

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 3 日現在

機関番号：33908

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00499

研究課題名(和文)モノづくりの初等教育コンテンツ開発に関する研究

研究課題名(英文) Development of educational contents for electronic circuit learning for manufacturing

研究代表者

中 貴俊 (Naka, Takatoshi)

中京大学・工学部・准教授

研究者番号：00510843

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、電気・電子回路用の学習に、モノづくりを疑似体験学習可能な要素を取り入れたコンテンツを開発した。このコンテンツでは作品制作を目標として、作品の形状や機能などのデザイン性についても考えて制作する要素が含まれている。電子回路を組む部品と、作品形状を構成するための部品を相互に接続して回路接続の役割と、様々な3次元立体作品形状を同時に構築できる。このコンテンツは対象を小学校の中・高学年程度の児童とし、電気・電子回路の基本的な知識を身につけながら、特定の機能やデザイン性をもつモノをつくることで、モノづくりの流れと魅力を知ることが目的とする。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で開発したコンテンツは、電気・電子回路の学習のみでなく、モノづくりの初等教育をも目的としており、作品制作を通して、デザイン性について考え、それを具現化するプロセスを学ぶことができる。また、回路モジュールと形状構築の両方の役割を兼ねるユニットを設計し、教材として用いる点に特色・独創性がある。本研究におけるコンテンツを用いた作品制作はパズルの性格が強く、児童にとって難度の高い課題となる。しかしながら、形状や機能などのデザイン性を児童自身が企画し、作品制作を行うことで、モノづくりへの関心を高める効果が得られる。

研究成果の概要(英文)：In this research, we design and develop teaching material contents for primary education of manufacturing. In this research, while acquiring the basic knowledge of electric and electronic circuits, we aim to create things with specific functions and designs, and to know the flow and attractiveness of manufacturing. This content is targeted at third grade to the sixth grade at elementary school students. The kit developed by our team consists of a unit with built-in LED and sensor and parts connecting the units. We created units and connected parts of other shapes to become a kit for producing works conscious of shape (design) by joining together multiple units.

研究分野：モバイルメディア

キーワード：体験型学習コンテンツ モノづくり 電気・電子回路

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

少子化や理系離れなどの続く状況の中でも、技術立国である我が国は「モノづくり」の精神を絶やさず、モノづくりに関わる人材を継続的に育成していく必要がある。一方、モノづくりに必要な知識は幅広く、例えば、電子工学、機械工学、CAD 設計、人間工学などの分野の知識を身につけるには長い年月を要する。そのため、モノづくりへの関心や関連分野の学習への高いモチベーションを早期に持つことが重要だと考える。すなわち、モノづくりに関する初等教育を充実させることが必要である。モノづくりの工程は、企画、設計、製造、評価であり、ある程度の規模のメーカーでは、それぞれに専門知識を持つ人材を配し、多様な製品を効率よく生産する体制をとる。一方、近年では 3D プリンタやクラウドファンディングを活用し、小規模組織あるいは個人でも、モノづくりが行えるようになり、特定のユーザのニーズを満たし、デザイン性の高い製品を開発していく事例も増えている。後者に該当する事例は、モノづくりの魅力やモノづくりの流れを理解するための良い題材であり、モノづくりの初等教育においては、そのような流れを体験することがモチベーションを持つきっかけと成りえる。

### 2. 研究の目的

本研究では、電気・電子回路用の学習に、モノづくりを擬似体験学習可能な要素を取り入れたコンテンツを開発する。このコンテンツでは作品制作を最終目標とし、作品の形状や機能などのデザイン性についても考える要素を追加する。電子回路を組むモジュールの部品に、作品形状を構成するための部品も用意し、それら部品を相互に接続して、回路と作品形状を同時に構築していく。これら部品により、様々な 3 次元立体形状を構成でき、さらに、回路素子を埋め込めるように設計し、回路接続の役割も同時に果たすようにする。このコンテンツは対象を小学校の中・高学年程度の児童とし、電気・電子回路の基本的な知識を身につけながら、特定の機能やデザイン性をもつモノをつくり、モノづくりの流れと魅力を知ることが目的とする。

### 3. 研究の方法

平成 29 年度には、本研究で開発するモノづくりの初等教育用コンテンツにおいて、主要な役割を担う、ユニット(回路および作品形状を構成するための部品)の設計・開発を行う。また、ユニット組み立て工程および回路動作をパソコン上でシミュレーションするツール「作品構築シミュレータ」を開発する。平成 30、31 年度には、平成 29 年度に設計したユニットを教材として用いた、モノづくりの初等教育コンテンツを開発する。さらに、平成 29 年度に設計したユニットとは異なる形状のユニットの設計・開発も行う。ユニットは対称性を持つ形状とし、これらの要件を満たすユニットを設計し、どのような作品が作れるかをコンピュータシミュレーションにより確認し、コンテンツとして制作する。また、開発したコンテンツの評価方法を検討する。各年度、研究成果をまとめ、国内外の学会等で研究成果発表を行う。さらに、ワークショップを開催して、児童に使ってもらい、その効果を分析する。

### 4. 研究成果

平成 29 年度では開発するモノづくりの初等教育用コンテンツにおいて、主要な役割を担う、ユニットの設計・開発(試作)を主に行った。ユニットの設計において素材や形状の検討の上、平面形状による電子回路ユニットと立体形状による電子回路ユニットを試作した(図 1)。平面形状による電子回路ユニットはマグネット式にて結合させる方法を用い、安定な結合やホワイトボードなどを利用したレクチャーのための教育コンテンツとしての方向性も見出すことができた。立体形状による電子回路ユニットはジョイント式にて結合させる方法を用い、立体的な形状をユニットにより構築できることが確認できた。また、平面形状による電子回路ユニットと立体形状による電子回路ユニット双方において、複数のユニットを用いた電子回路を構築することで LED の点灯を確認した。これらの成果は「モノづくりの初等教育コンテンツ開発に関する研究-電子回路学習のための簡易模型組立てキットの作成-」として、第 8 回社会情報学会中部支部/第 3 回芸術科学会中部支部合同研究会(SSICJ8-9, pp.33-36, 名古屋, 2018.1.27)にて研究発表した。

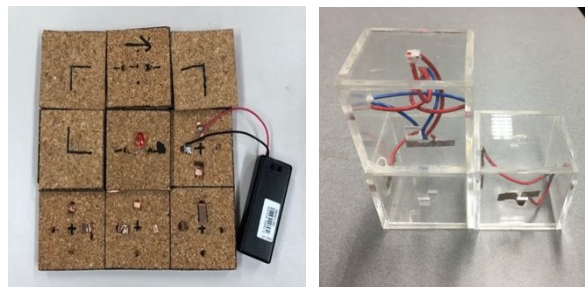


図 1 平面形状による電子回路ユニットと立体形状による電子回路ユニット

平成 30 年度には、平成 29 年度に設計したユニットとは異なる形状のユニットの設計・開発をし、立体的な形状のユニットを複数組み合わせることにより、電子回路を構築することで LED の点灯等や、立体的なユニークな形状の作成について確認を行った（図 2）。これらの成果は、「Development of educational contents for electronic circuit learning- Simple model assembly kit -」として NICOGRAPH International 2018(p.84, Tainan, 2018.6.29)にて研究発表した。また、平成 29 年度に設計したユニットと新しく設計したユニットをベースとして用いた教材により、モノづくりの初等教育コンテンツの開発を行った。教育コンテンツにおいては、対象となる児童の電気・電子回路の基本的な知識の習得度を考慮しつつ、電子回路の制限やユニットによる形状作成の自由度とのバランスに気を配りながら取り組めるよう、当初の研究実施計画通りユニットのセットや作品事例などを順次準備し、簡単な試作検証を行った。モノづくりの流れを理解すると同時に、モノづくりへの興味・関心が高まるよう、被験者の意見を踏まえ順次改善を行っている。

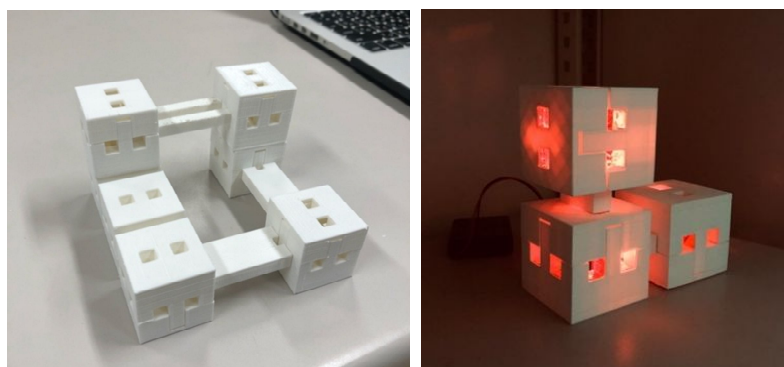


図 2 平面形状による電子回路ユニットと立体形状による電子回路ユニット

平成 31 年度には、平成 30 年度に設計したユニットを基に、マグネットによるジョイントやレジソンのような複数の形状ユニットを制作した。制作したユニットを複数組み合わせることにより、電子回路を構築する立体的なユニークな形状が表現できる。組み合わせにより、任意の箇所 LED を点灯させるなど、自作の照明器具作成を通じたモノづくりの流れや魅力を知ることができる。これらの成果は、「モノづくりの初等教育コンテンツ開発に関する研究 - 簡易模型組立てキットによる電子回路体験型学習コンテンツの開発 -」として Win F2019(P114, 名古屋, 2019.11.2)にて研究発表した。その他、シミュレータ(3次元モデルを仮想空間上で構築)による様々な形状の確認、3D プリンタによる部品の出力などによる量産化を行い、年度末に児童向けワークショップによるユニットの有効性などの検証を予定していたが、ユニットについて複数のアプローチから複数の異なるユニットの設計・試作に時間を要し、ユニット制作の量産化までの工程に遅延が生じていることによりユニット開発の新型コロナ禍等の情勢により予定通り進んでおらず、研究室での小規模な検証にとどまっている。新型コロナ禍等の情勢を十分配慮し、今後十分な検証を行うとともに、引き続き研究を進める予定である。

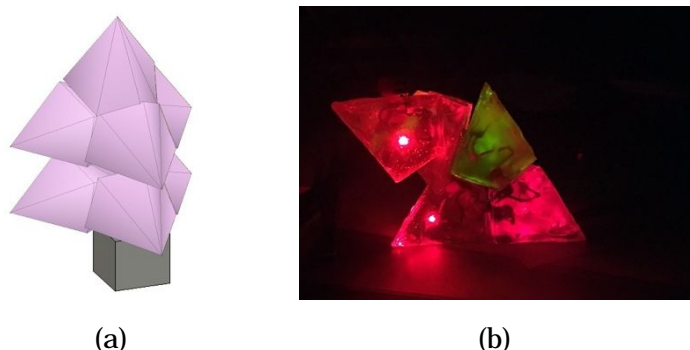


図 3 (a) シミュレータによる様々な形状の確認  
(b) 自作の照明器具作成例

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 伊藤翔, 中貴俊, 遠藤守, 山田雅之, 宮崎慎也
2. 発表標題 モノづくりの初等教育コンテンツ開発に関する研究 - 簡易模型組立てキットによる電子回路体験型学習コンテンツの開発 -
3. 学会等名 WiNF2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryuji Kurokawa, Takatoshi Naka, Mamoru Endo, Masashi Yamada, Shinya Miyazaki
2. 発表標題 Development of educational contents for electronic circuit learning- Simple model assembly kit -
3. 学会等名 NICOGRAPH International 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 浅井 駿汰, 中 貴俊, 遠藤 守, 山田 雅之, 宮崎 慎也
2. 発表標題 モノづくりの初等教育コンテンツ開発に関する研究-電子回路学習のための簡易模型組立てキットの作成-
3. 学会等名 第8回社会情報学会中部支部/第3回芸術科学会中部支部合同研究会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	宮崎 慎也  (Miyazaki Shinya)  (50257581)	中京大学・工学部・教授    (33908)	

## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	山田 雅之  (Yamada Masashi)  (90262948)	中京大学・工学部・教授    (33908)	
研究 分 担 者	遠藤 守  (Endo Mamoru)  (90367657)	名古屋大学・情報学研究科・准教授    (13901)	