

レアアースの選択的回収を目指した鉱物化現象の合理的な設計

—生命現象を着想にした新しい金属回収コンセプト—

株式会社豊田中央研究所（代表取締役所長 菊池昇）は共同研究先の理化学研究所ライフサイエンス技術基盤研究センターNMR施設と共に、生命現象を着想にした新たな金属回収コンセプトを実証しました。

レアアースは先端材料に欠かせない金属資源であり、ハイブリッド自動車のモーター（永久磁石）やスマートフォン、発光ダイオード（LED）といった身近な装置や機器に使用されています。しかし、現在の採取法では環境への負荷が大きく、新たな回収技術が求められています。また、周期表においてランタノイドに属するレアアースは無機化学的性質が類似しているため、それらを分離することが非常に難しいという課題も指摘されています。

一方生物は、環境中に含まれる様々な金属イオンから特定のイオンを選択的に認識して材料を形成する能力を有しています。本現象は生物鉱物化（バイオミネラリゼーション）と呼ばれ、歯や骨、真珠がその代表例です。これらは、タンパク質やペプチドといった生体分子が金属イオンを選択的に認識し自己集積することで形成されます。本研究は、この鉱物化現象を着想とした新たなレアアースイオンの回収法を提案するものです。

レアアースは、水溶液中においてイオンと水酸化物との化学平衡を生じます。本研究では、「レアアース水酸化物に強く結合するペプチドは、イオンがより安定な中性条件下であっても水酸化物を安定化して集積物を形成するのではないか」という仮説を立てました（図1）。そこで、約4千万種類のペプチド分子集団から、レアアース水酸化物を認識するペプチドのスクリーニングを試みました。選抜ペプチドは仮説どおり、レアアース水酸化物との複合体を形成して沈降する機能を有していました。また、高磁場核磁気共鳴装置（NMR）等による解析の結果、ペプチド配列中に含まれる酸性アミノ酸（アスパラギン酸）が、レアアースイオンの認識・水酸化物形成に重要な役割を担っており、配位水の脱水和が本反応を駆動する主要エネルギーであることを解明しました。さらに、本ペプチドを固定化した高分子樹脂を用いることで、レアアースを効率的に吸脱着することにも成功しています。

本コンセプトは、レアアースだけでなく他の遷移金属イオンにも適用可能と考えられます。海水や工業排水といった金属イオンが希薄に含まれる水溶液から、低エネルギーでの重要金属回収や有害金属の除去などへの展開が期待されます。

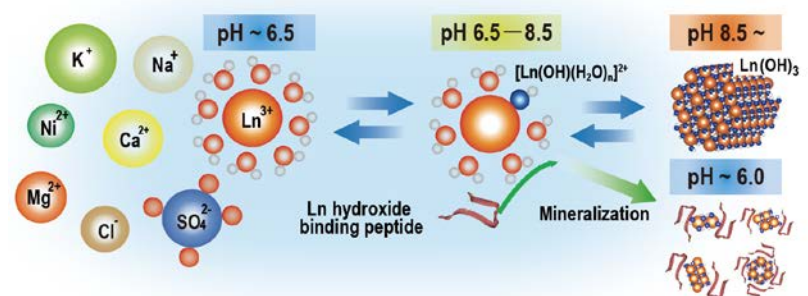


図1 レアアースの選択的な鉱物化コンセプト

本成果は5月26日付、Nature Communications(<http://dx.doi.org/10.1038/ncomms15670>)に掲載されました。