

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 23 日現在

機関番号：34419

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24656583

研究課題名(和文) 太陽光発電によるエネルギー自立型 ICT を用いた新形質植物生産システムに関する研究

研究課題名(英文) Zero-energy production system of new character plant with ICT by Photovoltaics

研究代表者

松本 俊郎 (MATSUMOTO, Toshiro)

近畿大学・生物理工学部・教授

研究者番号：50110242

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000 円、(間接経費) 900,000 円

研究成果の概要(和文)：(1)パイロットプラントにおける透光性太陽電池による発電電力は、44V、2.2A、96.8Wであった。本来の最大動作電力は54.5V、3.96A、215.8Wであった。この電力を12V、50AHの容量の蓄電池に蓄えておき、LED、ベルトコンベヤー、シーケンス制御等の電源として用いた。

(2)植物にLEDを補光として照射する点灯制御装置を作成し、自然光で育成する技術的基礎を開発した。

(3)指向性アンテナによる無線LAN構築により研究室で、遠隔地における収穫物の生育状況を把握できることがわかった。

研究成果の概要(英文)：(1)The generated output by the see-through solar cells in a pilot plant was 44V, 2.2A, and 96.8W. The original maximum operating power was 54.5V-3.96A and 215.8W. This electric power is stored in the storage battery of the capacity of 12V and 50AH, and it used as power supplies, such as LED, a conveyor belt, and sequence control. (2) It was investigated that the technical foundation of the growth promotion of plants using short-time irradiation of LED light in addition to the natural daylight by see-through solar cells. (3) The wireless LAN by a directional antenna showed that the growth situation of the crops in a remote place could be observed at a laboratory.

研究分野：総合工学

科研費の分科・細目：エネルギー学

キーワード：無線LAN 太陽電池 遠隔計測制御 補光 LED 指向性アンテナ エネルギー自立型

1. 研究開始当初の背景

(1)本研究は、透光性太陽電池によって得られた電力で単色光蛍光灯や LED を点灯し(図1)、その特定波長の光を花卉に照射することによって、経済的な特性に有用な変化を誘導しようとするものである。これまでの研究で、スプレーギクにつぼみへの紫外線照射が花色の変化を誘導することや、ピオラへの青色光の照射が着花数の増大をもたらすことが明らかになった。また、スプレーギクについて、花色の変化を誘導するのに適した紫外線の照射時期を検討したところ、開花の10日前、すなわち出荷の数日前に紫外線を照射すると顕著に花色が変化することが明らかになった。紫外線や青色もしくは赤色のLEDを決められた時刻に照射を開始して点灯制御をするために組み込み型の(PIC)マイクロコンピュータを用いてプログラムを作成しLEDを点灯制御するための回路とソフトの制作を行う。これにより高価な製品を購入することなくしかも点灯、消灯時間や日射量、温度等も測定ができ小型化できるので実用的で安価である。

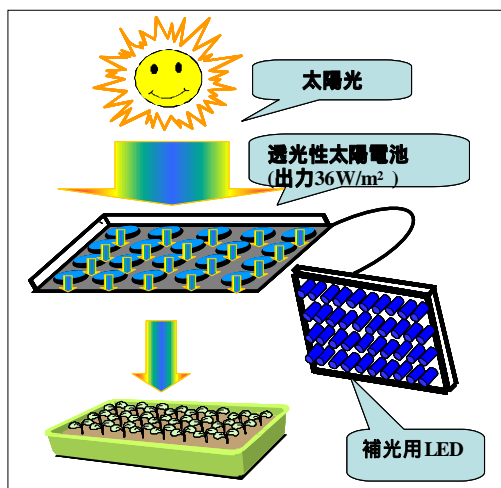


図1 新植物育成のための装置概略図

(2)また、中山間地では電気の設備がない場合もあり太陽電池の発電量と蓄電池で電力を供給し、メンテナンスも必要になるが施設を設置している圃場には、常に出向くことは不

可能で、新形質の形成の解析や施設装置の異常等はその場に行かずとも知ることができれば高齢者にとってもなじみやすい栽培法となる。その意味で無線 LAN および学内 LAN で生育状況や発電状況をいながらにすることができて施設を設置している圃場には、常に出向くことは不可能で、新形質の形成の解析や施設装置の異常等はその場に行かずとも知ることができれば高齢者にとって実用化を念頭に置いた場合重要な意味を持つ。本研究ではパイロットプラントを作成し諸性能を測定制御して実用化の土台作りとして極めて重要である。

2. 研究の目的

(1)LED の点灯制御ならびにベルトコンベヤーの製作

小区画に埋植された植物に LED による光が十分行き渡るように、LED を横と縦各方向に等間隔に配置して、マイコンを用いて数msの時間間隔で照明できるよう制御する。日の出時刻及び日の入り時刻を1年単位でメモリーに格納しておく。このようなデータを利用して日の出時刻以後は太陽光のもとで育成し、日の入り時刻以後は、日の出前に LED による補光が受けられるよう植物を LED の下の部分に移動できるようベルトコンベヤーの搬送制御を行う。

(2)IT 技術による遠隔計測システムの確立
太陽電池発電量、日射量、蓄電池電力消費量、植物の生育状態の画像なども含めて計測データを既存の電波を利用して自宅等に送るシステムを確立することを考える。パイロットプラントは山間地の斜面に作られた生物理工学部の敷地内で直線距離で約 697m、高低差で約 65m である。小さな経営規模でも利用可能なシステムかつ簡易外部アンテナで通話距離を延伸し既設の遠方の携帯電話中継アンテナの利用の可能性を検討し農業における経済性も念頭において開発を行う。

3. 研究の方法

(1) 育成室で補光を行うための光照射システム

本システムは、商業用電源が敷設されていない中山間地でも適用できることを想定して独立型の発電システムにも対応できるように計画している。図2は日射量、透光性太陽光発電量、蓄電池容量などを測定し電力をLEDに供給するための方法の概略図を示している。蓄電池と太陽電池の間には逆流防止回路を設置している。前述の測定値はデータロガーおよびコンピューターによって収録される。蓄電池は、12Vの蓄電池を4個直列で48Vの電圧を得るように接続されている。発電された電力はLED照射装置、育成トレーの移動に使用するコンベヤーベルト、育成室の天井に設置された蛍光灯、および夏期における育成室の換気用ファン等に使用する。

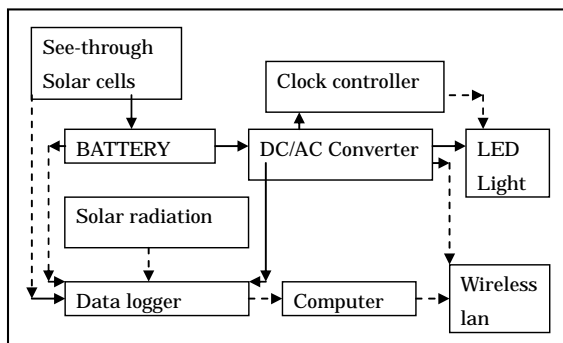


図2 透光性太陽電池による電力を利用した補光と自然光併用型植物育成のための計測制御システム概略図

(2) 育成室の屋根に設置した透光性太陽電池の発電量の計測

透光性太陽電池は近畿大学生物理工学部の農場の一画に設置された。太陽電池パネルの発電部には図1に示すようにたくさんの小さな穴があげられここを光が透過し、残りはa-Si太陽電池の膜に入射して発電する。

太陽電池(太陽工業(株)、KN38)パネルは6枚のモジュールを2組ずつ並列接続し、これらそれぞれを1組として3組を並列接続している。透過光量は、屋内から天井に設置され

た透光性太陽電池を通して空を見ることができ、10%の透過率を有している。モジュールの最大出力電流は0.66A,最大動作電圧は54.5Vである。パネルとしては、3.96A、54.5Vである。図3に測定例として7日間の太陽光発電と日射量の測定例を示す。

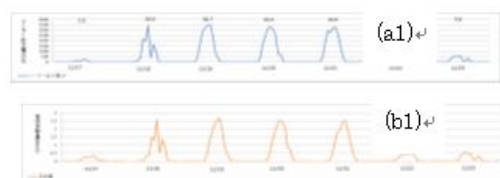


図3 測定結果の一例(11/11/2012~17/11/2012.) (a1)太陽電池の発電量(W), (b1)1日当りの電力量(kWh/m²day)を示す。

(3) 植物に太陽光とLED照射を行うための試験装置

図4に示すようにプログラム可能な制御装置(PLC)によりベルトコンベヤーを左右に移動できる機能を持たせた装置を作成する。太陽が日没後、コンベヤーが右に動きやがてLED照射設置部在席光電センサーにより検出されるとトレーは、LED照射設置部内で停止する。明け方の決められた時間に、LEDを定められた時間だけ点灯し、その後、コンベヤーは逆に左方向に動き、トレーは太陽光側在席センサーにより検出されるまで移動して停止する。そして、その日の日の入り時刻になると、コンベヤーが逆の方向に動いてトレーがLED照射部に戻る動作を繰り返す。

日の出、日の入りの時間は国立天文台 暦計算室のホームページにおいて、和歌山県紀ノ川市(北緯34°17'、東経135°20')を入力することにより得られる。

プログラムの性能テストを行った結果を図5に示す。17時50分に点灯し翌日の18時00分に消灯するように設定した。

(4) 温室における計測制御データの遠隔地における送受信システムの設置

植物温室には、学内ランが設置されていないため、それに接続するため無線ランで接続す

ることとした。温室近くには小高い丘があり丘の上とそこから電波が見通しのよい場所として先進医工学センターと2箇所にアクセスポイントを設け、指向性アンテナを設置することとした。試験的に電波が届くかを実機で試み、図2における各種計測制御データが送れることを確認した。

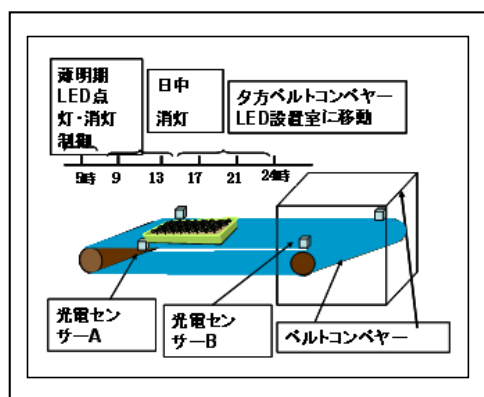


図4 ベルトコンベヤー移動制御装置

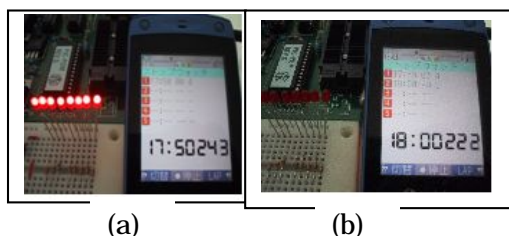


図5 LED点灯制御のテスト結果

(a) LEDが17時50分点灯設定結果。(b) 翌日の18時に消灯設定結果。

4. 研究成果

(1)植物にLED照射を行うための点灯制御装置の製作

LEDを光源にしてパルス状の点灯消灯が行える回路をPICマイコンを用いて製作した。PICにタイマー機能を持たせてリレー回路につないでLEDユニットの電源をON・OFFすることにより点灯制御を行った。

(2)平成24年度に得られた結果を基にして、パイロットプラントの設置場所の立地状況により遠隔計測ならびに制御システムの構築を行った。

(3)植物育成室の作物の生育状況、室温、太陽電池、蓄電池等の電力、電圧等はインターネットに接続された研究室のサーバーを介して閲覧できるようにシステムを構築した。LEDの点灯制御のための装置を接続する回路を考察した。

(4)パイロットプラント全体の性能について評価し、画像から高齢者でも収穫時期を判断できる情報を提供できているかなどについて端末表示に考察と改善を行った。研究成果活用のために収穫面積とそこに必要なLED点灯回路の面積、そのために必要な太陽電池の面積、育成した植物の付加価値を考慮に入れて収益性について検討を行った。得られた成果の発表を行った。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計2件)

松本俊郎、堀端 章、伊東卓爾、渡辺俊明、透光性太陽電池を電源とする補光を併用した自然光による新形質植物の育成システム、太陽/風力エネルギー講演論文集2013、査読無、2013-1,551-554

堀端 章、伊東卓爾、渡辺俊明、松本俊郎、作物生産における太陽エネルギーの分割利用 単色光補光による薬用紫蘇の花成制御と機能性香気成分、太陽/風力エネルギー講演論文集2012、査読無、2012-1,393-396

〔学会発表〕(計4件)

松本俊郎、堀端 章、伊東卓爾、渡辺俊明、透光性太陽電池を電源とする補光を併用した自然光による新形質植物の育成システム、平成25年度日本太陽エネルギー学会合同研究発表会、2013年11月28日～2013年11月29日、沖縄県市町村自治

会館(那覇市)

Akira Horibata, Tetsuya

Matsukawa, Takuji Itoh, Toshiaki

Watanabe, Toshiro Matsumoto, A Nobel
Cropping Method for Production of High
Functioning Crops by Utilizing On-site
Solar Energy, The ISES Solar World
Congress 2013, 2013年11月03日 ~
2013年11月7日、メキシコ、カンクン
国際会議場

堀端 章、伊東卓爾、渡辺俊明、松本俊
郎、作物生産における太陽エネルギーの
分割利用 単色光補光による薬用紫蘇の
花成制御と機能性香り成分、平成24年
度日本太陽エネルギー学会合同研究発表
会、2012年11月08日~2012年11月09
日、北九州国際会議場(北九州市)

Toshiro Matsumoto, Akira

Horibata, Takuji Itoh and Toshiaki

Watanabe, Construction of
Production System with See-Through
Solar-Cells to promote Growth of a
Plant by Supplemental LED
Light, EUROSUN 2012, 2012年9月18日
~2012年9月20日、Convention Center
of the Grand Hotel
Adriatic(Opatija, CROATIA)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕
ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松本 俊郎 (MATSUMOTO, Toshiro)
近畿大学・生物理工学部・教授

研究者番号：50110242

(2) 研究分担者

堀端 章 (HORIBATA, Akira)
近畿大学・生物理工学部・講師
研究者番号：70258060

伊東 卓爾 (ITO, Takuji)
近畿大学・生物理工学部・准教授
研究者番号：90033274

渡辺 俊明 (WATANABE, Toshiaki)
近畿大学・生物理工学部・准教授
研究者番号：50201207

(3) 連携研究者 なし