

## 学位論文要旨 Dissertation Abstract

氏名： 加納 多佳留  
Name

学位論文題目： つり下げ型多元的植物生体画像情報計測ロボットの開発  
Title of Dissertation

学位論文要旨：  
Dissertation Abstract

本研究では、スピーキング・プラント・アプローチ（SPA）に利用可能な多元的植物生体画像情報計測装置として、4つの条件(1. 太陽光植物工場，小型・土耕温室，人工光植物工場に導入可能，2. Chl蛍光画像計測，カラー画像計測を1台のロボットで実施可能，3. 植物個体群の茎頂部から果実部まで任意の領域を計測可能，4. 人手による装置の設置・充電を行うことなく毎日自動的に計測を実施可能)を満たすつり下げ型多元的植物生体画像情報計測ロボットの開発を行った。

### 1. トマト個体群を対象としたつり下げ型ロボット

高軒高ガラス温室向けつり下げ型ロボットの開発を行った。つり下げ型ロボットは、温室の構造材に取り付けられたレール，計測ユニット，垂直方向移動部，水平方向移動部で構成され，これらの移動部をプログラムで制御することで，計測ユニットを水平方向と垂直方向の任意の位置に移動させることができる。商業的トマト栽培を行う2圃場で計測試験を実施し，トマト個体群の茎頂部から基部までの全領域のカラーパノラマ画像とChl蛍光パノラマ画像が撮影可能であることが確認された。他方，計測された動画に一部コマ飛びが生じていた。これについては，計測データ記録媒体の変更や画像取得方法の工夫による改善が検討される。また，ロボット水平移動時のスリップによる不完全な計測に対しては，走行用タイヤの改良やテンショナの再選定によるタイヤ設置圧の向上による改善が検討される。

### 2. キュウリ個体群を対象としたつり下げ型ロボット

小型土耕温室向けつり下げ型ロボットの開発を行った。小型土耕温室では，温室補強用部材(ブレース)に走行用レールを敷設した。キュウリ個体群の茎頂部はブレースを超えて伸長することから，小型土耕温室向けつり下げ型ロボットでは，リミットスイッチを用いてブレースと計測ユニットの接触を回避しつつ，計測ユ

ニットをブレースより上側に押し上げ、茎頂部の計測を可能とした。商業的キュウリ栽培を行う温室での計測試験では、ブレース上側から下側までキュウリ個体群全体の画像計測が可能となり、毎日の連続計測を行うことで、キュウリ個体群の成長と栽培管理作業による変化を継続してモニタリング可能となった。

### 3. 水耕栽培イチゴを対象とした計測

高設栽培イチゴ向けつり下げ型ロボットの作製を行った。高設栽培イチゴでは計測対象の高さが固定であるため、計測ユニットの垂直移動機構を排した簡易型とした。培地レス水耕栽培イチゴを対象とした計測試験では、取得されたカラーパノラマ画像では、赤色果実のほか、未成熟果実、花が撮像されていることが確認された。また、葉の展開による草高の変化、枝垂れによる果実の庇陰、栽培期間終了に伴う植物個体群の撤去についてもカラーパノラマ画像より確認された。Chl蛍光パノラマ画像では、Chlを有する植物体領域のみが撮像されており、高設栽培ベッド、光合成チャンバのビニルシートなどは撮像されていないことを確認した。

### 4. 人工光植物工場を対象とした計測

コンテナ型人工光植物工場に導入可能なつり下げ型ロボットと、栽培トレイ俯瞰定点画像計測システムの開発を行った。20日間栽培されるレタス個体群を対象に計測試験を行った結果、俯瞰画像計測装置では栽培期間の終盤において隣接植物体の重複により成長量把握が困難となった一方で、つり下げ型ロボットでは栽培終盤においても成長量把握が可能であることが示唆された。2種類の画像計測システムとマニュアル計測によるレタスの個体サイズおよび個体重量の比較では、つり下げ型ロボットによる側方画像計測において栽培終盤まで線形の相関が維持されることが確認され、つり下げ型ロボットによる側方画像計測を用いることで、コンテナ型人工光植物工場で栽培されているレタス個体群の成長量の日単位での把握が可能であることが示唆された。