

明石 良

宮崎大学農学部  
教授

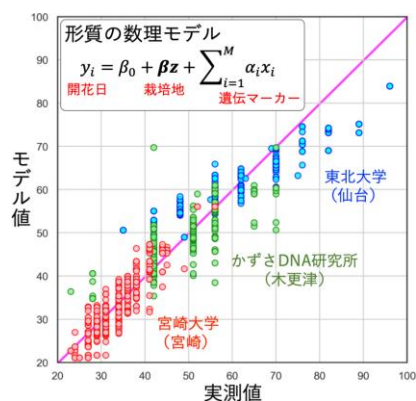
## 大規模画像データに基づくゲノムと環境の相互作用を考慮した 成長予測モデルの構築

### § 1. 研究成果の概要

遺伝子型(G)×環境要因(E)の相互作用は植物の頑健性の解明に欠かせない重要な要因であるが、その計算の難しさから網羅的な解析がなされていない。そこで本研究では、新たに開発する解析手法で経時的な画像データから植物の成長変化を抽出し、全ゲノム配列データと比較することで、遺伝子型(G)値、表現型(P)値および環境要因(E)値間のすべての相互作用に基づくモデルを構築し、形質値を予測する一連のシステム開発を行うことを目的とする。今年度はダイズおよびミヤコグサ栽培試験、フェノタイピングシステムの改良と新規開発、表現型予測モデルを構築する解析システムの開発を実施した。

栽培試験(圃場)では、3地点においてダイズ 95 系統、ミヤコグサ 60 系統を3播種期に分けて栽培し、画像取得および形質値、環境値を取得した。開花日について、数理モデルにより平均気温をもとに予測されたモデル値と実測値が概ね合致することが確認された。温室においても同様の栽培試験を実施し、画像データを取得し3Dモデルを構築した。

フェノタイピングシステム(温室)の開発では、ポット搬送装置と載せおろし機構をフェノタイピングセンター(宮崎大学)に設置、試験的運用を開始した。さらに工業用カメラの積載と、より効率の良い撮影システムの検討を実施した。栽培個体ごとの環境値を計測するための環境センサの改良と、圃場でのセンサ利用のための開発を実施した。また、多検体への対応と、実際の販売を見据えた温室内撮影ボックスの改良を行った。その他、複数のロボット(ドローン)を用いた画像取得システム導入の検討を実施した。これらの温室内各種機器の制御に自営ネットワークが利用できるよう整備を開始した。フェノタイピングシステム(圃場)の開発では、



従来の撮影装置を改良し安価かつ簡易的な手押し撮影装置を開発した。圃場においても3次元データ取得を可能とするLiDarやTOFカメラを用いて計測特性を把握するための基礎的データを収集した。

表現型予測モデルを構築する解析システムの開発では、ゲノムデータを用いて数理モデルを作成し、気温や草丈のような説明変数から開花日のような応答変数(予測値)を実測値と比較検討した。また、個体や系統の数値的な形質データを格納したデータベース/データフレームの構築を開始した。

今後、これまでに開発したシステムや技術を利用しながら、継続的なデータ収集と、3DモデルからのPE値の抽出、数理モデルへの代入により、植物体の成長予測モデルを明確に示したい。また、各システムをつなぐ技術の開発を加速させ、販売や新たに立ち上げたKazusa Lab.によるコンサルタントを推進していく予定である。

#### 【代表的な原著論文および特許出願】

1. Shah N, Wakabayashi T, Kawamura Y, Skovbjerg CK, Wang MZ, Mustamin Y, Isomura Y, Gupta V, Jin H, Mun T, Sandal N, Azuma F, Fukai E, Seren Ü, Kusakabe S, Kikuchi Y, Nitanda S, Kumaki T, Hashiguchi M, Tanaka H, Hayashi A, Sønderkær M, Nielsen KL, Schneeberger K, Vilhjalmsen B, Akashi R, Stougaard J, Sato S, Schierup MH, Andersen SU, “Extreme genetic signatures of local adaptation during *Lotus japonicus* colonization of Japan.”, *Nature Communications*, vol. 11, No. 1, 253, 2020
2. 林篤司、高地伸夫、七夕高也、磯部祥子 特願 2019-102437、三次元計測装置、三次元計測方法および三次元計測用プログラム 出願日 2019年5月31日  
PCT出願 PCT/JP2020/007680 出願日 2020年2月25日
3. 七夕高也、兒玉晋洋、磯部祥子 特願 2020-062187、計測システム、計測方法および計測用プログラム 出願日 2020年3月31日

## § 2. 研究実施体制

### (1)「明石」グループ

① 研究代表者:明石 良 (宮崎大学農学部 教授)

② 研究項目

- ・ 温室栽培ダイズ 95 系統の全周囲画像取得と主要形質の直接計測
- ・ 圃場栽培ダイズ 95 系統、ミヤコグサ 60 系統の画像取得と主要形質の直接計測
- ・ 植物体搬送の改良と撮影装置の増設
- ・ 圃場における撮影装置の改良

### (2)「磯部」グループ

① 主たる共同研究者:磯部 祥子 (かずさ DNA 研究所先端研究開発部 研究室長)

② 研究項目

- ・ 画像からの形質値抽出と 3D モデル構築の高速・高精度化
- ・ 温室内・全周囲撮影装置の改良
- ・ 温室内・搬送装置の改良
- ・ 圃場計測装置の改良
- ・ 温室内栽培ポット用環境センサの改良
- ・ ROS (Robot Operating System) による複数ロボット制御法の開発
- ・ LiDar データの取得と解析プログラム開発
- ・ 3D モデル構築の高速化
- ・ 自営ネットワーク網によるデータ収集・機器管理システムの開発
- ・ 植物フェノタイピングセンター設立に向けた技術者ネットワークの確立と国内外の広報活動
- ・ PE値を生成する手法の開発
- ・ 意思決定のためのUI構築

### (3)「中谷」グループ

① 主たる共同研究者:中谷 明弘 (大阪大学大学院医学系研究科 特任教授(常勤))

② 研究項目

- ・ 数理モデル作成ソフトウェアの高速化
- ・ 数理モデルの生成と蓄積
- ・ 数理モデルの可視化

### (4)「佐藤」グループ

① 主たる共同研究者:佐藤 修正 (東北大学大学院生命科学研究科 准教授)

② 研究項目

- ・ ミヤコグサ地上部の表現型情報の収集

- ダイズ地上部の表現型情報の収集
- ミヤコグサ系統のゲノム多型情報整備