

女子児童を対象とした初期技術教育のための基本ツール開発

Development of basic tools for education of beginning engineering for girls

(キーワード：エンジニアリング，女子児童，教育，Hairlytop Interface)

(KEYWORDS: Engineering, Girls, Education, Hairlytop Interface)

○平居あづさ，梅津周平，大久保賢，野嶋琢也（電気通信大学）

1. はじめに

川村らの研究によれば，いわゆる理科離れは，中学生くらいの年代の物理科目に対する拒否感という形で顕著に表れているという[1]。また，所謂理科系分野の中でも偏りが大きく，例えば生物分野では理科離れはそれ程目立った現象とはなっていない[1]。村松らは物理科目，とくに工学関連科目からの理科離れを食い止めるうえでは，女子の工学系進学割合を増やすことが必要であると提唱している[2]。さらに，女子学生の技術やものづくりに対する興味関心を高めるためには，進路を考え始める中学生段階やさらにはその前段の小学生段階における啓発活動が有効であると主張している。実際に川村らの研究においても，小学生の間では理科離れはそれほど目立っていないことが判明している[1]。また，小学生～中学生くらいの年代に対してロボットに関する学習を実施することで，工学系分野への進学者増といった効果があることが明らかとなっている[2]。このことから，従来のロボット分野，工学分野の学習素材は，エンジニアリングの基礎を学習し，いわゆる理科離れを食い止めるという点に一定の効果が期待される。しかしながら剛構造のロボットやモータは，一般的に女子が好むとされる要素，かわいらしさ，やわらかさといったものからは大きく離れている点は，問題であると考えられる。

以上より本研究では，まず理科に対する好き嫌いが明確に現れるよりも前の段階，特に理科が教科として登場する小学校3・4年生の女子に対して，工学系に興味を持ってもらうための初期技術教育基本ツールの開発を目指す。また，これまでのツールの多くは，夏休み工作教室など，学校の外での特別活動のなかで利用されることが多くあった。しかしながら本来であれば，この種の初期教育は，学校活動の枠内で実施されることが望ましいと考えられる。そして小学校における授業の中で，エンジニアリング領域に最も近いのは理科と図画工作である。そこで本研究では

- 取り扱いに理科の知識を利用できる素材
- 図画工作の授業でも扱いやすい素材
- かわいらしさ，やわらかさといった要素が伴う素材

という点を重視した，女子児童のための初期技術教育基本ツールの開発を目指す。

2. 関連研究

高岡はロボット工学の重要さと面白さを理解してもらうこ

とを目的としロボット教室を開催した[4]。このほかにも小中学生に向けた大学生主催のロボット教室は多く開催されている[5][6]。民間企業からもロボットの動きの仕組みを観察できるキットが販売されている[7]。また，習い事という形でエンジニアリング分野の内容を含んだ理科教室は全国で開催されている[8]～[12]。しかしながらこれらの教室やキットはロボット製作に関するものが多く小学生では製作が難しい場合や組み立てに時間を要する場合がある。また，佐藤らや藤田らは女子中高生を対象に工学系への進学を促す取り組みを行った[13][14]。これらは女子中高生の工学分野に対する負のイメージを払拭し工学分野への進学を促すものである。工学系により多くの児童，特に女子児童に興味をもってもらうためには負のイメージを持つ前に工学分野は楽しいというイメージをもってもらうことが良いと考える。そこで授業で習ったことを使って楽しめる工作などから取り組むことが望ましいと考えた。本研究ではエンジニアリングに興味をもってもらえる基本ツールの開発を行う。

3. 目標

5. 1 小学校学習指導要領

現行の小学校学習指導要領によると理科学習の目標は自然に親しみ，見通しをもって観察，実験などを行い，問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに，自然の事物・現象についての実感を持った理解を図り，科学的な見方や考え方を養うことであるとしている[15]。「電気の通り道」や「電気の働き」についての学習はエンジニアリングに直結する内容である[15]。また図画工作の目標は表現及び鑑賞の活動を通して，感性を働かせながら，つくりだす喜びを味わうようにするとともに，造形的な創造活動の基礎的な能力を培い，豊かな情操を養うことであるとしている[15]。理科は電気回路や電磁気学に繋がる重要な教科であり，図画工作はものづくりに繋がる重要な教科である。

本研究では，一義的には女子児童向けの技術教育を目標としている。しかしながら小学校では，技術や知識の獲得という側面のみならず，児童の人間形成という点についても考慮することが求められる。したがって単なるものづくりではなく，ものを作ることを通して課題の発見や問題の解決，さらには他者との協調や個性の伸長といった要素についてまで考慮することが望ましい。

5. 2 求められる要素

以上の議論より本論文で開発する要素については、以下の点
が求められると考えられる。

理科的要素

- 小学校3・4年生で習う電気の知識を必要とする工作
(電気の通り道)
- 動作しなかった場合、なぜ動かないのか考える機会
ができる(問題の解決)

図工的要素

- 自分で装飾できオリジナリティが出せる(個性の伸
長)
- 複数人の協力による大型作品制作の可能性(他者と
の協調)
- 動くものを簡単に自分で作ることができる(成功体
験)

女子児童向け要素

- かわいらしさ・やわらかさを感じられる
- 装飾が容易である

次章ではこれらの要素を満足しうる、基本要素である
Hairlytop Interfaceについて紹介する。

4. Hairlytop Interfaceについて

Hairlytop Interface(図 1)とは大出らが開発した、毛状の柔軟
触覚インタフェースであり[3]、形状記憶合金と超弾性合金の
組み合わせからなる、屈曲動作を行うアクチュエータ部(図
2)、駆動回路、および光センサでの三要素より構成される。



図 1 Hairlytop Interface

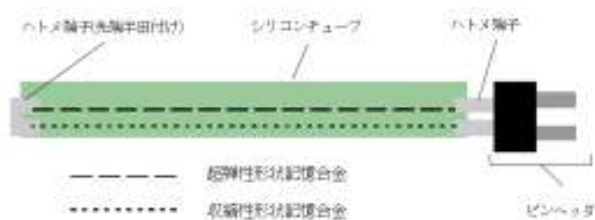


図 2 アクチュエータ部構造

Hairlytop Interface は、剛構造のモータ・リンク機構では実
現が比較的難しい、やわらかな屈曲動作がその大きな特徴の
一つとなっている。また個々のアクチュエータ・駆動回路は、

幅約 6mm、重量 1g 程と小型かつ軽量の構造が実現されてい
る。アクチュエータの長さについては、概ね 5cm 程度から
15cm 程度までの間の任意の長さで構成可能である。Hairlytop
Interface のオリジナル構成では、個々のアクチュエータ・駆
動回路に、さらに光センサが装着された構成となっている。
この構造により、1 本 1 本が独立に、個々に照射された光の
強度に応じて屈曲量が変化する、という機能が実現されてい
る(図 3)。また、この機能により LCD などの映像表示装置を
利用することで、多数のアクチュエータ動作の個別かつ連続
的制御が可能になるという特徴も実現される(図 1)。



図 3 Hairlytop Interface の光による屈曲の様子

また Hairlytop Interface は、その表面に対する装飾が容易で
あるという特徴を有する。実際にこれまで、小動物を模した
毛皮装飾の Hairlytop Interface も開発されている(図 4)。

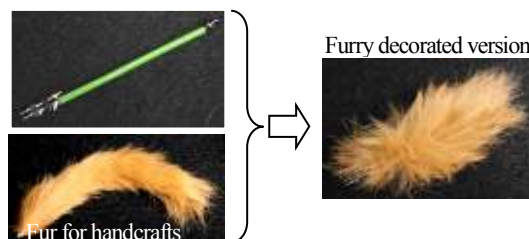


図 4 毛皮装飾の Hairlytop Interface

上記の特性に基づいて、次章では Hairlytop Interface の女子
児童のための初期技術教育ツールへの応用可能性について議
論する。

5. Hairlytop Interfaceの女子児童向け初期技術教育への応用

前述の通り、Hairlytop Interfaceはやわらかな動作が可能であ
ること、小型軽量であること、利用が簡単であり、装飾が容易
であるという特性がある。この特性を鑑みて、Hairlytop Interface
の女子児童向け初期技術教育ツールへの応用を目指す。具体的
には3.2節で掲げた理科的要素、図工的要素、女子児童向け要素
それぞれを満足しうる、Hairlytop Interfaceの利用手法を紹介し
ていく。

5. 1 電気の通り道

小学校3年生の理科では、電気の特性について「電気の通り
道」の項目で学習する[15]。この单元では現在、豆電球と乾電
池が学習用具として利用されている。例えば電池のプラスとマイ
ナスを接続すると豆電球が点灯する、電池を増やすと豆電球
がより明るく光る、といった内容が教えられている。ここに対
してHairlytop Interfaceの利用を模索する。具体的には以下の要
素を教育用ツールキットとして準備する(図 5)。なお、本節

で使用するHairlytop Interfaceは、オリジナルのものとは異なり光センサは利用しない。豆電球と同じように、電源に対して直接アクチュエータ部分を接続することを前提とする。

- Hairlytop Interface(1本)
- 駆動回路入りボックス
- 電池
- 電源ケーブル



図 5 電気の通り道に関する教育基本ツールキット例

まず駆動回路入りボックスにHairlytop Interfaceと電源ケーブルを繋ぐ。ケーブルを電池の正負両極に繋ぐとHairlytop Interfaceは屈曲する。間違った接続をすると屈曲しないことで、正しい電気の通り道を理解することができる。また、電池の数を増やすことによって屈曲スピードや屈曲量が段階的に変化する。豆電球を利用していた場合、電池の数の違いは光の強さとして現れるが一般的な小学校教材では光の強さを測ることは難しい。それに対してHairlytop Interfaceの場合、電池の数の違いは屈曲量の増大、つまり定規で測ることのできる物理量で表現できるという特徴がある。これにより、電気の特長について、より具体的な理解を助けることに繋がると期待される。

5. 2 問題の解決

理科においては、作ったものがうまく動作しないことはしばしば発生する。このとき児童にとって大切なことはなぜうまく動作しないのだろうか、どうやったらうまく動作するのだろうか、と考えさせて知識をもとに解決を図るという行為である。従来は豆電球と電池を用いた実験を行い、うまく光らない場合の対処方法を考えさせる、ということが実施されてきた。豆電球の代わりにHairlytop Interfaceを使用した時であっても、問題発生の際はほぼ同一であることから、これまでの教育手順を踏襲することが可能であると考えられる。

5. 3 個性の伸長

従来の初期技術教育では、ロボットなどの技術的構造物を作ること、学習することを主な目的としており、自己表現の要素を考慮した「作品作り」という点ではやや自由度に乏しいキラリがあった。これに対してHairlytop Interfaceは装飾が容易であるという特性がある。この点を活用することで、児童が自由に、自らの個性を表現すべく、Hairlytop Interfaceに装飾を施すことを考える。もっとも単純な装飾方法の一例としては絵を描いて切り抜いた画用紙を貼ることによって、簡単に動く飾り付けを

作ることが可能となる(図 6 左)。手芸が好きな児童であれば、布でカバーを作ったり(図 6 右)、ビーズ装飾を施すことも可能である(図 7上)。本来のHairlytop Interfaceには発光体は装備されていないが、実際にはLEDや光ファイバなどを組み合わせて、自己発光型のHairlytop Interfaceを開発することは可能である(図 7下)。自己発光型のもを利用することで、より華やかな装飾をすることも可能になると期待される。これら装飾の幅の広さ、容易さは、個性の伸張に繋がるのみならず、女子児童を惹きつける要素としても期待される。



図 6 左：絵を貼付する 右：布カバーを取り付ける



図 7 ビーズ装飾例(上:通常型使用 下:自己発光型使用)

5. 4 他者との協調

5. 2. 節までは、Hairlytop Interfaceにはセンサを搭載しない形式のものを用いる前提で議論していた。ここからはオリジナルの形式、すなわち光センサを搭載し、光の強度で屈曲量に変化する機能を利用するものとする。オリジナルのHairlytop Interfaceの特徴の一つは、各アクチュエータが光センサを搭載し、一本一本が独立に光の強度に反応可能であることである。これにより、LCDなどの映像表示装置があり、その上で表示する映像コンテンツさえ用意されれば、任意本数のHairlytop Interfaceの屈曲動作を自由に制御することが可能となる。この特徴は、複数人で協力しての作品作りというプロセスに適用可能と期待される。

まず一人一人がHairlytop Interfaceを利用し、独自の装飾を施しつつ作品を作る。また、その作品の動かし方を考える。Hairlytop Interfaceは光によりその動作制御が可能であることから、適切な映像を描画することで、その動きが制御可能となる。つまり児童でも扱えるお絵かきアプリケーション(例えば[16])を用いることで、児童がHairlytop Interfaceの動作制御を「プログラム」することが可能になるのである。そして一人一人の作品をまとめあげることで、例えば卒業制作といったような、クラスや学年といったグループで一つの大きな作品を協力して作ることも可能である。例えば図 8は、図 6左で作成した魚に加えて、複数人で海草やクラゲをHairlytop Interfaceで構成し、お絵かきアプリケーションで描いた映像の上にそれらを配置している。これは夜の水族館をイメージしたものであり、自分

たちが描いた絵によって、画面上の実体がゆらゆらと動作することとなる。

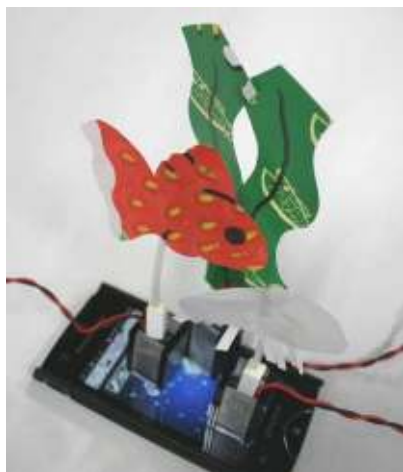


図 8 夜の水族館

このほかに少人数で協力して動作させるものとし図 9 のようなものも考えられる。一人一人が持つHairlytop Interfaceの屈曲方向を考慮して配置し、二人でスイッチ等で屈曲させることによって、ハート形を作ることが可能になると考えられる。

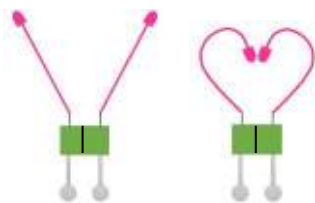


図 9 2人でハート型

このような形で協力して一つのを動かすことで、協調性をはぐむ手助けにもなるのではないかと期待される。

6. おわりに

本発表では、特に小学校3年生～4年生程度の女子児童を対象とした、初期技術教育基本ツールについて提案をおこなった。いわゆる「理科離れ」とは物理離れ、工学離れであり、その流れに歯止めをかける上では、女子への工学系教育の充実が効果的であるとされている。しかしながら従来の工学系教育では、女子が惹きつけられやすいとされる要素であるやわらかさやかわいさといった要素にややかけるきらいがあった。この問題に対して我々は、やわらかさ、かわいさといった要素を重視した上で、理科と図画工作双方の融合学習を可能とする教材の提案を行った。まず対象児童に教育すべき理科的要素、図工的要素を抽出し、それらの項目について、Hairlytop Interfaceと呼ばれるやわらかいアクチュエータを用いた実現手法を提案している。本手法を用いることで、理科の知識を活かし、さらに図画工作の目標にあるように感性を働かせながらつくりだすという、知識と感性両側面の喜びを味わうことを可能にすると期待される。今後の展望としてキットより小学生が扱いやすいものにし、実際に小学生に体験してもらい評価実験を行いたいと

考えている。そこで得られた意見をもとにし女子児童ががより興味を示すものに改善していく予定である。

参考文献

- [1] 川村康文, 多田恭子, ”教員養成系学部大学生にみる小・中学校理科学習の実態と問題点”, 物理教育第54巻第2号, pp.116-120, 2006
- [2] 村松浩幸, ”中学生段階におけるロボット学習の展望”, 日本ロボット学会誌, Vol.27 No.9, pp.967-970, 2009
- [3] 大出慶晴, 川口紘樹, 野嶋琢也, ”視覚ディスプレイ上で利用する光駆動型柔軟触覚インタフェースの提案”, 第17回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, pp.658-661, 2012
- [4] 高岡峻一, “小学生向けロボット教室「人に役立つ新しいロボットを作ろう」”, 東工大クロニクル No.452, pp.16-18, 2010.03
- [5] 花島直彦, 高氏秀則, 相津佳永, 道垣内拓人, 三門明由美, “室蘭地域で開催された小中学生向けのロボット教室における参加者の動向解析”, 日本ロボット学会誌 Vol.33 No.3, pp.141-147, 2015
- [6] 浮田浩行, 吉田敦也, 寺田賢治, 藤澤正一郎, “大学生主体の小中学生向けロボット教室「徳島ロボットプログラミングクラブ」における科学技術教育”, 日本ロボット学会誌 Vol.33 No.3, pp.154-163, 2015
- [7] 株式会社タミヤ ロボクラフトシリーズ, <http://www.tamiya.com/japan/products/robocraft/> (visited 2015/05/22)
- [8] 株式会社サイエンス倶楽部, <http://www.science-club.co.jp/>
- [9] ディ・アンサーズ株式会社 キッズラボ事業本部, <http://kidslab.co.jp/> (visited 2015/05/22)
- [10] 株式会社学研ホールディングス, <http://www.889100.com/kagaku/> (visited 2015/05/22)
- [11] ヒューマンホールディングス株式会社 ロボット教室, <http://kids.athuman.com/robo/CI/?code=/> (visited 2015/05/22)
- [12] 株式会社ロボット科学教育, <https://crefus.com> (visited 2015/05/22)
- [13] 佐藤匡, 池田大祐, 田中嘉津彦, “福井高専における女子中学生の理系分野への進路支援の取り組み”, 工学教育 (J.of JSEE), 61-1, pp.196-200, 2013
- [14] 藤田直幸, 小林淳哉, 小松京嗣, 佐々木伸子, 内田由理子, 氷室昭三, “理系進路に対する女子中高生のイメージチェンジを図る取り組み”, 工学教育 (J.of JSEE), 59-3, 2011
- [15] 文部科学省, 現行学習指導要領・生きる力, 小学校学習指導要領
- [16] 星で☆お絵かき - 子供お絵描きアプリ無料!, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tarya.stargraf.fiti&hl=ja> (visited 2015/05/22)