

## 近藤原子力委員会委員長の海外出張報告

平成21年12月1日

### 1. 出張先

米国・ワシントンD. C.

### 2. 出張期間

平成21年11月14日(土)～21日(土)

### 3. 渡航目的

米国ワシントンD.C.で開催される第8回日米原子力ワークショップ会合(サンタフェ・エネルギーセミナー)に参加し、我が国の原子力政策に関して依頼講演を行うとともに、同会合に出席する要人と意見交換を行った。

また、近藤委員長が米国原子力学会(ANS)から2009年トミー・トンプソン賞※(Tommy Thompson Award for Nuclear Safety for the year 2009)を授賞したことから、ワシントンD.C.で行われる同学会の会合において授賞式に出席するとともに、同会合に参加する要人との意見交換を行うこととした。

※ トミー・トンプソン賞は、原子炉安全に多大の貢献をなし、この分野の先駆的な教科書を著して多くの人々から敬愛されたMITのトンプソン教授を讃えるために、同氏の名を冠して1980年に創設されたもので、これまで29人に授与されている。

授賞理由は、近藤委員長が原子力の平和利用の安全な推進のために長年にわたって人類、特に日本人々に貢献してきたこと。

### 4. 主要日程

11月14日	成田空港発→ワシントンD.C. ダレス空港着
11月14日～18日	ANS冬季会合へ出席(トミー・トンプソン賞授賞)
11月19日～20日	第8回日米原子力ワークショップへ出席、講演
11月21日	ワシントンD.C. ダレス空港発
11月22日	成田空港着

## 5. 結果概要

### I. ANS 冬の大会

#### (1) 開会セッション

- ・米国議会上院のドメニチ(引退)、ビンガマン、アレキサンダー、ウェブの各議員が地球温暖化対策における原子力発電の重要性を強調し、連邦債務保証その他の導入支援策や関連研究開発支出についてのそれぞれの見解や現在の取り組みについて述べた。
- ・これに対して政府側からは、エネルギー省(DOE)のミラー原子力担当次官補が新政権の原子力政策について、原子力発電は2050年までに温室効果ガスの排出量を2005年水準の83%減とするオバマ大統領の約束の実現に重要な役割を果たす技術の一つであるから、今後、既存炉の寿命延長、新設の促進、輸送・産業など非電力分野への原子炉応用、核燃料サイクルの革新、そして核不拡散政策の強化を必ず実現するべきと考えており、現在、これらを追求する取り組みのロードマップを作成中とした。
- ・原子力規制委員会(NRC)委員長のジャズコ氏は、多くの教訓を得たいいくつかの重大事象を経験してから、既にかなり年月がたっていること、リスクに係る知見に基づく監査システム(ROP)による効果的で効率的な規制監査を行うようになってから10年が経っていること、最近になって炉の新設に係る関心が高まっていること、経済環境が良くないことなどを考えると、既存炉の安全性についての取組に心のゆるみが出る可能性が高まっていると考えるべきであり、この観点から職員に対して、改めて用心深く(vigilant)であるべきと言っている。新設炉の安全審査については、しばしば審査に時間がかかると批判されるけれども、遅延の多くの理由は申請書類の不完全性、質問に対する回答の遅延がもたらしていることを指摘したいとした。
- ・電気事業者からは、「様々な指標からみて引き続き新設を目指すことに経営資源を投じてよい環境にあるが、新設炉の資本費が上昇している。産業資材一般の価格が上昇しているのだからその評価には慎重であるべきだが、財務リスクが高まっていることはたしかであり、このリスクが高くなりすぎればプロジェクトを進めるわけにいかなくなる」、「建設が中断されていたプラントの建設を再開した経験からすると、建設作業の質の確保が重要であると考え。自分たちの場合には AFLOCIO との賃金と労働の質に関する労働協約の締結が成功の鍵であった」等の発言があった。

#### (2) 中小型炉に関する議論

近藤委員長は初日に開催された「適切なサイズの原子炉がもつ世界的な機

会」と題する会長特別セッションにおいて、我が国の原子炉炉型戦略等について大略以下のように述べた。

- ・我が国では、基本的には当面は引き続き大型軽水炉を建設していくことになると考え、既存炉を置き換えるものとして、これまでの運転経験と最新の知見を反映した次世代の軽水炉の開発を進めている。
- ・電気事業者は、系統容量の小さい地域や多目的利用に使われることを念頭に中小型炉の設計研究も行ってきたが、現在はこの取組は原子炉メーカー独自の取組として継続されている状況。これらの設計者は単純化とならんで工場組立・先進工法をスケールデメリット克服の切り札としているから、このためのインフラ整備に投資しないことには、必要な経済性は実現できない。而して、この投資は、航空機産業がそうであるように、100基を超える注文があってこそ回収可能になるから、これがないと投資が行われぬ。この悪循環から抜け出すには今一つの工夫が必要である。
- ・長期的観点からは、原子力発電技術を持続可能なものにできる可能性がある高速増殖炉とその燃料サイクル技術の研究開発を推進している。この取組においては、安全性、信頼性、核セキュリティ、核不拡散などに関して性能要求を課している。安全性については安全規制当局も使う技術としてリスク評価技術が定着し、安全目標が合意されており、現場における安全文化の重要性が認識されていて要求に誤解はない。核セキュリティについては、設計基準脅威を与えてこれに係るリスクが低くなる防護策を設計することを求めているので、一応目標もあるといえ、要求に関して誤解は少ないと思う。ただ、リスク評価技術を適用してこれらの取組を合理化すべき。また、現場において核セキュリティ文化の重要性を喧伝している段階にある。一方、核不拡散については、対象システムに係る核拡散リスクの評価技術の開発が進んでいるが、核拡散を行うのは国であるから、こうした取組を通じて培った知識をもとに NPT からブレイクアウトする確率も評価に加えなければならないという主張もある。現在はそこまでに至っておらず、ある技術システムの転用の困難性、さらにはより限定的に、保障措置活動の不確実度で評価する人もいる状況。

一方、ロシアの原子力研究センター長ベリコフ氏は、大略次のように述べた。

- ・ロシアでは、原子力発電は ROSATOM が政府の資金で行っていること、2015年までには5GWe 程度の規模の増加が予定され、うち4GWe は新設であり、残りは定格出力の向上によること、長期的には年間2GWe の新設と年間2GWe の輸出を目標にしていること、国内では実際に7基が計画中で、うち4基

がすでに建設中。1基がBN-800という高速増殖炉である他はVVERであるとした。

- ・中小型炉については、原子力船用に開発された40MWeのPWRが発電炉としてすでに1基建設されており、7-8か所から採用の関心表明がなされている。一方、100MWe-300MWe規模のものについては設計研究がなされている段階というべきだが、最近、カザフに300MWeの発電所を設置する共同事業の話も始まったとした。
- ・盛んに行われている天然ガス発電は大体300MWeの規模であるから、この程度の規模が系統から見ても投資能力から見てもロシアにおける電力需要の増加に応える手段として合理性がある。なお、天然ガスの輸送にはポンプステーションが相当の電力を必要とするので、ガスピロムも数十MWeの原子力発電所に興味を示している。
- ・さらに、北極圏航路が最近注目されているが、この海域では、低温のために、油濁事故を起こした場合の油の回収率が極めて悪いことが指摘され、航路の開設にグリーンピースが反対している。このため原子力船が注目されている。
- ・メドヴェージェフ大統領は今年、産業政策面でいくつかの優先課題を掲げたが、原子力発電分野もその一つであり、この発電技術の革新に3年間で3800億円を投じることを明らかにした。主要な取り組みは、アンガルスクの国際燃料サイクルセンター、VVERの改良、FBRによって燃料サイクルを閉じること、核融合、宇宙用原子炉である。核融合はITERへの投資が中心であるが、最近、燃料サイクルに中性子を供給すれば核分裂炉に高い増殖能を期待しなくてよいことから、核融合・核分裂ハイブリッド炉にも関心が高まっている。宇宙用原子炉は、100KWくらいまでの電力需要は太陽電池パネルで賄えるが、それより大きな需要には原子炉で応えるべしとして、1MWeの原子炉が現在検討されている。

その他、ヨルダン、メキシコからのパネリストは系統容量からみて中小型炉に関心があったが、いずれにしろ、経済性と資本調達が決定的に重要という総論に終始。一方、米国からは、商務省の製造・サービス業担当次官補代行のメアリー・サンダース女史が、環境対策、米国産業振興の観点から原子力発電の拡大に意味があり、そこで同省は、2008年10月に「民間原子力貿易イニシアティブ」(Civil Nuclear Trade Initiative)を立ち上げ、米国のこの分野の競争力を高めるために産業界と共同しており、貿易管理ガイドを整備するなど教育的活動をする一方、貿易ミッションをインド、UAE、イタリアへ送ったと、中小型炉も視野に入れた取組の現況を紹介。また、サザン・カリフォルニア・エディソン社の原子力担当副社長は、モジュラー炉には重量機器

を海外に発注しないで済むことや、建設期間が短いことが正しければ資金調達、財務リスクの観点からも魅力的であることを指摘したが、同時に誰もが2番手になりたがるので、問題はだれが初号機を建設するかであるとした。

なお、中小型炉については現在話題になっている各炉の設計者が壇上にたつパネル討論もあったが、そこでは、防災対策、核セキュリティ対策、安全審査費用が大型炉と同じではかなわないので、これらについて中小型炉用のルールを整備すべき、またモジュラー炉を連続的に建設する場合には運転と建設が混在することになるところ、その場合の安全管理の考え方(中央制御室を共用する場合なども含む)も議論しておく必要がある等の意見が交わされた。

また、DOE が次世代原子炉の開発を進めてきている NGNP については、アイダホに HTGR を作り、発電と水素製造を実証することが当初計画であったが、次第に内容が変質してきているようである。今大会でも、これを中小型炉とすること、出口温度を下げて当初用途は水素製造ではなく熱源とするべし、そもそもアイダホに作っても意味ない。主要なユーザーは石油化学なのだから、そうした産業施設に隣接して立地してこそ意味ありとの議論がなされていた。

### (3)核セキュリティ

NRC のクライン委員は、9・11の発生後、NRC は核セキュリティ対策の強化を事業者に求めたが、あれから10年が経過したいまは、これをリスク情報をもとに効果的で効率的なものにしていく努力を行うべき時期に来ているのではないかとした。彼の述べるところの大略は以下のとおり。

- ・今もなおセキュリティと言えば、原子力施設がいつも議論の対象に含まれるが、中には本当にそこまでの意味があるのか、リスクを下げることにはならないのではないかと思われる強化策もあるように思う。最近話題になった警備員の怠慢の発覚も、警備員はライフルによる攻撃を防御できるところにいることというルールが導入されたために起きたように思う。警備員はこのルールのために狭いスリットから外部をモニターする部屋に押し込められてしまった。こういうところにいる警備員の注意力が低下するのは無理もないのではないかと。
- ・セキュリティリスク解析はハードウェアの故障という脅威も扱うが、主な脅威は人間の行為であるから、主観的な判断を多用しなければならないものになる。しかし、安全に係るリスク解析においては議論を重ねながらではあるが、すでに人間信頼性を考慮しているので、これらの経験を活用して、リスク情報

を生かすようにするべき。我々の目指すのはゼロリスクではなく、適切なセキュリティ水準の達成であることを忘れるべきではない。

#### (4) 加速器中性子源と加速器増殖炉のセッション

このセッションでは、世界最高水準の中性子ビームを提供している鉛ビスマス合金の液体ターゲットを用いたスイス PSI のスポレーション中性子源 (SINQ) における MEGAPIE プログラム、水銀ターゲットを用いている米国オークリッジ国立研究所 (ORNL) の SNS の現状、ベルギーの BR-2 炉の廃止に伴って、このチームが欧州における核変換装置の実証の取組の一環として計画している MYRRHA/XT-ADS の設計の進捗状況等を聴取した。

MYRRHA は J-PARC で計画されている核変換実験装置に似て、鉛ビスマス冷却の MOX 燃料から構成される 50MW 級の未臨界炉心／臨界炉心の中心に窓なしで鉛ビスマスの自由液面に MW 水準の陽子ビームを入射する設計になっている。EUROTRANS という EU の分離・変換研究開発プロジェクトの主要装置を目指していることもあって毎年のように国際評価を受けながら、推進されてきている。我国 JAEA の協力で窓なしでも加速器サイドに影響を与えないようにできる工夫について実証に成功していること。建設の総費用は 1000 億円程度で、ベルギー政府が 30% をもち、後は欧州で調達するべく交渉を開始していた。

前述の MEGAPIE はターゲットの照射後試験のための解体を近隣の原子力発電所の施設を利用するなど地域協力を進める一方、MYRRHA プロジェクトには日本、韓国も共同している。この分野あるいは EU 社会の特徴なのであろうが、いずれも彩りの豊かな協力のもとに進められているのが印象的であった。

#### (5) 会場での各国関係者との意見交換

##### ① 韓国

・韓国では、原子力発電所が高い稼働率、低い計画外停止率で運転されていることもあって(対比に使われている我が国のデータには地震による停止が含まれていて、稼働率で 20% の差、計画外停止率に至っては韓国の 10 倍になっている。海外では、このような資料が韓国によって使われていることに注意する必要がある。)、電気事業者は引き続き増設計画を進めている。なお、既存サイトにこれ以上の増設は難しいことから、新たな立地点を探す作業も進められている。懸案だった低レベル放射性廃棄物の処分場の立地自治体は、公募により決定されたが、この地域の地盤特性についての議論が

あって建設開始には時間がかかっている。

- ・現在の最大の関心は UAE の4基の原子力発電所建設計画の入札に応札した韓国の APR-1400が ABWR(GE-日立)、EPR(アレバ社)とともに残っていて、近日中に明らかになる最終結果がどうなるかである。30年前にターンキー契約で海外企業に原子力発電所を建設してもらった国が、こうして標準炉を国産し、それを掲げて海外市場において米仏と競うまでに成長したことに感懐を覚える。十分に勝てる価格を提示したこと、韓国の斗山重工社は日本製鋼所、アレバ社と並んで大型機器製作のための鍛造品の製造能力を有していること(原子炉圧力容器上蓋材だけは日本製鋼所に依存しなければならないが)、中東地域における海水脱塩プラントの建設において世界一の受注実績を誇っており、この地域における大規模工事の受注経験は豊富であり、現地作業員の訓練組織も整備されている。安全審査に関して NRC の型式承認を受けていないところが他2社との差だが、なんとか多国間評価設計プログラム(MDEP)を活用してこの点が差にならないようにできないか検討している、
- ・内外において原子力人材の養成が急務であることから、韓国電力(KEPCO)の出資で原子力教育のための大学院を2011年に開設する予定。高度の専門教育に特化した大学院であり、半分以上は外国人学生とし、スタッフも外国人を多用する方針で、高給を条件に募集中。

## ②カナダ

- ・カナダではブルース A 原子力発電所の4基のうち1 & 2号機、ピッカリング A 原子力発電所の2基のうち2、3号機、そしてポイントルブロー原子力発電所が補修中である。オンタリオ州は新たな原子力発電所をダーリントン地区に建設する意思を表明し、オンタリオ hidro 社はこの建設のために環境報告書を準備している。
- ・世界の医療用 RI 生産の多くを担ってきた NRU 炉は補修が長引くので、Mo-99の生産不足はしばらく続くことになる。この生産を目的とする2基のメープル炉を建設したが、正の反応度係数が得られたところ、これを説明できなくて運転許可が得られないこともあって計画を中止した。その後、正の反応度係数に係る困難は炉心構造物の熱わん曲に起因するとわかり、解消されたが、政府は、これらのアイソトープの流通は原料 RI が研究炉の副産物として中間業者を介して医療機関に提供される仕組みに依拠しており、この業者が利益の大部分をもっていってしまうことになっていて、これらの炉を生産炉として考えたときに算出される原価の数分の一しか収入が得られないことが分かったことから、運転再開には消極的である。関係者には、いま供給を担っている

研究炉が研究装置として寿命を迎える日にはこれまでの値段では生産できなくなることは自明なのであるから、今後の生産体制の整備に向けて経済的措置も含めて組織的な検討を開始してもらいたい。

## II. サンタフェ・セミナー

近藤委員長は11月19、20日の両日にわたって開催されたサンタフェ・セミナーで、我が国の原子力研究開発利用活動が直面する主要課題に関する取組を通覧する講演を行った。

委員長はまず、こうした活動を継続していくための前提となる取組として、原子力推進体制に対する国民の信頼を確保するための公開・透明性、政策決定過程に対する国民参加の確保、産業・行政の実務の場における安全文化、核セキュリティ文化、核不拡散文化の醸成、知識基盤の維持、人材供給の確保、国際環境の整備のための取組を行っていることを指摘し、既存資産を生かすための短期的取組としては、柏崎刈羽発電所における経験を踏まえた全ての原子力施設の耐震安全性の見直し、高レベル放射性廃棄物処分施設の立地、信頼性中心保全方式の採用と寿命60年を目指す高経年化対策、原子力発電所の新增設、プルサーマル、六ヶ所再処理工場の操業の着実な推進、使用済み燃料の中間貯蔵施設の建設を重要と考えているとした。また、新しい生産施設の準備を行う中期的取組としては次世代軽水炉や中小型炉の設計研究の推進、持続可能な技術の実現を目指す長期的取組としては高速増殖炉とその燃料サイクルの研究開発、高温ガスによる水素製造技術の確証、核融合を掲げた。

最後に、国際環境の整備に関しては、途上国における原子力発電導入支援、原子力産業の国際展開に対して対等な競争条件の整備、二国間、多国間の協力による研究開発活動の効果的効率的推進、核不拡散体制の強化を目指す取組を行っているとし、最近の日米首脳会談において核不拡散体制の強化に対する日米協力、エネルギー技術開発における共同作業について合意されたことを踏まえて、今後は、このことを踏まえた具体的な取組の推進が重要と考えていると結んだ。

セミナーでは日本側から日本の電気事業者が原子力開発利用を含む電気事業推進に係る方針や当面の取組を紹介し、米国側からは、議会議員から議会の動向、エネルギー省や国務省高官から政府の取組、民間団体の主催者からそれぞれの取組が紹介された。議会の議員のスピーチは、それぞれの支持する政策の説明が中心であったが、中には、「米国の議会は大統領の意見に賛成反対ということで政策を決めるところではないことに注意する必要がある。そこでは、一丁目一番地



から議論が始まる。たとえば地球温暖化対策法案もまずは地球温暖化の科学が徹底して議論され、次には法案の国民経済的意味、公正性、公平性が検討されることになる。したがって、そこに原子力が含まれていても様々な利害の調整の上に位置づけが決まることになる。それが米国議会における審議というものだ。だから、温暖化のための原子力という一本やりの説明では、立ち位置を失い、孤立するリスクがある。」という教育的説明もあった。

また、DOEの原子力諮問委員会(NEAC)の核燃料サイクル小委の委員長を務めているノーベル賞受賞者のバートンリヒター教授からは、「みなさん、原子力が大切な役割を果たすといいつつ、視野が狭く、小さいですね、本当に有用なら2050年には、IEAの1500GWなんて数字ではなく、3500GW、つまり電力の50%は原子力という目標を掲げるべき。それを言えないのはなぜか。確かに、このくらいになると、いまの軽水炉だけでは2050年発注の原子炉の燃料を60年分確保したところでウラン資源が尽きてしまうから、なんとか増殖炉が使える社会、あるいは、この社会で使える増殖炉を実現しないといけないが、それができていないからかね。もちろん、軽水炉の燃料でも炉心を工夫したり、加速器で叩いたりして、燃料の燃焼度を50%程度にまで上げる工夫をすれば、それでもいいはずだが、こうしたことが実現できるということに皆さん自信がないからかな。日本は高速増殖炉のR&Dから海水からのウラン採取、J-PARCにおける加速器増殖炉の研究開発といろいろやっているから、なんとか2050年まで生きてどうなっているかみてみたい。130歳にはなっていることになるが。」という鋭い指摘を含む講演があった。

近藤委員長はこうしたセミナー参加者の何人かと個別に会談を行った。ジョージ・ボイビッチ上院議員との会談では、原子力発電の推進方策に関し、特に日本の原子力発電所建設リードタイムの日米比較、核燃料サイクル推進の考え方が話題の中心であった。ウェブ上院議員との会談では、氏がジャーナリストとして日本を訪問した経験を踏まえて、日本の原子力政策についての解説を求めたのに対して委員長が説明する形となった。

核拡散脅威イニシアティブ(Nuclear Threat Initiative:NTI)のカーティス会長との会談では、会長が日本の電気事業者のWINSに対する前向きな姿勢を、プルサーマルを推進し、再処理事業を行っていることに伴う核セキュリティに関する先進的な経験を世界と分かち合う責任の自覚の表れと高く評価したのに対して、委員長は、WINSの今の姿は人を集めて経験談を聞かせるものだが、安全分野では安全目標や確率論的リスク評価があり、これを理解した組織は自己成長を遂げることができてきている。核セキュリティの分野でもこのアプローチがとれると思う。よって、WINSにはそうした研究を行うアカデミックな取組のウイングがあってもいいのでは

ないかと提案した。

以上