

平成 30 年 6 月 14 日現在

機関番号：13501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26350230

研究課題名(和文) 科学技術教育における教科「見直し・再編」の日仏比較 - 数学科・理科・技術科 -

研究課題名(英文) A Comparative Study between Japan and France on the Reorganizaion of the Subject in Science and Technology Education- Mathematics, Science and Technology-

研究代表者

上里 正男 (UESATO, Masao)

山梨大学・大学院総合研究部・教授

研究者番号：80193788

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：フランスの小中高における普通教育としての技術教育の概念は、テクノロジー(Technologie)教育としては、高校(リセ)の「エンジニア科学」科教育へと連続する志向性を含みながら、フランス版のSTEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics)教育的な傾向がある。このエンジニア科学教育は、「システム工学」に重点をおき、コレッジから高等教育まで接続すると位置づけられ、コレッジの「テクノロジー」科教育にもその影響がみられる。

研究成果の概要(英文)：French science and technology education was influenced by recent French educational reform focused STEM education and Engineering education. "Science and Technology" is a synthesized subject focused STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) education and "Technology" a specialized subject. Also, recently "Initiation to science of engineering" and "science of engineering" was introduced in French high school. It is special subject for academic course connecting higher education and focused system engineering.

研究分野：科学技術教育

キーワード：数学科 理科 技術科 STEM エンジニア教育

1. 研究開始当初の背景

旧来から日本では科学技術教育の課題という、「理数教育の強化」が叫ばれ、技術教育が含まれない弱点がある。2008年の学習指導要領改訂でも、「脱ゆとり」に伴う「確かな学力」の確立と「理数教育の強化」が挙げられたが、この理数教育とは、技術教育を除いた、あくまで理科教育と数学教育であるという特徴が指摘できる。この動向に対して、日本学会議では改革がみられる。2003年に「若者の理科離れ問題特別委員会」(後の「若者の科学力増進特別委員会」)を設置し、2008年の『科学技術リテラシー構築のための調査研究』では日本とアメリカなど(フランスを除く)の「科学技術リテラシー」が比較され、特にアメリカの『すべてのアメリカ人のための科学』が参考にされながら、日本の科学技術教育のゴールが明示された。そこでは、日本の学校教育における理科、数学、技術の教育の相互関係と長期的展望や、新しい時代の科学技術に即応すること、技術の教育を重要な柱とすることなどの重要性が示された。

一方で、日本の科学技術教育との比較において、フランスの教育改革の最新動向は注目される。そこでは、欧米にみられるように、旧来の科学技術教育の再構築のためには現代的な技術教育を新たに含めた科学技術教育が展開されなければならないとされ、小・中・高の科学技術教育各教科の区別と関連、特に、それらの科学技術リテラシーに関係するとされるSTS(Science, Technology and Society: 科学技術社会論)教育とSTEM教育との関係や、大学工学部入学者のためにフランスの高校(リセ)の普通教育課程において科学技術教育の関係教科として新設された「エンジニア科学」科が、科学教育と関連づけられた技術教育として展開されている。

2. 研究の目的

本研究は、日仏で続けられている「学力論」や「教育課程論」と、その中での科学技術教育関係の「教科の見直し・再編」の模索を視野に入れた「各教科の構造の問い直し」論議の特徴を、フランスでの学力論や教育課程論と、生活科・数学科・理科・技術科・総合学習・エンジニア科学にみられる各教科の総合化と分化の論理との関連に焦点を当て、比較分析するものである。特に、欧米等の国際的動向であるSTEM(Science, Technology, Engineering and Mathematics)教育へのフランスの対応に注目し、日本の科学技術教育の課題への示唆を得ることを目的とした。

フランスでは、科学的な客観的知識(科学的概念)の伝達を通して子どもの理性を研磨する主知主義(知育主義)が伝統的な普通教育の学力概念であり、一方、新教育は生活の主人公としての子どもの全面発達を目指し学力論や活動主義の教育方法に受け継がれ、現在は「PISA型学力(「コンピテンス」と「リテラシー」)」が導入された。

それは、フランスでは、(1)1995年の「基礎的内容の重点化、あらゆる教科領域の教育内容の削減」をめざす教育課程改革で新しく登場した教科である「世界の発見」科が、社会科教育と科学教育と技術教育の各教科を「総合化」した小学校低学年用の日本の生活科にあたる教科であること、(2)フランスにおいて科学教育と技術教育を「統合」した小学校と中学校(コレッジ)における現在の「実験科学・技術」科の源流である「科学・技術」科は、1985年の「基礎基本の重視、科学的な系統的知識を重視する主知主義教育の学力論の部分的復活」の教育課程改革において新設され、それまで教育課程の大きな特徴をなしていた新教育の学力論である「三分分教授法」の原理に基づく合科的な「めざまし活動」が再び分化され、再統合された教科であること、(3)「PISA型学力」の導入による学力論と、「実験科学・技術」科が数学科と理科と技術科との関連を重視する欧米の最新動向であるSTEM教育に変化したこと、(4)高校(リセ)普通教育課程の科学技術教育関係教科である「エンジニア科学」科の新設が、中学校のSTEM教育と関連づけられた大学工学部入学者のための専門基礎教育であること、これらに学力論と教育課程論における科学技術教育関係教科の小・中・高を一貫した総合化と分化の論理との関連が典型的にみとれる。

3. 研究の方法

(1)日仏における学力論や教育課程論や科学技術教育に関する学習指導要領・文献・資料の収集、整理を進めた。特に、フランスの「PISA型学力」の導入に関係したフィヨン法と、それ以降漸次公布されているフランスの科学技術関係教科の新学習指導要領(2008年)や教師用指導書、教科書、教科課程に関する文献・資料を調査・収集した。

(2)日仏比較研究に不可欠な、生活科教育、サイエンス教育、テクノロジー教育、エンジニア科学教育、STEM教育における基礎概念やTechnical Termの内容や特徴を明らかにし、それらを比較可能にする研究方法論を検討した。そして、学力概念と、科学技術教育関係教科における各教科の科学的概念と生活概念との関係を分析し、それらの特徴と教育課程改革との関連に着目して、科学技術教育の日仏比較を行った。

(3)学力概念と、科学技術教育関係教科における各教科の科学的概念と生活概念との関係を分析し、それらの特徴と教育課程改革との関連に着目して、科学技術教育の日仏比較を行った。

4. 研究成果

フランスの普通教育としての技術教育に関して、次の技術教育の概念を表す教科がある。

(1)「世界の発見」科が、幼稚園では教育

の領域である「Découvrir le monde」科として、小学校(5年制)の基礎学習期(cycle des apprentissages fondamentaux)の小学校第1・2学年では、教科「Découverte du monde」としてある。「世界の発見」科は、科学教育と技術教育との関連が強く、時間と空間の概念と世界に関する知識を獲得する生活環境に関する日本の生活科に似た総合的教科であるが、技術教育に関する教育内容では、コンピュータの基礎機能と利用、情報とインターネットの資格の獲得が目的とされる(小学校第1・2学年)。この教科は、小学校の深化学習期(Cycle des approfondissements)の第3・4・5学年における科学的教育(Éducation scientifique)の領域における教科(Champs disciplinaires)としての「実験科学・技術」科(Sciences expérimentales et Technologie)に接続される(学習の構造化)。この「実験科学・技術」科は、科学的教育としての科学教育と技術教育との統合教科であり、技術に関する領域の教育内容は、技術的物品としての電気回路、安全の規則、てこと秤と釣り合い、機械、運動の伝達であり、1995年のプログラムに含まれた情報学はない。2008年には必修科目でないが、「情報とコミュニケーションの常用技術(Technique usuelles de l'information et de la communication)」科が新設されたので、小学校のテクノロジー(Technologie)科教育の特徴は、情報学の内容の分離である。

(2)中学校の適応期(Le cycle d'adaptation)の第1学年(第6級)と中心期(Le cycle central)の第2・3学年(第5・4級)では、1995年の教科としての「技術」科から変化がおり、小学校の科学的教育教科である「実験科学・技術」科と連続した教科としてのScience et techniques「科学・技術」科が中学校に登場し、その科目としてのTechnologie「技術」科が設置された。その一方、進路指導期(Le cycle d'orientation)での第4学年(第3級)では、1995年の教科としての「技術」科の伝統を受け継ぐ科学教育と技術教育とが分化した教科としてのTechnologie「技術」科が設置された。

このように、科学技術教育に関連して、2008年時点でのフランスの普通教育としての技術教育では、普通教育としての技術教育を、総合的教科(幼・小学校の「世界の発見」科)や、統合教科(小学校の「実験科学・技術」科や中学校の「科学・技術」科)や、科学教育と技術教育とが分化した中学校第4学年の教科「技術」科とする技術教育の概念の様相が現れた。

フランスの小中高における普通教育としての技術教育の概念は、小学校の生活科に始まるが、小学校と中学校におけるテクノロジー(Technologie)教育の傾向としては、高校(リセ)のScience de l'ingénieur「エンジニア科学(SI)」科教育へと連続する志向性を含むフランス版のSTEM(Science, Technology,

Engineering, Mathematics)教育的な科学技術教育の傾向と、職業教育的な傾向に分離してきている。

2000年代には、マイクロエレクトロニクスと情報通信技術(TIC)の飛躍的発達に伴う国際競争の激化という経済状況を背景に、エンジニア科学が注目される。テクニシャンやエンジニア、研究者の需要増を受けてのことである。2000年には、「科学系バカロレア・工業テクノロジー科」は、「科学系バカロレア・エンジニア科学(baccalauréat scientifique option science de l'ingénieur)」科となった。リセの第1学年の選択科目「エンジニア科学入門(以下、ISIと略)」およびS科の選択科目である「エンジニア科学: science de l'ingénieur(以下、ISと略)」の導入は、いずれも新たな方向転換の指標となった。このテクノロジー教育から変化したエンジニア科学教育の導入は、すでに高等教育では、1995年のCPGE改革によってリセのCPGEへ導入されているので、大学やエンジニア学校で行われていたエンジニア科学教育へも接続することになった。ここに、中等教育や高等教育の技術教育において、エンジニア科学教育のエクセレンスが見られるようになった。ISIの目的は、製造のソリューションとその動作を結びつける機能の概念に基づいて技術的教養(culture technique)の手ほどきを行うことにある。技術システムへの総合的かつ具体的なアプローチ、関心事項、帰納法的取り組み及びプロジェクトを重視しながら、多技術(pluritechniques)の機械・装置類の中でも日常的な「家庭用製品」の研究を行う。「科学系バカロレア・エンジニア科学」科におけるSIは、純粋な知識よりも、製品の技術的機能の分析と総括への取り組みを重視する。技術的問題への多科目的なアプローチを通して、工業製品や日常生活に浸透した電化製品等の実際の動作を理解し、説明する能力が求められる。技術的機能への外的アプローチはシステム、内的アプローチは機能、実際の動作と原則の比較は法則とモデルの総合的な理解を、それぞれ可能にする。このように、SIは、複雑な多テクノロジー・システムの分析とコンピューターによるモデリングを発展させた。この複合性の分析論理は、新しい意味での「技術的教養」の段階的な獲得につながる。エンジニア科学教育の基本的なポイントは、機械、オートメーション、電気、電子、情報・ネットワーク処理の各分野に共通する。

2010年には、高等教育であるテクノロジー系グラン・ゼコール受験準備クラス(CPGE technologique)への進学を目的とする「科学系バカロレア・エンジニア科学」コースにおいて、エンジニア科学(SI)教育は、応用科学の教育に取って変わった。それは、非職業化と非専門化を特徴とし、観察と実験と実物、モデルとシミュレーションという「システム工学」を重視するようになる。この「システ

ム工学」に重点をおくエンジニア科学教育は、コレッジから高等教育まで接続すると位置づけられ、コレッジの「テクノロジー」科教育にもその傾向がみられる。

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 8 件)

1. 上里正男「フランスにおける技術・職業教育と高等教育との接続問題 数学教育、エンジニア科学教育、リセ技術教育課程改革をめぐる」フランス教育学会編『現代フランスの教育改革』明石書店、(査読無)、2018、248-270頁。
2. 横尾恒隆、富澤健太、上里正男「現代アメリカにおける普通教育としての技術教育教科書の研究(その2) 『設計・技術・工学の探求』のエネルギー変換技術に関する内容を中心に」(査読無)、『横浜国立大学教育人間科学部紀要(教育科学)』(査読無)、No. 19、2017、200-213頁。
3. Tsunetaka Yokoo、Masao Uesato、Kyoko Uesato、”Historical Development and Perspectives of Technology and Vocational Education in Japan”, *Creating Contexts for Learning in Technology Education*, (査読有), 2016, pp.284-289.
4. 上里正男「フランスにおける技術教育と情報教育との関連問題」佐々木先生追悼集編集委員会『人間いたるところに青山あり 技術・職業教育学者佐々木享先生追悼集』大空社、(査読無)、2016、37-52頁。
5. 佐藤寛之、松森靖夫、佐藤正和 [小・中学校教員志望学生の放射線に関する認識調査]『山梨大学教育人間科学部「紀要」』17巻(通巻24号)、(査読無)、2016、191-200頁。
6. 菅原恵彦、横尾恒隆、上里正男「現代アメリカにおける普通教育としての技術教育教科書の研究」、『横浜国立大学教育人間科学部紀要(教育科学)』(査読無)、No. 17、2015、161-177頁。
7. 上里正男「書評 3. 三好美織『現代フランスの前期中等物理・化学教育改革に関する研究(溪水社、2014年)』」、『フ

ランス教育学会紀要』, 第 27 号 (査読有), 2015、91-96 頁。

8. 上里正男「フランスにおける普通教育としての技術教育の概念の最新動向」、『技術教育研究』(査読有) No.73, 2014、17-25 頁。

〔図書〕(計 1 件)

松森靖夫、森本信也編『平成29年度学習指導要対応 理科教育入門書』東洋館出版社、2017、全165頁

6. 研究組織

(1) 研究代表者

上里 正男 (UESATO Masao)
山梨大学・大学院総合研究部・教授
研究者番号：80193788

(2) 研究分担者

松森靖夫 (MATUMORI Yasuo)
山梨大学・大学院総合研究部・教授
研究者番号：40240866