

第 3 期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

総合評価

<評価の結果>

評価結果	S	:
	A	:★★★★★★(8名)
	B(標準)	:
	C	:
	D	:

<コメント>

- ・総合評価として、分野ごとに若干の過不足はあるものの、多くの研究成果の蓄積のもとに日本の地層処分事業への成果の貢献からも(今後のさらなる期待も含め)、「A」と判断した。
- ・また、⑦以降に関連するが、トピック的な成果や、社会への貢献、新規制などにスポットを当てた情報公開などを行うのも1つの方法ではないかとも感じる。でないと、何が具体的な成果なのかがほとんどわからないのではないかと危惧する(仕事を増やすつもりはないが)。
- ・評価項目として、類似したもの(⑧～⑩)が多い感じがするが、これらの評価項目をマージすることも検討してみてもどうかと感じた。
- ・深地層研究施設を活用した研究開発を着実に進め、それらの成果が国の「科学的特性マップ」および NUMO の「包括的技術報告書」に反映されるなど、地層処分事業への大きな貢献が認められる。一方で、直接処分や超深孔処分に関する検討を進めた他、年代測定に関する技術開発においても高い成果があげられた。若手育成、人材育成にも積極的に取り組み、地層処分に関する国民との相互理解促進にも大きな貢献が認められたことから、総合的に顕著な成果があったと評価できる。
- ・地層処分の技術および科学的知見の創出に向け、国の科学技術政策に則り、社会からのニーズに応えつつ人材育成をも着実に成果を挙げている。特に深地層の研究施設の活用による実施主体のセーフティケース構築への貢献、新たな技術の開発、さらに地下科学の知見の着実な構築は大きな成果であり、国際的な協働のプラットフォーム構築に向けても、顕著な成果を創出している。
- ・研究開発の着実な遂行、成果や社会環境に基づき新たな研究テーマを設定する柔軟性、それぞれの研究分野における成果の高い評価、人材育成への貢献から、第3期における研究開発は総合的に高く評価できる。今後の研究開発の遂行に、研究人材の多様性に関する視点をもって行うことにより、より効果的に社会に評価される研究開発成果の発出が可能になるのではと思う。
- ・総合評価として A と判断する。瑞浪と幌延において、大深度の地下空間を掘削し維持する技術や地下空間を活用しながら地質環境を調査する技術を確立するなど、研究開発の成果が様々な形で発揮されている。JAEA が培ってきた地層処分技術が将来的な成果の創出につながることを期待し、高く評価したい。また、人材育成や社会的な受容性を高めるための様々な取り組みも評価する。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

- ・総じて、顕著な成果を上げていることは間違いがないが、今回の事後評価では①から⑪までの11もの項目での評価が求められており、これだけの項目数での評価が果たして必要なのか疑問を感じた。項目同士には一部重複が見られ、また評価項目によってはそもそも中長期計画の目標の中に、その項目に対応した明確な目標設定もなされていないものも見受けられる。
- ・今後は、評価項目をスリム化し、次期の第4期中長期目標計画の中では、第4期終了時になされる事後評価の項目に対応した目標設定が明確になされることを期待する。
- ・NUMO としても御機構とのパートナーシップがより一層厚く、熱くなりますよう取り組んでまいりたい。今後は基盤研究→実用化・高度化という成果の受け渡しの構造から、安全規制対応におけるクロスチェック機能を技術開発サイド内でもどう持つかといったような、より高度な安全確保・信頼性向上の仕組みを可能性のひとつとして検討していく余地はあろうかと考える。

第 3 期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

個別評価項目：

①研究開発の達成度(成功・不成功の原因の把握・分析)

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

- ・第 3 期中長期計画では、地層処分の実現に必要な基盤研究開発の着実な実施、使用済燃料直接処分の調査研究の継続を通じて、地層処分計画に基づいた地層処分事業に貢献することとしている。また、令和元年度末までの深地層の研究施設計画の成果の取りまとめ、ならびに令和 2 年度以降の計画への取り組みを行うこととしている。
- ・深地層の研究施設計画、地質環境の長期安定性に関する研究、地層処分放射化学研究施設等を活用した研究を着実に進め、それらの成果が、国の「科学的特性マップ」(平成 29 年 7 月公表)、NUMO の「包括的技術報告書」(令和 3 年 2 月公表)などに反映され、国及び NUMO が進める地層処分事業に貢献した。
- ・直接処分では、ガラス固化体での技術や経験を直接処分での設計等に適用できる見通しを得るとともに、代替処分オプションとしての超深孔処分の適用性・成立性の観点から重要となる留意点や課題等を具体化した。これらの成果は、将来に向けての幅広い選択肢の確保に貢献することが期待できる。
- ・令和元年度末までの深地層の研究施設計画における成果の取りまとめを行い、必須の課題報告書として公表(令和 2 年 3 月)するとともに、第 3 期中長期計画期間内の成果については、網羅性・追跡性を確保しつつ、CoolRep R4 として取りまとめた。これらの取りまとめは、地層処分技術の発展や理解向上に大きく寄与するものである。

以上のとおり、第 3 期中長期計画に基づき、成果の取りまとめを踏まえつつ、基盤研究開発を着実に進め、これらの成果が、国の「科学的特性マップ」や NUMO の「包括的技術報告書」に反映され、地層処分事業の大きな進展をみたことから、自己評価を「A」とした。

<評価の結果>

評価結果	S	:
	A	:★★★★★★★★(8名)
	B(標準)	:
	C	:
	D	:

<コメント>

- ・第3期中期計画において、地下研究所の研究データを初め、非常に多くの研究成果が蓄積され、その知見が「科学的特性マップ」の作成にも活用されるなど、十分な成果があったと評価できる。
- ・研究開発を着実に進め、その結果、多数の学会発表、報告書、論文発表、プレス発表を行うなど、顕著な高い成果が認められる。これらは、国の「科学的特性マップ」および NUMO の「包括的技術報告書」に反映されるなど、大きな貢献があった。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

- ・第3期中長期計画に基づき、着実に成果の取りまとめ国や実施主体の取り組みに大きく寄与するとともに、直接処分などの代替オプションについても検討を進めており、総合的な観点からも地層処分事業の進展に顕著に貢献したと言える。
- ・科学的特性マップなど、地層処分サイト決定のための第一歩となる情報を、感覚的にもわかりやすく使いやすい形で表すことができたことが高く評価できる。
- ・深地層の研究施設計画が、「科学的特性マップ」や NUMO「包括的技術報告書」に反映されており、深地層での研究開発が地層処分事業の大きな進展につながっている。また、直接処分について、ガラス固化体での技術や経験を直接処分での設計等に適用できる見通しを得ることができたことは、将来的なオプションを広げることになり、有意義であると判断する。
- ・1) 深地層の研究施設計画については、超深地層研究所計画(瑞浪)、幌延深地層研究計画のいずれにおいても、着実な成果を上げている。特に瑞浪では掘削から埋め戻しまでの一連の工程を実証でき、花崗岩質での物質移動のモデル化技術の知見が深められたことは評価できる。幌延では、地層処分の地下環境下での人工バリアの適用性や横置き PEM 方式という処分概念オプションの実証、断層における堆積岩の緩衝能力の検証などが行えたことは評価できる。ただし、いただいた資料の中に JAEA の「必須の課題」が何であるかの明記がなかったので、それを確認するのに少し手間を要した。
- ・2) 地質環境の長期安定性に関する研究では、長期に安定な地質環境を調査する技術、地質環境の長期的予測に関する技術、対象地質の年代測定のための技術で、着実な成果を上げている。特に、多変量解析による活断層と非活断層の分類は、客観的で信頼のある手法として注目される。
- ・3) 高レベル放射線廃棄物の地層処分研究開発では、人工バリア等の長期挙動の把握や支保工等の坑道の長期安定性に関する知見、各種安全性評価手法や安全性評価に資する各種データベース整備で着実な成果を上げている。ただし成果の一部は、1) 深地層の研究施設計画の成果と重複しているように見受けられ、分かりやすい整理が必要ではないか。
- ・4) 使用済燃料の直接処分研究開発については、代替処分オプションとしての使用済燃料直接処分の調査研究に取り組み、人工バリアの設計等の工学技術の開発や、安全性評価手法の開発で成果を上げつつある。引き続き他国の検討事例の調査を行いつつ着実に研究開発を進められたい。
- ・以上、すべての項目について顕著な成果が出ていると判断できる。
- ・NUMO 包括的技術報告書を公表以来、賛否を越えて地層処分技術への関心を高めていくとともに、文献調査実施地域においても安全性への関心が高まるなか、社会の求めに応える基礎は基盤研究の信頼性に他ならない。
- ・技術開発に係る次期全体計画についても検討の時期を迎え、基盤研究と実用化技術高度化の連携は一層の相補性・一貫性をもたせなければならない。今期の研究開発成果については、この期待に沿うものと判断する。

第 3 期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

評価項目：②当初の研究開発計画の妥当性

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

- ・第 3 期中長期計画では、地層処分の実現に必要な基盤研究開発の着実な実施、使用済燃料直接処分の調査研究の継続を通じて、地層処分計画に基づいた地層処分事業に貢献することとしている。また、令和元年度末までの深地層の研究施設計画の成果の取りまとめ、ならびに令和 2 年度以降の計画への取り組みを行うこととしている。
- ・当該計画に基づき、基盤研究開発を着実に進め、それらの成果が、国の「科学的特性マップ」（平成 29 年 7 月公表）、NUMO の「包括的技術報告書」（令和 3 年 2 月公表）などに反映され、国及び NUMO が進める地層処分事業に貢献できた。
- ・また、令和元年度末に 2 つの深地層の研究施設計画の成果を取りまとめ、必須の課題報告書として公表するとともに、令和 2 年度以降の深地層の研究施設計画に基づき、瑞浪については、賃貸借期間までに坑道の埋め戻し、地上施設の撤去を完了した。また、幌延については、計画に基づいた研究を着実に進めた。

上記のように、第 3 期中長期計画に沿って研究開発を進めた結果、我が国の将来的な地層処分計画立案に資する研究成果を創出するなど、当初の計画に基づいた成果が得られたことから、自己評価を「B」とした。

<評価の結果>

評価結果	S	:
	A	:★★★★★(5名)
	B(標準)	:★★★(3名)
	C	:
	D	:

<コメント>

- ・自己評価では「B」となっているが、期間中の成果は多岐にわたり、これらの成果が基本となって、現在の文献調査に繋がった部分もあると考えられることから、「A」の評価としてもいいのではないかと判断する。
- ・当初の計画に基づいて着実に研究開発が行われた結果、高い成果があげられ、またそれが国や NUMO の事業に貢献したことから、当初計画は妥当な内容であったと考えられる。
- ・現段階での大きな地層処分事業の貢献を鑑み、当初の研究開発計画は適切で、妥当なものであったと言える。
- ・深地層の長期にわたる安定性の評価に、東濃及び幌延の掘削孔を活用することによって、独自のかつ簡単には得られない成果を得て、地層処分という人類未踏の技術開発に不可欠な知見を得たことは高く評価できる。これは初期の計画の方向性が妥当であったことを示すと考えられる。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

- ・当初の研究開発計画の妥当性については、計画に基づいた研究成果が得られたことから、A評価と判断する。2つの深地層の研究施設計画の成果を取りまとめ、課題報告書として公表を行ったことや、瑞浪は賃貸借期間までに坑道の埋め戻し、地上施設の撤去を完了。また、幌延については、計画に基づいた研究を着実に進めたことを評価する。
- ・第3期中長期目標とそれに基づく中長期計画については、①で評価したように顕著な成果が得られたことから、概ね妥当であったと評価できる。ただし第4期以降の中長期目標・計画においては、将来の地層処分の実施を見据えて、より具体的なロードマップや目標値の設定を検討していく必要があるのではないだろうか。
- ・コストベネフィシアルな基盤研究を追及する難しさのなかで貢献度の高い成果を導いていると判断する。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

評価項目：③研究開発成果の効果・効用（アウトカム）の把握・普及の程度

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

- ・研究開発成果については、国内外の学会発表(801件)、報告書類の刊行(226件)、論文投稿・掲載(439件)に加え、Webを活用した情報発信や、プレス発表(18件)を行い、積極的な成果の普及に努めることで、地層処分の技術基盤の整備・提供を着実に進めてきた。このうち地質環境情報の整備結果等については、「科学的特性マップ」の作成に資する基盤的な情報として活用され、国における議論の過程、結果に重要な役割、貢献を果たすことができた。また、NUMOが作成した「包括的技術報告書」には、現在までに進めてきた、機構の多くの研究開発成果が活用されており、処分事業に貢献した。
- ・また、新型コロナウイルス感染症の影響下における効果的な理解促進活動の新たな試みとして、幌延深地層研究センターでの研究を紹介する動画や「ゆめ地創館」案内動画の制作・公開を進めるほか、深地層の研究施設計画に関する成果報告会及び住民説明会をライブ配信し、対面での情報発信に限られる中でも確実な情報発信を行った。
- ・地質環境の長期安定性に関する研究においては、高速増殖原型炉「もんじゅ」敷地内破碎帯調査の支援において、上載地層法が適用できない断層調査に対して一つの指針を与える評価事例を示した。これは原子力発電所の再稼働に向けた安全審査など、地層処分以外の分野にも貢献できる特筆すべき成果である。
- ・この他、世界で初めて、「坑道周辺の酸化抑制メカニズムの解明」や「汎用的な装置を活用して人工的に岩盤中の割れ目をずらす原位置試験手法の開発」を行うほか、「深成岩の冷却や隆起過程の調査・評価技術の新たな手法の開発」を行い、天然ガス・石油の地下貯蔵等の地下利用分野の課題解決等に広く貢献した。

以上のように、処分事業等に活用可能な成果を創出するとともに、研究開発成果の提供により国の施策に貢献していることから、本項目についての自己評価を「A」とした。

<評価の結果>

評価結果	S	:★★(2名)
	A	:★★★★★(5名)
	B(標準)	:★(1名)
	C	:
	D	:

<コメント>

- ・国内外の学会発表件数や報告書類の刊行数、論文投稿・掲載数のほか、プレス発表も行っており、積極的な成果の普及に努めていると判断できる。強いて言えば、さらにプレスリリースを積極的に行い、広く成果の普及に努められることを期待する。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

- ・多数の学会発表、報告書、論文発表、プレス発表を行うなどの顕著な高い成果は、国の「科学的特性マップ」や NUMO の「包括的技術報告書」に貢献している。また、地質環境の長期安定性に関する研究の成果は、「もんじゅ」敷地内破砕帯の地質調査にも適用されるなど、優れたアウトカムが認められる。
- ・限られた人員、予算の中で、貴重な成果を多く挙げ、公表も積極的に行っている。また、COVID-19 の蔓延の中、対面での情報発信が限られる中でも、工夫し、確実な情報発信を継続的かつ着実に進めている。さらに、地下利用技術の発展にも大きく寄与し、今後の利用や発展も期待される。これらは総合的な観点から顕著な成果の創出があったと言える。
- ・多くの論文が公表されていることは高く評価できる。より一般の人にもわかりやすい形で成果の普及に努めることにより、社会にとっての真に意味のある研究開発成果として評価させることにつながる。
- ・研究開発成果について、国内外の学会発表や報告書類の刊行、論文投稿・掲載が多く、S 評価と判断する。世界初となる研究開発「坑道周辺の酸化抑制メカニズムの解明」や「汎用的な装置を活用して人工的に岩盤中の割れ目をずらす原位置試験手法の開発」を行ったことは高く評価したい。
- ・研究開発の進捗状況の確認と情報発信については、学会誌等での研究成果発表、プレス発表等は積極的に行われており、高く評価できる。ただし、国民との相互理解促進の活動としては、WEB サイトの整備や施設見学などを引き続き精力的に行うとともに、幅広い世代への情報発信のためのより積極的な取り組みが必要ではないか。
- ・コロナ禍の中で、ライブ配信等の情報発信の経験を活かし、リモートからリアルへの誘導など、ポストコロナに向けた情報発信を検討されたい。
- ・研究成果の波及効果のアピールも重要であるが、本来の目的である地層処分の着実な実施に向け、研究開発を推進されたい。
- ・NUMO における実用化高度化検討に連続性をもってインプットとすることができる成果や、世界的な課題へのタイムリーな取り組み・参画といった、社会の期待に則した取り組みにより高い価値のアウトカムとなっていると判断した。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

評価項目：④若手研究者の育成・支援への貢献の程度

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

- ・東京大学大学院工学系研究科原子力専攻(専門職大学院) および連携大学院での講義、夏期実習生の受け入れ(74名)、特別研究生の受け入れ(30名)に加え、文部科学省国際原子力人材育成イニシアティブ事業(オープン教材の作成・活用による実践的バックエンド教育(H26-29))への協力等を行った。平成30年度には、関係する研究開発機関と共同で地層処分に関する「平成30年度人材育成セミナー」を開催した。
- ・NUMOとの共同研究の枠組みでNUMOの若手技術者を東海の研究施設に受入れる等、実施主体の人材育成にも貢献した。さらに、国際機関が主催するセミナーの開催や国外の大学院の講義・実習の受け入れなど国外の人材の育成にも貢献した。
- ・この他、機構内では、部門内の若手研究者・技術者を対象に、新たな研究開発・技術開発のスタートアップ支援を行い、研究者・技術者の育成・強化を図るとともに、今後の研究・技術開発に向けて、より視野を持ってもらう機会とするため、若手職員を中心とする技術交流会を開催した。

以上のように、機構が有する研究設備、人材、研究開発成果を活用し、次世代の地層処分研究開発を支える人材の育成に貢献していることから、本項目についての自己評価を「B」とした。

<評価の結果>

評価結果	S	:
	A	:★★★★(3名)
	B(標準)	:★★★★★(5名)
	C	:
	D	:

<コメント>

- ・若手研究者育成等に関して、関連学会での発表者のみならず参加なども含めて、未だJAEA研究者の出席が少ないようにも見受けられる。コロナでのオンラインが主流になっているところもあると思われるが、積極的な活用等でJAEA内部のみならず外部での交流もお願いしたい。
- ・社会人博士後期号取得、海外留学、若手研究者・技術者育成ファンドなどを通じて、若手の育成が着実に進んでおり、その結果、学会奨励賞などの若手の受賞につながっていることは高く評価できる。
- ・若手研究者の育成は、本質的に短期的には達成度が見えにくい性質があるものの、その取り組みは現実的かつ着実であり、相当の進展がみられる。
- ・成果に対して、若い人の顔が見えてこない。
- ・大学等の教育機関や国際機関との連携を活用し、若手人材の育成に手を差し伸べていることは高く評価できる。さらに若手研究者を安定的なポストで受け入れ、教育することにより研

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

究基盤の持続的発展に結びつけて欲しい。また育成に多様な研究人材育成の視点があったらさらに良いと思う。

- ・若手研究者の育成・支援への貢献の程度については、B 評価と判断する。大学院での講義や夏期実習生の受け入れ、文部科学省国際原子力人材育成イニシアティブ事業への協力など、積極的に取り組んでいる。
- ・地層処分が非常に長期にわたる事業であるため、次世代を担う若手研究者の育成・支援は重要である。
- ・部門内の若手研究者・技術者の育成・支援については、新たな研究開発・技術開発のスタートアップ支援(育成ファンド)や技術交流会、海外留学などを行い、学会等での受賞などの成果も示されており、活動を行ったことは理解できた。しかし、部門内の若手研究者・技術者の人数、全体からの割合などの基礎データが示されておらず、これら部門内の若手研究者・技術者の育成・支援の具体的な目標が設定されていないので、その貢献の程度も評価が難しいのが正直なところである。例えば育成ファンドについていえば、ファンドを受けた若手職員の割合はどれくらいか、ファンドを受けた成果(例えば、論文数)についても、データがあれば望ましい。
- ・次世代の原子力研究開発を担う学生に対する人材育成についても、夏期実習や特別研究生の形で受け入れを行っており、人材育成セミナーで広く教育をしたことは理解できた。しかし、実習生受け入れの年度ごとの推移、受け入れ学生のアンケート調査による検証と改善がなされているか、JAEA への就職希望者の推移などのデータとも照らし合わせ、さらに戦略的な取り組みが必要ではないかと感じる。
- ・御機構による高度に専門的かつ熟練・熟達の研究姿勢とその成果は、NUMO/事業者として安全性の論証については基盤研究成果の内容から全て自ら説明義務を負うために、若手担当者の向学心維持向上へ強い動機付けとなっている。
- ・一方、どの機関・組織においても人材育成・若年層の拡大は課題であるが、地層処分技術を担う点ではパートナーである我々は魅力的なサイエンスとテクノロジーのフィールドであるという情報を発信しつづけ、かつ受け止めてもらえているか真摯に改善しつづけることが求められる。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

評価項目：⑤将来への研究開発の展開、新たな課題への反映の検討

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

・第3期中長期計画期間での中間評価において、「これまでに蓄積された膨大なデータや情報を活用した新たな視点からの研究開発にも挑戦することを期待」、「幌延の地下研究施設を最先端の地層処分技術を実証するプラットフォームとして国内外に広く提供・活用されることを期待」といったご意見をいただいている。前者については、ビッグデータを活用したデジタルツイン技術の基盤整備として、次期中長期計画に反映し取り組んでいく。

・一方、後者については、幌延深地層研究センターの国際拠点化という大きな飛躍に向けて、その足掛かりとして国際共同プロジェクトの立上げに向け、準備会合への参加募集を行った。

以上のことから、本項目についての自己評価を「A」とした。

<評価の結果>

評価結果	S	:
	A	:★★★★★★(6名)
	B(標準)	:★★(2名)
	C	:
	D	:

<コメント>

- ・瑞浪超深地層研究所の閉鎖は残念であるが、これまでのこれらの研究活動での成果も含め、今後、幌延深地層研究センターの拠点化へ向け、更なる飛躍を期待する。
- ・直接処分および超深孔処分に関する検討を進めるなど、将来への展開を考慮した研究開発が行われた。また、地層処分に関する研究開発を着実に進めるとともに、その課題点を抽出し、次期中長期計画に反映させていることは高く評価できる。
- ・幌延の地下研究施設を国際拠点化していく準備が整った段階にある。COVID-19の蔓延に伴い、その調整は容易ではなく、着実な成果を挙げたと言える。今後の拠点化が大いに期待できる。また、蓄積したデータや知見を活用していくことも重要であり、成果の創出に向けた着実な進展が認められる。
- ・第4期への研究展開に鑑みるに、第3期における研究からの連続性をみてとれるため、第3期における取り組みは将来への研究開発の基となったことは間違いない。また瑞浪の掘削孔の閉鎖とその後のモニタリングなど、新しい課題の制定にも貢献したとみてとれるため、これらも評価できる。
- ・将来への研究開発の展開、新たな課題への反映の検討については、A評価とする。ビッグデータを活用したデジタルツイン技術の基盤整備として、次期中長期計画に反映し取り組むことは、さらに研究開発が進むことが期待される。また、幌延深地層研究センターの国際拠点化に向けて、準備会合への参加募集を開始したことは動きが早くて良い。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

- ・「将来への研究開発の展開、新たな課題への反映」は、次期中長期計画に盛り込むべき内容であるが、ここでは次期計画につながるような検討がどこまでされたかという観点で評価したい。
- ・まず研究成果に関する情報発信のために CoolRep を開設したことは評価したいが、現状をチェックしたところリンク切れが多々見られ、メンテナンスがされていないようである。また CoolRep 上での「地層処分について」の説明も、必ずしも初心者に分かりやすい内容にはなっておらず、結局のところ詳しくはリンクされた個々の報告書を参照することとなっているので、そのギャップが大きすぎる。CoolRepR4 に関しては、次年度に早急にリリースされるよう期待する。
- ・幌延については、500m における研究の実施が決まり、幌延深地層研究センターの国際拠点化に向けて、その足掛かりとして国際共同プロジェクトの立上げに向けた準備を進めたことは大いに評価したい。
- ・世界水準の技術をベースに日本の安全規制制度化と規制への適用を合理的に体系化していくにはどうしたらいいか、基盤研究の成果こそ安全規制の根拠となるものと考えているが、そういった視点からは研究開発のロードマップを見ることは難しい。安全規制への適合は事業者 NUMO のミッションであり、事業者が一義的に努力せねばならないものではあるが、今後も世界の動向や新たな課題に対処していくなかで安全設計を固めていくからこそ、地層処分の安全確保技術に関わる全機関・組織の皆さまから引き続き規制制度化対応にもご協力を賜りたい。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

評価項目：⑥国内外他機関との連携の妥当性

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

<p>【国外機関との協力】</p> <ul style="list-style-type: none"> 研究協力については、国際水準の技術力の維持向上、機構の研究機関としての中長期的な視点に立った国際的な人脈形成や機構内の人材育成等の観点を念頭におきつつ、国内で実施中の研究開発との相互補完的な役割を重視して、参加すべきプロジェクトの取捨選択を行ってきた。 具体例として、国際共同プロジェクト(DECOVALEX)、スイスグリムゼル地下研究施設における国際共同プロジェクトを行い、外部の研究資源も活用しつつ、地下研等の試験研究の結果と統合し、成果の最大化につなげている。さらに、アジアの近隣諸国との関係では、台湾電力作成の「使用済燃料の最終処分のための技術的適用性評価報告書」に関する国際レビューの実施のほか、韓国や台湾との技術検討会や情報交換会、講演等を行ってきた。 <p>【国内機関との協力】</p> <ul style="list-style-type: none"> NUMO、電中研及び原環センターとは研究協力協定を有し、定期的な会合によりそれぞれの機関での研究開発の状況や協力の状況を確認しながら、「地層処分研究開発に関する全体計画」に基づく適切な役割分担のもと、研究を進めてきている。特に、電中研とは、瑞浪での原位置トレーサ試験、幌延における掘削影響領域の観測技術の開発等について、原環センターとは、幌延での搬送・定置試験、地中無線によるモニタリング、東海でのオーバーパックの腐食研究等で多くの成果を創出する一方、平成27年度以降は、資源エネルギー庁の委託事業を共同で受託し、基盤研究全体の最大化に向けた努力をしていっている。NUMOとの共同研究については、平成28年度より東海の研究施設にNUMOの若手技術者を研究協力員として受け入れ協働することを通じて、技術の継承と人材育成にも貢献してきている。 <p>上記の通り、国際共同プロジェクトへの参画や、国内外の研究開発機関等との共同研究を積極的に進め、研究資源の相互補完的な活用を進め、全体として効率的かつ効果的な研究開発成果を創出し、研究成果の最大化が図られていることから、本項目についての自己評価を「A」とした。</p>
--

<評価の結果>

評価結果	S	:★★(2名)
	A	:★★★★★(5名)
	B(標準)	:★(1名)
	C	:
	D	:

<コメント>

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

- ・国内外研究機関との連携を積極的に進めていると判断するが、一方で、どういふところのどのような研究を展開しているのかについては、あまり関連学会でも成果を含め報告がなされていないようにも感じる。その辺も今後積極的に紹介することを期待する。
- ・他機関と連携し、複数の受託事業を実施した他、国際機関との協力、国際共同プロジェクトの実施などを積極的に進め、さらに幌延深地層研究センターを活用した新たな国際共同プロジェクト(国際拠点化)を立ち上げた点などは、特に顕著な成果であると評価できる。
- ・国内外の連携を常に積極的に行っており、参画する研究者・技術者間の交流も着実に進んでいる。そこでは複数の研究機関に加え、個別テーマについての大学との連携も含まれる。これらの取り組みは、今後の地層処分事業における技術面、研究面の進展、加えて人材育成による事業の継続性の確保にも、大きく貢献するもので、顕著な成果と言える。
- ・地層処分に関わるそれぞれの分野で、国際的にも、国内機関とも連携を行っており、評価できる。
- ・国際共同プロジェクト(DECOVALEX)、スイスグリムゼル地下研究施設における国際共同プロジェクトなど海外機関との協力や、NUMO、電中研及び原環センターなどの国内機関との連携を積極的に進めており、A 評価と判断する。
- ・国内他機関との連携については、お互いの強みを活かしながら共同で研究開発を推進することは重要であり、第3中長期においても、国からの研究委託事業等を他機関と連携し推進してきたことは高く評価できる。
- ・一方、国外他機関との連携については、各国で推進されている地層処分の取り組みについて密に情報交換し、地域に依らず共有化できる問題と各地域固有の問題とを切り分けながら、知見として共有できるように推進すべきである。第3中長期においては、いくつかの国際共同プロジェクトが実施され、協力協定を有する国外機関との情報交換もなされたようで、一定の評価ができる。
- ・しかし、国外他機関との連携についての明確なビジョン、具体的な目標設定がなされていないので、その妥当性の評価が難しいのが正直なところである。例えば他国との情報交換についていえば、放射性廃棄物処分に関する協力協定を有する国外機関のリストと今期におけるこれら機関との具体的な協力の実績データの提示が欲しいところである。また、次期の幌延深地層研究センターの国際拠点化に向けての準備については、国外他機関との連携に関する重要事項と考えるが、この評価項目での自己評価で言及されていないのが疑問である。
- ・先に公表された幌延における国際共同プロジェクトは、代表的な連携・協力活動の成果であり、高く評価できる。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

評価項目：⑦イノベーション創出への取組の妥当性

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

- ・瑞浪、幌延の深地層の研究施設や地層処分基盤研究施設、地層処分放射化学研究施設を活用して、大学や研究機関に加え民間企業との協力・連携を進め、互いの知見、技術、評価手法等を相補的に活用し、効率的な研究開発を推進した。これらの成果は、地層処分技術の信頼性向上に寄与するとともに、地層処分以外の研究分野や工業技術分野等にも貢献している。
- ・具体的には、「高水圧下でも適用可能な湧水抑制技術の開発」、「湧水対策が困難な地質坑道を地上から把握する方法の開発」、「汎用的な装置で地下の岩石の割れ目をずらす原位置試験手法の開発」、「地下深部の割れ目の水野流れやすさに関わる法則性の発見」などの成果は、一般土木分野、石油・天然ガスの地下貯蔵等の地下利用分野への貢献が、また、「光合成由来のエネルギー源に依存しない地底生態系の解明」に関する成果は、地球微生物学への貢献が期待できる。その他、「岩盤が有する遅延機能に関する新たな発見」、「坑道閉鎖環境において物質の移動を抑制する現象の解明」、「坑道周辺の酸化抑制メカニズムの解明」などについては、地層処分の安全評価上重要な知見となるものである。

上述のとおり、大学や研究機関等との協力・連携の観点、他分野への応用・展開の観点においても、実効的な取り組みが行われ、顕著な成果が得られていると判断できることから、自己評価を「A」とした。

<評価の結果>

評価結果	S	:
	A	:★★★★★★(7名)
	B(標準)	:★(1名)
	C	:
	D	:

<コメント>

- ・委員会でもコメントがあったと思うが、どの程度のインパクトのある成果なのかも踏まえ、積極的に紹介をお願いしたい。このようなイノベーションに関連するようなシンポジウムだけでも開催してもいいのではないかと考える。
- ・幌延および瑞浪の両施設において、一般土木分野などで活用できる新たな技術の開発ならびに新たな知見が見出された他、幅広い年代域や様々な自然現象・試料に対応可能な年代測定技術の開発が行われたことは高く評価できる。
- ・得られた成果は、地球科学(水理学、地球微生物学、地球化学、さらには貯留層工学(reservoir engineering)等)の観点からもイノベーション創出の可能性を持つ。本事業の取り組みがこれら分野を強く牽引している側面がある。
- ・地層処分に関連した基礎研究成果から、国際的に注目される論文の発表や、特許の取得も行っている点が評価できる。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

- ・瑞浪、幌延の深地層の研究施設などを活用し、積極的に企業や大学・研究機関などとイノベーション創出に向けた取り組みを進めており、A 評価とする。地層処分以外の他分野への応用・展開の観点においても、実効的な取り組みが行われたことも評価したい。
- ・イノベーションとは「新しい切り口」、「新しい活用法」と訳されるが、ここでの「イノベーション」の定義があいまいであり、その妥当性の評価が難しいのが正直なところである。自己評価では、開発した成果の他分野への転用、波及効果を「イノベーション」と捉えているように見受けられるが、本研究開発において「研究開発成果の最大化を図り、成果を広く国民・社会に還元する」のは第一義に「地層処分」であることを忘れてはならないのではないかと考える。
- ・社会からの信頼の確保のためには、地層処分のための技術を着実に推進し、その成果を分かりやすく一般国民に開示していくことが重要と考える。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

評価項目：⑧社会実装の達成度、取組の妥当性(技術・知識基盤プラットフォームの構築・提供を含む)

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

<ul style="list-style-type: none"> ・基盤研究開発を着実に進め、それらの成果が、国の「科学的特性マップ」(平成 29 年 7 月公表)、NUMO の「包括的技術報告書」(令和 3 年 2 月公表)などに反映され、国及び NUMO が進める地層処分事業に貢献した。 ・深地層の研究施設計画においては、法律で定められた最終処分場の深度(300m 以深)までの地下空間を調査・評価し、そこに地下施設を建設維持できることを実証するという所期の目的を達成し、それらの成果を必須の課題報告書として取りまとめるとともに、NUMO が処分事業においてサイト選定や処分場の設計及び安全評価を進める上で必要な技術基盤としてそれらの研究成果を提供した。 ・第 3 期中長期計画期間のこれらの成果については、地層処分に関心のある様々なユーザーが Web 上で欲しい情報をスムーズに取り出すことのできる Web 上のレポートシステム(CoolRepR4)として取りまとめることで、地層処分技術の発展や理解向上に大きく寄与する。 ・また、プレス発表した「高水圧下でも適用可能な湧水抑制技術の開発」、「深成岩の冷却や隆起過程の調査・評価技術手法の開発」、「汎用装置を活用した人工的に岩盤中の割れ目をずらす原位置試験手法の開発」などの成果は、大規模地下構造物の建設やトンネルなどの湧水対策に関わる土木分野への活用、天然ガス・石油の地下貯蔵等の様々な地下利用分野の課題解決等に広く貢献可能な成果と考える。 <p>以上のことから、実施主体は勿論、関連する一般土木分野等に波及効果を及ぼす顕著な研究成果を創出したことから、本項目についての自己評価を「A」とした。</p>

<評価の結果>

評価結果	S	:★★(2名)
	A	:★★★★★(5名)
	B(標準)	:★(1名)
	C	:
	D	:

<コメント>

- ・前述の⑦「イノベーション創出への取組み」と表裏一体であり、これも含め、積極的にシンポジウムなどでの報告会などを検討してみたいかがでしょうか。
- ・幌延および瑞浪の両施設を建設・維持し、さらにそこでの研究開発を着実に実施したことは、地層処分事業に必要な技術基盤の確立だけでなく、今後 NUMO が地層処分事業を安全に実施できることを実証するものであり、社会実装の達成度は極めて高いと評価できる。国の「科学的特性マップ」および NUMO「包括的技術報告書」への貢献、研究開発成果の Web 上での公開などの取り組みも高く評価できる。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

- ・本事業は、地層処分事業の進展という社会実装に向けた取り組みとなっており、NUMO や国の方針に沿って、顕著な成果の創出がみられる。また、これらの成果は、他分野にも実用が期待でき、その面からも高く評価できる。
- ・科学的特性マップなど、一般の人にわかりやすい形で成果を利用できるよう社会実装できたことは評価できる。CoolRep システムにも、さらにビジュアルで直感的に理解しやすい形で成果を公表することによって、社会での成果の周知が進み社会実装を促進できると期待される。
- ・社会実装の達成度、取り組みの妥当性については、A 評価と判断する。第3期中長期計画期間における成果について CoolRepR4 として取りまとめたことは、さらなる技術開発や国民の理解の向上に貢献することが期待される。
- ・地層処分にとっての真の社会実装とは、地層処分が実際に実施されることに他ならず、第3期中長期の段階でこの社会実装の達成度の評価をするのは難しい。しかしながら①研究開発の達成度でも評価したように、今期は瑞浪、幌延それぞれの施設において、実際の地層処分の環境に近い地下環境下での各種基盤技術の実証、検証が行われており、将来の社会実証に向けた重要なマイルストーンとなったことは高く評価できる。
- ・研究成果の他分野へ技術転移・実用化という意味での「社会実装」は、その成果があれば、相応の評価はできるが、それは地層処分の研究開発の主目的ではないはずである。
- ・CoolRep を地層処分技術の発展や理解向上に寄与する社会実装と捉えるなら、⑤将来への研究開発の展開、新たな課題への反映の検討の項でも指摘したように、リンク切れなどを解消し、内容をより分かりやすく改訂すべきであり、また CoolRepR4 の早期のリリースも望まれる。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

評価項目：⑨科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

・平成29年7月に「科学的特性マップ」が公表され、令和2年11月には文献調査が開始し、さらにエネルギー基本計画では、国、NUMO、JAEA等の関係機関が全体を俯瞰して、総合的・計画的かつ効率的に技術開発を着実に進めること、その際、幌延の深地層研究施設等における研究成果を十分に活用していくことが明記された。

このように地層処分事業の大きな進展をみたことから、科学技術政策、社会的意義等については、自己評価を「A」とした。

<評価の結果>

評価結果	S	:
	A	:★★★★★★(7名)
	B(標準)	:★(1名)
	C	:
	D	:

<コメント>

- ・前述の「社会実装」との評価項目との違いが正直、あまり明確ではなかった。基本、コメントとしては前述と同様である。
- ・原子力利用を進める上で大きな課題の一つとなっている地層処分に関連して、深地層研究施設等を活用して高い成果をあげたことは、科学技術政策上のみならず、社会的・経済的意義は高く、ニーズに適合する成果であったと評価できる。
- ・科学技術政策に従って事業を進め、科学特性マップの公表、文献調査の開始など社会的な意義は大変大きいと言える。社会からのニーズに応えることを念頭に、また、国際的な知見をも踏まえた地層処分という経済的にも利点のある選択に沿って、その技術の開発および科学的な知見の醸成を着実に進め、顕著な成果を挙げている。
- ・原環センターの報告書によると、処分に可能な地域の地下水が、塩分を含んでいる所が多いことが指摘された。これを踏まえ、塩水環境条件でのベントナイトグラウトなどに対する課題等への取り組みも継続して進めてもらいたい。
- ・確実に実施しなければならない地層処分に必須となる長期安定性の研究を推進していることは科学技術政策や社会的・経済的ニーズに沿っていると考えられる。またその成果の派生として、国民的関心の高い防災などにも貢献できる研究成果を得たことも、社会的・経済的ニーズに合致している。
- ・科学技術政策、社会的・経済的意義、ニーズへの適合性については、科学的特性マップや第6次エネルギー基本計画において、地層処分の研究開発事業の意義が明記された。地層処分事業の政策や社会的・経済的意義の観点から、大きな進展があったと評価し、A評価と判断する。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

- ・「地層処分」の社会的意義は明らかであるが、その意義を経済的な側面にも配慮しながら、如何に国民の理解につなげられるかが大きな課題であり、その意味では「科学的特性マップ」の公表は、その理解に向けた第一歩として大いに評価できる。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

評価項目：⑩研究開発課題／成果の社会的受容性(社会へ及ぼす影響度の想定)

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

- ・国民との相互理解の促進の活動として、2つの深地層の研究施設を積極的に活用し、定期施設見学会を開催しており、見学後や説明後に地層処分技術に関する理解が深まったなどの意見をいただいている。関係自治体や報道機関への施設公開などを進めるとともに、NUMOが主催する一般の方々を対象とした見学会に協力した。
- ・外部機関が主催する科学イベント等に出展し、子どもをはじめとした広い年齢層に科学や地層処分について興味や関心をもってもらう活動を展開した。国やNUMOが主催するシンポジウム及び意見交換会等に研究者・技術者を派遣し、一般の方々や専門家、報道関係者等の参加者と意見交換を行い、地層処分に関する相互理解促進のための活動に協力している。

以上のように、当初計画に沿って国民との相互理解促進を進めてきていることから、自己評価を「B」とした。

<評価の結果>

評価結果	S	:
	A	:★★★★(3名)
	B(標準)	:★★★★★(5名)
	C	:
	D	:

<コメント>

- ・JAEAの自己評価に異議はないが、⑧～⑨までは「A」であるものの、⑩については「B」とする理由が明瞭でない感じがするが、総合評価にも記載したが⑧～⑩は評価項目としてマージしても良かったのではないかとと思われる。
- ・コロナ禍の影響があるなか、施設見学だけでも約6万人を受け入れ、地層処分に関する国民との相互理解を進めた点は高く評価できる。さらに、施設の地元への説明のみならず、科学イベントや地層処分に関するシンポジウムに多数の講師を派遣するなど、広報活動に積極的に取り組んでおり、これらは顕著な成果と認められる。
- ・文献調査対象地域にお住まいの方を含め、関心のある多くの方々に実際に深地層の研究施設を見学していただく取り組みを着実に進めている。また、多くの科学イベントや関連するシンポジウムや意見交換会等に機構の研究者・技術者および関連の職員を送り、社会的受容性の向上に努めている。
- ・URLの建設の可能なことと、その重要性を社会に証明した。
- ・さまざまな取り組みがなされ、大変な努力をしていることが認められるが、社会にどれほど受け入れられているかについてはやや心許なく感じられる。さらに一歩前へ進められるのではないかとと思われる。

第 3 期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

- ・研究開発課題および成果の社会的受容性については、当初計画案に沿って行われており、B 評価と判断する。特に社会的受容性の取り組みとしては、子どもや一般の人々、報道関係者など幅広い層に訴求する活動を行っており、地道な努力を続けている。地層処分に関する理解活動は、ターゲットごとの地道な活動の積み重ねでもあることから、評価する。
- ・国民との相互理解の促進の活動は大変重要であり、研究施設の見学会や報告会、説明会、または様々なイベントを通して、広報活動を推進した点は高く評価できる。
- ・しかし今の時代、情報発信のプラットフォームとして一番重要な WEB サイトの整備には改善の余地があるのではないかと。既述の通り、CoolRep でもいくつかのリンク切れがあり、その上位の JAEA の地層処分のページ (<https://www.jaea.go.jp/04/tisou/toppage/top.html>) においてもリンク切れがある(例えば、https://www.jaea.go.jp/04/tisou/houkokusyo/dai2jitorimatome_be.html の PDF 資料)。
- ・また最近では、YouTube 等での動画配信が広く受け入れられていることから、広報活動として積極的に動画の配信等も行っていくべきではないだろうか。

第 3 期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

評価項目：⑪人材育成に関する取組の妥当性(原子力を担う人材、イノベーション・デジタル化を担う人材等)

<評価の観点に関する実績・成果及び自己評価結果>

<ul style="list-style-type: none"> ・人材育成への貢献として、スーパーサイエンスハイスクールへの講師派遣、東京大学大学院工学系研究科原子力専攻(専門職大学院) および連携大学院での講義、夏期実習生の受け入れ(74名)、特別研究生の受け入れ(30名)に加え、文部科学省国際原子力人材育成イニシアティブ事業(オープン教材の作成・活用による実践的バックエンド教育(H26-29))への協力等を行った。平成 30 年度には、関係する研究開発機関と共同で地層処分に関する「平成 30 年度人材育成セミナー」を開催した。 ・NUMO との共同研究の枠組みで NUMO の若手技術者を東海の研究施設に受入れる等、実施主体の人材育成にも貢献した。さらに、国際機関が主催するセミナーの開催や国外の大学院の講義・実習の受け入れなど国外の人材の育成にも貢献した。 <p>以上のように、機構が有する研究設備、人材、研究開発成果を活用し、次世代の地層処分研究開発を支える人材の育成にも積極的に貢献が行えていることから、本項目についての自己評価を「A」とした。</p>

<評価の結果>

評価結果	S	:
	A	:★★★★★★(6名)
	B(標準)	:★★(2名)
	C	:
	D	:

<コメント>

- ・率直に、これまで JAEA は人材育成は得意とする分野ではなかったと認識しているが、この数年間でさまざまな活動を展開してきており、少なくともその努力を評価することができる。今後、次期計画期間に向けて、どのように展開していくかが期待される。
- ・夏期実習生、特別研究生の受け入れ等をはじめ、講師の派遣も積極的に行っており、原子力を担う人材の育成において高い成果があげられたと評価できる。
- ・原子力分野の人材育成は課題の一つとなっている。その中で、実習やセミナー、さらには実施主体、研究機関および大学等との連携研究等を通じて、地層処分に係る人材を着実に育成している。これらの一連の着実な取り組みは、将来の地層処分事業の継続性とその発展に向けて、人材育成の観点からも大きく貢献しており、特に顕著な成果と言える。
- ・日本中の大学での放射能関係に志願する若者が、少なくなっていると言われている。
- ・大学との連携や、省庁が主導するプログラムの積極的な活用により、若手人材育成に貢献していることは高く評価できる。

第3期中長期目標期間中における研究開発の成果 評価結果（事後評価）

- ・人材育成については NUMO 等他機関と協力して積極的に取り組んでおり、A 評価とする。国内の人材育成に留まらず、地層処分分野におけるグローバルな人材育成に貢献している。研究機関への出張講座も積極的に行っている。
- ・この⑪人材育成に関する取組の妥当性の評価と、④若手研究者の育成・支援への貢献の程度の評価との違いが明確でない。次世代を担う人材育成につながるアウトリーチ活動を意味するのか、世代を問わずイノベーション・デジタル化に対応すべくリカレント教育的な取り組みを意味するのかが分からないため、評価が難しいというのが正直なところである。
- ・この項目を評価するには、デジタル化なのかイノベーション推進なのか、または別の目標なのか分からないが、どのような人材を育成したいのかの目標設定がされていないと、評価のしようがないのではないかと。よって、第4期中長期の目標設定に当たっては、どのような人材を育成したいのかの目標設定を明確にされることを期待する。