

研究成果報告書

研究開発課題名	花木類生産・流通におけるICT利用自動化システムの開発
研究総括者	東京大学大学院工学系研究科
研究開発組合	株式会社オネスト、株式会社前川製作所、東京大学大学院工学系研究科・機械工学専攻、広島バラ園
試験研究機関	東京大学大学院工学系研究科・機械工学専攻

1 事業の実施内容

1. 1 事業の背景及び目的

近年、新たな食料・農業・農村基本計画を踏まえ、農業の構造改革の加速化に資する効率的・効果的な事業の実施を一層促進するために、新技術の開発が強く求められている。

従来の農業においては、農業機械の技術の著しい進歩によって農作業の自動化が促進されてきた。しかし、少子化問題等による農業従事者の高齢化や人手不足は深刻な問題であり、システム化による更なる自動化・省力化は必須課題である。農業分野における国際競争力強化や食料自給率の改善のためにも効率的・効果的な管理に資する技術は、今まさに求められているものである。今回研究開発を実施したい技術は、対象となる研究開発課題のうち「⑧効率的、効果的な計画・設計・施工・管理に資する技術」のなかで「効率的・効果的な管理に資する技術」を研究開発しようとするものである。具体的には「鉢苗自動給水システム」、「病虫害発生アラームシステム」、「農作物電子カルテシステム」であり、日本が国際的競争力を有するユビキタスネットワーク技術と、新規開発の自動給水や病虫害発生に関するデータベースを組合せて農作物生産の省力化、高品質化、環境負荷の低減等を実現し、この技術の啓発普及を行うことにより農業農村整備事業を一層効率的に推進することを目的とする。

農作物土耕栽培の基本作業として給水・施肥等があげられるがほとんどの農作物生産において給水は作業者のカンと経験によっておこなわれているのが実情であり、その年の降雨状況に依存して農作物の生育に大きな影響がでているのが現状である。

このような状況を改善するための研究は色々行われてきたが、生産規模の小さな営農者が容易に利用可能で安価な自動給水システムは存在しなかった。また従来は自動給水というとタイマーにより決まった時間に一定の水分量を与えるといったものが主流であったが、施すべき給水量は、温度、湿度、土壤水分等の環境条件や生育状態に応じて、また栽培する農作物や品種に応じて適切な値が変化することが知られている。今回提案する自動給水システムでは、その農作物の生育に最適になるような水分量を自動的に施すような制御を行う。

現代の農業では、病虫害などによる農作物の収量や品質の低下を防ぐため、いろいろな化学農薬が使用されている。特に我が国は湿潤な気候条件にあり、病害や害

虫の発生が多く、品質の良い農作物を安定的に消費者に届けるために病虫害対策がどうしても必要である。平成 3-4 年に日本植物防疫協会の主導で実施された、「農薬を使用しないで栽培した場合の病虫害などによる被害調査試験」によると、化学農薬を使用しない場合は、水稻では収量で 20～50%の低下、リンゴの試験では無農薬区において 100%ないしそれに近い収量・出荷減、キャベツでも 25～75%の減収率が報告されている。

従来病虫害の防除方法として、予防効果のある農薬を何度も散布したり病虫害被害が発生してから治療用農薬を散布することが行われてきた。病虫害の発生にも温度、湿度、葉面結露等の環境要因が大きく影響していることが近年の研究で知られている。今回提案する病虫害自動アラームシステムでは、リアルタイムに計測される環境情報を記録し病虫害発生 of データベース化を図るとともに、データを自動解析することにより、病虫害の発生条件を自動検出し、病虫害の適切な予防・防除を支援するものである。

また従来鉢苗で生育が不良であったり、給水のための散水バルブ系の故障がある場合には、発見されずに鉢苗が枯れて商品ロスが発生する場合があった。農作物電子カルテシステムでは、鉢苗自動給水システムと連携して、鉢苗の土壤水分吸収を常にモニターすることにより、苗が水分を吸収しなくなる等の異常な兆候が発生した場合には、自動的に場所と ID を作業員にアラームメールで送信し、適切な処置を促す。また散水バルブ系に故障がある場合にも、給水しても水分が供給されないことが検出されるので同様に、作業員にアラームメールを送信して適切な処置を促す。またすべての鉢苗の環境条件や土壤水分をリアルタイムに測定・記録することにより、農産物生育環境のデータベース化を図り各種の農作物の最適生育環境の作成に資する。

花木類生産・流通における ICT 利用自動化システム、Smart Gardener System は環境計測・制御を実行する複数のセンサーノードとそれらを管理する施設管理サーバ及び以下の 4 つのサブシステムから構成される。

- ①鉢苗自動灌水システム
- ②病虫害発生アラームシステム
- ③農作物電子カルテシステム
- ④ローズコンシェルジェシステム

今回は花木類生産・流通におけるシステムの有効性を確認する。このシステムを構成する①鉢苗自動給水システム、②病虫害発生アラームシステム、③農作物電子カルテシステムはその他の鉢苗生産業、造園業、果実・野菜類の生産・流通においても十分に効果を期待できるものと考えられる。また④ローズコンシェルジェシステムも消費者向けの在庫問合せシステムと考えれば広く利用できるものである。

また今回のシステムを研究開発するにあたり、実用性・可用性を最重要項目として以下の点に重点をおいて開発を行う。

1. コンピューター操作に不慣れな農家の方にも容易にシステムの運用ができること。
2. システムは 24 時間運用で環境条件を観測するが、停電等の電源異常時にも問題

なく連続して稼動できること。

3. システムは誤動作をすることがないように、充分に考慮して設計し、万一異常が発生した場合には、停止できることと容易に復旧できること。
4. ハウス等に設置されるボイラー等の運転時にも、ノイズによる誤動作が発生しないこと。

1. 2 事業の内容及び実施方法

本研究開発では、以下の内容を実施する。

- (1) 小型・低消費電力・低価格無線センサーノードの研究開発
- (2) Smart Gardener System(施設管理サーバ)の研究開発
- (3) 鉢苗自動灌水サブシステムの研究開発
- (4) 病害虫発生アラームサブシステムの研究開発
- (5) 農作物電子カルテシステムの研究開発
- (6) ローズコンシェルジュサブシステムの研究開発
- (7) 実証試験：上記研究開発された Smart Gardener System の機能を広島バラ園において実証試験を行った

1. 3 事業着手時に想定した技術的問題点への対応

技術的問題点	対応
既存のセンサーノードが高価	温度・湿度・照度センサー及び 32 チャンネルの土壤水分検出回路、外部機器 2 系統を制御できる安価な防塵防水仕様のセンサーノードを開発した。量産時価格で 1 台 2 万円以下。電池で動作。無線 LAN を利用して通信を行う。
既存の無線 LAN ネットワークの消費電力が多い	超ローパワーの 16 ビット CPU と世界で最小消費電力の GainSpan 社の無線 LAN チップを使ってセンサーノードを独自に開発した。このセンサーノードを使うと、1 時間に 1 回環境データを測定しても、単 3 乾電池 6 本で 1 年以上の電池寿命を実現した。
既存の土壤水分センサーが高価	数万個の鉢苗土壤水分検出に使える安価な抵抗検知型の土壤水分センサーを開発し、各種の土壌（一般土壌、人工土壌（ウレタン系）、ミズゴケ）等での測定が可能であることを確認した。
バラの病害虫が発生する条件が不明	バラ病害虫の発生状況と環境データ（温度・湿度）を合せて計測し、病害虫発生パターンの DB を作成した。
ハウス内の鉢苗の位置を知る方法がなかった	20m 離れた位置から読み取れる RFID タグを使って、複数のアンテナを回転させながらタグからの RSSI（電界受信強度）を測定することにより、1m 程度の位置精度で、タグの位置を推定するシステムを開発した。
消費者がバラ苗の在庫や多品種のバラのデータを知る方法がない	RFID を使った、在庫管理システムと連動し、消費者がインターネット販売するサイトのバラ品種データを利用できるようにした。

1. 4 事業の実施体制

(1) 研究開発組合内の役割分担

	オネスト	前川製作所	東京大学	広島バラ園
小型・低消費電力・低価格センサーノード	◎	—	—	—
Smart Gardener System	◎	—	—	—
鉢苗自動灌水システム	◎	—	—	—
病虫害発生アラームシステム	○	◎	—	○
農作物電子カルテシステム	○	—	◎	—
ローズコンシェルジュシステム	◎	—	○	○
実証実験	○	—	—	◎

(2) 試験研究機関と研究開発組合の役割分担

	研究開発組合	東京大学
小型・低消費電力・低価格センサーノード	◎	—
Smart Gardener System	◎	—
鉢苗自動灌水システム	◎	—
病虫害発生アラームシステム	◎	—
農作物電子カルテシステム	○	◎
ローズコンシェルジュシステム	◎	—
実証実験	◎	—

1. 5 事業の年度計画と実績

項目	平成 21 年	平成 22 年度		平成 23 年度	
	下期	上期	下期	上期	下期
小型・低消費電力・低価格 センサーノードの研究開発	 				
Smart Gardener System(施設管理サーバ)の研究開発	 				
鉢苗自動灌水サブシステムの研究開発	 				
病害虫発生アラームサブシステムの研究開発	 				
農作物電子カルテサブシステムの研究開発	 				
ローズコンシェルジュサブシステムの研究開発	 				
実証実験			 		

注) は計画、は実績。

1. 6 研究開発の概要、結果、課題等

(1) 小型・低消費電力・低価格センサーノードの研究開発

概要：センサーノードは温度・湿度・照度及び土壌水分検出回路を備える Smart Gardener System の基本モジュールである。

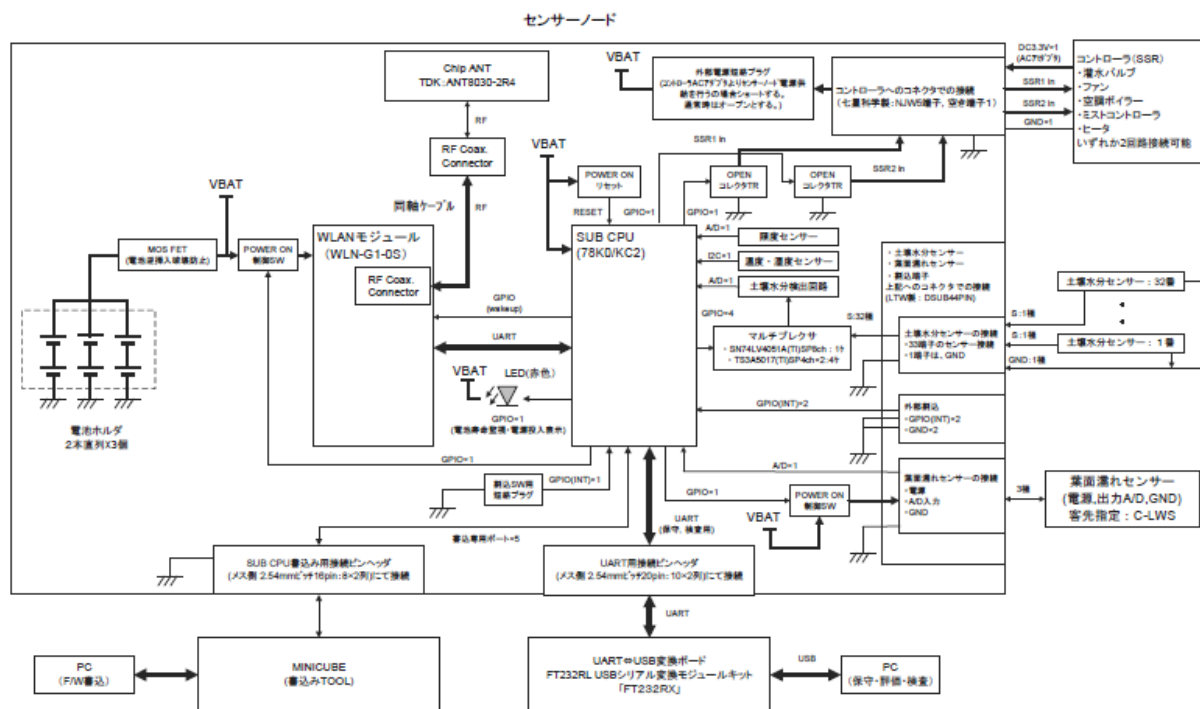
センサーノードは、超低消費電力の 16ビットCPU と GainSpan 社の超低消費電力の無線 LAN モジュールを基本モジュールとして構成されている。

計測したデータは無線 LAN 経由で施設管理サーバに送られる。また、外部機器を制御する場合は、施設管理サーバからの指示データで外部機器を制御する。

外部に SSR (半導体リレー) を 2 系統備えるコントローラとよばれる制御回路を接続することにより、温室内で使われる天窓やヒートポンプ等を制御することができる。

センサーノード仕様	
外形	高さ 136 × 幅 145 × 奥行き 35(mm) 防塵・防水 IP54 相当
重さ	約 400g (乾電池含まず)
電源	単三アルカリ乾電池 6 本
電池寿命	1 時間毎のデータ計測間隔で約 1 年
動作温度範囲	0~50℃
標準組込センサー	温度：-10~60℃ 相対湿度：0~100% 照度 0~10 万 lx 土壌水分：32 チャンネル (センサーは別売)
追加可能センサー (オプション)	(ADC 1ch)：CO2 センサー 葉面濡れセンサー pH センサー EC,土壌温度センサー
外部スイッチ入力	2 チャンネル
外部機器制御	コントローラ経由で 2 チャンネル (電磁弁は 2 台まで制御可能)
無線通信規格	ARIB STD-T66(数百台まで無線で管理可能)
無線通信距離	見通しの良い場所で約 50m (アクセスポイントを増設することにより遠距離通信可能)

コントローラ (オプション) 仕様	
外形	高さ 90 × 幅 117.5 × 奥行き 30.5(mm) 非防水
重さ	約 200g (専用アダプタを含まず)
電源	DC3.3V (専用アダプタ付) コントローラ使用時はセンサーノードの電源はコントローラ経由で供給され電池は不要です
外部機器制御	SSR 経由で 2 系統 (電磁弁は 2 台まで制御可能)



センサーノードのブロックダイアグラム



センサーノード（温度、湿度、照度、土壤水分センサー32ch）外観



コントローラ（外部機器制御 2 系統）外観

結果：広島バラ園において実証実験に使用し問題なく動作している。その他いくつかの温室ハウスで試用していただいているが、問題なく動作している。

課題：温度・湿度を計測する場合に、日照があたる場所に設置すると温度が上昇するので、標準点として設置する場合には、日照をさえぎり通風を確保するような設置方法が必要になる。

（２）Smart Gardener System（施設管理サーバ）の研究開発

概要：Smart Gardener System（施設管理サーバ）はサーバ上で稼働する管理アプリのことで、Smart Gardener の中核をなすプログラムである。

Smart Gardener で実装される各種サブシステムも基本的に、この Smart Gardener のアプリケーションとして実装されている。

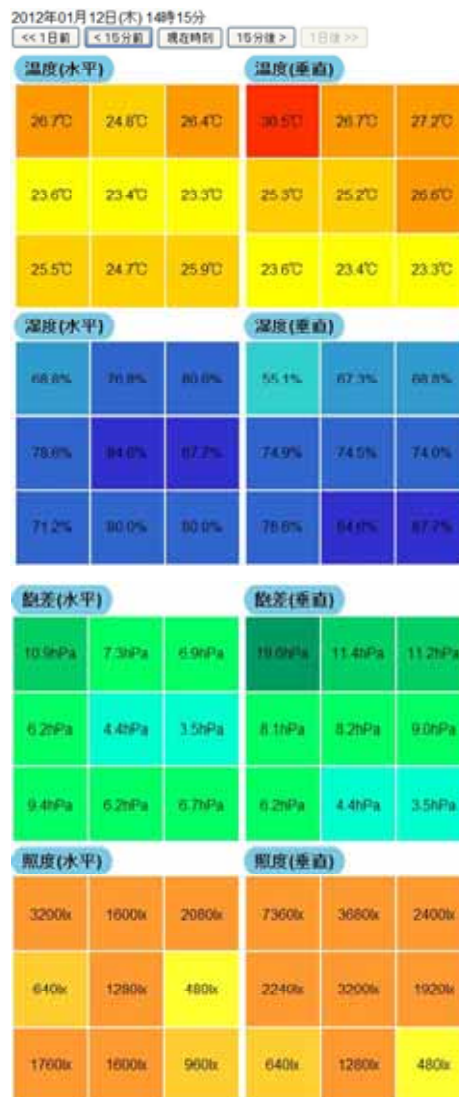
施設管理サーバ仕様	
OS	Linux（CentOS）
開発言語	Java
DB	Oracle Database Standard Edition One
WEB サーバ	WEB サーバ経由で外部端末からアクセス可能



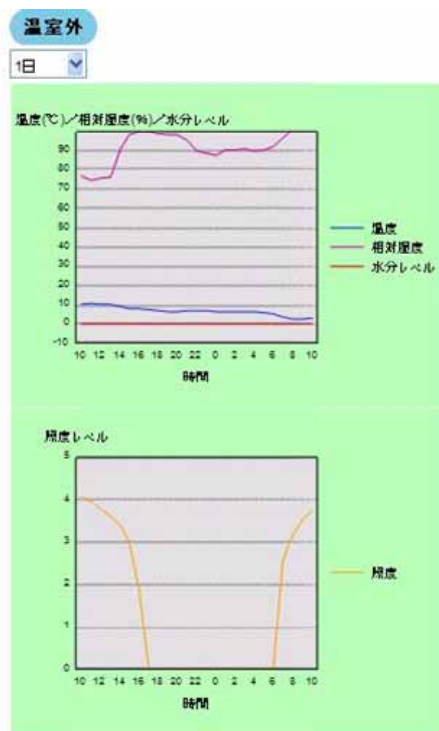
施設管理サーバ外観

結果 1：

ハウスや露地の環境データを生産者が見易い形で参照することが可能になった。
ハウス内に複数のセンサーノードを設置することにより、温度・湿度・照度・湿度飽差のハウス内の水平、垂直分布が表示される。過去のデータを参照することも用意にできる。



データ 2 次元分布表示



温度・湿度・土壌水分・照度グラフ表示例

結果 2：

ネットワークカメラを利用して、ハウスや露地の様子を遠隔に参照することが可能になった。

ネットワークカメラはオプション仕様である。ネットワークカメラの利用方法として以下のような利用方法も可能である。

- ✧ 植物の生育状況を一定時間間隔（例えば 1 時間）で記録し、環境情報と合せて環境と生育状況の関係をデータ化する。
- ✧ 鳥獣害の監視に利用する。
- ✧ ハウスの防犯管理に利用する。



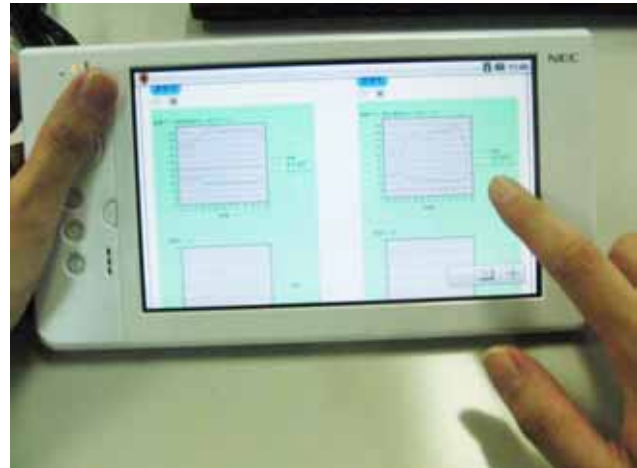
ネットワークカメラ画面

結果 3：

施設管理サーバで環境情報の表示や各種の設定等を WEB を通してインターネットからできる仕組みを導入した。施設の管理をインターネットが利用できるのであれば、パソコン、タブレット端末、スマートフォンを使っていつでもどこでもできる仕組みを構築できた。

スマートフォンから利用タブレット端末から利用

課題 1：温度・湿度・照度等の環境データ計測は問題なくできるようになった。一方灌水用電磁弁以外の温室にある天窓、循環扇、ヒートポンプ、ボイラー等の外部機器の制御については、制御を実装することができなかった。今後ハウスの統合環境制御を目指して外部機器の適切な制御ができるシステムの構築を目指したい。



課題 2：施設管理サーバを生産者毎に設置

するのは経済的に高くなるので、今後は

サーバをデータセンターに設置して、仮想マシン（VM）を使うことにより 1 台のサーバを複数の生産者で使う方法（サーバのクラウド化）に発展させたい。クラウド化することにより導入初期費用の低減と、施設管理のサービス化（SaaS 化）を同時に達成できる。SaaS 化により、管理システムのメンテナンス、バージョンアップ等も遠隔で実行可能になり、長期にわたり安心して最新の施設管理を行っていただくことが可能になる。

(3) 鉢苗自動灌水サブシステムの研究開発

概要：本サブシステムは、施設管理サーバ、センサーノード、土壤水分センサー、電磁弁、電磁弁に接続された灌水系から構成される。灌水のモードとしては、土壤水分センサーによる灌水制御とタイマーによる灌水制御が選択できる。アラームを発行する機能が実装されている。

※土壤水分センサーや電磁弁等の設置方法については、以下の別添資料を参照ください。

JIC WEB 緑化管理システム操作マニュアル暫定版 v014.pdf

灌水を実行したが、その後水分が検出されない場合は、灌水系の異常としてアラームを発行する機能が実装されている。



広島バラ園第2温室での灌水系統



簡易土壤水分センサー

結果：広島バラ園の第2温室での実証実験と、大阪のあるビルの屋上での緑化管理システムとして試行したが、問題なく灌水が実行できた。元栓が閉まっている場合のアラームの動作も確認できた。

本システムの導入前と比較すると、手動で灌水をしていた時間の省力化がはかれた。

課題：温度・湿度等の環境データと土壌水分データを組合わせて、植物にとって最適な灌水が自動的にできるような制御を検討してみたい。

(4) 病害虫発生アラームサブシステムの研究開発

概要：花木類のなかでもバラは病害虫の発生し易い農作物であり、使用される農薬の量も多い。バラ栽培における病害虫の発生状況記録と環境データを合せて計測し、DB 化することにより病害虫の発生条件をある程度の確度で予測するシステムを目指す。

結果：病害虫の発生状況記録と環境データの約 1 年のデータを取得することができた。このデータから手動操作で病害虫の発生し易いような条件の候補を抽出することはできた。例として、平均気温が 25℃を超えるとハダニが発生し易い等。予測のプログラム化はできておりません。温度や湿度の閾値を設定することにより、アラームメールは発信する仕組みは実装できている。

課題：病害虫発生データを収集する期間が 1 年しかなかったので、十分な発生条件の把握ができていない。またバラ栽培生産者では、予防的に農薬散布を行うために、病害虫の発生が抑えられているので、農薬無散布区を作らないと、病害虫の発生条件を詳しく検証できない。今後農薬メーカー等と連携して、農薬無散布区での実験を行う予定。



ベト病

センサ	日時	温度	湿度
D001	2011/8/30 16:28	36.7	50.5
D001	2011/8/1 0:28	24	85.5
D001	2011/8/1 0:58	24	85
D001	2011/8/1 1:28	24.1	86.4
D001	2011/8/1 1:58	24.2	85
D001	2011/8/1 2:28	24.2	85
D001	2011/8/1 2:58	24.3	85.5
D001	2011/8/1 3:28	24.3	85.5
D001	2011/8/1 3:58	24.1	85
D001	2011/8/1 4:28	24	85.9

環境データ例

(5) 農作物電子カルテサブシステムの研究開発

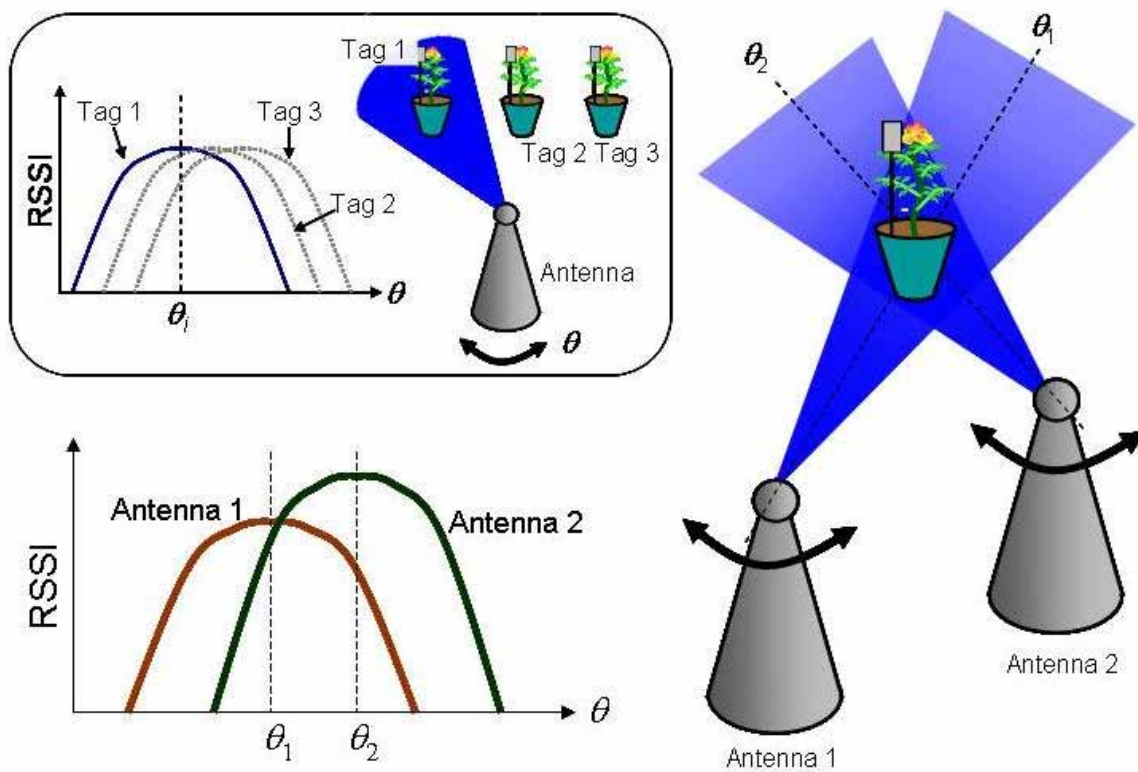
概要：バラ苗の生産においては、他品種少量生産が行われるので、品種管理や在庫管理が難しい。具体的には、温室内のどの位置にどの品種があるのかの管理が困難であった。低価格かつ 10~20m の距離から読取りが可能な RFID タグを鉢苗に設置し、その位置を複数のアンテナを回転し、RSSI（電波受信強度）を読取ることにより、鉢苗の位置を推定するシステムを開発した。
また、読取られた位置と品種をデータベース化して品種名を入力すると温室内の位置が表示されるシステムを開発した。

結果：広島バラ園の第2温室に、開発された RFID 位置推定システムを設置して、位置読取りを行った。推定位置精度の誤差としては、7m×24m の温室内で、1m 以下という値が得られた。読取られた位置と品種情報はデータベース化され、品種名を検索すると位置情報が表示されるシステムが開発できた。

実証実験において 1000 鉢程度の在庫管理が効率的に行えることを確認した。
ローズコンシェルジェにおいては、農作物電子カルテシステムの在庫管理機能販売時の在庫数として利用している。

電子カルテの機能として生産時期や農薬散布履歴等を RFID タグに書きこんで流通のトレーサビリティに利用することはまだ実装できていない。

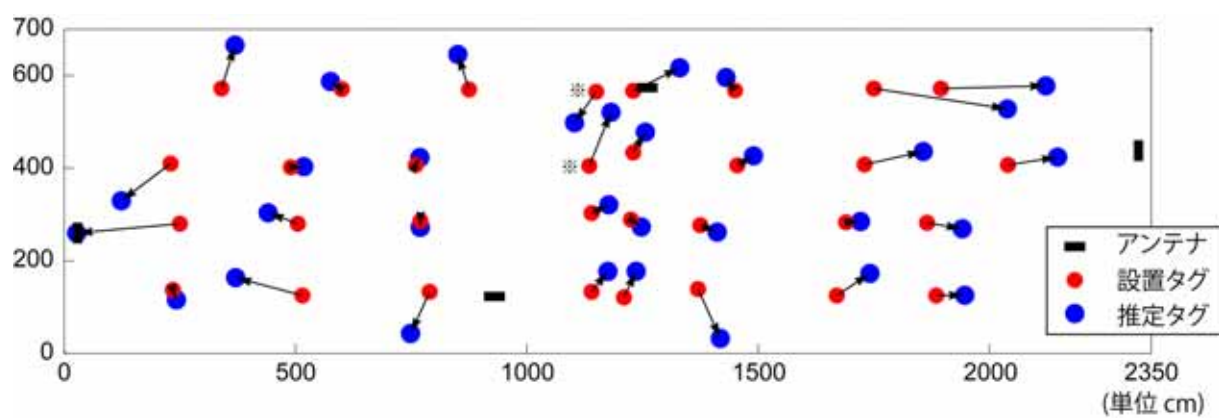
課題：UHF 帯の RFID を使った位置推定システムでは、推定誤差 50cm 程度が世界最高レベルであり、そのレベルに近い精度がだせるものを安価なシステムで実装できた。今後はさらに補助的な手法を導入することによりさらに位置精度が高められないか検討したい。



アンテナ回転方式による位置推定システム原理図



開発したアンテナ回転機構



広島バラ園第2温室における位置推定結果例

(6) ローズコンシェルジュシステムの研究開発

概要：バラ苗の生産においては、他品種少量生産なので、購入希望者が多数の品種のデータを容易に知ることができなかった。汎用のインターネット販売サイトに品種データを登録してそのデータを参照することにより、購入希望者がバラの品種データを参照したり、購入できるようにした。

具体的には、農作物電子カルテシステムで読取ったバラ鉢苗の位置と品種の情報をデータベース化し、品種名から検索できるシステムを開発した。さらに検索画面からインターネット販売サイトの品種データを参照できるようにした。

結果：バラ苗の購入希望者がバラ苗の品種データを参照できるようになった。また、位置推定システムとの連携で、バラの在庫数や在庫位置を確認できる。

課題：特に無し

小さな画像をクリックすると、下に拡大表示されます。




宇部小町

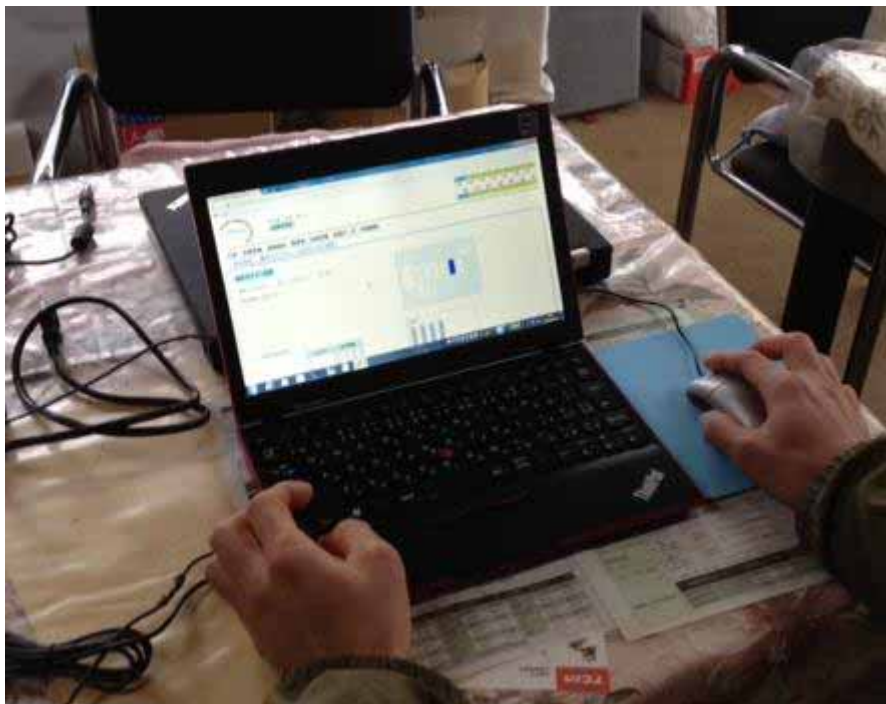
☆ 宇部小町 Ubekomachi バラ大苗 Cl Min ☆

淡桃色のカップ咲きの花が無数につくつるミニ。下に垂れた枝にも花がつくので、枝垂れ仕立てに適する。

- ・ 花色: 薄いピンク
- ・ 花弁: 小輪八重咲き
- ・ 咲き方: 一季咲き 返り咲きあり
- ・ 花径: 2cm
- ・ 樹高: 20m
- ・ 香り: 淡香
- ・ 開花時期: 普通
- ・ 作出年: 1997
- ・ 作出者: 原田一雄(日本)
- ・ 交配親: 宮城野の枝変わり
- ・ 耐病性: 普通
- ・ 評価: 4つ星★★★★☆

ローズコンシェルジュによるバラ品種データ例

1. 7 実証試験（現場適用）の概要、結果、課題等
実証試験の現場写真



灌水設定をしている場面



灌水を監視している場面



病害虫の検査をしている場面

結果：以下の実証実験が行われた。

- センサーノードによりバラ栽培環境データの自動収集を行った。
- 無線センサーノードと電磁弁を使って、鉢苗の自動灌水を行った。
- アンテナ回転方式による RFID を用いた位置推定システムの温室での読取りを行った。
- 病害虫の発生データと環境データを測定することにより、病害虫発生データベース化ができた。
- ローズコンシェルジュサブシステムについては、開発完了に時間がかかり実証実験は実施していない。

課題：広島バラ園では、バラ苗の生産を中心に行っているので、温室の温度管理や湿度管理を積極的には行っていない。つまり、天窓やボイラー等の管理を積極的は必要としない。今後は、バラ切り花生産や洋ラン生産のように、温度や湿度を積極的に管理する生産者に本システムを導入して、温室管理機器の制御も導入・開発していきたい。

2 事業の成果

2. 1 成果の内容

- (1) 小型・低消費電力・低価格無線センサーノードの開発
センサーノード 1 台：5 万円（量産時目標 2 万円）
- (2) Smart Gardener System(施設管理サーバ)の開発
施設管理サーバ：50 万円（パソコン、OS,データベース、アプリケーションソフトを含む）
- (3) 鉢苗自動灌水サブシステムの開発
- (4) 病虫害発生アラームサブシステムの開発
- (5) 農作物電子カルテシステムの開発
- (6) ローズコンシェルジェサブシステムの開発
- (7) 実証試験：上記研究開発された Smart Gardener System の機能を広島バラ園において実証試験

2. 2 目標の達成度

- (1) 成果から得られる効果

今回開発したセンサーを利用した ICT による管理を導入することにより、以下のような効果が期待できる。

- 1) 環境情報を利用して適切な制御を行い高品質化、高付加価値の生産が可能（特に施設園芸）
- 2) 環境情報を的確に把握することにより適切な病虫害への対応が可能になる
（病虫害が発生しなくても農薬を予防的に散布する等の無駄が減らせる）
- 3) 温暖化を含めた激しい環境変化にも適切に対応できる
- 4) 土壌水分や EC、pH、CO₂ 等を管理して収穫時期や品質の管理
- 5) 広い圃場や分散しているハウスを遠隔から管理
- 6) ハウス制御の管理をデータに基づいてフロー化すれば経験者でなくとも適切なハウス管理ができるようになる
- 7) 暗黙知（匠の技）の形式知化（実際のデータとその利用方法）により農業技術の継承ができる

(2) 従来技術との比較

開発した技術	従来技術	従来技術に対する優位性
小型・低消費電力・低価格センサーノード	フィールドサーバ(イーラボエクスペリエンス)	Wi-Fi 無線ネットワークを採用。システムの消費電力が多いと推測される。電源は商用 100V が必要。今回開発したセンサーノードは機能はフィールドサーバとほぼ同じで、価格は 1/4 以下（オプションカメラ付で比較）、電池で 1 年以上の超低消費電力を実現している。但し、フィールドサーバでは、カメラ機能が標準装備されている。
	プロファイnder（誠和）	温度、湿度、照度、CO2 センサーが標準で装備されているハウス用の環境測定装置。有線接続なので、配線工事が必要。また電源として 100V が必要なので、電源工事が必要。 今回開発したセンサーノードは、電池で動作するので、ハウス内への設置工事が非常に簡単かつ短期間でできる。価格はプロファイnderの 1/4 以下
	おんどとり(ティアンドディ)	データロガータイプなので、データを定期的に回収する作業が必要。価格は安い。データの表示は変更できず、柔軟性に乏しい。 今回開発したセンサーノードは、データは施設管理サーバに自動保存され、表示方法もソフトをカスタマイズすることで柔軟に対応できる。
Smart Gardener System	温室栽培サポートシステム（四国計測）	2000 年に発売された温室環境制御システム。Dopa のパケット回線を通してデータセンターにデータを自動収集する優れたシステムであったが、Dopa のサービス停止とデータセンターのシステム更新ができずにサービスを終了。
	GreenKit (Azbil)	環境（ハウス）の計測・制御システム。設計が古いので、データロガー的な動作でデータを定期的に吸い上げる必要がある。センサー類とは有線接続なので、設置工事に時間と費用がかかる。 価格的にも Smart Gardener System は安価で、インターネット経由での利用ができる、ハウス内のセンサー変更にも柔軟に対応出来る等の優位性がある。
	MAXIMIZER (Priva)	オランダ製のハウス内環境コントロールシステム 非常に高価で 1 システムで 500 万円程度 センサー類とは有線接続なので、設置工事は時間と費用がかかる。 Smart Gardener System は制御においては、MAXIMIZER と同じことが実装可能であるが、ハウスの多くの制御機器の実装はできていない。 Smart Gardener System はインターネット経由での利用が可能であるが、MAXIMIZER にはその機能はない。
鉢苗自動灌水サブシステム		従来の灌水システムはタイマー制御によるものがほとんどであった。今回開発したシステムは、土壌水分センサーを利用して必要な場合のみ灌水を実行するので、 水資源の有効利用 が図れる。また灌水系の故障や断水等で正常に灌水が行われない場合に、自動的にア

		ラームを発行する 故障検出機能 を持つ。
病害虫発生アラームサブシステム	うんか発生予測システム 水稲いもち病発生予測システム	バラの病害虫発生を予測するシステムは、襲来なかった。今回の実験では、十分な病害虫発生データの収集ができなかったのも、さらに農業無散布区での実験によりデータを収集し完成を目指したい。
農作物電子カルテサブシステム	Mojix STAR System	元 NASA の技術者により開発された位置特定システム。テストシステムで、2000 万円と非常に高価。位置読取り精度±30CM。 我々のシステムは 1M の読取り精度で、200 万円程度。
ローズコンシェルジュサブシステム	従来技術無し	インターネットでの販売サイトにおいて、在庫管理システムとバラ品種のデータを容易に参照できるシステムは無かった。

2. 3 成果の利用に当たっての適用範囲・留意点

適用範囲：

ハウスや圃場の効率的な管理や農作物生産の省力化、高品質化を図りたい場合に、環境データの自動収集や機器の制御を ICT を利用して効率的に行う機能を提供する。

また収集されたデータはインターネットを通していつでもどこでも利用できるのも、離れた場所にある圃場や分散しているハウスを効率的に管理する機能を提供する。

留意点：

- 1) 導入にあたっては、どのような環境計測・制御を実装したいのかを事前に考慮し、必要なセンサーノード数や制御する機器の制御方法を検討する。
- 2) ハウスの標準点として温度・湿度を利用する場合には、直射日光を避けるような設置措置をとり、また出来る限り通風を確保して温度・湿度の誤差が生じないように配慮すること
- 3) 無線 LAN ネットワークを構築する場合には、設置前に付近の電波状況の調査を行い適切な周波数チャンネルの割当を行うこと。また適切な通信品質が確保できるような無線ルータの配置やセンサーノードの配置を行うこと。
- 4) 機器制御を行う場合のリレー等の設置は適切な工事資格を持った電気工事業者に依頼すること
- 5) CO2 センサー等の較正が必要なセンサーの精度は定期的に確認すること
- 6) 管理システムが故障した場合でも手動灌水が出来る等のシステムの 2 重化(故障対策)を講じておくこと

3 普及活動計画

3. 1 想定される利用者

本システムは、施設栽培環境管理に広く使えるので、花木以外の農作物生産にも活用できるが、ここでは花木類生産者を利用者として想定し、その市場規模を推定する。

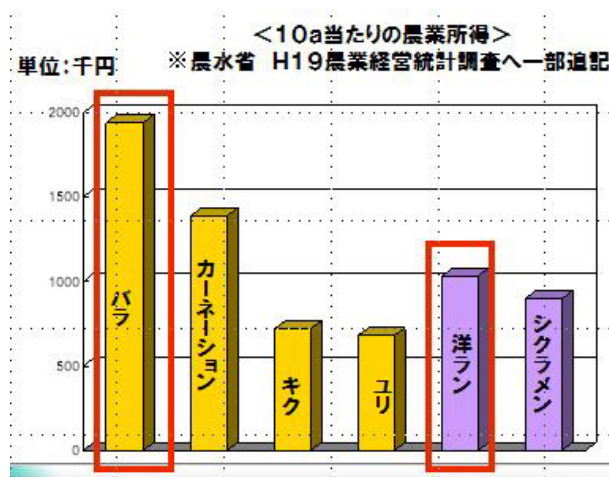
また、センサーを使った鉢苗自動灌水システムは、壁面・屋上緑化管理システムとして引き合いが多いので、壁面・屋上緑化管理システムの施設提供者も利用客として想定し、その市場規模も推定する。

3-1-1 花木栽培管理システムの市場規模

農業総生産額に占める花卉産出額は、4,710 億円で作付面積は全農業の 0.7%ほどだが、産出額は全農業の 4.6%を占めている。(平成 17 年)

項目	果実	野菜	花卉	
			露地栽培	施設栽培
産出額(億円)	7,557	20,355	4,710	
経済取引規模(億円) ※生産・輸送・小売	16,026	34,532	9,412	
平均年齢(歳)	65	63	56	
農家数(戸)	276,548	510,586	57,866	37,995
平均所得(万円)	443.7	525.7	428.6	493.3
10aあたりの所得(万円)	14.6	28.1	27.6	61.1

農水省 H17 農業センサスより



項目	バラ	洋ラン
施設栽培農家数(戸)	1,810	1,190

農水省 H17 作物統計作況調査より

花卉品目別では、切り花ではバラが 10a あたりの所得が 194 万円で、鉢物では洋ランが 103 万円でそれぞれ 1 位である。また施設栽培農家数は、バラが 1810 戸、洋ランが 1190 戸であることから、これを本システムの対象市場とする。

3-1-2 壁面・屋上緑化管理システムの市場規模

壁面・屋上緑化管理システムとしては、従来はタイマーによる定期灌水がほとんどであった。本研究の鉢苗自動灌水システムを緑化管理システムとして、利用することで以下のようなメリットが生み出される。

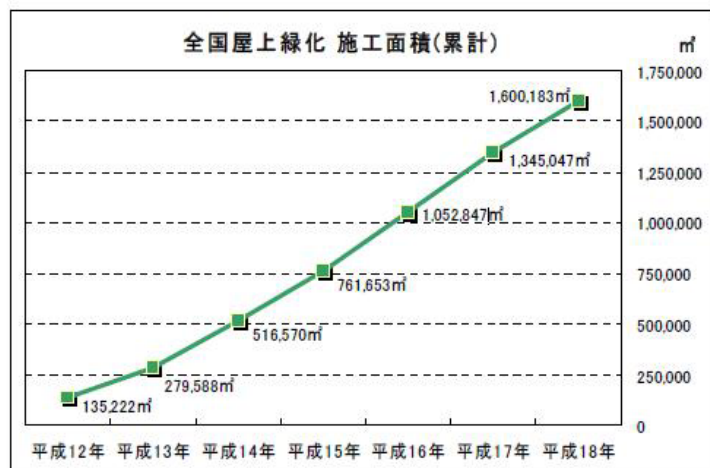
- 水分センサーによる無駄のない適切な灌水が自動実行できる
- 植えられた植物や植えられた場所に適した灌水を自動実行できる
- 適切な灌水を実施できるので、枯れ保証の費用が発生しない
- 灌水記録やカメラ画像の記録が自動的に保存される
- インターネット経由で遠隔地から灌水管理を実行できる
- 管理コストの削減が期待できる

また、緑化は初期の設置だけではなく、メンテナンスが重要であるが、メンテナンス工程の省力化を図れる。

国土交通省調査によると、屋上緑化は 1000 件/年、また壁面緑化は 100 件/年の割合で毎年新規に増設されている。

この新規施工件数を壁面・屋上緑化管理システムの市場規模とみなすことにする。

①屋上緑化施工面積

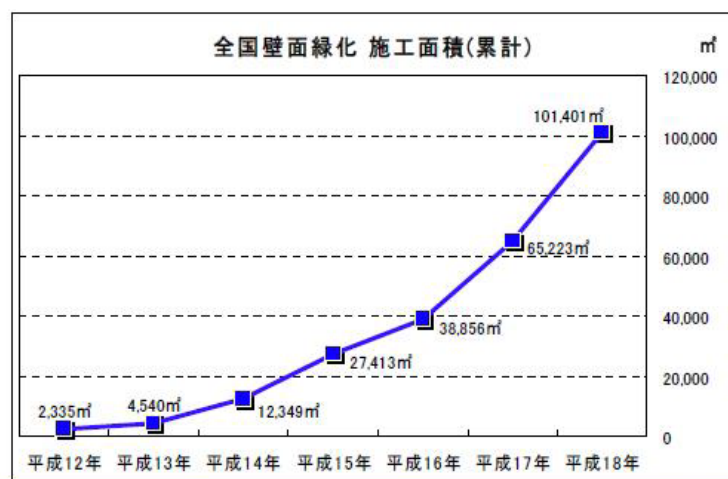


平成 12 年から平成 18 年の 7 年間に施工したと報告された屋上緑化の合計面積は、160ha、約 5,900 件でした。

平成 18 年単年の年間施工面積は 25.5ha で、平成 12 年単年の 13.5ha の約 2 倍となりました。

屋上緑化	平成 12 年	平成 13 年	平成 14 年	平成 15 年	平成 16 年	平成 17 年	平成 18 年
施工面積 累計 (m²)	135,222	279,588	516,570	761,653	1,052,847	1,345,047	1,600,183
施工面積 単年 (m²)	135,222	144,366	236,982	245,083	291,194	292,199	255,136
施工件数 累計 (件)	468	1,059	1,938	2,858	3,986	4,961	5,944
施工件数 単年 (件)	468	591	879	920	1,128	975	983

①壁面緑化施工面積



平成12年から平成18年の7年間に施工したと報告された壁面緑化の合計は、10.1ha、490件でした。

平成18年単年の年間施工面積は3.6haで、平成12年単年の0.23haの約15倍になりました。

壁面緑化	平成12年	平成13年	平成14年	平成15年	平成16年	平成17年	平成18年
施工面積 累計 (m²)	2,335	4,540	12,349	27,413	38,856	65,223	101,401
施工面積 単年 (m²)	2,335	2,205	7,809	15,064	11,443	26,367	36,178
施工件数 累計 (件)	12	40	94	154	208	324	490
施工件数 単年 (件)	12	28	54	60	54	116	166

3-1-3 販売計画

販売対象	平成23年度 ※	平成24年度	平成25年度	平成26年度
バラ生産農家(戸)	1	10	50	100
洋ラン生産農家(戸)	1	5	25	50
緑化管理システム(件)	2	5	25	50
その他施設園芸	3	20	100	200
年度合計	6	40	200	400

※平成23年度は実証試験最終年度

将来的には、花卉だけではなく、イチゴ、トマト等の施設栽培全般に適応可能な施設栽培環境制御システムとして発展させる予定である。その際には、施設内管理設備（ヒートポンプ、循環扇等）の消費電力（スマートメーター機能）や重油消費量等のエネルギーの見える化とデータ化をオプション機能として追加する予定である。

各販売対象において、代表的かつICT利用に積極的で導入効果をご理解いただける先進ユーザに導入していただき、成功事例として普及加速を図る予定である。

3. 2 利用者への普及啓発等の方法

利用者への普及啓発方法として以下のような手法を実施又は計画している

- 農水省主催 アグリビジネス創出フェアへの出展
 - アグリビジネス創出フェア 2010（済）名刺交換 40 件
 - アグリビジネス創出フェア 2011（済）名刺交換 80 件
 - アグリビジネス創出フェア 2012（予定）
- アグリテック 2012 への出展（予定）
- 自社ホームページへ掲載
 - 応用事例集（予定）
 - 資料等の掲載（予定）
- セミナーの開催予定
 - 花木生産協会 洋ラン部会（予定）
 - 日本ばら切花協会（予定）
 - （社）畑地農業振興会(予定)
 - （社）日本花き卸売市場協会（予定）
 - （社）日本生花商協会（予定）
 - （社）日本施設園芸協会（予定）
 - （社）日本インドア・グリーン協会（予定）
- IT 農業プロジェクト研究会での講演（4 回済）
- 農業情報学会での発表（予定）

3. 3 利用者に対するサポート体制、参考資料等

	サービス・資料	内容
サポート体制	オンラインサポート	インターネット回線を通してのオンラインサービス（バージョンアップ等）
	オフラインサポート	現場での対応
販売資料	カタログ	システム概要
	スマートガーデナー	操作マニュアル オンラインヘルプ
	センサーノード	製品仕様書 ソフトウェア仕様書

3. 4 特許・実用新案等の申請予定

特に無し

4 研究総括者による自己評価

項 目	自己評価	自己評価の理由
研究計画の効率性・妥当性	A	基本となるセンサーノード、施設管理サーバ及びそれらを利用したサブシステムを3か年という時間で製品として耐えうるレベルまで開発できた
目標の達成度	B	環境測定・制御システムとしての完成はしたが、一部サブシステムで改良が必要な部分が残った
研究成果の普及可能性	A	アグリビジネス創出フェア2011でも多くの来場者から商談の依頼を受けており、また従来技術との優位性もあるので、普及可能性は高い
総合コメント 施設園芸における環境データ計測の要求は近年特に増加しており、その重要性も理解されてきているが、従来技術では生産者が使える便利かつ安価な環境測定・制御システムが存在しなかった。それを3か年という短期間で実用に耐えるシステムとして研究開発できたことは満足している。		

注) 評価結果欄は、A、B、Cのうち「A」を最高点、「C」を最低点として3段階で記入する。

5 今後の課題及び改善方針

延べ3か年にわたる官民連携新技術研究開発事業であったが、実証実験を行っていた広島バラ園以外にも、試用いただいたいくつかの生産者や緑化施設提供者、また見込み客のお客様から様々なご要求やご意見をいただき、かなり実用に耐え、かつ使い易いシステムが開発できたのではと感じている。

日本の農業を取り巻く環境は、農業従事者の高齢化や人手不足に加えて、TPPによる農作物関税の自由化問題や重油価格の高騰、電力不足等により一層深刻化していると感じられる。

この現状を打破するためには、若手就農者の増加や、生産規模の大規模化、競争力のある農産物生産や高品質化、6次産業化による収入増等が重要な施策として導入されているが、ICTを活用した効率的制御、省力化、高品質化も期待がおおきく寄せられている。今回開発させていただいたシステムが、実際のデータに基づいた適切な管理を実現し、農業生産の自動化・省力化・高品質化を図っていただく一助になれば甚だ幸いである。

今後はさらにサーバのクラウド化を図り、より一層のサービスの向上や低価格化、またICTを使った営農支援のコミュニティを作って、農業全体のサポートができるような仕組みを構築していきたいと感じています。