

第6回

「中国とインドの原子力エネルギー比較」

フランス 原子力学会 (SFEN) 国際担当上級顧問
ダニエル・シャバルデス

プロフィール (2009年9月時点)

略歴:

- ・ フランス南西部オート=ガロンヌ県メルビルにて1939年7月5日生。
- ・ パリ大学オルセー原子核研究所で理学修士、原子炉物理学博士取得。
- ・ 1965年フランス原子力庁 (CEA) 入庁。カダラッシュ原子核研究所増殖炉部門 (1965~1971年) およびサクレイ原子核研究所高温炉部門 (1972年) で原子炉物理エンジニア、ジョルジュ・バンドリエス原子力産業応用局長のアシスタント (1972~1976年)、アンドレ・ジロー CEA 長官の技術顧問、フランソワ・ビュジョンドレストアン CEA 国際部長の産業部門顧問を歴任。
- ・ フランス大使館原子力担当官として東京 (1979~1984年)、ワシントン DC (1984~1989年) に赴任。
- ・ 1989年にフラマトム社国際開発部長としてパリに戻る。1995~2000年にフラマトム社の欧州機関代表としてブリュッセルに赴任。この間、1998~2000年にはフランス原子力フォーラム会長に就任。
- ・ 2000~2005年にフランス大使館原子力カウンセラーとして北京に赴任。
- ・ 2005年1月にCEA退職後も、フランス原子力学会 (SFEN) 国際担当上級顧問としてボランティアで原子力利用の発展に貢献している。

表彰:

- ・ 1982年 国家功労勲章シュバリエ章
- ・ 1984年 勲三等瑞宝章 (日本)
- ・ 1988年 DOE 表彰 (米国)
- ・ 2007年 レジオンドヌール勲章シュバリエ章

委員:

- ・ 1991~1992年 米国原子力学会国際委員会委員
- ・ 1993~1994年 米国原子力学会学会賞選考委員

1. 中国とインドの主要エネルギーデータ

アジアの二大新興国の原子力発電プログラムを比較する前に、両国の主な特徴を簡単に挙げてみよう。

- ・ まず、膨大な人口: インドが11億人、中国が13億人。
- ・ 次に、両国とも発展途上国から経済大国へと変貌。GDP成長率はインドが年7~9%/年、中国が8~10%/年である。
- ・ エネルギー・電力の年間需要はおよそ6~8%と同規模の拡大を示している。発電設備容量は、

インドがわずか145,000MWeに対して中国は700,000MWeである。国民一人当たりの年間消費量 (kWh) は、インドが600kWh、中国が1,400kWhである。アメリカは12,000kWh、EU諸国は6,000kWhで、先進国に比べるとまだ少ない。

- ・ エネルギー消費の大部分を石炭で賄っている。
 - ー 一次エネルギー部門: インドが55%、中国が65%
 - ー 電力部門: インドが65%、中国が80%
- ・ 水力発電がインド15%、中国16%と大きな割合

を占めている。

- ・ 石油やガスの需要が急速に高まっているのに対し、国内資源は極めて乏しい。
- ・ 最後に、両国とも原子力発電を行っているが、その割合は総発電量中インドが 3.5%、中国が 2.1%と非常に低い。

2. 中国とインドの民生原子力政策

両国政府とも、エネルギー供給の独立性及び安全性ならびに環境保護のため原子力利用の拡大を目指している。

- ・ インドは 2020 年に原子力で 20,000MWe を発電する計画である。これは、発電設備容量の 15%に相当する。さらに 2050 年には電力の 25%を原子力で賄うことを目指している。
- ・ 中国は 2020 年に 70,000MWe、すなわち発電設備容量の 4%を原子力で達成する計画もある。2050 年には電力の 20%を原子力で賄うことを目指しているようである。

3. 経緯

両国の原子力エネルギー開発の歴史的背景は似通っており、国家の独立に対する強い決意を反映している。

長い間イギリスの統治下で苦しんできたインドは、あらゆる分野で懸命に自立を求めてきた。1947 年 8 月 15 日に独立を勝ちとり、1948 年 8 月には原子力安全委員会 (Atomic Energy Commission) を創設した。

中国も同様に内戦や他国の干渉に悩まされてきたことから、1949 年 10 月 1 日に中華人民共和国が建国されるや核分裂研究に積極的に取り組んだ。

両国とも、技術の進んだ他国の手を借りることを忘れなかった。

(a) インド

- ・ インドは、自立のため 1950 年代にカナダとともに天然ウランを使用する重水炉 (CANDU) に取り組んだ。これは、当時インドにはウラン濃縮技術がなかったため

ある。

- ・ 更に、インドの場合、ウラン埋蔵量は多くないが、重水炉で利用し易いトリウムを豊富に埋蔵している。インド・カナダ間の協力により、1960 年に実験炉 Cirus (40MWth) の臨界を達成し、1964 年に最初の加圧型重水炉 Rawatbhata (別名 Rajasthan) 1 号機 (90MWe) の建設へと繋がった。この原子炉は、カナダのダグラスポイント発電所を複製したもので、1972 年に運転を開始した。
- ・ この時期、インドは核兵器開発プログラムについては判断を示さずにいたが、中国が 1964 年に初の核実験を行うと兵器開発に乗り出し、1974 年に (インド曰く)「平和的核爆発」に至った。アメリカは直ちにインドを通商禁止国とし、カナダをはじめ、原子力分野でインドと国際協力する国はなくなった。それ以降、インドは独自に加圧型重水炉プログラムを展開し、トリウム/ウラン 233 閉鎖型燃料サイクルと高速炉導入に長期的に力を注いできた。

2007 年にブッシュ大統領とシン首相の間で米印原子力協力協定が交わされた。これにより、発電設備容量が逼迫する中で、インドに大型軽水炉を速やかに導入する道が開けた。インドでは、ゼネラル・エレクトリック社がタラプールに 160MWe の沸騰水型原子炉 (BWR) 2 基を建設し 1969 年に運転を開始した。従って、軽水炉について既にある程度の経験があるが、このプロジェクトでは技術移転が全く行われなかった。これに対し、中国は加圧水型原子炉 (PWR) 2 基 (900MWe) の建設を通じて、フランスから PWR と燃料製造の技術移転を 1982 年から受けることができた。

(b) 中国

- ・ 中国は、1955 年に調印した協力協定の枠内で旧同盟国であるソ連に寄り添うことで、原子力エネルギーの研究をスタートすることができた。翌 1956 年には早くも北京郊外の

中国原子能科学研究院で 1 基目の原子炉建設に着手することができた。1960 年に毛沢東とフルシチョフの関係がぎくしゃくしてこの協力が中断されたにも係らず、中国は 1964 年 10 月に初原爆実験を行い、次いで 1967 年には初の水爆実験を行った。

- ・ 中国の設計による最初の原子力発電所である秦山 1 号機 (300MWe) の実現に PWR 技術を選択したのは、原子力潜水艦用の原子炉開発を目指した中国の軍事計画が根底にあったと言えるだろう。
- ・ その後、鄧小平の改革開放政策により、大亞灣発電所にフランスから PWR 初号機 2 基 (900MWe) を輸入し、原子炉と燃料の技術移転を受けた。フランスの PWR 標準化政策と、大亞灣発電所の成功を受けて臨高発電所を設置したことで、標準化の概念が中国に浸透することになったと考えられる。現在、中国の原子力発電計画はこの標準化に沿って進められている。
- ・ インド同様、中国もウランの埋蔵量が限られている。が、インドと違うのは、長期にわたり、ウラン/プルトニウムの閉鎖型サイクルと高速炉の開発を中心に進めることにした点にある。

結論として、インドと中国の原子力プログラムには、大きな類似点がみられる。

- ・ 当初の動機は極めて国家主義的
- ・ 近年はエネルギー安定供給と環境保護を意識
- ・ ウラン埋蔵量が限られているため閉鎖型燃料サイクルを選択
- ・ 最先端の原子炉技術の導入と大型化の方針 (インドは最近決定、中国は 20 年以上前に決定)

中国は、欧米の先進原子炉技術の吸収や移転においてインドの遙か先を行っており、PWR を輸出するまでになっている (パキスタンの Chasma 発電所)。一方で、インドはまだそこまで至っていない。しかし、インドにはこの遅れを取り戻すだけの潜在的な知識も能力もある。中国のリーダーシップが台頭するアジアのこの地域で、アメリカの原子力政策がインド寄りに変化したのは深い思惑があつてのことである。この地域は地政学上の問題が絡み合っており、原子力エネルギーも例外ではない。

2010 年 5 月