

Oral presentation | III. Fission Energy Engineering : 305-1 Computational Science and Engineering

📅 Fri. Sep 13, 2024 11:05 AM - 11:55 AM JST | Fri. Sep 13, 2024 2:05 AM - 2:55 AM UTC 🏠 Room
H(Recture RoomsB 1F B102)

[3H05-07] Machine Learning 1

Chair:Kenta Inagaki(CRIEPI)

11:05 AM - 11:20 AM JST | 2:05 AM - 2:20 AM UTC

[3H05]

Development of basic concept of quality management of the use of AI/ML in nuclear power plants

(1) Background of the development

*Kazuyuki Demachi¹, Naoyuki Kono², Koichi Kashimata², Kenji Aragane³, Masaki Kawai⁴, Masaki Onodera⁴ (1. UTokyo, 2. HGNE, 3. NEL, 4. MRI)

11:20 AM - 11:35 AM JST | 2:20 AM - 2:35 AM UTC

[3H06]

Development of basic concept of quality management of the use of AI/ML in nuclear power plants

(2) Considerations and use cases for AI/ML applications in nuclear power plants

*Koichi Kashimata¹, Naoyuki Kono¹, Kenji Aragane³, Masaki Onodera², Masaki Kawai², Kazuyuki Demachi⁴ (1. HGNE, 2. MRI, 3. NEL, 4. UTokyo)

11:35 AM - 11:50 AM JST | 2:35 AM - 2:50 AM UTC

[3H07]

Development of basic concept of quality management of the use of AI/ML in nuclear power plants

(3) Views on Risk Avoidance of AI/ML in basic concept related to AI quality and future challenges

*Kawai Masaki¹, Onodera Masaki¹, Etoh Junji¹, Itakura Toyokazu¹, Shibagaki Kazuhiro¹, Shintaro Yagi¹, Kono Naoyuki², Kashimata Koichi², Aragane Kenji³, Demachi Kazuyuki⁴ (1. MRI, 2. HGNE, 3. NEL, 4. UTokyo)

11:50 AM - 11:55 AM JST | 2:50 AM - 2:55 AM UTC

Time reserved for Chair

原子力分野の AI 品質に係る基本的な考え方の開発

(1) 検討の背景

Development of basic concept of quality management of the use of AI/ML in nuclear power plants

(1) Background of the development

*出町 和之¹, 河野 尚幸², 樫又 恒一², 荒金 賢二³, 河合 理城⁴, 小野寺 将規⁴

¹ 東京大学, ² 日立 GE ニュークリア・エナジー, ³ 原子力エンジニアリング, ⁴ 三菱総合研究所

革新炉や既存炉への機械学習技術の導入促進を目的に、AI 技術のうち特に機械学習技術に着目した、原子力分野の信頼性評価の基本的な考え方の草案を開発している。

キーワード: AI, 機械学習, ガイドライン, 品質保証

海外原子力産業では、GX/DXや生成系AIの開発動向等を踏まえたAI技術の積極利用の方針が公表され、これに従って官民の強力な連携の下、持続的なイノベーション促進と雇用の維持・創出が可能な産業への転換が推進されている。我が国においてもカーボンニュートラル実現に向けて原子力発電所および原子力産業基盤を活用するのであれば、デジタル化技術活用の導入に積極的に取り組むべきである。

この課題意識のもと、資源エネルギー庁・令和3年度原子力産業基盤強化事業「Society5.0の実現に向けた原子力デジタル産業基盤の構想」において原子力発電所のデジタル化における目指すべき方向性や課題を取りまとめた。さらに令和4年度、「通信インフラの強靱化」、「AI等を利用する場合の品質保証（信頼性評価）」、「人材育成（デジタルリテラシーの向上）」等が、特に公共性の高い課題であると認識した。令和5年度の資源エネルギー庁・原子力産業基盤強化事業「革新炉開発・原子力発電所運営において利用するAI品質に係る基本的な考え方の開発」では、このうち特に「AI等を利用する場合の信頼性評価」に着目し、新型炉開発・許認可・建設、および既存炉運転段階において利用されるAI品質に係る基本的な考え方を検討するとともに、AIの中でも近年に実用化が進んでいる機械学習を対象に、原子力分野における信頼性評価の基本的な考え方の草案を開発した。

具体的には、産業技術総合研究所^[1]やAIプロダクト品質保証コンソーシアム^[2]によるAI信頼性評価の体系化・留意点に関する先駆的な検討、および石油化学コンビナート等災害防止3省連絡会議がプラント保安分野に特化してまとめたAI信頼性の管理方法やAI事例集^[3]を参考とし、これらを原子力分野において解釈して適用する方法について整理した。

将来、本ガイドラインを使用することで原子力分野におけるAIへの信頼性評価を実現するとともに、その効果として我が国の原子力発電所および原子力産業でのAI技術導入が活性化することを期待します。

謝辞

本調査研究は、経済産業省資源エネルギー庁の「令和5年度原子力産業基盤強化事業」として行われたものである。本稿は著者らの意見を表明したものであり、資源エネルギー庁の見解を反映するものではない。

参考文献

- [1] 「機械学習品質マネジメントガイドライン」(産業技術総合研究所(2020))
- [2] 「AIプロダクト品質保証ガイドライン」(AIプロダクト品質保証コンソーシアム(2020))
- [3] 「プラント保安分野AI信頼性評価ガイドライン」(石油化学コンビナート等災害防止3省連絡会議(2020))

*Kazuyuki Demachi¹, Naoyuki Kono², Koichi Kashimata², Kenji Aragane³, Masaki Kawai⁴ and Masaki Onodera⁴

¹The Univ. of Tokyo, ²Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd., ³Nuclear Engineering, Ltd., ⁴Mitsubishi Research Institute

原子力分野の AI 品質に係る基本的な考え方の開発 (2)原子力分野特有の検討事項、ユースケースについて

Development of basic concept of quality management of the use of AI/ML in nuclear power plants

(2) Considerations and use cases for AI/ML applications in nuclear power plants

*樫又 恒一¹, 河野 尚幸¹, 荒金 賢二², 小野寺 将規³, 河合 理城³, 出町 和之⁴

¹日立 GE, ²原子力エンジ, ³三菱総研, ⁴東京大学

革新炉や既存炉への機械学習技術の導入促進を目的に、AI 技術のうち特に機械学習技術に着目した、原子力分野の信頼性評価の基本的な考え方の草案を開発している。機械学習を原子力発電所の設計・運営・廃炉に適用する際の原子力分野特有の留意点抽出と機械学習活用ユースケースについて検討した。

キーワード：AI、機械学習、品質管理

1. 緒言

機械学習を利用して提供される製品やサービスについて一般産業の取り組みを参考にし、機械学習を原子力発電所へ適用する際に求められる品質を想定することで原子力分野特有の留意点を抽出した。また原子力分野での AI 活用ユースケースの調査を行った。

2. 実施事項

2-1. 原子力分野特有の検討事項抽出

機械学習技術を原子力分野で利用する際の留意点を抽出した。抽出にあたっては、国内石油化学プラントの保安分野を対象として整備された「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン」^[1]の記載内容を参照し、石油化学と原子力の求められる品質の違いを比較検討した。抽出事項を基に原子力分野における機械学習活用のためのガイドラインにインプットすべき事項を整理した。また、原子力発電所における機械学習システムの適用範囲とそのリスクを適切に調整するための簡易評価のフロー案などを開発しユースケース等で活用することの有効性を草案で提案した。

2-2. 原子力分野におけるユースケース調査

原子力発電所の設計・運営・廃炉に対して機械学習を適用した実績または研究開発中の公開事例からユースケースを抽出し、活用プロセスや求められる品質を想定することで原子力分野特有の事項の検討を行った。機械学習活用ケースは、業務上の利用シーンと、AI 技術分類により、4 つのカテゴリ（実行系、生成系、識別系、予測系）に分類した。

3. 結言

本検討にて原子力分野における機械学習技術に着目した信頼性評価の基本的な考え方の草案を開発した。今後、抽出したユースケースに対して原子力分野における基本的な考え方を適用し、考え方の妥当性を確認するとともに、現場導入へのプロセスや説明性確保の具体化を進めていく。

謝辞

本調査研究は、経済産業省資源エネルギー庁の「令和 5 年度原子力産業基盤強化事業」として行われたものである。なお本稿は著者らの意見を表明したものであり、資源エネルギー庁の見解を反映するものではない。

参考文献

[1] 石油化学コンビナート等災害防止 3 省連絡会議, “プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン”, 2020.

* Koichi Kashimata¹, Naoyuki Kono¹, Kenji Aragane², Masaki Onodera³, Masaki Kawai³, Kazuyuki Demachi⁴

¹Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd, ²Nuclear Engineering Ltd., ³Mitsubishi Research Institute, Inc., ⁴The University of Tokyo.

原子力分野の AI 品質に係る基本的な考え方の開発
(3) AI のリスク回避性に関する考え方と今後の課題

Development of basic concept of quality management of the use of AI/ML in nuclear power plants

(3) Views on Risk Avoidance of AI/ML in basic concept related to AI quality and future challenges

*河合 理城¹, 小野寺 将規¹, 江藤 淳二¹, 板倉 豊和¹, 柴垣 和広¹, 八木 伸太郎¹,
河野 尚幸², 樫又 恒一², 荒金 賢二³, 出町 和之⁴

¹三菱総合研究所, ²日立 GE ニュークリア・エナジー, ³原子力エンジニアリング, ⁴東京大学

革新炉や既存炉への機械学習技術の導入促進を目的に、AI 技術のうち特に機械学習技術に着目した、原子力分野の信頼性評価の基本的な考え方の草案を開発している。特に、プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドラインをベースとし、原子力特有の変更点としてリスク回避性の指標の簡易評価手法を検討した。

キーワード : AI, 信頼性評価, 機械学習, リスク

1. 緒言

石油化学プラントの保安分野を対象として AI (特に機械学習) の信頼性評価に関して整備された、「プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン」^[1]をベースとし、原子力分野における AI の信頼性評価を検討した。ベースとしたガイドラインでは、機械学習の品質を「利用時品質」、「外部品質」、「内部品質」の 3 階層に分け、それらの達成を通じて機械学習利用システムの信頼性を管理する。そのうち、「外部品質」が機械学習要素の満たすべきことを指し、「リスク回避性」と「パフォーマンス」に分けられる。このリスク回避性のレベルについて、原子力分野でどのように評価すべきかを検討した。

2. AISL (リスク回避性のレベル) の考え方

機械学習要素の誤判断による悪影響に対する回避の要求の強さに応じてレベルを設定し、これを AISL と呼ぶ。原子力分野においては、取り扱うリスクの内容、リスクレベルが一般産業等と必ずしも一致しないことを踏まえ、右図のように AISL の評価方法の変更を検討した。フロー中に記載の AISL 表は、機械学習要素の誤判断に起因する人的または経済的な影響の強度と、誤判断を人間が回避する可能性の程度で、レベルを簡易評価するものである。今後、具体の機械学習要素を有する AI 技術で評価を実施し、課題抽出や改善等を実施する。

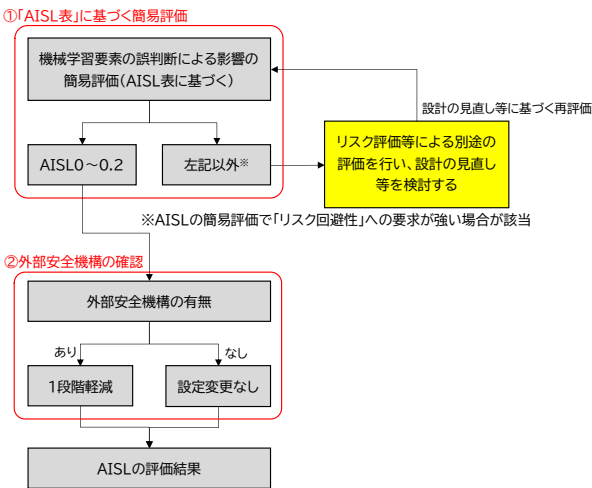


図. AISL の設定フロー

謝辞

本調査研究は、経済産業省資源エネルギー庁の「令和 5 年度原子力産業基盤強化事業」として行われたものである。本稿は著者らの意見を表明したものであり、資源エネルギー庁の見解を反映するものではない。

参考文献

[1] 石油化学コンビナート等災害防止 3 省連絡会議, “プラント保安分野 AI 信頼性評価ガイドライン”, 2020.

*Masaki Kawai¹, Masaki Onodera¹, Junji Etoh¹, Toyokazu Itakura¹, Kazuhiro Shibagaki¹, Shintaro Yagi¹, Naoyuki Kono², Koichi Kashimata², Kenji Aragane³, Kazuyuki Demachi⁴

¹MRI, ²HGNE, ³NEL, ⁴UTokyo