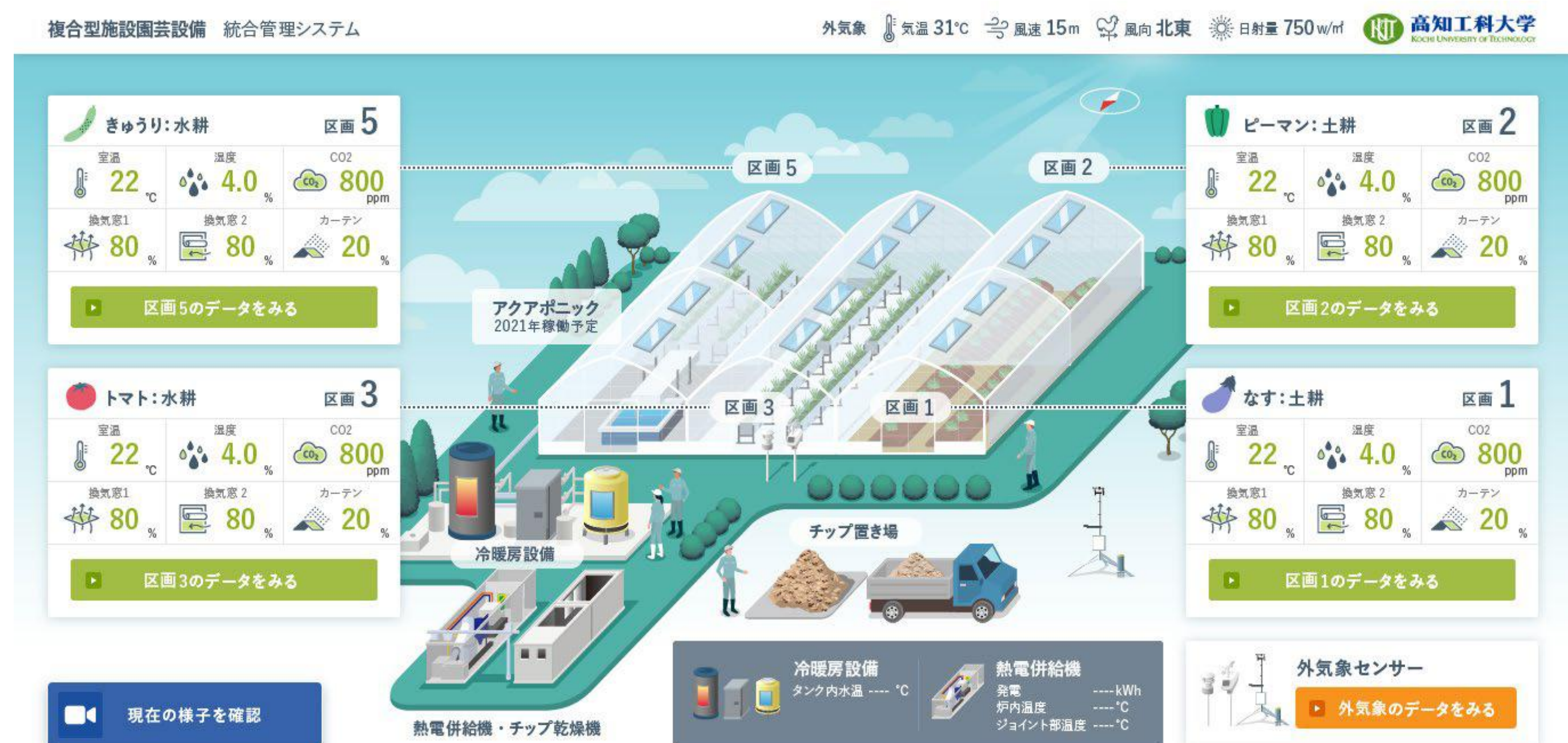


施設園芸ハウスの統合管理システム （生産現場情報のデジタル化、集約、活用）

高知工科大学 環境理工学群 教授 古沢浩

研究概要

施設園芸ハウスに関連するシステムの種々データは、システム内においても多岐に渡った時空間データとして蓄積される。これらを有効に利活用するには、可視化・階層化・クラスタリング化をリアルタイムに行うシステムの構築が必要不可欠である。本研究課題では、このようなネクスト次世代型の統合管理を実現するために、システムのあるべき姿の追及を目指している。



今後の展開

現状、施設園芸農業の経営費に占める燃料費の割合は3割近くを占め、燃油価格の変動に経営が左右される側面を有している。このため、収益性の向上（コスト削減・収益安定）、攻めの農業の実現（需要拡大・付加価値向上・生産現場強化・多面的機能）に加え、SDGsに資するグリーン施設園芸の達成には、木質バイオマス燃料の積極活用がひとつのソリューションとなる。さらに、高知県の豊富な地域資源である森林バイオマスを活用することで、農業だけでなく林業や製造業の活性化への貢献も期待される。



KUTハウス内部の様子



CHPで使用する木質チップ



KUTハウス全景



KUTハウス内の育成作物の様子



高知工科大学
KOCHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185
高知県公立大学法人 高知工科大学 研究連携部 IoT推進事務室
TEL:0887-53-9065 E-mail: iop@ml.kochi-tech.ac.jp

IoTのための情報セキュリティ・ネットワーク最適化

高知工科大学 情報学群 教授 清水明宏
教授 福本昌弘

研究概要

IoTデータを有効に利活用するためには、リアルタイムで安全に全一元化するとともに、安心してデータを提供してもらえる情報セキュリティと、利用者に負担をかけない情報・サービス共有ネットワークの実現が不可欠である。そのため、IoT機器に搭載可能な処理負荷が小さく安全が保障された認証アルゴリズムとして、センサーノード側では排他的論理和と加算のみで実現できる認証方式SAS (Simple And Secure password authentication protocol)-Lを開発している。また、情報共有する際には、部分復元を可能とする秘密分散法を用いることで、情報理論的に安全に分散情報共有できるとともに正規の利用者のみが安全に利用できる地域情報共有管理の実現を目指している。さらに、耐災害性に優れた低コストでの運用が可能な地域情報共有ネットワークに適した通信方式の検討を行っている。

- パスワード（秘密）：S
- 初期乱数（秘密）： N_0

$N_0 \oplus S$ ($\oplus$ 排他的論理和)

認証サーバに保管

- 認証の手順 (i 回目)
次回認証用に保管

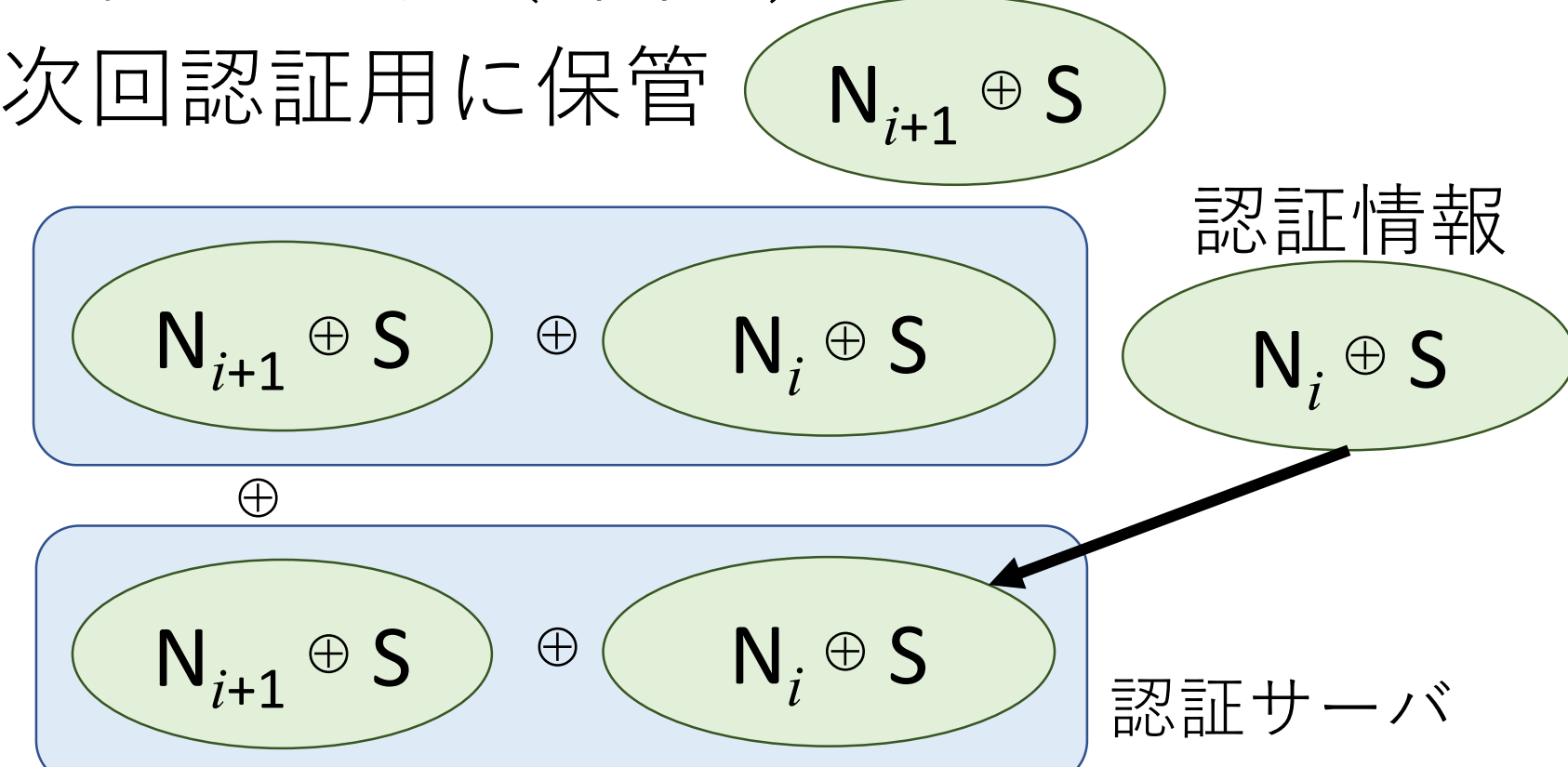


図1 極簡易な計算のみで実現されるSAS認証方式により世界最高峰の安全性を保障

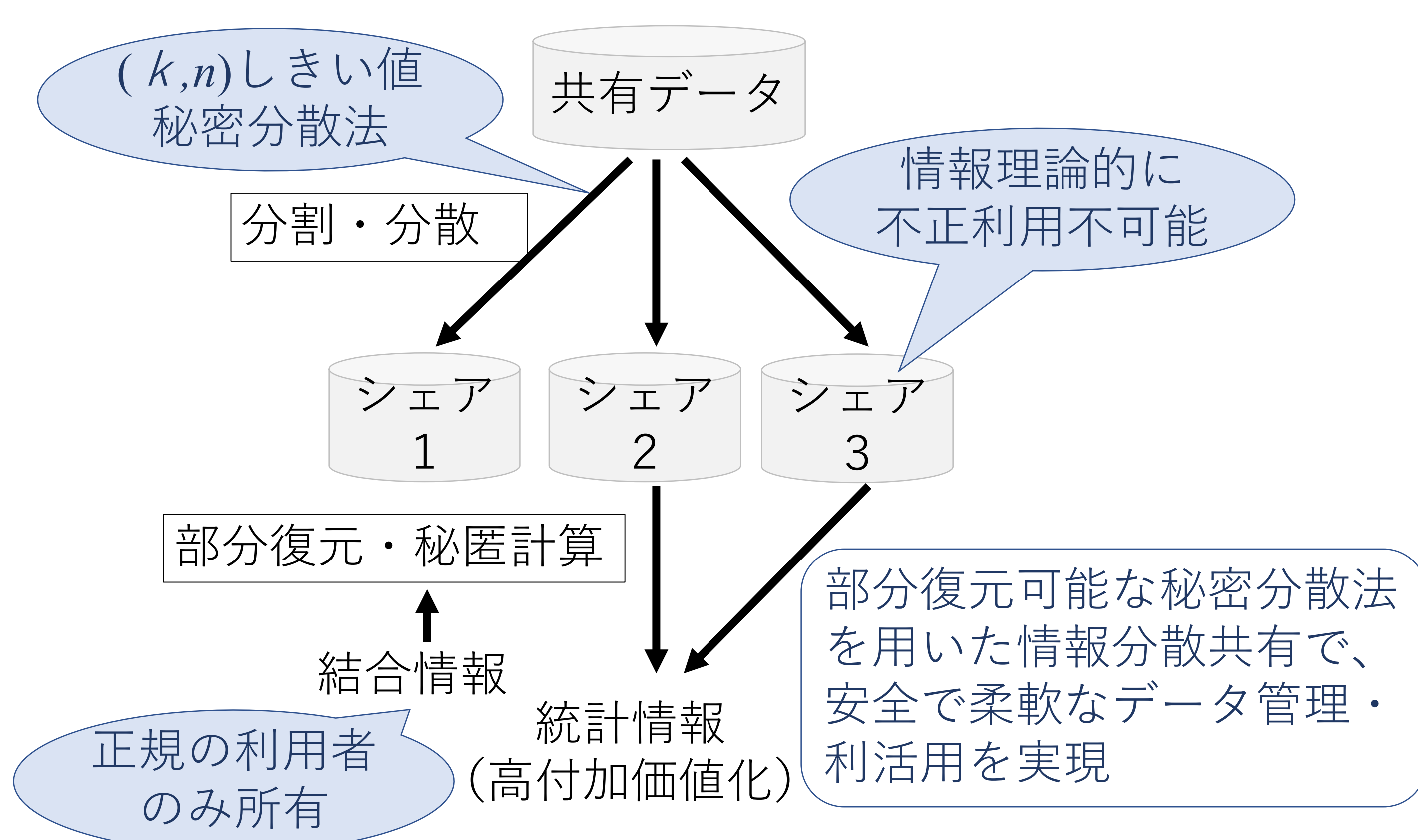


図2 量子コンピューティング時代にも情報理論的に安全性を保障できる部分復元可能な秘密分散法

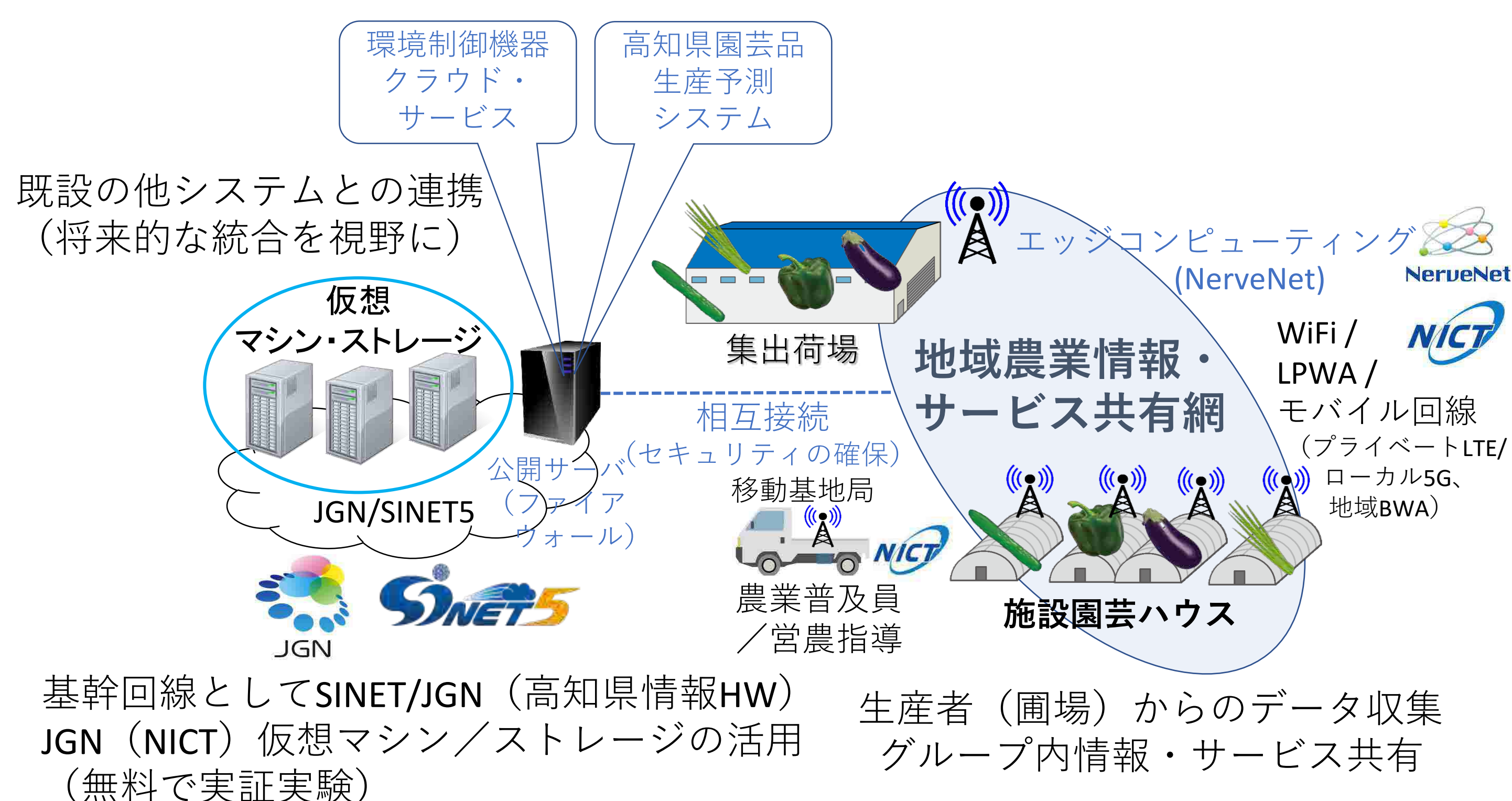


図3 Next次世代型施設園芸農業IoT (Internet of Plants)のための地域情報共有ネットワークの実現例

応用範囲

安全・安心な地域でのデータ共有の仕組みを構築することで、多くの分野で情報を集積・一元化できるようになる。

今後の展開

実証実験による有効性の確認や実装を進めることで関連産業への貢献をはかる。



高知工科大学
KOCHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185
高知県公立大学法人 高知工科大学 研究連携部 IoT推進事務室
TEL:0887-53-9065 E-mail: iop@ml.kochi-tech.ac.jp

ピーマンの検出力を高める光学フィルタの設計

高知工科大学 情報学群 教授 栗原徹

研究概要

- 農業分野における果実検出の要求
 - 農業就業人口の現象 (日本ではこの10年で100万人減少)
 - ➡ 自動収穫ロボットの実現が期待され開発されている。
 - 収量予測が販売価格を高める
 - 正確な予測によって契約価格を高くできる
- ピーマンは果実検出の難しい作物の1つである
 - 果実も葉も同じ色で、色を手掛かりに区別しにくい

➡ ハイパースペクトルカメラはそのような問題を解決する手段の1つである

- ハイパースペクトルの良い点悪い点

- 良い点

目で見分けられない似た色であっても区別できる可能性

- 悪い点

非常に高価 / 撮影に時間がかかる

本研究の目的はカラーカメラの前に光学フィルタを置くことでハイパースペクトルカメラのようにスペクトルを使ってピーマンの検出力を高めることである。

提案法によって光学フィルタの分光透過率とセグメンテーションネットワークを同時にend-to-endで学習する。



図1 緑色の葉とピーマン果実

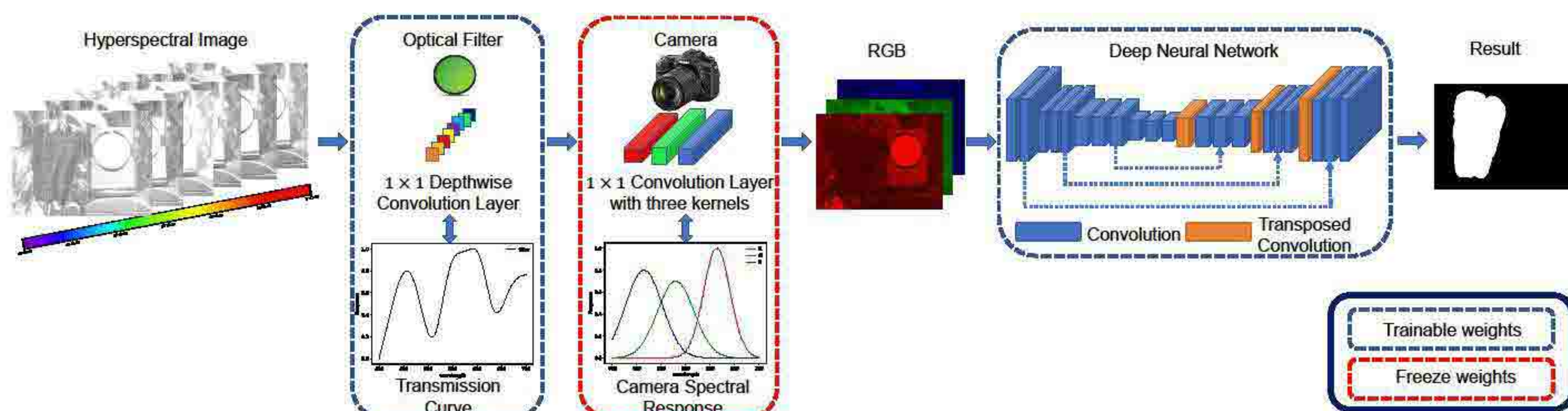


図2 提案アーキテクチャ: 計算機内実装と物理的実現を対応させ一貫通貫に学習する

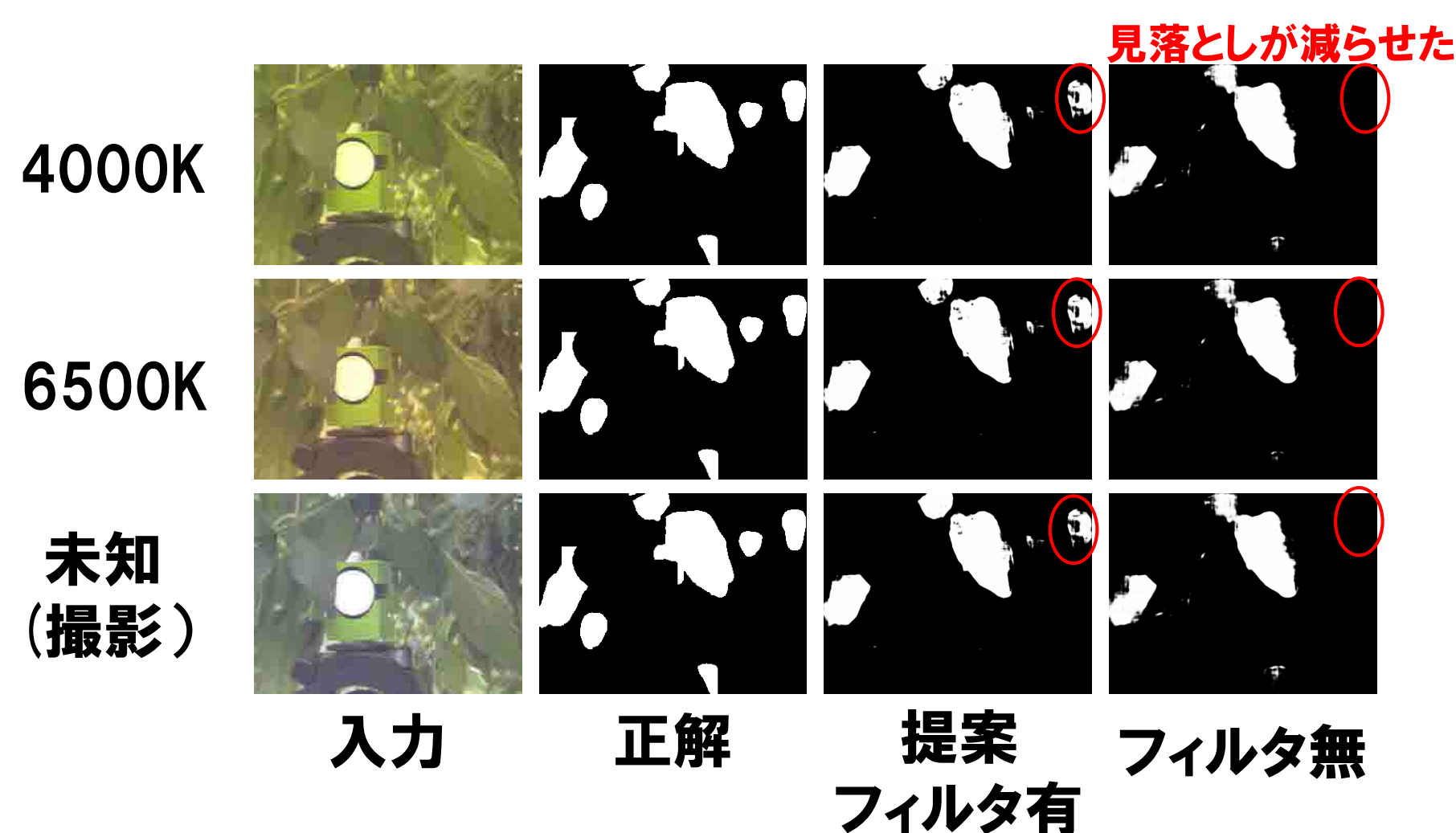


図3 検出結果画像の例: 3枚の入力は色温度の違い

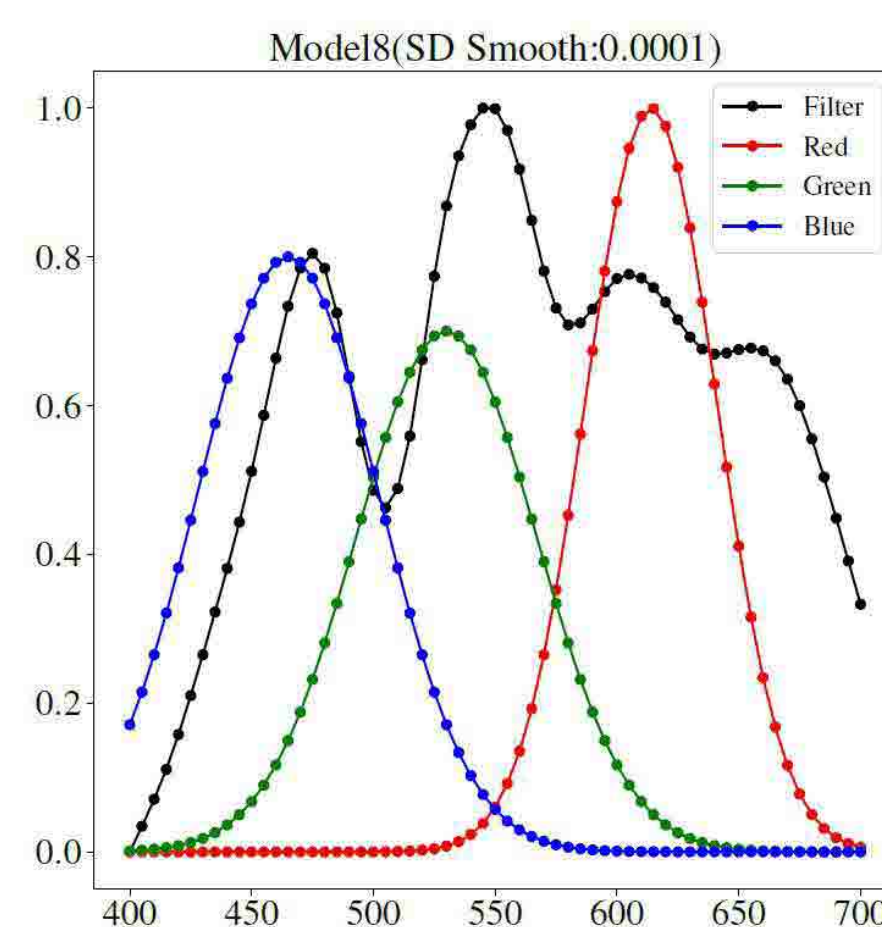


図4 学習によって得られた光学フィルタ形状

表1 様々なパラメタでの評価
どのパラメタでもNo-filter (フィルタ無)に対して、MAE (平均絶対誤差) は小さく、F値は大きくなり良い結果が得られた

Configuration	6500K		MIX	
	MAE	F ₁	MAE	F ₁
model1(FD $\eta = 0.1$)	0.049	0.879	0.047	0.895
model2(FD $\eta = 0.01$)	0.051	0.878	0.046	0.898
model3(FD $\eta = 0.001$)	0.043	0.896	0.047	0.905
model4(FD $\eta = 0.0001$)	0.040	0.906	0.051	0.888
model5(SD $\eta = 0.1$)	0.048	0.884	0.048	0.900
model6(SD $\eta = 0.01$)	0.048	0.885	0.050	0.886
model7(SD $\eta = 0.001$)	0.051	0.877	0.046	0.899
model8(SD $\eta = 0.0001$)	0.047	0.885	0.045	0.904
no-filter	0.061	0.855	0.057	0.862

特許等

特願2019-135696 特開2021-018754 情報処理装置、情報処理プログラム、光学フィルタ、および照明装置

応用範囲

農業に限らず、見た目の色が似ている物質の分離などが可能であり、薬剤の識別など多くの応用展開が考えられる。

今後の展開

さまざまな分野に応用展開を進めていく。



高知工科大学
KOCHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185
高知県公立大学法人 高知工科大学 研究連携部 IoT推進事務室
TEL:0887-53-9065 E-mail: iop@ml.kochi-tech.ac.jp

ハウス内の光環境および植物情報の取得技術開発

高知工科大学 システム工学群 教授 八田章光

准教授 田上周路

研究概要

従来の照度計では困難であった、波長毎の光環境を小型分光器を用いて測定する。ハウス内の光環境を小型分光器を用いて測定できるシステムを構築し、光環境情報と植物情報の関連性を明らかにする。

- 小型分光器によるハウス内の光環境および植物の光合成情報の取得システム開発
- 植物による光吸収（光合成）情報と生育情報の関連性を解析
- 光を用いて植物の生育情報を取得できる新規技術の検討

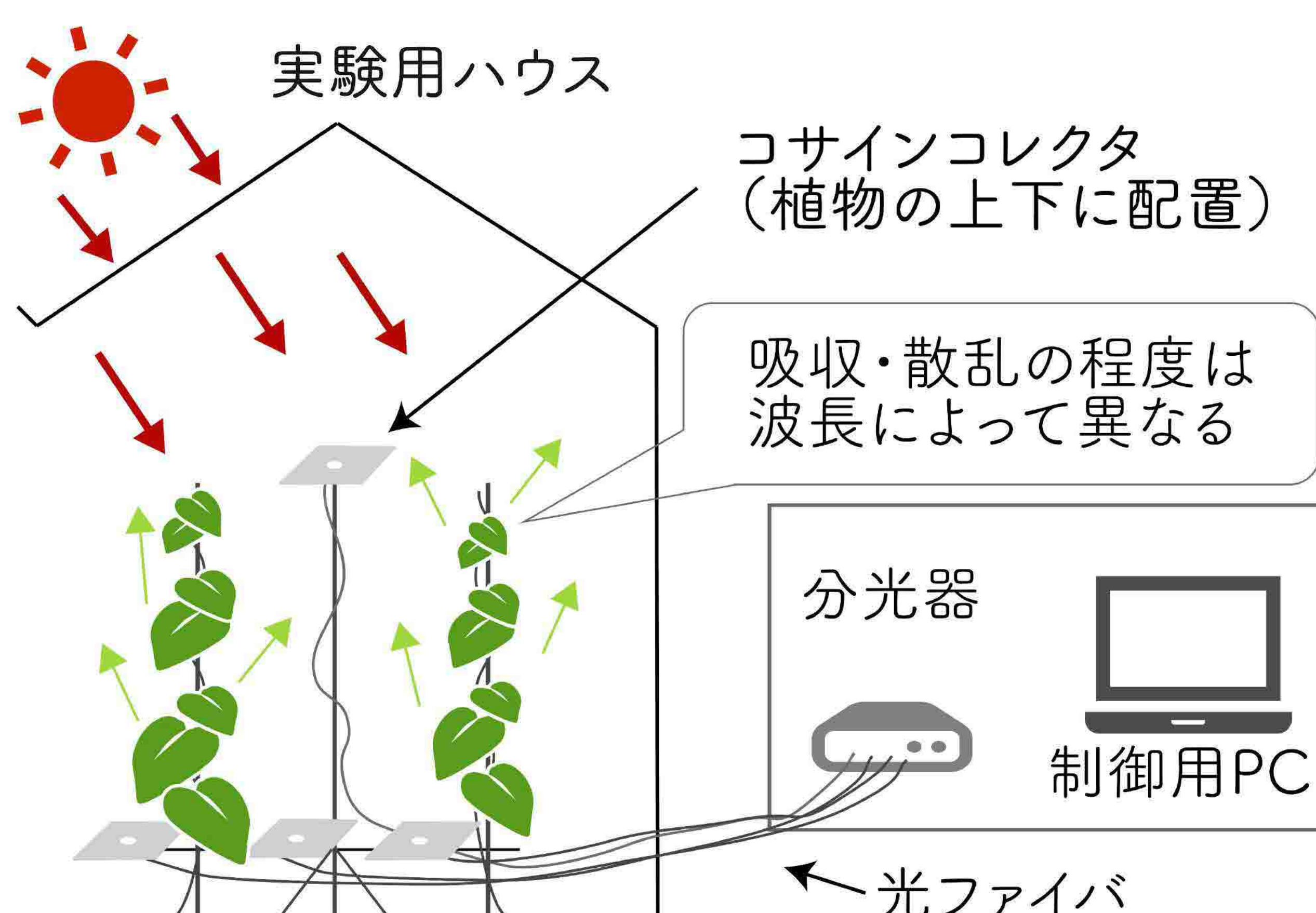


図1 ハウス内の光環境取得システムの概要

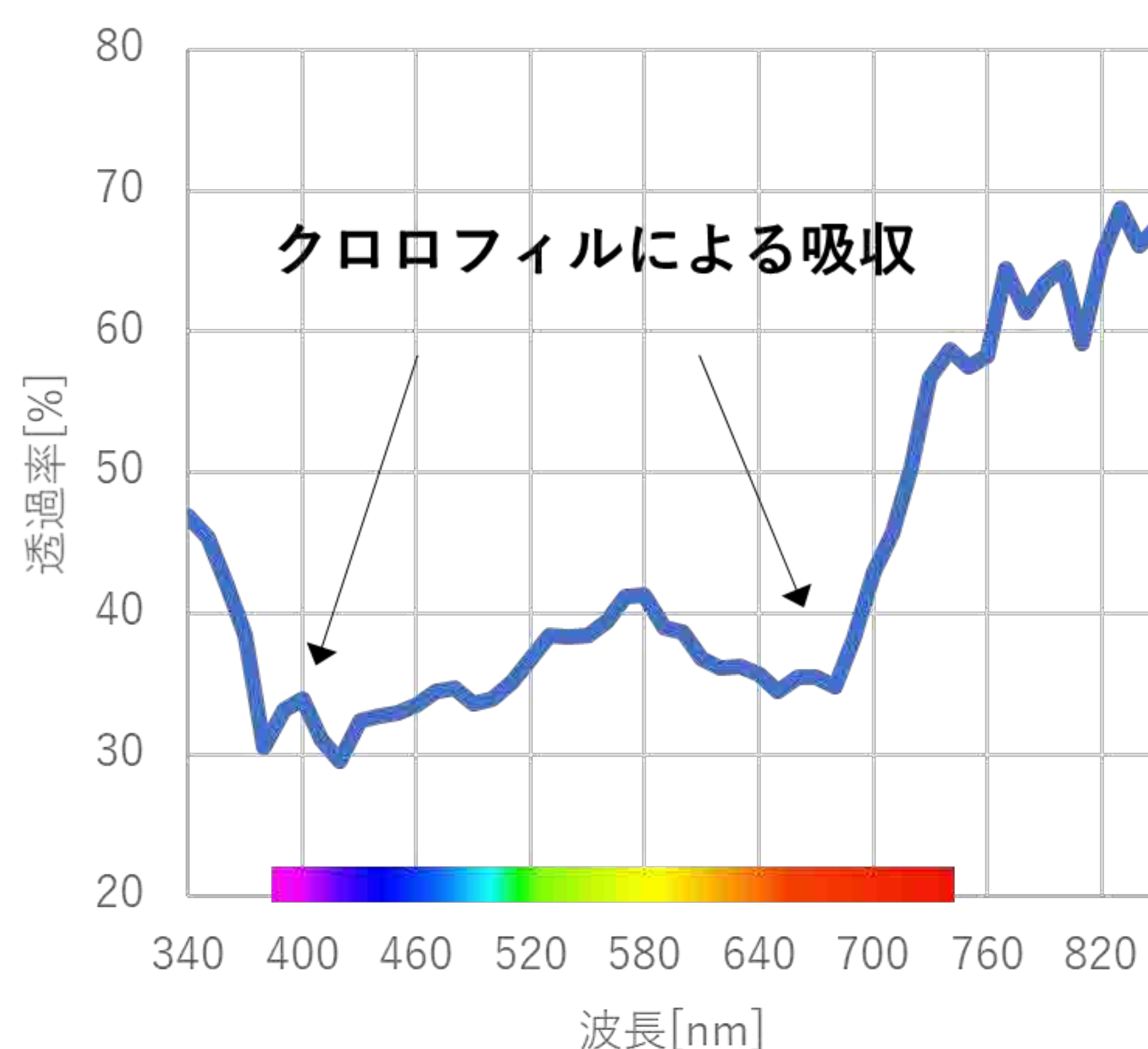


図2 試作した装置による測定結果

応用範囲

現在取り組んでいるハウス内の光環境測定とナスの生育情報の関連性を明らかにすることで増収技術開発への貢献が期待できる。

さらに、植物種やハウス内環境に応じたシステム設計を行うことで、ナス以外の植物情報への応用も可能である。

今後の展開

ナスを用いた実証実験を完了次第、他の植物への展開に向けた測定システムの改良を行う。ナス表面の光反射率を測定することで水分量を推定できるシステムの構築に取り組む。



高知工科大学
KOCHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185
高知県公立大学法人 高知工科大学 研究連携部 IoT推進事務室
TEL:0887-53-9065 E-mail: iop@ml.kochi-tech.ac.jp

農業分野における深層学習の応用例

高知工科大学 情報学群 教授 吉田 真一
助教 四宮 友貴

研究概要

本研究室では、施設園芸分野における生育予測に関するAI技術の応用に取り組んでいる。AI技術の一つである深層学習に注目し、実用段階の課題である「モデル構築用データを用意するコストの高さ」について、「半教師あり学習」や「敵対的生成ネットワーク」を応用した課題解決を行っている。

半教師あり学習

深層学習モデルを構築する際、入力データと対応するラベル情報（教師データ）が大量に必要である。多くの場合、教師データは人手により与えられるため、大量のデータを用意する際に人手コストの高さが問題となる。とくに画像から果実の位置検出を行う場合、ある画像に対して各果実の座標情報が必要となり、画像一枚あたり30分程度の作業コストが発生する。そのため数百・数千データを用意するのは非現実的である。本研究では8枚のラベル有りデータにより構築した「教師モデル」の検出評価値が38.1%に対して、168枚のラベル無しデータを活用した「生徒モデル」の検出評価値は70.6%と改善した。

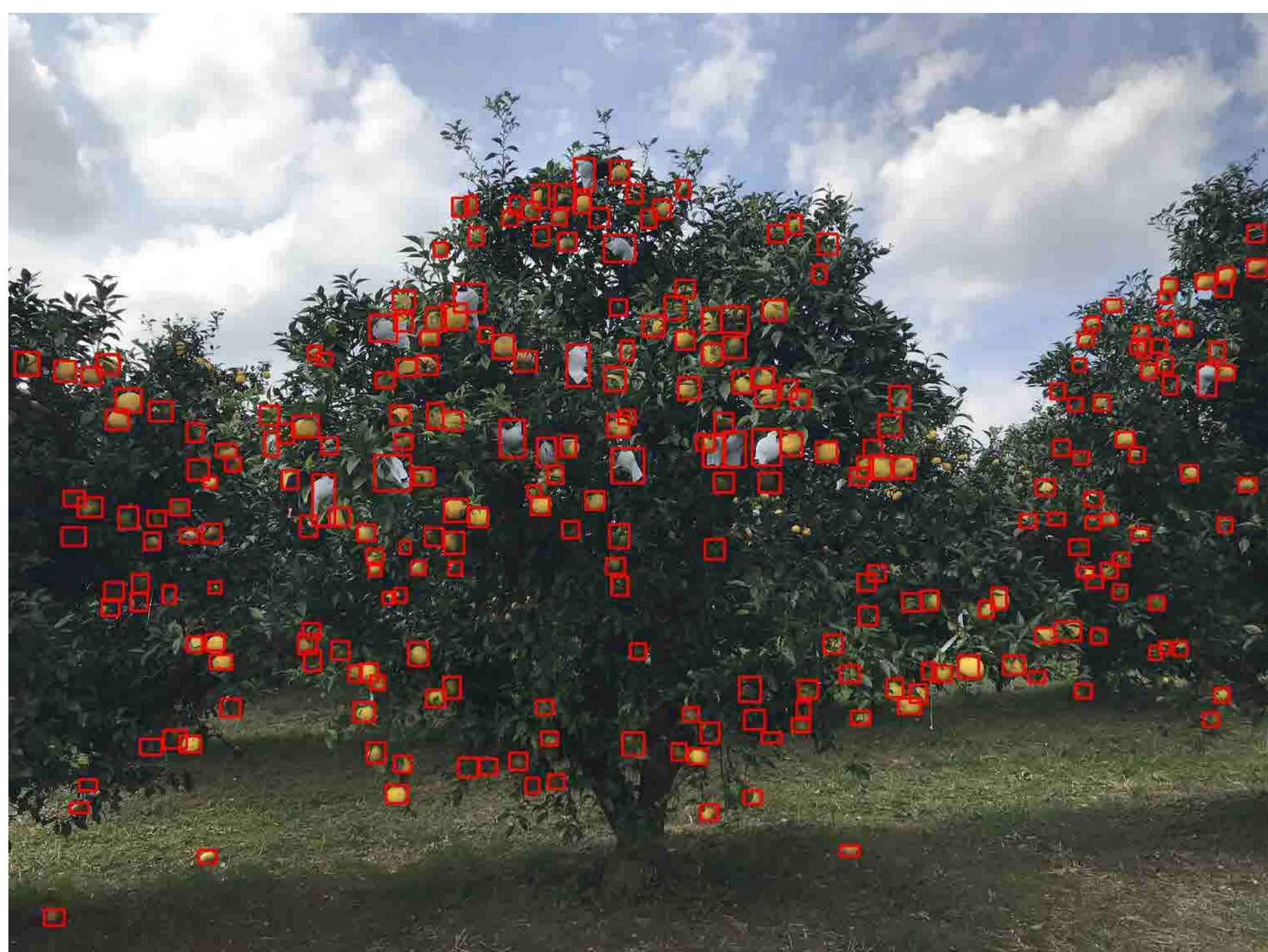


図1 座標ラベル例（画像あたり百数十個程度）

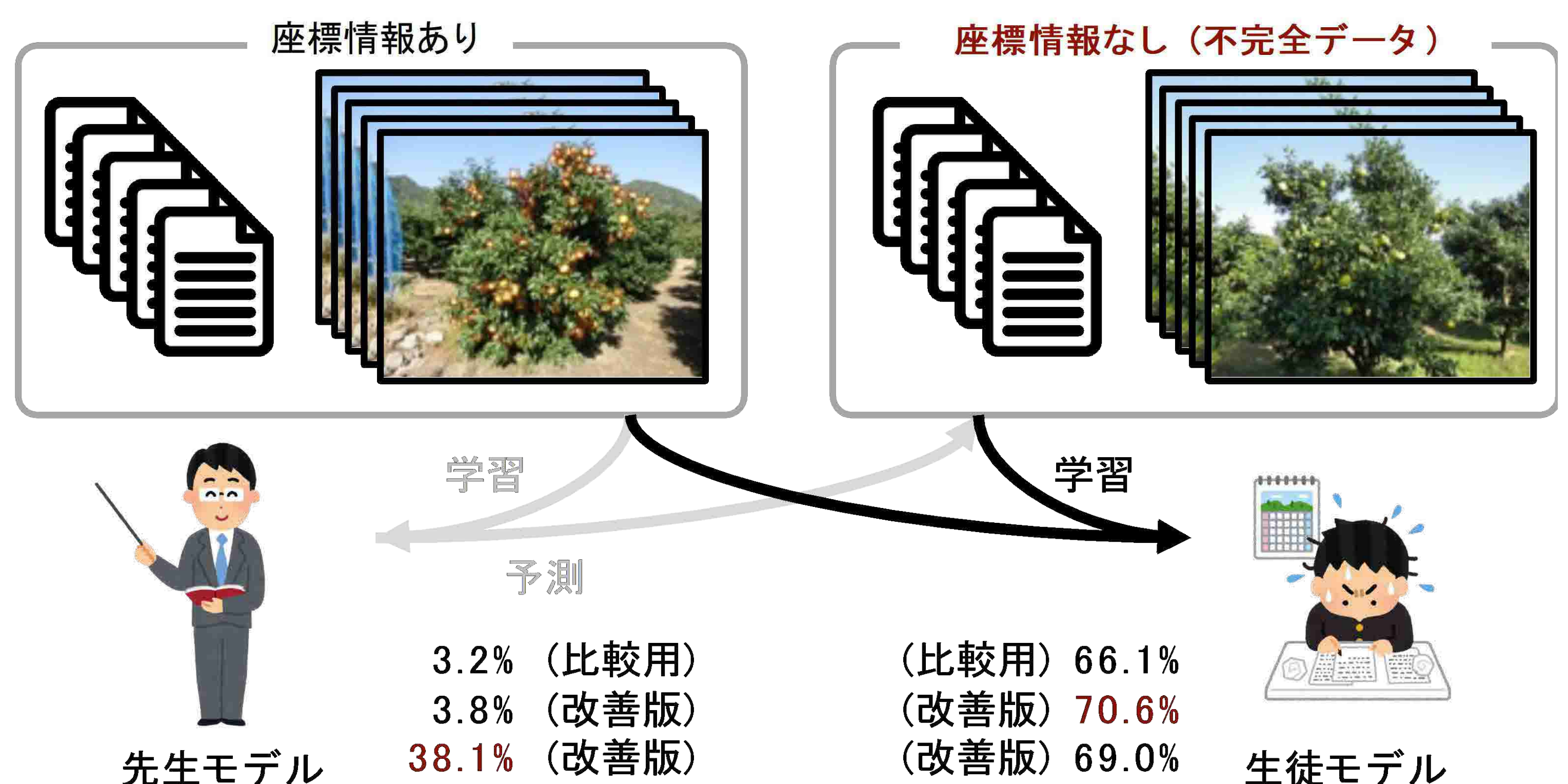


図2 ラベル無しデータの活用例

敵対的生成ネットワーク

人工的に画像データを生成する方法として敵対的生成ネットワーク（Generative Adversarial Network: GAN）がある。この手法を応用し、教師データを人工的に生成することで深層学習モデルの検出性能向上を目指す。具体的には、果実マップからの教師データ生成、および、異なる作物間でのデータ変換によりラベル情報を共有する教師データの活用などに取り組んでいる。

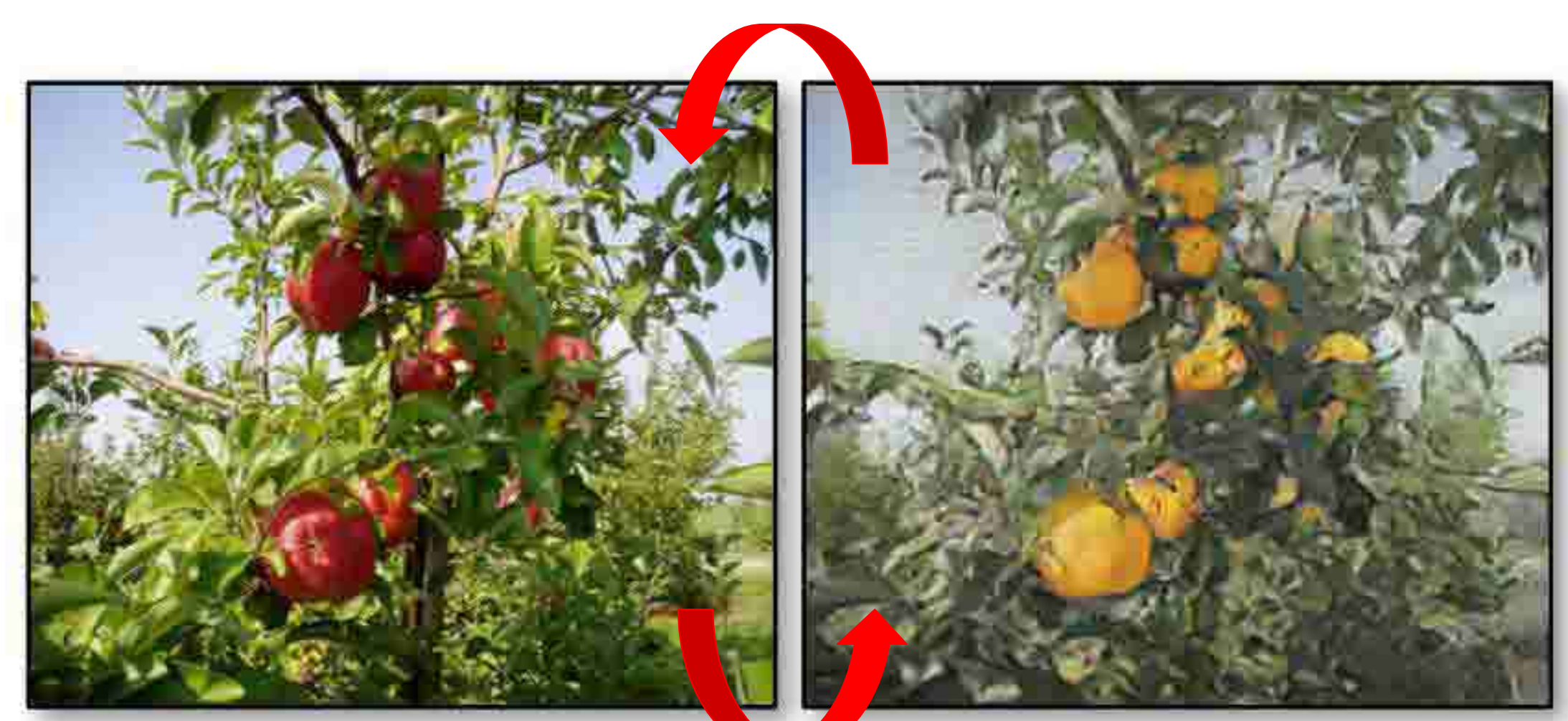


(a) 生成元マップ

(b) 生成画像

(c) 生成元の実画像

図3 GANによる画像生成



(a) apple

(b) orange

図4 GANによる異なる作物間の相互変換

[source: <https://arxiv.org/pdf/1703.10593.pdf>]



高知工科大学
KOCHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185
高知県公立大学法人 高知工科大学 研究連携部 IoT推進事務室
TEL:0887-53-9065 E-mail: iop@ml.kochi-tech.ac.jp

健康増進・医療・介護ロボットから 創造力育成ロボットと省力化ロボットへ

高知工科大学 総合研究所・システム工学群 教授 王 碩玉

研究概要

社会の少子高齢化につれて、高齢者の健康・医療・介護は安心して幸せな生活を送るための重要な課題である。また、出生率の低迷により労働力不足は益々深刻になっている。

高知工科大学知能ロボティクス研究室では、ロボット工学の知識を生かして、次の6種類のロボットを開発している。①健康状態の維持・増進を目的とする健康増進ロボット、②機能回復を目的とするリハビリテーションロボット、③障がい者や体弱高齢者の介護を目的とする生活支援ロボット、④創造力開発を目的とする創造性育成ロボット、⑤省力化を目的とする自動搬送ロボット、⑥省力化を目的とする農業用ロボット。

農業用ロボットの開発

⑥省力化を目的とする農業用ロボットについて、花卉定植ロボットとニラ出荷支援ロボットの開発に取り組んでいる。農業用ロボット開発の難点は、農作物は柔らかく傷つきやすいので取り扱いが難しいことと、大きさや形状・色が多種多様なので認識が難しいことにある。

ニラ出荷支援ロボット

簡易型「そぐり機」でニラの根元の袴（はかま）や土など除去する。その後、画像処理により良否判定を行い、コンテナに分別する。



図1 ニラ出荷支援ロボット

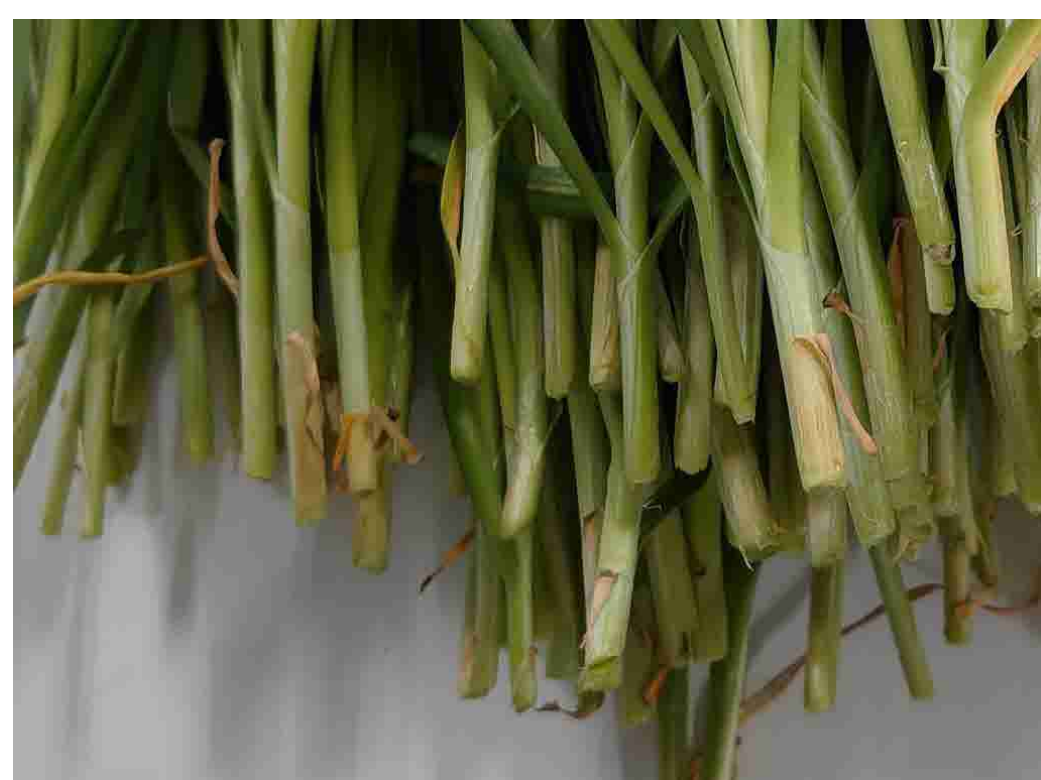


図2a そぐり前のにら



図2b そぐり後のにら

花卉定植ロボット

カメラからの画像情報により畝（うね）を認識しながら畝に沿って自走。定植は全自動で苗の取り出しから植え付けまで行う。



図3 花卉定植ロボット

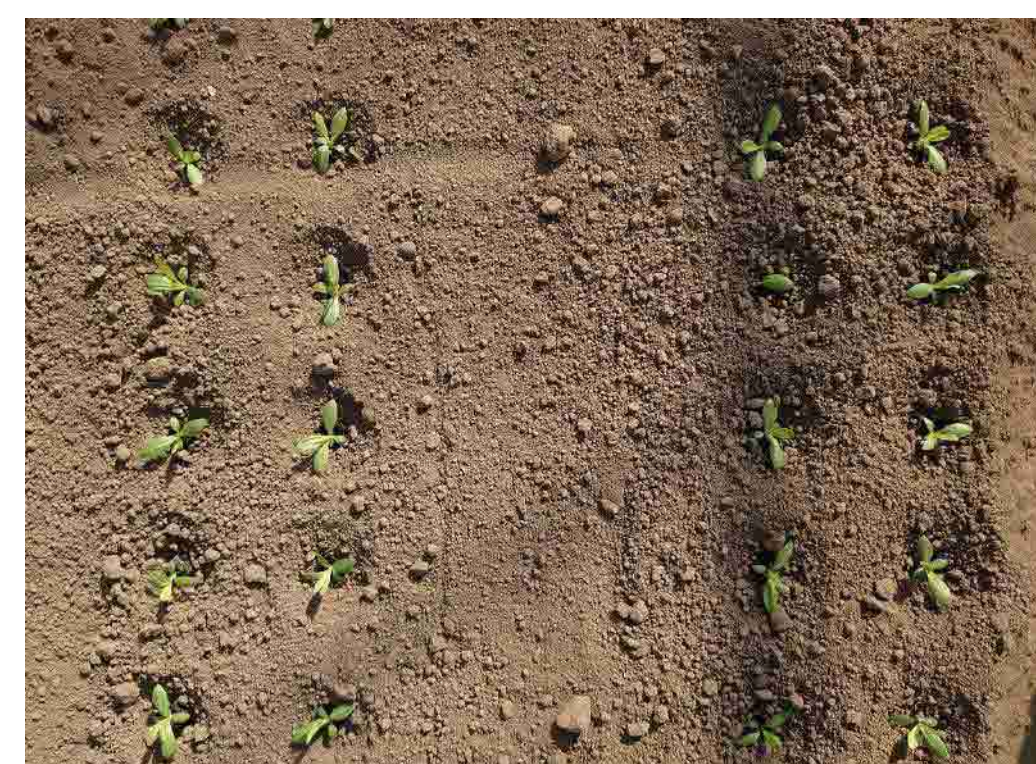


図4 定植された結果(成功例)



図5 定植された結果(失敗例)



高知工科大学
KOCHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185
高知県公立大学法人 高知工科大学 研究連携部 IoT推進事務室
TEL:0887-53-9065 E-mail: iop@ml.kochi-tech.ac.jp

赤外線カメラを用いたピーマンの果実認識

高知工科大学 システム工学群 教授 岡宏一

研究概要

・背景と目的

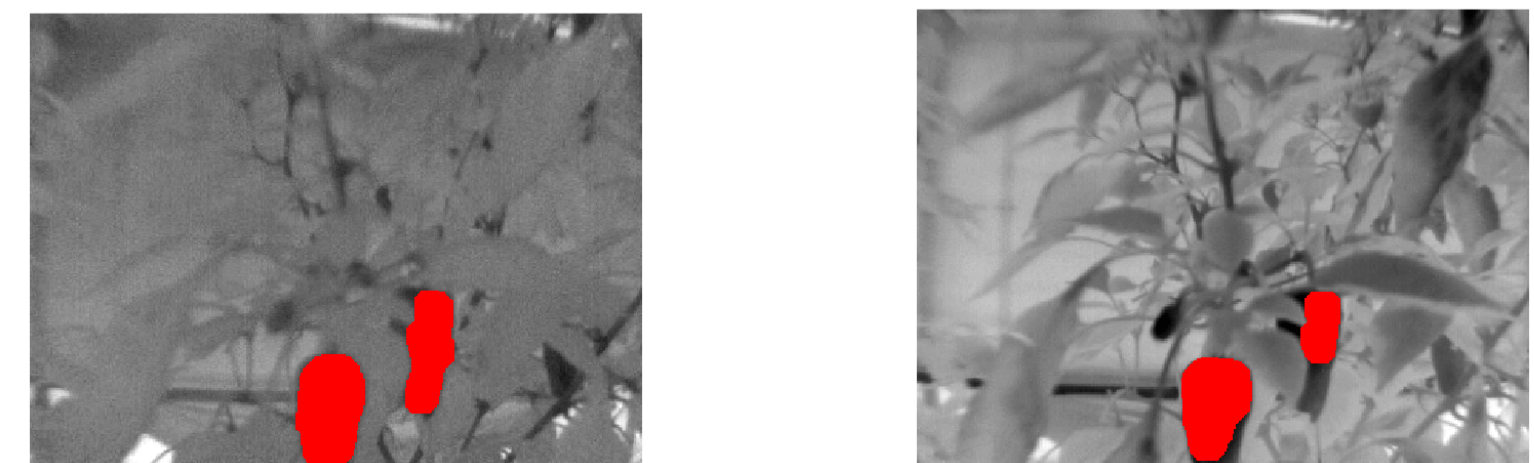
背景…農業従事者の高齢化及び人口減少
農作業における収穫作業の負担大

↓ 農作業の効率化

ピーマン自動収穫ロボットの開発を目的とする
…認識機能、移動機構、マニピュレータ等が必要

・画像処理による果実の認識

ハウスの温度を基準とした適切な温度範囲でのしきい値処理やモルフォロジー変換等の手法を用いて画像処理を行うことで果実を判別する。



0:06 図3 画像処理結果 11:00

応用範囲

色による判別が難しい農作物の認識

・ハウス内での赤外線カメラを用いたピーマンの撮影

ピーマンは葉と果実の色や形状が近いことから色での判別は難しい。ピーマンの葉と果実の熱容量の違いや植物の蒸散作用により温度差が発生することに着目し、ハウス内において遠赤外線カメラで撮影することで**温度による果実の認識**を行う。

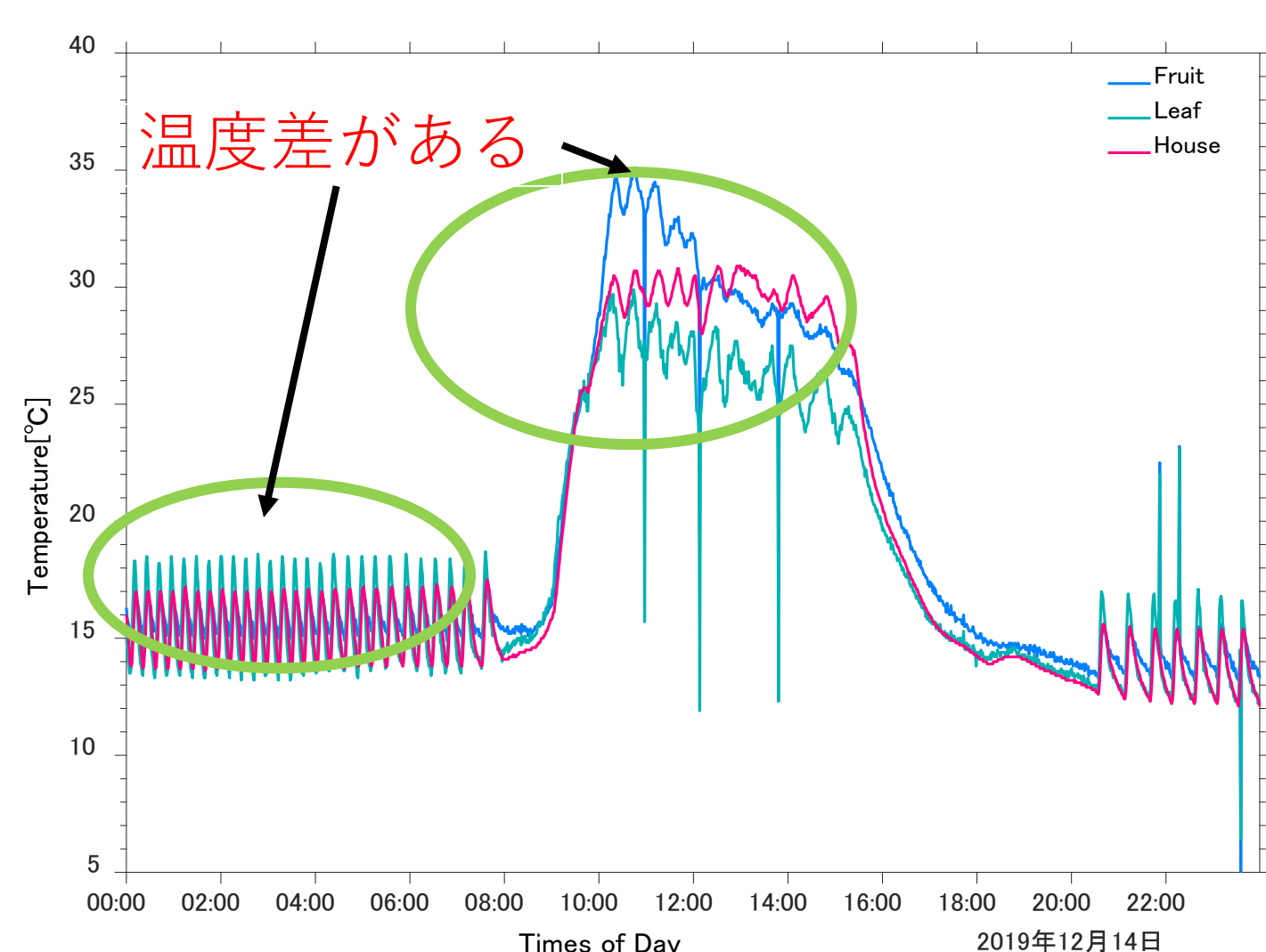


図1 果実、葉、ハウスの温度

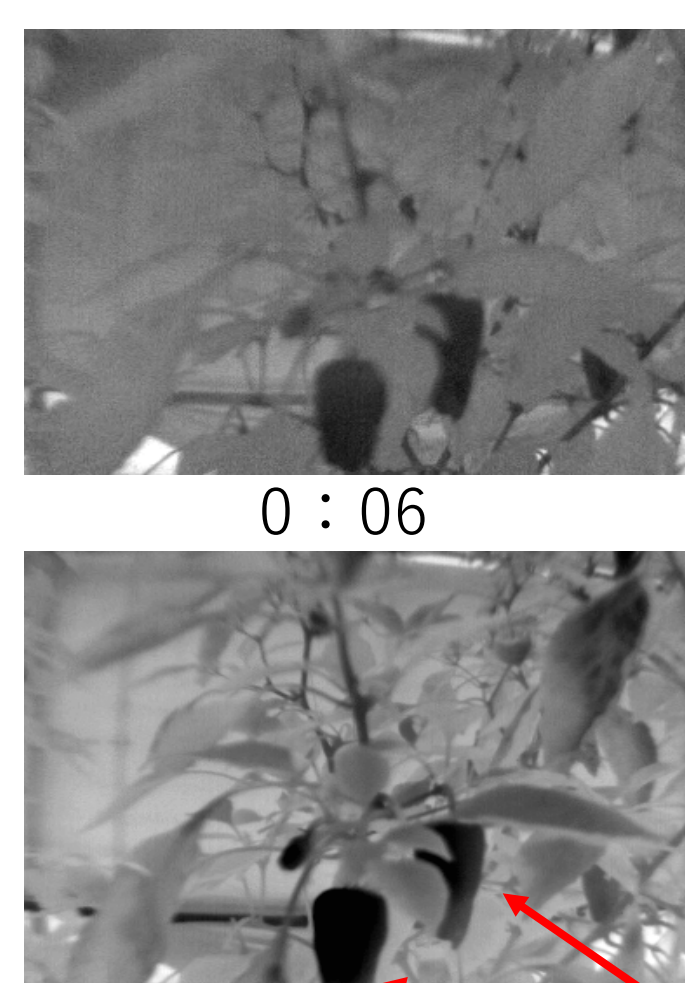


図2 赤外線画像 果実

・画像処理結果の評価

画像処理中のしきい値処理の際の温度範囲を自動で推定する必要がある。推定方法を考察するために画像処理結果の評価を行う。

評価指標 … 検出したピクセルの数で評価する

- ・再現率 (Recall) … 対象物以外を検出していないか(誤検出の評価)
- ・適合率 (Precision) … 対象物を検出できているか(見逃しの評価)
- ・F値 (F-Measure) … 再現率と適合率の調和平均
小さい方の指標に近い数値になる。
この値が高くなるのが理想的。

時間	ハウス内温度(°C)	しきい値の温度範囲(°C)	再現率(%)	適合率(%)	F値(%)
0:06	13.8	13.3 ~ 15.3	93.5	93.5	93.5
11:00	30.9	28.4 ~ 28.9	100	54.0	70.1

表1 評価結果

評価結果とハウス内の環境データ（湿度や照度）をもとに、しきい値の推定方法を検討したい。

今後の展開

図4の二輪独立ステアリング自律駆動ロボットや、図5の伸縮機構を持つ柔軟マニピュレータと統合して、自動収穫ロボットの開発を行う。

・二輪独立ステアリング自律駆動ロボット

前後の車輪を一輪ずつとし車体の幅を小さくすることで**畝間の狭い農地でも走行可能なロボット**。それぞれの車輪を独立して制御することで旋回半径を小さくすることが可。

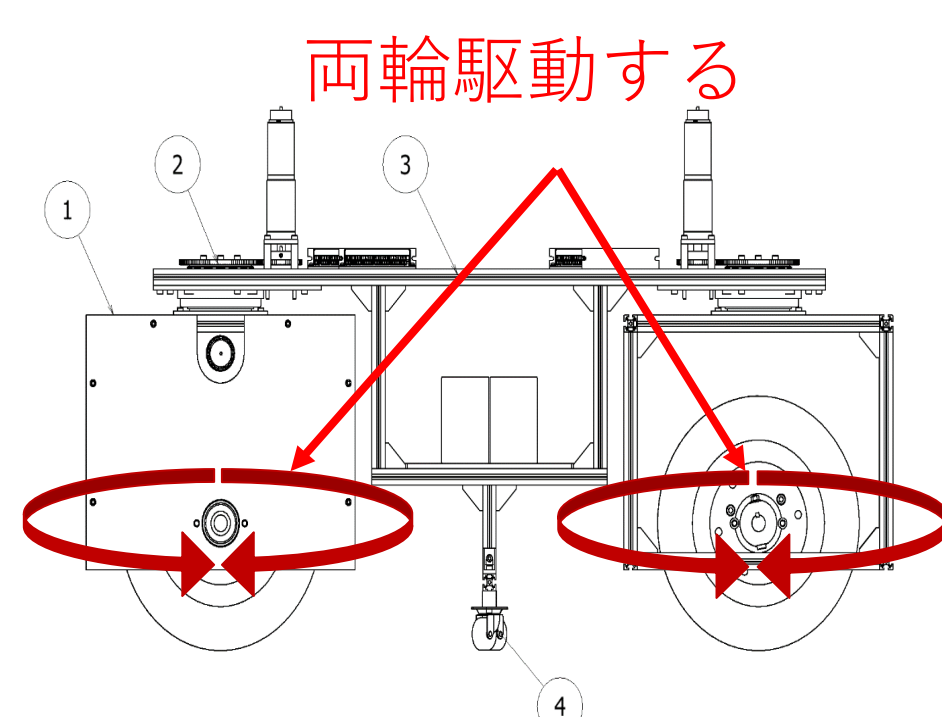
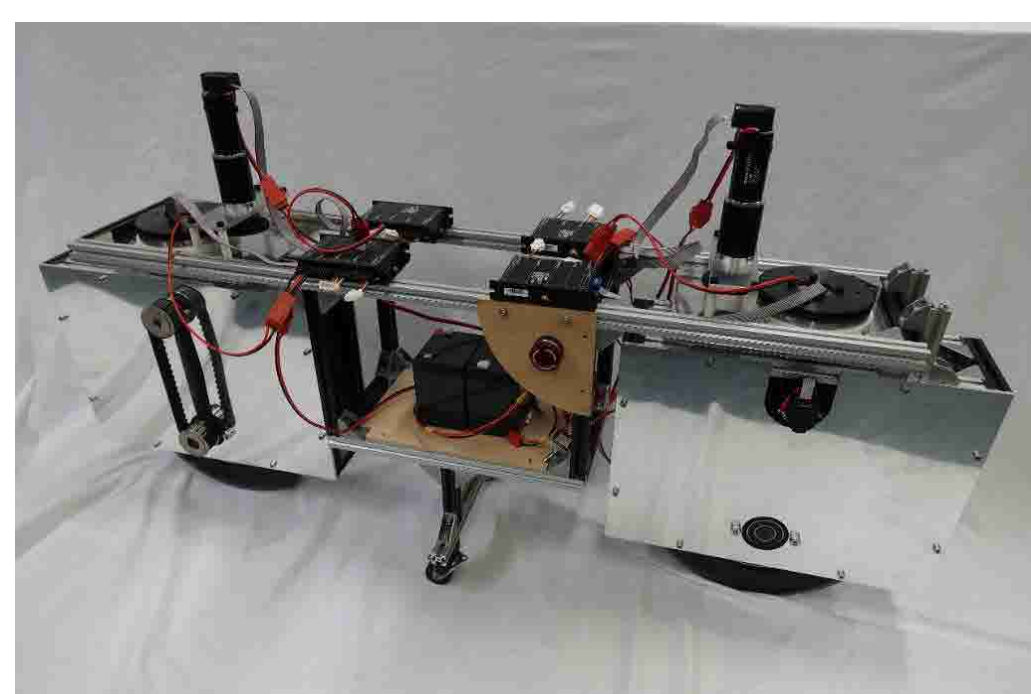


図4 駆動ロボットの見取り図と試作機



・伸縮機構を持つ柔軟マニピュレータ

コイルばねとワイヤー等の柔軟な素材を用いることで**人間の近くでも比較的安全に作業可能なマニピュレータ**。ワイヤーの巻き取りを行うことでばねの伸縮及び屈曲の動作を行う。

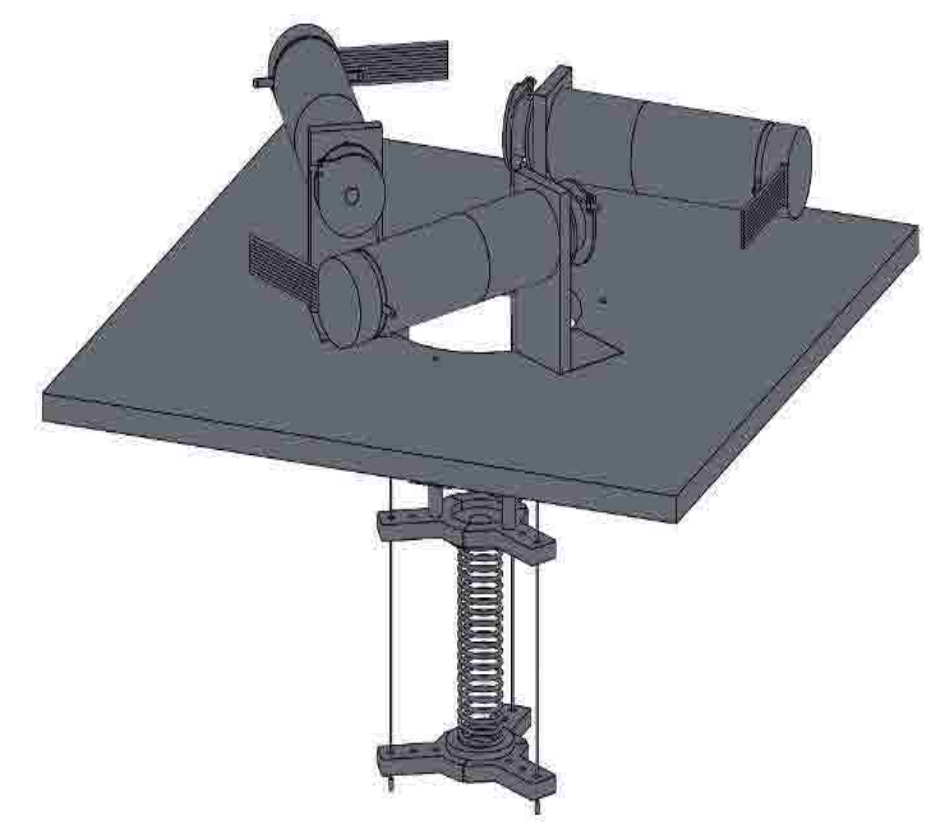
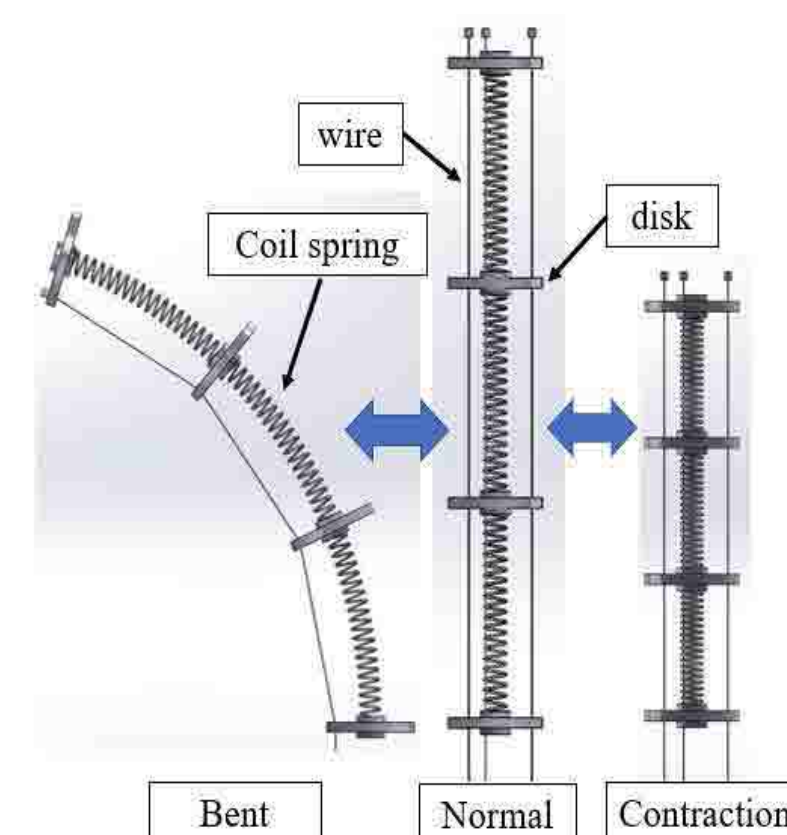


図5 機構のイメージと試作機のモデル



高知工科大学
KOCHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185
高知県公立大学法人 高知工科大学 研究連携部 IoT推進事務室
TEL:0887-53-9065 E-mail: iop@ml.kochi-tech.ac.jp