

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：13103

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350240

研究課題名(和文)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

研究課題名(英文)Curriculum research and development on coherent relation between science and technology to develop disaster prevention, energy and risk assessment literacy.

研究代表者

山崎 貞登 (YAMAZAKI, Sadato)

上越教育大学・学校教育研究科(研究院)・教授

研究者番号：40230396

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：研究目的は、防災・エネルギー・リスク評価リテラシー育成を重視した、科学・技術連携カリキュラムの開発である。主要な成果を3点に集約する。(1)現行中学校学習指導要領に準拠し、STEM(科学・技術・エンジニアリング・数学)/STEAM(STEM+アーツ)カリキュラムを開発した。(2)2014年3月のITEEA(国際技術エンジニア教育者学会)年次総会に参加し、STEM教育実践の最新事情を紹介した。(3)科学・技術イノベーションとガバナンスと、STEM教科固有と一般的な問題解決学習プロセスの連携を重視した、STEM/STEAMカリキュラムの概念的枠組みについて提案した。

研究成果の概要(英文)：This study researched the curriculum research and development regarding "Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEM)/(STEAM)" from the view of disaster prevention, energy and risk assessment literacy. The result are summarized as follows:
(1)This study proposed the coherent technology curriculum for 7th -9th grades referred to the current national curriculum standards to focus on inter cross-curricular among STEM/STEAM educational themes and intra cross-curricular among each technology objects. (2)This research reported the current practical studies and issues on STEM/STEAM links in the 76th ITEEA (International Technology and Engineering Educators Association) annual conference on March 27-29, 2014. (3)This study suggested the conceptual and coherent frameworks on the STEM/STEAM related to scientific and technological innovation and governance. This study also proposed stronger relation between STEM and general problem solving learning processes.

研究分野：技術科教育

キーワード：STEM教育 STEAM教育 エンジニアリング教育 デザインと技術教育 リスク評価リテラシー 技術ガバナンス 技術イノベーション コンピューテーショナル思考

1. 研究開始当初の背景

ITEEA (International Technology and Engineering Educators Association: 国際技術・エンジニアリング教育者学会) の前身である ITEA (International Technology Education Association) が2000年に刊行した幼稚園から第12学年の技術リテラシーのための内容スタンダードでは、「リスク評価リテラシー」を初等中等教育段階で系統的に育成することを重視している (ITEA, 2000; ITEA, 2003)。リスク評価リテラシーとは、科学・技術が社会や環境に果たしている役割と光と影の影響を検討し、適切に評価・活用する能力をいう。ITEEAは、技術イノベーション力育成のために、STEM (Science, Technology Engineering and Mathematics) 教育 (Bybee, 2010: p.996) プロジェクトを推進している。

一方、先行研究では、理科や算数数学で習得した知識・技能を活用し、課題を探究する活動として、教科横断的なものづくり学習が有効であることが、本研究代表者・同分担者らと協働して研究した文部科学省研究開発学校の6年間の先行研究で報告した (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; 新潟県三条市立下田中学校・長沢小学校・荒沢小学校, 2009; 磯部・山崎, 2013)。

2. 研究の目的

本研究の目的は、初等中等教育段階を一貫した「防災・エネルギー」と「リスク評価」リテラシーと、科学・技術イノベーション力を育成するために、科学・技術関連教科等が相互連携したカリキュラムの開発及び、実践によるカリキュラム評価と改善を検討することである。

3. 研究の方法

研究方法は、「比較カリキュラム研究」と「教育実践研究」の2テーマに大別される。

「比較カリキュラム研究」は、技術科教育分野 (山崎・大谷・磯部)、理科・科学教育分野 (人見)、数学科教育分野 (二宮) の3分野から研究を進展させた。特に、代表者の山崎と分担者の大谷は、ITEEAのSTEMプロジェクトのカリキュラムパッケージの既入手情報を、他の研究分担者等との共有化を図ると共に、未入手のカリキュラムパッケージをはじめとした情報の入手と分担者等との共有化に努めた。「教育実践研究」では、主としてN県内公立中学校にて、研究協力者が実践研究を行い、研究代表者と研究分担者が、各々の教科教育学の専門性を生かしながら、構想と実践・評価・改善に参画した。

4. 研究成果

(1)2013, 2014, 2015の各年度で、研究成果報告書冊子体及びインターネットで同成果報告書を公開した。URLは、以下の〔その他〕に明記した。

(2)2013年度研究第1年次報告書

研究1年次の2014年3月に、アメリカで開催されたITEEAの第76回年次大会に参加し、国外のSTEM教育の現状について、科学・技術・エンジニアリング連携カリキュラムの開発の視点から調査報告を行った。調査の結果、科学・技術・エンジニアリング教育連携カリキュラム開発と実践に関しては、豊富な先行研究と実践が主としてアメリカやイギリスなどで展開されていることが明らかになった。一方、数学教育を前面に取り入れた研究発表はほとんど見られなかった。

さらに、研究1年次報告書では、文部科学省 (2011) 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、本研究課題を達成するための技術分野3年間指導計画及び学習指導案の事例を提案した。

(3)2014 年度研究第 2 年次報告書

第 1 部は、研究分担者の人見・大谷・二宮の執筆により、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 教育に視点を当てた報告である。

第 2 部は、研究分担者の磯部と研究代表者で、「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、上野晴樹(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、同第 6 部で述べた大橋(2006)の指摘に留意したい。我が国の「工学」は、engineering に関わる「学問」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(Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics)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、『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』で、主たる成果は、日本産業技術教育学会誌第 56 巻第 4 号 pp.1-12(2014)に掲載した、

第 4 部は、研究分担者の磯部が参加した、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)報告をまとめた。

第 5 部は、第 1 年次報告書に掲載した一連の実践研究を、「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」としてまとめた。

(4)2015 年度研究第 3 (最終) 年次報告書

第 2 章・第 3 章では、科学教育、数学教育と、技術・エンジニアリング教育の概念と学習プロセスの連携について研究成果をまとめた。第 4 章では、防災・エネルギー・リスク評価リテラシー育成の視座から見た技術に関わるガバナンス教育の研究成果をまとめた。第 5 章では、STEM 教育と Computational Thinking 重視の科学・技術・エンジニアリング教育の連携について、日本・イングランド・アメリカの比較教育

の視座からまとめた。第6章では、本研究課題と、技術イノベーション、技術ガバナンスの関係についてまとめた。第7章では、アメリカ ITEEA の I 3 (Inquiry, Innovation, Invention) 教材について、STEM 教育の視点からの国家政策的要請、学習の「鍵概念」と「鍵プロセス」に着眼し、教材構成、教材の役割と意義について、2015年8月中教審教育課程企画特別部会論点整理で提案された育成すべき資質・能力の「三つの柱」との関連でまとめた。

<引用文献>

Bybee, R., "What Is STEM Education?", Science, vol.329, Issue.5995, 2010, p.996)

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, Vol.32 pp.331-344
ITEA(International Technology Education Association): Standards for Technological Literacy -Content for the Study of Technology-, ITEA: Reston, VA, USA, 248p. (2000) ISBN: 1-887101-02-0, 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: Advancing Excellence in Technological Literacy: Student Assessment, Professional Development, and Program Standards, ITEA: Reston, VA, USA, 146p. (2003) ISBN: 1-887101-03-9, 国際技術教育学会[著]宮川秀俊[編訳]: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目指して, 日本産業技術教育学会国際関係委員会(2011)

文部科学省国立教育政策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】』, 教育出版(2011)

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.

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)

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.

上野晴樹:「まえがき」, pp.4-5, 社団法人日本エンジニアリングアカデミー 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)

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計16件)

- 1)磯部征尊・上野朝大:就学前(幼稚園)段階と初等教育段階におけるプログラミング教育の在り方に関する基礎的研究, 愛知教育大学教職キャリアセンター紀要, 査読無, 第1巻, 2016, pp.117-124
- 2)山崎貞登:生物育成に関する技術の教科専門科目と技術科教育を架橋する教科内容学の構成原理, 上越教育大学研究紀要, 査読無, 第35巻, 2016, pp.257-267
- 3)大森康正・磯部征尊・山崎貞登:STEM教育と Computational thinking 重視の小・中・高等学校を一貫した情報技術教育の基

- 準に関する日イギリス米比較研究, 上越教育大学研究紀要, 査読無, 第 35 巻, 2016, pp.269-283
- 4) 二宮裕之: 「知識・技能を獲得した自分(たち)」を認識した上で、自分の考えを発表すること, 算数授業研究, 査読無, Vol.99, 2015, pp.32-35
- 5) 二宮裕之: アクティブな「アクティブ・ラーニング」のための素地指導の充実, 日本数学教育学会第 3 回春期研究大会論文集, 査読無, 2015, pp.185-190
- 6) 宮川秀俊・磯部征尊・増田恵梨奈: ユネスコスクールにおける ESD 活動の現状と展望, 評価について - 愛知県の場合 -, 技術科教育の研究, 査読無, 第 20 巻, 2015, pp.55-65
- 7) 磯部征尊: 小学校段階における設計力と工夫・改善力を育成するための基礎的研究, 愛知教育大学教育創造開発機構紀要, 査読無, 第 5 号 (学術論文), 2015, pp.29-34
- 8) 人見久城: 高等学校学習指導要領実施上の課題とその改善 (理科), 中等教育資料 (文部科学省教育課程課), 査読無, No.951, 2015, pp.10-15
- 9) 大谷忠・渡津光司: 科学技術リテラシーを育成するための教育課程編成に関わる課題 - 技術科と理科における指導内容の比較を通して -, 科学教育研究, 査読有, 第 39 巻, 第 2 号, 2015, pp.186-194
- 10) 松本菜苗・二宮裕之: 算数・数学教育における「日常の文脈に即した問題」に関する研究 - 数学的シツエーションとの関連に着目して -, 全国数学教育学会誌, 査読有, 第 21 巻, 第 2 号, 2015, pp.187-201
- 11) 磯部征尊・山崎貞登: Design and Technology からのイギリス STEM 教育の現状と課題, 科学教育研究, 査読有, 第 39 巻, 第 2 号, 2015, pp.86-93
- 12) 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, 査読無, 第 34 巻, 2015, pp.213-226
- 13) 大森康正・磯部征尊・寒川達也・山崎貞登: 2014 年実施のイギリス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, 査読有, 第 56 巻, 第 4 号, 2014, pp.239-250
- 14) 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 8th Biennial International Conference on Technology Education Research held at the Masonic Conference and Functions Centre, Sydney, Australia, 26-29 November 2014 査読有
- 15) 磯部征尊・山崎貞登: イギリス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, 査読無, 2014. pp.217-235
- 16) 人見久城, 小林千鶴: 化学と日常生活との結びつきを伝える高等学校化学モジュール教材の実践 (2), 宇都宮大学教育学部紀要, 第 64 巻, 第 2 部, 査読無, 2014, pp.1-14
- [学会発表] (計 3 件)
最大 6 頁制限のために 3 件に絞る。他の学会発表は〔その他〕の URL に掲載した。
- 1) 人見久城: 全米学力調査における「技術とエンジニアリング」の評価の枠組み, 日本科学教育学会第 39 回年会論文集 (期日:

- 2015年8月22-23日,会場:山形大学), pp.282-283(2015).
- 2) 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.
- 3) 磯部征尊, 寒川達也, 山崎貞登: イングランドの2014年からのナショナルカリキュラム「Computing」と「Design and Technology」の教育課程基準の構成原理, 日本産業技術教育学会第25回北陸支部大会講演論文集, p.19, 2013.
〔図書〕(計5件)
- 1) 山崎貞登 (分担執筆): 「第 部 18 STEM教育」, 日本学校教育学会30周年記念誌編集委員会(編著): 『時代を読む学校教育 - 社会変動の中で研究する教師のために - (所収)』, 学事出版(2016年刊行予定)
- 2) 山崎貞登・磯部征尊 (分担執筆): 「第1章ものづくりの意義」, pp.27-44, 安東茂樹編著: 『ものづくりからのメッセージ - 技術科教育の基本 - (所収)』, 竹谷出版, 2016, ISBN978-4-9906662-2-4
- 3) 森山 潤・菊地 章・山崎貞登 (編著)・兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科共同研究プロジェクト(P)研究グループ: 『イノベーション力を育む技術・情報教育の展望』, ジアース 教育新社, 2016a, 284p. ISBN978-4-86371-356-7, (2013-2016年度兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科共同研究プロジェクト「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))
- 4) 同: 『子どもが小さなエンジニアになる教室 - イノベーション力を育成する技術・情報教育の授業デザイン』, ジアース 教育新社, 2016b, 306p.,

- ISBN978-4-86371-357-4
- 5) 二宮裕之 (分担執筆) 「学習指導法と評価」 『算数・数学科教育』, 一藝社, 2015年10月
〔産業財産権〕
出願状況(計0件)
〔その他〕
1 年次研究成果報告書
<http://kaken13.tech.juen.ac.jp/>
2 年次研究成果報告書
<http://kaken14.tech.juen.ac.jp/>
3 年次(最終年次)研究成果報告書
<http://kaken15.tech.juen.ac.jp/>
6. 研究組織
- (1) 研究代表者
山崎 貞登 (YAMAZAKI, Sadato)
上越教育大学・大学院学校教育研究科・教授
研究者番号: 40230396
- (2) 研究分担者
人見久城 (HITOMI, Hisaki)
宇都宮大学・教育学部・教授
研究者番号: 10218729
二宮裕之 (NINOMIYA, Hiroyuki)
埼玉大学・教育学部・教授
研究者番号: 40335881
大谷 忠 (OHTANI, Tadashi)
東京学芸大学・教育学部・准教授
研究者番号: 80314615
磯部 征尊 (ISOBE, Masataka)
愛知教育大学・教育学部・准教授
研究者番号: 70736769
- (4) 研究協力者
大森 康正 (OOMORI, Yasumasa) 上越教育大学・大学院学校教育研究科・准教授
市村 尚史 (ICHIMURA, Takashi) 新潟県柏崎市立第一中学校・教諭
桑野浩彰 (KUWANO, Hiroaki) 新潟市立光晴中学校・教諭
中村浩士 (NAKAMURA, Hiroshi) 新潟県三条市立下田中学校・教諭
水野頌之助 (MIZUNO, Shonosuke) 新潟県上越市春日中学校・教諭
堂坂英隆 (DOUZAKA, Hidetaka) 現石川県公立中学校・教諭
飛田賢司 (HIDA, Kenji) 現福井県公立中学校・教諭
寒川達也 (SAMUKAWA, Tatsuya) 上越教育大学大学院修士課程院生(当時)
尾崎裕介 (OZAKI, Yusuke) 上越教育大学大学院修士課程院生