

令和 2 年 5 月 31 日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2018～2019

課題番号：18K19250

研究課題名(和文)植物生産場におけるInternet of Plants (IoP)の実現と機能化

研究課題名(英文)Internet of Plants for Crop Production

研究代表者

北野 雅治 (Kitano, Masaharu)

九州大学・農学研究院・教授

研究者番号：30153109

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,800,000円

研究成果の概要(和文)：作物生産現場の作物生理生態の時空間変動情報の可視化、共有化、機能化を、インターネットを介して可能にする仕組みとしてInternet of Plants (IoP) を提唱し、作物生理生態情報およびAIの学習機能を生産現場で合理的に活用できるIoPの実験基盤を構築した。さらに、農業研究機関に蓄積されている過去の精密な生育調査等の情報群の可視化によって、作物生理生態と栄養成長、生殖成長、収穫(収量、収穫時期)との関係性の可視化を可能にし、成長や収穫(収量・時期)等の予測や調節を可能にするアルゴリズムの基本型を提案した。これらの成果を、原著論文8報、学会発表27件で積極的に発表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日々の営農において、説明性の高い作物生理生態の時空間情報の可視化、機能化、共有化を実現するIoPの技術基盤の確立によって、農家の創意工夫によって「農業の自律性」を高める技術革新がもたらされ、以下の効果が期待される。生理生態・生育・収穫(量、質、時期)の予測と調節、環境調節・出荷計画・労務管理の最適化、小規模分散施設群の自動統合管理、営農技術の分析・評価・改善、篤農技術の検出・共有・形式知化、産地の営農技術の高位標準化と自律的進化、四定(定時・定量・定品質・定価格)生産の実現、新規就農者支援、自然災害に対するレジリエンスの醸成(復興人材の育成、篤農技術の担保)

研究成果の概要(英文)：Crop growth and production largely depend on crop physio-ecological processes such as photosynthesis, of which information has remained unavailable in farming. I newly proposed "Internet of Plants (IoP)" which can be expected to enable visualization, sharing and functionalization of information of crop physio-ecological processes in crop fields and to produce big data challenges for the smart farming with possible supports of AI engines. A prototype of IoP was built to visualize and share information of crop physio-ecological processes in cooperation with mechanistic physio-ecological models and meteorological information. Furthermore, relationships between physio-ecological processes and crop growth were visualized and analyzed based on a big amount of past data stored in a regional agricultural research center. These enabled to produce a fundamental algorithm for the functionalization of information of crop physio-ecological processes on IoP.

研究分野：農業気象学

キーワード：農業環境・情報工学 Internet of Plants 植物環境系輸送プロセス 動的作物モデル AI

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

農業は、天候などに左右される作物の生理生態（光合成、蒸散、養分吸収、転流、栄養・生殖成長等）に全面的に依存し、光合成産物を利活用する「ものづくり産業」である。全ての営農作業が、作物の生理生態（特に、光合成）を最適化するための作業といっても過言ではない。人工知能（AI）を農業に活用し、次世代も持続可能な高収益農業の実現を目指す取り組みの中で、計測およびビッグデータ化が容易な植物画像情報や植物周辺の環境情報が、AIの学習データとして利用されつつある。しかしながら、植物の収量と品質を決定づける作物の生理生態の時空間変動については、植物生産場において多点連続・非破壊の定量的な計測が不可能なために、作物生理生態情報およびそのビッグデータを活用するAIが農業のために効率的に機能するには至っていない。

2. 研究の目的

植物生産場において多点連続測定およびビッグデータ化が容易な環境要素（光、CO₂、水、温度、風）の時空間変動の情報と、光合成、蒸散、転流、養水分吸収、熱収支等の動的モデル群を駆使して、作物生産を決定づける生理生態の時空間変動情報の可視化とビッグデータ化を可能にする。次に、得られた生理生態の時空間変動の情報をインターネット上で活用できる Internet of Plants (IoP) を植物生産場に実装し、AIが持つ機能（学習、最適化、情報収集、パターン認識等）を活用できる基盤技術を形成する。すなわち、以下の課題を設定した。

課題 I: 植物-環境系輸送現象の時空間変動の可視化とビッグデータ化の技術基盤の構築

課題 II: Internet of Plants (IoP) の実現とその機能化

3. 研究の方法

課題 I に関しては、作物生理生態の機構モデル群（表 1）を統合し、環境要素から作物生理生態の動態を評価した。その際、必要なモデルパラメータは、新規および既存の多様な植物生体計測法（植物個体群チャンバー、転流 RI イメージング、リーフチャンバー、葉面対流多点連続評価等）により得られた実測値に基づいて同定した。

多様な作物生産場（連棟ハウス、高軒高ハウス、太陽光型植物工場等）において、多点連続で評価した環境要素の時空間変動情報と上記の多様なモデル群を用いて、多様な生産場における作物生理生態情報の時空間変動の可視化とビッグデータ化を可能にすることを検討した。さらに、農業研究機関に埋もれている、野帳形式でまとめられているために、十分

表1 個葉の生理生態の機構モデルの例：光合成生化学モデル (Farquhar et al., 1980)、気孔コンダクタンスモデル (Medlyn et al., 2011) 葉温モデル

項目	数式
光合成速度 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	$A_c = \left[\frac{V_{\text{cmax}} (C_i - \Gamma^*)}{C_i + K_c (1 + O/K_o)} \right] - R_d$ $A_j = \left[\frac{J (C_i - \Gamma^*)}{4C_i + 8\Gamma^*} \right] - R_d$ <p style="text-align: center;">ただし、</p> $J = \left\{ \phi_j Q + J_{\text{max}} - \sqrt{(\phi_j Q + J_{\text{max}})^2 - 4\phi_j Q J_{\text{max}} \theta_j} \right\} / 2\theta_j$
CO ₂ の気孔コンダクタンス($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	$g_{\text{sc}} = g_{\text{ac}} A / \{g_{\text{ac}} (C_a - C_i) - A\}$ $g_{\text{sc}} = [g_0 + \{1 + (g_1 / \sqrt{D_L})\} (A / C_s)] / 1.6$
葉温(°C)	$T_L = T_a + \frac{R_{\text{abs}} - \epsilon_L \sigma T_a^4 - \lambda g_v D / P_a}{c_p (g_{\text{aH}} + g_r) + \lambda (\Delta / P_a) g_v}$
蒸散速度($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	$Tr = g_v \cdot D_L / P_a$

変数リスト T_a : 気温(°C), R_{abs} : 葉に吸収された放射量(W m^{-2}), ϵ_L : 葉の長波放射率, σ : Stefan-Boltzmann 定数 ($5.6697 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$), λ : 水の蒸発潜熱(44 kJ mol^{-1}), g_{aH} : 熱の葉面境界層コンダクタンス(m s^{-1}) g_v : 水蒸気コンダクタンス($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), D : 大気飽差(kPa), P_a : 大気圧(kPa), c_p : 空気の定圧比熱($29.3 \text{ J mol}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}$), g_r : 放射コンダクタンス($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), Δ : 飽和水蒸気圧曲線の勾配($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$), C_i : 葉内間隙中の CO₂ 濃度 ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), O : 葉内間隙中の O₂ 濃度 ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), ϕ_j, θ_j : $J-Q$ 曲線の初期勾配と凸度, Q : 光合成光量子束密度($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), C_a : 大気 CO₂ 濃度($\mu\text{mol mol}^{-1}$), C_s : 葉表面の CO₂ 濃度($\mu\text{mol mol}^{-1}$), g_{ac} : CO₂の葉面境界層コンダクタンス($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), D_L : 葉面飽差(kPa)

に活用されてこなかった過去のデータ群（生育情報など）を，AI で自動読み取り可能な統一的なデータフォーマットに変換して，見える化を可能にした。

課題 II に関しては，上記のデータ群を研究者がインターネットを介して自由に利活用できるサーバとインタフェースを構築した。さらに，上記データ群の相互の関係性の見える化やAI などを活用した解析とモデル化等によって，データ群の機能化（使える化）のための，成長・収穫（量，時期）予測アルゴリズム，収穫調整のための環境最適化アルゴリズム等を検討した。

4. 研究成果

（1）作物の多様な生理生態、環境等の情報をインターネットとAI を介して可視化，機能化，共有化する仕組みとして図1のようなIoPを提唱し，サーバとインタフェースによってプロトタイプのIoPを構築した。

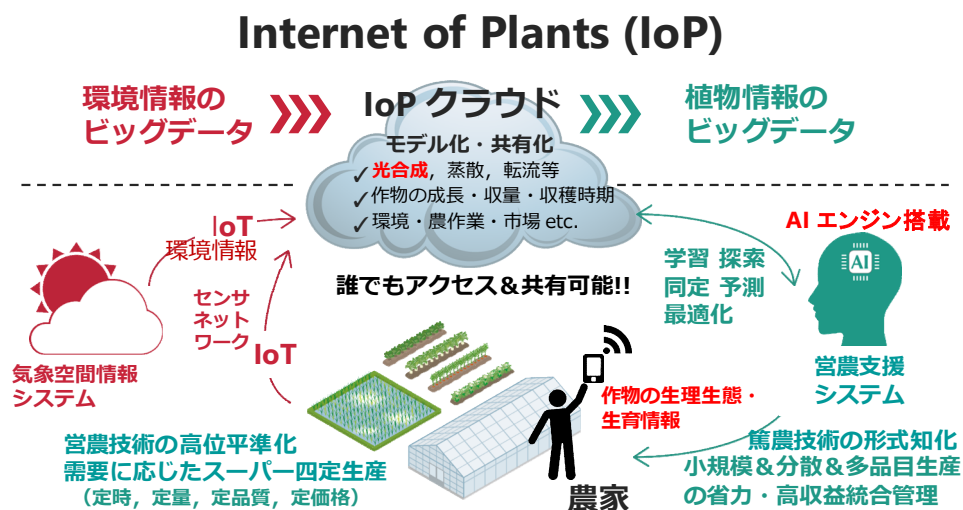


図1. Internet of Plants (IoP) の概要

（2）比較的容易に取得可能な環境情報を、表1に示す作物生理生態機構モデル群によって光合成、蒸散、体温等の生理生態情報に変換することを可能とし、図2に示すようなハウス内の光合成速度の時空間変動の可視化を実現した。

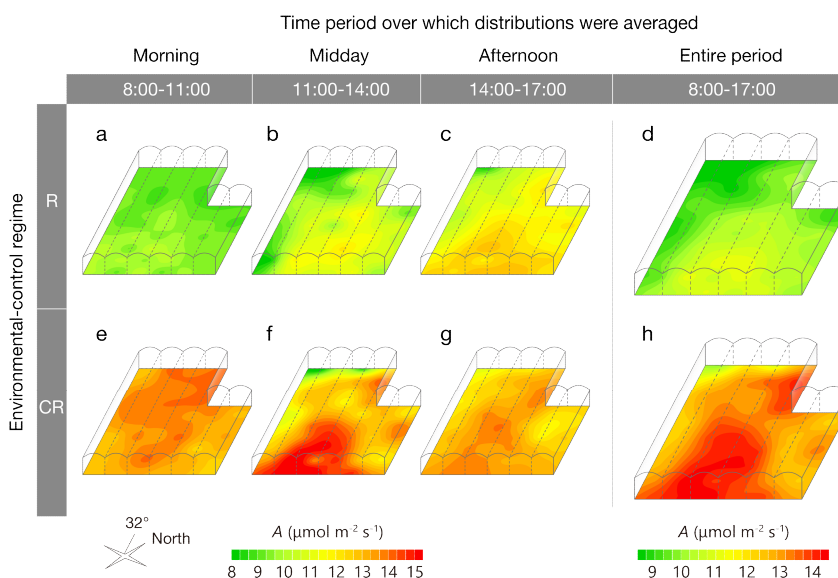


図2. イチゴ6連棟ハウス内の光合成速度の時空間変動：R, 天窓開閉；CR, 炭酸ガス施用(600ppm) + 天窓開閉

（3）農業研究機関において，野帳形式で蓄積されながら，十分に活用されてこなかった過去のデータ群（環境情報，作物生育情報等）をデータベース化し，AI で自動読み取り可能

なデータフォーマットに変換して共有することを可能にした。

(4) 研究機関において過去に取得した栽培期間中(約9か月)の環境情報を、成果(2)によって生理生態情報の時系列に変換可能とした(図3)。さらに、過去に取得した開花数、着果数、果実肥大速度、収穫果数等の作物生育情報を可視化し、生理生態情報との関係性の可視化と解析を可能にした(図4)。

(5) 成果(4)によって、果菜類においては、樹体の糖収支の動態に基づいて、日々の開花数が周期的に増減していること、さらに、開花から果実収穫までの所要日数が、果実の積算体温に強く影響を受けていること等の定量的知見を得た。

(6) 作物生理生態情報およびそれらと作物生育情報との関係性の可視化によって、図5に

示すような、作物の摂理(群落形成、履歴の影響、乾物の生産と分配等)に基づいたIoPの機能化(使える化)の基本アルゴリズムを提示した。

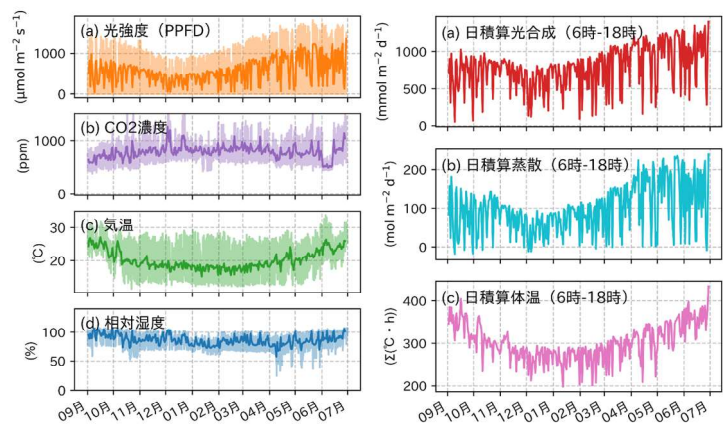


図3. 過去の生理生態情報の見える化：ナスハウスの過去年の栽培期間中の環境情報から生理生態の日積算値の経日変化を見る化

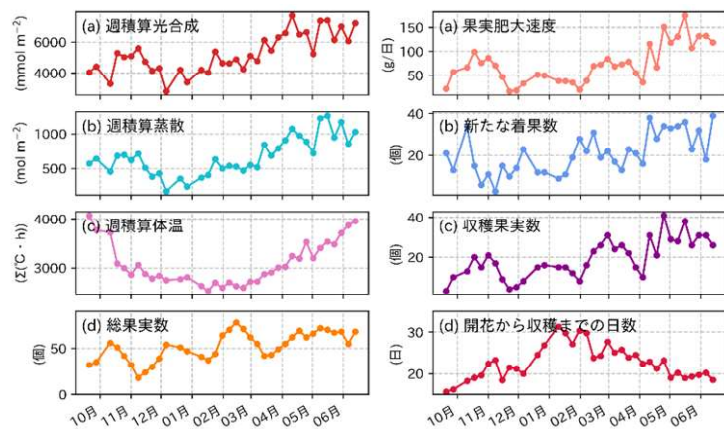


図4. 過去の生理生態情報と生育情報との関係性の見える化：ナスハウスの過去年の栽培期間中の生育調査結果を見る化

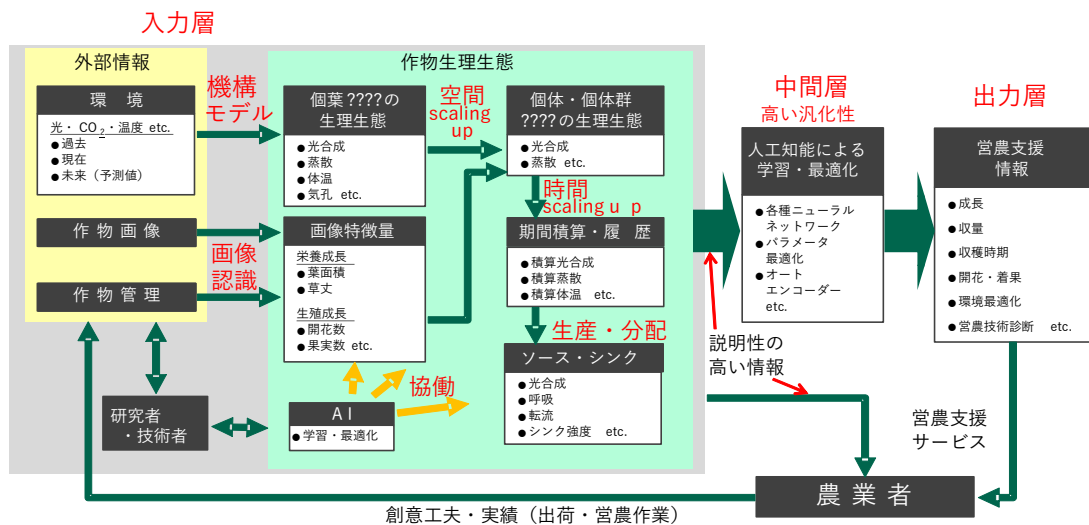


図5. IoPにおける作物生理生態情報の機能化のための基本的なアルゴリズム

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 NABESHIMA Satowa, YASUTAKE Daisuke, KITANO Masaharu	4. 巻 57
2. 論文標題 Hybrid Vigor Induced by Cross-breeding Enhances Canopy Photosynthesis and Fruit Yield of Japanese Sweet Pepper	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Environment Control in Biology	6. 最初と最後の頁 29 ~ 38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.2525/ecb.57.29	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 NOMURA Koichi, YAMASAKI Yuki, TAKADA Akihiro, SAGO Yuki, YASUTAKE Daisuke, KITANO Masaharu	4. 巻 57
2. 論文標題 A New Method of Evaluating Gas Fluxes in a Closed Chamber System with Theoretical Consideration for Dynamic Characteristics of a Concentration Sensor	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Environment Control in Biology	6. 最初と最後の頁 53 ~ 59
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.2525/ecb.57.53	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 YOKOYAMA G., YASUTAKE D., TANIZAKI T., KITANO M.	4. 巻 57
2. 論文標題 Leaf wetting mitigates midday depression of photosynthesis in tomato plants	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Photosynthetica	6. 最初と最後の頁 740 ~ 747
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.32615/ps.2019.088	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Kimura Kensuke, Yasutake Daisuke, Yamanami Atsushi, Kitano Masaharu	4. 巻 280
2. 論文標題 Spatial examination of leaf-boundary-layer conductance using artificial leaves for assessment of light airflow within a plant canopy under different controlled greenhouse conditions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Agricultural and Forest Meteorology	6. 最初と最後の頁 107773 ~ 107773
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.107773	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 MATSUDA Shuh, YOSHIKOSHI Hisashi, SUZUKI Tomoyo, OHTA Yuuki, CHIBA Ayaka, ARIMA Hiroshi, KUMAGAI Hideaki, YASUTAKE Daisuke, KITANO Masaharu	4. 巻 76
2. 論文標題 Calculation of the irradiance of solar radiation in a greenhouse with a complex structure using a diagram for sky view factor	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Agricultural Meteorology	6. 最初と最後の頁 44 ~ 52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.2480/agrmet.D-19-00043	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 NOMURA Koichi, YAMASAKI Yuki, TAKADA Akihiro, SAGO Yuki, YASUTAKE Daisuke, KITANO Masaharu	4. 巻 57
2. 論文標題 A New Method of Evaluating Gas Fluxes in a Closed Chamber System with Theoretical Consideration for Dynamic Characteristics of a Concentration Sensor	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Environment Control in Biology	6. 最初と最後の頁 53 ~ 59
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.2525/ecb.57.53	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kimura Kensuke, Yasutake Daisuke, Koikawa Kota, Kitano Masaharu	4. 巻 195
2. 論文標題 Spatiotemporal variability of leaf photosynthesis and its linkage with microclimates across an environment-controlled greenhouse	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biosystems Engineering	6. 最初と最後の頁 97 ~ 115
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2020.05.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 NOMURA Koichi, TAKADA Akihiro, KUNISHIGE Hirosato, OZAKI Yukio, OKAYASU Takashi, YASUTAKE Daisuke, KITANO Masaharu	4. 巻 58
2. 論文標題 Long-term and Continuous Measurement of Canopy Photosynthesis and Growth of Spinach	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Environment Control in Biology	6. 最初と最後の頁 21 ~ 29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.2525/ecb.58.21	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計27件（うち招待講演 5件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 長浜義典, 野田龍一, 野村浩一, 安武大輔, 岩尾忠重, 北野雅治, 井上英二, 岡安崇史
2. 発表標題 RGB-Dセンサを用いた植物生育特徴量の計測とその精度評価
3. 学会等名 農業情報学会2019年度年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasutake Daisuke, Kitano Masaharu
2. 発表標題 Environmental Control Based on Plant Functions for Effective and Sustainable Agriculture
3. 学会等名 The 1st International Conference on Agriculture and Rural Development 2019 (ICARD 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北野雅治, 安武大輔, 野村浩一, 木村建介
2. 発表標題 IoP (Internet of Plants) の概要とその社会実装で期待される効果
3. 学会等名 日本生物環境工学会2019年千葉大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安武大輔, 野村浩一, 岡安崇史, 尾崎行生, 北野雅治, 岩尾忠重, 斉藤雅彦, 山崎富弘
2. 発表標題 植物生産における光合成・成長の時空間変動の可視化に向けて
3. 学会等名 日本生物環境工学会2019年千葉大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩尾忠重, 斉藤雅彦, 山崎富弘, 宮崎あきら, 安武大輔, 野村浩一, 岡安崇史, 尾崎行生, 北野雅治
2. 発表標題 農業生産現場におけるAIの応用について
3. 学会等名 日本生物環境工学会2019年千葉大会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野村浩一, 高田明宏, 國重寛郷, 金子尚弘, 次郎丸雪衣, 北野雅治, 安武大輔, 岡安崇史, 尾崎行生
2. 発表標題 ハウレンソウ個体群の光合成・成長に対するCO2施用の効果 長期計測とモデルによる検証
3. 学会等名 日本生物環境工学会2019年千葉大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 國重寛郷, 野村浩一, 高田明宏, 北野雅治, 安武大輔, 岡安崇史, 尾崎行生
2. 発表標題 生育環境の履歴がハウレンソウの光合成生化学モデルパラメータに及ぼす影響 - 光強度と気温に着目して -
3. 学会等名 日本生物環境工学会2019年千葉大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 米田彩美, 安武大輔, 日高功太, 北野雅治, 岡安崇史
2. 発表標題 温室イチゴ栽培における果実肥大最盛期のみの補光の効果
3. 学会等名 日本生物環境工学会2019年千葉大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山崎有貴, 野村浩一, 高田明宏, 國重寛郷, 次郎丸雪衣, 北野雅治, 安武大輔, 岡安崇史, 尾崎行生
2. 発表標題 ホウレンソウ個体群における光合成・成長の温室内水平分布の可視化
3. 学会等名 日本生物環境工学会2019年千葉大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三好悠太, 栗田圭輔, 長尾悠人, 山口充孝, 鈴木伸郎, 尹永根, 石井美里, 河地有木, 日高功太, 吉田英治, 田久創大, 田島英朗, 山谷泰賀
2. 発表標題 イチゴ果実への光合成産物の転流に対する種子の影響
3. 学会等名 日本生物環境工学会2019年千葉大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高田明宏, 野村浩一, 國重寛郷, 小田真由佳, 金子尚弘, 尾崎行生, 岡安崇史, 安武大輔, 北野雅治
2. 発表標題 葉菜個体群における受光量と光合成および成長の関係
3. 学会等名 日本農業気象学会九州支部2019年大会(大分)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 次郎丸雪衣, 野村浩一, 山崎有貴, 北内拓樹, 安武大輔, 岡安崇史, 尾崎行生, 北野雅治
2. 発表標題 葉菜類の成長に伴う個体群構造の変化
3. 学会等名 日本農業気象学会九州支部2019年大会(大分)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田晃一郎, 木村建介, 安武大輔, 北野雅治
2. 発表標題 温暖化が植物の低温馴化・脱馴化に及ぼす影響の評価に向けて
3. 学会等名 日本農業気象学会九州支部2019年大会(大分)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木村建介, 安武大輔, 北野雅治
2. 発表標題 温室における光合成速度の時空間変動
3. 学会等名 日本農業気象学会九州支部2019年大会(大分)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金子尚弘, 野村浩一, 木村建介, 安武大輔, 北野雅治
2. 発表標題 微気象情報から個葉ガス交換特性を推定するアプリケーションの開発
3. 学会等名 日本生物環境工学会九州支部会2019年久留米大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林海斗, 安武大輔, 井研吾, 野村 浩一, 北野 雅治
2. 発表標題 二つにおける光合成産物の分配特性について - 地上部の成長状態の影響 -
3. 学会等名 日本生物環境工学会九州支部会2019年久留米大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北野雅治, 野村浩一, 安武大輔, 浅野雄大, 山崎富弘, 岩尾忠重, 斉藤正彦, 受田浩之
2. 発表標題 Internet of Plants (IoP) によるボトムアップイノベーションを目指して
3. 学会等名 日本農業気象学会2020年大阪大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木村建介, 吉田晃一郎, 安武大輔, 北野雅治
2. 発表標題 チャの耐凍性に基づく凍霜害リスクの評価 . 耐凍性消長モデルの構築
3. 学会等名 日本農業気象学会2020年大阪大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田晃一郎, 木村建介, 安武大輔, 北野雅治
2. 発表標題 チャの耐凍性に基づく凍霜害リスクの評価 . 過去40年における温暖化の影響評価
3. 学会等名 日本農業気象学会2020年大阪大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中井鴻美, 井研吾, 木村建介, 小野信太郎, 日高功太, 安武大輔, 北野雅治
2. 発表標題 葉の炭素収支に基づく光合成産物のローディング動態の評価 -イチゴにおける日変化を対象として-
3. 学会等名 日本農業気象学会2020年大阪大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井研吾, 木村建介, 小野信太郎, 照屋佳也, 安武大輔, 北野雅治, 日高功太
2. 発表標題 果実温度に支配される初期肥大特性に基づくイチゴ肥大予測モデルの検討
3. 学会等名 日本農業気象学会2020年大阪大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Koichi NOMURA, Takahiro KANEKO, Akihiro TAKADA, Yukio OZAKI, Takashi OKAYASU, Daisuke YASUTAKE, Masaharu KITANO
2. 発表標題 Nighttime respiration in a spinach canopy is proportional to daytime photosynthesis
3. 学会等名 International Symposium on Agricultural Meteorology 2020, Osaka, Japan (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 野村浩一, 山崎有貴, 高田明宏, 國重寛郷, 岡安崇史, 尾崎行生, 北野雅治, 安武大輔
2. 発表標題 群落光合成速度は何に影響を受けるか -sun/shadeモデルによる分析事例-
3. 学会等名 日本生物環境工学会2018年東京大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 國重寛郷, 野村浩一, 高田明宏, 安武大輔, 北野雅治
2. 発表標題 個葉の光合成生化学モデルパラメータの特性 - 生育温度, 葉齡, 葉温の影響 -
3. 学会等名 日本農業気象学会九州支部・日本生物環境工学会九州支部 2018年合同大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高田明宏, 野村浩一, 國重寛郷, 安武大輔, 北野雅治
2. 発表標題 植物個体群のガス交換速度および生育速度の連続評価を可能とする個体群チャンバーシステムの開発
3. 学会等名 日本農業気象学会九州支部・日本生物環境工学会九州支部 2018年合同大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Koichi Nomura, Akihiro Takada, Hirosato Kunishige, Takashi Okayasu, Yukio Ozaki, Masaharu Kitano and Daisuke Yasutake
2. 発表標題 Long-term and continuous measurement of photosynthesis and growth of leafy-vegetable canopy
3. 学会等名 The International Symposium of Agricultural Meteorology 2019 (国際学会)
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 Masaharu KITANO
2. 発表標題 IoP Challenge to Innovation of the Kochi Greenhouse Horticulture
3. 学会等名 International Symposium on Advanced Next-Generation Greenhouse Horticulture by IoP (Internet of Plants) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----