

藤家原子力委員会委員長の海外出張報告について

平成14年5月21日

【米国】

1. 第4回サンタフェエネルギーセミナー

(1) 開催日：平成14年4月29日(月)～30日(火)

(2) 出席者：日米の原子力関係者 約140名

日本側出席者：

藤家原子力委員会委員長、鈴木東京大学教授、神田京都大学名誉教授、都甲核燃料サイクル開発機構理事長、南電気事業連合会会長、藤関西電力社長、鷺見日本原子力発電社長、佐々木日本原燃社長 他

米国側出席者：

マクナリ大統領特別補佐官(経済政策担当)、カード米国エネルギー省(DOE)次官、ドブリアンスキー米国国務省(DOS)次官(地球規模問題担当)、ストラトフォードDOE原子力部長、クーン・エジソン電気協会会長、ハワード米原子力協会副会長 他

(3) セミナーの趣旨

日米間の原子力に関する相互理解を深めることを主目的に、Washington Policy Analysis社(米シンクタンク)とロスアラモス国立研究所が共催するセミナーに電気事業連合会ワシントン事務所が協力する形で1997年より開催。原子力エネルギー利用、原子力の直面している課題、日米間での研究協力可能分野等に関して日米の原子力関係者による意見交換を行うもの。

(4) 結果概要

○第1日目(4月29日)

[セッション1：新しい時代における原子力の展望]

1. 基調講演

藤家原子力委員会委員長より、「人類・文明・原子力」というテーマで、文明の発展に伴う科学技術の質的改良と量的拡大が、新しいリサイクル文明あるいは循環型社会を必要とするという認識の下、そのような社会を支える役割を担う総合科学技術である原子力の全体像とその将来像を提示した。また、日米協力の発展のため、原子力分野における包括的な協力に関して有識者による意見交換を行う、賢人会議のような場を設けることを提案した。一方、マクナリ大統領補佐官より、国家エネルギー戦略と原子力の現状に関する講演が行われた。

2. 電力会社と国のエネルギー政策

南電事連会長より日本の電力の現状及び地球温暖化問題への取組としての原子力の推進について講演が行われた。一方、クーン・エジソン電気協会会長より、米国の電力を巡る情

勢について講演が行われた。

[セッション2： 原子力の拡大に向けた困難への挑戦]

3. 新時代に向けた効果的なパブリックアクセプタンス戦略

藤関西電力社長より、日本におけるパブリックアクセプタンスの取組について電力の生産地と消費地の対話等を例に講演が行われた。一方、ハワード米原子力協会副会長より、二酸化炭素排出減少への原子力の寄与の説明等を例にした米国のパブリックアクセプタンスの取組について講演が行われた。

4. 規制緩和の現状と原子力発電の競争力の見通し

兒島電気事業連合会副会長より、規制緩和の状況を説明し、長期的な視点から原子力発電を推進するための枠組みが必要である旨の講演が行われた。一方、クレイ・エクセロン副社長より、今後は新たな原子力発電所が建設される可能性がある旨の講演が行われた。

5. 混合酸化物燃料 (MOX) 利用計画と核不拡散

早瀬電気事業連合会理事より、原子力研究開発利用長期計画をベースとした日本のMOX利用の状況について講演が行われた。また、佐々木日本原燃社長より六ヶ所核燃料サイクル施設の状況について講演が行われた。一方、ポーネマン元大統領補佐官より、核不拡散のため新しいパートナーシップが必要である旨の講演が行われるとともに、ロングワースDOE長官補佐官からも、民生利用の方向性が核不拡散の方向性と整合がとれたものでなければならないことが強調されるとともに、新たな核拡散抵抗性のある核燃料サイクルの開発に関し、米国を含めた国際協力が可能である旨の講演が行われた。

○第2日目 (4月30日)

冒頭に、カードDOE次官よりエネルギー省の取組について講演が行われた

[セッション3： 日米研究開発協力イニシアチブ]

6. 世界の原子力の将来に向けた全般的アプローチ

イーガン・サンディア国立研究所副所長より、経済社会の動向を踏まえた、再処理を含む統合的な原子力システムの研究開発について講演が行われた。

7. 小型革新原子炉

神田京都大学名誉教授より、日本の中小型革新炉の研究開発状況について講演が行われた。一方、チョウ・ローレンスリヴァモア研究所副所長より、S T A R (Secure Transportable Autonomous Reactor)に関する研究開発状況及び日本との協力について講演が行われた。

8. 先進原子力システム

可児核燃料サイクル開発機構システム技術開発部長より、日本の高速増殖炉研究開発の状況と日米協力の展望について講演が行われた。一方、チャン・アルゴン国立研究所副所長より、高温化学法 (金属電解法) による再処理の研究開発について講演が行われた。

9. 加速器による原子核変換の展望

早田日本原子力研究所理事より、放射性廃棄物の分離・変換のための加速器駆動核変換炉に関する研究開発とそれに関する日米協力について講演が行われた。一方、アーサー・ロス

アラモス国立研究所上級プロジェクトリーダーにより、
A A A (Advanced Accelerator Application)に関する講演が行われた。

[昼食会]

ドブリアンスキーDOS次官より、気候変動と持続的開発に関する米国の取組について講演が行われた。

[セッション4： 原子力の将来への課題]

10. 高レベル廃棄物処分技術とその安全性

鈴木東大教授より、放射性廃棄物の処分に伴って生じる安全への懸念に対する取組に関する講演が行われた。一方、ノップマン核廃棄物技術評価会議委員より、放射性廃棄物処分場選定における同会議の役割について、また、ウィリアムズDOEシステムエンジニアリング・国際部長より、放射性廃棄物処分場計画についての講演が行われた。

11. 核物質防護戦略

鷺見日本原子力発電社長より、日本における核物質防護の現状とテロ対策について講演が行われた。一方、ストラッドフォードDOS原子力部長より、IAEAによる核物質防護条約改訂の取組に関する講演が行われた。また、ツイマーマン原子力規制委員会原子力安全・事故対応室長より、9月11日のテロへの同委員会の対応について講演が行われた。

12. 原子力発電所の運転の最適化

青木中部電力副社長より、原子力発電の運転管理と浜岡事故を踏まえた国民の信頼回復への取組について講演が行われた。一方、ニューマン・ニュークリアマネジメントカンパニー副社長より、原子力発電の運営会社である同社の活動について講演が行われた。

(5) 所感

原子力利用については、日本側の官民のトップレベルの原子力関係者が、それぞれの立場から核燃料サイクルを含めた原子力の重要性と、その推進のための具体的取組について説明を行うことにより、原子力推進という方針が政府及び産業界を貫く明確なスタンスであることを、米国のオピニオンリーダーに示すことが出来たと考えられる。一方、米国側については、高い設備利用率がもたらす強い競争力、二酸化炭素を排出しないことによる地球環境問題への寄与といった原子力発電の効果とセキュリティー強化のための取組といったメッセージが繰り返し示され、国家エネルギー政策を受けた原子力の復権と昨年9月11日のテロの影響という2つの潮流が米国の原子力利用に大きな影響を及ぼしていることを認識した。

研究開発については、日米とも共通の将来像を有していることが明らかとなるとともに、日本側においてより具体的な取組が発表されたことから、今後の日米協力において、日本側がリーダーシップを取っていく場面が多くなっていくと考えられる。

3. 米国要人との会談

(1) カードDOE次官との会談 [4月30日(火)]

日本側より I T E R 計画の検討状況について説明するとともに、同計画への復帰を要請した。これに対して、米国側より復帰に向けて前向きな検討を行っている旨の説明があった。

また、日米有識者により政策面での包括的な意見交換・対話を行う賢人会議の開催を提案したところ、先方より、自分（カード次官）や藤家委員長といったレベルでの対話が必要であるとされており、包括的な取組によって政策的インフラを形成してはどうかとの発言があった。

(2) オーバックDOE科学局長との会談 [5月1日(水)]

日本側より I T E R 計画の検討状況について説明するとともに、同計画への復帰を要請した。これに対して、米国側より、米国の決定にあたっては、日本、欧州の参加決定が助けになる旨の発言があった。

(3) マーカスDOE原子力科学技術局次長との会談 [5月1日(水)]

米国側より、米国家エネルギー政策における高速炉及び核燃料サイクルの位置づけについて、短期的にはではないが、長期的課題として含まれていると考えていること、当面は軽水炉であるが、将来のための高速炉研究はあり得るとの見解が示された。

【仏国】

4. 仏国要人との会談

(1) ペラ原子力庁（CEA）最高顧問との会談 [5月2日(木)]

日本側より I T E R 計画の検討状況について説明した。これに対して、仏側より、I T E R を巡る最重要課題は、米国の I T E R 参加を確かなものにするのであり、多数の国が参加するという国際圧力が I T E R 計画をより確かなものにするため不可欠であるとの見解が示された。

(2) ケスラー経済協力開発機構（OECD）／原子力機関（NEA）総括次長との会談 [5月2日(木)]

先方より、Generation-IV（第4世代原子力システム）に関して日本が強力なリーダーシップを発揮することにより、重要な役割を果たすことを期待している旨の発言があった。

5. フランス核燃料公社（COGEMA）ラ・アーク再処理工場訪問・訓練状況

視察 [5月3日(金)]

(1) 視察結果

本工場は、UP-2及びUP-3の2つの再処理工場から構成されるが、この内のUP-3は、日本原燃六ヶ所再処理工場のモデルとなっている。COGEMAは、2001年から2004年の期間に日本原燃の職員をUP-3に受け入れ、運転員等の訓練を実施している。

今回の視察では、ACC施設（使用済み燃料の構造部材等を減容化する施設）の運転状況を視察するとともに、運転・管理、メンテナンス及び放射線管理の訓練実施状況を視察した。

また、訓練生との意見交換を実施した。

(2) 所感

日本原燃職員に対する訓練は、シミュレータを使うのではなく、UP-3を訓練用計画に基づいて運転し、工場全体を訓練の場として使用する大規模なものであり、この訓練に対するCOGEMAと日本原燃の熱意が感じられた。

この訓練は、再処理技術の導入に伴ういわばノウハウの移転として行われているものであるが、これまでOJTによって運転員、補修員を養成してきたCOGEMAにとっても初めての試みであり、試行錯誤によって教習マニュアルの更新が随時行われている。日本でもセクター間の技術移転が話題になっている中で、移転を実際にどのように行っていくか検討していく際に、今回の訓練をケーススタディーとして活用することが可能ではないかと考えられる。

また、今回の訓練は、フランスと日本という異なる文化を背景にして行われているものであり、これらの訓練を契機として、科学技術面だけではなく文化面において両国の交流がこれまで以上に発展していくことを期待したい。

【独国】

6. 21世紀の核燃料サイクルシステムに関するワークショップ

(1) 開催日：平成14年5月6日(月)～8日(水)

(2) 出席者：日、EU、独、仏、英、米、露及び韓国の原子力関係者 約50名

[各国の主な出席者]

日本： 藤家原子力委員会委員長、中神核燃料サイクル機構副理事長

EU： シェンケルEU超ウラン元素研究所所長

独： ケスラー元カールスルーエ研究所中性子物理・原子炉工学研究所所長

仏： ブシャール原子力庁原子力局長

米： グランダー・アルゴンヌ研究所所長

英： エルスデン英国原子燃料公社職員

露： ズロドニコフ物理エネルギー研究所所長

韓： パク韓国原子力研究所副理事長

(3) ワークショップの趣旨

(社)日本原子力産業会議主催、(財)電力中央研究所及びEU超ウラン研究所共催で21世紀における原子力サイクルシステムのあり方について、主要国の専門家が集まって意見交換を行うもの。今回の会合のテーマは、以下の通り。

1. 20世紀の原子力利用と核燃料サイクル
2. 21世紀の原子力システムが求められる要件
3. 21世紀の革新炉とそのサイクルシステム
4. 核燃料サイクルの残された課題

(4) 結果概要

第1日目に藤家委員長より、原子力サイクルシステムの現在の課題及び将来の方向性について基調講演が行われた。また、ワークショップの最後には、全体総括が行われるとともに、高速炉サイクル技術に関する研究開発の重要性を述べた声明(別添資料参照)をとりまとめた。

本会合の議事次第は以下の通り。

○第1日目(5月6日)

[基調講演]

藤家(原子力委員会)

「21世紀における核燃料サイクルシステムの挑戦」

シェンケル(EU超ウラン元素研究所)

「革新核燃料サイクルシステム開発の展望」

ケスラー(元独カールスルーエ原子力研究センター)

「プルトニウム処分と長寿命アクチノイドの核変換」

シュペナー(米エネルギー省)

「米国における原子力の未来：原子力を進歩させるためのエネルギー省の取組」

ブシャール(仏原子力庁)

「21世紀の原子力政策－フランスの場合」

ズロドニコフ(露物理エネルギー研究所)

「原子炉燃料としてのプルトニウム利用」

パク(韓国原子力研究所)

「原子力開発利用振興のための国家計画(2002年)」

[20世紀における原子力利用とプルトニウム利用]

リーダーマン(仏原子力庁)

「軽水炉におけるプルトニウム利用」

クレブス(フラマトム)

「革新的軽水炉の燃料開発」

尾本(東京電力)

「20世紀の原子力エネルギー」

○第2日目(5月7日)

[21世紀における原子力システムの選択基準のあり方]

田中(日本原子力研究所)

「高温ガス炉による水素製造」

フリーシュ(独原子力安全協会)／ローリンジャー(仏放射線防護・原子力安全研究所)

「将来のPWRにおける仏独の安全目標と安全原則」

井上（電力中央研究所）

「高温化学法によるアクチノイドリサイクル」

ベネット（米アイダホ国立工学・環境研究所）

「第4世代原子炉技術の評価指標」

[21世紀における革新的原子炉と関連する燃料サイクルのあり方]

川口（内閣府）

「原子力研究開発利用長期計画について」

佐賀山（核燃料サイクル開発機構）

「21世紀の原子炉とそのサイクルシステムの展望」

チャン（米アルゴンヌ国立研究所）

「21世紀の革新的原子力システム」

カーレ（仏原子力庁）

「原子力庁による21世紀の原子力システムに関する展望」

平井（日本原子力発電）

「電力会社の将来型原子炉開発について」

オルロフ（露クルチャトフ研究所）

「21世紀の原子力と革新的原子力技術への要求」

○第3日目（5月8日）

[核燃料サイクルの残された課題]

野村（核燃料サイクル開発機構）

「核燃料サイクルと処分プロセスの最適化」

石井（三菱マテリアル）

「日本での低レベル廃棄物のリサイクルと処分について」

エルスデン（英国核燃料公社）

「革新的な核燃料サイクル開発への挑戦と未来」

ルコント（仏原子力庁）

「廃棄物管理に関するフランスの研究プログラム」

中神（核燃料サイクル開発機構）

「日本原子力研究所と核燃料サイクル機構の統合の現状と課題」

(5) 所感

日本は原子力研究開発利用長期計画で示されているとおり、高速増殖炉を含めた革新炉とそれに関連するサイクル技術の開発を目指して研究開発を進めているが、今回のワークショップにおける議論を通じて、この路線を国際的なベースにおいても明確にすることが出来た。また、この分野における各国の目標がほぼ同じであることが確認でき、今後の国際協力を進めるための共通認識が形成されたものと考えられる。

Workshop on Nuclear Cycle System for the 21st Century

Karlsruhe, Germany
May 6-8, 2002

Japan Atomic Industrial Forum Inc.(JAIF), Institute for Transuranium Elements(ITU), Central Research Institute of Electric Power Industry(CRIEPI) and Karlsruhe Research Center(FZK) jointly organized the Workshop on Nuclear Cycle System for the 21st Century inviting nuclear energy experts from Europe, Japan, USA, Russia, and Korea in order to search the direction of future nuclear energy system development by discussing the optimum nuclear energy system that is sought by society in the 21st century as well as identifying the issues to be resolved in the future, while summarizing the nuclear energy utilization in the 20th century.

Today, nuclear energy produces successfully 17% of electricity worldwide. The Workshop participants agreed that nuclear energy has to contribute significantly to the future energy needs and there is a growing international consensus that, to be broadly acceptable for the 21st century and beyond, any advanced nuclear energy system must:

- Reduce the volume and long-term toxicity of nuclear waste.
- Enhance proliferation-resistant of the fuel cycle and keep nuclear materials unsuitable for direct use in nuclear weapons.
- Improve safety based on characteristics inherent in the reactor's design and materials.
- Provide a long-term energy source not limited by resource constraints so that nuclear can make significant impact on reducing greenhouse gases.
- Be economically competitive with available alternatives.

In order to meet these requirements, a range of advanced reactor concepts and fuel cycle technologies are being pursued in various countries. In the near-term, reprocessing of spent fuels and recycling in the commercial reactors will help to burn plutonium and improve waste management. In the long-run, however, it is essential to separate all actinides, which have long half-lives, from the spent fuel. The remnants are primarily fission products of much shorter half-life. The actinides can then be recycled as fuel in reactors, where they are beneficially destroyed by fissioning. Limited amounts of actinide can be fissioned in thermal spectrum, whereas all actinides can be fissioned in fast spectrum. Therefore, fast reactors are essentially required to burn actinides and even some long-lived fission products. Acceleration-driven systems may also play a role in the long-term. The actinide recycling, which requires advanced reprocessing, can also improve the proliferation resistance. Technology options have been identified and the development efforts should be continued including advanced aqueous processes and pyroprocessing or dry processing alternatives.

Today's commercial reactors burn less than 1% of natural uranium, whereas fast reactors can utilize essentially all uranium resources, hence, extending the energy potential by a factor of 100. This enormous increase in the efficiency of resource utilization means that fast reactors combined with advanced fuel cycle are a sustainable long-term energy source to meet the

demands of an expanding economy. Fast reactors can incorporate key design features that lead to an improved level of passive safety and a favorable economics over the entire life cycle.

Essentially all speakers of the Workshop pointed out the importance of developing advanced reactor concepts, especially fast reactors and closed fuel cycle technologies for nuclear energy to contribute significantly in the 21st century. The participants agreed that this workshop was very helpful in understanding the R&D activities and future directions of various advanced concepts, and endorsed this forum be continued on an annual basis for the purpose of exchanging views on nuclear energy and information on technical progresses, and facilitating international collaboration on advanced nuclear energy systems.

(仮訳)

21世紀の原子力サイクルシステムワークショップ

ドイツ/カールスルーエ

2002年5月6-8日

原子力産業会議 (JAIF) は、EU 超ウラン元素研究所 (ITU)、電力中央研究所 (CRIEPT)、カールスルーエ研究所 (FZK) と共同で、カールスルーエにおいて、欧州、日本、米国、ロシア、韓国の原子力エネルギーの専門家を集めてワークショップを開催した。本 WS は、20 世紀における原子力エネルギー利用を総括し、将来解決すべき課題を確認すると共に、21 世紀社会が求める最適な原子力エネルギーシステムを検討することにより、将来の原子力エネルギーシステムのあるべき方向性を探ることを目的としている。

今日、原子力エネルギーは世界的に 17% のシェアを獲得するまでに成長している。ワークショップの参加者は、原子力エネルギーが将来のエネルギー需要に多大な貢献をすると共に、21 世紀に広く容認される革新的エネルギーシステムでは以下のことを満たす必要がある、とのコンセンサスが得られてきているとの認識で一致した。

- ・ 原子力廃棄物の容積と長期の毒性を低減すること
- ・ 原子燃料サイクルの核不拡散性を強化し、そこで作り出される核物質が原子爆弾に直接転用されることを難しくすること
- ・ 原子炉の持つ固有の特性により安全性を改善すること
- ・ 原子力が CO₂ の削減に優位な貢献をするため資源制約の無い長期のエネルギー源を提供すること
- ・ 代替手段と経済的に競合可能とすること

これらの要求を満たすため、革新的炉概念と燃料サイクル技術が各国において検討されている。短期的には、商用炉での使用済み燃料のリサイクル利用がプルトニウムの燃焼と廃棄物管理の改善に貢献するであろう。長期的には、使用済み燃料から長半減期のアクチナイドを分離することが重要である。これにより、残りは主に短半減期の核分裂生成物 (FP) になる。熱中性子スペクトルでは限定された範囲でのみアクチナイドの燃焼が可能であるが、高速中性子スペクトルではすべてのアクチナイドの燃焼が可能である。従って、アクチナイドの燃焼と長半減期の核分裂生成物 (LLFP) の核変換のために高速炉が必要である。加速器駆動原子炉も長期的には一定の役割を果たすかもしれない。革新的な再処理が必要なアクチナイドの再利用は、核拡散抵抗性の改善にも役立つ。技術選択肢である、先進湿式法、パイロプロセス、他の乾式法を含めたこれらの革新的炉概念と燃料サイクル技術の研究開発が継続されるべきである。

今日の商用炉はウランの利用効率は1%以下であるのに対し、高速炉はすべてのウランを有効に利用可能である。そのため、利用効率はおおよそ100倍にまで拡大される。この利用効率の著しい増大は、革新的な燃料サイクルと結びついた高速炉が経済性の要求にも合致した長期に持続可能なエネルギー源であることを意味している。高速炉は、完全なライフサイクルの元での経済性と静的な安全性を達成する主要な設計上の特徴を取り入れることが可能である。

ワークショップのすべての発表者は、21世紀に原子力エネルギーが顕著な貢献をするために、革新的炉概念、とりわけ高速炉概念と閉じた燃料サイクル開発の重要性を指摘した。本ワークショップの参加者は、このワークショップが研究開発活動の理解と各種の革新的な概念の方向性の把握に重要であることを合意するとともに、本ワークショップは原子力エネルギーの展望についての交換や各技術の進捗状況についての情報交換、及び将来の原子力エネルギーシステムについての国際協力を容易にする目的のために、年1回のペースで継続すべきことを承認した。

以上