

微生物叢の非類似度を用いたガウス過程による

予測不確実性の定量評価

氏 名 足立 旭

研究室名 計算システムズ生物学研究室

主指導教員名（論文博士の場合は推薦教員名） 金谷 重彦

内容梗概（1ページ目に収めること）

多種多様な微生物から構成される集合体である微生物叢は、土壌、海洋、大気といった環境中や、動植物の体内および体表面など、至るところに存在する。中でも、ヒトを宿主とする微生物叢は健康や疾患と深く関連していることが知られている。ヒトの微生物叢データに基づく健康状態の把握や疾患の診断のため、機械学習モデルによる予測が期待されている。こうした機械学習モデルを臨床応用する際には、予測の不確実性を定量的に評価することが重要である。

本研究では、微生物叢データに基づく予測における不確実性の定量評価を目的とした。ヒトの微生物叢が健康状態や疾患の予測に利用されることはあるものの、予測の不確実性が考慮されることは少ない。まず、微生物叢の組成データの特徴である系統学的、高次元、かつ疎な性質を捉えるため、微生物叢の非類似度指数を用いたカーネル関数を設計した。そして、設計したカーネル関数によるガウス過程回帰モデルを用いて、ヒトの微生物叢から健康状態の指標や疾患の重症度を確率分布として予測する手法を開発した。

ヒトの腸内微生物叢の組成データを用いて開発したガウス過程回帰モデルの有効性を検証し、既存の手法よりも高精度な確率的予測が可能であることを示した。さらに、予測の不確実性が低いデータほど予測誤差も小さいことが明らかとなり、予測の不確実性を考慮することで予測の信頼性向上に寄与することが示唆された。本研究は、微生物叢データに基づく予測モデルの臨床応用を前進させる可能性がある。

また、本博士論文では、持続可能な農業の実現に向けて重要な植物共生微生物叢の研究についても述べる。具体的には、イネの共生微生物叢の動態および微生物叢に基づく施肥条件の分類モデルに関する内容である。