

地球環境と調和しうる物質変換の基盤科学の創成
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

永縄 友規

産業技術総合研究所 材料・化学領域触媒化学融合研究センター
主任研究員

リン酸態リンのアップサイクル物質変換

研究成果の概要

リンは DNA に代表される生体分子の構成元素として必須だけでなく、化成品として農業用肥料から工業製品まで、さまざまな分野で利用されている。これらのリン化成品は、主に天然資源であるリン鉱石を原料としているが、日本国内ではリン鉱石の採掘が行われていないため、ほとんどを輸入に頼っている。本研究では、リン鉱石に代わる未利用リン資源として、下水汚泥焼却灰や製鋼スラグなどを出発原料として高付加価値なリン化成品を製造することを目的とする。そのためには、それらの中に含まれている化学的かつ熱力学的に安定なリン酸態リンを効果的にアップサイクル物質変換する基盤技術の創出が不可欠である。今年度は、申請者がこれまでに見出してきたコア技術であるリン酸類の直接エステル化反応に関して、①アルコールを直接利用可能な触媒反応への展開を見据えた反応機構の解明、および②実際の下水汚泥焼却灰の原料としての利用を検討した。①について、実験事実より示唆されたエステル化のメカニズムを補足する目的で、理論計算科学的アプローチを進めたところ、合理的なメカニズムを提案することができた。本反応の律速段階についても明らかとなり、今後は明確になったメカニズムに基づいたアルコールとリン酸との直接的エステル化反応に有効な触媒開発の検討を進めていく予定である。②について、下水汚泥焼却灰の前処理を各種検討したところ、イオン交換樹脂を用いることで、望まない夾雑成分の溶出をほとんど抑制しつつ、オルトリン酸を選択的に抽出する手法の開発に成功した。この抽出液から得られたオルトリン酸を原料として用いて、実際にエステル化反応を検討したところ良好な収率で目的物が得られ、下水汚泥焼却灰を原料とするリン化成品製造の道筋を示すことに世界で初めて成功した。今後はさらなるプロセスの最適化と未利用リン資源として注目を集めている製鋼スラグの活用を検討する予定である。