

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 28 日現在

機関番号：32701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350268

研究課題名(和文) 科学技術に関する意思決定と合意形成を支援する参加型手法を活用した理科教材の開発

研究課題名(英文) Development of Science Teaching Materials by Means of Participatory Technology Assessment Method to Promote Decision Making and Consensus Building about Issues of Science and Technology

研究代表者

福井 智紀 (FUKUI, Tomonori)

麻布大学・生命・環境科学部・講師

研究者番号：00367244

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、科学技術に関する意思決定と合意形成を支援するために、複数の理科教材が開発された。教材におけるディスカッション・テーマとして、遺伝子組換え食品、監視カメラ、地球温暖化対策、外来種対策、理想の都市生態系、などが取り上げられた。また、意思決定と合意形成における手法として、市民陪審、シナリオ・ワークショップ、ロール・プレイ、協働でのイメージ図作成など、多様な形式が採用された。これらの教材は、簡便に活用できるよう、冊子にまとめられた。さらに、教材はそれぞれ、理科教員免許取得を目指す学生を対象に試行された。その結果、各教材は有益な効果と可能性をもつことが示唆されたが、今後の課題も明確になった。

研究成果の概要(英文)：The science teaching materials were developed to promote decision making and consensus building about issues of science and technology. The themes of the discussion were several topics. They were GM food, surveillance camera, global warming countermeasure, naturalized species countermeasure, ideal urban ecosystem, and so on. In addition, as technique in decision making and consensus building, a variety of procedures were adopted. For example, they were citizens' jury, scenario workshop, role playing, drawing by the collaboration. The teaching materials were produced as booklets, to easily use them. Then the teaching materials were tried for the students of science teacher training course. As a result, it was suggested that the teaching materials had useful effect and possibility, but further problems became definite.

研究分野：科学教育

 キーワード：理科教育 環境教育 STS教育 科学技術社会論 市民参加型手法 プログラム開発 ディスカッション
科学技術政策

1. 研究開始当初の背景

平成 20 年 3 月に改訂された中学校の『学習指導要領』と『学習指導要領解説・理科編』により、生徒に特定の科学技術についての長所・短所を整理させ、さらに科学的な根拠に基づいた意思決定を行わせる活動が、理科教育に含まれることとなった。理科における意思決定能力の育成については、これまでも、STS 教育として先行研究がなされてきたとは言え、いまだ不十分な状況にあった。

ところで、科学技術政策の策定等は、これまでは官僚や専門家に委ねられてきた。しかし、高度化・複雑化した科学技術がもたらす問題群（遺伝子組換え、脳死・臓器移植、原発問題、等々）については、科学的には正答が導き出せない場合や、専門家による見解が分かれる場合も多い。また、意思決定や合意形成が非専門家（一般市民）から見て不透明な過程であると、結論に対して不安や不満が残りやすい。そこで欧州では、コンセンサス会議のように、市民参加型のテクノロジー・アセスメント手法が開発されてきた。日本では、このような手法は、まだあまり普及していないが、少なくとも専門家と非専門家の協働という観点は、（例えば司法における裁判員制の導入など）科学技術分野に限らず今後広まっていくものと予想される。

こうした状況に着目して、本研究の代表者は、平成 21～23 年度の科学研究費補助金・若手研究(B)の研究課題として、「市民参加型テクノロジー・アセスメントの手法を導入した理科カリキュラムの開発」を行った。本研究は、これをさらに発展させることを意図して着手されたものである。

2. 研究の目的

本研究は、科学技術に関する生徒の意思決定と合意形成を支援するための、理科教材の開発を行うことを目的とする。研究課題に関してこれまでになされてきた研究・実践は、主として生徒個人の意思決定に焦点を当てたものであった。本研究では先行研究・実践の成果を踏まえつつ、さらに生徒集団としての合意形成を支援することが特色である。このための具体的手法として、市民参加型テクノロジー・アセスメントの手法（参加型手法）に着目し、これらを理科授業で実施可能な形態にアレンジしつつ、実用的な理科教材の開発をめざす。

以上をまとめると、本研究の目的は、以下の 4 点である。

- (1) 科学技術に関する意思決定と合意形成に焦点を当てた先行研究を概観し、理科教育界の現在における到達点を明らかにする。
- (2) 科学技術に関する意思決定と合意形成を支援するために、理科教材が満たすべき要件を明らかにする。
- (3) 科学技術に関する意思決定と合意形成を支援する理科教材を開発する。

- (4) 開発した理科教材を試行し、開発教材が育む資質・能力を明らかにする。

3. 研究の方法

本研究は、4 つのフェーズからなる。まず、情報収集のフェーズ（第 1 段階）である。科学技術に関する意思決定と合意形成に焦点を当てた先行研究を概観して、これまでの知見を整理する。さらに、国内外の実践事例を収集する。次に、開発準備のフェーズ（第 2 段階）である。科学技術に関する意思決定と合意形成を支援するために理科教材が満たすべき要件を明らかにする。次に、教材開発のフェーズ（第 3 段階）である。実際の教材開発に着手し、試行版を完成する。最後に、試行・評価のフェーズ（第 4 段階）である。開発教材を試行し、授業分析や質問紙調査などにより、活用効果を検証する。なお、これらに平行して、補助的な研究作業にも取り組む。ただし、以上は便宜的な区分であり、実際にはある程度、同時進行で取り組む。

4. 研究成果

(1) 市民参加型手法についての意識調査

補助的な研究作業として、科学技術に関わる参加型手法について、以前に実施した市民調査と比較するため、若い世代（学生）に対する調査を行い、その意識の一端を明らかにした。また、市民調査の結果との比較を行なった。今回の調査では、市民調査と概ね共通する傾向が見られた。すなわち、市民参加型手法についての認知度は低かった、科学技術政策に市民の意見のある程度取り入れるべきという立場が多数であった、代表的な市民参加型手法は高い評価を得た、自分自身の参加意欲はあまり高くなかった、理科授業への導入は高い賛同を得た、などである。被験者の偏りを考慮すると安易な一般化は慎むべきではあるが、異なる層における調査結果の傾向が概ね一致したことから、市民参加型手法に関する人々の意識について、一定の示唆が得られたと思われる。特に、理科授業への導入について高い支持が得られたことは、本研究の意義を裏付けるものと考えられる。

(2) 合意形成過程の分析

教材開発への具体的示唆を得るため、科学技術の利用に関するディスカッション（集団討論）を設定し、合意形成の過程やそこで影響すると考えられる要因について分析・考察した。討論テーマはナノテクノロジーの積極的利用に対する賛否とした。まず、文献調査を行い、ナノテクノロジーの現状・展望・課題などを整理した。次に、文献調査から得られた知見を基に、集団討論を導くための資料を作成した。これらにより、理科教員免許取得を目指す学生を対象として、個人の意思決定と集団での合意形成（集団討論）の場面を設定し、録音・録画に基づく発話データと質

問紙調査の回答を得た。その結果、この種の集団討論を行う際には賛否が混在する構成にした方がより効果的であること、被験者は配付資料の情報に大きく影響されること（よって偏りのない情報を提供することが重要となること）、新しい科学技術について主体的に学ぶ手段として集団討論は有効であること、などが示唆された。

(3) 遺伝子組換え食品に関する教材開発

中学校理科における活用を目指して、遺伝子組換え食品に焦点を当てた教材を開発した。まず、遺伝子組換えに関する基本的な情報を解説する。次に、日本が今後、遺伝子組換え食品とどのように向き合っていくべきかについて、国内への「輸入」と「栽培」にテーマを絞って、それぞれへの（個人としての）意思決定を促す。さらに、（集団としての）合意形成のためのグループ・ディスカッションを行わせる。これらの内容を実施するため、教材冊子を作成した。続いて、理科教員免許取得を目指す学生を対象として、試行授業を行った。その結果、授業後の組換え食品への賛否について賛成が8割以上となり、授業前に比べて賛成側が増えた。しかし、「自己決定・自己責任」という形で議論が深まらなかったグループもあった。ただ全般的には、本教材は遺伝子組換えの利用について、改めて考させる機会になったものと思われる。また、今回のような授業が中学校理科の授業に必要なだと答えた学生は9割超となり、教材の必要性についても高い支持を得た。以上から、開発教材には一定の活用効果が期待できると結論づけたが、実際の中学生に授業を行なうまでには、いくつかの改善すべき点があることも明確になった。

(4) 参加型手法を活用した環境教育教材の開発モデルの検討

本研究では、代表的な参加型手法として市民陪審を取り上げ、その基本的な過程を検討し、環境教育・理科教育教材として翻案するための一般化を試みた。さらに、それを個々のテーマに柔軟に応用できるよう、汎用的な形式のワークブックの構成を検討した。このとき、実際の手法を忠実に再現するのではなく、時間的制約、利便性、教育効果などを考慮し、大幅な簡略化を行った。ワークブックでは、あるテーマを設定した後に、教師・指導者や生徒が順次、設定された指示や問いに答えていくことによって、参加型手法をベースとした意思決定・合意形成を伴う学習が自然に進行していく、というのが基本的な流れとなる。生徒自身の手によって、教材は徐々に完成されていく。市民陪審の手法を活用する場合、指示や問いを受けた具体的な活動は、テーマの設定、テーマの絞り込み、テーマについての調査、賛成意見の検討、反対意見の検討、調査結果の発表、賛成・反対の意思決定、意見発表（グループ

内）、グループでの判決（ジャッジ）作成、判決（ジャッジ）の公表、まとめ・感想となる。このように、代表的な参加型手法を取りあげ、個別のテーマを超えた抽象的なレベルの検討を行ったことにより、以降の具体的な教材作成における方針や検討課題が、ある程度明確になった。

(5) 地球温暖化に関するシナリオ・ワークショップ形式を取り入れた教材の開発

シナリオ・ワークショップの形式を取り入れ、生徒の意思決定と合意形成を支援するための理科教材の開発を行った。教材は中学校理科での活用を目指しているが、今回は理科教員免許の取得を目指す学生を対象として、活用効果や改善点を多面的に検証した。教材は、A4判16頁の冊子としてまとめた。ここでは、まず、地球温暖化の現状について解説する。続いて、地球温暖化対策のシナリオを4つ提示し、それぞれのメリットとデメリットを説明する。そして、生徒を4～5人のグループに分け、シナリオ・ワークショップ形式のディスカッションを行わせる。グループ毎に、最終的なシナリオを選択・作成させた後、クラス全体での発表を通じて、行動計画（シナリオを含む具体的な対策）へと発展させる。なお、今回の教材で設定したシナリオは、行動を強制する（全員をきびしく管理する社会）、税金で行動を促す（行動しないと損をする社会）、行動を呼びかける（人々の善意に訴える社会）、温暖化を受入れる（地球温暖化を前提にする社会）の4つである。教材を試行した結果、発話データからは、多くのグループで活発なディスカッションが行われていたことが窺えた。シナリオワークショップ形式による意思決定と合意形成の支援は、一定の効果をおよぼしたと思われる。また、質問紙調査では、このような授業の必要性についての肯定的回答が得られた。一方で、授業や教材冊子の「よい点」と「わるい点」についての記述回答から、具体的な改善点等も把握できた。したがって、開発した教材は、一定の活用効果をもつことが示唆されたが、さらなる改善や、開発者以外の者でも容易に活用できるための指導書の作成等が、今後の課題として残された。

(6) 監視カメラに関する市民陪審形式を取り入れた教材の開発

監視カメラの現状と今後の在り方に焦点をあて、監視カメラの設置についての意思決定と合意形成を支援するための学習プログラムを開発した。まず、監視カメラについて、その普及、役割、プライバシーとの関わり、課題などを、文献調査により整理した。さらに、大学周辺における監視カメラの設置状況について、実際に調査を行った。これらに基づき、市民参加型手法である市民陪審の形式を取り入れた、学習プログラムを開発した。この学習プログラムは、A4判16頁の教材

冊子としてまとめた。理科教員免許の取得を目指す学生に試行し、試行後にアンケートを実施した。さらに、ディスカッションの過程を録画して、発話をデータ化した。その結果、学習プログラムは、一定の活用効果が示唆され、教育上の必要性も高く支持された。しかし、改善点などの課題もいくつか把握された。よって、活発で有意義なディスカッションを促すためには、さらなる工夫が必要である。また、分析結果を踏まえると、監視カメラへの慎重意見を、もう少し取り入れることが必要であったと思われる。

(7) 外来種対策に関するロール・プレイ形式を取り入れた教材の開発

ここでは、外来生物のうち特にアメリカザリガニを取り上げ、その駆除の是非について、登場人物の立場で参加するロール・プレイの手法によって、生徒に考えさせるための教材を開発した。まず、外来生物、特にアメリカザリガニについて、現状や対策などを文献調査により整理した。これに基づき、アメリカザリガニの駆除について、生徒がディスカッションする理科教材を開発した。教材は、A4判 16 頁の冊子としてまとめた。まず、外来生物、特にアメリカザリガニに関して、基本的な内容を解説する。その上で、架空の村におけるアメリカザリガニの駆除について、賛成と反対の各 5 人の登場人物いずれかの立場から、グループディスカッションに参加させる。すなわち、ロール・プレイと呼ばれる形式を活用した。この教材を、理科教員免許の取得を目指す学生に対して試行した。試行後に、アンケートを実施するとともに、ディスカッションを録画して、発話をデータ化した。分析の結果、判断に迷っていた者が、メリットとデメリットや様々な意見に触れ、考えを明確化したことが示唆された。さらに、ロール・プレイという形式についても、肯定的な意見が大部分を占めた。今回のようなプログラムの必要性も、高い支持を得た。したがって、開発した中学校理科教材については、一定の活用効果と必要性が認められたが、ディスカッションの進行方法などについて、改善する必要も明らかになった。

(8) 都市生態系に関するイメージ図作成を中心に位置づけた教材の開発

都市部の生態系に焦点を当て、理科教材の開発を行った。どのような都市生態系のなかで暮らしたいかについて、話し合い活動をおして考えられるように、イメージ図の共作を中心としたグループ学習の場面を設定した。教材は、A4判 16 頁の冊子にまとめた。ここでは、まず、生態系について中学校理科で学ぶ基本的内容を復習する。さらに、都市部で見られる代表的な生物をあげ、都市環境の特色や問題点について解説する。その上で、どのような都市生態系のなかで暮らしたいかについて、イメージ図の共作を中心とした

グループ学習を行わせ、最後に全体で発表させる。イメージ図の作成では、自分自身や自分の学校を中央部に配置した理想の生態系を、まずひとりで冊子に描かせる。続いて、円形の用紙を 4 ~ 5 人で囲み、理想の都市生態系のイメージ図を話し合いながら共作させる。この教材を、理科教員免許の取得を目指す学生に対して試行した。その結果、今回の教材の方法について、肯定的な回答が大部分を占めた。また、都市生態系に対する関心の上昇、中学校理科での学習意欲の喚起、などで肯定的回答が多数を占めた。したがって、都市生態系に焦点を当てた本教材は、一定の活用効果が認められ、中学校理科において有用な教材となりうると思われる。また、イメージ図の共作という手法も、有効であると思われる。しかし、実際の中学生にイメージ図を共作させるためには、指導方法などを、さらに検討する必要がある。

(9) 研究成果のまとめと今後の課題

以上が、おもな研究成果であるが、本研究において開発された理科教材（プログラム・教材冊子・資料等）は、一定の活用効果および教育上の意義をもっていると思われる。本研究の目的は、概ね達成されたと言える。

今後は、本研究の結果として明らかとなった改善点等への対応を、検討していくことが必要である。また、このような教材が、具体的にどのような資質・能力を育成することに貢献するのかは、まだ詳細には明らかにできていない。さらに、このような教材を活用して、生徒の意思決定や合意形成につながる資質・能力を育成するためには、指導者の養成プログラムも開発する必要がある。

なお、研究成果報告書の執筆時点で学会誌等に未発表であるものについては、関連学会誌への掲載を目指していく。さらに、本研究の過程において開発した各教材については、実際の理科授業の中で広く活用されるよう、普及活動と改善を今後も継続していきたいと考えている。

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 4 件)

福井智紀・竹内均、地球温暖化対策に関する意思決定と合意形成を支援する理科教材の開発、日本理科教育学会全国大会発表論文集、査読無、14 号、2016、ページ未定(掲載予定)

福井智紀・岩本大樹、遺伝子組換え食品に関する意思決定と合意形成を取り入れた中学校理科教材の開発、日本科学教育学会研究会研究報告、査読無、30(5)巻、2016、19-24、

http://www.jsse.jp/~kenkyu/201530/05/20163005_19-24.pdf

福井智紀、市民参加型テクノロジー・アセスメントに関する人々の意識：学生調査と市民調査の結果を踏まえて、日本環境教育学会関東支部年報、査読無、9巻、2015、7-12、

<http://jsee.sakura.ne.jp/files/kanto/AnnualReport-09-007.pdf>

福井智紀、市民参加型テクノロジー・アセスメントに関する学生の意識調査：代表的手法に対する意見と理科授業導入への賛否を中心に、日本科学教育学会年會論文集、査読無、38巻、2014、515-516

〔学会発表〕(計6件)

福井智紀・竹内均、地球温暖化対策に関する意思決定と合意形成を支援する理科教材の開発、日本理科教育学会第66回全国大会、2016年8月6・7日(発表予定) 信州大学(長野県長野市)

福井智紀、科学技術に関する参加型手法を活用した環境教育教材の開発モデル、日本環境教育学会第26回全国大会、2015年8月23日、名古屋市立大学(愛知県名古屋市)

福井智紀・岩本大樹、遺伝子組換え食品に関する意思決定と合意形成を取り入れた中学校理科教材の開発、平成27年度第5回日本科学教育学会研究会、2016年3月19日、東京学芸大学(東京都金井市)

福井智紀、市民参加型テクノロジー・アセスメントに関する人々の意識：学生調査と市民調査の結果を踏まえて、日本環境教育学会第9回関東支部大会、2015年3月7日、学習院大学(東京都豊島区)

福井智紀、市民参加型テクノロジー・アセスメントに関する学生の意識調査：代表的手法に対する意見と理科授業導入への賛否を中心に、日本科学教育学会第38回年會、2014年9月15日、埼玉大学(埼玉県さいたま市)

福井智紀・田口健、科学技術の利用に関する合意形成過程の分析：ナノテクノロジーに焦点を当てた集団討論を事例として、日本環境教育学会第25回全国大会、2014年8月3日、法政大学市ヶ谷キャンパス(東京都千代田区)

〔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〕

研究代表者のホームページ

<http://fukui lab.sakura.ne.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福井 智紀(FUKUI, Tomonori)
麻布大学・生命・環境科学部・講師
研究者番号：00367244

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

石井 隆太郎(ISHII, Rutaro)

岩本 大樹(IWAMOTO, Daiki)

倉 菜華(KURA, Sayaka)

牧村 達貴(MAKIMURA, Tatsuki)

中村 祐貴(NAKAMURA, Yuki)

坂本 雄大(SAKAMOTO, Yudai)

田口 健(TAGUCHI, Ken)

竹内 均(TAKEUCHI, Hitoshi)

浦 一茂(URA, Kazushige)