

アジア展開を可能とする 高度環境制御型施設園芸技術の開発

官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）

「A I 領域」

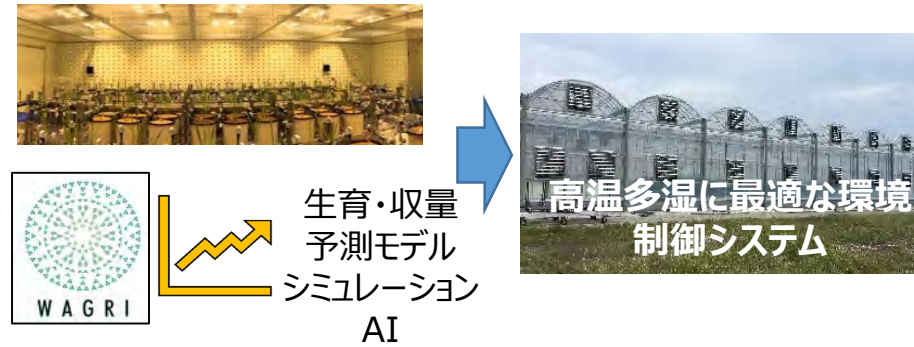
令和 4 年度成果

令和 5 年 3 月
農林水産省

- 課題と目標
- (課題) 施設園芸作物の生育量や収穫量の予測値から**至適環境を再現する「NARO@生育・収量予測ツール(元施策)」**を活用し生産者のスキルレベルに関わらず最適な温湿度や日射等の**制御を的確に実現するAIシステムを構築**する。これを**日本の優良品種とセットで海外展開**することで、日本企業によるアジア市場の開拓を後押しする。
 - (目標) R7年度までにトマト等2品目以上で日本と同等品質の生産物を大幅に増収可能な環境制御技術を確立し、消費者人口の多い我が国を含めた**アジア地域**の施設園芸において**日本発の生産性の高い環境制御技術を展開(収量倍増、労働時間半減)**する。

「アジア展開を可能とする高度環境制御型施設園芸技術の開発」の概要

- 元施策：①スマ農技術の開発・実証プロ、②運営交付金・・・(R4年度：810,000千円)
- PRISMで実施する理由：
東南アジア地域に適応できる環境制御システムの開発により、国内の環境センシングや冷暖房制御などの**施設関連機器メーカーによる研究開発投資を加速**させるため、PRISMで実施する。政府が推進するインフラ輸出戦略(令和2年改訂)に貢献する。
- テーマの全体像：(P3参照) サイバー・フィジカルシステムを利用した生育シミュレーションにより最適な環境制御と生育・収量の向上を実現。



- 出口戦略
- 日本の「強み」である**冷暖房制御技術やセンシング技術等(産業界)と、センシングデータに基づく高度な環境制御技術(元施策)とをパッケージ化し「プラントの輸出を推進」**する。
 - 上記取り組みによりアジア地域に新タイプの**生鮮野菜市場が開拓**され、日本の**関連企業の事業拡大**と施設・機器の低コスト化を図る。
 - 日本を含めたアジア地域での施設・機器の導入が加速し、収量及び労働生産性の向上による**高収益化が進み、消費者へ低価格で高品質な野菜が安定供給**される。

民間研究開発投資誘発効果等

- 民間投資誘発効果として、民間研究開発投資誘発額として合計約240億円(施設及び環境制御設備、計測・通信等のハード機器分野、通信やアプリケーションサービス分野等)
- **民間からの貢献額：R4年で9,240万円相当**
 - ・ (内訳) 人件費約35.4百万円、設備費35百万円、試験研究費等約22百万円 相当

資料2 「アジア展開を可能とする高度環境制御型施設園芸技術の開発」の概要

アドオン（農水省）：200,000千円
元施策名：「スマート農業技術の開発・実証・実装プロジェクト」「農研機構運営費交付金」：810,000千円

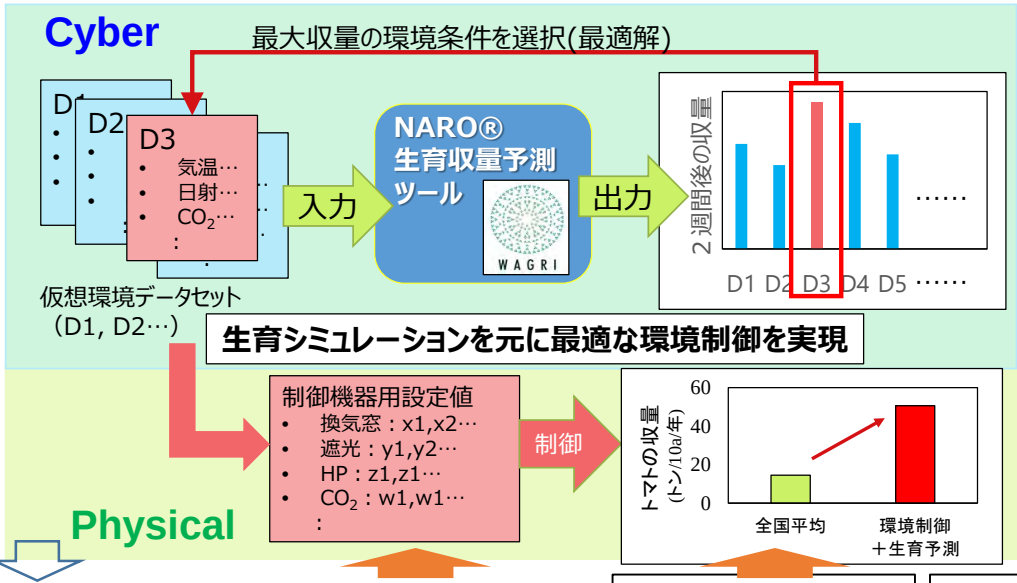
【開発のイメージ】

生育・収量予測による生産・流通体系構築（スマート農業技術の開発・実証・実装プロジェクト）

生育・収量予測ツールの精度向上と同ツールを利用した環境制御の社会実装による収量増（運営費交付金）

元施策（国内）

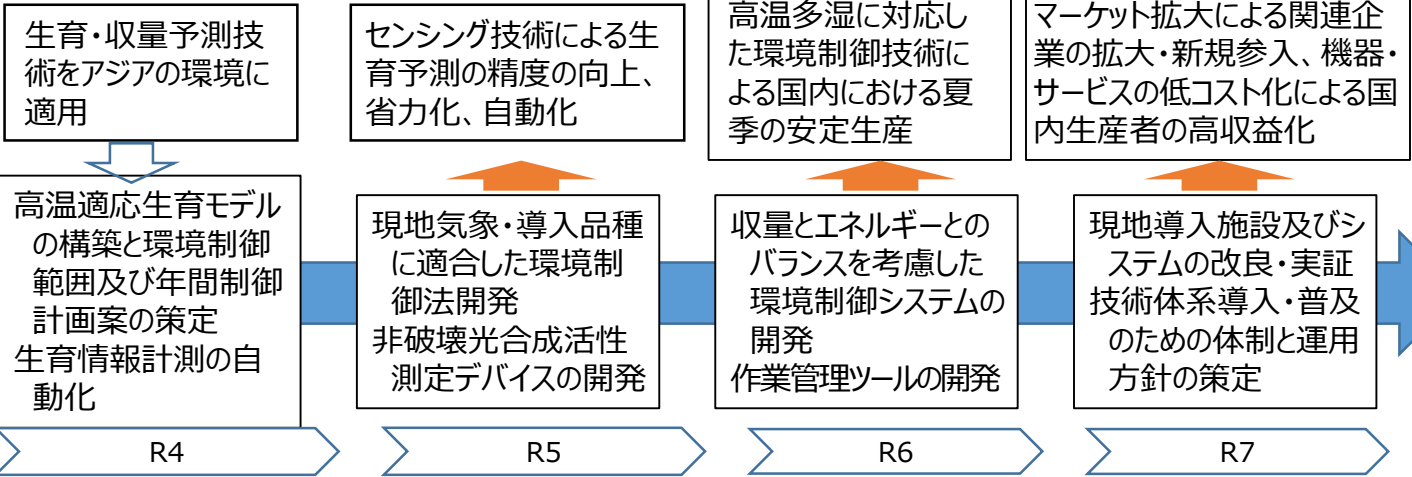
課題：
複雑な環境制御をデータ駆動型（自動化）に移行し、普及拡大する



アドオン

PRISM(海外)

課題：
・環境制御が未導入
・高温多湿条件への適応が未確立



国内の高度環境制御型施設園芸の普及面積倍増・アジア展開

資料3 「アジア展開を可能とする高度環境制御型施設園芸技術の開発」の目標達成状況

○施策全体の目標：
R7年度までに、トマト等2品目以上で、日本と同等品質の生産物を実現し現地における現行収量を大幅に増加可能な環境制御技術確立する（ベトナム・ダラットの場合、現行のトマト収量10t/10aを40t/10aに引き上げる）。

事業名等（※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
1. 高温多湿条件等に対応した生育モデルベース環境制御システムの開発	①高温条件（日平均気温25～40℃の範囲）でトマトの生育を誤差10%で予測するモデルを構築する。 ②葉面積自動計測デバイス及び生育モデルに自動入力するプログラムのプロトタイプを完成させる。 ③光合成能等を光学計測するデバイスプロトタイプを完成させる。その計測情報による生育モデルのチューニング法を開発する。	①高温時に生育予測の誤差の原因となる不着果と肥大不良果の発生を予測するモデルをそれぞれ構築してAPIを外注、R5年2月完成。国内データで予測誤差10%程度であることを検証済み。 ②葉面積自動計測デバイスのプロトタイプ、データを生育モデルに自動入力するプログラム、可視化するインタフェースを構築、R5年3月に完成。 ③デバイス（分光画像生体センシング技術に基づく非破壊光合成活性測定装置）の仕様を策定し、プロトタイプがR5年3月に完成。生育モデルと連携可能に。
2. 高温多湿に適合した環境制御を高度化するスマート生産技術の開発	①現地条件における環境制御範囲（限界、適正、許容）及び②作物生育に最適、許容範囲の環境制御に要するエネルギー量を明らかにし、生育シミュレーションを元にエネルギー使用量を考慮して最適化する環境制御システムを構築する。 ③作業工程（施設内の位置・順序、作業速度の異なる作業者の組み合わせ等）を最適化する作業管理ツールのプロトタイプを完成させる。	①②収量・収益とエネルギー等のコストをシミュレーションにより比較、AIにより最適化するプログラムのプロトタイプを前倒して作成済み。国内データによるシミュレーションで収益が増大する環境条件等の出力が可能になった。 ①環境制御範囲および②制御に要するエネルギーの解明は、研究効率の観点から、上記プログラムへ現地データや施設・設備機器データを導入する中で実施する（計画変更）。 ③生育予測により推定される作業量について、作業速度が異なる複数作業者の組み合わせと施設内の配置とをAIによって最適化する作業管理ツールのアルゴリズムを開発済み。開発済みの作業スケジュール表示アプリと連携する作業管理ツールとしてプロトタイプがR5年3月に完成。
3. 高温多湿に適合した環境制御システムの現地実証	（R4年度は取り組み事項なし）	実証に向けて現地大学等との連携を構築、施設機器の導入を計画済み。

1.高温多湿条件等に対応した生育モデルベース環境制御システムの開発

- ①果菜類（トマト、パプリカ等）の不着果、着果を予測するモデル

(1) 高温時に低下しやすく、収量変動を招いて予測時の誤差の原因となる**着果率を予測する手法を開発、API化した。**

不着果は、分化した花が結実するのに必要な光合成同化産物が、葉から十分に供給されない場合に生じる。

着果率∝物質生産(ソース)/果実が要求する同化産物の総量(シンク)

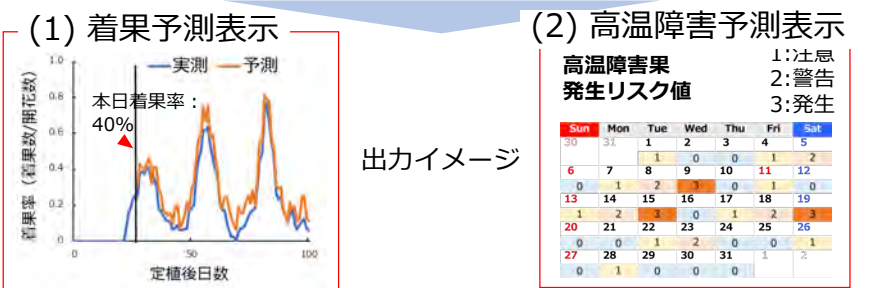
・ソースは既存の生育予測プログラムで毎日算出

・着果状況からシンクの算出方法を開発

ソース・シンク比から不着果か着果か(着果率)予測

(特開2022-104601, doi.org/10.21273/JASHS05228-22)
- (2) 品種ごとに一定以上の高温に一定時間遭遇による**肥大不良発生**をモデル化し、**品種・気温・開花状況からリスクを予測する手法を開発、API化した。**

(特開2021-126112)

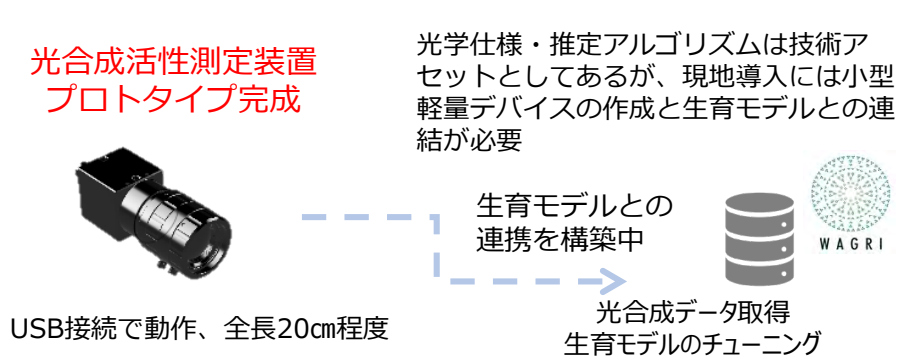


出カイメージ

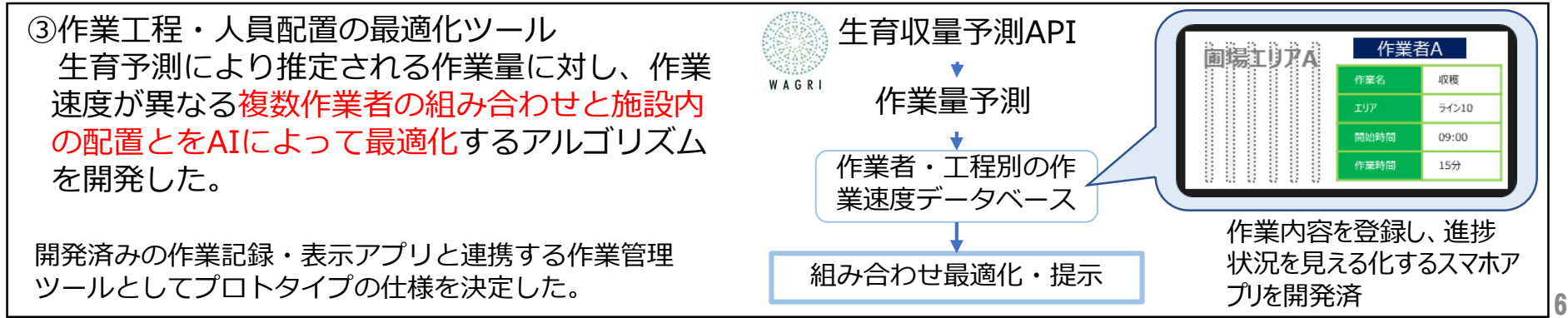
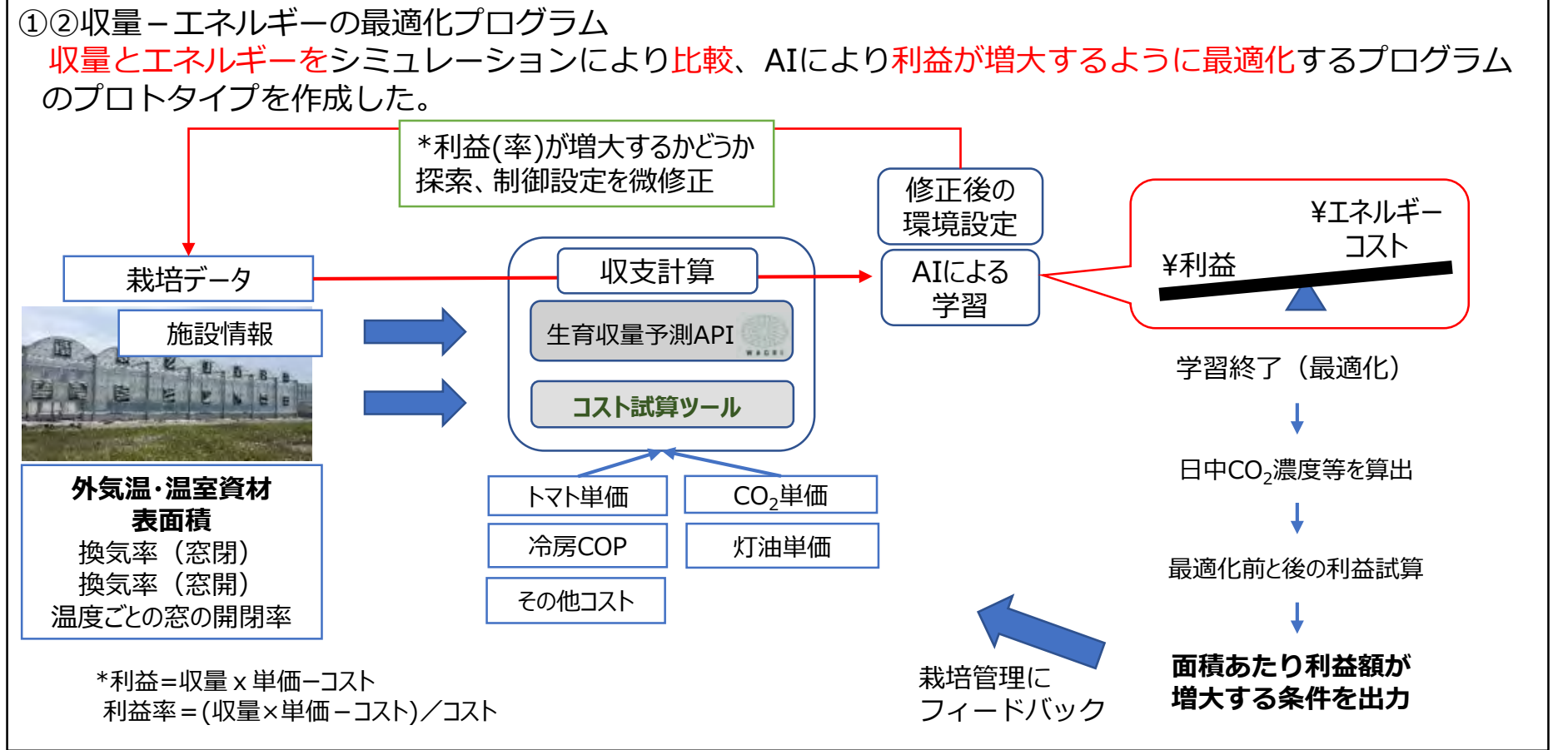
- ②葉面積計測デバイス
- 生育予測ツールへ入力して結果を表示するインタフェースおよび**葉面積データを自動計測し生育予測に**デバイスの**プロトタイプ**の開発を完了した。



- ③非破壊分光画像光合成活性測定装置
- 太陽光下で作物を光学計測し、**分光画像生体センシング技術**（特定波長（570nmおよび531nm）の反射比）に**基づき光合成速度を推定する光合成活性測定装置のプロトタイプ**の開発を完了した。



2.高温多湿に適合した環境制御を高度化するスマート生産技術の開発



資料5 「アジア展開を可能とする高度環境制御型施設園芸技術の開発」の
民間からの貢献及び出口の実績

○民間からの貢献額：R4年で9,240万円相当
研究参画企業から下記の①～⑤の内容の自己投資が実施された。

当年度当初見込み	当年度実績
①通信事業A社およびB社（20,000千円）・・・施設内の位置や順序、様々な作業者のシフトを最適化する作業管理ツール（プロトタイプ）を構築する。	作業者ごとの作業内容と作業時間データを解析し、 作業管理 のための最適化ロジックを構築した。管理 ツール(プロトタイプ) を作成した。加えて、 葉面積の自動計測手法を確立 した（22,400千円貢献）。
②農業総合メーカーC社（20,000千円）・・・生育シミュレーションのための現地データの収集を行い、施設構造を考慮したエネルギー解析を行う。	アジア展開のため、 現地（ベトナム）の実地調査 を実施した。 現地施設構造や当該地域における現状の園芸技術情報の収集 を実施、整理した（20,000千円貢献）。
③農用機器メーカーD社（20,000千円）・・・環境制御機器の限界性能や消費エネルギーデータを取得し、現地環境への適応性を評価するシミュレーションを行う。	タイに ヒートポンプ、環境データセンシング装置等 を導入し、限界性能や消費エネルギーデータを取得した。現地環境への 適応性評価シミュレーション のための データ群を整備 した（20,000千円貢献）。
④総合電機メーカーE社（20,000千円）・・・生育モデルへ導入する群落光合成活性を測定するためのデバイスを試作する。	分光画像生体センシング（特定波長の反射率変化の計測）に基づき光合成速度を推定する 光合成活性測定装置 の開発準備を完了、 デバイスプロトタイプを完成 した（20,000千円貢献）。
⑤農業法人F社（10,000千円）・・・ベトナム現地実証圃場のデータ取得を進め、日本の実証圃場で作業管理ツールと生育シミュレーションを実証する。	ベトナム現地実証圃場のデータを収集するとともに、国内実証圃場で作業管理ツールと生育シミュレーションの連携を実証するための調査項目リストを完成した（10,000千円貢献）。

○出口戦略：
本PRISM参画企業による実用化および現地展開に加え、協力企業（ICT企業ほか）や種苗会社の協力や参入促進により、市場を拡大させる。

当年度当初見込み	当年度実績
①センシングデバイス開発の役割でE社、ICTによる作業管理ツールの開発には A社およびB社、現地生産のプレイヤーとなる大規模生産法人としてF社、施設・機器及びサービスパッケージのサプライヤーとしてC社、D社と協力し、パッケージ化に向けた戦略を策定する。 ②導入品種については、現地生産を担うF社と協力して選定を進め、種苗会社と供給体制についての検討を開始する。	Physical：参画のF社、C社現地法人が、それぞれ、ベトナムにおいて施設野菜を生産出荷中。 施設・設備機器のパッケージ化 に向け、C社とD社による 実証試験計画 を農研機構や 現地大学関係者と策定 。 種苗 はベトナム法人をもつ国内種苗会社による 供給について協議済み 。 Cyber:デバイス・プログラムは、E社、A社およびB社により、 WAGRI-APIは農研機構 により開発。これらの連携使用が推進可能に。R5年度から現地データで実証予定。