

希望等々、科学技術の人間的な側面（ストーリー）が数多く含まれている。人間的な側面は、学習者の情意的領域にはたらきかけるものである。そこで、人間的要素を踏まえながら先端テクノロジーの科学原理を教授すれば、科学学習者の情意的領域が影響を受けて、ひいては科学概念の理解が促進されるというアイデアが生じてくる。しかし現状では、その何らかのやり方（カリキュラム構成原理）が明らかになっていない。本研究は、この原理を明らかにするものである。

2. 研究の目的

研究の全体構想は、科学概念の理解促進を意図した、先端テクノロジーの科学原理を活かした科学教育カリキュラムを実証的に研究することにある。申請課題の目的は、その中核をなすカリキュラム構成法を明らかにすることにある。この目的を達成するため、以下の下位目的を設定する。

- (1) 諸外国の先端テクノロジーの科学原理を活かした科学概念の理解を促進する科学教育カリキュラムの実態・特質等々を明らかにする。
- (2) 諸外国の科学技術政策の動向と科学教育における先端テクノロジーに関する教育内容の関係を明らかにする。
- (3) 上述の研究成果を踏まえて、わが国にふさわしい先端テクノロジーの科学原理を活かした科学概念の理解を促進する科学教育カリキュラム構成法を明らかにする。

3. 研究の方法

主に文献を調査して、その一部についてはデータベース化を行いながら、記述内容の分析と解釈を行った。

- (1) 諸外国の先端テクノロジーの科学原理を活かした科学概念の理解を促進する科学教育カリキュラムの実態を解明するために、諸外国で開発されている教科書、教材（マルチメディアを含む）、教授法等々の資料を収集して分析を行う。
- (2) 現在の先端テクノロジーの開発は、科学技術政策の動向と連動する。この傾向を踏まえて、日本および諸外国の科学技術政策の動向と科学教育における先端テクノロジーに関する教育内容の関係を調べる。
- (3) わが国にふさわしいカリキュラム構成法を探るため、歴史的な視点から科学教育カリキュラムにおける先端テクノロジーに関する教育内容を調べる。具体的には、応用科学に関する教育内容が教授要目に記された1925年以降に発行された科学教科書、教授資料等の分析を行う。

4. 研究成果

本採択課題における主たる研究成果、得られた成果の国内外における位置づけとインパクトおよび今後の展望を述べる。

<主たる研究成果>

本研究により、いくつかの重要なカリキュラム構成の視点や原理を明らかにすした。以下、4つのポイントにおいて報告する。

(1) 諸外国の科学教育カリキュラムの特質

諸外国における先端テクノロジーの科学原理を組み入れた科学教育カリキュラムの特質を明らかにするため、定評のあるアメリカとイギリスの中等化学教科書を分析した。その結果、中等化学教科書における先端テクノロジーを含む Industry 教材には、筋書きの重視、問題解決能力の育成、環境問題への対処およびキャリア教育という共通点がみられた。なおこれらの教科書は、現代科学教育カリキュラム論の世界的潮流の1つでもある、コンテキストベースドアプローチを基盤にするものである。また、資源の少ないハイテク大国という点でわが国と類似するイスラエルのワイズマン科学研究所の開発した化学領域のケース・スタディ教材に着目した。その結果、以下の教育内容選択の視点とカリキュラム・マネジメントの留意点が明らかになった。以下の①～⑦は、Avi Hofstein and Miri Kesner の提起したものである。

- ① 化学工業は地域において重要なものであり、地域の原材料に基づくものである。
- ② 生徒は、ある特定の工業プロセスに伏在する主要な化学概念を理解し応用できなければならない。これらの主要な化学概念は、生徒の先行する化学知識に基づくものでなければならない。
- ③ ケース・スタディに含まれる工業プロセスと概念は、技術的経済的環境および社会組織的な課題に応用され得るものである。
- ④ 様々な教授テクニックと教育的介入を実行することによって、教室学習環境に変化をつける機会を提供する。
- ⑤ ケース・スタディは、生徒を学習の中心に位置づける潜在的な可能性をもち、個人的にも小さい協働グループにおいても生徒の知識を構成する。
- ⑥ 産業界は、様々な実施段階のみならず開発段階でも進んで協力する。
- ⑦ 教師は、様々な開発プロセスの段階に積極的に関与する。これらの段階は主に、教室において容易に実行され得る教授ストラテジーと教育的介入に関連がある。

出典：Avi Hofstein and Miri Kesner., "Industrial Chemistry and School Chemistry: Making chemistry studies more relevant", *International Journal of Science Education*, 28:9(2006), pp. 1022-1023

(2) 科学技術政策の動向と教育内容の関係

独立行政法人科学技術振興機構研究開発戦略センター発行の「科学技術・イノベーション動向」を手がかりに諸外国の科学技術政策の動向を、また、諸外国の科学教科書をもとに教育内容を調べて、両者の関係を明らかにした。アメリカ、イギリスにおいて重点的に技術開発が行われている先端テクノロジーに関する教育内容（バイオテクノロジーなど）が、その国の科学教育カリキュラムに積極的に組み入れていた。わが国においても、例えば、わが国では科学技術基本法に基づく第3期基本計画の政策課題対応型研究開発の重点化分野に示されたナノテクノロジー・材料が、新しい高等学校学習指導要領理科編の物理・化学領域に示された。このように、科学技術政策により開発の進む先端テクノロジーは、科学教育内容としてリアルタイムに反映される傾向がみられた。

(3) わが国の中等段階の科学教育におけるテクノロジーに関する教育内容の接続

先端テクノロジーに関する教育内容をカリキュラムに組み入れる視点の1つに、教育内容の接続がある。科学教育界で活発な議論の行われた1950年代に発行された中学校理科および高等学校化学の教科書および教師用指導書の記述内容を分析して、当時の先端テクノロジーの結集であった、冶金、窯業および繊維工業に関する教材を調べた。その結果、中学校理科教科書には体験活動を重視したものが多く、高等学校化学教科書には先端テクノロジーそのものの理解の深化と研究発表能力の育成をねらいとしていた事実が明らかになった。

(4) 科学教育者の授業を想定した教材の知識

すでに1980年代にshulmanが提起していたように、教師のPCK (pedagogical content knowledge、教授学的内容知識、授業を想定した教材の知識)は、実践されたカリキュラムを規定する重要な要因である。そこで、教育目的に関する知識(科学教育者の意図との関わり)、教科内容に関する知識(科学原理との関わり)、教育方法に関する知識(体験活動との関わり)に着目して、教科書の記述内容について研究を進めた。

①教科書の記述内容と意図の関わり

教科書の記述内容の特質を科学教育者の教育目的に関する知識との関わりにおいて明らかにするため、教科書執筆者の意図に着目しながら、医薬品教材を事例にして調査を進めた。具体的には、戦後発行の高等学校化学教科書および教師用指導書の記述内容をデータベース化して、テキスト分析を行った。その結果、次の特質が明らかになった。第一

に、1951年版学習指導要領(試案)対応化学教科書以降、医薬品教材の記述量は漸減したものの、1999年版対応教科書から急増した。第二に、医薬品教材の種類は多岐にわたり、いくつかの教材が頻出する傾向にあった。第三に、医薬品教材の選択の意図は、薬理作用、化学工業発展の歴史および現代化学の進歩を説明するものが多かった。

②教科書の記述内容と科学原理の関わり

教科書の記述内容の特質を科学教育者の教科内容に関する知識との関わりにおいて明らかにするため、科学原理に着目しながら、安定的に登場してきた石油化学工業教材を事例にして、戦後発行の高等学校化学教科書および教師用指導書の分析を行った。その結果、第一に石油化学原料および製品に関する記述内容が多く見られ、第二にほぼ一貫して関連づけられた科学原理には、分留、クラッキングがあり、第三に教科書執筆者の間には、純粹自然科学の学問体系に基づいた系統性の観点から石油化学工業教材の取扱いに賛否があった事実を明らかにした。

③教科書の記述内容と体験活動との関わり

近年の日本の科学教育界で再び活発に行われている体験活動(工場見学)は、第一次世界大戦後から奨励されていた。(A)当時の奨励が何をねらいにしたものであり、(B)いかなる制約を有していたのかを明らかにするため、主に大正期から昭和期に発行された地方教育雑誌55種の記事内容を分析した。その結果、Aには3つの類型(実用主義と校外教授、郷土化運動と理科教材、戦時体制と工場見学)を、Bには4つの類型(見学可能な工場の調査、実物教授の推奨、視聴覚メディアの活用、教科外活動への編入)があった。類型に基づきながら、日本の科学教育カリキュラムの「工場見学」に見られた科学教育カリキュラム・ディスコースの推移を探り、そのモデルを提示した(図1)。

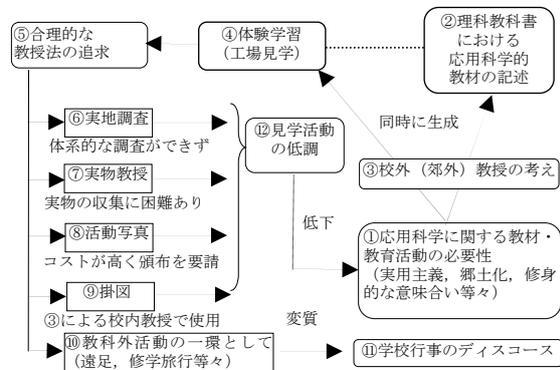


図1 大正・昭和期の工場見学にみられた科学教育カリキュラム・ディスコースの推移

<得られた成果の国内外における位置づけとインパクト>

本研究の成果は、限られた授業時間のなかで、先端テクノロジーに関する教育内容の教授が必要とされている現在の科学教育界に浸透することが予想される。また、先端テクノロジーに関する教育内容論という点で、技術教育カリキュラム論やキャリア教育論にも影響を与えるものと思われる。

<今後の展望>

本研究により、重要なカリキュラム構成の視点や原理を明らかにすることができた。さらに、有効性と実証性を高めるために次の研究を進めていきたい。

- (1) わが国には諸外国にはない独自の科学教育カリキュラムの歴史的な背景がある。この背景を念頭に置いたカリキュラム構成の根拠づけに関する研究。
- (2) わが国の科学教育内容の選択に影響を与える要因を明らかにする研究。
- (3) どの先端テクノロジーの教育内容を理科カリキュラムに将来組み入れるべきかの基準づくりに資する研究。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計3件)

- (1) 郡司賀透、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、査読有、50巻、3号、2010年、91-100頁。
- (2) 郡司賀透、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、査読有、49巻、3号、2009年、45-53頁。
- (3) 郡司賀透、大正期中等化学教育カリキュラムの応用科学的内容の導入過程に見られた論点、郡山女子大学研究紀要、査読有、44集、2008年、221-231頁。

[学会発表] (計9件)

- (1) 郡司賀透、日本の中等科学教育カリキュラムにおける科学原理とテクノロジー教材の関連—戦後発行の高等学校化学教科書にみられた石油化学工業の教材分析を踏まえて—、日本科学教育学会、2009年8月26日、同志社女子大学。
- (2) 郡司賀透、大正期の中等科学教育カリキュラムにおける応用科学的内容の導入過

程、日本科学史学会東北支部、2008年12月14日、仙台市戦災復興記念館。

- (3) 郡司賀透、中等理科教科書における従来および先端工業の教材の共存に関する研究—1950年代の繊維工業に関する教材の種類と選択の意図に着目して—、日本理科教育学会関東支部、2008年11月15日、千葉大学。
- (4) 郡司賀透、中等理科教育における科学技術に関する教材の取扱い—アメリカおよびイギリスの中等化学教科書の“Industry”教材に着目して—、日本教材学会、2008年11月9日、成蹊大学。
- (5) 郡司賀透、生活単元学習における中等理科教育の窠業に関する教材の取扱い—戦後の中学校理科・高等学校化学教科書の教材分析に基づいて—、日本理科教育学会東北支部、2008年11月8日、秋田大学。
- (6) 郡司賀透、日本の理科教育カリキュラムにおける「工場見学」の出現とその特質—主に大正後期から昭和初期に発行された地方教育雑誌の内容分析を通して—、日本理科教育学会、2008年9月14日、福井大学。
- (7) 郡司賀透、応用科学的な教材からみた日本の中等科学教育カリキュラムの接続—1950年代の中学校理科・高等学校化学教科書と教師用指導書の冶金教材を事例にして—、日本科学教育学会、2008年8月24日、岡山理科大学。
- (8) 郡司賀透、大正期の化学教育カリキュラムにおける応用科学的内容の導入過程に関する研究—教育雑誌記事および教育関連団体の議事録等の分析を通して—、日本理科教育学会東北支部、2007年11月10日、岩手大学。
- (9) 郡司賀透、科学教育カリキュラムにおける医薬品関連教材の特徴—高等学校化学教科書および教師用指導書の分析を通して—、日本科学教育学会、2007年8月17日、北海道大学。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

郡司 賀透 (GUNJI YOSHIYUKI)
郡山女子大学短期大学部
研究者番号：30412951

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし