

IAEA使用済燃料管理国際会議報告

第37回原子力委員会
資料第1-1号

International Conference on Management of Spent Fuel from Nuclear Power Reactors

31 May - 4 June 2010,
VIC, Vienna, Austria

平成22年7月20日

報告者 (財)電力中央研究所

三枝 利有、白井 孝治

IAEA 使用済燃料管理国際会議

- IAEA: 3～4年毎に開催
 - 使用済燃料(SF)貯蔵管理政策
 - SF貯蔵を中心とした施設運転や立地の実績、技術開発の動向
 - 参加者: 36カ国+3国際機関から207名(リスト登録)

IAEAウィーン本部内
M棟のA会議場



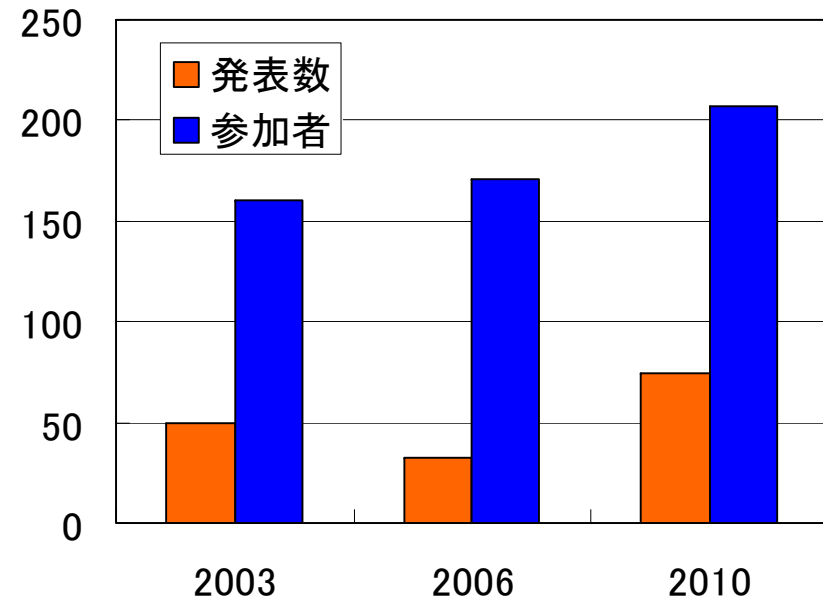
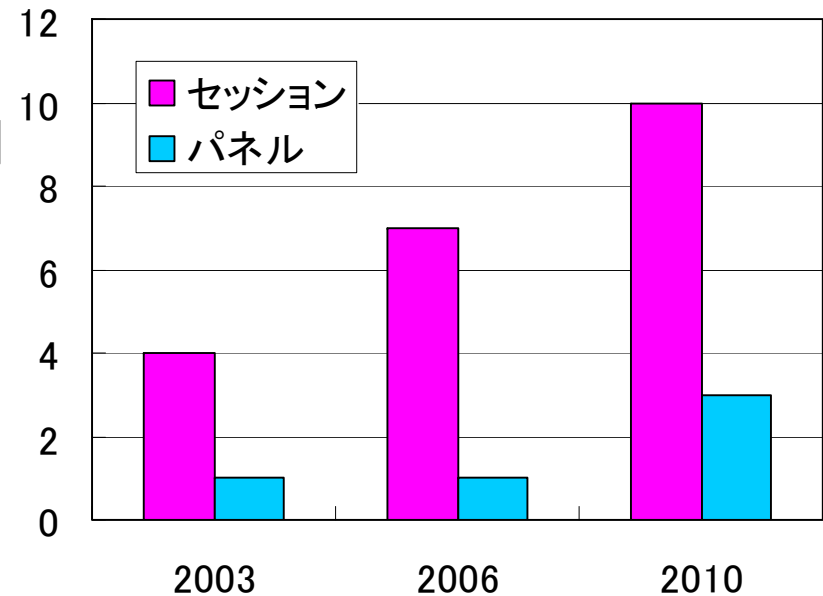
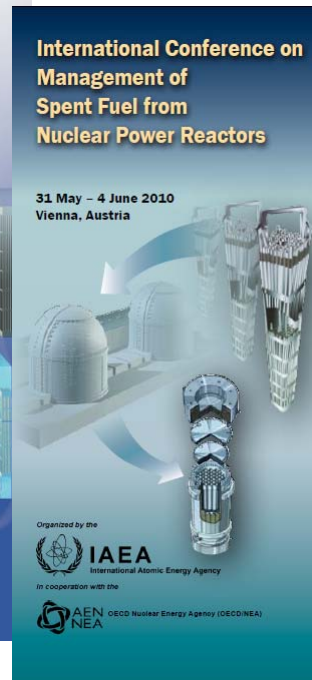
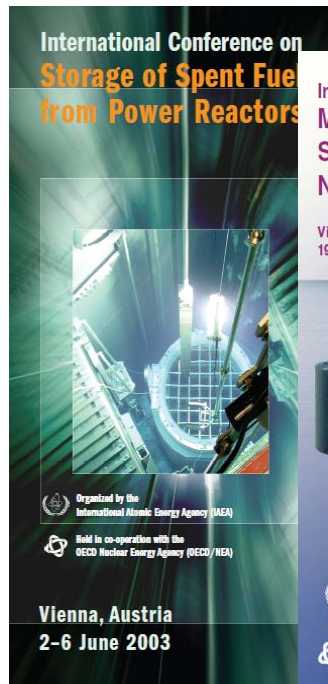
- 会議議長 Kakodkar原子力委員(インド)
- プログラム委員会(日本を含め11名)

A. González	Argentina	B. White	USA
J. Lian	Canada	G. Dyck	IAEA
Z. Fan	China	P. Metcalf	IAEA
S. Basu	India	G. Jones	IAEA
T. Saegusa	Japan	E. Forinash	OECD
E. Kudryavtsev	Russia		



会議の推移

- 発表件数: 74件, ポスター: 11件
- 参加登録者数: 207名
 - 「SF管理および放射性廃棄物管理に関する安全条約」施行(2001年6月)後の加盟国の関心度が高い
 - 発表件数は2003年の50%増
 - パネルの活用→議論の活性化の工夫



会議日程

カッコ内は発表件数

日本側からの発表・パネル参加:12件、ポスター:2件

5/31 Mon	1	Opening	オープニング(OECD:吉村氏)
	2 (8)	Strategic Issues & Challenges in Spent Fuel Management (SFM)	SF管理の戦略上の課題と挑戦(NISA:根井氏)
	3 (5)	SFM for Smaller Programs and Newcomer States	小さな原子力プログラムや新規導入国のためのSF管理
6/1 Tue	4	Round Table – Regulatory Framework for Spent Fuel Management	パネル”SF管理規制の枠組み”
	5 (11)	Safety and Licensing of Spent Fuel Storage and Transportation	SF貯蔵・輸送の安全性と許認可 (JNES:加藤氏, NISA:花木氏)
	6	Round Table – Stakeholder Issues	パネル”ステークホルダー間の課題”(むつ市長:宮下氏)
6/2 Wed	7 (5)	Technological Innovations for Spent Fuel Storage	SF貯蔵の技術革新
	8 (9)	Fuel and Material Behaviour	燃料と材料の挙動(原電:山本氏、電中研:三枝・白井)
	9 (5)	Managing Past and Damaged Spent Fuel	古い燃料や破損燃料の管理
6/3 Thu	10 (8)	Operating Experience in Wet and Dry Storage	湿式・乾式貯蔵の運転経験(原電:山本氏、東電:熊野氏)
	11 (5)	Discrete Issues in Managing High Burn-up, MOX and Fast Neutron Reactor Spent Fuel	高燃焼度・MOX・高速炉用SF管理上の個別の課題 (日立:深沢氏)
	12 (5)	Fuel Reprocessing: Status and Challenges	再処理の現状と挑戦
6/4 Fri	13 (6)	Managing Very Long Term Storage and the Disposal of Spent Fuel	SFの超長期貯蔵と処分の管理
	14 (5)	Round Table – Future Strategies	パネル”将来戦略”(電中研:三枝)

「1日目」のトピックス(1/3)

■ オープニング・セッション

- 主催者IAEAおよびOECDからの挨拶
- ドイツの使用済燃料貯蔵・輸送の経緯と現状
- 全体議長のインド原子力委員(Kakodkar氏)からの開催主旨
 - *SF is a waste or a resource (Asset) ?*
SFは廃棄物か、資源か？
 - *Choice of strategy for the sustainability of nuclear power*
SF管理(開・閉サイクルとGENIVとの関連も含め)の最適戦略のあり方とは？
 - *Establishment of the global mechanism in transport regulation for long periods*
長期貯蔵後の輸送規制で考慮すべきメカニズムとは？
 - *To convince public about the safety of repositories over the institutional life span, experience and insights should be shared. How?*
一般公衆から何世代にもわたる処分事業の安全性に対する理解を得るために、経験や知見の共有方法？

「1日目」のトピックス(2/3)

■ SF管理の戦略上の問題と挑戦(セッション2)

■ 日本:NISA:根井審議官

- 原子力発電の必要性と再処理政策の現状

■ 米国:NRC:Weber氏

- DOE : 2010年3月にYMPからの撤退決定
- SF対策必要量は増加の一途(2035年には倍増)
- 再処理・処分・輸送・長期貯蔵への体系的な取り組み



■ ロシア・フランス

- 他国のSF再処理の意志表示

■ ドイツ

- ゆらぐ原子力の方向性、MOX-SF対策必要性

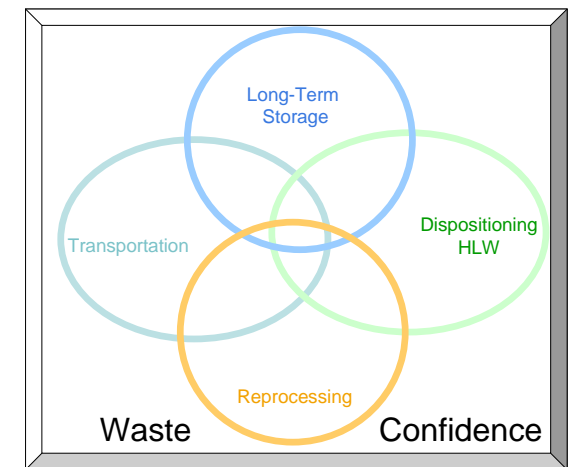
■ インド

- 高速増殖炉等の早期実現、全量再処理

■ イギリス

- 直接処分までの間、100年貯蔵

□ 長期的視点で、SFが資源とみなせるようになるのは、いつかが問題。



「1日目」のトピックス(3/3)

■ 小さな原子力プログラムや新規導入国のためのSF管理 (セッション3)

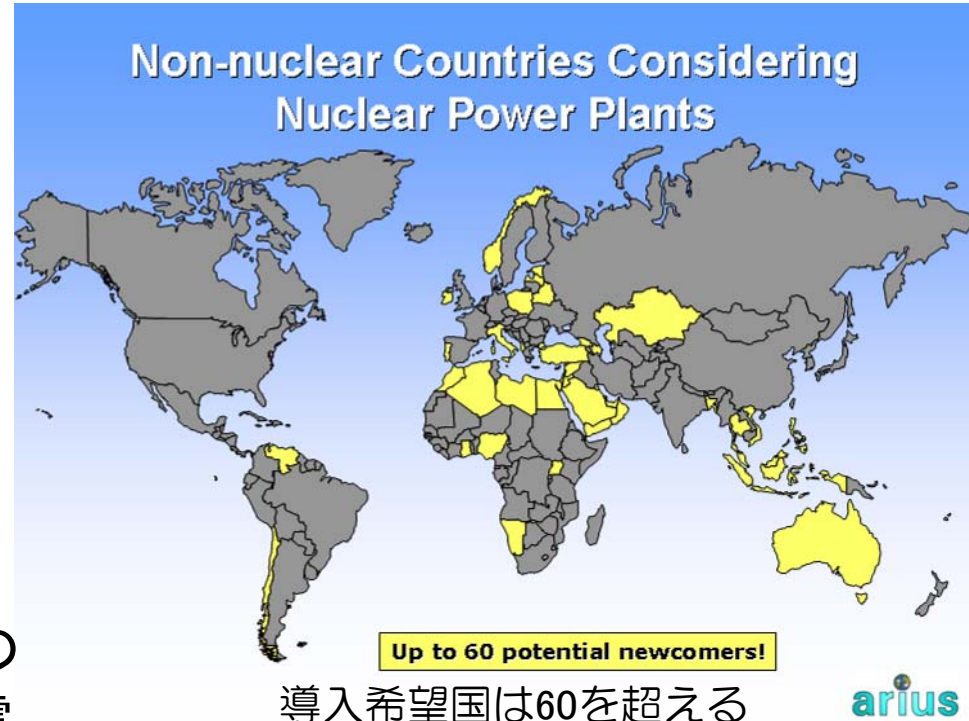
■ スイス: マッコンビー氏

- 知見のデータベース構築
- 信頼できる廃棄物処分技術
の確立

■ 新規導入国(ヨルダン等)

- 安全・安心・効率的なSF管理が必要
- 原子力産業国は、バックエンドのオプションも含めて、原子力発電所の売り込みに熱心
- SFの返還が最も好ましい

□ 新規導入国にはSF管理戦略が必要であるが、原子炉供給者にとっては、すべてのバックエンドサービス(例えば、再処理、貯蔵、処分)の提供は非現実的。



「2日目」のトピックス(1/3)

■ SF管理規制の枠組み(セッション4)

- *Is there sufficient emphasis in establishing safety standards for fuel management, particularly back end management?*
 - SF管理に関しての安全規則の充足性→十分だが、常に更新要
- *Is there sufficient international consensus on the approaches to demonstrate the safety of geological disposal?*
 - 地層処分の安全性の証明方法の国際的コンセンサスの有無→定性的に有り
 - ステークホルダーは再取り出し性が約束されることで安心を得る。
- *Is it possible to achieve international consensus on a future strategy for fuel management ?*
 - SF管理の将来方策に関する国際的コンセンサスの取得可能性 →国に依存
- *Could international safety instruments be used in case of multilateral arrangements for spent fuel management ?*
 - 既存規制体系はSF管理の多国間協力に有効？→安全条約は国別

理想的なサイティング

- ・核不拡散抵抗性や経済性の向上
- ・多国間協調による国際処分場の操業

≠

現実的なサイティング

- ・規制のあり方や地元住民の受容性 (NIMBY) の観点
- ・自国の政策と安全規制に基づく信頼感
- ・自国起源の廃棄物のみ受入れ処分

「2日目」のトピックス(2/3)

■ SF貯蔵・輸送の安全性と許認可(セッション5)

- 発表件数の最も多いセッション: 11件
 - 米・独・仏・スロバキア・アルゼンチン・ルーマニア・ハンガリー
 - 処分場の不確実性と貯蔵対策の重要性の指摘
 - 貯蔵長期化とその後の安全輸送の懸念
 - 日本: NISA: 花木課長
 - *Regulatory Approach toward Dual Purpose Dry Metal Casks*
(輸送・貯蔵兼用金属キャスクの規制アプローチ)
 - **Holistic Approach** (包括的手法) の重要性
輸送と貯蔵を分離せず、相互の関係を適切に評価、例として
 - *Post storage transport safety depends on safety during storage*
(貯蔵後輸送の安全性は貯蔵時の安全性に依存)
 - *Safety analysis* (安全解析)
 - *Transport license renewal* (輸送認可の更新)
 - *Post storage transport safety inspections based on documentations*
(文書に基づく貯蔵後輸送時検査)
- 輸送・貯蔵兼用キャスクによる貯蔵は、十分確立された技術となった。



「2日目」のトピックス(3/3)

■ステークホルダー間の課題(セッション6)

■ 地元首長や住民代表者がパネラーとして参加

■ 日本から青森県むつ市の宮下市長

- むつ市における事業受入れの経緯や住民との対話の紹介
- 国・研究機関・国際機関・事業者は如何に信頼を勝ち得るか？

■ ステークホルダー間の良好な関係構築のために

■ デモンストレーション等を含めた技術的知見の蓄積

■ 安全性に係わる検討経緯の透明性

■ わかりやすい言葉による地域住民

への説明の継続的な努力

■ 技術者の信頼度の向上

□ SF貯蔵施設地元住民の「信用」は、「開放性」、「透明性」、「尊敬」を通じて確立される。地元住民の参加は、その施設に関する政策決定上の助けにもなる。



「3日目」のトピックス(1/2)

■ SF貯蔵の技術革新(セッション7)

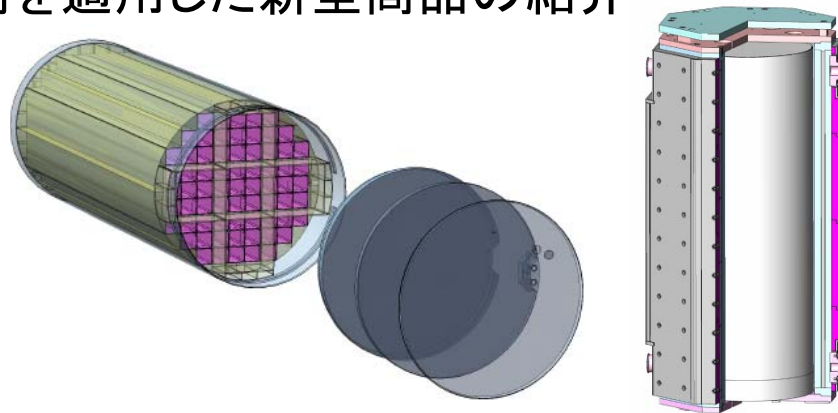
■ 仏(TNI)

■ AREVA版ラボノート”EFICA”

(Explore, Formalize, Ideas, Construction, Action)を活用した技術革新の例示

■ 要素技術の例示(ガasket・バスケット・レジン等)

■ 独自技術を適用した新型商品の紹介



スイスの貯蔵施設で導入予定のTN/NOVA

■ 独(AREVA): Neuber博士

■ バーンナップクレジットに関するモンテカルロ計算の改善状況

■ 不確実性を考慮した臨界計算の提示

「3日目」のトピックス(2/2)

■ 燃料と材料の挙動(セッション8)

- SFの長期健全性や貯蔵容器の安全評価に関する発表: 9件
- 米国: EPRI Machiels教授
 - 長期貯蔵時の燃料の経年劣化メカニズムの提示
 - 貯蔵後輸送事故時の未臨界性に着目した技術基準
 - 実証データや経年変化管理プログラムの構築の重要性
- 日本から3件の発表
 - キャニスタの長期貯蔵におけるSCC対策技術(電中研: 三枝)
 - 金属/コンクリートキャスクの安全評価(電中研: 白井)
 - PWR燃料の長期健全性確証試験(原電: 山本氏)
 - 米国NRCから活発な質疑
 - 120～300年まで想定した長期貯蔵の安全規制要件の整備(2016年を目途)
 - 現状の自国の知見では限界があり、国際協調の中で相互に役立つデータの取得の提案



「4日目」のトピックス(1/3)

■ 湿式・乾式貯蔵の運転経験(セッション10)

■ SFの湿式貯蔵と乾式貯蔵の運転経験に関する発表: 8件

- 乾式貯蔵: 米国・日本・アルゼンチン・ウクライナ・ハンガリー
- 湿式貯蔵: インド・パキスタン

■ 米国: NRC White氏

- 35年にわたる安全貯蔵の実績
- Lessons Learnedの文書化と情報共有(IAEA)
- 加盟国間のコミュニケーションの重要性



米国: 1250基以上の貯蔵

■ 東欧圏(代表国: ハンガリー)

- 原子力発電への依存率が小さい
- 単独では再処理や処分事業の推進が困難
- 現実的なSF対策の選択肢

地域圏共同体構想 (Regional Strategy)

Aims of Opinion Paper

- to give an overview of the present nuclear fuel cycle possibilities
- to propose some tracks towards a sustainable and economically viable strategy in the region



「4日目」のトピックス(2/3)

■ 湿式・乾式貯蔵の運転経験(セッション10)

- 日本 原電:山本氏, 東電:熊野氏
 - 敷地内貯蔵(福島第1, 東海第2)
 - 燃料や金属ガasketの経年変化調査結果紹介
 - 米国NRCから活発な質疑
 - 米国長期貯蔵研究運営委員会*への参画要請
 - 経年変化やトラブル対策の知見の共有化
 - 貯蔵後輸送への傍証データとしての活用
 - 日本その他、ドイツやイギリスにも参加を要請

*長期貯蔵研究運営委員会(事務局:EPRI)

「安全な使用済燃料の長期貯蔵と将来の輸送を確実にする技術基盤を提供」を使命

・参加機関:NRC, DOE, 国研(INL, SNL他), 電力, キャスクメーカ



■ HB/MOX/FBR-SF管理上の個別の課題(セッション11)

- 日本:日立GE:深澤主管
 - 軽水炉からFBRへ柔軟に移行するためのシナリオ

「4日目」のトピックス(3/3)

■ 再処理の現状と挑戦(セッション12)

- 中国におけるSF管理
 - 韓国の燃料サイクル戦略
 - ロシアの軽水炉におけるウランの多数回リサイクルの研究
 - 仏国におけるリサイクルの利点
 - 中国における大規模再処理工場の紹介
 - 米国における核燃料サイクルの規制の枠組み
- 閉サイクルを選択した国にとって、リサイクルやFBR技術の利点の正当性は、明確である。他国にとっては、不釣り合いなコストや規模が要求されるため、閉サイクル政策を選択できず、議論は関心と呼ばない。

「5日目」のトピックス(1/4)

■ SFの超長期貯蔵と処分の管理(セッション13)

■ 処分の立地に成功事例に関する発表

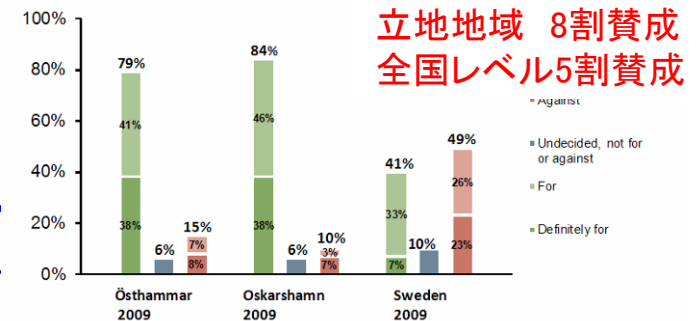
■ スウェーデン・フィンランド

■ Step-by-stepの広報・広聴活動

■ 立地地域からのボトムアップで成功

□ 小規模原子力の国は、多国間共同の処分
検討を始めており、ECやIAEAのリーダー
が発揮されつつある。

Public survey from 2009 regarding having a final repository in one's own municipality



■ 米国: NRC Einziger氏

■ 超長期貯蔵の安全確保のため、

■ 現行貯蔵施設の経年変化に対する対処方法と120年を超える超長期貯蔵に必要とされる知見との相違点(ギャップ)の同定(例: 応力腐食割れ)

■ ギャップを解決するツールの準備(ラボベース)

■ ツールのデモンストレーションの必要性

■ 長期貯蔵研究運営委員会の紹介と参加の呼びかけ

「5日目」のトピックス(2/4)

■ 将来戦略(パネルセッション14)

■ 議長:IAEA谷口次長



■ パネリスト:米国, 中国, チリ, OECD, 日本(三枝)

- SF貯蔵の期間の長期化。HB/SFも含めた新たな基準が必要か？
 - 長期貯蔵のデータ蓄積がまず必要。それに応じ必要な基準を作成すべき。
- 国のSF管理の戦略に及ぼす先端技術の開発の影響は？
 - 影響は明らか。これらの技術開発は継続されるべき。
- SF貯蔵の長期貯蔵の科学技術的知見は十分か？ 公衆の理解・信頼を得るために不足しているものは何か？
 - 貯蔵後の国の政策を公衆に示す必要。「むつ市」の立地では、再処理のため50年後には搬出する事が条件となっている。
- SF管理に多国間協力はあり得るか？ 具体的にはどんな形の対話・行動を促進すべきか？
 - 東欧や小さな原子力計画の国々の間で、多国間の協力が始動しており、必要に応じてIAEAは支援すべきである。

「5日目」のトピックス(3/4)

■ 全体議長総括報告

- 仏国、ロシア、日本、インド等の国でSFの再処理が進展する一方で、最終処分のオプションも必要。
- フィンランド、スウェーデン、仏国では処分の許認可段階にあるものの、多くの国々にとって、処分が可能になるまで数十年を要する。
- これらの理由で、当初予想されていた以上の期間(100年以上もあり得る)、SF貯蔵が必要となってきた。
- 長期貯蔵の安全性、セキュリティ、耐久性が課題となっている。今回の会議では、貯蔵システムの長期健全性を損なう諸現象が研究報告された。これらを踏まえて、規制当局が、長期貯蔵の許認可において期待するある種の証明が報告された。



「5日目」のトピックス(4/4)

■ 全体議長総括報告(つづき)

- SFの輸送・貯蔵兼用キャスクの境界問題については、包括的な(holistic)手法により、許認可期間のギャップを埋めることが必要である。
- 英国では、新規原子力発電所の許認可において、100年以上のSF管理方法とその施設寿命評価を課すことになった。
- SF管理の多国間協力は始まっているが、まだ成熟していない。
- 気候変動、ウラン資源の利用可能性・コストおよび持続可能なSF処分の考え方によって、リサイクルか直接処分かの選択が決まるであろう。リサイクルか直接処分かを問わず、SF管理のロードマップを明確に示し、それに基づく行動が重要である。
- 廃棄物管理の問題を解決しないまま、将来世代に負わしてはならない。



以上