

○2015年4月13日の第48回原産年次大会で中国核能行業協会（CNEA）の趙成昆副理事長の講演「中国の原子力発電の現状と今後の見通し」のスライドは次のURLでご覧いただけます。

http://www.jaif.or.jp/cms_admin/wp-content/uploads/2015/04/48th-annual_chengkun-zhao_jp.pdf

中国の原子力発電開発：原子力発電再加速と原子力輸出国戦略化

2015年5月26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 | 17兆6,300億米ドル | 世界第1位 | *2014年推定 |
| 一人当たりGDP | 12,900米ドル | 世界第113位 | *2014推定 |
| 実質経済成長率 | 7.4% | 世界第14位 | *2014年推定 |
| 総発電設備容量 | 12億4,700万kW | 世界第2位 | *2013年推定 |
| 一人当たり年間電力使用量 | 3,812 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 6.12 | | *2014年推定 |
| | 注) 2015年5月14日現在 1元=19.20円 | | |
| 会計年度 | 1月1日－12月31日 | | |

（出典）米国CIA「The World Factbook」2015年5月6日版

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

「中国の原子力発電開発：原子力発電再加速と原子力輸出国戦略化」要約

①中国の原子力発電所は、運転中 24 基 2,186 万 7 千 kW、建設中 27 基 2,950 万 2 千 kW。

注) 2015 年に入り、方家山-2 が 2 月 12 日に運転開始。陽江-2、寧徳-3、紅沿河-3 が 3 月 10 日、3 月 21 日、3 月 23 日に送電網に試験接続。また紅沿河-5 が 3 月 30 日、福清-5 が 5 月 7 日に着工。

②2014 年 11 月 9 日、国務院は「エネルギー発展戦略行動計画（2014-2020 年）」を公表。2013 年 1 月の「第 12 次 5 ヶ年エネルギー発展計画」と同じく「原発は 2020 年で運転中 5,800 万 kW、建設中 3,000 万 kW 以上」の目標を示した。また内陸部立地の凍結解除を示唆した。

「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」と推移した。現在は経済発展に伴うエネルギー逼迫と大気汚染もあり「原発再加速+新エネ」での対応を前面に掲げている。

注) 福島原発事故前の 2011 年 2 月、国務院傘下の中国工程院の「中国エネルギー中長期（2030～2050）発展戦略研究」での提示は 2020 年 7 千万 kW、2030 年 2 億 kW だった。今回の計画は、それに匹敵。

③2015年3月29日、国家発展改革委員会(NDRC)が紅沿河-5・6の建設を承認。福島原発事故以降の新規原発建設の初の承認となった。4月、福清-5・6の建設も承認された。

④新型炉開発は、次のように「西側第3世代炉の技術移転→国産化」が基本方針だった。

a. 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)とその中国改良型炉(CAP)を中国の第3世代炉の主流とするため、技術移転受け皿機関「国家核電技術公司(SNPTC)」を2007年に設立。三門、海陽で各2基を建設中。WECは容量140万kW超国産化(CAP1400)で中国に知財権承認を約束。CAP1400は2014年9月予備的安全分析書を国家核安全局(NNSA)が承認、「栄成石島湾」実証炉はまもなく着工、2018年に運転開始の見込み。

b. 不測事態に備えAP1000一辺倒を避け、仏AREVA社の第3世代炉EPR(175万kW)も平行開発。台山で2基建設中(初号機の運転開始は2016年中を予定)。2基計画。

c. これらの国産化までの電力需要充足と国内企業の技術蓄積を兼ねて仏設計(大亜湾炉)がベースの准国産第2世代改良型炉CPR1000(108万kW等)の大量建設を計画。現在、運転中9基、建設中14基。

⑤2013年10月に国家能源局(NEA)は「原子炉輸出の国家戦略化」を決定。これを踏まえ中国広核集团有限公司(CGN)の「ACP1000+」炉と中国核工業集团公司(CNNC)の「ACP1000」炉を「華龍1号」開発に一本化し、2014年8月に全体設計を承認、福清-5・6と防城港Ⅱ期(2基)に採用を決定。本年4月15日、国務院常務会議は福清-5・6での華龍実証炉建設を承認、福清-5は5月7日に着工となった。

⑥本年1月28日、国務院常務会議で原発や高速鉄道の輸出加速を決定。PWRでは華龍とCAPシリーズ、モジュール型多目的小型炉「ACP100」、さらに第4世代炉(モジュール型高温ガス炉や高速炉)の開発が進展、顧客国のニーズに幅広く応じる原子力輸出強国をめざしている。昨年6月の李克強首相訪英時には英国が「中国製炉歓迎」を表明、本年2月にはアルゼンチンが華龍採用と報じられている。

華龍登場で開発&輸出の主流炉型選択もCNNC、CGN、SNPTCの役割も不透明化してきた。

⑦昨年7月にSNPTCとCPIの合併申請が出た。本年3月商務部発表では、資産7千億元超の「国家電力投資共同集团公司」設立の見通し。昨年末からCNNCとCGNの合併話もあるが、究極的には「国防」と「原発の経済性」の選択であり実現は困難と見られる。

* 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：原子力発電再加速と原子力輸出国戦略化」目次

| | |
|--|----|
| ○ 「中国の原子力発電開発：原子力発電再加速と原子力輸出国戦略化」の要約・・・ | 1 |
| 1. 中国の原子力発電開発・・・ | 6 |
| 1) 原子力発電開発体制と主要機関の役割・活動・・・ | 6 |
| ① 国務院、② 国家発展改革委員会 (NDRC)、③ 国家エネルギー委員会 (NEC)、 | |
| ④ 国家能源局 (NEA) | 7 |
| ⑤ 国家原子能機構 (CAEA) | 8 |
| ⑥ 国家核安全局 (NNSA) | 9 |
| ⑦ 国防科学技術工業 (SASTIND)、⑧ 中国核能行業協会 (CNEA) | 11 |
| ⑨ 中国核工業集团公司 (CNNC) | 12 |
| a. 中国核能電力股份有限公司 (CNNP)、b. 中核核電運行管理有限公司 (CNNO)、 | |
| c. 中国核電工程有限公司 (CNPE) | |
| ⑩ 中国広核集团有限公司 (CGN) | 20 |
| a. 中国広核電力股份有限公司 (CGN Power)、b. 中広核工程有限公司 (CNPEC)、 | |
| c. 大亜湾核電運營管理有限責任公司 (DNMC)、d. 深圳中広核工程設計有限公司 (CNPDC) | |
| ⑪ 中国電力投資集团公司 (CPI) | 24 |
| ⑫ その他の発電集团公司 | 26 |
| ⑬ 国家核電技術公司 (SNPTC) | 27 |
| 2) 原子力発電所の運転・建設状況 | 29 |
| 運転中の原子力発電所 | 29 |
| 建設中の原子力発電所 | 35 |
| 3) その他の原発計画プロジェクト | 40 |
| 4) 福島第一原発事故 (2011年3月11日) 後の原子力発電計画の推移 | 43 |
| ① 原子力発電開発の再開そして再加速に向けた動き | 43 |
| ② 原発内陸部立地に向けた動き | 45 |
| 2. 中国の原子力発電産業の特徴 | 47 |
| 1) 軍事目的からの開発開始 | 47 |

| | |
|---|-----|
| 2) 原子力発電の牽引電力を3機関に限定 | 48 |
| 3) 原発プロジェクトの重要事項は実質的にはすべてNEAが決定 | 50 |
| 3. 中国の原子炉国産化 | 51 |
| 1) 第3世代炉の導入による国産炉開発に向けた動き | 51 |
| ①原子炉開発の2つの流れ | 51 |
| ②原子炉技術近代化の方向付け | 51 |
| ③(第3世代炉を中心とした)導入西側炉の選択肢(a. AP1000、b. EPR) | 51 |
| ④准国産PWR「CPR1000」 | 52 |
| ⑤「華龍1号」 | 53 |
| 2) 中国の発電炉の基本的な炉型区分 | 53 |
| A. 国産炉 | 55 |
| ①CP300 [CNP300]、②CP600 [CNP600] | 55 |
| ③CPR1000シリーズ(CPR1000/CPR1000+/ACPR1000/ACPR1000+) | 56 |
| ④CP1000 [CNP1000]シリーズ(CP1000/ACP1000) | 58 |
| ⑤「華龍1号」 | 61 |
| ⑥CAPシリーズ(CAP1000/CAP14000/CAP1700/CAP150) | 65 |
| ⑦モジュール型多目的小型PWR「ACP100」 | 68 |
| ⑧高速炉(CEFR/CFR600/CFR1000) | 70 |
| ⑨高温ガス炉(HTR10/HTR-PM/HTGR) | 71 |
| B. 輸入炉 | 78 |
| ①M310、②CANDU VI、③VVER1000 | 78 |
| ④AP1000 | 79 |
| ⑤EPR | 80 |
| 3) 発電炉国産化の現状と課題 | 83 |
| 4. 中国の原子力発電機器製造産業 | 90 |
| 1) 上海電気集団 | 93 |
| 2) 中国東方電気集団 | 98 |
| 3) ハルビン電気集団 | 102 |

| | |
|--|-----|
| 4) 中国第一重型機械集団 | 105 |
| 5) 中国第二重型機械集団 | 108 |
| 6) 中国の原子力産業の 100 万 kW 級 PWR の製造能力 | 111 |
| <参考資料-1> 中国広核集団有限公司 (CGN) 構成企業の設立日・資本構成 | 113 |
| <参考資料-2> 秦山 I -1 また同 II -1・2 のプロジェクト参加企業 | 117 |
| <参考資料-3> 広東大亜湾-1・2 ならびに嶺澳-1・2 の建設に関する記録 | 123 |
| <参考資料-4> 中国の原発の設計寿命、国産化率、投資額 | 127 |
| <参考資料-5> 中国大唐発電集団公司の寧徳原発プロジェクトへの参加準備 | 130 |
| <参考資料-6> 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 | 133 |
| <参考資料-7> 国家エネルギー科学技術第 12 次 5 ヶ年規画 (2011~2015 年) の 原子力開発プロジェクト | 135 |
| <参考資料-8> 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 | 136 |
| <参考資料-9> 開発中の進行波炉、トリウム溶融塩炉 | 138 |
| <参考資料-10> 中国でデータや表示がバラバラである現実 | 140 |

①国務院

- ・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。
- ・国務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を目的に設立。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の報告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。
- ・傘下の国家能源局（NEA）はNDRCと国家エネルギー委員会（NEC）の事務局を兼務。

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。
- ・NECの事務局である国家能源局（NEA）はNDRCの事務局も兼ねる。

④国家能源局（NEA）

- ・NEAは2008年3月全人代で設置を決定（NDRC傘下にありNECの事務局も兼務）。
- ・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・天然ガスの国家備蓄や新エネルギー・省エネルギーの規画・開発
- エネルギー国際協力(含協定締結、エネルギー資源開発・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、副局长 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 局長を兼務等、NEA は高い位置づけを与えられている。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で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>

- ・1988年の国务院改組で、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。
- ・1993年、CNNCは国务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。
- ・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、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。（出典）CAEAのHP。<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、NNSAが国家科学技術委員会の傘下に設立された。これ以降以下の所掌となった。
 - － NNSA：原子力施設の安全に関する監督管理
 - － 衛生部：放射線関係の安全監督管理
 - － 環境保護局：環境放射線の健康影響評価とモニタリング
- ・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。

<NNSA の原発設備設計・製造に関する事業者認定>

・ NNSA の重要な権限のひとつが、原発設備の設計・製造に関する事業者認定で、中国の「民生用核安全設備監督管理条例」ならびに「輸入民生用核安全設備監督管理規定」に基づき、2008 年から施行されている。

注) 2009 年 5 月 26 日に岡野バルブ製造(株)とシーシーアイ(株)が日本のバルブメーカーとして初めてこの認定を受けた(有効期限は 5 年間)。当時この認定を受けた企業は世界で約 60 社であった(出典:2009 年 8 月 4 日付け岡野バルブ(株)のニュースリリース等)。

・ NNSA が審査、承認、発給する「原子力安全許可証」には次のようなものがある。

- － 原発の協力許可証(核電廠建造許可証)
- － 原発の運転許可証(核電廠運行許可証)
- － 原発の運転資格証明書(核電廠操縦人員執照)
- － 原発の立地点選定審査意見書(核電廠廠址選択審査意見書)
- － 原発の燃料初装荷承認書(核電廠首次装料批准書)
- － 原発の廃止措置承認書(核電廠退役批准書)

- ・ 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。（2014年9月18日原子力産業新聞）。実証炉山東省で「栄成石島湾」原発としてまもなく着工の見込み。

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18日設立。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。2014年11月の会員数355。
* 現在は国防科学技術工業局（SASTIND）に改組。
- ・ 名誉理事長は張国宝（前NEA局長兼NDRC副主任）。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）。
- ・ 副理事長ポストは18機関、常務理事ポストは41機関、理事ポストは97機関。

注) 副理事長機関は以下のとおり。

中国核工業集团公司(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)電氣集团公司、中国東方電氣集团公司、上海電氣(集団)總公司、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。

なお、2014年12月末現在の副理事長は22名となっている。

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) 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 (China National Nuclear Corporation: CNNC)

- ・「国有特大型骨干（中核）企業」という特別な地位を国務院が授与している。
- ・事業分野はウラン生産（探鉱、採鉱、アイソトープ分離）、核燃料製造（濃縮、核燃料加工、使用済燃料再処理）、炉開発と原発設備製造、保障措置、核技術応用、環境エンジニアリングをカバー。主要事業は原子力発電と核燃料製造。
- ・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、地質礦産事業部、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>

注) 番号は数確認のため編集者が付けた。

- ①中国原子能工業有限公司 ②中国同位素有限公司 ③中国中原對外工程有限公司 (CZEC)
④中国原子能科学研究所 ⑤海南核電有限公司 ⑥中国核動力研究設計院 (NPIC)
⑦中国核電工程有限公司 (CNPE) ⑧核工業第四研究設計院 ⑨核工業第五研究設計院
⑩核工業北京化工冶金研究院 ⑪核工業西南物理研究院 ⑫中国輻射防護研究院
⑬核動力運行研究所 ⑭核工業標準化研究所 ⑮核工業第八研究所 ⑯核工業地質局
⑰核工業理化工程研究院 ⑱核工業計算機応用研究所 ⑲核工業 290 研究所
⑳核工業大連応用技術研究所 ㉑中核北方核燃料元件有限公司 ㉒中核（北京）核儀器廠
㉓西安核儀器廠 ㉔西安核設備有限公司 ㉕核工業航測遙感中心 ㉖核工業無損檢測中心
㉗深圳中核集团公司 ㉘上海光華儀表廠 ㉙中核財務有限責任公司 ㉚上海中核浦原总公司
㉛福建福清核電有限公司 ㉜中核集团地礦事業部 ㉝建中化工總公司
㉞中国核能電力股份有限公司(測試) ㉟中国同位素公司 ㊱中核 404 四有限公司
㊲中核建中核燃料元件有限公司 ㊳江蘇核電有限公司 ㊴核工業總医院
㊵核工業北京地質研究院 ㊶中核四川環保工程有限責任公司 ㊷中核遼寧核電有限公司
㊸中核新能核工業工程有限責任公司 ㊹中国中核宝原資産控股公司
㊺中核湖南桃花江核電有限公司 ㊻中核三門核電有限公司 ㊼中核匯能有限公司
㊽中核深圳凱利集团有限公司 ㊾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/portal0/tab677/>

注) ㉓西安核儀器廠は、2015 年 3 月に日本の富士電機(株)、富士電機(中国)有限公司、上海吉電電子有限公司と放射線防護計測器での協力覚書に調印した。

<http://www.cnncc.com.cn/publish/portal0/tab427/info89669.htm>

<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（P9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、福清と方家山で108万kWのCP1000（仏の大亜湾炉M310がベースで、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。

中国では同じM310を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）が改良した第2.5世代炉「CPR1000」の大量建設計画が進んでいた。当面の電力需要を満たしつつ国内産業の技術レベルを高め、次の欧米第3世代炉（AP1000やEPR）の国産化につなげる方針の下、技術の受け皿になる国家核電技術公司（SNPTC）設立（2007年5月）等の体制整備も進展していた。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。

<CNNCの炉型開発のその後の決着>

- 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世代炉まで至らず、「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。
- 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日には同炉のCNNCの福清-5・6での採用、12月16日にはCGNの防城港-3・4での採用をNEAが承認。福清-5での建設は2015年5月7日に開始された。

<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.fepec.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>)

2014年12月5日、CNNCは第3世代炉ACP1000がIAEAの包括的原子炉安全審査（GRSR）をパスしたと発表。（2014年12月11日の原子力産業新聞）

- CNNC はトルコ、アルゼンチン等にも輸出を働きかけている。

（トルコ）

- 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の交渉開始で合意。

注) 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（2013年5月4日の日本経済新聞等）。

ちなみに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で契約されたことから、中国側提案の経済性競争力が伺える。

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。
- 2014年11月にはトルコ発電会社(EUAS)が中国側とトルコの第3原発の排他的交渉に入ったことが報じられたが、これはCNNCではなく国家核電技術公司(SNPTC)とウェスチングハウス社(WEC)を相手にCAP1400×4基に関する交渉とのことであった。

(アルゼンチン)

- 2014年9月3日、アルゼンチン原子力発電公社 (Nucleoelectrica Argentina S. A. :NASA) と CNNC が北京でアトーチャ3号機建設に関する協力覚書を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)
- 2015年2月4日、中国とアルゼンチンの「アルゼンチンでのPWR発電所建設協力に関する取極め」が習近平国家主席とキルチネル大統領の立会いの下、国家発展改革委員会 (NDRC) 副主任兼国家能源局 (NEA) 局長の努爾・白克力 (Muer・Baikeli という一人の名前) とアルゼンチンの計画・公共投資・サービス省のデビッド大臣により調印された。
なお、2月3日にはNDRCの徐紹史主任の立会いの下、努爾・白克力局長／デービッド大臣が、「アルゼンチンでの重水炉発電所建設協力に関する覚書」に調印している。

http://www.nea.gov.cn/2015-02/05/c_133973164.htm

http://www.nea.gov.cn/2015-02/05/c_133973168.htm

注) これらは、アルゼンチンのアトーチャ3号機 (新CANDU炉) 建設と、その後の同国5号機への華龍1号採用に中国の銀行連合が協力する枠組みを形成する。

2国間協定に基づき、CNNCとNASAが商業契約を準備する。

- 2015年3月18日の中国核工業報によると、CNNC傘下の「中国核電工程有限公司 (CNPE)」総経理で中国人民政治協商会議委員の劉巍は「華龍1号」を強く推薦。

<http://www.cnncc.com.cn/publish/portal0/tab426/info89369.htm>

<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、各々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自集団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. 中国核能電力股份有限公司（中国核能。CNNP）：原発資産の統合管理

<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%。
- 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。時には CNNPC も併用）」と改称。
- 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資・建設、原発資産の運転管理と技術開発、技術サービスとコンサルティング、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
- 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。
- 2014年5月4日、CNNP は上海証券交易所での新規株式公開のための目論見書で、CNNP の株式公開により 10 基の原発建設の原資（最大で 162 億 5 千萬元）を調達したいとの希望を表明した。この株式公開で得た資金のうち 92 億原産協会は福清-2・3・4、三門-1・2、昌江-1・2、田湾-3・4 の建設費に充当したいという。この株式公開で CNNP への出資者構成は、CNNC70%、中国長江三峡集团公司、中国遠洋運輸総公司、航天投資控股公司各 0.73%になり、全国社会保障基金 2.49%、一般取引 25%になる。

同日目論見書では CNNP の純利益は、2012 年度 21.1 億元、2013 年度 24.75 億元、2014 年度 24.71 億元であり、親会社の CNNC の 2014 年度の純利益は 45.3 億元であった。

注) 2011年1月20日、米国最大規模の原発運営企業のエクセロン社が、CNNPへの原発運転支援で覚書を締結。エクセロン社の原発パラメータや運転管理モデルをCNNP傘下の原発に適用する。建設前段階での立地コミュニティとの連携、規制当局への申請、資金調達、建設・運転等での支援が可能。CNNPは、原子力安全、停止期間中の施設管理、コスト管理、運転等での良好事例に関心を示している。(2011年1月原産協会「海外原子力ニュース」)

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。

これを受け2015年3月30日にはソウルで「原子力安全管理」の会合を開催。また「原子力安全強化共同声明」を採択した。

<http://www.cnncc.com.cn/publish/portal0/tab426/info89678.htm>

注) 以下の記事のCNNCは集団としての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)

*2013年に中国電力投資集团公司(CPI)の子会社CPI電力工程有限公司と合弁会社を設立。

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)：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 *) : 原子力施設設計専門企業

* China Nuclear Power Engineering Co., Ltd

注) 中国広核集团有限公司(CGN)傘下の中広核工程有限公司 (CNPEC) も、CGN Engineering Co., Ltd. とともに、この英文名も使っているため混乱がある。

- 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投資管理・建設監督。具体的には、企画・F/S・環境評価・設計・入札代行・調達・建設・試運転・起動・人材育成、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。

- CNEP は ACP1000 の設計開発を担当。
- CNPE は AP1000 関連のエンジニアリング技術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) も行う。

- 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統合・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

出資は CNNC74%、BINE16%、第四 5%、第五 5%。資本は設立時 2 億元。

- 2020 年までに国際競争力を高め、2030 年に世界一流のエンジニアリング社になる目標をもつ。

• 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、湖南省桃花江、昌江、田湾-5~8、遼寧省徐大堡。

確率論的安全性評価 (PSA) サービスは大亜湾や田湾で担当した。

原発デコミッション技術の検討・設計も手がける。

これまで調査を手掛けた原発立地候補サイトは、徐大堡、桃花江、遼寧省紅沿河、安徽省吉陽、広東省海豊、福建省三明、福建省莆田等。

火力プラントや化学プラントでも同様のビジネスを展開している。

(2010年11月29日の筆者らのCNNC・CNEP・CNPE訪問時の聴取記録)

- 2014年第3四半期*の従業員は6,321人(技術者5,461名。うち中国工程院の院士**2名、中国科学院の院士1名、研究員級高級エンジニア309名、高級エンジニア841名。国家指定事業実施資格者800数名。70超の専門分野)であった。(ホームページ <http://www.cnpe.cc/tabid/598/Default.aspx>)

* 2010年11月時点でのCNPEの従業員は4,600名(内訳:技術者3,500名、中国工程院の院士が2名、中国科学院の院士が2名、研究員級高級エンジニア160人強、高級エンジニア600数人。国家指定事業実施資格者900数名。約70の専門分野をカバー)であった。4年間の急激な増員がうかがえる。

** 中国工程院:中国科学院(ハイテクと自然科学分野)から1993年に分離設立されたが、とともに国務院直属の事業単位。技術分野の最高研究機関(現在院士は756名)。両院の院長は引退後全人代常務委員会副委員長や政治協商会議副主席等高い国家レベルのポストに就くことが多い。院士が副大臣級の権威をもち、企業が公的プロジェクトに応募する場合院士の推薦等が条件となることある。<http://en.cae.cn/en/Member/Member/>

⑩中国広核集团有限公司（中広核。CGN）

- ・前身は「中国広東核電集团有限公司（CGNPC）」で、1994年9月設立。
2012年9月、国務院決定でそれまでの出資比率である「CNNC45%、中国電力投資集団公司（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> 注) 番号は数確認のため編集者が付けた。
いくつかの企業の設立日・資本構成は巻末<参考資料-1>参照

(原子力エネルギー)

- | | | |
|------------------------|-------------------|--------------|
| ①中国広核電力股份有限公司 | ②広東核電投資有限公司 | ③嶺澳核電有限公司 |
| ④嶺東核電有限公司 | ⑤陽江核電有限公司 | ⑥遼寧紅沿河核電有限公司 |
| ⑦福建寧徳核電有限公司 | ⑧台山核電合営有限公司 | ⑨広西防城港核電有限公司 |
| ⑩咸寧核電有限公司 | ⑪中広核陸豊核電有限公司 | ⑫湖北核電有限公司 |
| ⑬惠州核電有限公司 | ⑭安徽蕪湖核電有限公司 | ⑮嶺湾核電有限公司 |
| ⑯韶関核電有限公司 | ⑰浠水核電有限公司 | ⑱中広核核電運営有限公司 |
| ⑲大亜湾核電運営管理有限責任公司(DNMC) | ⑳中広核工程有限公司(CNPEC) | |
| ㉑深圳中広核工程設計有限公司(CNPDC) | ㉒中科華核電技術研究院有限公司 | |
| ㉓蘇州熱工研究院有限公司 | ㉔北京広利核系統工程有限公司 | |
| ㉕大亜湾核電環保有限公司 | | |

(核燃料)

- ㉖中広核鈾業發展有限公司

(原子力以外のクリーンエネルギー)

- | | | |
|------------|----------------|-----------|
| ㉗中広核風電有限公司 | ㉘中広核太陽能開發有限公司 | ㉙美亜電力有限公司 |
| ㉚中広核歐洲能源公司 | ㉛中広核節能産業發展有限公司 | |

(金融および総合サービス)

- | | |
|----------------|-------------------|
| ㉜中広核財務有限責任公司 | ㉝中広核保險經紀有限公司 |
| ㉞中広核国際融資租賃有限公司 | ㉟中広核産業投資基金管理有限公司 |
| ㊱中広核服務集団有限公司 | ㊲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>

・CGN(当時はCGNPC)では2003年から原発建設プロジェクトでの専門技術会社の必要性を強く認識した結果、海外企業と合弁会社設立を促進し、「作業の集約化、標準化、専門化」を図っている。また原発建設作業のデータをデータベース化し、集団内での共有を図っている。

a. 中国広核電力股份有限公司(中広核電力=CGN Power Co., Ltd.。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资、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25日設立。本社は深圳。資本金353億元(CG85.1%、CNNC4.9%、政府資金の広東恒建投資控股有限公司10%で出資)。

2014年3月28日、CGNと以下の業務区分枠組み取極めを締結。

- a. 委託管理枠組み覚書
- b. 商標許可覚書
- c. 総合サービス枠組み覚書
- d. 技術支援・メンテナンスサービス枠組み覚書
- e. エンジニアリングサービス枠組み覚書
- f. ファイナンスサービス枠組み覚書
- g. 核燃料供給サービス枠組み覚書

・2014年11月16日、CGNパワー社は香港聯交所での「12月10日の新規株式公開(IPO)での資金調達予定」を発表。

11月27日の上場目論見書では「88億2,500万株×2.43~2.78香港ドル/株」を販売し245億2千万香港ドル調達の希望が示された。12月10日の終値は3.31香港ドル(公開価格比19.1%高)で87億4453万株が公開され、初日終値に基づく時価総額は321億3182万5千香港ドル(2014年上場103銘柄中4位)。中国最初の証券市場上場原子力発電企業となった。

注) こういった金融市場での資金調達は政府の意向に沿ったもので、2014年12月4日国家能源局(NEA)の劉宝華原子力発電部長は記者会見で、「政府は、原子力部門を金融市場に開放し、さらに民間資本を原発建設に参加させたい」と述べたことが報じられた。

b. 中広核工程有限公司(China Nuclear Power Engineering Co.,Ltd.*
= CNPEC) : 中国最大で中国初の原発プロジェクト管理専門会社

* <http://en.cgnpc.com.cn/n1529/n1530/index.html>。CNNC の中国核電工程有限公司 (CNPE) も同じ英文社名を使っているため、混乱に注意。<http://www.cnpe.cc/Default.aspx>

・ 2004 年 2 月 4 日設立。CGN の 100%子会社。

注) CNPEC が 60%出資する形で 2005 年 5 月 18 日に設立したのが「深圳中国広東 (中広) 核工
程設計有限公司(CNPDC)」で、これは中国最初の原子力発電に関する専門設計会社である。

・ 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 建設で加
の CANDU エナジー社と CANDU 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 (Societatea Nationala Nuclearelectrica : SNN) と覚書を締結。2014 年 9
月 9 日 SNN は CGN を同原発-3・4 の「投資適格企業」に認定。CGN が投資会社になれば、
CGN はプロジェクト会社に 51%出資する。(2014 年 7 月 31 日 & 9 月 18 日原子力産業新聞)

注) CGN のホームページでは英国ヒンクレイポイント C の協力への参加、上記ルーマニアチ
ェルナボダ-3・4 建設への参加、南アの原発プロジェクトへのアプローチと CGN の 7 つ
の海外事務所が紹介されている。<http://en.cgnpc.com.cn/n1501/n1505/index.html>
2015 年 4 月 24 日には、CGN は英国ブラッドウェル B での華龍 1 号の採用を提案した。

c. 大亜湾核電運営管理有限責任公司(DNMC) : CGN 傘下の原発の一元的運営管理。
Daya Bay Nuclear Power Operation and Management Co., Ltd.

・ 2003 年 3 月 12 日、広東核電投資有限公司 (GNIC*) 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。。

* Guangdong Nuclear Investment Co., Ltd. CGNPC の 100%子会社

** CLP Nuclear Power Operation (China) Co., Ltd.

DNMC は中国で最初に「原発の運転標準化と一元的管理」の専門化を実施。そ
の成功から CNNC も中核核電運行管理有限公司(CNNO)を設立。

d. 深圳中広核工程设计有限公司(CNPDC) : 中国初の CPR1000 等原発設計専門社
China Nuclear Power Design Co. (Shenzhen)

・ 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 はこれと競う形で仏技術（M310 炉）の大亜湾-1・2 を建設し、中国初の原発運転を開始（1994年）、これにより西側炉の経済的優位性を示した。
- CGNPC は、「Introduction, Digestion, Assimilation and Innovation=引進、消化、吸収、創新」をモットーに M310 に 100 以上の改良を加え、国内産業を大々的に活用できる 100 万 kW 級の第 2 世代改良型炉（第 2.5 世代炉とも呼称）CPR1000 を開発した。
- CPR1000 初号機が 2010 年 9 月に嶺澳 II -1 で運転開始後、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こったため、第 3 世代炉「ACPR1000」やその進化型「ACPR1000+」の 2013 年完成を目標に開発に着手。
注) これら炉型の定義や仕様が曖昧なため、これらを第 3 世代炉区分にするかの問題が出た。
国際原子力機関 (IAEA) や世界原子力協会 (WNA) の文献でも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 は仏 AREVA 社の第 3 世代炉 EPR の台山導入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。
 - 台山プロジェクトの円滑な遂行のため、EDF、CNNC、中国核工業建設集团公司 (CNEC)、東方電気集団、上海電気集団、AREVA、ALSTOM が参加したプロジェクト協調委員会で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) : 国家核電技術公司 (SNPTC) と合併へ

China Power Investment Corp. http://www.cpicorp.com.cn/staticPages/jtjk_jtjs.html

- 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その原子力発電所出資分の移管を受け、2002年12月29日に発足。中国の5大発電集団（中国華能、中国大唐、中国華電、中国国電、中国電力投資）中では最小だが、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。
- 従来は CNNC や CGNPC（現 CGN）の原発計画に50%以下の共同出資でのみ参加。しかし2000年台前半から原発の建設・運転にも乗り出す方針に転換した。原子力発電技術では CNNC や CGN に遅れはとっているが、発電規模では両者をはるかに凌駕しており、CPIの原発事業への本格的参入は大きな影響をもつ。
- 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：1,400万kW
 - － 建設中の原発：1,000万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
- 世界初のAP1000となる海陽原発-1・2では、CPIは運転事業者「山東核電有限公司」（2004年9月設立）に65%を出資。これに伴い、CPIは山東省烟台ハイテク工業団地の濱海地区に4億元を出資、AP1000の技術導入に備えての研究開発、訓練、展示を目的とした「煙台原子力発電基地」の建設に着手した。

(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、CNNC や CGN の動きにならって、傘下の原発資産統合管理のために、100%出資の「中電投核電有限公司 (CPIN)」を設立した。
- 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。

<CPI の原子力発電開発に向けた認識と戦略>

- CPI では、中国のマクロ的な原子力発電開発の戦略に則って、世界的レベルの建設時の品質保証とその後の安全運転を達成するため、内外との協力により、技術の標準化・規範化を進める専門集団を育成中である。規範化は、国家レベルでは行政規定、原子力産業レベルでは開発の規律やルール、企業レベルでは内部の経済的合理性や持続的発展の方針、の3段階での約束事の遵守で実現される。これらと並行して原子力安全文化の醸成を図る。
- さらなる原子力開発には、以下の視点が必要と認識している。
 - － 自主開発の中心化
 - － 商業的利益の増大 (→原発プロジェクトや核燃料サイクルへの投資の促進)
 - － 原発安全運転の実証
 - － 核燃料サイクルの完結 (ウラン資源開発、核燃料製造、放射性廃棄物処理・管理、使用済み燃料処理の技術や施設設計も自主開発する)

(2010年11月29日の筆者らのCPI本社訪問時の聴取記録)

- CPI は原子力技術基盤強化のために、次のように内外機関との連携を強化中。
 - － 紅沿河プロジェクトへのCPIの参加を受け、CGNは自集団の原発にCPIスタッフを受け入れて実地訓練(OJT)に協力している。
 - － 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)

注) 合弁設立者としては、CPIより、子会社「CPI電力工程有限公司」が正確。

CB&IとWECは、三門(CNNC主導)と海陽(CPI主導)でのAP1000×4基の建設で設計・調達・建設(EPC)の特殊な管理サービスを提供。2014年11月末時点の両社判断では、両サイトの初号機は「炉冷却材ポンプとスクイブ(squib)弁の設計の問題が解決すれば」2016年末に運転開始できる可能性がある。

CB&Iは米国の原発の約1/3に停止期間中の特殊サービスを提供している。

- 2014年7月18日、SNPTCがCPIとの合併申請を公表。2015年3月18日の商務部公示では、国务院がSNPTCの66%の株式をCPIに無償譲渡し、資産7千億元超(年営業収益2千億元超)の「国家電力投資共同集团公司」が設立される。(出典) <http://www.china-nea.cn/html/2015-03/32286.html>
設立は2015年5月中ともいわれ、年内に520~780億元規模の新規株式公開が見込まれる。

⑫その他の発電集団公司

- 中国では原子力発電事業への過半出資資格は、CNNC、CGN、CPI の3集団のみに認可。
- しかし原子力発電事業の高収益性から、他の発電集団の参入準備が2000年代に開始。

a. 中国華能 (Huaneng) 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。昌江では49%を出資(CNNP が51%)。浙江省蒼南プロジェクトをCGN と担当。
- 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。黒龍江省佳木斯のプロジェクトにも関心。
- 2004年に原子力発電部門を設置。2005年12月に「華能核電開発有限公司 (Huaneng Nuclear Power Development Co., Ltd. =HNPD)」を設立、山東、海南、安徽、江蘇、遼寧、浙江、江西、福建での展開をめざす。ウラン探鉱にも意欲を示す。

<http://www.chng.com.cn/n31531/n31613/n293133/n418906/n418931/c468044/content.html>

b. 中国大唐 (Datang) 集団公司 :

注) 2010年時点での原発事業準備状況は巻末<参考資料-5>を参照。

- 自前の原発プロジェクトはない。寧徳-3~6 と徐大堡へのCNNC と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候補地を調査中。

(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

c. 中国華電 (Huadian) 集団公司 :

- 福清-1~6*のプロジェクトでCNNP51%に対し、49%を出資。
*4基の炉型は当初CP1000であったが、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、-1~4の事業者「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。

- 遼寧省の東港プロジェクト(4基)への出資を検討中。

d. 中国国電 (Guodian) 集団公司 :

- 福建省の莆田*、漳州*、靖宇*、江西省の恒豊*、寧都*、吉林省の亮甲山**、長春九台**、靖宇***、上海の松江**、のプロジェクトの準備を進めている。

* CNNC と組んで。 ** CGN と組んで。 ***CPI と組んで。(出典) WNA” Nuclear Power in China “等

- これらの発電集団は国務院に「原子力発電事業への過半の出資資格」認可を要求している。競争によるコスト削減と技術力向上の期待と、新勢力参入は人材争奪等で原子力発電事業の無秩序化を招くとの反対があるが、既得3集団以外への拡大を認める大勢にあると見える。

⑬国家核電技術公司 (SNPTC) :

西側炉技術受入の中国側代表窓口。エンジニアリング能力向上を主導。CPIに吸収合併の方向。

- ・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炉「CAP1400」開発の受け皿として、2007年5月22日にNEAの主導で設立。(53社しかない)「国有重点骨干(基幹)企業」。登記資本は40億元。

注) 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%。<http://www.snptc.com.cn/index.php?optionid=671>

<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
(SNPTCが80.36%、中国核工業23建設有限公司が16%、中核投資有限公司*が3.64%を出資)
<http://www.snpec.com.cn/AboutUs.aspx> *中国核工業建設集团公司(CNEC)傘下
- 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奪取を狙っていた。例えば、CGNPC は中国広東核工程有限公司（現中広核工程有限公司 [CNPEC]）、また CNNC は中国核電工程有限公司（CNPE）をそれぞれ中核機関に据えようとしていたと思われる。
- ・この結果、SNPTC への集中により中国の原子力産業の設計、アーキテクト・エンジニアリング能力の近代化を実現する NEA の意図は棚上げになっていた。
- ・この間 SNPTC は、ウェスチングハウス（WEC）の代行としての AP1000 装置供給資格認定により、メーカーへの指導力を増している（<参考資料-8>参照）。
- ・2014 年 7 月 18 日、SNPTC は競争力強化のために CPI との合併案を国務院の国家資産監督管理委員会（SASAC）に提出したことを公表した。
2015 年 3 月 18 日の商務部公示によれば、CPI に SNPTC が吸収合併され、資産 7 千億元超（年営業収益 2 千億元超）の新集団が設立される方向にある。
(出典) <http://www.china-nea.cn/html/2015-03/32286.html>
注) 商務部公示では「国務院保有の SNPTC 株式の 66%を CPI に譲渡」となっており、前頁の冒頭の SNPTC への出資比率がその後変更になった可能性もある（国務院傘下の中国技術輸出入総会社の持分も国務院所有として扱った可能性もある）。
- ・2014 年 11 月 24 日、WEC は「SNPTC とトルコ最大の発電会社（Elektrik Uretim A. S. Genel Mudurlugu : EUAS）が、AP1000×4 基のトルコでの建設に関する排他的交渉開始で合意した」と発表した。EPC、運転、保守、核燃料サイクル・サービス、廃止措置までをカバーするもの。
これまでの中国の原発輸出（すべてパキスタン向け）は CNNC がとり仕切っていたが、今後 CGN や SNPTC の参加でその仕組みの再編成が注目される。

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 | ガス出力 (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 / カントン湾イワン) | 広 東 | M310 | 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) | | | 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) | | 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/ヤンジヤン) | | 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 | CP300 | 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 | | CP600 | 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 | 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) | 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 | | 111.9 ×2 | 遼寧紅沿河核電 (LHNPC) (注 9) | | 2007.8.18/ 2008.3.28. | 2013.6.6/ 2014.5.13 | 5 年間は CGN、その後は遼 寧核電(LNPC)が運転 |
| 福清-1 (Fuqing/フーヅン) | 福 建 | | 1000 | 108.0 ×2 | CNNC | 福建福清 核電(注 14) | 2008.11.21 | 2014.11.22 |
| 方家山-1・2 (Fangjiashan/ ファンジァシャン)(秦山Ⅰ期拡張) | 浙 江 | 1000 | 108.0 ×2 | CNNP | 秦山核電 | 2008.12.26/ 2009.7.17 | 2014.12.15/ 2015.2.12 | (注 15) |
| 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 |
| 運転中合計 | | | | | | 2,186.7 万 kW (24 基) | | |

(主な出典)

2015年5月20日現在の国際原子力機関 (IAEA) の PRIS (Power Reactor Information Systems)
<http://www.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=CN>

注) 中国では送電網に試験接続後、一定時間 (CGN は 168 時間、CNNC は 100 時間) の全出力運転後、商業運転許可手続に入る (<http://www.cnncc.com.cn/publish/portal0/tab426/info88762.htm> や 2014 年 5 月 22 日の原子力産業新聞)。PRIS ではこの試験接続時を営業運転日としている。

例) 陽江-2、寧徳-3、紅沿河-3 がすでに本年 3 月 10 日、3 月 21 日と 3 月 23 日に運転開始とする。

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 は炉型 CNP- を CP- に改称 (2010 年 11 月 24-25 日の中国国際原子力シンポジウム)。2007 年から「CNP1000 の開発が中止」との報道もあり CNNC が、「CP1000」を「CNP1000」の発展炉型と位置づけ直しした可能性もある。一方中国の原子力関係者の多くはこの 2 つの名称を同一視している。

注) 中国は仏・加・露・米から原発を輸入した場合、それぞれの国の機器製造基準 (材料基準等) をそのまま採用。露の VVER 炉導入では、露基準に加えシーメンス社の計装制御 (I&C) 系技術の関係から独自の TKA 基準も採用。(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) 広東核電合営有限公司 (Guangdong Nuclear Power Joint Venture Co., Ltd. : GNPJVC)

IAEA の PRIS では所有者を China Guangong Nuclear Power Co., Ltd. としているが、ここでは広東核電合営有限公司 (GNPJVC) をとる。

根拠は CGN の中核である「中国広核電力股份有限公司 (中広核電力=CGN パワー)」の以下の資料。

<http://www.hkexnews.hk/APP/SEHK/2014/2014082801/Documents/SEHK201409030006.pdf#search='%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E5%BA%83%E6%A0%B8%E9%9B%BB%E5%8A%9B%E8%82%A1%E4%BB%BD%E6%9C%89%E9%99%90%E5%85%AC%E5%8F%B8'>

1985 年 1 月 18 日の広東核電投資有限公司 (GNIC) と香港核電投資有限公司 (Hong Kong Nuclear Investment Co., Ltd. : HKNIC) の合意により、同月 26 日設立。GNIC が 75%、HKNIC が 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) の 100% 子会社。HKNIC は 1983 年に統合で設立した会社で、香港中華電力有限公司 (CLP) が 100% 出資。

(注 2) 嶺澳核電有限公司 (Ling Ao Nuclear Power Co., Ltd. : LANPC)。

1995 年 10 月 4 日設立。設立時は CGNPC (現 CGN) が 70%、広東核電投資有限公司 (GNIC) が 30% を出資。現在は CGN パワー社 (CGN の子会社) の 100% 子会社。

(注 3) 嶺東核電有限公司 (Ling Dong Nuclear Power Co., Ltd.)

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> また注 1) の CGN パワー社資料)。

2004 年 9 月 15 日設立。広東核電投資有限公司 (GNIC) が 45%、中広核核電投資有限公司 (CGN Investment) が 30%、CGN パワー社が 25%。

(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(巻末の<参考資料-4>では148億元となっている)。

(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%の部分を「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%。最後の江蘇省国際信託投資公司の部分を「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%とのこと。この部分はさらに3つに分けて対応したという。

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元融資を行った。

(出典) 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・運転者とも遼寧紅沿河核電(LHNPC)となっているが、建設・運転の関連では、LHNPCは次のLNPCと役割を分担している。

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

2005年1月27日、紅沿河原発等遼寧省内の原発の建設・運転のためにCPI/大連市/遼寧省が出資設立した(出資比率は不明。建設費は4基総額486億元)。

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

2005年12月15日に新設。紅沿河I期(4基)の建設・運転のためCGNPCが出資する新しい枠組みが必要になり設立されたもので、従来のLNPCも残っている。紅沿河I期の建設期間と運転開始後5年間は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。

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(CPI Investment Nuclear Power Co., Ltd.) 45%、中広核電投資有限公司(CGN Investment) 45%、大連建設投資集团有限公司(Dalian Construction Investment Co., Ltd.) 10%」である。<http://www.lhnp.com.cn/n1759/n1763/index.html>

注1)と同じCGNパワー社資料では、LHNPCは2006年8月28日設立となっている。

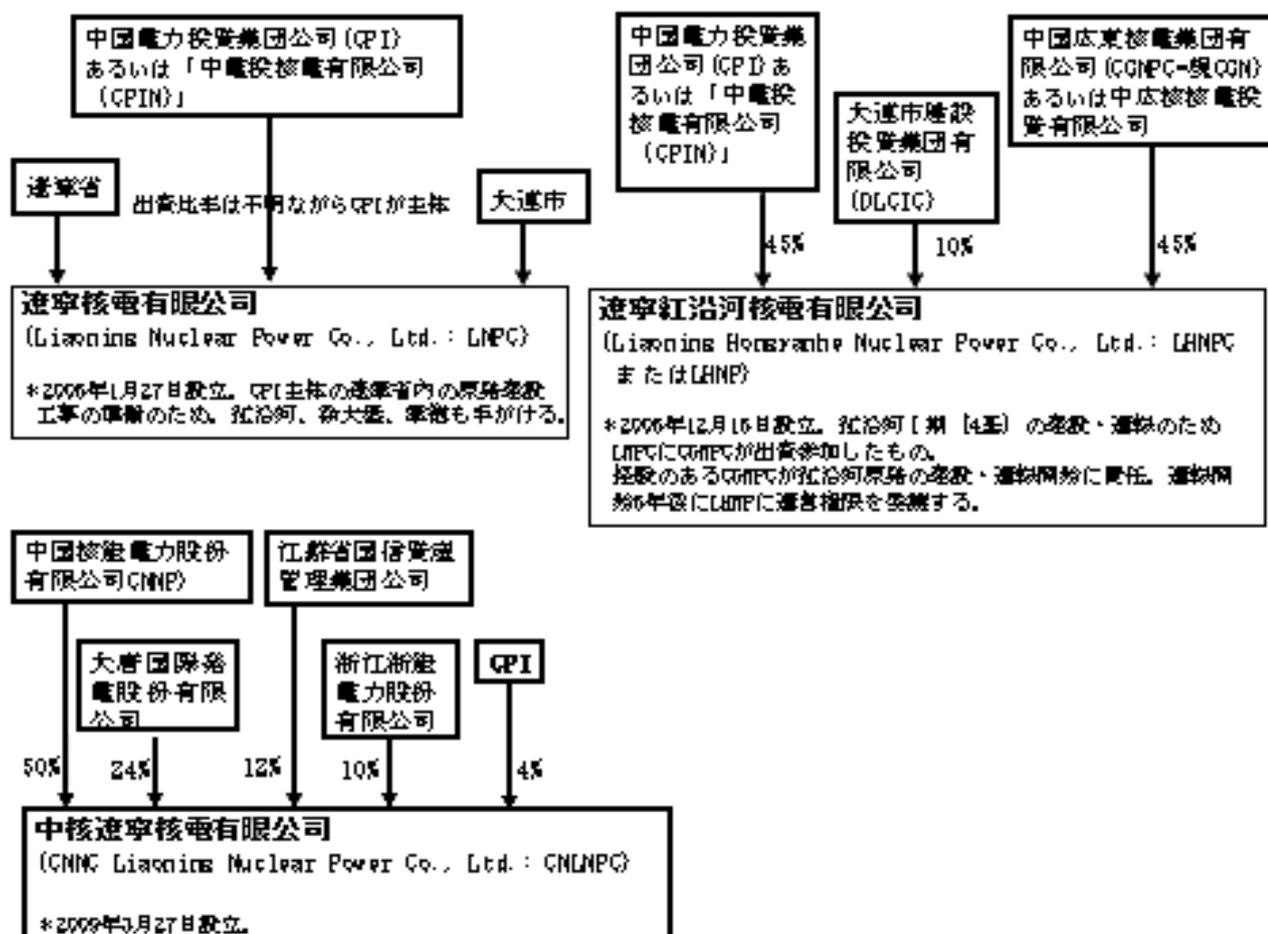
海外電力調査会の「中国における原子力発電の現状と今後の計画について」(2014年2月27日)では、出資比率は「CGN45%/CPI45%/大連市建設投資公司(DLCIC)5%/遼寧能源投資集團公司5%」と記載。DLCICのHPでは「LHNPCはCGNとCPIが各45%、DLCICが10%出資で2006年8月30日に設立」と記載。2014年11月16日のCGNパワー社(P21参照)の香港聯交所での新規株式公開(IPO)報道では、紅沿河-1・2への「46%出資者」は(CGNではなく)CGNパワー社となっている。

この他に中核遼寧核電有限公司(CNNC Liaoning Nuclear Power Co., Ltd.=CNLNPC)という組織もあるが、このCLLNPCとLNPCの関係は不明。

CNLNPCは2009年3月27日に設立。出資は、CNNP50%、大唐國際發電股份有限公司24%、江蘇省國信資產管理集團公司12%、浙江浙能電力股份有限公司10%、CPI4%。<http://www.cnlnpc.com/>

CNLNPC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。

図表3：紅沿河プロジェクトの建設・運転に関わる企業



(注10) 大亜湾核電運營管理有限責任公司 (Daya Bay Nuclear Power Operation and Management Co., Ltd.: DNMC)。2003年3月12日設立。出資者は、広東核電投資有限公司 (GNIC。CGNPCの100%子会社) が

87.5%、中電核電运营管理（中国）有限公司（CLP Nuclear Power Operation (China) Co., Ltd.）12.5%。
設立当初には GNPJVC 50%、LANPC 50%との文献もあった。

(注 11) 陽江核電有限公司（Yangjiang Nuclear Power Co., Ltd.）2005 年 2 月 23 日設立。

CGN 100%出資とする資料」もあるが、CGN パワー社の資料では、CGN パワー社 46%、広東核電投資有限公司（GNIC）30%、広東省澳電集团有限公司 17%、中広核一期産業投資基金有限公司 7%となっている。

(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筆者らで訂正した。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) 福建寧徳核電有限公司（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%。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。

<http://www.ndnp.com.cn/n675/n676/index.html> *巻末の<参考資料-4>では 490 億元となっている。

2014 年 11 月 16 日の CGN パワー社の新規株式公開（IPO）報道では、寧徳-1・2 への 46%出資者は（CGN ではなく）CGN パワー社となっている。

注 1) の CGN パワー社資料では、中広核寧徳投資有限公司（Njngde Investment）が 46%、大唐国際発電股份有限公司（Datang International Power Generation Co., Ltd.）が 44%、福建省能源集团責任有限公司（Fujian Energy Group Co., Ltd.）が 10%となっている。なお、寧徳原発は青川（Qingchuan）原発とも呼称（4 基）。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、福建省能源集团有限公司となっている。

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

(注 14) 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。

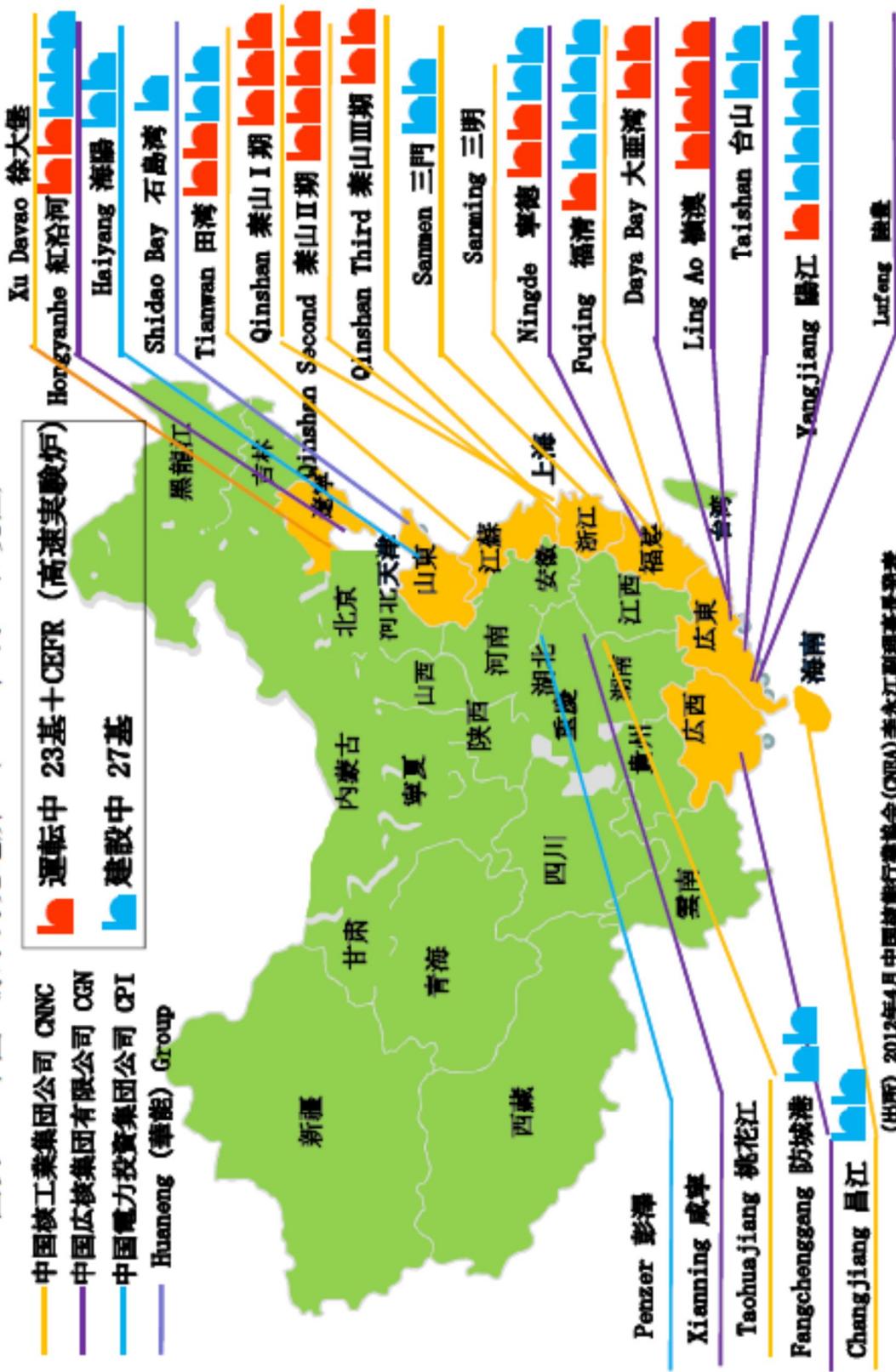
CNNC51%、華電福建発電有限公司 39%、福建省投資開発集团有限公司 10%の出資（CNNC の HP また 2014 年 7 月 31 日原子力産業新聞。ともに CNNP は CVNCC が 97%出資なので CNNP を CNNC としたと思われる）。

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 15) 方家山は 当初 CP1000 を予定。CPR1000 に変更後も「炉型は第 2 世代改良炉」との表現を多用。-1 は 2014. 09. 01 燃料装荷開始、2014. 10. 21 臨界、同 11. 04 送電網試験初併入、同 12. 15 全出力運転を完了。-2 は 2014. 12. 05 に燃料（集合体 157）初装荷、同 12. 15 初臨界、2015. 01. 12 送電網試験接続（初臨界から初併入までの最短記録）。IAEA の PRIS では 2015. 01. 12 を運転開始とする。-2 の運転開始日の発表はなく <http://www.cnncc.com.cn/publish/porta10/tab426/info88762.htm> で本年 2 月 12 日を営業運転開始と判断した。

方家山 2 基の国産化率は 80%で総工費は約 260 億元（巻末の<参考資料-4>では 268. 66 億元）。方家山原発の出資者関連情報は少なく、CNNC72%、浙江省能源集团有限公司が 28%との報道がある。

図表 4：中国の原子力発電所 (2015年5月15日現在)



(出所) 2012年4月中国核能行业协会(CNEA)李永江副理事長発表
 「China's Nuclear Power Development Status」を元に原産協会加工。

図表 5 : 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-2~4 (Yangjiang/ヤンジヤン) | 広東 | CPR1000 (注 1) | 108.0 × 3 | 広東核電合営 (GNPJVC) (注 5) | 陽江核電 (YNPC) | 2009.6.5 4/ 2010.11.15/ 2012.11.17 | (注 12) |
| 陽江-5・6 | | ACPR1000(注 2) | 108.7 × 2 | | | 2013.9.18/2013.12.23 | |
| 紅沿河-3・4 (Hongyanhe/ホンヤンヘ) | 遼寧 | CPR1000 | 108 × 2 | 遼寧紅沿河核電 (LHNPC) | | 2009.3.7/ 2009.8.15 | (注 13) |
| 紅沿河-5 | | ACPR1000 | 108.7 × 1 | | | 2015.3.30 | |
| 寧徳-3・4 (Ningde/ニンテ) | 福建 | CPR1000 | 108 × 2 | 福建寧徳核電 | | 2010.1.8. / 2010.9.29 | (注 14) |
| 福清-2~4 (Fuqing/フージン) | 福建 | CPR1000 (注 3) | 108 × 3 | CNNC | 福建福清核電 | 2009.6.17/ 2010.12.31/ 2012.11.17 | (注 15) |
| 福清-5 | | 華龍 1号 | 115 × 1 | | | 2015.5.7 | |
| 三門-1・2 (Sanmen/サンメン) | 浙江 | AP1000 | 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 | | 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 | EPR1750 | 175 × 2 | 台山核電合営有限公司 (TNPC) (注 6) | | 2009.11.18/ 2010.4.15 | (注 18) |
| 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 19) |
| 防城港-1・2 (Fangchenggang/ファンシェンガング) | 広西 | CPR1000 | 108 × 2 | 広西防城港核電 (注 7) | | 2010.7.30/ 2010.12.28 | (注 20) |
| 田湾II-1・2 (Tianwan/ティエンワン) | 江蘇 | VVER1000 /V428M | 106 × 2 | CNNC | 江蘇核電 | 2012.12.27/ 2013.9.27 | (注 21) |
| 石島湾 (Shidao Bay/シダオワン) | 山東 | ガス冷却実証炉 (注 4) | 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 22) |
| 建設中合計 | | | 2,950.2 万 kW (27 基) | | | | |

(主な出典) 2015年5月20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 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、当協会に適宜変更した。

注) PRIS では原発の起動試験後の送電網試験接続時を営業運転開始日としており、陽江-2、寧徳-3 と紅沿河-3 をすでに本年 3 月 10 日、3 月 21 日と 3 月 23 日に運転開始としている。

(注 1) 世界原子力協会 (WNA) の 2014 年 12 月 30 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。出力 108.7 万 kW。

** 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。出力 108.6 万 kW

一方 IAEA の PRIS (2015 年 5 月 24 日) は、陽江-3・4 を CPR1000 としている。

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。

このため、想定する炉型で出力が微妙に異なるが、ここでは、陽江-3・4 は CPR1000 としておく。

(注 2) WNA と IAEA の PRIS に従って ACPR1000 とする。

(注 3) これまでは多くのデータベースで、福清の 4 基と方家山の 2 基の炉型を 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” Nuclear Power in China” (2014 年 7 月 18 日付け以降) 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 4) HTR-PM (High Temperature Gas-Cooled Reactor- Pebble Bed Module) と呼称。

(注 5) 陽江-3 以降の所有者が、WNA では CGN となっており、PRIS では CGN となっている。ここでは、陽江-1・2 の所有者だった GNPJVC と仮にしておく。

(注 6) 台山核電合営有限公司 (Taishan Nuclear Power Joint Venture Co., Ltd. : TNPJV または TNPJVC)

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

2009 年 12 月 21 日設立。資本金 167 億 4000 万元。CGN 12.5%、EDF International 30%、広東核電投資有限公司 (GNIC) 10%、台山核電産業投資有限公司 (Taishan Nuclear Power Industry Investment Co., Ltd.) 47.5%。

注) CGN パワー社の新規株式公開関係資料 (2014 年 8 月 28 日の香港聯交所ニュース) では、TNPJVC の設立日を 2007 年 7 月 5 日とするが、両国による 2007 年 11 月 26 日の台山原発建設合意の前であり、誤りと思われる。

台山核電合営有限公司の株式所有権の譲渡が以下のように予定されている。

－ CGN パワー社は、CGN から、台山核電合営有限公司の株式の 12.5%と、台山核電産業投資有限公司*の株式の 60%の譲渡を受ける。

* 2011 年 12 月 8 日、CGNPC60%、広東省澳電集团有限公司 40%で設立。

－ CGN パワー社はこれにより、台山核電合営有限公司の株式の 41%を新たに取得することになる。現在保有する 10%に加えると、台山核電合営有限公司の 51%の株をもつことになる。

(出典) 2014 年 8 月 28 日の香港聯交所ニュースの「中広核電力=CGN パワー社」データ

<http://www.hkexnews.hk/APP/SEHK/2014/2014082801/Documents/SEHK201409030006.pdf#search='%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E5%BA%83%E6%A0%B8%E9%9B%BB%E5%8A%9B%E8%82%A1%E4%BB%BD%E6%9C%89%E9%99%90%E5%85%AC%E5%8F%B8'>

(注 7)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.」。

2008 年 9 月 3 日設立。出資は CGN61%、広西投資集团有限公司 (Guangxi Investment Group Co., Ltd.) 39%。(CGN のホームページ <http://www.fcgnp.com.cn/n1590/n1591/index.html> 他)

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 8)三門核電有限公司のホームページ <http://www.snnpc.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%、浙江省能源集团有限公司 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)海外電力調査会の前項資料では事業者「山東核電有限公司」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) (本稿 P16 の CNNP 参照)。

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 (HNPД)」としている。HNPД (2005 年 12 月設立) の HP では海陽への出資を紹介。

<http://www.chng.com.cn/n31531/n31613/n293133/n418906/n418931/c468044/content.html>

(注 10) 同じく海外電力調査会前項資料では、事業者「海南核電有限公司」出資者として、CNNP51%、中国華能集団 49%を挙げている。前項 HNPД の HP ではこれを HNPД49%としている。

(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)」を石島湾サイトでの「20 万 kW 級の HTGR×1 基と AP1000×6 基」の事業申請者とし、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。

海外電力調査会の前記資料と、2014 年 3 月 4 日の日本テピア資料「世界の原子力市場制覇に動き出した中国」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) 当初予定では 2018 年には全機が運転開始とされた。2014 年 10 月末の CGN パワー社発表では、陽江-2 が 2015 年後半、-3 が 2016 年前半、-4 が 2017 年後半、-5 が 2018 年後半、-6 は 2019 年後半に各運転開始の見込みとなった。陽江-2 は 2015 年 3 月 10 日に送電網に試験接続された (IAEA の PRIS はこれを運転開始としている)。陽江-5 と -6 は中国で建設される最初の ACPR1000 である。

(注 13) 2014 年 10 月末 CGN パワー社は、「紅沿河-3 が 2015 年前半、-4 が同年後半に運転開始の見込み」と発表。2015 年 3 月 23 日、紅沿河-3 は送電網に試験併入 (IAEA の PRIS はこれを運転開始としている)。<http://www.china-nea.cn/html/2015-03/32285.html>
-5・6 は 2014 年 8 月、東北地方振興支援の重大施策として着工することを表明。2015 年 3 月 10 日、「NDRC が紅沿河-5・6 に ACPR1000 を許可」との報道。3.11 以降では初めての新規炉の建設承認。(風専媒 <http://www.storm.mg/article/43526> 。NDRC の正式発表は 3 月 29 日)。
I 期 4 基分の投資額は 500 億元。紅沿河-5・6 は 2021 年までに完成の見込み。

(出典) 原子力産業新聞 2015 年 4 月 2 日他
<http://www.jaif.or.jp/%e4%b8%ad%e5%9b%bd%e3%81%a7%e7%b4%85%e6%b2%bf%e6%b2%b3%e5%8e%9f%e5%ad%90%e5%8a%9b%e7%99%ba%e9%9b%bb%e6%89%80%ef%bc%95%e5%8f%b7%e6%a9%9f%e3%81%8c%e6%9c%ac%e6%a0%bc%e7%9d%80%e5%b7%a5/> 紅沿河-5 は IAEA の PRIS では gross 出力 108 万 kW となっている。

(注 14) 当初目標は、2015 年までに完成。-3・4 号機の国産化率は 85% (2013 年 1 月 17 日原子力産業新聞)。
2014 年 10 月末の CGN パワー社発表では、寧徳-3 が 2015 年後半、-4 が 2016 年後半に運転開始の見込みとなった。2015 年 3 月 21 日、寧徳-3 は電力網に試験接続 (IAEA の PRIS ではこれを運転開始としている)。福清-5・6、防城港-3・4 に次いで、寧徳-5・6 も華龍 1 号採用の可能性が出ている。

(注 15) 福清-2 は 2015 年 5 月 15~17 日に燃料装荷。8 月試験送電で年内に運転開始の予定。-3 は 2015 年 9 月燃料装荷、2016 年 2 月に運転開始、-4 は 2017 年 3 月の運転開始を各予定。福清は 6 基で、-5・6 は中国最初の華龍 1 号採用を予定 (2014 年 8 月 28 日原子力産業新聞)。
2014 年 11 月 4 日、NEA は、福清-5・6 の炉型の ACPR1000 から華龍 1 号への変更を承認した。2015 年 4 月 15 日、国務院常務会議は、福清-5・6 での華龍 1 号の建設を承認、-5 は本年 5 月 7 日に着工し

た。

福清-5は所有者がCNNCは確かだが、運転者が福建福清核電になるのか、出力は115万kWなのか等も不明である（IAEAのPRISではグロス出力108.7万kWとなっている）。

(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。

* 巻末の<参考資料-4>ではI期（2基）分で250億元となっている。

(注17) 海陽-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) 台山-1の運転開始は2016年の見込み。

(注19) 昌江-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）。

* 巻末の<参考資料-4>ではI期（2基）分で約160億元となっている。PRISではCNP600としている。

2015年4月13日、第48回原産年次大会での中国核能行業協会（CNEA）の趙成昆副理事長の講演では、昌江-1・2の炉型をCNP650としている。

http://www.jaif.or.jp/cms_admin/wp-content/uploads/2015/04/48th-annual_chengkun-zhao_jp.pdf

世界原子力協会(WNA)の2014年12月30日付け”Nuclear Power in China”では昌江-3・4はCNP600/ACP600/CPR600/ACPR1000のいずれかとしている。

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

(注20) 防城港は中国西部初の原発。当初の予定では、-1は2015年完成、-2はその1年後に完成。防城港プロジェクトは全部で6基を建設。-1は2014年7月にNNSAがコールド試験開始を承認した。2015年3月に送電網に試験併入、同7月に商業運転開始の予定が遅れている。-2の圧力容器は2014年9月に設置された。2014年12月16日、NEAは防城港II期プロジェクト（防城港-3・4あるいは紅砂とも呼称）で「華龍1号」×2基の建設を、さらなる設計改善を条件に承認した。

(注21) 露製PWR。モデルAES 91の一種。

(注22) 2004年4月、CHNG、CNEC、清華大学が国家發展改革委員会(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。

石島湾核電站プロジェクトは、高温ガス炉1基とAP1000×6基で2011年3月1日に国务院の承認を受けたが、その直後福島原発事故が起き、建設作業が中断した。投資額合計は約1,000億元と報じられている。巻末の<参考資料-4>では石島湾のPWR部分は（-1・2がCAP1400、-3～6がCAP1400かAP1000かは未定となっている）。

- ・中国の2014年の原子力発電実績は次のとおり。
 - －原発22基による発電電力量合計：1,306億kWh（総発電電力量の2.39%）
 - －2014年には5基の原発（陽江-1、寧徳-2、紅沿河-2、福清-1、方家山-1）が運転開始した。これによって中国国内で運転中の原発は合計22基（約2030万kW）となった。国内の総発電設備容量に占める原子力の割合は1.5%。（出典）2015年2月6日、中国核能行業協會（CNEA）発表。

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は、「計画中／準備中」の数値は調査機関により大きな幅がある。これは、原子力発電開発プロジェクトで國務院常務會議、國務院国家發展改革委員會（NDRC）、国家能源（エネルギー）局（NEA）のいずれの決定時をもって国家としてのプロジェクト承認とみなされるのかが事業者やメディアによってまちまちに解釈されているからである（＜参考資料-6＞また＜参考資料-10＞参照）。

a. 当協会の集計では、2015年5月25日現在の中国の原子力発電所は、運転中24基（高速実験炉CEFRを含む）2,186万7千kW、建設中27基2,950万2千kWである（ともに電気出力はグロス出力）。

b. 世界原子力協会（WNA）の2014年12月30日の“Nuclear Power in China”では次の数字を挙げている。

- － 運転中22基（CEFRを入れず）：1,909万5千kW
- － 建設中27基：2,954万8千kW
- － 計画中64基（含2015～16年まで延期の内陸部原発26基2,790万kW）：7,122万kW

注）WNAは、運転中はネット出力、建設中と計画中はグロス出力で集計している。

注）2015年1月1日から5月25日までに、次の変化があった。

- － 方家山-2が2/12に運転開始。陽江-2、寧徳-3、紅沿河-3が3/10、3/21、3/23に送電網に試験接続
- － 紅沿河-5が3/30に、また福清-5が5/15に建設開始。

c. 2014年9月に國務院国家發展改革委員會（NDRC）が新規原発建設に向けて、次のプロジェクトを審査し基本的に許可した。

- － 遼寧紅沿河Ⅱ期
- － 遼寧徐大堡Ⅰ期

－ 広東陸豊 I 期

－ 山東栄成石島湾 I 期

(出典) 2014 年 12 月「海塩・中国核電城投資環境説明」来日団情報。

注) 2015 年 3 月 29 日、国家發展改革委員会 (NDRC) は紅沿河 II 期 (-5・6) の建設を承認、
福島原発事故以降の新規原発建設の初の承認となった。

注) 紅沿河 II 期は 2 基。2015 年 3 月に炉型を ACPR1000 と発表。

徐大堡 I 期と陸豊 I 期はともに 2 基。炉型は AP1000。

栄成石島湾 I 期は 2 基。炉型は CAP1400。

d. 原子力発電計画が進展中 (運転中、建設中、計画中、準備中) といわれる
サイトとして次の地名があげられる (順不同)。

(安徽 Anhui 省) 蕪湖 Wuhu、吉陽 Jiyang/池州 Chizhou、宣白 Xuanbai、巢湖
Chaohu、安慶 Anqing

(福建 Fujian 省) 福清 Fuqing、寧徳 Ningde、三明 Sanming、漳州 Zhangzhou/
古雷 Gulei、莆田 Putian、三明 Sanming、南平 Nanping

(甘肅 Gansu 省) 蘭州 Lanzhou/安寧 Anning、白銀 Baiyin

(広東 Guangdong 省) 大亜湾 Daya Bay、嶺澳 Ling Ao、陽江 Yangjiang、台山
Taishan、陸豊 Lufeng/汕尾 Shanwei、韶関 Shaoguan、惠州
Huizhou、海甲 Haijia/海陽 Haifeng、河源 Heyuan/揭陽
Jieyang、湛江 Zhanjiang、荷包島 Hebaodao

(貴州 Guizhou 省) 銅仁 Tongren

(海南 Hainan 省) 昌江 Changjiang

(河北 Hebei 省) 承德 Chengde、滄州 Cangzhou、橋釜山 Qiaofushan

(黒龍江 Heilongjiang 省) 佳木斯 Jiamusi

(河南 Henan 省) 南陽 Nanyang、信陽 Xinyang

(遼寧 Liaoning 省) 興城 Xingcheng/徐大堡 Xudabao (Kudapu)、紅沿河
Hongyanhe、桓仁 Hengren、東港 Donggan、洛陽 Luoyang、錦
(あるいは金) 州湾 Jinzhouwan

(湖北 Hubei 省) 松滋 Songzi/咸寧 Xianning/大畷 Dafan、鐘祥 Zhongxiang、
広水 Guangshui

(湖南 Hunan 省) 桃花江 Taohuajiang、常德 Changde/郴州 Chenzhou/衡陽
Hengyang、華銀 Huayin (株洲 Zhuzhou または湘陰 Xizngyin)、
小墨山 Xiaomoshan、湘潭 Xiangtan

(江蘇 Jiangsu 省) 田湾 Tianwan、江蘇 Jiangsu
(江西 Jiangxi 省) 彭澤 Pengze (帽子山 Yianjiashan)、煙家山 Yanjiashan、
万安 Wanan、吉安 Jian、鷹潭 Yingtan、峽江 Xiajiang、贛州
Ganzhou、寧都 Ningdu (Ningdou)、撫州 Fuzhou、恒豐 Hengfeng、
(吉林 Jilin 省) 靖宇 Jingyu/赤松 Chisong、樺甸 Huadian、亮甲山 Liangjiashan、
長春九台 Changchun Jiutai
(陝西 Shanxi 省) 安康 Ankang または漢中 Hanzhong
(山東 Shandong 省) 海陽 Haiyang、紅石頂 Hongshiding/乳山 Rushan、石島湾
Shidaowan (煙台 Yantai 榮成 Rongcheng)
(四川 Sichuan 省) 蓬安 Pengan、Nanchong 南充、Nanchun 南春、三壩 Sanba、
宜賓 Yibin
(浙江 Zhejiang 省) 秦山 Qishan、方家山 Fangjiashan、三門 Sanmen (健跳
Jiantiao)、浙西 Zhexi/龍游 Longyou、蒼南 Cangnan
(広西 Guangxi 自治区) 防城港 Fangchenggang、平南 Pingnan/白沙 Baisha、
広西 Guangxi/梧州 Wuzhou、白龍 Bailong
(重慶 Chongqing 市) 重慶石柱 Chongqingshizhu、涪陵 Fuling
(上海 Shanghai) 松江 Songjiang

注) これらは、日本テピアや世界原子力協会(WNA)のデータ等を参考に原産協会で整理した。

<参考資料-4>にはこれ以外の候補地名が挙がっているが、新旧データが混在しており、
今でも有効なプロジェクトかが不明のため、今回のデータ整理では別扱いとした。

4) 福島第一原発事故（2011年3月11日）後の原子力発電計画の推移

＜中国の原子力開発に与えた福島原発事故の影響：1年半の停滞＞

- 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。

- 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。

- 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。

- 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。

①原子力発電開発の再開そして再加速に向けた動き

a. 2012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。
 - － 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。

 - － 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ヵ年計画）」期間（2011～2015年）中は沿海部のみ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、早魃時の冷却機能（=原発での冷却水大量使用による濁水悪化）、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。今回の国務院常務会議の決定は改めて「十二五」期間中の内陸部建設を否定したもの。福島原発事故の時点では 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 基等と順序に変更）が検討されていた。

一 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明示した。

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も再確認したものの。

- ・同日国務院は「2012年版エネルギー政策白書」を発表。
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保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。
- b. 2013年1月、国務院が「第12次5ヶ年能源（エネルギー）発展規画」を承認
 - ・原発設備容量見通しを2015年時点で4,000万kW、2020年時点で5,800万kWとした。
- c. 2014年1月、NEAは「2014年能源工作指導意見」を発表
 - ・2014年の原発新規着工目標を864万kWとした（前年の221万kWの4倍相当）
- d. 2014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。
- e. 2014年3月31日、大亜湾-1が連続安全運転*4,112日（中国で最長）を達成。

*INES のレベル 2 以上の事故・故障を起こさない状態での記録。

(出典) 2014 年 8 月 28 日の香港聯交所ニュースの「CGN パワー社」データ

注) 大亜湾原発では、過去にも安全運転で以下のような記録を誇っている。

- 2010 年 4 月 23 日、大亜湾-2 は燃料交換後、中国国内記録である 509 日の連続運転を達成した。
- 2010 年 9 月 30 日、大亜湾-1 は連続安全運転記録 2,965 日を達成、世界の仏製 PWR64 基中第 2 位になった。

f. 2014 年 4 月 18 日、国家能源委員会の会合で李克強國務院総理は、原発をはじめとするクリーン・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適用と安全確保を前提」に東部沿海地域で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。

g. 2014 年 8 月、国産設計の第 3 世代炉「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。

注) 2014 年 11 月 4 日、福清-5・6、防城港-3・4 への華龍 1 号の採用を NEA が承認した。

h. 2014 年 11 月 9 日、國務院は「能源發展戰略行動計画 (2014-2020 年)」を公表

- ・2013 年 1 月の「第 12 次 5 ヶ年能源發展規画」と同じく「原発は 2020 年で運転中 5,800 万 kW、建設中 3,000 万 kW 以上」との目標を示した。
- ・また内陸部立地の再検討を示唆した。

②原発内陸部立地に向けた動き

前述のとおり 2012 年 10 月 24 日國務院常務會議は AP1000 の内陸部建設計画の延期を決定したが、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

- 江西省の發展改革委員会は、2012 年 10 月の國務院常務會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
 - ー 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との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。

 - ー 銅仁市の125万kW級炉×2基（2014～2020年で350億元を投資）
 - ー 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
 - ー 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AP1000×6基を建設する計画を発表した。2014年4月に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
 - ー 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」がこの日協力覚書を締結。

それには、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）

- ・2014年11月9日、国務院「能源發展戰略行動計劃（2014-2020年）」を公表
 - ー 前述のとおり、その中で内陸部立地の再検討を示唆した。

- ・2015年3月、第12期全国人民代表大会（全人代）第3回会議で21名の代議員が原発建設とその内陸立地の促進を提案
 - ー 桃花江プロジェクト等の促進が提案された。

<http://www.cnncc.com.cn/publish/portal0/tab426/info89368.htm>

2. 中国の原子力発電産業の特徴

- ・2013年の原子力発電産業の総生産高は170億元であった。

(出典) 2014年12月「海塩・中国核電城投資環境説明」来日団情報。

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。(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?

- ・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」が十分になされていない。

注) この弊害を認識した動きが2010年から始まった。原子力発電投資3集団が主宰する形で、海外メーカー、SNPTC、(中国第一重型機械集団、中国第二重型機械集団、上海電気集団等)の国内メーカー、研究設計院が、国内で実施した個別のプロジェクトの建設経験・教訓に関する研究フォーラムを始めた。

なおその時点では、中国の原子力発電関係主要メーカーは70社程度で、これで中国の原子力発電産業の80%を占めた(2010年11月22日、筆者らの中国広東核電集团有限公司(CGNPC。当時)訪問時の聞き取り)。

- ・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。
2014年末から、原子力産業界の合理化をめぐり「国防産業」を代表するCNNCと「原子力発電産業」を代表するCGNの合併が取り沙汰されている。しかし、「国防」と「民生技術」はそもそも二者択一なものではなく、合併が可能かの問題がある。

- ・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規画」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った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 年代から噴出してきている。

<原子力発電電力の買取価格>

- ・ 2013 年 6 月 15 日、原発からの買電価格 (On-grid tariff) について、国家发展改革委員会 (NDRC) は以下の決定を発表した。
 - － 2013 年以前に運転開始した原発については、個別原発の条件に応じて適正な利潤を確保できる価格を認める。
 - － 2013 年 1 月 1 日以降に運転開始した原発の基準買電価格を一律 0.43 元/kWh にする。
 - ・ CGN の売電価格実績 (元/kWh) では、2011 年末 0.3695、2012 年末 0.3661、2013 年末 0.3684 となっている。
- これらの数字と比較すると、NDRC の示した買取価格は少なくとも CGN 集団にとっては、原発建設に邁進したくなる条件を国家が提示したことになる。
- (出典) 2014 年 8 月 28 日の香港証券取引所ニュースの「CGN パワー社」データ

これに合わせ、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) が原子力事業参入の橋頭堡を構築している (P26 参照)。

- ・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かせたと見られる。

注) 2010 年 11 月、筆者らの 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。同じく CNNC・CNNP・CNPE との会合では、「立地地点の省政府や地元電力の共同出資を求めるには、新規子会社設置になってしまう」との説明もあった。

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) 前述の 2010 年 11 月の CNNC・CNNP・CNPE との会合では、「技術・経験伝承上の問題解決

のため、子会社設立方式見直しを検討する」との発言があった。

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（2010 年設立）」や
運転管理会社「中核核電運行管理有限公司：CNNO（2010 年設立）」、また CGN の原発資産
統合管理会社「中国広核電力股份有限公司：GCN パワー社（2014 年設立）」や運転管理
会社「大亜湾核電運営管理有限責任公司：DNMC（2003 年設立）」といった専門機関の設
立は、この中国国内の人員育成の問題解消に大きく貢献するものと期待される。

3) 原発プロジェクトの重要事項は実質的にはすべて NEA が決定。

- ・ 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、実質的にはすべて NEA が決定する。
- ・ 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徹している。
- ・ 2013 年 10 月に国家能源局（NEA）が「原子炉輸出の国家戦略化」を決定、アルゼンチン、ルーマニア、南アフリカ、トルコへの積極的な売込みが行われている。

さらにこの決定を踏まえ、2015 年 1 月 28 日には国务院常务会议で原発や高速鉄道等の輸出加速のための国家のバックアップの強化を決定している。

- ・ しかし CAP1400 と華龍 1 号のどちらの炉型を前面に押し立てていくのかや、CNNC、CGN、SNPTC にどういう役割を与えるのか等については、2015 年 4 月時点では、国家の明確な方針が示されていない。
中国の第 3 世代炉の主流をどちらかにするのがこれから大きな問題となる。

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)」では原子力発電を次のように意義付けている。
 - 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近代化に向け次のような方策を提示している。

- 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(第3世代炉を中心とした)導入西側炉の選択肢：

a. AP1000 (APはAdvanced Passive「先進的な受動安全性」)：

- 米ウェスチングハウス・エレクトリック社(WEC)の第3世代炉。
 - 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AP1000×4基の中国への輸出が決定した。
- それ以降、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。

- ・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なければ、中国の第3世代炉の主流になるスタンスでこれまで開発が進められて来た（詳細はP79参照）。

b. EPR (European Pressure Reactor : 欧州加圧水型炉) :

- ・仏 AREVA 社開発の第3世代炉。
- ・2007年11月26日、サルコジ大統領・胡錦濤主席立会いの下、CGNPC (現 CGN) と AREVA 社が署名。台山での EPR×2 基の建設が決定した。
- ・2009年12月21日、AREVA 社 45%と CGNPC (現 CGN) 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。
- ・知的財産権は AREVA 社にある。
- ・中国の第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 (詳細は P80 参照)。

注) 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、「(生産拠点をもたず、むしろ中国をサプライチェーン化したい) WEC が、技術移転で (傘下に製造企業を抱える) 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 (あるいは第2世代改良炉とも呼称) の位置づけの准国産炉 (国外建設では AREVA 社同意が必要)。
中国の初号原発となった仏製大亜湾原発をベースに CGNPC (現 CGN) と CNNC が協力して国産化を進めた炉型。
多くのコンポーネントが実証済みで、建設初期投資額が少ないことに加え、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日に国務院常務会議は、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、国務院常務会議で、「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、「CPR1000 新規着工の中止」ともとられたが、2012年11月17日に陽江-4 (WNA の 2014年12月報告では、-3・4 を CPR1000+とする) と福清-4 がともに着工した。

⑤「華龍1号」

- CGN 開発の「ACPR1000+」炉と CNNC 開発の「ACP1000」炉の設計を一本化した国産第3世代炉「華龍1号」は2014年8月に NEA と NNSA が全体設計を承認。
- 2014年11月、福清-5・6、同12月に防城港Ⅱ期(2基)への同炉採用を決定。
- 2015年4月15日、国務院は福清-5・6での同炉建設を承認。福清-5は2015年5月7日着工。

＜原子力発電投資3集団の関心炉型＞（2010年11月時点の訪中調査結果）

- 2010年11月に、筆者らは訪中して原子力発電投資3集団（CNNC、CGN、CPI）の CPR1000、AP1000、EPR への関心度を聴取した。
- 意外だったのは、3集団とも、自集団の開発炉型を身びいきすることなく、「3炉型すべての開発・建設への参加」を本気で希望したことである。
- 多くの先進技術に触れるメリットと、1炉型に依存した場合の不測事態のリスク（＝他集団との技術競争からの落伍）分散の2つの意義を強調していた。

• 面談者からは一律に、次の指摘があった。

- － 国レベルでは AP1000 の技術導入を優先している。
- － しかし CPR1000 も建設数の半数規模になり、メーカーにとって製造収益と技術習得の双方のメリットがある。
- － AP1000 と CPR1000 は、設計に大きな違いがない。このため CPR1000 から AP1000 へのシフトは容易である。両炉は、鋳造等細部のいくつかの点以外では、基本的技術は同じようなもの。製造設備改造上も大きな問題はない。コンクリート打設技術にしても、CPR1000 と AP1000、さらには EPR でも互いに流用できる点が多々あり、CPR1000 の建設経験は AP1000 等への建設に参加する上で重要である。
- － 中国のメーカーは、技術は向上してきたが、品質管理に問題があるのでその改善でもいい機会になる。
- － CPR1000 で多くの建設機会を得ることが、自集団の技術習得に役立つ。

注) この時電力事業者以外に、訪問したメーカー集団は中国東方電気集団（DEC）の「東方電気（広州）重型機器有限公司（DFHM）」だけだったが、DFHM ではすでに3炉型の大型機器製造が可能と言っていた。他の電気集団も3炉型すべてへの展開が窺われた

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6：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(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、紅沿河-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。 | 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(CNP)1000 | 田湾Ⅲ-1・2 | 「第3世代水準炉」。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(カラチに2基輸出とされるも華龍1号に変更か?) | CNNC開発の第3世代炉。110万kW(モジュール型で多種容量)。3ループ。60年。18ヶ月。 | 二重格納容器。受動的安全性も具備。2014年12月にIAEAの包括的原子炉安全審査(GRSR)をパス。 |
| | 華龍1号(ACC1000) | 福清-5・6、防城港-3・4 | 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。寧徳-5・6も華龍1号の可能性もある。 |
| | CAP1000 | 栄成石島湾でCAP1000とCAP1400を平行開発(-1・2がCAP1000/CAP | 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 | 1400。-3以降はCAP1400か更なる拡大炉か未定。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。 | 大亜湾-1・2は98.4万kW。嶺澳-1・2は99.0万kW。 |
| | 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等 | 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 12 月 30 日の” Nuclear Power in China ” 等をもとに当協会で作成。

- ・ 図表 6 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 [CNP300] China Nuclear Power 300MWe の略

注) CP は CNP の進化版とする説明と、同じものの別称とする説がある。

- ・ 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 億元 注) 巻末の<参考資料-4>では 12 億元となっている。
- ・ 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 (ECPDI) が 2 次系を設計。

②CP600 [CNP600] 注) CP は CNP の進化版とする説明と、同じものの別称とする説がある。

- ・ 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 12 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（注）巻末の〈参考資料-4〉では148億元。
- ・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）

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（IAEAのPRISデータベース等）。最近の公的発表では、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の採用を国家核安全局（NNSA）文書（NNSA document 28, 2007）で規定。（出典）2010年5月25日尾本原子力委員出張報告

- ・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）注）巻末の〈参考資料-4〉参照。
- － 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 % 注) 巻末の<参考資料-4>参照。
- ・ 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)系に最新鋭デジタルシステム「スピンライン」を供給する契約を締結。爾後建設される全 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+とする。IAEA の PRIS では CPR1000 とするが、両炉の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。
- ・ 仕様：出力は 108.8 万 kW、設計寿命は 60 年。

注) 2009 年 8 月の CGNPC (原 CGN) の HP では次のパラメータが挙げられていた。

| | |
|-------------------------------------|------------------------|
| － 定格出力：108.5 万 kW | － NSSS の熱出力：290.5 万 kW |
| － 炉心熱出力：289.5 万 kW | － プラント熱循環効率：37.3% |
| － 炉心溶融確率：約 1×10^{-5} / 基・年 | － 燃料交換サイクル：18 ヶ月 |
| － 燃料集合体：157×M5 AFA 3G | － 炉圧力容器設計寿命：60 年 |
| － 計装制御：デジタル制御システム | － 設備利用率：90%以上 |
| － 中国国内での建設コスト：UDS\$1,500～1,800/kW | |
| － 過酷事故対策を強化 | － 建設期間：52 ヶ月 |

注) 第 3 世代炉とする説もあるが、CPR1000+の進化版の ACPR1000 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。

③-3：「ACPR1000」

- ・ 適用炉：陽江-5・6 (中国での ACPR1000 の初号炉をめざしている)、紅沿河-5・6、四川省南充(三壩)-1～4、河南省の信陽-1～4 は決定。寧徳-5・6、昌江-3・4 でも有力だが、他の炉型(含華龍)の可能性もある。

注) 陽江-5・6 は、WNA “Nuclear Power in China” (2014 年 12 月) では ACPR1000、IAEA の PRIS では CPR1000 としている。PRIS では中国の複雑な炉型区分を認識しているのか不明。2015 年 3 月 10 日には、「紅沿河-5・6 が ACPR1000 で NDRC の許可を取得」と「I 期=4 基の投資額は 500 億元」との報道があった(風専媒 <http://www.storm.mg/article/43526>) (NDRC 許可は 3 月 29 日とも言われる)。

- ・技術のベース：CGN が開発。福島原発事故の教訓も踏まえ CPR1000+ を主要 31 項目で改良した 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。安全系の多重化を採用した。

- ・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。知的財産権は CGN。
- ・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。集合体数 157。安全系は独立して 3 トレイン。過酷事故緩和対策も組み込む。オンライン・メンテナンス。耐震性向上。発生廃棄物減少。

<http://www.cgnpc.com.cn/n1500/n1529/n1531/index.html>

④CP1000 [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」 [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 より第 3 世代炉に近く、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：国内ではない。
注) 当初は福清-5・6 への適用を予定したが、後述のとおり「華龍 1 号」に変更。海外ではパキスタンに輸出。2013 年 11 月カラチで ACP1000（110 万 kW）×2 基の起工式を開催。これも「華龍 1 号」に変更の可能性が強い。2015 年 4 月 9 日、カラチ炉の土木・据付工事受注者の中国能源建設集团有限公司(CEEC)はカラチ炉が華龍になると示唆した。
注) 60 万 kW の ACP600 は海南省、甘肅省、南ア、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。
- ・2014 年 12 月 5 日、CNNC は第 3 世代炉 ACP1000 が IAEA の包括的原子炉安全審査（GRSR*）をパスしたと発表。
* GRSR: 認可段階に達していない新設計の安全性を、加盟国からの要請により IAEA が（主に IAEA の安全基準に照らして）評価するサービス。

（2014 年 12 月 11 日の原子力産業新聞）

⑤華龍(Hualong)1号*：中国の第3世代国産炉のエース。英仏への輸出も視野。

* ACC1000 または華龍 1000 とも呼称（最近「華龍 1000」は旧称とする説明も）。

- ・ 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。
- ・ 中国側が完全な知的財産権をもつ。
- ・ 2014年3月、国家能源局（NEA）と国家核安全局（NNSA）が基本設計を承認。
- ・ 2014年8月22日、CGN と CNNC は、華龍 1号全体設計の NEA と NNSA による承認を発表、同日華龍 1号技術の統合協力で覚書を交わした。
- ・ 2014年11月4日、NEA は福清-5・6の炉型の「ACP1000 から華龍 1号への変更」を承認した。
- ・ 2014年12月16日、NEA はさらなる設計改善を条件に、防城港-3・4（Ⅱ期：紅砂）での華龍 1号の採用を承認した。

注）WNA の” Nuclear Power in China”（2014年12月30日）では、寧徳-5・6（108万kW級×2基）で ACPR1000 と華龍 1号が候補。紅沿河-5・6（115万kW級×2基）も華龍 1号が候補だったが、2015年3月11日「紅沿河-5・6は ACPR1000 に決定」と他のメディアが報じた。

- ・ 2014年4月15日、国務院常務会議で華龍 1号の実証炉建設を承認。

<2014年4月15日の国務院常務会議での華龍 1号建設の位置づけ>

- ・（国家発展改革委員会（NDRC）の報告書を踏まえての、2015年の経済改革における優先タスクについて協議の中で）NDRC が承認済みの華龍 1号の実証炉建設を改革の推進力のひとつに加え、エネルギー供給構造の着実な成長を促すものと確認した。
- ・ また、同設計は 20年にわたる中国の原発建設・運転の経験に基づき、世界の最新設計に学びつつ独自の技術革新で開発したもので、使用する主要技術と機器の知的財産権は中国が保有しており海外原子力市場進出をめざす国家政策の促進につながると確認した。
- ・ これらの観点から、国の長期原子力発電開発計画に従い、華龍 1号実証炉の沿岸地域での建設を承認した。
- ・ これはエネルギー開発における国際的な傾向を踏まえた判断であり、エネルギー供給構造の合理化とクリーン・エネルギー・システムの多様化に加え、中国機器製造産業の国際競争力強化や効果的な投資、産業構造の安定化、経済成長の高度化、省エネルギー、持続可能な開発の促進に役立つとの見解を示している。

（出典）2015年4月17日原子力産業新聞

<http://www.jaif.or.jp/%e4%b8%ad%e5%9b%bd%e5%9b%bd%e5%8b%99%e9%99%a2%e3%83%bb%e5%b8%b8%e5%8b%99%e4%bc%9a%e8%ad%b0%e3%81%8c%e3%80%8c%e8%8f%af%e9%be%8d%e4%b8%80%e5%8f%b7%e3%80%8d%e5%ae%9f%e8%a8%bc%e7%82%89%e3%81%ae%e5%bb%ba/>

- ・ 2015 年 5 月 7 日、福建省の福清-5 の着工。



(©中国核工業集团公司)

2015 年 4 月 7 日、NEA の刘琦副局长、福建省、NNSA、中国核能協会（CNEA）、CNNC、中国核能電力公司（CNNP）の出席の下、華龍一号が着工。CNNC は、これにより中国が米・仏・露と並んで第 3 世代炉をもつ数少ない国家の 1 つになると述べた。刘副局长は、「華龍一号」は中国人による原子力開発上の英知の象徴と指摘、より多くの国でクリーン電力として華龍 1 号を役立てたいとの抱負を語った。

前日の 6 日の北京での記者会見で、CNNC の錢智民総経理が「華龍一号」を世界市場に輸出する方針を表明、すでに華龍 1 号輸出の 2 件の契約と 5 つの協力枠組協定を締結済みであり、さらに CNNC が華龍 1 号を約 20 カ国（含英国やアルゼンチン、エジプト、その他の欧州や南米、アフリカ、アジアの諸国）で売込み中と紹介した。（2015 年 5 月 8 日原子力産業新聞）

- ・ 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。
 - ＋ 3 系列の物理的に分離された工学的な安全防護システム
 - ＋ 受動的炉ピット注入システム

- + 2次系側受動的残留熱除去システム
- + 炉心損傷確率： 1×10^{-6} /炉・年
- + (放射性物質の) 大量放出確率： 1×10^{-7} /炉・年
- + 炉心の熱的安全余裕度：15%以上
- + 設計基準地震クラス：0.3g まで
- + 対大型旅客機衝突2重格納容器
- + 包括的過酷事故防止・緩和対策
- + 占有情報管理システム (Fiscal Information Management System : FimSys)
- + 破断前漏洩 (Leak Before Break : LBB) 設計

注) 一次冷却水の配管でギロチン破断が起きると、緊急冷却装置作動が必要となる。従って原発では「ギロチン破断を想定しての抑制装置設置」か「ギロチン破断防止設計」を採用。これが破断前漏洩設計で、破断が起きそうになったら、配管肉厚部の亀裂が貫通することで、内部冷却材の漏洩を検知し安全性を確保する設計である。

- + 放射性廃棄物発生最少化管理システム
 - + 放射能大量放出防止設計
 - + 設計寿命：60年
 - + 設備利用率(Plant Availability Factor)：90%
 - + 国産化率：初号機では85%、大量建設段階では95%
- <http://en.cgnpc.com.cn/n1529/n1531/index.html>

- 燃料の特徴：燃料集合体は177体のSTEP-12といわれるタイプ (ACP1000の炉心設計を採用)

・NEA では、華龍1号の設備、機器、部材の85%以上を国産化するように CNNC 等に指示している。

・2013年10月のNEAの「原発輸出の国家戦略化」方針に沿い、華龍1号を先頭に立てた輸出展開を図っている。

注) SNPTCによると、(華龍1号と輸出の中心炉型の座を競っている) CAP1400実証炉の建設も近く栄成石島湾で開始の見通し。

注) アルゼンチンでは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。

2015年2月4日、中国・アルゼンチン間で、「アルゼンチンにおけるPWR発電所建設協力取極め」を締結。その前日の2月3日には、「アルゼンチンにおける重水炉発電所建設協力覚書」を締結。http://www.nea.gov.cn/2015-02/05/c_133973164.htmと

http://www.nea.gov.cn/2015-02/05/c_133973168.htm

これは、アルゼンチンのアトーチャ 3 号機*となる新規の CANDU 炉建設と、その後の同国 5 号機への華龍採用に中国の銀行連合が協力するための枠組みを形成するという。

* 80 万 kW。国産化率 80%をめざす。機材の輸入・作業費約 20 億ドルと国産機材・作業費 320 億アルゼンチンペソを投じ、8 年で完成が目標。

2 国間協定に基づき、CNNC とアルゼンチンの原子力発電公社「ニュークレオエレクトリカ・アルゼンティーナ」が協力のカウンターパートになる商業契約を準備する。

注) 2015 年 3 月 18 日の中国核工業報で CNNC 傘下の「中国核電工程有限公司 (CNPE)」総経理で政治協商会議委員の劉巍が華龍 1 号を強く推していることが報じられた。

それによると、「2015 年から 2020 年の間に、目標の原子力発電開発には 100 万 kW×40 基の建設が必要で、これには華龍 1 号を当てるのが妥当。2015 年 2 月のアルゼンチンとの合意も華龍 1 号での建設がいい。国際原子力発電市場は約 100 基の規模になっている」とのことである。<http://www.cnncc.com.cn/publish/portal0/tab426/info89369.htm>

注) 2015 年 3 月 8 日、CGN の賀禹理事長は、華龍 1 号のアルゼンチン、ルーマニア、南アフリカ、トルコへの輸出を計画していることを明らかにした。

注) 2015 年 4 月 20 日の中国核工業建設集団公司 (CNEC) の発表では、高温ガス炉の輸出候補に、アラブ首長国連邦のドバイ、サウジアラビア、南アフリカを挙げており、国としての調整が図られていない。<http://www.cnecc.com/g336/s1437/t18088.aspx>

注) 2014 年 11 月 24 日に、WEC は「SNPTC とトルコ最大の発電会社 (Elektrik Uretim A. S. Genel Mudurlugu : EUAS) が、AP1000×4 基のトルコでの建設に関する排他的交渉開始で合意した」と発表している。

・以上のことから、中国製炉の輸出では、「華龍 1 号か CAP1400 か」の炉型選定と、「CNNC, CGN, SNPTC」の輸出主体選定の問題が並存していることが分かる。

・2014 年 8 月 22 日開催の NEA と NNSA の華龍 1 号全体設計合同審査会では、全体設計承認後、審査専門家団が政府に「輸出に先立ち国内での実証炉建設の早急な開始」を勧告した。国内で実証し、「安全・安心」をつけて途上国に提案する。(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>

⑥CAP シリーズ

⑥-1：「CAP1000」：適用炉は山東省「栄成石島湾」

- ・米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(Advanced Passive 1000)」から34項目の技術移転を受け、当面する大量の原発建設にそれらの吸収した技術を応用、また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。
- ・栄成石島湾でCAP1000とCAP1400を平行開発(-1・2がCAP1000/CAP1400。-3以降はCAP1400か容量増強炉か未定。最終的には6基(?))。
- ・技術のベース：
 - WECのAP1000を材料の見直しを含め国産化した。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*モジュール化炉。容量に応じCAP150、CAP1400、CAP1700とシリーズ化を進める。
 - * 一体型炉とは、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。
 - 注) 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技術消化吸収評価会合では、CAP1000プロジェクトの順調な進展が確認された。

炉冷却材ポンプ（RCP）の軸受け付近の「スラストランナー」と呼ばれる部分の設計変更で AP1000 プロジェクトに約 6 ヶ月の遅れが出ている。

2014 年 12 月 4 日、国家能源局（NEA）の劉宝華原子力発電部長が記者会見で、「三門と海陽で建設中の AP1000 で、炉冷却材ポンプの特定の弁の設計問題を含む課題」の存在を認めましたが、これらは管理可能と述べたことが報じられている。

- ・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-8〉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 年国务院発表の「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。

- ・技術のベースは WEC。第 3 世代炉。
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 注）巻末の〈参考資料-4〉では-3～6 は未定扱い。
- ・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 基の建設を準備中
*正確には 2005 年設置の子会社の華能核電開発有限公司（Huaneng Nuclear Power Development Co., Ltd. = HNPDP）。HNPDP は CAP1700 開発にも継続参加。
 - 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：NEA 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
実証炉初号機は山東省栄成に建設。当初目標は 2014 年着工、2018 年運転開始。

（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、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” では 153 万 kW。

<http://www.iaea.org/NuclearPower/Downloadable/Meetings/2012/2012-06-18-20-TWG-LWR-HWR/18.China-LWR.pdf>

－ 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 ともいう*）

*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”。

- ・ 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。

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)テピア 2009 年 8 月 7 日 Searchina

注) 日中科学技術交流協会事務局長で元 JAEA 北京事務所長の永崎隆雄氏の講演資料「中国の原子力国産化と国際展開」(2014 年 2 月 20 日)では ACP100 を次のように紹介している。電気出力 12 万 kW。第 3 世代炉。工期は 36~40 ヶ月。知的財産権は中国がもつ。多用途(工業用蒸気供給は最大毎時 504 トン、海水淡水化は最大日産 14.4 万トン、船舶の動力源等)。燃料交換は 2 年ごと。

2014 年 6 月に福建省漳州市で実証炉 2 基着工の予定(開発費 50 億元)。CNNC51%と中国国電集团公司 49%の出資。建設者は中国核工業建設集团公司(CNEC)。運転者は CNNC。次期計画で、建設費 160 億元で江西省横峰に 2 基、江西省寧都に 2 基も計画。さらに湖南省と吉林省白山での建設も検討中。

- ・ CNNC 傘下の「中核新能源有限公司*」が開発中。

* 2011 年 4 月設立。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。

- ・ 2015 年 4 月 21 日、CNNC は「ACP100」を IAEA の「包括的原子炉安全レビュー(GRSR) *」にかけることを発表。

* GRSR は認可段階に達していない新設計炉の安全性を IAEA の国際的専門家チームが IAEA の安全基準に照らして評価するサービス。2014 年 12 月には CNNC の第 3 世代炉 ACP1000 が GRSR をパスしている。

審査は 2015 年 7 月から 7 ヶ月間を予定する。

ACP100 は第 3 世代炉の技術的特性を備え、受動的な安全系を装備。過酷事故の発生防止と影響緩和策もとられている。

国内の複数地点で建設が検討されており、福建省莆田市では 2 基の実証炉の

建設計画が 2015 年中に開始の見込み。

(出典) 2015 年 4 月 22 日の原子力産業新聞

<http://www.jaif.or.jp/%e4%b8%ad%e5%9b%bd%ef%bc%9a%e7%ac%ac%ef%bc%93%e4%b8%96%e4%bb%a3%e3%81%ae%e5%b0%8f%e5%9e%8b%e7%82%89%e8%a8%ad%e8%a8%88%e3%81%a7%ef%bd%89%ef%bd%81%ef%bd%85%ef%bd%81%e3%81%ae%e5%ae%89%e5%85%a8%e5%af%a9/>

⑧高速炉

＜「核電中長期発展計画(2005～2020年)」での高速炉の位置づけ＞

- ・ 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（World Nuclear News では熱出力 65MW、電気出力 20MW をとる）
- ・ 2000年5月着工、2010年7月21日臨界、2011年7月1日送電開始。2014年12月15日から3日間、全出力運転に成功した。
- ・ 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
- ・ 露側協力：OKBM Afrikantov（OKB Gidropress とクルチャトフ研究所も協力）

⑧-2：「高速実証炉 CFR600」

- ・ 中国では60万kW超の実証炉/商業炉に進むため2つの方法を並行検討した。
 - （選択1）国産技術で開発（100万kWe。2017年着工、2022年運転開始）
 - （選択2）露技術を導入（2基。2013年着工、2018～19年運転開始）
- （選択2）では2009年10月14日のプーチン首相訪中時に2つの文書を交換。
 - － 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）が ROSATOM 傘下のアトムストロイエクスポルト（ASE）と BN800×2 基購入契約を締結。
- （出典）2010年11月の筆者らの CIAE 訪問時の徐銖 CEFR 工程指揮部総工師からの聞き取り
- ・ 2010年3月23日、CNNC は ROSATOM と BN800×2 基建設（福建省三明市）で覚書。Beloyarsk で OKBM の Afrikantov が建設中の 88 万 kWe 炉が参考炉。
- ・ 2010年4月28日、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。合計4基の計画。
- ・ 中露交渉が遅れ、2014年2月概念設計完成、2017年12月詳細設計完成、2023年12月運転開始に変更。さらに遅れたため撫州市が新たに誘致を名乗り出た。（2015年1月12日「インサイド原子力」等の報道）

⑧-3：「高速商用炉 CFR1000」

- ・ 出力：100万kW
- ・ 現状：検討段階
- ・ 運転開始：2030年为目标

⑨高温ガス炉

<高温ガス炉プロジェクトの位置づけ>

- ・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に懸念されることから、中国は国際社会からの非難もものともせず、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。
- ・このような状況にある中国にとっては、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。
- ・こういった観点から、高温ガス炉プロジェクトは国家から高い位置づけを与えられている。

a. 意義

- ・中国が知的財産権をもち、世界の先端を走る第 4 世代炉である。
- ・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」高温ガス発電炉。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)

注) 2015 年 4 月 20 日の中国核工業建設集团公司 (CNEC) の王寿君理事長の発表では、高温ガス炉の輸出候補として、アラブ首長国連邦のドバイ、サウジアラビア、南アフリカを挙げている。CNEC は、ドバイの原子力委員会と協力覚書を、サウジアラビアの「キング・アブダッラ原子力・再生可能エネルギー都市」と高温ガス炉による海水淡水化協力覚書を、また南アフリカの原子力発電公社と高温ガス炉協力覚書を締結している。

<http://www.cnecc.com/g336/s1437/t18088.aspx>

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 http://www.asiam.co.jp/news_oilgas.php?topic=011348)

c. 開発者：清華大学が中心となり技術開発をリード。

d. 国産化：

- ・蒸気発生器、He タービンの主ファン、制御棒駆動装置等、高温ガス炉開発上の一連の核心設備は、(原子炉級黒鉛を除けば) 95%の国産化を達成している。
(出典) 中国核工業建設集团公司(CNEC)の 2015 年 4 月 20 日現在の新聞発表。

<http://www.cnecc.com/g336/s1437/t18088.aspx>

注) 黒鉛は、日本の東洋炭素(株)が納入している。

(出典)2008 年 11 月 5 日東洋炭素/住友商事発表 <http://www.sumitomocorp.co.jp/news/detail/id=26341>

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：

- ・中国の高温ガス炉開発の先導的プロジェクト。とくにペブルベッドでのモジュラー方式の HTR-PM の技術的基礎 (プロトタイプ) となっている。
HTR10 で計装制御系のデジタル化を確認したことを大きな成果とする。
- ・高温ガス炉技術を実証・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検証を実施。

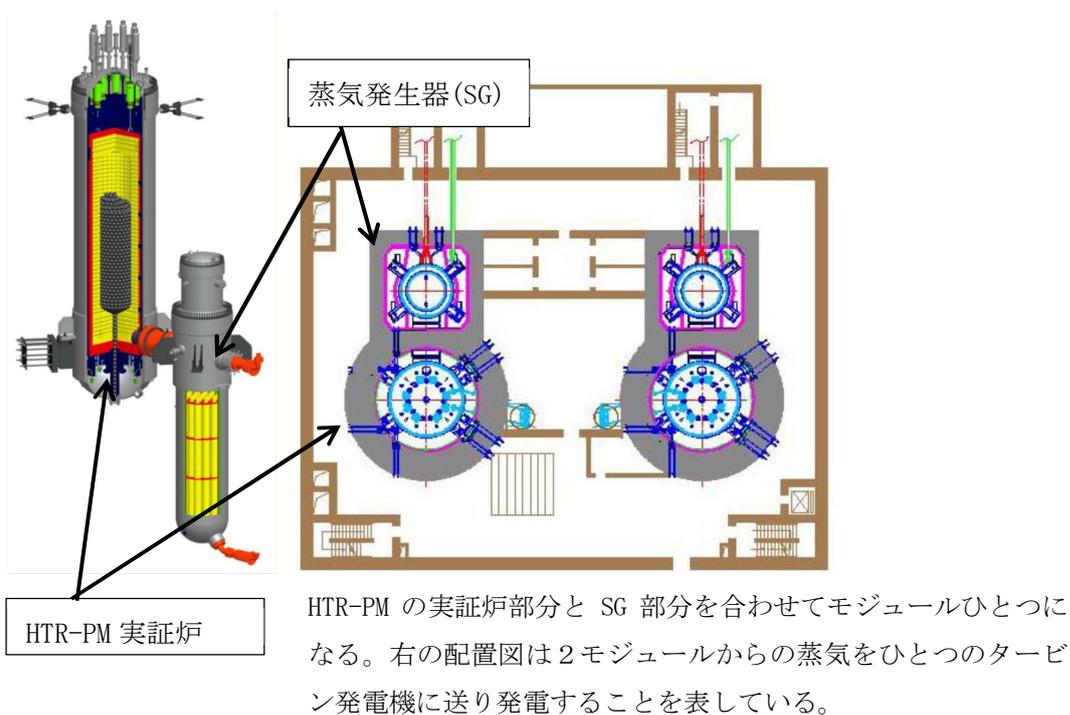
b. 開発の沿革

- ・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 (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 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：清華大学のHTR10でIAEAの固有安全検証実験を実施、安全性を確認。
<http://www.cnecc.com/g336/s1437/t18088.aspx>
- ・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（NDRC）にHTGR建議書を提出。
- ・2004年8月17日：NDRCは高温ガス炉実証プロジェクト（HTR-PM）を承認。

- ⑨-2:「高温ガス実証炉 HTR-PM」(High Temperature Gas-Cooled Reactor-Pebble Bed Module)
- ・石島湾での土木工事は完了間近。まもなく機器の据付が始まる。

図表7：HTR-PM 実証炉と HTR 発電所構成図



a. プロジェクト概要

- － 設置サイト：山東半島威海市石島湾栄成
- － 出力：第I期として電気出力20万kW×1基の実証炉の建設
- － 建設費：30億元（約380億円）、コスト1,500ドル/kW
- － 国の投資額：500億元（約6,300億円）
- － 国産化：70%以上

注) 2008年10月9日のSearchinaでは建設費32億元、国産化目標80%以上としている。

- － 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
- － 完成 : 2017 年为目标

b. 高温ガス炉実証プロジェクト HTR-PM の開発体制：

- － 設計者：清華大学
- － プロジェクト事業者：華能山東石島湾核電有限公司 (SHSNPC)
注) SHNPC は、2006 年 12 月 25 日出資協議書・規約調印、2007 年 1 月設立。
- － 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。
- － エンジニアリング会社：中核能源科技有限公司 (Chinergy Co., Ltd.) *
* EPC (設計・調達・建設) の主契約者。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。

＜高温ガス実証炉 HTR—PM での国内民間企業との製造協力＞

- ・ 主要設備の製造には上海電気集団、ハルビン電気集団も技術習得のため参加。
 - － 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。
- ・ 実証炉燃料製造：
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」が製造工場建設着工。2015 年 8 月操業開始で、球状燃料要素を 30 万個 (2.1tU) 年産。
- ・ 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建設に着工。2013 年 2 月操業開始で、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>

c. 技術の詳細仕様

- － 電気出力：211 MWe (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%

<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 UO_2 もしくは UC を SiC でコーティングした球状 (顆粒) 燃料。

注) HTR-PM は新世代ペブルベット技術による世界初の高温ガス実証プラントである。かつてドイツのユーリッヒ研究所で AVR 炉(15MW)として 21 年間運転された技術が基礎といわれる。

d. HTR-PM 開発の沿革：

- － 2004 年 8 月 17 日：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実証プロジェクト (HTR-PM) を承認
- － 2004 年 12 月 16 日：同 3 者「高温ガス炉発電モデル事業投資合意書」調印
- － 2005 年 11 月 24 日：初期 F/S 開始
- － 2006 年 2 月 9 日：国务院の「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。高温ガス炉開発が本格化
- － 2006 年 9 月：HTR-PM の主要パラメータを決定

注) 当初 458MWth×1 モジュール (炉) で考えていたが、「250MWth×2 モジュールを組み合わせて、1 台のタービンに蒸気を導き gross 電気出力 211MWe を発電」に決定。

(出典) 2014 年 4 月 8-11 日 IAEA の高温ガス炉安全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

- － 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。これにより HTR-PM プロジェクトがスタート。

注) 中国核工業建設集团公司 (CNEC) のホームページでは SHSNPC 設立は 2007 年 7 月 1 日、国务院常務會議でのガス炉原発建設重要プロジェクト承認は 2008 年 2 月 15 日とする。

<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。

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

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（設立日を2007年1月）への出資比率を中国華能集団公司50%、中国核工業建設集団公司35%、清華大学5%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、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%とする。

- 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総院の審査を通過。
- 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月運転開始が着工時の目標)。
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。
注)2015年1月5日のWorld Nuclear Newsによると2015年の運転開始をめざしている。
- 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)上記「三海一核」
*SNPTCと中国華能集団公司はAP1000技術の習得とCAP1400実証炉開発を同時進行中。
- 2011年：3.11後、HTR-PM作業は一時中断。
- 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：HTR-PM工事再開(3.11以降初の原子力分野の工事再開)

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 (当時) が提案
 - － 540℃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。
- － 2015年4月8日～10日の瑞金高温ガス炉プロジェクトの初期 F/S 審査会
 - + 核建清潔能源有限公司の委託を受けた国家電力規画設計総院が江西省贛州市で開催
 - + 参加機関は、清華大学、中国地震局、長江水利委員会、環境保護部原子力・放射線安全センター、江西省、贛州市、瑞金市関連主管組織、中国大唐集団核電有限公司、上海電氣集団股份有限公司、核工業華東建設工業集団公司等、51 機関
 - + 審査会は、専門家グループ別の討議と現地審査 (電力系統、交通・運輸、地震・地質、水利・水文・気象、環境・安全、技術経済の6分野の審査) を行った。

審査の結果は合格だった。

<http://www.cnecc.com/g336/s1006/t18064.aspx>

- － 2015年4月20日、CNEC の王寿君理事長・党書記は記者会見の席上で、瑞金プロジェクトの予定を次のように語った。
 - + 2012年の国務院常務会議の「世界最高の安全基準で」という要求を踏まえ、NDRC に瑞金プロジェクトの I 期工事 (60 万 kW の高温ガス炉 ×2 基) 申請書を提出する。
 - + このため江西省政府と協力する。
 - + 国家核安全局 (NNSA) の建設承認も必要である。
 - + 2017年着工、中国共産党設立 100 周年 (2021年) 完成をめざす。

<http://www.cnecc.com/g336/s1437/t18088.aspx>

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
注）巻末の＜参考資料－4＞では嶺澳 2 基は 40.25 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。
注）巻末の＜参考資料－4＞では秦山Ⅲ-1・2 は 25.7 億ドル。
- ・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。

- ・米ウェスチングハウス・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 Group である。
- ・国産化・出力増強した CAP1400/ CAP1700 の輸出が中国の目標となっている。
- ・適用炉：建設中・計画中には、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、漳州-1~4 の24基が挙げられる。

注) 計画中に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、湖北省咸寧大畈-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。

国家能源局 (NEA) に提案中ないしはその準備中の AP1000 プロジェクトは、咸寧大畈-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-5・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、吉林省の長春九台-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、広東省湛江-1~4、河北省滄州-1~6、安徽省吉陽-1・2、広西自治区白龍-3・4 の80基である。

この他、石島湾-3~6、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12月30日付けの 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工法を採用。建屋は建設現場脇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。注) 巻末の<参考資料-4>では三門 2 基は 250 億元。
- ・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 (European Pressurized Reactor)

- ・仏 AREVA 社開発の第 3 世代炉。
- ・2007 年 11 月 26 日、サルコジ大統領・胡錦濤主席立会いの下、CGNPC (現 CGN) と AREVA 社が台山での EPR 建設合意文書*に署名。AREVA 社の EPR 炉×2 基の中国への輸出が決定した。

*合意文書のカバー範囲は、核燃料供給を含め総額 80 億ユーロに及ぶ。AREVA 社は傘下の 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。

- ・知的財産権は AREVA 社にあるが、中国では将来の輸出も念頭に置いている (中国は AREVA 者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 502 億元*)、同-3・4 (計画中)

* 炉本体 60 億ユーロとの数字もある。巻末の<参考資料-4>では 237 億元。

- ・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
 - － 炉心溶融率： 9×10^{-7}
 - － 利用率：93%
 - － 建設工期：約 52 ヶ月
- ・技術移転の仕方：
 - － 台山プロジェクトでは、仏の N4 型技術、独の KONVOI 型技術、中国の CPR1000 技術を融合させて、設計、建設、運転、保守でさまざまな応用を行い、電力要求文書 (Utilities Requirements Document : URD) と、欧州

電力炉要求文書 (European Utility Requirements : EUR) の基準に合わせて第3世代炉技術をマスターする方針で臨んだ。

- 2009年12月21日、仏は2つの合弁会社を設立し、技術移転への積極的姿勢を中国にアピールした。
 - － 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)」：資本金167億4千万元。CGNPC (当時) 70%、仏電力公社 (EDF) 30%
 - － (技術移転の中核として設計・調達・建設を担当)「WECAN」社：AREVA社45%、CGNPC55%。深圳に設立。
EPRとCPR1000の設計と炉コンポーネント供給での技術移転受け皿機関。
 - － 台山プロジェクトの円滑な遂行のため、EDF、CNNC、CNEC、中国東方電気集団、上海電気集団、AREVA、ALSTOMが参加したプロジェクト協調委員会で全般的調整を行っている。
注) 第1回委員会では、参加者は、「安全、品質、速度、資金投入、自主開発」について、共通認識を固め、それに基づく指標を策定した。第2回目の委員会は、2010年9月29日に仏で開催した。
 - － 台山EPRの運転員は、仏での訓練(シミュレータ利用とOJT)と、中国国内での育成(含大亜湾の運転員の配置転換や大亜湾のシミュレータ訓練受講)のふたつの方法を採用。運転員は、最終的には国家核安全局(NNSA)の資格試験に合格しなければならない。
台山訓練センターのシミュレータは、仏の技術を用いて国産。2010年7月に完成した。
 - － 国産化率はNSSSの主要設備で50%。タービンで2/3をめざす。もともとEPRはM310炉技術の発展系でCPR1000と同一シリーズで国産化しやすい。
- 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が、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を指摘。その改善が図られた。
 - － AREVA社によると、それらは台山プロジェクトには深刻な影響を与えてはいない。むしろ台山はEPRの性能や経済性をアピールし直す機会と捉えている。
- 台山EPRプロジェクトの沿革：
 - － 1988年、広東省の第2番目の原子力発電プロジェクトとして計画
 - － 2005年、CGNPCがサイト選定準備に着手
 - － 2006年4月、第11次5ヵ年計画に台山原発プロジェクトを明記

- － 2006年12月、CGNPCが仏AREVAとEPRプロジェクトに関する交渉を開始
- － 2007年10月、国家発展改革委員会（NDRC）と国務院が、「国家中長期発展計画（2005～2020年）」を公表、その中で台山原発の建設を明示
- － 2007年11月26日、CGNPCとAREVAで台山EPR建設の合意文書に調印
- － 2007年12月12日、NDRCが台山原発建設を承認
- － 2009年10月22日、国務院が台山原発建設を最終承認

3) 発電炉国産化の現状と課題

<原子力発電産業の強化に関する最近の政府の指摘>

・ 国務院の国家能源局 (NEA) は、2015 年 1 月 29 日の「NEA 総合司通知 国能綜科技 [2015] 52 号：2015 年エネルギー自主革新とエネルギー設備プロジェクト申告」を公表した。その中で原子力発電設備に関しては、NSSS と BOP の重要設備、重要なポンプやバルブ、計装制御システムおよび関連重要設備の技術向上の必要性を指摘している。

(出典) http://zfxgk.nea.gov.cn/auto83/201502/t20150203_1889.htm

・ 2015 年 3 月 5 日、李克強首相は全国人民代表大会 (全人代) で、中国を「製造大国」から「製造強国」へ転換するため、2025 年までをカバーする「中国製造 2025 規画」を実施する方針を明らかにした。

その政府活動報告の中で、「政府は過剰生産能力を解消し、企業が合併・買収を通して市場競争に勝ち残れるよう支援し、また工業化と情報化の高度な融合を促進し、ネットワーク化、デジタル化、知能化等の技術を開発・利用し、重要な分野で主導権を握らなければならない」と指摘している。

李毅中 中国工業経済連合会会長は、原子力発電分野では 1 次系ポンプ、デジタル制御設備の競争力強化を挙げている。

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 (NDRC) はこの課題を認識し、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

2012 年 7 月 20 日国務院発表の「第 12 次 5 ヶ年国家戦略性新興産業発展規画」では、2015 年には原発設備容量 4 千万 kW の達成とともに、第 3 世代炉の製造能力を 1 千万 kW 以上で安定させるとの目標を示している。

注) 2014 年 12 月 4 日、NEA の劉宝華原子力発電部長は記者会見で、「中国は年間 8 基の原発を製造できる」と述べたが、これは第 3 世代炉のコンポーネントについての言及と思われる。

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。

具体的には以下の技術の弱さが指摘されている。

- － 蒸気発生器向け Inconel 690 合金電熱間や核燃料集合体のジルコニウム合金管材料、耐熱性ニッケル合金の Hastelloy 超薄板等の冶金・圧延技術
- － 原発向け鍛造品の品質の安定性（廃品率が高い）
- － AP1000 向けの大型キャンドモータや主冷却材ポンプ等の基幹設備の設計・製作技術

（出典）2012年12月12日テピア総合研究所刊「中国原子力ハンドブック 2012」。

注）同ハンドブックには、中国の原発コンポーネントの規格や基準、（中国の証券会社の2009年調査の代表的原発の20コンポーネントの）製造費と建設費目比率、輸入免税指定・同解除品目の記載がある。

2012年に輸入基幹1級部品指定を解除された技術分野は次のとおり。

- ・圧力容器の材質
- ・蒸気発生器の材質
- ・加圧器のクロージャーヘッドとボトムヘッドまたシェル、同じく材質
- ・炉内構造物の材質
- ・電動補助給水ポンプ
- ・設備冷却水ポンプ
- ・バタフライ弁
- ・換気システム、他

なお、2015年1月に「中国原子力ハンドブック 2015」が刊行された。

④中国の原子力発電事業者と原発設備メーカー（電気集団）の現状は次のとおりである。ともに資金調達の問題が共通にあるので、それは次項で扱う。

a. 原子力発電事業者（とくに CNNC と CGN）：

- ・骨太のマスター・スケジュールがなく、機関間の主導権争いが背景にあるかなり政治的な目的の炉型開発が行われて来た。

このため、里程と目標内容を決め、機関や部門が分担責任を果たし、節目節目で進捗を評価・チェックする開発システムが機能せず、偶然成果が上がったときは華々しく宣伝するが、遅れや不具合については敢えて立ち入らない風潮があったといわれる。

- ・間口が広い多岐にわたる事業展開（企業集団の運営、新型炉システムの開発、

原発企画・準備・建設・運転、海外展開等) を行っている。

- NEA の指示で、CNNC の「ACP1000」開発と CGN の「ACPR1000+」の設計の一本化により「華龍1号」を開発した。
- (WEC の AP1000 のライセンサーとして、国内企業の技口認定等で権限を強めている) SNPTC との関係見直しが必要になっている。
- 後発の CPI や他の発電集団が本格的に原子力発電事業に参入して来る中で、自集団の優位点や特質のアピールが重要になっている。
- 新設原発への運転・保守の技術・経験の体系的継承も深刻な課題となっている。

2014 年 11 月末、CNNC、CGN、CPI の海外事業統合の噂が報じられた。続いて同 12 月 4 日、政府が CNNC と CGN の合併を検討中とロイター通信が報じた。

注) 後者については、CNNC (国防上の理由での自主原子力技術推進の牙城) と CGN (国際技術による経済的で先進的な原子力発電推進の旗頭) の基本的な役割の違いから合併のむずかしさがある。国防技術としての原子力を扱う国家機関と原子力発電技術を扱う民間企業を作り、CNNC と CGN の資源・人員を振り分けることしか両者の特質をプラスに特化する道がないように思われる。

b. 原発設備メーカー (電気集団) :

- 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。
- (原発の大量建設に備えて、技口標準化や品質向上を指導する) 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「最先端技術」提携で他集団よりも一頭地を抜くことを狙っているが、(海外先進企業も保険の意味で、中国の他の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設備投資等の資金調達がこれまでと違い政府に頼れなくなっている。

＜原子力発電事業の資金調達方法の変遷＞

1. 2007年11月2日、国家発展改革委員会（NDRC）が発表した「原子力発電中長期発展計画（2005～2020年）」では、以下の方針を明示した。
 - a. 原子力発電設備国産化を促進する企業に対し、増値税*の還付を行う。原子力発電設備製造・施工に用いる設備と材料は増値税を免除する。
 - * 中国の増値税は、日本の消費税、欧米のVATと同じく国内売買での付加価値に課す国税で17%。この方針に基づき次の還付措置を導入（火力・水力の発電事業者には不適用）。
 - － 原子力発電所が営業運転を開始してから15年間にわたり増値税の還付を行う。
 - － 還付率は、最初の5年間で75%、次の5年間で70%、最後の5年間で55%である。
 - b. 原子力発電所建設のための資金調達
 - － 国内調達を主とし、原則的に外国からの商業借款ならびに輸出金融を使用しない。
 - － 政府は可能な限り、予算範囲内の資金（国債資金）での支援を行う。
 - － 原発事業者は企業債権発行や株式上場等で建設資金の20%以上を自己資金で賄え。
2. これは、国務院で「以核養核、滾動（着実）発展」（現有の原子力発電所の運転で得た資金で、次の原子力発電所を建設する）方針として決定された。
3. 国務院では、2009年3月に設定した「2020年までに7,500万kW規模の原発を建設する」目標達成に必要な資金は9,400億元（約11兆8,300億円）に上ると試算した。

この頃から原発事業での「民間資本参入の必要性」と「政府の監督管理」のバランス問題を提起した。（主な出典）2010年10月1日（株）テピア窪田副所長「中国：原子力発電大国から原子力発電強国へ」
<http://www.tepia.co.jp/topics/img/seminer101001.pdf>
4. 2012年3月第11期全人代第5回会議で温家宝首相は、重要プロジェクト実施のために「民間投資の奨励・誘導に関する国務院法令（新36条）の運用実施細則を策定する」と報告。2014年12月4日NEAの劉宝華原子力発電部長は記者会見で「政府は、原子力部門を金融市場に開放し民間資本を原発建設に参加させたい」と述べている。

このように金融市場での資金調達は政府の意向に沿うもので国有企業は新規株式公開を促進している（P90参照）。CGNパワー社は香港聯交所で2014年12月10日に時価総額321億3182万5千香港ドルの株式公開を行った。中国核能電力（CNNP）も2014年5月4日、上海証券交易所での新規株式公開で10基の原発建設の原資（最大で162億5千萬元）を調達したいとの希望を表明した。

⑥中国の原子力産業の閉鎖性と「親方日の丸（鉄飯碗）」意識。

- ・国有企業は「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公開はなく真の競争はなかった。
- ・いまやこの状況からの脱却が求められている。しかし、（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」に安住している。

⑦「自助努力の蓄積としての技術向上」の欠如。

- ・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は、国内産業の一定のレベル向上には役立ったが、「技術は教えてもらえるもの」との安直な姿勢蔓延ももたらしている。

<中国の「混血型技術導入」方式>

- ・中国では、特定の国・企業から一括して製品・技術の購入・導入を図るよりも、むしろ意図的に分散型調達、あるいはバラ買い技術導入を行うことで、自らのイニシアティブ維持と知的所有権確保を志向する傾向がある。
- ・ただ、技術のシステムとしての首尾一貫性を保つ観点からは、こういったいわゆる「混血型技術導入」方式は、導入後の吸収消化、安全性・効率性の向上、あるいは普及展開では問題を残す可能性が高い。

（出典）2012 年 2 月東京大学ものづくり経営研究センター特任研究院・愛知大学経済学部教授 李春利氏「中国の原子力政策と原発開発」

http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC381_2012.pdf#search='%E9%81%BC%E5%AF%A7%E6%A0%B8%E9%9B%BB%E6%9C%89%E9%99%90%E5%85%AC%E5%8F%B8'

- ・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。

注) 国有企業やその子会社が外国企業と合弁を設立する場合には、国家資産監督管理委員会 (SASAC) で厳格な審査を行うため多くの制約がある。孫会社になると、合弁設立でもそれほど制約はなくなるので、外国からの技術導入に向いている。

（出典）2010 年 11 月の訪中現地調査時の訪問先での聴取。

⑧人材育成も深刻な問題となっている。

・2007年11月の「原子力発電中長期発展計画」に基づき、国防科学技術工業委員会が立てた原子力専攻大学卒業生の需要予測では、次の数値が上がっていた。

- － 2020年時点（原発容量4千万kWと当時は予測）では、1万3千人が必要。
- － 内訳は次のとおり：

学歴別：学部卒60%、修士30%、博士10%

分野別：炉工学2,600名、放射線化学・同科学2,600名、原子力応用技術2,400名、核燃料工学1,500名、放射線防護・環境保護1,300名、核物理等の基礎科学1,300名、ウラン鉱探査1,300名

・しかし、2013年1月の「第12次5ヶ年エネルギー発展計画」では、2020年の原発容量を5,800万kWと見通しており、これですら控え目と思われる。

・このため政府は原子力関連学科設置等、大学での教育強化に邁進中である。

・企業集団は、2010年になる前から次のような対応をとっている。

- － 地域の専門学校・大学と、講座開設や優秀な学生支援等で提携
- － 自集団・企業内の専門学院で専門課程開設や施設設置を促進

注) 2010年11月の筆者らの訪中調査では、CGNPC(現CGN)から以下の指摘があった。

- ・土木・建設・運転・保守現場での（新工法での据付等の）専門作業経験が重要。5～6年の専門家育成期間を、新装置・システムにより2年以内にしなければならない。
- ・CGNPCの職員は約21,000人（うち15,000人が原子力発電関係）。600人が複数の原発プロジェクトの準備に従事。運転員・保守員を合わせて毎年1,000人の養成が必要。

- － 自社スタッフを海外の発注先・提携先に自集団・自社の費用負担で派遣
- － 他社人材の引き抜き、幹部ポスト約束や奨学金提供での院生・学生の青田刈り。

注) 大唐発電集団の人材育成例については<参考資料-5>を参照。

⑨その他の課題：中国社会に見られがちな性向や風潮によるもの

a. 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。

- ・ <自社の存亡や主導権争いを賭けた人材引き抜きや院生・学生の青田刈りは前項で指摘したので、ここでは省略>

- ・ 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もとれる。両者の炉型開発競争は NEA による「華龍 1 号」への一本化で一段落したが、この先の原子力産業再編成に向けての主導権争いが続くと思われる。

b. 公益よりも私益の優先、ルールは無視・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電技術公司 (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。

注) 中国では福島原発事故以降、原子力発電の安全を高めるための各種措置を多角的に取り入れている。原発の安全性検査の項目や方法、大型設備の製造方法・材料までも具体的に提示してその徹底を図り、また原発建設工場の元受企業の資格条件や職責の厳正化にも一層の努力が見られる。それが奏功すればここに挙げた懸念も払拭される。

c. 「努力よりも要領」、「事実よりも言い方」

- ・ 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）。

4. 中国の原子力発電機器製造産業

図表 8：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(哈爾濱)電気集団 | 中国第一重型機械集団 | 中国第二重型機械集団*7 | その他企業 |
|---------------|----------------------------------|------------|--|----------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|--|
| 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 | | 哈爾濱市/哈爾濱市、秦皇島 | チチハル市/チチハル市、大連市 | 徳陽市/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 | | 哈爾濱電気股份有限公司 | 中国第一重型機械股份有限公司 | 二重集団(徳陽) 重型装備股份有限公司 | |
| 原子炉圧力容器、蒸気発生器 | 上海鍋炉廠、上海第一機床廠 | 上海重型機器廠、上海 | 東方鍋炉廠、東方電気集団(広州) 重型機器、東方電気集団(武漢) 核設備、東方電気集団東方汽輪機 | | 哈爾濱電設、哈爾濱鍋炉、哈爾濱電気集団(秦皇島) 重型装備 | 核電石化事業部、重型装備事業部、鑄鍛鋼事業部、天津重型 | 山東核電設備製造(SNPTC傘下。AP1000の格納容器製造開発中) | |
| 蒸気タービン発電機 | 上海電気設備汽輪機廠 | 海電核電設備 | 東方電気東方汽輪機廠、東方電機廠 | | 哈爾濱汽輪機廠、哈爾濱電機廠、哈爾濱電気動力装備 | 装備工程研究、一重集団公司大連設計研究院(高速炉) | | |
| 炉内構造物 | 上海重型機器廠、上海第一機床廠 | | (広州) | 東方電気(武漢) 核設備 | 哈爾濱電気集団(秦皇島) 重型装備 | | | |
| 制御棒駆動装置 | | | 重型機 | 東方汽輪機、(武漢) 核設備 | | | | |
| 燃料交換機 | 上海起重運輸機械廠 | | 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、太原重型機械 | |
| 主配管等 | 上海重型機器廠 | | 東方電気集団東方鍋炉股份 | | 哈爾濱電気動力設備 | <中国第一重型機械集団> | 二重集団(徳陽) 重型装備股份有限公司 | AP1000関係で中国船舶重工集団(中船重工)と渤海船舶重工(渤海重工) |
| ポンプ(泵)類 | 上海電気KSB核電ポンプ、上海電気凱士比核電泵閥、上海重型機器廠 | | 東方電気廠(またその合併の東方AREVA核電) | | 哈爾濱電気動力装備 | | | 重慶水泵廠、瀋陽鼓風機集団核電泵業(AP1000関連)、大連深藍泵業、上海阿波罗(アポロ) 機械製造 |
| 計装制御 | 上海電気電站設備 | | 東方電機廠 | | ハルビン電機廠 | | | 北京核儀器廠(CNNC傘) |

| | | | | | |
|-------------|-------------|--|-----------------------|--|---|
| | | | | | 下)、中核武漢核電運行技術股份、北京広利核系統工程 (CGN 傘下)、国核自儀系統工程有限公司 (SNPAS. SNPTC 傘下) |
| ハルビン (閥門) 類 | 上海電気凱士比核電泵閥 | | 哈電集團哈爾濱電站閥門、哈爾濱電気動力装備 | | (中核)蘇州閥門廠 (CNNC 傘下)、江蘇神通閥門股份、大連大高閥門、瀋陽盛世中高压閥門、西安核設備 (CNNC 傘下) |
| 土木建設 | | | | | 中国核工業建設集團** (CNEC)、中国核工業華興建設***、 |

*2013年7月に中国第二重型機械集團公司是「中国機械工業集團有限公司」に合併されたが、5大電気集團の各種比較の便宜上、本報告では従来の「中国第二重型機械集團公司」の部分をさす。

** 傘下には中国核工業第二建設有限公司 (CNI22)、中国核工業第二三建設有限公司 (CNI23)、中国核工業第二四建設有限公司 (CNEC24)、中国核工業第五建設有限公司 (CNEC5) がある。CNI22、CNEC24、CNEC5 は CNEC の子会社だが、CNI23 は CNEC と中広核工程有限公司 (CNPEC) の共同出資の会社。いずれも軍事施設建設にも関連。CNEC5 はパキスタンのチャシュマ建設にも参加。

*** 2012年12月、中国核工業華興建設有限公司は、米国コロンビア州の裁判で、2006~07年にかけてパキスタンのチャシュマ原発用に (米国が禁止していた) 米国製対高温高性能塗料輸出の容疑を認め200万ドルの罰金支払いに同意した。その前の2010年3月、同公司は中原対外工程有限公司 (CZEC) とチャシュマ-3・4の共同建設契約を締結した。

<5大電気集團>

・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つの企業集團 (上海電気集團、ハルビン電気集團、中国東方電気集團) 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團、中国第二機械集團があり、ここまでの5大電気集團としている (大連重工起重集團をさらにひとつの集團と見る区分もある)。

注) 「〇〇集團」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關」が、民営化の流れの中で「集團」という名称を選択したことが多い。

注) 上海電気集團は、主に独シーメンスと提携。

注) ハルビン電気集團公司是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团公司現代製造服務産業、、エンジニアリング研究は哈電發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（中国企業聯合会・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>

他の集団のホームページでも上市公告タグが頻出する。

これらは新規株式公開（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。

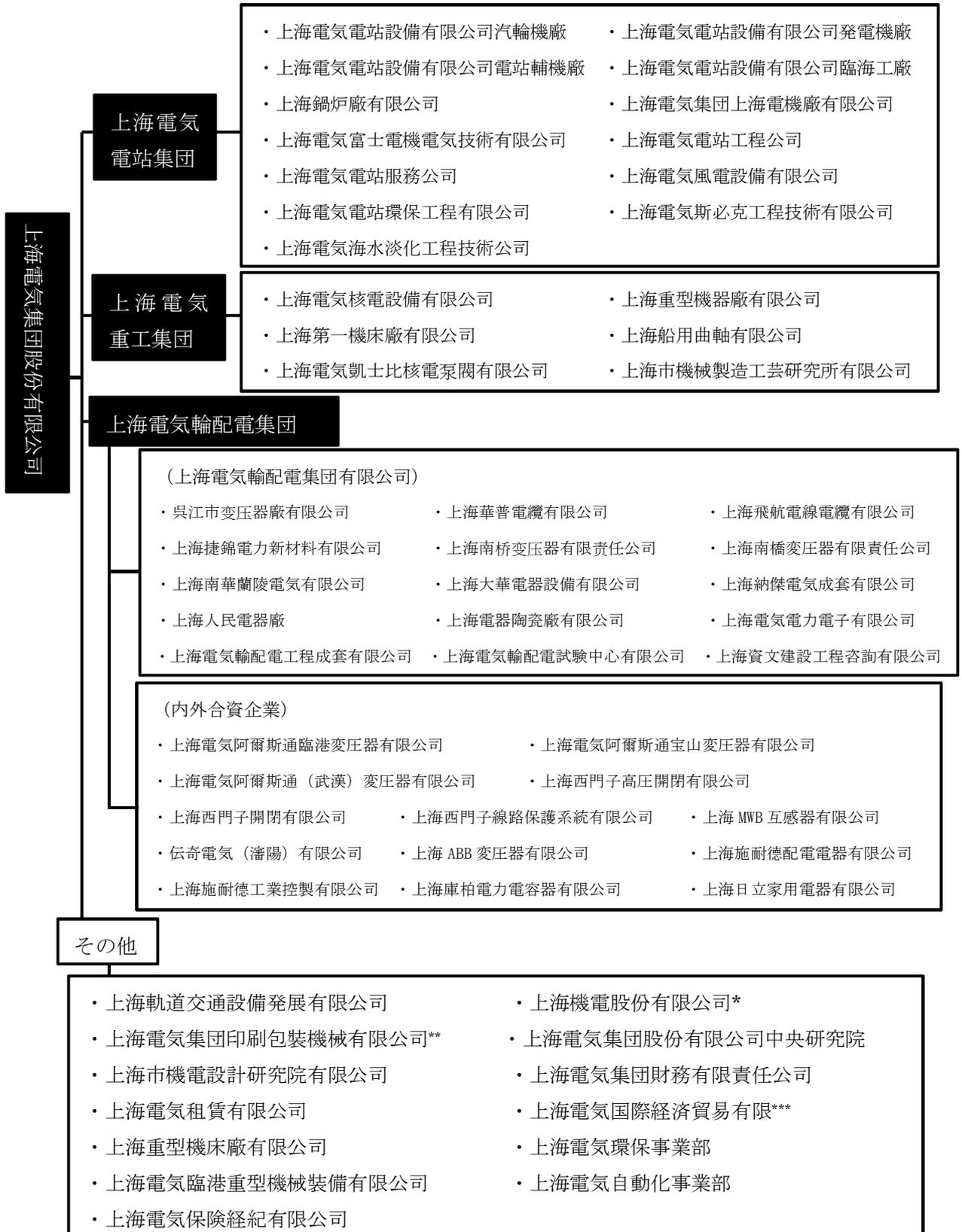
2014 年 5 月 4 日、CNNP（P16 参照）は上海証券交易所での株式公開により 10 基の原発建設の原資（最大で 162 億 5 千萬元）を調達する意向を表明した。

2014 年 5 月 26 日、中国核工業建設集団公司（CNEC）は新規株式公開で 5 億 2,500 万株を売り、最大 18 億元調達の計画を公表した。

2014 年 11 月 16 日、CGN パワー社（P21 参照）は香港聯交所での新規株式公開（IPO）を発表。上場日の 12 月 10 日は、終値 3.31 香港ドル（公開価格比 19.1% 高）で 87 億 4453 万株が公開され、初日終値に基づく時価総額は 321 億 3182 万 5 千香港ドルで、中国最初の証券市場上場原子力発電企業となった。

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 9：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。他の電気集団に比べて、発電設備だけではなく、送電設備、交通インフラ設備、環境設備等でも強い競争力をもつのが特徴。

<沿革・製造能力等> 臨港基地に原子力部門の集中化を図っている。

- ・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 5,000 トン級の船舶専用の埠頭（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 2.1 億元の「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」の委託を受け、（開始年不明ながら）2010 年まで実施した。

（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-2>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
- ・寧徳-2 (CPR1000) ・圧力容器 (上海鍋炉廠)
- ・紅沿河 (CPR1000) -1 : 蒸気発生器
注) 蒸気発生器は上海電気核電設備有限公司が自主開発。中国核動力研究設計院 (NPIC)、CGN 傘下のエンジニアリング会社「中広核工程有限公司 (CNPEC)」等と協力して、これまで輸入に頼っていた原材料もすべて自社調達した。(2010年9月6日 Serchina 報道等)
- ・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 (2012年に低圧タービンローター製造能力確立)、高温ガス炉それぞれ向けの大型鍛造品86体と炉内構造物159体の製造と量産化に実績 (2012年にすべての炉部分の鍛造品製造能力確立)。2013年に主冷却材ポンプの設計も国産化。
- ・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 基出荷。

(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(WEC：西家)と上海汽輪機有限公司を設立。この WEC 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

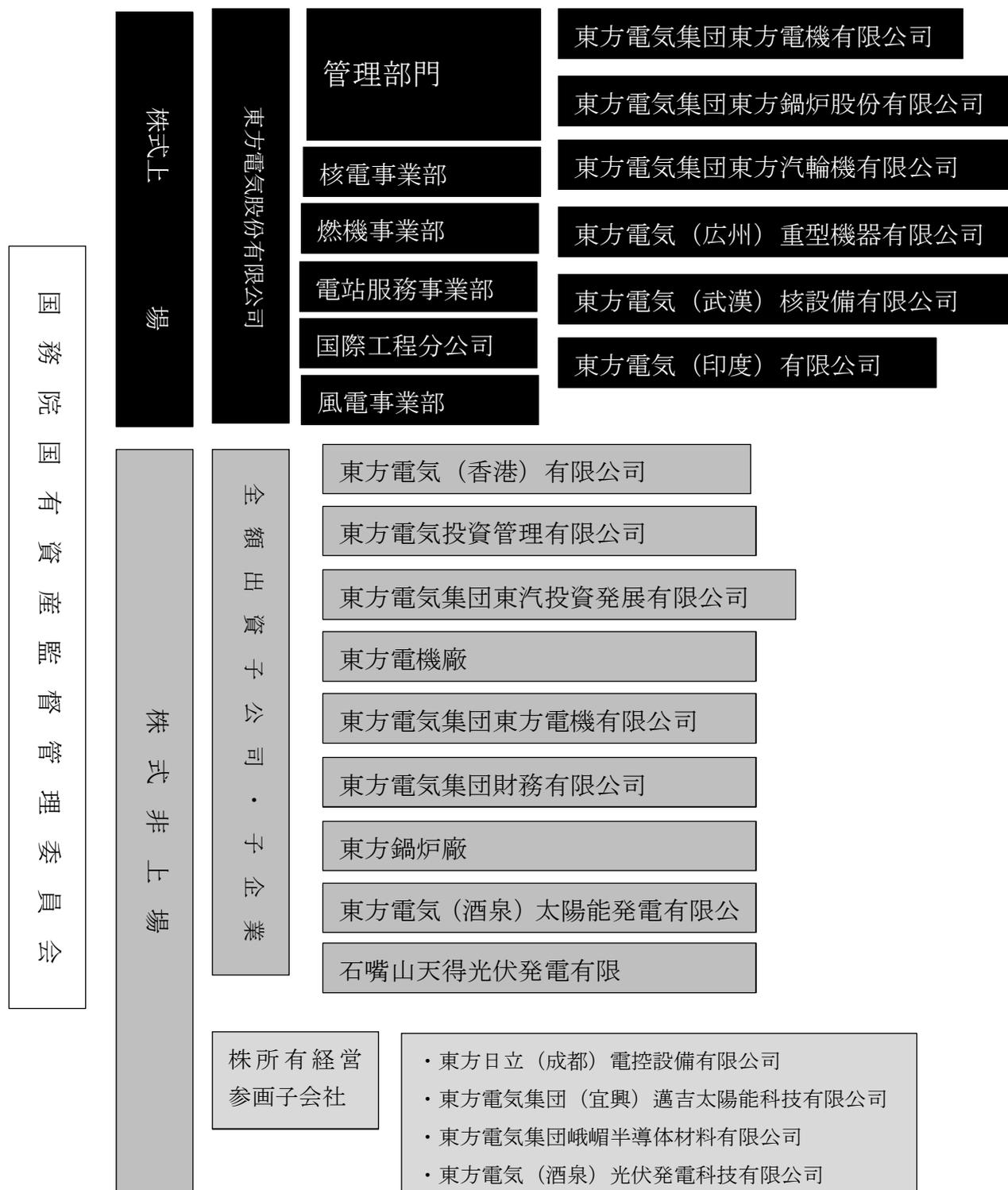
* 秦山 II-1・2 の圧力容器、主冷却ポンプ等は、1995 年 1 月に一旦は韓国側コンソーシヤムが受注したが、その後契約条件の不履行等により、1996 年 6 月三菱重工業が受注し直した。これに伴い、三菱重工業から上海鍋炉廠有限公司に秦山 II-2 の圧力容器製造で技術移転がなされた。

- ・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
- ・WEC、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・ティ刊「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：発電設備メーカー。中国初の100万kW原発の圧力容器と蒸気発生器を製造。主に仏と連携。本拠地は四川省

図表 10：中国東方電気集団公司



＜中国東方電気集団「DEC」の概要＞ 徳陽基地に集中（重型は広州南沙基地に）

- ・DEC は中国最大の発電設備製造と建設請負集団。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) DEC のホームページでは、170 万 kW 原発の主要設備の製造が可能としている。

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（東方電気集団の設立）。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。

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。

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 (DFHM)」の HP 別項では中国（同社）初の 100 万 kW 級原発の圧力容器・蒸気発生器製造は 2006 年 9 月と記載。

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

2004 年 12 月 28 日：中国最大の原発設備製造基地 DFHM を広州南沙で建設開始。

注) DFHM の HP 別項では同社は 2004 年 5 月 17 日設立と記載。別の文献では、場所は南沙区黄閣工業園となり、また「CPR1000 の国産化・輸出の基地にするため、中国東方電気集団を筆頭株主に、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とともに 13 億元を共同出資し、2004 年 5 月に着工」と記載。

2007 年 11 月：「東方電気股份有限公司」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：東方電気集団会社の理事会で、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。

(出典) <http://www.dongfang.com/index.php?app=history> 等

<設備能力等>

- ・「中国東方電気集団（DEC）東方電気（広州）重型機器（DfHM）」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基分製造可能。1,400トンのクレーン、3,000トン級船舶専用埠頭をもつ。AP1000、EPR、CAP1000の主要設備の製造可能。

「東方電気（武漢）核設備」では100万kW級炉内構造物を年間4～6基製造が可能。(出典) 中国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。超臨界タービンとABWR設備の製作にも関心。2010年12月末現在の資産総額は137億元。
- ・「東方鍋炉廠」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。2006年以来年間生産額は8年連続で100億元超。
- ・2010年時点の「中国東方電気集団」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機廠。
-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。
圧力容器は、-1 は DFHM、-3 は東方鍋炉廠。(-2 は上海鍋炉廠)
- ・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ではアルストム社開発の「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年にかけて行なった。AP1000の静的余熱除去器を2012年2月に完成した。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。

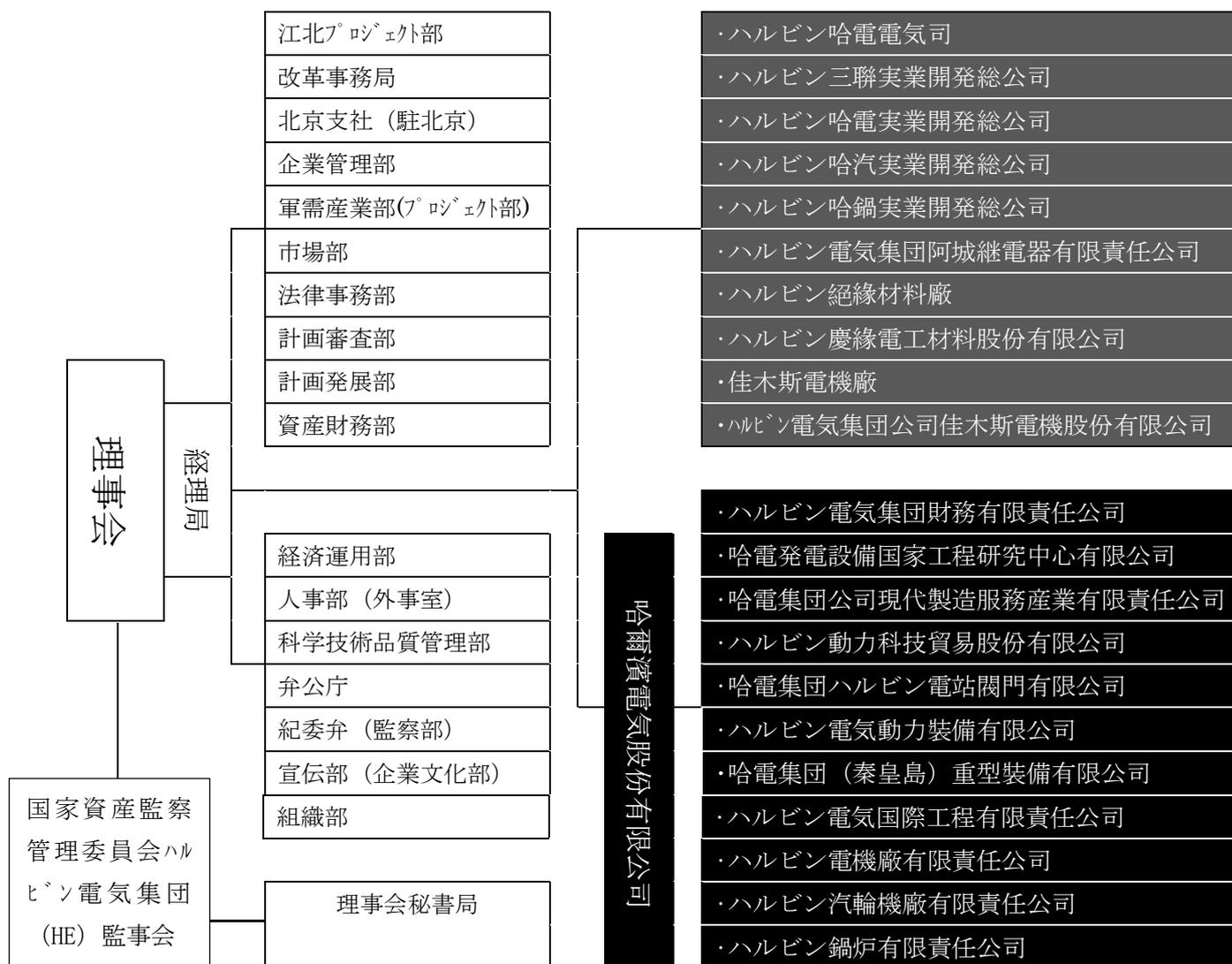
<海外企業との協力状況>

- ・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。本拠地は黒龍江省。

図表 11：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2,418億元、発電設備総生産容量は2億7,947万kWである。

<製造拠点とその能力> 重型設備工場は秦皇島に

- ・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站設備股份有限公司(現ハルビン電気集団公司)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会社が
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-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公司 (CFHI) : 原発用大型鋳鍛造品製造では中国最大

<企業概要>

- ・1954年(第1次5ヵ年計画)に「第一重型機器廠」として設立された53の国有重要骨干(基幹)企業でもある国有独資企業*。

* 国家(國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。

その後「中国第一重型機械(集団)有限責任公司」となり、2008年12月に持株企業「中国第一重型機械股份公司」を設立、2010年2月に上場。「中国第一重型機械(集団)有限責任公司」は2010年12月6日をもって「中国第一重型機械集団公司(CFHI)」となった。

現在CFHIは23の子会社・事業部等を持ち、資産総額は373億元。

- ・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。
- ・集団としては、チチハル、大連、天津に集約拠点をもつ。

<「中国第一重型機械股份公司」構成事業部または企業>

- ・ 重型装備事業部
- ・ 鋳鍛鋼事業部
- ・ 一重集団齊齊哈爾(チチハル)中実運業有限公司
- ・ 核電石化事業部(中国第一重型機械集団大連加氢[水素添加]反応器製造有限公司)
- ・ 一重集団大連石化装備有限公司
- ・ 一重集団大連国際科技貿易有限公司
- ・ 一重集団国際有限責任公司(德国=ドイツ)
- ・ 一重集団大連工程建設有限公司
- ・ 上海一重工程技術有限公司
- ・ 一重集団紹興重型機床(特大型旋盤)有限公司
- ・ 一重集団常州華冶軋輥(圧延ローラー)有限公司
- ・ 一重集団蘇州重工有限公司
- ・ 一重集団馬鞍山重工有限公司
- ・ 一重集団天津重工有限公司
- ・ 一重集団天津風能設備有限公司
- ・ 天津一重電気自動化有限公司
- ・ 天津重型装備工程研究有限公司

- ・ 能源裝備材料科學研究所
- ・ 重型技術裝備基礎科學研究院
- ・ 一重集團大連設計研究院有限公司
- ・ 技術中心弁公室、他。

<http://www.cfhi.com/yzjt/channels/13.aspx>

< 「中国第一重型機械股份公司」の主要事業拠点概要 >

・ 鑄鍛鋼事業部：

1999年設立。黒龍江省チチハル市の富拉爾区に所在。

溶鋼50万トン、大型鑄鋼品6万トン、大型鍛造品24万トンを生産。500トンの鑄造塊、400トンの鍛造塊の製造能力をもつ。

従業員3168人（うち中級技術者297人、高級技術員候補290人、技師と高級技師184人。これらのうち174人が品質管理を兼職）

・ 重型裝備事業部：

前身「中国第一重型機械（集團）有限責任公司」の主要部門を継承。

黒龍江省チチハル市の富拉爾区に所在。

重型裝備製造、原子力発電、軍需工業、大型裝備製造、金属構造、中型鍋炉裝備製造、設備補修等10の製造部門と、品質管理や企画・財務等の5つの職能部門から成る。年間160件の原子力発電関連装置を製造している。放射線非破壊検査では3～400mm厚鋼の自動測定ができる。

・ 核電石化事業部（中国第一重型機械集團大連加氢反応器製造有限公司）：

大連市甘井子区の臨港部の棉花島に所在。原発装置製造拠点のチチハル基地から、大型装置製造のために主要設備を移転。

1994年計画開始、1997年着工。2009年6月主要設備移転開始。従業員822人。

25万㎡の敷地。5,000トン級船舶接岸埠頭をもつ。

注）2009年6月の棉花島基地の拡張開始時には、完成時の原発設備年産目標は次のとおり。

－CPR1000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。

<受注実績>

- ・紅沿河-1 (CPR1000) : 圧力容器 (中国第一重型機械集团公司)
- ・陽江 (CPR1000) : 圧力容器 (-1~4)、蒸気発生器 (-1~3)
- ・寧徳-3・4 (CPR1000) : 蒸気発生器
- ・福清-1・2 (CPR1000) : 圧力容器
- ・方家山-1・2 (CPR1000) : 圧力容器
- ・秦山Ⅱ-3・4 (CP600) : 圧力容器、加圧器
- ・三門-1 (AP1000) : 中国最初の AP1000 の蒸気発生器と圧力容器用鍛鋼品 (韓国斗山重工業の下請けで)
- ・三門-2 (AP1000) : 圧力容器
- ・海陽-1・3・4 (AP1000) : 同上
- ・咸寧-1・2 (AP1000) : 圧力容器、蒸気発生器
- ・海陽-1 (AP1000) : 圧力容器、蒸気発生器
- ・彭澤-1・2 (AP1000) : 圧力容器×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) : 圧力容器
- ・低温熱供給炉の製造資格ももつ。

<海外企業との協力実績>

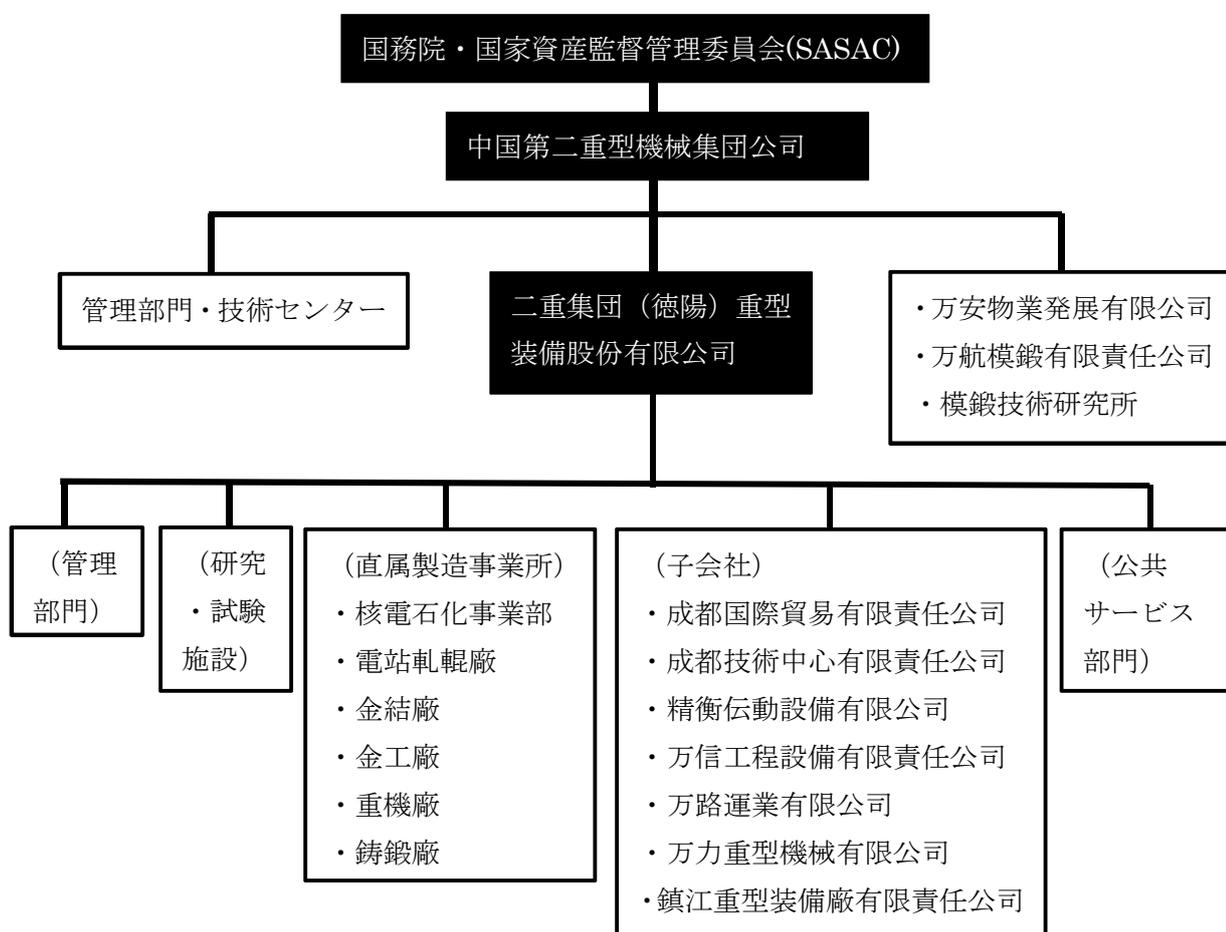
- ・CFHI は、国務院の国家発展改革委員会 (NDRC) から 100 万 kW 級 PWR の機器メーカーに指定され、米国ウェスチングハウス・エレクトリック社 (WEC) や韓国斗山重工業(株)からの技術移転を受けて AP1000 用機器を製造している。
- ・スペインの大型機器製造業者であるエキポス・ニュークレアス (ENSA) 社と圧力容器や蒸気発生器の鍛造部品の供給協力協定を交わしている。これにより CFHI は ENSA 社から BWR 圧力容器用鍛造品の設計図・技術を提供し、CFHI はこれにより BWR 圧力容器用鍛造品の研究開発を進めている。

5) 「中国第二重型機械集団公司(China National ERZHONG Group Co.)」*：
中国最大の重機械設備製造集団。

<http://www.china-erzhong.com/>

*2013年7月18日、国務院は中国第二重型機械集団公司と中国機械工業集団有限公司の合併を決定、従来の中国第二重型機械集団公司は新「中国機械工業集団有限公司」の100%子会社となった。しかしここでは「5大電気集団」の各種データ比較上、従来の「中国第二機械集団公司」の部分のみをさす。

図表 12：中国第二重型機械集団公司（2014年12月31日現在）



(出典) <http://www.china-erzhong.com/Article/UploadFiles/201412/2014123117074035.jpg>

<「中国第二重型機械集団公司（中国二重）」の沿革>

- ・1958年「西南重機廠」として設立。
- ・1960年、「第二重型機器廠」に改称。

- ・1993年8月18日、「第二重型機器廠」は国務院の承認を得て、国内57位の大型企業集団「中国第二重型機械集団公司（略称：中国二重）」となった。

＜「中国二重」成立時の主要構成企業＞

- a. 控股子公司（二重が株を所有し、経営に参加する子会社）
 - ・二重集団徳陽鍛造廠有限責任公司
 - ・二重集団（徳陽）精衡伝動設備有限公司
 - ・二重集団徳陽鑄造廠有限責任公司
 - ・中国第二重型機械集団徳陽万路運業有限公司
 - ・二重集団徳陽輸出入有限責任公司
 - ・二重集団（鎮江）重型裝備廠有限責任公司
 - ・中国第二重型機械集団（徳陽）万通物資有限公司
 - ・中国第二重型機械集団（徳陽）万信工程設備有限責任公司
 - ・徳陽万力重型機械有限公司
 - ・徳陽重誠鍛造有限責任公司
 - ・徳陽万路旅行社有限責任公司
- b. 参股公司（二重が出資する会社）
 - ・徳陽億通科技有限責任公司
 - ・中国浦發機械工業股份有限公司

- ・2007年9月25日にこれらを再編して、二重の中核企業「二重集団（徳陽）重型裝備股份有限公司(略称：二重重装)：China Erzhong Group (Deyang) Heavy Industries Co., Ltd（英文略称：ZrZhong Heavy）」を設立。二重重装は中国最大級の重量機械製造と重大技術裝備国産化の基地となった。
- ・2013年7月18日、国務院は「中国二重」と「中国機械工業集団有限公司」の合併を決定。「中国二重」は新「中国機械工業集団有限公司」の100%子会社となった。

＜「中国二重」の中核組織である「二重集団（徳陽）重型裝備股份有限公司(二重重装あるいは二重徳陽)」の概要＞

- ・「二重重装」は、冶金、鋁山、エネルギー、交通、自動車、石油化学、航空宇宙等の分野の工業設備を製造する。
- ・四川省徳陽（Deyang）市に本部と中国二重徳陽製造基地（275.5万㎡。従業員1万人）がある。1,000トンの溶鋁炉、600トンの鋼塊製造設備、550トンの鑄造設備、400トンの鍛造品製造設備をもつ。

主要製品としては、製鉄関連機器（宝山鋼鉄の1580mm熱間圧延帯鋼の鋼板圧延機、宝山鋼鉄の1550mm冷間連続圧延機、鞍山鋼鉄の1780mm熱間圧延帯鋼、馬鋼の大型熱間圧延H形鋼製造プラント、邯鋼の1680mm薄板連続鑄造製造プ

ラント等)、発電プラント用鋳鍛製品、軍需製品等がある。海陽-1・2 (AP1000) の主配管受注の実績がある (中国電力投資集団公司(CPI)傘下の山東核電有限公司(SNPC または SDNPC)のホームページ)。

注)「二重重装」の上場のため証券会社が作成した 373 頁の資料は、(2009 年 12 月時点のデータで)古いが、「二重重装」の技術の強みや弱み、技術提携先、原子力発電分野の売上げや設備投資金額の年度推移等が詳しくまとめられている。

http://www.china-erzhong.com/gufen/index/shzr/UploadFiles_9850/201009/2010092609531137.pdf

<その他の拠点>

- ・江蘇省鎮江には二重重装の鎮江 (あるいは鎮江出海口) 基地 (200 万 m²) があり、主に運輸や高精密分野の製品を製造する。
- ・四川省成都にエンジニアリング研究センターがある。

<中国二重の中国東方電気集団公司との密接な協力状況>

- ・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次頁に概括する。
- 政府では次の製造能力の達成をめざしている (P81 参照)。
 - 国家発展改革委員会 (NDRC) 目標：
2015 年までに原発の「压力容器と蒸気発生器」を年間 20 セット製造。
 - 「第 12 次 5 ヶ年国家戦略性新興産業発展規画」目標：
2015 年に第 3 世代炉の製造能力を 1 千万 kW 以上で安定。
- 報道によると、全国政協委員でもある中国広核集团有限公司 (CGN) 賀禹理事長は「中国の現在の原発製造能力は、毎年 10～12 基で、建設能力は毎年同時に 30～50 基を満たすことができる」と語った。

(出典)風専媒 <http://www.storm.mg/article/43526> の 2015 年 3 月 10 日の紅沿河探訪記事

図表 13 : 5 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> 中国広核集团有限公司 (CGN) 構成企業の設立日・資本構成

・以下に示すのは、2014年8月28日の香港聯交所ニュース掲載の中国広核集团有限公司 (CGN) 関連のデータ*である。

* 中国広核電力股份有限公司 (中広核電力=CGN Power Co.) が香港聯交所に新規株式公開 (IPO) 申請書に添付された書類に示されたものである。

2013年4月になくなったはずの「中国広東核電集团有限公司 (CGNPC)」という名称が「中国広核電力股份有限公司」を統括する持株会社名として使われているが、敢えて原文のまま CGNPC で記載した。

<http://www.hkexnews.hk/APP/SEHK/2014/2014082801/Documents/SEHK201409030006.pdf#search='%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E5%BA%83%E6%A0%B8%E9%9B%BB%E5%8A%9B%E8%82%A1%E4%BB%BD%E6%9C%89%E9%99%90%E5%85%AC%E5%8F%B8'>

注) 番号は、P20の「CGNの構成企業」の番号に対応させたが、半数近くの企業については記述がない。また編集者が同一と判断した企業は、P20と同じ番号にした。了解されたい。

② 広東核電投資有限公司 (Guangdong Nuclear Investment Co., Ltd. : GNIC)

1983年8月18日設立。CGN Powerの100%子会社。

③ 嶺澳核電有限公司 (Ling Ao Nuclear Power Co., Ltd.)

1995年10月4日設立。設立時はCGNPCが70%、広東核電投資有限公司 (GNIC) が30%を出資。現在はCGN Powerの100%子会社。

④ 嶺東核電有限公司 (Ling Dong Nuclear Power Co., Ltd.)

2004年9月15日設立。広東核電投資有限公司 (GNIC) が45%、中広核核電投資有限公司 (CGN Investment) が30%、CGN Powerが25%。

⑤ 陽江核電有限公司 (Yangjiang Nuclear Power Co., Ltd.)

2005年2月23日設立。CGN Powerが46%、広東核電投資有限公司 (GNIC) が30%、広東省澳電集团有限公司が17%、中広核一期産業投資基金有限公司 (㊟参照) が7%。

⑥ 遼寧紅沿河核電有限公司 (Liaoning Hongyanhe Nuclear Power Co., Ltd.)

2006年8月28日設立。中広核核電投資有限公司 (CGN Investment) が45%、中電投核電有限公司 (CPI Investment Nuclear Power Co., Ltd.) が45%、大

連市建設投資集団有限公司 (Dalian Construction Investment Co., Ltd.)
が 10%。

- ⑦福建寧徳核電有限公司 (Fujian Ningde Nuclear Power Co., Ltd.)
2006 年 3 月 23 日設立。Njngde Investment が 46%、大唐国際発電股份有限公司 (Datang International Power Generation Co., Ltd.) 福建省能源集団有限公司 (Fujian Energy Group Co., Ltd.) が 10%。
なお、寧徳原発は青川 (Qingchuan) 原発とも呼称 (4 基)。

- ⑧台山核電合営有限公司 (Taishan Nuclear Power Joint Venture Co., Ltd.)
2007 年 7 月 5 日設立。台山核電産業投資有限公司が 47.5%、EDF International が 30%、CGNPC が 12.5%、広東核電投資有限公司 (GNIC) が 10%。
注) ここで設立日とされている 2007 年 7 月 5 日は、両国による台山原発建設合意 (2007 年 11 月 26 日) の前であり、2009 年 12 月 21 日が正しいと思われる。

- ⑩中広核核電管理有限公司 (China Nuclear Power Operations Co., Ltd.)
2012 年 8 月 3 日設立。CGN Power の 100%子会社。
注) CGN のホームページの「中広核核電運営有限公司」のことと思われる。

- ⑪大亜湾核電運営管理有限責任公司 (Daya Bay Nuclear Power Operation and Management Co., Ltd. : DNMC)
2003 年 3 月 12 日設立。広東核電投資有限公司 (GNIC) が 87.5%、中電核電運営管理 (中国) 有限公司 (CLP Nuclear Power Operation (China) Co., Ltd.) 12.5%。

- ⑫中広核工程有限公司 (CGN Engineering Co., Ltd.)
2004 年 2 月 4 日設立。CGNPC の 100%子会社。

- ⑬中科華核電技術研究院有限公司 (China Nuclear Power Technology Research Institute: CNPRI)。2006 年 11 月 8 日設立。CGN Power の 100%子会社。

- ⑭蘇州熱工研究院有限公司 (Suzhou Nuclear Power Research Institute)
1978 年 5 月 13 日設立。2003 年 7 月 7 日、有限公司化で組織再編成。CGN Power の 100%子会社。

㊸ 広東大亜湾核電環保有限公司 (Guangdong Daya Bay Nuclear Power Environment Protection Co., Ltd.)

注) CGN のホームページの「大亜湾核電環保有限公司」のことと思われる。ホームページや新規株式公開の申請書添付書類等の正確度が要求されるものの記載のずれは理解できない。

2002年1月7日設立。CGN Power の100%子会社。

㊹ 中広核鈾業發展有限公司 (CGN Uranium Resources Co., Ltd.)

2006年8月15日設立。CGNPC の100%子会社。

㊺ 中広核財務有限公司 (CGN Finance Co., Ltd.)

1997年7月22日設立。CGNPC の100%子会社 (CGNPC66.66%、中広核工程有限公司30%、中広核服務集團有限公司3.34%)

㊻ 中広核一期産業投資基金有限公司 (CGN Industry Investment Fund Phase I Co., Ltd.)

注) CGN のホームページの「中広核産業投資基金管理有限公司」のことと思われる。

2010年6月30日設立。出資者は、CGN Power 31.43%、中国長江三峡集团公司28.57%、中銀投資資産管理有限公司20%、国開金融有限責任公司約7.14%、国開思遠 Siyuan (北京) 投資基金有限公司約5.47%。

その他：

— 中広核核電投資有限公司 (CGN Nuclear Power Investment Co., Ltd.)

2011年10月11日設立。CGN Power77.78%、中広核一期産業投資基金有限公司22.22%。

— 中広核検測技術有限公司 (CGN Inspection Technology Co., Ltd.)

2007年10月23日設立。蘇州熱工研究院有限公司 (Suzhou Nuclear Power Research Institute) 75%、Technatom, S. A. 25%。

— 中広核 (北京) 核電仿真技術有限公司 (China Nuclear Power (Beijing) Simulator Technology) Corporation Ltd.)

2008年5月9日設立。中科華核電技術研究院有限公司 (CNPRI) 75%、Western Service Corporation - China LLC. 25%。

- 中国大亜湾核電技術研究院有限公司 (China Daya Bay Nuclear Power Technology Research Institute Co., Ltd.)
1988年5月9日設立。CGN Powerの100%子会社。
- 広西防城港核電有限公司 (Guangxi Fangchenggang Nuclear Power Co., Ltd.)
2008年9月3日設立。CGNPC61%、広西投資集团有限公司 (Guangxi Investment Group Co., Ltd.) 39%。
- 広東核電合営有限公司 (Guangdong Nuclear Power Joint Venture Co., Ltd. : GNPJVC)
1985年1月18日に広東核電投資有限公司 (GNIC) と香港核電投資有限公司 (HKNIC) の合意によって、同月26日設立。GNICが75%、HKNICが25%。
- 香港核電投資有限公司 (Hong Kong Nuclear Investment Co., Ltd. :HKNIC)
1983年統合。GNPJVCの株式の25%を保有。
- 中広核寧核投資有限公司 (CGN Ninghe Investment Co., Ltd.)
2011年10月11日設立。CGN Power56.52%、中広核一期産業投資基金有限公司 43.48%。
- 台山核電産業投資有限公司 (Taishan Nuclear power Industry Investment Co., Ltd.)。2011年12月8日設立。CGNPCが60%、広東省澳電集团有限公司 (Guangdong Yudean Group Co., Ltd.) が40%。
- 南京新蘇熱電有限公司 (Nanjing Xinsu Thermoelectricity Co., Ltd.)
2001年9月11日設立。㊸の蘇州熱工研究院有限公司が90%、南京江寧国有資産経営集团有限公司 (Nanjing Jiangning State-owned Asset Operation Group Co., Ltd.) が10%。
- 陽江核電基地開発有限公司 (Yangjiang Nuclear Power Site Development Co.,Ltd.)。2007年7月12日設立。CGNPCの100%子会社。

<参考資料-2> 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 2-1 : 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 2-2 : 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 |
| 大型鋳鍛造品 | 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 2-3：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 上海市徐江區閔行一號路 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 上海市徐江區閔行麗江路 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)、ディーゼル発電設備 (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)、バスタービン、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 注) 次の 2 社と電話番号が同じ。 | <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. 中国核儀器設備総公司 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 2-4：秦山Ⅱ-1・2 参加企業

< 参考資料 - 3 > 広東大亜湾-1・2 ならびに嶺澳-1・2 の建設に関する記録

| 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-3> 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

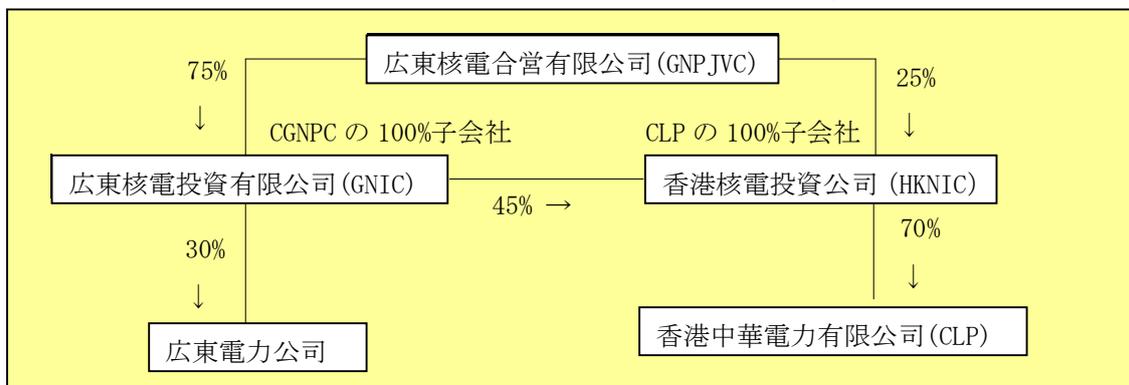
- ・ 中国の原発導入決定は 1978 年。大亜湾計画は 1982 年に承認された。
(2010 年 11 月 24-25 日北京での WNA/CNEA「中国国際原子力シンポジウム」での CGNPC 張善明総経理発表)
 - ・ 所有者：広東核電合営有限公司
(Guangdong Nuclear Power Joint Venture Co., Ltd. = GNPJVC)
総プロジェクトコストの 10%を資産とし、大陸本土 75%、香港側 25%の出資で設立。1985 年 1 月 18 日に合意、同 26 日に合弁企業を設立した。
 - － 大陸本土側出資者：広東核電投資有限公司 (Guangdong Nuclear Investment Co., Ltd. = GNIC。CGNPC[現 CGN]が 100%出資)
 - － 香港側出資者：香港核電投資有限公司 (Hong Kong Nuclear Investment Co., Ltd. = HKNIC。1983 年に統合・設立。香港中華電力有限公司 CLP が 100%出資)
- 注) CGNPC は 1994 年 9 月に資本金 102 億円で設立。大亜湾原発がすでに完成しており、その実質的な所有者が後に設立といおう変則的な事態になった。

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。
- 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 3-1：広東大亜湾 1 号機の発電電力分配体制



注) 発電量中の供給比の変更で 2013 年 12 月 31 日 GNPJVC、GNIC、HKNIC が以下の合意をした。

- － 2014 年第 4 四半期から 2018 年まで大亜湾原発の HKNIC への供給電力量を約 10%増やす。
- － ただし、2014 年中はわずかに約 1%の増加にとどめる。

(出典) 2014 年 8 月 28 日の香港聯交所ニュースの「中広核電力 (CGN パワー社)」データ

- ・ 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 3-2：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 3-3：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*。 *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。 |
| 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 | |

・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)中国工商銀行が合計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。FRAMATOME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-4> 中国の原発の設計寿命、国産化率、投資額

(出典) 中国核電信息网 <http://www.heneng.net.cn/index.php?mod=npp>

注)「中国核電国産化論壇組委會」の情報を当協会では整理し、世界原子力協会(WNA)のデータ等とつぎあわせて注記を付けた。「信息网」の記述には2014年のデータも見られるが、過半は福島原発事故前のまま未更新である。田湾の後続計画も記載がない。炉型の変更(CNP1000→CPR1000やM310+→AP1000等)等は注記したが、それに伴って変わる「国産化率や投資額」の新数値はなく、原典データをそのまま残した。国産化率は金額ベースと思われる。図表-4・5で既出の分は英文表示や所在省等を省略した。

| 原発名 | 設計寿命 | 炉型 | 国産化率 | 投資額 | 原産協会による現状注記 |
|--------------------------|------|-----------|---------------------|----------------------------|---|
| 広東大亜湾-1・2 | 40年 | M310 | 10%未満 | 40億米ドル | |
| 秦山-1 | 30年 | CNP300 | 70%以上 | 12億元 | |
| 秦山II-1~4 | 40年 | CNP650 | -1・2は約55%。-3・4は約70% | 1・2では148億元。-3・4は144.61億元 | |
| 嶺澳-1・2 | 40年 | CPR1000 | 約30% | 40.25億米ドル | |
| 秦山III-1・2 | 40年 | CANDU6 | 約55% | 25.7億米ドル | |
| 田湾I-1・2 | 40年 | AES-91 | 約70% | 32.04米ドル | |
| 嶺澳-3・4 | 40年 | CPR1000 | 50%と70% | 260億元 | |
| 高速実験炉CEFR | — | ロシア製 | — | — | 2015.12.15~17全出力運転(P68参照) |
| 寧徳-1~4 | 40年 | CPR1000 | 75%以上 | 490億元 | -5・6はACPR1000も候補炉型 |
| 紅沿河-1~4 | 40年 | CPR1000 | 約60% | 486億元 | -5・6はACPR1000も候補炉型 |
| 陽江-1~6 | 40年 | CPR1000 | 約83% | 8基計画で約960億元。I期(6基)分は約742億元 | -3・4はCPR1000+、-5・6はACPR1000に炉型変更。 |
| 福清-1~6 | 40年 | 元はM310+ | 75% | I期(2基)分は約267.6億元。全体で800億元 | -1~4はCPR1000。-5・6は華龍1号に炉型変更。 |
| 方家山-1・2 | 60年 | CPR1000 | 80%以上 | 268.66億元 | |
| 三門-1~6 | 60年 | AP1000 | 70%以上 | I期(2基)分で250億元 | |
| 海陽-1~6 | 60年 | AP1000 | 約60% | 400億元 | |
| 台山I期(2基) | 60年 | EPR | 50% | 237億元 | |
| 昌江I期(2基) | 40年 | CNP650 | 約70% | 約160億元 | CNNCと華能集団が担当。II期(2基)はACPR1000も候補炉型。 |
| 防城港-1~6 注)「防城港紅沙」とも呼称 | 40年 | 元はCPR1000 | 70%以上 | 6基で690億元。I期(2基)分は約250億元 | CGNが担当。I期(2基)はCPR1000。II期(2基)は華龍1号(115万kW)に炉型変更。CGNが担当。 |

| 原発名 | 設計 寿命 | 炉型 | 国産化率 | 投資額 | 原産協会による現状注記 |
|-----------------------------|------------|-----------------|---------|--------------------------|--|
| 石島湾 | 40年 | HTGR | 70%以上 | 約30億元 | HTR-PM(21.1万kW)は建設中。ガス炉プロジェクトとしては他に18基建設。華能集団が担当(P71参照)。 |
| 石島湾 注)「国核示範電站」 が建設・運転 | 60年 | CAP1400 | — | — | -1・2はCAP1400(-1は2013年1月着工、-2は2015年8月着工予定)。 -3~6は計画中で容量等は未定。 SNPTCと華能集団が担当(P65参照) |
| 徐大堡-1~6(遼寧省) Xudabao | 60年 | — | — | — | CNNCと大唐集団がAP1000×2基で計画準備中。最終的には6基が目標。 |
| 桃花江-1~4(湖南省) Taohuajiang | 40年 | 元はM310+(100万kW) | 75% | 約600億元 | AP1000に炉型変更後、福島事故後内陸部立地を理由に計画遅延。CNNCが担当。 |
| 大畷-1~4(湖北省) Dafan | 40~ 60年 | — | — | 600億元超 | すべてAP1000。-1・2決定後、福島事故後内陸部立地で計画遅延。-3・4は計画申請中。CGNが担当。 |
| 彭澤-1~4(江西省) Pengze | 60年 | AP1000 | 70%以上 | 約600億元 | I期は2基。福島原発事故後内陸立地を理由に計画遅延。CPIが担当。 |
| 陸豊-1~6(広東省) Lufeng | 40年 | 元はCPR1000 | 約70~80% | I期(2基)分は約120億元 | -1・2はAP1000で建設準備中。-3~6は計画申請中で他の炉型の可能性もある。CGNが担当。 |
| 涪陵-1~4(重慶市) Fuling | 60年 | AP1000 | — | — | 2基+2基で計画申請中ならびに計画準備中。CPIが担当。 |
| 海豊-1~8(広東省) Haifeng | 60年 | 100万kW炉 | — | — | 100万kW×2基で計画準備中。CGNが担当。 |
| 三壩-1~4(四川省) Sanba | — | 100万kW炉 | — | 約500億元、うちI期(2基)分は約250億元。 | ACPR(108万kW)×4基で計画申請中。CGNが担当。 |
| 龍游-1~4(浙江省) Longyou | — | 100万kW | — | 約600億元 | すべてAP1000。I期(2基)は福島事故後内陸立地で遅延。II期(2基)は計画準備中。CNNCが担当。 |
| 東港-1~4(遼寧省) Donggan | 最少 40年 | 100万kW炉 | — | 約430億元 | 炉型未定。2基は計画申請中で2基は計画準備中。華電集団が担当。 |
| 蕪湖-1~4(安徽省) Wuhu | — | 100万kW炉 | — | 460億元、うちI期(2基)分は約230億元 | CGNが担当。すべてAP1000。I期(2基)は福島事故後内陸立地で遅延。II期(2基)は計画準備中。 |
| 南陽-1~6(河南省) Nanyang | 60年 | 100万kW炉 | — | 約500億元、うちI期(2基)分は約260億元 | 計画申請中。CNNCかCPIが主要出資者。CPIが主要出資者になれば炉型はAP1000。 |
| 小墨山-1~6(湖南省) Xiaomoshan | 60年 | AP1000 | — | 約600億元 | 3期×2基。I期は福島事故後内陸立地を理由に計画遅延。II期は計画申請中。III期は計画準備中。CPIが担当。 |

| 原発 | 設計 寿命 | 炉型 | 国産化率 | 投資額 | 原産協会による現状注記 |
|--------------------------------|----------|--------------------|-------|--------------------------------|--|
| 靖宇-1~4 (吉林省) Jingyu | 60年 | AP1000 | — | — | -1・2は計画申請中、-3・4は計画準備中。CPIと国電集団が担当。 |
| 吉陽-1~4 (安徽省) Jiyang | 60年 | 100万kW | — | 総額400億元超。I期(2基)分は約233億元 | CNNCが担当。-1・2は計画申請中でAP1000、-3・4は計画準備中でAP1000にするのかは未定。 |
| 漳州-1~6 (福建省) Zhangzhou | 60年 | AP1000 | — | 約544億元 | -1~4は計画申請中。-5・6は計画準備中。国電集団とCNNCが担当 |
| 三明-1~4 (福建省) Sanming | 40年 | 第2世代改良型炉 | 75%以上 | 約270億元 | I期(2基)は高速炉BN800(88万kW)を検討中。II期(2基)もBN800かは未定。CNNCが担当。(P680を参照) |
| 揭陽-1~6 (広東省) Jieyang | — | AP1000 | — | — | 100万kW×4基で計画検討中。担当機関も未定(CNNC?) |
| 韶関-1~4 (広東省) Shaoguan | — | — | — | 972.84億元 | すべてAP1000でCGNが担当。福島事故後内陸立地を理由に計画遅延。 |
| 佳木斯 (黒龍江省) Jiamusi | — | — | — | — | 「華能集団+CNNC」またはCGNが担当。CPR1000を検討中 |
| 蒼南-1~6 (浙江省) Cangnan | 60年 | — | — | — | 炉型未定でCGN/華能集団が100万kW×6基を申請中 |
| 松滋 (湖北省) Songzi 4~6基 | — | — | — | — | 大畷計画(4基)との関係が不明(ともに湖北省、CGNが担当で炉型はAP1000。咸寧近郊) |
| 煙家山 (江西省) Yanjiashan | — | — | — | — | AP1000×2基でCNNCが担当。福島事故後内陸立地を理由に計画遅延。 |
| 肇慶-1~4 (広東省) Zhaoqing | — | AP1000 | — | 500億元超 | 不明 |
| 瑞金 (江西省) Ruijin | — | 第4世代高温ガス炉 | — | — | 2013年10月9日、瑞金市と中国核工業建設集团公司(CNEC)傘下企業が覚書締結(P63参照) |
| 銅仁 (貴州省) Tongren | — | 125万kW×2基+10万kW×2基 | — | 大型炉2基で350億元、小型炉2基で30億円の合計380億元 | AP1000×2基でCGNが担当。福島原発事故後内陸立地を理由に計画遅延。 |
| 白龍-1~6 (広西省) Bailong 注)各期2基 | 40年 | PWR | 87% | 各期約250億元 | AP1000でI期(2基。計画申請中)、II期(2基。計画検討中)。CPIが担当。 |

<参考資料-5> 中国大唐発電集团公司の寧徳原発プロジェクトへの参加準備

○以下の記録は、編集者らが20120年11月末に北京の「大唐国際発電股份有限公司の開発計画部」を訪問して聴取したものである。

- ・当時、5大発電集団の中国大唐、中国華能が中心となり、中国電力企業聯合会（CEC）を通じて国務院に、「CNNC、CGNPC（現CGN）、CPIの3集団以外にも原子力発電事業参画を認めてほしい」との建白書を提出していた。
- ・既得権をもつ3集団は当然のことながら、「原子力発電プロジェクトに関与する事業者を3集団に限定することで技術能力を高く維持できる」とのロジックを前面に押し立てていた。
- ・この訪中調査で明らかになったのは、中国華能、中国大唐、中国華電、中国国電の4集団は、その2010年末の時点で「華能と大唐は規模も大きく準備も進んでいるので5年以内、華電や国電は規模の関係もあり10年くらいが必要かもしれないが、原子力発電事業への参入は国家の利益になる」とし、「電力需給逼迫の現状を考えると2~3年以内の認可の可能性もある」と見ていたことである。
- ・それも単に希望的観測をもつだけではなく、後者4集団は原子力発電事業参入に向けて、必要な人材確保や、（地方政府やその傘下の地方電力会社との折衝を含む）プロジェクト立ち上げ作業にまで関与していたことは驚きであった。

○以下に（訪問時の2010年11月時点での）寧徳プロジェクトを中心とした「中国大唐発電集团公司」の原子力発電事業への取り組み・準備状況を示す。

①中国大唐発電集团公司の中で「寧徳プロジェクト」は「大唐国際発電股份有限公司」が担当する。寧徳-1~4号機は建設中。CGNPC46%、大唐発電集团公司が44%を出資。

注)2010年6月24日の中国広東核工程有限公司(CNPEC)/深圳中広核工程設計有限公司(CNPDC)の資料「CNPEC/CNPDC」では、寧徳の出資者として、CGNPC、大唐国際発電股份有限公司(Datang)、福建煤炭(石炭)工業集団有限責任会社の3者を挙げていた。

②寧徳原子力発電プロジェクトの発注先は以下のとおり。

<圧力容器>

- － 1号機：東方電気（広州） 重型機器有限公司
- － 2号機：上海鍋炉廠
- － 3号機：東方鍋炉廠

この圧力容器の部材は日本製鋼所から輸入した。

<デジタル計装・制御系（I&C）>

三菱電機。4基分合計で3億ドル。

注）紅沿河の4基と陽江の2基は2007年に発注。寧徳の4基は2010年に発注。

三菱電機は、中国のシステム・エンジニアリング会社の北京広利核系統工程有限公司（CTEC）と組んで以下のように共同受注。

- － 三菱電機：コンソーシャム・リーダ兼安全保護系製作
- － CTEC：制御系を製作

注）CTECは、寧徳原発で中国初の100万kW級フルスコープシミュレータを、2010年12月28日に、中広倣真公司、寧徳核電公司、CNPECと共同開発している。

<アーキテクト・エンジニア>

核工業華興建設（紅沿河プロジェクトも施工）

<核燃料製造>

宜賓 Yibin 燃料工場（YFP）

③大唐発電集团公司の、原発事業のための人材育成の進展状況は以下のとおり。

- － 大唐の社員60名が寧徳原発に行く。寧徳の副社長2人のうちひとりは大唐の人間が就任の予定。
- － このため大唐の社員が、大亜湾原発でCGNPCから無料で訓練を受けた。
- － 華銀という企業（大唐グループ傘下）の社員が、湖南省龍門に原発を4基建設する準備のための訓練をEDFで受けた（華銀の費用負担）。
- － 天津の近くに大唐傘下のメンテナンス專業会社がある（1,500人規模）。そこの社員に、PWRの18ヶ月サイクル運転のメンテナンスの訓練を受けさせている。秦山Ⅲ期のCANDO炉でもメンテナンス訓練を受けさせた。
- － 寧徳の4基の原発のメンテナンスのため、そこの200人規模の会社を以下の方法により1,000人規模に拡大中である。

- ＋ 大唐発電集団の(福建省泉市と北京の主に火力関係要員育成)施設で、
原発関係訓練カリキュラムの実施。
- ＋ 社員を主要設備メーカーに依頼研修。
- ＋ 社員を運転中の原発に依頼研修。
- － 華北電力大*や東北大学**の協力も得て人材育成を推進中である。
優秀な学部3年生30人に、(大学院の原子力発電専門コースに進み、合計5
年間の学業を修了するまで)大唐が奨学金を提供。この方式でこれまで300
人の社員を得た。ここでは学歴よりも実務経験を重視している。
*1958年設立。旧名は「北京電力学院」。国務院教育部直属の国家「211プ
ロジェクト」重点建設大学のひとつ。教育部と国家電力網公司等の巨大電
力企業7社から成る学校理事会が運営する。出資企業は29社で、大唐国
際発電股份有限公司もこの中に含まれる。
**1923年に中国北東部最高の学術拠点として開設。国務院教育部直属の国
家「211プロジェクト」重点建設大学のひとつ。
- － さらに、優秀な現場技術者を毎年20人採用して原子力発電に乗り出す準備
を進めている。
DNMC等の例から見て、高級運転員一人の育成には100万元がかかると想定。

(大唐国際発電股份有限公司からの参考情報)

- － 中国の原子力発電関連集団(含CNNC、CGNPC、CPI、大唐、東方電気等)
のほとんどは、人事シフトでの経験の継承、訓練機関の設立、大学との連携、
関連企業との社員交流等、要員育成のためのシステムを整備している。
- － CPIとCGNPCは、共有プログラムを開始の予定。
- － 大亜湾核電運営有限責任公司(DNMC)は22～25歳の人員を大量に採用
し、数年でハイグレード要員に育成する人員計画を立てている。

④遼寧省徐大堡プロジェクト(6基予定)のプレF/Sが完了した。CNNCの出資
比率は大唐(20%)より大きい。

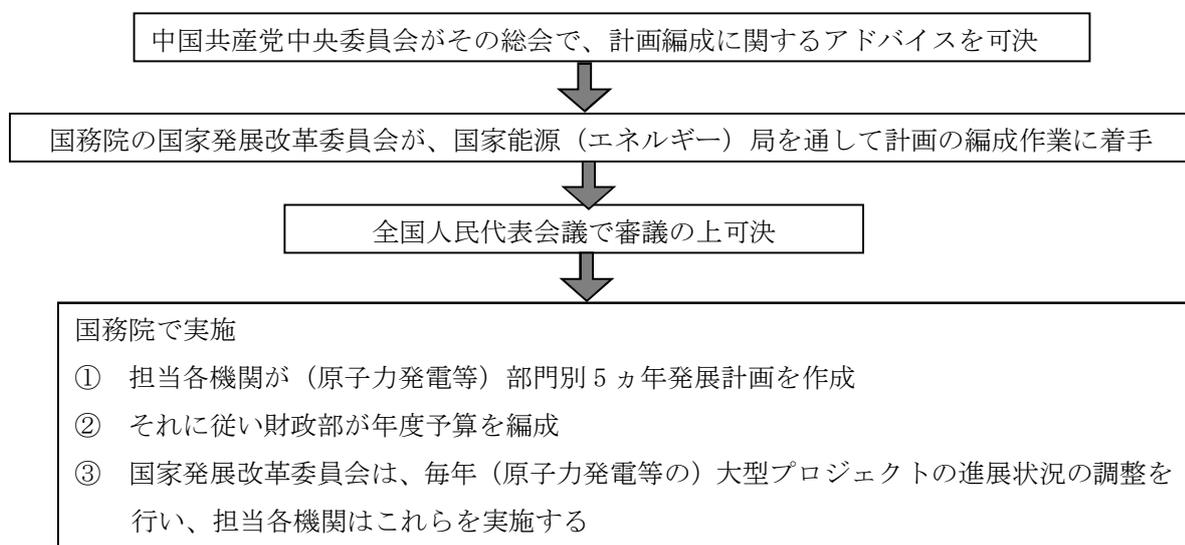
⑤大唐は技術はある。これからは中国国内の先進的な研究・設計機関、とくに
上海核工程研究設計院(SNERDI)との協力関係をさらに発展させたい。また
大唐はこれまで原発をもっていなかったのが海外の電気事業者とも密接な協
力ができなかったが、これからは日本も含め積極的な協力を図りたい。

〈参考資料－6〉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ヵ年長期計画」に対応する個別分野の「5ヵ年計画」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6：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－ 7 ＞ 国家エネルギー科学技術第 12 次 5 カ年規画（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 7：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」と所要な設計・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－ 8 ＞ 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（徳陽/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)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
56. 攀鋼集團成都鋼鈹 (ハナジウム) 有限公司
55. 浙江三方控制閥股份有限公司
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
60. 蘭州蘭石換熱器有限責任公司
62. 上海英格索蘭壓縮機有限公司
64. 石家莊閥門一廠股份有限公司
66. 江蘇電力裝備有限公司
68. 中興通訊股份有限公司
70. 中國原子能科學研究院
72. 中國船舶重工集團公司第七一八研究所
74. 上海凱泉泵業 (集團) 有限公司
76. 中國遠洋物流有限公司
78. 上港集團物流有限公司
59. 南通中集罐式儲運設備製造有限公司
61. 哈爾濱空調股份有限公司
63. 泰科流體控制 (上海) 有限公司
65. 江蘇阿波羅空調淨化設備有限公司
67. 浙江金盾風機股份有限公司
69. 寧波華業鋼結構有限公司
71. 江蘇寶宸淨化設備有限公司
73. 上海電氣凱士比核電泵閥有限公司
75. 湖南湘電長沙水泵有限公司
77. 中國外運股份有限公司
79. 敦豪 (DHL) 全綫 (全世界) (中國) 貨運有限公司

2013 年度

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

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－9> 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月に国務院常務会議で承認された。
- ・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-10> 中国でデータや表示がバラバラである現実

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、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・企業名やその英文名称・略称も、不統一や変更が散見される。
 - － 国家エネルギー局が英文略称を明示して設立されたことが画期的といわれたが、それまでの国務院の部（日本の省に相当）の英文略称は使う人によってまちまちである（環境保護部 Ministry of Environmental Protection の MOEP と MEP 等）。
 - － 中国広核電力股份有限公司（中広核電力= CGN Power Co., Ltd.。別称「CGN パワー」）は CGN 傘下の原発群の資産管理・運用をするため設立された中国最大の原子力発電会社であるが、略称を CGNPC（親会社 CGN の旧略称と同じ）を使うこともある。

「CGN パワー社」の新規株式公開(IPO)の申請書添付書類では、傘下企業の紹介で「広東大亜湾核電環保有限公司」としているものを CGN のホームページでは「大亜湾核電環保有限公司」と表記。両者とも正確度が要求されるだけにこのずさんさは理解できない。
 - － CGN 傘下の「中広核工程有限公司: CNPEC」（2004 年 2 月設立）は、CGN Engineering Co., Ltd. と China Nuclear Power Engineering Co., Ltd. を英文社名として併用。CNNC 傘下の「中国核電工程有限公司: CNPE」（2006 年 5 月設立）は China Nuclear Power Engineering Co., Ltd. を使っており、混乱がある。<http://en.cgnpc.com.cn/n1529/n1530/index.html>
- ・ 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、「上海電気集団股份有限公司」という統括集団をさすのか、「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。
 - － また、上記「CGN パワー社の新規株式公開申請書添付書類」では、「中国広核集団有限公司 (CGNPC)」が「中国広核電力股份有限公司」を統括すると説明しており、集団名と持株会社の区分が分かりにくい。

<http://www.hkexnews.hk/APP/SEHK/2014/2014082801/Documents/SEHK201409030006.pdf#search='%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E5%BA%83%E6%A0%B8%E9%9B%BB%E5%8A%9B%E8%82%A1%E4%BB%BD%E6%9C%89%E9%99%90%E5%85%AC%E5%8F%B8'>
- ・ 福建寧徳核電有限公司の出資比率は、福建寧徳核電有限公司自身のホームページでは「CGN46% / 中国大唐集团公司 44% / 福建省能源集团有限责任公司 10%」となっている (<http://www.ndnp.com.cn/n675/n676/index.html>)

上の CGN パワー社の資料では、「中広核寧核投資有限公司 46%、大唐国際発電股份有限公司 46%、福建省能源集团有限责任公司 10%」となっている。CGN パワー社のデータが正しいと思われるが、こういう親会社と子会社の区分が、中国ではあまり厳密になされていないようである。

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>

a. 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）。

ア. 工事期区分による呼称：

例) 秦山Ⅱ期-3・4号機

*「秦山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「秦山Ⅰ期拡張-1・2」（2008年、2009年着工）が承認された。また「秦山Ⅱ-3・4」（2006年、2007年着工）を「秦山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

*中国華能集团公司出資の「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)、福建寧徳原発は青川(Qingchuan) 原発とも呼称。

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」、「扞塘山=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/掲陽」、広西自治区の「平南/白沙」、湖南省の「常德/郴州衡陽/」等。

*世界原子力協会(WNA)の2014年12月30日付け”Nuclear Power in China”でも湖北省のあるプロジェクトでは、第Ⅰ期「咸寧/大畷-1.2」、第Ⅱ期「咸寧(大畷)-3・4」、第Ⅲ期「松滋/咸寧-5・6」と呼称しているが、原典データの混乱によると思われる。

④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. 炉名末尾の改良の意「+」やPrototypeの「P」、Advancedの「A」が氾濫、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気付いていない。
 - － その後CNNCは「CP1000」とその進化型「ACP1000」（第3世代炉。110万kW）を開発。
これらの技術仕様の推移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”もこの炉型細分には対応できてはいない。
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。
設計者のこだわりでしかない炉型区分の位置づけが明確化できないのは資源の濫用である。
注) その後NEAがCGNの「ACPR1000」とCNNCの「ACP1000」の設計一本化を指示、「ACC1000=華龍」となった。これも「華龍1号」や「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。
- － CNP300は30万kWだった。CNP600は65万kWあるいは66万kW（CNP650使用文献もある）。
 - － 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」とのわかりやすい指摘がある。

(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) この資料では、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している。謝して併載する。

以上