

「原子力発電所信頼性向上に向けての取り組み～40年間の体験から」

金氏 顕 氏（エネルギー問題を考える会代表幹事、元三菱重工業常務）

#### 【概要】

演者の金氏（かねうじ）顕氏は、我が国の PWR（加圧水型軽水炉）プラントメーカーの技術者の立場として、40年間の PWR プラントの設計・製造・建設・保守について、我が国の原子力の歩みを振り返り、その全ての段階において、技術的根拠の重要性を説き、安全性や信頼できるプラントはそれを作るメーカーの使命であることを述べた。2011年3月11日の福島第一原子力発電所の事故に関して、天災・人災あるはテロ対策の観点から大いに反省すべきとし、講演の最後では、①欧米で採用されているシビアアクシデント対策を事業者もきちんと採用し、②それを規制する国当局は、高い理念を持ちその遂行を毅然とした態度で臨むこと、③国・県・地方自治体・事業者などステークホルダーの信頼関係の重要性を訴え、④将来を担う若い技術者に対し、技術分野のみならず、社会分野も含めた安全確保をバランスよく構築できる力を備えて欲しいと期待感を表明した。

#### 【わが国の商用原子炉の開発の歴史】

演者は、過去40年間の実績として、自社における24基の原子炉の建設のうち20基に係り、わが国が米国から輸入した初号機の初期トラブルの克服、PWRの特徴的機器である蒸気発生器の伝熱管の減肉・応力腐食割れ・粒内割れなど材料腐食に起因する多様なトラブルに対して、材料・応力・環境の改善などの対策の紹介があった。これらのトラブル対策では輸入技術を扱う上で、情報共有の壁があり、改めて自ら技術的根拠を検証して行くことの重要性が指摘された。また、第一世代から第三世代へと1基当りの出力を40万kwクラスから130万kwクラスへとスケールアップとともに安全性・信頼性の向上を図る過程で、改良標準化・国産化を完成させた歴史を振り返り、北海道電力の泊3号機が、これまでの技術の集大成で、国内最新のPWRプラントであると紹介された。

#### 【原子炉の寿命について】

経年劣化対策について、40年の寿命と言われていることについて触れ、40年は設計上の構造強度の解析条件のひとつであり、寿命60年としても解析上は、許容範囲に収まることが述べられた。機器の経年劣化対策としては、定期的な検査と保守以外に、ポンプ・弁・配管あるいは制御盤などかなりの部品が保守では間に合わない場合に交換実績があり、電力事業者の考えとして大型炉は設備の信頼性・安全性が確保できるものは、可能な限り延長したい意向であることが述べられた。経年劣化で重要なポイントは压力容器の材料に含まれる銅の純度があるが、炉内にいれた試験片を定期的に取り出し、強度試験により劣化傾向を診断していることが述べられた。ロシアでは原子炉压力容器の交換や熱処理（焼きなまし）により材料特性を改善する実績もあり、原子炉压力容器の寿命延長の可能性を示唆した。压力容器の基礎コンクリートの取替えなどは大規模工事になることから課題が多いとし、最終的には大型炉は長寿命化を目指し、経済原則により廃炉が決められるものと述べられた。

以上（分責；宮川俊晴/日本原燃）

## 「日本の原子力開発史とシビアアクシデント問題」

館野 淳（核・エネルギー問題情報センター事務局長）

### 【概要】

演者の館野淳氏は、旧原子力研究所（東海村）で、原子炉の安全研究に従事しており、その経験から、わが国の原子炉の安全研究の経緯、特にシビアアクシデントの研究の経緯をラスムッセンレポートなど米国の過去の状況などにも触れ解説された。結論としては、軽水炉は大型化を進めて、材料改良等、信頼性を高め、稼働率の向上が図られてきているが、技術史的な観点から見てみると、①出力密度の非常に高い今の軽水炉は、シビアアクシデント対応に関して、万一の大口径破断時に炉心冷却の人的対応が著しく困難となることから欠陥技術と言わざるを得ない。②これまでの産官学の癒着体制を解体し、民主・自主・公開の理念に則って進めるべき。③使用済燃料の処理・処分のための技術開発をきちんと進めるべきと述べた。また、原子力利用については本質的に有用との立場を示した。

\* シビアアクシデント；設計基準事象を大幅に超える事象であって、安全設計の評価上想定された手段では、適切な炉心の冷却または反応度制御が出来ないもの。（日本からIAEAへの報告書による）

### 【シビアアクシデント】

原子力プラントは正常な運転状態以外に、事故・異常事象を規定して、安全装置の設計がなされている。規定されていた事象を超える事象が発生した場合は、現場にいる人間が八方手を尽くしアクシデントマネジメントを行うようになるが、福島第一原子力発電所の事故はそれが失敗した事例と言える。災害を大きくしたのは、基本的には対応する時間が無かった。瓦礫を越えて電源車を配置することに手間取ったなどの原因があるといえる。今後の原子力を考える上では、シビアアクシデント対策を掘り下げる必要がある。事故調査報告書の中では、事故の内容は述べているが、結果としてエネルギー源として今後原子力はどうするのか評価されていないように思うと述べた。

軽水炉は冷却材喪失事故の宿命を持つ。原子炉は「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」の3つで安全が確保されるというが、はじめの2段のブレーキのうち、1段目は作動したが、2段目が作動しなかった。本来的に徐熱が困難ということが判明した。軽水炉は高い出力密度を持つ上に崩壊熱があり、その発熱により冷却の困難さが顕在化した事例であるとした。

### 【軽水炉の開発の経緯】

原子炉の開発で、出力の増加が進められて来た背景に、火力発電とのコスト競争があった。米国の初号機の SHIPPING PORT 原子炉は火力の2、3倍のコストであり、出力密度の向上などにより、火力との競争力を高めてきた。

実物のジルコニウムを会場で示され、炉心はジルコニウムの被ふく管に燃料ペレットが入っていると炉心構造を解説し、燃料ペレット中心からジルコニウムの外表面まで、僅か0.

5 mmの間に、1000 度以上の温度勾配があること、燃料中心は高温であり、冷却されないと短時間で昇温する構造であることが解説された。

旧原子力研究所（東海村）で非常用炉心冷却系（ECCS 系）の問題意識があり多くの議論がなされた。熱設計上は、炉心は大量の熱が発生し、工学的な技術を駆使して冷却することの綱渡り的なバランスがとられている。そのバランスが崩れると、たちまち事態が悪化して短時間で燃料が破損するという構造上の特徴を示した。

安全を論じるには技術史的な検討が必要との視点から、米国の安全研究の歴史を紐解いた。米国環境省や、訴訟資料などを引用し、米国の安全設計問題を解説された。米国での安全研究では、設計基準事象を8つに区分し、更に設計基準を超える事象（プラス事象）と越えない事象（マイナス事象）の認識があり、シビアアクシデントの存在が議論されたが、ラスムッセン・レポート（確率論の導入による安全性評価の定量化）により、可能性の低い事象への対策は実施されないことになった。

ラスムッセンレポートでは、プラントの機器の状態についてフォール・ツリー・アナリシスを行う方式であった。しかし、地震などの共通事象がほとんど取り入れられていない点など米国内でもレポートへの批判があったことに触れた。

わが国の軽水炉の稼働状況を見ると、初期は品質管理や材料の問題があつて、故障続きで稼働率が低く、いろいろ批判があつた。その点、電力会社やメーカーは軽水炉を続ける選択をし、材料改良など部分改良を行って稼働率の改善を図った。

しかし、シビアアクシデント対策については触れられないまま来た。

その後、シビアアクシデントマネージメントは国の規制対象になっておらず、事業者の自主基準となっていたことの国の報告書を引用し、課題であると指摘した。

また、当初の原子力開発は、民主・自主・公開の原子力基本法の3原則に基づき、国民のコンセンサスを得て開始された。国産開発の方針で研究を進めていたが、政治的決定などで商業炉は海外からの輸入プラントとされた。独自路線を目標に研究を進めてきた演者達には、不本意な開発体制となり、旧原研でも一時安全研究が軽視された時期もあった。

しかし、その重要性は変わらず、安全研究は復活したが、旧原研以外の新しい組織で実用炉の開発が進められることになり、両者の連携は薄くなり、考えを共有する場を失ったことにも触れられた。

結論として、

1. シビアアクシデント対策が十分でない現在の軽水炉は、大口径破断が発生した場合は、人的対応が不可能であり、欠陥技術と言わざるを得ない。
2. これまでの産官学の癒着体制を解体し、民主・自主・公開の原則に則って進めるべき。
3. 使用済燃料は大問題であり、処理・処分の技術開発をきちんと進めること、と纏められた。なお、原子力利用については本質的に有用と考えていることが示された。

最後にストレステストについて、事業者としては、安全装置も無く、手がつけれない状

態に至る場合まで踏み込んで評価した点は、いいのではないかと思うと述べられた。

### 【2名の演者の講演からの感想】

お二方の講演からは数々の教訓があったが、ひとことで言い表せば、それは「温故知新」ということではないかと感じた。わが国の商業炉の開発初期の段階では、材料問題などトラブルが続き、稼働率が大きな課題であったため、信頼性の向上に官民を上げ多くの努力が払われた。その結果、稼働率は大きく改善された国産標準化プラントが完成した。

一方、シビアアクシデント対策については、国際的にも対応が遅れた。演者2名はシビアアクシデントマネジメントの今後の取り組みに関しては同じ見解を述べられた。

今、国内では「原発ゼロを目指す」、世界へは「世界最高水準の安全性の原子炉の提供」と不思議なメッセージを発している現政権の今後のエネルギー戦略の進路は不確実である。しかし私個人は、化石燃料時代の次は再生可能エネルギーと原子力とっており、特に原子力の存続は現時点の国民生活を支え、国際平和・国益を確保する上で必須と考えている。今回の研究会を通じて、軽水炉の安全性の検証を多くの知見者の声を取り入れて行い、着実に改善して、国民の信頼・国際的な信用を取り戻して行くことが重要と再認識した。

以上（文責 宮川俊晴/日本原燃）