

---

# 防災・エネルギー・リスク評価リテラシー育成の 科学・技術連携カリキュラムの開発

---

(課題番号 25350240)

平成25年度～27年度科学研究費補助金（基盤研究（C））  
第2年次研究成果報告書

平成27年3月

研究代表者 山崎貞登

(上越教育大学 大学院学校教育研究科教授)

本研究題目は、「防災・エネルギー・リスク評価リテラシー育成の科学・技術連携カリキュラムの開発」である。本第2年次報告書は、下記 URL からのリンクが可能である。

<http://kaken14.tech.juen.ac.jp/>

第1年次の報告書は、下記 URL からのリンクが可能である。

<http://kaken13.tech.juen.ac.jp/>

我が国は、知識基盤型・グローバル化・流動化社会の到来、阪神淡路大震災、東日本大震災、火山噴火をはじめとする自然災害等への危険予知とリスク対応、テロ対策等の危機管理とリスク対応が喫緊の課題となっている。エネルギーを有効に利用するための技術イノベーションと適切な活用、持続可能な社会発展を目指し、技術イノベーションによる新たな価値の創造に向けて、理学、工学、農学、人文社会科学等の各学問の立場を超えて、法治国家と民主主義を支える地球市民が結集し、グローバル社会に参画する必要がある。様々な人たちの協働によるリスク評価、リスク対応のための幅広い議論、意思決定プロセス、ガバナンスによる社会システムの形成と、科学・技術の適切な活用が求められている。

そこで、第2年次の報告書の第1部は、研究分担者の人見久城氏(宇都宮大学教育学部理科)、大谷 忠氏(東京学芸大学教育学部技術科)、二宮裕之氏(埼玉大学教育学部数学科)の執筆により、国際技術・エンジニアリング教育者学会(ITEEA)の概要と、第76回 ITEEA 年次大会(2014年3月27~29日に開催)の調査報告、STEM(Science, Technology, Engineering and Mathematics)教育に視点を当てた報告である。STEM教育とは、万人の科学・技術・エンジニアリング・数学に関連する科学・技術の理解増進、21世紀の壮大な挑戦を担う全ての市民に必要な科学・技術リテラシーの普及・向上と共に、特に大学等の高等教育以前からの初等・中等・高等教育段階を一貫した継続的・系統的な教育で、豊かなテクニックと個人的スキルを有する科学・技術専門職の担い手を育成し、STEM専門職の社会的意義と役割を万人に啓発・普及していくための教育及び教育運動である。オバマ米大統領は、一般教書演説等で、STEM教育分野における新教員10万人の準備の取組み等を提案し、教員養成モデルのグレードアップと、優秀なSTEM専攻卒業生が教職の道を選択するための支援を行っている。

第2部は、研究分担者の磯部征尊氏(愛知教育大学技術科)と、研究代表者で、「教科 Design and Technology からのイングランド STEM 教育の関する現地調査」報告である。なお、サイエンス、テクノロジー、エンジニアリングの関係性については、社団法人日本工学アカデミー エンジニアリングと社会(E&P)作業部会報告(2006:p.5)で述べられているように、我が国と欧米とでは、異なる解釈がされている事例が多いことに十分留意する必要がある。特に、第6部で述べる大橋(2006)の指摘に留意したい。**我が国の「工学」は、engineering に関わる「学問」に対応すると解釈されることが多い。一方、欧米の engineering は、エンジニアとしての「専門職(社会的意義・役割・責任を含む)と仕事」そのものを指す場合が多い。そこで、本稿では、両概念の特徴を生かすために、我が国の「工学」を意味する表記と、欧米の「エンジニアリング」を意味する表記とを区別し、表記することとする。**

欧米では、「Research—Development—Design—Production—Usage & Maintenance」の軸上では、「サイエンス—テクノロジー—エンジニアリング—テクニック」で位置づけられている場合が多い。欧米では、科学・技術をエンジニアリングにより、現実社会や日常生活で人々に利用される装置、システム、情報等をデザイン(設計・製作・処理等を含む)して、人々に活用される。エンジニアは、テクノロジーの正と負、リスクの程度を見極め、社会安全に対する重責を担い、高い倫理観で役割を担う。

一方、我が国では、サイエンスとテクノロジーとの中間に位置するのが、「工学」である。工学は、数学と自然科学の知識を活用する「学問体系」であるという解釈が多い。日本では、「基礎から応用へ」、「学問から実践へ」の軸で位置づける解釈が多く、軸上では、「サイエンス(サイエンティスト)—工学(高等教育機関等は工学者、企業等ではエンジニアと呼称される場合が多い)—テクノロジー(「テクノロジスト」の名称はほとんど用いられない) / テクニック(テクニシャン、技能者)」と位置付く解釈が多い。**欧米の STEM や STEAM 概念と、我が国における両概念の運用には、十分な留意が必要である。**

第3部は、日本産業技術教育学会誌第56巻第4号 pp.1-12(2014)に掲載された、『2014年実施のイングランドのナショナルカリキュラム「Design and Technology」と「Computing」の改訂に対するSTEM教育運動の影響』論文を、日本産業技術教育学会投稿規定8.1及び8.2に基づき、転載した。著者は、大森康正氏(研究協力者)、磯部征尊氏(研究分担者)、寒川達也氏(研究協力者)、山崎貞登(研究代表者)である。

第4部は、磯部征尊氏(研究分担者)が参加した、テクノロジー教育研究に関わる隔年開催の第8回

国際会議（2014年11月26日～29日、シドニー、オーストラリアで開催）報告である。同国際会議は、「オーストラリア『デザインと技術』学会（the Design and Technology of Australian, DATTA）」と、ニューサウスウェールズ州の「インダストリアルアーツ技術教育研究所（the Institute of Industrial Arts Technology Education, IIATE）」が共催した。第4部では、オーストラリア『デザインと技術』学会が提供するウェブページと、当日配布された冊子を基に、年次大会の概要について解説した。さらに、DATTA から、本科研報告書でのプロシーディング論文掲載の許諾を得たので、英文と共に邦訳論文を掲載した。

第5部は、2015年3月刊行予定の上越教育大学研究紀要第34巻に掲載予定の「技術科の教科固有の育成すべき資質・能力に対応した学習評価規準と評価方法の実践研究」で、著者は磯部征尊氏（研究分担者）・水野頌之助氏（研究協力者）・市村尚史氏（研究協力者）・中村浩士氏（研究協力者）・山崎貞登（研究代表者）である。上越教育大学図書館からの転載許可を得ている。

第6部は、研究代表者の単著で、「本科研の第1年次研究報告書に寄せられた質問・意見を受けて」の題目で、執筆した。

本書の先行研究は、日本産業技術教育学会の支援を受けて、同学会小学校委員会が、2005年度～2007年度の3年間にわたり実施された科学研究費補助金基盤研究(C)「技術的素養の育成を重視した初・中・高等学校教育一貫の技術教育課程開発（研究代表者：山崎貞登）（課題番号 17500578）」である。続いて、同学会の支援と、2008年度～2010年度科学研究費補助金（基盤研究C）の補助を受け、研究課題「技術リテラシーと PISA 型学力の相乗的育成を目的とした技術教育課程開発」が先行研究である。6年間の一貫した先行研究は、下記の URL にて現在も公開中である。

2005年度（第1年次）報告書は、下記 URL からのリンクが可能である。

<http://e-tech.life.hyogo-u.ac.jp/etc/ps-tech/report06.pdf>

2006年度（第2年次）報告書は、下記 URL からのリンクが可能である。

<http://e-tech.life.hyogo-u.ac.jp/etc/ps-tech/report07.pdf>

2007年度（第3年次）報告書は、下記 URL からのリンクが可能である。

<http://e-tech.life.hyogo-u.ac.jp/etc/ps-tech/report08.pdf>

2008年度（第1年次）報告書は、下記 URL からのリンクが可能である。

<http://e-tech.life.hyogo-u.ac.jp/etc/ps-tech/report09.pdf>

2009年度（第2年次）報告書は、下記 URL からのリンクが可能である。

<http://e-tech.life.hyogo-u.ac.jp/etc/ps-tech/report10.pdf>

2010年度（第3年次）報告書は、下記 URL からのリンクが可能である。

<http://e-tech.life.hyogo-u.ac.jp/etc/ps-tech/report11.pdf>

2008年版中学校学習指導要領技術・家庭科技術分野の最終目標と内容の構成原理等に関連して、日本産業技術教育学会 Web サイトでは、「21世紀の技術教育（改訂）」、「21世紀の技術教育（改訂）—各発達段階における普通教育としての技術教育内容の例示—」、「技術教育の理解と推進のために」「今、世界の技術教育は？」等を紹介している。

<http://www.jste.jp/growth/index.html>

日本産業技術教育学会が提案した、我が国における幼稚園から高等学校までを一貫した技術教育で育む資質・能力体系を重視した、技術教育課程の基準（スタンダード）の「スコープ（領域）」と「シーケンス（系列）」の提案事例は、以下の URL で参照可能である。

<http://repository.lib.juen.ac.jp/dspace/bitstream/10513/2129/1/kiyo32-31.pdf>

本報告書の取りまとめにあたり、上越教育大学大学院生・中村浩士氏、同・尾崎裕介氏には、献身的な尽力をいただいたことに感謝の意を表したい。

本研究は、幾多の課題を残していることは言うまでもない。本研究報告書及び本成果 PDF ファイルの URL を広く公開して、読者諸賢の厳しい批評を仰ぐ次第である。この報告書に対する連絡先は、以下の通りである。

〒943-8512 新潟県上越市山屋敷町1番地 上越教育大学

大学院学校教育研究科自然・生活教育学系 山崎 貞登

電話&FAX: 025-521-3406 E-mail: yamazaki@juen.ac.jp

2015年2月吉日

研究代表者 山崎 貞登

# 目次

I	研究題目	1
II	研究組織	1
III	研究経費	1
IV	研究発表	1
第1部	国際技術・エンジニアリング教育者学会（ITEEA）の概要と 第76回 ITEEA 年次大会調査報告 宇都宮大学 人見 久城，東京学芸大学 大谷 忠， 埼玉大学 二宮 裕之	4
第2部	教科 Design and Technology からの イングランド STEM 教育に関する現地調査 愛知教育大学 磯部 征尊， 上越教育大学大学院 山崎 貞登	21
第3部	2014年実施のイングランドのナショナルカリキュラム 「Design and Technology」と「Computing」の改訂に対する STEM 教育運動の影響 上越教育大学大学院 大森 康正，愛知教育大学 磯部 征尊， 上越教育大学修士課程院生 寒川 達也， 上越教育大学大学院 山崎 貞登 出典：日本産業技術教育学会誌，第56巻，第4号，pp.1-12 (2014)から，日本産業技術教育学会投稿規定 8.1 と 8.2 に基づき転載	42
第4部	テクノロジー教育研究に関わる隔年開催の第8回国際会議 (2014年11月26日～29日，シドニー，オーストラリアで開催) 参加報告 愛知教育大学 磯部 征尊， 上越教育大学大学院 山崎 貞登	54
第5部	技術科の教科固有の育成すべき資質・能力に対応した学習評価規準と 評価方法の実践研究 愛知教育大学 磯部 征尊，上越市立春日中学校 水野 頌之助， 柏崎市立第一中学校 市村 尚史， 上越教育大学修士課程院生 中村 浩士， 上越教育大学大学院 山崎 貞登 出典：上越教育大学研究紀要，第34巻， (印刷中，2015年3月刊行予定)	70
第6部	第1年次研究報告書に寄せられた質問・意見を受けて 上越教育大学大学院 山崎 貞登	84

## I 研究題目

基盤研究(C) 防災・エネルギー・リスク評価リテラシー育成の科学・技術連携カリキュラムの開発

## II 研究組織

研究代表者・所属（専門分野）（役割分担）

山崎 貞登 上越教育大学大学院・学校教育研究科・教授（技術教育学）  
（総括）

研究分担者・所属（専門分野）（役割分担）

人見 久城 宇都宮大学・教育学部・教授（理科教育学）  
（理科教育からの科学・技術連携カリキュラムの調査・分析・開発）  
二宮 裕之 埼玉大学・教育学部・教授（数学科教育学）  
（数学科教育からの科学・技術連携カリキュラムの調査・分析・開発）  
大谷 忠 東京学芸大学・教育学部・准教授（木材加工学・技術教育学）  
（技術科教育からの科学・技術連携カリキュラムの調査・分析・開発）  
磯部 征尊 愛知教育大学・教育学部・准教授（技術教育学）  
（技術科教育からの科学・技術連携カリキュラムの調査・分析・開発）

研究協力者等・所属（専門分野）

大森 康正 上越教育大学大学院・学校教育研究科・准教授（情報工学）  
市村 尚史 新潟県柏崎市立第一中学校・教諭（技術教育学）  
（中学校段階における科学・技術連携カリキュラムのデザイン）  
水野頌之助 新潟県上越市立春日中学校・教諭（技術教育学）  
中村 浩士 上越教育大学大学院修士課程院生（新潟県現職派遣教諭, 上越市立城北中学校在籍）  
（技術教育学）（中学校段階における科学・技術連携カリキュラムのデザイン）  
堂坂 英隆 上越教育大学大学院修士課程院生（技術教育学）  
（中学校段階における科学・技術連携カリキュラムのデザイン）  
寒川 達也 上越教育大学大学院修士課程院生（技術教育学）  
（中学校段階における科学・技術連携カリキュラムのデザイン）  
尾崎 裕介 上越教育大学大学院修士課程院生（技術教育学）  
（中学校段階における科学・技術連携カリキュラムのデザイン）  
飛田 賢司 上越教育大学学生（技術教育学）  
（PISA 調査と防災・エネルギー・リスク評価リテラシーとの関連分析）

## III 研究経費

平成25年度 1,800千円 平成26年度 1,000千円 平成27年度 1,000千円

## IV 研究発表（著者アルファベット順で掲載）

(1) 学会誌等（関連研究を含む）

<学会誌等（査読有）>

Masataka Isobe and Sadato Yamazaki : Similarities and Differences of the Aims and Contents between the Current Course of Study in Technology Education in Japan from 2008, “Design and Technology” in the National Curriculum in England from 2014 and Standards for Technological Literacy in the USA from 2000, *Technology Education: Learning for Life*, pp.123-133, ISBN: 978-0-9942027-0-3- Volume 1, Proceedings of the 8<sup>th</sup> Biennial International Conference on Technology Education Research held at the Masonic Conference and Functions Centre, Sydney, Australia, 26-29 November 2014

大森康正, 磯部征尊, 寒川達也, 山崎貞登 : 2014 年実施のイングランドのナショナルカリキュラム「Design and Technology」と「Computing」の改訂に対する STEM 教育運動の影響, 日本産業技術教育学会誌, 第 56 巻, 第 4 号, pp.239-250, (2014)

<紀要等（査読無）>

磯部征尊, 水野頌之助, 市村尚史, 中村浩士, 山崎貞登 : 技術科の教科固有の育成すべき資質・能力に対応した学習評価規準と評価方法の実践研究, 上越教育大学研究紀要, 第 34 巻, 2015. (印刷中, 2015 年 3 月発行予定)

(2) 口頭発表（関連研究を含む）

堂坂英隆, 山崎貞登 : LED を利用した生物育成に関する技術の教材化のための基礎試験, 日本産業技術教育学会第 57 回全国大会（熊本）講演要旨集（期日：2014 年 8 月 24 日, 会場：熊本大学教育学部）, p.146, 2014.

堂坂英隆, 山崎貞登 : 菜類の地域品種, F 1 品種, バイテク品種の LED 照射区と無照射区栽培の比較による生物育成に関する技術の教材化の工夫, 日本産業技術教育学会第 26 回北陸支部大会講演論文集（期日：2014 年 11 月 8 日, 会場：信州大学教育学部）, p.21, 2014.

飛田賢司, 山崎貞登 : コンピテンシーに基づくフィンランドの教育改革と日本の技術科教育への示唆, 日本産業技術教育学会第 26 回北陸支部大会講演論文集（期日：2014 年 11 月 8 日, 会場：信州大学教育学部）, p.26, 2014.

人見久城 : 理科におけるものづくりに対する児童・生徒の意識, 日本理科教育学会第 53 回関東支部大会研究発表要旨集（期日：2014 年 12 月 6 日, 会場：群馬大学教育学部）, p.102, 2014.

磯部征尊, 山崎貞登 : 技術・工学の立場からのイギリス STEM 教育の現状と課題, 日本科学教育学会年会論文集 38（期日：2014 年 9 月 14 日, 会場：ソニックシティビル市民ホール第 1 集会）, pp.429-430, 2014.

磯部征尊, 桑野浩彰, 山崎貞登 : 生物育成に関する技術の学習評価規準の判別基準と評価事例, 日本科学教育学会年会論文集 38（期日：2014 年 9 月 15 日, 会場：埼玉大学大久保キャンパス）, pp.503-504, 2014.

水野頌之助, 磯部征尊, 市村尚史, 中村浩士, 山崎貞登 : 技術分野ガイダンス導入が「材料と加工に関する技術」学習に及ぼす転移効果, 日本産業技術教育学会第 57 回全国大会（熊本）講演要旨集（期日：2014 年 8 月 24 日, 会場：熊本大学教育学部）, p.113, 2014.

中村浩士, 市村尚史, 磯部征尊, 山崎貞登 : 技術科の社会的役割の説明責任に注目した技術科教員職

- 能発達支援システム, 日本産業技術教育学会第 26 回北陸支部大会講演論文集 (期日: 2014 年 11 月 8 日, 会場: 信州大学教育学部), p.25, 2014.
- 中村浩士, 市村尚史, 磯部征尊, 山崎貞登: 学習評価規準のスタンダード性に基づく技術科教員職能発達支援システム, 日本産業技術教育学会第 20 回技術教育分科会 (東京) 講演要旨集 (期日: 2014 年 11 月 23 日, 会場: 内田洋行新川本社), pp.27-28, 2014.
- 中村浩士, 市村尚史, 樋口雅樹, 磯部征尊, 山崎貞登: 技術科の社会的役割の説明責任に注目した技術科教員職能発達支援システム, 日本産業技術教育学会第 57 回全国大会 (熊本) 講演要旨集 (期日: 2014 年 8 月 24 日, 会場: 熊本大学教育学部), p.114, 2014.
- 大森康正, 磯部征尊, 寒川達也, 山崎貞登: 2014 年から実施のイングランドのナショナルカリキュラム「Design and Technology」と「Computing」の学習プログラム, 日本産業技術教育学会第 29 回情報分科会 (大阪) 研究発表会講演論文集 (期日: 2014 年 3 月 15 日, 会場: 大阪学芸大学ほたるまちキャンパス), pp.1-4, 2014.
- 大森康正, 磯部征尊, 寒川達也, 山崎貞登: イングランド「コンピューティング」GCSE (通常 16 歳時) 試験実施要項, 日本産業技術教育学会第 57 回全国大会 (熊本) 講演要旨集 (期日: 2014 年 8 月 24 日, 会場: 熊本大学教育学部), p.138, 2014.
- 大谷 忠: 科学技術リテラシー育成の視点から見た技術科と理科の関係性と課題, 日本科学教育学会年会論文集 38 (期日: 2014 年 9 月 15 日, 会場: 埼玉大学大久保キャンパス), pp.75-78, 2014.
- 尾崎裕介, 大森康正, 磯部征尊, 寒川達也, 山崎貞登: イングランド OCR 試験局 GCSE (通常 16 歳時)「コンピューティング」の筆記試験と実践課題の実施要項, 日本産業技術教育学会第 26 回北陸支部大会講演論文集 (期日: 2014 年 11 月 8 日, 会場: 信州大学教育学部), p.27, 2014.
- 寒川達也, 磯部征尊, 山崎貞登: 育成すべき教科固有の能力を重視したイングランドの教育改革と日本の技術科教育への示唆, 日本産業技術教育学会第 26 回北陸支部大会講演論文集 (期日: 2014 年 11 月 8 日, 会場: 信州大学教育学部), p.24, 2014.



# 第1部 国際技術・エンジニアリング教育者学会 (ITEEA) の概要と第76回 ITEEA 年次

## 大会調査報告

宇都宮大学 人見 久城, 東京学芸大学 大谷 忠, 埼玉大学 二宮 裕之

### 1.1 国際技術・エンジニアリング教育者学会 (ITEEA) の概要

#### 1.1.1 はじめに

著者らは、2014年3月に、国際技術・エンジニアリング教育者学会 (International Technology and Engineering Educators Association ; 略称 ITEEA) の第76回年次大会に参加し、STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) 教育に関する情報を収集した。同学会は、『Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology』(2000/2002/2007, 邦訳は本稿末尾に示す)を発行するなど、日本においてもよく知られた学会である。

本稿では、同学会が発行するリーフレットやウェブページの情報をもとに、同学会の情報、技術リテラシーのとらえ方、および年次大会の概要を記す。

#### 1.1.2 ITEEA の概要

学会は、1939年に、全米産業技術学会 (AIAA; American Industrial Arts Association) として誕生した。その後、1980年代に、ITEA(International Technology Education Association)に名称変更され、2000年代に、現在の ITEEA となっている。第76回 (2014年) という表記が示すように、創立から76年の歴史をもつ学会である。

ITEEA は、技術、技術革新、デザイン、エンジニアリングの教育者のための非営利の専門的組織である。学会の使命は、技術とエンジニアリングについての授業を支援し、それらの改善に従事する人たちのプロ意識を高めていくことにより、すべての人々の技術リテラシーを促進することである。

ITEEA のおもな会員は、全教育段階 (K-16) における教師、研究者、学校管理者等で、米国内外から35,000名以上の会員で組織されている。また、法人会員には、大手テクノロジー企業が加入している。ITEEA は、さまざまな専門的能力開発プログラムを研究開発し、年次大会における教育セッション、展示 (ショーケース)、出版物等で公開している。

ITEEA は、機関誌として、Technology and Engineering Teacher, Children's Technology and Engineering, the Journal of Technology Education, STEM Connectionsなどを出版し、指導方法やアイデアを提供している。ITEEA は、技術教育に関するあらゆる側面を支援するために、毎年、年次大会や各種会議、委員会、タスクフォース、および理事会を開いている。ITEEA は頻繁に、政府、機関、団体、技術教育に関する他の利益団体等に情報を提供して、公共政策プログラムを実施している。

#### 1.1.3 ITEEA がめざすこと

ITEEA の包括的な目標は、すべての生徒がグローバルな技術の世界で働き、生活するための資質を確実にするために、K-16段階における教育を支援することである。それを可能にするのが、技術 (Technology) とエンジニアリング (Engineering) に関する教育である、とする。

技術 (Technology) 教育とエンジニアリング (Engineering) 教育とは、次のようなものである。

- ・STEM教育の「T」と「E」である。
- ・すべての生徒が、自分たちが生活する世界の技術的な側面を理解するために、全学年での学習経験として不可欠な部分である。
- ・技術リテラシーを促進する。すなわち、技術を使用、管理、評価し、理解する能力は、複雑なグローバル技術社会において、人々が生活するための基盤となる。
- ・問題を解決するために、探究的な学習のアプローチ (例えば、エンジニアリング・デザイン) を支援する。
- ・『技術リテラシーのためのスタンダード：技術の学習のための内容』(Standards for Technological



Literacy: Content for the Study of Technology) から導入されるとともに、『次世代科学教育スタンダード』(Next Generation Science Standards) のエンジニアリングに関する学習内容を包含する。

・創造性や現実世界に関する学習は、技術、イノベーション、デザイン、エンジニアリングの授業で促進される。

#### 1.1.4 ITEEA における技術リテラシーのとらえ方

現在の STEM 教育への対応に通じる考え方として、技術リテラシーを押さえておくことは重要である。そこで、リーフレットの情報を以下に抜粋して、ITEEA がとらえる技術リテラシーの特徴を整理しておく。

##### (1) なぜ、技術リテラシーを教えることが、生徒にとって重要なのか？

学校教育の中心的な役割は、生徒に自分たちが生活する社会に関して、基本的な理解が得られるようなカリキュラムを提供することである。私たちの社会には、民主主義と技術の両方の側面があるが、主眼は、学校のカリキュラムを通じて、技術とエンジニアリングに関する学習に当てられる。教育において、社会の技術な基盤に関する理解が少ないために、私たちは、社会の基本的な側面との接触を失っている。このため、私たちは、技術的変化の重要性を過小評価したり、科学的なプロセスは完全なものであると仮定したりする危険性をもっている。学校教育を改善するために、技術をいかに教えるべきかを問うときに来ている。

##### (2) 生徒は、技術に関して何を理解し、何ができるようになればよいか？

NSF と NASA が支援した教育に関するスタンダード策定に関する研究プロジェクトは、生徒は、技術に関して何を理解し、何ができるようになればよいかを検討するために活用された。その結果として、学会における「すべてのアメリカ人のための技術プロジェクト」により、『Standards for technological literacy: Content for the study of technology』が作成された。これは、全米エンジニアリングアカデミー(National Academy of Engineering)、全米学術研究評議会(National Research Council)をはじめ、技術教育の専門家によってレビューされた。

スタンダードは、①技術の本質、②技術と社会、③デザイン、④技術社会で必要な能力、⑤デザインされた世界、の5つから構成される。学習内容は、K-2、3-5、6-8、9-12の各学年段階で規程されている。小学校では統合的な学習単元で構成され、中学校・高校レベルでは、コースのタイトルとして、テクノロジーの探究、イノベーションとエンジニアリングデザイン、技術システム、エンジニアリングデザインの基礎などが含まれる。スタンダードは、医療、農業との関連や、バイオテクノロジー、エネルギー、電力、情報通信、運輸、製造業、建設などのトピックも扱う。

##### (3) 技術とエンジニアリングは、学校(授業)で教えられているのか？

小学校教師は、技術とエンジニアリングを、日々のカリキュラムの一部として教える。一つの事例として、地域社会をデザインし、構築する活動がある。このような活動は、ハンズオンの経験を提供する機会であり、技術、社会科、算数、理科、国語とも関連する。児童の関心が非常に高まる体験は、運輸、通信、環境、建設システムのための建物を設計させることである。

全米で、中学校・高校の技術科の教師は約 30,000 人おり、それぞれが独自の教育実践を展開している。技術とエンジニアリングの授業は、ニューヨーク州とメリーランド州では高等学校の卒業要件に含まれるが、他の大多数の州では選択科目である。学校教育において、技術とエンジニアリングの授業は、他のコア科目と同等の資金的支援、あるいは授業時間を与えられてはいない。しかし、現在の STEM 教育の推進において、技術とエンジニアリングの研究に対する支援は非常に有望である。

技術とエンジニアリングの科目で、例えば、テクノロジーの探究、テクノロジー入門、発明とイノベーションなどのコースは、多くの場合、中学校での必修科目になっている。より詳細なコースでは、製造、通信などのタイトルで、高校レベルの選択科目として提供されている。『技術リテラシーのためのスタンダード』の発表によって、技術システム、革新とエンジニアリング設計、技術評価などの名称でのコースが提供されるようになった。

##### (4) 技術とエンジニアリングを教えることの発端は何か？

技術が発達してきたように、技術とエンジニアリングの教育も発展してきた。20 世紀には、産業社会を反映して、学校ではインダストリアルアーツ(Industrial Arts)として教えられた。技術社会の変化は速く、より高度な技術社会に私たちが放り出されたように、技術とエンジニアリングの教育も、

それらの変化を反映させた学習内容になってきた。

(5) 技術とエンジニアリングの授業で生徒は何を学ぶのか？

一言でいえば、「技術イノベーション」についてである。あるいは、「人々がどのように考えるか」についてである。社会で直面する問題の解決のために、いかに技術とエンジニアリングを適用するかについての方法である。学習の目的は、問題を解決し、現実的な文脈の中でその機会を創出することである。その文脈は、生徒の身近なところから始めて、次第にグローバルな問題へ発展させることになる。

技術とエンジニアリングの問題、あるいは学習する状況の事例として、例えば、汚染された河川の浄化の可能性、日常生活における物の製作、特殊な環境で生活することなどが考えられる。学習における生徒の思考の過程は、エンジニアリング、ハイテク技術者、設計者、建築家などのそれに密接に関連している。

生徒は、自分自身や他人のために、道具、材料、プロセス、リソースを用いて解答を導き出したり、創意工夫をする機会をもつ。学習の本質は、生徒が、医療、農業、エネルギー、電力、情報通信、運輸、製造、建設技術に関して何かを知っているということではなく、それらの領域における先進的な適用事例を導き出すことである。私たちの社会は非常に速く変化している。学校での教育においても、私たちの社会で用いられる技術に関して、最新でダイナミックなテーマを取り上げるべきである。つまりそれは、専門職業人が必要とする思考過程でもある。

(6) 技術とエンジニアリングの教育における学習環境はどのようなものか？

実験室は、ほとんどの公立中等学校で見かける。それらの施設は通常、発明、技術革新、建設の学習における設計をするための研究スペースなどを含んでいる。そこでは、生徒が、構築したり、自分の学習に関する製作や操作活動を実践できる。試験や実験ができる施設がある学校もあり、研究室内のクリーンルームや、工房があることも珍しくはない。そのような施設は、活動で使用する機械を使いこなすための技術的な指導を行う場所である、というように誤解されることがある。なかには、ロケット工学、電気通信、コンピュータ数値制御など、多くの技術的な課題に関する研究を可能にするような、学習ステーションを位置づける施設がある学校もある。学習環境（施設）は、学習プログラムが重視することによって異なっている。

(7) 技術とエンジニアリングを指導する教師はどのように養成されるか？

他の主要教科における教員の養成と同様に、大学教育を通して教員免許が取得される。教師の大半は、デザイン、エンジニアリング、あるいは他の技術的分野における専門性を獲得している。

(8) 技術とエンジニアリングの指導における課題は何か？

技術とエンジニアリングの教育を提供すべきか、そして、それらがどのように教えられるべきか、ということは、真の課題ではない。重要なことは、国家が技術的な水準を維持する可能性をいかにもつかということである。

技術とエンジニアリングは、私たちの社会の中でますます重要な役割を果たし、私たちの日常生活に影響を与えるものとなっている。つまり、技術とエンジニアリングを理解し、使用し、私たちの日常生活の中でそれらを活用する能力の育成が求められているのである。それは、立法に頼るのではなく、重点的に支援される教育のイニシアチブになる必要がある。幸いにも、国内の権威ある科学技術機関からの援助によって、その基盤は完成している。次に進むべき重要なステップは、私たち市民が現在の社会を発展させるように教育されない限り、私たちがもつ技術的優位性や豊かさは、国家として今後維持されなくなるということ、しっかりと認識することである。

### 1.1.5 ITEEA における STEM 教育に関する研究

ITEEA は、STEM/CTL(Center for Teaching and Learning)を設置し、STEM 教育に関する研究を進めている。具体的には、

- ① カリキュラム研究（カリキュラムの開発と普及）
- ② 教師教育（教員養成、現職教育の改善）
- ③ 評価研究（評価方法の開発と普及）
- ④ 学習指導（教授・学習に関する研究）

の4つの側面から構成されている。それらを模式的に示したものが、図1である。

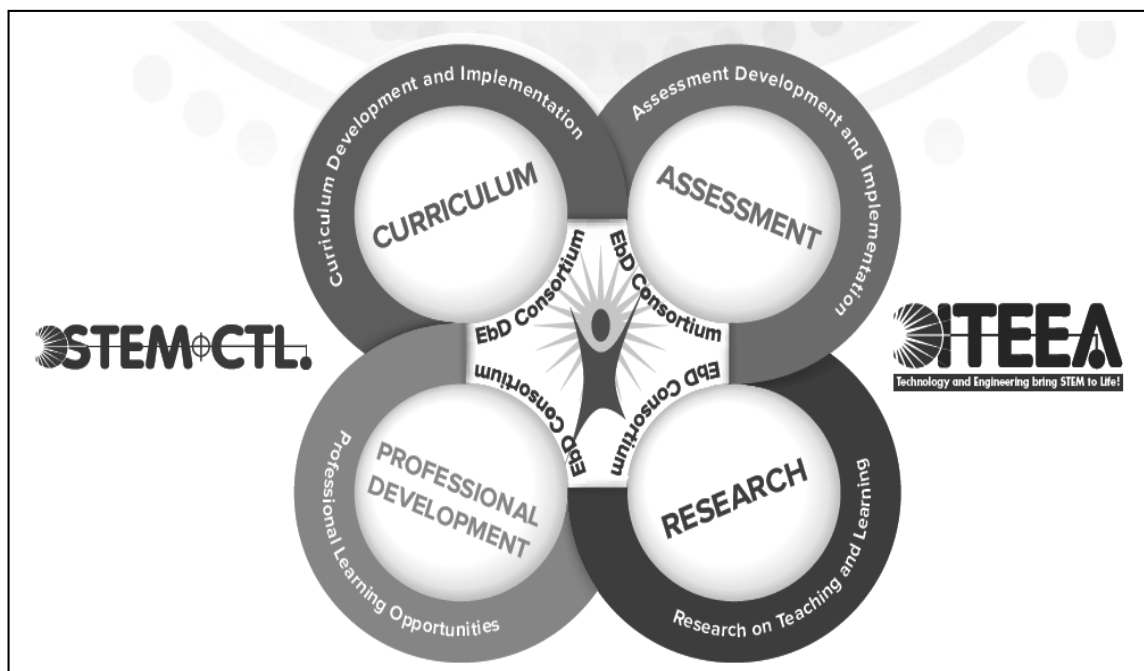


図1. ITEEAにおけるSTEM教育に関する研究

出典：<http://www.iteaconnect.org/AboutITEEA/ITEEA.in.a.Box.All.pdf>

### (1)カリキュラム研究

STEM/CTLは、スタンダード準拠のカリキュラムを開発している。それは、柔軟で、統合することが可能なSTEM教育のカリキュラムモデルである。「エンジニアリング・バイ・デザイン (Engineering By Design ; 略称 Ebd)」は、当初、「技術リテラシーのためのスタンダード」に準拠させたカリキュラムとして開発された。しかし、現在は、STEM教育に対応するようになっている。

Ebdの主な特徴は、次のとおりである。

- ・6E学習指導モデルを活用し、すべての生徒のために、広範な技術リテラシーのための学習内容を含む。

(注) 6E学習指導モデル：Engage, Explore, Explain, Engineer, Evaluate, Enrichを柱として、学習者主体の学習を展開しようとする。

- ・「技術リテラシーのためのスタンダード」、「次世代科学教育スタンダード (NGSS)」、「モコンコア・スタンダード (数学/英語/国語)」、および全米エンジニアリングアカデミーの「技術における思考の習慣」に基づいている。

- ・構成主義学習論に基づき、全米エンジニアリングアカデミーの「エンジニアリングのためのグランドチャレンジ」における課題解決プロジェクトにも基づいている。

### (2) 教師教育

STEM/CTLは、STEM教育の指導者のコミュニティを構築するために、対面型教員研修、ウェブ活用、オンライン学習などの機会を提供している。

研修の特徴としては、次の点が挙げられる。

- ・対面的教員研修における協同学習の促進
- ・エンジニアリング・バイ・デザイン (Ebd) のための夏季研修
- ・地域 (学校/学区/州) におけるワークショップを通じたSTEM教育における指導方法の普及
- ・包括的なSTEM教育を推進するための専門家の参加

### (3) 評価研究

STEM/CTLは、カリキュラムの質、真実性、教師による有用性、および生徒の達成を把握するために、高水準な評価方法の開発を進めている。これによる支援としては「ダッシュボード」を提供し、授

業、学校、州による評価に対して、生徒の知識、能力、思考の過程や行動を評価するための具体的な方法を提供している。特徴は次の通りである。

- ・生徒が何を知り、何ができるかに焦点を当て、革新的なパフォーマンス評価をおこなう。
- ・評価ダッシュボードにより、生徒の学習についてリアルタイムでデータを提供する。
- ・総括的評価によって生徒の成長が報告され、教師の指導の効果についても言及される。

#### (4) 学習指導

STEM/CTLは、教育実践の観察記録やデータに基づく知見を分析し、STEM教育における技術(T)とエンジニアリング(E)の効果の検証を進める。学会は、顕著な教育実践を残した優秀な教師を表彰する。学会は、すべての生徒の学生のために、データに基づく知見を提供することをめざす。特徴は次の通りである。

- ・合意と契約に基づいた研究の推進
- ・将来の指導的リーダーやSTEM/CTLへの協力者に対する奨励金の提供
- ・評価方法の研究開発、分析、進展、およびEbDのための評価項目の更新

## 1.2 国際技術・エンジニアリング教育者学会(ITEEA)第76回年次大会の参加報告

### 1.2.1 国際技術・エンジニアリング教育者学会(ITEEA)第76回年次大会で参加したセッション等と概要

2014年3月27～29日に、国際技術・エンジニアリング教育者学会(International Technology and Engineering Educators Association)の第76回年次大会に参加し、調査した情報(研究発表、ワークショップ、ポスターセッション、ショーケース等)を以下に述べる。

2014年3月27日(木)

11:00～11:50 会場 Antigua 2

ワークショップ(Goodheart-Willcox Publisher 主催)

発表題目: Engineering Your Classroom: Engineering Students with Hands-on Activities

発表者: Brown, RA., Brown, J.W., Berkeihiser, M. 同社の高校用教科書「Engineering Fundamentals: Design, Principles, and Careers」の代表著者3名

- ・Goodheart-Willcox社発行の教科書Engineering Fundamentalsを使った発表。

聴衆(先着20名)に生徒用教科書、ワークシートが提供された。

主な対象は高校生(9～12学年)。初版は2012年、最新版は2014年発行。

- ・全16章で構成

- 1: エンジニアリングの定義
- 2: エンジニアリング・デザイン
- 3: 課題の定義とブレインストーミング
- 4: リサーチング・デザイン
- 5: コミュニケーティング・ソリューション
- 6: モデリング, テスティング, 最終的成果
- 7: 材料工学
- 8: 電気工学
- 9: 建設工学
- 10: 機械工学
- 11: バイオ・エンジニアリング
- 12: コンピュータ・エンジニアリング



- 13 : 宇宙工学
- 14 : マニファクチュアリング・エンジニアリング
- 15 : 化学工学
- 16 : 専門職としてのエンジニアリング

・従来のエンジニアリングに関わる事項に、最新のエンジニアリングに関わる事項を追加している。バイオ・エンジニアリングの章では、遺伝子を対象とするエンジニアリングとの違いも述べている。

・教科書の特徴 (Feature Contents)

関連する事項をコラムで挿入している。コラムの名称は、数学、科学、歴史 (エンジニアリングの)、デザイン、道具、環境(Going Green)の6種類。

・ Goodheart-Willcox 社の教科書で興味深いものは次のとおり。

カタログ, p.48: Technology & Engineering 2012, 6<sup>th</sup> Edition , 9~12 学年

同 p.50: Exploring Designing, Technology, & Engineering, 6~9 学年

1 : 15 ~ 2 : 15 会場 Antigua 3

発表題目 : Administrator Strand Session; STEM Premier

発表者 : Cris Anderson, NJ EbD (Engineering by Design) State Director, Center for Excellence in STEM Education, College of New Jersey

・STEM が登場した背景

当初は、METS, SMUT といった用語も候補になったこともあった。

- ・NAEP TEL Exam が 2014 年に実施される予定。しかし、問題はごく少量になる見込み。
- ・ボストン博物館によるカリキュラム研究のビデオ紹介
- ・博物館長の会話 (ビデオ)

「子どもが毎日接するもののうち、98%は人工物 (Human -Made World) である。残り 2%は自然物 (Nature World) である。理科はこの 2%を対象にして、学習をさせている。よって、Technology と Engineering は、学校のカリキュラムから抜けている。その現状は変わらない。教科書会社は、トラディショナルを好むから。」

「98%の人工物に関する学習をもっと強化すべきではないか。Technology Literacy は、Basic Literacy である。」

・MIT の卒業式でのビデオ。1970 年代のものと想像される。

<卒業生に対する課題> 乾電池 1 個, ソケットなしの豆電球 1 個, 導線 1 本だけで、豆電球を点灯させることはできるか?

<解答> 乾電池の一方 (例 ; +極) に豆電球を直接載せる。電球の側面ともう一方の極 (-極) を導線でつなぐ。

<現状> ほとんどの学生は回路図を描けない (初等理科の内容が理解できていない)

→ 失敗することから出発することが大切。

2 : 00 ~ 2 : 50 会場 Hibiscus

発表題目 : CSL Session, Next Generation Science Standards - What's Next?

発表者 : Steve Parrott, Illinois State Board of Education

- ・Illinois Learning Standards for Science の話。1997 年採択。
- ・Next Generation Science Standards (NGSS)の構成について

4 : 0 0 ~ 4 : 5 0 会場 Bonaire 7

---

発表題目 : Science Standards through Time, Plus Engineering Design

発表者 : Tyler Ames, Utah State University, ユタ州立大学の院生

- ・スプートニクから現在までの、科学教育の歴史を紹介

Nation at the Risk 1983

Science for All Americans 1989

Benchmarks for Science Literacy 1993

National Science Education Standards 1996

A Framework for Next Generation Science Standards 2010

Next Generation Science Standards (NGSS) 2013

- ・NGSS について

26 のリーディング州が選ばれた。26 leading states were selected.

6 種類の異なるドラフトが回覧された。

2013 年, NGSS が出版された。

- ・Engineering Design の原理は、大切である。

・この発表のもとになった論考は、2014 年秋頃に、Journal of Education & Training に掲載される予定である。Tyler Ames で検索してほしい。

3 : 3 0 ~ 5 : 0 0 会場 Teaching Technology and Engineering STEM Showcase

---

- ・57 のブースで出展。小、中、高における STEM 教育の実践事例が、ポスターセッション形式で展示される。各ブースに 1~2 名の発表者。

- ・興味深いものの例

No.21 Linda Froschauer ; Straw Rockets 小学校レベル

ストローの先端に少量の粘土を付け、反対側に紙で 3~4 枚の尾翼を付けて、ロケットを製作する。Pitsco 社製の発射台で、空気圧でロケットを飛ばす。変数は、粘土の量、尾翼(紙)の形・枚数・材質、発射角度、空気圧(シリンダー内の空気の量)など。子どもたちは、楽しみながら、変数に気づくようになる。ロケットの製作には、デザインが含まれる。この活動をまとめた Joan Gillman による論文が、Science & Children, 2013 年 10 月号に掲載されている。

No.31 Kurt Y. Michael, Bathymetry in the Classroom ミドルスクールレベル

ITEEA の technology and engineering teacher, 2013 年 9 月号に掲載されている。箱のふたに、メッシュマップを描く。各メッシュに穴を開け、そこに棒をさしていく。棒の深さをもとにして、内部の様子をマップにする。かつて(1960 年代)、理科でブラックボックス教材として使われたものと同じ原理。深さを数字で整理して、3次元マップにする。データ収集から分析、考察に至る過程と、ITEEA スタンダード、ベンチマーク、NCTM スタンダードの項目との関連も、表に整理している。

No.45 Julianna Texley, Integrating Engineering and Outstanding Tradebooks ミドルスクールレベル

NSTA 発行の科学読み物シリーズの記述から、エンジニアリングにかかわる部分を抽出して、ウェブ教材を開発した。

●ブースで興味深いところ

---

No.111 Museum of Science, Boston, National Center for Technological Literacy  
NCTL とボストン科学博物館が連携して、K-12 対象のカリキュラムを開発している。  
内容は次の 4 種類。ブローシュアの情報が有用。

- ① 1～5 学年： Engineering is Elementary  
このプログラムは、 research-based, standard-drive, and classroom-tested である。  
ITEEA の Standards for Technological Literacy に沿っている。
- ② 6～9 学年： Building Math  
NCTM スタandardと ITEEA スタandardに沿っている。
- ③ 6～9 学年： Engineering Now  
現在，開発の途中
- ④ 9～12 学年： Engineering the Future ; Science, Technology, and the Design  
Process  
ITEEA スタandardに沿っている。NAEP の理科の評価の枠組みに沿っている。

9～12 学年用の Engineering the Future で，プログラムは既に多く開発されている。

- プロジェクト 1.0 Design to best Organizer  
2.0 Design a Building on the Future  
3.0 Improve a Patented Boat Design  
4.0 Electricity and Communication System  
それぞれに，教師用指導書と生徒用ワークシートがある。

2014年3月28日 (金)

1：00～1：50 会場 Antigua 3

発表題目： The Nitty Gritty! (ばかな，勇気のある)

Engineering by Design (EbD)

A National Standards -Based Model

Preparing Students for the Challenges of Tomorrow

K-12 Standards -Based Strategies for STEM and Technological Literacy

発表者： Tanner Huffman, Associate Director for Research Special Projects, and Assessment,  
ITEEA STEN Center for Teaching and Learning

• Do we teach engineering or Engineering ?

エンジニアリングに関して，小文字と大文字で，意味を使い分けているだろうか？  
私たちは，次のように区別している。

“e” used as a verb to teach all students to think or learn to engineer or use  
engineering concepts

“E” used as a noun prepare students to be engineers --- career oriented

(例) アルミニウム箔についての学習は区別される。焦点化されることが異なる。

e： アルミ箔を生活の中でどう使いこなすか。アルミ箔を上手に使えるようになるためには，アルミニウムの性質として何を理解すればよいか，等に焦点化される。

E： アルミニウム箔は，何から，どのような過程で精製され，製品化されるのか。  
アルミニウムの性質は何か。エンジニアとして知っておくべきことは何か等に  
焦点化される。

• Engineering by Design とは何か？

Common Core, NGSS, Standard for Technological Literacy など



- Advanced Excellence in Technological Literacy
- Engineering by Design という流れで、研究開発が進んできた。

• The CORE Program の一覧表 K-12 Standards -Based Integrative-STEM Model

K~2	EbD TEEMS	1 ~ 6 週
3~6	EbD I <sup>3</sup> (アイキューブ)	1 ~ 6
6	Engineering Technology	1 8
7	Invention and Innovation	1 8
8	Technological Systems	1 8
9	Foundation of Technology	3 6
10~12	Technology and Society	3 6
10~12	Technological Design	3 6
11~12	Advanced Design Applications	3 6
11~12	Advanced Technological Applications	3 6
11~12	Engineering Design (capstone 極致 ; 絶頂)	3 6

• NAEP 2014 調査問題は、3 領域で構成される。

- ① Technology and Society
  - a) Interaction of Technology and Humans
  - b) Effects of Technology on the Natural World
  - c) Effects of Technology on the World of Information and Knowledge
  - d) Ethics, Equity, and Responsibility
- ② Design and System
  - a) Nature of Technology
  - b) Engineering Design
  - c) Systems Thinking
  - d) Maintenance and Troubleshooting
- ③ Information and Communication Technology (ICT)
  - a) Construction and Exchange of Ideas and Solutions
  - b) Information Research
  - c) Investigation of Problems
  - d) Acknowledgement of Ideas and Information
  - e) Selection and Use of Digital Tools

→ 4, 8, 12 学年が、ランダムに評価される。

• Emphasizing “Big Ideas”

ビッグアイディアの定義。

ロジャー・バイビー著 Achieving Scientific Literacy からの引用

Ideas we want students to “get inside of ” and retain after they have forgotten many of the details.

• Flexibility (柔軟性), Affordability (入手可能性), Accountability (責任)

Designed to be flexible!

Course guides provide structured strategies for implementation

Teacher flexibility built in

Uses online collaborations (EbD Portal) to dynamically update courses

8:00~8:50 会場 Bonaire 6

発表題目: CTETE Session,

Overcoming STEM Implementation Barriers: Case Studies of Success

発表者: オハイオノーザン大学 Ohio Northern University

David Rouch 教授 (d-rouch@onu.edu), DTE

Richard Miller 教授

大学院生3名

・STEMは運動(ムーブメント)だから、STEM Teacher という認定証(Certificate)を出すようにはならない。

スライド No.3 STEMの定義(Trupros, 2009)

STEM教育は、科学、テクノロジー、エンジニアリング、数学を、生徒が実生活に適用するために、厳密な科学的概念と実生活との関連を志向した学習である。その学習により、学校、コミュニティ、職業、グローバルな事業との関連が理解され、新しい経済社会の中で生き抜くための力が獲得されるようになる。

スライド No.5 研究の目的

- ・オハイオ州内のSTEM教育普及における障害事項(バリア)を見出す。
- ・STEM教育の進展の妨げとなるおもな要因を明らかにする。
- ・STEMプログラムが進捗した場合の特徴を明らかにする。
- ・STEMプログラムを進捗させている学校を特定する。
- ・進捗させた学校で、妨げとなった要因をいかに克服したかを明らかにする。
- ・STEMプログラムを進捗させた学校の成功例を記述する。

スライド No.6 研究の手順・・・フローチャート

スライド No.8 STEM教育の普及における障害要因

- ・学校の財政的理由
- ・質の高いSTEM教師がいない
- ・現有の実験室の大きさ
- ・税金から教育費への配分に地域の支援がない
- ・メンター制度に対する地域の専門家が少ない
- ・現職教員の研修の機会の不足
- ・STEMインテグレーションのための時間が、教員間にない。
- ・活用できるカリキュラムが不足している。
- ・STEMによる学習内容が、スタンダダイズド試験で評価されない(出題されない)。
- ・新しい指導方法に対して、教師が無関心である。

スライド No.9 調査概要

- ・142件の回答。回答者は校長。
- ・都市部の学校からの回答はなかった。
- ・回答は、すべて、公立の学校からだった。
- ・6校が、STEM教育を進捗させていると判断された。

スライド No.10 学校種(グラフ)

- ・高校 50 校，小学校 57 校，ミドルスクール 32 校，K-12 学校 3 校 （計 142 校）

スライド No.11 あなたの学校の STEM 教育の進捗状況はどうか？

- ・よく開発できている（well developed）7 校，開発できている（developed）11 校  
開発中である（developing）58 校，取り組んでいない（not developed）65 校

スライド No.13 STEM コーディネーターまたは STEM ディレクターを置いていますか？

- ・ディレクターを置いていると回答した学校の 80%は，学校の進捗状況を，「開発できた」「開発中である」と回答。
- ・ディレクターを置いていないと回答した学校の 48%は，「開発できていない」または「開発中」

スライド No.14 障害要因の順位

各要因に対して，4 件法で回答（4：強く思う，3：そう思う，2：そうは思わない，1：強くそうは思わない）してもらい，数値の平均を算出した。高い順に並べた結果は次のとおり。

1	教員の協働のための時間が不足	3.10
2	学校の財政的理由	3.01
3	STEM 教師の不足	2.95
4	実験室の不足	2.82
5	メンター制度	2.81
6	活用できるカリキュラムの不足	2.79
7	研修の機会の不足	2.78
8	税金から教育費への配分不足	2.75
9	試験に出題されない	2.69
10	教師の無関心	2.08

スライド No.16 開発できていない学校の特徴

- ・最大の要因は，教員が協働するための時間の不足
- ・実践的理由から，開発できていない学校におけるすべての要因の順位は類似している。ただし，教員が協働するための時間の不足と，教員の無関心は異なる。
- ・教員の無関心は，とても高い。
- ・学校の財政的理由が最大の要因であるという考えには，78%が賛成している（そう思う，とてもそう思う）。
- ・STEM 教師の不足には，88%が賛成している。
- ・実験室の不足には，72%が賛成している。

スライド No.17 開発できた学校の特徴

- ・全体的に，障害の要因の順位は低い。
- ・最大の要因は，STEM 教師の不足である。
- ・開発できた学校は，STEM 教師の研修に必要なリソースを見つけている。
- ・開発できた学校は，STEM を支援する上で必要なカリキュラムを保有している。
- ・カリキュラムがさらに発展していくためには，実験室をさらに拡大する必要があると，回答している。
- ・学校の 100%が，自分たちのことを革新的だ（innovative）と回答している。
- ・学校の 85%は，財政的理由は障害ではない，と回答している。

スライド No.18 校長のコメント（自由回答）

- ・STEM が普及されるために必要な有用なプログラムは非常に多く存在する。しかし，それらに触れているのは，ごく少数の教師であり，ごく少量の教育資源（機会）であり，ごく短時間にすぎない。
- ・STEM 教育が，生徒の将来にいかに関与するかについての理解が不足しているのが，原因ではないかと思う。この理解不足は，生徒，教師，保護者の間に見られる。

- ・小学校で、近年、いろいろな教育改革が持ち込まれることが障害である。これらの政策は、圧倒的である（抗しがたい）。これは言い訳ではない。教員の動機付けの障害になっている。

スライド No.19 校長のコメント（自由回答） 続き

- ・教育改革が多すぎる。CCSS（コモン・コア・ステイト・スタンダード）、3学年児童の学力保証。教師は抗しがたい状態である。
- ・過去2年間における多くの教育改革や変化が多すぎて、STEMのような重要なものが目立たなくなっている。
- ・州で義務化されている試験、評価、児童の学力調査などに、多くの時間とカリキュラムが費やされている。その現状に、STEMを組み込むことは困難である。
- ・私の学校で、STEMはまだ普及していない。理由は、コモンコアに対する成果を出したり、生徒のレベルを適切に評価するための時間的余裕が見つからないことである。そのため、STEM 学習の開発や普及は進んでいない。

スライド No.20 STEM 教育で活用しているもの（Technology , Engineering）は何か？

	開発できた学校	開できていない学校
・ Engineering by Design	約 20 %	約 10 %
・ Industrial Arts	15	25
・ Industrial Technology	22	28
・ Project Lead the Way	48	10
・ technology education	65	50
・ Vo-Ag	22	22

- 人見からの質問： Q. technology education（第5項目）は何を意味するのか？
- A. 従来からある一般的な技術教育の教材である。市販の教科書なども含む。

スライド No.23 成功している学校の例

- ・レイノルズバーグ高等学校(Reynoldsburg High School)。
- ・学校 (K-12) のビジョン
  - ・教員はドラフト制で採用される。
  - ・STEM 教育が意味することを、全員が共有している（要約できるようになっている）。
- ・全生徒のために、毎日実践される教育で、重視する5つの事項。それらが循環している。
 

Imagine（構想）→ Plan（計画）→ Design（設計）→ Improve（改善）→ Share（共有）→
- ・コミュニティとの連携
 

ゲストスピーカーが来る。専門家（医療、エンジニア、科学者など）から。STEM 教育に参加するように生徒に要求する。

スライド No.24 レイノルズバーグ高等学校への訪問調査

- ・春休みの前に訪問した。
- ・教員； STEM を取り入れることに前向きである。教育に対してとても熱心。管理職に管理されるのではなく、教師自身が授業を管理しようとしている。教員全員が、同じ時刻に終わるようにしている（午後 1:55）。その後（午後 2 時以降）、教員会議や協働のためのミーティングを実施している。
- ・生徒； 自律的で、学習への動機付けが強い。
  - 全学年の生徒が、それぞれのレベルに応じて、責任を持った学習をしている。
  - 図書館に博物館のような機能をもたせている。
  - 教室内のレイアウト（机の配置）を生徒に任せている。
  - 教室内に学習ツールが配置されている。

スライド No.25 レイノルズバーグ高等学校の3年目の成果

- ・5つの小学校のうちの1校との連携から、STEMを開始した。地域の要請から、2番目の小学校もSTEM教育へ移行した。
- ・STEM導入の学校の学力調査での順位は、最下位から数えて3番目だった。しかし、現在、その学校の成績は、トップになっている。

スライド No.26 その学校に、障害はまだ存在する。

- ・生徒の評価に関するシナリオ  
年間で32日間は、試験(評価)にあてている。  
生徒が学習した内容は、筆記テストで容易に評価できる。
- ・教師による評価に関する障害  
評価様式は、学習を支援する教師向けになっていない。  
試験の成績と生徒の成功は、違うものである。

スライド No.27 STEMで成功した学校の成功要因とは何か(教師へのインタビュー)

- ・21世紀を生きる生徒のために、伝統的な学習を踏襲しつつ、さらに良いものを取り入れようとする教師の取り組み
- ・要因として考えられるのは、数学とコンピュータ・プログラミングにおける私の専門的知識(バックグラウンド)だと思う。私は、教員研修を主導できるし、校内のSTEM導入における指南役(ambassador)である。
- ・キャップストーンが成功要因。最終目標。
- ・私たち教師には、全教科に関する議論を行える雰囲気がある。そのことで、互いを理解するための垣根を下げることができるし、仕事を理解するための目標を引き上げている。

スライド No.28 推奨事項(リコメンデーション)

- ・STEM学校を実際に参観するとよい。
- ・有意義な学習を実践するために、教員に研修が必要である。
- ・生徒は自身の学習に深くかかわる必要がある。
- ・オーセンティックな学習にかかわるカリキュラムを開発することが重要である。
- ・STEM教育に不足している事項に関して、州や国レベルでの理解が必要である。
- ・学校には、STEM教育を強化するためのビジョンをもつことが求められる。
- ・STEMプログラムを教師自身が理解し、推進していくことが必須。
- ・STEM教育を強化するために、学校外(放課後など)の教育活動も進めることも必要。

★ David Rouch 教授のコメント

○STEM教育が確立されるためには、数学、理科、技術の教師が、学習に対する姿勢を統合(インテグレート)することが大切である。例えば、数学教師が、ハンズオン活動をできるようになること、など。

○本研究で実地調査をした学校は、レイノルズバーグ高等学校(Reynoldsburg High School)である。STEM教育の成功例である。

●人見からの質問： Q. 高校なのに、なぜ、K-12のSTEM教育を実践しているといえるのか？

A. オハイオ州コロンバス市近郊にある、創立3年目の新しい学校である。同じキャンパス内に小・中・高校が隣接して設置されている。各学校が相互に連携しているから、K-12の教育を実践していると認識している。



---

## When Design Enters the Science Classroom

発表者： Kevin Kaluf, Todd Kelly パーデュー大学内のプロジェクト

・SLED (Science Learning through Engineering Design) による調査結果

●人見からの質問： Q. デザインは、小学校レベルでは、おもに何の教科で学ぶのか？

A. おもに理科だ。数学、技術の方でもやる。テストで出題されることも多い。

---

## 第77回大会の予告

期日： 2015年3月26～28日

開催地： ウィスコンシン州 ミルウォーキー

### 1.2.2 まとめ

本年次大会において調査した範囲はごく限られた発表である。ITEEAがSTEM教育をどのように推進しようとしているかを考察できるほどの情報は得られていない。年次大会において得られた情報に対する若干の所見という位置づけで、以下にコメントを記しておく。

- ・ITEEAが学会の研究開発プロジェクトとして取り組んでいる「エンジニアリング・バイ・デザイン、Engineering by Design；略称EbD」の実践やそれに関連した研究発表が多い。同プロジェクトは、K-12段階である。縦断的かつに継続的に展開されている様子を垣間見た。EbDに関する知見をさらに調査していくことで、EbDの全体像や研究の推進状況を把握することができ、同プロジェクトについての分析を深めることができると考えられる。
- ・教員養成と現職教育（教員研修）に関する発表も多く見られた。新しいプロジェクトの考え方や学習内容、指導方法がその理念どおりに展開されるためには、指導者（教師、研究者等）が正確に理解し、指導のレベルを高めていくことが求められる。しかし、教師の経験年数を無視したまま、プロジェクトにおける指導方法を注入するような方法が成功しないことは、これまでの歴史で数え切れない。これは、数学、理科、技術等の教科や分野を問わず、共通することである。これらの反省に立って、教師の成長を視野に入れて、教員の指導力形成を図ろうとする研究について、発表があった。すなわち、教員養成から現職教育において、段階的、系統的な研修を進めようとするものである。教員の指導力向上において、普遍的な考え方を確認できたように思われる。学校外からの支援策を充実させることも重要であることなども確認できた。
- ・本大会の発表内容をSTEM教育という視点で見ると、科学（S）、技術（T）、エンジニアリング（E）に関するものは多く見られたが、数学（M）を前面に取り上げた研究発表はほとんど見られなかった。かろうじて「数学」を標榜したものとして、Geometry-in-Construction: STEM Lessons Learned Mike Lindstrom (Minneapolis Public School's CTE Program) をあげることはできるが、数学教育の視点からの議論はほとんど見られないものであった。科学、技術、エンジニアリングの問題解決の過程で、数学が果たす役割は大きく、科学、技術、エンジニアリングが数学における考え方や表記法によって相互に結び付いていると言っても過言ではない。STEM教育を考察する上で、数学教育のかかわり方は重要である。この視点から研究情報を引き続き収集し、分析していく必要がある。

### 引用文献

International Technology Education Association (ITEA/ITEEA).(2000/2002/2007) : Standards for technological literacy: Content for the study of technology , Reston, VA: Author.

【邦訳】国際技術教育学会著，宮川秀俊，桜井宏，都築千絵訳（2002）：国際競争力を高めるアメリカの教育戦略／技術教育からの改革，教育開発研究所。

## ウェブページ

<http://www.iteea.org/>

技術リテラシーについて

<http://www.iteea.org/AboutITEEA/AdvocacyBro.pdf>

ITEEA の歴史

<http://www.iteea.org/AboutITEEA/ABriefITEEAHistory.pdf>

学会の歴史に関しては、Starkweather, K.N.が 2012 年 8 月に日本で行った講演資料でもふれられている。講演資料（宮川秀俊，廣瀬亜希による翻訳）は，学会のウェブページからダウンロードできる。

<http://www.iteea.org/Resources/PressRoom/2012/Aug/JapaneseTranslation.pdf>



## ITEEA 第 76 回年次大会

フロリダ州オーランドにあるカリブロイヤルホテルを会場として開催された。開催期日は、2014年3月26日（水）～29日（土）の4日間である。会期中に、研究発表、企業等による教材展示、ショーケース（出展者が教材等のデモンストレーションを行う）など、多彩なイベントが展開された。大会プログラムの表紙を図2に、プログラム概要を図3に示す。

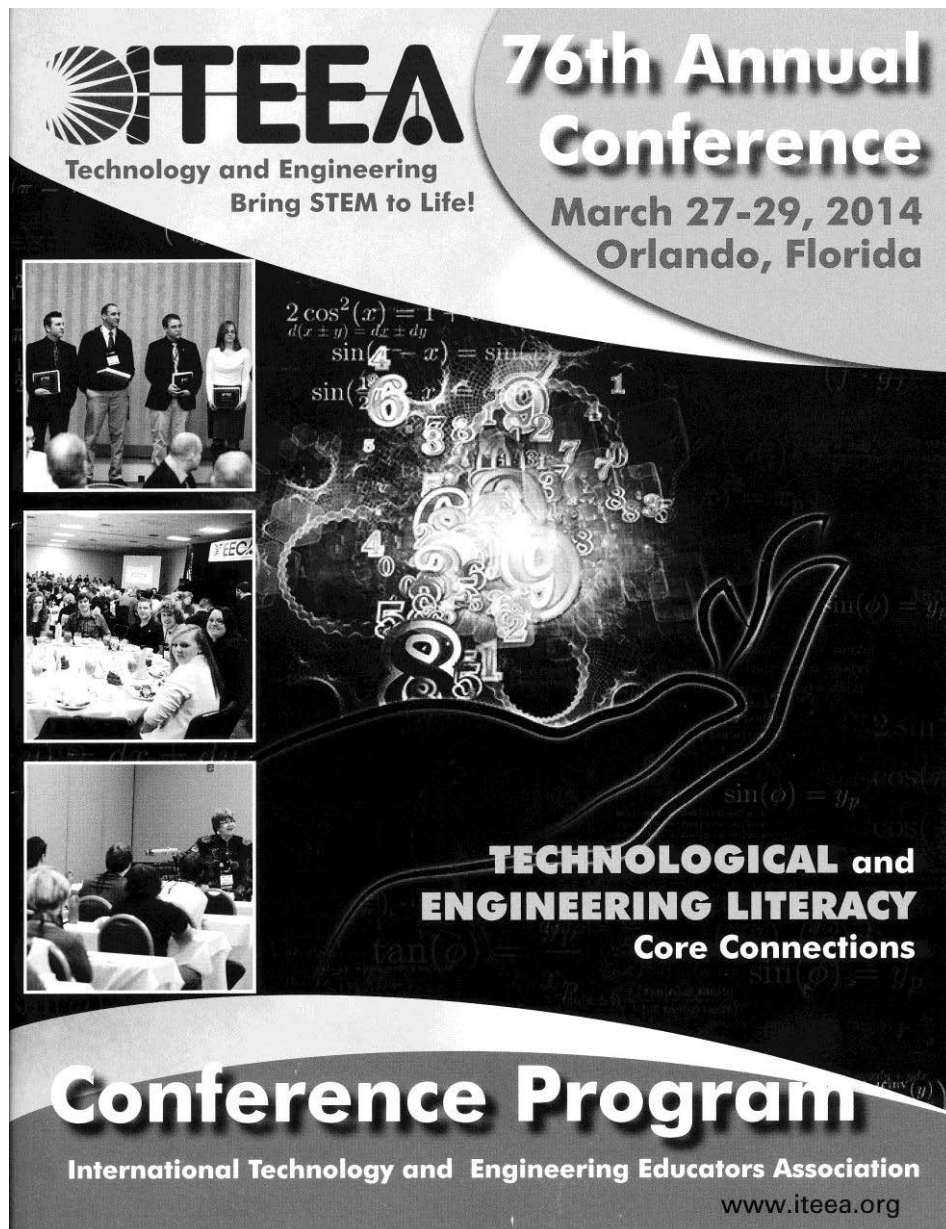


図2. 大会プログラムの表紙



### Wednesday, March 26, 2014

9:00am-4:00pm	EbD™ Consortium Workshops (by invitation)
11:00am-5:00pm	Registration, Resource Center Open
1:00pm-4:00pm	Preconference Specialized Workshops
1:00pm-4:30pm	ITEEA Board of Directors Meeting
3:00pm-5:00pm	Council Meetings
5:00pm-8:30pm	Preconference Elementary Workshop
6:00pm-7:00pm	CSL Presidents Reception
8:00pm-10:00pm	TEECA Welcome Session

### Thursday, March 27, 2014

7:00am-8:30am	ITEEA President's Roundtable Breakfast
8:00am-5:00pm	Registration, Resource Center Open
9:00am-10:50am	Program Excellence General Session
11:00am-6:00pm	Exhibits Area Open (dedicated hours 11-1)
11:00am-3:50pm	Exhibitor Showcases
12:00pm-1:30pm	International Luncheon
1:00pm-4:50pm	Professional Development Learning Sessions, EbDLabs™, Educational Tours
2:00pm-3:30pm	ITEEA Committee/Task Force Work Session
3:30pm-5:00pm	Teaching Technology and Engineering STEM Showcase (in exhibit hall)
5:00pm-6:00pm	ITEEA Reception and exhibitor raffle – all conference attendees are invited!

#### Exhibits, exhibits, exhibits...

##### Thursday

11:00am-6:00pm	Exhibits Area Open
	Dedicated exhibit hours 11:00am-1:00pm

##### Friday

11:00am-3:00pm	Exhibits Area Open
	Dedicated exhibit hours 11:00am-1:00pm

### Friday, March 28, 2014

7:00am-8:45am	FTEE Spirit of Excellence Breakfast
8:00am-5:00pm	Registration, Resource Center Open
9:00am-10:50am	Teacher Excellence General Session
11:00am-3:00pm	Exhibits Area Open (dedicated hours 11-1)
11:00am-2:50pm	Exhibitor Showcases
11:30am-1:00pm	Complimentary Lunch in Exhibit Hall
1:00pm-4:50pm	Professional Development Learning Sessions, EbDLabs™, Educational Tours
5:30pm-6:30pm	PATT Reception/21st Century Leaders
6:00pm-8:00pm	TEECA Awards Dinner/Closing Ceremony

### Saturday, March 29, 2014

7:00am-8:45am	EPT Breakfast
7:45am-8:45am	Program Excellence Breakfast
7:45am-10:00am	EbDLabs™
8:00am-9:50am	Professional Development Learning Sessions
8:00am-10:00am	CTETE Poster Sessions
10:15am-11:45am	ITEEA Awards and Recognition Brunch
1:00pm-2:30pm	Post-Conference Disney Youth Tours
12:30pm-3:00pm	ITEEA Board of Directors Meeting



INTERNATIONAL TECHNOLOGY AND ENGINEERING  
EDUCATORS ASSOCIATION  
[www.iteea.org](http://www.iteea.org)



図3. 大会プログラムの概要



## 第2部 教科 Design and Technology からのイングランド STEM 教育の関する現地調査 愛知教育大学 磯部 征尊, 上越教育大学大学院 山崎 貞登

### 2.1 はじめに

第1著者は、2014年6月に、イングランド2014年実施版 National Curriculum (以下、NC) の教科 Design and Technology (以下、DT) と Information, Communication and Technology (以下、ICT) (2014年9月より Computing) の現状視察を行うために小学校とロンドン市内の St Mary's 大学の現地調査と、STEM 教育の連携の観点から、ロンドン大学 Goldsmiths 校、STEM センター、DATA の現地調査を行った。第2著者は、渡航目的の設定と、渡航計画先の調整等で調査研究の支援をした。

### 2.2 調査対象者

調査対象者と所属先、調査日を表2-1に示す。

表2-1 調査対象者の概要

氏名／実施日	性	所属先・職
Tara Treleven 2014年6月16日	女	James Dixon 小学校・DT 科担当教諭
Becky O'Brien 2014年6月16日	女	James Dixon 小学校・ICT 科担当教諭
Dot Jackson 2014年6月17日	女	St Mary's 大学・上級講師
Mark Cordery 2014年6月17日	男	St Mary's 大学・上級講師
Kay Stables 2014年6月18日	女	Goldsmiths 校・教授 (DT 教育研究講座の共同ディレクターを兼任)
Andrew Jones 2014年6月19日	男	STEM センター・資源担当コーディネーター
Karen Hornby 2014年6月19日	女	STEM センター・科学スペシャリスト
Richard Green 2014年6月20日	男	DATA・会長

本調査を行うにあたっては、Birmingham City 大学教授 (Professor) の Clare 女史との私信により、小学校訪問とロンドン市内の大学関係者と面談する機会を得た。James Dixon Primary School は、ICT、及び2014年9月から完全実施の Computing の内容を重視している小学校の一つである。

ロンドン大学 St Mary's University 上級講師 (Senior Lecturer) の Dot 女史と Cordery 氏は、教科 DT と ICT に携わる研究者である。

ロンドン大学 Goldsmiths 校教授 (Professor) の Stables 女史は、STEM 教育とイングランド NC2014 年実施版教科 DT で一層重視された、「イノベーション」、「技術デザイン思考による問題解決」、「日常生活や社会に対する影響」を継続的に研究 (McLaren and Stables, 2008) している。また、Goldsmiths 校の公式 web サイトに掲載されているように、Stables 女史は、北米、オーストラリアをはじめ諸外国の技術教育課程の比較研究に精通している研究者である。

National STEM Centre (2014a) は、イギリス政府が主導し、2008年にイングランド・ヨーク大学構内に開設した、非営利の STEM 教育推進機関である。同センターは、(1) 印刷刊行物、マルチメディア、教材、(2) 教育実践論文・同報告、(3) 最近の数十年間から取り出されたアーカイブ資源、(4) STEM 政策文書、(5) UK Space Education Office (UK-ESERO) の資源、(6) eLibrary と、STEM 教材が豊富である。そこで、本研究では、STEM センターの具体的な活動を現地調査する。

DATA 会長の Green 氏は、ハイレベルの STEM 方略グループである王立工学アカデミー「36の専門工学組織から構成される工学のための教育部会 (E4E)」の主要メンバーで、Harrison 会長と共に、2013年5月16日、2014年実施版 NC の教科 DT 草稿を教育省に提出した (Education for Engineering (E4E), Royal Academy of Engineering; and Design and Technology Education Association, 2013)。本研究では、2014年実施版 NC の改訂の経緯と、近年の GCSE (中等教育修了一般資格試験) の試験者数の変

化, 授業時間数等を調査するために, Green 氏と面談した。

## 2.3 調査結果

### 2.3.1 James Dixon 小学校訪問

#### 2.3.1.1 日時

平成 26 年 6 月 16 日 (月), 午前 8 時半～ (於: イングランド, Edexcel International)

#### 2.3.1.2 イングランド, James Dixon 小学校の所在地

James Dixson Primary School  
William Booth Road  
Anerley, SE20 8BW  
England, U.K.  
TEL : +44 - 20 - 8778 - 6101  
E-mail : [admin@jamesdixson.bromley.sch.uk](mailto:admin@jamesdixson.bromley.sch.uk)

#### 2.3.1.3 調査内容 (agenda)

当日の調査内容は, 以下の通りであった。

- (1) Tara 女史 (DT 教科主任) との自己紹介
- (2) 校内ツアー (Kevin Minnott 氏)
- (3) KS1 (Year 2, 6～7 歳) の ICT 授業参観 (授業者は, Becky O'Brien 女史)
- (4) 授業者 (Mrs. Becky O'Brien) と, Tara 女史 (DT 教科主任) との協議会
- (5) Tara 女史 (DT 教科主任) との質疑応答
- (6) 相手方から配布資料の贈呈

#### 2.3.1.4 James Dixon 小学校の紹介

初めに, Kevin Minnott 氏と一緒に校舎内の各教室を見学した (写真 1～2)。

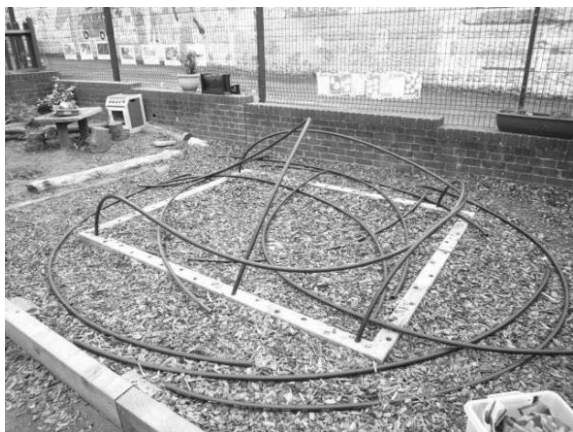


写真 2-1. ゴムチューブ



写真 2-2. 池

写真 2-1 と 2-2 より, KS1 未満 (3, 4, 5 歳) の子どもたちが前庭で遊ぶ遊具である。写真 1 のゴムチューブは, 四方の穴にチューブを自由に入れることで, 子どもたちにテントづくりを楽しませている。写真 2 の池には, 水道水を流すことで, 子どもに水の流れ (Flow) を楽しませている。

KS1 未満のクラスには, 2 種類ある。1 つは, Reception class (4～5 歳) である (1 クラス 30 名, 計 60 名)。2 つは, Nursery class (3～4 歳) である (1 クラス 25 名, 計 50 名) (写真 2-3, 2-4)。

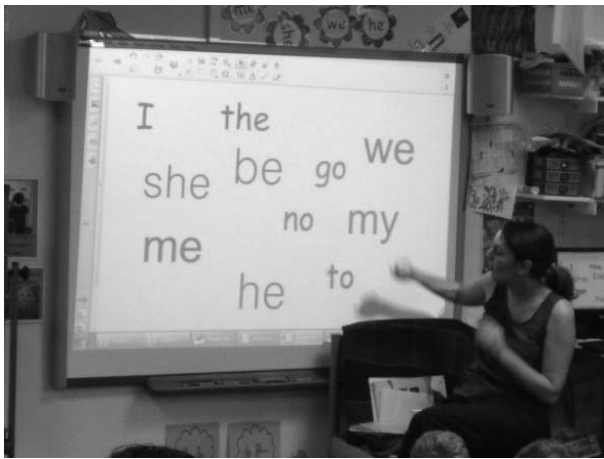


写真2-3 KS1未満（4，5歳）の教室

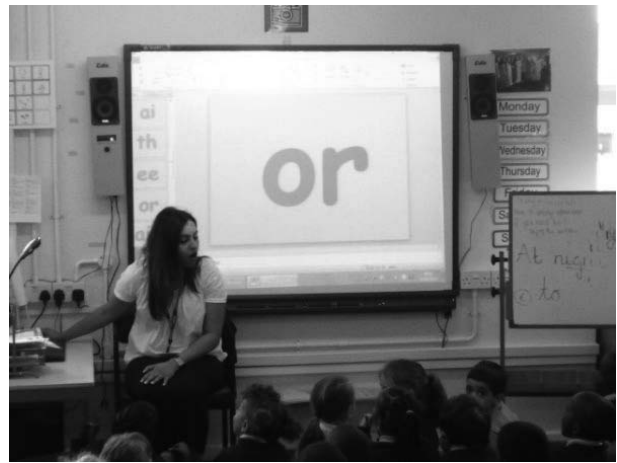


写真2-4 子どもたちの学習の様子

どの教室にも、スクリーンとプロジェクタがセットされており、視覚的教材を用いたわかりやすい授業を心がけていた。数人の子どもは、別の教師とともに、テーブルで単語を書く、絵を描く活動をしていた。次に、グラウンドとステージ付き体育館を写真2-5と2-6に示す。



写真2-5. グラウンド



写真2-6. ステージ

写真2-5の小屋では、国語の音読、理科の観察など、いろいろな教科での活用を行っている。特に、夏の暑い時期には、外で学習するクラスがある。写真6の体育館（日本よりもかなり小さく、1/4程度）では、プロジェクタ・スクリーンが常備されている。次に、教師用の作業室内を写真2-7と、2-8に示す。



写真2-7. 教師用の作業室



写真2-8. 教台のラップトップ

教師用の作業室には、ラップトップが収納されている。ラップトップは、セパレート式になっており、取り外すことで iPad として使用することもある。

次に、音楽室と図書室を写真 2-9、2-10、2-11 に示す。



写真 2-9. 音楽室の天井



写真 2-10. 音楽室前



写真 2-11. 図書館の天井

どの場所にも天井には、Wi-fi 装置が設置されていた。教師も子どもも、iPad や PC を利用した活動を可能にしている。教師用のコピー機にはスキャナー機能がついており、校内のサーバーに、スキャンしたデータが保存される。その保存したデータは、校内の PC にアクセスして、自由にデータを取り出すことができる。教師にとっては、授業前にスキャンを行い、自教室でスキャンした資料やプリントをスクリーンで映し出すという利便性がある。

次に、KS1 (Year 1) と KS2 (Year 3) の授業の様子を写真 2-12、2-13 に示す。



写真 2-12. KS1 (Year 1) の授業



写真 2-13. KS2 (Year 3) の朝の授業の様子

写真 2-12 には、複数の動物の絵が示されており、それぞれの動物の絵になりきる、というゲームを行う場面である。他の KS2 の教室 (写真 2-13) にも、同様の内容が示されていた。朝学習を統一して行っていた。続いて、工作室を写真 2-14、2-15 に示す。





写真2-14. 情報機器の収納箱



写真2-15. 工作室の一部

工作室（アートをしたり，料理をしたり，話し合いをしたりする教室）にも，情報機器が設備されている。通常は，鍵がされている。

#### 2.3.1.5 KS1 (Year 2, 6~7歳) の ICT 授業

授業者（Becky O'Brien 女史）は，*Rising Stars* という視聴覚教材 (<http://www.risingstars-uk.com/all-series/switched-on-computing/>) を使用した Unit 2 (2.1) の授業を行った。本授業のタイトルは、「私たちは宇宙飛行士」であり，ユニット概要は，「スクリーン上のプログラミング」であった。学習プログラムの重点内容は，プログラミングであり，使用するソフトウェア・ハードウェアは，*Scratch*（プログラミング言語）であった。

導入では，電子黒板を用いて，ハチの形をした教材を紹介していた（写真2-16，2-17）。

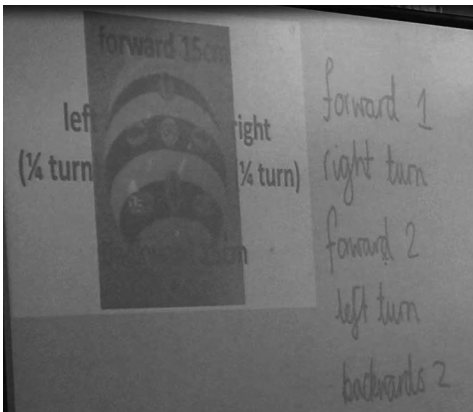


写真2-16. 電子黒板の様子



写真2-17. 教材を観察する様子

写真2-16より，ハチの形をした教材の操作方法の説明（右を1回押すと1/4回転，前を1回押すと15cm進むなど）が示されていた。説明後，試しの活動をする子どもたち。2~3人で1グループとなり，1つの教材（Bee）を使用していた。4グループだけは，右上のような別の教材（車）を使用していた。その理由は，高度なプログラミングにチャレンジしたいと願う子どもに活用させるためである。

展開場面では，授業者は，「ハチロボットが地球から，月までたどり着くために，どんな指示をすればよいですか。その後，月から火星にたどり着くまでには，どんな指示をすればよいですか。」という問題を提示した（写真2-18，2-19）。



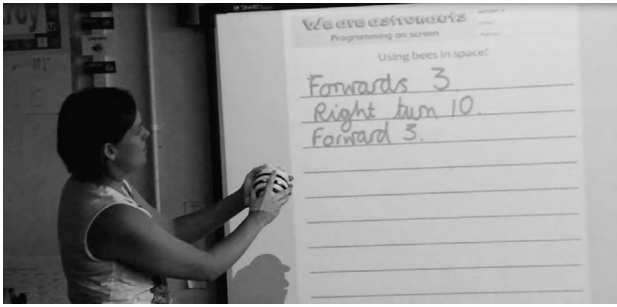


写真 2-18. 教材を用いて説明する様子



写真 2-19. 各動作の数字を変更して再度試す様子

写真 2-18 より、初めは、子どもに予想させた。子どもは、「前へ 3 回、右へ 10 回、前へ 5 回」と発言した。授業者は、子どもが述べた数字を試した。その結果、成功しなかった。写真 2-19 より、授業者は、「10 回も回転させると目が回ってしまうから、そんなに多くの回数は必要ないですよ」と説明した。そして、子どもと「1 回は 1 / 4 回転である」ことを確認し、再度、数字を問うた。子どもは、「前へ 9 回、右へ 1 回、前へ 5 回」と予想した。今度は、無事に問題を解決することができた。

この後、子どもたちは、各グループで活動を行った（写真 2-21, 2-21, 2-22）。



写真 20. 補助具を使う様子

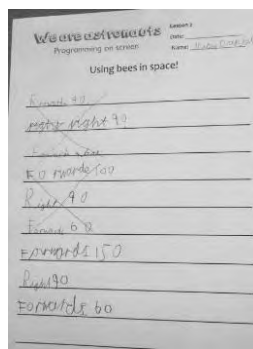


写真 21. 実際のシート



写真 22. 成功を喜ぶ子ども

写真 2-20 より、あるグループは、補助具を使って確認しながら回数を検討していた。写真 2-21 より、子どもは、何度も試行錯誤を繰り返していた。

授業の終わりには、授業者は、振り返りを行った。振り返る内容は、「アルゴリズムが、一連の指示から構成されていることを学ぶこと」「簡単なアルゴリズムをプログラムに組み込むこと」「簡単なプログラムの起こりうる行動を予測すること」「プログラム内のエラーの発見・修正（除去）すること」の 4 点であった。

### 2.3.1.6 授業者（Becky O' Brien 女史）と、Tara 女史（DT 教科主任）との協議会

Becky O'Brien 女史は、ICT 科の教科主任を担っている。同氏から聞き取った内容は、主に以下の 10 点であった。

- (1) 予算は、保護者から収集したお金と、国からの補助に基づき、各教科に配分している。予算自体の大きな変動はないが、2 年前から IT 機器の準備・配置（Wi-fi, ipod など）に力を入れてきた。当校の場合、どの場所でも Wi-fi を利用したインターネット環境が充実している。ipad は 75 台、ラップトップは 60 台設置している。他の学校と比べた場合、他校の ipad はたいてい 15 台前後、ラップトップは設置していない学校から少しずつ増やしている学校など、様々である。この学校の情報機器は、先進的かつ、充実していると言える。
- (2) 教師が使うテキストブックは、ICT では、Rising Stars という視聴覚教材 (<http://www.risingstars-uk.com/product/1602/switched-on-design-and-technology/>) が大変役に立っている。移行期間ということもあり、どの先生も、この教材を活用して、Computing の授業づくりにはぐくんでいる。子どもには、ICT と伝えているが、教師は Computing を意識した

授業づくりをすでに行っている。

- (3) DT科のテキストブックは、NCとEssentials (<http://essentials.uk.com/>) を活用して、授業づくりを行っている。他教科も同様である。Rising Stars という視聴覚教材はICTのみ購入した。
- (4) 子どもには、DT、及びICTの教科書を配布していない。
- (5) Rising Stars の Computing 視聴覚教材の“E-safety roadmap (p.12)”と、“Helpful for pupil and teacher (p.20)”は、大変役に立つ。特に、“Helpful for pupil and teacher (p.20)”は、3週間前から取り組み始めている。
- (6) 当校では、教科主任はいるが、各学級担任がDTとICTなど、他教科も教えている。今後、専属教員が配置されることや、自分たちが専科になることはありがたいが、現段階では分からない。
- (7) アルゴリズムは、算数の学習とも関連しているから、カリキュラムをICTと連携させながら効率よく進めていく必要があると考えている。
- (8) Lego Mindstorm は、高い教材である。そこで、Rising Stars の Computing 視聴覚教材に示されている Bee-bot (TTS 社開発)  
([\)](http://www.google.co.jp/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=)  
([http://www.primaryict.co.uk/tts-rechargeable-bee-bot-class-bundle-6x-bee-bots-and-docking-station\\_el00396\\_4230.htm](http://www.primaryict.co.uk/tts-rechargeable-bee-bot-class-bundle-6x-bee-bots-and-docking-station_el00396_4230.htm)) (6セットで約260ポンド、約5万円程度) を入手し、活用している。
- (9) アフタースクールは、2種類 (ICTクラブと、アニメーションクラブ) である。ICTクラブでは、ipad を活用した活動であり、アニメーションクラブでは、アニメーションプログラムを活用している。どちらのクラブも、週に2回 (1回1時間) 行っており、全学年対象である。「Hopscotch」の app store ページ (<https://www.gethopscotch.com/>) や light-bot (<http://light-bot.com/>) など、フリーダウンロードできるソフトを活用している。
- (10) 3Dプリンターは、高価で入手できない。取り組んでみたい気持ちはとてもあるが予算が十分でない。

### 2.3.1.7 Tara 女史 (DT 教科主任) との質疑応答

Tara 女史 (DT 教科主任) から聞き取った内容は、主に3点であった。

- (1) 当校には、KS1 未満 (4歳以下) が1クラス、KS1 (Year 1 : 5~6歳) が2クラス、KS1 (Year 2 : 6~7歳) が2クラス、KS2 の各学年 (Year3,4,5,6) が1クラスずつ設置されている。
- (2) Rising Stars の視聴覚教材には、Essential CPD - online professional development の内容も準備されている。
- (3) これまでは、各学校において、学習到達目標 (Attainment Target) に基づき、各種テストを実施し、その結果を国 (政府) へ報告していた。新しいNC (2014年9月以降完全実施) では、学習到達目標 (Attainment Target) が設置されないことになるため、学校裁量部分が増える。そして、子どもの成果や進捗状況に対する評価方法も柔軟になることが期待される。

上記3点の他に、同氏からは、実際のポートフォリオの紹介を受けた (写真2-23から2-25)。

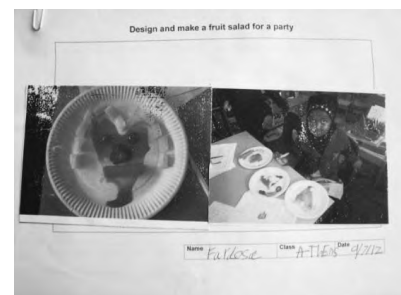
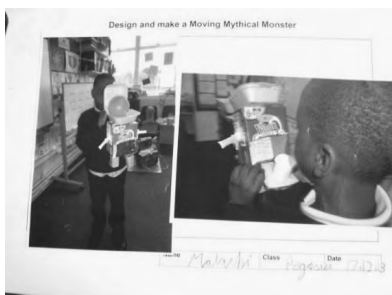


写真2-23. Moving Mythical Master 写真2-24. 野生の生き物 (5, 6歳) 写真2-25. フルーツサラダ (5, 6歳) (7歳)

写真2-23より、本題材は、約10時間 (1単位時間あたり60分) の時間を要している。

今回、我々の調査に応じてくれた技術担当教官 Tara 女史から下記の資料の贈呈があり、磯部・山崎

が現在所蔵中である。

入手資料リスト：

1. 学校要項
2. Essentials Design and technology, <http://www.essentials.uk.com/pages.php?id=8> の印刷物（一般には入手困難）
3. Design and Technology, National Curriculum の印刷物（事前に、ネットで入手・翻訳済みしている資料）
4. 校内の様子を撮影した画像
5. 授業内容のビデオ、及び画像
6. ポートフォリオ（写真 23～25）を含む全ページの画像

## 2.3.2 St Mary' s 大学訪問

### 2.3.2.1 日時

平成 26 年 6 月 17 日（火）、午後 2 時～（於：イングランド、St Mary's University）

### 2.3.2.2 イングランド、St Mary' s 大学の所在地

St Mary's University  
Waldegrave Road, Twickenham,  
London, TW1 4SX  
England, U.K.  
TEL : +44 - 20 - 8240 - 4000  
FAX : +44 - 20 - 8240 - 4255

### 2.3.2.3 調査内容 (agenda)

当日の調査内容は、以下の通りであった。

- (1) 自己紹介
- (2) Dot Jackson 女史と Mark Cordery 氏との質疑応答
- (3) 相手方から配布資料の贈呈

### 2.3.2.4 質疑応答に関する内容と回答

調査当日、二人の研究者に質疑応答した内容を以下に示す。

#### 質問 1. なぜ、5 歳からのプログラム作成が重視されるのか。

そもそも、ICT の段階から、プログラミングを用いた制御技術 (Control Technology) を取り扱うことが示されていた。しかしながら、実際には、エクセルやワードなど、マイクロソフトを活用した IT が中心に行われていた。現状では、「ほとんどプログラミングが行われていない (very little programming in original ICT curriculum)」状況にある。その要因の一つには、多くの先生方が、プログラミングを教えることに自信がないことにある。そこで、政府は、「学習者にもっとプログラムの学習の機会に出会わせること (To meet needs of including so students learn to program)」を目的とし、3つの内容、「情報技術 (ワードやエクセルなどマイクロソフトを活用した学習など)」と、「electronic-literacy (インターネットの活用など)」に加えて、「コンピュータ科学」を重視した。

#### 質問 2. プログラム作成では、どのようなソースコードや言語を使用するのか。

小学校段階 (KS1 と 2) では、主に、以下の内容を扱っている。

- (1) Lego, Logo Roamer などのマインドストーム

※Roamer については、<http://www.primaryresources.co.uk/ict/roamer.htm> にも示されている。Bee-bot

([http://www.primaryict.co.uk/tts-rechargeable-bee-bot-class-bundle-6x-bee-bots-and-docking-station\\_el00396\\_4230.htm](http://www.primaryict.co.uk/tts-rechargeable-bee-bot-class-bundle-6x-bee-bots-and-docking-station_el00396_4230.htm)) のような教材を示す。

- (2) Koda (X-box のようなマイクロソフト社が用いるプログラミング)

(3) MIT (Massachusetts Institute of Technology) が開発した「App Inventor (アンドロイド用アプリ (to create apps for phones ‘Android phones’))」と「Scratch (プログラミング言語) (Web アプリ)」 (<http://mitmobilelearning.org/>)

中学校段階では、HTML5 や CSS, JavaScript 等のプログラミング言語を扱っている。多くの学校では、アフタースクールを開催し、「Scratch」や「プログラミング」を扱った活動を取り入れている。

**質問3. 他教科(デザインと技術や数学)との兼ね合いは、どのようになっているのか。**

当学には、2教科の指導教員(DT科, ICT)が所属している。Mark Cordery氏は、ICT科で「Flowgo」を用いたプログラミング(フローチャート作成など)「Flowol(ソフトウェア) (<http://www.flowol.com/>)」を行い、DT科では、プログラミングに関連した製作(Amusement Park Experience)を進めている。なお、数学科との関連は行っていない。中学校(KS3とKS4)を専門とする大学職員間では、連携していると聞いているが、小学校専科では、概念や考え方(Thinking strategy)が異なるので、連携していない。

**質問4. 小学校教科DTや「コンピューティング」は、学級担任が教えるのか? 「教科専任」が教えるのか? 今後、小学校においても、「DT」や「コンピューティング」の専任教員を増やす予定があるのか。**

ほとんどの小学校では、学級担任がDTやICT(Computing)を指導する。特に、ICTについては、社会や科学、数学など、他教科の中で充実させていくことは、従来から必須事項である。一方、いくつかの学校では教科専科を取り入れているが、どの学校なのかまでは分からない。また、専任教員を増やすかどうかについても見込みはない。

**質問5. 導入にあたって反対論はあったか。あった場合それを乗り越えるためにとられた措置(教員組合等からの反対があったと予想していますがそこへの説得はどうか)**

反対論は、少なからず生じていた。それは、多くの教師が知識と自信をなくしていたことが背景にある。Mark Cordery氏は、政府を中心に、プログラミングを行うことが論理的思考力や問題解決スキルを伸ばすことにつながる、という主張を行ってきた。ICTからComputingに代わるにあたり、大学側では、教師になる学生たちに、プログラミングのトレーニングを充実させて進めている。また、新NCに移行する現段階において、「各学校では、コンピューティング(特に、コンピュータ科学)に関する内容を半分程度取り入れている状況にある。プログラミングを教えることに自信がない小学校教員が多い。Mark Cordery氏自身は、近隣の小学校に出向き、現職教員のプログラミングに関する研修を進めている。まだ、移行時期にあることから、今後、一層力を入れていく。

**質問6. 3Dプリンタの活用教育を今後どのように進めるのか。**

3Dプリンタでは、小さなパーツしか作ることができない。3Dプリンタは、小学校段階では、ほとんど取り入れられていない。中学校では、いくつかの学校で取り入れている。また、CADも導入している。

**質問7. 学習評価制度、特に、ATが設置されないことについて、どのように考えるか。**

ナショナルカリキュラムでは示されていないが、ICTでは、Rising Starsの教材のように、到達目標に代わる評価方法(Assessment)を開発・紹介し、その活用を促進している(for ICT – See Assessment in Rising Stars)。デザインと技術科に関しては、DATAの「Progressionチャート」が参考になる(For D&T see the ‘Progression’ chart on [www.data.org](http://www.data.org))。

※Progressionについては、

<https://www.google.co.jp/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved> 参照。

**質問8. ICTからコンピューティングに移行するにあたり、教師にとっては、一層高度な専門性が求められるのか。**



研修は、今後必要である (Training needed) が、小学校で扱うプログラミングは、それほど難しい内容ではない。しかし、「私たちは、コンピューティングの導入により、情報技術を含め、プログラミングを好むことを望む (We hope computing will not become dust programming but include help technology)」。

**質問 9. 日本の各学校は、PISA の調査結果を意識し、学力向上に努めている。イングランドでは、PISA 調査の影響を受けているか。**

PISA の影響は少なからず受けている。PISA の影響にかかわらず、私たち技術科は、「日常生活と仕事場面のどちらにも必要な問題解決スキルの育成に力を入れている (We emphasize problem solving skills for life and work)」。特に、デザインと技術科は、問題解決スキルを育成することは、恒久の (permanent) 目的である。

**質問 10. 大学側では、STEM 教育について、どのように取り組んでいるのか。**

小学校専科の私たちは、(質問 3 で答えたように) 数学科や他教科との関連は行っていない。中学校 (KS3 と KS4) を専門とする大学職員間では、連携していると聞いている。また、中学校の先生たちは、デザインと技術科と科学、エンジニアリングと連携しているらしい。

**質問 11. Dot 女史 (デザインと技術科担当者) がメールで書いていた「子どもにデザインを決定させ、自分たちでアイデアを引き出すように努めている (encourage children to make design decisions and work out ideas for themselves)」について、そのポイントを教えてほしい。**

私たちは、「主に、彼ら自身に問題解決を促す製品の設計と製作場面 (Mainly when designing and making products – work out solutions for themselves)」において、「実際のユーザーや必要感の高い目的など、意欲を引き出す学習内容を提供している (providing motivational contents for learning – real users, real purpose)」。

今回、我々の調査に応じてくれた関係者からは、下記資料の贈呈があり、磯部・山崎が現在所蔵中である。

入手資料リスト：

1. International Catalogue 2014, TTS,  
<http://www.tts-group.co.uk/shops/tts/content/view.aspx?cref=PSGEN1724480>

### 2.3.3 Goldsmiths 校訪問

#### 2.3.3.1 日時

平成 26 年 6 月 18 日 (水)、午前 10 時～ (於：イングランド、ロンドン大学 Goldsmiths 校)

#### 2.3.3.2 イングランド、Goldsmiths 校の所在地

Goldsmiths, University of London  
New Cross  
London, SE14 6NW  
England, U.K.  
TEL : +44 - 20 - 7919 - 7171

#### 2.3.3.3 調査内容 (agenda)

当日の調査内容は、以下の通りであった。

- (1) Kay Stables 女史 (DT 科)、及び院生 (女性) との自己紹介と質疑応答
- (2) 他の研究者 (Rose Sinclair 女史) も交えての情報交換
- (3) 別教室に移動し、7名の院生 (専攻は、それぞれグラフィック、プロダクトデザイン、エンジニアリング、織物) と、Alan Bright 女史 (講師)、Kay Stables 女史との情報交換
- (4) デザイン学部 (Department of Design) 棟の案内

(5) 相手方から配布資料の贈呈

### 2.3.3.4 質疑応答に関する内容と回答

調査当日、Stables 女史に質疑応答した内容を以下に示す。

質問1. 教科DTの「Designing」「technological design process」の概念について、どのように考えるか。

1990年までの技術科教育の指導内容は、一方向のプロセス (line process) であった。1990年以降、D&T科では、Designing (必要性の確認から計画、製作、評価の一連の活動) の概念と活動を5~14歳に位置付け、重視してきた。今年9月以降の新しいナショナルカリキュラムにおいても、「Design」「Make」「Evaluate」「Technological Knowledge」という内容が設置されている。「Technological Knowledge」も大切な学習内容ではあるが、「Design」「Make」「Evaluate」を重視した活動、つまり、「Designing」を最優先事項 (priority) にしていく。

質問2. 2014年9月から実施のナショナルカリキュラム「DT」と、2013年まで実施のナショナルカリキュラム「DT」の目標・内容の違いは何か。

今回の主たる変更点は、「創造的な革新 (Creative Innovation)」である。その根拠は、D&T科の研究目的 (Purpose of study) の2カ所“Using creativity and imagination, pupils design and make products that solve real and relevant problems within a variety of contexts”と“High-quality design and technology education makes an essential contribution to the creativity, culture, wealth and well-being of the nation”から読み取ることができる。

内容については、特に、材料の取り扱いが増えたことである。食物テクノロジー (food technology) を初め、あらゆる材料を使用する範囲が広がった。その根拠は、KS3の「Technological knowledge」の中の、1つ目の項目“the properties of materials and the performance of structural elements”を初め、他の項目から読み取ることができる。また、材料を複数関連させた題材開発が進められている。今までは、織物 (Textile) と食物技術 (Food), 抵抗材料 (Resistant Material), 製品デザイン (Product Design), グラフィックデザイン (Graphic Design), 電子工学 (Electronic) など、GCSE 試験に向けて、それぞれの内容を扱っていた。新しいカリキュラムでは、目的にも示されているように、学習者に“様々な状況下における現実的かつ、学習者に関連のある問題 (real and relevant problems within a variety of contexts)”を充実させた Design Project を進めることが求められている。このように、KS3 (中学校段階) における「材料を広範囲に取り扱い、複数の材料を関連させた製作題材を取り入れる」点は、STEM教育を通じて身に付く知識 (STEM Knowledge) に結び付くと言える。

質問3. 2014年9月から実施のナショナルカリキュラム「DT」では、「Cooking and nutrition」が追加されたが、大きな変更点ではないのか。

私たち技術教育関係者は、大きな変更点でもないし、この内容を入れたことには疑問が残っている。この内容を導入した主たる経緯には、現在、産業界では「シェフ」という職業がテレビでも注目を集めていることが背景にある。教育省は、産業界の動きに賛同し、強く要望していた。また、教育界にも強い影響力を持っている二人 (Marion Rutland - Roehampton University, <http://www.linkedin.com/pub/dir/Marion/Rutland>) (Gwyneth Owen Jackson Open University, <http://www.open.ac.uk/education-and-languages/main/people/g.a.owen-jackson>)を中心に、「Cooking and nutrition」を入れる動きが進められていた。

質問4. イングランド教科DTとコンピューティングは、OECDのPISA調査に影響を受けているか。

政府は、フィンランドの教育を初め、PISAには大変関心を寄せている。

質問5. 2014年9月からの実施のナショナルカリキュラムのDTとコンピューティングでは、「学習到達目標 (Attainment targets)」はNCとして示されていない。学習評価はどのように行うのか。

これまでは、KS1と2では、各KSの終わりに、ナショナルテスト (National Test) を実施し、各教師は、すべての子どもを確認していた (Teachers marked all children)。KS3では、GCSEもある

ことから、説明責任を果たす部分が多い状況にあった。そのため、教師側にとっては、教えることも、評価することも、過重な負担になっていた。従って、新しいカリキュラムでは、AT がレベル毎に示されなくなった。

質問6. Goldsmiths は、中等学校教科「D T」と「コンピューティング」のCPD（現職教育）にどのように関わっているのか。

現職院生には、在学中、最大24週間の教育実践研究をすることを推し進めている。

質問7. D&T科では、3Dプリンタ教育への教材開発は行っているのか。

別の研究室では、3Dプリンタを購入し、その開発を行っている（写真2-26から2-30）。また、中学校でも、3Dプリンタを導入し、D&T科で授業を行っている学校もある。



写真2-26. Digital Scanner 1 写真2-27. Digital Scanner 2



写真2-28. Digital Printer Large 1

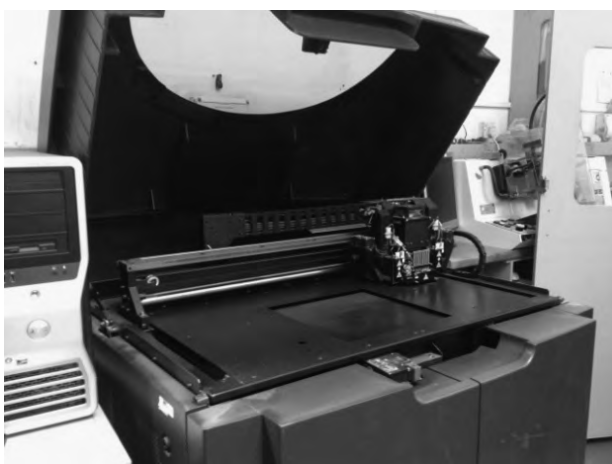


写真2-29. Digital Printer Large 2

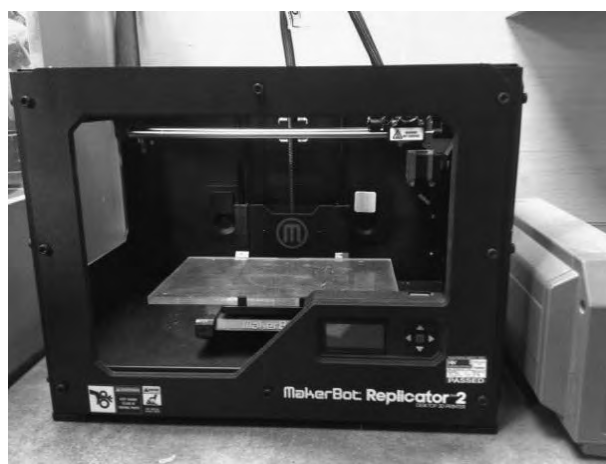


写真2-30. Digital Printer Small 1

質問8. 6月16日に訪問したJames Dixon Primary SchoolのD&T科担当者は、“Essentials”という資料を活用して授業を進めていた。このような資料は、他にもあるのか。

商業上（commercially）の教材や資料は、たくさんある。学校によっては、別な資料を用いて授業をしている学校もあれば、ナショナルカリキュラムに基づいて授業を進めている学校あり、学校によって様々である。

質問9. KS4が、ナショナルカリキュラムに位置づけられていないのはなぜか。

2000年前後から、KS4を選択教科とし、必要に応じてAレベルを受験する制度に代わってきた。この制度を引き続き進めるために、現在も、KS4はナショナルカリキュラムに位置づけられていない。



## 2.3.4 National STEM Centre 訪問

### 2.3.4.1 日時

平成 26 年 6 月 19 日 (木), 午前 10 時～ (於: イングランド, National STEM Centre)

### 2.3.4.2 イングランド, National STEM Centre の所在地

National STEM Centre  
University of York  
Heslington  
York, YO10 5DD  
England, U.K.  
TEL : +44 - 1904 - 328377

### 2.3.4.3 調査内容 (agenda)

当日の調査内容は、以下の通りであった。

- (1) Andrew 氏との自己紹介と質疑応答
- (2) センター内の紹介
- (3) Karen Hornby 女史 (Science Specialist) との自己紹介と質疑応答
- (4) センター内の文献収集, 及び写真・映像撮り
- (5) 相手方から配布資料の贈呈

### 2.3.4.4 Karen Hornby 女史のホームページに基づく主たる説明

e-library の様々な題材には、現実の世界 (real world) や日常生活 (real life) が含まれている。そのような内容には、数学や工学などが関連している。これらの題材は、複数の会社 (企業) が関わっている。HP 上の「Search Events」にも、企業や協会等による研修の機会を示している。例えば、IET (the Institution of Engineering and Technology) が有名である。各題材の内容には、STEM の視点が盛り込まれているが、実際に教える際には、各教科専科が授業をしている。各教科の先生が連携した授業は、今後の課題である。

DT 科の KS 3 の内容は、変りつつある。Design project を通じて、学習者の designing skill を育むために、以前のような各分野それぞれの題材開発から、各分野の材料を融合した題材開発へと進められている。

### 2.3.4.5 質疑応答に関する内容と回答

調査当日、二人の関係者に質疑応答した内容を以下に示す。

**質問 1. ナショナル STEM センターにより、STEM 教育の推進を示す客観的根拠データ、例えば、理工系大学進学者の増大、理工系関連企業への就職者数の増大等のデータはあるのか。また、現職教員の STEM センターに対する評価を示す客観的データはあるのか。**

そのようなデータの収集はしていない。Engineering と Science の分野に携わる関係者らは、それぞれの教科を好む生徒を増やしたり、高校等への入学者数を増やすために努力したりしている。また、若手の先生方を初め、たくさんの方に、このサイトを利用してもらったり、研修を開いたりしている。そのような機会を通じて、多くの先生方が教材や題材開発に役立っている。

**質問 2. 132 頁の図 2 の説明、その後、組織・構造に変化はないか。また、130 頁「フレームワーク 2004-2014」に続くフレームワークは、存在しているのか。**

この図は、STEM センターのみならず、国内の他の STEM 教育に関わる施設やセンター、各教科に関わる学会等も含んでいる。ホルマン教授のことは知っているが、この STEM センターでは、組織・構造については把握していない。

**質問 3. 特に、「DT」「Computing」教科教員に対する CPD の具体策**

若い先生を対象に、幾つかの学校に出向き、授業づくりの相談に乗っている。ただし、Hobby 女史は、科学のスペシャリストであったため、DT 科と Computing に関しては分からなかった。

**質問 4. イギリスナショナル STEM センターと EU, USA の STEM 教育機関との具体的連携の実際は、どのようになっているのか。また、イギリス STEM 教育と MINT (Mathematics, Informatics, Natural Science and Technology) 教育との関連、及び STEAM 教育の影響を受けているか。**

特に、連携を図っていることはない。今後は、どのような影響を受けるか、また、どのように連携するのも分からない。Andrew 氏は、個人的な見解として、オーストラリアや韓国での STEM に関する取組やアイデアは参考になると考える、と述べていた。なお、MINT 教育では、学習場面における生徒のメタ認知を一層活性化させると共に、科学と技術に関する学習活動能力や、PISA の科学的リテラシーなどのような、科学や技術を実生活や実社会で活用する能力の向上をねらいとしている。

**質問 5. STEM センターでは、大学と連携した現職教員を対象とした研修を行っているのか。**

当センターは、ヨーク大学内に設置されているものの、大学とは独立した機関である。当センター内には、現職教員が研修する講義室や実験室がある。当センターでは、それらの教室を利用した研修の機会を提供している。

**質問 6. 新カリキュラムにおいても、KS 4 に DT 科が必修でない理由は何か。**

前回の改訂から必修ではなく、選択教科になっている。KS 4 において DT 科が必修でない直接的な理由とは関係がないことであるが、KS 4 の DT 科の場合、複数の機械を扱うために、学習者の安全性や広いスペースが一層求められる。機械や広いスペースの確保については、お金がかかる。各学校の予算に応じて、KS 4 の DT 授業や環境整備を行っている状況にある。KS 4 におけるすべての学校において、DT 科を実施しているわけではない。

今回、我々の調査に応じてくれた関係者からは、下記資料の贈呈があり、磯部・山崎が現在所蔵中である。

入手資料リスト：

1. National STEM Centre, Collaboration across STEM subjects: Teachers reflecting on the impact on their practice, 2014
2. National STEM Centre, Discover the National STEM Centre eLibrary, 2014
3. National STEM Centre, National STEM Centre supporting the teaching and learning of mathematics, 2014
4. National STEM Centre, STEM Careers – How we can help students get the message., 2014
5. National STEM Centre, The National STEM Centre is pleased to announce a programme of profesTEM Cohesion: towards sustainable partnerships, 2009

### 2.3.5 Mr. Richard Green 氏との協議会

#### 2.3.5.1 日時

平成 26 年 6 月 20 日 (金)、午前 10 時半～ (於：イングランド、ロンドン市内の喫茶店)

#### 2.3.5.2 イングランド、The Design and Technology Association の所在地

The Design and Technology Association  
16 Wellesbourne House  
Walton Road  
Wellesbourne, Warwickshire, CV35 9JB  
England, U.K.  
TEL : +44 - 1789 - 470007

#### 2.3.5.3 調査内容 (agenda)

当日の調査内容は、以下の通りであった。

- (1) 自己紹介
- (2) 質疑応答
- (3) 相手方から配布資料の贈呈

#### 2.3.5.4 質疑応答に関する内容と回答

調査当日、Green 氏に質疑応答した内容を以下に示す。

##### 質問 1. DATA の現在の会員数、小学校、中等学校教員、教育行政職、大学研究者、企業別の会員人数、海外の会員数

全会員数は、約 5,000 名である。小学校教員は約 1,000 名、中学校教員は約 3,500 名、教育行政職・大学研究者・企業・海外は約 500 名（その内、海外の会員数は約 100 名、近年増加中）である。

##### 質問 2. 近年の GCSE, A レベル, SA レベル別の教科「デザインと技術」の受験者数と成績

表 2-1 から 2-4 は、すでにインターネット上でも一般公開されている。なお、表 2-2 から 2-5 の作成に当たっては、Green 氏が所有するエクセルデータを和訳した。

表 2-1. 教科 DT における GCSE 試験のエントリー数 (2008~2013)

各分野	年					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013
抵抗材料技術	88,976	81,350	74,609	64,839	60,719	58,560
食物技術	75,921	68,227	64,425	55,778	51,408	44,642
グラフィックプロダクト	66,237	59,533	54,459	46,317	43,321	37,649
製品デザイン	25,530	27,612	31,106	33,432	35,196	35,566
布材料加工	44,328	41,794	37,943	35,179	33,713	28,967
電子工学プロダクト	13,519	12,145	11,695	10,178	9,724	8,691
システムと制御	9,134	7,136	6,478	4,880	4,446	3,926
技術とデザイン				3,768	3,054	2,917

出典：DATA (2014a) 「2013 GCSE Full and Short Course, L1-2 Diploma and L2 BTEC data」に基づき、筆者らが再構成した

表 2-2. 教科 DT における GCE A レベル試験のエントリー数 (2007~2013)

年	男	%	女	%	合計	前年度からの 変化 (%)	全体に占める教科 DT の比率 (%) ※
2013	9,031	57.7	6,610	42.3	15,641	-8.6	1.8
2012	9,807	57.3	7,298	42.7	17,105	-6.3	2.0
2011	10,543	57.8	7,706	42.2	18,249	-0.9	2.1
2010	10,368	56.3	8,049	43.7	18,417	5.6	2.2
2009	10,196	58.5	7,246	41.5	17,442	0.3	2.1
2008	10,203	58.7	7,193	41.3	17,396	-0.1	2.1
2007	10,127	58.1	7,290	41.9	17,417	-6.8	2.2

出典：DATA (2014b) 「2013 GCE A level, AS level, L3 Diploma and L3 BTEC data」に基づき、筆者らが再構成した

※「全体に占める教科 DT 科の比率 (%)」とは、全教科科目受験者数に対する比率のことを示す

表 2-3. 教科 DT における GCE AS レベル試験のエントリー数 (2007~2013)

年	男	%	女	%	合計	前年度からの 変化 (%)	全体に占める教科 DT の比率 (%) ※
2013	15,015	59.8	10,109	40.2	25,124	-2.1	1.9
2012	15,214	59.3	10,447	40.7	25,661	-10.5	1.9
2011	16,575	57.8	12,099	42.2	28,674	13.8	2.0
2010	14,589	57.9	10,612	42.1	25,201	-0.3	2.1
2009	14,572	57.6	10,715	42.4	25,287	10.2	2.1
2008	13,439	58.6	9,514	41.4	22,953	1.1	2.0
2007	13,292	58.5	9,410	41.5	22,702	-1.7	2.0

出典：DATA (2014b) 「2013 GCE A level, AS level, L3 Diploma and L3 BTEC data」に基づき、筆者ら再構成した  
 ※「全体に占める教科 DT 科の比率 (%)」とは、全教科科目受験者数に対する比率のことを示す

表2-4. 2013年度教科DTにおけるGCE Aレベル試験とASレベル試験の出願数暫定版(全体に占める各分野の%)

各分野 各試験	食品加	製品	グラフィック	布材料	システム	技術と	グラフィック	エンジ
	工技術	デザイン	プロダクト	加工	と制御	デザイン	コミュニケーション	ニアリ ング
Aレベル	7.0	56.1	11.5	11.4	1.7	2.8	7.9	1.7
ASレベル	8.0	57.3	11.6	9.9	1.9	2.2	7.0	2.1

出典: DATA (2014b) 「2013 GCE A level, AS level, L3 Diploma and L3 BTEC data」に基づき、筆者らが再構成した

Green氏は、教科DTでは2005年をピークに、GCSE試験の受験者数が減少していると述べていた。教科DTの受験者数が減少した主な理由によると、Green氏は2005年までは、教科DTが必修教科であったが、2005年以降は、必修教科ではなくなったことが起因すると指摘した。この点は、イギリスにおいても、科学・技術・エンジニアリング人材の深刻が叫ばれていて、DT各科目試験の受験者数にも顕著に表れていると、筆者は推察する。表2-1より、DT教科のGCSE試験の中で最も希望が多い科目は、「抵抗材料技術」科目で、次に「食品加工技術」であった。一方、2013年度Aレベル試験とASレベルの出願数(暫定版)に関しては、表2-4より、「製品デザイン」を出願する学習者が最も多数であった。次に多数である科目は、「グラフィックデザイン」であり、GCSE試験の場合と希望する分野が異なっている点が特徴的である。

質問3. 授業時数は、ナショナルカリキュラムで決められていないが、イングランド「DT」に関する小学校と中等学校における年間の平均授業時間数を示す客観的データの有無。

Green氏は、2種類の調査結果(4 Findings of the primary school surveys, 5 Findings of the secondary school survey)を提示した。なお、本調査結果は、1996~2006年までであるが、現在も、随時調査を行っている、と補足説明した。最近の平均時間数は、Green氏の個人的な見解を以下に示す。

#### KS1~2 (5~11歳)



9~10月中旬まで      12~2月まで      4~5月中旬まで

※上記の期間中(3 Units), 1週間に2時間程度のD&T科が実施されている。

※上記の期間以外は、Art & Design科を実施している。

#### KS3 (11~14歳)



1週間に1~1.5時間実施(オールシーズン)

#### KS4 (14~16歳)



1週間に2~2.5時間実施(オールシーズン)

質問4. 2014年9月から実施のナショナルカリキュラム「DT」の作成でDATAはどのような関与をしたのか、また、作成メンバーに加わったのか。同ナショナルカリキュラム「DT」作成ワーキンググループのメンバー構成作成とレビューのプロセスの具体を知りたい。

DT科のナショナルカリキュラムに携わったグループは、主に3グループである。

- ① DATAメンバー2名 (Andy Mitchell氏: Secondary, Gareth Pimley氏: Primary)

Andy Mitchell 氏 :

<https://www.data.org.uk/why-join-us/people/dt-association-staff/andy-mitchell/>

Gareth Pimley 氏

<https://www.data.org.uk/why-join-us/people/lead-consultants/gareth-pimley/>

② 6名から構成されるグループ

(1) Bel Read 女史 (Design Council)

(2) Rhys Morgan 氏【Director, Engineering and Education, Royal Academy of Engineering, E4E (エンジニアリング関連教育連合) の議長も兼務】と他 1 名 (Royal Academy of Engineering)

Rhys Morgan 氏 : <http://uk.linkedin.com/pub/rhys-morgan/31/9a/555>

(3) 他 3 名

③ 約 50 名規模の大きなグループ (much wide group)

このグループは、教師や大学の研究者、Design industry 関係の企業など、大きなメンバーで構成されている。David Barlex 氏もメンバーの一人である。

Andy Mitchell 氏と Gareth Pimley 氏が中心となり、②のグループと共に、ナショナルカリキュラムの作成に携わった。

2012 年 2 月～11 月の 9 ヶ月間、ナショナルカリキュラムの作成を行ってきた。初めに、政府案から草案を示された。Andy Mitchell 氏や Gareth Pimley 氏や私たち DATA は、その草案の内容に不満を感じ、たくさんの要望を行った。その後、政府案から再度、ナショナルカリキュラムの提案を受けた。①②のグループを中心に、③のグループと協議を重ねたり、意見を受けたりしながら、再度要望を提案した。その後も、①～③グループは政府と交渉を重ね、DT 科の新しいナショナルカリキュラムの作成を進めた。

pp.3-4

「Digital D&T Programme (以下、DD&T プログラム) 5 年計画」の創案に対し、疑問を投げかけるといふ最も甚大な影響を及ぼした出来事は、2013 年 2 月 7 日に DfE (イングランド教育省) が新しい D&T 科の学習プログラム (草稿案) を出版した時のことであった。デザイン及び、エンジニアリング、食物科学、織物分野のような現代的で質の高い教授方法を目指すために、我が国の基礎的な管理技能として、DD&T プログラム」を位置付けていた。学習プログラムの草稿案は、教育や研究者らによって、例外なく批判された。草稿案の内容は、以前の学習プログラムに戻る内容となっており、学習者らの才能を刺激したり、才能を引き出したりして、D&T 科で準備していたデザイン・製造・エンジニアリング・ファッションなど、多くのキャリアを追求する機会を失う内容になっていたからである。学習プログラムには、D&T 科のような創造的かつ、応用教科に対する既存の偏見により、学問を学ぶ機会と厳密さを不足させる認識を強めていた。また、学習者にとって必要なスキルの提供が不足され、才能豊かな学習者に必要な高等及び、職業教育へ進む道を弱体化させることにもつながるであろう。学習プログラム (草稿案) には、D&T プロジェクト」で育成を目指す CAD/CAM と電子工学に基づく活動を全く包含していなかった。

(中略)

DfE (イングランド教育省) は、E4E (工学関連教育連合) と連携を図っている D&T 協会に対し、学習プログラムの改善に関する助言を提供するように依頼し、拡大した批判への対応を行った。これは、2013 年 4 月に教育省に提出された。その助言とは、国内の産業状況を保つと共に、教科の中核としてのデザインを維持し、デジタル技術の学習内容を一層展開することを求める内容であった。このように、D&T プログラム」の関係者による質の高い活動は、最終的に、次期 D&T 科カリキュラムに強い影響をもたらすことが期待されている。本原稿執筆段階では、この助言に対する政府側の答申は、まだ示されていない。

質問 6. 「E4E メンバー」と NC の DT カリキュラム作成メンバーとの関係について

質問 4 の②グループメンバーの一人、Rhys Morgan 氏 (Director, Engineering and Education, Royal Academy of Engineering, E4E の議長も兼務) が両方に関わっている。



質問7. STEM教育の影響を受けている根拠や証拠と、STEM概念で強調される「日常生活や社会に果たす影響」を重視している複数の証拠

Green氏は、webページ

(<https://www.data.org.uk/resource-shop/secondary/systems/stem-careers-resources-design-and-make-it/>)と、以下の資料を基に、説明を行った。

p.8

「前プログラムとD&Tプログラム（5カ年計画）」を通じて、17,260人の教員及び、3,805人の教育実習生、8,090校が本プログラムを用いた実践に参画し、D&T科のカリキュラムの近代化に取り組んできた。

「2008～2013年までのDD&Tプログラム」は、DATAの管轄下であり、IETによって支援を受けていた。2012年3月31日までは、3つのソフトウェア提供社（DelcamとPTC、Speed Step）も、本プログラムを支援していた。総括的な目的は、CAD/CAMとECT（電子通信技術）に携わる教員のために、一貫したサポートプログラムを開発し、KS3とKS4のカリキュラムの変更内容とSTEM政策に反映させることであった。

次に、Green氏は、複数のパワーポイントを基に、STEM概念で強調される「日常生活や社会に果たす影響」を重視している複数の証拠について説明を行った。その内の一部を写真2-31と2-32に示す。



写真2-31. 夜の光(Night Lights)



写真2-32. 持ち運び用のバケツ型ゴミ箱(Portable bucket barbeque)

写真2-31は、7～8歳用の作品であり、制御機能付きのライトである。写真2-32は、15～16歳用であり、様々な食べ物を安全かつ、効率的に調理できると共に、水を温めることも可能である。写真2-31と2-32のような作品には、科学や数学などの内容が関連している、とGreen氏は述べていた。同氏は、これからも、科学や数学などで身に付けた知識や技能を使ってD&T科の活動を進めていくことの重要性を政府に伝えていく、と付け加えていた。また、「エンジニアリングUK (Engineering UK)」主催の“The Big Bang”の会合が毎年3、4月に行われている

([http://www.engineeringuk.com/The\\_Big\\_Bang/](http://www.engineeringuk.com/The_Big_Bang/))。そのときには、子どもたちの活動の様子を観ることができる、と補足説明した。

質問8. DATAのCPD(Continuing Professional Development 継続的専門職能発達研鑽)の具体的方略と、学校教員からの評価を示す客観的データ

各学校では、校内予算に応じて、CPDの一貫として校内研修を行っている。特に、政府からの予算は配分されていないので、予算がある学校では、CPDを行っている状況にある。私たち DATA は、年に3回の会合を約60カ所の地域で開催している。DATA 会員の参加費は無料であるが、非会員は参加費を払って参加している。Ofsted【英国教育水準（基準）局】が作成した以下の文書（CD-R 内の PDF 文書）を参照していただきたい。

小・中学校の D&T 科における実施状況に関する報告書

- Education-for-a-technologically-advanced-nation
- Meeting technological challenges

#### Meeting technological challenges (p.1)

Her Majesty's（イングランド政府視学官）による小・中学校の調査に基づき、本報告では、D&T 科のカリキュラムの状況を評価する。全学校の学習者のほとんどは、製品のデザインと制作を楽しみ、問題解決を図りながら、アイデアを実現化する様子が見られた。D&T 科の学習到達状況に関しては、小学校では約2/3、中学校ではちょうど半分を下回る程度の改善が見られたと共に、特に、最新の技術を用いて、正確に学習者に説明している授業が見受けられた。しかしながら、教科固有の教員研修の不足により、学習者の知識や技能（特に、電子工学の活用及び、制御システムの開発、CAD/CAM の活用）を伸ばす努力に課題が残った。本報告においても、D&T 科の近代化に向けて、各学校に対して学ぶ機会の喚起を呼びかけ、世界的な技術開発に追いつくことができるように注意を向けていく。

CPD(Continuing Professional Development 継続的専門職能発達研鑽)は大切であるが、現状は、極めて厳しい状況にある。先生方は、毎日忙しいので、研修に参加することが困難な状況にある。私たちは、bio-mimicry のような教師にとって分かりづらい内容を伝える努力をしている。その取り組みの一つが、「FINAL Digital DT Final Report 2013 inc appendices」である。「DD&T プログラム」とは、新しいナショナルカリキュラムに提案するための取り組みであり、CPD の一つである。Green 氏を含む DATA は、「Digital D&T Programme (DD&T プログラム)」を開発し、その普及や CPD に取り組んできた。「FINAL Digital DT Final Report 2013 inc appendices」は、その最終報告書である。

p.6

2014 年9月に実施される新しいナショナルカリキュラムは、1989 年のナショナルカリキュラムの導入以来、最も大きな改革かつ、極めて複雑なカリキュラム改革である。政府からの中核を成す支援や助言が十分に提供されることもなく、実施される予定にある。従って、支援や助言、研修が不足した状態の学校を省みずに、計画されているカリキュラム改革が組み込まれていくのであれば、現在のサポートネットワークによる支援や管理が必須となる。

本原稿執筆段階では、地域のサポートセンターの今後については、まだ不確かな状況のままである。D&T 科の現状を保つために教師や学校の支援に努めてきたセンターの機能は、2013 年には、一層必須であり、欠かせない。各センターは、過去5年以上に渡って証明・提供してきたものを今後も提供していく資格がある。

「DD&T プログラム」の5年間の蓄積を反映していない D&T 科のカリキュラムは、このままでは、このプログラムが目指してきた、本当の意味での、効果的なカリキュラムの革新を無駄にすることになるであろう。

Green 氏は、「私たち DATA は、教師の授業力改善や、次期のナショナルカリキュラムに向けての教授内容の伝達を行った結果、教師力が次第に向上してきたと考える」と述べた。

質問9. 小学校においても、「DT」「Computing」の専任教員を増やす予定はあるのか。

それについては、こちらにも情報は入っていない。

質問 10. イングランド「DT」では、初等学校KS 1, 2と中等学校KS 3, 4でどのような教科書が用いられているのか。

各学校では、教科書を活用していない。教師によっては、参考書を使用したり、当協会の提供する資料を用いたりして、授業を進めている。

質問 11. DATA が担当する DT と、ICT や Computing 関係の研究組織、教育組織とどのような具体的な連携をしているのか。

私たちは、ASE (Association for Science Education) と CAS (Computing and Schools) と連携している。これら 2 つの協会は、非会員である。

質問 12. DATA と STEM 支援組織との連携の具体

Autodesk という会社は、当教会の協同パートナーであり、STEAM 教育の影響を受けている。私たちの協会は、MINT や EU との連携を図っていない。

質問 13. Key messages の作成の意図や根拠は何か。

6 つのキーメッセージは、各教師がナショナルカリキュラムを進めるための手助けになる観点である。この 6 つは、私たちが考えて設定した。

質問 14. 教室環境に関する取組・支援は行っているのか。

DATA に登録しているいくつかの企業、具体的には、TTS や Technology Supplies LTD, DATA Harvest では、教室環境に関する教具等の開発・紹介を行っている。特に、DATA Harvest は、Lego やソフトウェアなどを取り扱っている。DATA と協同している企業一覧

(<https://www.data.org.uk/for-partners/corporate-members/>) の中に、DATA Harvest

(<http://www.data-harvest.co.uk/>) , Technology Supplies LTD

(<http://www.technologysupplies.co.uk/>) の 2 社が掲載されている。

DATA のスポンサー一覧 (<https://www.data.org.uk/for-partners/sponsors/>) の中に、TTS

([http://www.ttsgroup.co.uk/shops/tts/Default.aspx?utm\\_source=TTSEmail&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=TTSEmailFooter](http://www.ttsgroup.co.uk/shops/tts/Default.aspx?utm_source=TTSEmail&utm_medium=email&utm_campaign=TTSEmailFooter)) が掲載されている。

今回、我々の調査に応じてくれた関係者からは、下記資料の贈呈があり、磯部・山崎が現在所蔵中である。

入手資料リスト：

1. The Design and Technology Association, D&T Practice, The design and technology publication for the profession, Making D&T visible, Issue 2, 2014
2. The Design and Technology Association, Guidance for Foundation and Primary Phases Initial Teacher Training and Continuing Professional Development in Design and Technology, Standards for Newly Qualified and Practising Teachers, 2005
3. The Design and Technology Association, Minimum Competences for Trainees to Teach Design and Technology in Secondary Schools
4. The Design and Technology Association, Projects on a Page A national scheme of work for design and technology at Key Stages 1 and 2
5. Sioux Gardner, Head of department survival guide, The Design and Technology Association
6. Terry Bendall with John Chidgey and Ian Tildsley, Designing your new D&T Department, The Design and Technology Association
7. Kevin Jones, Your department: is it working?, The Design and Technology Association
8. Mary Southall, Making a case for ..., The Design and Technology Association
9. The Design and Technology Association, Design and Technology Programmes of Study: Key Stages 1 to 3 National Curriculum in England, 2013
10. The Design and Technology Association, Designing, Number 98, Summer, 2014
11. Juliet Upton, The Case for Design and technology in Schools, The Design and Technology Association

12. The Design and Technology Association, Applying ICT in Design and Technology at Key Stages 1 and 2
13. The Design and Technology Association National Curriculum Expert Group for D&T, Design and Technology Progression Framework
14. The Design and Technology Association, Primary D&T National Curriculum 2014 - Myths and Facts
15. The Design and Technology Association, Formative Assessment – Initial Guidance
16. The Design and Technology Association, D&T Key Resources Engineering Elegance, 2011
17. The Design and Technology Association, D&T Key Resources HotStuff: Pewter casting, 2012
18. The Design and Technology Association, D&T Key Resources USB Pen

### 謝辞

本渡航は、2014年度兵庫教育大学連合研究科共同研究プロジェクト経費「プロジェクトの名称：システムの思考に基づいたイノベーション力の育成を図る技術・情報教育体系に関する研究（チームリーダー：森山 潤兵庫教育大学大学院教授）」の支援を受けて、研究調査の実現に至ることができた。関係各位に深厚なる謝意を表す。

### 文献

- 1) Design and Technology Association, 2013 GCSE Full and Short Course, L1-2 Diploma and L2 BTEC data, 2014a.
- 2) Design and Technology Association, 2013 GCE A level, AS level, L3 Diploma and L3 BTEC data, 2014b.

### 第 3 部

## 2014 年実施のイングランドのナショナルカリキュラム 「Design and Technology」と「Computing」の改訂 に対する STEM 教育運動の影響†

### The Effect of the “Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) Educational Movement” in the Transition for Revision in “Design and Technology” and “Computing” in the National Curriculum in England from 2014

大森 康正\*      磯部 征尊\*\*      寒川 達也\*\*\*      山崎 貞登\*  
Yasumasa OOMORI   Masataka ISOBE   Tatsuya SAMUKAWA   Sadato YAMAZAKI

本研究目的は、2014 年 9 月実施版イングランド NC 教科「デザインと技術(DT)」と「コンピューティング」に対する STEM 教育運動(Science, Technology, Engineering and Mathematics)の影響を明らかにすることである。両教科は、STEM 教育運動の影響を受けながら改訂の経緯をたどり、国家政策に基づくイノベーション創出のために、工学の意義を実践的に学習するプロジェクトと、安全性や信頼性に配慮した学習が一層重視されていた。さらに、技術デザインプロセス思考によるアイデアの生成とアイデアの実現の学習が一層充実されていた。DT とコンピューティングの教科連携の強化として、DT ではプログラムによる計測・制御教育、「コンピューティング」では 5 歳から 16 歳までを一貫したプログラムの作成と、技術デザインプロセス思考に基づくデジタル作品制作を重視していた。

キーワード：STEM 教育，工学，イノベーション，安全・信頼性，技術デザインプロセス思考

#### 1. はじめに

イギリスの正式名称は、「グレートブリテン及び北アイルランド連合王国（以下、イギリス）」である。イギリスは、イングランド、ウェールズ、スコットランド、北アイルランドの 4 地域から成る。各地域には、各々の「ナショナルカリキュラム (the National Curriculum, 以下 NC) がある。本小論の研究対象は、イングランドの NC の技術教科である。

イングランドは、1990 年に当時の保守党のサッチャー首相が主導した教育政策により、NC を導入し<sup>1)</sup>、大

胆な教育改革を実施した。その後、1995 年に第 1 回の大幅改訂<sup>2)</sup> が行われた後に、小改訂<sup>3)~7)</sup> を繰り返してきた。2010 年 5 月の労働党から保守党・自由民主党の連立政権への政権交代直後、連立政権は、労働党政権下で進められていた NC 改革を凍結し、2011 年から NC 改訂作業を開始した。2013 年 9 月 11 日に、NC の 1995 年大改訂以来の 2 回目の大幅改訂となる、2014 年 9 月から実施 (以下、2014 年実施版) NC を公開<sup>8)~9)</sup> した。

1990 年版から 2007 年版までの NC に「テクノロジー (以下、技術)」の名称が含まれる教科科目に関する国内先行研究は数多い。有川ら<sup>10)</sup>は、2013 年までの NC 教科「Design and Technology (以下、DT)」の現状と課題について論じている。磯部・山崎<sup>11)</sup>は、国内の先行研究知見の概括と共に、1990 年版から 2013 年度(2013 年 9 月~2014 年 8 月)まで実施の NC 「技術」教科の変遷過程をまとめている (表 1)。

1990 年版から 2007 年版 NC の各教科は、5 歳~

(2014 年 3 月 26 日受付, 2014 年 11 月 15 日受理)

\* 上越教育大学大学院

\*\* 新潟市立亀田小学校 (現在, 愛知教育大学)

\*\*\* 上越教育大学大学院 (院生)

† 2013 年 11 月本学会第 25 回北陸支部大会(長野), 2014 年 3 月本学会第 29 回情報分科会 (大阪) にて発表



表1 イングランドのナショナルカリキュラム「技術」教科の1990年～2014年までの変遷

1990年	1995年(大改訂)	1999年	2004年	2007年	2014年(大改訂)
教科「Technology」 <sup>1)</sup> (5～16歳必修) ・教科構成科目の内訳は、「Design and Technology (DT)」科目と、「Information Technology (IT)」科目の2科目構成	教科「DT」 <sup>2)</sup> (5～16歳必修)	教科「DT」 <sup>3)</sup> (5～16歳必修)	教科「DT」 <sup>5)</sup> (5～16歳必修)	教科「DT」 <sup>7)</sup> (5～14歳必修)	教科「DT」 <sup>8)</sup> (5～14歳必修)
	教科「IT」 <sup>2)</sup> (5～16歳必修) ・DTとITの2教科に分離	教科「ICT」 <sup>4)</sup> (5～16歳必修) ・教科の名称変更	教科「ICT」 <sup>6)</sup> (5～16歳必修)	教科「ICT」 <sup>7)</sup> (5～16歳必修)	教科「Computing」 <sup>8)</sup> (5～16歳必修) ・教科の名称変更及び、目標・内容の大改革

出典：参考文献1～8)に基づき、筆者らが作成した。

16歳までの義務教育段階を、4つの教育階梯(Key Stage,以下KS)で区分する。KS1は5歳～7歳、KS2は7～11歳、KS3は11～14歳、KS4は14歳～16歳である。2014年実施版NCの全ての教科は、学習プログラムにおいて、教科全体の学習目的(Purpose of study)、目標(Aims)と、教科内容(Subject content)が、各KSで示されている。

表1によると、1990年版では、DTと「Information Technology(以下、IT)」の2科目構成からなる「Technology」と呼ばれた1教科であった。しかし、教育関係者等から2教科分離論の要望により<sup>11)</sup>、1995年には、DTとITの2教科に分離した。1999年版では、教科ITは、「Information and Communication Technology(以下、ICT)」の教科名となった。教科ICTの国内先行研究<sup>12)～16)</sup>は多数ある。

NC2014年実施版では、教科名「ICT」は「Computing(以下、コンピューティング)」に名称変更になり、目標と内容の大幅な見直しが行われた。2014年から実施の教科コンピューティングは、KS1からKS4まで必修である。

本研究の目的は、2014年実施版の教科「デザインと技術」と教科「コンピューティング」の改訂の経緯を果したSTEM教育運動の影響を明らかにすることである。本研究目的を達成するために、STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics)教育に関連する2つの研究下位課題を設定する。本研究のSTEM教育概念の定義は、Bybee<sup>17)</sup>に基づき、「万人の科学・技術・工学・数学に関連する科学・技術の理解増進、21世紀の壮大な挑戦を担う全ての市民の科学・技術リテラシーの普及・向上と共に、特に大学等の高等教育以前からの継続的・系統的な教育により、豊かなテクニックと個人的スキルを有する科学・技術専門職人材育成のための教育及び教育運動」と定義する。

2008年、イギリスWorcester大学教育学部に創設されたSTEMチームは、イギリスの主要なSTEM教育運動年表(p.6, Fig.1.1)<sup>18)</sup>をまとめた上で、2000年代から、STEM教育概念が頻繁に用いられ、盛んになったと指摘している。イギリスの技術教育研究者のBanks and Barlexは、イギリスのSTEM教育では、政府政策に基づく「イノベーション」人材の創出、「日常生活や社会に対する影響」と「技術デザイン思考による問題解決」に基づく意思決定を一層充実していると指摘した<sup>19)</sup>。

一方、イングランドNCの2014年実施版教科「DT」と「コンピューティング」の改訂に際し、STEM教育運動の影響の有無を検討した国内の先行研究は、管見の限り公表されていないようである。本小論では、2014年実施版の両教科共にSTEM教育運動の影響を受けたと考え、検討するための2つの研究下位課題を設定した。

第1の下位課題は、イングランドにおけるSTEM教育の経緯と、STEM教育機関に着目した検討である。イングランドを含むイギリスにおけるSTEM教育の経緯に関しては、掘田<sup>20)</sup>の先行研究が詳しい。イギリスでは、Miller and Osbornらの指摘のように、児童生徒の多くが、科学的な考え方を学校外では身近に感じられず、日常の文脈の中で科学的な情報を効果的かつ自信を持って扱えないことが問題になっている<sup>21)</sup>。さらに、イギリスの技術離れと技術者減少が深刻である<sup>22)</sup>。

イギリスにおけるSTEM教育機関の成立と、組織の構造については、掘田<sup>20)</sup>が解説している。2004年、イギリス財務省(HM Treasury)、同貿易産業省(当時)(Department of Trade and Industry: DTI)、同教育技能省(当時)(Department for Education and Skills: DfES)は、「科学とイノベーションに関する投資枠組み2004-2014」を発表し、2004年から2014年までのSTEM教育の具体的な目標を設定した<sup>23)</sup>。2006年、DfESとDTIの報告書の17頁の図1で、「STEM普及

のガバナンス構造」を示した<sup>20,24)</sup>。同図では、全ての学校、大学に対する STEM 教育支援のために、王立協会(The Royal Society), 王立工学アカデミー(The Royal Academy of Engineering)等のハイレベルの STEM 方略グループと、実働する全英 STEM ディレクターの設置を提案した。

第2の下位課題は、STEM 教育で特に重視される「イノベーション」, 「技術デザイン思考による問題解決」, 「日常生活や社会に対する影響」<sup>17)</sup>に着眼し、2013 年度までの教科「DT」と、2014 年実施版の教科「DT」との違い及び、2013 年度までの教科「ICT」と、2014 年実施版の教科「コンピューティング」との違いの検討である。Bybee<sup>17)</sup>によると、「真正の STEM 教育は、技術の振る舞いや機能と、技術の使用の改善に対する理解を一層増進しなければいけない」, 「STEM 教育では、高等教育以前から、工学の系統的な学習を強化しなければならない」, 「工学は問題解決とイノベーションを直接含意し、2つは全国家存立の再優先事項である」, 「生徒はデザインプロセス思考を伴う問題解決で、工学が社会に果たす経済的重要性を学習しなければならない(以上、p.996)」と指摘する。

イングランドの2013年までの「DT」では、「技術デザイン思考による問題解決」, 「日常生活や社会に対する影響」は扱われてきたが、「イノベーション」の用語は、従来の NC<sup>17)</sup> ではほとんど用いられなかった。本小論では、NC2014 年実施版 DT で、「イノベーション」と、「技術デザイン思考による問題解決」, 「日常生活や社会に対する影響」の一層の充実は、STEM 教育運動の影響を受けたと考え、検討を行う。また、STEM 教育運動の影響を受けて、NC2014 年実施版では、「ICT」から「コンピューティング」への教科名称変更と共に内容の大幅な見直しが行われたと考え、検討を進める。

なお、国内の先行研究では、「技術デザインプロセス思考」に関する明確な概念規定は、管見の限り見当たらない。そこで、本研究では、Layton<sup>25)</sup>の「技術デザインプロセス思考」の規定に従う。Layton は、「技術デザインプロセス思考」を、「必要性の決定」, 「必要性の記述」, 「アイデアの形成」, 「1つのアイデアの選択」, 「作品の製作」, 「作品の試験」の各過程を相互に行き交う一連の思考様式と定義する。また、Layton は、「技術デザインプロセス思考」と「技術デザイン思考」を同義とし、本研究においても同義とする。

「技術デザインプロセス思考」を伴う活動様式の定義は、Breckon が編著者の 14 歳から 16 歳を対象とした「技術」教科書(p. 2)<sup>26)</sup>で定義している。両教科共に、

「デザイン」の意味は、大きく (1) 技術事物概念と (2) 技術デザインプロセス思考を伴う活動体系を意味する技術機能概念の2つがある<sup>11)</sup>。(2) 技術デザインプロセス思考は、イノベーション(p. 6)<sup>27)</sup>とリスク評価活動(p. 2)<sup>28)</sup>の PDCA システム (課題の明確化とアイデアの生成, 設計・計画, アイデアを実現するための試作・製作, 適切なデザイン解の提案と改善・実用化の相互作用過程を伴う技術デザインプロセス思考を伴う) 活動体系の意味で用いられる。

## 2. 研究方法

本研究対象の主文献の1つは、2013年9月11日にイングランド教育省のWebで公開された2014年実施版の NC 文書<sup>8)</sup>である。

教科 DT では、2013 年 5 月 16 日に、Design and Technology Association (DATA) の Green 会長と、ハイレベルの STEM 方略グループである王立工学アカデミー「36 の専門工学組織から構成される工学のための教育部会(E4E)」Harrison 会長が教育省に提出した、2014 年実施版 DT 教科の NC 草稿<sup>29)</sup>の作成経緯に着目した資料を中心に探索と解読をした。DATA とは、イングランドの教科 DT 教員・行政関係者・研究者等が加入している最大組織である<sup>11)</sup>。NC2014 年実施版 DT の学習目的、目的と内容は、磯部らが全訳している<sup>30)</sup>。2014 年実施版 DT の NC エキスパートグループが作成した、「学校カリキュラムでの真正の DT 教科教育実践：指導と評価の原理」<sup>27)</sup>を全訳し、STEM 教育の影響を受けていると予想した2014年実施版で一層重視されている「イノベーション」と「安全・信頼性」の観点に着目し、表に整理した。また、同じく2014年実施版 DT の NC エキスパートグループが作成した「学校のための鍵メッセージ、指導・解説資料」<sup>28)</sup>の「鍵メッセージ」と「指導・解説資料」の観点から、各 KS の DT の教科内容をまとめた。

教科コンピューティングについても、磯部らにより、NC2014年実施版教科コンピューティングの学習目的、目標と内容が全訳されている<sup>30)</sup>。2012年の王立工学アカデミーの「シャットダウンか、再出発か。イギリスの学校におけるコンピューティング (Shut down or restart? The way for Computing in UK schools)」<sup>31)</sup>で提案されたプログラムの作成を重視した情報技術教育の観点から、NC教科コンピューティングの各KSの内容を整理した。

加えて、教育省及び関連サイト、DATA等の「DT」とITT等<sup>32),33)</sup>の「コンピューティング」教科関連学会の文献解読やサイト検索と、Birmingham City大学Prof. Clare Benson等との私信による研究支援を受けた。

### 3. 結果及び考察

#### 3.1 2014年実施版の教科DT

イングランドNC各教科では、2012年6月から、2014年実施版の改訂作業が実施された。DTでは、教育省の教科調査官(Inspector)、学校・大学教員、各地の教科指導主事等と共に、イギリスのDT教科の教育者・研究者等の学会組織であるDATA<sup>10)</sup>のGreen会長が、「DTのためのエキスパートグループ(Expert Group for D&T)」と称するメンバーに参画している<sup>27),28)</sup>。

2013年5月16日、DATAのGreen会長と、ハイレベルのSTEM方略グループである王立工学アカデミー「36の専門工学組織から構成される工学のための教育部会(E4E)」Harrison会長は、2014年実施DT教科のNC草稿<sup>29)</sup>を教育省に提出した。同草稿の添え状には、NCの他教科、特に科学と数学との連携の一層の充実が明記されていた。さらに、2013年4月19日に王立工学アカデミーの支援を受けて、初等中等学校教員、教員養成機関、産業・経済界代表者等との聴聞会に基づき、草稿が作成された経緯についての記述が見られた<sup>29)</sup>。

次に、2014年から実施の教科DTの学習目的を、表2に示す。表2の「デザインング(designing)」と「製作(making)」との関係については、「一方向の不可逆的な直線あるいは環状プロセスをたどる活動ではなく(as opposed to a formulaic linear or cyclical process), 繰り返しの(iterative process)プロセス(p.5)」と明記している<sup>28)</sup>。我が国の技術科教育では、「設計と製作」の和訳が多い。しかし、設計と製作を不可逆的に2つに区分するのではなく、「技術デザインプロセス思考を常に伴う設計・製作実践の相互反復活動」を意味していることは、明らかである。したがって、「デザインング(designing)」は、表2の最初から3文目では、「学習者は、幅広くDT教科の知識を獲得し、数学・サイエンス・工学・コンピューティング・アート教科の知識等を活用する」ことが明記されている。そのため、STEM教育の影響を強く受けていると考えられる。イギリス政府は、STEM教育の充実を国の成功と繁栄を導く最重要課題とし、米国をはじめとした他の先進諸国と同様に、高度科学・技術化社会を支える主権者としての素養と、産業

表2 2014年実施の教科DTの学習目的

- |  |
|--|
| (1) 創造性や想像性を活用し、様々な状況下(自分及び、他者のニーズ・要求・価値)を考慮しながら、現実的で社会と繋がる技術課題を解決する製品をデザインング(designing)し、製作(making)する |
| (2) 幅広く教科の知識を獲得し、数学・サイエンス・工学・コンピューティング・アート教科の知識等を活用する  |
| (3) イノベティブかつ積極的で、才能や能力のある市民になるために、負のリスクを避ける方法を学習する   |
| (4) 技術の歴史変遷と評価を通じて、デザインとテクノロジーの進展が、日常生活や世界への影響を及ぼすことについて、創造的な理解を深める                                    |
| (5) 技術の、国家の創造、文化・富・福祉への貢献を理解する   |

出典：文献 8) p.208 の Design and technology の Purpose of study に基づき筆者らが作成した。

経済界を支える人材育成としてSTEM教育を推進している<sup>23),24)</sup>。

2014年実施版のDT教科目標は、以下4点である。(1)日々の活動を遂行し、増大するテクノロジーの世界に自ら進んで参加するために、必要な創造的かつ、テクニカルで実践的な専門知識を発展させること、(2)知識と理解、スキルの範囲を広げて活用し、ユーザーの大部分に役立つ質の高いプロトタイプや製品を、デザインし、製作すること、(3)自分たちのアイデアと製品、他者の技術活動を、批評・評価・試験すること、(4)栄養学の原理を理解・応用し、調理方法を学ぶことであった(p.208)<sup>8)</sup>。NC2014年実施版の「DTのためのエキスパートグループ」の作成文書<sup>31)</sup>の「鍵(Key)メッセージ」は、(1)ユーザー、(2)目的、(3)機能性、(4)デザインの決定、(5)イノベーション(表3)、(6)安全・信頼性(authenticity)(表3)であった。これら(1)～(6)は、実践指導と学習評価原理の要件とした(p.1)<sup>27)</sup>。

本小論では、本研究方法で前述した下位課題の第1と第2を検討するために、(5)イノベーションと、(6)安全・信頼性に着眼した。表3の(5)イノベーションは、「一連のデザインアイデアと製作を導くイノベーションが求められるプロジェクトで発達し、拡散的思考を開始点とする学習活動の特徴とする(Projects that encourage innovation lead to a range of design ideas and products being developed and are characterized by engaging open-ended starting points for learning.)」と定義している<sup>27)</sup>。また、イノベティブを「ある目的のために、オリジナル、想像的、創造的、リスクを伴う活動 (being original, imaginative,



表 3 学校カリキュラムで経験可能な教科「DT」実践ガイドと評価方針 — 「イノベーション」と「安全・信頼性」 —

カリキュラム 方針	KS 1～3 における実践例	教師・講師の内省を促す問い：実 践を確実に保証するための学習者 に必要な範囲：	必要性の 確認：本指 針に関連 のある内 容
<p><b>(5) イノベ ーション</b> 技術デザ インと製 作を行 う際、学 習者は、 思考を 伴うオ リジナル な領域を 幾つか 必要と する。一 連のデ ザイン アイデア と製作を 導くイ ノベー ションが 求めら れるプロ ジェクト で発達 し、拡散 的思考 を開始点 とする 学習活 動を特 徴とす る。</p>	<p><b>KS 1 (5～7 歳)：</b>1～2 学年の学習者には、「オーストラリアの炎天下と昆虫がいる中で、テディ (ぬいぐるみ) が涼しく過ごせる帽子を技術デザイン・製作する」という課題が与えられる。学習者は、どのような材料が太陽光から保護するのに適しているかを調査し、昆虫が顔に付かないようにする方法を探究する。学習者は、帽子の目的を念頭に置きつつ、紙やカードによる模型づくり (モデリング) を通じて、創造的・想像的なアイデアと解決方法を展開・交流をして、実現化を図ることを促される。</p> <p><b>KS 2 (7～11 歳)：</b>リサイクルされた布を用いて、収納袋を技術デザイン・製作する際、3～4 学年の学習者は、独自の技術デザイン概要を展開・解決する範囲が与えられる。一連の目的を満たす製品のアイデアを創造する。学習者は、把握しているユーザーのニーズに対応する。学習者は、技術デザインしたアイデアから、起こりうるリスクに対応する。対象ユーザーによって起こりうる問題を、情報収集をすることで、画一的な解決方法を避ける。オリジナルで、機能的、魅力的な最終製品を創造することが求められる。</p> <p><b>KS 3 (11～14 歳)：</b>学習者は、身近な行事や祭りを想定し、食品パックの環境負荷軽減を課題として考える。学習者が、屋外の「出店フード」の歴史と、食品パックの再利用技術をデザインする。破棄せずに、再利用可能な概念を探究する。学習者は、食品パックが土壌環境に悪影響を及ぼさないという考えから、パックのゴミは、土壌環境に負荷を与えるという意見へと再考する。学習者は、リスクを伴いながら材料を創造的に活用することを発想する。例えば、製作する食品パックに草花を育てる活動、コンピュータグラフィック制作によるメッセージをパックに付ける活動などにより、イノベーションの概念理解を深める。</p>	<p><b>KS 1～3</b> ・技術デザイン概要と問題に対して、創造的・想像的に対応していますか？</p> <p><b>KS 2～3</b> ・技術デザインと製作の時に、オリジナリティな部分を少しでも説明していますか？ ・リスクを想定し、その対応の仕方を学んでいますか？ ・「デザインと技術」科で用いる「イノベーション」の意味を理解していますか？ ・イノベーションが、製品の技術デザインと製作プロセスの中で、どの程度重要な役割を示しているのかを理解していますか？</p> <p><b>KS 3</b> ・イノベーションの概念を用いて、技術デザインと製作を支援していますか？ ・製品を創造するとき、どの程度創造力を働かせていたのかを、評価していますか？</p>	<p>あなたの実践の長所は、何と考えますか。</p> <p>あなたは、自身の実践のどの部分を発展させたいですか。</p> <p>あなたは、自身の実践を改善するために、どのような活動を行うつもりですか。</p>
<p><b>(6) 安全・ 信頼性</b> 学習者は、自分と他者の双方にとって、信頼性があり、実用的な製品の技術デザインし、製作することが求められる。</p>	<p><b>KS 1 (5～7 歳)：</b>1 学年の学習者には、「構成材料、建築用キット・布を用いて、クマの赤ちゃんのぬいぐるみ用の、強度があり安定した椅子を創造する」機会が与えられる。学習者は、重要かつ魅力的で解決を図る技術デザイン問題を包含した架空の課題に対して、積極的に活動する。学習者は、柔らかいおもちゃを使ってアイデアの展開・試験を行い、小寸法の椅子を技術デザイン・製作する。学習者は、椅子のサイズ・形状・部品、材料の種類、使用する接合・仕上げ方法、椅子の立たせ方、ユーザーに対して十分な強度を持たせる方法について考える。</p> <p><b>KS 2 (7～11 歳)：</b>5 学年の学習者は、小企業を想定して、健康スープを開発する。学習者は、地域のスーパーマーケットを訪れ、小学生用の新しいスープを開発することを依頼する。学習者は、市場調査を行い、既存のスープを基に、対象グループの嗜好を確認する。そして、技術デザイン規準をつくり、製品の味・質感・見た目・において分類する。健康管理やダイエットをどのように取り入れたらよいか、また、適切な値段をどのように設定したらよいかなどについて考える。学習者は、スーパーマーケット代表にスープを売り込み、フィードバック情報に基づき、レシピを修正する。</p> <p><b>KS 3 (11～14 歳)：</b>学習者は、博物館や店、観光スポットで販売されている製品を調査する。学習者は、依頼人と連絡をとり、開催地に参加する代表者向けのプレゼンテーションを制作する。そして、様々な企業で働く機会を考え、特有の地域を思い出す小さな土産品を技術デザインする。学習者は、潜在する市場を確認するための調査を行う。製品開発過程の各段階 (前・途中・後) において、依頼人と議論を交わす。学習者は、依頼人の特有の要件を分類し、販売の必要条件を考える。そして、実際のコストを分析し、生産率を上げるためのビジネス提案書を作成する。</p>	<p><b>KS 1～3</b> ・学習者は、現実的で、意味深いプロジェクトを実行できますか？ ・地域や産業界の実態を考慮し、一連の関連性と状況を考慮した活動ができますか？ ・使用に耐えうるような、実用的かつ信頼性のある結果に向けて努力していますか？ ・教科「デザインと技術」の内容を、より広範な関連性や状況に反映させる活動に携わっていますか？ ・実際のユーザーを対象とした、真正な目的に基づく製品を創造していますか？ ・成功に導くために、技術デザインプロセス思考法を用いて、製品を創造していますか？</p>	<p><b>KS 2～3</b> ・教科「デザインと技術」でデザインと製作した実際の作品と、他の教科領域のカリキュラムで創造した結果との違いを理解していますか？</p>

出典：文献 27) の 6 と 7 頁に基づき、筆者らが作成した。

creative and taking risks for a purpose)」と規定する (p. 3)<sup>28)</sup>。教科 DT では、イノベーション概念を、学

習者の心身の発達に応じた教材の難易度に設定し、実践活動を通して学習させる。特に、発達段階に応じた課題

表4 2014年から実施DTの教科内容の概要

	KS 1 (5~7歳)	KS 2 (7~11歳)	KS 3 (11~14歳)
デザイン	(1) 評価規準(社会的・環境的・経済的側面等)に基づき、自分・他者に役立つ機能的・審美的製品のデザイン (2) アイディアの発展・模型製作・ICTによる伝達と表現	(1) イノベティブ、機能的、審美的製品のデザイン規準の作成 (2) アイディア伝達・表現のためのスケッチ、図面作成とCAD利用	(1) ユーザーニーズの理解 (2) デザイン最適解 (3) デザイン (4) バイオミミクリ(生態システム模倣によるイノベーションと環境負荷軽減)、ユニバーサルデザイン (5) e-デザインポートフォリオ
製作	(1) 実習(切断・構成・仕上げ等)、道具機械の選択・活用 (2) 木材、布等の材料の適切な選択と活用	(1) 道具・装置の適切な選択・活用 (2) 機能的・審美性を考慮した材料の適切な選択と活用	(1) CAM製作 (2) 材料特性を考慮し、KS1,2からさらに学習難易度をより高くした製作
評価	(1) 既成品の調査と評価 (2) デザイン規準による評価	(1) 既成品の調査と評価 (2) 独自のデザイン規準で評価	(1) 技術の歴史を理解した技術評価、 (2) 技術イノベーション (3) ユーザー評価による製品の改善 (4) 技術倫理・責任
テクニカルな知識	(1) 構造の強度と安定性 (2) 車輪・車軸等の機構	(1) 加工硬化・補強方法 (2) カム・リンク装置等の機構 (3) 電球・モータ等を組み込んだ電気システムの理解・活用 (4) コンピュータを組み込んだ製品と、プログラムによる計測・制御	(1) 機構及び機械要素の理解 (2) エネルギー変換と機械的仕事を理解した製作、先進的な機構システムの理解

出典：文献8)のpp.209-212に基づき、筆者らが作成した。

を通じて、起こりうる危険を予測し、その危険を回避するための修正・改善をする創造的な思考の育成が強調されていた。

表3の(6)安全・信頼性のカリキュラム方針では、「学習者は、自分と他者の双方にとって、信頼性があり、実用的な製品の技術デザインし、製作することが求められる」と表記されていた。KS3における実践例では、学習者は、製品開発過程の各段階(前・途中・後)において、依頼人と議論を交わす実践例が記されていた<sup>27)</sup>。6つの鍵メッセージ(Key messages)の1つである「安全と衛生」(p.2)<sup>27)</sup>では、健康・安全・衛生と共に、DTプロジェクトを実施する際に、リスクアセスメントの実行を求め(p.2)<sup>28)</sup>、「安全と信頼性」をテーマにした教育の一層の充実が図られていた。

NC2014年実施版のDTの内、紙幅から「栄養と調理」を割愛した教科内容の概要を、表4に示す。

磯部・山崎<sup>11)</sup>が表4と5で示した2013年までの教科DT学習プログラムと比較した結果、主に2つの変更点が見られた。第1は、KS2(7~11歳)とKS3(11~14歳)における、技術デザインプロセス思考によるイノベーション概念を一層重視した点である。第2は、技術イノベーションと、健康・安全・衛生・信頼性との調和を目指すために、技術デザインプロセス思考における「バイオミミクリ(Biomimicry)」概念を事例として明記した点である。バイオミミクリとは、システムとし

ての生態系における生物機能と調和を学び、そのデザインやプロセスを模倣する(またはインスピレーションを得る)という視点でイノベーションを創発し、社会問題の解決と環境負荷低減を実現しようとする概念である。

### 3.2 2014年実施版の教科コンピューティング

2012年1月、ハイレベルのSTEM方略グループの一つである王立工学アカデミーは、「消滅か再出発か? イギリスの各学校におけるコンピューティングを行うための方法(Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools)」<sup>31)</sup>を公表した。同文書によると、「国内の多くの学校におけるコンピューティング教育は、現在、極めて大きな問題点を抱えている。現在の「ICT」教科は、内容が広すぎて浅く、コンピューティングへの関心を学習者に高めさせる程度が、教員の力量が不安定で一律ではない。学習者によっては、ICT教育に興味を示さず、基礎的なデジタルリテラシースキル(ワードプロセッサまたは、データベース)が教えられている程度である(p.5)」と指摘した。その主たる理由を4点挙げている。(1)現行のNCの教科ICTにおける多種多様な解釈、(2)デジタルリテラシーの基礎を越えるレベルを指導できる教員の不足、(3)コンピューティングに関する教材開発の不足、(4)学校の条件整備の遅れで、コンピューティングを効果的に教育できないインフラ状況である。このような主たる背景によ



り、「ICTでは、本来教える必要のある『コンピュータサイエンス』が、軽視された傾向が見られた。このことにより、多くの一般人は、ICT に対して否定的にとらえつつある (p.8)」<sup>31)</sup>ということから、「ICT」の用語に対する多義的な解釈と、実際の指導内容の扱いや質の低下を問題とした。

さらに、同文書<sup>31)</sup>5頁では、「ICT」を、「1999年版以来の NC で定義された教科名」と用語の意味を規定した。「コンピューティング」を、「一般的に、学校では ICT、産業界では IT と呼称し、幅広い教科内容を包含している」と規定した。また、「コンピュータサイエンス」を、「プログラム言語及び、データ構造、アルゴリズムなどを包括した明確な学問分野」とした。「IT」を、「産業及び、企業、芸術など、多岐に渡って使用されており、IT システム構造・人的要因・プロジェクト管理などを含むコンピュータの活用 (IT は、産業界で使われる範囲よりは狭く、一般的には、コンピュータ科学を包括している)」とした。「デジタルリテラシー」を、「コンピュータを使用する一般能力。単教科固有の能力というより、むしろ教科横断スキル」と規定した。そして、同文書<sup>31)</sup>の 17 頁にて、コンピューティングの学習内容として、「コンピュータサイエンス」「デジタルスキル」「情報技術」の 3 つの柱を提案した。

加えて、教科「ICT」では、教員不足だけでなく、コンピュータサイエンスに関する教科専門性や学習指導法を学ぶ「専門職能発達 (Continuing Professional Development, CPD)」の提供と機会が不十分であると指摘した。また、STEM 教育を学ぶ機会やニーズへの対応を勧告した (p.48)<sup>31)</sup>。イギリスは、2008 年にイングランド・ヨーク大学構内に、National STEM Centre<sup>32)</sup>を開設し、ギャツビー慈善財団の支援で運営している。同センターのコレクションの内訳は、(1)印刷刊行物、マルチメディア、教材、(2)教育実践論文・同報告、(3)最近の数十年前から取り出されたアーカイブ資源、(4)STEM 政策文書、(5)UK Space Education Office (UK-ESERO)の資源、(6) eLibrary による STEM 教材である。さらに、STEM ディレクターズ<sup>33)</sup>は、2008 年に STEM 教育の活動に関するデータベースを創設した。具体的には、「アフタースクール (科学・エンジニアリングクラブ)」や「数学の有力な指導法のためのナショナルセンター」、「STEM ネット」、「科学・エンジニアリング・技術における女性のための UK リソースセンター」など、ノンフォーマル教育として、企業や NPO 団体が主催・運営する<sup>19),32)</sup>。STEM 教育では、学校におけるフォーマル教育だけで

はなく、企業等が実施するノンフォーマル教育を重視する。フォーマル教育は、制度化された学校教育制度内での教育活動であるのに対し、ノンフォーマル教育とは、正規の学校教育以外に、ある目的をもって組織された教育活動をいう。National STEM Centre は、ノンフォーマル教育としての企業や NPO 団体などの取組状況や評価結果を公表している。これらの団体は、「子ども、学校、家族省 (Department for Children, School and Families, 2010 年に省庁再編で教育省に統合)」と「ビジネス、イノベーションと技能省 (Department for Business, Innovation and Skills)」から資金提供を受け、STEM 教育の取組の促進に努めている。

NC2014 年実施版の教科「コンピューティング」は、教育省の教科調査官、大学教員、学校教員、各地の教科指導主事等が、「初等中等 NC 教科コンピューティングのための ITT のエキスパートグループ (Primary and Secondary National Curriculum for Computing in ITT Expert Group)」<sup>34)</sup>において作成した。2013 年 2 月 7 日、教育省は、NC 審議会より提案された改革案を公表した<sup>34)</sup>。さらに、2013 年 6 月<sup>35),36)</sup>に教育省は、王立工学アカデミー等の意見と国の教育政策により、ICT からコンピューティングへの教科名称変更を提案した。教科名称を変更したコンピューティングの目的と共に、旧教科 ICT を大幅に見直した目標、内容を示した<sup>34)</sup>。主たる目標は、コンピュータを活用した思考力と、実用的なプログラム作成スキルを一層重視し、デジタル経済が加速するグローバル社会で競争力のある人材育成を目指すためであった<sup>34)</sup>。

教育省は、教科「ICT」を「コンピューティング」へ名称変更するにあたり、アンケートを実施した<sup>37)</sup>。同アンケート結果によると、名称変更に対する賛成意見は、全体の 39% (1126 人) であり、反対意見は 35% (985 人)、「どちらとも言えない」意見は 26% (744 人) であった。賛成意見の中には、「ICT」に対する否定的な風評を払拭し、学校や保護者、学習者の信頼回復のために、教科の地位や役割を回復させる教育内容に改善するのが望ましいという意見が示されていた。教育科学大臣は、同審議会の提案 (2013 年 2 月 7 日～4 月 16 日) を承認し、次期 NC の草案に着手 (2013 年 5 月 3 日～6 月 3 日) し、2014 年 9 月から施行されることになった<sup>8)</sup>。

2014 年実施版の NC 教科コンピューティングでは、目標 (Aims) を 4 点示している (p.204)<sup>8)</sup>。第 1 は、「抽象的概念と論理的、アルゴリズム、データ表現を含むコンピュータサイエンスの基礎的原理、概念理解、活用ができること」である。第 2 は、「コンピュータ関連の問題

を分析し、問題解決を図る際にコンピュータプログラムを作成する実践的な学習経験の積み重ねができること」である。第3は、「分析的に問題を解決するために、IT（情報技術）（新技術及び、普及していない技術を含む）を評価・活用できること」である。第4は、「適切に判断・思考し、自信を持って創造できる情報通信技術のユーザーになること」である。

「初等中等 NC 教科コンピューティングのための ITT のエキスパートグループ」<sup>34)</sup>によると、第1と第2の目標は、「コンピューティング教育の基礎・基本として、今回初めてコンピュータサイエンスを規定している」と記述している。「コンピュータサイエンス」は、教育省が「ICT」を「コンピューティング」に教科名を変更し、教科内容を再編する際に重視した3つの柱の1つである。2つの目の柱の「情報技術（ある目的達成のためのデジタルシステムのデザインと活用）」は、第3と第4の目標である。3つ目の柱である「デジタルスキル（コンピュータを適切かつ、効果的、安全に使う一般能力）」は、第1～第4の目標全てに関連すると、教育省は解説した。

次に、NC2014年実施版の教科「コンピューティング」の教科内容(pp.205-207)<sup>8)</sup>の概要を、表5に示す。磯部・山崎<sup>14)</sup>が表1と2で示した2013年までのNC教科「ICT」の教科内容を比較した結果、主たる違いは2点であった。

第1は、情報処理の手順を効果的に活用し、学習者が主体的に解決したい課題を達成するために、アイデアを生成し、アイデアを実現する、一連の技術デザインプロセス思考を伴う活動力を育成するために、プログラムの作成学習を、5～16歳まで系統化させて導入した点である。KS1では、「アルゴリズムとは何か」「簡単なプログラム」「論理的思考」を中心とした内容が示されていた。KS2では、目標に応じたプログラムのデザインやプログラムの作成手順に関する内容であった。KS3では、コンピュータ上の抽象的概念に基づくデザインや2つ以上のプログラミング言語を活用した問題解決を図ることが求められていた。

第2点は、2013年までの「ICT」に比べて、2014年実施版「コンピューティング」の各KSの内容項目数の大幅な精選により、NC以外のベイシックカリキュラム、各学校等が創意・工夫して作成するローカルカリキュラムとのバランスを重視した点である<sup>8)</sup>。英語、数学、サイエンスは、イングランドにおいてもPISA調査結果が2010年の政権交代後、与党からの世論喚起の影響を大

きく受けて、2014年実施のNCの目標・内容項目数に大きな変化はない。しかし、NCの他の教科は、教育水準の質を高めながら、目標や内容の一層の明確化と、重点化が行われている<sup>8)</sup>。

### 3.3 DTとコンピューティングとの関係性

DATAの定期刊行雑誌「DT practice」では、2014年実施版DTに関するQ&A特集記事を掲載し、教科「DT」と「コンピューティング」との関連について、「DT」の制御技術と「コンピューティング」のコンピュータサイエンスとの関連性を言及している。「DT」は、「コンピューティング」にコンピュータサイエンスの実際の文脈下での学習の機会を提供すること、「DT」は現実的(authentic)で意味深い(meaningful)学習を「コンピューティング」にもたらすとしている<sup>38)</sup>。

## 4. まとめ

本研究の目的は、イングランドNC2014年実施版の教科「デザインと技術」と教科「コンピューティング」の改訂の経緯を果たしたSTEM教育運動の影響を明らかにすることであった。イングランドにおけるSTEM教育の経緯、STEM教育機関に着目した検討と、STEM教育で重視する「イノベーション」、「技術デザインプロセス思考」、「日常生活や社会に対する影響」の検討から、結果を集約する。

- 1) 教科DTでは、2014年実施版NCの草稿を、DATAのGreen会長らが中心となったエキスパートグループ(EG)が作成し、ハイレベルのSTEM方略グループである王立工学アカデミー「36の専門工学組織から構成される工学のための教育部会(E4E)」、経済・産業界等との公聴会の基に作成し、教育省に提出していた。同EG作成の指導資料では、実践指導と学習評価原理の要件として、「イノベーション」と「安全・信頼性」が加わり、STEM教育運動とSTEM機関の影響を受けていた。
- 2) 教科「コンピューティング」では、2012年1月に、ハイレベルのSTEM方略グループの一つである王立工学アカデミー刊行の「消滅か再出発か？ イギリスの各学校におけるコンピューティングを行うための方法」提案をはじめ、STEM機関の影響を強く受けていた。2014年実施版では、5歳から16歳までの一貫した、デザインプロセス思考に基づく系統的なプログラムの作成学習をはじめ、イノベーション創出のた

表 5 2014 年から実施のイングランドナショナルカリキュラムの教科「コンピューティング」の教科内容の概要

KS 1 (5~7 歳)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アルゴリズムとは何か、アルゴリズムは、デジタル装置のプログラム上でどのように実行されるのか、そして、プログラムが正確でないしは明確な指示により、どのように実行されるのかを理解すること。</li> <li>・簡単なプログラムを創造・修正すること。</li> <li>・論理的思考を用いて、簡単なプログラムの振る舞いを予測すること。</li> <li>・目的に応じたテクノロジー（以下、技術）を用いて、デジタル内容を創造・組織・保存・操作・検索すること。</li> <li>・学校以外の情報技術に関する一般的な用途を認識すること。</li> <li>・技術を安全に、慎重に扱うと共に、個人情報を保護すること。インターネットや他のオンライン技術のコンテンツやアクセスの懸念に関する、手助けや支援の組織・方法等を利用できること。</li> </ul>
KS 2 (7~11 歳)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・明確な目標を満たすプログラムをデザイン（技術デザインプロセス思考）し、記述、修正すること。</li> <li>・プログラム作成手順である「順次」、「条件分岐」、「反復」を用いること。</li> <li>・論理的思考を用いて、幾つかの簡単なアルゴリズムが、アルゴリズムとプログラム内において、どのように機能してエラーを削除・修正するのかを説明すること。</li> <li>・コンピュータネットワーク（インターネットを含む）を理解すること。</li> <li>・検索テクノロジーを効果的に活用し、その結果がどのように選択・ランクインされるのかを正しく評価すると共に、デジタル内容を正当に判別すること。</li> <li>・ある程度のプログラムとシステム、提示された目標を達成する内容をデザイン・創造するためのデジタル装置に関して、様々なソフトウェアを選択・活用し、組み合わせること。</li> <li>・技術を安全かつ、慎重に責任を持って扱うこと。容認可能／不可能な動作を認識すること。内容と接続に関連した物事を報告する一連の方法を確認すること。</li> </ul>
KS 3 (11~14 歳)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現実世界の問題と物理的システムがもたらす影響や状況を、モデル化したコンピュータ上の抽象的概念でデザイン（技術デザインプロセス思考）し、評価すること。</li> <li>・コンピュータを用いて思考を促す、主要アルゴリズムを複数理解すること [例えば、分類と検索]。同じ問題を解決するために、同様のアルゴリズムの有用性を比較して、論理的根拠を使うこと。</li> <li>・二つまたは、それ以上のプログラミング言語（少なくとも、一つはテキスト言語）を使い、様々なコンピュータ関連の問題を解決すること。データ構造を適切に利用する [例えば、リストや表、配列]。</li> <li>・簡単なブール論理 [例えば、and と or、not] と、回路やプログラミング上におけるブール論理の活用法を幾つか理解すること。</li> <li>・コンピュータシステムを作り上げるハードウェアとソフトウェアの構成要素及び、システムが相互に通信する方法を理解すること。</li> <li>・コンピュータシステム上において、指示がどのように保存・削除されるのかを理解すること。様々なタイプのデータが、2進数に基づき、どのようにデジタル処理されて表現されるのかを理解すること。</li> <li>・複数のアプリケーションや一連の装置を選択・活用し、組み合わせるという創造的なプロジェクトに着手し、挑戦中の目標を達成すること（データ収集・分析と見識のあるユーザーのニーズに応じることも含む）。</li> <li>・特定の視聴者のためのデジタル作品を、信頼性・デザイン・有用性に配慮しながら、創造・再利用・修正し、再目的を持つこと。</li> <li>・技術を安全かつ慎重に、責任を持って、しっかりと活用する一連の方法を理解すること（オンライン上の身元とプライバシーを保護することも含む）。</li> </ul>
KS 4 (14 歳~16 歳)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・学習者のコンピュータ科学、デジタルメディア、情報技術に関する能力・創造性・知識を、発展させること。</li> <li>・学習者の分析スキルかつ、問題解決スキル、「デザイン（技術デザインプロセス思考）」のスキル、コンピュータを用いて思考するスキルを発展・応用させること。</li> <li>・オンライン上のプライバシーや身分を保護する新しい方法を含む技術の安全面の変容過程と、一連の関連事項を報告する方法を理解すること。</li> </ul>

出典：文献 8） pp. 204-207 に基づき筆者らが作成した。

めのデジタル技術作品の制作学習を導入し、情報技術の「日常生活や社会に対する影響」と、安全・信頼性に対する教育を一層重視することになった。

### 参考文献

1) Department of Education and Science and the

Welsh Office: Technology in the National Curriculum, HMSO, U.K. (1990)

2) Department for Education: The National Curriculum England, HMSO, U.K. (1995)

3) Department for Education and Employment; and Qualifications and Curriculum Authority: Design and Technology, The National Curriculum for

- England (1999a)
- 4) Department for Education and Employment; and Qualifications and Curriculum Authority: Information and Communication Technology, The National Curriculum for England (1999b)
  - 5) Department for Education and Skills; and Qualifications and Curriculum Authority: Design and Technology, The National Curriculum for England (2004a)
  - 6) Department for Education and Skills; and Qualifications and Curriculum Authority: Information and Communication Technology, The National Curriculum for England (2004b)
  - 7) Qualifications and Curriculum Authority: The National Curriculum for England (2007)
  - 8) Department for Education: The National Curriculum for England (2013a) <https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-education/series/national-curriculum>
  - 9) 佐々木毅・新井浅浩・杉田かおり:「イギリス」, pp.53-78, 国立教育政策研究所:『諸外国における教育課程の基準ー近年の動向を踏まえてー教育課程の編成に関する基礎的研究報告書4, 平成24年度プロジェクト研究調査研究報告書(所収)』, 同所(2013) <http://www.nier.go.jp/kaihatsu/pdf/Houkokusho-4.pdf>
  - 10) 有川誠・土井康作・田口浩継・坂口謙一: イングランドの Design and Technology の現状と課題, 日本産業技術教育学会誌, 第55巻, 第1号, pp.61-69 (2013)
  - 11) 磯部征尊・山崎貞登: イングランドのナショナルカリキュラム「情報通信技術」と「デザインと技術」の学習プログラムと到達目標の変遷過程, 上越教育大学研究紀要, 第33巻, pp.217-235 (2014)
  - 12) 野中陽一・アブリルラブリス: 英国の教育における Creativity と ICT, 和歌山大学教育実践総合センター紀要, 第16巻, pp.145-151 (2006)
  - 13) 加納寛子: イギリスの情報教育, 教育システム情報学会誌, 第30巻, 第1号, pp.128-129 (2013a)
  - 14) 加納寛子: 【情報リテラシー教育の実際】第1回イギリスの初等教育における情報リテラシー教育 (2013b) <http://www.blog.crn.or.jp/report/03/16.html>
  - 15) 加納寛子: 【情報リテラシー教育の実際】第2回イギリスにおける情報リテラシー教育のカリキュラム (2013c) <http://www.blog.crn.or.jp/report/03/17.html>
  - 16) NTTDATA: 英国における教育情報化の取り組みについて [http://e-public.nttdata.co.jp/topics\\_detail2/contentstyp=9&id=311](http://e-public.nttdata.co.jp/topics_detail2/contentstyp=9&id=311)
  - 17) Bybee, R.: “What Is STEM Education?”, Science, vol.329, Issue.5995, p.996 (2010)
  - 18) Howarth, S. and Scott, L.: Success with STEM Ideas for the classroom -STEM clubs and beyond-, Routledge (2014)
  - 19) Banks, F and Barlex, D.: Teaching STEM in the Secondary School -Helping teachers meet the Challenge-, Routledge (2014)
  - 20) 掘田のぞみ(分担執筆): 「7 科学技術政策と理科教育ー初等中等段階からの科学技術人材育成に関する欧米の取組みー」, pp.121-134, 国立国会図書館調査及び立法考査局: 『科学技術に関する調査プロジェクト 調査報告書 科学技術政策の国際的な動向 [本編] (所収)』 (2011) [http://www.ndl.go.jp/jp/diet/publication/document/2011/201003\\_08.pdf](http://www.ndl.go.jp/jp/diet/publication/document/2011/201003_08.pdf)
  - 21) Miller, R. and Osborn, J.: Beyond 2000: Science education for the future, King's College, U.K., pp.4-6 (1998) <http://www.kcl.ac.uk/content/1/c6/02/18/24/b2000.pdf>
  - 22) リーサム: イギリスにおける理工系離れ問題, 日本機械学会誌, 第112巻, 第1090号, pp.748-749 (2009)
  - 23) HM Treasury: “Science & Innovation Investment Framework 2004-2014” (2004) [http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hm-treasury.gov.uk/spending\\_sr04?science.htm](http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hm-treasury.gov.uk/spending_sr04?science.htm)
  - 24) Department for Education and Skills (DfES) and Department of Trade and Industry (DTI): “Figure 1: Governance structure of STEM delivery,” The Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Programme Report, p.17 (2006) [http://www.Nationalstemcentre.org.uk/res/documents/page/stem\\_programme\\_report\\_2006.pdf](http://www.Nationalstemcentre.org.uk/res/documents/page/stem_programme_report_2006.pdf)
  - 25) Layton, D.: Technology's challenge to science education, Open University Press, U.K. (1993)
  - 26) Breckon, A.: COLLINS CDT Technology, Collins Educational, U.K. (1994)
  - 27) National Curriculum Expert Group for D&T: Characteristics of a genuine D&T experience within the school curriculum: Principles for



- guiding and evaluating practice, Design and Technology Education Association, (2013a) <https://www.data.org.uk/for-education/curriculum/>
- 28) National Curriculum Expert Group for D&T: Design and Technology Programmes of Study Key Stages 1 to 3, National Curriculum in England, Key messages, advice and explanatory notes for schools, Design and Technology Education Association, (2013b) <https://www.data.org.uk/for-education/curriculum/>
- 29) Education for Engineering (E4E), Royal Academy of Engineering; and Design and Technology Education Association: Advice submitted to the DfE on the revision of the draft Design and Technology programmes of study KS1-3 (2013) [http://www.educationforengineering.org.uk/design\\_technology/default.htm](http://www.educationforengineering.org.uk/design_technology/default.htm)
- 30) 磯部征尊・大森康正・山崎貞登：2014 年 9 月実施版イングランドナショナルカリキュラム「デザインと技術」と「コンピューティング」の学習プログラム, pp.149-155, 山崎貞登 (研究代表者)：平成 25～27 年度科学研究費補助金 (基盤研究 (C)) 「防災・エネルギー・リスク評価リテラシーの科学・技術連携カリキュラムの開発」第 1 年次成果報告書 (所収) (2014) <http://kaken13.tech.juen.ac.jp/>
- 31) The Royal Academy of Engineering: Shut down or restart? The way for computing in UK schools, The Royal Society (2012) <https://royalsociety.org/education/policy/computing-in-schools/report/>
- 32) National STEM Centre: <http://www.Nationalstemcentre.org.uk/>
- 33) Stemdirectories: <http://www.Stemdirectories.org.uk>
- 34) The Association for Information Technology in Teacher Education: <http://www.itte.org.uk/node/833>
- 35) Department for Education: Consultation on the Order for replacing the subject of ICT with computing (2013b) [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/205921/ICT\\_to\\_computing\\_consultation\\_report.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/205921/ICT_to_computing_consultation_report.pdf)
- 36) Department for Education: CONSULTATION REPORT: CHANGING ICT TO COMPUTING IN THE NATIONAL CURRICULUM (2013c) [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachmentdata/file/193838/CONSULTATION\\_REPORT\\_CHANGING\\_ICT\\_TO\\_COMPUTING\\_IN\\_THE\\_NATIONAL\\_CURRICULUM.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachmentdata/file/193838/CONSULTATION_REPORT_CHANGING_ICT_TO_COMPUTING_IN_THE_NATIONAL_CURRICULUM.pdf)
- 37) Department for Education: COMPUTING AT SCHOOL (2013d) [http://www.Computingatschool.org.uk/data/uploads/HeadTeacher\\_July\\_2013.pdf](http://www.Computingatschool.org.uk/data/uploads/HeadTeacher_July_2013.pdf)
- 38) Design and Technology Education Association (DATA): National Curriculum 2014 – advice, support and frequently asked questions, D&T practice, Issue 1, pp.4-5 (2014)
- ※ 本稿におけるインターネット情報の最終アクセス日は, 2014 年 7 月 6 日



## Abstract

This study was conducted to clarify the effect of the STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) educational movement in the revision of each subject studied for specific purposes, aims and contents in both “Design and Technology (DT)” and “Computing” in the National Curriculum in England from 2014. The results are summarized as follows: (1) As both academic subjects are influenced by the implementation of STEM education, it is largely concentrated on project work to make pupils’ attitudes more meaningful and significant toward the creation of the innovation in technology as a matter of British governmental policy, and taking into account its authenticity. (2) Their subjects from 2014 put great emphasis on developing the pupils’ generation of ideas and their realization of tasks through the technological design process of thinking. This study focuses on the cooperation between measurements and controls, using computers in “DT”, and a concentrated deliberation of the procedures in the processing of information to create simple programs, in addition to creating the design and production of digital works related to “Computing”.

Key words : STEM education, Engineering, Innovation, Authenticity, Technological design process thinking

## 第4部 テクノロジー教育研究に関わる隔年開催の第8回国際会議（2014年11月26日～29日、シドニー、オーストラリアで開催）参加報告

愛知教育大学 磯部 征尊, 上越教育大学大学院 山崎 貞登

### 4.1 はじめに

第2著者は、2014年11月に、「オーストラリア『デザインと技術』学会（the Design and Technology of Australian, DATTA）」と、「ニューサウスウェールズ州のインダストリアルアーツと技術教育研究所（the Institute of Industrial Arts Technology Education, IIATE）」が共催した、「第8回（隔年）技術教育研究に関する国際会議」へのプロシーディング論文投稿と参加を計画し、第1著者がDATTAへの参加・発表と共に、テクノロジー（以下、技術）教育に関する情報を収集した。同学会には、数学教育研究者（日本人）も参加するなど、日本においても周知された学会の一つである。

本稿では、同学会が提供するウェブページと当日配布された冊子を基に、年次大会の概要について解説する。さらに、DATTAから、本科研報告書でのプロシーディング論文掲載の許諾を得たので、英文と共に邦訳論文を掲載する。

### 4.2 年次大会の概要

#### 4.2.1 日時

平成26年11月27日（木）、28日（金）、29日（土）（於：オーストラリア、Sydney Masonic Centre）

#### 4.2.2 オーストラリア、Sydney Masonic Centreの所在地

Sydney Masonic Centre  
279 Castlereagh Street  
Sydney, New South Wales 2000  
Australia  
TEL : +61 - 2 - 9284 - 2835

#### 4.2.3 大会スケジュール

11月26日（水）：歓迎会・出版祝賀会  
11月27日（木）：各分科会での会議・会場内での歓迎行事  
11月28日（金）：基調演説講演（Professor. Richard Kimbell）・各分科会での会議・懇親会  
11月29日（土）：各分科会での会議

#### 4.2.4 基調演説者 Richard Kimbell 氏

本大会の基調演説者は、Richard Kimbell氏であった。同氏は、現在、ロンドン大学 Goldsmiths 校の名誉教授である。同氏は、Goldsmiths 校において、技術教育研究団体を1990年に設立した。同団体は、教授方法から学習と評価など、広範な受託研究プロジェクトを行っている。スポンサーには、研究委員会（ESRC など）、及び政府（DfES ; DfID など）、産業（LEGO ; BP）慈善専門団体（Royal Society of Arts ; Design Museum ; Engineering Council など）が協賛している。同氏は、技術教科 Design & Technology（以下、DT）を教えると共に、教師教育に関する学生・院生プログラムのディレクターも兼任している。2004～2009年には、DTの学習評価のためのeポートフォリオの役割を試験するためのE-scapeプロジェクトを実施した。

### 4.3 掲載論文

本章では、本学会に掲載された論文と、日本語に邦訳した論文を示す。なお、編集委員（Dr. Howard Middleton）より、本報告書内における掲載論文を複製する許可を得ている。

#### 4.3.1 2014年度 DATA プロシーディングに掲載された磯部・山崎の論文（邦訳版）

論文題目「日本の学習指導要領（2008年改訂版），2014年完全実施の  
イングランドナショナルカリキュラムにおける Design and Technology，2000年版 USA における技術  
リテラシーのためのスタンダードの各目標と各内容の類似点と相違点」

本研究では，日本の2008年版中学校学習指導要領技術分野における改善の具体的事項の視点に基づき，  
イングランドの2014年版ナショナルカリキュラム Design and Technology（以下，DT）（Department for  
Education, 2013）と ITEEA【ITEA（現ITEEA），2000】の Standard for Technological Literacy（以  
下，STLと表記）の比較カリキュラム研究を通して，各国の内容構成や指導内容のあり方についての検  
討を研究目的とする。本研究の結論は，以下の4点であった。

- 1) 2008年現行版小学校学習指導要領と，2009年現行版高等学校学習指導要領では，普通教育とし  
てのテクノロジーの目標と内容がない。したがって，現行では，小・中・高等学校を一貫した技  
術教育課程基準は日本には存在しない。
- 2) 日本の技術教育の対象内容は，「材料と加工」，「エネルギー変換」，「生物育成」，「情報」  
の各技術に関する内容で構成されているのに対し，イングランドの DT では，生物育成技術と情  
報を扱っていなかった。ただし，日本の情報のプログラミングに関する内容は，教科コンピュー  
ティングで扱っていた。
- 3) 日本では，イングランドや米国で重視されている「技術デザインプロセス思考」が導入されてい  
なかった。
- 4) 2008年版中学校学習指導要領技術・家庭科技術分野では「イノベーション」の語彙は直接学習し  
ないが，新しい発想を生み出し活用することの価値に気づかせたり，知的財産を創造・活用した  
りする態度の育成を図っていた。一方，イングランドでは，イノベーションを重要な鍵語の一つ  
として位置付け，発達段階に応じた課題を通じて，起こりうる危険を予測し，その危険を回避す  
るための修正・改善をする創造的な思考の育成が強調されていた。ITEEAでは，I<sup>3</sup>学習（イノベ  
ーション，インベンション，インクワイアリー）を通じて，クリティカル・シンキング技法とハ  
ンズオンによる技術活動力の発達と，科学，数学，国語をはじめとする他教科との連携と，実践  
活動を重視していた。

#### 問題の所在と研究目的

我が国の学習指導要領は，2008年に改訂が行われ，2012年から全面実施されている。中学校技術・  
家庭科技術分野では，「ものづくりなどの実践的・体験的な学習活動を通して，材料，加工，エネルギー，  
生物，情報に関する基礎的な知識と技術を習得させるとともに，技術と社会・環境とのかかわりにつ  
いて理解を深め，よりよい社会を築くために技術を適切に評価・活用する能力と態度の育成（p.4）」<sup>1)</sup>  
を重視し，主に3点の改訂が行われた（表1）（上野，2014）<sup>2)</sup>。

表1. 2008年版中学校学習指導要領技術分野における改善の具体的事項

I. 内容は4つ（材料と加工に関する技術，エネルギー変換に関する技術，生物育成に関する技術， 情報に関する技術）に整理され，それぞれの技術についての「基礎的な知識，重要な概念等」，「技 術を活用した製作・制作・育成」，「社会・環境とのかかわり」に関する項目から構成されている こと
II. 創造・工夫する力や緻密さへのこだわり，他者とかわる力，知的財産権を尊重する態度，技術 を評価・活用できる能力などの育成を重視する視点から，安全・リスクの問題も含めた技術・環 境との関係の理解及び技術にかかわる倫理観の育成を目指すこと
III. 小学校での学習を踏まえた中学校での学習のガイダンス的な内容設定と共に，他教科等との関連 を明確にすること

出典：文部科学省（2008）『中学校学習指導要領解説 技術・家庭編 平成20年9月』，教育図書，p.4<sup>1)</sup> から引用

日本産業技術教育学会は、1991年から普通教育としての技術教育についての組織的検討を開始し、技術教育の理念、社会的役割、目標を中心に検討する課題研究委員会を立ち上げた。2013年には、「技術教育の理解と推進」を学会の見解としてリーフレット (<http://www.jste.jp/main/announce.html>) を刊行した。同リーフレットでは、社会における技術的課題解決を目指し、安全で平和な未来の社会を築き支える技術（テクノロジー）を創造する能力や、技術の評価・活用への意志決定に携わる資質（イノベーションやガバナンスを促進する学力・能力）を育む視点から、全ての人々に必要な技術リテラシーを形成する技術教育の理解と推進を目指し、「材料と加工技術」「エネルギー変換技術」「情報・システム・制御技術」「生物育成技術」の4項目を柱として構成されることが適当であると主張する。一方、米国では、国際技術・エンジニアリング教育者協会（International Technology and Engineering Educators Association, ITEEA）（2006）とカリフォルニア・ペンシルバニア大学が協同し、全米科学財団の支援を受け開発した、I<sup>3</sup>学習ユニットの概要の紹介と解説をした。また、イングランドにおいては、2014年から実施のNCのDTでは、目標と内容の大幅な見直しが行われた。

そこで、本研究では、日本の2008年版中学校学習指導要領技術分野における改善の具体的事項の視点に基づき、イングランドの2014年版ナショナルカリキュラムDTとITEEAのStandard for Technological Literacyの比較カリキュラム研究を通して、各国の内容構成や指導内容のあり方についての検討を研究目的とする。

## 研究方法

日本の技術科教育は、イングランドや米国に比べて、中学校段階のみの実施である。そのため、イングランドの2014年版ナショナルカリキュラムDTと日本とを比較する際には、KS3の学習プログラムのみを研究対象とし、日本の技術科教育との比較を行う。KS3の学習プログラムは、「デザイン」「製作」「評価」「テクニカルな知識」の4項目で設定されており、紙幅から「栄養と調理」を割愛した教科内容の概要を、表2に示す。

表2. 2014年から実施DTの教科内容の概要

KS3 (11~14歳)	
デザイン	(1)ユーザーニーズの理解 (2)デザイン最適解 (3)デザイン (4)バイオミミクリ(生態システム模倣によるイノベーションと環境負荷軽減), ユニバーサルデザイン (5)e-デザインポートフォリオ
製作	(1)CAM製作 (2)材料特性を考慮し, KS1(5~7歳), 2(7~11歳)からさらに学習難易度をより高くした製作
評価	(1)技術の歴史を理解した技術評価 (2)技術イノベーション (3)ユーザー評価による製品の改善 (4)技術倫理・責任
テクニカルな知識	(1)機構及び機械要素の理解 (2)エネルギー変換と機械的仕事を理解した製作, 先進的な機構システムの理解

同様に、ITEEA(2000)<sup>3)</sup>と日本とを比較する際には、日本の中学校段階に相当する第6~8学年のみを研究対象とする。また、ITEEA(2000)のSTLは、幼稚園から12学年(高等学校卒業時)まで、計20のスタンダードから構成されている。20のスタンダードには、社会での相互作用を通して、共同的に学習しながら知識を構成していく、という認識論的定義を重視した「認識」スタンダードと、デザインプロセスの能力育成を重視した「プロセス」スタンダードから出来ている。20のスタンダードのうち、14~20は「認識スタンダード」と「プロセススタンダード」の両方が包含されている。そこで、1~7の「認識スタンダード」と、8~13までの「プロセススタンダード」を研究内容とする(表3)。

表3. 技術内容スタンダードの達成目標

出典：ITEA：Standards for Technological Literacy, Content for the Study of Technology, ITEA, p.15 (2000)

技術の本質	1. 技術の性格と範囲 2. 技術の中核的概念 3. 技術相互間の関連性と、技術と他教科の関係
技術と社会	4. 技術の文化的、社会的、経済的、政治的な影響 5. 環境に対する技術の影響 6. 技術の開発と利用における社会の役割 7. 歴史に対する技術の影響力
デザイン (技術創造活動)	8. デザイン(技術創造活動)の特徴 9. エンジニアリングデザイン(エンジニアリングによる技術創造) 10. 問題解決における課題の発見、研究開発と発明改良、および実験の役割
技術社会で必要な能力	11. デザイン(技術創造活動)プロセスの応用 12. 技術的製品とシステムの使用と維持管理 13. 製品やシステムの影響評価

表3より、1～3は、技術の本質、4～7は、技術と社会、8～10は、デザイン(技術創造活動)で構成されている。その中でも、1～7は、「認識スタンダード」であり、8～10は「プロセススタンダード」に該当する。同様に、11～13は、技術社会で必要な能力であり、これも「プロセススタンダード」に該当する。

表1で示した日本の技術分野改訂の基本方針の中から、重要な用語を抜き出し、12項目を分析対象とした(表4)。

表4. 表1に関する12項目の重要用語

I	① 材料と加工技術
	② エネルギー変換
	③ 生物育成
	④ 情報活用
II	⑤ 工夫・創造する力
	⑥ 緻密さへのこだわり
	⑦ 他者とかわる力
	⑧ 知的財産を尊重する態度
	⑨ 安全・リスクの問題も含めた技術・環境との関係の理解
	⑩ 技術にかかわる倫理観
III	⑪ ガイダンス的な内容
	⑫ 他教科等との関連

※表中の最左列「I, II, III」の数字は、表1のI, II, IIIに対応

表4より、各用語と、イングランドやITEAの各内容とを比較し、関連性の有無を検討する。筆者ら2名の検討結果が異なる場合には、随時協議して、最終判断を行う。

## 結果及び考察

### 日本の技術分野改訂の基本方針と、イングランドとの比較

#### 教科DTの教科DTの目的・目標・内容

2014年から実施のNCの全ての教科は、学習プログラムにおいて、教科全体の学習目的(Purpose of study)、目標(Aims)と、教科内容(Subject content)が、各KSで示されている。2014年から実施のNCでは、NCとしての法的拘束力を持つ到達目標が示されていない。「各KS終了時まで、学習者は、該当する学習プログラムに明記されている材料とスキル、学習過程を理解・判断・応用することが期待されている。」のみの表記に変更された(Department for Education, 2013)<sup>4)</sup>。



2014年から実施の教科DTの学習目的を、表5に示す。

表5. 教科DTの学習目的

教科「デザインとテクノロジー」は、学習者の意欲を喚起し、現実的で、実践的な学習を目的とする。学習者は、創造性やイメージを活用し、様々な状況下（自分と他者のニーズ・要求・価値）を考慮しながら、現実的かつ関連のある問題を解決する製品をデザイン（技術創造活動）し、製作する。学習者は、幅広く教科の知識を獲得し、数学・科学・エンジニアリング・コンピューティング・芸術のような教科も活用する。学習者は、イノベティブかつ積極的で、才能や能力のある市民になるために、「リスク」との関わり方について学習する。過去や現在のデザインとテクノロジー評価を通じて、学習者は、教科「デザインとテクノロジー」が、日常生活と幅広い世界に影響をもたらすことを創造的に理解し、応用する。本教科の質の高い教育は、国家の創造性及び、文化・富・福祉に対して効果的に貢献する。

出典：Department for Education. (2013). The National Curriculum for England.

<https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-education/series/national-curriculum>.

表5の「デザイン（designing）」と「製作（making）」との関係については、「一方向の不可逆的な直線あるいは環状プロセスをたどる活動ではなく（as opposed to a formulaic linear or cyclical process）、繰り返しの（iterative process）プロセス（National Curriculum Expert Group for D&T, 2013a : p.5）」<sup>5)</sup>と明記している。我が国の技術科教育では、「設計と製作」の和訳が多い。しかし、設計と製作を不可逆的に2つに区分するのではなく、「技術デザインプロセス思考を常に伴う設計・製作実践の相互反復活動」を意味していることは、明らかである。したがって、「デザイン（designing）」は、技術デザインプロセス思考を伴う活動機能概念に留意した解釈が必要である。表5の最初から3文目では、「学習者は、幅広くDT教科の知識を獲得し、数学・サイエンス・エンジニアリング・コンピューティング・アート教科の知識等を活用する」ことが明記されている。このことにより、STEM, STEAM, MINT (Mathematics, Informatics, Natural Science and Technology) 教育の影響を強く受けていると言える。イギリス政府は、STEM教育の充実を国の成功と繁栄を導く最重要課題とし、米国をはじめとした他の先進諸国と同様に、高度科学・技術化社会を支える主権者としての素養と、産業経済界を支える人材育成としてSTEM教育を推進している。なお、Mint教育では、学習場面における生徒のメタ認知を一層活性化させると共に、科学と技術に関する学習活動能力や、PISAの科学的リテラシーなどのような、科学や技術を実生活や実社会で活用する能力の向上をねらいとしている。

次に、2014年から実施のNCのDT教科目標は、以下4点である。(1)日々の活動を遂行し、増大するテクノロジーの世界に自ら進んで参加するために、必要な創造的かつ、テクニカルで実践的な専門知識を発展させること、(2)知識と理解、スキルの範囲を広げて活用し、ユーザーの大部分に役立つ質の高いプロトタイプや製品を、デザインし、製作すること、(3)自分たちのアイデアと製品、他者の技術活動を、批評・評価・試験すること、(4)栄養学の原理を理解・応用し、調理方法を学ぶことであった(p.208)<sup>6)</sup>。2014年から実施NCの「DTのためのエキスパートグループ」の作成文書の「鍵(Key)メッセージ」は、(1)ユーザー、(2)目的、(3)機能性、(4)デザインの決定、(5)イノベーション、(6)安全・信頼性(authenticity) (National Curriculum Expert Group for D&T, 2013b)<sup>7)</sup>であった。これら(1)～(6)は、実践指導と学習評価原理の要件とした(p.1)。特に、(5)イノベーションは、「一連のデザインアイデアと製作を導くイノベーションが求められるプロジェクトで発達し、拡散的思考を開始点とする学習活動を特徴とする (Projects that encourage innovation lead to a range of design ideas and products being developed and are characterised by engaging open-ended starting points for learning.)」と定義している(National Curriculum Expert Group for D&T, 2013b)<sup>7)</sup>。また、イノベティブを「ある目的のために、オリジナル、想像的、創造的、リスクを伴う活動(being original, imaginative, creative and taking risks for a purpose)」と規定する(National Curriculum Expert Group for D&T, 2013b : p.3)<sup>7)</sup>。教科DTでは、イノベーション概念を、学習者の心身の発達に応じた教材の難易度に設定し、実践活動を通して学習させる。特に、発達段階に応じた課題を通じて、起こりうる危険を予測し、その危険を回避するための修正・改善をする創造的な思考の育成が強調されていた。また、NCの他の教科は、教育水準の質を高めながら、目標や内容の一層の明確化と、重点化が行われて

いる。

## 日本の学習指導要領と Design and Technology (DT) の 2014 年版 KS3 (11~14 歳) における学習プログラムとの比較

日本の技術分野改訂の基本方針 12 項目と、イングランド 2014 年版ナショナルカリキュラム DT の KS3 の学習プログラムにおける 4 項目「Design」「Make」「Evaluate」「Technical Knowledge」に示された内容を比較検討した結果を述べる。両国を比較した結果、主たる特徴は 3 点であった。

第 1 は、日本の学習内容には、Design (技術創造活動) と関連する項目がなかったことである。この主たる要因は、日本の「デザイン」の意味と、イングランドの「Design」との意味の相違による点が極めて大きいことにある。日本語の「デザイン」の意味は、極めて多義的である。「企画」、「設計」、「図案」、「意匠(できあがった製品の形、色、模様など)」などの和訳がある。学習指導要領英訳版では、「設計」の英訳を design と訳している。「設計」の定義は、教科書会社で違いがある。K 社の中学校技術・家庭科教科書では、「設計では、機能や構造、材料、加工方法などを考え、構想をまとめます (p.24)」<sup>8)</sup> と示している。T 社では、「作りたい製作品を構想し、それを具体化して図に表す (p.46)」<sup>9)</sup> と記述している。どちらの教科書も、設計には構想と図に表す行為が含まれているという解釈をしている。イングランドの DT では、技術の design を、事物概念としての「design された対象物」と共に、人間の行為や活動形態の「機能」概念である「技術創造活動」の両方を合意する。「Design」の内容は、日本語の狭義の設計概念に限定せず、アイデアと実現化に向けた言語と思考を伴う技術創造活動の機能概念を重視している点が、日本の学習指導要領の内容と異なっていた。一方、我が国の工学部、高専や工業高校等をはじめとする高等教育・中等後期教育では、技術、工業、工学における「テクノロジカル/エンジニアリングデザイン」教育を、2000 年の 8 大学工学部長会議等での提案を受けて、「創成」教育と呼称する事例が増加している。また、中央教育審議会は、2012 年から「育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会」により、今後どのような資質・能力が重要なのか、学習者の発達水準に応じた適時性・系統性と教育課程の体系化に向けて議論を積み重ねてきた(文部科学省, 2014)<sup>10)</sup>。技術製品を構想設計し製作する動機や必要性に関する認識から、解決に向けた技術創造や、分析の活動までを見通した、全ての活動過程の行為の形態と機能の総体とする「designing」は、技術教科の本質に関わる視点であり、日本の次期学習指導要領に向けて検討すべき内容と言える。

第 2 は、学習内容の相違である。具体的には、日本の生物育成に関する学習内容は、イングランドには見当たらなかった。また、情報に関する内容は、DT ではなく、2014 年 9 月から実施の「コンピューティング(旧 ICT)」で扱われていた。

第 3 は、他者とかかわる力及び知的財産を尊重する態度、安全・リスクの問題も含めた技術・環境との関係の理解、技術にかかわる倫理観、他教科等との関連性において、両国に関連性が見られたことである。イングランドでは、NC2014 年実施版の「DT のためのエキスパートグループ」の作成文書(National Curriculum Expert Group for D&T, 2013b)の「鍵(Key)メッセージ」において、(1)ユーザー、(2)目的、(3)機能性、(4)デザインの決定、(5)イノベーション、(6)安全・信頼性(authenticity)というように、「イノベーション」を重要な用語の一つとして重視していた。「鍵(Key)メッセージ」を中心にした KS3 (11~14 歳)の学習プログラムは、「学習者の心身の発達水準に配慮しつつ、持続可能な社会を支える生涯学習に必要な基盤能力を培う視点」による、技術の認識論的定義の立場を一層重視するようになった点が特徴的である。一方、日本の 2008 年版中学校学習指導要領技術・家庭科技術分野では「イノベーション」の語彙は直接学習しないが、新しい発想を生み出し、活用することの価値に気づかせたり、知的財産を創造・活用したりする態度の育成を図っている。日本産業技術教育学会(2013)<sup>11)</sup>の「技術教育の理解と推進」においても、持続可能な社会を支える再生可能資源・エネルギーの利用を促進しようとする際、テクノロジーアセスメント(事前影響評価)により、国際社会や国全体のイノベーションの促進とガバナンスによる協働評価の必要性を主張している。我が国は、日本の次期学習指導要領に向けて、効率主義や唯一絶対解といった単純な思考ではなく、利害関係を有する人たちや異なる文化や意見を持つ人たちがお互いに協働と共存し、「納得解」を社会として意志決定する能力に対応した教育目標・内容へと見直す必要がある。

## 日本の技術分野改訂の基本方針と、ITEA (2000) の STL との比較

日本の技術分野改訂の基本方針 12 項目と、ITEA (2000) の STL の 13 項目とを比較した結果、両国の共通点と相違点は、以下 4 点に集約される。第 1 は、日本の技術分野で扱う 4 つの学習対象と STL で扱う対象内容が共通していた点である。具体的には、STL の 1～7 のスタンダードには、日本の 4 つの学習内容と同様の対象範囲が記載されていた。その根拠は、本研究の対象範囲外であるスタンダード 14～20 において、日本の中学校技術分野「材料と加工」は、ITEA (現 ITEEA) の STL の「19 製造技術」「20 建設技術」に対応すると共に、「エネルギー変換」は、ITEEA 「16 エネルギーと動力技術」, 「生物育成」は、ITEEA 「15 農業及び関連するバイテク」, 「情報」は「17 情報通信技術」に対応していることから明かである。

第 2 は、日本の技術分野とスタンダード 1～3 との関連性がほとんど見られなかったことである。技術の本質を扱うスタンダード 1～3 では、技術の性格と範囲についての理解や技術の中核となる基本概念についての内容、技術相互間の関連性と、技術と他教科との関係を取り扱っている。しかしながら、我が国では、「技術」が「スポーツ技術」, 「ピアノの演奏技術」, 「書写技術」などのように、英語の「テクノロジー」ではなく「テクニク」や「スキル」を含意して用いることが多い。そのため、「テクノロジー」「スキル」「テクニク」の各語彙が含意する固有性が不明瞭になりがちである。また、技術教育担当の教科調査官によると、文部科学省等においては、小学校図画工作で技術に関する教育を扱っているという指摘や誤解を受けたことがある。しかしながら、文部科学省 webpage の小学校学習指導要領英訳版には、「テクノロジー」の単語の出現回数はゼロであった。

([http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/youryou/eiyaku/1261037.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/eiyaku/1261037.htm))。

現在、我が国では、言語活動の充実が叫ばれている。技術分野における言語活動の充実を一層図るためにも、各語彙の固有の意味を学習者に理解させると共に、体験と共同学習、協働 (コラボレイティブ) 学習とを通して、実感を伴う理解と概念形成を重視していく必要がある。

第 3 は、日本の「知的財産を尊重する態度」「安全・リスクの問題も含めた技術・環境との関係の理解」「技術にかかわる倫理観」の項目と、スタンダード 4～7 との関連性が比較的に見られたことである。日本の技術分野においても、1998 年版の学習指導要領の改訂に比べ、スタンダード 4～7 で示されているような技術の利用が、文化的・社会的・経済的・政治的・倫理的な問題に対して与える安全・リスクなどの影響についての理解や、環境に対する技術の影響、新しい技術開発による知的財産を尊重する態度などが盛り込まれるようになってきた。

第 4 は、日本の学習指導要領の内容とスタンダード 8～13 には、関連性が見られなかったことである。その要因は、スタンダード 8～13 は、日本の学習指導要領ではこれまで重視されていなかった創造的なプロセスを学ぶ資質・能力をベースとしたスタンダードに起因すると考えるためである。米国の場合、スタンダード 9 の「デザイン (技術創造) によるエンジニアリング (Engineering by design)」を理解させるために、ITEEA の Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) センターは、「Engineering by Design™: 技術リテラシーのための内容基準に基づくモデルプログラム」を公表した。同プログラムは、幼稚園から大学教育を一貫し、I<sup>3</sup>は第 5～6 学年に導入されている。I<sup>3</sup>は、全米学校数学教員のためのカウンセルの「学校数学のためのスタンダード」と、全米科学振興協会の「プロジェクト 2061 科学リテラシーのためのベンチマーク」との連携を図っている。I<sup>3</sup>は、の計 10 の学習ユニットから構成される。中核ユニットは、学習の適時性と易しさから Inquiry (探究) Invention (発明), Innovation (技術イノベーション) である。各学習ユニットは、クリティカル・シンキング技法とハンズオンによる技術活動力の発達と、科学、数学、国語をはじめとする他教科との連携と、実践活動を重視している。このように、デザイン (技術創造) を重視するのは、知識基盤社会に対応し、知識を手繰り寄せる技術創造力や技術評価力を重視するためである。一方、国立教育政策研究所 (2014)<sup>12)</sup> は、「教育課程の編成に関する基礎的研究」報告書 7 の中で、日本の「21 世紀型能力」を提案し、資質・能力 (コンピテンシー) と教科等の内容 (コンテンツ) は、相互排他的なものではなく、一体的に育成することが望ましいと主張する。スタンダード 8～13 の資質・能力育成を重視した教育内容は、日本の技術分野の「資質・能力」を身に付けるという構造を重視した教育目標を検討する際の重要な示唆を含んでいると推察される。

今後の日本の課題は、中央教育審議会 (2014)<sup>13)</sup> の「育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会—論点整理—【主なポイント】 (平成 26 年 3 月 31 日取りまとめ)」, 及び中央教育審議会 (2014)<sup>14)</sup> 「育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関



する検討会— 論点整理— 平成 26 年 3 月 31 日」, 2014 年 3 月国立教育政策研究所の報告書 (2014)<sup>15)</sup>, これらを軸に, 学習指導要領の構造を, 育成すべき資質・能力を起点として改めて見直し, 改善を図ることである。実際に, 2014 年秋から 2018 年版学習指導要領改訂の基本方針を決めるために, 中央教育審議会を開催予定である。

## まとめ

本研究の結論は, 以下の 4 点であった。

- 1) 2008 年現行版小学校学習指導要領と, 2009 年現行版高等学校学習指導要領では, 普通教育としてのテクノロジーの目標と内容がない。したがって, 現行では, 小・中・高等学校を一貫した技術教育課程基準は日本には存在しない。
- 2) 日本の技術教育の対象内容は, 「材料と加工」, 「エネルギー変換」, 「生物育成」, 「情報」の各技術に関する内容で構成されているのに対し, イングランドの DT では, 生物育成技術と情報を扱っていなかった。ただし, 日本の情報のプログラミングに関する内容は, 教科コンピューティングで扱っていた。
- 3) 日本では, イングランドや米国で重視されている「技術デザインプロセス思考」が導入されていなかった。
- 4) 2008 年版中学校学習指導要領技術・家庭技術分野では「イノベーション」の語彙は直接学習しないが, 新しい発想を生み出し活用することの価値に気づかせたり, 知的財産を創造・活用したりする態度の育成を図っていた。一方, イングランドでは, イノベーションを重要な鍵語の一つとして位置付け, 発達段階に応じた課題を通じて, 起こりうる危険を予測し, その危険を回避するための修正・改善をする創造的な思考の育成が強調されていた。ITEEA では, I<sup>3</sup>学習 (イノベーション, インベンション, インクワイアリー) を通じて, クリティカル・シンキング技法による手工活動力の発達と, 科学, 数学, 国語をはじめとする他教科との連携と, 実践活動を重視していた。

## 註及び文献

- 1) 文部科学省 (2008) 中学校学習指導要領解説技術・家庭編, 教育図書, p.4.
- 2) 上野耕史 (2014) 「ガバナンス能力」等の技術に関する能力の現状と今後の技術教育のゆくえ, 国立教育政策研究所 科学研究費助成事業シンポジウム, 中央合同庁舎 第 7 号館東館 文部科学省 3 階講堂, 2014 年 3 月 1 日.
- 3) International Technology Education Association (ITEA) (2000) Standards for Technological Literacy, Content for the Study of Technology, ITEA, 宮川英俊/桜井 宏/都築千絵 [編訳] (2002) 国際競争力を高めるアメリカの教育戦略 技術教育からの改革, 教育開発研究所.
- 4) Department for Education. (2013). The National Curriculum for England. <https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-education/series/national-curriculum>.
- 5) National Curriculum Expert Group for D&T. (2013a). *Design and Technology Programmes of Study Key Stages 1 to 3, National Curriculum in England, Key messages, advice and explanatory notes for schools*, Design and Technology Education Association. <https://www.data.org.uk/for-education/curriculum/>
- 6) Department for Education. (2013). *The National Curriculum for England*. <https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-education/series/national-curriculum>.
- 7) National Curriculum Expert Group for D&T. (2013b). *Characteristics of a genuine D&T experience within the school curriculum: Principles for guiding and evaluating practice*, Design and Technology Education Association. <https://www.data.org.uk/for-education/curriculum/>
- 8) K 社 (2014) 中学校技術分野教科書, p.24.

- 9) T社 (2012) 中学校技術分野教科書, p.46.
  - 10) 文部科学省 (2014) 中央教育審議会 育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会— 論点整理—について,  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shotou/095/houkoku/1346321.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/095/houkoku/1346321.htm).
  - 11) 日本産業技術教育学会 (2013) 技術教育の理解と推進, <http://www.jste.jp/>.
  - 12) 国立教育政策研究所 (2014) PISA2012 年問題解決能力調査—国際結果の概要—, 同編.  
[http://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/pisa2012\\_result\\_ps.pdf](http://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/pisa2012_result_ps.pdf).
  - 13) 中央教育審議会 (2014) 育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会— 論点整理—【主なポイント】 (平成 26 年 3 月 31 日取りまとめ),  
[http://www.mext.go.jp/component/b\\_menu/shingi/toushin/\\_icsFiles/afieldfile/2014/06/03/1346335\\_01\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2014/06/03/1346335_01_1.pdf).
  - 14) 中央教育審議会 (2014) 育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会— 論点整理— 平成 26 年 3 月 31 日,  
[http://www.mext.go.jp/component/b\\_menu/shingi/toushin/\\_icsFiles/afieldfile/2014/07/22/1346335\\_02.pdf](http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2014/07/22/1346335_02.pdf) .
- ※上記 URL への最終アクセス日は, 2015 年 1 月 25 日

#### 4.3.2 英語版

### Similarities and Differences of the Aims and Contents between the Current Course of Study in Technology Education in Japan from 2008, “Design and Technology” in the National Curriculum in England from 2014 and Standards for Technological Literacy in the USA from 2000

*This study compared similarities and differences in the aims and contents between the current Course of Study in technology education in Japan from 2008, “Design and Technology” in the National Curriculum in England from 2014 and standards for technological literacy of ITEEA from 2000. The results are summarized as follows:*

- (1) *Technology education as a general education in Japan has been implemented only at the lower secondary education level and standards for a systematic curriculum for elementary and upper secondary schools have yet to be established.*
- (2) *The technology content in Japan consists of four learning areas; that is, materials and their processing, energy conversion, nurturing living things and information processing through nurturing living things. Information processing has not been introduced in Design and Technology. In contrast, programming of information processing has been established in Computing within the new National Curriculum.*
- (3) *The concept of the technological design process has not been established in technology education in Japan but it has been emphasised for pupils in Design and Technology in England and the Standards for Technological Literacy in the USA.*
- (4) *The Course of Study for technology has enabled students to be aware of the value of generating and utilizing new ideas and has fostered the attitude of creating and using intellectual property rights even though students have not studied what “Innovation” entails directly in Japan. In contrast, “Innovation” is one of the key points in Design and Technology and it emphasises the development of creative thinking skills to anticipate and improve every possible risk through immediate subjects according to the pupils’ stage of development. As for the Standards for Technological Literacy in USA, emphasis has been on helping pupils to develop the ability to manipulate activities in accordance with critical thinking skills and to practice such activity in collaboration with the other subjects such as Science, Mathematics and Language through the*



## INTRODUCTION

The Current Course of study for the National Curriculum Standards in Japan has been in effect since the 2008 school year and has been wholly practiced at elementary and secondary schools since 2012. “Technology and Home Economics” as one of the independent subjects is expected “to enable students to acquire fundamental and basic knowledge and skills related to materials and their processing, energy conversion, nurturing living things and information processing through practical and hands-on learning activities such as production (monozukuri), and to deepen understanding of the relationship between technology and both society and the environment, while also fostering the ability and attitude to evaluate and utilize technology correctly (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, 2008; p.4).” The course of study for the technology learning field in “Technology and Home Economics” emphasised three main points (Table 1).

Table 1. Main Points of Improvements for Technology and Home Economics in the Course of Study since 2008 in Japan

- 
1. The technology content consist of materials and their processing, energy conversion, nurturing living things and information processing, and aim to establish fundamental knowledge and key concepts, production and nurture applying technology and the relation between society and the environment in each content
  2. To enable students to acquire an understanding of the relation between technology and society including safety and risk problems and the environment and a sense of morality for technology, while also fostering the creative ability, persistence to create detailed objects, the communicative ability, attitude to respect intellectual property rights and the ability to evaluate and utilize technology correctly
  3. To establish learning content (guidance) that take into consideration elementary schools and to clarify the relationship between the technology learning field and the other subjects
- 

The Japan Society of Technology Education (JSTE) has explored technology education as general education methodically since 1991 and has developed the concept, social roles and educational aims of technology education. In 2000, JSTE published a leaflet titled “Understanding and Implementation of Technology Education”, which was then revised and published in 2013. In the revised edition, JSTE emphasised that their aims for technology education should be to resolve technological problems in society and encourage all people to understand and implement technology education for technological literacy as well as to foster the ability of technological innovative and collaborative governance to develop a safe and secure society and the qualities to evaluate and utilize technology. It proposed that the contents of technology should consist of four areas; that is, “technology of materials and their processing,” “technology of energy conversion,” “information, system and control technology” and “technology of nurturing living things.”

In contrast, the International Technology and Engineering Educators Association (ITEEA) (2006) developed the Learning Units in the P<sup>3</sup> Project, Invention, Innovation and Inquiry with support from the National Science Foundation and California University of Pennsylvania in the USA. The National Curriculum for England reviewed the goal and contents of design and technology that all pupils should acquire from KS1 to KS3 that will be introduced from September in 2014.

This study examines content construction and learning content for technology education in Japan through a comparative curriculum research that identified similarities and differences of the aims and content between the current course of study in technology education in Japan from 2008, “Design and Technology” in the National Curriculum in England from 2014 and Standards for Technological Literacy (ITEEA. 2000) in the USA.

## Study Methodology

Although there has been Design and Technology (D&T) in England and standards for technological literacy in the USA from kindergarten (or primary) -12<sup>th</sup> Grade, only lower secondary school (7<sup>th</sup> – 9<sup>th</sup> Grades) level technology education has been available in Japan. This study compared the study programmes at KS3 (11-14 years old) in D&T. The subject content of KS3 consists of five areas. Table 2 is an outline of the subject content. “Cooking and nutrition” in Design and Technology is not included because of space constraints.

Table 2. An Outline of Subject Content for Key Stage 3 (11-14 years old) in Design and Technology from 2014

Design	(1) Understand user needs (2) Identify and solve their own design problems (3) Develop specifications to inform the design (4) Use a variety of approaches (5) 3-D and mathematical modelling
Make	(1) Select from and use specialist tools (2) Select from and use a wider, more complex set of tools
Evaluate	(1) Analyse the work of past and present professionals and others (2) Evaluate new and Emerging technologies (3) Take into account the views of intended users (4) Understand developments in design and technology
Technical Knowledge	(1) Use the properties of materials (2) Understand more advanced mechanical systems (3) Understand more advanced electrical and electronic systems (4) Apply computing and use electronics to embed intelligence in products

Similarly, when this study compared Japan and the standards for technological literacy in the USA (ITEEA, 2000), we considered only benchmark topics from Grades 6-8. Moreover, there are a total of 20 standards in this document and these 20 standards can be interpreted in two ways. According to this document, the first type are “cognitive” standards, which establishes basic knowledge such as the 1<sup>st</sup> -7<sup>th</sup> standards and “how it works, and its place in the world – that students should acquire in order to be technologically literate (p.14).” The second type are the “process” standards, which describe the abilities that students should have such as the 14<sup>th</sup> - 20<sup>th</sup> standards. Standards from 1 to 13 were research objects used for comparison with the current course of study in technology education in Japan from 2008 (Table 3).

Table 3. Standards for Technology Content Standard (ITEA, 2000)

The Nature of Technology	1 The Characteristics and Scope of Technology
	2 The Core Concepts of Technology
	3 Relationships Among Technologies and the Connections between Technology and Other Fields
Technology and Society	4 The Cultural, Social, Economic, and Political Effects of Technology
	5 The Effects of Technology on the Environment
	6 The Role of Society in the Development and Use of Technology
	7 The Influence of Technology on History
Design	8 The Attributes of Design
	9 Engineering Design
	10 The Role of Troubleshooting, Research and Development, Invention, and Innovation, and Experimentation in Problem Solving
Abilities for a Technological World	11 Apply Design Processes
	12 Use and Maintain Technological Products and Systems
	13 Assess the Impact of Products and Systems

Table 3 shows that the 1<sup>st</sup> to 3<sup>rd</sup> standards consist of “The Nature of Technology” and that the 4<sup>th</sup> to 7<sup>th</sup> standards include “Technology and Society” as “cognitive” standards. In contrast, the 8<sup>th</sup> to 13<sup>th</sup> standards establish the ability to actually use a design process and to apply it in order to find a solution to a technological problem. This study acquired 12 keywords from Table 1 for comparison with “Design and Technology” in the National Curriculum in England from 2014 and Standards for Technological Literacy in the USA from 2000 (Table 4).

Table 4. 12 Keywords Concerning Table1

	⑩ Technology of materials and their processing
1	⑪ Technology of energy conversion
	⑫ Technology of nurturing energy of living things
	⑬ Technology of information processing
	⑭ The creative ability
	⑮ Persistence to create detailed objects
	⑯ The communicative ability
2	⑰ Attitude to respect intellectual property rights
	⑱ Understanding the relationship between technology and society including safety and risk problems and environment and so forth
	⑲ A sense of morality for technology
3	⑳ Learning contents (guidance)
	㉑ The relationship between technology and the other subjects

This study compared each keyword in Table 4 with Table 2 and Table 3. At first, direct links between Table 4 and Table 2 were examined. Then, we investigated links between Table 4 and Table 3. This procedure was implemented by both authors but each data item was collected individually. If each result did not correspond with the other data, we discussed the disparity and made a judgment.

## Results

### 3.1 Comparison between the Current Course of Study in Technology Education in Japan from 2008 and “Design and Technology” in the National Curriculum in England from 2014

#### 3.1.1 The Purpose of Study and Subject Content of “Design and Technology” from 2014

The new study programmes established the purpose of study aims and the subject content in all subjects of the National Curriculum in England from 2014. Attainment targets have changed as follows: “By the end of each key stage, pupils are expected to know, apply and understand the matters, skills and processes specified in the relevant programme of study (p.4)” compared to the attainment targets that were graded on a certain level in the revised National Curriculum.

Table 5 shows the Purpose of Study of the Programmes of Study in “Design and Technology” from 2014.

Table 5. Purpose of Study of the Programmes of Study in “Design and Technology” (Department for Education, 2013)

Design and technology is an inspiring, rigorous and practical subject. Using creativity and imagination, pupils design and make products that solve real and relevant problems within a variety of contexts, considering their own and others’ needs, wants and values. They acquire a broad range of subject knowledge and draw on disciplines such as mathematics, science, engineering, computing and art. Pupils learn how to take risks, becoming resourceful, innovative, enterprising and capable citizens. Through the evaluation of past and present design and technology, they develop a critical understanding of its impact on daily life and the wider world. High-quality design and technology education makes an essential contribution to the creativity, culture, wealth and well-being of the nation.

According to the relation between design and creation in Table 5, the Design and Technology Association National Curriculum Expert Group for D&T suggests “when executing a design, creating and evaluating assignments, pupils should engage in an iterative process (p.5)” as opposed to a formulaic linear or cyclical process. In contrast, the Japan curriculum tends to interpret “designing” and “creating” as irreversible processes rather than iterative processes. It must be noted that we should reinterpret “designing” and “creating” as iterative processes and “designing” should also include the concept of technological process thinking to develop the ability and attitude to evaluate and utilize technology properly in Japan. The 4<sup>th</sup> to 5<sup>th</sup> lines of Table 5 indicate “They acquire a broad range of subject knowledge and draw on disciplines such as mathematics, science, engineering, computing

and art.” It is likely that the government of England has emphasised “Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM)” Education as one of the main subjects to lead that country to success and prosperity and develop literacy as a participant in the high technology society and cultivate human resources capable of contributing to the economic community.

The national curriculum for Design and Technology has four main aims. According to the National Curriculum for England (Department for Education, 2008; p.208), these are as follows: “develop creative, technical and practical expertise,” “build and apply a repertoire of knowledge, understanding and skills,” “critique, evaluate and test” and “understand and apply the principles of nutrition and learn how to cook.” The National Curriculum Expert Group for D&T (2013) has six key points: “User,” “Purpose,” “Functionality,” “Design Decisions,” “Innovation” and “Authenticity” and these six have “the feature of a genuine D&T experience from the pupils’ perspective and can be applied to all material areas and aspects of the subject (p.1).” In particular, the term “Innovation” can be defined as “Projects that encourage innovation lead to a range of design ideas and products being developed and are characterised by engaging in open-ended starting points for learning.” The word “Innovative” is defined as “being original, imaginative, creative and taking risks for a purpose (p.3).” Teachers are required to have pupils learn “Innovation” through practical activity as well as establishing educational materials according to the pupils’ stage of development. Design and Technology has emphasised the development of creative thinking skills to anticipate and improve every possible risk through immediate subjects. Moreover, the new study programmes for the other subjects clarify the aims and contents at a high academic level.

### 3.1.2 Comparison between the Current Course of Study in Technology Education in Japan from 2008 and the Study Programmes for KS3 of “Design and Technology” in the National Curriculum in England from 2014

This study examined whether there was a direct link between Table 4 and Table 2. As a result, there were three points of similarities and differences in the aims and contents between Japan and England.

At first, there were no direct links with “Design (Table 2)” in Design and Technology for the current course of study in technology education in Japan. It seems reasonable to assume that the main reason is the much larger difference between the meaning of “design” in Japan and that in England. Generally speaking, we translate “design” as “Sekkei” in Japanese. According to the Course of Study for technology in Japan, the term “Sekkei” in Japanese is translated as “design” in English. However, the Japanese term “Sekkei” can have ambiguous meanings including “planning,” “project” and “elaborately-wrought (shape, color and pattern of productions)” as well as “to draw something” etc. The interpretation of “Sekkei” in Japanese differs depending on the textbook publishing company. In the case of textbooks at K Company, “Sekkei” indicates that “pupils develop their concept through considering features, materials and processing methods for products (p.24).” In contrast, it also indicates that “pupils develop their concept for products and create the drawing (p.46).” Both textbooks interpret “Sekkei” as implying the development of a concept for products and the creation of a drawing. In the case of Design and Technology in England, “design” implies the technological and creative process as a functional concept such as human action and activity as well as physical objects such as everyday items. “Design” covers not only a narrow meaning like “Sekkei” in Japanese, but also the meaning of a technological and creative process as a functional concept from planning ideas to modeling of their ideas. In contrast, “Technological and Engineering Design” education of technology, industry and engineering has changed the designation of “designing” education in some higher education departments of technology and industrial high schools in Japan at the suggestion of highly accredited managers of 8 universities in 2000. The Central Education Council has discussed the organization of a new curriculum to emphasise improving pupils’ qualifications and ability in accordance with the pupils’ stage of development since 2012. “Design” is an important concept for the nature of technology education and we must entertain the notion of establishing the concept of “design” as one of the qualifications and abilities required by pupils for the next Course of Study.

The next point was that the contents of technology education in Japan showed many differences from those of Design and Technology in England. Concretely, Design and Technology has not established “③Technology of nurturing energy of living things.” And, programming and control technology of “④Technology of information processing” have been implemented not in Design and Technology but in Computing from September 2014.

The third point was that this study found a positive association between the Course of Study in Japan and Design



and Technology in England regarding five aspects. These are “⑦The communicative ability,” “⑧Attitude to respect intellectual property rights,” “⑨Understanding of the relationship between technology and society including safety and risk problems and the environment and so forth,” “⑩A sense of morality for technology” and “⑫The relationship between technology and the other subjects”. “Innovation” has been emphasised as one of the key points by the Design and Technology Association’s National Curriculum Expert Group for D&T as well as the other key points. It is likely that the new study programmes of KS3 in the National Curriculum have placed greater emphasis on the viewpoint of technological epistemological idealism, which introduces the fundamental ability of lifelong learning to support a sustainable society according to the pupils’ stage of development. In contrast, the Course of Study for technology has enabled students to be aware of the value of generating and utilizing new ideas and has fostered the attitude of creating and using intellectual property rights even though students have not studied what “Innovation” entails directly in Japan. The Japan Society of Technology Education (2013) has also encouraged the furtherance of “Innovation” to enhance the nation’s strength and maintained the needs for assessment of governance in accordance with technological consequence assessment when people produce energy from renewable sources to help build a sustainable society. It is necessary to reconsider the aims and contents of the Course of Study through education in accordance with the decision-making power to find a satisfactory solution as a member of society rather than aiming at an efficient education for a single correct answer co-existing without conflict of interest among people with different cultures and values.

### **3.2 Comparison between the Current Course of Study in Technology Education in Japan from 2008 and the Standards for Technological Literacy of ITEEA in the USA from 2000**

This study examined whether there was a direct link between Table 3 and Table 2. As a result, there were four points of similarities and differences in the aims and contents between Japan and USA.

The first point was that the contents of technology education in Japan showed many similarities to one of the USA Standards from ITEEA. Concretely, Standards from 1 to 7 had similar subject matter to four contents of Technology education in Japan. This was based mainly on Standards 14 to 20 that are outside the scope of this study, which are, “19 Manufacturing Technologies” and “20 Construction Technologies” correspond with “① Technology of materials and their processing” and “16 Energy and Power Technologies” coincide with “② Technology of energy conversion.” Moreover, “15 Agricultural and Related Biotechnologies” is related to “③ Technology of nurturing energy of living things” and “17 Information and Communication” is linked to “④ Technology of information processing.”

The second point was that the contents of technology education in Japan showed no similarities to Standards 1 to 3 in ITEEA. These standards are “The Nature of Technology” and they make pupils understand the Characteristics and Scope of Technology, The Core Concepts of Technology and Relationships among Technologies and the Connections between Technology and Other Fields. However, the term “Technology” in Japanese includes the meaning of “technique” and “skill” such as sports, piano and writing. Therefore, the identity of each of these words is vague and people are not really able to tell them apart. A technology agent of the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology has pointed out that Art & Craft implemented the contents of technology by educators. However, there is no subject that introduces the contents of technology in elementary and upper secondary schools as the word “Technology” is categorically not used in the English translation of the Course of Study. We have focused on conducting language activities in all subjects in Japan. We need to enable pupils to acquire each inherent meaning; that is, “Technology,” “Technique” and “Skill” and emphasise teaching the core concepts of technology through experience and collaborative activities in which they find themselves with no other choice but to use “Technology,” “Technique” and “Skill” as the situation demands.

The third point was that “⑧ Attitude to respect intellectual property rights,” “⑨ Understanding of the relationship between technology society including safety and risk problems and environment and so forth” and “⑩ A sense of morality for technology” showed some similarities to standards 4 – 7 in ITEEA comparatively. As for the Course of Study in Japan, the contents of technology education have been gradually introduced to understand the influence of safety and risk that are caused by the cultural, social and political problems and the attitude to respect intellectual property rights associated with the development of new technology compared to the 1998’s

Course of Study.

The fourth point was that this study did not find a positive association between the Course of Study in Japan and standards 8 to 13 in ITEEA. The main factor is that their standards have emphasised the ability to actually make pupils learn and use a design process that the past Course of Study did not emphasise before. The International Technology and Engineering Educators' Association of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) announced the only standards-based national model for Grades K-12 that delivers technological literacy in a STEM context officially to have pupils develop a deeper understanding of the 13<sup>th</sup> standard, that is, "Engineering Design." The model, Engineering by Design™ (EbD) is built on the Common Core State Standards. The I<sup>3</sup> Project, Invention-Innovation and Inquiry, was introduced for Grades 5-6 based on the relation between "Standards for School Mathematics" in the National Council of Teachers of Mathematics and "Project 2061 Benchmark for Scientific Literacy" in the American Association for the Advancement of Science (AAAS). The I<sup>3</sup> Project consists of 10 learning units. The main units, that is, invention and innovation, are the hallmarks of technological thinking and action. According to ITEEA, "Each unit has standards-based content, suggested teaching approaches, and detailed learning activities including brainstorming, visualizing, testing, refining, and assessing technological designs." Therefore, it seems reasonable to suppose that the reason ITEEA has emphasised "a design process" is that it aims to bolster the ability of technological creative thinking and technological assessment through building knowledge that responds to a knowledge-based society. In contrast, the National Institute for Educational Policy Research has proposed "21st century abilities in Japan" and insisted on developing pupils' qualifications and ability that need to be nurtured and subject contents in an integrated, non-mutually exclusive manner in the 7<sup>th</sup> report of the "Fundamental Study to Draft a Curriculum (National Institute for Educational Policy Research, 2014)." It is important to note Standards 8 to 13 have established the ability to actually use a design process when entertaining the aims and contents of technology education concentrating on nurturing pupils' qualifications and ability in the future.

One issue worth noting in the Course of Study in Japan is that we have to improve the aims and contents with a central focus on pupils' qualifications and abilities that require nurturing in accordance with the reports by both the Central Education Council and National Institute for Educational Policy Research in March 2014. In fact, the next Central Education Council will be convened to decide the new Course of Study to be introduced in 2018 in autumn 2014.

## **Conclusion**

In conclusion, (1) Technology education as a component of general education in Japan has only been implemented at the lower secondary education level and standards of the systematic curriculum for elementary and upper secondary schools have yet to be established; (2) The technology content in Japan consists of four learning areas; that is, materials and their processing, energy conversion, nurturing living things and information processing though nurturing living things, and information processing has not been introduced in Design and Technology. In contrast, Programming of information processing has been established in the Computing component of the new National Curriculum; (3) The concept of the technological design process has not been developed in technology education in Japan whereas this concept has been emphasised for pupils in Design and Technology in England and standards for technological literacy in USA; (4) The Course of Study for technology has enabled students to be aware of the value of generating and utilizing new ideas and has fostered the attitude of creating and using intellectual property rights even though students have not studied what "Innovation" entails directly in Japan. In contrast, "Innovation" is one of the key points in Design and Technology and it has emphasised the development of creative thinking skills to anticipate and improve every possible risk through immediate subjects according to the pupils' stage of development. As for standards for technological literacy in ITEEA, it has emphasised that pupils acquire the ability of manipulation activity in accordance with critical thinking skills and practical activity in collaboration with the other subjects such as Science, Mathematics and Language through the Learning Units in the I<sup>3</sup> Project, Invention-Innovation and Inquiry.

## References

- Department for Education and Skills (DfES) and Department of Trade and Industry (DTI). (2006). *Figure 1: Governance structure of STEM delivery*. The Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Programme Report. [http://www.nationalstemcentre.org.uk/res/documents/page/stem\\_programme\\_report\\_2006.pdf](http://www.nationalstemcentre.org.uk/res/documents/page/stem_programme_report_2006.pdf). p.17.
- Department for Education. (2013). *The National Curriculum for England*. <https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-education/series/national-curriculum>.
- HM Treasury. (2004). *Science & Innovation Investment Framework 2004-2014*. [http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hm-treasury.gov.uk/spending\\_sr04?science.htm](http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hm-treasury.gov.uk/spending_sr04?science.htm).
- International Technology and Engineering Educators Association. (2014). *STEM Education Product Guide*. [www.iteaconnect.org/Publications/productguide.pdf](http://www.iteaconnect.org/Publications/productguide.pdf).
- International Technology Education Association and its Technology for All Americans Project. (2000). *Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology*. [http://www.iteea.org/TAA/Publications/TAA\\_Publications.html](http://www.iteea.org/TAA/Publications/TAA_Publications.html).
- International Technology and Engineering Educators Association. (2014). *I<sup>3</sup> Project Invention-Innovation-Inquiry Units for Technological Literacy, Grades 3–5*. <http://www.iteea.org/i3/index.htm>.
- Kato, K. et al. (2014). *Technology area of Technology and Home Economics*. Tokyo, Japan: Tokyoshoseki. (In Japanese).
- Mada, S. et al. (2014). *Technology area of Technology and Home Economics*. Tokyo, Japan: Kairyudo. (In Japanese).
- Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. (2014). *The Investigative Commission of the Modality of Aims, Contents and Assessment to enable students to foster qualities and abilities*. [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shotou/095/houkoku/1346321.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/095/houkoku/1346321.htm). (In Japanese).
- Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. (2008). *Course of Study for Technology and Home Economics*. Tokyo, Japan: Kyouikutosyo. (In Japanese).
- Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. (2008). *Course of Study*. [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/youryou/eiyaku/1261037.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/eiyaku/1261037.htm). (In Japanese).
- Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. (2008). *The English Translation of Course of Study*. [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/youryou/eiyaku/1261037.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/eiyaku/1261037.htm).
- National Institute for Educational Policy Research. (2014). *The 7<sup>th</sup> Report of “Fundamental Study to Draft a Curriculum.”* [http://www.nier.go.jp/05\\_kenkyu\\_seika/pdf\\_seika/h25/2\\_1\\_summary.pdf](http://www.nier.go.jp/05_kenkyu_seika/pdf_seika/h25/2_1_summary.pdf)
- National Curriculum Expert Group for D&T. (2013a). *Characteristics of a genuine D&T experience within the school curriculum: Principles for guiding and evaluating practice*, Design and Technology Education Association. <https://www.data.org.uk/for-education/curriculum/>
- National Curriculum Expert Group for D&T. (2013b). *Design and Technology Programmes of Study Key Stages 1 to 3, National Curriculum in England, Key messages, advice and explanatory notes for schools*, Design and Technology Education Association. <https://www.data.org.uk/for-education/curriculum/>
- The Japan Society of Technology Education. (2013). *Understanding and Implementation of Technology Education*. <http://www.jste.jp/>. (In Japanese).
- Ueno, K. (2014). *Actual State of a Technological Ability for Governance etc. and Directional Movement of Future Technology Education*. Symposium of Grant-in-Aid for Scientific Research-subsidized projects in National Institute for Educational Policy research. (In Japanese).

## 第5部

# 技術科の教科固有の育成すべき資質・能力に対応した 学習評価規準と評価方法の実践研究

磯部 征尊\*・水野 頌之助\*\*・市村 尚史\*\*\*  
中村 浩士\*\*\*\*・山崎 貞登\*\*\*\*\*

(平成26年9月29日受付；平成26年10月28日受理)

## 要 旨

本小論は、水野ら（2013）の先行研究と同一学習者で、2008年告示中学校学習指導要領技術・家庭科技術分野「材料と加工に関する技術」における、技術分野ガイダンスの既習事項に関する転移効果についての探索的検討を行った。主たる知見は、以下の2点であった。

- 1) 技術分野内容A「材料と加工に関する技術」(3)ア「使用目的や使用条件に即した機能と構造」の評価観点【工夫・創造】を、国立教育政策研究所教育課程研究センター（2011年11月）作成の「評価規準の作成，評価方法等の工夫改善のための参考資料【中学校 技術・家庭】」の評価規準の設定例に基づき、PISA2012年実施の「問題解決能力」の到達レベルを援用し、評価規準と判別基準を設定した。
- 2) 技術分野ガイダンスで学んだ同分野最終目標（特に、社会的・環境的・経済的の3側面から比較・検討し、最適解を導き出す技術評価の思考プロセスの活用に必要な能力と態度の育成）のレディネスが、内容A「材料と加工に関する技術」にもたらす転移効果を検討した結果、A(1)イ「技術の進展と環境との関係」【関心・意欲・態度】評価規準A 16人（11.3%）、B 113人（80.1%）、C 12人（8.5%）であったのに対し、A(3)ア「使用目的や使用条件に即した機能と構造【工夫・創造】」では、A 82人（58.1%）、B 48人（34.0%）、C 11人（7.8%）と向上し、転移効果がうかがえた。

## KEY WORDS

技術ガイダンス学習（Guidance in Technology Learning）、技術科教育固有の思考プロセス様式（Thinking Process Style Peculiar to Technology Subject）、技術リテラシー（Technological Literacy）、技術の適切な評価・活用（Technology Assessment and Its Practical Application Properly）、評価規準（Assessment Criteria）

## 1 問題の所在と研究目的

中央教育審議会（中教審）「育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会」は、次期学習指導要領に向けての基礎的な資料を得ることを目的に、2012年12月～2014年3月17日まで13回の会議を行い、2014年3月31日に論点整理の報告書<sup>(1)</sup>を公表した。同報告書では、現在の学習指導要領に定められている各教科等の教育目標・内容を、以下のア）～ウ）の3視点で分析し、学習指導要領の構造の中で適切に位置付け直したり、その意義を明確に示したりすることについて検討すべきであると指摘した。

ア) 教科等を横断する汎用的なスキル（コンピテンシー）等に関わるもの

① 汎用的なスキル等、例えば、問題解決、論理的思考、コミュニケーション、意欲等

② メタ認知（自己調整や内省、批判的思考等を可能にするもの）

イ) 教科等の本質に関わるもの（教科等ならではの見方・考え方など）

例：「エネルギーとは何か。電気とは何か。どのような性質を持っているのか」のような教科等の本質に関わる問いに答えるためのもの（見方・考え方、処理や表現の方法など）

ウ) 教科等に固有の知識や個別スキルに関するもの

例：「乾電池」についての知識、「検流計」の使い方

中教審の検討会では、「イ）教科等の本質に関わるもの（教科等ならではの見方・考え方など）」として、「本質的な問い」、「永続的理解」「原理や一般化」、「転移可能な概念」、「複雑なプロセス」等を鍵語として示している<sup>(1)</sup>。転移とは、ある領域で学習した知識やスキルを、その領域とは異なる領域で活用することである<sup>(2)</sup>。概念とは、事物や

\*愛知教育大学 \*\*上越市立春日中学校 \*\*\*柏崎市立第一中学校 \*\*\*\*上越教育大学（修士課程） \*\*\*\*\*自然・生活教育学系



事象の本質をとらえる思考の形式である。概念は、複数の事物や事象から共通な特徴を取り出し、それらを包括的・概括的に捉えることによってつくられる<sup>(3)</sup>。転移可能な概念とは、当初学習したのとは異なる場面で活用することができるような概念を意味している<sup>(4)</sup>。

上野(2008)は、2008年告示中学校学習指導要領の基本方針を議論した中教審教育課程部会や、同「家庭、技術・家庭、情報専門部会」において、中学校技術・家庭科技術分野(以下、技術分野)に求められた改善意見等を、日本科学教育学会の論文誌「科学教育」に、招待解説論文<sup>(5)</sup>としてまとめている。前述の専門部会の委員であった桜井の論文<sup>(6)</sup>や著書<sup>(7)</sup>等と共に解説すると、2008年告示技術分野の改訂は、国際技術教育学会(現:国際技術・エンジニアリング教育者学会)(ITEA, 現ITEEA)が2000年に刊行した「技術(テクノロジカル)リテラシーのためのスタンダード(基準) - 技術の学習内容 -」<sup>(8)</sup>が大きな影響を与えたことは、明らかである。同書では、技術(テクノロジー)教育の目的は、「民主主義国家の主権者として、関係ある決定に関与できる技術リテラシー(技術を使用し、管理し、理解し、評価する能力)の育成(ITEA, 2000: pp.9-10)」としている。同書では、何れの技術にも該当する技術リテラシーの第1の構成概念として、エンジニアとデザイナーなどが問題への解決策を創造するための主たるアプローチであるデザインプロセスを掲げている。第2の構成概念として、開発、生産、デザインプロセスによる製品の完成とシステムの体系を掲げている。第3の構成概念は、製品の利用と維持管理である。技術リテラシーは、前述の中教審の「イ)技術科教育固有の見方・考え方」である(ITEA, 2003: p. 4)<sup>(9)</sup>。なお、本稿で用いる「技術」は、テクノロジーを意味する。また、我が国の2008年告示の現行小学校学習指導要領英訳版(仮訳)<sup>(10)</sup>の各教科等の目標と内容には、テクノロジーの表記は見当たらない。

さらに、ITEA(2003)<sup>(9)</sup>は、技術リテラシーのための内容スタンダードと共に、技術リテラシーの卓越性の推進のために、学習評価・専門性育成・プログラムの3つのスタンダードを提案した。同書によると、技術科教育による技術的素養の育成は、デザインされた世界の使用、技術管理、技術評価に関わるクリティカル思考と共に、前述の中教審の「ア」教科等を横断する汎用的なスキル(コンピテンシー)である意思決定、問題解決能力を育むと指摘している(ITEA, 2003: p.10)。山崎<sup>(11)</sup>は、前述のITEAの先行研究を解説し、我が国における技術科教育で育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の構成原理に関する提案を行っている。

我が国では、2008年版技術分野の改善の具体的事項として、「よりよい社会を築くために技術を適切に評価・活用する能力と態度の育成」を重視することとした(p. 4)<sup>(12)</sup>。同じく、「技術に関する教育を体系的に行う視点から、小学校での学習を踏まえた中学校での学習のガイダンス的な内容を設定するとともに、他教科等との関連を明確にし、連携を図る(p. 5)」<sup>(12)</sup>ことになった。文部科学省(2008b)<sup>(13)</sup>は、技術分野のガイダンス的な内容を実施する配慮点について、以下の2点を指導している。第1点は、ストーリー性のある3年間を見通した指導計画の立案である。ストーリーとは、題材の連続性や題材配列に系統性を持たせるよう、段階的に組み立てることと解説している。第2点は、技術分野の目標を骨太にとらえて、1つのストーリーにしていくことである。技術分野の最終目標は、「技術と社会や環境とのかかわりについて理解を深め、技術を適切に評価し活用する能力と態度を育てる」ことである。この最終目標は、ITEAの技術リテラシーであり、前述の中教審の「イ)技術科教育固有の見方・考え方」<sup>(1)</sup>である。

経済・産業・行政等で活用される技術(影響・リスク)評価、環境影響評価に関する先行研究は、国内外で膨大な数の報告と実践がある。しかし、その多くは評価プロセスが極めて複雑であり、専門化・高度化していて、普通教育としての技術科教育に直ちに適用することは困難である。そこで、市村<sup>(14)</sup>、山崎<sup>(15)</sup>は、前述のITEA(ITEEA)の第5～8学年の「課題探究実践(Inquiry)・イノベーション・発明」<sup>(9)</sup>プロジェクトや、イギリス等における普通教育としての技術科教育で実施されている技術評価学習のデザインプロセス思考活動について調査し、我が国の技術分野の実態に合わせた、技術評価学習のプロセスを提案した(図1)。2012年版の技術分野3社の教科書の中で、T社(2012: p.89等)<sup>(16)</sup>が、製品等を選択するときの評価・活用の流れとして、図1に類似したプロセスを掲載している。

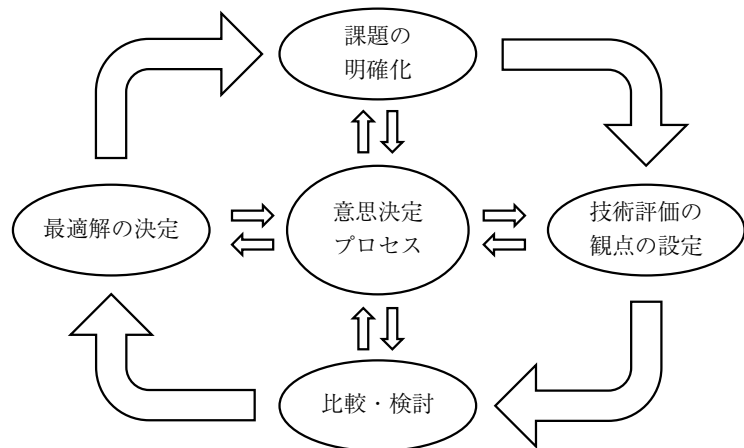


図1 技術評価学習の思考プロセス様式

磯部ら (2013)<sup>(17)</sup>は、技術分野の内容A(1)ア「技術が生活の向上や産業の継承と発展に果たしている役割」と、同イ「技術の進展と環境との関係」の【関心・意欲・態度】の観点別評価規準「A」「B」判別基準の設定と、ガイダンスカリキュラムのデザインの実践とカリキュラム評価を実施した。同先行研究の生徒用の評価規準表では、評価規準「A」と「B」の判別基準として、「A」には「自分の考えと意見や、なぜどうしてかという理由などの記述の根拠（こんきょ）を、相手にはっきりわかるように記述できること。」を付け加えた。「B」判別基準は、言語活動の充実の観点から、2009年PISA調査の読解力の「情報へのアクセス・取り出し」で、技術分野固有の内容についての情報へのアクセスと取り出しができることとした。「A」判別基準では、2009年PISA調査の読解力の「情報へのアクセス・取り出し」を正確に行うと共に、根拠に基づいた「統合・解釈」や「熟考・評価」した記述を判別基準とした（文部科学省、2012）<sup>(18)</sup>。

水野ら (2013)<sup>(19)</sup>は、磯部ら (2013)<sup>(17)</sup>の先行実践での課題を改善するために、技術分野固有の学習過程である技術評価の思考プロセス様式を取り入れた評価計画の作成と授業実践、技術分野内容A(1)イの学習評価を行い、同評価規準「A」28事例（13.7%）と、「B」168事例（81.9%）の計196事例（95.6%）を得た。

本研究の目的は、水野ら (2013) の先行研究<sup>(19)</sup>と同一の学習者を研究対象とし、現行の技術分野A(3)ア「使用目的や使用条件に即した機能と構造について考えること」の【工夫・創造】の観点別評価に焦点を当て、技術分野ガイダンスの既習事項に関する転移効果についての探索的な検討である。

## 2 研究対象及び方法

### 2.1 研究対象

研究対象生徒は、2013年度N県J市立K中学校第1学年総計141人〔W組35人（男性16人、女性19人）、X組36人（男性16人、女性20人）、Y組35人（男性15人、女性20人）、Z組35人（男性16人、女性19人）〕であった。授業者は、技術分野専任M教諭（全組共に同一授業者：男性、教職経験9年）であった。授業期間は、2013年11月～2014年2月であった。

### 2.2 題材指導計画

題材名は、「生活に役立つものを作ろう（20時間）」（表1）である。実際の授業で使用した材料表を、表2に示す。

表1 題材「生活に役立つものを作ろう（全20時間）」

次	時間	小題材名	学習活動	記録に残す学習評価の観点			
				関・意	工・創	技	知・理
一次	3	◎自らの生活に必要なものを構想しよう	○生活と技術との関わりを学び、自らの生活を振り返る。 ○省資源や使用者の安全などに配慮して、材料の種類や接合方法を知る。	A(2)ウ			A(2)ア
二次	2	◎機能や構造、材料や加工方法を考えよう	○材料と加工に関する技術の課題について社会的、環境的及び経済的側面などから比較・検討しようとするとともに、適切な解決策を考える。 ○使用者の安全に配慮して設計・製作するなど、材料と加工に関する技術にかかわる倫理観の視点から構想を考える。 ○使用者の安全やリサイクルへの配慮の視点から製作品の発想を考える。	A(3)ア	A(3)ア		A(2)ウ
三次	3	◎構想した作品を製図の方法に従って表現しよう	○製作には、製作図が必要であることと、製作図には、構想の問題点の整理と修正、製作品や部品の形状・寸法の表示などの様々な役割があることを知る。 ○目的や条件に応じて、製作品に必要な機能と構造を考える。 ○製作品の機能を知的財産や倫理観の視点を踏まえつつ、使用目的や使用条件を満足する形状、寸法、使いやすさなどから検討する。	A(3)ア			A(3)イ
四次	7	◎けがきと切断、部品加工をしよう	○製作図を基に、けがきをする。 ○製作に必要な工具の適切な使用方法について、教科書を基に知る。 ○材料に適した基本的な工具または、機器を用いて部品加工を行う。 ○測定具（定規、ノギス）で仕上がり寸法を測定しながら、材料に適した基本的な工具または、機器を用いて材料を加工する。			A(2)イ A(2)イ A(3)ウ	A(2)イ
五次	4	◎組み立てと仕上げをしよう	○製作工程表を確認し、工程の流れを確認する。 ○きりやげんのうを適切に使用し、組立て活動をする。 ○ニスを使用して塗装する。			A(2)イ A(3)ウ	
六次	1	◎作品をお互いに見せ合おう	○製作品を社会的、環境的及び経済的側面から調査し、使う人が喜ぶ製品に対する材料と加工の技術について検討し、更なる解決策を見出す。		A(2)ウ		

表2 ものづくり創作材料表

A 一板材 (t12)															
20105	アガチス (エコ仕様) 210×1200			1720円	20103	杉 210×1200			2210円						
B 集成材 (t12)・間伐材															
20201	ストライプ 220×1200			2260円	20208	パイン 210×1200			1720円						
20202	桐 220×1200			1330円											
C アガチス板材 (t12)															
幅×長さ		×100mm		×300mm		×450mm		×600mm		×900mm					
アガチス	50mm			20301	150円	20302	230円	20303	300円	20304	460円				
〃	100mm	20329	100円												
〃	150mm			20313	370円	20314	560円	20315	750円	20316	1100円				
〃	180mm			20317	450円	20318	700円	20319	900円	20320	1360円				
〃	210mm			20321	500円	20322	750円	20323	1000円	20324	1500円				
D 角材						E 角棒									
厚さ×幅×長さ		×300mm		×450mm		厚さ×幅×長さ		×300mm		×450mm		×900mm			
角材	30×30	20404	240円	20405	370円	角棒 4×4 限定品		20501	20円	20502	30円	20503	50円		
〃	40×40	20407	430円	20408	650円										
F 木製薄板 (合板・コルク合板)															
厚さ×幅×長さ		150×450		150×900		200×300		300×300		300×450		450×600			
シナ合板	4mm							20607	240円	20608	300円	20609	600円		
MDF	2.5mm	20624	70円	20625	130円	20623	60円	20619	90円	20620	150円	20621	250円		
プリント合板 (白)								20610	240円	20611	330円	20612	670円		
コルク合板	3.5mm							20613	300円	20614	420円	20615	780円		
コルクシート	4mm									20618	560円				
G 木製丸棒・木球・木製つまみ															
太さ×長さ		×300mm		×450mm											
木製丸棒	φ12	20724	60円	20725	90円	20711	木製つまみ 15×15				50円				
〃	φ15	20703	70円	20704	100円	20712	〃 15×35				50円				
〃	φ22	20705	140円	20706	200円	20713	〃 25×48				50円				
H プラスチック系															
20801	アクリル板半透明 2×200×300			260円	20840	エッジカラー グリーン 2×180×200			250円						
20802	〃 〃 3×200×300			350円	20850	〃 イエロー 〃			250円						
I 釘・木ネジ						J ガラスシート (230×230mm)									
釘 (20本入り)				皿木ネジ (20本入り)				21301		カクテル	240円	21306		クリスタル	120円
21101	釘 19mm		60円	21107	〃 3.1×20mm		70円	21302		ガーデン	240円	21307		ダイヤ	120円
21102	〃 25mm		70円	21108		〃 3.1×25mm		70円							
21103	〃 32mm		80円												
K 補強金具															
21201	平横隅金具 小 12×37		10円	21213	T型金具 大 17×75		30円								
21211	〃 中 14×48		25円	21214	〃 中 11×40		25円								
21207	隅金具 二方面 (黒)		30円	21209		直角補強金具		50円							
21208	〃 T型 (黒)		30円												
L その他															
21502	蝶番 2枚1組 木ネジ付 25mm			140円	21520	自在レール 300mm			90円						
21516	回転台			520円	21521	自在スタンド 300mm			100円						
21504	キャスター 4ヶ組 (木ネジ付)			440円	21525		プラ蝶番 2枚組木ネジ付 2.7×10		60円						
21505	マグネットキャッチ 1組			120円	21526		アレンジガイド 2枚組		300円						
21506	パッチン錠 1組 (木ネジ付)			70円	21508		取手 金属 木ネジ付		120円						
21507	取手プラスチック 小 木ネジ付 80mm			100円	21513		洋折れ釘 1-#4		20円						

※筆者らが、紙幅の関係上、同表のレイアウトを一部変更した。



表1より、初めに、身近な商品の設計と製作を事例に、知的財産を尊重しながら活用し、新しい発想を生み出す価値の学習を通じて、自らの生活を振り返らせた。次に、省資源や使用者の安全などに配慮して、材料を選択する学習を展開した。

表2より、各学習者は、製作に必要な材料や工具を確認し、webや資料等で各特徴を探究した。学習者には、「2,500円を上限として、その金額内で製作に必要な材料を選択すること」という制約条件を指示した。

### 2. 3 A(3)アの【工夫・創造】の評価規準

本研究の対象生徒は、技術分野ガイダンス（全5時間）の既習事項により、技術分野A(1)イ「技術の進展と環境との関係について考えること」において、「関心・意欲・態度」の観点によって、評価規準「A」「B」「C」の各評価結果を得ている。中教審(2014)<sup>(1)</sup>の指摘する「ア）教科等を横断する汎用的なスキル（コンピテンシー）等に関わるもの」、「イ）教科等の本質に関わるもの（教科等ならではの見方・考え方など）」は、海外ではドメイン準拠評価ではなく、主にスタンダード準拠評価による学習評価法を用いる<sup>(20)</sup>。しかし、我が国の学習指導要領の教科、学年、分野目標は、スタンダード準拠評価適用の必要条件となる、義務教育段階あるいは小学校～高等学校段階のスパンを長期に見据え、多段階の到達水準を系統的・適時的に設定した「到達目標」ではなく、一連の系統性を有する多段階の到達水準を明示しない「方向目標」である。加えて、我が国では、小学校及び高等学校段階における普通教育としてのテクノロジー教育が未実施である。そこで、本研究では、日本産業技術教育学会(2012)<sup>(21)</sup>が提案した幼稚園から高等学校まで一貫した技術教育課程の構成原理を参照し、スタンダード準拠評価を導入した、文部科学省研究開発学校の小・中学校を一貫したテクノロジー教育課程研究3事例<sup>(22),(23),(24)</sup>に基づいてまとめた、幼稚園から高等学校までを一貫した技術教育課程基準<sup>(25)</sup>を参考にした。

さらに、本研究では、PISA2012年実施の問題解決能力の習熟度レベル<sup>(26)</sup>を援用した。我が国では、小学校においてテクノロジー教育が未実施であるために、技術分野ガイダンスの内容A(1)の評価規準の「B」判別基準を2012年実施の問題解決能力の習熟度レベル1に相応させた。同「A」判別基準は、PISAの同習熟度レベル2に相応させた。さらに、ガイダンス後に学習した技術分野A(2)ア【工夫・創造】「製作品の使用目的や使用条件を明確にし、社会的、環境的及び経済的側面などから材料、使いやすさ及び丈夫さなどを比較・検討した上で、製作品やその構成部品の適切な形状と寸法などを決定している」において、「B」判別規準はPISA2012年実施の問題解決能力の同レベル3に相応させ、「A」判別基準は、PISAの同レベル4に相応させて、実践研究を行った(表3)。

記録に残す学習評価規準は、国立教育政策研究所(2011)<sup>(27)</sup>が示した設定例を基に、評価規準の「A」判別基準、同「B」判別基準、「C」への手立てを設定した。本稿では、「授業者用評価規準表」と呼称する。技術分野ガイダンス時には、技術分野固有の技術評価のプロセスを生徒に提示した(図1)。

図1の学習では、技術評価過程を、(1)技術課題の明確化、(2)社会・環境・経済の3側面を中心とした技術評価観点の設定、(3)各技術評価観点の長所(便益)・短所(リスク)の比較・検討、(4)最適解(最も適切と考えられる解)のプロセスのまとめりであり、各過程間はお互いに行き交い、意思決定が伴うことを説明した。技術分野ガイ

表3 PISA2012年実施の問題解決能力の習熟度レベルと、技術分野A(1)イ、A(3)アとの相応関係

習熟度レベル	各レベルにいる生徒の特徴の一例	各レベルに該当する技術分野 A(1)イ、A(3)アの判別基準
レベル4	やや複雑な問題状況を集中的に探究することができる。問題解決に必要な、状況の構成要素間の関係を理解する。観察結果によって、計画を修正し、あるいは再び目標を定め直すことが常にできる。	A(3)アの「A」判別基準
レベル3	いくつかの異なる形式で提示される情報を処理することができる。問題状況を探究し、構成要素の単純な関係を推論することができる。前もって計画することや進展を観察することの必要性を理解し、必要があれば異なる方法を試してみることができる。	A(3)アの「B」判別基準
レベル2	なじみのない問題状況を探究し、その一部を理解することができる。下位目標に達するための、一度に一つの手順を計画・実行し、解決へと至る過程をある程度は観察することができる。	A(1)イの「A」判別基準
レベル1	限られた方法で問題状況を探究することができるが、それは以前に極めて似た状況を経験している場合である。前もって計画をしたり、下位目標を設定することができない傾向がある。	A(1)イの「B」判別基準





班員との意見交換をメモしよう！  
 記入欄は、縦 103mm×横 185mm

<最終決定>  
 ☆木材の選択☆  
 わたしは、  を選びます。  
 なぜなら

☆接合方法の選択☆  
 わたしは、  を選びます。  
 なぜなら

選択した材料のレーダーチャート

図3 材料選択用学習シート (A3用紙右面)

図2は、学習シート左面である。学習者は、第一次において、省資源や使用者の安全などに配慮して、材料の種類や接合方法を確認した。第2次では、図2を提示すると共に、資料やweb検索を用いて情報に正確にアクセスして取り出すように指導した。授業者は、「あなたが自分の作品を作る時、自分にとって大切な点はどこですか?」と問い、図2のシート上部分(材料選択)に○印を付けさせた。そして、○印を付け終わった後に、最終的に選んだ材料の考えや根拠を記述させた。図2のシート下半分(接合方法)も同様に行った。

次に、図3の学習シートに取り組ませた。最初に、班同士で自分の考えや根拠を出し合い、意見交換を行わせた。その後、図3の下半分にあるレーダーチャートを用いて、社会的、環境的、経済的の3側面を数値化すると共に、最終的に選択した材料と接合方法を記入させた。授業者のM教諭は、各学習者の図3の記述内容を、表3～4の評価規準を基に、A(3)アの【工夫・創造】の記録に残す学習評価を行った。次に、本稿の著者ら4人が評価し、M教諭の評価との一致率を算出し、妥当性の検討を行った。

表1の二次「機能や構造、材料や加工方法を考えよう」は、全組2014年11月11日(月)～11月20日(水)の間に行った。授業導入場面に、表4の授業者用評価規準表を基に、学習者の理解を容易にするために加筆・修正した評価規準表(以下、学習者用評価規準表)(表5)を提示し、授業者M教諭の評価方法も説明した。

表5において、「A」「B」各評価規準の相違箇所には、下線を挿入した。M教諭は、特に「社会の一員」の部分を理解させるために、「例えば、家の人のために役立つものをつくる、というのは一つの家族の一員としての考え方ですよね。これも、社会の一員としての考え方です。また、『どんな集成材を選びますか?』に関する学習を前期で行いました。その時の学習では、自分の興味や関心だけで材料を選択するのではなく、社会・環境・経済の3つ全ての側面に基づいて、適切な情報を取り出し、比較・検討を行いました。この時、皆さんの中には、『集成材には、廃材となってしまう材料を再利用している、という良い所もあるし、材料の接合には、接着剤が使われており、廃棄の際に環境への負荷がかかる、という悪いところもある』と、適切な考えを導き出している人がいました。この考え方は、集成材には、社会に一体どのような影響を与えるだろうか、を考えている姿、つまり、社会の一員としての姿ですよね。これからの学習でも、このような姿を目指して、自分に必要な材料や接合方法を考えていきましょう。」と説明した。また、「C」評価の学習者に対する指導の手立てとしては、机間指導しながら声掛けを行い、各材料の長所と短所を一緒に確認し、自分にとって大切なところに○印を付けるように促した。

表5 技術分野A(3)ア「使用目的や使用条件に即した機能と構造」の評価観点【工夫・創造】の学習者用評価規準表

A評価	3つの側面(社会・経済・環境)の情報を取り出し、それぞれの長所と短所を考えることができ、3つの側面を比較・検討した結果を学習シートに記述している。自分の考えと意見や理由の根拠を「社会の一員」として記述できる。
B評価	3つの側面(社会・経済・環境)の情報を取り出し、それぞれの長所と短所を考えることができ、3つの側面を比較・検討した結果を学習シートに記述している。
C評価	3つの側面(社会・経済・環境)の情報を取り出し、それぞれの長所と短所を考えることができない。自分の考えを記述することができない。

### 3 結果及び考察

調査対象全組の第二次の学習終了後、筆者らは、調査対象者の学習シートを基に、各評価規準の判定を行った。M教諭の学習評価の判定結果と照合した際、不一致の事例については、協議によって評価を確定させた。評価結果の人数と比率を表6に示す。

表6より、ガイダンス指導時のA(1)イ【関心・意欲・態度】における各評価結果は、評価規準「A」が16人、「B」が113人、「C」が12人であった。調査対象者のうちの「A」「B」規準に該当する学習者129人は、ガイダンスの授業を通じて、社会・経済・環境的側面との関わりについて、長所と短所を考察し、比較・検討する技術評価プロセスの思考様式のレディネスを身に付けていると判断した。

本研究の実践を通じて、評価規準「A」の評価を受けていた16人の内、11人が「A」評価、4人が「B」評価であった。また、評価規準「B」であった113人の内、70人が「A」評価であり、37人が「B」評価であった。129人中122人は、ガイダンス時で身に付けた3つの側面に基づき、アクセスして取り出した情報を比較・検討したり、自分の考えや根拠を基に「社会の一員」としての記述を行ったりすることができたと推察される。一方、ガイダンス時に「C」評価であった12人は、授業者M教諭の手立てにより、1人が「A」評価、7人が「B」評価の結果を得た。M教諭は、ガイダンス時の学習状況を十分に把握し、きめ細かく指導の徹底を行ったことが起因と推察される。

次に、「A」評価と判断した記述例の内、ガイダンス指導時では「A」評価を得ていた学習者A男と、「B」評価を受けた学習者B子の事例を、表7～8に示す。

表6 技術分野内容A(3)ア【工夫・創造】の評価規準「A」「B」「C」の各人数(%)

A(1)イ 【関心・意欲・態度】	A(3)ア 【工夫・創造】			
	A	B	C	
A	16 (11.3)	11 (7.8)	4 (2.8)	1 (0.7)
B	113 (80.1)	70 (49.6)	37 (26.2)	6 (4.3)
C	12 (8.5)	1 (0.7)	7 (5.0)	4 (2.8)
合計	141 (100)	82 (58.1)	48 (34.0)	11 (7.8)

表7 評価規準「A」と判断できる学習者A男(1組)の記述例(アンカー)

板の種類 技術評価 の3つの側面	一枚板		集成材		
	アガチス	杉	ストライプ	パイン	桐
社会的側面	やや硬い 板が反る場合がある	軟らかい 国産 木目が美しい	やや軟らかい 模様がきれい	やや軟らかい 耐久性が低い においがいい	軟らかい 湿気につよい
経済的側面	値段 1720円 一枚板の中では安い	値段 2210円	値段 2260円 集成材としては高価	値段 1720円 比較的安価	値段 1330円 安価
環境的側面	手入れのされた林で製 造されているので環境 にいい	手入れのされ た林で製造さ れているので 環境にいい	廃材を有効利用してい る ボンド使用のため廃棄 の際環境負荷がかかる	廃材を有効利用 している ボンド使用のため 廃棄の際環境 負荷がかかる	廃材を有効利用し ている ボンド使用のため 廃棄の際環境負 荷がかかる

<最終決定>  
☆木材の選択☆  
わたしは、**桐** を選びます。

なぜなら  
**桐は、やわらかくて加工がし易く、湿気に強いので、新潟県の気候や長く使っていく上で必要だと思ったから。**

表 8 評価規準「A」と判断できる学習者B子（Ⅲ組）の記述例（アンカー）

板の種類 技術評価 の3つの側面	一枚板		集成材		
	アガチス	杉	ストライプ	パイン	桐
社会的側面	やや硬い 板が反る場合がある	軟らかい 国産 木目が美しい	やや軟らかい 模様がきれい	やや軟らかい 耐久性が低い においがいい	軟らかい 湿気につよい
経済的側面	値段 1720円 一枚板の中では安い	値段 2210円	値段 2260円 集成材としては高価	値段 1720円 比較的安価	値段 1330円 安価
環境的側面	手入れのされた林で製 造されているので環境 にいい	手入れのされた林で製 造されているので環 境にいい	廃材を有効利用してい る ボンド使用のため廃棄 の際環境負荷がかかる	廃材を有効利用 している ボンド使用のた め廃棄の際環境 負荷がかかる	廃材を有効利用し ている ボンド使用のた め廃棄の際環境 負荷がかかる

<最終決定>  
☆木材の選択☆  
わたしは、桐 を選びます。

なぜなら 経済的側面、環境的側面、社会的側面の順に優先して比べて、それぞれ一番優れているものの中から選んだ。

A男は、ガイダンス指導時に「テーブルタップの昔と今」というテーマにおいて、「(現代のテーブルタップは,) 社会環境経済すべて利点がある。3～4個でもちゃんと使える。家で使っているが不便ではない。廃棄に関する問題が少ない。」という記述をしており、社会的・環境的・経済的な3つの側面すべてから比較し、持続可能な社会を支える立場から、廃棄のことにまで思考を巡らしていたと考えられる。今回の実践では、ガイダンス指導時で身に付けた知識や技能を生かし、表7に示すように、「桐は、やわらかくて加工がし易く、湿気に強いので、新潟県の気候や長く使っていく上で必要だと思ったから」と記述した。A男は、桐が湿気に強いという材料の機能特性(社会的側面)を知った上で、新潟の気候にも着眼し、材料を決定した。この記述からは、技術評価を根拠にした比較・検討により、A男が「それぞれのメリットを尊重し、デメリットを補うことが大切」という適切な解決策を見出したと判断し、図1に示す技術評価を根拠にし、自分だけの視点だけでなく、社会の一員としての思考と判断に基づき、適切な解決策を見出したと判断した。M教諭を含む筆者らは、ガイダンス時では「A」評価であったA男の記述例(アンカー)は、評価規準「A」と判断し、学習の転移が見られたと推察される。

M教諭は、ガイダンス時において、A(1)ア「技術が生活の向上や産業の継承と発展に果たしている役割」を学習した後、A(1)イ「技術の進展と環境との関係」について学習するために、複数のテーブルタップについて社会的、環境的、経済的の3側面から比較・検討して技術評価をする記述を求めていた。しかし、B子は、昭和初期のテーブルタップについて、「安全防災機能がないが組み立てと廃棄が簡単」と記述する程度であった。文章全体からは、授業者が提示した「情報へのアクセス・取り出し」の記述を正確にしていたが、「統合・解釈」「熟考・評価」に相当する記述は見られなかったと判断し、「B」評価にとどまっていた。一方、本研究の材料選択場面においては、表8に示すように、3側面からの比較・検討を行った結果が、ワークシートの○印から推察できる。また、B子の「(桐を選んだ理由は,) 経済的側面、環境的側面、社会的側面の順に優先して比べて、それぞれ一番優れているものの中から選んだ」という記述からは、「情報の取り出し」と共に、社会を支える視点から「記述根拠を明確にした」技術評価の記述であり、ガイダンスでの既習事項が転移したと推察される。この記述から、B子は、自ら考案した課題解決策の根拠となる、各材料の比較考量(トレードオフ)に基づき、自分だけの視点だけでなく、社会の形成者として自分独自の解釈や意見の記入が見られた。従って、ガイダンス指導時では「B」評価であったB子は、本実践において評価規準「A」と判断し、学習の転移があったと推察される。なお、B子の記述のように、「社会的」「環境的」「経済的」という用語を明記しながら比較・検討した結果を記述した学習者は、他に8人いた。B子を含む9人に共通して言えることは、技術評価学習の思考プロセス様式(図1)を学ぶ技術ガイダンス学習の導入・実施により、本題材においても、3側面(社会的・環境的・経済的)という用語を自ら持ち出し、各側面を区別して記述する姿へと変容したことである。

「A」評価と判断した記述のうち、本研究が「社会の一員」とした記述例を、表9に示す。

表9より、社会の一員としての学習者の記述は、主に5タイプに分別される。1つは、「節約・省資源」に関する記述内容である。学習者の多くは、「長持ちにさせる」「ゴミにならない材料」などの視点を大切に記述が見られ



表9 社会の一員としての学習者の記述

・長持ち（16事例）	
・リサイクル（5事例）	
・ごみにならない（14事例）	
・無駄な木材を使用しない（5事例）	節約・省資源
・廃材を有効利用（20事例）	
・環境を守る（8事例）	
・資源の節約になる（7事例）	
・安全に使用できる（2事例）	安全性
・湿気に強くくさりにくい（18事例）	機能性
・すぐに壊れる心配がない（3事例）	耐久性
・じょうぶにつくる（5事例）	
・家計にもやさしい（10事例）	経済性

た。2つは、「安全性」である。「A」評価の記述の中では最も少なかったが、弟のために（家族のために）「安全に使用できる」作品づくりを考えている学習者の記述が見られた。3つは、「機能性」である。学習者の中には、地域性を考慮し、「湿気に強く、くさりにくい」という視点を大切に記述が見られた。4つは、「耐久性」の側面である。具体的には、「すぐに壊れる心配がない」や「じょうぶにつくる」という記述であった。5つは、「経済性」である。学習者の記述に見られた「家計にもやさしい」という記述からは、家族という身近な社会における一員としての考えを表現していると言える。

学習者A男とB子は、ガイダンス時において、図1の技術評価プロセスを根拠とし、社会・環境・経済の3側面全てから技術評価する思考様式のプロセスのレディネスを習得した。その結果、表7～8に示した事例のように、各学習者が技術評価の流れの知識概念の定着と理解の深まりを具現化させることができたことと推察される。

次に、本研究の限界と今後の課題を述べる。

第1は、我が国の小学校段階におけるテクノロジー教育の未実施の問題である。中学生は、技術分野ガイダンス学習導入時まで、テクノロジー領域固有のタームに基づく会話言語（spoken language）活動によるアーギュメンテーションと実践学習の先行経験をしていない。文部科学省研究開発学校の小・中学校を一貫したテクノロジー教育課程研究3事例<sup>(22), (23), (24)</sup>、及び筆者らの先行研究<sup>(17), (19)</sup>では、小学校のテクノロジー教育の導入が、テクノロジー領域固有の言語活動を必要とする中学校技術分野内容A（1）の学習実現状況の向上に大きな役割を果たすと推測される知見が得られている。イギリスをはじめ、海外の学校教育では、数学、サイエンス、技術学習プログラムにも、会話言語やアーギュメンテーションの重要性が強く指摘されている。思考と行動における言語活動の果たす役割や、言語活動による体験の意味づけ、実感を伴う理解や、実践活動と省察活動の往還の重要性は言うまでもない。学習者の心身の発達水準に即した、小学校から高等学校までを一貫した普通教育としての技術教育課程の導入と系統的学習が喫緊の課題である。

第2は、現行の技術分野は、ガイダンスや各内容に配当する時数と共に、技術分野内容A～Dの系統性や適時性が学習指導要領で規定されていないために、学校教員や教育関係者によって多様な解釈が生じている点である。多くの技術分野教育関係者から同様の意見が聞かれる。次期の学習指導要領改訂に向けた大きな課題と考えられる。

第3は、国研の示した評価規準の設定例<sup>(27)</sup>について、『「評価規準の設定例」は、原則として、新学習指導要領の各教科の目標、学年（又は分野）の目標及び内容のほかに、当該部分の学習指導要領解説（文部科学省刊行）の記述を基に作成している（p.10）」趣旨に対する、技術分野学校教員、同教育関係者をはじめ、国民の共通理解の促進である。技術分野では、各学校において、生徒等の実態と地域等の実態に応じて、各題材の開発、題材間の系統性、家庭分野・他教科・各校種等との連携の創意・工夫が求められる。この重要性は、論を俟たないが、各学校で開発する題材と製作（制作・育成）題材の自由度に関する概念（内包・外延）と、評価規準（クライテリア）の含意する基準（スタンダード）性の概念（内包・外延）との関係が混同されている事例が多い。技術分野では、従来から、教科固有の知識やスキルが重視されてきたが、「学習活動の具体的評価規準（現行は『評価規準の設定例』）」が各学校で設定する製作（制作・育成）題材に必要な知識・スキルと、各学校が設定する学習評価規準に依存されて、生徒が教科の知識やスキルを一般化や概念化しにくいことや、評価規準の基準性がわかりにくいことが問題になっていた。中教審（2014）<sup>(1)</sup>の指摘するア）～ウ）の中で、特に、「ア）教科等を横断する汎用的なスキル（コンピテンシー）等に関わるもの」と、「イ）教科等の本質に関わるもの」を教育実践で一層推進し、充実を図るために、スタンダード準拠

評価の理解と実践の積み重ねが必要である。さらに、技術分野のみならず教育関係者間で、学習評価規準の含意する基準性と、各学校で創意・工夫のある題材（単元・主題等）開発の自由度（School Based Curriculum Development）との関係性について、共通理解を深めることが前提条件になる。

#### 4 まとめ

本小論は、先行研究（水野ら，2013）<sup>(19)</sup>の「技術分野ガイダンス」を経験した同一の学習者を対象とし、教科固有の転移可能な概念とプロセスである、「技術評価」の思考様式に基づく技術の本質的な問い・永続的理解を、3年間のストーリー化された題材学習でスパイラルアップさせることを研究の意図とした。本研究のまとめは、以下2点に集約される。

- 1) 技術分野内容A「材料と加工に関する技術」（3）ア「使用目的や使用条件に即した機能と構造」の評価観点【工夫・創造】を、国立教育政策研究所教育課程研究センター（2011年11月）作成の「評価規準の作成，評価方法等の工夫改善のための参考資料【中学校 技術・家庭】の評価規準の設定例<sup>(27)</sup>に基づき、PISA2012年実施の「問題解決能力」の到達レベル<sup>(26)</sup>を援用し、評価規準と判別基準を設定した。同評価規準「A」の判別基準は、同PISA「問題解決能力」習熟度レベル4の「やや複雑な問題状況を集中的に探究することができる。問題解決に必要な、状況の構成要素間の関係を理解する。」に相応させた。同評価規準「B」の判別基準は、同PISA「問題解決能力」習熟度レベル3の「いくつかの異なる形式で提示される情報を処理することができる。」記述を伴っているが、社会の一員としての立場でのPISA2009年実施の読解力「統合・解釈」や「熟考・評価」を伴わない記述とした。
- 2) 技術分野ガイダンスで学んだ既習事項（社会的・環境的・経済的の3側面から比較・検討し、最適解を導き出す技術評価の思考プロセス様式）が、「材料と加工に関する技術」にもたらす転移効果を検討した結果、A（1）イ「技術の進展と環境との関係」【関心・意欲・態度】評価規準A 16人（11.3%），B 113人（80.1%），C 12人（8.5%）であったのに対し、A（3）ア「使用目的や使用条件に即した機能と構造【工夫・創造】」では、A 82人（58.1%），B 48人（34.0%），C 11人（7.8%）と向上し、転移効果がうかがえた。

## 謝 辞

本研究の実施と原稿執筆，データ提供に関して，ご協力をいただきました生徒の皆様及び関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。なお，本研究は，2013年度～2015年度科学研究費補助金（基盤研究C）（課題番号25350240）（研究代表者：山崎貞登）の支援を受けた。

## 引用及び参考文献

- (1) 中央教育審議会 育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会（2014）—論点整理—について。  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shotou/095/houkoku/1346321.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/095/houkoku/1346321.htm)
- (2) 内田伸子（2010）「学びの発達」, p.198, 佐伯胖監修, 渡部信一編, 『「学び」の認知科学事典』, 大修館書店.
- (3) 赤松明彦（1998）「概念」, 廣松渉ほか編著, 『岩波哲学思想事典』, 岩波書店.
- (4) G・ウィギンズ/J・マクタイ, 西岡加名恵訳（2012）『理解をもたらすカリキュラム設計——「逆向き設計」の理論と方法』, 日本標準, p.404.
- (5) 上野耕史（2008）改訂された学習指導要領に見る技術リテラシー, 科学教育研究, 第32巻第4号, pp.282-290.
- (6) 桜井 宏（2003）技術リテラシーと技術教育, 技術と経済, 2003年1月号, pp.40-47.
- (7) 桜井 宏（2006）社会教養のための技術リテラシー, 東海大学出版会.
- (8) International Technology Education Association (ITEA) (2000) Standards for Technological Literacy, Content for the Study of Technology, ITEA, 宮川英俊/桜井 宏/都築千絵 [編訳] (2002) 国際競争力を高めるアメリカの教育戦略 技術教育からの改革, 教育開発研究所.
- (9) International Technology Education Association (ITEA) (2003) Advancing Excellence in Technological Literacy: Student Assessment, Professional Development, and Program Standards, ITEA, 宮川英俊 [編訳] (2011) 続・国際競争力を高めるアメリカの教育戦略 技術的素養の育成をめざして, 教育開発研究所.
- (10) 2008年告示小学校学習指導要領英訳版（仮訳）[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/youryou/eiyaku/1261037.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/eiyaku/1261037.htm)
- (11) 山崎貞登・東原貴志・菊地 章・森山 潤（2011）「技術科内容学構成案」, pp.255-290, 三大学研究協議会 上越教育大学・鳴門教育大学・兵庫教育大学, 『平成22-23年度文部科学省先導的大学改革推進委託事業成果報告書「教科専門と教科教育を架橋する教育研究領域に関する調査研究」(所収)』, <https://www.juen.ac.jp/050about/050approach/030relation/sendou/sendou01.html>
- (12) 文部科学省（2008a）中学校学習指導要領解説技術・家庭編, 教育図書, pp.4-5.
- (13) 文部科学省（2008b）学習指導要領 改訂のポイント（中学校 [技術・家庭] 技術分野）.  
[http://www.hyogo-c.ed.jp/~gimu-bo/kyouikukatei/tyu/tyu09gijutsu\\_point.pdf](http://www.hyogo-c.ed.jp/~gimu-bo/kyouikukatei/tyu/tyu09gijutsu_point.pdf)
- (14) 市村尚史（2012）義務教育段階を一貫した技術教育課程基準に拠るカリキュラムのデザイン, 上越教育大学学校教育研究科2011年度修士論文（未刊行）.
- (15) 山崎貞登（研究代表者）（2014）平成25～27年度科学研究費補助金（基盤研究（C））「防災・エネルギー・リスク評価リテラシーの科学・技術連携カリキュラムの開発」第1年次成果報告書, pp.149-155 (2014) <http://kaken13.tech.juen.ac.jp/>
- (16) T社（2012）中学校技術分野教科書, p.89.
- (17) 磯部征尊・市村尚史・中村浩士・山崎貞登（2013）技術分野ガイダンスのカリキュラムのデザインと学習評価, 日本産業技術教育学会第56回全国大会講演要旨集, p.167.
- (18) 文部科学省（2012）言語活動の充実に関する指導事例集～思考力, 判断力, 表現力等の育成に向けて～【中学校版】, 教育出版.
- (19) 水野頌之助, 磯部征尊, 市村尚史, 中村浩士, 山崎貞登（2013）技術の適切な評価・活用の評価規準「A」「B」の判定基準と評価事例 —ガイダンスに関する技術の学習評価観点「関心・意欲・態度」を事例に—, 日本産業技術教育学会第19回技術教育分科会（愛知）講演要旨集, p.14.
- (20) 鈴木秀幸（2006）ドメイン準拠評価とスタンダード準拠評価, pp.88-89, 辰野千壽・石田恒好・北尾倫彦, 教育評価辞典, 図書文化社.
- (21) 日本産業技術教育学会（2012）21世紀の技術教育（改訂）, 日本産業技術教育学会誌, 第54巻4号別冊, pp.1-7.
- (22) 東京都大田区立矢口小学校・同区立安方中学校・同区立蒲田中学校（2007）「2006年度小中一貫したTechnology Education教育課程の開発 ～よりよい社会を創造し, 支えていく技術的素養の育成～」, 文部科学省研究開発学校（2004～2006年度）最終年次研究紀要, 200p.
- (23) 新潟県三条市立下田中学校・長沢小学校・荒沢小学校（2009）「豊かな未来を切り拓く力をはぐくむものづくり学習 ～地域の『ひと・もの・こと』とかかわる学習を通して～」, 文部科学省研究開発学校（2007～2009年度）最終年次研究紀

要, 110p.

- (24) 栃木県上三川町立本郷小学校・本郷北小学校・本郷中学校 (2012) 新教科「みらい創造科」 持続可能な社会の構築を目指し, 考え, 行動する児童・生徒の育成 - 創造的なものづくり活動を通して -, 文部科学省研究開発学校 (2010~2012年度) 最終年次研究紀要, 110p.
- (25) 磯部征尊・山崎貞登 (2013) 幼稚園から高等学校までを一貫した技術教育課程基準, 上越教育大学研究紀要, 第32巻, pp.331-344.
- (26) 国立教育政策研究所 (2014) PISA2012年問題解決能力調査-国際結果の概要-, 同編.  
[http://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/pisa2012\\_result\\_ps.pdf](http://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/pisa2012_result_ps.pdf)
- (27) 文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター (2011) 「評価規準の作成, 評価方法等の工夫改善のための参考資料【中学校技術・家庭 (平成23年11月)】」 [http://www.nier.go.jp/kaihatsu/hyouka/chuu/07\\_chu\\_gizyutu\\_katei.pdf](http://www.nier.go.jp/kaihatsu/hyouka/chuu/07_chu_gizyutu_katei.pdf)

※本小論におけるインターネット情報の最終アクセス日は, 2014年9月29日



# A Study on Educational Practice for Learning Assessment Criteria and Methods of Assessment Corresponding to Foster of Qualities and Capabilities Peculiar to Technology Subject

Masataka ISOBE\* · Shonosuke MIZUNO\*\* · Naohumi ICHIMURA\*\*\*  
Hiroshi NAKAMURA\*\*\*\* · Sadato YAMAZAKI\*\*\*\*\*

## ABSTRACT

This study was conducted to examine the effect of transference for pupils' knowledge and understanding of "guidance in technology learning" in "technology of materials and their processing" in technology education with the same pupils as a previous study. The results are summarized as follows:

- (1) The Assessment criterion of the "device and creativity" for "Content A(3) ア" in Technology learning field for the Course of Study was set out based on attainment levels of problem solving skills for the PISA2012 revision with examples of configuration for their assessment criteria of the National Institute for Educational Policy Research (2011). In concretely, this study was referred the assessment of criterion for "A" corresponding to level 4 of PISA 2012, that is, "Pupils can explore some complex problems with concentration. They can understand the relation of components which are needed to resolve their problems." As for one for "B," we set up pupils' descriptions which were the lack of capacity of reading for PISA2009 although their descriptions are enough responded to level 3, that is, "Pupils can deal with foreign and some information."
- (2) After this study examined the transition effect, that is, whether thinking process style of technological assessment which derived the best answer with comparing and considering from social, environmental and economic aspect promoted deep understanding toward contents of "technology of materials and their processing," the results of assessment of "device and creativity" for "A(3) ア" showed the higher marks of 82 pupils (58.1%) for "A," 48 pupils (34.0%) for "B" and 11 pupils (7.8%) than one of 16 pupils (11.3%) for "A," 113 pupils (80.1%) for "B" and 12 pupils (8.5%) for "C." It seemed reasonable to suppose that this result implied the specific transition effect.

---

\* Aichi University of Education    \*\* Kasuga Lower Secondary School    \*\*\* Daiichi Lower Secondary School  
\*\*\*\* Joetsu University of Education (Master's Program)    \*\*\*\*\* Natural and Living Science

## 第6部 第1年次研究報告書に寄せられた質問・意見を受けて

### 6.1 はじめに

本小論で紹介する著者及び引用文献の著者名は、全て敬称略で表記させていただく。

本稿は、平成25年度～27年度科学研究費補助金（基盤研究（C））第1年次研究成果報告書（課題番号25350240）研究題目『防災・エネルギー・リスク評価リテラシー育成の科学・技術連携カリキュラムの開発』に寄せられた質問、意見等の論点を整理し、筆者の見解について小論を展開する。

本科研の第1年次研究成果報告書では、文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター（以下、国研）（2011）『評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料【中学校技術・家庭（平成23年11月）】』で示された、「評価規準に盛り込むべき事項」及び「評価規準の設定例」に基づき、技術分野3年間の指導計画及び学習指導案の事例を紹介した。第1年次研究成果報告書は、全国の国立大学附属中学校65校の技術分野担当教員宛、及び各都道府県及び政令指定都市教育センター等の技術担当指導主事職宛に配付した。さらに、第1年次報告書は、上越教育大学学校教育学部及び修士課程開設科目、他大学での集中講義、教員免許更新講習、各種教員研修会等において、テキスト・参考書等として使用している。

第1年次報告書の記載内容については、報告書の公開前を含め、公開後においても、主に中学校技術・家庭科技術分野教員を中心に、学校教員、教育行政関係者、大学教員等々、全国から多数の質問や意見をいただいている。そこで、本稿では、主な質問や意見に焦点を当てて、小論を展開する。質問や意見は多岐に渡っているが、小論を展開するために主たる質問や意見として、以下の5点に集約整理させていただく。

- (1) 2008年改訂の中学校学習指導要領技術・家庭科技術分野の目標で述べられている、最終目標の「技術を適切に評価し活用する能力と態度」を、どのようにとらえたらよいのか。
- (2) 2008年改訂の中学校学習指導要領技術・家庭科で第1年次の最初の学習として履修が義務づけられた「技術分野のガイダンス」において、技術について、どのように学習したらよいのか。また、今日の中学生は、小学校段階において、2014年3月31日に公表された中央教育審議会（以下、中教審）「育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会」（中教審，2014ab）で指摘されたような、技術分野の本質であるテクノロジーとしての「技術概念」、技術に関する「重大な観念」と「本質的な問い」の学習が未履修であり、「技術分野のガイダンス」の学習を進める際に大きな困難を伴っている。諸外国では、1990年代から小学校段階からのテクノロジー教育の実施が主流になっている。一方、我が国では、テクノロジーとしての技術教育の目標と内容を扱う教科等は、小学校学習指導要領では、存在していない。
- (3) 2014年3月31日に公表された中教審「育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会」（中教審，2014ab）では、現在の学習指導要領に定められている各教科等の教育目標・内容を、以下のア）～ウ）の3視点で分析し、学習指導要領の構造の中で適切に位置付け直したり、その意義を明確に示したりすることについて検討すべきであると指摘した。
  - ア）教科等を横断する汎用的なスキル（コンピテンシー）等に関わるもの
    - ① 汎用的なスキル等、例えば、問題解決、論理的思考、コミュニケーション、意欲等
    - ② メタ認知（自己調整や内省、批判的思考等を可能にするもの）
  - イ）教科等の本質に関わるもの（教科等ならではの見方・考え方など）  
例：「エネルギーとは何か。電気とは何か。どのような性質を持っているのか」のような教科等の本質に関わる問いに答えるためのもの見方・考え方、処理や表現の方法など
  - ウ）教科等に固有の知識や個別スキルに関するもの  
例：「乾電池」についての知識、「検流計」の使い方技術分野では、上記イ）に相当するのは何か。また技術分野の本質であるイ）とウ）は、ア）とどのように関連しているのか。
- (4) 国研（2011）『評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料【中学校技術・家庭（平成23年11月）】』で示された、「評価規準に盛り込むべき事項」及び「評価規準の設定例」は、「参考」扱いであると考えている。その理由として、評価規準を先に設定するのではなく、各学校で創意・工夫して開発・作成される題材を優先した指導計画と実践が重要である。また、各学校で実践する題材

の学習評価規準は、各学校が開発・作成した題材に応じて、設定されるものである。したがって、各学校で扱う題材の製作（制作・育成）に必要な知識・技能を優先するべきであって、国研の「評価規準の設定例」にこだわる必要はないと思う。さらに、生徒は、小学校でテクノロジーに関する学習をほとんど行っていない。そのため、国研で示された「評価規準の設定例」の文言自体は、中学生にとって難易度が高い学習項目が多いように感じている。

(5) 2008年改訂中学校学習指導要領技術・家庭科技術分野では、「A材料と加工に関する技術」の(1)（技術分野のガイダンスで扱う項目）については、第1学年の最初に履修させることと定めている。しかし、『他の内容については、授業時数及び履修学年については、地域、学校及び生徒の実態等に応じて、各学校において適切に定めること』と、学習指導要領で示されている。一方、全日本中学校技術・家庭科研究会の技術・家庭科指導計画と内容の取扱いに関するweb全国実態調査結果によると、技術分野の「A材料と加工に関する技術」から「D情報に関する技術」の各項目に該当する授業時数及び履修学年については、学校間で大きな違いが生じている事例もある。履修の系統性、いずれの項目において、内容の軽重や時数を偏ることなく履修させることが望ましいが、各項目の配当時間や履修の系統性について、どのように指導計画を立案したらよいか。

前述の(1)～(5)は、相互に関連している。そこで、本小論では、前述の(1)～(5)について個別に解説するのではなく、相互に関連させながら展開することとする。

## 6.2 2008年改訂の中学校学習指導要領技術・家庭科技術分野の目標

2008年改訂の中学校学習指導要領技術・家庭科技術分野の目標（文部科学省，2008：p.14）は、以下である。

ものづくりなどの実践的・体験的な学習活動を通して、材料と加工、エネルギー変換、生物育成及び情報に関する基礎的・基本的な知識及び技術を習得するとともに、**技術と社会や環境とのかわりについて理解を深め、技術を適切に評価し活用する能力と態度を育てる**（ゴシック文字の下線は、筆者が付記）。

この改訂学習指導要領技術分野目標の告示以来、中学校技術教員はじめ関係者から、筆者に寄せられる質問で最も多いのが、「**技術と社会や環境とのかわりについて理解を深め、技術を適切に評価し活用する能力と態度を育てる**」ための、具体的な「（製作（制作・育成）題材）」「学習過程と学習形態（アクティブラーニング、生徒の主体的かつ実践的・体験的な学習形態）」、「学習評価規準」についてである。この質問は、次期学習指導要領の在り方を検討してきた中央教育審議会「育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会」の1年4ヶ月にわたる13回の議論をまとめた論点整理〔中教審，2014ab〕と、きわめて密接に関連している。また、この会議の座長というまとめ役で議論に参加された安彦が、検討会の議論について安彦自身の視点から、とてもわかりやすく解説がなされた本が刊行されている（安彦，2014）。

特に従来の技術分野では、題材の製作（制作・育成）に必要な知識と技能の習得に重点が置かれ、技術分野で育成すべき能力が不明瞭でなりがちであった。知識・技能の習得イコール能力形成ではないのである。また、能力形成イコール人格完成ではないことも、留意したい。

磯部ら（印刷中，2015年3月刊行予定）で指摘したように、**中教審（2014ab）の報告書では、現在の学習指導要領に定められている各教科等の教育目標・内容を、前述の「ア）教科等を横断する汎用的なスキル（コンピテンシー）等に関わるもの」「イ）教科等の本質に関わるもの（教科等ならではの見方・考え方など）」「ウ）教科等に固有の知識や個別スキルに関するもの」の3視点で分析し、学習指導要領の構造の中で適切に位置付け直したり、その意義を明確に示したりすることについて検討すべきである**（下線は筆者が付記）と指摘した。

中教審の検討会では、「**イ）教科等の本質に関わるもの（教科等ならではの見方・考え方など）**」として、「**本質的な問い」「永続的理解」「原理や一般化」「転移可能な概念」「複雑なプロセス**」等を鍵語として示している（下線は筆者が付記）。転移とは、ある領域で学習した知識やスキルを、その領域とは異なる領域で活用することである（内田，2010）。概念とは、事物や事象の本質をとらえる思考の形式である。概念

は、複数の事物や事象から共通な特徴を取り出し、それらを包括的・概括的に捉えることによってつくられる(赤松, 1998)。転移可能な概念とは、当初学習したのとは異なる場面で活用することができるような概念を意味している(ウィギンズ・マクタイ, 西岡訳, 2012)。

さらに、中教審の検討会では、教育課程全体や各教科等を貫く「重大な観念」や「本質的な問い」を明確化し、それらの決め方を明らかにするとともに、具体的な学習の場面で展開するための過程や方略などと併せて、例示することについて検討することも有意義と考えられることが述べられている(下線は筆者が付記)(中教審, 2014b: p. 30)。「重大な観念」とは、諸々の事実やスキルに意味を与え、関連付けて体系化するような概念(例: 民主主義, エネルギー)やテーマ(例: 「平和, 共生」), 論点(例: 大きな政府か小さな政府か, 遺伝か環境か), 理論(例: 進化論), 原理(例: アルキメデスの原理), プロセス(例: 科学的探究), 問い(例: 「我々はどこから来て、どこへ行くのか」)などである(ウィギンズ・マクタイ, 西岡訳, 2012: pp. 78-98; 中教審, 2014b: p. 30)。

### 6.3 「技術」の用語の由来と解釈

最初に、技術分野教員等から多数の質問をいただいた「技術」の解釈について述べる。

日本語「技術」の用語の由来と解釈に関する変遷は、飯田(1995)がわかりやすい。

「技術」ということば自体は、古くから『史記』や『和漢三才図会』など、中国や日本の古典に登場する。しかし、日本の近代以前の時代に用いられた「技術」は「藝術」と同義語であって、むしろ後者の方が多く用いられていた(飯田, 1995: p.11)

飯田(1989)は、西周の『百学連環』(1870年稿)では、「學術の二字、すなわち英語にては **Science and Art**」と言い、『百学連環』を引用し、「技術」と「藝術」とを区別して定義した発端を紹介している。西周(1829-1897)は、当時の西洋の学問を幅広く学び、「藝術(芸術)」、「科學(科学)」、「技術」など、多数の科学・技術・芸術や哲学関係の英語を邦訳した学者である。

術には又二つの區別あり。Mechanical Art (器械<sup>また</sup>技) and Liberal Art (上品<sup>また</sup>芸)。言語に従ふときはすなわち器械の術、又上品の術と云ふ意なれど、今此の如く訳するも適當ならざるべし。故に技術、藝術と訳して可なるべし。技は支体を勞するの字義なれば、<sup>すべ</sup>総て身体を働かす大工の如きものは是なり(飯田, 1989: pp.57-58)。

また、飯田(1995)は、西周が「技術」を「藝術」と区別して論じ、両者とも「術(art)」であり、「学(science)」と区別した理由について、『百学連環』の以下の文章を引用している。

学と術を區別して一ツのものに譬<sup>たと</sup>へむには、<sup>かしこ</sup>彼処に一人の病人あり、軍中にて足を銃丸にて打たれしと言ふ。故に今医者を招きて療治するに、医者の人体の筋骨皮肉五臟六腑の組立を知るは学なり。さて其銃丸に打たれし足を治せんに、元より筋骨の組立はよく知る所なれば、其の銃丸を如何にして抜き取り得べきを工夫し得て、是を療治す是即ち術なり(飯田, 1995: pp.95-96)。

飯田(1985)は、近代日本の工部大学校の設立と、1886(明治19)年の帝国大学工科大学において、工学の英名が **Engineering** として用いられた経緯と、テクノロジーが「技術」として解釈された経緯を、以下のように解説している。

**Engineering** の語源は、ラテン語の **ingenium**, つまり、器用・りこう・敏捷(**cleverness**)とか、天才・天才人(**genius**)などにあたる。この用語は、イギリスで万能の天才ともよばれた土木技術者のスミートン(**John Smeaton, 1724~92**)が、1771年に **civil engineer** ということばを初めて用いて、火砲職人などと区別して市民に奉仕する職業人の組織(**Institution of Civil Engineers**)が創立されるにいたって、普



及したものである。

工部大学校は、若き日、長州藩を脱藩してイギリスに渡航した伊藤博文や山尾庸三<sup>やまおようぞう</sup>らと、ジャーディン・マセソン商会（横浜の英一番館で知られる）との仲介で、グラスゴー大学出身の機械工学・土木工学者ダイヤー（Henry Dyer, 1848～1918）を初代教頭として発足したから、当然イギリスの文化的伝統が源流の中心ともなった。

エンジニアリングは、もともとエンジニアのする仕事の意味である。けれども、Engineerは大正期に入るまで、今日のように技師とか技術者という訳語はつかず、築城家、土木師、機関師、工師などであった。工業や工芸に関する学問としての工学は、明治期までの長い伝統を反映し、一般に生産技術、工芸技術、土木技術等々、ものをつくる技術の総体と受けとめられた。

Artやtechniqueやtechnic, またKunstやTechnikの訳語としての「技術」は、1870年ころから登場する。スミートンとほぼ同時代にドイツで活躍した、ゲッチンゲン大学教授ベックマン（Johann Beckmann, 1739～1811）が提唱した技術学（Technologie）、およびtechnologyという用語は、長く「芸学、術学、諸芸学」、ついで「工芸学」であって、1930年代から戸坂潤<sup>さいくさひろと</sup>や三枝博音が先駆的に「技術学」を用いたが、戦後の1950年代からようやく一般的に「技術学」ないし「技術」とよばれるようになった。工学＝エンジニアリングとちがって、テクノロジーが「技術」ないし「科学技術」として定着・普及するまでには、かなり長い時代の流れを要したのである（飯田，1995：pp.20-22）。

#### 6.4 国際技術教育学会 ITEA（現国際技術エンジニアリング教育者学会 ITEEA）（2000）のテクノロジー、エンジニアリング、数学、科学等の用語概念

米国に本部がある世界最大の技術（テクノロジー）教育学会である「国際技術教育学会（International Technology Education Association, ITEA）[2010年3月1日から国際技術・エンジニアリング教育者学会（International Technology and Engineering Educators Association, ITEEA）に組織名称変更]」は、1985年に、米国インダストリアルアーツ学会（American Industrial Arts Association, 以下AIAA）からITEAに名称変更をした。「インダストリアルアーツ」とは、1904年にコロンビア大学ティーチャーズカレッジのリチャーズにより、1904年に「マニュアルトレーニング」に代えて提案された。その後、主として総合制の中等学校で普及し、製図、木材加工、金属加工、機械、電気、農業等といった、産業に従事するために必要な職業の啓発的経験と、実践的・体験的学習による実用スキルを重視した教育をいう。国際技術教育学会ITEA（現国際技術エンジニアリング教育者学会ITEEA）（2000）の「グロスアリー（用語集）」の規定を、以下に紹介する。「インダストリアルアーツ」と「テクノロジー」概念に基づく技術教育との目的やねらいの大きな違いは、以下の用語集の規定からも明らかである。

なお、数学科教育に関連する訳語は、本科研の研究分担者の二宮（数学科教育学）から、科学教育に関連する訳語は、本科研の研究分担者である人見（理科教育学）から、有益な助言と校閲をいただいた。

Technology（技術）（ITEA, 2000: p.242）

1. Human innovation in action that involves the generation of knowledge and processes to develop systems that solve problems and extend capabilities. 2. The innovation, change, or modification of the natural environment to satisfy perceived human needs and wants. (p.242) .

1. 問題解決と人間の可能性を拡大するシステムを発展させる知識とプロセスの生成を含む、人間の活動によるイノベーション。2. 認識された人間のニーズと欲求を満たすための、自然環境に対するイノベーション、改変、修正。

Technological Literacy（技術リテラシー）（ITEA, 2000: p.242）

The ability to use, manage, understand, and assess technology.

技術を使用、管理、理解、評価する能力。

Science（科学）（ITEA, 2000: p.241）

The study of the natural world through observation, identification, description, experimental

investigation, and theoretical explanations.

観察, 問題の明確化, 記述, 実験に基づく調査, 理論的説明を通じた自然界の研究。

Mathematics (数学) (ITEA, 2000: p.239)

The science of patterns and order and the study of measurement, properties, and the relationships of quantities; using numbers and symbols.

数や記号を用いて行う, 「パターンと規則の科学」と「量の測定・性質・関係についての研究」。

Engineer (エンジニア) (ITEA, 2000: p.238)

A person who is trained in and uses technological and scientific knowledge to solve practical problems.

実際の問題を解決するために, テクノロジーとサイエンスの知識を活用し, 専門職として研鑽する人 (下線は筆者挿入)。

Engineering (エンジニアリング) (ITEA, 2000: ITEA, 2000: p.238)

The profession of or work performed by an engineer. Engineering involves the knowledge of the mathematical and natural sciences (biological and physical) gained with judgment and creativity to develop ways to utilize the materials and forces of nature for the benefit of mankind.

エンジニアが従事する専門職または仕事 (下線は筆者挿入)。エンジニアリングは, 人類の利益のために, 自然の素材と力を利用するための方法を開発するための判断と創造性を得る際に, 数学と自然科学(生物的, 物理的)の知識を活用する。

Engineering design (エンジニアリングデザイン) (ITEA, 2000: p.238)

The systematic and creative application of scientific and mathematical principles to practical ends such as the design, manufacture, and operation of efficient and economical structures, machines, processes, and systems.

効率的で経済的な構造, 機械, プロセス, システムのデザイン, 製造, 操作などのような, 実際の最終目標 (practical ends) のための, 科学及び数学原理の体系的で創造的な活用。

Design (デザイン) (ITEA, 2000: p.237)

An iterative decision-making process that produces plans by which resources are converted into products or systems that meet human needs and wants or solve problems.

人間のニーズと欲求あるいは問題解決を目的とし, 資源を製品やシステムに換える際の計画を生み出すための反復的な意思決定プロセス。

Design process (デザインプロセス) (ITEA, 2000: p.237)

A systematic problem-solving strategy, which criteria and constraints, used to develop many possible solutions to solve a problem or satisfy human needs and wants and to winnow (narrow) down the possible solutions to a final choice

人間のニーズと欲求の満足や問題解決のために, 評価規準(クライテリア)と制約条件を明確化しながら, 対処し得る選択可能な解決アイデア策を複数生み出し, その中から最終的な一つのアイデアを選択するための, 体系的な問題解決方略。

「サイエンス」, 「テクノロジー」, 「エンジニアリング」の関係性については, 社団法人日本工学アカデミー エンジニアリングと社会 (E&P) 作業部会報告で上野晴樹 (2006:p.5)が述べているように, 我が国と欧米では, 異なる解釈がされている事例が多いことに十分留意する必要がある。

欧米では, 「Research—Development—Design—Production—Usage & Maintenance」の軸上では, 「サイエンス—テクノロジー—エンジニアリング—テクニク」で位置づけられている場合が多い。欧米では, 科学, 技術, エンジニアリングの関係を, 以下のように解釈する場合が多い。人間は, 科学研究と技術開

発を活用し、専門職（エンジニアリング）に従事するエンジニアが、現実社会や日常生活で人々に利用される装置、システム、情報等をデザイン（設計・製造・処理等を含む）して、人々に利活用されて、装置・システム等が保守される。エンジニアは、テクノロジーの正と負、リスクの程度を見極め、社会安全に対する重責を担い、高い倫理観を持ちながら社会的役割を担う。

一方、我が国では、サイエンスとテクノロジーとの中間に位置するのが、エンジニアリングである。エンジニアリングは、数学と自然科学（生物学、物理学等）の知識を活用する「学問体系」とあるという解釈が多い。日本では、「基礎から応用へ」、「学問から実践へ」と位置づける解釈が多く、「サイエンス（サイエンティスト）－エンジニアリング（エンジニア）－テクノロジー（「テクノロジスト」の名称はほとんど用いられない）／テクニク（テクニシャン、技能者）」という解釈が多い。また、大橋（2006）の指摘に留意したい。我が国の「工学」は、engineering に関わる学問体系に対応すると解釈されることが多い。一方、欧米の engineering は、エンジニアが従事する専門職（求められる社会的意義・役割・専門職能も含意）、仕事そのものを指す場合が多い。

このため、欧米の STEM や STEAM 概念（6.6 で後述）について、我が国での解釈や運用には、十分な留意が必要である。

## 6.5 2008年改訂中学校学習指導要領技術・家庭科技術分野の技術概念

2008年改訂中学校学習指導要領技術・家庭科技術分野の目標を再掲する。

ものづくりなどの実践的・体験的な学習活動を通して、材料と加工、エネルギー変換、生物育成及び情報に関する基礎的・基本的な知識及び技術を習得するとともに、技術と社会や環境とのかかわりについて理解を深め、技術を適切に評価し活用する能力と態度を育てる（文部科学省、2008a：p.14）。

2008年改訂中学校学習指導要領技術・家庭科技術分野における技術概念の内包と外延については、技術教員はじめ教育関係者等からの質問が多い。同解説（文部科学省、2008a）には、技術概念の定義に関する明確な記述がないように思われる。次期の学習指導要領解説では、明記いただくことを要望している技術分野教員や関係者が多いと聞いている。

文部科学省義務教育課（2008年、平成20年7月）『学習指導要領 改訂のポイント 中学校 [技術・家庭] 技術分野』には、技術分野における「知識」と「技術」の定義について、以下の記述が見られる。

(4) 技術分野における「知識」「技術」の定義は何か 解説書P14～15

「知識」・・・ものの仕組み、もしくはそれらの理論

「技術」・・・目的を達成するために取得した知識を適切に組み合わせて具体的な形にすること。

その過程において適切に工具や機器を操作することなども含む（文部科学省義務教育課、2008：p.5）。

我が国の2008年改訂中学校学習指導要領に基づく文部科学省検定技術分野教科書は、3社から刊行されている。テクノロジーとしての技術概念に関する記述を、以下に紹介する。なお、技術分野に関する研究や報告等では、発行教科書会社の数が長年2社のみ（2008年改訂版学習指導要領に基づく文部科学省検定技術分野教科書は3社）であったこともあり、仮名表記にすることが多い。したがって、本小論も仮名表記とする。

### KA社技術分野教科書

「1 技術を見つけよう」「①さまざまな技術」

「技術の役割（p.4）」

「欲求を実現する“技術”」 「2図 ライトフライヤー号」, 「3図 ジェット旅客機」

「生活を便利にする“技術”」 「4図 ガラスビンと原料の珪砂」 「5図 ペットボトルと原料の原油」

「資源や環境を守る“技術”」 「6図 計画的な植林活動」, 「7図 野球場に設置された太陽光発電パネル」

「身近にある技術（p.5）」

・インターネットを通して世界中と通信する技術 他

「今も生きる先人の技術 (p. 5)」

「9 図 万年自鳴鐘 (1851 年)」, 「10 図 法隆寺五重塔」

「シャープペンシルにある技術を見つけよう」

ウォッチング 技術について考えよう (pp. 240-241)

技術の進歩と未来

技術を評価し活用する

技術は、人間の欲求を現実にかえるために、進歩し続けてきました。その中には、その技術が使われ始めた頃には賞賛されたものでも、後世には環境を破壊したり、人間に害を与えたりしたことで、評価されなくなったものも数多くあります。しかし、それらの技術がもとになり、新しい技術が生まれてくることも多く、決して意味のないものではありません。また、問題が生じたとしても、その問題を解決するのも技術です。

技術は、解決したい事象を取り巻いているさまざまな制約条件のもと、その中での最もよい答え(最適解)を導き出し、解決します。答えはただ一つではなく、優先する制約条件によって、答えが変わることもあります。それらの点で、科学とは立場が異なるものです。

KY社技術分野教科書

「材料と加工に関する技術 製作題材 (pp. 6-7)」

ボックス棚, アクリル板フォットスタンド1, CDラック他

「エネルギー変換に関する技術 製作題材 (pp. 8-9)」

インテリアフットライト, 歩行ロボット, ライントレースカー

「生物育成に関する技術 栽培題材 (pp. 10-11)」

ベビーリーフ, 小菊のポットマム, ダイコン, トマト, ホウレンソウ, パンジー

「情報に関する技術 制作題材 (pp. 12-13)」

デジタル作品, ライントレースカーのプログラム制御

TO社

身の回りの技術を見つけよう (pp. 8-9)

家から学校に行くまでにどんな技術があるか探してみましょう

電波時計, 電磁調理器, 花のプランター栽培, エアコン, ミニコンポ, 液晶テレビ

3教科書会社共に、小学校でテクノロジー教育についてほとんど学習していない生徒の実態を十分に配慮して、導入では、具体的な技術製品、伝統建築物、技術分野でこれから製作(制作・育成)する題材の写真を示すことで、技術の「事物」から学習する工夫をしている。

## 6.6 ITEEA (国際技術・エンジニアリング教育者学会) の第5, 6 学年 I<sup>3</sup> 学習における技術概念とエンジニアリングデザインプロセス概念の学習及び, STEM/STEAM 教育運動の隆盛

ITEEA (2010) は、2010 年 3 月 1 日から、ITEA から ITEEA に名称変更した主たる理由として、米国の国家政策である STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) 教育運動の影響を受け、STEM 教育の一層の充実に必要な技術教育とエンジニアリング教育の連携のためと表明している (ITEEA, 2010)。

本報告書第3部と、第6部のSTEM教育概念の定義は、Bybee (2010) の定義に近い。**STEM教育**は1) から3) の重要な概念を含む。

- 1) 万人の科学・技術・エンジニアリング・数学に関連する科学・技術の理解増進, 21世紀の壮大な挑戦を担う 全ての市民に必要な科学・技術リテラシーの普及・向上
- 2) 特に大学等の高等教育以前からの 初等・中等・高等教育段階を一貫した継続的・系統的な教育で, 豊かなテクニックと個人的スキルを有する科学・技術専門職能と人格を有する担い手育成
- 3) STEM専門職の社会的意義と役割の重要性を万人に啓発・普及 していくための教育及び教育運動である。



米国では、STEM 教育と共に、STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics, TEAMS, STEMA とも呼ばれる) 教育運動の影響が大きくなりつつある。(Yakman, 2008)。ドイツ等では、MINT (Mathematics, Informatics, Natural Science and Technology)教育運動が盛んになりつつある (Stern, 2012 ; Swiss Federal Institute of Technology)。

STEAM 教育運動とは、STEM 教科を連携した学習指導の共通要因の教育を包含すると共に、ファインアーツとリベラルアーツに関連する教科の連携、特に、幼稚園から第 12 学年における学習者の心身の発達の状況、言語アーツ、社会科(social studies)、リベラルアーツに関連する教科連携を重視した教育運動をいう (Yakman, 2008 : p. 11)。留意したいのは、「アーツ」の解釈で、音楽、美術/マニュアルアーツ、体育、言語とリベラルアーツ (社会学、教育、政治学、哲学、神学、心理学、歴史学等を含む) の総てを含意している。この理由として、コンピテンシー等の能力の一側面だけを重視するのではなく、アーツの芸術性と共に、安心・安全、法令遵守と規範面の社会的側面、環境的側面、経済的側面と、価値観と倫理観等といった人格陶冶を目指している。

我が国においても、阪神淡路大震災、東日本大震災、火山噴火等の自然災害等々を受けて、どの程度のリスクまで社会が許容するのか、理学や工学関係者だけではなく、社会全体が参画して、協働していく幅広い議論と意思決定プロセスが求められている。自然の真理探究を目的とする理学は、可能性のあるリスクを指摘する。一方、イノベーションと社会安全のための技術ガバナンスを必要とする工学は、対応するべきリスクの大きさを決めて現実の対策を考える。リスクの認定や対策に関しては、理学と工学の溝が問題になっている (黒沢, 2015)。理学や工学の立場だけではなく、様々な利害関係を有する人たちが協働して、お互いが共有できるデータに基づき、批判的思考と創造的思考プロセスを辿りながら、「ガバナンス」に基づく社会システムのデザインが求められている。技術ガバナンスとは、立場の違いや利害関係を有する人たちがお互いに協働し、唯一正解のない技術課題の解決のための討議に主体的に参画し、制約条件、規範、社会的・環境的・経済的等の評価基準に基づき、比較考量 (トレードオフ) により、制約と状況を考慮し適切と考えられる解決策を見出すために、意思決定に関与するシステムをいう (日本産業技術教育学会等)。

STEAM 教育では、自然科学のみならず人文社会科学なども含め、物事の科学論理とエビデンスに基づく思考と、「技術」をさらによりよくする発想やアイデア思考を重視する。さらに、STEAM 教育では、各教科の知識・技能の習得に終始するのではなく、関連教科を連携し、現実の社会文脈や状況の中で複数教科等の知識・技能等を活用しながら、協働学習や体験学習活動、学び合いのプロセスが重視される。また、学習者自身が主体的に学習活動に参加し、学習過程における自分自身や学習者相互の認知的モニタリングと意思決定や、知識や技能を実際の状況で活用して、課題を探究する社会的構成主義学習論という学習理論を重視している。

ITEA (国際技術教育学会) (当時) は、1998 年に The STEM±Center for Teaching and Learning™ (以下、STEM センター) を設置し、「技術リテラシー (用語集参照) 育成のための専門職能発達についての教育研究活動を行っている。STEM センターは、「デザインによるエンジニアリング(Engineering by Design™ 略称 EbD)」の技術リテラシーのための内容スタンダードと連携したモデルプログラム (Engineering by Design™ A Standards-Based Model Program) を公表した (表 6-1)。

Engineering by Design™ は、次世代のテクノロジスト、イノベーター、デザイナー、エンジニアに導くために、子どもたちの無限の可能性を秘めた才能を引き出しながら、適切な動機付けをもたらすという理念に基づいている。本モデルプログラムは、幼稚園から大学までを一貫している。このプログラムは、生活や社会の現実状況に根ざした「真正な (オーセンティック) な「問題基盤型学習(Problem Based Learning)」の学習環境・学習形態に基づいている。同プログラムは、「全米学校数学教員のためのカウネル(the National Council of Teachers of Mathematics)」(1989)の「学校数学のための原理とスタンダード」, 「アメリカ科学振興協会 (American Association for the Advancement of Science; AAAS)」(1989)の「プロジェクト 2061 科学リテラシーのためのベンチマーク」, ITEA (2000) の「技術リテラシーのためのスタンダード」との連携化を図っている。「プロジェクト 2061」は、科学教育改革のための知的な最良のツールを作ることを目的にしている。

プロジェクト 2061 は、1985 年に始まり、1989 年に「すべてのアメリカ人のための科学」を発行した (AAAS: Project 2061, 1989)。同書の「科学リテラシー」は、科学、数学、技術に関するリテラシーを包含している。

ITEEA (2010) は、Engineering by Design™ カリキュラムの啓発普及活動のイニシャティブを担い、幼稚園～12 学年における技術・エンジニアリング教育の促進を図ることを表明している (表6-1)。

表6-1 国際技術・エンジニアリング教育者学会 (ITEEA) による幼稚園～大学までのスタンダードに基づく国家モデル 科学・技術・エンジニアリング・数学 (STEM)プログラム 出典：<http://www.iteea.org/EbD/ebd.htm>

学年	校種別	学習内容	年間学習週数
K-2	1	EbD-TEEMS(技術・エンジニアリング・環境・数学・科学)	1-6週
3-6	2	同上/I <sup>3</sup> [(実践的探究 (インクワイアリ), 技術イノベーション, 発明)]	
6	MS-1	技術の実践的探究	18週
7	MS-2	発明と技術イノベーション	18週
8	MS-3	技術システム	18週
9	HS-1	技術 (基礎編) / 技術・エンジニアリングデザイン (基礎編)	36週
10-12	HS-2	技術のトレードオフ課題(issues)と影響	36週
10-12	HS-4	技術デザイン	36週
11-12	HS-5	技術デザイン活用 (応用編) / プロベース	36週
11-12	HS-6	技術活用 (応用編) / プロベース	36週
11-12	HS-7	エンジニアリングデザイン (頂点)	36週
13-16	CL	エンジニアリングデザイン	1学期

註1 MS: ミドルスクール, HS: ハイスクール, CL: カレッジ

註2 I<sup>3</sup>: California University of Pennsylvania が全米科学財団の基金を活用して開発したカリキュラム・パッケージ Invention-Innovation-Inquiry: An Elementary Link to Technological Literacy, <http://www.iteaconnect.org/i3/index.htm>

註3 プロベース: イリノイ州立大学が全米科学財団の基金を活用して開発したカリキュラム・パッケージ <http://probases.illinoisstate.edu/index2.shtml#>

註4 和訳出典は, 山崎貞登ら(2011)「技術科内容学構成案」三大学研究協議会 (上越・鳴門・兵庫教育大学), 『教科専門と教科教育を架橋する教育研究領域に関する調査研究 2010～2011 年度文部科学省先導的・大学改革推進委託事業研究成果報告書 (所収)』 p.266 の表5を基に再構成

## 6.7 ITEEA (国際技術・エンジニアリング教育者学会) の第5, 6 学年の I<sup>3</sup> 学習

表6-1に示したITEEAの第5学年～第6学年児童のためのI<sup>3</sup> (キューブ) に関する国内先行研究として, 筆者の指導を受けて修士学位論文として提出した市村 (2013) がある。本稿では, 市村の研究成果を基に紹介する。

I<sup>3</sup>は, 計10の学習ユニットから構成されている。中核の学習ユニットは, 「Inquiry (実践的探究)」「Invention (発明)」「Innovation (技術イノベーション)」である。なお, 「Inquiry」は, 自然科学教育では通常「探究」と訳される。しかし, STEM / (STEAM) 教育では, 熊野 (2014: p.5) が指摘するように, 「科学 (自然科学)・数学・技術・エンジニアリング (・アーツ) が連携した体験的・経験的な学習活動 (practices)」を強く含意するために, 「実践的探究」と邦訳した。

I<sup>3</sup>は, 3つの頭文字を取って「I<sup>3</sup> (アイキューブ)」と命名された。I<sup>3</sup>は, 計10の学習ユニットがある。I<sup>3</sup>の中核をなす「実践的探究」, 「発明」, 「技術イノベーション」は, 特に技術リテラシーに関心を持つ小学校教員に対する専門支援のために作成された。本プロジェクトは, 全米科学財団により一部支援を受け, ITEEA とカリフォルニア・ペンシルベニア大学が協同開発されて, 全米や海外で実践されている。

次に, 「技術イノベーション」の学習ユニットの「技術イノベーションとは何か?」の学習者用資料を, 表6-2に示す。

第5, 6 学年児童のためのI<sup>3</sup>学習ユニットにおけるデザインプロセスは, 「エンジニアリングデザイン

表6-2 小学校第5, 6学年のためのI<sup>3</sup>学習ユニットの「技術イノベーションとは何？」資料

出典：ITEEA：Innovation: Inches, Feet, and Hands Students use the engineering design process to design and develop an improved product that is used by the human hand, P209CD - (electronic version on CD) (2006) p.31

## 技術イノベーションとは何？

発明と技術イノベーションは、関連する言葉である。したがって、発見、サイエンス（以下、科学）およびテクノロジー（以下、技術）も関連した言葉である。あなたは、メディアにおいて、これらの言葉を見聞きすることができる。しかしながら、多くの人々が、これらの言葉の意味を知らない。下記の物語を読んだ後に、これらの言葉が何を意味するか説明することができようになるであろう。

### 科学 - 自然界に関する研究

多くの人々は、「科学」という単語を使用する。多くの人々にとって、科学の用語は、化学薬品を混合する際に着用する白衣をイメージする。実際には、科学は、探究に基づくプロセスの使用により、自然界を対象とする研究である。科学者は、造岩、生物、惑星および疾病等を研究する。科学の研究には、通常、観察、問題の明確化、記述、実験に基づく調査、説明を含む。

### 技術 - 人工世界に関する研究

最近の調査では、アメリカ人の67%は、技術とはコンピュータを意味すると回答した。科学は自然界に関する研究である一方、技術は人間が作った人工世界に関する研究である。すなわち、単なるコンピュータ以上の多くのものを指す。技術は、発明と技術イノベーションを含んでいる。技術は、製品とシステムを開発するために、エンジニアリングデザインプロセスを使用する。これらのものは、私たちの生活をより便利にするために自然界を変更する。

### 発明 - 新製品、システムあるいはプロセスの創造

… (前略) … ジョージ・ワシントン・カーヴァー氏は、ピーナッツから325の新製品を開発した。これらは常に人気のあるピーナッツバターを含んでいた。さらに、それらは石鹸、シャンプー、インクおよび木材染料を含んでいた。カーヴァー氏が新しい製品を開発したので、それらはすべて発明である。別の重要な発明は、電話である。電話上でかつて話された最初の言葉は、以下であった。「ここに来てください(ワトソンさん)。私はあなたを必要とします。」これらの言葉は、1876年3月10日にアレクサンダー・グラハム・ベル氏によって話された。その時間の前に、電話は存在していなかった。ベル氏による電話の発明は、称賛された。今日、10億台を超える電話が世界の至る所で存在すると推測される。

### 技術イノベーション - 既存の製品、システムあるいはプロセスの改良。

その発明以来、電話は改良を重ねた。今日の電話は、よりモバイルで、より良質な音質がある。それらは、より安く、あなたが一緒に話している人に会うことを可能にする。これらの改良は、すべて「技術イノベーション」と呼ばれる。

多くの子どもにとって、好きな食べ物、チョコレートチップ・クッキーである。1930年には、ルース・ウェークフィールドおよび彼女の夫ケンが、トル・ハウス宿屋と呼ばれる新しいレストランを開いた。彼女は、よりよいクッキーを作成したかった。彼女は、Nestlé®のセミスイート・チョコレートと、その一片を持参した。その後、彼女は、Butter Drop-Do cookie バターをそれに加えた。新しいクッキーは、「チョコレートクリスピーズ」と呼ばれた。この新製品は、たちまちトル・ハウス宿屋のお気に入りになった。彼女のレシピは、今までどおり Nestlé®のチョコレートチップ・パッケージで見つけることができる。ウェークフィールド夫人が、バターを改善したので、これは技術イノベーションである。

### 発見—実験を通して、質問に対する答えを発見すること

1752年に、ベンジャミン・フランクリンがあるアイデアを持っていた。彼は、光は火ではなく、電気であると考えていた。彼の仮説を試験するために、彼は、雷雨中に足に金属製のカギを付けたたこを飛ばした。その結果、電気ショックを経験した。彼は、稲妻が電気であるという事実を発見した。電気は、既に存在したので、それは発見と分類された。彼の実験は、さらに避雷針の発明に直接結びついた。

### セレンディピティ - 偶然な発見による新製品の生成。

中国は、多くのもので知られている。そのうちの1つは茶である。ほとんどすべての中国人は、年間を通じて熱い茶を飲む。熱い茶がどのように最初に作られたか知っているか。紀元前2723年に、偉大な中国の皇帝 Shen Nung は、ある風が強い日に、屋外でお湯を沸かした。近くの灌木からの葉は、熱湯に息を吹き込み、甘い芳香を作った。彼は、それを味わった。結果は、茶であった。この液体は、今日、4700年以上後に、嗜好飲料となっている。これは、セレンディピティの例（純粋に偶然な発見で開発される新製品）である。

セレンディピティの別の例は、人気のある飲料コカ・コーラである。1886年に、ジョン・ペンバートンが、病気のために頭痛をする人々のためのシロップ飲料を開発した。彼の助手は、冷蔵のシロップを水と混合する予定であった。飲料は、病気の人に与えられることになっていた。ある日、彼は、偶然に炭酸水をシロップと混合した。結果、炭酸飲料となった。今日、コカ・コーラは、毎日10億人以上、200か国以上で飲まれている。発見は、セレンディピティの結果がなかったならば、見つかることはなかった。

表6-3 小学校第5, 6学年のためのI<sup>3</sup>学習ユニットの「エンジニアリングデザインプロセス」資料  
 出典: ITEEA: Innovation: Inches, Feet, and Hands Students use the engineering design process to design and develop an improved product that is used by the human hand, P209CD - (electronic version on CD) (2006) p.31

**人体測定法—Page 2**

名前: _____ クラス: _____ エンジニアリングデザインプロセスの留意点 人々は、時々新しい最初の何かをまさしく構成したが。これは、リスク・不確実性を伴い、時間を浪費する。あなたが構成したい製品は、あなたが辛抱強く計画を作成することで最適になるであろう。	
<b>評価活動の形態</b> この挑戦の、多様な側面のための、あなたの得点は、この形式で記録される。	
_____ 10点 挑戦課題の明確化と理解 批評	
_____ 10点 アイデアの探索 批評	
_____ 10点 計画立案と練り上げ 批評	
_____ 10点 試験と評価 批評	
_____ 10点 あなたの解決法の提案 批評	
_____ 50点 最終製品 (ルーブリック参照)	
_____ <b>100点満点</b>	

プロセス(Engineering design process)」と呼称している。I<sup>3</sup>学習ユニットのエンジニアリングデザインプロセスは、5つの過程から構成されている。各過程間においては、現過程における技術評価の結果次第で、前過程へのフィードバックが可能であるとしている。また、「解決法の提案」を、過程の最後に位置付けてはいるが、評価結果の結果如何により、再び最初の過程である「挑戦課題の明確化と理解」に戻っていく。

I<sup>3</sup>は、「技術イノベーション」や「発明」といった技術の本質に関わる問いを永続的に深めていくためのものの見方考え方として、「エンジニアリングデザインプロセス」の学習プロセスを重視する(表6-3)。



特に留意したいのは、「技術イノベーション」、「発明」、「アイデアの提案と創造」、「エンジニアリングデザインプロセス」等といった概念を、個別の知識で教え込むのではなく、具体的な技術の課題解決活動場面で、課題の切実感と学習の意味・有用性を実感的に理解し、技術教科の本質、「技術の重大な観念」、「技術の本質的な問い」、「技術の永続的理解」、「エンジニアリングへの親しみ、専門職としてのエンジニアの仕事への興味・関心」に必要な転移可能な概念として、適時的・系統的な学習に配慮している点である。

## 6.8 我が国の小学校各教科等の「技術（テクノロジー）」に関する概念とプロセスの学習の取扱い

我が国の従来及び現行（2008年改訂版）小学校学習指導要領では、これまで技術（テクノロジー）を対象にした教科名はなく、テクノロジーを目標・内容とした教科もない。一方、磯部・山崎（2013）は、ITEA（2000）の幼稚園から第12学年までの技術リテラシーのための内容スタンダード、日本産業技術教育学会（2012）の「21世紀の技術教育（改訂）」、2004年度から開始されている文部科学省研究開発学校のテクノロジー教科等に関する教育課程開発等の実証研究等を基盤に、我が国における幼稚園から高等学校までを一貫した技術教育課程基準表をまとめている。中教審（2014ab）の指摘した、技術教育固有の「重大な観念」と「本質的な問い」の学習を重視し、教育目標1（技術教育固有の認識対象）、教育目標2（技術教育固有の認識プロセス）により、技術の重要概念、スキル、プロセスを学習する。

筆者は、我が国の小学校段階における「テクノロジー」概念と学習プロセスの扱いを調査するために、小学校学習指導要領と、各教科の文部科学省検定済教科書について、1980年代後半から継続的に調査を行い、卒業論文や修士論文指導等で扱ってきた。1998年改訂版までの小学校検定教科書では、「テクノロジー」としての技術の重要概念と技術学習プロセスに直接的に関連する記述は、管見らの限り、ほとんど見られなかったようである。

1989年改訂小学校学習指導要領の小学校指導書（1989年改訂版までは解説ではなく指導書の名称）では、図画工作や理科には、「テクノロジー」概念に関わる「重大な観念」、「本質的な問い」と、技術学習プロセスに直接的に関連する記述は、見られないようである。

一方、1989年改訂小学校学習指導要領指導書社会編（文部省、1989）では、第5学年の内容(1)農林水産業、(2)工業において、「技術」の用語が使われている。しかし、1989年改訂小学校学習指導要領に基づく小学校社会科第5学年教科書には、「テクノロジー」概念に関わる「重大な観念」、「本質的な問い」と、技術学習プロセスに直接的に関連する記述は、管見らの限り、見られないようである。

2008年版小学校学習指導要領解説社会編（文部科学省、2008b）では、小学校社会科の第5学年内容で、「技術」の用語が、以下のように用いられている。

- (2) 我が国の農業や水産業について、次のことを調査したり地図や地球儀、資料などを活用したりして調べ、それらは国民の食料を確保する重要な役割を果たしていることや自然環境と深いかかわりをもって営まれていることを考えるようにする。

ア 様々な食料生産が国民の食生活を支えていること、食料の中には外国から輸入しているものがあること。

…（筆者註：解説文章に「技術」の用語は見当たらない。）…

イ 我が国の主な食料生産物の分布や土地利用の特色など

…（筆者註：解説文章に「技術」の用語は見当たらない。）…

ウ 食料生産に従事している人々の工夫や努力、生産地と消費地を結ぶ運輸などの働き

第1、第2段落…略…

第3段落

稲作については品種改良や生産の効率を高めるための**技術**の改良を進めていることや、味の向上や食の安全確保に努めながら生産や出荷を工夫していることを取り上げることが考えられる。野菜や果物の生産については新鮮で良質な野菜や果物を生産し出荷するために、畜産物の生産については新鮮な牛乳や肉、卵などを生産し出荷するために、それぞれ様々な工夫や努力をしていることを取り上げることが考えられる。また水産業については漁業**技術**の改善に努めるとともに、水産資源の保護、育成を図るための栽培漁業などに取り組んでいることを取り上げることが考えられる（p.59、註：筆者が技術の文字をゴシックに変換し、下線を挿入）。

- (3) 我が国の工業生産について、次のことを調査したり地図や地球儀、資料などを活用したりして調べ、

それらは国民生活を支える重要な役割を果たしていることを考えるようにする。

…筆者註：(3)のア～ウ及び(内容の取扱い)文章に、「技術」の用語は、見当たらない。…

- (4) 我が国の情報産業や情報化した社会の様子について、次のことを調査したり資料を活用したりして調べ、情報化の進展は国民の生活に大きな影響を及ぼしていることや情報の有効な活用が大切であることを考えるようにする。

「我が国の情報産業」とは、多種多様な情報を収集し、選択・加工して提供している放送、新聞などのマスメディアや、インターネットなどの情報ネットワークを形成して情報を文字、音声、映像などで瞬時に伝えるサービスを提供している産業を指している。「情報化した社会の様子」とは、通信**技術**の発達と高度化によって情報の生産や相互のやりとりが大量・高速・広域化し、教育、文化、産業、日常生活などの様々な場面において大きな変化が見られることを指している(文部科学省, 2008b : p.66), …註：筆者が技術の文字をゴシックに変換し、下線を挿入)。

以降の文章に、「技術」の用語は、見当たらない。

小学校社会科を発行している教科書会社のうち、本稿では、東京書籍の小学校社会教科書の記述を、以下に紹介する。

岡部さんたちのグループでは、農作業のあい間に勉強会を開いて、おいしい米をつくるためのくふうを話し合っています。また収穫しゅうかくが終わった11月ごろには県内外の農家や農業試験場などをたずねて、新しい技術ぎじゅつや取り組みについて研究しています(北ら, 2011a : p.61)。

つるおかつるおか市にある水田農業試験場では、品種改良や有機農業の研究をしています。庄内平野でもっとも多く

さいばいさいばいされている「はえぬき」という品種の米は、この試験場で開発されました。2010(平成22)年からは、「つやひめ」という新しい品種の米が本格的にさいばいさいばいされています(北ら, 2011 : p.63)。

## ことば 品種改良

いろいろな品種のよいところを集めて、新しい品種をつくり出すことです。大きな実のなる果物くだものや、成長の早い家畜などを人工的につくり出すこともできますが、健康へのえいきょうを心配する声もあります(北ら, 2011 : p.63)。

東京書籍の小学校第5学年社会科教科書(北ら, 2011a : p.61)では、「品種改良技術(育種技術)」が扱われている。品種改良技術とは、生物の性質を改良して新たな品種を開発する技術である。初等中等教育段階を一貫した技術教育課程実現のための、重要な生物育成に関する技術の内容である(日本産業技術教育学会, 2012 ; 同, 2014 ; 磯部・山崎, 2013)。生物育種技術は、生物育成に関する技術の種々の事実やスキルの学習の必要性に意味を与え、関連付けて体系化するような「重大な観念(ウイギンズ・マクタイ, 西岡訳, 2012)」である。

東京書籍教科書では、我が国の工業生産について、東京都大田区の町工場を事例に紹介している。

高い技術(ぎじゅつ)をほこる工場が集まる大田(おおた)区 東京(とうきょう)都大田区には、すぐれた技術が有名で、外国からも注文がくる中小工場があります。ようこさんたちは、町工場の北嶋(きたじま)さんに質問するなどして、大田区の工場生産について調べました。

### 北嶋さんの話

わたしたちは、「しぼり」という技術でいろいろな製品(せいひん)をつくっています。ロケットの先の部分や天体観測用の大きなアンテナもつくることができます。すべて手作業です。注文によってつくる製品はすべてちがいますし、使う金属によって力のかけ方がちがいますから、一人前になるのに長い時間がかかります。みなさんも大人になったら職人になりませんか(北ら, 2011b : p.21)。

前述の東京書籍の小学校社会科教科書（北ら，2011a：p.61；北ら，2011b：p.21）に関する学習事項について、磯部・山崎（2013:p.341）の「表9. 教育目標2-2『技術の適切な評価・活用能力のスタンダード』教育課程基準表に基づき、ものづくりを通じた実践的・体験的学習を通して、技術（テクノロジー）」概念に関わる「重大な観念」，「本質的な問い」と、技術のデザインプロセスを学習するような実践を、テクノロジーを学ぶ文部科学省研究開発学校の新教科等で行われてきた。技術・技能伝承の根幹にあるものは、技術・技能の知的財産の体系化と理解、地域の持続的発展を支える資源と人を育て、地域社会で共存しあう価値の理解増進を図る教育である。

2013年度から文部科学省研究開発学校に指定された久喜市立久喜小学校（2015）の新設教科「夢創造科」学習指導要領案の第5，6学年の「3. 内容の取扱い」においても、「(1)内容の「B.創造」の指導に当たっては、環境・生態系，エネルギー資源，健康・安全，防災の4つの視点で、ものづくりを行うものとする。(p.10)」が明記されている。さらに、「(3)すべての内容において、科学技術にかかわる倫理観や新しい発想を生み出し活用しようとする態度が育成されるようにするものとする。(p.10)」が明記されている。

日本では、テクノロジー（技術），テクニク（技法，技巧），スキル（技能）の区別が不明瞭である。日常では、技術，技法，技能は、スポーツ技術，書字技術，演奏技術等に見られるように、区別が不明瞭な状況で使われている。ITEEAの第5学年のI<sup>3</sup>学習のように、思考と行動における言語の働きが一層重要になる発達時期である小学校第5学年において、自然科学と技術との関係について、概念理解を図る必要があると考えている。例えば、小学校第5学年において、次のような教科書記述が考えられる。

自然を研究する科学（サイエンス）は、自然のことやものを観察や実験などで研究する。一方、技術（テクノロジー）の研究は、自然を変えて人間がものづくりなどで人工のものなどを作る。技術は、身近なテレビとかコンピュータなどの製品<sup>せいひん</sup>だけではなく、発明と技術革新（イノベーション）<sup>そうぞう</sup>といった創造活動も指す。技術は、私たちの生活をより便利にするが、自然や私たちの健康へのえいきょうを心配する声もある。

## 6.8 理科学習のプロセス

2008年改訂小学校学習指導要領解説理科編（文部科学省，2008c）の8頁「○問題解決の能力を育てること」で述べられている文章を紹介する。

児童が自然の事物・現象に親しむ中で興味・関心を持ち、そこから問題を見いだし、予想や仮設の基に観察、実験などを行い、結果を整理し、相互に話し合う中から結論として科学的な見方や考え方をもつようになる過程が問題解決の過程として考えられる。…（後略）…

理科教育研究者の角屋（2013）は、理科教育は科学概念を教えるだけではなく、『(1)学校教育である以上、理科では「人格の完成」を目指す必要がある、(2)理科教育では、人間性と、学習者が科学的に妥当な知を創造していく能力を身に付けさせる(p.19)』と指摘している。さらに、理科における問題解決活動は、一般に仮説演繹法と同様で、①問題の見いだし、②仮説の設定、③観察・実験方法の立案、④観察・実験の実行、⑤観察・実験結果の考察、⑥まとめ、という場面から構成することが多い(p.30)と述べている。

文部科学省の小学校理科教科調査官の村山（2013）は、理科の問題解決の過程として、①自然事象への働きかけ、②問題の把握・設定、③予想・仮説の設定、④検証計画の立案、⑤観察、実験の実施、⑥結果の処理、⑦考察の展開、結論の導出であると提唱している(p.25)。

さらに、2008年改訂小学校学習指導要領解説理科編（文部科学省，2008c）の8頁～9頁「○問題解決の能力を育てること」において

小学校理科では、第3学年では身近な自然の事物・現象を比較しながら調べることが、第4学年では自然の事物・現象を働きや時間などと関係付けながら調べることが、第5学年では自然の事物・現象の変化や働きをそれらのかかわる条件に目を向けながら調べることが、第6学年では、自然の事物・現象についての要因や規則性、関係を推論しながら調べることが示されている。これらの問題解決の能力は、その



学年で中心的に育成するものであるが、下の学年の問題解決の能力は上の学年の問題解決の能力の基盤となるものであることに留意する必要がある。また、内容区分や単元の特性によって扱い方が異なることや、中学校における学習につなげていくことにも留意する必要がある（文部科学省，2008b：pp. 8-9）（ゴシックと下線は筆者が付記）。

角屋（2009）は、小学校第5学年の問題解決能力の重点指導事項を、「条件制御」として解説している。

条件制御は、例えば、小学校理科第5学年の学習内容である「植物の成長」を例にすると、次のように説明できる。この学習のねらいは、植物の成長には、日光や肥料などが関係していることをとらえるため、子どもは次の方法を用いる。例えば、肥料が成長と関係していることをとらえるためには、水や日光を固定し肥料を与えた植物と肥料を与えない植物とを用意し、両者の違いを観察するという比較対象実験の方法を用いる。また、同様の手続きにより、日光が成長と関係することを子どもは獲得する。

上述のように、植物の成長には日光、肥料などが関係しているということをとらえるためには、関係しない要因を固定し、関係する要因だけを比較対照することが必要である。このように、特定の要因に着目し、他の要因の影響を調べるのが条件制御である（角屋，2009：p. 110）。

角屋（2013）は、同著書の第3章「なぜ、理科の学習内容が領域別になっているのか」において、理科の目標と内容区分の系統性について記述している。2008年改訂小・中学校学習指導要領の目標から、小・中学校の理科のねらいは、「科学的な見方や考え方の育成」としている。また、2009年改訂高等学校学習指導要領の目標から、高等学校の理科のねらいは、「科学的な自然観の育成」としている（p. 36）。さらに、角屋は、小・中・高等学校の理科では、①自然事象に対して働きかける方法と、②その結果、児童・生徒が獲得するイメージや概念などの育成が求められている（p. 37）と指摘する。その上で、理科の学習内容の区分の仕方として、「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」の領域は、子どもの認識の広がりと同自然事象へ働きかける方法をもとにして区分していることと、内容の系統性は、問題解決に必要な知識の累積の目的と、子どもの認知発達段階に沿わせて区分している（角屋，2013：p. 35）。

## 6.9 社会科学習のプロセス

### 小学校教科「社会」の目標

2008年改訂小学校学習指導要領の社会科の目標を、以下に示す。

社会生活についての理解を図り、我が国の国土と歴史に対する理解と愛情を育て、国際社会に生きる平和で民主的な国家・社会の形成者として必要な公民的資質の基礎を養う（文部科学省，2008c：p. 10）。

また、2008年改訂小学校学習指導要領解説社会編では、各学年の目標の系統を、①理解に関する目標、②態度に関する目標、③能力に関する目標に分けて示している（文部科学省，2008c：pp. 13-15）。

「③能力に関する目標」では、「観察力や資料活用力」、「社会的な思考力や判断力」、「表現力」に分類して示している（文部科学省，2008c：p. 15）。

2008年改訂小学校学習指導要領社会科の内容として、「第3学年及び第4学年において地域社会に関する内容」を、「第5学年において我が国の国土と産業に関する内容を、第6学年において我が国の歴史と政治、国際理解に関する内容」がそれぞれ示されている（文部科学省，2008c：pp. 16-17）。

「各学年にわたる内容の取扱いと指導上の配慮事項」

社会科の授業においては、これまでと同様に、社会の変化に自ら対応する能力や態度の育成を図る観点から、学び方や調べ方を大切にし児童の主体的な学習を一層重視することが必要である。すなわち、児童一人一人が自らの問題意識をもち、学習問題に対して解決の見通しを立て、それに従って必要な情報を収集し、それらを活用・整理して問題を解決していく学習活動を構成することが大切である（文部科学省，2008c：pp. 102-103）（註：ゴシックの下線は筆者が挿入）。

- (1)各学年の指導については、児童の発達の段階を考慮し社会的事象を公正に判断できるようにするとともに、個々の児童に社会的な見方や考え方が養われるようにすること（文部科学省，2008c：pp. 105）。



また、児童一人一人に社会的な見方や考え方が養われるよう、社会的な事象を比較・関連付け・総合して見たり考えたり、社会的な事象を空間的、時間的に理解したり、公正に判断したり多面的にとらえたりできるようにすることが大切である。そのためには、児童一人一人が社会的な事象を具体的に観察、調査したり、地図や地球儀、統計、年表などの各種の基礎的資料を効果的に活用したり、調べたことや考えたことを表現したりできるように、問題解決的な学習や体験的な活動、表現活動などを工夫する必要がある (p. 106)。

## 6.10 技術（テクノロジー）学習のプロセス

2014年9月から実施中（2014年実施版）のイングランドのナショナルカリキュラム (Department for Education, 2013)では、テクノロジーについて学習する主教科は、「デザインと技術」と「コンピューティング」の2教科である。2014年から実施版教科「デザインと技術」における「Design」の意味は、大きく（1）技術事物概念と、（2）技術創造活動の体系の大きく2つに分けられている。一方、日本では、（2）の概念は日常生活や初等中等教育では、ほとんど用いられていない現状がある。（1）技術事物、技術製品の形、模様、色彩、装飾またはこれらの組み合わせ、技術構想・設計図で、日本でも事物概念としての意味として、デザインが用いられている。

（2）「技術創造活動の体系 (Designing)」では、「技術イノベーション」と、「社会安全と信頼性」を高めるために、利害関係等が異なる各界や市民の協働で、意思決定と技術リスク管理をしていく、「技術ガバナンス活動」のPDCA (Plan-Do-Check-Action) 連鎖サイクルを重視する。「思考力・判断力・表現力」を伴い、課題の明確化とアイデアの生成（設計計画）アイデアを実現するための試作・製作、適切なデザイン解の提案と改善・実用化と、各過程間を必要と状況に応じて反復する連鎖サイクルの意味で、「技術創造活動の体系 (Designing)」を用いている。

2014年実施「デザインと技術」の学習目的で、中教審「育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会：— 論点整理—について」(2014ab)の「イ）教科等の本質に関わるもの（教科等ならではの見方・考え方など）」に相当する教科固有の概念とプロセスの主な特徴は、以下に示す3点である。

- (1) 「デザインプロセス（技術創造活動過程）」
- (2) Technology と、Mathematics, Science, Engineering, Computing, Arts 教科の知識等を活用する、STEAM 概念の活用
- (3) イノベティブかつ積極的で、才能や能力のある市民と、負のリスクを避けるための、技術の社会安全・イノベーションの調和と協働意思決定（ガバナンス）の学習

イングランドの11歳～14歳 (KS3) および14歳～16歳 (KS4) の学習者が使用する教科 DT の教科書 (ガラット, 2004: p.9) では、「技術デザインプロセス（技術創造活動過程）」を、①状況の分析、②摘要の記述、③調査の実施、④仕様の記述、⑤複数のアイデアの創出、⑥最適アイデアの決定、⑦設計と工程・段取りの計画、⑧プロトタイプの製作、⑨デザインの試験と評価、⑩報告書の作成のプロセス、からなる10のプロセスとして解説している。

イングランドの14～16歳の「デザインと技術」のコリンズ社教科書 [Breckon(Editor), 1994] に掲載された「技術デザインプロセス」の流れを、図6-1に示す。

図6-1により、デザインプロセスは、「1. 技術のものづくりの動機付け・必要性の理解」で生活や価値観を深く洞察し、「2. 調査」、「3. アイデア」で何が潜在的に求められているのかを感知し、「4. 中間の事前技術評価（健康・安全・社会的・環境的・経済的側面等からの技術評価）」、「5. 展開」、「6. 計画」、「7. アイデアの実現化」、「8. 試験」、「9. 評価」の技術イノベーションプロセスであるといえる。

「デザインプロセス」は、一方向の不可逆的な直線あるいは環状プロセスをたどる活動ではなく、状況と必要性に応じて反復のプロセスを辿る 思慮深い活動 である。(National Curriculum Expert Group for D&T, 2013: p.5)。

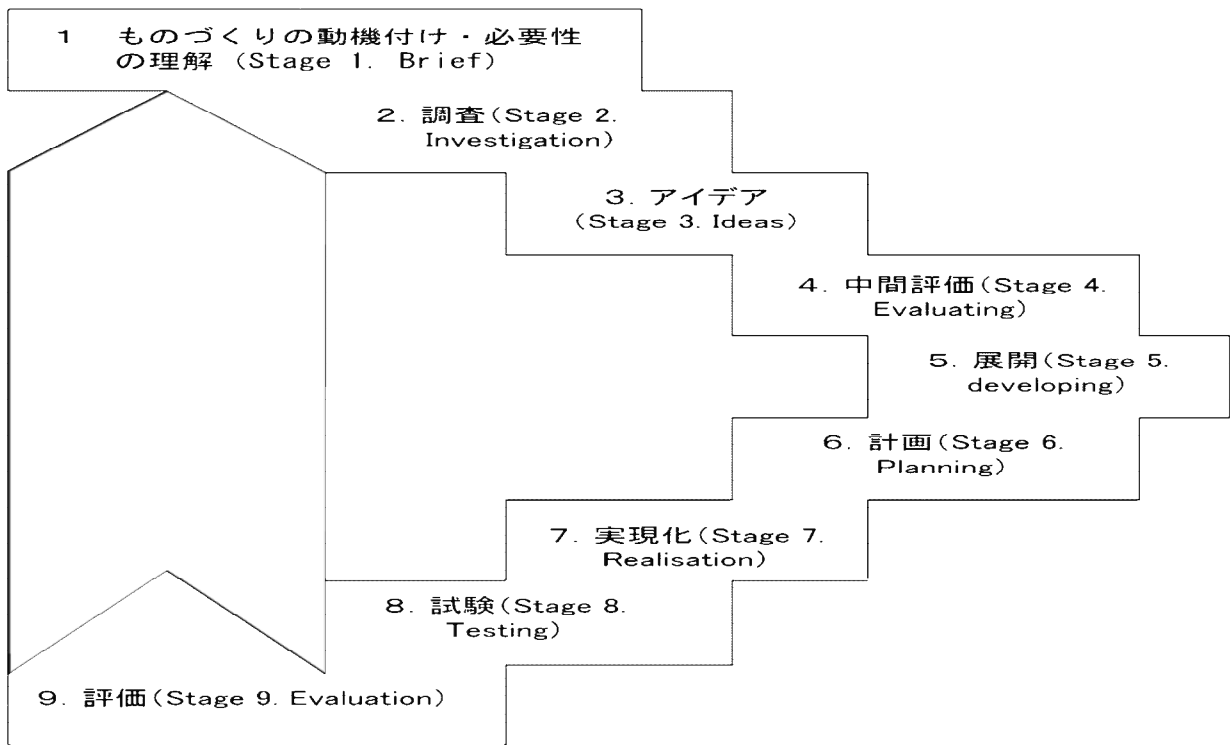


図 6 - 1 「技術デザインプロセス（技術創造活動過程）学習活動」の流れ【出典：Breckon(Ed.): COLLINS CDT Technology, Collins Educational, U.K. (1994), pp.6-7 を基に，筆者が再構成】

#### 6.11 イングランドの「Design and Technology」の「デザインプロセス」と、日本の技術分野の「設計」との比較

我が国の文部科学省（2008a）『中学校学習指導要領解説 技術・家庭編（平成 20 年 9 月）』の内容 A(3)『材料と加工に関する技術を利用した製作品の設計・製作について、次の事項を指導する（同 p.20）』として、

- ア 使用目的や使用条件に即した機能と構造について考えること。
- イ 構想の表示方法を知り、製作図をかくことができること。
- ウ 部品加工，組立て及び仕上げができること。（同 p.20）

と、その解説文章が示されている。ここでは、イングランドの機能概念としての「デザインプロセス」に直接相当する文言や説明は、見られないようである。

日本の 2008 年版中学校学習指導要領技術分野の文部科学省検定済教科書は、K A 社、K Y 社、T O 社の計 3 社から出版されている。なお、本稿では、許諾申請が間に合わなかったために、教科書掲載頁のスキャナーによる図等の掲載はせずに、本文記述による説明にとどめる。また、教科書会社名は、慣例に従い、頭文字の仮名表示とする。

K A 社技術分野教科書（2012：p.24）の「3 図 ものづくりのサイクル」では、「目的」→「材料（●天然資源，●再資源化）→「設計（1. 製作品の決定，2. 構想する，3. 図に表す，4. 設計にまとめる）」→「製作（1. 製作の準備，2. 材料取り，3. 部品加工，4. 組立て，5. 仕上げ）」→「使用（●保守・点検，●修理）」の一方の環状プロセスが掲載されている。一方、欧米の「デザインプロセス」は、一方の不可逆的な直線あるいは環状プロセスをたどる活動ではなく、繰り返しのプロセスになる。K A 社技術分野教科書（2012：p.32）の「9 図 設計の進め方」では、「目的」⇒「製作品の決定（使用の目的と製作品の決定）」⇒「構想する（構想しながら図に表す）（環状：機能を考える←→構想を考える←→加工方法を考える←→接合方法と仕上げ方法を考える，内環：「材料を考える」，外環状と内環の各要素は相互に双方向の矢印で結合）⇒「設計

のまとめ（模型による確認，製作図をかき表す）」が示されている。デザインプロセスでは，設計と製作を不可逆的に2つに区分するのではなく，「技術デザインプロセス思考を常に伴う設計・製作実践の相互反復活動」を意味している。

K Y社（2012）発行の文部科学省検定済技術分野教科書の p.51「1 設計の流れ」では，「①問題を発見する」→「②必要な機能を検討する」→「③アイデアを考える」→「④アイデアシートをつくる」→「⑤構想図をかく」→「⑥模型のための図をかく」→「⑦模型をつくる」→「⑧問題点を見つける」→「⑨組立て図をかく」の単方向の流れ図が示されている。

T O社（2012）発行の文部科学省検定済技術分野教科書の pp.16-17では，見開き頁のタイトル「製品が誕生するまで」で，「問題点の認識」→「問題点の分析や調査」→「設計」→「試作・試行」→「評価」→「製品の生産」→「技術の活用と問題の解決」→（新しい問題の発生）→「問題点の評価」という，一方向の環状プロセスが示されている。このプロセスの「評価」は，「製品の生産」に向かう一方向の矢印と，「設計」にフィードバックする一方向の矢印で結ばれている。

T O社（2012）発行の文部科学省検定済技術分野教科書の pp.47-48の「1 図 製作品の設計の流れ」では，「製作品の構想（準備→発想→評価）」⇒「構想の具体化」⇒「構想のまとめ（修正）」⇒「製作に必要な図の作成」が示されている。T O社の pp.16-17の1 図においても，イングランドの「デザインプロセス」では，特に，「複数のアイデアの形成」と，社会的・環境的・経済的側面等からのトレードオフ（比較考量）による比較・検討により，「与えられた制約条件による最適アイデアの決定」が重視されている。T O社の pp.16-17プロセスでは，トレードオフによる最適アイデアの決定プロセスが示されていない。

**我が国の3教科書会社の流れ図と，「デザインプロセス」を比較すると，我が国の教科書は，技術デザインプロセスで重視される「複数のアイデアの形成」と，社会的・環境的・経済的側面等からのトレードオフ（比較考量）による比較・検討により，「与えられた制約条件による最適アイデアの決定」は，含意されていないようである。**

## 6.12 イングランドの「Design and Technology」の「デザインプロセス」と，日本の技術分野の「技術評価・活用」との比較

我が国の技術分野教科書発行3社のうち，「技術評価・活用」の流れを示しているのは，T O社（2012）である。

T O社（2012）発行の文部科学省検定済技術分野教科書では，「材料と加工に関する技術」の p.89「6 図 製品を選択するときの評価・活用の流れ」として，「①課題を明確にする」→「②評価する観点を設定する」→「③比較・検討する」→「④判断する」→「⑤活用する」の一方向の直線系列図が示されている。しかし，6 図は，ものづくりのプロセス場面ではなく，『製品を選択するとき』の状況・場面のために，どちらかという消費者の立場からの製品評価として紹介されている。さらに，同 p.90では，「製品の購入を決定するまでの流れ」のフローチャートとして，「修理が可能か」で，「はい」と「いいえ」の条件分岐のフローチャートを図示している。さらに，「はい」の更なる条件分岐として，「自分で修理できるか」の条件で，「はい」と「いいえ（専門の業者に依頼する）」の条件分岐フローチャートを示している。

T O社の「エネルギー変換に関する技術」では，「環境に配慮した充電の方法を考えよう（pp.146-147）」を扱っている。「生物育成に関する技術」では，「目的に合わせて食材を選ぼう（p.181）」において，生物育成プロセス場面ではなく，消費者の立場からの食材選びに焦点を当てている。「情報に関する技術」では，「記念文集を作ろう（p.239）」の「②評価の観点を設定する」において，「記念文集ですので，数十年後も見られなければなりません。また，制作環境，制作する人，制作期間，予算など，この場での学習を振り返ってどのような情報技術を活用するかを検討し，評価の観点を決定します。」と記述されている。

「技術デザインプロセス（技術創造活動過程）」は、図面の作成や製図だけではない。技術の「重大な観念」と「本質的な問い」を明確化し、具体的、実践的、体験的な学習展開するための技術科教育固有の学習プロセスといえる。加えて、「技術デザインプロセス」には、中教審（2014ab）の「ア）思考力・判断力・表現力とメタ認知等」が必要である。したがって、中教審（2014ab）が指摘するように、ア）と「イ）教科等の本質に関わるもの（教科等ならではの見方・考え方など）」は、相互不可分な関係と考えられる。

日本では、国民各層に「技術デザインプロセス」概念が幅広く普及しているとはいえない。また、「技術デザインプロセス」という考え方が認知されて受け入れられているとはいえない現状といえる。技術科教育における「技術デザインプロセス」の意義と社会的役割について、国民各層に普及・啓発していくとともに、技術分野の教員職能発達のための研修や技術科教員養成において、「技術デザインプロセス」の学習についての実践的指導力を高める方策が喫緊に求められている。

### 6.13 児童生徒の心身の発達水準に応じた系統的な適時的なイングランドの「Design and Technology」の「デザインプロセス」学習

教科「デザインと技術」の各年齢段階の技術デザインプロセスの特徴を、表6-4に示す。

表6-4 イングランドの教科「デザインと技術」の各年齢段階の「技術デザインプロセス」の特徴

#### 5～7歳

- (1) 技術デザイン（創造活動）プロジェクトの特質：身近なものの構想計画・製作が中心、道具の安全な活用、技術活用と技術実践の楽しさを実感し、技術（テクノロジー）に親しみを持つ
- (2) 凝縮ポートフォリオの構成の流れ
  - ・「目的→設計（アイデアスケッチ）→製作→プロジェクトの評価」（4工程）

#### 7～11歳

- (1) 技術デザインプロジェクトの特徴：技術発明・イノベーション（飛行機やコンピュータ発明といった「構築的技術イノベーション」から、「通常の技術イノベーション」を含め、種々の水準の技術イノベーションの存在、教材レベルに応じた工夫）、技術の安全性・信頼性への興味・関心・態度への親しみ、
- (2) 凝縮ポートフォリオの構成の流れ
  - ・「目的→設計（アイデアスケッチの生成と設計案の決定）→製作計画（段取り）→製作→プロジェクトの評価」（5工程）

#### 11～14歳

- (1) 技術デザインプロジェクトの特徴：技術デザインプロセス思考・判断・表現力を重視、技術イノベーションと技術ガバナンスのバランス重視、技術を賢く活用し、持続可能型社会を支える能力と人格形成へ
- (2) 凝縮ポートフォリオの構成の流れ
  - ・「技術デザインの機会（どのような目的・必要性やニーズでもものをつくるのか）→情報収集・調査→設計活動（2つ以上のアイデアスケッチの生成と設計案の決定）→実践活動計画（段取り）→製作→プロジェクトの評価」（6工程）

#### 14～16歳

- (1) 技術デザインプロジェクトの特徴：技術デザインプロセス思考・判断・表現力を重視、技術イノベーションと技術ガバナンスのバランス重視の持続可能型社会を支える能力と人格形成へ
- (2) 凝縮ポートフォリオの構成の流れ
  - ・「技術デザインの機会（どのような目的・必要性やニーズでもものをつくるのか）→情報収集・調査→設計活動（4～5つのアイデアの生成）→中間評価【複数のアイディアの長所・短所の相互比較・検討によるトレードオフ（比較考量）】→最終設計案の決定→実践活動計画（段取り）→製作→プロジェクトの評価（8工程）

注：「元ポートフォリオ」とは、学習プロセスで作成するワークシートや資料、「課題（テーマ）の目標設定と理由」、計画表、情報検索等で収集した資料等を、ファイリングしたポートフォリオで、ワーキングポートフォリオともいう。「凝縮ポートフォリオ」とは、元ポートフォリオを、デザインプロセスの各過程がわかり、何を伝えたいのかが明確に伝わるように、作成者の技術デザインプロセス思考力・判断力・表現力を、他者にアピールするためのポートフォリオをいう。「凝縮ポートフォリオ」は、パーマネント（保存用）ポートフォリオといわれる。「元ポートフォリオ」と「凝縮ポートフォリオ」については、鈴木敏恵：『これじゃいけなかったの！？総合的な学習』、学習研究社（2002）などが詳しい。



「技術デザインプロセス」学習では、言語活動による論理的思考力、創造的思考力、社会的・環境的・経済的側面等からの比較考量（トレードオフ）と判断・意思決定力、表現力の育成を重視する。さらに、園児・児童・生徒のプランニング能力の発達水準で、適時的・系統的な学習を展開している。

我が国における園児・児童・生徒のプランニング能力の発達水準に関する先行研究としては、近藤（1989）がある（表6-5）。言語は、思考と行動をつかさどる基盤である。技術活動の見通しや、構想設計計画・段取り活動における、プランニング能力の重要性はいうまでもなく、言語活動により掌られる。

筆者も、イギリスの「デザインと技術」教科の学習場面において、5、6歳段階から、学習者は、「テクノロジー」、「デザイン」「アイデア」、「ファイナル・アイデア」「インベンション」等々といった言語会話を通して、思考や実践活動を行っている学習を参観してきた。今後、我が国において、小学校段階から、児童の心身の発達水準に即した適時的かつ系統的なテクノロジー教育課程基準の導入と、技術の重要な学習プロセスである、「技術デザインプロセス」活動や、テクノロジーとしての技術概念を用いた言語活動により、技術学習活動の意味と有用性について、学習者が実感的に理解する学習の充実が望まれる。

表6-5 園児・児童・生徒のプランニング能力の発達水準【出典：近藤文里：『プランする子ども』、青木書店（1989）】

---

1 回目の変化	4～5歳頃
	内言を用いた思考の意識的な制御が可能
2 回目の変化	7～10歳頃
	時間と空間の系列化。筋道をたてて物事を論理的に思考し、今後起こりうる事態を見通したり、計画・実践・評価・改善することと関係する。
3 回目の変化	12歳
	思考の制御において抽象的、分析的、系統的なアプローチができるようになる。 将来したいことや、それを実現する道筋にリアルさが増す。

---

#### 6.14 育成すべき資質・能力を考慮した教育課程基準における学習指導方法・形態、評価規準と評価方法の一体化の重要性

思考力・判断力・表現力、技術デザインプロセスにおける思考実践活動といった能力は、「知識が再生できる／できない」、「技能がある／ない」といった「○×のような評価法（ドメイン準拠評価法）」ではなく、義務教育期間全体を通した長期スパンで、学習者の心身の発達水準に沿って、数段階の学習到達目標を設定する必要がある。さらに、重要なことは、**学習者のメタ認知能力鍛錬のために、ルーブリック等と学習到達目標とを、学習者と授業者で共有しあう。この共有化により、学習者が評価の主人公として参画し、他の学習者との学びあいを促進して、学習者による自己評価と相互評価を生かしあう学習環境を創る。**

このような学習評価法は、スタンダード準拠評価法といわれる。イギリスは、教科「アートとデザイン」、「デザインと技術」等のパフォーマンス課題を特に重視する教科において、ポートフォリオ制作の学習指導方法と、ポートフォリオ学習評価法に関する長年の実践研究の積み重ねがあり、参考になる点が多い。

イギリスの教科「デザインと技術」のナショナルカリキュラム（NC）では、2013年度まで5～16歳の義務教育期間を通して計8段階の学習到達目標を基準（スタンダード）として設定していた。イングランドには、通常16歳時の生徒が受験する「デザインと技術」のGCSE（中等教育修了一般資格）試験を作成する試験局として、3つある。3つの試験局は、共に、当日一斉実施する筆記試験（配点比率40%）と、通常の授業で実施するコースワーク（課題研究）（配点比率60%）を設定している。コースワークは、作品と凝縮ポートフォリオが採点対象になる。各試験局共に、評価規準（クライテリアン）と、各評価規準の得点の判断基準（スタンダード）を、通常、試験実施前の2年前にインターネット等で公開する。評価規準（クライテリアン）とは、評価の観点と評価の具体的な項目を定める質的規準である。判断基準（スタンダード）は、採点基準であり、スタンダード性がないと、各学校間の判断基準のばらつきが大きくなってしまふ。14～16歳が学習する「デザインと技術」では、各学校の教員は、学校が選択する試験局の評価規準に基づき、教育課程を編成する。

「デザインと技術」教科は、5～7歳（Key Stage, KS1）、7～11歳（KS2）、11～14歳（KS3）において、ナショナルテストはない。しかし、「デザインと技術」教員や関係者が所属する Design and Technology Education Association (DATA) (<https://www.data.org.uk/>) (Design and Technology

Education Association, 教育省がサポートし、「デザインと技術科」の専門職教員に学習指導資源等を提供し、研修等支援する非営利組織)は、ナショナルカリキュラムの「デザインと技術」教科の学習プログラムと学習到達目標に基づき、ポートフォリオ制作を基盤とした学習指導方法・学習形態に必要な学習リソース、学習評価規準(クライテリオン)と各判別基準(スタンダード)対応した学習評価リソース等を提供している。イギリスの「デザインと技術」教員養成を行う大学では、DATA が提供する評価規準と判別基準に基づくポートフォリオ学習指導方法・学習形態、学習評価実践を極めて重視している。教員養成段階から、実際に学習者が作成し、評価規準ごとに判別基準で分類されたポートフォリオ作品例(アンカー)を採点する鑑識眼と、採点根拠の説明責任に対する養成教育に、十分な時間をかけている。また、「デザインと技術」現職教員のCPD(継続的専門職研修)においても、試験局及びNCに基づきDATA が提供した評価規準と判別基準に基づく学習者の作品ポートフォリオの学習指導方法・学習指導形態、学習評価に関する専門職能発達を重点的に支援している。

ポートフォリオ評価法で留意したいことは、試験局が採点基準を事前公開することで、評価規準と判断基準の妥当性・信頼性の向上に役立つ。より重要なことは、学習者が評価に参画し、自己評価・相互評価を促進し、評価の主体者になることを目指している点である。ポートフォリオ制作と評価により、学習者が評価に主体的に参画する意義については、西岡(2003)が詳しい。中教審(2014ab)の報告書では、現在の学習指導要領に定められている各教科等の教育目標・内容を、前述の「ア」教科等を横断する汎用的なスキル(コンピテンシー)等に関わるもの」として、「①教科等を横断する、認知的・社会的・情意的、汎用的なスキル等」と、「②メタ認知(自己調整や内省・批判的思考等を可能にするもの)」が掲げられている(筆者が下線挿入)。ポートフォリオ制作やパフォーマンス課題におけるルーブリックの事前提示と、学習者の学習プロセスにおける認知とモニタリングは、メタ認知能力の育成に効果的である。

#### 6.15 なぜ、教育目標・内容、学習指導方法・学習形態、学習評価の一体化が重要なのか

中教審(2014ab)の報告書では、現在の学習指導要領に定められている各教科等の教育目標・内容を、前述の「ア」教科等を横断する汎用的なスキル(コンピテンシー)等に関わるもの、「イ」教科等の本質に関わるもの(教科等ならではの見方・考え方など)、「ウ」教科等に固有の知識や個別スキルに関するもの」の3視点で分析し、学習指導要領の構造の中で適切に位置付け直したり、その意義を明確に示したりすることについて検討すべきである(下線は筆者が付記)と指摘した。この中教審の報告書の指摘は、極めて重要であると筆者は考えている。現在、最も大切なのは、学校教員を含め、今、なぜ学習指導要領の構造改革が必要なのかについて、改革の必然性と意義に対する国民的合意形成が必要である。

また、2014年11月20日の学習指導要領改訂諮問で、指導方法、学習評価にも言及された(日本教育新聞2014年12月1日記事)、その意味について、関係者間で理解を深めていく必要がある。日本教育新聞の記事では、『指導要領によって評価が肥大化すると、「学校での創意工夫の余地が狭められる」という懸念も残る。また教科書を通じて影響を及ぼす教育内容とは違い、現場への浸透も未知数だ。』という記述がある。

本稿の「6.1 はじめに」に、寄せられた質問・意見の(4)として、以下を示した。

(4) 国研(2011)『評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料【中学校技術・家庭(平成23年11月)】』で示された、「評価規準に盛り込むべき事項」及び「評価規準の設定例」は、「参考」扱いであると考えている。その理由として、評価規準を先に設定するのではなく、各学校で創意・工夫して開発・作成される題材を優先した指導計画と実践が重要である。また、各学校で実践する題材の学習評価規準は、各学校が開発・作成した題材に応じて、設定されるものである。したがって、各学校で扱う題材の製作(制作・育成)に必要な知識・技能を優先するべきであって、国研の「評価規準の設定例」にこだわる必要はないと思う。さらに、生徒は、小学校でテクノロジーに関する学習をほとんど行っていない。そのため、国研で示された「評価規準の設定例」の文言自体は、中学生にとって難易度が高い学習項目が多いように感じている。

山崎(研究代表者)(2014)は、『防災・エネルギー・リスク評価リテラシー育成の科学・技術連携カリキュラムの開発』、平成25年度~27年度科学研究費補助金(基盤研究(C))第1年次研究成果報告書(課題番号25350240)の中で、文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター(2011)『評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料【中学校技術・家庭(平成23年11月)】』で示された、「評価

規準に盛り込むべき事項」及び「評価規準の設定例」に基づき、技術分野3年間の指導計画及び学習指導案の事例を紹介した。筆者は、文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター（2011）の執筆には直接関与していない。しかし、新しい時代に求められる学習指導要領、学習指導方法・学習形態、学習評価の具体を示し、技術科教育の本質概念、重大な観念、本質的な問いを読み解く上で鍵となる、極めて優れた刊行物であると考えている。技術分野教員のみならず、関係者間の共有化の推進を支援したい。

「評価規準に盛り込むべき事項」は、『新学習指導要領の各教科の目標、学年（又は分野）の目標及び内容の記述を基に、改善通知で示されている各教科の評価の観点及び趣旨、学年（又は分野）別の評価の観点の趣旨を踏まえて作成している』（文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター，2011：p.9）。

『各学校において単元や題材ごとの評価規準や学習活動に即した評価規準を設定するに当たって参考となるよう、「評価規準に盛り込むべき事項」をより具体化したものを「評価規準の設定例」として示している』（文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター，2011：p.10）。

『**「評価規準の設定例」は、原則として、新学習指導要領の各教科の目標、学年（又は分野）の目標及び内容のほかに、当該部分の学習指導要領解説（文部科学省刊行）の記述を基に作成している。なお、「評価規準に盛り込むべき事項及び評価規準の設定例」は、評価の観点別に「おおむね満足できる」状況を示すものである**』（文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター，2011：p.10）。

『中学校学習指導要領（平成20年9月）解説－技術・家庭編－』（2008）では、『**技術・家庭科における題材とは、教科の目標及び各分野の目標の実現を目指して、各項目に示される指導内容を指導単位にまとめて組織したものである**。したがって、題材の設定に当たっては、各項目及び各項目に示す事項との関連を見極め、相互に有機的な関連を図り、系統的及び総合的に学習が展開されるよう配慮することが重要である。…（中略）…また、**地域や学校及び生徒の実態等を十分考慮するとともに、次の観点到に配慮して実践的・体験的な学習活動を中心とした題材を設定して計画を作成することが必要**である（p.74）。』と、技術・家庭科の題材の定義及び、題材の設定と計画作成の主体は各学校であることが明記されている。

以上の点について、文部科学省、各都道府県技術分野担当指導主事等地方行政関係者と、各学校の技術分野教員との共通理解推進の仲介者として、教育系大学関係者の連携の役割が期待されている。**各学校の技術分野教員は、生徒の興味・関心を高め、生徒の主体的な学習活動や個性を生かす等に配慮した題材の開発・設定と計画作成の主体者**であるが、**新（2008年改訂）学習指導要領の教科・分野目標と内容を基に作成された評価規準の設定の趣旨を十分踏まえて、各学校は評価規準を設定するのである**。

従来の技術分野は、題材の製作（制作・育成）に終始し、学習評価が十分になされていない事例があるといった批判や、製作（制作・育成）題材の開発や選定が中心で、評価規準が後付けになりがちであるために、文部科学省の評価規準の設定例と、各学校間で設定された評価規準との基準連関妥当性等が課題である。

山崎（研究代表者）（2014）が学習指導案で示した**「評価規準の設定例」の文体は、**

**「…（各学校で設定する題材）を具体例に、…【文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター（2011）で示された評価規準の設定例】…。」**

を概ね原則として使用している。

筆者は、平成10年代に国立教育政策研究所の技術分野の教育課程実施状況調査及び全国のかつ総合的な学力状況調査に関わらせていただいた経験がある。その際に、中教審（2014ab）が論点整理でまとめた「新しい時代にふさわしい学習指導要領の構造改革」と、「学習指導要領に示す教育目標・内容－学習指導方法・学習形態－学習評価の一体化」の必要性を痛感した。

## 6.16 技術分野の内容A～Dの各項目に配当する時数と、各項目の履修時期及び各項目間の系統性

「6.1 はじめに」で述べた（5）に関する意見も、他の項目と同様に数多い。

（5）2008年改訂中学校学習指導要領技術・家庭科技術分野では、「A材料と加工に関する技術」の（1）（技術分野のガイダンスで扱う項目）については、第1学年の最初に履修させることと定めている。しかし、『他の内容については、授業時数及び履修学年については、地域、学校及び生徒の実態等に応じて、各学校において適切に定めること』と、学習指導要領で示されている。一方、全日本中学校技術・家庭科研究会の技術・家庭科指導計画と内容の取扱いに関するweb全国実態調査結果によると、技術分野の「A材料と加工に関する技術」から「D情報に関する技術」の各項目に配当する授業時数及び履修学年については、学校間で大きな違いが生じている事例もある。履修の系統性、いずれの項目において、内容の軽重や時数



を偏ることなく履修させることが望ましいが、各項目の配当時間や履修の系統性について、どのように指導計画を立案したらよいか。

筆者は、特に 6.15 で述べた理由により、各項目に割り当てる配当時間や、各内容項目を履修する学年について、学習指導要領で国の基準として定めた方がよいと考えている。本科研の第 1 年次報告書の 4 頁～6 頁において、文部科学省 (2008a)、文部科学省義務教育課 (2008)、文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター (2011) に基づき、「1.1 技術分野 3 年間の各題材指導計画配列と指導時数表」、「技術分野の 3 学年指導計画作成の留意点」を掲載している。

## 6.17 おわりに

我が国は、知識基盤型・グローバル化・流動化社会が到来し、学校教育と大学等高等教育の質的転換と生涯学習の充実が求められている。多くの教育研究者、関係者等が指摘するように、教員養成教育の 6 年制など、教員養成教育と教師教育の高度化が極めて喫緊の課題と筆者も考えている。同時に、今日求められる質的転換に主体的に対応できる、「専門職」としての現職教員研修システムの充実が求められている。これからの学校教育を担う教職員やチームとしての学校の在り方や、教員の専門職(profession)としての教科等指導の充実と説明責任、学習者と向き合せて、教育活動に専念し、「専門職」として日々研鑽を積み重ねる条件整備が必要である。

約 35 年前、筆者の学生時代の恩師らは、今日の少子化・過疎化による小・中学校規模適正化、「技術」をはじめとした各教科等における義務教育 9 年間を一貫した教育課程基準の確立、義務教育と高等学校、高等教育、生涯教育を結ぶ縦軸、特に「クリティカルシンキング」や技術デザイン (創造活動) プロセス等の「プロセス知」による学校種間、教科等を関連させる教育課程の重要性を指摘していた。さらに、音楽、図画工作、美術、家庭、技術の教科専任が、学校規模の標準を下回った場合、専科教員が配置しにくい状況になると、恩師ら (残念ながらほとんどが故人になられた) は、見抜いていた。中教審 (2014ab) の指摘する、「ア) 教科等を横断する汎用的なスキル (コンピテンシー) 等に関わるもの」や、「総合学習・総合的学習」の重要性も、恩師らから筆者はうかがっていた。「総合的学習」の重要性は、論を俟たない。しかし、小学校と中学校とで同様の「総合的な学習の時間」を行うなど、学校種間の取組の重複が見られる場合も多い。さらに、教科担任制を基盤とする中・高等学校では、学校全体としての「総合的な学習の時間」の組織的な取り組み、指導計画と指導体制、校内外の研修体制づくりについて課題を抱えているように思われる。

以上から、学校間、教科等間の連携を強化するために、「総合的な学習の時間」ではなく、「各教科」において、教科の各目標・内容や教科間の目標・内容の連携を図る「総合的学習」の一層の充実を図った方が機能的であると考えている。

全教科共に、中教審 (2014ab) の指摘する、「ア) 教科等を横断する汎用的なスキル (コンピテンシー) 等に関わるもの」、「イ) 教科等の本質に関わるもの (教科等ならではの見方・考え方など)」の明確化と一層の充実が求められている。特に、いわゆる 5 教科系 (国、社、数、理、英) と 4 教科系 (音、図工、美、体、家庭、技術) の時数のバランスを図るために、4 教科系は、中教審 (2014ab) の指摘する、「ア) 教科等を横断する汎用的なスキル (コンピテンシー) 等に関わるもの」、「イ) 教科等の本質に関わるもの (教科等ならではの見方・考え方など)」を積極的に担い、各教科等の時数がバランス良く配分された教育課程の編成の重要性について、一連の科研費報告書で、その都度述べてきた。

昨今、4 教科系では、専科教員数の減少のために、各都道府県等における教員専門職団体等主催の授業研究会と教員研修の実施や、組織運営が困難になる事例も少なくないという。

教育における、「バランス」と「先見性 (アンティシペーション)」の重要性を指摘して、第 6 部の小括としたい。

技術の「デザインプロセス知」の重要性を指摘されていた、鈴木寿雄元文部省技術教科調査官、板倉安正滋賀大学名誉教授 (元日本産業技術教育学会長) が昨年、他界なされました。両先生は、日本産業技術教育学会「21 世紀の技術教育」課題研究委員会の 1991 年の発足に多大なご尽力を果たされ、国内外の幼稚園から高等学校までを一貫した技術教育課程の構成原理と、アクションリサーチによる実践研究の重要性を小生に教え導いてくださいました。両先生のご指導に深く感謝し、謹んでご冥福をお祈りいたします。



文献

安彦忠彦：『「コンピテンシー・ベース」を超える授業づくり ―人格形成を見すえた能力育成をめざして』、  
図書文化社（2014）

赤松明彦：「概念」，廣松渉ほか編著，『岩波哲学思想事典』，岩波書店（1998）

American Association for the Advancement of Science (AAAS) : A Project 2061 Report on Literacy  
Goals in Science, Mathematics and Technology, USA: Oxford University Press（1989）

Breckon, A.: COLLINS CDT Technology, Collins Educational, U.K.（1994）

Bybee, R.: “What Is STEM Education?”, Science, vol.329, Issue.5995, p.996（2010）

中央教育審議会：育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会―論点  
整理―【主なポイント】（平成26年3月31日取りまとめ）（2014a）

[http://www.mext.go.jp/component/b\\_menu/shingi/toushin/\\_icsFiles/afieldfile/2014/06/03/1346335\\_01\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2014/06/03/1346335_01_1.pdf)

中央教育審議会：育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会―論点  
整理―（平成26年3月31日）（2014b）

[http://www.mext.go.jp/component/b\\_menu/shingi/toushin/\\_icsFiles/afieldfile/2014/07/22/1346335\\_02.pdf](http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2014/07/22/1346335_02.pdf)

Department for Education: The National Curriculum for England (2013) [https:// www.gov.uk/government/organisations/department-for-education/series/national-curriculum](https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-education/series/national-curriculum)

ガラット ジェームス（著），高坂文雄（訳），榮久庵憲司（監修）：『デザインとテクノロジー』，コスモス  
（2004）

市村尚史：『義務教育段階を一貫した技術教育課程基準に拠るカリキュラムのデザイン』，2012年度上越教育  
大学学校教育研究科修士学位論文（2013）（未刊行）

飯田賢一（編）『日本近代思想体系14・科学と技術』，pp.57-58，岩波書店（1989）

飯田賢一：『一語の辞典 技術』，三省堂（1995）

磯部征尊・山崎貞登：幼稚園から高等学校までを一貫した技術教育課程基準，上越教育大学研究紀要，第  
32巻，pp.331-344（2013）

<http://repository.lib.juen.ac.jp/dspace/bitstream/10513/2129/1/kiyo32-31.pdf>

磯部征尊・水野頌之助・市村尚史・中村浩士・山崎貞登：技術科の教科固有の育成すべき資質・能力に対  
応した学習評価規準と評価方法の実践研究，上越教育大学研究紀要，第34巻（2015）（印刷中）

ITEA(International Technology Education Association) : Standards for Technological Literacy -Content for  
the Study of Technology-, ITEA: Reston, VA, USA, 248p.（2000），国際技術教育学会著・宮川秀俊・  
桜井 宏・都築千絵編訳：『国際競争力を高めるアメリカの教育戦略 技術教育からの改革』，教育開  
発研究所，302p.（2002）

ITEA : <http://www.iteea.org/AboutITEEA/NameChange.pdf>

ITEEA : Innovation: Inches, Feet, and Hands Students use the engineering design process to design  
and develop an improved product that is used by the human hand, P209CD - (electronic version on  
CD)（2006）

角屋重樹：「比較，関係付け，条件制御，推論」，pp.109-110，同編著：『新学習指導要領の指導事例 新小  
学校理科・重点指導事項の実践開発（所収）』，明治図書（2009）

角屋重樹：『なぜ，理科を教えるのか ―理科教育がわかる教科書―』，文溪堂（2013）

北 俊夫・佐藤 学・吉田伸之ほか38名：平成22年3月10日検定済小学校教科書『新しい社会5上』，  
東京書籍（2011a）

北 俊夫・佐藤 学・吉田伸之ほか38名：平成22年3月10日検定済小学校教科書『新しい社会5下』，  
東京書籍（2011b）

近藤文里：『プランする子ども』，青木書店（1989）

久喜市立久喜小学校：『科学の心で夢を創る児童の育成』～新設教科「夢創造科」の開発を通して，文部科  
学省研究開発学校平成26年度研究開発研究紀要（第2年次）（2015）

熊野善介：「科学技術ガバナンスとSTEM教育―日本におけるガバナンス論とアメリカにおける新たな科  
学教育改革からの観点―」，pp.1-16，同（研究代表者）：『科学技術ガバナンスの形成のための科学教育

- 論の構築に関する基礎的研究（課題研究番号 23300283）（所収）』，平成 23 年度～平成 25 年度科学研究費補助金（基盤研究 B）平成 25 年度最終報告書（2014）
- 黒沢大陸：大災害への備え 理学と工学の違い越えよ，朝日新聞 2015 年 1 月 16 日 12 版 p. 15 記者有論文部省：小学校指導書 社会編，学校図書（1989）
- 文部科学省：『中学校学習指導要領（平成 20 年 9 月）解説—技術・家庭編—』，教育図書，（2008a）  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2011/01/05/1234912\\_011\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2011/01/05/1234912_011_1.pdf)
- 文部科学省：『小学校学習指導要領（平成 20 年 8 月）解説—社会編—』，東洋館出版社（2008b）  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2009/06/16/1234931\\_003.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2009/06/16/1234931_003.pdf)
- 文部科学省：『小学校学習指導要領（平成 20 年 8 月）解説—理科編—』，大日本図書（2008c）  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2010/12/28/1231931\\_05.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2010/12/28/1231931_05.pdf)
- 文部科学省義務教育課：『学習指導要領 改訂のポイント 中学校 [技術・家庭] 技術分野（平成 20 年 7 月）』（2008）  
[http://www.hyogo-c.ed.jp/~gimu-bo/tyu/tyu09gijutsu\\_point.pdf](http://www.hyogo-c.ed.jp/~gimu-bo/tyu/tyu09gijutsu_point.pdf)
- 文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター：『評価規準の作成，評価方法等の工夫改善のための参考資料【中学校技術・家庭（平成 23 年 11 月）】』（2011）  
[http://www.nier.go.jp/kaihatsu/hyouka/chuu/07\\_chu\\_gizyutu\\_katei.pdf](http://www.nier.go.jp/kaihatsu/hyouka/chuu/07_chu_gizyutu_katei.pdf)
- 村山哲哉：『小学校理科「問題解決」8つのステップ—これからの理科教育と授業論—』，東洋館出版社（2013）
- National Curriculum Expert Group for D&T: Design and Technology Programmes of Study Key Stages 1 to 3, National Curriculum in England, Key messages, advice and explanatory notes for schools, Design and Technology Education Association, (2013) <https://www.data.org.uk/for-education/curriculum/>
- 日本教育新聞：学習指導要領改訂の行方 上 指導方法，学習評価にも言及，2014 年 12 月 1 日 2 面記事
- 日本産業技術教育学会：21 世紀の技術教育（改訂），日本産業技術教育学会誌，第 54 巻，第 4 号別冊，pp.1-9（2012）  
<http://www.jste.jp/main/data/21te-n.pdf>
- 日本産業技術教育学会：技術教育の理解と推進（2013）  
<http://www.jste.jp/main/data/leaflet.pdf>
- 日本産業技術教育学会：21 世紀の技術教育（改訂）—各発達段階における普通教育としての技術教育内容の例示—，（2014）  
<http://www.jste.jp/main/data/21te-nex.pdf>
- 西岡加名恵：『教科と総合に活かすポートフォリオ評価法』，図書文化社（2003）
- 大橋秀雄：「工学と Engineering」pp.6-12，社団法人日本工学アカデミー エンジニアリングと社会（E&P）作業部会報告：『エンジニアリングと社会的責任—エンジニアと社会との相互理解の促進のために—（所収）』（2006）  
[http://www.eaj.or.jp/whatseaj/engineering\\_shakai.pdf](http://www.eaj.or.jp/whatseaj/engineering_shakai.pdf)
- Stern E.: MINT Education at the Gymnasium: Mathematics, Informatics, Natural Sciences, Technology, Swiss Federal Institute of Technology (2012) <http://www.nccr-must.ch/libraries.files/ElsbethSternMINTEducation.pdf>
- Swiss Federal Institute of Technology: MINT Learning Center, [http://www.educ.ethz.ch/mint/index\\_EN](http://www.educ.ethz.ch/mint/index_EN)
- The National Council of Teachers of Mathematics : Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics, Reston, VA, Author (1989), 能田伸彦, 清水静海, 吉川成夫 (監修) : 21 世紀への学校数学の創造 米国 NCTM による「学校数学におけるカリキュラムと評価のスタンダード」, 筑波出版会 (1997)
- 内田伸子：「学びの発達」, p. 198, 佐伯胖監修, 渡部信一編, 『「学び」の認知科学事典』, 大修館書店 (2010)
- 上野晴樹：「まえがき」, pp.4-5, 社団法人日本工学アカデミー エンジニアリングと社会（E&P）作業部会報告：『エンジニアリングと社会的責任—エンジニアと社会との相互理解の促進のために—（所収）』（2006）  
[http://www.eaj.or.jp/whatseaj/engineering\\_shakai.pdf](http://www.eaj.or.jp/whatseaj/engineering_shakai.pdf)
- G・ウィギンズ/J・マクタイ, 西岡加名恵訳 (2012) 『理解をもたらすカリキュラム設計——「逆向き設計」の理論と方法』, 日本標準, p. 404

Yakman, G.: STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education, Proceedings of the 2008 PATT (Pupils' Attitude Towards Technology) - 20 International Design and Technology Education Conference – TEL- AVIV, ISRAEL, pp.1-28 (2008) [http://www.steamedu.com/2008\\_PATT\\_Publication.pdf](http://www.steamedu.com/2008_PATT_Publication.pdf)

山崎貞登 (研究代表者) : 『防災・エネルギー・リスク評価リテラシー育成の科学・技術連携カリキュラムの開発』, 平成 25 年度～27 年度科学研究費補助金 (基盤研究 (C)) 第 1 年次研究成果報告書 (課題番号 25350240) (2014) <http://kaken13.tech.juen.ac.jp/>