

筑波大学審査学位論文（博士）

論文題目

戦後日本の高等学校化学教科書における化学工業教材の変遷に関する研究

人間総合科学研究科学学校教育学専攻

郡 司 賀 透

## 1. 問題の所在

理科教育において工業教材は、純粋自然科学に関する教材と並んで一定の位置を占めてきた。しかし、戦後日本の理科教育において工業教材を直接の対象とした本格的な研究は皆無であった。理科教育関係者が教材を選択する場において、工業教材がどのように変化してきたのか知ることができれば、今後いかなる教材が必要となるのか思索することができる。戦後日本の工業発展は高度経済成長に象徴されるように目覚しく、理科教育における工業教材には純粋自然科学に関する教材と比べて顕著な変化が予想される。

戦後日本の理科教育において工業教材がどのような変化を示してきたのかという問いに対して、直接的な研究対象とはしていないものの、これまで多様な研究が行われてきた。こうした先行研究について研究関心をもとにすれば、2つに分類することができる。1つめが、理科教材史研究である。この研究では、主に明治から昭和までの日本の理科教材の歴史的変遷が学校種や科目を問わず、広く調べられている。2つめが、理科を対象とした歴史社会学研究である。この研究では、理科教育界と産業界との関わりが歴史社会的な視点から考察されている。本論文は、これらの先行研究から多くの知見を得ており、依拠する部分も少なくない。しかしながら、以下の未解明の部分がある。

理科教材史研究では、日本の理科教育における教材の移り変わりが広く調べられている。とはいえ、第一人者の板倉が指摘するように、工業のような特定の教材にまで研究対象が拡張・細分化されていない。また、学習指導要領が変化しても、理科教材に変化がみられないことを、永田は「理科教材の保守性」の概念で説明する。しかし、当該の性質は理科教材自体から生じるものではなく、理科教育関係者が付与するものである。つまり、理科教育関係者の意図に着目する必要がある。

理科を対象にした歴史社会学研究では、理科カリキュラム開発過程を対象にカリキュラム開発者の利害関心等について研究が進められている。しかし、抽象的な水準にとどまっており、具体的な教材の変遷解明にまで到達していない。例えば、ドネリーの『19世紀中期から20世紀初期までのイギリス化学教育と化学工業』では、19世紀中期以降にみられた化学工業の構造変化と学校カリキュラムの変化の関わりに、焦点が当てられている。この研究では、当時の化学工業界が化学カリキュラムに与えた影響について高等教育機関を中心に考察されている。また、当時の化学教育界がいかなる工業教材を望んでいたのか、具体的な言及がなされていないのである。

中内は、教育的意図こそが、教育的行動を方向づける中核的概念であると論じている。外的条件は、内的条件である教育者の意図を通してはじめて教育の事実を規定するものの、内的条件にはみえにくいものがあり軽視される傾向があるという。本研究では、外的条件である化学工業界からの影響を捉えるだけでなく、内的条件である教科書執筆者の工業教材の選択意図を重視することにした。

## 2. 研究目的と方法

本研究は、理科教育関係者の意図に着目しながら、工業教材に焦点を当てて、教材の変遷を明らかにすることを旨とするものである。自然科学の学問領域のなかでも、基礎科学と応用科学が密接に関連する化学に着目して、戦後発行の日本の教科書における化学工業教材に焦点を当てて、典型事例を設定して、歴史的な移り変わりを解明するものである。

研究目的は2つある。第一に、戦後日本の教科書における化学工業教材の移り変わりを典型事例に即して具体的に明らかにすることである。第二に、日本の教科書における化学工業教材の選択意図を明らかにすることである。研究方法は主として、教科書、教師用指導書、学習指導要領（「要項」「試案」を含む）、学習指導要領解説の記述、関連する教育雑誌および各種議事録の内容分析である。また、教科書執筆者の教材選択の意図を探るため、必要に応じてインタビュー調査とアンケート調査を行っている。さらに、環境問題の顕在化で見られた世論の動向および化学工業界の趨勢を論じるため、官公庁の各種白書、統計データ、業界関連雑誌、業界新聞等々の記事内容を調査している。

## 3. 論文の構成

本論文は、3つの部分から構成されている。1つめが、理科教材の「変化」を説明する理論の検討部分である（第1章）。2つめが、典型事例に即して化学工業教材の変遷を明らかにする部分である（第2，3，4章）。3つめが、教科書における化学工業教材の変遷と選択意図を考察する部分である（第5章）。

序章第1節では、理科教材史研究、歴史社会学研究のなかで教科書における化学工業教材の変遷が明らかにされていない実態を論じた。第2節では、教科書における化学工業教材の変遷を明らかにする調査方法を論じた。第3節では、「教育目的」、「教育内容」、「教材」および「化学工業教材」の用語の定義を行った。

第1章では、理科教材の「変化」の考え方と典型事例の選択基準を論じた。第1節では、理科教材の「変化」の原因について、理科カリキュラム論における先行研究から整理・分析した。分析の結果、「変化」が行為主体、構造あるいはディスコースから説明されていることを明らかにした。各々のアプローチの利点と課題を指摘し、本研究では行為主体を主たる原因ととらえて教科書執筆者の意図に着目することを論じた。

第2節では、化学工業教材の選択について、内的条件として教科書執筆者の意図とすること、また、産業構造や社会動向を外的条件として調べることを述べた。

第3節では、数ある化学工業教材から、典型事例を個別に選び出す基準を2つ説明した。1つめの基準は、化学教科書において特徴的な移り変わりのパターンを示しているかである。そのパターンとは、教科書にほぼ変わらずに安定的に掲載されているもの、出入りの多いもの、新たに登場したもののいずれかである。この基準は、永田が理科教材変遷のパターンを「断絶と復活」と表現したことに依拠している。2つめの基準

は、1 つめの基準を満たしつつ、化学工業界において、以下の特徴のいずれかを満たすことである。第一に、化学工業界において基幹産業と呼ばれているものである。化学工業には、生徒が普段見聞き得ない素材を製造する側面がある。日常生活や環境問題とは異なり、生徒の生活世界と関わりの希薄な教材を選ぶ点において、執筆者の意図が明らかになると考えたからである。第二に、公害問題の発生と環境問題の顕在化の影響を受けて発展した、環境低負荷型の化学工業である。この基準は、公害問題の発生と環境問題の顕在化が化学工業のイメージを激変させたことに起因している。社会全体における化学工業のイメージの悪化は、高等学校化学のイメージ変化と深く関係があるので、執筆者の意図が瞭然たるものになると考えたからである。第三に、高付加価値型の化学工業である。これは、安価な原料から高い機能性を有する材料を開発する日本の製造業の特徴をもとにしている。将来の化学工業像を考慮する点において、執筆者の意図が鮮明化するのではないかと考えたのである。このように、9通りの組み合わせから典型事例を選出し、教材の変遷を調べた。いうまでもなく、各々の事例は、完全に独立していない。例えば、公害問題を発生させて製法転換を図った基幹産業があれば、環境問題の影響を受けて成長した基幹産業もある。第2章から第4章までの各節は、ひとつの主題を対象にする形式をとるものの、教科書執筆者の意図の解明を基軸にして、相互に密接に関連している。

第2章では、戦後日本の化学工業の基幹であるハーバー・ボッシュ法教材（安定的な教材）と鉄鋼業教材（出入りの多い教材）、石油化学工業教材（新しく登場した教材）を典型事例として選出した。

第1節では、教科書に安定的に登場してきたハーバー・ボッシュ法教材に着目した。調査の結果、学習指導要領における当該製造法の記述内容および教科書における当該教材の記述内容にはほとんど変化が見られないことを明らかにした。また、1990年代発行教科書について、執筆者へのインタビューおよび教師用指導書の分析から教材選択の意図を探った。その意図は、学問的に重要な複数の化学概念を応用した工業プロセスと近代重化学工業史における画期性を理解させることにあった。

第2節では、鉄鋼業教材を取り上げ、教科書記述の特徴を明らかにした。大気汚染問題を記述した教科書は1970年代発行のものが多数であった。鋼材製造工程の中核をなす「連続圧延」は、発行年代に関わらず一部の教科書で記述され続けてきた。教師用指導書を分析した結果、文明における鉄の重要性といった社会的側面のみならず、炭素含有率による鉄の性質変化や冶金の方法等々、実学的側面からも選択されていた。

第3節では、化学教科書における石油化学工業教材の記述内容と教師用指導書における選択意図を分析した。教材の変遷については、分留、クラッキング等々の化学操作が一貫して記述されていた。教師用指導書の分析から、教科書執筆者には、純粹自然科学の学問体系に基づいた系統性の視点から当該教材の取扱いに賛否があった事実を明らかにした。

第2章における3つの事例分析から、化学工業における趨勢が教科書内容にも反映される傾向があり、基

幹産業ではなくなっても過去の化学工業史上におけるエピソードが記述される傾向が明らかとなった。

第3章は、環境低負荷型の化学工業教材の変遷を、二酸化硫黄を排出する工業教材、水酸化ナトリウム製造法教材および燃料電池教材の分析を通して明らかにしたものである。教材の移り変わりのパターンでいえば、順に、安定的な教材、出入りの多い教材、1970年代から新たに登場した教材である。

第1節では、化学教科書の硫酸工業の単元を中心に、原料として必要不可欠な二酸化硫黄に関する記述内容に着目して移り変わりを調べた。その結果、1940年代から銅の製錬による地域的な環境破壊が記述されており、1980年代には大気汚染、光化学スモッグ等々から酸性雨を中心とした世界的な環境問題が重視され、1990年代には派生技術の開発とリサイクル製品が記述される傾向にあった。教材選択の意図についていえば、二酸化硫黄の有害性に対する注意喚起と、新産業を生み出す実態を理解させることにあった。

第2節では、教科書の水酸化ナトリウム製造法教材の変遷を調べ、化学工業における当該製造法と公害問題の発生との関連を探った。教科書の当該製造法教材は、炭酸ソーダ法、隔膜法、水銀法、イオン交換膜法の4つであった。また、化学教科書の当該製造法教材変遷は、化学工業内部の製造法変遷とほぼ一致していた。さらに、執筆者にインタビューを行い、当該製造法の教材選択の意図を明らかにした。その意図は、工業的製法の消長を化学教材に即時に反映するもの、製造法の中核をなす化学概念を生徒が学習しない段階で化学教材としない教材配列に関するものであった。

第3節では、教科書の燃料電池教材の記述内容の特徴を調べた。教科書における燃料電池教材の初出は1975年発行教科書であり、1980年後半以降、各社が当該教材を記述するようになった。燃料電池教材の種類は、アルカリ型、リン酸型、熔融炭酸塩型であった。教科書における燃料電池教材の導入初期は、産業界における燃料電池研究発展時期と、社会における燃料電池の普及、浸透時期にほぼ対応していた。また、燃料電池教材選択の意図について執筆者への質問紙調査とインタビュー調査を行ったところ、執筆者には自然環境に対する低負荷性でもって生徒の学習関心を喚起する意図があったと結論づけた。

第3章の事例分析から、環境低負荷型の化学工業教材が、製造法の消長を速やかに反映する、生徒の関心を喚起するといった理由で選択されていたことを明らかにした。

第4章は、高付加価値型の化学工業教材を対象にした部分である。繊維工業教材（安定的な教材）、窯業・セラミックス工業教材（出入りの多い教材）及び、医薬品教材（新たに登場した教材）を事例とした。

第1節では、教科書における繊維教材の変遷に着目した。調査の結果、1950年代の教科書が繊維製品の記述に最も多く紙面を割いていた事実、天然繊維と化学繊維に分けると年代の変化とともに後者が増加する傾向が明らかになった。また、教師用指導書の分析から、繊維工業の趨勢を反映する、日常生活との関連づけを図る、化学研究と応用の過程を典型的に示す、先端的な技術製品を例示する意図が明らかになった。

第2節では、窯業・セラミックス工業を典型事例として、その変遷を明らかにした。頻繁に掲載された教

材は、ロータリーキルン、ガラス製品、陶磁器製品、セラミックス製品、ファインセラミックス製品であった。登場頻度には、教科書の発行時期によって差異があり、工業工程から工業製品の機能性の強調に移行する傾向があった。教師用指導書の分析の結果、選択意図はケイ酸塩工業の解説が主であった。

第3節では、「医薬品」に焦点を当てて、化学教科書および教師用指導書を分析した。化学教科書に占める医薬品関連教材の記述割合は、1951年版の学習指導要領（試案）に対応した化学教科書を1つのピークとして、以降漸減したものの、1999年版の学習指導要領に対応した化学教科書から急増に転じた。この間、教科書に記述された医薬品関連教材の種類は多岐にわたるものであり、いくつかの教材には頻出する傾向があった。執筆者の意図としては、具体的な医薬品の説明を通して、薬理作用、化学工業発展の歴史、有機化学の進歩および日常生活の関連性を生徒に理解させることにあった。

第4章の事例分析から、執筆者は、社会生活との関連理解を深化させる意図で工業教材を選んできた。また、化学工業史における先駆性の解説によって学問自体への関心を高める意図があったと結論づけた。

第5章では、第2章から第4章までの9つの個別事例の移り変わりの解明と分析を踏まえて、教科書における化学工業に関する教材の変遷について総合的な考察を加えて、研究の成果をまとめた（第1節）。公害問題が発生して環境問題が顕在化した1960年代後半から1970年代前半にかけて、汚染の発生源とされた製造法、製品が記述されなくなった傾向を確認した。また、化学工業教材の変遷と化学工業界の趨勢との関わりを考察した。鉄鋼業の溶鉱炉の記載に代表されるように教科書記述が一貫して継続するものだけでなく、化学産業への脱却を図る繊維産業のように、伝統的な繊維から化学繊維の記述に重点が移行したのもあった。新たに登場したセラミックス工業も同様に窯業から変化しており、工業工程（プロセス）から機能性（アウトプット、製品）に着目した記述内容に移り変わりが認められた。

次に、教科書における化学工業教材の選択意図を3つ考察した（第2節）。1つめは、当該工業が社会に普及・浸透する前の萌芽段階で掲載する「発展可能性」の意図である。ただし、1960年代に発行された教科書執筆者のように、萌芽段階であり、純粋科学の体系に即していないからこそ掲載しない判断もあった。また、燃料電池のように、発展可能性があったとしても、エネルギー概念から考えれば必ずしも効率的とはいえないようなものもあった。2つめは、教科書に記述される時点において、化学工業の枢要な部分をなしているかという「基幹性」の意図である。「基幹性」をもたらすものとして、当該工業における製造法・製品の消長が関連していた。3つめは、化学工業史上の「エピソード性」という人間的側面に基づく意図であり、ハーバー・ボッシュ法教材や医薬品教材がその好例である。

終章第1節では本研究の成果を確認し、第2節において3つの課題を論じた。1つめが、理科教育における工業教材によってもたらされる学習者の工業に関する認識の実態解明である。2つめが、理科教育における工業教材選択論の確立である。3つめが、理科教育における工業教材の個別史研究の展開である。

#### 4. 主要文献

- Donnelly, J.F. (1987): *Chemical Education and the Chemical Industry in England from the Mid-Nineteenth to the Early Twentieth Century*, University of Leeds, School of Education.
- 板倉聖宣 (2009) : 『日本理科教育史—付・年表 (増補版)』, 仮説社。
- 永田英治 (1994) : 『日本教材史研究』, 東京法令出版。
- 中内敏夫 (1992) : 『改訂増補新しい教育史』, 新評論。
- 郡司賀透 (2004) : 「高等学校化学教科書の水酸化ナトリウム製造法変遷とその背景」, 『理科教育学研究』, 第 45 巻, 第 2 号, 19-27 頁。
- 郡司賀透 (2004) : 「高等学校化学の工業的教材選択に関する一考察—燃料電池教材に焦点を当てて—」, 筑波大学大学院教育学研究科, 『教育学研究集録』, 第 28 集, 63-73 頁。
- 郡司賀透 (2009) : 「理科教育カリキュラムにおける応用科学的教材選択の意図と教科書記述内容の関わり—高等学校化学教科書における医薬品関連教材を事例にして—」, 『理科教育学研究』, 第 49 巻, 第 3 号, 45-53 頁。
- 郡司賀透 (2010) : 「日本の初等中等段階の理科カリキュラムにおける体験活動の位置づけ—大正前期から昭和前期までの「工場見学」のディスコースを事例にして—」, 『理科教育学研究』, 第 50 巻, 第 3 号, 91-100 頁。
- 郡司賀透 (2013) : 「理科教育における工業に関する教材の取扱いと新たな展開」, 『教育実践学研究』, 第 16 号, 9-22 頁。
- 郡司賀透 (2014) : 「理科カリキュラム研究における中等化学教科書の分析動向」, 『静岡大学教育学部附属実践総合センター紀要』, 第 22 号, 21-28 頁。
- 郡司賀透 (2014) : 「戦後発行の高等学校化学教科書における二酸化硫黄に関する記述内容の移り変わり—化学工業および環境問題との関わりに焦点を当てて—」, 『理科教育学研究』, 第 55 巻, 第 3 号, 299-310 頁。
- 郡司賀透 (2014) : 「理科教科書の工業に関する教材とエネルギー環境問題の関連—戦後高等学校化学教科書の鉄鋼業に関する教材の歴史分析—」, 『エネルギー環境教育研究』, 第 9 巻, 第 1 号, 21-28 頁。
- 郡司賀透 (2015) : 「戦後発行高等学校化学教科書における化学工業に関する写真や模図の変遷—窯業・セラミックス工業に関する教材の事例分析—」, 『科学教育研究』, 第 39 巻, 第 4 号, 318-326 頁。
- 郡司賀透 (2016) : 「日本の理科教科書における工業教材の変遷とその選択視点—戦後高等学校化学教科書の繊維工業教材を事例として—」, 『教材学研究』, 第 27 巻, 7-18 頁。

## ＜資料＞章構成

### 序 章

#### 第1節 はじめに

#### 第2節 研究の目的と方法

#### 第3節 本研究で用いる「化学工業教材」の定義とその具体例

### 第1章 理科教育学における化学工業に関する教材の研究動向

#### 第1節 理科カリキュラム変化の解釈及び説明理論の類型化

#### 第2節 高等学校化学教育における化学工業教材選択の内的及び外的条件

#### 第3節 個別事例の選択基準の設定

### 第2章 基幹産業型の化学工業に関する教材の変遷と反応装置の象徴化

#### 第1節 ハーバー・ボッシュ法教材の継続的掲載とその背景

#### 第2節 鉄鋼業教材における溶鉱炉の保持と周辺装置の変化

#### 第3節 1960年代の石油化学工業教材の登場と巨大産業化

### 第3章 環境低負荷型の化学工業に関する教材の変遷と環境技術の重点化

#### 第1節 二酸化硫黄排出産業教材と四日市ぜんそくの発生

#### 第2節 水酸化ナトリウム製造法教材の変遷と水俣病の発生

#### 第3節 1970年代の燃料電池教材の登場と環境問題の顕在化

### 第4章 高付加価値型の化学工業に関する教材の変遷と技術製品の重視

#### 第1節 紡績業から機能性工業に至る繊維産業教材の継続性

#### 第2節 窯業教材から高付加価値化のセラミックス産業教材への変化

#### 第3節 1990年代の医薬品教材の出現と合成有機化学の強調

### 第5章 戦後日本の高等学校化学教科書における化学工業に関する教材変遷と選択意図

#### 第1節 高等学校化学教科書における化学工業に関する教材変遷

#### 第2節 高等学校化学教科書における化学工業に関する選択意図

### 終 章

#### 第1節 本研究の成果

#### 第2節 今後の課題