

本編は、2014年1月21日掲載の「中国の原子力発電開発：エネルギー逼迫による必要性」に追加するものです。中国のエネルギー事情の詳細はそれをご参照ください。

中国の原子力発電開発：原子力産業の構造と国産炉開発

2014年11月25日

文責：国際部 中杉秀夫

<中国の基礎データ>

面積	959.7万km ²	世界4位	日本の約25.4倍
人口	13億5,569万人	世界第1位	*2014年7月推定
首都	北京		
実質GDP	13兆3,900億米ドル	世界第3位	*2013年推定
一人当たりGDP	9,800米ドル	世界第121位	*2013年推定
実質経済成長率	7.7%	世界第14位	*2013年推定
総発電設備容量	12億4,700万kW	世界第1位	*2013年推定
一人当たり年間電力使用量	3,926 kWh		*2013年推定
通貨	人民元（略称 RMB）		
対米ドル為替レート	US\$1=RMB 6.2		*2013年推定
	注) 2014年10月8日現在 1元=17.62円		
会計年度	1月1日－12月31日		

(出典)米国CIA「The World Factbook」2014年6月22日版

<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ch.html>

<「中国の原子力発電開発：原子力産業の構造と国産炉開発」の要約>

①中国の原子力発電所：

- ・運転中 21 基 1,862 万 7 千 kW、建設中 28 基 3,050 万 5 千 kW。

注)「計画中／準備中」の数値は調査機関により大きな幅がある。世界原子力協会(WNA)の2014年10月の“Nuclear Power in China”では、建設中 27 基 2,954 万 8 千 kW、計画中 60 基 6,622 万 kW (含 2015～16 年まで延期の内陸部原発 26 基 2,790 万 kW とする。

②2013年1月、国務院は「エネルギー発展規画」の中で、原発容量を「2015年で4,000万kW、2020年で5,800万kW」との見通しを示した。

- ・2011年2月発表の国務院傘下の「中国工程院」の「中国能源(エネルギー)中長期(2030～2050)発展戦略研究」では2020年7千万kW、2030年2億kW、2050年4億kWを掲げた。
- ・2012年5月29日、中国工程院は2020年の原発6～7千万kWを提案した。

③福島原発事故直後の2011年3月16日、国務院常務会議は原子力安全確保緊急措置を決定。

- －稼働中原発：全部停止して、包括的な安全性の検査・評価・管理を徹底
- －建設中原発：最新の安全基準への適合を包括的に審査。クリアしない工事は直ちに停止。
- －着工承認済み原発：未着工案件は暫定的に承認を停止。

この迅速な措置で国民の不安を抑え、その後もストレステスト（地震や津波等対外部事象安全性確認）の実施やその公表で、原発安全の透明性確保に努めた。

④2012年10月24日、国务院常务会议で以下の決定をした。

- － 2015年までは内陸部原発建設の凍結
- － 新規建設には第3世代炉の安全基準を要求

その上で、新規原発の安全審査と許認可を再開した。国家核安全局（NNSA）強化が課題。

⑤「3.11」までの原発計画は「適度に開発」→「積極的に開発」→「加速開発」と推移。いままも経済発展に伴うエネルギー逼迫は深刻さを増大中で、原発開発再加速の流れに近い。

⑦中国の炉型開発は原子力輸出の国家戦略に沿っており、以下のように進展している。

・米国ウェスチングハウス・エレクトリック社（WEC）のAP1000（125万kW）：

- － 導入する第3世代炉の主流候補。2006年12月の米中決定を受け、2007年5月に技術移転の受け皿「国家核電技術公司（SNPTC）」を設立。三門、海陽で各2基建設中。
- － WECは140万kW以上への国産化（中国版AP=CAP）で知的財産権を承認。2014年9月2日、CAP1400（140万kW級）の予備的安全分析書をNNSAが承認。実証炉「栄成石島湾」原発は2014年内に着工、2018年運転開始の見込み。

・フランスAREVA社のEPR（175万kW）：

- － 第3世代炉。2007年11月、仏中で決定。台山で2基建設中、2基計画。

・CPR1000（主流は108万kW）：

- － 准国産の第2.5世代炉。電力需要対策と原子力産業育成の両方の役割を担う。
- － 嶺澳、寧徳、紅沿河で7基が運転中。17基が建設中。計画中も多い。

・華龍1号（華龍1000あるいはACC1000とも呼称）（100万kW級）：

- － 国务院国家能源局（NEA）の指導で、中国核工業集团公司（CNNC）と中国広核集团有限公司（CGN）の国産第3世代炉開発競争を一本化したもの。
- － 2014年8月22日、NEAとNNSAの審査会が華龍1号の全体設計を承認。同審査会からは政府に、「輸出に先立ち、可能な限り早急に国内での実証炉の建設開始」を勧告した。

⑧原子力産業育成では、次の問題がある。いずれも政府の指導に起因。

- － 設計院、発電集団、製造集団の業際連携の不足と同業集団間の過当競争。
*原子力産業近代化の鍵となるSNPTC支援が遅滞。2014年7月18日SNPTCがCPIとの合併を提案。
- － 「1基購入は2基目国産化が前提」の方針が「技術移転は教えてもらうもの」に転化。
- － 発電集団では新設原発への運転・保守の技術・経験の体系的な伝承が課題。
- － 新設原発の炉型、容量、コンポーネント発注先は、NEAが全部決める。発電集団、製造集団には、自発的に事前準備を進めるモチベーションが湧かない。

* 本調査は当協会の会員を初めとする方々に、各国の原子力関連情報をわかりやすく提供することを目的としています。このため執筆者個人の判断に基づいた記述が含まれ、必ずしも（一社）日本原子力産業協会の公式見解ではありません。予めご了承ください。

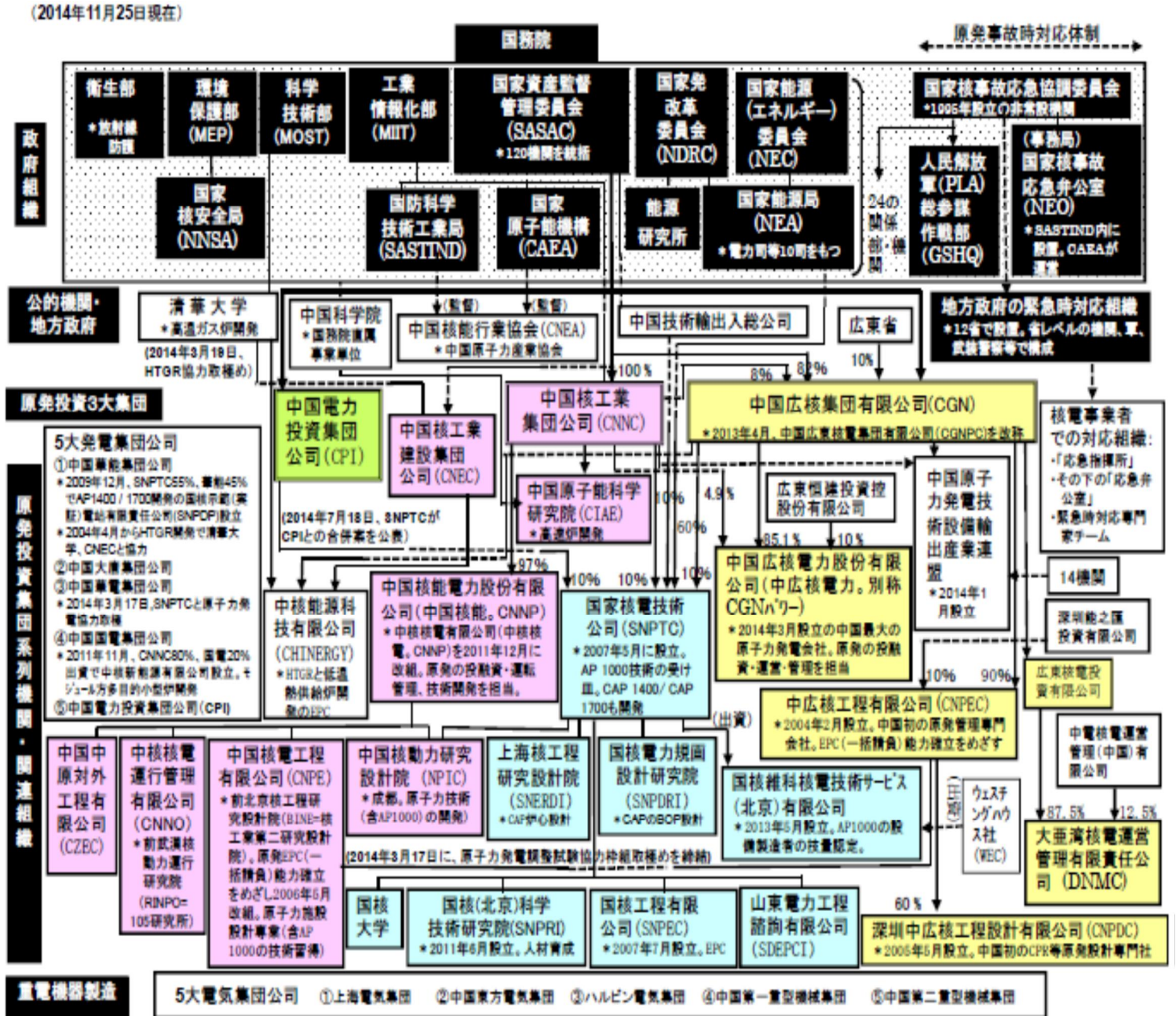
「中国の原子力発電開発：原子力産業の構造と国産炉開発」目次

○ 「中国の原子力発電開発：原子力産業の構造と国産炉開発」の要約	1
1. 中国の原子力発電開発	4
1) 原子力発電開発体制と主要機関の役割・活動	4
2) 原子力発電所の運転・建設状況	20
3) その他の原発計画プロジェクト	28
4) 福島原発事故（2011年3月11日）後の原子力発電計画の推移	30
2. 中国の原子力発電産業の特徴	33
1) 軍事目的からの開発開始	33
2) 原子力発電の牽引電力を3機関に限定	34
3) 原発プロジェクトの重要事項はすべてNEAが決定	34
3. 中国の原子炉国産化	35
1) 第3世代炉の導入による国産炉開発に向けた動き	35
2) 中国の発電炉の基本的な炉型区分	37
A. 国産炉	39
B. 輸入炉	55
3) 国産化の現状と課題	58
4. 中国の原子力発電機器製造産業	60
1) 上海電気集団	62
2) 中国東方電気集団	67
3) ハルビン電気集団	71
4) 中国第一重型機械集団	73
5) 中国第二重型機械集団	74
6) 中国の原子力産業の100万kW級PWRの製造能力	77
<参考資料-1> 秦山Ⅰ-1 また同Ⅱ-1・2のプロジェクト参加企業	78
<参考資料-2> 広東大亜湾-1・2ならびに嶺澳-1・2の建設に「関する記録	84
<参考資料-3> 原子力発電開発計画の策定と個別事業申請・承認プロセス	88
<参考資料-4> 国家エネルギー科学技術第12次5ヶ年規画の原子力開発プロジェクト	90
<参考資料-5> 国家核電技術公司(SNPTC)の第3世代炉装置供給資格認定企業のリスト	91
<参考資料-6> 開発中の進行波炉、トリウム溶融塩炉	93
<参考資料-7> 高温ガス炉実証プロジェクトHTR-PMの開発	95
<参考資料-8> データや表示に関わる「定義の不統一」、出典による差異	100

1. 中国の原子力発電開発

1) 原子力発電開発体制と主要機関の役割・活動

図表 1：中国の原子力発電開発体制



① 国务院

- ・日本の内閣に相当。最高国家権力を執行する行政機関である。
- ・国务院は全国人民代表大会（全人代。閉会中は全人代常務委員会）に対して

責任を負う。国務院を構成する部・委員会は日本の省にあたる。

注)「部」の中の「司」(日本の官庁の局に相当)が行政権限をもち、「総公司」(事業団)や「公司」(会社)を監督・指導する。

②国家発展改革委員会 (NDRC)

- ・2003年3月の温家宝政権発足時に、縦割り行政の弊害除去のために設立した。経済・社会開発の戦略、中・長期計画、年度計画、またマクロ政策や重大プロジェクトの策定・実施に関する提言を行い、全国人民代表大会へ報告することを通じて改革を断行する。「国務院の中の国務院」といわれる強大な権限をもつ。
- ・傘下には宏観(マクロ)研究院があり、その中のエネルギー研究所は、中国のエネルギーのグローバル戦略研究の中核機関と位置づけられる。

③国家エネルギー委員会 (NEC)

- ・国家のエネルギー関係戦略・政策・計画の決定機関。
- ・NECの2014年4月18日の会議で、李克強総理は、原子力発電を初めとするクリーン・エネルギー・プロジェクトの全面的推進を指示した。原子力発電については、「高い安全水準ではなく、絶対的な安全が必要」と強調した。

④国家能源局 (NEA)

- ・NEAはNDRCの傘下にある(2008年3月の全人代で設置を決定)。NECの事務局でもある。
- ・主な職責は、エネルギー関係の戦略・政策、法規・基準、計画の立案・策定・実施また改定。具体的には、
 - － エネルギー(含原子力発電)の開発・使用と関連業界の監督・管理(含エネルギー価格の調整と提案*、新規のエネルギー関係プロジェクトの審査**、また技術導入や国産化)
 - * 決定はNDRC(の価格司等)が行う。
 - ** これも決定はNDRCが行う。
 - － 石油や天然ガスの国家備蓄や新エネルギー・省エネルギー開発の規画・実施
 - － エネルギー関係の国際協力(含協定締結、エネルギー資源の開発や輸出入の許認可)
 - － エネルギー関係の税金制定や環境保護政策(含気候変動問題)にも参画
- 原発の緊急事故対応体制や計画の監督、電力会社の各種工事の安全性や品質の

監督・審査・許可の権限ももつ。

・以下の 12 の司（司は日本の省庁の部に相当）をもつ。

(1) 総合司、(2) 法制・体制改革司、(3) 発展計画司、(4) エネルギー節約・科学技術装備司、(5) 電力司、(6) 原子力発電司、(7) 石炭司、(8) 石油・天然ガス司、(9) 新エネルギー・再生可能エネルギー司、(10) 市場監督管理司、(11) 電力安全監督管理司、(12) 国際協力司。

注) NDRC の機関のほとんどは「部委員会」が組織・人事を掌握するが、NEA は局内に独自の党組織をもち、大きな自主権をもつ。

・定員 240 名（局長 1、副局長 4、党組織綱紀検証組長 1、幹部職 42、等）。

従来、NDRC 副主任（閣僚級）が NEA 局長を兼務するなど、NEA は高い位置づけが与えられている。

http://www.nea.gov.cn/n_home/n_nyjjj/index.htm

注) それだけに、NDRC 本体での「エネルギー価格や新規エネルギー関係プロジェクト」をめぐる決定権限、また NDRC 「基礎産業司」とのエネルギー・交通関係の統括権限、国家電力監査管理委員会との電力・石油事業者の監督権限等の権力をめぐる複雑な問題がある模様。

・NEA の指導により 2012 年 7 月から、中国電力投資集団公司(CPI)の海陽、中国核工業集団公司(CNNC)の秦山、中国広核集団有限公司(CGN)の大亜湾、台山、陽江、紅沿河、寧徳、防城港等の原発サイトでは見学会等による新たな情報公開を試みている。

⑤ 国家原子能機構（CAEA）

・中国の原子力開発、核不拡散、国際対応を所掌。また中国の原子力産業を監督。但し原子力発電政策の検討・策定権限は NEA 設立時に NEA に移管された。

<CAEA の沿革>

ー 1988 年の国務院改組で、原子力エネルギーの所轄は、能源部、国防科学技術工業委員会（原子力軍事利用）、中国核工業総公司（CNNC。原子力平和利用）になった。

ー 1993 年、CNNC は国務院の直属機関として部と同格になり、原子力研究開発の中核機能に加えて原子力産業行政と国際協力を担うことになった。

しかし総公司という名称は、日本で言う「事業団」のニュアンスに近いとみなされ、対外的に中国政府を代表する機関としての威令上の問題があった。

ー 1994 年 1 月、CNNC は対外的に中国政府を代表する「中国国家原子能機構（CAEA）」と民間持株会社「中国核工業総公司（CNNC）」に分離。CAEA は原子力開発行政と国際協力を所掌することになったが、実態的には「それまでの CNNC の総経理、副総経理、国際協力部門の人間が主任、副主任等を兼務した」100 人前後の小さな組織となった。

- ・ 総合司（総務・管理）、発展計規司（原子力開発計画）、系统工程司（原子力プロジェクト管理）、核応急・核安全司（原子力緊急時対応、原子力安全）、科技・質量司（原子力科学技術、基準、品質管理・保証）国際合作司（国際協力）、調整司（部門間調整）の7司と、国家核事故応急弁公室（原子力事故緊急事務局）、核材料管制弁公室（核物質管理事務局）、同位素管理弁公室（アイソトープ管理事務局）の3事務局、国家核応急対応技術支持中心（原子力緊急対応技術支援センター）、核技術支持中心（原子力技術支援センター）、国家核安保技術中心（国家原子力安全保障支援センター）の3センターで構成される。

（出典）構成部局名は2013年4月30日現在で、CAEAのホームページから。

<http://www.caea.gov.cn/n360680/n360719/n360794/363636.html>

⑥国家核安全局（NNSA）

- ・ 1984年10月、民生用原子力施設の安全を監督する機関として、国家科学技術委員会の傘下に設立された。
これ以降、原子力施設の安全に関する監督管理はNNSAが、放射線関係の安全監督管理は衛生部、環境放射線の健康影響評価とモニタリングは環境保護局が担当した。
- ・ 1998年3月の政府機構改革で、国家環境保護総局が設立され、NNSAは科学技術部傘下の機関から国家環境保護総局傘下に移管された（国家環境保護総局の副局長が国家核安全局（NNSA）の局長を兼務）。
その後国家環境保護総局が環境保護部に昇格。NNSAが、原子力安全、放射線安全、環境放射線影響を一元的に監督管理することになった。
- ・ 中国の原子力発電計画拡大の動きの中で、2010年2月、国務院はNNSAの職員数の大幅増員を承認した。
- ・ 2011年3月に福島原発事故が起きると、中国での原子力安全規制法や基準の整備状況、国産炉・導入炉の安全評価能力、また放射線の健康影響等について国民の不安が高まり、政府はNNSAのさらなる強化を発表した。
- ・ 2012年1月29日の嶺澳3号機での問題*では、中国としては初めての情報公開を運転者「大亜湾核電运营管理有限责任公司(DNMC)」に指導した。
* 設定温度条件と異なる運転をしたが、環境への放射能漏洩はなく国際原子力事象評価尺度（INES）でもレベル0。
- ・ 2014年8月22日、「華龍1号」*の全体設計をNEAとNNSAの審査会が承認。
* 中国核工業集团公司（CNNC）と中国広核集团有限公司（CGN）の第3世代炉開発を一本化した炉型。

(出典)2014年11月13日原子力産業新聞

- ・2014年9月2日、AP1000を140万kW級にスケールアップする「CAP1400」設計の予備的安全分析報告書を正式に承認した。

NNSAの審査は2013年3月に開始、260人以上の専門家を投入。30回以上の会合で、SNPT Cは5千件以上の質問(1千件以上の作業命令書)に対応。報告書承認会合にはNNSA、環境保護部、北京核安全評価センター、蘇州核安全センター等の約180人が出席。実証炉建設は2014年内に山東省で「栄成石島湾」原発として着工の見込み。(2014年9月18日原子力産業新聞)。

⑦国防科学技術工業局 (SASTIND)

- ・ 国务院の直属事業単位の「国防科学技術工業委員会」を工業情報化部 (MIT) に移管し、傘下にこの工業局を新設した。宇宙開発と原子力軍事利用も所掌。
- ・ 原発での核燃料使用に対し許可証を発給する。
- ・ 国家核事故応急協調委員会 (2012年4月6日の拡大会合で参加機関を18から24に拡大) の主要メンバー。国家核事故応急弁公室 (NEO) を設置。
- ・ 福島原発事故後、「原子力緊急・軍事工業の原子力安全監督管理司」を設置した。原発を含む原子力施設への外国・テロ組織等からの攻撃に加えて、自然災害への対策の評価と技術支援の体制を強化した。

⑧中国核能行業協会 (CNEA)

- ・ 国防科学技術委員会*の指令で2007年4月設立。直接的にはCAEAの監督下にある。原子力平和利用産業すべてを統括する。

*現在は国防科学技術工業局 (SASTIND) に改組。

- ・ 2014年11月10日時点での会員数355。
- ・ 理事長は設立以来、国防科学技術工業委員会副主任、CAEA主任を歴任した張華祝 (2008年3月から国防科学技術工業局科技委員会常務副主任)。
- ・ 副理事長は18人、常務理事は41人、理事は97人。

注) 副理事長機関は以下のとおり。

中国核能電力股份有限公司 (CNNC)、中国核工業建設集团公司 (CNEC)、中国広核集团有限公司 (CGN)、中国電力投資集团公司 (CPI)、国家核電技術公司 (SNPTC)、中国華能集团公司、中国大唐集团公司、中国華電集团公司、中国集团公司、中国長江三峡集团公司、哈尔滨 (ハルビン) 電気集团公司、中国東方電気集团公司、上海電気 (集団) 総公司、清華大学、中国核動力研究設計院 (NPIC)、中国核能電力股份有限公司 (CNNP)、大亜湾核電運營管理有限責任公司 (DNMC)、中核北方核燃料元件公司。

注) 年会費は副理事長機関10万元、常務理事機関6万元、理事機関3万元、一般会員5千元。

[http://www.china-nea.cn/\(S\(01edb555qxjke1f2kxx4jvex\)\)/default.aspx](http://www.china-nea.cn/(S(01edb555qxjke1f2kxx4jvex))/default.aspx)

<原子力発電投資 3 集団>

- ・中国核工業集团公司 (CNNC)、中国広核集团有限公司 (CGN)、中国電力投資集团公司 (CPI) をさす。この 3 集団だけが原子力発電事業の過半出資者の資格を認められている。

⑨中国核工業集团公司 (CNNC)

- ・CNNC は集団全体で職員 10 万人。集団内の支持組織として、科技研究総院、技術経済総院、原子能公司、中国核工業大学、財務公司、新聞宣伝中心をもつ。
- ・集団内の産業経営組織として、核動力事業部、中国核能電力股份有限公司、中国核燃料公司、地質礪産事業部、核環保工程事業部、中国同輻（同位元素・輻射）股份有限公司、中国中核宝原資産控股公司、中核匯能有限公司をもつ。

<CNNC の傘下企業>

- ・中国原子能工業有限公司 ・中国同位素有限公司 ・中国中原對外工程有限公司 (CZEC)
 - ・中国原子能科学研究院 ・海南核電有限公司 ・中国核動力研究設計院 (NPIC)
 - ・中国核電工程有限公司 (CNPE)
 - ・核工業第四研究設計院 ・核工業第五研究設計院 ・核工業北京化工冶金研究院
 - ・核工業西南物理研究院 ・中国輻射防護研究院 ・核動力運行研究所
 - ・核工業標準化研究所 ・核工業第八研究所・核工業地質局・核工業理化工程研究院
 - ・核工業計算機応用研究所 ・核工業 290 研究所 ・核工業大連応用技術研究所
 - ・中核北方核燃料元件有限公司 ・中核（北京）核儀器廠・西安核儀器廠
 - ・西安核設備有限公司 ・核工業航測遙感中心 ・核工業無損檢測中心
 - ・深圳中核集团公司 ・上海光華儀表廠 ・中核財務有限責任公司
 - ・上海中核浦原总公司 ・福建福清核電有限公司 ・中核集団地礦事業部
 - ・建中化工総公司 ・中国核能電力股份有限公司(測試) ・中国同位素公司
 - ・中核 404 四有限公司 ・中核建中核燃料元件有限公司 ・江蘇核電有限公司
 - ・核工業総医院 ・核工業北京地質研究院 ・中核四川環保工程有限責任公司
 - ・中核遼寧核電有限公司 ・中核新能核工業工程有限責任公司
 - ・中国中核宝原資産控股公司・中核湖南桃花江核電有限公司・中核三門核電有限公司
 - ・中核匯能有限公司 ・中核深圳凱利集团有限公司 ・中核控制系统工程有限公司
- (出典)CNNC のホームページ <http://www.cnncc.com.cn/publish/porta10/tab677/>

<CNNC の沿革>

- ・1999 年 7 月、CAEA 傘下の「中国核工業総公司 (CNNC)」は以下の 2 社に分割された (P6 の「CAEA の沿革」を参照)。

- a. 中国核工業集团公司 (CNNC) : 原子力発電と核燃料製造、研究開発
- b. 中国核工業建設集团公司 (CNEC) : 原子力関係の工事・建設・据付

<CNNC の炉型開発に果たす役割>

- CNNC は炉型開発でも大きな役割を果たしている。
国防産業部門から発展してきたことで、国産技術中心の炉型戦略をとり、まず 30 万 kW/ループの秦山 I-1 原発 (炉型 CP300) の建設にその力を結集させた。その後、秦山 II で 2 ループの 60 万 kW 級炉 (CP600) を完成させ、福清と方家山の原発建設で 108 万 kW の CP1000 (仏の大亜湾炉 M310 をベースとすることで M310+とも呼称) を建設する計画を推進した。
- ところがこの「CP1000 開発」に異論が出た。
中国国内ではすでに、大量の原発の国内建設と国内産業の活用をめざし、大亜湾炉を改良した「CPR1000」という第 2.5 世代炉の開発を進めた結果、多くの候補サイトで CPR1000 の建設計画が具体化していた。
これで短期的なニーズを満たし、それから先は欧米の第 3 世代炉 (AP1000 や EPR) を技術移転・国産化する方針に沿っての「中国版 AP (CAP) 炉」開発でも 2007 年に受け皿になる国家核電技術公司 (SNPTC) が設立される等体制整備も進展を見せていた。
この状況下で敢えて「CP1000」なる炉を改めて開発することへの疑問だった。

<国産炉開発のその後の動き>

- 2013 年初め国家能源局 (NEA) の指導で、CP1000*の進化版 ACP1000**と中国広東核電集团有限公司 (CGNPC。現中国広核集团有限公司 CGN) の ACPR1000+の設計の一本化を決定。
*CNNC の主導下で CPR1000 を改良。第 3 世代炉ではなく、「第 3 世代炉水準炉」とされる。
**CGN が開発を主導する第 3 世代炉。
- 一本化された炉の名称は「華龍 1 号」。CGNPC が商標申請していた名称で、炉心部は ACP1000、補助系統部は ACPR1000+のそれぞれの設計を多用する。
- 「華龍 1 号」は、CNNC の福清-5・6、CGN の防城港-3・4 で採用の見通しである。
(出典) 三菱東京 UFJ 銀行 (中国) 有限公司刊 BTMU (China) 経済週報 2014 年 5 月 14 日第 203 号他
- 2014 年 8 月 22 日、「華龍 1 号」の全体設計を NEA と NNSA の審査会が承認、同 11 月 4 日には「華龍 1 号」の福清-5・6 での採用を NEA が正式に承認した。
(出典)2014 年 11 月 13 日原子力産業新聞

<CNNC は中国で唯一の原発輸出実績機関>

- CNNC は、中国で唯一原子力発電プラント輸出の経験をもつ (パキスタンのチャシュマへ 4 基 [2 基運転中、2 基建設中] とカラチへ 2 基)。

注) 2013年7月、パキスタン国家経済評議会執行委員会 (ECNC) は、中国が開発した ACP1000 (110万kW) ×2基を購入するための資金96億ドル(約9600億円)を承認した。CNNCが供給する。ACP1000は、CNNC開発のCP1000炉の進化版。

(2013年7月24日電気事業連合会「海外電力関連トピックス情報」

http://www.fepc.or.jp/library/kaigai/kaigai_topics/1229717_4115.html)

2013年12月3日、ACP1000×2基の起工式がカラチの約25キロ西のシンド州のパラダイスポイントのサイトで行われた。

(2013年12月4日原子力総合トピ

<http://textream.yahoo.co.jp/message/1835552/86bbrnoam9ga5ha5t?comment=16707>)

・CNNCはトルコ、アルゼンチン等にも輸出を持ちかけている。

2014年9月3日、アルゼンチン国営電力 (NA-SA) がCNNCとアトーチャ3号機の建設協力で覚書を北京で締結したことが発表された。CNNCから20億ドルの融資支援を受け、秦山IIIを「参考設計」とする80万kW級CANDUの建設を図る。2015年初めの詳細契約をめざす。2014年7月に習近平国家主席のブエノスアイレス訪問時に締結した原子炉建設協力に関する政府間取り決めを受けたもの。(2014年9月11日原子力産業新聞)

注) 2012年2月22日、習近平国家副主席がトルコを訪問、ババジャン副首相と会談し原発協力で交渉開始で合意。このとき中国側は、原発事業者からの売電価格として、8～9セント/kWhを提示したと報じられた。

(出典) 2013年5月4日の日本経済新聞等での報道。

ババジャン副首相によると、対象はイイネアダ・プロジェクトであったが、中国側はシノップ・プロジェクト(後日本に発注が決定)にも強い関心を示した。2012年4月9日、エルドアン首相が訪中政府間原子力協力協定と付属文書にも調印した。

ちなみに上記の中国のトルコへの提示価格は、同じトルコでロシアが建設中のアックユ・プロジェクトでは12.35セント/kWhであることから、その経済性競争力が伺える。

<新しい時代に対応するためのCNNCの努力>

・原子力発電投資3集団は、原発プロジェクトの統合管理、運転・保守、エンジニアリング、コンサルタント部門でグループ全体を横断する専門機関を設立し、中国国内の原子力発電開発のイニシアティブ争いがますます熾烈になっている。

注) とくにエンジニアリング能力は、上海核工程研究設計院 (SNERDI) がCNNCを離れて国家核電技術公司 (SNPTC) に移管されたことによりCNNCの「CP1000」炉の開発が頓挫したとの説もあるほど、集団の死活に関わる重要なファクターとなっている。

a. CNNP 設立：原発資産の統合管理のため

<原発資産の統合管理のための CNNP 設立>

- ・2010年1月に CNNC は原子力発電事業運営の専門化を目的に、CNNC の中核機関として「中核核電有限公司 CNNC Nuclear Power Co., Ltd. (中核核電。CNNP)」を設立した。
出資は CNNC が 97%、中国長江三峡集团公司、中国遠洋運輸総公司、航天投資控股公司が各 1%。
- ・CNNP は、CNNC 傘下の原発所有企業の株を保有し、原発プロジェクトの投融资、原発資産の運転管理また技術開発、技術サービスならびにコンサルティング、新エネルギー開発を担当。

注) CNNC は傘下の原子力発電事業者の株主の権利を CNNP に移転したが、CNNP が保有する事業者の株式の比率は以下のとおりである。

中核核電運行管理有限公司 (100%)、秦山核電有限公司 (100%)、核電秦山聯営有限公司 (50%)、秦山第三核電有限公司 (51%)、江蘇核電有限公司 (50%)、三門核電有限公司 (51%)、福建福清核電有限公司 (51%)、海南核電有限公司 (51%)、湖南桃花江核電有限公司 (50%)、中核遼寧核電有限公司 (50%)、福建三明核電有限公司 (50%)、中核河南核電有限公司 (51%)、中核国電漳州能源有限公司 (51%)、山東核電有限公司 (5%)

(出典) テピア総合研究所「中国原子力ハンドブック 2012」P327

2011年12月30日にこれを「中国核能電力股份有限公司 China National Nuclear Power (中国核能。英文略称はそれまでと同じ CNNP)」と改称。

注) こういった原発資産の統合管理会社と、後述する原発の運営管理専門会社の誕生は、「新規原発建設ごとに新しい原発会社を子会社として設立」という中国の原発事業者に課せられる特殊な制約を脱し、原発運営・管理の近代化に大きな改革をもたらすと思われる。

注) CNNP は 2014 年 4 月 18 日、韓国水力原子力会社 (KHNP) と技術協力覚書を締結。

注) 以下の記事の CNNC も集団としての CNNC で、具体的には CNNP が担当する。

「CNNC は 2014 年 7 月 16 日、米国のエンジニアリング・調達・建設・プロジェクト管理 (EPCM) 企業のシカゴ・ブリッジ&アイアン社 (CB&I) との原発開発協力覚書締結を発表した。CNNC 傘下の原発の運転・保守、CNNC の AP1000 プロジェクトへの EPCM、原子炉輸出、人材育成等での能力強化をめざす。」(2014 年 7 月 24 日原子力産業新聞)

注) CNNP の出資者に (中国最大の水力発電事業者である) 中国長江三峡集团公司が出てくる。

中国長江三峡集团公司は中国原子力産業協会 (CNEA) の副理事長機関でもある。

2014 年 8 月 25 日、CNNC は (中国長江三峡集团公司傘下の) 「長江電力公司」と、原発建設・運転プロジェクトでの投資促進協力覚書を締結を発表した。凍結中の内陸部湖南省の桃花江プロジェクトの建設許可発給、核燃料サイクル分野の事業、高速実証炉や進行波炉

の技術開発や人材育成での提携を狙ったとされる。原子力や水力の輸出プロジェクトや新エネルギーでの協力も含まれる。

b. 中核核電運行管理有限公司(CNNO)設立：運転作業一元化のため

- ・CGNPC(現 CGN)が傘下原発の運転作業一元化のため2003年に設立した「大亜湾核電運営有限責任公司(DNMC)」にならい2010年に設立。CNNPが100%出資。
- ・前武漢核動力運行研究所(RINPO=105研究所)を基礎に、運転技術サービス専門機関。原発建設完了後の安全運転を担当する。

注)上記の「新規原発ごとに新子会社設立」の制約のうち、運転・保守の要員のプール化あるいは循環登用に有効と思われる。

c. 中国核電工程有限公司(CNPE)の設立：原子力施設設計専門企業

- ・原子力施設工事の一括請負(EPC)受注で顧客に引き渡すまでの管理・監督。具体的には、設計・調達・建設・試運転・起動、また場合により保守の全分野をカバーする。顧客への技術支援も業務の範囲に入っている。

CNPEはAP1000関連のエンジニアリング技術の習得を重点目標としている。技術支援としては、建設準備段階での企画書作成、顧客依頼による技術開発、装置の重要度分析、安全解析、確率論的安全評価(PSA)も行っている。

- ・2006年5月、CNNCの第2(北京)核工程研究設計院(BINE*)、第4**、第5***の3核工程研究設計院を母体に設立。

*原子力発電、炉設計、核化学を担当

**ウラン鉱山開発、探鉱を担当

***中国核工程公司鄭州分公司。核燃料と核原料物質を担当

出資者は、CNNCが74%、BINEが16%、第四が5%、第五が5%。資本は、設立時2億元。

- ・受注実績：

秦山Ⅱ、秦山Ⅲ、嶺澳-3・4、嶺澳Ⅱ拡張、福清-5・6、再処理プラント、放射性廃棄物処理プラント、新型炉(含高温ガス炉、高速炉)

コンサルティング等技術支援の実績：

福清-1~4、方家山-1.2、桃花江、昌江、田湾-5~8

原発デコミッションング技術の検討・設計も手がけた。

(2010年11月29日の筆者のCNNC・CNPE・CNPE訪問時の聴取記録から)

⑩中国広核集团有限公司 (CGN)

・前「中国広東核電集团有限公司 (CGNPC)」。

2012年9月、国務院決定でそれまでの出資比率である「CNNC45%、中国電力投資集团公司 (CPI) 10%、広東省 45%」を、「国家資産監督管理委員会 (SASAC) 82%、広東省 10%、CNNC8%」に変更。

2013年4月26日に、広東省を中心としていた事業をそれ以外にも広く展開することを意図して「中国広核集团有限公司 (中広核) / China General Nuclear Power Group (CGN)」と改称。

<CGN の構成企業>

中国広核電力股份有限公司	広東核電投資有限公司	嶺澳核電有限公司
嶺東核電有限公司	陽江核電有限公司	
遼寧紅沿河核電有限公司	福建寧徳核電有限公司	
台山核電合営有限公司	広西防城港核電有限公司	咸寧核電有限公司
中広核陸豊核電有限公司	湖北核電有限公司	惠州核電有限公司
安徽蕪湖核電有限公司	嶺湾核電有限公司	韶関核電有限公司
浠水核電有限公司	中広核核電運営有限公司	
大亜湾核電運営管理有限責任公司	中広核工程有限公司	
深圳中広核工程设计有限公司	中科華核電技術研究院有限公司	
蘇州熱工研究院有限公司	北京広利核系統工程有限公司	
大亜湾核電環保有限公司	中広核鈾業發展有限公司	中広核風電有限公司
中広核太陽能開發有限公司	美亜電力有限公司	中広核欧洲能源公司
中広核節能産業發展有限公司	中広核財務有限責任公司	
中広核保險經紀有限公司	中広核国際融資租賃有限公司	
中広核産業投資基金管理有限公司	中広核服務集团有限公司	
中広核 (北京) 核技術応用有限公司		

(出典) CGN のホームページ <http://www.cgnpc.com.cn/n1281/n1284/index.html>

<CGN の中核的企業>

a. 中国広核電力股份有限公司 (中広核電力。別称 CGN パワー) :

中国最大の原子力発電会社。

・CGN 傘下の全原発の統合的運営管理 (原発プロジェクトの投融資、原発資産の運転・管理) を担当。CNNC の中核核電有限公司 (CNNP) に相当。

- ・2014年3月設立。資本金353億人民元（CGN85.1%、CNNC4.9%、広東恒建投資控股有限公司10%で出資）。

b. 中広核工程有限公司(CNPEC) :

中国最大のアーキテクト・エンジニアリング社で中国初の原発管理専門会社

- ・2004年2月4日設立。
- ・CGN 集団の海外展開の尖兵でもある。

CNPECは2014年7月24日、ルーマニアのチェルナボダ原発-3・4でのCANDU炉建設で加のCANDU エナジー社と建設作業での独占協力契約を締結した。

注) CGNは2013年11月に同計画のプロジェクト会社への出資についてルーマニア国営原子力発電会社(SNN)と覚書を交わしている。

2014年9月9日には、SNNはCGNを同原発-3・4の「投資資格適合企業」に認定している。

CGNを投資会社に決定した場合には、CGNはプロジェクト会社に51%出資することになる。

(2014年7月31日ならびに同9月18日の原子力産業新聞)

c. 大亜湾核電運営管理有限責任公司(DNMC) :

CGNPC(当時)傘下の原発の一元的運営管理。

- ・2003年3月、広東核電投資有限公司(CGNPCの100%子会社)が87.5%、中電核電運営管理(中国)有限公司が12.5%出資して設立。。

d. 深圳中広核工程設計有限公司(CNPDC) :

中国初の原発プロジェクト管理の専門会社。

- ・2005年5月18日、CNPECが60%を出資して設立。

<CGNPC(2013年4月からCGN)が中国の原子力発電開発に果たした役割>

- ・1980年代半ばからの中国の原子力発電導入準備期に、CNNCが国防関係者の支援を受けて秦山I-1の建設を開始した。
- ・CGNPCは、これと競うように仏技術(M310炉がベース)の大亜湾-1・2を建設し、中国初の原発運転を開始、その後経済的優位性を示した。
さらにCGNPCは、仏技術をベースにした100万kW級の第2世代改良型炉(第2.5世代炉とも呼称)CPR1000を開発、大々的建設の路線を敷いた。
- ・そのCPR1000の初号機が2010年9月に嶺澳II-1で運転開始した後、福島原発事故が起き、中国国内でもCPR1000の安全性で十分かの議論が起きた。

このため、第3世代炉「ACPR1000」やその進化バージョンである「ACPR1000+」の開発を2013年完成を目標に進めることになった。

注) 後述するように、これらの炉型の定義や仕様区分が曖昧なため、どこからを第3世代炉にするか等の問題が出て来る。国際原子力機関(IAEA)や世界原子力協会(WNA)のデータですら、この複雑さによる混乱がある。

- 一方西側先進炉の技術移転による国産化については、政府が米国ウェスチングハウス・エレクトリック社(WEC)の第3世代炉 AP1000 導入の基本路線を決め、受け皿となる国家核電技術公司(SNPTC)を設立した。
しかし CGNPC はフランス AREVA 社の第3世代炉 EPR を台山に導入する等独自路線をとって来た。
 - 2007年11月、AREVAと台山でのEPR建設合意文書に署名。
 - 2008年10月、AREVA 45%とCGNPC 55%で(EPRとCPR1000の技術移転の受け皿となる)WECAN社を設立。
 - 2009年12月、CGNPC 70%と仏電力公社(EDF) 30%で台山原発の建設・運転を担当する「台山核電合営有限公司(TNPJVC)」を設立した。
 - 台山プロジェクトを円滑に遂行するため、EDF、CNNC、中国核工業建設集団公司(CNEC)、東方電気集団、上海電気集団、AREVA、ALSTOMが加わったプロジェクト協調委員会を作り、プロジェクトの全般的調整を行っている。
 - 台山市政府・仏と協力して、台山原発サイトの中に仏原子力発電設備産業館を建設、仏の原発関連メーカーと共同で技術の研究開発を進めた。

⑪中国電力投資集団公司(CPI)

- CPIは、国家電力公司が「市場競争のための発送電分離」を目的に解体されたことにより2002年12月29日に発足。旧国家電力公司の原子力発電所出資分の移管を受け、100%出資の中電投核電有限公司(CPIN)を設立した。
- 中国の5大発電集団公司(中国華能集団公司、中国大唐集団公司、中国華電集団公司、中国国電集団公司、中国電力投資集団公司)の中では最も小さいが、唯一原子力発電への過半出資が認められた。その結果、火力、水力、原子力、新エネルギーのすべての発電所をもつ中国唯一の電力事業者となった。
- これまでは実際には過半の出資をした原発はなかったが、海陽原発では、世界初のAP1000×2基の建設で65%を出資、所有者になる。

- CPI は 2020 年までの原発容量増強に向けて次の目標を掲げている。
 - － 運転中の原発：140 万 kW
 - － 建設中の原発：100 万 kW
 - － 湖南省小墨山、吉林赤松、重慶涪陵等 11 プロジェクトに AP1000 を建設

(主な出典)2014 年 5 月 14 日三菱東京 UFJ 銀行（中国）有限公司刊 BTMU(China)経済通報
https://reports.btmuc.com/fileroot_sh/FILE/full_report/140514_01.pdf#search='%E5%93%88%E7%88%BE%E6%BF%B1%E9%9B%BB%E6%B0%97%E9%9B%86%E5%9B%A3%E5%85%AC%E5%8F%B8'

- CPI は原子力技術基盤の強化を図っている。
 - － 2010 年 1 月 26 日に中国核工業建設集団公司（CNEC）とエンジニアリング、技術支援、訓練での協力覚書を取り交わした。
 - － 2013 年 CPI は、米国のシカゴ・ブリッジ&アイアン社(CB&I)*と中国での原発建設のための合弁会社を設立した。
 *CB&I は CNNC とも 2014 年 7 月に協力覚書を締結。(2014 年 7 月 24 日原子力産業新聞)

- CPI は 2010 年 5 月 11 日に世界原子力発電事業者協会(WANO) ロンドン・センター会員となった。

<参考：その他の発電集団公司の原子力発電関連プロジェクト>

○前述したように、中国では原子力発電事業への過半の出資者となる資格は、CNNC、CGN、CPI の 3 集団にしか認められていない。

○しかし原子力発電事業は収益性が高いことから、CPI 以外の発電集団の参入が、次のように 2000 年代後半から始まった。

• 中国華能集団公司：

- － 清華大学と提携、石島湾で高温ガス炉を開発中。また SNPTC と同じ石島湾で CAP1400 も開発中。
- － 中国全土で原発立地サイトを調査。すでに 2,000 ヶ所以上の調査を行った。

• 中国大唐集団公司：

- － 自前の原発プロジェクトはまだない。寧徳-3・4 と徐大堡への CGN 斗組んでの出資を予定。
- － 2020 年までに 100 万 kW の原発をもつことが目標。広西省、湖南省、黒龍江省等で原発の立地調査中。

(出典) 2014 年 5 月 14 日三菱東京 UFJ 銀行（中国）有限公司刊 BTMU(China)経済週報

・中国華電集团公司：

－ 福清-1～4*のプロジェクトで CNNP51%に対し、49%を出資。

＊当初4基の炉型は CP1000 であったが、途中から CPR1000 に変わった。

注) 海外電力調査会の「中国における原子力発電の現状と今後の計画について」(2014年2月27日)では、事業者「福建福清核電有限公司」の出資者として、CNNP51%、華電福建發電有限公司49%を挙げている。

○これらの発電集団は、自分たちにも「原子力発電事業への過半の出資資格」を認めるよう政府に要求し続けている。

⑫国家核電技術公司 (SNPTC)：

西側先進炉技術受入での中国側代表窓口。エンジニアリング能力向上を主導。

・第3世代炉(とくに AP1000)の技術移転や AP1000 を出力増強した中国国産モデル版「CAP1400」開発の受け皿として、NEA の主導で(53社しかない)「国有重点骨干(基幹)企業」として2007年5月22日に設立された。

出資者は、CPI が10%、CNNC が10%、中国技術輸出入総会社が10%、国家能源局(NEA)が60%、CGNPC(現 CGN)が10%。

<SNPTC の傘下機関>

(全額出資子会社)

－ 上海核工程研究設計院 (SERDI)

－ 国核電力規劃設計院

－ 国核工程有限公司(SNPEC)

－ 国核電站運行服務技術公司

－ 上海發電設備成套設計研究院

(その中の国核核電設備・材料鑑定センターでは、AP1000 や EPR の設備・材料を分析)

－ 国核(北京)科学技術研究院有限公司(SNPRI)

(原子力発電技術の基礎および先端研究と人材育成のプラットフォーム。SNPTC の国核研究センター、国核ソフトウェアセンター、経済政策研究センター、先進材料研究センター等を統合し、2011年10月31日に設立。先端的水炉の安全性向上や過酷事故の緩和方策、原発設計ソフトウェア、燃料・材料、技術標準、経済性評価、システム工学等を研究)

(株所有経営参加子会社)

－ 山東電力工程設備諮詢有限公司(SDEPCI)

－ 山東核電設備製造有限公司

- － 国核宝鈦*（金偏の右側に告）業股份公司
 - － 国核自儀系統工程有限公司
 - － 国核華清（北京）核電技術研究中心有限公司
 - － 国核示範電站有限責任公司
 - － 国核財務有限公司
- （支店機構）
- － 信息〔情報〕中心
 - － 資金管理中心
 - － 国核大学
 - － 海外支店(米、南ア、ブラジル、他)
 - － 国家能源核電有限公司軟件重点實驗室
 - － 国家能源核級*（金偏の右側に告）材研發與檢測中心
- （資本参加子会社）
- － 中核包頭核燃料元件股份公司
 - － 湖南核電有限公司
 - － 国核錐科核電技術服務（北京）有限公司

（出典）SNPTC のホームページ <http://www.snptc.com.cn/index.php?optionid=672>

<SNPTC の課題>

- ・当初の NEA 直々の指導下での SNPTC の設立には表立った反対はなかったものの、CGNPC（当時）も CNNC もエンジニアリング部門の強化によって中国国内での原子力開発の主導権をとることを狙っていた。
- ・そして CGNPC が中国広東核工程有限公司（現中広核工程有限公司 [CNPEC]）を、また CNNC が中国核電工程有限公司（CNPE）をそれぞれ自集団内の中核牽引機関に整備育成したこともあって、SNPTC が横断的に設計、アーキテクト・エンジニアリングを統括し中国の原子力産業の近代化を遂行するという理念とは異なる現実が出来上がった。
- ・2014年7月18日、SNPTC は競争力強化のために CPI*との合併案を国家資産監督管理委員会（SASAC）に提出していることを公表した。
 - *CPI は原子力発電事業では CGN にも CNNC にも大きく立ち遅れており、他の発電集団が原子力発電事業に積極的に進出してくる中で技術基盤の強化を必要としていたと思われる。

2) 原子力発電所の運転・建設状況

図表 2 : 運転中の原子力発電所

発電所名	省	炉型	グロス出力 (万 kW) × 基数	所有者	運転者	着工日	運転 開始日	備考
広東大亜湾-1・2 (Guangdong Daya Bay/ カントダ ^イ イワン)	広 東	M 310	98.4 ×2	広東核電合営 (GNPJVC) (注 1)	大亜湾核電運 営管理有限責 任公司 (DNMC) (注 10)	1987. 8. 7/ 1988. 4. 7	1994. 2. 1/ 1994. 5. 6	中国初の商用原発。 仏製
嶺澳-1・2 (Ling Ao/リンガ ^オ)			99.0 ×2	嶺澳核電 (LANPC) (注 2)		1997. 5. 15/ 1997. 11. 28	2002. 5. 28/ 2003. 1. 8	
嶺澳-3・4 (嶺澳 II -1・2)		108.0 ×2	嶺東核電 (LDNPC) (注 3)	2005. 12. 15/ 2006. 6. 15.		2010. 9. 15/ 2011. 8. 7	CPR1000 初号機 (仏設計を改良国産化)	
陽江-1 (Yangjiang/ヤンジャ ^ン)		1000	108.6	GNPJVC (注 4)	陽江核電 (YNPC) (注 11)	2008. 12. 16	2014. 3. 26	炉型は当初計画の AP1000→ EPR→CPR1000 と変更
秦山 I -1 (Qinshan/チンシャ ^ン)	浙 江	CP 300	31.0	秦山核電 (注 5)	中核核電運行 管理 (CNNO) (注 12)	1985. 3. 20	1994. 4. 1	国産初号原発
秦山 II -1・2・3・4		CP 600	65.0×2	核電秦山聯営 (NPQJVC) (注 6)		1996. 6. 2/ 1997. 4. 1	2002. 4. 15/ 2004. 5. 3	-1 と -2 は出力 65 万 kW、-3 と -4 は 66 万 kW
			66.0×2			2006. 4. 28/ 2007. 1. 28	2010. 10. 5/ 2011. 12. 30	
秦山 III -1・2	CANDU 6	72.8×2	秦山第三核電 (TQNPC) (注 7)	1998. 6. 8/ 1998. 9. 25	2002. 12. 31 /2003. 7. 24	加 AECL 製重水炉		
田湾 I -1・2 (Tianwan/ティエンワン)	江 蘇	VVER-1000 /V428	106.0 ×2	江蘇核電 (JNPC) (注 8)		1999. 10. 20/ 2000. 9. 20	2007. 5. 17/ 2007. 8. 16	露製 PWR。モデル AES 91 (V428 は V392 の中国向けモデル)
寧徳-1・2 (Ningde/ニンデ ^ン)	福 建	CPR	108.0 ×2	CGN	福建寧徳核 電 (注 13)	2008. 2. 18/ 2008. 11. 12	2013. 4. 15/ 2014. 05. 04	
紅沿河-1・2 (Hongyanhe/ホンヤ ^ン ヘ)	遼 寧	1000	111.9 ×2	遼寧紅沿河核電 (LHNPC) (注 9)		2007. 8. 18/ 2008. 3. 28.	2013. 6. 6/ 2014. 05. 13	5 年間は CGN、その後は遼寧 核電 (LNPC) が運転
CEFR	北 京	高速 実験炉	2.5	CNNC	中国原子能科学 研究院 (CIAE)	2000. 5. 10	2011. 7. 21	・露と共同設計・開発 (モデ ルは BN-20) ・初臨界は 2010. 7. 21
運転中合計						1,862.7 万 kW (21 基)		

(主な出典) 2014 年 7 月 15 日現在の国際原子力機関 (IAEA) の PRIS データベース

<http://www.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=CN>

注) IAEA は 2011 年 12 月の「中国核能電力股份有限公司 (CNNP)」への CNNC 傘下原発所有企業の株式集中を把握していない模様であり、当原産協会で上記表中の CNNC とされていた部分を変更した。

注) CNNC は、従来の炉型 CNP-の CP-への改称を発表 (2010 年 11 月 24-25 日の中国国際原子力シンポジウム)。単なる名称変更との見方もあるが、2007 年から「CNP1000 の開発が中止された」との報道もあり危機感を抱いた CNNC が、「CP1000」を「CNP1000」の発展炉型と位置づけし直した可能性もある。

注) 中国は今まで仏・加・露、米から原発を輸入、それぞれの国の機器製造基準 (材料基準等の) をそのまま採用してきている。露の VVER 炉導入に際しては、露の基準だけでなく、計装制御 (I&C) 系でシーメンス社の技術を用いており、そこには独自の TKA 基準が入っている。

(出典)2010 年 5 月 25 日、尾本原子力委員会委員の海外出張報告

(注 1) IAEA の PRIS では所有者を China Guangong Nuclear Power Co., Ltd.としている。

われわれは広東核電合営有限公司 (GNPJVC) をとる。GNPJVC への出資比率は、広東核電投資有限公司 (GNIC) 75% /香港核電投資有限公司 (HKNIC) 25%。

GNIC は中国広核集团有限公司 (CGN。中国広東核電集团有限公司 CGNPC が 2013 年 4 月に改組) が 100% 出資。HKNIC は香港中華電力有限公司 (CLP) が 100%出資。

(注 2) Lingao Nuclear Power Co.,Ltd. (LANPC)。出資比率は、CGN 70% / GNIC30%。

(注 3) 嶺澳-I も-II も嶺澳核電有限公司 (LANPC)を所有者にする文献もあるが、CGN 自身は別扱いとしている (<http://www.cgnpc.com.cn/n1281/n1284/index.html>)。出資構成は不明。

(注 4) GNPJVC の出資構成は (注 1) を参照。

海外電力調査会の「中国における原子力発電の現状と今後の計画について」(2014 年 2 月 27 日) では、CGN が 100%出資としている。

(注 5) Qinshan Nuclear Power Co. (QNPC)。中国核能電力股份有限公司 (中国核能=CNNP) が 100%出資。

CNNP は、2011 年 12 月 30 日に中核核電有限公司 (中核核電=これも略称は CNNP) を改組。

(注 6) Nuclear Power Plant Qinshan Joint Venture Co., Ltd. (NPQJVC)

資本金 1 億元。出資比率は、CNNP50% /浙江省電力開発公司 20% /申能集团有限公司 (Shenergy) 12% /江蘇国際信託投資公司 10% /中国電力投資集团公司 (CPI) 6%/ 安徽能源投資総公司 2%。-1・2 の建設費は当初予定 142 億元。

(注 7) The Third Qinshan Jointed Venture Co.,Ltd. (TQNPC)。

出資比率は、CNNP 51% /CPI20% /浙江省電力開発公司 10% /Shenergy10% /江蘇国信資産管理集团有限公司 9%。CPI の 20%の部分「中国華東電力集団 10%、浙江省電力公司 10%」とする文献もある。

(注 8) 出資比率は、CNNP 50% /CPI 30% /江蘇省国際信託投資公司 20%。最後を「江蘇省国信資産管理集团有限公司 20%」とする文献もある。

資産は総プロジェクトコストの9.4%。よってローン部分は総プロジェクトコストの90.6%。この部分はさらに3つに分けて対応した。①優遇利子での100%中国政府融資を露担当部分に、また IDC 部分に対する中国の商業銀行ローンにも優遇利子での100%中国政府融資を付けた。②他の外国サプライヤーには、85%は輸出クレジットで、15%は商業借款で対応した。③中国の商業銀行は土木工事部分と原子力発電プラント所有者への人民元融資を行った。(2009年2月9-11日のIAEAの「原子力発電の経済性と資金調達ワークショップ」でのCNNCのZhang Qinghua氏の発表「NP Project Financing in China」)

(注9) IAEAのデータベースPRISでは紅沿河原発の所有者・運転者ともLHNPCとなっているが、建設・運転の関連では、次の2機関が役割を分担することになっている。

①中核遼寧核電有限公司 (CNNC Liaoning Nuclear Power Co., Ltd. = LNPC) :

2005年1月27日、紅沿河原発の建設・運転のためにCPI /大連市 /遼寧省の出資で設立。

その後CGNPC(現CGN)が紅沿河プロジェクトに参加することになり、2009年3月27日にLNPCへの出資比率が「CNNP50%、大唐国際発電股份有限公司24%、江蘇省国新資産管理集团公司12%、浙江浙能電力股份有限公司10%、CPI4%」に変更になった。 <http://www.cnlnpc.com/>

そして、「建設期間と運転開始後5年間はCPIの全面的支援下に、CGNPCが建設・運営を主管し、その後は、LNPCが権限委譲を受け、徐々に運営を担当する」ことが合意された。

注) LNPCは、徐大堡プロジェクトの建設、試運転、運転、管理の責任も担う。

②遼寧紅沿河核電有限公司 (Liaoning Hongyanhe Nuclear Power Co., Ltd. = LHNPC) :

CGNPCの遼寧紅沿河プロジェクト参加が決まり、2005年12月15日に新設。

LHNPCのホームページでは、出資機関と比率は「中電投核電有限公司45%、中広核核電投資有限公司45%、大連建設投資集团有限公司10%」となっている <http://www.lhnp.com.cn/n1759/n1763/index.html> 海外電力調査会の「中国における原子力発電の現状と今後の計画について」(2014年2月27日)では、出資比率は「CGN45%/CPI45%/大連市建設投資公司(DLCIC)5%/遼寧能源投資集团公司5%」と記載。DLCICのHP記載では、「LHNPCはCGNとCPIが各45%、DLCICが10%出資で2006年8月30日に設立」。

(注10) 2003年3月設立。出資比率は、広東核電投資有限公司(CGNPCの100%子会社)が87.5%、中電核電運営管理(中国)有限公司が12.5%。設立当初にはGNPJVC50%、LANPC50%との文献もあった。

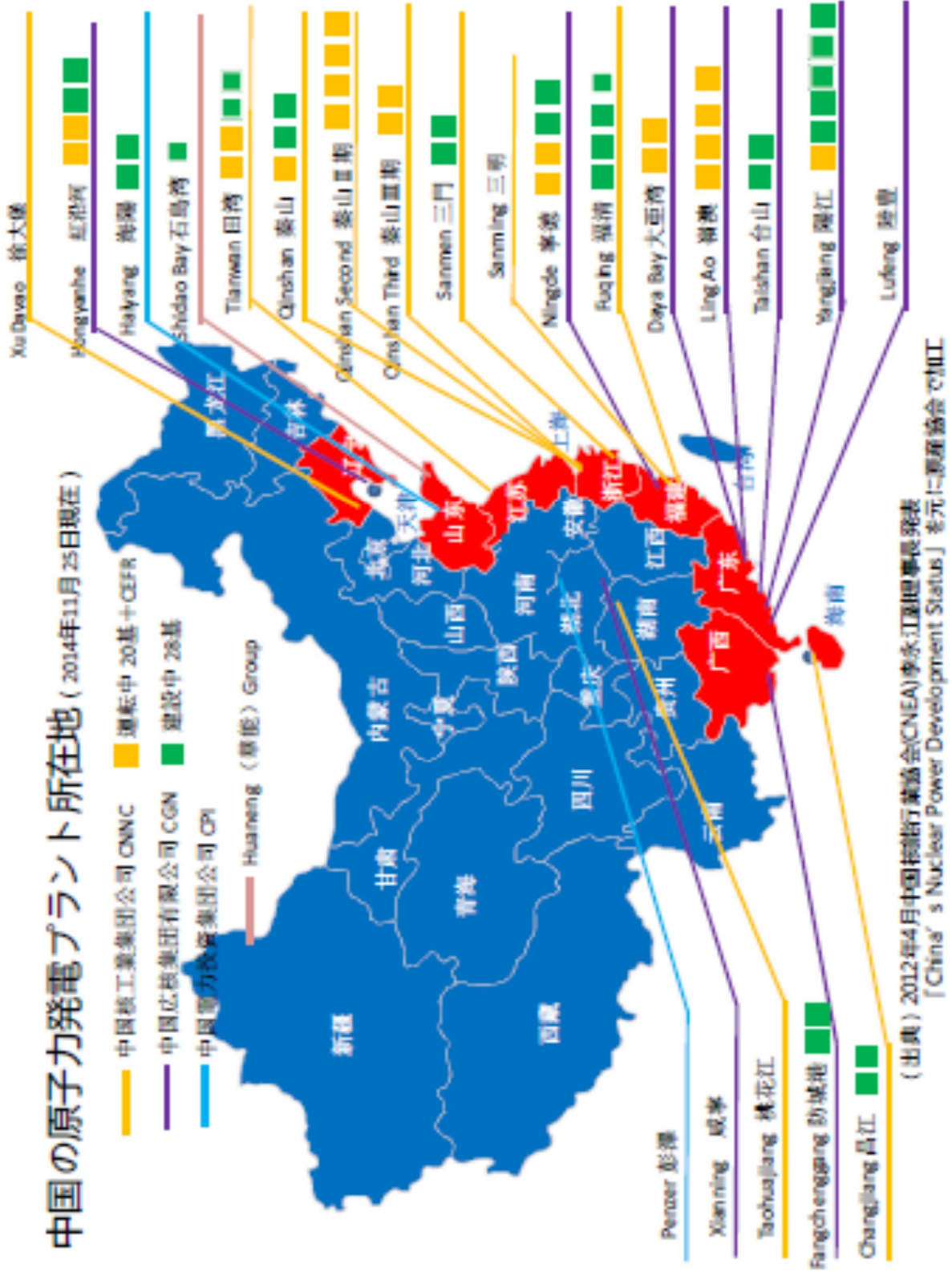
(注11) CGN 100%出資。

(注12) IAEAのデータベースPRISでは所有者と同じくNPQJVC(秦山Ⅱ期)あるいはTQNPC(秦山Ⅲ期)となっているが、CNNCは通常は中核核電運行管理有限公司(CNNO)を運転者としているので訂正。CNNOはCNNPの100%子会社。秦山Ⅰ・Ⅱ・Ⅲの担当を別事業部扱いとして「CNNO一廠」「CNNO二廠」「CNNO三廠」とする文献もある。

(注13) Fujian Ningde Nuclear Power Co., Ltd. 2006年3月23日設立。出資比率は、CGN46%/中国大唐集团公司44%/福建省能源集团有限責任公司10%。

<http://www.ndnp.com.cn/n675/n676/index.html>

図表 3：中国の原子力発電プラント所在地



図表 4：建設中の原子力発電所

発電所名	省	炉型	グロス出力 (万 kW)×基数	所有者	運転者	着工日	備考
陽江-2～6 (Yangjiang/ヤンジヤン)	広東	CPR	-2・3・4 は 108.0 -5・6 は 108.7	広東核電合営 (GNPJVC)	陽江核電 (YNPC)	2009.6.5 / 2010.11.15/ 2012.11.17/ 2013.9.18/ 2013.12.23	(注 12)
紅沿河-3・4 (Hongyanhe/ホンヤンヘ)	遼寧	1000 (注 1)	108 × 2	遼寧紅沿河核電(LHNPC)		2009.3.7/ 2009.8.15	
寧徳-3・4 (Ningde/ニンデ)	福建		108 × 2	福建寧徳核電 (注 4)		2010.1.8. / 2010.9.29	(注 13)
福清-1～4 (Fuqing/フージン)	福建	CPR 1000	108 × 4	CNNC	福建福清核電 (注 7)	2008.11.21/ 2009.6.17/ 2010.12.31/2012.11.17	(注 14)
方家山-1・2(Fangjiashan/ ファンジァシヤン) (秦山 I 期拡張)	浙江	1000 (注 2)	108 × 2	CNNP	秦山核電	2008.12.26/ 2009.7.17	(注 15)
三門-1・2 (Sanmen/サンメン)	浙江	AP	125 × 2	CNNC	三門核電 (注 8)	2009.4.19/ 2009.12.15	(注 16)
海陽-1・2 (Haiyang/ハイヤン)	山東	1000	125 × 2	CPI	山東核電 (注 9)	2009.9.24/ 2010.6.20	(注 17)
台山(腰古)-1・2 (Taishan/タイシャン)	広東	EPR 1750	175 × 2	台山核電合営有限公司 (TNPC) (注 5)		2009.11.18/ 2010.4.15	
昌江-1・2 (Changjiang/チャンジヤン)	海南	CP600	65 × 2	CNNC	海南核電 (注 10)	2010.4.25/ 2010.11.21	(注 18)
防城港-1・2 (Fangchenggang/ファンシェンガング)	広西	CPR 1000	108 × 2	広西防城港核電 (注 6)		2010.7.30/ 2010.12.28	(注 19)
田湾II-1・2 (Tianwan/ティエンワン)	江蘇	VVER -1000 /V428M	106 × 2	CNNC	江蘇核電	2012.12.27/ 2013.9.27	(注 20)
石島湾 (Shidao Bay/シダオ湾)	山東	ガス冷却 実証炉 (注 3)	21.1	中国華能集団 (CHNG)	華能山東石島 湾核電有限公 司 (SHSNPC) (注 11)	2012.12.09	(注 21)
建設中合計			3,050.5 万 kW (28 基)			23	

(主な出典) 2014年7月15日現在の国際原子力機関 (IAEA) の PRIS データベース

<http://www.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=CN>

(注) PRIS データベースは、CNNC による 2010 年の炉型 CNP-の CP-への改称や 2011 年 12 月の「中国核能電力股份有限公司 (CNNP)」への CNNC 傘下原発所有企業の株式集中等を反映していないため、当協会でも適宜変更した。

(注) 寧徳-2 (2014. 1. 4 併入)、福清-1 (2014. 8. 20 併入。中国第 21 番目の商業炉として運転開始の予定)、方家山-1 (2014. 11. 4 併入。同じく第 22 番目を予定) とも電力網併入済み。しかし、営業運転前のため建設中扱いにしてある。

なお中国ではフル出力による試運転が 168 時間にならないと商業運転が許可されない (2014 年 5 月 22 日、原子力産業新聞)

(注 1) 世界原子力協会 (WNA) の 2014 年 7 月 18 日付け” Nuclear Power in China” では陽江の-3・4 は「CPR1000+」*、同-5・6 は「ACPR1000」**としている。

<http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-A-F/China--Nuclear-Power/>

* CPR1000+ : CGN が開発した CPR1000 (第 2.5 世代炉) を第 3 世代炉規格に改良。計装制御系のデジタル化や設計寿命 60 年が特徴。

** ACPR1000 : CPR1000 の安全性を高めた第 3 世代炉。二重格納容器、コア・キャッチャーを装備。

2014 年 6 月 19 日の原子力産業新聞では、陽江の 6 基は「CPR1000」もしくはその改良型で、-5・6 号機では、2013 年に「ACPR1000」で建設作業開始を伝えている。

(注 2) これまでは多くのデータベースで、炉型を CP1000 としていた。

今回の IAEA の PRIS データベースと、世界原子力協会 (WNA) の 2014 年 7 月 18 日付け” Nuclear Power in China” では、福清と方家山の炉型を CP1000 から CPR1000 に変更している。

<http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-A-F/China--Nuclear-Power/>

(注 3) HTR-PM (High Temperature Gas-Cooled Reactor- Pebble Bed Module) と呼称。

(注 4) 福建寧徳核電有限公司 (Fujian Ningde Nuclear Power Station Co., Ltd.) は、CGN 46%、中国大唐集团公司 44%、福建省能源集団有限責任公司 10% の出資で 2006 年 3 月 23 日に設立された。I 期工事 4 基分の総投資額は約 523 億元。国産化率 80% をめざす。

CGN のホームページ <http://www.ndnp.com.cn/n675/n676/index.html> 参照。

しかし同じ CGN のホームページの他の場所では、出資者は、広東核電投資有限公司、大唐国際発電股份有限公司、福建省能源集団有限公司となっている。

<http://www.cgnpc.com.cn/n1381/n1404/n1405/index.html>

(注 5) 台山核電合営有限公司 (Guangdong Taishan Nuclear Power Joint Venture Co., Ltd. : TNPC あるいは TNPJVC) は、CGN と仏 EDF そして粵電集团公司の合弁会社。

<http://www.tnpjvc.com.cn/n1627/n1628/index.html>

(注6)所有者・運転者とも「広西防城港核電有限公司 Guangxi Fangchenggang Nuclear Power Co., Ltd.」。

出資はCGN61%、広西投資集団有限公司39%。

(CGNのホームページ <http://www.fcgnp.com.cn/n1590/n1591/index.html>)

1・2号機合わせた総工費は256億元(2014年10月2日原子力産業新聞)

(注7)当初は恵安(Huian)プロジェクトとも呼称。福建福清核電有限公司は2006年5月16日に設立。CNNC51%、

華電福建発電有限公司39%、福建省投資開発集団有限公司10%の出資(CNNCのHPまた2014年7月31日原子力産業新聞。ともにCNNPはCVNNCが97%出資していることでCNNPをCNNCとしたと思われる)。

海外電力調査会の「中国における原子力発電の現状と今後の計画について」(2014年2月27日)では、事業者「福建福清核電有限公司」の出資者として、CNNP51%、華電福建発電有限公司49%を挙げている。

(注8)三門核電有限公司のホームページ <http://www.smnpc.com.cn/>では、同会社は2005年4月17日設立

で、出資者はCNNP51%、浙江浙能電力股份有限公司、中電投核電有限公司、中国華電集团公司、中核投資有限公司としている。

海外電力調査会の「中国における原子力発電の現状と今後の計画について」(2014年2月27日)では、事業者「三門核電有限公司」の出資者として、CNNP51%、浙江省能源集団有限公司20%、中電投核電有限公司14%、中国華電集团公司10%、中国核工業建設集团公司(CNEC)5%を挙げている。

(注9)海外電力調査会の「中国における原子力発電の現状と今後の計画について」(2014年2月27日)で

は、事業者「山東核電有限公司」の出資者として、CPI65%、山東省国際信託投資有限公司10%、煙台市電力開発有限公司10%、中国国電集团公司5%、CNNC5%、華能能源交通産業有限公司5%を挙げている。

このうちCNNCは、テピア総合研究所の「中国原子力ハンドブック2012」ではCNNPとなっている(P327)。

山東核電有限公司のホームページ (<http://www.sdnpc.com/zh/aboutus/companyinfo/index.html>)で

は、同会社は2004年9月設立。中国電力投資集团公司(CPI)に属す。出資者は中電投核電有限公司、山東省国際信託有限公司、煙台藍天投資控股有限公司、中国国電集团公司、CNNP、華能核電開発有限公司としている。

(注10)海外電力調査会の「中国における原子力発電の現状と今後の計画について」(2014年2月27日)

では、事業者「海南核電有限公司」の出資者として、CNNP51%、中国華能集団49%を挙げている。

(注11)ハルビン工程大学の中国大学生在線「三海一核」では、「華能山東石島湾核電有限公司(SHSNPC)」

は石島湾のサイトに20万kW級のHTGR×1基とAP1000×6基の事業申請者となっている。

またSHSNPCへの出資比率を中国華能集团公司50%、中国核工業建設集团公司35%、清華大学5%としている。
http://uzone.univs.cn/news2_2008_309676.html

海外電力調査会の「中国における原子力発電の現状と今後の計画について」(2014年2月27日)では、SHSNPCへの出資比率は中国華能集団(CHNG)47.5%/中国核工業建設集団(CNEC)32.5%/清華大学20%としている。

(注12)2018年には全機が運転開始。

(注13)2015年までに完成。-3・4号機の国産化率は85%が目標(2013年1月17日原子力産業新聞)。

- (注 14) -1 は、2014.07.24 に初臨界、同 08.20 に初併入（中国 21 番目の商業炉の予定）。-2 は 2015 年 3 月に燃料装荷、同 8 月に運転開始。-3 は 2015 年 9 月燃料装荷、2016 年 2 月に運転開始。-4 の運転開始は 2017 年 3 月を各予定。福清は 6 基で、-5・6 は華龍 1 号を予定（2014 年 8 月 28 日原子力産業新聞）
- (注 15) 当初 CP1000 を予定。PR1000 に変更後も炉型は「第 2 世代改良炉」が使われることが多い。-1 は 2014.10.21 に臨界、同年内に運開。中国第 22 基目の商業炉の予定。
- (注 16) 世界初の AP 1000 の着工。2 基の建設費は 400 億元強（53 億ドル）。-3・4 建設計画も承認済み。
- (注 17) 1・2 号機とも 2016 年に完成の予定。-3・4 建設計画も承認済み
- (注 18) 1・2 号で 190 億元。中国では初の島での原発（2010 年 5 月 13 日原子力産業新聞）。
- (注 19) -1 は 2015 年完成の予定。-2 はその 1 年後に完成の予定。全部で 6 基設置の予定。-3 ～-6 は第三世代炉。
- (注 20) 露製 PWR。モデル AES 91 の一種。
- (注 21) 2004 年 4 月、CHNG、CNEC、清華大学が国家発展改革委員会 (NDRC) に HTGR 建設建白書を提出して開始された。2012 年 12 月 4 日、国家核安全局 (NNSA) は建設許可を発給（2013 年 1 月 9 日原子力産業新聞）。2017 年の完成が目標。

3) その他の原発計画プロジェクト

- ・中国の原子力発電開発で、「計画中／準備中」の数値は調査機関により大きな幅がある。

a. 世界原子力協会 (WNA) の 2014 年 10 月の “Nuclear Power in China” では、次の数字を挙げている。

- － 建設中： 2,954 万 8 千 kW (27 基)
- － 計画中： 6,622 万 kW (60 基)

注) 計画中には、2015～16 年まで延期となった内陸部原発 2,790 万 kW (26) 基を含む。

b. 2012 年 12 月時点の詳細な調査では、以下の計画が上げられていた。

合計は 2 億 3,804 万 kW (232 基) である (炉型は、とくに断らない限り PWR)。

(安徽 Anhui 省) 蕪湖 Wuhu (4 基)、吉陽 Jiyang (4 基)、宣白 Xuanbai (4 基)、
巢湖 Chaohu (4 基)、安慶 Anqing (ガス炉。基数未定)

(福建 Fujian 省) 福清 Fuqing (3 基)、寧徳 Ningde II 期 (2 基)、三明 Sanming
(4 基)、漳州 Zhangzhou (6 基)、漳州 Zhangzhou (古雷 Gulei)
(多目的小型炉×2 基)、莆田 Putian (6 基)、福建 Fujian
三明 Sanming (FBR。基数不明)、南平 Nanping (炉型・基数
とも不明)

(甘肅 Gansu 省) 蘭州 Lanzhou・安寧 Anning (2 基)、白銀 Baiyin (炉型・基
数とも不明)

(広東 Guangdong 省) 陽江 Yangjiang (3 基)、台山 Taishan II 期 (2 基)、陸
豊 Lufeng (6 基)、韶関 Shaoguan (4 基)

(海南 Hainan 省) 海南昌江 Changjiang II 期 (2 基)

(河北 Hebei 省) 河北承德 Chengde (基数不明)

(河南 Henan 省) 南陽 Nanyang (6 基)、信陽 Xinyang (4 基) (遼寧省) 興城
(徐大堡 Xudabao) (6 基)、紅沿河 Hongyanhe II 期 (2 基)、桓
仁 Hengren (4 基)、東港 Donggan (4 基)、洛陽 Luoyang (4
基)

(湖北 Hubei 省) 咸寧大畷 Xianning Dafan (4 基)、鐘祥 Zhongxiang (4 基)、
松滋 Songzi I 期 (2 基)

(湖南 Hunan 省) 桃花江 Taohuajiang (4 基)、常德 Changde (4 基)、華銀 Huayin
(株洲 Zhuzhou 県または湘陰 Xizngyin 県) (4 基)、小墨山
Xiaomoshan (6 基)、衡陽 Hengyang (炉型・基数とも不明)

(江蘇 Jiangsu 省) 田湾 Tianwan II～IV期 (計6基)、江蘇第2 (4基)
(江西 Jiangxi 省) 彭澤 Pengze (帽子山 Yianjiashan) (計6基)、煙家山
Yanjiashan (4基)、鷹潭 Yingtán (4基)、峽江 Xiajiang (4
基)、贛州 Ganzhou (計4基以上)、寧都 Mingdou/Ningdou (基
数不明)、撫州 Fuzhou (炉型・基数とも不明)
(吉林 Jilin 省) 靖宇 Jingyu (赤松) (6基)、樺甸 Huadian (4基)
(陝西 Shanxi 省) 安康 Ankang または漢中 Hanzhong (炉型・基数とも不明)
(山東 Shandong 省) 海陽 Haiyang (4基)、乳山 Rushan (6基)、石島湾 Shiaowan
(煙台 Rongcheng 榮成 Rongcheng) (21万 kWe ガス炉×計19
基)、石島湾 (CAP1400×計6基)
(四川 Sichuan 省) 蓬安 Peng'an (4基)
(浙江 Zhejiang 省) 三門 Sanmen (健跳 Jiantiao) (4基)、浙西 Zhexi (龍游
Longyou) (4基)、蒼南 Cangnan (6基)
(広西 Guangxi 自治区) 広西防城港 Fangchenggang (4基)、平南 Pingnan 白
沙 Baisha (4基)、広西 Guangxi 梧州 Wuzhou (4基)
(重慶 Chongqing 市) 重慶石柱 Chongqingshizhu (4基)、涪陵 Fuling (4基)

(主な出典)2012年12月12日日本テピア発行の「中国原子力ハンドブック 2012—中国が
変える世界の原子力」

4) 福島原発事故（2011年3月11日）後の原子力発電計画の推移

＜中国の原子力発電開発計画に与えた福島原発事故の影響＞

- a. 2011年3月16日国務院常務会議（委員長は温家宝総理）は次の方針を決定した。
- － 稼働中原発：全部停止して、包括的な安全性の検査・評価・管理を徹底
 - － 建設中原発：最新の安全基準への適合を包括的に審査。クリアしない工事は直ちに停止。
 - － 着工承認済み原発：未着工案件は暫定的に承認を停止。
 - － CPR1000の「新規建設」は認可しない。

- b. この決定に基づき、中国全土の稼働中・建設中の全民生用原子力施設を対象に、原子力安全、地震や津波等の外部事象に対する耐性（ストレステスト）等で9ヶ月にわたる包括的安全検証を実施。

2012年2月、対象施設が中国および国際原子力機関(IAEA)の安全基準を満たしていることが国務院に報告された。

- c. 2012年5月31日、この報告書を踏まえて国務院常務会議が、「原子力発電安全規画（2011-2020年）」と「原子力発電中長期発展規画（2011-2020年）」を原則的に承認した。

- d. 2012年6月15日、国務院はストレステストの結果の全文を公表した。

注）これにより、安全性を重視する政府の姿勢を鮮明に示したととられている。

①2012年10月24日、国務院が「安全性こそ原子力発電の命綱」との表現の下で、新規計画と建設前準備工事の審査・承認を再開

・この日、国務院常務会議は「原子力発電安全規画」と「原子力発電中長期発展規画」を承認、以下の方針を確認した。

- a. 秩序立ったペースで原子力建設を推進する。

福島原発事故後凍結していた原発建設を回復する。建設リズムを合理的に抑制し、順序よく着実に推進する。

- b. 2015年末までは内陸部への立地は行わない。

新設プロジェクトの立地地点は系統だった（科学的な）配置にする。「十二五（第12次5ヵ年規画）」期間（2011～2015年）中は沿海部のみに十分な検証を受けた少数の原発を配置し、内陸部には建設しない。

注）国務院は2008年1月3日に、最初の内陸部原発立地で江西省彭澤を承認した。しかし福島原発事故後には、旱魃時の冷却機能、事故時の放射能汚染水（とくに水道行政

を管轄する水利部が飲み水汚染を懸念)等が問題視された。これを受けて、改めて「十二五」期間中の内陸部建設を否定したもの。この時点では AP1000×28 基の建設プロジェクト(最初が湖北省咸寧×2 基、次が湖南省桃花江×2 基、以下江西省彭澤×2 基等)が検討されていた。

c. 第3世代炉の安全基準を厳守する。

認可基準を厳しくし、世界最高の安全基準に基づき原発を建設する。新規建設する原発ユニットは第3世代の安全基準適合が必要と断言した。

注) 原発事業への過半の出資は CNNC、CGNPC (2013年4月に CGN と改称)、CPI の3機関にのみ認められて来たが、2000年代半ばから原発事業参入希望が5大発電集団や省からも出されていたので、原発事業参入条件を厳正に保つことを再確認したもの。

- ・同日国務院では「2012年版エネルギー政策白書」を発表し、省エネルギーと再生可能エネルギーの開発を中心に生態環境を防護しつつ持続可能なエネルギー源開発を進めること、原発は2015年までに4,000万kWまで拡大することも公表した。

②2013年1月、国務院が「エネルギー発展規画」を承認

- ・原発設備容量を2015年時点で4,000万kW、2020年時点で5,800万kWと見通している。

③2014年1月、NEAは「2014年能源工作指導意見」を発表し、2014年の原発新規着工を864万kW(前年の221万kWの4倍に当たる)とする目標を公表。

④2014年3月、全人代の政府工作報告で、「風力、ソーラーを促し、水力、原子力を開発」の方針を表明。福島原発事故以降、中国政府にとって初めてとなる「原子力発電の推進」の公式表明を行った。

⑤2014年4月18日、国家能源委員会の会合で李克強国務院総理は、原発を初めとするクリーン・エネルギー・プロジェクトの全面的推進を表明

- ・李総理は、中国がPM2.5等の深刻な大気汚染にさらされていることも挙げながら、「世界最高レベルの安全基準を適用し、安全を確保する」ことを前提に東部沿海地域に新規の原子力発電開発計画に着手すること、そのためには「高い安全基準ではなく、絶対的な安全」を要求すると言明した。

⑥原発の内陸部立地に向けた動き

・前述のとおり、2012年10月24日国務院常務会議は AP1000 の内陸部建設計画の中断を決定したが、2014年になって次のようにその決定解除に向けた動きが出ている。

(2014年5月、江西省)

江西省の発展改革委員会は、2012年10月の国務院常務会議の決定で同省彭澤の AP1000 計画が凍結されたままで、省内電源開発の深刻な問題となっていることを指摘、2020年までに彭澤原発を運転開始する意向を表明した。

(2014年7月11日、貴州省)

内陸部の貴州省は、省内2ヶ所で合計380億元(10月100日レートで約6,700億円)を投資し、原発を建設することで CGN と覚書に調印したことを発表。

注) 候補として以下のプロジェクトが報道されている。

- － 銅仁市の125万kW級炉×2基(2014～2020年で350億元を投資)
- － 興義市から鎮寧郡周辺の10万kW級小型炉×2基(同上期間で30億元)

(2014年7月24日、原子力産業新聞)

(2014年8月25日、河北省)

河北建投能源投資有限公司(建投能源)は CNNP、華電国際電力有限公司と共同で、河北省内陸部の滄州市に AP1000 を6基建設する計画を発表した。2014年4月には、NEA が国家核電中長期計画の開発プロジェクトとしてこの計画を承認している。

I期工事(125万kW×2基)分の資本金84億4,300萬元を、CNNP51%、華電国際39%、建投能源10%で出資し「中核華電河北核電有限公司」を設立する。

(2014年9月4日原子力産業新聞)

(2014年8月25日、CNNC と三峡集団の原発協力)

原発の内陸部立地再開そのものではないが、CNNC と(中国最大の水力発電事業者「中国長江三峡集団公司」傘下の)「長江電力公司」がこの日締結した協力覚書には、2012年10月に凍結された湖南省の桃花江プロジェクトの AP1000 ×2基*の建設許可発給に向けての協力も盛り込まれている。

* 桃花江用の鍛造品等は遼寧省の徐大堡プロジェクト(同じく AP1000×2基)に転用されたとの報道もある。

(2014年9月4日原子力産業新聞)

2. 中国の原子力発電産業の特徴

1) 軍事目的からの開発開始：

<中国の原子力と軍事利用>

- 中国の原子力技術開発は、軍事利用から開始され、平和利用は文化大革命（1965年秋からの約10年間）の後からになる。
- 中ソ原子力協力協定（1955～1959年）破棄後、中国は独力で軍事利用開発に邁進し、1963年に蘭州にガス拡散ウラン濃縮工場を建設、1964年に第1回の核実験成功、1967年に水爆実験を成功させている。
- 中国の最初の原子力発電計画は、1970年2月の周恩来首相が開始したもの。1980年代に秦山1号機プロジェクトに具体化する。中国では、原子力産業もその中心は政府組織や国営企業で、軍事利用と平和利用が並行して進められた。
北京、上海、成都を中心とした3グループがその開発の拠点となったが、軍事機密上の理由から、相互の交流や協力がほとんどなかった。現在も、その弊が残っており、中国の原子力産業の近代化の妨げとなっている（プロジェクト名や機関名に数値を冠し、具体的な所掌内容の表示を避け、また実際の所在地から離れた地名をつける等の迷彩が「情報」に施されている）。

- 「国防系のCNNCの国産化路線」VS「経済合理性追及のCGNの先進技術導入路線」の競争が続いている。
注）（PWR技術の運用では、CGNよりも遅れている感のある）CNNCの核燃料サイクル支配が事態を複雑化していたが、核燃料サイクル関係のサービスはオープン化されつつある。
- 北京、上海、成都の3拠点で、独自ながら閉鎖的な研究開発をして来た。
米・ソとの対決時期が過ぎても、資源の共有や協力による相互の向上よりも、自集団の優位性保持のため排他的な集団運営を継続している感がある。
重要産業もすべて国防の観点での発展を遂げ、5大電気集団にも同様の傾向がある。
- 業種間では、製造企業は研究設計院に言われたとおりに作ることが慣例化している。製造現場から設計現場へのフィードバックや共同研究をする「業際協力」がなされていない。（核兵器開発に一番重要な核物質・情報を取り扱う）研究設計院が上位ヒエラルキーとなる構造が固定したからか？
- 国防の観点から、主にCNNC集団に国家支援を集中した。このため、「CNNCが手掛けたPWR開発を基本路線として採用し、資源集約ができた」面と、「CNNCの炉型展開に引き摺られ過ぎた」面の両方に影響している。
- 原子力工学コースは、軍事体系運用と密接に結びつく「交通大学」系大学にも多く設置されている。

2) 原子力発電の牽引電力を3機関に限定

- ・原子力発電プロジェクトへの過半の出資を CNNC、CGN、CPI の3機関に限定。

注) 2007年10月の「原子力発電中長期発展計画」に、「原子力発電の基準化と安全体系が完全になるまで、国は原子力発電所の自主設計、設備製造、建設、運転管理への参加企業の資質を適切に管理する」との規定がある。

- ・この3者でも、「国防系企業として技術開発の国産化に固執した CNNC」、「経済的合理性から仏技術導入を促進した CGN」、「投資効率での関心はあったが主体的な原発運営には重点を置かなかつた CPI、とスタンスの違いがある。
- ・しかし原子力発電事業の高収益性から、他の発電事業者の参入希望が2000年代半ばから始まり、中国華能集团公司(高温ガス炉で清華大学と提携。CAP1400でSNPTCと提携)、中国大唐集团公司(CGNと提携)、中国華電集团公司(CNNCと提携)が原子力参入の橋頭堡を構築している。
- ・原発プロジェクトへの過半の出資を3機関に限定しながら、国务院の国家資産監督管理委員会(SASAC)は、これら3機関が直接に新規原発プロジェクトを運営することを禁じた。

注) 3機関が直営で新規原発プロジェクトに取り組む方式をとれば、失敗すれば国家資産が巨額な損失をこうむる。その回避のためにリスクを新設の子会社に負わせたと見られる。

注) 2010年11月、筆者のCPI本社訪問時には「中国では、新しい原発の建設には、子会社を作らないといけないとの法律がある」との説明を受けた。

このため、新規原発は親会社(3機関)の経験等の人的資源が使えず、新設子会社雇用の新入職員で建設・運転することになる。よって運転が軌道に乗るまでの期間、技術面での信頼性に問題が残る。

注) 日・仏・韓等では、親会社で習熟度別の人員構成を考えて、新規原発の建設・検査・試運転・運転・保守の流れに応じたプロジェクト運営を行う。

注) CNNCの原発資産の統合管理会社「中国核能電力股份有限公司(CNNP)」と、運転管理会社「中核核電運行管理有限公司(CNNO)」や、CGNの原発資産統合管理会社「中国広核電力股份有限公司」や、運転管理会社「大亜湾核電运营管理有限責任公司(DNMC)」の設立は、この中国国内の弊風解消に役立つと期待される。

3) 原発プロジェクトの重要事項はすべてNEAが実質的には決定。

- ・立地地点、発電容量、炉型、主要コンポーネントの発注先等は、すべてNEAが実質的には決定する。
- ・このため、地方政府、発電集団、電気集団は、長い期間をかけて自発的に準備・提案する意義がなく、中央政府の決定を待つ姿勢に終始している。

3. 中国の原子炉国産化

1) 第3世代炉の導入による国産炉開発に向けた動き

①原子炉開発の2つの流れ：

- 中国の原子力産業は、秦山 I-1 を建設した国防産業系の CNNC と、(経済的観点から) 大亜湾-1・2 以来のフランス系技術をベースにする CGNPC (中国広東核電集団有限公司=2013年4月に CGN へと改称) が、炉型開発の主導権を争っていたが、第3世代炉*の開発という世界の潮流からは大きく遅れていた。
*改良型も含めて、第2世代炉が人工的、能動的な安全システムに依存しているのに対して、第3世代炉は重力等自然の力を利用して炉停止・炉心冷却する受動的安全性を基本としている。その代表である AP1000 の AP (Advanced Passive) は「先進的な受動的安全性」を標榜している。

②原子炉技術近代化の方向付け：

- 2006年3月に国務院が原則承認(2007年11月正式公表)した「原子力発電中長期発展規画(2005~2020年)」では、原子力発展の意義を以下のように規定した。
 - 国家エネルギー安全保障
 - エネルギー消費の構造調整と大気質の改善
 - 機器製造水準の向上と技術振興の促進

また中国の原子力発電プラントの近代化のために、次のような方向付けを行った。

- 国際入札により協力パートナーを選定する。
 - 第3世代の100万kW級PWRの設計と設備製造技術を導入する。
- この「規画」では、「100万kW級の先進的なPWR」の「設計、製造、建設、運営の自主化」のプログラムと課題も明示した。
 - これにより同「規画」は、中国の原子力産業の発展と改革の進め方を示す綱領的文書と位置づけられている。

③導入する西側第3世代炉の選択肢：

a. AP1000 炉：

中国への第3世代炉導入では、米ウェスチングハウス・エレクトリック社(WEC)の AP1000*が、技術の優越性、安全信頼性、経済競合性、マン・マシン・インターフェースの操作性、自然環境適合性等で高い評価を受けており、開発上特段の問題が起きなければ、中国の第3世代炉の主流になるとみられる。

* AP1000 は、2006 年 12 月に国家発展改革委員会の馬凱主任と米エネルギー省のボドマン長官の覚書で 4 基の中国への輸出が決定し、それ以降も AP1000 を候補炉型とした多くの原発新設計画が準備されている。

b. EPR 炉：

第3世代炉導入では、仏 AREVA の EPR も AP1000 に次ぐ注目を集めている。

2007 年 11 月、サルコジ大統領・胡錦濤主席立会いの下 AREVA 社の EPR 炉×2 基の中国への輸出が決定した。同日 CGNPC（現 CGN）と AREVA で台山での EPR 建設合意文書に署名。

その合意のカバー範囲は、核燃料供給を含め総額 80 億ユーロに及ぶ。AREVA は傘下の UraMin 株の 35%を CGNPC に譲渡し、また 2 回の初期装荷炉心と 17 回の取替炉心、15 年以上にわたる濃縮ウランを提供する。

2009 年 12 月 21 日、CGNPC 70%と仏電力公社（EDF）30%で台山原発の建設・運転を担当する「広東核電合営有限公司（TNPJVC）」を設立した。

また同日、AREVA 45%と CGNPC 55%で（EPR と CPR1000 の設計と炉コンポーネントの供給での技術移転の受皿となる）EPC 会社「WECAN」を深圳に設立した。

2006 年末に、中国が EPR よりも AP1000 を導入第3世代炉の主流に選んだのは、WEC が技術移転で AREVA よりも積極的な姿勢を示したからといわれる。

④准国産 PWR 「CPR1000」

- ・第3世代炉ではなく第2.5世代炉の位置づけながら、中国の初号原発となった仏製大亜湾原発をベースに CGNPC と CNNC が協力して国産化を進めた CPR 1000 も、実証性や初期投資額が少ないこと、また国内産業育成等の観点から、30 基前後の建設プロジェクトが検討されていた。

注)2010 年 11 月時点では、国務院承認済みの建設中・準備中の原発プロジェクトのうち CGNPC の担当分 23 基中 19 基が CPR1000 またはその改良型 CPR1000+で考えられていた。

- ・しかし福島原発事故が起こると、2011年3月16日に国务院常务会议は、CPR1000の「新規建設」は認可しないことを決定した。
- ・2013年10月24日、国务院常务会议で、「第12次5ヵ年規画期間中の内陸部原発建設の凍結」、「新規建設には第3世代炉安全基準を要求」等を決定した。
注) 後半部分は、第2.5世代炉CPR1000の新規着工の中止ともとられたが、その後陽江-4と福清-4がともに2012年11月17日に着工した。

2) 中国の発電炉の基本的な炉型区分

- ・中国の発電炉の区分のうち、水炉（軽水炉，重水炉）について次頁に示す。
中国の軽水炉はすべて加圧水型炉(PWR)である。

図表 5：中国の水炉の区分（太字は主要炉型）

	炉型	適用原発	技術ベース。出力、寿命、運転サイクル等	備考
国産炉・准国産炉	CP*300	秦山 I-1	中国の自主設計。30 万 kW。2 ループ。	チャシュマ-1・2 も同型炉
	CP(旧 CNP)600	秦山 II-1~4、昌江-1・2	自主設計・自主工程管理。大亜湾-1・2(90 万 kW。仏 M310 炉)を参考。2 ループ。	秦山 I-1 を出力増強。仏の知的財産権の制約なし
	CPR1000	嶺澳 II-1・2、紅沿河-1~4、寧徳-1~4、陽江-1・2、福清-1~4、方家山-1・2、防城港-1・2、田湾-5・6	CGNPC(現 CGN)・CNNC と仏 EDF が協力。第 2 世代改良型炉。大亜湾-1・2 ベースの 3 ループ。基本は 108 万 kW、60 年、18 ヶ月サイクル	国外建設では AREVA の同意が要。M310 を 37 項目で改良。
	CPR1000+	陽江-3・4	第 2.5 世代炉。108.8 万 kW。60 年	CPR1000 を 32 項目で改良。
	ACPR1000	陽江-5・6。	第 3 世代炉の全要求事項を満たす。CGN が開発。CPR1000 を改良。3 ループ。108.7 万 kW。	紅沿河-5・6、寧徳-5・6 でも採用か。CGN に知財権。二重格納容器、コア・キャッチャー。
	ACPR1000+	未定	第 3 世代炉。115 万 kW。60 年。18 ヶ月	二重格納容器。CGN に知財権。
	CP(旧 CNP)1000	田湾 III-1・2	「第 3 世代水産炉」。CNNC が CPR1000 を改良(M310+)。110 万 kW。60 年。18 ヶ月。	CPR1000 の炉心を大型化、二重格納容器。CNP1000 と CP1000 の関係と知財権が曖昧。
	ACP1000	未定	CNNC 開発の第 3 世代炉。110 万 kW。3 ループ。60 年。18 ヶ月。	モジュール型で多種容量。二重格納容器。受動的安全性も具備。カラチに 2 基輸出。
	華龍 1 号 (ACC1000)	福清-5・6	CGN の「ACPR1000+」炉と CNNC の「ACP1000」炉の設計を一本化。115 万 kW 級	中国に知財権。二重格納容器。受動的安全も。紅沿河-5・6、防城港-3・4、寧徳-5・6 も華龍?
	CAP1000	栄成石島湾	WEC の AP1000 を国産化。SNPTC が技術の受け皿。125 万 kW。60 年。18~24 ヶ月。2 ループ。	WEC に知財権。受動的安全性も。一体型モジュール型炉。
	CAP1400	栄成石島湾で 2 基 (最終的には 6 基?)	140 万 kW*、60 年、18 ヶ月。設備利用率 93%以上。 * 150 万 kW 前後や 153 万 kW 説も。	中国に知的財産権。2014 年内着工、2018 年運転開始 (→2019 年 4 月に変更)。
	CAP1700	未定	170 万 kW (190~220 万 kW とも)	2007 年、概念設計準備を開始
	輸入炉	M310	大亜湾-1・2、嶺澳-1・2	仏 FRAMATOME(現 AREVA)の PWR。
CANDU		秦山 III-1・2	加 AECL の重水炉。72.8 万 kW。	モデルは-VI。
VVER1000		田湾 I-1・2、田湾 II-1・2	露 ASE の第 2 世代炉。106 万 kW。40 年	モデルは AES-91。シーメンス製計装制御系
AP1000		三門-1~4、海陽-1~4、陸豊-1・2、徐大堡-1・2、防城港-5・6、白龍-1・2、惠州-1・2、莆田/漳州-1・2	米 WEC の第 3 世代炉。中国で建設する第 3 世代炉の中核。125 万 kW。	受動的安全システムの組み込み。二重格納容器。
EPR		台山(腰古)-1~4	仏 AREVA の第 3 世代炉。175 万 kW。4 ループ。60 年。18~24 ヶ月。	

(表全体の主な出典) テピア総合研究所刊「中国原子力ハンドブック 2012: 中国が変える世界の原子力」。また WNA の 2014 年 10^{*)}

Nuclear Power in China”等をもとに当協会で作成。

- ・図表 5 に掲げた炉型を含め、中国の手掛けた主要炉型を以下に紹介する。

A. 国産炉

①CP300(旧称 CNP300) China Nuclear Power 300MWe の略

- ・適用炉：秦山 I -1 (国産初号原発)
- ・技術のベース：CNNC が自主設計 (米国情報を多用)。
圧力容器 (三菱重工業) やポンプ等重要部分は輸入。
注) 秦山 I -1 プロジェクト参加企業は巻末<参考資料 1 >を参照。
- ・仕様：2 ループ炉。31 万 kW 。設計寿命 30 年。
- ・開発機関：
 - － 全体設計：華東電力設計院 (当時の能源部傘下の 6 電力設計院のひとつ)
 - － NSSS 設計：上海核工程研究設計院 (SNERDI)
- ・国産化率：20～30% (金額ベースでは約 70%)
- ・投資額：17.75 億人民元
- ・他：パキスタンのチャシュマ-1～4 も同型炉
(-1・2 は 32.5 万 kW で運転中。-3・4 は 34 万 kW で建設中)
注) 上海核工程研究設計院 (SNERDI) が 1 次系を設計。中国華東電力設計院 (ECEPDI) が 2 次系を設計。

②CP600(旧称 CNP600)

- ・適用炉：秦山 II -1 ～4, 昌江-1・2 (-3・4 も可能性はある*)
(出典) 2014 年 10 月 WNA “Nuclear Power in China”
- ・技術のベース：CNNC が自主設計 (秦山 I -1 の容量を拡大。仏製大亜湾-1・2 を参考)。工程管理も自主化。一部大型機器を除き、製造も大幅に国産化。秦山 II 期は、1 ループ 30 万 kW の技術習得と将来の 100 万 kW 炉国産化の重要なステップと位置付けられた。
- ・仕様：
 - － 出力：秦山 II -1・2 と昌江-1・2 は 65 万 kW、秦山 II -3・4 は 66 万 kW
 - － 設計寿命：40 年
- ・開発機関：
 - － 全体設計：北京核工程研究設計院 (BINE)
 - － NSSS 設計：成都核工程研究設計院
 - － BOP と土木部部分の設計：華東電力設計院

- ・製造協力：中国原子能工業公司（CNEIC）に、WHが65万kW級蒸気タービンの製造で、また三菱重工業（MHI）も圧力容器の製造で協力。
- ・国産化率：-1・2は55%、-3・4は77%
- ・投資額：秦山Ⅱの2基で142億元
- ・知的財産権：仏による知的財産権の制約はなし

③CPR1000 シリーズ

③-1：「CPR1000」：中国の第3世代炉への橋渡しの役目を担う炉

- ・CPR1000は、第2世代改良型(第2.5世代炉あるいは第2世代+炉とも)の位置づけで開発が始まった。

主眼は、急増する原発需要を安価な国産品で賄い、国内産業の技術習熟を促進し、並行して導入される西側第3世代炉の本格的開発に備えることであった。進化のパスを、(大亜湾-1・2、嶺澳-1・2の仏炉である)「M310」→「CPR1000」→「M310+」で説明していた。

- ・CPR1000の適用炉：嶺澳Ⅱ-1・2、紅沿河-1～4、寧徳-1～4、陽江-1・2、福清-1～4、方家山-1・2、防城港-1・2、田湾-5・6、中黒龍江省の佳木斯（内陸部立地のため凍結）

（参考）2014年10月WNA“Nuclear Power in China”

注) 福清、方家山では、当初CP1000を予定したが、その後「CPR1000に変更した」と報じられた(政府がIAEAに届けるPRISデータベース等)。最近の公的な発表では、炉型は「CPR1000」とは特定せず「第2世代改良炉」という表現が使われることが多い。理由は不明。

なお中国では、設置地点、容量、炉型、主要コンポーネントの発注先はすべてNEAが決める。

- ・技術のベース：

仏製大亜湾炉（M310）をベースに、1994年から計装制御系のデジタル化や過酷事故対策等37の主要項目（うち21が安全関係）を改良。

注) 2004年の中国の新安全規制規準を満たしていないとの指摘もある。

CPR1000は仏RCC規格に準拠した機器設計を採用することが国家核安全局(NNSA)の文書(NNSA document 28, 2007)で明示されている。

(出典)2010年5月25日、尾本原子力委員会委員の海外出張報告

- ・仕様：3 ループ炉。
 - － 出力：紅沿河-1・2 は 111.9 万 kW、それ以外の適用炉は 108 万 kW。
 - － 設計寿命：60 年（咸寧や防城港では 40 年）
 - － 運転サイクル：18 ヶ月（咸寧や防城港では 12 ヶ月）
- ・開発機関：
 - － 主導機関：CGNPC(現 CGN)
 - － 協力機関：仏電力公社(EDF)や CNNC
 - － 設計：CNNC 傘下の中国核動力研究設計院(NPIC)と核工業第二研究設計院(BINE. 現中国核電工程有限公司 CNPE)
- ・国産化率：寧徳-1・2 では 75% (2013 年 1 月 17 日原子力産業新聞)。-3・4 で 85%。
嶺澳Ⅱ-1・2 で 50 %・70 % (2010 年 6 月 17 日および同 7 月 22 日原子力産業新聞)、紅沿河-1・2 で 70 %
- ・知的財産権：国外建設では AREVA の同意が必要
- ・その他：

2012 年 10 月 18 日、英国ロールス・ロイス社は CGNPC と嶺澳-1・2 の計装制御 (I&C) 系に同社の世界最新のデジタルシステム「スピンライン」を供給する契約を締結。爾後建設されるすべての CPR1000 (この時点でも楽観的見方では 22 基ほどが見込まれた) への供給意向を表明した。

(2012 年 10 月 25 日原子力産業新聞)

③-2：「CPR1000+」

- ・適用炉：陽江-3・4

注) 陽江-3・4 は、WNA “Nuclear Power in China” (2014 年 10 月) では CPR1000+、IAEA の PRIS では CPR1000 としているが、PRIS では区分を認識しているのか不明。

- ・技術のベース：

CGN が開発。CPR1000 を計装制御系のデジタル化等 32 項目で改良した炉。第 3 世代炉とする説もあるが、CPR1000+の進化版の ACPR がまだ第 2.5 世代炉の扱いとされることが多いため、ここでは CPR1000+も第 2.5 世代炉としておく。
- ・仕様：
 - － 出力：108.8 万 kW
 - － 設計寿命：60 年

③-3：「ACPR1000」

- ・適用炉：陽江-5・6、紅沿河-5・6、寧徳-5・6、四川省南充-1~4、河南省の信陽-1~4。
他の可能性がある原発としては、紅沿河-5・6、寧徳-5・6、昌江-3・4。

注) 陽江-5・6 は、WNA “Nuclear Power in China” (2014 年 10 月) では ACPR1000、IAEA の PRIS では CPR1000 としている。PRIS では区分を認識しているのか不明。

- ・技術のベース：CGN が開発中。CPR1000 を改良した 3 ループ炉。
 - 注) 第 3 世代炉区分とする説と第 2.5 世代炉扱いとする説がある。後者が優勢に見える。
 - 注) 「CAP1000 炉を補完する炉」の位置づけのため、建設には政府の承認が必要。
 - 注) CGN によると、ACPR1000 は、「CPR1000+」に改良を加え、第 3 世代炉の全要求事項(例：中国の最新の原発設計安全規定「HAF102」、米国の電力要求文書 URD の規定)を満たす。多重故障時の安全確保も目標にした。
- ・仕様：
 - － 出力：108.7 万 kW
 - － 装置の特徴：二重格納容器。コア・キャッチャーも装備
- ・知的財産権：CGN がもつ。
- ・他：CGN は ACPR1000 の輸出も視野に入れている。

③-4：「ACPR1000+」

- ・適用炉：未定
- ・技術のベース：CGN が開発中。。第 3 世代炉。
- ・仕様：
 - － 出力：115 万 kW
 - － 設計寿命：60 年
 - － 運転サイクル：18 ヶ月
 - － 装置の特徴：二重格納容器。ACPR1000 の燃料を使うが、集合体を 12 フィート (ft) から 14ft に長くした。

④CP1000 (旧称「CNP1000」) シリーズ

注) CNNC は 2010 年 11 月の北京での WNA/CNEA 主催の国際原子力シンポジウムで「CNP を CP と呼称変更しただけ」と説明。

しかし中国の原子力関係者は「CP1000 は CNP1000 の発展型」とも説明している。また今でも「CNP」の呼称を使い続ける中国の原子力関係者も多い。

例) 2014 年 4 月 8-11 日 IAEA の高温ガス炉の安全に関する技術会議での清華大学 FuLI 氏発表の P3

http://www.iaea.org/NuclearPower/Downloadable/Meetings/2014/2014-04-08-04-11-TM-NPTDS/2_Li01.pdf

注)「CP1000 は CNP1000 の発展型で、CNP1000 の知的財産権は仏に、CP1000 のは中国にある」
との見方もある。

④-1：「CP1000」（旧称 CNP1000）

・適用炉：田湾Ⅲ-1・2

・技術のベース：

CNNC の主導下で CPR1000 を改良 (M310+炉とも呼称)。

注) 第3世代炉ではなく「第3世代炉水準炉」とされる。

注) WNA “Nuclear Power in China” (2014年10月) は、CPR1000 には「M310+タイプのもの
とそうでないものがある」としている。これも中国の炉型区分の難解さによると思われる。

・仕様：

－ 出力：110 万 kW

－ 設計寿命：60 年

－ 運転サイクル：18 ヶ月

－ 装置の特徴：CPR1000 に比べて炉心を大型化。二重格納容器。

－ 燃料の特徴：M310 に比べて、核燃料集合体数の 20 体追加。

燃料の高燃焼度化 (EPR と同じ 6 万 MWd/t)

(出典) WNA の「Nuclear Power in China」2010年7月20日

・開発機関：

－ 中心設計機関：中国核動力研究設計院 (NPIC)

2003年9月1日、初期設計開始。2004年9月初期設計完成。

－ 概念設計機関：核工業第二研究設計院 (BINE) *

* 現在の中国核電工程有限公司 (CNPE)

－ 設計協力機関：上海核工程研究設計院 (SNERDI)

注) WEC、FRAMATOME (現 AREVA) も協力。

(2013年3月(株)アイ・ビー・ティ刊「平成24年度発電用原子炉等利用環境調査」)

http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2013fy/E003935.pdf#search='%E5%B9%B3%E6%88%9024%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E7%99%BA%E9%9B%BB%E7%94%A8%E5%8E%9F%E5%AD%90%E7%82%89%E7%AD%89%E5%88%A9%E7%94%A8%E7%92%B0%E5%A2%83%E8%AA%BF%E6%9F%BB%E6%B5%B7%E5%A4%96%E5%8E%9F%E5%AD%90%E5%8A%9B%E8%AA%BF%E6%9F%BB

・他：

－ 2005年6月、康日新 CNNC 総経理が CNP1500 (出力 150 万 kW) なる炉の
開発が進展していると発表。

－ 2007年初め、SNERDI が AP1000 対応で CNNC から SNPTC 傘下の機関になっ
たことや、SNPTC が提案したため、CNP1000 開発は中止と報道された。

(出典) テピア総合研究所「中国原子力ハンドブック 2012」P292～293/P307。また前出(株)アイ・ビー・ティ資料。

注) CP1000 は CPR1000 に比べより第 3 世代炉に近いので、AP1000 や EPR の導入を決めた中国には CP1000 の意義が薄れたとの見方もある。(日本テピア 2009 年 11 月 9 日 Searchina) CNP1000 の知財権は中国にあり CN1000 はその進化版との説もある(前出(株)アイ・ビー・ティ資料)。

④-2 : 「ACP1000」

- ・「ACP1000」は CNNC が開発する第 3 世代炉。

注) ACP モデルのラインアップとしては、容量的には「モジュール多目的小型炉 ACP100 (10 万 kW)」から「ACP1000 (110 万 kW*)」までである。

* 2013 年 6 月 18-20 日 IAEA 会合での SERDI の Dr. Zheng Mingguang 発表では 111 万 kW。

- ・「ACP1000」は「CAP1000」の補完炉の位置づけのため建設には政府承認が必要。
- ・適用炉：国内では、なし。

注) 当初は福清-5・6 を予定したが、後述する「華龍 1 号」に変更された。

海外ではパキスタンへの輸出が決まり、2013 年 11 月カラチで ACP1000 (110 万 kW) × 2 基の起工式を開催。

注) 60 万 kW の ACP6007 は海南省、甘肅省、何ア、アルゼンチン、サウジアラビア等での建設を検討とのこと(前出(株)アイ・ビー・ティ資料)。

- ・技術のベース：CNNC が開発中。CP1000 の進化型の第 3 世代炉。
- ・仕様：
 - － 出力：3 ループの 110 万 kW
 - － 設計寿命：60 年
 - － 運転サイクル：18 ヶ月
 - － 装置の特徴：二重格納容器。(能動的安全性に加えて) 受動的安全性も備える。

⑤華龍(Hualong)1号*：中国の第3世代国産炉のエース

* ACC1000 または華龍 1000 と呼称

- ・ 国家能源局 (NEA) の指示で、CGN が開発中の「ACPR1000+」炉と CNNC が開発中の「ACP1000」炉の設計を一本化したもの。
- ・ 2014年8月22日、CGN と CNNC は、華龍1号の全体設計が国家能源局 (NEA) と国家核安全局 (NNSA) に承認されたことを発表、同日華龍1号技術の統合協力で覚書を交わした。
- ・ 中国側が完全な知的財産権をもつ。
- ・ 適用予定炉：福清-5・6 (115万kW級×2基)

NEA の承認を 2014年11月4日に CNNC が発表。

注) WNA の” Nuclear Power in China” (2014年10月) では華龍1号の可能性のあるサイトとして、以下も挙げている。

- 紅沿河-5・6 の (115万kW級×2基) : ACPR1000 と競合
- 防城港-3・4 の (115万kW級×2基) : ほぼ華龍1号
- 寧徳-5・6 の (108万kW級×2基) : ACPR1000 と競合
- ・ 仕様：炉心 (燃料集合体数や長さ) は ACP1000 に近い。
 - 出力：115万kW
 - 設備の特徴：多重の安全システム、二重格納容器。能動的安全性と受動的安全性を組み合わせる
 - 燃料の特徴：燃料集合体は 177 体 (ACP1000 の炉心設計を採用)
 - 国産化率：85%以上をめざす。
- ・ 2013年10月に NEA が発表した「原発輸出を国家戦略とする」との方針に沿って、華龍1号はその先頭に立つと思われる。

注) アルゼンチン等では CNNC との協力によりすでに華龍1号の総合評価を完了という。

注) SNPTC によると榮成石島湾での CAP1400 実証炉の建設も 2014年中に開始の見通し。

- ・ このように、華龍1号と CAP1400 をてこにした「中国の第3世代炉の海外販売体制」が本格的に整いつつある。すでに NEA では、これらに重要な設備、機器、部材の 85%以上を国産化するように CNNC に指示している。

2014年8月22日に開かれた NEA と NNSA の「華龍1号」全体設計に関する合同審査会でも、全体設計を承認後、審査専門家グループが政府に「輸出に先立ち、国内での実証炉建設を早急に開始すること」を勧告した。

まず国内で実証し、「安全・安心」をつけて途上国に安価な高性能第3世代炉を売り込む方針をめざしている。(2014年8月28日原子力産業新聞等)

(参考) 2014年10月17日「人民網」国際原発技術フォーラム 中国「華龍1号が注目の的」

<http://j.people.com.cn/n/2014/1017/c94476-8796440.html>

⑥CAP1000 シリーズ

⑥-1：「CAP1000」

- ・米ウエスチングハウス・エレクトリック社(WEC)の第3世代炉「AP1000(Advanced Passive 1000)」から34項目の技術移転を受け、当面している大量の原発建設にそれらの吸収した技術を応用するとともに国産化していくことを狙ったプロジェクト。
- ・まず手始めに、WEC社のAP1000と同じ容量で技術習得をするためのものが「China化したAP1000=CAP1000」プロジェクトである。
- ・三門や海陽でのAP1000の建設経験を踏まえ、また福島原発事故後に国家核安全局(NNSA)が出した安全対策要求も満たす形で開発を進めている。
- ・適用炉：山東省「栄成石島湾」
- ・技術のベース：
 - 米WECのAP1000を材料の見直しを含め国産化したもの。国家核電技術公司(SNPTC)が技術移転の受け皿となり技術の吸収と普及を担当。知的財産権はWECにある。
- ・仕様：
 - － 出力：125万kW
 - － 装置の特徴：
 - 受動的安全性をもつ。
 - 一体型*モジュール型炉として容量に応じ、CAP150、CAP1400、CAP1700とシリーズ化を進める。
 - * 一体型原子炉とは、蒸気発生器や加圧器、原子炉冷却材ポンプ等、原子炉の構成要素のすべてを圧力容器1個の中に収めたもの。
- ・開発機関：
 - － 炉心設計：上海核工程研究設計院(SNERDI)
 - － BOP設計：中国核電力規画設計研究院(SNPDR)
 - － 材料等の分析・評価・見直し：「国核核電設備・材料鑑定センター」
注) SNPTCの全額出資子会社「上海発電設備成套設計研究院」の施設。AP1000やEPRの設備や材料を分析する。
- ・2008年、CAP1000の概念設計開始。2009年、初期設計完了。2010年4月、詳細設計開始、2011年末にシステム設計が概ね完了。2013年6月までに詳細設計完了が当初の目標。
2012年8月のSNPTC主催のCAP1000設計に関する審査会や2012年11月のCNNCによるAP1000技術消化吸收評価会合でも、CAP1000プロジェクトの順調な進展が確認された。

- ・SNPTC が第 3 世代原子炉の設備機器供給業者として資格を認定した企業は 2013 年度末で 97 社を数え各集団が熾烈にこの SNPTC の資格取得を競っている。。資格は 3 年間ごとの更新が必要とされる（巻末の〈参考資料－ 5 〉参照）。

<http://www.snptc.com.cn/index.php?optionid=818>

- ・WEC 側でも、中国の製造企業が能力を高めることは、WEC の国際的なサプライチェーンに組み込むことを意味し、米国内では原発コンポーネントの製造施設をもたない WEC の世界戦略にとって歓迎するとの姿勢をとっている。

⑥-2 : 「CAP1400」 : AP1000 を徹底的に見直した第 3 世代国産炉

〈国家の重大プロジェクトとしての CAP1400 開発〉

- ・ 2006 年国務院発表の「国家中長期科学技術発展規画綱要（2006～2020 年）」に「大型先進 PWR 開発」として規定された。
- ・ 2011 年 7 月の科学技術部の「国家第 12 次 5 ヶ年科学技術発展規画」では同規画期間中（2011～2015 年）に CAP1400 の標準設計を完成し、実証炉を建設する目標を示した。
- ・ 中国が知的財産権をもつ第 3 世代炉。国内に加え、輸出も視野に大量建設を見込む。

- ・ 第 3 世代炉
- ・ 技術のベースは WEC。中国が AP1000 の出力を 140 万 kW 以上にすれば（中国の知的財産権を認め）輸出を承認と WEC が約束している。
- ・ 適用見込み炉：石島湾-1～6
- ・ 開発機関：
 - － 実証炉建設：SNPTC と中国華能集团公司*が山東省「栄成石島湾」で 2 基を建設中
 - * 正確には子会社の華能核電開発有限公司 Huaneng Nuclear Power Development Corp.
 - － 概念設計：SNERDI
 - － 実証炉の建設・運転：「国核示範（実証）電站有限公司」*
 - *2009 年 12 月 17 日設立。資本金 3 億元（SNPTC55%、中国華能集团公司 45%）。
 - － 炉コンポーネントの設計開発：山東核電設備製造有限公司（SNPEMC）、国核工程有限公司（SNPEC）
 - － その他の協力機関：清華大学
 - SNPTC 傘下の「国核華清（北京）核電技術研究中心有限公司」が清華大学の核研院能源試験棟に「CAP1400 受動的炉心冷却システム試験施設」を設置。小破断 LOCA（冷却材喪失事故）、熱水力試験等を行う。

- ・ AP1000 に比べて経済性と安全性の向上が設計の基本方針。
- ・ 見込み投資額：423 億元（2014 年 6 月 12 日原子力産業新聞）
- ・ 沿革：
 - － 2008 年：概念設計完成
 - － 2011 年：基本設計完成
 - － 2013 年 3 月：CAP1400 実証炉×2 基の安全審査。建設を承認。
 - － 2014 年 1 月：NEAS が CAP1400 の基本設計を承認。
 - － 2014 年 9 月 2 日：CAP1400 の予備的安全分析報告書を NNSA が正式に承認
- 実証炉初号機は 2014 年内に山東省栄成で着工の見込み。
2018 年運転開始をめざす。（2014 年 9 月 18 日原子力産業新聞）
- 注) 2014 年 11 月 13 日、以下の情報が伝わった。
 - － 石島湾初号機の建設には 56 ヶ月かかり、2019 年 4 月に運転開始。
 - － 2 号機は、2015 年 8 月に着工、2019 年 10 月までに運転開始。
- ・ 仕様：
 - － 出力：140 万 kW
 注) 出力は 150 万 kW 前後とも言われる。
 （2013 年 6 月 IAEA 会合での SNERDI の Dr. Zheng Mingguang 発表では 153 万 kW）
 - － 設計寿命：60 年
 - － 設備利用率：93%以上
 - － 運転リサイクル：18 ヶ月。
 - － 燃料集合体：193 体
 - － 格納容器サイズ：内径 43m、高さ 73.8m
 - － 国産化率：約 80%をめざす。

⑥-3：「CAP1700」

- ・ CAP のさらなる大出力化をめざすプロジェクト。
- ・ 出力：170 万 kW（190～220 万 kW とも*）
 - *2012 年 6 月 18-20 日の IAEA 会合での SNERDI の Dr. Zheng Mingguang 発表” Overview of LWR in China”）。
 - <http://www.iaea.org/NuclearPower/Downloadable/Meetings/2012/2012-06-18-20-TWG-LWR-HWR/18.China-LWR.pdf>
- ・ 2007 年に、SNERDI が概念設計準備作業を開始している。

⑥-4：「CAP150」

- ・ SNPTC が開発を手がけている、15 万 kW の小型 CAP。

⑦モジュール型多目的小型 PWR「ACP100」

- ・出力 10 万 kW の PWR を開発するプロジェクト。

注) 中国では送電幹線から離れた中西部の山間部等で電気出力 30 万 kW 以下の先進的小型炉のニーズがあり、将来の輸出からも関心が高い。(出典) ピア 2009 年 8 月 7 日 Searchina

- ・CNNC 傘下の中核新能源有限公司が開発中。

同会社は 2011 年 4 月設立で、その出資者は、CNNC80%、中国国電集团公司 20%。2011 年暮れから、江西省贛州市、福建省漳州市と莆田市、甘肅省蘭州市、吉林省白山、湖南省と熱併給や海水淡水化等での協力で覚書等を締結している。

⑧高速炉

< 「核電中長期発展規画」に見る高速炉・高温ガス炉の位置づけ >

「核電中長期発展規画(2005～2020 年)」では、高速炉と高温ガス炉を以下のように位置づけている。

- ・熱中性子炉→高速炉→核融合炉の 3 段階原子力開発路線を堅持する。
- ・高温ガス炉、固有安全型 PWR、高速増殖炉の国産開発技術の研究開発を促進する。

⑧-1: 「高速実験炉 CEFR」

- ・開発機関：・中国原子能科学研究院 (CIAE)
- ・出力：25MW
- ・2010 年 7 月 21 日臨界、2011 年 7 月 1 日送電開始
- ・装置の特徴：プール型の Na 冷却方式。
- ・ベースになったモデル名：露 BN200

⑧-2: 「高速実証炉 CFR600」

- ・中国の高速炉開発では、CEFR の成果を踏まえ 60 万 kW 超の実証炉あるいは商業炉に進むやり方として、2 つの方法を並行して検討している。
 - － 国産技術で実施
 - － 露からの技術導入で実施
- ・露の技術導入に関しては、2009 年 10 月 14 日のプーチン首相訪中時に 2 つの文書を交わした。
 - － 両国間の高速炉実証化での協力覚書
 - － 中国原子能科学研究院 (CIAE) /中国原子能工業公司(CNEIC)と ROSATOM 傘下の ASE との BN800×2 基購入契約を締結。

- ・2010年3月23日、CNNCはROSATOMとBN800×2基の中国（福建省の三明市に予定）での建設で覚書締結。
- ・2010年4月28日、中国最初の商業用高速炉建設のための「福建三明核電有限公司」を、CNNC、福建投資開発公司、三明市が共同出資で設立した。初号機は2018年、2号機は2019年の運転開始が目標。合計4基の計画。
- ・2014年2月に概念設計完成、2017年12月に詳細設計完成、2023年12月運転開始が目標
- ・出力：60万kW

⑧-3：「高速商用炉 CFR1000」

- ・出力：100万kW
- ・現状：検討段階
- ・運転開始：2030年が目標

⑨高温ガス炉

a. 意義

- ・中国が知的財産権をもち、世界の先端を走る。
- ・2006年2月、国务院の「国家中長期科学技術発展規画綱要」で、高温ガス炉実証炉プロジェクト（HTR-PM）は、大型先進PWRとともに16の「国家重大特別プロジェクト」にひとつに指定された。
- ・世界最初の「モジュール方式」での高温ガス発電炉となる予定。政府もHTGRを輸出産業にする方針。

（出典）核工業第11次5ヵ年規画（2006年8月国防科学技術工業委員会発表）

b. 経済性：

- ・高温ガス炉発電では、売電価格は「0.3元/kWhを超えない」と予測。

（2008年6月12日中国電力網）

c. 開発者：

- ・清華大学が中心となり技術開発をリード。

⑨-1：「高温ガス実験炉 HTR10」

a. HTR10（熱出力10MW、電気出力2.5MW）の意義：

- ・中国が高温ガス炉を開発するための先導的プロジェクト。とくにペブルベッドでのモジュール方式のHTR-PMの技術的基礎（プロトタイプ）をなす。計装制御系のデジタル化達成はその意味で大きな成果。
- ・高温ガス炉技術を実証し、検証するためのプラットホームの位置づけ。

とくに、ガス炉の固有安全性に関して公衆の信頼を得るための各種の検証を行う。

b. 開発の沿革

- 1970年代；中国でのガス炉の研究開始。
- 1986年：国家の863の高度化目標技術のひとつに高温ガス炉が選ばれる。
- 1992年3月14日：政府がHTR10プロジェクト（1万kW）を承認。
- 1995年7月16日：高温ガス実験炉HTR10（1万kW）清華大学で着工。
- 2000年12月1日：HTR10初臨界。
- 2003年1月7日：HTR10、電力網に併入。
- 2003年1月29日：HTR10、全出力（電気出力2,500kW）運転。
- 2003年10月15日：HTR10の安全実証試験と長期運転を実施
- 2004年4月：中国華能集团公司、中国核工業建設集团公司（CNEC）、清華大学が国家發展改革委員会に高温ガス炉実証化の建議書を提出。
- 2004年8月17日：
国家發展改革委員会（NDRC）は石島湾での高温ガス炉原発プロジェクト（HTR-PM）を承認。

⑨-2：「高温ガス実証炉 HTR-PM」

- モデル・プロジェクト名が「HTR-PM」（High Temperature Gas-Cooled Reactor-Pebble Bed Module）
- 20万kW級実証炉を石島湾に建設。2017年完成が目標。総工費は推定30億元。
注）当初45万8千kWt×1モジュールで考えていたが、2006年9月に「25万kWt×2モジュールからの蒸気を1台のタービンに導きグロス電気出力21.1万kWを発電」に決定。
（出典）2014年4月8-11日IAEAの高温ガス炉の安全に関する技術会議での清華大学FuLI氏発表等。

http://www.iaea.org/NuclearPower/Downloadable/Meetings/2014/2014-04-08-04-11-TM-NPTDS/2_Li01.pdf

a. プロジェクトの意義：

- 国民の生活水準向上で、エネルギー需給が逼迫する中、再生可能エネルギーまで含めても中国の将来のエネルギー安全保障が深刻な問題になっている。
- このような認識の下、中国はアフリカやアジアの新興国からのエネルギー資源調達のためにODAの供与、共同探鉱、資本参加等に全力で取り組んでいる。

- それでも近い将来のエネルギー不足が現実懸念されることから、中国は国際社会からの非難ものともせず、海底資源等の獲得につながる領土の拡大・確保を「核心的利益」と位置付けて実行している。
- このため中国にとっては、原子力発電の拡大は、エネルギーの国産化を意味し、国家の発展のためには不可欠である。
- 原子力発電はさらに総合科学技術を進展させ、国家戦略である「原子力輸出」の達成にも重要な役割を果たす。
- 一方、軽水炉の国産化・高度化が進んでも軽水炉のみに過度に依存することは危険である。
- さらにエネルギーの使用形態を考えると、熱か電気か？熱ならば温度は？地域は大都会か寒村か？等で、炉型の多様化が望ましいことも明白である。
- こういった多くのファクターにより、（中国が世界の先端を行く）高温ガス炉の開発は国家の大きな期待を背負い高い位置づけが与えられている。

b. 高温ガス炉実証プロジェクト HTR-PM の開発体制：

- プロジェクト推進事業者：華能山東石島湾核電有限公司
設立：2007年1月。
出資者：中国華能集団 47.5%、核工業建設集団(CNEC) 32.5%、清華控股有限公司（清華大学の出資企業）20%
- 技術の中心：清華大学。
- エンジニアリング会社：中核能源科技有限公司（Chinergy Co., Ltd.）
出資者：CNEC、精華控股有限公司、CGN
同社は、高温ガス炉以外にも、低温熱供給炉の技術をもつ。
- 上海電気集団やハルビン電気集団等も技術習得に強い関心をもち参加。

c. HTR-PM 開発の沿革：

- 2004年8月17日：
NRDC は石島湾での高温ガス炉原発プロジェクト HTR-PM を承認。
- 2004年12月16日：
石島湾 HTR-PM プロジェクトの出資3社（中国華能集団、CNEC、清華控股有限公司）が「高温ガス炉発電モデル事業投資合意書」を調印。
- 2005年11月24日：初期 F/S 開始。
- 2006年9月：HTR-PM の主要パラメータを決定
（250Mwth のモジュール（炉）を2基組み合わせると一つのタービンに吹き付ける）。
- 2006年2月：

国務院は HTR-PM を 16 の「国家重大特別プロジェクト」にひとつに指定。

- 2007 年 9 月 13 日：
国家核安全局（NSAA）は華能山東石島湾核電有限公司からの「高温ガス炉発電所」の安全分析報告書 F/S と環境影響報告書 F/S を受理。
- 2008 年 2 月：F/S 承認。
- 2009 年：HTR-PM の予備設計と PSAR が完了。
- 2009 年 9 月：HTR-PM 着工（2013 年 11 月運転開始が目標）。
注）最終的には、I 期分を含めて、同一仕様の実証炉を全部で 20 基建設する計画。
注）当初の予定 750°C を 850°C に上昇させることや、蒸気タービンの利用を He タービンに切り替えることも検討。
- 2011 年：3. 11 後、HTR-PM 作業は一時中断。
- 2012 年 12 月 9 日：HTR-PM 建設再開（3. 11 以降最初の工事再開プロジェクト）。
- 2011 年 3 月 1 日：国務院が華能石島湾原発（20 万 kW 高温ガス炉×1 基と 125 万 kW 級 AP1000*×6 基）プロジェクトを承認。
（出典）ハルビン工程大学の「三海一核」http://uzone.univs.cn/news2_2008_309676.html
* SNPTC と中国華能集団公司是 AP1000 技術の習得と CAP1400 実証炉開発を同時進行中。
- 2012 年 12 月 4 日：NNSA は建設許可を発給。（2013 年 1 月 9 日原子力産業新聞）

d. 技術の詳細仕様

- 電気出力：21.1 万 kWe
- 炉心直径 3 m、炉心高さ 11 m
- 圧力容器内の冷却材であるヘリウムの圧力 7 MPa（1 MPa = 9.869 気圧）
- 炉心出口温度 750°C、炉心入口温度 250°C。
- 燃料濃縮度 8.9%

（出典）

<http://www.nucnet.org/all-the-news/2013/01/07/china-begins-construction-of-first-generation-iv-htr-pm-unit>

注）濃縮度を 8.5%としている文献もある。

http://www.iaea.org/NuclearPower/Downloadable/Meetings/2013/2013-03-05-03-07-TWG-NPTD/Day_1/3_Sun.pdf#search='HTRPM'

- 球状燃料ペブルベット式、蒸気圧 13.25MPa、蒸気温度 567°C
- 燃料は UO₂ もしくは UC を SiC でコーティングした球状（顆粒）燃料。

⑨-3：「高温ガス商用炉 HTGR」

- 出力：60 万 kW 級

- ・現在いくつかの計画が動き出そうとしている。
 - a. 福建省莆田 (Pu Tian) 市と中国核工業建設集団公司(CNEC)の計画
 - － 2013年3月8日に王寿君 CNEC 総経理が提案
 - － 540°Cの高温蒸気を用いる化学工業や海水脱塩での利用をめざす(電熱併給炉)。
 - － 2013年5月11日、莆田市と CNEC は HTGR での原発建設での協力覚書を締結。また莆田核電建設準備事務所を設立。
注) 莆田市では、CNNC が多目的小型モジュール炉 ACP100 の実証炉建設も計画中。
 - b 江西省瑞金市と CNEC の計画
 - － HTGR 原発またそれと組み合わせた産業応用基地の建設をめざす。
 - － 2013年10月9日、瑞金市と (CNEC 傘下の) 核建清潔能源 (クリーン・エネルギー) 有限公司が覚書を締結。また瑞金核電建設準備事務所を設立。

B. 輸入炉

①M310

- ・適用炉：大亜湾-1・2，嶺澳 I -1・2
- ・技術のベース：・仏 FRAMATOME(現 AREVA) の PWR
- ・仕様：
 - － 出力：大亜湾-1・2 は 98.4 万 kW、嶺澳 I -1・2 は 99 万 kW
 - － 国産化率：大亜湾-1・2 では 15 %、嶺澳 I -1・2 で 30 %
 - － 投資額：大亜湾 2 基 40.72 億ドル（但し利子支払額が 17 億 4 千万ドルになり、返済総額は 54 億 2 千万ドル）、嶺澳 2 基 45 億ドル

②CANDU VI

- ・適用炉：秦山Ⅲ-1・2
- ・技術のベース：加 AECL の重水炉。ターンキイ（完成品引渡し）方式で契約。
- ・出力：72.8 万 kW
- ・投資額：40 億加ドル(当時 30 億米ドル) +15 年分の重水 4.5 億加ドル。
- ・日立がタービン発電機を供給。

③VVER1000

- ・適用炉：田湾 I -1・2、同 II -1・2
- ・技術のベース：・露 ASE の第 2 世代炉。モデル名 AES-91（型式としては、I 期-1・2 は V-428、II 期-1・2 は V-428M）
- ・装置の特徴
 - － 露がフィンランド国営電力（IVO）と共同開発した多重障壁・深層防護採用型の VVER。
 - － 計装制御系（I&C）は、中国が直接に独ジーメンスに発注した。
 - － 出力：106 万 kW
 - － 設計寿命：40 年
- ・投資額：I 期の 2 基は訓練を含め 30 億ドル。II 期の建設費は 18 億ドル。
- ・契約方式：I 期はターンキイ（完成品引渡し）契約、II 期は非ターンキイ契約（2010. 11. 23. 露と調印）
- ・初装荷燃料と 3 回分の交換燃料は露 TVEL 社が供給し、その後は CNNC 宜賓が TVEL 社から技術移転を受け製作した。
- ・国産化率：II 期は約 70%（Atomstroyexport 社の供給品は、炉、蒸気発生器、圧力容器、主冷却ポンプ等）。知的財産権はロシア。

④AP1000 注) AP は Advanced Passive の略。

- ・米ウエスチングハウス・エレクトリック社 (WEC) の第3世代炉。
- ・中国は AP1000 を国産化開発戦略の中核機種として採用。
さらに国務院は、AP1000 を内陸部での建設促進機種に選定、2008年1月3日にはその最初のサイトとして江西省彭澤を承認した (その後福島原発事故により、内陸部立地は早くても2016年以降に延期となった)。
- ・国家核電技術公司 (SNPTC) が AP1000 技術導入の受け皿機関で、WEC のライセンス保有者でもある。WEC 側のエンジニアリング社は Shaw である。
- ・国産化・出力増強した CAP 1400/ CAP1700 の輸出が将来の目標となっている。
- ・適用炉：建設中・計画中では、三門-1~4、海陽-1~4、陸豊-1・2、徐大堡-1・2、防城港-5・6、広西自治区の白龍-1・2、広東の惠州-1・2、莆田/漳州-1・2 の 22 基が挙げられる。

注) 計画中ではあるが内陸部のため 2016 年以降の建設しか認められていない AP1000 プロジェクトとしては、湖南省桃花江-1~4、江西省彭澤-1・2、湖北省咸寧大畷-1・2、安徽省蕪湖-1・2、湖南省小墨山-1・2、浙江省龍游-1・2、江西省煙家山/万安/吉安-1・2、広東省韶関-1~4、貴州省銅仁-1・2 の計 22 基がある。

NEA に提案中の AP1000 プロジェクトは、咸寧大畷-3・4、海陽-5・6、河北省滄州-1~6、小墨山-3~6、徐大堡-3~6、漳州-1~6、三門-5・6、浙江省龍游-3・4、重慶涪陵-1~4、吉林省の靖宇-1~4、吉林省の亮甲山-1・2、吉林省の長春-1・2、上海の松江-1・2、蕪湖-3・4、彭澤-3・4、海陽-7・8、平南/白沙-1~4、遼寧省の桓仁-1~4、湖南省の湘潭-1~4、湖北省の松滋/咸寧-5・6、湖北省隨州市の広水-1~4、湖北省の Zhingxiang (鐘祥 Zhongxiang の誤りか?) -1~4 の 70 基である。

この他、陸豊-3~6、河南省の南陽-1~6 も AP1000 の可能性がある。

(出典)2014 年 10 月の WNA の “Nuclear Power in China”

- ・特徴は、単純なレイアウトと受動的安全システムの組み込み。
過酷事故で、外部からの電源供給がなくても 72 時間安全状態が保たれる。
二重格納容器も装備。
- ・出力は 125 万 kW。設計寿命 60 年。運転サイクルは 18~24 ヶ月。2 ループ。
- ・燃料集合体 157 体、格納容器内径 39.6m、高さ 65.6m
- ・国産化率：三門での国産化目標を例示する。
 - － 1 号炉：冷却パイプ、一般ポンプ

- － 2号炉：圧力容器、炉内構造物、燃料取扱系
- － 3号炉：制御棒駆動装置、原子力バルブ
- － 4号炉：すべて

注) SNPTC や中国第一重型機械集団は、AP1000 の建設に必要なコンポーネントの約50%がすでに国内調達が可能とし、SNPTC は近いうちに主要コンポーネントと資機材の80%を国産できるとの見通しである(2013年3月(株)アイ・ビー・ティ刊「平成24年度発電用原子炉等利用環境調査」)。

注) 三門では中国初のモジュール広報を採用。建屋は建設現場協でモジュールに纏め上げられ、クレーンで吊り込み。

- ・三門の2基の費用は53億ドル。
- ・開発研究機関：
CNNC傘下の中国核電工程有限公司(CNPE)と中国核動力研究設計院(NPIC)が技術研究。

⑤EPR

- ・仏 AREVA 開発の第3世代炉。知的財産権は AREVA にあるが、中国では将来の輸出も念頭に置いている (AREVA との間ではこのテーマは詰めていない)。
- ・適用炉：台山(腰古とも別称)-1・2(建設中。受注額は炉本体で60億ユーロ)、同-3・4(計画中)
- ・仕様：
 - － 出力：175万kW
 - － 設計寿命：60年
 - － 運転サイクル：18～24ヶ月
 - － ループ数：4
- ・技術移転の仕方：
 - － 2009年12月21日、仏 EDF は CGNPC(当時)70%、EDF30%の台山建設・運転の「台山核電合営有限公司(TNPJVC)」を設立(資本金167億4千万人民元)。中国に対し、EPR技術の移転への積極的姿勢をPRした。
 - － 同日、AREVA 45%と CGNPC(当時)55%で(EPRとCPR1000の技術移転受け皿となるEPC社である)WECAN社を設立した。
- ・EPRの課題：
 - － フィンランドのオルキルオト3号機や仏のフラマンビル3号機の建設が大きく遅れている。初期の建設工程管理の誤りに起因するもの。
 - － 2009年11月、仏英フィンランドの規制当局から、安全システムの特性と制御システム・安全システムの独立性の問題が指摘され、その改善を図

った。

- － それらは台山プロジェクトには深刻な影響は与えていない。むしろ AREVA 側では、台山プロジェクトで EPR の性能や経済性をアピールし直す機会と捉えている。

3) 国産化の現状と課題

①中国の原子力発電産業の発展のボトルネックのひとつは、コンポーネントのサプライチェーンが不十分なことである。

②国家発展改革委員会（NRDC）はこれを踏まえ、2006 年に上海電気集団、中国東方電気集団、ハルビン電気集団の 3 大電気集団による大型投資を承認し、2015 年までに原発の「圧力容器と蒸気発生器」の生産能力を年間 20 セットにまで増産する計画であった。

（出典）2013 年 3 月（株）アイ・ビー・ティ刊「平成 24 年度発電用原子炉等利用環境調査」等

③しかし中国では、鍛造品部材、主冷却ポンプと安全関係バルブの製造能力と品質が確保できていない。

④現在、中国の原子力産業は次のような状況にあると推測される。

a. 発電事業者（とくに CNNC と CGN）：

- － 骨太のマスター・スケジュールがなく、機関間の競争意識に基づく、状況に応じての炉型開発が行われて来た。
このため、時期と目標レベルを決め成果を上げる分担システムが機能しなかった（たまたま成果が出たら、その時点で華々しく発表した）。AP1000 の技術導入から大きくこの改善が図られている。
- － 間口が広い多岐にわたる事業展開（CAP1000 と EPR の技術習得、華龍 1 号の完成、また海外展開等）を行っている。
- － 第 3 世代炉開発で権限（例えば WEC の AP1000 のライセンスとして、国内企業の技口認定権限等）を強めている SNPTC との関係見直しが必要になっている。
- － 後続だった CPI や他の発電集団が本腰を入れて原子力発電分野に参入してくる中で、自集団の差別化をどう図るのかの問題が出ている。
- － 抱える原発建設プロジェクトの数を確保し、量を質に転化させて行くにしても、かつてのように政府が潤沢な資金を準備した時代ではなく、自

ら資金調達を手掛ける必要がある。

- － 新設原発への運転・保守の技術・経験をいかに体系的に伝承するかも深刻な課題である。

b. 電気集団（製造者）：

- － SNPTC の技口認定の取得を自集団企業に徹底することが急務である。
- － （これからの原発の大量建設に備えて、技口の標準化や品質の安定化を指導する）NEA は、原発プロジェクトごとに発注先を割り振り、成果を見て投入資源の集中化を加速すると思われる。

このため、他集団との技術差別化への自発的な取り組みが必要である。

- － 各集団とも海外先進企業との提携で遅れをとらないようにしているが、（海外企業も保険の意味で、いろんな電気集団と類似内容で提携中であり）状況は手詰まりとなっている。

⑤中国の原子力産業は、かつては次の状況にあった。

- － 国有企業であれば、「いわれたとおり、教えられたとおりに」やれば優遇・保護された。
- － 原子力関係機関は、軍事上の秘匿性から成果の公開はなく、真の競争はなかった。

しかしいまやこの状況からの脱却が求められている。

とはいいながら、（立地地点、発電容量、炉型、主要コンポーネントの発注先等）重要事項はすべてNEAが決定している現実がある。

このため、（地方政府、発電集団、電気集団といった）原発プロジェクト当事者たちには、長期的・自発的に研究・開発・提案を行う意義がなく、中央政府が決定してから動くことをよしとする「待ちの姿勢」が続いている。

⑥またこれまで中国政府の有効な方針と思われていた、「1基目購入は2基目国産化が前提」との海外企業への要求も、国内産業の一定のレベル向上には役立ったが、一方では「技術向上は自らの真摯な努力をしなくとも、教えてもらえるもの」との安直な姿勢蔓延をもたらしている。

WECのように自社の生産現場をもたない企業にとっては中国を供給基地化することは相互利益になるだろうが、それ以外の企業にとっては、かつての「巨大市場参入」は（特定品目を除けば）期待はずれとなり、交換すべき技術をもたない中国企業との提携は魅力に乏しい現実が明らかになっている。

4. 中国の原子力発電機器製造産業

図表 6：中国の原子力発電機器製造産業

	上海電気集団		中国東方電気集団		ハルビン電気集団	中国第一重型機械集団	中国第二重型機械集団
本社/ 主要工場	上海市/ 臨海工場と閔行工場		成都市/ 徳陽市、広州市、武漢市		ハルビン市/ ハルビン市、秦皇島	チチハル/ チチハル市、大連市	徳陽/ 徳陽市、鎮江市
持株企業	上海電気集団股份有限公司		東方電気股份有限公司		ハルビン電気股份有限公司		
原子炉圧 力容器、蒸 気発生器	上海重型機器廠、 上海鍋炉廠、上海 第一機床廠	上海 電気 核電 設備	東方電気集団 [東方鍋 炉、(広州)重型機器、 東方汽輪機廠]		ハルビン電設、ハルビン鍋 炉、ハルビン電気集団(秦 皇島)重型装備	一重核電石化大連、一重 黒竜江鑄鍛鋼製造、一重 天津重工、一重天津重型	二重鎮江基地、二重 徳陽機械
蒸気ター ビン発電 機	上海電気电站設 備汽輪機廠		東方電気東方汽輪機 廠、東方電機廠		ハルビン汽輪機廠、ハルビ ン電機廠、ハルビン電気動 力装備、	装備工程研究、大連棉花 島核電、重型容器装備製 造基地	
炉内構造 物	上海第一機床廠		東方 電気	東方電気(武 漢)核設備			
制御棒駆 動装置			(広 州)	東方電気集団 東方汽輪機			
燃料交換 機	上海起重運輸機械廠		重型 機 器、	東方電気集団 東方鍋炉廠股 份			
クレーン							大連重工起重集団
主配管等	上海重型機器廠		東方電気集団東方鍋炉 股份		ハルビン電気動力設備	中国一重	二重徳 陽基地、 中船重工
ポンプ類	上海電気 KSB 核電ポン プ、上海電気凱士比核電 泵閥		東方 AREVA 核ポンプ		ハルビン電気動力装備		瀋陽送風 機
計装制御	上海電気电站設備		東方電機廠		ハルビン電機廠	北京核儀工廠、中核武漢核電運行技術股份、北京 広利核系統工程	
バルブ類	上海電気凱士比核電泵閥		中核蘇閥バルブ、航天 総公司研究所、西安核 設備		哈電集団ハルビン电站閥 柵、ハルビン電気動力装備	江蘇神通バルブ、大連大高バルブ、瀋陽盛世中高 圧バルブ、中核蘇閥バルブ	
土木建設	中国核工業建設集団 (CNEC)、核工業華興建設、第 22 建設 (CNI22)						

- ・中国には、原子力発電所等の主要コンポーネントや、重量機器・設備を設計・製作・輸送・据付する大きな3つの企業集団（上海電気集団、ハルビン電気集団、中国東方電気集団）があり、少し規模が小さいものとしては、中国第一重型機械集団、中国第二機械集団がある。ここまでの5大電気集団としている（大連重工起重集団をさらにひとつの集団と見る区分もある）。

注)「〇〇集団」は、前身が「中央政府あるいは地方（省・市）政府の局の統括を受けていた公営事業機関」が、民営化の流れの中で「集団」という名称を選択したものが多い。

注) 上海電気集団は、主に独シーメンスと提携。

注) ハルビン電気集団は主に三菱重工業と提携。エンジニアリングサービスはハルビン電気国際工程や哈電集団公司現代製造服務産業、エンジニアリング研究は哈電発電設備国家工程研究中心が担当。

- ・これらの5集団のビジネスの規模を営業収入順で見る。

— 上海（集団）総公司	42位	営業収入	928億元
— 中国東方電気集団有限公司	101位		491億元
— ハルビン電気集団公司	143位		322億元
— 中国第一重型機械集団公司	439位		87億元
— 中国第二重型機械集団公司	500以内には入っていない		

http://www.spc.jst.go.jp/enjoy/ranking/ranking_121003.html

（出典）中国総合研究センターの鈴木暁彦氏「2012年中国企業・製造業ランキング（中国企業联合会・中国企業家協会）」。中国の企業集団500位までのランキング。

- ・国有企業集団の動き

中国では1999年の共産党中央委員会の「国有企業の改革と発展に関する決定」以降、国家戦略を担う（中央直轄企業を中心とする）国有企業の巨大ホールディング化が進展している。

この流れの中で、集団企業が傘下企業を股份公司（株式会社）化して、市場から資金調達をする動きが活発になっている。

注) 中国上海電気集団公司のホームページでは股票信息（株価情報）タグが見られる。

<http://www.shanghai-electric.com/Pages/Index.aspx>

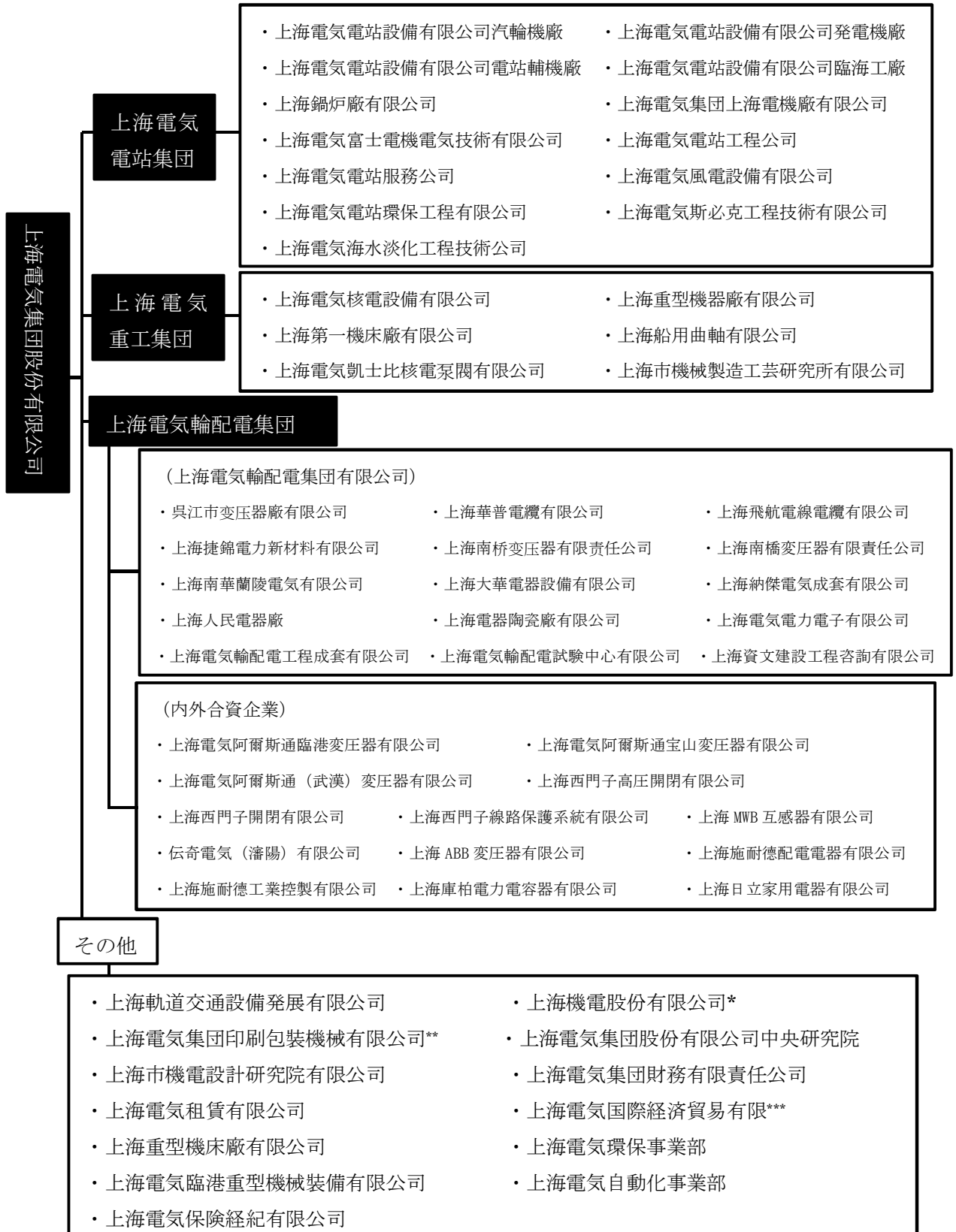
中国東方電気集団有限公司のホームページではトルコ語検索や上市公告（証券市場上場）のタグがついており、国際展開や資金調達での新しい方向が伺える。

<http://www.dongfang.com/index.php?app=introduce>

その他の集団公司のホームページでも多く上市公告タグがついている。これは新規株式公開（IPO）により国有企業等の資金調達を奨励する中央政府の意向に沿った動きと思われる。

1) 上海電気集団：中国最大の発電機・タービン製造企業。シーメンスと提携

図表 7：上海電気集団



*傘下に以下の企業をもつ：

上海三菱電梯有限公司／上海法維萊交通車輛設備有限公司／屹創能源工程（上海）有限公司／上海斯米剋鋸材有限公司／美国高斯國際有限公司／高斯図文印刷系統（中国）有限公司／上海電気液圧気道有限公司

**同じく：

高斯図文印刷系統（中国）有限公司／上海申威達機械有限公司／上海亞華印刷機械有限公司／上海光華印刷機械有限公司／上海紫光機械有限公司

***同じく：

上海耐萊斯・詹姆斯伯雷閥門有限公司／上海発那科（ファナック）機器人有限公司

（出典）2014年10月29日現在の「上海電気集団」のホームページ

<http://www.shanghai-electric.com/Pages/About/GroupSubsidiaries.aspx>

（上海電気集団股份有限公司）

- ・上海電気集団は、1946年3月28日操業を開始し、建国後の1953年8月30日に政府から「上海汽輪機廠（上海タービン工場）」と命名された施設を中心に発展拡大してきた中国の設備製造業の最大の企業グループの一つ。工場の元請企業として総合的サービスを提供する。1990年代から、販売収入はずっと業界3位以内を堅持している。年間売上高は400億元。

<沿革・製造能力等>

- ・主要な製造品は100万kW以上の超臨界火力発電プラント、100万kW級の原発等で、エネルギー関連設備が販売収入の約70%を占めている。

- ・閔行（Minhang）基地は、中国建国初期に操業を開始し上海電気集団の中核基地として、発電プラント（含原子力）、化学プラントを製造している。鉄道線と組み合わせて1,000トン、3,000トン級船舶用埠頭を各1基もつ。火力発電設備の生産高では世界一となっている。鋳鍛造品では、470トンの鋳造品、460トンの鋼塊*、164トンの鍛造品を製造できる。

*原文は「双真空鋼塊（460t dual-vacuum steel ingot）」。鍛造のための鋼塊ならば、日本製鋼所ではすでに670トンが可能。

閔行基地では、AP1000向けの大型鍛造品を製造するために、設備・技術の両面での能力アップを図っている。

- ・上海電気集団の臨港（Lingang）基地は 2005 年に建設を開始して、総投資は 70 億元を上回っている。工場と埠頭では 1,400 トンの重量物用クレーンがある。また 5000 トン級の船舶専用の埠頭、（現在世界一）がある。

臨港基地では、次の機器を製造する。

- － 100 万 kW 級 PWR の圧力容器、蒸気発生器
- － 170 万 kW 級 EPR の低回転蒸気タービン
- － 熱出力 20 万 kW 級の高温ガス炉の圧力容器、蒸気発生器

建設開始時には、「2012 年に世界最大の原子力発電所用のバルブ*と主要設備の製造基地となること」を目標に掲げた。2007 年半ばから、熱加工、試験、クレーンでの搬送、原子力発電プラント用デジタル計装制御システム開発**、の技術高度化に取り組んでいる。

* 2008 年 11 月 3 日、上海電気集団は、原子力発電用バルブ製造の合弁会社をドイツの KSB Aktiengesellschaft（KSB）社と設立した。投資総額は 4800 万ユーロで、上海電気集団 55%、KSB45%。

**上海電気では、国家発展改革委員会（NDRC）から「原子力発電デジタル計装制御システム、原子力用自動化計器研究・産業化プロジェクト」に関する 2.1 億元の委託を受け、（開始年不明ながら）2010 年までを対象に実施した。

（出典）テピア総合研究所の「中国原子力ハンドブック 2008」

- ・2007 年 1 月 4 日、上海電気集団は、中国国内の大規模な原子力発電開発に対応するため、傘下の企業から原子力発電に特化した編成の「上海電気重工集団」を設立した。

（出典）2014 年 10 月 29 日現在の「上海電気集団」のホームページ等

- ・2009 年 7 月、上海電気集団の徐建国理事長は次のように述べている。
 - － 原子炉側の一次系設備では国内の 50%、蒸気サイクル側の二次系の主要設備では 30%の受注を占める。
 - － 上海電気集団は、100 万 kW 級の原発の圧力容器と蒸気発生器を年間 4～6 基、制御棒駆動装置 8～10 基、二次系設備 4～6 基を製造するようになる。
- （出典）2013 年 3 月（株）アイ・ビー・ティ刊「平成 24 年度発電用原子炉等利用環境調査」

<出資者等>

- ・上海電気集団股份有限公司（Shanghai Electric Group Co., Ltd. :SEC）の株式の 57.78%は、上海電気集団総公司（SASAC100%出資の国有企業）が出資。

- ・2007年に集団の原子炉主要設備製造の資源を「上海電気重工集団」として一本化した。

<原子力発電分野での受注実績>

- ・秦山Ⅰ（CP300）、秦山Ⅱ-1・2（CP600）、（パキスタンの）チャシュマ-1・2（CP300）：
炉容器、炉容器蓋、蒸気発生器、加圧器
注）詳細は巻末の<参考資料-1>の図表参考1-1を参照。
- ・秦山Ⅱ-3・4（CP600）：蒸気発生器（上海電気核電設備）
- ・嶺澳Ⅰ（M310）：主要装置
- ・紅沿河（CPR1000）-1：蒸気発生器
- ・清華大学の低温熱実験炉：圧力容器
- ・清華大学の高温ガス実験炉：圧力容器と蒸気発生器
- ・船用動力炉：主要装置
- ・超伝導トカマク型核融合実験炉（EAST）：主要装置
- ・三門（AP1000）：圧力容器、蒸気発生器
- ・海陽-2（AP1000）：圧力容器、蒸気発生器
- ・台山（EPR）：主要装置
- ・彭澤（AP1000）：主要装置
- ・チャシュマ-3・4（CP300）：主要装置
- ・上海電気集団では、2010年8月28日、国内初の自主設計・製造により国産100万kW級炉の蒸気発生器を臨港基地から出荷。CGN、中国核動力研究設計院との協力で達成。

- ・企業別にみると、上海重型機器廠有限公司は、CPR1000、AP1000、高温ガス炉向けの大型鍛造品と炉内構造物の製造に実績（炉の全鍛造品、AP1000向け低圧タービンローター等）。主冷却材ポンプの国産化も担当。
- ・上海電気核電設備は（紅沿河-1用の3基を含め）蒸気発生器15基、上海第一機床廠は炉内構造物と制御棒駆動装置を各1基、上海重型機器廠はCPR1000、AP1000、高温ガス炉用大型鍛造品86体、炉内構造物159体を出荷。
上海重型機器廠は炉内構造物は量産化に成功、2012年にすべての炉部分の鍛造品とAP100向け低圧ローターの製造能力の確立、2013年に主冷却材ポンプの主要部品の設計国産化を予定。

（出典）テピア総合研究所「中国原子力ハンドブック2012」

<海外企業との協力・提携状況>

- ・東芝：三門、海陽での AP1000 の主要コンポーネント製造（2007 年 5 月）。
- ・独シーメンス（西門子）：合弁「上海電気電站設備有限公司」設立。

注) 2001 年 12 月にウェスチングハウス社と上海汽輪機有限公司を設立。このウェスチングハウス社株をシーメンス社が入手して、発電・タービン関係の 3 社にしたが、2006 年にこれらを統合し「上海電気電站設備有限公司」とした。「上海電気電站設備有限公司」は中国最大のタービン・発電機製造企業。

- ・三菱重工業：秦山 I 期・II 期の圧力容器製造

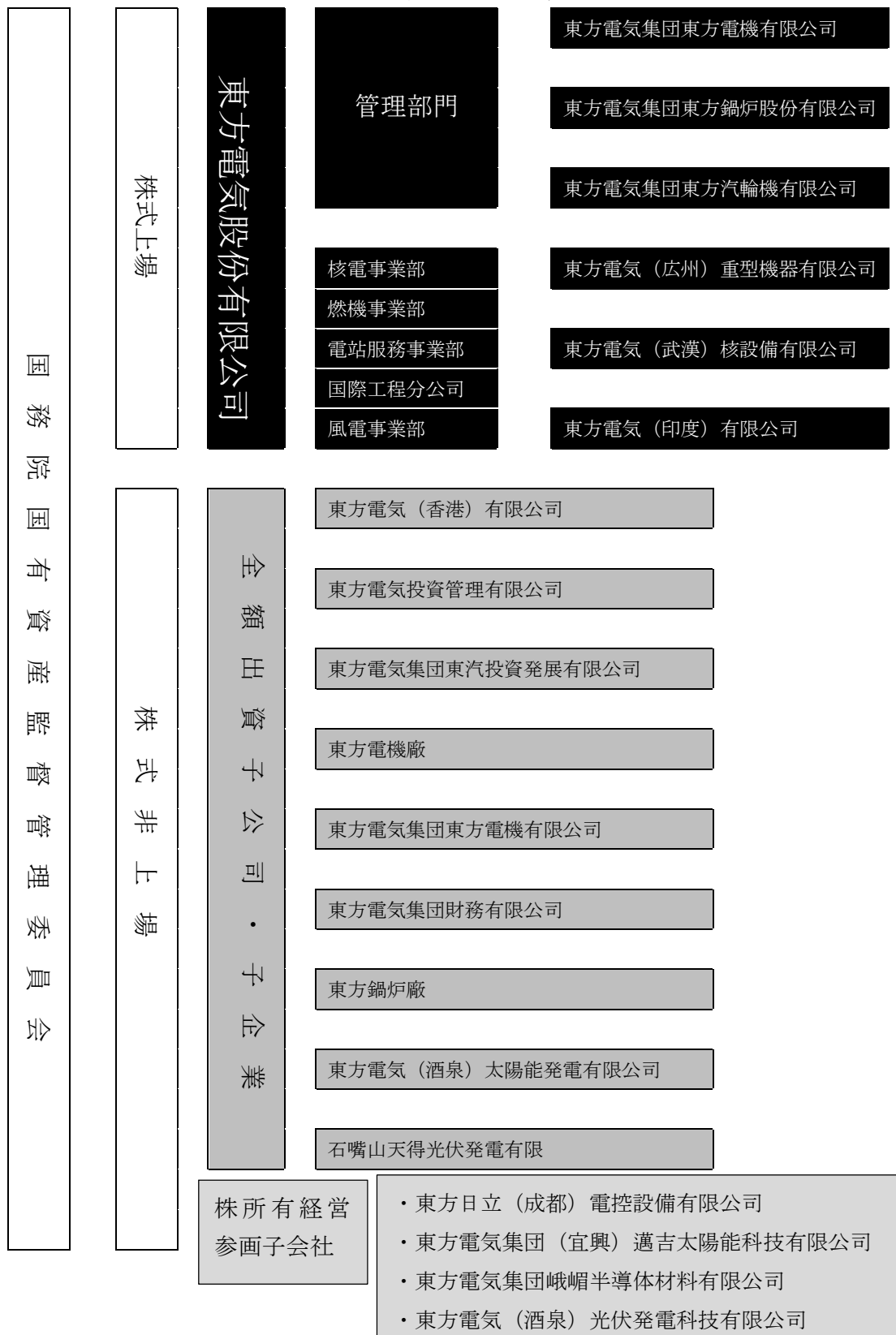
* 秦山 II-1・2 の圧力容器、主冷却ポンプ等は、1995 年 1 月に一旦は韓国側コンソーシヤムが受注したが、その後契約条件の不履行等により、1996 年 6 月三菱重工業が受注し直した。これに伴い、三菱重工業から上海鍋炉廠有限公司に秦山 II-2 の圧力容器製造で技術移転がなされた。

- ・仏 AREVA（阿海珐）：2001 年に電力自動化と変圧器製造で 2 つの合弁を設立。
- ・韓国の斗山重工業：圧力容器製造で技術移転
- ・ウェスチングハウス (WEC：西家)、アルストム、IHI、三菱電機、デンソー等とも提携。

(出典) 2013 年 3 月(株)アイ・ビー・テイ刊「平成 24 年度発電用原子炉等利用環境調査」等

2) 中国東方電気集団：中国初の 100 万 kW 級原発の圧力容器と蒸気発生器を中国最大の
 原発製造基地「東方電気(広州) 重型機器」で製造。主に仏と連携

図表 8：中国東方電気集団公司



(出典) 東方電気集団のホームページ

<沿革・製造能力等>

- ・中国東方電気集団は、中国最大の発電設備製造と建設請負企業集団。本部は成都。
- ・ガス・蒸気コンバインドサイクル、大型流動床ボイラー炉、超臨界発電、原子力発電、風力発電、鉄道交通等で事業展開を進めている。

注) 中国東方電気集団のホームページでは、170 万 kW までの原発の主要設備の製造が可能となっている。

1958 年 10 月：徳陽水力発電設備廠の建設開始（後に東方電機廠と改名）。

1965 年 5 月：四川樂山で東風電機廠の建設開始。

1966 年 3 月：四川自貢で東方鍋炉廠の建設開始。同 11 月 25 日、は四川綿竹で東方汽輪機廠の建設開始。

1984 年 5 月：東方電站成套設備公司を成都に創立。構成企業は東方電機廠、東方汽輪機廠、東方鍋炉廠、東方風電機廠を含む。このときをもって東方電気集団の設立とする。

1992 年：国家工商総局に「中国東方電気集団公司」（略称：東方電気集団公司）として登記。

1993 年：株式会社化して「東方電機股份有限公司」とする。

1994 年：東方電機廠を上海証券交易所に上場。

1996 年：東方鍋炉廠を上海証券交易所に上場。

2000 年：中国初の「100 万 kW 級原発の蒸気発生器」国産化に成功。

<http://www.dongfang.com/index.php?app=introduce&id=5>

注) 「東方電気（広州）重型機器有限公司」の HP の別項では、同社（そして中国）での初の 100 万 kW 級原発の圧力容器と蒸気発生器の製造は 2006 年 9 月としている。

(<http://www.dongfang.com/index.php?app=make> で「東方重機」をクリック)

2004 年 12 月 28 日：中国最大の原子力発電設備製造基地「東方電気（広州）重型機器有限公司」の建設を広州南沙開發区で開始。

注) 「東方電気（広州）重型機器有限公司」HP の別項では同社は 2004 年 5 月 17 日に設立となっている。

別の文献では、場所は南沙区黄閣工業園となり、また「CPR-1000 の国産化・輸出の基地にするため、中国東方電気集団、広東省粵電集団、広州南沙工化投資、広州広重企業集団、中国第二重型機械集団で 13 億元を共同出資し、2004 年 5 月に着工」と記載。

2007 年 11 月：「東方電機股份有限公司」を上海証券交易所と香港聯交所に上

場。

2008年1月：「東方電気股份有限公司」を「東方電気集団東方電機有限公司」と改称。

2008年5月12日：東方汽輪機の四川省漢旺工場は四川省大地震（マグニチュード7.8）で大被害を受けた。同年8月1日徳陽市に移転を開始（竣工は2010年5月10日）。

2008年12月31日：東方電気（武漢）核設備有限公司を設立。

2009年6月：中国初の100万kW級原発の圧力容器の国産化に成功。

2009年6月：東方電気集団公司の理事会で、公司から国有独資会社「中国東方電気集団有限公司」への改制・改称を決めた。

注）国有独資公司とは、全額国家出資の非株式制の国有企業をさす。株主総会を持たず、国家から授権された部門・持株機関が役員の選任・増資・社債発行などを決定する。

（設備能力等）

- 東方電気（広州）重型機器の大型設備工場は、100万kW級のPWR主要設備（圧力容器、蒸気発生器等）を年間5基分製造できる。
1,400トンのクレーン、3,000トン級船舶の専用埠頭をもつ。
AP1000、EPR、CAP1000の主要設備を製造できる。
東方電気（武漢）核設備では100万kW級の炉内構造物を年間4～6基の製造が可能。
- （出典）東方電気集団のホームページ
- 東方汽輪機では、100万kW級原発タービンを年間4基製作が可能。
年間生産額は200億元を超え、発電設備2,800万kWに達する。
- 東方電機廠は、原発用ポンプ、100万kW級原発の発電機を製作する。超臨界タービンとABWR設備の製作にも関心をもつ。2010年12月末現在の資産総額は137億元。
- 東方鍋炉は2013年末までに累計で913台のボイラーを2億5,800万kWの発電容量の発電所で完成させている。2006年以来、年間生産額は8年連続で100億元を超えている。
- 2010年時点の東方電気集団の年産の原発製造能力は炉部分5基、在来部分8基と見られている。

（出典）テピア総合研究所「中国原子力ハンドブック2012」

<原子力発電分野での受注実績>

- 嶺澳 I（FRAMATOME [現 AREVA] の100万kW級M310）：
蒸気発生器、加圧器、タービン、発電機等

- ・嶺澳Ⅱ-1・2 (CPR1000) : 炉主要部分* (含蒸気発生器)、タービン発電機
 * 冷却材ポンプは東方電気廠。
 -2 では中国初の CPR1000 用圧力容器を受注。
- ・陽江 (CPR1000) : AREVA との合弁が主冷却材ポンプ
- ・紅沿河-1 (CPR1000) : タンク、熱交換器
- ・紅沿河-2 (CPR1000) : 蒸気発生器
- ・寧徳-1~4 (CPR1000) : 蒸気発生器、タービン発電機。また AREVA との合弁が
 主冷却材ポンプ
- ・福清-1~3(当初 CP1000 で計画。のちに CPR1000 に変更) : 蒸気発生器
- ・海陽-1・2 (AP1000) : 静的余熱除去器
- ・台山 (EPR) : 炉の主要部分、タービン発電機
- ・防城港 (CPR1000)
- ・桃花江 (AP1000) : 炉の主要部分
 (圧力容器、蒸気発生器また安全注入タンク、補給水タンク、電圧安定化装置、静的余熱除去器)
- ・咸寧 (AP1000) : 炉の主要部分
- ・彭澤-1・2 (AP1000) : タービン発電機

注) 2013年3月刊(株)アイ・ビー・ティの「平成24年度発電用原子炉等利用環境調査」では、タービン発電機と蒸気発生器の納入先に、台山-2、遼寧-1~4、福州(福清か?)-1・2、方家山-1・2を挙げている。田湾-5・6ではアルストム社が開発した「アラベル」タービンを納入する。

注) 東方電気集団のホームページには、以上に対応する以下の記述がある。

- 東方電気(広州) 重型機器は、国産改良型100万kW級炉の蒸気発生器と圧力容器の製造を2008~2009年にかけて行った。AP1000の静的余熱除去器を2012年2月に完成し多。台山の蒸気発生器を2013年5月に完成した。
- 東方電機廠は、嶺澳Ⅱに冷却材ポンプを納入した。

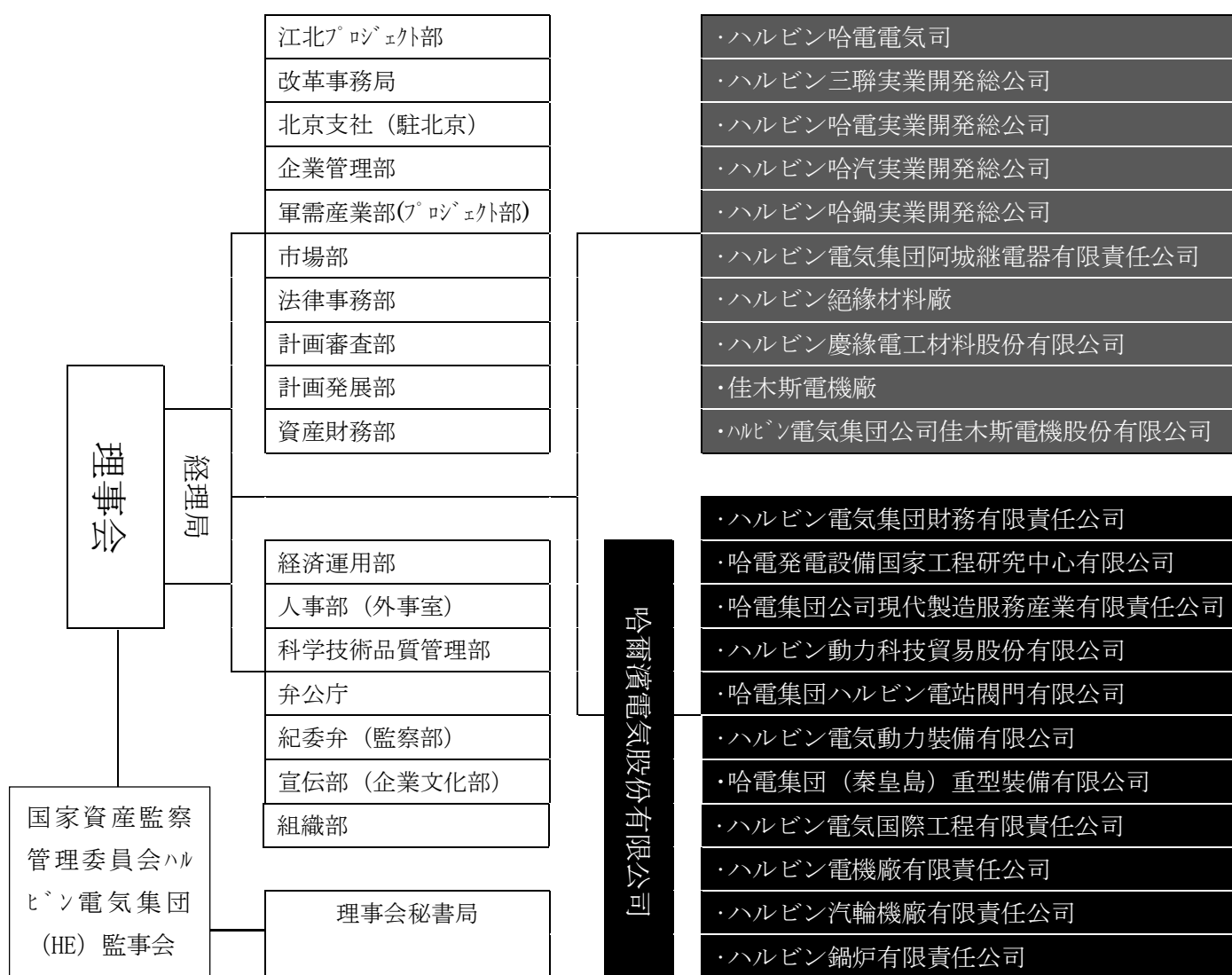
<海外企業との協力状況>

- ・ 東方電気集団は、仏との提携企業が多い。
 東方電気(広州) 重型機器は、仏の AREVA、ALSTHOM と提携を強化。
 東方電機廠は、2005年10月に仏ジュモン社と東方 AREVA 核ポンプを設立。
 東方電気武漢核設備は、仏技術で炉内構造物や圧力容器等の製造を展開。
- ・ 東方汽輪機廠は、日立製作所、三菱重工業(技術協力。合弁では三菱重工東方ガスタービン(広州))、ALSTOM と提携(低速のアラベル・タービン技術で)。
- ・ 日立製作所 : 1991年頃から、東方電気集団と超臨界タービンまた ABWR について技術協力。合弁では日立(成都)電控設備がある。
- ・ 日本製鋼所 : 鍛造品の供給

3) ハルビン（哈爾濱／哈尔滨）電気集団；

火力発電所の中国 3 大メーカーのひとつ。秦皇島に原発設備重点工場を新設。
三菱グループと密接に提携

図表 9：ハルビン電気集団



<沿革>

・1954年(中ソ蜜月期)に工場を拡張して発展。1994年に香港証券市場に上場したハルビン電站設備股份有限公司と1999年に深圳証券市場に上場した阿城継電が設立した。2009年2月、ハルビン電気集団公司に改称。火力発電プラントでは、中国の3大製造グループの一角を占める。2011年末までの集団の

累積生産額は2,418億、発電設備総生産容量は2億7,947万kWになっている。

<製造拠点とその能力>

- ・ハルビン、平房開発区の2つの拠点に加えて、AP1000の設備製造に備え渤海湾の秦皇島に原発設備工場を新設した。

ハルビンでは、ボイラー、タービン、電機を、平房開発区では、ポンプ、モーター、バルブを製造している。

秦皇島では、蒸気発生器、加圧器、炉内構造物、汽水分離器等を製造している。

- ・ハルビン電気集団の原発年間製造能力は、1次系2基、2次系4基に増強中。
(出典) 日中科学技術交流協会刊「日中科学技術」2009年10月20日号のデータ。

テピア総合研究所の「中国原子力ハンドブック2012」でも、2010年末時点で100万kW級原発では、炉部分を2基、在来設備部分を4基製造できると見ている。2015年までに炉部分4基の製造体制を目標としている。2012年4月に、「北京核電設備設計院」を設立したことも併せて紹介している。

HPでは、100万kWの原発の全体製造能力を年産100万kW級×1基分としている。

<http://www.harbin-electric.com/company2.asp>

<原子力発電分野での受注実績>

- ・中国初の原子力潜水艦：主ポンプのモーターと汽水分離器。
- ・秦山Ⅱ期（CP600）：タービン発電機。
- ・嶺澳：汽水分離再加熱装置（初のCPR1000嶺澳Ⅱでは在来部分バルブも）。
- ・低温熱供給炉（5MW）：装置名不明。
- ・陽江（CPR1000）：加圧器、蒸気発生器、
- ・紅沿河（CPR1000）：安全バルブ
- ・寧徳（CPR100）：加圧気と安全バルブ。
- ・福清（当初CP1000で計画。CPR1000になった）：主冷却ポンプ。
- ・方家山（当初CP1000で計画。CPR1000になった）：主冷却ポンプ。
- ・三門（AP1000）-1・2：蒸気発生器、主冷却材ポンプ、タービン発電機パッケージ（タービン発電機と復水器。在来部分のバルブ）。
注）三門-1の蒸気発生器はハルビン汽輪機廠有限公司。-1・2の発電機は三菱電機だが、タービン車室、配管等はハルビン電気動力装
備有限公司。
- ・海陽（AP1000）-1・2：主冷却材ポンプのモーター。タービン発電機パッケージ
（2基で20億元超）。

注) 三門Ⅰと海陽Ⅰでは、三菱重工業とハルビン電機設備股份有限公司(現ハルビン電機集団公司)が共同受注(三門Ⅰの2基は2007年9月、海陽Ⅰの2基は2008年1月)。三菱重工業は技術移転で協力。

その後2010年4月に、海陽Ⅱ期向け蒸気タービンをハルビン汽輪機廠有限責任公司が単独受注。

- ・昌江-1・2(CP600):タービン発電機
- ・咸寧(AP1000)-1・2:蒸気タービン
- ・田湾-3・4:2次系の発電設備
- ・石島湾の高温ガス実証炉(20万kW):蒸気発生器、在来部分の発電機。
- ・パキスタンのチャシュマー-3・4(CP300):蒸気発生器

<その他の海外企業との協力状況>

- ・2008年に、仏Vanatom社から原子力発電用バルブ製造で技術導入。

4) 中国第一重型機械集団(CFHI):原発用大型鋳鍛造品製造では中国最大

<企業構成>

- ・1954年(第1次5ヵ年計画)に設立の国有独資企業*。

* 国家(国務院の国家資産監督管理委員会SASAC)および地方政府(省や市の国有資産管理公司)が100%出資し直接にコントロールしている国有企業。

第一重型機械、一重黒竜江鋳鍛鋼製造、一重天津重工、一重天津重型裝備工程研究、大連棉花島核電、等

<製造拠点とその能力>

- ・原子炉圧力容器の鍛造は黒龍江省チチハルが拠点。このうち大型設備製造装置は、2009年6月から、臨港部の大連棉花島核電設備製造基地に移転・拡張中。原発の年産基数は次のとおり。

—CPR-1000の1次系 : 2基

—EPR(170万kW)の1次系 : 1基

(出典)日中科学技術交流協会刊「日中科学技術」2009年10月20日号。

- ・原材料の製錬、鍛造、熱処理、機械加工、溶接による大型機械設備の製造技術に優れる。

<受注実績>

- ・紅沿河-1(CPR1000):圧力容器(中国第一重型機械集団公司)

- ・陽江 (CPR1000) : 压力容器 (-1~4)、蒸気発生器 (-1~3)
- ・寧徳-3・4 (CPR1000) : 蒸気発生器
- ・福清-1・2 (CPR1000) : 压力容器
- ・方家山-1・2 (CPR1000) : 压力容器
- ・秦山Ⅱ-3・4 (CP600) : 压力容器、加圧器
- ・三門-1 (AP1000) : 中国最初の AP1000 の蒸気発生器と压力容器用鍛鋼品 (韓国斗山重工業の下請けで)
- ・三門-2 (AP1000) : 压力容器
- ・海陽-1・3・4 (AP1000) : 同上
- ・咸寧-1・2 (AP1000) : 压力容器、蒸気発生器
- ・海陽-1 (AP1000) : 压力容器、蒸気発生器
- ・彭澤-1・2 (AP1000) : 压力容器×4 基 (総額約 5.6 億元)
- ・中国高速実験炉 (CEFR) : 原子炉容器、主要設備
- ・パキスタンのチャシュマ-1 (CP300) : 压力容器
- ・低温熱供給炉の製造資格ももつ。

<海外企業との協力実績>

- ・CFHI は、国務院の国家発展改革委員会 (NDRC) から 100 万 kW 級 PWR の機器メーカーに指定され、米国ウェスチングハウス・エレクトリック社 (WEC) や韓国斗山重工業(株)からの技術移転を受けて AP1000 用機器を製造している。
- ・スペインの大型機器製造業者であるエキポス・ニュークレアス (ENSA) 社と压力容器や蒸気発生器の鍛造部品の供給協力協定を交わしている。これにより CFHI は ENSA 社から BWR 压力容器用鍛造品の設計図・技術を提供し、CFHI はこれにより BWR 压力容器用鍛造品の研究開発を進めている。

5) 「中国第二重型機械集团公司」:

中国最大の重機械製造集団。原発専用クレーンも開発。

- ・1958 年設立。四川省の徳陽 Deyang 市に本部と鍛造工場等を置く。

1,000t の溶鋸炉、600t の鋼塊製造設備、550t の鑄造設備、400t の鍛造品製造設備をもつ。

- ・(傘下の主要企業)

a. 大連重工起重集团公司:

大連重工と大連起重集団（クレーン運輸業界のトップ企業）が提携・再編を経て「大連重工起重集団」を設立。原発専用起重機を製作している。

- * 大連起重機が BINE と SNERDI と協力して、独・仏のクレーン技術を分析して完成した。これを本に、チャシユマ原子力発電所用環状クレーンを輸出（1996 年）、嶺澳Ⅱ（国産初の 100 万 kW 級の原発）用第 2 世代技術環状クレーンを納入（2005 年 6 月受注、2007 年 3 月検収。吊上重 407t、吊上高 42m、移動距離 35.4m）。第 3 世代技術クレーン保有企業は、「大連重工起重集団」、「太原重型機械集団有限公司」、「上海起重運輸機械」の 3 社のみという。なお「環状クレーン」の原発建設での使用例は 2007 年 8 月 2 日の人民網日文版にある。

http://j.people.com.cn/2007/08/02/jp20070802_74666.html

b. 中核武漢核電運行技術（China Nuclear Power Operation Technology Corporation, Ltd.）：

核動力運行研究所、秦山核電公司、武漢元一科技投資、上海核工程研究設計院（SNERDI）の共同出資で設立された企業。

原子力発電所の運転・保守検査の技術開発とサービスの実施、蒸気発生器等重要設備の設計、原子力発電所運転シミュレータの開発等を行う。すでに国内外の原発で運転検査の実績がある。

c. 瀋陽送風機：

「瀋陽送風機廠」が改称。「核電の 30～100 万 kW（1～3 級）」用のポンプの設計・製造許可証（国家核安全局発給）を取得。三門、海陽の AP1000 のポンプを受注。

d. 江蘇神通バルブ、大連大高バルブ、瀋陽盛世中高圧バルブ、中核蘇閥バルブ：

グループ内の原子力発電用バルブのメーカーで、核電 1～3 級のゲート弁、締切弁、逆止弁、球形弁、バタフライ弁を製造。

注）中国では、紅沿河-1・2 で 40%、-3・4 で 60%の国産化を目標にしている。

これらのデータは日中科学技術交流協会事務局長（元 JNC 北京所長）の永崎隆雄氏の資料に多くを負うが、同氏試算では、「第 11 次 5 ヶ年規画」（2006～2010 年）中のバルブ需要は、30 億元（380 億円）で、各原子力発電プラントのバルブ保守費は年間約 1.5 億元（19 億円）とみている

- ・ 徳陽基地では以下の受注の実績がある。

- 海陽-1・2（AP1000）：配管

- ・山東核電有限公司 (SNPC) のホームページによると、SNPC は中国二重の徳陽工場から配管類も購入している。
- ・中国二重は中国東方電気集団と密接な協力を続けて来ている。
 - － 両社は CPR1000 のモジュールの製造のために東方電気 (広州) 重型機器有限公司を設立 (2004 年 5 月)。
 - － 中国東方電気集団の工場に鍛造部材を供給している。同集団は、嶺澳-4 (CPR1000) に中国で初めて 100 万 kW 級の国産圧力容器を納入しており、日本製鋼所からも鍛造部材を輸入している。
 - － 中国二重は、中国広核工程有限公司 (CNPEC)、中国東方電気集団との間で、原発用大型鍛造部材国産化協力取極めを締結 (2007 年 1 月)。

(出典) 2013 年 3 月 (株)アイ・ビー・ティ刊「平成 24 年度発電用原子炉等利用環境調査」

- ・ AP1000 に向けてのビジネス拡大：
 - － CNNC との契約：桃花江の圧力容器の鋳造部材と主配管を供給
 - － SNPTC との契約：三門と海陽の主配管を供給

(出典) 同上「平成 24 年度発電用原子炉等利用環境調査：海外原子力産業調査」

6) 中国の原子力産業の 100 万 kW 級 PWR の製造能力

- ・ 中国が第 3 世代炉の技術の習得・開発に真剣に取り組んでいるが、国全体でどれくらいの製造能力があるのかを知るために、100 万 kW 級の PWR のコンポーネント別の製造能力を、主な電気集団に絞り概括する。

図表 10 : 3 大電気集団の 100 万 kW 級 PWR 主要設備製造能力 (2011 年末現在)

設備	製造電気集団	製造能力 (基数/年)
圧力容器	中国第一重型機械集団	5
	中国東方電気集団	5
	上海電気集団	4
	小計	14
蒸気発生器	ハルビン電気集団	4
	中国東方電気集団	5
	上海電気集団	6
	小計	15
炉内構造物	ハルビン電気集団	2
	中国東方電気集団	4
	上海電気集団	10
	小計	16
制御棒駆動機構	ハルビン電気集団	2
	中国東方電気集団	4
	上海電気集団	10
	小計	16
一次冷却材ポンプ	ハルビン電気集団	4
	中国東方電気集団	5
	上海電気集団	3
	小計	12
蒸気タービン	ハルビン電気集団	4
	中国東方電気集団	8
	上海電気集団	6
	小計	18
発電機	ハルビン電気集団	2
	中国東方電気集団	5.5
	上海電気集団	6
	小計	13.5

(出典) 中国原産協会 (CNEA) 刊「中国核能年鑑 2011 年巻」

<参考資料-1> 秦山 I-1 また同 II-1・2 のプロジェクト参加企業

・古い文献ながら、秦山 I-1 また同 II-1・2 のプロジェクト参加企業に関する資料が当時の(社)日本原子力産業会議(現在の(一社)日本原子力産業協会の前身)から数点出されている。原発開発黎明期の中国企業群の姿が分かる。重複する部分もあるが、データが異なる箇所もあるのでそれらを記す。

① 秦山 I-1

図表参考 1-1 : 秦山 I-1 建設に携わった企業

担当分野	担当機関
主契約者	—
アーキテクト・エンジニア	CNNC 注) 諸説があるが、設計全般を華東電力設計院(当時の能源部傘下の6電力設計院のひとつ)、NSSS・格納容器・圧力容器を当時 CNNC の傘下にいた上海核工程研究設計院(SNERDI)が担当
炉系統供給者	主冷却ポンプは独 SBK、圧力容器は三菱重工業、炉心は上海第一機床廠。格納容器機器搬入口は東芝・IHI、炉心槽は日立、加圧器ヒータは三菱電機
燃料供給者	宜賓(Yibin)燃料工場(YFP)
BOP 供給者	蒸気系統は上海鍋炉廠(SHBW)、タービンは上海機輪機、主給水ポンプ・補助給水ポンプは三菱重工業、ガス絶縁開閉装置・自動電圧調整装置は三菱電機。バルブは東亜バルブ・岡野バルブ。復水器チタンチューブは住友軽金属・日本鋳業。放射性廃棄物貯蔵用ドラム缶ハンドリング装置は日揮(現 JGC)
土木工事	第 22 建設公司(CNI22)、第 23 建設公司(CNI23)
使用前検査	武漢 105 所 注) 現在の中核核電運行管理有限公司(CNNO)

国内企業 679 と、海外企業 81 が参加。輸入品は機器点数で約 5%、機器価格で約 30%であった。パキスタンのチャシュマ-1・2 も同型で、チャシュマ炉の製造は中国原子能工業公司(CNEIC)、起動試験等は秦山核電公司(QNPC)が担当した。

図表参考 1-2 : 秦山 I-1 建設に携わった中国企業

担当分野	担当機関
1 次系主要機器	上海鍋炉廠
大型鑄鍛造品	上海重型機械廠
制御棒駆動装置	上海先鋒電気廠
燃料供給者	宜賓(Yibin)燃料工場(YFP)(燃料加工と組立て)
蒸気タービン	上海汽輪機廠

発電機主要電機品	上海電気廠
補機類	武漢鍋炉廠
ポンプ（泵）類	瀋陽泵廠
弁類	上海閥門廠

（出典）東京大学安成弘教授著「アジアにおける近隣諸国の原子力ハンドブック」

1986年12月20日刊

注）安教授が調査した時点では、中国の原子力発電関係主要国営企業は次の21廠・5
 公司であった。

図表参考 1-3：秦山 I-1 建設時の原子力関係主要国営企業

企業名/所在地	備考
上海汽輪機廠 Shanghai Steam Turbine Works 上海市徐江區閔行一號路 TEL:358331	<ul style="list-style-type: none"> 取扱品目：各種タービン。 従業員数 8,100 名。 1954 年にチェコの援助で上海通用機械廠を改造（1956 年に完成）。 1958 年に 12 万 5 千 kW、1973 年に 20 万 kW、1974 年に 30 万 kW のタービン製作に成功。 秦山 I-1 のタービン発電機等 2 次系設備を製作。
上海鍋炉廠 Shanghai Boiler Works 上海市徐江區閔行華銀路 250 号 TEL:358391、356317	<ul style="list-style-type: none"> 取扱品目：各種ボイラー、圧力容器、蒸気発生器。 従業員数 4,200 名。 1952 年にボイラー工場として建設。 1976 年に原子力用設備製造工場着工（完成は 1985 年を予定）。 ボイラー工場としては中国最大（最大容量 30 万 kW）で最古の歴史。 加圧器、蒸気発生器では年間 2 基の製造能力をもつ。 秦山 I-1 の加圧器と蒸気発生器等 1 次系主要機器を製作。
上海電機廠 Shanghai Electric Machinery Works 上海市徐江區閔行一號路 TEL:356758、358221	<ul style="list-style-type: none"> 取扱品目：タービン発電機、交流電動機、変圧器。 従業員数 8,400 名。 1952 年にチェコ援助で上海製造工廠を拡張し設立。1953 年生産開始。 1973 年に 20 万 kW 発電機、また 1974 年に 30 万 kW 発電機の製作に成功。 中国の発電機生産の 1/3 を占める。 秦山 I-1 のタービン発電機を製作。
4. 上海重型機器廠 Shanghai Heavy Machinery	<ul style="list-style-type: none"> 取扱品目：大型鑄鍛造品、ボールミル、クラッシャー、高炉、転炉、セメント設備、プレス機械、圧力容器。

<p>Factory 上海市徐江区閔行一号路 TEL:358141、356246</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・従業員数 9,200 名。 ・主要設備としては、製鋼工場、12,000 トン水圧プレス機をもつプレス工場、熱処理工場、3つの機械加工工場をもつ。 ・秦山 I-1 用鑄鍛造材料を、上海汽輪機廠に供給。
<p>5. 上海電力機械廠 Shanghai Power Machinery Works 上海市徐江区閔行麗江路 TEL:356391</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目:発電所用各種補機、中高圧バルブ。 ・従業員数 600 名。 ・発電所建設用各種機器、クレーンも製造。
<p>6. 上海電站補機廠 Shanghai Power Station Equipment Plant 上海市楊樹浦路 2200 号 TEL:431040</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目:タービン補機、ボイラー補機、各種バルブ、熱交換器。 ・従業員数 3,663 名。 ・タービン補機には、高・低圧ヒータやコンデンサを含む。 ・ボイラー補機には、不純物除去系やイオン交換機等を含む。
<p>7. 上海閥門廠 Shanghai Valve Factory 上海市安亭昌吉路 TEL:957580</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目:原子力と火力のバルブ。 ・従業員数 1,200 名。 ・国内第一級のバルブ測定実験設備を保有。 ・秦山 I-1 用バルブ類を製作。
<p>8. 哈爾濱汽輪機廠 Harbine Steam Turbine Plant 黒龍江哈爾濱市動力区大慶路 1 号 TEL:52551</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目:発電用タービン、船舶用原動機。 ・従業員数 9,000 名。 ・1956 年 3 月、ソ連の援助で着工。 ・1958 年、操業開始。 ・高温高圧蒸気タービン 10 万 kW 第 1 号機製作に成功
<p>9. 哈爾濱鍋炉廠 Harbine Boiler Plant 黒龍江哈爾濱市動力区大慶路 17 号 TEL:57091-613</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目:発電用ボイラー、ボイラー補機、各種圧力容器。 ・従業員数 7,700 名。 ・1954 年、ソ連の援助で建設。 ・1957 年、正式に生産開始。
<p>10. 哈爾濱電機廠 Harbine Electric Machinery Plant 黒龍江哈爾濱市動力区大慶路 35 号 TEL:52871-430</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目:蒸気タービン発電機、水力用発電機。 ・従業員数 10,500 名。 ・20～30 万 kW の火力発電機ユニットが主力。 ・1952 年 6 月、水力発電機工場完成。 ・1957 年、タービン工場完成。 ・1962 年、370 万 kW/年の生産計画立案。

	<ul style="list-style-type: none"> ・中国最大の大型電機工場（主要設備はソ連。東独、チェコ、ポーランドが供給）。 ・過去 20 数年間に数百基の火力・水力発電設備納入。
11. 北京重型電機廠 Beijing Heavy Electric Machinery Works 北京西郊吳家村 TEL:812376	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目:火力プラント(20 万 kW)、水力プラント(1 万 kW)、ディゼール発電設備 (320kW)。 ・従業員数 6,800 名。 ・1958 年 6 月着工、1962 年建設中断、1969 年再開、1973 年大型発電設備製造のため拡張。 ・工場設備の 85%が国産。
12. 北京鍋炉廠 Beijing Boiler Works 北京石景山区八角村 TEL:872231、872178	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目:各種ボイラー(含大型発電機用)。 ・従業員数 3,560 名。 ・1958 年建設。 ・1973 年大型発電設備国産化一環として設備拡張。
13. 北京電力設備廠 Beijing Power Equipment Works 北京房山具良郷鎮 TEL:818478	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目:発電用蒸気タービン、中小型水力タービン、発電用補機、ボイラー給水ポンプ、タービンプレート。 ・従業員数 3,200 名。
14. 南京汽輪機廠 Nanjing Steam Turbine Works 住所・TEL は不明	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目:ガスタービン発電設備、1,000kW 移動式ガスタービン発電機。 ・従業員数不明。
15. 無錫叶片廠 Wuxi Turbine Blade Factory 江蘇無錫市南長区 TEL:27381	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目:発電用蒸気タービンプレート、工業用蒸気タービンプレート、ガスタービン用プレート。 ・従業員数 1,000 名。 ・精密鋳鍛造設備、4,000 トン hydraulic screw press、100～1,600 トン friction screw press、鍛造ローラー、高速ハンマー等を装備。
16. 杭州鍋炉廠 Hangzhou Boiler Works 浙江杭州市良山門外大慶路 TEL:42491	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目:火力プラント用ボイラー、水圧機、高圧容器、各種ボイラー。 ・従業員数 2,800 名。 ・1958 年、ボイラー製造開始。 ・1960 年から爆炸成形の研究を北京、長春、上海の汽機廠、中国科学院力学研究所と共同で開始。1967 年より実用化し生産量が大幅に増加。
17. 西安電力機械廠 Xi'an Electric Power Machinery Works	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目:発電用プラント補機、タービンプレート、圧力弁。 ・従業員数従業員数 1,800 名。

陝西西安市半坡博物館南 TEL:39901	
18. 東方汽輪機廠 Dongfang Steam Turbine Works 四川綿竹具漢旺鎮 TEL:401	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目:火力用蒸気タービン(5~30万kW)、ボスタービン、船舶用タービン、給水ポンプ。 ・従業員数 6,300名。
19. 東方鍋炉廠 Dongfang Boiler Works 四川自貢市 TEL:2901	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目:発電用ボイラー(35t/h~670t/h*)、工業用ボイラー(35T/H~130T/H)、各種熱交換器、圧力弁。 * t/hは1時間当たりの蒸気発生量でボイラーの性能を表わす。 ・従業員数 6,000名。
20. 武漢汽輪発電機廠 Wuhan Steam Turbine Generator Works 湖北武漢市武昌関山 TEL:70032	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目:蒸気タービン発電機 (5万kW級)、水力発電用ランナー。 ・従業員数 4,180名。
21. 武漢鍋炉廠 Wuhan Boiler Works 湖北武漢市武昌洪山 TEL:71461	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目:発電用ボイラー、工業用ボイラー、熱交換器、化学プラント補機類。 ・従業員数 5,680名。 ・1956年9月、ソ連、チェコの技術援助で着工。 ・1958年、一部生産開始。 ・1960年、第I期工事完成、正式生産開始。
22. 華東電力設備成套聯管公司 East China Electric Power Equipment Associated Company 上海西康路 534 号 TEL:71461	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目:発電プラント用周辺装置ならびに付属装置一式。 ・従業員数不明。
23. 湖北省電工工業公司 Hubei Provincial Electric Engineering Corporation 湖北武漢市武昌武珞路附 306 号 TEL:71461	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目:発電用ボイラー(400T/H)、タービン発電機(10万kW)、変圧器、圧力容器、配電盤、送電線。 ・従業員数従業員数 16.150名。
24. 中国同位元素公司 China Isotope Corporation 北京 P. O. Box2102	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目:医療用・工業用ラジオアイソトープの流通・販売。 ・従業員数不明。

支局：上海、深州、成都、三州等 TEL:86・8381-368、375、339、462	
25. 東方電站成套設備公司 Dongfang Electric Corporation 四川成都市新華西路三段六十号 TEL:21321	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目：水力・火力・原子力発電機、タービン、ボイラー、モーター、給水ポンプ、加速器等。 ・従業員数不明
26. 中国核儀器設備總公司 China Nuclear Instrumentation and Equipment Corporation 北京西城区三里河南巷一号 TEL:866415	<ul style="list-style-type: none"> ・取扱品目：原子力発電制御システム、放射線計測器、放射線医療機器、光学機器、特殊バルブ等。 ・従業員数不明。

② 秦山Ⅱ-1・2

図表参考 1-4：秦山Ⅱ-1・2 参加企業

担当分野	契約企業	備考
主契約者	北京核工程研究設計院(BINE)	現中国核電工程有限公司(CNPE)。
アーキテクト・エンジニア	<ul style="list-style-type: none"> -(炉心・1次系) 中国原子能科学研究院(CIAE) -(補助系・BOP) BINE 	
1次系供給者	<ul style="list-style-type: none"> -(炉心)CNNC -(圧力容器) 三菱重工業(MHI) [1号機] 上海鍋炉廠(SHBW) [2号機] -(機器搬入ハッチ) 大連日立宝原機器設備有限公司 	<ul style="list-style-type: none"> ・炉内構造物と炉心の主計装はFRAMATOME (現 AREVA) が協力。 ・主冷却ポンプも MHI が納入。
燃料供給者	宜賓 (YFP)	
2次系供給者	WEC(MHI、CNEIC と共同製作)	タービン発電機はハルビン電氣集団が製造
土木工事	CN22・CN23・武漢 105 所	

<参考資料-2> 広東大亜湾-1・2 ならびに嶺澳-1・2 の建設に関する記録

① 広東大亜湾-1・2

・所有者：広東核電合営有限公司

(Guangdong Nuclear Power Joint Venture Co. = GNPJVC)

総プロジェクトコストの10%を資産とし、大陸本土75%、香港側25%の出資で、1985年1月に合弁企業を設立した。

- － 大陸本土側出資者：広東核電投資有限公司(GNIC。CGNPC[現CGN]が100%出資)
- － 香港側出資者：香港核電投資有限公司(HKNIC。香港中華電力有限公司CLPが100%出資)。

ローンは、総プロジェクトコストの90%になるが、この部分は外国からの融資による(85%は輸出クレジット、15%は機材・役務の提供国の銀行シンジケートによる商業借款)。中国の商業銀行は土木工事部分と原子力発電プラント所有者への人民元融資を行った。

最終的には、建設費は2基で40億7,200万ドルになったが、次のように資金を調達した。

- － 自己資金：4億ドル＝主に核燃料購入費
- － 海外融資：仏の輸出信用20億4,600万ドル＋米の輸出信用700万ドル＋日本3,100万ドル＋外国商業銀行等10億ドル。

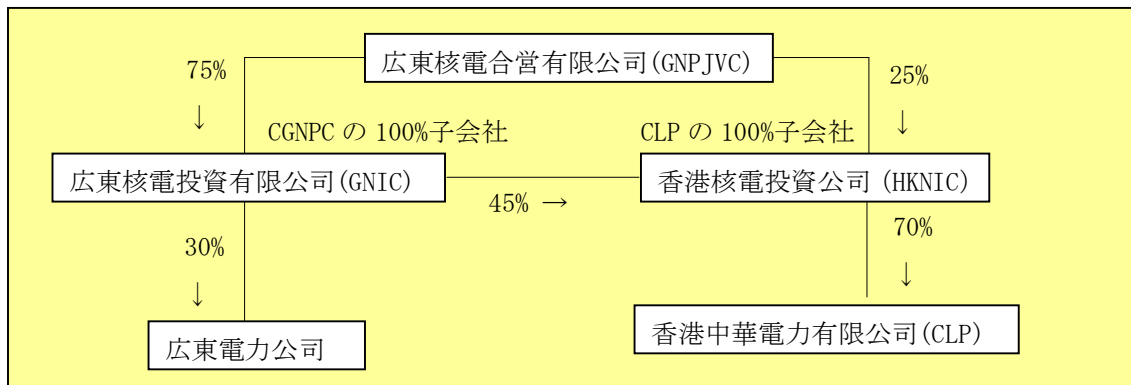
また、利子の支払い総額は17億4,000万ドルに上り、返済合計額は54億2,000万ドルになった。

・運転者：大亜湾核電運営有限責任公司(DNMC)

CGNPC50%、嶺澳核電有限公司50%の出資

当初はGNPJVCが運転していたが、周辺にCGNPCの原子力発電所が増設されたことから、DNMCを設立した。発電電力の分配量は出資比率に従った。

図表参考 2-1：広東大亜湾 1 号機の発電電力分配体制



・炉型・出力 (グロス/ネット) : PWR 98.4 万 kW / 93.5 万 kW

炉型は CPY、技術は M310 とも呼称。

- ・ F/S 開始： 1979 年 11 月 21 日
- ・ 建設工事許可：1982 年 12 月 13 日
- ・ 発注日： 1986 年 4 月
- ・ 着工日： 1 号機=1987 年 8 月 7 日 2 号機=1988 年 4 月 7 日
- ・ 初臨界日： 1 号機=1993 年 7 月 28 日 2 号機=1994 年 1 月 21 日
- ・ 運転開始日： 1 号機=1994 年 2 月 1 日 2 号機=1994 年 5 月 6 日

図表参考 2-2：広東大亜湾原子力発電所建設参加企業

担当分野	契約企業	備考
主契約者	仏 FRAMATOME (現 AREVA)	英仏 GEC-Alstom を共同契約者とする記載もある。
アーキテクト・エンジニア	仏電力公社 (EDF)	プロジェクト管理責任は EDF が負った。
1 次系供給者	仏 FRAMATOME	蒸気発生器、内部構造物、制御棒駆動装置、メインループの製造では中国のメーカーも参加。とくに成都の核動力研究設計院 (NPIC) *が多くの経験を得た。
燃料供給者	仏 FRAGEMA/CNNC	FRAGEMA は、後に FRAMATOME ANP と改称、さらに 2006 年以降は AREVA NP
2 次系供給者	英仏 GEC-Alstom	変圧器で三菱電機、計装制御でシーメンス社
運転シミュレータ	仏 Thompson-CSF	
土木工事	HCCM	HCCM は、仏 Campenon Bernard 社・前田建設・華興会社の合弁企業

*NPIC: 中国最大の原子力大型機器設計・研究所。大亜湾プロジェクトでは、GNPJVC の人員を訓練した。また NPIC の小グループが大亜湾に長期駐在した。

- ・ 一般に仏の安全基準を準用。国産化率は 15%であった。

②嶺澳-1・2

- ・ 所有者：中国広東核電集团有限公司 (CGNPC)
- ・ 運転者：嶺澳核電有限公司 (LANPC)
CGNPC の子会社として 1994 年 10 月 4 日に設立。
- ・ 国務院承認日：1994 年 12 月 (1・2 号機)
- ・ 発注日： 1995 年 10 月 25 日 (1・2 号機)
- ・ 着工日： 1 号機=1997 年 5 月 15 日 2 号機=1997 年 11 月 28 日
- ・ 営業運転開始日：1 号機=2002 年 5 月 28 日 2 号機=2003 年 1 月 8 日

図表参考 2-3：嶺澳-1・2 参加企業

担当分野	契約企業	備考
主契約者	仏 FRAMATOME	仏 GEC-Alsthom を共同契約者との記載も
アーキテクト・エンジニア	仏 EDF	
1 次系供給者	仏 FRAMATOME。炉内構造物は上海第一機床廠	圧力容器、タービンは、中国東方電気集団が FRAMATOME の下請けとして製造*。
燃料供給者	仏 FRAGEMA/CNNC (初期燃料)、宜賓燃料工場 YFP (取替分)	FRAGEMA は、後 FRAMATOME ANP、2006 年以降 AREVA NP と改称。
2 次系供給者	仏 GEC-Alsthom	汽水分離再加熱装置はハルビン電気集団が製造。
運転シミュレータ	仏 Thompson-CSF	
土木工事	HX-CBS	

*2009 年 9 月 11 日の日中科学技術交流協会永崎隆雄氏「中国の原子力開発における科学技術力について」より。

- ・嶺澳プロジェクトへの LANPC の取組状況は以下のようであった。
 - －国産化計画の一部として、FRAMATOME 社の設計作業に参加
 - －EDF は顧問的立場で支援するが、プロジェクト全体の管理は LANPC が行う。
 - －原子炉供給、付帯設備供給、プロジェクト・コンサルタントの 3 契約
 - +1995 年 7 月 15 日：内容同意
 - +1995 年 10 月 25 日：調印
 - +1996 年 1 月 15 日：発効
 - －1 号機の重量コンポーネント（圧力容器、蒸気発生器、PZR [加圧器逃がしタンク] の設置等
 - +1999 年 12 月：納入
 - +2000 年 1 月 9 日：圧力容器据付完了。220kV 送電機納入(起動試験のため)
 - －付帯設備の技術的問題は、1999 年の夏、LANPC が欧州を訪問して解決した。
 - －嶺澳-1・2 では、設計も全部中国人でやることをめざしていたが、実際はかなりフランスの協力を得た。
- ・国が品質保証を監督するため、国家品質技術監督局（CSBTS。2001 年 4 月に国家質量監督検閲検疫総局になった）が工場の指導を行った。

<嶺澳-1・2号機建設に際しての資金調達 VS 技術国産化の考え方>

①基本は、外国のローンと輸入資機材を用いる方針

1995年1月：中仏両政府は嶺澳-1・2号機建設に関する了解覚書に調印。

EDFが初めて設計・建設・運転分野の技術移転に合意した。

2007年11月のサルコジ大統領の訪中による仏製EPR×2基の売込みで、中国側が最後までこだわったのは、「技術移転」だった。

1996年6月：(国家開発銀行に代わり)中国工商银行が合計45億ドルの資金調達中41億ドル(輸出信用枠23億ドル+民間融資18億ドル)の外貨借入を担当することになった。

②部分的には、中国の企業・製品を活用

1996年7月、FRAMATOME社は(成都の水力・火力発電所製造企業)中国東方電気集団(Dong Fang Electric Corporation:DEC)と原発部品製造協力で合意。RAMATOME社からDECへの発注分は、嶺澳-1・2で中国から調達する重機器の10%相当と契約に規定。両者は他のPWR向け部品製造でも協力する。

②近くの大亜湾原発のデータと設計の再利用(基準発電所とした)

これにより、嶺澳-1・2の2基の建設費(計45億ドル)は、当時世界最安値であった大亜湾原発よりさらに20%安くなった。

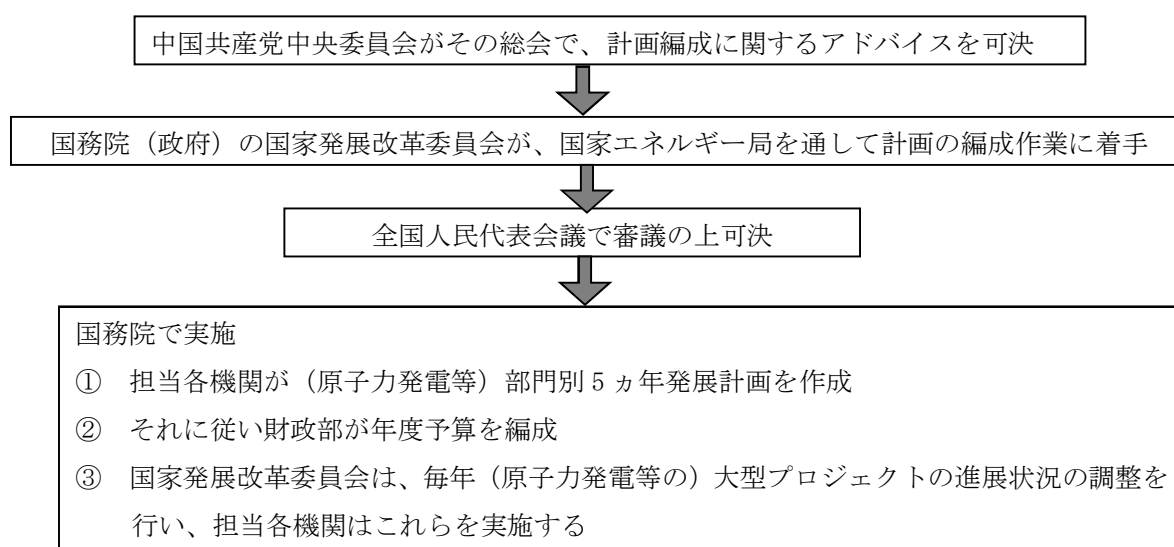
〈参考資料－3〉原子力発電開発計画の策定と個別事業申請・承認プロセス

1) 原子力発電開発計画の策定プロセス

中国では、国家の長期目標を掲げる「国民経済・社会発展 5 ヶ年長期計画」に対応する個別分野の「5 ヶ年計画」が策定される。

原子力発電開発計画は、以下のように策定されている。

図表参考3：原子力発電開発計画の策定基本プロセス



2) 原子力発電プロジェクトの申請・承認の基本プロセス

原発建設等の大型プロジェクトは、国務院の審査・承認が必要である。

原子力発電を開始しようという事業者は、国務院の承認を得て初めて、立地・建設・試運転・運転・廃止措置の許可証申請手続きに入ることができる。

個別の原子力発電プラント建設プロジェクトの流れは、立地許可を得て着工するまでの部分で例示すると、次のようになる。

- ① 原発建設申請者が事業実行可能性調査（F/S）を行う。
- ② そのうち、「立地選定段階における環境影響報告書」を環境保護部（MEP）に、また「立地点安全分析報告書」を国家核安全局（NNSA）に提出する。
- ③ MEP と NNSA は、それぞれ個別に、国務院の関連部門とサイト予定地の地方政府から意見を聴取する（以下の流れは、MEP と NNSA でそれぞれ「環境」と

「原子力安全」のテーマで並行して実施するため NNSA のみで例示する)。

＜原子力発電所立地予定地自治体の意見開陳＞

地方政府がどういう形で、原子力発電事業申請に関して発言できるのかは、「原子力発電所の安全許可証の申請と発給」実施細則の第 18 条第 3 項に次のように規定されている。

- ・ NNSA は、申請書および関連書類を、国務院の関連部門および原発立地予定地点の所在地の省・自治区・直轄市の政府に送付して意見を求める。
- ・ 国務院の関連部門および省・自治区・直轄市は、3 ヶ月以内に主管範囲について書面にて回答をしなければならない。
- ・ 問題が、環境保護、保健衛生、労働条件、治安、運輸・交通等に関連する場合は、NNSA は関連部門や自治体の代表に審議への参加を要請できる。

- ④これと並行して、技術的内容についての審査を、NNSA の原子力安全諮問専門家委員会が行う。
- ⑤NNSA は、その安全審査の結果に基づき、国務院の関連部門と再度の協議を行う。
- ⑥NNSA は、「原子力発電所の立地点選定に関する審査意見書」により、申請者に安全審査の結果を回答する。
- ⑦NNSA の「審査意見書」が承認回答ならば、事業申請者はそれを添えて、国務院の国家発展改革委員会 (NDRC) に「原子力発電プロジェクト申請書」を提出する。
- ⑧NDRC が審査し承認すれば、国務院としての審議に回される。
- ⑨国務院の承認が得られれば、NNSA に送致され、NNSA から「許可証」が発給される。

このように立地が承認されると、基礎掘削工事に入る。その作業結果の岩盤等の安全性を NNSA が確認したら、それを受けて国務院がプロジェクトを「最終批准 (承認)」する。これに基づき、NSAA が建設許可証を発給し、着工となる。

以下、建設、試運転、運転、廃止措置の各段階で、事業申請者は、それぞれの所要書類を、MEP と NNSA に提出し、当該の許可証の発給を受けることが必要になる。

＜参考資料－４＞国家エネルギー科学技術第12次5カ年計画（2011～2015年）
の原子炉開発プロジェクト

- ・中国は積極的に原子力技術の自主化を推し進めようとしている。
とくに従来、他国の開発した技術の模倣で国内的な必要を満たして来たが、
爾後は知的財産権のある自前技術を海外に売り込むことが必要との認識の下
に、先進的PWR、高温ガス炉、高速炉、モジュール式多目的炉を手始めとした
プロジェクトを推進している。

図表参考4：国家エネルギー科学技術「十二五」の原子力開発プロジェクト

項目内容	目標	対象期間
先進的PWR	安全性向上。AP1000技術の吸収。知的財産権をもつ第3世代PWR技術の研究開発	2011～2020年
	国産化技術の確立と大型炉国産化率80%達成	2011～2019年
	安全性向上と標準化、また（審査と施工管理を含む）大量建設・運転能力整備	2013～2017年
高温ガス炉	設計・建設・運転の国産化。応用先端技術の確立。世界最先端技術の維持	2011～2015年
	設計・製造・建設・運転の国産化により、知的財産権をもつ20万kW級モジュールガス炉を建設	2011～2014年
高速炉	（設計・建設・試験起動・運転に関する）基幹技術研究による先進大型発電炉開発の技術支援	2011～2020年
	実証炉の基幹設備・材料設計・製造国産化の確立	2011～2020年
	実証炉の設計・建設の国産化と知的財産権の確立、また普及拡大（含安全審査）	2011～2014年
モジュール式多目的小型炉	基幹技術の確立と実証化条件の整備	2011～2013年

- ・これらの推進のため、炉・燃料・核燃料サイクルの各分野の先端技術研究開発のプラットフォーム（含「国家原子力発展戦略研究諮問センター」と必要な設計・試験測定・操作・製造の設備、また政策・法規・基準、さらには技術の評価や管理での支援）での整備を付言している。

（出典）2013年3月5日IAEAのTWG-GCRMeetingでの、清華大学Yuliang Sun教授の発表”HTR Development Status in China”

http://www.iaea.org/NuclearPower/Downloadable/Meetings/2013/2013-03-05-03-07-TWG-NPTD/Day_1/3.Sun.pdf#search='HTRPM'

＜参考資料－５＞国家核電技術公司(SNPTC)の第3世代炉装置供給資格認定企業のリスト

注) 番号は数確認のため編集者が付けた。

2009 年度

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| 1. 東方電気（広州）重型機器有限公司 | 2. 上海第一機床廠有限公司 |
| 3. 哈電集團（秦皇島）重型裝備有限公司 | 4. 上海電気核電設備有限公司 |
| 5. 中国第一重型機械股份公司 | 6. 二重集團（德陽/陽）重型裝備股份有限公司 |
| 7. 大連華銳重工集团股份有限公司 | 8. 太原重工股份有限公司 |
| 9. 哈爾濱電気動力裝備有限公司 | 10. 瀋陽鼓風機集團核電泵(ポンプ)業有限公司 |

2010 年度

- | | |
|----------------------------|---------------------|
| 11. 山東核電設備製造有限公司 | 12. 大連宝原核設備有限公司 |
| 13. 上海電気電站設備有限公司電站輔機廠 | 14. 大連日立機械設備有限公司 |
| 15. 陝西柴油機(ディーゼルエンジン)重工有限公司 | 16. 宝山鋼鉄股份有限公司 |
| 17. 無錫市新峰管業有限公司 | 18. 西安核設備有限公司 |
| 19. 常熟華新特殊鋼有限公司 | 20. 武漢重工鑄鍛有限責任公司 |
| 21. 無錫市法蘭鍛造有限公司 | 22. 上海大西洋溶接材料有限責任公司 |
| 23. 中核蘇閥科技実業股份有限公司 | 24. 大連大高閥門(バルブ)有限公司 |
| 25. 大連深藍泵業有限公司 | 26. 重慶水泵廠有限責任公司 |
| 27. 江蘇神通閥門股份有限公司 | 28. 大連蘇爾寿泵及圧縮機有限公司 |
| 29. 上海阿波羅(アポロン)機械製造有限公司 | |

2011 年度

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| 30. 中国核工業華興建設有限公司 | 31. 中国核工業第二二建設有限公司 |
| 32. 中国核工業二三建設有限公司 | 33. 中国核工業第二四建設有限公司 |
| 34. 中国核工業第五建設有限公司 | 35. 中国核工業中原建設有限公司 |
| 36. 浙江省火電建設公司 | 37. 広東火電工程総公司 |
| 38. 中国建築第二工程侷/搦/跔有限公司 | 39. 葛洲堰(ダム)集團第二工程有限公司 |
| 40. 東方鍋炉(ボイラ-)股份有限公司 | 41. 東方電気（武漢）核設備有限公司 |
| 42. 蘇州海陸重工股份有限公司 | 43. 中興能源(エネルギー)裝備股份有限公司 |
| 44. 慎江閥門有限公司 | 45. 東方汽輪機(タービン)有限公司 |
| 46. 渤海造船廠集團有限公司 | 47. 吉林中意核管道製造有限公司 |
| 48. 上海起重運輸機械廠有限公司 | 49. 国核自儀系統工程有限公司 |
| 50. 重慶川儀十七廠有限公司 | 51. 常州八益電纜股份有限公司 |
| 52. 江蘇上上電纜集團有限公司 | 53. 廈門 ABB 開閉(スイッチ)有限公司 |

54. 廈門 ABB 低圧電器設備有限公司
55. 浙江三方控制閥股份有限公司
56. 攀鋼集團成都鋼鈹 (ハナジウム) 有限公司
57. 江蘇華陽金屬管件有限公司

2012 年度

58. 上海森松壓力容器有限公司
59. 南通中集罐式儲運設備製造有限公司
60. 蘭州蘭石換熱器有限責任公司
61. 哈爾濱空調股份有限公司
62. 上海英格索蘭壓縮機有限公司
63. 泰科流体控制 (上海) 有限公司
64. 石家莊閥門一廠股份有限公司
65. 江蘇阿波羅空調淨化設備有限公司
66. 江蘇電力裝備有限公司
67. 浙江金盾風機股份有限公司
68. 中興通訊股份有限公司
69. 寧波華業鋼結構有限公司
70. 中国原子能科学研究所
71. 江蘇宝宸淨化設備有限公司
72. 中国船舶重工集团公司第七一八研究所
73. 上海電氣凱士比核電泵閥有限公司
74. 上海凱泉泵業 (集團) 有限公司
75. 湖南湘電長沙水泵有限公司
76. 中国遠洋物流有限公司
77. 中国外運股份有限公司
78. 上港集團物流有限公司
79. 敦豪 (DHL) 全綫 (全世界) (中国) 貨運有限公司

2013 年度

80. 施耐德 (シュナイダー) 電氣 (中国) 有限公司
81. 上海自動化儀表股份有限公司
82. 常熟市輻射技術開發應用研究所
83. 西安核儀器廠
84. 華楓信通 (北京) 科技有限公司
85. 首安工業消防有限公司
86. 羅賓斯瑪亞斯 (蘇州) 流体設備有限公司
87. 特靈空調系統 (中国) 有限公司
88. 江蘇希達空調淨化設備總公司
89. Mirion Technologies (Conax Nuclear), Inc. (米)
90. BAUMERT GROUPE GORGE (仏)
91. Weir Valves & Controls USA Inc. (米)
92. Enertech a business unit of Curtiss/Wright Flow Control Company (米)
93. Flowserve Spain, S. L. (スペイン)
94. Century Corporation (韓国)
95. Fuji Electric Co., Ltd. 日本富士電機系統株式会社

資格は3年間ごとの更新が必要とされる。

(出典) SNPTC のホームページ。 <http://www.snptc.com.cn/index.php?optionid=818>

<参考資料－6> 開発中の進行波炉、トリウム溶融塩炉

①進行波炉 (Travelling Wave Reactor:TWR)

- ・CNNC が、米国マイクロソフト社のビル・ゲイツ出資のベンチャー企業「テラパワー (Terra Power)」と共同開発を進めている炉。
- ・少量の低濃縮ウランで核反応を点火し、その後は（濃縮工程時の副産廃棄物として厄介者扱いされていた）劣化ウランを燃料として燃やす炉。反応の波が40～60年かけてゆっくりと進行することから、進行波炉と呼ばれる。放射性廃棄物の発生を大幅に低減できる優れた特性が注目されている。

<http://terrapower.com/news>

②トリウム溶融塩炉 (Thorium Molten Salt Reactor: TMSR)

- ・中国科学院（中国科学アカデミーの意）は2020年までの10年間の科学技術分野における知識刷新に向けたプロジェクト「創新2020」を策定、2010年3月に国务院常务会议で承認された。
- ・その中の5つの先行モデル事業のひとつに、「核分裂反応を利用した先進的な原子力エネルギーの研究」があり、中国科学院は2011年1月25日にTMSRシステムの研究開始を発表した。
- ・溶融塩炉は、核分裂反応系内で発生する核分裂生成物のうち核分裂反応を妨げる核種を連続して除去することで、燃料になる物質の利用効率を上げることができる特性をもつ。

注) トリウム・サイクル研究は、インドを中心に40年以上の歴史がある。現在の世界の原子力発電開発ではウラン・サイクルが中心となっているが、1990年代に入ると、核拡散抵抗性*、放射性廃棄物の発生量**の低減化等、従来とは異なる観点からトリウム・サイクルの特性が再評価されている。

* ウラン・サイクルでは、放射能が弱くて監視管理が困難なことが核不拡散上の問題となっている。トリウム・サイクルでは、トリウム燃料の照射により生成するU-233は共存

する U-232 の娘核種による強いガンマ線を同伴するので、核物質の取り扱いが技術的に
むずかしくなり、また転用検知にも有効に作用する。

** ウラン・サイクルでは、高レベル廃棄物中の超ウラン元素 (TRU) の放射線毒性が長期
間残存する問題がある。トリウム・サイクルでは、トリウムに添加する燃料の選び方で
TRU 廃棄物発生量の低減が可能といわれる。

- 中国科学院は、次の 4 段階での TMSR 開発をめざしている。
 - － 2015 年まで：問題を洗い出す。2MW の実験炉を建設。
 - － 2016～2020 年：炉のモジュール化を研究。10MW の実験炉を建設。
 - － 2021～2030 年：実証応用段階。100MW の実証炉を建設。
 - － 2040 年まで：商業利用実現。

- 担当機関は上海応用物理研究所で、(CNNC 傘下の) 中国核動力研究設計院 (NPIC。
成都) が協力する。

<参考資料－7> 高温ガス炉実証プロジェクト HTR-PM の開発

1) 高温ガス炉実証プロジェクト運営体制

①プロジェクト推進事業者：

華能山東石島湾核電有限公司（2007年1月設立*）

* 出資協議書・規約への調印は2006年12月25日。

これによって、高温ガス炉発電所の建設プロジェクトがスタート。

②出資者：

中国華能集団 47.5%、核工業建設集団 (CNEC) 32.5%、清華控股有限公司* 20%

* 清華大学が出資する国有独資有限責任会社。北京清華大学企業集団の体制改革で国务院の許可を得て、2003年9月30日に設立。登記資本の20億元。科学技術成果の産業化、ハイテク技術の起業、投資融資、投資管理を行う。

③EPC（設計・調達・建設）の主契約者：

中核能源科技有限公司 (Chinergy Co., Ltd.) *

* 高温ガス炉と低温熱供給炉の技術を保有するエンジニアリング会社。

2003年8月、CNECと清華控股有限公司の共同出資で設立。2007年12月 CGNPC（現 CGN）も出資に参加。

④設計者：清華大学

2) プロジェクト概要

・設置サイト：山東半島威海市榮成

・出力・目標：

－ 第I期プロジェクトとして電気出力20万kW×1基の建設。

－ 建設費は30億元（約380億円）、コスト1,500ドル/kW

注) Searchina のレポート(2008年10月9日)では建設費32億元（約403億円）、国産化目標80%以上としている。

－ 国産化目標70%以上

・国の投資額：500億元（約6,300億円）

* 国务院の「国家中長期科学技術開発計画綱領」（2006年2月9日）で、高温ガス炉による原子力発電所を16の「国家重大特定プロジェクト」のひとつに指定している。

・海水淡水化能力：工業用水なら16万トン/日、年産5,200万トン

3) 高温ガス炉の研究開発の沿革と予定：

- 1970年代；中国でのガス炉の研究開始。
- 1986年：国家の863のハイテクノロジー・プログラムのひとつに高温ガス炉（ペブル・ベッド方式）が選ばれる。
- 1992年3月14日：政府が高温ガス実験炉HTR10プロジェクト（1万kW）を承認。
- 1992年12月～1994年12月：HTR10の確率論的安全解析書（PSAR）実施
- 1995年7月16日：高温ガス実験炉HTR10（1万kW）清華大学で着工。
- 1998年12月15日～2000年11月17日：HTR10の最終安全解析書（FSAR）実施
- 2000年12月1日：HTR10初臨界。
- 2001年：HTR-PMに関する検討開始（蒸気サイクル、直接ガスサイクル、間接ガスサイクル）。
- 2003年1月7日：HTR10、電力網に併入。
- 2003年1月29日：HTR10、全出力（電気出力2,500kW）運転。
- 2003年10月15日：HTR10の安全実証試験と長期運転を実施
- 2004年4月：中国華能集团公司、中国核工業建設集团公司（CNEC）、清華大学が国家發展改革委員会にHTGR建議書を提出。
- 2004年8月17日：
国家發展改革委員会（NDRC）は中国華能集团公司、CNEC、清華控股有限公司の3者による石島湾での高温ガス炉原発プロジェクトを承認。
- 2004年12月16日：
3者は「高温ガス炉の原子力発電モデル事業に関する投資合意書」を調印。
- 2005年11月24日：初期F/S開始。
- 2006年9月：HTR-PMの主要パラメータを決定
（250MWthのモジュール（炉）を2基組み合わせる一つのタービンに吹き付ける）。
- 2006年2月：国務院の「国家中長期科学技術發展規画綱要」で、高温ガス炉実証炉プロジェクト（HTR-PM）は、大型先進PWRとともに16の「国家重大特別プロジェクト」のひとつに指定された。
これから中国の高温ガス炉の開発が本格化した。
- 2007年1月：プロジェクト会社「華能山東石島湾核電有限公司（SHSNPC）」設立。

注）中国核工業建設集团公司（CNEC）のホームページではSHSNPCの設立は2007年7月1日、国務院常務会議でのガス炉原発建設重要プロジェクトの承認は2008年

2月15日となっている。

<http://www.cnecc.com/english/tabid/639/ctl/InfoDetail/mid/1471/InfoID/9813/language/zh-CN/Default.aspx>

ハルビン工程大学の中国大学生在線「三海一核」では、SHSNPCは石島湾のサイトに20万kW級のHTGR×1基とAP1000×6基の事業申請者となっている。

これらの設計寿命はともに40年および60年。総合国産化率は70%。投資額は高温ガス炉の約30億元を含め、総額約1千億元近く。

また「三海一核」では、SHSNPCへの出資比率を中国華能集团公司50%、中国核工業建設集团公司35%、清華大学5%、また設立日を2007年1月としている。

http://uzone.univs.cn/news2_2008_309676.html

海外電力調査会の「中国における原子力発電の現状と今後の計画について」

(2014年2月27日)では、SHSNPCの出資合意日は2006年12月25日、比率は中国華能集団(CHNG)47.5%/中国核工業建設集団(CNEC)32.5%/清華大学20%としている。

・2007年9月13日：

国家核安全局(NSAA)は華能山東石島湾核電有限公司に対し、同社が申請していた「高温ガス炉発電所」の安全分析報告書F/Sと環境影響報告書F/Sを受理したと通告。

・2008年1月16日：高温ガス炉建設に関するF/Sが国家電力規画設計院の審査を通過。

・2008年2月：国務院常務会議がプロジェクトの全体計画を承認。

・2009年：HTR-PMの予備設計とPSARが完了。

・2009年9月：HTR-PM着工(2013年11月運転開始が目標)。

注)最終的には、I期分を含めて、同一仕様の実証炉を全部で20基建設する計画。

注)HTR-PMは、ベースになったHTR-10の成果を踏まえて、清華大学原子力新エネルギー研究所(INET)、中核能源科技有限公司(Chinergy)、山東省電力公司(HSNPC)が共同開発をする。この過程で、当初の予定750℃を850℃に上昇させることや、蒸気タービンの利用をHeタービンに切り替えることも検討する。

・2011年：3.11後、HTR-PM作業は一時中断。

・2012年12月9日：HTR-PM建設再開(3.11以降最初の工事再開プロジェクト)。

・2011年3月1日：国務院が華能石島湾原発(20万kW高温ガス炉×1基と125万kW級AP1000*×6基)プロジェクトを承認。

(出典)ハルビン工程大学の「三海一核」http://uzone.univs.cn/news2_2008_309676.html

*SNPTCと中国華能集团公司はAP1000技術の習得とCAP1400実証炉開発を同時進行中。

・2012年12月4日：NNSAは建設許可を発給。(2013年1月9日原子力産業新聞)

- ・2012年12月9日：工事再開。2017年の完成をめざす。

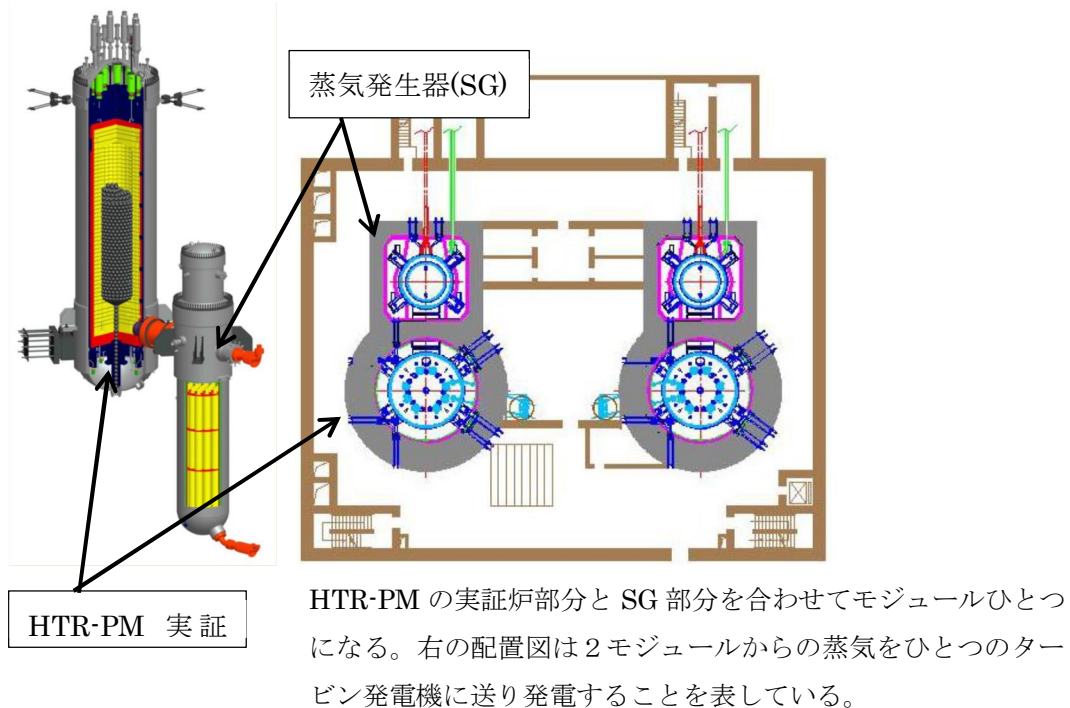
<高温ガス実証炉 HTR—PM での民間企業との製造に関わる協力>

- ・主要設備の製造には上海電気集団、ハルビン電気集団も参加。
 - 2008年2月、炉の制御装置を、広利核公司（CGNPC と国内最大の計装会社和利時公司 Holly System の合弁会社）と清華大学核能及新能源（原子力・新エネルギー）技術研究院（INET）に発注。
 - 2013年6月7日：清華大学と上海電気集団は、HTGR 設備製造での協力覚書を締結。
- ・燃料製造：

実証炉用燃料の製造ラインは、2013年3月16日に内モンゴル自治区包頭市で「北方核燃料元件有限公司」が製造工場を着工。2015年8月運転開始で、球状燃料要素を30万個（2.1tU）年産する。
- ・黒鉛製造：
 - 遼寧省営口市で、2012年4月、「中色十二冶金建設有限公司」が原子力用黒鉛製造工場を着工。2013年2月運転開始で、年産10万tの予定。
 - 「方大炭素」が1,200万元を出資し、INET と共同で「方大炭素高温気冷堆核石墨聯合研究中心（核石墨研究中心）」を2013年2月1日に設立。

（出典）「中国財經首頁」<http://finance.china.com.cn/stock/20130201/1269241.shtml>

図表参考 7 : HTR-PM 実証炉と HTR 発電所構成図



(出典)

- 2009 年 9 月 11 日、元 JNC 北京事務所長の永崎隆雄氏「中国の原子力開発における科学技術力について」
- 2008 年 11 月 5 日の東洋炭素(株)と住友商事(株)のニュースリリース「東洋炭素と住友商事が中国高温ガス炉用黒鉛を受注」
<http://www.sumitomocorp.co.jp/news/detail/id=26341>
- 2008 年 10 月 9 日の Searchina レポート
- 2010 年 5 月 25 日の第 29 回原子力委員会での「尾本原子力委員会委員の海外出張報告」
- 2014 年 4 月 8-11 日 IAEA の高温ガス炉の安全に関する技術会議での清華大学 FuLI 氏発表
http://www.iaea.org/NuclearPower/Downloadable/Meetings/2014/2014-04-08-04-11-TM-NPTDS/2_Li01.pdf

<参考資料－8> データや表示に関わる「定義の不統一」、出典による差異

① 当事者機関のデータでもバラバラ。

- ・ 例えば「着工日」。他の国と共通する「コンクリート打設日」以外に、国家核安全局（NSAA）による岩盤掘削許可証発給日、岩盤掘削作業開始日、国務院によるプロジェクトの認可日、NNSA による建設許可証発給日、（中央政府高官の臨席の）着工式典日をさす混乱がみられる。こういう定義・規定の軽視や乱れやその放置が中国の原子力界に蔓延している。
- ・ 例えば寧徳原発-1 の単基出力は、所有者の CGN のホームページでは 108.9 万 kW であるが、政府提出の IAEA の PRIS 掲載データでは 108.0 になっている。
<http://www.cgnpc.com.cn/n1381/n1404/n1405/index.html>
<http://www.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=CN>
- ・ 福建寧徳核電有限公司の出資者を同じ CGN のホームページから検索しても、
<http://www.ndnp.com.cn/n675/n676/index.html> では、「CGN、中国大唐集团公司、福建省能源集团有限责任公司」となっており、
<http://www.cgnpc.com.cn/n1381/n1404/n1405/index.html> では、「広東核電投資有限公司、大唐国際発電股份有限公司、福建省能源集团有限责任公司」となっている。
- ・ 多分これは、「秘匿性と曖昧な幅により多くを残そうとする」中国の体質であり、「特定して精度を上げることで達成感を得る」日本の文化との差異。

② 機関・企業名表記もまちまちである。

- ・ 正式名称と略称が混在。

5 大発電集団は、中国大唐集团公司、中国華能集团公司のように、正式にはすべて「中国」が付く。

製造グループである 5 大電気集団は、上海電気集团股份有限公司、中国東方電気集团公司、哈爾濱（ハルビン）電気集团公司、中国第一重型機械集团公司、中国第二重型機械集团公司とまちまちである。傘下には「廠（製造工場）」を社名とする個別企業もある。

注）「中央直轄企業」（国家資産監督管理委員会（SASAC）の監督管理を受ける国有企業）の多くは「中国」を冠するが、「中央直轄企業」でも国家核電技術公司（SNPTC）や哈爾濱電気集团公司はそうになっていない。

注）「有限公司」、「股份（株式会社）公司」、「股份有限公司」等の区分がある。

「煙台藍天投資控股有限公司」、「大亜湾核電運営管理有限責任公司（DNMC）」「広東核電合営有限公司（GNPJVC）」等の会社形態もある。

- ・機関・企業名の英文略称も、不統一や変更が散見される。
- ・集団名なのか本社名なのか個別企業名なのかが分かりにくい。
 例えば「上海電気集団」は、グループ全体を「上海電気集団公司股份有限公司」が統括し、その下に3つの2次集団「上海電気電站集団」「上海電気重工集団」「上海電気輪配電集団」と個別有限公司があり、この3つの2次集団がさらに多くの有限公司を傘下に抱えている。
 このため、受注者・提携者として「上海電気」と上がっていても、「上海電気集団公司股份有限公司」という統括集団公司をさすのか、「上海電気電站集団」という2次集団をさすのか、「上海電気電站服務公司」等という個別企業をさすのか曖昧である。

③原発プロジェクト名称の混乱

<原子力発電プロジェクトの名称の混乱>

- 正式名称と通称が異なり、実態が分りにくい（別個プロジェクトと誤認しやすい）。
 - 工事期区分による呼称：
 - 例) 泰山Ⅱ期-3・4号機
 - *「泰山Ⅱ-1・2」（2002年、2004年運転開始）が第10次5カ年計画で承認の後、第11次5カ年計画で「泰山Ⅰ期拡張-1・2」（2008年、2009年着工）が承認された。また「泰山Ⅱ-3・4」（2006年、2007年着工）を「泰山Ⅱ期拡張-1・2」とも呼称。
 - イ. 地方政府等出資に伴う「(省名)地名」を冠する呼称：*省名が略される場合もある。
 - 例) (遼寧) 紅沿河-1～4号機、(広東) 大亜湾-1・2号機、(重慶) 石柱-1号機、(安徽) 蕪湖-1～4号機、(福建) 福清-1～6号機、(広西) 防城港-1・2号機
 - ウ. 投資者名を冠する呼称：
 - 例) 華能山東石島湾石島湾-1号機
 - *中国華能集団公司出資の「高温ガス炉実証炉」。石島湾原発や(煙台) 栄成原発とも呼称。プロジェクトの進展につれ「HTRモデル・プロジェクト」とも「HTR-PM」とも呼称。さらに「栄成石島湾」ではCAP1400も建設中で、「ガス炉」と「CAP1400」の混乱に拍車をかけている。このためWNA等ではガス炉を「山東石島湾プロジェクト」、CAPを「石島湾プロジェクト」と呼び分けている。
 - *「嶺澳-1号機」は、「広東嶺澳-1号機」、「広東(大亜湾)Ⅱ期計画(またはⅡ期工事)-1号機」また「広東第2原発-1号機」とも呼ばれた。
 - エ. 地名と所有会社名を併用する場合もある。
 - 例) 昌江(海南) [=地名は昌江、所有者は海南核電有限公司]、嶺澳Ⅱ(嶺東) [但し、嶺澳の所有会社は嶺澳核電有限公司]、咸寧(大畷)、田湾(江蘇)、万安(煙家山)、

b. 現在でも名称の混乱は続いている。

* 「江蘇第二＝田湾第Ⅱ期」、「拡塘山＝三門Ⅱ期」、「台山＝腰古」、「涪陵＝白涛鎮」、「陸豊＝天威」、「乳山＝紅石頂」、「小墨山＝九龍山」等の呼称併用がある

* 広東省の「陸豊」と「海佳/海豊」での建設案件は別個のものと思われるが、どちらも汕尾市にあり、ときには混同して「汕尾」プロジェクトと報道される。

* 暫定的に隣接する土地を併記して示すこともある。広東省の「河原/揭陽」、広西自治区の「平南/白沙」、湖南省の「常德/郴州衡陽/」等。

⑤ 炉型の複雑さ：

- ・ 炉型の国産化や改良では、開発機関の存在意義を示すためか、設計思想（新設計のニーズ、採用技術の実証度・革新性、その他の仕様変更の必要性等）が不明確のまま、次々に新しい炉型（あるいは炉型名）が生まれている。

< 炉型名の氾濫：開発の必然性は？戦略の調整不足？ >

○ 新炉型開発のニーズが不明確。また新炉型の特徴が設計当事者機関の発表でもばらばら。

a. 炉名末尾の改良を意味する「+」や Prototype の「P」、Advanced の「A」が氾濫しており、以下のような混乱を招いている。

－ 従来、「M310」→「CPR100」→「M310+」→第3世代炉との位置づけがなされて来た

－ 「M310」→「M310+」→「CPR1000」→「CPR1000+」→「ACPR1000」との説明が出現。

(2010年11月 WNA/CNEA「中国国際原子力シンポジウム」張善明 CGNPC 総経理発表)

そこでは開発当事者が「ACPR1000 は第3世代炉の全要求条件を満足」との微妙な表現を使っている。第3世代炉扱いとする説と、第2.5世代炉とする説がある。

「ACPR1000」の後継炉「ACPR1000+」は、衆目が一致する第3世代炉。

－ CNNC の「CNP シリーズ」も複雑。

2010年「CNP-300、-600」と称した国産炉シリーズを「CP-300、-600」と改称。CNNC 自身が、「単なる改称」とも「CP は CNP の発展型」とも異なる説明。

注) CNNC は2010年11月の北京での WNA/CNEA 主催の国際原子力シンポジウムで「CNP を CP と呼称変更しただけ」と説明。しかし、それから3年以上経った2014年4月8-11日 IAEA の高温ガス炉の安全に関する技術会議では清華大学 Fu LI 教授が国内の炉型説明で「福清-4 は CNP1000 を採用」と紹介し、中国の主要リーダーが炉名変更に気付いていない。

－ その後 CNNC は「CP1000」とその進化した「ACP1000」（第3世代炉。110万kW）を開発。これらの技術仕様の変化も説明者により変転。このため、IAEA の PRIS データベースも WNA の定期連載「Nuclear Power in China」もこの炉型細分区分には対応してはいない。

http://www.iaea.org/NuclearPower/Downloadable/Meetings/2014/2014-04-08-04-11-TM-NPTDS/2_Li01.pdf

- － CP1000 も ACPR1000 も「第3世代水準炉」と曖昧な区分を使っている。
 そもそも、設計者のみのこだわりでしかない炉型区分・開発を中国政府がなぜきちんと位置づけないのが問題である。開発資源の不効率な使用法である。
- 注) その後 NEA の指示で CGN の「ACPR1000」と CNNC の「ACP1000」の設計が一本化、「ACC1000＝華龍」となった。これも「華龍1号」あるいは「華龍1000」の別称がある。やがて「Advanced」や「+」などのバリエーションが続々生まれると思われる。
- b. 中国の炉型名の数値の使い方が不統一。
 - － CNP-300 は 30 万 kW だった。CNP-600 は 65 万 kW あるいは 66 万 kW。
 - － CPR1000 は 108 万 kW が主流だが 119 万 kW もある。CPR1000+は 108.8 万 kW、ACPR1000 は 108.7 万 kW、ACPR1000+は 115 万 kW。
 - － AP1000 (125 万 kW) が中国化した CAP1000 は 125 万 kW。CAP1400 は 140 万 kW (一説には 150 万 kW 前後) だが、CAP1700 は 190～220 万 kW。

○炉型や技術が多岐にわたることに関連しては、「中国の原子力開発が導入技術に依存し、吸収・消化ができないまま、次の導入に依存することが原因」との指摘がある。

(出典)

2013年7月17日原子力委員会で日中科学技術交流協会・元 JAEA 北京事務所長永崎隆雄氏の講演「福島事故後の中国原子力開発」

<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryoy2013/siryoy27/siryoy3.pdf#search=%E7%A6%8F%E5%B3%B6%E4%BA%8B%E6%95%85%E5%BE%8C%E3%81%AE%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E5%8E%9F%E5%AD%90%E5%8A%9B%E9%96%8B%E7%99%BA>

また 2014 年 2 月 20 日、エネルギー問題を考える会での同氏講演「中国の原子力国産化と国際展開」

<http://www.engy-sqr.com/lecture/document/141siryoyppt.pdf#search=%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E3%81%AE%E5%8E%9F%E5%AD%90%E5%8A%9B%E5%9B%BD%E7%94%A3%E5%8C%96%E3%81%A8%E5%9B%BD%E9%9A%9B%E5%B1%95%E9%96%8B>

注) ここでは、中国が近代的な原子力発電産業樹立のために 2013 年 11 月に NEA が「原子力発電企業の科学的発展協調活動サービス制度」を創設し、この実行組織として主要 19 機関が相談サービスを開始したことも紹介されている。併せて謝して紹介する。

4) 中国社会に見られがちな性向や特質

①規律・秩序のない競争の常態化

- ・福島原発事故以降一時スローダウンしていた中国の原発建設計画が再び拡大基調に戻りつつあり、これまでの3機関以外にも原子力発電プロジェクトへの大幅な参入を認める方向に動いている。これに伴いメーカーでも急激に製造体制増強の動きが進んでいる。
- ・このため、自社の生き残り・主導権を賭けた原子力発電専門家や原子力工学の院生・学生の引き抜き・青田刈りが中国全土で横行しており、所要の質・量の人員確保が深刻な問題になっている。
- ・CNNC と CGN の多種多様な炉型開発も、このレベルの争いのひとつととれる。

②公益よりも私益の優先、ルールの無視・軽視

- ・西側の第3世代炉技術の導入に国家を挙げて取り組む姿勢で設置した国家核电技術公司 (SNPTC) 支援の等閑視。CNNC も CGN も自グループ独自のエンジニアリング会社を設置し、国内市場での主導権争奪で鎬を削っている。
- ・技術的努力で厳格な基準を「満たす」より、「満たした」ことにすれば事業が早く・安く完了し、発注者・受注者・検査者ともに「利益」になるビジネス文化が社会に蔓延。原子力安全に関わる検査等での危惧がある。

③「努力よりも要領」、「事実よりも弁舌」

- ・完成度の追求よりも外観が似ていれば事足りりとする風潮が根強い。
- ・模倣を「自作」とし、「オリジナリティ」を牽強附会（新幹線、ドラエモンやディズニー・キャラクター等）。

以上