

平成 28 年度 沿岸部処分システム高度化開発
追加外部評価委員会 委員名簿

評価委員 (委員長)	大西 有三	関西大学 教授 環境都市工学部 都市システム工学科 京都大学名誉教授
評価委員	大江 俊昭	東海大学 教授 工学部 原子力工学科
評価委員	佐藤 努	北海道大学大学院 教授 工学研究院 環境循環システム部門資源循環工学分野 環境地質学研究室
評価委員	佐藤 治夫	岡山大学 准教授 工学部 機械システム系学科システム工学コース
評価委員	竹内 真司	日本大学 准教授 文理学部 地球科学科 地圏環境研究室
評価委員	登坂 博行	株式会社地圏環境テクノロジー 代表取締役社長 東京大学名誉教授
評価委員	吉田 英一	名古屋大学 教授 理学部 地球惑星科学科 地球史学講座

<技術アドバイザー>

内田 滋夫 独立行政法人放射線医学 総合研究所
廃棄物技術開発研究チーム

太田 久仁雄 原子力発電環境整備機構
技術部 調査技術グループマネージャー

窪田 茂 原子力発電環境整備機構

藤崎 淳 原子力発電環境整備機構

以上

1. 追加外部評価委員会運営業務の目的

本件では、経済産業省事業である平成28年度「沿岸部処分システム高度化開発」の繰越し研究課題に関して、研究手法・成果に関する第三者による外部評価委員会の組織構成を行った。

事業の方向性を見出し、適切な助言を得る機会を設け、健全な研究ができるよう、外部評価委員会を円滑に運営することを目的とした。

2. 運営の方法

当該分野について高度な専門知識を保有する7名の委員からなる追加外部評価委員会（委員長：大西有三 関西大学教授）を公益社団法人日本地下水学会内に設置し、委員会を開催して繰越し研究方針や研究手法、成果の内容、今後の課題等について審議を行った。評価については繰越し研究部分についての評価と今後の研究課題について、委員からコメント、意見を収集する形式とした。

委員会には技術アドバイザーとして独立行政法人放射線医学総合研究所1名、原子力発電環境整備機構の専門家3名の出席を要請し、委員会での議論をより深めるものとした。また経済産業省にはオブザーバー出席を依頼した。

委員会終了後、各評価委員から評価コメントを提出していただき、その結果を議事録とともにまとめた。

3 総括表

評価委員から提出された評価コメントを以下に示す。

	繰越研究実施分へのコメント	今後の研究課題へのコメント
大西委員長	<p>・地下水長期安定性に関わる研究は、積極的に行われており、概略的にはわかり易く整理されており、さらに詳細に検討すべきことの基礎となっている。地質環境の調査技術の高度化と謳いながら、調査技術ではなく評価手法に力点が置かれている。各種地層処分プロジェクトの中でいろいろな年代測定法が提案されており、最新技術のレビューも必要ではないでしょうか。</p> <p>非ダルシー流の取り扱いについては、更なる物理現象の解明が必要と考える。非ダルシー流を起こす原因を探るべきではないでしょうか。なぜ流速が小さくなると非線形性が現れるのか。水の粘性、流動を支配する水分子のエネルギーレベルの閾値の存在、ニュートン流と非ニュートン流、ビンガム流の違いはどこから来るのか、物理の面からアプローチすると新しい面が見えてくるかもしれない。</p> <p>地中における非ニュートン流の存在が、地層処分にどう関わり、どのような利点を有するかを分かり易くまとめていただきたい。</p>	<p>・地質環境の調査技術高度化の目標は、沿岸部処分システムが地層処分地として適していることを、出来るだけ多くのエビデンスに基づいて明らかにする(理解してもらうように説明すること)ことである。今後の検討では、説得力のあるエビデンスを集積するとともに、信頼性向上に向けての方策を検討してはどうか後思う。</p> <p>・公表に備えて、また外部に説明できるようにするために、常に論理立てがしっかりしていて筋の通る説明や図面・図表を用意しておくのがいいのではないかと。</p>
佐藤治夫委員	<p>・地下水年代調査について、地下水年代と対象物質との関係が整理されており、それらの適用範囲を考慮して、凡その地下水年代については把握できると評価できる。</p> <p>一方、地下水の年代測定と精度については、調査段階(文献調査、概要調査、精密調査)で得られる基本情報によって左右される。基本的には、調査段階が進むにつれて精度が上がると理解されるが、調査段階と精度との関係について、要件を含めて整理しておく必要があると思われる。また、地下水は、地質構造や地下水流動との関係が重要である。これも調査段階で得られる基本情報に左右されるが、地質構造との関係を含めて、把握方法の考え方や調査項目などについても整理する必要がある。</p> <p>・地下水流動について、流動特性についての分類と現状については概ね整理できていると評価する。</p> <p>但し、これまでの研究例を整理しただけで、地下水年代調査のように、結果のまとめと課題などを整理した方が分かりやすい。</p> <p>・地下水流動における非Darcy流について、例えば、浸透率(permeability)と始動勾配(I_0)との実験的な関係が示されているが、これらの適用法などについて整理すると良いのではないかと。これ以外のパラメータを含めて、どのように適用できるのか、などについて整理すると分かりやすい。</p> <p>・非Darcy流について、元来、浸透率は流体の粘性などを補正した媒体固有のパラメータであり、同一媒体であれば、同じ値となる。しかし、実際には、粘土鉱物などのように、間隙径が極めて小さい狭い経路を通るような場合、水分子も極性であるが故に、相対的に間隙表面からの束縛の程度が大きくなり(水の量が変わる)、結果的に浸透率が変化しているように見えることがある。そのような意味では、結晶質岩よりも堆積岩、特に粘土鉱物を含む媒体が重要となる。また、結晶質岩では、微細構造を持つ斜長石が浸透率に大きな影響を与えているとの報告がある。両岩石とも、微細構造が共通的に影響を及ぼしている。非Darcy流の理解が一つの大きな課題とするならば、課題の整理と方向性を整理することが重要である。</p>	<p>・沿岸部処分全体に対しての課題とこの事業の中で解決する(できる)課題については、ある程度整理した方がよい。そもそも課題設定が大きく、漠然としている感があることから、これを少し具体化し、具体化した項目に対して具体的な課題を整理し、それに基づいて実施内容を検討してはどうか。この場合、具体的な課題に対して実施内容を検討することになることから、目標設定もしやすくなると思われる。</p> <p>これまで、足掛け2年度に亘り実施しており、既存情報の整理や具体的な研究開発なども一部行われていることから、抜本的に行う必要はないものの、これまでの成果を踏まえながら、再整理してはいかかと思う。また、課題を整理する際、先の沿岸海底下での処分の検討結果等で抽出された課題が前提であると思うが、そのみに捕らわれる必要はなく、その後の検討段階で抽出された課題や、先の課題から抜け落ちた課題についても整理対象として良いと思う。</p> <p>・工学技術について、人工バリアの要素の挙動やデータ取得に主眼を置いている感があるが、他の条件や材料(例えば、ベントナイトがクニゲルV1を前提としているが、他の粘土材料の場合)、汎用性を考慮して、データ取得と並行して、理論的なアプローチや汎用性を考慮したデータ整理の方法などについても検討すべきと考える。例えば、有効粘土密度の指標で透水係数や膨潤応力、体積膨潤比などが整理されているが、これは特定のベントナイトのみで成立する指標であるため、汎用的ではない。設計条件や材料条件に対する汎用性を考慮した考え方についても整理することが重要である。</p> <p>目標や課題設定に、現象の把握や挙動の把握などになっているが、これらと設計との関係の考え方が曖昧である。具体的にどのように設計に反映されるのかについての考え方の説明が必要である。</p> <p>・安全評価技術について、核種移行データに関するデータ取得等にプライオリティをつけて計画に反映する観点から、感度解析などを行い、影響度の大きい核種移行パラメータやデータの抽出を行ってどうか。現状ではパラメータが主体となっており、キーストーン(核種)は何かなどが不明確のままである。また、工学技術と同様に、特にベントナイトが異なる場合や仕様条件のバリエーションに対する汎用性を考慮したデータ設定やデータ整理方法の考え方などについても整理することが重要である。</p>

<p>竹内委員</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・方向性としてはよろしいと思います。 ・「概念モデル」と「システムティック区分」の考え方は、お互いに補完し合うことにより、評価する場の理解度を上げていくような性格のものではないかと考えます。調査の性格（調査精度やサンプル数など）で敢えて分ける必要はないように思います。 ・「システムティック区分」は言葉として、理解し難いように思います。 ・非ダルシーについては既往研究があまり無いようですので、さらに検討を進めていただけると良いと思います。 ・またそのような場での原位置での調査手法は、従来の調査手法が適用できない場合もあるように思いますので、必要に応じて技術開発を進めていただけると良いと思います。 ・沿岸部に地下水流動に影響を与える断層がある場合、地下水の滞留時間に影響が出てくると思われますので、沿岸部（陸側・海側とも）の断層の分布と性質を把握していただくことが必要になると考えます。 	<ul style="list-style-type: none"> ・今回は沿岸部の陸側の領域を対象としていたと認識していますが、海側についての情報の整理を進め、理解を深める必要があると思われます。特に断層の分布も加えて整理・検討されると良いと思います。断層については、陸上から海域に延びる場合や海溝軸に平行に分布する断層の存在も否定できないため、陸域から海域にかけて連続的な評価や海域の地形・地質構造を詳細に調査する手法等を整備することが必要になると考えられます。 ・非ダルシー流れやそのような場での調査手法の確認、そのような環境に処分場を設置した場合の地質環境の変化予測や安全評価を行っていただくと良いと思います。
<p>登坂委員</p>	<p>①年代測定 地下水年代を様々なトレーサーから推定することは大変意義があると考えます。 年代値は、いわゆる絶対的な年代か（例えば、降水が地表面に落ちた時を0とした年代なのか）、相対的な年代なのか（何かと比較した年代なのか）、結構解釈が必要で一般の方に説明が難しいところがあるように思われます。誤解を受けないように、個々の測定値と意味をうまく表現する方法などもお考えいただければと思います。</p> <p>②非ダルシー流れ ポテンシャル勾配が小さいうちは動かないというビンガム流体的な現象がある可能性は否定できないと思います。思いつくところでは、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・間隙中の水の物性の変化なのか（結晶水のようなもの？） ・塩分等の影響（泥岩中のCL-はイオン半径が大きく泥岩の間隙中を通過できないため自然電位が生じ、それを利用したSP検層が石油分野では使われている。それと似た現象？） ・岩石の間隙の小ささによる摩擦抵抗で通過できない？ ・地下の圧力、温度、溶存成分とどのような関係があるか、など。 <p>しかし、これがあつたとしたら、地層処分上どのような意義があるのか（どの程度の移流拡散抑制効果があるかなど）をまず解析的に試してみると良いと思われれます。</p> <p>例えば、数値解析で動水勾配の閾値を設けた計算を行うのは容易であり、いくつかのケーススタディからどの程度の効果（ダルシー流と比した差異）が現れるかは見積もれると考えられます。</p> <p>それを踏まえ、もし有意な遅延効果が認められるなら、今後の検討課題として意義があると思われれます。逆に、もし効果が他の不確実性の中に埋もれてしまう程度なら、あまりこの現象に重点を置いて進めるのはやや疑問となります。その辺の見定めを早めにした方がよいかと考えます。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・水の年代については、前記した通りです。 ・非ダルシー効果については、早めに閾値を設定した数値解析により遅延効果などを検討し、有意なものかどうか確かめてから、重点課題にするかどうか考えるが良いと思われれます。