

## MS 目標5の2022年度数理支援予算で実施した研究の趣旨とその結果概要

### 501-1 植物器官の画像解析の高度化

担当研究者（所属）：野下 浩司（九州大学）

担当責任者（所属）：宇賀 優作（農研機構）

PM：藤原 徹

2次元画像と3次元点群を“行き来”することで3次元空間における器官の領域分割やエッジ検出を開発した。Mask R-CNNなどの2次元画像のインスタンスセグメンテーション手法と curve drawingなどの曲線ベースの3次元再構築手法と組み合わせ、2次元画像におけるアノテーション情報を3次元点群のインスタンスセグメンテーションや特定の部位の3次元再構築に活用する。これにより3次元形態を3次元形態として定量化することが可能となった。

また、パーシステントホモロジー解析による群落構造の特徴づけ方法の検討をおこなった。3次元的な計測シナリオと2次元的な計測シナリオの両方を検討し、パーシステントホモロジー解析による群落構造の特徴づけが可能なこと及び2次元的なモニタリングを仮定した省力化シナリオの利点と欠点の提示につながった。

（2023年度も継続中）

### 501-2 植物表現型に影響を与える遺伝子等の検出

担当研究者：山本 英司（明治大学）

担当責任者：宇賀 優作（農研機構）

PM：藤原 徹

本課題では、植物栽培・計測プラットフォーム「iPUPIL」から取得される環境およびオミックスデータを用いて、植物表現型に影響を与える遺伝子、環境および遺伝子×環境相互作用を検出することを目的としている。本課題の解決のため、以下のアプローチを行った。

- ① 栽培可能なサンプル数の空間・時間的制約による、目的変数と説明変数に大きなギャップのある小トレーニングデータ下における頑健なデータ解析手法の開発
- ② 様々なネットワーク解析手法、統計的手法により遺伝子発現・表現型・環境等の異なる階層の変数間の関連性の解明

①の解析手法は正則化回帰によって解決される場合が多いが、②においては、正則化回帰は適切な方法とはならない。また、①と②のいずれにおいても、目的変数に対して説明変数が膨大な数となるが、その多くは目的変数とは無関係と考えられる。それらは統計モデルを使った解析ではノイズに該当するため、統計モデル構築においてその予測精度を下げるだけでなく、真陽性（つまり、実際に目的変数に影響する説明変数）の効果推定も攪乱する。そこで本課題では、機械学習をベースにした関連解析の中でも頑健性が高く、交互作用も考慮した解析が行える決定木分析による機械学習を応用した関連解析システムを構築した。

（2023年度も継続中）

## 502-1 土壤環境-マイクロバイオーーム深層相互関係の解析

担当責任者：中岡 慎治（北海道大学）

PM：竹山 春子

多階層のマルチビックデータの数理解析を推進するため、土壤環境-マイクロバイオーーム深層相互関係から土壤環境のレジリエンスを評価する解析手法に取り組んだ。

具体的には、土壤マイクロバイオーームアトラスの作成に必須な各要素技術を用いて計測された多種類のデータを用いて、土壤環境-マイクロバイオーーム深層相互関係を探索する上で有効な数理解析手法の探索を進めた。土壤環境-マイクロバイオーーム深層相互関係からダイズの成長に伴う土壤環境変化を評価する解析手法について検討を行い、エネルギーランドスケープ法などいくつかの数理手法の有効性を確認した。

また、土壤環境-マイクロバイオーーム深層相互関係を表すビックデータの数理解析結果を視覚的に見やすくし、改善の可能性を把握できるための可視化ツールの構築を進めた。2022年度は、データ可視化ツールを多種類のデータと連動させるためのアプリケーション部分の構築を進めた。

（2023年度も継続中）

## 508-1 食品のレーザー加熱のシミュレーション

担当責任者：ラベペレス・イヴァンアントニオ（東京海洋大学）

PM：中嶋 光敏

「3Dプリンターで使用するレーザー加熱の成形用途と食品の加熱効果のシミュレーション」

3Dプリンターでフードプリントを行う際、液体材料としてデンブン系材料を使うことで加熱による成形を適用している。この成形に使用するレーザー加熱は局所的な加熱、瞬間的な加熱が可能であるため、3Dプリンターの特性にマッチしているが、このレーザー加熱は食品そのものの加熱目的には使われていない。それは表面のみしか加熱できないことや、温度が高すぎるため過加熱になってしまうことが理由。そこで本研究では食品のレーザー加熱という視点から、レーザーの特性、加熱の最適条件についてシミュレーションを行った。

ここでは、金属を対象とした工業的なレーザー加熱シミュレーションを参考に、COMSOL Multiphysics を用いてモデル構築を実施した。構築したモデルと実測値の比較で生じた誤差は、200°Cを超えるレーザー加熱の過程で起こる独特の試料変化が要因と考えられる。今後は、焼成後試料のMRIや偏光顕微鏡による観察から、デンブンの状態変化に及ぼす温度の影響をシミュレーションに組み込み、精度を上げる予定。

（2023年3月末でプロジェクト終了）