

## 中国の原子力開発と大学の関わり

### 1. はじめに

中国はいまや日本を抜いて世界第2のGNPの経済大国になった。その急激な経済発展の一方で、PM2.5の大気汚染が日本にまで及んでくるほど環境が悪化しているのも事実である。中国で原

子力開発が進むのは中国の環境悪化を少しでも軽減できるので望ましいが、その実情はどうか？本稿では筆者の見聞を元に中国の原子力事情の一端を紹介する。

### 2. 中国の原子力開発

日本の原子力関係者には、中国は原子力後進国と思い込んでいた向きもあるが、中国は1960年代フランスに先立って独立で原爆開発を達成した核保有国である。ここでは最近の急速な原子力発電の開発状況を紹介する。

中国最初の原子力発電所は1991年運転開始の秦山原発である。ウエスチングハウス型PWRを自力設計し、建設した。さらにその後同型炉を2基パキスタンに輸出している。

中国は2011年現在、東部沿海地域に6サイト、14基、11,910MWが運転中（平均稼働率91.5%）、28,810MW、26基が建設中であり、世界全体の新規原発建設の40%に相当する。図1に現在運転中の中国原発を示す。2010年末までにさらに13プロジェクト、全部で37,020MWの建設計画が承認されたが、図2に運転中の原発を含めた中国の原発建設計画を示す。しかし、2011年3月11日、日本の東電福島第一原発事故により建設は凍結

され、安全性の全面的チェックが行われた。2012年末には政府決定で工事再開された。

中国の主要原子力グループは東部のChina National Nuclear Corporation(CNNC)と南東部のChina Guangdong Nuclear Power Group(CGNPG)であり、建設中の主な原発は国産化3ループPWRのCPR1000で2010年現在15基である。中国は2006,2007年に米国からAP1000の輸入と技術移転契約、2007年にフランスAREVA社から第3世代炉のEPR導入交渉を開始した。その一方で、2008、2009年に中国独自の原発技術開発のためAP1000を1400MW、さらに1700MWに大型化するプロジェクトをウエスチングハウス社と国家核電研發中心(State Nuclear Power Technology Corporation;SNPTC)間で協力契約を締結した。また、CGNPGは、CPR1000を第3世代化するACPR-1000の設計開発プロジェクトを発表している。

運転中の中国原発



図1

中国核电站分布图



図2

### 3. 原子力開発への大学の関わり

中国では従来原子力学科のある大学は、清華大、上海交通大、西安交通大およびハルビン工程大の4校だけだったが、最近の原発建設拡大を受けて、華北電力大、武漢科技大、四川大などで原子力学科の新設が相次いでいる。ここでは原子力開発への大学の関わりについて、筆者の経験から清華大学とハルビン工程大学の状況を紹介する。

#### 3.1 清華大学

清華大学では原子力・新エネルギー研究院(INET)が中心になって原子炉設計研究への参画を進めてきている。INETは1960年設立以来、独自で原子炉設計開発研究を行い、Twin-core experimental shielding reactor、5MW nuclear heating reactor(NHR-5)（熱電併給、空調、海水脱塩）の実績がある。

最近は高温ガス炉HTR-10およびHTR-PMのプロジェクトを進めている。図3に高温ガス実験炉HTR-10プロジェクトの概要を示す。これは昔のドイツユーリッヒ研究所のペブルベッド型高速

炉のAVR技術をもとにしたものであるが、最近は原子炉からのヘリウムガスを蒸気発生器に導くフェーズ1からヘリウムガスタービンとの接続を行うフェーズ2の研究を進めている。そしてフェーズ1の成果をもとに、図4に示すモジュール型高温ガス炉HTR-PMプロジェクトに発展している。HTR-PMは山東省石島湾に建設予定で、3つのペブルベッド原子炉モジュールを2列にして発電と蒸気供給の多目的利用を図ることである。

一方、最近INETは前述のSNPTCと提携し、大型先進PWR開発のためのキーテクノロジ研究開発センター(SNPTRD)を清華大学近傍に設立した。図5にSNPTRDの目的を示すが、ここでは米国ウエスチングハウス社からの技術導入によるAP1000の設計研究を支援する重点実験研究を出発点にAP1000技術を中国化して140万及び170万キロワットへ出力アップを図る研究を行うことである。

#### 3.2 ハルビン工程大学

原子力については大学院レベルのみの清華大学と比較すると、学科レベルから学生を教育しているハルビン工程大学では核科学

与工程学院 (College of Nuclear Science & Technology ; CNST) で原発運転要員の教育訓練を広範に行っている。歴史的には1958年核科学工程コース設置を嚆矢とするが、2005年原子力発電開発政策の強化に伴い、原子力産業のための要員訓練、高度で創造的な学生の教育、基礎研究の推進を目的として核科学・技術学院として独立した。現在、国家重点学科、国家重点施設等の指定を受けるとともに、日本の原子力産業会議に相当する中国核能機構 (CAEA) の支援を受けている。

教員数は、正規教員71名、客員教員23名で、学生数は年間当たり本科生約260名、修士学生約50-80名、博士学生約10-20名で、全

体として約1300人の学生が在籍している。中国の原子力学科では最大の学生数である。伝熱流動試験設備やプラントシミュレータ設備を有し、正規の学生以外に原子力産業界から年間約150名の原子力教育・訓練生の受け入れも行っている。図6にCNSTでの教育訓練風景の一端を示す。最近、中国全大学原子力学の教育ベルを国際レベルに向上させるためのIAEA-CAEA Projectが締結され、CNSTは IAEAおよびCAEAにより、中国での原子力教育・訓練センターの指定を受けている。このような仕組みにより、中国原子力産業界は、その原子力の職業教育レベルが国際標準 (ABET standard) に適合することを目指している。

### 高温ガス実験炉HTR-10プロジェクト

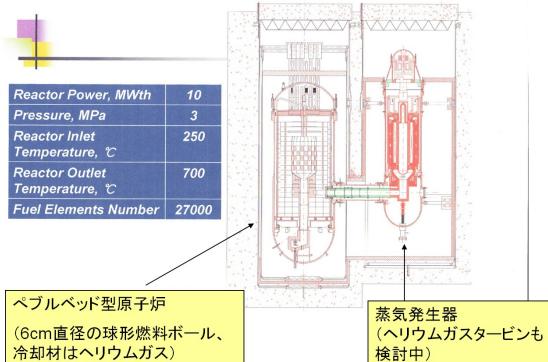


図3

### モジュール型高温ガス炉 HTR-PMプロジェクト

HTR-PM reactor plant

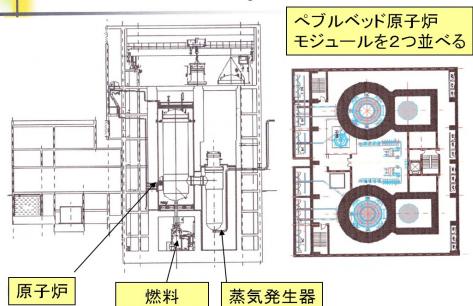


図4

### Researching Area of SNPTRD

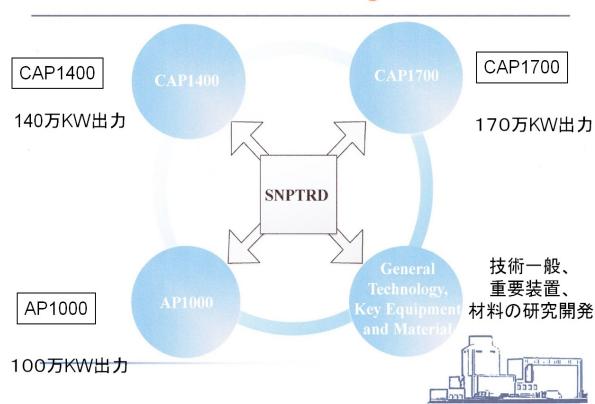


図5

### ハルピン工程大学 核科学・技術学院 での教育訓練



図6

### 4. 終わりに

本稿では、中国の原子力事情の一端を紹介した。筆者は2008年以来、ハルピン工程大学CNSTに度々出掛けている。昨年(2012年7月末)IAEA-CAEA Projectの支援により、米国テキサス農業製造業大学(TAMU)の原子力学科学生十数人が、中国原子力学生たちとのサマースクールのために訪中した。図7は、ハルピン工程大学でのサマースクール開校式の記念写真である。両国のサマースクール参加学生はその後1ヶ月間、北京、上海以外に中国全土の主な原発立地を訪問した。ハルピンでの開校式の挨拶で筆者は、日本の福島事故では皆さんも吃驚しただろうが、あの事故は日本列島に特有の地震、津波への安全対策をおろそかにしてきた日本特有の事情によるものである。この夏季セミナーでは米中友好のため学生さん同志の交流を深め世界の原子力の向上に資して欲しいと言ったが、TAMUの引率教授は、福島事故の影響で入学者の3分の1が辞退したと言っていた。中国でも福島事故後原発建設がすべて中断され各企業が学生採用を控えたため、まだ内定者が30人程度(卒業生数は250

人)、入学生には転学を希望するものも出ている、とこぼしていた。

福島事故は国内はもとより国外でも人々に迷惑をもたらしている。原子力学会誌では、全員が集団思考停止に陥っていた、福島事故の調査で

は個人の責任は問うべきでない、と書いているが、筆者にはこういう考え方は到底容認できない。日本の原子力の信頼回復のため保全学会の皆様が自覚と責任感をもって奮闘されることを期待したい。



図7