

ISCN ニュースレター

No.0277

April, 2020

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）

目次

1. お知らせ	3
1-1 日本原子力研究開発機構 令和3年度新卒採用について	3
1-2 アンケートへのご協力をお願い	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 延期となった2020年核兵器不拡散条約(NPT)運用検討会議が抱える課題	5
2020年核兵器不拡散条約(NPT)運用検討会議は、当初2020年4月27日～5月22日まで、米国ニューヨークの国連本部で開催予定であったが、新型コロナウイルスの世界的な感染拡大を受けて延期された。しかしNPTの3本柱(核不拡散、原子力平和利用、核軍縮)に係る主要な課題は山積しており、それらの現況を紹介する。	
2-2 IAEA、国際緊急時対応演習を実施	9
2020年3月24～26日、国際原子力機関(IAEA)は国際緊急時対応演習の一つであるConvEx-2bを実施し、35のIAEA加盟国等が遠隔参加した。IAEAは、災害、パンデミック等の危機を伴う放射線安全・核セキュリティ上の緊急事態への対応能力と国際支援体制の強化について重要な知見が得られたとしている。	
3. 技術紹介	12
3-1 実装型遅発ガンマ線分光システムのための要素技術開発について	12
ISCNとEC/JRCが共同で開発を進めている実装型遅発ガンマ線分析装置について、装置に必要な各要素について、要求される性能や今後開発を進めていく項目について紹介する。	
4. コラム	16
4-1 NOUVEAU CORONAVIRUS	16
4月16日、新型コロナウイルスに関する感染症緊急事態宣言の対象区域が全都道府県に拡大され、原子力機構の拠点が立地する自治体の要請も出されました。これを踏まえ、原子力機構は、人の移動による感染拡大を防止するため、全ての拠点について、施設の保安確保等に必要の要員を除き、4月20日～5月6日までの期間、原則、在宅勤務を行うこととなりました。	

1. お知らせ

1-1 日本原子力研究開発機構 令和3年度新卒採用について

日本原子力研究開発機構では、令和3年度新卒職員採用として、研究職、技術職、事務職の募集を行っております(書類提出締切日：2020年5月10日(日)必着)¹。

核不拡散・核セキュリティに関しては、募集テーマ「核不拡散・核セキュリティ等に関する業務」において、以下の業務内容で技術職の募集を行っております²。

- 核不拡散・核セキュリティに関する政策研究、能力構築支援、計量管理、保障措置(核査察対応)、核セキュリティ(情報システムセキュリティ、個人の信頼性確認制度等)、核燃料物質の輸送に関する実務を行います。
- 核不拡散・核セキュリティの強化に貢献する技術・研究開発として、押収された核物質の出所・履歴等を明らかにする核鑑識分析技術開発、外部中性子源を用いた核測定・検知技術開発、海外研究所との共同研究などを行います。

詳細については、下記をご参照下さい。

日本原子力研究開発機構 採用情報 <https://www.jaea.go.jp/saiyou/>

令和3年度(2021年度)度技術系職員(新卒採用)募集要項

<https://www.jaea.go.jp/saiyou/new/2021/tech/be01.pdf>

¹ 新型コロナウイルスの全国的な感染状況及び政府・各自治体の対策方針を鑑みて、研究職・技術職・事務職の応募締切を2020年5月10日(日)に変更しました。

² WEB説明会を開催します。詳細はリクナビ・マイナビからプレエントリー後、「機構マイページ」を設定した方にご連絡します。ぜひご登録をお願いします。

1-2 アンケートへのご協力をお願い

ISCN ニュースレター編集委員会では、多くの読者からご意見を伺い、その結果を記事に反映し、誌面内容の向上を図るため、アンケートを実施しております。

皆様のご意見・ご要望をお聞かせください。

下記リンクよりアンケートへのご協力をお願いします。

https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/enquete.html

※ アンケートの所要時間は1分程度です。

2. 核不拡散・核セキュリティに関する動向(解説・分析)

2-1 延期となった2020年核兵器不拡散条約(NPT)運用検討会議が抱える課題

【はじめに】

核兵器不拡散条約(NPT)運用検討会議は、NPT 第 VIII 条に基づき、条約の運用を検討するために5年毎に開催される。NPT の寄託者である国連は、1975年のNPT発効から50周年、また1995年のNPT無期限延長決定から25周年となる記念すべき2020年NPT運用検討会議を、2020年4月27日～5月22日に米国ニューヨークの国連本部で開催する予定であった。そして前回2015年の運用検討会議では実現できなかったコンセンサスによる最終文書を採択し、NPT を基軸とする現在の核不拡散体制の更なる基盤強化を図ることを目指していた。しかし国連は、昨今の新型コロナウイルスの世界的な感染拡大を受けて、当該会議を延期する旨を発表した(ただし2021年4月迄には開催³)。NPT の3本柱(核不拡散、原子力平和利用、核軍縮)に係り山積している主要な課題の現況を、2019年4月29日～5月10日に開催された当該会議の第3回準備委員会(以下「第3回準備委員会」と略)での締約国の主張⁴やそれ以降の関連する動向等も踏まえて紹介する。

【核不拡散に係る地域問題:中東非大量破壊兵器地帯、イラン及び北朝鮮の核問題】

中東非大量破壊兵器地帯の創設:1995年のNPT運用検討・延長会議では、締約国のコンセンサスでNPTの無期限延長が決定されたが、その背景には、中東地域に核兵器を含む全ての大量破壊兵器の無い地帯、つまり中東非大量破壊兵器地帯を設置することを目指すとの中東決議⁵が採択されたことにある。しかしながら、それから25年を経てもなお同地帯の設置に向けた動きは遅々として進んでいない。その主な理由は、アラブ諸国と、イスラエル及び同国を支持する米国の主張が対立していることであり、それは、前回2015年NPT運用検討会議で最終文書をコンセンサスによる採択ができなかった理由の一つでもあった。アラブ諸国は、核兵器を保有しているとみられるイスラエルが、非核兵器国としてNPTに加入することを求め、一方でイスラエルは、それ以前に中東地域の平和と安全の確保及びイラン核問題の解決等が不可欠であるとしており、米国もそのイスラエルを支持している。昨年(2019年)11月18～22日には、

³ UN, URL: <https://www.un.org/en/conferences/npt2020>. なお報道によれば、会議の議長に内定しているアルゼンチンのスラウピネン前副外相は、会議を2021年1月4～29日に開催する案を明らかにしたという。出典:「NPT会議、来年1月案」、朝日新聞 Digital, 2020年4月23日、URL: <https://www.asahi.com/articles/DA3S14452362.html>

⁴ 田崎真樹子、2020年核兵器不拡散条約(NPT)運用検討会議第3回準備委員会について(その1)、2019年5月、ISCN ニュースレター No. 0266、URL: https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0266.pdf#page=8 及び(その2)、2019年6月、ISCN ニュースレター No. 0267、URL: https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0267.pdf#page=6

⁵ “Resolution on the Middle East”, (NPT/CONF.1995/32 (Part I), Annex), URL: https://unoda-web.s3-accelerate.amazonaws.com/wp-content/uploads/assets/WMD/Nuclear/1995-NPT/pdf/Resolution_MiddleEast.pdf

2018年12月の国連総会第一委員会での決定⁶に基づき、同地帯の設置に係る初めての会議⁷が開催され、条約制定を目指す政治宣言⁸が採択されたが、イスラエルも米国も会議には参加しなかった。いうまでもなく中東においては、政治情勢の不安定さに加えて、後述するようにイラン核問題の行く末も不透明であり、総じて現時点では同地帯設置の実現の見通しは立っていない。

イラン核問題：2015年7月にE3/EU+3(中仏独露英米と欧州連合外務・安全保障政策上級代表)及びイランが合意した包括的共同作業計画(JCPOA)について、米国トランプ大統領は、イランによる核及びミサイル開発や中東地域のテロ組織への支援を止めさせることを含むJCPOAに替わる新たな取決め(deal)を締結する必要があるとして2018年5月にJCPOAから離脱し、対イラン制裁を再開した。その後イランは、欧州のJCPOA参加国が米国のJCPOA離脱に伴う十分な経済的是正措置を講じていないこと等を理由に、2019年7月から2020年1月までに、JCPOAにより課されている重水や低濃縮ウラン(LEU)及び遠心分離機に係る制限の履行の一部を停止する第5段階までの措置を講じた⁹。2020年NPT運用検討会議は、上記のようなイランと米国等の対立を解決する場ではないが、イランは、もし欧州のJCPOA参加国が、イランの上記行為をJCPOAのコミットメントに対する不遵守ととらえ、イランに対する国連制裁の再開につながる可能性があるJCPOAの紛争解決メカニズムを発動させて国連安保理に通告すれば、NPT脱退も辞さない旨を表明している¹⁰。万が一、そのようにイランがNPTから脱退し、また仮にイランと対立する中東諸国がイランへの対抗のためにそれに追随すれば、核不拡散体制の基軸となっているNPTの根幹が揺らぐことになる。その観点から、イラン及び欧州のJCPOA参加国、そして米国のイラン核問題に係る今後の動向は、今後のNPTの行く末にも影響を及ぼす問題であり、関係国の今後の動向が注目される¹¹。

北朝鮮の核問題：北朝鮮は、1985年にNPTに加入したが、1993年3月及び

⁶ UN, “Convening a conference on the establishment of a Middle East zone free of nuclear weapons and other weapons of mass destruction”, UN General Assembly decision A/73/546, 22 December 2018, URL: https://www.un.org/disarmament/wp-content/uploads/2019/10/Decision-A_73_546.pdf

⁷ UN, “Conference on the Establishment of a Middle East Zone Free of Nuclear Weapons and Other Weapons of Mass Destruction”, URL: <https://www.un.org/disarmament/topics/conference-on-a-mezf-of-nwandowmd/>

⁸ UN, “Political declaration adopted at the first session of the Conference on the Establishment of a Middle East Zone Free of Nuclear Weapons and Other Weapons of Mass Destruction”, URL: <https://www.un.org/disarmament/wp-content/uploads/2019/12/A-conf-236-6-annex.pdf>

⁹ 第1段階の措置:LEU及び重水の保有量制限の超過、第2段階の措置:ナタンツのウラン濃縮施設でウラン濃縮レベルを3.67%から4.5%まで引き上げ、第3段階の措置:ナタンツのパイロットウラン濃縮施設で高性能遠心分離機の設置とウラン試験に向けた配管作業に着手、第4段階の措置:フォルドウの遠心分離機の再稼働を表明、第5段階の措置(2020年1月表明):ウラン濃縮活動を無制限に進める方針を表明。参考:清水亮、中谷隆良、「イラン核合意を巡る動向(2020年1月)」、ISCN ニューズレター No.0274、2020年1月、URL: https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/attached/0274.pdf#page=15

¹⁰ 日本経済新聞、「イラン、制裁議論で「NPT脱退も」欧州を牽制」、2020年1月21日、URL: <https://www.nikkei.com/article/DGXMZO54631520R20C20A1EAF000/>

¹¹ なお、IAEAは、2019年11月11日付け報告書(GOV/2019/55)で、イラン国内の未申告の場所でウラン粒子を検知したことを明らかにした。IAEAはイランに対し、未申告の核物質及び核活動に関連する可能性があるイラン国内の2施設への査察官の立ち入りを求めたが、イランはこれを拒否、2020年3月現在、IAEAとイランの間で協議が行われている(GOV/2020/15)。本件の動向も併せて注目される。

2003年1月にNPTからの脱退を表明し(併せてIAEA査察官を国外退去)、2006年10月から現在まで計6回の核実験を実施した。直近の2010年のNPT運用検討会議における行動計画(最終文書)と、2015年のNPT運用検討会議における議長による最終文書案は、共に北朝鮮に対してNPT及びIAEAへの早期復帰や北朝鮮の核開発計画の放棄等を要求しているが、北朝鮮はそれらを全く意に介しておらず、このような北朝鮮の態度は、NPTを基軸とする核不拡散体制の抜け穴を露呈させ続けている。米国は第3回準備委員会で、NPT締約国に対して、北朝鮮による「最終的かつ完全に検証された非核化(FFVD: Final, fully verified denuclearization)¹²」が達成されるまで、北朝鮮の活動に反対し、外交及び経済的圧力を維持すべしと主張したが¹³、一方の北朝鮮の金正恩氏は、新たな戦略兵器と核戦力の維持を表明した¹⁴。今後のNPT運用検討会議でもNPT締約国はこれまで同様に北朝鮮に対して非核化等の要求を繰り返すであろうが、これまでの米朝枠組み合意や六者会合での対応を鑑みれば、同国が早々に従来のスタンスを変えるとは考えにくい。

【核不拡散:IAEA保障措置協定追加議定書(AP)】

原子力平和利用におけるIAEA保障措置の重要性に関しては、NPT締約国の間で異論はないが、追加議定書(AP)に関しては見解の相違が存在する。多くの国々は、APの普遍化を唱えるが、一部の非核兵器国は、APの締結は自発的なものであり原子力平和利用の権利に何ら影響を及ぼすものではないことや、例えばブラジル・アルゼンチン核物質計量管理機関(ABACC)の存在等を主張して、APの署名や批准に消極的である。その点、2010年NPT運用検討会議で採択された行動計画(最終文書)でも、APに関しては、「APの速やかな締結及び発効を奨励」との消極的な表現に留まっている。

【核軍縮:INF全廃条約、新START、CTBT及びFMCT】

NPTは、第I～III条で核不拡散、第IV条で原子力平和利用、及び第VI条で核軍縮を規定し、主に非核兵器国(NNWS)に核不拡散義務、核兵器国(NWS)に軍縮義務を課すことにより、NNWSとNWSの均衡を図っている(NPTのグランド・バーゲン)。しかし、ウクライナ問題を巡る米露間の対立も相まって、世界の核兵器の9割以上を有する米露両国間の核軍縮は遅々として進んでおらず、それらの現況は以下のとおりである。

中距離核戦力(INF)全廃条約及び戦略核兵器削減条約(新START): まず INF 条

¹² ブッシュ(子)政権では、完全かつ検証可能で不可逆的な非核化(CVID: Complete, verifiable, irreversible denuclearization)との言葉を使っていた。しかし、CVIDであれFFVDであれ、両者が具体的に何を意味するのかは必ずしも明らかになっていない。なお2018年6月の米朝首脳会談後の共同声明では、(朝鮮半島の)完全な非核化(complete denuclearization)との言葉が使われている。

¹³ クリストファー・フォード国務次官補(国際安全保障・不拡散担当)の発言。URL:
<http://statements.unmeetings.org/media2/21491712/us.pdf>

¹⁴ 2019年末に開催された朝鮮労働党中央委員会総会での金正恩氏の発言。日本経済新聞、「金正恩氏「新たな戦略兵器」を予告 核戦力維持を表明」、2020年1月1日、URL:
<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO54009520R00C20A1000000/>

約について、2019年2月、米国は露国による条約違反を理由に同条約からの脱退を露国に通告し、それから6か月後の同年8月、米国の脱退が正式なものとなり、事実上INF条約は失効した(なお露国も2月に同条約の履行停止を表明している)。また新STARTについて、同条約は米露両国が最大5年間延長することを選択しない限り、2021年2月に履行期限を迎える。非核兵器国の多くが米露による条約の延長を求め、露国も無条件の条約延長を支持する一方で、米国は追加的な核兵器の削減及び中国を含めたより広範な条約の締結を主張している¹⁵。米露両国の交渉が間もなく開始されるとの報道もある¹⁶が、米国が軍縮条約に含めることを望む中国は自国の核戦力制限に興味を示しておらず¹⁷、世界で最も多くの核兵器を有する米露の核兵器削減を主張しつつ、自らの核戦力を増強させている¹⁸。加えてトランプ大統領は、大統領就任以降の予算要求で、毎年、核兵器及び運搬手段の近代化等に係る予算を増額させており、新STARTの期限延長あるいはそれに替わる新たな軍縮条約締結の見通しは、現時点では不透明である。

包括的核実験禁止条約(CTBT)、核兵器用核分裂性物質生産禁止条約(FMCT、カットオフ条約):これまでのNPT運用検討会議では、未発効CTBTの早期発効の重要性、及び軍縮会議(CD)でのカットオフ条約の即時交渉開始の必要性も確認されている。しかし、CTBTについて、同条約の発効要件国¹⁹の一つである米国のトランプ政権は、2018年の核態勢の見直し(NPR)でCTBTの批准を追求しないことを述べており、現時点ではCTBTの発効に向けた米国のアクションは期待できない。またFMCTについては、条約の対象となる核分裂性物質の種類及び範囲、並びに有効な検証方法等についてCD参加国の主張が対立しており²⁰、交渉開始が合意されたものの、実際の交渉開始に向けたコンセンサスが未だ得られていない²¹状況が続いている。

核兵器禁止条約(TPNW): 2017年7月に国連で採択された核兵器禁止条約(TPNW)については、核兵器国及び米国の同盟国等と、非同盟諸国(NAM)等(アフリカグループ、東南アジア諸国連合、ラテンアメリカ・カリブ海諸国共同体、アラブ連盟、

¹⁵ Arms Control Association, “U.S.-Russia to begin soon, U.S. says”, March 2020, URL: <https://www.armscontrol.org/act/2020-03/news/us-russia-talks-begin-soon-us-says>

¹⁶ idem

¹⁷ Arms Control Association, op. cit.

¹⁸ Thomas G. Mahnken, Gillian Evans et al, “Understanding Strategic Interaction in the Second Nuclear Age”, Center for Strategic and Budgetary Assessments, 15 May 2019, URL: <https://csbaonline.org/research/publications/understanding-strategic-interaction-in-the-second-nuclear-age/publication/1>

¹⁹ 同条約が発効するためには、44カ国の発効要件国全ての署名並びに批准が必要である。令和2年2月現在、署名国は41カ国、批准国は36カ国で、北朝鮮、インド及びパキスタンの3カ国が未署名、米国、中国、エジプト、イラン及びイスラエルの5カ国が未批准である。

²⁰ 例えば生産禁止対象となる核分裂性物質の範囲について、核兵器国等は既存の核分裂性物質を対象外とすることを主張する一方で、パキスタンは対象とすべきと主張、さらにイスラエルやインドは自らの核兵器製造能力を明らかにすることに反対している。

²¹ CDはコンセンサス方式をとっており、FMCTの交渉開始には全参加国の同意が不可欠である。

新アジェンダ連合(NAC)²²、核兵器禁止条約に係る決議(Resolution 73/48)提案国等)の見解が対立している。TPNW に強硬に反対する核兵器国等のスタンスは、核軍縮を進展させて国家の安全保障を低減させることなく核兵器のない世界を達成するには、TPNW のように早急に核廃絶を求めるのではなく、段階的アプローチが重要であり、またそれを可能とする環境を徐々に導いていくことが必要であって²³、故に TPNW は NPT の基盤そのものを弱体化させるリスクがあるというものである。TPNW は、第 3 回準備委員会でも論議の的となり、このような両者の対立が故に同委員会では最終的に 2020 年 NPT 運用検討会議への勧告案をまとめられなかった。このような対立は現時点でも継続しており、延期された 2020 年 NPT 運用検討会議でも同様に議論の的となるであろうことが予想される。

【まとめ】

2020 年 NPT 運用検討会議の開催は、最長で 1 年間延期されることとなったが、上述したように、主に核不拡散及び核軍縮に関し、NPT に加盟していない国、NPT の核兵器国及び非核兵器国の間で多くの未解決の課題が山積しており、会議の延期が決定する前から、今次運用検討会議が最悪の状態ではないかとの声もあった²⁴。現在各国は、新型コロナウイルスの感染拡大の対応に追われており、また仮に拡大が沈静化しても、その後は低迷した国家経済の復興に傾注する必要がある。さらに 11 月には米国大統領選挙も控えている。そのような状況の中で、2021 年 4 月までには開催予定の 2020 年 NPT 運用検討会議で、果たしてコンセンサスで最終文書を採用し、NPT を基軸とする現在の核不拡散体制の更なる基盤強化を図ることができるのか、世界が注目している。

【報告:政策調査室 田崎 真樹子】

2-2 IAEA、国際緊急時対応演習を実施

2020 年 3 月 24 日から 26 日にかけて、国際原子力機関(IAEA)主催により、原子力事故又は放射線緊急事態発生時の国際的な援助の要請及び提供に係る仕組みを試験することを目的とした国際緊急時対応演習(ConvEx: Convention Exercise)である ConvEx-2b が実施され、IAEA 加盟国 35 か国と世界気象機関の 2 か所の地域気象

²² 核軍縮促進のため 1998 年 6 月に結成されたグループで、メンバー国はブラジル、エジプト、アイルランド、メキシコ、ニュージーランド、南アフリカ、スウェーデンの 7 か国。

²³ 米国が主張する「核軍縮のための環境の創出(CEND: Creating an Environment for Nuclear Disarmament)」イニシアティブ」。

²⁴ 例えば黒澤満氏は、会議の成功には、米大統領の核軍縮への本気と、良好な米ロ関係が欠かせないが、国際協調に背を向けるトランプ政権下では、どちらも欠けており、(今次運用検討会議の開催は)今までの会議の中で最悪ではないかと述べている。出典:「NPT 発効 50 年 再検討会議 NY で 4・5 月 核軍縮の道 視界不良」、中国新聞広島メディアセンター、URL: <http://www.hiroshimapeacemedia.jp/?p=95312>

専門センター(RSMC:Regional Specialized Meteorological Centre)が参加した²⁵。3 日間にわたる演習には、参加国及びウィーンの IAEA 事故・緊急センター (IEC:Incident and Emergency Centre)に所属する緊急事態対応者が遠隔にて参加し、緊急事態発生現場における核物質・放射性物質放出に関する緊急シナリオに加え、新型コロナウイルス COVID -19 の蔓延のようなパンデミックが進行している中での初動対応者の対応に焦点を当てて実施された。

IAEA は、「原子力事故早期通報条約」及び「原子力事故援助条約」に基づき、原子力事故又は放射線緊急事態発生時の国際的な通報及び援助の枠組みを条約締約国等との間で構築しており、この枠組みの実効性の確認と継続的な改善等を目的として、ConvEx をその演習範囲に応じて、毎年又は数年毎に実施している²⁶。原子力機構は、IAEA 緊急時対応援助ネットワーク(RANET:Response Assistance Network)の援助機関として IEC に登録され、原子力緊急時支援・研究センター(NEAT:Nuclear Emergency Assistance and Training Center)を中心に援助内容の検討・作成を行うとともに ConvEx に参加している。

ConvEX-2b は、演習範囲に応じた 9 種類の ConvEx のうち、援助の要請及び提供に係る仕組みを試験することを目的として年 1 回実施されるものである。今回の演習期間中、緊急事態システム運営グループの演習会議の議長を務めたラファエル・グロッシ IAEA 事務局長は、次のように述べている。

「核物質又は放射性物質に係る緊急事態に対して準備し過ぎることはなく、緊急対応訓練のシナリオには、発生確率は低くとも発生した場合のリスクが高い対応困難な事象を含める必要がある。災害、パンデミック、その他の危機を伴う安全・核セキュリティ事象に起因する核物質・放射性物質の緊急事態が起こり得るとの認識のもとに備えが必要である。新型コロナウイルスの危機によって生命まで脅かされているこの時期に本演習を実施することにより、危機の原因や状況によらず緊急対応能力を維持するとの我々の決意を示し、IAEA は効果的な国際対応を調整するために迅速に行動する。」

IAEA が発表した今回の演習の概要は次のとおりである。

演習は、核物質・放射性物質に係る緊急事態が発生し、その対処のための国際的な支援を要請する「支援要請国」の役割を果たす 17 か国と、要請を受けて支援を提供する「支援国」18 か国及び 2 つの支援 RSMC からなる 20 の「支援実施者」で構成された。「支援要請国」の支援要請は、原子力安全・核セキュリティに関する核物質・放射線の様々な緊急シナリオの他、COVID-19 等のパンデミックが進行している初動対応者がより困難な状況下におかれた場合の対応にも焦点を当てた。例えば、現場支

²⁵ IAEA News Release: “Preparing to Assist in a Nuclear or Radiological Emergency Under all Circumstances”, URL: <https://www.iaea.org/newscenter/news/preparing-to-assist-in-a-nuclear-or-radiological-emergency-under-all-circumstances>

²⁶ 日本原子力研究開発機構 原子力緊急時支援・研究センター 「IAEA の国際緊急時対応演習 (ConvEX) について」、URL: <https://www.jaea.go.jp/04/shien/research/EP014.html>

援チームの保護のための追加防護措置の提供について、「支援要請国」が計画し「支援国」が展開した。この「支援行動計画」には、現場支援チームの到着直後の COVID-19 テストの実施、COVID-19 への接触を防護するための個人防護具の提供、及び継続的な医療評価も含んでいる。演習は、「事故が発生した国」を演じた「支援要請国」が IAEA を介して架空の緊急事態に対応するための支援を要請することから開始され、次に IEC は、参加国の指定された所管官庁及び国際機関に要請を通知し、それに対し「支援国」が「支援要請国」への支援を申し出るか否か、申し出る場合どのように伝えるかを決定する、との手順に沿って進められた。

本演習で行った支援要請及び支援提供の効率・効果に関するテストについて IEC のエレナ・ブグロバ センター長は、「世界中で同時に発生する可能性のある様々な危機管理への対処を必要とする加盟国への支援を促進するためには、スピードと効率は不可欠な戦略的要件である」と述べた。

演習の結果と IEC の評価は、24 時間 365 日欠かさず運用するための確実な IAEA の Web サイト、緊急時情報交換統合システム(USIE: Unified System for Information Exchange in Incidents and Emergencies)で公開される予定で、演習結果の共有を通じて、全ての加盟国と国際機関が演習を見直し、学んだ教訓を活かして、緊急事態への備えを強化し、その能力を向上させる機会を得ることが期待されている。

核セキュリティ事象への対応では予防、検知、遅延、対応等の各措置が必要とされているが、事象発生現場においてこうした措置のための活動を展開する対応チームは自らの安全を確保しつつ対応に当たる必要がある。このため、核テロリズムに対応するためのグローバル・イニシアティブ (GICNT: Global Initiative to Combat Nuclear Terrorism)²⁷をはじめ、様々な国際協力の枠組みにおいて対応能力の強化が進められている。このような枠組みは基本的に核物質・放射線を対象としているが、今回の演習で表明されたパンデミックのようなウイルス(生物)、あるいは化学物質(化学)による複合汚染環境下においても的確な対応を求められることから、こうした対応能力の強化は今後、一層重要となろう。

【報告:政策調査室 玉井 広史】

²⁷ GICNT は、核テロリズムの防止、検知、対応のための能力を世界的規模で強化することを目的とした国際パートナーシップで、2006 年に米ロを共同議長として組織され、現在日本をはじめ 89 か国及び IAEA 等 6 つの国際機関が参加している。活動の目標として、民生原子力施設の核セキュリティ向上、核物質・放射性物質の不法移転防止、核物質・放射性物質の使用等によるテロ攻撃発生時の対応・事態緩和・調査の能力向上など 8 項目を掲げ、これまでに、100 の多国間活動、11 の高官レベルの全体会合を開催し、7 の基本指針を発出している。URL: <http://www.gicnt.org/>

3. 技術紹介

3-1 実装型遅発ガンマ線分光システムのための要素技術開発について

概要

ISCN 技術開発推進室では、文部科学省核セキュリティ強化等推進事業として、欧州委員会共同研究センター(EC/JRC: European Commission / Joint Research Centre)と共同で、アクティブ中性子非破壊測定技術開発を進めている。そのうちのひとつである遅発ガンマ線分析法(DGA:Delayed Gamma-ray Analysis)は、核物質試料中の核分裂性核種である ^{235}U , ^{239}Pu , ^{241}Pu の組成比を非破壊分析で測定するための手法である。再処理施設で発生する使用済燃料溶解液をはじめとした、高強度のガンマ線、中性子線を放出する溶液中の核物質の測定にも適用でき、現在、計量管理・保障措置分析として適用されている同位体希釈質量分析法(IDMS: Isotope Dilution Mass Spectrometry)と呼ばれる高精度の破壊分析に要する時間、コスト、分析廃棄物の減少などの面で効率化できると期待されている。

本事業で開発を進めている遅発ガンマ線分析法では、試料に中性子を照射しそれによって誘発される核分裂によって生成される核分裂生成物(FP)からのガンマ線を測定することによって ^{235}U , ^{239}Pu , ^{241}Pu 組成比を測定する。FP の収率が核分裂性の核物質の種類によって異なることを利用して比を求めるものである。試料中に含まれる Cs-137 などの高強度ガンマ線の干渉を避けるため、数秒から数分の短半減期の FP が放出する 2.7 MeV 以上の高エネルギーガンマ線に注目して測定する。実際には、測定精度を高めるために、中性子照射とガンマ線測定を繰り返し行う。本事業では、EC/JRC イスプラ研究所の実験装置 PUNITA (Pulsed Neutron Interrogation test assembly) および PERLA (Performance Laboratory) 実験施設において、ウラン酸化物標準試料、プルトニウムガリウム合金試料を用いた基礎実証試験及び実装型装置開発のための基礎試験を進めている。実装型遅発ガンマ線分析システム概念図を図 1 に示す。本稿では、本システムの設計にあたり、それぞれの構成要素ごとに、要求される性能やこれまでの実験を通じて得られた知見、及びそれらに基づく今後の開発等について紹介する。

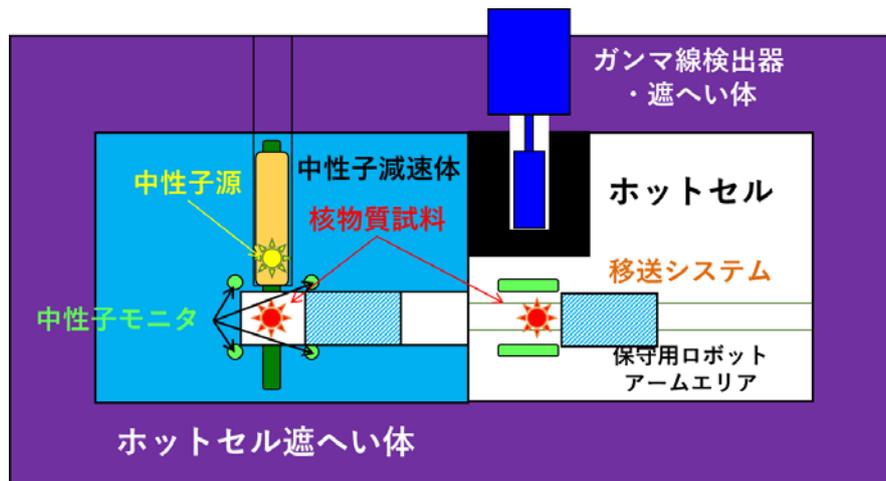


図1 実装型遅発ガンマ線分析装置の概念図(核物質試料を移動させる測定法)

中性子発生装置(中性子源)

十分な核分裂を誘発するためには、中性子源は発生率が高いものが望ましい。また、遅発ガンマ線測定中には、中性子の照射を止める必要があるため、ON/OFF が切り替えられる必要がある。分析セル付近に設置できる小型の線源としては、DT または DD 中性子発生管²⁸や²⁵²Cf 線源²⁹、²⁴¹Am-Be 線源³⁰といったものに限られる。これまでに、DT 中性子源や Cf 線源を使用した実験を実施し、遅発ガンマ線の信号を測定することに成功している。Cf 及び Am-Be 線源は、常に中性子を放出し続けるため、中性子照射の ON/OFF を切り替えるためには、線源または試料を移動させる必要がある。ガンマ線の測定中には、中性子と装置の構造材である鉄が反応して6MeV程度の即発ガンマ線が発生しノイズとなるため、S/Nの低下を避けるためには、鉄の使用の低減や追加の遮蔽の設置が必要となることが分かっている。中性子発生管は、電源の ON/OFF が切り替えられ、ガンマ線測定中に発生する即発ガンマ線の影響が無い。一方で、運転中に機器の温度などで発生率が変化するため、照射中の中性子発生数をモニタし、測定結果を補正することが必要になる。施設への導入にあたっては、この他にも、放射性同位元素の数量やトリチウムの管理に関する規制等を考慮する必要がある。今後、測定に使用できる試料の量などを考慮しながら、最適な中性子源の選定を進めていく。

中性子減速体

上述した中性子源は、数～十数 MeV の高速中性子を放出、発生させる。一方で、核分裂断面積は、高速中性子領域に比べ熱中性子領域では数百倍となる。そのため、

²⁸ D=重水素(Deuterium, ²H)、T=トリチウム(三重水素、Tritium, ³H)を衝突させ、核融合反応により中性子を発生させる中性子源。

²⁹ ²⁵²Cf の自発核分裂反応により放出される中性子を利用する中性子源。

³⁰ ²⁴¹Am が放出する α 線と Be が起こす (α, n) 反応から放出される中性子を利用する中性子源。

効率よく核分裂を起こすには、中性子を熱領域まで減速する必要がある。実装型装置では、黒鉛やポリエチレンを用いた最大 1m 四方の減速体の設計を目指している。DT 中性子源の場合には、中性子源の周囲にタングステンを設置し、(n, 2n)反応を通じて中性子を増倍させると同時に、低エネルギー化することも重要になる。²⁵²Cf 線源、DD 及び DT 中性子発生管について、それぞれ最適な減速体の設計をシミュレーション計算により進めている。

ガンマ線検出器

これまでの実験では、高純度ゲルマニウム検出器を用いて測定しており、図 2 に示すような短半減期の FP のガンマ線を十分に分解できていることが分かっている。但し、ゲルマニウム検出器は中性子による損傷を受けやすく、中性子照射中には中性子源から十分離れた位置に設置する必要がある、中性子照射とガンマ線測定を切り替える度に、試料または検出器自体を動かす機構が必要となると考えられる。また、毎秒数十万カウントを超える計数率では検出器が飽和してしまうため、高線量核物質の測定では相当量の遮蔽を設ける必要がある。他の候補としては、比較的分解能の高い LaBr₃ シンチレーション検出器が挙げられる。LaBr₃ シンチレーション検出器は、中性子による損傷も受けにくい、主要なシグネチャとなるガンマ線を十分に分解することができない。そのため、ガンマ線が検出された時間情報を収集できるリストモードなどを利用して、測定中の各ピークのカウンタ数の時間変化などを考慮した分析が必要となる。今後、PERLA 実験施設において、LaBr₃ 検出器を用いた測定を行い、適用性を検討する。

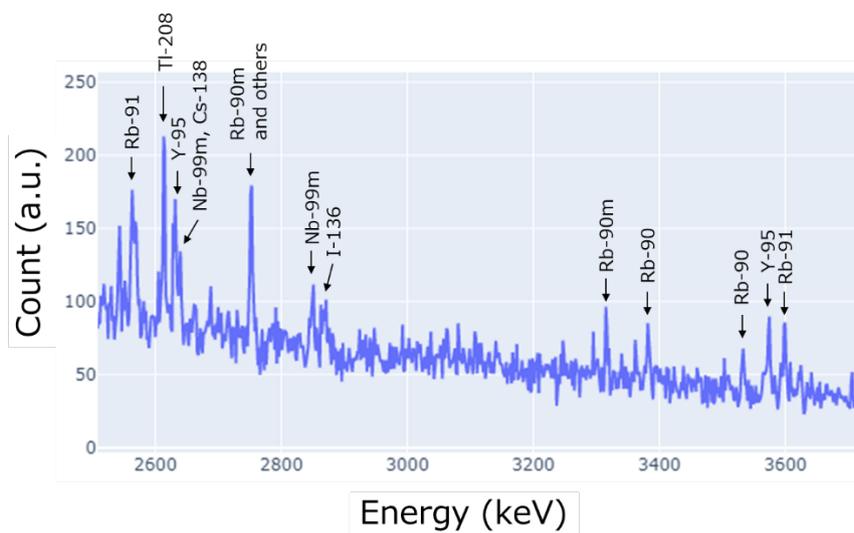


図 2 高純度ゲルマニウム検出器を用いた遅発ガンマ線測定例(ウラン試料)

データ収集・解析

遅発ガンマ線を放出する短半減期の FP の量は、測定中に大きく変化する。これは、FP の収率だけでなく、核種ごとに異なる半減期に起因する。例えば、図 3 に示すように、半減期の短い核種は中性子照射によって量が急激に増加して早い時点で平衡に達し、半減期の長い核種はガンマ線測定中にすべて崩壊しないといった違いがある。そのため、中性子照射とガンマ線測定を繰り返し行う場合には、ガンマ線スペクトルの形状は、照射時間、測定時間に強く依存する。また、実装時の条件によっては、試料や検出器を移動させる必要があり、移動時間中に起こる FP の崩壊も考慮しなければならない。従って、遅発ガンマ線スペクトルを解析し、 ^{235}U 、 ^{239}Pu 、 ^{241}Pu 組成比を測定するためには、照射、移動、測定に関わる装置を連動させ、時間を設定・記録することが重要となる。今後の開発では、これらの装置の制御、データ収集及びその後のデータ解析までを一台のコンピュータに集約し、使用者の利便性の向上を目指していく。

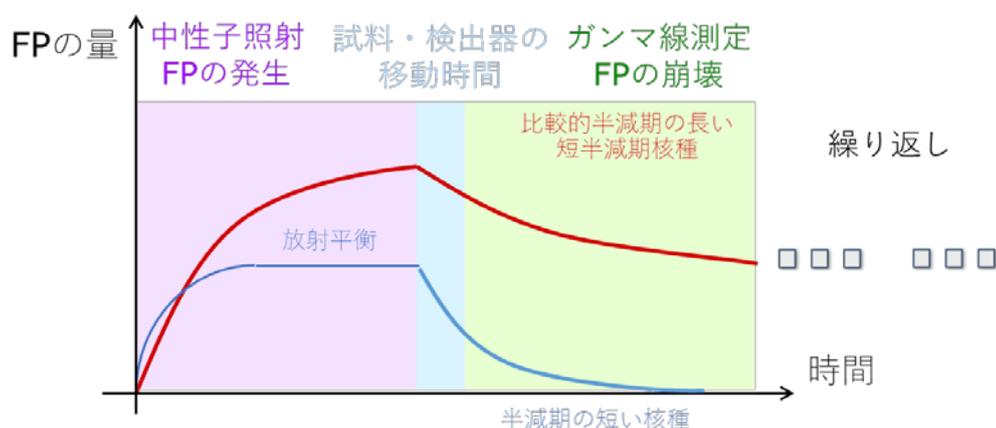


図 3 半減期の違いによる測定中の量の変化の違い

今後、ISCN では、核物質試料の仕様(化学的形態、濃度、量、容器の形状、移動の可否など)、装置の大きさ、重量、中性子源の条件など、IAEA や再処理事業者などのエンドユーザー側からの要求を調査し、EC/JRC との協力の下実装型装置の開発を進めていく。

【報告:技術開発推進室 高橋時音】

4. コラム

4-1 NOUVEAU CORONAVIRUS

4月16日、新型コロナウイルスに関する感染症緊急事態宣言の対象区域が全都道府県に拡大され、原子力機構の拠点が立地する自治体の要請も出されました。これを踏まえ、原子力機構は、人の移動による感染拡大を防止するため、全ての拠点について、施設の保安確保等に必要な要員を除き、4月20日～5月6日までの期間、原則、在宅勤務を行うこととなりました(期間は新型インフルエンザ等対策特別措置法に基づく緊急事態宣言に応じて変更する場合があります)。

ISCNにおきましても原則として在宅勤務に移行し、テレビ会議システム等を活用しながら業務を進めています。この「ISCN ニュースレター」も、編集委員との間で、これまでとは違った形でのやり取りを行いながら編集作業を行っています。既に3月より海外出張の自粛や人材育成のためのトレーニングの中止・延期等の影響が出始めていたところですが、核不拡散及び核セキュリティに関する最新の動向分析やISCNの活動報告については、引き続きタイムリーな発信に努めてまいります。

4月7日に新型コロナウイルスに対する緊急事態宣言が出された直後、以前私が駐在したフランスで知り合った友人から、下記のような内容のメールが届きました。

『日本も緊急事態宣言が出されたそうですね。フランスでは外出禁止令で、コントロールも徹底的に行っています。緊急時の外出申告書(自分で住所、外出開始時間、外出理由を書いた紙)が無いと罰金135ユーロです。今は外出禁止令をどのように解除していくかが問題となっています。早く前の穏やかな生活に戻るよう願っています。』

「新型コロナウイルス」がフランス語では“NOUVEAU CORONAVIRUS”と記載され、その“ヌーヴォー”という響きにちょっと不思議な感覚を覚えました。そして、「フランスでは、外出禁止令か」「135ユーロは日本円で約1万5千円、そこまでやるのか」等、いろいろな思いを巡らせました。しかしながら、4月21日の報道では、「フランスでは、新型コロナウイルスによる死者が2万人を突破した」とのことであり、日本より厳しい状況ですので、こういった制約もやむを得ない措置なのかもしれません。

私にとってはSF映画の中でしか体験しなかったような状況ですが、こんな状況の今こそ、あの「ONE TEAM」という言葉を思い出したいです。人類がひとつになって、地球の危機を乗り越える～そんな映画もたくさん見てきました。そして、また落ち着いた状況の中でフランスを訪ねられる日が来るのを待ちわびています。

【報告:核不拡散・核セキュリティ総合支援センター 計画管理室 瀧本昌宏】

発行日：2020年4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)