

研究室紹介

東京農工大学工学部 化学物理工学科
環境バイオエンジニアリング講座
寺田昭彦・利谷翔平・黒岩 恵



1. 研究室の概要

当研究室は、自然環境に雑多に存在する微生物のポテンシャルの理解に努め、微生物機能を最大限に利用した省エネ・低コスト型環境浄化プロセス、有機物やバイオガス回収を志向したバイオプロセスの開発、微生物の凝集体であるバイオフィルムの制御に取り組んでいる。化学工学をコア学問として、生態工学・微生物生態学・生物工学などを融合させ、多角的な観点から水環境・温室効果ガス・廃棄物などに関連する環境問題を解決する技術開発と、微生物資源の探索をおこなっている。研究対象は、微生物ゲノムを基にした機能解析、バイオフィルム内の微生物間相互作用の解明といった微視的スケールの基礎研究から、水田や実排水処理施設の環境低負荷型のシステム開発といった実用化を目指した応用研究まで、研究ステージやスケールに囚われない多様な研究を展開している。

2019年3月まで、当講座を主宰していた細見正明教授が退職され、利谷翔平准教授が着任した。2020年3月より、黒岩恵助教が赴任され、新体制が始動している。現在の研究室メンバーは、教授1名、准教授1名、助教1名、特任助教1名（末永俊和）、研究員2名（吉野寛之・森賀奈子）、事務補佐員1名、博士後期課程学生5名、博士前期課程学生11名、学部生6名、研究生1名、訪問研究者1名で、合計31名である。

2. 研究内容

自然環境に雑多に存在する未だに機能が明らかになっていない微生物の生理生態を精緻に理解することを原点とし、環境負荷低減技術の開発や、有機物の回収・産生を目指した新規バイオプロセスの構築、といった応用技術に展開することを目指している。一方で、微生物の生理生態の網羅的解析としたメタオミックスや、安定同位体を用いた物質動態解析などの先鋭的な解析技術を駆使し、雑多な微生物群がチームを織りなす複合微生物系の機能解明といった学理を追求することも重視している。これらの基礎研究は、環境負荷低減に貢献するプロセス開発のチェーンの一環としておこなうことを意識し、基礎・応用研究の相乗的な進展をモットーとしている。現在おこなっている研究内容は以下に示す4つに分かれている。

2.1 窒素循環を担う微生物群の生理生態解析

人間活動の増大により、自然環境中に反応性窒素が過剰に存在し、環境汚染、生物多様性損失の原因となっている。窒素は自然界では酸化数 -3 ～ $+5$ と酸化状態が大きく変動し、年間数億トンの窒素が循環している。これらの窒素化合物の変換を担う微生物群の生理生態を評価し、窒素除去技術の開発に向けた技術開発をおこなっている。さらに窒素循環の中で、高い温室効果能とオゾン破壊能を有する亜酸化窒素(N_2O)は、その排出削減が強く求められている。 ^{15}N 安定同位体や自然同位体比を追跡した微生物学的な N_2O の排出メカニズムの解明や、新規集積化装置の開発による高活性 N_2O 還元細菌の探索・分離培養や、 N_2O 排出削減に向けた技術開発をおこなっている。

2.2 バイオフィルムリアクターによる排水処理の省エネ化

微生物の凝集体であるバイオフィルムでは、数百 μm の厚みの中で酸素濃度の勾配が生じ、酸化・還元部位が存在するダイナミックな局所環境が創製される。このような微視的な環境を精密に制御可能なバイオフィルム技術の開発と、排水処理の省エネ化を目指している。特に、ガス透過膜を用いてパルスな酸素供給をおこなうメンブレン通気型バイオフィルムリアクターを開発し、省エネ型生活排水処理システムとして実用化に向けた検討を進めている。

2.3 バイオマスのメタン発酵および発酵残渣の利活用システム開発

畜産廃棄物や植物残渣などのバイオマスのメタン発酵や、メタン発酵残渣の有効利用について研究を進めている。メタン発酵は、固形状で発酵をおこなう乾式メタン発酵という技術を研究している。メタン発酵残渣には肥料成分が含まれているので、それを土壤に施用した時の温室効果ガス(メタンや N_2O)といった環境負荷の評価もおこなっている。最終的には以上のようなバイオマスのリサイクルを低環境負荷のできる技術の開発を目指している。

2.4 C1資化性微生物を用いたアップサイクリング技術の開発

環境負荷を低減する水処理施設を有機物産生サイトに変換する、といった最終目標を掲げ、メタンやメタノールをはじめとするC1化合物を資化する微生物群の探索と有機物産生の可能性について評価をおこなっている。

3. 研究室の雰囲気

研究室のメンバーには、留学生4名、社会人博士課程学生2名がおり、上述した多様性に富んだ研究内容に加え、年齢、国籍、文化的に多様なメンバーが集う。世界規模で進行している環境問題は、社会において喫緊の課題であるとともに、国境を超えた全世界共通の課題である。このような観点を鑑み、企業との共同研究や、異分野の研究者との共同研究、海外との国際共同研究もできる限り積極的におこなっている。その一環として、2018年より本学のグローバルイノベーション研究院で、反応性窒素のマネジメントに関連する国際共同研究チームを編成した。5か国の研究者を訪問教授として招聘し、学生への教育指導にも参画頂いている。研究室に多様性に富んだオープンな雰囲気を醸成し、教員・学生が自由闊達な議論を通し、相乗的に成長できる場を提供したいと考えている。

また、研究室行事として、ゼミ合宿・研究室旅行といった公式行事に加え、学生主体の親睦を深めるイベントが催されている。微生物を用いた環境浄化技術は日々のメンテナンスが必須であり、忍耐や持久力がものをいう。ゼミ合宿では、発表会終了後、恒例のマラソン大会が実施され、知力のみならず体力の涵養も図っている。コロナ禍の影響で延期中であるが、再開が待ち望まれる。