

ISCN ニュースレター

No.0233

August, 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	INMM2016の概要-----	4
	2016年7月24日～28日に、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。年次大会で行われた初日と最終日の全体会議の概要について以下に報告する。	
1-2	軍備管理協会が核兵器国等の核不拡散及び核軍縮の進捗に係る成績表を公表-----	5
	2016年6月、核軍縮に係る米国の民間シンクタンクである軍備管理協会は、核兵器国(中仏露英米)、核兵器不拡散条約未加盟で核兵器を有する国(インド、イスラエル、パキスタン)及び核拡散懸念国(北朝鮮、イラン、シリア)の計11カ国の2013年3月～2016年4月における核不拡散、核軍縮及び核セキュリティの進捗に係り、計10項目の指標に基づいた評価をA～D及びFで表した成績表を発表した。その概要を報告する。	
1-3	核軍縮検証のための国際パートナーシップ(IPNDV)設立までの核軍縮に向けた動きとIPNDVの意義と今後-----	14
	2016年6月に核軍縮検証のための国際パートナーシップ(International Partnership for Nuclear Disarmament Verification: IPNDV)の第3回会合が開催された。2014年に始まったIPNDVの経緯と意義、そして今後について報告する。	
2.	技術紹介-----	20
2-1	韓国におけるパイロプロセス研究の現状-----	20
	2015年11月に発効した「米国と韓国の平和目的の原子力利用に係る協力協定」で、韓国は、乾式再処理技術であるパイロプロセスの核燃料物質を分離する前までの工程の研究開発について、米国から事前同意が得られ、自国において限定的ながらも再処理研究開発が可能となった。本報では、韓国が認められたパイロプロセスと関連する韓国の研究開発施設の概要について紹介する。	
3.	活動報告-----	24
3-1	核軍縮検証のための国際パートナーシップの概要と国際シンポジウム「核軍縮をどう検証するか:国際安全保障と検証技術から考える」の報告-----	24
	核軍縮の検証のための方途・技術について核兵器国と非核兵器国が協働して検討する、核軍縮検証のための国際パートナーシップ(International Partnership for Nuclear Disarmament Verification: IPNDV)の第3回全体会合が2016年6月28日～30日に東京で開催され、7月1日に東京大学と外務省の主催により、「核軍縮をどう検証するか:国際安全保障と検証技術から考える」と題する国際シンポジウムが開催された。本パートナーシップにはISCNからも専門家が出席し、核軍縮検証に資する関連技術について検討を進めている。本稿では、IPNDVの概要と国際シンポジウムの内容について報告する。	
3-2	コンピュータセキュリティトレーニングの開発に係る地域ワークショップ-----	26
	核不拡散・核セキュリティ総合支援センター(ISCN)は、国際原子力機関(IAEA)と共催で、核セキュリティに係るコンピュータセキュリティトレーニングの講師育成(train-the-trainer)を目的とするワークショップを実施した。本ワークショップは、2016年6月27日～7月1日の5日間の日程で実施され、IAEAが設置を推奨する核セキュリティセンター(Nuclear Security Support Center: NSSC)を持つ国を中心に、14名(7か国)が参加した。	

3-3	IAEA 追加議定書(AP)および大量破壊兵器物質識別トレーニング(CIT)に関するセミナー (ミャンマー)-----	27
	外務省、経済産業省(以下経産省)の協力の下、ISCN、米国 DOE/NNSA 及びミャンマー原子力省 (DAE)の共催による「IAEA 追加議定書(AP)および大量破壊兵器物質識別トレーニング(CIT)に関するセミナー」を、2016年7月12-14日の3日間、ミャンマーの首都ネピドーで開催した。	
3-4	米国ワシントン DC におけるワークショップ「Today and Future of US/DOE-JAEA Cooperation on Nuclear Non-proliferation and Nuclear Security」の開催 -----	28
	ISCN は 2016 年 7 月 22 日、米国ワシントン DC において「核不拡散・核セキュリティ分野での日米協力に関するワークショップ」を米エネルギー省国家核安全保障庁(DOE/NNSA)とともに有識者を招いて開催。DOE/NNSA 等米国政府関係機関、米国国立研究所、シンクタンク、駐米関係機関等から 55 名が参加した。	
4.	コラム -----	30
4-1	A New Researcher’s Initial Impressions of the ISCN-----	30
	I am a researcher and prospective instructor in nuclear safeguards and nuclear security at the International Capacity-Building Support Office of the ISCN. This article describes my initial impressions of the ISCN and my current work.	
	2016 年 5 月から任期付研究員として ISCN に勤務しているロバートソン・カルマン氏が、ISCN の第一印象と現在の業務を紹介する。	
5.	お知らせ -----	32
5-1	「核セキュリティを支える技術開発に係る国際シンポジウム」の開催について -----	32

1. 核不拡散・核セキュリティに関する動向（解説・分析）

1-1 INMM2016 の概要

2016年7月24日～28日に、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。年次大会で行われた初日と最終日の全体会議の概要について以下に報告する。

初日の全体会議

初日の全体会議では Connecting Science, Technology, Policy and Culture for Effective Nuclear Materials Management をテーマに3件の招待講演が行われた。

米国国家核安全保障庁の Anne Harrington 次官補(防衛核不拡散局担当)が「The challenge of culture」とのタイトルで講演を行った。核物質管理のために、科学技術、政策、文化をどのように駆使するかが問題であり、核セキュリティ文化というのは、安全文化、企業文化、国々の文化、言語文化、職業的文化、そういったものに密接に絡み合っており、原子力に係る人々に核セキュリティ文化が浸透しているかどうかは、個人個人の文化的背景によるとの指摘がなされた。そのため、核セキュリティ教育を実施する上で、信頼性が低い人物(インサイダーの疑いがもたれる人物)を教育するのは難しく、それよりも透明性を上げることの方が重要であるとの指摘がなされた。また、世界の多様な核セキュリティ文化における、統一的な核セキュリティ文化醸成の尺度を作ることは難しいので、その国の事情にあった尺度を作ることが重要であり、そして、より効率的な核物質管理のために、科学技術、政策、文化をどのように駆使するか、国際的にベストプラクティスの知見を共有することが望ましいとの指摘がなされた。

続いて国際原子力機関(IAEA)の Tero Varjoranta 保障措置担当事務次長が IAEA の現状の報告を行った。IAEA の保障措置は不測の事態によく直面し、そういったものの保障措置が難しいと述べた。例えば、イランの核問題に関する共同作業計画(JPA)や包括的共同作業計画(JCPOA)、北朝鮮の核開発問題などが例に挙げられる。このような問題は迅速な対応を迫られる難しさがある。また、福島のような巨大地震が原子力施設を襲った場合にも、高線量下でどのように保障措置をかけるかが、難しい問題である。イランの例を挙げると、イランの JCPOA 履行をどのようにして確認するかが課題であり、そのためには、必要な人員の確保、特に査察官の教育が重要である。また、イラン問題は局面が常に変わり、その中で IAEA 理事会にどのようにして報告書を25年間出し続けていくかが、難しい点であり、そのような中で、どのようにして科学技術や政策、文化を駆使して、より効率的な核物質管理を実施するかとの問いに対しては、一つには新しい技術を常に採用することの重要性が指摘された。最後に、リーダーシップが重要であり、保障措置を有効に機能させ続けるためにも、IAEA は強いリーダーシップを持って臨んでいくとの決意が述べられた。

招待講演の3つ目は、オーストラリア保障措置・核不拡散局の Rob Floyd 局長より行われた。Floyd 氏は、広島を訪れた経験から、核のない世界を追及する上で、個人

の役割は大きいとの見解を示し、原子力政策は公共の文化を反映していると述べた。また、個々人が核不拡散・核セキュリティに携わるのが当然という雰囲気を作り出せば、政治はそれに応えるとの見解を示し、個々人が文化の担い手であるのに対し、リーダーシップというのは、文化の醸成に責任を持つものであると指摘した。原子力施設で働く人が、たくさんの規則等を負担とを感じるようにするのではなく、「核のない世界」を目指すのだという)壮大な目標を持つようにするのが重要であると述べた。そして、文化は信頼に繋がるものであり、国の持つ核不拡散・核セキュリティ文化が、国家間の信頼が根底にある国際保障措置を有効に機能させるためにも、重要であると指摘した。

最終日の全体会議

最終日の全体会議では Lofty Perch 社の Mark Fabro 氏が、アイダホ国立研究所、及びパシフィック・ノースウエスト国立研究所の技術者チームと共に、「Integrated Cyber/Physical Threat Scenarios」とのタイトルでサイバーセキュリティ事象の実演を行った。Fabro 氏は、核物質管理(PP)に用いられる機器はほぼ全てネットワークに接続している現状を理解すべきであり、サイバーテロリストは計測制御系をどのようにして攻撃するか熟知していることを前提とすべきだと指摘した。監視カメラの乗っ取り、及び原子力発電所の二次冷却系の制御系の乗っ取りについて、模型を用いた実演がなされ、サイバーテロ対策として、ファジング(fuzzing)とよばれる、脆弱性を検証するためのテスト手法の有効性を説いた。最後に、テロリストは情報技術の知識を持っており、PP 設備への攻撃とサイバー攻撃を合わせたものが、現代の重大な脅威であることを指摘し、テロリストの先手を打つ対策が必要であることを述べた。

【報告:技術開発推進室 芝 知宙】

1-2 軍備管理協会が核兵器国等の核不拡散及び核軍縮の進捗に係る成績表を公表

2016 年 6 月、核軍縮に係る米国の民間シンクタンクである軍備管理協会は、核兵器国(中仏露英米)、核兵器不拡散条約未加盟で核兵器を有する国(インド、イスラエル、パキスタン)及び核拡散懸念国(北朝鮮、イラン、シリア)の計 11 カ国の 2013 年 3 月～2016 年 4 月における核不拡散、核軍縮及び核セキュリティの進捗に係り、計 10 項目の指標に基づいた評価を A～D 及び F で表した成績表を公表した。その概要を報告する。

【経緯】

2016 年 6 月、核軍縮に係る米国の民間シンクタンクである軍縮管理協会 (Arms Control Association: ACA) は、核兵器国(中仏露英米)、核不拡散条約(NPT)未加盟で核兵器を有する国(インド、イスラエル¹、パキスタン)及び核拡散懸念国(北朝鮮、イ

¹ イスラエルは公式に核兵器保有しているとも保有していないとも表明していないが、本成績表では「核不拡散条約(NPT)未加盟で核兵器を有する国」に分類されている。

ラン、シリア)の計 11 カ国の 2013 年 3 月～2016 年 4 月における核不拡散、核軍縮及び核セキュリティの進捗に係り、計 10 項目の指標に基づいた評価を A～D 及び F²で表した成績表“Assessing Progress on Nonproliferation and Disarmament Updated report card 2013-2016”を公表した³。ACA がこのような成績表を公表するのは、2010 年及び 2013 年に続き今回が 3 回目である。ACA は本成績表が、核兵器による脅威の更なる削減そして最終的には脅威を無くすために、今後、各国が何を達成する必要があるかを議論するための指標となるとしている。

【2013 年～2016 年の概観】

2016 年版の成績表は、過去 3 年間の特徴として、上記の 11 カ国のうち多くの国が核不拡散と核セキュリティ規範の強化に著しい進展を見せた一方で、核軍縮に向けた歩みは遅く、特に兵器用核分裂性物質生産禁止条約(カットオフ条約)交渉には何の進展も見られなかったと述べている。成績表が挙げるその他の特徴は以下の通りである。

- **核兵器の削減**:核兵器国では、英米が配備済核兵器数を僅かに削減したのみで、中露は 2013 年から配備済の核兵器数を増加させた。
- **核兵器の警戒態勢**⁴:中国は警戒態勢レベルを引き上げ、インド及びパキスタンも核弾頭を運搬システム(発射装置)に設置して保管するための措置を講じつつある。インドは近々、弾道ミサイルを搭載した原子力潜水艦を完成予定。
- **非核兵器地帯条約**:中央アジア非核兵器地帯条約は議定書への核兵器国の署名等の進捗が見られる一方で、中東非核兵器地帯/中東非大量破壊兵器地帯の創設に係る歩みは停滞している。
- **核実験の禁止**:核兵器国と NPT 未加盟国で核兵器を有する国は、北朝鮮を除き核実験を実施していない。米中は包括的核実験禁止条約(CTBT)発効要件国であり条約は未批准であるが、2013 年以降、CTBT

² 一般的に米国の成績表は A～D までが成績としてつく評価で、それ以下は F(Fail)となる(したがって E はない)。

³ Elizabeth Philipp and Kelsey Davenport, “Assessing Progress on Nonproliferation and Disarmament, Updated Report Card 2013-2016”, Arms Control Association, July 2016, https://www.armscontrol.org/files/2016_ReportCard_reduced.pdf

⁴ 例えば米露の大陸間弾道弾(ICBM)は、「高い警戒態勢」(ハイ・アラート)状態、つまり発射決定から数分で発射できる態勢が取られていると言われる。一方で何らかの物理的措置を講じて警戒態勢レベルを下げ、つまりミサイルの発射決定から発射までにかかる時間を長くすれば、核兵器の偶発的使用や、許可のない使用の危険性を減らすことが可能となる。警戒態勢レベルを下げることは、また核兵器の軍事的役割を低下させ、引いては軍縮の促進にも繋がる可能性があるとの考えもある。ACA は、本指標に係る評価について、A:「警戒態勢を解除」し、核兵器を運搬システムに設置しておらず、核兵器の使用に適切な許可を得ることを確保している状態、B:発射までの時間を遅らせる手続き及び核兵器の使用に適切な許可を得ることを確保している状態、C:「高い警戒態勢」(ハイ・アラート)状態において、使用に適切な許可を得ることを確保している状態、D:使用に適切な許可を得ることを確保しているか否か不明な状態、と定義している。

への更なる支持を表明している。一方北朝鮮は、2006年、2009年、2013年及び2016年に核実験を実施し、改善が見られない。

- **輸出管理**: 中国はパキスタンへの原子炉売却を継続し、弾道ミサイル関連物資や技術の移転管理に係る包括的リストを整備していない。北朝鮮、イラン、シリアは適切な輸出管政策を履行しておらず、機微技術を他国や非国家主体に移転している。
- **イラン**: 2015年の包括的共同作業計画(JCPOA)の合意により、イランの核計画を著しく制限できたことは、国際社会の重要な功績。イランによる国際原子力機関(IAEA)保障措置追加議定書に則した取組は評価されるべきものである。

【10の指標に基づく各国の成績】

ACAによる10の指標と、A～D及びFの一般的な評価の基準、またそれらに基づく各国の2016年の成績表は以下の通りである。各指標のA～D及びFの具体的な評価は、厳密には指標毎に異なる。さらに指標が該当しない国もあり、その場合はN/Aとして示している。総合評価は、A～D及びFをプラス(+)及びマイナス(-)を含めて数値化し、その平均値で示している。また表中の評価で背景を付してあるものは、後述する各国の注目点である。

指標 \ 国名	中	仏	露	英	米	印	イスラエル	パキスタン	北朝鮮	イラン	シリア
(1)核実験の禁止	B+	A	A	A	B+	D+	C+	D+	F	B+	C
(2)兵器用核分裂性物質の生産禁止	B	A	A	A	A	F	F	F	F	N/A	N/A
(3)核兵器の警戒態勢	B-	B-	C-	B	C	A-	D	B	D-	N/A	N/A
(4)核戦力の削減	F	D	B-*	C+	B+	F	D-	F	F	N/A	N/A
(5)消極的安全保障	B+	C	C-	C	C	B+	D+	B	F	N/A	N/A
(6)非核兵器地帯条約	B+	B+	B+	B+	C+	C	C+	C	F	C	C
(7)IAEA 保障措置	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	C+	C	C	F	A-	F
(8)核兵器関連の輸出管理	F	A	A	A	A	A	A	B-	F	F	F
(9)核セキュリティ強化のコミットメント	A-	A	B-	A	A	A	A	B+	D	D	D+
(10)核テロ行為の犯罪化と核物質等の不正取引防止のコミットメント	A	A	A	A	A	A	B	B	D	C	F
総合評価	C+	B	B	B+	B	C+	C	C	F	C	D-

*:既存の INF 条約への違反が考慮されれば評価は F となる。

A: 国際基準を尊重、あるいはそれ以上の対応、

B: 国際基準の尊重に大きな前進を見せている、

C: 国際基準の尊重に制限的な、あるいは宣言レベルの対応、

D: 国際基準の尊重に何の対応もしていない、

F: 国際基準と矛盾する対応、あるいは基準の尊重を拒否する対応

【各国毎の特徴】

各国毎の 2016 年度評価の特徴、特に 2013 年度の評価に比して変動があった、あるいは不変であるが特徴的なもののうち、主要なものは、以下の通りである。

• 中国:

- ✓ (3)核兵器の警戒態勢: 中国は昨今、既存の潜水艦を巨浪 2 号(JL-2、潜水艦発射弾頭ミサイル)を搭載できる普型(JIN)クラスのみサイル攻撃型原子力潜水艦にリプレースしている→評価は 2013 年度(前回)評価 A から下がった B-。
- ✓ (4)核戦力の削減: 核兵器国で唯一、核兵器数を増加させている(2013 年 3 月の保有数は 240 発、2016 年 4 月現在は 260 発)→評価は前回評価 D から更に下がった F。

✓ (8)核兵器関連の輸出管理:昨今は輸出管理政策を強化しているものの、パキスタンへの原子炉輸出は原子力供給国グループ(NSG)内で議論の的となっている。また中国は核兵器製造に利用可能な核物質や技術等を核懸念国に供給していると言われていた→評価は F で前回と同じ。

✓ 2016 年の総合評価:前回評価 B-より下がった C+。

• 仏国:

✓ (4)核戦力の削減:300 発以下の核兵器の所有を宣言し、主要な核兵器関連施設の閉鎖に動いているものの、具体的な核兵器の削減の動きは見られない→評価は D。

✓ 2016 年の総合評価:前回評価と同じ B。

• 露国:

✓ (4)核戦力の削減:2010 年の新 START の義務を履行し、2012 年 9 月の時点で配備済核兵器の数を 1,499 発に削減したことを公表(ただし 2016 年 4 月の発表では 1,735 発に増えている)⁵。一方で 2013 年のオバマ大統領による更なる削減提案には応じていない。→評価は B-だが、INF 条約への違反が考慮されれば評価は F となる⁶。

✓ (8)核兵器関連の輸出管理:国内で核・ミサイル関連技術の輸出管理方策を実施し、2014 年に国連 1540 委員会に報告書を提出→評価は前回評価 C から上がった A。

✓ (9)核セキュリティ強化のコミットメント:2014 年に米国との核セキュリティに係る協力を停止し、核セキュリティ履行に係るイニシアティブに参加していない→評価は前回評価 A-から下がった B-。

✓ 2016 年の総合評価:前回評価と同じ B。

• 英国:

✓ (4)核戦力の削減:核兵器国の中で最も軍縮に積極的で保有数も最も少なく、過去 5 年間で保有数を最低レベルにした(2015 年末の配備済の核兵器数は 120 発、備蓄数は 65 発。2013 年度の配備済

⁵ なお ACA によれば、2016 年 7 月現在で露国の保有する核兵器の総数(配備済及び備蓄を含む)は 7,300 発と言われている(出典:https://www.armscontrol.org/files/images/WarheadsGraphic_160726.png)。

⁶ オバマ大統領は 2016 ワシントン核セキュリティ・サミット開催前日の 2016 年 3 月 30 日のワシントンポスト誌に、“How we can make our vision of a world without nuclear weapons a reality”と題する記事を寄稿し、露国が INF 条約の義務に違反していると述べている。一方露国の大統領報道官は、露国は INF 条約への自国の忠実性を維持しており、原則的な追従を改めて確認するとし、米国の主張に反論している。

160 発、備蓄数 55 発から削減)。また英国は軍縮の検証手法の開発に尽力しており、2015 年に始まった核軍縮検証のための国際パートナーシップ(IPNDV)にも参加している→評価は C+。なお、米露の本指標の評価が B+あるいは B-で、英国が C+なのは、削減が削減の枠組みに基づくフォーマルな検証手段の下でなされている場合の評価は B、なされていない場合の評価は C となっていることに依る。

- ✓ 2016 年の総合評価: 前回評価と同じ B+。前回に続き 11 カ国の中では最高位。

• 米国:

- ✓ (4)核戦力の削減: 2016 年現在の配備済の核兵器数は 1,481 発で 2013 年 4 月の 1,722 発から削減した⁷。また、2013 年 6 月にベルリンで、配備済の核兵器数を、露国との交渉により新 START の上限である 1550 発よりさらに 3 分の 1 削減することを提案→評価は B+(前回評価は B)。
- ✓ (9)核セキュリティ強化のコミットメント: 改正核物質防護条約(改正 CPPNM)の批准、核セキュリティ・サミットの開催、地球的規模脅威削減イニシアティブ(GTRI)等の主導により、2016 年度の評価は前回評価 B+から上がった A。
- ✓ (10)核テロ行為の犯罪化と核物質等の不正取引防止のコミットメント: 核テロ条約を批准し、拡散に対する安全保障構想(PSI)及び核テロリズムに対抗するためのグローバル・イニシアティブ(GICNT)に参加していること等により 2016 年度の評価は前回評価 B+から上がった A。
- ✓ 2016 年の総合評価: 前回評価と同じ B。

• インド:

- ✓ (2)兵器用核分裂性物質の生産禁止: カットオフ条約交渉を支持するものの、自発的モラトリアムを拒否し、兵器級プルトニウム(Pu)の生産を継続していると言われている→評価は前回と同じ F。
- ✓ (4)核戦力の削減: 核兵器を国家安全保障に不可欠なものと位置付け、核兵器数と運搬手段の拡張を図っており、保有する核兵器数は 90~100 発とされる→評価は前回と同じ F。
- ✓ (7)IAEA 保障措置: 2014 年に追加議定書を批准。しかし核関連の輸入や核燃料サイクルに関連する研究開発の報告は除かれており、

⁷ なお ACA によれば、2016 年 7 月現在で米国の保有する核兵器の総数(配備済及び備蓄を含む)は 7,100 発と言われている (出典: https://www.armscontrol.org/files/images/WarheadsGraphic_160726.png)。

また IAEA は未申告サイトの補完的アクセスはできない→評価は C+ (前回評価は C)。

✓ 2016 年の総合評価: 2013 年度と同じ C+。

• イスラエル:

✓ (2)兵器用核分裂性物質の生産禁止: イランの潜在的な核兵器開発に対し適切な検証を提供できないとして懸念を示していたが、JCPOA の合意後のイスラエルの立場は不明→評価は前回と同じ F。

✓ (4)核戦力の削減: 80 発の核兵器を有し、200 発までの核兵器を製造可能な分離 Pu を保有していると言われる。また 2013 年に弾道ミサイルの実験を実施→評価は D- (前回評価は D)。

✓ (6)非核兵器地帯条約: 中東非核兵器地帯・中東非大量破壊兵器地帯の創設を支持し、2013～2014 年に関連する国際会議のアジェンダに係る協議に参加した→評価は前回評価 D- から上がって C+。

✓ 2016 年の総合評価: 前回評価 C- から上がって C。

• パキスタン:

✓ (2)兵器用核分裂性物質の生産禁止: インドと関係から核分裂性物質の生産を継続している→評価は前回と同じ F。

✓ (4)核戦力の削減: 核兵器を 2013 年の 90～110 発から、110～130 発に核兵器数を増加させたと評価されている→評価は前回と同じ F。

✓ (8)核兵器関連の輸出管理: 自国では輸出管理システム確立に尽力している(ただし他国による輸出管理違反を通じて核関連物資を入手している)→評価は前回評価 C- から上がって B-。

✓ (9)核セキュリティ強化のコミットメント: 2016 年 3 月、改正 CPPNM を批准→評価は B+ (前回評価は B)。

✓ 2016 年の総合評価: 前回評価 C- から上がった C。

• 北朝鮮:

✓ (1)核実験: 2006 年、2009 年、2013 年及び 2016 年に核実験を実施→評価は F、以下の指標の評価もすべて F となっている。

✓ (2)兵器用核分裂性物質の生産禁止: 高濃縮ウラン(HEU)の生産が疑われている。

-
- ✓ (4)核戦力の削減:北朝鮮は折に触れて核兵器能力の向上と拡大を宣言しており、2016年1月の核実験実施後も、核兵器の質と量の双方を向上させることを宣言。
 - ✓ (6)非核兵器地帯:2013年に朝鮮半島非核化宣言が無効であることを宣言。
 - ✓ (7)IAEA 保障措置:1994年以降、IAEA 包括的保障措置を受け入れていない(別途の非核化合意に基づく北朝鮮の原子力施設の閉鎖等に係る IAEA による部分的な査察を除く)。
 - ✓ (8)核兵器関連の輸出管理:北朝鮮は核及びミサイル関連技術の最大の核拡散者と評されている。米国諜報機関によれば、シリアに支援を行い、イランとパキスタンを含む複数国に弾道ミサイル及び関連する物資を提供した。
 - ✓ 2016年の総合評価:2010年及び2013年同様 F で、11カ国中最下位。

• イラン:

- ✓ (7)IAEA 保障措置:2015年の JCPOA 合意に基づき、原子力インフラを、遠心分離機へのリアルタイム・モニタリングや主要サイトの継続監視を含む包括的な監視・検証下に置くとともに、追加議定書の暫定的適用を受け入れている。さらにイランの過去の核活動の懸念解消のため、IAEA のアクセス及び情報提供の要請に応じた→2013年の評価は F であったが、2016年度は A-に格段に向上した。
- ✓ (8)核兵器関連の輸出管理:イランはミサイル技術の開発を違法な軍民両用物資の調達に依拠し、また中東地域の国や非国家主体にミサイルや関連技術を輸出していた。2016年の米国国家情報長官の報告書は、イランは未だ主要ミサイル関連品に関しては同様であることを指摘している→評価は前回と同じ F。
- ✓ 2016年の総合評価:前回評価 D+より上がった C。

• シリア:

- ✓ (7)IAEA 保障措置:2011年の IAEA 理事会では、シリアが保障措置協定下での義務を履行していないとして、不履行を国連安保理に付託する決議が採択された(その後、安保理での中露の反対で協議は物別れになった)が、現在、シリアの治安が不安定なことから IAEA は査察官を派遣していない→評価は前回と同じ F、以下も同じ。

-
- ✓ (8)核兵器関連の輸出管理: 弾道ミサイル計画のための物資や技術を国連制裁に違反してイランや北朝鮮から得ていると言われている。
 - ✓ (10)核テロ行為の犯罪化と核物質等の不法取引防止のコミットメント: シリアは核テロや武器の不正取引を防ぐための取組等にも参加しておらず、スカッドミサイルをヒズボラに送っていたと言われている(見返りに大量破壊兵器関連物資と技術を取得)。
 - ✓ 2016年の総合評価: 前回評価と同じD-。

• 日本とカザフスタン:

- ✓ ACAは、10の指標のうち、「(2)兵器用核分裂性物質の生産禁止」に関連する動向として核分裂性物質の撤去を掲げ、日本とカザフスタンの活動に言及している。うち日本については、再処理と分離Puに言及し、また2016年3月に原子力機構の高速炉臨界実験装置(FCA)から300キロ以上のPu及び数キロのHEUが撤去されたことを記載している。カザフスタンについては、個々の国が独自に核分裂性物質を生産すること(ウラン濃縮)を思い止まらせることに寄与するIAEA核燃料バンクについて、2015年に同国がIAEAとバンクの設立協定に署名したことを言及している。

【考察】

上述したように本成績表では、世界の核兵器総数(配備済及び備蓄)の約93%⁸を有する米露の核戦力の削減の指標の評価がB-、あるいはBである一方で、全体の約1.4%程度しか核兵器を有しない英国の核軍縮の評価がC+である。これは、軍縮の枠組みに基づくフォーマルな検証手段の有無がBとCの評価の分かれ目となっているからである。しかし、例えば、各国が保有する核兵器数そのもの(配備済み、備蓄)や、核兵器数に対する削減数の割合、また核兵器に直接製造が可能な核物質の保有量とその削減割合等を評価の対象とすれば、各国における軍縮努力がより明確になるのではないだろうか。

また例えば露国の評価に関し、本成績表では米国の主導する核セキュリティ関連のプログラムやイニシアティブ、また核セキュリティ・サミットへの不参加がマイナス評価の要因となっている等、米国の視点がベースとなっている。

さらに核軍縮、核不拡散及び核セキュリティの面からの各国の評価については、例えば日本国際問題研究所 軍縮・不拡散促進センターが広島県からの委託に基づき

⁸ Arms Control Association, “2016 Estimated Global Nuclear Warhead Inventory”, https://www.armscontrol.org/files/images/WarheadsGraphic_160726.png

発行した「2016年版 ひろしまレポート」⁹が、計 36 カ国を、計 64 の指標(核軍縮:31、不拡散:17、核セキュリティ:16)から詳細に評価していることと比べると、指標及び指標に基づく評価の方法が単純かつ簡素化されていることが分かる。

上記の点を踏まえつつ本成績表は、核軍縮や核不拡散、核セキュリティに係り、米国を基軸とし、非常に簡潔な観点からの評価結果の一つとして、今後の議論の参考として捉える必要がある。

【報告:政策調査室 田崎 真樹子】

1-3 核軍縮検証のための国際パートナーシップ (IPNDV) 設立までの核軍縮に向けた動きと IPNDV の意義と今後

2016年6月に核軍縮検証のための国際パートナーシップ(International Partnership for Nuclear Disarmament Verification: IPNDV)の第3回会合が開催された。2014年に始まった IPNDV の経緯と意義、そして今後について報告する。

1. 概要

IPNDV は、核軍縮検証のための方途・技術について、核兵器国と非核兵器国が議論・検討する国際パートナーシップであり、2014年12月のローズ・ゴッテメラー米国国務省軍備管理担当次官によるプラハでの提唱¹⁰により始まった。2009年に同地でオバマ大統領が行った核兵器なき世界にむけたゴールについての演説があり、究極的には核兵器廃絶が米国の目標であり、それまでの米露を中心とする核軍縮の取組等により冷戦時の85%の核兵器削減を実現していることを踏まえ、それら核兵器の数の減少に伴う正確な検証が重要になるとして、米国政府と Nuclear Threat Initiative (NTI) の協力の下、進められることになった。これまでに、2015年3月に米国のワシントン DC で第1回会合、2015年11月にノルウェーのオスロで第2回会合が開催され、当面の目標として核兵器のライフサイクル(核物質の生産・管理、核弾頭の製造・配備・保管、削減・解体・廃棄等)のうち「核弾頭の解体及び核弾頭解体に由来する核物質」の検証の方途・技術に焦点を当てた検討を進めることで合意された¹¹。2016年6月28～

⁹ 広島県、日本国際問題研究所 軍縮・不拡散促進センター、「2016年版 広島レポート 核軍縮・核不拡散・核セキュリティを巡る2015年の動向」、平成28年3月、

<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/203187.pdf>

¹⁰ U.S. DOS, 'The Vision of Prague Endures' 4, Dec. 2014.

<http://www.state.gov/t/us/2014/234675.htm>

核兵器の人間への影響についての理解と、そのための米国の努力として、マーシャル諸島でのブラボー実験60年記念式典に参列、広島の平和ミュージアムに訪問し被爆者と対話を実施、米国のユタ州における核実験の影響を受けた家族との対話を行ったこと等についても言及した。

¹¹ 外務省「核軍縮検証のための国際パートナーシップ第3回会合の開催」

http://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/press4_003417.html

30日、東京で第3回会合が開催され¹²、EUとバチカン市国を含む28カ国¹³が参加し、検証にあたり何を明らかにする必要があり、何が必要か、その目標の設定、また検証の手順等についての検討が行われた¹⁴。第4回目は今年末にアラブ首長国連邦で開催予定である。

本会合は非公開であるため、公開されている引用部分以外は筆者の見解である。

2. 核軍縮にむけたこれまでのアプローチ

核軍縮に関しては、冷戦期からの米露の二国間による条約と、多国間の核実験を部分的あるいは地域的に禁止する条約があり、また、さらなる核軍縮につながる条約交渉に向けたそれぞれ取組がある。二国間条約に関しては、戦略核弾頭をそれぞれ1550発以下にすると定める米露の新戦略核兵器削減条約(新START)以後、さらに最大3分の1の配備戦略核弾頭の削減及び戦術核の大幅削減に向けたロシアとの交渉の推進について述べたオバマ大統領のベルリン演説以後、特にその実現に向けた具体的な動きはない。また多国間に関しては、2015年のNPTの運用検討会議では最終文書の採択には至らず、包括的核実験禁止条約(CTBT)は未発効、核兵器用核分裂性物質生産禁止条約(カットオフ条約:FMCT)の交渉は中断している状況等、いずれも核軍縮に向けては課題が残る状態となっている。

近年はそれら状態の打開を目指す活動として、2015年NPT運用検討会議でも非核兵器国を中心に人道的側面からのアプローチが挙げられる。それら議論を受けて、非人道性についての認識を深めることや広げることについてもその趣旨が盛り込まれていた。しかしながら、核兵器国と非核兵器国との対立がより明確になり、ギャップが深くなっている。

今回のIPNDVにおける検証に関する取組は、核軍縮に向けた実践的なものであり、多国間、特に核兵器国と非核兵器国の取組としても画期的であると言える。

3. 核軍縮の検証に関する動き

過去の検証に向けた類似の取組としては、1990年代後半の米国、ロシア、国際原子力機関(IAEA)のトライラテラル・イニシアティブがある。これはSTARTの履行など、核兵器削減の取組の結果、余剰となった核分裂性物質(高濃縮ウランとプルトニウム)がその後、核兵器用に再び用いられないことを確認するための検証技術を探求するこ

¹² 外務省「核軍縮検証のための国際パートナーシップ」
http://www.mofa.go.jp/mofaj/dns/ac_d/page22_002633.html

¹³ 核兵器国(米国、英国、フランス、ロシア、中国)、非核兵器国(オーストラリア、ベルギー、ブラジル、カナダ、チリ、フィンランド、ドイツ、インドネシア、イタリア、日本、ヨルダン、カザフスタン、メキシコ、オランダ、ノルウェー、フィリピン、ポーランド、韓国、スウェーデン、スイス、トルコ、アラブ首長国連邦、バチカン、EU)
外務省「核軍縮検証のためのパートナーシップ」

http://www.mofa.go.jp/mofaj/dns/ac_d/page22_002633.html

¹⁴ 「国際シンポジウム:核軍縮をどう検証するか - 国際安全保障と検証技術から考える -」
<http://pari.u-tokyo.ac.jp/unit/ssu/events/2016-07-01/index.html>

とを目的として検証が実施された。また、2007年英国もノルウェーと共同で、核軍縮に関する共同プロジェクトを開始しており¹⁵、2015年のNPT運用検討会議でも取組を作業文書にて透明性を高める活動としても紹介されている¹⁶。英国とノルウェーの取組では、情報バリア(Information Barrier)を設けつつ、管理の連続性¹⁷(Chain of Custody)を保ちながら検証を実施することで、信頼性を高めることができる点が紹介されており、今後、他国との協力やさらなる検証のための機器開発等を行うことも期待される。

核軍縮の透明性に関しては、2010年NPT運用検討会議での最終文書行動計画におけるアクション2において、不可逆性、検証可能性、透明性の三原則が確認されていた。その際、早期に標準化された報告のフォームに合意し、報告提出の間隔を決定することについても言及されている。この点に関し、日本が中心となって参加しているNPDI¹⁸では、2015年NPT運用検討会議でも標準フォームに関する提案等の働きかけを行っていた¹⁹。しかし周知のとおり、2015年の会議は、最終文書案について多くの参加国は受け入れ可能であるとの立場であったが、最終日において米国と英国より中東非核地帯構想関係の文言への言及に反対がありカナダも同調²⁰、結果として、最終文書案は採択されなかった。

4. IPNDVの意義とその課題

(1) 内容

第1回目会合では、IPNDVの目的や方向性について、第2回会合では作業部会の設置と付託条項の合意、そして6月に開催された第3回会合はIAEAを含む機関等から100人以上の参加があった²¹。第3回会合とその前に開催された作業部会において、作業部会①IPNDVの目標設定²²、作業部会②現地査察のあり方²³、作業部

¹⁵ この取組は、2007年より核兵器国と非核兵器国が協力し、核軍縮においてより効果的かつ相互に信頼できる検証措置の実現を目指すという趣旨の下、英国とノルウェーと開始した共同研究プロジェクト。“UK/Norway Initiative on nuclear warhead dismantlement verification”

<https://www.gov.uk/government/publications/uk-norway-initiative-on-nuclear-warhead-dismantlement-verification--2>

¹⁶ NPT/CONF.2015/WP.31.

¹⁷ 保障措置におけるC/Sを担保する知識の連続性(continuous of knowledge)と似た概念で、証拠提出するまでにそのデータが不正な取扱いや改ざんがなされていないように、連続してそれぞれの段階で適切に管理される概念を指す。

¹⁸ 2010年9月に国連総会の機会に日豪共催で立ち上げた軍縮・不拡散イニシアティブ。

¹⁹ 最終文書案では「標準報告フォームへの関与の継続」及び数値情報を伴う詳細な報告項目が盛り込まれていた。

²⁰ Reuters, ‘Israel thanks U.S. for stand on Mideast nuclear arms ban at U.N.’ <http://www.reuters.com/article/us-usa-israel-un-nuclear-idUSKBN00800320150523>

²¹ NTI, ‘Third Plenary of the International Partnership for Nuclear Disarmament Verification’

<http://www.nti.org/newsroom/news/third-plenary-international-partnership-nuclear-disarmament-verification-advances-discussions-nuclear-verification/>

²² 作業部会①(Monitoring and Verification Objectives)共同議長、デイビッド・チェンバーズ(英国外務省上級首席研究分析官)

²³ 作業部会②(On-Site Inspections)共同議長、ロバート・フロイド(オーストラリア外務省保障措置・不拡散局長)

会③検証の技術的課題について²⁴の議論が行われた。議論においては、検証に際して使用される技術に関し、機微技術を確保しつつ、いかに核兵器を解体、検証するかについてのさらに踏み込んだ議論が行われた²⁵。核兵器の解体に伴う監視に伴う技術的な点やその課題について理解を深め、核弾頭、その運搬手段に関し、解体、その監視にむけての基礎づくりが行われており、それぞれ作業部会の概要²⁶は下記のとおりである。

i) 作業部会①IPNDVの目標設定²⁷

- 核兵器の保有、解体、処分(核物質の処分を含む)一連のライフサイクルのうち、鍵となるところに注目、特に核兵器の解体に伴う点について核軍縮の監視と検証の目標を設定
- 英国とノルウェーのイニシアティブや米国とロシア、IAEAのイニシアティブから課題や可能な解決策等を参考にし、①検証にかかる、用語、定義、原則、目標がどうあるべきか ②化学兵器禁止条約(CWC)、包括的核実験禁止条約(CTBT)等の検証体制のアセスメント、また今後どのような専門性やリソースが必要かを検討
- 検証における透明性と不可逆性(Irreversability)を念頭に核兵器国と非核兵器国の将来の核解体に向けた検証におけるそれぞれの役割について検討

ii) 作業部会②現地査察のあり方

- 核兵器解体において、何を査察するか、査察官に必要なものについての検討
- これまでの(化学兵器等も含む)軍縮に関する取組で適用することができるものについて検討

iii) 作業部会③検証の技術的課題

- 作業部会①で作成されたシナリオに基づき、核弾頭の解体のプロセス、解体前の監視下における保管、解体後の核物質の監視下における保管、解体における技術と機微情報を明らかにすることなく、核弾頭や核物質の有無を確認する技術の検討

²⁴ 作業部会③(Technical Challenges and Solutions)共同議長、ミシェル・スミス(米国 DOE 核検証室課長補佐)

²⁵ U.S.DOS, 'Remarks on the International Partnership for Nuclear Disarmament Verification

²⁶ You tube「核軍縮検証のための国際パートナーシップ(IPNDV)会見」2016.7.1

<https://www.youtube.com/watch?v=taZhBxre6bE>

²⁷ 成果として、検証の枠組み文書(検証の原則について記載するもので、解体に必要な要件や監視について明らかにするもの)、キャパシティマッピング文書(現在保有するスキル、何が検証に必要なかを記載する文書、現在保有する技術と使用できる技術、さらに今後必要な技術)を想定している。

-
- それぞれの段階において、管理の連続性を維持するための方法を確認し、データ、情報の適格性、真正性 (Authentication) をいかに確認するかを検討

なお、第2回 IPNDV 会合で、本作業の検討は約18カ月実施し、2017年下旬に、各WGの成果が報告されることになっている²⁸。

(2) 意義

核軍縮上の義務の遵守状況を検証することは、核軍縮のプロセスを確実なものとするために極めて重要な意義を有している²⁹。これまで、核軍縮に向けては、CTBT、FMCT さらに核実験禁止条約のための様々なアプローチが存在するが、発効や条約交渉の開始で課題があり停滞している。IPNDV は、今後核軍縮を実施するために必要な事項を検討する場である。前述したとおり、すでに米露の新 START や英国とノルウェーの取組でも、核軍縮の検証が行われているが、二国間ではなく、多国間で核兵器国と非核兵器国がともに検討を実施するという点でも意義深い。今後、核軍縮のためのマルチな議論や取組の原型として発展することも期待される。

さらに検証を実施する上でこれまで IAEA 保障措置を受け、関係技術を有している日本の技術や機器等も参考になるだろう。その点からも日本の貢献が期待される分野であると考えられる。

(3) 課題

核兵器は国家安全保障における最高機密に属することから、機密情報を保護 (Information Protection) しながら核軍縮措置を管理の連続性に配慮しつつ検証することは、核兵器国間であってもお互いの核拡散に繋がらないよう技術的に工夫をすることが必要である。これに関連して、米露の解体核由来のプルトニウムの処分協定においても、具体的なプルトニウムの組成に関しては明らかにせず、検証、処分するような形で規定されているが、核軍縮の透明性を確保することを求める非核兵器国の観点も踏まえ、今後の IPNDV で機微情報を確保するためどの程度の情報バリアが許容されるのかは議論となるであろう。

²⁸ NTI ‘Second Plenary of the International Partnership for Nuclear Disarmament Verification’

<http://www.nti.org/about/projects/international-partnership-nuclear-disarmament-verification/event/second-plenary-meeting-international-partnership-nuclear-disarmament-verification>

²⁹ 外務省「核軍縮検証のための国際パートナーシップ」

http://www.mofa.go.jp/mofaj/dns/ac_d/page22_002633.html

また非核兵器国の関与については、核兵器国は非核兵器国に対して核兵器の製造や取得につき何ら援助や奨励を行ってはならないとする NPT 第 1 条の義務、また、非核兵器国は核兵器の製造・取得について何ら援助を受け取ってはならないとの同第 2 条の義務に違反しない形で進めなければならないという課題にも直面することになる³⁰。

5. IPNDV と核軍縮検証の今後

今後、核軍縮の推進と合わせ、その検証は、より重要な役割を果たすことになる。IPNDV の取組は、これまで主に米露、英国とノルウェー等、二国間で実施されてきた機微な情報を有する軍縮の検証分野において、非核兵器国を含む多国間の場で検証についての取組であり、さらにこの分野における情報共有、並びに NPT 運用検討会議でも言及される核軍縮の透明性につながる実質的な取組となることが期待される。

核軍縮の推進に関し、前述しているとおり、冷戦時と比較し、数としてはおよそ 85% の核兵器が削減され、核兵器解体を実施して出てくる核物質に関しては、核不拡散上も再度核兵器に使用されないようにする対応と十分な核セキュリティ対策が採られることが必要である。しかし軍用物質に関しての対応は基本的に各国の対策に委ねられる。NTI が言及している通り、世界の核物質のうち 83% は軍用核物質と位置付けられている³¹。また NTI は「革新的な検証 (Innovationg Verification³²)」で、核兵器削減や核物質削減に関する各国の宣言やデータについて言及するとともに核兵器と軍用物質の処分までの流れを念頭に、検証における IAEA の保障措置機器 (金属封印や 3D スキャナー) 等の使用について紹介した。それらの検討を踏まえ、すでにこれまで米露等の二国間等で実施されてきた核軍縮が核兵器国間、さらに非核兵器国も巻き込み、より踏み込んだ検証体制構築が期待される。その際、前述したとおり、機微情報を確保しつつ、検証を実施するための新たな検証のための機器の開発等も必要になるであろう。必要な情報バリアを確保しつつ、軍事由来の核物質が再度兵器として使用されないという透明性をいかに担保するかという点が、検証における重要な課題の一つであり、その点において、これまで保障措置に関する技術開発の知見を有する日本が貢献できる分野であると期待されるであろう。

【報告:政策調査室 小鍛冶 理紗】

³⁰ 外務省「核軍縮検証のための国際パートナーシップ」
http://www.mofa.go.jp/mofaj/dns/ac_d/page22_002633.html

³¹ NTI, 'NTI nuclear security index' 2016.
http://2016.ntiindex.org/wp-content/uploads/2013/12/NTI_2016-Index_FINAL.pdf

³² NTI 'Innovating Verification: New Tools & New Actors to Reduce Nuclear Risks'
http://www.nti.org/media/pdfs/VPP_Overview_FINAL.pdf?_id=1405445582

2. 技術紹介

2-1 韓国におけるパイロプロセス研究の現状

2015年11月に発効した「米国と韓国の平和目的の原子力利用に係る協力協定」で、韓国は、乾式再処理技術であるパイロプロセスの核燃料物質を分離する前までの工程の研究開発について、米国から事前同意が得られ、自国において限定的ながらも再処理研究開発が可能となった。本報では、韓国が認められたパイロプロセスと関連する韓国の研究開発施設の概要について紹介する。

1. 米韓原子力協力協定改定

1973年3月に発効した「米国と韓国の民生用原子力利用に係る協力協定」は、2014年3月に41年間の有効期限を迎えることから2010年10月に改定交渉が開始されたが、交渉は難航し、交渉期間延長の末2015年4月に合意、新協定「米国と韓国の平和目的の原子力利用に係る協力協定」として2015年11月に発効した³³。

交渉が難航した主要な論点は、主に韓国国内における濃縮と再処理の実施に対する包括的事前同意³⁴が韓国に認められるか否かであったが、韓米間協議体を通じて解決を図るとして結論は先送りされた。結局、再処理では、乾式再処理技術の一つであるパイロプロセスについて、実用化までの研究に関して米国と協議・合意のもと進めていくこととされ、韓国国内で実施可能な研究開発は、ウラン、プルトニウムの分離を伴わない、乾式再処理の電解還元工程までの工程に限定された。また、ウラン濃縮については、米国によるウラン燃料の供給保証の下でも低濃縮作業が必要となった場合に限り、韓米間協議体での協議を経て低濃縮を行うことが出来るとした、極めて高いハードルが設定された。

2. パイロプロセスの概要

原子炉で使用した使用済燃料から再利用可能なウラン(U)とプルトニウム(Pu)を回収する再処理には、大別して湿式再処理法と乾式再処理法がある。現在の主流の再処理方法であり、日本原燃(株)の六ヶ所再処理工場でも採用されているピューレックス法は、硝酸水溶液や有機溶媒を用い室温付近(およそ30℃～60℃)で溶媒抽出する湿式再処理法である。一方、乾式再処理法は、水を使用せず、数百度の熔融塩に使用済燃料を溶解し、電気化学的にUやPu等を分離する方法である。なお、パイロプロセスの「パイロ」は英語で熱、高温を意味する。

³³ ISCN ニューズレター No.0221 2015年8月号

³⁴ 「包括的事前同意」とは、核物質に関する供給国政府の規制権を個別のケースごとに行使するのではなく、あらかじめ一定の条件を定め、その枠内であれば活動を一括して承認し、一つ一つ個別に規制権を行使しないこととする方式。

パイロプロセスは、湿式再処理法に比較して放射線による溶媒劣化³⁵が無いこと、臨界上の制約が少ないこと、工程が簡素で経済性が期待できること、Pu とマイナーアクチノイド(MA:長半減期の放射性核種であるネプツニウム、アメリシウム、キュリウムを含む)を一括回収するので核拡散抵抗性が期待できること等の利点があることから、次世代の再処理技術の一つとして研究開発が行われている。

乾式再処理法には幾つかの方式があるが、韓国が研究開発の対象とした金属電解法は、塩化リチウム(LiCl)+塩化カリウム(KCl)溶融塩浴³⁶で、使用済燃料を電解精製することにより、U、Pu を回収する方法である。

韓国では、軽水炉の酸化物燃料が対象であるため、電解精製に際し、あらかじめ酸化物を金属に還元する事前処理が必要であり、電解還元が行われる。

図1にパイロプロセス(金属電解法)の概要を示す。

前処理として、使用済燃料を解体し、酸化物燃料を取り出す。酸化物燃料は、LiCl溶融塩浴での電解還元により金属に還元される。還元物は、LiCl+KCl 溶融塩浴での電解精製により、使用済燃料を陽極で溶解し、固体陰極で金属ウランを、溶融 Cd 陰極で U+Pu+MA を回収する。溶融 Cd 陰極での U、Pu、MA の析出電位は近接しているため Pu の単独回収は困難であることから、パイロプロセスは核拡散抵抗性の高い技術とされている。

³⁵ 注:有機化合物(溶媒)の放射線分解による変質。軽水炉再処理では問題は小さいが、使用済燃料の燃焼度が上がり放射エネルギーが増加する高速炉使用済燃料再処理では、対策が必要になると考えられている。

³⁶ 注:塩は温度を上げると液体(溶融塩)になる。浴は容器に溶融塩を入れたもの。パイロプロセスでは、この中に電極等を設置して電解精製を行う。

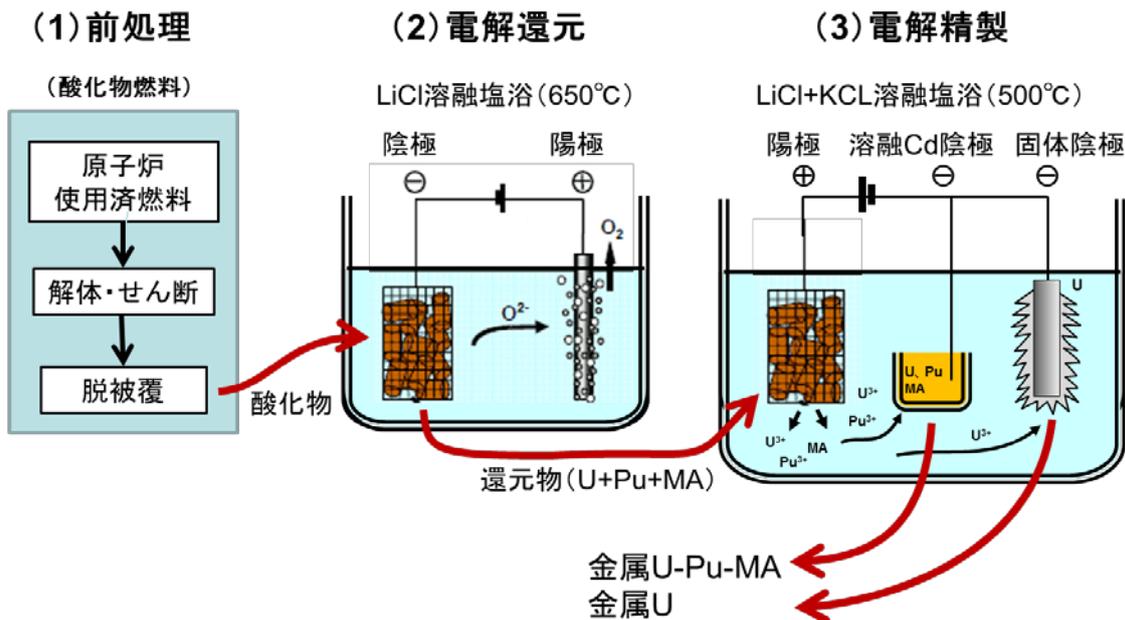


図1 パイロプロセス（金属電解法）の概要

3. 韓国におけるパイロプロセスの研究

韓国では、韓国原子力研究院(KAERI)が1997年からパイロプロセスの研究開発を段階的に進めてきた。

韓国国内での研究開発は、照射材料試験施設(IMEF: Irradiated Materials Experiment Facility)内に設置された DUPIC 燃料開発施設(DFDF: DUPIC Fuel Development Facility)及び先進使用済燃料調整施設(ACPF: Advanced Spent Fuel Conditioning Process Facility)と、パイロプロセス実証施設(PRIDE: Pyroprocess Integrated Inactive Demonstration Facility)で実施されている³⁷。以下、各施設と実施されている研究開発の概要を紹介する。

(1) DFDF

DFDFは、IMEFのホットセルの一つで、PWR使用済燃料をCANDU炉で使用し廃棄物減容化を図るDUPIC³⁸プロセスの実証試験のために用いられたが、前処理(解体・せん断、脱被覆等)はパイロプロセスと共通であるため、そのままパイロプロセス試験のために利用される。

³⁷ IN TAE KIM, Status on the R&D activities on Pyroprocessing Technology at KAERI, [http://www.sacsess.eu/Docs/IWSPprogrammes/04-SACSESIWS-IT%20Kim\(KAERI\).pdf](http://www.sacsess.eu/Docs/IWSPprogrammes/04-SACSESIWS-IT%20Kim(KAERI).pdf)

³⁸ 注: DUPIC (Direct Use of spent PWR fuel In CANDU)

(2) ACPF

ACPFは、IMEFの地下に、PWR使用済燃料の電解還元試験施設として建設され、2006年からパイロプロセスの一部工程(前処理工程、電解還元工程など)の研究が行われた。2013年～2014年にリフレッシュ工事が行われ、Ar 雰囲気セル(L1.8×W1.8×H2.4m)が設置され、2015年からは模擬燃料を用いた試験を開始した。

(3) PRIDE

PRIDEは、Ar 雰囲気セル(L40×W4.8×H6.4m)を持つ年間10トンの使用済燃料の処理能力のパイロプロセスの実規模施設であり、2013年に完成した。2016年までの予定で、劣化ウラン及び模擬燃料のみを使用し、パイロプロセスの実証試験を行うこととなっている。

なお、実際の使用済燃料を用いた実証試験は米国内で実施される。2011年4月13日、米韓両国は共同燃料サイクル研究(JFCS: Joint Fuel Cycle Study)に合意した。JFCSは、米国アイダホ国立研究所のホット燃料試験施設で2020年までの10年間、パイロプロセスの実証性、経済性、核不拡散性の実行可能性調査を以下のスケジュールで実施することとなっている。

フェーズ1(2011～2012): 実験室規模のパイロプロセスの技術的実現可能性の検証

フェーズ2(2013～2017): 軽水炉使用済燃料を用いたキログラム規模の処理の評価、リサイクル燃料製造開始

フェーズ3(2018～2020): 照射済リサイクル燃料の評価

将来的には、上記 PRIDE 等の研究開発により、米国の同意が前提であるものの、2025年までには実証試験を終え、100トン/年規模の韓国先進パイロプロセス施設(KAPF: Korea Advanced Pyroprocessing Facility)を建設し、使用済燃料の再処理を実施する計画を有している。

【報告: 政策調査室 清水 亮】

3. 活動報告

3-1 核軍縮検証のための国際パートナーシップの概要と国際シンポジウム 「核軍縮をどう検証するか:国際安全保障と検証技術から考える」の報告

核軍縮の検証のための方途・技術について核兵器国と非核兵器国が協働して検討する、核軍縮検証のための国際パートナーシップ(International Partnership for Nuclear Disarmament Verification: IPNDV)の第3回全体会合が2016年6月28日～30日に東京で開催され、7月1日に東京大学と外務省の主催により、「核軍縮をどう検証するか:国際安全保障と検証技術から考える」と題する国際シンポジウムが開催された。本パートナーシップにはISCNからも専門家が出席し、核軍縮検証に資する関連技術について検討を進めている。本稿では、IPNDVの概要と国際シンポジウムの内容について報告する。

(1) 核軍縮検証のための国際パートナーシップ(International Partnership for Nuclear Disarmament Verification: IPNDV)

核軍縮検証のための国際パートナーシップ(IPNDV)は、核軍縮の検証のための方途・技術について検討することを目的に、2014年12月にローズ・ゴッテメラ米國務次官の提唱により始まったものである。これまでに全体会合が3度開催され(2015年3月ワシントン会合、2015年11月オスロ会合、2016年6月東京会合)、東京会合には核兵器国と非核兵器国の両方を含む26か国及びEUから100名以上の専門家が参加した。IPNDVでは「作業部会1:IPNDVの目標設定」「作業部会2:現地査察のあり方」「作業部会3:検証の技術的課題」の3つの作業部会に分かれて議論を重ねている。これら作業部会には、核兵器国だけでなく、非核兵器国も共同で核軍縮検証について検討を進めるというこれまでに類を見ない非常にユニークな取り組みであり、核軍縮に向けた政策的な議論のみでなく、パートナー国間で核軍縮検証における課題を理解・整理し、課題に対する実践的な対策を検討するものである。

(2) 国際シンポジウム「核軍縮をどう検証するか:国際安全保障と検証技術から考える」

国際シンポジウム「核軍縮をどう検証するか:国際安全保障と検証技術から考える」は、IPNDVの東京会合に併せて、東京大学と外務省の主催により開催されたものである。本シンポジウムでは、IPNDV会合に参加した国外の専門家と国内の専門家を交えて、核軍縮を進めていくための具体的な対策、特に核軍縮の検証方法について政策と技術の両面からの議論が展開された。シンポジウムにおけるパネルセッションのテーマとパネリスト、議論の概要は下記の通りである。

第1部「核軍縮と国際安全保障」

座長: 藤原帰一(東京大学政策ビジョン研究センター教授)

パネル： フランク・ローズ(米国務次官補)、相川一俊(外務省軍縮不拡散・科学部長)、佐藤丙午(拓殖大学教授)、太田昌克(共同通信編集・論説委員)

第2部「核軍縮の検証」

座長： 鈴木達治郎(長崎大学核兵器廃絶研究センター長・教授)

パネル： アンドリュー・ビエニアウスキ(核脅威イニシアティブ(NTI)副会長)、デイビッド・チェンバーズ(英外務省上級首席研究分析官)、ロバート・フロイド(豪外務省保障措置・不拡散局長)、ミシェル・スミス(米エネルギー省核検証室長補佐)、秋山一郎(平和・安全保障研究所研究委員、元化学兵器禁止機関(OPCW)査察局長)、富川裕文(JAEA-ISCN 技術開発推進室長)

(核軍縮検証の必要性)

- これまで、核軍縮に関する国際的な議論は政治的な意思決定に焦点が当てられてきたが、核軍縮と国家安全保障は分けることのできない問題であり、核軍縮を進めることができる安全保障環境の醸成が必要である。
- 核軍縮を進める安全保障環境の醸成を達成するための準備として、核軍縮を検証する能力を整備することが必要不可欠である。核弾頭の解体を含んだ複雑な検証作業の実施を実現するために、核軍縮の監視・検証に関わる技術的な課題を理解し、実行可能な解決策を検討する必要がある。
- IPNDV は核軍縮検証に係る技術的な問題に対処するための非核兵器国を交えた多国間による新たな取り組みであり、核兵器国と非核兵器国ともに課題の解決に貢献できる国が集まって議論する枠組みという点が非常にユニークである。核軍縮検証に非核兵器国が参加することで、核不拡散と核軍縮をつなげることができる。

(核軍縮検証における課題)

- 核軍縮検証では、核兵器のライフサイクル全体を監視することが必要だが、特に「核兵器の解体と弾頭物質の貯蔵」が最も重要で課題が多い箇所のひとつである。
- 核軍縮検証においては、国際原子力機関(IAEA)による保障措置における「申告に基づいた非破壊測定(NDA)等の技術的手段を活用した査察等を通じたNPT義務遵守の検証」と同様の手法による検証が想定される。しかし、核軍縮検証においては核兵器が非常に機微なものであることから、「核拡散に繋がりにくい情報の公開を避け」、「非核兵器国を含んだすべての国のニーズと非査察国の国益のバランスを取る」ことが大きな課題となる。また、「核兵器国と非核兵器国の将来的な検証における役

割」、「検証の透明性と信頼性」が非常に重要な課題となり、そのために独自のプロセスや技術を開発する必要がある。

- 核軍縮検証に資する技術としては、「核物質や化学爆薬の検認」、「管理の連鎖の担保」を達成する技術が重要であり、かつ「機微技術の保護」と「信頼性確保」を両立できるようにすることが必要となる。

(核軍縮検証における日本の役割)

日本が保有する原子力技術基盤、特に IAEA 保障措置や包括的核実験禁止条約 (CTBT) 等における検証の知見をもとに、非核兵器国として信頼性と透明性ある核軍縮の実現に貢献することが日本の役割として非常に重要である。

【報告:技術開発推進室 富川裕文、木村祥紀】

3-2 コンピュータセキュリティトレーニングの開発に係る地域ワークショップ

核不拡散・核セキュリティ総合支援センター (ISCN) は、国際原子力機関 (IAEA) と共催で、核セキュリティに係るコンピュータセキュリティトレーニングの講師育成 (train-the-trainer) を目的とするワークショップを実施した。本ワークショップは、2016 年 6 月 27 日～7 月 1 日の 5 日間の日程で実施され、IAEA が設置を推奨する核セキュリティセンター (Nuclear Security Support Center: NSSC) を持つ国を中心に、14 名 (7 か国) が参加した。

IAEA は、核セキュリティを含む様々な分野で人材育成支援を行っているが、参加国のニーズが多岐に渡るため、単独で全てをカバーする事は難しい状況にある。従って、今回のワークショップ対象である NSSC や、ISCN を含む核セキュリティ分野における人材育成の中核拠点 (Center of Excellence: COE) を通じた加盟国支援の強化が強く期待されている。このような背景から、本コースは IAEA が実施する初めてのコンピュータセキュリティに関する講師育成コースとなった。

コンピュータセキュリティは、様々な業界で喫緊の課題と認識されており、原子力施設においても早急な対応が求められている。近年、各国で対策強化が進められているが、既に原子力施設が関係する事案も発生している。中には、施設の職員の不注意等の人的な要因が攻撃の起点となったケースも多く、適切な運用により防ぐことができたと思われる事例もある。こうした事から、核セキュリティに係るコンピュータセキュリティにおいても、人材育成は非常に有効な手法であり、必須である事が分かる。

本ワークショップでは、参加者が帰国後に自国で人材育成を行う事を指向し、コンピュータセキュリティに係る知識習得を軸に、トレーニングのカリキュラム開発や、指導方法まで総合的なトレーニングを実施した。具体的には、コンピュータセキュリティに係る IAEA の文書や基本原理を皮切りに、サイバー攻撃に係る脅威や影響や、過去の事例をもとに学ぶケーススタディ、対策として有効である情報管理やリスク管理についての講義も行った。その後、参加国から各 1 名 (日本を含む合計 8 名) がプレゼンター

ションを行い、コンピュータセキュリティに係る法制度や所属機関の取り組み等の情報共有を行った。いずれの国においても、喫緊の課題として取り込まれつつあるが十分ではなく、人材育成のニーズも非常に高いように感じられた。その他にも講義の合間に参加者を3名程度の小グループ(計5グループ)に分け、グループ演習も実施した。演習では、効果的なトレーニングのカリキュラム(対象別、期間、内容、方法等)についてグループ毎にディスカッションし、意見交換を行うなど、より実践的な内容を提供した。いずれのグループも、必要性に応じた内容を提供するという点は共通していたが、グループ毎に異なる特色や戦略が見られ、非常に有用な機会となったと考えられる。コースの最後には、グループ毎に割り当てられたトピックについてIAEAの教材をベースに教材の作成を行い、それに基づき全ての参加者が講義するなど、講師として基盤となるスキル習得を目指した。

参加者からは、非常に多くの事を学ぶ事ができた、自国に戻った際に今回の知識を生かしてカリキュラム開発を行いたい等の好意的なコメントが寄せられた。今後は、本コース運営で得た知見を活かすと共に、IAEAやNSSC/COE間の情報共有や協力も進め、より品質の高い人材育成支援を進めていきたいと考えている。

【報告:能力構築国際支援室 中村 陽】

3-3 IAEA 追加議定書(AP)および大量破壊兵器物質識別トレーニング(CIT)に関するセミナー (ミャンマー)

外務省、経済産業省(以下経産省)の協力の下、ISCN、米国 DOE/NNSA 及びミャンマー原子力省(DAE)の共催による「IAEA 追加議定書(AP)および大量破壊兵器物質識別トレーニング(CIT)に関するセミナー」を、2016年7月12-14日の3日間、ミャンマーの首都ネピドーで開催した。第1部では、ミャンマー側から外務省副大臣を筆頭に、国会議員6名、原子力省局長他、外務省、内閣府、産業省、資源省の部長級、軍・治安部隊高官等約80名の参加が得られ、核不拡散、特にAP批准の重要性を訴え、AP批准に向けた意識の高揚を図った。第2部では、原子力、放射線利用、産業、資源、輸出規制の実務担当者約30名に対して、APの手続き、APの付属書IIで挙げられている原子力技術の具体的な解説、汎用品を含めた輸出規制の重要性を解説し、AP批准に向けた手続き、輸出規制強化に向けた体制整備に関する支援を行った。日米の出席者は、外務省審議官他1名、経産省貿易管理部安全保障貿易管理課政策課長他1名、JAEA/ISCNから副センター長他4名、米国DOE/NNSA及び国立研究所から3名が参加した。

冒頭挨拶では、今回のミャンマー・日本の核不拡散にかかるセミナーの開催を歓迎する意が、双方から述べられた。加えてミャンマー副大臣からは、同国の民主主義化の流れに合わせ、国際基準を意識した近年のミャンマーの核不拡散の努力に触れながら、APの遂行、CITの重要性について認識が述べられた。それを受けて外務審議官は、ミャンマーのIAEA保障措置に係る努力へ謝辞を述べた上で、今後も同国の核不拡散強化のために協力を惜しまない旨を強調された。

1 日目の午後からは技術セッションで AP 申告の手続き、大量破壊兵器物質識別トレーニング、輸出管理体制の確立に係る概論に続き、2 日目から CIT に係る講義として各施設(原子炉、燃料製造、再処理等)で用いられる装置・機器・部材について、AP の付属書 II から対象物を求め、順次この解説を行った。AP の付属書 II の対象物に精通すること、これらのうち輸出入にあたって何を申告しなければならないか、輸出管理では大きなテーマとなる最終利用・利用者をどのように分析するか、二重目的の材料をどのように規制するかが主な論点である。3 日目は、輸出規制に係る現在の状況が日米の規制担当者から報告された。

本セミナーは、ミャンマーに AP 発効を働きかけたい外務省の後押しがあり、また、DOE/NNSA の協力も得られ、さらにミャンマーの輸出管理制度の整備支援を行っている経産省の協力も大きかった。3 日間のセミナーを通じ、ミャンマー政府高官に対して AP 批准を促す意識高揚、実務者レベルに対して AP の手続き、輸出管理強化に関する理解が得られ、有意義なセミナーであったと評価される。

【報告:核不拡散・核セキュリティ総合支援センター 川太 徳夫】

3-4 米国ワシントン DC におけるワークショップ「Today and Future of US/DOE-JAEA Cooperation on Nuclear Non-proliferation and Nuclear Security」の開催

ISCN は 2016 年 7 月 22 日、米国ワシントン DC において「核不拡散・核セキュリティ分野での日米協力に関するワークショップ」を米エネルギー省国家核安全保障庁(DOE/NNSA)とともに有識者を招いて開催。DOE/NNSA 等米国政府関係機関、米国国立研究所、シンクタンク、駐米関係機関等から 55 名が参加した。

ISCN は DOE/NNSA と核不拡散・核セキュリティに関する人材育成及び技術開発について協力を行ってきており、人材育成の分野については 2012 年から毎年ワークショップを共催している。第 6 回目となる今回は人材育成に加え、初めて保障措置の技術開発に関する日米協力を取り上げ、パネル・セッションにおいては、本分野における国際的な課題と日米協力の役割について議論し、今後の協力の深化の方向を探った。

オープニングでは DOE/NNSA を代表し、地球規模核物質セキュリティ副局長補佐代理 Ms. Elly Melamed が、ISCN からは持地センター長が挨拶を行った。Ms. Melamed は ISCN は人材育成の中核拠点(COE)として活発な活動を展開しており、短期間で大きな成果を挙げ、他の COE のモデルとなっている、ISCN との協力は光栄であり、引き続き協力していきたいと述べた。持地センター長は核不拡散・核セキュリティ人材育成及び保障措置技術開発に関する日米協力が大きな成果を挙げており、さらに協力を強化していきたいとした。

会議では、28 年に及ぶプルトニウム燃料製造施設や東海再処理施設における日米

の技術開発協力の成果とともに、環境サンプル分析や核鑑識技術開発での協力について紹介した。また今後の課題として、内部脅威対策、コンピュータ・セキュリティ、COE 間の連携や保障措置とセキュリティの相乗効果、プルトニウム測定技術の質の向上、廃炉措置施設における保障措置の技術開発、第三国でのトレーニング強化等が挙げられた。

本ワークショップでは、これまでの ISCN と DOE/NNSA 協力の重要性が再確認され、米国からは ISCN の活動が高く評価された。今後は本ワークショップでの内部脅威対策等の個別の課題への議論を踏まえ、具体的な協力について ISCN と DOE/NNSA が引き続き議論を行っていくこととなる。



DOE/NNSA E.Melamed 氏の開会挨拶



ワークショップの様子

【報告:能力構築国際支援室 野呂 尚子、平井 瑞記】

4. コラム

4-1 A New Researcher's Initial Impressions of the ISCN

I am a researcher and prospective instructor in nuclear safeguards and nuclear security at the International Capacity-Building Support Office of the Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security (ISCN). I started working for the ISCN in May this year. Before arriving in Tokai, I worked as a Stanton Nuclear Security Postdoctoral Fellow at the Belfer Center for Science and International Affairs of the Harvard Kennedy School. This article describes my initial impressions of the ISCN and my current work.

I initially became aware of the ISCN's role in capacity building in Asia through discussions with the Center's staff during meetings of the Nuclear Energy Experts Group of the Council for Security Cooperation in the Asia Pacific.

Since arriving at the ISCN, I have been particularly impressed by how well connected the ISCN is. I have already had the opportunity to receive hands-on training from Sandia National Laboratories and Canberra Industries on electronic loop seals and surveillance cameras. During my time as an academic, I read about containment and surveillance but I rarely had a chance to actually try using C/S systems. The experience is helping me to appreciate the roles of operators and inspectors, as well as the comparative advantages of commercial off-the-shelf and custom safeguards equipment.

In June, I participated in the IAEA's first ever Regional Workshop on the Development of National Training Programmes in Computer Security. As a co-host for the course, the ISCN provided a forum for discussing the training needs of countries in the region with respect to this relatively new nuclear security topic. In August and September, I will participate in the ISCN's Regional Training Course on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities (RTC on PP). I am especially looking forward to seeing how the ISCN uses the Physical Protection Exercise Field, and its many sensors and cameras, for hands-on training on physical protection systems.

I can see that my colleagues take pride in the fact that the ISCN has gained enough experience in its first five years to now serve as a model for other training centers. The ISCN is going beyond training individuals to actively contribute to the development of new nuclear security training and support centers. In June, I had the opportunity to observe the ISCN's meeting with the US Department of Energy/National Nuclear Security Administration and counterparts in Kazakhstan on human resources development for Kazakhstan's emerging Nuclear Security Training Center. The ISCN is also assisting Indonesia's Nuclear Energy Regulatory Agency (BAPETEN) and National Nuclear Energy Agency (BATAN) to develop security centers to provide domestic training courses. The ISCN demonstrates the success of the Center of Excellence model – a relatively small office with fewer than a dozen instructors can influence nuclear security across many countries.

In July, I presented two papers at the 57th Annual Meeting of the Institute of Nuclear

Materials Management (INMM). I co-authored the first paper with colleagues at the ISCN on the Center's good practices in provision of nuclear security training. In researching this paper, I got a sense of the scale of the ISCN's contribution to capacity building – the Center's courses have already received almost 3000 participants.

My other paper, “Analysis of the IAEA's Approach to Allocation of Safeguards Resources”, investigates how the IAEA varies safeguards resource allocation (both financial expenditure and number of inspections) among states. As part of my research at the ISCN, I would like to refine my methodology to test the impact on resource allocation of additional factors that vary among states. By applying my methodology to data for future years, it should be possible to track changes in safeguards resource allocation among states as the IAEA progressively develops state level approaches, thereby providing insights into some of the effects of the state level concept on safeguards implementation.

In addition to fostering research, the JAEA is a gracious host to foreigners, particularly for people who, like myself, do not speak Japanese. The JAEA arranges Japanese language classes, which serve as both an educational experience and a meeting place for foreign members of staff. For visitors, particularly course participants, the ISCN provides learning opportunities that are unique to Japan, including visits to reactors and bulk-handling facilities. In September, I will travel to Nagasaki with the other participants in the RTC on PP to visit the Atomic Bomb Museum and the National Peace Memorial Hall. I understand that this is a particularly significant experience for professionals working in this field. It provides an opportunity to reflect on the threat of nuclear proliferation and the importance of controlling the use of nuclear materials.

I aspire to apply the training I am receiving to become an instructor for ISCN in both nuclear security and nuclear safeguards. I would like to thank my colleagues at the JAEA for supporting my research and for helping me to develop the skills necessary to become an instructor.

【報告:能力構築国際支援室 Kalman Alec ROBERTSON】

5. お知らせ

5-1 「核セキュリティを支える技術開発に係る国際シンポジウム」の開催について

日本原子力研究開発機構は、10月27日、「核セキュリティを支える技術開発に係る国際シンポジウム」を開催することと致しました。

当機構は、2010年の核セキュリティサミットにおける日本のコミットメントに基づき、核鑑識技術、核セキュリティに資する核物質の測定・検知技術開発を推進してきました。シンポジウムでは、この分野に関係する研究者、政策立案者、規制機関、法執行機関、警備当局や産業界関係者と共に核セキュリティの為の技術開発の今後の方向性を議論します。

日時：2016年10月27日(木)

「核セキュリティを支える技術開発に係る国際シンポジウム」

場所：東京大学山上会館(〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1)

概要：セッション1：基調講演

- 国際原子力機関(IAEA)原子力安全・セキュリティ局
Thierry Pelletier 上級核セキュリティ・オフィサー
- 米国国土安全保障省(US/DHS)国内核検知局(DNDO)
Joel Rynes 部長補
- 欧州委員会共同研究センター(EC/JRC)核セキュリティ・保障措置部
Willem Janssens 部長
- 核テロリズムに対抗するグローバルイニシアチブ(GICNT)核検知WG
Kari Peräjärvi 議長
- JAEA/ISCN 直井 洋介 副センター長

セッション2：パネル討論1：核セキュリティ分野の研究開発ニーズと成果展開

セッション3：パネル討論2：日本の強みと関係機関間の連携協力

御奮って御参加頂きますよう、ご案内申し上げます。

※申込み等詳細につきましては、9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。

発行日：2016年8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)