

「環境変動に対する植物の頑健性の解明と応用に向けた
基盤技術の創出」

平成 29 年度採択研究代表者

H29 年度 実績報告書

杉山 暁史

京都大学生存圏研究所

准教授

根圏ケミカルワールドの解明と作物頑健性制御への応用

§1. 研究実施体制

(1)「杉山」グループ

- ① 研究代表者:杉山 暁史 (京都大学生存圏研究所、准教授)
- ② 研究項目
 - ・トマトの栽培とデータ取得
 - ・根圏微生物の単離と解析
 - ・センサー開発用根箱装置の作成と根圏解析

(2)「藤井」グループ

- ① 主たる共同研究者:藤井 義晴 (東京農工大学大学院農学研究院、教授)
- ② 研究項目
 - ・ヘアリーベッチ栽培及び根圏解析
 - ・アレロケミカルの同定及び機能評価

(3)「櫻井」グループ

- ① 主たる共同研究者:櫻井 望 (かずさ DNA 研究所技術開発研究部、チーム長)
- ② 研究項目
 - ・メタボローム解析による根圏ケミカルの網羅的な検出
 - ・センサーおよび IoT 技術を用いた新規根圏モニター技術の開発

(4)「小林」グループ

- ① 主たる共同研究者:小林 優 (京都大学大学院農学研究科、准教授)

② 研究項目

- ・根圏土壌のミネラル分析
- ・作物のカルシウム栄養診断法の開発

(5)「青木」グループ

① 研究代表者:青木 裕一 (東北大学東北メディカル・メガバンク機構、助教)

② 研究項目

- ・オミクスデータ解析パイプラインの整備
- ・公共データの収集

§2. 研究実施の概要

本チームでは、①フィールドの根圏ケミカルを非破壊でモニターするための新規の技術開発、②オミクス・ケミカル・環境情報を統合するマルチモーダル学習手法の開発、③頑健性バイオマーカーの同定を目指して研究開発を行っている。今年度は、試験的に 7 種の土壌を用いて、センサーによる測定、メタボローム、ミネラルの解析を行った。研究期間を通して蓄積するデータの統合と解析パイプラインを確立するために、東北大にサーバーを設置し、各グループで取得したデータや公開データを用いて学習手法の開発に取り組んだ。また、頑健性バイオマーカーを評価するため、カルシウム欠乏マーカーの探索とともに、根圏環境を再現良く評価する系の構築を進めた。代表的な成果は以下の通りである。

1. 土壌の測定

すでに実用化されているセンサー 5 種を用いて土壌溶液の測定を行ったところ、各土壌での差を検出することができた。メタボローム解析及びミネラル解析の結果と、センサーの計測結果と合わせて多変量解析を行ったところ、一つのセンサーの計測値と、ある土壌を特徴付けるモデルを構築することができ、さらに寄与率の高い化合物ピークとして、生理活性の報告されている代謝物を見出した。全窒素、CEC 値、交換性 Mg についても別のモデルが構築された。このことは、根圏ケミカルに応答するセンサーとして、既存の測定原理が応用できることを示唆している。

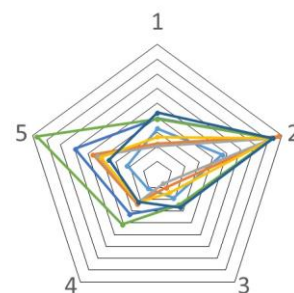


図 5種のセンサーによる土壌溶液の測定

2. 解析パイプラインの確立と機械学習

RNA-seq や 16S rRNA アンプリコンの解析パイプラインを構築した。また、将来的なコミュニティへの情報提供を促進するための基盤として、統合データベースの試用版を開発した。公共データベースから表現型データに紐づいた微生物叢データを取得し、ニューラルネットワークによる表現型クラスを分類するモデルを構築した。本研究で取得するデータにおいても十分な数の教師データを準備することは困難であることが想定されるが、次年度以降、今年度検証した素性クラスタリング技術を活用して機械学習を効率的に遂行する。

3. 頑健性評価系の構築

次年度よりダイズ栽培を始める東京農工大圃場に前作としてヘアリーベッチを作付するとともに、無人飛行体を用いて植物生育調査を経時的に行った。また、ダイズ根圏環境に特徴的な微生物を単離するとともに、アクリルや石英ガラスを用いた根箱を作成し、センサーと組み合わせた評価への準備を行った。