

SDGs学習のための3Dプリンタ製LEDライト教材の提案

北村 一浩

技術教育講座

3D Printed LED Light Teaching Materials for SDGs Learning

Kazuhiro KITAMURA

Department of Technology Education, Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

I. はじめに

愛知教育大学は、2019年にSDGs未来都市に選定された愛知県に所在する国立大学であり、SDGsの達成のために、さまざまな取り組みをおこなっている。

一方、中学校技術・家庭科（技術分野）において、授業を通じてSDGs達成のためのさまざまな取り組みをおこなっている。技術分野のT社の教科書には、日本が取り組んでいるSDGsの技術が以下のように掲載されている。「海水を淡水に変える技術（目標6：安全な水とトイレを世界中に）」、「小規模過疎地域における持続可能な地域社会の実現（目標15：陸の豊さも守ろう）」、「家畜用飼料の自給率向上を目指して（目標12：つくる責任、つかう責任）」、「アミノ酸を混ぜたコンクリート（目標13：気候変動に具体的な対策を）」、「つながる安全・安心のためのセキュリティソフトの開発（目標16：平和と公正をすべての人に）」¹⁾。このようなSDGs達成の高まる状況下の中で、本研究では、中学校技術・家庭科（技術分野）の学習のうち、特に「材料加工分野」と「エネルギー変換分野」で扱う内容と関連した、「材料のイノベーションとSDGs」、「材料加工方法のイノベーションとSDGs」について紹介するとともに、これらを総合的かつ具体的に学習することができる「3Dプリンタ製LEDライト教材」を提案する。

II. SDGs との対応

中学校技術・家庭科（技術分野）の「材料加工の分野」および「エネルギー変換の分野」に対応するSDGsの取り組みの中で、「材料のイノベーションとSDGsとの対応」と「材料加工のイノベーションとSDGs」について、以下に詳しく述べる。

1. 材料イノベーションとSDGsとの対応

材料イノベーションは、SDGsの「目標7：エネルギー

をみんなにそしてクリーンに」に対応する。目標7のターゲットは、「7.1：2030年までに、安価かつ信頼できる現代的エネルギーサービスへの普遍的なアクセスを確保する」、「7.2：2030年までに、世界のエネルギーミックスにおける再生可能エネルギーの割合を大幅に拡大させる」、「7.3：2030年までに、世界全体のエネルギー効率の改善率を倍増させる」、「7.a：2030年までに、再生可能エネルギー、エネルギー効率、および先進的かつ環境負荷の低い化石燃料技術などのクリーンエネルギーの研究および技術へのアクセスを促進するための国際協力を強化し、エネルギー関連インフラとクリーンエネルギー技術への投資を促進する」、「7.b：2030年までに、各々の支援プログラムに沿って開発途上国、特に後発開発途上国および小島嶼開発途上国、内陸開発途上国のすべての人々に現代的で持続可能なエネルギーサービスを提供できるよう、インフラ拡大と技術向上を行う」である²⁾。

(1) 省エネルギーに貢献する材料（青色LED）

青色LEDは、1993年に日本で発明され、この発明の功績が認められ、赤崎 勇 終身教授、天野 浩教授、中村 修二 教授の3氏に2014年にノーベル物理学賞が贈られた。その後、この青色LEDの技術を利用して、白色LEDが作られた。青色LEDには、窒化ガリウムという半導体が使われている。従来のシリコンを使った半導体を、窒化ガリウムを使った半導体に置き換えれば、電圧変換時や電力の制御を行う時のエネルギー損失を、約85%減少させることができ、省エネルギーに貢献できる（図1）³⁾。現在、窒化ガリウムを使ったパソコンなどの充電器が発売されているが、従来品と比較して小型化され（図2）、さらに発熱や消費電力が抑えられている。今後、窒化ガリウムベースの半導体が、パワーエレクトロニクスの分野に採用されれば、発熱や消費電力が劇的に減少することが期待される。これは、SDGsの目標7の、ターゲット7.3に対応する。

図1 各半導体材料のエネルギー損失³⁾

図2 パソコン用電源の体積の変化

2. 材料加工方法のイノベーションとSDGsとの対応

材料加工法のイノベーションは、SDGsの「目標12：つくる責任 つかう責任」に対応する。目標12のターゲットは、「12.1：持続的な消費と生産に関する10年枠組みプログラム（10YFP）を実施し、先進国主導の下、開発途上国の開発状況や能力を勘案し、すべての国々が対策を講じる」、「12.2：2030年までに天然資源の持続可能な管理および効率的な利用を達成する」、「12.2：2030年までに天然資源の持続可能な管理および効率的な利用を達成する」、「12.3：2030年までに小売・消費レベルにおける世界全体の一人当たりの食品廃棄物を半減させ、収穫後損失などの生産・サプライチェーンにおける食品の損失を減少させる」、「12.4：2020年までに、合意された国際的な枠組みに従い、製品ライフサイクルを通じて化学物質やすべての廃棄物の環境に配慮した管理を達成し、大気、水、土壌への排出を大幅に削減することにより、ヒトの健康や環境への悪影響を最小限に留める」、「12.5：2030年までに、予防、削減、リサイクル、および再利用（リユース）により廃棄物の排出量を大幅に削減する」、「12.6：大企業や多国籍企業をはじめとする企業に対し、持続可能な慣行を導入し、定期報告に持続可能性

に関する情報を盛り込むよう奨励する」、「12.7：国内の政策や優先事項に従って持続可能な公共調達の慣行を促進する」、「12.8：2030年までに、あらゆる場所の人々が持続可能な開発および自然と調和したライフスタイルに関する情報と意識を持つようにする」、「12.a：開発途上国に対し、より持続可能な生産消費形態を促進する科学的・技術的能力の強化を支援する」、「12.b：持続可能な開発が雇用創出、地域の文化・製品の販促につながる持続可能な観光業にもたらす影響のモニタリングツールを開発・導入する」、「12.c：破壊的な消費を奨励する非効率的な化石燃料の補助金を合理化する。これは、課税の再編や該当する場合はこうした有害な補助金の段階的廃止による環境影響の明確化などを通じ、各国の状況に応じて市場の歪みを是正することにより行うことができる。また、その際は開発途上国の特別なニーズや状況を考慮し、開発への悪影響を最小限に留め、貧困層や対象コミュニティを保護するようにする」⁴⁾。材料加工分野のイノベーションは、SDGsの目標12のターゲット12.5に対応する。

(1) 省資源に貢献する材料加工技術（3Dプリンタ）

従来の切削加工では、材料の端材が発生し材料が無駄になるが、3Dプリンタは「付加加工」と呼ばれる加工方法であり、使う分だけしか材料を消費しないため、省資源につながる。

3Dプリンタは、教育現場に導入することが推進されている「義務教育諸学校における教材整備計画」の「技術革新等関連」の教材整備計画に組み入れられており、令和2年度から令和11年度までの10年間に、中学校に導入されることになっている⁵⁾。

(2) 再生可能資源から作られるプラスチック材料(PLA)

3Dプリンタに使われるプラスチック材料PLA（ポリ乳酸）は、光合成により生産される「とうもろこし」などの植物由来再生可能資源を原料としている。また、PLAの原料として利用される植物は、光合成により空気中の二酸化炭素を吸収し成長するため、PLAが分解や焼却などにより、二酸化炭素が大気中に放出されても、植物が成長のために吸収した二酸化炭素を放出するだけで、大気中の二酸化炭素は増えない（カーボンニュートラル）材料である⁶⁾。またPLAは植物由来の生分解性プラスチックであるため、一定の条件下では、微生物などにより、最終的に二酸化炭素と水に分解され、現在問題になっているマイクロプラスチックの問題を、ある程度解決する⁷⁾。

Ⅲ. 3Dプリンタ製LEDライトの概要と製作

今回SDGsに対応した、白色LED、PLA、3Dプリンタについて、総合的に学習することを目的に、3Dプリンタ製LEDライト教材を提案する。本教材では、使用する部品を、できるだけ3Dプリンタ（図3）で

作製している。また、部品点数を減らすために、3Vで動作する白色LEDを選択している。



図3 今回部品作製に用いた3Dプリンタ

1. LEDライトに用いたLEDについて

今回用いたLEDは、海渡電子製の砲弾型で、発光色が白色、レンズが乳白色、輝度が4000～6000mcd、色温度が6500K～7000K、順電圧が3.0V～3.2V、順電流が20mAである。図4左上に、今回使用したLEDを示す。

2. LEDライトに用いた部品について

白色LED以外に使う部品を図4の右上と下に示す。使用した部品は、押しボタンスイッチ1個、M3のナット4個、M3で長さ10mmのビス4個、M3丸型端子4個である。



図4 LEDライトに用いた部品

3. 3Dプリンタ製の部品について

次に、3Dプリンタで作製した部品を図5に示す。底面部品、電池ボックス、上面部品、ライト部品の4つを作製した。作製には、4つの部品全部で4時間程度かかっている。

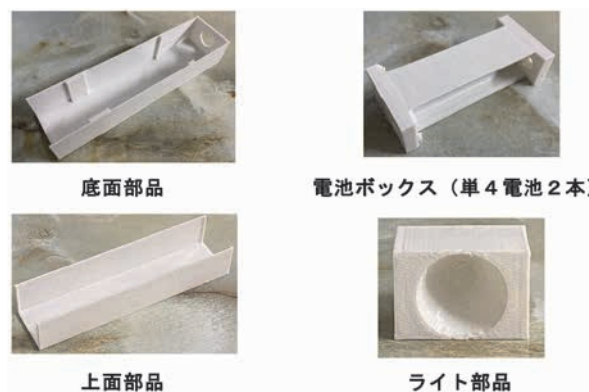


図5 3Dプリンタで作製した部品

4. 3Dプリンタ製LEDライトの製作

(1) 電池ボックスへの電極の取り付け

図6のように、電池ボックスの4つの穴に、内側からM3のネジをはめる。次に、ネジに丸型端子をはさんだ後、M3ナットをネジにはめ、ラジオペンチを使い電極を固定する。

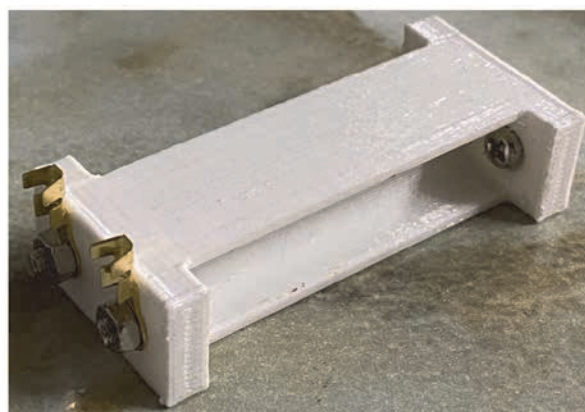


図6 電池ボックスへの電極の取り付け

(2) 電池ボックスに電池を入れる

単4電池にある程度の力がかかり、電池が抜けないようにネジの長さを調節する。その後、図7のように電池のプラスとマイナスを確認し電池ボックスに電池を入れる。



図7 電池ボックスへの電池の挿入

(3) ライト部品へのLEDの取り付け

図8のようにライト部品の穴にLEDを挿入し、ペン型3Dプリンタ（3Dペン）で穴に3Dプリンタと同じ白色のPLAを注入し、LEDを固定する。



図8 ライト部品へのLEDの取り付け

(4) LED部品と電池ボックスを接続する

LEDの足をニッパーで適当な長さに切り、図9のようにM3丸端子にかしめて接続する。

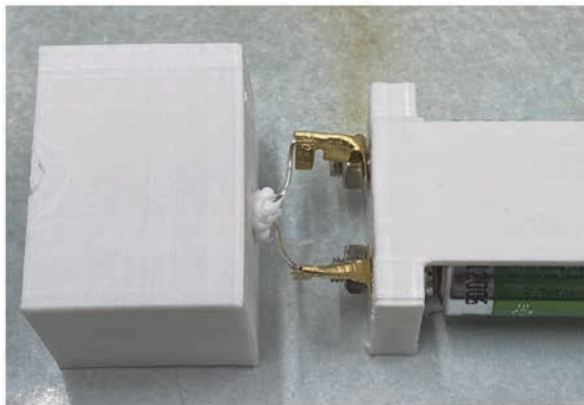


図9 LED部品と電池ボックスの接続

(5) LED部品と電池ボックスの配置の確認

図10のように底面部品にLED部品と電池ボックスが配置できるようにLEDの足と、M3丸端子をかしめた部分の形状を調整する。



図10 底面部品へのLED部品と電池ボックスの配置

(6) スイッチにコードを接続する

図11のように、スイッチに、コードを捻ることで接続し、コードの反対側に、M3の丸型端子を接続する。

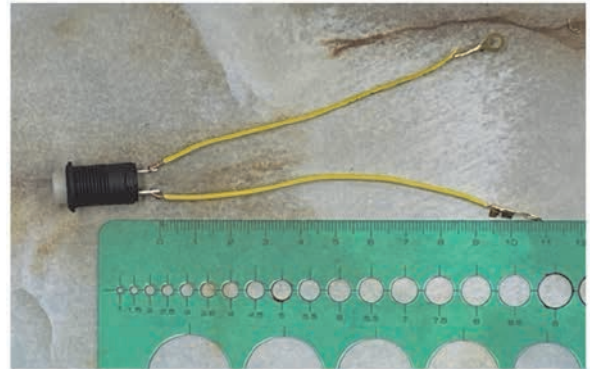


図11 スイッチにコードを接続

(7) スイッチを底面部品に固定する

図12のように、コードにスイッチ付属のリングを通し、スイッチを底面部品の穴に配置する。

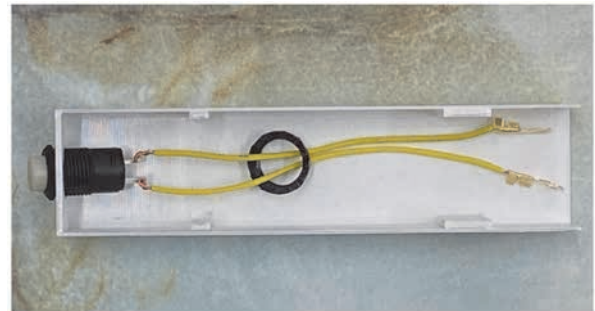


図12 スイッチを底面部品に固定

(8) LEDライトの配線を確認する

図13のように、LED部品と電池ボックス、スイッチの配線を確認する。

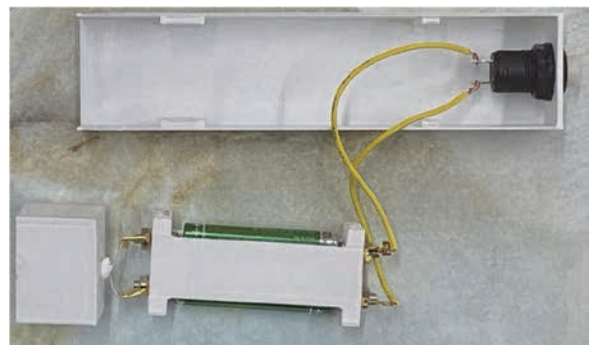


図13 LEDライトの配線を確認

(9) 底面部品に LED 部品と電池ボックスを配置する

図 14 のように、底面部品に LED 部品と電池ボックスを配置する。



図 14 底面部品に LED 部品と電池ボックスを配置

(10) LED ライトの完成

図 15 に完成品の写真を示す。

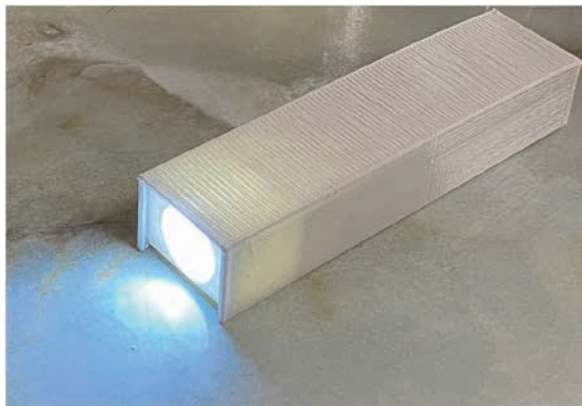


図 15 LED ライトの完成品

IV. まとめ

本研究では、中学校 技術・家庭科（技術分野）の中で、特に「材料加工分野」と「エネルギー変換分野」で扱う内容と関連した、「材料のイノベーションと SDGs」、「材料加工方法のイノベーションと SDGs」の対応について紹介するとともに、これらを総合的に学習することができる「3D プリント製 LED ライト教材」を提案した。令和 4 年 8 月 24 日に、愛知教育大学で行われた公開講座「SDGs とものづくり」の中で、本報告の内容と LED ライトの製作を刈谷市の中学校・技術科教員と知立市の理科教員に対しておこなったところ、大変好評であった。

文 献

- 1) 田口浩継他：“新しい技術・家庭 技術分野 未来を作る Technology”，東京書籍（2020），裏表紙⑥
- 2) グローバルコンパクトネットワークジャパン：<https://www.uncjcn.org/sdgs/goals/goal07.html>
- 3) GaN コンソーシアム：<http://www.gan-conso.jp/report/energy-saving.html>
- 4) グローバルコンパクトネットワークジャパン：<https://www.uncjcn.org/sdgs/goals/goal12.html>
- 5) 文 部 科 学 省：https://www.mext.go.jp/content/20200131-mxt_zaimu-100002591_2.pdf
- 6) 神戸精化株式会社：<https://kobeseika.co.jp/special.html>
- 7) 石田頼子，井原望，斎藤由香，清水直人，木村俊範：“生分解性プラスチック（ポリ乳酸）製品の簡易分解評価法”，農業機械学会誌 64（3）pp.121-125（2002）

（2022 年 9 月 26 日受理）