



# エントリー国際ワークショップ 「ENTRY 2003」 - 2003年10月22～24日開催 -

石川 博久 油井 三和 内田 雅大 亀井 玄人 青木 和弘\*

東海事業所 環境保全・研究開発センター 処分研究部  
\*幌延深地層研究センター

## 1. はじめに

2003年10月22日から24日の3日間にかけて、地層処分基盤研究施設（エントリー）を会場に処分研究部主催の国際ワークショップを開催した。エントリーは1993年10月の開設以来、地層処分に関する総合的な研究施設として、我が国における地層処分開発の中核的役割を担ってきたが、本年は同施設の開設10周年に当たり、幌延及び東濃の深地層研究施設も本格化することから、深地層の研究施設との連携とエントリーの役割を確認する意味で国際ワークショップを開催することとした。このワークショップでは、地層処分研究開発課題のうち、世界的に共通でJNCにおいても重要となるニアフィールド（人工バリア及びその近傍の人工バリアの影響の及ぶ領域のこと）の長期的変遷と、処分システムの性能評価と室内試験・深地層研究施設での試験との連携について、専門家間の共通認識を得るとともに、成果をJNCの地層処分研究計画と地層処分研究開発の次期取りまとめへ反映する。以上の主旨を反映して、このワークショップのタイトル及びサブタイトルをENTRY 2003, The International Workshop on Reliable Performance Assessment through Laboratory Experiments and Ground Surface Investigationsとした。このワークショップの内容及び成果については、英文の公開技術資料として取りまとめることになっている。

なお、これに先立って10月20、21日の2日間にわたり、海外からの研究者（米国、カナダ、スウェーデン、韓国、フィンランド、フランス、ハンガリーの大学、研究機関等から12名）を対象に、幌延の深地層研究施設建設サイトの見学会を行った。幌延深地層研究センターから施設計画の進展や研究対象領域の場としての地質環境に関する理解の状況等、幌延深地層研究計画の進捗状況を説明した。

これらに関し、研究の規模（調査対象の面積）、岩盤力学、地下水の流れ、地下水や鉱物の組成、微生物に関する試験計画など幅広い分野にわたって質疑が行われた。

## 2. ワークショップ概要

表1のスケジュールに示すように、第1日目午前の全体講演においてワークショップの目的等を紹介し、次いで招待講演、エントリーの見学会を行った。午後からは2つの個別セッションに分かれて議論し、第3日目に全体総括を行った。最後に希望者を対象として地層処分放射化学研究施設（クオリティ）の見学会を行った。

限られた時間の中で技術的に深い議論を行う必要があったことから、前もってテーマを絞り、国際協力協定などJNCと関係のある機関に打診し、専門家の派遣を募った。国内の大学、企業にも参加を案内したが、海外機関と同様に参加者をいずれも地層処分研究の専門家に絞って議論を行った。内訳は海外が米国、フィンランド、カナダ、フランス、スウェーデン、スイス、ハンガリー、韓国から合わせて20名、国内からは大学、研究機関、企業等から合わせて26名であった。JNCは東海のほか本社、東濃、幌延から参加があった。

### (1) 全体講演

環境保全・研究開発センター副センター長・  
処分研究部長 石川 博久

主催者としてワークショップの背景、主旨、目的を述べた。これに引き続き、我が国の高レベル廃棄物処分にかかわる組織とそれらの役割、JNCの廃棄物処分研究計画、我が国の処分実施計画、エントリー及びクオリティの研究概要、幌延及び瑞浪での深地層研究施設の概要と計画、室内試験と深地層での原位置試験との関係等について発表した。

表1 エントリー国際ワークショッププログラム

10月20日(月) - 21日(火)	
幌延深地層研究センター テクニカルツアー	
10月22日(水)	
国際ワークショップ	
9:00	歓迎挨拶(処分研究部長)
9:05	JNCの研究概要とワークショップの目的(処分研究部長)
9:40	招待講演1 大本 洋 教授 (ペンシルベニア州立大学, 米国)
10:40	招待講演2 A.Hautojärvi氏(POSIVA OY社, フィンランド)
11:40	施設見学(エントリー及びクオリティ非管理区域)
ワークショップ セッション1	
13:30	ニアフィールドの長期的変遷(1)
ワークショップ セッション2	
13:30	地表からの調査段階への性能評価からの反映
16:10	地圏概念モデル, 性能評価モデル及び不確実性
10月23日(木)	
ワークショップ セッション1	
9:00	ニアフィールドの長期的変遷(2)
13:00	ニアフィールドの長期的変遷(3) 核種移行メカニズム
ワークショップ セッション2	
9:00	地表からの調査段階への性能評価からの反映 (つづき) 地圏概念モデル, 性能評価モデル及び不確実性 (つづき)
13:00	地表からの調査段階への性能評価からの反映 (つづき) 地圏概念モデル, 性能評価モデル及び不確実性 (つづき)
16:00	研究の「終点」の検討
10月24日(金)	
ワークショップ セッション1	
9:00	ニアフィールドの長期的変遷(4)
ワークショップ セッション2	
9:00	地表からの調査段階への性能評価からの反映 まとめ
ワークショップ 総まとめ	
13:00	それぞれのセッションの総括紹介, 議論
14:00	希望者への施設見学(クオリティ管理区域)
15:00	終了

が示唆された。この問題はその後の個別セッションでも検討され、この速さゆえに、セメントの量が緩衝材や埋め戻し材などに比べて有意に少ない場合には、緩衝材の性能は保持されるであろうとされた。また、処分場の緩衝材はバッチ式実験の条件とは異なり圧縮系であって、物質移行が支配する場となり、溶解反応は顕著には起きないであろうとの議論があった。(写真1)

(ii) フィンランド POSIVA OY 社 長期安全研究リサーチマネジャー Aimo Hautojärvi 氏  
演題: Site selection, current activities and plans for future in the Finish spent nuclear fuel disposal programme

フィンランドにおいては、1983年に全国規模でのサイト調査を開始し、5地点における概略サイト特性調査を1987 - 1992年、4地点における詳細サイト特性調査を1993 - 2000年に行い、その結果2001年に最終処分場をオルキルオトにすることの原則決定が議会で承認された。オルキルオトでは、詳細サイト特性調査終了時までに18本の深堀りボーリングが掘削され、破碎帯の分布、水理、地下水水質分布などが調査されるとともに、1万年後の塩分濃度の予測解析などのモデル化が行われた。

今後は、地下520mに到達する地下研究施設(ONKALO)を建設し、詳細な調査を2010年頃まで行い、2020年頃操業を開始する予定である。処分場の母岩への影響を避けるため、処分深度に至るボーリングはアクセス坑道から掘削するなど工夫を凝らしていることが報告された。

## (2) 招待講演

(i) 米国ペンシルベニア州立大学宇宙生物学研究センター長 大本 洋 教授  
演題: Dissolution kinetics of smectite and other aluminum silicates in high alkaline solutions

室内でのバッチ式実験と、既往の報告データの徹底的なレビューに基づき、処分場にセメントを用いることに起因するアルカリ性地下水の緩衝材への影響評価のための基盤的な鉱物溶解速度論モデルが提示された。これによると、廃棄体をとるまく緩衝材(圧縮したベントナイト)を構成する主成分鉱物の溶解はかなり速いこと



写真1 大本教授による招待講演

### (3) 個別セッション

主な議題は(i)ニアフィールドの長期的変遷と核種移行メカニズムと、(ii) サイト地表調査への性能評価からの反映であり、それぞれを個別セッションのテーマとして、白熱した議論が展開された。

#### (i) セッション1：ニアフィールドの長期的変遷と核種移行メカニズム

性能評価や設計を行う上で重要な人工バリアとその周辺岩盤の長期的変遷評価について、熱 - 水 - 応力 - 化学連成現象モデルを用いた予測手法の信頼性向上や核種の収着現象解析モデルの適用性に関して情報交換と議論を行った。特に、招待講演でも問題提起されたセメント影響評価、室内試験 / 原位置試験 / ナチュラルアナログ研究 / 数値実験といった“各実験”の位置づけやアプローチ等に関して議論が行われた。以下に個別の議論の要点を記す。

セメント影響については、高pH環境をもたらすためセメント - ベントナイト共存は適切ではないとの意見も出されたが、アルカリ消費のバランスから顕著なベントナイト変質は避けられる可能性があること、圧縮系における物質移行の影響や二次鉱物の生成に関する詳細評価の重要性が認識された。

室内試験、原位置試験、ナチュラルアナログ研究の位置付けについては、スモール・スケール(室内実験) ラージ・スケール(室内実験) 原位置試験 処分場スケールという基本的な手順を踏み、ステップごとの理解とデモンストレーションが重要であること、地下研究施設には、評価すべき時間に比べての試験時間の短さ、放射性物質の使用制限、地球化学の理解の難しさ、などの制約がありえること、セメント影響に関するナチュラルアナログ研究では、超長期のナチュラルアナログより、古い人工物に着目した定量的解釈を目指すべきとの意見が出された。

数値実験については、科学は常に進歩することから絶え間ない専門家間の議論やステップ・バイ・ステップによるモデル改良の必要性、検証と確認の手続きを守ることの重要性等が指摘された。

さらに、地球化学、水理、力学といった異なる分野の専門家間の連成解析によるコミュニケーション、貴重な最新情報をもたらすECプロジェクト等の国際協調・協力の重要性が認識された。ま

た、千年万年といった長期予測の信頼性向上のためには、地道な現象理解、連成解析、データベース構築等の重要性が参加者間で認識されていたことを付記したい。

#### (ii) セッション2：サイト地表調査への性能評価からの反映

性能評価の信頼性を向上させるには、現象理解に基づくモデルの現実化と不確実性低減が重要である。この不確実性低減のために、条件を厳密に制御した室内試験のほか原位置試験も行う必要がある。我が国では今後概要調査地区において地表からの調査が行われることになるが、本ワークショップでは性能評価の観点から地表からの調査で考慮すべき課題等について議論した(写真2)。以下に個別の議論の要点を記す。

概要調査の目的は各国ごとに異なるが、サイトの適性を考慮すること、文献調査に基づく代替モデルを含む概念モデルを構築し、それを検証するための計画を立てること、性能評価・設計に必要なデータ取得のための調査だけでなく、地質環境を理解するための調査、という観点が重要であることが共通の認識として得られた。また、モデル化に際しては、広域スケール、サイトスケール、施設スケール、処分孔スケールのそれぞれのモデル化が必要であるが、処分孔スケールなどの詳細スケールについては、調査の容易性及び概要調査の目的で安全評価を行うか否かの必要性に応じて各国で見解が分かれた。スカンジナビア諸国のように岩盤の露出の良い国は、詳細スケールのモデル化が可能だが、スイスや日本のように岩盤の露出の少ない地域は技術的に難しいとの意見があっ



写真2 個別セッションでの白熱した議論



た。また、概要調査段階における地質環境モデルの不確実性についての議論を行い、米国のWIPPでは地表調査段階と坑道からの調査段階で岩塩のモデルが大きく変化したことが紹介されるなど、「予測できない不確実性」が現れる場合があるので、それを捕捉するモニタリングシステムの構築が重要であるとの意見があった。

性能評価からのフィードバックについては、各国とも努力しており、性能評価担当者と調査担当者が協力し合える体制作りが重要であるとの見解が示された。また、文献調査段階から性能評価に限らず何らかのモデル化が必要であるとの認識が示された。

概要調査の段階においては、性能評価に必要なすべてのデータを現地で取得することは難しく、他の地下研究施設や東海のエントリーのような室

内試験を活用することが重要であること、不確実性を低減する上で、異なる分野のデータを統合的に解釈する Multiple-lines of evidence が重要であるとの見解が示された。

### 3. おわりに

以上のように本ワークショップでは海外、国内の地層処分研究の専門家とともに幅広く深い議論ができ、今後の研究方針策定にとって示唆に富むものとなったと考える。

最後にこのワークショップに参加いただき、貴重なご意見、ご批判等を賜った国内外の大学、研究機関、企業のみなさまに心より謝意を申し上げます。また、ワークショップの運営に尽力したJNCのスタッフに感謝します。