

フランス前期中等教育段階における 「科学テクノロジー統合教育」に関する考察

三好美織*

(2015年12月7日受理)

A Study of “Integrated Science and Technology Teaching (EIST)” at Lower Secondary School in France

Miori MIYOSHI

Abstract. In this study, author analyses the characteristics of Integrated Science and Technology Teaching (EIST) at Lower Secondary School in France.

As a result, it pointed out that the following. EIST increases students' interest in science and technology through investigative activities. Sufficient time is ensured for learning activities. Acquisition of the competences of socle commun is expected through the study of EIST. It is possible for students to be aware of relationship and coherence of science and technology. EIST shows a new model of learning relating to science and technology in lower secondary school.

1. はじめに

フランスの義務教育段階では、2005年の学校教育計画法 (loi d'orientation et de programme pour l'avenir de l'École: 通称, フィヨン法) を契機として、すべての生徒に共通基礎知識技能 (socle commun de connaissances et de compétences: 以下, 共通基礎) を習得させることを目指す教育が展開されてきた。このうち、科学及びテクノロジーに関わる教科において特に育成が期待されるのは、共通基礎を構成する7つのコンピテンス (compétences) のうち、「科学的テクノロジーの教養 (culture scientifique et technologique)」である。義務教育段階修了時には、「科学的テクノロジーの教養」として、科学的テクノロジー的実践の実践と問題解決、様々な科学の領域の知識の習得、環境や持続可能な開発に関わる問題理解のための知識の活用が期待されている¹⁾。

前期中等教育段階における科学及びテクノロジーに関わる教科では、共通基礎の「科学的テクノロジーの教養」の習得に向け、学習活動に「探

究の手続き (démarche d'investigation)」を取り入れることが推奨されている。背景には、ヨーロッパにおいて、1990年代終わり頃から若者の科学に対する興味・関心の低下が問題視されており、科学教育に変化が求められていることなどが挙げられる。改善に向けた一つの方策として、「探究を基盤とする科学教育 (Inquiry Based Science Education)」が提案されている。学習活動の中で、科学の方法の活発な実践、科学の基本的性格の理解、科学の価値の共有、などが図られることが期待されている²⁾。

ところでフランスでは、1996年から小学校の科学・テクノロジー教育において「La main à la pâte: 以下, Lamap」プロジェクトが開始された。プロジェクトでは、児童の科学的知識の習得と定着を図ること、科学的精神を育成すること、児童を取り巻く世界を理解させることを目指し、教授方法の検討や目的実現に向けた教師の支援が行われてきた³⁾。この取り組みは、2000年代の小学校における科学・テクノロジー教育刷新の中核とな

*自然システム教育学講座

り、今日の小学校における科学及びテクノロジーに関わる教科の教育プログラム (programme d'enseignement) に反映されている。

前期中等教育段階では、小学校における科学・テクノロジー教育との継続性を視野に、2005年の教育プログラムから、伝統的な「物理・化学」「生命・地球科学」「テクノロジー」の3つの教科の学習活動に、「探究の手続き」を取り入れることが推奨されるようになった⁴⁾。さらに、新たな科学・テクノロジー教育のモデルを提供するものとして、2006年から「科学テクノロジー統合教育 (Enseignement intégrée de science et technologie ; 以下、EIST)」が試行され、今日に至っている。

本稿では、フランスの前期中等教育段階において取り組まれている EIST に着目し、カリキュラム及び授業の具体について、既存の教科と比較して分析することで、EIST の特色を明らかにすることを試みる。

2. コレージュにおける科学教育, テクノロジー教育

前期中等教育を担うコレージュは、4年制の学校である。科学及びテクノロジーに関わる教科として、「物理・化学」、「生命・地球科学」、「テクノロジー」の3つがある。現行の教育プログラムにおける週当たりの授業時間配当を、表1に示す⁵⁾。

表1 科学及びテクノロジーに関わる教科の授業時間配当

	1年	2年	3年	4年
生命・地球科学	1.5*	1.5	1.5	1.5
物理・化学	-	1.5	1.5	2
テクノロジー	1.5*	1.5	1.5	2

単位：時間。 * : 0.5時間は少人数グループ

小学校高学年では、科学及びテクノロジーに関わる教科領域として「実験科学とテクノロジー」が行われているが、コレージュでは、3つの教科に独立するとともに、異なる資格をもつ教師によって指導が行われる。このうち、第1学年及び第2学年における各教科の学習内容を表2に示す⁶⁾。第1学年では、「生命・地球科学」と「テクノロジー」のみであり、「物理・化学」の授業は行われていない。「物理・化学」不在は1995年度から続くものである。

表2 科学及びテクノロジーに関わる教科の学習内容

	第1学年	第2学年
生命・地球科学	<ul style="list-style-type: none"> - 身近な環境の特徴と生物の分布 - 環境における動植物の繁殖状況 - 生物の作り出す物質 - 食物の生産方法 - 生物の多様性、類似性と共通性 	<ul style="list-style-type: none"> - 生物の呼吸と活動 - 人体の働きとアレルギーの必要性 - 景観の変化
物理・化学	/	<ul style="list-style-type: none"> - 私たちの環境における水：混合物と純物質 - 直流における電気回路：定性的学習 - 光：光源と直進
テクノロジー	<ul style="list-style-type: none"> 輸送手段に関するテーマ - 技術物の分析と機能 - 使用される材料 - 使用されるエネルギー - 技術物の進化 - 情報の伝達と管理 - 技術物の製作過程 	<ul style="list-style-type: none"> 住宅と建造物に関するテーマ - 技術物の分析と機能 - 使用される材料 - 使用されるエネルギー - 技術物の進化 - 情報の伝達と管理 - 技術物の製作過程

教育プログラムには、表2に示す学習内容とともに、学習の目的、生徒が習得すべき知識と能力が具体的に記述されている。加えて、3つの教科に共通するものとして、学習内容に関わる「収束テーマ (thème de convergence)」が提示されている。収束テーマの具体は、統計的思考様式的重要性、持続可能な開発、エネルギー、気象学と気候学、健康、安全の6つである。これらのテーマに留意しながら学習活動をすすめることで、教科の枠組みを超えて学習内容を関係づけるとともに、現代社会の実際と教科の学習との収束を生徒に感じ取らせることが期待されている⁷⁾。

3. 「科学テクノロジー統合教育 (EIST)」

(1) EIST の概要

EIST は、コレージュにおける科学及びテクノロジーに関わる教育として、2006年より、第1、第2学年を対象として実施されてきた。EIST の目的は表3のとおりである⁸⁾。

表3 EISTの目的

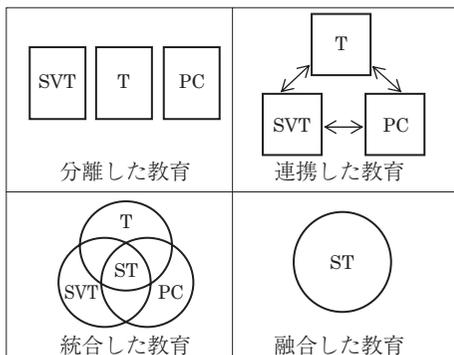
- ・生徒の好奇心を刺激し科学やテクノロジーに対する嗜好を発展させること
- ・探究の手続きの実践を促進すること
- ・教科間に一貫性を持たせ学習の目的をよりよく理解させること
- ・小学校からコレッジへの移行をスムーズにすること
- ・教科横断的な活動やコンピテンスを基盤とするアプローチにより共通基礎を獲得させること
- ・グループ活動を通して生徒の自律性と能力を開発するとともにフランス語を習得させること

EISTは、小学校において1996年から展開されてきたLamapプロジェクトの思想を受け継ぐものである。教科間の壁を取り除き、生徒の科学及びテクノロジーに対する興味・関心を高めるとともに、「探究の手続き」を実践する可能性を広げることが期待されている⁹⁾。

EISTの学習内容は、「物理・化学」、「生命・地球科学」、「テクノロジー」の3つの教科を背景として設定されている。しかし、授業は年間を通して1人の教師が担当する。そのため、授業計画にあたり、各教科を背景とする教員が教育グループをつくり、年間計画、学習内容と指導方法、使用する語彙などに関する協議を行っている。また、それぞれの生徒が探究の手続きを実践するために、1クラス最大20人の少人数グループで行うことが推奨されている¹⁰⁾。

(2) 「統合」のモデル

EISTにおける科学及びテクノロジー各教科の関係は、図1に示す「統合した教育」のモデルで説明される¹¹⁾。



※ PC: 物理・化学, SVT: 生命・地球科学, T: テクノロジー, ST: 科学・テクノロジー

図1 教科の関係性の様々なタイプ

フランスの前期中等教育段階では、伝統的に3つの教科が分離した教育 (enseignements distincts) が実施されてきた。教師は該当教科の専門家であり、指導する分野について熟知している。しかし、教科間の一貫性は追究されておらず、それぞれに教育が展開されるため、同一の概念が繰り返し取り扱われる、語彙に一貫性が見られない、といったことが起こり得る。教科間の意味や一貫性を、生徒自身が見出していくことが求められる。

各教科が連携した教育 (enseignements coordonnées) は、今日の教育プログラムで示された各教科の関係に相当すると考えられる。科学及びテクノロジーに関わる教科では、教育プログラムの冒頭で統一的な説明がなされており、その中で収束テーマが設定されている。各教科で共通のプロジェクトを実施し、教科にまたがる学習対象を各教科の連携により取り扱っていく中で、生徒がそれぞれの教科の共通点や授業の一貫性を認識し、現実世界の全体像を把握することが期待されている。しかしながら、実際にはこのような学習活動はほとんど実施されていないことが問題となっている。

各教科が統合した教育 (enseignement intégré) は、小学校における教科領域「実験科学とテクノロジー」との継続性を持たせ、コレッジにおける学習への移行を容易にすることが可能となる。3つの教科を統合することで、探究の手続きを実施する時間を確保するとともに、共通基礎の「科学的テクノロジー的教養」の習得に向け、一貫した指導を行うことが可能となる。一方で、教員側には、専門外の内容を教えるための準備が必要となることから、教員同士の協議が必要となる。さらに、教師自身が専門とする教科の視点とともに、科学とテクノロジーに関する統合的な視点を獲得していくことが求められる。科学及びテクノロジーに関わる教科のすべてが重なったものが融合した教育 (enseignement unifié) であり、新たな教科としての構想と、幅広い学習内容を理解し取り扱うことのできる担当教員の養成が必要となる。

教科の関係性としての分離、連携、統合のモデルは、従来の各教科に分科した伝統的な教育から、多様化する生徒を前に各教科間のつながりをも伝達する教科連携の必要性、そして、21世紀におけるコンピテンス習得の実現に向けた新たな教科の提案へと、フランスにおける時代の要請を背

景とした前期中等教育段階の科学及びテクノロジーに関わる教科の枠組みの変化としても捉えることができるであろう。EISTは、各教科の固有性を活かしながらも各教科の教育の統合を図る、今後の科学及びテクノロジーに関わる教科の枠組みの一つのあり方を示すものであると考えられる。

(3) EISTにおける学習内容の事例

EISTのカリキュラムは、EISTを採用する各学校の実態に合わせて作成される。各学校においてカリキュラムを作成する際の一つのモデルとして、表4に示す学習内容の展開が提案されている¹²⁾。

表4 EISTのカリキュラムの事例

第1学年「世界は何でできているか？物と物質」

1. 身のまわりに何があるか？（7週間）
 - 1.1 身のまわりから何を感じ取るか？
 - 1.2 感覚は限られている：見えなくても何かありうるか？
 - 1.3 生物と無生物の関係
2. 物質、何が問題か？（7週間）
 - 2.1 物質の構成
 - 2.2 水、特徴的な物質
 - 2.3 物質の特性
 - 2.4 分別、整理、分類する
3. 物質は時間とともに変化するか？（8週間）
 - 3.1 変化を見分ける
 - 3.2 どのように変化が起こるか？
 - 3.3 変化のサイクル
4. 特性に応じて物質をどのように利用しているか？（8週間）
 - 4.1 食べる、飲む
 - 4.2 伝達する
 - 4.3 移動する
 - 4.4 建築する

第2学年「世界はどのように機能しているか？エネルギー」

1. 物体の移動と変化（5週間）
 - 1.1 最初の調査
 - 1.2 様々な時間スケール
 - 1.3 運動と変化はどこから生じる？
2. 生きるためにどのようなエネルギーが必要か？（7週間）
 - 2.1 生活に必要な行動
 - 2.2 エネルギーが少ない、多い？
 - 2.3 多すぎるエネルギーは危険？少なすぎると？
3. エネルギーの変換（8週間）
 - 3.1 利用可能なエネルギー資源
 - 3.2 可能な変換
 - 3.3 エネルギーは失われないが変換される
4. エネルギーの輸送と保存（7週間）
 - 4.1 どのようにエネルギーは循環するか？
 - 4.2 エネルギーを蓄えることができるか？
 - 4.3 エネルギーの利用を効率化する方法は？
5. 環境に及ぼす人間の影響（4週間）
 - 5.1 地球の限られた資源を管理するには？
 - 5.2 エネルギー需要と環境の保全

このうち、第1学年の「2. 物質、何が問題か？」の「2.2水、特徴的な物質」の詳細を表5に示す。

表5 第1学年の学習内容の詳細

2. 物質、何が問題か？ 2.2 水、特徴的な物質
2.2.1. 液体の水と生命（SVT） ・生物は様々な割合で液体の水を含んでいる。
2.2.2. すべての状態における水（PC） ・水は、3つの状態で存在する：固体、液体、気体。
2.2.3. 地球を超えて生命体を見つけることができるか？（SVT, PC, T） ・私たちの知っている生物は、液体の水が存在する条件の惑星でしか成長できない。星に対する惑星の位置によって液体の水が存在するかが決まる。

ここでは、生命と水との関係をテーマとした文脈の中で、生徒の身近なところから宇宙まで、様々な観点で学習が展開されることがわかる。学習内容には、本来は第2学年以降で学習する「物理・化学」の内容も含まれている。既存の教科において学ぶべき知識を習得するとともに、それらを活用した課題に取り組むことで、科学やテクノロジーに対する興味・関心を高め、各教科の学習内容の統合的な理解が図られていることが窺える。

ところで、EISTにおける学習活動を展開するに当たり、「探究の手続き」を実践することが求められている。EISTにおける探究の手続きのモデルを図2に示す¹³⁾。

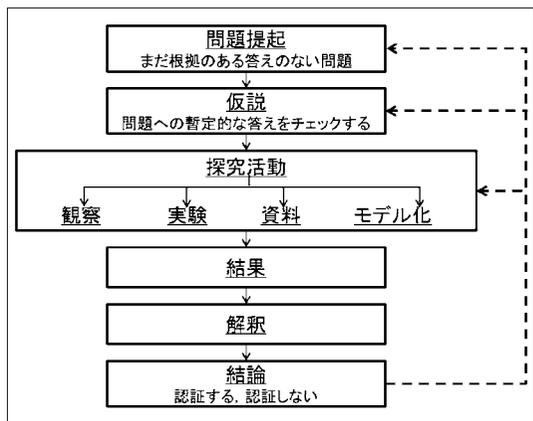


図2 探究の手続きのモデル

授業では探究の手続きに基づく生徒の実際的な活動を位置づけた学習が展開される。

(4) 学校における授業の実際

2012年12月、パリ市内の公立学校2校においてEISTの授業観察を行った。

パリ18区にあるCollège Maurice Utrilloでは、第1学年のみでEISTが行われていた。授業は週に1回、3時間連続で設定されており、1クラスを2つに分けて2人の教員が同時並行で実施していた。生徒が学習した内容を記憶に留めおくための配慮として、ジュール・ヴェルヌの『80日間世界一周』をモチーフに、その中で旅行者が遭遇する出来事として学習内容が配置されていた。



図3 Collège Maurice UtrilloにおけるEISTの授業の様子

観察した授業では、「シーン4：スエズからボンベイへ、そして…」として、ものの浮き沈みについての学習が行われていた。生徒一人ひとりを実験計画を立て、それに沿って実際に実施し、結果をまとめる中で学習内容の理解を図っていた。授業は少人数で行われており、生徒一人一人への指導が行き届いていた。また、3時間連続で展開

されることから、生徒にじっくりと活動させ考えさせることが可能となっていた。

この授業にいたるまでに、既存教科の「生命・地球科学」や「テクノロジー」に関係する「私たちの身のまわりにはどのようなものがあるか」や、「物理・化学」に関係する「液体の水から水蒸気にはどのように変化するだろうか」といった学習内容が扱われていた。各教科の教員の知見を活かしたワークシートが各クラスに共通して用いられており、予想、実験のプロセスや結果を、生徒自身の言葉や図、表で記述できるよう工夫されていた。教員が異なると、同じ学習内容であっても内容理解や重点的指導箇所が異なっており、教材に対する教員間の共通認識を図る必要性が見出された。

パリ18区にあるCollège Aimé Césaireの第1学年のEISTの授業では、「熱を通さないもの」についての学習が行われていた。生徒が興味や関心を抱くような事象提示が行われていたり、生徒が自分の考えを発表する場面や、生徒自身で方法を考え決定し実験する場面などが設定されており、生徒主体の授業を展開しようとする工夫が見られた。一方で、生徒自身が学習課題を十分に理解できていない場合に、活動が効果的に進められないなどの様子も見受けられた。



図4 Collège Aimé CésaireにおけるEISTの授業の様子

(5) EISTの試行に対する評価

EISTの試行に対する評価として、生徒については、科学に対する嗜好を刺激し興味が維持されていること、科学的教養を豊かにすること、学習時間の確保により科学的推論に関する行動に積極的な効果があること、環境問題への関心が高まること

などが明らかとなっている。また、学力や態度について、既存の教科に基づく教育を受けた生徒と同等の結果が示されている¹⁴⁾。

一方で、担当教員については、学際的活動や教師グループによる活動を重視すること、生徒によるグループ活動やプロジェクト活動を重視すること、生徒の学習様式に着目するようになること、といった改善が報告されている。また課題として、教師により「探究の手続き」の解釈が異なること、背景教科に基づく指導の違い、学校間の違いなどが挙げられている¹⁵⁾。

4. まとめ

本稿では、フランスの前期中等教育段階において展開されている EIST の取り組みについて検討した。EIST の特色として、十分な活動時間を確保し探究の手続きを取り入れた授業が展開されていること、生徒主体の学習活動を取り入れることで科学やテクノロジーに対する興味や関心を喚起するとともに、共通基礎のコンピテンスの習得が期待されていること、教師同士の協議をもとに各学校の実態に即してカリキュラムを作成し、一人の教員による指導が行われることで、各教科の学習内容の連関や一貫性をもたせることを可能としていること、などが明らかとなった。

EIST を受講した生徒の評価はおおむね良好であり、既存の教育プログラムの枠組みの中で、科学及びテクノロジーに関わる新たな教育のあり方を提示するものとなっているといえる。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、授業参観をコーディネートしていただいた La main à la pâte 財団の Béatrice SALVIAT 先生、Bruno DEY 先生、授業観察を許可いただいた Collège Maurice Utrillo、Collège Aimé Césaire の皆様に謝意を表します。

文献

- 1) MEN, *Livret personnel de compétences Palier 3*, pp.11-17, 2011.
- 2) *Une enseignement intégré de science et technologie au collège (6e et 5e) Guide de*

Découverte 2011, pp.82-86, 2011.

- 3) Fondation La main à la pâte, *Les 10 principes de La main à la pâte*, from <http://www.fondation-lamap.org/fr/page/105/principes-et-enjeux>, 2015年9月30日取得.
- 4) MEN, *Programmes des enseignements de mathématiques, de sciences de la vie et de la Terre, de physique-chimie pour les classes du cycle central du collège (classes de cinquième et de quatrième)*, *B.O. hors série n° 5 du 25 août 2005*.
- 5) MEN, *Les horaires par cycle au collège*, from <http://www.education.gouv.fr/cid80/les-horaires-par-cycle-au-college.html>, 2015年9月30日取得.
- 6) MEN, *Programmes des enseignements de mathématiques, de physique-chimie, de sciences de la vie et de la Terre, de technologie pour les classes de sixième, de cinquième, de quatrième et de troisième du collège*, *B.O. spécial n° 6 du 28 août 2008*.
- 7) 同上.
- 8) 上掲書2), p.114.
- 9) 同上, p.10.
- 10) 同上, p.26.
- 11) 同上, pp.23-25. ベアトリス・サルヴィア, 「コレージュにおける科学・テクノロジー統合教育 (EIST) : 4年にわたる実験 (2006 - 2010) の総括」, 『日仏教育学会年報』, 第16号, pp.27-35, 2010.
- 12) *De quoi est fait le monde ? Matière et matériaux*, pp.6-7, 2007. *Comment fonctionne le monde : énergie et énergies*, pp.5-6, 2007.
- 13) 上掲書2), p.65.
- 14) MEN, *Note d'information* 11.19, 2011.
- 15) IGEN, *L'enseignement intégré de science et technologie (EIST)*, 2009.
 ・ <http://www.fondation-lamap.org/>
 ・ <http://www.education.gouv.fr/>
 ・ <http://eduscol.education.fr/cid57927/eist-en-sixieme-et-cinquieme.html>