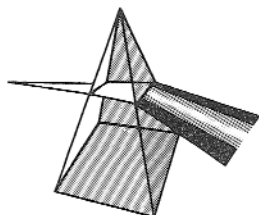


【技術報告】



地層処分放射化学研究施設 (クオリティ) の概要

芦田 敬 山田 一夫 河村 和廣
油井 三和

東海事業所 環境保全・研究開発センター 処分研究部

資料番号：5-2

The outline of QUALITY (Quantitative Assessment Radionuclide Migration Experimental Facility)

Takashi ASHIDA Kazuo YAMADA Kazuhiro KAWAMURA
Mikazu YUI

Waste Isolation Research Division, Waste Management and Fuel Cycle
Research Center, Tokai Works

地層処分放射化学研究施設は、高レベル放射性廃棄物等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、平成10年1月22日より建設を開始して平成11年7月30日に竣工し、8月18日より試験を開始した。本施設の位置づけ、施設の概要及び得られたデータの反映について以下に報告する。

QUALITY (Quantitative Assessment Radionuclide Migration Experimental Facility) was constructed to investigate the radionuclide migration behavior under an aerobic condition.

Operation commenced on Jan.22, 1998 and completed on July 30, 1999.

The operation was started on Aug. 18, 1999.

This facility contains atmosphere controlled glove boxes to obtain basic data of radionuclide migration in engineered barrier materials and rocks on a laboratory scale. Various analytical equipments is available in this facility.

This report presents the objectives, the outline and the data use.

キーワード

地層処分、高レベル放射性廃棄物、性能評価、核種移行、雰囲気制御、放射性同位元素、施設、第2次取りまとめ、クオリティ

Geological Isolation, High-level Radioactive Waste, Performance Assessment, Radionuclide Migration, Atmosphere Controlled Glove Box, Radioisotope, Facility, Second Progress Report, QUALITY

1. はじめに

サイクル機構は、高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発に関して、2000年前までに自らの成果及び関係機関の関連する研究成果を取りまとめ（以下、第2次取りまとめ）、公表しなければならない。そのなかで、人工バリアや天然バリア中における核種移行現象を研究し、それに基づくモデル／データベース開発や各現象の影響評価が求められている。

地層処分放射化学研究施設〔略称クオリティ；QUALITY (Quantitative Assessment Radionuclide Migration Experimental Facility)〕は、深部地下環境を模擬した雰囲気制御下で放射性同位元素

(RI) を用いて実験室レベルで移行試験を体系的に行うことができる施設として、平成10年1月22日に着工した。建家建設工事、電気設備工事、換気空調衛生設備工事及び内装設備工事を進め、平成11年7月30日に竣工した。施設利用開始に必要な許認可及び検査等を終了し、平成11年8月18日にRIを搬入して試験を開始した。

クオリティで得られたデータは、第2次取りまとめで使用している核種移行パラメータの妥当性の確認に用いられる。さらに、第2次取りまとめ以降の研究においては、地層処分の事業化に向けた安全基準策定等に向けた試験を行うことも可能である。

2. クオリティの位置づけ

平成4年度に公開された第1次取りまとめ(「高レベル放射性廃棄物地層処分研究開発報告書—平成3年度—」、動燃事業団、1992)で示された高レベル放射性廃棄物地層処分システム概念に基づく人工バリア中の核種移行挙動は、処分環境下での核種の溶解度、分配係数、拡散係数等の核種移行パラメータに大きく依存する。現在、我が国では処分サイトや地質環境を特定せずに研究開発を進めており、このような状況で核種移行パラメータを設定するためには、処分環境下の化学的条件を支配する現象や基本的な化学定数を押さえた上で核種移行試験を実施し、データベースを整備し、モデル化による評価(性能評価研究)を行わなければならない。このような手順に従うと、実施しなければならない試験は、多大な数となる。そこで、処分環境である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研究施設が必要となるが、国内外にわたりそのような施設は例がない。

サイクル機構におけるこれまでの処分関連の研究は、地下の研究として岐阜県東濃地域や岩手県釜石鉱山(平成10年8月で終了)での坑道等を利用した、水理、地下水化学、力学等の研究が行われてきた。地下で直接的に実施することが困難なモデルの検証試験や基礎データの取得に対しては、東海事業所の地層処分基盤研究施設〔略称エントリー: ENTRY (Engineering Scale Test and Research Facility)〕を用いてきた。核種移行の研究としては、東濃ウラン鉱床を用いたウランの移行挙動研究や東海事業所の既存ホット施設の一部を用いて主に大気下での核種移行試験を実施してきた。

この度完成したクオリティの果たす役割は、安定同位体の存在しないアクチノイド元素等のRIを用いて処分環境である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い、核種移行の基礎現象の解明(モデル化)とこれに基づく核種移行データベースの開発及び検証することにある。

3. 施設の概要

(1) 建家の概要

クオリティは、鉄筋コンクリート造で、地下1階、地上2階建てである。建築面積は約1,200 m^2 、延床面積は約3,600 m^2 である。クオリティの設置位置を図1に、鳥瞰図を図2に示す。

建家に付属して、雰囲気制御に使用するガスを

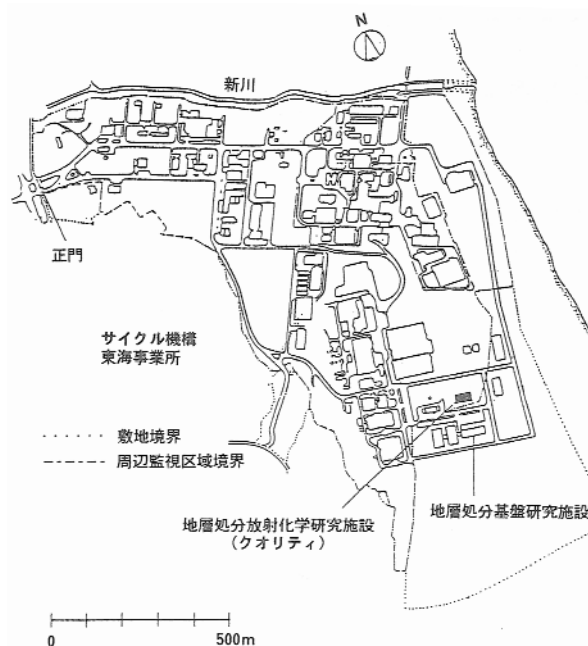


図1 クオリティの設置位置

供給する高圧ガス製造設備(窒素ガス、アルゴンガス)及び高圧ガス貯蔵所並びに非常用発電機を設置した発電機棟及び非常用発電機に燃料を供給する地下タンク貯蔵所を備えている。

クオリティの換気設備は、管理区域用と非管理区域用に区分されている。管理区域用は、さらに建家系、グローブボックス系、フード系に分けられている。

(2) 内装設備の概要

① 放射線管理設備

施設内にエアスニッフアを設け、空気中の放射性物質を管理している。また、排気中の放射性物質の濃度を測定できる排気モニタを設置している。

② 廃棄物貯蔵設備

施設内で発生する固体廃棄物は、固体廃棄物貯蔵室において、ドラム缶またはコンテナ内に保管廃棄する。

施設内で発生する廃液は、管理区域内雑廃液、試験廃液及び有機溶媒含有廃液に区分して管理する。管理区域内雑廃液は、放射能濃度が放出濃度限度以下であることの確認を行ってから、中央排水処理場へ移送し、放出される。

(3) 試験研究設備の概要

① 雰囲気制御グローブボックス

グローブボックス内の酸素濃度を1ppm以下に保持する雰囲気制御グローブボックスは、12基設置されている。このうち3基は、炭酸の影響評価

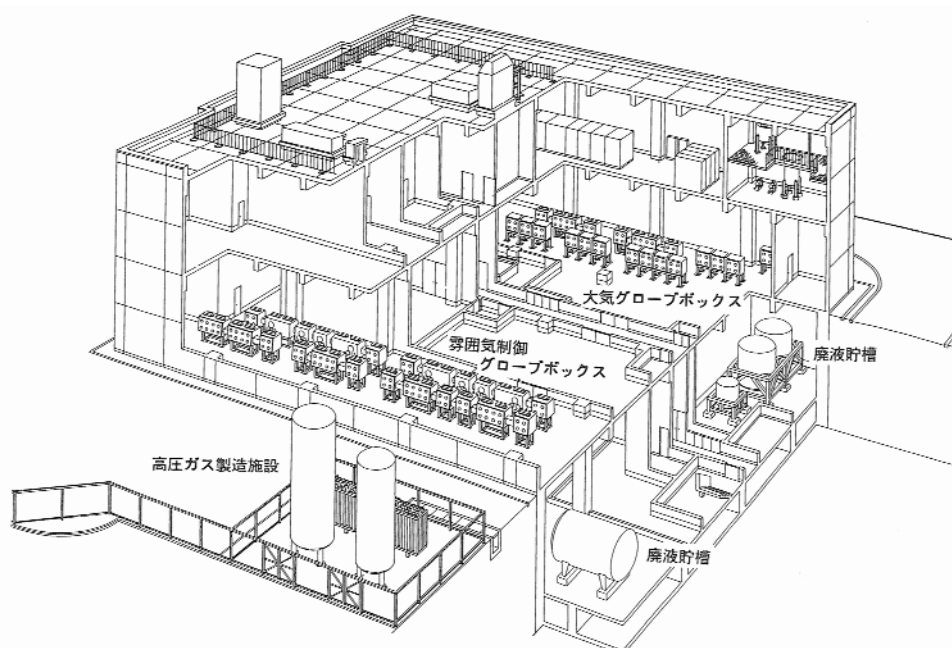


図2 クオリティの鳥瞰図

試験を考慮して、任意の CO_2 濃度（1 ppm以下～1,000ppm）に制御できる機能を有している。雰囲気制御ガスとして窒素ガスを用いるが、窒素の放射線分解の影響に配慮が必要な場合は、アルゴンガスを用いる。

雰囲気制御グローブボックスの外観及び概略系統図を写真1及び図3に示す。

雰囲気制御グローブボックスは、雰囲気制御を行っているグローブボックスA及びBと物品搬出入用のオープンポートボックスから構成されている。オープンポートボックスとグローブボックス



写真1 雰囲気制御グローブボックスの外観

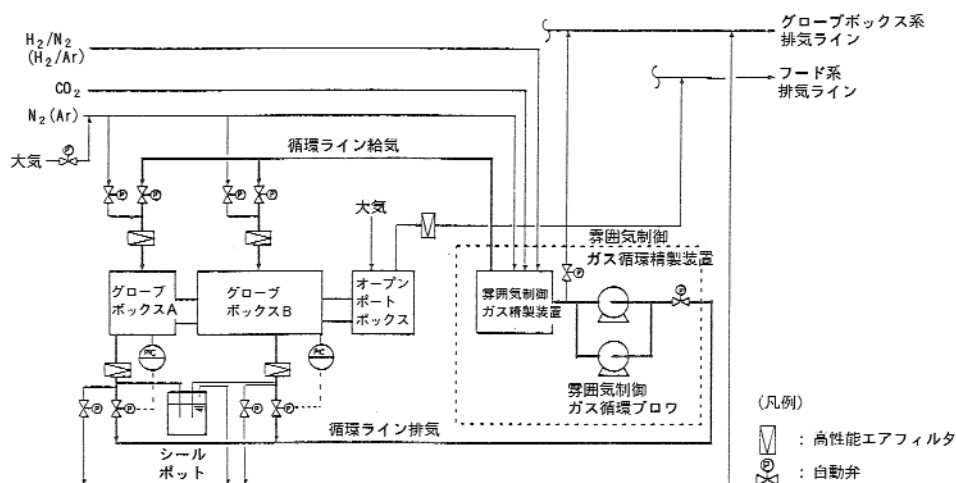


図3 雰囲気制御グローブボックスの概略系統図

間はエアロックで結合されており、エアロック内でガス置換を行う。グローブボックスAとBの間は、トランスファーポートで結合されており、物品の移動は自由である。

雰囲気制御は、グローブボックス内を窒素ガスまたはアルゴンガスでブローして置換した後、窒素ガスまたはアルゴンガスをグローブボックスとガス循環精製装置との間で循環し、ガス精製装置にて酸素を除去することにより行われる。ガス精製装置では、白金触媒に3%水素混合ガスを流し、循環ガス中の酸素と反応させて水に還元させることにより、ガス中の酸素濃度を減少させる。また、RIを使用するので、グローブボックス内圧力は設置している室内の圧力より低くなるように設定されている。

② 大気グローブボックス及びフード

大気下での試験及び分析に使用する大気グローブボックスは、4基設置されている。また、廃液を地下のタンクに移送するためのグローブボックスは、1基設置されている。

分析の前処理等に使用するフードは、3基設置されている。

③ 分析設備

主な分析装置を以下に示す。

- ・X線回折装置
- ・フーリエ変換赤外吸光光度計 (FT-IR)
- ・ガスクロマトグラフ質量分析装置 (GC-MS)
- ・レーザ誘起化学種分析装置 (LPAS、TRLFS)
- ・レーザ回折式粒度分布測定装置
- ・イオンクロマトグラフ (IC)
- ・全有機炭素分析装置 (TOC)
- ・放射能分析装置
- ・誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS) (整備中)
- ・原子吸光分析装置 (AAS) (整備中)
- ・高・低真空型走査型電子顕微鏡 (wet-SEM) (整備中)
- ・X線マイクロアナライザー (EPMA) (整備中)

これらのうち、分析が雰囲気の影響を受けるX線回折装置、FT-IR、LPAS、TRLFS等については、雰囲気制御グローブボックス内に設置されている。

④ 放射性同位元素の許可

クオリティで使用する放射性同位元素の種類及び年間使用数量は、26核種、107.16GBqである。

核種については、地層処分の研究開発を行う上で評価対象となる核種を抽出することにより選定した。また、TRU廃棄物の処分研究にも対応でき

表1 使用の許可を取得した放射性同位元素

²⁰⁸ Po	³⁶ Cl	³ H
²²⁶ Ra	⁶³ Ni	¹⁴ C
²²⁷ Ac	⁷⁵ Se	
²³¹ Pa	⁷⁹ Se	
²³⁷ Np	⁹⁵ Zr	
²⁴¹ Am	⁹⁵ Nb	
²⁴³ Am	¹⁰⁷ Pd	
²⁴⁵ Cm	¹¹³ Sn	
²⁴⁴ Cm	¹²⁵ Sb	
	¹²⁹ I	
	¹³⁷ Cs	
	¹⁵¹ Sm	
	²⁰⁷ Pb	
	²¹⁰ Pb	
	⁹⁹ Tc	

年間使用数量：107.16GBq

るよう、ヨウ素、炭素の使用も可能である。

数量については、試験上必要な数量と線量評価、室内空気及び排気に係る評価に基づき決定した。

使用の許可を取得した核種の一覧を表1に示す。

4. 試験計画とデータの反映

クオリティで実施する予定の試験項目を以下に示す。

- ① 地下水への核種溶解度試験
- ② 人工バリア中の核種の吸着・拡散試験
- ③ 天然バリア中の核種の吸着・拡散試験
- ④ コロイド移行試験
- ⑤ 放射線影響評価試験
- ⑥ 有機物影響評価試験
- ⑦ 微生物影響評価試験

これらのうち、第2次取りまとめに反映する試験として重要核種 (Np等) の吸着挙動、炭酸や有機物のアクチニド元素の溶解特性への影響評価等の①～③の試験を行う。また、第2次取りまとめの国によるレビュー対応として核種移行データベースの信頼性確認試験等を実施する。さらに、核種移行に影響を与える④～⑦の試験についても力を入れてゆかねばならない。

第2次取りまとめ以降は、実施主体が進める処分事業の推進や国が進める安全基準等の策定に反映していく観点から、現在議論が行われつつある地層処分研究開発の全体計画との整合をとりながら試験計画を検討する。

5. おわりに

第2次取りまとめの国への提出に向け、処分環境下で不足しているデータの取得や設定した核種移行パラメータの妥当性についてはクオリティで確認する必要がある。また、第2次取りまとめ以

降のより長期的な研究として、核種移行に関する基礎データの体系的な取得や核種移行メカニズムの研究を引き続き行う必要がある。さらに、地域や地質環境を特定した研究や安全基準策定等に関する様々な研究がクオリティに求められることになろう。

クオリティは、国内外の大学等の多くの研究者に利用いただき、地層処分の研究開発に貢献することを目指している。サイクル機構では、外部機関の研究者の受け入れ制度を設けているので、ぜひ利用いただきたい。