

第26回深地層の研究施設計画検討委員会に関する追加コメント一覧

Stefan Mayer (IAEA)	
1	<p>幌延の研究開発と実証(計画)本来の関心と価値は、日本の地層処分計画を支援するために、若干見直すことができるであろう。特に、意見があった、幌延の研究所用地内の特性と現在進められている処分地選定のための取り組みの中で最終的に調査されるであろう地層との相対的な類似性について、結論づけるのは時期尚早かもしれない。</p> <p>むしろ、幌延の研究所用地内の特性調査から代表的なサイト記述モデルを推論する方法やそれら調査アプローチで学んだ教訓が、処分地選定の際のアプローチとして非常に有用であろう。将来の処分地が堆積岩の場合、類似性は初期段階での処分地の有望性評価にも役立てることができる。</p>
2	<p>上部のより割れ目が発達した不均質な領域と、下部の明らかに均質で拡散支配もしくは抑制された物質移行特性を持つ領域を研究することの相対的な価値について: 両領域に関する研究所用地内データを取得し、双方に対応するモデルを開発することで、広範かつ仮想的な地質環境特性が提供され、さらには、隔離と封じ込めに関する幅広い理解も得られる。下部領域においては、より優れた隔離と封じ込め(性能)が想定されるが、操業にとっては、より厳しい(岩盤)力学特性を有している。</p>
3	<p>”堆積岩特性の多様性”について: すべての特性(岩盤力学、地球化学、物質移行関連)は、実際には堆積物の組成に大きく依存している。</p> <p>しかしながら、(最終処分地としない場所で実施される)ジェネリックな研究は、堆積岩中の拡散支配の物質移行特性の価値に着目し、母岩が顕著な特性によって乱されることが無く、処分地全体にわたって比較的均質な特性を有していることを探す傾向にある。それゆえ、幌延URLがこれらの点に関する一般的な情報を提供するとともに、実施主体(NUMO)に処分地の選定段階初期で有効な調査手法について将来的な専門知識を提供することができれば、有益になるであろう。</p> <p>ジェネリックな研究はまた、堆積岩の(岩盤)力学的特性にも焦点を当てる傾向がある、幌延と同じ弾塑性挙動が将来の処分地で観察される可能性は低い、開発すべき重要な専門技術は、岩石の力学的挙動を確認するための長期的な試験を計画する方法であり、それは岩盤支保の設計に利用することができる(100年以上の安定性が必要!)。</p> <p>これまでの他の堆積岩の地下研究施設における観測結果から、数十年後の堆積岩の応答を予測することは困難であることが示されている。</p>
4	<p>(技術者や研究者を)養成・訓練するために地下研究施設を活用することは、大変魅力のあるものに見える。</p>
5	<p>沿岸域に焦点を当てる理由は定かではないが、より大きな重要性は、堆積岩での、複雑な環境(上部領域、割れ目、特徴)と明らかに均質な環境(下部領域)においてジェネリックな研究を遂行できる能力にあると思われる。</p>
6	<p>委員会の中で「処分概念の最適化」という標記が議論されていた。スライドでも説明されているが、誤解を招きやすい。私が理解していた「人工バリアシステムの施工効率向上のための技術開発」などのように、標記を具体的なものに置き換えるとわかりやすくなるだろう。</p>
7	<p>今後の試験計画については、国家的な2つの考慮事項によって推進されると理解していた。1つは、未解決の問題に対処するために既に得られた理解に基づき、現在の研究開発・実証計画を継続すること、もう1つは、地層処分計画の処分地選定ニーズの次の段階と整合性のあるNUMOからのニーズの仕様を考慮すること、及び過去数年間で開発が進められたNUMOのジェネリックスセーフティケースとの関連性である。</p> <p>それらはまた、国際的なパートナーを含めた関心(を高めること)により、推進というよりむしろ補完することができるであろう。このためには、他国の地下研究施設で実施された一連の試験体系の中に何らかの特定の試験を組み入れることを視野に、他国の比較する地下研究施設の研究開発・実証の取り組みに関して十分に認識しておくことが有用である。</p> <p>過去 10 年間に欧州で実施された協調的な研究開発は、良い例となるかもしれない。いくつかの 地下研究施設 とその国の地層処分計画では、技術的基盤を進展させるための最も重要なニーズについて議論され、一連の 試験(例えば、閉鎖材の定置)が計画された。これは、国際的なパートナーとの協力に向けた(計画の)重要性と関心を高めるかもしれない。</p>
Johan Andersson (SKB, スウェーデン)	
1	<p>おそらく、幌延URLの最も重要な貢献は、人工バリアシステムの定置・操業や定置後のシステムの変遷を評価する観点で、様々な処分概念の実規模人工バリア試験を実現する能力と適性であろう。</p> <p>この能力は、NUMOの計画が進展し、現在の処分概念を実用的な設計に発展させる必要がある際に、さらに重要になるであろう。</p>
2	<p>下部領域の他の重要性について: (稚内層の)下部領域を掘削することは、日本における大深度の地下施設建設においても欠くことのできない経験となるであろう。</p>
3	<p>堆積岩の多様性について: 例えば、掘削損傷領域(EDZ)の形成は地質環境に大きく依存すると思われるが、もしi)幌延の岩石タイプでの現在のEDZの取り扱いが最低でも過度に保守的かどうかを評価する、ii)試験手法を後にNUMOが精密調査段階で同様な試験を実施する際に用いられるようにする、ように(展開)するのであれば、関心を引くものになるだろう。</p>
4	<p>幌延で人工バリアシステム概念の実規模試験を実施する能力を有することは、文献調査で対象となる場所が幌延の研究所用地での特性と完全に一致しなくても、今後、NUMOが処分概念を更に開発・最適化する必要がある際に、いかなる形であれ非常に役立つだろう。</p>
Stratis Vomvoris (Nagra, スイス)	
1	<p>次のステップへの更なる検討について: 新たな深度(現在より150~250m深い箇所)の掘削は有益であるが、最終的な決定は、今後9年間の全体的な計画の中で必要とされる時間とコストを含め、全ての関連する側面を考慮する必要があることが認識されている。</p>

Erik Webb (Sandia National Laboratory, 米国)	
1	幌延URLの上部領域で行われた研究は、非常に良く運営されているとともに、適切な情報が厳密に収集され、重要かつ実用的な地質学的研究テーマが実証されていると思われる。
2	定置に関する研究は革新的で、再取り出しに関する研究は他に類を見ないものと思われ、今後も継続すべきである。
3	稚内層の上部領域と下部領域の両方を調査することが重要である。もし運が良ければ、日本で稚内層下部領域と似た岩石-(地下)水-応力状態を有する処分地が将来見つかるかもしれない。しかし、処分地が見つかるまでは、上部領域のような必ずしも好条件ばかりでない状態も調査しておくべきである。
4	石油・天然ガスの採掘やCO ₂ の貯留、基礎的な地球科学に関する研究プログラムの一環として、いくつかの新たな技術の開発・試験が行われている。これらの新しい技術は大きな価値をもたらし、幌延URLとJAEAが研究の最前線に留まることに役立つだろう。以下について調査することを勧める。 a. 電力の受電と遠隔データの送信・設置が可能な無線センサー b. 金属配位子を用いた非反応性トレーサー c. シーリング材の詳細な特性評価と“永続的ホモロジー”に基づく数学的記述 d. 岩盤応力評価のための掘削中ドリルビット前方センシング技術(擾乱状態前) e. 古典的な地震計の代替としての地震データ収集のための分散型音響センシング(DAS)
5	どのような泥質岩でも、重要なデータタイプは「クリープ」である。このような岩石が閉鎖中や閉鎖後に空隙を埋める能力は、セーフティケースの観点から重要である。
6	国際的なパートナーシップは、世界の放射性廃棄物管理コミュニティにおいて依然として非常に重要である。JAEAは、新たに放射性廃棄物処分計画を始めようとしている新興国や、米国のような新しい世代を養成・訓練している国々の教育を支援することで、世界のリーダーになることができる。
7	米国では、理解と信頼そして将来の科学者を集めるために用いられている方法の一つに、実験競技会がある。数人の大学教授とその学生チームは、実験に関する部分的な情報が提供され、その情報を使って実験結果を予測する。そして、どのグループが最も優れた予測を開発したかが審査され、優勝したグループには少額の賞が与えられる。
Ian McKinley (McKinley Consulting, スイス)	
1	幌延URLにおける地質分布は、地層処分(計画)を支援する研究を行う上で非常に適していると思われる。 そのような場所では、廃棄物処分の観点から、(稚内層)下部領域に焦点を当てるのが当然であるが、(稚内層)上部領域は坑道が掘削された被覆層とGBI(地質環境と生物圏とのインターフェース)としての意義がある。
2	深度350m(の坑道)では、母岩(の評価)とは直接関係のない技術開発(ロボット工学や遠隔操作装置の開発・試験など)に関連した研究が可能であろう。 また、海外の堆積岩の地下研究施設に同様な地質環境を有するところは無く、沿岸域におけるサイト変遷モデル(特に海水準変動に起因するもの)のテストにも有用であろう。
3	幌延URLでは、地表からのサイト特性調査のための技術をテストできるとともに、地下や原位置での調査により(結果の)判断(の是非)を確認することができる。これは、今後サイト調査を計画している組織(NUMOなど)にとって非常に貴重なものである。
4	より深い深度(少なくとも深度500m、更に深い方が好ましい)での研究が強く推奨される。これにより、(地下施設や人工バリアシステムなどの)地下建設に必要な技術の開発・試験や周辺条件の特性評価(熱-水-応力-化学(-生物)相互作用)、地下施設がそのような条件に与える影響の評価が可能となる。
5	幌延URLは、(技術者・研究者の)養成・訓練にとって貴重な財産であり、日本と周辺地域の国々の双方にとって極めて重要である。指導・知識継承のための機会は更に拡がり、特に処分候補地に沿岸部が含まれ、地下研究施設を有しない国(例えば、英国)の計画にとっては、その可能性が大きくなる。
6	原位置での研究は、先進的な計画における他の優先度の高い研究開発トピック(例えば、「次世代」の物質移行モデルの開発と試験)を支援することができる。
7	現在の予算上の制約は、欧州での地下研究施設計画のように、二国間または多国間の協定に基づき形式的に組織化される共同出資プロジェクトにより緩和できる可能性がある。
亀村 勝美(深田地質研究所, 日本)	
1	深部領域(例: 深度500m)において、現在の深度(深度350m)と同様の試験を実施することが強く推奨される。これにより、研究所用地内の地質環境特性の多様性に関する理解が深まるばかりでなく、大深度掘削を安全に掘削する観点から、実用的な自信を得ることができる。