

令和元年6月10日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15H02917

研究課題名(和文) 技術イノベーションの能力育成を指向した「構想設計」学習の方法論的研究

研究課題名(英文) Study of design learning that is directed to development of technology innovation ability

研究代表者

谷田 親彦 (YATA, Chikahiko)

広島大学・教育学研究科・准教授

研究者番号：20374811

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 9,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、中学校技術科で行われる「構想設計」を、今後の日本社会に求められている「イノベーション」能力育成の観点から重要視した上で、「構想設計」学習に関する授業を検討・提案・実践・評価することである。イノベーションにつながる構想設計の学習として「コンセプトデザイン」と「アドバンスデザイン」を提案し、これらの方針を踏まえて授業を開発・実践した。「コンセプトデザイン」に関する授業実践のひとつとして、技術の重要な概念であるトレード・オフを技術科の授業内で適切に扱う学習の枠組みを提案・具体化した「エネルギー変換の技術」の授業を計画・実践するとともに、実践的指導方法の検討を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

技術リテラシーの涵養を目的とした技術教育の方法には、ものづくりを中心とした構想設計・製作・評価などの実践的・体験的な学習が用いられる。しかし、便利な現代社会で生活する子どもたちは、生活の中での課題意識を持つことが困難となっており、人間の単純かつ根源的な欲求・欲望を持つことさえも少なくなっている。そのため、利便性や快適さを目的とするものを企画してつくり出すための「構想設計」学習の方法を検討して、充実した技術教育を計画する必要がある。本研究では、中学校技術科で行われる「構想設計」を、今後の日本社会に求められている「イノベーション」能力育成の観点から重要視し、授業の検討・提案・実践・評価を行った。

研究成果の概要(英文)： This study aimed at examining, proposing, practicing and evaluating the technology education lesson about design learning. Design learning performed in the junior high school technology education is regarded as important of development of technology innovation ability required in the future Japanese society. We proposed "concept design" and "advance design" as strategy of design learning that leads to development of technology innovation ability. One of the practices of "concept design", study was conducted to construct a framework for learning trade-off that is an essential concept of technology. We also examined a practical teaching method that applied the framework in a technology education lesson.

研究分野：技術教育

キーワード：中学校技術科 構想設計 イノベーション

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

【科学技術の智プロジェクト報告書】(2010)は、技術に関するリテラシーの在り方として、既に存在する「技術を利用する力」だけでなく、新たな「技術を開発する力」の重要性も指摘している。この「技術を開発する力」は、未来を変革する新たな価値を含有した製品・技術を創造・具現化する能力を指しており、知識、アイデア、プロセス、方法を創成する「イノベーション」へと通じる能力である。

しかし、現代の子どもの生活経験では、「技術を開発する力」の十分な発達が期待できない調査結果が示されている。例えば、国立教育政策研究所による【特定の課題に関する全国学力調査(技術・家庭科)】(2009)では、中学生が「アイデアを考えて作品に反映させる学習」への関心や情意について、否定的に回答する割合が多いことが示されている。また、【国立教育政策研究所による科学研究費助成事業シンポジウム】(2013)では、多くの中学生が、問題条件に対する十分なアイデアを創出できないことから、目的と条件を踏まえて新たな技術を生み出す能力が不十分なことが指摘されている。これらのことから、将来の日本を支える子ども達に、「技術を開発する力」を養う学習経験が不足していることや、新しい製品やその価値を考える能力が低下している可能性が指摘できる。このような現状は、科学技術創造立国の基礎となる「イノベーション」に関わる能力の減少に結びつくことが十分に予想される。

2. 研究の目的

この研究は、中学校技術科(技術・家庭科技術分野)のものづくり学習で行われる『構想設計』を、今後の日本の産業社会に最も求められている「イノベーション」能力育成の観点から重要視した上で、新たな「技術を開発する力」を育成するための『構想設計』学習に関する方法論を検討・提案することを試みる。

3. 研究の方法

本研究課題では、中学校技術科の授業において「技術を開発する力」の基礎となる『構想設計』学習の方法論を構築・提案するため、研究者と実践者の協働に基づいた理論的・実践的検討を行った。

まず、製品開発・企画に関わる文献などから『構想設計』に関わる方法論などを特定することを試みた。また、中学校技術科で行われている『構想設計』の学習指導の実態から方法論を検討した。これらを踏まえて、研究者と実践者の共通認識となる『構想設計』の方法論を設定し、『構想設計』学習の授業の構想・計画を行った。次に、この授業構想・計画に基づいて中学校技術科の授業を実施した。さらに、構想設計の質的側面や、学習者の情意的側面などからの授業評価・検証に基づいて、「技術を開発する力」を指向した『構想設計』学習の方法論を実践的に検討した。

なお、これらの検討における研究者と実践者の協働は、日本産業技術教育学会「若手の会」を中心として、年に1回以上の会議とfacebook上での意見交換を通して行った。

4. 研究成果

4.1 『構想設計』の方法論の検討

諸外国の技術教育やプロダクトデザインなどの産業界で行われる『構想設計』に関する文献に基づいて、中学校技術科の授業でイノベーションにつながる『構想設計』の学習を行うための方法論に関する方針をまとめた。まず、イングランドのデザインプロセスや問題解決の類型から、調査などに基づいて新たな目標を設定し、そのギャップを埋める企画や製品を『構想設計』する「設定型問題」、「将来型問題」などの指針を得た。また、プロダクトデザインの思想に基づくと、中学校技術科の授業で比較的扱われていないのは、収集・整理した情報と目標をもとに、デザインコンセプトを作り出していく過程であることが考えられた。また、新しい生活や社会を提案するアドバンスデザインという考え方があった。これらのことから、中学校技術科の授業でのイノベーションにつながる『構想設計』の学習を行うための方法論としては、『構想設計』にかかわる状況などを調査・分析してコンセプトとなる目標や企画を立案する「設定型問題」の解決に類似した「コンセプトデザイン」と、学習した技術とその可能性を踏まえて新しい社会・生活を考える「将来型問題」の解決に類似した「アドバンスデザイン」を位置づけた。

4.2 「コンセプトデザイン」に関する授業実践研究

「コンセプトデザイン」に関する授業実践研究のひとつには、「技術科授業でトレード・オフの思考・判断を導く学習の枠組みと実践的指導方法」をまとめた。以下に目的、方法、結果を示す。

・目的

技術の重要な概念であるトレード・オフに関して、技術科の授業内で適切に扱うための学習の枠組みを提案することを目的とし、「B エネルギー変換に関する技術」の内容で枠組みに基づいた授業を計画・実施し、実践的指導方法について検討・評価を行った。

表1 トレード・オフの思考・判断を導く学習の枠組み

学習の流れ	授業者・他者の働きかけ	学習者の活動
1. 課題と設定の理解	授業者からの学習課題の提示	課題に対する知識や価値観の活用
2. 限定条件に基づく構想	授業者からの課題条件 の提示	課題条件 に関する知識の活用
3. 追加条件を含んだ構想	授業者からの課題条件 の提示	課題条件 に関する知識の活用 課題条件 と に関する価値観の検討
4. 実践と評価	指導者、他者からの評価・指摘	評価・指摘による自己評価と態度化

・課題条件 及び には、社会的、環境的、経済的側面のいずれかが該当する。

・方法

中学校技術科における『構想・設計』に関して、「社会的、環境的、及び経済的側面」の3側面を踏まえたトレード・オフの思考・判断を誘発する学習や指導の枠組みを構想し、具体的な実践的指導方法を検討した。トレード・オフの思考・判断を導く学習の枠組みとして、表1を提案した。

「課題と設定の理解」は、授業者から与えられた学習課題を理解し、必要であればテーマ等を設定する学習を意図した枠組みである。ここでは、学習者の既有知識や価値観がテーマ設定や課題の理解に影響することが考えられる。

次に、「限定条件に基づく構想」は、授業者の与える限定的な条件に沿って設計・計画に関する構想を練る学習を意図した枠組みである。ここでは、授業者が課題条件 として、「社会的、環境的、及び経済的側面」の1つもしくは2つに該当する側面を限定的に提示する。学習者は課題条件 に関する知識を活用して構想を行う必要があるため、授業者は必要に応じて知識の教示、説明を加える。

さらに、「追加条件を含んだ構想」は、授業者が追加した課題条件 を加味して、学習者が構想を修正、調整することを意図した枠組みである。ここで、課題条件 は「社会的、環境的、及び経済的側面」のうち、課題条件 と異なる2つもしくは1つに該当する側面となる。従って、構想の修正、調整には課題条件 に関する知識が必要となる。また、課題条件 と課題条件 に対する価値観がトレード・オフの活動を活性化させる鍵となる。そのため、授業者はこれらの知識や価値観についても必要に応じて提示する。

最後に、「実践と評価」は、構想を具現化し、他者評価と自己評価を行う学習を意図した枠組みである。ここでは、他者評価を受けることで、学習者の構想に対する省察と自己評価を活性化させる。また、このような評価にしたがって、トレード・オフを含んだ構想に関する活動や思考・判断について学習者が態度化する。

・結果

トレード・オフの思考・判断を導く学習の枠組みに沿って計画した2時間の授業を、A市の公立中学校2年生の2クラス(クラス男子19人女子16人、クラス男子17人女子19人)と、B県の公立中学校2年生の2クラス(クラス男子17人女子17人、クラス男子17人女子20人)の計4クラス142名に実施した。

授業の目標は「それぞれの照明部品の数や配置について、経済面、環境面、社会的効果等を比較・検討し、設定することができる」として「工夫・創造」の評価観点から学習評価を行うことを意図した。テーマに沿った照明や回路を構成するため、学習者が「照明の種類と配置」と「部品の数・回路」を構想した。授業者は、社会的、環境的、及び経済的側面を意識させるために、経費ポイント、環境ポイント、演出ポイントを設け、構想の自己評価と再調整を支援した。

授業における学習評価を検討した結果、授業の目標に沿って設定した評価基準のB+以上とされた84%の学習者は、構想の際にトレード・オフに関係し、複数の側面を思考・判断することができていると考えられた。その中で、設定した評価基準のA-以上とされた28%の学習者は、社会的、環境的、及び経済的側面を選択・放棄する記述を明確に示しており、トレード・オフの思考・判断を的確に行うことができていることが考えられた。これらの結果から、本研究で示したトレード・オフの思考・判断を導く学習の枠組みと、今回の条件下で行った実践的指導方法においては、技術科の授業でトレード・オフの思考・判断を導くために概ね適切であると考えられた。

この授業実践研究における今後の課題として、トレード・オフの思考・判断に関わる学習過程について、グループの発話やワークシートの記述内容等から詳細に分析・検討することが考えられる。

4.3 「アドバンスデザイン」に関する授業実践研究

「アドバンスデザイン」に関する授業実践研究のひとつには、「技術科におけるIoTを活用した製品モデルを設計・製作する授業の開発」をまとめた。以下に目的、方法、結果を示す。

・目的

技術科の授業において、社会における製品開発に関わる能力育成のための授業を計画・実施し、IoTを活用した製品モデル(以下IoT製品モデル)を試作的に開発する授業展開と学習活動

表2 題材「IoTを活用した製品モデルの設計・製作」の指導計画と調査の方法

学習目標	学習活動
第1時 IoTに関する理解 新たな技術に対する関心を高め、基礎的な知識を習得する	導入：企業のテレビCMを見て、IoTと生活との関連を知る。 展開：IoTの意味と、IoT製品を調べる。 まとめ：学習の振り返りと課題の提示。
第2時 IoTの評価 IoT製品が生活の向上や社会の発展に与える影響を評価する能力と態度を育成する	導入：新しい製品の開発によって、私たちの生活が変化することを知る。 展開：スマートフォンの開発が社会に与えた影響について評価する。 まとめ：IoTが社会に与える影響について考える。
第3時 IoT製品の設計 身の回りの生活や社会での課題に対して、課題解決のためのIoT製品を構想する	導入：宿題で構想したIoT製品モデルを振り返る。 展開：製作班で各自の意見を提示する。 製作班でIoT製品モデルの構想をする。 まとめ：製作班の意見を発表するための準備をする。
第4時 IoT製品の設計 クリティカルな意見を受け生まれるロード・オフに関して最適解を導く	導入：クリティカルな意見のもちかたについて知る。 展開：製作班の意見を発表する。発表に対しクリティカルな意見を出す。 意見をもとに製品の再検討をする。 まとめ：学習の振り返りをする。
第5・6時 IoT製品の製作・発表 IoT製品モデルを製作し発表する	導入：前時に考えた構想を確認する。 展開：TECH未来を使って製作する。製作したIoT製品モデルを発表する。 まとめ：片付けと学習の振り返りをする。
第7時 IoT製品の評価 IoTが生活の向上や社会の発展に与える影響について自分なりの意見をもつ	導入：報告書の記入方法を知る。 展開：報告書に記入する。 まとめ：技術がもたらす社会の変化について展望をもつ。

を通して育成・向上を図った工夫・創造の能力などについて検討することを目的とした。

・方法

社会における製品開発に関わる能力育成を志向した技術科の授業を検討するため、中学校学習指導要領解説に示される技術科の学習目標と評価観点を参照した。その結果、社会における製品開発に関する能力の構成として、「工夫し創造する能力と態度」を中核とし、それに付随する「技術への関心・意欲・態度」と「基礎的・基本的な知識」を設定した。

また、学習者が製品開発に関する構想を考える契機として、IoTを提示することにした。授業実践時の2016年においてIoTは、社会、生活、産業、経済において、その活用が期待されている技術であった。そのためIoTは、学習者に示す新しい技術としての確であり、製品開発に関する構想に結びつきやすいと考えた。すなわち、自分の生活や社会を振り返り見つけた技術的な課題に対して、IoTを取り入れることで、社会における製品開発に関わる構想ができると考えた。これらを踏まえて設定した題材「IoTを活用した製品モデルの設計・製作」の計7時間の指導計画を表2に示す。

・結果

授業の実践はF市内のF中学校2年生(81名)を対象として行った。欠席やデータに欠損のある学習者を除いた有効回答数は67名(有効回答率82.7%)であった。

製品開発に関する構想を他者の意見を通して検討する「工夫し創造する能力」の学習過程について分析を行った結果、構想したIoT製品モデルに対する意見を受けて修正・改善を行い、最適な構想を導こうとする学習過程を推察することができた。

また、技術が生活の向上や社会の発展に与える影響について意見をもてる「工夫し創造する態度」に関して、題材の学習後にまとめた報告書から検討を行った。その結果、IoTを活用した機器の開発について、社会的及び経済的な側面を考慮しているように思われた。また、製品の使用者の立場から、性能や機能及び経済的な側面について考えられていることが分かった。

さらに、「技術への関心・意欲・態度」、「基礎的・基本的な知識」の習得・定着の程度について、授業後の調査などから検討を行った。その結果、IoT技術に関する知識の定着が認められ、技術に興味・関心を持つ「技術への関心」と、技術を活用しようとする「技術への意欲・態度」が涵養されていると推察された。

この授業実践研究における今後の課題として、IoT技術が環境の保全などに与える影響を考えさせることや、IoT技術が及ぼす正と負の影響などを判断する学習を行うために、授業展開の改善を検討することが考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計6件)

1. 川路智治・谷田親彦・竹野英敏：技術科におけるIoTを活用した製品モデルを設計・製作する授業の開発，日本産業技術教育学会誌第61巻第1号，pp.17-25(2019) 査読有り
2. 堤健人・伴修平・谷田親彦：製品の分解を通して製作者の工夫に気付く授業づくり，中学教育，49，pp.53-58(2018) 査読なし
3. 渡津光司・磯部征尊・柏原寛・大谷忠：Tech未来教材を用いた最適解を導く設計学習の提

- 案，愛知教育大学技術教育研究 4 pp.1-7 (2017) 査読無し
4. 飯田隆一・大谷忠：技術科教育における木材の表面処理技術の研究成果を取り入れた指導内容の検討，科学教育研究 41.1，pp.464-473 (2017) 査読有
5. Hiroyuki Muramatsu：Trends of Technology Education in Compulsory Education in Japan, Journal of Robotics and Mechatronics, 29.6, pp.952-956(2017) 査読なし
6. 谷田親彦・向田識弘・田鎖浩太・田中誠也：技術科授業でトレード・オフの思考・判断を導く学習の枠組みと実践的指導方法，日本産業技術教育学会誌第 58 巻第 2 号 pp.81-89 (2016) 査読有

〔学会発表〕(計 21 件)

1. 堤健人・伴修平・谷田親彦：Development and practice of technology education classes based on products disassembly under the conditions of Japanese Course of Study, Biennial International Design and Technology Teachers Association Research Conference (2018)
2. 向田識弘・谷田親彦：Lesson Development with "Dyson Engineering Box" as a Global Teaching Material under Japanese Technology Education, Biennial International Design and Technology Teachers Association Research Conference (2018)
3. 谷田親彦・大谷忠・磯部征尊：「創造」指向の問題解決と STEM の枠組み，日本科学教育学会第 42 回年会 (2018)
4. 田中祐也・谷田親彦：3D モデリングによる立体物形成過程のプロトコル分析，日本産業技術教育学会近畿支部 第 36 回研究発表会 (2018)
5. Muramatsu, H., Kadota, K., Kawakubo, H. & Doyo, D.: proposal of digital craft intiriduction model at faculty of teacher training, An holistic approach to education Proceedings, (2017)
6. 木下優奈・鈴木隆将・小島一生・村松浩幸：情報システムを体系的に学ぶ模擬 POS システム教材の開発，日本産業技術教育学会第 29 回北陸支部大会 (2017)
7. 川路智治・谷田親彦・竹野英敏：技術科における IoT を活用した製品モデルを設計・制作する授業の開発，日本産業技術教育学会第 60 国大会 (2017)
8. 谷田親彦・沖廣元・井上利也・神尾正修・山崎正：「エネルギー変換の技術」における学習過程の検討と生徒の意識，日本産業技術教育学会第 60 国大会 (2017)
9. 向田識弘・谷田親彦：他者の企画を基に設計・制作するコンテンツのプログラミング学習の検討，日本産業技術教育学会第 46 回中国支部大会 (2017)
10. 大谷忠・磯部征尊・谷田親彦：技術教育の視点からみたエンジニアリングの取り扱い，日本科学教育学会第 41 回年会 (2017)
11. 渡津光司・保坂恵・磯部征尊・大谷忠：中学校技術・家庭科技術分野における DL 材を使った設計学習について，日本教材学会第 29 回研究発表大会 (2017)
12. 向田識弘・谷田親彦：Proposal of Learning Method that Leads to the Optimal Design in Technology Education, the 9th Biennial International Conference on Technology Education Research (2016)
13. 橋渡恵明・村松浩幸・矢代祐介・芦田肇：中学校技術科における電力システムの学習教材を使用した授業設計とその評価，日本産業技術教育学会第 59 回全国大会 (2016)
14. 橋渡恵明・村松浩幸・矢代祐介・芦田肇：中学校技術科における電力システムの学習教材の開発，日本産業技術教育学会第 59 回全国大会 (2016)
15. 橋渡恵明・村松浩幸・田中いずみ・芦田肇・堀内直人：中学校技術科における風力発電タービンコンテスト用ワークシートを使った授業実践と評価，日本産業技術教育学会第 21 回技術教育分科会 (2015)
16. Yusuke Yashiro, Hiroyuki Muramatsu：Prortype of a cultivation information recording device and sharing site in junior high school technology education, International Conference on Industrial Technology Education for Sustainable Development(2015)
17. Noriaki Hashido, Hiroyuki Muramatsu：Development of a worksheet for use in turbine contests in junior high school technology education, International Conference on Industrial Technology Education for Sustainable Development(2015)
18. 谷田親彦・田鎖浩太・柏原寛：TECH 未来教材を使用した中学校技術科「エネルギー変換に関する技術」の授業検討，日本教科教育学会第 41 回全国大会 (2015)
19. 矢代祐介・村松浩幸：中学校技術科生物育成における栽培記録情報共有サイトの試作，全日本教育工学研究協議会 全国大会 (2015)
20. 橋渡恵明・村松浩幸・芦田肇・川俣純・堀内直人：中学校技術科における風力発電タービンコンテスト用教材の改良と評価，日本産業技術教育学会第 58 回全国大会 (2015)
21. 浅水智也・安藤明伸・西川洋平：プログラミング学習を核として展開する課題解決型学習モデルの構築，日本産業技術教育学会第 58 回全国大会 (2015)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況（計0件）

取得状況（計0件）

〔その他〕

ホームページ等

1. 「技術イノベーションの能力育成を指向した「構想設計」学習の方法論的研究」最終報告書

<https://home.hiroshima-u.ac.jp/cyata/report2/report2.html>

2. 「技術イノベーションの能力育成を指向した「構想設計」学習の方法論的研究」2年次中間報告書

<https://home.hiroshima-u.ac.jp/cyata/report1/report1.html>

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：村松 浩幸

ローマ字氏名：(MURAMATSU Hiroyuki)

所属研究機関名：信州大学

部局名：学術研究院

職名：教授

研究者番号（8桁）：80378281

研究分担者氏名：大谷 忠

ローマ字氏名：(OOTANI Tadashi)

所属研究機関名：東京学芸大学

部局名：教育学部

職名：准教授

研究者番号（8桁）：80314615

研究分担者氏名：安藤 明伸

ローマ字氏名：(ANDO Akinobu)

所属研究機関名：宮城教育大学

部局名：教育学部

職名：准教授

研究者番号（8桁）：60344743

(2)研究協力者

研究協力者氏名：橋本 孝之

ローマ字氏名：(HASHIMOTO Takayuki)