

## 国際会議 「GLOBAL'95 : 将来の核燃料サイクル・システム」報告

---

### I. 会議の概要と消滅処理関連発表

日本原子力研究所

向山 武彦

e-mail: mukaiyama@fca001.tokai.jaeri.go.jp

1995年9月11日～14日にフランスのベルサイユ市、Palais des Congres で開催された米国原子力学会主催の「将来の核燃料サイクルシ・ステムの評価に関する国際会議 (GLOBAL'95) (International Conference on Evaluation of Emerging Nuclear Fuel Cycle Systems) について消滅処理を中心に概要を報告する。

#### 1. 会議開催経緯、特徴

GLOBAL 会議は、1991年5月に米国ハンフォードで開催された「FFTF 国際利用」シンポジウムの折りに、A. Waltar (ウェスチングハウス・ハンフォード、前ANS会長、Pergamon Press “Fast Reactors” の著者)、J. Rawlins (ウェスチングハウス・ハンフォード、炉物理)、M. Salvatores (フランスCEA)と向山(原研)が群分離・消滅処理を念頭に入れたリサイクル型燃料サイクル関連技術や核兵器解体プルトニウム処分等のこれからの原子力をグローバルな視点から議論する会議を計画したのが発端となっている。シリーズ一回目となるGLOBAL'93は1993年シアトルで開催され、約500名の参加を得て当初の予想以上の成功を収めた。今回は本シリーズ第2回目の会議となる。

会議発足の経緯からして、群分離・消滅処理技術やPu関連技術に関する議論が多く、当然、リサイクル型燃料サイクル技術が議題の主流になる。そのため、米国DOE(特に原子力局)はこの会議に対しては批判的な態度をとっており、GLOBAL'95では原子力局予算のプロジェクトに関連するANLからの参加は取り止めになってしまった。

GLOBAL 会議の特徴は、会議時間の約半分を全体セッションやラウンドテーブルにあて、原子力に対して大きな影響力のある立場の人の考えを聞く機会を多く取っている

ことである。

会議場はベルサイユ宮殿前の広大な広場に面した会議専門の建物を占有して設営された。会議2日目夜には会議参加者を招待して、会議場近くの18世紀に建設された劇場において、バロック音楽の演奏がその時代の服装とスタイルで行われた。

## 2. 会議の規模

会議主催はANS フランス支部、ANS 燃料サイクル・廃棄物部会であるが、実際の運営はフランス原子力庁が行ったのではないかと思われる。後援は日本をはじめ、ロシア、ヨーロッパ、カナダ各原子力学会や OECD/NEA、IAEA、ヨーロッパ連邦委員会等である。

25カ国、3国際機関 (IAEA、OECD、CEC) から584名が参加し、その内訳は、フランス237名、日本115名、米国約50名、ロシア33名、英国29名、ドイツ26名等であり、日本からの参加の多いことが際立った。

日本からの参加は原研15名、動燃、電中研、三菱、東芝、東電、日立から各6～8名、大学から計約17名、NUPEC、原産、他電力、メーカー等計約46名であった。

## 3. 会議構成

会議は、午前中に全体セッション、午後には技術セッション(口頭発表)、2日目および3日目の全体セッションの後に昼休みにかけてポスターセッションが設けられた。ポスターセッションにおける発表についてはポスターセッションの座長が全体セッションで概要報告を行った。

最終日には、午前中に技術セッションを配し、午後には、原子力産業と燃料サイクルバックエンドに関するパネル討論を行った。

口頭発表は3セッションを平行に、合計24セッションにおいて130件の発表があった。日本からは20件の発表があった。ポスターセッションは6セッションにおいて合計131件の発表があり、その内日本からは22件の発表があった。

口頭及びポスター発表を合計した国別発表件数は、日本42、フランス59、米国47、ロシア38、英国13、CEC10、ドイツ、オランダ各9、ベルギー、韓国、スイス、イタリア、カナダ、中国、スウェーデン、インド各3～5、オーストラリア、トルコ、エジプト、スペイン、ベラルーシ各1であり、特に、米国、英国、ドイツからの発表が少なく、これら各国の原子力研究の置かれている厳しい現状が反映されていた。

## 4. 全体セッション

全体セッションとして開会、将来戦略、再処理/リサイクル、廃棄物管理に関し各国

の有力者による 20 件の招待講演が行われた。

開催挨拶をした E. Pinte ベルサイユ市長(国民議会議員)は、日本からの多くの参加に感謝し、同市と日本は双方が太陽の国(太陽王ルイ 14 世の都、日出づる国)であると日本に対する親近感を示すとともに、「原子力の課題は安全性と廃棄物管理である」との認識を示した。

### 開会セッション

Carle EdF 前副総裁(WANO 会長)は MOX 燃料が現実のものとなってきたこと、高速炉は当面 Pu 燃焼炉であるが将来は必ず FBR が必要になるとの見解、透明性を保持した国際協力の必要性、大衆との対話が今後の主要課題であるとの見解を述べた。

植松 NEA 局長は非 OECD 国におけるエネルギー需要の急増と原子力の重要性、Pu リサイクル、原子力の健全な発展にとっての新技術の継続的開発の必要性、について述べ、廃棄物処分に関しては群分離・消滅処理について将来有望な戦略として取り上げた。

Semenov IAEA 原子力エネルギー担当事務次長は、廃棄物の毒性低減の観点から再処理は将来の世代にとって望ましく、群分離・消滅処理はそれ以上に毒性を低減できると述べた。

このように 2 大国際機関の原子力担当責任者が群分離・消滅処理の意義を正しく認識しているとは心強い限りである。

### 将来戦略セッション

このセッションでは韓国は米加と共同で PWR 使用済み燃料を直接 CANDU で用いる DUPIC 計画を進めている(B. Chung 韓国電力副社長)。

中国では非軍事再処理パイロットプラントの建設を決定し、来世紀初頭の運開を目指し、400 又は 800tHM/年プラントの建設を 2010 又は 20 年代に開始し、使用済み燃料貯蔵施設建設を進めていて 1998 年運開の予定であり、FBR 開発計画として 1987 年に臨界実験装置、Na ループを建設し、2030 年以前に地層処分場サイトを決定し、2050 年に建設を開始する等、意欲的な計画を持っている(Li Ding Fan 中国国営原子力公社副社長)。

前田関電 常務取締役は Pu の商業利用に関しては、アジア・フォーラムの設立の必要があるとし、経済性と NPT の観点から高温冶金法再処理への関心を示した。

米国では原子力発電利用率の増加、無計画停止の著しい減少等の原子力利用技術が向上した。特に、設計と許認可の標準化により電力は大きな利益を得た。課題は中間貯蔵施設建設、輸送/貯蔵用多目的容器開発である。96 年には軍事 Pu 処分方法が決定される(P. McDonald 米国 ARC 社(Advanced Reactor Consortium)副社長)。

フランスでは、MOX 燃料は PWR へ 1 回リサイクルし、2 回目はスーパーフェニッ

クス炉を用いる (20kgPu/TWhr) (Esteve EdF Associated Director)。

#### 再処理／リサイクル セッション

M. Kratzer 元米国国務省原子力担当次官補 (ANS 特別パネル「Pu の防護と管理」のメンバー) は昨年 8 月に ANS が作成した報告書を紹介した。報告書では、軍事 Pu を早急に強放射性化 (spent fuel standard) することの大切さ、このためには当事国である米露ばかりでなく、第三国の原子炉も使用することを勧告している。必要性やその時期については予測できないとしつつも、米国の再処理や増殖炉開発中断の決定は誤っているとしてこの決定の撤回を要求している。

#### パネル討論「原子力産業と燃料サイクルバックエンド」

パネル討論では「再処理しないのはイソップのキリギリス」、「再処理するのは口が大きく、耳が小さい他人の意見に耳を傾けないワニ」とのリサイクル路線をめぐり、この種の会議においては珍しい感情的な非難の応酬があった。

### 5. 技術セッション

セッション別の発表件数を以下に示す。括弧内の数字は日本からの発表件数である。

#### 口頭発表

－燃料サイクル戦略	11(4) 件
－ Pu 関連 (リサイクル、兵器級 Pu 管理、燃料製造等)	29(4) 件
－化学、再処理、群分離	30(3) 件
－消滅処理 (システム、燃料/ターゲット)、核データ	27(5) 件
－廃棄物 (管理、減容、パッケージ、デコミ)	20(1) 件
－ PA	3(0) 件
－システム研究 (燃料サイクル、P-T、Pu 関連)	10(3) 件

#### ポスター

－化学と再処理	24(9) 件
－ Pu 問題	18(3) 件
－加速器駆動システムと核データ	22(1) 件
－消滅処理及び燃料・ターゲット	22(6) 件
－廃棄物問題	24(2) 件
－システム研究 (燃料サイクル、P-T、Pu)	21(1) 件

以下にこれらの発表を分野別に分類する：

－燃料サイクル戦略	32(6)
－Pu 関連（民間及び軍事 Pu、リサイクル、燃料製造等）	51(7)
－再処理、群分離	54(12)
－消滅処理（システム、燃料）及び核データ	77(14)
－廃棄物（管理、減容、処分体、デコミ）	44(3)
－PA	3(0)

## 6. 消滅処理関連

消滅処理関連の発表が全体の約 30% 程度を占めており、この分野に対する関心の高さがうかがわれた。消滅処理システムについての発表は、軽水炉 5 件、CANDU 炉 1 件、溶融塩炉 1 件、高速炉 14 件、加速器駆動システム 17 件、核融合炉 2 件であり、高速炉と加速器駆動システムに関する発表が圧倒的に多かった。

### 消滅処理システム、核データ

- － 消滅処理システムに関する日本からの発表は概念的、解析的な研究が主であり、照射試験等を含む実験的研究は、フランスと比較して非常に立ち遅れている。
- － 米国 LANL の加速器フッ化物溶融塩ターゲットに関する概念的検討も、基礎的な検討を着実に初めたとの印象を与えるものであった。過去に米国の溶融塩炉計画等で取られたフッ化物溶融塩のデータを解析し、データベース化するなどの作業が行われている。流動鉛ターゲットの核破碎実験が LAMPF を用いてまもなく開始される予定である。
- － CEA は SPIN 計画の中で、加速器駆動消滅処理のプロジェクトを立ち上げることを決定した。また、EU の 17 研究機関が共同して加速器駆動システム評価プロジェクト (IABAT) を開始することになった。
- － ロシアからは、ターボ・ポンプ付流体燃料モジュールを用いるチャンネル型ブランケット、液体噴流ターゲット、超音速ガス力学ビーム窓等のさまざまな新しいアイデアを取り入れたシステム概念など多くの発表があった。
- － 消滅処理関連核データについては、名古屋大、仏の SATURNE、スイスの PSI などから 14 件発表されたが、これらは核設計の検証、精度向上に役立つと期待される。

### 消滅処理用燃料／ターゲット

- － 日本からは、電中研の金属燃料サイクルに関する基礎データ、東芝／東電のロシア方式の酸化物／高温化学再処理に関する UO<sub>2</sub>電解試験など、着実な実験的研究の報告が数多くなされた。

- SPIN 計画で CEA を中心としてヨーロッパにおいて進められている消滅処理用燃料、ターゲットに関しては、Am 酸化物の物性、TRU 燃焼のための不活性マトリックスに関する実験的検討、Tc やヨウ素ターゲットの照射挙動に関する新しいデータ等が見られ、研究は着実に大きな進展を示していることがわかった。CEA がこの分野において牽引力となっていることが印象的であった。これを可能にしているものは EU 内の協力、即ち、EC の超ウラン元素研究所、スイスの PSI (燃料/ターゲットの製作、照射済み試料の分析)、オランダの HFR (High Flux Reactor) 等の施設と人材である。
- ロシアからは、原子炉科学研究所 (RIAR) から、酸化物燃料の熔融塩電解再処理のその後の進展に関する報告が数件あった。全ロシア無機材料研究所 (ARSRIIM) からの原研と同様な窒化物/高温化学再処理に関する発表も注目された。後者については原研と ARSRIIM とで着想の時期も同じなら、研究開発水準もほぼ同等である。ただし、実験での取扱い量はロシアの方が圧倒的に大きく、kg 単位での試験を実施している。また、U、Pu 混合窒化物燃料要素の照射試験も既に燃焼率 9% まで実施しているうえ、熔融塩電解試験も計画している。

## 7. Pu 関連トピックス、議論の概要

- 民間 Pu、軽水炉使用済み燃料の処分に関して、直接処分、中間貯蔵、Pu サーマルが議論され、Pu サーマルの場合に一回リサイクルか多重リサイクルか、リサイクルには軽水炉か高速炉かが議論された。MOX 燃料に関しては、フランス、ベルギー、ドイツ、英国においての経験が多い事が確認された。
- 軍事 Pu に関しては、処分対象 Pu はロシアには 100 トン、米国には 50 トン存在し (実際の Pu 保有量はロシア 100 ~ 200 トン、米国 90 トン)、処分法として、HLW としての直接処分や MOX 燃料として軽水炉や高速炉における燃焼が議論された。米国では可及的速やかに軍事 Pu を spent fuel standard (Pu ベクトル、高放射化) にすべしとの意見も有力になってきている。又、CANDU での燃焼が有力な方法として、米、カナダ、韓国が協力して評価研究を行っている。これらの活動を招待講演で M. Kratzer は “US Re-entering into nuclear R&D” と表現した。

## 8. 雑感

- リサイクル路線を持つ日本、フランス、ロシアが今後当分の間、原子力技術開発のリーダーシップを取らざるを得ない状態にある。
- 今後の原子力の展開にとって安全性向上は勿論のこと、廃棄物管理技術開発が重要であり、今後の研究開発においては、廃棄物対策も含んだ燃料サイクル全体の視点

からの議論が必要になるとの認識が確認された。

- 日本からの 100 余名の参加者は主催者を大変喜ばした。一方、米国、ドイツからの参加が少なく、両国の原子力研究開発からの撤退は寂しい。
- 英国では BNFL が頑張っているが、原子炉分野の活動は無い。
- 原子力研究者、技術者が自分の研究、仕事の位置づけを知り、将来の方向を探るのに誠に相応しい会議であった。
- ルイ 14 世の都、バロック音楽の夕べ、古い館における夕食会、歴史を感じさせるしっとりとした行き届いた会議運営等、PHYSOR'90（炉物理国際会議、1990 年にマルセイユで開催）の際に Salvatores 氏を中心としたグループが示したヨーロッパ文化に裏打ちされた美的センスが、ここでも再現された楽しい会議であった。

GLOBAL'97 は来年横浜で開催されます。前 2 回の会議以上に有意義で楽しい会議にしたいものと、準備が着々と進んでいます。皆さんの協力を期待します。



GLOBAL'95 の会場にて

(Salvatores 氏の秘書 Mme. Brigitte Le Fur が提供してくれたもの)