

Keywords: 環境(水圏, エアロゾル), 資源(レアース, 海底資源), 元素, 化学, 地球史, 人間活動, 放射性核種, 隕石, はやぶさ

＜分子地球化学：化学で環境・宇宙・地球史を解く＞

私たちの研究室では、地球惑星で起きるあらゆる化学素過程に関心を持って研究を進めています。研究の中心は、化学・元素・素過程に基づく地球・環境でみられるマクロな現象の理解です。地球や宇宙や環境を構成する元素の濃度や同位体などの伝統的な地球化学的ツールに加えて、結合状態・局所構造・価数などの原子・分子レベルの情報をつきつめることで、環境や資源や地球史の様々な問題を新しい切り口から研究していきます。こうした分野は、「分子地球化学(Molecular Geochemistry)」と呼ばれ、放射光を用いた XAFS 法などの新技術の進歩により、**今まさに私たちは、原子分子の相互作用という最も本質的な立場から宇宙・地球・環境を研究できる時代を迎えています**。我々の環境地球化学研究室は、板井啓明准教授とも協力して研究室を運営しています。是非、新しい分野・研究室で分子地球化学にトライませんか。研究テーマとして多くの可能性があり、以下の1~4のようなものが考えられますが、希望があればどんな対象でも研究できます。また、「面白い」研究もできるし、「役に立つ」研究もできますし、「面白くて役に立つ」もできます。どうせやるなら、楽しんで、でも何かの役に立てそうな研究をやりましょう。お気軽に話しを聞きにいらして下さい。



1. 環境の化学 → 水圏や大気圏での有害元素の挙動解析、エアロゾルの環境や気候変動への影響

地球環境や資源の問題は、SDGsと密接に関連した人類が直面する最大の課題です。このような課題に対して、分子地球化学的アプローチで、その機構解明や問題解決にトライしたいと思います。具体的なテーマとして、以下が考えられます。

- ・ **微量元素と硫黄同位体比を組合わせたエアロゾル中の東アジア由来の有害物質の起源と挙動の解析**: 大気中の硫酸エアロゾルや亜鉛や鉛などの有害微量元素は、様々な側面から環境に影響を与える。これらの影響について、微量元素の濃度比や硫黄同位体比を用いて、東アジアから日本に向けての越境大気汚染の季節変化などの詳細な解析を行う(OBOG、D1の学生さんと一部共同研究)。
- ・ **放射性核種の環境挙動**: エネルギー問題と環境問題の双方に関連がある放射性核種・福島問題に関する研究(テーマ多数)。
- ・ **環境浄化の化学**: 天然の鉱物(例: バライト)などを用いて、水圏での有害元素除去・環境浄化の方法を開発する(OBと共同研究)。

2. 資源の化学 → 地球表層での元素の循環、生体必須元素の歴史とも関係

現代社会は、多くの資源によって支えられています。そのうち金属資源は、地球で起きる物質循環の過程で元素の性質の違いにより、特定の元素が特定の場所に濃集します。これら鉱床の成因の解明は、新たな資源の探査の基盤となるばかりでなく、地球の物質循環の解明やそれに基づく古環境の解析にも貢献します。

- ・ **レアース資源の発見とさらなる探査**: 我々の研究室では最近、石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)と共同で、中国に匹敵する規模を持つ可能性がある陸上のレアース資源(イオン吸着型鉱床)を国内で発見しました。この鉱床がどの程度の広がりを持つかの解明や、同様の特徴を持つ鉱床の探査など、やるべきことは沢山あります(M2の学生さんと一部共同研究)。
- ・ **酸化物と硫化物への微量元素の分配の比較**: 元素によって酸化物と硫化物のどちらを好むかを系統的に理解する。このことは、地球が還元的环境から酸化的环境に変化した際に、どのような元素が海洋に溶け易かったかの変遷史とも関連する。こうした変遷史の解明は、生体必須元素の変遷の歴史とも関係し、地球史における化学環境の変化と生命進化の新たな関係を探ることに繋がる。特にここでは、資源と生体必須元素の変遷の両方の観点から重要であるMoとWの海水-堆積物間の分配挙動について着目する。

3. 宇宙・地球史解明のための分子地球化学 → 微量元素の情報から惑星や地球の環境進化を解明する

宇宙や地球上での元素の行動を精密に理解することは、その行動の元素間の差違や特異的な同位体分別を用いて過去の地球環境を復元するツールの開発につながる。これらの手法開発を基に、惑星や地球の redox(酸素分圧といつてもよい)の変遷史や地殻の進化史の解明に貢献する。

- ・ **世界最高感度の XAFS 法の開発と、それを用いた隕石やはやぶさ2 試料の分析**: XAFS 法などの分子地球化学的手法を隕石試料やはやぶさ2試料に応用して、水惑星の物理化学環境(Eh, pH, CO₂ 濃度)を推定する。そのために、超伝導転移端検出器(TEs)を用いた世界最高感度の XAFS 法を確立し、試料損傷の少ない条件での分析法の確立を進める(ポスドクさんと共同研究)。
- ・ **炭酸塩中の微量元素を用いた redox 指標の開発と応用**: 炭酸塩中の Mo/W 比、ヨウ素濃度などが過去の redox の指標として利用できるかを調べる。応用として、全球凍結期(PC/C 境界)の炭酸塩や新生代の堆積物コア試料などを用いる(M2の学生さんと共同)。

注目・新分野: 江戸・東京の環境に人間活動が与えてきた歴史の解明 → 我々が住む東京の近代史解明

最近、皇居のお堀の堆積物を用いて、過去 200 年間、江戸・東京の環境に人間や産業の活動が与えてきた影響の復元・歴史の解明に関わる研究を始めました。こうした知見は、今後とも発展が見込まれるアジアやアフリカ地域が今後経験するであろう環境変遷を捉えており、その対応に関する方策を確立する上でも重要な知見です。特にここでは、皇居お堀の堆積物中に含まれる燃焼起源の有機物(多環芳香族類; PAH)を用いて、江戸で頻発した火事や、関東大震災・東京大空襲の影響、工業の発達や自動車利用の活発化などの変遷の記録を解明する研究を行います(M2の学生さんと共同研究)。

最後に: 地球化学・環境化学の魅力

地球化学・環境化学の魅力は、化学的素養と技術を基に色々なテーマにトライできることです。私も、隕石、大気成分(フロン)、エアロゾル、海水、陸水、土壌、岩石、マントル物質、微生物、化石など、あらゆる試料を対象に研究してきており、それらには「純粹に面白い研究」から「世の中の役に立つ研究」まで色々な背景のものが含まれます。これらを題材としながら教育と研究に邁進できる研究者の人生は、非常に幸せなものだと思っています。