

平成 21 年 3 月 30 日現在

研究種目：若手研究(B)  
 研究期間：2006～2008  
 課題番号：18700632  
 研究課題名(和文)知的創生社会を支える人材育成のための科学教育カリキュラムの研究

研究課題名(英文)A study of science curriculum to form human resources  
 in intellectual society

研究代表者  
 三好 美織(MIYOSHI MIORI)  
 福岡教育大学・教育学部・講師  
 研究者番号：80423482

## 研究成果の概要：

比較教育史的アプローチを用い、わが国およびフランスの科学教育カリキュラムの実態について検討した。その結果、今後のわが国の科学教育の方向性について、次の2点を指摘した。

わが国の文脈に即して必要とされる科学的教養を具体的に明らかにするとともに、その結果に基づき、義務教育段階全体を見通したカリキュラムを作成する必要がある。

義務教育段階終了後においては、将来の進路に応じた科学教育を提供するとともに、進路にかかわらず、「科学を利用する市民」を育成するための科学教育が必要である。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,400,000	0	1,400,000
2007年度	900,000	0	900,000
2008年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	180,000	3,080,000

## 研究分野：理科教育学

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・科学教育

キーワード：科学教育 カリキュラム フランス

## 1. 研究開始当初の背景

科学技術と社会の関係が密接になっている今日、人々が科学技術に関する興味・関心を高めるとともに、科学技術に関わる事柄に対する判断を支えるための科学的リテラシーを身に付けることが求められている。一方で、科学技術社会を発展させていくためには、専門家の養成も必要不可欠である。このように、今日の科学教育には、科学技術社会を支

える科学的リテラシーを持つ市民の育成と、科学技術の発展を担う人材の育成の2つの方向性が求められており、これらの方向性を具体化する新しい科学教育カリキュラムの構築が必要とされている。

そこで本研究では、比較教育史的アプローチを用い、特にフランスの初等及び中等教育における科学教育の実態を理論的、実証的に明らかにすることにより、今後のわが国の科学教育に対する示唆を得ることとした。

## 2. 研究の目的

本研究では、比較教育史的アプローチを用い、比較の主体をわが国に、客体をフランスに設定し、科学教育の有する2つの側面である、国民共通の科学的リテラシーを育成するためのカリキュラムと、科学専門家を育成するためのカリキュラムの実態を明らかにする。これらをふまえて、今後のわが国の目指すべき「科学的リテラシーの育成」と「将来の専門家養成」の2つの科学教育の方向性について検討することを目的とした。

## 3. 研究の方法

本研究では、文献調査およびフィールドワークにより、以下の点を明らかにする。

(1) わが国およびフランスの義務教育段階における科学教育をとりまく状況を踏まえ、両国の義務教育段階の科学教育カリキュラムの目的・目標、学習内容、学習方法について、比較分析する。特に、フランスの小学校およびコレージュにおける科学教育の実態については、フィールドワークにより実践レベルのデータを収集する。これらを考察し、フランスの義務教育段階の科学教育カリキュラムの特色を明らかにする。

(2) わが国およびフランスの後期中等教育段階における科学教育をとりまく状況を踏まえ、両国の後期中等教育段階の科学教育カリキュラムの目的・目標、学習内容、学習方法について、比較分析する。特に、フランスのリセにおける科学教育の実態については、フィールドワークにより実践レベルのデータを収集する。これらを考察し、フランスの後期中等教育段階の科学教育カリキュラムの特色を明らかにする。

(3) (1)、(2)において収集した資料および研究の結果をふまえ、今後わが国の目指すべき「科学的リテラシー育成」と「将来の専門家養成」の2つの科学教育の方向性についての示唆をまとめる。さらに、知的創生社会を支える人材の育成にむけた初等および中等教育段階における科学教育カリキュラムについて検討する。

## 4. 研究成果

### (1) 義務教育段階の科学教育カリキュラムの特色

#### 科学教育をとりまく背景

フランスでは、2005年に新しい教育基本法である「学校の未来のための基本計画法(Loi d'orientation et de programme pour l'avenir de l'école: 通称、フィヨン法)」が成

立した。フィヨン法において特に注目される点は、義務教育期間中に児童・生徒が身につけるべき知識および能力が、「共通基礎知識技能(socle commun de connaissances et de compétences: 以下、共通基礎と記述)」として初めて定められたことである。同法第9条では、児童・生徒の学業での成功、教育の継続、将来の構築、社会生活での成功のために、義務教育は共通基礎の獲得の手段を提供し、児童・生徒の共通基礎の習得を保障しなければならないことが述べられている。

フィヨン法に示された共通基礎を具体化するため、2006年7月に政令が制定され、フランス語の習得、1つの現代外国語の実践、数学主要原理の知識と科学的技術的教養の習得、日常的に用いられる情報通信技術の習得、人文的教養の習得、社会的市民的能力、自律と自発性の7つの項目が示された。これら7つの項目は、さらにそれぞれ、現代における基本的な「知識」、さまざまな状況において知識を活用するための「能力」、生涯にわたって必要不可欠な「態度」の3つに分けて記述されている。

特に、科学的技術的教養の習得に関する「知識」、「能力」、「態度」の記述を要約すると以下ようになる。

知識: 宇宙の構成 / 地球のしくみ / 物質の変化 / 生物の特性 / 宇宙、物質、生物の相互作用とシグナル / エネルギーの種類と相互変換 / 物質とエネルギーの利用 / 人体のしくみ、人間と環境との関わり / 情報通信技術

能力: 科学的な手続きの実施 / 現実に応じた操作・実験 / 結果に影響を及ぼす原因の認識 / 測定もしくは探究の結果の表現と説明 / 科学と技術の関係性の認識 / 習得した知識の応用 / 困難を克服するための技術の利用

態度: 観察のセンス / 自然現象の原因発見への好奇心、論理的思考に基づく想像力、思考の柔軟性 / 批判的精神 / 科学と技術の進歩への関心 / 変化の倫理的含意に対する自覚 / 安全の初歩的なきまりの遵守 / 環境、生き物の世界、健康に対する責任

科学的技術的教養の習得は、宇宙や地球から自分の身体までを支配している主要な法則を理解するため、また、科学と技術により作られた社会に生きていくために必要とされるものとなっている。

政令で示された共通基礎は、保育学校からコレージュの終わりまでに徐々に獲得されていくものであり、その実現にあたっては、それぞれの教科の貢献が求められている。そこで、児童・生徒が共通基礎を習得することを目指す新しい学習指導要領が作成され、2007年度から順次実施されることとなった。

### 小学校における科学教育

フランスの小学校では、科学に関わる教科領域として、第1・2学年で「世界の発見」、第3～5学年で「実験科学とテクノロジー」が実施されている。「世界の発見」は、地理、歴史、科学、技術の内容を含む総合的な教科である。児童は、「世界の発見」の学習を通して、時間や空間における位置や身のまわりの世界を認識し、それらに関わる固有の言葉を習得するとともに、観察や操作を通して理解を深める。科学に関する内容としては、生物の特徴、安全衛生、生物と環境、物質の状態変化、電気回路について学習される。一方、「実験科学とテクノロジー」では、自然や人により作られている現実世界を理解し描写するため、観察、問題提起、実験、論証といった探究の過程が重視されている。学習内容として、天体と地球、物質、エネルギー、生物の単一性と多様性、生物の機能、人の体の機能と健康、生物とその環境、技術物が取り扱われている。

このように、小学校における科学教育は、学習期により教科領域の名称が異なるものの、低学年から一貫して、身のまわりの世界に対する科学的な見方を養うための教育が行われている。また、科学と技術が相互の関わりの中で1つの教科として学習されている。学習内容の配列は、学年を追って深化しており、身のまわりの物体や現象を観察することから始まり、実験やものづくりなどの体験的な活動を通して、科学的内容への興味・関心を喚起する内容となっている。また、得た知識を日常生活で即座に活用することのできるような内容も含まれている。児童の生活や身のまわりの事象との関わりが特に重視されているといえる。

### コレージュにおける科学教育

フランスの前期中等教育段階を担うコレージュでは、科学に関わる教科として、第1学年から「生命・地球科学」が、さらに第2学年から「物理・化学」が実施されている。教科の基本理念として、現代社会に不可欠な科学的教養の育成、実験的な手続きによる批判的かつ誠実な精神の育成、科学や技術に対する興味・関心の喚起、科学・技術の消費者である市民としての意識の形成、安全教育、環境問題解決のための利用などが挙げられている。この理念を達成するため、例えば少人数での実験・観察などの学習活動が展開されている。

各教科の学習内容は次のとおりである。

#### 生命・地球科学

- ・第1学年 - 身のまわりの環境の特徴と生物の分布 / 環境のなかの動植物 / 生物のつくりだす物質 / 食物の生産方法 / 横断的領域；生物の多様性、類似性と共通性

- ・第2学年 - 環境における生物の呼吸と活動 / 身体の機能とエネルギーの必要性 / 風景の変化
- ・第3学年 - 地球内部の活動 / 有性生殖と環境における種の維持 / 生命の伝達 / 生体内の関わり
- ・第4学年 - 人間の多様性と共通性 / 生物の進化と地球の歴史 / 感染の危険性と身体の保護 / 健康と環境に対する人間の責任  
物理・化学
- ・第2学年 - 私たちの環境における水、混合物と純物質 / 直流の電気回路 / 光、光源と直進性
- ・第3学年 - 私たちをとりまく空気から分子へ / 直流電流の法則 / 光、色と像、シグナルの伝播
- ・第4学年 - 化学、物質変化の科学；金属、電子とイオン；物質の合成 / 電気エネルギーと交流の電気回路；発電所から利用者へ；電力と電気エネルギー / 重力から運動エネルギーへ；重力の相互作用；運動エネルギーと道路の安全性

学習内容は、身のまわりの事物・現象との関わりを重視したものとなっており、特に、天文が物理分野で取り扱われていること、食品科学や保健衛生に関する内容が見られることに違いが見られる。

学習指導要領には、学習のテーマ、学習するのに推奨される時間、科学的な目標、教育的な目標、垂直的一貫性、態度、知識、学習で用いられる能力、活動事例、他の学習期や他教科とのかかわりが記述されている。注目される点として、学習テーマに関わりのある既習事項や今後の学習事項が記述されていること、共通基礎の運用能力とのかかわりが示されていること、他の教科との関わりが示されていることがあげられる。これらの記述により、学習事項の位置づけが明確にされ、垂直的にも水平的にも一貫性のある学習活動が展開されることが期待できる。

科学に関わる教科は、共通基礎に示された科学的技術的教養の育成の中心となっている。それに加えてさらに、例えば報告書作成や説明文書の作成がフランス語の語彙や構文の習得にかかわっていたり、科学の歴史や科学の現状の理解が人文的教養に関わっていたりと、共通基礎のそれぞれの運用能力の育成の関わるものが求められている。このように、共通基礎を構成するそれぞれの運用能力育成のために、複数の教科が関わり、逆に1つの教科は複数の運用能力の獲得に貢献することが示されている。

### 義務教育段階における科学教育カリキュラムの特色

これまでみてきた内容から、フランスの義務教育段階の科学教育カリキュラムの特徴

をまとめると、次のようになる。

共通基礎として義務教育修了時まで習得すべき知識・能力・技能が具体化されている。そのうち、科学的技術的教養は現実世界を理解し表現するために必要な知識・能力・態度の総体となっている。

学習内容の特徴として、児童・生徒の身のまわりの事物・現象を取り上げ、日常生活との関わりが大切にされている。また、学年を追って徐々に知識・能力・態度が獲得されるように構成されている。

学習指導要領の記述の特徴として、各学習段階で身につけるべき知識・能力・態度を学習テーマごとに明示し、他学年、他教科との関係性を示すことで学習の一貫性を保障している。

共通基礎により義務教育段階修了時における児童・生徒の習得事項を明確化し、これをもとに作成された学習指導要領により一貫性を持った学習活動を展開することで、児童・生徒の基礎学力を保障し、全体的な教育の質的向上が図られている。

## (2)後期中等教育段階の科学教育カリキュラムの特色

### 科学教育をとりまく背景

フランスの後期中等教育を担うリセは、自分で学習すること、合理的思考をすること、判断すること、コミュニケーションをとること、集団で行動すること、責任をとること、といった能力を育てることを目標としている。第1学年は「進路決定期」とされ、第2学年以降の教育課程を決定するための期間として位置付けられている。第2学年以降は「最終決定期」とされ、文学系、経済・社会系、科学系の3科に分化している「普通教育課程」と、医療・社会科学、実験科学・技術、第三次産業科学・技術、工業科学・技術の4科に分化している「技術教育課程」に分かれて学習が進められている。それぞれのコースへの進級は、第1学年修了時の進路指導により行われている。

リセの修了認定および大学入学資格として、バカロレア試験が実施されている。リセにおけるコースに対応してバカロレアも区分されており、普通教育課程の生徒は中等教育バカロレア(通称、普通バカロレア)の取得を、技術教育課程の生徒は技術バカロレアの取得をそれぞれ目指すことになる。

### リセにおける科学教育

リセの科学教育では、知的手続き、概念の発展、科学的知識の構築を行いながら、生徒に科学を好きにさせることが目的とされている。進路と直接に関わるリセの教育では、ある生徒にとっては科学を中心とする進路

に進んだり、将来科学やテクノロジーと結びついた職業についたりするよう動機付ける機会となっている。一方で、科学を中心とする進路に進まない生徒に対しては、科学に対して興味を持たせ続けるよう、また社会に出てから自ら大衆科学雑誌のレクチャーなどを読みこなしたり、科学を含む問題について市民の選択に参加したりすることができるよう、科学を学習する機会が必要となる。そこで、進路に応じた多様な科学教育カリキュラムが作成されている。

リセの第1学年は、義務教育の最終学年であり、その内容は全ての生徒に共通のものとなっている。科学に関わる教科として「物理・化学」と「生命・地球科学」がある。各教科の学習内容は、「物理・化学」では、化学：化学的か天然か/物質の構成/物質の変化、物理：空間の探究/運動する宇宙と時間/私たちを取り巻く空気、「生命・地球科学」では、惑星地球とその環境、生物：生物組織の働き/細胞、DNAと生物の単一性が取り扱われている。

第1学年の学習内容について、特に化学分野に焦点を当ててみると、わが国の高等学校第1学年で実施される「理科総合A」とは異なり、「化学」として学習内容が設定されることで、例えば、原子の構造など微視的視点を養う物質の構成や、モルを含む物質の変化の表し方など、化学の基本となる内容が取り扱われている。このことから、第2・第3学年におけるコース別の学習を行うための素地が育成されていることが窺える。

第2学年からはコース別の科学教育が実施されている。経済・社会系では、「科学教育」として、生命・地球科学を中心とした学習が展開されている。具体的には、神経による伝達、遺伝とバイオテクノロジー、生殖といった、人体の機能に関わる内容を必修とし、食物の生産と環境、天然の資源としての森林、必要不可欠な資源である水、進化における人類の位置についての内容が選択となっている。また、文学系では「科学教育」として、生命・地球科学と物理・化学のそれぞれの分野に関わるテーマの学習が行われている。その内容として、身のまわりの視覚による描写、食物と環境が必修のテーマであり、生殖、遺伝とバイオテクノロジー、進化における人類の位置、料理の中の物理と化学、エネルギーに関わる問題が選択のテーマとなっている。このように、文科系の生徒に対して日常生活にかかわる科学事象に対する理解を深める機会が保障されている点は特徴的である。

一方、科学系では、「物理・化学」と「生命・地球科学」の2つの教科の学習が行われている。第2学年の「物理・化学」では、力、仕事とエネルギー、電磁気学、光学、化学における測定、有機化学、化学変化とエネルギー

ーが、「生命・地球科学」では、生物組織のさまざまなレベルでの表現形、地球の構造とその活動が取り上げられている。また、第3学年では、「物理・化学」で、波動の伝播、核物理、電磁気学、力学、反応速度、化学平衡、化学変化の制御が、「生命・地球科学」で、進化、生殖と遺伝、免疫機能が取り扱われている。

科学系の学習内容について、化学分野を例に分析すると、第1学年における学習を基礎に、第2・第3学年に進むにしたがってスパイラル状に学習内容が積み上げられていることがわかる。わが国の「化学」において扱われていない内容としては、例えば、溶液の電気伝導度、分光光度計による分析などが挙げられる。また、反応速度や分子運動などについては定量的な取り扱いがなされており、わが国の大学1～2年程度の内容も含まれている。このように、科学系のカリキュラムでは、より詳しく専門的な学習内容が扱われていることがわかる。

#### 後期中等教育段階における科学教育カリキュラムの特色

フランスの後期中等教育段階では、生徒の進路に応じた科学教育カリキュラムが作成されていることが明らかとなった。具体的には、義務教育最終学年である第1学年では、将来必要とされる科学の基礎を身につけるための科学教育が行われている。第2学年以降は、普通教育課程では文学系、経済社会系、科学系の3コースに分化し、コースの特色に合わせて内容が厳選された科学教育が展開されている。文学系および経済・社会系では、科学を利用する市民として必要とされる教養を育成するための科学教育が行われている。また、科学系では、学習内容がスパイラル状に積み上がった、専門的なカリキュラムが提供されており、専門家養成の基礎となる科学教育が展開されている。

このように、フランスの後期中等教育段階における科学教育の実態は、わが国の高等学校において、文系・理系にかかわらず選択する全ての生徒に同じ内容のカリキュラムが実施されているのとは対照的であり、コース別の科学教育を展開することにより、科学を利用する市民の育成に向けた科学教育と専門家養成に向けた科学教育がともに実施されている点は注目に値する。

#### (3)総合的考察

これまでの研究の結果を総括すると、フランスにおける科学教育の特徴として、次の点を指摘することができる。

義務教育段階(小学校及びコレージュ)では、共通基礎の習得を目指した教育活動が、

一貫性を持って展開されている。なかでも科学教育に関わる教科では、特に科学的技術的教養の育成を目指したカリキュラムが実施されている。児童・生徒が身につけるべき科学的技術的教養は、身のまわりの現実世界を理解するために必要となる知識、能力、態度に分けて具体的に明示されている。

後期中等教育段階(リセ)では、進路に応じた科学教育が提供されている。第1学年では、生徒に共通の基礎的な教育が施されている。第2学年からはコース別のカリキュラムが実施されており、文科系の生徒に対しては、科学を利用する市民の育成に向けた科学教育が展開されている。一方、理科系の生徒に対しては、将来の専門家養成に向けたより高度な内容の科学教育が行われている。

以上の特徴をふまえ、今後のわが国の科学教育の方向性について検討した結果、次の2点を指摘することができる。

- ・わが国の文脈に即して必要とされる科学的教養を具体的に明らかにするとともに、その結果に基づき、義務教育段階全体を見通したカリキュラムを作成する必要がある。

- ・義務教育段階終了後においては、将来の進路に応じた科学教育を提供するとともに、進路にかかわらず、「科学を利用する市民」を育成するための科学教育が必要である。

#### (4)研究成果の位置づけとインパクト

わが国において、比較教育史的アプローチを用い、比較の主体をわが国に、客体をフランスとした、科学教育に関する研究はほとんど行われていない。本研究では、フランスの初等及び中等教育における科学教育の実態を明らかにし、今後のわが国の科学教育の方向性について示唆を得た。この研究成果は、わが国における科学教育カリキュラムの開発における基礎資料の提供に貢献することができる。

#### (5)今後の課題

本研究では、フランスの事例をもとにわが国の科学教育に対する示唆を得たが、これをわが国の文脈に即して具現化していくためには、さらに以下の点について明らかにする必要がある。

- ・これからの科学技術社会を生きるわが国の国民に共通に必要なとされる科学的教養を構成する具体的な要素は何か
- ・児童・生徒に科学的教養を育成するため、学校教育におけるカリキュラムにどのように具体化すればよいのか、また、それをどのように実践したらよいのか

これらの課題を解決するために、今後も研究を継続する予定である。

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4件)

三好美織, 「フランスの科学教育カリキュラムと授業 - コレージュの物理・化学を中心として - 」, 『理科の教育』, 第58巻第2号, 18-20, 2009, 査読無

三好美織, 「フランスの初等科学教育 - 小学校における科学教育の特色と教員養成 - 」, 『化学と教育』, 第56巻第10号, 521-524, 2008, 査読有

三好美織, 「フランスの前期中等教育段階における科学教育の目的論 - 統一コレージュ成立以降の物理・化学分野の学習指導要領を中心として - 」, 『フランス教育学会紀要』, 第20号, 35-47, 2008, 査読有

三好美織, 「初等理科カリキュラムに関する考察 - フランスの事例を中心として - 」, 『福岡教育大学紀要第四分冊教職科編』, 第57巻, 157-162, 2008, 査読無

[学会発表](計3件)

三好美織, 「フランスの前期中等科学教育に関する考察(1) - カリキュラムの変遷を中心として - 」, フランス教育学会第25回大会, 2007年9月17日, 宇都宮大学

三好美織, 「フランスの義務教育段階における科学教育とテクノロジー教育の関係」, 日本科学教育学会第31回年会, 2007年8月17日, 北海道大学

三好美織, 「新しい理科教育課程への期待 - フランスの動向を踏まえて」, 日本理科教育学会第57回全国大会, 2007年8月4日, 愛知教育大学

6. 研究組織

(1)研究代表者

三好 美織 (MIYOSHI MIORI)  
福岡教育大学・教育学部・講師  
研究者番号: 80423482

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし