

**National Agriculture and Food Research Organization**

 **NARO**  
National Agriculture and Food Research Organization

# イチゴ生産のためのロボット技術

## Robotic Technology for Strawberry Production

農研機構 生研センター 林茂彦


*Bio-oriented Technology Research Advancement Institution (Brain, NARO)*

**S. HAYASHI**




**Food and Agriculture for the Future**

**トピック Topics**

 **NARO**  
National Agriculture and Food Research Organization

- 研究の背景  
Background of strawberry production in Japan
- イチゴの循環移動栽培装置  
Strawberry movable bench system
- 定置型イチゴ収穫ロボット  
Stationary type Strawberry-harvesting robot
- パック詰めロボット  
Strawberry-packing robot
- まとめ  
Future vision and conclusion

イチゴ生産 : Strawberry production in Japan



1) 栽培面積 Planting area: 6000 ha  
- Elevated substrate culture: 500 ha

2) 一戸あたりの栽培面積  
Planting area per farmer: 24.7a

3) 労働時間 Working hour: 2092h/10a




4) 栽植密度 Density: 7000~8000 plants/10a


5) 収量 Yield: 3-5t/10a

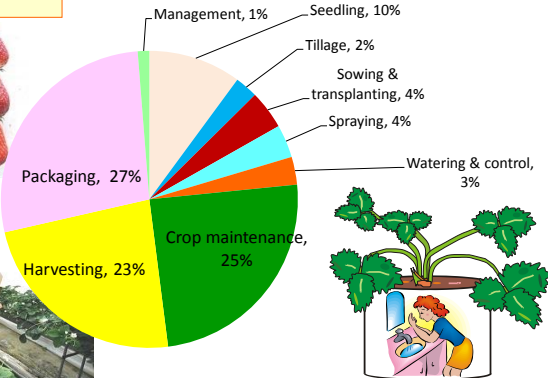
促成栽培 Forcing cultivation

1) Difficult crop maintenance in winter  
- Burden in fruit set  
- Dormancy


2) No production in summer season





Activity	Percentage
Packaging	27%
Crop maintenance	25%
Harvesting	23%
Seeding	10%
Management	1%
Tillage	2%
Sowing & transplanting	4%
Spraying	4%
Watering & control	3%



# イチゴの循環移動栽培装置

## Strawberry Movable Bench System

2

**現地導入** Installation in greenhouse



養液供給ユニット  
Watering and Spraying unit

栽培ベンチ  
Planting bench


Working space

定植 Transplanting

防除ノズル  
Spray nozzle

養液供給  
Nutrient solution

- 品種：もういっこ Cultivar: Moikko
- 栽植本数 Plant density: 13330-16660 plant/10a (plant distance: 12-15cm, bench distance: 50cm)



定置型イチゴ収穫ロボット  
Stationary type harvesting robot

## イチゴ収穫ロボット Harvesting robot



① 高設栽培対応 Cope with elevated substrate cultivation

② 選択収穫 Selective harvesting

画像処理により果実の着色度&重なりを判定  
Machine vision assesses maturity & overlap level

③ 果柄把持切断 Cut peduncle

果実に触れずにハンドリング No contact to fruit

④ 協働作業 Co-operation work with a human

収穫しやすい果実のみをロボット収穫  
Harvests only fruits which are easily picked

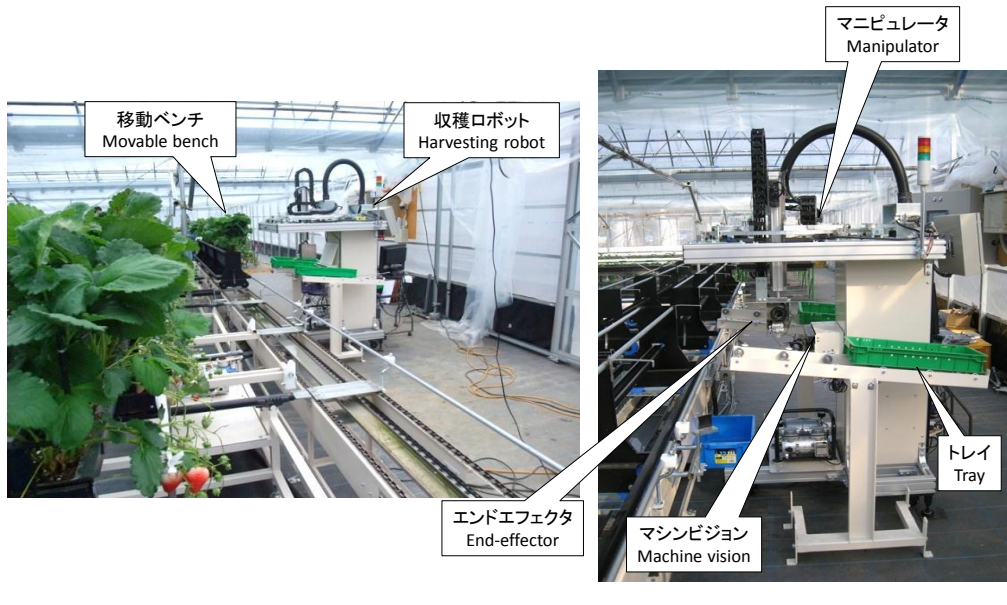


取り残し(40%)は人力収穫

Leftovers are picked by human worker



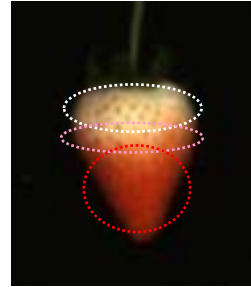
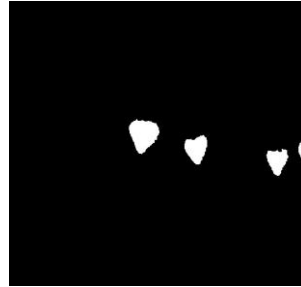
## 定置型ロボット Stationary type HR



## 着色度判定 Maturity assessment



### Maturity assessment algorithm



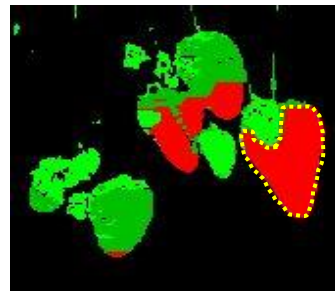
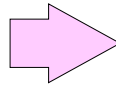
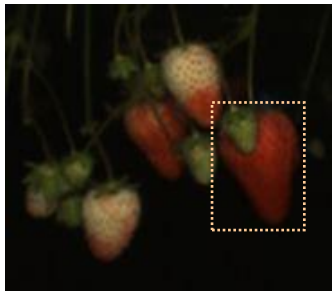
#### ■ 3つの部位にわけて検出 (red, light green, and pink)

$$\text{Maturity} = \frac{\text{Whole area} - \text{Pink} \times \text{weighted value} - \text{Green area}}{\text{Whole area}} \times 100$$

## 重なり判定 Overlap judgment



### Overlap judging algorithm



#### ■ 果実重なりへの対応 Cope with overlapping problem

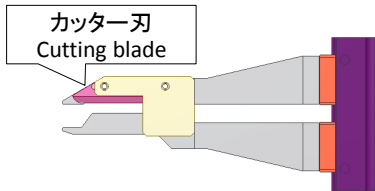
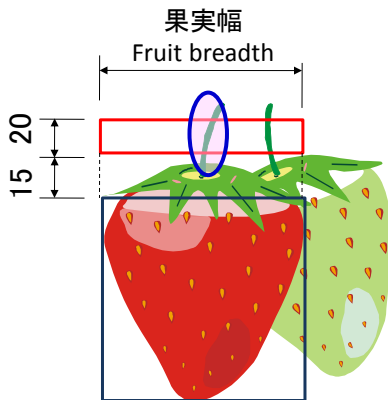
- matured fruit and matured fruit
- matured fruit and immature fruit



## 果柄検出 Detection of peduncle



### Detection of peduncle cutting point & mechanism



#### ■ 果柄切断 Cutting peduncle

- Find the cutting point by machine vision
- Design of fingers to insert peduncle
- Fingers rotation coinciding with inclination of peduncle

## 収穫性能 Performance

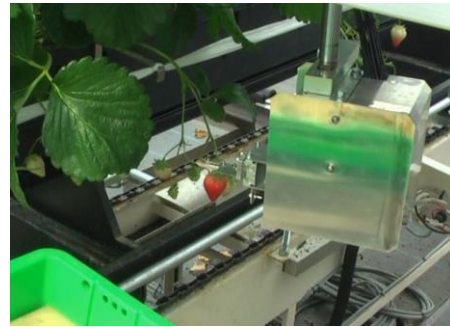
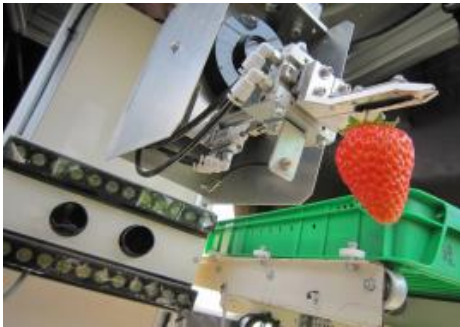


#### ● 収穫割合

Successful Harvesting rate: 42~79%

#### ● 処理速度

Process speed: 350 plants/h (Night operation)  
to cover 22m<sup>2</sup>/h




**NARO**  
National Agriculture and Food Research Organization

# パック詰めロボット

## Strawberry-packing robot


**NARO**  
National Agriculture and Food Research Organization

### パック詰め Packing

イチゴパッケージセンターの導入 Strawberry-package Centre

- 生産者の負担  
Burden of producer
- 人件費の削減  
Reduce labour cost









## まとめ Conclusion



- RTを用いたイチゴ生産システムを開発中  
We are developing new production system using RT for strawberry.
  - 1) 移動栽培システム Movable bench system
  - 2) イチゴ収穫ロボット Strawberry-harvesting robot
  - 3) パック詰めロボット Strawberry-packing robot
  
- 実用化への可能性  
System showed the great potential for practical operation.
  - 1) イチゴ収穫ロボットは2014年に民間メーカーより市販  
Strawberry HR will be released in 2014.



# Robotic harvesting, flexible robotic packaging and advanced labour management in greenhouse production

(機械収穫、包装及び温室栽培における先進的労働管理)

Jan Bontsema, Jochen Hemming, Erik Pekkeriet and Albertus van 't Ooster

Wageningen UR Greenhouse Horticulture



## Contents

### 1. CROPS: clever robots for crops (作物のための賢いロボット)

Intelligent sensing and manipulation for sustainable production and harvesting of high value crops (センサーを持ち、高価値作物の持続的生産性・収穫を行うロボット)

### 2. PicknPack

Flexible robotic systems for automated adaptive packaging of fresh and processed food products (生鮮物及び加工食品の包装を自動的に調整する柔軟性のあるロボットシステム)

### 3. Gworks

Tool for advanced labour and resource management for horticultural greenhouse production (施設園芸栽培の労働及び資源管理のためのツール)

# CRO<sup>P</sup><sub>b</sub>S "Clever Robots for Crops"

- CROPS: Intelligent sensing and manipulation for sustainable production and harvesting of high value crops. (センサーを持ち、高価値作物の持続的生産性・収穫を行う)
- CROPS is a project in the seventh framework program (FP7) of the European Commission (欧州委員会の第7次枠組みプログラムの中のプロジェクト)

Website: [www.crops-robots.eu](http://www.crops-robots.eu)

Coordinator: Jan Bontsema, WUR Greenhouse Horticulture



CRO<sup>P</sup><sub>b</sub>S



## CROPS

14 partners from 10 countries

Budget € 10M

Funding € 7.5M

Duration: 4 years

Kick off: October 2010

10か国から14名の参加者

予算：1千万ユーロ

融資額：750万ユーロ

期間：4年間

開始：2010年10月



CRO<sup>P</sup><sub>b</sub>S



## Applications (demonstrators) (応用、展示)



Sweet pepper harvesting, apples harvesting, grape harvesting, canopy sparying, precision spraying, obstacle avoidance in forestry (収穫 (ピーマン、リンゴ、ブドウ)、樹冠散布、精密散布、森林における障害物回避)



CRO<sup>p</sup>bS



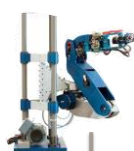
## Integration of components and modules

構成物とモジュールの統合化

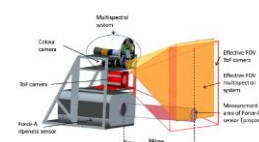


Platform  
プラットフォーム

**WP5**



Robotic arm  
ロボットアーム



Sensor systems  
センサーシステム

**Sweet Pepper**  
ピーマン



Data analysis  
Artificial intelligence  
データ分析・人工知能



Software  
ソフトウェア



End-effector  
ロボット先端ツール

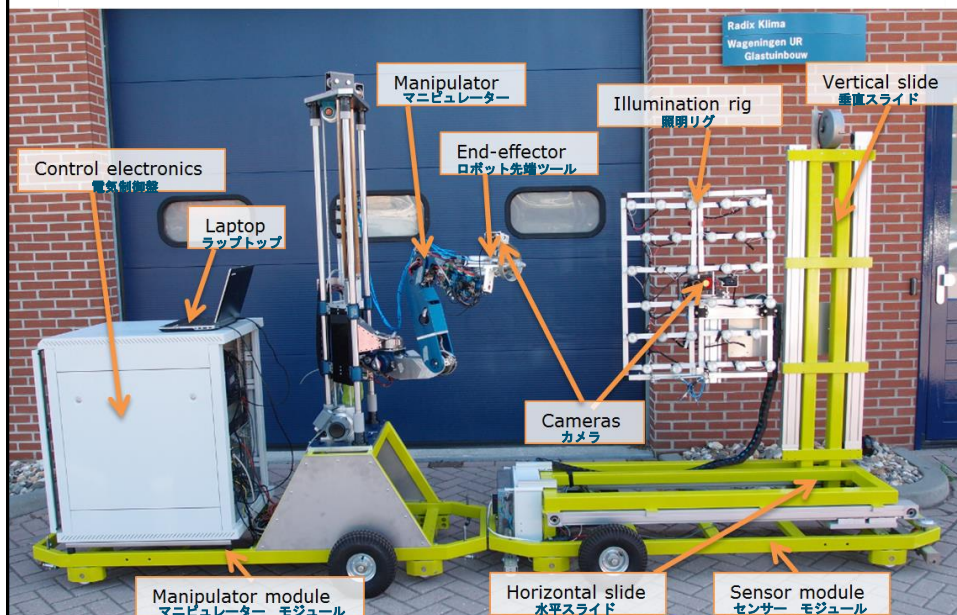


CRO<sup>p</sup>bS



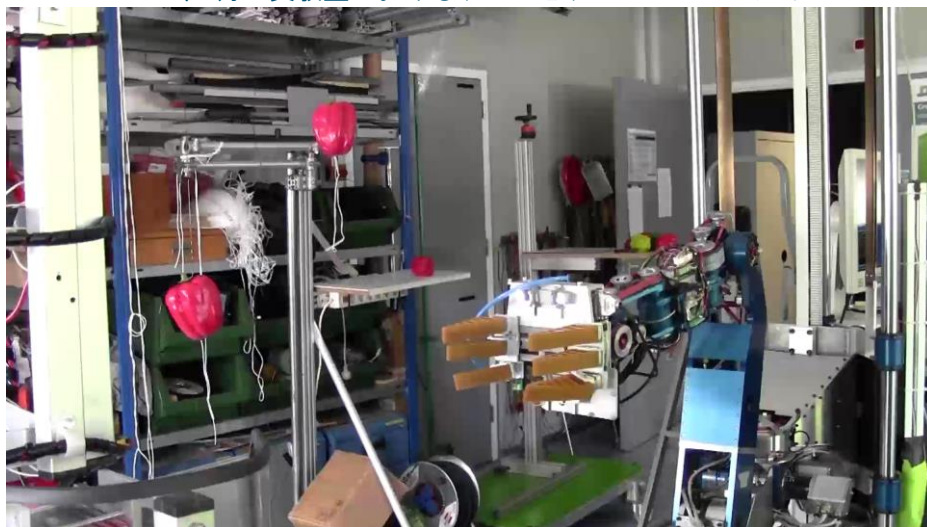
## Prototype with all modules integrated

すべてのモジュールを統合した試作品



## Laboratory test and demonstration (July 2013)

2013年7月の実験室におけるテストとデモンストレーション





## Results demo and laboratory testing

### 実験室におけるテストとデモンストレーションの結果

- 189 out of 194 fruit could be detected (97%)  
(194の果物のうち189(97%)の果物を認識できた。)
- 167 fruits could be reached (86% of all fruits)  
(167(86%)の果物に到達することができた。)
- 154 picked (79% of all fruits)  
(154(79%)の果物を摘み取ることができた。)



## PicknPack

- PicknPack: Flexible robotic systems for automated adaptive packaging of fresh and processed food products. (生鮮物及び加工食品の包装を自動的に調整する柔軟性のあるロボットシステム)
- PicknPack is a project in the seventh framework program (FP7) of the European Commission (欧州委員会の第7次枠組みプログラムの中のプロジェクト)
- Website: [www.picknpack.eu](http://www.picknpack.eu)

Coordinator: Erik Pekkeriet, WUR Greenhouse Horticulture

(コーディネーター: Erik Pekkeriet, ワーゲニンゲン大学 施設園芸)



## Partners & budget (パートナー/予算)

14 partners from 9 countries

Budget € 12M

Funding € 9M

Duration: 4 years

Kick off: November 2012

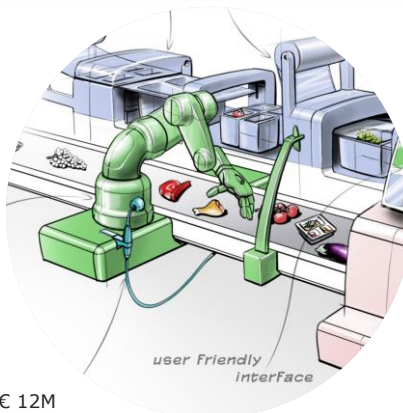
9か国から14名の参加者

予算：1200万ユーロ

融資額：900万ユーロ

期間：4年間

開始：2012年11月



Budget € 12M

Funding € 9M

Duration: 4 years (Kick off: November 2012)

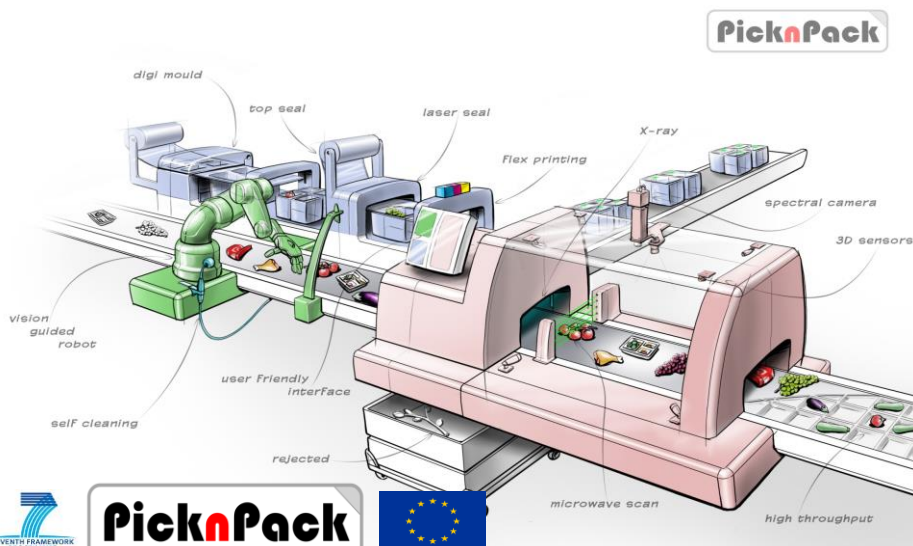


**PicknPack**



## Flexible robotic systems for automated adaptive packaging of fresh and processed food products

(生鮮物及び加工食品の包装を自動的に調整する柔軟性のあるロボットシステム)



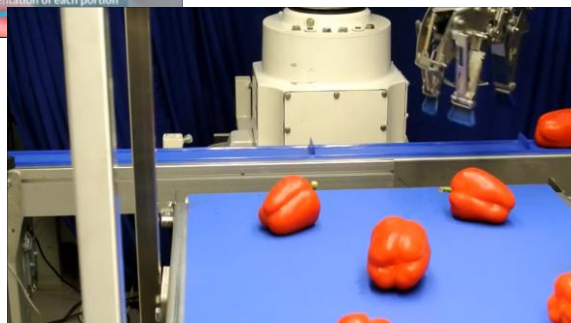


## Robotic Handling(ロボットによる取扱い)



Lacquey

Marel



## Impact (影響)

- Cost reduction, higher quality (コスト削減、高品質)
- Standardized modules (huge market, low cost) (標準化されたモジュール (大きな市場、低価格))
- Flexible to small batches and small runs (小ロットに柔軟な対応)
  - ✓ Fast change-overs (迅速な切り替え)
  - ✓ User friendly interface (使用者に優しいインターフェイス)
  - ✓ Adaptive to high variety of food products (多数の食品への適応性)
- Shorten production and logistic chains (生産、ロジラインの短縮)
- Safe, easy to clean and traceable production system (安全、容易な洗浄、トレースが可能な生産システム)
- Reducing food waste (食料廃棄物の量の減少)



# Gworks

- Gworks: Tool for advanced labour and resource management for horticultural greenhouse. (施設園芸栽培の労働及び資源管理のためのツール)
- Gworks is joint research between WUR Greenhouse Horticulture and Wageningen University, Farm Technology Group (ワゲニンゲン大学施設園芸研究所と同大学農耕技術グループの協同研究)
- Gworks is partly funded by the Dutch Ministry of Economical Affairs (オランダ政府経財省が費用の一部を負担)

Website: [www.fte.wur.nl](http://www.fte.wur.nl)

Researcher (研究担当者): Albertus van 't Ooster, WUR Greenhouse Horticulture (ワゲニンゲン大学施設園芸研究所)



## Conversion of a practical process to a model

(実践的なプロセスをモデルに変える)



## Measurements in a commercial greenhouse (商業的温室での測定)



Recording of worker actions and position in the greenhouse (温室内の労働者の動作と位置の記録)



Video's processing with Noldus Observer XT 10 (Noldus Observer XT 10を用いたビデオの加工)



labour data from the labour registration system Dytime® (労働登録システムDytime®からの労働データ)



## Results model calibration (one harvest cycle)

(モデルによる計算結果) (1収穫あたり)

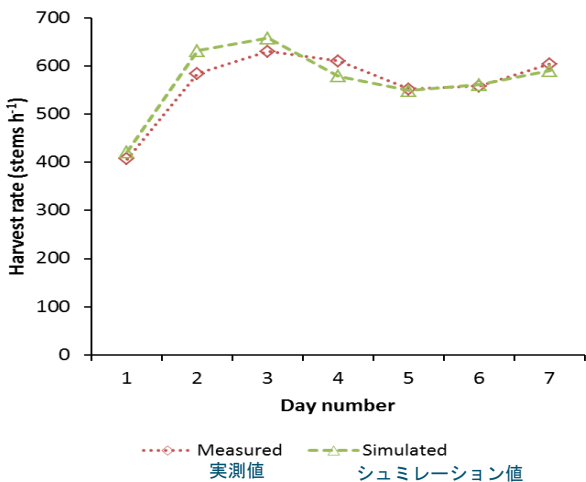
- June 15<sup>th</sup>, 2011 (7:45-11:00AM) in section 2 by harvester 34  
(2011年6月15日 ((7:45-11:00AM) セクション2, 収穫作業者34)

Performance indicator パフォーマンス指数	Measured 計測値	Simulated シュミレーション値	Accuracy 正確性
<b>Yield (# roses)</b> 収穫数 (バラの花)	1593	1581	0.99
<b>Cycle time section (s)</b>	10693	10442	0.98
<b>Cycle time subnode (rose-bed)</b>			
<b>Mean (s)</b>	391	405	1.04
<b>Std. (s)</b>	95	98	1.03
<b>Harvest rate (stem h<sup>-1</sup>)</b> 時間当たり収穫数	557	545	0.98



## Validation harvester number 34 - 7 workdays

収穫者34の単位時間当たり収穫量のばらつき（7労働日）



- Harvest rate:  
RRMSE=4.5%  
r=0.94
- Labour time:  
RRMSE=4.4%  
r=0.99
- Number of stems:  
RRMSE=3.3%

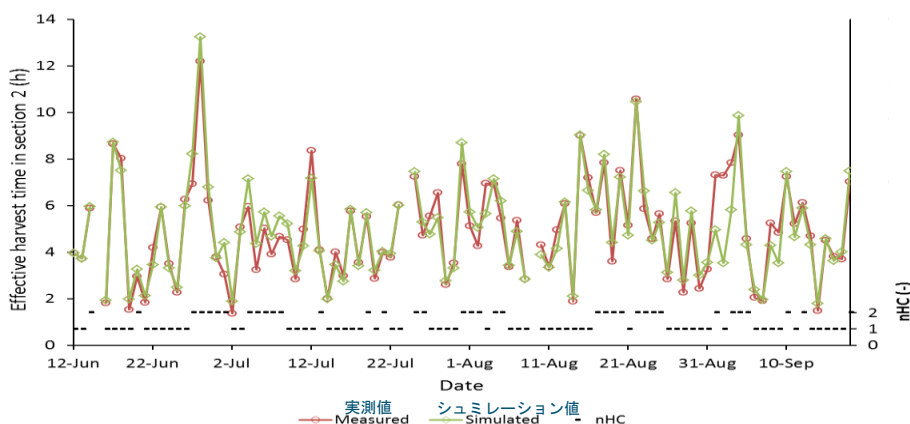


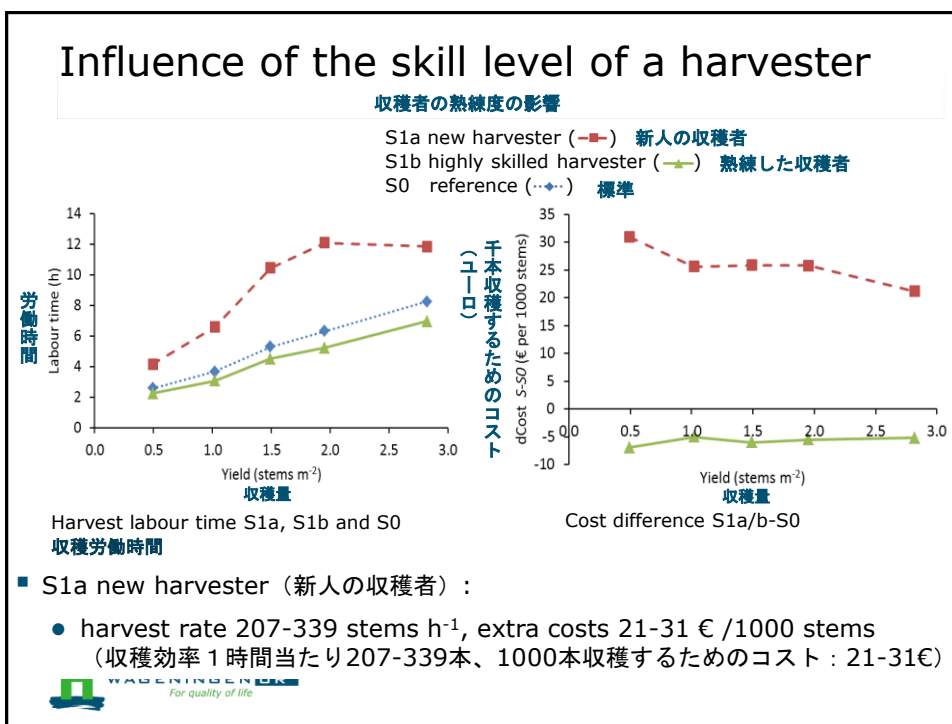
## Results: Validation section 2, summer 2011

結果：セクション2の確認、2011年夏

- 96 days in period June 12<sup>th</sup> till September 18<sup>th</sup>

6月12日から9月18日までの96日間





## Some conclusions of Gworks (Gworkについての結論)

- Outcome of Gworks model is in good agreement with measurements form a practical greenhouse, both for mobile as static growing systems (Gworkモデル使用したところ、移動式、固定式生育システム双方において、実際の温室における実測値と一致することが判明した。)
- The GWorkS model is a useful tool for the grower to get a better performance of the workers (Gworkモデルは、栽培者が労働者の高いパフォーマンスを引き出すために有益なツールである。)
- The Gworks model gives insight how many resources (f.i. trolleys) are needed. Can also be used to determine the number of robots needed. (Gworkはトロリー等の資材がいくつ必要であるかについてヒントを与えてくれる。また、ロボットが何台必要かを定めるために使える。)
- Gworks is perfect for running scenarios. Scenario studies give clear answers to (grower) questions. (Gworkはシミュレーションを実施するための完全なツールである。シミュレーションによる検討により(栽培者の)質問に明確に答えることができる。)

## For more details on Gworks

BIOSYSTEMS ENGINEERING 112 (2012) 108–120



Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)  
**SciVerse ScienceDirect**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/issn/15375110](http://www.elsevier.com/locate/issn/15375110)



**Research Paper**  
**GWorkS – A discrete event simulation model on crop handling processes in a mobile rose cultivation system**

Albertus van 't Ooster<sup>a,b,c</sup>, Jan Bontsema<sup>a</sup>, Eldert J. van Henten<sup>a,b</sup>, Silke Hemming<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Wageningen UR Greenhouse Horticulture, P.O. Box 644, 6700 AP Wageningen, The Netherlands  
<sup>b</sup> Wageningen University, Farm Technology Group, P.O. Box 317, 6700 AH Wageningen, The Netherlands

---

ARTICLE IN PRESS

BIOSYSTEMS ENGINEERING XXX (2012) 1–13



Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)  
**SciVerse ScienceDirect**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/issn/15375110](http://www.elsevier.com/locate/issn/15375110)



**Special Issue: Operations Management**  
**Research Paper**  
**Simulation of harvest operations in a static rose cultivation system**

Albertus van 't Ooster<sup>a,b,c</sup>, Jan Bontsema<sup>a</sup>, Eldert J. van Henten<sup>a,b</sup>, Silke Hemming<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Wageningen UR Greenhouse Horticulture, P.O. Box 644, 6700 AP Wageningen, The Netherlands  
<sup>b</sup> Wageningen University, Farm Technology Group, P.O. Box 317, 6700 AH Wageningen, The Netherlands

BIOSYSTEMS ENGINEERING 116 (2013) 457–469



Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)  
**ScienceDirect**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/issn/15375110](http://www.elsevier.com/locate/issn/15375110)



**Research Paper**  
**Sensitivity analysis of a stochastic discrete event simulation model of harvest operations in a static rose cultivation system**

Albertus van 't Ooster<sup>a,b,c</sup>, Jan Bontsema<sup>a</sup>, Eldert J. van Henten<sup>a,b</sup>, Silke Hemming<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Wageningen UR Greenhouse Horticulture, P.O. Box 644, 6700 AP Wageningen, The Netherlands  
<sup>b</sup> Wageningen University, Farm Technology Group, P.O. Box 317, 6700 AH Wageningen, The Netherlands




## Thank you for your attention





# ～豊かな食の未来へICTで貢献～

Fujitsu Intelligent Society Solution 食・農クラウド Akisai

## 概要

食・農クラウド Akisai(秋彩)は、「豊かな食の未来へICTで貢献」をコンセプトに、生産現場でのICT活用を起点に流通・地域・消費者をバリューチェーンで結ぶサービスを展開します。

### 「豊かな食の未来へICTで貢献」



## 活用のメリット

※「Akisai」の名称は、実りの「秋」、果樹・野菜の「彩り」をイメージして命名

### 農業生産者: 企業的農業経営の実現

経営・生産・品質の見える化とPDCAのマネジメントにより、以下のような収益改善に貢献します。



- ・生産性向上(単位面積当たり収量アップ)
- ・高品質/ブランド化(販売数量・単価アップ)
- ・高収益ポートフォリオ作成(収益率アップ)
- ・新規就農人材早期育成(規模拡大)

### 食品加工・卸・小売・外食企業: 生産者と連携した新しいバリューの構築

契約生産者との品質管理や需給調整など生産者とのコミュニケーションを基盤とした集約マネジメントを強化することで、4定(定量、定時期、定品質、定価格)調達を実現しブランド強化や収益改善に貢献します。



- ・品質保証による消費者への安全・安心の提供
- ・計画的生産・調達で機会損失と廃棄ロスを削減
- ・適正コストの調達による安定利益の確保

### 自治体・団体: 6次産業化を核とした地域活性化

農業のICT化、生産者を中心としたマネジメントにより、6次産業化・地域ブランド化・共同マニュアルの作成など、農業・生産者を中心とした地域の活性化に貢献します。




# 食・農クラウド Akisai 商品体系

- 生産者と集約企業をつなぎ、サポートする集約マネジメント
- 現場から経営まで企業の農業経営を実現するサービス
- 土地利用型・施設園芸・畜産をカバーする全体体系
- 組織的マネジメントをサポートするイノベーション支援




## 各サービス概要

### 農業生産管理SaaS 集約マネジメント




作物ごとの状況把握・需給調整・品質管理など、複数の生産者の生産プロセス情報を集約・見える化・マネジメントを実現します。原料を調達先の生産計画段階からマネジメントすることで、4定(定時・定量・定品質・定価格)の実現をサポートします。

### 農業生産管理SaaS 生産マネジメント




農業生産管理SaaS 生産マネジメントは、生産計画から収穫・出荷まで、農業生産プロセスに関わる情報を蓄積・管理・集計し、企業型農業経営をサポートするサービスです。

### 施設園芸SaaS&施設環境制御box




温室とクラウドをつなぎ、パソコンや携帯端末から温室環境の遠隔監視・リモート制御を実現します。また、クラウドに蓄積した施設内データを活用し、栽培技術の向上を図ります。

### 経営管理SaaS




会計から給与・税務申告まで、経営管理に必要な機能をオールインワンで提供します。専門知識がなくても、日々の取引を入力するだけで、農業独自の制度に対応した会計・税務管理を行ったり、税務申告に必要な各種帳票が作成できます。

### 肉牛生産管理SaaS



個体情報や日々の飼育作業のデータ一元管理により、1)高品質な牛肉生産につながる課題発見や飼育スキル向上、2)飼育コストの見える化による低コスト生産、3)少人数による多頭数管理の作業漏れ防止を支援・実現します。


### 牛歩SaaS



牛の行動特性を利用して、万歩計を活用した歩数データの推移で発情時期(発情兆候)を検知し、利用者にメールで通知することにより、授精機会の逸失を減少、高い受胎率での繁殖を可能にし、受胎率の向上により、運営コストの削減を実現します。


### 農業会計SaaS

13年7月提供予定



富士通GLOVIA会計シリーズのノウハウをベースに、農業会計に固有な勘定科目を加味した、大規模な農業法人向け会計サービスです。1)短期利用開始、2) SaaSなのに豊富な便利機能とサクサク入力できる操作性により経理業務の効率化を実現します。

### イノベーション支援サービス



生産者の課題解決を支援するコンサル型サービスです。当社担当者がお伺いし、生産者に適したICT活用方法やワークスタイル変革などの提案・実践を通じ、課題解決を支援します。

各商品の詳細は下記ホームページをご参照ください  
<http://jp.fujitsu.com/solutions/cloud/agri/>

商品・サービスについてのお問い合わせは  
**富士通コンタクトライン 0120-933-200** 受付時間 9:00~17:30(土・日・祝日・当社指定の休業日を除く)  
 富士通公開サイト <http://jp.fujitsu.com> 詳細はこちら <http://jp.fujitsu.com/solutions/cloud/contact/>



# ～高品質・安定供給・低コスト生産の実現を支援～

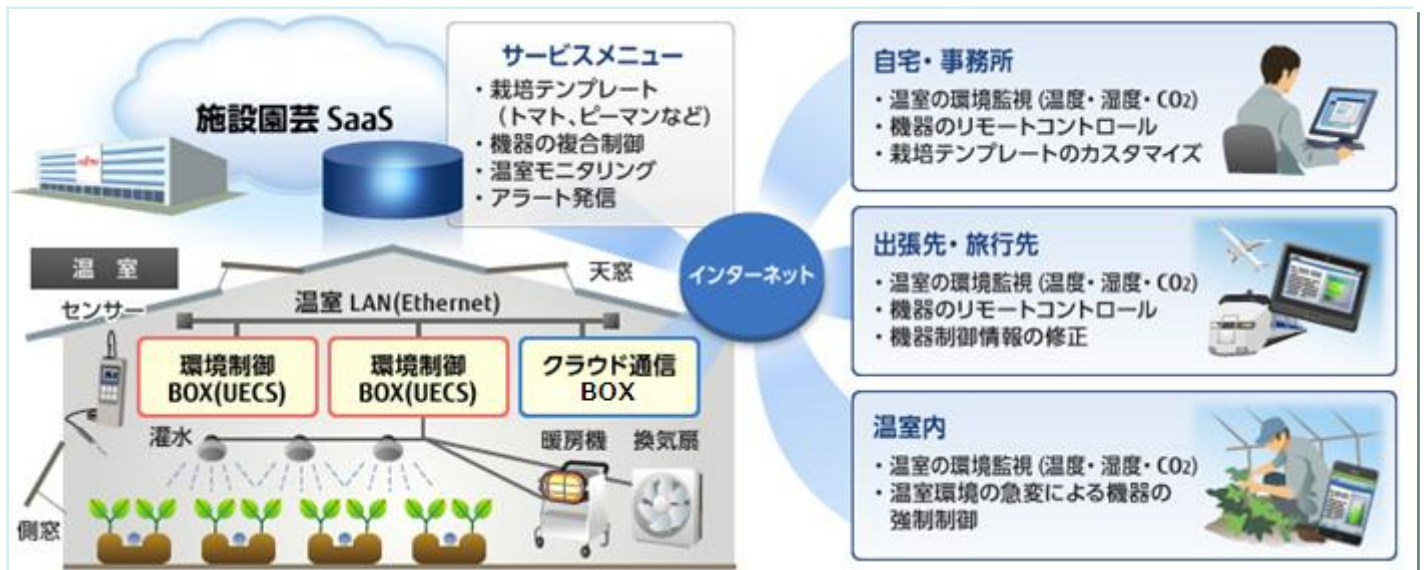
Fujitsu Intelligent Society Solution 食・農クラウド Akisai

施設園芸SaaS、施設環境制御box

## サービス概要

食・農クラウドAkisaiの中で施設園芸をサポートする製品群です。「施設環境制御box」(注1)は各種センサ情報の収集や機器の制御を行うハードウェアであり、「施設園芸SaaS」はクラウドに蓄積された様々なデータを利活用するクラウドサービスです。これらを利用することにより、農業生産者は生産プロセスの見える化や温室の遠隔監視、機器の遠隔制御が可能となり、適時作業を逃さず行え、質の高い生産物を安定供給することができます。

- ・温室のリモートコントロールを実現
- ・予め設定しておいた温度などの条件により環境制御boxを自動制御
- ・温室状況の見える化、異常検知時のアラート通知
- ・日本発の施設園芸／植物工場向け情報基盤であるユビキタス環境制御システム(UECS)<sup>ウエックス</sup>(注2)に準拠



## お客様のメリット

### ■ 誰でも使いやすい操作性！



- ・スマートフォンやタブレットPCで、マウスやキーボードを使わず、タッチパネルで操作することができます。
- ・テレビのリモコン操作のような感覚で、温室の機器制御を行うことができます。
- ・温室の環境情報をグラフ形式にて表示できるため、一目で環境変化を把握できます。

### ■ 現地に行かなくても、温室監視、リモート制御およびデータ蓄積が可能！



- ・スマートフォン、タブレットPCおよびインターネット接続パソコンから温室監視や遠隔制御が行えます。
- ・温室内の環境状態をリアルタイムで監視し、温度や機器異常をアラート通知することができます。
- ・栽培方法の分析や診断を行うための環境情報を自動的にクラウドセンターに蓄積します。

### ■ 施設内の制御機器の増設や撤去が自由に行える！



- ・施設内の構成変更は環境制御boxの増減だけなので、小規模から大規模施設まで柔軟に対応可能です。
- ・ネットワークケーブル1本で、全ての情報交換を行っているため、設置やメンテナンスが安価に行えます。
- ・UECSの通信規格に準拠している機器であれば、どのメーカーの機器でも接続が可能です。

# 主な機能

## 温室監視

- ・モバイル端末への表示
- ・リアルモニタリング
- ・環境情報のグラフ表示
- ・アラート通知

## 温室のリモート制御

- ・モバイル端末での制御
- ・機器運転条件設定
- ・強制ON/OFF
- ・機器疎通確認

## データ蓄積

- ・環境情報(温湿度など)
- ・機器運転情報
- ・操作ログ
- ・エラー情報

## 機器運転条件設定

- ・管理対象温室の登録
- ・制御対象機器の登録
- ・自動制御条件設定
- ・アラート条件設定

【リモートによる施設環境制御】



【データ蓄積・モニタリング】



【アラート通知】



【施設環境制御box】

(注)写真は実証中の試作機です。



※画面・機能は現在、開発中のものです。  
内容を変更する場合がありますのでご了承ください。

## 製品・サービス体系

製品・サービス名	価格	内容	備考
施設園芸SaaS(基本サービス)	6千円	上記機能をご提供いたします。	月額
	72千円		年額
施設環境制御box	200千円～	機器制御用のハードウェア	一括
温湿度センサー	80千円	UECS通信規格対応センサー	一括
施設園芸SaaS導入支援サービス	個別見積	施設園芸SaaSのパラメタ設定などの導入支援を行います	一括
ハードウェア設置・配線工事	個別見積	施設環境制御box等の機器の設置・配線工事を行います	一括

※UECS通信規格対応センサーには、CO2センサー、日照センサー、感雨センサーもあります。

※詳細に関しては、Akisaiホームページ(URL:<http://jp.fujitsu.com/solutions/cloud/agri/uecs/>)でご確認ください

### 【お客様でご用意いただくもの】

1. 必須環境
  - ・インターネットに接続できるパソコン(InternetExplorerを使用します)
  - ・インターネット通信環境
2. 任意(使い方に応じて)
  - ・スマートフォン
  - ・インターネットに接続できるタブレットPC

※項番2に関しては、弊社の推奨機器・構成をご提案させていただきます。

製品・サービスについてのお問い合わせは

**富士通コンタクトライン 0120-933-200** 受付時間 9:00～17:30(土・日・祝日・当社指定の休業日を除く)

富士通公開サイト <http://jp.fujitsu.com> 詳細はこちら <http://jp.fujitsu.com/solutions/cloud/contact/>

2014.2.4 日蘭研究交流シンポジウム (Japan - Netherlands Joint Research Symposium on Horticulture)

## 労務管理による施設園芸経営の合理化

How to increase efficiency of greenhouse horticulture through labor administration

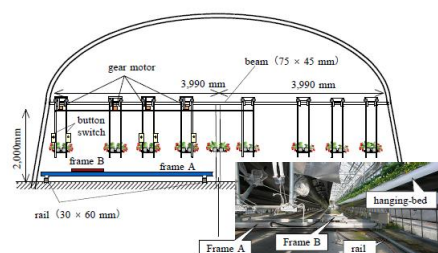
—ロボット技術やICT導入を切り口にして—

How to change greenhouse horticulture through robotics and ICT

モデレーター 長崎裕司 (農研機構 近中四農研)

Moderator : Yuji Nagasaki

Western Region Agricultural Research Center (NARO)



## 論点 Issue

- 日本とオランダの施設園芸の違い  
**Difference between the Netherlands and Japan in Horticulture**
  - 日本：小規模家族経営 (Japan: family farm, small farm size)
- 施設園芸における省力化の限界  
**Limit of labor-saving in horticulture**
  - イチゴ：労働時間2,000時間/10a (Working hour: over 2,000h/10a)
  - ロボット技術は施設園芸省力化のブレークスルーになるか  
(How to brake down limit of labor-saving through robotics)
- 経営規模に応じた労務管理 (日本型施設園芸)  
**Optimal labor administration in farm size (Japan model)**
  - 大規模経営でのICT活用 (ICT: large-scale farm change entrepreneur)
  - 小規模経営はどのように生き残るか (How to change small farm)



Empowered by Innovation **NEC**

## 日蘭研究交流シンポジウム Japan – Netherlands Joint Research Symposium on Horticulture

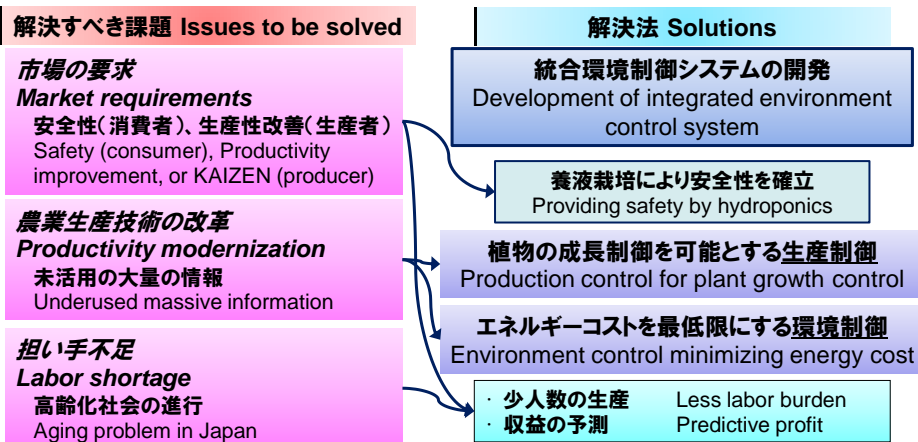
### 植物工場統合環境制御について Development of integrated environment control system in greenhouse in Japan

2014年 2月4日  
日本電気株式会社  
February 4, 2014  
NEC Corporation

2014年2月4日 日蘭研究交流シンポジウム（仙台）  
February 4, 2014 Japan – Netherlands Joint Research Symposium on Horticulture, Sendai, Japan

## 1. 露地野菜の課題～解決に向けて

### 1. Issues of outdoor-grown vegetable and solutions



**若い世代に対し新しく魅力ある農業の復興に寄与(6次化産業へ貢献)**  
 Contribution to revival of new, attractive agriculture for a young generation



## 2. 植物工場への期待 (1/2)

### 2. Expectations for an advanced greenhouse (1/2)

#### 市場からの期待

From market

- 清潔、新鮮、安全  
Clean, fresh and safe
- 調理に便利  
Convenient for cooking
- 地域社会に貢献している  
Contributing to community

#### 生産者側からの期待

From farmers

- ランニングコストの低下  
Lower running cost
- 作りやすさの改善  
Easier vegetable growth management
- 省労力での生産  
Labor-saving technology

## 2. 植物工場への期待 (2/2)

### 2. Expectations for an advanced greenhouse (2/2)

**日本の良好な気象環境を生かし、施設栽培／太陽光型植物工場の依存度を高める事が望まれる**

Dependence on farming in an advanced greenhouse is expected to increase, taking an advantage of Japanese climate.

**園芸施設の大規模化・集積化が進む今後、日本の気象環境と栽培方式に適した国産の統合環境制御システムが必要となる**

As small farmlands are merged and horticultural facilities become larger, it is necessary to develop an integrated environment control system suited for Japanese local climate and cultivation type.

**日本の大規模園芸施設で得られたデータをマイニング技術で定式化し、進化型の統合環境制御システムの実現に向けて開発中**

We are developing an evolving integrated environment control system, based on formulas derived by mining of data collected in Japanese large-scale greenhouses.

### 3. 学術的背景

### 3. Knowledge from academic research

**収量**  
Yield

太陽光型植物工場におけるトマト等の果菜類の  
可能最大な年間収量は、年間の積算透過日射量にほぼ比例する。

The possible maximum annual yield of fruit vegetables such as tomato in a greenhouse is approximately proportional to annual accumulated sunlight.

**コスト**  
Cost

高い生産コストの主要因＝エネルギーと資源の低い利用効率。  
例えば、冷暖房、CO<sub>2</sub>施用等の制御が合理的ではない。

The major factor of high production cost is low energy efficiency.  
For example, control of air-conditioning or CO<sub>2</sub> application is not intelligent.

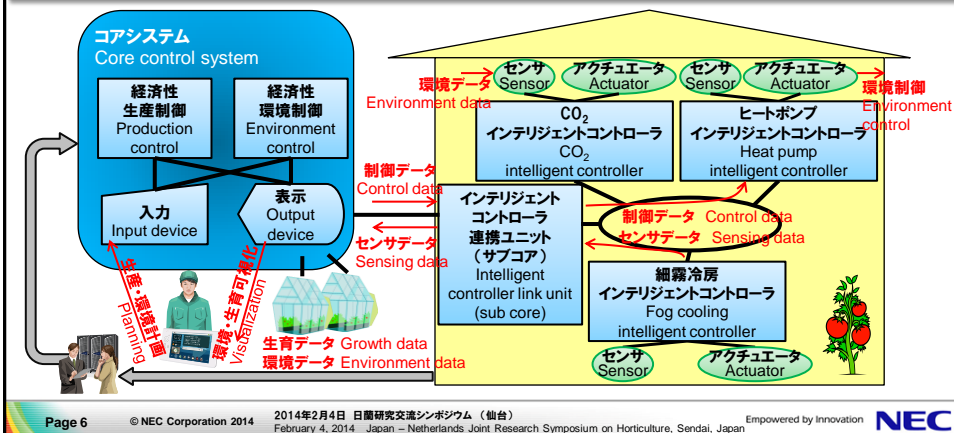
農業経営の視点からも、農産物や燃料の市場価格を中長期的にも考慮した  
統合環境制御が必要

From the viewpoint of agriculture business,  
it is necessary to develop an **integrated environment control system** that  
considers market price of products and fuel in the mid-and long-term.

### 4. 統合環境制御 全体構想

### 4. Overview of the integrated environment control system

「複合制御」や農家の「勘と経験」による職人的産業から、科学技術を駆使し最低のランニングコストで高収量・高効率生産を実現し、最大のコストパフォーマンスと安定した収益を目指す。 Aiming at highest cost performance and stable profit, we are developing an integrated control system that realizes minimum running cost and maximum yield/efficiency and overcomes a present combined control and seat-of-the-pants approach.

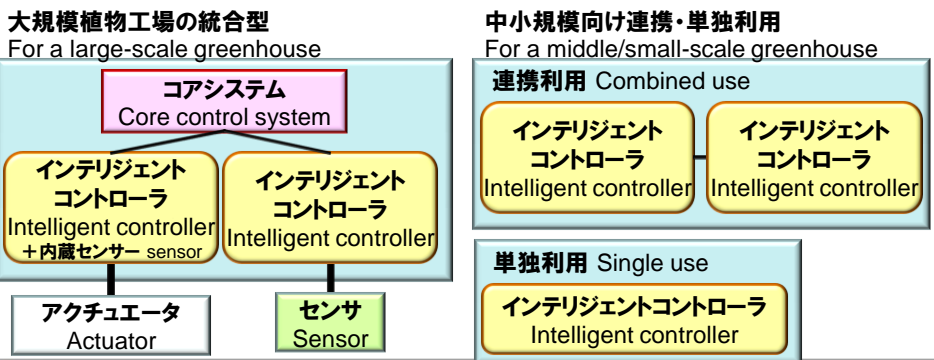


## 5. 統合環境制御システムの構成

### 5. Structure of the integrated environment control system

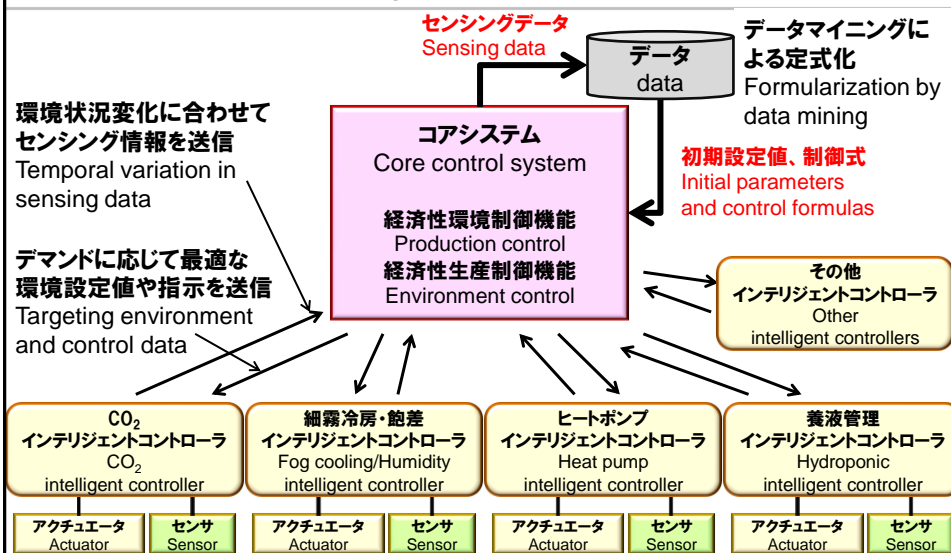
**統合環境制御システム = コアシステム + インテリジェントコントローラ**  
 Integrated control system = Core control system + Intelligent controller

**コアシステム: 植物の成長と環境を予測/制御する頭脳**  
 Core control system: Brain that predicts and controls plant growth and environment  
**インテリジェントコントローラ: 自律的に動作する制御装置**  
 Intelligent controller: Autonomous local controller



## 6. 統合型環境制御システムの動作

### 6. Operation of the integrated environment control system



## 7. 対象施設と目標

### 7. Goals of the integrated environment control system

- (1) 全国に普及している小規模パイプハウスレベルの利用(300坪以下)  
Small-scale pipe greenhouse widely used in Japan (~1,000m<sup>2</sup>)  
インテリジェントコントローラを単体で使用して、10%程度の収益性向上。  
Profitability up by 10% by single use of intelligent controller
- (2) 中規模温室としての中型プラスチックハウスレベルの利用(300~1,000坪)  
Middle-scale plastic greenhouse (1,000~3,000m<sup>2</sup>)  
インテリジェントコントローラを複合化して、20%程度の収益性向上。  
Profitability up by 20% by combining intelligent controllers
- (3) 大規模ガラス温室(またはプラスチックハウス)レベルの利用(1,000坪以上)  
Large-scale glass/plastic greenhouse (3,000m<sup>2</sup>~)  
コアシステムを導入して、50~60%程度の収益性を向上。  
Profitability up by 50~60% by adding core control system

**開発環境として千葉大学植物工場拠点の試験展示温室および  
施設効率分析診断システムの優先的に活用して開発を進行**  
Preferential utilization of greenhouses and analysis/diagnosis systems  
at Chiba University as a development environment.

## 8. 農林水産プロジェクトのご紹介

### 8. Introduction of MAFF project

MAFF: Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan

#### 農林水産省 6次産業化対策「緑と水の環境技術革命プロジェクト事業」

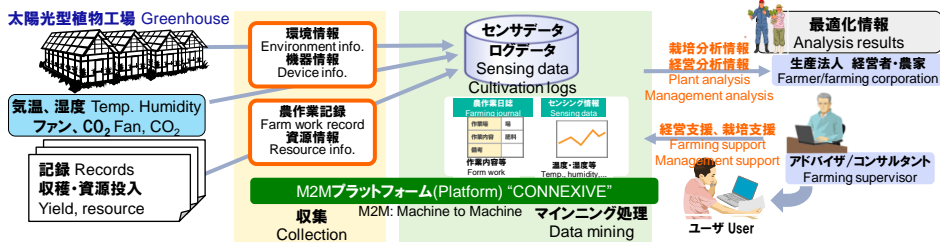
Sextiary sector measure by MAFF

“Innovative environment technology project for green and water”

NPO植物工場研究会/千葉大学と共に推進。センシングとマイニング技術を適用

Application of sensing and data mining technologies to greenhouse

by Plant factory association of Japan (NPO) and Chiba University

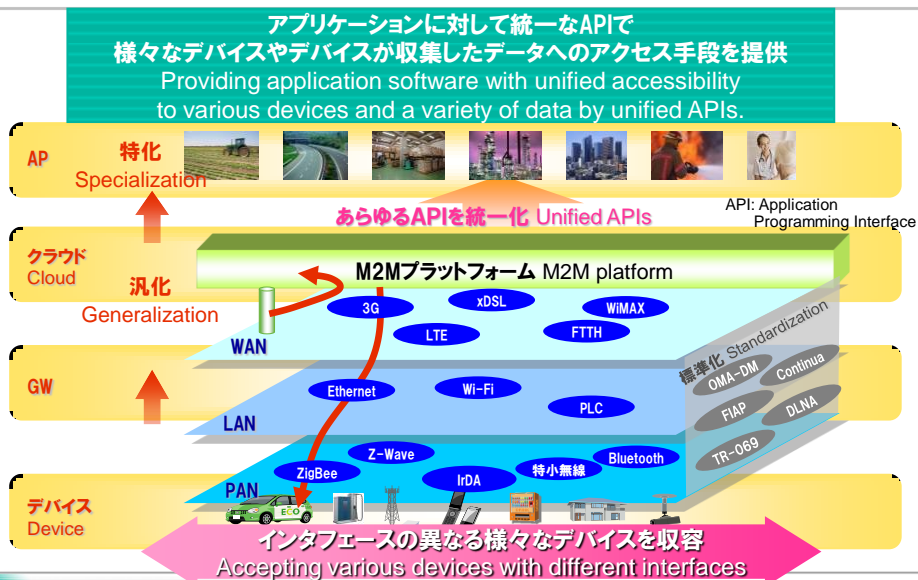


**センサ情報・資源情報の分析・解析で、最適コントロール**  
Optimum control by analysis of sensing data and resource information

## 9. プロジェクトスケジュール 9. Project schedule

項目 Items	2012年度 下期 FY2012	2013年度 FY2013	2014年度 FY2014	2015年度 FY2015
開発 Development ・経済性環境制御 Environment control ・経済性生産制御 Production control	<ul style="list-style-type: none"> <li>要求仕様検討 Requirements specification examination</li> <li>基本設計 Preliminary design</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>生育モデルの定型化と生産計画の概要設計 Schematic design of growth model formalization and production planning</li> <li>経済性環境制御プロトタイプ製造 Prototype development of environment control system</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>経済性生産制御プロトタイプ作成 Prototype development of production control system</li> </ul>	
検証 Verification ・千葉大植物工場 at Chiba University ・福島の植物工場 in Fukushima greenhouse		<ul style="list-style-type: none"> <li>経済性環境制御の実験棟による検証 Verification of environment control system in experimental greenhouses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>経済性環境制御の実験棟による検証 Verification of environment control system in experimental greenhouses</li> <li>経済性環境制御検証 Verification of environment control system</li> <li>現地設置 Field installation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>検証、データ収集マイニング、フィードバック Verification, data collection, data mining, and design feedback</li> </ul>

## 10. ビッグデータを処理する基盤技術 (1) :プラットフォーム 10. Key technology of "big data" processing (1): Platform

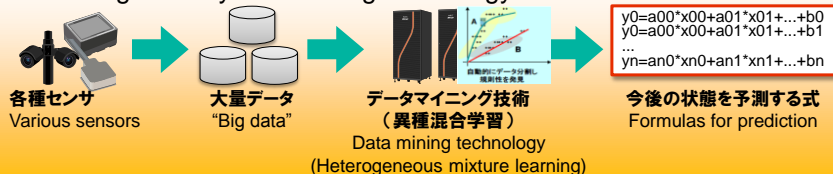


## 10. ビッグデータを処理する基盤技術 (2) : データマイニングと最適制御

10. Key technology of "big data" processing (2): Data mining and optimum control

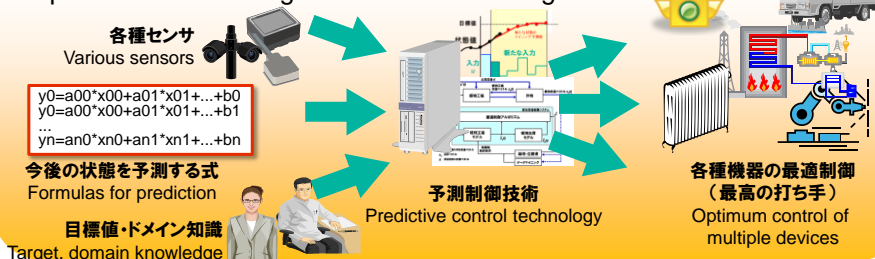
### データマイニング技術を使った法則性の発見

Discovering rules by data mining technology



### データマイニングの結果を利用した最適制御

Optimum control using results of data mining



## 11. データマイニングと最適制御の例

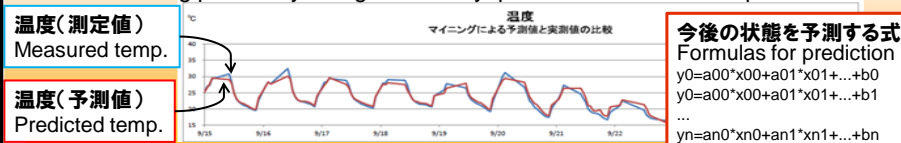
11. Example of data mining and optimum control

### データマイニングの例: 温度の測定値と予測値の比較

Data mining: comparison of measured and predicted temperatures

#### 高い精度で今後のハウス内温度の予測が可能

Showing possibility of high-accuracy prediction of inside temperature

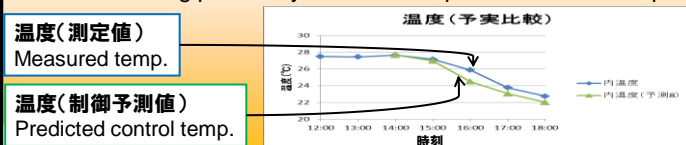


### 最適制御の例: マイニング結果を用いた温度の制御

Optimum control: temperature control using data mining results

#### 予測通りのハウス内温度の制御が可能

Showing possibility of inside temperature control as predicted





## 12. まとめ 12. Summary

### 日本で発展・普及する統合環境制御の実現に向けて

Towards realization of an integrated environment control system that will be prevailed and spread in Japan, it should be

- ◆日本の環境変化に即した統合環境制御  
suited for Japanese climate and weather characteristics, and
- ◆導入し易い、使いやすい、低価格  
<初期導入コスト、ランニングコストが安い>  
→ 省庁、自治体からの支援(補助金)は不可欠  
easy to install and operate, and low initial/running cost  
with indispensable support or subsidy from central and local governments.

### 担い手不足の解消と魅力ある農業の創生に貢献！！

Contribution to solving labor shortage and creating attractive agriculture!!

Empowered by Innovation

# NEC



## HORTICULTURAL EXPERTISE GROUP

IMPROVEMENT CENTRE • EDUCATION • PROJECTS • CONSULTANCY



## Climate control *'Steps towards a integrated system'*

環境制御  
*'統合的なシステムへ向けて'*

IMPROVEMENT CENTRE • EDUCATION • PROJECTS • CONSULTANCY

## Content (プレゼンテーションの内容)



- Utopia (理想郷)
- Steppingstones model (飛び石モデル)
- Steps (ステップ)
- Example: Top Crop (例)



Name (氏名): Arco van der hout  
Company (会社): GreenQ  
Function (役職): Consultant/trainer  
(コンサルタント・トレーナー)

## Utopia (理想郷)



**Plant:** I would like to order menu A; 19 °C 24 hour temp and 1800 J/cm<sup>2</sup>/day radiation.  
**植物:** 気温は一日中摂氏24度で、日照は一日あたり1800J/cm<sup>2</sup>にして下さい。

**Waiter:** Ok, and would you like something to drink?  
**ウエイター:** OK, 飲み物はいかがですか？

**Plant:** Yes please. (2,5\*1800 =) 4,5 L water.  
**植物:** 4,5リットルお願いします。

**Waiter:** And a side dish??  
**ウエイター:** 付け合せはどうしましょうか？

**Plant:** A bit boron and zinc. Thank you and can you please close the solar screen because the sun is in my eyes.  
**植物:** ホウ素と亜鉛を少し下さい。太陽がまぶしいのでカーテンを降ろして下さい。



## Utopia (理想郷)



If plants could tell us what they need, growing would be much easier.

(もし、植物が自分たちが何を必要とするかを語る事ができれば、栽培はもっと易くなるだろう。)

New sensor techniques are making this more and more a reality.

(新しいセンサー技術はこのことを可能にするであろう。)



Stomata (気孔)

## Steppingstones model (飛び石モデル)



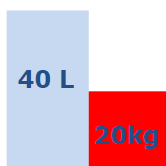
### Steppingstones

Growth	Site	Chain	Level	
5	5	5	10	統合的なサプライチェーンの確立。社会的な責任のを果たした企業家精神 Complete integrated supply chain. Socially responsible entrepreneurship.
5	5	4	9	閉鎖系最適化温室:最適化された育成技術及び収穫後の加工 Closed/Optima greenhouse with optimized growth technology and post harvest processing
4	5	3	8	閉鎖系最適化温室:持続的な運営 Closed/Optima greenhouse with sustainable operation.
3	4	3	7	Conventional greenhouses for optimising quality/quantity on demand. Market develops to pull market 通常の温室:需要に合わせた質・量の最適化、市場の発展
3	3	2	6	通常の温室:資源利用の最適化、(総合的に)制御された生産 Conventional greenhouses. Optimising resources and controlled production (integrated)
2	2	2	5	生育制御、計画出荷のための温室 Greenhouses for controlled growth and planned delivery
2	2	1	4	リスクの低減(水の確保、植物保護、病害防除) Risk reduction (safety of water, crop protection, disease control)
2	1	0	3	最低限の投資を伴う制御された生育 Controlled growth with minimum of investments
1	1	0	2	野外条件下での回復不可能な損害の回避及び基本的生育の制御 (灌漑、防除、施肥) Prevention of irreversible damage and controlling basic growth (irrigation, spraying, fertilisation)
1	0	0	1	野外条件下での回復不可能な損害の回避(柵等による) Prevention of irreversible damage due to outdoor conditions (fence, etc)
0	0	0	0	自然状態 Mother nature conditions

### 3. Growth control (成長制御)



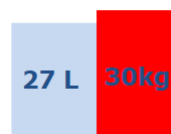
- Growing in soil (土壤栽培)
- Plastic tunnels (プラスチックトンネル)
- Nutrients by hand, simple irrigation unit (手作業による施肥、簡易な灌漑システム)
- Climate control by hand (手作業による環境制御)
- Disease control (病害制御)
- Local market (地場市場)



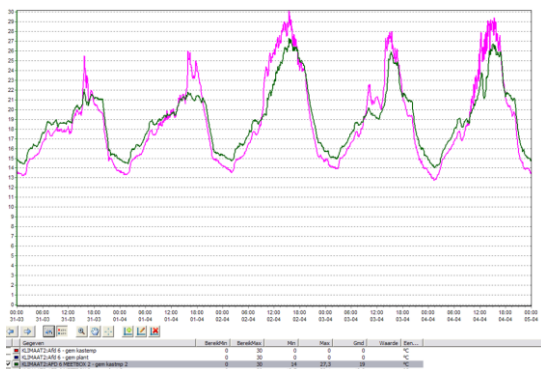
### 5. Controlled environment (制御された環境)



- Cost price focus (費用対価格に注目)
- Growing in soil (土壤栽培)
- Climate control (環境制御)
- Thermostats (on/off) (サーモスタット)
- Plastic cover (プラスチックマルチ)
- Simple irrigation (簡易な灌漑設備)
- Disease control (病害制御)
- Local market/e (地場市場/輸出)



## 5. Controlled environment (制御された環境)



- Basic climate control results in growth optimization and increase of the yield. (基本的な環境制御により成長の最適化と収量増加が可能となる)
- Less risks mean a constant production. (リスクを減らすことにより、コンスタントな生産が可能となる)

27 L 30kg

## 7. Optimizing Quality (品質の最適化)



- Growing in substrate (溶液栽培)
- Plastic or glasshouse (ビニールあるいはガラス温室)
- Water treatment (水処理)
- Labour management (労働管理)
- Biological treatment (生物処理)
- Quality control (品質管理)
- Local and export market (地場並びに輸出市場)

22 L 50kg



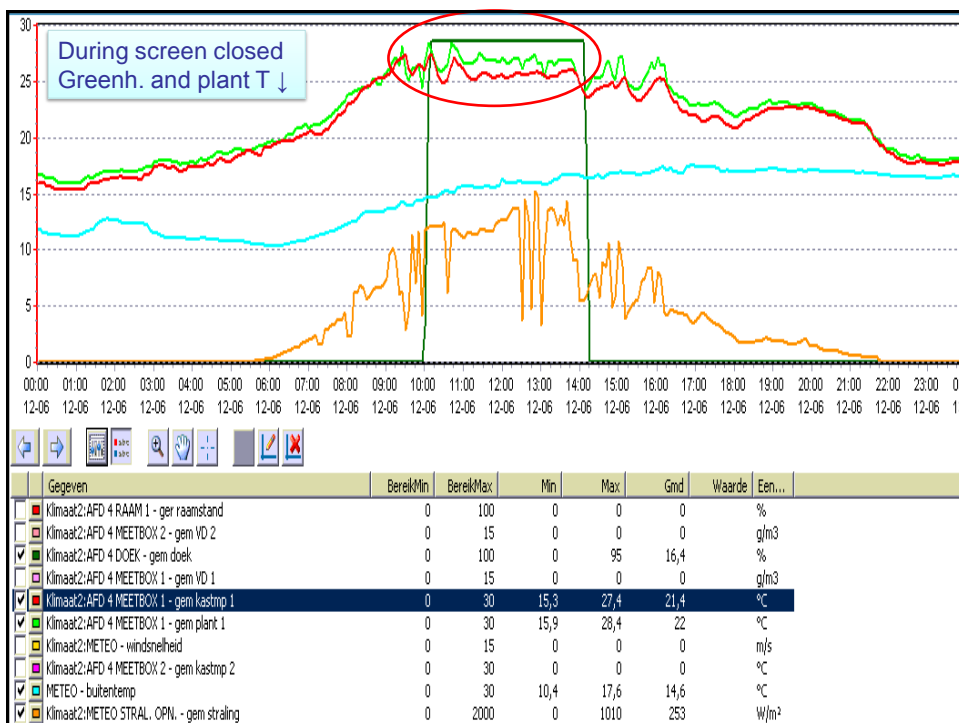
## 9. Optimizing and integrating chain activities (最適で総合的な連鎖活動)



- Added value focus (付加価値に注目)
- Joint operations (協同作業)
- Tracking & tracing (追跡)
- Greenhouses (温室)
- Energy supplier (エネルギー供給者)
- Closed water loop (閉鎖的水循環)
- Water disinfection (水の滅菌)
- Biological treatment (生物的処理)
- Marketing (マーケティング)

70kg

5 L

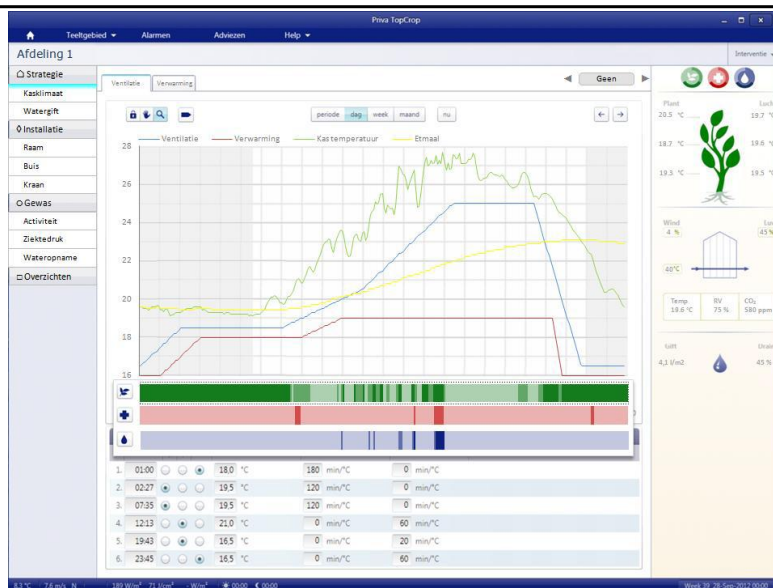


# Top Crop \*



\* :ソフトウェア名)

# Top Crop





**HORTICULTURAL EXPERTISE GROUP**

**Thank you for your  
attention!**

[www.greenq.nl](http://www.greenq.nl)

IMPROVEMENT CENTRE • EDUCATION • PROJECTS • CONSULTANCY