

ソーラーパネルで行う作物の水耕栽培

茶木 正¹⁾

Hidoroaponic Cultivation Using Solar Panels

Tadashi CHAKI

抄 録：ベランダや日当たりの良い場所で行える作物の水耕栽培装置として、液肥の循環に利用する電力はソーラーパネルで発電した電気を直流 12V で活用し、栽培容器はプラスチック製のトロ舟を、ポンプにはお風呂用のバスポンプ、液肥の出口には散水用シャワーを用いること等、手軽に入手できる機材を使って、簡単な学習教材を製作するとともに、中学校での指導計画を作成した。

キーワード：生物育成，エネルギー変換，水耕栽培，ソーラーパネル

1. はじめに

今回の学習指導要領改訂で、技術・家庭科で新たに「生物育成に関する技術」が指導する必修内容として加わり、地域性を取り入れ栽培以外に養鶏、酪農、魚介類の養殖といったことも授業で行えるようになった。しかし、京都市立中学校など多くの学校で行う学習活動は作物栽培になる。作物栽培を行うにあたって、学校現場においての問題点は栽培場所と休日の散水である。栽培場所をプランターや袋で行うことができてても夏季の休日散水が問題となる。特に京都市立学校においては毎年、8月中旬に9日間の学校閉鎖日がある。

この問題に対して、筆者は、平成16年度より取り組み、ソーラーパネルの電気エネルギーを活用した自動散水装置を製作して、現在では安心して土日の休日が過ごせるようになった。平成21年度から、この学習活動を発展させた「ソーラーパネルを活用した水耕栽培」を生徒たちと製作して学習活動を行っている。「生物育成」で多く行われるであろう野菜栽培では、都市部の学校や家庭には栽培する畑（地面）の確保が問題である。それ以外にも、輸入野菜から検出された体に危険な残留農薬のことは記憶に新しい。「エネルギー変換」学習においても、PL法により学校で製作した製品も、学校が製造者として責任を負うことになる。学校で製作して家庭に持ち帰っていた交流100Vを使用した教材の安全性について教員はより一層の注意義務と責任が課せられている。そこで、本報告では、ベランダや日当たりの良い場所で行える水耕栽培を、液肥の循環に利用する電力はソーラーパネルで発電した電気を直流12Vで活用する学習教材を製作にすることにより、電気工事士資格のない生徒でも配線を行うことができる上に学習活動時に温室効果ガスの排出をゼロにすることもできた。

1) 京都教育大学附属特別支援学校

2. 実施場所

本研究は、筆者が京都教育大学大学院に在学して、京都教育大学環境教育実践センター梁川研究室にて研究を進める中で、前任校の京都市立雲ヶ畑中学校で生徒とともに検討しながら、推進した。

3. 指導計画（15 時間）

表－1 指導計画（ソーラーパネルで発電した電気を利用した水耕栽培装置の製作）

指導項目（指導内容）	指導時間	指導上の留意点
[ガイダンス] ・学習目標の指示 ・班編制	1	・学習目標は教師が指示をする。現在の社会状況や学校と地域の状況を提示して生徒にも考えさせる。
[構想] ・水耕栽培の実施場所と容器の大きさ ・ソーラーパネルの設置場所と発電容量 ・安全な充電について ・作業の見通し	2	・基本的には明るい窓辺で行う水耕栽培とするが、プランターへの自動散水装置などの製作可能なものも可とする。 ・ソーラーパネルよりバッテリー蓄電を行う場合に過充電にならないように計画を立てさせる。 ・ソーラーパネル発電量とバッテリー容量を考慮した負荷とする。（半分以下の利用）
[苗の準備]	1	・育苗箱への種まき（省略可）
[製作] ・材料準備（1） ・容器へのけがきと穴あけ（2） ・ソーラーパネルの発電確認と各機器との配線（2） ・組み立てと全体システムの作動確認（2） ・苗の植え付け（1） ・生育の観察（2）	10	・材料は、学校で準備する。毎年繰り返し利用することを考えに入れる。 ・穴あけはドリルを利用する。大きな穴を開ける場合は容器が割れないように慎重に行う。 ・部品の接着（ホースつなぎジョイント等） ・発泡樹脂板や合板に穴を開ける場合は両面から穴をあけるときれいな穴になる。 ・ソーラーパネルとバッテリーの間には必ず過充電防止装置を入れる。 ・直流 12V タイマーで制御する。 ・タイマーで設定したとおりに作動するか確認を行う。 ・液肥がシャワーで出ることにより空気と良く混ざり、漏れることなく循環しているかの確認を行う。 ・苗の用土をきれいに洗い流して植え付けをする。 ・液肥の濃度や液肥循環量の違いによる生育差を観察させる。
[学習のまとめ] ・学習の振り返り	1	・学習記録をもとに、学習を振り返る。 ・製作品の改良やさらなる活用法を考える。

4. 装置の概要

ソーラーパネルで発電した電気を利用した水耕栽培装置



図－１ 全体の構成



図－２ 栽培の様子

* ソーラーパネルは屋上に設置

[材料]

- ①栽培容器 プラスチック製トロ船（20 型，40 型，60 型，80 型）写真は 60 型
- ②ソーラーパネル 12V-20W 以上のもの
- ③ベランダストッカー（プラスチック容器） バッテリーが入る大きさ（校庭に設置する場合を考え南京錠用の穴のあるものを使用）
- ④肥料養液入れ（プラスチック容器） 日光を通しにくい色（藻の繁殖を防ぐ色）
- ⑤直流 12V ポンプ（風呂の残り湯を洗濯に利用するバスポンプ AC アダプターで直流 12V-0.9A の出力のものを使用，高低差 1m の抵抗で 1 分間に約 7ℓ の給水能力）
- ⑥軽自動車用バッテリー（安価なので利用，1 日 20 分使用で 3 年目も利用している）
- ⑦可充電防止装置（充電コントローラー） 許容量 4A 以上のもの
- ⑧直流 12V 用タイマー（インターバル設定があるパナソニック TB2012K）
- ⑨その他の材料 発泡樹脂板，散水用シャワー，ホースつなぎジョイント，水道ホース，水道用シールドテープ，バッテリープラグ，液肥（できれば水耕栽培用） 耐水性接着剤電気コード，木ネジ，木片 等

[工具]

- ①電動ドリルと木工ドリルの刃（直径 18mm 又は 21mm）
- ②ラジオペンチとニッパ
- ③カッターナイフと円カッター（発泡樹脂板を丸くくり抜くために使用）
- ④半丸ヤスリ（発泡樹脂板に開けた穴をきれいな丸にするために使用）
- ⑤回路計（点検用）
- ⑥ドライバーセット

[製作工程の概要]

①材料購入

材料の購入は、教材カタログにない新しい物が多いので Web 検索してからホームセンターまたは学校出入りの教材屋に相談して購入した。

材料を水耕栽培装置部とソーラーパネルでの制御動力部に分ける。

②トロ舟への穴あけ

養液のオーバーフロー用の穴。容器上部からあふれ出さないように安全を考えて穴を2つあけた(図-3)。



図-3

③ホース取り付け用ジョイントの接着

ホースつなぎジョイントをシールドテープで水漏れしないようにし、耐水接着剤で栽培容器穴に接着する。右に白くなっている丸はペットボトルのキャップで苗植え付けボード受けとして耐水接着剤で容器内側4ヶ所に取り付けている(図-4)。



図-4

④苗植え付けボードの穴あけ(発泡樹脂板以外に板材や合板材でも可)

発泡樹脂板に苗植え付け用の穴あけ、両面に丸カッターで直径26mmの円状の切り込みを入れる。中心部をカッターで切り抜き、半丸ヤスリで形を整えた(図-5)。

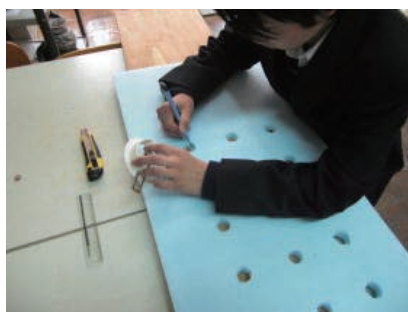


図-5

⑤水耕栽培部の組み立て

シャワー受けに2ℓのペットボトルを半分に切り取り利用している。木材を木ネジで容器に固定，その木材にシャワーをパイプ押さえ金具で固定した（図－6）。



図－6

⑥ソーラーパネルの設置

通路に設置した12V-40Wのソーラーパネル，発電量20W以上のもを利用すると直流12Vポンプを直接作動させることができた。ソーラーパネルの価格は10Wで1万円程度。このパネルはリサイクル品で40Wで1万円。現在，70Wタイプ，40Wタイプ，20Wタイプの3種類のソーラーパネルを利用している（図－7）。



図－7 12V-40Wのソーラーパネル

⑦制御ボックスの組み立て

ベランダストッカー容器内に自動車バッテリーと過充電防止装置と直流12Vタイマーを組み込む，ボックス上部のふたとの間に雨が入り込まないように穴を開け，ソーラーパネルと水耕栽培用12Vポンプを配線した（図－8）。



図－8 制御装置

⑧完 成（図－9）

右上は12V－20Wソーラーパネル

右下は制御ボックス，内部にバッテリーと過充電防止装置，直流12Vタイマーを収納している。

左上はトロ舟60型を利用した水耕栽培容器，左よりシャワーにより空気を含んだ栽培養液

を給水する。右側面より余分な養液を下部の養液タンクに戻す。

左下は養液タンクで、内部にバスポンプを改良した直流 12 V ポンプがあり上部のシャワーまで養液を送る。藻の発生を防ぐため光を通しにくい色を使用した。1 分間に約 5 ℓ の給水能力がある。

タイマー設定は、バッテリーの長期利用を考慮して太陽が出ている時間帯利用の設定にした。午前 8 時にスイッチが ON になり、午後 5 時に OFF になる設定にした上で、インターバル機能で 1 分作動して 29 分間の休憩を繰り返す設定にし利用した。

この設定によりタイマーが ON になっている 9 時間中にポンプが 1 分間の作動を 18 回行い、約 90 ℓ の肥料養液を循環させた。

肥料養液の濃度は、苗のときは 1000 倍液を使用、成長期には 500 倍液を使用した。

一般的な液肥でもよいが、水耕栽培用の液肥や作物に合わせた液肥も販売されている。



図－9 システム全体図

5. 15 時間中 9 時間目の学習活動（発電確認と各機器との配線）

(1) 目標

・[B (2) イ] 製作品の組み立て・調整や電気回路の配線・点検ができること

(2) 評価

・構想図や設計にしたがって意欲的に製作品の組み立てを行っているか。

(関心・意欲・態度)

・指示された注意事項を守り、安全を考え配線・点検が行えているか。

(知識・技能)

(3) 展開

学習活動	予想される生徒の表れ	評価（観点・方法）
○ソーラーパネルの設置と発電確認	○全ての作業でプラスマイナスを確かめて配線をする。 ○ソーラーパネルを向きや角度を考えずに設置しようとする。 ○回路計を使用する	○関心を持って作業に取り組むを持って（関心・意欲・態度） ○光があれば発電するのでショートさせないように注意しているか ○機器の説明書や注意事項を守って作業できているか

○過充電防止装置の配線 ○バッテリーへの配線	○なぜ過充電防止装置を入れるのかを考える ○自動車バッテリーは－端子を後でつけ、取り外すときは－端子を最初に取り外すことを知る（自動車はボディーアースのためショート防止の知識） ○配線の確認を教員に求める	○適切に回路計等を利用できているか（知識・技能）
○タイマーの配線		○機器の説明書通りに配線ができているか（知識・技能）
○ポンプの配線 ○タイマー制御で作動実験	○ON と OFF の作動確認、インターバルでの繰り返しの作動確認をする	○栽培条件にあった設定を行っているか（知識・技能）



図－10

図－10は過充電防止装置からタイマーへの配線に取りかかったときの様子です。配線ミスが少なくなるように色付きコード（赤黒）を使用させている。タイマー配線は、電源や負荷の条件で4種類の配線方法があり注意が必要。教員が条件を説明、生徒が条件にあった配線図を選択することも大切である。

6. 学習のまとめ

生徒たちは一月の教室で、水耕栽培により桜草の花が咲きだしたことを喜んでいる。

ソーラーパネルを活用した学習活動を行うことにより、温室効果ガスを排出しないで電気を生み出すことができるため積極的に活用している。本市の市立学校は全てが冷暖房完備である。しかし、京都市立雲ヶ畑中学校の生徒たちは、自分たちで屋上に設置した12V－70Wのソーラーパネルが発電した電気で自動車用扇風機を利用して教室空調を行っている（図－11, 12）。生徒たちは、学習活動に自信を持ち、教室使用による温室効果ガス排出ゼロをめざして学習活動に取り組んでいる。



図－11 屋上に設置したソーラーパネル



図－12 自動車用扇風機
夏季は涼を冬季はサーキュレーター

作物の栽培活動は、学校園等で行うのが基本であると考えている。ソーラーパネルを活用した作物栽培は水耕栽培以外に校庭での作物栽培にも利用している。ゴールデンウィークや夏季休業中などの際には、ソーラーパネルを活用してプランターの草花や土のう袋で栽培している野菜に自動散水している。この設備は保護者や地域にも好評である。他の学校からも導入したいと問い合わせが多い。