

別紙5 研究期間全体を代表する研究成果

別紙5-1 開発技術体系の概要

技術体系名：中小規模施設のUECSによるスマート化で地域活性化

試験研究計画名：UECS プラットホームで日本型施設園芸が生きるスマート農業の実現

研究代表機関名：学校法人 近畿大学

技術体系の概要：

南北に長く、標高差の大きな国土は、多彩な気候気象資源を有する。この資源価値増幅装置である温室・ハウスを巧みに操り、各地の個性豊かな園芸作物の一層の高収益生産を実現するために、ICTで環境計測制御するスマート農業の実践が欠かせない。地域の中小規模施設に導入し得る環境計測制御システムを開発・実証し、施設園芸生産戦略を達成して地域活性化を目指す。

技術体系の特質：

日本の園芸施設面積の9割以上を占める各地の中小規模施設に導入し、持続的利用と増益を達成するために、ステークホルダーを限定しないオープンプラットフォームの採用と、機器導入コストの低下が重要である。そこでユビキタス環境制御システム(UECS)プラットフォームを採用し、最低1割程度の増益で償却可能な導入コストの機器と、フリーソフトを開発した(<https://smart.uecs.org/>)。

技術体系の経営評価：

中小規模施設で約60～98万円の機器導入コストになった。この体系を、宮崎県、山口県、岡山県、香川県、神奈川県、埼玉県の、イチゴ、トマト、キュウリ、スイートピーの生産者施設で実証試験し、イチゴで13～20%、トマトで7～10%、キュウリで16%、スイートピーで385%(11月期)・11～16%(3月期)増収し、各作物で10～60%の燃料消費削減を確認した。

技術体系のターゲット：

地域の持つ各種資源を活用した特産物の施設生産を行う、10～30 a程度の中小規模施設を有する個人経営体やこれを複数擁する組合等。新規就農・放棄施設の再利用・省力化による生産規模の拡大や産地化、または、高度環境制御による作期の拡大・品質(単価)向上・増収・病虫害の軽減・省エネを目指す経営を実践するツールとしての利用。

技術導入に当たっての留意事項：

本体系は、技術情報を公開して汎用部品と低コストセンサの組み合わせで自作・自設も可能にし、システム導入生産者が目の届く範囲でまめに手をかけられる中小規模施設で活躍するように設計されている。百台以上の機器が稼働する大規模施設への導入では、コストは低くなるものの、保守点検にかかる人件費などの維持管理コストは逆に大きくなり、利点が少ないと思われる。

図、表、写真：

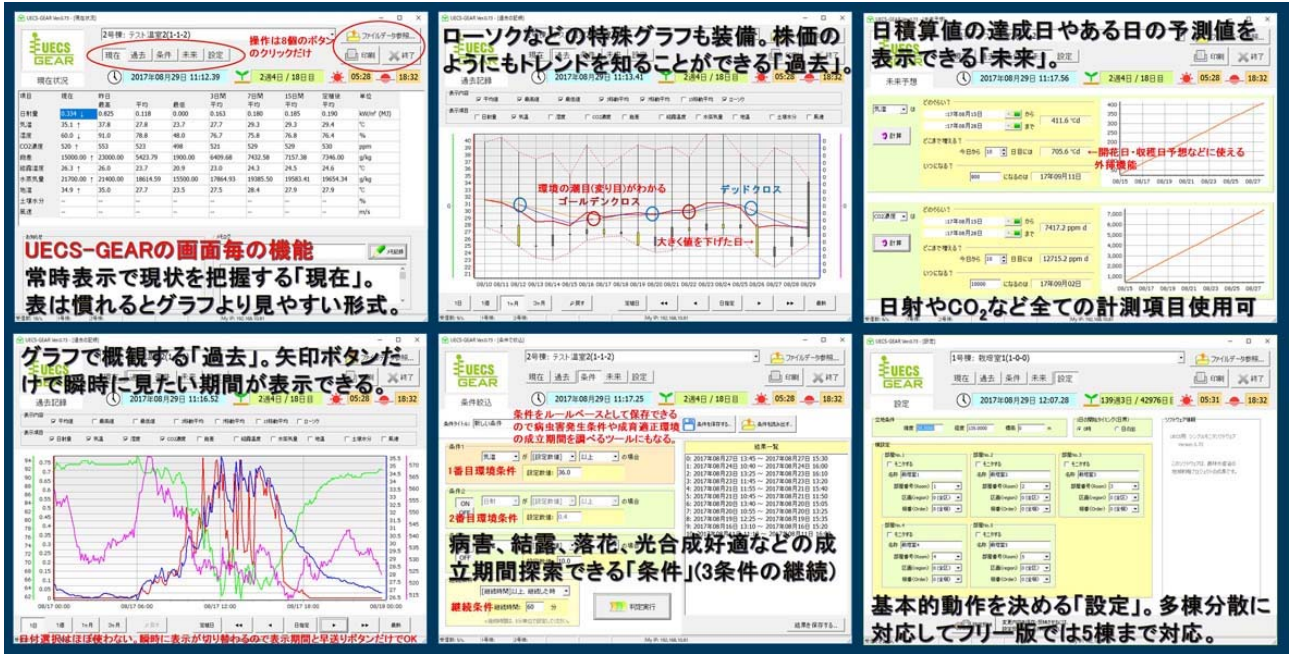


図.1 環境データの記録・解析フリーウェアのUECS用モニタソフト(UECS-GEAR)動作画面例



写真1 山口県イチゴ地床生産施設への導入状況

(自作の本体系による機器を多棟施設に設置し、CO₂施用、変温管理などの複合環境制御を実現)



写真2 神奈川県トマト養液栽培生産施設への導入状況

(都市近郊中規模生産施設の本体系による環境制御システムのリニューアルを行い、UECSに対応した高度環境制御を実現)



写真3 岡山県スイートピー生産施設への導入状況

(ヒートポンプを利用した落着抑制環境制御を主体とした高度環境制御を本体系の導入により実現)

別紙5－2要素技術の概要(1)

研究開発の成果の名称：UECS と低コスト汎用基板による高度環境計測制御の実現

試験研究計画名：中小規模多棟分散施設の統合的環境計測制御に適合したシステムの実証

研究代表機関名：学校法人 近畿大学、株式会社 ワビット、農研機構 西日本農業研究センター

研究開発の成果・開発技術の概要：

日本の園芸施設面積の9割以上を占める中小規模施設に導入し、持続的利用と増益を達成するIoT指向の高性能低コスト環境計測制御システムを提案した。製造会社の撤退リスクをUECS オープンプラットホームとUECS 準拠各種アプリケーションソフトウェアの採用で補償し、システムの永年の持続性を高めた。また、低コスト汎用コンピュータ基板の採用と市販汎用部品の採用で、ハウスを自己建設するが如く生産者による自作も可能な設計にすることにより低コスト化を達成し、大規模施設向け環境制御システムの約10分の1の導入コストで高度環境計測制御を実現した。

研究開発の成果・開発技術の経済性：

本要素技術を採用した環境計測制御システムは、設置・配線工事を除いて、床面積20 a程度までの中小規模施設で約60～120万円で導入できる。20～30 aの施設野菜作農家の平均年間農業粗収益は756万円(2014)であるので、高度環境制御により約1割増益できれば、僅か1～2年で導入コストを償却できる。

図、表、写真：



写真1 低コスト汎用基板のRaspberry Piを使った低コストUECS環境制御システムの中小規模施設への設置例

(埼玉県の局所CO₂施用を導入したトマト作施設(10 a)への導入例)



写真2 本研究で開発されたUECS準拠アプリケーションソフトウェアである制御ロジック開発ツールの動作画面例

(パソコンの画面で部品を繋いで自由に各種の環境制御を実現する。山口県の試験場で自動灌液制御に使用しているところ。アプリは無保証フリーウェアとして配布されている。)

別紙5-2 要素技術の概要(2)

研究開発の成果の名称：ICT 活用型の環境制御コントローラ YoshiMax

試験研究計画名：環境制御機器の ICT を活用したリニューアルとその有用性の検証

研究代表機関名：国立大学法人 岡山大学、株式会社 三基計装

研究開発の成果・開発技術の概要：

市販の施設栽培用の環境制御コントローラを UECS に準拠させ、最新の制御ロジックで動作可能なリニューアルをおこなった。試作段階にあったコントローラ YoshiMax を、換気窓などを含めて UECS に完全準拠とし、燃焼式および純ガス式 CO₂ 施用両方式の CO₂ 施用を効率的に実施可能となるよう改良を行った。新たに実装した CO₂ 制御は日射量が大きいときには施用濃度を高めに設定できる、局所施用にも適した制御方法である。また、ヒートポンプの制御にも対応した。開発したコントローラは UECS の通信文で遠隔操作することや複数のコントローラ同士でセンサ情報を共有することが可能で、導入することで低コストに高度な環境制御を実現可能であると考えられる。

研究開発の成果・開発技術の経済性：

UECS に準拠しているため、フリーのモニタリングソフトウェアを利用可能であり、モニタリングにかかる経費を大幅に削減できる。また、低コストの CO₂ センサは一般的に測定値のずれが発生するが、安定性の高い CO₂ センサを導入しているためメンテナンスのコストも軽減できる。

図、表、写真：



図1 開発した環境制御コントローラ YoshiMax.

左側のボックスにマイクロコンピュータが搭載されており、右側の制御盤と連携して環境制御を実施する



図2 YoshiMaxにブラウザからアクセス時の表示画面.

YoshiMaxではブラウザで環境制御に関する設定を実施する.

別紙5-2 要素技術の概要(3)

研究開発の成果の名称：UECS を活用した効率的な CO₂ 施用によるキュウリ増収技術

試験研究計画名：UECS プラットホームで日本型施設園芸が生きるスマート農業の実現

研究代表機関名：宮崎県総合農業試験場

研究開発の成果・開発技術の概要：

宮崎県は温暖な気候であるが故に、日中のCO₂施用時のハウス換気が効率的なCO₂施用の妨げになっている。そこで、宮崎県の施設キュウリ栽培の主体である中小規模ハウスを対象に、ICTを活用した低コストUECS制御機器とCO₂施用機を導入し、日射量とハウス換気程度に対応した効率的なCO₂施用を行った。

本技術の導入により、曇雨天日の目標CO₂濃度、晴天日の換気無、換気小、換気大の条件に応じた目標CO₂濃度の設定が可能になり、無駄が無く、効率的なCO₂施用が可能になった。また、キュウリの現地実証ほ場における実証の結果、技術未導入のほ場に比べ、収量が15%、収益が11%増加した。

研究開発の成果・開発技術の経済性：

本技術の導入による15%の増収により10aあたりの粗収益は964千円増加した。一方で、導入コストは306千円であり、年間で10aあたりの収益は659千円(11%)増加した。

3G回線用の3GUSB Dongglの活用により、高性能のモバイルルーターに比べ、導入コストを74千円(86%)低減できた。

図、表、写真：

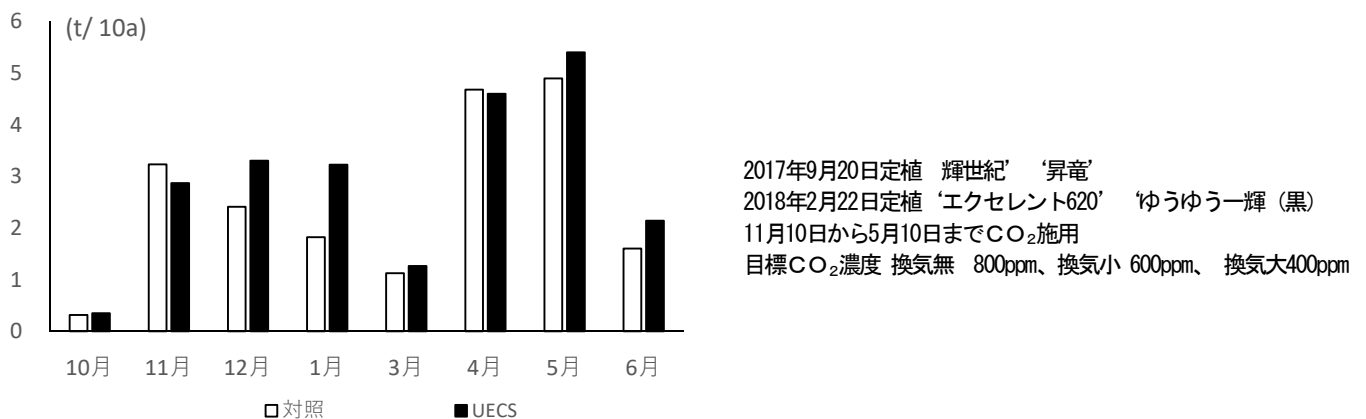


図1 キュウリ技術未導入ほ場と技術導入ほ場の月別10aあたり収量

表1 キュウリ現地実証ほ場における経営試算 (千円)

		対照	UECS	増減	比(%)
粗収益	前作	3,253	3,982	730	
	後作	2,684	2,919	235	
	全体	5,937	6,901	964	116
技術導入コスト	環境制御機	0	140	-140	
	イニシャル CO ₂ 施用機	0	40	-40	
	通信費	0	12	-12	
	ランニング 灯油	0	71	-71	
	通信費	0	43	-43	
粗収益-技術導入コスト		5,937	6,596	659	111

・UECS環境制御機、CO₂施用機は原価償却費7年で試算

・灯油709L@100

別紙5-2 要素技術の概要(4)

研究開発の成果の名称：山口県のイチゴ生産体系での UECS 導入実証

試験研究計画名：イチゴの大規模ハウス群の UECS 統合環境制御による高効率・省力生産体系の構築

研究代表機関名：山口県農林総合技術センター、株式会社ワビット

研究開発の成果・開発技術の概要：

山口県山口市の大規模ハウス団地（株ベリーロード、5.4 ha）では、社員らがDIY制作し低コストに導入したユビキタス環境制御システム（以下：低コストUECS）を活用して、ハウス内温度および灌水管の適正化を図り、10 a 当たり約 1 t の増収効果を得た（図1）。前後 2 kmにおよぶ大規模ハウス団地各所の環境情報‘見える化’を、2.4 Ghz 帯 Zigbee 無線通信技術を適用して集約監視可能とした。これら情報は専用クラウド空間に保管され、就業者らの携帯端末でも確認できる。さらに、社員用業務アプリに環境計測情報と警報情報を連携する仕組み（図2）を付加することで、利便性を高めた。

研究開発の成果・開発技術の経済性：

イチゴの 10 a 当たり約 1 t の増収効果は、少なくとも 10a 当たり 100 万円に相当する。これに対し、実証ハウス（17 a）に導入した低コストUECSのコストは、関連機器（ハードウェア）合計は約 60 万円、クラウド・通信費用合計約 5 万円/年であり（株ワビット調べ）、導入初年度より高い採算性を発揮できる。

図、表、写真：

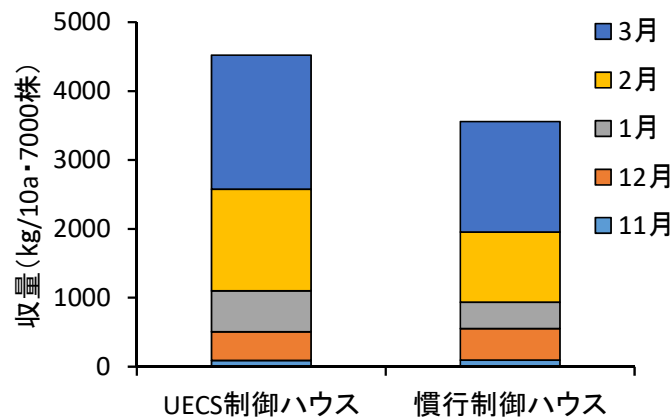


図1 実証地ハウスの収量 (2017 年作)

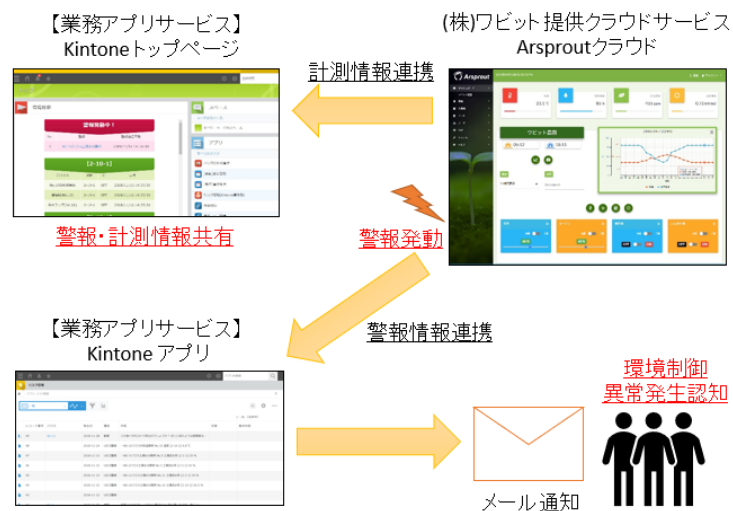


図2 社員用業務アプリと環境計測情報・警報情報の連携