

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 20 日現在

機関番号：17201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23531210

研究課題名(和文) アメリカ合衆国の科学技術教育における技術および工学の教育内容の研究

研究課題名(英文) Study of educational contents for technology and engineering in the technology and science education of the United States of America

研究代表者

角 和博 (Sumi, Kazuhiro)

佐賀大学・文化教育学部・教授

研究者番号：80145177

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、わが国の科学技術教育の充実をはかることを目的として、アメリカ合衆国の主に技術科の全国標準のスタンダードカリキュラムおよび各州ごとのカリキュラムの教育内容および教育方法について調査および研究を行う。このためアメリカ合衆国内の教員養成系学科で技術科教育法を担当する大学教員との共同研究プロジェクトで、中学校や高等学校の授業に参加する。またアメリカ合衆国内の技術教育に関する会議で研究発表を行い、具体的な教科内容や方法について議論を深めて、これからのわが国の技術科教育のあり方について検討するための知見または示唆を得る。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to contribute to the improvement of technology education in Japan. One of the objective performance, I had studied to teaching methods and educational contents for each state curriculum standards of technology education or technology literacy for all American in the United States. In collaborative research projects with faculty in the teacher training collage in the United States, I participated in the class of technology education in high school and junior high school. In addition, I presented a paper at a conference on technology education in the United States, and I also discussed with them deeply about the subject contents. From those results, I could obtain many suggestions in order to review the status of technology education in Japan in the future.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学・教科教育学

キーワード：科学技術教育 技術教育 工学教育 アメリカ合衆国 教育内容

1. 研究開始当初の背景

学校教育におけるわが国の課題のひとつに、子どもたちの「科学技術離れ」「理科離れ」がある。このため平成 14 年度から「科学技術・理科大好きプラン」が発足し、このなかで科学技術、理科教育、数学教育に重点的を置いた「スーパーサイエンスハイスクール」や大学、公的研究機関、民間企業等と教育現場との連携を進める SPP(サイエンス・パートナーシップ・プログラム) が始まり、中学校や高等学校等の学校現場と大学、公的研究機関、民間企業、科学系博物館、学会等とが連携し児童生徒の科学技術・理科、数学に関する興味・関心と知的探究心等を一層高める機会を充実することを目指す教育実践が積み重ねられている。

同様の問題をかかえるアメリカ合衆国においては、技術教育のなかで問題解決を試みつつある。国際技術教育協会(ITEA)が 2000 年に技術リテラシーのスタンダードを出版し、2002 年に学校教育用カリキュラムの作成、2003 年度には教員養成カリキュラムの整備などを進め、その後さまざまな教育実践を経て、全米に普及しつつある。

アメリカ合衆国では州ごとの教育制度が確立しており、このスタンダードは各州の教育カリキュラムに影響を与えている。またヨーロッパの各国でも初等・中等教育段階における科学技術教育の必要性が注目されている。U.K.ではすでに数学、理科および技術以外に「応用理科」という教科がある。フランスにおいても小学校に「科学・技術科」、中学校に「労働科」がある。ドイツでは中学校の「労働科」のなかにさまざまな将来の職業の基礎となる内容が盛り込まれている。

角 和博は、1997 年から国際技術教育協会(ITEA)の技術教師教育協議会(CTTE)の正会員となり、また 2002 年 11 月 1 日にミシシッピ河流域技術教師教育会議(MVTTEC)の拡大活動会員となり翌年 11 月 6 日には同会議で指名による口頭発表を行った。また ITEA では、主に技術教師教育審議会(CTTE)の研究発表で技術教育に関する授業分析やカリキュラム開発について発表している。過去 14 年間、2000 年を除いて毎年、アメリカ合衆国国内の技術・職業教育教員養成にかかわるミシシッピ・バレー技術教師教育会議(MVTTEC)に出席した。また同様に国際技術工学教育協会(ITEEA)(2009 年以前の国際技術教育協会(ITEA)から改称)においても数回にわたり口頭発表を行ってきた。

2. 研究の目的

本研究では、わが国の科学技術教育の充実をはかることを目的として、アメリカ合衆国の主に技術科の全国標準のスタンダードカ

リキュラムおよび各州ごとのカリキュラムの教育内容および教育方法について調査および研究を行う。このためアメリカ合衆国内の教員養成系学科で技術科教育法を担当する大学教員との共同研究プロジェクトで、中学校や高等学校の授業に参加する。またアメリカ合衆国内の技術教育に関する会議で研究発表を行い、具体的な教科内容や方法について議論を深めて、これからのわが国の技術科教育のあり方について検討するための知見または示唆を得る。

角は、アメリカ合衆国の在外研究から戻った翌年からの 1999～2000 年度の基盤研究(C)、「アメリカ合衆国における数学・理科・技術科の統合学習カリキュラムの研究」では、在外研究先であったイリノイ州立大学の Integrated Mathematics, Science and Technology (IMaST) プロジェクトについて研究を展開し、教科間の連携・統合を図るカリキュラム・モデルの構造、並びに学際的な教育内容を含む学習モジュールの教科書の翻訳、学習内容の分析を行った。これらの調査・研究を通して角は、科学技術と科学および社会との関わりを統合する学習内容と方法について明らかにした。

その後、基盤研究(C)2001～2002 年度「アメリカ合衆国における技術・職業教育の教員免許の基準認定と外部評価の研究」、基盤研究(C)2003～2004 年度「ミシシッピ・バレー技術教師教育会議の技術科教員養成に果たす意義と役割の研究」、基盤研究(C)2005～2006 年度「アメリカ合衆国における技術科教員の免許制度の研究」において、主として技術科の教員養成制度の面から、技術科の教科としての独自性を捉えようとしてきた。

2000 年に ITEA によって刊行されたアメリカ合衆国の技術科のスタンダードの中で、とくに最近注目され、多くの実践研究が進められている高等学校の準備的工学教育(Pre-engineering Education)または中学校の工学デザイン(Engineering by Design)のカリキュラム開発が行われている。

本研究では、アメリカ合衆国における技術科教育カリキュラムについて、カリキュラム開発と教育実践の現場に参加することにより、それらが形成される実践的過程を実地に調査する。アメリカ合衆国には、理数教科として理科、技術、工学、および数学を総合的にとらえる STEM (The Science, Technology, Engineering, and Mathematics) 教育が 1990 年代から発展して、現在に至っている。これはアメリカ合衆国教育省の連邦政策であり、これを受けて技術教育会議は熱心な議論が進められている。これは科学技術の発展によって国を支えるという基本的な考え方に基

づくものであり、この実現に向けてここ数年間は毎年約 300 億ドルの教育予算を支出している。

わが国の課題の科学技術教育の本質は、技術科が中学校の技術・家庭科の 1 分野でしかなく、真の意味で科学技術教育の柱のひとつとなり得ていないことである。この点はアメリカ合衆国の STEM 教育から学ばなければならないところが大きいと思われる。

我が国の中学校における技術教育の課題のひとつは、教科内容の体系性にある。このため本研究を通して、我が国の技術立国の基礎を支えている工学を義務教育段階から連続して学習内容として見直し、技術または工学の基礎となるような内容を中学校の技術科として位置づけるような技術科教育カリキュラム開発の資料を提供したい。

3. 研究の方法

ITEEA の CTTE の会議参加し、またミシシッピ・バレー技術教師教育会議に拡大活動会員として参加し、理科、技術、工学、および数学を総合的にとらえる STEM(The Science, Technology, Engineering, and Mathematics)教育について広く出席者の意見を求めた。工学基礎教育の進展についても具体的な諸課題について意見を求めた。アメリカ合衆国内の技術科教員養成をもつ大学で技術教育を担当している教員との共同研究を行い、また現地の中学校および高等学校の教育実習校等で授業の様子を調査した。

国内で発行されているアメリカ合衆国の技術・職業教育に関する著書、論文はきわめて少ない。このためアメリカ合衆国で実地に詳細な調査・研究をする必要がある。また国内において進みつつある中等教育における科学技術教育の動向を調査し、日本産業技術教育学会、日本産業教育学会、および日本科学教育学会における研究発表等を通して広く意見を求めた。

アメリカ合衆国内の技術教育を代表する技術教師教育審議会 CTTE Yearbook および Journal of Industrial Teacher Education, Journal of Technology Teacher, The Technology Teacher, Journal of Technology Education のバックナンバーからアメリカ合衆国の技術科教員養成カリキュラムに関する論文を調査し、技術教育のカリキュラム改善の過程について事例をあげて調べた。

2011 年 3 月 24 日から 26 日にミネソタ州のミネアポリスで開かれる ITEEA の CTTE の会議に参加し、また 2011 年 11 月にミズリー州のセントルイスで開かれるミシシッピ河流域技術教師教育会議に拡大活動会員として参加し、本研究テーマについて出席者の意見を求めた。工学基礎教育の進展についても

具体的な諸課題について意見を求めた。

継続してアメリカ合衆国内の技術教育を代表する技術教師教育審議会 CTTE Yearbook および Journal of Industrial Teacher Education, Journal of Technology Teacher, The Technology Teacher, Journal of Technology Education のバックナンバーからアメリカ合衆国の技術科教員養成カリキュラムに関する論文を調査した。

2012 年 11 月にテネシー州のナッシュビルで開かれるミシシッピ・バレー技術教師教育会議に拡大活動会員として参加し、本研究テーマについての議論を深めた。2012 年 3 月に開かれる ITEA の CTTE の会議に参加し、とくに中等段階における工学基礎教育の具体的な諸課題についても意見を求めた。

アメリカ合衆国内の技術科教員養成をもつ大学で技術教育を担当しているアーカンソー州立大学のマイケル・ドーティー教授、フロリダ州のセントペーターバーグ大学のトーマス・ラブランド教授、東ミシガン大学で技術教育を担当しているフィリップ・カードン准教授との共同研究を行い、また現地の中学校および高等学校の教育実習校等で授業の様子を調査した。

4) 国内で発行されているアメリカ合衆国の技術・職業教育に関する著書、論文を詳細に調査し、その中から技術科教育カリキュラムに関する内容に焦点を当てて検討した。また国内において進みつつある中等教育における科学技術教育の動向を調査し、日本産業技術教育学会、日本産業教育学会、および日本科学教育学会における研究発表等を通して広く意見を求めた。

以上の調査過程で必要な事項は、アメリカ合衆国内の技術科教員養成をもつ大学で技術教育を担当しているアメリカ合衆国の担当者や専門家に逐次電子メールで問い合わせた。

まず 1997 年から 1998 年の 9 ヶ月間のイリノイ州立大学での在外研究中の収集した資料として、1909 年創立の歴史をもつミシシッピバレー技術教師教育会議の全資料をイリノイ大学から複写して保存している。Yearbook は 1995 年から収集している。主要なアメリカ合衆国の技術教育論文誌は、1981 年から収集している。

アーカンソー州立大学のマイケル・ドーティー教授、フロリダ州のセントペーターバーグ大学のトーマス・ラブランド教授および東ミシガン大学のフィリップ・カードン准教授とは、常時 e メールで連絡を取り合っている。とくにトーマス・ラブランド教授とは月 2 回程度の割合でテレビ会議を行った。

4. 研究成果

平成 23 年 11 月,平成 24 年 11 月,平成 25 年 11 月にミシシッピー河流域技術教師教育会議に拡大活動会員として参加して,この 3 年間のアメリカ合衆国における技術教育の動向を調査した。特に理科,技術,工学,および数学を総合的にとらえる STEM(The Science, Technology, Engineering, and Mathematics)教育について広く出席者と意見交換を行った。同時に工学基礎教育の進展についても具体的な諸課題について意見を求めた。

調査から STEM をさらに拡大して STEAM として芸術 (art) を含めたプロジェクトがあることがわかった。これは芸術 科学 技術という 3 つの輪からなるポイエーシス テオリエ (特にエピステーメ) - テクネというヨーロッパの伝統的な人間活動のとらえ方に合致したものである。理科,数学,工学,技術だけでは,理数系に偏りすぎて人間活動の全体を見失う可能性がある。また生徒の興味・関心という人間発達の観点からみてもバランスのとれた教科構成であるといえる。

アメリカ国内の技術科では,TV プロダクションと呼ばれる映像表現も主要な教育内容になっている。ある高等学校によって本格的なスタジオなどの設備があり,その地域の放送局とも連携している。また別の高等学校では校内放送をビデオ放映で行う授業があり,担当の教師が生徒といっしょに今日の話題となる現場にでかけて取材し,編集して放映していた。これは欧米の技術教育の内容に印刷技術 (Printing Technology) が含まれていることからの発展であると考えられる。過去の学校視察で木材加工室と同様な規模で印刷作業室が設置されていたことを確認している。

わが国では,情報に関する内容の中にマルチメディアの一つとしてビデオ制作が 2 ページ程度含まれているが,これでは映像表現の技術を基本から積み重ねるまでの内容にはなっていない。これは木材加工の実習製作に使用されているページ数と比較すれば明確である。先ほどのポイエーシス概念には,イメージまたは記号で示される領域と実物製作で示される領域に区分されている。前者は芸術や文学に代表される領域であり,後者は建築や製造に代表される領域である。中学校での技術教育ではテクノロジー全体を包括する必要があり,情報技術に関する内容の中に映像技術などのイメージ操作を含むことは重要である。ものづくりが実物製作だけではなくイメージ制作も包含することを生徒に理解させる必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者,研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 3 件)

- 1) 角和博,白柿 由紀子,鎮 革,菊地 章: 中学校技術・家庭「D 情報に関する技術」の授業における座学学習時の生徒の挙動パターンの抽出,日本産業技術教育学会誌,第 55 巻,第 4 号,pp.9-18,2013 (査読有)
- 2) 角和博・菊地章: 学習支援表に基づいた Web ページ制作の授業実践,日本産業技術教育学会誌,第 55 巻,第 1 号,pp.15-23,2013 (査読有)
- 3) 角和博・菊地章: 中学校技術における学習支援のシステム化,日本産業技術教育学会誌,第 54 巻,第 1 号,pp.1-9 (2012) (査読有)

[学会発表](計 9 件)

- 1) 角和博,菊地章: 新任教員指導を意図した学習支援のシステム化に基づく授業の設計・実践・評価,日本産業技術教育学会第 29 回情報分科会(大阪芸術大学),2014 年 3 月,pp.5-6
- 2) 角和博,白柿由紀子,鎮革,菊地章: 動作計測装置を用いた座学学習時の生徒の挙動パターンの分析 日本産業技術教育学会第 26 回九州支部大会(大分大学),2013 年 10 月,pp.125-6
- 3) 角和博,白柿由紀子,鎮革,菊地章: 指導参考情報提示のための授業時の生徒の動作計測,日本産業技術教育学会第 56 回全国大会(山口),2013 年 8 月,p.10
- 4) 角和博,白柿由紀子,鎮革,菊地章: 映像情報の定量的分析による学習時の生徒の挙動パターンの標準化,日本産業技術教育学会第 28 回情報分科会(新潟),2013 年 3 月,pp.77-80
- 5) 角和博,菊地章: 生徒のつまずきに基づいた学習支援表の作成と活用日本産業技術教育学会第 25 回九州支部大会(琉球),2012 年 10 月,pp.27-28
- 6) 角和博,菊地章: 中学校技術・家庭(技術分野)の情報学習の内容に対応した学習支援表の作成,日本産業技術教育学会第 55 回全国大会(旭川)2012 年 9 月,p.10
- 7) 角和博,菊地章: 生徒の思考創成を考慮した技術・家庭科(技術分野)の情報学習における学習チェック表の提案,日本産業技術教育学会第 27 回情報分科会(鳴門),2012 年 3 月,pp.83-88
- 8) 角和博,菊地章: アメリカ合衆国での技

- 術的素養の学習評価方法に対する考察，
日本産業技術教育学会第 24 回九州支部
大会（琉球），2011 年 10 月，pp.77-78
- 9) 角和博，菊地章：諸外国の技術教育と比較した日本における技術学習の考察
日本産業技術教育学会第 56 回全国大会
（宇都宮），2011 年 8 月，p.19

6．研究組織

(1)研究代表者

角 和博（Sumi, Kazuhiro）
佐賀大学・文化教育学部・教授
研究者番号：80145177