

現代的課題としてのジェンダーステレオタイプと技術科教育教材の開発

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2016-06-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 改正, 清広 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00009440

現代的課題としてのジェンダーステレオタイプと技術科教育教材の開発

改正 清広*

Gender Stereotype as an Important Issue of the Present Age
and Development of Teaching Material for Technology Education

Kiyohiro Kaisei

要旨

グローバリゼーションによる経済圏の拡大や情報化社会の進展により学校教育に求められる水準は年々上がっている。一方で、教育の受け手となる生徒・児童らの社会的発達という側面から見ると、その過程にあって段階的に構築されつつ過渡的存在とも言える。本論文では、技術・家庭科技術分野という大学受験の受験科目とならない科目における学習と性差に着目し、教科のもつ社会文化的性別(ジェンダーステレオタイプ)が学習そのものを支配しているのではないかと考え、そのように推測する背景と解決するための実践例について論じる。特に技術科や家庭科はともすれば、男性、女性と見えることはそれが現実社会の従事者の性別に整合的であるかどうかによらず成立するため、そのように考えることそのものにも焦点を当てた。また獲得される学習成果を教育工学的視点から捉え直すこととした。

キーワード: 技術科教育, 性別役割, 隠れたカリキュラム, ジェンダーステレオタイプ, 言語コード理論, 学習方略, 教育工学

1. 研究背景および目的

1.1 教育の現代的課題と今後の教育の在り方

情報化社会は進展し、子どもたちを取り巻く状況は加速度を増して変化している。特に近年の情報端末機器の浸透はこれまでの生活を様変わりさせ、情報流通量を高めている¹。選挙権が平成27年に20歳から18歳に下げられ²、義務教育である小学校、中学校に加え、平成27年では98.0%³進学する中等後期の高等学校を卒業した生徒らには飛躍的に高まる情報を処理し、自らの主体的な意思を表示することが期待されている。さらに卒業後には付加価値を創出することのできる労働者として成長することが求められている。このとき必要な力は、経済産業省では社会人基礎力⁴、学習指導要領では生きる力⁵、国立教育政策研究所では21世紀型能力⁶と呼ばれ、自ら判断し決定できる能力として取り上げられ国民全体で生涯にわたって発達させるべきであるとして重要視されている。このような様々な場面に応じて意欲的に取り組みかつ成果をあげていく力については教育社会学の分野では英国の社会学者であるバーンズティンにより一般的スキルモードとカテゴリー化されている⁷。本論文ではその教育社会学をひとつの分析視角として論じていく。

1.2 理系人材の必要性和教育の課題

文部科学白書⁸、科学技術基本計画^{9,10}、理工系人材育成戦略¹¹で指摘されているように、理工系人材の育成は国家の存続という観点から重要である。しかし、

現在はそのような人材の母集団は多いとは言えない^{12,13}。これはそれらを職業選択できる母集団としての生徒、例えば高等学校での教育課程の選択にも影響を受けているためである。たとえば高等学校段階で文系か理系かを選択するとその後の教育内容の彩りはなく、特に文系学生の理科系の科目の学習はほとんど行われなくなる。そのため、例えば文系の生徒で物理I、IIを選択しない生徒は九州大学での調査では90%程度に達する¹⁴。このようになった背景としての高等学校の多様化施策は本来生徒の多様な興味・関心や進路等に応じる目的¹⁵であったが、実際的には各進路に合わせた定型的な科目を履修するため¹⁶、受験に必要な科目の学習に専念することになる。一方で、本来は文系、理系の比率は性別のいずれにか偏るとは考えにくく、およそ半々程度にならないことにも原因の存在が暗示される。

それにもかかわらず、文科系の生徒が義務教育、高等学校、大学・専門学校等で学業を修め社会に出た後も原子力発電所や再生可能エネルギーの負担の課題、遺伝子組み換え食品の課題、医薬品の利用や新薬の開発の課題などに対して意見を表明することが求められる¹⁷。詳しくは後に譲るが、高等学校や大学等での理科系科目や理系学部への選択は、女子生徒の場合必ずしも本人の興味だけでは決まることが近年指摘されている¹⁸。つまり、一般的な就学前学習や学校教育を経験する限りにおいては理科系科目への関心は育ちにくいと言える。なぜなら、現代の子どもらには多種多様な学校教育に直接つながらない刺激が周囲にあふれて

* 静岡大学教育学部

いたり、家族や地域社会を通じて様々な刺激に触れる機会が少ないためであるとも言える。これまでの社会が平等主義、業績主義を基本的な理念としたメリトクラシー社会と想定されたものが、実際には近年の経済のグローバル化によりハイパーメリトクラシー社会、ペアレントクラシー社会に進んでいるところからも社会的な問題と言える¹⁹。つまり、家庭からの教育への積極的、経済的、心理的な働きかけがなければ理科系科目における教育達成が実現されず、市民としてや理工系人材の育成に支障が生じるためである。

このような視点から生きる力に代表される課題解決型能力を身につけるために現在知識構成型ジグソー法²⁰のような深い理解²¹につながる能力の育成に注目が集まっている。しかし、このような教育方法は太崎らが指摘しているように教材開発が現職教員の能力を超えているため公教育として提供していくのは現実的ではないと考えられる。これは教育カリキュラムにおける耐教師性プログラムの問題もはらんでいると言える²²。

1.3 本研究の目的

本研究では、前節までで指摘した背景をもとに技術科教育の教授を困難にするジェンダーステレオタイプ¹⁸を社会学、特に教育社会学の観点から明らかにする。科学技術基本計画^{9,10}や1億総活躍社会²³に掲げられるように女性人材の積極的活用のためにもジェンダーステレオタイプのような固定的なイメージが職業選択に影響を与えることは望ましくない。よって技術科のような職業的な背景が男性²⁴と認知されやすい科目がどのような点に着目して指導されるべきかについて述べる。加えて、近年指摘されている学習観²⁵や学習方略²¹の観点から特に理科を基盤的な科目とする技術科教育においてどのような方法を用いて指導されるべきかについても述べる。本論文では、教材開発の指針の提案にとどまらず、具体的な実践例を用いて背景との関連性を指摘していく。

2. 子どもの社会化とジェンダーステレオタイプ

2.1 子どもの発達と社会化

そもそも子どもとは、出生後は保護・看護・保育の対象であるが、その範囲を超えると保護・看護の必要な年少者の保育にあたり、現在行われているような教育を施されることなく小さな大人として取り扱われて

きた。しかし時代が進むにつれ多少の違いはあっても教育を施されることが一般となり、子どもという概念は誕生した。また家族自体も愛情を主体としたものでは本来はなかった²⁶。このような時代から近代家族に移ると家族という小集団の目標を決定するのは男性が主として担い、女性は家庭内において衛生面や成員同士の緊張緩和を主たる役割として担い始める。このとき子どもは男子であれば父親の役割である手段的役割の劣位を、女子であれば母親の役割である表出的役割の劣位を家庭内で学習することで社会化していくことになると言われている²⁷。このような性別役割分業意識は終戦後の高度成長期にわたって継続するが、現代においても一般のひとびとが子どもたちに無意識に期待する役割と言える。このことはそういったステレオタイプからの逸脱を道徳的ではないこととして糾弾する同調圧力として親を含む家族や学校等での大人や子ども、地域社会等での大人や子どもらの言動等を通して子どもらに降りかかることに注意が必要である。

以上であげた性別役割観に関して表1に教育がどのような文脈を介する方が女子生徒や女子児童に対して受け入れやすい科目となるかの文脈例を例示した。

2.2 ジェンダーステレオタイプ

木村によると、セックスとは男性存在と女性存在の生物学的側面を指す言葉であり、ジェンダーとはセックスとは異なる非生物学的な側面、すなわち社会文化的側面を指す言葉であるとされる²⁸。本研究の社会的意義として今後の日本社会で活躍が期待される女性が理工系分野へ進む際の障害となるジェンダーによる問題を取り扱うため、ジェンダーによる偏見としてジェンダーステレオタイプを取り扱う。ジェンダーステレオタイプとは、一般に男子が男らしさを求められたり、女子が女らしさを求められたりすることである。また職業そのものにもジェンダーステレオタイプが存在する²⁴。ほかにも子ども期に児童・生徒の周囲で投げかけられる言動や視線等における性差もジェンダーステレオタイプを引き起こす。この結果、低年齢時の遊びに危険を伴うものが女子の行動として忌避されることで、将来の学習教科の選択や高等教育における専門の選択に影響を与える¹⁸。つまり低年齢時の経験が高年齢時の教育達成と関係のある深い理解や概念的思考²⁵を育む土壌への関与度を低くめるためである。また、職業選択の場面においても、男子であれば、学業成績の出来不出来にかかわらずさまざまな形で理系進学

表1: 性別役割(表出的役割)とそれにはたらきかける学習の文脈例 (著者作成)。

役割	望ましい文脈	望ましくない文脈
保健	保育、養護、介護	闘争、競争
衛生	整理整頓、清潔さ	乱雑、不衛生
緊張緩和	共感性を考慮した解決	論理的解決
文化	美的、装飾的	機能的

形(工業高校から大学工学部・理学部まで)が用意されているのに対し、女子には家政・経理事務・看護系・短期大学を主とする高等学校や高等教育が用意されていることから女子が理系選択するには難しい社会的な状況が存在する。

2.3 ジェンダーステレオタイプの問題点としてのワーキングメモリ

前述したジェンダーステレオタイプは認知科学面からも問題点をはらむ。学習性無力感や自己肯定感をなくした学習者にとっては本来の学習能力が発揮できれば本来解答できる問題も解答できなくなる現象を指す。前述したジェンダーステレオタイプもそのような現象を誘発する。そもそも当該学習を実現する過程として後述する人の認知発達を工学的に精査すると、当該学習内容の学習にあたって先行する学習が達成されていることを意味する。したがって、ジェンダーステレオタイプとして特定教科の学習内容に性別上の違いを認識するとその性にとって意味のある科目と認識する注意が下がると考えられる。このことと関連し、本来学習可能な内容であっても学習が困難になる現象、ステレオタイプ脅威が生じることが懸念される²⁹。したがって、そのようなステレオタイプ脅威が生じないように科目ごとの色付けが回避される必要があるが、2.1節で指摘したように社会化による同調圧力(後述する隠れたカリキュラムで学校の教諭によるものもある)から当該の子どもがその文脈を超えて、すなわちジェンダーステレオタイプを超えて学習を動機付けていくのは困難と考えられる。したがって、そのような同調圧力が存在することを前提とした教育上の方策がもめられる。

2.4 隠れたカリキュラム

隠れたカリキュラムとは一般的には男女別名簿や教師の視線等で指摘されてきた²⁷。この伝達される知識のなかにジェンダーステレオタイプが存在すると、教授する教諭は教科書に記載された正統的な知識以外の内容を自らの価値観を通して無意識に伝達することになる。このため、例えば教科毎に男子と女子との間に達成の度合いに差を設けることが教授している教諭の意識とは関係なくなされることになる。このことは生徒自身が感じる個人の学習達成の期待値に違いを生じさせるため、ジェンダーステレオタイプが男性の教科は、女子にとって学習の達成が可能であるかどうかにかかわらず、積極的に学習しなくてよいと学習させてしまうおそれがある。また、このような隠れたカリキュラムについては1990年代後半にブームになったとは言え³⁰、現職教員の認知度は高いとは言えず³¹、耐教師性プログラム²²と同様に教育社会学的課題を認知する教諭が学校現場に在籍してもそれを認知して

いない、すなわち知識ではなく態度として学習していない多数の教員が在籍する学校では十分な改善が図れないといった事態も招く恐れがある。

これらの隠れたカリキュラムも含めて冒頭で指摘した学校知識のあり方そのものにも既にウィットティら³³が指摘しているように、社会そのものを階級・階層的な視点からの議論が必要である。つまり、経済格差が進展する過程において学校での教育達成が当該児童・生徒の学習意欲に依存するが、結果的にはそれらは就学前から始まる家庭学習(親の学歴や職業も含めて)により決まることである。この結果、学校知識に親和的な中産階級の生徒は音楽、美術、家庭科、技術科等の上述のさまざまな副教科に関してもジェンダーにかかわらず学習意欲を示すことができる。つまりどのようなコミュニケーションが期待され(後述する言語コード理論によると、認知ルールに相当する)、実現すべきか(前述同様、実現ルール)を理解しうるのに対し、そうでない家庭を出自にもつ児童・生徒は学習に関心や意欲を示すことができず、教育達成が困難となるという視点である。この視点はPISA調査における家庭の蔵書の量(文化)と学力との相関からもある程度支持される³²。また、片岡により中3時の女子生徒の成績が家庭の文化度(美術館等の施設の利用率)と相関があることも指摘されていることから示唆される³⁴。

3. 技術科教育の枠組み

3.1 社会化と学習

前節では、学校知識とそれを性差なく平等に伝達するのに障害となりうる家族内での社会化や教諭・児童・生徒間での隠れたカリキュラム、それから認知面での課題として浮上するステレオタイプ脅威について整理した。本章では、技術科教育という特定の科目における知識伝達の観点から教科内容の成立過程について論ずる。

3.2 教科内容の指導について

技術科教育を分析的に論じるためにバーンステインの言語コード理論を用いる^{7,35}。言語コード理論では、<教育>をペダゴジーと捉え、図1のように知識そのものの生産、選別、伝達を言説生産の領域、再文脈化の領域、再生産の領域として分けている。言説生産の領域とは後続する知識伝達のもととなる言説を配分する領域である。これに対し、再文脈化領域では生産された

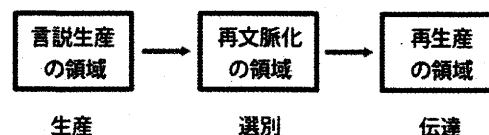


図1: ペダゴジー。

言説から必要に応じて教育する内容を選別する領域であり、そのスケールにより教育課程から個々の教育内容にまで多岐にわたる。最後に再生産領域では大学であれば学生が、初等・中等教育においては児童・生徒がそれを学び記憶し再生・再認を行う。

バーンステインは上記で示した知識の伝達を分類と枠付け、認知ルールと実現ルールと呼ばれる内容で分析した。分類は強い分類と弱い分類がある。国語科、理科、社会科、数学科、英語科等では他の教科と区別しやすく強い分類となるのに対し、技術科や家庭科は理科や社会科の内容を含み学際的な内容で弱い分類とできる。このことはそれを学習する児童・生徒の一般的な学習への動機付けに影響を与える。つまり、他と区別しやすく重要であると認知される科目への学習意欲が動機付けられやすいということである。前章までで指摘したように、ステレオタイプ脅威が存在する場合いかに教育するという工夫がなされる必要があるため、学際的科目である点を考慮した対応がその科目の設定母体(文部科学省等)により求められる。しかし、教育内容に応える十分な授業時間数が与えられているとは言えない。このため、女子生徒にとって技術科の学習は二重の意味で学習が困難な科目と言える。

一方、枠付けは評価の軸を与える。題材を用いて学習を行う課題解決的な学問である技術科教育はその評価もあいまいになりがちである。これはそれらの教科が枠付けでいうところの評価を教授する教諭と生徒の間の関係性のもとに決定されるためである。技術科教育では指導要領の範囲内で生徒自身の興味・関心を軸とした教育内容の選択がなされるという指摘である。なお、評価の観点については後述するように観点別評価として機能はしており、文部科学省により観点の枠組みや具体例の提示³⁶はある反面、依然として何を教育題材と選ぶかは教諭と生徒との間で決まっている。

さらに前述した認知ルールと実現ルールについては、自分が対面している文脈とそれ以外の文脈との差異の認知やその差異を認知した上での適切なコミュニケーションの実現を統制する。よって技術科を学ぶ際にそれが仮に理科や社会科の内容を含むとしても技術科で求められるコミュニケーションを理解し、それに沿ったコミュニケーションを生産することで教育達成がなされるのである。この点については、先に挙げた技術科の教授用資料においても指摘されている。

3.3 学校教育法、学習指導要領からの学習内容の位置づけ

学習内容は、学校教育法第六十四条に明記された以下の条文に沿うようにすることが求められる³⁷。

一 豊かな人間性、創造性及び健やかな身体を養い、国家及び社会の形成者として必要な資質を養うこと。

二 社会において果たさなければならない使命の自覚に基づき、個性に応じて将来の進路を決定させ、一般的な教養を高め、専門的な知識、技術及び技能を習得させること。

三 個性の確立に努めるとともに、社会について、広く深い理解と健全な批判力を養い、社会の発展に寄与する態度を養うこと。

に位置付けられて、技術科の場合、専門的な知識、技術および技能の習熟が特に求められる。

学習指導要領⁵上は、「ものづくりなどの実践的・体験的な学習活動を通して、材料と加工、エネルギー変換、生物育成及び情報に関する基礎的・基本的な知識及び技術を習得するとともに、技術と社会や環境とのかわりについて理解を深め、技術を適切に評価し活用する能力と態度を育てる。」となっている。

実際には内容を分野毎に、「材料と加工」、「エネルギー変換」、「生物育成」、「情報」に分けて指導内容を明確化し、指導計画に各項目及び各項目に示す事項については、「相互に有機的な関連を図り、総合的に展開されるよう適切な題材を設定して計画を作成すること。その際、小学校における学習を踏まえ、他教科等との関連を明確にして、系統的・発展的に指導ができるよう配慮すること。」のようになっており教諭に指導内容の選択を委ねている。また、「各分野の指導については、衣食住やものづくりなどに関する実習等の結果を整理し考察する学習活動や、生活における課題を解決するために言葉や図表、概念などを用いて考えたり、説明したりするなどの学習活動が充実するよう配慮するものとする。」ともあり、言葉や図表、概念などを用いて考えたり、説明したりするなどの学習方略についても触れられている。しかしながら、文脈の提示は学習活動の充実にあり、それを後述する教育工学上の学習成果としての認知的方略として取り扱われている状況は明確に示されていない。一方で、指導要領を受けて編集されている教科書の教授用資料^{38,39}においても教育効果のための助言は見られるものの今後能力の育成として期待の高まる認知的方略の獲得への指摘はみられない。

3.4 技術科教育への教育工学の適用

教育工学⁴⁰は、教授および学習を工学的に捉えた学問であり、学習成果とは知的技能、認知的方略、言語情報、運動技能、態度からなる。表2にそれらの学習成果の具体例と評価内容を示した。例えばテストの使用であれば、測定する物理量、測定に用いるレンジ、計器等の接続方法、数値の読み取りの各段階が体制化されて獲得される必要がある。一方、道具の使い方については手の添え方や道具の持ち方は本人の利き手と身体的能力や癖に依存するところがあるため、習得される見かけの技能としての運動技能とは異なる。

表 2: 教育工学上の学習成果の具体例とその評価内容. アルファベットは領域を示す.

学習成果	具体的な内容	評価内容
知的技能	テストの使用(B)	製作工程
認知的方略	道具の使い方(ABC)	製作工程
言語情報	木材や肥料の名前や効果についての知識(AC)	再生/再認課題の正答率
運動技能	のこぎりやかんなの使用法(A)	製作工程, 製作物
態度	巧緻性への関心(ABCD)	製作工程, 製作物

加えて観点別評価における課題を表 3 に示した. 教育工学では, 各学習成果を明確に分離し, その習得状況の前後関係を明確に規定する枠組みを持っているが, 評価基準は各学習成果を明確に分類していないため, 評価に困難さがつきまとうことが想定される. このことは, 言語コード理論で提示した教科そのものの枠づけの弱さから明確な評価を打ち出しにくい点とも関係する. 実際技術科では取り上げられていないが, 社会科において観点別評価の課題として, 各観点を見とる問題作成の論理や評価方法・手段の具体的方法論はいまだ確立していないとあり⁴¹⁾, その導入初期から現在に至っても評価の難しさがあると言える.

一方, このことから技術科教育における製作品教材の内容を設計指針として表現するとして研究した事例について検討する⁴²⁻⁴⁴⁾. 既に原田らにより構成要素に関する提示はあるものの漠然としたものであった⁴⁵⁾. これに対し著者らは教育工学的観点に立ち, 製作品教材を設計開発するための指針を作るために, 次の 9 観点を示した: 指導要領の網羅度, 工具利用率, 作業時間数と難度, 製作物の保守性, おもしろさ, 美観, 私費負担額, ジェンダーおよびマイノリティへの配慮. 指導要領, 作業時間数と難度, 工具利用率については前述した文部科学省等設定した学習指導要領による制約条件であり, これは言語コード理論において分類や評価の軸を通して生徒に間接的に学習への意欲を調整していることは述べた. 例えば時間数が少ないことは国家として教科の重要性が低いことを暗示している. 一方, 私費負担額やジェンダー等については製作品等の教材使用を踏まえた際に考慮されるものであり, 教諭が決定することのできる領域である. ただし, 実際には耐教師性プログラムや学校の管理職の技術科教育に対する弱い分類, つまり低い評価が存在すると, 私費負担額の調整やジェンダーに対する対応を間接的に制御・支配されうる余地がある. 一方, おもしろさや美観は直接的な学習意欲, 生活のなかでの利用を前提とした有用性の観点からの間接的な学習意欲として提示可能なものとなる. これらについては, 先に提示した

後天的に学習した文化等の経験と関連するため, 教育達成の基準として用いることは公正さの面で配慮が必要であると言え, 耐教師性プログラムと同様の問題ははらんでいる. 保守性については技術科に特徴的なものである.

3.5 ジェンダーを捉えた教育方法についての先行研究

技術科教育の視点では, 小林らは技術・家庭科技術分野における情報に関する技術の計測・制御の学習において競争という文脈は学習意欲を喚起しにくいとして技術科教育に適さないことを指摘した⁴⁶⁾. このため, ファッションショーを実現するような計測・制御教材が製作された. 前節で述べたように情報に関する技術のうち, 特に入力を制御して期待する出力動作を実現するという観点に立ったとき, 具体的な変更点が少ないのは, 計測・制御概念の習得に必要なリハーサル方略や精緻化方略の遂行とその意識化や獲得を難しくすると考えられる. さらに女子生徒に共感的である反面, 課題無関連思考として外観の装飾に関心や作業が移る恐れもあるが, 表 1 で示している通り, 課題提示の方法として女子生徒の性別役割には整合しやすいと判断できる.

次に理科教育の視点については稲田らによってこの原理の学習に介護という文脈を導入することによって学習意欲を喚起した例がある⁴⁷⁾. 表 1 で示したように介護という文脈は女子生徒が内面化する性別役割と整合している. ほかに LED によるオリジナル電飾教材についても美的鑑賞を取り扱うため学習に対して好感度を喚起できたことが報告されている⁴⁸⁾.

学校外教育的視点では著者らが行った教育実践で羊毛フェルト⁴⁹⁻⁵¹⁾を用いた電子玩具がある^{52,53)}. 同調圧力に抗って電子回路等の製作活動に参加させること, 参加することで本人にとっての理系科目への学習障壁を下げることを目的とした. 加えて, 教育工学的な観点からオノマトペを用いることでモニタリングの負荷(技能の要素としてのプロダクションの数)を低減し, 運動技能・認知技能の体制化を促すよう設計している. 技術科の教材ではないが, 先の指針を適用すれば, 作

表 3: 観点別評価とその評価上の課題.

観点別評価	評価上の課題
知識・技能	知識遂行時の動作と運動技能, 知的技能の弁別の困難さ
思考力・表現力・判断力	理科とは異なる技術の言葉での思考, 判断, 表現の難しさ
関心・意欲・態度	知識の再生/再認と実践的態度の弁別の難しさ

業難度やジェンダーへの配慮の観点を押さえてあることがわかる。

3.6 学習観と技術科教育

これまでの内容を総合すると、同調圧力等による一般的な刷り込みは社会構造的に実現される一般人としては回避することは現実的にはできないため、社会全体が共有しているイメージを体現しやすく、社会の理系科目への関心の低さや実践の少なさをそのまま実現してしまう。これは一方で概念的思考を必要とするような学習観を持たない生徒・児童において顕著な問題として立ち上がる。なぜなら理系科目全体の回避の許容をそれ自体を教授する教諭自身のイメージもそのような形になるためであり、理系科目の学習を教諭自身が勉めない状況を誘発し、構造的に国家的に性差なく理系人材の減少が生じるためである。このことから繰り返しイメージを刷新できるような柔らかな教材像の実現、教材設計概念の開発が技術科教育には求められる。

4. 教材事例

4.1 間接照明器具

ここでは前述したジェンダーステレオタイプによる課題を踏まえつつも技術科教育に資する教材として、技術科教育と関連する工作教室用教材の事例について説明する。本照明器具教材は、土台を木質材料で、シェードを障子紙で、木質材料上に配置された電気回路部からなる。ブレッドボードを用いることにより、電気回路を製作するための知的技能(認知技能)と認知的方略(学習方略)としてのリハーサル方略、精緻化方略、体制化方略の獲得が促せる点、最後にジェンダーステレオタイプへの配慮としてフルカラーLEDによる光の制御が可能である。また、既に先行研究においても単純なオームの法則を利用し、さまざまな異なる抵抗値の電気抵抗を生成し、設計活動に利用できる研究については述べている⁵⁴。本教材において期待され

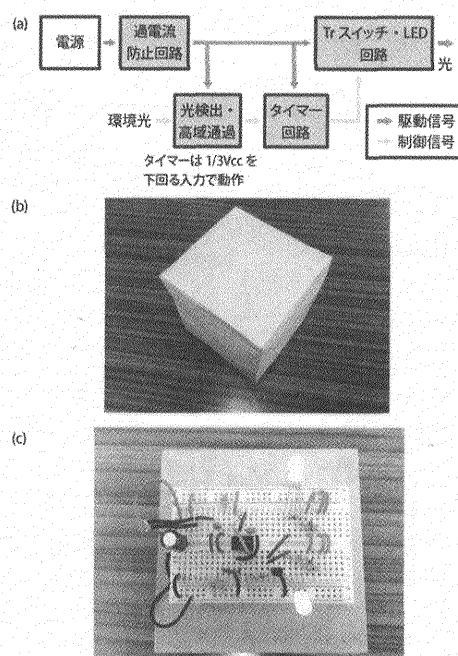


図5: 間接照明器具のブロック線図(a)および写真(b), (c)。

る学習成果を表4に示す。なお本教材のしごと・ものづくり館での実践時には、参加者の児童・生徒の学習状況をアンケートにより問うものの、集中力の保持できる時間を考慮し、回路は完成済みのものを提示し、それを自らの目的に応じて改変できるものとした。

4.2 間接照明器具の回路図の事例

ブロック線図を図5aに示す。回路は合計4つのパートから構成されている。第1のパートは、電源回路部である。電源部は単3アルカリ乾電池4本から構成され公称値から6Vの電圧が供給できうるが、その反面短絡事故等により数Aの電流が流れるため、回路への導入の際には直列に100mA以上の電流を遮断できるように定格電流が50mAとなるポリスイッチを導入している。

表4: 学習成果。

	知的技能	言語情報	認知的方略	運動技能	態度
電気回路の製作技能	回路の製作技能 システマ的思考	回路の諸要素 システム	既有知識(素朴理論等)の利用 リハーサル方略 精緻化方略 判断留保・作業分割	ニッパーによる導線の切断 はんだ付け	帰納的推論 実践的態度
LED(補助課題)	電流の制御	電圧 電流	精緻化方略		演繹的推論
RGB LED	回路の製作技能	光の三原色 加色混合			
コンデンサによる過渡現象(補助課題)	時定数の制御	過渡現象 充電・放電			
タイマーICによる時間計測			リハーサル方略 体制化方略		演繹的推論 帰納的推論

第2のパートは照明器具が環境の照度を検知し自動的に照明回路を起動させるための回路である。先行文献⁵⁵では周囲の照度の増加により自動起動する回路については示していた。ここでは周囲の照度の減少により起動させるために図7aに示すような回路を作製した。この回路ではコンデンサを介することにより出力端子(V_S)に後続する回路に出力する必要のある負トリガ信号が生成される。

第3のパートでは自動起動し一定時間経過後自動的に停止するための回路である。555 タイマーICを用いているため、用いるコンデンサ(静電容量: C [F])や電気抵抗(抵抗: R [Ω])により $t = \ln 3 RC$ を用いて後続する回路の動作時間を決定できる。ブレッドボードを利用しているため、 R や C を主体的に選択することで後続する現象を具体的に操作できるように深い理解を育むことができる。これはたとえば帰納的推論を介して法則を推測させることが物理的な変数を持つ R や C を変化させることによって把握できるためである。

第4のパートはトランジスタを介してフルカラーLEDと電流制限抵抗の直列接続された回路に流れる電流を制御できる。第3のパートの出力端子から出た信号を電流制限抵抗に挿入することでトランジスタのオンオフ状態が制御される。電流制限抵抗は三原色(赤色、緑色、青色)のそれぞれに直列に挿入されているため、独立して輝度制御が可能である。実現される光の色の例を表5に示す。赤色、緑色、青色に挿入する電流制限抵抗を選択することでさまざまな色の実現が可能であることがわかる。一方で、それぞれの色にはゆるやかな性差が存在すると考えられるため、ジェンダーステレオタイプにとらわれずに学習意欲が喚起できると期待できる。

4.3 課題提示の文脈

課題提示の文脈としては、表1で示した通り、表出的役割に整合した指導を特に女子生徒に行う場合は、間接照明器具の利用面を介護や看護、緊張緩和に置くことで実現が可能である。

4.4 教育実践

本課題の教育実践は平成27年度に静岡市のしごとものづくり館にて行った。参加者は9名で男子児童7名、女子児童・生徒はそれぞれ1名ずつであった。4.3節で示した課題提示としては表出的役割である共感としたが、男子児童は社会性が発達過程であったためか家庭に間接照明がなかったため、青色などの男性性を示す色を選択する男子児童も見られた。

事前・事後アンケートの問題文を表3に示す。以下の結果からの考察では問いを Qn (n はアンケート文の番号)とし、その回答のうち肯定的回答をA、否定的回答をD、中立的回答をNと略記する。

表3: 事前・事後アンケート

(a) 事前アンケート	
Q2	電気の勉強は簡単ですか？ 学校の授業で習う電圧や電流といった量は、例えば蛇口から出る水のように操作(調整や制御)できるものという感覚を持っていますか？
Q3	日常の家電製品(電気機器)の仕組みを正確でなくてよいので想像できたり、説明できたりしますか？ 目で見えない内容(抽象的な内容)を理解するために想像図を描いたり、別の内容に当てはめて考えてみますか？
Q4	目で見えない内容(抽象的な内容)を理解するために想像図を描いたり、別の内容に当てはめて考えてみますか？
Q5	目で見えない内容(抽象的な内容)を理解するために想像図を描いたり、別の内容に当てはめて考えてみますか？
(b) 事後アンケート	
Q6	電気回路の勉強は簡単ですか？
Q7	教室での作業を通して電圧や電流といった量を操作(調整や制御)している感覚は持てましたか？
Q8	教室を受講してみて、日常の家電製品の仕組みを想像できたり、説明できたりするようになりましたか？
Q9	実験(ブレッドボードの使い方など)は楽しかったですか？
Q10	製作作業(RGB LEDでの色づくりなど)は楽しかったですか？
Q11	実験(ブレッドボードの使い方など)は難しかったですか？
Q12	製作作業(RGB LEDでの色づくりなど)は難しかったですか？
Q13	ブレッドボードの上下(電圧)を高さ(高度)に関連づけて製作しましたが、あなたにとって理解しやすかったですか？
Q14	ブレッドボード上の電気の配線(ジャンパー線)を赤色や黒色、青色に色分けしましたが、あなたにとって回路はわかりやすくなっていましたか？
Q15	上記のように情報を視覚的に(見た目)を整理する工夫は普段の勉強で使えそうですか？
Q16	今後も継続して電子工作を行いたいですか？

まず事前アンケートの結果のうちQ4の回答から女子は1分類($Q4=N$)、男子は中立的解答群($Q4=N$)とシステム思考の有無($Q4=A, D$)で3分類に分けられると判断した。なお、システム思考は信号(情報やエネルギー)の変換過程を追うため、体制化方略と関連がある。今回システム思考を持たない児童($Q4=D$)は事後アンケートでは電気を簡単($Q7=A$)と回答はしたものの体制化方略($Q14$)や方略志向の学習観($Q15$)を持ってない回答となり、ほかの児童と比べ発達段階はやや下がると分析した。

次に事後アンケートではQ14、Q15において体制化方略、方略志向への学習観を聞いたが、まず女子についてはQ8でいずれの児童・生徒もシステム思考の視点を身につけてはいたが($Q8=A$)、それ自体を利用すること、今回の場合についてはジャンパー線の色分けによる電位の視覚化(色付け)の有用性を理解し、それを背景に通常学習における工夫(学習方略)の有用性への理解(態度変容)にまでは達していなかった女子児童が1名いた($Q13=D, Q14=A, Q15=N$)。残りの1名は理解

していた(Q13, Q14, Q15=A). 理解している女子生徒と同様の水準に達している男子児童も1名みられた. 最後に事前・事後アンケートの両方でブレッドボードの作業等のおもしろさの回答を除きすべて回答を「ふつう」または「どちらとも言えない」と回答を保留した児童がみられたが($Qn=N, n=\{2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16\}$), これは本人のパーソナリティによるものであるため今回の分析からは除外した.

加納らが指摘している通りサイエンスカフェ等では科学・技術への高い関与層が主体となっており, 今回の工作教室のような科学コミュニケーションの実践でも既に興味・関心を持っている児童・生徒が教室に参加する⁵⁶. しかし, 今回の実践でも女子児童・生徒の参加率は低かったが, 自由参加であるにもかかわらず参加があった点に着目すると, 性差なく意欲的に取り組める(Q9, Q10=A)教材となっていたように推察できる.

4.5 本課題の発展的利用

本課題は教育研究のために前述のような実践を行っている. 本来は中学校等での利用も期待されるが, その際に知識構成型ジグソー法のようなグループでの深い学習の実現への展開も検討できる. なお, ジェンダーステレオタイプへの配慮については美的鑑賞等を利用文脈として提示が可能な特徴を持っているため利用価値があると考えられる. 以下にその事例を示す. なお, 用いている回路の一部は先行文献⁵³で示したものが含まれるが, 実践方法の具体化を目的として詳述した. また, 本展開は技術科教育特有の言語活動を基礎とし, 理科における法則を利用したものづくりからの転移を期待しているためやや高度である点はことわっておく.

4.2 節で示した通り, 回路は4つのパートから実現されている. 各グループに提示する情報は以下の通り

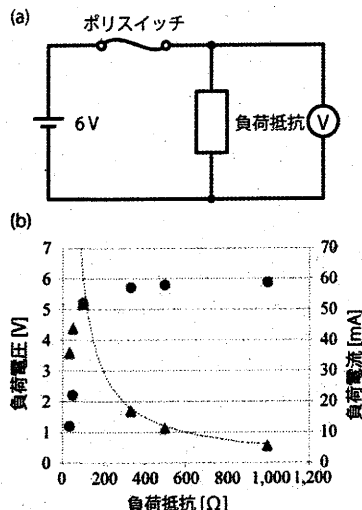


図6: ポリスイッチの動作確認回路(a)と負荷抵抗-負荷電圧/負荷電流特性(b).

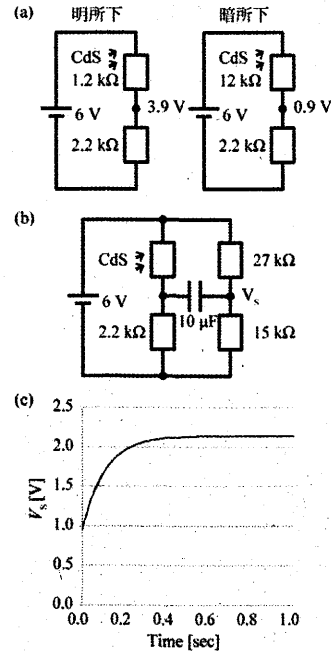


図7: 照度センサ入力による負トリガ生成回路(a)とその出力の信号のSpiceシミュレーション結果.

である.

A グループ: 回路の誤動作防止や保守点検に用いることのできるポリスイッチの機能と乾電池の短絡事故について学習する. 短絡させた際にはポリスイッチが高抵抗化することを理解し, その機能を活用させる. 負荷に供給する必要がある電流の最大値をもとのグループのメンバーから得ることによってどのようなポリスイッチ(保守部品)を選択すべきかをグループで共有できるように学習する. 言語活動は指定したポリスイッチの電流電圧特性の取得を介して行う. 既に電流電圧特性を基本的な知識・技能で対応する方法については述べているが⁵⁴, 測定回路を図6aに, 結果を図6bに示す. 測定回路については抵抗の直列接続・並列接続・それらの混合により実現させることができる. 図6bから負荷抵抗が小さいとき, すなわち短絡事故が生じた際には負荷に電圧が加わらないこと(短絡電流が抑制できること)が確認させられる.

B グループ: 照度センサの機能とトリガ信号(電気信号)について学習する. 照度センサにおける照度と抵抗の関係から照度センサ単体で2値的な出力(3.9Vと0.9V)が可能であることを学習し(図7a), コンデンサを利用することで過渡的な信号(トリガ信号)を生成できること(図7b, c)をグループで共有する. 言語活動は回路に用いる抵抗を変化させたときの電圧変化のシミュレーションとする.

C グループ: タイマーICの機能と電気抵抗, コンデンサ回路の過渡応答について学習する. タイマーICによる出力信号の時間制御については既に述べている. 出

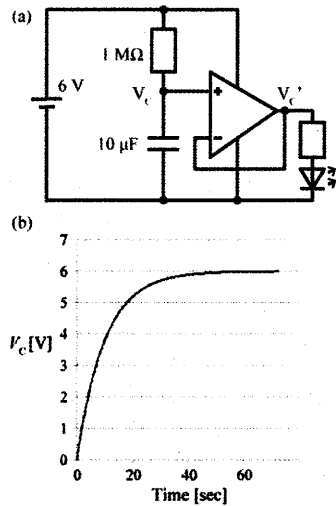


図 8: コンデンサに充電される電圧概念の視覚化用回路(a)と充電過程での電圧の時間変化(b).

力(電圧)信号が技術科教育における「電気信号」であることからそれを視覚化する回路として図 8a のようなボルテージフォロアを用いた回路を用いることで理科で教授される電圧概念を技術科における制御に用いる概念として共有する。図 8(a)の右側の回路は電圧の変化を LED の輝度により視覚化するための回路である。またその電圧の変化を一般的な過渡応答の結果でシミュレーションしたものを図 8b に示す。抵抗値や静電容量を変化させることで LED の輝度の変化が緩やかになることから時間的な制御への有用性を理解させる (詳細な R, C の選択方針については文献 55 に示した)。

D グループ: フルカラーLED を用いた照明器具の光の生成について学習する。光は色ごとに独立に負荷電流を制御できるため、任意の輝度の任意の色の光を生成可能である。ただし、図 5 に示すようにそれぞれの負荷電流の独立した制御は一定の範囲内にとどまる。ここではこれを踏まえて、どのような色を実現するには負荷電流をどのように制御すべきなのかとその負荷電流を実現するにはどのような電気抵抗を選ぶべきかをグループ内で共有するものとする。具体的な抵抗を表 5 に示す。より精密な色合わせを行う場合は、表 5 に示した通り、直列接続や並列接続を行うことによって容易に色を変更することができる。

以上の内容を個々のエキスパートグループ内で習得

表 5: RGB LED で生成できる色の例.

	赤	緑	青
桃色	1 k Ω	20 k Ω	10 k Ω
橙色	1 k Ω	10 k Ω	20 k Ω
薄橙色	1 k Ω	10 k Ω	10 k Ω
紫色	1 k Ω	10 k Ω	1 k Ω
緑色	10 k Ω	1 k Ω	10 k Ω
水色	1 k Ω	0.5 k Ω	1 k Ω
青色	10 k Ω	10 k Ω	1 k Ω

し、もとのグループで意見交換した上で、各目的に合った作品の実現を個々に促す。これにより物理概念である電圧や電流を信号概念として利用した深い水準での学習が期待できる。なお、ブレッドボードの利用はリハーサル方略の実践を容易にするが、製作品を完成させる際にはブレッドボード型のユニバーサル基板を用いるとよい。

5. おわりに

本論文では、技術科教育における知識の伝達について検討し、その障害となりうるジェンダーステレオタイプについて教育社会学的視点から整理した。それを踏まえ教育の現代的課題としてハイパーメリトクラシーの社会において求められる学習意欲と成果につながる力の両方をジェンダーステレオタイプの問題を回避しつつ獲得するために、どのような形で教材設計がなされるべきかを具体的な実践事例とジグソー法を用いた教材利用例を挙げて説明した。

なお、本研究の一部は、平成 27 年度静岡大学教育学部教育実践総合センタープロジェクト「断片的知識アプローチによる物理概念獲得感を踏まえた設計概念の獲得に関する研究」の助成を受けている。

参考文献

- 1) 総務省: 平成 27 年度情報通信白書, <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/pdf/index.html>.
- 2) 公職選挙法等の一部を改正する法律, 2015 年 6 月成立, 2016 年 6 月 19 日施行.
- 3) 文部科学省: 高等学校教育の現状, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2011/09/27/1299178_01.pdf.
- 4) 経済産業省: 社会人基礎力, <http://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/>.
- 5) 文部科学省: 学習指導要領, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/.
- 6) 国立教育政策研究所: 21 世紀型能力, http://www.nier.go.jp/05_kenkyu_seika/pf_pdf/20130627_4.pdf (2015 年 12 月 22 日閲覧).
- 7) B. Bernstein: <教育>の社会学理論 象徴統制, <教育>の言説, アイデンティティ (久富善之他訳), 法政大学出版局 (2011).
- 8) 文部科学省: 平成 26 年度 文部科学白書, http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpab201501/1361011.htm.
- 9) 文部科学省: 第 3 期科学技術基本計画, <http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/kihon3.html>.
- 10) 文部科学省: 第 4 期科学技術基本計画, http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/kihon/main5_a4.htm.
- 11) 文部科学省: 理工系人材育成戦略, http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/sangaku2/1351875.htm.
- 12) 日経 BP 社: 人材確保に向けた改革 技術者不足の解消に向け育成と協業, スカウトを加速 (特集 攻めの研究開発), 日経エレクトロニクス, 1037 (2010) 40-44.
- 13) 大津賀文雄: 組込み技術で世界をリードしていくために, SEC Journal, 5 (2009) 77.

- 14) 九州大学: 高校における新課程履修状況に関する平成 18 年度入学者を対象とした調査, http://rche.kyushu-u.ac.jp/investigation/data18unstudy_subject_new.pdf (2015 年 12 月 28 日閲覧).
- 15) 文部科学省: 平成 18 年度文部科学白書, http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpab200601/index.htm.
- 16) 鶴岡森昭, 永田敏夫, 細川敏幸, 小野寺彰: 大学・高校理科教育の危機, 高等教育ジャーナル(北大), 1 (1996) 105-115.
- 17) 藤垣裕子, 廣野善幸: 科学コミュニケーション論, 東京大学出版会 (2008).
- 18) 河野銀子, 藤田由美子: 教育社会とジェンダー, 学文社 (2014).
- 19) 本田由紀: 多元化する「能力」と日本社会—ハイパー・メリトクラシー化のなかで, NTT 出版 (2005).
- 20) 大崎理乃, 三宅なほみ: 機能機構階層図を用いた知識構成型ジグソー法による学習の分析, 日本認知科学会 (2015).
- 21) 辰野千壽: 学習方略の心理学 賢い学習者の育て方, 図書文化 (2010).
- 22) 秋田喜代美, 佐藤学: 新しい時代の教職入門, 有斐閣 (2006).
- 23) 首相官邸: 一億総活躍国民会議, <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ichiokusoukatsuyaku/>.
- 24) 安達智子: 職業に対するジェンダー・ステレオタイプ—女性職は女らしい? 男性職は男らしい?—, 日本心理学会総会論文集, 52 (2010) 372.
- 25) 榊原知美: 算数・理科を学ぶ子どもの発達心理学, ミネルヴァ書房 (2014).
- 26) 千田有紀: 日本型近代家族, 勁草書房 (2011).
- 27) 岩井八郎, 近藤博之: 現代教育社会学, 有斐閣 (2010).
- 28) 木村涼子: 学校文化とジェンダー, 勁草書房 (1999).
- 29) 湯澤正通, 湯澤美紀: ワーキングメモリと教育, 北大路書房 (2014).
- 30) 金子省子, 青野篤子: 保育所・幼稚園におけるジェンダーをめぐる課題, 愛媛大学教育学部紀要 教育科学, 50 (2004) 131-139.
- 31) 明石要一, 都筑学, 佐藤香, 西島央, 木村治生, 邵勤風, 岡部悟志, 橋本尚美, 野澤亜伊子: 子どもの 24 時間の過ごし方と時間に関する意識—「放課後の生活時間調査」(2008 年)の結果から—, 第 61 回日本教育社会学会, http://berd.benesse.jp/berd/aboutus/katsudou/pdf/gakkai_04.pdf (2015 年 12 月 22 日閲覧).
- 32) G. Whitty: 学校知識のカリキュラムの教育社会学 イギリス教育制度改革についての批判的検討 (久富善之他訳), 明石書店 (2009).
- 33) 国立教育政策研究所: OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA2009), <http://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/> (2016 年 1 月 3 日閲覧).
- 34) 片岡栄美: 教育達成における家族の教育戦略—文化資本効果と学校外教育投資効果のジェンダー差を中心に—, 教育学研究 (2001) 259-273.
- 35) 久富善之, 小澤浩明, 山田哲也, 松田洋介: ペダゴジーの社会学 パーンステイン理論とその射程, 学文社 (2013).
- 36) 国立教育政策研究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), http://www.nier.go.jp/kaiatsu/hyouka/chuu/07_chu_gizyutu_katei.pdf?time=1451989606651.
- 37) 学校教育法, <http://law.e-gov.go.jp/htmlldata/S22/S22HO026.html>.
- 38) 中村祐治, 井上礼央, 行天健, 小倉脩, 尾崎誠, 渡邊茂一: 中学校技術・家庭科教用資料 まずは, ここから「技術の評価・活用」, 東京書籍 (2015).
- 39) 中村祐治, 井上礼央, 行天健, 尾崎誠, 渡邊茂一: 中学校技術・家庭科教用資料次に, これだけは「技術の評価・活用」学習指導と学習評価の実践—技術立国ニッポンの将来のために—, 東京書籍 (2015).
- 40) R. M. Gagné, Walter W. Wager, Katherine C. Golas, John M. Keller: インストラクショナルデザインの原理 (鈴木克明, 岩崎信監訳), 北大路書房 (2007).
- 41) 峯明秀: 社会科の学力評価論の批判的検討—学習の事実に基づく授業改善研究の必要性—, 全国社会科教育学会『社会科研究』, 80 (2014) 33-44.
- 42) 菊澤喬: 長期利用を想定した多機能 LED スタンド教材の開発, 平成 26 年度静岡大学教育学部卒業論文 (2015).
- 43) 改正清広: 教育工学的観点からの技術科教育の内容, 第 33 回日本産業技術教育学会東海支部大会講演論文集 (2015) 121-122.
- 44) 池田瑠哉, 大石拓弥, 改正清広: ジェンダーステレオタイプ解消を目指した技術科教育方法の開発, 第 33 回日本産業技術教育学会東海支部大会講演論文集 (2015) 141-144.
- 45) 原田信一, 藤川聡, 安東茂樹: 技術科教材論, 竹谷教材出版 (2012).
- 46) 小林万甫子, 松岡守, 山本尚登: ファッションロボット教材の開発, 日本産業技術教育学会第 32 回東海支部大会講演論文集 (2014) 45-46.
- 47) 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, 59 (2011) 165-170.
- 48) 稲田結美: 理科学習における女子の意識と態度の改善に関する実践的研究—中学校理科「電流」単元を事例として—, 理科教育学研究, 54 (2013) 149-159.
- 49) テクノ手芸部: テクノ手芸, ワークスコーポレーション (2010).
- 50) テクノ手芸部: <http://techno-shugei.com/> (閲覧日: 2014 年 12 月 30 日).
- 51) 富永祐衣, 塚田浩二, 椎尾一郎: フェルト羊毛を用いた電子手芸法の提案, 情報処理学会研究報告 (2012).
- 52) 改正清広: ものづくり無関心層へ訴求する羊毛フェルト電気教材の開発, 静岡大学教育学部教育実践総合センター, 23 (2015) 43-50.
- 53) 大石拓弥, 改正清広: 物理に関するジェンダーイメージを踏まえた女子児童・女子生徒向け工作教室用教材の開発, 日本産業技術教育学会第 58 回全国大会 (2015).
- 54) 改正清広: 抽象概念を言語活動を通して理解するためのエネルギー変換複合教材用予備課題, 静岡大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, 24 (2015) 85-92.
- 55) 改正清広: 言語活動を通して「計測・制御」概念の獲得を目指すエネルギー変換複合教材の開発, 静岡大学教育学部教育実践総合センター, 23 (2015) 51-60.
- 56) 加納圭, 水町衣里, 岩崎琢哉, 磯部洋明, 川人よし恵, 前波晴彦: サイエンスカフェ参加者のセグメンテーションとターゲットティング, ～「科学・技術への関与」という観点から～, 科学技術コミュニケーション, 13 (2013) 3-16.