

植物体内の光合成産物の 転流パターンの制御方法

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構
量子技術基盤研究部門
高崎量子応用研究所 量子バイオ基盤研究部
RIイメージングプロジェクト
主幹研究員 尹 永根

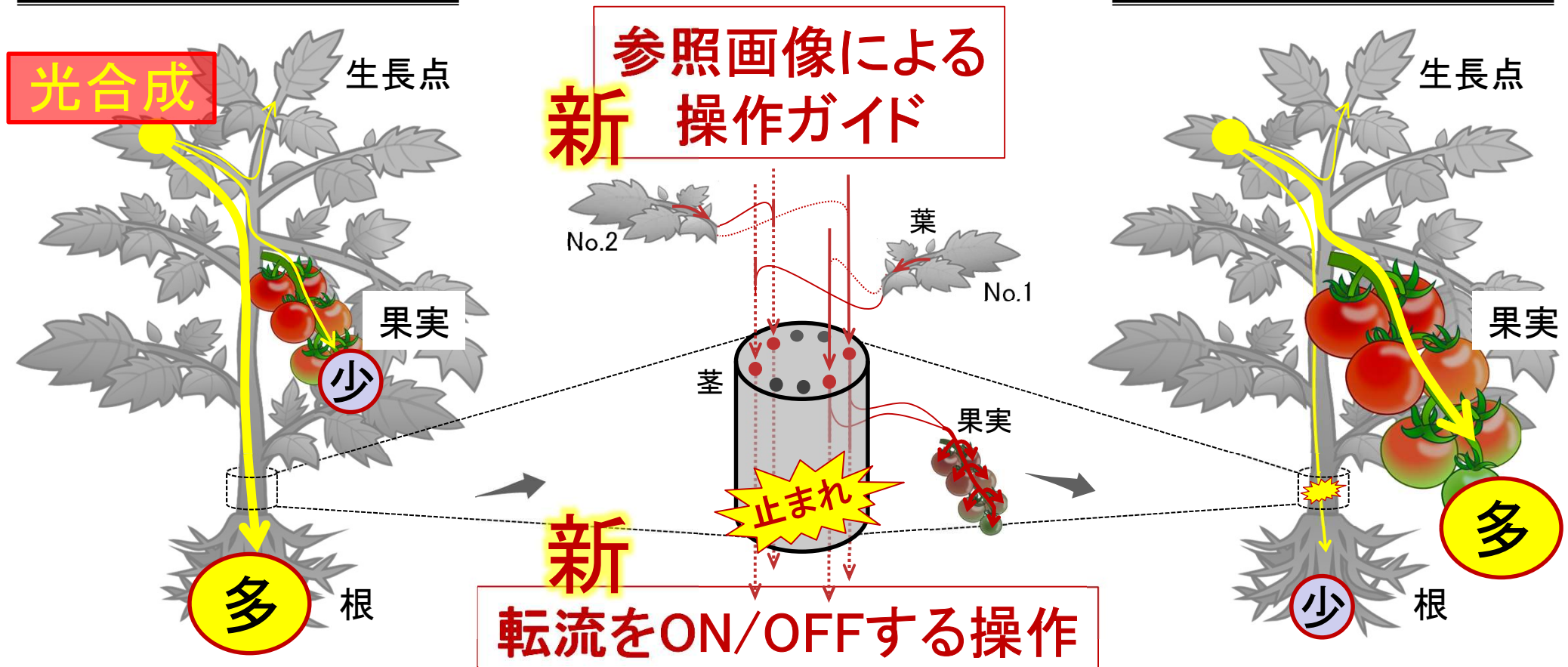
2023年6月20日

新技術の概要

転流とは、光合成産物が茎を通過して果実などへ流れること

植物任せ状態

新技術の適用後



新技術の構想

「転流」を見る・制御する技術を考案！

第一步：見る、知る

「転流」= 生きた生理

「転流」の連続情報を分解すると

時間軸
(いつ)

量
(どのぐらい)

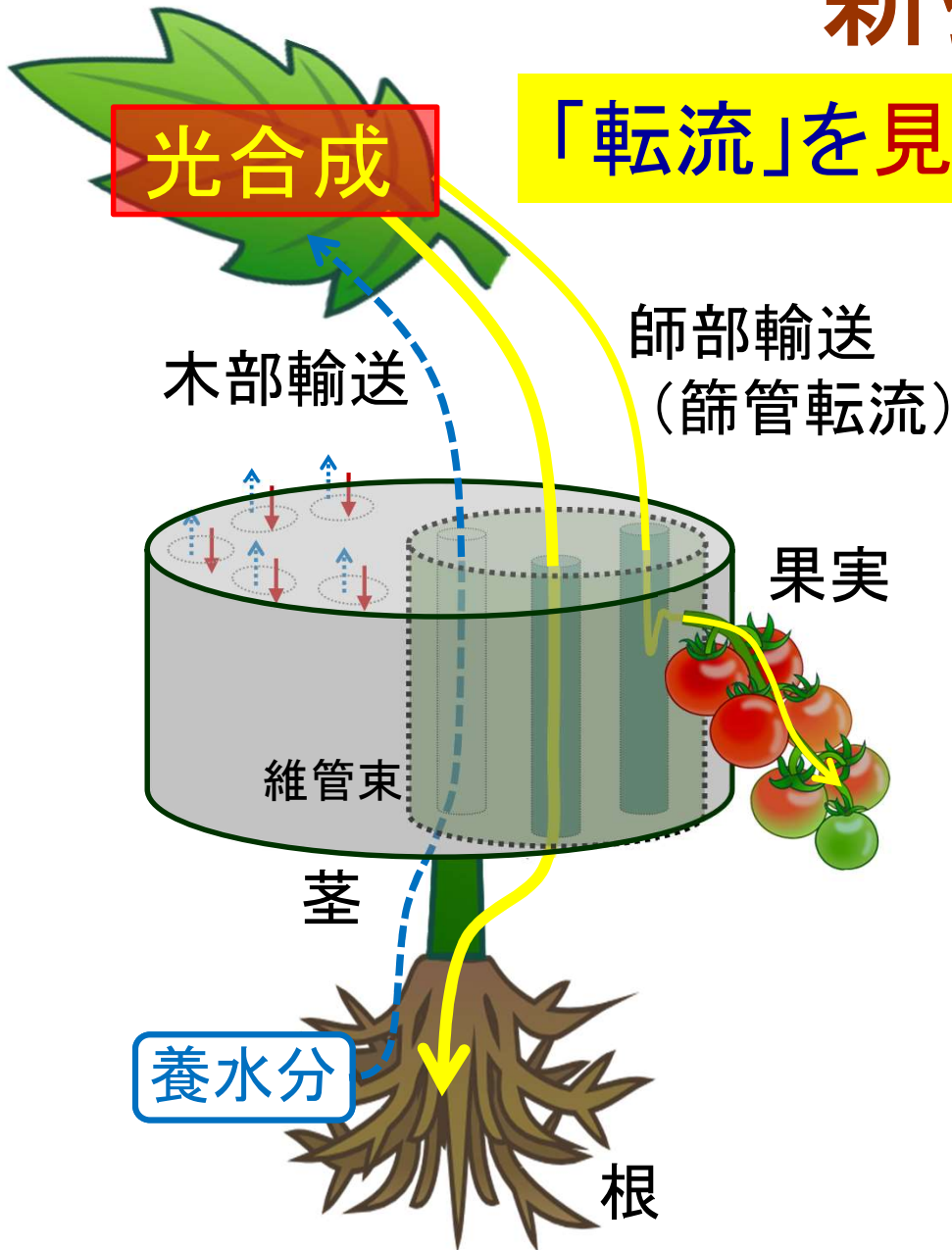
空間軸
(どこ)

物質変化

通り道

連続データの取得

放射線イメージング技術



新技術の構想

「転流」を見る・制御する技術を考案！

第一步：見る、知る

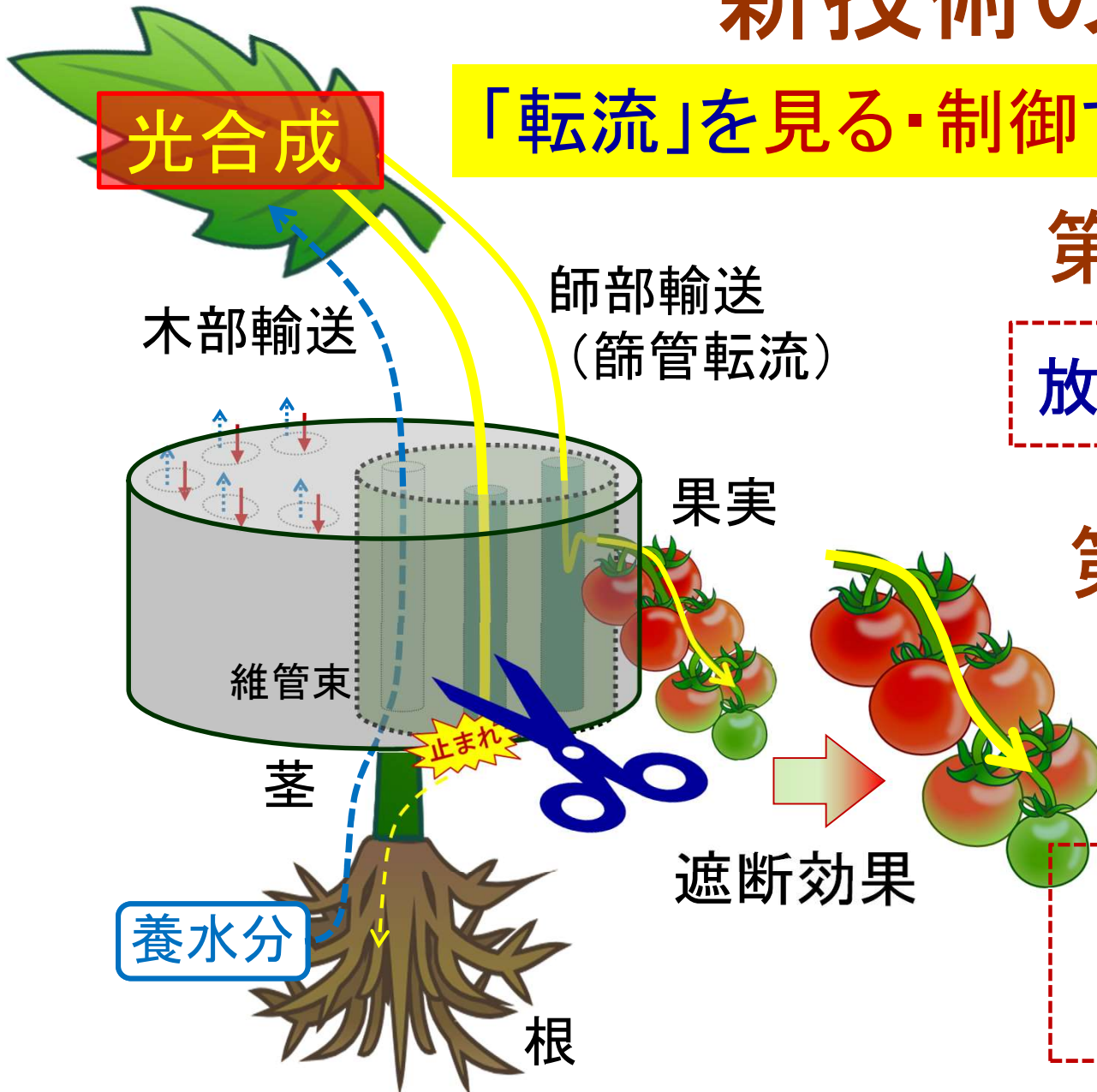
放射線イメージング技術

第二步：制御する

遮断場所を決める

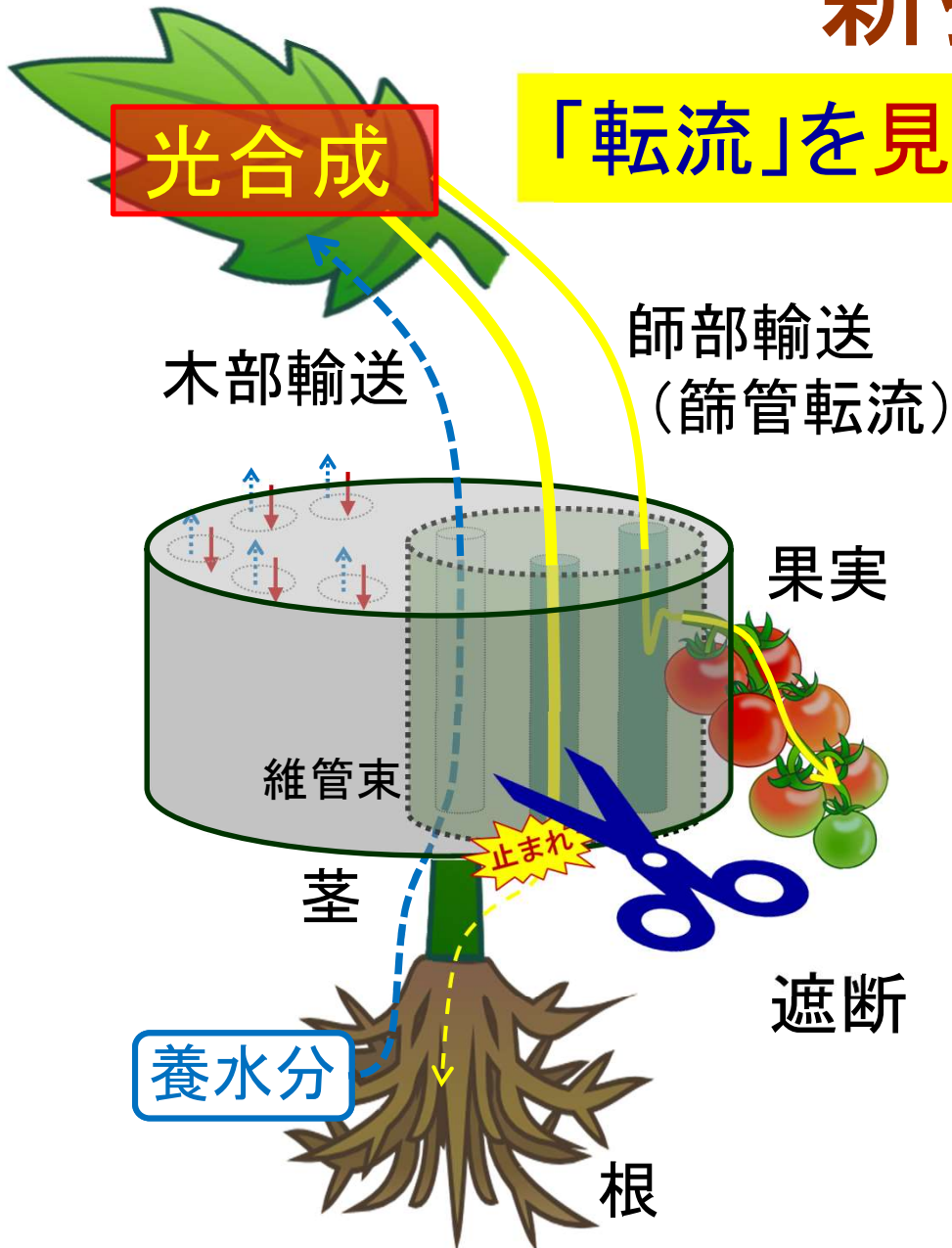
篩管転流のON/OFF

= 制御技術



新技術の構想

「転流」を見る・制御する技術を考案！



アウトカム

- ・農作業支援ARグラスの開発
- ・転流状態と変化の予測アプリ
- ・農作業用ロボットへの装着
- ・精密デザイン農業の実現

研究分野の概要

ICT, IoTを活用した植物工場・スマート農業の普及拡大

キーワード：見える化

モニタリング

ICT, IoT

栽培管理

光の強さ？

温度？

CO₂？

湿度？

病虫害？

葉かき？

散布剤？

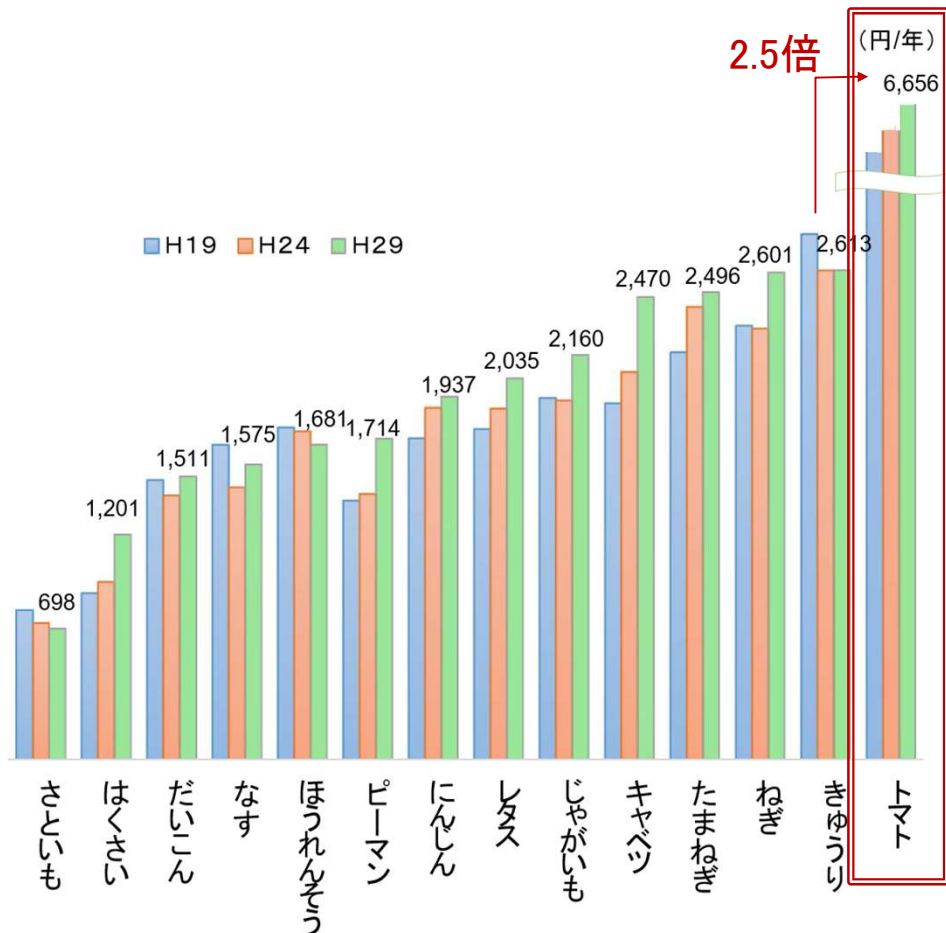
収穫？

養水分？

研究分野の概要

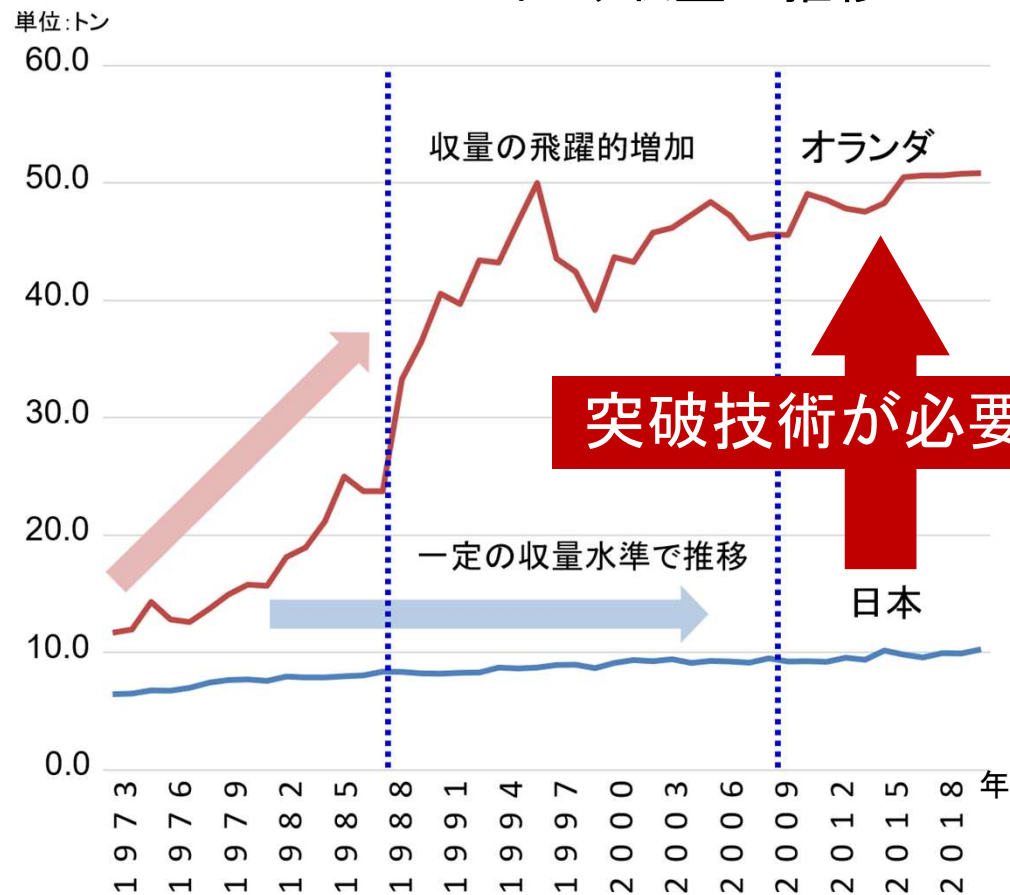
日本の植物工場の生産限界？

世帯当たり(総世帯)消費支出の推移



出典: 野菜の生産・消費動向レポート、農林水産省、平成31年2月

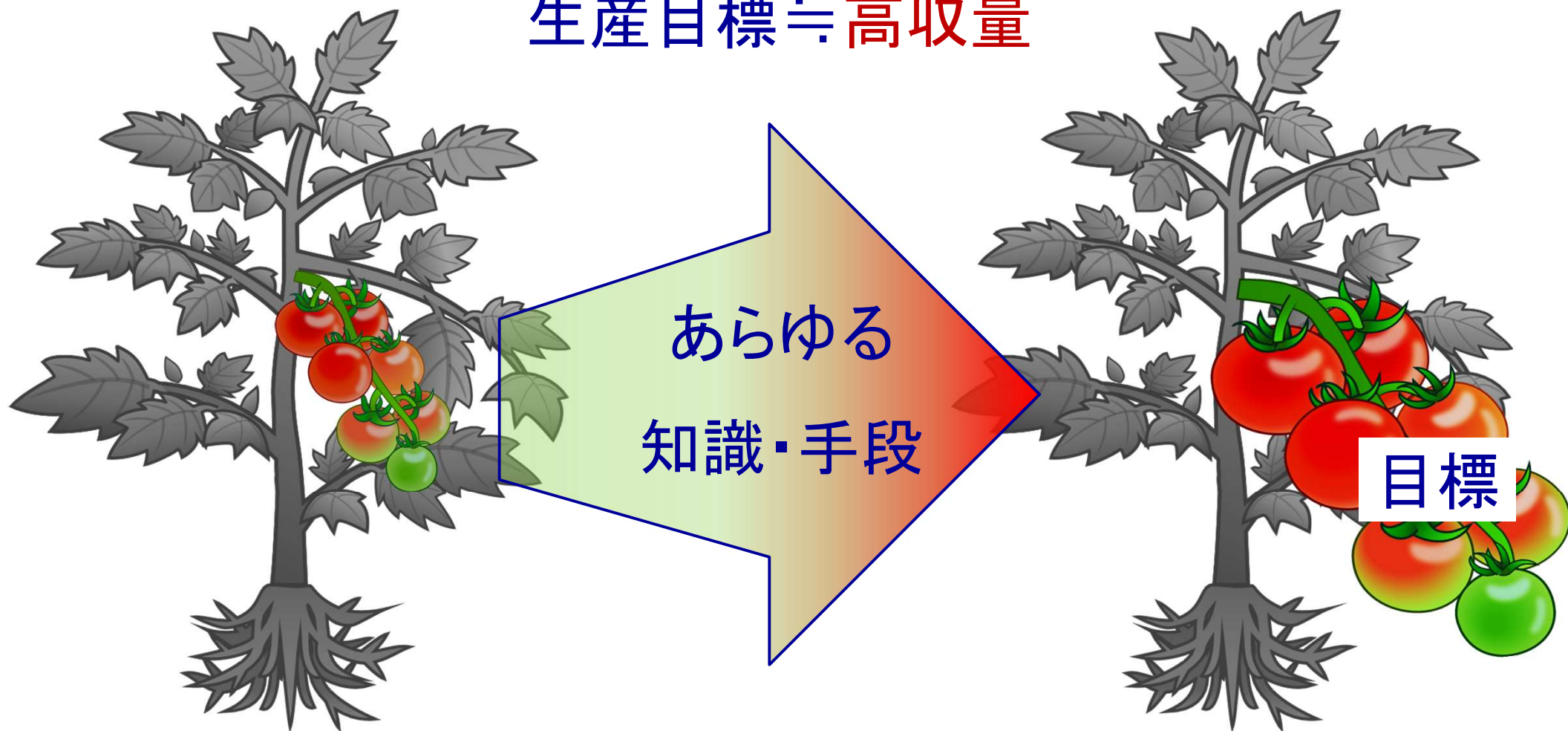
トマトの10a当たり収量の推移



出典: 施設園芸をめぐる情勢、農林水産省、令和5年4月

研究分野の概要

生産目標 ≡ 高収量

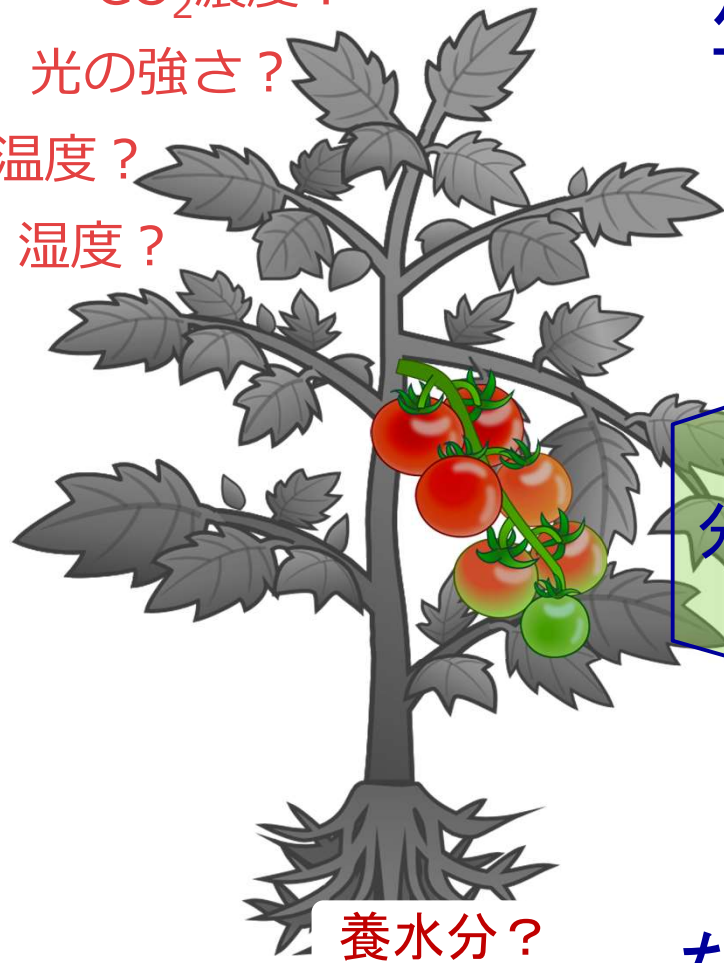


光合成産物を収穫部位に**沢山集積**させること

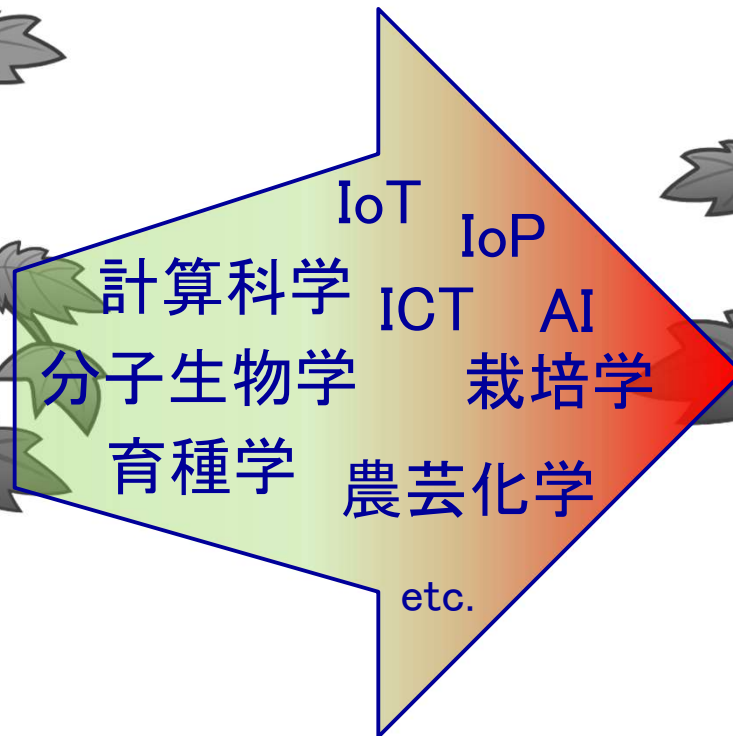
研究分野の概要

生産目標 ≡ 高収量

CO₂濃度?
光の強さ?
温度?
湿度?



養水分?



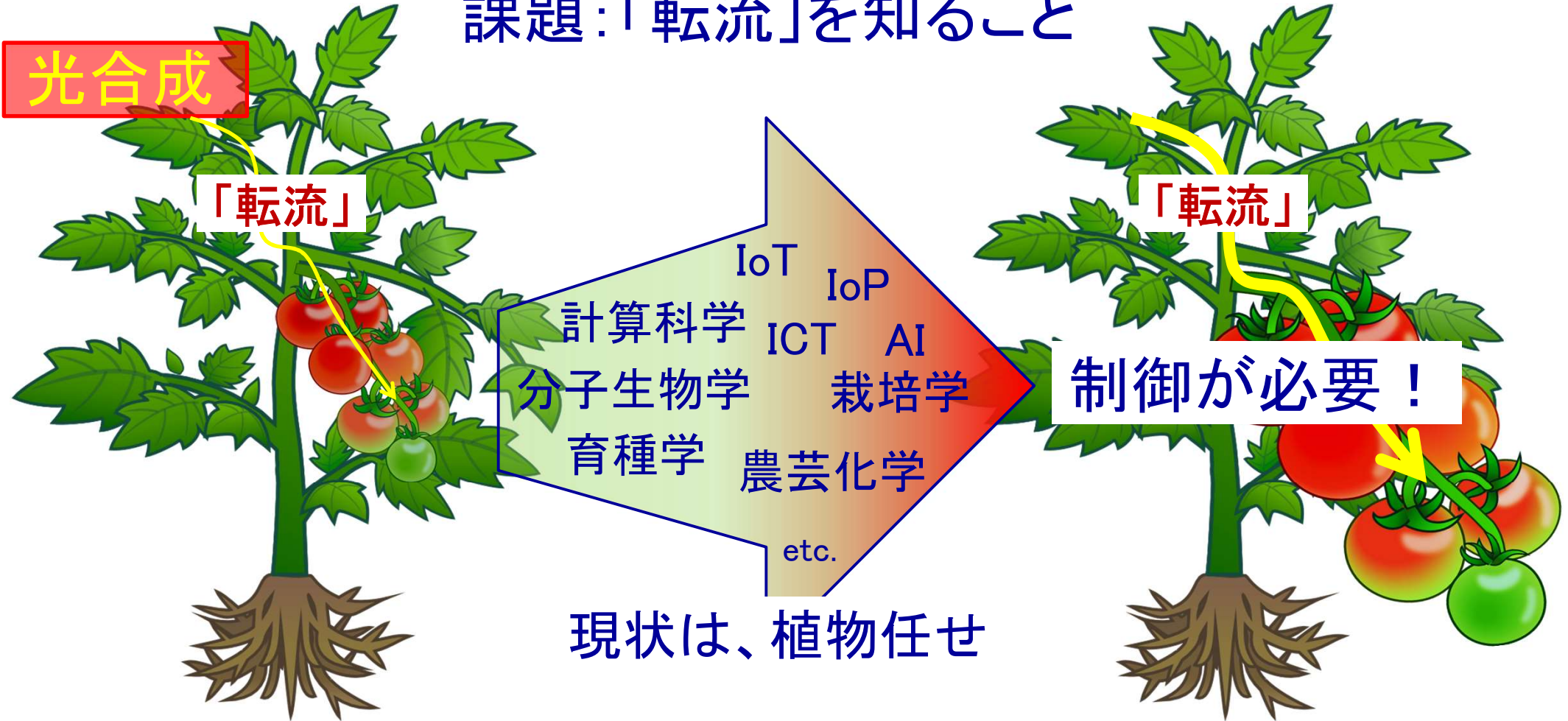
現状

身の周りの世話

なにが課題なのか?
本質はどこにあるのか?

研究分野の概要

課題: 「転流」を知ること



「転流」を制御できる技術が創れるはず。

従来技術とその問題点

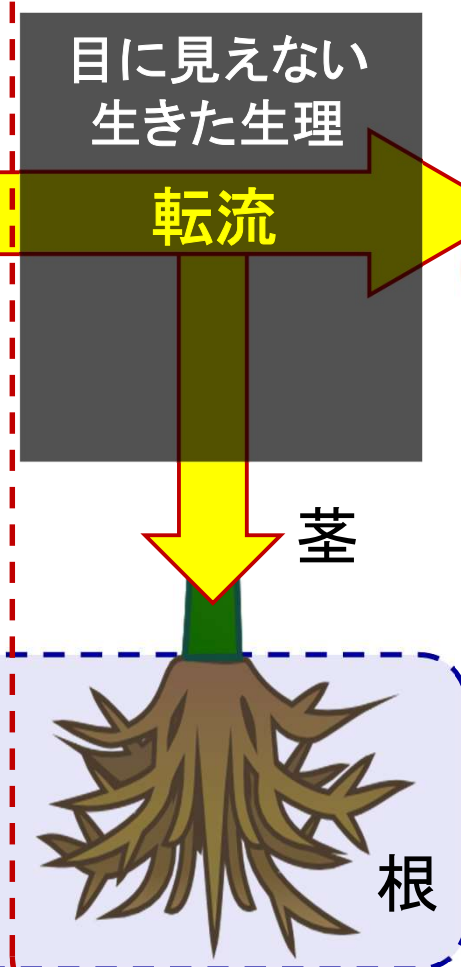
「転流」を直接的に制御できない

光の強さ?
温度?
湿度?
CO₂?

光合成

光合成活性の促進度合を指標に栽培・環境管理を最適化し、**転流は植物任せ**。

従来技術



本技術

光合成→転流→蓄積の過程を理解し、**転流は人間が制御**。

果実への転流の様子



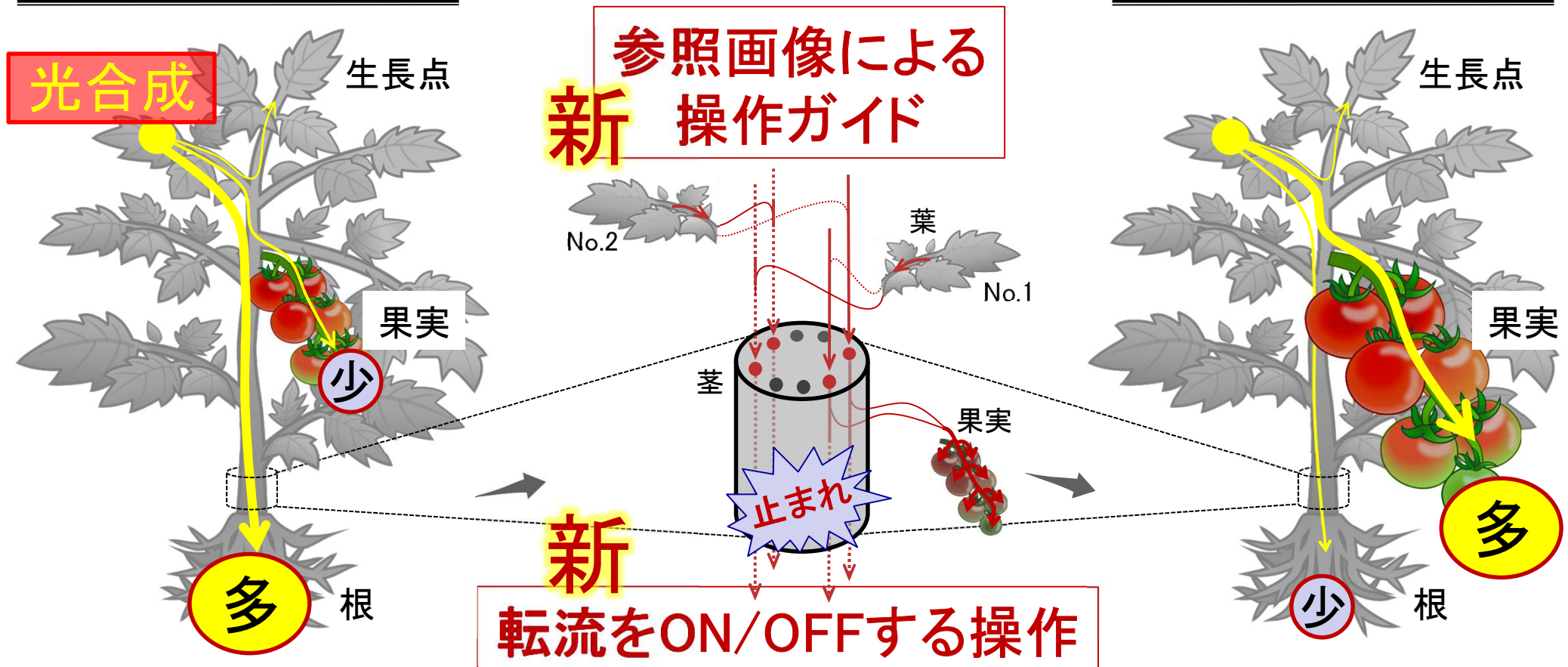
放射線イメージング技術

解決策：新技術の提案

「転流」を見る・制御する技術を考案！

植物任せ状態

新技術の適用後

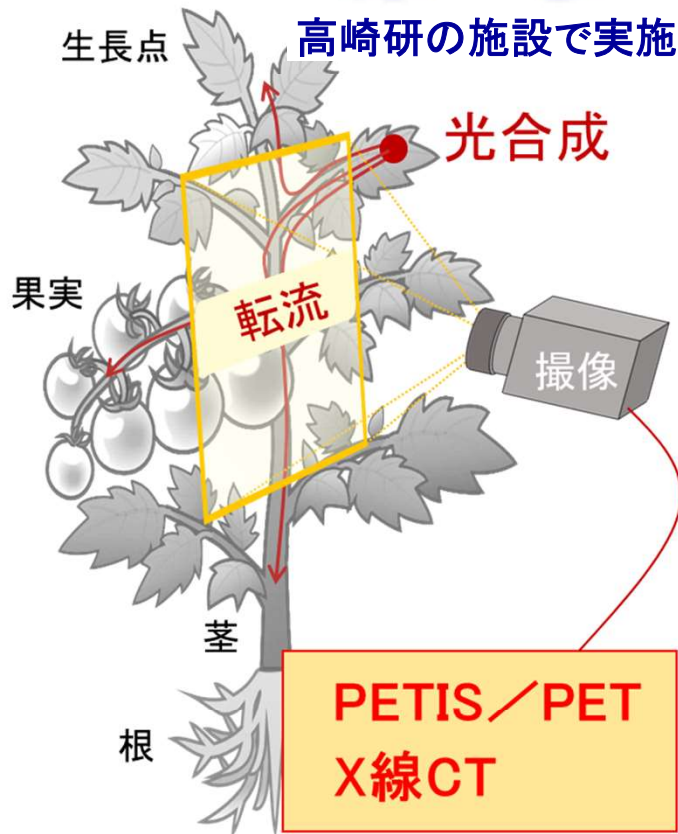


新技術の特徴

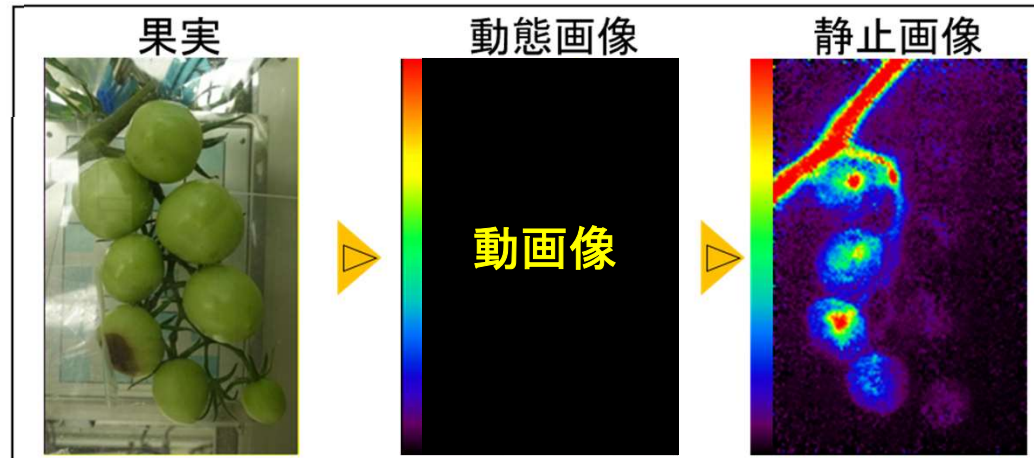
1min&・1cm単位の転流を把握し、デザインする。

第一步

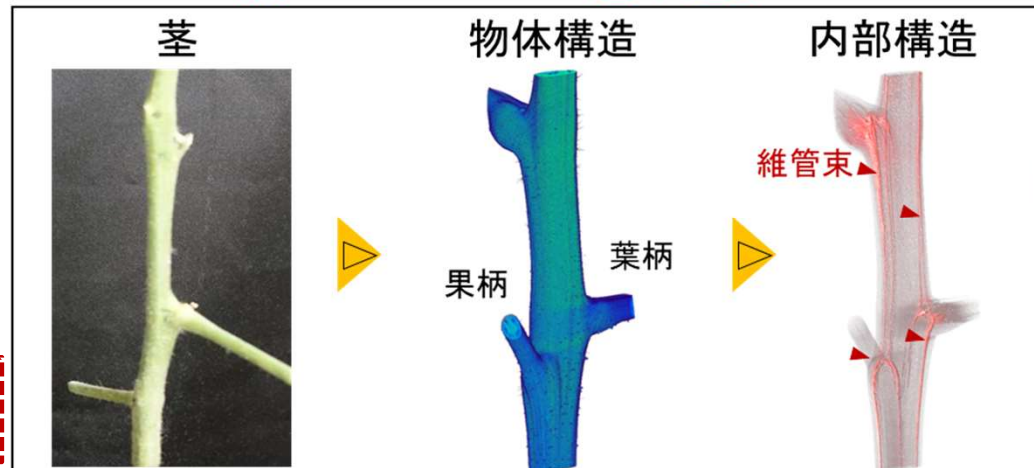
高崎研の施設で実施



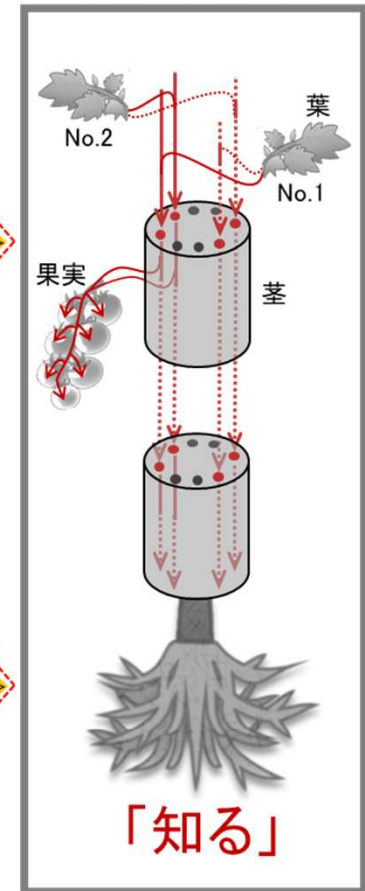
PETIS/PET: 転流の「物質変化」過程を見る



X線CT: 転流の「通り道」を見る



参照画像



放射線イメージング技術

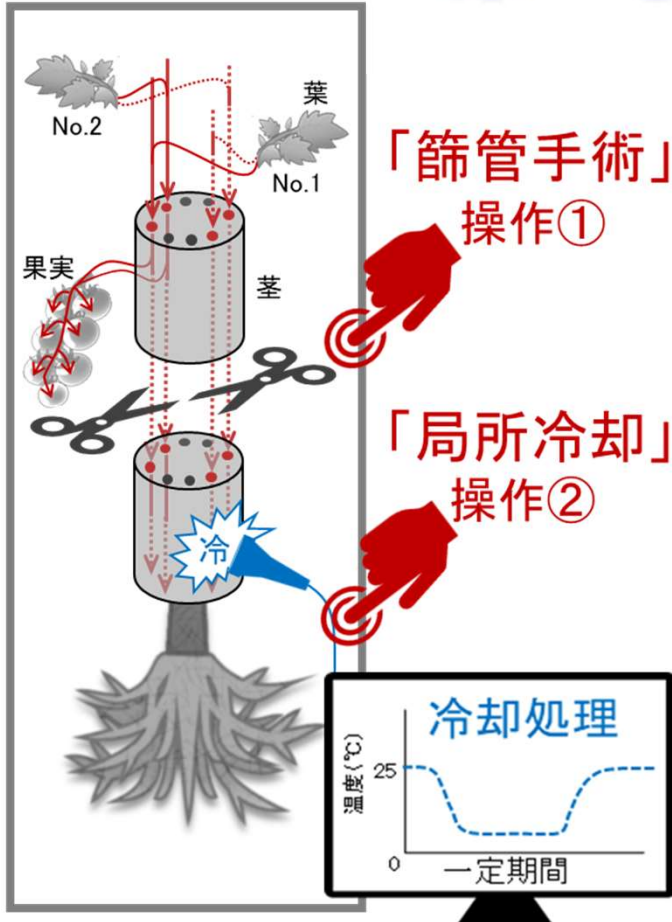
アナトミクス

新技術の特徴

1min&・1cm単位の転流を把握し、デザインする。

第一歩
参照画像

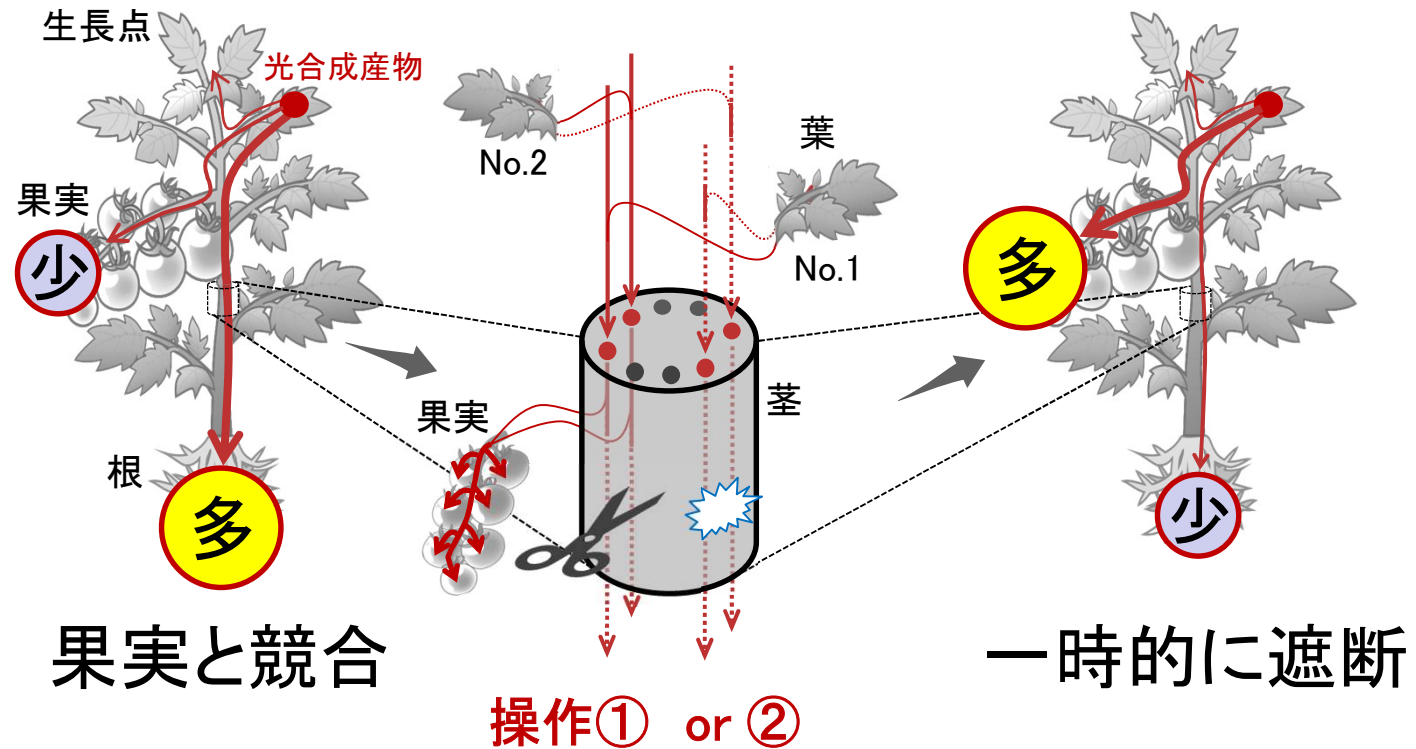
第二歩



操作前

参照画像による
操作ガイド

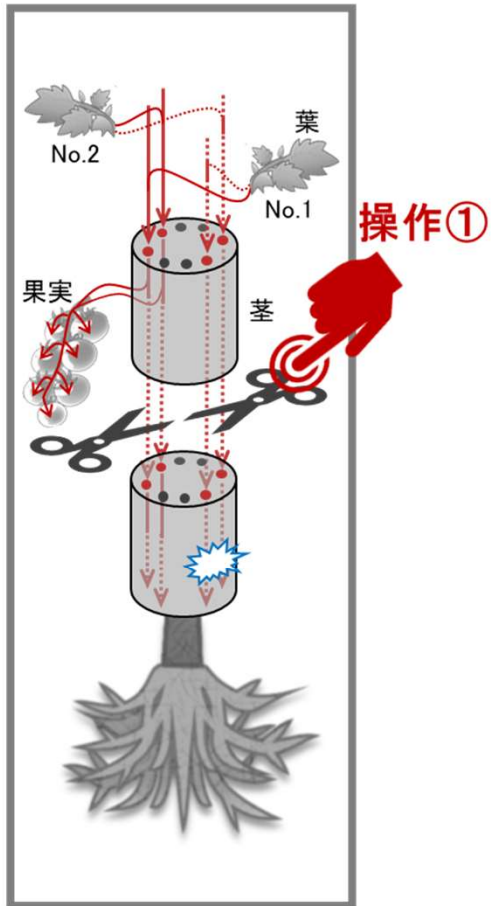
操作後



実証試験(1)

1min・1cm単位の転流を把握し、デザインする。

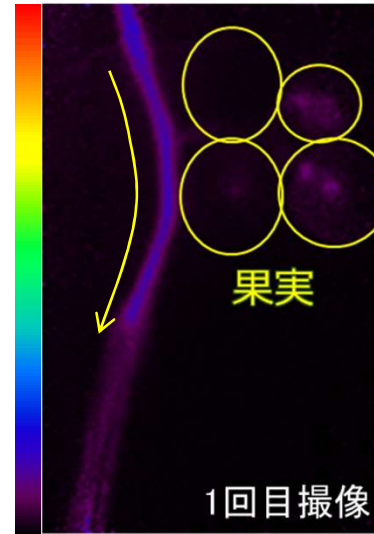
参照画像



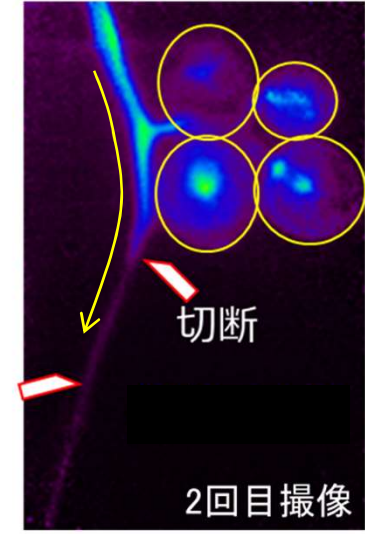
操作①



切断前



切断後



操作① 「篩管手術」

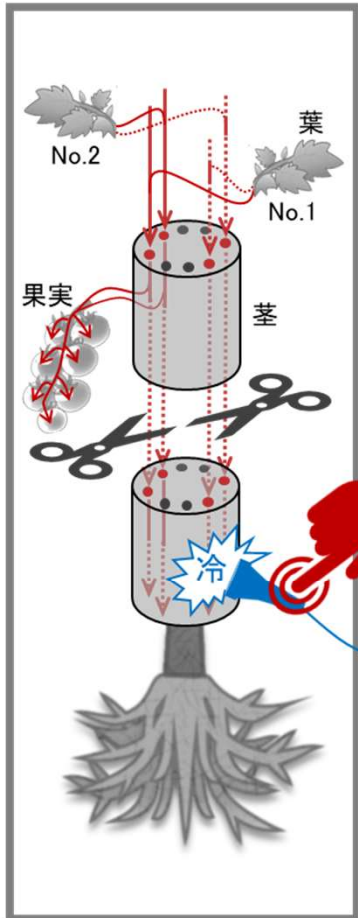
果実を通り越して根に向かう

個別の篩管転流を狙い撃ちで停止させる技術。

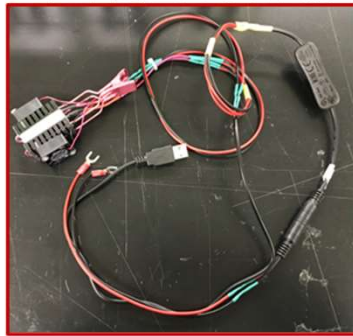
実証試験(2)

1min&・1cm単位の転流を把握し、デザインする。

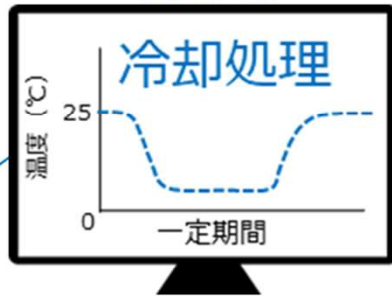
参照画像



冷却装置の試作機



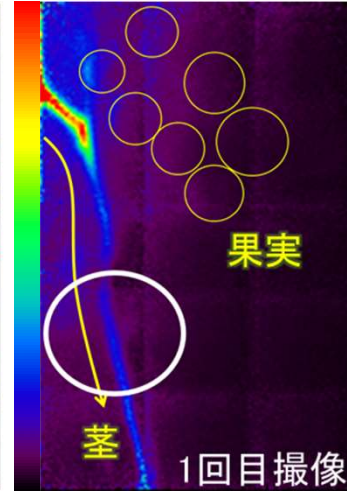
操作②



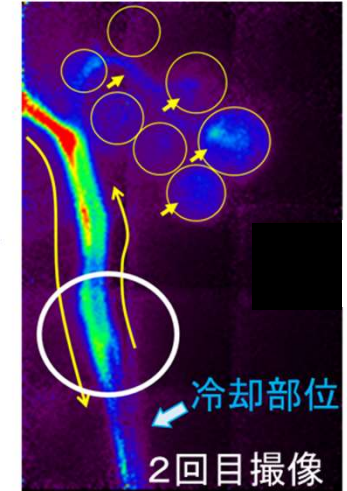
冷却と撮像風景



冷却前



冷却後



操作② 「局所冷却」

果実を通り越して根に向かう

篩管転流をある期間だけ、可逆的に一時停止させる。

従来技術との比較・位置付け

ICT, IoTを活用した植物工場・スマート農業の普及拡大

従来技術：体外・環境の最適化

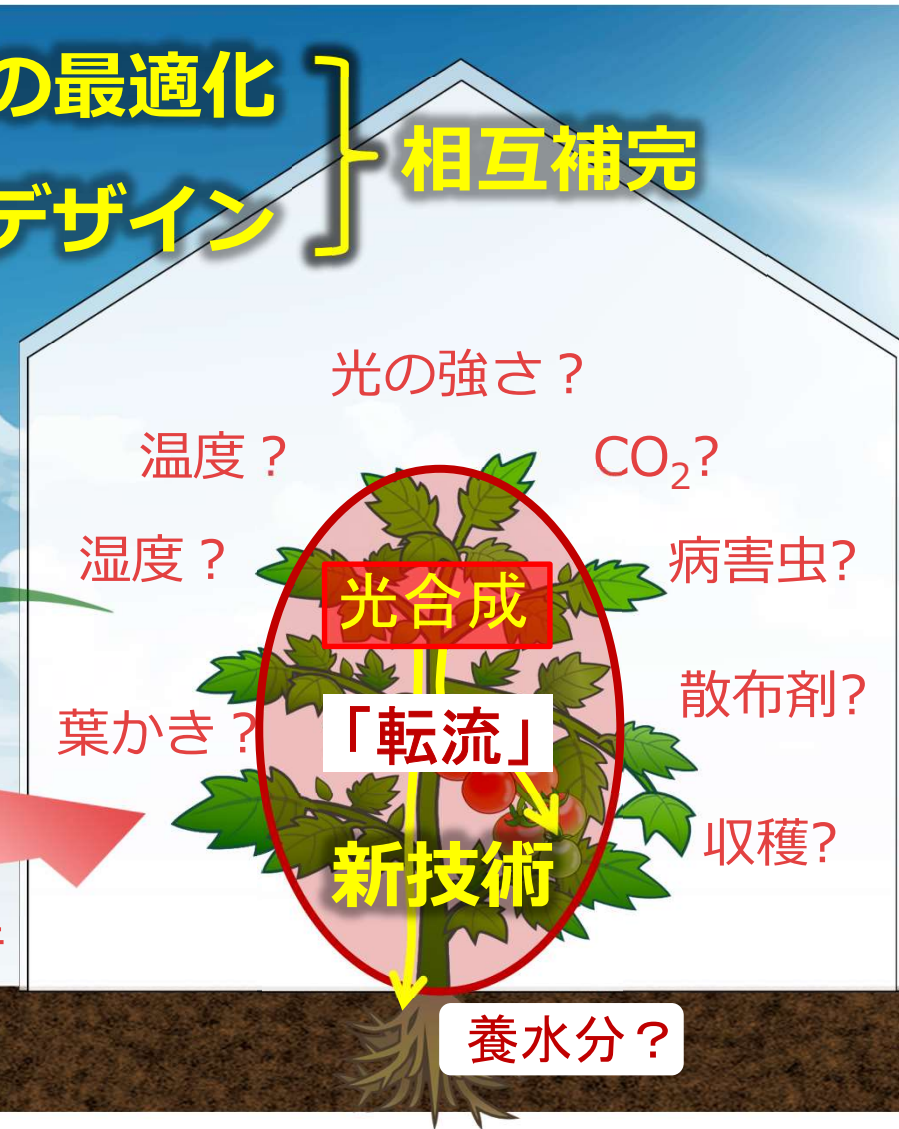
新技術：体内・転流のデザイン

相互補完

モニタリング

ICT, IoT

栽培管理



新技術の応用

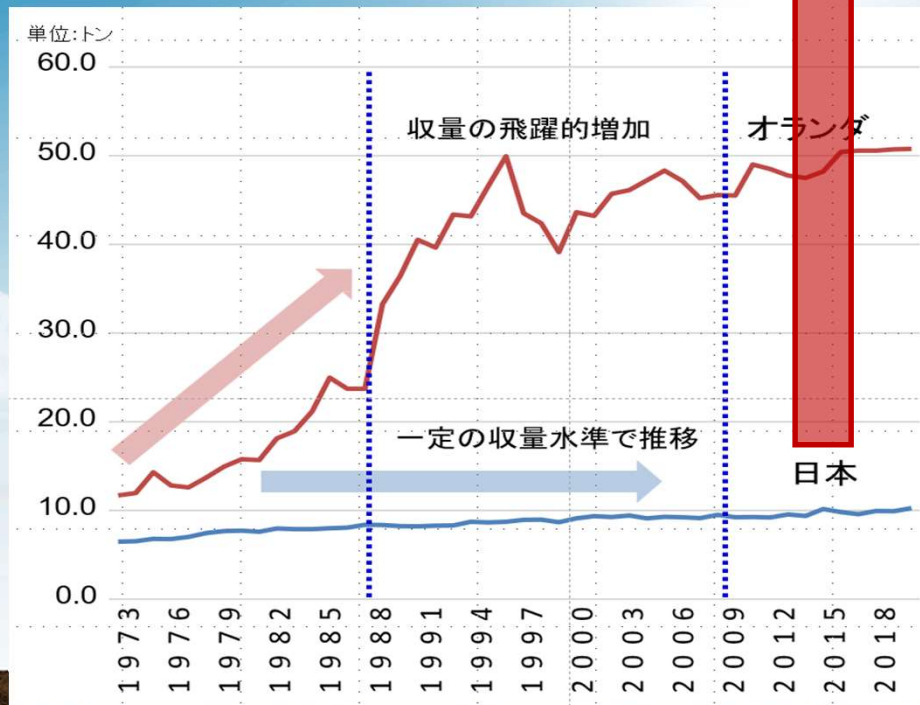
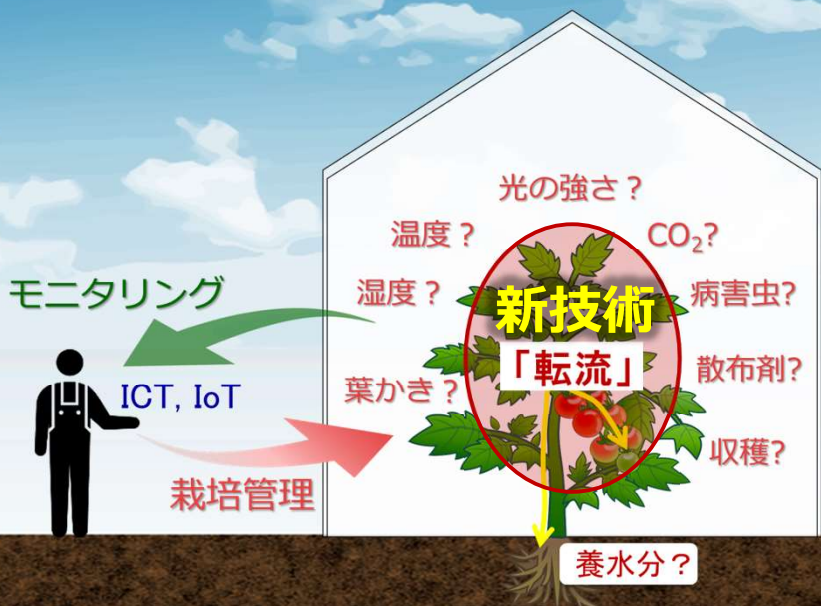
ICT, IoTを活用した植物工場・スマート農業の普及拡大

従来技術：体外・環境の最適化

新技術：体内・転流のデザイン

相互補完 → 突破技術

スマート農業の加速剤



実用化に向けた課題

- 現状：転流画像の取得と「制御方法」の検証終了。
課題：転流の全体像の理解と参照画像の構築。
- 今後：転流パターンの全体像を取得し、社会実装に向けた転流の「参照画像」の構築を実施。
- 実用化に向けて：
 - 「制御方法」の予備知見を基に、器具類の創作。
 - 制御操作による植物への正／負の効果検証。
(例えば、増収／ダメージ、その持続性などの効果)

想定される用途

- **農作業**：高収量新奇栽培技術、肥料・エネルギー
利用効率の最適化、**スマート農業**の加速化。
- **農資材**：制御用の**器材・薬剤、装置類**の開発
- **農業支援**：IT・ロボット開発企業による農業支援用
アプリ、デバイス、ロボットなどの開発。

(ARグラス、大規模作業用ロボットなど)
- **その他**：月面農業など宇宙分野へ発展。

企業への期待

- スマート農業や植物工場へ導入する**生体センサ**や、**画像解析**を活用した**営農管理システム**（アプリも含む）の**開発技術**等を持つ企業等との**共同研究**を希望。
- スマート農業や植物工場などの**収量限界**を**打破**したい企業、または、**植物生理**に基づいた**データ駆動型農業分野**への展開を考えている企業は、本技術の導入が有効と思われる。

協働したい項目：

- ・ 制御装置・器具類の創作
- ・ 栽培現場での実証試験



参照画像・制御方法を
パッケージ化した製品

本技術に関する知的財産権

発明の名称： 師管転流の制御場所決定方法、農作物の生産方法、
生きた植物に使用される造影剤

出願番号 : 特願2022-123629

出願人 : 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

発明者 : 尹永根、三好悠太、鈴木伸郎、河地有木

お問い合わせ先

量子科学技術研究開発機構
イノベーションセンターまでお願いします

TEL : 043-206-3027

FAX : 043-206-4061

e-mail : chizai@qst.go.jp

ご清聴ありがとうございました。

転流パターンの制御方法

キーワード：見える化

