

日化協 SDGs 事例集 2019__昭和電工(株)：植物工場

昭和電工は、植物育成に最適な波長を発する赤色 LED 素子を 2009 年に開発し、さらに独自の高速栽培法「S 法」とあわせた植物工場システムを確立しました。これまでに国内外を問わず 40 を超える提供実績があります。

今回は、昭和電工の開発した植物工場について、事業企画を担う鈴木さん(写真右)と相原さん(左)にお話を伺います。



昭和電工が栽培装置を提供した植物工場は、小規模も含め国内68ヶ所まで成長 東京などの大都市圏でも、生産緑地の活用で、地産地消にも貢献可能

日化協：

御社は、LEDの用途研究を進め、産業用、さらには植物工場用にも用途拡大を達成されたと伺い、SDG 2「飢餓をゼロに」などのSDGsに科学の力で貢献していかれるのではと思いました。

最初に、植物工場についてお教えてください。

昭和電工：

農林水産省では、「植物工場とは、施設内で植物の生育環境（光、温度、湿度、二酸化炭素濃度、養液等）を制御して栽培を行う施設園芸のうち、環境及び生育のモニタリングを基礎として、高度な環境制御と生育予測を行うことにより、野菜等の植物の周年・計画生産が可能な栽培施設」と定義しています。

さらに、次のように、植物工場は、2つに大別されています。

- (1)閉鎖環境で太陽光を使わずに環境を制御して周年・計画生産を行う「完全人工光型」
- (2)温室等の半閉鎖環境で太陽光の利用を基本として、雨天・曇 天時の補光や夏季の高温抑制技術等により周年・計画生産を行う「太陽光利用型」

日化協：

昭和電工の植物工場は、「完全人工光型」ですか？「太陽光利用型」ですか？

昭和電工：

「完全人工光型」と「太陽光利用型」がありますが、現在では「完全人工光型」がメインになり

ます。

右写真は、「完全人工光型」植物工場の事例です。当社の栽培設備を使用して、リーフレタスを生産しています。右下の写真は、当社製品が使われている設備ではありませんが、ロシアのトマト農園の「太陽光利用型」植物工場です。施設園芸のなかでも特に環境制御に力点を置いて、トマトを周年・計画生産しています。

日化協：

日本では、どの位の植物工場があるのでしょうか？

昭和電工：

毎年、全国で50カ所以上の植物工場が誕生していると言われます。

日本には、「完全人工光型」と「太陽光・人工光の併用利用型」は、それぞれ200から300ヶ所あると言われています。現在では、エネルギー効率を加味し、光源が蛍光灯からLEDに切り替わるなどで、閉鎖型の「完全人工光型」の導入が増えています。

当社が栽培装置を提供した植物工場数は40カ所で、規模の小さい栽培ユニットも入れれば68カ所になりました。

日化協：

ということは、日本の「完全人工光型」であるLED植物工場の3分の1に、昭和電工の栽培装置が使われているのですね。

現在の日本における市場規模はどのくらいですか？

昭和電工：

矢野経済によれば、完全人工光型植物工場の建設工事市場は売上ストックベースで2017年度は487億円との調査結果があり、2022年度にはその3.6倍の1735億円と予想されています。また、現段階で世界では日本の10倍以上のマーケットがあるとの調査報告もあります。植物工場は黎明期から普及期に入ったといわれています。

日化協：

普及期といわれるのは、なぜですか？

昭和電工：

植物工場で栽培した野菜は、洗浄工程の簡素化が可能で、異物混入のリスクが低く、保存安定性や品質がよいことから、コンビニ食などに採用が進み、業務用セントラルキッチン の拡大によって、

最新鋭の植物工場「完全人工光型」



ロシアの植物工場「太陽光利用型」



カット野菜の市場も拡大しました。その為、天候不順の影響を受けず天候に左右されない栽培方法として、植物工場が浸透してきたことがあげられます。

また、かつては農地にコンクリートを打って農作物栽培の効率化・高度化を図ることができなかったのですが、農業経営基盤強化促進法等の一部を改正する法律が施行され、それが可能になったため、農地に植物工場を作ることができるようになりつつあります。

日化協：

農地から植物工場への転換のハードルが、低くなったのですね。

昭和電工：

そうです。日本では就農年齢の高齢化もあって人手不足ですし、工場であれば比較的重労働とならないため、障がい者施設として認定されるケースも出てきました。

日化協：

ということは、植物工場は、農業経営多様化の促進に加え、働き手の多様性にも貢献できるのでですね。障がい者施設に昭和電工の植物工場を展開した事例はありますか？

昭和電工：

全国に、障がい者雇用には軸足を置いたお客様もいらして、釧路と札幌と岩見沢の3カ所では、当社の照明や栽培装置をご購入され、障がい者の方々と一緒に葉菜類を生産している植物工場があります。

日化協：

素晴らしいですね。植物工場の特徴的な機能も大切と伺いました。機能性の追求についても、お教えてください。

昭和電工：

機能性の追求が可能なのは、植物工場では工場内の環境を自分たちで作って、それを繰り返し再現することが出来るからなのです。一度いいものを作る栽培条件が決まれば、その条件での栽培を続けることができます。

こういった栽培条件の確立ができたことも、植物工場が普及期に入ったと言えるのではと思います。

日化協：

普及期に入ったということは、事業採算性も良いのでしょうか？

昭和電工：

そうは言っても、植物工場の60%は赤字とも言われています。高額な初期投資が必要で、想定したほど野菜が生産できないこともあるようです。日本施設園芸協会の分類では、80グラムのレタスを5000個以上、日産400キロ以上生産している工場を大規模と呼んでいます。大規模工場でも平均生産コストがキログラム当たり1135円、それ以下の中小規模だと1500円を超えるあたりが事業性の限界になっているという、平成28年の施設園芸協会の調査があります。実際の市場で植物工場の野菜が普及する価格は1000円を切った値段です。大規模であってもコスト的にかなり厳しい現状があります。

そこで、当社では、植物工場の栽培装置や栽培システムを普及させるためにも、品質向上やコスト低減ができるように、植物に適した栽培環境を提供するソフトウェアをつけて販売しています。

日化協：

生産性向上によるコスト削減以外に品質向上に関しても、昭和電工で支援しているのですね。

昭和電工：

工場数の増加に伴い、管理レベルに大きな差が出てきています。洗わずに食べられる品質のレタスまで生産できる工場もあれば、そうでない工場もありますが、当社はパートナーと協業し、品質レベルの高い野菜の生産ができる工場建設のサポートをしています。また、植物工場の野菜は、農薬不使用であることも重要な点です。今後は、植物工場の栽培方法に最適な養液なども提供していく予定です。

日化協：

食の安全もありますが、立地の自由度によって地産地消の点においても、植物工場の果たす役割は大きいと思いますが、いかがでしょうか？

昭和電工：

植物工場が消費地から遠距離であるよりも、大消費地近郊の工場であれば、朝採りのレタスを周辺地域のスーパーなどの店頭で、その日に並べることができます。

日化協：

消費地から遠いと輸送時間も、輸送代もかかりますし、鮮度の問題もありますね。

昭和電工：

はい、そうですね。個人的には、首都圏などの大消費地からあまりに遠くないところに植物工場を設けるべきと思っています。生産緑地の大半は大都市圏にあり、農地に関する法律の改定もあったため、首都圏に大規模な植物工場が提供される環境は整いつつあるようにも思えます。要するに、農地を転用せずに植物工場の建設が可能になれば、露地物とまったく同じ価格で提供できる植物工場が実現可能になるのではないのでしょうか。

日化協：

オフィスビルの空きスペースを使うなども、昭和電工の栽培設備は可能ですか？

昭和電工：

まったく問題はないのですが、オフィスビルは残念ながらコスト高です。坪単価が高く、月々の使用料が、大都市の生産緑地の1000倍ぐらい掛かるようです。その為、大都市であっても、植物工場を建てる方が、鮮度を保ち、物流面からもコスト的には断然有利です。

植物工場を展開するには、商社やプラントエンジニアリングとの協働が大切になる 彼らと世界中に展開していく

日化協：

海外では、植物工場のメリットを活かし展開するためにも、他業界との協働がさらに大切になるそうですね。具体的にどの様な協働をされているか教えてください

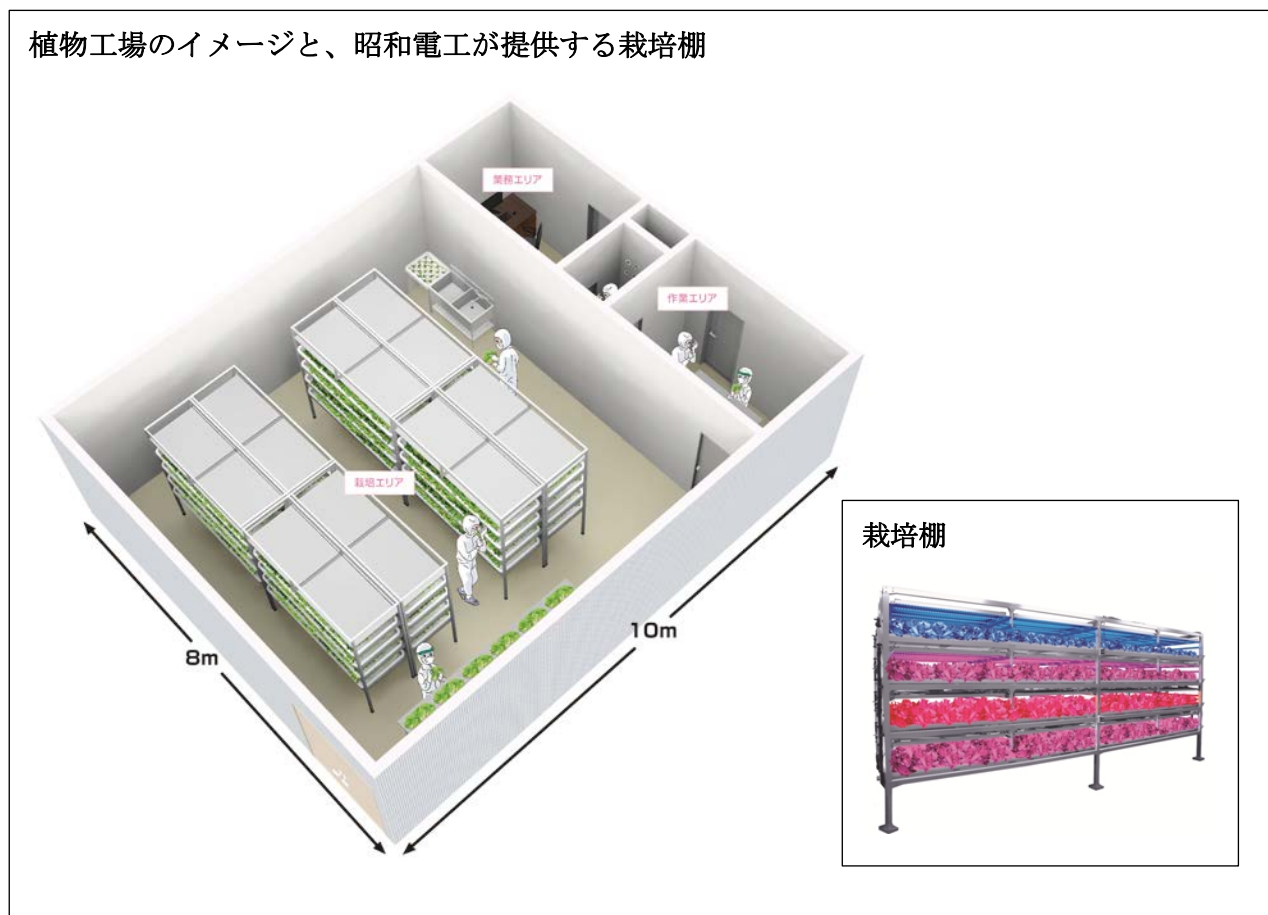
昭和電工：

完全人工光型植物工場の海外展開では、2016年7月から丸紅株式会社、千代田化工建設株式会社と当社の3社共同で推進しています。当社は、「S法」と栽培システムを提供します。千代田化工建

設さんの役割は、植物工場の設計・調達及び管理です。丸紅さんは、植物工場の推進及び市場開拓を行います。

植物工場は、北欧やロシアなどの日照時間が少ない地域、中東など水の確保が困難な地域、アフリカなど紛争で荒廃した地域にも有効です。レタスなどの葉物野菜を、季節を問わず毎日収穫することができ、食の安定供給に寄与します。第一弾として、当社を含めた3社は、アラブ首長国連邦（UAE）最大財閥のAl Ghurair Group（アルグレグループ）と共同で、2017年1月にドバイで植物工場の実証プラントを導入しています。アルグレグループがフィールドテストを行い、植物工場での栽培ノウハウの蓄積及び、中東におけるマーケティングを行うとともに、商業用の大型工場についても導入していく見込みです。また、カタールでも展開予定です。

植物工場のイメージと、昭和電工が提供する栽培棚



植物の光合成を昭和電工の技術で極めるボトムアップのチーム力と、 植物工場の事業化を応援したトップの決断力

日化協：

植物栽培の要となるLEDですが、LEDを植物栽培に応用しようとしたのは、いつ頃でしょうか。

昭和電工：

当社のLEDについては、50年近い歴史があります。

得意だったのは、産業用の赤外波長域のLEDです。現在も、赤外領域のLEDはお掃除ロボットの位置決めや、センシング・通信などにも使われています。

さらに、LEDの用途研究を進める中で、植物育成を促進する波長は450nmの青色と660nmの深紅色であることが分かり、天候に左右されない植物工場の光源に当社のLEDが活用できるのでは？と考えたのですが、660nmの高出力LEDは技術的な課題があって製造することができませんでした。諦めずにLEDの開発を進めたところ、660nmの高出力LEDチップの開発に成功して、2009年に植物工場事業に進出しました。

実際にお客様への販売を進めていくと一方で、当社がLED照明を提供するだけで

は植物がうまく育たないことが判明しました。当社のLEDを使った効果的な栽培法を山口大学と共同で研究を進めました。その結果、LEDの効果を最大限に活用する高速栽培法「S法（SHIGYO®法）」の開発に成功しました。

2013年からは、植物の高速栽培法「S法（SHIGYO®法）」に、植物工場の光源であるLEDだけでなく、最適な栽培環境を実現する栽培装置も併せて製造し、プロジェクト体制で事業展開しています。

日化協：

2013年頃は、鈴木さんがLED拡販のための技術営業をしていたと伺っています。ボトムアップでここまで進められたのですね。とはいえ、事業を進めるにあたって、プロジェクト体制で取り組まれたということは、人材などの確保で経営層の理解や支援もあってこそと、思います。経営層などからはどのようなアドバイスやフォローがありましたか。

昭和電工：

当社は、植物の成長を左右するカギとなる光にまつわる技術開発を極めてきました。当時も現在も、当社は経営戦略の中で新規事業を進めるにあたり、事業活動を通じての社会貢献を目指しています。そのため、事業化する際には、当時のCTO・最高技術責任者であった森川（現社長）からは「植物工場の事業は了解した。但し、工場が植物を作るだけでなく、将来的には『植物が工場』になることを視野に入れた事業戦略・技術開発を進めなさい。植物の光合成を我々の技術で極め、事業を通じて社会貢献につながる価値を提供する事業にきなさい」と。

この森川の指示から、案件ベースで進めてきたことが、植物の育成をメインテーマとして動くことが可能になりました。当社内外の様々な技術を融合させ、さらに必要な人材も確保して、プロジェクトとしての現在の体制に至ります。

日化協：

新規事業の将来像のイメージが経営戦略の中に明確にあり、経営トップからの指示も、プロジェクトを進めるチーム力になったのですね。

野菜工場の LED 照明



植物工場における昭和電工の取り組み（その1：LED照明）

日化協：

ここからは、植物工場における昭和電工の取り組みを具体的にお教えてください。

昭和電工の栽培装置には、LED照明、アルミ栽培棚、炭酸ガス、養液、そして栽培環境を整える情報ソフトウェアが昭和電工のオリジナルの開発であり、製造して納品されていると伺いました。

お掃除ロボット用のセンサーにも使われるLEDの技術をどの様に研磨して、野菜栽培に活かしたのですか？

昭和電工：

当社の技術は、波長の制御に強みがあります。例えば、用途に合せた波長かつ明るく光るLEDを提供することができます。少ない電力で高効率に発光させることができるため、当社のLEDは明るいのです。

植物育成では、660ナノメートルの波長の深紅色の光が使われますが、実はスーパーのバーコードリーダーの光の赤と全く同じ波長です。バーコードリーダーの光をより明るく光らせたのが、当社の植物栽培用LED照明(赤)になります。

植物育成には多くの光量が必要なので、植物工場で使用するためには、少ない電力で明るく光ることが、植物工場用の赤色LED開発上の必須課題でした。

当社の技術は二つあり、一つは狙った波長のものを作る、もう一つは高効率で光らせる技術です。660ナノメートルの波長の赤のLEDは、量産に課題がありましたが、LEDチップの独自製法を開発、国内の製法特許を取得しています。その為、植物工場用のLED照明を開発しただけでなく、植物工場の栽培環境下に合った波長特性と発光効率と耐久性を併せたLED照明を、当社が独占的に製造・販売できるようになりました。

日化協：

昭和電工内で植物の光応答の特性に合ったLED照明の開発も、成功されたのですね。さらに、どのようなことが重要になりますか？

昭和電工：

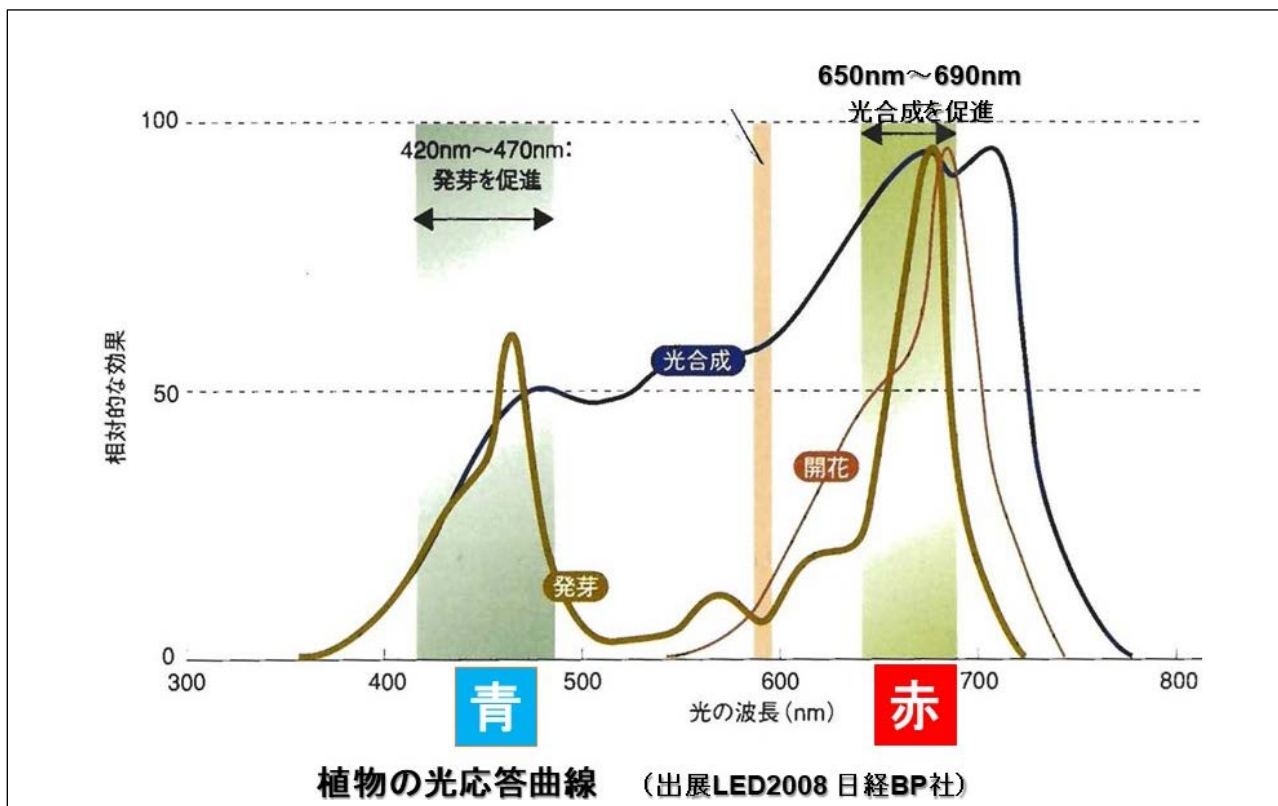
植物には、光合成、光形態形成、光周性という3つの光応答があります。光形態形成というのは、苗が根を出して育て、いろいろな器官へと分化していくことです。光周性は、「こうしゅうせい」と読みますが、日長の長短に反応し、秋になると紅葉する、花が咲く季節が決まっている、稲は夏至の日から実を結ぶ準備をして収穫する、トマトは「日長×日数」で収穫するなど、光応答は、品種によって異なります。北海道の馬鈴薯の貯蔵庫では、光合成が起これば、ジャガイモが緑化して芽が出てしまうので、光合成を抑制する光を使用し管理します。また、植物工場で多く生産されているレタスは比較的鈍い植物で、光を当てれば当てるほど育ちますが、ホウレンソウは、ちょっとしたでも日長が変わると花芽を出します。花芽を出すと栄養が花に向かい、急に味が落ちてしまうため、ホウレンソウの日長の管理は大切です。

日化協：

植物の特性も理解して、光を制御していくということですね。

昭和電工：

その通りです。これが植物の光応答曲線です。光合成の曲線と合せて見たとき、450、460、660のピーク波長になるように、当社のLED照明は、赤と青を使っています。



日化協：

植物工場の栽培棚を見るとマンションのような構造なのですね。

昭和電工：

はい、完全人工光型の植物工場では、多段化が一般的です。当社が提供する植物工場では、栽培棚に養液循環ポンプが備わり、要するに肥料が混ざっている液を順番に流します。左から流して右から取って、それをタンクの中でもう一回混ぜて、またポンプで棚に送り込む。このタンクはモニタリングしていて、肥料の減少やpHの変化を調整して常に一定の栽培環境が得られるようにしていますから、多段化は効率的な栽培方法なのです。

アグリト美浜 LAB の植物工場



これが、実際に採用いただいたお客様の植物工場（アグリト美浜LAB）の写真です。ここには、栽培棚（1枚だいたい1平方メートル）が1700枚あります。1枚の栽培棚には、4本の蛍光灯型のLED照明（1本の長さが120センチ）が並んでいます。育苗の栽培棚まで入れると、全部で7000本ぐらいのLED照明が使われています。

日化協：

省スペースで効率的な栽培ですね。お客様のニーズも伺いながら、工場内を設計されたのですか。

昭和電工：

はい、そうです。ここは、空間を有効利用するため6段で栽培しています。棚の外に光が漏れると光がもったいないので、反射シート(反射率98%)を両面につけて、ほとんどの光を中にユニット内に反射させて戻し、効率を高めると同時に、作業者が作業しやすい環境の維持にも役立っています。

アグリト美浜LABは栽培室の総面積が813平方メートルですが、さらに、3倍の広さの大型植物工場の建設も最近増えています。大型化のメリットは、栽培エリアを多く確保でき、工場に付帯するエアシャワーなどの共通施設が1カ箇所済むことから、生産量当たりの初期投資を下げられることです。

日化協：

先にお話いただいた、農地のコンクリート化も了承されつつあり、植物工場内の栽培セットが多段化して幾重にも重なると、露地物より、植物工場での生産が原価の点で有利になるということですよ？

昭和電工：

はい、そうです。しかし、多段化というのは一つの流れですが、あまり高く設置すると、作業が難しくなります。ただし、定植や収穫作業等の自動化を組み合わせられれば、今までよりも多段式が有利になる可能性もあります。

日化協：

植物工場の自動化も計画中なのですか？

昭和電工：

そうですね。当社単独ではなくて、協業で適材適所の企業と技術をすり合わせて、より生産効率の高い植物工場を作っていきたいです。

		・太陽光利用	・人工光(LED)
		・開放系	・閉鎖
・投資コスト		・安い	・高い
・天候による影響		・有り	・無し
・光利用効率		・昼夜の影響あり	昼夜の影響なし
・環境制御		・簡単な制御	複雑な制御可能
・異物混入リスク		・高い(虫、塵埃等)	低い
・安定供給性		・低い(天候の影響)	高い
・品質安定性		・低い(天候の影響)	高い
・生菌数		・高い(>10 ⁵)	低い(S法<10 ³)

*有効成分の抽出法によっても影響を受ける

植物工場における昭和電工の取り組み（その2：植物の栽培方法・S法）

日化協：

昭和電工が山口大学と共同で開発した植物の栽培方法であるS法について、お教えてください。

昭和電工：

660nm赤色LEDと450nm青色LEDを交互に照射することで、植物の成長を加速させる栽培方法です。交互照射S法は、白色LEDや、赤と青のLEDを同時に照射するよりも、同じエネルギー量でありながら圧倒的に植物の生育が早まります。

高速栽培法・S法・・・栽培ユニットにソフトウェアを組み合わせて提供

- ・赤色と青色のLEDを交互に照射（特許取得）
- ・植物の成長を加速し、高いコスト競争力を実現
- ・昭和電工の研究所で栽培し、ノウハウを蓄積し、お客様に提供

日化協：

交互に光を照射した方が生育がよいのですね。動画で生育を拝見していると、植物の葉っぱがプrippり動いていますね。

昭和電工：

強い光を当てて早く育てようとする、チップバーンという障害(葉っぱのへりが黒くなる)が起きるのですが、S法による生育環境では、障害が起こりにくいようです。詳細は現在究明中です。

S法の原理を応用すると、色々な種の植物が、早く、大きく育つことが分かりました。

レタスに関しては、種を蒔いて30日で100グラムを超える大きさにすることができました。この

外部機関による栽培結果比較

(動画にて、ご覧いただけます→ https://www.youtube.com/watch?v=R_HAB8-NdNE#action=share)

高効率660nm赤色LED/青色LED交互照射で成長加速



蛍光灯 (従来法)

+20%



LED 赤+青
(同時照射)

重量2.5倍！

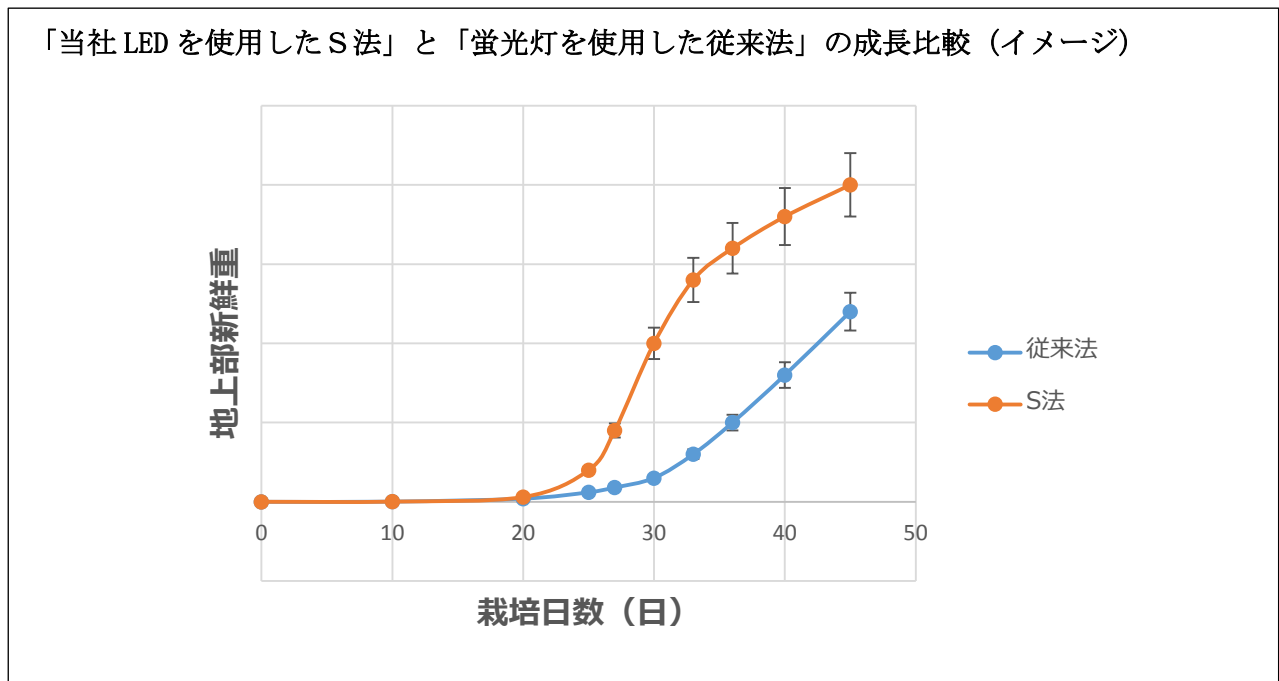


LED 赤+青(交互照射)

レタス(サマーサージ)照射 14日目

ような成長の速さは、S法だけで、こちらが栽培比較になります。

成長曲線のグラフは、お客様の工場での栽培成果の一例ですが、種を蒔いてから33日目で収穫しました。すると、蛍光灯で育てたレタスは16グラムとなり、S法下のLEDで育てたレタスが165グラムとなって、約10倍の重量差になります。しかし、蛍光灯で育てた16グラムのレタスの成長が決して遅いわけではありません。



日化協：

もし蛍光灯で、LEDと同じ165グラムまで育てるとしたら、何日かかりますか？

昭和電工：

蛍光灯では165グラムまで育てるのは難しいと思います。蛍光灯は発熱量が多いので、レタスが大きくなり発熱体に近づくと成長しません。レタスの最適育成温度は20度から25度ですが、蛍光灯周辺では環境温度が上がり、成長が止まり、障害が起こることもあります。

日化協：

育成に最適な温度管理も踏まえると、LEDが優れているのですね。

昭和電工：

そうですね。

さらに、栽培の後期になると、下葉(したば)という最初に生えた葉っぱが褐変するか、枯れたように変化します。この変化が始まると、隣接する株同士の干渉が起こり、レタス全体の成長が止まります。

S法を用いたLEDの利用では、成長が早いため、収穫までのサイクルが早まって、重量当たりの生産コストが下がることが分かりますよね。

日化協：

生産性を高めて、収穫時期を短く、収穫量を多くすることが大切ということですね。

昭和電工：

そうなのです。

レタスの生産者の方々との対話でも、収穫後のレタスを流通させる際、個包装になるので、外観が良くて美味しいものもいい、、、カット野菜に加工するのであれば、見栄えよりも重さのあるレタスがいい、、、とお話いただきます。そのため、同じ栽培法であっても、仕向け先によって野菜の種類や育成方法を変えていく必要もあります。

S法では、例えばサニーレタス、グリーンリーフ等のリーフレタス、ハウレンソウ、ケールが効率よく生産でき、特にレタスは、露地物の20倍ほどが収穫できます

さらに、生産性と原価の関係を考え、工場内で複数の野菜を栽培し価格が高い時期に出荷する、栽培セットを多段化させるといった方法の収益性向上も考えられます。

日化協：

昭和電工の基盤になる技術は、LEDの技術と照射方法、S栽培法ですよね。いずれも特許を取得していますから、仕向け先に求められることも鑑みて、具体的に栽培方法を提案して、力を尽せているのですね。また、山口大学との共同研究の成果が、課題の達成に役立ったのですね。

昭和電工：

はい、そうです。情報共有して、当社も専門性をさらに研磨し、技術力を向上させました。

今後も、2つの独自の基盤技術に、他社保有の特長ある要素技術を取り入れ、より高効率で高機能野菜を生産できる植物工場を目指します。

理想的な工場野菜のポイント

1. 品種（機能性、品質、成長速度など目的にあった品種を選択すること）
2. 光（理想的な光環境（S法）を提供すること）
3. 栽培条件（養液、温度、湿度、風などの栽培条件を最適化すること）

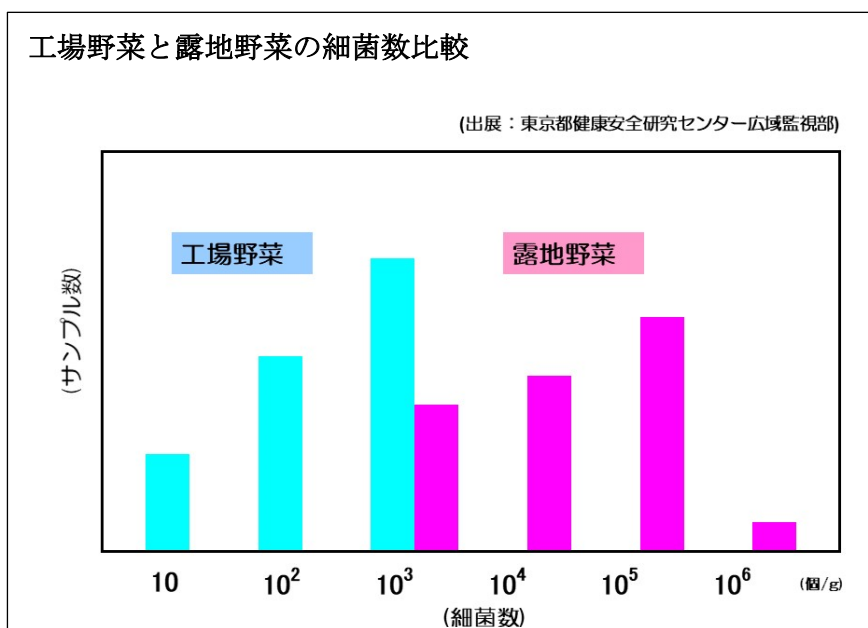
植物工場における昭和電工の取り組み（その3：食の安全）

昭和電工：

植物工場で提供できる品質は、生菌数に代表される鮮度があります。工場野菜では、1グラム中に含まれる細菌数を低くすることができます。しかし、工場の管理レベルによっては、2桁ぐらい細菌数が変動することがあります。肥料を溶かした養液がその原因の1つです。

日化協：

肥料には栄養分がいっぱいあるから、雑菌が繁殖しやす



い。。。ということですね。

昭和電工：

はい、そうです。それと野菜自体も原因になります。例えば、レタスですが、地上部と養液部分が接触しないことが重要なのです。当社が提供する植物工場ではありませんが、フロート式を採用している植物工場では、発泡スロールに植えたレタスは養液に浮かべて栽培するため、レタスに養液がかかって、細菌数が上がってしまいます。しかし、当社のスタンダードSOP(Standard Operation Process)では、レタスに肥料が掛かりにくくなっています。

日化協

菌の繁殖原因も抑えて、制御する栽培法を確立されたのですね。カット野菜の需要増から、洗わずに個別包装される野菜の供給ニーズに応えるなど、食の安全を踏まえた栽培なのですね。

昭和電工

はい、そうです。栽培する方々には、栽培ユニットと、品種ごとの栽培法S法とそのレシピ（科学的に管理する方法を確立したもの）を合せて情報提供しています。今後も、当社の植物工場を所有する生産者の皆さんと、情報共有してまいります。

今後も品種の拡大を目指し、製薬メーカーと共同して医療分野にも貢献していく

日化協：

S法で栽培可能な野菜の品種は、先程紹介いただいたリーフレタスなどの他に、どのような品種がありますか？

昭和電工：

実用化済の工場野菜は、こちらに一覧としてまとめました。

豊富な品種の栽培レシピを開発中

昭和電工の植物研究棟ではレシピ開発を進めていて、さまざまな品種の栽培に成功しています。

●栽培品種例

リーフレタス		その他	
フリルアイス	フリルレタス	ホウレンソウ	わさび菜
グリーンリーフ	グリーン/レッドパタピア	水菜	ベビーリーフ
フレアベル	グリーン/レッドオーク	春菊	など
グリーンジャケット	コスレタス	モロヘイヤ	
ハンサムグリーン		エゴマ	

●植物研究棟(川崎事業所 大川地区)

植物工場をご検討のお客様には
実物をご覧いただきながらの商談が可能です。

今後も藻類の培養、トマト・イチゴなどの果菜類の育苗への応用や、アステラス製薬が開発するコメ型経口ワクチン「ムコライス」のプロジェクトに植物育成用LED照明を提供するなど、事業領域を拡大させていきたいです。

日化協：

植物工場で栽培できる品種には、地域や季節、天候に関わらず、一定の品質と収穫量の確保を目指して、医療分野に貢献する品種のLEDによる栽培を検討されているのは、素晴らしいですね。

昭和電工：

ありがとうございます。

また、植物工場で生産される品種の大部分はレタスですが、実は、ホウレンソウは、植物工場での栽培に一番向いている作物ではないかと思っています。

その理由は、周期性で値段の上下が激しいこと、花芽の制御の問題があること、冬ホウレンソウと夏ホウレンソウで味と収穫量が変わること。

特に、冬ホウレンソウは美味しいのですが、冬にしか収穫できません。冬ホウレンソウを一年中生産し出荷したいというニーズがあり、検討しました。花芽を出さないようにするためには、12.5時間よりも日照を短くする必要がありますが、日照が短ければ育ちが悪くなります。そこで、当社の交互照射の手法を取り入れて、日長をコントロールしてみたところ、早く大きくしっかり育てることができました。

さらに、ホウレンソウは、光の制御とあわせて、硝酸態窒素の含有量を減らすことも検討しました。乳幼児を育てる際に、あまり硝酸態が高いものばかりを食べさせると、ブルーベイビー症候群になる可能性が高くなると言われており、欧州では硝酸態窒素に関する規制値があります。当社の研究所では、栽培の後期に与える肥料をコントロールするなどの工夫をした植物工場内の水耕栽培で育てたところ、ホウレンソウに含まれる硝酸態窒素を減らすことができました。

日化協：

光と肥料をそれぞれ制御したのですね。ホウレンソウ中の硝酸態窒素を制御した植物工場は、規制のあるヨーロッパで実用化済みですか？

昭和電工：

当社がヨーロッパに植物工場を輸出した事例は、花の栽培のみです。しかし、硝酸態窒素を制御したホウレンソウを栽培したいというパートナーがいれば、是非ビジネスにしたいですね。同様に低カリウムレタスなどいくつか事例がありますよ。

アイテム	目的	技術課題	解決方法
冬ホウレンソウ	葉が厚く美味しいホウレンソウを一年中提供する。	日照時間が12時間を超えると花芽が出てしまい味が落ち、商品価値がなくなる。	S法をベースとした光照射で花芽発生を抑制しつつ、高生産性を維持した。
低硝酸ホウレンソウ	ホウレンソウ中の硝酸態窒素の含量を抑え、欧州の基準値以下とする。	窒素は植物の必須栄養成分でこれを除くと成長が大幅に抑制される。	S法をベースとした光照射で花芽発生を抑制しつつ出荷サイズまで育て、その後養液成分を制御、硝酸態窒素含量を減らした。
低カリウムレタス	腎臓透析等の病院食向けにカリウム濃度の低いレタスを提供する。	カリウムは植物の必須栄養成分でこれを除くと成長が大幅に抑制される。	S法をベースとした光照射でレタスを出荷サイズまで育て、その後養液成分を制御、カリウム含量を減らした。

スーパーコンテナで、3000人の過疎地での野菜を賄うことも！

昭和電工：

当社のスーパーコンテナもご紹介します。

次ページの図は、「スーパーコンテナ」といって、冷蔵用コンテナの壁を組合せて約100平米のコンテナを創り、栽培ユニットを入れれば、安価かつ断熱性の高い野菜工場ができます。今後、この

ユニットを普及させたいと思っています。特に、離島など孤立した経済圏の地産地消に役立つ生産システムをリーズナブルなコストで提供していきたいと思っています。

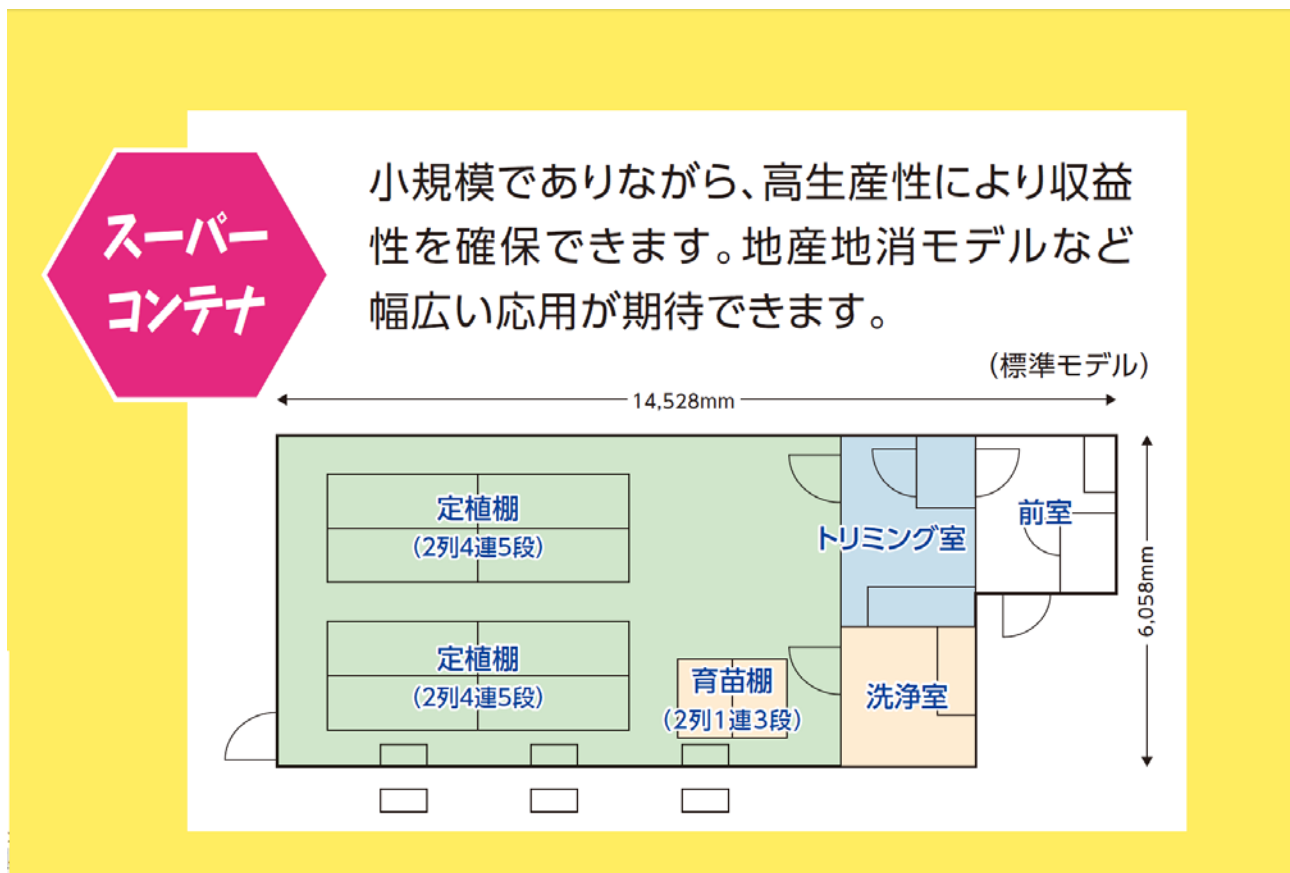
日化協：

「スーパーコンテナ」も、他社との協働事業でしょうか？

昭和電工：

協働先は太陽光発電事業などのメーカー保守管理兼商社で、彼らがコンテナの施工などを行い、当社が栽培ユニットを納品しています。

このコンテナが一つあると、3000人分ぐらいのリーフ系野菜の消費がまかなえると試算ですし、野菜工場の管理もパート従業員1名で可能と見積もっていますので、過疎地域での導入に力を入れたいです。



植物工場のビジネスは、昭和電工にない技術を知り、協働する絵を描くこと

日化協：

植物工場の事業への参入は2009年から、そしてプロジェクト化は2013年からとのお話しでした。

この10年で、栽培方法の確立、栽培ユニットの販売、コラボレーションして植物工場を提供、、、と物凄いスピードでビジネスが進みましたが、そのキーとなったのは何でしょうか？

昭和電工：

当社が植物工場の中で提供できるものは、育成技術と設備であり、プラント建設会社などとの協働が重要であるため、当社単独ではなくパートナーと協働する戦略で進めてきました。将来、海外

で当社の植物工場が支持され普及するときも、パートナーとして選んでいただけるような仕掛けを考えています。パートナーとは情報を共有し、お互いの技術を高めあう存在として進めていきたいと思っています。

当社の光技術は非常に重要な要素技術ですが、植物工場で使用する肥料から、工場内の環境である風や温度などのパラメータ制御、マイクロバブルなどの革新的な技術まで、親和性がある技術だと思います。当社の技術だけで工場が全てできるのではなく、他の技術とうまく融合させる必要があります。一方で、S法の技術向上にこれからも努め、圧倒的な生産効率達成を目指します。

この植物工場のビジネスは、当社にない技術を知り、協働する絵を描くことが事業を成長させるために重要なのだと思います。

日化協：

社内の協働もありますが、社外との協働も、植物工場という事業を確立させ、拡大する為に積極的にしたのですね。

本日は、貴重なお話をいただき、ありがとうございました。

(本インタビューは、2018年9月11日に、昭和電工(株)本社にて行いました)

【昭和電工 鈴木さんから、インタビューを終えて】

閉鎖された環境下で高品質、かつ安全な野菜を安定的に生産、供給する植物工場は、人類が抱える食糧問題に対する一つの解決手段と言えます。創業以来、製品名、技術名が伝統的に事業部の名前となっている中で植物工場という市場立脚型のプロジェクトを立ち上げ、そこへ社内外の技術シーズを結集し、特許を取得、ブドウの房状の関連製品群を開発、投入してきました。そうした中で、経営トップから「植物工場ではなく、植物が工場（生産手段）」という事業の方向性についての指示があり、LEDをベースとした光応答、光合成を深化させるという技術開発を事業のもう一つのターゲットとすることにしました。最初に関連製品を販売してから10年近い年月が過ぎ、事業としてはまだまだこれからではありますが、今回インタビューを受け、インタビューアーの熱い思い、他社の熱い記事を拝見し、改めてぜひともこの事業を大きく育て上げ、社会に貢献したいと思っています。

【昭和電工 相原さんから、インタビューを終えて】

私はプロジェクトの立ち上げ時から事業企画担当として本事業に携わり、社内外の関係者やお客様と試行錯誤を繰り返しながら「S法植物工場」の事業化に向けて取り組んでいる途中です。技術が進化する中で課題もあり、新規事業の難しさを学ぶ日々ではありますが、今回の日化協様からのインタビューが本事業の社会的意義について考え直す機会となり、S法植物工場が食糧問題という深刻な課題への一つの解決策となるよう、本事業を発展させていきたいと改めて思いました。また今後も社会のニーズに対して、自社の技術を活かした新しい価値を提供することで、SDGs達成に少しでも貢献していきたいと思っています。

【日化協 SDGs事務局 五所から、インタビューを終えて】

スーパーマーケットの野菜売り場でも、水耕栽培など屋内で生産されたサニーレタスなどが多く見られるようになりました。植物工場から得られる野菜はまだ種類が少ないのですが、気候や季節に左右されない安定的な食料生産や多毛作による高い食物生産、害虫・病気の被害を受けないことから無農薬栽培も実現するなど、新たな農業の形を社会に提案しています。一方、地球規模の飢餓問題には、食糧不足の改善、雇用など飢餓に悩む地域の持続可能な成長の手段として植物工場の存在は、衛生的で高効率な食の確保や雇用の創出にも大きく寄与するのではないかと考えています。

今回のインタビューでは、自社の技術や実施できることをよく理解し、足りない部分や課題を明確にして、社内外の他者を巻き込みながら、技術を研磨し、ビジネスを構築する努力を沢山のデータと共に見せていただきました。「足るを知る」の精神と「協働」によるビジネス創出と継続は、SDGs 達成に向けたイノベーションやビジネスのあり方ではないでしょうか。また、トップによる大所高所からの新ビジネスの成功に向けたアドバイスやプロジェクト化への支援が、それに携わるメンバーのやる気をさらに向上させ、成果を創出する人材の育成にも繋がっていると思いました。

【昭和電工株式会社の基本情報】

主な事業：

石油化学、化学品、カーボン、セラミックス、アルミニウム各種製品、ハードディスクメディア、エレクトロニクス材料などの製造・販売

連結従業員数：

10,634名(2018年12月末)

連結売上高：

9,921億円(2018年12月期)

植物工場の用途：

食用野菜育成、育苗等

植物工場に関するお問い合わせ先：

融合製品開発研究所 グリーンプロジェクト

TEL : 03-5470-3662

FAX : 03-3435-1034

昭和電工の植物工場研究棟（川崎事業所・大川）

