

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

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2015-07-06 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/10.14945/00008887

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

改正 清広*

Development of teaching material using wool
for female students uninterested in handicraft using electronics

Kiyohiro Kaisei

要旨

第3期科学技術基本計画に引き続き第4期科学技術基本計画においても国民への科学技術への理解と信頼を得ていくために科学技術コミュニケーション活動の実施がうたわれている。また同計画においては女性研究者人材の積極的育成や将来科学技術を担う人材の体系的、継続的な育成も指摘されている。そこで本研究では大学工学部、産業技術総合研究所、電気機械系の製造業における男女比に注目し、それらに所属する研究者や技術者が男性に偏っている理由として従来から指摘されてきた性役割が遠因として影響しているのではないかと考えた。既に高校生段階においては男女雇用参画機構により理科系の女子高校生を対象に理系研究者・技術者を身近に感じてもらふ仕組みは実施されている。しかし高校進学段階で既に理科系の科目への興味関心は下がっていることから、就学前や小学校段階において自分に期待されている役割(性役割)により理科系科目への関心を減退させている可能性があることを推察し、このような発達段階において理科系、特に電気機械系への関心を継続させられるような、また理科系科目への有能感を醸成しうるような試みとして学校外工作教室にて利用できる羊毛フェルトを用いた電気教材を開発した。ここで羊毛フェルトを用いている点については女性が発達段階で獲得する表出的役割との整合性を加味しており、教材により学習後それを所持したり、他者に提示する際においても表面上は女性的なものに映るため性役割期待の同調圧力の影響を受けにくいことが挙げられる。一方、これらの教材製作への関心を高めつつ電気工作を実施し有能感を獲得するために、製作される電子回路の制御は感性処理を採用した。本教材の実践では概ね好意的な感想が得られたが、引率した親へのアンケート結果からは工作教室を教育的なものとして捉え、学校外の学習の場として積極的に子どもを連れて来ていることがわかった。このことから本工作教室はものづくりに関心の薄い女子児童を対象に行っているものではあるが教育選抜を業績主義(メリトクラシー)によるものではなく親の富と期待によって行わせるペアレントクラシー、すなわち教育格差を助長していくものとなりうるということが懸念される結果を得た。

キーワード： 科学技術コミュニケーション 隠れたカリキュラム 性役割 ヒューマンインタフェース 感性処理 ペアレントクラシー

1. 研究背景および目的

1.1 科学技術コミュニケーション

第3期科学技術基本計画に引き続き第4期科学技術基本計画では幼少期から高齢者までの幅広い国民層への科学技術への理解と信頼を得ていくためには、科学技術コミュニケーション活動等の取り組みを推進していくことが明記され、加えて現在でも少ない女性研究者人材の積極的育成も求められている^{1,2,3)}。これらは今後も日本が科学技術の分野において世界を先導していく立場にあるためであるが、大学の工学部、大学院工学研究科、民間製造業における女性研究者/技術者の割合はそれぞれ12.3%⁴⁾、10.9%⁴⁾、14.6%⁵⁾と低いことが報告されている。これらを解決する手段のひとつとして科学技術コミュニケーションに関わる活動が役に立つと考える。科学技術コミュニケーションについては梶らの説明を引用する⁶⁾。

科学と技術にかかわる専門家とそれ以外の人々との間のコミュニケーションである。このコミュニケーションは日常生活で経験するなかば無意識的な「伝え合い」とは違う。科学技術コミュニケーションとは話題についての参加者の意識や知識や経験の違いから出発するコミュニケーションである。

これらの活動では科学技術に関する啓蒙活動としてサイエンスカフェや工作教室等も実施されているため⁷⁾、学校教育のような指導内容に法的拘束力を持たせている学習指導要領のような制約は存在せず多様な学習の場が提供されている。また2005年度には北海道大学をはじめとしたいくつかの大学で科学技術コミュニケーション活動の推進のための研究プロジェクトも行われている^{6,8)}。しかしながらサイエンスカフェや工作教室に参加する市民では必ずしも当初の目的とされるような国民全体の科学技術に対する啓蒙とはならな

* 静岡大学教育学部

いことが懸念される。なぜならそのようなイベントに積極的に参加する層はそもそも科学技術に関わっている層、すなわち興味や関心を持っている層に対する啓蒙となっているためである^{8,9)}。したがって実際工作教室等に来る生徒はそもそも科学や技術、ものづくりに興味を持っており、これらの活動は科学や技術、ものづくりを好む生徒をより好むように動機づけているとも言える。

1.2 性役割

生徒や児童の発達を振り返ると、生後3年程度において社会化のひとつの過程として性役割の取得を開始する。このとき選好を強化していく性別は同性であり、性別によって異なる関心対象、男児であればロボット等の機械類、女子児童や女子生徒であれば洋服や人形などに分かれていく¹⁰⁾。このように関心の対象が発達段階のなかに組み込まれている。しかしながら、従来行われて来た科学技術に関する啓蒙活動は前者のような「無自覚的にもともと科学技術に関心が高い層」などに向けられていた。それは提示される関心が各性別と関連性の高い役割と関係したものであったからとも言える。つまり論理性を重視する科目である物理に關係した科学教室についてはその理解が道具的役割によって獲得される概念と関係するため男子の方が関心を持ちやすい。これは従来から指摘されてきた物理に対するジェンダーイメージによるものである¹¹⁾。一方、造形等の感性を重視する学習内容については表出的役割によって獲得される概念と関係するため女子の方が関心を持ちやすいと考えられ、実際稲田による理科での授業実践では理科(発光ダイオードを用いた学習)であったとしても美的鑑賞を伴う教材として設計することで女子の教材に対する好感度、すなわち学習意欲が喚起されたり¹²⁾、物理学の学習であれば利用価値として看護という文脈を与えることで学習(てこの原理)が促進される結果が報告されている¹³⁾。また中学校技術・家庭科技術分野においても同様に制御についての学習において用いられる対戦という文脈は女子生徒に拒否反応を与えることも報告されている¹⁴⁾。このように各科目分野毎の興味は性役割におおまかに依拠していると言える。一方で美術館、博物館、絵本の読み聞かせ等の様々な文化的環境の提供度合いによって中学校3年次の学力等に影響を与えていることも報告されている¹⁵⁾。このため教育社会的には、特に女子児童や女子生徒はもともと機械や電気等の物理現象に関わる機会が性役割のために少なくなるのに加え、家庭環境によっては性役割を超える多様な価値への柔軟性も持ちにくい場合が生じていると推察される。さらに「隠れたカリキュラム」による前述した性役割の固定化が教育課程においても行われており^{16,17)}、科学技術への関心を高める環境は限定的なものとなっていると

言える。

1.2 羊毛フェルトを用いた電子工作

羊毛フェルトとは、細工を施した針を羊毛原糸の束に突き刺すことにより原糸の束をフェルト化することで任意の立体形状を作り出すことによって得たフェルト製玩具・オブジェである。近年かすやきょうことよしだともふみ(氏名は文献17 出版時のもの、以下テクノ手芸部と略記)らによって羊毛フェルトと電子工作を合わせた遊びが提案されてきた¹⁸⁾。テクノ手芸部によると、転倒スイッチや光導電セル、さらにはマイコン(arduino等)を用いた作品の発表・販売が行われている¹⁹⁾。一方、このような羊毛フェルトによる科学技術研究については女子学生を筆頭著者としてヒューマンインタフェースの新たな可能性の探索についての研究も行われている²⁰⁾。

1.3 本研究の目的

本研究では、性役割、就学前学習、家庭環境によりもともと電気や機械といったものに関心の薄かった女子児童や女子生徒に対し、電子工作に関するものづくりへの関心を広げる機会を提供する方法として羊毛フェルトを用いた電子工作教室を企画する際の教材案を提示する。狙いは第4期科学技術基本計画や科学技術コミュニケーションの定義にもあるような教材製作を通してより市民である女性が電子工作のような道具的役割に関係する概念に接近する機会を増やすことにある。

本研究では特に玩具の審美性と玩具の制御に関するインタフェースに着目した。前者については1.1で指摘したように単なるものづくりの機会(電子工作教室)を提供してもそもそもものづくりに興味のある女子児童や女子生徒でなければ工作教室への参加を動機づけることができない可能性があるためである。すなわち例えば洋服やアクセサリ等の審美的なものに強く関心のある女子児童や女子生徒に訴求できることが本研究の狙いである。図1は教材例であるが、乳児の顔の形状と同様人が生来愛でたくなるような丸形の形状を呈していることを愛玩物の基本的形状として設計に反映している。またこれ以外にも原が指摘しているような

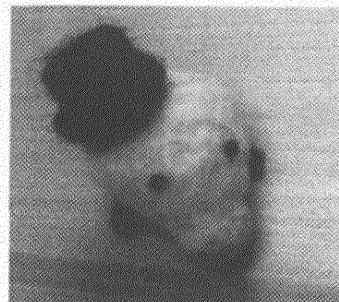


図1: なでると頬が紅潮するひよこ(著者作)。

他者を啓発するようなデザイン²¹⁾となるように帽子も製作できる余地を残すなど注意を払っている。後者については近年開発される工業製品は論理性を重視する知的処理だけではなく、感性を重視する感性処理が広く用いられている点を踏まえた²²⁾。今後ユニバーサルデザイン²³⁾などの多様な価値観を考慮した製品づくりが求められる際に、感性処理は不可欠な要素である。よって作品づくりにおいては一般に女性の嗜好に整合的な作品と調和の取れた感性処理が可能なものとした。

以上を踏まえ本研究では、審美性を保持しつつも女子児童や女子生徒の発達段階において製作上支障を来さず、感性処理を踏まえた機能的/審美的設計とすることとした。また本教材の実践上の初期的検討して静岡大学学園祭にて教材を使用し改良を加えた結果を報告する。

2. 性役割および概念発達と学習への動機づけ

2.1 性役割に一致した興味や関心

生まれたばかりの赤ちゃんは無性的な存在であり、行動や表情に性差は見られないことが知られている^{24,25)}。成長過程で外界からの性役割期待のはたらきかけによって本人の行動が環境によって制約され、生後2,3年で自らの性を自認し、紋切り型の選好として定着する。特に社会化の発達段階にある女子児童は母親の家族という小集団の緊張を緩和するような表出的役割を主たる役割として学習すると言われている。したがって、社会化の過程において無意識のうちに形作られていく自己の性役割に一致しにくい電気機械等に関する選好の弱さがある程度発達した後(中学生や高校生の段階)で変えていくことは難しいと考えられる。そのため科学技術コミュニケーションの一貫として電子工作を含めた玩具づくりが提供されるとしてもそれは本人およびその親、同性・異性の友だちを含む環境の性役割に対する認識に一致した形で実現されなければならない。もしならなければ、仮に本人に関心を示す余地があったとしてもそれが周囲からの役割期待に負け仮に興味や関心を内心抱くことができてもそれを実行に移すことは難しいと考えられる。さらに仮に実行できても将来まで継続する態度として定着することはないと推察できる。

2.2 物理概念の発達

出生時の乳児は生得的に快、不快、興味の概念を持っていることが知られており、その後の発達においては外界の事象を理解し自ら説明するための理論として素朴物理学や素朴生物学を獲得するとされている。今回製作する電子回路は理論として物理学(電磁気学や応用科学としての電気工学、電子工学)によって支えられているが、近年の理科離れにみられるように物

理学に関する興味や関心は低く、ピアジェの発達段階で指摘されるような抽象的な理解や操作を要する電子回路の理解(形式的操作)は性別によらず難しいと考えられる。物理概念については生後2.5ヶ月程度から慣性、永続性等の概念として獲得されていくが²⁴⁾、これらは具体物を伴った概念の獲得であり、電気のような基本的には視覚的ではない抽象的な概念ではない。そのため、たとえば電流概念や電圧概念であれば、授業においては重力概念を既有知識として利用することで理解や納得感を得ようとし、その後は電源や負荷を回路図や数式を用いて抽象化する²⁶⁻²⁸⁾。そのため電気に関する概念の具体的な学習に目を向けると、たとえば重力概念を用いた理解を行う場合、重力概念を用いた分流の法則の学習の教授とオームの法則による並列接続時の合成抵抗(負荷)の区別が十分に行えないと、定電圧源に並列に接続された負荷に対しては仮に負荷が変化しても電流の変化は生じないという誤概念が形成される恐れがある。このため小林らが行った調査にもあるように中学校理科における電気に関する概念の定着率は高くない²⁹⁾。したがって、今回のような児童・生徒向けの教材として電子回路を用いた教材開発を行う場合、理科学的な視点から電気に関する統合的な理解を得ていくことで製作上の有能感を醸成することは難しい。このため、部分毎に具体的な操作(部分間の接続や回転/遮へい/接触等の操作)を通じて動作検証可能な回路を組み合わせることによって理解を促す。その結果、それぞれの回路をひとつの領域固有の概念として、すなわち端子対を持つブラックボックス(エネルギー供給部、スイッチ部、エネルギー消費部)として将来の学習につながる電気に関する現象的な概念を獲得できるよう教材の設計を行う。今回の場合はブラックボックス(回路)の接続やブラックボックスの回転(転倒スイッチが動作)や遮へい(照度センサが動作)、接触(温度センサが動作)を通して制御できることを学習させる。

2.3 学習への動機づけ

工作教室では玩具の製作が行われるが、実際的には科学的知識の取り込みのしきい値を下げた上で物理学に関する知識や経験の獲得が教育上の目的である。そこでそれを容易にするために教示者や工作補助者による発話についても検討する。運動技能(概念)の獲得には様々な形態がありうるが、一般に言語を加えた方が単なる教授者の作業の模倣に比べて学習がしやすくなる。そこで、生田によって提示されている運動/認知技能の獲得過程におけるわざ言語の有用性³⁰⁾や主にスポーツや体育学習における技能獲得の側面を鑑み^{31,32)}、オノマトペを用いた言語教示に着目することとした。

オノマトペの例としては以下のようなものが挙げられる。

- 針作業: アイスクリームに指すように「グサッ」と指す。(針作業の危険回避を目的として)タンポポの綿毛に刺すように「フワッ」と刺す。また電子工作を行う上で知覚を用いた制御を学習者に行わせることを目的として、運針動作時に針と羊毛間で発生する摩擦音や羊毛原糸の切断音、「シュッ」をオノマトペとして採用し、その音の長さから運針量を教示する。
- はんだ作業: (接触時間を意識させるために)「ピタッ」とつける (作業時に発話させる)。ここでも上記と同様に「ピタッ」の発生音を長めにとることで基板のランド部や部品の適切な余熱時間を確保させることができる。
- グルーガン作業: (ゆっくりガン先端を移動させるため)「ネッチョリ」つける。「フワッ」とつける。(グルーを切断させるために)「スパッ」と離す。

針作業の場合、形状を粗く作製する場合と形状を整えたり芯部に電子回路がある場合で技能を選択できる必要がある。しかし、これらの一連の動作を手続き的知識として言語的に理解することは家庭環境における言語活動によっては認知的負荷が大きいと考えられる。そこで作業の質に着目すればオノマトペを用いた場合、場面に応じて一言で作業上注意すべき点の多くを指摘することができるため、認知的負荷を大きくせず技能の獲得が進むと考えられる。これらの言葉を用いることで、獲得技能の内容(運針動作と羊毛の形態形成の関係)について考える機会を与え、これらの言葉による描写を知覚的イメージを伴った記憶用の符号として用いることで運動技能の定着を図る。

3. 羊毛フェルト教材

3.1 教材の構造

教材は羊毛フェルト部と電子回路制作部に分かれる。羊毛フェルト部、電子回路制作部の教材設計についてそれぞれが技能として体制化され獲得できるよう配慮する。性(女性)と整合的な表出的役割とは異なる手段的役割と関連する内容に十分な興味や有能感が醸成される必要がある。そこで作品におけるインタラクションを本人自ら選択し、製作が完了できるように複数のインタラクション(照度センサ、転倒スイッチ、温度センサ)を準備する。照度センサは教材をなでる動作により、転倒スイッチは教材を寝かせる(転覆させる)動作により、温度センサは教材に一定時間触れる動作によりその信号を検出して出力動作(LEDの点灯)を行う。なお、羊毛フェルト部と電子回路部の製作を交互に行わせ、本人の発達段階や注意資源等を考慮し、製作経験が基本的には羊毛フェルトによる玩具作りとなるように配慮する。これは感情一致効果による電子回路製作経験を快経験とし手段的役割に関係する概念への接近を維持するためである。

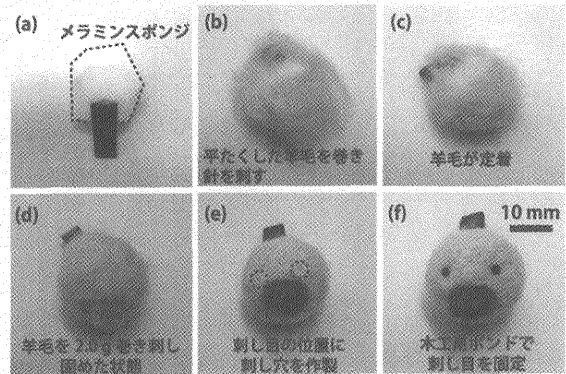


図2: ミニひよこの製作。著者が技能獲得の過程を明示するために示したもの。(a)メラミンスポンジコア。(b)-(c)フェルト巻き上げ時。(d)別に製作したくちばし

具体的な製作手順としては、運針動作の運動技能獲得過程について1) 運針動作の手続きの理解と実行、2) 運動技能の体制化、3) 運動技能の自動化となる。1)の段階では羊毛原糸とフェルト化の関係をフェルト針の構造と針状の先鋭物が糸には絡まりにくいという生活知識からフェルト化の過程を教示するが、一方で糸が絡まりつつある過程を直接知覚的、すなわち聴覚的に理解させることとした。これにより、運針動作による絡まりの多寡をオノマトペによる教示と関連させて運針動作の制御に充てることができる。後述するように電子回路部は専用の回路基板上に種々の電子部品をはんだ付けしたものをグルーガンで固めており、羊毛フェルトはその外皮として製作させる。そのため、運針動作は外皮の形状制御と同時にフェルト化という役割を同時に担う必要がある。このため、フェルト化のみに着目できる課題として当初はフェルトのみで座布団(四角い形状の羊毛フェルト、図は省略)やミニひよこストラップを製作することとした。ミニひよこストラップを図2に示す。ミニひよこは図2(a)に示すようにメラミンスポンジコアに自分の好みの色のフェルト

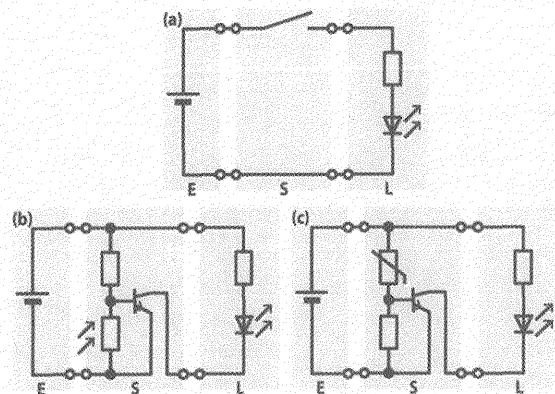


図3: 電子回路。(a) 転倒スイッチを用いたLED点灯回路。(b) 光導電セルを用いたLED点灯回路。(c) NTCサーミスタを用いたLED点灯回路。E, S, L部は電源回路部、スイッチ回路部、負荷回路部を表す。

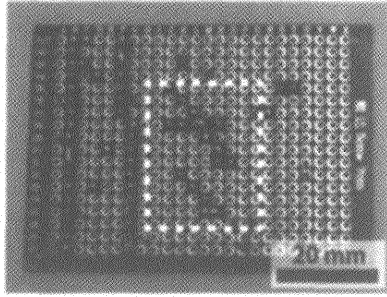


図4: はんだで製作したドットアート (教材実践参加者の産出物). 中央部に文字を作製している.

を巻き付けることで(図 2(b))比較的容易にフェルト化をはかることができるよう用いている. コアを用いることで形状作製の成立の失敗や製作形状の不安定さを回避することができ次工程の効力期待を醸成する. また教材負担を考慮した際, メラミンスポンジは羊毛より安価に調達できることも利点である.

3.2 電子回路部

提示する回路は対別すると 2 種類あり, 1 つ目は転倒スイッチを導入した回路(図 3(a))であり, 2 つ目はセンサを制御入力としたトランジスタスイッチ回路(図 3(b), (c))である. これらを準備することで発達段階における巧緻性に配慮することができる. センサは光導電セル(暗抵抗 0.5 M Ω)または NTC サーミスタ(50 k Ω)を利用する. 回路はまずブラックボックス化された 3 つの領域(エネルギー供給部, スイッチ部, エネルギー消費部)に分けて教授され, プログラム学習の基本的原理に則って学習者によりブレッドボード上での動作検証を促し, 製作時にはんだ付けを行って回路を製作するまでの効力期待を得る. ここでも発達段階に応じて遊戯性を失わないようにはんだ付けの作業においては図 4 のようなドットアートを描くなどを行い, 実際のはんだ付け時の注意資源の枯渇や効力期待の減退を防止する. 最終的に動作する電子回路が製作できたら, 羊毛フェルト作業中に電子回路が壊れないよう

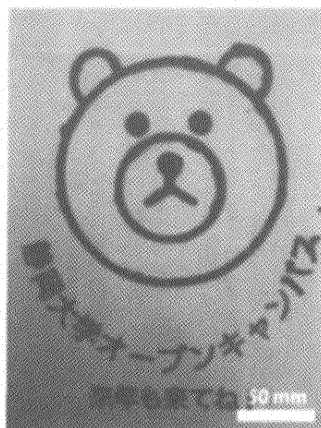


図5: グルーガンで作製したクマの絵 (実践参加者の産出物).

に回路の機械的に脆い部分をグルーガンで固めて完成するが, グルーガン作業についても同様にグルーガンで運動技能をオノマトペを用いて段階的に獲得させられるよう教授し図 5 のように絵を描かせることで学習意欲や効力期待の減退を防止する. なお本教材の電源はボタン電池として大容量のもの(CR2450, 610 mAh)を用いるのは審美性の観点から羊毛で覆われた玩具に樹脂や金属のスイッチはそぐわないため, 常時電源は入ったままになることを考慮している.

上記のような各種の技能獲得を踏まえた工作教室用教材の実行可能性としての経済面については明細は省略するが, 羊毛フェルト製作部, グルーガン補強部, 電子回路製作部のそれぞれにかかる消耗品費は約 101 円, 約 21 円, 約 519 円であり, 合計金額は 700 円に満たない. これは科学館等で受講できる工作教室で支払う金額程度に収まっているため³³⁾, 現実の学校外の教育実践にも活用可能である.

表 1: アンケート内容(小学生対象).

No.	質問内容
1	性別と年齢
2	あなたは将来糸で工作してみたいですか?
3	あなたは将来電気で工作をしてみたいですか?
4	あなたは同性の友だちに糸で作った作品について話したいと思いますか?
5	あなたは同性の友だちに電気(でんき)で作った作品について話したいと思いますか?
6	あなたはお母さんやおばさんに電気で工作した作品について話したいと思いますか?
7	あなたはお父さんやおじさんに電気で工作した作品について話したいと思いますか?
8	今回の工作教室の感想をおしえてください.

表 2: アンケート内容(保護者対象).

No.	質問内容
1	子どもの性別と年齢
2	自身の性別と続柄
3	本工作教室は教育に役立つとお考えですか.
4	教育に役立つイベントであれば(このイベント以外でも)子どもを行かせたいですか.
5	今回の工作教室の感想を教えてください.

3.3 教材評価アンケート

今回の教材評価においては主たる性役割と一致しにくいものづくり意識が獲得されているかどうかを確認できるアンケートを設計した. アンケート内容のうち小学生を対象としたアンケートを表 1 に, その保護者を対象にしたアンケートを表 2 に示す.

4. 教育実践

4.1 実践結果および課題の再検討

実践においては、製作テーマの選択を通じた効力期待の増加を狙うことは人員面の都合上困難であると判断し、照度センサを通じたなでる動作により LED が点灯する(玩具の頬部が紅潮する)玩具の製作に限定した。本工作教室では散発的に来訪する教室受講希望者への対応等を教示者が都度対応を行ったが、羊毛フェルトによる作業を観察すると、低年齢の体験者ではフェルトの形態を作製するという作業に移らず、粛々と直前に指示した内容を継続するという傾向が見られた。これは試作例が提示されてはいても完成に向けて主体的に作業を行うことができず、計画能力となるメタ認知が定着していないためであると考えられる。これにより年齢間で作業にばらつきが大きく、このような作業を通して有能感を醸成していくには、例えば羊毛フェルト作業の場合はメラミンスポンジによる形状形成のための足場掛けなどの工夫が随所に必要であると考えられた。

課題については人員面での制約により課題を限定した実践を行ったが、玩具の遊び方の面での制約として使用しない暗所下でも自動的に頬が紅潮してしまう問題があった。これについては転倒スイッチを用いた玩具の製作を省略していたため、この回路を組み込むことで教材を転倒させる操作により電源からの電力の供給が最小化されるようにはできた。しかしながらこのような操作は人体の動作からの模倣という点では教示しやすい課題内容となる半面、教材の形状に制約を与える。本教材の場合、転倒状態は教材の天地を反転させる転覆状態とならざるを得ず不自然である。

そこで図3で提示した回路をより形態に制約を加えず自然さを動作を実現できるよう改良を加えた回路を

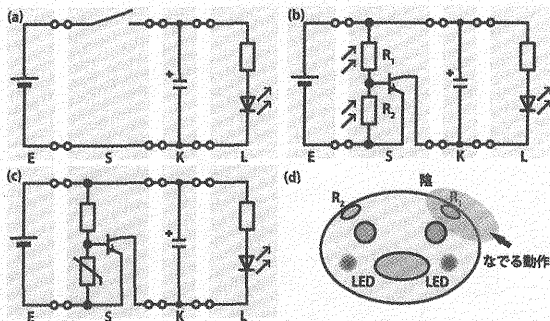


図6: 改良された電子回路(電解コンデンサは47 μ F程度)。(a) 転倒スイッチを用いたLED点灯回路。(b) 光導電セルを用いたLED点灯回路。(c) NTCサーミスタを用いたLED点灯回路。E, S, K, L部は電源回路部、スイッチ回路部、電気エネルギー蓄積回路部、負荷回路部を表す。(d) (b)の電子回路と人体等とのインタラクションを実現させるための素子の空間的配置を示した図(右利き対象)。

図6に示す。それぞれの回路に電解コンデンサを導入し、LEDの点灯・消灯がゆるやかに生じるように改良した。これにより本課題のような頬部の紅潮や閉眼・閉眼の自然な動作を実現できる。一方、前述した図3(b)の回路における暗所下での待機電力の増加については図6(d)に示すように二カ所に光導電セルを導入することで暗所下・明所下でのLEDの点灯は生じず、一方の光導電セルのみ暗所下にさらすことでLEDが点灯するよう改良できた。各光導電セルが満たすべき値は次式を目安に求められる。

$$\frac{R_{2B}}{R_{1B} + R_{2B}} \sim 0 \quad (1)$$

$$\frac{R_{2D}}{R_{1B} + R_{2D}} \sim \frac{1}{V_{CC}} \quad (2)$$

$$\frac{R_{1D}}{R_{1D} + R_{2D}} \sim 1 \quad (3)$$

ここで R_{1D} , R_{1B} , R_{2D} , R_{2B} はそれぞれの光導電セルの暗所下(Dark), 明所下(Bright)での電気抵抗を示しており、それぞれ点灯, 消灯の条件を決定している。具体的に動作する使用例を表2に示す。実際的には光導電セル単体(表2中 R_1)では(1)式を満たすことはできないため、直列抵抗として47k Ω を直列接続して得た R_1^* を用いることで(1)~(3)式を満たし想定したインタラクションが実現される。

4.2 工作教室実施上のアンケート結果の評価および考察

工作教室を実施した結果、広い年齢層の体験者があったため、アンケート結果のうち表3に工作教室の感想の結果の一部を掲載する。これらの結果から概ね工作活動を好意的に受け止めていることがわかる。特に自宅での作業を望む体験者もあり、電気等を用いたものづくりを継続できる態度は学習できているようにみえる。また、児童・生徒の近親者の態度についても概ね好意的であったことから教材として整備が進めば生活のなかで利用される家庭学習教材としての可能性も十分あることがわかった。

表2: 図5(b)の電子回路に用いる電気抵抗値。 R_1 , R_2 は暗抵抗が10M Ω , 0.5M Ω の光導電セルを用いている。 R_1^* は光導電セルと直列に47k Ω の電気抵抗を接続したものである。10lxは夜間での暗所下を指し、20lxは明所下において手をかざす程度で実現できる暗所下を指す。

	暗所下		明所下
	10 lx	20 lx	480 lx
R_1	9.90 M Ω	120 k Ω	6.90 k Ω
R_1^*	9.95 M Ω	167 k Ω	53.9 k Ω
R_2	255 k Ω	10 k Ω	1.21 k Ω

表 3: アンケート結果(一部).

No.	年齢・性別	感想内容
1	11歳 女	ソーラパネルや明るいところで光るのはよくわかったけれど、明るいところで光るのははじめて知った。
2	8歳 男	たいへんだった。
3	11歳 女	はんだをとかしてきばんにつけるのがたのしかったです。家でやってみみたいです。
4	16歳 女	楽しく学ぶことができました。また機会があったらやってみみたい。
5	8歳 女	いろんなものをつくってたのしかったです。ピンクのひかるやつはとてかわいいです。お家でもつくってみたいです。
6	7歳 女	とてつかれたけど、とてたのしかったです。
7	49歳 女	とて楽しかったです。去年は農学部のスライムが一番楽しかったです。今年がこれが一番楽しかったです。姪っ子とできて楽しかったです。

以上の結果を踏まえ、本教室を実施する目的を改めて整理すると以下の通りとなる。

1. 工作教室に来た女子児童・生徒の電気への興味関心の向上と性役割意識の変容
2. 電気等に関心を持たない未婚女性の性役割意識の変容
3. ベアレントクラシーを助長する親の教育意識の有無の検証

1 についてはアンケート結果のなかには本人の態度(質問 No.2 や No.3)と同性の友だちや近親者との関係性(質問 No.4 から No.7)との間に電気に関わるものづくり意識の開示に抵抗感を示さない参加者児童が見られた。また 2 については個人で工作教室を体験の申込を行った成人女性がおりに将来の子どもの学習(特に科学技術に関する学習)への動機づけによい影響を与えることが期待できた。一方で 3 については本教室を遊戯として認識している親はアンケートから見当たらず教育活動の一貫として捉えていることがわかった。このことからこのような学外活動を通して児童・生徒の興味・関心が高められることは本人にとっては望ましいが、教育社会的視点に立てば教育格差を助長するベアレントクラシーとなり得ることも推察できた¹⁵⁾。

5. おわりに

第 4 期科学技術基本計画では幅広い国民への科学技術への興味・関心をうたっており、一方で女性研究者

の増加も課題として掲げている。しかしながら実際には科学者や技術者等の専門職における女性の比率は 10 %程度となっており、これらを解決するための一助として基本計画でも挙げられており従来からも行われているサイエンスカフェ等とは異なる科学技術無関心層に訴求する電子工作教室で用いる教材を開発した。特に無関心層に効果的に訴求するために審美性や感性処理に着目した。本研究では教材案の実践として大学学園祭においてその有効性を確認したが、特に対象とした女子児童や女子生徒において期待通りの結果が得られた。

今後訴求力を高めていくにはより確実な仕掛けが必要であると考えられる。特に日本は四方田が指摘しているように他のアジア圏と同様に小さきものを愛でる文化が醸成されており³⁴⁾、そのような価値も踏まえ実効力のある電気教材を開発したいと考える。一方で、このような表出的役割を主体とした学習傾向は、既存の自然科学の基本的な性格である手段的役割とは整合せず、このような工作教室が後続する学校教育に確実に接続できるかは未知数である。今後は教材の共感的機能を実現しうる設計(手段的役割)への動機づけが可能であるかどうかについてや自然科学への理解を深めたいといった動機につなげられるような工夫も検討していきたい。また既に開催予定である科学館等での工作教室実践を通じて有効性を検証していきたい。

参考文献

- 1) 文部科学省: 第 3 期科学技術基本計画 (2006).
- 2) 文部科学省: 第 4 期科学技術基本計画 (2011).
- 3) 内閣府男女共同参画局: 理工チャレンジ, <http://www.gender.go.jp/c-challenge/> (閲覧日: 2014 年 12 月 30 日).
- 4) 内閣府男女共同参画局: 平成 26 年度版男女共同参画白書 (2014).
- 5) 総務省統計局: 平成 26 年度科学技術研究調査報告 (2014).
- 6) 梶雅範, 西條美紀, 野原佳代子: 科学・技術の現場と社会をつなぐ科学技術コミュニケーション入門, 培風館 (2009).
- 7) サイエンスカフェ in 静岡 <http://www.sci.shizuoka.ac.jp/sciencecafe/> (閲覧日: 2014 年 12 月 30 日).
- 8) 藤垣裕子, 廣野喜幸: 科学コミュニケーション論, 東京大学出版会 (2008).
- 9) 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.
- 10) 住田正樹: 家庭教育論, 放送大学教育振興会

- (2012).
- 11) ロンダ・シービンガー: ジェンダーは科学を変える!? (小川真理子, 東川佐枝美, 外山浩明訳), 工作舎 (2002).
 - 12) 稲田結美: 理科学習に対す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) 149-158.
 - 13) 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.
 - 14) 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, 第 32 回日本産業技術教育学会東海支部大会講演論文集 (2014) 45-46.
 - 15) 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.
 - 16) 刈谷剛彦, 濱名陽子, 木村涼子, 酒井郎: 新版教育の社会学 <常識>の問い方, 見直し方, 有斐閣 (2000).
 - 17) 川合真由美, 中村英一郎, 吉田和子, 松井真知子, 森繁男, 高井昌吏, 江原由美子, 川上婦志子, 木村涼子, 吉原恵子, 天童睦子, 飯田貴子, 堀内かおる, 田代美江子, 古久保さくら, 天野正子, 西川祐子, 猿橋勝子, 朝倉むつ子, 原ひろ子, 村松泰子, 井上輝子, 松本澄子, 内海崎貴子, 上野千鶴子: 新編日本のフェミニズム 8 ジェンダーと教育, 岩波書店 (2009).
 - 18) テクノ手芸部: テクノ手芸, ワークスコーポレーション (2010).
 - 19) テクノ手芸部: <http://techno-shugei.com/> (閲覧日: 2014年12月30日).
 - 20) 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).
 - 21) 原研哉: デザインのデザイン, 岩波書店 (2003).
 - 22) 吉川榮和, 仲谷善雄, 下田宏, 丹羽雄二: ヒューマンインタフェースの心理と生理, コロナ社 (2006).
 - 23) ユニバーサルデザイン研究会: ユニバーサルデザイン 超高齢化社会に向けたモノづくり, 日本工業出版会 (2001).
 - 24) 遠藤利彦, 佐久間路子, 徳田治子, 野田淳子: 乳幼児のこころ, 有斐閣 (2011).
 - 25) 森敏昭, 岡直樹, 中條和光: 心理学の世界基礎編 2 学習心理学, 培風館 (2011).
 - 26) 理科の世界 2 年, 大日本書籍 (2014).
 - 27) 新しい科学 2 年, 東京書籍 (2014).
 - 28) 未来へひろがるサイエンス 2, 啓林館 (2014).
 - 29) 小林翔兵, 伊藤明彦: 大学生の電圧概念に関する調査, 宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要, 36 (2013) 209-216.
 - 30) 生田久美子: コレクション認知科学 6「わざ」から知る, 東京大学出版会 (2011).
 - 31) 藤野良孝: 中学校で使用されているスポーツオノマトペに関する実態調査, 朝日大学経営学部電子計算機室年報, 20 (2011) 27-34.
 - 32) 岡田大地, 仲谷善雄, 武居拓郎: オノマトペを用いたストリートダンス指導支援環境の提案, 情報処理学会第 74 回全国大会論文集 (2012) 609-611.
 - 33) 静岡科学館: <https://www.rukuru.jp/> (閲覧日: 2014年12月30日).
 - 34) 四方田犬彦: 「かわいい」論, 筑摩書房 (2006).