡地に立って、「ペスタロッチは『子どもを自然の中に導け』というあの言葉をこの豊かな自然の中で記したのだ」と思った時、ペスタロッチの思想が瞬時に理解できたように感じた。そして深い感動を覚えたことを思い出す。

また、黒柳徹子氏の『窓際のトットちゃん』<sup>8)</sup>に「散歩」という1節があり、校外学習が記されている。菜の花の上をチョウがヒラヒラしている状況で、先生は受粉を説明されたようで、トットちゃんは「めしべとアカンペイは違うよね」などと話したと記している。これは、氏の年齢から推測して昭和14年頃で『自然の観察』が誕生する前夜の様子と思われる。「低学年理科特設運動」の「体験を通して子どもたちの感性を育む教育」の一端を伺い知ることができる。

## 7 生活単元・問題解決学習による理科教育

1947(昭和22)～1958(昭和33)年

生活単元・問題解決学習は新制中学校から開始された。教科書「私たちの科学」(文部省発行)は、生活に役立つようなテーマが中心であった。各学年とも6冊ずつから成り、計18冊である。例えば「単元1 空気はどんなはたらきをするか」、「単元2 水はどのよう

に大切か」、「単元3 火をどのように使ったら良いか」などである。

中学校に続いて小学校4～6学年用の理科教科書「小学校の科学」（生活単元用教科書）が作られた。

アメリカのデューイの思想を理念とする生活単元・問題解決学習は、知的体系が不十分、小集団指導や教師のすぐれた指導力が不足し、教育の効果は薄く、「はいまわる経験学習」と酷評されるにいたった。

## 8 系統学習への転換

1958(昭和33)年～1967(昭和42)年

経済力が次第に強くなり、技術者不足が顕在化した。1951(昭和26)年「科学技術振興法」、1953(昭和28)年「理科教育振興法」が制定された。

このような社会的な影響も強くあり、生活単元・問題解決学習下で学力低下論が高まり、知識の系統が重視されるようになった。

この時期、アメリカでは、いわゆる「教育の現代化運動」が始まっている。そんな中、1957(昭和32)年、ソビエトが人工衛星（スプートニク）を打ち上げた。「アメリカの科学技術力はソビエトと比較して劣っている」との考えでアメリカの世論は沸騰し、教育の現代化が勢いを強めた。そして、現代化の理論的な柱となった本が出現した。Bruner, J. S. の『The Process of Education(1960)（訳本『教育の過程』(1963)である<sup>9)</sup>。特に、以下の点は影響が強かった。

- (1) 枝葉末節を捨てて、教科の基本構造を、発見的に理解させる。
- (2) どの教科でも、知的性格をそのままもって、発達のどの段階のどの子どもにも効果的に教えることができる。

この考え方で教育改革が進められた。

なお、(1)については「枝葉末節を捨てすぎたこと」、(2)については「高度な内容を低学年に配置しすぎたこと」が主として指摘された。

## 9 探究学習(発見学習)の時代

1968(昭和43)年～現在

基本方針として、「基礎的な科学概念の育成」、「科学の方法の習得」、「内容の精選」がうたわれ、小学校の理科では「自然に親しみ、自然の事物・現象を観察・実験などによって、論理的、客観的にとらえ、自然の認識を深めるとともに、科学的な能力と態度を育てる。」ことが目標とされている。

この改訂内容は、アメリカにおける教育の現代化運動の影響を強く受けている。

1968(昭和43)年に改定された学習指導要領の問題解決能力を育てる考え方を今日まで基本的には継承している。

しかし、特筆すべき事項がこの間にいくつかある。

(1) 1、2年の理科が廃止、「生活科」が誕生

1989(平成1)年に1、2年の理科が社会科と共に廃止され、「生活科」が誕生した。

低学年理科は、1941(昭和16)年に「自然の観察」として誕生していたが、この年に低学年理科は消えた。

(2) 「ゆとり」教育の提案

1996(平成8)年に出された中央教育審議会第1次答申でゆとり教育が提言された<sup>10)</sup>。

内容は、①学校5日制、②「総合的な学習の時間」の創設、③各教科とも授業時数と内容をおおむね3割削減し「ゆとり」を持たせた。

この提案に対して、マスコミ・社会から「学力低下」が強く指摘された。

(3) 「ゆとり」教育の修正

「ゆとり教育」の提案に世論は反対し「学力低下」が指摘され、文部省は政策の修正をしていく。

1) 「学びのすすめ」 2002(平成14)年1月

2002(平成14)年4月からゆとり教育を目標にした学習指導要領が完全実施される前の同年1月、文部科学省は「学びのすすめ」を示した。

ここでは、学習指導要領は「最低基準」であり、理解が進んでいる子には発展的な学習をすることとする。なお、「最低基準」はその後「基準性」と修正された。

2) 「学力テスト」の実施 2007(平成19)年

学力の状況調査を目的に「全国学力・学習状況調査(いわゆる、学力テスト)」が実施された。

3) 中央教育審議会答申<sup>11)</sup>と学習指導要領 2008(平成20)年

学力に問題がある(記述式の正答率が低い。学力の二極化が起こっている)。授業時間数を増加させる。「総合的な学習の時間」は、6学年では110時間から70時間に削減され、「外国語活動」(35時間)が第5、6学年に新設された。

これは、2008(平成20)年改定の学習指導要領で実施されていった。政策の「揺れ戻し」が指摘された。

4) 小学校学習指導要領改正 2017(平成29)年

ここでは、アクティブ・ラーニングの視点からの授業改善、カリキュラム・マネジメントの推進、小学校外国語科の新設、道徳の教科化などが提案された。

## III 考察

図1に示される教育課程の全貌を歴史的な変遷を通して講義した目的は以下の3点にまとめることができる。

## 1 理科教育の在り方（理念と方法）を明確化

明治時代以来、日本の理科教育の目的・目標と教育方法は時代の要請に応じて変化してきた。

明治以前、すなわち江戸時代の科学教育は蘭学に代表される医学の学習で、それは「本を読んで覚えること」で、知識の獲得が優先された。

それが年代を追うごとに「能力を育てる」目標に変化していくのである。

また、低学年理科が置かれ、そして廃止された。成立過程については詳しく述べた。

しかし、低学年理科が廃止され生活科に至った経緯は学界でも未検討なことであるので詳述できていない。ただ、私見であるが、理科教育関係者が「低学年理科は難しい」という現場の指摘に答えなかったことがあると思う。この経過を明らかにする研究が必要である。それは「理科教育学」という学問の在り方を根源から問い直すことになると思う。私自身は、『地域の自然を生かした理科指導』（1984年・昭和59年）として体験を重視した低学年理科を提案している<sup>12)</sup>。この考え方は生活科の中心理念と共通する。

歴史的な変化の中から、理科教育の原理を学ぶことができる。すなわち、ヘルバルトの教育、ルソーの自然学習、ペスタロッチの直感教育、ベイリーの自然学習、棚橋源太郎とアームストロングの発見学習、デューイの生活学習、ブルーナーの発見学習などである。

## 2 過去を知ることを通して現状を知る

1996(平成8)年に導入された「ゆとり教育」は、これまでの日本の教育システムを根本から変革する日本独自の教育理論であった。しかも、明治以降ここまでの日本の教育改革はすべて外国の理念や方法を導入してきた。ところが、この改定は日本独自なものであった。これは日本の教育史上特筆すべき大きな出来事である。

1996(平成8)年7月19日に出された中央教育審議会(会長 有馬朗人)の答申「21世紀を展望した我が国の教育の在り方について」では、第1部「今後における教育の在り方」、第2部「学校・家庭・地域社会の役割と連携の在り方」、第3部「国際化、情報化、科学技術社会の変化に対応する教育の在り方」が検討されている。

第1部「今後における教育の在り方」では、「子供たちの生活と家庭や地域社会の現状」から説き起こし、「これからの社会の展望」をし、「今後における教育の在り方の基本的な方向」を示した。その中の大きな二つの課題として「過度の受験競争の緩和」と「いじめ・登校拒否の問題」を上げている。加えて、従来隔週で土曜日に開校していたことをやめ「学校5日制」を実

施することの提案である。

第2部「学校・家庭・地域社会の役割と連携の在り方」では「教育内容の厳選と基礎・基本の徹底」の原則のもと、授業時間数と内容を削減する方針(おおむね3割削減)が示された。

これまでの教育が受験競争を根源に詰め込み教育が行われてきており、そのために子ども達にさまざまな悪影響があったことを鑑みると、教育のあり方を根本から変える革新的な改革案で、私は「教育のコペルニクス的転換」がなされると心から歓迎した。

ところが、「ゆとり教育」は極めて革新的であったことから、コペルニクスの地動説のごとく、理解を得られず、反対論が噴出した。

先ず、マスコミが批判を行った。マスコミは受験地獄を戦後一貫して言ってきたが、その解決を目指すとしたこの答申の提案は見向きもせず、「学力低下が起る」と世論をあおった。

大学でも「学力低下は起っている」として大反対であった。当時は、高等教育への進学率が急上昇したため、大学の入学者の実力は低下していた。それは、旧来の教育課程の下で起こっていた学生の実力低下現象であったが、大学関係者は「これから実施される新教育課程」のゆとり教育が原因と誤解したようである。

なお、大学の教育学関係者にはゆとり教育に対して反対論は少なかったように思う。

コペルニクスの地動説が世間に理解されなかったように、ゆとり教育もマスコミ・世間に理解されなかった。

文部科学省は、「ゆとり教育批判」に答えながらゆとり教育を進めるのではなく、反対の道を進むようになった。「ゆとり教育」の棚上げである。

2008(H20)年改定の学習指導要領で授業時間数を980時間に増加させる。これにより6校時の日は週3日となった。

2017(平成29)年の小学校学習指導要領改正では「外国語活動」が第5、6学年35時間新設されて、小学校6年生の総授業時間数は1,015時間。これを年間35週で割ると29時間となる。計算上毎日6時間目まで授業を行わなければならないことになる。しかし、学校は「帯の時間」を設けて、週1日だけ5時間で放課となるように運営している。さらに、アクティブ・ラーニングの視点からの授業改善、カリキュラム・マネジメントの推進、小学校外国語科の新設、道徳の教科化などが提案された。情報教育とタブレットが導入されてもいる。

「スクラップ・アンド・ビルド」ではなく、「ビルド・アンド・ビルド」である。「超過密で、ゆとりがない教育課程」となった。子どもには大きなストレスとなっているであろう。1996(平成8)年の中央教育審議会を目指した「いじめ・登校拒否の問題」は解決に向かっ

ていない制度となっている。不登校の児童・生徒数が増加の一途であるが、私は過密な教育課程と詰め込み教育が最大な原因と思う。

### 3 トップダウンとボトムアップ

日本の教育は文部科学省によるトップダウンで進められている。

トップダウン方式がうまく機能しなかった最近の例は、「ゆとりの揺れ戻し政策」である。

理科教育について見れば、低学年の理科が設けられたと思ったら、それが廃止されるということがある。

ボトムアップの大切さが浮かび上がってくる。

理科教育ではボトムアップが成功した好例がある。

大正期からの「低学年理科特設運動」が、1941(昭和16)年『自然の観察』の成立へと結びついた例である。

低学年理科は、1941(昭和16)年に突然現れたのではなく、1919(大正8)年に始まった「低学年理科特設運動」で制度にない低学年理科が23年間も脈々と実施され続け、それが『自然の観察』に具体化されたのである。

やりにくい実践、効果が薄い実践は23年という長い時間という「ふるい」によって捨てられ、実践的価値がある内容が残った。それを反映したのが『自然の観察』である。ボトムアップの大切さを認めることができよう。こうして誕生した『自然の観察』を私は高く評価する。

「ゆとり教育」と「低学年理科」の問題に、教育関係者の研究が成果として反映されなかったのではないだろうか。あるいは、率直に言えば、教育の実践に寄与しない研究が栄えていたのかもしれない。個々の事象の問題点を明らかにする研究は活発であっても、教科教育学研究が教育課程論のような大局的な観点の研究が不足するようではならないと思うのである。

このことについては拙著書『理科教育学のすすめ』で述べているので参照願いたい<sup>13)</sup>。

## IV おわりに

以上は、私が大学で講義した主要な内容である。

教員の基本的な見方考え方の参考になると考えた。文部科学省の提案を消化するのではなく、問題点を発見し、批判的に検討する力を身につけることができるからである。なによりも歴史的な観点で教育を大局的に見る考え方を身につけることが肝要と考えた。

私は、自分の研究活動を通してボトムアップをしてきた。例えば、低学年理科の在り方、感性教育の推進、理科教育における地域の自然利用、有意味受容学習の利用などである。これらについては主として日本理科教育学会全国大会で研究発表をしてきた。この他、日本理科教育学会全国大会で教育課程についてのシン

ポジウムを数回開催し、学会員と認識の共有化をした。

これらの内容は、文部科学省で情報収集され、次の教育課程改定に使われた箇所があると思っている。

小学校、中学校、高等学校、大学等の勤務先を問わず、それぞれの立場からの研究を通じたボトムアップを図ることが大切であるといえる。

なお、2011年に講義を終えたが、本稿にはそれ以降の改定内容も付け加えている。

おって、本論で述べた以外にも、有意味受容学習の研究、指導案の書き方、授業研究、実験観察における危険防止対策実験、感性教育の実践、教材研究の方法なども扱った。これらについても拙著書『理科教育学のすすめ』をご覧いただきたい<sup>13)</sup>。

## 参考文献

- 1) 蒲生英男(1969) 『日本理科教育小史』 国土新書。
- 2) 高嶺秀夫(1885-1886) 『教育新論全4巻』 普及社。
- 3) 棚橋源太郎(1913) 『新理科教授法』 宝文館。
- 4) 澤柳政太郎(1962) 『世界教育学選集22 実際的教育学』 明治図書。
- 5) 文部省(1941) 『自然の観察』 文部省。
- 6) 川上昭吾・石井鈴一(1979) 「『自然の観察』の内容とその歴史的背景に関する考察」日本初等理科教育研究会紀要第36号:105-110。
- 7) ペスタロッチ(1779) 「隠者の夕暮れ」(所収:梅根悟訳(1965)『政治と人間』明治図書)。
- 8) 黒柳徹子(1981) 『窓際のトットちゃん』 講談社。
- 9) ブルーナー(1961 邦訳 1963) 『教育の過程』 岩波書店。
- 10) 文部省(1996) 「中央教育審議会答申(21世紀を展望した我が国の教育の在り方について)」。
- 11) 文部科学省(2003) 「中央教育審議会答申(初等中等教育における当面の教育課程及び指導の充実・改善方策について)」。
- 12) 川上昭吾(1984) 『地域の自然を生かした理科指導』 明治図書。
- 13) 川上昭吾(2022) 『理科教育学のすすめ 授業から離れない研究』 東洋館出版社。