

# 割れ目ネットワークモデルを用いた物質移動に関する研究 (その1)

## —全体概要—

日本原子力研究開発機構 正会員 ○山下 理代, 尾上 博則, 三枝 博光  
非会員 石橋 正祐紀, 竹内 竜史, 笹尾 英嗣, 濱 克宏

### 1. はじめに

結晶質岩に代表される割れ目系岩盤を対象とした高レベル放射性廃棄物の地層処分における安全性評価にあたっては、放射性核種の主要な移行経路となる岩盤中の割れ目の物質移動特性の把握が重要である。特に、割れ目の地質学的特性や水理学的特性は、物質移動解析に必要となる物質移動経路沿いの実流速や移動距離に大きな影響を及ぼす重要因子の1つである。しかし、割れ目の地質学的特性や水理学的特性は不均質であるとともに、直接的に全ての情報は取得できない。そのため、岩盤中の割れ目の評価においては、従来より割れ目の地質学的特性や水理学的特性の分布を確率論的に表現したモデルとして、割れ目ネットワークモデル（以下、DFNモデル）が適用されている（例えば、1）。

DFNモデルを構築するにあたっては、割れ目の地質学的特性や水理学的特性が物質移動現象に与える影響を把握し、重要なパラメータを特定しておくことが有効である。また、原位置においてそれらのパラメータを効率的に取得するための調査手法に関する知見や技術は、割れ目の物質移動特性評価における重要な技術基盤となる。

そこで、本研究では原位置調査として地下坑道の壁面地質調査およびボーリング調査から得られた割れ目情報を用いて、割れ目の地質学的特性と水理学的特性の関連性に着目した検討を実施するとともに、それらを考慮したDFNモデルの構築、地下水流動解析および粒子追跡線解析を試みた。また、原位置における割れ目の調査手法の体系化に資することを目的として、ボーリング調査および坑道壁面地質調査の進展に伴う割れ目の地質学的特性の統計量の変化について検討した。なお、本研究は、日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）が岐阜県瑞浪市で実施している超深地層研究所計画（以下、MIU計画）<sup>2)</sup>で取得された調査データに基づき実施した。

### 2. 瑞浪超深地層研究所の概要

MIU計画は、地層処分研究開発の基盤となる深地層の科学的研究の一環として、結晶質岩（土岐花崗岩）を対象とした深部地質環境の調査・解析・評価技術の基盤の整備を目標の一つとしている。瑞浪超深地層研究所の研究坑道の建設は2002年から開始され、2013年2月までに、2本の立坑とそれらを結ぶ深度100m毎の水平坑道（予備ステージ）、ならびに深度300mおよび500mの各深度に調査研究のための水平坑道が整備された（図1）。研究坑道周辺には、深度約170m以深に土岐花崗岩が分布しており、土岐花崗岩は低角度傾斜の割れ目の相対密度に基づき、上位から上部割れ目帯、下部割れ目低密度帯が識別されており、上部割れ目帯中の特に割れ目密度の高い範囲は低角度傾斜を有する割れ目の集中帯として区分されている<sup>3)</sup>。本研究の研究対象領域は、土岐花崗岩の上部割れ目帯に位置する深度300mに建設された延長約16mの水平坑道（図1；以下、深度300mボーリング横坑）である。

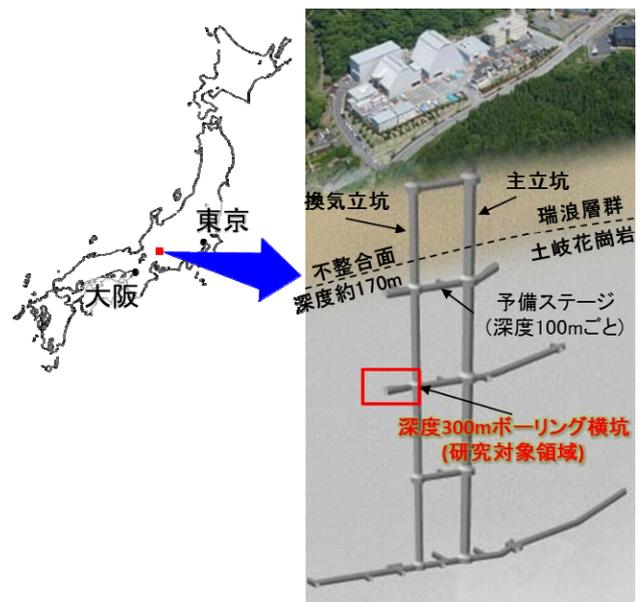


図1 瑞浪超深地層研究所

キーワード 地層処分, 瑞浪超深地層研究所計画, 物質移動特性, 割れ目ネットワークモデル  
連絡先 〒509-6132 岐阜県瑞浪市明世町山野内 1-64 日本原子力研究開発機構 TEL0572-66-2244

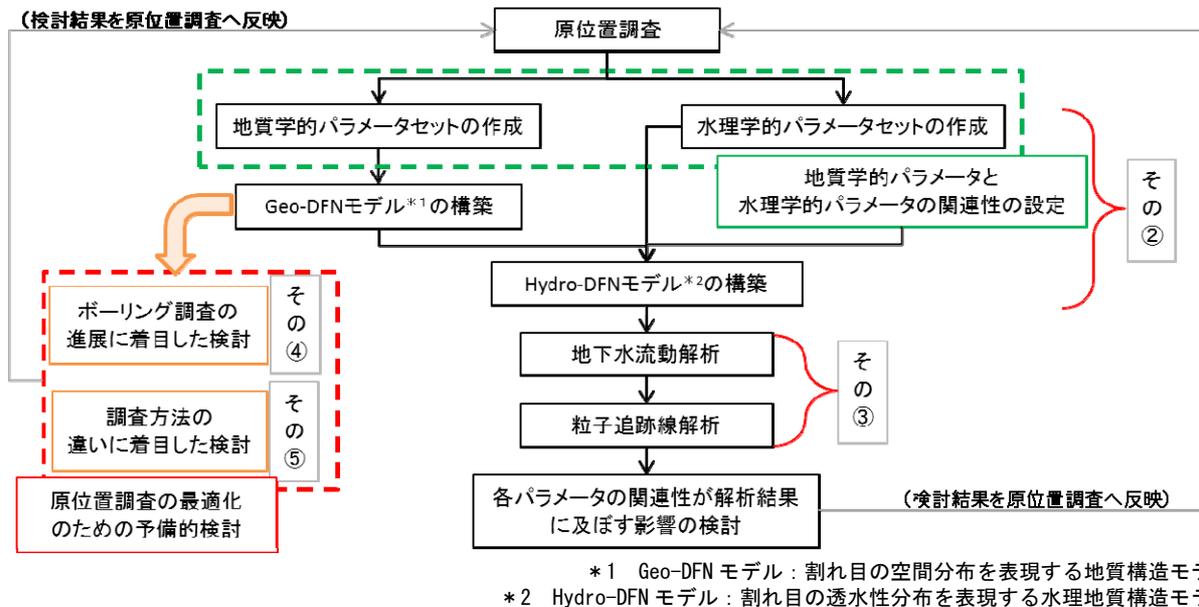


図2 本研究の全体概要

### 3. 本研究の実施内容と進め方

本研究では、物質移動経路沿いの実流速と移動距離から得られる地下水の移動時間を評価指標として、割れ目の地質学的特性や水理学的特性がそれに及ぼす影響について解析的に検討した(図2)。特に、既往研究<sup>4)</sup>で課題として挙げられた割れ目のパラメータ間相互の関連性について、パラメータの取得方法や整理方法の違いによる影響に着目した。具体的には、水理学的パラメータとの関連性があると考えられる割れ目の地質学的パラメータとして、割れ目の方位分布と長さ分布に着目し、それらと割れ目の透水量係数との関連性についての検討を行うとともに、推定された関連性を考慮して、DFNモデルに基づく割れ目の空間分布を表現する地質構造モデル(以下、Geo-DFNモデル)および割れ目の透水性分布を表現する水理地質構造モデル(以下、Hydro-DFNモデル)を構築した(その2で報告)。さらに、構築したHydro-DFNモデルを用いて地下水流動解析および粒子追跡線解析を実施し、各パラメータの関連性の有無が地下水の流動時間や流動距離などの物質移動解析結果に及ぼす影響について確認した(その3で報告)。

また、Geo-DFNモデルを用いたケーススタディとして、Geo-DFNモデル空間内に仮想的なボーリング調査や坑道壁面地質調査を実施した場合の割れ目の地質学的パラメータの統計量を整理し、調査対象領域における岩盤中の割れ目の地質学的パラメータに関する情報を効率的に取得するために有効な調査の種類・量・手順を最適化するための予備的な検討を実施した。その4ではボーリング調査の進展に伴う割れ目の地質学的パラメータの統計量の変化に着目した検討を行い、その5ではボーリング調査や坑道壁面地質調査の違いが、割れ目の地質学的パラメータの統計量に及ぼす影響について検討した。

### 4. おわりに

本研究で得られた成果を、今後MIU計画で実施予定の原位置トレーサ試験等の調査計画立案や原位置調査結果に基づくDFNモデルの構築、解析的検討等に反映させていくとともに、原位置における割れ目の調査手法の体系化を図る予定である。

### 参考文献

- 1) 柴田ほか; 概要調査段階における設計・性能評価手法の高度化 - NUMO-JAEA 共同研究報告書(2011年度) -, 日本原子力研究開発機構, JAEA-Research 2012-032, 2012.
- 2) 日本原子力研究開発機構; 超深地層研究所 地層科学研究基本計画, 日本原子力研究開発機構, JAEA-Review 2010-016, 2010.
- 3) 三枝ほか; 超深地層研究所計画における地表からの調査予測研究段階(第1段階)研究成果報告書, 日本原子力研究開発機構, JAEA-Research 2007-043, 2007.
- 4) 中島ほか; 地下坑道での調査データに基づく坑道周辺領域における水理地質構造モデルの構築(その2), 第42回岩盤力学に関するシンポジウム論文集, pp.107-112, 2014.