

太陽光発電による LED 照明を活用した生物育成教材の開発

田中 浩之*・山口 祐樹*・工藤 雄司**

(2014 年 9 月 16 日受理)

Development of Nurturing Living Training Materials that Utilize Solar-Powered LED Light

Hiroyuki TANAKA, Yuki YAMAGUCHI and Yuji KUDO

キーワード: 太陽電池モジュール, LED 照明器, 生物育成, 教材開発

平成 20 年 3 月に改定された中学校学習指導要領技術・家庭科技術分野は「生物育成」の内容が必修化され、授業時間数はそのまま、「材料と加工」、「エネルギー変換」、「生物育成」、「情報」の内容を全て学習することになった。したがって、各内容の連携を図ることで授業時間数が有効に使える教材の開発が求められている。本研究では、「エネルギー変換」と「生物育成」の内容で活用することのできる教材としての LED 照明器の開発を目的とした。開発教材は、「エネルギー変換」の内容としては、太陽電池モジュールを使用することで再生可能エネルギーを扱ったエネルギー変換の基本的な回路や仕組みを理解し、エネルギーと環境・社会とのかかわりについて考えることができる。そして、「生物育成」の内容としては、先端技術である植物工場などの施設栽培の理解を通して、生物育成に関する技術の環境や社会への影響について考えることができる。開発した教材は、中学校技術科の授業で実践した。その結果、開発した LED 照明器は授業で有効に活用できることが分かった。また、課題も明らかになったので、さらなる教材の改善も行った。

1 はじめに

平成 20 年 3 月に改定された中学校学習指導要領技術・家庭科技術分野（以下、指導要領）では、栽培・飼育の内容を取り扱った「生物育成」の内容が必修化され、「材料と加工」「エネルギー変換」「生物育成」「情報」全ての内容を学習することになった。指導要領改善の基本方針では、持続可能な社会の構築や勤労観・職業観の育成を目指し、技術と社会・環境との関わりやエネルギー、生物に関する内容の改善・充実を図るとされている¹⁾。

そのような中、現代の日本はエネルギー消費問題や環境問題、食料自給率低下の問題があり、「エ

*茨城大学大学院教育学研究科 **茨城大学教育学技術教育室

「エネルギー変換」や「生物育成」の内容を学習することは、持続可能な社会の構築のために必要不可欠であるといっても過言ではない。しかし、現行の指導要領では、各内容が増加したにもかかわらず授業時間数の増加はなく、技術科の授業時間数は三年間で 87.5 時間となっている²⁾。このことから、現行の指導要領解説でも相互に各内容の有機的な関連を図り、系統的及び総合的に学習が展開されるように配慮することが重要とされ、技術科の各内容の連携を重視した授業が求められている³⁾。教科書では内容の連携による実習例として、「情報に関する技術の計測・制御システムを生物育成に活用する実習⁴⁾」や「エネルギー変換教材の製作時に材料と加工に関する内容を用いる実習⁵⁾」などが掲載されている。しかし、教科書の実習例だけでは、多くの制限がある学校現場で、効果的な授業を行うことは難しいと考えられる。

そこで、浦山らは「材料と加工」と「エネルギー変換」、「生物育成」の内容を取り入れた授業として、LED 照明器を生徒個人に製作させた後、照明器を活用した栽培学習ができる教材を開発した⁶⁾。また、魚住らは生物育成の内容を深めるために、照明・灌水・温度の環境条件を制御する教材の開発を行った⁷⁾。これらの教材では、どちらも LED を用いた照明器を開発し、生物育成の内容である栽培の範囲で使用することを目的としている。また、照明器は生徒自身が製作可能であることや、エネルギー変換の内容を多く含んだものとなっており、「材料と加工」、「エネルギー変換」、「生物育成」の知識及び技術を連携して学習することができる。

しかし、これらの教材では限られた学校のスペースや授業時間数、電源の配線など多くの問題があり、それらを解消することは難しいものと考えられる。そこで、本研究では「エネルギー変換」と「生物育成」の内容との連携を図れ、各内容を十分に学習することができ、限られた学校環境でも活用できるような教材の開発を目的として、栽培に使用できる照明器の開発を行った。

2 照明器開発の検討

2.1 教材の開発における観点について

「エネルギー変換」と「生物育成」の内容について指導要領解説と先行研究から検討を行い、教材開発における観点をまとめる。

まず、「エネルギー変換」の内容から教材開発における観点について考える。改訂された指導要領解説では「エネルギーの変換方法や力の伝達の仕組みを知ること」とし、例では電気機器の特徴を知ることや電気エネルギーを熱、光、動力などに変える仕組み、電源・負荷・導線・スイッチ等からなる、基本的な回路を扱い電流の流れを制御する仕組みについても知ることと示されている⁸⁾。

さらに、エネルギー変換に関する技術の適切な評価・活用については、新エネルギーなどの環境負荷の軽減を目的とした先端技術に触れ、考えるきっかけを与えるとされている⁹⁾。このような内容の学習のために教科書では、「太陽光発電を利用して充電器を作ろう」といった、太陽電池モジュールを使用した実習例がある¹⁰⁾。

また、限られた学校のスペースや時間、電源の配線にも配慮して、生徒自身が製作し、活用可能な教材でなければならない。これらのことから観点を以下 3 点としてまとめる。

- ① 基本的な回路を取り扱い、生物育成に活用するという目的を持って製作ができること。
- ② 製作品は技術室などの限られたスペースや電源の配線環境の中でも、生徒一人一人が使用することができること。
- ③ 環境負荷の軽減が目的である新エネルギーを実際に体験し、技術と社会・環境とのかかわりについて考えることができること。

続いて「生物育成」の内容から教材開発における観点について考える。改訂された指導要領解説では、「生物の育成に適する条件と生物の育成環境を管理する方法を知ること」と示されており、環境要因が影響することを踏まえて、生物育成に適する条件と育成環境を管理する方法について知ることとされている¹¹⁾。教科書では主に、栽培の内容について記載されており、露地栽培や施設栽培、容器栽培に分けられている。しかし、実習例では露地栽培や容器栽培についての内容が多く、環境条件を人工的に制御したような施設栽培の実習例はない。また、学校現場の限られた環境では、水耕栽培等を使用した栽培学習が主となっている¹²⁾。

さらに、現行の指導要領解説では、「先端技術があることを踏まえ自然の生態系を維持し、よりよい社会を築くために、生物育成に関する技術を適切に評価し活用する能力と態度を育成する」とされている。そこで施設栽培でも、日本における普及率が年々増加傾向にある、植物工場を取り上げる必要があると考えた。現在、世界的に食の問題が多く見られる中で、植物工場は今後必要不可欠となる先端技術であると考えられる。しかし、植物工場のエネルギー消費といった欠点等があるということは避けきれない。ここでも技術と社会・環境とのかかわりについて理解を深められることが必要であると考え。これらのことから観点を以下3点としてまとめる。

- ① 学校現場で導入されやすい水耕栽培や容器栽培と組み合わせ、使用することができること。
- ② 育成環境の管理方法を知り、成長に効果的な栽培方法を工夫することができること。
- ③ 植物工場のような先端技術を取り入れ、技術と社会・環境とのかかわりについて考えることができること。

以上のことを観点とし、照明器の教材開発を行った。

2.2 教材の開発について

「エネルギー変換」と「生物育成」の内容から考えた観点より、本研究で開発する照明器は、先端技術を体験しながら基本的な知識と技能を学び、技術と社会・環境との関わりを考え、それらを適切に評価し活用する能力と態度を身につけるために、効果的に作用する教材の開発を検討することにした。

そこで、本研究で開発する照明器は、太陽電池モジュールを使用し、得ることのできた電力を活用して、生物育成に役立てることができる照明器を検討した。このことで、新エネルギーを体験的に学習することができるようにした。

また、植物工場をモデルとしているが、24時間照明器を点灯することは困難であるため、太陽光併用型とし、冬季などの日照時間が短い季節に使用できるような、「補助照明」として使用すること

を目的・条件とする。

3 開発した照明器の説明

3.1 照明器の機能について

照明器は「エネルギー変換」と「生物育成」の内容を連携させた「栽培における補助照明」を目的としている。製作に使用した電気部品を表 1、電気回路を図 1、照明器を図 2 に示す。この照明器は太陽光と併用するため、暗くなると点灯するようにした。そこで照明器に、分光感度特性が人間の視感度特性に近いホトトランジスタ (NJL7502) を照度センサとして使用した。しかし、ホトトランジスタの ON 抵抗が高いため、分圧抵抗はかなり大きな値となる。使用を検討していたトランジスタ (2SC1815) では分圧抵抗 470k Ω くらいまでしか使用できないが、教室内の人影でも LED が点灯してしまった。この問題を解決するために、ダーリントントランジスタ (MPSA13G) を使用することにした。これにより、分圧抵抗はより高抵抗でも作動するようになったので、2.2M Ω とすると周囲がかなり暗くなった時点で点灯する回路が完成した。今回の照明器の制御部分は、教科書の内容を理解することができれば、十分に製作可能な内容となっている。

また、使用する太陽電池モジュールは 5V のものを選択したことから、2.7V の二重層コンデンサを 2 個直列で使用した。さらに、照明部分は省電力の LED を選択した。しかし、植物工場のように大量の LED を使用することは、学校現場で扱う教材として難しいことから、植物の光合成に最も作用するとされている、660nm の波長帯の赤色光 LED を 2 つ使用した。赤色光 LED を使用することによって、植物工場のイメージを実際に体験することができ、さらに植物の成長にも有効的に作用することが考えられる。

図 2 で示した照明器であるが、上記で説明した基板部分と太陽電池モジュールを 180mm \times 20mm の大きさの亚克力に固定し、ペットボトルのキャップ部分に固定した。太陽電池モジュールは補強金具を組み合わせて、様々な方向・角度を変更できるようにしたことから、限られた環境でも効率よく充電を行うことができるようにした。

今回の照明器の製作では、亚克力の切断と穴あけの加工を行うことで、「材料と加工」の内容と連携を図ることができる教材となった。さらに、使用済みペットボトルを活用することによって、資源の再利用も図りながら、照明器を自由に持ち運ぶことが容易に行える。また、水耕栽培用のキットとも併用することができ、省スペースでの栽培を行うことができる。

表 1 照明器の電気部品表

図番号	電子部品名	商品名称・値	使用個数
①	太陽電池モジュール	5V・230mA	1
②	電気二重層コンデンサ	10F・2.7V	2
③	トランジスタ	MPSA13G	1
④	ホトトランジスタ	NJL7502L	1
⑤	LED-RED	OSR7CA5111A・660nm	2
⑥	抵抗器	2.2M Ω	1
⑦	抵抗器	470 Ω	2
⑧	ダイオード	1S3	1

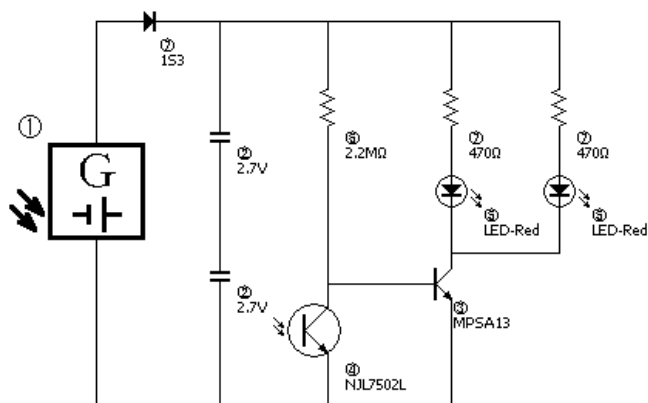


図1 開発した照明器の回路図



図2 開発した照明器

3. 2 照明器の点灯機能について

照明器の点灯機能を示すために、点灯時間と光量子束密度の関係を図3に示した。光量子束密度とは、植物が光合成を行う際に必要な光の単位である。一般的に光量子束密度が $100\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 以上の値であれば、レタスのような葉菜類を育成することが可能であるとされている⁽¹³⁾。光量子束密度の計測には装置を用いて、二重層コンデンサが十分に充電した後、連続点灯させ、LED から 5cm 離れた距離の光量子束密度を 10 分間隔で計測した。測定開始時の光量子束密度は $42\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ であったが、40 分後には $10\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 以下になった。 $10\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 以下になると、目視では暗く感じるほどである。

続いて図4は照明器の点灯距離と光量子束密度の関係性を示した表である。二重層コンデンサが十分に充電された状態で、照射面の中心から 2 つの LED に直交する方向と平行の方向、1cm 間隔で測定した。図4から、光量子束密度の値が高い個所を確認することができ、特に LED から 8cm 下までが照明としての機能をするものと考えられる。光量子束密度の値を高めるために、栽培植物に照明器を近づけたとしても、熱を発しない LED を用いたことにより葉焼けの恐れが無い、効率よく栽培植物に光を当てることが可能であると考えられる。

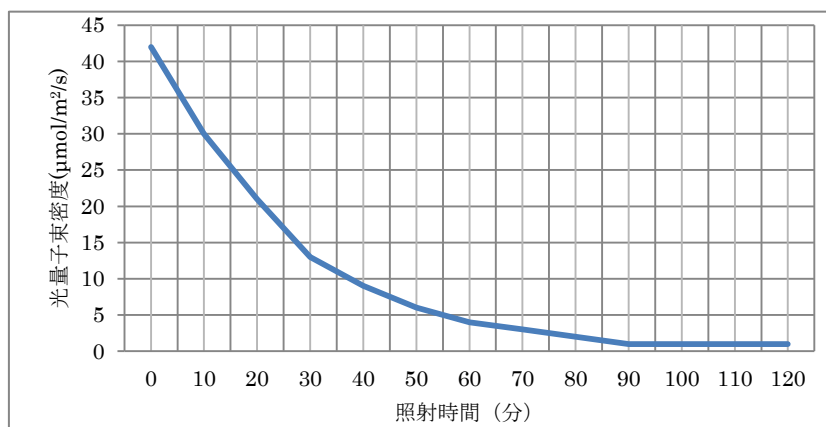


図3 点灯時間別光量子束密度の変化

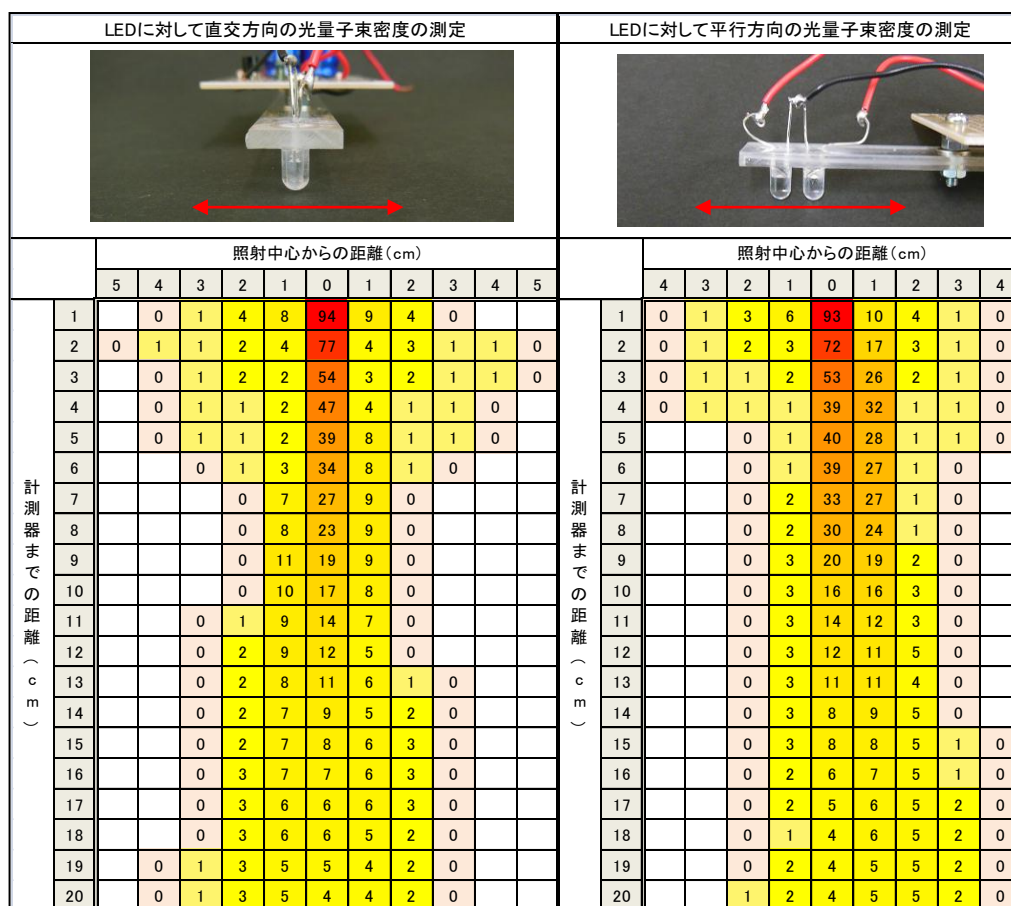


図4 点灯距離別の光量子束密度の変化

3.3 レタス栽培における照明器の効果について







今回製作した照明器を使用し、照明器の効果の検討を行った。栽培する植物には、赤色光だけでも十分に成長するサニーレタスを選定した。開発した照明器の使用は、冬季の日照時間の少ない時期を想定していたが、今回の栽培は夏季に行った。

検証方法であるが、10日間育苗したサニーレタスの苗を水耕栽培用キットに定植し、日当たりの良いところに置き、照明器を使用した場合と使用していない場合の栽培比較を行った。太陽光のみと照明器を使用して栽培したものを表2で示す。

効果の検証として定植後、3日で照明器を使用して育てたサニーレタスの方が、本葉が大きく成長し違いを把握することができた。さらに一週間経過した際、照明器を使用したものの方が、葉が大きく、本葉の枚数も2枚多く成長しており違いを把握することができた。

今回の効果の検証は簡易的に行ったものであり、栽培実践数が足りないことから、照明器による効果と断定することはできないが、葉の大きさや葉の枚数から成長を促進することができるものと考えられる。

表 2 栽培記録

	定植前	定植 3 日目	定植 10 日目
日光のみ			
照明器使用			

4 実際の授業での考察

4. 1 授業実践について

開発した照明器は、I 大学教育学部附属中学校の技術科の授業で実践した。表 3 は授業での題材の目標、表 4 は指導と評価計画である。

授業は「電照栽培用 LED 照明器具をつくろう」という題材名で、「エネルギー変換」の学習を 23 時間の授業数で行った。教材観は、「身の回りにある電気製品の仕組みやエネルギー資源の問題、発電の特徴と環境への影響などについて、深く考えずに使用していることから、エネルギー変換に関する技術の学習が必要である」とした。

そこで本研究で開発した照明器を製作させ、生徒の既習の知識で理解できる電気回路を理論的に思考できるように指導し、特に環境や省エネルギーの視点についても考えさせるような授業を行った。

また、生物育成の内容ではベビーリーフの栽培を冬季に実施し、栽培技術や管理技術を学ばせ、制約条件の中で栽培を行い、生育に必要な条件を整えながら栽培技術を学習させるために、製作した照明器を活用した。さらに、生活との関連を踏まえつつ利便性、経済性、省エネルギーの視点についても考えさせることを目的とした。

このようなことから、指導要領「B エネルギー変換に関する技術」の「エネルギー変換に関する基礎的・基本的な知識及び技術を習得させるとともに、エネルギー変換に関する技術が社会や環境に果たす役割と影響について理解を深め、それらを適切に評価し活用する能力を育成すること」をねらいとし、「エネルギー変換」と「生物育成」の内容により、よりよい社会を築くために技術を適切に評価・活用する能力と態度の育成を重視した。

表3 題材の目標

生活や技術への関心・意欲・態度	生活を工夫し創造する能力	生活の技能	生活や技術についての知識・理解
エネルギー変換に関する技術に関わる倫理観を身に付け、知的財産を創造・活用しようとするとともに、エネルギー変換に関する技術を適切に評価し活用しようとしている。	エネルギー変換に関する技術を用いた製作品の機能と構造を工夫するとともに、エネルギー変換に関する技術を適切に評価し活用している。	機器の保守点検と事故防止ができる。 製作品の組立て・調整や点検ができる。	エネルギーの変換方法や力の伝達の仕組み、製作品の設計・製作・調整についての知識を身に付け、エネルギー変換に関する技術と社会や環境とのかかわりについて理解している。

表4 指導と評価計画

時間	学習内容・活動	評価計画	規準到達への手立て
		評価規準	
第1次 ⑤	1 エネルギー変換とその利用について考える。 ・エネルギー変換の技術が社会に果たしている役割について考える。 ・自然界のエネルギーについて調べる。 ・身の回りの電源の種類と特徴について知る。 ・電気エネルギーの変換の仕組みを知る。 ・電気機器の事故防止について考える。	<ul style="list-style-type: none"> ・ エネルギー変換に関する技術が社会に果たしている役割に気付くことができる。【ワークシート】 ・ 機器に使用されているエネルギー変換の方法、制御、利用の方法を指摘できる。【ワークシート】 ・ 交流電源と直流電源の特徴を知るとともに、電池の種類と主な用途を知ることができる。【ワークシート】 ・ 電気機器の構造や電気回路、各部の働きを指摘できる。【観察、ワークシート】 ・ 電気機器を利用する際の危険箇所を把握し、事故防止の手段を指摘できる。【観察、ワークシート】 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 複数の発電システムの資料を準備し、効率や経済性など具体的な数値を示す。 ○ 実物や取扱説明書を準備し観察させ、エネルギーに変換されて利用されている電気機器ごとに分類させる。 ○ 交流電源と直流電源を利用した製作品を準備し、それぞれの特徴について比較させる。 ○ 乾電池でモータを回転させる簡単な扇風機を準備し、観察させる。 ○ 電気機器の事故の事例を提示したり、危険箇所を考えさせる図を準備したりする。
第2次 ⑬	2 電照栽培用 LED 照明の設計・製作する ・発電回路について考える ・充電回路について考える。 ・出力回路について考える。 ・電気回路を設計する。(本時) ・器具の設計をする。 ・器具の製作をする。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽電池とLEDの特徴について述べるができる。【ワークシート】 ・ 電気二重層コンデンサとダイオードの特徴について述べるができる。【ワークシート】 ・ LEDを点灯させるためにスイッチを用いる方法について述べるができる。【ワークシート】 ・ 暗くなるとLEDが点灯する電気回路を設計することができる。【観察、ワークシート】 ・ 組立てや調整に必要な工具や機器の適切な使用方法を指摘できる。【ワークシート】 ・ 設計に基づき、安全を踏まえて意欲的に照明器具を組立て・調整し、点検ができる。【観察、製作品、ワークシート】 	<ul style="list-style-type: none"> ○ LEDの特徴を理解させるために、LEDと豆電球を準備し発熱状況について観察させる。 ○ 実際に充電、出力をする教材を準備するとともに、整流ダイオードの向きを変える実験を行う。 ○ 点灯を制御するための方法について理解させるため、スイッチとダイオードを用意し点灯実験をさせる。 ○ 必要な部品同士を自由に組み合わせることができるようグループごとに教材を準備し実験をさせる。 ○ 材料と加工に関する技術で生徒が1年生の時に書いた設計図を提示する。 ○ 工具や機器の使用方法について実際にやってみせたり、繰り返し確認することができるように動画を準備したりする。
第3次 ⑳	3 環境・エネルギー・資源について考える。 ・電気エネルギーの消費と資源について考える。 ・省エネルギーと環境を考える。	<ul style="list-style-type: none"> ・ エネルギー変換に関する技術の課題を進んで見付け、社会的、環境的及び経済的側面などから比較・検討しようとするとともに、適切な解決策を見いだしている。【レポート】 ・ エネルギー変換に関する技術の課題を明確にし、社会的、環境的及び経済的側面などから比較・検討するとともに、適切な解決策を示そうとしている。【ワークシート】 	<ul style="list-style-type: none"> ○ インターネット、教科書、保護者からのインタビューなど自分で判断する際の情報となるものを収集するように指示する。 ○ 良い面、良くない面を具体的に示し考えるように指示する。

4. 2 照明器の利点と課題

実際に授業を行った教員から、照明器の利点と改善を要する課題について意見を聞き、以下の表5に示した。

表 5 照明器の利点と改善を要する課題について

照明器による利点	改善を要する課題
<ul style="list-style-type: none"> ・使用目的・条件が明確になっていることで、目的を達成するための制御について学ぶことができる。 ・トランジスタの説明にならびに生徒の理解が難しいが、良く使用されている技術の知識へと繋がる。 ・ブラックボックスとなっているものを教えられる。 ・電気部品等を変えることによって、機能等を簡単に变化させることが可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・はんだ付けの技術を上げるのではなく、内容についての理解のため、はんだ付けは少ない方が良い。 ・基板へのはんだ付けが難しく、はんだ付けする面では回路を基板に直接書いて製作を行った。 ・製作にかかる時間を短縮したい。製作に 10 時間ほどを要した。アクリルの加工や穴あけにかかる時間が多い。

以上のような利点と課題が明確になった。

利点では、目的をしっかりと持つことで、生徒に考えさせることができるという点である。また、一から作り上げることから、キットのようにはんだ付けして終わりとなってしまわずに、電気部品の機能について、理解を深めながら学習させることができることも利点としてあげられた。

さらに、今回の教材開発で「生物育成」の電照栽培装置を製作するという、明確な使用目的や使用条件があるということから、さらなる発展的なものへと工夫することができるものとする。例えば、太陽電池モジュールだけでなく風力発電、抵抗や LED の数、LED の色を各自選択できるようにするなどが考えられ、どのようなことを目的として製作し育成するかを、工夫することができる教材となると考える。

改善を要する課題では、主に生徒の製作時に対することがあげられた。図 5, 6 は生徒が製作した作品である。限られた時間の中で製作を行わなければならないが、開発した照明器は基板や LED を取り付けるアクリルに、多種多様の径の穴あけを行うことから、限られた学校の設備では時間がかかりすぎてしまった。また、電気部品をはんだ付けする際に、基板の裏側を向けると生徒が戸惑ってしまい、時間をかけてしまった。そこで、生徒には指導面での配慮が必要となり、場合によっては補助するワークシート等の検討も必要であると考えられる。

今回、技術室などの限られたスペースでも栽培が可能になるよう小型化を検討したことで、栽培装置をまとめて設置し栽培したことにより、点灯時には植物工場のイメージを実現することができた。しかし、日光の当たる場所に生徒全員の栽培装置を置くスペースの確保が難しかった。そこで、太陽電池モジュール等を取り外して、充電することができれば、学校現場の限られたスペースでも十分活用できるような検討も必要である。また、本来の植物工場に近づけるために赤色光 LED だけでなく、青色光 LED を取り入れたものがあれば、生徒が製作時や栽培時に工夫しやすくなるものと考えられる。

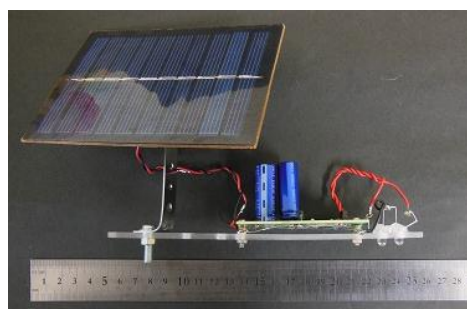


図 5 生徒が製作した照明部分



図 6 生徒がはんだ付けした基板部分

5 改良した照明器の説明

5.1 改良した照明器の機能について

授業で使用した際の意見を参考にして改良した照明器を図7に示し、以下改善個所の説明を行う。図8は改良した照明器の回路図である。660nmの波長帯の赤色光LED2つに加え、470nmの波長帯の青色光LEDを1つ付け加えた。青色光は植物の光合成に作用するとともに、形態形成に効果があり、実際の植物工場でも赤色光と青色光の光量子束密度の割合が重要とされ使用されている。このことにより本来の植物工場にさらに近づけることができたものとする。

また、消費電力の大きい青色光を加えたことから、二重層コンデンサを2本付け加えた。青色光LEDにはスライドスイッチを付けたことにより、2つの赤色LEDのみ点灯している場合と3つのLED全てが点灯している場合の2パターンの点灯を行うことができるように改善した。このことから、生物育成での栽培方法を工夫することができ、生徒自身が植物の成長状況を確認し考えて栽培することに活用することができる。

次に、基板と太陽電池モジュール、ペットボトルを支えていたアクリルを無くし、図9で示した140mm×40mmの片面ガラス基板をペットボトルに直接取り付けられるように改良した。このことで製作時に時間がかかったアクリルに対しての数カ所の穴あけが無くなり、太陽電池モジュールとペットボトルを固定するボルトを通すための穴を1つあればよくなった。このことで作業をしていた時間が、工夫を行う時間へと活用することができるものとする。また、基板として使用することができる範囲が大きくなったことにより、配線が考えやすくなり、はんだ付けが容易になるものと考えられる。



図7 改良した照明器

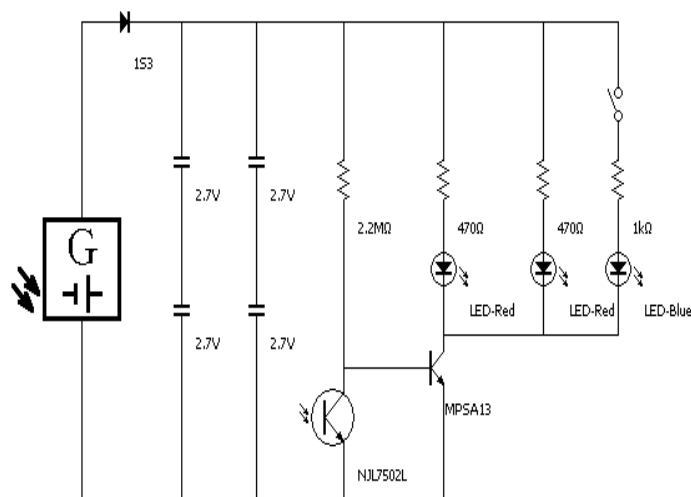


図8 改良した照明器の電気回路

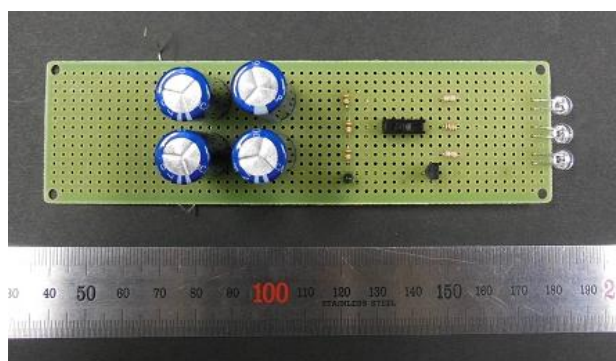


図9 改良した照明器に使用した基板

5.2 改良した照明器の点灯機能について

改良を行った照明器の点灯機能について説明する。図10から時間別光量子束密度では二重層コンデンサを2個増やしたことにより、暗く感じる $10\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の値になるのが70分後となったことから、点灯時間を延ばすことができた。しかし、赤色光よりも高い電圧を必要とする青色光は40分後から暗くなり、60分後には光が消え、赤色光の光のみとなってしまった。青色光LEDのスイッチを切った際の、赤色光のみの点灯時間も延ばすことができた。

図11は改良した照明器の、点灯距離別光量子束密度を示したものである。青色光LEDを加えたことによって、改良する前の照明器より全体的に光量子束密度の値が大きくなったことがわかる。このことから、照明器と栽培植物の距離を近づけて育てることで、栽培促進の効果を期待することができると考えられる。

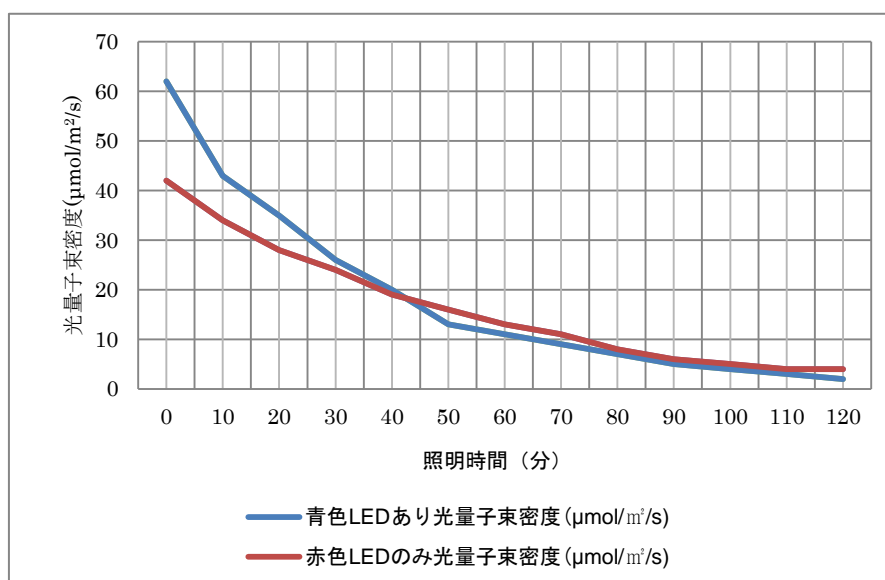


図10 改良した照明器の点灯時間別光量子束密度の変化

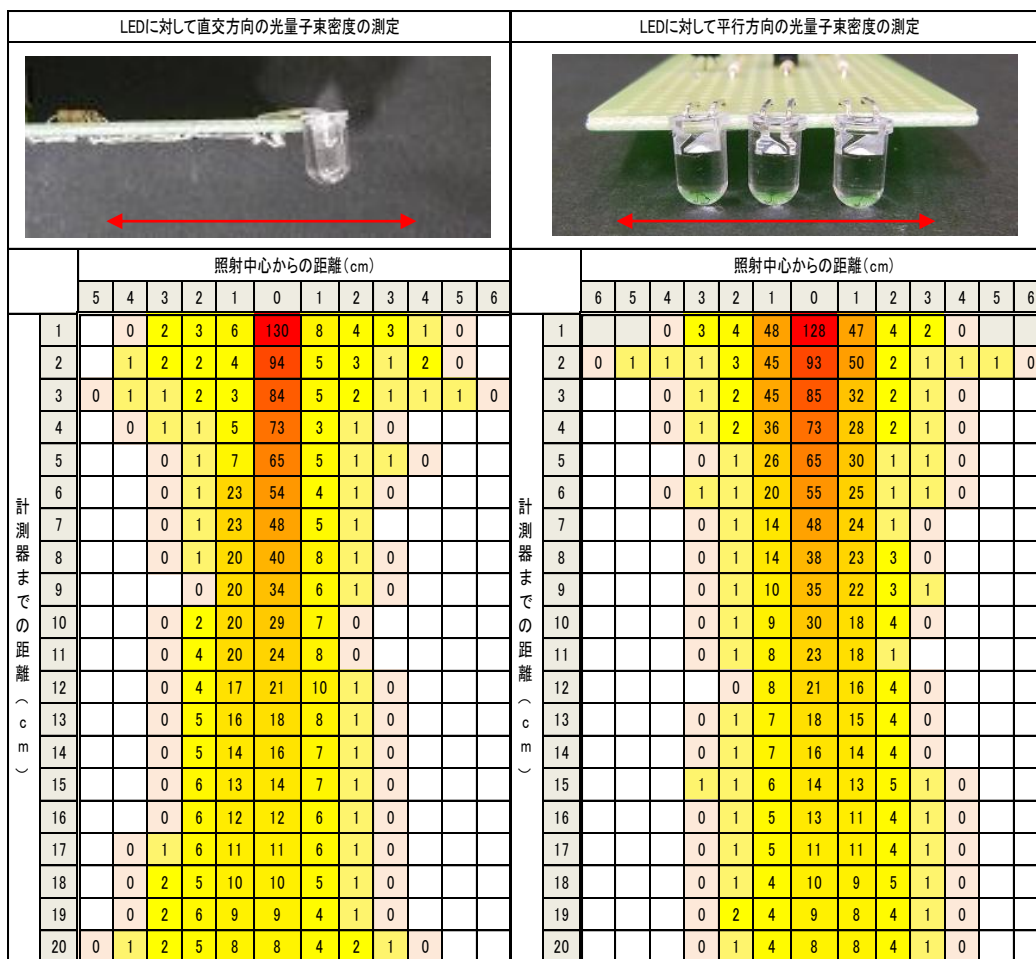


図 11 改良した照明器の点灯距離別光量子束密度の変化

6 おわりに

今回の開発した照明器は「エネルギー変換」と「生物育成」の内容に関連した教材となった。また、実際に授業で使用してもらい、目的を持った教材であることや各内容における評価・活用を行う事のできる教材として有効に作用するものと考えられる。しかし、生徒が製作を行う際の問題点や課題等も明確になった。課題を解決するため、また発展的な内容になるように照明器の改良を行った。改良した照明器は光量子束密度の値を大きくすることができ、点灯時間も延ばすことができたが、まだ点灯時間が短いと考える。そこでLEDに使用する抵抗の値を変更し、改良することも考えられ、今後も改良を行う必要があるものと考えられる。さらに、研究授業等を行い機能性や授業で、どのような効果を発揮するか、今後検討する必要がある。

引用文献

- 1) 文部科学省『中学校学習指導要領解説技術・家庭編』(教育図書株式会社, 2008), 3
- 2) 日本産業技術教育学会『新技術科教育総論』(ブラザー印刷株式会社, 2009), 29
- 3) 前掲 1), 74
- 4) 東京書籍『新しい技術・家庭技術分野』(東京書籍株式会社, 2012), 234-235
- 5) 前掲 2), 132-133
- 6) 浦山浩史, 松本誠之, 松本洋人, 吉原宏, 諏佐誠, 池田和幸, 馬田大輔, 森内健志, 坂口謙一, 大河原敏光「LEDを使用した植物工場でのレタス栽培を通じた学習指導法の研究:生物育成のリテラシーを習得させる指導の工夫」『東京学芸大学附属学校紀要』, 第39巻, 2012, 71-84
- 7) 魚住明生, 牡鹿晃久「中学校技術・家庭科の作物栽培に置いて制御技術を取り入れた教材の開発」『三重大学教育学部研究紀要』, 第62巻教育科学, 2011, 189-199
- 8) 前掲 1), 24
- 9) 前掲 1), 25
- 10) 前掲 4), 138
- 11) 前掲 1), 28
- 12) 稲葉健吾「学習指導要領の改訂に従う生物育成技術の扱いについて」『茨城大学教育学実践研究』第30巻, 2011, 67-75
- 13) 高辻正基, 森康裕『LED植物工場』(日刊工業新聞, 2011), 74