

## 放射性廃棄物処分におけるAI利用の展望に関するパネル討論

### バックエンド部会運営小委員会\*1

2025年9月11日(木), 北九州国際会議場で開催された日本原子力学会2025年秋の大会において、「放射性廃棄物処分におけるAI利用の展望」と題したバックエンド部会の企画セッションが開催された。その中で、「AIモデルの信頼性と安全評価への導入における壁」という課題についてパネル討論が行われ、パネリスト同士の意見交換がなされた。本稿ではその内容を報告する。

なお、本稿では、パネルディスカッションの参加者の発言のニュアンスを正確に伝えるため、です・ます調の文体としている。

**Keywords:** 日本原子力学会, バックエンド部会, 企画セッション, パネルディスカッション

### 1 参加者

司会：石田 圭輔  
パネリスト：  
座長：斎藤 拓巳（東京大学）  
大塚 楓（原子力規制庁）  
北村 晓（JAEA）  
柴田 雅博（NUMO）

順不同敬称略

### 2 各パネリストからの意見

石田(司会)：パネルディスカッションの司会を担当します石田です。進め方については、まず、4名のパネリストの方に自己紹介とAI利用に関するご意見を賜れたらと思います。その後に、AI利用に関しては、多様な課題があることを皆さんもご承知のことだと思いますが、議論を効率的に進めるために「AIモデルの信頼性と安全評価への導入における壁」というテーマについて、集中的に議論したいと考えております。その後、会場の皆様とパネリストとの間で意見交換をさせて頂きたいと考えておりますので、よろしくお願ひいたします。それでは、自己紹介の方からお願いできればと思います。

斎藤：改めて、このセッションの座長を務めます斎藤と申します。私自身、元々研究は核種や重金属と土壤・地下水媒質との反応研究をやっていましたが、最近、核種データの解析も手掛けております。個人的に、今後AIをどう使っていくかという点においては、この廃棄物処分の問題は、おそらくモデル駆動のフレームワークの最たる問題だと思っておりまして、ただ一方、本日、北村さんの講演にもあったように、今後実サイトが決まってくる中で、地下の情報はかなりの高密度で得られてくるものだと思います。そういうデータをどう安全評価に組み込んでいくのか。つまり、今までモデル駆動のフレームワークだったものにどうデータ駆動の要素を入れていくのかというのが、これからひとつの大きな研究の主軸になると想っています。それによって、もしかしたら安全性が上がる、信頼性も得られるかもしれないなと考えているところです。

Panel discussion on the validation and performance assurance approach to waste management by NUCE

\*1 日本原子力学会バックエンド部会

Atomic Energy Society of Japan (AESJ)

Division of Nuclear Fuel Cycle and Environment (NUCE)

本稿は、日本原子力学会2025年秋の大会企画セッション「放射性廃棄物処分におけるAI利用の展望」におけるパネル討論に加筆したものである。

柴田：NUMOで技術担当の理事を務めております、柴田と申します。私自身はNUMOに移る前はJAEAで性能評価関係の基礎的な研究などをしており、AIの専門家ではありませんが、事業者としては、この新しい技術をしっかりと取り入れていくことが重要だと考えています。調査や解析の効率化、あるいは安全性の説明における活用など、幅広い分野での活用が期待できると考えています。一方、AI特有の問題をどう解決していくのか、規制との対話の中でどのように取り扱っていくのかといったことも今後の課題だと認識しております。

北村：JAEAの北村でございます。私は元々、放射性核種の移行に関する実験研究に携わってきましたが、今は地層処分研究開発全般を統括しております。私ども地層処分に携わる立場から申し上げると、地下施設におけるシミュレーションや予測、物質移行も含めて、地下の動きをいかに的確に予測するか、処分場の安全性をいかにきちんと押さえるかというところが大事だと思っております。そのひとつの重要な視点が、先ほどご紹介したデジタルツイン技術なのかなと考えております。AIそのものを研究するのではなく、AIを活用して何ができるかといったところに視点を置いています。

大塚：原子力規制庁の大塚と申します。私自身は低レベル放射性廃棄物の研究から始まり、放射性廃棄物に関しては一通り取り扱ってまいりました。現在は放射性廃棄物研究部門の廃棄物処分の安全研究を統括しております。AI利用に関しては、まだ組織として業務で活用している段階ではございません。他方で、AIを使った申請が出てくることは将来的に避けられないと考えています。こうした申請を我々が受けたときに、規制として何をすればいいのか、ということを技術的観点から他国の規制機関とも議論し、情報収集をしているところでございます。

石田(司会)：自己紹介とAI利用に関するご意見をいただきありがとうございました。それでは、「AIモデルの信頼性と安全評価への導入における壁」というテーマについて議論させて頂けたらと思います。まず斎藤先生の方から、研究の最前線で何が課題となっているかについてご説明頂きたいのですが。

斎藤：AI利用と一言で言っても、予測AI、生成AI、分

類 AI など様々な種類があり、対応する問題も様々です。それぞれの AI 利用に際して壁（課題）があると思いますが、それをまとめて話すと、やはりひとつは「ブラックボックス」であるということが大きな壁だと思います。また、処分特有の問題として、長期性の話をどうしていくのか、どうしても外挿になってしまふところをどう扱うのか、あるいはスパースなデータしか得られない中でどうモデルを構築していくのか、という課題もあると思います。

石田（司会）：ありがとうございます。どなたか、斎藤先生の見解に対し何かご意見ありますか？例えば、事業者として AI の壁にどう取り組んでいくかといったご意見をお聞かせ願えるとありがたいのですが。

柴田：結果の透明性という観点で「ブラックボックス化」は課題と認識していますが、事業者の視点という以前に、AI 利用の最前線での共通課題と認識しています。具体的な対応としては、教師データを使った機械学習による予測に對しては、教師データとして使っていないデータを適切に予測できるか確認をすると、モデルの中に物理モデルを一部入れたり、物理モデルとの比較をしたりといったことはあるでしょう。また、近年 XAI（Explainable AI）といった取組みも進められており、そのような動きをしっかりと捉えていくのが大事なのかなと思います。

石田（司会）：ありがとうございます。事業者のご意見をお聞きしましたので、事業者が AI を使用した設計計算等に基づく申請書が提出された場合に、規制機関はどのように対応するのかということをお伺いしてもよろしいでしょうか？

大塚：はい、ありがとうございます。個人的な見解になりますが、AI を使った申請自体に規制側が拒否感を持つということはないと思います。ただ、ブラックボックスの問題がありますので、それがなぜ妥当なのかという問い合わせて、ロジカルな説明ができないものに対しては、規制側としては「それで良い」とはなかなか言えない問題があります。また、処分特有の長期性の問題、例えば数万年、100 万年といった超長期に外挿する際に、どう学習データを使って妥当性を確認していくべきか、というところは直まだ答えがなく、これから考えていくところだと思っています。

石田（司会）：ありがとうございます。斎藤先生にお伺いしますが、大塚さんのコメントについて、何かご意見はありますか？

斎藤：そうですね。ブラックボックスや長期性の話、これには様々なアプローチがあると思います。今日のご発表の中でも、物理モデルを入れたり、複数の AI モデルを組み合わせたりといった話がありました。そういうアプローチで、ある程度の説明性をモデルの中に取り込めると思います。また、専門家の推論をモデルに取り込んでいくこと

も、技術的には可能だと思います。ですので、様々なアプローチをどう組み合わせ、使っていくかというのが技術的なところとしてあるかなと思います。

石田（司会）：北村さんにお聞きしますが、地層処分事業を支える基盤研究機関である JAEA さんでは、AI の利用をどうお考えでしょうか？

北村：JAEA では、部署によって AI 利用に関する取り組み方が様々で、計算コスト低減のために大規模データを使う部署もあれば、許認可の文書を学習させてライセンシングに使う取り組みを始めている部署もあります。地層処分研究開発に関して言えば、いかに膨大なデータをうまく整理し、地層処分システムの長期的な安全性をいかに的確に予測していくかという技術的なところに注力していくたいと考えております。

石田（司会）：パネリストの皆さん、ありがとうございます。会場の皆様から、何かご質問があればお願いします。

質問者 1：大変貴重なディスカッションありがとうございました。非常に勉強になりました。地層処分は不均質な母岩と長い時間スケールを対象としているため、AI 技術との親和性が非常に高いと考えています。そのとき、規制との関係は避けられません。他の分野、例えば車や鉄道、航空などの分野でも、AI 利用が適用されている分野はありますが、そういう分野で安全性を担保する上での規制への取り組みや対応について、何か経験や、何が鍵になっているのかをご存知でしたら教えていただきたいと思います。

柴田：規制からのお答えの前に「他分野」というキーワードで一言コメントをさせて下さい。他分野での動向を注視するということは重要な視点であると思います。世の中の AI 技術がどう使われているのか、あるいはブラックボックス問題についてどう解決策を模索しているのかといったことを、分野を超えて広くコミュニケーションしていくことが大事だと思います。

大塚：私ども以外の行政機関、例えば国土交通省など、私も調べた範囲ですが、許認可のプロセスで規制側が直接的に AI を使っているという状況は現状見られていません。ただ、将来 AI を使った申請が出てくる蓋然性が高いため、将来我々が準備不足とならないよう、例えば NUMO さんがどのような方向で検討しているのかといった情報を適宜交換し、技術的な準備を進めていくフェーズにあると考えております。

斎藤：おそらく問題の類似性という意味では、CCS（二酸化炭素回収・貯留）や天然ガスの話はかなり近い問題になっていると思うので、そういうところで AI がどう使われているのか、どう議論されているのか、というのは参考になるのではないかと思います。

質問者 2：面白いお話をありがとうございました。ブラックボックスの問題が仮に解消されたとして、今度はその大量のデータを誰が処理するのか、という話になったときに、AI の専門人材をどう確保していくか、という課題があると思います。人材確保の面で、どのようなことをされていくのか伺いたいです。

柴田：人材確保は常に悩ましい共通の課題です。内部ですべてできるわけではないですし、外部の事業者さんや研究機関といかにコミュニケーションをとって、連携していくかということも重要です。自らの能力を高める努力を地道に続けるとともに、そういった外部の調査なども進め、全体としてのロードマップを考えながら進めていくことが重要だと思います。

大塚：ほとんど柴田さんがおっしゃっていることと同じになってしまいますが、私どもとしても人材確保は非常に頭の痛い問題です。処分は先の長い事業のため、将来どの段階でどういった専門家が必要なのかという人材マップの作成や、内部でカバーできるところと外部の力を借りるところを分けていくといったことも進めています。規制庁の中に AI 自体の専門家が必要になるとは今のところ思っていませんが、AI はあくまで道具なので、我々ユーザーがその技術の特徴をしっかりと理解することで見落としがないようにしなければならないと考えています。

北村：人材確保は AI 利用に限った話ではなく、今後地層処分や埋設処分の人材をどう確保していくかというのは大きな問題だと思っています。同じ業界の中で人材の発掘は閉じがちですが、そこからいかに脱却して、いろんな分野の方に興味を持っていただくなというところに、今後取り組んでいくべきだと考えています。

石田（司会）：ありがとうございました。ちょうどお時間になりましたので、これで質問を終わりたいと思います。最後に、齊藤先生からご挨拶をお願いします。

齊藤：本日はこの企画セッションにご参加いただき、誠にありがとうございました。この企画セッションは、個人的にはまだ口火かなと思っておりまして、今後は論点を絞って、引き続き皆さんと議論を深めていきたいと思っております。最後に、前半に発表していただいた 4 名の方に拍手で終わりたいと思います。ありがとうございました。