

平成 30 年 6 月 25 日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00682

研究課題名(和文) デザイン領域における高等教育で活用するe-プロトタイピング学習教材と学習法の開発

研究課題名(英文) Development of e-prototyping learning materials and of methodology for the purpose of higher education in the field of design.

研究代表者

蛭田 直(Hiruta, Sunao)

信州大学・学術研究院教育学系・助教

研究者番号：80548230

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、デザイン領域における高等教育の中で、エレクトロニクスの理解に基づく造形と機能、両方において高い創造性とデザイン力を製品開発学習の中で身につけられる学習教材として、パターンデザインによるLED照明を導電インクで実現するe-プロトタイピング学習教材を実現した。

具体的には、LED照明を制作するためのパターンをデザインできるウェブアプリケーション「トライアングルパターンメーカー」をインターネット上に公開し、これまで学習が難しかったパターンデザインとエレクトロニクスの基礎、両方を学習する方法である。

研究成果の概要(英文)：This research, in design area higher education, accomplished the creation of e-prototyping learning materials which realises LED lights by pattern design with conductive inks as learning materials which are capable of learning high level of creativity as well as design in the process of product development learning in form and function based upon electronic understandings.

The detail of the materials is a way that learns the fundamentals of both of pattern design and electronics on internet, which had been difficult to learn until present-day, through "Triangle pattern maker" that is a web application to design the pattern for producing LED light.

研究分野：デザイン

キーワード：デザイン プロトタイピング 導電インク 導電性インク パターンデザイン 造形教材

1. 研究開始当初の背景

本研究の背景は、デザイナーを育成する高等教育機関に求められるエレクトロニクスを理解したうえで、デザインを行う力にある。現在、市場では、従来の家電などの日用品に加えて、PCやスマートフォン、タブレットといった多様な電子端末があり、将来デザイナーを目指す学生は、従来の造形を中心にした学習だけでなく、エレクトロニクスを含む学習が欠かせなくなっている。これからのデザイナーには、一般的にエクステリアやシェルと言われる外面だけでなく、機能をより有効かつ最適化しながら、構造やエレクトロニクスによる機能を含めたデザインを行う力が求められている。機能や構造を含めたデザインを行わない開発場面であっても、製品が複雑化することでエンジニアなど、より多くの人と関わりながらでないと開発が行えない現場の現状においては、機能と構造の理解は必要不可欠である。しかし、実際にはデザインの学習者は、エレクトロニクスに関して学ぶ環境や方法は十分でなく、デザインの学習上、大きな2つの問題が発生している。一つは、機能に対して適切な造形をとまなうデザインに学習者が到達できないこと。もう一つは、機能を理解したうえで発想に至る、機能と動作と造形が一体化した、より高い創造性を持ったデザインを達成できないことである。この二つの課題は、造形的にのみ優れている製品開発や、機能を活かしかねない製品開発に繋がる。この問題を解決するため、従来の製品開発学習における造形面の学習に加えて、エレクトロニクスによる機能面を組み込んだ学習環境が必要とされている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、デザイン領域の高等教育で行われている造形中心の製品開発学習に、電子的な機能を容易に実現できる造形学習用教材の開発を行い、学習に組み入れることで、造形と機能、両方において創造性を高める製品開発におけるデザインの新たな学習法について検討するものである。

3. 研究の方法

当初、機能と造形を両立する学習用教材の開発は、これまで開発を行ったユニットを組み合わせる既存の造型学習用教材に対して、電子的な機能を追加することで、ユニットの造形的な連結を行いながら同時に、電子回路の組み合わせも行える学習用教材の開発を行うことを前提とした。しかし、調査や開発を進めるに従い、電子的機能をもったブロックを組み合わせることで、造形と機能を学習できる類似のプロトタイピングツールなどが、市場に登場したことから教育学習教材の見直しを行った。見直しの結果、エレクトロニクスの学習については、当初想定していた電子的な機能をブロック化するよりも、よりローレベルにエレクトロニクスについて学ぶこと

に重点を置くこととした。その理由として、類似した製品が市場に多く登場したこともあるが、電子的な機能をブロック化した場合には、機能自体は実現できるが、それが「なぜ」「どうやって」機能しているかが、結局は分からずに、動作のみを造形と組み合わせる結果になるからである。よりローレベルなエレクトロニクスを簡単に学べる方法として本研究では、導電インクを用いた方法を考案した。導電インクは、半田付けなどを必要とせず、電気回路を作ることができるため、導入しやすく柔軟性があり幅広い用途に使用することができ、エレクトロニクスの入門教材に最適である。また、グラフィックそのものが電気回路となるため、造形とエレクトロニクスを両立することがより自然に求められ、印刷した後は組み立てたりすることで、立体にも展開できる。本研究では、この導電インクをパターンデザインと組み合わせる方法について検討した。パターンデザインは生活の身近なところで多く使われており、一つのユニットを繰り返すことにより、多様な造形を創造できる。しかし、学習することが困難なデザインである。パターンデザインを行う際には、ユニットデザインした後に、パターンデザインとしての有効性を確認するために、ユニットを複製する、切り出す、並べるという作業を繰り返し行う必要があり、大変な根気が求められるためである。しかし、導電インクとパターンデザインを組み合わせると、印刷することで回路が成立する容易さと繰り返しの特性を活かした製品が可能になる。このパターンデザインと導電インクをもちいた学習教材を実現するにあたり、本研究では、はじめにパターンデザインを容易に学びつつ、同時に電気回路についても実現ができるアプリケーション開発を行うこととした。次に、パターンデザインと導電インクをもちいた製品として、LEDによる照明を考案して、その有効性を検証した。

4. 研究成果

本研究の成果について次に述べる。

(1) 造形教材「One to Truss」

ワン・トゥー・トラスは、数を数えることから、トラス構造まで学ぶことができる学習教材である。両端にある磁石と中央部の薄い鉄板から構成されている(図1)。数え棒として、数を数える学習に使用したり、両端の磁石をもちいて図形やトラス構造を作ったりできる学習教材である。中央部の薄い鉄板部分には、数種類の比率に応じた凹みがあることによって、棒の長さを1:1.5としたり、台形を作成したり、黄金比や白銀比の矩形などを作成したりできる。また、繋ぎ方によっては、立方体やトラス構造などの立体的な構造体を作ることにも可能である(図2)。この教材は、より造形を幅広く学ぶ可能性の追求として開発を行ったものである。当初予定していた方法の造形部分の学習の対象を広げ、数を数える学習

から、デザインを学ぶ学生でも構造や造形を学習できる教材として実現した。発展的に電子的な実装も検討したが、よりローレベルな方向に修正したため学習教材に止めることとした。



図1 ワン・トゥー・トラス

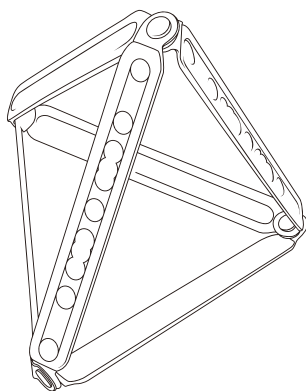


図2 立体的なトラス構造

(2) トライアングルパターンメーカー

トライアングルパターンメーカーは、正三角形を基本としたリアルタイムにパターンデザインを学習できるウェブアプリケーションである(図3)。前述したように、パターンデザインは日常生活において、衣類や壁紙など身近なところで使用されるデザインであるため、基礎デザインとして学ぶべき領域であるが、ユニットからなるパターンデザイン全体を確認する工程が幾度もの繰り返しをとともなうため、とても根気が必要で万人にはこれまで学習が困難であった。この問題は、手作業で行うとき、ソフトウェアで行うときにも同様である。パターンデザイン専門の既存ソフトウェアは、ユニットの形状が正方形のものが多く、また、複製したユニットを並べて平面での造形をおこなうタイリングの作業においても、自由度が低いものしかない。また、使用条件がOSに制限されるものがほとんどであった。そのため、導電インクで印刷をおこないパターンによる電気回路の出力を可能としながら、リアルタイムにパターンデザインを行えるウェブアプリケーションの開発を行った。ユニットの形状は、組み合わせにより、一番印象が変わることと、正多角形の中で一番辺の数が小さい正三角形とした。

図4に示す、赤で囲まれた基本ユニットに対して、○、△、□の図形でデザインを施すと、基本ユニット以外の35の正三角形にリアル

タイムに反映され、ユーザはタイリングを含む全体の確認をリアルタイムに行いながら制作することが可能である。ウェブアプリケーションとして稼働するため、PCのみではあるが、OSの環境に妨げられることなく使用することができ、多くの人がパターンデザインの魅力や原理を容易に学べることを実現している。また、ファイルはSVG形式であるため、多くのベクター画像を編集できる。そのため、デザインを学ぶ中級者は、ソフトウェアでユニットのデータを直接編集してデザインすることも可能である(図5)。つまり、初級者は○、△、□の簡単な図形で、中級者以上は専門のベクター画像編集ソフトで、より高度なパターンデザインが行える。

デザインしたデータは、個別のユニット、全体のパターンをそれぞれ保存することができる。回路を設計するときは、パターンデザイン全体を保存したデータの細部を回路として最適化を行い、導電インクをもちいて印刷することで、パターンデザインをもちいた回路を実現することができる。本研究では、学習する対象の製品見本としてLEDをもちいた照明「Bird and Olive」についても制作した。

「Bird and Olive」については、次に詳細を述

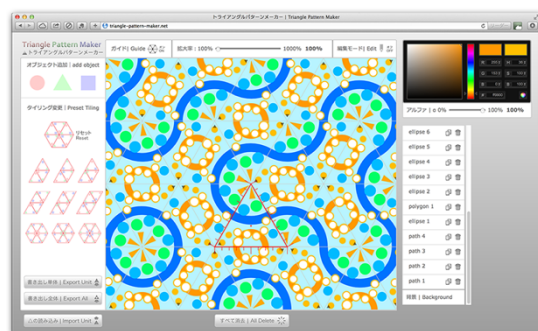


図3 トライアングルパターンメーカー

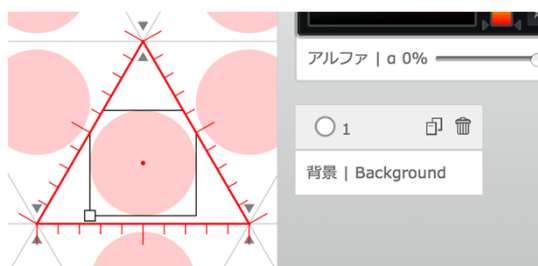


図4 基本ユニット

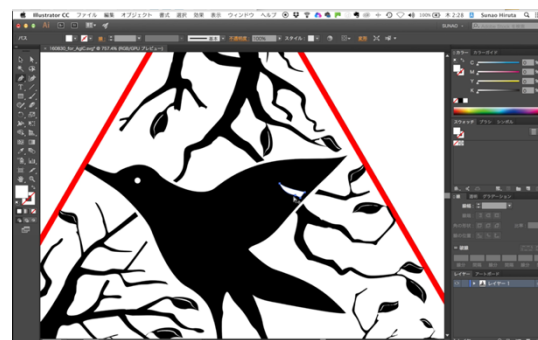


図5 画像編集ソフトによる制作
べる。

(3) 導電インクによる LED パターンライト 「Bird and Olive」

バードアンドオリーブは、導電インクとパターンデザインにより、多様なデザインの平面照明を一つのユニットから実現したものである（図6）。

パターンデザインの基本となるユニットの一部分をプラス極、マイナス極になるように切り分けることで、LED を取り付けられる極性を用意することで、パターンの特徴を活かした平面の照明を実現することができる。パターンの特徴とは、照明の光源の数を任意の面積に対してグラフィックとともに調整ができることである。一つのユニット内に LED を用意することも可能であるが、正三角形のユニットの場合には、2つのユニットの間にLEDを取り付ける位置を設けることで、タイリングに制限が生じるものより豊かなデザインを作り出すことができる。

本作品は、パターンと導電インクを組み合わせることで生じる、デザインの造形性とエレクトロニクスを組み合わせた学習効果について検討するために制作を行った。その結果、パターンのタイリングにより、回路の調整を行う必要が生じることで、パターンのグラフィックと回路としての両方を同時に成立させる必要性が生じることが確認できたため、造形と機能を同時に学習できる教材となり得ると判断した。また、パターンのタイリングにより、回路の難易度も変わるため、段階的な学習も行えることが確認できた。回転をもちいずに平行にタイリングした場合には、タイリングそのものも簡単で、かつ回路としても成立が容易になる（図7）。一方回転を用いた場合には、極性の調整なども必要になるために、回路としての難易度が高くなる。この様にタイリングの難しさが、回路の難しさと連動するため、回路の段階的な学習が可能となり、学習者のエレクトロニクスの知識に合わせた学習が可能である（図8）。



図6 Bird and Olive



図7 簡単なタイリングによる回路とデザイン

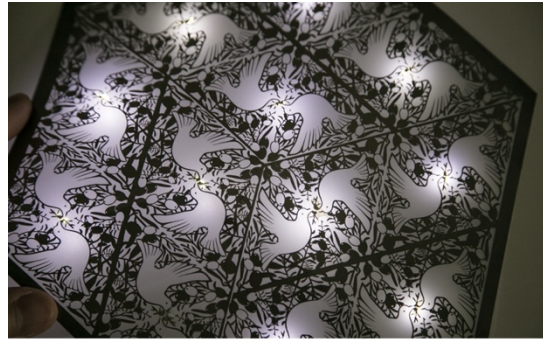


図8 複雑なタイリングによる回路とデザイン

本研究では、学習用教材の方向性を大きく転換した。その結果、造形と機能、両方において創造性を高める新たな学習法について、学習教材はパターンと導電インクをもちいた照明による学習教材の開発は実現したものの、学習方法の検証に課題が残ることとなった。しかし、パターンデザインというこれまで学習が困難であったデザインの領域を克服しながら、導電インクをもちいた平面照明の学習用教材は、造形と機能を高める学習教材として活用できる可能性を照明作品により実現できたと考える。また、検討した学習法は、導電インクでの回路製作に環境整備が必要になるものの、パターンについては、PCのウェブアプリケーションとしてインターネットがあればだれでも使用できるので、開かれた学習環境を構築することができた。今後は、正三角形以外のユニットのパターン、特に外形も自分でデザインができる学習環境の構築とパターンと導電インクを活用したより学習効果の高い製品への応用を行い、学習方法の検証をおこない実用性を高めていきたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 2 件）

1) 蛭田直, 吉川義盛「正三角形のユニットでパターンデザインの制作と学習ができるウェブアプリケーションの開発」, デザイン学研究作品集, 22 号, 日本デザイン学会, 2016, pp.14-19, 査読あり

2) 蛭田直「数え方の学習からトラス構造の学習まで使用できる学習教材 「ワン・トゥー・トラス」」, デザイン学研究作品集, 21 号, 日本デザイン学会, 2015, pp.22-25, 査読あり

〔その他〕

トライアルパターンメーカーウェブサイト
<http://triangle-pattern-maker.net/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

蛭田 直 (Hiruta Sunao)

信州大学・学術研究院教育学系・助教
研究者番号：80548230