

## 中国の「原子力産業十一・五規画」から見る中国原子力産業の動向

戦略・産業ユニット 電力・ガス事業グループ 研究員 倪春春  
戦略・産業ユニット 原子力グループ グループリーダー 村上朋子

### はじめに

2007 年 4 月に、中国国防科学技術工業委員会（Commission of Science Technology and Industry for National Defense: CSTIND）は、「十一・五」期間中（2006 年～2010 年）における中国原子力産業の発展戦略「原子力産業十一・五発展規画」（以下「規画」）を明らかにした。本稿は同「規画」の概要を整理し、そのポイントを摘出し、背景および展望を述べるものである。

同「規画」は、「国民経済および社会発展第十一次五ヵ年規画綱要」、「国家中長期科学および技術発展規画綱要（2006 年～2020 年）」、「国防科学技術工業十一・五規画綱要」、「国防科学技術工業中長期科学および技術発展規画綱要（2006 年～2020 年）」、「原子力中長期発展規画（2006 年～2020 年）」に基づいて策定されたものである。

同「規画」では、第十次五ヵ年計画期間中（2001 年～2005 年）における中国原子力産業の主要成果を概観し、原子力産業が直面している問題点を指摘した上で、2010 年までの今後 5 年間にわたる中国原子力産業の発展方針と発展目標を定めた。また、中国の核平和利用、とりわけ、原子力発電、核燃料サイクル、放射性廃棄物の処理・処分などを中心に発展戦略が盛り込まれていることから、原子力分野における日中協力関係を深めようとする日本政府および民間企業にとって、今回の政策内容を把握しておくことが重要と考える。

したがって、本稿では、第 1 章から第 4 章で同「規画」の内容を整理し、「規画」のポイントを明らかにしたうえで、第 5 章において所感を述べる。

## 1. 「十・五計画」期間中（2001 年～2005 年）における中国原子力産業の発展状況

### 1.1 主な成果

「規画」では、「十・五計画」期間中における中国の原子力開発技術、原子力発電、核燃料サイクルなどを概括し、主成果を以下の通りまとめた。

原子力科学技術：百万 kW 級加圧水型軽水炉の改良設計に関する基礎研究を完了し、高速点火核融合の設計技術を把握したほか、実験用 MOX 燃料棒を開発し、In-Situ

Leaching と呼ばれるウラン採掘技術に関する重要難関を突破した<sup>1</sup>。また、トカマク装置 HL-2A およびタンデム加速器研究計画の実施を完了し、10MW 高温ガス冷却実験炉を建設し、重要実験を行ったほか、高速増殖実験炉の設置および先進研究実験炉などいくつか重点科学プロジェクトの実施を開始した。

原子力発電所：「十・五計画」期間中、秦山 期、秦山 期、嶺澳原子力発電所が商業運転を開始し、田湾原子力発電所 1 号機の燃料搭載も完了した。2005 年まで、全国の原子力発電設備容量は 700 万 kW、年間発電量は 530 億 kWh に達した。現行の原子力発電所の運転状況は良好で、平均運転稼働率は 80%以上に達した。また、嶺澳 期、秦山 期拡大工事の準備作業が順調に進められ、浙江省三門および広東省陽江プロジェクトの国際入札が行なわれている<sup>2</sup>。原子力発電所の設計、建設および発電所の管理などに関するノウハウを蓄積することができた。30 万 kW と 60 万 kW 加圧水型軽水炉の自主設計能力を有するほか、中国を中心とし、中外協力のもとで 100 万 kW 級加圧水型商業用原子炉の設計、建設を行うことができ、大型先進加圧水型原子力発電所の初歩的な自主開発力が形成された。原子力施設の安全性、廃棄物の処理・処分、応急措置などの保障体制を構築した。

核燃料サイクル：原子力発電の発展に伴い、核燃料の一部コア分野において生産力が拡大され、技術水準が高められた。ウラン探査装置の技術改良や削掘能力の拡大によりウラン資源の探査効率が大幅に上昇した。In-situ Leaching、Heap Leaching および In-situ Blasting and Leaching を主とするウラン精錬体制が形成され、ウラン濃縮は現在、ガス拡散法から遠心分離法へと移行しつつある。燃料集合体の国产化を実現しかつ性能指標は国際水準に達した。

原子力・放射線技術の応用：原子力・放射線技術の応用について、一定規模および水準の科学研究が商業化された。現在、原子力・放射線技術の応用開発・生産を行う国内企業は全国約 300 社以上に上り、2005 年の総生産額は約 500 億元(約 7,500 億円)に達した(5 年間の年平均伸び率は 20%以上)。原子力・放射線技術は、工業、農業、医療衛生、環境保護、鉱産探査、公共安全、放射性同位元素製造設備および関連の放射線器機設備の製造などにおいて、広範に応用されている。また、加速器、放射性同位元素および製品、放射線装置などの研究開発においても多大な進展を成し遂げた。

---

<sup>1</sup> In-situ Leaching：ウラン鉱石を採掘するのではなく、鉱床自体に直接浸出溶液を送り込み、ウラン溶出後の溶液を取り出す化学的なウラン採取法。

<sup>2</sup> 「原子力産業十一・五規画」が策定される当時、浙江省三門および広東省陽江プロジェクトは国際入札にかけられていたが、両プロジェクトに関する入札結果は 2007 年 3 月に公表されている。

構造調整:地質探査企業 77 社の属地化およびウラン枯渇鉱山 33 ヲ所の閉山を完了し、重点企業の収益改善案が中国国務院に承認され、それに伴う実施を開始した。第三次科学研究セクターの構造調整案の全面実施を開始し、第一段階の調整目標を基本的に完了した。

経済効果:原子力産業は速い経済伸び率を維持し、産業全体は黒字運営への転換を実現し、特に、原子力発電の経済優位性が著しく増強した。

## 1.2 主な問題点

中国の原子力産業は、これまで原子力発電の規模が小さかったため、産業全体の技術水準が低く、産業基盤が弱い。

原子力発電の自主開発水準が低い。原子炉の設計・建設プロセスが標準化されておらず、百万 kW 級先進加圧水型原子力発電所の自主設計および設備製造に関する全ノウハウを有していない。

現行の核燃料生産力および技術水準では、今後の原子力発電の発展需要を満たすことができない。国内ウラン資源、ウラン濃縮、核燃料の製造および廃棄物処理・処分などの主要分野は、新しい需要に対応できない。

原子力・放射線の応用・商業化進展が遅れている。国民経済に占める原子力・放射線技術応用産業の割合は小さく、自主的な知的所有権による研究開発成果は少なく、成果の商業化率は小さい。市場競争力を欠如している。

現行管理体制および運用体制は市場経済発展ニーズに適合していない。原子力産業は長年において閉鎖的であり、計画経済体制下で形成された産業観念を根本的に変えていないため、国家資金、政府政策に高度に依存し、管理体制および運用体制の改革が遅れている。

高度な専門知識を持つ人材が不足している。既存人材の高齢化と若手人材の不足に加え、深刻な人材流失が起こっており、一部重要領域の人材欠乏状況が深刻である。

## 2. 「十一・五」の指導方針、発展原則と発展目標

### 2.1 新情勢新要求

急速に伸びる国内のエネルギー需要を満たし、持続可能な経済発展を行っていくため、中国政府は“原子力発電を積極的開発する”との方針を打ち出し、「原子力中長期発展規画(2005年~2020年)」はすでに国務院に承認され、2020年に原子力発電設備容量は現在の700万kWから4,000万kWまでに拡大する目標を定めた。この目標数値を実現するためには、今後10年間をかけて、毎年3基以上の原子力発電プラントを建設し、併せて核燃料の生産能力は、2020年に現行水準の4~6倍になる必要がある。したがって、中国の原子力産業はこれまでにない成長期を迎えると同時に、新たなチャレンジに挑むことになる。

## 2.2 指導方針

国民経済発展の需要を満たすため、「十一・五」期間中における中国原子力産業の発展方針は、以下の内容となる。

「改良向上」戦略を実施し、原子力発電の発展を主とし、核燃料サイクル産業を基幹とする。原子力科学技術の基礎能力を強化し、自主的創造力と産業発展力を高める。原子力・放射線技術応用の商業化を加速させ、改革を促進し、新しい管理体制を構築すると同時に、高度知識を持つ人材を育成する。

また、発展方針の実施に当たり、以下の原則が掲げられている。

基礎を強化し、能力を高める。基礎研究およびキャパシティビルディングを増強し、自己発展能力を高める。

計画を統一し、重点を明確にする。“すべき、すべきでない”を堅持し、原子力科学技術および原子力産業発展を制約するボトルネック問題を重点的に解決する。

改革を促進し、開放を拡大する。計画を主とする体制から市場メカニズムを取り入れる体制へとシフトし、海外の先進技術を導入することによって中国の原子力科学技術に関するコア技術の水準を高める。

安全を確保し、環境を保護する。“安全第一、品質第一”の方針を堅持し、原子力施設の安全と環境保護を確保する。

## 2.3 発展目標

「十一・五」期間中における中国原子力産業の発展目標は、以下の内容となる。

原子力科学技術の基礎能力を高め、原子力技術領域の重要かつコア技術の難関部分を突破する。原子力の基礎科学研究を強化し、世界先進レベルとの差を縮小させる。

原子力発電の自主開発力および国産化水準を全面的に高め、新規に原子力発電設備 1,000 万 kW 以上を建設すると同時に、既設の原子力発電所の安全運転を確保する。原子力発電の発展に適応する設計、建設、運用、技術サービス体制および中国の加圧水型軽水炉標準体制を構築する。

原子力発電の発展に適応する核燃料の供給体制および供給メカニズムを形成する。核燃料の研究開発、技術水準および生産力を強化し、核燃料の安定供給を確保する。

原子力施設の解体および廃棄物管理の技術水準を高め、放射性廃棄物の処理・処分技術を加速する。安全を高め、環境を保護する。

原子力施設の安全監督管理体制および緊急管理体制を構築し、迅速・効率的な対応措置および反テロ体制を形成する。

原子力・放射線技術の応用について、いくつかの系列製品の商業化を実現させ、発展を促進し、原子力産業全体の水準と競争力を高める。

原子力産業全体の年平均伸び率を 13% とし、企業の経済収益率は 30% 以上とする。

資源の利用率を高め、エネルギー消費原単位を“十・五”に比べ 22%減とし、原子力産業の発展方式をエネルギー多消費型から省エネ型へと転換させる。

### 3. 具体策

上記の発展目標を実現するため、以下のような具体策が同「規画」に盛り込まれている。

#### 3.1 基礎を強化し、科学技術の革新力を高める(目標の 2.3 )。

基礎的かつ総合性のある原子力科学技術の研究基地を建設する。

基礎研究を中心に、中国原子力科学研究院に先進かつ機能完備の大型研究施設を建設し、科学研究環境を形成する。熱出力が 65MW の高速増殖実験炉を建設し、高速増殖炉技術に関する中国の研究開発体制を形成し、関連技術研究を行うほか、モデル実験炉建設の事前研究を実施する。中国の先進型研究炉を建設し、核材料の生産技術、核燃料および放射線実験、中性子拡散、中性子活性化分析などの研究に関する実験施設および補助施設を建設する。現行 HI-13 ヘリカル加速器の後部に新たに超伝導リニア加速器およびそれに関連する物理設備などを建設し、照射硬化に関する挙動解析、データ計測および基礎研究のニーズを満たす。先進的な再処理技術の開発および実験検証のための再処理実験施設および関連設備を建設する。核の臨界安全、原子炉安全などのための専用試験施設および実験室を建設する。

原子力研究実験基地を建設する。

大型加圧水型原子力発電技術を中心に、中国核動力研究設計院に大型原子力研究実験施設を建設し、中国の原子力研究設計に関する基礎力を全面的に高める。現行施設の応用性を改造・改善し、百万 kW 級原子力発電設備の検査力を次第に形成する。現行の大型原子炉実験装置を改造し、一部の装置を新たに建設し、それらの汎用性、機能性を拡大する。

核燃料サイクル発展の重要領域とコア技術を中心に、専用の科学研究開発施設を建設する。

核燃料サイクルのコア技術、原子力施設の安全と放射線保護などを中心に、関連研究実験施設を建設する。深層ウラン資源の探査と採掘・精錬技術研究、ウラン濃縮研究、燃料生産とコア設備の研究・開発、再処理研究、高レベル放射性廃棄物深地層処分のための地質条件研究、放射線安全と保護技術研究など、総合研究のための実験システムおよび装置を設置する。

原子力の基礎研究を高め、基礎科学研究分野において、いくつかの領域を世界先進レベルあるいは世界先進レベルに近いレベルまでに達成させる。

核の物理応用研究および高強度パルスイオン加速器の技術研究を行い、新しい探測の技

術研究を強化する。放射化学、分析化学、ウラン化学浸透及び動力学研究などを行うことにより、今後の技術応用のための理論根拠と技術手段を提供する。核基準、計量、情報、成果管理と知的所有権、品質と信頼度、放射性同位元素と理化検査技術などに関する公共技術の基礎研究を強め、体系化構築を改善する。

トカマク装置 HL-2A を用いて、高温高压プラズマ核融合、第一壁高温負荷力の実験を行う。慣性閉じ込め核融合 (ICF) 技術研究を引き続き行い、パルス幅 5 ナノ秒と百ジュールのレーザー駆動器の技術と可能性を模索し、高速電子の発生など高速点火に関する物理メカニズムを研究する。国際熱核融合実験炉 (ITER) プロジェクトに参加し、中国が分担する関連プロジェクトの研究・開発を完成する。

### 3.2 原子力発電の開発を積極的に促進し、原子力の自主化を大幅に拡大する (目標の 2.3 )

原子力発電所の大規模建設を加速する。

田湾原子力発電所を建設・稼働させる。第 2 世代改良型原子力発電技術を利用し、嶺澳期、秦山 期拡大工事を建設するほか、新たに遼寧省紅沿河、山東省海陽など一連の原子力発電所建設プロジェクトを開始する<sup>3</sup>。国際入札を通じて第 3 世代原子力技術を導入し、浙江省三門、広東省陽江原子力パイロットプロジェクトを建設する。「十一・五」期間中、原子力発電所の大規模建設により、中国の原子力設計力を全面的に増強し、自主開発力を形成し、原子力発電所の施工、設置力および技術水準を高める。原子力の設計、製造、建設の標準体系を構築し、原子力の産業化プロセスを促進する。

大型先進的な加圧水型軽水炉および高温ガス冷却炉原子力発電所のパイロットプロジェクトを実施する。

既存技術を利用し、海外の先進原子力技術を導入・吸収し、大型先進的な加圧水型軽水炉の関連設計および技術開発を行うことにより、自主革新を実現し、大型先進加圧水型軽水炉のコア技術を突破する。同時に、パイロットプロジェクトの実施により、中国ブランドの標準化、大型先進加圧水型軽水炉の大規模建設に基礎を創り上げる。高温ガス冷却炉の科学技術プロジェクトを実施する。現行の 10MW 実験炉をもとに自主研究開発を行うことにより、電気出力 200MW の高温ガス冷却原型炉を建設する。モジュール型高温ガス炉に関する中国自主の知的所有権の産業化を実現し、高温ガス冷却炉領域における中国の国際先進水準を保持させる。パイロットプログラムの実施により、中国の原子力自主研究開発、設計、革新力を高める。

---

<sup>3</sup> 「規画」では、国産技術を利用して山東省海陽原子力発電所を建設する予定だったが、実際に、2007 年 3 月に浙江省三門原子力発電所プロジェクトに併せて WH の AP-1000 を導入する結果となった。

既存原子力発電所の運用管理を強化する。

原子力発電所の運用、整備、検査などの技術研究を実施し、運用評価および運転情報の水平展開制度を改善する。運用管理を強化し、既存の原子力発電所の安全安定運用を確保し、原子力発電所の安全性、経済性、信頼度を高める。原子力の設備検査および原子力産業の非破壊検査・検証技術の研究を行い、中国の原子力設備検査体制および原子力産業の非破壊検査・検証技術体制を構築する。

先進的な原子力技術の研究を実施する。

高速増殖実験炉を建設し、高速炉の基礎技術を把握することによって、中国の高速炉の更なる発展を創り上げる。高温ガス冷却炉による水素製造の技術開発を行い、コア技術を把握することによって、関連実験の実施条件を造る。次世代原子力の炉系選定、標準策定および知的所有権などに関する中国の影響力を高める。

### 3.3 核燃料サイクルの生産力および技術水準を高め、原子力の発展需要を満たす(目標の2.3)

ウラン資源の探査力を拡大する。

In-situ Leaching 技術可能な砂岩型ウラン鉱山の開発を主とし、その他の経済型ウラン鉱山の開発も合わせて実施することにより、地質探査力と技術水準を改善し、高める。大型、超大型天然ウラン鉱山の探査および開発に力を入れる。重点的に北方伊犁盆地、オールドス盆地など砂岩型ウラン鉱山の全面調査を実施すると同時に、南方相山鉱山など硬岩系旧鉱山の深層部および周囲の探査を実施する。

ウラン資源の探査および開発に関する対外協力を実施する。ウラン鉱山の埋蔵理論、先進鉱山の全面調査および深層部探鉱技術の研究を強化し、鉱山の探査効率を高める。

国内・海外の資源を十分に利用することによって天然ウランの供給を確保する。

天然ウラン資源の備蓄および保護的開発戦略を実施し、国内のウラン生産力を高めるほか、ウラン資源の輸入および海外開発を展開する。多様な手段によって、「十一・五」期間中におけるウラン資源の需要を満たす。天然ウランの国家戦略備蓄および企業の商業用備蓄体制を構築する。既存のウラン開発技術に関する新たな技術研究を実施することによって、資源の利用率を高め、ウラン鉱山の基地備蓄を強化する。

ウランの精製、転換力および技術水準を高める。

ウラン精製の生産ラインを新たに建設し、現行のウラン転換生産ラインの建設を完了する。コア設備の研究開発およびコア技術の研究を実施し、ウラン転換設備の技術水準を高める。

ウラン濃縮の技術研究、生産力を拡大し、原子力の発展ニーズを満たす。  
遠心分離機の研究開発を実施し、遠心分離機の分離性能と技術水準を高める。

燃料の生産規模を増加し、関連技術研究を実施する。

現行設備を利用し、改造と新規建設を実施することにより、南北に計二つの加圧水型軽水炉の燃料生産基地を形成する。高性能燃料集合体および関連する被覆部分、構造材料に関する研究を実施する。MOX燃料集合体の設計、製造およびコア設備の研究開発を実施し、ウラン、プルトニウムのサイクル技術の実現に基礎を創り上げる。

再処理技術の研究開発を強化する。

中間実験施設の建設を加速し、通水作動実験と化学実験を完了した上で、連動調整実験、全体改造を行い、さらに熱実験の検証を完成する。大型商業用再処理施設の前期準備を実施し、標準研究を策定する。立地を選定し、技術路線を確定する。使用済燃料の中間貯蔵建設を計画し、使用済燃料の貯蔵需要を満たす。再処理に関する先進技術、遠距離制御、メンテナンスおよび再処理施設の設計に関する研究を行う。再処理施設のコア設備、材料の研究開発を実施し、商業用再処理施設を建設するための技術を準備する。

### 3.4 放射性廃棄物処理と原子力施設の解体を加速し、人員及び環境安全を確保する（目標の2.3）

放射性廃棄物の処理能力および水準を改善し、高める。

新しい中レベル放射性廃液処理施設、低レベル放射性廃液処理施設および有機廃液燃焼施設の建設、運用を実施し、低レベル放射性廃液、中レベル放射性廃液の固定化処理を継続する。超低レベル放射性固体廃棄物処理場を建設し、放射性固定廃棄物の処理を継続し、廃棄物の貯蔵を実施する。全国に中・低レベル放射性廃棄物処理場の計画研究を実施し、華東と西南処理場の建設を開始する。中・低レベル固定廃棄物の回収、処理および運搬のための包装技術と分類検査に関する技術研究を実施する。高レベル放射性廃液新処理技術および高レベル放射性廃棄物地質処分に関する技術研究を実施し、高レベル放射性廃棄物の最終安全処分のための技術保障を提供する。

原子力施設の解体およびウラン鉱山の屑処理を加速する。

原子力施設の解体を引き続き実施し、原子力院、清華大学など研究炉解体のための前期準備を展開し、ウラン鉱山の実質探査および採掘に伴う廃棄物（石、屑）などの処理を引き続き実施し、環境を回復させる。各施設の特徴に適合する放射線項目の計量、設備の洗浄および解体など技術研究および解体設備の研究開発を実施する。



### 3.5 原子力施設の安全管理を強化し、緊急対応措置を改善する（目標の 2.3 ）。

原子力施設の安全監督管理を強化する。

原子力施設の安全技術研究を重視し、安全のためのトレーニングおよび教育を実施する。原子力施設の安全に関する法律、基準体制を構築し、原子炉の設計、建設および運用の安全を確保する。再処理、放射性廃棄物管理、原子力施設の解体、放射線保護と監視測定、周囲環境および放射性物資運用などの安全を確保する。新設原子力施設の安全査定基準を厳格化し、安全技術を研究開発するための施設を建設する。原子力施設の安全評価および監督技術に関する研究を実施し、それらの措置を強めることによって原子力施設の管理監督ニーズを満たす。

緊急対応措置を改善し、応急力を高める。

原子力発電所の緊急対応管理措置を高め、その他の原子力施設はすべて原子力事故緊急対応管理措置下に置かれる。「国家原子力緊急対応試案」を実施する。関連科学研究所および大型企業に委託し、原子力の応急監視測定、放射線保護、技術管理など諸センターを建設し、放射線応急監視測定、航空監視測定、医療チームおよび除去チームなどを形成する。応急指令センターを改善し、応急ネットワークおよび物質貯蔵体制を形成し、原子力施設所在地における地方政府の応急インフラ設備を強化する。応急力および応急手法を構築することによって、事故現場の応急、救援および政府の応急技術支援の基準を満たす救援体制を形成する。同時に、反テロ行為のための技術サポートを提供する。

### 3.6 原子力・放射線技術の応用を拡大し、産業化進展を加速する（目標の 2.3 ）。

国内の技術改良と新技術開発および海外技術の導入により、中国における原子力・放射線応用のコア技術の開発力を高める。

放射線探査および X 線断層写真に関する技術研究を強化し、税関、公共安全などのための放射線探測装置と検査装置を開発する。海外の先進技術を導入・吸収し、早期診断および癌治療のための新型放射線診断装置および放射線薬物を研究開発する。環境保護領域における放射技術を模索し、放射脱硫脱硝のコア技術、都市飲用水浄化技術などを把握する。

革新力、技術力、管理能力、運営力のある重点企業を育成する。

産業化基地を建設し、自主の知的所有権を持つ技術および製品を開発し、市場ニーズが大きいかつ技術基礎のある原子力・放射線製品の産業化進展を加速させる。

- ◇ 加速器大量生産のための生産ラインを建設する。現行の加速器の研究開発設備を基礎に、関連生産、計測設備の改善により高性能放射線加速器、医療用小型回転加速器の大規模生産が可能な生産基地を形成する。
- ◇ I-125 ヌクレイン（核物質）および新型 I-125 シード線源設備および関連生産ラインを建設し、シード線源の生産ラインを建設し、生産の規模化を形成する。

- ◇ 爆破物検査装置の生産ラインを建設する。現行の原子力院にある爆破物検査装置加工施設を基礎に、年間生産量百台以上の検査装置生産ラインを建設する。
- ◇ 放射線加工技術の応用促進センターを設置する。コア技術開発、産業基準および規格研究、ハードウェアの統合、安全運用および管理などにおいて重要な成果を上げる。全国に 10～15 ヶ所の放射線ステーションを建設し、ブランドを形成する。
- ◇ 適時に原子力海水淡水化パイロットプログラムの建設を開始する。原子力海水淡水化技術を研究開発し、パイロットプログラムを通じてコア技術を検証し、原子力海水淡水化技術を普及するための基礎を創り上げる。

なお、発展目標の 2.3 の実施については、「規画」の中で具体策が明言されていない。

#### 4. その他政策

上記のほか、発展目標に盛り込まれていない人材育成や政府の役割について、具体的に述べられているため、下記のとおりまとめた。

##### 4.1 改革を促進し、新しい管理体制を構築し、高度知識を持つ専門人材を育成する。

改革を促進、新しい管理体制を構築する。

原子力発電市場への市場参入基準を検討し、技術の導入、消化、革新体制を構築する。原子力の建設、運営およびメンテナンス部門の専門化を推進する。核燃料の管理体制および運用体制を改革し、核燃料、解体処理専門企業の設置を検討、実施する。投資主体の多様化を積極的に促進し、政府、銀行、企業、金融市場による多様な投融資体制を構築する。現代化企業制度の構築を加速し、企業の株式転換を促進する。企業法人の管理組織を規範化し、効率的な監督管理体制を形成する。科学研究体制の改革を促進し、精鋭な科学研究体制を構築する。

高度知識を持つ専門人材を育成する。

各種措置により人材を強化し、特にコア人材の育成に力を入れる。原子力産業の持続可能な発展ニーズに沿う高度な科学研究人材、管理人材および技術人材を育成する。教育施設および職業訓練施設を建設する。

##### 4.2 政府機能を転換し、法に基づく行政機能を促進する。

原子力産業の立法および政策研究を強化する。

「原子力法」の立法を完成し、原子力産業の管理に係わる法令を構築する。政府の管理機能の転換をさらに促進し、法令・基準の策定を強化し、法に基づく行政機能を確実にする。原子力産業に対する管理力を高め、産業の発展方向を誘導する。各管理部門間の協力体制を改善し、原子力産業の管理体制を明確にする。原子力産業の発展改革戦略、産業政策お

よび研究課題を強化し、「改良向上」戦略を促進する。

政府のコントロールおよび監督管理機能を高める。

計画策定、産業政策、投資政策など経済および行政手段を通じて、産業の経済発展に関するコントロールを実施・改善する。製品品質、安全・保守、政府投資およびプロジェクトの実施などに関する監督監査を強化し、産業管理の健全化をさらに促進する。政府主管部門が主とし、業界協会が参加できる管理組織体制を構築し、安全保守技術の防犯手段および施設の建設を促進し、安全保守力を高める。

国際協力を積極的に展開する。

国家原子力機構の対外機能を発揮し、二国間および多国間の国際協力を積極的に展開する。各レベルの技術、経済交流を強化し、先進的な原子力技術を導入する。核の不拡散および反テロに関する国際協力を積極的に参加し、国際義務を果たす。中国の良好なイメージを確立し、維持する。

協和のある発展を促進する。

社会保障制度を積極的に改善し、給与配分制度を明確にし、原子力産業の協和のある発展を構築する。

## 5. 所感

「原子力産業十一・五発展計画」は、2006年から2010年まで、中国原子力産業全体の方向性を定めたものである。同「計画」は包括でありながら、特に原子炉の国産化、新型炉の開発、核燃料サイクルの完結、放射性廃棄物処理・処分の研究開発、天然ウラン備蓄などに重点が置かれていることから、以下、これらの点について、ポイントおよび感想を述べることにする。

### 5.1 先進的加圧水型軽水炉（CNP-1000 及び CNP-1500）

中国政府はこれまで海外から導入した技術をベースに、加圧水型軽水炉の国産化・標準化を進めており、既に30万kW級・60万kW級の原子炉については実用化水準に達している（1.1 参照）。しかしながら中国政府は、自国の自主化水準に関して、純国産での設計・建設ノウハウは未熟であり標準化も未完了であると評価しており（1.2 参照）、先進的加圧水型軽水炉の自主開発力及び国産化水準を高めることを目標に掲げ（2.3 参照）、「十一・五」期間中の新規原子力発電所の建設を通じてその目標達成に向けまい進することとしている（3.2 及び 3.2 参照）。

このような方針は、約30年前に日本が原子力開発長期計画に掲げていた「軽水炉の改良標準化計画」に類似しており、2007年5月現在営業運転中の商業用原子力発電所が700万

kW、年間発電電力量 530 億 kWh という現状が 1970 年代の日本に相当する規模であることを考えれば、中国は、海外から初号機を導入し、設備製造・設計の国産化を進め、標準化し、改良型を自主開発してきた日本から、約 30 年遅れてほぼ同じ開発経緯をたどっているともいえる。

以上より考えられる今後の中国の商業用軽水炉開発のあり方としては、自主開発と標準化を軸にした現在の方針を保持しつつ、必要に応じ海外との技術協力を続けていくことが妥当である。実際に第 3 世代原子炉の技術獲得について、中国政府は浙江省三門、広東省陽江発電所の国際入札を 2005 年から開始し、当初は 2 ヶ所のみを入札にかけると予定であったが、最終的には浙江省三門、山東省海陽が WH(Westinghouse)に、広東省陽江は Areva にそれぞれを発注する結果となった。今回の入札にめぐって、WH 社と Areva 社の間では熾烈な競争が行なわれ、双方は入札価格のみならずいずれにおいても最終的に中国側が要求していた技術移転条件を受け入れた。中国政府が技術移転を強く求める背景には、すでに「規画」の中でも述べられたように、自国の原子力発電産業を育成する方針がある。中国政府は自国の原子力産業が世界最先端の原子力技術を獲得し、国内市場のみならずいずれは国際社会に進出し世界メジャーメーカーと競合していくことが根本的な狙いである。

したがって、今後、中国の原子力市場が拡大していくことは間違いないが、しかし、中国の原子力自主開発、「改良向上」戦略をみると、2010 年以降においても外国メーカーが引き続き中国の原子力関連プロジェクトの発注を今のようにつとめる可能性は低い。むしろ、中国側の技術の把握次第で、これまで中国のプロジェクトのために競合してきた外国メーカー同士が、中国メーカーと競争しあい、ひいてはアジア・中東等の振興市場で中国メーカーにシェアを取られることも考えられる。

一方で、日本の三菱重工や韓国の斗山工業も国際展開を図っており、その技術力も決して欧米プラントメーカーにひけをとらないレベルに達している。中国としては、欧米へのキャップアップだけでなく、日本や韓国メーカーとの競争も今後意識していかなければならない。

## 5.2 基礎基盤分野及び新型炉の研究開発（高温ガス炉及び高速増殖炉）

中国政府は自国の原子力産業に関して、技術水準が低く産業基盤が弱いと評価しており（1.2 参照）商業用原子力発電所の設計・建設と並行して、基礎基盤分野の研究環境整備を進める方針を表明している。すなわち、新規建設軽水炉、新型炉、核燃料サイクル施設の建設に向け、原子炉材料、構造材料、炉物理解析等の分野における実験・研究設備の整備を行う（3.1 参照）。高温ガス冷却炉については、実験炉（熱出力 1 万 kW）におけるこれまでの成果をベースに、電気出力 20 万 kW のパイロットプラントを建設し、国際的に競争力のある技術水準を目指し（3.2 参照）併せて水素製造の技術開発も行うこととしている（3.2 参照）。また、高速増殖炉については、建設中の実験炉（CEFR、2 万 kW）の建設を計画通り進め、基礎技術の蓄積を図ることとしている（3.2 参照）。

以上の方針は、将来の幅広い選択肢を保持しつつ、プラント建設、核燃料サイクル及び周辺技術全般にわたりバランスよく原子力産業の発展を図るという観点では評価できるものである。しかしながら中国にとって原子力産業で最も発展ニーズの高い分野は何か、すなわち中国が最も優先的に開発を進めたいことは何かは絞り込めていないため、各分野において開発目標を設定しにくい側面も否定できない。例えば、2020年までに原子力発電設備容量を4,000万kWとするという目標達成を最重点と位置づけるのならば、燃料サイクル分野における最重点課題は、軽水炉燃料の量産化やMOX燃料製造ということになる。更に、例えば炉心管理技術の高度化や構造材料の高度化は、既設原子炉のパフォーマンス向上にも寄与するという観点では短期的である一方、高温ガス冷却炉における水素製造技術の開発や高速増殖炉の実用化は長期的であるというように、短期的な目標と長期的な目標とが混在している印象を受ける。日本の1978年の「原子力の研究、開発および利用に関する長期計画」（以下「長期計画」）では、将来の基幹電源は高速増殖炉と想定しそれを主軸に置いた研究開発方針をたてていた。

したがって、この計画を元に各機関が実施項目をブレークダウンしていく際には、各分野の開発目標と優先順位を明確に定め、各要素技術のポジションを明確に位置づけることが望ましい。

### 5.3 核燃料サイクル（ウラン鉱山開発、濃縮、成型加工、再処理、高レベル放射性廃棄物処分）

中国は自国内にウラン資源を有しており、原子力発電の拡大に伴うウラン需要増大に対応するため、国内ウラン鉱山開発及びウラン探鉱・採鉱・精錬技術開発を進めるとともに、濃縮・成型加工といったサイクルのフロントエンド全般にわたる技術の自主開発を行っている（1.1 参照）。しかしながら現行技術水準では原子力発電拡大に伴う需要を満足できないとして（1.2 参照）、これらの分野における研究環境を整備し（3.1 参照）、原子力発電拡大ニーズに応じた規模での生産を目指している（3.3 参照）。またバックエンドに関して、商業用再処理施設の建設に向けた準備を加速し（3.3 参照）、併せて低レベル及び高レベル放射性廃棄物の処理及び処分の技術開発を進めるとしている（3.4）。

この方針からは、中国は天然ウラン調達から再処理に至るまで、基本的に国内でのサイクル完結を目指していることが伺える。中国のウラン資源確認埋蔵量は8.5万tUであり、未確認も含めれば100万tUを超えるポテンシャルを有することから、開発を加速することがすなわち自国のエネルギー・セキュリティに直結するといえる。しかしながら当面、急増する発電需要に生産が追いついておらず、海外へも依存している現状である。

同様のことが濃縮役務及び燃料成型加工といったフロントエンドの重要なプロセスについても言える。当面、急務とすべきはこれらのプロセスの国内生産能力の十分な拡充、燃料成型加工施設の充実であろう。日本、米国、フランス、英国といった原子力発電先進国においては現在のところ、燃料成型加工については生産余力があるため、これらの国に役

務提供を受けつつ、自国の生産能力を拡大していく方針が望ましい。

放射性廃棄物処理及び処分については、できるだけ早期の開発方針策定が望ましい。世界で原子力発電の商業化が始まったのは 1960 年代であるにもかかわらず、高レベル放射性廃棄物の最終処分場が稼働している国は皆無であるし、低レベル放射性廃棄物の最終処分方針も未定である国が多い。このような問題は解決していなくとも原子力発電をとりあえず進めることが可能なため、どの国でも後回しにされてきたのであるが、この分野の整備が遅れると原子力発電事業全体の停滞につながりかねないため、早期に計画を策定することが重要である。

#### 5.4 天然ウランの備蓄構想

中国では今回の「規画」において、初めて天然ウランの戦略的備蓄体制を明らかにした(3.3 参照)。中国では、すでに石油の戦略的備蓄体制が構築されており、2003 年から国内に計 4 ヶ所(大連、青島、寧波、舟山)で第 1 期の石油備蓄基地の建設を開始し、すでに浙江省寧波の鎮海基地が完了し、石油の注入が開始されている。今回のウラン備蓄は、石油に続き政府が進める第 2 番目の戦略的備蓄制度となり、その背景には、国内のエネルギー消費量の増加とエネルギー対外依存度の上昇によりもたらされた政府およびエネルギー産業の危機感があるものと考えられる。

近年、すでに燃料となるウランの国際価格は高騰しており、それを背景に、ウラン資源埋蔵量の最大国であるオーストラリア政府は、1983 年から実施してきた「3 鉱山政策」を今年 4 月に廃止し、ウランの輸出拡大による収益を獲得する動きが出ている。このような背景下、中国政府のウラン備蓄制度は、今後国際ウランの需給およびウラン価格に今後どのような影響を与えるのか注目していく必要があると言える<sup>4</sup>。

#### 5.5 付記：核融合について

核融合炉の実用化時期は、核分裂炉の一種である高速増殖炉より更に先であると見られている。高速増殖炉が本格的に商業化されるであろう 2050 年には、核融合炉はまだ実用化どころか、原型炉 1 号が出来ているかどうかである。計画では、そのように違うフェーズの技術開発を並行して進めるように記述されているが、核融合と核分裂では技術の進展段階が全く異なることを念頭に置いた上で、自主開発と国際協力とのバランスを考慮しつつ研究基盤整備を進めるべきであろう。

#### 5.6 <総括>

今回の「規画」において原子炉の自主開発及び関連する核燃料サイクル事業の強化については、明確に目標を掲げているが、その他の新型炉研究開発等についてはどのようなものに重点を置くのか絞り込めていない印象である。

<sup>4</sup> 「3 鉱山政策」とは、オーストラリアが国内にある 3 つの鉱山に限り輸出を認める政策である。

前述のように、1978年の日本の「長期計画」では、軽水炉から高速増殖炉への移行を基本路線と定め、関連する炉サイクル技術の開発に注力する一方、高温ガス炉は非電力部門も含めた熱供給などの多目的利用を目指すものと位置づけている。このように、中長期的に開発目標を定め、要素技術別に開発ロードマップを作成し、短期的な目標と中長期的な目標とを明確に区別することは、今後、個別に施策を展開していく上で必須であるとする。

お問い合わせ：[report@tky.ieej.or.jp](mailto:report@tky.ieej.or.jp)