

【日本機械工業連合会会長賞】

リフレクタ付き面パネル型 LED 照明植物工場ユニット

大成建設株式会社、東京都新宿区

スタンレー電気株式会社、東京都目黒区

1. 機器の概要

完全閉鎖型植物工場における最も大きな課題の一つが「消費電力が大きいためランニングコストがかかり、従って事業性を担保するのが困難である」という点であった。従来の蛍光灯型植物工場においては、事業支出の40%が電気代であるとされていた。また、植物の育成に必要な光量を確保しようとした場合、単純に蛍光灯をLEDに変えたというような手法ではなかなか消費電力が下がらないという技術的な課題もあった。

本機器では、植物栽培専用LEDの開発や独自のリフレクタ構造を開発し面発光光源とすることによりLEDの実装数を減らすことが可能になった。その光源の特性を活かすために、植物工場ユニットのシステム全体を最適化することなどの技術開発とあわせて、蛍光灯比64%減という大幅な消費電力の削減を実現した。



写真1 リフレクタ付き面パネル型 LED 照明植物工場ユニット

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

2.1.1 リフレクタ構造

LED 光源は直進性が高く、蛍光管のような形状に配置したとしても線状光源と

なる為、植物が育っていく過程で葉が繁っていくと影が出やすく、明るい場所と暗い場所の差が大きくなっていき、結果として大きい株と小さい株の差が出てくる（不等辺成長）ことで、歩留まりが良くないなどの現象が起こる。（図1参照）

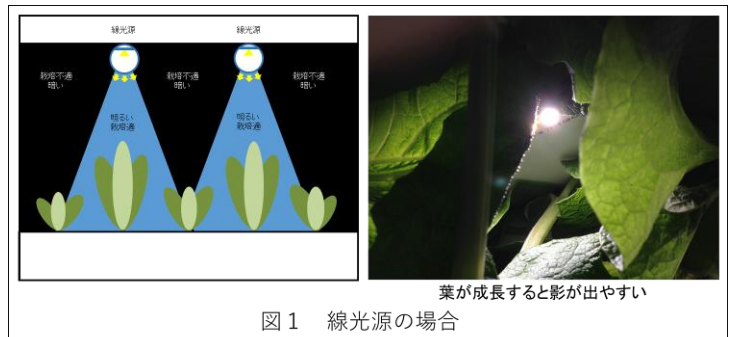


図1 線光源の場合

これを解決するために、LED を面の端面より横向きに照射することとし、面光源の内部で反射させると共に、照明下部の拡散板より植物に向かって下向きに照射する構造とすることとした。（図2参照）

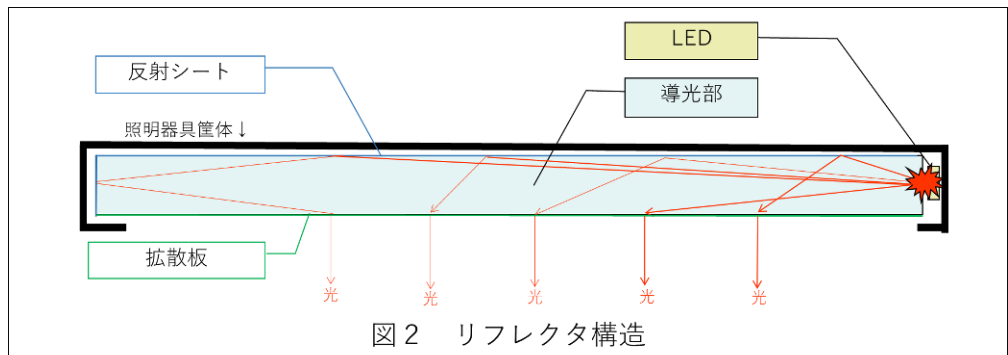


図2 リフレクタ構造

2.1.2 植物栽培専用LED

従来の植物工場では、3波長の蛍光灯もしくは、単波長のLEDを組み合わせて赤青の2波長または緑を加えて3波長とすることが多かった。この場合、波長のピーク付近の狭い幅の成分で、植物の生育に必要な光量を得ることが必要で、消費電力の削減にはつながらない。また、幅広い波長を広く出すLEDとして白色LEDや電球色LEDがあげられるが、一般的に生育があまり良くないとされる。

そこで今回、植物栽培専用LEDとして、植物の光合成曲線を目標とした幅広い波長分布を、LED1チップで照射可能となるよう開発した。（図3）

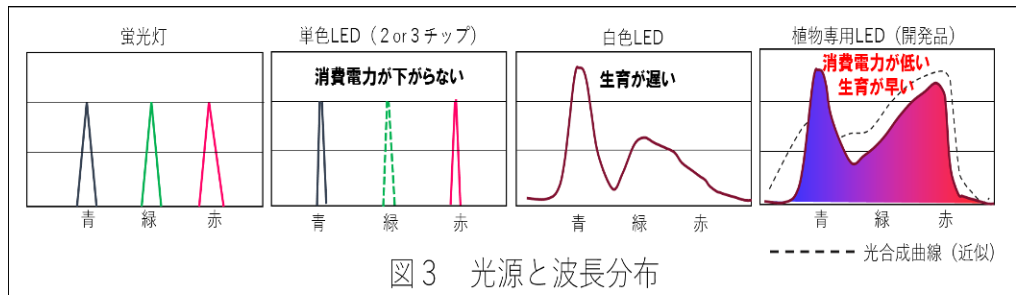


図3 光源と波長分布

2.1.3 最適化

光源の薄型化や面光源化に伴い、部品点数の削減や構造の見直しを行うことで栽培空間を確保した上で各段を薄型化することができた。このことで、同じ機器高さの中で、より多段化することができ、単位床面積あたりの収穫量を増やすことができた。また、面光源により埃だまりが無くなり、衛生管理がしやすくなることから、GMP (HACCP に対応する衛生的な施設の考え方) に対応するものとなる。

2.2 効果

2.2.1 リフレクタ構造の効果

栽培空間を確保した上で各段を薄型化することができた。リフレクタ構造により均一な照射の面光源とすることで、影ができにくく、光の強弱ができにくいため、均一な栽培が可能となった。図4に概念と照射状況を示す。

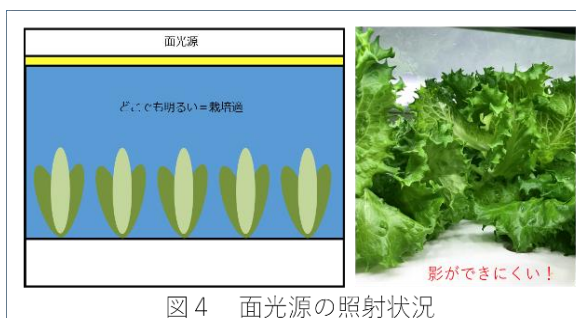


図4 面光源の照射状況

2.2.2 植物専用LEDの効果

リフレクタ構造の効果との相乗ではあるが、省エネルギー性能において顕著な効果があった。従来の蛍光灯光源に比べ、同等の光量を得るために必要な消費電力は蛍光灯の場合を100%とした場合の比較で36% (64%削減) となり、完全閉鎖型植物工場における事業性の向上に大きく寄与する。(表1)

表1 照明消費電力比較表

同一光量による比較	従来型 蛍光灯植物工場	リフレクタ付き 面パネル型LED照明 植物工場
イメージ	 照明高さ約350mm 有効栽培空間220mm	 栽培空間220mm
照明電気代	100%	36% (▲64%)

2.2.3 最適化による効果

従来の蛍光灯または蛍光管型の照明器具を使った植物工場では、機器の高さ約2mの中で4段を構築するのが一般的であった。本機器では従来比1.5倍の機器の高さ約2mの中で6段を構築することができた。これにより同じ床面積で従来の1.5倍の収量をあげることがで

表2 段数比較表

機器高さ2mでの比較	従来型 蛍光灯植物工場	リフレクタ付き 面パネル型LED照明 植物工場
イメージ		
段数	4段	6段 (従来比1.5倍)

きる。また、同じ収量を目指すなら建物の容積が2/3で済むことになり、事業投資におけるイニシャル・ランニングコスト低減に大きく寄与する。

3. 用途

主な納入先は下記のとおりである。コストが低減できる機器なので、植物工場により一層の普及推進に寄与することが望まれる。

① G-ITOYA FARM（東京都中央区） 2015年 地産地消（ビル産ビル消）



写真1 見学者通路より



写真2 併設レストラン

ビルの建替えに伴い、伊東屋の中で一日過ごして頂きたいというコンセプトでレストランを開設。数種類の野菜については100%植物工場で賄うという設計思想で設置した。日産330株相当。国内外より多数の方が訪問する。

② いなしきスクーフア（茨城県稲敷市） 2016年 廃校利用・6次産業化



写真3 植物工場



写真4 外観



写真5 加工室(理科室)

廃校になった小学校を再利用する形でスタート。教室に植物工場、理科室に加工室を設置して、6次産業化施設として運営している。日産700株

③ 大成建設横浜技術センター （神奈川県横浜市） 2016年 訪問者への技術紹介用として 設置している。

