

地層処分放射化学研究施設  
QUALITY「クオリティ」の視聴覚素材

(データ集・記録集)

2002年10月

核燃料サイクル開発機構  
東海事業所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319 - 1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49

核燃料サイクル開発機構

技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:

Technical Cooperation Section,

Technology Management Division,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184,

Japan

© 核燃料サイクル開発機構

(Japan Nuclear Cycle Development Institute)

2002

地層処分放射化学研究施設  
QUALITY「クオリティ」の視聴覚素材  
(データ集・記録集)

菖蒲信博<sup>\*</sup>、柏崎博<sup>\*</sup>、芦田敬<sup>\*\*</sup>、佐々木康雄<sup>\*\*\*</sup>、綿引孝宜<sup>\*\*\*\*</sup>

要 旨

「地層処分放射化学研究施設」は、放射性廃棄物の地層処分システムの性能評価における信頼性を向上させるため、深部地下環境を模擬した雰囲気制御下で核種移行試験を体系的に行う施設として建設された。

ここでは、「地層処分放射化学研究施設」の位置づけ、特徴、研究と試験内容等について、実際の試験模様を交えながら簡潔に紹介した視聴覚素材をCD-ROM及びVHSテープにそれぞれ収めた。

---

\* 東海事業所 環境保全・研究開発センター 処分研究部 研究計画グループ

\*\* 現在 原子力発電環境整備機構 技術部 技術企画グループ

\*\*\* 東海事業所 環境保全・研究開発センター 処分研究部 放射化学研究グループ

\*\*\*\* 原子力システム株式会社

Multimedia materials regarding  
Quantitative Assessment Radio nuclide Migration Experimental Facility “QUALITY”  
(Set of Data)

Nobuhiro SHOBU\* , Hiroshi KASHIWAZAKI\*,  
Takashi ASHIDA\*\*, Yasuo SASAKI\*\*\*, Takanori WATAHIKI\*\*\*\*

Abstract

Quantitative Assessment Radio nuclide Migration Experimental Facility “QUALITY” ,which was designed to investigate the radionuclide migration behavior under anaerobic conditions, contains atmosphere-controlled glove boxes which are used to obtain data of radionuclide migration in engineered barrier materials and rocks at the laboratory scale. A variety of analytical equipment is available in this facility.

This report with audio-visual materials briefs the information regarding the objective, the characteristics, the approaches for research and test in this facility. The materials were prepared with both the VHS tape and the CD-ROM including movie files in mpeg1 format. Here is each copy attached to this report.

---

\* Planning and Co-operation Group, Waste isolation research division,  
Waste management and fuel cycle research center, Tokai works

\*\* Planning section, Science and technology division,  
Nuclear Waste Management Organization of Japan

\*\*\* Radiochemistry Group, Waste isolation research division,  
Waste management and fuel cycle research center, Tokai works

\*\*\*\* Nuclear Energy System Inc.

目 次

1 . はじめに	.....	1
2 . 内 容	.....	1
3 . CD-ROM のコンテンツの閲覧	.....	5
4 . おわりに	.....	5
参考文献	.....	6
CD-ROM	.....	7
VHS テープ	.....	8

## 1. はじめに

核燃料サイクル開発機構等は、これまでの地層処分研究開発成果を踏まえ、今後とも地層処分放射化学研究施設等を活用し、地層処分技術の信頼性の確認や安全評価手法の確立にむけて研究開発を着実に推進することが必要とされている。<sup>(1)</sup>

ここでは、放射性廃棄物の地層処分システムの性能評価における信頼性を向上させるため、深部地下環境を模擬した雰囲気制御下で核種移行試験を体系的に行う施設<sup>(2)</sup>である「地層処分放射化学研究施設」の位置づけ、特徴、研究や試験内容等について、管理区域内での実験の様相を交えながら紹介した視聴覚素材を取りまとめた。

## 2. 内 容

映像には以下の説明を付して視聴覚素材とした。

### 2.1 地層処分研究開発の必要性

「核燃料サイクルにおいて発生する放射性廃棄物のうち、放射能の濃度が高く、かつ半減期の長い放射性物質が多く含まれるものについては、この放射能が生活環境に影響を及ぼさないための安全性を長期にわたって確保することが必要です。」

「そこで現在、現実的な、放射性廃棄物の処分方法として多くの国で『地層処分』が採用されています。」

「地層処分では、地下深くの安定した地層、いわゆる天然バリアに、複数の人工の障壁である人工バリアを組み合わせる、多重バリアシステムを用いて安全を確保できるようにします。」

「平成12年、国が定めた“原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画”によれば、核燃料サイクル開発機構等は、これまでの研究開発成果を踏まえ、今後とも深地層の研究施設、地層処分放射化学研究施設等を活用し、地層処分技術の信頼性の確認や安全評価手法の確立に向けて研究開発を着実に推進することが必要である。」とされています。

### 2.2 核種移行とクオリティの特徴

「ここでは、地下深部で想定される酸素のない環境条件を模擬的に実現し、その中で放射性物質を使い、化学的な特性や物質の移行に関する基礎データを取得する施設・・・地層処分放射化学研究施設 - クオリティ - を紹介します。」

「地下深部の水は、例えば雨水<sup>\*</sup>の場合、最初に大気中で酸素を吸収していますが、地下深くにしみこんでいく過程で岩石中にふくまれる鉱物などと化学反応をすることによって、酸素が取られてしまい、いわゆる還元性となっています。従って地表の水や我々の身近にある浅い地中の水とは大きく異なる性質を持っています。」

「地層処分の安全性を確かめるには、廃棄物に含まれる放射能を持った成分いわゆる、放射性核種がこの地下水に溶け、人工バリアや天然バリアの中をどう移動するのかというのを把握する必要があります。この移動を核種移行と言います。」

「一般に地下深部の酸素がない環境条件において、放射性核種は水に極めて溶けにくく、

\*雨水起源の地下水という意味

地層にくっつきやすくなります。」

「たとえばウランの場合ですと、還元された地下水へ溶ける量は、酸素を含んだ通常の大気中の水と比較して1000分の1～1億分の1の量となっていること、さらに岩石へくっつく量も還元された地下水の条件では、100～1000倍もくっつきやすくなります。この特徴によって、放射性核種が我々の生活環境に到達するまでの時間が長くなり、この時間に放射性核種の放射能が低くなります。これは地層処分が他の処分方法と比べ非常に有利といわれる理由の一つです。しかしながら現在、この現象を裏付けるデータの量や質は、まだまだ十分とはいえません。」

「そこで、クオリティでは、地下深部の環境と同じ環境条件を作ることの出来る「雰囲気制御グローブボックス」の中で、酸素が少ない環境条件を実現して、放射性核種が多重バリアの中をどのように動くかという核種移行試験を行っています。」

「この試験によって得られた核種移行に関するデータを基に、放射性核種が緩衝材や岩盤をどのように移行するのかを予測します。」

「クオリティの特徴は、地下深部の環境条件を模擬した雰囲気であくさんの種類<sup>(3)</sup>の放射性核種を用いて、核種移行試験を体系的に実施できることであり、世界でも有数の施設です。」

## 2.3 核種移行試験における3つの着眼点

「それでは、クオリティで行っている核種移行試験を見ていきましょう。」

「核種移行試験には三つの着眼点があります。」

「まず一つ目の着眼点は、核種が地下水にどれくらい溶けるのかです。そして二つ目と三つ目の着眼点は、地下水に溶けた放射性核種が、人工バリアの緩衝材や天然バリアの岩盤内で『どのようにくっつくのか』ということと『どのように拡がっていくのか』です。それではこの三つの着眼点の試験を見ていきましょう。」

### 2.3.1 代表的な試験

#### (1) 溶解度試験

「イラストは溶解度試験といって、第1の着眼点・・・放射性核種がどのくらい地下水に溶けるのか・・・つまり溶解度を求めるために、放射性核種がこれ以上溶けない状態いわゆる『平衡状態』を表す基本データである熱力学データを取得するための試験です。」

「まず、性状が明らかである溶液に放射性核種を含む溶液を添加します。」

「所定の期間が経過した時点で試料のサンプリングを行います。」

「肉眼では確認できない沈殿物を取り除くために、目の細かいフィルタでろ過します。」

「これらの分析装置を用いて、試料の中の放射性核種の濃度を測定することにより溶解度を求めることができます。」

「様々なpHや炭酸濃度などに対する溶解度試験で得られた結果に基づき平衡定数を取得することができます。」

「求められた平衡定数は、処分条件下での放射性核種の溶解度を予測するために利用

されます。」

(フミン酸の溶解度試験)

「これは、天然の有機物であるフミン酸を混ぜた状態の溶解度試験です。」

「地下水に含まれているフミン酸は放射性核種を溶かしやすくする可能性があることがわかっています。」

「試験は、フミン酸が溶解度に与える影響を解明することを目指して行われています。」

「核種移行試験の第2・第3の着眼点は、地下水に溶けた核種が人工バリアの緩衝材や天然バリアの岩盤内で、どのようにくっついたり、また拡がっていくのかということです。」

(2) 収着試験

「二つ目の着眼点・地下水に溶けた核種が、緩衝材の材料であるベントナイトや岩石にどれくらいくっつき易いのかを見るための試験・収着試験を紹介します。」

「この試験は、固体の部分である『固相』と液体の部分である『液相』の間にどれだけ核種が分配されるか、ということを表す分配係数を取得するための試験です。」

「溶解度試験と同様に性状が明らかである溶液と岩石もしくはベントナイトを混ぜた溶液に放射性核種が含まれた溶液を添加します。次に溶液を採取します。」

「採取する方法は溶解度試験と同様です。」

「試験は、地下水のタイプを考慮して、地下水に含まれる特徴的な成分、例えば炭酸や、海水の影響による高い塩分濃度に対して行われます。」

「放射性核種の収着にどのような影響を与えるのか・ということに加え、そのメカニズムに関する情報を得ることを研究しています。」

(3) 拡散試験

「第三の着眼点 ベントナイト及び岩石中を核種がどのように拡がっていくかをみるための試験・拡散試験を紹介します。この拡散試験には様々な方法がありますが、ここでは、一般的によく行われている二つの試験について紹介します。」

「まず一つ目はインディフュージョン法という試験・これは、核種がベントナイトにくっつきながらどのように拡がっているかを把握する試験です。」

「まずベントナイトに放射性核種を含んだ溶液を接触させます。」

「数週間から数年といった期間を経た時点で、ベントナイトをできるだけ薄く切断し、その切断片に含まれている放射性核種の量を分析します。このようにして溶液接触面から拡散した放射性核種の濃度分布を得ることができます。この濃度分布を解析することにより、拡散係数が取得出来ます。この拡散係数により、放射性核種がベントナイトにくっつきながらどの程度の範囲までどのように拡がっていくかを予測することができます。」

「二つ目の方法はスルーディフュージョン法です。」

「左右の容器には溶液が入っており、中央に固定されたベントナイトや岩石は両サイド



の溶液に接触した状態になっています。」

「溶液の片方に放射性核種を添加します。定期的にもう一方の容器から試料をサンプリングし、放射性核種の濃度を分析して岩石やベントナイトを通過した量を把握します。」

「この放射性核種の通過した量の時間的变化から拡散係数を求めることができます。」

### 2.3.2 関連する試験

#### (1) コロイド試験

「放射性核種が収着したり拡散したりする以外に放射性核種を運ぶ要因の一つにコロイドがあります。」

「コロイドは、電子顕微鏡でしか見られないほどの小さい地下水中に存在する粒子で、これが放射性核種の運び手となり得ることがわかっています。」

「クオリティでは、このコロイドに関する移行試験を行うことも可能です。」

「ご紹介した酸素の少ない条件での溶解度や収着、拡散に関するデータは非常に少ないのが現状です。今後、クオリティでの試験により得られるデータの充実化を図り、将来の予測解析に活用させていただきます。」

「酸素の少ない環境条件に依存しない核種・例えばセシウムなどについては、大気中の雰囲気のままにしたグローブボックス内で核種移行試験を行っております。」

#### 2.4 分析機器

「これまでご紹介した核種移行試験の評価を正確に行うために、クオリティでは処分環境を模擬した条件のまま分析を行える分析装置が用意されています。」

「これはX線回折装置です。・低酸素の条件下において、固体の結晶を同定することができます。」

「これは高分解能型ICP質量分析装置です。・溶液中に、極めて低い濃度の物質があるかどうかを判別することが可能です。その分析能力は、例えば東京ドーム一杯分の水の中に角砂糖一つを溶かしても、その砂糖の味がわかるというレベルのものです。」

「これらの他にもクオリティには試験試料の分析のために多数の分析装置が用意されています。」

#### 2.5 今後の展開

「今後、核燃料サイクル開発機構としては、クオリティを通じて、高レベル放射性廃棄物の地層処分研究に貢献していくことに加え、放射性廃棄物全般の処分に関する研究を行っていく計画です。またここで得られた知見は、アクチノイド核種などを用いた核種移行や地球化学の基礎基盤研究といった学術分野に寄与することも期待されております。さらには、クオリティを、国内外の研究機関にも広くご利用いただけるよう体制を整えていきます。」

### 3. CD-ROM のコンテンツの閲覧

収録されている index.html ファイルを Netscape Navigator4.0、Internet Explorer4.0 又はそれ以降のバージョンのブラウザで閲覧し、各メニューをクリックすることで動画の再生ができる。また、動画の再生には Windows Media Player version7.0 以上のアプリケーションソフトが必要である。

### 4. おわりに

「地層処分放射化学研究施設」の位置づけ、特徴、研究や試験内容等に関する情報を視聴覚素材として取りまとめた。情報素材化にあたっては、情報を受ける側にとってわかりやすいものとすることに重点を置いた。

今後、本素材を視聴覚ライブラリー等へ配備することで情報の入手場所の拡大化、また、インターネットでの配信等を行うことでアクセス手段の多様化といった視点での情報提供を行っていくことが重要と考える。

### 謝 辞

動画製作にあたっては、本社技術展開部社内公募型研究推進室 佐藤治夫氏及びニッセイエプロ株式会社に協力を得た。ここに謝意を表す。

**参考文献**

- 1) 原子力委員会：原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画 平成 12 年 11 月 24 日  
(2000)
- 2) 芦田敬、山田一夫、河村和廣、油井三和：地層処分放射化学研究施設（クオリティ）  
の概要 サイクル機構技報 No.5 (1999)