

原環センター トピックス

RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT FUNDING AND RESEARCH CENTER TOPICS

2004.3.NO.69

目次

「地下研究施設と関連施設を利用した廃棄物処分技術のトレーニングと実証のためのプログラム —IAEAの拠点ネットワーク—」について……………	①
放射性廃棄物に含有する炭素14の移行挙動等に関する国際ワークショップについて……………	⑤
センターの活動状況……………	⑧

「地下研究施設と関連施設を利用した廃棄物処分技術のトレーニングと 実証のためのプログラム—IAEAの拠点ネットワーク—」について

1. はじめに

半減期の長い核種を含む廃棄物や高レベル放射性廃棄物の地層処分システムの開発に、地下研究施設の活用は、科学・技術的観点や公衆の信頼構築の観点から重要な役割を果たす。[1]

IAEA（国際原子力機関）では、このような観点から、地下研究施設の共同利用について検討を行っており、この結果を受けて、2001年4月から、「地下研究施設と関連施設を利用した廃棄物処分技術のトレーニングと実証のためのプログラム—IAEAの拠点ネットワーク—」（Training in and Demonstration of Waste Disposal Technologies in Underground Research Facilities -An IAEA Network of Centres of Excellence）

（以下、地下研ネットワークプログラムという）が実施されることとなった。このプログラムの主旨は、IAEAが中心となって、各国の地下研究施設のネットワークを作り、そのネットワーク（地下研ネットワーク）を使って、放射性廃棄物処分技術のトレーニングや実証試験を行おうとするものである。原環センターは、当初からこのプログラムのために開催される技術委員会に参加し、情報を収集するとともに、我が国でのこのプログラムの活用を調査してきた。ここでは、このプログラムの概要を紹介する。

2. 地下研ネットワークプログラム

地下研ネットワークプログラムの目的は、IAEAが中心となって、各国の地下研究所および関連施設のなかで国際的な共同利用に積極的な施設を拠点（Center of Excellence）として、ネットワーク（地下研ネットワーク）を作り、そのネットワークを使って、放射性廃棄物処分技術のトレーニングや実証試験を行おうとするものである。このプログラムは、IAEAのエネルギー部廃棄物技術課（NEFW）が事務局となり、IAEAプロジェクトL3.02「放射性廃棄物地層処分における信頼構築」（Building Confidence in Geological Disposal of Radioactive Waste）の一環として実施されている。IAEAは、プログラムの事務局として、地下研所有者（ネットワークメンバーと呼ぶ）と地下研利用者（ネットワーク参加者と呼ぶ）との間で、研究やトレーニングの「マッチメーカー」を行う。IAEAの役割は、次のとおりである。

- ・研究の調整を行う。
- ・トレーニングを支援する。
- ・情報交換を推進する。
- ・実証に関する共同を進める。
- ・得られた知識を保存する。

トレーニングや研究を通して、ネットワークメンバーからネットワーク参加者への地層処分に関する

技術を移転することもこのプログラムの目的の一つとなっている。また、ネットワークメンバー側にも、このプログラムにより、自らの地下研究施設の維持やそこでの研究技術などの確保も狙いとなっている。

しかし、このプログラム自体では、会議の開催費用を確保しているのみで、トレーニングや研究の予算は確保していない。したがって、例えば、トレーニングのためには、開発途上国研究者を対象とした技術協力(Technical Cooperation :TC)プロジェクト「地下研究施設での放射性廃棄物処分技術のトレーニング」(Training in Radioactive Waste Disposal Technologies in Underground Research Facilities)が、地下研ネットワークプログラムに連携する形で実施されている。

3. 地下研ネットワークメンバー

現在、ネットワークメンバーとして、地下研究施設や関連地上施設をこのプログラムに提供する意志表明を行っている機関とその施設は以下のとおりである（〔 〕内は地下研の母岩を示す）。これらのうち、ネットワークの創設の中心となったのは、カナダの地下岩盤研究所 (URL) とベルギーのモル地下研究所 (HADES) である。

カナダ原子力公社 (AECL) の地下岩盤研究所 (URL) [花崗岩]

ベルギー王立原子力研究センター (SCK-CEN) と EURIDICE (European Underground Research Infrastructure for Disposal of radioactive waste In a Clay Environment) のモル地下研究所 (HADES) [粘土]

英国Cardiff大学の地下環境研究センター (地下研関連の地上研究施設)

米国エネルギー省 (USDOE) のユッカマウンテンプロジェクト (YMP) の調査研究施設 [凝灰岩]

米国エネルギー省 (USDOE) のローレンス・バークレイ研究所 (LBL) (地下研関連の地上研究施設)

米国エネルギー省 (USDOE) の WIPP 施設 [岩塩]
スイス放射性廃棄物管理共同組合 (NAGRA) のグリムゼル試験場 (GTS) [花崗岩]

スイス水理地質調査所 (FOWG) のモンテリ研究所 [粘土]

4. 技術委員会

このプログラムを実務的に進めるために、プログラム参加国からの専門家による技術委員会 (Technical Committee Meeting) が年1回の割合で開催されている。この会議は、現在までに3回開催されており、原環センターの職員も参加している。第1回技術委員会は、2001年10月にウィーンのIAEA本部

で開催され、プログラムの基本的構想が検討された。その後、2002年9月に第2回技術委員会が、カナダのウイニペグでAECLの協力のもと開催され、ネットワークメンバーとネットワーク参加者との間で、トレーニングや研究の可能性について検討された。第1回と第2回の会議を受けて、このプログラムの現状の確認と今後の展開を探るため、第3回技術委員会が、2003年9月に、ベルギーのSCK-CENのモル研究所において開催された。

(1) 第1回および第2回技術委員会の概要

第1回技術委員会と第2回技術委員会では、以下のような報告と討議が行われた。

- ① 地下研ネットワークプログラムの構想の概要が示された。ネットワークに参加するネットワークメンバーが上記のように提案された。スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社 (SKB) の硬岩研究所 (HRL) は、要員が、地層処分場のサイト特性調査に割かれるのを理由に参加を見送った。
- ② ネットワークメンバーから、研究・トレーニングに参加可能な研究テーマが提示された。
- ③ ネットワーク参加者から、地下研でのトレーニングのニーズ (内容、レベル、人数など) が説明された。
- ④ ネットワークメンバーとネットワーク参加者との間で、可能性のある研究やトレーニング計画について個別に検討された。
- ⑤ IAEAから、トレーニングに関する技術協力 (TC) プログラムが提示された。この枠組みで、地層処分全般に関するトレーニングコースとして、2003年に北米コース (LBL, YMP, AECL が主体) と欧州コース (ITC地下廃棄物貯蔵・処分研修センター (ITC) の研修と連携) が開催されることとなった。

(2) 第3回技術委員会の概要

第3回技術委員会は、2003年9月22日～24日に、SEN-CENの協力のもと、ベルギーのモル研究所において開催された。ネットワーク参加者としては、日本、アルゼンチン、ブルガリア、クロアチア、スロベニア、リトアニア、ウクライナ、メキシコ、南アフリカ、インドで、ネットワークメンバーとしては、米国 (DOEのOCRWM、LBNL)、英国 (Cardiff大学)、スイス (NAGRA、ITC、FOW)、ベルギー (SCK-CEN) が参加した。当初、消極的であった米国が、積極的に協力する姿勢に転じてきていることが特徴となっている。

第3回技術委員会では、以下のようなことが報告・討議された。

- ①2002年以降の展開の説明があった。カナダ AECLのURLは、閉鎖の可能性があるため、少なくとも2003年～2004年は、ネットワークメンバーとしては、積極的な活動ができない旨が報告された。
- ②トレーニングに関しては、基本コースが8月に北米コース（IAEA関係で7名、その他8名の参加）で開催された。10月～11月には、欧州コースがITCと提携して開催される。ITCから、この研修コースの概要が紹介された。
- ③このプログラムに関連する調整研究プログラム（Coordinated Research Program：CRP）として、「地層処分場の人工バリアとしての膨潤性粘土の特性・性能研究及び地下研究所における実証」

（Characterization and performance studies and demonstration in underground research laboratories of swelling clays as engineered barriers of geological repositories）が、2003年11月から開始される見込みとなった。

- ④モンテリ研究所で実施する計画であった堆積岩EDZ（掘削影響領域）に関するグループトレーニングは、延期となった。この理由は、モンテリプロジェクトに参加している機関（ANDRAなど）の、既支出経費に見合う使用料の支払いを求められたためである。
- ⑤IAEAから今後のトレーニングコースの紹介があった。フェローシップ（Fellow Ship）と現場見学は、予算が少ないながらも実現できる見込



会議が開催されたSCK-CENのゲストハウス



HADAESの施設見学

みとなった。

- ⑥今後のトレーニングの計画について、ITCから4コース、LBNLから2コース、EUのトレーニングプロジェクトから6コースが提案された。EUのプロジェクトは、予算が厳しいので、実際に全てのコースを開催するのは困難であると表明された。
- ⑦地下研での新しい共同研究の予備的提案が行われ、これに対する各国の関心度のアンケートが行われた。今後は、各提案の責任機関が、より詳細な計画を作成し、参加者を募ることになった。提案されたテーマは、次の4件である。
- ・ 数学モデリング（岩石と接触した地下水組成、核種移行を含む）
 - ・ 処分場での計装研究（モニタリングを含む）
 - ・ IAEAのベントナイト研究の継続研究
 - ・ 地下研で学んだことの総括

5. 地下研ネットワークプログラムの今後の展望

IAEAの地下研ネットワークプログラムの大きな目的は、地下研でのトレーニングと共同研究の実施である。この二点について、我が国でのプログラムの活用の観点から展望をまとめた。

トレーニングについては、基本的には、開発途上国の研究者・技術者への地下研でのトレーニングの提供を目的としている。このために、ネットワークメンバーにもある程度の負担が期待されている。したがって、費用を充分負担してくれるネットワーク参加者は歓迎される。我が国からも、相当の費用を負担することによって、地下研ネットワークのトレーニングに参加することは可能である。特に、様々な種類の母岩で適用される各種技術を比較的短期間に取得したい場合には、このネットワークの活用は有効であると考えられる。今後、参加の具体的方法を調整する必要がある。

一方、共同研究は、IAEAが調整役となり、先進国は、研究費用を持ち寄って行うことになる。IAEAは、研究ニーズとネットワークメンバーを結ぶマッチメーカーとして働くと同時に、研究結果の第三者レビューなどを分担してくれる。このようなレビューは、研究成果の信頼性を上げることには効果的であろう。共同研究の国際的な枠組みは、各地下研究施設でも有しており、また、EUの研究プロジェクトの枠組みのなかにも組み込まれている。IAEA主導で、共同研究を実施することの長所と短所をよく考慮しておくことが必要であろう。

6. おわりに

地下研ネットワークプログラムは、まだ、構築中の段階である。ネットワークを使った実証試験の共同研究がやっと端緒についたところである。また、トレーニングとして、一般的なコースが実現した状態であり、具体的なネットワークの活用は、今後の課題として残されている。当初、最も積極的であったカナダAECLのURLが国内事情により、消極的になった現状で、プログラムの勢いがやや低下していることは否めない。しかし、昨年12月にスウェーデンで開催された国際会議「地層処分場に関する会議：政治的および技術的進展」(International Conference on Geological repositories: Political and Technical Progress)の基調演説で、エルバラダイIAEA事務局長は、地層処分の実現には、この地下研ネットワークを活用した国際協力が重要であると言及している。国際協力は、地層処分技術の研究開発に重要な位置を示すことは、確かであり、我が国として、IAEAの地下研ネットワークプログラムを最も良い形で活用していくことを、考えておくことが必要であろう。

参考文献

- [1] IAEA, The use of scientific and technical results from underground research laboratory investigations for the geological disposal of radioactive waste, IAEA-TECDOC-1243, Sep. 2001

(藤原 愛)

放射性廃棄物に含有する炭素14の移行挙動等に関する 国際ワークショップについて

1. はじめに

原子炉施設や再処理施設の運転等に伴い、多種多様な放射性廃棄物が発生する。これらの廃棄物に含有される放射性核種の中には、半減期が長く地下水とともに移行しやすいと考えられている炭素14がある。炭素14の多くは、原子炉内の燃料や金属材料等に含まれる窒素14が燃料近傍で中性子照射を受けて生じる。この炭素14の濃度が高い放射性廃棄物には、原子炉施設から発生するチャンネルボックスや炉内構造物などがあり、また、再処理施設においては、使用済燃料のせん断・溶解に伴って発生するハル・エンドピースの廃棄物がある。平成12年9月に原子力安全委員会が取りまとめた「低レベル放射性固体廃棄物の陸地処分の安全規制に関する基準値について（第3次中間報告）」や平成12年3月に核燃料サイクル開発機構及び電気事業連合会が取りまとめた「TRU廃棄物処分概念検討書」によれば、これらの廃棄物から浸出する放射性核種の被ばく線量の試算において、炭素14は、地下水移行シナリオによる被ばく線量への寄与の大きい核種の一つとして評価されている。これは、炭素14が、処分場を構成する各バリア材及び母岩への吸着性が小さいことが一因としてあげられる。

この吸着性能（分配係数）は、炭素14の化学形態に大きく依存し、一般的に無機炭素では大きく、有機炭素では小さいとされており、その化学形態は地下水の環境条件により変化することが知られていることから、核種移行解析を行う上では、処分環境条件での化学形態の同定が必要である。

炭素14は、前述したように、被ばく線量への寄与の大きい核種のひとつとして評価されていることから、炭素14の移行挙動等の現象把握及び信頼性の高い実測データを取得整備し、安全評価のより一層の合理化を目指すことが望まれる。

2. 開催意義

平成15年10月27日～28日、標記に関する国際ワークショップを放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA）及び弊センターの共催でスイスのNAGRAの会議室において開催された。

わが国においては、放射性廃棄物から浸出する炭素14は、地下水移行シナリオの被ばく線量評価において重要な核種のひとつとして評価されているが、これは、必ずしも、わが国だけの課題ではなく、諸

外国においても共通の課題となっており、近年、わが国をはじめ諸外国においても関心が高まっており、多くの関係機関で研究が行われているところである。

このような状況の中で、NAGRA及び弊センターでは、国内外の関係機関に呼びかけ、散在している研究成果を一堂にもちより、相互にレビューしあい、お互いの知見、成果及び課題の共有化を図り、本課題について各国間の共通認識を高めることは有意義であるとのことから本国際ワークショップを開催した。

3. ワークショップ概要

3-1 開催日時：平成15年10月27、28日

3-2 開催場所：スイス ヴェッティンゲン NAGRA 会議室

3-3 参加機関：BNFL、NIREX、Lund University、SKB、Belgonucleaire、CEA、Andra、Colenco、GRS、FZK、ENRESA、PSI、Nagra、東北大学、日立、東芝、NDC、神鋼、日揮、RWMC他

3-4 参加者数：約35名程度

3-5 発表件数：17件（うち7件は日本）表-1参照

3-6 概要

ワークショップは、研究内容により4つのセッションに分け、1件あたりの発表時間を質疑応答も含めて30分として行われた。

わが国からは、東北大学の朽山教授以下7名が参加し、関連する研究として電力共通研究をはじめ、経済産業省からの委託研究及び弊センター自主研究の成果を発表した。研究内容は、炭素14の金属廃棄物からの浸出メカニズム、金属廃棄物の腐食速度と実際の放射性廃棄物からの炭素14の浸出率との比較、処分環境を模擬した条件での化学形態の同定、セメント系材料に対する分配係数の取得状況、有機炭素化合物の無機化の可能性（放射線分解、アルカリ環境下の影響、触媒の影響）等を発表した。これらの研究から得られた成果を用いて安全評価を行えば、炭素14の線量評価への影響度は、「TRU廃棄物処分概念検討書」で示された結果よりさらに一層低減できる可能性があることを示した。

諸外国からは、廃棄物から浸出する炭素14の安全評価事例、ガス（CO₂、CH₄）移行評価モデルの紹介、使用済み燃料、高レベル放

放射性廃棄物（ガラス固化体）、中低レベル廃棄物、反射材用黒鉛中等の各廃棄物中の炭素14のインベントリー評価及び分析方法等に関する研究発表があった。

諸外国においては、廃棄物から浸出する炭素14の化学形態は、二酸化炭素（CO₂）、メタン（CH₄）ガスとして評価している例が多く見うけられたが、バリエーションケースとして液相中に有機炭素の形態で移行するとして安全評価している例もあった。

また、液相中に存在する有機物は、微生物によって二酸化炭素、メタンガスに分解されるとの報告もあった。

炭素14のインベントリー評価に関しては、高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）中にも炭素14が含まれるとして、使用済み燃料中の不純物の濃度の把握が重要との議論があった。

ワークショップ最終日の総合議論では、放射性廃棄物中の炭素14の生成量及び放出機構の解明、使用済み燃料中の不純物としての窒素濃度に関するデータの充実整備、ナチュラルアナログからの学ぶべき教訓、安全評価で使用されている分配係数や廃棄物からの浸出率等のパラメータは過度に保守的で、実測により信頼性の高いデータの取得が重要等々の意見が出された。

4. 雑感

わが国からは、今回発表した一連の研究成果により、炭素14の影響はより一層低減できる可能性があることを示し、安全評価に係る実測データの取得整備、より合理的な安全評価を行うことの重要性を報告した。また、諸外国からも、それぞれの国情を踏まえ、多種多様な放射性廃棄物を対象とした様々な研究内容の報告があり、それらの個別研究について活発な質疑応答が行われた。

総合議論では、前述したように様々な視点から示唆に富む意見、提案があり、関係機関の関心の大きさを窺わせた。

今回、2日間にわたって行われたワークショップをとおして、炭素14に関する幅広い知見の共有化の必要性及び安全評価のより一層の合理化の重要性は各国共通の認識であることが浮き彫りなり、本課題に関する各国間の共通認識を高める上での最初の国際ワークショップとして、国内外の関係機関から様々な研究例を持ち寄り議論できたことは、大変有意義であった。



会場風景その1



会場風景その2



発表風景その1



発表風景その2

表-1 炭素-14に関する国際ワークショッププログラム

2003年10月27日 (1日目)

<i>Session I Treatment of C-14 in performance assessment</i>		
1	Impact of C-14 on the Safety Assessment of Radioactive Waste Disposal	朽山教授 (東北大学)
2	C-14 Behavior in the Opalinus Clay Safety Case	B. Scwyn, L. H. Johnson(NAGRA)
3	Treatment of C-14 Release and Transport in the Long-term Safety Assessment in the Final Repository in Morsleben	M.Niemeyer (Colenco), U. Noseck (GRS)
<i>Session II Chemical form of C-14 in wastes</i>		
4	Study on Chemical Forms of C-14 Released from Activated Metals	三倉通孝 (東芝)
5	Methods for Measurement 14-C on Spent Ion Exchange Resins - A Review	K. Stenström (Lund University)
6	N and C-14 Contents Spent Fuel	P. Marimbeau (CEA)
7	Measurement of Organic and Inorganic C-14 in a Graphite Reflector from a Swedish Nuclear Reactor	Å. Magnusson (Lund University)
8	Study on Photocatalytic Decomposition of Organic C-14 in the Waste Package	金子悟 (原環セ)
<i>Session III Behavior and chemical state of C-14 in the near field</i>		
9	Fundamental Study of C-14 Chemical Form Under Irradiated Condition	野下健司 (日立)
10	Interaction of Carbon in Repository Environments	B. Kienzler (FZK-INE)
11	Study on Chemical Behavior of Organic C-14 Under Alkaline Condition	三倉通孝 (東芝)

2003年10月28日 (2日目)

<i>Session IV Transport of C-14</i>		
12	C-14 Carbonate Uptake by Limestone in Concrete Buffer Environments	I. Pointeau (CEA)
13	Investigation of Distribution Coefficients for C-14 from Activated Metal	三倉通孝 (東芝)
14	C-14 Source Term Characterization and Migration Behavior of C-14 Labeled Bicarbonate in Boom Clay	J.Fernandez Lopez (Belgonucleaire) H. Van Humbeek (NIRAS)
15	Migration of C-14 in Activated Metal under Anaerobic Alkaline Condition	甲川憲隆 (NDC)
16	Modeling the Partitioning and Transport of C-14 in Microbially Active LLW Site	J. Small (BNFL)
17	Application of a New Gas Generation Model to Develop the Source Term of C-14 Bearing Gases in Radioactive Waste Disposal	S. Vines (NIREX)

(金子 悟)

センターの活動状況

第7回積立金運用委員会の開催

平成16年2月3日（火）に第7回積立金運用委員会（委員長は東京大学大学院教授 若杉敬明氏）を開催しました。今回は、平成15年度の直近までの運用状況について報告を行うとともに、平成16年度の運用基本方針及び計画についてご審議いただきました。

平成15年度におきましては、長期金利が年度当初より下落傾向をたどり、一時0.5%を切るという史上最低の金利水準を記録した後、一転反転して1%以上上昇するという乱高下となりましたが、その後落ち着きを取り戻し、1.3%～1.4%前後で推移しており、ほぼ計画通りの運用が達成できる見通しです。

平成16年度におきましても、平成15年度と同様、長期的な運用の基本方針である「長期的に安全確実性を重視した運用、割引率を目標とした運用収益の確保並びに市場への影響に配慮」に沿って債券の信用リスクの高まりに対応した管理・運用に努めることとしております。

平成15年度調査研究契約状況

平成15年12月1日以降、平成16年2月末までの間で、次の受託契約が行われました。

委託者	調査研究課題	契約年月日
内閣府	・放射性廃棄物地層処分の安全基準等に関する調査	15. 12. 5

編集発行

財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター
〒105-0001 東京都港区虎ノ門2丁目8番10号 第15森ビル
TEL 03-3504-1081（代表） FAX 03-3504-1297
ホームページ <http://www.rwmc.or.jp/>