

日本発の生産性の高い環境制御技術を展開可能にするスマート施設園芸技術の開発

研究開発とSociety 5.0との橋渡しプログラム (BRIDGE)

研究開発等計画書
(令和5年度様式)

令和6年3月
農林水産省

○実施する重点課題に○を記載 (複数選択可)

業務プロセス転換・政策転換に向けた取組	次期SIP/FSより抽出された取組	SIP成果の社会実装に向けた取組	スタートアップの事業創出に向けた取組	若手人材の育成に向けた取組	研究者や研究活動が不足解消の取組	国際標準戦略の促進に向けた取組
		◎	○			—

○関連するSIP課題に○を記載 (主となるもの)

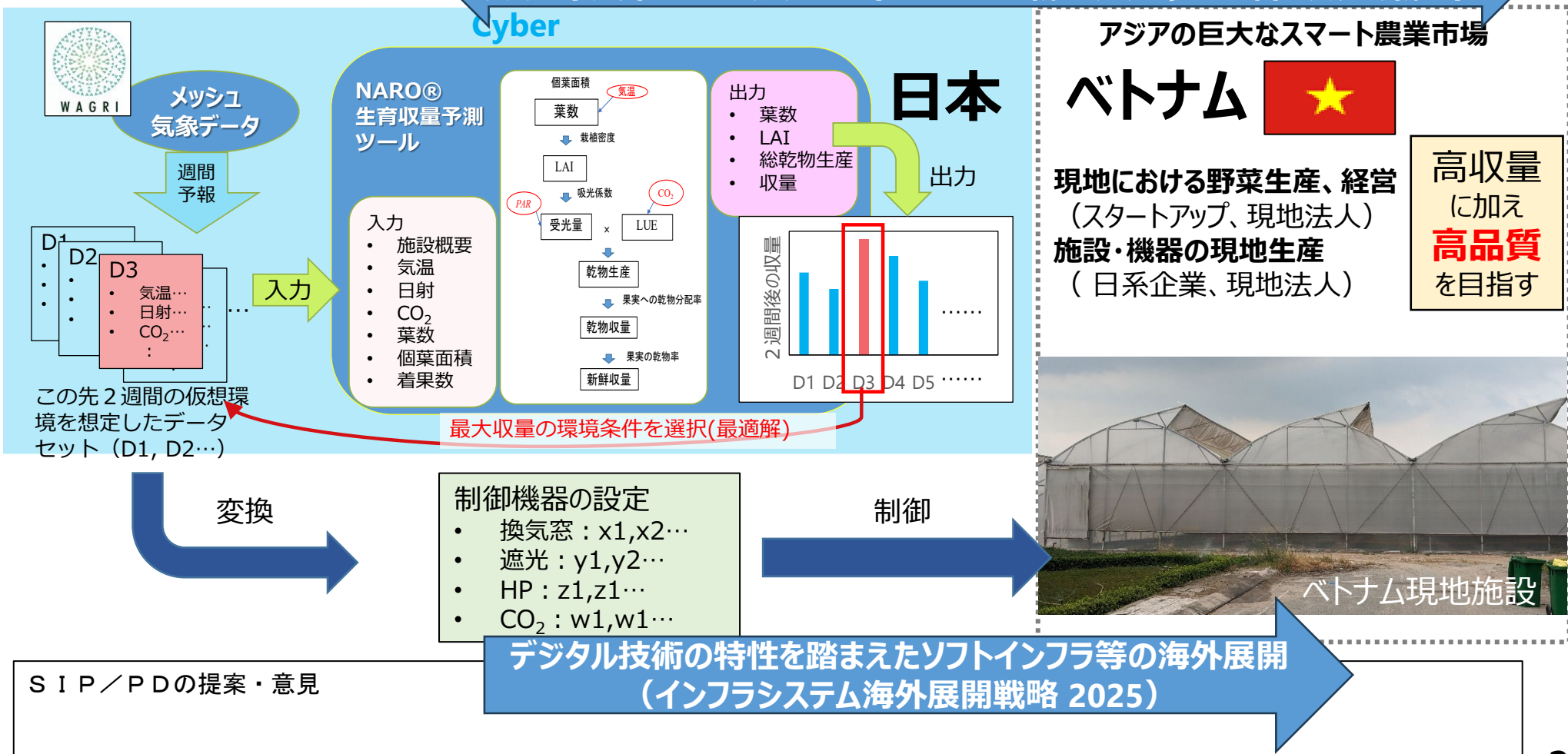
持続可能なフードチェーン	ヘルスケア	包括的コミュニティ	学び方・働き方	海洋安全保障	スマートエネルギー	サーキュラーエコノミー	防災ネットワーク	インフラマネジメント	モビリティプラットフォーム	人協調型ロボティクス	バーチャルエコノミー	先進的量子技術基盤	マテリアルの事業化・育成エコ
○													

資料1 「日本発の生産性の高い環境制御技術を展開可能にするスマート施設園芸技術の開発」の全体像

近年、急速に経済発展が進むアジア地域において、日本の高品質な野菜等に対する需要が高まりつつある。そこで、SIP 1 で開発した環境や生育情報から施設園芸作物の生育・収量を予測・算出するツール（スマート施設園芸技術）をアジア地域に適した高度環境制御システムへの開発・改良を行うことにより、国内の関連民間投資を加速するとともに、アジア市場の開拓および標準化を推進する。

これにより、**統合イノベーション戦略**および**みどりの食料システム戦略**等に記載されたスマート農業の普及加速化、国際標準の戦略的な活用等を推進する。あわせて内閣官房経協インフラ会議「**インフラシステム海外展開戦略 2025**」、農水省「**日越農業協力中長期ビジョン**」への貢献をめざすものである。

スマート農業の普及加速化（統合イノベーション戦略、みどりの食料システム戦略）



資料2 「日本発の生産性の高い環境制御技術を展開可能にするスマート施設園芸技術の開発」の概要

【背景・現状・課題】

- 農林水産省では、これまでSIP、PRISMを活用し、環境や生育情報から施設園芸作物の生育・収量を予測・算出するツールを開発し、国内の施設園芸の高収益化に向けて普及が進みつつある。一方、経済発展が進むアジア地域では高品質な日本産農産物に対する需要が高まっているが、植物検疫上の規制等のため現地で生鮮野菜の生産を行う必要がある。
- また、アジアの国では、スマート農業の導入意欲が高く、韓国や中国等も市場参入をねらっている状況にある。
- 今後、我が国がアジアのスマート農業市場を獲得するには、上記ツールをアジア現地に適したシステムに拡張するとともに、当該システムから得られるデータ等の解析技術を武器として、日系企業がプラットフォームビジネスを展開可能にすることが肝要である。

【施策内容】

- 以下の施策を実施し、アジア地域の高温多湿環境に対応した環境制御システムを開発するとともに、高品質な日本農産物の生産および収益の向上を実証する。
 - 施設および投入エネルギー等の情報からエネルギーの見える化を実現
 - 収量が4倍となる環境制御の最適化案に基づく栽培計画の構築現地実証をふまえ、収益最適化プログラムを活用した収益増加（2倍）を実現する。

【研究開発等の目標】

- 現地生産を担う日系のスタートアップ企業等と連携し、SIP成果である生育・収量予測ツールを現地改良することにより、オランダ等の施設園芸先進国においても、未だ実現できていないアジア特有の高温多湿環境下での効率的な環境制御システムを確立する。ベトナム現地で急増中のスーパー等への流通チャンネルの農産物を対象として、本施策で開発したシステムを導入・実証する。

【社会実装の目標】

- ベトナム現地に展開する日系企業と現地の大学と連携し、高温多湿環境下での効率的な環境制御法を確立して収益の向上を実証することにより、それら日系企業による野菜等の現地生産の拡大を促す。また、現地データ等を日本国内で収集解析し、現地施設を管理できる仕組みを開発することによって、日系企業によるビジネスモデルの構築と展開を推進する。

【対象施策の出口戦略】

- アジア市場においては、共同研究を行う民間企業が社会実装を図るとともに、温暖化対策技術として国内農業にも展開する。
- 農林水産省では、みどりの食料システム戦略の実現に向けた「SDGs対応型施設園芸確立実証事業」により普及を促進する。
- 経協インフラ戦略会議を踏まえ、事業終了後の普及展開に向けて、JICA（本部及び現地事務所）、JETRO及び農林水産省らによる社会実装検討会を設置し、現地パートナーの発掘等ビジネスとして現地定着を進める。

資料3① 「日本発の生産性の高い環境制御技術を展開可能にするスマート施設園芸技術の開発」のBRIDGEの評価基準への適合性

○統合イノベーション戦略や各種戦略等との整合性

本施策は、施設園芸分野におけるスマート農業の推進施策であり、また、施設・設備（Physical）と生育予測等（Cyber）とを組み合わせた高度環境制御技術を開発するものであるため、統合イノベーション戦略の「サイバー空間とフィジカル空間の融合による新たな価値の創出」に貢献する。

また、令和4年6月に改訂された「インフラシステム海外展開2025（経協インフラ戦略会議）」では、「国内・海外双方向での事業展開を見据えた先進イノベーション技術への支援」を掲げ、日本企業による農業プラットフォームビジネス展開可能性の検討やシステム構築等を支援することとしている。

さらに、農林水産省が令和3年5月に決定した「みどりの食料システム戦略」では、2050年までに化石燃料を使用しない施設への完全移行を目指しており、省エネ型施設園芸への転換を可能とする本施策は、本戦略にも合致するものである。

○重点課題要件との整合性

国内の施設園芸生産の効率化を目的としてSIP成果である生育・収量予測ツールが開発されたところであるが、その後、めざましい経済発展が進む東南アジア諸国等において、良質な日本産農産物が評価され、日系スタートアップ等による現地生産の機運が高まっていることから、重点課題「SIP成果の社会実装」に整合する。

また、現地に進出するスタートアップ企業を参画企業に取り込み、スタートアップの育成・事業創出にも貢献する。

○SIP型マネジメント体制の構築

農水省が任命する各省PDの下で、四半期ごとに進捗状況等を確認しつつ、成果獲得に向けた研究体制や資金配分の機動的な見直し等を行う。また、社会実装を確実にするため、農水省関係部局等社会実装戦略検討会を構成し、進捗状況に合わせて必要な支援施策等を検討する。

資料3② 「日本発の生産性の高い環境制御技術を展開可能にするスマート施設園芸技術の開発」のBRIDGEの評価基準への適合性

○民間研究開発投資誘発効果、財政支出の効率化

- 施設園芸分野の日系企業によるアジア市場が開拓され、年間270億円程度の増加（R7年）を見込んだ民間投資も誘発される。
- また、国内においても、スマート農業推進総合パッケージの取り組みが加速し、IoTベンダーによるサービス・アプリケーションの提供等（ソフト面）で約100億円、ハード面では高度な設備への更新等で約1000億円のそれぞれ国内市場創出（R7年）が見込まれる。

○民間からの貢献額（マッチングファンド）

- 令和6年度の貢献額は、施設、人材、技術提供等により、民間企業から約90百万円を見込む。BRIDGE施策期間中は、2年目以降も同程度以上の貢献額が見込まれる。さらに、期間中にクローズド・オープンの情報発信を行うことで、貢献額の上積みを図る。

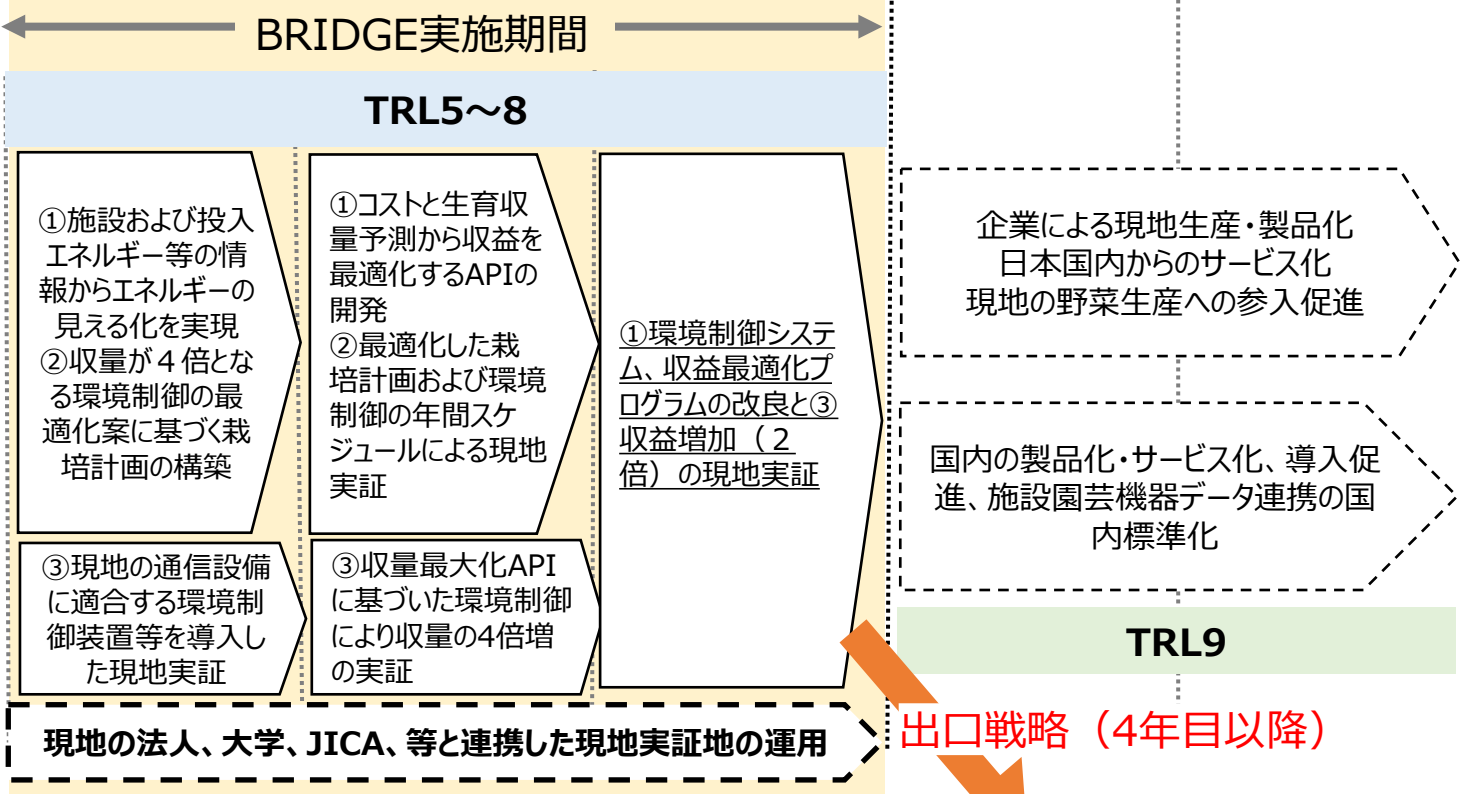
○想定するユーザー

- 現地生産を担う日系法人、施設・機器及びサービスパッケージのサプライヤー、ICT通信サービス等の参画を見込む。
- JICA研修制度を利用した海外研修生を通じた各国における施設園芸導入起業家等への導入も期待される。
- その他に日系の種苗会社、施設園芸関連企業全般（ハウス会社、付帯設備メーカー、資材メーカー）、ITベンチャーやサービス事業者及び中規模生産法人への参入促進を図り、裾野を広げる。

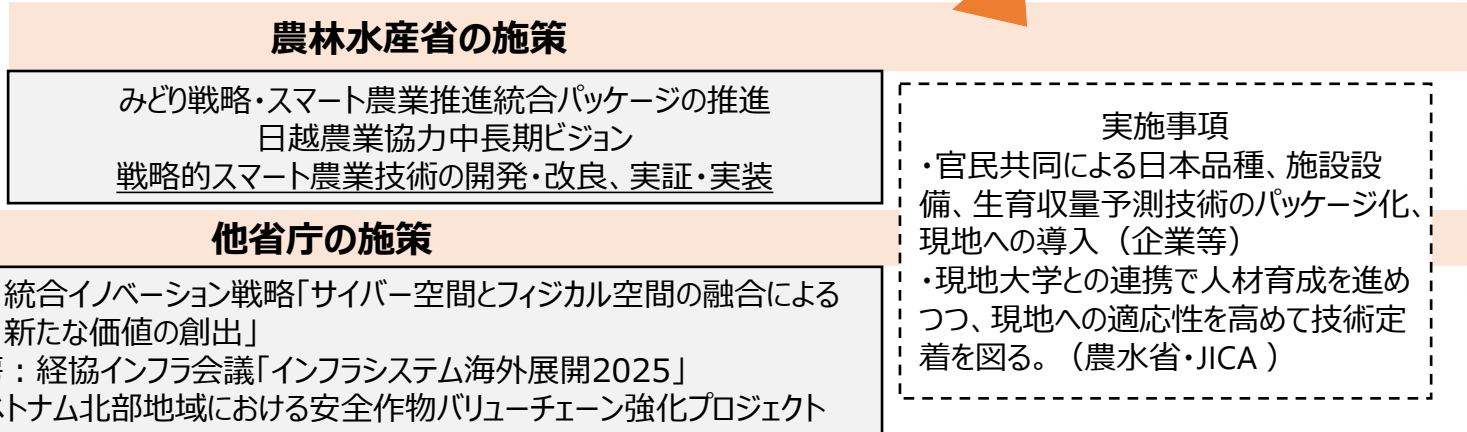
資料4 イノベーション化に向けた工程表



研究開発



関連施策



農林水産省事業やスタートアップの参入支援によって日系企業によるプラットフォームビジネスの展開を推進し日系企業による野菜などの現地生産を拡大する

資料5 実施体制

実施体制

PD
農研機構
シニア・フェロー
寺島一男

研究開発責任者
電気通信事業関
連会社

進行管理
国立研究開発法人

運営委員会
外部専門家(2名)、
農水省関係部局
(2名)含む

社会実装検討会
・ JICA本部
・ JICAベトナム
・ JETRO

農林水産省
農林水産技術会
議事務局
研究統括官室

1. 国立研究開発法人
高温多湿やコスト条件に応じて利益を最大化する環境制御システムの開発
参画機関：農業機器メーカー、大規模生産法人、施設メーカー

2. 電気通信事業関連会社
高温多湿まで対応可能な生育モデルベース環境制御を実現するスマート技術の
開発
参画機関：エレクトロニクスメーカー、国立研究開発法人

3. 国立大学
高温多湿やコスト条件に適合した高度環境制御型施設園芸の現地実証
参画機関：施設メーカー、国立研究開発法人、電気通信事業関連会社、農業
機器メーカー、エレクトロニクスメーカー、大規模生産法人

<協力企業候補(マッチングファンド)>
農業生産法人、IT企業、施設園芸関連企業(ハウス会社、付帯設備メー
カー、資材メーカー)、ITベンチャー、サービス事業者、種苗会社

資料6 ①「日本発の生産性の高い環境制御技術を展開可能にするスマート施設園芸技術の開発」の目標及び達成状況（1年目）

- 施設および投入エネルギー等の情報からエネルギーの見える化を行う。収量最大化APIにより現地条件で果菜類（トマト・キュウリ等）の収量が4倍となる環境制御の最適化案を算出し、年間栽培スケジュールを提示する。
- ベトナムの複数箇所において、現地の通信設備に適合する環境制御装置および高温適応生育モデル(不着果、肥大不良の予測モデル)を導入し、現地条件下での生育モデル・環境システムの現地実証を行う。

テーマ等（※個別に目標を設定している場合）	当年度目標	目標の達成状況（年度末報告）
①高温多湿やコスト条件に応じて収益を最大化する環境制御システムの開発	<ul style="list-style-type: none"> 高温多湿地域で環境制御装置の導入効果のシミュレーション（TRL6） 高温多湿やコスト条件に応じて収益を最大化する環境制御システムの開発（TRL7） 	<ul style="list-style-type: none"> 高温多湿地域における環境制御装置の導入効果のシミュレーション技術を開発した（11月完了）。これにより、循環扇や細霧冷房及びヒートポンプなどを組み合わせ、亜熱帯地域の外部気象データを用いて、ベトナム現地施設におけるエネルギー計算が可能である。 開発したモジュール「エネルギー計算部」と「利益・コスト計算・最適化部」及びSIP成果の「生育収量予測部」の各部を組み合わせ、高温多湿やコスト条件に応じて収益を最大化する環境制御システムのプロトタイプを作成した（11月完了）。現地施設に応じてエネルギーシミュレーションによる冷房負荷計算書を作成するとともに、各モジュールを改善し、各種データによる収益計算を検証した（3月完了）。
②高温多湿まで対応可能な生育モデルベース環境制御を実現するスマート技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> 高温多湿環境下での高温適応生育モデルの検証 光合成計測デバイスのプロトタイプの性能評価と植物試料における検証 葉面積の自動計測デバイスの生産圃場での精度検証 	<ul style="list-style-type: none"> 収量4倍を目指し、現行設備による環境制御装置組み合わせ及び栽培管理案をシミュレーションにより算出した（11月完了）。高温適応生育モデルの検証として、トマトの肥大不良果発生リスクをシミュレーションし、肥大不良果発生が地域ごとに時期別に異なることを明らかにした（11月完了）。 光合成計測デバイスのプロトタイプを開発し、性能評価と動作を検証し（1月完了）、生育モデルと連携するAPIを作成した（3月完了）。 生育モデルベース環境制御の入力情報となる葉面積を非破壊で計測するデバイスのプロトタイプを開発し、現地での運用に向け、性能評価と現地で想定される撮影システムの動作検証を完了した（1月完了）。
③高温多湿やコスト条件に適合した高度環境制御型施設園芸の現地実証	<ul style="list-style-type: none"> 東南アジア向け環境制御装置の開発 現地環境装置とAPIの連携 現地環境のデータ取得 現地栽培試験：収量増加実証開始 現地実証施設拡大 現地連携体制の整備 	<ul style="list-style-type: none"> 高温多湿地域向け環境制御型施設として、施設とヒートポンプを組み合わせたパッケージを設計した（11月完了）。 実証施設に対し、環境制御コントローラを導入・設置し（1月）、コントローラとAPIとを連携するデータ取得システムを構築した（3月完了）。 現地環境データを取得し、トマトの収量増加試験を開始した（12月より）。 ベトナム国内4か所に実証拠点を設置し（日系スタートアップ企業による生産法人施設及び3大学）、現地実証の体制を整備した（9～10月完了）。 JICA（本部及び現地事務所）、JETRO及び農林水産省らによる社会実装検討会を設置し（12月）、定期的な協議を開始した。

資料6-1 テーマごとの研究成果及び出口戦略、達成状況（1年目詳細）

【テーマ1 高温多湿やコスト条件に応じて収益を最大化する環境制御システムの開発】

【研究成果及び達成状況】

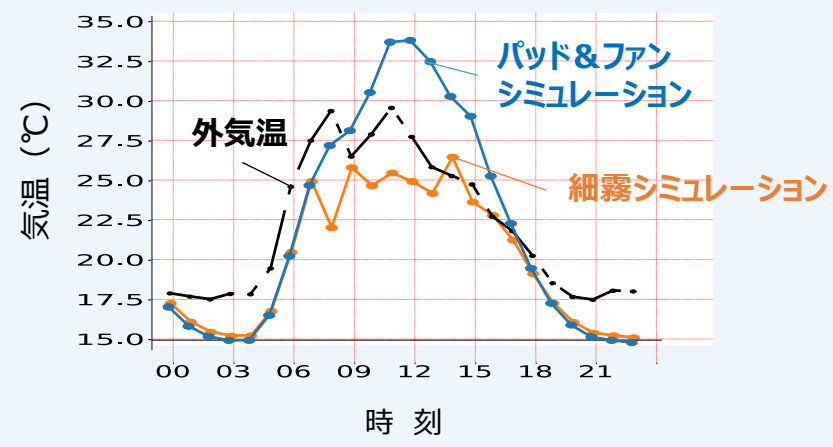
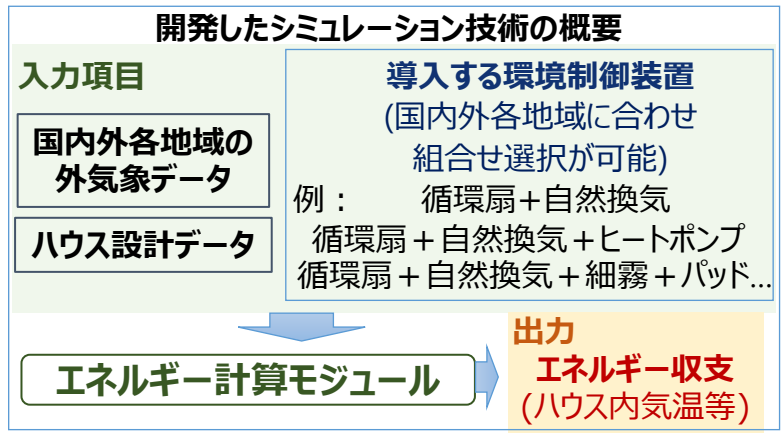
1. 高温多湿地域における**環境制御装置の導入効果のシミュレーション技術を開発**した（11月完了）。循環扇や細霧冷房及びヒートポンプなどを組み合わせ、亜熱帯地域の外部気象データを用いて、ベトナム現地施設におけるエネルギー計算が可能である（右図）。
2. 開発したモジュール、「エネルギー計算部」と「利益・コスト計算・最適化部」及びSIP成果の「生育収量予測部」の各部を組み合わせ、高温多湿やコスト条件に応じて**収益を最大化する環境制御システムのプロトタイプを作成**した（11月完了）。本プロトタイプによって、テーマ3の現地施設の設計に基づいたエネルギーシミュレーションによる冷房負荷計算書を作成するとともに、各モジュールのシミュレーションアルゴリズムを改善し、テーマ2の各種栽培環境を実現するため条件データによる**収益を計算・検証**した（3月完了）。

【出口戦略・研究成果の波及】

- ・ 開発システムはWAGRIに搭載し、**参画企業によりサービス化し、現地生産を実施中あるいは検討中の法人に提供**する。
- ・ このとき、データ規格等の**標準化を図り**、関連業界の機器開発やサービス参入および相互接続を容易にすることで、普及拡大を促進する。

【目標達成状況の特記事項】

- ・ ベトナム現地の電源・通信事情の収集を加速し、実証地の条件に応じた導入装置を確定する。

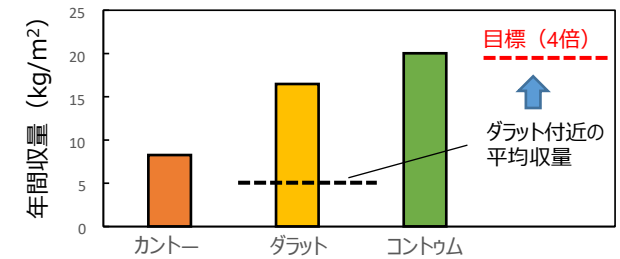


異なる冷房設備（パッドアンドファンおよび細霧装置）を導入した場合のハウス内気温シミュレーション
 外気温（黒点線）に対する冷房のシミュレーション。
 日中（9:00～15:00）のハウス内気温は、パッドアンドファンでは外気温より高いのに対し、細霧装置では外気温より低い。
 → この地域では細霧装置の導入を推奨する。

【テーマ2 高温多湿まで対応可能な生育モデルベース環境制御を実現するスマート技術の開発】

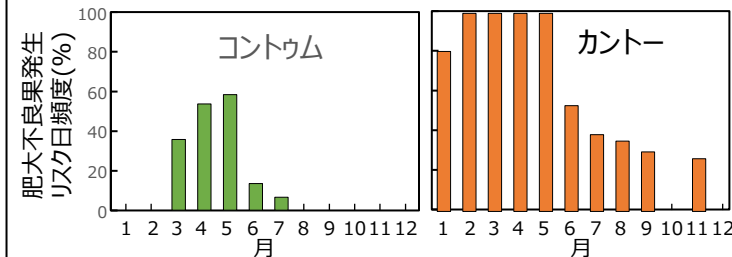
【研究成果及び達成状況】

1. **収量4倍**（現地平均比）を目指し、**環境制御案及び栽培管理案をシミュレーション**により算出し、**現行設備による収量向上のポテンシャルを明らかにした**（図1;11月完了）。現地実証地で取得した環境データを用いながら、生育と年間収量を確認する（次年度完了見込み）。
 <主な環境制御及び栽培管理内容>
 「カントリー」：カーテン展張+適正LAI管理、「ダラット」：カーテン展張+適正LAI管理
 「コントゥム」：適正LAI管理
2. **生育モデルの高温適応への検証**として、まず、**気象データベース（NSRDB）により各現地実証地における生育へのリスク**を解析した。その結果、カントリーでは長期にわたって**肥大不良果発生リスクが高い**（図2、11月完了）ことが明らかになった。さらに**減収要因として最も影響の大きい不着果**について明らかにした（3月完了）。
3. **生育モデルの入力情報となる葉面積及び光合成活性を非破壊で計測するデバイス**（図3）のプロトタイプを開発し、現地での運用に向け、性能評価と現地で想定される撮影システムの動作検証を完了した（1月完了）。生育モデルと光合成活性計測デバイスとを連携させるAPIを作成した（3月完了）。



【図1. 環境制御及び栽培管理による各実証地の年間収量シミュレーション】

カントリー：南部、通年高温多湿
 ダラット：中部高原地、通年、比較的冷涼な施設園芸地帯
 コントゥム：中部高原地方、冬季温暖地



【図2. 実証地における肥大不良果発生リスクの予測】

28℃を超える時間帯の合計時間（1年間%）
 コントゥム：1,363 h (15.6%)、ダラット*：114h(1.3%)
 カントリー：3,291h(37.6%)
 *ダラットの肥大不良果発生予測日頻度は0%

【出口戦略・研究成果の波及】

- **現地気象に対応した生育モデル**はWAGRIに搭載され、**R6年度中に参画企業により現地生産法人等にサービス提供**される。あわせて**葉面積計測デバイスを実用化**することで、必須データの**入力自動化**が図られ、未経験者等の**新規参入を容易**にし、現地での普及拡大が促進する。
- **光合成活性計測デバイス**および**生育モデル連携API**は、**R7年度中にコンサル企業等に導入**し、新品種や新作型の導入時の生育モデルのチューニングと精度向上に活用する。

【目標達成状況の特記事項】

特になし



【図3. 光合成活性測定装置プロトタイプのパフォーマンス向上】

軽量化デバイス（reference10kg ⇒ proto1kg未満）による動作検証及び精度向上

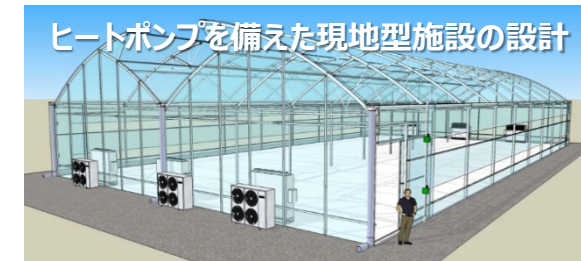
【テーマ3：高温多湿やコスト条件に適合した高度環境制御型施設園芸の現地実証】

【研究成果及び達成状況】

1. 高度環境制御型施設園芸の現地実証を行うため、**ベトナム国内4か所に実証拠点を設置した**。実証拠点の1つは、現地日系スタートアップ企業による**生産法人施設**とした（①コントウム）。さらにベトナム内の3大学（②ダラット大、③ホーチミン・ノンラム大、④カントー大）に協力を要請し、現地実証の体制を整備した（9～10月完了）。
2. 上記4つの実証施設に対し、参画企業製の**環境制御コントローラを導入・設置し**、トマト栽培試験を開始した（1月）。同コントローラとAPIとを連携するデータ取得システムを構築した（3月完了）。
3. 上記の既存施設よりもさらに環境制御能力を高めた環境制御型施設として、参加2企業により、**施設とヒートポンプを組み合わせたパッケージの設計を完了した**（右図）。
4. 現地実証の推進とその後の普及展開に向けて、**JICA**（本部及び現地事務所）、**JETRO**、参画機関及び**農林水産省らによる社会実装検討会を設置し**（12月）、定期的な協議を開始した。



ベトナム3大学との
現地実証打合せ



【出口戦略・研究成果の波及】

- 現地の日系企業や大学との連携で効率的な環境制御法を確立・実証し、日系企業を核として現地生産の拡大を促す。
- 現地データ等を日本国内より収集・解析・管理するAPI及びクラウド連携を促進し、日系企業によるビジネスモデルの構築と展開を推進する。
- 開発技術の普及拡大のため、**ミドルマネージャークラスの人材育成**を図る。次年度までに現地実証の担当者らを日本に招き、研修を進める。また、育成した人材を中心にプロジェクト終了後に現地実証地周辺で技術移転可能な生産者候補を調査する。

【目標達成状況の特記事項】

現地における環境条件への対応範囲を大幅に拡大するため、設計した環境制御型施設について、現地導入への働きかけを実施中である。

資料6②「日本発の生産性の高い環境制御技術を展開可能にするスマート施設園芸技術の開発」の目標及び達成状況（2年目）

- エネルギー等のコストと生育収量予測から収支計算を行い収益を最適化するAPIを開発する。最適化した栽培計画および環境制御の年間スケジュールによる現地実証を行う。
- 高温適応生育モデルおよび収量最大化APIに基づいた環境制御により収量の4倍増を現地において実証する。
(施設園芸が盛んなラドン省の場合：5t/10a（トマト：現地平均）→20t/10a（システム導入後））
- 当該成果の持続性を担保するビジネスモデルを検討する。

テーマ等（※個別に目標を設定している場合）	当年度目標	目標の達成状況（年度末報告）
①高温多湿やコスト条件に応じて収益を最大化する環境制御システムの開発	<ul style="list-style-type: none"> ・環境制御・改善プラン策定AI開発のためのモニタリング・環境制御システムの構築 ・現地栽培試験（収益増加）の開始 	—
②高温多湿まで対応可能な生育モデルベース環境制御を実現するスマート技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・高温多湿環境地域への高温適応生育モデルの適用 ・光合成等の自動計測デバイスの生産圃場での動作検証 ・現地栽培試験（収量増加）の開始 	—
③高温多湿やコスト条件に適合した高度環境制御型施設園芸の現地実証	<ul style="list-style-type: none"> ・現地栽培試験（収量・収益増加）結果の検証・解析 ・現地実証施設拡大 ・現地連携体制の整備 ・<u>当該成果の持続性を担保するビジネスモデルの検討</u> 	—

資料6 ③「日本発の生産性の高い環境制御技術を展開可能にするスマート施設園芸技術の開発」の目標及び達成状況（3年目）

- これまでは採算の取れなかった環境・コスト条件でも、日本と同等品質の施設野菜を効率的に生産し、**収益確保が可能な環境制御を提示・実現するシステムを実証・改良**するとともに、
- **現地環境や設備および生産物価格から、最適な環境制御を実現し、高収量・高品質だけでなく高収益化を実証**する（トマト経営における収益を2倍以上、施設園芸が盛んなラムドン省の場合：収益40万円/10a→80万円/10aにする。参考：地方都市の最低賃金18万円/年）

テーマ等（※個別に目標を設定している場合）	当年度目標	目標の達成状況（年度末報告）
①高温多湿やコスト条件に応じて収益を最大化する環境制御システムの開発	<ul style="list-style-type: none"> • 現地法人を主体とした栽培試験・実証（収益増加） • 実証試験で得られたデータのフィードバック等によるシステムの改良 	—
②高温多湿まで対応可能な生育モデルベース環境制御を実現するスマート技術の開発	—	—
③高温多湿やコスト条件に適合した高度環境制御型施設園芸の現地実証	<ul style="list-style-type: none"> • 高収益生産の現地総合実証（収量・収益増加） • 栽培管理情報データベース化 • 現地連携体制の定着 • JICA、JETRO等、現地パートナーとの広報活動 	—