



非伝統的安定同位体を用いた地球表層での元素濃集プロセスの解明

原子力工学、地球資源工学、
エネルギー学およびその関連分野

研究者所属・職名 : 工学研究院・准教授

ふりがな おおたけ つばさ

氏名 : 大竹 翼

主な採択課題 :

- [基盤研究\(A\)「国際大陸掘削計画による32億年前の生物圏—水圏—大気圏—岩石圏相互作用の解明」\(2020-2023\)](#)
- [基盤研究\(B\)「鉄コロイドによるレアメタル濃集探査のための新同位体指標」\(2017-2019\)](#)
- [挑戦的研究\(萌芽\)「自然に学ぶ新しい水素製造法の探究」\(2017-2019\)](#)

分野 : 資源地質学、地球化学

キーワード : 金属資源、安定同位体、鉄酸化物、化学風化、縞状鉄鉱層、生命進化

課題

●なぜこの研究をおこなったのか？(研究の背景・目的)

我々の現代的な生活には、鉄・銅・ニッケル・金・プラチナ・レアアースなどの種々の金属資源が必要不可欠である。経済成長やグリーンテクノロジーなどの新技術の発達に伴い、多くの金属資源の需要は増加し続けており、新しい鉱床（地球表層に元素が濃集し、経済的に採掘可能な場所）を効率的に探査し、環境負荷を最小限にした上で鉱山開発（図1）を行うことが求められている。そのためには、その元素が濃集する地質学的要因やプロセスを理解することが重要となる。

●研究するにあたっての苦労や工夫(研究の手法)

これまで資源地質学の分野では、地球表層における金属元素の濃集プロセスを解明するために、移動媒体となる水や溶存錯体の配位子となる硫黄などの軽元素に着目し、それらの安定同位体比を測定してきた。一方、近年の分析技術の発展により、鉄やクロムなど遷移金属元素の安定同位体比が高精度に分析可能となり、これらは非伝統的安定同位体(non-traditional stable isotopes)と呼ばれ、より直接的に金属元素の濃集プロセスを捉えられるようになった。



図1 オーストラリアの大規模鉄鉱山



非伝統的安定同位体を用いた地球表層での元素濃集プロセスの解明

原子力工学、地球資源工学、
エネルギー学およびその関連分野

研究成果

●どんな成果がでたか？どんな発見があったか？

我々の研究グループでは、今後EVなどの普及などにより需要の増加が予測されているレアメタルの一種であるニッケルに着目し、ニッケル鉱石の主要な産地であるインドネシア、スラウェシ島で調査を行った。
インドネシアでは「ニッケルラテライト鉱床」と呼ばれる鉄やマグネシウムに富む超苦鉄質岩が化学風化することによって形成した鉱床からニッケル鉱石を採掘している。風化層中において、ニッケルはサブロライト層という中部の弱風化層に濃集しているが、我々は地球化学的手法によって、サブロライト層におけるニッケルの濃集は上部の強風化層であるラテライト層の鉄の溶解挙動によって支配されていることを明らかにした (図2; Ito et al., *Resour. Geol.*, 2021)。さらに、より鉄が多く移動し、サブロライト層にニッケルが高品位に濃集している風化層ほど、ラテライト層において鉄安定同位体比が大きく分別していることを示し、この結果は鉄同位体が表層付近から地下深部におけるニッケル濃集を予測できる画期的な探査指標となる可能性を示唆している。

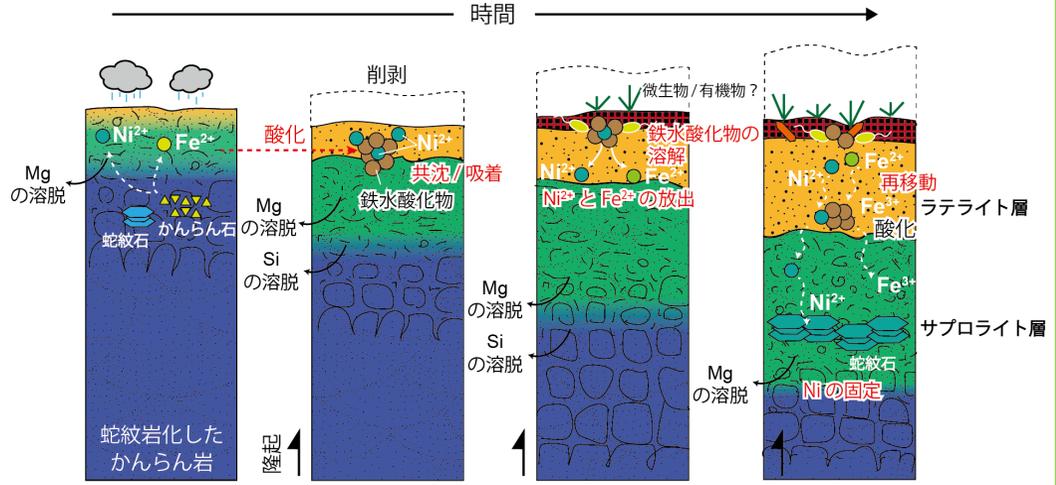


図2 インドネシアニッケルラテライト鉱床におけるニッケル濃集プロセス (after Ito et al., 2021). 上層に濃集する鉄によってニッケルの移動が支配されている。

今後の展望

●今後の展望・期待される効果

金属資源のうち鉄などは、その鉱床形成が太古代などの初期地球における地球環境の大変動や生命の進化、特に最初の酸素発生型光合成細菌であるシアノバクテリアの進化と深く関わっていることが指摘されている。現在、約32億年前という最も古い沿岸域の地層が残されている南アフリカ・バーバトン地域において国際大陸掘削計画 (ICDP) が計画されており、ドイツ・アメリカ・ベルギー・フランスなどとともに日本も参画予定である (2020~2023年度基盤研究A採択課題)。この研究でも当時の表層環境や生物活動を推定するために非伝統的安定同位体を用いた研究手法が用いられる予定である。