

第141回エネルギー問題に発言する会 座談会議事録

座談会演題：中国の原子力国産化と国際展開

講師：永崎隆雄氏（日中科学技術交流協会 常務理事 事務局長）

日時：2014年2月20日（木）15：50～17：50

場所：日本原子力安全推進協会（JANSI）13階第2&3会議室

座長：河原暲氏

参加者：会員35名

議事録作成：峰松昭義

講演の概要：

中国の原子力産業界は現在急成長中であり、発展する国内原子力産業は沢山の職場と潤沢な開発資金を生み出し、多様な各国技術を取り込み、新しい商品を開発し、多くの設備を製造し、コストダウンしている。また、設計会社と一体化した電力会社により運転経験を蓄積し、それらを設計へフィードバックし、国産核燃料供給体制を確立して、建設を進めている。

これらの実績に基づき中国は、原子力製造メーカーとして、核燃料製造者として、また資金提供者として、AREVA社や東芝WH社等と連携組織化を進めている。

また、中国は国としても原子力産業を強化育成するため、産・官・学・研究院の連携を強化する「エネルギー企業の科学発展協調活動サービス制度の創設に関する国家エネルギー局通知」（2013年11月26日）を發布し、国内原子力産業の良好な発展環境の創造、公衆信認のための公聴情報サービスでの産官学連携強化、原子力発電の”対外進出”への奉仕などを進める産官学の代表19企業組織による小グループを創設した。原子力発電の”対外進出への奉仕”では、原子力発電企業の対外進出を指導し、輸入国との政治・経済交流を推進し、政府・企業の協調によって設備製造、建設工事、技術サポート、国家銀行ローン貸与の面で、多元化国際プロジェクトへの競争参入を支援するとしている。

21世紀の中国の新しい売り物は世界最新鋭の改良型第3世代原子炉であり、海外技術を導入し、国産化し、更に中国に知的財産権のある改良型第3世代原子炉を多数開発し、世界市場の多様なニーズに対応し、融資を含めて世界の先進原子力供給国と連合し、総合的に対外進出しようとしている。

講演内容：

1. 中国の原子力発電の現状

- ・中国の2012年の原子力発電量は、米、仏、露、韓、独に続いて6位で、運転中の19基の平均的稼働率は85%である。
- ・運転中19基（高速実験炉と高温ガス炉を含む）、建設中30基、計画中35基で、これらとは別に、内陸に計画中だった28基は2015年以降に延期されている。
- ・2013年11月現在、112基11,100万KWを計画。建設中と計画中は世界一の規模である。

- ・AP1000が延期になっている。(福島事故の影響をではないかと思われる。)
- ・今後は改良型第3世代炉が主流になってくる。

2. 中国の原子力産業の特徴

- (1) 軍事開発の形跡が残っている。
 - ・発電会社には、軍系（核工業集团公司）と電力系（中国広核集团公司、中国電力投資集团公司）がある。
 - ・発電会社がエンジニアリング会社を持ち、原子力事業者と設備製造企業は別会社である。
 - ・メーカーは、分散三大原子力メーカー（上海電気集団、東方電気集団、ハルビン電気集団）と二大重型工業（第一重型機械集団、第二重型機械集団）で、多数の企業が参入しつつある。
- (2) 共産主義社会主義の形跡が残っている。
 - ・1998年の改革により、「国の独占」から「規制と推進の分離」「行政と国有企業の分離」へ変わっている。
 - ・「巨大国有企業」が改革により「集団企業と有限公司」に変わり、「巨大ホールディング企業（持ち株会社）と子会社体制」へと変わっている。
- (3) 改革開放路線（内需産業化）から国際展開路線へ進んでいる。
 - ・三段階戦略「技術導入し、国産化し、そして輸出する。」と並行して、「国内製造化し、中国の知的財産権化する。」に力を入れている。
 - ・安全性と経済性を強化した世界最新の改良型第3世代炉を開発し、それを輸出する国際展開路線に力を入れている。
- (4) 中国主要原子力メーカーの工場立地は戦時体制（深内陸）配置から経済効率・輸出处（沿海）配置と変わり、集約ワンストップ工場化し、重工の沿海臨港埠頭付き工場へ移っている。

3. 中国の原子力産業の課題

- (1) 炉型が多種で、国産化が未達成
 - ・炉型が多く、技術が多種に及んでおり、標準化も多種で複雑である。
 - ・その原因は導入路線、際限のない導入、国産化の未達成による。
- (2) 開発能力不足
 - ・中国に知的財産権がなく、独自でスピーディーのような事故分析や核計算が出来ない。
 - ・個人の独創性を奨励している一方、集団での実用技術の育成が下手である。
- (3) 安全や環境の軽視
 - ・規制能力と原子力発電の発展速度が不整合状態になっている。環境保護が後回しになっており、環境モニタリング体系が不整備である。情報公開と公衆参加が不整備で、人材が不足している。
 - ・その原因・背景は、コストが掛かる開発を後回しにして、模倣・導入で手っ取り早く技術取得出来るものを優先し、真の技術移転をしていないことによる、また、無倒産国有企業による過剰生産・利益減少の結果、開発や安全対策の資金が不足していることによる。

(4) 集団協調性の欠乏

- ・無秩序で自己優先の原発建設提案が横行し、緊急時の職責が不明確で、支援体制が整備されておらず、相互協力体制・体質が弱い。
- ・その原因は、個人競争が激しく、経済実績第一評価主義による。

これらの課題を改革するため、国有企業幹部の評価を経済性と安全性と環境の同時成立に置くこととなり、「原子力発電企業の科学発展協調活動サービス制度の創設」（2013年11月）が発表され、政府職務方式の改革、党の大衆路線の貫徹および核電企業の科学発展への奉仕強化をすることにより、豊かな国民生活を確保して信頼回復を図るとしている。（「4.（3）原子力発電強国の樹立」参照）

4. 第12次5カ年計画での新原子力技術開発

(1) 福島事故を克服する安全高効率な原子力発電炉の開発

- 1) 安全高効率の原子力発電炉は3ステップで開発する。
- 2) 百万KW級の先進的加圧水型原子炉を主体として開発する。
改良型第3世代炉〔AP1000（東芝WH社製）、EPR1600（仏製）〕は中国に知的財産権がないので、中国に知的財産権のある先進的原子力発電炉を積極的に開発する。
- 3) 2011～2015年期中に新規立地する原子力発電炉は、沿海立地に限定し、第3世代炉の安全基準に合致するものに限られる。内陸部に立地する計画になっていた28基のAP1000の計画は、2016年以降に延期された。
- 4) 機器設備の国産化を達成し、製造レベルを向上させる。
そのために、19社で構成する中心的な核電企業、大学協調活動小グループを創設した。（「4.（3）原子力発電強国の樹立」参照）

(2) 中国に知的財産権のある先進的加圧水型原子炉の開発

- ・中国の原子力発電の国産化は、1970年代に開始されたが文化大革命の影響で中断した。1980年代中期に再開され、核工業集団による原潜技術からの自主国産化路線と海外（フランス）技術導入からの国産化の2路線がとられ、開発された原子力炉は1994年から運転を開始した。
- ・1990年代末、第10次5カ年計画期（2001年～2005年）に国産化の提案がなされたが、この計画は、その後混乱を来し、李鵬全人代議長による裁定がなされ、第11次5カ年計画へと延期された。
- ・第11次5カ年計画期（2006年～2010年）において、海外技術を導入し国産化した改良型第2世代炉CPR1000がどんどん着工し、核工業集団が自主国産開発するとした改良第2世代炉CNP1000は延期された。
改良型第3世代炉の導入として、米国WH社AP1000および欧州改良型第3世代炉EPR1600が2010年前後に着工した。
- ・第12次5カ年計画期（2011年～2015年）の2011年3月11日に福島事故が発生し、改良型第2世代炉の安全基準は不十分とされ、今後建設する原子力発電炉には、全電源喪失時にも安全の確保が要求されている米国、欧州の第3世代炉の安全基準（URD, ERD）が要求されることとなった。大量の放射性物質放出許容基準（事故発生許容基準）は、「炉心損傷確率（CDF）は1/100万炉年以下で、かつ大規模な早期の放射性物質の放出確率（LER

F)は1/1000万炉年以下」となり、CPR1000の10分の1～100分の1という厳しい基準となった。

- ・この結果、大気自然冷却で無限時間の残留熱除去が可能な改良型第3世代炉のAP1000が優位になった。
- ・これに対し核工業集団および中国広核集団が反撃し、CPR1000やCNP1000を改良型第3世代炉化し、中国に知的財産権のあるACP1000、ACPR1000として開発し、コスト低減を達成するとともに、関係メーカを連携組織化した。

1) 東芝WH製AP1000を国産化したCAP1400の開発

- ・AP1000には中国に知的財産権がなく、中国独自では輸出できない。
- ・そこで出力を140～150万KWに拡大し、中国に知的財産権のあるCAP1400を国の重点プロジェクトとして開発することになった。
- ・しかし、規模拡大で受動安全（自然冷却が可能）が保持できるかという問題があり、上海核工程研究設計院が実証試験することになっている。
- ・なお、CAP1400の開発のほかに、2ループを3ループ化し、出力を170万KWに拡大したCAP1700を開発する予定がある。

2) 中国広核集団の改良型第3世代炉ACPR1000の開発

- ・CPR1000にはフランスの知的財産権が残っており、炉心損傷確率が第3+世代炉より100倍悪いという課題があった。
- ・福島原発事故が起き、建設中のCPRは、陽江3号、4号のように改良することを要求された。
- ・さらに完全に中国に知的財産権のある改良型第3世代炉ACPR1000へと改良・開発され、2013年9月、陽江5号が着工された。
- ・また、ACE1000が輸出用として2014年から開発されている。ACE1000は、第3世代化炉CPR1000を中広核、AREVA社、EDFが共同開発しているもので、単一閉じ込め機能の強化、運転中補修可能な3ループの能動安全系の設置などの先進性を有する。

3) 核工業集団のACP1000と小型炉ACP100の開発

①改良型第3世代炉ACP1000の開発

- ・初め、中国に知的財産権のある標準3ループPWRの第2+世代炉CNP1000をベースとして、米WH社および仏フラマトム社の協力を得て開発することになった。
- ・その後、第11次5カ年計画に基づく方家山の建設予定が延期され、またパキスタンへの輸出も中止になった。そして、上海核工程研究設計院が国家核電技術公司傘下へ移籍し、WH社AP1000の担当として組織化された。
- ・福島事故が発生して、CNP1000は、改良型第3世代炉ACP1000として開発されることになった。

②小型ACP100の開発

電気出力12万KWの小型モジュール式の第3世代炉ACP100も開発されている。ACP100は、安全性と経済性に先進性を有し、36～40ヶ月という短工期での建設が可能で、中国に知的財産権があり、収益性が良い。工業用蒸気供給、海水淡水化、船舶の動力源など多用途で、発展途上国用にも向

いている。

(3) 原子力発電強国の樹立（近代的な原子力発電産業体系の建設）

- ・ 2013年11月、国家エネルギー局から「原子力発電企業の科学発展協調活動サービス制度の創設」が発表され、政府職務方式の改革、党の大衆路線の貫徹および核電企業の科学発展への奉仕強化がなされた。
- ・ 「主要任務 7点」とは下記の事項である。
 - ①良好な企業発展環境の造営
 - ②政策の発布前の公聴など産業政策と関連情報サービス強化
 - ③企業の科学技術革新への奉仕
 - ④原子力発電の対外進出戦への奉仕
 - ⑤関連の省・委員会、地方政府間の意思疎通協調とサービス能力の増大
 - ⑥専門家の派遣など企業の育成訓練サービスの創立
 - ⑦原子力産業協会のブリッジ機能強化
- ・ 実行組織として原子力発電企業科学発展奉仕協調グループが創設され、相談サービスを提供している。原子力発電企業科学発展奉仕協調グループは、以下の19組織・団体で構成されている。
 - ①核工業集団
 - ②核工業建設集団
 - ③華能集団
 - ④中国電力投資集団
 - ⑤第一重集団
 - ⑥第二重集団
 - ⑦ハルビン電気集団
 - ⑧東方電気集団
 - ⑨国家核電技術有限公司
 - ⑩中国広核集団
 - ⑪上海電気集団
 - ⑫清華大学
 - ⑬上海交通大学
 - ⑭西安交通大学
 - ⑮ハルビン工程大学
 - ⑯中国工程物理研究院
 - ⑰中国原子力産業協会
 - ⑱中国核学会
 - ⑲中国機械工業連合会

5. 核燃料供給体制の整備

- ・ 軍事工業の痕跡が残っており、核工業集団による独占的国防核工業であり、戦時体制配置の内陸部分散配置（中ソ対立を考慮してハルビン工場分散、戦争を想定し核燃料工場の分散、対米・台湾を考慮して核燃料工場の内陸設置）になっており、ウラン資源調達を除き全部国産している。
- ・ しかし、経済的合理性がないという問題があり、その改善のために核燃料製造集合工場計画がたてられ、その計画のための公聴が2013年7月に実施されたが反対運動が起き、習近平国家主席の大衆路線政策に基づき、2013年7月14日、この計画は取り下げられた。

6. バックエンドの建設強化

- ・ 高レベル廃棄物処分は国（環境保護部）と各事業者の共同責任事業である。
- ・ 立地については、立地点としてゴビ砂漠北山地区が選定され、立地評価中である。（他のことに先駆け、先ず立地点を決めてから推進するというのが中国のやり方。）
- ・ 実験施設建設計画として、中国はJAEAの幌延や東海のような実験施設を作りたいと考えている。
- ・ バックエンドの建設に当たって、地方は中央への支援の義務があり、中央と地方は一体で対立はない。

7. 対外進出状況

(1) 対外進出政策

- ・「原子力発電企業の科学発展協調活動サービス制度の創設」（2013年11月発表）の「(四) 原子力発電の対外進出への奉仕」によって、政府と産業界一体での対外売り込み方針を明確化した。すなわち「原子力会社の対外進出に関して、政府は指導を行い、輸入国との政治・経済交流を推進し、政府・企業協調の多元化国際プロジェクトの競争参入を、工事建設、設備製造、技術サポート、国家銀行ローン貸与において支援し、絶えず中国の原子力発電の全体レベルと国際競争力を高める」としている。
- ・2013年、中国の首脳（習近平国家主席、李克強首相）は、アジア、アフリカ、欧州、米州の4大陸の22カ国を訪問するとともに、訪中した外国元首・政府首脳を接遇し、外国政府要人と会見し、800近い協力を合意している。

(2) 各国との原子力平和利用協定等の締結状況

1) 原子力平和利用協定締結の必要性

「膨大な建設資金の国際ローン調達」「原子力のための技術や部品の海外からの輸入」「海外への原子力の輸出」のために、および「核拡散防止」のために2国間原子力平和利用協定等を締結する必要がある。

2) 現在までの締結国

フランス、ドイツ、英国、日本、アルゼンチン、パキスタン、韓国、カナダ、ロシア、米国、豪州等の25カ国と締結。

3) その他の国際条約等の締結

① IAEAへの加盟（1984年）②保障措置協定の締結（1985年）③包括的核実験禁止条約CTBTの署名（1996年）④NPT追加議定書締結（2002年）⑤原子力供給国グループ（NSG）への加盟（2004年）

(3) パキスタンへの輸出

- 1) パキスタンは核拡散防止条約不参加国で、核兵器保有国で、原子力輸出の機微国である。
- 2) 中国は原子力供給国グループに2004年加盟し、核拡散防止の義務を負っている。
- 3) 従って、中国は、輸出原発に対してはIAEAの保障措置下に置くという条件を課して核不拡散を守っている。

(4) 英国および米国への輸出

中国にとって英国や米国へ原発を輸出出来るということは、先進国の原子力発電市場へ参入でき、国際的な原子力発電大手と提携できるという大きな意義がある。

- 1) EdFエネルギー社のヒンクリー・ポイント、サイズウェルにEPRを中仏連合（中国核工業集团公司・中国広核集団・仏AREVA社）で輸出。
中国側投資：中国企業2社共同でプロジェクト総額の30～40%を投資。
AREVA社の投資：プロジェクト総額の10%を投資。
建設計画：2018年初め、送電網へ接続予定。
- 2) ニュージェネレーション社のムーアサイトにAP1000を日米中連合（東芝WH社・中国国家核電技術）で輸出。
- 3) 米国への輸出
 - ・2013年10月30日、米国のモニツ長官が米国のAP1000の部品を

中国から調達することを明言。また、日米中連合が英国原発事業へ参入することを示唆。

- ・ 米国にとっても「中国でAP1000が建設中で、これからも中国で多数（38基）の建設計画があり、先行プラントの経験と実績を米国も利用でき、共同調達によりコスト低減が可能となり、東芝・中国の資金力を活用できる。」というメリットがある。
 - ・ 現在、米国で建設中のAP1000
 - ①ヴォーグル原発3号、4号の増設（2016年、2017年 運転開始予定）
 - ②V. C. サマー原発2号、3号の増設（2017年、2018年 運転開始予定）
 - ・ このほか、インドなど世界各国への建設も日米中の企業連合での参入の可能性が高まっている。（しかし、このような建設の実現には日印のように原子力平和利用協力協定の未締結が問題である。）
- (5) 上記のほかに、中国は、ルーマニア、アルゼンチン、南アフリカ、トルコ、ベラルーシへ原発を輸出する契約・協定を締結している。

主な質疑応答：

（質問）昔は分担して設計していたが、今は、建設は3社が、設計は1社がやるのか。

（回答）設計はそれぞれの炉型毎に3つのエンジニア会社が別れてやるようになってきている。例えば AP1000、CAP1400 は上海核工程設計研究院、ACPR は広東核電系の設計会社、ACP1000、ACP100 は核工業集団系である。建設は、広東核電系が東方電気集団を中心にグループ化してきている。核工業集団系は色々のメーカーから調達している。国家核電技術（AP1000, CAP1400）も色々のメーカーを使っているがグループ化を図っている。

（質問）国産率が高いが、少しでも中国で加工すると国産としてカウントするのか。

（回答）そのとおり。第一弾の国産化は内需産業化、第2弾が自国知財権化である。

（質問）計装はジーメンスとか三菱電機から輸入しているのか。ポンプは非常に難しいと思うが、国産しているのか。

（回答）中国へは合弁会社にしないと輸出できない。合弁会社製の場合、国産としてカウントされる。海外企業が合弁会社化して登記している。

計装関係で中国に登録している会社は10社くらいある。MGP 公司、Thermo Gamma-Metrics LLC、三菱電機、シーメンス、アレバ NP SAS、WH 社三菱電機株式会社、富士电机系统株式会社、シーメンス楼宇科技 HVAC 産品有限责任公司、AREVA NP SAS、WH 社、SOFINEL S. A. 公司、英维斯公司、シーメンスエネルギー集団 EFIE49、Data Systems & Solutions S. A. S. 公司である。この中で MGP や Thermo 社や富士電機は放射線個人線量管理計装であり、原子炉の計装ではない。

ポンプは9社ある。CLYDEPUMPS 有限公司、(Andritz AG) 集团公司、AREVA NP GmbH、KSB AG、Sulzer Pumpen (Deutschland) GmbH 公司、CLEXTRAL 公司、Union Pump S. A. S. 公司、Curtiss-Wright EMD 公司、JSPM (热蒙) 公司である。別添参照

原子炉はPWRしか認められていない。

- (質問) 機器はそこそこ揃うと思うが、それらを総合的に組み合わせる力はあるのか。
- (回答) 設備は最新鋭になっているが、それを纏める人材がいらないと思う。
- (質問) 課題を中国自身はどう認識しているのか。
- (回答) 課題は中国も認識している。課題解決のために他国と連携して解決しようとしている。資金は中国が出している。
- (質問) 原子力産業に従事している人材はどのくらいか。
- (回答) 1時期40万人いたが1998年の行政改革で核工業集団に15万人、核工業建設集団に4万人に削減した。当時の核工業集団の総経理の話では4万人程度で十分と言っていた。
- 規制委員会の人数は50人位だったが、増員しようとしている。多くの大学が原子力学科を持っており、原子力規制関係(規制当局+核安全センター等外殻機関人員)は2020年頃までに、2000人体制にする計画である。
- (質問) 軍事部門との人事交流はあるのか。
- (回答) あると思う。
- (質問) 就職の自由はあるのか。
- (回答) 昔は大卒後各機関への所属配分されていたようだが、現在は、行きたいところに行けると思う。
- (質問) 2050年に400基という計画になっており、ウランが足りなくなると思うが、どうするのか。
- (回答) 高速炉をやるのだと思う。
- (質問) 高速炉の開発はどうなっているのか。
- (回答) 60万KWの高速炉を自主開発するとしているが、ロシアから導入することになると思う。