

平成 15 年度 地層処分技術に関する研究開発報告会(平成 16 年 2 月 26 日開催)
会場から寄せられたご意見・ご質問

ご意見・ご質問に対する回答

たて前では、すべて核燃料は再処理することになっていますが現実的ではないように思います。ワンスルーもありうる。ガラス固化体の処理とワンスルーでは、処分施設はどのような点がちがうのでしょうか。

【回答】

我が国の原子力政策（たとえば、原子力長期計画、平成 12 年）においては、原子力発電所から発生する使用済み燃料は再処理し分離したプルトニウムやウランを再利用することとしています。ご質問は再処理して発生する高レベル放射性廃液をガラス固化した場合と使用済み燃料を再処理しないで処分する場合で処分施設がどのように違うかという趣旨と思われます。

ガラス固化体でも使用済み燃料でも、高レベル放射性廃棄物を地下深い地層に最終処分し、人工バリア（金属製オーバーパックや緩衝材）、天然バリアからなる多重バリアにより地層処分システムの安全性を確保するという考え方は共通です。たとえば、海外の使用済み燃料の直接処分を方針としている国（スウェーデンやフィンランドなど）の処分施設と比べても処分施設の基本的考え方には違いはありません。ただし、使用済み燃料には長寿命のウランやプルトニウムやその子孫核種がガラス固化体にくらべ多量に含まれているため長期間経ても発熱量が比較的高くなりますし、半減期の長いヨウ素も含まれています。このため処分場の設計や安全評価において、これらに対する配慮がなされています。なお、海外の直接処分の処分施設の例については、経済産業省資源エネルギー庁が公表している「諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について」において説明がございますので参考までにご紹介申し上げます。

No.002 <ご意見>

説明では、門外漢にはなじみの少ない用語が出てくる。なるべく分かり易くという努力は見えるが、専門家にとって当たり前の用語が素人にとっては火星人の言葉に聞こえるもので、それが、分かりやすい説明を難しいものにしてしまうことにもっと注意する必要がある。

パネルディスカッション

夫々の講師の話、とても面白かったです。

【回答】

説明時の専門用語の使用に関するご意見ありがとうございました。核燃料サイクル開発機構(以下、サイクル機構という。)の地層処分技術に関する研究開発報告会は、ご来場頂く方々は専門家から一般の方々まで幅広く御案内しておりますが、報告内容に関しましては、技術報告会の性格上、専門用語を使用せざるを得ない場合があります。従来より、あまり一般的ではない難解な専門用語はできる限り平易な言葉に置き換え、分かりやすい説明に心掛けておりますが、今後一層努力してまいります。

このようなご感想を頂き、主催者として喜ばしい限りです。今後もお来場頂く方々からこのようなご感想が頂けるような企画を立案して参ります。

No.003 <ご意見・ご質問>

今回の報告会の対象者は誰なのでしょう？というのも、報告会全般的に専門的な話が多くて、最も理解してもらう必要のある一般人には理解できないのではないのでしょうか。むしろ、テレビ番組等で特集を組んで世間には広報してはどうでしょうか。パネルディスカッションは非常にわかりやすく理解しやすいと思います。日本では海外に比べて国民の興味、理解が低すぎるのが一番の問題だと思う。

No.004 <ご意見>

科学的知識を持たない一般的な大衆に対する PR にも、もっと力を入れた方がいいかもしれない。

【回答】

サイクル機構の地層処分技術に関する研究開発報告会は、ご来場いただく方々は専門家、一般の方々分け隔てなく受付けておりますが、報告内容に関しては、対象者を専門家の方々中心に設定しております。

なお、ご指摘いただいた事項に関しては、全体概要の報告内容やサイクル機構報告以外の企画面で一般の方々にもより一層ご理解いただけるよう工夫してまいります。

また、テレビメディア等を活用した一般の方々への幅広いPRについては、従来から、新聞、テレビ等の取材にも積極的に対応してきており、今後ともそのような機会を活用するとともに、マスコミ関係の方を対象とする説明会を開くなど、いっそうの普及に努めてまいります。

大変おもしろく、かつ重要なテーマを、パネルディスカッションでとり上げてくれて、ありがとうございました。人材育成のために、学会設立が重要と思われる。また、コンサル会社の活用も十分考慮して頂きたい。

【回答】

今回の報告会のパネル討論は、「事業化段階における事業・規制双方の視点、さらには学際的・社会的側面からの研究開発の役割・課題を踏まえて、サイクル機構の研究開発に求めることについて提言を頂く」という主旨で企画させて頂きました。パネル討論では、今後のサイクル機構の活動、さらには新法人設立の準備に向けて指針となる多くの貴重なご意見を賜りました。

パネル討論でのご意見にありましたように、地層処分は長期的な取組みが必要なことから、継続的な人材育成が重要と考えられます。

今後もサイクル機構は、大学、民間会社を含め国内外の関係機関の協力を得つつ、深地層の研究施設等の研究施設の活用や、成果の公開等を通じて、様々な分野の専門家の参加を得て、事業・規制へ反映するための基盤となる知見・情報を総合的に整備していく所存です。これにより、継続的・長期的な人材育成にも寄与してまいります。

高レベル廃棄物の作業時の遠隔作業、定置、閉鎖技術に関する内容も今後、報告していただきたく思います。民間会社として、協力できることは何かを具体的に説明いただきたい（委託研究は閉鎖的なイメージあり）。公募などで広く募集し、全日本として処分研究、処分事業を進めていくべきだと思います。

【回答】

閉鎖技術（プラグ施工技術）については国際共同研究による海外の地下研究施設を活用した検証試験を従来から実施してきており、「第2次取りまとめ」、技術資料、論文や研究開発成果報告会場を通じて、これまでも成果を報告しています。

今後は、深地層における工学的技術の基礎の開発として、瑞浪、幌延の深地層の研究施設を活用して、地下施設の建設技術、施工対策技術の開発・確認を実施していきます。また、人工バリア等の工学技術の検証として、今後幌延の深地層の研究施設を活用し、オーバーパック搬送・定置技術、緩衝材施工技術、プラグ施工技術等の検証することを計画しております。これらの成果は適宜公開してまいります。

事業化段階における研究開発において、サイクル機構は引き続き、中核的機関としての役割を担うものの、実施に当たっては原子力長計等で示された関係機関との役割分担を踏まえつつ、事業・規制に反映する基盤情報を整備するという役割を果たして参ります。大学との研究協力において公募による研究も実施しているところであり、今後とも大学や民間会社を含む国内外の関係機関との協力を得つつ、効率的かつ透明性をもって研究開発を進めて参ります。

深地層の研究施設での研究が、地層処分（安全）研究をどれだけカバーできるのかを一度整理し、示していただきたい。深地層の研究施設前提での議論は本来議論すべき範囲を制約すると思っています。国から期待されている役割という制約が恐らくあるでしょうが、どうか取り組んでいただきたいと思います。

【回答】

報告会でもご紹介したとおり、わが国の地層処分計画は、サイクル機構が行った研究開発の「第2次取りまとめ」^{*1}を技術的な拠り所として、法令の整備、実施主体の設立、安全規制の枠組み作りが進むなど、事業化の段階へと踏み出しました。事業化段階における研究開発の大きな課題は、「第2次取りまとめ」で示した「わが国における地層処分技術の信頼性」をさらに向上することにより、処分事業を進めていくうえでの技術基盤をより堅固なものとし、また社会の不安や疑問を払拭していくことです。その中で、サイクル機構が岐阜県瑞浪市と北海道幌延町で計画を進めている2つの深地層の研究施設は、今後の研究開発の中核となるべき研究施設です。国の方針^{*2}でも、「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」とされています。

そのため、サイクル機構では、2つの目標を設定して研究開発を進めています。ひとつは、これまで整備してきた地層処分に関する技術を実際の地質環境へ適用することを通じて、その信頼性や実用性を確認していくこと（目標1：実際の地質環境への地層処分技術の適用性確認）。もうひとつは、地下深部の地質環境条件やその長期的な変化、あるいは人工バリアや放射性物質の長期挙動など、地層処分システムで起こる様々な現象への理解を深めながら、それらをより現実的なデータとモデルで表現することにより、安全評価全体の信頼性や裕度を高めていくこと（目標2：地層処分システムの長期挙動の理解）です。

このうち、深地層の研究施設の役割は主にひとつ目（目標1）になります。深地層の研究施設では、調査研究を段階的に進めながら、これまでに整備してきた地質環境の調査・評価技術、地下施設や人工バリアに関する工学技術、安全評価のためのツールや手法など、地層処分に関連する様々な技術を実際の地質環境に適用しながら、それらが信頼性をもって適切に機能することを確認していきます。一方、地層処分システムの長期挙動に対する評価の信頼性を向上していくためには、人工バリアの基本特性や長期挙動あるいは放射性物質の溶解・移行挙動に関するデータの拡充やモデルの高度化なども必要です。これらの研究については、主に茨城県東海村にある東海事業所の室内試験施設を活用して進めていきます。すなわち、地層処分基盤研究施設（エントリー）における工学規模での試験や地層処分放射化学研究施設（クオリティ）における放射性物質を用いた試験などです。

今後の研究開発においては、深地層の研究施設計画を通じて実際の地質環境で地層処分技術の適用性・信頼性を確認していくとともに、一方で、深地層の研究施設では実施できないような人工バリアの性能試験や放射性核種を用いた室内試験、あるいは深地層の研究施設計画で得られる地質環境情報を踏まえた設計・安全評価技術の高度化などを進めていくことが重要です。サイクル機構では、これまでに培ってきた技術

や経験をもとに、瑞浪・幌延の2つの深地層の研究施設と東海のエントリー・クオリティといった貴重な研究施設を総合的に活用しながら、重要な課題に焦点を当てて効率的に研究開発を進め、わが国の地層処分を支える技術基盤を継続的に強化していきます。

*1 核燃料サイクル開発機構（1999）：わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性－地層処分研究開発第2次取りまとめ－，JNC TN1410 99-020.

*2 原子力委員会（2000）：原子力の研究，開発及び利用に関する長期計画．

幌延の地質構造解析において、ぜひ微化石（珪藻など）を用いた層準決定を行って欲しい。断層のずれや褶曲などの地質構造を考える上で有用と思われます。

【回答】

ご指摘のとおり、幌延地域の地質や地質構造を理解するうえで、微化石分析は非常に有効な手段と考えており、すでにボーリングのコア試料などを用いて実施しているところです。これまで、珪藻、渦鞭毛藻、花粉、有孔虫、放散虫の微化石分析を行っており、たとえば、声問層からは *Neodenticula kamtshatica* 帯（640～350 万年前）の珪藻化石が、また稚内層からは *Neodenticula kamtschatica* 帯（640～350 万年前）～*Rouxia californica* 帯（690 万年前以前）の珪藻化石が確認されています。また、珪藻化石から推定される層序（地層の重なりの順番や年代）と他の微化石から推定される層序では調和的な結果が得られています。今後は、岩石の放射年代等とも対比しながら、幌延地域の地質・地質構造をより詳細に把握していく予定です。

処分技術の信頼性向上についての研究が進展する事を望んでいます。

これまでのところ、第2次レポート以降の研究で、第2次レポートと、どの点が大きく異なっているかについての情報を公開し、第2次レポートの評価をお願いします。

【回答】

「第2次取りまとめ」では、地層処分の安全確保の考え方として、地質環境の安定性等の観点から、システムに重大な影響を及ぼす可能性のある場所を避けることを基本とし、それでも残る地質環境に関わる不確実性に対しては、性能に余裕をもたせた人工バリアを設置するなど、十分な安全裕度をもつ地層処分システムを構築し、さらに安全評価において保守性を見込むことで十分対処可能と考えました。このような考え方にに基づき、具体的な地質環境を特定することなく、わが国における地層処分の技術的信頼性を示すことを目標に研究開発を進め、わが国において地層処分が可能な地層を選定し、安全に処分することが可能であることを示しました。

「第2次取りまとめ」は、原子力委員会において「わが国における地層処分の技術的信頼性を示すとともに、処分予定地の選定及び安全基準の策定に資する技術的拠所を与える」と評価されました。

事業化段階においては、最終処分の実施に向けて、地層処分技術の信頼性をさらに向上させ、もって処分事業と安全規制の技術基盤をより堅固なものとしていくことが重要であり、「第2次取りまとめ」で示した安全確保の考え方が、わが国の実際の地質環境に対しても適用できることを、深地層の研究施設などを活用した研究により、信頼性を持って示すことがサイクル機構の課題です。

このため、「第2次取りまとめ」以降の研究開発では、結晶質岩と堆積岩の2つの岩種を対象として段階的に進めている深地層の研究施設やエントリー・クオリティなどを活用して、地質環境の調査、設計、安全評価に係る地層処分技術について、実際の地質環境への適用性を段階的に確認するとともに、実測データの着実な蓄積などにより、地層処分システムの長期挙動に関連する現象への理解をさらに深めつつ、設計や安全評価について、より現実に即した精緻なモデル、手法へと改良・高度化を図ることを目標としています。

「第2次取りまとめ」以降の研究開発の成果については、わが国の地層処分計画の円滑な推進を図るため、事業と規制の重要課題に関わる基盤的な技術や情報を品質を確保しつつ提供するものとして、双方のニーズやスケジュールを勘案しつつ時宜を得て、段階的に取りまとめ公表していきます。

第1段階の取りまとめの時期としては、地層処分技術の実際の地質環境への適用の場である深地層の研究施設計画の最初の節目である「地上からの調査研究」の段階が終了する平成17年度頃を目途としており、上記の目標に沿った「第2次取りまとめ」以降の研究開発課題に対する達成レベルを確認するとともに、重要課題を抽出し、以降の研究開発の効率的な推進に資する所存です。

なお、「第2次取りまとめ」以降、毎年度の個別研究開発成果に関しては、年報として取りまとめ、公表しております。

予算不足、人材不足の話が出ていましたが、電力使用料から積み立てられているお金、たぶん NUMO の貯金になっていると思いますが、それをサイクル機構、原子力研究所の予算に割り振ることはできないのでしょうか？

人材に関しても、私ども建設コンサルタントなどには、仕事がなくとも優秀な人材がたくさんいます。ぜひ活用していただけないかと思います。

【回答】

「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」(以下「最終処分法」という。)において、「発電用原子炉設置者は、その発電用原子炉の運転に伴って生じた使用済燃料の再処理後に生ずる特定放射性廃棄物の最終処分に必要な費用に充てるため」、原子力発電環境整備機構(以下、原環機構という。)に対し、「拠出金を納付しなければならない」とされており、その拠出金は「最終処分積立金として積み立て」られます。

最終処分法において、原環機構は、「最終処分業務の実施に必要な費用の支出に充てるため、最終処分積立金を取り戻すことができる」とされており、原則として、原環機構の行う特定放射性廃棄物の最終処分等の業務についてのみ、拠出金を使うことができます。なお、原環機構は、業務の一部を委託することができるとされています。

また、原子力長期計画(平成 12 年)によれば、原環機構の役割は処分の安全な実施と経済性の向上のための技術開発を行うこととされていますので、その目的の下で原環機構により研究開発がなされ、必要に応じ原環機構とサイクル機構を含めた関係機関との技術協力の中で当該予算による研究が行われ得るものと考えられます。また、研究開発のテーマに応じて建設コンサルタント等の専門分野の知見、経験等は貴重ですので、その際にはご協力をいただければ幸いです。

No.011 <ご意見>

信頼性の向上

若手の教育とかありましたが、現在、若者が惹かれる職業としては、新しい分野であるのかというキーワードでは非常にうしろ向きの印象をうける。

No.012 <ご意見>

地層処分の分野は、まだまだ研究すべき点が多いと思います。また、解決するためには、長期の研究開発が必要となります。大学では、基礎研究をやっていますが、学生がある期間で答えを出せるようなテーマを行わざるを得ません。また、民間では、実用的な部分はできますが、研究開発（採算の取れない）を長期間行うことはできません。JNC は、長期の研究が可能な唯一の機関と考えます。研究者一人一人がテーマを徹底的につき進め、外部からも研究機関として魅力ある組織にしていきたいと思いますと考えます。

ベントナイトならこの人、有機物ならこの人と、各テーマごとに専門家の名前が挙がるように、研究者を育てて下さい。JNC の役割として、伝えるのが下手でも、技術だけは誰にも負けない、そして、処分の信頼性がゆらがない（あるいは問題点はここであるという指摘も含め）という部分をやっていきたいと思います。

【回答】

サイクル機構は、将来のエネルギー確保と地球環境保全の両立を目指す原子力の研究機関として、長期的な展望のもとに研究開発を進めております。魅力のある組織として、広く国民の皆様からの信頼が得られるよう、「新たな信頼への創造」をスローガンに、安全確保の徹底、地域社会との共生、社会の負託に応えた実用化のための技術開発を着実に進めてまいります。また、人材の育成に関しましても、東海事業所の ENTRY 及び QUALITY、瑞浪並びに幌延の深地層の研究施設を活用し、わが国の地層処分研究開発の基盤を支える研究者の育成に努めてまいります。

なお、平成 17 年度にサイクル機構は日本原子力研究所と統合し新法人が設立されますが、二法人の単なる足し合わせではなく、相乗効果を発揮し、名実ともに原子力研究開発の国際的な中核的拠点として出発できるよう、原研と共に協力し取り組んでまいります。

JNC は本当に地層処分を実行しようと強く決意しているのか？

【回答】

2000 年 5 月に、「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」が成立し、10 月には、処分実施主体として原環機構が設立されました。従って、特定放射性廃棄物の最終処分の実施は原環機構が行います。

サイクル機構は引き続き、研究開発の中核的機関としての役割を担い、原子力長期計画等で示されたサイクル機構の役割や関係機関との役割分担を踏まえつつ、事業・規制に反映する基盤情報を総合的に整備する観点から研究開発を進めて参ります。

地層処分研究の全体像の中で、本日発表されたものがどのような位置付けにあるのかが理解できませんでした。他の機関の研究との関係、これまでの研究との関係、残された研究の範囲、量などがよくわかりません。

スイスでは、何十年も前から研究していますが、海外で得られた知見も大いに活用すれば良いと思いますが、どこからどこまでは海外のデータ、知見を活用しているということも良くわかりません。

【回答】

サイクル機構は、研究開発の中核的機関としての役割を担い、原子力長計等で示されたサイクル機構の役割や関係機関との役割分担を踏まえつつ、事業・規制に反映する基盤情報を整備して参ります。

「第2次取りまとめ」以降のサイクル機構の研究開発としては、結晶質岩（瑞浪）と堆積岩（幌延）の2つの岩種を対象として段階的に進めている深地層の研究施設や、エントリー・クオリティなどを活用して、地質環境の調査、設計、安全評価に係る地層処分技術について、実際の地質環境への適用性を段階的に確認するとともに、実測データの着実な蓄積などにより、地層処分システムの長期挙動に関連する現象への理解をさらに深めつつ、設計や安全評価について、より現実に応じた精緻なモデル、手法へと改良・高度化を図ることを目標としています。

研究開発の成果については、わが国の地層処分計画の円滑な推進を図るため、事業と規制の重要課題に関わる基盤的な技術や情報の品質を確保しつつ提供するものとして、双方のニーズやスケジュールを勘案しつつ時宜を得て、段階的に取りまとめ公表します。これにより、上記の目標に沿った「第2次取りまとめ」以降の研究開発課題に対する達成レベルを確認するとともに、重要課題を抽出し、以降の研究開発の効率的な推進に資する所存です。

海外とは、これまでスイス、アメリカ、カナダ等の研究機関と協力し、熱力学データの整備、地下研究施設での試験研究等、様々な共同研究等を進めてきたところです。

特に、「第2次取りまとめ」を作成するに当たり、海外の研究機関との協力による研究成果を生かすとともに、国際ワークショップの開催や外国の個別専門家グループとの会合、意見交換、国際機関（OECD/NEA）によるレビューにより、報告書の信頼性の一層の向上を図りました。

「第2次取りまとめ」以降、実際の地質環境へ地層処分技術の適用性を段階的に確認するため、地下研究施設を活用した研究開発が鍵となります。世界的には、結晶質岩を対象とした地下研究施設における研究開発は進んでいます。したがって、結晶質岩を対象とした地層処分研究開発に関しては、それらを利用するとともに、わが国固有の地質環境を理解する観点から、瑞浪の深地層の研究施設を活用して地層科学研究を進めていきます。一方、堆積岩については、幌延の深地層の研究施設を活用して、わが国の実際の地質環境に対して地層処分技術を適用しつつ研究開発を進めてまい

ります。

放射性廃棄物の地層処分という発想は、廃棄物をゴミ（大変やっかいな）としか見ない一面性があります。膨大な熱エネルギーを超長期にわたり放出し続ける廃棄物を、資源とみなすことはできないでしょうか？勿論極めて危険な放射線を放出する廃棄物をいかに手なずけるかについて、多くの専門家が検討した結果、地層処分やむなしという結論に達したのでしょう。しかし、ここでもう一度真面目に資源として活用する方面で再検討してはいかがでしょうか。もし危険な放射線らの悪影響要素を克服（実はこれが最大の問題でしょうが）したならば、廃棄物は極めて有望な資源となります。以下にあげると、

- 1、補給不要の熱源
- 2、超長期に亘る安全性
- 3、ゴミの資源化
- 4、新産業の創出
- 5、新技術開発の契機
- 6、他のエネルギー消費の軽減

などでしょうか。

破壊的な放射線への対抗策はまったく思いつきませんが、一つまずそれを置くとすると、熱源を有効利用するゼーバック効果により、効率的な発電の可能性が生まれます。素人の思い付きですが、今こそこのような問題、不可能としか思えない問題に本格的に取り組むことで、ネガティブイメージを受け持たれている原子力関連分野の推進と研究開発を、ポジティブなものに転化することが必要と感じます。地層処分だけでなく、その費用の一部でも上述の検討・研究に振り向ける試みを希望します。

【回答】

ガラス固化体を熱源とする発電については、ガラス固化体は製造直後には2kW程度の発熱量がありますが、これは時間とともに減少してゆき、製造後約30年で500W程度になります。また、ガラス固化体の発熱密度が低いこと、熱電素子の変換効率が数%程度であることなどから安定かつ効率的な発電は困難であると考えます。

ただし、「放射性廃棄物」というマイナスイメージを別の観点からプラスイメージに変えるという発想は、将来の課題として重要と考えます。

パネル討論の内容が地層処分から離れ一般論すぎるのではないかと。推進と規制の討論もあったが、原研もかつては推進団体であった。軽水炉が事業化され開発が JNC（PNC）に移るに従って規制側へ移って来た。地層処分に関しても NUMO が推進して来てくれば、新法人は必然的に規制側となるのではないかと。日本だけで考える必要もない

【回答】

原力長期計画（平成 12 年）にありますように、地層処分に関わる研究開発については、サイクル機構は深地層の研究施設や地層処分放射化学研究施設等を活用して基盤的な研究開発を実施し、処分技術の信頼性の確認と安全評価手法の確立に資することとされております。これらの研究開発はその成果が処分事業と安全規制の双方に反映されるよう進めて参ります。また、サイクル機構は原環機構の行う特定放射性廃棄物の最終処分事業の各段階に先行して、深地層の研究施設計画を進め、基盤的知見を事業や規制に反映できるよう研究開発を進める計画です。また、国及び関係機関が行う研究開発は事業や規制の技術基盤をより強固なものにするための基盤的研究が主であって、事業・規制に共通する課題であります。地層処分は事業化段階に入ったとはいえ、実際に立地選定や埋設事業が具体的に開始されたわけではありませんし、最終処分の開始は平成 40 年代後半を目途とされてので、当面の研究開発は事業と規制にそれぞれ明確に区分して進める段階ではないと考えられます。このため、現在での研究開発は商用発電事業としての軽水炉の事業とは性格が異なり軽水炉発電事業と規制との関係がそのまま当てはまりません。従いまして、原環機構の事業の進展によりすぐさま新法人が規制側となるわけではないと考えられます。規制行政への直接的支援につきましては、その機能、仕組み等について新法人に向けたサイクル機構と原研の合同検討体制の中で現在検討がなされているところです。また、サイクル機構において地層処分は国際的にも共通の課題でありますので、研究開発の効率的推進と科学的視点からの国際的合意の観点で、国際協力を進めております。

空間スケールは三次元解析か？

断層の物性をどの様に計測しているか？推定しているか？

三次元地質図の作成はどのモデルでなされているか？

他の研究をもっとサウンディングする必要があると思われる。

海水面より下の地下水は汲み上げない限り流れないと思うが、掘削による流水を考えておられるのか？

岩盤中の水は圧の伝達をしているので、流れているとは考えられないが、地震時の地下水への影響を調べたか？伝達時間が短く、圧の伝達を考えられるのか？

オク口の地化学的研究やその結果からは地下水は停滞していると考えた方が理解できるか？

海岸沿いのシミュレーションは？

広域の探査には重力探査が非常に有力な手段と考えられるが、どの様にされたか？

【回答】

ご質問の順番にしたがって、回答させていただきます。

地質環境の特性については、地質構造の不均質性などを考慮して空間的に把握することが重要であるため、東濃や幌延の地層科学研究においては、地表から地下深部までの地質環境を三次元的にとらえてモデル化しています。

断層の物性については透水性に着目しており、東濃では、断層面に沿った方向の透水性を水理試験によって計測しています。また、断層面と直交する方向の透水性については、断層を境にした地下水の水頭差をもとに解析的に推定しています。一方、幌延では、大曲（おおまがり）断層の存在が既存の文献に示されていますが、これまでの調査では大曲断層と考えられる断層はとらえられておらず、断層の物性を直接計測するには至っていません。ただし、断層は地下水流動などを評価する上で重要な要素ですので、大曲断層の分布や透水性については、今後の優先課題として取り組んでいく考えです。

三次元地質構造モデルは、文献データ、地表踏査、物理探査およびボーリング調査などの結果を総合的に解釈し、これを地質境界面や断層面の形状などを三次元的に表現できる可視化ソフトウェアを用いて図化しています。

ご指摘のとおり、関連する分野の動向や最先端の情報を収集することは、研究開発の効率化や品質向上の観点から極めて重要と考えています。そのため、従来より関連分野の学会への参加や国内外の研究機関との研究協力などを通して情報収集をはかっているところであり、今後とも努力していきます。一方、サイクル機構の成果につきましても、今回のような報告会のほか、国内外の学会や論文などを通じて積極的に公開していきます。

地下施設を建設することにより、地下水の水圧分布が変化し、その結果として地下水の流れ方が変わります。このような坑道掘削が地下水流動に及ぼす影響について

は、周辺のボーリング孔に設置した地下水モニタリング装置で水圧観測を行うことなどによって評価します。なお、地下水は、水頭（位置水頭と圧力水頭の和）の差に応じて高い方から低い方に流動します。この水頭差は、主に後背地を含む地形の高低差によって生じるため、海水面より下の地下水も、非常に遅い速度ではありますが、水頭の差に応じて流動していると考えられます。

上記のとおり、岩盤中の地下水は、圧力伝播だけでなく、流速は遅いものの流体自体も移動しています。伝達時間が極めて短い地震時の地下水の水圧変動については、圧力伝播によって起こっている事例^{*1}などが報告されていますが、地表付近の岩盤の緩みなどに伴って地下水が移動した例^{*2}もあります。

ガボン共和国（アフリカ）のオクロ・ウラン鉱床は、天然の原子炉（天然の地層の中でウランの核分裂反応が起こった事例）として知られており、ナチュラルアナログ（天然の類似現象）の観点から多くの研究が行われています。それらの結果によれば、核分裂などで生じた放射性物質の移動が粘土層によって抑制されたと考えられます。この粘土層の存在により、地下水の動きも緩慢であったと考えられますが、詳細に分析するには放射性物質が保存されてきた約 20 億年間の地形・地質の変遷などを評価する必要があります。東濃や幌延での地層科学研究においても、地下水の流動と地球化学との関係を重視しており、両者を統合した解析を進めていく考えです。

幌延地域における地下水の水質形成プロセスを考察する中で、現在の海水が幌延町の地下に浸入してきているかどうかを検討しており、その解析では、沿岸部までを含む広域を考慮しています。また、大学等の研究機関と共同で、塩淡水境界の長期変動や海底湧水などを評価するための地下水シミュレーションを実施しています。

ご指摘のとおり、重力探査は地質構造を推定するために有効な手法のひとつと考えています。東濃・幌延での地層科学研究では独自の重力探査は実施していませんが、既往の文献データや過去に別の目的（国内ウラン探査）で実施した重力探査のデータを用いた解析を行い、地質構造の推定に活用しています。

*1 松本則夫・小泉尚嗣（1998）：高感度地殻変動センサーとしての地下水位の変動メカニズムの解明，地球号外「新地震予知研究」，20，226-229.

*2 Rojstaczer, S., S. Wolf and R. Michel (1995): Permeability enhancement in the shallow crust as a cause of earthquake-induced hydrological changes, Nature, 373, 237-239.