

第 161 回エネルギー問題に発言する会 座談会議事録（案）

座談会演題：「米国原子力産業の実情と政策支援の状況」

講師：山内 澄 氏（大成建設株式会社 原子力本部 顧問、電力中央研究所 原子力リスク研究センター 研究アドバイザー、原子力安全研究協会 研究参与）

日時：2015 年 12 月 17 日（木）16:00～17:30

場所：日本原子力安全推進協会（JANSI）13 階 第 2,3 会議室

座長：針山 日出夫 氏

参加者：会員 約 40 名

議事録作成：田辺博三

講演資料：米国原子力産業の実情と政策支援の状況・米国での事業経験からの視点・

講演概要：

TMI 事故以降原発新設が約 30 年途絶えた米国で、パッシブセイフティーを旗印に官民挙げての開発を背景に期待を担ってボーグル、VC サマーの建設が開始されたが、現実はどうであろうか。シェールガスの出現や米国特有の電力価格構造を背景に、原子力は生き残るのだろうか。かかる環境下で、原子力技術の維持・発展と二酸化炭素削減目標を米国はどう達成するのか。米国での 4 年間の原子力事業経験から、現状と裏事情について解説する。

山内氏は、東京大学工学部原子力工学科を卒業後、三菱原子力工業(株)（1995 年 1 月に三菱重工と合併）に入社、執行役員、原子力事業本部 副事業本部長、執行役員、三菱ニュークリア・エナジー・システムズ社長を務められた後、現在は大成建設株式会社 原子力本部 顧問、電力中央研究所 原子力リスク研究センター 研究アドバイザー、原子力安全研究協会 研究参与、さらには米国原子力学会 国際委員会委員、国際原子力学会協議会 委員に就任されている。

講演では、米国での 4 年間の原子力事業に肌で触れ、見た事実に基づき、米国の現在の原子力の立ち位置、今後の米国のメーカ、電力はどうなるか、日本は米国とどう付き合うか等幅広い観点について、山内氏個人の見解が開陳された。以下、講演の概要を記す。

1. 米国の原子力発電プラントの国内新設は今後続くか

- ・ 100 基以上の新設計画はあったものの、TMI 事故（1979 年 3 月）以降、30 年間以上新規建設はなかった。
- ・ 原子力カルネッサンスを目指し官民挙げた“ニュー・スタート・プログラム”として、“パッシブ安全系”の開発推進のため、DOE 資金も含む電力共同研究が行われ、ウエスティング・ハウス（WH）社の AP1000 と GE 社の ESBWR の開発が行われた。

- また、NRC による“標準型式認定”（DC : Design Certification）及び”建設・運転一括認可”（COL : Combined Operating License）審査方式が導入され炉型毎に標準設計を認可、個別プラント毎の審査はサイト関連に限定し、かつ建設と運転を一括審査する方式が導入されたことから、審査の効率化と短縮が期待された。
- これらの期待を背負ってボーグルと VC サマー新設プロジェクト（WH 社の建設責任主体に一本化）が始動したが次のような誤算が続いた。
- DC での審査要求が一括審査を意識して過度に詳細化、規制判断基準が不明確、審査員のレベルが未成熟等の理由により WH 社 AP1000 の DC 補正審査に長期間を要し建設開始が大幅に遅延した。さらに建設開始後も審査との絡みで遅延が続出した。また、企業も過度なリスクヘッジを行った。これらの結果、コストの不必要な高騰と建設工程の遅延が生じた。
- このような状況に加えて、シェールガスの出現による原子力の相対的経済優位性の後退、折角の DOE ローンギャランティであるが、その手続きが長時間を要し制約条件も多い等の課題、建設コストの巨大化による電力事業者のインセンティブの低下があり、電力事業者は新設契約に躊躇する状況になっている。
- GE 社の ESBWR も同様に苦戦している。
- 海外からの参入企業（アレバ社（EPR）、三菱重工業（USAPWR）、東芝（ABWR）、韓国（APR1400））の状況は下表のとおりである。

標準型式認定(DC)の審査状況

炉型	申請者	許認可(DC)状況
AP1000	Westinghouse Electric Company	申請(2003年3月28日) 認許(2006年1月23日) 補正申請(2007年5月26日) 認許(2011年12月30日)
ESBWR	GE-Hitachi Nuclear Energy	申請(2005年8月24日) 認許(2014年10月15日)
U.S. EPR	AREVA NP, Inc.	申請(2007年12月11日) 中断(2015年3月27日)
US-APWR	Mitsubishi Heavy Industries	申請(2007年12月31日) 認許(未定)
APR1400	KEPKO & KHNP	申請(2014年12月23日) 認許(未定)

建設・運転一括認可(COL)の審査状況

炉型	電力	サイト	許認可(COL)状況
US-APWR	Luminant	Comanche Peak (TX)	審査中断(2014年3月31日)
AP1000	Southern SCANA Duke FPL	Vogtle V.C.Summer Harris(NC) Levy (FL) Lee (SC) Turkey Point (FL)	認許取得(2012年2月10日) 認許取得(2012年3月30日) 審査中断 未定 未定 認許予定(2017年)
ABWR	NRG	STP (TX)	認許予定(2016年)
ESBWR	DTE Dominion	Fermi (MI) North Anna (VA)	認許取得(2015年5月1日) 認許予定(2017年)
EPR	Unistar PPL	Calvert Cliffs (MD) Bell Bend (PA)	審査中断(2015年2月27日) 申請撤回(2015年6月8日) 審査中断、環境審査(ESP)のみ実施中
その他	PSEG		環境審査(ESP)実施中

- ・さらに、海外資本電力の建設・運転一括認可 (COL) 申請には、「原子力法 (AEA) 第 103 条 (商業用許認可) d 項 外国人または外国政府等により所有、支配されている者への原子炉や濃縮施設等の許認可発給を禁止」が障壁となっている。

2. 米国のエネルギー予測と原子力発電への政策支援はどうなる

- ・シェールガスの出現により原子力の相対的経済優位性は低下している。
- ・総建設コスト高騰による企業採算悪化と経済リスク増大による新設意欲の低下。
- ・米国特有の電気料金体系により原子力経済性に極端な差がある。例えば、電気料金は地域間で 2 倍の差、プラント間で O&M コスト差が大、規制電力と非規制電力があり総括原価方式の規制電力がやりやすい。
- ・全般的に、米国は東側の売電価格は高いが、中央・西側は売電価格が安く O&M コストが高い小規模プラントは採算が苦しい。
- ・1997 年 8 月のビッグロックポイントの廃炉以降 104 基体制であったが、2013 年以降 5 基が停止し 99 基体制。
- ・DOE のアニュアル・エネルギー・アウトルック 2015 によれば、原子力発電量は微増、比率は微減、新設は現在建設中の 5 基、運転期間を 80 年に延長を前提として、予測している。
- ・DOE の 2040 年予測では原子力+再エネで 49%であるが、COP21 を守るためには 70%以上必要と言われている。
- ・2016 年度 DOE 開発予算の特徴は、2015 年予算比で、効率化・再生可能に 42.3%増、

原子力研究開発に 8.9%増（うち使用済燃料処分 52%増）。

3. 小型炉は米国原子力界の救世主となるか

- ・小型炉がとりあげられる理由は、コスト、内作、石炭炉の跡地、サイトが小さい、国立研、メーカーの技術力とリソース維持。
- ・供給先の国立研、軍の電源としても適切な規模。
- ・日本メーカーは、機器供給はビジネスとして魅力があるも電力の供給先に懸念し様子見。

4. 米国原子力プラントの輸出は拡大するか（阻害要因は何か）

- ・オバマ政権（ホワイトハウス）、DOS（国務省）の思惑
 - ・米国の核関連技術の輸出に歯止めを掛けるべく 123Agreement 遵守。
 - ・COP 公約維持の為原子力に期待しつつも、積極的推進・反対表明せず。
- ・原子力産業界の懸念
 - ・ロシア、中国、フランス、韓国等の国家型輸出ビジネス台頭への焦燥。
 - ・核不拡散の国際的主導は、米国プラントの輸出によってこそ可能との主張。
 - ・123Agreement が日本やフランスより厳しいとの不満。
- ・米国原子炉メーカーの海外ビジネス競争に於ける潜在的脆弱性
 - ・原子炉機器製作は外国頼み。
 - ・バックエンドは使用済燃料貯蔵、再処理含め脆弱（途上国はサイクル完結を期待しており、再処理、処分を持っているフランス、ロシア、中国等が有力）。
 - ・建設会社の原子力建設経験者の散逸。
- ・米国輸出入銀行の設立許可証期限満了（2015年6月30日）、輸出へ打撃→2019年9月末まで権限延長含む法律が成立。

5. 米国の原子力界の仕組みは如何に巧妙か

（1）規制（NRC）の仕組みと安全思想の基軸—NRA との違いは何か—

- ・NRC 自体が、どの省庁にも属さぬ第三者機関として存在（大統領直轄）。
- ・NRC 運営については、国会立法府が聴聞委員会を設けチェック。NRC の審査内容の技術的側面については、第三者組織としての技術諮問委員会（ACRS）に諮問。
- ・NRC は運営にあたり徹底した公開性、透明性を維持。
- ・コミッショナーと審査実務スタッフは役割を明確に分担、コミッショナーを支える専門スタッフ（法律と技術）の配置。
- ・規制に際しては、“コスト・ベネフィットのバランス”による判断が基本。決定論的安全基準をベースとしつつも、リスク・インフォームド手法による残余のリスクの定量評価と改善を志向。

アポストルキス・コミッショナー（当時）発言：“決定論では、設計想定を超える事態

が起きた途端、新たな設計想定を決めねばならぬ堂々巡りの自己矛盾。リスクアプローチは必要だが、PRA も分からないものは分からず、魔法の玉手箱ではなく限界を知る必要あり。

(2) 規制と産業界及び産業界内部の巧みな仕組み

- ・福島第一原子力発電所事故の後の NRC 対応と我が国の対応の違い
米国では事故後、NRC は運転中のプラントを停止させず。
オステンドルフ・コミッショナーの発言：
 - ・TMI 事故及び 9.11 テロ以降、着実に対策を実施してきた。
 - ・福島第一事故時も、先ず INPO がサイト訪問を実施、対策を自主的に講じてきた (NRC と INPO の相互依存関係)
 - ・NRC の規制上の対応は、INPO の活動の後追いに過ぎない。
 - ・今後も安全向上策を継続的に施すことで良い。満点はない。
- ・TMI 事故後、INPO, NEI, EPRI は即座に分担を決め活動開始
- ・INPO のエリス・プレジデント&CEO の発言：
INPO は PA のために活動したことは一度もない。
INPO は PA を意識して発言したことも一度もない。
INPO は発電プラントの “Operational Excellence” の為のみに活動。
- ・NEI は、NRC・DOE・DOS 等の政府、議会とのカウンターパート
NRC の新しい規制制定や DOE の予算策定、DOS やホワイトハウスによる核不拡散や輸出規制等に対等に対応。

(3) 原子炉メーカーの生き残り戦略

- ・WH 社：民生企業として国内新設・海外輸出のメインプレイヤー狙い
 - ・総合電機メーカーであり、保守サービス、燃料製造・供給・交換も実施。かつては原子炉機器専用工場を保有し原子炉機器を製造 (蒸気発生器、炉内構造物等)。
 - ・TMI 事故後、長期にわたり新設ビジネスがなく、機器工場を閉鎖。
 - ・防衛では、艦船特に空母の原子炉設計の主役であったが、防衛部門はノースロップ・グラマン社に売却 (1996 年)。
 - ・Combustion Engineering (CE) 社原子力部門を 2,000 年に買収、一時期、元 CE 社幹部を W 社幹部に登用。
 - ・AP1000 の大型 SG は CE 社のシステム 80+ (1997 年 5 月 21 日 DC 取得) のコンセプト由来と推察。
 - ・民生原子力部門は英国 BNFL、後に東芝に売却。
 - ・原子炉機器は海外へ発注 (AP1000 の大型 SG は韓国 Doosan 等で製作)。
 - ・米国との良好な関係国市場に対し、海外ベンダーと組み輸出へ活路。
- ・GE：海外輸出のもう一つのメインプレイヤー狙い
 - ・総合電機メーカーであり、タービン製作、保守、燃料の製造・供給・交換 (Global

Nuclear Fuel)も実施。

- ・防衛では、艦船特に原潜の原子炉設計の主役であったが (Knolls Atomic Power Laboratory に委託)、K A P Lはその後ベクテルグループの傘下に。
- ・民生用原子力は日立と組み GEH、HGE を設立。日立の製造技術に期待。GE のビジネス戦略から見て、国内新設ビジネスに踏み切るか疑問の声。
- ・米国との良好な関係国市場に対し、海外ベンダーと組んで輸出活動展開。UAE での韓国への敗北教訓をどう生かせるかがポイント。
- ・ B&W : 小型炉旗手として原子力ビジネスの復権狙い
 - ・総合エンジニアリング・重機械企業であり、蒸気ボイラー製造と保守が事業の中核。第二次大戦では米軍艦船のボイラー製造の主役。
 - ・原子力産業には戦後参入し、PWR を主体に陸用・艦船用の原子炉を製造。
 - ・事故を起こした TMI-2 号炉の原子炉メーカー。事故以降地歩が低下。燃料供給ビジネス (Nuclear Fuel Service 社) は継続しているが、原子力プラント供給からは撤退。
 - ・現在は小型炉開発に参入。小型炉は B&W が陸上炉で復権する好機。
- ・ロシア、中国の台頭があり米国の輸出も苦戦している。

主な質疑応答：

講演後、質疑応答が行われた。主なポイントは次のとおりである。

- Q1. : 米国では、2030 年頃に新規原発が必要になるようだが、2010 年前後と相当前倒しに原子力カルネッサンスと言われていたのは何故か？
- A1. : 2030 年頃から新規原発は必要になるが、運開までには手続き等で 20 年程度の期間を要するため、2010 年頃に原子力カルネッサンスと言われていた。しかし、その後、シェールガスやシェールオイルが安く掘削できるようになったこと、更に福島原発事故の影響で、下火になっている。
- Q2. : 温暖化の理由は CO₂ なのか。
- A2. : COP21 でもいろんな意見はあるが、CO₂ を下げる必要性については合意が得られている。
- Q3. : インドとの関係を米国はどう見ているか。
- A3. : インドは N P T に加盟していないが、日本は昨年末に原子力協定に原則合意した。米国産業界は、政府は厳しすぎると不満をいうが、インドとの協定関係は詳細承知していない。(注記：2008 年 10 月に既に締結済み。)
- Q4. : INPO が PA をやらない。日本は PA だけだ。米国では若者が原子力、放射線の勉強をやっている。
- A4. : INPO が PA のためにやっているのではないというのは比喩的な言い方であるが、運転安全性が上げれば結果 P A にもなるということ。YGN (Young Generation

Network) が熱心にやっている。ASME は小学生にリスクアセスメントを教えている。それらの活動が子供たちが育ったときの違いになっているのではないか。

Q5. : 2018 年の日米原子力協定の更新はどうか。

A5. : 日本は核不拡散、核物質防護 (PP) についてメーカは触れたがらないが、米国ではメーカであっても触れており、協定の話もする。再処理、もんじゅ、Pu など、苦しい道になるのではないか。韓国はずっと前から働きかけている。韓国ロビーが強くなっている。世論として、日本がやらないのなら韓国にやらせてはどうかという話も出て来うる。

Q6. : 日本のものの決め方として、議論もしないで劇場的に決める。これが非常に欠陥である。

A6. : 福島事故後に日本のプラントを停止した理由が米国には分からない。3.11 で米国が助けに行っても、日本から原子力を復興するというメッセージがない。日本の NRA の問題について NRC から言ってもらいたいというが、なぜ産業界自身で言わないのかと NRC から言われた。

Q7. : 80 年寿命についてはどうか。

A7. : 80 年はもともと設計寿命ではない。悪い点としては、老朽化したものを使うことに対する国民のコンセンサスと、メーカのインセンティブがなくなること。80 年にすれば新規が不要であるというために使っている。

Q8. : 日米協力がうまくいかなければ韓国という話。日本はロビー活動をしていないのか。

A8. : 日本は損をしている。韓国のロビーイストは活発。韓国人市民が多く、票田でもあるので、発言、主張も影響力がある。

Q9. : 日米協定含め原子力への大統領選の影響はあるか。

A9. : どの政党になるかによって例えば NRC の委員長が替わるので、審査のやり方にも影響がある。最近の委員長は、自分は政策判断はせず申請が出れば審査をしっかりとやるといっている。

Q10. : 今後、米国の原子力は元気が出るのか。見通しは。

A10. : 小型炉、パッシブ安全、80 年とって元気を出そうとしている。また最近では 2018 年までに発電単価を下げようというアクティビティも提起されている。日本は米国と組んで輸出を促進しているが、米国にバックエンドがないのは弱点である。

Q11. : 日本の若者が外国に行って主張しディスカッションできないのは教育が悪いのではないか。

A11. : MHI からは女性が海外赴任に積極的であるが、男性は違うようだ。理由は分からない。

Q12. : 小泉、細川元首相が反原発だが、米国ではどう受け止めているか。

A12. : 米国ではニュースにならない。

Q13. : 米国にエネルギー政策はあるのか。その時々を経済論理でやっているのではないか。

- A13. : どちらかといえば、個別の仕組みではなく、やり方を重く見る国である。統一した一貫したもので動いているとは思えない。
- Q14. : 米国も審査の遅れがあるが、日米でその様相が違う。特に日本の場合、審査が厳しすぎるように思われる。その理由というかご意見をお聞かせ願いたい。
- A14. : 福島事故をどうとらえるかによる。日本の場合には決定論で決めてそれを守ればよいという文化。米国はアポストルキス・コミッショナー（当時）発言（スライド 42）にみられるように決定論のみではなく、リスク論が必要との考え方。また、NRC は原子力の要否を判断するものではなく、必要性は国がいうこと、との立ち位置。必要性がなければリスク評価、コスト・ベネフィット評価をやる必要はない。日本の NRA は、例えば防波堤を倍の高さにせよという類のハード志向。これはいままでの決定論と変わらない。
- Q15. : 米国も問題があると分かったが、基本的には原子力に問題があるわけではない。多分うまくやっていくのだろう。日本のようなきちとした原子力政策はない。国より州のほうが厳しく強いので連邦政府がどうこういうわけにはいかない。
- A15. : 日本のメーカーレベルでは米国とどう取り組むか、米国は資本力と製造力が必要でありそれに答えることが日本にとって何を意味するか、が重要。海外に利用されるだけでは困る。国策、国家セキュリティに沿った動きが出来ればよいと思う。
- Q16. : 中国が英仏に資本参加した。
- A16. : メーカーとしては、例えば中国の AP1000 のタービン系は MHI だが原子炉系は参入してなく、技術を渡したくないのが本音。資本注入について英国は受け入れたが、米国は好まない。

以上