

コラボレーションセミナー第2弾
ビッグデータ×農業 シンポジウム
～ ICT利活用で農業が変わる!～



植物生体情報計測ロボットによる 太陽光植物工場の知能化



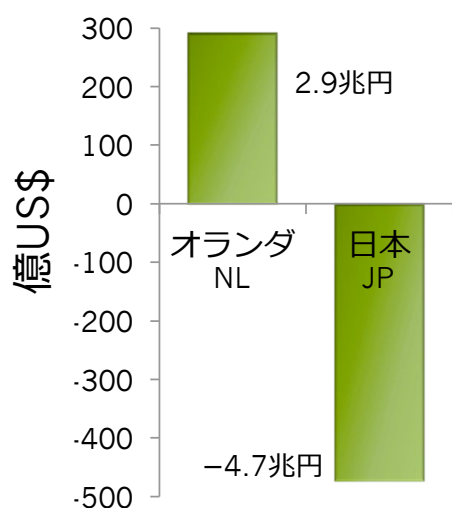
2015年4月14日（松山）
愛媛大学農学部
Faculty of Agriculture, Ehime University
愛媛大学植物工場研究センター
Research center for high technology greenhouse
高山弘太郎

国際競争力のある農作物生産



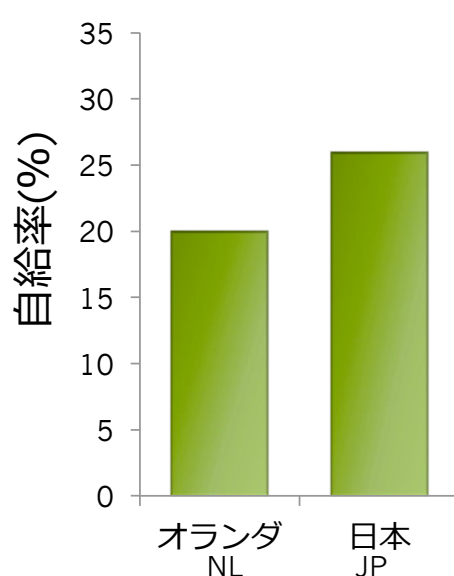
NL

農産物純輸出額



農水省HP (FAOSTAT 2009)

穀物自給率



農水省HP (試算 FAO 2012)

外貨を獲得できる強い農業

太陽光植物工場における食料生産

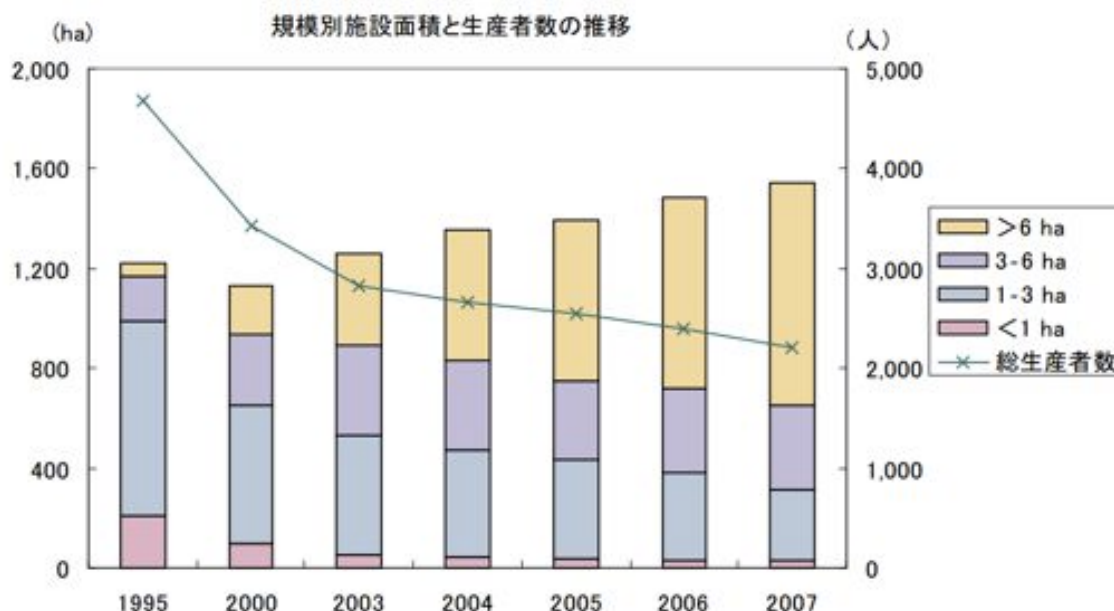
Agricultural production in large scale greenhouses

太陽光を利用する大規模な食料生産システム



国際競争力のある生産システムとしても期待

大規模化による競争力強化



「オランダ調査報告書」((株)三菱総合研究所)

<http://www.jgha.com/project/sh-project/22shp-netherlands.pdf>

太陽光植物工場におけるSPAの必須性

Agricultural production in large scale greenhouses based on SPA

太陽光を利用する大規模な農作物生産システム

効率的栽培方法



株間LED補光



CO₂施用

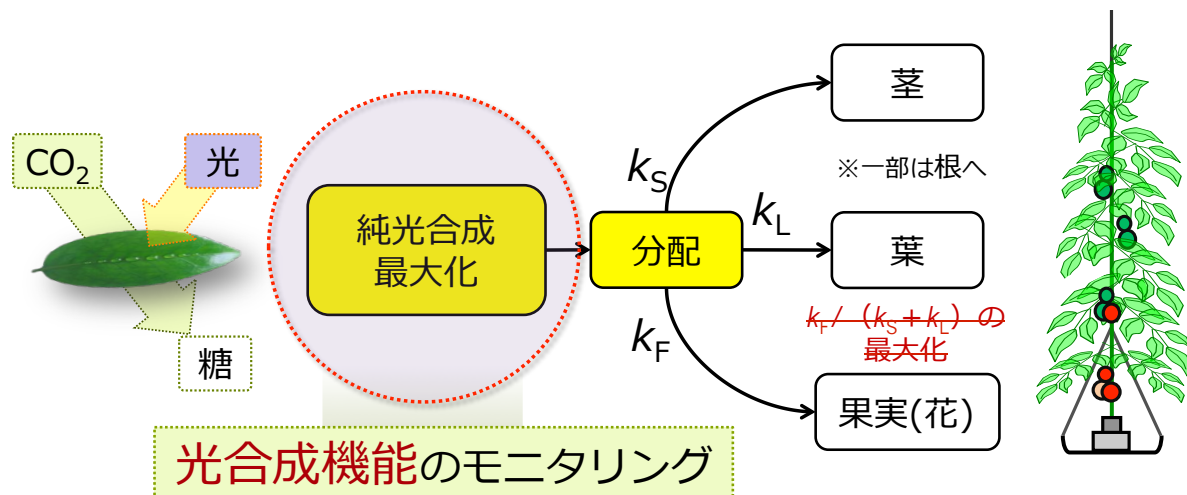


Speaking
Plant
Approach

様々なセンサを用いて作物の
生育状態を把握・診断し，栽培環境を適切に制御する

太陽光植物工場における長期多段トマト生産

純光合成最大化と適正分配の維持



実装型クロフィル(Chl)蛍光画像計測ロボット

わが国発の

SPAによる**知能的**環境調節技術



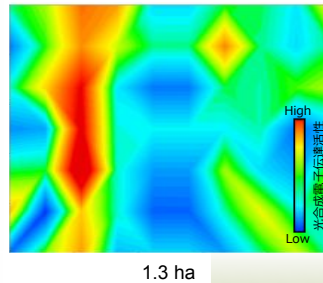
クロロフィル蛍光画像計測ロボットによる**高精度**生体情報計測

①実装型ロボットの概略

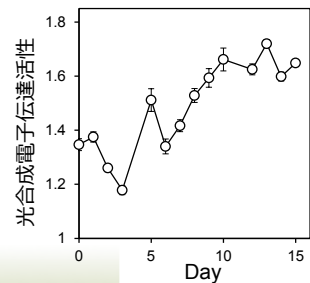


②**高精度**生体情報

高空間分解



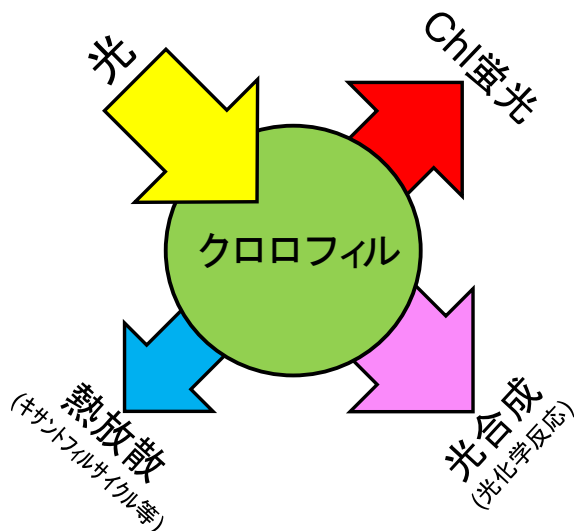
高時間分解



③環境調節の**知能化**の可能性

クロロフィル蛍光計測による植物診断

Chlorophyll fluorescence imaging for plant diagnosis



- 葉緑素(Chl a)は蛍光体
- 光合成反応の影響を受けて蛍光強度が変化

Chl蛍光を正確に計測することで、**光合成反応系の状態**を評価可能

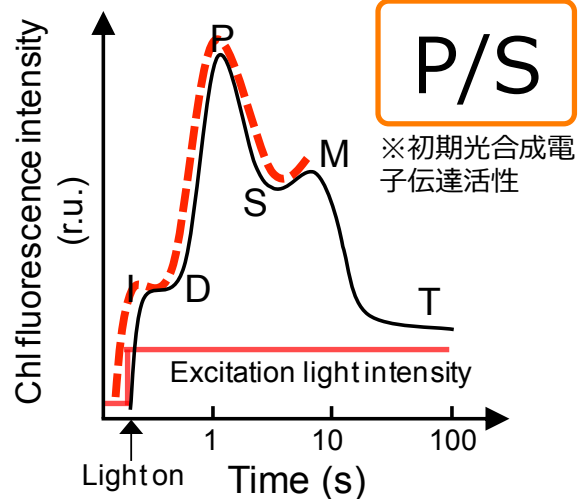
インダクション法による光合成機能診断

Chl fluorescence imaging for plant diagnosis (Omasa et al., 1987)



Chl蛍光インダクション現象

光合成機能指標



インダクション画像計測例
Chl fluorescence induction imaging

Takayama et al., 2012

実装型Chl蛍光画像計測ロボット

Chl fluorescence imaging robot for practical use



Chl蛍光画像計測ロボットの動作

Demonstrative measurement of Chl fluorescence imaging robot



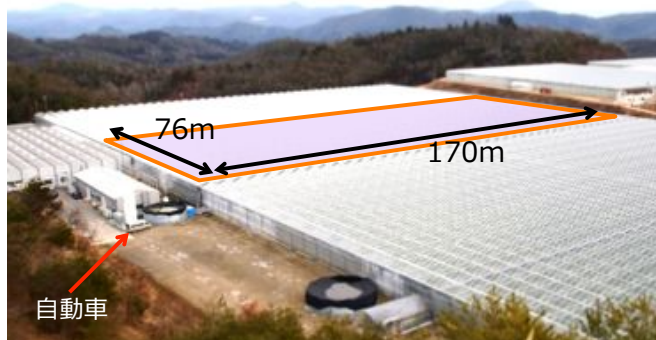
❖ 昼間のデモンストレーション計測

太陽光植物工場における実証試験

Practical use of CFI robot in a large-scale greenhouse



商業的トマト生産植物工場(広島県)

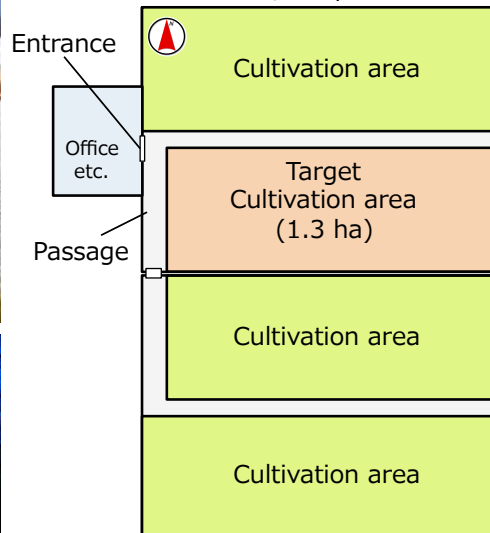


Feb 15 2014

南北10m(7点)×東西16m間隔(10点)で計測

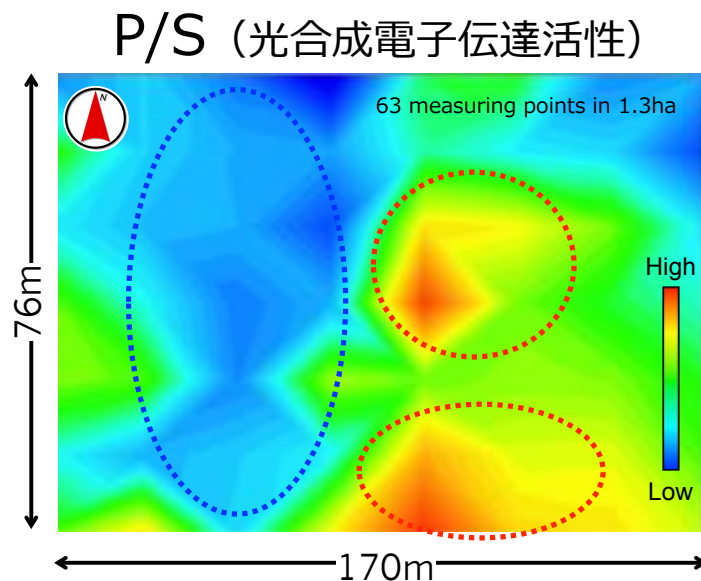
[合計70計測点]

1.3 ha (5.5 ha)
30,000 plants



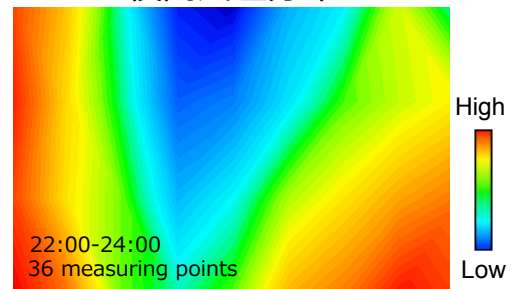
大規模太陽光植物工場における 光合成機能の分布

Distribution of photosynthetic function of tomato plant in 1.3 ha

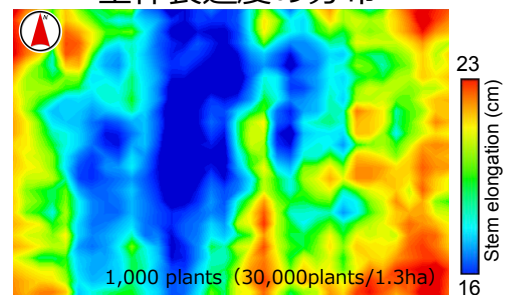


光合成機能(生育)のムラを見える化

夜間気温分布



茎伸長速度の分布



わが国発の SPAによる**知能的**環境調節技術



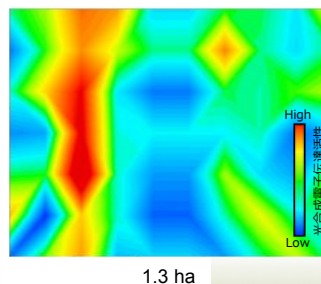
700nm蛍光画像計測ロボットによる高精度生体情報計測

①実装型ロボットの概略

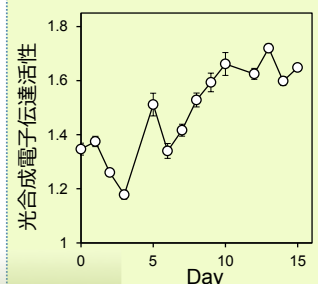


②高精度生体情報

高空間分解



高時間分解



③環境調節の**知能化**の可能性

結果および考察

トマト個体群の光合成機能の経日変化

Changes in photosynthetic function for two weeks

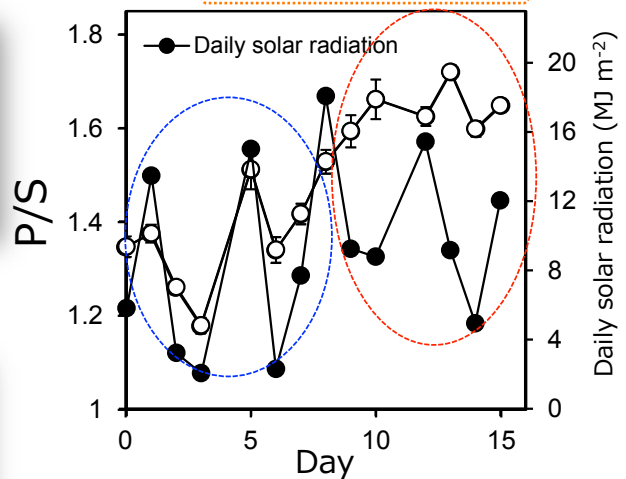
愛媛大学植物工場研究センター



同一栽培レーン上の個体群を対象に、
Feb 5~20 2014に連夜計測



日積算日射量との関係

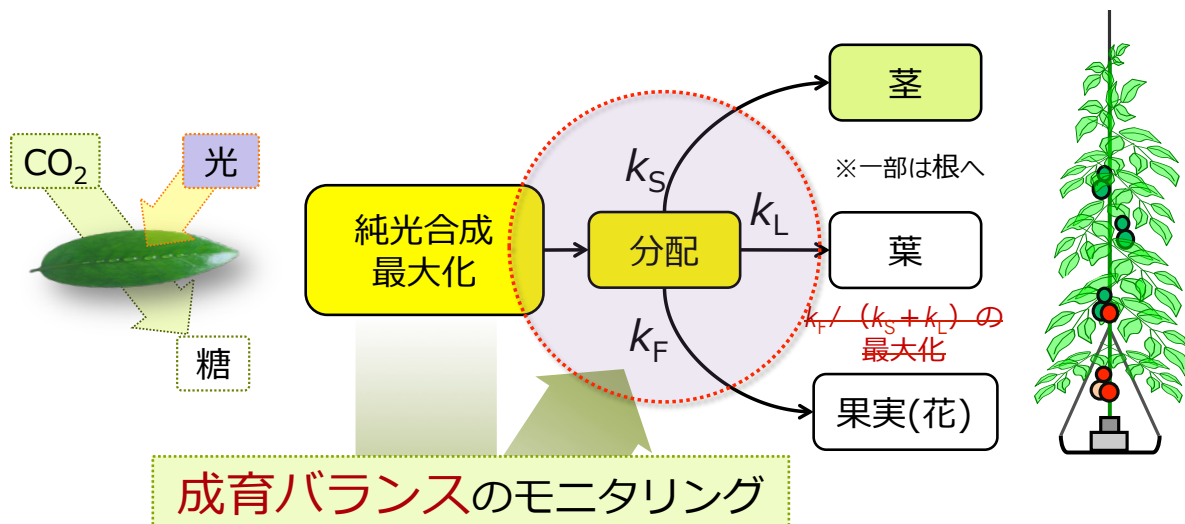


環境計測のみでは予測さえできない
植物応答の詳細なモニタリング

複数の環境要因の複合的な影響

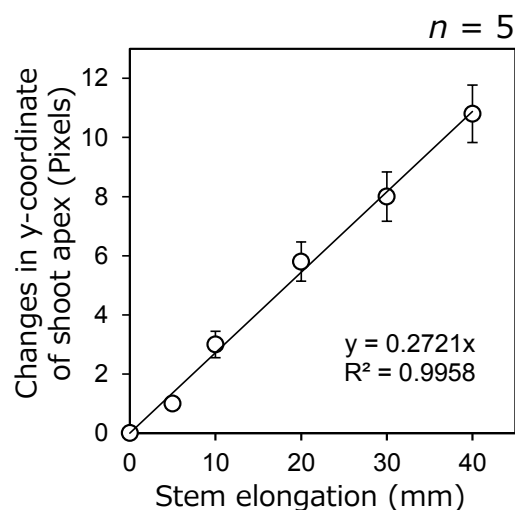
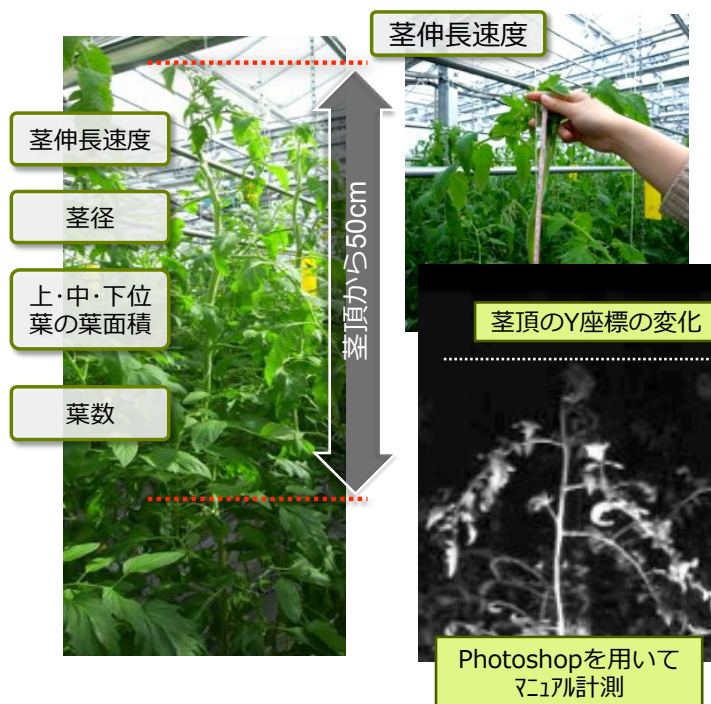
太陽光植物工場における長期多段トマト生産

純光合成最大化と適正分配の維持



実装型クロフィル(Chl)蛍光画像計測ロボット

成育バランス評価のための一般的生体情報計測項目の画像計測



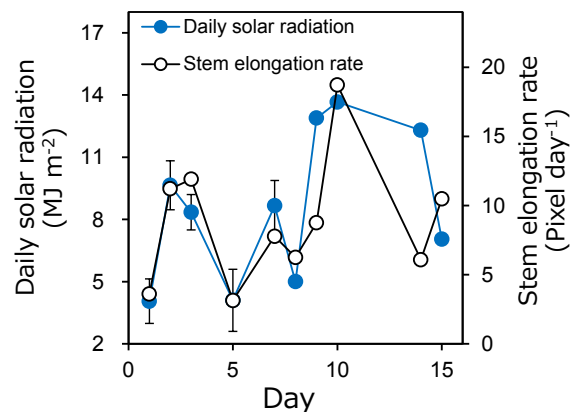
毎日の
茎伸長量計測が可能

莖伸長速度の15日間連続計測



Day	Manual Stem Elongation Rate (Pixels day ⁻¹)	Automatic Stem Elongation Rate (Pixels day ⁻¹)
1	8.2	3.8
3	11.2	11.8
5	11.2	3.2
7	5.8	7.8
9	6.8	8.8
10	-	18.8
11	13.8	19.8
13	11.2	6.8
15	-	10.8

手計測では把握できない
日単位の成長量の変化
を把握可能



これまで不可能であった
環境要因と成育の関係
の詳細の解析が可能に

環境調節の自動化(知能化)の可能性



実装型Chl蛍光画像計測ロボット



人間の目・観察では把握不可能なレベルの詳細で正確な生育状態把握が可能

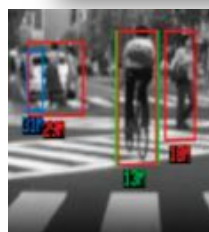
- ①光合成機能の日変化・分布の把握
- ②ストレス・病虫害の早期検知
- ③1日単位の成長（茎伸長，葉量〔茎径，果実着色 etc.〕の正確な把握

毎日の環境調節に即時フィードバック

※栽培ノウハウのデータベース化

環境調節の知能化

運転支援システムは既に受け入れられている



①何を，②どの程度の精度で計測し，**とりあえず**③どのような対策を講じれば良いのか

茎伸長が過剰(4cm以上)なときは夜間気温を-1℃

ある程度の自動化は早々に達成可能



生体情報計測と増益の関係

