

# データに基づく施肥の最適化と持続可能な農業への応用

関西学院大学アカデミックコモンズ・プロジェクト チャレンジ・タイプ 関西学院AgriNOVA



篠原 百絵, 大久保 織, 村尾 祐真, 秦 陽咲, 清原 涼平, 福谷 匠哉

## 団体紹介

データを活用して効率的かつ持続可能な農業の実現を目的に2025年に発足。4月より関西学院大学アカデミックコモンズ・プロジェクトとして活動を展開。初年度は理論を基にモデル構築を行い、来年度以降フィールドでの実証も視野に活動を展開し、理論と実験2つの側面から農業の持続可能性を追求する。

## 日本の農業が抱える課題

### 高齢化と人手不足

- 15年前と比べ農業従事者数は39%減少  
⇒ うち72%は65歳以上の高齢者 (農林水産省, 2024)
- 不安定な収入と経験に基づく営農が新規参入の障壁に

### 収量の追求と高い環境負荷

- 経済的効率を追求した結果、農薬・化学肥料の使用増加  
農業活動が周囲の自然環境に大きな悪影響を及ぼす

誰でも環境に優しく効率的な農業を実現する方法は未確立

## 目的

土壌条件・栽培種・環境負荷を考慮した  
施肥パターン探索アルゴリズムの開発  
⇒ 経験に依存せず持続可能な農業形態を実現

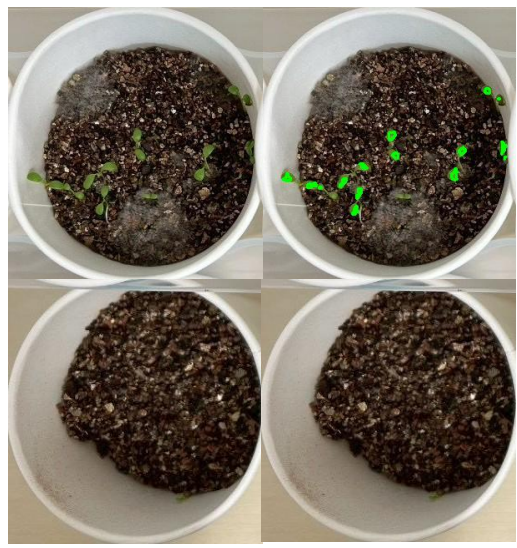
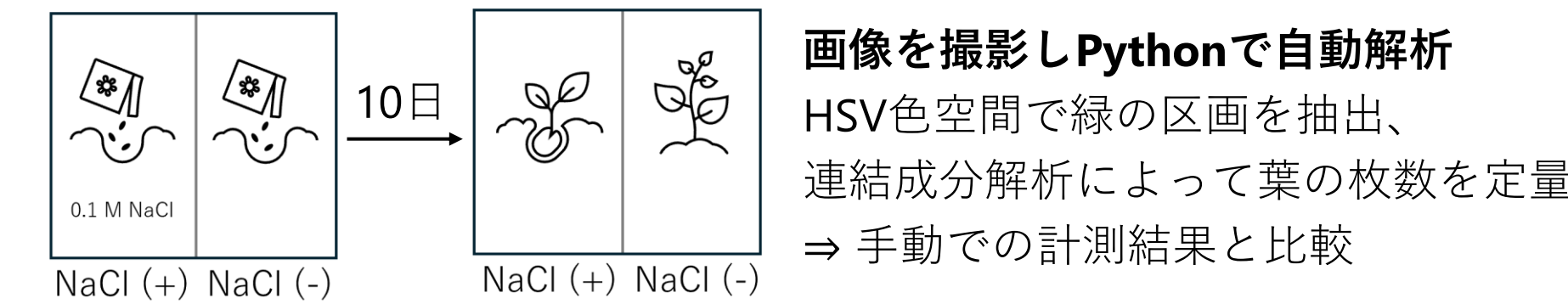
## 生物による土壌条件の診断

土壌：農作物の収量・質の向上において重要な環境因子

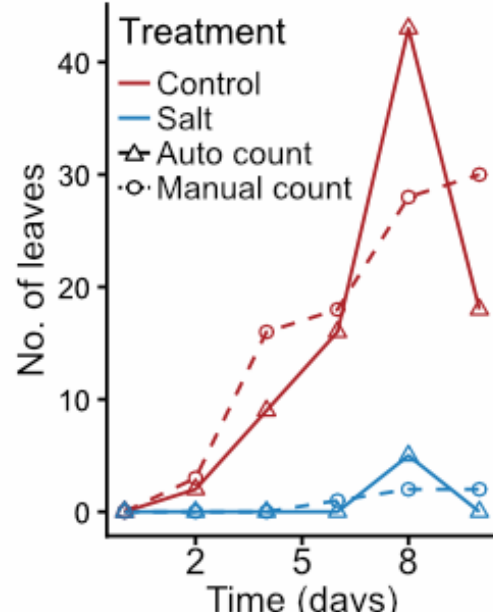
⇒ 現在・未来の土壌条件を簡便に推定する必要性

★ 塩害のリスク推定を簡便に出来ないか？

### 植物の表現型による塩害被害推定とその自動化



元画像 自動検出



- 塩ストレスにより葉の数は減少する傾向
- 自動検出でも類似した傾向 (RMSE = 6.03 枚)
- 撮影条件に依存して精度が変わる可能性

### 連続的な形質からの画像解析 (Ex. 葉の色, 面積)

⇒ 簡便に高解像度での土壌条件の推定が可能になる可能性

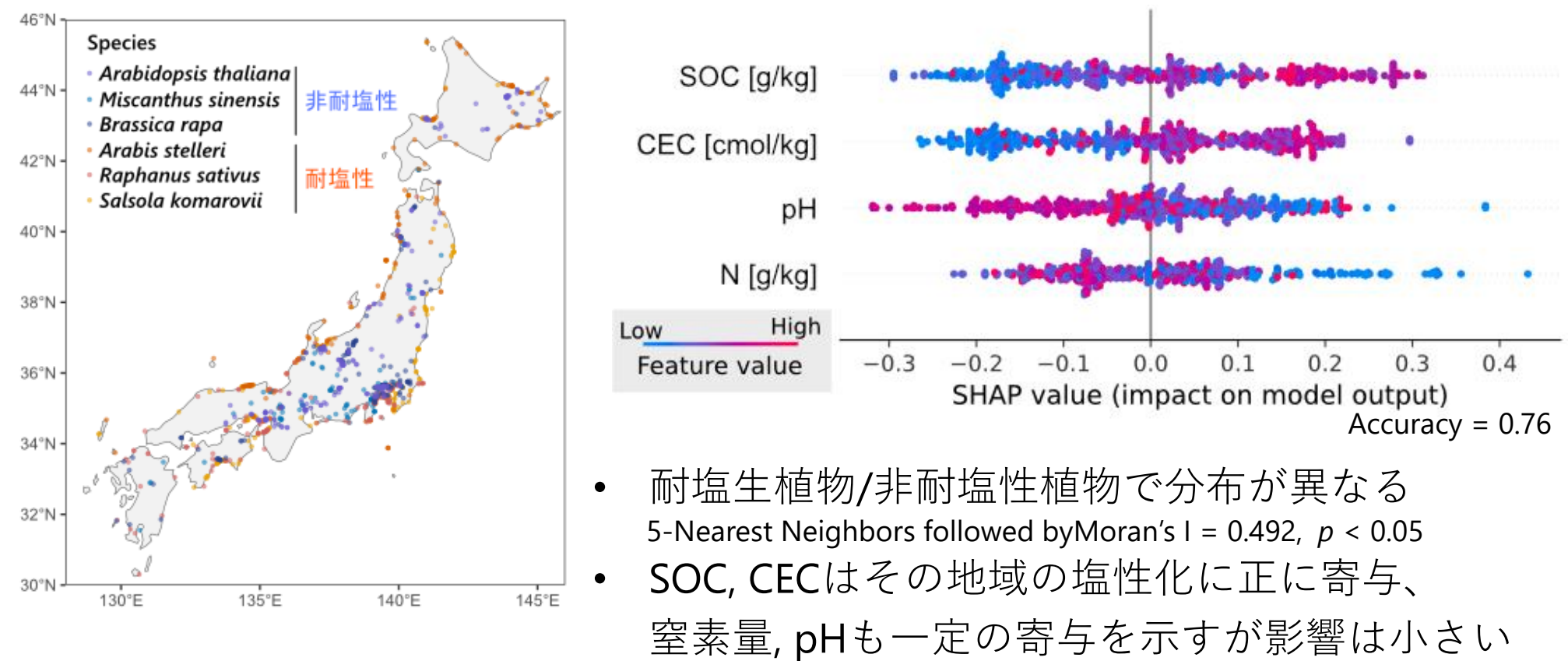
### 耐塩生植物に見る塩害に寄与する要因の探索

土壌条件から塩生植物の存在をランダムフォレストにより推定

説明変数：土壌条件[pH, 陽イオン交換能力(CEC), 全窒素量(N), 有機炭素量(SOC)]

目的変数：塩生植物が分布するか (= 将来的な塩害のリスク)

(Poggio et al., 2021; GBIF.org (14 August 2018) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.example-donotcite>)



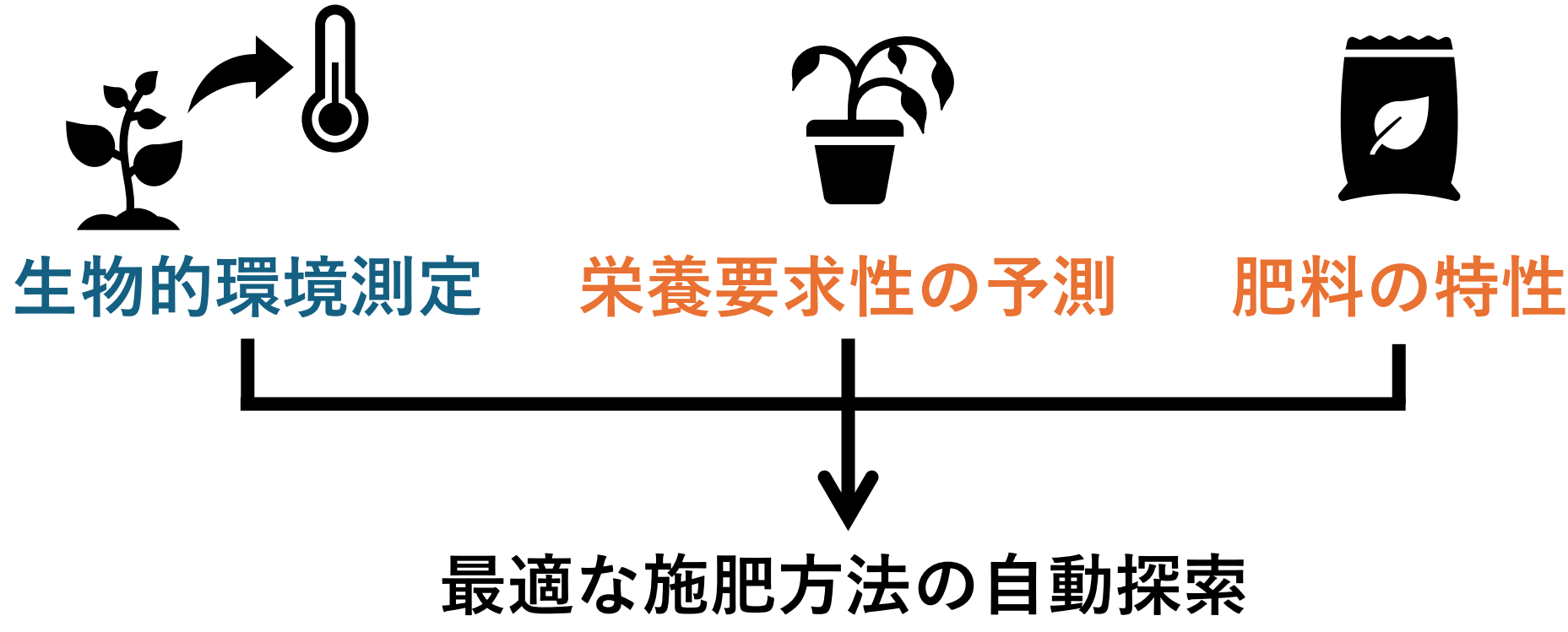
耐塩生植物の分布から土壌の塩害リスクの評価が可能に

## 全体の考察・展望

- データを活用することにより、従来の経験に頼った農業から脱却し、新規就農者でも効率的な農業形態の実現に寄与するかもしれない。一方で、結果には現実的でない数値が出ている場合もあり**精度の向上**が必要である。
- モデルの精度向上には生物的な情報 (形質, 系統関係) も寄与しており、低環境負荷と高収量の両立に寄与するかもしれない。
- Economic (経済重視モデル) の最適化はEnvironment (環境負荷軽減モデル) よりも精度が高いことから**現代農業では価格が優先される傾向があるかもしれない**。さらに、「おいしさ」や「見た目」といった消費者にとっての付加価値を取り入れることで**農家の「こだわり」に沿った最適な肥料の組み合わせを導くシステムの構築**も期待できる。
- 今後は精度だけでなく、使いやすさなどの多角的視点の導入、土壌条件や植物の表現型を**リアルタイムで簡便に推定できるデータ駆動型システムの構築**に貢献したい。

## 取り組みの全体像

データを用いて最適な施肥を推定し、農業による環境破壊を防止する



- 持続可能な生産体制の実現  
経験に依存せず新規就農の障壁低下
- 低環境負荷と生産性の両立  
環境に優しく経済的にも持続可能な農業の実現

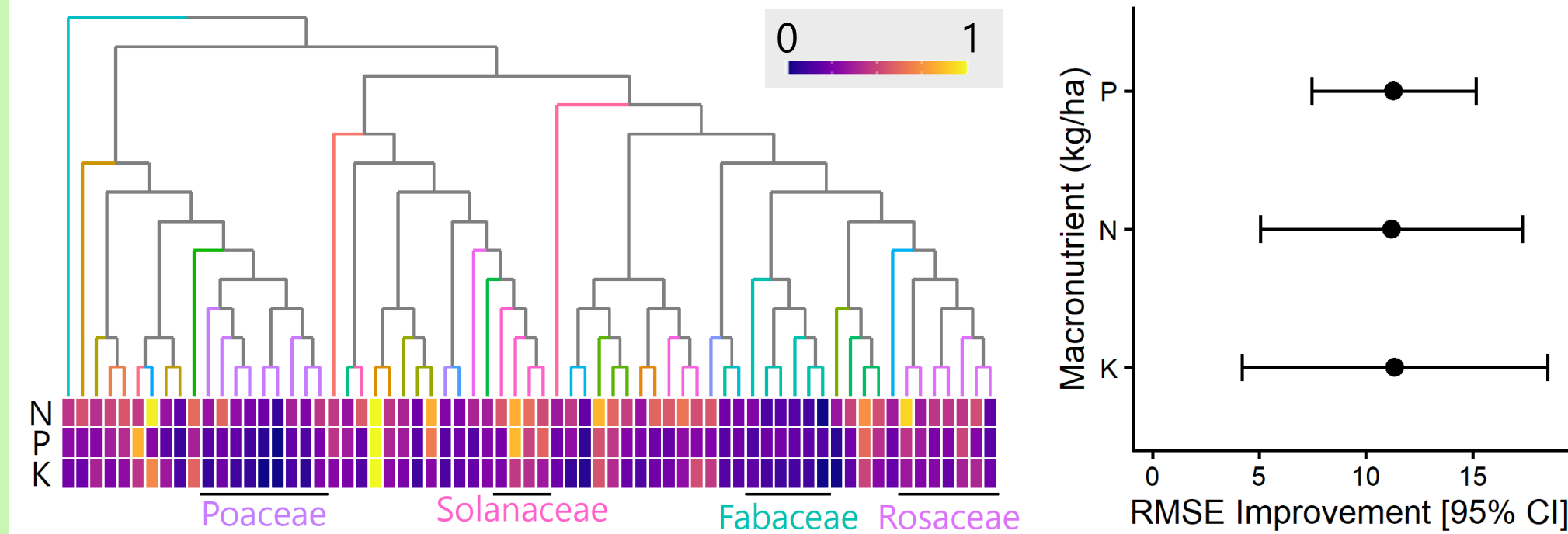
## 最適施肥パターンの探索

### 系統関係に基づく栄養要求性の推定

系統間距離からN, P, Kそれぞれの肥料の必要量をXGBoostにより推定

説明変数：農業作物の系統データの主座標 (Milla, 2020)

目的変数：N, P, Kそれぞれの施肥量 (Ludemann et al., 2022)



系統関係を含めたモデルでは説明能力が有意に増加

- マメ科植物：窒素要求量が低い ..... 根粒共生の影響を反映？

→ 系統関係に基づく栄養要求量推定の実現可能性

### 遺伝的アルゴリズム (GA) による最適施肥量の探索

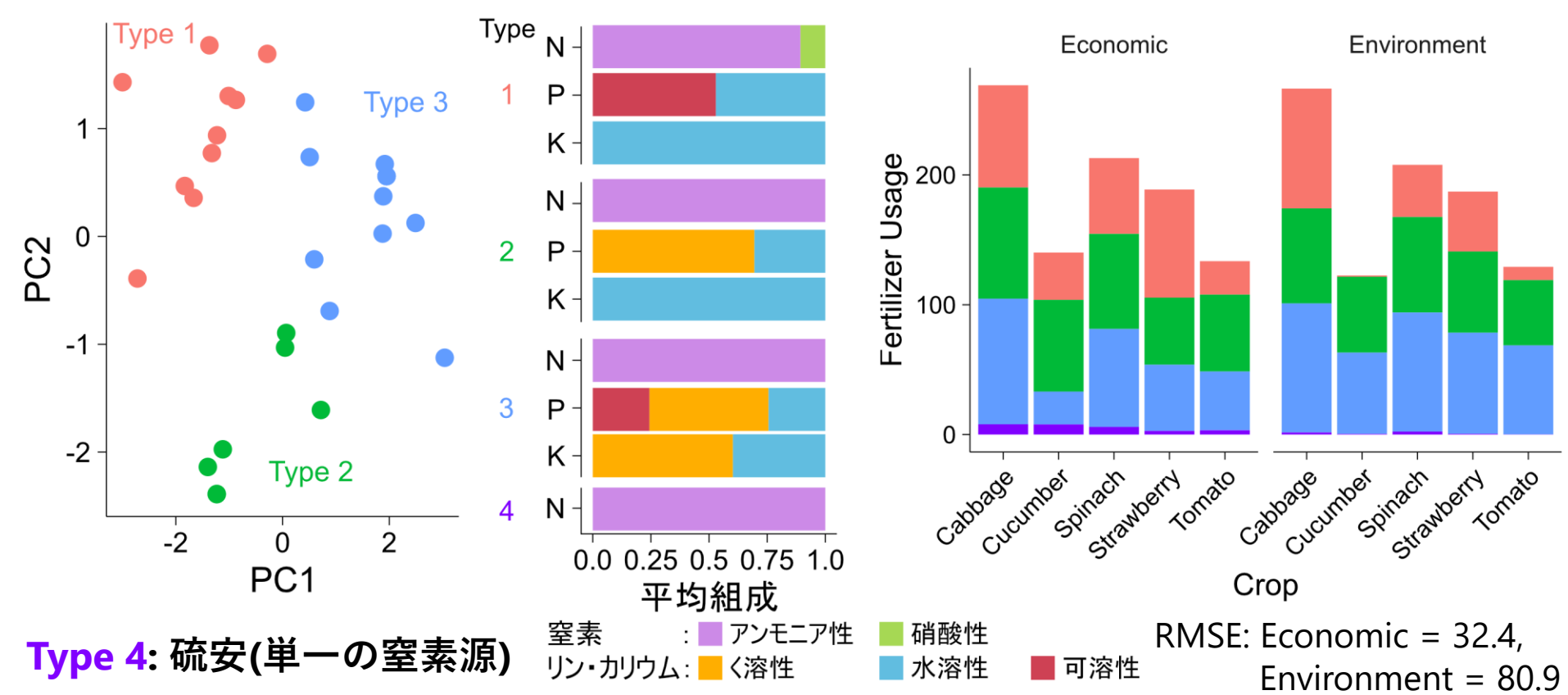
市販の肥料\*1と作物の栄養要求性\*2から最適な配合をGAにより推定

\*1 肥料の組成から主成分分析を行い、クラスタリングを行ったものの平均値

\*2 タキイ種苗HP「家庭菜園 野菜栽培マニュアル」よりデータを取得

<https://www.takii.co.jp/tsk/manual/> 2025年11月27日参照

価格  
環境負荷 [温室効果/Salt Index] } → 価格/環境負荷それぞれを優先する適応度を設計  
※ 施肥量と要求量の差分を罰則項に追加  
(Zhang, et al., 2019; Laboski, 2008)



RMSE: Economic = 32.4, Environment = 80.9

適応度関数の定義によって異なる比率で肥料が選択された

→ 栽培目的に応じた肥料選択の実現可能性