

# 植物育成用LED照明への電源 貴社の植物育成用照明への適切な電源が、 コストを低減し生産を改善します

## はじめに

植物育成・草花園芸におけるLED照明利用の急成長は、近年の電源機器産業の原動力です。

電源管理に関しては必ずしも専門ではない照明機器メーカーと生産者の方々に、アーティセンのエキスパートたちがこのホワイトペーパーを作成し、温室、植物工場及び垂直農業者の設備費用と運営費用に顕著な影響を及ぼす電源プラン策定に必要な情報を提供します。

このペーパーにあるアプリケーション事例と財務モデルは、貴社のアプリケーションや導入に最適な電源プラン選定に必要なバックグラウンドを提供しています。

## 目次

|   |   |
|---|---|
| 植物育成用照明の種類                              | 2 |
| アプリケーション                                | 3 |
| 植物育成用照明システムの電力                          | 4 |
| アーティセンの電源を使用した電源アーキテクチャ例                | 5 |
| アプリケーション例：126.3 KWのLED照明装置を要する大規模倉庫利用農場 | 6 |
| 革新的なモジュラー&スケールラブルな電源ソリューション             | 7 |

植物育成用照明システムへのLED技術活用は、食糧、医薬品有効成分、植物、草花の生産上の課題に対応する方法としてますます期待の高まる先端農法及び農業技術で、根本的な役割を担っています。

LEDベースの植物育成用照明は、最大でかつ最速に成長している市場の1つです。

植物育成の照明は、他の照明アプリケーションとは非常に異なります。植物育成に有用な波長の光は光合成有効放射(PAR)と呼ばれ、400-700nmの範囲内にあります。

光合成光量子束すなわちPPFは、照明装置が生成するPAR光量子の総量を示します。PPFが高いほど、その照明システムはPAR生成の効率が良くなります。

研究が進み、異なる植物とその成長段階ごとの特定波長の影響が証明されていくにつれて、温室で普及していた高圧ナトリウム (HPS)ランプなどの広域スペクトル光源にかわって、異なるPAR波長の生成に柔軟性があるLED照明が優勢になっています。

植物育成用としてのLED照明の他の強力な利点は：

- 放射スペクトルの制御：LED照明は、異なる波長の全域で光出力の制御性がより高く、生産者は作物に必要なものにより近似したスペクトルが得られ、さらに品種と生育段階によって光度調整が可能なため生産をコントロールできます。
- より高精度のターゲティング：より小型化したLEDライトが入手可能になり、光の方向のコントロール改善で、効率が向上し消費電力が削減します。
- 少ない放射熱：LEDライトは、従来のHPS電球よりも低温で動作するため、作物のより近くに設置可能で、より高密度の農場が実現します。これはまた、水の消費量も低減させます。
- ライフサイクルでの節減：通常、LED照明器具は従来の植物育成照明のオプションに比べより長寿命で、かつ低消費電力で維持費も低減します。

上記の利点が一体となって、LED照明は温室で、また人工光に依存する垂直農法や植物工場の理想的な選択肢になっています。

## 市場の推進要因

- 人口増加と農地利用の限界
- 気象条件に影響されない農作物の安定供給能力
- 高品質農産物の増加
- 政府のイニシアチブ
- LED技術の進歩

ソース：2018年MarketsandMarkets Research植物育成用照明レポート

## 植物育成用照明の種類

### トップライティング — 温室

- 天井レベルからホールと作物を照射
- 古いHPSからの置換、光のスペクトル成分を修正
- 課題：作物への光の集中、光スペクトルの均一性と品質安定性、高電力の必要性

### トップライティング — 垂直農法

- 上部から作物を近距離で照射
- 課題：均一な強度とスペクトル分布、作物同士の遮り、光量子効率 (PPF/W)、放熱

### 群落内補光

- 作物の作面または中からの照射
- LEDで可能 (HPSでは熱すぎ)
- 課題：均一なPPFD、優れた色均一性 (連続/広域スペクトルの場合)、他の照明とのスペクトルの適合、光の指向性

## アプリケーション

長年の間、植物育成用LED照明を主に採用してきたのは従来型の温室で、通常は自然光の補光のためでした。大規模な温室や「倉庫での生産」で自然光の補光となるLED照明は、広範な作物類の養分バランスと成長サイクルの管理を改善します。

一例としてアーティセンは、市場首位の自社製フルスペクトルLEDグローライトに、LCC600 600ワットシリーズ伝導冷却AC-DC電源を採用している 農業用LEDライトメーカーと協業しています。

同社は、湿潤・多湿条件で使用する保護等級IP65 ライトの製造能力があり、これは競合ソリューションに比べて電力費用の40%以上節減と、ほとんどの競合製品よりも少ない放熱を実現しています。



新しいタイプの農法がこの業界の未来の成長を主導し始めており、それが植物工場及び垂直農法などです。温室ではLEDを太陽光の補助として使うのに対して、植物工場及び垂直農法ではLED器具を主光源または単独の光源として使用します。

## 植物工場

植物工場では多様な栽培技術がカバーされ、その範囲は水平型フラットトレーから垂直タワー型、倉庫から地下、マイクログリーンからエアルームトマトまで含まれます。植物工場は人工光に完全依存し、ほとんどがハイドロポニック（水耕栽培）、エアロポニック（噴霧式栽培）および/またはアクアポニックです。それが、このタイプの施設が使う資源がより少ない理由の1つです。

全体に植物育成用照明を設置する必要があるため、初期の設備投資こそ増えますが、灌漑、農薬、人件費の低減で運営費が相対的に低くなります。LEDベースのグローライトの使用が、このコストをさらに削減します。

## 垂直農法

垂直農場では、出荷コンテナまたはその種の構造体を作物棚収納に使い、照明と養分供給の細心の制御で作物成長を管理します。このタイプの農法の支持者は、消費者の近くで作物栽培が可能（フードマイル即ち輸送距離が短い）なこと、閉鎖環境のため殺虫剤その他の農薬が不要なこと、従来の野外の農法より水の使用量が少ないことを論拠に挙げています。

垂直農法の先駆的な考案者の1人は、アーティセンのiHPシリーズ コンフィギュラブルデジタル高出力システムを使用して、カスタム設計の植物育成用LEDライトにDC電力を供給しています。これらは特定の光子波長と強度を生成し、作物ごとにカスタム化した「光のレシピ」を作り出すことを、カスタマーに可能にしています。



このiHP シリーズは、3 kW単位で最大24 kWまでを提供し、大きな電圧・電流範囲に対応する多様なプラグイン・モジュールの使用により、最大8出力まで設定可能です。またユーザーにアナログ及びデジタル制御を可能にし、プログラム可能な電圧源または電流源として使用できます。

水使用を最大99%削減、殺虫剤や除草剤の不使用、フードマイルを最大 93%まで縮め、しかも作物に比類のない管理が可能な垂直農法は、世界中そして地球外の多くのコミュニティの未来かもしれません。

## 植物育成用照明システムの電力

照明研究センター(LRC)の調査で、生産者の大部分が自分の照明用電力費用の月額を知らないことが判りました。報告によれば、生産者の64%が電力に定額制または組合せ料金(電力料金とデマンド料金)で支払っています。生産者の20%は、電力費をどのように請求されているかを知りません。

ソース：照明研究センター(LRC)

個別の照明器具やより低電力アプリケーション(300 W ~ 3000 W)でカギとなる基準は、定格電力に対するサイズと重量です。より重く大きい電源は、通常の温室の天井からの索具はより頑丈で即ち高価になります。

大規模農場では、個々の照明器具の使用は非効率的です。個々の照明器具ごとの制御システムで複雑性が増し、必要な配線追加で貴社の導入コストが増加します。さらに、複数ドライバの変換損失/放熱が集合する結果、熱管理(空調)の追加が必要になり、エネルギーコストも増します。

制御環境下の栽培エリア外に設置した大型の集中化電流源を利用し、電力を全照明装置に直接分配することで、個々のドライバの必要性やそれに伴うコストが皆無になります。

生産者がさらに検討すべきは、全高調波歪(THD)です。

全高調波歪は、信号に含まれる高調波により、電圧・電流の波形にどのくらい高調波が含まれているかを示します。低いTHDは通常、高い力率、低いピーク電流そして高効率を意味し、これらはすべて電源システムには望ましく、アプリケーションには利点があります。

電力会社の多くは現在スマートメーターを使ってTHDを測定し、そのレベルに応じてTHD関連の請求額を設定する予定です。アーティセンのiHPシステムは、多くの内蔵LEDドライバよりも大幅に低いTHDを実現しています。

## ハイドロポニック、エアロポニック、アクアポニック

- ハイドロポニックは水耕栽培のことです。ハイドロポニック園芸では土壌は使いませんが、根が生えて植物を支えるよう、別の培地を使う場合もあります。
- ハイドロポニックスは包括的な用語で、エアロポニックスとアクアポニックスを含む、広範な栽培法と原理を対象に使われます。
- アクアポニックスはハイドロポニックスの特定分野で、魚養殖と植物を組合せたものです。
- エアロポニックスはハイドロポニックスのもうひとつのサブグループで、微細な養分豊富な霧で植物に養分と水分を与えます。

このiHPの集中化電源アプローチのもうひとつの利点は、アーティセンの顧客の1社が言うように、HPS照明の配線が、iHPシステムを電源に使ったLED照明器具の配線にそのまま使えることです。この単純化で、新しい生産運営の導入時間あるいは従来型設備からの転換の時間が大幅にスピードアップします。



## アーティセンの電源を使用した電源アーキテクチャ例

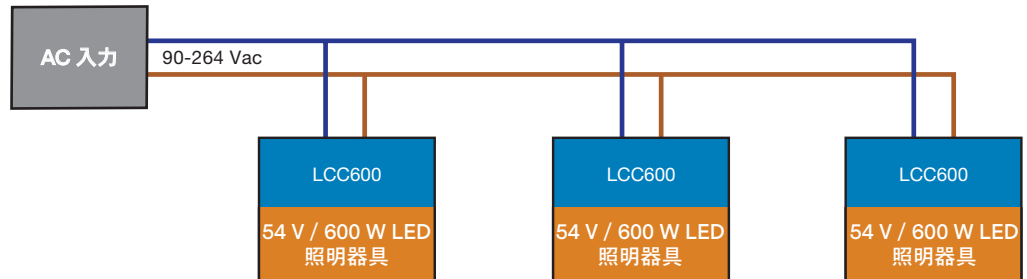
### 通常の分配型電源に一体型照明器具 + ドライバ



アーティセン LCC600



任意の600W LED照明器具



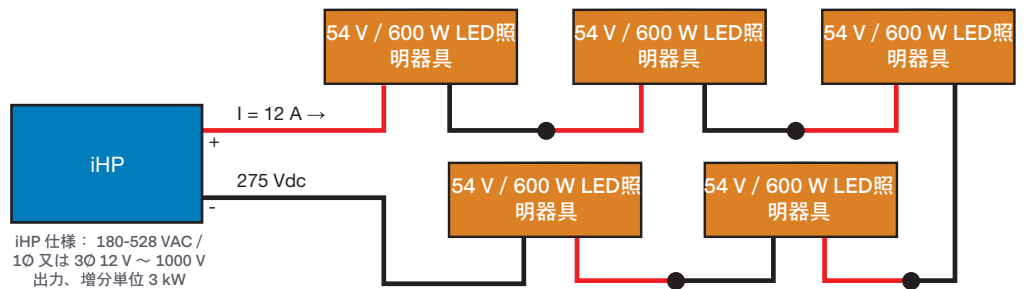
アーティセンLCC600 電源/ドライバが、600 W照明器具に内蔵された例です。

- レトロフィット（既存の電力/配線インフラが利用可能）および新規設置に容易に適用可能です。
- 調光制御：0-10Vまたは抵抗による調光（0-100%出力電流）
- 照明器具およびドライバ/電源の発熱を、エネルギー/冷却の計算に入れる必要が有ります。

### 集中型電源に直列構成の54V LED ストリングを使用した分散型照明



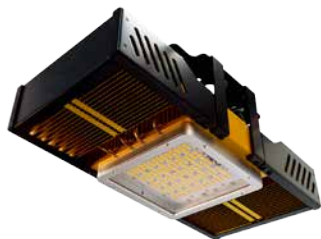
アーティセン iHP 12KW



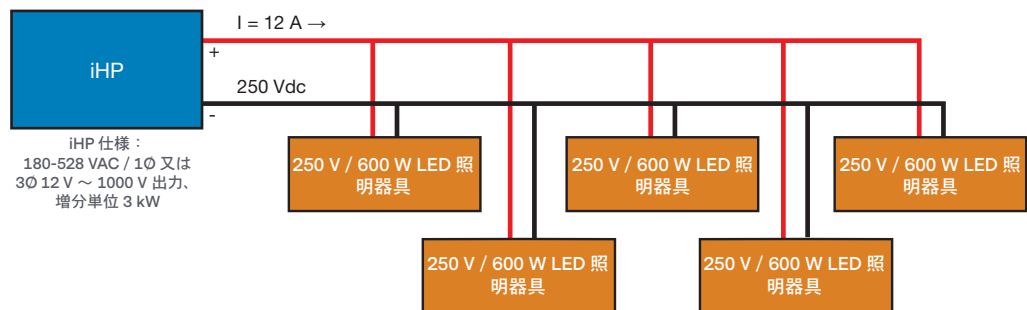
275 VDC、12 A定電流出力に設定した3 kWモジュール1基を使用したiHP の例です。

- 集中型電源とそれに伴う変換損失/放熱は、環境制御された栽培エリア外で別途に管理可能なため、冷却およびエネルギーコストが低減できます。
- より高電圧の分配で総導入コスト削減（例、電線量削減）に役立ちます。
- 直列構成での障害は、同じループで接続された全照明器具がシャットダウンする可能性が有ります。

### 集中型電源に並列構成の250V LED ストリングを使用した分散型照明



任意の600W LED照明器具



250 VDC、12 A定電流出力に設定した3 kWモジュール1基を使用したiHP の例です。

- 347/600VAC 3相入力  
アナログ：0-5Vまたは0-10V調光制御（0-100%出力電流）  
デジタルクラウドベース・イーサネットまたはLAN制御
- 集中型電源とそれに伴う変換損失/放熱は、環境制御された栽培エリア外で別途に管理可能なため、冷却およびエネルギーコストが低減できます。
- より高電圧の分配で総導入コスト削減（例、電線量削減）に役立ちます。
- 並列構成での障害は、同じ電源レールに接続された全照明器具のシャットダウンには繋がりません。

アプリケーション例：126.3 KWのLED照明装置を要する大規模倉庫利用農場

シナリオ1：標準の直接的な一体型照明

| ACフックアップ・ワイヤ配線    | 電源部、ドライバ、熱管理一体型            | 電力損失（発熱）に伴う年間空調費用                   | 関連設置費用及び初年度費用 |
|-------------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------|
| \$21,000          | \$54,400                   | \$9,281                             | \$80,681      |
| 一体型照明240基へのフックアップ | 600 W (240基)の変換、ドライバ、熱管理費用 | 8.8 KWの電力損失で30,133.5 BTU/Hrの冷却能力が必要 |               |

シナリオ2：48 VのLEDストリング構成を使用した分散型照明

| DCフックアップ・ワイヤ配線                      | リモート給電                            | 電力損失（発熱）に伴う空調費用 | 関連設置費用及び初年度費用 |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|---------------|
| \$56,808                            | \$16,116                          | \$0             | \$72,924      |
| 設置にはラックへ2 AWG、各列へ4 AWG、装置へ12 AWGが必要 | 48 V型を使用した定電流モード高精度リモート給電(iHP)の費用 | 電力損失は全て設備外      |               |

シナリオ3：250 VのLEDストリング構成を使用した分散型照明

| DCフックアップ・ワイヤ配線                       | リモート給電                             | 電力損失（発熱）に伴う空調費用 | 関連設置費用及び初年度費用 |
|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------|---------------|
| \$12,108                             | \$16,116                           | \$0             | \$28,254      |
| 設置にはラックへ2 AWG、各列へ10 AWG、装置へ16 AWGが必要 | 200 V型を使用した定電流モード高精度リモート給電(iHP)の費用 | 電力損失は全て設備外      |               |

備考：

1. 空調費用計算式：
$$\frac{(\text{稼働時間} \times \text{BTU/h}) \times 0,293}{1000} = \text{kWh} \times \text{kWhあたり電気料金}$$

2. フックアップ・ワイヤ配線要件は予測値、費用は少量のオンライン価格に基づく相対的なものです

## 革新的なモジュラー&amp;スケーラブルな電源ソリューション

伝熱・IP定格電力の単体ソリューションから外部の大規模分散型システムの提供まで、当社は実在するほとんどの設備の多様な電力分配アーキテクチャに対応しており、電力削減へ向けた解決策をご提案します。

## LCC600 シリーズ



Total Power :  
600 W

- 調光制御：0-10Vまたは抵抗による調光
- ベースプレート動作温度：600 Wで -40° C ~ 85° C
- 高密度設計で 4" x 9" x 1.57"  
2 kg未満のコンパクトなIP65規格筐体
- 熱管理は伝導冷却採用のファンレス設計の使用で、照明器具の同じヒートシンクを利用した伝熱が可能
- 動作入力：90-264 VAC または 180-305 VAC
- デジタル制御：定電圧モード（デフォルト）又は定電流モード動作：I<sup>2</sup>C/PMBus<sup>®</sup>によるプログラム可能な定電流制御
- 外部電圧または抵抗による調光機能
- アクティブ共有/並列動作でより高い出力

## LCM シリーズ



Total Power :  
300 - 3000 W

- LCC600に代わるファン冷却式で、一般的にコストを50%節約
- デジタル制御：定電圧または定電流動作に設定可能
- 容易な並列動作でより高い出力
- 制御環境アプリケーションに最適
- 絶縁保護コーティング

## iHP シリーズ



Configurable Intelligent  
High Power System

- あらゆるLED照明器具の駆動が可能
- スケジューラ設定で照明制御による育成サイクルのカスタム化（カレンダー使用）
- 調光制御：0-5Vまたは0-10V（完全な出力オフから最大出力電流まで）
- 栽培エリアからドライバの放熱をなくして空調費用を削減
- 高レベルのスケーラビリティ：複数キャビネットにそれぞれ複数ラック収納でメガワットレベルまで拡張可能（3 kW単位 - 小型ラックで最大12kW、大型ラックで24kW）
- 高度なフレキシブル入力：(180-528VAC、単相又は3相) と出力(12-1000VDC)で高電圧分配が可能、配線コストを削減
- 電流源・電圧源のインテリジェント制御(ローカル又はインターネット経由) で個々の照明器具用ドライバが不要
- デジタル制御のループ補償で、全動作範囲でフリッカー現象が皆無
- クラウドベース GUI で、ユーザーによる照明プロファイルダッシュボードのカスタム化が容易



グローバルな連絡先については  
[advancedenergy.com](http://advancedenergy.com)をご覧ください。

[powersales@aei.com](mailto:powersales@aei.com)

## アドバンスドエナジーについて

アドバンスドエナジー(Nasdaq: AEIS)は、ミッションクリティカルなアプリケーションとプロセスを対象に、先進のエンジニアリングによる高精度電源変換、計測および制御ソリューションを設計・製造するグローバルリーダーです。AEの電源ソリューションは、複雑な半導体及び産業用アプリケーションにおけるカスタマーの革新を可能にし、その対象は半導体装置、製造業、通信、データセンターコンピューティングサーバー・ストレージ、ヘルスケアなどの多様な業界です。エンジニアリング・ノウハウと世界中での迅速なサービス及びサポートを備える当社は、テクノロジーの進歩、顧客の成

長推進、未来の電力の革新に対応すべく、数々の協働的パートナーシップを確立しています。アドバンスドエナジーは30年以上にわたり、グローバルな顧客のために完璧な電源対応で貢献しており、本社は米国のコロラド州フォートコリンズにあります。詳細は[www.advancedenergy.com](http://www.advancedenergy.com)をご覧ください。

Advanced Energy | Precision. Power. Performance

仕様は予告なしに変更する場合があります。©2020 Advanced Energy Industries, Inc. All rights reserved (不許複製・禁無断転載)。

Advanced Energy®とAE®は、アドバンスドエナジーインダストリーズ、インコーポレーテッドの米国の商標です。