

IAEA/TWGFPT 2006 年総会報告

(水炉燃料の挙動と技術に関するワーキンググループ)

TWGFPT 日本代表委員

(独)原子力安全基盤機構

上村 勝一郎

kamimura-katsuichiro@jnes.go.jp

1. TWGFPT 及び今回の総会について

TWGFPT (Technical Working Group on Water Reactor Fuel Performance and Technology) は 1976 年に設立され、水炉燃料の設計・製造、挙動、安全性研究、解析、輸送、貯蔵等幅広い分野において、情報交換、技術移転、国際協力研究、出版などを行っている。

TWGFPT は毎年総会が開催され、今回も TWGFPT 関連の各種業務の進捗状況・今後の計画の検討を行った。なお、2 年毎に行なわれる各国原子力の状況報告は今回はない予定であったが、昨年もれた一部の国からの報告があった。

2. 会議の概要

会議は 4 月 25～26 日ウィーン IAEA 本部で開催された。今回は 25 ヶ国、3 国際機関 39 名が出席し、議長は、ノルウェーハルデンのマクグラウ女史がつとめた。会議での報告・討議の要点は次のとおりである。

- (1)事務局から、計画していた専門家会議や共同研究等はほぼ予定どおり実施されたことが報告された。
- (2)今後 2 年間の専門家会議の計画が決まった。主なものは次のとおり。
 - ・2006 年 9 月 26～28 日 ブルガリア ソフィア：高燃焼度燃料の経験と経済性
 - ・2006 年 11 月 27～30 日 アルゼンチン ブエノスアイリス：
水炉燃料に係るホットセル PIE とプールサイト検査技術
 - ・2006 年 12 月 4～8 日 インド Mumbai：PHWR 燃料モデリング
 - ・2007 年ノルウェー：燃料棒計装と炉内計測技術
 - ・2007 年カナダ：水炉用改良燃料の設計
- (3)新規提案の専門家会議として以下のものがあげられ 2008 年以降に実施することが決った。
 - ・LOCA 及び RIA 条件下の燃料ふるまいとモデリング (2010 年)
 - ・照射欠陥の効果と実験によるシミュレーション及びモデリング (2010 年)

(4)印象に残った点

- ・「燃料ふるまいモデリングに関する TCM」はイギリスの UKAEA と BNFL が長年ホストとして主導的役割を果たしてきたが、次回からホストを辞退したい旨の表明があった。
- ・ FUMEX II（燃料挙動解析モデルの開発）：
14 カ国が参加して、高燃焼度燃料を中心にした燃料挙動解析モデルの比較検討。各国のコードによるベンチマーク計算結果が出そろった。2006 年 9 月を目標に最終報告書原稿を作成する。印刷発行は 2007 年の予定。
- ・ ロシアでは TVEL を中心にウラン採掘と核燃料製造及び開発の大規模な組織再編成を行なっている。
- ・ インドは精力的にトリウムサイクル戦略を推進している。

3. 会議の内容

3. 1. はじめに

- ① IAEA の核燃料サイクルと廃棄物部の部長 Forsstroem 氏より挨拶と当該部の活動の紹介があった。
- ② 同部燃料サイクル・材料課の Ganguly 氏より当該課のこの一年の活動概要と INPRO（革新的原子炉と燃料サイクルに関する国際プロジェクト）についての報告があった。
- ③ 同部燃料サイクル・材料課で本 GW の事務局担当である Inozemtsev 氏から IAEA の核燃料技術に関する 2006 年 4 月までの 1 年間の活動状況と 2009 年までの計画について報告があった。

3. 2. IAEA 及び関連機関のこの 1 年間の燃料に関する活動状況

- ① TCM (Technical Committee meeting)
 - ・「高耐食性 Zr 基合金のふるまいに関する TCM」が 2005 年 10 月 24～27 日アルゼンチンのブエノスアイレスで開催された。11 カ国 40 名が参加したが日本からの参加はなかった。
 - ・「通常・過度・事故時及び高燃焼度における燃料ふるまいモデリングに関する TCM」が 2005 年 9 月 5～8 日にイギリスで開かれた。
- ② IAEA と他機関との共催で実施された国際会議
 - ・「VVER 燃料ふるまいモデリング及び実験に関する第 6 回国際会議」が 2005 年 9 月にブルガリアのアルペナで開かれた。
 - ・「第 9 回 CNS CANDU 燃料会議」が 2005 年 9 月にカナダのベレビルで開かれた。
 - ・上村から 2005 年 10 月 2～6 日京都で開かれた「水炉燃料挙動会議 (WRFPM) と JAEA 主催の燃料安全研究会議 (FSRM)」及び原子力安全委員会の「新クロスオーバープロジェクト第 2 回ワークショップ」について概要報告した。

③ 協力研究 (Coordinated Research Program ; CRP)

・ FUMEX II (燃料挙動解析モデルの開発)

14 カ国が参加して、高燃焼度燃料を中心にした燃料挙動解析モデルの比較検討。2006 年までの 5 年間の計画。日本からは NUPEC から引き継いで JNES (規格基準部 + 解析部) が参加。第 3 回運営会議が 2005 年 12 月に開かれ、各国のコードによるベンチマーク計算結果が出そろった。仮想の標準ケースでの FP ガス放出量計算結果はコードにより大きな差があった。

各国からの報告書原稿も合わせて入手したので 2006 年 6 月にコンサルタント会議を開き 2006 年 9 月を目標に最終報告書原稿を作成する。印刷発行は 2007 年の予定。ここにはリム効果が影響するかどうかの見解もまとめ、2007 年から予定している FUMEX-III へ反映する。

・ FUWAC (水化学の最適化)

「水化学の技術と管理に関する協力研究」(FUWAC) が DAWAC に引続いて 2006 年 7 月にスタートする。現在メンバーは 16 機関で、日本 (埼玉工業大学) も参加している。

・ DHC (Zr 合金の機械的及び物理的性質の水素化合物による劣化)

「Zr 合金燃料被覆管遅れ水素破壊協力研究 (DHC-II)」が 2005 年～2009 年の予定でスタートした。

クラックの進展速度を測ることを目的としている。

現在スタズヴィック研究所がサンプルを作成して各機関へ配布しラウンドロビン試験中。新合金も試験対象に含めている。

④ 専門家によるレビュー

・ Zr book : Zr 合金に関するレビュー報告書

発行が遅れているが、2006 年 7 月までに未執筆部分の原稿を入手し、2006 年末までに全体の原稿を完成させる予定である。

⑤ 各国の 1995 年の照射後試験施設カタログを改定したデータバンクが完成した。

18 カ国 32 機関のデータが入っている。誰でもインターネットで検索可能である。(<http://www-nfcis.iaea.org/>) 未だ登録されていないデータ (米国の施設等) を追加して常時 UP DATE していく予定。DB の管理はノルウェー IFE の Mr. Jenssen が担当している。

3. 3. 各国の状況報告

各国からの個別の状況報告は 1 年おきに実施しており今年は本来ない年であるが、昨年報告のなかった国等数カ国から簡単な報告があった。

① スイス

再処理のための輸送禁止 : 2006 年 7 月 1 日～10 年間

ZWILAG (中間貯蔵施設) は運転中

ZWIBEZ (使用済燃料貯蔵ホール) は 2008 年に運開予定

KKG は貯蔵プールを建設中

② オランダ

Dodewaard (60MWe BWR) は1997年にシャットダウンした。

発電炉は1基のみ：Borssele (450MWePWR)

使用済燃料はロシアで再処理し、回収ウランは高濃縮ウランに混ぜて Borssele 炉に再装荷 (第1回 2003年、第2回 2007年)。回収した Pu は MOX 燃料に加工し海外の炉で使用。

高レベル廃棄物をガラス固化し返還後 HABOG (中間貯蔵施設) で 2003 年より貯蔵

HFR in Petten: 45MWe 多目的 MTR、EC の所有 NRG 運転、2015 年にシャットダウン予定

→新炉 PALLAS

燃料破損率：0.015% (1997年以降)

原因：デブリフレットティング

対策：デブリフィルターにより解決

原子力政策

新原子力法を準備中。

新規原発は市場原理に任せる。

設置許可は 40 年に限定。

長期的核燃料サイクル方式は未定。

③ ロシア

TVEL を中心にロシアにおけるウラン採掘と核燃料製造及び開発の大規模な組織再編成を行っている。

ロシアの原子力発電比率を 16% (2005年) から 25% (2030年) に上げる予定。この間 40 基の原発を建設する必要あり。

現在 JSC TVEL の燃料製造容量は 2500tHM/年でこれは現需要量の 50% に当たる。

世界の 76 発電炉に燃料供給 (世界の 17% シェア)

VVER 燃料を中空→中実に変更する技術開発中

④ インド

運転中:	建設中:	計画中:
BWR (160MWe) 2基	PHWR (540MWe) 1基	PHWR (700MWe) 1基
PHWR (220MWe) 12基	PHWR (220MWe) 4基	VVER (LWR) (1000MWe)
FBTR (40MWe) 1基	VVER (1000MWe) 2基	FBR (500MWe)
PHWR (540MWe) 1基	PFBR (500MWe) 1基	AHWR (300MWe)

2020 年まで総計：20,000MWe

長期的トリウムサイクル戦略を推進

PHWR に ThO₂ 燃料を使用 (230 体終了)

目的：トリウム燃料の製造と照射経験を蓄積

炉心の初期のフラックスの平均化

ThO₂ 燃料はちょうど Gd 入り UO₂ と類似の線出力履歴となる。

ThO₂ : UO₂ よりすぐれた物性。(融点が 500℃ 高く、熱膨張率が 1 割低い。) 寸法安定性及び照射挙動がよい。

MOX 燃料を FBR だけでなく、BWR と PHWR に装荷

目的：使用済燃料中の Pu の有効利用。現在技術開発、実証試験中。

PHWR に 30 体の MOX 使用し一本の破損もなかった。

⑤ カナダ

AECL は現在改良型 CANDU (ACR-1000) の開発を計画

ACR-1000 :

出力：1100MWe

シンプルでシビアアクシデントに対して passive な抵抗性のある設計

燃料設計：改良 CANFLEX-ACR

42 本バンドル

Gd 使用

中心に太径 ZrO₂ 棒 (少%の Dy 入り)

総出力は低め

微濃縮ウラン

BU > 20Mwd/kg

初装荷：2015～2016 年目標

3. 4. 今後の TWGFPT 活動予定とその検討

- ・以下の 3 件の 2006 年実施予定の専門家会合は予定通り実施する。
 - 「高燃焼度燃料の経験と経済性」(ブルガリア)
 - 「水炉燃料に係るホットセル PIE とプールサイト検査技術」(2006 年 11 月 27～30 日アルゼンチンブエノスアイレス)
 - 「PHWR 燃料モデリング」(インド)
- ・「混合炉心における燃料設計上の要求と経験」に関する専門家会合。

当初 2007 年開催を予定していたがこれを変更し、今年中に少人数のコンサルタント会合を開いて混合炉心についての技術的問題点の整理を行い TECDOC にまとめ、その上で専門家会合を開くべきかどうかを検討し開催の要否を決定することになった。
- ・「改良水炉燃料」に関する専門家会合

当初 2007 年にロシアでの開催を予定していたが、ロシアの原子力組織の大きな改造が予定されている及び、2008 年予定のインドでの燃料製造に関する会議ともダブルところがあるので、2010 年まで延期することにした
- ・「改良燃料ペレット材質と設計」に関する専門家会合

予定どおり 2008 年にフランスで開催する。なお改良燃料ペレットとは、添加物燃

料、アクチニド燃料、イナートマトリックス燃料等をさす。

- ・「燃料製造と QC のための先進技術」に関する専門家会合
予定どおり 2008 年にインドで開催する。
- ・「燃料棒計装と炉内計測技術」に関する専門的会合
2009 年予定だったのを早めて 2007 年にノルウェーで開くことになった。
- ・「燃料モデリング」に関する専門家会合
永年イギリスで開かれてきたがイギリス (BNFL) からホスト役を下りたい旨表明があった。
これに対して事務局よりフィンランドに後を受けて欲しい旨提案があり、持ち帰り検討することになった。
- ・「LOCA 及び RIA 条件下の燃料ふるまいとモデリング」に関する専門家会合
LOCA に関する専門家会合を 2001 年にノルウェーでやって成功したことをふまえ、事務局より 2009 年に開催が提案され採用された。(なお、筆者としては本件については、日本がホスト国になることを提案してはどうかと考えている。)
- ・「照射欠陥のモデリングと加速器によるシミュレーション」に関する専門家会合
分子動力学等を含めた基礎的なモデリングに関する専門家会合が事務局より新しく提案され採用された。
これについては日本もこの分野の研究を進めており積極的に賛成した。
- ・「FBR 及び HTR 燃料」に関する専門家会合を開いてはどうかとの提案があったが本 WG は水炉燃料対象としていることもあり、正式な専門家会合でなく、小規模な interesting participant meeting を開くこととした。

3. 5. 次回予定

2007 年 4 月 25 日～26 日 ウィーン IAEA 本部の予定

以 上