

# Focus 原子力関連国際機関の最近の動向と日本からの期待 (第2回)

## NEA 活動から見る原子力安全の国際動向

経済協力開発機構/原子力機関 熊谷 裕司, 齋藤 智之

福島第一原子力発電所の事故以来、「セーフティ・ファースト」は世界共通の認識となっており、各国において原子力安全に関わる活動はますます重要性を増している。ただし原子力安全の範疇は広く、一機関がすべてを網羅できるわけではない。OECD/NEA の加盟国は、いわゆる原子力先進国から成り立っており、加盟国から提案された原子力安全を向上する取り組みを各国の第一線の専門家と共に行っている点で他機関とは異なる。本稿では、原子力安全に関わる主要活動を紹介するとともに、日本への期待を述べる。

**KEYWORDS:** Nuclear Safety, Regulation, Human Aspects

### I. NEA の活動とは

原子力関係者の中にも、経済協力開発機構原子力機関(OECD/NEA)という名前は聞いたことはあるけれど、具体的な活動がイメージできない、国際原子力機関(IAEA)との違いがよく分からない、という方は多いのではないかと。本連載第1回ではOECD/NEAの概要について紹介したが、第2回ではこのような疑問にさらに応えるため原子力安全関連業務に携わるNEA 邦人職員の所属部署における活動を具体的に紹介しつつ、NEAの活動から見た原子力安全の国際動向について触れる。

### II. 原子力安全に関する国際動向

世界の原子力情勢を俯瞰すると、まず歴史的に先駆けて原子力を導入した原子力先進国では、米国における廃棄物処分場の問題(ユッカマウンテンの計画頓挫)、英国のセラフィールドの閉鎖、福島第一原子力発電所事故などに象徴されるように、国民世論や地元住民の合意形成を含め、原子力をめぐる種々の問題が複雑化・先鋭化しており、政府としてもより慎重かつ綿密な舵取りが求められている。この最も極端な例がドイツなどによる「脱原発」政策だろう。その一方で、エネルギー効率や経済性への期待、また地球温暖化対策としての視点から、原子力新興国を含め原子力の導入や拡充に積極的な姿勢を示す国も存在する。この点では、先進国と新興国との間における知識と技術の移転が課題の一つとして位置づけられ、先進国、新興国を問わず、この文脈で重要となる

*Overview of OECD/NEA and contribution of Japan (2) ; global trends, activities and views on nuclear safety : Yuji Kumagai, Tomoyuki Saito.*

(2020年7月2日 受理)

のが安全性の問題である。すなわち、技術であれエネルギー経済であれ廃棄物処分・廃炉であれステークホルダーの合意形成であれ、すべてに先んじて担保すべきは原子力の安全性であり、この安全性を抜きにして議論・検討は到底何もできないという考え方である。こうした考えは一般に「セーフティ・ファースト」と呼ばれ、安全規制の実施責任を担う各国の原子力規制当局の間では共通の認識となっている。そしてNEAでは、原子力安全技術・規制課(SAF)と放射線防護・原子力安全人的側面課(RP-HANS)の2課が原子力安全を所掌している。

### III. 原子力安全と規制

#### 1. 原子力安全技術・規制課

原子力安全関連の業務全般を行うSAFは、原子力施設安全委員会(CSNI)および原子力規制活動委員会(CNRA)を所掌しており、NEAでは最も大きな課の一つである。所属職員の出身国は、米国、カナダ、韓国、スウェーデン、スペイン、ドイツ、日本、フランス、ロシアとバラエティに富んでおり、多くは博士号を取得している。

当課が所掌するCSNI/CNRA両委員会は歴史が古く、原子力安全と規制についてNEA加盟国に提言を行う重要な役割も担っており、CSNIは原子力安全技術および研究、CNRAは原子力規制に関する活動を行っている(図1)。国際協力の活動の形態としては、専門分野ごとに設置される作業部会での情報交換や知見共有を行う開かれたグループと、個別のトピックに関心のある加盟国のみが活動資金を拠出して参加するジョイントプロジェクトと呼ばれる方式の2種類ある。いずれの体制を選択するとしても、難解な中長期的な課題を含む専門領域について関心国において活躍する専門職的な関係者が集ま

## Steering Committee for Nuclear Energy



図1 NEAにおけるCSNI/CNRAの位置づけ

り、協力関係を議論する場を設置するもので、加盟国の関心事項に細かく対応することが可能である。狭い領域の関心事項のベンチマークや、特定の課題対応を行う国際協力プログラムを実施できることに利点がある。この点が、加盟国に広く適用可能となる安全基準を開発し、適用のためのピアレビューサービスを行うことを基本とするIAEAの原子力安全サービスとは目的が異なり、NEAの特質といえる。

### 2. 安全研究のCSNI、安全規制のCNRA

CSNIのジョイントプロジェクトでは、シビアアクシデント解析と熱水力学、コンピュータコードとモデリング、火災の伝播、燃料と材料の特性に関する幅広い領域において活動を行っている。また福島第一原子力発電所の事故からの教訓を学びつつ、廃止措置を支援するために必要な中長期的な研究活動も進めている。これらの研究活動は、シビアアクシデント時の燃料および核分裂生成物の挙動に関する理解を深め、事故分析に使用されるコンピュータコードの高度化・改良に役立つ。

またCSNI作業部会(WG)の活動としては、近年では、地震、津波、竜巻、河川洪水などの外部事象に関連するリスク評価も行っている。CSNIでは、これらのテーマについて作業部会(表1)やプロジェクト(図2, 表2)を多数抱えており、SAF職員が分担して事務局として携わっている。またCSNIは日本との関連も非常に深く、CSNI議長やCSNIプログラム・レビュー・グループ議長を日本の原子力規制委員会や原子力規制庁の代表者が務めていたこともある。

CNRAでは、既設炉および新設炉の原子力安全規制について各国の要件を取りまとめ安全性を向上させる取り組みを行っている。近年の小型モジュール型原子炉(SMR)の関心の高まりにも注目し、新型炉規制の取れんに向けた国際的な活動も検討している。その他各国の規制当局メンバーを中心に安全文化、検査制度、運転経験の共有などの活動も行っている(表3)。

表1 CSNI作業部会

CSNI Programme Review Group (CSNI PRG)
WG on Analysis and Management of Accidents (WGAMA)
WG on Electrical Power Systems (WGELEC)
WG on External Events (WGEV)
WG on Fuel Safety (WGFS)
WG on Fuel Cycle Safety (WGFCSS)
WG on Human and Organisational Factors (WGHOFF)
WG on Integrity and Ageing of Components and Structures (WGIAGE)
WG on Risk Assessment (WGRISK)

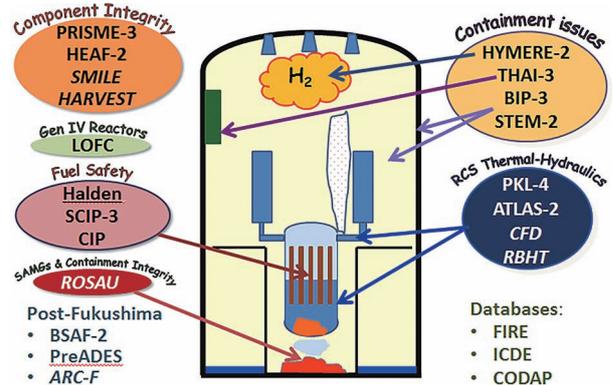


図2 CSNIジョイントプロジェクト

### 3. 活動内容の具体例

CSNI/CNRAの活動には、多くの日本の原子力関係者が参加し貢献しているが、著者が担当している業務を中心にその代表的なプロジェクトや作業部会を紹介する。

#### (1) ポスト福島第一原子力発電所事故の取り組み

NEAでは、2013年に原子力安全の対応と教訓についてレポートを発行し、NEA加盟国の原子力発電所の安全レビューと安全性向上の活動について報告した。また福島第一原子力発電所事故から5年後の2016年には、各国の取り組みとNEAの活動を整理した原子力安全の改善と教訓についてのレポートを発行した(図3)。2021年3月で福島第一原子力発電所事故から10年を迎えることから、現在福島関連の活動をまとめたレポートの作成に取り組んでおり、SAFも他部門と協力して携わっている。

表2 CSNI ジョイントプロジェクト

<p>機器健全性関連</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ PRISME-3：煙・火災伝播(フランス)</li> <li>・ HEAF-2：高エネルギーアーク損傷(アメリカ)</li> <li>・ SMILE：Studsvik 材料健全性・寿命延長(スウェーデン)</li> </ul> <p>第四世代炉関連</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ LOFC：ガス炉炉心強制冷却喪失(日本)</li> <li>・ 過酷事故マネジメントガイドラインと格納容器健全性関連</li> <li>・ ROSAU：過酷事故不確実性低減(アメリカ)</li> </ul> <p>ポスト福島第一原子力発電所事故関連</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ PreADES：燃料デブリ分析にかかる予備的考案(日本)</li> <li>・ ARC-F：福島第一原子力発電所の原子炉建屋および格納容器内の情報分析(日本)</li> </ul> <p>燃料関連</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Halden：ハルデン炉プロジェクト(ノルウェー)</li> <li>・ SCIP-3/4：Studsvik 被覆管健全性(スウェーデン)</li> <li>・ CIP：CABRI 国際プロジェクト(フランス)</li> </ul> <p>格納容器関連</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ HYMERES-2：水素制御(スイス)</li> <li>・ THAI-3：熱流動・水素・エアロゾル・ヨウ素(ドイツ)</li> <li>・ BIP-3：ヨウ素挙動(カナダ)</li> <li>・ STEM-2：ソースターム(フランス)</li> </ul> <p>原子炉冷却系熱流動関連</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ PKL-4：PWR LOCA 事象熱流動(ドイツ他)</li> <li>・ ATLAS-2：先進型 LWR 熱流動(韓国)</li> <li>・ RBHT：ロンドバンドル熱伝達(アメリカ)</li> </ul> <p>(括弧内は提案を行った国)</p>
--

表3 CNRA 作業部会

<p>WG on Inspection Practices (WGIP)</p> <p>WG on Operating Experience (WGOE)</p> <p>WG on the Regulation of New Reactors (WGRNR)</p> <p>WG on the Safety of Advanced Reactors (WGSAR)</p> <p>WG on Digital Instrumentation and Control (WGDIC)</p> <p>WG on Codes and Standards (WGCS)</p> <p>WG on Public Communication of Nuclear Regulatory Organisations (WGPC)</p> <p>Working Party on Boiling Water Reactors (WPBWR)</p>
---

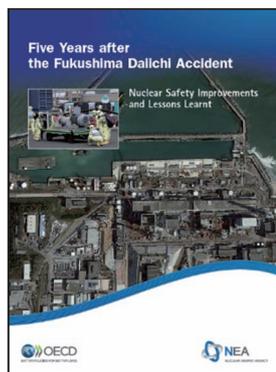


図3 福島第一原子力発電所事故後5年レポート：原子力安全の改善と教訓

福島第一原子力発電所廃炉戦略策定に寄与する安全研究としては、長期的な取り組みが継続されており、2012年から2018年に実施された事故進展シナリオと炉内状況の解析に関する共同研究プロジェクト(BSAF)フェーズ1&2を経て、現在新たな取り組みが始まっている。福島

第一原子力発電所事故後の調査やその他の活動から得た情報に対する国際的な関心を考慮し、CSNIの安全研究活動に対し共通の関心のある分野が時間軸ベースで特定された。将来の国際共同研究といった中長期的な検討も含む個別の課題に取り組むプロジェクトとしてPreADESとARC-F(アークエフ：福島第一原子力発電所の原子炉建屋および格納容器内の情報分析)が立ち上がり、日本原子力研究開発機構が中心となって、国内外の機関との連携・支援の下に実施している。

PreADESプロジェクトは2017年7月から開始され、7か国15機関のシビアアクシデントの専門家が参加し、以下のテーマについて活動を行っている。

- ①燃料デブリ性状把握の知見および専門知識の集約
- ②福島第一原子力発電所の廃止措置に資する燃料デブリ分析ニーズの特定
- ③将来の国際共同研究のフレームワーク策定

ARC-Fプロジェクトは、2018年1月から開始され、12か国22機関の各分野の専門家が知見を出し合い、以下のテーマについて活動を行っている。

- ①シビアアクシデント解析コードを用いた計算機シミュレーションにより1F事故がどのように進展し燃料から放出された放射性物質がどのように移動したかの詳細な推定
- ②原子炉建屋や格納容器の内部調査などから得られたデータ・情報の集約、管理
- ③残された課題を明らかにし、将来の長期プロジェクトの検討

#### (2) 原子炉安全評価関連の作業部会

リスク評価作業部会(WGRISK)では、原子力安全の意思決定を支援するツールとして用いられる確率論的安全評価(PSA)の利用を促進する活動を行っている。この中で原子力発電所を保有する加盟国が継続的に関心のある課題については各国のPSA開発状況を適宜収集・共有し、難解かつ長期的なデータ構築・分析が必要な共通原因故障・火災事象・機器の劣化等については他の作業部会やプロジェクトと連携しながら進めている。またWGRISK年次会において、メンバーが今後取り組みたい課題について話し合い短期・中期的な課題が選定される。近年では、I&Cシステムモデリング、人間信頼性評価、外部事象PSAアプリケーション等について数年間の個別タスクを立ち上げ取り組んでいるところである。過去の実施例として、一つのサイトに複数の原子炉を持つ発電所のリスク評価(マルチユニットPSA)や地震発生時のリスク評価(地震PSA)のタスクがあり、数年間の活動を経て2019年にレポートを発行した。今後は複数の外部事象影響の同時発生時のリスク評価に関するタスクも追加され、外部事象評価作業部会(WGEV)と共同で活動が開始される予定である。

燃料安全性作業部会(WGFS)では、反応度事故(RIA)

条件下での燃料の挙動に関する研究、および事故耐性燃料への安全基準の適用性評価に関する研究が継続的に実施されている。2019年に、RIA事象をモデル化した実証試験に関するレポートを発行しており、原子力先進国を中心に本取り組みへの関心が高まっている。

## IV. 人的要素と放射線防護

### 1. 放射線防護・原子力安全人的側面課

原子力安全技術・規制課(SAF)と並んで原子力の安全を所掌している放射線防護・原子力安全人的側面課(RP-HANS)は、NEAの中で最も新しい課である。福島第一原子力発電所事故後、原子力安全の決定的重要性が再認識される中、原子力安全に伴う人的要素(ヒューマンファクター)の分野に注目が集まり、同分野を重点的に扱うべくSAFから独立する形で2015年、新たに設置された。さらにその後、人的要素と親和性の高い放射線防護の分野を統合し、現在に至っている。NEAの中では比較的小規模ながらCNRA/CSNI以外にも、放射性廃棄物管理委員会・原子力廃止措置およびレガシー管理委員会(RWMC/CDLM)、放射線防護・公衆衛生委員会(CRPPH)など複数の技術委員会に報告する、すぐれて横断的、学際的な性格の課で、それだけ機動力と柔軟性が高い。昨今の新型コロナウイルスに際しては、ウェブ会議システムを駆使して、感染拡大時における原子力安全の人的要因に関するウェビナー(webinar)なども実施している。以降ではRP-HANSが行っている活動のうち、安全文化やジェンダーなどの人的側面の分野と、リスクコミュニケーションや食品安全など放射線防護に関わる分野の話題を紹介していく。

### 2. 安全文化への取り組み

人的側面の分野では具体的には、安全文化、広報、人的・組織的要素、ステークホルダー・インボルブメントといった問題を担当するとともに、近年、ジェンダーやリーダーシップといった新たな課題にも積極的に挑戦している。安全文化については、安全文化作業部会(WGSC)の下で、各国の規制当局間における情報交換に加え、事業者の安全文化に与える影響、効果的な規制のあり方との関連性などについて検討を行っており、2017年の設立以来、日本から伴信彦原子力規制委員会委員が議長を務めている。これまで自己省察・自己評価および能力構築と認識という2つの角度からまずは規制当局内の取り組みに焦点を当て、調査とその分析・評価を行ってきた。これらの成果は『規制当局の安全文化の評価・強化のための方法』と題した報告書としてまとめられ、最近のCNRAで報告・承認されたところ、近々NEAホームページ上で出版・公開される予定である。またNEAでは、こうした安全文化にまつわる諸問題を各国固有の文脈で捉える取り組みも同時に強化しており、「国別安

全文化フォーラム」の枠組みで、これまで2018年にスウェーデン、翌2019年にフィンランドでそれぞれ開催された。同フォーラムではデータ収集・分析に始まり、フォーラム当日のシナリオ演習やロールプレイなどを通じて、安全文化における各国の特徴を顧みるというユニークな構成となっている。2020年秋にはカナダでの第三回開催が予定されており、また、過去の報告書(英語と開催国語両方で作成)はNEAホームページ上で入手可能となっている。さらにWGSCでは今後、安全文化と密接に関係するリーダーシップの問題を扱う方向となっているが、NEAとしても並行して、原子力コミュニティの各方面におけるリーダーシップのあり方を問うインタビューシリーズを刊行している。これまでに3回実施しているが、第一回には日本の更田豊志原子力規制委員会委員長に登場いただいた(こちらの結果もNEAホームページより入手可能)。このように、福島第一原子力発電所事故後のフォローアップという文脈もあり、原子力規制における安全文化を検討する際、日本の経験とプレゼンスは欠くことのできないものとなっている。

### 3. ジェンダーへの視点

安全文化と並び、近年、特に日本との文脈においてNEAとして力を入れているのがジェンダーの問題である。就中いわゆるSTEM(科学・技術・工学・数学)分野における女性研究者・技術者の育成・確保は多くの国にとって共通の課題だが、この点、日本は最後進国の一つと言わざるを得ない。NEAも原子力にまつわる人材確保、知識・技術の管理と継承という観点からやはり危機感を共有しており、こうした問題意識から立ち上げたのが「国際メンタリングワークショップ」である。同事業では国内外を問わず、ベテランはもちろん、中堅・若手の女性研究者や技術者を成功事例として女子学生(多くは中高生)と引き合わせ、女性ならではの課題(出産など)を含め、教育進路やキャリアパスについてメンタリングをする機会を提供している。2017年に第一回を日本国内において量子科学技術研究開発機構との共催で開催したのを皮切りに、翌2018年には日本原子力研究開発機構と共催、また2019年には原子力損害賠償・廃炉等支援機構との共催で初めて福島県で開催し、米国から訪日した女子学生一行の合流も実現した。日本以外でも、これまでスペインとロシアでそれぞれ開催してきている。こうした取り組みは一朝一夕で目に見える成果が得られるものでは決してないが、過去のワークショップ参加者がその後NEAでインターンシップの機会を得るなど、その波及効果も少しずつ生まれつつある。各国にとっても未来への投資の一環となるものと期待されている。

### 4. リスクコミュニケーション、食品安全

放射線防護の分野では、1957年設置、NEA内でも原

子力法委員会(NLC)に次いで二番目に歴史の古いCRPPHにおいて同領域を広範に網羅するとともに、原子力緊急非常事態、(災害からの)回復管理、事故後の食品安全・管理など個別の問題にも着手している。また2018年から「国際放射線防護スクール」を実施し、後進の指導・育成にも当たっている。2019年にはNEA第二回ステークホルダー・インボルブメント・ワークショップがNEA全体の取り組みとして開催され、リスクコミュニケーションに特化した議論が行われたが(第一回は意思決定に特化)、同ワークショップの準備・開催を主導したのはCRPPHであった。このワークショップでは3日間にわたり、さまざまな視点からリスクコミュニケーションの問題が扱われたが、福島事故の教訓を一般市民の目線から学ぶべきとの考えから福島県民2名(いずれも女性)を招待し、当時の避難経験や復興状況を中心に発表いただいた。また同ワークショップに先んじて、経済産業省、農林水産省との3者共催で除染・復興・復旧・食品安全にかかる国際シンポジウムを開催し、国際社会における福島県の現状についての正確な理解の共有と増進に努めた。なお、このシンポジウムと第一回、第二回ステークホルダー・インボルブメント・ワークショップでは、いずれにおいても休憩中やレセプションの場において、福島産品の食材・飲料が参加者に振舞われたが、こうした取り組みはNEAとして福島復興を支援し続けるという固い決意の証左でもある。

## V. むずびに代えて～日本への期待

世界各国において原子力安全向上の取り組みは幅広く行われているが、一国一機関だとどうしても喫緊の課題に注力してしまい長期的な課題が見過ごされやすい。特に原子力安全に関する課題は非常に難解で短期では解決できないものが多く、世界中の叡智を集結する必要がある。またNEA加盟国は原子力先進国固有の共通課題を多く抱えており、日本もこの課題に共に取り組むことで幅広く利益を享受できる。SAFでは、このようなNEA加盟国が持つ技術的・環境的に難解な長期的な課題も取り上げ、さらなる原子炉安全技術の高みを追求していく活動を行っている。この中で日本の役割は大きく、福島関連業務における日本の貢献は上述のとおりだが、その他WGRISKでは、2018年2月に電力中央研究所原子力リスク研究センターと共同でシンポジウムを開催しており、今後も日本の原子力業界との協力が期待されている。

また、RP-HANSが取り扱う分野、諸課題は人的要素であれ放射線防護であれ広範囲に及ぶ一方で、純粋に技術的な部分は必ずしも多くなく、むしろわれわれの価値観や日常生活と密接に関わる面が多い。この点、学際的な複合領域であるとともに、原子力の新しいフロンティアを開拓しているとも言えるだろう。上記で紹介した事例以外にも、例えば、原子力規制機関の広報作業部会

(WGPC)では今後、信頼構築についての検討を進めることが決定している。さらには、福島第一原子力発電所事故の文脈のみならず、やはり日本との関係が非常に深い領域でもある。人的・組織的要素作業部会(WGHOF)は2019年、原子力規制庁のホストにより東京都内で定期会合を開催し、その中で「ラーニングフォーラム」を実施し、日本の関係者との間で共通の関心事項について意見聴取・交換した。また、同会合および2018年に同様に開催されたWGSC定期会合の参加者はいずれも訪日中、福島第一原子力発電所を実際に訪問し、東京電力によるブリーフィングやオンサイト視察の機会を得た。このように国際社会は日本の英知、技術と経験を高く評価し、そこから学びたいと真摯に期待しているところ、日本からの貢献も少なからず求められている。

\*本稿の内容はすべて執筆者個人の見解であり、OECD/NEAないし執筆者の所属組織等の公式な見解等を表すものではない。

### － 参考資料 －

- 1) OECD/NEA, Country-Specific Safety Culture Forum: Sweden, NEA No. 7420, OECD, 2018.
- 2) OECD/NEA, Country-Specific Safety Culture Forum: Finland, NEA No. 7488, OECD, 2019.
- 3) OECD/NEA, Insights from Leaders in Nuclear Energy: Safety, Performance, and Responsibility, OECD/NEA, 2019.
- 4) OECD, The Pursuit of Gender Equality: An Uphill Battle, Éditions OECD, 2017 (<https://doi.org/10.1787/9789264281318-en>)および同「日本比較」(<https://www.oecd.org/japan/Gender2017-JPN-en.pdf>).

### 職員からのひと言



熊谷裕司(くまがい・ゆうじ)

「世界中の多くの国々が加盟している国際機関においては、主体性が最も重要である。多くの課題に対して、国籍を問わず幅広い人と繋がり、彼らを巻き込み、自己も主張しながら取り組むことで道が開ける。

日々チャレンジングな業務だが、このような環境で楽しく活動できる方は是非国際機関に挑戦していただきたい」  
経済協力開発機構/原子力機関 原子力安全技術・規制課原子力安全専門官  
(専門分野/関心分野)原子力安全、確率論的安全評価、国際協力



齋藤智之(さいとう・ともゆき)

「国際機関と言えどもコミュニケーション、チームワーク、協調性が基本なのはどこでも同じ。これまで培った経験と能力は決して無駄にならない」

経済協力開発機構/原子力機関 放射線防護・原子力安全人的側面課原子力安全専門官(執筆当時)  
(専門分野/関心分野)原子力安全、核不拡散・核セキュリティ、国際協力