

## AI と統合情報を駆使したスマート・メガスケール植物工場ネットワークによる 国際競争力のある農作物生産

### ① 計画の概要

太陽光植物工場は、太陽光エネルギーを活用して大規模な農作物生産を行う施設であり、気温・湿度・CO<sub>2</sub>・光強度などの様々な環境要因を制御することで、通年の高生産性維持が可能である。近年、競争力強化を目的とした超大規模化が進行しており、栽培面積が 50 ha 超の生産者数が増加している。本研究計画では、従来の約 100 倍の栽培面積を有するメガスケール植物工場における作物生産を前提とし、その生産性(商業的な成功)を最大化させるための各種技術開発や社会基盤整備について、全国的な植物工場ネットワークを活用した学術的検討を行い、世界をリードするナンバーワン施設生産技術の確立を目的とする。設備としては、メガスケール植物工場、高緯度植物工場(北海道大学)、および、植物生体情報計測のためのセンサデバイス研究拠点(豊橋技術科学大学)を建設する必要がある。ただし、メガスケール植物工場については、栽培面積が 100ha の太陽光植物工場を想定した実証研究が可能な規模(20ha 超)であれば十分である。また、メガスケール植物工場を中心として、植物工場研究拠点(千葉大学、大阪府立大学、愛媛大学、北海道大学)と全国 10 箇所の次世代施設園芸拠点等をネットワークで結び、効率的な研究開発と全国的な生産性向上を同時に実現する。また、メガスケール植物工場に集積された膨大なデータは、植物工場における作物生産の知識基盤として広く活用される。なお、メガスケール植物工場の運営は、参画研究機関および企業が人的もしくは経済的負担を共有した研究統括組織が行い、創出された新技術の早期の社会実装を担うとともに、メガスケール植物工場の国際展開の主体となる。

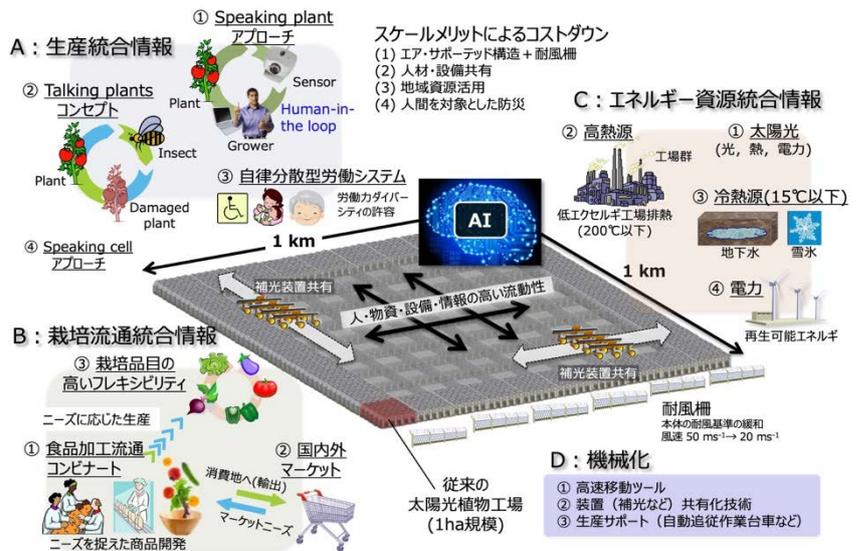


図1 AI と統合情報を駆使したスマート・メガスケール植物工場の概略

### ② 学術的な意義

本学術研究領域において最重要と位置づけられるのが、(2)のAI・統合情報システム群の研究開発であり、これは生産統合情報、栽培流通統合情報、エネルギー資源統合情報およびこれらの分析に活用されるAI技術から成る。生産統合情報については、Speaking Plant Approach(SPA: 植物生体情報計測に基づいた最適環境制御)とTalking Plant Concept(TPC: 植物-植物や植物-昆虫の匂い成分を用いたコミュニケーション)の融合と自律分散型労働システムの開発に新規性がある。生産性最大化のためには、SPA技術の実装は不可欠であり、植物生理生態学・園芸学・計測工学を融合した植物診断計測工学を構築する。なお、植物診断に基づいた最適環境制御の知能化を加速するために、制御ループに人間の判断を介在させるHuman-in-the-Loop型SPAを確立する。生態学分野における最新の知見であるTPCについても、生産統合情報に取り入れる。また、最新の植物細胞生理や代謝生理を取り入れたオミクス情報を活用した環境制御の基礎研究も並行して進める。栽培流通統合情報のポイントは、従来変更不可能であった栽培品目や作型までもマーケットニーズに対応して柔軟に変更する点である。このような生産方式は、メガスケール植物工場だからこそ実現可能な新しい機能であり、その効率的栽培方法の検討は園芸学の新しい研究課題となる。エネルギー資源統合情報では、風力発電と太陽光発電をベースに、工場排熱や氷雪などの地域熱源利用を推進する。(1)のメガスケール植物工場については、Areola間で意図的に異なる環境条件を設定し生育状態を比較解析して最適環境制御を行う仕組み(自動チューニング)が太陽光植物工場における環境調節ストラテジとして新規性が高く、本学術研究領域の発展に寄与する。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

植物工場研究拠点における基盤技術開発や次世代施設園芸拠点における生産実証を通じて、生産技術基盤が確立されつつある。他方、平成29年度に始まった人工知能未来農業創造プロジェクト(農林水産省)や令和元~2年度に実施予定の「スマート農業技術の開発・実証プロジェクト」及び「スマート農業加速化実証プロジェクト」(農林水産省)等を通じて、農業生産へのICT・IoT・AIの実装に向けた研究開発が進められ始めた。国外については、2010年に、当該研究分野をリードするワゲニンゲン大学(オランダ)が大規模な実験実証施設を整備し、実証研究を活性化させたが、各実証研究間での情報の共有や統合は行われていない。本研究計画では、従来の国内外の研究設備では考慮されていなかった太陽光植物工場のベネフィットを最大化するためのAI・統合情報システム群とその効果を最大限に発揮するための生産場を提供し、我が国の今後100年間の農業生産の国家戦略の基礎となりうる日本オリジナルの農作物生産システムの確立を目指すものとして位置づけられる。

#### ④ 実施機関と実施体制

本研究計画で新たに整備する高緯度植物工場研究拠点(北海道大学)・センサデバイス研究拠点(豊橋技術科学大学)および既存の植物工場研究拠点(千葉大学、大阪府立大学、愛媛大学など)が中心的な研究実施機関となる。なお、愛媛大学は、植物工場研究センターにおいて、本研究計画の基盤となる SPA 技術の開発を継続的に推進しており、本研究計画を統括する。

[研究拠点] 植物工場設備を必要とする研究開発を担当(◎は統括機関)

北海道大学(高緯度植物工場)、千葉大学(既存植物工場研究拠点)、大阪府立大学(既存植物工場研究拠点)、愛媛大学◎(全体統括、メガスケール植物工場、統合情報システム研究開発)

[実施機関] 研究内容別に区分(※は中心機関)

次世代植物工場の基礎学術研究と各種試作：北海道大学※

メガスケール植物工場実証施設：愛媛大学※・北海道大学・愛媛県・他数企業

AI・生産統合情報システム：愛媛大学※・豊橋技術科学大学・京都大学・東京農工大・名古屋大学・他数企業

栽培流通統合情報システム：千葉大学※・東京大学・京都大学・九州大学・宮崎大学・他数企業

機械化：北海道大学※・豊橋技術科学大学・京都大学・岡山大学・愛媛大学・他数企業

地域・コミュニティ貢献：大阪府立大※・千葉大学・他数企業

国際展開：北海道大学※・愛媛大学・豊橋技術科学大学・千葉大学・他数企業

植物工場ネットワーク：愛媛大学※・千葉大学・大阪府立大・北海道大学・次世代施設園芸 10 拠点(北海道、宮城県、埼玉県、静岡県、富山県、兵庫県、高知県、大分県、宮崎県)・商業的大規模生産者

#### ⑤ 所要経費

総経費：350 億円(研究期間 10 年)

(1)-1：メガスケール植物工場実証施設整備と管理運営費(200 億円)：施設建設(100 億円)、設備等共有化技術(10 億円)、機械化(20 億円)、エネルギー資源利用技術開発(20 億円)、栽培技術開発(20 億円)、人件費(20 億円)(特任教員[1 千万円×5 人]、ポスドク[5 百万円×10 人]、栽培技術者[5 百万円×20 人])、管理運営費(10 億円)

(1)-2：既存植物工場研究拠点における基礎的生産技術研究開発費(20 億円)：生産技術開発(10 億円)、人件費(10 億円)(ポスドク[5 百万円×10 人]、栽培技術者[5 百万円×20 人])

(2)：AI・統合情報システム群研究開発費(80 億円)：生産統合情報(40 億円)(基礎研究、労働管理システム、植物工場ネットワーク)、栽培流通統合情報(20 億円)、エネルギー資源統合情報(20 億円)

(3)：高緯度植物工場研究拠点・センサデバイス研究拠点整備と管理運営費(50 億円)：施設整備(44 億円)、人件費(6 億円)(特任教員[1 千万円×2 人]、ポスドク等[5 百万円×4 人]、栽培技術者等[5 百万円×4 人])

#### ⑥ 年次計画

[2020~2022 年度(220 億円)]研究組織・施設の整備、実証試験と研究開発の開始

(1)研究組織整備：既存の植物工場研究拠点(千葉大学、大阪府立大学、愛媛大学)と新たに整備するセンサデバイス研究拠点(豊橋技術科学大学)・高緯度植物工場研究拠点(北海道大学)を中心とした研究統括組織を構成し、拠点間を結ぶネットワークを構築する。研究統括組織は、メガスケール植物工場の建設が可能な地域に置き、参画研究機関および企業が人的もしくは経済的負担を共有した独立系組織とする。(2)実証研究施設の整備：メガスケール植物工場、高緯度植物工場およびセンサデバイス研究拠点の建設 (3)実証試験と研究開発の開始：各研究拠点における実証試験の開始、AI・統合情報システム群研究開発等の開始 [2023~2025(90 億円)]研究成果の蓄積と海外展開のための環境整備

(1)研究成果の蓄積：AI・統合情報システム群、設備共有化技術、機械化の研究開発成果を蓄積し、生産技術との融合を進める。

(2)海外展開のための環境整備：研究統括拠点に専任教員を配置して国際特許戦略を明確化し、国際共同研究を強化する。

[2026~2029 年度(40 億円)]メガスケール植物工場の確立と国際展開

(1)AI・統合情報システムメガスケール植物工場を確立する。(2)高性能農産物生産パッケージとして国際展開する。

[期間終了後の計画]研究機関と民間企業との連携：研究期間中に関連技術のベンチャー企業を育成し、開発した技術の継続的な社会実装(研究機関と連携した人材育成セミナー等を含む)と雇用の維持を担わせる。

#### ⑦ 社会的価値

太陽光植物工場は、高い生産性を周年維持できる生産システムとして国際競争力のある農産物生産の一翼を担っている。一方、TPP 等の国際的な物流を念頭に置いたとき、21 世紀後半に向け、我が国独自の国際競争力のある農産物生産システムの構築が急務であることは、国民全体の共通認識である。スマート・メガスケール植物工場は、AI と統合情報システムベースの農産物生産システムとしての知的価値を有するだけでなく、生産 100 億円規模の農産物生産を可能にする。また、1500~5000 人規模の雇用を創出するが、大都市圏で急増する高齢者(アグリスローライフ：ドイツのクラインガルテンの植物工場版)、子育て女性や身体障害者などの人材活用が有効である。これらは、多様な労働動機と働き方(労働力ダイバーシティ)を許容する自律分散型労働システムがサポートする。クオリティ・オブ・ライフの充実や高齢者の生産活動参加による健康維持を通じた健全なコミュニティ構築にも貢献し、植物工場「場下町」の形成による地域活性化も期待される。また、上述の内容は SDGs の 3、8、9 等への貢献を目指している。

#### ⑧ 本計画に関する連絡先

高山 弘太郎(豊橋技術科学大学エレクトロニクス先端融合研究所、愛媛大学大学院農学研究科)