

ISCN Newsletter

(ISCN ニュースレター)

No.0350

February, 2026

Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation, Security and
Human Resource Development (ISCN)

原子力人材育成・核不拡散・核セキュリティ総合支援センター

Japan Atomic Energy Agency (JAEA)

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構



目次

1. お知らせ	4
1-1 原子力人材育成ネットワーク高等教育分科会主催 令和7年度学生原子力施設見学会開催	4
2. 核不拡散・核セキュリティに関する動向(解説・分析)	5
2-1 米国と韓国及び米国とサウジアラビアの民生用原子力協力について	5
2025年11月、ホワイトハウスは、米国と韓国、米国とサウジアラビアとの協力に関する各々のファクトシートを公表した。これらには、米国と両国との間の民生用原子力協力に関する事項も含まれており、それらの概要を紹介する。	
2-1-1 米国と韓国の民生用原子力協力について	5
2-1-2 米国とサウジアラビアの民生用原子力協力について	12
2-2 IAEA 技術報告書「原子力産業界における人工知能(AI)の導入に関する考察」の概要紹介	19
2025年9月に発行されたIAEA技術報告書「原子力産業界における人工知能(AI)の導入に関する考察」(NR-T-1.26)の概要を紹介する。	
2-3 原子力への航路:フィリピンの挑戦	28
本稿では、同国のエネルギー情勢、原子力政策の枠組み、制度的取決め、規制体制、そして人材育成における主要課題について概観する。	
2-4 エストニア—小型モジュール炉(SMR)の導入に向けて—	42
本稿「エストニア—小型モジュール炉の導入に向けて—」は、エストニアの小型モジュール炉(SMR)導入計画について、エネルギー情勢・原子力政策の形成過程・制度枠組み・人材育成・社会的受容の観点から概観する。	
3. 活動報告	52
3-1 国際展示会 Intersec 2026 出展報告	52
1月12日～14日にドバイで開催されたセキュリティ関連の国際展示会 Intersec 2026 に参加し、ISCN で開発を進めている核セキュリティ関連技術についての展示を行った。その概要を報告する。	
3-2 IAEA 理事国大使 ISCN 実習フィールド訪問報告	53
IAEA 理事国大使の ISCN 実習フィールドへの訪問について報告する。	
3-3 第22回 ASEAN+3 エネルギー安全保障フォーラム出張報告	54
令和7年11月14日にタイ・バンコクで開催された第22回 ASEAN+3 エネルギー安全保障フォーラムの原子力セッションの出張報告をする。	

3-4 講師育成事業:ベトナム原子力研究所との合同運営委員会の開催(文科省委託事業)-----	56
講師育成事業:ベトナム原子力研究所との合同運営委員会の開催について報告する。(文科省委託事業)	
3-5 第25回核燃料取扱主任者受験講座開催報告-----	57
第25回核燃料取扱主任者受験講座の開催報告をする。	
3-6 令和7年度・原子力人材育成等推進事業「放射線・原子力に関する基礎的な実験・実習プログラム」開催報告-----	58
令和7年度・原子力人材育成等推進事業「放射線・原子力に関する基礎的な実験・実習プログラム」の開催報告をする。	
4. コラム-----	60
4-1 助け合いを重んじるウィーンと国際原子力機関(IAEA)勤務-----	60
IAEA 核セキュリティ部に勤務している伊東よりウィーンの雰囲気を紹介する。	

Contents

1. Announcements	4
1-1 2025 Student Nuclear Facility Tour	4
2. Nuclear Non-proliferation and Nuclear Security Trends and Analysis	5
2-1 U.S.-South Korea and U.S.-Saudi Arabia Civil Nuclear Cooperation	5
In November 2025, the White House released a fact sheet detailing U.S. cooperation with South Korea and Saudi Arabia, including civil nuclear collaboration with both countries. This article provides an overview of the key points outlined in the fact sheet.	
2-1-1 U.S.-South Korea Civil Nuclear Cooperation	5
2-1-2 U.S.-Saudi Arabia Civil Nuclear Cooperation	12
2-2 Summary of the IAEA Technical Report Entitled “Considerations for Deploying Artificial Intelligence Applications in the Nuclear Power Industry”	19
This paper provides an overview of the IAEA technical report “Considerations for Deploying Artificial Intelligence Applications in the Nuclear Power Industry” (NR-T-1.26), published in September 2025.	
2-3 The Philippine's Road to Nuclear Energy	28
This article provides an overview of the country's energy landscape, the framework of its nuclear policy, institutional arrangements, regulatory system, and key challenges in human resource development. This contribution was authored by Dr. Anita, the former Director of the IAEA Office of Nuclear Security, and edited by ISCN.	
2-4 Estonia - Towards Deployment of Small Modular Reactor	42
This article, titled “Estonia Towards Deployment of Small Modular Reactor”, provides an overview of Estonia's plan to introduce small modular reactors(SMRs), focusing on the country's energy landscape, the process of nuclear policy formation, institutional and regulatory frameworks, human resource development, and public acceptance. This contribution was authored by Dr. Anita, the former Director of the IAEA Office of Nuclear Security, and edited by ISCN.	
3. ISCN's Activities Reports	52
3-1 International Exhibition “Intersec 2026” Report	52
At Intersec 2026, an international security-related exhibition held in Dubai from January 12-14, ISCN exhibited nuclear security-related technologies being developed at ISCN.	
3-2 Reports on the ISCN Exercise Field Visit by Ambassadors of the IAEA Board of Governors Member States	53
3-3 Report on the nuclear session of the 22nd ASEAN+3 Energy Security Forum held in Bangkok, Thailand on November 14, 2025	54
3-4 Steering Committee Meeting with Vietnam Atomic Energy Institute (MEXT-commissioned project)	56
3-5 Report on the 25th Chief Engineer of Nuclear Fuel Examination Course	57

3-6 Report on the 2025 Nuclear Human Resources Development Promotion Project “Basic Experiment and Training Program on Radiation and Nuclear Energy”	58
4. Column	60
4-1 Working at the International Atomic Energy Agency (IAEA) in Vienna, a city that values mutual support.	60

From Ito, working in Vienna, shares impressions of the local atmosphere.

1. お知らせ

1-1 原子力人材育成ネットワーク高等教育分科会主催 令和7年度学生 原子力施設見学会開催

- 日 時: 2026年3月30日(月)
- 見 学 先: 日立製作所日立事業所臨海工場、日本原子力研究開発機構
原子力科学研究所
- 内 容:
 - 日立製作所日立事業所臨海工場
 - ・大型製缶工場(使用済み燃料輸送・貯蔵兼用キャスク)
 - ・建設中 ABWR 向け蒸気乾燥器、気水分離器、上部格子板
 - ・精機工場
 - 日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所
 - ・J-PARC(大強度陽子加速器施設)
 - ・ISCN(原子力人材育成・核不拡散・核セキュリティ総合支援センター)
実習フィールド
- 定 員:40人
定員を超える応募があった場合は、選考を行います。締切日前であっても、定員に達した時点で募集を終了することがあります。
- 申込方法及び締切:

下記リンクより2026年2月28日(土)までにお申し込みください。
<<https://forms.gle/CcjeSmF2rpTqEnQf6>>

参加の可否は、3月10日(火)までに、お申込み時のメールアドレスに御連絡差
し上げます。
- 連絡事項:
 - *お預かりした個人情報は、見学施設への手続並びにイベントの御案内及びアンケート調査依頼に利用します。
 - *御参加いただく方には追って集合場所、諸注意等を御案内します。
 - *見学する施設に関しては諸事情で変更することがあります。

2. 核不拡散・核セキュリティに関する動向（解説・分析）

2-1 米国と韓国及び米国とサウジアラビアの民生用原子力協力について

【概要】

2025年11月、ホワイトハウスは、米国と韓国、米国とサウジアラビアとの協力に関する各々のファクトシートを公表した。これらには、米国と両国との間の民生用原子力協力に関する事項も含まれており、本稿ではその概要を紹介する。なお、米国は韓国とは既に民生用原子力協力協定¹（以下、123協定と略²）を締結している一方、サウジアラビアとは現在も協定交渉を継続している。

2-1-1 米国と韓国の民生用原子力協力について

【ファクトシートの内容(原子力協力に関する部分)】

2025年11月13日、ホワイトハウスは、「ドナルド・J・トランプ大統領と李在明大統領の会談に関する共同ファクトシート(Joint Fact Sheet on President Donald J. Trump's Meeting with President Lee Jae Myung)」^{3,4}と題する文書を発表した。同ファクトシートでは、米韓同盟の強化、経済協力、海洋・原子力パートナーシップなど多岐に亘る協力内容が示されている。原子力分野では以下が明記された。

- 米国は、韓国との123協定及び米国の法的要件を前提として、韓国による平和的目的のウラン濃縮及び使用済燃料再処理に向けたプロセスを支持する
- 米国は、韓国による攻撃型原子力潜水艦の建造を承認し、燃料調達の手段を含め、建造計画の要件策定に向けて韓国と緊密に連携する

前者について、韓国は露国のウラン濃縮役務への依存や使用済燃料のサイト内貯蔵能力の逼迫を背景に、平和的目的のためのウラン濃縮及び使用済燃料の再処理の必要性を主張した。これに対し米国は、関連手続きの支援に応じる姿勢を示し、今後は「既存の米韓123協定の枠内で韓国のウラン濃縮・再処理を認めるのか、あるいは協定改正を検討するのか」について、両国間で幅広い議論が進む見通しである⁵。また、後者(原子力潜水艦)については、「急速に変化する地域の安全保障に対応するため」、トランプ大統領が「北朝鮮の原子力潜水艦建造等の動向次第では、韓国に

¹ GovInfo, <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CDOC-114hdoc43/pdf/CDOC-114hdoc43.pdf>

² 米国と他国との民生用原子力協力は、米国原子力法第123条によって法的枠組みと条件が定められており、このため当該協力協定は一般に「123協定」と呼ばれている。

³ White House, <https://www.whitehouse.gov/fact-sheets/2025/11/joint-fact-sheet-on-president-donald-j-trumps-meeting-with-president-lee-jae-myung/>

⁴ ファクトシートは、朝鮮半島及びインド太平洋地域の平和・安全・繁栄の要として、米韓同盟を強化する「新たな章」を宣言し、韓国から米国への3,500億ドルの投資を含む重要産業の再建・拡大、外国為替市場の安定、商業関係の強化、相互貿易の促進、経済的繁栄の確保、米韓同盟の近代化、朝鮮半島及び地域情勢に関する調整、海洋・原子力パートナーシップ等、多岐に亘る協力分野の概要を示している。

⁵ 桜井久子、「米国 韓国のウラン濃縮と使用済み燃料の再処理を支持」、2025年11月18日、原子力産業新聞、<https://www.jaif.or.jp/journal/oversea/30941.html>

も原子力潜水艦が必要になる」との認識を共有し、今後も協議を継続することで一致した⁶。

なお、以下に「参考」として、前者の韓国におけるウラン濃縮及び再処理の実施に関し、既存の米韓 123 協定(2015 年 6 月 15 日署名、同年 11 月 15 日発効、有効期間は 20 年。以下、「協定」と略)⁷の規定内容について紹介する。また、韓国が以前から取り組んでいるパイロプロセッシング(乾式再処理)の概要及び保障措置上の課題について併せて紹介する。

【報告:政策調査室】

【参考】

【現行の米韓原子力協力協定におけるウラン濃縮、再処理等に係る規定及びパイロプロセッシング(乾式再処理)について】

以下では参考として、韓国におけるウラン濃縮と、使用済燃料の再処理その他の形状または内容の変更(以下、「再処理等」と略)の実施に関する、現行の米韓 123 協定の規定内容を概説する。また、韓国が取り組む乾式再処理技術であるパイロプロセッシングと、その保障措置上の課題についても概要を紹介する。

米韓間 123 協定では、韓国によるウラン-235 の 20%未満の濃縮及び使用済燃料の再処理等について、ハイレベル二国間委員会(HLBC、後述)での協議、燃料サイクルに関する米韓共同研究(JFCS、後述)の実施、施設に適用される「保障措置取決め」(施設附属書)の発効等、実施条件と手続が厳格に定められている。特に再処理等に対する規定は、濃縮に比し一層厳格である(後述参照)。

さらに協定には、「核拡散リスクの重大な増大や例外的事態により国家安全保障上の脅威が生じた場合」、必要最小限の期間に限り、ウラン濃縮及び再処理等に対する同意を停止できる旨が盛り込まれている。明示的な記述はないものの、米国が北朝鮮情勢を踏まえ、韓国におけるウラン濃縮や再処理能力の拡大に慎重な姿勢を維持していることは十分に推察される。一方で韓国は、こうした重い制度的制約を踏まえ、今回の両国首脳会談の場で、協定改正等を求めたと考えられる。

【ウラン-235 の 20%未満の濃縮の実施】

【協定上の実施条件等】

現行の米韓 123 協定第 11 条第 2 項は、韓国が本協定に基づき移転されたウラン-235 の濃縮を実施できるのは、以下の条件を満たす場合に限ると規定している。

- (a) ハイレベル二国間委員会(High Level Bilateral Commission: HLBC)⁸での協議を経て、両国が濃

⁶ JETRO、「韓米首脳会談が開催、安全保障や関税交渉が進展」、2025 年 11 月 4 日、<https://www.jetro.go.jp/biznews/2025/11/ed82752090abe3a7.html>

⁷ DOE, “123 Agreements for Peaceful Cooperation”, <https://www.energy.gov/nnsa/123-agreements-peaceful-cooperation>

⁸ HLBC(本協定第 18 条第 2 項に基づき設立)は、米国側は DOE 副長官、韓国側は外務省副大臣が共同議長を務め、①少なくとも年 1 回、両国が交互にホストして委員会を開催し、②使用済燃料管理、原子力輸出と輸出管理協力、核燃料供給の保証、核セキュリティの 4 つのワーキンググループ(WG)の設置、③各 WG、共同常任委

縮に関する書面での取決め(arrangement)に合意すること。取決めは、両国の条約、国内法、許認可要件に適合していること。

- (b) ウラン-235 の濃縮度が 20%未満であること

さらに、協定の合意議事録「7. ウラン濃縮」は、韓国が濃縮を実施し得る場合の条件及び手続きを 7 項目で規定している。その概要は以下のとおりである。

1. **HLBC での協議**:ウラン濃縮の適切な選択肢⁹を特定するため、HLBC で協議を行う
2. **選択肢の評価クライテリア**: 協議では、選択肢の評価に当たり、技術的実現可能性(technical feasibility)、経済的妥当性(economic viability)、効果的な保障措置の適用可能性(effective safeguardability)、適切な核物質防護(adequate physical protection)の確保、必要な機器、部品、技術の導入に伴う核拡散リスクの有意な増大(significant increase)の有無を重視する
3. **取決めの策定**: 相互に受け入れ可能な選択肢が特定された場合は、原子力供給国グループ(NSG)ガイドラインを踏まえ、書面の取決め(arrangement)を策定する
4. **20%未満のウラン濃縮の実施条件**: 取決め合意後、本協定対象ウラン-235 を 20%未満まで濃縮することができる。ただし、以下 5.の規定に従う
5. **附属書 III への施設の追加と保障措置**:ウラン濃縮活動は、本合意議事録附属書(以下、「附属書」と略)III に追加された施設に限り、当事国の法令及び以下の規定に従って実施する
 - a. 当事国は、附属書 III に施設を追加する提案を行うに先立ち、IAEA と協議を行い、当該施設に適用される保障措置アプローチ及び保障措置取決めの重要な要素(key elements)を策定し、両当事国及び IAEA が受入可能な形で取り纏め、当該施設に対して発効させる。協議は追加要請から 6 か月以内に開始し、12 か月以内の書面による合意を目指す
 - b. 書面による合意には、必要に応じ、前項の協議結果に基づく保障措置取決めの発効を追加条件として盛り込む。重要な要素の修正は書面による合意によって行う
 - c. 保障措置の適用が要求されない施設を附属書 III に追加する場合も、当事国は要請から 6 か月以内に協議を開始し、12 か月以内の書面による合意を目指す
 - d. 書面による合意及び IAEA との保障措置取決め(いわゆる施設附属書(Facility Attachment: FA))の発効後、追加施設を提案した当事国は、以下を含む書面による通知を相手国に提供する
 - i. 施設の所有者・操業者名、施設名、既存または計画中の設備能力
 - ii. 施設所在地、関係核物質の種類、搬入予定時期、活動内容
 - iii. 保障措置取決めの発効及び保障措置の重要な要素に関する説明
 - iv. 協定で要求される核物質防護措置が維持される旨の表明
 - e. 通知を受けた当事国は、受領した旨のみを記載した確認書を 30 日以内に返送する
6. **報告義務**: 当事国は、附属書 III の施設で実施される全ての濃縮活動について年次報告書を交換する

員会(各々の国から指名された代表者から構成され、政府間の活動調整及び促進を行う委員会)及び共同燃料サイクル研究(JFCS)の運営委員会は、その成果を HLBC に報告することになっている。出典:同上

⁹ 例えば、どのような実施主体が、どのような施設で、どのような濃縮方法及び濃縮度で、どのような条件(体制)下で実施するか等を指すと推測される

-
- 7. 停止規定:** 当事国は、核拡散リスクの重大な増大や例外的事態により国家安全保障上の脅威が生じた場合、附属書 III の施設に関する同意及び本節の取決めを全部または一部停止できる。停止前に米国は閣僚級、韓国は長官級で協議し、決定は最高レベルで行い、書面で通知する。停止は必要最小限の期間に限り、状況改善後は速やかに撤回する。本節の取決めが停止された場合、附属書 III の施設に関する事前同意も同様に停止される。

【現状及び今後】

現在、韓国にはウラン濃縮施設が存在せず、附属書 III にも施設名は記載されていない。このため、現時点で韓国は協定対象ウラン-235 の 20%未満の濃縮を実施できない。ただし、将来的に上述の厳格な条件を満たし、附属書 III に具体的な施設名が追加されれば、当該施設に限り 20%未満のウラン濃縮が可能となる。

一方、ウラン-235 の 20%以上の濃縮は協定上、明示的に禁止されていないものの、米国の核不拡散政策上、極めて慎重な扱いが求められ、韓国がこれを実施するには、協定の改定または新たな高位の合意が不可欠と考えられる。また、仮に韓国が原子力潜水艦用の燃料の自国調達を目指す場合でも、現行の米韓 123 協定は民生用原子力協力を対象とする枠組みであり、軍事目的である原子力潜水艦のためのウラン濃縮を規定し得る制度的基盤とはならない。このため、韓国が原子力潜水艦燃料の自国生産を追求する場合には、AUKUS のような別個の枠組みを新たに構築する必要が生じる。

【使用済燃料の管理と処分:使用済燃料の再処理その他の形状または内容の変更の実施】

【協定上の実施条件等】

現行の米韓 123 協定第 11 条第 1 項は、協定に基づき移転された核物質、またはそれらを用いて取り扱われ、もしくはその使用を通じて生産された核物質(以下、「協定対象核物質等」と略)について、再処理その他の形状または内容の変更(以下、「再処理等」と略)を行う場合には、当該行為を実施する施設に関する事項を含め、米韓両国が書面で合意した場合にのみ行うことができると規定している。

更に、合意議事録の「6.使用済燃料の管理と処分に関する措置(Arrangements for Spent Fuel Management and Disposition)」は、韓国が再処理等を実施し得る場合の条件及び手続きを 6 項目に亘り規定している。その概要は以下のとおりであり、20%未満のウラン濃縮の実施条件に比し、特に 3.においては米国が韓国による再処理等を認める条件の詳細、そして 4.ではその詳細手続きが列挙されている。

これらの規定は、ウラン-235 の 20%未満の濃縮の実施条件に比し、燃料サイクルに関する米韓共同研究(JFCS、後述)の実施と完了、技術の選択肢の特定、HLBC による詳細なクライテリアに基づく評価等、より複雑で多段階の制度的プロセス等を組み込んでいる。その結果、韓国による再処理の実施には、濃縮以上に慎重かつ厳格な制度的枠組みが課されているといえる。

- 1. 燃料サイクルに関する米韓共同研究(JFCS):** 当事国は、使用済燃料管理及び処分技術について、技術的、経済的、不拡散(保障措置を含む)観点から燃料サイクル共同研究(Joint Fuel Cycle Study: JFCS)を実施する。JFCS の完了後、または当事国が合意する時期に、使用済燃料管理及び処分並びに関連技術の開発・実証に関する適切な選択肢を特定するため協議を行う
- 2. 技術評価のクライテリア:** 当事国は HLBC の枠組みの下で協議を行い、選択肢に含まれる技術の特性を踏まえつつ、技術の導入が核拡散リスクを有意に増大させないことを確保するために、以下の事項を重視する
 - a. JFCS で評価された技術の技術的実現可能性
 - b. JFCS で評価された技術の経済的妥当性
 - c. JFCS で評価された技術の不拡散上の受容可能性。具体的には、以下の点を含む。

-
- i. 効果的に保障措置を適用できる能力
 - ii. 回収される核物質の転用を、適時に検知し早期警告を行うことができる能力
 - iii. 核拡散を抑止または阻止する能力
3. **再処理等の実施条件**: 協議の結果、当事国が書面で以下を満たすと合意した場合に限り、使用済燃料の再処理等を伴う選択肢が認められる
- a. **技術的実現可能性(technically feasible)**: 工学規模での実証、JFCS における照射試験による燃料の性能及び健全性の確認
 - b. **経済的妥当性(economically viable)**: JFCS による評価を踏まえたライフサイクルコスト、社会的・環境的費用便益を含め妥当と判断されること
 - c. **効果的な保障措置の適用(effectively safeguardable)**: 当事国間または当事国と IAEA が合意した保障措置アプローチが利用可能であること
 - d. **核拡散リスクの有意な増大を招かないこと**: 封じ込め・監視や運転情報の共有に基づくプロセス監視等、迅速な検知・警報を可能とする措置が整備されていること
 - e. **アクチノイド群の過剰な蓄積を回避すること**: 高速炉燃料としての利用計画に基づく合理的な適正量の維持

これらの条件を満たす場合、協定第 11 条 1 項に基づく長期的、予見可能、安定的な書面による取決めの策定を目指す

4. **附属書 II への施設の包含・追加**: 協定対象の照射済核物質の形状または内容の変更を行う施設は、協定期間中に追加、変更が可能であり、その内容は附属書 II のセクション 1 (研究開発施設) またはセクション 2 (実証または生産施設) に反映される
- a. 当事国は、附属書 II のセクション 1 またはセクション 2 に施設を包含または追加する提案を行うに先立ち、IAEA と協議を行い、当該施設に適用される保障措置アプローチ(上記 3. の c. に基づき特定されたものうちどれを適用するか)を確認すると共に、保障措置取決め(FA)の重要な要素を策定し、両当事国及び IAEA が受入可能な形で取り纏め、当該施設に対して発効させる。協議は包含または追加要請から 6 か月以内に協議を開始し、12 か月以内の書面による合意を目指す

上記に続く附属書 II への施設の包含・追加に係る 4.b.～e、5. 報告義務及び 6. 停止規定については、前述のウラン濃縮に係る附属書 III への施設追加に関する 5.b.～e 及び 6. 並びに 7. とほぼ同趣旨であるため、ここでは記載を省略する。

【現状及び今後】

現在、附属書 II のセクション 1 及びセクション 2 には、いかなる施設名も記載されていない。このため、韓国は現時点で、協定対象使用済燃料の再処理その他の形状または内容の変更を実施することはできない。ただし、将来的に両国の合意に基づき附属書 II に具体的な施設名が記載されれば、韓国は当該施設でこれらの活動を実施することが可能となる。

なお、米韓 123 協定が署名・発効した 2015 年当時、韓国原子力研究所(KAERI)の「パイロプロセッシング一貫工程実証施設(Pyroprocessing Integrated Inactive Demonstration Facility: PRIDE、10t-HM/y)では、将来的なパイロプロセッシング(後述参照)の実証試験が予定されていた。しかし、同施設は協定附属書 II に記載されていないため、KAERI は同施設でパイロプロセッシングの実証を行うことはできない。一方、使用済燃料の照射後試験と核分裂生成物(FP)の分離を行う施設、並びにパイロプ

ロセッシングの前処理工程を行う施設は、合意議事録 5.で、「形状または内容の変更」¹⁰を行うことができる施設として、協定附属書 I のセクション 1 及び 2 に記載されている。すなわち、現行の米韓 123 協定では、パイロプロセッシングの前処理段階までは事前同意が付与されているものの、アクチノイドの回収、分離及び精製といった後段工程には同意が与えられていない。これらのことから鑑みると、米国は依然としてパイロプロセッシングの拡散リスク評価に慎重であり、同技術に内在する技術的及び保障措置の不確実性が必ずしも十分に解消されていない点を懸念しているようである。

また JFCS は、パイロプロセッシングを含む使用済燃料管理オプションの技術的実用可能性、経済的妥当性及び核不拡散(保障措置を含む)面の許容性を精査するため、2011 年に米韓が合意した 10 年計画の共同研究である。同研究は、KAERI と米国アルゴンヌ国立研究所、アイダホ国立研究所が実施し、2021 年 12 月に終了した。最終報告書では、パイロプロセッシングとナトリウム冷却高速炉は、技術、安全、核不拡散の観点から使用済燃料の管理技術として「実現可能(feasible)」と評価された一方、実証実験、経済性及び社会環境影響分析に関する追加研究が必要とされた。そのため、韓国がパイロプロセッシングに基づく使用済燃料管理を実施し、米国から全工程に対する長期的な合意を得られるか否かは、今後の研究成果に左右されると結論付けられている¹¹。

【韓国が取り組んでいるパイロプロセッシング(乾式再処理)について】

【パイロプロセッシングの概要】

現行の米韓 123 協定の交渉における主要な論点の 1 つは、韓国が取り組むパイロプロセッシングによる使用済燃料処理(再処理)について、米国が事前同意を付与するか否かであった。以下では、韓国が実施しているパイロプロセッシングの手法の概要を示す(図 1 参照)。

現在主流の再処理技術である PUREX 法が、硝酸水溶液や有機溶媒を用いる湿式再処理法であるのに対し、パイロプロセッシングは水を一切使用せず化学的方法によりウランやプルトニウム(Pu)等を分離する乾式再処理法である。韓国が実施しているパイロプロセッシングである溶融塩電解法の概要を以下に示す。

- **前処理**: 使用済燃料から被覆管を除去する工程。韓国ではボロキシデーション(Voloxidation)¹²による脱被覆を検討している。
- **電解還元**: 使用済燃料(酸化物)を金属に還元する工程
- **電解精錬**: 使用済燃料(金属)を陽極として電解し、ウラン大部分を固体電極で回収し、Pu 及びマイナーアクチノイド(MA、長半減期の放射性核種であるネプツニウム(Np)、アメリシウム(Am)、キュリウム(Cm)を含む)を溶解 Cd 陰極で回収する

¹⁰ 合意議事録 6.の「使用済燃料の管理と処分」における「形状または内容の変更」とは異なる

¹¹ Kwangchae Im, Manseok Lee & Seung Min Woo, “Technical Overview of Pyro-processing and Policy Considerations”, Korean Journal of Chemical Engineering, Volume 41, pages 2881–2899, (2024), <https://link.springer.com/article/10.1007/s11814-024-00263-6>

¹² 使用済燃料の再処理に用いられる前処理方法の一つで、使用済燃料を切断し、400~750°Cで加熱して、クリプトン(Kr)、キセノン(Xe)、ヨウ素(I)、トリチウム(T)等の揮発性放射性物質を除去するプロセスのこと

KAERI's Pyroprocessing KAERIの乾式再処理



(Ref. In-Tae Kim, "Status of R&D Activities on Pyroprocessing Technology at KAERI," SACSESS Int'l Workshop, Warsaw, 22-24 Apr., 2015)

図1 パイロプロセッシング概要

【パイロプロセッシングの保障措置の課題及び技術目標等】

なお、パイロプロセッシングの保障措置上の課題として、以下の点が指摘されている^{13,14}。

- 商業規模での運転実績が殆ど無く、したがって保障措置の経験が不足していること
- 溶融塩、金属状態のウラン、TRU(超ウラン元素)¹⁵及び高線量の混合物等、測定が困難な形態の核物質を扱うため、核物質量の測定誤差が大きくなり易く、またサンプリング方法や破壊・非破壊分析手法が未確立であること
- 既存のフィジカルモデル(補完的なアクセスの際のリファレンス等として使用される文書)がPUREX法を前提としているため、特性評価(signature)と指標(indicator)の更新が必要となること

これらの課題に対し、以下の保障措置目標及び対応方策が検討されている(表1参照)¹⁶。

表1 パイロプロセッシングの保障措置に関する技術目標と対応方策

保障措置目標	対応方策
申告済核物質の転用を適時に検知すること	転用の検知: • 計量管理の評価(受払い間差異、工程内滞留、廃棄物、近実時間計量管理 (near real time accountancy)等)

¹³ Masato. HORI, "Proliferation Potential and Safeguards Challenges of Pyroprocesses, IAEA, Symposium on International Safeguards: Linking Strategy, Implementation and People - IAEA CN-220, <https://conferences.iaea.org/event/47/contributions/8865/contribution.pdf>

¹⁴ M. HORI, S. Li, M. Pellechi, "Proliferation Potential and Safeguards Challenges of Pyroprocesses", IAEA

¹⁵ 原子番号 92 のウランよりも原子番号が大きい元素の総称。プルトニウム、ネプツニウム、アメリシウム等。

¹⁶ 表1は、上記脚注にある堀雅人氏等の文献を基に筆者作成。記載内容については堀氏から確認を得ている

	<ul style="list-style-type: none"> 計量管理の検認(サンプリング、破壊分析、In-situ 測定¹⁷、非破壊分析) 封じ込め・監視(C/S)、プロセスモニタリング
未申告の物質から未申告の製品を生産する目的で施設が不正に使用された場合、その不正使用を適時に検知すること	不正使用の検知: <ul style="list-style-type: none"> 核物質の計量管理 プロセスモニタリング 設計情報検認(DIV) その他の枢要点(other strategic points: OSP)活動(異常運転及び指標の評価) 環境サンプリング
申告値を超える Pu 濃度、特に高純度 Pu の生産を目的とした施設の不正使用を適時に検知すること	

2-1-2 米国とサウジアラビアの民生用原子力協力について

【共同宣言及びファクトシートの内容(原子力協力に関する部分)】

2025年11月19日、米国エネルギー省(DOE)は、クリス・ライト DOE 長官とサウジアラビアエネルギー省のアブドゥルアズィーズ・ビン・サルマーン・アール・サ우드大臣が「民生用原子力協力に関する交渉の完了に関する共同宣言(Joint Declaration on the Completion of Negotiations on Civil Nuclear Cooperation)」に署名した旨を発表した¹⁸。同宣言の署名に際し、ライト長官は、以下を次のように述べた。

- 米国とサウジアラビアは、民生用原子力協力に関して合意に至った。
- 両国は、「二国間保障措置協定(bilateral safeguards agreements)」を通じてパートナーシップをさらに強化し、米国の原子力技術をサウジアラビアに導入すると共に、核不拡散への強固なコミットメントを維持していく。

また、前日付けでホワイトハウスが発表した「トランプ大統領、サウジアラビアとの経済・防衛パートナーシップを強化(Fact Sheet: President Donald J. Trump Solidifies Economic and Defense Partnership with the Kingdom of Saudi Arabia)」と題するファクトシート^{19,20}でも、両国間の民生用原子力協力について以下の点が言及されている。

- 両国は、民生用原子力協力交渉の完了に関する共同宣言に署名した。
- 同宣言は、数十年に亘る交渉を経て、サウジアラビアとの数十億ドル規模の原子力協力の法的基盤を築くものであり、米国及び米国企業が同国の民生用原子力

¹⁷ 試料の状態をその場で観察しながら測定を行う手法

¹⁸ DOE, “U.S. Energy Secretary and Saudi Arabia's Energy Minister Announce Deal on Civil Nuclear Cooperation”, 19 November 2025, <https://www.energy.gov/articles/us-energy-secretary-and-saudi-arabias-energy-minister-announce-deal-civil-nuclear>

¹⁹ White House, <https://www.whitehouse.gov/fact-sheets/2025/11/fact-sheet-president-donald-j-trump-solidifies-economic-and-defense-partnership-with-the-kingdom-of-saudi-arabia/>

²⁰ 同ファクトシートでは、両国間の原子力協力の他、サウジアラビアによる米国のインフラ、技術及び産業への1兆ドルの投資の他、戦略防衛協定(U.S.-Saudi Strategic Defense Agreement: SDA)の署名、サウジアラビアへの約300台の米国製戦車への売却合意及び将来的なF-35戦闘機を含む大規模な防衛装備品の包括的パッケージの売却承認、重要鉱物サプライチェーンの多様化に関する枠組み協定の署名、米国へのシステムへのアクセスを許容した人工知能(AI)に関する覚書(MoU)の署名等、多岐に亘る両国間の協力拡大に関する合意が記載されている。

分野における最適なパートナーであることを確認するもの。

- 全ての協力は、「強固な核不拡散基準(strong nonproliferation standards)」に準拠して実施されることが保証されている。

本原稿執筆時点(2026年1月15日)において、前述の共同宣言は未公表であり、同宣言で言及された「二国間保障措置協定」や、ファクトシートに記載された「強固な核不拡散基準」の具体的な内容は明らかにされていない。

「二国間保障措置協定」については、同協定と、サウジアラビアが既にIAEAと締結している包括的保障措置協定(CSA、INFCIRC/746)²¹や、未締結の追加議定書(AP)との関係は不透明である。ただし、いかなる「二国間保障措置協定」であっても、サウジアラビアがIAEAとのCSAを遵守する義務を負う点には変わりはない。

また、「強固な核不拡散基準」が、米国とアラブ首長国連邦(UAE)や台湾との123協定^{22,23}にみられるように、ウラン濃縮や再処理といった機微な活動を法的義務として禁止する「ゴールドスタンダード条項」を含むのか、あるいはベトナムやフィリピンとの123協定^{24,25}のように、協定前文で国際市場への依存を表明するにとどまり法的拘束力を持たない「シルバースタンダード条項」に近いのか、または両者とは異なり、米韓123協定のように、種々の厳格な要件下でサウジアラビアによるウラン濃縮の実施可能性を残すのか等は現時点では不明である。

【原子力協力協定の締結に向けたこれまでの両国の動向】²⁶

2008年、ジョージ・W・ブッシュ政権(2001年1月～2009年1月)下、米国とサウジアラビアは、医療、産業、電力生産分野における原子力活動への協力に関する覚書(MOU)に署名した。法的拘束力を持たない同覚書では、サウジアラビアが「ウラン濃縮及び再処理の追求に代わり、既存の国際市場に依存する」意向を表明している²⁷。その後、オバマ政権(2009年1月～2017年1月)及び第一次トランプ政権(2017年1月～2021年1月)も、123協定の締結に向けてサウジアラビアと協議を行ったが、進展は限定的であった。

2020年、米国会計検査院(GAO)は、サウジアラビアがIAEAとAPを締結し、ウラン

²¹ IAEA, INFCIRC/746, <https://www.iaea.org/publications/documents/infcircs/agreement-between-kingdom-saudi-arabia-and-international-atomic-energy-agency-application-safeguards-connection-treaty-non-proliferation-nuclear-weapons>

²² GovInfo, <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CDOC-111hdoc43/pdf/CDOC-111hdoc43.pdf>

²³ Arms Control Association, “The U.S. Atomic Energy Act Section 123 At a Glance”, September 2023, <https://www.armscontrol.org/factsheets/us-atomic-energy-act-section-123-glance>

²⁴ Middlebury Institute of International Studies at Monterey, James Martin Center for Nonproliferation Studies, “US-Vietnam Nuclear Pact Meets the Silver Standard”, <https://nonproliferation.org/us-vietnam-nuclear-pact-meets-the-silver-standard/>

²⁵ GovInfo, <https://www.govinfo.gov/content/pkg/GOVPUB-S-PURL-gpo234475/pdf/GOVPUB-S-PURL-gpo234475.pdf>

²⁶ CRS, “Possible U.S.-Saudi Agreements and Normalization with Israel: Considerations for Congress”, R48162, Updated 27 August 2024, https://www.congress.gov/crs_external_products/R/PDF/R48162/R48162.5.pdf, 他

²⁷ DOE, https://www.energy.gov/sites/default/files/pi_iec/098b7ef980117dac.pdf

濃縮と再処理の制限に同意するという米国の主張が、サウジアラビアの意向と相容れないため、123 協定の締結に向けて大きな進展は見られないと報告した²⁸。

バイデン政権(2021年1月～2025年1月)においても、米国は厳格な核不拡散基準を堅持した。2024年1月、ブリンケン国務長官(当時)は、「米国が締結するいかなる123協定も、米国の核不拡散目標の全てに対応しなければならず、当然ながら、ゴールドスタンダード条項を含む協定の締結を確実にしたい」と述べ²⁹、協定相手国に対してゴールドスタンダードの受入れを求める姿勢を明確にした。

一方、2023年1月、サウジアラビアエネルギー省のアブドゥルアズィーズ・ビン・サルマン・アール・サウド大臣は、国内のウラン資源を活用し、原子炉燃料として低濃縮ウランを生産する意向を表明し、国内でのウラン濃縮に関心を示した³⁰。同年9月には、ムハンマド・ビン・サルマン皇太子が「イランが核兵器を入手した場合、サウジアラビアもそれに追随せざるを得ない」と発言し³¹、国内でのウラン濃縮の可能性を示唆したとも受け取られた。

このように、2008年以降、両国間の123協定交渉は、ゴールドスタンダード条項を巡る立場の相違等により停滞していた。しかし、第二期トランプ政権下で状況が転機を迎えた可能性がある。2025年5月23日、同大統領は大統領令第14299号「国家安全保障のための先進原子炉の展開」³²に署名し、国務長官に対し「第120議会(2027年～2029年)の閉会までに、少なくとも20の新たな123協定を積極的に推進し、米国の原子力産業がパートナー国の新市場にアクセスできるようにする」よう指示した。こうした背景の下、米国とサウジアラビアは123協定の締結に向けて再始動し、前述のとおり「民生用原子力協力交渉の完了」に合意したとされる。ただし、合意に含まれるとされる「二国間保障措置協定」や「強固な核不拡散基準」の具体的内容は、依然として明らかにされていない。

【議会の動向】

核不拡散派の議員として知られるエドワード・マーキー上院議員(民主党、マサチューセッツ州選出)や、ジェフ・メルクリー上院議員(民主党、オレゴン州選出)及びホアキン・カストロ下院議員(民主党、テキサス州選出)ら計12名の上下院の民主党議員は、上記のトランプ政権の対応に懸念を示し、サウジアラビアとの123協定には可能

²⁸ GAO, “U.S.-Saudi Nuclear Cooperation: Progress Is Stalled over Nonproliferation Conditions and Agency Management of Negotiations Is Unclear”, GAO-20-343, April 2020, <https://www.gao.gov/assets/gao-20-343.pdf>

²⁹ CRS, “Possible U.S.-Saudi Agreements and Normalization with Israel: Considerations for Congress”, Updated 27 August 2024, <https://www.congress.gov/crs-product/R48162>

³⁰ Reuters, “Saudi Arabia plans to use domestic uranium for nuclear fuel”, Updated 11 January 2023, <https://www.reuters.com/business/energy/saudi-arabia-plans-use-uranium-entire-nuclear-fuel-cycle-minister-says-2023-01-11/>

³¹ Arms Control Association, “Just Say ‘No’ to Uranium-Enrichment Cooperation With Saudi Arabia”, October 2023, <https://www.armscontrol.org/act/2023-10/focus/just-say-no-uranium-enrichment-cooperation-saudi-arabia>

³² Federal Register, “Deploying Advanced Nuclear Reactor Technologies for National Security”, Executive Order 14299 of 23 May 2025, <https://www.federalregister.gov/documents/2025/05/29/2025-09796/deploying-advanced-nuclear-reactor-technologies-for-national-security>

な限り強固な核不拡散措置(the strongest possible non-proliferation measures in any nuclear cooperation agreement with Saudi Arabi)を盛り込むよう求め、2025年11月17日付けでルビオ国務長官宛てに以下の主張を含む書簡³³を送付した。

- サウジアラビアとの123協定へのゴールドスタンダード条項を導入すること
- IAEAとのAPの締結、批准及び履行をサウジアラビアに求めること
- サウジアラビアが核兵器保有に関心を示すことは中東の安全保障を著しく損なうこと
- 同国の人権状況や外交政策を踏まえ、原子力技術の移転には慎重な対応が必要であること
- 123協定交渉の進展状況について議会への報告を求めること

さらに同書簡では、トランプ政権のサウジアラビアとの123協定における核不拡散方針に関し、2025年12月1日までに、以下を含む計9項目の質問への回答を求めている。

- 123協定が合意に達した際、上院・下院の外交委員会に通知する予定があるか
- 123協定交渉で、ゴールドスタンダード条項の導入を求めるのか、求めない場合はその理由
- サウジアラビアにAPの履行を求めるのか、求めない場合はその理由
- サウジアラビアに提供する原子力技術の内容、提供主体、移転時期、移転条件費用負担、総費用、
- サウジアラビア国内でのウラン濃縮施設の建設・運転を検討しているか、している場合はその条件

マーキー上院議員らは以前から、サウジアラビアにおける核不拡散の担保と、同国との123協定における議会の積極的な関与の必要性を主張しており、2018年にはサウジアラビアとの123協定に議会の承認を義務付ける法案³⁴を提出している³⁵。この法案には、現国務長官であるマルコ・ルビオ氏も、フロリダ州選出の上院議員時代に共同提出者として名を連ねていた。こうした経緯を踏まえると、ルビオ長官の今次書簡にどのような対応をするかが注目されるが、2026年1月15日現在、その対応は明らかになっていない。

総じて、トランプ政権がサウジアラビアと、いかなる「厳格な核不拡散基準」や「二国間保障措置協定」を含む123協定を締結するのかが、今後の重要な焦点となっている

³³ Ed Markey,
https://www.markey.senate.gov/imo/media/doc/letter_to_rubio_on_saudia_arabia_civil_nuclear_energy_cooperation.pdf

³⁴ 現行では、米国と他国との原子力協力協定は、議会への上程から90日間の会期内に上下両院による合同承認決議が採択されなければ発効する

³⁵ Brad Sherman, “Senators Markey and Rubio, and Reps. Sherman and Messer Introduce Bipartisan, Bicameral Legislation to Thwart Saudi Arabia’s Nuclear Weapons Ambitions”, 29 December 2018, <https://sherman.house.gov/media-center/press-releases/senators-markey-and-rubio-and-reps-sherman-and-messer-introduce>

る。この動向は、米国議会をはじめ、既に米国と 123 協定を締結している国々、将来的に締結を予定している国々、更には他の原子力供給国等、広範な関係者の注視を集めている。なお、露国や中国といった他の主要な原子力供給国は、サウジアラビアに対し、ウラン濃縮や再処理の権利放棄を求めている。

以下に参考としてサウジアラビアの原子導入計画とその進展状況を紹介する。

【報告：政策調査室】

【参考】

【サウジアラビアの原子導入計画と進展状況について】

2013 年 4 月、原子力発電導入を検討する政府機関「アブドラ国王原子力・再生可能エネルギー都市 (K.A.CARE)」は、2032 年までに 1,700 万 kW の原子力発電を導入する計画を発表したが、2015 年に目標年を 2040 年へと先送りした。2016 年 4 月には、経済改革計画「ビジョン 2030」が発表され、翌 2017 年 7 月には、経済の多角化と非化石燃料エネルギーの導入を目的とした、「サウジ国家原子力エネルギー・プロジェクト(Saudi National Atomic Energy Project: SNAEP)」³⁶が承認された^{37,38}。SNAEP は以下の 4 要素から構成される。

- **大型炉の建設**: 1,200～1,600MW 級の原子炉 2 基を建設し、電力網のベースロードを支える
- **小型モジュール炉(SMR)の導入**: 海水淡水化、発電、石油化学産業への熱供給等、多目的用途を想定し、高温ガス冷却炉(HTGR)や SMART 炉の導入を検討する
- **核燃料サイクルの確立**: 国内ウラン及びトリチウム資源の評価、ヨルダンでのウラン採掘、イエローケーキや LEU の生産、核燃料製造・輸出を含む
- **規制・法制度の整備**: 核物質・放射線源に関する立法及び規制枠組み等の構築

大型炉の導入に関しては、2017 年以降、K.A.CARE が韓国電力公社(KEPCO)、中国核工業集团公司(CNNC)、仏国電力(EDF)、露国ロスアトム(Rosatom)及び米国ウェスティングハウス社(WH)と協議を重ねているようであるが、現時点で入札・建設主体は決定していない。また核燃料サイクルについては、エネルギー大臣が、国内ウラン資源の活用に加え、イエローケーキや低濃縮ウラン(LEU)の生産、核燃料製造・輸出を含む全体的な展開に意欲を示しており³⁹、ウラン濃縮への関心も明確にしている。さらに規制体制の整備としては、2018 年に原子力放射線規制委員会(NRRC)が、また 2022 年には、原子力施設の開発・運転を行うサウジアラビア原子力エネルギー持株会社(SNEHC)が設立された。

またサウジアラビアはこれまで、アルゼンチン、仏国、中国、韓国、露国等と原子力協力協定を締結し

³⁶ King Abdullah City for Atomic and Renewable Energy (C.A.CARE), “Saudi National Atomic Energy Project: SNAEP”, <https://www.energy.gov.sa/en/snaep/Pages/ov.aspx>

³⁷ 日本原子力産業協会(JAIF)、「サウジアラビアの原子力」、2020 年 6 月、https://www.jaif.or.jp/cms_admin/wp-content/uploads/2020/06/Saudi_Arabia-1.pdf

³⁸ Nuclear Engineering, “Saudi Arabia to use domestic uranium for nuclear development”, 23 January 2023, <https://www.neimagazine.com/news/saudi-arabia-to-use-domestic-uranium-for-nuclear-development-10529986/>

³⁹ Nuclear Engineering, “Saudi Arabia to use domestic uranium for nuclear development”, op. cit.

ている(以下の表 1 参照^{40,41,42})。アルゼンチンは研究炉を既に建設しており、仏国は EPR、中国は華龍 1 号(PWR)、韓国は APR-1400^{43,44}あるいは SMART 炉、露国は VVER の提供を目指している。更に韓国とは SMART 炉の開発と建設、中国とは HTGR での協力を強化している。これら各国の積極的な動きに比し、米国の対応は 10 年以上遅れている。一方、日本とは 2013 年に原子力の平和的利用に関する協力のための協定の交渉を開始することで合意している⁴⁵。

なお、2025 年 12 月 22 日付け報道によれば、同国初の大型原子炉建設サイトとして同国東部、ペルシャ湾沿岸のドゥワヒン(Duwayhin)が選定され、サウジアラビアは、「技術的パフォーマンスと地政学的な整合性の双方を反映」して、「中国と仏国の入札に先んじて韓国電力公社(KEPCO)との原子力提携を最終決定した」とされる⁴⁶。

表 1 サウジアラビアと他国との原子力協力

相手国	締結年	協力内容等
仏国	2011	• 原子力協力協定を締結
	2015	• K.A.CARE と 2 基の EPR 建設を想定した実現可能性調査(Feasibility Study: FS)の実施協力で基本合意 • 原子力安全訓練及び廃棄物処理に関する協定を締結
アルゼンチン	2011	• 原子力協力協定を締結
	2015	• アルゼンチンの INVAP ⁴⁷ とサウジアラビアの TAQNIA ⁴⁸ がサウジアラビアの原子力導入計画支援を目的とした技術開発会社「INVANIA」を設立
	2018	• INVAP 支援によるサウジアラビア初の研究炉(30 kWt)建設に向けた定礎式を実施
韓国	2011	• 原子力協力協定を締結 ✓ 原子力発電所や研究炉の建設、訓練、安全管理、廃棄物管理に関する協力
	2015	• SMART 技術分野における知識基盤の構築に向けた契約を締結
	2019	• SMART の許認可支援に向けた研究開発 MOU を締結

⁴⁰ 日本原子力産業協会、「サウジアラビアの原子力」、2020 年 6 月、https://www.jaif.or.jp/cms_admin/wp-content/uploads/2020/06/Saudi_Arabia-1.pdf

⁴¹ WNA, “Nuclear Power in Saudi Arabia”, Updated 28 November 2025, <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/saudi-arabia>

⁴² 三菱総合研究所、「令和 2 年度原子力の利用状況等に関する調査(海外における原子力政策等動向調査)調査報告書、令和 3 年 3 月、https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2020FY/030663.pdf

⁴³ 140 万キロワット級韓国式改良型加圧軽水炉。韓国及び UAE で既に商業運転している。

⁴⁴ 報道によれば、米国は、韓国のサウジアラビアへの原子炉輸出計画で、米国 WH 社の「AP1000」を輸出するよう提案したという。「(2025 年)1 月に韓国電力・韓国水力原子力と WH 社が締結した合意文によると、韓国は原発を輸出する際に WH 社と 1 基当たり 6 億 5000 万ドル規模の物品・リサーチ購入契約を結び、1 基当たり 1 億 7500 万ドルの技術使用料を支払うことにした。米国が AP1000 プロジェクトの共同推進を提案したのは韓国から得る経済的利益だけでなく今後の原発生態系の主導権も手放さないという意図と解釈される。」中央日報、2025 年 10 月 16 日、<https://japanese.joins.com/JArticle/339833?sectcode=300&servcode=300>

⁴⁵ 外務省、「日・サウジアラビア原子力協定の交渉開始合意」、平成 25 年 12 月 27 日、https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/press4_000483.html

⁴⁶ Saudi Energy Consulting, “Saudi Nuclear Power Plant Location That Redefines Energy Power”, 22 December 2025, <https://saudienergyconsulting.com/insights/articles/saudi-nuclear-power-plant-location-redefines-energy-power>

⁴⁷ アルゼンチン政府所有企業、北米、欧州、アジア太平洋、ラテンアメリカ、中東、アフリカで事業を展開し、原子力、航空宇宙、化学、医療、石油分野で政府機関向けのプロジェクトを履行するエンジニアリング企業

⁴⁸ サウジアラビア国営の技術開発投資企業

		<ul style="list-style-type: none"> 原子力共同研究センターを設立
	2020	<ul style="list-style-type: none"> SMART 建設・輸出を行う合弁会社(仮称:SMART EPC 社)の設立に合意 SMART のサウジアラビア での建設許可審査への対応と輸出を促進するための「SMART 標準設計認可共同推進協約」を締結
	2025	<ul style="list-style-type: none"> 「技術的パフォーマンスと地政学的な整合性の双方を反映して韓国電力公社(KEPCO)との原子力提携を最終決定」と報道
中国	2012	<ul style="list-style-type: none"> 原子力協力協定を締結 ✓ 原子力発電所の開発・保守、研究炉、加工核燃料の提供等
	2014	<ul style="list-style-type: none"> 中国核工業集团公司(CNNC)が K.A.CARE と原子力協力に関する覚書を締結
	2016	<ul style="list-style-type: none"> 習近平国家主席とサルマン国王が会談し、原子炉分野での協力を含む合意文書交換 中国核工業建設集团公司(CNEC)が K.A.CARE と HTGR の建設協力で覚書を締結。人材育成に関する協定も締結
	2017	<ul style="list-style-type: none"> CNEC と K.A.CARE が中東での HTGR 建設に向けた FS に関する共同研究で合意 CNEC と TAQIA が HTGR による海水淡水化に関する FS で合意
ヨルダン	2014	<ul style="list-style-type: none"> 原子力協力協定を締結
	2017	<ul style="list-style-type: none"> ヨルダン原子力委員会と K.A.CARE が、ヨルダンでの SMR 建設に向けた FS 及びヨルダン中央部でのウラン探査・採鉱での協力を合意
露国	2015	<ul style="list-style-type: none"> 原子力協力協定を締結。以下を含む幅広い分野で協力 ✓ 原子力発電及び研究炉(淡水化プラント及び粒子加速器を含む)の設計、建設、運用及び廃止措置 ✓ 原子力発電所及び研究炉を含む核燃料サイクル役務の提供 ✓ 使用済燃料及び放射性廃棄物の管理 ✓ 放射性同位元素の製造及び産業、医療、農業でのその応用 ✓ 専門家の教育及び訓練を含む原子力分野での協力
	2017	<ul style="list-style-type: none"> ロスアトムと K.A.CARE が小型・中型原子炉及び新研究炉の建設に関する「協力プログラム」を締結
	2019	<ul style="list-style-type: none"> ロスアトムが VVER-600 の建設を起点とし、将来的に VVER-1200 の建設を視野に入れた FS を提案したと報道
ハンガリー	2015	<ul style="list-style-type: none"> 原子力協力協定を締結
カザフスタン	2016	<ul style="list-style-type: none"> 原子力協力協定を締結

【サウジアラビアの昨今の核不拡散に関する動向】

サウジアラビアは1988年に核兵器不拡散条約(NPT)に加入し、2009年にIAEAとCSA(INFCIR/746)を締結した。一方でイランとの地域的対抗等⁴⁹を背景に、同国は追加議定書(AP)には署名していない。ただし、2024年には、従来適用していた初版少量議定書(original SQP)を撤回し、CSAの全面的履行へと移行することとなった⁵⁰。

⁴⁹ その他の理由としては、戦略的交渉手段、あるいは国家主権の尊重等が考えられるだろうが、明確な理由は示されていない。

⁵⁰ IAEA, “Statement of the Kingdom of Saudi Arabia at the 67th Session of the General Conference of the International Atomic Energy Agency”, https://www.iaea.org/sites/default/files/23/09/saudi-arabia-gc67_en.pdf

2-2 IAEA 技術報告書「原子力産業界における人工知能(AI)の導入に関する考察」の概要紹介

【概要】

国際原子力機関(IAEA)は、2025年9月、「原子力産業界における人工知能(AI)技術導入に関する考察」(NR-T-1.26)⁵¹と題する技術報告書(以下、「本報告書」と略)を発行し、原子力産業界におけるAIの導入・適用に向けた主要な考慮事項を提示した。本報告書は、以下の全6章と付録(Annex)で構成されており、本稿では、このうち第2章及び第3章を中心に、第1章から第5章の概要を表形式で紹介する。

第1章:はじめに

第2章:原子力発電所におけるAIの適用可能性

第3章:AIシステムのライフサイクル全体を通じた管理上の留意点

第4章:データの特性とガバナンス

第5章:AIの適用に向けた追加的な考察

第6章:まとめと今後の展望

付録:中広核工程有限公司(China Nuclear Power Engineering Company: CNPEC)⁵²が開発検討中のインテリジェント原子力発電所(intelligent nuclear power plants)⁵³

なお、第2章及び第6章の結論を先に述べると、第2章では、AIを導入・適用する際には、関係者間の十分な対話に加えて、専門分野の知識(原子力工学、炉物理、熱流動、材料、保全等)と、ドメイン知識(運転経験、規制の要求、機器の特性といった人間が経験や知識及び技術等に基づいて有する高度な専門能力)を、AIの専門知識(故障予測モデル、異常検知モデル、事故・異常時の診断モデル等のAIモデルを設計・構築する技術)と組み合わせることが成功の鍵であることが示されている。また、専門家の関与はAIモデルの信頼性向上に寄与することも明らかにされている。更に、モデルは段階的に構築し、ユーザーの信頼を醸成することが重要であり、技術的成熟度(Technical Readiness Level)に加えて、人間側の受入準備(Human Readiness Level)⁵⁴も考慮すべきであると結論付けている。第6章では、原子力発電所へのAIの適用により、経済性や稼働率の向上が見られる一方で、原子力産業界全体で安全かつ効果的なAIの活用には、依然として課題が残されていることが指摘されている。さらに「付録」では、中国におけるインテリジェント原子力発電所の開発検討に関連し、運転データやシミュレーションの不足、実用化前の検証の困難さ、将来的な高度AIの

⁵¹ IAEA, ISBN 978-92-0-115725-6, https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/p15866-PUB2119_web.pdf

⁵² 中国最大の原子力発電企業集団である中国広核集団(China General Nuclear Power Group: CGN)の子会社で、中国最大の原子力発電所プロジェクト管理専門会社

⁵³ AIを、原子炉の運転、設備管理・保守、危険防止及び緊急時対応といった原子力発電所の主要活動の中核に据え、既存及び生成された運転データを活用し、拡張性の高い統合プラットフォーム上で多様なインテリジェント・アプリケーション(AIを組み込んで人間のワークフローを補強するソフトウェア・アプリケーション)を展開することにより、運転・保守・安全管理等の機能を最適化した原子力発電所、IAEA、前出

⁵⁴ 技術やシステムが、安全かつ効果的に人間が利用できる状態にどれだけ成熟しているかを評価する指標

適用に向けた拡張可能なプラットフォームの必要性、並びに規制枠組の未整備といった課題が挙げられている。

また、本報告書は、核不拡散(保障措置)について、第2章で、保障措置分野でのAIの既存及び将来の適用可能性の事例を紹介している。一方、核セキュリティについて、主に第3章で、AIシステムのライフサイクル管理の一環としてサイバーセキュリティの観点から触れられており、コンピュータセキュリティ専門人材の不足を補う手段として、AIによるセキュリティ業務の自動化が進められているとのことである。

【第1章:はじめに】

概要	
	<ul style="list-style-type: none"> AI(機械学習(ML)を含む)は、原子炉の設計から運転・保守、物質の管理、廃止措置に至るまで、原子力発電所のライフサイクル全体で経済性と稼働率の向上に貢献し得る。 特にセンサーやデータ管理、通信、計算能力の進展により、深層学習、自然言語処理(NLP)⁵⁵、大規模言語モデル(LLM)⁵⁶を含むAI能力の開発が進む一方、原子力産業におけるAI技術の導入には、業界の伝統的な安全文化、データへのアクセス性、データの質・量、データとAIのガバナンス、AIアプリケーションの説明可能性と信頼性、サイバーセキュリティ、組織や規制側の準備態勢、社会的受容性等、多くの課題も存在する。本報告書では、こうした課題を踏まえたAI技術の導入・適用に向けた考慮事項を提示する。

【第2章:原子力発電所におけるAIの適用可能性】

原子力発電所の安全性、信頼性及び経済性の向上を目的とした、現在または近い将来に適用が予定されるAIの適用事例を以下の表に示す。ただし多くの事例は依然として試行段階にある点に留意が必要である。また、同じ表の最後の行に、原子力産業界から示されたものを含む、AI導入・適用のビジネス価値を列挙する。

原子力発電所へのAIの適用事例(将来の適用可能性を含む)

項目	概要
教育・学習	<ul style="list-style-type: none"> 大規模言語モデル(LLM)は、原子力業界の教育・研修に有効であり、原子力産業特有の資格要件への対応や知識の継承を支援する。特に生成AIの活用は、学習効率の向上とコスト改善に寄与する可能性がある。 主な適用事例は、教材の要約や要点整理、試験問題の自動作成、概念の再整理、新たな視点の提供、必要な情報の抽出・提供、学習者の理解度に応じた説明、多言語での学習支援等である。
監視・診断	<ul style="list-style-type: none"> リアルタイムのセンサーデータとそれに基づいてデータ上で動作するAIモデルの統合により、予知保全やリアルタイム監視、将来の状態を予測する分析が可能になる。 センサー情報に加え、過去の運転記録や点検報告及び原因分析等の履歴データも活用して、設備の健全性評価を強化できる AI監視・診断の適用により、安全性の向上、コスト削減、作業の効率化及び

⁵⁵ 人間が日常的に使う言語をコンピュータが理解・生成・分析できるようにする技術

⁵⁶ 膨大なテキストデータを学習し、人間のように文章を理解・生成できるAIモデルのこと

	<p>発電の最適化を図ることができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 主な適用事例は以下のとおり。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ BWR における水分移行予測モデル⁵⁷の開発は、運転計画の最適化に資するとともに、放射線被ばく、タービン損傷のリスク低減に寄与する ✓ ベイズ推論⁵⁸やマルコフ連鎖モンテカルロ法(MCMC)⁵⁹を適用した機器劣化リスク評価手法の高度化が進展している ✓ コンピュータビジョン技術を用いたリアルタイム放射線監視が実装可能となっている ✓ 機械学習(ML)による異常検知・警告発信に加え、過去の現場作業履歴データと現在のプラント状態の組み合わせによる被ばく線量予測が適用されている
大規模言語モデル(LLM)を用いたテキスト分析	<ul style="list-style-type: none"> • 原子力発電所には、運転記録、保守報告、設計マニュアル、点検報告、原因分析等、膨大な文書情報が存在し、運転・保守、安全性評価、設備信頼性、資産管理に有用である。しかし多くが分散したデータベースに保管されており、検索性が低く十分に活用されていない • 深層学習を用いた自然言語処理(NLP)の進展により、LLM が登場し、インサイト抽出⁶⁰、要約生成、セマンティック検索⁶¹、レポート作成等への適用可能性が拡大している • 主要な電力会社では、LLM を使用し文書検索、イベント抽出、過去の運転経験からの知見獲得、大量の文書の要約等の取組みが進められている
非破壊評価(NDE)の支援	<ul style="list-style-type: none"> • 原子力発電所において非破壊評価(non destructive evaluation: NDE)は不可欠であり、多くは定期点検や燃料交換停止期間中に実施される。しかし、作業環境は厳しく、取得データ量も膨大で、分析は単調かつ高度な集中力を要するうえ、NDE は実施機会が限られるため、技能維持が困難であり、熟練技術者の確保・育成が課題となっている。AI は、リアルタイム検査及び事後分析(自動化された改善策の提示、専門家によるレビューを補完する分析等)の両面で NDE を支援し得る • NDE における AI 活用の利点として、結果の迅速化、必要専門人員の削減、作業監督の効率化、事務作業の迅速化、定期点検間隔延長の可能性、検査の信頼性向上等が挙げられる • AI ツールの適用が期待される NDE 手法には、原子力発電所部品に対する超音波検査、目視検査、電磁気検査が含まれ、具体例として、BWR の原子炉容器上部貫通部や異材溶接部に対する超音波検査が挙げられる
故障診断・予知保全	<ul style="list-style-type: none"> • AI は設備状態を常時監視し、異常を早期に検知することで、安全性及び経済性の向上に寄与する • 従来の診断は専門知識に大きく依存していたが、データ駆動型⁶²及びハイ

⁵⁷ 原子炉から発電タービンに送られる蒸気の中に混入する水分(液滴)の量(水分キャリアオーバー)を予測する数値シミュレーション技術や手法のこと

⁵⁸ ベイズの定理に基づき、「データ」から「パラメータ」の確率分布(事後分布)を推定する統計手法

⁵⁹ ベイズ推論で求めたい事後分布から、効率的にサンプルを生成する計算手法

⁶⁰ ユーザーの言動やデータから無意識の欲求や動機、深層心理をひきだすこと

⁶¹ 従来のキーワード一致だけでなく、検索文の意味や文脈を AI が理解し、ユーザーの真の意図に合った関連性の高い情報を返す検索技術

⁶² データを元に次のアクションを決めたり、意思決定を行ったりする AI

	<p>ブリッド型⁶³の AI 診断により、設備の劣化・故障の迅速な検知と原因の自動特定が可能となる。また、AI は運転データや故障事例から継続的に学習し、診断精度を向上させる</p> <ul style="list-style-type: none"> オンライン監視と健全性評価により、保全是「予防保全」から「予知保全」へと移行しつつある。一部の電力会社では、定期的な時間基準保守から状態基準保全(CBM)⁶⁴への移行により、信頼性向上と保守コストの最適化が進められている
運転・意思決定支援	<ul style="list-style-type: none"> AI は、異常検知、制御最適化、及び緊急対応支援を通じて、運転員の迅速かつ正確な判断を支援する。文献では、以下の点が示されている。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 遺伝的アルゴリズムを用いた燃料サイクル性能向上⁶⁵及び炉心燃料管理プロセスの最適化により、燃料サイクル延長と経済性向上が達成されている ✓ 制御室技術(運転員がプラントを監視・操作するための装置やシステム等)よりも早期に状況を認識し異常を検知することで、過渡現象や異常事象への迅速な対応が可能となり、安全性及び経済性の向上に寄与する ✓ 是正措置プログラム⁶⁶に AI アルゴリズムを適用することで、事象報告の自動分類、重要度評価、原因推定、対策案の提示などが支援され、是正措置プロセスの迅速化と精度向上が図られている ✓ 高度化されたアラームシステムにより、アラームのグループ化が可能となり、運転員を適切な解決策や根本原因へ誘導する機能が強化されている 制御室においては、AI が仮想アシスタントとして運転員を支援し、必要な運転情報や手順を自然言語処理(NLP)やジェスチャー認識を通じて即時に提示することで、マニュアル参照の負荷を低減し、安全運転支援機能を強化する
運転員向け的人的パフォーマンス最適化ツール	<ul style="list-style-type: none"> 原子力発電所の安全性は運転員の判断と行動に大きく依存しており、AI はその意思決定の質と対応能力の向上に寄与する可能性がある。AI による支援は、まず故障診断を前提とし、その後に運転員支援を行うことが望ましい データ駆動型時系列予測を、現在の操作記録情報及び過去の運転データと組み合わせることで、運転員に運転リスクに関する補助情報を提供できる。また、AI や拡張現実技術⁶⁷は、操作手順の確認、設備状態の把握、操作記録情報の整理、運転上の客観的なヒントの提示等を通じて運転員を支援する
運転中におけるセン	<ul style="list-style-type: none"> AI は、運転中にセンサーの精度や応答性、健全性をリアルタイムで監視し、異常や劣化を早期に検出できる。これにより、状態基準保全(CBM)が可能と

⁶³ データ駆動型 AI と、理論知識型 AI (人が持つ知識をモデル等で表現する AI) を組み合わせた技術

⁶⁴ 現在、安定稼動している設備に対して、不要な機器交換などのメンテナンスを行うのではなく、必要と判断された時のみ実施するもの。機器が故障した後に修理する「事後保全(Breakdown Maintenance)」、故障を事前に予防するため一定の時間間隔でメンテナンスを実施する「時間基準保全(Time Based Maintenance: TBM)」に対する新たな考え方

⁶⁵ 遺伝的アルゴリズムは、生物の進化の仕組みを模した最適化のためのアルゴリズムであり、多数の候補解を生成し、より良い解を「生き残らせる」ことで、最適解に近づけていくため、原子炉のように変数が多く、相互作用が複雑な最適化問題に適している

⁶⁶ 米国 NRC での原子力発電所に対する規制における用語。発生した不適合だけではなく、不適合が発生する前の段階の事象を組織が自ら捉えに行き改善策を立てる仕組み

⁶⁷ 現実の環境にデジタル情報を重ね合わせて表示する技術

サー状態 のリアルタ イム監視	<p>なり、不要な校正作業の削減や作業時間・作業員被ばく線量の低減が図られる</p> <ul style="list-style-type: none"> 人工ニューラルネットワーク(ANN)⁶⁸を用いることで、故障センサーの検出、異常値の分離、推定値による補完が可能となる。実例として、エジプトの ETRR-2(試験研究炉)では、炉心冷却系の熱水センサーに ANN が適用されている
保障措置	<ul style="list-style-type: none"> AI、特に人工ニューラルネットワーク(ANN)は、使用済燃料中のプルトニウム-239 量の推定に活用されている。また、部分欠損検出器⁶⁹、フォーク検出器⁷⁰、Self-indication 法を用いた中性子共鳴濃度測定等の非破壊測定装置や技術と AI を組み合わせることで、使用済燃料集合体内の燃料ピンの欠損検出及び個々の燃料棒の識別が可能であることが検証されている AI(線形、非線形、深層学習)は、ガンマ線強度やチェレンコフ光強度等の模擬シグナルに基づき、使用済燃料の燃焼度、初期濃縮度、冷却時間等のパラメータを高精度に予測するために用いられている。従来は非破壊分析装置毎の個別解析に依存していたが、AI モデルにより異なる測定技術のデータを統合し、より包括的な評価が可能となる ANN は、プロセス監視データと非破壊分析測定値を組み合わせることで、バルク取扱施設におけるアクチノイド在庫の異常検出にも試験的に適用されており、従来の大型再処理施設向けの破壊分析技術を補完する保障措置手法としての可能性が示されている また、AI は中性子法、分光法、熱量測定法など複数の測定手法から得られるデータを統合し、ノイズ除去や欠損補完、相関構造の抽出を通じて推定精度を高めることで、放射性物質の特性評価及びインベントリ作成に伴う不確実性の低減に寄与している
AI による ヒューマン リライアビリティ分析 (HRA)・確 率論的リス ク評価 (PRA)の高 度化	<ul style="list-style-type: none"> 拡張 AI(augmented AI)⁷¹は、異常時や緊急時の運転手順における緩和策の適切な実施を支援・確認することで、運転員のエラー率や設備の信頼性データ(故障率、可用性、保全性等)の精度向上に貢献できる。従来の確率論的リスク評価(PRA)モデルでは運転員の行動やパフォーマンスの定量化が困難であったが、AI の活用により、運転員の行動確認やエラー検出が可能となり、実際のパフォーマンス向上とモデル精度の向上が期待される さらに、AI は人間が定義した目標に基づいて予測、提案、意思決定を行い、現実または仮想環境に影響を与えることができる。これにより、ヒューマンリライアビリティ分析(HRA)または PRA の信頼性が向上し、運転パフォーマンスの改善や運転リスクの低減が実現し、AI が生成する信頼性データを用いた PRA モデルの精度向上にもつながる
将来のプ ラント	<ul style="list-style-type: none"> 将来のプラントでは、既存プラントと同様の AI 活用に加え、設計段階から AI やセンサーを統合することで、リスク評価や設計コストの最適化が実現する可能性がある

⁶⁸ 人間の脳の働きを模倣した機械学習モデルの一つ。入力データから学習し、パターン認識や予測、分類等を行う機械学習の基盤技術

⁶⁹ 部分欠損検出器(partial detect tester);中性子とガンマ線を測定し、使用済燃料集合体の一部欠損(抜き取りの有無)を検認する

⁷⁰ フォーク検出器(fork detector):中性子とガンマ線を測定し、使用済燃料集合体の存在(大量欠損の有無)を検認する

⁷¹ 人間を代替するのではなく、人間の意思決定、判断、創造性といった能力を強化・支援するために、膨大なデータを処理・分析する AI 技術

	<ul style="list-style-type: none"> • AI とデータ分析は、設備の信頼性の向上、資産管理、ライフサイクル計画の強化に貢献できる。データベースは、データガバナンスに基づき関連するデータベースと連携する形で構築され、AIは組織全体に利益をもたらす包括的な視点で適用され得る • 先進炉では、運転データの不足を補うため、以下の AI 技術が適用可能である <ul style="list-style-type: none"> ✓ 物理ベースモデル⁷²により生成されたシミュレーションデータは、実炉で予想される物理特性や挙動を再現できる ✓ 敵対的生成ネットワーク(GAN)⁷³等による合成データは、実運転データの振舞い(温度や流量などの値の分布、物理的な相関関係、センサー固有のノイズ特性等)を再現できる ✓ 類似の運転条件に基づく仮想データは、既存プラントの運転データを先進炉の設計条件に合わせて変換・正規化することで先進炉のデータを仮想的に再現できる • AI と深層強化学習⁷⁴は、燃料設計の最適化にも応用されており、燃料棒の配置の改善により、燃料寿命を約 5%延長した例も報告されている。
その他の適用	<ul style="list-style-type: none"> • その他の適用事例は以下のとおり。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ サイバーセキュリティ:AI を用いた侵入検知により、制御システムやインフラネットワークへの不正アクセスを早期に把握でき、核セキュリティの強化に寄与する ✓ シミュレーション支援:中性子計算コードのデータで訓練したニューラルネットワークを用いることで、模擬訓練用の炉物理モジュールを代替することが可能となる ✓ 運転支援:AI がリアルタイムの運転データを分析し、緩和策の有効性を評価・改善することで運転員の判断を補完し、安全性向上に資する ✓ 訓練・ヒューマンマシンインターフェース(HMI)⁷⁵の改善:運転員の実績データやシミュレータ結果を分析することで、訓練プログラムや手順、HMI の改善点を AI が提示し、運転員の技能向上と操作性の改善に寄与する ✓ 定期検査・スケジュール管理:過去の運転・保全データを活用した AI による予測により、より正確なスケジュールの策定が可能となり、コスト削減や人員配置の最適化が実現する ✓ 低レベル放射性廃棄物の管理:輸送、保管、処分に関するデータを AI が解析し、最適な計画立案やリスク低減に貢献する ✓ 発電所性能予測:世界原子力発電事業者協会(WANO)アトランタセンターでは、運転実績や評価データを用いて AI による性能スコア推定モデルを開発しており、運転パフォーマンスの客観的評価に活用されている ✓ BWR 燃料再装荷設計の最適化:ニューラルネットワークにより、熱的制限や反応度の予測誤差を補正することで、燃料の節約や出力低下の回避に寄与することが示されている

⁷² 原子炉の中性子挙動や熱水力特性などの物理法則を数値的に再現するシミュレーションモデルのこと

⁷³ 用意されたデータから特徴を学習し、擬似的なデータを生成することができる生成モデル

⁷⁴ AI が試行錯誤を繰り返しながら、人間のように最適な行動を学んでいく技術

⁷⁵ 人間が機械を操作したり、機械から情報を入手したりするための技術

AI 導入・適用のビジネス価値	<ul style="list-style-type: none"> • 効果が実証されればスケールアップが可能となり、得られる効率化やコスト削減効果によって導入コストを正当化し得る業務価値を創出できる • AI による迅速な結果提示により、作業時間を確保し、業務効率を向上させることができる • 早期異常検出による発電量の損失を抑制し、設備稼働率の向上に寄与する • 機能維持や人員配置の最適化を通じて、労働力不足などの人材課題への対応が可能となる • 高度技能者の現場配置を最適化する⁷⁶ことで、運用コストの削減につながる • 運転効率、信頼性、安全性の向上に資する • チーム間の協働性を強化し、意思決定の迅速化を促進する
-----------------	--

AIの適用は依然として限定的であるが、関係者間の十分な対話とAI技術と専門知識(ドメイン知識)の統合が不可欠であり、専門家の関与はモデルの信頼性向上に寄与する。また、モデルは段階的に構築し、ユーザーの信頼を醸成することが重要であり、技術的成熟度(Technical Readiness Level)に加えて、人間側の受入準備(Human Readiness Level)も考慮すべきである。原子力産業界のガイダンスやベストプラクティスは、AIの導入を支える鍵となる。

【第3章:AIシステムのライフサイクル全体を通じた管理上の留意点】

AIシステムの設計段階から開発、展開、運用・保守に至るまでのライフサイクル全体における考慮事項の概要は、以下の表のとおりである。

AIシステムの設計、開発、展開、運用・保守段階での考慮事項

段階	考慮事項
設計	<ul style="list-style-type: none"> • AI導入に当たっては、導入目的と機能要件を明確化し、原子力分野に求められる高い安全性と信頼性基準を満たすことが不可欠である。そのためには、AIの意思決定プロセスにおける透明性と説明可能性の確保、厳格な検証・試験の実施、専門家や関係者の関与、ユーザーへの教育・訓練、段階的な導入、ユーザーの意思決定プロセスへ適切な組込み、倫理原則の明確化と共有、そしてAI性能を継続的に監視する堅牢な監視メカニズムの構築が求められる <ul style="list-style-type: none"> ✓ AIの導入は、サイバーセキュリティの観点から、原子力安全、核セキュリティ、核物質の計量管理に新たな脆弱性をもたらす可能性がある。具体的には、機密情報の漏洩、モデルの改ざん(バックドア⁷⁷や敵対的入力⁷⁸)、サービス拒否攻撃⁷⁹等、多様な脅威が懸念される他、AIを悪用したマルウェアの高度化、パターン学習による攻撃効果の向上、ディープフェイクの生成、監視の回避、攻撃の自動化といったリスクも指摘されている ✓ 一方で、AIは異常検知や悪質行動の分類等、サイバー攻撃の防御にも有効であり、特にコンピュータセキュリティ専門家人材の不足を補う手段として、AIによるセキュリティ業務の自動化が進められている。

⁷⁶ 例えば、AIが設備状態や作業優先度を分析することで、専門家が必要な場面に集中できるようにし、不要な立会いや過剰配置を減らすこと

⁷⁷ 攻撃者がシステム内に不正侵入するための入口

⁷⁸ AIが予期しない動作をするように意図的に改変されたデータ

⁷⁹ 対象となるマシンやネットワークを停止させ、本来のユーザーが利用できなくすることを目的とした攻撃

	<ul style="list-style-type: none"> こうしたリスクと利点を踏まえ、AI 導入に際しては、機密性、完全性、可用性を確保するための技術的、組織的、物理的対策を講じ、重要度に応じた段階的なセキュリティ対策(graded approach)を適用することが推奨されている
開発	<ul style="list-style-type: none"> 原子力分野における AI ソフトウェアの開発には、品質保証、適格性評価、再現性、開発手法、ツール選定、開発体制、訓練アルゴリズム及び評価指標の整備が不可欠である。AI には静的モデルと動的モデルがあり、学習過程にランダム性が含まれるため、同じ条件でも結果が完全に一致しない場合がある。原子力分野では結果の再現性が安全性評価や説明責任の前提となるため、AI 特有の不確実性を踏まえた品質保証や適格性評価の枠組みを再構築する必要がある。また、オープンソースと商用ソフト、社内開発と外部委託の選択に際しては、コスト、品質、保守性、専門性を考慮した慎重な判断が求められる AI モデルの訓練と評価には、損失関数や学習率、精度、再現率、F1 スコア⁸⁰等の適切な指標選定が不可欠である。性能評価に加え、実運転環境における人間との相互作用を含む「統合システム検証(integrated system validation)」⁸¹が重要であり、特に、AI の説明可能性やユーザーの信頼度調整⁸²といった人間工学的観点、原子力施設における AI 導入の成否を左右する鍵となる
展開	<ul style="list-style-type: none"> AI の展開環境には、クラウド、オンプレミス⁸³、エッジコンピューティング⁸⁴等があり、要件に応じてハードウェア構成、プラットフォーム選定、レイテンシ⁸⁵、可用性、コスト、電力消費を最適化する必要がある。また、AI 導入に伴う業務プロセスや組織文化への影響を考慮し、コッター⁸⁶、ルイン⁸⁷、ADKAR⁸⁸等のチェンジマネジメント⁸⁹手法を活用した段階的かつ柔軟な変革戦略の導入が推奨される AI 導入に伴うリスクには、過度または過小な依存、予期せぬ挙動、データの信頼性、既存インフラとの統合に起因する脆弱性等があり、訓練、性能監視、インフラ評価を通じた対策が求められる。並行・段階的な AI の導入は、現行システムとの比較検証やユーザーの信頼醸成に有効であり、特に人間と AI のインターフェースの最適化にも寄与する。加えて、AI は専門知識の代替ではないため、ユーザーが AI の出力を正しく理解・活用するための実践的な訓練が不可欠である

⁸⁰ 分類モデルの性能を評価するための指標の一つ。モデルの適合率(Precision)と再現率(Recall)の 2 つの指標のバランスを評価するために使用される

⁸¹ AI を含むシステム全体が「実際の運転環境で、人間と一緒に安全かつ適切に機能するか」を総合的に確認するプロセス

⁸² 運転員が AI を過度に過信したり逆に不信任を持ったりすることなく、AI の能力と限界を理解した上で適切なレベルで信頼できるようにする取組み

⁸³ IT インフラを構成するサーバーやネットワーク機器、システムを自社内に設置し、管理・運用すること

⁸⁴ 従来データセンタやクラウドで行っていた処理を、データを収集する端末(エッジ)、もしくは、端末の近くに配置したコンピュータなど、データの発生源の近くで処理を行うもの

⁸⁵ データ転送における指標の 1 つ。転送要求を出してから実際にデータが送られてくるまでに生じる、通信の遅延時間のこと

⁸⁶ ジョン・コッターが提唱した組織が成功するためには効果的な変革管理の方法。指針として「変革の 8 段階のプロセス」を提唱した。①危機意識を高める→②強力なグループを形成する→③変革へのビジョンを創造する→④ビジョンを伝える→⑤障害を取り除く→⑥短期的な勝利を生み出す→⑦変化を土台にする→⑧企業文化の変化を定着させる

⁸⁷ 3 段階のチェンジマネジメントのモデル(解凍—移動—凍結)を提唱

⁸⁸ 個人の変革プロセスに焦点を当て、個人が変われば組織も変わるという考え方を基本とするもの。認知(Awareness)→欲求(Desire)→知識(Knowledge)→能力(Ability)→強化(Reinforcement)

⁸⁹ 経営方針の転換、業務改革、新技術導入など企業における変化の局面で、従業員が変化を受け入れやすくするための手法

運用・ 保守	<ul style="list-style-type: none"> 原子力施設における AI 導入では、専門家と技術実装を担う担当者 (technology implementer)⁹⁰の緊密な連携が不可欠である。専門家は訓練データの提供やモデル結果の検証を通じて、AI の品質と適合性を担保する役割を果たす。AI の性能を維持するためには、定期的な評価とモデルの更新が必要であり、特に自然言語処理(NLP)モデルは誤りが自然な文章に紛れ込むため、性能が低下しても気づきにくい。また数値指標だけでは劣化を捉えにくく、言語の変化にも影響されるため、原子力分野では特に注意が必要である。自己学習型モデルは過学習のリスクがあるため、人間による監視と品質保証体制の整備が重要となる
-----------	---

【第 4 章:データの特性とガバナンス】

概要
<p>AI の信頼性と有効性は、使用されるデータの質とその管理に大きく左右される。訓練、検証、試験の各段階に応じてデータを適切に区分し、独立性と代表性を確保することが求められる。現場データ、実験室データ、人工データ等、データの出所毎に特性や使用上の留意点異なるため、量や関連性、分布、スコープ、バイアス、誤りの影響といった観点から総合的に評価する必要がある。こうしたデータ管理には、ISO 規格に基づくライフサイクル管理の枠組みを活用し、品質保証、法令遵守、継続的改善を体系的に進めることが重要となる。</p>

【第 5 章:AI の適用に向けた追加的な考察】

概要
<p>原子力分野に AI を導入する際には、リスク評価、説明可能性、規制対応、人間と AI の役割分担等が重要な検討事項である。AI の信頼性と安全性を確保するには、初期段階からの体系的なリスク評価、段階的な導入、人間による監視と訓練、説明可能性と精度のバランスが不可欠である。カナダ、英国及び米国等の規制当局も、AI に関する原則や戦略、実施計画を策定し、リスクや技術成熟度に応じた段階的かつ柔軟なアプローチを模索している。したがって AI の導入に際しては、規制当局との継続的な対話と透明性の確保が不可欠である。</p>

【報告:政策調査室】

⁹⁰ AI 技術を実際の組織・システムに導入し、運用可能な形にする専門家

2-3 原子力への航路：フィリピンの挑戦

【はじめに】

本稿では、フィリピンのエネルギー情勢、原子力政策の枠組み、制度的取決め、規制体制、そして人材育成における主要課題について概観する。なお、本稿は、元国際原子力機関(IAEA)核セキュリティ部長のアニタ・ニルソン氏による寄稿を ISCN で編集したものである。

【以下、アニタ・ニルソン氏による寄稿】

エグゼクティブ・サマリー

フィリピンは、将来的な電力需要の増大に対応し、国家の脱炭素化目標を達成するため、原子力の戦略的な導入拡大を推進している。1970～80年代のバターン原子力発電所計画以降、数十年に亘り停滞していた同国の原子力開発は、2024～2025年にかけて確立された包括的な政策・制度枠組みにより、基幹電源としての原子力発電への再挑戦へと舵を切った。「フィリピン原子力発電プログラム・ロードマップ」では、2032年までに1,200MW、2035年までに2,400MW、2050年までに4,800MWの原子力発電容量の導入を目標として掲げている。これらの目標を支える制度的基盤として、2025年に制定された「フィリピン国家原子力安全法」に基づき、独立した原子力規制機関である「フィリピン原子力規制機関(Philippine Atomic Energy Regulatory Authority: PhilATOM)」が新たに設置され、IAEAの「マイルストーン・アプローチ」に沿ったインフラ整備が進められている。本稿では、フィリピンのエネルギー情勢、原子力政策の枠組み、制度的取決め、規制体制、そして人材育成における主要課題について概観する。

原子力への航路：フィリピンの挑戦

フィリピンは東南アジアに位置する島国であり、人口は約1億1,500万人に達する。同国は、同地域における急成長経済国の一つ⁹¹として注目されており、工業化の進展、生活水準の向上、そして化石燃料依存からクリーンエネルギーへの移行を背景に、2040年までに電力需要が現在の3倍に達すると見込まれている。

2024年時点において、フィリピンの電力供給は依然として化石燃料に大きく依存しており、総電力消費量の4分の3以上を占めている。中でも石炭が主要な電源であり、国内電力の60%超を供給している。非化石燃料(クリーンエネルギー、または再生可能エネルギー)は約20%にとどまり、そのうち太陽光発電は約3%に過ぎない⁹²。

フィリピンは、基幹電源としてマランパヤ天然ガス田の開発を進めてきたが、現在の供給量は減少傾向にあり、エネルギー安全保障上のリスクが顕在化している。

⁹¹ <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/philippines>

⁹² <https://lowcarbonpower.org/region/Philippines>

こうした背景の下、電力需要の増加、化石燃料依存、温室効果ガス排出削減の必要性、将来のエネルギー安全保障への懸念が重なり、原子力をエネルギーミックスに導入する可能性の検討が加速している。これにより、石炭依存の低減と、長期的なエネルギー安全保障の強化が期待されている¹。

フィリピンにおける原子力の歩み

研究用原子炉

フィリピンは、1960年代初頭には既に原子力研究開発を導入しており、1963年にはケソン市に米国製の1MWオープンプール型汎用研究炉「PRR-1」が設置され、運転を開始した。この原子炉は、主に研究開発と人材訓練を目的としていた。1984年には、同炉が3MWのTRIGA Mark III型原子炉へと改造・増強されたが、1988年に運転を停止し、その後は代替となる研究炉は導入されなかった。

原子力への再参入に向けたプロセスと能力構築の空白を埋めるため、フィリピン原子力研究所(Philippine Nuclear Research Institute: PNRI)は2014年に新たな未臨界集合体の導入を決定した。30年間未使用だった研究炉燃料は、SATER (Subcritical Assembly for Training, Education, and Research、訓練・教育・研究用未臨界集合体)と呼ばれるこの新たな装置で再活用されている。SATERは、PRR-1と同じ施設内に設置され、フィリピン大学ディリマン校及びマプア大学の原子力教育プログラムを支援する中核的な役割を果たしている。「実践的な(hands-on)教育訓練」なしには、原子力プログラムへの再参入に必要な能力構築は極めて困難であり、SATERはそのギャップを埋める重要なステップとなっている。

凍結された原子力発電所 (The abandoned nuclear power plant)

フィリピンにおける最も重要な原子力事業は、バターン原子力発電所(Bataan Nuclear Power Plant: BNPP)と呼ばれる621 MWeの加圧水型原子炉(PWR)の建設と、その後の凍結である。

1973年の石油危機を契機に、ウェスティングハウス社との間で621 MWeのPWR建設契約が締結され、同炉は、1976年から1984年にかけて建設された。しかし、1979年のスリーマイル島事故と1986年のチェルノブイリ事故を受けて国内で再評価が実施され、複数の安全審査により多くの懸念が指摘された結果、原子炉プロジェクトは中止されることとなった。更に、原子炉への新燃料の装荷を見送る決定には、世論の反対と原油価格の下落に伴う財政的圧迫が大きく影響した¹。

その後、施設構造物及び原子炉システムは停止・保存状態のまま維持されており、2000年代にはプロジェクトに関連した債務が完済された点も特筆に値する。BNPPの再活用に向けた評価はこれまで繰り返し行われており、2024年には韓国水力原子力発電会社(Korea Hydro & Nuclear Power: KHNP)が再稼働の可能性に関する実現可能性調査の実施に合意したものの、原子炉の再稼働に関する正式な決定はなされて

いない⁹³。

コメント:完成したまま稼働しなかった原子炉の存在が、フィリピンにおける原子力政策の是非を巡る議論を今日に至るまで継続させる要因となっている。この「遺産」は、国民の原子力に対する認識形成に大きな影響を与え、BNPP は現在もなお、「フィリピンに原子力は適しているのか否か」を巡る議論の基準点となっている。また、BNPP の建設・維持を通じて、原子炉の配備・運転に必要なインフラに関する一定の技術的知見や制度的認識が国内に保持されてきたと考えられる。

国家エネルギー政策と原子力

原子力エネルギー計画の再開は、将来の電力需要に対応するため、信頼性の高いエネルギー供給の確保が不可欠であるという認識に基づくものである。化石燃料の輸入に依存する現状は、フィリピンにとって十分なエネルギー安全保障を提供していない⁹⁴。急激に増加する電力需要、極めて高い電力価格、そして気候変動対策としてのパリ協定下の国際的コミットメントが、国家エネルギーミックスへの原子力導入計画の策定を後押しした。この取組みは、石炭依存の明確な低減をもたらし、新規石炭火力発電所の建設停止(モラトリアム)及び温室効果ガス排出削減義務の履行といった「パリ協定の目標」達成に貢献することが期待されている。多くのアナリストは、再生可能エネルギーのみでは、土地利用、送電網の制約、出力変動といった課題により、安定的な供給が困難であると指摘しており、原子力を温室効果ガスの排出削減とエネルギー安全保障の両立を可能にする現実的な選択肢として位置付けている。

初期調査と原子力発電所への関心の再燃

原子力再導入に向けた最初の本格的な調査は 2007 年に実施され、同年、フィリピンエネルギー省(Department of Energy: DoE)は、国家総合エネルギー計画の一環として原子力を検討するプロジェクトを立ち上げた。2008 年に改訂された国家エネルギー計画では、2025 年に 600MWe の原子炉を稼働させることを目標とし、その後、600MWe ずつ段階的に増設し、最終的に 2400 MWe まで拡大する計画が示された⁹⁵。その後実施された複数の調査でもこの方針は支持されており、2050 年に向けた導入目標のさらなる拡大や、多様なエネルギー需要に対応可能な小型モジュール炉(SMR)の導入も視野に入れた計画が検討されている。

制度的・国際的措置

フィリピンには、国産原子炉を独自に開発・建設する技術力や産業基盤が不足している。このため、主要な原子力発電所供給国との緊密な協力体制の構築に向けた準備が進められてきた。

2009 年には、露国のロスアトム社と協力協定を締結し、BNPP の再稼働及び SMR

⁹³ <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/philippines>

⁹⁴ <https://asianinsiders.com/2025/10/07/2025-philippines-nuclear-energy/>

⁹⁵ <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/philippines>

に関する研究を、他のベンダーとも連携しつつ進めた。これに加え、2020年には「原子力エネルギープログラム・省庁間委員会(Nuclear Energy Program-Inter-Agency Committee: NEP-IAC)」が設置され、国家としての原子力政策の立場の整理や、初号機建設に向けた選択肢(例えば、適切な建設用地の選定)に関する調整作業が進められている。

これらの取組みは、IAEAの支援の下で実施されており、IAEAは、「マイルストーン・アプローチ」のフェーズ1終了後の2018年に、最初の「統合原子力基盤レビュー(Integrated Nuclear Infrastructure Review: INIR)」を実施し⁹⁶、2024年にはフォローアップ・ミッションを行った。これらの報告書は、IAEAウェブサイトで公開されている。IAEAは、2024年のレビューにおいて、原子力導入に必要な支援インフラの整備に関して、「著しい進展」がみられたと評価している⁹⁷。

正式な国家政策の決定

BNPPプロジェクト以降、フィリピンは原子力研究から段階的に発展し、発電所の建設及び運転を可能とする法制度、規制及び計画の枠組みを整備してきた。

2022年、ドゥテルテ大統領は大統領令第164号(2022年の「E.O. 164」)を発出し、原子力発電を国家のエネルギーミックスに組み込む正式なプロセスを開始した⁹⁸。この大統領令は、経済的、政治的、社会的、環境的目標を総合的に考慮した「原子力エネルギー計画(Nuclear Energy Plan: NEP)」を国家方針として採択しており、特に原子力を「増加するエネルギー需要と供給のギャップを埋めるための実行可能な構成要素」として位置付けている。更に、「フィリピン開発計画2023-2028」及び「フィリピンエネルギー計画2023-2050」においても、長期的なエネルギー安全保障の一環として、原子力発電の導入目標が明示的に盛り込まれている。

計画中の原子力プログラム

2025年10月、DoEは、初の商業用原子力発電所を、「パイオニア原子力発電所(Pioneer Nuclear Power Plant)」と位置付け、民間投資を促進し、プロジェクトの迅速な開発を図るために、同施設にファストトラック(優先的推進)ステータスを付与する枠組みを発表した⁹⁹。この取組みは、国家の規制体制が厳格な安全審査を実施でき、かつ規制の独立性を維持しながら投資家の信頼を確保できることを前提としている。

計画では、事前に特定された用地に1,000~1,200 MWeの大型商用原子炉を導入することが想定されており、特定の用途や立地条件に応じてSMRを組み込む選択肢

⁹⁶ <https://www.iaea.org/sites/default/files/documents/review-missions/inir-report-philippines-171218.pdf>

⁹⁷ <https://www.iaea.org/sites/default/files/documents/review-missions/inir-report-philippines-061224.pdf>

⁹⁸ <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/philippines>

⁹⁹ World Nuclear News. (2025, October 7). Philippines prepares for nuclear new-build. <https://world-nuclear-news.org/articles/philippines-prepares-for-nuclear-new-build>

も検討されている^{100,101}。

計画中の原子力発電容量の概要は以下の通りである：

- 2032年までに少なくとも1,200MW(600MWe原子炉2基に相当)
- 2035年までに2,400MW(一部のユニットが2032年以前に着工された場合を想定)
- 2050年までに4,800MW(15年間で容量を倍増)

コメント:現時点では、原子炉ユニットの初回発注はまだ完了していない。一方で、凍結されたバターン原子炉(621 MWe)の改修・再活用案も過去に検討されており、完全に排除されたわけではない。近年、フィリピン政府はSMRを原子力エネルギー計画の有力な選択肢として位置付け、複数の供給事業者との協議を開始している。2023年11月には、フィリピン国内最大の電力会社であるマニラ電力会社(Manila Electric Company: MERALCO)が、米国のウルトラ・セーフ・ニュークリア社(Ultra Safe Nuclear Corporation)と協力協定を締結し、1基以上のマイクロリアクター(超小型炉)の導入可能性に関する調査を開始した¹⁰²。原子炉ユニットの初回発注は現在も進行中と見られており、今後の動向が注目される。

公的支援

原子力は、BNPPの凍結という歴史的経緯もあり、フィリピンにおいて国民的支持を十分に得ているとは言いがたい。しかし、電力需要の増加と関連コストの高騰が、世論をより肯定的な方向へ動かしつつある。2019年、原子力エネルギー計画に関する政策議論に先立ち、NEP-IACによって実施された世論調査では、原子力に対する国民の意識の変化が明らかとなった。

この調査によれば、回答者の約79%が既存の原子炉の利用または再稼働を容認し、約65%が新規原子炉の建設を支持していることが示された。これらの結果は、原子力計画再始動に対する政治的な後ろ盾となっており、政策決定における重要な要素となっている。

法的・規制的枠組み

フィリピンによる国際的なコミットメント

以下の表は、フィリピンが締結・遵守している国際的な原子力関連の法的枠組みの概要を示すものである。これらの国際的な法的義務は、国内法に適切に移行され、国内法体系の一部として履行される必要がある。

¹⁰⁰ World Nuclear Association. (2025, December 3). Nuclear Power in the Philippines. <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/philippines>

¹⁰¹ International Atomic Energy Agency. (2024, December). Integrated Nuclear Infrastructure Review (INIR) Report – Philippines. <https://www.iaea.org/sites/default/files/2025-07/inir-report-philippines-061224.pdf>

¹⁰² <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/philippines#nuclear-power-industry>

フィリピンが締結・遵守している国際的な原子力関連の法的枠組み

条約/協定名	署名/ 批准年	発効年	締約国数 (2025年時点)	主な義務
大量破壊兵器の不拡散				
核不拡散条約 (NPT)	1968/1972	1970	191	核兵器を放棄し、IAEA 保障措置を受入れ、核兵器開発に貢献せず軍縮を図る
包括的核実験禁止条約(CTBT)	1996/2001	1996 採択	178	核実験の爆発を控える
原子力安全				
原子力安全条約	1994 署名	1996	98	高い安全基準の維持、情報交換、ピアレビュー
早期通報条約	1997 加盟	1986	136	国境を越える拡散を伴う原子力事故について、関係国及び IAEA に通知する
原子力事故援助条約	1997 加盟	1986	131	原子力事故の場合の援助の提供
放射性廃棄物等安全条約	1997 年署名	2001	92	使用済燃料及び廃棄物の安全な管理
核セキュリティ				
核物質防護条約 (CPPNM)	1980/1980	1987	165	核物質の盗難防止
改正核物質防護条約 (CPPNM/A)	2005 署名、 2021 批准	2016	138	原子力施設の保護範囲を拡大
原子力損害賠償				
原子力損害の民事責任に関するウィーン条約	1965 批准	1977	48	原子力損害に対する事業者の責任
1997 年ウィーン条約議定書	1998 署名	2003	17	賠償責任限度額の引き上げ及び事業者の責任強化

コメント: フィリピンは、原子力エネルギー計画を有する国々に求められる国際法的枠組みの大半に参加しており、国際的な責任と透明性の確保に向けた姿勢を示している。ただし、「原子力安全条約」と「放射性廃棄物等安全条約」については、署名は済ませているものの、まだ批准に至っていない点が指摘されており、今後の制度的整備

と政治的意思決定が注目される。

フィリピン国家原子安全法 (Philippine National Nuclear Energy Safety Act)

原子力プログラムにとって最も重要な前提条件の一つは、国内の原子力関連法に基づく国家的な法的枠組みの整備である。この点は、IAEA による INIR ミッションでも明確に認識されており、IAEA 加盟国における原子力エネルギーを支える国際的枠組みを踏まえた新法の制定プロセスの開始が、勧告の 1 つとして示された。

従来、原子力及び放射線の規制は、主に PNRI の責任下で実施されていたが、これは旧来の法律¹⁰³に基づき、原子力技術の促進と規制が同一機関に混在していた体制であった。政府及び IAEA の双方のレビューにおいて、原子力インフラにおける制度的ギャップ、特に独立した原子力規制機関の欠如が、いかなる発電炉計画においても克服すべき根本的課題として指摘されていた。

こうした背景を受け、国家的な政策プロセスを経て、2025 年に「フィリピン国家原子力安全法」¹⁰⁴が提案・制定された。同法は、「平和的、安全かつ確実な」原子力及び電離放射線の利用を目的とした包括的な法的枠組みを定めており、核爆発装置や放射性兵器の使用を明示的に禁止している。この法制定により、規制、安全、核セキュリティ及び保障措置に関する全ての機能が PNRI 及び他機関から分離され、新設された独立規制機関へと移管された。

2025 年の法制定をもって、フィリピンは原子力活動の「促進」と「規制」の機能を制度的に分離し、国際的なベストプラクティスに沿った体制整備を実現した。

同法は、フィリピンの原子力エネルギー計画全体^{105,106}に対する法的基盤を提供するものであり、以下の主要な要素を含んでいる：

- PhilATOM を独立した原子力規制機関として設置し、原子力安全、核セキュリティ、及び保障措置に関する唯一の規制権限を付与する
- IAEA の安全基準に準拠した包括的な規制枠組みの整備を義務付ける
- 原子力プログラム実施機関 (Nuclear Energy Programme Implementing Organization: NEPIO)を通じた省庁間調整を行う仕組みを構築し、政策の一貫性と実施の効率性を確保する
- DoEをはじめとする関係機関の役割を明確化し、政策立案、促進、投資家対応等の機能を整理
- 国家として国際的な原子力関連条約・協定の遵守を明記し、国際的な信頼性と整合性を担保
- PhilATOM に対し、全ての原子力施設及び放射線関連活動に対する許認可・

¹⁰³ RA 2067 (Science Act of 1958), and Presidential Decree 1484

¹⁰⁴ RA 12305, the Philippine National Nuclear Energy Safety Act (PhilATOM Law)

¹⁰⁵ International Atomic Energy Agency. (2024, December). Integrated Nuclear Infrastructure Review (INIR) Report – Philippines. <https://www.iaea.org/sites/default/files/2025-07/inir-report-philippines-061224.pdf>

¹⁰⁶ <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/philippines>

-
- 規制権限を付与し、安全、核セキュリティ基準の設定、査察の実施、違反に対する罰則の適用、必要に応じた活動の停止・閉鎖命令の発出を可能とする
- 放射性廃棄物及び使用済燃料の管理、廃止措置(廃炉)、物理的防護及びサイバーセキュリティ、緊急時対応に関する規定を整備し、IAEA の安全基準及び保障措置の遵守に必要な資金確保と規制体制の構築を義務付ける

フィリピン原子力規制機関 (Philippine Atomic Energy Regulatory Authority: PhilATOM)

PhilATOM は、2025 年に制定された「フィリピン国家原子力安全法」に基づき設立された、国内唯一の原子力及び放射線施設に対する国家規制機関である^{15,107}。この法律により、PhilATOM には、法人格、組織的自律性、並びに規制業務遂行に必要な財政的資源が付与されている。

規制権限: PhilATOM の管轄は、原子力・放射線関連活動の全ライフサイクルに及び、以下の段階を含む:

- 立地選定とサイト評価: 地質、水理、地震、外部ハザード等に基づく、原子力発電所の候補地の評価
- 設計審査と承認: 原子炉の設計、安全システム、マネジメント体制の事前評価
- 建設許可と検査: 建設の品質や設計・規制要件の適合性の監督
- 試運転及び運転許可: 運転の認可と継続的な遵守条件の設定
- 運転中の監督: 定期検査の実施、運転実績のレビュー、法令遵守の徹底
- 変更の承認: 施設や運転方法の変更に対する許認可
- 廃止措置: 廃止措置計画の承認、施設の除染・解体の監督

安全機能: PhilATOM は、原子力安全及び放射線防護に関して以下の責任を負う:

- IAEA の安全基準に基づく原子力安全規制、規制ガイド、技術基準の策定及び更新
- 国際的な勧告に沿った線量限度及び安全目標の設定
- 立地、設計、建設に関する技術要件の定義 (例: 耐震設計、洪水対策、外部ハザードへの備え)
- 多重防護(ディフェンス・イン・デプス)の実施: 複数の独立したバリア(防護層)と安全システムの整備
- 全ての安全関連業務を対象とする品質保証及びマネジメントシステム導入の許認可取得者への義務付け
- 作業従事者と一般公衆に対する放射線防護要件の策定と施行
- 緊急時対応計画の承認及び事業者・地方自治体との訓練の実施

¹⁰⁷ International Atomic Energy Agency. (2025). INIR Report: Philippines. Comprehensive Infrastructure Assessment Missions.

核セキュリティ機能:核セキュリティに関する規制の策定と施行には、以下が含まれる:

- 物理的防護:原子力施設及び輸送中の核物質に対するバリア、監視、アクセス制御等の核セキュリティシステムの設計と運用
- サイバーセキュリティ: 制御システムや安全上重要なデジタル計装機器のサイバー脅威からの防護
- 人的セキュリティ:作業従事者や訪問者の身元確認、信頼性評価、アクセス許可の管理
- 核セキュリティ文化:組織的な運用慣行や経営層の核セキュリティへの取組みに関する要件の設定
- 脅威の評価と対応:脅威の分析、緊急時対応計画、法執行機関及び情報機関との連携
- 放射線源の追跡と管理:産業及び医療用に使用される放射線源の所在管理と核セキュリティ対策の確保¹⁰⁸

保障措置機能:国家保障措置機関として、以下の責任を負う:

- 核物質の国内計量管理制度(State System of Accounting for and Control: SSAC)の運用(核物質の計量管理及び報告を含む)。
- IAEA との保障措置実施に関する主要な窓口としての役割
- 包括的保障措置協定(CSA)及び追加議定書(AP)の義務の履行
- IAEA による保障措置査察の円滑な実施の支援。必要に応じて原子力施設へのアクセス提供
- 核物質の計量管理、輸出入管理、異常の検出と調査に関する規制の策定
- 地域的保障措置の枠組みや、核不拡散に関する国際フォーラムとの協力

放射廃棄物及び使用済燃料の管理:PhilATOM は、放射性廃棄物及び使用済燃料の発生、取扱い、貯蔵、輸送、最終処分または返還に関する規制を実施している。

- 廃棄物の貯蔵及び処理施設の許認可の発給
- 各許可事業者に対する廃棄物管理及び貯蔵計画の審査・承認
- 規制対象外とするための物質線量及び汚染限度値の設定(クリアランスレベルの明確化)
- 将来的な廃棄物処分場の設置または国外への返還措置に対する監督・規制
- 国際機関との連携による国境を超える廃棄物移動及び処分基準の調整

コメント: フィリピンに新たに設立された規制機関は、原子力規制に必要な包括的な機能の整備を目指しており、制度設計の面では国際的なベストプラクティスに沿った枠組みが構築されつつある。しかし、これらの機能を実効的に果たすためには、教育を受けた専門人材や熟練した技術者の確保が不可欠であり、その能力は通常、短期間

¹⁰⁸ Stimson Center. (2025, November 19). Nuclear Energy Challenges in Southeast Asia's Clean Energy Transition. <https://www.stimson.org/2025/nuclear-energy-challenges-in-southeast-asias-clean-energy-transition/>

で形成されるものではない。更に、通常の行政能力に加えて、高度な技術的専門性が求められるため、多様なスキルレベルを有する人材を段階的に育成する計画的なプログラムが必要とされる。また、現場での実務経験を通じた資格取得の機会の提供も、専門性の確立において重要な要素となる。このような背景から、原子力発電の長年の運転経験を有する国々の規制機関や関連組織との緊密な協力は、フィリピンにとって極めて有益であり、一部の機能を「ファストトラック(優先的推進)」で立ち上げるための現実的な手段ともなり得る。

DoE の役割

PhilATOM が原子力の安全、核セキュリティ、保障措置に関する規制及び統制機能を担う一方で、DoE は原子力の促進及び支援に関する以下の責任を負っている¹⁰⁹：

- 国家エネルギー政策及び計画の策定
- 原子力発電ロードマップ及び導入容量目標の策定
- 投資家との連携及びプロジェクト資金調達の促進
- 電力会社や発電事業者との調整(発電所の運転開始や送電網への統合に関する調整を含む)
- 国家のエネルギー安全保障及び脱炭素化目標との整合性の確保

原子力発電計画実施機関 (Nuclear Energy Programme Implementing Organization: NEPIO)

国家の原子力エネルギー計画の立案と実施には、社会の様々な機能が関与する。フィリピンはこの複雑性を踏まえ、2024年2月に「原子力エネルギー計画調整委員会 (Nuclear Energy Program Coordinating Committee)」を設置した。新設された同委員会は、NEPIO としての機能を担い、以下のような任務を遂行している：

- 原子力発電の導入に対応可能な送電システムの強化に関する提言の策定
- 原子力を支援するための国内法制度の整備
- 原子力発電所の立地に関する技術的・社会的要件の検討
- 環境保護に関する政策提言

同委員会は、DoE 及び PhilATOM と並ぶ主要機関として位置付けられている。また、以下のような他の国家機関、例えば環境天然資源省(Department of Environment and Natural Resources: DENR)、保健当局(Health Authorities)、国家災害リスク削減管理評議会(National Disaster Risk Reduction and Management Council: NDRRMC)、並びに地方自治体も、原子力エネルギー計画に関連する責任を有する場合には、NEPIO の活動に関与する：

¹⁰⁹ International Atomic Energy Agency. (2024, December). Integrated Nuclear Infrastructure Review (INIR) Report – Philippines. <https://www.iaea.org/sites/default/files/2025-07/inir-report-philippines-061224.pdf>, and <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/philippines>

能力構築と国際原子力協力

規制能力と人員配置

前述の通り、またフィリピン及び IAEA の評価においても確認されているように¹¹⁰、大規模な商業用原子炉の許認可及び監督を効果的に実施するためには、規制機関における高度な専門的人材の確保と育成が不可欠であり、現時点での主な課題は以下のとおりである¹¹¹。

- 原子炉の安全性解析、熱流体力学、構造力学に関する専門家が不足
- 確率論的安全評価(PSA)及びリスクに基づく規制判断に関する専門知識が依然として限られていること
- 原子力分野におけるサイバーセキュリティの専門家の不足
- 国際保障措置手続き及び査察を実施する際の手順やルールに関する適切な訓練の必要性
- 技術系専門職に対する国内外の労働市場における競争の激化により、人材の確保・定着が困難

IAEA との協力

フィリピンは、国際的な視点を重視し、IAEA 及びその他のパートナーとの協力を積極的に取組んでいる。特に、IAEA の 技術協力プログラムに継続的に参加しており、研究用原子炉を活用した訓練や、広範な人材育成プロジェクトを通じて、原子力分野の専門性の強化を図っている¹¹²。

また、フィリピンは、原子力導入準備状況の評価する IAEA の INIR ミッションをはじめとする外部評価を積極的に受け入れ、自国の制度的、技術的な整備状況の客観的な検証と改善に努めている。

IAEA が提供する支援には、フェローシップの提供、専門家派遣ミッション、原子力安全、核セキュリティ、保障措置、原子力インフラに関する地域コースの実施等があり、PNRI、DOE/NEPIO 及び PhilATOM の職員の能力向上を直接的に後押ししている。

二国間及び多国間の協力

フィリピンは、原子力先進国の電力会社や政府機関との協力協定を通じて、制度的・技術的能力の強化を図っている。例えば、フィリピンの電力会社である MERALCO と、仏国の Électricité de France (EDF)との協定では、実現可能性調査、運転員訓練、サプライチェーン開発、資金調達等、原子力導入に必要な多面的な支

¹¹⁰ International Atomic Energy Agency. (2025). INIR Report: Philippines. Comprehensive Infrastructure Assessment Missions.

¹¹¹ Stimson Center. (2025, November 19). Nuclear Energy Challenges in Southeast Asia's Clean Energy Transition. <https://www.stimson.org/2025/nuclear-energy-challenges-in-southeast-asias-clean-energy-transition/>

¹¹² e.g. IAEA TC projects PHI1023, RAS0089

援が盛り込まれている¹¹³。また、ASEAN 関連の原子力エネルギーフォーラムやネットワークを通じた能力構築支援も、東南アジアにおける重要な枠組みとなっている²⁴。例えば、日本原子力研究開発機構(JAEA)との連携は、PNRI が実施する訓練プログラムの一環として高く評価されている^{114,115}。

こうした二国間・多国間パートナーシップは、規制当局、電力会社職員、技術支援組織向けに専門的な訓練、ワークショップ、派遣の機会を提供し、IAEA の活動を補完する役割も果たしている。PNRI は、IAEA や OECD/NEA と連携した ASEAN・アジア太平洋地域の訓練ネットワークやワークショップにも積極的に参加している。

これらの地域プラットフォームは、国内の訓練内容を国際的なベストプラクティスに整合させるとともに、情報交換、合同ワークショップ、核セキュリティ及び緊急時対応に関する机上演習等の実施を支援している。

コメント:こうした二国間・多国間の活動は、主に年次ベースで計画されており、有益な訓練機会を継続的に提供する意図があるものの、原子力導入という高度な取組みに必要な有能な人材を育成するという長期的な人材開発の観点から見ると、十分とは言えない可能性がある。しかしながら、こうした幅広い国際的な交流は、長期的な専門的ネットワークと関係の構築に資する貴重な機会であり、将来的な協力の基盤として大きな価値を有している。

人材育成(Human Resource Development: HRD)

原子炉の安全解析、核セキュリティ、保障措置、プロジェクトマネージメント、規制法務^{116,117}といった専門分野における高度な専門人材の採用・確保は、大規模な原子力エネルギー計画の実施に不可欠な人材基盤を形成する上で極めて重要である。これらの能力は、特に PhilATOM、DoE 及び PNRI といった主要機関にとって中核的な要素である。必要とされる能力やスキルは、職種毎に異なるため、教育、技能訓練、現場での OJT (オン・ザ・ジョブ・トレーニング) を段階的かつ体系的に組み合わせた人材育成戦略が求められる。人材育成計画の策定に当たっては、これら全ての要素を総合的に考慮する必要がある。

¹¹³ Asian Insiders. (2025, October 7). Why is the Philippines considering nuclear energy?
<https://asianinsiders.com/2025/10/07/2025-philippines-nuclear-energy/>

¹¹⁴

https://www.pnri.dost.gov.ph/images/NTC/SCHEDULE_OF_NUCLEAR_TRAINING_CENTER_PROGRAMS_FOR_2025.pdf

¹¹⁵ ISCN 注:ISCN が実施する講師育成事業 (Instructor Training Program、文部科学省受託事業) の一環で、日本で講師育成研修 (Instructor Training Course) を受けたフィリピンからの参加者が自国に戻り講師となり、国内向けの研修 (Follow-up Training Course) を行い、自国の講師を育成している。ITC-FTC で提供しているのは、原子炉工学、原子力/放射線緊急時対応、及び環境放射能モニタリングコースである。

¹¹⁶ Stimson Center. (2025, November 19). Nuclear Energy Challenges in Southeast Asia's Clean Energy Transition.
<https://www.stimson.org/2025/nuclear-energy-challenges-in-southeast-asias-clean-energy-transition/>

¹¹⁷ International Atomic Energy Agency. (2025). INIR Report: Philippines. Comprehensive Infrastructure Assessment Missions.

規制機関及び原子力プログラム実施機関の人材育成における重点分野には、原子炉安全解析及び設計審査、認可手続き及び規制検査、核セキュリティ及び保障措置の実施、緊急時対応準備が含まれる。

フィリピンにおいては、600～1,300MWe 規模の原子力プログラムを実施するために、原子力分野全体で数千人規模の人材が必要と見積もられており、このうち、50～100人は、規制及び技術の中核を担う高度な専門職としての人材が求められている。これが現在の人材育成目標の指針となっている。

このような人材育成計画には、学術教育及び専門教育、国際的な既存の訓練プログラム、他機関への出向による教育的経験、通常の OJT 等が含まれる。具体的には、以下のような取組みが挙げられる。

- 内部訓練プログラムの確立及び若手職員へのメンタリングの実施
- 原子力先進国(運転中の発電所を有する国)への規制検査官の出向及び OJT の実施
- IAEA の技術会議、ワークショップ、専門家ミッションへの継続的な参加
- 仏国、韓国、日本等の原子力先進国の規制機関との協力協定の活用(技術交流、共同プロジェクト、相互教育・研修プログラムへの参加)
- 原子炉物理学、工学、規制科学分野における技術職員向けの奨学金制度及び海外研修派遣

PNRI 原子力訓練センター(PNRI Nuclear Training Center: NTC)及びその他の教育・訓練に関する事項

フィリピンにおける主要な原子力訓練機関は、PNRI に設置された原子力訓練センター(Nuclear Training Center: NTC)である。これに加え、大学における教育プログラムや産業界主導の新たな取組みも進展しており、国内訓練体制は、地域及び国際的な能力構築ネットワークとの連携を強化しながら、将来の原子力発電導入を支援する基盤となっている。

PNRI は 2007 年に、教育文化スポーツ省(Department of Education, Culture and Sports: DECS)、高等教育委員会(Commission on Higher Education: CHED)等とともに、「原子力発電に関する国民教育・広報サブ委員会(Subcommittee on Nuclear Power Public Education and Information)」を構成し、原子力教育と情報提供の迅速化を担う機関として任命された¹¹⁸。

PNRI の NTC では、政府機関、産業界及び医療機関の技術者、学術機関の研究者・学生、並びに国家原子力エネルギー計画関連機関の職員を対象として、原子力科学・技術、放射線安全、非破壊検査及びその他の応用分野に亘り、定期的な講座を実施している。

¹¹⁸ <https://inis.iaea.org/records/tcfxt-86032>

また、PNRIは、放射線防護・安全管理責任者や、放射性物質取扱者の規制要件を満たすための認定プログラムを提供している。また、JAEA との共同開催による専門講座も随時開講している¹¹⁹。

更に、フィリピン大学ディリマン校等の大学では、原子核物理学や工学分野の研究・教育を通じて、将来の原子力人材の育成に貢献している。ただし、これまでのところ、フィリピンには原子炉技術に特化した学術プログラムは存在せず、限定的な講義の提供にとどまっているのが現状である。

総括コメント

「原子力発電導入ロードマップ(2050年までに最大4,800MWを目標)」は、極めて野心的な原子力エネルギー計画を提示しており、その実現に向けた準備はIAEAの「マイルストーン・アプローチ」に沿って段階的に進められている。電力需要の増加に伴うエネルギー安全保障への懸念や、化石燃料依存からの脱却を目指す国家的コミットメントが、最新かつ効果的な原子力法規制インフラの構築に向けた政治的な前進を後押ししている。

特に、推進機能と規制機関の制度的分離、及び2025年に包括的な法的枠組みに基づいて設立された独立規制機関であるPhilATOMの創設は、商業用原子炉の安全かつ確実な許認可・監督を可能とする制度的能力構築に向けた決定的な一歩と評価される。

しかしながら、フィリピンは依然として原子力導入の初期段階にあり、具体的にどのような原子炉が建設されるのか、またPhilATOMの段階的な立ち上げが進むかどうかは不透明である。新たな規制機関をその使命に従って機能させるためには、規制・運用能力の確立という大きな課題が立ちはだかっている。

一方で、IAEAやその他の国際・地域機関、二国間協力を通じた国際的取組みは、人材育成や制度整備において重要な支援となる。IAEAの「マイルストーン・アプローチ」を積極的に取り入れ、進捗状況を定期的にレビューする姿勢は、成功への強い意欲を物語っている。ただし、フィリピンが現在抱える課題の規模と複雑性を考慮すると、ロードマップに示されたタイムラインはやや楽観的すぎるように思われる。

¹¹⁹ ISCN注:脚注115を参照

2-4 エストニア—小型モジュール炉(SMR)の導入に向けて—

【はじめに】

本稿はエストニアの小型モジュール炉(SMR)導入計画について、エストニアのエネルギー情勢・原子力政策の形成過程・制度枠組み・人材育成・社会的受容等の観点からその概要を紹介するものである。なお、本稿は元国際原子力機関(IAEA)核セキュリティ部長のアニタ・ニルソン氏による寄稿を ISCN で編集したものである。

【以下、アニタ・ニルソン氏による寄稿】

エグゼクティブ・サマリー

エストニア¹²⁰の SMR を採用する原子力発電導入の準備は、概ね整っている。エネルギーミックスに原子力を導入するという政策合意形成を可能にした政策・技術プロセスは、地域社会の関わりにおける人的側面と、人材育成プログラムを準備する必要性を考慮した慎重で段階的なアプローチを体現している。

エストニアは、透明性のある国民との対話と戦略的な技術選択を通じ、これまで数十年に亘り議論の対象にすらならなかった原子力に対する支持獲得に成功している。歴史的にエストニア国民はソ連時代のウラン採掘・製錬とこれに伴う環境影響、軍事用原子炉訓練のための閉鎖的な施設¹²¹という負の遺産を記憶している。厳正かつ開かれた公共プログラムは国民の信頼を獲得・回復するために実施されてきた。今日、エストニアのエネルギーミックスに原子力を導入することに対し、国民は前向きな姿勢を示している。

エストニア政府・当局は 2050 年までのカーボンニュートラルを達成することを目標としており、この目標達成のために更なる人材が必要であることを認識している。人口 140 万人のエストニアで、必要な教育や専門家の交流・定期的なトレーニングを実施するためには国際的な連携・パートナーシップが不可欠であることから、エストニアは IAEA や欧州連合(EU)内・その他パートナーとの国際的な連携に投資してきており、これらの連携を将来的に継続・拡大する可能性は高い。

エストニア:SMR の導入に向けて

エストニア—正式にはエストニア共和国—は、北ヨーロッパのバルト地域に位置し、バルト海に面すると共にラトビア・ロシアと国境を接する。人口は約 140 万人。EU 及び北大西洋条約機構(NATO)に加盟している。エストニアは、第二次世界大戦時から 1991 年まで事実上ソ連の占領下にあり、完全な主権回復は 1991 年 8 月 20 日であった。今日のエストニアは高所得かつ高度に発展した経済を有する先進国である。エス

¹²⁰ <https://en.wikipedia.org/wiki/Estonia>

¹²¹ https://www.nuclear-heritage.net/index.php/Estonian_Repository

トニアは汚職が少ない国の一つで、教育・人材育成・報道の自由・オンライン公共サービス・技術関連企業の数に関する国際的な指標において、極めて高い評価を受けている。

エストニアは 2035 年までに電力消費量が 2 倍になると予測している。現在、石炭が電力消費量の半分を賄っており、残り半分は非化石燃料・再生可能エネルギーにより賄われている。エストニアは 2050 年までにカーボンニュートラルを達成することを目標とし、脱炭素化を更に推進しかつエネルギー安全保障のため、原子力発電の導入(300MW 規模の SMR 2 基)を目指している。この計画は化石燃料から低炭素エネルギー源へのエネルギー転換を支援すると同時に、北欧・バルト地域における技術先進国としての地位を維持することにもつながる。

エストニアの原子力発電に関する経験

エストニアでは、ソ連時代のウラン採掘・製錬や海軍用原子炉の訓練に伴う多量の放射性廃棄物という負の遺産を安全に管理し、問題を解決することに取り組んできた。

ソ連時代のウラン生産

ソ連時代のエストニアでは、シラマエというバルト海沿岸の町をウラン生成の拠点とし、約 400 万トンの鉱石が処理され、2~3 万トンのウラン精鉱^{122,123}が生産された。シラマエで製造されたウランはソ連初期の核兵器開発のために利用された。

パルディスキ原子力潜水艦訓練センター

パルディスキは有刺鉄線で囲まれた閉鎖都市で、1962 年からソ連の海軍原子力潜水艦の乗員を訓練するための中心地であった¹²⁴。本施設は、それぞれ約 70MW と約 90MW の熱出力を持つ 2 基の原子炉を有し、乗員訓練用の実物大潜水艦模型に設置されており、ソ連における訓練施設としては最大規模のものであった。これらの原子炉は、1989 年まで運転¹²⁵していたが、チェルノブイリ事故とソ連崩壊により停止された。原子炉燃料は 1994 年にロシアへ移送された。その後、原子炉区画はコンクリート製の石棺で封じ込められて 1995 年にエストニアへ引き渡された。

独立後の状況

1991 年の独立後のエストニアは、国内のソ連の原子力施設を解体又は管理下に置き、残存する放射性物質(Legacy materials)の安全確保に注力した。現在もエストニアの原子力関連活動は、放射性廃棄物の管理と放射線安全に重点が置かれている。この状況下で、エネルギー安全保障の観点から、エストニアのエネルギー供給源として原子力エネルギーが現実的な選択肢となり得るかどうかの検討に注目が集まっている。

¹²² Historical Survey of Nuclear Non-Proliferation in Estonia, 1946-1995, Ello Maremaa, Hain Tankler, Henno Putnik, Iige Maalman (Editor)

¹²³ <https://www.digar.ee/arhiiv/en/books/12275>

¹²⁴ <https://coldwarsites.net/country/estonia/soviet-nuclear-submarine-training-center-paldiski/>

¹²⁵ <https://coldwarsites.net/country/estonia/soviet-nuclear-submarine-training-center-paldiski/>

原子力エネルギー計画

バルト地域の主要な電力供給源であったリトアニアのイグナリナ原子力発電所が2009年に運転停止した後、エストニアはポーランド・ラトビア・リトアニアと共に同サイトへ新たな原子力発電所を建設することを目指した。しかし、この計画は2016年に中止された。これを受けてエストニアでは、自力での原子力導入の可能性を探る検討が開始された。2021年4月、エストニア政府は原子力作業部会の設立を正式に承認した。設立理由について、政府は「エストニアのエネルギー安全保障・持続可能性・競争力を強化し、2050年までにカーボンニュートラルを達成するという目標のために、原子力発電導入は選択肢の一つになり得る」と述べた。

これに関連して注目すべき動きは以下のとおりである。

- 2019年7月: SMRの適合性に関する実現可能性調査が行われ、2023年2月にGE日立のBWRX-300が選定された。
- エストニアの代表としてフェルミ・エネルギー社が原子力発電所の建設に関する協定を複数締結している。
 - 2020年初頭、フィンランドのフォータム社及びベルギーのトラクテベル社とエストニアのSMR導入について協力覚書を締結した。2021年6月には、スウェーデンのバッテンフォール社がフェルミ・エネルギー社の少数株主となった。
 - 2022年4月、カナダのオンタリオ州営電力オンタリオ・パワー・ジェネレーションの子会社であるローレンティス・エナジー・パートナーズと協定を締結。
 - 2025年4月、韓国のサムスンC&T社とBWRX-300の建設準備に関する提携契約に調印。
 - 2025年9月、優秀な原子炉導入チームの育成を支援するという事業決定が下された。
- 2022年1月、エストニアと米国が米国国務省の「SMR技術の責任ある利用のための基礎インフラ(Foundational Infrastructure for Responsible Use of Small Modular Reactor Technology: FIRST)」の能力開発プログラム下で協力することに合意。
- 2023年1月、エストニア財務省が原子力発電所の建設可能地として沿岸部の16か所を挙げる中間報告書を公表。
- 2023年5月、エストニアは欧州原子力同盟の発足に参加。本同盟はフランス環境連帯移行省が、再生可能エネルギーと原子力に依拠したエネルギー転換を進めようとするEU加盟国の関係省庁を結集したものである。

また、エストニアはIAEAのマイルストーンアプローチに従っている。以下に主要なマイルストーンを示す。

- 2019年: 原子力作業部会を設立
- 2022年: 議会が原子力導入に向けた準備を支援する決定を採択

-
- 2025年1月:フェルミ・エネルギー社が国家指定国土形成計画(National Designated Spatial Plan: NDSP)を申請
 - 2025年5月:エストニア政府がNDSP手続きの開始を決定

コメント:エストニアが採ったアプローチは、原子力導入への決意を明らかにしている。異なる分野・レベルのパートナーから恩恵を得られるよう、様々な活動について協定・契約が締結されている。これらの取決め全てが迅速に締結されたわけではないが、SMR導入を通じて、その有効性と便益を発揮する可能性は高い。同時に、適切な法制度・規制インフラの整備に向けた取組みも進めており、これもまた政策共同体の決意を示している。

対話と受容性

ソ連崩壊後、エストニア社会はチェルノブイリ事故とソ連時代の負の記憶により、原子力に対する否定的な感情が存在していた¹²⁶。政策立案者は原子力の積極的な推進を控え、原子力はエネルギー計画の主流から排除されてきた。しかしながら、EUのカーボンニュートラルに向けた目標が厳しくなり、化石燃料の使用に伴う費用・温室効果ガスの排出が問題になると、原子力をエネルギーミックスに追加するという選択肢が浮上した¹²⁷。特にSMRは安全面での優位性から、エストニアにとって魅力的な選択肢であった。

2021年以降の世論調査において原子力に対する支持は拡大しており、その詳細は以下のとおりである。

- 2021年1月時点で、回答者の約54%がSMR導入を支持。
- 2022年1月時点で、SMRに関する検討を支持する割合は約68%まで上昇。
- 2022年の他の調査では、原子力導入について約59%が賛成、約22%が反対、残りは無回答。

ロシアのウクライナ侵攻及びこれに起因するエネルギー危機を受けて、エネルギー安全保障が中心的な関心事項となり、国内で管理可能なエネルギー源として原子力に対する肯定的な見方は更に増加した。2023年3月に公表された世論調査では国民の約75%が、エネルギー安全保障・電力価格の低廉化を主な理由に原子力発電所の建設を支持している。この支持率は約20%の否定的な見解と共に、全ての政党により確認された。全国レベルで実施した公式の世論調査¹²⁸においても、この支持率の高さは確認されている。

このような進展は、地域住民と政策立案者の積極的な対話によっても支えられてき

¹²⁶ https://icds.ee/wp-content/uploads/dlm_uploads/2022/09/ICDS-Report_Developing-Nuclear-Energy-in-Estonia_Jermalavicius-et-al_September-2022.pdf

¹²⁷ <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/estonia>

¹²⁸ <https://www.thenorthernvoices.com/post/baltic-states-embrace-nuclear-power-for-energy-security-and-climate-goals>

た。定期的なセミナー開催やフィンランド・スウェーデンの原子力発電所への視察を含む、熱心な取り組みが実施されてきた。また、学生に向けた奨学金制度に加えて、原子力分野の修士課程・多数の学士課程も提供された。これらの取り組みは社会・地域住民の原子力に対する理解促進に貢献した。

さらに、原子力発電所建設のために立地選定を担うフェルミ・エネルギー社は、地域社会へのアウトリーチ活動を幅広く実施してきた。

- 説明会:60 回以上実施し、600 人以上の住民が参加した。
- 視察:150 人の住民がフィンランド・スウェーデンで稼働している原子力発電所を訪れた。
- Atomic Room:2023 年から 2025 年の間に 1,500 人以上が訪れた教育施設。
- 大学連携:200 人以上が参加したタリン工科大学・タルトゥ大学での夏期講座。
- 奨学金制度:原子力分野に特化した修士課程を履修する学生 2 名を毎年支援。
- 出前授業:エストニア国内の 60 校以上の学校で専門家が講演を行った。

コメント:原子力発電の社会的受容は、原子力導入における最大の障害とされることが多い。しかし、今回エストニアで実施されたプロセスはこの常識に一石を投じる好例である。原子力発電を真剣に導入しようとする姿勢は、世論の関心を高めると共に、懸念事項についての建設的な議論を促すことを示している。また、エストニアで実施された取り組みは専門的な立場で関与したいと考える人々の関心を深めるきっかけにもなっている。特に、訓練・人材育成・施設整備に焦点を当てた取り組みが重視されたことにより、導入プロセスの初期段階から具体的な職務が生まれ、原子力導入計画に継続的に関わりたいと考える人材を早期採用するためのファストトラック¹²⁹が整備された。

法的・規制的枠組み

下記の表は、主権回復後のエストニアが全ての原子力関連条約の締結を優先事項として位置づけ、これにより国家の原子力計画の基盤として国際的な原子力法制度を受け入れたことを示している。

EU 加盟国として、エストニアは放射線防護、原子力安全及び放射性廃棄物の管理に関するユーラトム指令を、主に放射線法の改正を通じて、国内制度に反映してきた。

現行の原子力関連法制

現行の放射線法は、放射線防護・放射性廃棄物管理を中心に構成される。同法は基本的な安全要件・放射線源利用者の義務・放射線業務の許認可・監督・責任等を定めた電離放射線を規律する主要な法律である¹³⁰。また、同法は放射性廃棄物管理

¹²⁹ ファストトラックとは、通常の採用手続きよりも迅速かつ優先的に人材を登用するための仕組みのことをいう。

¹³⁰ <https://www.riigiteataja.ee/en/eli/517072018003/consolide>

の原則を確立するものでもあり、その具体的な要件は同法に基づく規則や医療・産業分野における放射性物質の利用に関する国家プログラムによって定められている。

エストニアへの SMR 導入計画が進展するにつれて、原子力に関するエストニアの規制枠組み及びその妥当性の分析を伴う委託レビューが実施された。このレビューは、原子力に特有の建設・許認可・責任・保障措置・廃棄物に関する規則に明確な欠陥があることを明らかにし、将来的な原子力導入に備えると共に、国際義務を履行するためには新たに包括的な原子力法を起草すべきであると勧告した^{131,132}。

表 エストニアが締結・遵守している国際的な原子力関連の法的枠組み

条約/協定名	署名/ 批准年	発効年	締約国数 (2025年時点)	主な義務
大量破壊兵器の不拡散				
核不拡散条約 (NPT)	1992 加入	1970	191	核兵器を放棄し、保障措置を受け入れ、核兵器開発に貢献せず軍縮を図る
包括的核実験禁止条約(CTBT)	1996/1999	1996 採択	178	核実験の爆発を控える
原子力安全				
原子力安全条約	2006 加入	1996	98	高い安全基準の維持・情報交換・ピアレビュー
早期通報条約	1994 加入	1988	136	国境を越える放射性物質の拡散を伴う原子力事故を、関係国・IAEA に通報する
原子力事故援助条約	1994 加入	1988	131	原子力事故時の援助提供
放射性廃棄物等安全条約	2001/2006	2001	92	使用済燃料及び廃棄物の安全な管理
核セキュリティ				
核物質防護条約(CPPNM)	1994 加入	1987	165	核物質の盗難防止
改正核物質防護条約(CPPNM/A)	2009 加入	2016	138	原子力施設の保護範囲を拡大
原子力損害賠償				
原子力損害の民事責任に関するウィーン条約	1993 加入	1990	48	原子力損害に対する事業者の責任
1997年ウィーン条約議定書	--	2010	17	賠償責任限度額の引き上げ及び事業者の責任強化

¹³¹ <https://investinestonia.com/estonia-advances-its-nuclear-energy-framework-with-draft-legislation/>

¹³² <https://triniti.eu/sv/triniti-sverigeteam/>

原子力エネルギー・安全法

2025年に原子力エネルギー及び安全法案が起草された¹³³。同法案は、核燃料サイクル全体と、将来的な原子力発電所の建設・運転について包括的に規律することを目的とする。同法案は(該当する場合の)ウラン採掘から、原子力発電所の建設・運転・廃止措置を経て、放射性廃棄物の最終処分に至るまでの核燃料サイクル全体を網羅する。

同法案は、既存の放射線法を補完・改正しながら、原子力安全・放射線防護・核セキュリティ・環境保護を一つの体系的な枠組みに統合するものである¹³⁴。また、同法案は多重防護・安全文化・施設のライフタイムにおける継続的な安全評価を伴って、ユーラトムとIAEA基準に整合するように、原子力安全と放射線防護に関する義務を体系化している。

同法案は核物質及び原子力施設に対する核物質防護・核セキュリティ措置に加え、国際条約により求められる保障措置に関する取決めを規定する。

原子力事業者は、国家当局と調整した上で緊急時計画区域・公衆保護措置を含む、施設内外の緊急時対応計画を策定・維持しなければならない。

原子力エネルギー及び安全法案は、「汚染者負担の原則(polluter-pays-principle)」を取り入れている。即ち、原子力事業者は放射性廃棄物管理に係る費用を賄うために廃炉基金を拠出すること、また原子力事業者は潜在的な損害を補償するために財政保証及び賠償責任保険を提供することが義務づけられる。

加えて、同法案は原子力事業者が自治体に対して開発負担金を支払うことを規定しており、自治体は、その一部を原子力発電所の近隣や緊急時計画区域に居住している住人に分配する。同法案は2026年3月に政府へ提出され、その後、国会で審議される予定である。法律は2027年1月に施行される見込みである。

IAEAは同法案の作成に関してエストニアを支援しており、同法案がIAEAの指針(INIRや立法支援^{135,136})に基づき起草されたことを確認している。したがって、同法案内の制度的取決めは国際的な原子力安全・核セキュリティ基準を満たすように構成されている。

原子力規制当局と必要人員

原子力エネルギー及び安全法案は、独立した規制機関として機能する消費者保護・技術規制庁(Consumer Protection and Technical Regulatory Authority: TTJA)が担うと規定する。許認可手続きは、段階的に行われ、まず予備審査、次に建設許可、最

¹³³ <https://news.err.ee/1609880827/ministry-of-climate-finishes-estonia-s-nuclear-energy-draft-law>

¹³⁴ <https://www.iaea.org/sites/default/files/2025-03/inir-report-estonia-301023.pdf>

¹³⁵ <https://www.world-nuclear-news.org/articles/iaea-assists-estonia-in-drawing-up-nuclear-law>

¹³⁶ <https://www.neimagazine.com/news/iaea-reviews-estonias-nuclear-power-infrastructure-development-11268585/?cf-view&cf-closed>

最終的に運転許可が発行される。

約 80 名の規制当局職員の配置や研修・IT システムの整備を含んだ、原子力当局の設立は計画の一部である。人材育成計画を実施するための資金については、原子力事業者により支払われる許認可手数料・監督手数料に含まれると予想される。

政府は並行して、4 月に開始した原子力発電所建設のための国家特別計画を進めており、原子力発電所の建設予定地は 2027 年までに決定される可能性がある。

エストニアは原子力規制当局である TTJA に対して詳細な人材育成計画を定めており、基本計画では規制当局専任の専門職員約 80 人について段階的な育成を想定している。この人員数に一般職員が含まれているかは明らかでないが、いずれの場合でも、原子力発電所の建設が最終決定された時に人員調整を行うだろう。

当該人員体制は、体系的な研修・国際的な支援・地域的なパートナーシップにより支援されることを想定している。初期の・長期的な能力確保のために、計画されている方法は国内採用・教育と、IAEA が提供するプログラムへの参加や北欧・バルト地域の規制当局との協力を組み合わせている。規制当局・各職種の職員による業務遂行のために IT 開発が重要であることも指摘されており、専門的な研修が必要となるだろう。

これらの職務は、原子力安全から放射線防護・許認可・法務・国際関係・核セキュリティ・保障措置・緊急時対応・技術支援に至るまで、規制当局が備えるべき能力全てを網羅することが期待される。

これら職務の人員計画は、原子力新規導入国における人材・能力を段階的に構築するという IAEA のマイルストーン指針に基づいて作成されている。

国内における採用・研修・教育

エストニアは、初期段階であるが人材育成戦略を作成すると共に、規制当局に必要な能力の洗い出しを実施している。これは TTJA の人員配置と研修計画の指針になるであろう。

検討中の国内人材育成計画には、エストニアの大学からエネルギー・電気・土木・環境・IT 分野等の技術者・科学者を採用することに加え、原子力分野における実務を通じた訓練(OJT)や大学院レベルの研修の重要性を認識することが含まれている。¹³⁷

一般的な人材管理体制と、エストニアの人材ネットワーク PARE (Estonian Association for People Management)への参加は、TTJA における人材の採用・定着・継続的な専門能力育成を体系化するための基盤となる。

¹³⁷ <https://www.iaea.org/sites/default/files/2025-03/inir-report-estonia-301023.pdf>

北欧・バルト地域間の協力

エストニアの原子力計画は、職員出向や必要に応じた専門知識の提供を受けるため、原子力発電所の運転経験を有する地域の規制当局、特にフィンランドの放射線原子力安全庁(Radiation and Nuclear Safety Authority: STUK)と、リトアニアの原子力発電安全検査局(State Nuclear Power Safety Inspectorate: VATESI)との緊密な協力を想定しており、これらの連携はエストニアの規制文化・実務を構築するために不可欠な手段として認識されている。規制当局の連携は、合同査察や第三者検証(Shadow inspections)、原子力の規制に関する共同研修・ワークショップへの参加を含む形で拡大される可能性がある。

エストニアにおいて地域フォーラム(北欧・バルト地域におけるエネルギー・原子力フォーラム)へ参加することは、類似の原子炉技術・送電網条件を有する近隣諸国の経験を活用し、国内の限られた人的資源を補完する有効な手段として認識されている。この具体例としては、エストニア・ポーランド・スウェーデンが2025年に共同で開催した北欧・バルト諸国原子力投資サミットが挙げられる¹³⁸。

IAEA 及びより広範な国際的支援

エストニアは国際連携を重要視しており、IAEA が提供するプログラム・サービスに参加している。エストニアは原子力導入プロセスの進捗・インフラ整備の状況を評価してもらうため、2023年10月に統合原子力基盤レビュー(Integrated Nuclear Infrastructure Review: INIR) フェーズ1 ミッションを主催した¹³⁹。INIR 報告では、エストニアは既に原子力計画に関する初期の人材育成計画を作成しているが、詳細な実施計画やタイムラインを更に作成する必要があると指摘され、人材育成が特に重要な分野として強調された。

これに加えて TTJA の規制能力育成に資するトレーニングコース・フェローシップ・エキスパートミッション等を実施するため、IAEA との統合作業計画が作成されている。¹⁴⁰

立法支援ミッション・技術協力プロジェクトは、将来の TTJA 職員が国際的な原子力安全の基準・各国規制当局間の実務のやり方・保障措置や核セキュリティ等の専門的な分野について学ぶ機会としても活用されている。

長期的な能力構築及び人材定着

人材計画は、規制当局の人員配置を段階的に行うべきだと認識している。つまり、初期の意思決定段階では少人数の中核的なグループを活用して、その後の許認可・建設・運転の各段階で徐々に拡充していくということである。これは IAEA の人員計画

¹³⁸ <https://www.government.se/press-releases/2025/10/new-nuclear-power-declaration-strengthens-cooperation-in-baltic-sea-region/>

¹³⁹ <https://www.ncimagazine.com/news/iaea-reviews-estonias-nuclear-power-infrastructure-development-11268585/>

¹⁴⁰ <https://www.iaea.org/sites/default/files/2025-03/inir-report-estonia-301023.pdf>

モデルと一致する¹⁴¹。

エストニアの人材戦略は、長期的な持続可能性を重視している。これは専門人材を定着させ、短期的なコンサルタントへの過度な依存を避けるために、TTJA が競争力のある条件と明確なキャリアパスを提供しなければならないことを意味する。

国際的なピアレビュー・IAEA 及び OECD/NEA の活動への参加・他国の規制機関との定期的な交流を通じた継続的な学習は、TTJA の人材育成方法の恒久的な構成要素になることが期待されている。これらは、現在行われている業務の一環として実施される人材育成(オン・ザ・ジョブ・トレーニング)の機会でもあり、更なる資格取得・より上級の職位へ移行するための機会をも提供する。このようなキャリアアップの機会は、優秀な人材を惹きつけ、かつ彼らを長期的に定着させるために重要である。

総括コメント

エストニアの SMR を導入する原子力発電計画は、概ね準備が整っているが、今後、原子力エネルギー及び安全法が議会で承認されるか否かに左右される。エネルギーミックスに原子力を導入するという合意形成を可能にしたプロセスは、地域社会の関わりにおける人的側面と、人材育成プログラムを準備する必要性を考慮した慎重で段階的なエストニアのアプローチを体現している。

このプロセスは、国際連携・国内での透明性・地域との対話を含む広範な視点に基づくものとして評価された。透明性のある国民との対話と戦略的な技術選択を通じ、この計画は、これまで数十年に亘り議論の対象にすらならなかった原子力に対する支持獲得に成功している。

エストニア政府・当局は、目標達成のために更なる人材が必要であることを認識しており、人口 140 万人の国で、必要な教育や専門家間の交流及び定期的なトレーニングを実施するためには国際的な連携・パートナーシップが不可欠であると考えている。

エストニアは IAEA や EU 加盟国と連携・協力しており、これらの連携は、将来的に拡大し、新たな領域や仕組みを取り込む可能性を高めると期待される。

¹⁴¹ <https://fermi.ee/wp-content/uploads/2020/02/13.00-development-of-an-smr-programme-competence-olli-kymalainen-2020-01-28.pdf>

3. 活動報告

3-1 国際展示会 Intersec 2026 出展報告

ISCN は、2026 年 1 月 12 日～14 日の 3 日間にかけて、Dubai World Trade Centre で開催されたセキュリティに関する国際展示会 Intersec 2026¹⁴²に出展し、開発を進めている核セキュリティの紹介及び関連技術の情報収集を行った。

ドバイで毎年開催される Intersec は、今年で 27 回目となる。商業セキュリティ、サイバーセキュリティ、国土安全保障、警察、消防等の幅広い分野の製品、サービス等を扱う企業が出展し、例年、約 140 ヶ国以上から約 5 万人が参加する世界最大規模の展示会である。



ISCN から出展したブースでは、センターの概要を紹介するとともに、技術開発推進室において開発を進めている「放射線検出器搭載ロボットを活用した放射線モニタリングシステム」、「2種類の小型ガンマ線検出器を組み合わせた低価格かつ高性能なスペクトロメータ」及び「機械学習を利用したガンマ線スペクトル自動核種判定アルゴリズム」についての展示を行った。セキュリティ関連製品を扱う商社、メーカー、サービス業者など、計 143 人がブースを訪れた。放射線検出器の性能やロボットの運用方法に関して説明し、今後の成果展開の方針等について議論した。



展示会全体で最も多かったものは監視カメラで、AI を活用して映った人物の属性や行動を自動的に解析、診断する技術が導入されていた。また、セキュリティ用途にとどまらず、マーケティングなど他の用途にも有用な情報も記録できるようにした、複合的な製品も散見された。

その他、フェンスなどの障壁設備、金属探知機、X 線検査装置などの出入管理機器の展示が多くを占めていた。セキュリティで関心の高まっているドローンについては、扱う企業の数は減少したものの、利用と対策の両面から製品・サービスを提供する傾向が強まっていた。



今回の展示会で得られた情報や知見は、今後の技術開発及び社会実装を目指した成果展開に活用していく予定である。

【報告:戦略調整室、技術開発推進室】

¹⁴² <https://intersec.ae.messefrankfurt.com/dubai/en.html>

3-2 IAEA 理事国大使 ISCN 実習フィールド訪問報告

2026年1月19日にIAEA理事国である、チリ、ガーナ、フィリピン、タイの各国大使及び日本の海部ウィーン代表部大使がISCN実習フィールドを訪問した。

冒頭センター長よりISCNの概況説明を行い、大使と核セキュリティに関する意見交換を行った。その後、バーチャルリアリティ(VR)による原子力施設のセキュリティ体験に続き、出入管理や侵入検知センサーの実演・体験など、ISCNが国内及び海外向けに実施しているトレーニングの様子をフィールドで紹介した。

本年度3度目となるIAEA理事国大使のISCN実習フィールド訪問では、核セキュリティ分野のIAEA協働センターであるISCNのIAEA加盟国支援に係る活動について、現場をご覧いただくことで、その取り組みへの理解をより一層深めていただく機会となった。



写真:バーチャルリアリティによる原子力施設の核セキュリティ全体概要の説明の様子

【報告:能力構築支援室 石川 由紀】

3-3 第 22 回 ASEAN+3 エネルギー安全保障フォーラム出張報告

令和 7 年 11 月 14 日、タイ・バンコクにおいて第 22 回 ASEAN+3 エネルギー安全保障フォーラム(ESF)の原子力セッションが開催され、ASEAN 各国に加え、日本および韓国の政府関係者、研究機関、国際機関等が参加した。本フォーラムは、急速に変化する国際エネルギー情勢の下、エネルギー安全保障と脱炭素化をいかに両立させるかについて、地域全体で議論を深めることを目的としている。

原子力セッションでは、ASEAN 地域における中長期的な電力需要増大と脱炭素目標を背景に、原子力が安定供給と低炭素性を同時に満たす選択肢の一つとして位置づけられていることが共有された。一方で、多くの ASEAN 諸国にとって原子力は新規導入分野であり、技術面のみならず、人材育成、規制制度、社会的受容性の確保といった課題が大きい点が強調された。

この文脈において、人材育成とキャパシティ・ビルディングの重要性が繰り返し言及された。原子力導入初期段階にある国々に対しては、段階的かつ長期的な支援が不可欠であり、特に規制当局職員、事業者、政策担当者それぞれに応じた教育・研修の必要性が強調された。ISCN からは、IAEA と連携して実施している各種研修プログラムや人材育成支援の取組を紹介し、原子力安全、セキュリティ、保障措置を一体的に学ぶ枠組みが、原子力導入国の基盤整備に有効であることを説明した。これらの取組に対しては、参加国から高い関心と評価が示された。

また、規制枠組みの整備と安全文化の確立についても活発な議論が行われた。福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえ、日本の規制制度改革や安全対策の強化、継続的改善の考え方が紹介され、事故後の経験を国際的に共有することの意義が強調された。参加国からは、原子力導入に際しては、IAEA 安全基準への適合だけでなく、緊急時対応体制やステークホルダーとのコミュニケーションを含む包括的なアプローチが不可欠であるとの認識が示された。

さらに、将来技術としての先進炉や小型モジュール炉(SMR)についても言及があり、導入可能性や規制上の課題、国際協力の必要性について意見交換が行われた。多くの国は、今後 5 年程度を、原子力導入に向けた「準備フェーズ」と位置づけ、制度整備、人材育成、国民理解の促進を優先課題として進めていく考えを共有した。

総じて、本フォーラムの原子力セッションでは、原子力エネルギーは単なる発電技術ではなく、安全文化、人材、制度、国際協力を含む包括的な取り組みが不可欠であるとの共通認識が形成された。日本としては、福島事故の経験と人材育成支援分野での強みを活かし、ASEAN および韓国と連携しながら、各国の状況に応じた現実的かつ着実な原子力導入支援を継続していく必要性を改めて確認する出張となった。



ASEAN+3 エネルギー安全保障フォーラム 会場
(Centara Grand at Central Plaza Ladprao Bangkok)

【報告:原子力人材育成・核不拡散・核セキュリティ総合支援センター 生田 優子】

3-4 講師育成事業：ベトナム原子力研究所との合同運営委員会の開催（文科省委託事業）

文部科学省からの委託事業「放射線利用技術等国際交流（講師育成）、Instructor Training Program (ITP)」の一環として、2025年11月19日から20日にベトナム原子力研究所(VinAtom)にて開催された合同運営委員会(SCM)に ISCN から2名が出席し、ベトナムの原子力政策等についての情報収集及び今後の ITP における協力について協議を行った。SCM において、ISCN からは、第7次エネルギー基本計画の概要や、既存の原子力発電所の再稼働の状況、東京電力福島第一原子力発電所の廃炉に向けた進捗について情報提供した。また、ITP 全体の概要を紹介し、2025年度に実施した ITC 及び、原子力技術セミナー(NTS)の活動報告を行った。

VinAtom からはベトナムの原子力政策の現状や人材育成について説明があった。2024年11月にエネルギー安定供給の解決策としてニントゥアン原子力発電プロジェクトを再開することを首相が表明し、2035年までの稼働を目標に急ピッチでプロジェクトを進めることが決定したとのことであった。ニントゥアン1及び2には、それぞれ2基ずつプラントを設置する予定であり、事務スタッフを含む合計3,900人程度の人材が必要のため、今後、VinAtom の職員約670名を、海外の大学や研究所に留学させるなどして教育することを計画しているとのことであった。また、原子力業界への人材確保が課題であり、大学生に奨学金を授与し、初年度の成績が良ければ奨学金を増額することで学生を確保することを考えているとのことである。研究開発の面では、今後、原子力科学技術センター(Center for Nuclear Science and Technology, CNST)をホーチミンから東に100kmの場所に建設予定であり、そこに10MWの研究炉の導入を計画しているとのことであった。このほか、研究開発目的で、SMR の導入も計画されているとのことである。日本はニントゥアン2の優先交渉権を保有していたが、出張中に参画を断念するという一報を受けた。しかし、2025年のIAEA総会におけるサイドイベントにおいて VinAtom 理事長は、ベトナムはロシア、中国、日本、米国等バランスを取った協力を行っていく旨の発言もあり、日越協力項目として原子力や核セキュリティ分野の人材育成支援協力は重要であり続ける。

原子力政策や人材育成についての情報交換及び議論の後は、ベトナムの ITC 修了生が中心となって開催したフォローアップ研修(FTC)についての報告及び課題について議論を行った。ITC 修了生が母国で毎年 FTC を開催し、アジアでの原子力人材育成を続けるには、窓口機関(運営側)の理解と組織をあげての協力が不可欠である。そのため、ISCNと窓口機関が SCM の場で、自国の原子力政策や人材育成計画等の情報共有や FTC を実施する上での課題について話し合う機会を設けて連携を深めている。今回は次回 FTC において原子力導入のプロジェクトマネジメントの講義ニーズが示され、NTS で行っている同講義がニーズにフィットすることから実現に向けて調整することで合意した。このように、ISCN も各国の状況を理解し、要望を的確に把握することで、今後のきめ細かな支援や事業の改善につなげている。

【報告：能力構築支援室 渡部 陽子】

3-5 第 25 回核燃料取扱主任者受験講座開催報告

本講座は、核燃料取扱主任者資格の取得を志す者を対象として、関係法令、核燃料物質の化学的及び物理的性質、取扱技術、放射線測定及び放射線障害防止に関する技術などの核燃料に関する専門知識を学習する講義編と、過去問の解答と解説を中心とした演習編から構成され、受講者はいずれかを選択して受講できる。

第 25 回受験講座では、講義編を、令和 7 年 9 月 16 日から 9 月 19 日までの 4 日間、演習編を令和 7 年 12 月 2 日から 12 月 5 日までの 4 日間の日程で開催した。受講者数は講義編が 27 名(機構外 15 名、機構内 12 名)、演習編が 25 名(機構外 16 名、機構内 9 名)であった。開催形式は対面形式とし、外来者用多目的宿泊施設(JAEA Tokai Mirai Base)にて実施した。

受講後のアンケートでは、「体系的に学べて有意義でした」、「試験での出題傾向、頻出問題が分かり、試験勉強における要点を押さえることができた」、「過去の傾向等をもとに講義内容を絞っていただいたことで、重点的に勉強するべきポイントが明確になりました」など、試験対策として有効であったとの評価を頂いた。

なお、令和 7 年 3 月に実施された第 57 回核燃料取扱主任者試験の合格者 26 名の内、東京大学専門職大学院認定課程修了受験者を除く 17 名中 10 名が本講座(過去実施分を含む)の受講者であった。



講義風景(講義編)



講義風景(演習編)

【報告:人材育成推進室】

3-6 令和7年度・原子力人材育成等推進事業「放射線・原子力に関する基礎的な実験・実習プログラム」開催報告

令和7年12月8日から12月12日までの5日間、令和7年度原子力人材育成等推進事業「放射線・原子力に関する基礎的な実験・実習プログラム」を原子力人材育成・核不拡散・核セキュリティ総合支援センター原子炉特研建家(原子力科学研究所)及び原子力科学研究所原子炉安全性研究炉(NSRR)にて開催した。

原子力人材育成等推進事業は、高等教育機関における原子力分野の人材育成機能を維持・充実を重視し、複数の機関が連携して教育機能を補い合うコンソーシアム型の取組を支援する事業であり、文部科学省による公募を通じて採択された課題を中心に活動している。本年度開催した「放射線・原子力に関する基礎的な実験・実習プログラム」は、令和7年度の公募に新規応募して採択されたものである。

放射線・原子力に関する基礎的な実験・実習プログラムは、大学で原子力分野を学んでいる学生のみならず、他分野の学生をも対象としており、放射線と原子力の基礎を体感しながら学習することで、理論だけでなく実践的に理解することを目的としている。具体的には、 α ・ β ・ γ 線の遮蔽実験、中性子実験、放射線防護具の取扱い、非密封放射性同位元素の取扱い、NSRRでの運転実習等で構成されている。

今回の参加者は5名であり、大学院生4名、大学生1名であった。参加者はいずれも積極的に実験実習に取り組み、放射線・原子力への理解を深めようとする高い意欲が感じられた。事後アンケートでは、「非密封のRIを普段使うことがなかったので、使うことができて良かった」、「防護服の取り扱い方を学ぶことで、汚染を拡大させないための具体的な方法を学べたのが良かった」、「NSRRの原子炉実習で、実際に原子炉の運転を体験出来た点が良かった」、「単一パルスでのチェレンコフ光を見ることができて良かった」等の学習内容に対する肯定的な意見が多く寄せられた。

本実験実習については、令和8年2月下旬に追加実施するとともに、来年度も本事業を継続する予定であり、原子力人材育成に向けてアンケート結果を踏まえながら実験実習内容の充実化を図っていく予定である。



集合写真(開講式)



放射線防護具の取扱い実習



非密封放射性同位元素の取扱い実習



研究炉(NSRR)での運転実習

【報告:人材育成推進室】

4. コラム

4-1 助け合いを重んじるウィーンと国際原子力機関(IAEA)勤務

国際原子力機関(IAEA)核セキュリティ部に勤務している伊東です。私が IAEA 赴任のために、ウィーンに来てから約半年が経過しました。ウィーンは、世界の住みたい都市ランキングで何度も一位になったことがある非常に人気の高い都市です。

私の家は、ウィーン市内北部 19 区にあり、築 100 年以上の古い建物の最上階にあります。家族で住み始めた昨年 8 月頃、突然電気がつかず、それが何日も続くという事件がありました。電力会社やメンテナンス会社などに連日電話をかけて調べたところ、原因は地区の電力担当者がなぜかうちの家だけ電源を切ったという意味の分からないものでした。そして、家の電気を再開させるには、新たに電気契約を結ばないといけないと言われたため、急いで契約手続の申請をして、電力会社内の処理を待っていた数日間は電気が使えないため、お風呂は暑さの残る夕方うちに冷たいシャワーを浴び、夜はロウソクを灯して過ごしました。ただ、冷蔵庫の中の食品は、時間の経過と共に悪くなるので、どうしようかと悩んでいたところ、隣人がうちの事情を知り、隣人の家の中から電気コードを繋いでくれて、それをベランダ伝いでうちの冷蔵庫に繋ぐことで、中の食品は冷蔵のまま維持できるようにしてくれました。ベランダ越しに隣人同士で世間話をする様子を見たことはあったものの、ウィーンの人たちは助け合いを大事にするという文化を実際に体験して、日本とは違う思いやりを感じました。

仕事では、IAEA に勤務してから、核セキュリティに関するトレーニングコースを運営したり、核セキュリティ教育に関する会議の事務局となる仕事をしてきました。国際機関の職員として、いかなる国や機関に対しても公平かつ中立な立場でなければならず、かつ周囲から目立つ仕事でもあるので、人と会話をする際には、いつ自分の言動が第三者や上層部に報告されたとしても、問題とならないように自分の言葉や態度に気を付けるようにしています。担当する会議に出席すると、出席者の中には、公平性や中立性の観点から対応できない主張や依頼をしてくる人たちがいるため、常に流されないように気を付け、否定しなければならないときは、相手にどう話したら理解してもらえるかを考えながら説明するように心がけています。

これから、私生活でも仕事でも、一つずつ新しいことを学び、それを経験として次に活かし、有意義な滞在にできれば、と思います。

編集後記

私の 20 歳

先月号の 20 歳になったばかりの T・T さんの編集後記を読み、私も 20 歳だったころを思い出しました。20 歳の私、大学 2 年生の頃は PC に触れたことが無かったのに情報科学科に入学してしまい、「プログラミングってなに?」と悪戦苦闘していました。PC の電源は押してもすぐにはつかないことを知らず、電源が付かないと思って何回も押してみたり(壊れなくてよかったです)、「PC 落として」の意味が分からず「床にですか?」と聞き返したり、キーボードを長押ししてしまい、パスワードを正しく打ち込めずログインすらできない日々でした。

また、タッチフットボール(アメリカンフットボールのルールで装備無しで実施するスポーツ)やサッカーに明け暮れていました。サッカーの試合中に相手選手とヘディングで競り合い、唇を貫通するけがをして 6 針縫ったのは成人式の 1 か月前でした。振袖を用意してくれた両親に申し訳なくてなかなか帰宅できませんでした。

あとは、自分で決めたことは守る学生でした。お酒は 20 歳になるまで絶対に飲まないと決めていて、お正月のお神酒すら飲みませんでした。その時の反動なのか、今では飲み過ぎて日々反省しています。授業は絶対に休まないと決めていて、大学院も含めて 9 年間皆勤賞でした。指導教官からシンポジウムの手伝いを頼まれたときも、授業があるので断りました。その時は指導教官が手を回して授業が休講になり、私はシンポジウムの手伝いに駆り出されました。

T・T さんのおかげで、なつかしい 20 歳の自分を思い出しました。

(H.M)

ISCN ニュースレターに対してご意見・ご質問等は以下アドレスにお送りください

E-MAIL: iscn-news-admin@jaea.go.jp

発行日: 2026 年 2 月 20 日

発行者: 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構(JAEA)

原子力人材育成・核不拡散・核セキュリティ総合支援センター(ISCN)