

東京工業大学 21世紀COEプログラム 世界の持続的発展を支える革新的原子力

第1巻 第4号

東京工業大学 COE-INES

P³計画と「Protected Plutonium Utilization for Peace and Sustainable Prosperity」 に関する第1回国際科学技術フォーラム

齊藤 正樹
原子核工学専攻
msaitoh@nr.titech.ac.jp

目次

P³計画ってなに？

プルトニウムの核拡散抵抗性
マイナーアクチニドはゴミですか？
ゴミから宝へ

国際科学技術フォーラム

フォーラムの経緯
フォーラムの目的
フォーラムの概要

1. P³計画ってなに？

(1) プルトニウムの核拡散抵抗性

原子力の平和利用を地球規模で円滑に進めて行くためには、核物質の全てについて、平和利用を担保するための「保障措置」及び「核物質防護措置」の実施は当然重要ではあるが、これらは、基本的には国際的信頼性に基づく約束ごとで、国際的な破壊行為をする集団や国家に対しては何の抵抗力もない。より本質的に重要なのは、使用する核物質そのもの自身が、核拡散に対して固有の強い防護特性（核拡散抵抗性）を有することであり、平和利用以外には物理的に転用不可能な核物質に変換することである。

例えば、プルトニウム238はプルトニウム239と核拡散抵抗性の観点から比較すると、プルトニウム239の約300倍の熱を自然に放出する。さらに、プルトニウム238は1g当りプルトニウム239の約13万倍の自発核分裂中性子を自然に放出する。これはプルトニウム238が熱工学の観点のみならず核反応工学の観点からも軍事転用は非常に困難な物質であることを意味する。

IAEAの報告(注1)によると80%以上のプルトニウム238を含むプルトニウムは、保障措置の対象から免除されている。

それでは、如何にして原子炉で強い固有の核拡散抵抗性を持つプルトニウム238を多く含むプルトニウムを作ることができるか？

(2) マイナーアクチニドはゴミですか？

マイナーアクチニド(MA)とは、超ウラン元素のうちのプルトニウムを除いたもの、すなわちネプツニウム(Np)、アメリシウム(Am)、キュリウム(Cm)等の総称であるが、これらのマイナーアクチニドは、現在、わが国では、高レベル放射性廃棄物として地層処分の対象とされている。しかし、マイナーアクチニドは確かに放射性物質であるが、本当に廃棄物なのだろうか？

例えば、現行の軽水型原子炉から取り出される使用済み燃料中のマイナーアクチニドの約半分を占めるネプツニウム237は、特に熱中性子領域では大きな中性子捕獲断面積を持ち、中性子をよく吸収する。中性子を吸収するとネプツニウム238を経て、プルトニウム238に核変換する。

また、残り約半分のマイナーアクチニド(アメリシウム、キュリウム)は、例えば、前述のネプツニウム237よりもっと大きな中性子捕獲断面積を持つアメリシウム241は、原子炉内で中性子を吸収すると、アメリシウム242を経て、キュリウム242に核変換される。このキュリウム242は半減期約163日で崩壊して、プルトニウム238に核変換する。

また、このとき、ネプツニウム237やアメリシウム241は原子炉の初期の余剰反応度を抑える「可燃性毒物」として効果的に働く能力も持つため、「炉心の長寿命化」に貢献する。

このように現在高レベル放射性廃棄物の対象とされているマイナーアクチニドをウラン燃料に少量添加することにより、発電しながら、どのような燃焼度のタイミングで取り出しても使用済み燃料中にプルトニウム238を常に多く含む強い固有の核拡散抵抗性を有するプルトニウムを生成(Protected Plutonium Production: P³)することが可能となる。同時に高レベル放射性廃棄物が低減されている。また、マイナーアクチニドの可燃性毒物の効果を活用すると、燃料交換回数の少ない(例えば、10年に1回の燃料交換でよい)長寿命の新しい原子炉が創れる可能性がある。

以上述べたように、マイナーアクチニドは決してやっかいな「ゴミ」ではなく、貴重な「宝」として将来の人間社会の繁栄を支えるものである。このようにして生成される強い核拡散抵抗性を有するプルトニウムは軍事転用が困難であるため、将来のエネルギー危機に備えて、寧ろ「積極的に備蓄する」ことが可能となり、将来の我国の原子力政策に大きな「柔軟性」を付与する。

このような役割を持つ新しい軽水型原子炉は、高レベル放射性核廃棄物の低減のみならず、地球規模での積極的な原子力平和利用の促進、すなわち海外輸出等新たな市場や用途の可能性を拓くものである。さらには地球規模での原子力の平和利用の促進は世界のエネルギーの安全供給や地球環境保全、人類社会の持続可能な発展に貢献するであろう。(図1参照)

(注:P³計画の研究活動はCOE-INESが始まる以前から実施され、COE-INESの枠内で実施されているわけではありません。)

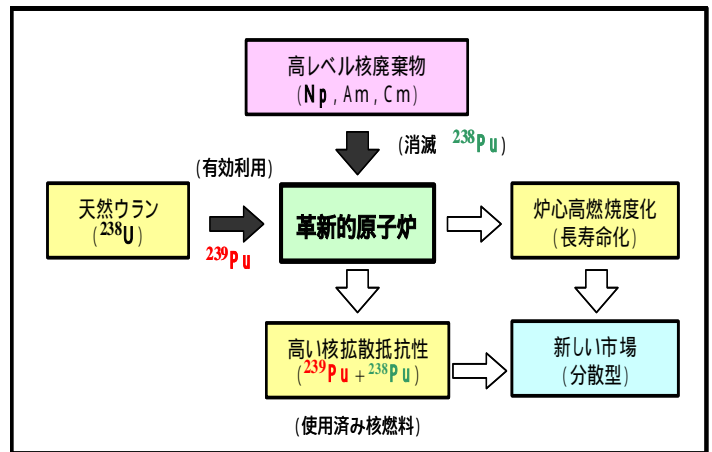


図1 強い核拡散抵抗性を有する革新的原子炉

2. 国際科学技術フォーラム

(1) フォーラムの経緯

このP³概念には国際原子力機関 (IAEA) も強い関心を持ち、昨年6月に、このP³概念に関する顧問会議「IAEA Consultancy Meeting on Protected Plutonium Production (P³)-Project」がIAEA本部ウィーンで開催され、その顧問会議の結論において、P³計画が増え続けるプルトニウムやマイナーアクチニドの核拡散や環境問題の観点からの問題を解決する可能性を持っていること、しかし、このP³の科学的及び技術的成立性を実証するには、多くのR&Dが必要であり、それは、IAEA、GEN-IV、ISTC (International Science and Technology Center) や、または、例えば、新しく設立する国際研究組織「International Science and Technology Forum on Protected Plutonium Utilization」等、国際的枠組みの下で、国際協力によって進めるべきであると提案がなされた。

この国際原子力機関 (IAEA) の顧問会議での提案に基づいて、第1回国際科学技術フォーラム「International Science and Technology Forum on Protected Plutonium Utilization for Peace and Sustainable Prosperity」(主催:東京工業大学 原子炉工学研究所、後援:核燃料サイクル開発機構、日本原子力研究所、日本原子力産業会議)を平成16年3月1-4日(4日目はフォーラムの運営会議)に、東京工業大学大岡山キャンパス多目的デジタルホールで開催した。海外からの26名を含め167名の参加があった。(写真1参照)

(2) フォーラムの目的

本国際科学技術フォーラムの目的は、国内外の大学、研究機関、産業界に所属する著名な科学者や技術者が一堂に会し、新しい世紀における原子力の平和利用のより一層の促進や持続可能な世界の繁栄への貢献に向けた高い核拡散抵抗性を有するプルトニウムの実用化について自由に討議をすることであり、

また、本国際科学技術フォーラムは、以下の各研究分野におけるP³&U (Protected Plutonium Production and Utilization)に関する将来の国際協力の推進についても自由に討議することとした。

- Feasibility of Inherently Protected Plutonium Production
- Non-proliferation Issues on Protected Plutonium Production and Utilization
- Safety Issues on Protected Plutonium Production and Utilization
- Economical Issues of Protected Plutonium Production and Utilization (New Reactor Market in the World)
- Advanced Nuclear Reactor Concepts for Protected Plutonium Production and Utilization
- Role of ADS for Protected Plutonium Production and Utilization
- Nuclear Data Base for Protected Plutonium Production and Utilization
- Advanced Fuel Cycle Technology Towards Protected Plutonium Production and Utilization (including Medium- and Long-Term Storage of Protected Plutonium)
- Effects of Protected Plutonium Production and Utilization on Nuclear Wastes Management
- International Collaboration for Protected Plutonium Production and Utilization Activity

(3)フォーラムの概要

フォーラムは5つのパネルディスカッションのセッションを含む8セッションから構成されている。

「セッション1」(座長:齊藤正樹(東京工業大学))

初日の最初のオープニングセッションでは、東京工業大学21世紀COEプログラム「Innovative Nuclear Energy Systems for Sustainable Development of the World」が開本博氏(東京工業大学)より紹介された。引き続き、藤家洋一氏(前原子力委員会委員長)による特別講演「On the way approaching to the recycling-based nuclear energy system (Full use on nuclear energy resource and zero release of radioactive wastes)」がなされた。

「セッション2」(座長:早田邦久 (前JAERI、現原子力安全委員会委員))

パネル - 1: Research and Development of Advanced Nuclear Energy Technologies and International Collaboration for Peace and Sustainable Prosperity

パネリスト: Kosaku Fukuda(IAEA)
Jacques Bouchard (CEA, フランス)
相沢清人 (JNC)
Ralph G. Bennette (INEEL, 米国)
塩沢周策(JAERI)

このパネルでは、P³&Uフォーラムのバックグラウンドとして、各国の各機関で実施されている革新的原子力技術の研究開発の現状および国際協力に関する紹介がなされた。

「セッション3」(座長:大和愛司 (JNC))

パネル-2: 「Current Status and Future Prospective of Pu and Nuclear Wastes」

パネリスト: Kosaku Fukuda (IAEA)
Dominique Greneche (COGEMA, フランス)
野村茂雄(JNC)
田辺博三 (RWMC:原子力環境整備促進・資金管理センター)

このパネルでは、P³&Uフォーラムのバックグラウンドとして、世界および各国のPu、MA及びその他の核廃棄物の現状および将来予測について、IAEA、COGEMA、JNC、RWMCの代表が発表した。



写真1 P³&Uに関する第1回 国際科学技術フォーラム

「セッション4」(座長:Günther Keßler (元カールスルーヘ研究所、ドイツ))

このセッションでは、齊藤正樹(東京工業大学)が本P³&Uフォーラムの主題である「自己整合性を有する原子力システム(SCNES)と高い核拡散抵抗性を有するプルトニウムの生成(P³)」について発表をし、質疑応答を行った。

「セッション5」(座長:澤田哲生(東京工業大学))

パネル-3: 「Non-Proliferation Issues on Protected Plutonium Production (P³)」

パネリスト: Günther Keßler (元KFK、ドイツ)
Thomas Edward Shea (PNNL:Pacific Northwest国立研究所、米国)、
Anatoliy N. Shmelev (モスクワ物理工科大学、ロシア)
Vladimir V. Artsyuk (東京工業大学)
Guennadi Kuolikov (ISTC、ロシア)

前のセッションの「高い核拡散抵抗性を有するプルトニウムの生成(P³)」の発表を受けて、P³に関する核不拡散問題について、ドイツ、米国、日本、ロシアの専門家による高い核拡散抵抗性を有するプルトニウムの生成(P³)に関する核拡散抵抗性に関する議論を行った。

「セッション6」(座長:吉田正(武蔵工業大学))

パネル-4: 「Nuclear Data and Experiments in TCA, FCA and Joyo on P³」

パネリスト: Yu. Korovin (オブニンスク原子力工科大学, ロシア)
井頭政之(東京工業大学)
小山真一 (JNC)
森貴正 (JAERI)

このセッションでは、高い核拡散抵抗性を有するプルトニウムの生成(P³)に関する核データベースの現状とP³計画に関するTCA, FCA, 常陽での実験計画の紹介がなされた。

「セッション7」(座長:中島一郎(核燃料サイクル開発機構))

P³原理の実証のために計画しているのATR炉(Advanced Test Reactor)におけるネプツニウム - ウラニウム試料照射について、John M. Ryskamp氏 (INEEL, 米国)が紹介した。照射は来年度から開始する予定である。

「セッション8」(座長:鈴木正昭(東京工業大学))

パネル-5: 「Fuel Cycle Technologies on Protected Plutonium Production and Utilization」

パネリスト: 小島久雄(JNC)
Claude Degueldre (PSI, スイス)
井上 正 (CRIEPI)
湊和生 (JAERI)

このセッションでは、高い核拡散抵抗性を有するプルトニウムの生成と利用に対して核燃料サイクル技術開発の立場から、議論を行った。

<謝辞>

年度末の忙しい3月に、本国際科学技術フォーラムに参加して頂いた方々にお礼を申し上げます。特にパネリストとして、また座長としてご出席くださった方々、多忙な中、貴重なお時間を作っていただきまして心からお礼を申し上げます。また、本フォーラムの後援をして頂きました核燃料サイクル開発機構、日本原子力研究所、日本原子力産業会議に感謝いたします。最後に、本フォーラムの運営に協力頂いた東京工業大学のスタッフの皆さんにお礼を申し上げます。

(注1) IAEA, INFCIRC/153, 1972

(注2) K. Fukuda, The 1st International Science and Technology Forum on Protected Plutonium Utilization for Peace and Sustainable Prosperity, Tokyo, March, 2004



〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1 東京工業大学 N1-12
原子炉工学研究所内 COE-INES事務局
TEL/FAX: 03-5734-3992 Email: coe-ines@nr.titech.ac.jp
URL: <http://www.nr.titech.ac.jp/coe21/>