

ISCN ニュースレター

No.0234

September, 2016

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.	核不拡散・核セキュリティに関する動向(解説・分析) -----	4
1-1	北朝鮮の核問題に関する IAEA 事務局長報告 -----	4
	北朝鮮の核問題に関する IAEA 事務局長報告が、2016 年 8 月 19 日に発出された。 報告書では、北朝鮮の寧辺核施設でプルトニウムの生産と思われる活動が行われたこと、核 関連施設で施設の建設、更新が行われていることが報告された。	
1-2	インドネシアが HEU のない国に -----	6
	2016 年 8 月 29 日、米国エネルギー省国家核安全保障庁(NNSA)はインドネシアの関係官 庁と共同で、インドネシア国内に高濃縮ウラン(HEU)が存在しなくなった旨を発表した。これに より東南アジアは HEU のない地域となったことが合わせて報告されている。	
1-3	英国は EU を離脱するも EURATOM の枠内に -----	7
	2016 年 6 月の国民投票により英国は欧州連合(EU)から離脱することとなったが、一方、EU 域内での原子力平和利用を推進する組織である欧州原子力共同体(EURATOM)には留まる ものと考えられ、原子力協力や保障措置等 EURATOM を通じた様々な活動は継続されること になる。	
1-4	2016 米国大統領選 その1: 民主党及び共和党の政策綱領と両党候補者の主張等の分 析(エネルギー政策全般、地球温暖化対策、原子力利用、安全保障、軍備管理・軍縮及 び核不拡散関係) -----	8
	2016 年米国大統領選に係り、2016 年 7 月に共和党及び民主党大会が開催され、各党の大 統領及び副大統領候補者の指名と政策綱領の採択が行われた。このうち、両党のエネルギー 政策全般、地球温暖化対策、原子力利用、安全保障、軍縮及び核不拡散関係に係る政策綱 領や、現時点での両党の大統領候補者の発言等について比較・分析したので、その概要を報 告する。	
1-5	北朝鮮による第 5 回核実験の実施 -----	14
	2016 年 9 月 9 日に、気象庁は北朝鮮北東部を震源とするマグニチュード 5.3 の自然地震で はない可能性のある地震を観測した。同日、北朝鮮は核爆発実験を実施したことを発表した。 活発な弾道ミサイル発射実験に加えて、北朝鮮の核開発動向は、引き続き注視していく必要 がある。	
2.	技術紹介 -----	16
2-1	CTBT 検証を目的とした医療用放射性同位元素製造施設から放出される放射性キセノ ンの影響調査 -1st ATM Challenge- -----	16
	包括的核実験禁止条約(CTBT)検証を目的として、CTBT 機関準備委員会(CTBTO)が中 心となり医療用放射性同位元素製造施設から放出される放射性キセノンが CTBT 希ガス観測 所に与える影響調査が行われている。調査の一環として、CTBTO の支援の下、米国パシフィ クノースウェスト国立研究所(PNNL)が 2015 年に主催した 1st ATM Challenge の概要及び ISCN の取り組みについて紹介する。	

3. 活動報告 -----	19
3-1 米国核物質管理学会発表報告(1)-高エネルギー遅発ガンマ線分光法について -----	19
第 57 回核物質管理学会米国本部年次大会が米国アトランタで開催された。文部科学省核セキュリティ補助金事業「アクティブ中性子非破壊測定技術開発」の一環として、「高エネルギー遅発ガンマ線分光法に関する研究」について発表した。本稿ではその概要について報告する。	
3-2 米国核物質管理学会発表報告(2)-随伴 FP パッシブガンマ線測定法について -----	20
第 57 回核物質管理学会米国本部年次大会が米国アトランタで開催され、福島第一原子力発電所から出る燃料デブリの核物質量を測定する手法の一つとして、パッシブガンマ線測定法について報告を行った。本稿ではその概要について報告する。	
3-3 韓国先端科学技術大学・核不拡散教育研究センター主催の会議への参加報告 -----	20
2016 年 8 月 3 日～5 日に韓国ソウルで開催された韓国先端科学技術大学 (Korea Advanced Institute of Science and Technology : KAIST) 核不拡散教育研究センター (Nuclear Nonproliferation Education and Research Center : NEREC) が主催の 2016 NEREC Conference on Nuclear Nonproliferation へ参加した。本稿ではその概要について報告する。	
4. コラム -----	23
4-1 計量管理の今昔物語 -----	23
本誌の編集委員より本欄を書く機会を頂いたので、筆者が「計量管理」について思うところを書いてみた。今でも誤解の多い計量管理や保障措置、気楽に読んで頂ければ嬉しい。	
5. お知らせ -----	26
5-1 「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ー核セキュリティ・サミット以後の国際的なモメンタム維持及び核軍縮への技術的貢献ー」の開催について -----	26
2016 年 11 月 29 日、「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」を開催することと致しました。その開催概要についてご案内いたします。	
5-2 文科省情報ひろば展示開始 -----	27
文科省情報ひろばに、核不拡散・核セキュリティ総合支援センターが実施している核セキュリティ強化等推進事業に関する展示を 8 月 1 日から開始しましたので、お知らせ致します。	

1. 核不拡散・核セキュリティに関する動向(解説・分析)

1-1 北朝鮮の核問題に関する IAEA 事務局長報告

1. 事務局長報告の概要

北朝鮮の核問題に関する IAEA 事務局長報告¹が、2016年8月19日に発出された。

報告書では、IAEA は寧辺(ニョンビョン)の核施設について、衛星情報等を通じて得た情報から次のように分析している。

5MWe 実験用原子炉(黒鉛減速炭酸ガス冷却炉)

2015年10月中旬から12月初旬にかけて、原子炉の運転を示す蒸気や冷却水の放出は観察されなかった。これは、原子炉の燃料の取り出しと再装填に十分な期間である。過去の運転から推定すると、新しい運転サイクルは、2015年12月初旬から開始し、最低2年間は継続すると考えられる。

放射化学研究所(再処理施設)

2016年第一四半期から、運転を示す兆候である蒸気と冷却排水の放出が認められたが、2016年7月初旬には認められなくなった。この間、5MWe 実験用原子炉の使用済燃料の再処理を行った可能性がある。

核燃料棒製造工場(ウラン濃縮設備)

工場の名称と異なり、現在ウラン濃縮用の遠心分離機が内部に設置されている²。また、建屋周辺では、何らかの施設の建設が進められている。

建設中の軽水炉(LWR)

LWR に隣接する変電所の建設は、2015年12月に完成した。ただし、原子炉の主要な機器の搬入は確認されていない。

その他の施設

寧辺では、施設の建設、更新作業が行われている。

平山鉍山及び精錬所

北朝鮮南部(黄海北道)にある平山(ピョンサン)鉍山では、ウランの採掘・精錬を行っている兆候が見られた。

¹ GOV/2016/45-GC(60)/16, https://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC60/GC60Documents/English/gc60-16_en.pdf

² 六者協議で合意された第2段階の措置に伴う無能力化作業で、核燃料棒製造用の機器は全て撤去された(2007年)。

これらの核活動は非常に遺憾であり、国連安保理決議2270号への明確な違反である。

2. 考察

2.1 核兵器用プルトニウム(Pu)生産

今回のIAEA事務局長報告は、北朝鮮が5MWe実験用原子炉から使用済燃料を取り出し、再処理を実施した可能性を指摘している。米シンクタンクの科学国際安全保障研究所(ISIS)は、2013年半ばの運転再開から停止した2015年10月までの33～36カ月で、5.5kg～8kgのPuが生産されたと推定している³。これは、運転期間から一般的に推定されるPu生産量⁴に比較して少ないが、2014年半ば以降の5MWe実験用原子炉運転の兆候が明確でなく、運転が間欠的かつ低出力で運転されたと推定されるためであるとしている。

北朝鮮の再処理施設の稼働については、米ジョンズ・ホプキンス大学高等国際問題研究所(SAIS)の北朝鮮問題研究グループ「38north」で公開されている衛星画像で稼働の兆候が報告されていたが⁵、8月17日、共同通信は、北朝鮮の原子力研究院から「黒鉛減速炉(原子炉)から取り出した使用済核燃料を再処理した」と書面で回答があったと報じた⁶。これらのことから、北朝鮮が再処理を行い、追加の分離プルトニウムを入手したことは確実であると考えられる。

但し、5MWe実験用原子炉の老朽化による稼働率の低下は明らかであり、大規模な改修なしに運転を継続することは困難になりつつあると考えられる。

2.2 核兵器用ウラン生産

北朝鮮の濃縮ウラン製造については情報が無く、推測の域を出ない。

本報告で注目されるのが平山ウラン鉱山で採掘が行われていることで、北朝鮮が新たなウランを必要としているのは事実である。しかし、それが、5MWe実験用原子炉の燃料棒製造のためなのか、軽水炉燃料製造のためか、核兵器用高濃縮ウランのためか断定することは出来ない。

【報告:政策調査室 清水 亮】

³ Plutonium, Tritium, and Highly Enriched Uranium Production at the Yongbyon Nuclear Site, http://isis-online.org/uploads/isis-reports/documents/Pu_HEU_and_tritium_production_at_Yongbyon_June_14_2016_FINAL.pdf

⁴ 5MWe実験用原子炉を1年間運転すると、計算上約8kgのプルトニウムが生成されることから、33～36カ月の運転では約22～24kgのプルトニウムが生成する計算となる

⁵ New Evidence of Probable Plutonium Production at the Yongbyon Nuclear Facility, <http://38north.org/2016/05/yongbyon053116/>

⁶ 2016/08/17 共同通信, http://www.47news.jp/news/2016/08/post_20160817191605.html

1-2 インドネシアが HEU のない国に

2016年8月29日、米国エネルギー省(DOE)国家核安全保障庁(NNSA)、インドネシア国有企業(PT INUKI)、インドネシア原子力庁(BATAN)及びインドネシア原子力規制庁(BAPETEN)は、インドネシア国内に高濃縮ウラン(HEU)が存在しなくなった旨を発表した⁷。これは、上記関係組織が共同して、インドネシア国内に保管されていた HEU を低濃縮ウラン(LEU)に希釈することにより達成したものである。

発表では、HEU のない国(国内に存在する HEU が 1kg 未満であることを以って定義)を宣言した国・地域(地域は台湾)はインドネシアが 31 番目であること、米国 DOE/NNSA の協力により既にタイ、ベトナム、フィリピンには HEU が存在しておらず、これにより東南アジアは HEU のない地域となったことが合わせて報告されている(筆者注:東南アジアでは、以上の諸国に加えてマレーシアが原子力利用国であるが、同国では 1980 年代初頭に研究炉を導入した時点で LEU を利用しており、国内にもともと HEU が存在しておらず、上記の 31 の国・地域には含まれていない⁸)。

今回の HEU の LEU への希釈に際し、NNSA のアン・ハリントン副長官は「インドネシアが HEU のない国になったことにより、テロリストが HEU を用いて核兵器を製造する脅威を恒久的に低減できる。特に東南アジアで達成されたことは意義深く、世界中の拡散上機微な核物質に対する地域的解決策を模索するとの NNSA の公約を際立たせるものである」と歓迎している。

インドネシアについては、本年開催された第 4 回核セキュリティサミット(2016年3月31日-4月1日、米国ワシントン DC)において、2016年9月までに国内の HEU を全て低濃縮化させる旨が表明されていた⁹。NNSA は米国 国立核セキュリティ複合施設(Y-12)の専門的技術の支援を受けて、インドネシア国内の原子力施設のホットセルに保管されていた 500 本を超える照射済 HEU 燃料の低濃縮化作業(劣化ウランを混合することにより、ウラン 235 の濃度を 20%未満に希釈)を進めてきたものである。

今回希釈化された HEU は、インドネシア国有企業 PT INUKI が 2011 年まで医療用モリブデン 99 の生産のために利用していたものであるが、その後、米国 DOE 及び IAEA の協力を受けて LEU を用いた代替手段による医療用モリブデン 99 の生産再開を図ってきており^{前掲}⁸、本年末までには再開予定とのことである。

最後の核セキュリティサミットにおいて予告されていたインドネシアの HEU の希釈化が、若干スケジュールを前倒して完了し、これにより東南アジアが HEU のない地域”

⁷ NNSA ホームページ

<http://nnsa.energy.gov/mediaroom/pressreleases/nnsa-announces-elimination-highly-enriched-uranium-heu-indonesia>

⁸ 核分裂性物質に関する国際パネル IPFM ホームページ <http://fissilematerials.org/materials/heu.html>

⁹ 第 4 回核セキュリティサミット ファクトシート

<https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2016/04/01/fact-sheet-eliminating-all-highly-enriched-uranium-indonesia>

Southeast Asia is now free of HEU” となったことは、一貫して核セキュリティの強化を提唱してきた米国オバマ大統領のなし得た重要な成果の一つと言えるであろう。

【報告:政策調査室 玉井 広史】

1-3 英国は EU を離脱するも EURATOM の枠内に

英国が欧州連合 (EU) から離脱するいわゆる BREXIT が、2016 年 6 月 23 日に同国で行われた国民投票によって可決され、今後、離脱の手続きが進められることとなった。EU からの離脱による英国の経済活動、移民政策への影響については、様々な分析が行われているが、EU 域内の原子力平和利用を推進する組織である欧州原子力共同体 (EURATOM) と英国との今後の関係についても興味深い点である。

EURATOM は、欧州主要国における原子力協力を促進するため、1957 年に締結された EURATOM 条約の規定に基づいて原子力の研究開発や核物質の管理を共同で行う組織として設立された組織で、加盟国における原子力安全、民生利用の核物質・原子力施設に対する保障措置及びセキュリティを活動対象としており¹⁰、現在、27 ヶ国が加盟している。

核不拡散分野においては、EU 域内の原子力平和利用を担保するため、英仏二ヶ国の国防目的を除く EU 域内の全ての原子力資機材に対する保障措置の査察を実施し、その結果について年次報告を発行する等の活動を行っている。また、日本や米国等との間で原子力協力協定を締結し、EURATOM 加盟国と日米等相手国との間の相互の原子力資機材に対する保障措置及び核物質防護について、EURATOM 加盟国が個別に締結している既存の協力協定を補完あるいはそれらに優先して実施する旨の規定を設けている。

1967 年に締結された統合条約により、EURATOM の運営機関は当時の欧州経済共同体 (EEC) に統合され、更にこれらの機関は 1993 年の欧州連合条約により EU に統合されている。しかしながら、EU への統合後も、EURATOM は EU から独立した法人であり” a separate legal entity from the EU”¹¹、EURATOM 条約も EU の様々な機能を定めたリスボン条約とは別個のものとしてされている。

リスボン条約第 50 条には、加盟国が EU からの離脱を国の意思として決した際、当該国及び EU が行うべき離脱のための具体的な手続きが規定されている¹² (今回の英国の離脱も、この既定に基づいて行われることになる)。

一方、EURATOM 条約には脱退に関する手続きを具体的に記載した条項はなく、

¹⁰ EU ホームページ: <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/nuclear-energy/safeguards-avoid-misuse>

¹¹ European Commission Nuclear Energy: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/nuclear-energy>

¹² Consolidated Version of the Treaty on European Union (European Union, October 2012)

208 条において「本条約の締結は無期限である」と規定されている¹³。これは、当初から加盟国の脱退を想定していないためと考えられるが、EU 域内の核物質、原子力施設、機微技術等の管理を恒久的に継続する観点からは、望ましい対応方策であると言えよう。

以上のことから、今回の国民投票を踏まえて英国が今後 EU から離脱したとしても、それが同国の EURATOM からの脱退を意味するものではないと判断できよう¹⁴。

【報告:政策調査室 玉井 広史】

1-4 2016 米国大統領選 その1:民主党及び共和党の政策綱領と両党候補者の主張等の分析(エネルギー政策全般、地球温暖化対策、原子力利用、安全保障、軍備管理・軍縮及び核不拡散関係)

1. 概要

2016 年米国大統領選挙に係り、2016 年 7 月に共和党及び民主党大会が相次いで開催され、各党の大統領及び副大統領候補者の指名と政策綱領の採択が行われた。このうち、両党のエネルギー政策全般、地球温暖化対策、原子力利用、安全保障、軍縮及び核不拡散関係に係る政策綱領¹⁵(以下、綱領と記す)や、現時点(2016 年 8 月末現在)での両党の大統領候補者の発言等について比較・分析したので、その概要を報告する。

2. 経緯

民主党大会:2016 年 7 月 25~28 日、ペンシルベニア州フィラデルフィアで開催され¹⁶、大統領候補者に元ファースト・レディで第 1 期オバマ政権時に国務長官を務めたヒラリー・クリントン(敬称略)を、副大統領候補者に党内の穏健派¹⁷として知られるティム・ケイン上院議員(バージニア州、なお同州は大統領選の激戦区の一つ)をそれぞれ指名するとともに、民主党の綱領¹⁸を採択した。民主党大会は、大会前日、突然

¹³ Consolidated Version of the Treaty Establishing the European Atomic Energy Community (European Union, March 2010)

¹⁴ Europe's Democracy Blog ホームページ:

<http://democracy.blogactiv.eu/2016/06/16/euratom-after-brexit-votes-uk-will-remain-a-community-member-for-nuclear-non-proliferation/>

¹⁵ 米国の内政及び外交政策について党の基本的な方向性を示す文書。主に党主流派の見解を反映しているが、大統領候補者や所属議員は直接、この政策綱領には拘束されない。

¹⁶ 2016 Democratic National Convention, 25-28 July 2016, <https://www.demconvention.com/>

¹⁷ ただし外交政策に関してはタカ派と呼ばれるクリントン同様アグレッシブとされる

¹⁸ 2016 Democratic Party Platform, July 21, 2016,

<https://www.demconvention.com/wp-content/uploads/2016/07/Democratic-Party-Platform-7.21.16-no-lines.pdf>

に民主党全国委員長が辞任を発表し¹⁹、直前までヒラリーと大統領候補者指名を争ったバーニー・サンダース上院議員(バーモント州)支持者がヒラリー批判を行うなど波乱の幕開けとなったが、ミシェル・オバマ現大統領夫人、サンダース上院議員、ビル・クリントン元大統領、そしてオバマ大統領が、ヒラリー支持や党内の結束を促す演説を行った。しかしそれでもなおサンダース支持派等の民主党左派とクリントン支持層の中道派の亀裂は埋まっていないとの報道もある²⁰。

共和党大会:2016年7月18~22日、オハイオ州クリーブランドで開催され²¹、大統領候補者に実業家/不動産王のドナルド・トランプ(敬称略)を、副大統領候補者に、党の保守派でティーパーティー運動²²にも参加しているマーク・ペンス現インディアナ州知事をそれぞれ指名するとともに、共和党の綱領²³を採択した。なお、党大会には、ジョージ・H・W・ブッシュ(父)及びジョージ・W・ブッシュ(子)元大統領、また党の主流派で2008年大統領選共和党候補のジョン・マケイン上院議員(アリゾナ州選出)及び2012年大統領選共和党候補のミット・ロムニー元マサチューセッツ州知事といった大物政治家は参加しておらず、さらに最後までトランプと共和党大統領候補者指名を争ったテッド・クルーズ上院議員(テキサス州選出)もトランプ支持を表明せず、党内で主流派とトランプとの分裂を露呈する形となった。

3. 民主党及び共和党の綱領と両候補者の発言、分析・報道等とそれらの分析

(1) エネルギー政策全般、地球温暖化対策及び原子力利用

以下の表①に、エネルギー政策全般、地球温暖化対策及び原子力利用に係る動向、両党の綱領(表中には、「綱領」と記載)、両候補者の発言(「発言」と記載)、事実関係(「事実関係」と記載)、報道(「報道」と記載)及び筆者の分析(「分析」と記載)を示す。ただし、2016大統領選挙の主要な争点は、米国内の経済と雇用創出、外交問題、安全保障及びテロ対策、移民問題、財政赤字等であり、地球温暖化対策やエネルギー、原子力は大きな争点にはなっていない。またトランプ氏の発言は、その内容を記載しているが、彼の発言内容は必ずしも首尾一貫していないものもあり、その主張が将来的に変わり得ることも想定される。

¹⁹ 報道によれば、民主党全国委員長のデビー・ワッサーマンシュルツは、民主党候補の指名争いで、全国委員会のメンバーらがヒラリー・クリントンの後押し、ライバルのサンダース上院議員の妨害を図っていたことを示すメールが流出したことが明らかになり、翌日からの党大会への影響を勘案して前日に辞任したという。出典:「米民主党全国委員長が辞任へ サンダース氏妨害のメール流出で」、CNN ニュース、2016年7月25日、<http://www.cnn.co.jp/usa/35086351.html>

²⁰ 例えば「オールスター勢揃いの民主党大会、それでもなお亀裂は埋まらない」、ニューズウィーク日本語版、2016年7月29日、http://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2016/07/post-5563_2.php

²¹ Republican National Convention 2016 Cleveland, <http://convention.gop/about>

²² 保守的な強硬姿勢を持つ茶会党(ティーパーティー)と呼ばれる市民グループの運動で、増税に反対し、小さな政府を志向する。

²³ Republican Platform 2016, [https://prod-static-ngop-pbl.s3.amazonaws.com/media/documents/DRAFT_12_FINAL\[1\]-ben_1468872234.pdf](https://prod-static-ngop-pbl.s3.amazonaws.com/media/documents/DRAFT_12_FINAL[1]-ben_1468872234.pdf)

表①： エネルギー政策全般、地球温暖化対策及び原子力利用に係る動向、両党の綱領、両候補者の発言、事実関係、報道及び筆者の分析等

項目	民主党綱領、クリントン発言等	共和党綱領、トランプ発言等
エネルギー政策全般	<ul style="list-style-type: none"> 風力や太陽光など、クリーン・エネルギー源から米国が必要な電力の半分を得る(綱領) 米国を 21 世紀のクリーン・エネルギー・スーパー・パワーにして地球環境問題に対応。併せて高報酬の雇用を創出(綱領) オバマ政権の「全方向的エネルギー政策(all of the above energy policy)」の記載は綱領にはない。化石燃料からクリーン・エネルギーへシフト(分析) 	<ul style="list-style-type: none"> 自由経済で市場性のある全てのエネルギー形態(石炭、石油、天然ガス、原子力、水力)を支持。ただし、政府の規制や補助は効率的市場を弱めるとし反対(綱領) 米国内の石炭、石油、天然ガス産業を支持。開発を強化し、利用拡大を提唱(綱領)
地球温暖化対策	<ul style="list-style-type: none"> オバマ政権の政策(化石燃料関連企業を税の控除や国の補助の対象外とし、再生可能エネルギー導入やエネルギー効率化促進に税制の優遇措置を付与)を踏襲(綱領) COP21²⁴のパリ協定を遵守(綱領) 	<ul style="list-style-type: none"> オバマ政権の環境政策に反対。クリーン・パワープラン²⁵も廃止(綱領) 炭素税²⁶に反対(綱領) COP21 のパリ協定に参加しない(綱領)、再交渉を示唆(発言) 地球温暖化対策は米国の最優先課題ではない(分析)
原子力利用	<ul style="list-style-type: none"> 綱領には原子力の記載はないが、2008 年の大統領候補者選ではエネルギー問題の解決に原子力は必要と述べ、原子力への支持を表明していた(事実関係) 使用済燃料処分(ヤッカマウンテン):綱領での記載はないが、2008 年の大統領候補者選でクリントンは反対を表明(事実関係) 総じてクリントンの原子力政策はオバマ政権のそれに近く、地球温暖化対策の観点から原子力を支持、新型炉に対する研究開発は支援するのではないかとされる(報道)²⁷ 	<ul style="list-style-type: none"> 支持。福島第一原子力発電所事故の直後に原子力を支持する声明を発表(発言) 原子炉の新設数は限定され、既存の原子炉も経営上の理由で早期閉鎖に追い込まれる原子炉が相次ぐ。この流れを変えるために許認可手続きを簡素化し、あらゆる規制を大幅に緩和すべき(綱領) 次世代炉としてトリウム炉の研究開発に係る規制撤廃を支持(綱領) 使用済燃料処分(ヤッカマウンテン):放射性廃棄物政策法を無視する現政権の政策を終了させ復活させる(綱領)

【分析】

エネルギー政策全般: 両党の綱領を比較すると、民主党は地球温暖化対策を重視し、化石エネルギーからクリーン・エネルギーへの移行と、後者の積極的な活用を唱道している。一方共和党は、地球環境問題をそれほど重要視せず、自由経済で市場性の

²⁴ 気候変動枠組条約第 21 回締約国会議

²⁵ 2014 年 6 月に環境保護局(EPA)が発表した発電所からの CO2 排出量を 2030 年までに 2005 年に比べて 30% 削減することを目標とした規制案

²⁶ 化石燃料に炭素の含有量に応じて賦課される税金。化石燃料やそれを利用した製品の製造・使用の価格を引き上げることで需要を抑制し、CO2 排出量を抑えるというもの

²⁷ 前田一郎、「クリントン民主党候補のエネルギー・環境政策」、JAIF 米国原子力政策動向、2016 年 7 月 6 日、http://www.jaif.or.jp/cms_admin/wp-content/uploads/2016/07/ms-clinton_ene-and-eco-policy.pdf

ある全てのエネルギー形態として石炭、石油、天然ガス、原子力、水力を支持しているが、とりわけ既存の化石エネルギーの開発強化と利用拡大を提唱しており、その点が両党の綱領で大きく異なる。

原子力利用: 民主党の綱領には原子力の言及はないが、クリントンの原子力政策はオバマ政権のそれに近く、地球温暖化対策の観点から原子力を支持し、新型炉に対する研究開発は支援するのではないかとされる。それにも拘わらず民主党綱領及びクリントンが原子力を言及しなかった理由は、原子力発電に反対するサンダース上院議員等の民主党左派への配慮であるという²⁸(つまり、言及しなかったということは、原子力に賛成はしないが、かといって反対でもないという柔軟な姿勢とも考えられる)。一方、共和党綱領は原子力を支持し、トランプも日本の東京電力福島第一原子力発電所事故(福島原子力事故)直後にもその旨を言及しているが、政府の規制や助成には反対している。この点について、米国内で電力が自由化されている州において原子力発電は、原子炉ほど建設コストを要せず、また豊富で安価な天然ガスを燃料とする火力発電所との競合に晒されており、また福島原子力事故後の原子力規制委員会(NRC)による安全強化の要求への対応等により、経済性の観点から運転継続に困難を抱えるケースが多い。そのような状況下で、仮に既存の原子炉が今後も運転を継続するために、政府に対し何らかの財政的支援を求める場合、スムーズに支援が得られるか等の懸念も考えられる²⁹。

使用済燃料処分: ヤッカマウンテン放射性廃棄物処分場計画は、2002年にブッシュ(子)政権が決定したものの、2009年にオバマ大統領が地元の反対等を理由に計画の中心を決定したが、トランプはこれを復活させると述べている。一方、2005年からこれまで上院院内総務を務め、当初からヤッカマウンテン計画に強硬に反対してきた民主党の大物議員であるハリー・リード上院議員(ネバダ州選出)は、2016年末で政界からの引退を表明しており、民主党の院内総務を受け継ぐとされるチャック・シューマー上院議員(ニューヨーク州選出)の動向が注視されるが、リード議員ほど強硬に反対しないのではないかと報じられている³⁰。

(2) 安全保障、軍備管理・軍縮及び不拡散

以下の表②に、安全保障、軍備管理・軍縮、不拡散に係る動向、両候補者の基本姿勢、特徴、両党の綱領(表中には、「綱領」と記載)、両候補者の発言(「発言」と記載)及び筆者の分析(「分析」と記載)を示す。上述したエネルギー政策等同様、トランプ氏の発言は、その内容を記載しているが、彼の発言内容は必ずしも首尾一貫していないものもあり、その主張が将来的に変わり得ることも想定される。

²⁸ 前田一郎、前掲

²⁹ 例えば原子力エネルギー協会(NEI)のマービン・ファートル会長兼COEは、経済性の観点から今後5～10年に15～20期が運転停止の危機にあると述べている。出典：
<http://www.powermag.com/moniz-incentives-needed-to-alleviate-nuclear-power-woes/>

³⁰ “Yucca Mountain: Harry Reid’s Retirement Demands Shift in Opposition Strategy”, Tomorrow, June 18, 2015, <http://levick.com/blog/public-affairs/yucca-mountain-harry-reid-s-retirement-demands-shift-opposition-strategy/>

表②：安全保障、軍備管理・軍縮、不拡散に係る動向、両党の綱領、両候補者の発言及び筆者の分析等

項目		民主党綱領、クリントン発言等	共和党綱領、トランプ発言等
基本的姿勢		結束すれば強くなる (Strong Together) (発言)	アメリカ第一主義 (America First) (発言)
特徴		• 基本的にはオバマ政権の政策に近い(党主流派の政策) (分析)	• 共和党主流派とは一線を画す(分析)
安全保障	外交政策	同盟国と協調して脅威に立ち向かう (発言)	同盟国との関係を再構築。加盟国に 相応の負担を要求(発言)
	アジア、 太平洋地 域の安全 保障	• アジア/太平洋地域との関係をさらに 深化(綱領) • 日本の防衛にコミット(綱領)	• アジア太平洋地域との同盟の重要 性を認識(綱領) • 日韓の防衛費の負担、日韓の核武 装の言及(発言、ただし二転三転 している ³¹⁾ • 韓国からの駐留米軍の撤退に言 及(発言)
軍備管理・ 軍縮	露国との 核軍縮	• 核軍縮で協働(発言、なおクリント ンは国務長官時代に露国と新 START 条約交渉を実施)	• <u>新 START 条約では、検証による 条約違反の証明は事実上不可能 との位置づけ(綱領)</u>
	米国の核 兵器	• 新しい核態勢の見直しで国家安全 保障の義務に合致しつつ核兵器 への依拠を削減するため、核抑止 の適切な具体化を図る(綱領) • 核兵器及び運搬システムの更なる 削減(綱領) • 核兵器計画への過度の出費の削 減(綱領)	• 核兵器と運搬手段の最新化(綱領) • 中国の軍拡を理由に核兵器数の 削減に反対(発言)
	CTBT ³²⁾	議会に批准を求める(綱領)	批准に反対(発言)
核不 拡散	イラン	• イランとの核合意(包括的共同作業 計画(JCPOA))を支持。ただしイラ ンが核兵器取得に乗り出せば武力 行使を躊躇しない現政権の方針を 踏襲(綱領)	• 合意は条約ではない。次期政権は 合意に拘束されない(綱領) • 核合意の見直しを示唆(発言)
	北朝鮮	• 核及びミサイル計画の放棄を要求 (綱領) • 中国に北朝鮮の支援活動を抑えさ せる(綱領)	• 核及びミサイル計画の放棄を要求 (綱領) • 中国が北朝鮮の金正恩体制を変え る必要があると認識するよう促す (綱領) • 金正恩との対話を示唆(発言)

³¹ 「トランプ氏発言、日本の核武装めぐり二転三転」、CNN、2016年6月3日、
<http://www.cnn.co.jp/usa/35083701.html>

³² 包括的核実験禁止条約。米国は同条約に署名しているが上院で2/3以上の賛成が得られず、批准に至っていない。米国は条約の発効要件国の1つであり、米国の条約批准が条約発効の鍵を握る

【分析】

表①とは視点を換え、上記の表②から3つの対比を抽出すると以下の通りである。

クリントン vs. トランプ:まず安全保障に関し、クリントンもトランプも共に強い米国を目指す点では同じであるが、そのアプローチは顕著な対比をなす。前者は日本を含む同盟国との友好関係の維持・継続と協調・協働とを基本としているが、後者は、何よりも米国自身の利益を最優先として米国の国際問題への関与を最小限とする「米国第一主義(America First)」³³を掲げている。その一例としてトランプは、同盟国である日本及び韓国に対して、米国による防衛力の提供と引き換えに相応の負担を求め、日韓が核武装する選択肢についても言及するなど、同盟国との既存の良好な関係を壊しかねない懸念はあっても、なお「米国第一主義」を貫く姿勢をとる(ただし彼のこの発言は後述するように共和党綱領とも異なり、彼自身の発言も二転三転している)。軍備管理・軍縮及びイラン問題に関しても両者の立場は対立する。北朝鮮問題に対して核及びミサイル計画の放棄を要求している点はクリントンとトランプも同じであるが、トランプの「金正恩との対話」の言及はクリントンの立場とは、そして共和党の綱領とも異なる彼独自のものである。

共和党綱領 vs. トランプの発言:次に、主に党の主流派の方針や見解が記されている綱領と、党の候補者の発言を比較すると、民主党綱領とクリントンの発言はほぼ同一である。一方トランプの発言は、必ずしも共和党の綱領と同一ではなく、むしろ綱領とは一線を画し、時には過激な発言となっている。上述の日韓の核武装の言及はその一例であり、さらに北朝鮮との直接対話といった主張も、共和党の綱領とは大きく乖離し、共和党主流派の反発を招いている。この両者の乖離は、2016年8月8日、マイケル・ヘイデン元中央情報局(CIA)長官を含む過去の共和党政権下で要職を務めた政府高官50名が発した公開書簡³⁴に如実に現れており、彼らはトランプが大統領に選出されれば、「米国史上で最も無鉄砲な大統領になる」と警告を発している。

クリントンの保守性 vs. トランプの独自性:3つめのさらなる対比として、安全保障等の外交政策だけでなく、上述したエネルギー政策等にも言えることであるが、クリントンが概して現オバマ政権の政策の継承・継続の方向であるのに比し³⁵、トランプの外交政策はこれまでの共和党政権や民主党政権とも異なり、極めてトランプ独自のものであることが挙げられる。その意味で、仮にトランプが大統領になり、彼の安全保障や軍縮、不拡散に係る主張が外交政策に反映されれば、現オバマ政権が目指した「核兵器のない世界」の実現やCTBTの発効も遠のき、イランや北朝鮮の核問題の帰着点も

³³ そもそもこの「米国第一主義」は、トランプのオリジナルではなく、ニクソン、フォード及びレーガン大統領のシニアアドバイザーを務め、1992年と96年の共和党大統領選にも出馬したパトリック・ブキャナンが掲げたものであり、ブキャナンが、日本と韓国は独自の核抑止力を持つべきであり、また冷戦後、米軍は日韓から撤退すべきとも述べていたのに似る。

³⁴ 「トランプ氏は「最も無鉄砲な大統領に」共和党元高官50人が公開書簡」、BBC News Japan、2016年8月8日、URL: <http://www.bbc.com/japanese/37018809>

³⁵ クリントンの政策がすべてオバマ現大統領の政策と同じというわけではなく、例えば米国の核兵器について、オバマ大統領が核兵器の最新化を必要視するのに比し、クリントンは、道理に合わないとい異を唱えている

不明であり、核不拡散体制がどうなるかも現時点では極めて不透明である。

4. まとめ

以上、両党のエネルギー政策全般、地球温暖化対策、原子力利用、安全保障、軍縮及び核不拡散関係に係る動向、綱領と、現時点での両党の大統領候補者の主張党について比較し、両者間及び現オバマ政権との差異を分析した。上述した通り、特にトランプの発言は二転三転している点もあり、また今後は、11月8日の一般有権者による大統領選投票日³⁶に向けて、両候補による選挙戦は激化し、9月下旬から10月中旬にかけては大統領や副大統領候補討論会が開催される。それらの中で、特に原子力利用や核不拡散に係る両候補や、彼らの政治的アドバイザー、また彼らの政策のバックボーンとなっているシンクタンク等からの発言を今後も注視して行く予定である。

【報告:政策調査室 田崎 真樹子、須田 一則】

1-5 北朝鮮による第5回核実験の実施

1. 北朝鮮による第5回核実験

2016年9月9日午前9時30分(日本時間)、北朝鮮は5度目となる核爆発実験を実施した。気象庁の発表³⁷によると、震源の位置は北緯41.3度、東経129.2度の北朝鮮北東部、震源の深さは0km、地震の規模はマグニチュード5.3を観測した。震源にあたる吉州郡豊溪里(プンゲリ)には北朝鮮の核実験場がある。同日、北朝鮮の朝鮮中央テレビは「核兵器研究所声明」として「新たに研究・製作した核弾頭の威力を判定するための核爆発実験を成功裏に行った」と報道した。

2. 核実験の評価(暫定)

表1に、今回の核実験と過去4回の核実験で、気象庁、韓国気象庁、米国地質調査所(USGS)、包括的核実験禁止条約機関(CTBTO)で測定された地震のマグニチュードをまとめた。今回の核実験の規模は、5回の核実験の中で最も大きい、特別大きなものとは言えない。

なお、9月20日現在、核実験の科学的証拠となる放射性核種は検知されていない。

³⁶ 11月8日の一般の有権者による投票で事実上、大統領が決定するが、厳密にはその時点で選出されるのは大統領選挙人であり、それらが改めて投票し、大統領を決定することになる

³⁷ 北朝鮮付近を震源とする地震波の観測について、気象庁、
<http://www.jma.go.jp/jma/press/1609/09a/201609090955.html>

表 1 前 4 回の核実験でのマグニチュードの比較

日付	気象庁 (Mj)	韓国気象庁	USGS (Mw)	CTBTO (Mb)
2006年 10月 9日	4.9	3.58	4.2	4.08
2009年 5月 25日	5.3	4.5	4.7	4.51
2013年 2月 12日	5.2	5.1	4.9	4.92
2016年 1月 6日	5.0	4.8	5.1	4.82
2016年 9月 9日	5.3	5.04	5.3	5.1
地震エネルギーの比較 (前回比)	2.8	2.3	2.0	2.6

Mj：気象庁マグニチュード、Mw：モーメントマグニチュード、Mb：実体波マグニチュード

3. まとめ

北朝鮮は、今回の核実験の目的の一つを「標準化、規格化された核弾頭の性能と威力の確認」としており、核実験を繰り返すことにより、核兵器の実用化を北朝鮮が着実に進め、自信を深めていることが伺われる。

また、繰り返された弾道ミサイル発射実験で、潜水艦発射弾道ミサイル(SLBM)を含めた核兵器の運搬手段にも顕著な技術的進歩が認められ、北朝鮮の核の脅威はかなり高まったと考えられる。

しかし、今回の核実験に対する制裁強化を含む新たな安保理決議は、9月20日現在成立しておらず、北朝鮮の不安定化や対象が自国企業に及ぶ可能性の高い制裁には慎重な中国と協調して、安保理決議を成立させることが出来るか見通しは立っていない。

【報告:政策調査室 清水 亮】

2. 技術紹介

2-1 CTBT 検証を目的とした医療用放射性同位元素製造施設から放出される放射性キセノンの影響調査 -1st ATM Challenge-

包括的核実験禁止条約 (CTBT) 検証を目的として、CTBT 機関準備委員会 (CTBTO) が中心となり医療用放射性同位元素製造施設から放出される放射性キセノンが CTBT 希ガス観測所に与える影響調査が行われている。調査の一環として、CTBTO の支援の下、米国パシフィックノースウェスト国立研究所 (PNNL) が 2015 年に主催した 1st ATM Challenge の概要及び ISCN の取り組みについて紹介する。

CTBT では、核実験を常時監視する国際監視制度³⁸ (IMS) を条約発効時までには整備することになっている。核実験により生成された放射性核種を監視する観測所に関しては、全世界に 80 カ所設置することが条約で規定されており、そのうち半数の 40 カ所では希ガス (放射性キセノン) 観測も行うことになっている。現在 30 カ所の希ガス観測所が既に設置³⁹され、放射性キセノン観測が定常的に行われている。

希ガスである放射性キセノンは、化学的に不活性な気体であり他の物質と反応することがないため、地下核実験の際には他の放射性物質に比べて地層の亀裂等を通して大気中に漏れ出す可能性が高い。さらに、核実験により生成される核分裂生成物の中でも比較的生成量が多く、かつ半減期の長さ⁴⁰が測定に適していることから、CTBT 監視対象核種として特に地下核実験の検知において重要な指標となる核種である。これまでの希ガス観測結果から、北米やヨーロッパ、東アジア等いくつかの地域の希ガス観測所では他地域よりも放射性キセノンが頻繁に、かつ高い放射能濃度で観測されることがわかっており、これらの放出源の主なものとして、医療用放射性同位元素製造施設⁴¹、原子炉、放射性医薬品を取り扱う医療機関等が考えられている。よって、これらの施設から放出される放射性キセノンが希ガス観測所に与える影響を評価し、平時の放射性キセノンバックグラウンドレベルを把握することは、地下核実験を識別する上で大変重要である。

そこで、これまでの観測結果から放出源として最も影響が大きいと考えられる、医療用放射性同位元素製造施設から放出される放射性キセノンが希ガス観測所に与える

³⁸ 世界 321 カ所に設置される 4 種類の監視観測所 (地震学的監視観測所、放射線核種監視観測所、水中音波監視観測所及び微気圧振動監視観測所)、及び放射性核種監視を支援する公認実験施設 16 カ所からなる計 337 カ所の監視観測施設により、CTBT で禁止される核兵器の実験的爆発または他の核爆発が実施されたか否かを監視する制度。

³⁹ CTBTO ホームページ, <https://www.ctbto.org/> (2016 年 9 月 1 日確認)

⁴⁰ CTBT 監視対象の放射性キセノンは 4 つの同位体があり、Xe-133 の半減期は 5.25 日、Xe-131m は 11.84 日、Xe-133m は 2.20 日、Xe-135 は 9.14 時間である。

⁴¹ Tc-99m は核医学検査の中で利用件数が最も多い放射性医薬品に含まれる放射性同位元素であるが、その親核種である Mo-99 のほとんどは高濃縮ウラン (HEU) の核分裂により製造されている。

<http://www.cao.go.jp/oaep/mo-supply/houkokusho.pdf>

影響調査の一環として、CTBTOの支援の下、米国パシフィックノースウェスト国立研究所(PNNL)主催の1st ATM Challengeという科学プロジェクトが2015年に実施され、日本(ISCN)を含む7カ国及びCTBTOが参加した。本プロジェクトは、ベルギー国立放射性物質研究所(IRE)の医療用放射性同位元素製造施設の排気筒に設置した測定装置による放射性キセノンの実測データに基づき、本施設から放出された放射性キセノンがドイツの希ガス観測所(DEX33)に与える影響を、大気輸送モデル(ATM)を利用したシミュレーション解析により評価するものである(図1にIREとDEX33の位置関係を示す)。各参加者は、使用するATM計算コード⁴²や気象データ⁴³を独自に選択し評価を行った。

2013年11月10日～12月8日にDEX33で観測された放射性キセノン(Xe-133)の放射能濃度値と、IREでの実測データを基にISCNが行ったATMによる大気拡散シミュレーション解析により求めたXe-133放射能濃度解析値を比較した結果を図2に示す。観測値と解析値が高い相関を示していることから、IREがDEX33で同時期に観測されたXe-133の有効な放出源の一つであることが確認できた。他の参加機関の結果は使用したATM計算コードの違いや気象データの種類や解像度により違いが見られた⁴⁴が、いずれもISCNの解析結果と似た傾向を示した。また、複数の解析結果を組合せて評価する手法を用いたところ、観測値との相関が高かった上位4機関の平均値は、最も高い相関を示した機関の結果よりも更に高い相関を示すことがわかった。これら4機関が使用したATM計算コード及び気象データは同一のものではないことから、単一のATM計算コードと気象データでの評価より、複数のATM計算コード及び気象データによる解析結果を組合せて評価する方がより正確な推定が可能になるとの見通しが得られた。ただし、組合せを最適化する手法については、今後更に検討していく必要がある。なお、観測した放射能濃度値が低い日は、いずれの参加機関の解析値も観測値との相関が低かったことから、これらの放出源はIREではない可能性が高く、IRE以外の放出源に関する調査が今後も継続的に必要である。これら1st ATM Challengeの評価結果は論文にまとめられており、詳細についてはこれを参照されたい⁴⁵。

オーストラリア原子力科学技術機構(ANSTO)の医療用放射性同位元素製造施設から放出された放射性キセノンの実測データを用いた同様の科学プロジェクト(2nd ATM Challenge)が本年実施され、ISCNも参加する予定である。ISCNでは今後も本

⁴² 米国海洋大気圏局(NOAA)が開発したHYSPLIT やノルウェー大気研究所(NILU)が開発したFLEXPART等がある。ISCNではHYSPLITを用いた。

⁴³ 米国国立環境予測センター(NCEP)やヨーロッパ中期予報センター(ECMWF)等の気象データがある。ISCNではNCEPの気象データを用いた。

⁴⁴ 米国のATM計算コードHYSPLIT及び気象データNCEPを用いた結果より、欧州のATM計算コードFLEXPART及び気象データECMWFを用いた結果の方が、観測値と解析値が平均的に高い相関を示した。ただし、今回の試験は欧州地域が対象であったため、他の地域でも同様の結果が得られるかについては、更に調査していく必要がある。

⁴⁵ P.W.Eslinger, T.W.Bowyer, et.al., "International challenge to predict the impact of radioxenon releases from medical isotope production on a comprehensive nuclear test ban treaty sampling station", Journal of Environmental Radioactivity, 157, p.41-51 (2016)

テーマに関する調査及び研究を更に進め、核実験の識別能力向上に努めていきたいと考えている。



図1 IRE及びDEX33の位置

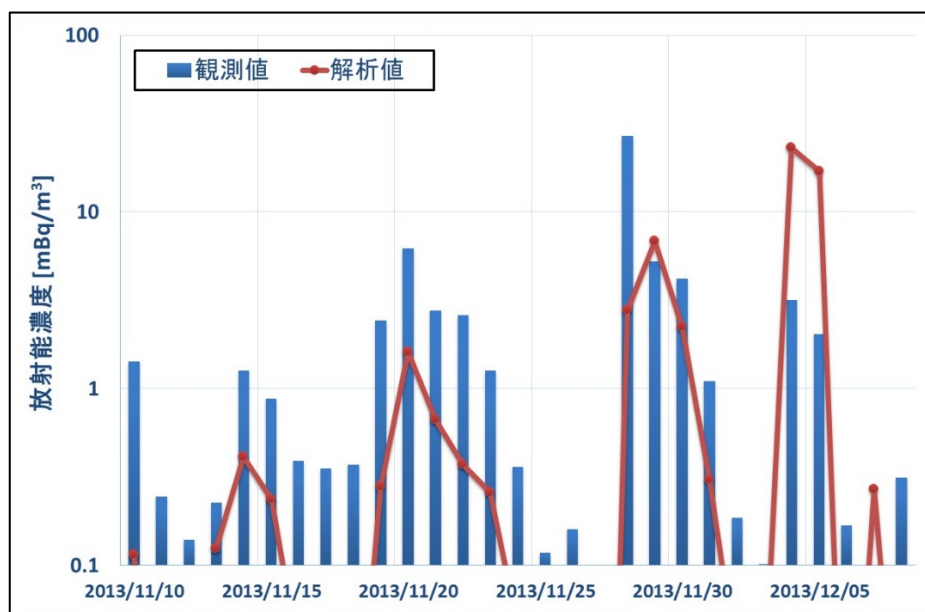


図2 DEX33におけるXe-133の放射能濃度値（観測値）及び
ISCNで行ったATMによる解析値の比較

【報告:技術開発推進室 木島 佑一】

3. 活動報告

3-1 米国核物質管理学会発表報告(1) -高エネルギー遅発ガンマ線分光法について-

第 57 回核物質管理学会 (INMM) 米国本部年次大会が米国アトランタで開催された。文部科学省核セキュリティ補助金事業「アクティブ中性子 NDA 技術開発」の一環として、「高エネルギー遅発ガンマ線分光法に関する研究」について発表した。本稿では、筆者がおこなった発表について報告する。

筆者は「Material Controls and Accountability : Emerging Active Neutron Interrogation Approaches」セクションにて、誘発核分裂起因のエネルギーの高い遅発ガンマ線を使う遅発ガンマ線分光法 (DGS: Delayed Gamma-ray Spectroscopy) 開発の、全体概要を紹介する発表を行った。JAEA からはアクティブ中性子 NDA 技術開発関連で 7 件の発表があった。

初めに、アクティブ中性子非破壊検査 (NDA: Non-Destructive Assay) 技術開発の目指す技術は、次世代高速炉サイクル、加速器駆動未臨界炉等の長半減期マイナーアクチノイド (MA) 等を、短半減期核種に変換する核変換サイクルにおける高放射線核物質を対象とするものであると同時に、現在の核燃料サイクルにおける低放射線核物質への適用も視野に入れていることを紹介した。

続いて、DGS は核物質中の核分裂性核種比を求める NDA 技術で、その技術により DGS システムを開発するためには、(1) 実際の核物質に中性子を照射して誘発核分裂を発生させ、その後の遅発ガンマ線を詳細に調べる実験的研究 (その際に入射させる中性子を、2 種類の中性子エネルギーフィルターの利用により差分的に、0.025 – 0.5 eV に絞り込むことを説明)、(2) その実験により得られたデータより核分裂性核種比を求める分析法である逆モンテカルロ法の開発、(3) D-T 中性子源の 14.1MeV 中性子を減速し、誘発核分裂を効率的に発生させる減速系の設計、これらを有機的に関連づけて全体的に開発していく必要があることを説明した。

(1) の実験的研究においては、欧州委員会共同研究センター (EC/JRC) の施設、及び JAEA のプルトニウム転換技術開発施設において測定を行うこととしていることを簡単に紹介した。(2) の逆モンテカルロ法は、得られたガンマ線測定データを核分裂収率や崩壊分岐比等の核データを使い繰り返し計算により核分裂性核種比を求める方法であり、その概要を説明した。(3) については、タングステンやグラファイト、ポリエチレンを使った、14.1MeV 中性子の減速体系の設計についての概要を説明した。

筆者が受けた質問は、「中性子の核分裂断面積には高エネルギー領域でかなりわからない部分があるが、それをどのように扱うのか」ということであり、「2 種類の中性子エネルギーフィルターの利用により差分的に測定結果を絞り込むことで、わからない部分からの寄与をなくすか、小さくすることを考えている」と回答した。

【報告: 技術開発推進室 瀬谷 道夫】

3-2 米国核物質管理学会発表報告(2)-随伴 FP パッシブガンマ線測定法について-

第 57 回核物質管理学会 (INMM) 米国年次大会は核物質管理に係る各国の専門家が集う国際会議であり、本年は米国ジョージア州アトランタのホテルで 7 月 24 日～28 日の期間開催された。筆者は「Material Controls and Accountability: Used Fuel and Debris NDA」セクションにおいて発表を行った。筆者の発表は「Applicability Evaluation of Candidate Technologies for Nuclear Material Quantification in Fuel Debris at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station - Passive Gamma Technique -」と題した、福島第一原子力発電所事故に伴い発生した燃料デブリ中の核物質量を定量する手法の一つとして開発を行っているパッシブガンマ測定法に関するものである。JAEA からは燃料デブリの核物質質量定量に資する非破壊測定(NDA)技術に関して 4 件のシリーズ発表を行っており、本発表はそのひとつである。

パッシブガンマ測定法は、核分裂生成物 (FP) のうち、低揮発性で核燃料物質と随伴し、かつ高エネルギーガンマ線を放出する核種の重量をガンマ線スペクトル測定から導出し、燃焼計算コードなどにより求められた核物質質量と FP 量との比を用いて、求めたい核物質質量を推定する簡便な手法である。燃料デブリの核物質質量を定量する NDA 技術(パッシブ及びアクティブ中性子線、ガンマ線測定法の4つ)に関して、現在 JAEA 及び電力中央研究所が共同で、燃料デブリ組成及び収納缶の共通のシミュレーションモデルを作成し、それを用いて考えられうる様々な燃料デブリの形態に対し、各々が開発している NDA 技術の成立可能性を検討している。筆者は共通モデルを用いたシミュレーションの結果を説明した後、収納缶内にデブリが均質に収納された場合、測定に係る不確かさの低減を目的として、密度補正手法が適用できることを示した。

その後の質疑応答では、ローレンスリバモア国立研究所の Young Ham 博士より「実際に測定をする場合の計数効率校正をどのように行うのか」という質問を受けた。筆者は「現段階ではシミュレーションのみの検討であるが、今後(標準体積線源を作成するのが難しい)実デブリに対する効率校正手法を、シミュレーションも適宜用いながら検討していくつもりである」と回答した。

【報告:技術開発推進室 芝 知宙】

3-3 韓国先端科学技術大学・核不拡散教育研究センター主催の会議への参加報告

2016 年 8 月 3 日～5 日に韓国ソウルで開催された韓国先端科学技術大学 (Korea Advanced Institute of Science and Technology : KAIST) 核不拡散教育研究センター (Nuclear Nonproliferation Education and Research Center : NEREC) が主催の 2016

NEREC Conference on Nuclear Nonproliferation へ参加した。

NEREC は 3 年前に KAIST に設置された核不拡散分野の次世代のリーダーを育てることを目的としたセンターである。原子力工学科における核不拡散、核セキュリティ分野の大学院教育と科学技術政策学科における原子力の政策研究を融合させたユニークな教育プログラムを提供している。NEREC では、夏休みを利用し高校生から学部の大学生を対象とした Young Fellow Program(YFP:5 週間)と大学院生を対象とした Graduate Fellow Program(GFP:6 週間)という二つの短期間の核不拡散分野の教育訓練プログラムを世界に門戸を広げて提供しており、今年は、YFP に 6 か国から 13 名(内 2 名が高校生)が、GFP には 11 か国から 14 名が参加をしている。2016 NEREC Conference はこの二つの短期教育プログラムの最後のカリキュラムと卒業式を兼ねたイベントであり、世界中から集められた核不拡散分野の第一線で活躍する研究者や実務家が核不拡散の課題や核不拡散規範、国際協力の在り方、技術開発と政策の融合をテーマに議論を行う会議に参加することで、学生に学ばせるという設定になっている。パネリストとして招聘された専門家は、ハーバード大学、スタンフォード大学、ジョージタウン大学、南カルフォルニア大学、テネシー大学、カルフォルニア大学バークレー校、ソウル国立大学、中国の復旦大学、長崎大学核兵器廃絶研究センター、米国、ロシア、スウェーデン、韓国のシンクタンク、国際原子力機関(IAEA)、韓国原子力統制技術院(KINAC)、JAEA などから約 20 名であり、これに、韓国国内の専門家が参加し、総勢 100 名規模の会議であった。

ハーバード大学の Steven Miller 教授が議長を務めたセッション1では、核不拡散をめぐる課題をテーマに議論を行った。James Martin 核不拡散研究所設立者の William Potter 氏は、NPT をめぐるこれまでの歴史や最終の合意文書をまとめられず機能障害に陥っている NPT Review 会議、米露の核不拡散協力の再構築の必要性、NPT 外の課題として、インドの NSG 加盟問題、北朝鮮の核開発問題、核テロが起きる蓋然性の高まりなどについて報告を行った。長崎大学の鈴木達治郎核兵器廃絶研究センター長からは、深まる日本の核をめぐるジレンマとして、核廃絶を求めながら一方で核の抑止力に頼らざるを得ない北東アジアの安全保障の問題、原子力の平和利用と潜在的な核兵器開発能力について触れ、核兵器 3 カ国(米露中)と非核兵器国 3 カ国(日本、韓国、北朝鮮)で北東アジアの非核兵器地帯条約を構築する提案等を行った。また、KAIST の NEREC センター長の Yim 教授からは、技術に根ざした政策研究の重要性とそのような資質を持った次世代のリーダー育成のために設立された NEREC の活動についての報告がなされた。IAEA からは、Bruno Chesnay 上級査察官が保障措置制度の進展と課題について述べた。平和利用の拡大に伴い予算も人員も大きくは変わらない中で IAEA がどのように保障措置実施の効率を上げて来たかについて報告がなされた。セッション2では William Potter 氏が議長を務め、核不拡散規範と国際協力をテーマに議論を行った。ジョージタウン大学の Matthew Kroenig 助教授は米国が新たに規範としようとしている再処理と濃縮を認めない原子力協力協定の Gold Standard 化について触れ、南カルフォルニア大学の Jacque Hymans 助教授は核不拡散規範である NPT の普遍性に係る洞察を行った。KAIST の Yim 教授は原子力平和利用に係る 2 国間原子力協力協定の現状を網羅的にまとめ、受領国側への核不拡散対応義務

に係る規定において強弱が存在しており、原子力発電を輸出する企業がしっかりと核不拡散規範を守ること、輸出管理を徹底すること、IAEA 保障措置追加議定書の締結を普遍化していくことが重要と指摘した。出張者からは JAEA の核不拡散・核セキュリティ分野の国際貢献と題して、核セキュリティサミットの成果として、JAEA の高速炉臨界実験装置 (FCA) 燃料の高濃縮ウラン及びプルトニウムの米国への輸送を完了したこと、人材育成支援で高い評価を得ていること、保障措置に係る IAEA への技術支援など JAEA がこれまで実施してきた核不拡散、核セキュリティ分野の国際貢献、good practice について報告した。スタンフォード大の Scott Sagan 教授が議長を務めたセッション 3 では、核不拡散分野における技術と政策の融合をテーマにテネシー大の Howard Hall 教授、KAIST の So Young Kim 教授、韓国 Ulsan National Institute of Science and Technology (UNIST) の Sungyeol Choi 助教授、カリフォルニア大バークレー校の Jasmina Vujic 教授からそれぞれの大学における技術と政策の融合研究とその教育の現状について報告がなされた。また、ジョージア工科大学の Adam Stulberg 教授からは人と人とのネットワークを介して拡散する無形の技術情報を人と人のつながりを追いかけて分析する手法を用いて解析した結果について報告がなされた。それぞれのセッションにおける質疑応答は YFP 及び GFP に参加している学生からの質問が優先され、非常に活発な議論が行われた。2 日目のセッション終了後には YFP と GFP の参加者らがプログラム期間中に行ったグループでの政策研究に係る約 10 件のポスタープレゼンテーションが行われ、招聘されたパネリストらが優秀ポスター選定に係った。また、その後のワーキングディナーには韓国の前科学技術大臣が来場し、原子力と核不拡散に係る自身の経験に基づく講話が行われ、皆、熱心に聞き入った。次世代の核不拡散分野で活躍するリーダーを育てるという理念が反映された非常に良い会議であった。なお、ISCN では、NEREC の GFP の一環として行われる日本の原子力施設訪問で 2015 年より協力しており、2016 年も NEREC Conference の翌週 8 月 12 日に ISCN に受け入れ、ISCN における PP フィールドやバーチャルリアリティシステムの視察、原電東海 2 号機の視察に協力を行ったところである。

【報告:核不拡散・核セキュリティ総合支援センター 直井 洋介】

4. コラム

4-1 計量管理の今昔物語

【はじめに】

スリーマイルの事故は 1979 年 3 月の末、新年度が始まる直前だった。筆者が原子力機構の前身の動燃事業団に入社したのはこの年だ。筆者の配属先はプルトニウム燃料施設計量係だった。今回、本誌の編集委員より本欄を書く機会を頂いたので「計量管理」について書いてみようと思う。今でも誤解の多い計量管理や保障措置、気楽に読んで頂ければ嬉しい。本題に入る前に、入社した時のことで忘れられないことが幾つかあるので、まずはその点から紹介したい。

入社後初めて現場、管理区域に入った時の事だ。壁のあちらこちらに、標語が貼ってある。その中の一つが印象的で今でも覚えている。「疲れたら、もう少しと言わずに一休み」。頑張って働くなど言っている。安全上の観点から余裕を持ってというものであるが、当初は戸惑ったものである。

二つ目は、職場に音楽が一日中流れていることだ。イーजीリスニングと言ったら良いのかもしれない、気楽に聞ける音楽が始業時刻から終業時刻までずっと流れていた。あるとき、誰かにこの音楽はどこから持ってくるのかと質問したら、茨城放送が作ったものとの答えだった。現場作業中の過度の緊張を和らげる良い環境であったと思う。

そして最後は、同期の言った言葉である。その頃プルトニウム燃料工場は、常陽とふげんの MOX 燃料を製造していた。現場で目にしたのは、ウラン、プルトニウム粉末を一つひとつ手で押し固める燃料ペレット製造工程だった。1 体の燃料集合体を製造するためには、何千ものペレットが必要になるが、それを全て手作業で作っている。その手作業について同期が、「手工業の上に成り立つ最先端技術開発」と言ったことを思い出す。

後になり標語や音楽、また、余裕を持った作業は、汚染事故を防止し、また、汚染事故が起こった際に直ぐに対応出来る余裕を作る為であったことを知った。

【計量係の任務】

さて、本題の計量管理である。配属先の計量係の最大の任務は、臨界事故を起こさないようにすることである。燃料製造のために核燃料物質を一つの工程から次の工程へ移動させることが必要になる。実際には一つのグローブボックスから次のグローブボックスへ移動させることになる。この移動を行うのが計量係の任務だった。

計量係の任務はまず、移動先の核物質の在庫量を確認、次に移動する量を確認することだ。それは核物質を移動しても、移動先が臨界制限量を超えないことを確認してから、移動を行うことだった。燃料製造を行う者でなく、第三者が行うことで、臨界安全を確実なものとするためであった。

次に重要な任務は在庫管理、燃料製造に使うウラン粉末やプルトニウム粉末の在庫量を管理することである。燃料製造計画を考えて原料のウランを調達し、製造ラインに供給する。しかし、ウランと違ってプルトニウムの調達先は限られており、それは当初東海再処理工場からだけであった。毎日東海再処理工場からトラックで運び込まれる硝酸プルトニウム溶液を電子レンジの原理(マイクロ波により水を振動させ発熱させる原理)を使用する方法で MOX 粉末にして使っていた。しかし、ある日突然大きな輸送容器が施設の前に到着して計量係は総出でその輸送容器を開梱することになった。晴新丸でフランスから輸送されてきたプルトニウムが到着したのだった。輸送容器から出てきたのはプルトニウム粉末を 2kg ずつ詰めた缶だった。缶が幾つあったか覚えていないが、貯蔵室がいっぱいになったという記憶がある。この貯蔵室を管理するのも計量係の仕事だった。

第三の任務は、国と IAEA の査察対応である。といっても十数名の計量係員だけでは対応は無理であり、プルトニウム燃料施設の職員総出で対応していた。この頃は IAEA の査察理論がきちんと構築されていなかった時代であり(査察理論の構築は 1980 年代後半の長期査察基準が最初)、年に 4 回の実在庫査察(検認)が実施されていた。査察を受ける準備は査察開始の 2 週間前から始まる。まずは燃料製造ラインを止めて、査察官が核物質を検認出来るようにするための準備作業を開始する。各グローブボックスでは、内部のウランやプルトニウムの粉末をかき集めて、種類や成分の違い毎に容器に入れ、各容器が識別出来るように ID(記号や番号)を付ける。そして容器毎の核物質の量を確定する作業を行う。ペレット焼結工程ではペレットを皿に並べ、皿毎の核物質量を確定する。次に容器や皿(アイテム)毎の核物質量をコンピューターに入力し核物質の実在庫リストを作成する。このリストを査察官用と施設者用の 2 部(紙で)出力する、記憶だと約 4000 アイテムが在庫リストに記載されていたと思う。これで査察を受ける準備が完了する。ここまでの作業に約 2 週間を要した。

さて、管理区域への入域のための書類手続きや、送迎の車の手配などを経て査察官の到着である。国の査察官が約 10 名、IAEA の査察官が 10 数名(いつも IAEA 査察官のほうが数名多い)総勢 20 数名の査察官である。査察初日の午前中は、施設側の対応者(それぞれの査察官に同行する者)30 名程度(査察官人数より少し多い)と一緒に、査察開始のための全体会合である。査察スケジュール、各査察官の査察場所などの、指示確認を行う総勢 50 名以上の大会議である。これを計量係が仕切らなければならない。午後からは現場(管理区域)に入って、全アイテムの目視確認である。そして時々査察官により核物質量の検認のためのサンプルが指定され、査察官により非破壊測定が行われたり、後で破壊分析するための粉末やペレットの試料採取が行われたりする。これらの対応は現場の職員が総出で行う。

この様にして全 4000 アイテムの検認を行う。最終日にはまた査察官全員と対応者全員が集まって査察結果について講評が行われた。ここまでに 3 週間を要し査察の一連の作業はほぼ終了する。第 4 週目は、計量係員と残った数名の査察官が、査察中に採取した試料の処理に立ち会う。査察中に採取した試料を IAEA と国の分析所に輸送するため、施設の分析所で溶解、分取、乾固といった処理(輸送できる量にする

処理)を行う。査察官は、この処理の間に試料がすり替えられたりしていないことを確認するため立ち会う。処理後の試料は IAEA と国の封印が取り付けられ、輸送容器に収納され、必要な書類と共に IAEA と国の分析所にそれぞれ発送される。これでやっと査察の全てが終了し計量係の任務も終了する。

この査察を年に 4 回行っていた。つまり 3 ヶ月毎(13 週間毎)に 3 週間は査察のために燃料製造を止めていたのである。一回の IAEA 査察量はおおよそ延べ数十人/日から 100 人/日弱、施設側の対応労力はその数倍から 10 倍だったと記憶している。現在と比較すると隔世の感がある(現在のプルトニウム燃料第三開発室の在庫検認査察は年 1 回、1 回の査察に来る IAEA 査察官は 8 名程度、査察期間は 4 日間位である)。

【計量管理の目的と発展】

さて、大分話が横に逸れたので計量係の仕事の話に戻ってみたい。

最近、計量管理の目的は何か?と聞かれる機会が何度かあった。

確かに法律を見ると国際規制物資の使用に関する規則の中で、核物質を使用する者は計量管理を行うように定められている。IAEA も国内計量管理制度(SSAC)や地域計量管理制度(RSAC)で言う形の計量管理を要請している。計量管理は保障措置や原子力の二国間協定の義務を履行するために行っているように見える。

しかし事業者から見ると、どのくらいの量の核物質が何処にあるのかを確認することが全ての原点であり、それを基に安全管理や在庫管理、財産管理、核物質防護などを行っている。法で求められる国際規制物資としての計量管理報告もその一つである。

法で求められなくても、お金や貴金属、危険物と同様に、所有者としてキチンと管理するため量と所在を管理せざるを得ない。

この査察経験が、プルトニウム第三開発室の保障措置技術開発を施設者が行う契機となった。本来保障措置技術開発は査察側である IAEA が行うものであるが、施設の操業期間を出来るだけ長くすることと、施設側の対応労力を低減するためには施設者自らが保障措置手法の検討と技術開発を行う必要があった。

このことが施設者と査察側の協力の必要性を明らかにし、1990 年代に入って施設の設計情報の早期提出に関する IAEA 理事会決定になり、現在の Safeguards by Design となってきたのである。

【報告:核不拡散・核セキュリティ総合支援センター 堀 啓一郎】

5. お知らせ

5-1 「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－核セキュリティ・サミット以後の国際的なモメンタム維持及び核軍縮への技術的貢献－」の開催について

日本原子力研究開発機構は、2016年11月29日、日本国際問題研究所と東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻、東京工業大学科学技術創成研究院先導原子力研究所との共催(予定)の下、「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」を開催することと致しました。本フォーラムでは、米国エネルギー省国家核安全保障庁(DOE/NNSA)防衛核不拡散局、外務省総合外交政策局軍縮不拡散・科学部をはじめとして国内外の有識者の方々にご講演いただきます。

パネルディスカッションでは、「ポスト核セキュリティ・サミットの国際的な核セキュリティ強化のモメンタム維持と、今後の人材育成・能力構築支援 COE の活動」と2)「核兵器のない世界」へー我が国の核軍縮への貢献－という2つのテーマを取り上げ、それぞれ政策的観点及び技術的観点から議論を行います。

日 時：2016年11月29日(火) 10:00～17:35

「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

-核セキュリティ・サミット以後の国際的なモメンタム維持及び核軍縮への技術的貢献-

場 所：時事通信ホール(東京都中央区銀座5-15-8 時事通信ビル2階)

御多用中のところ、是非とも御参加頂きますよう、ご案内申しあげます。

※申込み等詳細につきましては、10月中旬頃、ISCN ホームページ(<http://www.jaea.go.jp/04/iscn/>)に掲載致します。

5-2 文科省情報ひろば展示開始

文部科学省が国民との双方向コミュニケーション機能を強化するために設置した、ミュージアム「情報ひろば」の「企画展示室」(旧文部省庁舎3階)において、2016年8月1日から2016年11月21日まで、文部科学省における大学・研究機関等との共同企画展示を実施しています。この中で日本原子力研究開発機構(原子力機構)の企画展示のうち、「国際的な核不拡散・核セキュリティに貢献する原子力機構の活動」として、核不拡散・核セキュリティ総合支援センターが核セキュリティ強化等推進事業として実施している主にアジアを中心とした諸国に対する人材育成支援、核物質の測定・検知及び核鑑識の技術開発等について紹介する内容となっていますので、ご案内申し上げます。



発行日：2016年9月27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)