

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月5日現在

機関番号：13103

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2010～2011

課題番号：22800022

研究課題名（和文） 女子の理科学習促進のための指導方法・教材の開発

研究課題名（英文） The study of teaching strategies and materials to encourage girls to learn science

研究代表者

稲田 結美 (INADA YUMI)

上越教育大学・大学院学校教育研究科・講師

研究者番号：30585633

研究成果の概要（和文）：本研究では、女子の理科学習に対する意識や態度の低下が顕著な中学校理科「力学」と「電流」に関する授業において、女子の学習を促進する指導方法と教材を実践的に開発した。その結果、女子の関心や経験に基づき、人体と物理概念とを関連づける「人体アプローチ」、調理と物理学習とを結びつける「料理アプローチ」、実験に美的観賞を取り入れる「美的アプローチ」を教授展開や活動に導入し、女子が協同的な問題解決活動を行える集団組織を編成することが女子の理科学習に効果的であることを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：Girls tend to dislike science rapidly in junior high school, and become reluctant to study science. In particular, they are weak in the 'mechanics' and 'electricity' of science. In this study, I made teaching strategies and materials in their contents in order to encourage girls to learn science, and I investigated the effect of practice.

As a result, the following three approaches based on girls' interests and experience were effective. They are 'Human body approach' -linking physical science to the human body-, 'Cooking approach' -linking physical science learning to cooking-, 'Aesthetic approach' -bringing aesthetic appreciation into science-. In addition, to organize a group for girls that can perform cooperative problem-solving activities was able to support science learning for girls.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,190,000	357,000	1,547,000
2011年度	650,000	195,000	845,000
総計	1,840,000	552,000	2,392,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：科学教育

キーワード：理科教育学、女子、学習促進、指導方法、教材開発

1. 研究開始当初の背景

日本では科学技術分野に参入する女性の割合や、理工系の進路選択をする女子の割合が低い水準にあり、その一因として、中学校段階において女子の理科学習に対する意識や意欲、積極性等が顕著に低下するという「女子の理科離れ」が問題視されていた。こ

のような状況を打開し、女性の科学技術分野参入を促進するための取組が、キャリア教育の視点を中心に主として学校教育の外側、つまり課外において多数施行されるようになってきた。しかし、そのような取組に参加するのは理科への関心を少なからず持っている女子であり、すでに理科への関心を失って

いる多くの女子が自ら参加するとは考えづらい。したがって、すべての女子を対象とすることのできる小・中学校の通常の理科授業において、女子の理科離れを改善するための方策の検討が必要とされるが、その議論は日本では始まったばかりで研究成果も蓄積されていなかった。一方、海外でも女子の理科離れは同様に見られるが、すでに 1970 年代からこの分野での研究が始まり、学校理科教育の領域では、「介入プログラム」と呼ばれる通常の科学カリキュラムを部分的に改変したり、新たな教授ストラテジーを開発・導入したり、女子に特別な活動を提供したりする組織的かつ実践的な研究が行われていた。海外におけるこのような実践的研究の蓄積を参考にし、日本の学校理科教育における女子の学習促進のための具体的方策を創出することが喫緊の課題であった。

2. 研究の目的

日本においては、理科に関する学力についての男女差はあまり見られず、理科学習に対する好き嫌いや有用感、動機づけ、授業への積極性といった点において中学校段階から男女差が拡大することが明らかにされている。そこで、本研究では女子の理科学習に対する意識や態度の向上を目指し、中学校段階の理科授業に導入する指導方法や教材を開発することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 諸外国の実践的研究からの示唆

諸外国における 9 種類の「介入プログラム」を横断的に分析した結果、それらの方策の改善の観点は、「教師教育」「教授方法・学習環境」「学習内容」「キャリア教育」の 4 点に大別できた。特に、「教授方法・学習環境」における「討論、発表、文章・絵画表現等の活動の導入」と、「学習内容」における「女子の経験・興味に合わせた学習内容の選択」や「物理教授の展開の工夫」は、日本の理科授業を直接的かつ即効的に変容できる方策である。そこで、本研究での指導方法および教材の開発にあたっては、これらを授業改善の中心に据えた。これに、女子の興味や思考の特性に関する先行研究の知見も勘案し、女子の理科学習促進を期待できる教授方略として、以下の 3 種をすでに提案していた。

① 人体(human body)アプローチ

人体の構造や機能と科学概念(特に物理概念)との関連性を強調する教授方法。

② 料理(cooking)アプローチ

調理経験を基に科学概念を考察させたり、実験に調理を導入したりする方法。

③ 美的(aesthetic)アプローチ

視覚的効果の高い観察・実験を用いて、その美的要素を觀賞しながら科学概念を理解

させる教授方法。

これらのアプローチに基づき、授業における教授内容と展開、学習者の活動等を考案し、実践を通して各方策の有効性を検証した。

(2) 方策の開発および実践の対象

女子の理科学習に対する意識には、その内容領域によって差が見られ、女子は生物学関連の内容を好む一方で、物理学関連の内容に強い苦手意識を表出する傾向にある。そこで、中学校理科第 1 分野の物理学関連領域の「力学」と「電流」に関する単元の教授を対象とし、指導方法や教材を開発した。「力学」の領域では、「仕事の原理」の 1 時間の授業に方策を導入し(短期的実践)、「電流」の領域では、単元全体の約 40 時間に渡り多様な方策を導入した(長期的実践)。

(3) 開発した方策の評価

開発した指導方法および教材の評価は、それらを中学校において実践した理科授業での生徒の学習状況から判断した。具体的な評価方法は、次の 3 点であった。第一に、授業を参与観察し、ビデオカメラ等によって記録し、生徒の授業中の様子を分析した。第二に、生徒への質問紙調査を実践授業の前後および学習の途中段階に実施した。質問内容は、理科学習に対する意識や授業の感想、学習内容の理解度等を問うもので、生徒の情意面と認知面の両方を追った。第三に、授業で配布したワークシートの生徒の記述を分析した。

4. 研究成果

(1) 力学領域における人体アプローチ

平成 21 年度に、中学校理科の「運動とエネルギー」の大単元における「仕事の原理」の教授に人体アプローチを導入した授業実践を行っていたため、平成 22 年度はその評価から開始した。実践は茨城県内の公立中学校の第 3 学年の 3 学級で、新たに考案した授業展開で、通常の理科担当教員によって各学級 1 時間ずつ授業を行った。

① 「仕事の原理」における授業展開

学習の冒頭から学習者の日常生活や社会と科学との「関連性」を明示し、後から科学概念の教授を行うという context-based(文脈に基づいた)アプローチという教授方法が、女子の理科学習促進に効果が高いとされている。また、女子は「自分が知るべきことは何か」に基づいて理科で学習したいトピックを選択し、自身の学ぶ必要性和使命感を実感することで学習へと向かう傾向にあることや、理科学習へのキャリア教育の導入が女子の学習を促進する一助となることも報告されている。これらの知見と人体アプローチとをつなぐことのできる題材として、女子が将来

の希望進路として多く挙げる「看護師」という職業を取り上げ、「看護的文脈」による授業展開を考案した。授業ではまず、生徒に看護師の仕事を想像させ、その一つに「てこの原理」を利用した作業があることを示し、次に、「あお向けの人を小さな力で横向きにするにはどうしたらよいか」という課題を与え、マット上で生徒たちに看護師役と患者役を体験しながら考えさせた。患者のひざを立て、ひざをゆっくりと自分側に倒すことでほとんど力を使わずに横向きにできることを発見したら、なぜ小さな力でできたのかを小グループで議論させ、最後にその理由をワークシートに記入させた。

② 生徒の学習の様子と理科学習に対する意識の変容

生徒たちは体験を通して小さな力で患者を横向きにする方法を試行錯誤しつつ熱心に考えており、成功したときには歓声があがっていた。授業前の質問紙調査では、全国的な傾向と同様に、対象校の女子も第2分野よりも第1分野を好んでおらず、日常生活での理科の有用感と普段の理科授業の理解度の認識が男子よりも低かった。授業後の質問紙調査の結果、「仕事の原理」における看護的文脈を用いた人体アプローチが、理科の大切さや有用性に関する女子の認識の向上にわずかながら効果的であったことと、男女両方の「理科に関係する職業」への就業意欲の向上に有効であったことが明らかとなった。

生徒による授業の評価では、「今回の授業が楽しかった」と答えた女子が89%、男子が87%と9割近くに達し、男女ともに楽しめる授業であったといえる。授業中の体験活動が男女を問わず多くの生徒にとって授業を楽しいと感じた要因となっていた。また、女子は男子よりも授業の楽しかった理由を多様な観点から述べており、女子の方が体験活動の新奇性や面白さ以外からも授業を楽しめたと考えられる。さらに、授業の楽しかった理由として、女子だけが「友人との協力」を挙げているため、女子は友人と協力して課題の解決にあたることで、授業への好感や学習意欲を増大させることが示唆された。授業全体の生徒の感想としては、体験活動が生徒たちに好意的に受けとめられたことや、普段の理科授業における実験よりも本授業での体を使った活動が、女子をより強く惹きつけるものであったことが明らかとなった。女子の記述には、授業の理解度に関するものもあり、女子は理科授業を評価する際に、学習内容の理解度に注目する傾向が強く、本実践授業は女子の「仕事の原理」の理解を促したことで、女子から良い評価を得られたといえる。さらに、少数ではあるが看護に関する言及もあり、看護師の仕事が理科の学習内容と関係して

いることを初めて知り、生徒の持つ理科に係る職業のイメージが拡張されたことも示唆された。

これらのことより、看護的文脈を用いた人体アプローチは女子の理科学習に対する意識の向上に効果的であるといえる。また、物理解習に対する女子の意識や態度の向上には、協同的な活動を授業に導入することと、学習内容に関する女子の理解度に配慮することが必要であることも明らかとなった。

(2) 諸外国における料理アプローチの特徴

つぎに、料理アプローチを具体化し、授業に導入するための前段階として、諸外国での料理を題材とした理科授業の特徴を分析した。料理(調理)は女子の学校外での興味や経験と関連性の強い事象であり、諸外国ではこれを題材として理科授業に導入することによる女子の理科学習促進への有効性が検証されている。加えて、化学教育の観点からも、科学に対して積極的でない学習者を化学に導くのに、料理の化学や台所のレシピの分析が題材として理想的であると言われている。ドイツのホイッスラーらによる実践的研究やイギリスのSLIPP(Supported Learning In Physics Project)という物理のカリキュラム開発、アメリカのサミュエルズの授業案等から総合すると、それらは特に物理学(熱力学やエネルギー等)や生物学の領域で多く実践され、1時間のみの単発授業ではなく、多様な科学概念の学習に「料理」や「食品」に関する題材が用いられていた。また、料理を題材にしているものの「食べる」という行為自体は授業中には行われていないことや、料理を授業の導入時のトピックとしてだけではなく、授業全体に渡る文脈として利用する、つまり、context-basedアプローチの手法がとられていることも明らかになった。さらに、シェフやパティシエ、食品メーカーの開発者等の職業を利用することでキャリア教育の視点からの効果も期待できる。

日本においてもカルメ焼きづくりや、野菜や果物を用いた指示薬づくりといった料理や食品を題材とした理科授業はこれまでも見られたが、すべて単発的な科学実験に限られている。しかし、諸外国の研究では、数時間から数十時間にわたる授業の流れそのものに「料理」という事象および文脈が用いられており、様々な科学概念が料理と関連していることを学習者に印象づけ、理科は自身にとって身近な存在であると女子に実感させることに成功している。

(3) 電流領域における長期的実践

平成23年度には、女子が最も苦手とする「電流」単元において、人体アプローチ、料理アプローチ、美的アプローチを複合的かつ

長期的に導入することによって、女子の理科学習に対する意識・態度が改善されるかを検証した。実践は新潟県内の国立大学附属中学校の第2学年の2学級で、通常の「電流」単元の理科授業に、新たに開発した指導方法および教材を追加する形で行った。

① 「電流」単元における授業展開

「電流」単元における長期的実践においては、人体アプローチ、料理アプローチ、美的アプローチの視点を取り入れた「トピック」「ライティング活動」「協同的な問題解決活動」を考案し、適宜授業に導入した。

第一の「トピック」については、女子が興味・関心を持ちやすい対象である人体や料理、美的なものや「電流」単元の学習内容と関連づけられる事項を選択し、トピックとして多数用意した。例えば、感電、体脂肪計、空気清浄機、コピー機、電動歯ブラシ等である。これらを「電流」の学習内容と関連づけて説明するプリントを作成し、授業中に配布して理科担当教師が解説した。

第二の「ライティング活動」は、女子が男子よりも得意とする絵や文章による表現活動を理科授業に導入することで女子の授業への積極的参加を促すことを目標とした。しかも、客観的で実証的な科学的論述のみに固執しない想像的で自由なライティング活動を理科学習に取り入れることによって、自然科学の固着化したイメージを変容できるとも言われている。ここでも人体・料理・美的観賞をテーマとして取り上げ、「幼い子どもに感電の危険性を伝える手紙を書こう」や「放電を観察して詩を書いてみよう」といった活動を用意した。

第三の「協同的な問題解決活動」については、女子は友人との協力によって問題を解決することへの好感が高いため、協同的な問題解決を必要とし、観賞可能で視覚に訴えかける実験を考案した。このような協同的な問題解決活動によって、授業を友人との競争から協力の場へと移行することができ、自然科学の男性的なイメージを変容させることも期待できる。考案した実験は、美しい電飾を作ることを目標とする「オリジナル電飾づくり」と、IH調理器の中の観察を課題とする「IH調理器の分解」の2種類であった。実践においては、すべての女子が実験に主体的に関われるように、全実験を男女別の同性のみのグループで行った。

② 生徒の学習の様子と学習内容に対する意識

すべての実験において、実験器具に触れることのない生徒や、記録・片付けだけを担当する生徒も見られず、全員が主体的に実験に取り組んでいる様子が見られた。特に、「オ

リジナル電飾づくり」では、女子グループの方が積極的に取り組み、非常に楽しんでいる様子だった。

質問紙調査から、単元終了後に女子の意識が低下したのは「自分にとって将来、理科は役に立つと思う」だけである一方、男子の意識低下は見られず、理科の有用感が増していた。また、「実験は同性のグループで行いたい」については、男女ともに単元開始前には否定的に回答していたが、終了後には有意に肯定的に変化した。同性のみのグループに初めは抵抗感があったものの、実験を繰り返すうちに、そちらの方がいいという印象に変化したものと考えられる。そして、「電流」単元の学習に対する好感・関心・意欲については、男子の方が肯定的な回答をする傾向にあるものの、単元の進行によって女子の意識が特に低下したり、「電流」の学習を嫌うような結果は表れなかった。生徒のもつ「理科」や「科学」のイメージについては、大きな変化は見られなかったが、単元終了後の女子の中には「研究者」や「でんじろう先生」といった人物や職業に関する回答と、「役に立つ」「大切」といった回答が増えており、一部の女子は「電流」の学習によって理科に対するイメージが変容したといえる。「電流」単元における全学習内容と活動の22項目に関して「楽しかったかどうか」については、女子の方が肯定的に回答した内容は、「静電気を体感する実験」「オリジナル電飾づくり」「IH調理器の分解」の3項目のみで、それ以外はすべて男子の方が肯定的な回答をしていた。さらに、単元全体を通して特に印象に残っている内容・活動に関する記述と合わせて考察すると、新たに導入した実験2種と静電気を体感する実験に対する女子の好感が高く、特に「オリジナル電飾づくり」については、女子にとって強く印象に残る実験であったといえる。逆に、「電流」単元に必須とされる電流や電圧を測定する実験や、オームの法則の検証実験については、女子は男子ほど楽しむことができず、女子の興味を引くことを期待した「静電気の利用の話(トピック)」についても、男子の方が女子よりも関心を示したことがわかった。

ライティング活動と実験のワークシートからは、男子よりも女子の方が文章量やイラスト数が多く、より丁寧に細かく記述する傾向が見られた。また、女子の方が課題に真面目に取り組む、読み手にうまく伝えようと苦心して書いている様子が見受けられた。「オリジナル電飾づくり」のワークシートでは、女子は実験の感想として電飾が完成した喜びや達成感、つなぎ方と明るさの関係の実感、さらなる実験への意欲等を表明する傾向が強が見られた。一方、男子は、活動を楽しんではいたものの、奇抜なものを作ろうとする

あまり、「難しかった」「大変だった」といった苦勞を主張する感想が多かった。

この長期的実践における全体的な評価は、以下のようにまとめられる。

- ・ 女子も「電流」単元の学習を楽しみ、「電流」の内容への嫌悪感や学習意欲の低下も現れなかった。
- ・ 「オリジナル電飾づくり」は、女子の実験への積極性や意欲を高められる活動であった。
- ・ 授業の進行によって、女子が理科学習に対して否定的・消極的な意識・態度を持つことはなかったが、将来への理科の有用性を感じられなくなる傾向が見られた。
- ・ トピックおよびライティング活動よりも、協同的な問題解決活動の方が、女子の理科学習に対する意識や態度の向上に効果的であることが示唆された。

一般的に女子の学習意欲が著しく低下する「電流」単元であるが、本授業実践においては、女子の理科学習に対する意識や態度は低下しなかった。そして、方策の中でも美的な観賞を取り入れた協同的な問題解決活動の効果が大きく、女子が最も好感を示す方策であったため、各アプローチに「協同的な問題解決」を可能とする活動を加えることが、女子の理科学習促進への有効な授業改善方法といえるであろう。また、このような方策が男子の学習を阻害するものではないことも実証された。

(4) 得られた成果の理科教育学における位置づけと今後の展望

女子の理科嫌い・理科離れは、理科教育学研究者および教員の中で長年共通に認識され、問題視されていたものの、その要因が特定されにくく、生得的な性差によるものと考えられることも多かったために、これまで理科授業においてその状況を改善する試みがなされてこなかった。本研究では、女子の理科学習に対する意識・態度の向上を目指し、中学校理科授業を直接的に変化させる指導方法および教材を開発し、実践を通して女子の理科学習の変容を追ったという点で意義深く、この研究から、授業の展開によっては女子の理科離れを食い止めることも可能であることが示されたのは大きな成果であった。本研究は今後のさらなる実践的研究に対して、基礎的知見を提供できるだろう。国が力を注いでいる女性の科学技術分野参入の促進には、女子児童・女子生徒の理科学習に対する意識・態度の向上が基盤となることを今後も発信し続けたい。そして、女子の学習促進のための方策の開発を継続して実践的に進め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1件)

- ① 稲田結美、女子の物理学習に対する意識向上のための人体アプローチ、物理教育、査読有、59巻、3号、2011、165 - 170頁

〔学会発表〕(計2件)

- ① 稲田結美、保坂修、理科学習に対する女子の意識を改善する具体的方策—中学校「電流」単元に焦点をあてて—、日本理科教育学会第61回全国大会、2011年8月20日、島根大学
- ② 稲田結美、諸外国における料理を題材とした理科授業の展開—女子の理科学習促進の視点から—、日本理科教育学会第60回全国大会、2010年8月8日、山梨大学

〔その他〕

アウトリーチ活動

- ① 稲田結美、「女子の理科離れと要因、そしてその改善のための理科指導」(講演およびパネルディスカッション)、岩手大学男女共同参画推進室主催 女性研究者裾野拡大のための教員研修「児童・生徒の理科への学習意欲を高める指導のあり方」、2011年1月12日、岩手大学北桐ホール
- ② 稲田結美、「理科教育の新たな視点—女子の理科学習—」(講演)、上越科学技術教育研究会主催 第50回教職員理科研究発表会、2011年11月2日、フォッサマグナミュージアム

6. 研究組織

(1) 研究代表者

稲田 結美 (INADA YUMI)

上越教育大学・大学院学校教育研究科・講師

研究者番号：30585633

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし