

# Attempt of Development of an LED Lantern as Production Teaching Material Adjusted with International Baccalaureate Middle Years Programme

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2021-01-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 青木, 麟太郎, 紅林, 秀治 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00027848">https://doi.org/10.14945/00027848</a>

## 中等教育プログラムに整合した LED ランタン製作教材の開発の試み

Attempt of Development of an LED Lantern as Production Teaching Material  
Adjusted with International Baccalaureate Middle Years Programme

青木 麟太郎<sup>1</sup>, 紅林 秀治<sup>2</sup>  
Rintaro AOKI, Shuji KUREBAYASHI

(令和 2 年 11 月 30 日受理)

### ABSTRACT

We describe the attempt of using the development of an LED lantern as production teaching material in junior high school technology classes at an IB accredited school. We developed an LED lantern in a plastic holder using a board with circuit paper pasted onto it and soldered electronic parts between nails driven into the board. We evaluated our lantern in technology classes at an IB accredited junior high school. Students used the design cycle to think about how to improve their lanterns, which they designed and assembled to solve problems of convenience at home. In addition, after using the lantern at home, students asked their families for their impressions of their work. We found that it was easy for students to solve problems and that they showed an interest in evaluating their lanterns based on how well the function and structure fit the purpose and operating conditions.

### 1. はじめに

2013 年 6 月、「日本再興戦略-JAPAN is BACK-」が閣議決定され、グローバル人材育成の観点から、政府は国内の国際バカロレア認定校等（以後、IB 校）を 2018 年までに 200 校に増加させる目標を立てた<sup>1</sup>。しかし、IB 校は 2020 年 6 月 30 日時点で政府の立てた目標数に達していない<sup>2</sup>。この理由の一つには、どの IB 校に在籍する生徒でも、日本国内の卒業資格を取得できるわけではないため、途中で進路変更しにくい問題点があり、IB 校を増設しにくいと考えられる。この問題点を解決するため、日本の IB 校では、中学校の卒業資格を取得でき、国際バカロレア機構が提供する世界標準カリキュラム「中等教育プログラム（以後、MYP : Middle Years Programme）」を満たすよう教育課程を工夫する取り組みもある。しかし、両方で認定された IB 校は 2020 年 6 月 30 日時点で各都道府県に 1 校ずつないため地域によっては IB 校へ通いにくく<sup>2</sup>、学習指導要領が定める各教科等の内容と、MYP の内容の両方を取り扱える学校数が少ない。また MYP において、中学校の教科「技術・家庭（技術分野）（以後、技術科）」に当てはまる教科「Design」と「技術科」の内容両方を取り扱えるようにした実践報告も少ない。本研究は今後の IB 校普及に向けた参考資料の一つになると考え、IB 校で「Design」と「技術科」の内

<sup>1</sup> 愛知教育大学大学院・静岡大学大学院共同大学院

<sup>2</sup> 静岡大学教育学領域技術教育系列

容の両方を取り扱えるように教材の条件をまとめ、教材の条件を満たすよう開発した製作教材の実践結果について述べる。

## 2. Design と技術科との比較

### 2. 1. Design と技術科の特徴

本章ではIB校とMYPワークショップ<sup>3)</sup>で配布された資料も含めたDesignの資料<sup>4)7)</sup>と新中学校学習指導要領<sup>8)</sup>をもとに、Designと技術科の特徴を比較し、両方を取り扱えるように教材の条件をまとめた。Designと技術科について、表1に目標、表2に目標以外の特徴を整理した。

表1 Design と技術科の目標

MYPのDesign	技術科
<p>MYPデザインのねらいは、以下のことを生徒に奨励し、できるようにすることです (The aims of MYP design are to encourage and enable students to:)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>デザインプロセスを楽しんで、その優雅さとパワーを習得すること(enjoy the design process, develop an appreciation of its elegance and power)</li> <li>デザインサイクルを使った問題の解決をデザインし、つくるために、異なる分野から知識、理解、技術を習得すること(develop knowledge, understanding and skills from different disciplines to design and create solutions to problems using the design cycle)</li> <li>情報にアクセスして、処理して、伝えて、ソリューションをつくって、問題を解決する手段として、効果的にテクノロジーを使用し、用いること(use and apply technology effectively as a means to access, process and communicate information, model and create solutions, and to solve problems)</li> <li>生命、グローバル社会、環境のためにデザイン革新の影響の価値をひろげること(develop an appreciation of the impact of design innovations for life, global society and environments)</li> <li>文化、政治、社会、歴史、環境との関わりの中で、過去、現在、未来のデザインを評価すること(appreciate past, present and emerging design within cultural, political, social, historical and environmental contexts)</li> <li>他者の視点に敬意を持ち、他の問題解決を評価すること(develop respect for others' viewpoints and appreciate alternative solutions to problems)</li> <li>誠実で正直に行動し、効果的な業務を展開している自身の行動の責任をとること(act with integrity and honesty, and take responsibility for their own actions developing effective working practices.)</li> </ul>	<p>技術の見方・考え方を働かせ、ものづくりなどの技術に関する実践的・体験的な活動を通して、技術によってよりよい生活や持続可能な社会を構築する資質・能力を次のとおり育成することを目指す。</p> <p>(1) 生活や社会で利用されている材料、加工、生物育成、エネルギー変換及び情報の技術についての基礎的な理解を図るとともに、それらに係る技能を身に付け、技術と生活や社会、環境との関わりについて理解を深める。</p> <p>(2) 生活や社会の中から技術に関わる問題を見だし課題を設定し、解決策を構想し、製作図等に表現し、試作等を通じて具体化し、実践を評価・改善するなど、課題を解決する力を養う。</p> <p>(3) よりよい生活の実現や持続可能な社会の構築に向けて、適切かつ誠実に技術を工夫し創造しようとする実践的な態度を養う。</p>

表2 Design と技術科の特徴（目標以外）

項目	MYPのDesign	技術科
対象年齢 (年間授業数)	11歳～16歳(50時間以上)	13歳～15歳(第1,2学年で70時間以上、第3学年で35時間以上(家庭分野含む))
学習内容	デジタルデザイン(情報の内容)、プロダクトデザイン(情報以外の内容)の2種類の内容があり、各内容を単体で扱う、一連の流れで扱う、結合(複合)して扱うのいずれかで実践	「A 材料と加工の技術、B 生物育成の技術、C エネルギー変換の技術、D 情報の技術」の4種類
評価基準	デザインサイクルと Approaches to Learning (以後、ATL。「学習の方法(姿勢)」と解釈。)を評価	「知識及び技能、思考力、判断力、表現力等、学びに向かう力、人間性等」の3観点を評価
学習過程	デザインサイクルの順に実施。学習開始時、ユニットプランナー(重要概念や関連概念、グローバルな文脈などをまとめた指導案)、デザインサイクル、評価基準およびATLを説明	「生活や社会を支える技術、技術による問題の解決、社会の発展と技術」を順番によらず実施

Designは11歳～16歳の計6年間実施されることを前提に、表1,2にある特徴(目標や年間授業時数、学習内容など)が構成されている。Designと技術科の間には、問題解決能力の育成や、学習内容に情報の学習内容が含まれること、誠実な行動を求めること等の共通点がある。一方、相違点には重要概念(Key concepts)や関連概念(Related concepts)、デザインサイクルの使用、情報以外の学習内容の分類、初回授業での評価基準説明などが挙げられる。

### 2. 2. Design と技術科の両方を扱うための問題点

重要概念は概括すると、MYPのカリキュラムの中で探究すべき16の語群で示されている。それは、各教科で探究する重要な概念であり、他の教科の取り組みの中でも理解を深める概念となる。Designの重要概念は4つあり、「コミュニケーション(Communication)、コミュニティ(Community)、発展(Development)、システム(Systems)」となる。関連概念は概括すると、教科ごとに、学習の幅を広げ、重要概念(Key concepts)の理解を深めるのに役立つ概念となる。Designの関連概念(Related concepts)は16あり、「適合(Adaptation)、共同(Collaboration)、人間工学(Ergonomics)、評価(Evaluation)、形(Form)、機能(Function)、革新(Innovation)、発明(Invention)、

市場と動向(Markets and trends), 見通し(Perspective), 資源(Resources), 持続性(Sustainability)」となる。また全教科で共通した焦点になる「グローバルな文脈(Global contexts for teaching and learning)」があることなども Design と技術科との相違点で挙げられるが、ここでは省略する。まとめると、Design では学習内容の種類によらず、重要概念と関連概念といった教科内で形成する概念が整理され、技術科では学習内容ごとに概念が整理されているため、Design と技術科の両方を扱うためには、重要概念・関連概念と技術科の学習内容とを結びつける必要がある。

Design でのデザインサイクルとは、「A Inquiring and analyzing (以後、A 探究と分析)」、「B Developing ideas (以後、B アイデアの発展)」、「C Creating the solution (以後、C 解決策の創造)」、「D Evaluating (以後、D 評価)」の順に進めるプロセス(学習過程)をまとめたものを指す。Design の授業では、デザインサイクルを様々なテーマで沢山こなすことを重視する。デザインサイクルの内容は主に、技術科の「思考力・判断力・表現力等」に相当する。例えば、「D 評価」では、製作した作品に対し、生徒が作品や製作過程を振り返ったり、作品の評価試験を考案したり、改善案を作成したり、課題解決に役立ったりできるかを、生徒と教員が評価する。また「思考力・判断力・表現力等」以外の資質・能力では、「C 解決策の創造」の評価項目に「ii. ソリューションを作るときに優れた技術を示している(demonstrates excellent technical skills when making the solution)」という内容があり、技術科の「技能」に相当する。一方、MYPにおける教科「Mathematics<sup>9)</sup>」や「Science<sup>10)</sup>」、「Arts (音楽と美術に相当)<sup>11)</sup>」では最初の学習過程に「A Knowing and understanding」といった知識習得を含んだ段階があり、「Arts」では次の学習過程に「B Developing skills」といった技能習得を含んだ段階もある。つまり、MYPの中でDesignと他教科とを比較した時、Designは前半の学習過程に「知識及び技能の習得」を求めない教科となっている。一方、技術科の学習過程では、「生活や社会を支える技術、技術による問題の解決、社会の発展と技術」を順番によらず行うことができるため、Designと技術科の学習過程両方を満たす学習過程として、デザインサイクルの順に学習を進める必要がある。また、技術科の「知識及び技能の習得」をDesignの授業で扱う方法として、デザインサイクルの前段階で技術科での「知識及び技能」を習得するように配慮した学習計画作成が有効と思われる。なお、DesignでのATLは、コミュニケーション(Communication)、社会性(Social Skills)、自己管理(Self Management Skills)、リサーチ(Research)、思考(Thinking Skills)があり、技術科の「学びに向かう力・人間性等」に相当する。

Designの学習内容が情報と情報以外の内容の2種類、技術科の学習内容が情報と3種類の情報以外の内容で計4種類に分類される。つまり、Designにある情報以外の学習内容では、技術科にある情報以外の学習内容「A 材料と加工の技術」～「C エネルギー変換の技術」といった分類をしていない。またDesignでは技術・家庭(家庭分野)も扱うため、Designの学習内容は技術科の学習内容に比べ、生徒が課題を解決する方法や教員が選んだ課題によって、大きく異なる可能性が考えられる。そこで、Designと技術科の内容両方を取り扱うため、生徒がデザインサイクルの順に学習を進めながら、技術科の学習内容を扱う必要がある。また、Designでは学習の進め方を重視するため、技術科の学習内容との整合性を取る時、注意が必要である。例えばDesignでは、「あつくて勉強できない」という課題を設定した場合、生徒が課題に関する情報を集め、解決プランを立てる。次に解決プランに合わせ、各生徒が扇風機を作ったり、汗拭きシートを作ったり、温暖化防止のための運動をおこしたりする。最後に、生徒がその取り組みを評価するといった一連の問題解決の活動を重視している。そのため、部品を組み立て、

作品を完成させるだけの教材を題材に選定できなかつたり、教員が生徒に身につけさせたい技術科の学習内容を扱いにくかつたり、中学1年生にとって最初からものづくりで課題を解決するのがイメージしにくかつたりする等の問題がある。

MYP では初回の授業でデザインサイクルの評価基準を配布・説明し、評価基準をもとに各過程の取り組みを自己評価させる。評価基準はデザインサイクルの各過程で一つずつあり、数値の到達度と、その到達度に達するための評価内容が抽象的に表記されている。また、評価基準の内容は第1学年(11歳)、第3学年(13歳)、第5学年(15歳)の終わり頃に到達する内容が異なり、6年間かけて抽象的に表記された評価内容を自己評価することに慣れていく。しかし、対象の中学1年生全員が11、12歳の時にDesignを受けていないため、評価基準に慣れておらず、抽象的な表記を読解できず、活動を評価できない可能性がある。またMYPでは、各学年の終わり頃に到達する評価基準の内容を扱った後、次の学年の終わり頃に到達する評価基準の内容を扱うことができるようになる。そのため、中学1年生を対象にした初回の教材では、評価基準ごとに具体的にどういった内容を記すと到達度まで達するか読解できるようにするため、第1学年の終わり頃に到達する評価内容をチェック式にまとめ、授業開始直後に提示し、デザインサイクルの各過程を自己評価させるのが有効と思われる。

### 2. 3. Design と技術科の両方を満たす教材の条件

中学1年生を対象に、MYPのDesignと技術科の両方を取り扱うため、2.2での問題点を基に開発する教材の条件を、表3に示す。

表3 開発する教材の条件

条件	MYPのDesign	技術科
条件① 初回の授業でチェックリストの評価基準を説明することができる。	○	
条件② デザインサイクルを用いる課題に入る前段階で知識・技能を学ぶことができる。		○
条件③ 製作した作品に触れながら、問題解決できるデザイン案の構想・改良をすることができる。		○
条件④ 学習内容をデザインサイクルの順に進めることができる。	○	
条件⑤ デザインサイクルの各過程を自己評価させることができる。	○	
条件⑥ 技術科の学習内容とDesignの重要概念・関連概念の形成を関連させることができる。	○	
条件⑦ 製作する作品は技術科の学習内容に触れるものを選ぶことができる。		○

表3より、学習活動として、まずは授業の流れやチェックリストの評価基準などを説明する(条件①)。次に技術科の知識・技能習得のため、生徒全員が同じ作品の製作活動を行う(条件②)。その後、生徒は製作した作品をもとに日常生活で解決できる課題を設定し、作品の改良を行う(条件③)。この授業の流れを具体的にすると、生徒は製作した作品をもとに解決できそうな日常生活の問題点を調査し、調査結果を基に設定した課題に合わせ、作品を改良する解決プランを立て、作品を改良し、日常生活で使用して作品の評価を行う問題解決の活動を行う(条件④)。この問題解決の活動の中で、評価基準を基にデザインサイクルの各過程の自己評価も行う(条件⑤)。この学習活動では重要概念の「発展」、関連概念の「発明」といった概念形成が行われるため、関連する技術科の学習内容として「C エネルギー変換の技術」の「日常生活での課題を既存の作品を改良(改良を「発展」と解釈)した新しい作品(新しい作品を「発明」と解釈)で解決する」概念形成を選択した(条件⑥)。尚、「発展」はIB校の資料<sup>6,7)</sup>から引用すると、「発展」は、成長、進展、進化につながる行動や過程です。改良を繰り返しながら発展することもあります。(Development is the act or process of growth, progress or evolution, sometimes through iterative improvements.)を意味する。また「発明」はDesignの資料<sup>4,5)</sup>から引用すると、

「発明は、まったく新しい製品又はユニークな製品の特徴です。(An invention is an entirely novel product or a feature of a product that is unique.)」を意味する。また、製作する作品は「C エネルギー変換の技術」を学習内容の基軸として扱われる一方、対象の中学 1 年生に合わせ「A 材料と加工の技術」にも触れやすくした結果、木材・金属・プラスチックの加工を行い、作品の電子回路や筐体を工夫し改良しやすくした(条件⑦)。そこで、表 3 の条件①～⑦を満たすよう LED ランタン製作教材を開発した。

### 3. 開発した LED ランタン教材

製作の中で木材・金属・プラスチックの加工を行い、製作した回路を必要な機能に合わせ改良できる LED ランタン教材を開発した。図 1 に開発した LED ランタン教材の外観を示す。

図 2 に LED ランタン教材の回路図を示す。回路は CdS センサにより暗闇で点灯する仕組みとなっている。回路に必要な部品のスペースを最小限に抑えるため、昇圧回路を用い単三電池 1 本でも動作するようにした。マイクロインダクタ 2 本を近づけると LED が光り、離すと LED が消えるため、人間の目では見えない磁界(磁束)を実感しやすくなるようにした。LED ランタン教材の LED にパワー LED を用いた。これは、勤務校の同じキャンパスにパワー LED による植物工場技術の研究との提携<sup>12)</sup>を考慮したためである。本授業後、Design の技術・家庭(家庭分野)で、その施設を見学した。

基板には回路を改良しやすくするため、展開板を活用した。展開板とは木材に回路図を描いた紙を貼り、ラグ端子となる真鍮釘を打ち、電子部品をはんだづけしたものである。展開板の活用により、電子回路を改良しやすく、金属の特性や点灯のしくみ、電気の流れについても理解しやすく示すことができた。生徒が自分の設計に合わせ作品を加工・改良しやすくするため、プラスチック製の取手付き容器を筐体に使った。また、展開板に木材を活用し、プラスチック製の容器を用いたことで、改良前に、展開板が容器の底に入るよう木材・プラスチック加工ができるようにした。図 3 に展開板を活用した LED ランタン回路を示す。表 4 に LED ランタン教材に使用した部品を示す。



図 1 開発した LED ランタン教材

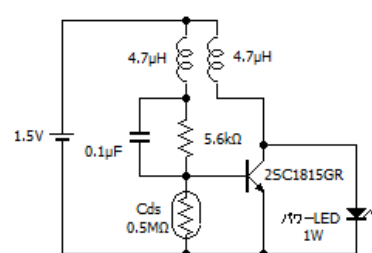


図 2 開発した LED ランタン教材の回路図



図 3 展開板を活用した LED ランタン回路

表4 LED ランタン教材の部品表

No	部品名	数	値段	No	部品名	数	値段	No	部品名	数	値段
1	1W 白色パワーLED	1個	150円	6	電池ボックス 単3×1本 リード線	1個	30円	10	リード線	10cm	15円
2	CdS セル 0.5MΩ 直径・5mm	1個	22円	7	マイクローインダクタ 47μH Q:20min	2個	20円	11	真鍮釘	8本	9円
3	取手付き容器 1.5L用	1個	100円	8	トランジスタ 2SC1815GR 60V	1個	10円	12	回路図の紙	1枚	1円
4	コンデンサ 0.1μF 50V	1個	10円	9	スギ 1×4材(89×89×19)	1本	26円	13	単三電池	1本	23円
5	カーボン抵抗 5.6kΩ 1/4W	1個	1円	合計							417円

#### 4. 実践した授業

本実践では、表3の条件①～⑦を満たすよう開発された教材を使用し、中学1年生が製作した作品を使用場面に合わせ改良することができるかを確認する目的で行った。そのため、作品の改良を行えたことで、教員が学習内容を決めたり、初回の授業を説明したり、デザインサイクルの順に学習過程を進めたりするといった、本実践で前提となる教員の言動(表3の①, ④, ⑦)が行えるかを確認した。また改良した作品を活用した結果、どういった教育的効果があるかを確認するため、本実践の「D 評価」では「iv. 相手(クライアント/ターゲット)に対しソリューションの影響の要点をまとめる」内容の評価項目に、持ち帰った完成品の感想を身近な人(保護者)から聞く内容を取り入れた。保護者へ聞く課題は、生徒が殆ど英語で行われる授業に遅れないよう毎日2～4時間程度の家庭学習をしており<sup>11)</sup>、家庭での支援も手厚いことから、課題に出せると判断した。表5に、「Design」の評価基準<sup>4),5)</sup>を基に作成した、本実践における「D 評価」の評価基準を示す。

表5 Design の評価基準<sup>4),5)</sup>を基に作成した、本実践の「D 評価」の評価基準

到達度	評価内容	本教材での評価内容
0	生徒は以下の評価内容の定義するいかなる水準にも達していない	生徒は <input type="checkbox"/> デザインサイクルを提出期限までに提出できていない。 <input type="checkbox"/> 以下の評価内容を行っていない。
1・2	生徒は (The student): i. テスト方法を1つ記述し、ソリューションの成果を判断するために用いる (i. defines a testing method, which is used to measure the success of the solution) ii. ソリューションの成果を述べる (ii. states the success of the solution.)	生徒は <input type="checkbox"/> 作品の発表原稿をまとめている。
3・4	生徒は (The student): i. ソリューションの成果を判断するために、関連したテスト方法を1つ記述し、データを生成する (i. defines a relevant testing method, which generates data, to measure the success of the solution) ii. 1つの関連した製品テストの結果を基に設計仕様書から離れて、ソリューションの成果の要点を述べる (ii. states the success of the solution against the design specification based on the results of one relevant test) iii. ソリューションを改善する方法を1つ述べる (iii. states one way in which the solution could be improved) iv. ソリューションの相手(クライアント/ターゲット)に影響する方法を1つ述べる (iv. states one way in which the solution can impact the client/target audience.)	生徒は <input type="checkbox"/> 作品の発表原稿をまとめている。 <input type="checkbox"/> 作品を置いた様子を撮り、写真を貼ってくる。 <input type="checkbox"/> 身近な人からの、作品を置いた感想を調べ、まとめている。
5・6	生徒は (The student): i. ソリューションの成果を判断するために、関連したテスト方法を定め、データを生成する (i. defines relevant testing methods, which generate data, to measure the success of the solution) ii. 関連した製品テストを基に、設計仕様書から離れてソリューションの成果を述べる (ii. states the success of the solution against the design specification based on relevant product testing) iii. ソリューションを改善する1つの方法の要点をまとめる (iii. outlines one way in which the solution could be improved) iv. 指導を受けながら、ソリューションの相手(クライアント/ターゲット)への影響について要点をまとめる (iv. outlines the impact of the solution on the client/target audience, with guidance.)	生徒は <input type="checkbox"/> 作品の発表原稿をまとめている。 <input type="checkbox"/> 作品を置いた様子を撮り、写真を貼ってくる。 <input type="checkbox"/> 身近な人からの、作品を置いた感想を調べ、まとめている。 <input type="checkbox"/> 作品を置くことで、どのようなメリットやデメリットがあったのかをまとめている。
7・8	生徒は (The student): i. ソリューションの成果を判断するため、簡単に関連したテスト方法の要点をまとめ、データを生成すること (i. outlines simple, relevant testing methods, which generate data, to measure the success of the solution) ii. 根拠ある製品テストを基に、設計仕様書から離れてソリューションの成果の要点をまとめること (ii. outlines the success of the solution against the design specification based on authentic product testing) iii. ソリューションをどのように改善したか要点をまとめる (iii. outlines how the solution could be improved) iv. 相手(クライアント/ターゲット)に対しソリューションの影響の要点をまとめる (iv. outlines the impact of the solution on the client/target audience.)	生徒は <input type="checkbox"/> 作品の発表原稿をまとめている。 <input type="checkbox"/> 作品を置いた様子を撮り、写真を貼ってくる。 <input type="checkbox"/> 身近な人からの、作品を置いた感想を調べ、まとめている。 <input type="checkbox"/> 作品を置くことで、どのようなメリットやデメリットがあったのかをまとめている。 <input type="checkbox"/> 作品を長く利用するためにはどうすればいいのかをまとめている。 <input type="checkbox"/> 作品をさらに改良するならばどこを改良したいのかをまとめている。

表 5 にある、「到達度」の縦一列が到達レベルを表し、「評価内容」の縦一列が全 IB 校で共通した到達レベルに達するための評価内容を示す。「本教材の評価内容」の縦一列が「評価内容」を本教材に落とし込んだ評価内容となる。表 5 の「到達度」、「評価内容」および「本教材の評価内容」をまとめた評価基準は、MYP において初回の授業で説明する必要がある。また MYP では、表 5 の「本教材の評価内容」の評価内容をもとにどの「到達度」まで至ったのかを生徒と教員がそれぞれ評価することになる。尚、「D 評価」の評価項目は技術科の「思考力・判断力・表現力等」に相当する。

2018 年 4 月から 5 月までに、第 1 学年 2 クラス 45 人を対象に、技術科の学習内容「C エネルギーに関する技術」を全 12 時間（2 時間×6 回）で行った。表 6 に授業計画を示す。

表 6 授業計画と該当の学習過程

No	主な学習内容	時数	MYP のデザイン デザインサイクル	技術科 学習指導要領の学習過程
1	ガイダンス、電子回路の説明、道具の使い方	2h		生活や社会を支える技術
2,3	作品の製作、作品の構想	4h	A 探究と分析	技術による問題の解決
4	構想の発表、構想の決定、作品改良の説明、作品の改良	2h	B アイデアの発展	
5	作品の改良	2h	C 解決策の創造	
6	作品の発表・振り返り、アンケート	2h	D 評価	社会の発展と技術

表 6 の No.1 では、ユニットプランナー、デザインサイクル、ATL と評価基準を配布し、図 1 の LED ランタンを製作した後、改良することと点灯のしくみを説明した。ガイダンスでは発展や発明、グローバルな文脈の「公平性と発展(Fairness and development)」といった要素を組み合わせ、オリジナルランタンを発明するため、同じ電子回路から回路を改良（発展）する力を身につけていくことを説明した。また図 1 の LED ランタン製作に最低限必要な、さしがね、のこぎり、げんのう及びはんだごてについて説明し、好きな形に切った廃材に真鍮釘を打ち付け、抵抗と真鍮釘をはんだづけした。授業後、2,3 種類のランタンを調査する宿題を出した。表 6 の No.2, 3 では、図 1 の LED ランタンを製作させた。製作後に、どういったランタンがあるか、家の中で夜暗くてあぶないと思う箇所はどこかを考えさせ、暗い所や災害時に活用するためのオリジナルランタンも 2 つ以上構想させた。これは既存の作品が手元にあると、作品の構想時に改善の余地や活用場面を想定しやすいと考えたためである。表 6 の No.4 では、2 つ以上の構想案を発表し、発表者の意見をもとに作品の構想案を決定させた。また構想案が早く決まった生徒が作品の改良を始められるようにするため、図 2 の電子回路への基本電子部品（スイッチやボリューム、電池ボックスなど）取り付けについて説明した。表 6 の No.5 では、各自の構想に合わせて作品を改良させた。また生徒には製作品を家で実際に使い、作品のいい点・悪い点をまとめ、身近な人（保護者）にも意見を聞くよう課題を出した。表 6 の No.6 では、実際に使ってみて気づいた作品の特徴や、保護者の意見、作品のメリット・デメリット、長期利用・改良点について発表させた。振り返りでは初回の授業時に配布したデザインサイクルの各過程の評価基準と ATL で自己評価を行い、デザインサイクルとともに回収し、授業の感想もまとめさせた。その後、アンケートも行った。図 4 に授業の様子（表 6 の No.2：生徒が製作する様子、表 6 の No.6：生徒が発表する様子）を示す。





図4 授業の様子 (No.2 : 生徒が製作する様子, No.6 : 生徒が発表する様子)

## 5. 実践結果

### 5. 1. 作品の設置場所と必要な材料・道具

表6のNo.3,4の授業では作品の改良にあたり、デザインサイクルに作品の設置場所と、自分で用意する必要がある材料と道具をまとめさせた。表7に作品の設置場所と()内にその人数をまとめたものを示す。表8に自分で用意した材料と道具をまとめたものを示す。

表7より、対象の生徒70%以上は、改良したLEDランタンを家族と共有スペースに設置する目的で製作を始めたのがわかった。表8より、材料・道具には100円ショップにある物が多くそれぞれの材料・道具が安価で手に入ることが可能だとわかった。

表7 作品の設置場所 (N=41)

分類	種類
家族と共有の場所 選択: 31人 (75.6%)	階段(8), 玄関(8), 廊下(5), キッチン(3), 机やパターの上(3), 物置部屋(1), 駐輪場(1), トイレ(1), 庭(1)
自分の部屋選択: 10人(24.4%)	ベッドサイド(4), 勉強机(2), ミニ黒板の下(1), 部屋のドア(1), ロフト(1), 自室(1)

表8 自分で用意した材料と道具 (N=41)

分類	種類
材料	おはじき, 折り紙, ガーゼ, 画用紙, 木, シール, スタンプトッピングラメ, 写真, セロファン, タッセル, 着色料, デコパージュペーパー, ネジ, 針金, ビーナステーブ, フック, マニキュア, ライトシヤムトパーズ, 和紙
道具	蛍光ペン, 絵の具, カッター, グルーガン, 定規, セロハンテープ, ボンド, マーカー, マスキングテープ, 両面テープ

### 5. 2. 作品の評価

対象の生徒は全員、点灯するLEDランタンを製作し改良することができた。改良された作品の中で、「CdS センサに直接光が入るよう作品を調整できているか」「回路に基本電子部品(スイッチやボリューム, 電池ボックスなど)を取り付けることができたか」を確認した。表9に製作された作品を分類した結果を示す。表9の①~③に分類した作品を図5に示す。

表9 製作された作品の分類 (N=45 個)

番号	分類	数
①	CdS センサに直接光が当たる作品	23 個 (51.1%)
②	セロファンごしに直接光が入る作品	12 個 (26.7%)
③	CdS センサに直接光が当たらない作品	10 個 (22.2%)



図5 表9の作品

表9の①に分類した作品が23個(51.1%)あるので、電子回路の自動点灯する仕組みを理解しつつ、CdS センサに直接光が当たるよう筐体を調整することが可能であるとわかった。表9

の②, ③に分類した作品が合計 22 個 (48.9%) あるので, 構想した作品に自動点灯する仕組みが不要と選択した可能性が考えられる。これは単三電池を無駄に消費しており, 電子回路の真鍮釘 (ラグ端子) を活用し, 電子回路の実験を作品の改良前に十分取り入れる必要がある。また電子回路へ基本電子部品を取り付けた作品が 45 個中 21 個 (46.7%) となり, 中学 1 年でも構想した作品に求められる機能を展開板で実現できると言える。

また, 表 7 と表 9 をもとに設置場所による作品の分類について確認する。設置場所に家族と共有の場所を選択した 31 人の作品を表 9 の 3 つに分類すると, ①の作品が 20 個, ②の作品が 11 個, ③の作品が 4 個となる。設置場所に自分の部屋を選択した 10 人の作品を表 9 の 3 つに分類すると, ①の作品が 3 個, ②の作品が 1 個, ③の作品が 6 個となる。つまり, 設置場所に家族と共有の場所を選択した生徒の半数以上が CdS センサに直接光が当たる作品を製作し, 自分の部屋を選択した生徒の半数以上が CdS センサに直接光が当たらない作品を製作したとわかる。そのため, 他者が作品を見る設置場所を選択する方が, 作品に自動点灯する仕組みを残す可能性が考えられる。

### 5. 3. 「D 評価」の分析結果

「D 評価」とアンケートの分析対象者数は, 記述内容の公平性を保つため, 授業最終日にデザインサイクルを提出できなかった生徒 4 人を除いた 41 人とした。「D 評価」では 41 人全員の到達度が 5 以上であった。そのうち, 作品を置いたメリット・デメリットをもとに作品の長期利用・改善点をまとめていたのは 24 人であった。「D 評価」の項目から, 身近な人からの感想, 作品を置いたメリット・デメリット, 作品の長期利用と改善点を分析した。記述欄の評価は, KH Coder<sup>14)</sup>のテキストマイニングにより共起ネットワークを構築し分析した。共起ネットワークは, 出現パターンの似通った語(node), すなわち共起の程度が強い語(node)を線(edge)で結んだネットワーク<sup>14)</sup>のことを指す。分析のために構築した共起ネットワークでは, デザインサイクルの回答者数 41 人の 1 割程度の 4 人を目安に, 語(node)が 41 人の文書中, 4 人以上の文書で出現した場合に表示され, 語(node)の出現回数が多いほど図形が大きくなる。語(node)の色分けは, それぞれの語(node)がネットワーク構造の中でどの程度中心的な役割を果たしているかによるもので, 白から色の濃いものの順に中心性が強く表示される。語(node)と語(node)を結ぶ線(edge)は, 全体像を解釈しやすくするため, 最小スパニング・ツリーだけが描画される。

身近な人の感想から構築した共起ネットワークを図 6 に示す。図 6 より, 「綺麗」と「光」や, 「デザイン」, 「良い」などが共起関係にあり, 身近な人は作品のデザイン性を評価していたと推察できる。また, 「置く」や「明るい」, 「便利」などが共起関係にあり, 身近な人は作品の利便性を評価していたと推察できる。作品のデザイン性・利便性を評価した身近な人の感想の例を表 10 に示す。表 10 より, 作品のデザイン性・利便性を評価した身近な人の感想には, 肯定的・否定的な評価がともに挙げることがわかる。

構想段階での作品を置くメリットと, 製作後に作品を置いたメリット・デメリットをそれぞれ共起ネットワークに構築したものを, 図 7 に示す。図 7 より, 本教材の製作前では, 「置く」や「明るい」, 「場所」, 「電気」などが共起関係にあり, 置いた場所が明るくなることにメリットがあると考えたことと推察できる。また「停電」と「寝る」が共起関係にあり, 緊急時に有効であることにメリットがあると考えたことと推察できる。さらに, 「暗い」や「安全」, 「見える」などが共起関係にあり, 暗い場所が見える安全性にメリットがあると考えたことと推察できる。そのた



できる。また「明るい」や「もう少し」、「電池」、「直列」が共起関係にあり、改善点として、電池を直列につなぎ、もう少し明るくしたいと考えたと推察できる。そのため、本教材の改善点として、電子回路と筐体が生徒にとって考えやすいと思われる。

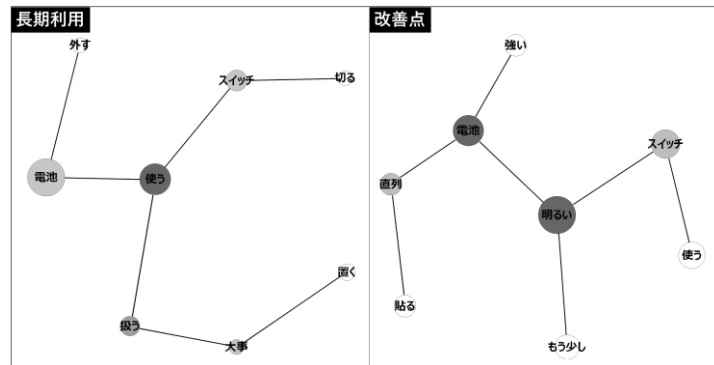


図 8 作品の長期利用と改善点

#### 5. 4. 事後アンケートと感想の結果

事後アンケートは 10 個の質問となり、質問 1~9 が 5 段階尺度（①とてもあてはまる、②あてはまる、③どちらでもない、④あまりあてはまらない、⑤あてはまらない）による選択式とし、回答①、②を肯定的回答、回答④、⑤を否定的回答と捉えた。質問 10 は自由記述式で行った。質問項目は次の通りである。

質問 1	技術科の内容に興味・関心がある。	質問 2	数学の内容に興味・関心がある。	質問 3	理科の内容に興味・関心がある。
質問 4	美術の内容に興味・関心がある。	質問 5	工学の内容に興味・関心がある。	質問 6	技術科には、数学に関する内容が含まれていると思う。
質問 7	技術科には、理科に関する内容が含まれていると思う。	質問 8	技術科には、美術に関する内容が含まれていると思う。		
質問 9	技術科には、工学に関する内容が含まれていると思う。				
質問 10	はんだごてで金属を溶かしたり、釘を打ったりする作業時に注意すべきことを教えてください。				

表 11 に質問 1~9 の結果を示す。表 11 の質問 1 より、肯定的な回答の割合が 7 割以上となった。そのため、初めて技術科の授業を受けた生徒は、本教材へ意欲的に取り組んでいたと考えられる。質問 1~4 より、技術・美術は数学・理科に比べ、肯定的な回答の割合が大きく、否定的な割合が小さいとわかった。そのため、対象の生徒では、数学・理科の内容が技術・美術の内容に比べ、興味が乏しいと考えられる。質問 6~8 より、技術科と数学・理科・美術との関連性では共通して、肯定的な回答の割合が 6 割 5 分以上、否定的な回答の割合が 1 割前後になるとわかった。そのため、本教材を扱った生徒は、技術科に数学・理科・美術の内容が含まれると考えたと推察できる。質問 1, 5 より、工学への興味・関心が技術科への興味・関心に比べ、回答「3」を選択する割合が大きくなるとわかった。また質問 6~9 より、技術科と工学との関連性が他との関連性に比べ、肯定的な回答の割合が大きく、否定的な回答の割合が小さくなるとわかった。しかし「工学」を説明していないため、対象の生徒には、「技術科」と「工学」との違いが、「技術科」と「数学・理科・美術」との違いに比べわかりにくく、語のニュアンスを同一視しやすかったと考えられる。

5. 3 と同様の方法で、生徒の感想と事後アンケートの質問 10 から構築した共起ネットワークを図 9 に示す。図 9 より、生徒の感想では、「電気」や「仕組み」、「回路」などが共起関係にあり、電子回路の仕組みが分かりやすかったと考えたと推察できる。また、「良い」や「経験」、

表 11 質問1～9のアンケート結果

質問	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
回答数	41人	41人	41人	41人	41人	40人	39人	41人	41人	
回答	1	13人(32%)	4人(10%)	10人(24%)	16人(39%)	11人(27%)	12人(30%)	14人(36%)	10人(24%)	18人(44%)
	2	19人(46%)	11人(27%)	14人(34%)	12人(29%)	17人(41%)	18人(45%)	13人(33%)	18人(44%)	15人(37%)
	3	7人(17%)	14人(34%)	12人(29%)	10人(24%)	12人(29%)	6人(15%)	7人(18%)	8人(20%)	5人(12%)
	4	1人(2%)	6人(15%)	4人(10%)	2人(5%)	0人(0%)	4人(10%)	4人(10%)	3人(7%)	3人(7%)
	5	1人(2%)	6人(15%)	1人(2%)	1人(2%)	1人(2%)	0人(0%)	1人(3%)	2人(5%)	0人(0%)
肯定的回答	32人(78%)	15人(37%)	24人(59%)	28人(68%)	28人(68%)	30人(75%)	27人(69%)	28人(68%)	33人(80%)	
否定的回答	2人(5%)	12人(30%)	5人(12%)	3人(7%)	1人(2%)	4人(10%)	5人(13%)	5人(12%)	3人(7%)	

「初めて」、「難しい」、「楽しい」、「使う」などが共起関係にあり、初めて色々な道具を使い難しかったが、楽しかった、良い経験になったと考えたと推察できる。「ハンダゴテ」や「好き」、「大変」などが共起関係にあり、大変だが、ハンダゴテで作る授業が好きと考えたと推察できる。そのため、本教材を学んだ感想として、生徒は「電気回路の仕組みが分かりやすい」と「大変さや難しさがあったが、ハンダゴテなどの道具を使い、良い経験になった」と考えやすいと思われる。事後アンケートの質問10では「釘」や「打つ」、「手」などが共起関係にあり、釘を打つ時、手に当たらないよう気を付けることを考えたと推察できる。また「手袋」や「注意」、「軍手」、「火傷」、「ハンダゴテ」、「触る」、「溶かす」などが共起関係にあり、ハンダゴテを使う時、ハンダゴテや溶けた金属に触らず、手袋や軍手をつけて火傷しないよう注意することを考えたと推察できる。そのため、本教材を扱った生徒の大半は、ハンダゴテや釘を使う時の注意点を知識として身につけたと思われる。

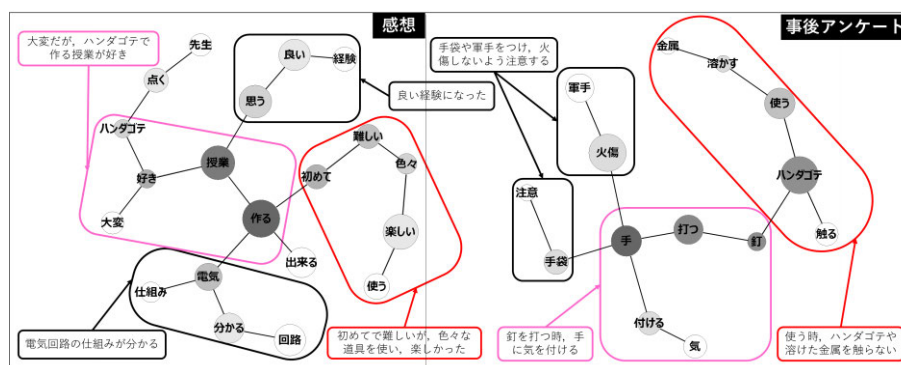


図 9 感想と事後アンケート

## 6. 考察

### 6. 1. デザインサイクルとアンケートを基に評価した本教材

本教材の設置場所は自分の部屋より、家族と共有の場所を選択する割合が大きかった。この理由の一つには授業開始時に、表5の評価基準において「身近な人からの、作品を置いた感想を調べ、まとめている」が評価内容にあるために、設置場所として、他の人のために役立つかといった情報を得やすい位置を選択したと考えられる。そのため、ガイダンスにおいて、製作した作品の評価方法まで伝えると、利用者を意識した作品の構想ができるのではないかとと思われる。本教材の改良に必要な材料・道具はそれぞれ10種類以上あり、安価な物が多かった。そのため、改良の材料も入手しやすかったために改良することが容易にできたと考えられる。

本教材の電子回路に展開板を活用した結果、中学1年生でも構想した作品に求められる機能を実現できた。また図9より、生徒の感想には、電気回路の仕組みが分かりやすく、大変さや

難しさがあつたが、ハンダゴテなどの道具を使い、楽しかった・良い経験になったことが挙げられるため、展開板を活用した電子回路の仕組みが分かりやすく、展開板へのハンダゴテ操作難易度も高すぎることはなかったと考えられる。また事後アンケートの結果から、対象の生徒は本教材を扱い、ハンダゴテや釘を使う時の注意点を知識として身につけやすかったと言える。しかし表9より、改良された作品は、「CdS センサに直接光が当たる作品」、「セロファンごしに間接光が当たる作品」、「光が当たらない作品」のいずれかに分類された。これは「家にある暗い所や災害時に活用する」という目的で、「LED ランタンの製作」という目標に対し、「今の作品にどんな機能が具体的に必要か」、「そのためには今の電子回路において CdS センサによる自動点灯を残すのか」といった機能の構想が十分でなかったと思われる。また図7より作品を置いたデメリットとして、「明る過ぎたり明るさが足りなかったりすること」、図8より作品の改善点として、「電池を直列につなぎ、もう少し明るくしたいこと」、「LED が点きっぱなしであること」を挙げた。そのため、構想の段階において、改良した電子回路の光量や電源に関する実験を取り入れると、使用目的により即した機能を実現できたと思われる。

本教材を実際に使った結果、保護者から作品の利便性に対する肯定的・否定的な意見を得ることができた。また生徒は作品を使ったデメリットとして、「置く場所やスペースが必要だった」、「電池交換しにくかった」と挙げているため、「使用条件に即した機能や構造」にも関心を示したと思われる。また、「使用条件に即した機能や構造」にも関心を示したもう一つの理由は、保護者からの作品の利便性に対する意見から、作品の客観的な評価を得ることができたためと考えられる。

事後アンケートの結果より、本教材を扱った生徒の7割前後は、教科の内容への興味・関心によらず、技術科が数学・理科・美術の内容と関連性があると回答した。数学と関連性があると回答した理由の一つには、表6のNo.1,2において、木材が容器に入るよう、さしがねを用い長さを測ったり線を引いたりして日常生活で役立つ算数的活動を取り入れたためと思われる。理科と関連性があると回答した理由の一つには、本教材に電子回路があり、回路の仕組みなどに触れているためだと思われる。美術と関連性があると回答した理由の一つには、本教材の改良時に紙加工が中心であったためと思われる。そのため、本教材と他教科との関連性は表面的と捉えられる一方、生徒にとって既に他教科との関連性を感じる教材になったとも捉えられるため、他教科との関連性を検討する教材の出発点として、本教材が適切であったと考えられる。

## 6. 2. Design と技術科の特徴を基に評価した本教材

本教材はガイダンスで、発展や発明、公平性と発展といった要素を軸とし、オリジナルランタンを発明するため、同じ電子回路から電子回路を改良（発展）する力を身につけていくと説明した。生徒は全員オリジナルランタンを製作できた一方、グローバルな文脈で深い学びができていないと思われる。グローバルな文脈について「指導と学習に具体的な見解を提供するような設定、出来事、状況などを特定することによって、文脈に基づいた有効な学習を可能にする共通の言語を提供します」、「『国際的な視野をもつこととは何を意味するのか』という探究の出発点を提供する」とある<sup>6)</sup>。そのため、本教材のグローバルな文脈を「アイデンティティーと関係性、空間的・時間的位置づけ、個人的表現と文化的表現、科学技術の革新、グローバル化と持続可能性、公平性と発展」<sup>6)</sup>のいずれを選定するか、再度検討する必要があると思われる。

本実践では初回の授業でチェックリストの評価基準を説明し、技術科の学習内容「A 材料

と加工の技術」や「C エネルギー変換の技術」の知識及び技能を扱った後、デザインサイクルの順に学習を進め、製作した作品に触れながら使用場面に合わせ改良することができた。しかし、「今後の課題1：課題に入る前段階で知識及び技能を習得できたか」、「今後の課題2：問題解決デザイン案の構想と改良した作品との整合性」、「今後の課題3：チェックリストの評価基準における自己評価と教員による評価との違い」、「今後の課題4：技術科の学習内容における概念と、重要概念・関連概念の形成につながったか」を検証することができなかった。そのため、本教材はDesignと技術科の両方を整合できる可能性があり、今後の課題1～4を検証する方法を検討する必要があると考えられる。

### 6. 3. 他校での実践との比較

本教材の実践と、MYPのDesignと日本の中学校技術科の学習内容両方を扱う学校での実践との共通点・相違点を明らかにする。他校での実践には、MYPの教科「Design」になる前の教科「Technology」でも実践報告をしてきた馬田<sup>15)17)</sup>らの実践を選んだ。馬田らの実践では、「Technology」から「Design」への移行期での試験的実践を除いた、2017年以降の実践を対象とした。

馬田らの実践では、1年次にCD/DVDラックの製作、2年時にアンプ内蔵スピーカーの製作を題材に選定しており<sup>15)17)</sup>、両方に木材加工が含まれ、Technologyでの実践<sup>18)</sup>も含め、学年によらず評価基準が抽象的な表記であった。CD/DVDラックの製作<sup>15)17)</sup>では事前に製図の仕方を学び、ラックで解決できそうな問題を掲げ、設計仕様を決めるため、ラックを調査する(A探究と分析)。複数のデザイン案から、製作プロセスや道具の使用法を体験し、様々な大きさの木材を組み合わせて評価しあった上で、デザイン案を設計図に落とし込む(Bアイデアの発展)。ラックの形状に合わせ、各プロセスのデッドラインを計画し、定められた期間内にラックを製作する(C解決策の創造)。完成後、完成物を持ち帰り、最初に掲げた課題を解決できるか確認するテスト方法を検討・実施し、自らのラックや製作活動を振り返っていた(D評価)。この活動の全授業時間数は28時間であった。また、MYPでは各学年で年1回以上の教科連携も求められるため、国語と連携して、重要概念「システム」の捉え方を多面的な見方で与えつつ、概念としてのシステムを深化・拡張させるねらいで実践も行っている<sup>17)</sup>。つまり、Designにおいて、ラックが制約条件下で最適な結果を生み出すためにシステム化されたプロセスで生み出された一方、国語において、詩が制約や技法のもと抽象的な思考を言語化されるためにシステム化されたプロセスで創作された点に着目し、共通点・相違点を考えさせている。

以上より、本教材の実践と馬田らの実践との共通点は、デザインサイクルを用いる課題に入る前段階で知識・技能習得ができるよう配慮された点、完成物を持ち帰って作品の評価をした点、実物に触れながらデザイン案を考えた点だとわかった。これはDesignと技術科の両方を扱う時、必要となってくる条件だと思われる。一方、相違点は、重要概念を起点とした教科間の連携や、使用目的・使用条件に即した機能や構造を実現するために作品を改良させるデザインサイクルの使用、学年によらず評価基準が抽象的な表記である点だとわかった。重要概念を起点とした教科間の連携は、教科横断的な視点による思考の一種「その教科等ならではの独自性と、それを超えた共通点という二つの方向から予想を立てる」<sup>19)</sup>視点であり、MYPと日本のカリキュラム両方を扱うのに参考となるとと思われる。そのため、MYPにおけるLEDランタン製作には、他教科との連携を取り入れられるように検討する余地があると考えられる。デザイン

サイクルの使用条件と抽象的な表記による評価基準の違いは、全授業時間数を短縮し、デザインサイクルの一連の活動や評価基準の活用に早く体験し慣れる目的が前提にあったために生じた違いであり、MYP の実践において新規性があると思われる。しかし、日本の中学 1 年生が 11,12 歳で Design を行っていないための方法であり、段階的に変化させていくべき点でもあると考えられる。そのため、現行の学習指導要領において、日本の中学 1 年生が Design での活動に順応しやすくする方法の一つとして、11,12 歳の時、「総合的な学習の時間」などでデザインサイクルの順に学習を進めながら、評価基準をもとに自己評価を行い、デザインサイクルや評価基準の活用に早く体験し慣れておくのが有効ではないかと思われる。

## 7. おわりに

MYP の Design と日本の中学校技術科の学習内容両方を扱うため、昇圧回路を用いた LED ランタン教材を開発し、中学校技術科の授業で実践した。実践の結果、中学生は改良する場面に合わせ、回路にスイッチを加えたり、筐体を工夫したりすることができた。本教材の製作・改良を通し、電子回路の仕組みや道具に関する知識・技能を習得するのに役立った。製作した作品を実際に使い、身近な人に感想を聞いた結果、製作した作品の「使用目的と使用条件に即した機能や構造」に関心を抱きやすいことがわかった。他の Design の実践と比較した結果、デザインサイクルを用いる課題に入る前段階で知識・技能習得ができるよう配慮された点、完成物を持ち帰って作品の評価をした点、実物に触れながらデザイン案を考えた点が共通していた。また、欧州では CdS セル（カドミウム）が輸出規制の対象である事実を踏まえ、国際的な視野から探究する本教材の教育的可能性や代替可能な回路についても検討し、改良する必要がある。改良した教材を用い、今後の課題 1～4 「課題に入る前段階で知識及び技能を習得できたか」、「問題解決デザイン案の構想と改良した作品との整合性」、「チェックリストの評価基準における自己評価と教員による評価との違い」、「技術科の学習内容における概念と、重要概念・関連概念の形成につながったか」も検証するため、授業による評価試験を行う必要がある。

## 参考文献

- 1) 内閣府：日本再興戦略-JAPAN is BACK-, [https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/saikou\\_jpn.pdf](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/saikou_jpn.pdf) (2020 年 10 月 5 日確認)
- 2) 文部科学省 IB 教育推進コンソーシアム：認定校・候補校, <https://ibconsortium.mext.go.jp/ib-japan/authorization/> (2020 年 9 月 10 日確認)
- 3) 文部科学省・国際バカロレア教育推進コンソーシアム事務局：<https://www.facebook.com/mextib/posts/967593486672036/> (2020 年 10 月 6 日確認)
- 4) 国際バカロレア機構：Design guide, 国際バカロレア機構 (2014)
- 5) Patrick Ong・Nobuko Wendfeldt：International Baccalaureate, Asia Pacific Design, Implementing the Middle Years Programme(JAPANESE workbook)Category1 (2016)
- 6) 国際バカロレア機構：MYP：原則から実践へ（2014 年 9 月／2015 年 1 月から適用）、国際バカロレア機構 (2016)
- 7) 国際バカロレア機構：From principles into practice(For use September／January 2015), 国際バカロレア機構 (2014)
- 8) 文部科学省：中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説，技術・家庭編，開隆堂 (2018)



- 9) 国際バカロレア機構：Mathematics guide, 国際バカロレア機構 (2014)
- 10) 国際バカロレア機構：Sciences guide, 国際バカロレア機構 (2014)
- 11) 国際バカロレア機構：Arts guide, 国際バカロレア機構 (2014)
- 12) 大野英一・宇佐美仁英・他 3 名：植物工場技術の研究・開発および実証・展示・教育拠点 (4)玉川大学, 植物環境工学, 第 24 巻, 第 3 号, p.180-184 (2012)
- 13) 玉川学園 国際バカロレア (IB) クラス Q&A : <https://www.tamagawa.jp/academy/ib/faq.html> (閲覧日：2019 年 7 月 31 日)
- 14) 樋口耕一：社会調査のための軽量テキスト分析, 内容分析の継承と発展を目指して, ナカニシヤ出版 (2014)
- 15) 馬田大輔：技術・家庭科（技術分野）における MYP「探究の問い」と評価・活用能力の関連性の検証ー第五回公開研究会報告ー, 国際中等教育研究, 東京学芸大学附属国際中等教育学校研究紀要, 第 10 号, pp.97-113 (2017)
- 16) 馬田大輔・太刀川祥平：数学の手法を用いてアンプ基板の成功率向上策を考えるー学際的単元の実践報告ー, 国際中等教育研究, 東京学芸大学附属国際中等教育学校研究紀要, 第 12 号, pp.131-136 (2019)
- 17) 馬田大輔・浅井悦代：概念から設計する国語・技術の学際的単元授業実践, 国際中等教育研究, 東京学芸大学附属国際中等教育学校研究紀要, 第 13 号, pp.99-110 (2020)
- 18) 馬田大輔：国際バカロレア中等教育プログラムの実践報告, 日本産業技術教育学会誌, 第 55 巻, 第 4 号, pp.317-322(2013)
- 19) 奈須正裕：「資質・能力」と学びのメカニズム, 東洋館, pp.17-19 (2017)