

国際会議『Goldschmidt2019』参加報告

渡邊保貴*1 横山信吾*1 新橋美里*1

2019年8月18日から8月23日にかけて、地球化学関連の国際会議「Goldschmidt2019」がスペイン・バルセロナにて開催された。本会議は、地球化学に関連するトピックを幅広く包含している。地表・地殻・マントル・火山などを対象に、原子・結晶レベルの議論もあれば、地形や物質移行を扱うような巨視的挙動の議論も多数行われる。地表水や地下水、風化や侵食、微生物反応、セメント系材料といった観点でも研究成果が多数報告される。その中で深層開発は参加者の多くが関心を持つプロジェクトの一種であり、放射性廃棄物処分もこれに含まれる。今回、著者らは、放射性廃棄物処分関連の研究成果を発表する機会を得て本会議に参加することができた。

セッション大分類の1つに「Minerals and Energy for High Tech Societies」が設けられていた。ここでは、鉱物やエネルギー資源の新しい活用と社会基盤の拡張を意識した、現象理解をはじめ理論・モデル・評価手法についての研究発表が集められていた。二酸化炭素地中貯留や鉱山廃棄物、そして、放射性廃棄物処分に関連する内容が目立っていたように思う。セッション小分類として「Geochemical and Mineralogical Investigations Relevant to The Nuclear Fuel Cycle: Insights from Experiment, Theory, and Modelling」が設けられており、地球化学分野において核燃料や放射性廃棄物処分に対する関心が強いことが伺えた。

上記セッションでは、はじめに、ドイツの Institute of Energy and Climate Research とベルギーの SCK・CEN の連名による基調講演があった。この中で、処分概念と欧州諸国の事業進捗についての概略、廃棄体腐食、これに関連する核種移行に関する実験とモデリングが紹介された。米国の Sandia National Laboratories からは、ユッカマウンテン処分計画の経緯や Deep borehole disposal (~5,000m) についての発表があった。後者については、高温・高圧・水質を考慮した物質移行の計算に精力的に取り組んでいたことが印象的であった。スイスの Paul Scherrer Institute と Bern University は、セメントとモンモリロナイトの相互作用試験において、中性ラジオグラフィを用いた水分分布計測から変質による間隙率の変化を議論していた。米国の Stanford University とスペインの Amphos 21 Consulting SL は、サイト選定に向けて、Multi-scale, multi-criteria evaluation (MSMCE) of sites と称して、異なった地質環境の比較を行うためのフレームワークを検討していた。処分概念ごとに熱・水・力学・化学条件に対する感度を考慮し、地質環境のデータセット同士を数学的に比較するものであった。

スイスの Mont-Terri 地下研究所では、NAGRA 主導のも

と、セメント-粘土相互作用の原位置試験を国際共同研究として進めており、これの成果も報告されていた。スペインの IDAEA-CSIC では、種々の元素の拡散に着目した原位置試験の再現解析を行っており、イオン強度や粘土粒子表面電荷の影響を考慮したモデリングが紹介された。これに類似した取り組みとして、米国の Los Alamos National Laboratory より、粘土岩-ベントナイト-セメントの熱水相互作用試験の結果が報告された。最高 200°C の環境におけるベントナイトの変質を分析した内容であった。

著者らも本セッションで人工バリア中の物質移行に関連する研究成果を発表した。人工バリアを構成するベントナイトに移行抑制機能を長期間期待するためには、モンモリロナイトを含むベントナイト構成鉱物の変遷を精度良く予測することが重要になる。とくに、ベントナイト-セメント相互作用を考慮すると、高 pH 環境における鉱物の溶解や二次生成物の沈殿を速度論で評価する必要がある。著者らは、こうした速度論的評価のための室内実験と地球化学反応-物質移行連成解析の結果を発表した。国際的に著名な研究者を含め多くの専門家と、データの解釈や今後の展開についてディスカッションができ、これを通じてコネクションが生まれたことは有意義な収穫であったと思う。

また、本会議において、参加者のさまざまな専門や興味に横串を通すようなセッション「Nano to Microscale processes」が設けられていたことは個人的に印象深い。フランスの ISTERRE University では、セメント硬化の初期段階におけるナノサイズの C-S-H (Calcium silicate hydrate) によるコロイド形成過程を調べていた。これは、放射性廃棄物処分におけるベントナイトの変質や核種移行を議論するうえでも重要な現象である。米国の Princeton University では、粘土粒子群の圧縮過程における粒子配向や局所的な水分移動を分子動力学でシミュレーションしていた。ベントナイトの締固め、透水、膨潤といった巨視的挙動を深く理解するうえで非常に参考となる発表であった。

こうした会議への参加を通じて、放射性廃棄物処分以外の分野における類似・関連事象の気づきと理解が処分研究の発展と信頼性向上につながることを強く感じた。ここで得られた視点を忘れることなく、今後の研究と事業支援に活かしたいと思う。

末尾に余談となるが、本会議のロゴはガウディのドラゴンがモチーフになっているようであった。会議ウェブサイト (<https://goldschmidt.info/2019/>) を参照いただきたい。ガウディ建築に限った話ではないが、垣間見えるバルセロナの景色はとても美しく、いつか家族とゆっくり来たいと思える地であった。

Report on the international conference, "Goldschmidt2019" by Yasutaka WATANABE (yasutaka@criepi.denken.or.jp), Shingo YOKOYAMA and Misato SHIMBASHI

*1 一般財団法人 電力中央研究所
Central Research Institute of Electric Power Industry
〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646