（ 様式D－２ ）
（ 別　　紙 ）

令和４年度　海外派遣研究員研究報告書

令和　７年　７月１９日

日本大学理事長　　殿
日 本 大 学 学 長　　殿

所　　属　生物資源科学部　（総合研究所）
資格・氏名　准教授・梅田大樹

■本報告書の内容を公表することは，了承しております。
□本報告書の内容を公表することは，差し控えください。
※いずれかにチェックし(■)提出すること

令和４年度海外派遣研究員（長期）の研究実績を，下記のとおり報告いたします。

記

１　区　　分　　長　期

２　研 究 課 題

日本型スマート農業に適応する植物生体計測手法に関する研究・調査

３　派 遣 期 間　　西暦　2023　年　3月　29日　～　　2024　年　4 月　21日

４　派　遣　先　　オランダ，フランス，イタリア

５　研 究 目 的

次世代においても持続可能なイチゴ生産を実現するには，篤農家が経験と勘から日常的に把握している①変動する作物形態と養水分吸収を並行して精度よく把握することを支援する計測技術の導入が必要である。そして更には，篤農家が経験的に作業判断の意思決定の根拠としている②生産者目線に近い作物生体情報に基づいた栽培環境制御指標の開発を行うことが重要である。

本研究では，日本の気象や栽培環境に適応し、環境負荷を軽減しつつ収量性を向上するための精密栽培管理を実現する作物生体計測手法の開発，および取得された作物生体情報に基づく栽培環境制御指標を提案することを目的とした。研究ならびに提案技術の実証先として，比較的狭い国土面積にもかかわらず農産物輸出額がアメリカに次ぐ世界第２位と非常に高い農業生産性を達成しているオランダ王国を選定した。そして，実際の栽培実証先としてはオランダ国内での農業技術開発の中心組織であり，かつ世界に先駆けて高生産施設栽培体系を実践している Wageningen University & Research（以降：Wageningen U&R）とし，Wageningen campus 内に建設され，2019 年から稼働開始となった The Netherlands Plant Eco-phenotyping Centre（以降：NPEC）を選定した。

（ 様式D-２ ）

6　研 究 概 要

①研究の方法

これまでに申請者は深度センサーを用いて施設果菜類の草高や葉面積などの植物外観情報を非破壊計測できることを確認しており，それらの情報を連続的に把握することで作物成長程度を表現できることを確認している。しかし，植物の外観と比較して養水分吸収や栄養状態を精度よく把握する計測条件の最適化問題や，栽培中の植物の状態や草姿を環境制御指標とすることの課題を残している。そこで，Wageningen U&R 内にある NPEC に設置された植物直上からガントリー方式で移動する方式のサーマルカメラ，および作物の 3 次元点群情報を取得することを目的とした 3D-Lidar によって構成される植物生体計測システムを使用して植物外観を説明するパラメータを表現することとした。そして，植物の蒸散量やバイオマス蓄積量，また養水分の利用効率をセンサー重量ベースでリアルタイムに計測可能なプラットフォームを同時に使用することにより，先に取得した植物パラメータと比較することで日本型スマート農業に適応する環境制御指標の検討を行った。栽培に使用する作物にイチゴを使用し，また短日性及び長日性の特性を持つ 2 品種（オランダ品種）を用いた。



図 1　実証ほ場（NPEC）および栽培実験の概観

②渡航先での活動内容

（１）調査研究活動拠点

場　所：　ⅰ)The business unit Greenhouse Horticulture,
Wageningen Plant Research, Wageningen Research
Droevendaalsesteeg 1, 6708 PB Wageningen, Netherlands
ⅱ)The business unit Greenhouse Horticulture in Bleiswijk
Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk, Netherlands

派遣期間中は The business unit Greenhouse Horticulture を拠点として研究活動を行った。主な実験ほ場としては Wageningen campus 内にある NPEC とし，また期間中に同ユニットが実証ほ場として運営する Bleiswijk の温室群に定期的に訪問した。現地では，実証ほ場内の視察ならびに現地研究員との意見交換を行い，開発技術の実現可能性についての検証，ならびにオランダを始めとしたヨーロッパにおける

施設園芸の先端研究や技術開発の状況について調査を行った。最近の研究では，エネルギーや水の利用効率の向上を目的とした栽培管理手法の開発が多く，持続可能性を高める食料生産に対しての注目度が高いようであった。



図 2 Bleiswijk の温室群および栽培室内の概観

（２）現地視察・ヒアリング調査

場　所：　ⅰ）Van Duijn de jong
Ringweg 14, 4307 NK Oosterland, Netherlands
ⅱ）’t Oogstuuntje
Randweg 3, 4693 PA Poortvliet, Netherlands
ⅲ）Tomatoworld
Zwethlaan 2, 2675 LB Honselersdijk, Netherlands
ⅳ）GreenTech Amsterdam
Europaplein 24, 1078 GZ Amsterdam, Netherlands
ⅴ）HortiContact
Franklinweg 2, 4207 HZ Gorinchem, Netherlands

派遣期間中は，AI やロボットなどのスマート農業技術を現場実装している生産ほ場，ならびに施設園芸プラットフォームに参加し，日本型スマート農業に適応する計測制御技術について理解を深めた。ⅰ)はナス栽培を専門としており，栽培面積が 39ha，年間の生産量が 2300 万 kg の生産法人である。このほ場には作物の収量予測と実生産量をリアルタイムに把握可能なシステムや，自律走行搬送ロボットによる収穫から市場出荷まで無人で行うシステムが導入されており，労働生産性の向上を強く意識した設備投資がされていた。ⅱ)は 2000 年から有機施設園芸に栽培体系を切り替えた生産法人であり 2ha の栽培面積である。4 月前後で葉菜類からキュウリに作型が切り替わるが，その際には施設内上部に吊下げ保管されている栽培ベンチを下して栽培できるよう工夫がされてあった。これは有機栽培での労働負担軽減や土地生産性向上を目的にしていると考えられる。ⅲ)は持続可能な栽培方法や先端的な技術実証施設ならびにオランダ国内の情報教育センターの役割も併せ持つ植物工場である。当日は該当施設のパートナー企業である Hoogendoorn の研究者に施設内を

特別に案内頂き，気象や作物センシング技術について説明を受けた。その後はミーティング形式にて，オランダでの施設トマト収量予測システム開発の現状について説明を受け，日本での開発技術の紹介を併せて意見交換を行った。ⅳ），ⅴ）は共に展示会を兼ねた世界的な園芸セクターの会議である。これらでは主に施設園芸に関わる計測技術を視察し，また AI や IoT を基盤とした各製品の担当技術者と意見交換を行った。

これらの他，Wageningen U&R と同様にスマート農業の要素技術である植物生体計測技術について取り組んでいる INRAE（フランス）の研究活動についてのヒアリング調査を行った。関心度の高い研究課題として気候変動に対応する技術，または持続可能性を意識したものが挙げられており，具体的には高度な作業を行う自律型農業ロボットや畜産収量や肉質を向上するための技術開発などが進められているとの説明を受けた。



図３　（左上）Van Duijn de jong のほ場内部，（右上）’t Oogstuuntje のほ場内部
（左下）Tomatoworld の外観，（右下）GreenTech Amsterdam の概観

（３）研究発表

The 14th European Conference on Precision Agriculture（ボローニャ・イタリア）に参加し，スマート農業に関するヨーロッパ諸国での技術開発状況について知見を得ると共に，これまでに開発を進めてきたドローンを用いた作物生育診断技術について成果発表を行った。

（ 様式D－２ ）

7　研究結果・成果

各種センサーから取得した Raw data を用いて複数の作物パラメータを定義した。続いて，気象環境およびそれぞれのパラメータ間の統計分析により，イチゴ作物の成長に影響のある環境要因の検証を行った。結果より，光環境に関係する複数のパラメータが作物の乾物生産と強い相関が認められた。このことから，イチゴ作物栽培における精密な環境制御指標を開発する際に有意となる作物パラメータを絞り込むことが可能であった。しかしながら，短日性と長日性の品種間を比較すると，長日性品種の方が光環境に類するパラメータとの相関が比較的高い傾向であったことから，環境制御指標の開発においては供試作物の日長応答性に留意する必要性が示唆された。

また，供試品種間の乾物生産を比較したところ，同一栽培条件においては短日性イチゴが有意に高いことが確認された。これらの結果からも，イチゴは品種特性によって作物成長に関係する各気象環境パラメータの影響が異なることに留意する必要性が確認された。

以上より，日本でのイチゴ栽培において，スマート農業に適応する作物生体計測手法ならびに環境制御指標の開発を実現するための知見を得た。

以　　上