

ISCN ニュースレター

No.0242

May, 2017

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

「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～核鑑識と地域間協力～」の開催について	3
--	---

日本原子力研究開発機構は、6月5日(月)、「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～核鑑識と地域間協力～」を開催します。

1. 核不拡散・核セキュリティに関する動向(解説・分析)	4
------------------------------	---

1-1 米国の MOX 燃料製造施設(MFFF)に係る動向について –FY2017 予算配賦及び MFFF を巡る課題等–	4
---	---

ISCN ニュースレターでは、MOX 燃料製造施設(MFFF)に係る種々の事項について報告しているが、本稿では FY2017 包括歳出法に基づく MFFF 等に係る予算配賦及び MFFF を巡る課題等について報告する。

1-2 「G7 ルッカ外相会合共同コミュニケ」と「不拡散及び軍縮に関する G7 声明」等について(核軍縮、核不拡散及び核セキュリティに係る部分)	8
--	---

2017 年 4 月 10～11 日に、イタリアのルッカで開催された G7 ルッカ外相会合で発出された「G7 ルッカ外相会合共同コミュニケ」及び「不拡散及び軍縮に関する G7 声明」のうち、核軍縮、核不拡散及び核セキュリティに係る部分等について報告する。

2. 技術紹介	15
---------	----

2-1 遅発ガンマ線分析を用いた核物質保障措置技術開発 –14MeV D-T 中性子源用中性子減速体の開発–	15
--	----

保障措置分野では、U/Pu 混合酸化物燃料、使用済燃料、原子炉事故で発生する溶融燃料(燃料デブリ)、次世代燃料等の核物質中に含まれる核分裂性核種の分析技術が必要とされている。中でも使用済燃料、燃料デブリは、非常に高い中性子、ガンマ線バックグラウンドを持ち、このような核物質に含まれる核分裂性核種の組成比を決定する非破壊測定技術は現在のところ確立されていない。上記の背景から ISCN では、核物質に含まれる核分裂性核種組成比(主に Pu-239, Pu241, U-235)を分析するために、中性子源を用いた、遅発ガンマ線分析法(DGA)の技術開発を進めている。

3. 活動報告	25
---------	----

3-1 GIF PRPPWG-SSC ワークショップ参加報告	25
--------------------------------	----

第 4 世代原子力システムに関する国際フォーラムの核拡散抵抗性及び核物質防護評価手法ワーキンググループが、各炉型のシステム運営委員を招いて、2017 年 4 月 12、13 日にフランスのパリで開催したワークショップについて報告する。

「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～核鑑識と地域間協力～」の開催について

日本原子力研究開発機構は、以下のとおり、「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～核鑑識と地域間協力～」を開催します。

開催日時:平成 29 年 6 月 5 日(月) 10:00～17:00(受付:9:20～)

開催場所:東京工業大学(大岡山キャンパス)蔵前会館内

くらまえホール(〒152-0033 目黒区大岡山 2 丁目 12-1)

<http://www.somuka.titech.ac.jp/ttf/>

主催:国立研究開発法人日本原子力研究開発機構(JAEA)

共催:国立大学法人東京工業大学科学技術創成研究院先導原子力研究所

後援:外務省

入場料:無料 言語:日本語・英語(日英同時通訳有り)

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、核鑑識に関わる技術開発を実施しており、基本的な技術を確立するとともに技術の高度化を進めています。本シンポジウムでは、この分野に関係する国内外の研究者及び技術者(研究機関、大学、メーカー)、本分野の研究開発政策立案者、規制庁(核物質防護(PP)検査官)及び核セキュリティに関連する行政機関関係者、警察関係者等の方々を対象とし、核鑑識技術開発の今後の方向性を議論します。

技術シンポジウムの詳細及び参加申し込みは、ISCN Web サイトの技術シンポジウムのページ(<http://www.jaea.go.jp/04/iscn/activity/2017-06-05/announce.html>) または、下記のシンポジウム事務局宛てにお願いします。

シンポジウム事務局 (ISCN 計画管理室)

電子メール: iscn-symposium@jaea.go.jp、電話:029-282-1133(内線 40285)

※会場内での録音、撮影(VTR やスマートフォン等を含む。)はお断りいたします。

※プレスの方で写真撮影等を御希望される場合は、事務局までご連絡下さい。

※個人情報の取扱いについて、ご提供頂いた個人情報は、本シンポジウムに係る連絡にのみ使用いたします。

1. 核不拡散・核セキュリティに関する動向(解説・分析)

1-1 米国の MOX 燃料製造施設(MFFF)に係る動向について

－FY2017 予算配賦及び MFFF を巡る課題等－

ISCN ニュースレターでは、MOX 燃料製造施設(MFFF)に係る種々の事項について報告しているが¹、本稿では FY2017 包括歳出法に基づく MFFF 等に係る予算配賦及び MFFF を巡る課題等について報告する。

【これまでの経緯】

米国ブッシュ(子)元大統領は、露国との解体核由来のプルトニウム(Pu)管理処分協定(PMDA)に基づき、Pu を MOX 燃料に加工して軽水炉で燃焼させる「MOX 処分オプション」を実施するために、2007 年からサウスカロライナ州サバンナリバーサイト(SRS)で MOX 燃料製造施設(MFFF)の建設を開始した。

一方、オバマ前大統領は、MFFF 建設コストの高騰等を理由に、FY2014 予算要求では MFFF 建設のスローダウン、FY2015 予算要求では MFFF の建設費用をコールド・スタンバイ(一時凍結)モードとした。しかし米国議会は、SRS が立地するサウスカロライナ州内での雇用確保等を目的とした同州選出の上院議員の強硬な後押し等もあり、FY2014 以降は建設の継続に最低限必要な金額を配賦してきた。FY2007～FY2016 の実施予算の変遷は以下の表の通りである²。

年度(FY)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
実施予算額	262,500	0	0	504,238	501,788	435,172	400,990

年度(FY)	2014	2015	2016
実施予算額	343,500	345,000	340,000

* (単位:千米ドル)

【FY2017 予算要求】

オバマ前大統領は、2016 年 2 月に発表した FY2017 の予算教書³で、エネルギー省(DOE)長官の指示によりオークリッジ国立研究所のトム・メイソン所長が率いる「レッ

¹ ISCN ニュースレター、No. 206(2014 年 5 月)、No. 216(2015 年 3 月)、No. 220(2015 年 7 月)、No. 227(2016 年 2 月)、No. 228(2016 年 3 月)、No. 230(2016 年 5 月)、URL:
https://www.jaea.go.jp/04/iscn/nnp_news/index.html

² “Mixed-oxide fuel fabrication plant and plutonium disposition: management and policy issues”, Congressional Research Service (CRS), 3 October 2016

³ DOE, FY 2017 Congressional Budget Justification, vol. 1, February 2016, p. 540,
<http://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/02/f29/FY2017BudgetVolume1.pdf>

ド・チーム」が実施した「MOX 処分オプション」と、それに代わる処分オプションとされた「希釈処分オプション」⁴の試算等の比較結果⁵に基づき、MFFF プロジェクトを FY2017 から徐々に終息させ(wind down)、FY2019 には MOX プロジェクトを終了させる方針を打ち出した。そして、MFFF の建設に関しては FY2016 に比し 7,000 万ドル減額した 2 億 7,000 万ドル⁶を、また「希釈処分オプション」に関しては、事前概念設計等を行う費用として 1,500 万ドルを要求した。

【FY2017 予算配賦】

FY2017 の予算教書に対して、米国議会は、2017 年 5 月 5 日に成立した「2017 会計年度包括歳出法」⁷で、オバマ前大統領の意図に反し、MFFF の建設に係り 3 億 3,500 万ドルの支出を認めた。その一方で、「希釈処分オプション」については、オバマ前大統領の意向に沿い、全体計画の立案、当該オプションを実施する際の規制やその他の課題の解決、また(事前)概念設計の実施等のために、最大 1,500 万ドルの支出を認めた⁸。

【MFFF を含む MOX 処分オプション及び希釈処分オプションに係る課題】

上記のように FY2017 でも建設に必要な最低限の費用が認められた MFFF であるが、現在、幾つかの課題に直面している。

一つ目は、MFFF 建設コストの高騰である。米国議会調査局の報告書は⁹、DOE による MFFF の設計・建設コストの試算は、2002 年当初は 10 億ドル、2005 年時点では 35 億ドル、2007 年時点では 48 億ドル、FY2014 の予算要求の時点では 77.8 億ドルと、年を追うごとに増加していること、年間の運転費用の試算も 2002 年当初の 1 億 50 万ドルから、FY2014 の予算要求時点では 5 億 4,300 万ドルに増加していることを指摘

⁴ 「希釈処分オプション」とは、Pu をスターダストと呼ばれる物質で希釈して金属缶に入れ、更に輸送・貯蔵用のドラム缶に詰め、ニューメキシコ州の核廃棄物隔離試験施設(WIPP)で地層処分するもの。

⁵ レッド・チームは、「MOX 処分オプション」は「希釈処分オプション」の最も高額になる場合よりも更に高額になる、「MOX 処分オプション」の年間費用は 7~8 億ドルなのに比し、「希釈処分オプション」は 4 億ドルで済む、「希釈処分オプション」は「MOX 処分オプション」に比し、シンプルな工程でありリスクも低いとして、DOE に対して「希釈処分オプション」をできるだけ早期に検討すべきと結論付けている。なお、「MOX 処分オプション」及びその他の代替オプション(高速炉、固化、希釈及びボアホールでの処分オプション等)の履行に要する費用の評価及び比較等については、①DOE/NNSA の報告書(2014PWG、2014 年 4 月)、②議会の附帯事項に基づき DOE が委託した AEROSPACE による報告書(2015 年 4 月)、③MFFF の建設を実施している CB&I AREVA MOX Service が委託した High Bridge Associate による報告書(2015 年 6 月)、④DOE 長官の指示によりオークリッジ国立研究所のトム・メイソン所長が率いるレッド・チームが調査を実施した報告書(2015 年 8 月)、⑤High Bridge Associate による再度の報告書(2015 年 9 月及び 2016 年 3 月)が種々の報告を行っている。それらについては、脚注 1 に記した過去の ISCN ニュースレターを参照されたい。

⁶ MFFF プロジェクトが終了しても、核物質や施設を安全な状態に維持すること、またプロジェクトの全体管理等が必要であり、そのための人員雇用等が必要としている。

⁷ “Consolidated Appropriations Act, 2017”, URL: <https://www.congress.gov/115/bills/hr244/BILLS-115hr244enr.pdf>

⁸ 上記 2017 会計年度包括歳出法案の D:エネルギー・水資源開発及び関連機関、URL: <https://rules.house.gov/sites/republicans.rules.house.gov/files/115/OMNI/DIVISION%20D%20-%20E%26W%20SO M%20FY17OCR.pdf>

⁹ CRS レポート、前掲

している。また 2016 年の DOE の報告書¹⁰は、MFFF 建設の進捗度合は 28%であり、今後、3 億 5,000 万ドル/年の予算配賦を前提とすれば、MFFF の建設完了は 2048 年で、総コストは 171.7 億ドルと試算している¹¹。現実問題として、MFFF 完成までの今後約 30 年間に亘る予算配賦や、その後の MOX 製造及び軽水炉での燃焼による Pu 処分の是非や可否については、多くの賛否両論があろう。

二つ目は、SRS が立地するサウスカロライナ州が、州内の雇用喪失や SRS がプルトニウムの処分場となることを懸念し、MFFF の建設継続を強く求めていることである。2016 年 2 月、同州の司法長官は DOE に対して、①2016 年 1 月 1 日の時点で MOX 燃料製造を達成できなければ同州に 1 日当たり 100 万ドル(上限は年間最大 1 億ドル)の罰金を支払うか、あるいは②同州から毎年 1 トンの Pu を搬出しなければならないこと等を規定する連邦法¹²に準拠することを求める訴えを連邦地方裁判所に提起し¹³、オバマ前政権に MFFF の建設継続を迫った。2017 年 2 月に連邦地方裁判所は、①については同州が連邦地方裁判所ではなく、連邦請求裁判所に提起すべきとして同州の訴えを却下し、また②及び同州へのこれ以上の Pu の搬入停止については、2017 年 7 月 7 日までに両者が調停を行うよう命じた¹⁴。特に②については、両者が納得する合意を得ることができるのか注視される。

三つ目は、米国の「希釈処分オプション」に係る露国の対応である。DOE のクロツツ NNSA 長官は、2016 年 2 月に開催された上院軍事委員会戦略兵力小委員会の公聴会で、米国がすでに露国のロスアトムと「希釈処分オプション」について非公式な議論をしていると述べたが、2016 年 10 月、露国は、米国が「希釈処分オプション」により兵器級の Pu を再び核兵器に利用する可能性があることを理由に、PMDA の履行を停止する大統領令を発した¹⁵。露国の理由はともあれ、米露は昨今、ウクライナやシリアを巡って政治的に対立しており、PMDA 問題もその影響を受け、政治問題化の様相を呈している。

四つ目は最終処分場の問題である。米国が「MOX 処分オプション」を継続しても、

¹⁰ “2016 Updated Performance Baseline for the Mixed Oxide Fuel Fabrication Facility at the Savannah River Site: Overview of DOE’s 2016 Performance Baseline with a Comparison to the Contractor’s Estimates and Data”, U.S. Department of Energy, URL:

https://nnsa.energy.gov/sites/default/files/nnsa/inlinefiles/2016_updated_performance_baseline_for_mox.pdf

¹¹ 5 億ドル/年の予算配賦であれば総コストは 140.2 億ドル、予算の制約を受けなければ(unconstrainedであれば)118.4 億ドルと試算されている。なお当該報告書は、MFFF の建設を行っている CB&I AREVA MOX Services の試算も評価しているが、CB&I AREVA MOX Services は、MFFF の建設完了を 2029 年、総コストを 99.9 億ドルと見積もっている。

¹² Section 2566 of the Atomic Energy Defense Provisions: “Disposition of Weapons-Usable Plutonium at Savannah River Site”, URL: <http://uscode.house.gov/view.xhtml?req=granuleid:USC-prelim-title50-section2566&num=0&edition=prelim>

¹³ <http://www.scag.gov/wp-content/uploads/2016/02/2016-02-09-MOX-Complaint-FINAL.pdf>

¹⁴ “Judge rejects \$100-million claim in MOX lawsuit”, ANS Nuclear news, March 2017, URL:

<http://www.ans.org/advertising/nn/da/pdfstat/index.php?i=100537-holtec.pdf&y=2017-3>

¹⁵ “Decree by the President of the Russian Federation on the suspension of the Plutonium Management and Disposition Agreement”, 3 October 2016, URL:

http://fissilematerials.org/library/2016/10/decrees_by_the_president_o.html

新たに「希釈処分オプション」を選択しても、放射性廃棄物処分のための最終処分場が必要である。それは米国の軽水炉からの使用済燃料処分にも共通する課題であるが、最終処分場については、オバマ前政権は FY2010 予算教書でヤッカマウンテン・プロジェクトを終了させた。今次の FY2017 包括歳出法でも、原子力規制委員会(NRC)の許認可審査活動を含め、ユッカマウンテン処分場関連の予算は計上されていない。しかしトランプ政権は、2017年3月に公表された FY2018 予算要求(骨子)¹⁶でヤッカマウンテンの許認可再開の費用を計上しており、FY2018 以降の具体的な対応が注視される。

【トランプ政権の方針】

2017年5月15日現在、トランプ大統領は、MFFFの建設や露国のPMDAの履行停止を含むPu処分問題については何らの言及もしていない。しかし5月下旬と目されている FY2018 予算要求(詳細版)、あるいは FY2018 で再度のMFFFの建設コストやスケジュールの再評価を行った場合にはその後の FY2019 の予算教書では、トランプ政権の方針がより明確になると思われる。そしてそれらに係る米国議会、サウスカロライナ州、引いては露国の反応が注視される。

【報告 政策調査室 田崎 真樹子、須田 一則】

¹⁶ “America First” budget blueprint”, URL:
https://www.whitehouse.gov/sites/whitehouse.gov/files/omb/budget/fy2018/2018_blueprint.pdf

1-2 「G7 ルッカ外相会合共同コミュニケ」と「不拡散及び軍縮に関する G7 声明」等について(核軍縮、核不拡散及び核セキュリティに係る部分)

【概要】

2017 年 4 月 10～11 日、イタリアのルッカで、2017 年 G7 外相会合(G7 ルッカ外相会合)が開催された¹⁷。今次会合は、来る 5 月 26～27 日に、同国シチリア島のタオルミーナ近郊で開催される G7 主要国首脳会議(2017 G7 タオルミーナ サミット)に合わせて開催される関係閣僚会合の 1 つであり、直近の国際情勢について G7 外相間で議論を行い、首脳会議での議論の基礎とするものである。なお G7 外相会合では、毎回、「G7 外相会合共同コミュニケ(「共同コミュニケ」)」と「不拡散及び軍縮に関する G7 声明(「G7 声明」)」等が発出されている(なお、今次会合では、左記に加え、「サイバー空間における責任ある国家の行動に関する G7(ルッカ)宣言」¹⁸が発出された)。

直近の国際情勢を反映し、今次会合の主要論点は、①会合直前の 4 月 6 日に行われた米国によるシリアのアサド政権の空軍基地へのミサイル攻撃、②シリアやウクライナを含む地域的紛争やテロ及び暴力的過激主義への対抗等に係る露国の役割、そして③核実験及びミサイル発射を継続する北朝鮮への対応¹⁹、に係り、G7 内で意思疎通を図ることであった。加えて、種々の外交問題に係り、国際社会を常にリードしてきた米国について、今次会合は、トランプ政権が発足してから初めての会合であるものの、トランプ政権の外交政策が必ずしも明確ではなく、また米国の外交を担う国務省内の高官人事も確定していない状況において、米国の去就及び国際的な課題につき G7 内で意思疎通を図り、引いては何ら具体的な成果を生み出すことができるか否かも注視された。

上記の 3 つの主要論点のうち、核不拡散に係る③北朝鮮の核・ミサイル開発への対応について、会合終了後に発出された「G7 ルッカ外相会合共同コミュニケ」²⁰及び「不拡散及び軍縮に関する G7 声明」²¹では、北朝鮮にそれらを「断念させるための措置を強化する決意」等、前回の G7 広島外相会合(2016 年 4 月 10～11 日、広島で開催)で発出された共同コミュニケ²²や G7 声明²³に比し一歩踏み込んだ、また強い言及がなされたが、具体的にどのような措置なのかの明示はない。

¹⁷ 外務省、「G7 ルッカ外相会合」、URL: http://www.mofa.go.jp/mofaj/page4_002921.html。外相会合の出席者は、出席者は、G7(加国、仏国、独国、伊国、日本、英国及び米国)各国の外相及び欧州連合(EU)外務・安全保障上級代表で、日本からは岸田外務大臣が出席した。

¹⁸ 外務省、「サイバー空間における責任ある国家の行動に関する G7(ルッカ)宣言」、URL: <http://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000246366.pdf>

¹⁹ “Italian G7 Presidency 2017”, URL: <http://www.g7italy.it/en/news/april-10-11-g7-foreign-affairs-ministers-will-meet-lucca>

²⁰ 外務省、「G7 外相会合共同コミュニケ」、URL: <http://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000246364.pdf>

²¹ 外務省、「不拡散及び軍縮に関する G7 声明」、URL: http://www.mofa.go.jp/mofaj/fp/pc/page3_002059.html

²² 外務省、「G7 広島外相会合共同コミュニケ」、URL: <http://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000147450.pdf>

²³ 外務省、「不拡散及び軍縮に関する G7 声明」、URL: http://www.mofa.go.jp/mofaj/ms/is_s/page24_000565.html

また、上記主要論点以外の核軍縮に係り、前回国合の声明では言及されていた米露間の新戦略兵器削減条約(新 START)以降の新しい軍縮交渉や、他の核兵器国にも軍縮を求める旨の言及は今次会合ではなされないなど、前回国合から一歩引いた姿勢が窺える。さらに核セキュリティに係り、前回国合の共同コミュニケや声明同様に、2016 ワシントン核セキュリティ・サミットで提案された核セキュリティ強化の枠組み及びその活動を支持、あるいはコミットしたのみで、特段目新しい言及は見られない。

本稿では、以下に今次 G7 外相会合の共同コミュニケ及び G7 声明の核不拡散、核軍縮及び核セキュリティに係る部分を抽出して列記するとともに、それらに係り若干の解説を加え報告するものである。

【G7 ルッカ外相会合共同コミュニケ】

共同コミュニケにおける今次会合の核軍縮、核不拡散及び核セキュリティ等に係る言及の概要は以下の通りである。

- **イランとの包括的共同作業計画(JCPOA):**
 - ✓ 不拡散体制に対する重要な貢献として JCPOA を支持。JCPOA の継続的かつ完全な履行は、イランの核開発が専ら平和目的のみである旨の信頼醸成に不可欠。
 - ✓ 全ての当事者が誠実に JCPOA 下での全てのコミットメントを完全かつ整合的に履行する必要性を強調し、イランが自ら全ての核関連のコミットメントを厳格に遵守する必要性を再確認。
- **北朝鮮:**
 - ✓ 北朝鮮(の核・ミサイル開発問題)は、国際社会が取組む最優先事項。
 - ✓ 北朝鮮が行った全ての核実験及び弾道ミサイル発射を最も強い表現で非難。
 - ✓ 北朝鮮は、全ての核兵器並びに既存の核計画及び弾道ミサイル計画を、完全、検証可能、不可逆的な方法で放棄しなければならず、この目的を達成するための措置を強化することを決意。
- **不拡散・軍縮:**
 - ✓ 核兵器不拡散条約(NPT)、化学兵器禁止条約、生物兵器禁止条約等の普遍化及び履行に引き続きコミット。G7 が主導する大量破壊兵器・物質の拡散に対するグローバル・パートナーシップ(GP)への全面的な支援を引き続き提供。
 - ✓ 「核兵器のない世界」を可能にし得る条件を作り出すための方法としては、国際社会の安定と全ての人のセキュリティへの必要性を考慮した、核軍縮を促進するための包摂的、段階的な進歩的アプローチ以外に選択肢はない。(核不拡散及び軍縮は)NPT 運用検討サイク

ル²⁴の活用や、核不拡散体制の礎石である NPT の強化に焦点を当てることにより進展を遂げることへのコミットメントを強調。

- ✓ 核兵器又はその他の核爆発装置用の核分裂性物質の生産停止を支持し、核分裂性物質生産禁止条約(カットオフ条約)に関するハイレベル専門家準備グループの設立を歓迎。
- ✓ 包括的核実験禁止条約(CTBT)が核不拡散及び軍縮に貢献する可能性を有していることに留意し、CTBT 機関の準備委員会が設置した国際監視制度(IMS)を優先事項として完成させることを強く奨励。

【不拡散及び軍縮に関する G7 声明】

今次 G7 声明は、前文、「地域における不拡散の課題」、「NPT 運用検討サイクル」、「核軍縮及び軍備管理」、「大量破壊兵器(WMD)の不拡散」、「核セキュリティ及び原子力安全」、「小型武器を含む通常兵器」及び「宇宙」の項目に分かれた全 63 パラグラフからなる。このうち、今次会合の核軍縮、核不拡散及び核セキュリティに係る言及の概要は以下の通りである(ただし上記の①「共同コミュニケ」で既に言及されているものを除く)。

- **地域における不拡散の課題**
 - ✓ 北朝鮮の大量破壊兵器による脅威を外交的手段によって解決するという共通の目的を再確認する一方で、強力かつ一体となった対応が必要であると確信。全ての国に対し、過去の関連する国連安保理決議 2321 号²⁵を完全に履行するための努力を倍加するよう求める。
- **NPT 運用検討サイクル(原子力の平和利用を含む)**
 - ✓ NPT の目的や義務に対する完全なコミットメントを再確認し、NPT の不拡散、軍縮及び原子力平和利用の支持と強化に向けた努力を倍加することを約束。
 - ✓ 2017 年 5 月の 2020 年 NPT 運用検討会議第 1 回準備委員会が成功裏に実施されるよう共に取り組み、次の 4 年間の運用検討サイクルの間に前進することの重要性を強調。
 - ✓ 全ての NPT 締約国が NPT に従い、原子力エネルギーを平和的目的に利用する奪い得ない権利を有することを認識。核不拡散義務の履行、完全な透明性と最高水準の原子力安全の確保、核セキュリティ及び核不拡散に準拠しかつ環境に配慮した形での平和的な民生用原子力計画の策定が、原子力エネルギー・技術の平和的利用の実現にあたっての重要な要素であることを強調。

²⁴ NPT 運用検討会議は条約の運用を検討するために 5 年毎に開催される。また運用検討会議の準備会議は、運用検討会議の 3 年前から 2 週間ずつ開催される。直近では、2020 年に運用検討会議が開催される予定であり、そのための準備会議の第 1 回会議は、2017 年 5 月 2～12 日に、ウィーンで開催された。

²⁵ 2016 年 11 月 30 日に採択された北朝鮮への制裁を強化する安保理決議。北朝鮮の重要な外貨収入源である石炭輸出に上限を設け、年間 4 億ドル(もしくは 750 万トン)に制限するというもの。

• 核軍縮及び軍備管理

- ✓ 全ての国に対し、核兵器国と非核兵器国の間の対話を含む検証可能な核軍縮・不拡散を促進させる、実践的かつ現実的なイニシアティブを我々と共に追求するよう呼びかける。
- ✓ 核軍縮検証のための国際パートナーシップ(IPNDV)によって明らかとなった実践的で効果的な核兵器に関する軍備管理及び軍縮における検証イニシアティブを開発する核兵器国と非核兵器国との協力の価値を強調する。
- ✓ 米国及び露国による新 START の継続的な履行を歓迎。露国に対し完全かつ検証可能な遵守に関する懸念に対処することにより、中距離核戦力(INF)全廃条約の維持を求める。

• 核セキュリティ

- ✓ 国際社会は、継続的に増大する核物質及び放射性物質を使用したテロリズムに対して引き続き警戒しなければならず、国際的な不拡散の努力を強く支持。
- ✓ 核セキュリティ・サミットの機運を維持することを含めた核セキュリティ強化のための IAEA の中心的な役割を支持することを再確認。核テロリズムに対抗するために積極的に関与している国際機関及び枠組みを更に支援し強化するための各国の行動の調整を含め、核セキュリティ・コンタクト・グループの活動に強くコミットする。
- ✓ 核セキュリティ・サミットの遺産を前進させ、強固で包括的な国際的核セキュリティ体制を支えるに当たり、国連、IAEA、国際刑事警察機構(ICPO)、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)及び大量破壊兵器・物質の拡散に対するグローバル・パートナーシップ(GP)の役割を完全に支持。2017年6月に開催されるGICNTの全体会合に期待。
- ✓ 核テロリズム防止条約及び改正核物資防護条約の重要性を強調し、これらの条約の完全な履行と普遍化に向けた継続的な努力を完全に支持し、全ての未締結国に対してこれらの条約の締結を要請。

【解説】

まず、核不拡散について、今次共同コミュニケ及び G7 声明では、③北朝鮮の核及びミサイル開発について、それが国際社会にとって「新たな段階の脅威」であり、当該脅威に対して外交手段による解決を確認する一方で、「全ての国に国連安保理決議 2321 号を完全に履行する努力を倍加するよう求める」とともに、「北朝鮮の核兵器や運搬手段の能力向上を阻止する措置の早急な強化を決意している」ことが盛り込まれた。上述の「 」内は、前回の G7 広島外相会合のコミュニケ等に比し、より踏み込んだ、より強い表現ではある。しかし、「～能力向上を阻止する措置」が具体的に何を指すのかは明確ではない。この点、例えば米国トランプ政権は、軍事行為を含むあらゆる選択

肢を検討していると述べている²⁶。

また米国トランプ大統領が大統領就任以前に、破棄することも示唆していたイランの核開発に係る JCPOA については、これが「不拡散体制に対する重要な貢献」であり、トランプ政権を含め G7 がこれを支持することが改めて表明されるとともに、一方で「全ての当事者が誠実に JCPOA 下でのコミットメントを完全かつ整合的に履行する必要性が強調」され、米国への牽制とも受け取れる言葉が盛り込まれている点は、前回共同コミュニケや声明とは異なる。

次に、**核軍縮**について、昨年の G7 広島外相会合では、会合が被爆地の広島で開催されたこと、また G7 伊勢志摩サミットとオバマ大統領の広島訪問が翌月(2016年5月)に控えていたこと等もあり、核軍縮に向けた機運があった。そして当該会合で発出された共同コミュニケや G7 声明では、新 START 条約の継続的な履行、露国との新たな軍縮交渉の可能性の示唆、他の核兵器国に対する軍縮推進への呼びかけ、また包括的核実験禁止条約(CTBT)の早期発効の重要性等が盛り込まれた。

上記に比し今次 G7 声明では、新 START の継続的履行、また CTBT についても、それが核不拡散及び軍縮に貢献する「可能性を有する」との言及に留まっており、核軍縮の機運に陰りが見られる。現にトランプ大統領は、2017年2月23日のロイターとのインタビュー²⁷で、新 START を「一方的(に露国に有利)な合意だ」と非難し、米国が核兵器能力で他国に劣ることはないとして核備蓄を増強する考えを表明している。またトランプ政権が2017年3月16日に発表した FY2018 の予算の骨子(青写真)²⁸でも、国防費を540億ドル増額する方針を示している。さらに CTBT について、トランプ政権幹部は、オバマ前民主党政権とは異なり、批准に否定的な態度を明示しており²⁹、したがって前回の声明のような CTBT 批准に前向きな言及はなされなかったと考えられる。

加えて核軍縮の先にある「核兵器のない世界」に至る道程について、今次 G7 声明では、「～国際社会の安定と全ての人のセキュリティへの必要性を考慮した、包摂的、段階的な進歩的アプローチ以外に選択肢はない」ことが盛り込まれた。これは今次会合直前の2017年3月27～31日に、米国ニューヨークの国連本部で開催された「核兵器の完全な廃絶を意図し、核兵器を禁止する法的拘束力のある措置」について交渉するための会議³⁰の動向を牽制したものであると考えられる。左記会議は、核兵器

²⁶ 「対北朝鮮、『すべての選択肢』トランプ氏、首相に 日米首脳が電話協議」、日本経済新聞、2017年4月16日、URL: http://www.nikkei.com/article/DGXLASFS06H1D_W7A400C1MM0000/

²⁷ ロイター、2017年2月24日、インタビュー: 米大統領が核増強を明言、中国の為替操作を批判、URL: <http://jp.reuters.com/article/usa-trump-idJPKBN1622P2>

²⁸ White House, “America First: A Budget Blueprint to Make America Great Again”, URL: https://www.whitehouse.gov/sites/whitehouse.gov/files/omb/budget/fy2018/2018_blueprint.pdf

²⁹ 米国家安全保障会議(NSC)のクリストファー・フォード上級部長(大量破壊兵器・拡散阻止担当)の言及

³⁰ “United Nations Conference to Negotiate a Legally Binding Instrument to Prohibit Nuclear Weapons, Leading Towards their Total Elimination 16 February, 27 - 31 March, 15 June - 7 July 2017”, United Nations, URL: <https://www.un.org/disarmament/ptnw/#>. 当該会議は第1回目の会合であり、第2回目の会議は2017年6月15～7月7日に開催される予定である。

国による軍縮が進捗しないことに苛立ちを呈している一部の非核兵器国等が主導した2016年12月の国連総会決議³¹に基づき開催されたもので、核兵器を禁止する条約の制定を目指している。会議には核兵器を保有する9カ国³²と、米国の同盟国³³は、核兵器の抑止力を含む安全保障上の理由、また核兵器国による核軍縮と非核兵器保有国への不拡散を均衡しつつ進めることを意図する核不拡散体制の根幹であるNPTを弱体化させ、さらには核兵器国と非核兵器国の対立を招く等の懸念から会議には参加していない。今次G7声明での言及は、「核兵器のない世界」に向けた取り組みとしては、早急な核兵器の禁止ではなく、「包摂的、段階的な進歩的アプローチ」が必要との従来の核兵器国及び同盟国のスタンスを改めて確認したものと思われる。

さらに核セキュリティについて、今次G7外相会合の約1年前に開催された第4回核セキュリティ・サミット(NSS、於:ワシントン)では、今後、NSSプロセスに代わり、核セキュリティ強化に係り一定の役割を果たすことになる国際原子力機関(IAEA)を中心とした5つの国際組織(IAEA、国連、国際刑事警察機構(INTERPOL)、GICNT及びGP)が特定され、また今までのNSSで表明された各国のコミットメントの履行促進や達成評価を行うため、政府高官(シエルパ)からなる「核セキュリティ・コンタクト・グループ」の設立及び毎年の会合開催が提案された。今回のG7声明では、上記5つの国際組織の役割への支持、また2016年9月に第1回会合がカナダ開催された「核セキュリティ・コンタクト・グループ」の活動に対して強いコミットメントが示された。核セキュリティを重要視し、それを国際的なモメンタムに発展させるためにNSSを主導してきたオバマ政権に比し、トランプ新政権では、未だ核セキュリティへの取組に係る方針が明示されていないが、少なくとも現時点では既存の国際的な取組みを追認し、後押しするとの姿勢が確認されたといつて良いであろう。

【まとめ】

上述したように、総じて今次G7外相会合で発出された共同コミュニケや声明から、核不拡散、核軍縮及び核セキュリティに係る対応について、G7広島外相会合からの顕著な進展や対応の具体化・詳細化、あるいは新規性を見出すことは難しい。さらにG7広島外相会合には見られた、例えば「核兵器のない世界」の実現に向けた、核軍縮や核セキュリティに係る覇気を読み取ることも難しい。その理由としては種々の見解があろうが、まず、今まで本分野で世界を主導してきた米国にトランプ政権が誕生し、加えてトランプ新政権の核不拡散、核軍縮及び核セキュリティに係る具体的な方針や政策が明示されていないことであろう。またG7の多くを占める欧州各国にとっては、中東、ウクライナ及び露国問題への対応が喫緊の課題であること、加えて仏国では大統領選挙(2017年5月7日)、英国ではEUからの離脱(BREXIT)を巡る議会解散と総選挙(2017年6月8日)等を控え、国内問題に対処する必要・緊急性があることであろう。一方でそれらに比して、北朝鮮の核・ミサイル開発を除けば、核不拡散や核軍縮、核セキュリティは、優先度が必ずしも高いわけでもなく、現状の取組みの追認でも特段

³¹ “Resolution adopted by the General Assembly on 23 December 2016”, A/RES/71/258, 11 January 2016

³² 米国、英国、仏国、露国、中国、インド、パキスタン、イスラエル及び北朝鮮

³³ 北大西洋条約機構(NATO)加盟国や日本及び韓国等

の支障を来さない。

今次会合の成果としては、例えば JCPOA を破棄するといった大統領就任以前に見られたトランプ大統領の外交政策に係る過激な発言や、米国第一主義、また米国の具体的な方針や政策の不明確さはあるものの、少なくとも現時点で米国は、国際的な既存の取組みから大きく逸脱するような行動をとることは考えておらず、他の G7 各国と協調し、現状の取組みを追認、その実施を継続していくとの大まかな方向性が明らかになったということであろう。

上述したように、来る 5 月 26～27 日には、今次 G7 外相会議での議論を受けて、トランプ大統領を含め G7 首脳等が参集して 2017 G7 タオルミーナ サミットが開催される。当該サミット開催まではあまり日数がなく、その間に軍縮、核不拡散及び核セキュリティに関し大きな進展や、米国の方針や方向性が明示されるとは考えにくいですが、進展に向けたより実質的かつ具体的な議論が展開されることが望まれる。

【報告： 政策調査室 田崎 真樹子、清水 亮、須田 一則】

2. 技術紹介

2-1 遅発ガンマ線分析を用いた核物質保障措置技術開発 —14MeV D-T 中性子源用中性子減速体の開発—

1. 背景

保障措置分野では、U/Pu 混合酸化物燃料、使用済燃料、原子炉事故で発生する溶融燃料(燃料デブリ)、次世代燃料等の核物質中に含まれる核分裂性核種の分析技術が必要とされている。中でも使用済燃料、燃料デブリは、非常に高い中性子、ガンマ線バックグラウンドを持ち、このような核物質に含まれる核分裂性核種の組成比を決定する非破壊測定技術は現在のところ確立されていない。上記の背景から ISCN では、核物質に含まれる核分裂性核種組成比(主に Pu-239, Pu241, U-235)を分析するために、中性子源を用いた、遅発ガンマ線³⁴分析法(DGA)[1-5]の技術開発を進めている。

2. DGA の原理と問題点

DGA の概念図を図1に示す。DGA では中性子源からの高速中性子(1MeV 以上)を減速体によって可能な限り熱中性子(0.025eV 付近)に減速し、測定対象の核物質に数十秒間照射し核分裂反応を誘起させる。照射後、測定試料をシャトルシステムによって可能な限り速く(半減期によるガンマ線強度の減衰から、数秒以下が望ましい)1~2m 程度離れた高純度ゲルマニウム検出器(HPGE)システム近辺まで移動させる。HPGE は高速中性子による結晶の損傷によって、分解能が劣化する[6]ため、中性子源からできるだけ距離を取り、遮蔽する必要がある。試料内に残留する核分裂生成物から放出される遅発ガンマ線を HPGE によって数十秒~数分測定する。統計精度を上げるため、この照射、移動、測定のサイクルを、数十回繰り返し、ガンマ線スペクトルデータを蓄積する。

中性子捕獲に伴う核分裂では、核分裂性核種及び核分裂を誘起する中性子エネルギーによって、核分裂収率³⁵が異なる。Pu-239, U-235 の熱中性子による核分裂収率[7]を図2に示す。

³⁴ 特定の核種あるいは特定の質量数の核分裂生成物を生ずる核分裂の全核分裂に対する比

³⁵ 光が電子と衝突し、もとの振動数より小さな振動数をもって散乱する現象

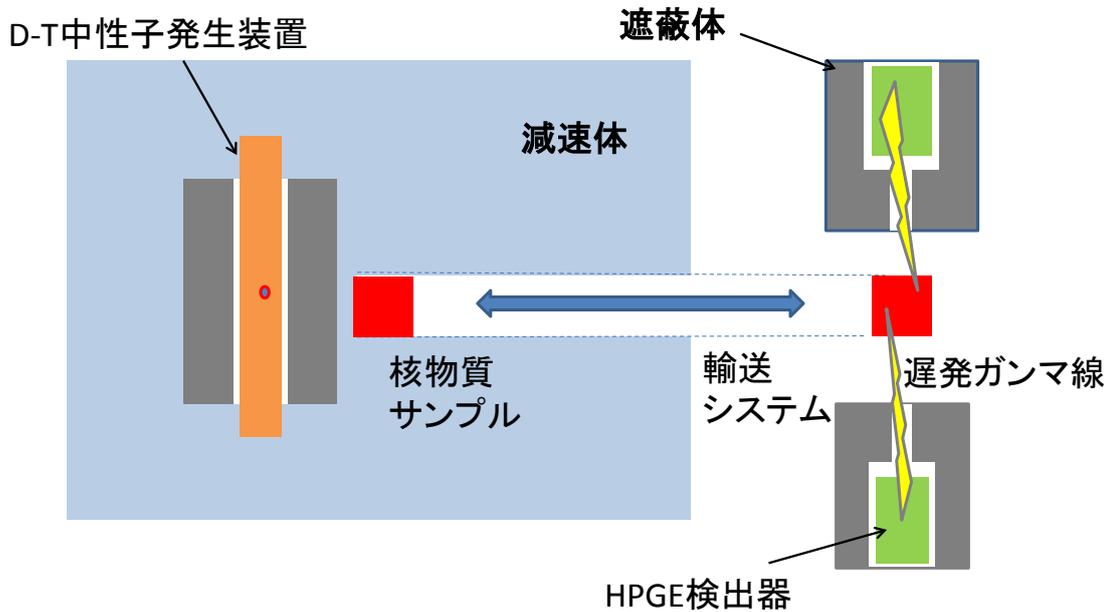


図1 DGA の概念図

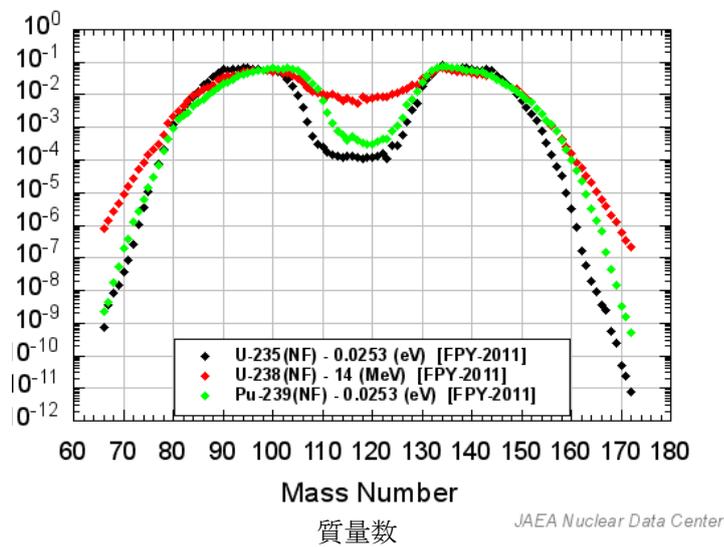


図2 Pu-239, U-235 の熱中性子による核分裂収率と U-238 の 14MeV 中性子による核分裂収率

U-235 と Pu-239 の熱中性子による核分裂収率を比較すると、例えば、質量数 90 付近では U-235 の方が大きくなり、質量数 110 付近では Pu-239 の方が大きくなっていることがわかる。加えて、放出される遅発ガンマ線エネルギーは核分裂生成核種毎に異なるので、遅発ガンマ線のスペクトルのピーク比は核分裂性核種によって異なる。U-235 と Pu-239 遅発ガンマ線のスペクトルの例(計算値)[1]を図 3 に示す。

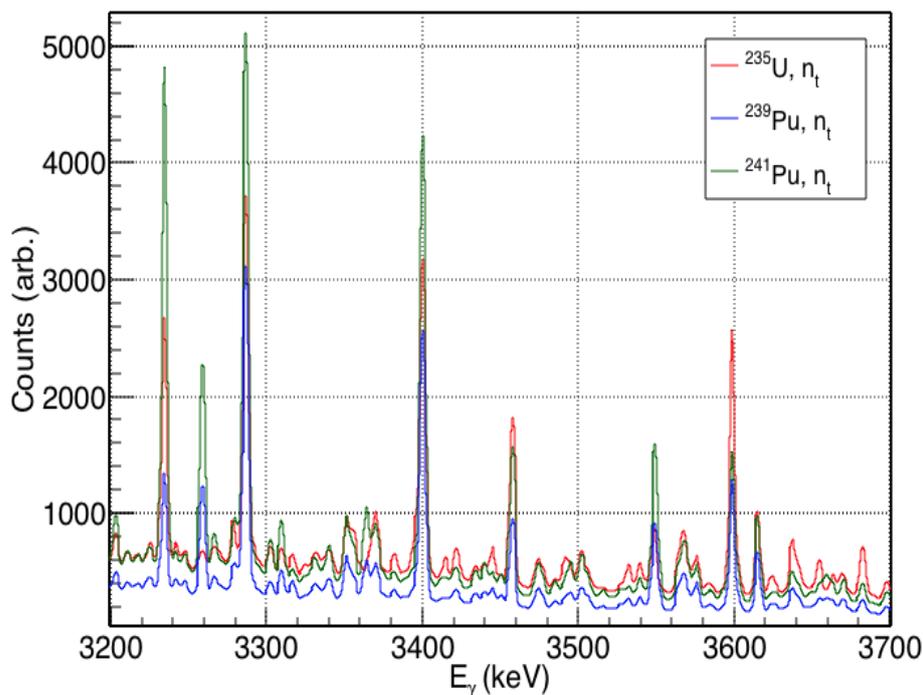


図 3 核分裂性核種の遅発ガンマスペクトルの例 (計算値)

例えば、3600keV 付近のピークでは、U-235 の値が最も高く、Pu-239 の値が最も低い。3400keV 付近のピークでは、Pu-241 の値が最も高く、Pu-239 の値が最も低い。これらのピーク比を解析することによって、核物質中の核分裂性核種組成を決定することが可能となる。加えて、遅発ガンマのエネルギーは、高いエネルギー領域(2MeV 以上)に多く存在する。したがって、使用済燃料等に含まれる、主に2MeV以下のエネルギーを持つ長寿命核種(Cs-137,Co-60 等)からの強いガンマ線ピークとの弁別が容易であり、これらのコンプトン散乱³⁶によるバックグラウンドに阻害されないと言う大きな利点がある。

しかしながら、測定対象物として U-238 を多く含有する核物質(使用済燃料では 96%程度)を用いる場合、高速・高エネルギー中性子による核分裂の影響は大きくなる。U-238、U-235、Pu-239 の核分裂断面積[7]を図 4 に示す。

³⁶ 核分裂生成物β崩壊の半減期に伴って放出されるガンマ線のうち、比較的短半減期の物を指す。本報告では、数秒～数十分の半減期を持つ核種から放出されるものを指す。

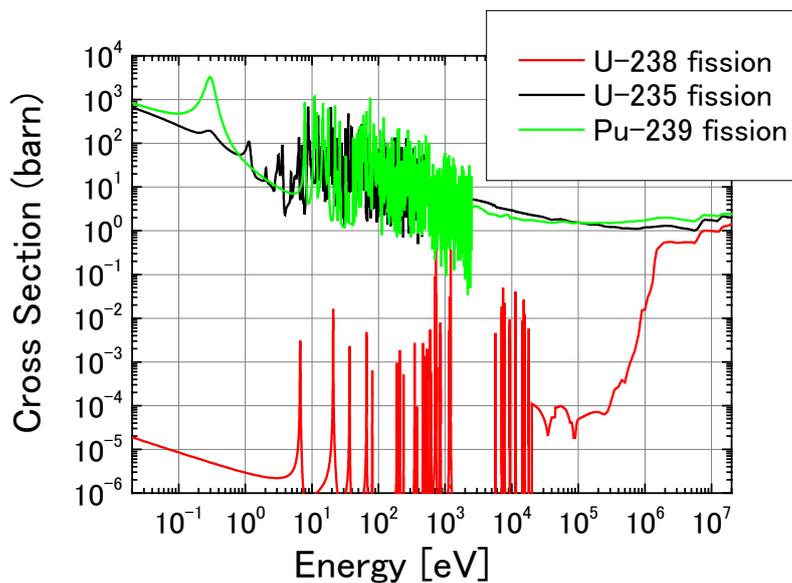


図4 U-238、U-235、Pu-239の核分裂断面積

U-238の核分裂断面積は2 MeV以上でU-235やPu-239、Pu-241の断面積に近づく。U-238の14MeV中性子による核分裂収率[7]の例を図2に合わせて示す。U-238の14MeV中性子による核分裂収率は、U-235やPu-239の熱中性子による核分裂収率と大きく異なる。入射中性子に多くの14MeV中性子又は14MeV以下の高速中性子(高速中性子の核分裂収率は14MeVの収率に類似している)が含まれる場合、U-238のシグナルは、U-235やPu-239のシグナルに対し無視できないバックグラウンド要因となるので、可能な限り測定サンプルに入射する高速中性子を減少させる必要がある。

3. 減速体開発の目的

DGSに用いる中性子源の有力な候補として、D-T中性子発生装置[8]があげられる。本装置では、重水素(D)と3重水素(T)を高電圧によって放電・加速させ、核融合反応を誘起させ、核融合反応に伴う14MeV中性子が放出される。D-T中性子発生装置は大規模粒子線加速器を用いる中性子源に比べ、コンパクトであり低コストである。また、Cf-252等の放射性同位体線源に比べ、ON、OFFを電氣的に制御可能なので、取り扱いが比較的容易である。D-D中性子発生装置は、エネルギーが2.45MeVであり、14MeV中性子より扱いやすいが、中性子放出率はD-T中性子源に比べ1/100となり、十分なシグナルを得るためには測定時間、または、台数を増やす等の強度を増やすためのコストがかかる。しかしながら、D-T反応で発生する中性子のエネルギーは14 MeVであり非常に高いので、以下の目的で、これらの中性を熱エネルギー領域まで落とし、熱中性子/高速中性子(Thermal/Fast)比を上昇させる必要がある。

- ① 測定サンプル内の核分裂反応確率を上げる。
- ② 高速中性子と U-238 の反応によるバックグラウンドを低減。
- ③ 高速中性子による検出器ダメージの低減。

4. 解析モデル

上記の目的から、ISCN では、14 MeV 中性子源を用いた DGS システムに適した減速体について、モンテカルロシミュレーションコード MCNP6 を用いて設計研究を行ってきた。その結果、減速体に用いる比較的容易に入手可能な材料の中で、タングステン、高密度ポリエチレン(HDPE)、グラファイト、3 つの物質を選定した。減速体の X-Y 及び X-Z 断面図を図 5 に示す。

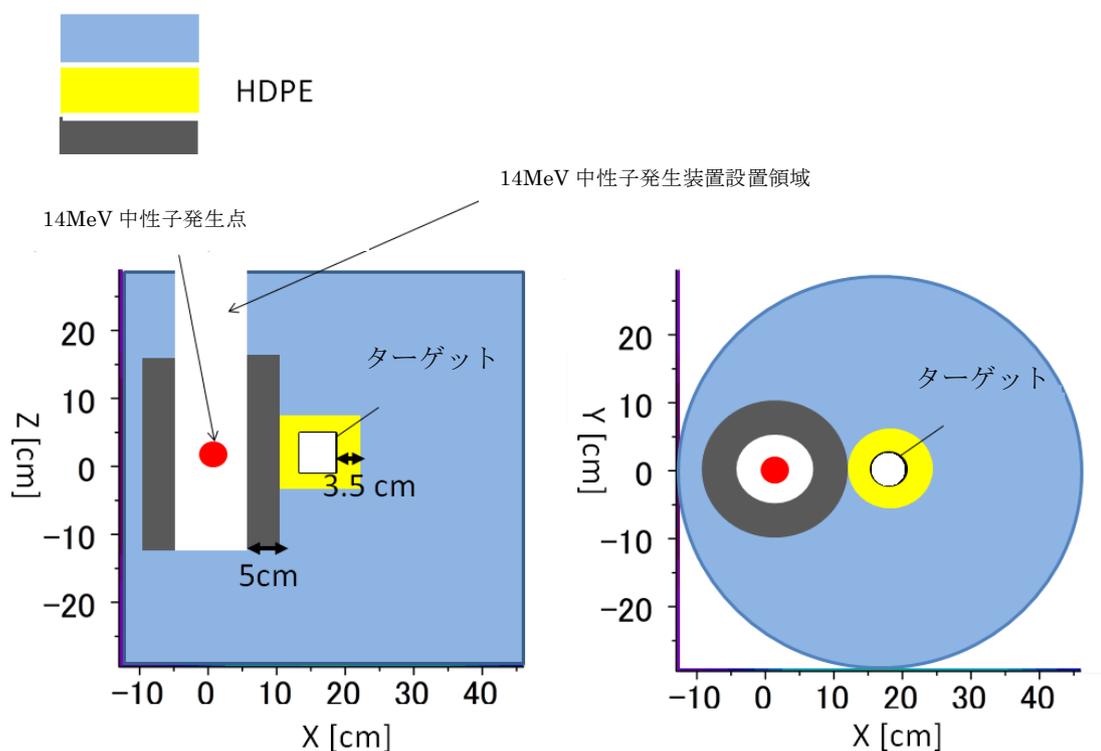


図 5 タングステン、高密度ポリエチレン、グラファイトで構成される減速体解析モデルの鉛直及び水平断面図

各領域は、円筒形状となっており。タングステン領域空洞スペースは D-T 中性子発

生装置を設置する場所である。14MeV 中性子が中性子発生点から、 10^8 [n/s]の放出率で 4π 方向に放出される。発生装置の寸法・放出率は、SODERN 製[8]の発生装置を想定している。ターゲット領域内は空洞としており、HDPE に囲まれている。

設計概念は以下のように考えられ、MCNP6 による解析によって決定した。

- ① D-T 中性子源から発生される 14MeV のエネルギーを持つ中性子は、タングステン領域内で(n, 2n)反応及び非弾性散乱を起こし、中性子増倍を伴って数 MeV 以下の中性子として放出される。
- ② これらの中性子の一部はターゲットを囲っている HDPE によって効率よく減速されて、ターゲットに照射される。
- ③ HDPE から外れた中性子はグラファイトの反射によって HDPE、ターゲットの領域に戻される。

尚、図 5 内の各領域の寸法は、MCNP6 を用いたパラメータサーベイによって決定された。ここでは簡単のため省略する。以下、図 5 の減速体を WPC とする。

5. エネルギースペクトル解析結果

WPC の有効性を示すため、WPC と寸法・形状は同様であるが、いくつかの領域を欠落させた以下①～④の体系を用いて比較解析を行った。① タングステンを除いた体系(PC)、② グラファイトを除いた体系(WP)、③ HDPE を除いた体系(WC)、④ グラファイト及びHDPE を除いた体系(W)。これらについて、14 Mev 中性子を発生した時のターゲット領域内の中性子エネルギースペクトルを図 6 に示す。

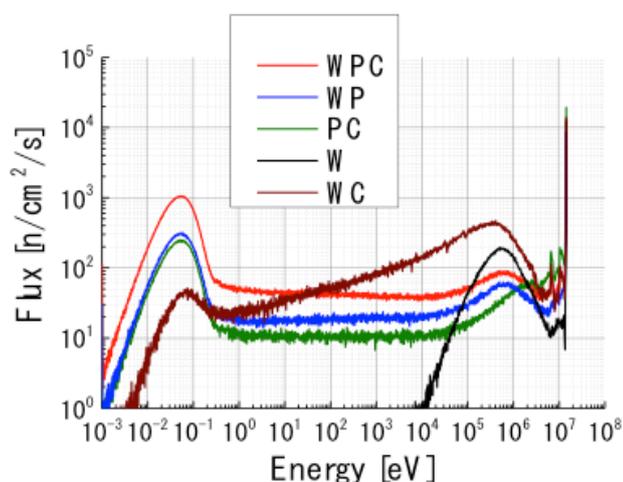


図 6 WPC、WP、WC、PC、W の核物質領域内における中性子エネルギースペクトル

	< 0.5eV (Thermal) [n/cm ² /s]	> 1MeV (Fast) [n/cm ² /s]	Thermal/Fast
WPC	1.7×10 ⁵	2.20×10 ⁴	7.77
WP	4.96×10 ⁴	1.76×10 ⁴	2.86
PC	4.00×10 ⁴	3.82×10 ⁴	1.05
W	0	2.29×10 ⁴	0
WC	9.04×10 ³	3.62×10 ⁴	0.25

表 1 0.5 eV 以下の中性子束(熱中性子)と1 MeV 以上(高速中性子)の積算値、及び熱中性子/高速中性子比

また、これらの結果について、0.5 eV 以下の中性子束(熱中性子)の積分値と、1MeV 以上(高速中性子)の積分値を表 1 に示す。図 6 の W の結果では、タングステンの(n, 2n)反応及び非弾性散乱によって生成される 500 keV 付近に極大値を持つピークが形成されていることが分かる。W と WP の比較から、タングステンから放出された中性子が、更に HDPE によって減速され、0.5 eV 以下の熱中性子領域にピークを形成していることが分かる。図 6 の WPC と WP の比較からは、全エネルギーの中性子束がグラファイトの反射効果によって上昇しており、表 1 に示すように、WPC の熱中性子束は WP に比べ 3.43 倍となっている。図 6 の PC について、タングステンによる(n, 2n)反応及び非弾性散乱の効果が無いため、3~10MeV 程度の中性子束が他のタングステンを含む体系よりも高くなっている。WPC と PC について、WPC の熱中性子束は、PC の約 4 倍以上、高中性子束については約 1/2 となっており、W の Thermal/Fast 比上昇に大きく寄与していることが示されている。

WPC と WC の比較からは、グラファイトのみでは、反射効果が増大するものの、タングステンから放出された中性子を減速するのに十分ではなく、熱中性子を増大させる

ためには HDPE 必要であることがわかる。表 2 から、WC の Thermal/Fast 比が、1 を大きく下回っており、本研究の目的に適していないことが分かる。

このようにエネルギースペクトルの比較から、WPC はそれぞれの領域がターゲット領域内の熱中性子を上昇させるのに貢献し、タングステン、HDPE 領域は、高速中性子束を減少させていることがわかった。

6. 中性子空間分布解析結果

次に、各領域間の相互作用を含めた WPC 全体の有効性を視覚的に確認するため、3 つのエネルギー領域における WPC の X-Y 断面の中性子束空間分布を解析した。3 つのエネルギー領域は、10MeV 以上を高エネルギー領域とし、0.1~10MeV を高速領域、0.5eV 以下を熱領域とした。空間分布の X と Y メッシュはそれぞれ 1cm 毎とし、Z 方向は-25mm から+25mm の一領域とした。3 エネルギー領域の空間分布を図 7 に示す。

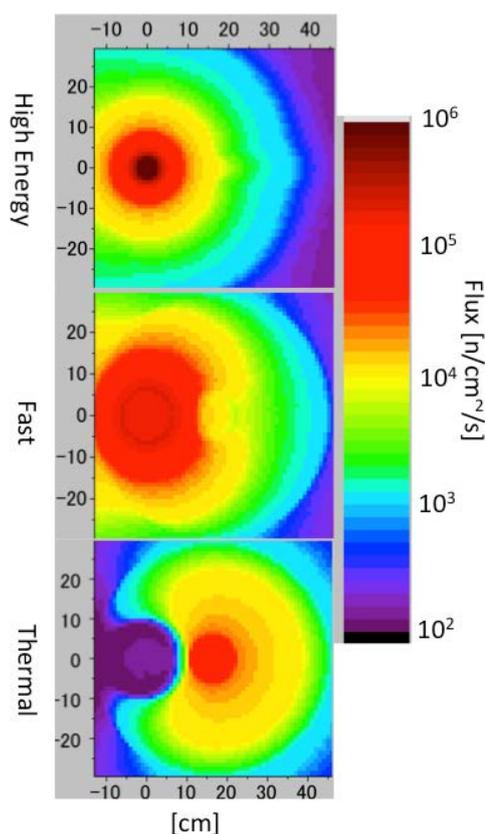


図 7 3 領域の中性子エネルギーについての中性子束空間分布

図 7 における鉛直方向及び水平方向はそれぞれ図 5 の X、Y 方向である。

図 7 の高エネルギー領域に示すように、タングステン領域において、高エネルギー中性子が急激に減少している。これは、タングステンの(n,2n)反応や非弾性散乱の効果によるものと考えられる。一方で、グラファイト領域において、高エネルギー中性子が穏やかに減少している。図 7 の高速エネルギー領域では、タングステン領域において中性子束が極大となっており HDPE 領域で急激に減少している。図 7 の熱領域では、中性子束は全体に広がっているが、特に HDPE 領域において集中している。上記の結果から、WPC の各領域がそれぞれ Thermal/Fast 比を上昇させるのに貢献していることが理解できる。

7. まとめ

14MeVD-T 中性子発生装置を用いた遅発ガンマ線測定システムに用いる減速体の設計研究をモンテカルロコード MCNP6 を用いて行った。その中で、タングステン、高密度ポリエチレン、グラファイトで構成された減速体を開発した。本減速体の各材料の有効性を確認するため、本減速体と、本減速体のそれぞれの領域を欠落させた4つの体系の中性子エネルギースペクトルを比較した。また、本減速体の 3 つのエネルギー領域における中性子空間分布を観察した。結果として、それぞれの材料が Thermal/Fast 比を上昇させるのに貢献していることがわかり、本減速材が 14MeVD-T 中性子発生装置を用いた遅発ガンマ線測定システムに適していることを確認した。

今後は本減速体設計を元に、実験環境に合わせた減速体の詳細設計を進め、WPC の有効性についての実証実験を行う予定である。

参考文献

- [1] Douglas Chase Rodriguez, et al., "Development of Active Neutron NDA Techniques for Nonproliferation and Nuclear Security (5): Delayed Gamma-ray Spectroscopy and Inverse Monte Carlo Analysis for Fissile Isotopic Ratios" Proceedings INMM Japan Chapter 37th Annual Meeting, Tokyo, Japan, October 2016.
- [2] Douglas Chase Rodriguez, Jun Takamine, Mitsuo Koizumi, et al., "Utilizing Delayed Gamma Rays for Fissionable Material Measurement in NDA," In 37th Annual Meeting of the European Safeguards Research & Development Association, EUR-27342, May 2015.
- [3] D.C. Rodriguez et al., "Active Neutron NDA Techniques for Nuclear Non-proliferation Applications (3) Development of Delayed Gamma-ray Spectroscopy - Preliminary Monte Carlo Studies", Proceedings INMM Japan Chapter 36th Annual Meeting, Tokyo, Japan, October 2015.
- [4] J. Takamine et al., "Active Neutron NDA Techniques for Nuclear Non-proliferation Applications (5) Development of Delayed Gamma-ray Spectroscopy - Design Study of a moderator for a 14-MeV D-T Neutron Source", Proceedings INMM Japan Chapter 36th Annual Meeting, Tokyo, Japan, October 2015.

-
- [5] M. Koizumi, F. Rossi, D.C. Rodriguez, J. Takamine, M. Seya, T. Bogucarska, J.M. Crochemore, G. Varasano, K. Abbas, B. Pederson, M. Kureta, J. Heyse, C. Paradela, W. Mondelaers, and P. Schillebeeckx, to be published in EPJ web conferences.
- [6] V. Borrel et.al., "Fast neutron-induced damage in INTEGRAL n-type HPGe detectors" Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 430 (1999) 348}362
- [7] K. Shibata, O. Iwamoto, T. Nakagawa, N. Iwamoto, A. Ichihara, S. Kunieda, S. Chiba, K. Furutaka, N. Otuka, T. Ohsawa, T. Murata, H. Matsunobu, A. Zukeran, S. Kamada, and J. Katakura, J. Nucl. Sci. Technol. 48(1), 1-30 (2011); the nuclear data can be referred in <<http://www.ndc.jaea.go.jp>>.
- [8] <http://www.sodern.com/sites/en/ref/home.html>

【報告:技術開発推進室 高峰 潤】

3. 活動報告

3-1 GIF PRPPWG-SSC ワークショップ参加報告

第4世代原子力システムに関する国際フォーラム(GIF)の核拡散抵抗性及び核物質防護評価手法ワーキンググループ(PRPPWG)は、GIFで検討されている次世代原子力エネルギーシステムの核拡散抵抗性と核物質防護の評価手法を開発し、普及させることを目的として活動している。カナダ、中国、欧州原子力共同体(EURATOM)、フランス、日本、韓国、ロシア、米国をメンバーとし、それに国際原子力機関(IAEA)をオブザーバーとして迎え、事務局の経済協力開発機構/原子力機関(OECD/NEA)により運営されている。座長は米国ブルックヘブン国立研究所のロバート・バリ氏である。

GIFが発足した2000年頃は、各炉型のシステム運営委員会(SSC: System Steering Committee)とクロスカットグループであるPRPPWGとの間に活発な議論があり、各炉型の設計についてPRPPに係る検討を行い報告書として纏めるなど、PRPPの観点を設計に反映することが出来たが、現在は各SSCの活動は殆ど独立して行われるようになり、PRPPの観点を設計に反映できる機会を失ってきている。そのため、各SSCとPRPPWGの現状を確認し、各SSC-PRPPWG間の交流の再活性化を目的とする本ワークショップ(WS)が開催されることとなった。以下にWSで行われた議論の抜粋を述べる。

まず各SSC代表者からGIFのリスク・安全ワーキンググループが作成したようなガイドラインを、PRPPに関しても作成してほしいとの要望があった。また、燃料サイクルを検討するときにPRPPは大きく影響するが、GIFの枠組みは、炉の検討に留まっており、今後、燃料サイクルを検討する際のPRPP評価の重要性が指摘された。

オブザーバーとして参加していたIAEAは、革新的原子炉および燃料サイクル国際プロジェクト(INPRO)の活動も紹介しながら、保障措置を考慮した施設設計(SBD: Safeguards by design)にPRPPが果たす役割について以下のとおり説明した。現在の保障措置の方法は次世代炉にそのまま適用できず、プラント設計が完成してから保障措置の実施のために再度設計をするようだと、時間とコストが大幅にかかる。そのため、設計の早い段階で保障措置がしやすい工夫を設計に盛り込むこと、つまりSBDが重要であり、その検討にINPROやPRPPの手法が役立つとの見解を述べた。

また、全体討論では、今後のSSC-PRPPWG間の交流の継続に係る議論を行った。特に、今後もSSC-PRPPWG間で継続して交流を図っていく際の議題として、GIFに燃料サイクルの観点を盛り込むこと、6炉型全てに係る問題点の共有、また過去に行われた仮想的ナトリウム冷却高速炉の炉心設計にPRPPを反映させた際の知見の共有等が挙がり、これらを議題の中心に今後も継続して交流していく方針が確認された。

【報告：技術開発推進室 芝 知宙】

発行日：2017年5月26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)