



ISCN Newsletter

(ISCN ニュースレター)

Special Issue

January 2025

Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation
and Nuclear Security (ISCN)

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

1. 原子力平和利用と核不拡散・核セキュリティに係る国際フォーラム 2024 ～核不拡散・核セキュリティ分野の人材育成と大学・研究機関の連携～ 開催報告

前号の ISCN Newsletter No. 0337、2025 年 1 月号¹でお知らせしたとおり、昨年(2024 年)12 月 10 日に JAEA/ISCN がハイブリッド形式で開催した「原子力平和利用と核不拡散・核セキュリティに係る国際フォーラム」の概要を紹介する。なお本報告の文責は ISCN にある。

JAEA/ISCN は、原子力平和利用の推進に不可欠な核不拡散・核セキュリティに関する理解増進を目的として、「原子力平和利用と核不拡散・核セキュリティに係る国際フォーラム」を毎年開催しており、今回は「核不拡散・核セキュリティ分野の人材育成と大学・研究機関の連携」をテーマに、グローバル、アジア地域、国内の共通課題やニーズ、良好事例を共有するとともに、大学教育と研究機関、国内と地域・国際的な連携を含む今後の必要な取組みや将来像を描きだすことを目的に議論を行った。



1. 開催概要

- (1) 日時:2024 年 12 月 10 日(火) 13:30～17:30
- (2) 開催形式:イイノカンファレンスセンターにおける対面とオンラインのハイブリッド形式、日英同時通訳
- (3) 参加者数:220 名(対面及びオンラインの合計)
- (4) プログラム

【開会挨拶】

JAEA 理事長 小口 正範

【来賓挨拶】

文部科学省大臣官房審議官(研究開発局担当) 清浦 隆 氏

【基調講演 I】

国際原子力機関(IAEA) 核セキュリティ部教育訓練開発ユニット長 マリーナ・ラビンツェワ 氏

【基調講演 II】

北海道大学大学院工学研究院 応用量子科学部門 教授 小崎 完 氏(オンライン)

¹ URL: https://www.jaea.go.jp/04/iscn/np_news/0337.html

【基調講演 III】

JAEA ISCN センター長 井上 尚子

【パネルディスカッション】

(モデレーター)

- 同志社大学大学院ビジネス研究科 教授 井上 福子 氏
(パネリスト)
- 欧州原子力教育ネットワーク(ENEN)エグゼクティブディレクター ガブリエル・ラザロ-パヴェル 氏
- ASEAN エネルギーセンター(ACE)上級研究員補 ルリー・ヒダヤトゥラ 氏
- 東海大学工学部機械工学科教授 堺 公明 氏
- 明治大学大学院法学研究科 落合 健太 氏(「ISCN 夏の学校 2024」代表学生)
- JAEA ISCN 能力構築国際支援室長 野呂 尚子

【閉会挨拶】

JAEA 理事 舟木 健太郎

2. 本フォーラムの概要

(1) 開会挨拶 JAEA 理事長 小口 正範

原子力を巡る国際動向と日本の立場として、気候変動対応について、COP28、ベルギーで開催された第 1 回原子力エネルギー・サミット、我が国の GX ポリシー等により再生エネルギーと並んで原子力活用が推し進められることとなった。

このような動きを受け、JAEA では昨年 4 月に今後の進むべき方向性を国内外へ明確に示す新しいビジョン『『ニュークリア×リニューアブル』で拓く新しい世界』を打ち出した。これは限られリソースを 3 つの分野に集中することで「原子力科学技術を用いて、人類の福祉に貢献する」という JAEA ミッションを達成しようとする私の強い決意の表れでもある。

具体的には、①原子力と再生可能エネルギーとの相乗効果を追求する(Synergy)、②原子力自体を継続可能なものにする(Sustainable)、③原子力を社会の幅広い分野で活用する(Ubiquitous)から成り立っており、それぞれは独立しているのではなく、例えば高速炉の開発のようにこの 3 分野に共通する技術開発もある。

次に、国際協力の観点から ISCN のミッションについて、我が国の外交の基本方針は国連第一主義であり、IAEA の政策実現のために協調し、その実現に努力するものである。原子力平和利用の先進国として日本はこれまでも原子力安全技術、人材の育成、核セキュリティ・核不拡散の分野で、IAEA に協力してきた。大きな方針は、ロシアによるウクライナ侵攻以降の国際的な枠組が崩壊しつつあるとは言え、決して後退するものではない。むしろ、第 1 回原子力エネルギー・サミットにて明らかになったように、小型モジュール炉(SMR)を基軸にした原子力利用が東欧、中東、東南アジア等の



諸国に広まるにつれ、特に深い関係を築いてきた東南アジア諸国に対する様々な分野での協力である、原子力技術支援や人材育成支援等の重要性は一層増してくるものと考えている。

このことは IAEA が日本に期待する国際的な貢献の本質であると理解している。ISCN においては目標を定め、着実に実行することを期待する。

(2) 来賓挨拶 文部科学省大臣官房審議官(研究開発局担当) 清浦 隆

はじめに、本フォーラムのテーマに関連し、文部科学省の原子力分野における人材育成に関する取組みを紹介する。原子力分野全体の学生や教員等の数が減少していることを受けて、産学官が連携した横断的な教育研究機能を有する人材育成コンソーシアムである「未来社会に向けた先進的原子力教育コンソーシアム(ANEC)」を構築した。原子力に関する教育・研究基盤の確保のために、原子炉・実験施設を活用した実験・実習プログラム及びそれらとオンライン教材を組み合わせた体系的なカリキュラム構築等、原子力分野の教育資源を結集した人材育成プログラムの構築に取り組み、着実に成果を上げている。多様な人材の育成によるすそ野の拡大のため、産学連携や国際協力を一層推進していきたい。



昨今世界的に重要性が増している核不拡散・核セキュリティの分野における人材育成は、ISCN が我が国の中核的な役割を担っていると認識している。ISCN は、2010 年に本分野の人材育成支援拠点として JAEA に設置されて以降、世界 107 か国 6 国際機関の 6 千名以上にトレーニングを提供する等、国内外の人材ネットワークの構築に貢献し、技術開発においても着実な成果を上げている。

本年、トレーニング施設の機能を拡張した「ISCN 実習フィールド」が整備された。このフィールドを最大限に活用し、サイバーセキュリティ等の新規トレーニングの開発・提供、机上演習の実施等を通じて更なる貢献を果たしていくことを期待する。

加えて、ISCN は IAEA 核セキュリティ教育ネットワーク(INSEN)に新規加盟した。これにより、IAEA と共同でトレーニングカリキュラム開発やインストラクター養成を行い、より高品質の人材育成支援プログラムの提供が可能になる。こうした取組みから得た知見を大学に向けた教材開発に活用し、ANEC に参画する国内大学とも連携することで同分野の幅広い人材育成が進展することを期待する。

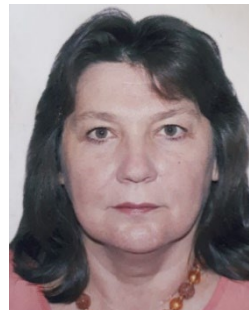
文部科学省としても、ISCN のこうした活動をさらに発展させていくため、国内外の核不拡散・核セキュリティ能力の向上、同分野のリーダーとなる人材の養成等に対して引き続き支援を行っていきたい。

本フォーラムでは、国内外の関係機関、また、大学・学生等の様々な方々の間で忌憚のない議論を行い、有意義で実り多い議論と情報交換の場となることを期待する。

(3) 基調講演 I

講演者：IAEA 核セキュリティ部教育訓練開発ユニット長 マリーナ・ラビンツェワ
タイトル：核セキュリティにおける能力構築

IAEAは現在、2022-2025年核セキュリティ計画に基づいた活動を実施しており、その目的の1つは、包括的な核セキュリティガイダンスを確立し、要請に応じて、ピアレビューやアドバイザーサービス、教育・訓練を含む能力構築を通じた核セキュリティガイダンスの利用促進により、効果的な核セキュリティ実現のために世界的な取組みに貢献することである。IAEAは加盟国に対し、核セキュリティにおける人材育成支援のための資料、ツール、各種トレーニングプログラム等の提供を行っている。



「IAEA 核セキュリティシリーズ No.31-G:核セキュリティのための能力構築」によると、「能力(キャパシティ)」とは、望ましい目標を達成するために必要な Competency (知識、技能、振る舞い) 及び Capability (資源、権限、プロセス、機器、展開手段) の両方を備えた組織或いは個人を意味する。また、「核セキュリティのための能力構築」とは、効果的な核セキュリティ体制の確立、実行及び維持のために必要な政府、組織及び個人の能力を開発し、継続的に改良するために、教育、訓練、人材管理、知識管理及び知識ネットワーク等を利用する体系的なアプローチを意味する。

IAEA が能力構築のために加盟国に行う支援には、人材管理、包括的トレーニングプログラム、核セキュリティ教育、核セキュリティ知識ネットワークの4本の柱がある。人材に係るニーズ分析や計画に関して、IAEAは加盟国が国家の現在の能力、達成すべき目標、目標と現状との間のギャップに関する自己評価を行うための支援、また、そのギャップを埋めるための国家の人材育成計画の作成等に関する支援も行っている。

IAEAは核セキュリティのあらゆる側面を網羅している独自の包括的トレーニングプログラムを有しており、各国が国家のトレーニングプログラムを確立し、実行するための支援や、講師に対するトレーニング等を行っている。2023年10月に核セキュリティ訓練・実証センター(NSTDC)がIAEA施設として設立された。NSTDCは、主に国家のニーズに対応する核セキュリティ支援センター(NSSC)とは異なり、加盟国のニーズに対応するための国際的なトレーニングコースやワークショップを開催している。NSTDCの目的は、国家の現在の能力と目標との間にあるギャップを埋めるために加盟国を支援することである。IAEAは2021-2023年に370以上のトレーニングを開催し、合計で178か国から約18,000名の参加があった。

IAEAは加盟国に対し、NSSCの設立や運用に関する支援や、NSSCのための国際ネットワーク(NSSCネットワーク)への支援を行っている。NSSCネットワークは2012年に設立された。経験から得た教訓を共有することやNSSC間での情報共有を強化することを目的とし、現在、71か国83機関が参加している。NSSCネットワークでは、年次会合や作業部会等が開催されている。

核セキュリティ教育に関しては、「IAEA 核セキュリティシリーズ No.12-T (Rev. 1):核セキュリティの学術カリキュラムモデル」の開発及び改訂、大学の修士課程及び認定プログラムの開発支援、マリー・スクウォッドフスカ・キュリー・フェローシップ・プログラム (MSCFP、IAEA の女子学生向け支援制度)を通じたフェローシップやインターンシップに関する支援、核セキュリティに関する国際及び地域スクールの開催を行っている。

IAEA は、人材や能力に関するニーズを特定し分析するための利害関係者(政府、事業者、教育機関)との協議や、教育プログラムやカリキュラムの共同レビュー、ニーズを満たすプログラムの開発に関する勧告を行うことで、核セキュリティに関する教育プログラムの導入を希望する国や大学に対する支援を行っている。これまでに、欧州大学コンソーシアムやドイツのブランデンブルク応用科学大学、ウクライナ国立工科大学、ブルガリア世界経済大学において、核セキュリティに関する修士課程プログラムを実行することができた。

核セキュリティ教育の促進等を目的とする、INSEN が 2010 年に設立され、現在 74 か国 213 機関が参加している。INSEN には 3 つの目的がある。1 つ目は、IAEA の出版物や勧告等に基づいた、教材やツール、学術プログラム、カリキュラムの開発やレビューを行うこと、2 つ目は、教員の能力開発や、専門知識及び情報の共有を通じて、核セキュリティ教育のさまざまな分野を支援すること、そして 3 つ目は、INSEN メンバー間の核セキュリティ教育を推進することであり、ISCN 開催の国際フォーラムもそれに含まれている。INSEN 活動の効果を評価するために 2024 年に実施した概要調査によると、既存の国家プログラムで核セキュリティに関するコースを教える INSEN メンバー数、核セキュリティに関する研究論文をジャーナルまたは書籍に掲載する INSEN メンバーの数はいずれも増加している。

IAEA はイタリア政府の支援を受け、ICTP(国際理論物理学センター) – IAEA 共同核セキュリティ国際スクールを毎年開催している。また、地域言語を用いた地域や国家による学校も開催されている。

核セキュリティ教育活動に参画することのメリットとして、人材育成への貢献、安全・セキュリティの向上、コンプライアンス遵守、核セキュリティ文化の向上、新たな核セキュリティの脅威と課題に対処する研究の推進、国民の信頼の向上が挙げられる。

能力構築活動の影響評価のため、トレーニングコース終了から 6 か月後にアンケート調査を実施しており、その内容は、トレーニングコースの良かった点や悪かった点について等である。また、核セキュリティ教育のインパクト評価も実施している。核セキュリティに関する修士課程プログラムの修了生の複数人が IAEA の核セキュリティ部署や保障措置部署で現在働いている。また、核セキュリティに関する国際スクールに参加した MSCFP の若い学生は、核セキュリティ分野でのキャリアを積みたいと答えていた。

IAEA のジェンダー平等の活動に関して、260 名以上の MSCFP の学生が IAEA 核セキュリティ国際スクールを修了し、また、10 名以上が IAEA 核セキュリティ部のインターンシップに参加した。また、若手及び中堅女性専門家向けのキャリア開発を目的としたリーゼ・マイトナー・プログラムも用意している。IAEA 核セキュリティ部は、核セ

キュリティ分野における男女平等を達成するための支援を行うことを目的とした、核セキュリティにおける女性イニシアティブ(WINSI)を設立した。

今後の活動に関して、2025年に日本でINSEN年次会合を開催する予定である。ホストの日本政府及び関係機関に感謝する。来年はINSEN設立15周年でもあり、作業部会やパネルディスカッション、学生向けコンペティション等、様々な活動を予定している。

(4) 基調講演 II

講演者：北海道大学大学院工学研究院応用量子科学部門教授 小崎 完
タイトル：北大拠点におけるオープン教材を活用した原子力教育の展開

原子力人材育成を目的とし、「未来社会に向けた先進的原子力教育コンソーシアム (ANEC)」と呼ばれる全国的なコンソーシアムが構築・運用されており、北海道大学(北大)はその中の拠点の1つとしてオープン教材を活用したカリキュラム開発、教育に携わっている。本日はそれらの経緯、現状及び課題等を紹介する。



北大には12の学部と19の大学院があり、1万8千人弱の学生が在籍している。原子力は、工学部の中に学科、大学院の中に専攻があり、寄付講座もある。原子力教育は原子力安全先端研究教育センターを中心に実施している。その他、本日紹介する「オープンエデュケーションセンター(OEC)」も大学の中にある。

原子力教育能力の衰退

近年、全国規模で原子力工学科数及び原子力に関する講義、実験、実習数の減少が見られ、危機感を抱いている。原子力系教職員の削減と高齢化が進み、原子力教育が難しくなっている。さらに原子炉等を用いた実験、実習の機会も減少している。

上記に加え、2011年には東京電力福島第一原子力発電所事故(福島事故)が発生し、以降、将来原子力分野に進みたいという若い学生は減少し、一方で福島事故の後処理に関連し新たな人材育成の必要性が生じた。

北大における文科省・原子力人材育成事業(2011～2013年度)

福島事故直後、北大は「福島復興ための環境修復及び放射性廃棄物処分に必要な人材育成を行うこと」を目的とした文部科学省の「原子力人材育成事業(2011～2013年度)」の下、講義や実験、国際セミナー開催等を実施した。

オープン教材とその効果

上記の事業には、学生だけでなく関心を寄せる多くの市民が参加するとともに、講義のビデオ化の依頼が多数寄せられこともあり、動画教材の作成を開始した。それらは、自由にアクセス・使用が可能なオープン教材としてインターネット上で公開しており、教材のブラッシュアップ(改善)も進んでいる。

このようなオープン教材は、生涯教育、具体的には中高生向けの教育の充実や年配向けのリカレント教育の推進に利用でき、また、例えば学生がオープン教材を予習

教材として使用し本来の授業時間を演習・実験に回すことや、学習管理システムで学生がどこで躓いたかをチェックしつつ教育の方法を改良していくことも期待できる。

OEC との連携

2014 年、北大に OEC が設立され、教育工学の専門家が在籍し、情報通信技術を活用した教育・学習支援を行っている。我々原子力系教職員は OEC と連携を図りつつオープン教材を作成、また教材を組み合わせることでコースとして構成し、それらの公開も開始した。さらに教材を使用して実際の授業として仕上げていく取り組みも開始した。

インターネット上で、かつフリーで教材を配信するには、動画の収録や適切な編集、図表や文献の著作権の許諾、サーバーの管理等が必要となる。しかしそれらの業務は OEC が行い、原子力系教職員はコンテンツに注力する、といった連携を行った。

大規模公開オンライン講座(MOOC)

教材が蓄積されてくると、それをコースにする話が進み、2015 年、「Effects of Radiation: Introduction to Radiation and Radioactivity (放射線・放射能の科学)」と題して、英語で、誰でも無料で受講できる”MOOC”(Massive Open Online Course)を開講した。これは MOOC を扱う edX という企業のオファーを受けたものであった。

本コースは英語で、また開講期間が設定されており、事前登録が必要とされた。しかし僅か 2 か月のみの開講にも拘わらず、133 か国から 4 千人超の履修登録があり、実際に 1,385 人が履修し、うち 380 人が最終レポートの提出を含めコースを修了した。当該活動は MEXT の支援を受けつつ、9 年間(2011～2019 年)継続された。

文科省・原子力人材育成事業(2020～2026 年度)

2020 年から MEXT の原子力人材育成事業が大きく変化し、各組織が個別に実施していた事業を今後は組織的に連携して進めるため、一体的に人材を育成する体制を構築することになり、そのために大学、研究機関及び民間企業から構成される ANEC の設立を前提に事業の公募がスタートした。北大は、それまで実施してきた教材の作成を継続する意図で当該事業に応募し、採択された。

ANEC の組織体制

ANEC には、カリキュラムグループ(Gr.)、国際 Gr.、実験・実習 Gr.及び産学連携 Gr.がある。北大はカリキュラム Gr.の取り纏め機関となっており、その他の 3 つの Gr.にも参加している。

北大拠点にて公開されているオープン教材と利用状況

北大には 2013 年から蓄積してきた教材があったが、ANEC 設立後、加速度的に教材数を増やし、現在、年間で 40 程度の講義を収録・公開しており、その数は累計で 186 となっている。分野は、原子炉工学、安全工学、バックエンドまで多岐に亘り、核融合の教材もある。

現在、オープン教材には年間 1 万 5 千程度のアクセスがあり、2013 年度から現在まで、累計で 13 万アクセスを超えている。また教材数が揃うことで、教材のコース化も容易に進められるようになった。

日本語版大規模公開オンライン講座(日本語での MOOC)

日本語で実施する「放射線、放射能の科学」と題する MOOC を 2020 年、2021 年及び 2023 年に各々開講し、累計で 4 千人超が登録した。今年(2024 年)には、より専門性と難易度を高めた「地層処分の科学」の講座を開講し、同講座にもかなりの数(1,300 人超)の登録があった。関心のあるトピックでは、講座の難易度に拘わらず多くの者が受講してくれることが分かった。

MOOC 受講者の年齢構成

「放射線、放射能の科学」の講座に関し、受講者の年齢は、10 代から 70 代までほぼ均等に分布している。また職種別で見ると、フルタイム勤務者が 60%、リタイア者が 20%となっており、残りは学生である。このことから、MOOC がリカレント・リスキリング教育に役立っていること、またこれから新たな教材を作成すれば、それらを更に役立てることが出来そうだということも分かった。一方で若年層の受講の割合は少ないが、母数が多いので若年層にもある程度のアピールは可能と考える。

オープン教材を活用した原子力協力プログラムの開発

オープン教材は座学(講義)であるが、これだけでは教育の実効性・効果は上がらない。実験・実習、見学会といった実学を学べる機会を用意する必要がある。その他、国際セミナーの開催や海外インターンシップ派遣等、国際性の^{かんよう}涵養も必要となる。このように座学と実学とを丁度良い割合で取入れ、教育効果を高める努力が必要であると考えている。

オープン教材のカリキュラム計画

現在までに作成した教材は 186 あり、それらは LWRs/先進炉、燃料サイクル/(核)変換、処分/廃止措置の 3 つの分野で、物質、燃料、原子炉工学/核データ流体力学、放射化学/核化学、工学、計測・制御ロボット工学、安全性、シミュレーションといった 8 つの基礎・基盤技術に分布している。

既存の教材は原子力の主要分野を^{あまね}遍く網羅しており、当初、今後はこれを拡充していくことを考えていた。しかし関係者との対話の中で、幾つかの課題が判明した。

カリキュラム計画の課題点

課題の 1 つは、教材の網羅性であり、原子力規制分野の教材(例:自然災害や放射線防護の教材)が不足している。しかし北大では、別の原子力系教職員が 2023 年度から原子力規制人材育成事業を実施しており、当該事業で教材の開発を進めている。約 5 年間で、100 の講義の収録と公開を進める予定である。

課題の 2 つは、本日の国際フォーラムの重要点でもある核不拡散、核セキュリティ分野のコンテンツが皆無なことである。大学には本分野の専門知識を有する職員が不足し、また実験や実習が可能な施設が存在しない。そのため、まずは教材としてコンテンツを作成し学生に学んでもらう、特に若い人々に関心を持ってもらうことが重要であろう。この点、JAEA と連携・支援を受けつつ協力を進めていきたい。

今後の課題

オープン教材の難易度設定も課題であり、入門編から専門性の高い内容まで段階的に教材を用意する必要がある。特に専門性の高い内容は、技術の進展に伴い教材のアップデートが必要で、実施しなければならないことが増え、収拾がつかなくなることが懸念される。

さらに英語版の教材が一握りしかないことも課題であり、今後は英語版を作成し、国際協力、国際貢献、留学生支援を行う必要がある。この点は講師として海外の研究者にも支援してもらいたいと考えている。その他、実験・実習と組み合わせた教育プログラムの実施が必要となる。

履修者の学習意欲を向上させることも必要である。例えば、学習証明(デジタルバッジ)を発行し、それが履修の公的証明となるシステムの構築を考えている。そのような対応により、学生が履修の必要性や重要性を自覚し、また就職試験でバッジの有無をチェックしてもらい、さらには社内教育、リカレント・リスキリング教育で学習証明を活用する、といった対応も今後は重要になろうと考えている。

(5) 基調講演 III

講演者: JAEA ISCN センター長 井上 尚子

タイトル: 核不拡散・核セキュリティに係る機構の活動と国際貢献

米国のイニシアティブで開催された、核セキュリティ強化のための首脳級会合である「核セキュリティ・サミット」における日本のナショナル・ステートメントに基づき、国際的な核セキュリティの強化に技術開発と人材育成を通じて貢献する組織として ISCN は 2010 年に JAEA に設立された。2011 年から文部科学省核セキュリティ強化補助事業として具体的な活動を開始し、その後、IAEA と連携した核セキュリティ分野の国際的な人材育成支援、技術開発分野の実績により、廃止措置・廃棄物管理分野と共に核セキュリティ分野における IAEA 協働センター指定を受けている。また、2014 年に政策調査、CTBT 技術協力、理解増進活動も ISCN の業務となった。



二面性を有する原子力利用をグローバルに推進する JAEA にとって国際的な核不拡散・核セキュリティ強化に貢献することは義務と考えており、ISCN は核兵器・核テロの脅威のない世界と原子力の平和利用の両立を実現することをミッションとしている。これらはいずれも国是であり、ISCN はそのための国の政策を実施する主体であるとともに、目的を同じくする国際機関の取組みを支援することが ISCN の 1 つ目の柱である。しかし、この分野を取り巻く世界情勢は時にダイナミックに変化するため、その課題や環境変化へ対応していくことがもう一つの柱である。

ISCN は、政府機関、大学、民間事業者、アジアやその他の国際パートナー国、また JAEA 内の関係部署をクライアントとし、本分野の国際ルール・規範の確立、国内のセキュリティ(Security)・保障措置(Safeguards)といった 2S の強化、アジア新興国等海外の 2S 体制の構築維持を支援している。その際、IAEA や包括的核実験禁止条約機関(CTBTO)、米国や欧州のパートナーと連携協力して取り組んでいる。

技術開発、人材育成支援等の個々の活動について以下 1～5 に紹介する。

1. 技術開発

核セキュリティのための技術開発としては、以下 3 つのプロジェクトを進めている。

- ① 核物質の不法取引等の現場から警察当局に押収された核物質や、核・放射線テロの発生現場で採取された核物質・汚染試料について、精密な測定・分析によって、犯罪行為に使用された当該物質の由来を特定する核鑑識技術開発(日米欧の協力のもとで実施)
- ② 核燃料サイクル施設に対する核セキュリティ上の 3 つの脅威である、核爆発装置を目的とした盗取、放射性物質の飛散装置を目的とした盗取、妨害破壊行為に対し、核燃料サイクル施設に存在する核物質、放射性物質及びそのプロセスが敵に対してどれだけ魅力があるか(魅力度)という観点からリスクを評価する手法の開発(日米の協力の下で実施)
- ③ 大規模イベントや大型商業施設等における核物質や放射性物質を使用したテロ行為の未然防止のため、広範囲での迅速な核物質、放射性物質の検知能力を高める技術開発

核不拡散のための技術開発としては、試料に中性子を照射して、それにより生成する中性子線、 γ 線から試料に含まれる核物質の量等を測定するアクティブ中性子非破壊分析法の開発を進めており、本技術は核セキュリティ対策にも適用可能である。

最近の成果として、核鑑識分野では人工知能を活用した核物質の起源特定、核セキュリティ事象発生現場でのコスト、携帯性、簡易性の観点からの機械学習を応用しての核種判定アルゴリズム構築、飛散物質分布画像化解析技術等の開発進捗、核不拡散技術開発分野としてアクティブ中性子非破壊分析技術開発における試作機による実用性確認、社会実装に向けた SEECAT(テロ対策特別装備展)に出展等がある。

2. 人材育成支援

核セキュリティ、IAEA 保障措置、国際枠組みの 3 分野のトレーニングコースを提供している。ISCN のトレーニングの特長は、参加者のニーズに合わせてカリキュラムを開発するニーズオリエンテッドアプローチの採用、トレーニングを効果的・効率的に提供するための国際パートナー (IAEA や米国エネルギー省 国家核安全保障庁 (DOE/NNSA)等)との連携、様々な手法・ツールを駆使しての実践的トレーニングの提供である。使用する手法・ツールの例として、インタラクティブな講義やグループ演習、実習フィールドやバーチャル・リアリティ(VR)を活用している。

核物質防護実習フィールド(PP フィールド)と呼んでいたトレーニング施設について、大幅な拡充・整備を実施した。これにより、模擬 CAS(Central Alarm Station)スペース拡大化によるコンピュータセキュリティトレーニングの実習への活用範囲の拡大、設備等の集合化等の配置見直しによるトレーニング効率の格段の向上等が得られた。また VR は保障措置トレーニングにも活用していることから、本施設の名称も「PP フィールド」から「ISCN 実習フィールド」と改称し、本年(2024 年)5 月に開所式を実施した。

コロナ禍の影響もあり導入したオンライントレーニングは、効果的なものとすべく様々

な手法やツールを開発したこともあり、多くのトレーニングを対面型に戻してからも取り入れている。また IAEA の協力を得てビデオ教材を作成、さらに研究炉のバーチャルツアーを開発してビデオと組み合わせた教材パッケージを制作してトレーニングを提供、さらに同パッケージは IAEA のウェブサイトを通じて加盟国に共有され、IAEA も加盟国向けのトレーニングに活用している。

ISCN 発足以来のトレーニングとその参加者は 251 のコースと 6 千名を超えるものとなった。参加者の 6 割が海外でその半数が ASEAN 加盟国、コースの種別の参加者は、7 割が核セキュリティコースであり、近年この割合が増加の傾向にある。コースタイプの点では、6 割強が技術的な実習・演習を含むハンズ・オンのトレーニングであり、これは JAEA の強みに深く関係している。

3. CTBT 国際検証体制への貢献

包括的核実験禁止条約(CTBT)に定められた沖縄と高崎の放射性核種監視観測所、東海の公認実験施設及び核実験監視のための国内データセンターを運用している。2018 年からは核実験の検知能力の強化を目的とした放射性キセノンバックグラウンド観測を CTBTO と共に行っており、これには移動型希ガス観測装置を使い、現在北海道幌延町と青森県むつ市で行っている。

高崎観測所には地下核実験の検知に特に有効とされている放射性希ガス観測装置が設置されており、昨年 2023 年に次世代機 SAUNA III に更新され、より低濃度の放射性キセノンを検出可能となった。

4. 政策調査

核不拡散・核セキュリティに係る政策立案の支援等を目的に、技術的知見を活かした政策研究を行っている。現在「ロシアのウクライナ侵攻に起因した核不拡散・核セキュリティへの影響と対応策」のシナリオ分析を踏まえ多くの課題を抽出し、我が国の原子力平和利用へのリスク等の観点から優先課題を特定した。その中で、「原子力発電所への攻撃による原子力への懸念増大及びロシアへのエネルギー依存からの脱却」という想定シナリオの対応策「SMR を含む先進炉の 2S(核セキュリティ・保障措置)上の課題と対応策の検討」を優先事項として今年度から取り組んでいる。

取組み内容として、先行研究をもとに先進炉の特徴とそれに伴う課題等を抽出し、後付けではコスト負担が大きくなる等設計段階に考慮すべき課題の対策例を検討している。本研究の成果として、IAEA やアジア等の原子炉導入国や国内の高速炉、高温ガス炉実証炉計画等をクライアントとして成果を共有していきたいと考えている。

5. 理解増進

理解増進活動の一つとして、月に 1 回発行している ISCN のメールマガジン(ISCN ニュースレター)を通じてその時々の核不拡散・核セキュリティに係る動向の情報、解説や分析をニュースとして、現在 700 名近い方に配信している。また、本日のフォーラムも理解増進活動の一環として年 1 回開催し、その時の核不拡散を取り巻く状況に応じてテーマを選定し、専門家の皆様との議論を通じて理解促進に役立てている。

(6) パネルディスカッション

「核不拡散・核セキュリティ分野の人材育成と大学・研究機関の連携」をテーマとした2つのトピック毎に、発表者がプレゼンテーションを行った後、パネリスト間での議論を行う。また、本フォーラムに先駆けて実施した学生セッションの結果報告が行われた。

【はじめに】

モデレーター:同志社大学大学院ビジネス研究科 教授 井上 福子 氏

本パネル討論では、核不拡散・核セキュリティに係る人材育成と大学・研究機関の連携をテーマとして、5名のパネリストによって議論を行う。本パネル討論の論点は、核不拡散・核セキュリティに係る教育の在り方・人材育成、並びに大学と研究機関との連携の在り方の2つである。1つ目の論点は核不拡散・核セキュリティに係る教育の在り方及び人材育成、2つ目の論点は大学と研究機関の連携である。



【論点1】核不拡散・核セキュリティに係る教育の在り方及び人材育成

パネリスト 1: JAEA ISCN 能力構築国際支援室 室長 野呂 尚子

ISCN が実施してきた大学への支援活動を通じて考案した大学における核不拡散・核セキュリティ分野の教育の分類、モデル化の可能性を紹介したい。

1) 専門(職)大学院・コース型

核不拡散・核セキュリティ分野に特化した専門課程の学位を取得できるもの。(ブルガリアでは主に核セキュリティ分野の国際的な枠組み・原子力技術・現場での核セキュリティの運用を学ぶ1.5年の修士コースがある。)



2) 研究室(講座型)

大学が提供するカリキュラムとは別に、大学の研究室/ゼミ単位で大学教授と共に学生が研究テーマとして核不拡散・核セキュリティ分野を複数テーマの中からテーマとして選んで学習を行うもの。

3) 原子力関連科目型

原子力工学等の原子力分野の専攻の一つとして、既存のカリキュラムに核不拡散・核セキュリティを追加するもの。日本では原子力関連専攻の数、学生、教員が減少している課題があると基調講演にて話があったことから、現時点では厳しい「型」の可能性はある。

4) 講義提供型

上記1)~3)とは異なり、核不拡散・核セキュリティに係る講義をシリーズ又は単発での学習機会を、関心のある学生に提供するもの。(例えば、核燃料サイクル講座の一環、国際法講座の一環としての核不拡散・核セキュリティ講義等が考えられ

る。)

5) 教養課程型

学部を問わずに教養課程のリテラシーとして、核不拡散・核セキュリティに係る講義を行い、将来的に多様な分野において外交や政策立案の中で核不拡散・核セキュリティに関わる方々を想定して、学習できるもの。

6) サマースクール型

短期集中プログラムの形式となるもので、例えば、韓国科学技術院(KAIST)も提供する夏期プログラムとして、通年ではなく、短い期間で集中的に核不拡散・核セキュリティを学習できる機会を提供している。

上記 1)~6)で分類したモデルは、対面でもオンラインでも、大学において様々な教育の形式/パターンが考えられるため、日本、アジア、欧州や世界において、人材不足の課題の解決のために、どのようなモデルが効果的なのかという点について検討したものである。この後に、パネリストから、アジア、日本、欧州の大学の取組みまた学生視点でのご意見を伺い、いろいろなタイプの大学での人材育成という形がある中で、どのような分類にて効果的、優先的に実施すべきかを ISCN として考えていきたい。

パネリスト 2: ASEAN エネルギーセンター(ACE)上級研究員補 ルリー・ヒダヤトゥラ 氏

ACE とは、1999 年設立の ASEAN 下にある政府間機関となるシンクタンクであり、主な任務は、①政策、法律、イノベーションおよび規制に関する研究の実施、②エネルギー知識のハブ的機能、③協力推進のための連携である。



ASEAN には、「ASEAN エネルギー協力行動計画」(APAEC)という指針となる文書がある。APAEC には、ASEAN 諸国の関心を反映した 1)ASEAN の電力網、2)ASEAN 内ガス・パイプライン、3)クリーン石炭技術、4)エネルギー効率性及び環境保全、5)再生可能エネルギー、6)地域エネルギー政策及び計画、7)民生原子力エネルギー(CNE)という7つのプログラムがある。このうち、7)の「CNE」は、最近追加された新しいテーマである。本プログラムは、成果重視の方針を取っているため、原子力分野では、人材育成や原子力エネルギー推進の取組みを行っている。

APAEC は、2021-2025 年までがフェーズ 2 の段階にあり、原子力発電のための原子力科学・技術に関する人材育成を行っている。また、2025 年にフェーズ 2 が終了することから、ASEAN 諸国から CNE に関する提言をもらいながら現在は 2025 年以降の CNE プログラムに向けて準備している。2024 年、マニラにて ASEAN 諸国との APAEC 会合では、JAEA からも会議に参加頂き、提案等を頂いて、大変感謝している。

原子力安全サブセクター・ネットワーク(NEC-SSN)の提案により能力構築と技術移転に重点を置いていくが、ASEAN 諸国にとっては、原子力は新しい分野で、原子力技術の探求中であり、小型モジュール炉(SMR)の取組みを含めて大いに関心がある。

ACE では、CNE プログラムとして傾向や政策に関するワークショップも行っており、2024 年に IAEA や世界原子力協会(WNA)等の協力を得てフィリピンやインドネシアで開催している。ACE はシンクタンクでもあるので、ASEAN の原子力に関して政策、法律等の枠組み、技術、解決策等を研究している。また、公共政策の面で、原子力発電、保障措置、原子力安全や核セキュリティ等の政策調査を実施し、規制枠組の在り方について情報収集中である。

東南アジアで原子力への関心が高まっている要因は、エネルギー安全保障、脱炭素化目標の設定である。ASEAN の経済見通しによると、ASEAN 諸国では、2050 年には 2020 年レベルの 3 倍の電力需要になるというエネルギー見通しがあり、現在は、その需要を満たすための電源の一つが原子力になると見込んでいる。ASEAN ではタイ、インドネシア、ブルネイ、シンガポール等が、2050 年までにネットゼロの排出目標を設定しており、原子力はその手段の 1 つである。ASEAN は 2035 年に 3.4GW の電源として原子力発電を導入、2050 年に 10.5GW の電源に成長することを見込んでいる。再生可能エネルギーや石炭火力よりも電源の規模としては小さいが、気候変動に対応する多様な電源の選択肢の一つとして、特にインドネシア、フィリピン及びベトナムといった国では、具体的に原子力導入の動きが見られる。

ASEAN 諸国のパートナーとしては、IAEA を含め、関係機関との間で地域レベル及び二国間での原子力分野の協力関係を築いている。日本はフィリピンとの間で原子力安全に関する協力を行っており、原子力施設、安全性、核セキュリティにおける理解を深めるため、フィリピン関係者の福島第一原子力発電所事故のサイト訪問も行われている。

原子力分野での人材開発の国際協力でも進んでおり、国レベルでは、解決すべき問題が特定されている。ASEAN 諸国の長期的な目標は、労働力の確保及びインフラ整備という点で、原子力の人材育成もその1つある。小崎教授のご講演でもあったように、人材育成は、講義だけでなく、実習も必要で、産学連携も重要である。また、持続可能なコミットメントが必要であり、人材育成は長い視点で行い、多くのステークホルダーの関与が必要であり、労働力の確保も必要である。ASEAN 諸国内外で協力し、ベストプラクティスの共有、訓練、スキル移転等、問題解決を努めている。

パネリスト 3: 東海大学工学部機械工学科教授 堺 公明 氏

東海大学の創始者(松前重義)は、原子力基本法が制定された 1955 年に国会議員としてスイスのジュネーブで開催された国際原子力平和利用会議に出席し、翌 1956 年に東海大学に原子力工学専攻(現:原子力工学科)を開設し、現在 68 年の歴史を歩み、原子力分野では 4 千人以上の卒業生がいる。また、東海大学には、工学部と理学部と連携する国際原子力研究所があり、研究所所長を元原子力委員長近藤駿介氏が務める。



東海大学の原子力教育の前提として、平和利用という非常に重要なポイントがある。特に、日本の大学としては、広島及び長崎の原爆投下に関する話、並びに福島第一

原子力発電所事故の経験・教訓及び今後に対する決意に関する話は、若い世代や世界の専門家に伝えることが日本の大学としての責務と考える。また、日本原水爆被害者団体協議会が今年のノーベル平和賞を受賞したという報道が流れている点も、非常に大切なリテラシーになると考えている。

大学での専門分野として原子力安全も担当しているが、福島第一原子力発電所事故以前から炉心損傷事故のリスクは存在しており、関係者間でリスクについて認識されていたという事実がある。しかし、国内での法制化が遅れていたこと等を含め、現実に起こり得ることとしての認識のレベルに至っていたかどうかを考えると、多くの教訓が存在する。同様に、現在のウクライナ情勢を考えると、日本の原子炉においても不法占拠のリスクは存在するという点について、日本の技術者間で現実に起こり得ることとして認識がなされているか、改めて考えなおす必要がある。これは、核セキュリティ文化醸成の中で、リスクとしては認識されていても自分たちのこととして捉えられていないと言ったことがないか、という点に留意したい。

国際機関等とのグローバルな連携として、若手専門家の育成という点で、アジア諸国の原子力エネルギーの新規導入国からの留学生を受け入れている。東海大学とIAEAが原子力安全分野で協力協定を結び、今年2月に東海大学湘南キャンパスにおいてリーダーシップ育成研修を実施し、インドネシア・カザフスタン・マレーシア・タイ・ベトナム・フィリピン・モンゴル等の国々からの参加者を受け入れている。今年度はその10周年であり、来年3月の開催を予定している。

原子力安全と核セキュリティとの間での知見を相互適用する仕組み(インターフェース)を国際的にバランスを取りながら議論していく必要があると考える。例えば、福島第一原子力発電所事故を踏まえた原子力事故発生時放射性物質の放出量想定、また、プロセスやシナリオ想定についても、ウクライナの状況を踏まえた、核セキュリティにおいて想定される最悪シナリオ、設計基礎脅威を超える事象に対して想定することが挙げられる。

東海大学における課題等として、原子力発電の利用について学ぶ場合には、核不拡散・核セキュリティ・核軍縮に関する知識を学ぶことが前提となるが、大学教員が説明することはできるものの、多くの教員の博士号は原子力工学に関するものであり、核不拡散・核セキュリティ分野の履修科目(単位を付与するもの)として講義を行うことは非常に難しい。そうした状況において、ISCNから核不拡散・核セキュリティの専門家として講義を行う上に、実習施設や設備を利用できる等の支援を得られることはとても有難い。大学院生には、より応用レベルの技術的教育が必要になるが、日本の学生に加えて、海外からの留学生にもJAEAの夏期休暇実習制度に参加してもらい、学習することは効果的と考える。そこに参加したUAEの学生は、UAEのシビアアクシデントを想定した周辺住民への事故影響の研究を実施しており、UAEのバラカ原子力発電所にて福島規模の事故が発生した場合にどうなるかをISCNの大気拡散モデルを用いた解析の技術指導を受け、大学でシミュレーションを実施して解析した。この解析を実施した留学生が母国に帰り、解析結果を共有し、原子力発電所事故による影響の重大さ、それゆえに安易な攻撃対象とすべきではないことも理解され、1つの抑止的な効果もあるとの考えから、このような研究に取り組んでいる。

パネリスト 4: 欧州原子力教育ネットワーク(ENEN) エグゼクティブ・ディレクター
ガブリエル・ラザロ・パヴェル 氏

欧州原子力教育ネットワーク(ENEN)は、2003年フランスに設立後、主な支援者である欧州委員会(EC)に近いベルギーに最近移転した。ENENは、100の機関が参加するネットワークであり、高等教育及び訓練による原子力分野の専門性の維持及び発展を目的とする。



ENENは、各機関間で常に協力しており、原子力分野での質の高い教育を提供し、若い世代を魅了するように心がけている。学士課程・修士課程・博士課程や若手研究者等の世代がキャリア形成をできるように、日又は週間単位でのトレーニングから生涯学習活動まで提供している。なお、生涯学習活動は、既雇用者であっても、原子力分野以外の者であっても、他部署への異動希望者に対しても、ニーズベースで、再訓練、新しい能力提供等を実施している。

ENENのネットワークのうち、69が欧州連合(EU)、残り30はEU以外であり、IAEA等の国際機関や日本の教育機関等もある。ENENでは、特定の課題/プロジェクトに係る取組みを実施しており、そのうち26件が完了し、11件は継続中、4件は今年新規に開始した。これらの取組みの内容としては原子力工学、保障措置及び放射線防護等がある。

ENENでは、現在及び将来に必要なもの、歴史的に見て何をすべきかという観点で活動している。例えば、修士課程以上の学生には、小さなコンテストで競争させ、授賞し、モチベーションを上げる取組みも実施している。このように、他国の人と交流する機会を与え、新たなアイデアやアプローチを共有し、議論できるように仕向けている。

EU全体で協調できるように国家レベルの活動として次の1~6のENEN活動の基本原則がある。これらは通常の教育に上乘せしているもので、修士コース等に含めているわけではない(基本原則: 1.質の高い原子力教育・訓練、2.教育プログラムの強化と学際的アプローチの採用、3.原子力教育プロジェクトの支援、4.原子力分野の動向に合わせたE&Tプログラムの調整、5.知識管理、6.質の高いコミュニケーション・ネットワーキング)。また、EUにはボローニャ・プロセスがあり、大学の教育のテーマ等について協調して、調整できるようにしており、国際的・地域的な原子力状況とともに教育トピックスも進化してきた。

ENENでは、大学のレベルに合わせた参加機関間で教育プログラムの均一化を図っており、これらの取組みは高いスキル及び資質を持つ人材を養成するためのものであり、教育を受けた後に、原子力研究や原子力業界での活躍に役立つものを目指している。教育の機会は、ここで終わるものではなく、再教育、プラスの知識を得ることは常に存在する。

3S(原子力安全・保障措置・核セキュリティ)分野に関する情報は、これまでの26の取組みについてENENのハブとなる1つのウェブサイトを集約して保管しようとしている

る。今後、時間経過とともにトピックや背景等が分からなくなるため、そうした場合に備えて、貴重な情報源となるものと理解している。

ENEN にはニーズベースの活動とプロジェクト活動があり、プロジェクト活動は多くのテーマ別となっている。プロジェクト関連活動の 1 つとして原子力コミュニティ全体を支援するものがあり、通常、個々のプロジェクトには複数の機関と専門家が対応している。このプロジェクトは原子力コミュニティ全体を対象としており、250 万ユーロがキャリアアップ等の教育モビリティ(educational mobility)にも利用可能である。例えば、学生(ここでいう学生は広範で、中学レベルから従業員まで)が講座を受けて原子力のキャリアアップさせたい場合に支援できる。

プロジェクトの 1 つの例である SATE(Safeguards Training and Education)は非欧州圏の国のものであり、IAEA と協力し、核セキュリティに関するトピックスを含む保障措置の修士コースの Diploma(卒業証書)を提供している。この Diploma は EU 加盟国内では認知されている。

ヨーロッパにおける核セキュリティの教育については、ブルガリアにある核セキュリティに関するマスタープログラムについて野呂氏の話にあったが、そのほかに EU のレベルで教育コースはない。このため、ニーズに対応していきたく考えている。

幾つかある結論の一つとして、IAEA 主催のもと今年開催された SMR 会議について考えたところ、少なくとも EU 圏内において SMR 関係で 50 万人の雇用をもたらすと言われており、SMR の核セキュリティ専門家が必要になる。多くの国が SMR の早い導入を望んでおり、SMR 関連活動が開拓の余地があるということになる。

パネリスト 5: 明治大学大学院法学研究科 落合 健太 氏

国際フォーラムの開催に先立ち、「大学における核不拡散・核セキュリティ教育の在り方について」という題目で ISCN の夏期休暇実習に参加した学生間で意見交換を行った。その結果について、学生を代表して紹介したい。まず前提として、核不拡散・核セキュリティ分野と大学教育の複雑性、並びに、核不拡散・核セキュリティ教育の必要性・人材像の明確化・大学教育における位置づけの検討／整理が不可欠であることを感じている。



核不拡散・核セキュリティ教育の必要性の背景として「国内外における原子力利活用の動き」及び「国内における原子力人材の不足」という事情がある。後者の国内の原子力人材の不足は、「核不拡散・核セキュリティリスクに対応できる人材」の育成も課題であることを意味する。

「核不拡散・核セキュリティリスクに対応できる人材」について、1)従来の研究領域や研究手法を核不拡散・核セキュリティ分野へ応用する「研究人材」と、2)従来の業務領域で得られた核不拡散・核セキュリティ分野の知見を活用する「保守人材」の 2 つに分類することができると思う。両人材は交流等をしながら原子力の平和利用体制を築くものとする。

研究人材育成は、学部で学問として核不拡散・核セキュリティを学び、ゼミや研究室で核不拡散・核セキュリティに関する卒業論文を書き、大学院で核不拡散・核セキュリティに関する修士論文や博士論文を書くというフロー、保守人材育成は、学部で職業教育の中で核不拡散・核セキュリティを学び、原子力分野を専攻する学生への啓発／倫理教育として大学院まで学ぶというフローと想定している。

研究人材のための大学教育として、同分野の学位取得が可能な専門職大学院やコースの設置が例として挙げられる。そのためにはニーズ確保や独自の学術分野としての確立が前提であり、また、育成した専門人材の受け皿の確保も必要との意見があった。しかし、学問としてのこの分野は応用的なものであるため、自分が専攻する学問的手法が身につくから実施すべきである、或いは一般的大学の講義は一単位45時間程であり、本分野にそれだけのボリューム感を見いだせるかどうかとの意見もあった。

次に保守人材について、原子力専攻を有する大学や本分野の専門機関の外部講師による特別講義を実施し、既存の大学教育へ組み込む手法や、ISCN の人材育成事業や夏期実習を通じての啓発／倫理教育が提案された。一方で、学部段階では、特定の分野におけるプラクティカルな内容は、大学教育一般で教えるべきではないとの意見があり、このテーマを論じる上で、これは職業教育(特定産業の広報宣伝)であるのか、安全倫理教育であるのか、或いは研究教育の話なのかを混同して用いるべきではなく、大学教育の意義が改めて問い直されていると考える。

追加として、政策的要請の高まりとは裏腹に原子力発電の促進への国民のコンセンサスは未だ取れているとは言い難い状況にあると考える。そのような中で、大学教育に対する核不拡散・核セキュリティ、これはエネルギー政策の中で原子力にどの程度の比重を置くべきかについては問わないが、そうした内容を持つ研究教育のアプローチが、国民の欠如したコンセンサスを裏口から得るものとして期待されてはならないと考える。原子力発電推進に舵をきる諸外国やエネルギー政策に関心のある地方レベルではエネルギーのあり方を国民/市民が議論し政策に反映させる取組みが平行して活発に行われていることも考慮に入れる必要があると考える。

井上モデレーターからの論点1に関する質問(その1)

パネル討論でISCN が分類した大学を対象とした育成モデルに関し、各パネリストの発表を踏まえると、いかなる見解か。

野呂氏からの回答

自分が発表で説明した専門職大学院・コースとしての核不拡散・核セキュリティ人材育成モデルについて、本日の発表を伺ったところ、それを実施している教育機関は非常に少ないこと、またコストもかかるものなので、全ての国で実施する必要はないとも感じている。ブルガリア等の欧州圏内等で既に実施されているモデルはあるものの、全ての国で求められているものでもないと感じている。

核不拡散・核セキュリティの「アウェアネス」(Awareness)は、幅広く認識されるべきであり、特に原子力分野の教育では、必ず知っておくべきものとの意見があった。原子力専攻モデルや一般教養型或いは講義提供型等、いろんなパターンが考えられる

が、レベルに応じて使い分けできると考えるが、必ずしも原子力の技術や物質に携わらなくても、原子力政策やエネルギー政策に関わる可能性があるのであれば、意識啓発として核不拡散・核セキュリティは大学教育に必要と感じた。

井上モデレーターからの論点 1 に関する質問(その 2)

ASEAN 諸国の中には、原子力エネルギーの導入に対して、国によって様々な方向性があると考えられるが、今後の ASEAN の動向の見通し、並びにパネリストの発表を聞いて新たに得られたものについて、教えて頂きたい。

ヒダヤトゥラ氏からの回答

地域レベルの話として、原子力エネルギーに関心を持ち始めたのは最近のことである。ASEAN 諸国には、原子力政策に関する「原子力安全サブセクター・ネットワーク」(NEC-SSN)及び原子力規制に関する「ASEAN 諸国の原子力規制機関によるネットワーク」(ASEANTOM)という 2 つのプラットフォームがある。

今後の動向の見通しについては、ASEAN 諸国のうちのいくつかの国は原子力エネルギー導入の準備段階にあり、フィリピンには東南アジア唯一の原子力発電炉がある。1986 年に建設が完了したが、運転を開始していない。インドネシア・タイ・ベトナムでは、発電以外の用途の原子炉があり、原子力エネルギーの導入は、1970 年代や 1980 年代に計画を開始したが、実現しておらず、これから導入することになるものの、実際には国の原子力政策次第という状況にある。どの国も国内政治の中で政策立案されるかどうかという点が重要であり、例えば、フィリピンでは 2022 年に大統領令が出され、原子力を活用する方向となっている。

人材育成に関し、フィリピンは 2032 年に原子炉の稼働を目標としているが、課題の一つは原子力規制機関にあり、どのように許可を与えたり、規制したりするのかという点に難しさがあり、現時点で推進側と規制側が同じ機関にいることから、2 つのグループを分けた上で適切な人員を教育していくことが重要となっている。また、人材育成で強調したいのは関係するステークホルダーの人材育成強化である。原子力導入を科学的根拠に基づき決定する人材が必要であり、大学機関の若い世代への教育のみならず職業教育(電力会社等)のステークホルダーの役割も大切と考える。また、持続可能なものでなければいけない。

井上モデレーターからの論点 1 に関する質問(その 3)

大学教育で留学生等多様な学生がいる中での、育成モデルが重要になるものと思われるが、今後必要な人材を育成するために何が求められることになると思うか。

堺氏からの回答

落合氏の説明を聞き、「人材育成」という言葉の中に、人を「育成」する、という印象があり、「上から目線」とも受け取れる。背景には原子力業界の業界主義が存在していて、それは必要だから存在するのかもしれないが、逆に「育成」される側の視点の方が重要な要素ではないかと感じる。

欧州では様々な教育システムがあり、国内でも北海道大学や東海大学等でも、多くの取組みをしているが、どのようなコースが存在していて、その中でどのコースを取る

べきかが分からないので、教育される側が全体の分かるマップを使って利用しやすくすることが大切なのではないかと考える。核不拡散・核セキュリティ教育を行う上で、どのようなコースがあるのかを示せなければ、学生の立場からすると、どのコースを履修したらいいのかが分からない、という疑問もあるだろう。国全体で一体感を持って、学生が欲しいもの、例えばどのような資格を得られるか、どれが自分の目指すゴールに近づく等、に答えられる仕組みにした方が良くはないかと考える。国際的な連携を図ろうとしているが、学生からしたら、そうしたマップやコースがなかなか見えないように感じる。

井上モデレーターからの論点 1 に関する質問(その 4)

欧州には、様々な国や地域の仕組みがあり、IAEA も欧州に位置しており、リソースは多いと思うが、学びたい人たちに対して、どのようなものをどのように情報提供しているのか。良好事例等はあるのか。また、一般の人々に対して「awareness level」での発信はどのような対応が取られているのか

パヴェル氏からの回答

原則としては、誰が情報発信をしているのかによるものと考え。若い世代向けとした場合、その世代が最も見ているジャーナルは何か重要であり、インスタグラム、X(旧ツイッター)及び Facebook 等のソーシャルメディアでの情報発信を行う。つまり、受け手側のメディアに合わせたツールを使用している。中学生の場合は先生、学生の場合はソーシャルメディアを使用する。国を対象とした場合も同じで、その国が最も使用するチャンネルを活用する。それ以外にも、ニュースレターやメールによる配信という方法も活用している。

ENEN には WG があり、教育訓練の専用のものである。本 WG は非常に積極的であり、産業界にもアプローチしており、産業界ではスキルを持った人材を求めているため、そうしたニーズに合わせたものであるが、ENEN では、将来出てくると見込まれるニーズもネットワーク内で共有している。

井上モデレーターからの論点 1 に関する質問(その 5)

これまでの質問と回答を通じて、学生の立場から感じられること等はあるか。

落合氏からの回答

学生としては、キャリアプランとして、核不拡散・核セキュリティという分野を考えたときに、キャリアの中で講義等をどう位置付けるのかという点と、当該分野を職業として選んだ場合に、安定性があるのかどうかという点が気になっている。

【論点 2】大学と研究機関の連携

井上モデレーターからの論点 2 に関する質問(その 1)

ISCN から提案のあった大学での人材育成について、これまでの発表を通じて、コメントをお願いしたい。

野呂氏からの回答

ISCN 概況紹介においても触れたが、研究機関としての JAEA/ISCN は、核不拡散・核セキュリティ分野におけるトレーニングを大学にも実施してきており、核不拡散・核セキュリティに係る専門知識、現場の経験等を踏まえた講義やサマースクール(JAEA 夏期休暇実習、ISCN 夏の学校)を提供している。

小崎氏、堺氏の話にもあったが、核不拡散・核セキュリティ分野を教えることができる教員が大学に少ないため、大学の教員を育成する支援や、大学教員の育成が整うまで、ISCN が学生に講義を提供する、等様々な形の支援が考えられる。

産業界とアカデミアの連携については、JAEA にも現場はあるので、どのような人物像が核不拡散・核セキュリティ分野に求められるのかをクリアしておく必要があると考えている。また、学生と話をする中で、本分野を学習した後の就職先としてどのような受け皿があるのか伝えていくことも重要である、と感じている。

小崎氏からの回答

大学は、核不拡散・核セキュリティ分野において充実した教育体制になっていない。そのため、様々なかたち(例えば、オンライン教材等のオープン教材)での協力・連携を深めたいと考えており、サポートをお願いしたい。

パヴェル氏からの回答

欧州の場合、国家レベルにおける協力が不可欠である、ということをつけ加えたい。教育プログラムにおいて、夏休み等にすべての学生が連携する産業界においてインターンシップに参加することを必須としている。さらに、大学は研究機関と協力して研究を進めている。

堺氏からの回答

研究機関との連携はこれまでも行ってきており、引き続き頑張りたい。加えて、片方からもう片方へ教えるというより、積極的に組織間における人的な交流があると良いのではないかと考える。例えば、研究機関で経験を積んだ者が、大学へ移り教育を行うというキャリアプランがあっても良いのではないかと思う。

核セキュリティ教育の技術協力において、新型炉の開発にも携わった経験から「競争がある」という点が難しいと考えている。SMR の核セキュリティに係る議論について、ある開発者(組織)側からの提案は比較的簡単にできるが、異なる開発者(組織)同士が議論し回答を出すことには壁があると感じる。また貿易管理に関する問題も発生するのではないかという印象がある。

井上モデレーターからの論点 2 に関する質問(その 2)

秘匿性の高い技術等の扱い方が大きな問題との話と理解するが、今後どのように進めていくべきか。

小崎氏からの回答

このように、SMR の核不拡散・核セキュリティ教育に係る技術的な協力に関して、先端技術において共通認識を持つことは難しいが、重要なポイントと考えている。おそ

らく、開発者側で積極的に提案し、異なる開発者間において共通認識を作る努力が必要になるのではないかと。さらに、規制側に合意をとり、IAEA に認証される、というプロセスが必要になると考えている。

井上モデレーターからの論点 2 に関する質問(その 3)

先の発表で SMR のイノベーションに触れているが、秘匿性のある技術に関して特に注意していることはあるか。

パヴェル氏からの回答

欧州においては、できるだけ情報をオープンにしたいと考えている。今年から開始した SMR プロジェクトには、2 つの SMR 開発者(組織)が参加しており、協力してプロジェクトを実施している。ある段階からは商業機密等の課題が出てくるかと思うが、現在は教育と研究をセットで実施しており、うまくいっている。

井上モデレーターからの論点 2 に関する質問(その 4)

ASEAN では、どのような苦労があり、今後どのように進めていきたいと考えるか。

ヒダヤトゥラ氏からの回答

インドネシアでは、原子力工学専攻のある大学が 1 つか 2 つしか無い。他の国においては、化学専攻や一般科学専攻、理学専攻の中に原子力工学が一講座として入っているのみのため、専門性の不足が問題と考えている。原子力人材の需要が増えたとしても、こうした現状ではなかなか対応が難しい。

マレーシアでは、原子力工学、原子力化学の分野について 2 つの大学が提供していたと思うが、まだ原子力発電所も建設されていないため、キャリアプランが描きにくい。国により事情が異なる。規制もステークホルダー(政府、教育機関、施設者等)と共に長期計画を定める必要があるため連携が不可欠であると考えている。

パヴェル氏からの回答

教育と研究の関係について 1 点共有する。EU には、EC 主導で、共同研究センター(Joint research center)にオープンアクセスプログラムというものがある。(大学関係者等の)利用者が共同研究センターにきて、実験・研究してもらい、成果も共有される仕組みがある。

井上モデレーターからの論点 2 に関する質問(その 5)

地域の原子力関係の大学が少ないとのことであるが、ASEAN では、地域で大学を作る等、アジア地域における協力について、なにか考えていることがあるか。

パヴェル氏からの回答

地域ベースで作ることは良いアイデアだと思う。今年の NEC-SSN 関連会議の議長国はフィリピンであり、EU の共同研究センターのようなものが作れないかという提案がすでにでている。ただし、実現するためには、各国政府からの資金と能力の確保が必須であると考えている。

井上モデレーターからの論点 2 に関する質問(その 6)

IAEA、国、ステークホルダーが多い中で、地域をまとめていくことは大変だと思うが、苦勞があれば教えてほしい。アジア地域における協力について、ASEAN でなにか考えていることがあるのか、ISCN が何かできることはあるか。

野呂氏からの回答

ISCN は、ACE(ASEAN center of Energy)と MOC(協力覚書)を結んでおり、原子力人材育成の協力をこれまで行ってきた。APAEC フェーズ 2 に協力の枠組みが示されているが、ISCN としては 2025 年以降も協力を深めていきたいと考えている。

ヒダヤトゥラ氏からの回答

連携は広く様々なパートナーと積極的に連携していきたいと考えている。国の優先事項を勘案しながら、JAEA/ISCN、カナダ、米国と連携している。ASEAN 加盟国の人材育成に関する支援をぜひお願いしたい。その上で原子力技術の導入について決定するものと考えている。

井上モデレーターからの論点 2 に関する質問(その 7)

予算獲得が大切ということであるが、欧州での経験の中で何かヒントはあるか。

パヴェル氏からの回答

核不拡散・核セキュリティを含む原子力人材育成に関する予算は、EC から支援を得ている。アイデアを公募し、優先順位に応じて EC がプロジェクトに対する資金を決定する。EU 以外の国に資金提供も可能な仕組みがある。

共同研究センターに専門家を確保しているため、トレーニング等の実施等にすぐに対応可能である。

井上モデレーターからの論点 2 に関する質問(その 8)

学生の立場としてこれまでの話はどうか、また、原子力分野へ就職しようとする学生は増えるか。

落合氏からの回答

JAEA の夏期休暇実習や ISCN 夏の学校に参加した。実践的な面白いプログラムだったのでぜひ続けていっていただきたい。講座等が自身のキャリアにどう位置付けるか、キャリアがどこに向かうかという点を提示頂ければ、本分野を目指す学生はもっと増えるのではないかと考える。

会場参加者からのコメント(基調講演を行った IAEA のラビンツェワ氏)

研究機関と大学の連携について、IAEA の経験を紹介したい。INSEN は、教育機関と研究機関が加入している。研究機関としては、例えば米国の国立研究所も加入している。SMR の核セキュリティに係る議論や、ドローン関係の共同研究も実施してきた。IAEA は、協力案件に係る情報開示や、研究プロジェクトのコーディネートをしてきた。

IAEA 加盟国支援の一環である人材育成関連としては、会合を開催して専門家が一同に議論する場を提供すること、及び核セキュリティに関する評価・計画作成のた

めに専門家を派遣すること等を実施している。IAEA の支援を受ける国は、ステークホルダー(規制、税関、医療機関、大学等)らを集めてもらう。

井上モデレーターによる要約

2026 年は INSEN 年次総会が日本で開催される等、今後も本分野についてより深い議論や発展的な議論をしていけたらと思う。

(7) 閉会挨拶 JAEA 理事 舟木 健太郎

パネル討論の議論は多岐にわたり、大変参考となるものが多くあった。人材育成と大学・研究機関の連携についての議論の中でのキーワードとして、必要となる人材像、知識、実践・専門値の考え方、安全、核セキュリティ及び保障措置の教育方法と人材育成プログラムへの反映方法等の課題があり、JAEA が果たすべき役割が大きいこと、IAEA、国内の大学、アジア地域からも期待いただいていることを再認識し、今後その役割をしっかりと果たせるよう尽力していきたいと考えている。

これらの議論を進化させていくことを前提としながら、当面、次のような取組みを進めていくことを考えている。

まず、核セキュリティ分野の IAEA 協働センターとしての役割を果たし、INSEN に貢献するとともに、INSEN のメンバーとも協力し、国内やアジアの大学におけるこの分野の人材育成を支援する取組みに着手する。

次に、国内の大学には要請をいただいてこれまでも講義の提供等行っているが、更に ANEC 等の大学間のネットワークへの展開も意識して効率的、効果的に進めていく。

来年には既にご紹介したようにマイルストーンイベント(INSEN 年次会合)を日本にて開催するが、その機会に国内大学のご賛同を得て、議論を進めたい。

以上、JAEA が果たすべき役割を強調したが、私たちは原子力の価値を更に高め、持続可能な社会の実現に向けて取り組むことを決意している。

文科省始め日本政府、IAEA やアジア・欧州等の海外諸国のパートナーの皆さま、国内大学の先生方におかれては引き続きご指導・ご協力を賜りますようお願いしたい。

以上

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: 2025 年 1 月 30 日

発行者: 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構(JAEA)

核不拡散・核セキュリティ総合支援センター(ISCN)