

世界3位の原子力大国「中国」： 安全運転の徹底と世界市場への進出

2018年10月12日現在

(一社) 日本原子力産業協会 国際部 中杉秀夫

目次

I. 中国の原子力発電開発の現状概要	3
1. 中国の原子力発電開発の進展状況.....	3
2. 中国の原子力発電所の所在地と運転中・建設中の基数・容量.....	4
II. 「絶対的」原子力発電安全運転への国務院の徹底指導	7
III. 中国の炉型選択と世界市場を狙った今後の戦略	8
1. 中国の原子力発電プラントの炉型選択.....	8
(1) 中国のこれまでの炉型選択の流れ (2) 中国で最近運転開始した原子力発電プラント	
2. PWR標準化を促進：世界市場でのブランド化をめざして.....	10
3. 国家成長戦略に基づく積極的な原子力輸出.....	11
4. 中国の将来炉の開発路線.....	13
5. ロシアとの原子力協力：中国のPWRと高速炉の国産化に多様性を賦与.....	14
IV. 中国の原子力産業の基盤強化に向けた取り組み	15
1. 中国の原子力産業発展の課題.....	15
2. 製造部門の重要技術課題への取り組み.....	16
3. 国務院からの製造技術向上に向けた指示・通達等.....	19
IV. 中国の原子力関係主要機関	22
1. 政府機関.....	23
・国務院 ・国家発展改革委員会 (NDRC) ・国家能源委員会 (NEC)	
・国家能源局 (NEA) ・工業情報化部 (MIIT) ・国防科学技術工業局 (SASTIND)	
・国家原子能機構 (CAEA) ・生態環境部 (MEE) ・国家核安全局 (NSA)	
・原子力・放射線安全センター (NSC)	
2. 民間機関.....	28
(1) 原子力総合団体：中国核能行業協会 (CNEA).....	28
(2) 原子力発電プラントの開発設計+輸出：華龍国際核電技術有限公司 (HINPT).....	28
(3) 原子力発電事業者.....	28
・中国核工業集团公司 (CNNC) とその構成企業	
・中国広核集团有限公司 (CGN) とその構成企業	
・国家電力投資集团公司 (SPIC) ならびに傘下の国家核電技術公司 (SNPTC) と構成企業	
(4) 5大発電集団：原子力発電事業への進出の動き.....	36
・中国華能集団 (CHNG/Huaneng) ・中国大唐集团公司 (Datang)	
・中国華電集团公司 (Huadian) ・中国国電集团公司 (Guodian)	
○原子力開発に関わる (電気事業者出資の) 合弁会社.....	37
・中核能源科技有限公司 (CHENERGY) ・国核示範電站有限責任公司	
・華能山東石島湾核電 (HSSNPC/HSNPC) ・核能能源投資有限公司	
(5) 電気集団=重電機器製造集団.....	40
・上海電気集团有限公司 (SEC) とその構成企業	
・中国東方電気集团有限公司 (DEC) とその構成企業	

- ・ハルビン電気集团有限公司 (HEC) とその構成企業
- ・中国第一重型機械集团公司 (CFHI) とその構成企業
- ・中国第二重型機械集团公司 (ErZhong) とその構成企業

参考資料

＜参考資料その1＞中国の原子力発電安全規制改革への取り組み	47
＜参考資料その2＞「原子力安全と放射性汚染防止対策に関する第12次5ヵ年計画と2020年長期目標」（「核安全十二五」）の作成経緯と概要	50
＜参考資料その3＞「原子力安全と放射性汚染防止第13次5ヵ年計画および2025年長期目標（核安全十三五）」の概要	52
＜参考資料その4＞原子力発電設備の設計・製造等に関する許認可制度と国家核安全局（NNSA）の役割	54
＜参考資料その5＞中露の原子力平和利用協力枠組み契約：PWRと高速炉の国産化に多様性	57
＜参考資料その6＞原子力・放射線安全センター（NSC）	59
＜参考資料その7＞中国核工業集团公司（CNNC）構成企業	61
＜参考資料その8＞中国原子能科学研究院（CIAE）	63
＜参考資料その9＞中国広核電力股份（中広核電力。別称CGNパワー）	64
＜参考資料その10＞AP1000による西側第三世代炉技術吸収の経緯	65
＜参考資料その11＞「上海電気集团有限公司（SEC）」	71
＜参考資料その12＞「中国東方電気集团有限公司（DEC）」	75
＜参考資料その13＞ハルビン電気集団（HEC）の炉主冷却材ポンプ（RCP）製造	78
＜参考資料その14＞中国第一重型機械集团公司（CFHI）	80
＜参考資料その15＞中国法院網による二重集団と二重重装の破産更生案報道	86
＜参考資料その16＞中国の高速炉の研究開発の歴史	87
＜参考資料その17＞中国におけるモジュラー式小型軽水炉（SMR）開発の現状	90
＜参考資料その18＞使用済核燃料の貯蔵・輸送容器の国産化への中国の関心	93

図表

図表1：中国の原子力発電所の所在地	4
図表2：中国の運転中の原子力発電所	5
図表3：中国の建設中の原子力発電所	6
図表4：中国の原子力開発体制	22
図表5：SNPTCを受け皿にしたAP/CAPの国産化推進体制	34
図表6：上海電気集团公司の構成図	41
図表7：中国東方電気集团有限公司の構成図	43
図表8：ハルビン電気集团有限公司の構成図	44
＜参考資料その10＞図表1：三門-1・2号機建設プロジェクトの参加企業	69
＜参考資料その10＞図表2：海陽-1・2号機建設プロジェクトの参加企業	70
＜参考資料その11＞図表1：上海電気集団（SEC）の中国国内原発納入実績	71
＜参考資料その12＞図表1：中国東方電気集団（DEC）の原発装置製造能力	75
＜参考資料その12＞図表2：DECのタービン&発電機のセットでの契約実績	76
＜参考資料その13＞図表-1：HECの原発用主冷却材ポンプ（RCP）の年産能力	78
＜参考資料その13＞図表-2：HECのRCP受注実績	78
＜参考資料その14＞図表1：中国一重重型機械（CFHI）の原発装置製造数	80

* この情報は当協会会員へのサービスの一環として、急速に変貌する中国の原子力開発をまとめたものですが、執筆者個人の判断を多く含み、（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。

1. 中国の原子力発電開発の現状概要

1. 中国の原子力発電開発の進展状況

①運転中の原子力発電規模

- ・ 2018年5月23日、広東省の陽江-5号機（ACPR1000）が運転を開始した。
6月29日、広東省の台山-1号機（フランスのフラマトム社製の欧州加圧水型炉：EPR）が運転を開始した。
米国ウェスチングハウス社（WEC）製のAP1000*型炉は、6月30日に浙江省の三門-1号機、8月17日に山東省の海陽-1号機、さらに8月24日に三門-2号機が相次いで運転を開始した。 * APは「Advanced Passive（先進的受動型）PWR」に由来。

- ・ この結果、中国は日本を抜いて世界第3位の原子力発電大国になった。
 - ー 中国：44基（会員限定で）
 - ー 日本：42基（公開しております。）

* グロス出力：発電端出力あるいは総出力。発電プラントが生産した「総発電量」。ネット出力は実質的に送電網に供給可能な発電量から、プラント内部で各種設備のために消費した電力量を差し引いた発電量（出典）国際原子力機関（IAEA）「2018年8月現在」
<https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/OperationalReactors-ByCountry.aspx>
注）大飯-1・2（各117.5万kW）と伊方-2（56.6万kW）はPRISでは運転中の扱いだが、日本では廃止の扱いである。このため日本では「運転中」は39基（グロス出力3,856.6万kW）としている。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

- ② 国家能源局（NER）が本年3月6日に公表した「2018年エネルギー事業工作指導指針」では2018年に営業運転開始予定の原子力発電プラントは5基（三門-1、海陽-1、台山-1、田湾-3、陽江-5）。また2018年内着工の原子力発電プラントは6~8基としている。http://www.gov.cn/xinwen/2018-03/09/content_5272569.htm

原子力発電開発目標は、公式には「原子力安全・放射線汚染防止第13次5カ年計画（2016~2020年）および2025年長期目標」*（以下「核安全十三五」と略称）の「2020年に運転中5,800万kW（建設中3,000万kW以上）」としている。

* 「核安全与放射性污染防治“十三五”规划及2025年远景目标」。2017年2月28日の国务院承認を経て、3月23日に「国家文書[2017]29号」として公表。https://www.gov.cn/zhengwen/content/2017-03/23/content_5179622.htm
その全文は <http://energy.people.com.cn/n1/2017/0323/c71661-29165181.html>

しかし最近では電力需要の低迷で建設目標を後ろ倒しにする傾向がある*。

* 2017年以降、定礎式（移動式ではない）軽水炉の新規着工はない。

また中国の原子力産業界の総合団体である中国原産協会（CNEA）では2018年中の着工予定として、AP1000で三門Ⅱ期（2基）、海陽Ⅱ期（2基）、遼寧徐大堡（Liaoning Xudapu, 2基）の6基を挙げている。

（出典）2018年6月4日の日中原子力産業セミナーでのCNEA 趙成昆専門委員会常務副主任発表

- ・石島湾で2基が建設準備中のCAP1400の着工予定も注目される。

2. 中国の原子力発電所の所在地と運転中・建設中の基数・容量

①原子力発電所分布図

図表1：中国の原子力発電所の所在地

（出典）中国核能行業協会（CNEA）発表図をベースに当協会で作成。



**会員限定で
公開しております。**

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

（参考）本稿未記載ながら、計画中の236基（3兆439.2万kW）の詳細は2018年1月テビア総合研究所刊「躍進する中国の原子力産業と世界覇権戦略」参照。

- 注）・国際原子力機関（IAEA）の2018年10月1日現在のPRISデータベースに拠る。
- ・CNEAでは、海上浮揚式実証炉（ACPR50S）6.0万kW。2016年11月4日着工）、高速実証炉CFR600（60.0万kW。福建省霞浦で2017年12月29日着工）も建設中に別途計上するが、建設準備中の扱いとする情報もあるため、ここではIAEA区分に従う。
 - ・PRISでは送電網併入時点をもって「運転開始」と定義する。このため、送電網併入後に（規定時間の全出力連続運転等の安全条件達成後に改めて規制当局の許可を受けて行う）「営業運転開始」を「運転開始」とするこれまでの原子力発電所の「運転中」、「建設中」との表記慣行との違いがある。

②運転中・建設中の原子力発電プラントの基数・容量

図表 2：中国の運転中の原子力発電所（2018年10月1日現在）

発電所名	省	炉型	発電出力 (万 kW) × 基数	所有者	運転者	着工日	運転開始日 (送電網併入日)
広東大亜湾-1・2 (カンダグアイワン)	広東	PWR (M310)	98.4 × 2	広東核電合営 (GNPJVC)	大亜湾核電 運営管理 (DNMC)	1987. 8. 7 / 1988. 4. 7	1993. 8. 31 / 1994. 2. 7
嶺澳-1・2 (リンガオ)			99.0 × 2	嶺澳核電 (LANPC)		1997. 5. 15 / 1997. 11. 28	2002. 2. 26 / 2002. 9. 14
嶺澳-3・4 (嶺澳Ⅱ-1・2)		PWR (CPR1000)	108.6 × 2	嶺東核電 (LDNPC)	陽江核電 (YNPC)	2005. 12. 15 / 2006. 6. 15.	2010. 7. 15 / 2011. 5. 3 2013. 12. 31 / 2015. 3. 10 / 2015. 10. 18 / 2017. 1. 8
陽江-1・2・3・4 (ヤンジャ)			108.6 × 4	GNPJVC		2008. 12. 16 / 2009. 6. 4 / 2010. 11. 15 / 2012. 11. 17	
陽江-5			108.6			2019. 9. 18	2018. 5. 23
秦山Ⅰ-1 (チンシャン)	浙江	PWR (CP300)	31.0	秦山核電	中核核電運 行管理 (CNNC)	1985. 3. 20	1991. 12. 15
秦山Ⅱ-1・2・3・4		PWR (CP600)	65.0 × 2	核電秦山聯営 (NPQJVC)		1996. 6. 2 / 1997. 4. 1	2002. 2. 6 / 2004. 3. 11 2006. 4. 28 / 2007. 1. 28
秦山Ⅲ-1・2		PHWR (CANDU 6)	100.0 × 2	秦山核電		1998. 6. 8 / 1998. 9. 25	2002. 11. 19 / 2003. 6. 21
田湾Ⅰ-1・2 (ティエンワン) (田湾-1・2とも)	江蘇	PWR (VVER1000-428)	106.0 × 2	田湾核電 (TNPC)	田湾核電 (TNPC)	1999. 10. 20 / 2000. 9. 20	2006. 5. 12 / 2007. 5. 14
田湾Ⅱ-1 (田湾-3とも)		PWR (VVER1000-428)	106.0 × 2	田湾核電 (TNPC)		2012. 12. 27	2017. 12. 30
寧徳-1・2・3・4 (ニンテ)	福建	PWR (CPR1000)	108.9 × 4	CGN	福建寧徳 核電	2008. 2. 18 / 2008. 11. 12 / 2010. 1. 8 / 2010. 9. 29	2012. 28 / 2014. 1. 4 / 2015. 3. 21 / 2016. 7. 21
紅沿河-1・2・3・4 (ホンヤンガ)	遼寧	PWR (CPR1000)	119.0 × 4	紅沿河核電 (HJNCC)	紅沿河核電 (HJNCC)	2007. 1. 18 / 2008. 3. 28	2013. 1. 17 / 2013. 11. 23 2015. 6. 3 / 2016. 3. 29
福清-1・2・3 (フクフ)	福建	PWR (CPR1000)	109.0 × 4	福清核電 (FQNC)	福清核電 (FQNC)	2005. 11. 21 / 2009. 2 / 2009. 11. 22 / 2015. 8. 3	2009. 11. 22 / 2015. 8. 3 / 2016. 9. 7 / 2017. 7. 29
方家山-1・2 (ファンジャシャン) (秦山Ⅰ期拡張とも)	浙江	PWR (CPR1000)	108.9 × 2	CNNC	秦山核電	2009. 12. 1 / 2009. 7. 25	2014. 11. 4 / 2015. 1. 12
防城港-1・2 (ファンシェンガ)	広西チワン族自治区	PWR (CPR1000)	109.0 × 2	防城港核電 (FCNCC)	防城港核電 (FCNCC)	2011. 7. 4 / 2011. 11. 25	2015. 10. 25 / 2016. 7. 15
昌江-1・2 (チャンジャ)	海南	PWR (CP600)	65.0 × 2	CNNC	海南核電	2010. 4. 25 / 2010. 11. 21	2015. 11. 7 / 2016. 6. 20
台山 (腰古とも) -1 (タイヤン / イヤウ)	広東	PWR (EPR1750)	175.0	台山核電合営 (TNPJVC) 注1)		2009. 11. 18	2018. 6. 29
三門-1・2 (サンメン)	浙江	PWR (AP1000)	125.1 × 2	CNNC	三門核電	2009. 4. 19 / 2009. 12. 15	2018. 6. 30 / 2018. 8. 24
海陽-1 (ハイヤ)	山東		125.0	国家電力投資 (SPIC)	山東核電	2009. 9. 24	2018. 8. 17
中国高速実験炉 CEFR	北京	高速実験炉 (BN20)	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				4,383.9万 kW (44基)			

注1) PRIS では「台山核電合営」に TNPC の略号を用いている。

図表3：中国の建設中の原子力発電所（2018年10月1日現在）

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
陽江-6 (ヤンジャン)	広東	PWR (ACPR1000)	108.6	広東核電合営 (GNPJVC)	陽江核電 (YNPC)	2013.12.23
紅沿河-5・6 (ホンヤンハ)	遼寧		111.9×2	中国広核電力股份 (CGNパワー)	遼寧紅沿河核電 (LHNPC)	2015.3.29/ 2015.7.24
福清-5・6 (フーシツ)	福建	PWR (華龍)	115.0×2	CNNC	福建福清核電	2015.5.7/ 2015.12.22
海陽-2 (ハイヤン)	山東	PWR (AP1000)	125	国家電力投資集団 (SPIC)	山東核電	2010.6.20
台山(腰古とも)-2 (タイシャン / イャオグー)	広東	PWR (EPR1750)	175	台山核電合営 (TNPJVC)		2010.4.15
防城港-3・4 (ファンシェンガウ)	広西	PWR (華龍)	118.0×2	広西防城港核電		2015.12.24/ 2016.12.23
田湾II-2 (ティエンワン) (単に田湾-4とも)	江蘇	PWR (VVER V428)	111.8	中国広核電力股份 (CGNパワー)	江蘇核電	2013.9.27
田湾III-1・2 (田湾-5.6とも)		PWR (CPR1000)	111.8×2			2015.12.27/ 2016.9.7
石島湾-1 (シタウワン)	山東	PWR (HWR-MQ)	21.1	華能集団 (HNP)	石島湾 核電 (SNPC)	2012.12.09
建設中合計			1,455.7万 kW (13基)			

**会員限定で
公開しております。**

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

・中国原産協会（CNEA）では2018年着工予定として三門II期（2基）、海陽II期（2基）、遼寧徐大堡（1基）を挙げる。

II. 「絶対的」原子力発電安全運転への国务院の徹底指導

- ① 2011年の福島第一原子力発電所事故後の原子力安全改革
国务院は「核安全十二五」*で中国の原子力・放射線安全管理・監督体制の大改革を掲げた。以降「核安全十三五」等でも繰り返し原子力発電安全改革の徹底を要求した。

*「原子力安全・放射線汚染防止第12次5カ年計画（2011～2015年）および2020年長期目標」

ここでは、発電事業者のみならず国务院内、地方政府にも計画策定や職責の明示等具体的事例に踏み込んで実行を強く要求していることが注目される。2014年4月18日には国家能源委員会（NEC）で李克強総理は原子力発電では「高い安全水準ではなく、絶対的な安全が必要」と強調した。

会員限定で

- ②2017年9月1日、中国核安全法が公布された。2016年10月の第12期全国人民代表大会常務委員会第24回会議に提出されて以来、審議を重ねたもの。施行は2018年1月1日。情報公開を促進する関係組織・個人の責任明確化されている。

（参考）2017年10月、国立国会図書館調査及び立法考査局の岡村志嘉子調査主任「中国核安全法の制定」

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

- ③2018年3月8日にNEAが「2018年エネルギー事業指針」を公表。その中でエネルギー産業全体に対して、次の事項の重要性を指摘した。
- 原子力発電安全管理の改善（とくに法治の促進、規則違反行為の調査・処分）
 - 小型炉の開発と活用（含暖房）
 - 発電安全強化の重要性

http://www.gov.cn/xinwen/2018-03/10/content_5272569.htm

- ④本年5月22日、「発改能源〔2018〕765号」（原子力発電運転の安全管理強化に関する指導意見）通達が電力事業者に出された。この通達では、原子力発電事業者に「原子力安全文化」をさらに高めることを、具体的事例を挙げ要求している。

http://www.ndrc.gov.cn/zc-fb/zc-fbz/201805/120180530_887714.html

注）発信者は「国家發展改革委員会（NDRC）」、「国家能源局（NEA）」、「生態環境部（MEE）」、「国防科学技術工業局（SASTIND）」の連名で、通達先は「中国核工業集団（CNNC）」、「中国広核集団（CGN）」、「国家電力投資集団（SPIC）」、「中国華能集団（CHNG）」。

CNNC、CGN、SPICは3大原発投資集団で当然対象になるが、CAP1400/1700の実証会社国核示範電站（SNPDP）に出資しているCHNGが通達先に入っているのが注目される。

巻末の「参考資料その1「中国の原子力発電安全規制改革への取り組み」」を参照。

Ⅲ. 中国の炉型選択と世界市場を狙った今後の戦略

1. 中国の原子力発電プラントの炉型選択

(1) 中国のこれまでの炉型選択の流れ

① 運転中の多くの炉は、大亜湾原子力発電所に始まるフランス製 PWR 技術をベースに中国が国産化を進めた第二世代か第二世代改良型の PWR である。

② 1990 年代末から 2000 年代にかけて、沿岸部工業発展地域の電力需要逼迫から、中央政府の計画とは別に地方政府や電力が（資金調達を含む）外国との交渉を進めて変則的に導入されたのがロシア製 VVER やカナダ型加圧重水炉 CANDU であり、中央政府の PWR 国産化方針に沿ってはいなかった。

③ 西側第三世代炉技術の導入に際しては、2002 年に中国で導入されたのが米 WEC 社製 AP1000 とその補完としてロシア（元 PRISM）社製 EPR であった。

その時点では AP1000 とその発展国産化炉 CAP1400 が中国の主流炉型になると見られ、

AP1000 技術「中国の原子力発電安全規制改革への取り組み」を参照。

**会員限定で
公開しております。**

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

大亜湾以来のフランス系列の技術を競い合っ高度化した中国核工業集団（CNNC）の技術（AP1000）と中国原子力集団（CGN）の設計（AP1000+）と国家能源局（NEA）の指導で協賛されたが、寧波の立地はあまりにも唐突であった。

2011 年 3 月の福島第一原子力発電所事故が中国の原子力開発に与えた衝撃、2013 年 10 月の NEA の「原子力輸出の国家戦略化」方針、AP1000 や EPR の建設工期の遅れ、等が複雑に絡み合った結果と推察される。

(2) 中国で最近運転開始した原子力発電プラント

注) 中国の炉型の仕様、開発事業者等に関する詳細は、当協会の HP 一般公開レポート「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家戦略化」(2015 年 5 月 26 日。総 144 頁)を参照されたい。

https://www.jaif.or.jp/cms_admin/wp-content/uploads/2015/05/china_data150526.pdf

① 陽江原子力発電所（5 号機が本年 5 月 23 日運転開始）

② ・陽江は108.6万kW×6基が計画されており、中国では最大規模の原子力発電サイトになる予定。

・5・6号機では「第三世代炉の全要求条件を満たす炉」といわれるACPR1000*が中国で最初のものとして採用されている。同じ炉型は陽江-6、紅沿河-5・6でも建設中である。

* CGNが開発した新型炉で、二重格納容器、コアキャッチャーを備える3ループ炉。その後継モデル第三世代炉「ACPR1000+」の設計がCNNCの第三世代炉「ACP1000」と統一されて「華龍」となった。

注) この炉型は福島第一原子力発電所事故までは中国の当面の中心炉型になるとされていた第二世代改良炉CPR1000に31項目の安全変更を加えたもので、CGN傘下企業の北京広利核系統工程有限公司(CTEC)が開発した国産デジタル式計測制御系を初めて採用している(CGNの説明)。<https://www.jaif.or.jp/180528-h>

CTECは三菱電機(株)がCPR1000の計装制御系を中国から大量受注したときの中国側パートナー企業で、石島湾の高温ガス炉実証プロジェクトでは分散制御システム(DCS)を2017年2月に輸出した。http://www.jaif.or.jp/news/20170218/Record-hina_20170218023.html

会員限定で

・また四川省南充-1~4号機、河南省信陽-1~4号機等でも計画されていたが、公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

③AP1000 炉

(三門-1・2号機は本年6月30日と8月24日、海陽-1号機は同8月17日に運転開始)

- ・AP1000炉は中国側が導入第三世代炉の中核に位置づけ、大きな期待を掛けて来た。
- ・しかし2017年3月、WECが米国連邦倒産法に基づく破産申請を行った。
- ・このためAP1000技術の受け皿機関の国家核電技術公司(SNPTC)とその親会社の国家電力投資集団(SPIC)は、WECの中国への協力継続意思を確認の上、

三門-1・2号機（2009年4月と12月に着工）および海陽-1・2号機（2009年9月および2010年6月に着工）の両プロジェクトの継続遂行を決定した。

- ・SNPTCによると、中国ではすでにAP1000技術の導入・習得・国産化を完了しており、AP1000の中国版CAP1000および中国が知的財産権をもつことになる出力増強版CAP1400を建設する際にも、WECの倒産申請の影響が及ぶことはない。

（出典）原子力産業新聞 2018年8月27日号 <http://www.jaif.or.jp/180827-a> また同 2018年8月10日号 <http://www.jaif.or.jp/180810-a> 等。
なお、海陽-2号機は8月8日に燃料装荷を開始、2019年の運転開始をめざす。

<EPR と AP000 の運転開始では中国が世界最初>

- ・EPR と AP1000 はともに最新鋭の第三世代炉であるが、先行炉の許認可や建設の遅れから、中国がそれぞれ世界初の運転開始国となった。
- ・EPR 先行炉にはフランスのオクレール3号機（OL3。2005年8月着工。2019年9月の運転開始を予定）とフィンランドのフラマンビル3号機（FL3。2007年12月着工。2018年中の燃料装荷を予定）がある。
- ・AP1000 の先行炉は米国で、A.S. パーク（A.S. Park）と V.C. サマー-2・3号機の計2基が建設された。V.C. サマー-2号機は2017年7月に米国連邦倒産法に基づき破産申請を承認された。その後 A.W. ホーブル 3・4号機は続行、V.C. サマー-2・3号機は中断となった。

会員限定で

公開しております。

[https://www.jaif.or.jp/memb](https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012)

[ers/china_data181012](https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012)

2. PWR 標準化を促進：世界市場でのブランド化をめざして

① 「標準化」の推進：

- 中国政府は2017年2月25日に「華龍」号国家重大プロジェクト標準化実証実施方案」を公表した。http://zfxxgk.nea.gov.cn/auto83/201703/t20170308_2608.htm
 - これは、CNNC と CGN からの「華龍の国家重大プロジェクト標準化の推進に関する請訓」に答える形式で、NEA、国家標準化管理委員会、国家核安全局（NNSA）が連名で出した通達の添付書類が上記方案である。福清-5号機、防城港-3号機での標準化実証に原則的同意を与えている。
 - ここでの「標準化」の対象プロセスは、着工までの「前期作業」、設計、製造、建設、起動試験、運転、廃止措置を含み2020年までに対応をとりまとめる。輸出支援にも用いる。
- 2017年4月3日この方案により「華龍」標準化プロジェクトを開始した。

②2018年8月10日、NEAは「原子力発電の標準化強化事業に関する指導意見」を公表。その中で、「華龍」の標準化をPWR全体に拡大する方針を次のように示した。

- 原子力発電の安全性向上、効率的な開発、また国際協力の促進のために包括的な基準体系整備が必要である。
- 中国の原子力発電標準化作業は段階的に進展している。原子力発電ライフサイクルの全段階をカバーする標準体系では900以上の原子力基準が発効しており、原子力安全基準関連の標準認定と標準英語翻訳が「華龍」実証プロジェクトで進展し、中国の原子力発電プラントのブランド化に貢献している。
- しかし、中国の既存の原子力発電関係基準は自己一貫性の点で不十分であり、中国製一次冷却装置への適用は実証プロジェクトでは十分行われていない。国際標準化機構(ISO)、国際電気標準会議(IEC)、米国、フランスの規格を使用しており、中国の原子力基準の認知度や影響力はまだまだ低い。
- 党の第19期中央委員と19期第1回中央委員会の決定に則り、5年前後をかけて関連企業や研究機構でこれに取り組み、10年後には国際原子力標準化の分野で主導的役割を果たす。

会員限定で
公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

3. 国家成長戦略に基づく積極的な原子力輸出

①2015年1月の国務院常務会議で、習近平国家主席の（基本的成長戦略とも言える）経済圏構想「一帯一路」の重点施策として原子力発電プラントや高速鉄道の輸出加速を決定した。

原子力では、PWR（「華龍」とCAP1400、多目的小型炉）、第4世代炉（高温ガス炉、高速炉）等により顧客国のニーズに幅広く応じられる「原子力輸出強国」をめざしている。

③ これに基づき次の展開がなされている。

・「華龍」は、パキスタン（カラチ-2・3）*で建設中。またアルゼンチン（5号機）、英国（ブラッドウェルB）への輸出が予定され、ケニア**、エジプト***等にも

想力がある。

③中国の原子力輸出競争力

- ・中国が原子力輸出で相手先国にアピールしているのは次の諸項目である。
 - a. 中国側事業者を単一の窓口にした全サービスの提供
 - b. 国産化協力
 - c. 資金調達
 - d. 世界市場進出での協力

注) SNPTC はトルコには AP1000/CAP1400 関連で積極的な「技術移転と国産化」を提案している。「華龍」関連では相手国の原子力産業基盤強化（含人材育成、設備製造技術協力あるいはサプライ・チェーン協力という表現も見られる）を提示しているが、「技術移転」という言葉は使っていない。
<http://www.jaif.or.jp/170327-a> また http://japanese.china.org.cn/business/txt/2017-05/26/content_40900409.htm
これまでパキスタン等では建設作業は中国企業を使うのが通例となっている。資金調達支援は非常に強力である。
<https://www.sankeibiz.jp/macro/news/151126/mch1511262025016-n1.htm> <https://www.recordchina.co.jp/b123383-s0-r20-40051.html>

CAP にしても「華龍」は、原則として、建設・運営・所有の B00 (Build Own Operate

- ・現在世界の原子力輸出競争力強化を目指す中国は、B00 (Build Own Operate = 建設・運営・所有) 方式の資金調達支援、総合的な人員受入・研修・教育システム、その他核燃料サイクルの当ても強みをもつ。フランスも受入・教育システムと燃料サイクルの当ても強みをもつ。

会員限定で

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

4. 中国の将来炉の開発路線

- ・第四世代炉の開発では、中国は世界の最先端国グループに入ったと言える。

①とくに第四世代炉「高温ガス炉」は、実証モジュール炉 HTGR（グロス電気出力 21.1 万 kW）の建設が石島湾で進展している。また 60 万 kW 級商業炉プロジェクトが江西省、福建省、浙江省、広東省等で準備されている。

(出典) テピア総合研究所 2018 年 1 月刊行の「躍進する中国の原子力産業と世界覇権戦略」P304～337。
(出版案内のURLは <http://www.tepia.co.jp/publication/index2018.html>)

②高速炉では実証炉 CFR600 (60.0 万 kW) が福建省霞浦で 2017 年 12 月 29 日に着工。注) IAEA の PRIS データベースでは CFR600 を建設中に挙げていない。建設準備中の扱いか?

③モジュラー式小型炉（SMR）でも海上浮揚式実証炉 ACPR50S（6.0 万 kW）が 2016 年 11 月 4 日に着工した。

（出典）2018 年 6 月 4 日の日中原子力産業セミナーでの中国核能行業協会（CNEA）の趙成昆専門委員会常務副主任の発表「中国の原子力発電野発展の現状と展望」
また前項テビア総合研究所刊行物の P338～352（高速炉）と P270～303（小型炉）。
注）浮揚炉は土木・建設工事がないため正式契約時を着工日とする。PRIS ではこの炉も着工扱いとしていない。

・高速実証炉と SMR の炉の両分野では実際の建設に着手したことでロシアとともに世界の最先端技術国となったといえる。

5. ロシアとの原子力協力：中国の PWR と高速炉の国産化に多様性を賦与

①CNNC とロシア国営原子力総合企業ロスアトム（ROSATOM）社は 2018 年 6 月 8 日、次の内容の両国原子力平和利用協力枠組み契約締結を発表した。

a. 「第三世代+（プラス）」の 120 万 kW 級 VVER を田湾-7・8 号機として 2 基、また遼寧省の 9 号機として 1 基を建設する。

b. 中国独自開発による高速実証炉として 2017 年 12 月に福建省霞浦で着工

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

②これらの枠組み契約の総額は過去最大級となる 200 億元（約 3,400 億円）。プロジェクト全体の費用は総計 1,000 億元（約 1 兆 7,000 億円）を超える。北京での契約書署名式には、V. プーチン大統領と習近平国家主席が同席した。

ROSATOM 社の A. リハチョフ総裁によると、田湾原子力発電所では中露両国の専門家が共同で原子炉を設計・建設する枠組みができている。7・8 号機での露との協力は、2016 年 11 月に両国政府が確認している。

（出典）原子力産業新聞 2018 年 6 月 11 日 <https://www.jaif.or.jp/180611-a>

中露の原子力平和利用協力枠組み契約の詳細は巻末の＜参考資料その 5＞参照

IV. 中国の原子力産業の基盤強化に向けた取り組み

1. 中国の原子力産業発展の課題

(1) 中国の原子力産業のこれまでの課題

A. サプライ・チェーンの整備

・特定設備のメンテナンス・サービス專業化等に遅れ。

B. 設計・製造の標準化

・「華龍」標準化プロジェクト（2017年4月～）は2018年8月からPWR全体に拡大中。

C. 品質管理・品質保証システム

・NEAや国家核安全局（NNSA）から繰り返される原子力安全向上と一体である品質・信頼性向上の要求に沿って、5大企業（中核、中核、中核、中核、中核）は、米国原子力規制委員会（NRC）・米国機械学会（ASME）・国際電気標準会議（IEC）等の品質保証システムの採用を競っている。

D. 試験・検査・検査

・同じく、近年（2017年）は、NNSAの通達で試験・検査・検証能力の強化が要求されていることから製造集団で関連設備・機器の購入が進んでいる。

会員限定で

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

中国側は西側第三世代炉の購入契約の条件として「技術移転」を重視した。これによって2007年の入札では、技術移転に消極的だった仏AREVA（現FRAMATOME）社のEPR炉は、中国側から「技術移転」を積極的に要求された（WEC社が提案した）末、WEC社のAP1000炉に敗れたといわれる。

中国側は、（シンプルな設計といわれる）AP1000の特徴である「モジュール化」の吸収やその成果としての「工程短縮」に大きな期待をかけたが、「情報」や双方の責任の範囲を巡る考え方の違いもあり、これまでは十分な進展がなかった

注）WEC自体、実機建設の機会から遠ざかっていたのでプロジェクト工程管理が十分でなかったとの見方がある。（参考）<http://busshun.jp/articles/~1487>

なお、AP1000の技術移転では、WECからSNPTCへ7つのカテゴリーの34のタスク・パッケージの移転が合意された。2011年8月時点では、文書量にして78%が中国側に渡されている。

他の文献*では、2017年3月末時点でのWECから中国側への情報・サービスの量を次のように挙げている。

- － 4万5,000時間を超える技術コンサルティング・サービスを渡した。
- － 24万件の文書と設計図また多数のコンピュータ・ソフトウェアも渡した。
- － 燃料の製造・設計や運転・保守サービス等の分野でのコンサルティング・サービスを引き続き提供する。

*テピア総合研究所2018年1月刊行の「躍進する中国の原子力産業と世界覇権戦略」P171。

(2) また中国の原子力産業は、国防との密接な関わりから国家の手厚い保護がある。このため重電機器製造集団の多くの受注案件では、価格や技術の優劣よりも、受注量バランスや技術の均等な底上げ等の「政府部局による配慮」が働いていたといわれる。

(3) 原子力発電プロジェクトの主要内容は NEA あるいは「NEA と原子力発電事業者」が決定し、製造集団側から技術提案を行うことがない慣行も、製造集団に技術革新のインセンティブが湧きにくい環境となっている。

結果として製造集団は世界水準の技術への飛躍のための研究開発投資や技術革新に積極的にはなれなかった。

今後中国の原子力産業が世界に進出する上での大きな課題である。

(4) また中国では、業種間の調整は概ね政府の主導で行われており、産業界のニーズに即した（投資者、原子力発電事業者、研究設計院、メーカー、事業者、燃料供給者、金融機関による）業種間の統廃合・連携が促進されてきた。これは「中国の原子力産業の運営上の課題」と、内容上の重複や区分の境界が不明確な部分もあるが、以下に中国の原子力産業製造部門の技術的課題への取り組みを紹介する。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

2. 製造部門の重要技術課題への取り組み

(1) 上記 1. の「中国の原子力産業の運営上の課題」と、内容上の重複や区分の境界が不明確な部分もあるが、以下に中国の原子力産業製造部門の技術的課題への取り組みを紹介する。

①2010 年ころには中国の原子力産業は下記 4 領域の製造技術向上を課題として認識していた。

- a. 主冷却材ポンプ (RCP)
- b. 圧力容器 (含鍛造部材製造)
- c. 安全バルブ
- d. 計装制御システム (I&C 系) (含デジタル化技術、シミュレータ技術)

②これに、2013 年 6 月の韓国での新古里 3・4 号機での制御ケーブル偽装事件が原因と思われるが、d. の一部が重点化され次の項目になった。

- e. 電線電纜 (とくに不燃性)

(2) これら製造技術課題への中国側取り組みの成果

注) 巻末の<参考資料その11>から<参考資料その14>で、上海電気集団 (SEC)、「中国東方電気集団 (DEC)」、「ハルビン電気集団 (HEC)」、「中国第一重型機械集団 (GFHI)」のコンポーネント受注実績や国産化達成状況が示されているので参照されたい。

①領域別では次のような評価が見られる。

a. RCP

- 爆破弁 (バルブ) とともに AP1000 プロジェクトの大幅な遅れの原因とされている。米国 Curtiss-Wright Power Control Co. EMD 社の RCP に関する情報があつたが、この RCP プロジェクトが米国技術に抜本的に依存している。
- 現在の中国の RCP の製造能力は、世界レベルにかなり近い。例えば、巻末の参考資料その11>では SEC の AP1000 の RCP の納入実績が示されている。参考資料その12>では GFHI の CPR1000 の RCP の国産化達成例が示されている。

b. 圧力容器

- 日本側は、中国側からの技術移転が期待されている。中国側は、日本側からの技術移転が期待されている。中国側は、日本側からの技術移転が期待されている。
- しかし技術のばらつきが残っていると見られる。中国メーカーの RCP の製造能力は、世界レベルにかなり近い。中国メーカーの RCP の製造能力は、世界レベルにかなり近い。

c. 安全バルブ

- 中国メーカーの世界レベルの安全バルブ製造にはまだ時間がかかる。
- 日本もそのレベルの技術移転には関わっていない (日本側関係者)。

d. I&C 系

- 中国は I&C 系の開発では、当初ドイツの Siemens 社、次いで三菱電機 (株) (MELCO) と提携。その後英国のロールス・ロイス社 (RR) と契約。体系的な技術移転促進が目的。
- MELCO は、CPR1000 用の I&C 系 10 基*を CGN 系の北京広利核系統工程有限公司 (CTEC 社) と共同受注。MELCO が安全保護系 (安全系) を、CTEC 社が通常運転での制御系 (非安全系) システムを

会員限定で

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

担当。

(出典) 2016年9月16日また2013年5月8日のMELCOOのホームページ

<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2010/0916.html>

<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2013/0508-a.html>

* 最終受注基数は14基。CTECとの提携は中国側規則で現地企業との共同受注が義務付けられているため、1基が70億円との数字も報じられた。

なおCTECの(中国国内企業初の)原子力安全系I&C設計・製造のNSAの許可取得は2010年。

(出典) 共同通信社グループのNNAアジアニュース2010年3月30日号。

http://news.nna.jp/cgi-bin/asia/asia_kijidsp.cgi?id=20100330cny0184

注) 2010年9月に上海でMELCOの初号I&C基納入式典が予定されていたが、直前の9月7日に尖閣諸島で中国漁船の海上保安庁船への体当たり事件が発生、同式典は中止された。

- その後、CPR1000のI&C系の契約をRRが受注した。
http://www.jaif.or.jp/news_db/data/2012/1025-3-5.html
- CTECのI&CがIAEA安全規格審査に合格した(2016年7月の報道)。
- AP1000のI&C系の国産化は予定より遅れている(2016年9月時点での情報)
- SNPTCはCAP1400のデジタル化システム「NuPAC」についてNSAと米国原子力規制委員会(NRC)の安全認証を取得した(2016年10月の報道)
- 2018年5月に運転開始した陽江-5号機で、デジタル化したI&C系を(1日に次いで)国産化(2018年5月の報道)

また<http://www.world-nuclear-news.org/Articles/Bialong-One-simulator-ready-for-operator-training/feed-feed>

e. 電線電纜：とくに追加の情報はない。

②2016年4月また7月に、原発機器サプライ・チェーン協力をめざす日本の技術団体の日中産業間交流行事では中国側から次の指摘があった。

- 中国では原子力級バルブ、圧力容器、電線電纜の産業が弱い。
- CNNCの関心製品・技術には、圧力容器、計装制御、鍛造部品関連技術、原子力発電等の特殊ケーブル製造技術が入っている。
- CGNの2016年7月のデジタル化I&C開発成功は仏の協力があつた。中国ではデジタル化技術は弱い。

- ③ 2018年1月時点では、中国核能行業協会（CNEA）の幹部の次の認識が伝わっている。
- － 原子炉圧力容器、主冷却材ポンプ、蒸気発生器、1次冷却材配管の製造技術はほぼ世界一流水準に達した。
この中では主冷却ポンプはわずかに遅れている感もある。
 - － I&C系（とくにデジタル化技術部分）、非常用ディーゼル電源、溶接材料はまだ輸入に依存している。

(3)最近追加されて来た重点取り組み技術テーマ

- ・使用済燃料の貯蔵・輸送容器製造技術。
 - － 国産技術で重要な進展を見せたとの報道がある。
(出典) 2018年2月2日の人民日報「中国は核燃料貯蔵・輸送容器の生産化を完了した」
http://energy.people.com.cn/n1/2018/0202/c10712722-29391111.html
巻末の「参考」を参照。
 - － 一方、この分野は「輸入依存」をいっている声もある。
(出典) 2018年6月4日の日中国原子力産業セミナーでの意見交換時の中国側の発言等。

**会員限定で
公開しております。**

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

(1) 国能綜科技 [2015] 52号の「核力産業の取組み」が成果が上がるが、国務院はこの間も以下のように継続して原子力発電関係装置・部材の製造（含検査・測定・品質保証）技術の向上に向けた指示・通達を出している。

- ① 「国家能源科技第12次5ヵ年規画」（2011年12月能源局（NEA）通達）：
原子炉圧力容器、炉内構造物、一体化原子炉ヘッド、主冷却材ポンプ、一次系配管、蒸気発生器、鋼製格納容器、爆破弁、低圧タービン、原発用大型鍛造品、原子力級配管・板材、原子力級ポンプ・バルブ、デジタル制御システムでの取り組みを要求。

- ② 「国能綜科技 [2015] 52号」*（2015年1月NEA通達）：

*NEA 総合司関連組織通達 2015年「能源自主創新と能源裝備專項プロジェクト通知」

エネルギー設備製造技術の主体的改革指示通達で、大型鋳鍛造品、バルブ、I&Cの製造能力向上や、ポンプ、バルブ関連の基礎材料開発や検査・

測定能力向上を要求。

③ 2015年3月の全人代で、李毅中 中国工業経済連合会会長は原発製造での主冷却ポンプ、デジタル制御設備の技術強化が必要と指摘。

(参考) 2015年3月に精華大学が出版した「中国の原子力開発の再研究」という文献がある。国務院の直轄事業単位の最高研究機関「中国工程院」が自国の原子力発電産業の設計、製造、エンジニアリング、建設の技術力を評価したもの。国産化の課題を次のように挙げている。

- 原子力安全関連のデジタル保護系統、AP1000の主冷却材ポンプは内外での取り組みによって設計・製造技術を完全に掌握する必要がある。
- 主蒸気隔離弁や加圧器安全弁等の重要バルブの試験条件も未解決のままである。
- 製造能力の調整ができない(納期遅延後、一部で設備生産能力過剰問題も起きた)。
- 原子力発電設備サプライヤーの技術レベルが低く、また品質の安定性向上が必要である。検閲・試験・安全文化を根付かせ、推進する人材が不足している。

会員限定で 公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

(3) 2017年11月23日国家発展改革委員会が公表した「輸入を奨励する技術・製品リスト(2017年版)ドラフト」は関連部門、産業協会、重要企業の意見や提案を踏まえたものだが、次のように関連原子力品目も含まれる。

① 輸入を奨励する先進技術：

- A10 核融合設計製造技術
- A11 第三世代原子力材料および設備の設計・製造技術
- A12 原子力発電所の総合シミュレーション・モデル開発技術
- A120 原子力耐圧設備用溶接材料の大量製造技術
- A163 放射性液体・固体廃棄物の先進処理プロセス、高減容比放射性廃棄物処理先進技術、放射性事故緊急対応処理技術、放射性汚染の除染技術

② 輸入を奨励する重要設備：

－ B91 原子力級ジルコニウム合金製品研究開発・製造設備

③開発を奨励する重点事業：

- － C3 先進的な原子炉の建造技術開発
- － C4 原子力発電所の緊急援助技術開発・設備製造
- － C5 高性能核燃料要素の製造
- － C38 危険廃棄物（放射性廃棄物、原子力施設廃止措置過程での廃棄物、医療廃棄物等）安全処理技術設備開発製造と処分センター建設
- － C40 原子力施設の廃止措置と放射性廃棄物の改善
- － C57：原子力級ジルコニウムスポンジやジルコニウム材関連情報

http://www.ndrc.gov.cn/xwfwx/tzqt/201711/t20171123_867550.html （出典）テビア総合研究所前掲書 P223

会員限定で

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

IV. 中国の原子力関係主要機関



図表4：中国の原子力開発体制

1. 政府機関

http://www.gov.cn/gjjg/2005-08/01/content_18608.htm また <http://japanese.china.org.cn/japanese/78375.htm>

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（当時副総理、後の総理）の指示で、環境汚染の弊害除去を目的に設立。経済・社会開発戦略、国土空間計画、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意見を述べ、国務院内の閣僚に強い影響力を行使する強大な権限をもつ。
- ・原子力発電事業者に関しては、国務院内で以下の分担がある。

**会員限定で
公開しております。**

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

③国家エネルギー委員会（NEC）

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

④国家能源局（National Energy Agency:NEA） <http://www.nea.gov.cn/>

- ・NEAは2008年3月全人代で設置を決定（NDRC傘下。NECの事務局も兼務）。
 - ・エネルギー関係の戦略・政策、法規・基準、計画の立案・策定・実施また改定を所掌。具体的には次の事項を統括。
- － 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

- ・原子力発電関係でも、原子力発電所の緊急事故対応の体制・計画の監督、発電集団(電気事業者グループ)の各種工事の安全性や品質の監督・審査・許可の権限をもつ。

注) 福島第一原子力発電所事故の事故以降、中国の原子力発電計画・国産化・安全向上等に関連する指導(含各種通達)では NEA のイニシアティブが非常に大きいように思われる。

巻末の<参考資料1「中国の原子力発電の規制の近況」>と<参考資料その2「核安全十二五の作成経緯と概要」>を参考してください。

会員限定で

- ・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) 法律司、(3) 行政司、(4) 財政司、(5) エネルギー節約・科学技術装備司、(6) 電力司、(7) 石油・天然ガス司、(8) 市場監督管理司、(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

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

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

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。

- ・2012 年 7 月 NEA は、福島第一原子力発電所事故を踏まえて、従来の秘密主義では原子力発電に対する国民の信頼を得られないとの反省に立ちドラステックに方針を転換。NAE の指導で中国電力投資集団公司(CPI。現「国家電力投資集団公司 SPIC」)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見学会等により原子力発電に関する情報公開や理解促進活動を始めた。

⑤工業情報化部(MIIT) <http://www.miit.gov.cn/>

- ・国務院「国防科学技術工業委員会」が、2008 年の第 11 期全人代の機構再編で「工業情報化部(MIIT)」になった。

・傘下の「国防科学技術工業局（SASTIND）」が中国の宇宙開発と原子力軍事利用を所掌し、「国家原子能機構（CAEA）」が原子力平和利用とその産業（含「中国核能行業協会（CNEA）」）を監督する。

⑤-1：国防科学技術工業局（SASTIND） <http://www.sastind.gov.cn/>

- ・原子力軍事利用を所掌する。
- ・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」（参加機関 24）の主要メンバー。
同委員会の事務局は、福島原発事故以降 SASTIND 内に設置された「国家核事故応急弁公室（原子力事故緊急事務局：National Nuclear Accident Emergency Organization=NEO）」。

注）ただし、NEO の運営は CAEA が担当。
「国家核事故応急弁公室」は、2015 年 5 月 14 日、国核安委会（NEAC）が「国家核事故緊急事務局（NEO）」の創設を承認。

- ・緊急時の実務展開を主導する。
 - 2014 年 5 月、SASTIND が国家核応急隊の結成計画を発表。
（出典）リーフ、ワン、等、2014 年 5 月、中国核安全局（NNSC）が「国家核事故緊急事務局（NEO）」の創設を承認。
 - 2015 年 5 月、国核安委会（NEAC）が「国家核事故緊急事務局（NEO）」の創設を承認。

会員限定で

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

MIIT、SASTIND、公安部、民政部、MEP、軍事委員会聯合参謀部等が参加。
技術支援、医療支援、地震測定等、避難、救急、除染、医療支援の

全国的な 8 核応急専門技術支援センター、25 の支援分隊、3 訓練基地を設置。統合指揮、技術支援、医療支援、地震測定等をカバーする。

（出典）<http://www.sastind.gov.cn/n117/c6421722/content.html> また <http://www.jaif.or.jp/160527-b/>

⑤-2：国家原子能機構（CAEA）

- ・中国の原子力平和利用（原子力開発、核不拡散、国際対応）を所掌。

注）原子力発電政策の検討・策定権限は「国家能源局（NEA）」設立時に NEA に移管された。

<国家原子能機構（CAEA）の沿革>

- ・1988年の国务院改組で、それまで原子力エネルギーの所轄は第二機械工業部、核工業部、中国核工業総公司、と推移して来たものが、能源部（エネルギー）、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（日本の省に相当）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に「国」に近いとみなされ、対外的に中国政府を代表する

- ・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（CNNCに属した

CAEAは「核安全行政と国際協力を担う」専任で「CNNCは総経理、国際協力部門の人間が主任、副主任等を兼務した」100人前後の小組織になった。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

- ・こうして原子力行政は現在、工業情報化部（MIIT）の下に、軍事部門を司る国防科学技術
- ・前記のとおり、SASTIND内に設置された「国家核事故応急開公室（NEO）」の運営はCAEAが担当している。
- ・2011年11月、CAEAの傘下に「国家核セキュリティ技術センター」（SNSTC）が設置された。<http://www.fnca.mext.go.jp/nss/info/china.pdf>

⑥生態環境部（MEE） <http://www.mep.gov.cn/>

- ・2018年3月、第13期全国人民代表大会の構造改革案で環境保護部（MEP）が国土資源部等と統合、生態環境部（MEE）となった。

⑥-1：国家核安全局（NNSA） <http://nnsa.mep.gov.cn/>

- ・中国の原子力安全、放射線安全、環境放射線影響を一元的に監督管理。

NNSAは次の「原子力安全許可証」を審査、承認、発給する。

- － 原発の建設許可証（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（建設項目環境影響報告書意見書）
- － 原発の燃料初装荷承認書（核電廠燃料初装荷承認書）
- － 原発の廃止措置承認書（核電廠退役批准書）

**会員限定で
公開しております。**

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

NNSAはこれら事業者の認定・登録・管理を行っている（有効期限は5年間）。

<参考資料その2「核安全十二五」の作成経緯と概要><参考資料その3「核安全十三五の概要」><参考資料その4「原子力発電設備の設計・製造に関する許認可制度とNNSAの役割」>を参照。

<http://nnsa.mep.gov.cn/index.shtml>

⑥-2：原子力・放射線安全センター

(Nuclear and Radiation Safety Center とも Technical Center for Nuclear Safety Equipment Regulation とも称する。略称はNSC)

(NSC ホームページ英語) http://www.chinansc.cn/web/static/catalogs/catalog_264700/264700.html

(同中国語) http://www.chinansc.cn/web/static/catalogs/catalog_eng/eng.html

(MEP の HP) http://www.mep.gov.cn/gkml/zzjg/qt/200910/t20091023_180876.htm?COLLCC=2628203633&

- ・環境保護省 (MEP) の直属事業部門。1989 年 3 月に設立。
- ・原子力・放射線や放射線環境の安全の監督・管理を専門とする中国の唯一の技術支援機関 (TSO)。

所掌事項としては、民生用原子力施設の安全 (含放射線防護) 規制の政策、計画、法律、規格、仕様の策定支援と研究開発、監督・管理実務 (審査と検査)。また原子力事故および放射線環境事故の緊急事態への対応・評価や技術相談・情報サービス。

<参考資料その6「原子力・放射線安全センター (NSC)」>を参照。

2. 民間機関

会員限定で

(1) 原子力総合団体

○中国核能行業協会 (CNEA) <http://www.china-nca.cn/html/shijitai.html>

- ・2007 年に「法律顧問委員会」(中国科学院核能研究所 (SASTIND) 主導で設立。直轄下に「核能技術顧問委員会」(中国科学院核能研究所)、「原子力平和利用産業すべてを統括する総合団体。会員数 399 (2017 年 4 月現在)。北京に所在。

公開しております。

[https://www.jaif.or.jp/memb](https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012)

(2) 原子力発電プラントの開発設計+輸出

○華龍國際核電技術 (華龍公司、Hualong International Nuclear Power Technology Co., Ltd. (HNPT))

- ・「華龍一号*」輸出促進のために中国核工業集团公司 (CNNC) と中国広核集团公司 (CGN) が均等出資で 2015 年末設立。CNNC と CGN で異なる設計を採用と言われる「華龍一号」の統一のための開発設計も行う。北京所在。

*「華龍」あるいは HPR1000 とも呼称。中国の国産第三世代炉の中核となると思われる。

(3) 原子力発電事業者

- ・原子力発電事業への過半の出資は、下記の「中国核工業集团公司 (CNNC)」、「中国広核集团公司 (CGN)」、「国家電力投資集团公司 (SPIC)」の 3 者のみに認可。これを巡って中国華能集団 (CHNG または Huanong)、中国大唐集団 (Datang)、中国華電集团公司 (Huadian)、中国国電集団 (Guodian) は原子力発電の利潤が大きいことから、自分たちにも同様特権を認めてほしいとの要望を政府に 2000 年代末から出している。

現時点では、政府は高温ガス炉や新型炉等の開発での部分出資のみ認めている。

①中国核工業集团公司(CNNC) <http://www.cnncc.com.cn/Default.aspx>

・北京に所在。

前身は、国防利用・平和利用のすべてを統括する巨大政府組織「中国核工業総公司(CNNC)」である。

・1994年に初の国産炉「秦山1号機」プロジェクト(1994年4月1日運転開始)で多くの企業(国内679と海外81)をとりまとめ、アカデミックな分野から(濃縮・再処理を含む)核燃料サイクル、原子力発電装置製造、原子力発電プラントの建設までをカバーする中国の原子力開発の牽引車となった。

注) 詳細は2015年5月26日(当協会)の「原子力政策開発: 原子力発電再加速と原子力輸出国家戦略」に譲る(とくに「核燃料サイクル」19)。
<http://www.jaif.or.jp/cnncc/>

会員限定で

・この「中国核工業総公司(CNNC)」が1994年の政府機構再編により次の2つに分離し

公開しております。

a. 行政・管理部門: 「中国核工業集团公司(CNNC)」
b. 研究開発・製造部門: 「中国核工業総公司(CNNC)」

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

b-1. 原子力発電と核燃料サイクルの研究開発と商業化:

「中国核工業建設集团公司(CNEC)*」:

* CNECは中国華能集团公司、清華大学と連携し高温ガス炉開発も推進。国内の原発や核燃料サイクル施設またパキスタンのチャシュマ-1〜4号機の建設に参加し、国防科学技術工業局(SASTIND)の十大軍事施設建設集団の地位を保ってきた。

・2018年1月31日に原子力施設建設最大手「中国核工業建設集団(CNEC)」と再統合した。

<CNNCと中国核工業建設集团公司(CNEC)の再統合>

- ・2017年3月、「全国人民代表大会」で李克強首相が「国有企業再編方針」を強調した後、CNNCとCNECの2017年中の経営統合の方針が発表された。
- ・「CNNC+CNEC」再統合は、原発(とくに「華龍」)輸出に有効と思われる。
- ・原子力分野では、2015年7月の中国電力投資集团公司(CPI)と国家核電技術有限公司(SNPTC)統合による国家電力投資集团公司(SPIC)設立以来の大型統合となった。

・CNNC の構成企業は 49。グループの中核は持株会社「中国核能電力股份有限公司 (CNNP)」で、CNNC の資産である原子力発電所を運営する。

<CNNC 傘下の主要組織>

<http://www.cnncc.com.cn/cnncc/300545/300553/index.html>

CNNC 構成企業の詳細は巻末の<参考資料その 7 「CNNC 構成企業」>参照。

a. 中国核能電力股份有限公司 (中国核能。CNNP) <http://www.htnpc.com/>

2011 年 12 月 31 日、中核核電*(略号は CNNP で中国核能と同じ)を持株会社に改組。CNNC の資産の大部分である CNNC 傘下の原子力発電プラントの投融资・運転管理・技術開発を担当。2015 年 6 月 10 日に株式市場に上場。

* 2008 年 1 月 21 日に設立。

CNNP 構成企業、その他の子会社 (持株子会社 25 社、合資会社 4 社、関連会社 2 社) の詳細も巻末の<参考資料その 7>参照。<http://www.cnncc.com.cn/col/col18/index.html>

会員限定で

b. 中国核動力研究設計院 (NPIC。核動力院)

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

c. 中国核電工程有限公司 (CNPE)

<http://106.37.74.21:90/> また <http://106.37.74.21:90/cnpe/jw48/es11/index.html>

前北京核工程研究設計院 (BINE=核工業第二研究設計院) と核工業第五また第四研究設計院を統合改組し、2007 年 12 月に設立。

「設計・調達・建設 (EPC)」一括請負をめざし、福清、方家山、昌江、田湾、徐大堡、桃花江の核プロジェクトや 821 廠放射性廃棄物処理プロジェ

クトに取り組んでいる。

「華龍」、ACP100、ACP1000 の国産化、第四世代高速炉の研究、核分裂・核融合ハイブリッドの課題研究にも取り組んでいる。

2020 年までに EPC 分野で国際競争力をつけ、2030 年までに世界のトップクラス企業になる目標を掲げる。

国防科学技術工業局（SASTIND）の重点組織で、原子力発電、核化学、核燃料の研究開発設計能力をもつ原子力施設設計専門企業。従業員数 5 千人以上（院士 3 名。国家級設計大師 2 名。國務院特別人員 18 名）。

d. 中国核電運行管理有限公司 (CNNC) http://www.hnpsc.com/art/2016/7/3/art_200_1834.html

前武漢核動力運行研究院（RINPO=105 研究所）。

CNNC の子会社「秦山核電」核動力と容量 9 基（654.6 万 kW）の原子力発電プラントを運営している。

注) CNNC の傘下に「核動力運行研究所」核動力核電運行技術股份有限公司」という会社もあり、名称を含め混乱しやすい。<http://www.rinpo.com/>

e. 中国中外核工業有限公司 (CZEC) <http://www.czec.com.cn/home/aboutus.html> また http://www.czec.com.cn/en/singlebusiness/nuclear_project.html

1983 年 4 月 5 日設立。中国最初で海外原子力エンジニアリング・建設業務に参入。ユーラシア原子力研究センター、重慶研究所、ボタ

スタンのチャシュマ原子力発電所-1~4 号機、カラチ原子力発電所-2・3 号機の建設を担当。

注) 中国中外核工業有限公司の検証資料「2017 年 8 月」に「工

f. 中国原子能科学研究院 (CIAE) <http://www.ciae.ac.cn/index.jsp>

北京に所在。1950 年に中国科学院(CAS)と CNNC の前身機関で共同設立。国防関係を含め中国の重要原子力研究開発を担う。高速炉開発の中心でもあり、2011 年 7 月以来高速実験炉 CEFR (2 万 5 千 kW) で発電を実施。

CIAE は中国の原子力科学技術の発症の地で、国防科学研究や原子力エネルギー研究開発・イノベーションの基地でもある。CIAE の「中国先進研究炉 (CARR)」では中国の重要原子力プロジェクトに関わる照射や技術開発実験をしている。

巻末の<参考資料その 8「中国原子能科学研究院(CIAE)」>参照。

注) テビア総合研究所 2018 年 2 月刊行「躍進する中国の原子力産業と世界覇権戦略」に CIAE の詳細紹介がある。

会員限定で

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

②中国広核集团有限公司 (CGN) <http://www.cgnc.com.cn/cgn/c100910/it/ij.shtml>

- ・本社は広東省深圳市所在。1994年9月に「中国広東核電集团有限公司 (CGNPC)」として発足。中国最大の原子力発電企業集団。

中国最初の商用原子力発電所「広東大亜湾-1・2号機」をフランス FRAMATOME (後に AREVA、2018年1月に再度 FRAMATOME に改称) の技術で建設・運転以来、民生用原子力技術の経済的合理性を追求し、その国産化を牽引。2013年4月に現名称に改変。集団としては40数社で構成。

- ・CGN のホームページによると 2018年7月末現在、CGN の原発は運転中 21 基 (発電容量は 2,255 万 kW)、建設中 10 基 (同) (以下) である。

CGN は近年「人類社会にやさしいエネルギー」とのスローガンでクリーン・エネルギーの開発にも力を入れており、風力発電所 1,134 万 kW、太陽光発電 298 万 kW、海外での新エネルギー発電機 1,000 万 kW を保有している。

**会員限定で
公開しております。**

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

b. 中広核工程有限公司

(China Nuclear Power Engineering Co., Ltd : CNPEC)

<http://www.cnpec.com.cn/> また <http://www.cnpec.com.cn/cnpec/c101305/list-01.shtml>

注) 中国では社名略号を英文でも中国語文でも思いつきのままに使うことが多い。CNPEC は CNNC 傘下のエンジニアリング会社「中国核電工程有限公司 (英文は中広核工程と同じ China Nuclear Power Engineering Co., Ltd. : CNPE または CNPEC)」でも使っており混乱がある。

2004年2月設立。中国初の原発管理専門会社。また中国最大のアーキテクト・エンジニア社。EPC 一括請負をめざす。

2010年以降、17基の原発を運転開始に持ち込み、さらに7基のエンジニアリング作業を実施中。近年廃炉技術分野にも進出。

登録資本金は設立時5億元、現在12.86億元。従業員6千人以上。

米国のプロセス制御弁の製造・サービス企業のドレッサー・メーソンネーラン社等と1990年代から協力関係にある。(出典) <https://www.businesswire.com/news/home/20100912005133/ja/>

センサーとして) 技術認定を行う。

- ・ WEC と中国側の分担を図にすると次のようになる。

図表 5 : SNPTC を受け皿にした AP/CAP の国産化推進体制



会員限定で

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

<SNPTC 傘下の組織>

- a. 上海核工程研究設計院有限公司 (SNERDI) <https://www.snerdi.com.cn/>

上海に所在。秦山-1号機をはじめ多くの国産炉心を設計。中国の原子力輸出の初号案件のチャシュマ炉の設計も担当した。

2007年のSNPTC設立時にCNNCから移管。

AP1000プロジェクトの設計・国産化、CAPシリーズの炉心設計、紅沿河のACPR1000プロジェクトにも参加している。

従業員数1,100人以上(含専門技術社800にん、院士1名、国家設計大師3名)。

- b. 国核電力規画設計研究院有限公司(SNPDR) <http://www.snpdri.com/>

CAPのBOP*の設計。

* 原子力発電プラントの構成系統で、原子炉蒸気供給系 (NSSS) 以外の部分をさす。

c. 国核(北京) 科学技術研究院 (SNPRI)

2011年6月設立。人材育成。

d. 国核工程有限公司 (SNPEC) <http://www.snpec.com.cn/>

2007年7月6日設立。EPC一括請負をめざす。三門-1・2と海陽-1・2のAP1000、またCAP1400の実証プロジェクトに参加。従業員2,060人前後。

注) 2010年8月頃には中国広東核電集团有限公司 (CGNPC。現CGN) が咸寧 (Xianing) 大坂 (Dafan) にAP1000×4基を建設する計画があった。SNPECは大坂の最初の2基に関してThe Shaw Group Inc.*と技術支援 (エンジニアリング、設計管理、QA、建設管理、プロジェクト管理) 契約を結んだ。

*WECの全原発建設のエンジニアリングを手掛けたが、その見積りに比べて実際の工事原価の超過がWECや東芝の財務破綻につながったとされる。(参考)<http://bunshun.jp/articles/-/1457>

e. 国核維科核電技術服務(北京) 有限公司 <http://www.snec.com/>

2013年5月SNVICとWECの共同出資で設立。中国の原子力発電産業が中国のAP1000やCAP1400の建設に参加し、また中国の原子力発電産業が世界市場へ輸出するための製造技術認定、調達、サプライ・チェーン構築などを支援する。

会員限定で
公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

(4) 5大発電集団：原子力発電事業へ進出の動き

- ・現在は3原子力発電事業者（CNNC、CGN、SPIC）にしか「原発プロジェクトへの過半の出資」が認められていない。
- ・しかし5大発電集団中、（SPICを除く）中国華能、中国大唐、中国華電、中国国電の4集団はこの制限の撤廃を要求し、新型炉開発等を突破口に下記のように原子力発電事業への進出を図っている。

<5大発電集団の原子力発電事業への進出の動き>

A. 「中国華能集团公司（CHNG または Huaneng）」:

- ・5大発電集団の最大集団
- ・CAP1400 開発プロジェクト（寧徳-1.2 及び 寧徳-3）*）に出資。

* SNPTC75%、CHNG25%（2009年12月7日に設立。http://www.snpic.com/ 次頁の10項参照。

B. 「中国大唐集团公司（Datang）」:

- ・2013年1月に「中核投資有限公司（CNNC）」を設立。
- * 設立日に CNEC と覚書を締結、在来型発電所とともに原発の建設や技術開発で協力。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

C. 「中国華電集团公司（Huadian）」:

- ・福清原発（-1~-4はCPR1000で運転中3基、建設中1基。-5と-6は華龍を建設中）の運転者である「福建福清核電有限公司*」に出資。

* CNNC 51%、華電 49%。2006年5月16日設立。

- ・三門原発（AP1000×2基建設中。4基計画中）の運転者「三門核電有限公司」に出資。

注）「三門核電有限公司」は2005年4月17日設立。出資者は（CNNCが97%出資する原発資産管理会社）中核核能電力有限公司（CNNP）が51%。他の出資者は、浙江省電力開発有限公司、中電投核電有限公司、華電、中核投資有限公司（出資比率は不明）。http://www.litpic.com/art/2016/7/3/art_200_1836.html
CNNP51%、浙江省能源集团有限公司20%、中電投核電有限公司14%、華電10%、中国核工業建設集团公司（CNEC）5%との資料もある（海外電力調査会2014年2月27日「中国における原子力発電の現状と今後の計画について」）

D. 「中国国電集团公司（Guodian）」:

- ・海陽原発（AP1000×2基、建設中）の運転者である「山東核電*」を設立。

* 国電 5%、中国電力投資集団（CPI、現 SPIC）65%、山東省国際信託投資 10%、煙台市電力開発 10%、CNNC5%、華能能源交通産業 5%。

○原子力開発に関わる（電気事業者出資の）合弁会社

a. 中核能源科技有限公司（CHINERGY） <http://www.chinergy.com.cn/>

- ・2003年8月3日、高温ガス炉/低温熱併給炉開発を目的に設立。設立時点では清華大学の子会社である「清華控股有限公司」と「中国核工業建設集团公司(CNEC)*」の合弁企業。その後 CGN も出資。

* 2018年1月に CNNC に統合

- ・高温ガス炉の実証炉プロジェクトでは次の役割分担を担う。
 - － 華能山東石島湾核電有限公司（HSSNPC または HSNPC）：発電所の建設と運転
 - － 清華大学：技術開発
 - － CHINERGY：エンジニアリング

会員限定で

b. 国核示範電站責任公司（中国原子力発電者証書有限公司の意）

<http://www.gnps.com.cn/>

- ・2009年12月17日設立。CAP1400 およびその後のCAP1700の建設・管理・運転のための会社。SNPTC 75%と中国華能集団（CHNC または Huaneng）25%の合弁企業。
従業員 430（山東省栄成石島湾のプロジェクト・サイトの協力企業人員総数は 2,246）。

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

- ・CAP1400 は電気出力153万kW、設計寿命は60年。
（建設開始後約10年以内の運転開始を予定している。）
 - － 2013年3月4日：国家發展改革委員会（NDRC）がCAP1400実証プロジェクトの予備作業を承認。
 - － 2014年1月9日：国家能源局（NEA）がCAP1400の予備設計を承認。CAP1400の全体的な技術計画、技術指標、主要パラメータが固まる。
 - － 2016年3月25日：国务院常务会议にプロジェクト承認申請書を提出（国务院の承認待ち）。
 - － 2018年：初号機建設開始（FCD）。2号機の着工は12ヵ月後。ともに建設工期は50ヶ月。
 - － 2023年：初号機完成。

c. 華能山東石島湾核電有限公司（HSSNPC または HSNPC）

- ・2007年1月23日に設立。石島湾高温ガス炉（HTR）プロジェクト社。
山東省栄成市寧津鎮でHTR-PM（HTR ペブルベッド・モジュール型）実証炉

プロジェクト（10万kWのHTR-PM×2基で構成）を手掛ける。
設立時の情報では、CHNGが47.5%、中国核工業建設集团公司(CNEC)*が32.5%、清華控股有限公司が20%出資の合弁企業。資本金11億8千萬元。

* 後、2018年1月にCNNCに統合。 <http://www.hsnpc.com.cn/companyabout.aspx>

- 2018年3月24日：HTR発電プラントの試運転が許可された（国核安函〔2018〕20号NNSA通達）。 http://www.nep.gov.cn/gkml/bbb/baqj/201803/t20180328_433147.html

2018年5月28日：ハルビン電気集団の「佳木斯電機股份有限公司」が石島湾のHTRのHe送風設備の出荷前試験を終了した。 http://www.cinn.cn/jdt/201805/t20180528_192750.html

注) 古いデータながら2008年2月のCHNG側URL

(<http://www.chng.com.cn/n31537/n31788/n1426469/c1427001/content.html>) では次の紹介がある。

- HSSNPC (またはHSNPC) は、20万kWの高温ガス実証炉(HTR)、125万kWのAP1000×4基、100万kWのHTR発電プラントからなる約900万kWの実証プロジェクトを実施する余地がある。
- HTRの実証プロジェクトは、2009年9月増資、2010年運転開始を予定。これまでの軌跡は次のとおり：

- 2007年12月：国家長期科学技術計画「観測・計測・計量」の指導グループを設置
- 2007年9月：国防科学技術工業局(DND)が「高温ガス炉発電所重大プロジェクト」を推進する方針を打ち出し、また「国家科学技術重大プロジェクト」の指導グループを設置
- 2008年4月1日：実証プロジェクト開始—

- AP1000はまず浙江省三門と山東省海陽で125万kW×2基の建設を予定(2011年着工、2016年運転開始)。石島湾で2基×25万kWの建設を予定(2011年着工、2014年運転開始)。1年以内につづらねて建設し、2020年までにすべてを完成する。

- d. 核新能源投資有限公司 (略称「中核新能源」) : <http://www.cnecc.com/g336/s877/t19874.aspx>

2017年2月28日、出資者が「混合所有制」に移行。 <http://www.cnecc.com/g336/s877/t19878.aspx>

2017年初めに新株発行で18.22億元を市場から募集、増資。

http://www.zocnc.com/comcontent_detail/i=2&comContentId=2.html は設立当初の会社紹介。

- 2011年3月28日に、ともに中国核工業建設集团公司(CNEC)傘下だった中国核工業華興建設有限公司と中核投資有限公司が均等出資(資本金2億元)で設立。

中国の環境保護および新エネルギー分野におけるプロジェクト*(含小型炉開発)への投資・建設・運営が目的。

* 都市水事業、原子力発電プラント水処理、新エネルギー・新素材の関連

- 2017年2月の中核新能源の「混合所有制*改革第1回株主総会」では、2019年末までに、

**会員限定で
公開しております。**

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

国家電力投資集団公司（SPIC）**と CNNC の国有資本が株式の非公開部分（33.4%）を保有し、7社***が公開部分（66.6%）を保有する「混合所有制」企業化が承認された。

* 2013年11月9日～12日中国共産党第18届第3回中央大会総会で国有企業改革のために提唱。

** CNNC のホームページでは、SPIC ではなく 5 大発電集団のひとつの「中国国電集団」と混同した記載もある（2017年11月のCNEC求人広告）。 <http://www.cnncc.com.cn/cnncc/300555/300556/493691/index.html>

*** 中国核建集団、中核投資、中核華興、安徽建工集団、北京科橋投資顧問有限公司、上海信熹投資管理有限公司、重慶慧林股權投資基金公司、中新建招商股權利投資有限公司、江蘇康緣康葯業有限公司。民間6社からの募集資本は12億元を予定。

中国核建集団は、公開部分と非公開部分を合わせて中核新エネルギーの株の40%以上を保有する。

- ・現在 CNNC ではモジュラー式多目的小型軽水炉である「ACP100」の事業展開での中核新エネルギーの活用を前面に押し出している。

会員限定で
公開しております。

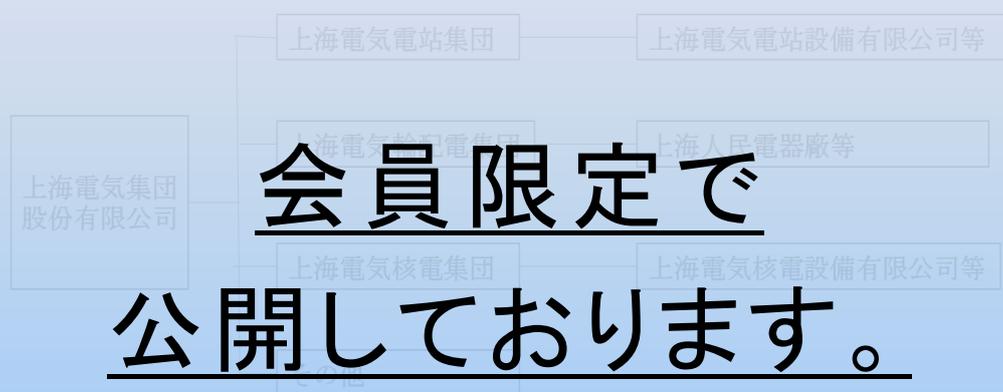
https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

①「上海電気集团有限公司」(SEC) <http://www.shanghai-electric.com/Pages/About/Index.aspx?Type=1>

その持株会社は「上海電気集团股份有限公司 (SEC)」(同じ略号 SEC で混同しやすい)。

中国内での原発納入実績や構成企業等詳細は巻末の<参考資料その 11「上海電気集团有限公司(SEC)」>を参照。

- ・「上海電気集团股份有限公司」は(「上海電気电站集团」や「上海電気輸配電集团」等いくつかの集团で構成される)大集团「上海電気集团」の持株会社である。



**会員限定で
公開しております。**

図表 6 : 上海電気集团公司的構成概念図

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

火力発電所、原発*、ガス・タービン、配電設備、風力発電設備、大型鋳鍛造製品*を製造している。

* 秦山-1での蒸気発生器、加圧器、圧力容器炉内構造物、制御棒駆動装置、タービン発電機、計装制御系等の重要装置を製造以来、SECは最も広範な種類の原発コンポーネントの供給者となっている。

- ・ SECの製造の中心基地は閔行 (Minhang) で、中国建国初期に操業を開始以来、発電プラント、化学プラント、大型鋳鍛造製品*を製造している。

* 鋳造物で 470 トン、鍛造物で 164 トンの製造が可能。

SECは、2005年以來「世界最大の原発用のバルブと主要設備の製造基地」を目標に掲げて新設の臨港 (Lingang) 基地に原子力部門の集中化を図っている。これまでの臨港基地への投資総額は 70 億元を超える。

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

- ・ これら 2 基地の原発関連の製造品目や製造能力は次のとおりである。

(閔行基地) :

一 製造品目 :

高温ガス炉（HTGR）の鍛造品（下部ヘッドやシリンダー）、AP1000 の鍛造品（チューブ・シート、インテグレートッド・ヘッド、フランジ・シェル、シェル）

ー 製造能力：

最大重量製品としては、鋳鋼なら 450 トン、鋼塊なら 600 トン、鍛鋼なら 350 トン。年間では鋼量 25 万トン、大型鋳鋼品 4 万トン、鋼塊 19 万トンを生産する。

（臨港基地）：

吊り下げ力 1,400 トンの起重機と 5,000 トン級船舶の専用埠頭をもつ。

ー 製造品目：

圧力容器、蒸気発生器、蒸気タービン、制御棒駆動装置等の重要装置。炉主冷却材ポンプは、毎時 100 万トン（100 万 KSP）の合弁）で製造。

ー 年産能力：

100 万 kW 級原発の圧力容器 4 基、蒸気発生器 6 基、燃料交換機 6 基、「炉内構造物・制御棒駆動装置」8 基、主冷却材ポンプ**12 台、2 級・3 級原子力ポンプ 32 台の製造が可能。高温ガス炉（HTGR）、低熱供給炉、FBR 等の設備も製造可能。

* 市場占有率は 95 %。 **軸封型や湿巻型、CAP1000/CAP1700 用も研究開発中。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

10 基（30 万 kW、60 万 kW、100 万 kW 級国内市場の 95%強のシェア）

ー 圧力容器と蒸気発生器：6 基

ー 主冷却材ポンプ：12 台

ー 2 級原子力ポンプ：32 台

ー 半速度タービン発電機：12 台

「炉内構造物・制御棒駆動装置」の合計納品件数は次のとおりである。

2017 年まで 27 件、2008 年 7 件、2009 年 8 件、2010 年 6 件、2011 年 8 件、2012 年 18 件、2013 年 35 件、2014 年 26 件、2015 年 7 件、2016 年 10 件

これらの国内納入先別実績は巻末の「参考資料その 11「上海電気集団有限公司（SEC）」>を参照。

・ SEC の輸出実績：

ー パキスタンからは 28 件の受注（うち 22 件では納品済み）。

チャシュマ原発-1・2 へは、蒸気発生器（-1 へ 2 基）、加圧器（-1 へ 1 基、-2 へも納入）、炉内構造物、制御棒駆動装置、タービン・発電機（-2 へタービン）、燃料取扱施設（FHM）。カラチ原発へは、炉内構造物、タービン・発電機

ー 南アフリカのクバーグ原発からは蒸気発生器を 6 基下請け受注。

ー 韓国へポローラー・クレーンを輸出。

（出典）2017 年 3 月 8-9 日イスタンブール「第 4 回国際原子力発電プラントサミット（INPPS）」での上海電気集団（SEC）総公司 原子力発電部 繆 徳明（Miao Deming） 総工師発表をもとに当協会で作成。

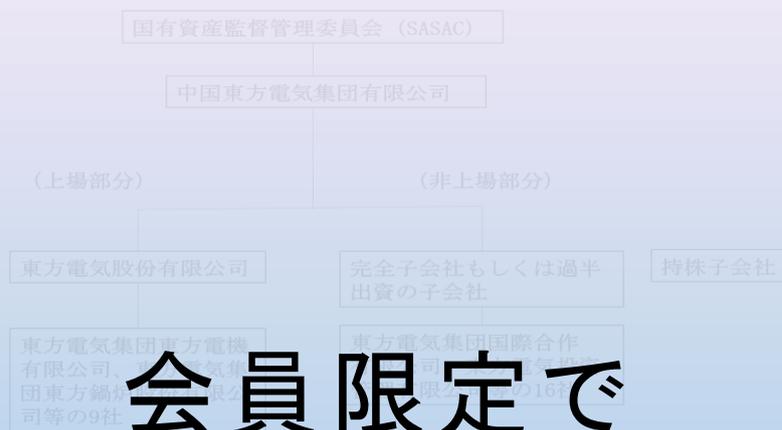
②「中国東方電気集团有限公司」(DEC)

集団の持株会社が「東方電気股份有限公司 (DEC)」:

<http://www.dongfang.com/data/1/133.html> また <http://www.dongfang.com/>

詳細は巻末<参考資料その12「中国東方電気集团有限公司 (DEC)」>を参照。

図表7：中
電気集団
司の構成



**会員限定で
公開しております。**

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

- ・本部は四川省成都に所在。中国最大の発電設備製造・建設の一括請負集団。
国務院国有资产监督管理委员会(国資委)の監督下にある。2007年11月に持株会社「東方電気股份有限公司(略称:東方電気集団)」として登記。2007年11月に持株会社「東方電気股份有限公司」の設立と同時に、6月に「東方電気集団」の本社「総会」と「取締役会」の機能と新設された「東方電気集団」が集団全体の経営を担う。国有資本100%の中国東方電気集团有限公司(DEC)に改組。DEC全体の従業員は2万人以上。
- ・DECの製品は、中国での原発の1次系設備市場の35%以上を、同2次系設備市場の50%以上を占める。DECは発電設備製造・建設の出力容量では14年間連続して世界でのトップを占める。2017年末までの累計製造発電設備容量は5億kW超である。<http://www.dongfang.com/data/1/3.html>
- ・DECは「華龍」でも主要装置を受注し、高速炉実証炉CFR600でも蒸気発生器と中間熱交換器を受注。
(出典) テピア総合研究所2018年2月刊行の「躍進する中国の原子力産業と世界覇権戦略」P348
(同刊行業内のURLは<http://www.tepia.co.jp/publication/index2018.html>)
- ・DECの100万kW~180万kW級原発の年間生産能力は、1次系で6セット、2次系で8セット。<http://www.dec-1td.cn/en/index.php/business?subCategory=PowerEquipmentNuclear>

・中国東方電気集団（DEC）の原子力発電開発関連の歴史は＜参考資料その12＞を参照。

会員限定で
公開しております。

[https://www.jaif.or.jp/memb
ers/china_data181012](https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012)

③ハルビン電気集团有限公司 (略称「ハル電集団」 / HEC) :

注) ハルビンは漢字では「哈尔滨 (ハ爾濱)」。

- ・発電設備の中国 3 大製造集団のひとつ。

1950 年代に、「ハルビン電機*廠」「ハルビン鍋炉**廠」、「ハルビン汽輪機***廠」が一緒になり「ハルビン動力設備股份****有限公司」を創立。これは後に「ハルビン電気集团公司 (略称「哈電集団」)」と改称された。

* 電機=モーター **鍋炉=ボイラー *** 汽輪機=蒸気タービン **** 股份=株式

2014 年末時点での発電設備の製造累計容量は 3 億 5 千万 kW に及ぶ。

- ・HEC の本拠地は黒龍江省。

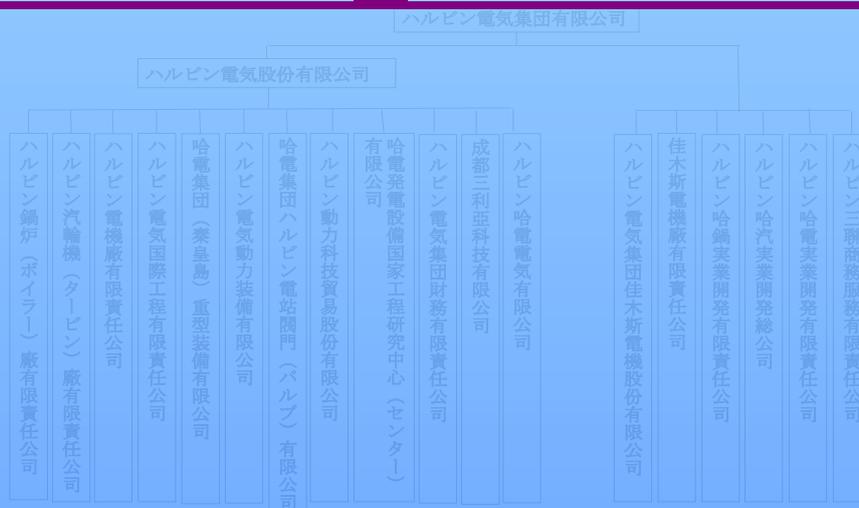
ハルビン、平房開発区の 2 製造拠点に加えて、渤海湾の秦皇島 (Qin Huang Dao) に 2002 年 12 月「ハルビン電気集団秦皇島重機設備有限公司」を設立。

AP1000 等の原発設備の製造も手がける。2012 年 12 月、AP1000 の受動的設備無酸素交換器を出荷。2011 年 6 月、AP1000 の蒸発器の水圧試験に合格。2017 年 7 月、パキスタンのカラチ原子力発電所へ海外へは初の「華龍」の蒸気発生器を出荷。

- ・1994 年 10 月に香港証券取引所に上場 (中国では第 15 番目、中国東北地区の国有企業では最初の上場)、12 億 5,700 万香港ドルを調達した。その時点では HEC が「ハル電股份」の株式の 50.93 % を所有したが、現在ではその比率は 20.5 % まで減った。

1994 年 12 月に香港証券取引所に上場 (中国では第 15 番目、中国東北地区の国有企業では最初の上場)、12 億 5,700 万香港ドルを調達した。その時点では HEC が「ハル電股份」の株式の 50.93 % を所有したが、現在ではその比率は 20.5 % まで減った。

**会員限定で
公開しております。**
https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012



(出典) <http://www.harbin-electric.com/company4.asp>

⑤中国第二重型機械集团有限公司 (略称「中国二重」または「二重 (ErZhong)」)

注)「中国第二重型機械集团有限公司 (中国二重)」は2013年7月17日に国务院の決定で、総合的な機器産業グループ「中国機械工業集团有限公司」に併合され、新「中国機械工業集团有限公司 (国機: SINOMACH)*」の100%子会社となった。

* 国機は1997年1月に設立した政府直接管理の国有重要骨干企業で、世界の大企業500社に入る。総従業員16万人。完全子会社あるいは出資で経営権をもつ関連会社は約40で、うち12社が株式上場。

<http://www.sinomach.com.cn/gvq1/gjgk/zs/jw/> また <http://www.sinomach.com.cn/gvq1/gjgk/fz/jw/>

・ (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:
国务院の承認の下、国内57位の大型企業集団「中国二重」となった。
- 2007年9月25日:
「中国二重」を母体として二重集团 (徳陽 Deyang) 重型裝備股份有限公司 (略称:二重重装。英文略称 ErZhong Heavy) を設立。中国最大の機械製造企業。技術裝備の国産化の基地。
- 2013年7月17日:「中国機械工業集团有限公司 (国機)」に統合。

**会員限定で
公開しております。**

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

・ (中国二重の経営危機)

- 2015年5月15日:二重重装の株式の上場が廃止された。
http://www.hfzq.com.cn/review/cms_65d06748-d66f-43c3-95e0-d28230f2e035_shta
- 2016年6月15日:二重集团と二重重装の破産更生案が報じられた。
<https://www.chinacourt.org/article/detail/2016/06/id/1909047.shtml>

注) 詳細は巻末の<参考資料その15「中国法院網による二重集团と二重重装の破産更生案報道」>を参照。

<参考資料その1> 中国の原子力発電安全規制改革への取り組み

1. 国務院による原子力発電安全規制改革の発端

- ・2011年3月11日の福島第一原子力発電所事故は中国に強い衝撃を与えた。
 - － それまで中国の原子力発電開発は、「適度に開発」→「積極的に開発」→「加速開発」と拡大の一途を辿っていた。

<原子力発電安全のための法規制の整備も始まってはいた>

・原子力発電開発の本格化に伴い原子力発電設備・部材の安全品質保証に関する体系的な規制のために、下記の2法令が2007年に制定された。

- a. 「民用核安全設備監督管理条例（国務院令第500号）」（2007年7月11日公布。2007年10月1日施行）
- b. それに基づき「核安全設備監督管理規定（国家環境保護総局令第46号）（HAF604）」（2008年1月1日施行）

<参考資料その2> 中国の原子力発電設備の設計・建設・運転に際しては、核安全局（NNSA）の役割

**会員限定で
公開しております。**

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

- ・2012年10月16日に中国政府が公表した第12次原子力5カ年規画（2011～2015年）は名称も「第12次原子力安全・放射性汚染防止5カ年規画（核安全十二五）および2020年長期目標」と安全に重点を置き、中国の原子力と放射線の安全管理・監督体制の大きな改革を要求したものとなった。
また「2025年時点での国際先進レベルの安全性達成」を目標に掲げた。

2. 繰り返される原子力発電安全改革通達

- ・しかし原子力発電安全改革には時間がかかっている模様である。
- ・「核安全十三五」でも、さらに本年5月22日の「原子力発電運転の安全管理強化に関する指導意見」通達（発改能源〔2018〕765号）でも、繰り返し事業

者のみならず中央政府、地方政府に、原子力発電安全改革の実行計画の「職責者を指定しての」策定を厳しく迫っている。

「発改能源 [2018] 765 号」(原子力発電運転の安全管理強化に関する指導意見) 通達 http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201805/t20180530_887714.html

- ・「国家发展改革委員会」、「国家能源局」、「生態環境部」、「国防科学技術工業局」の連名の通達。宛先は「核工業集団」、「広核集団」、「国家電力投資集団」、「華能集団」。
- ・原子力発電での「原子力安全文化」具体化を各事業者に要求している。
 - － 各集団とその傘下の原子力発電所の間、また集団間相互でとり組むべき教訓や経験の共有・ピアレビューの仕方、またそれらの成果の活用
 - － 組織と従業員個人の相互での「組織・報告」問題意識のもち方、職責と待遇、作業管理、訓練、
 - － 情報技術、ソフトウェア、スマート化等の新技術活用のための開発投資
 - － 個別装置への技術的とり組み(安全診断、検知器機、寿命評価、データベース化)

会員限定で 公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

3. 国家にとっての原子力発電安全改革の重要性

- (1) 原子力発電事故は国家の社会の乱に引き起こす恐れが大きいと危機感
- ・ 国務院が、福島第一原子力発電所事故を境に、過敏なくらいに原子力・放射線安全(とくに原子力発電安全)改革に真剣な取り組みをみせているのは、以下のような危機感が背景にあると思われる。
 - － 日本のような穏やかな反応をする社会・国民でも福島第一原子力発電所事故時の緊急避難ではさまざまな混乱があった。
 - － 原子力・放射線事故では目に見えないものへの怯えに起因するので、流言飛語に有効な対応策がない。
 - － 万が一原子力発電事故が起きたときには、政府への信頼がパニック防止の一番のカギとなる。失敗すれば国家的危機となる恐れすらある
 - － しかし中国では、原子力は国防にも深く関係するため、これまで国民に十分な情報を出し理解を求めることをして来なかった。

注) 2012年1月29日の嶺澳3号機でのデータ更新ミス公表までは閉鎖的だった。

<https://www.recordchina.co.jp/b58404-s0-s30-30900.html> <http://www.hkpost.com.hk/history/index2.php?id=9260&W6rsqUqZZI>

- いまから国民に原子力の啓蒙を図るには時間がかかる。
- このため、中国政府にとっては、「原子力発電事故は絶対に起こしてはならない」ものである。
- しかし、「国家が全部の責任をもってくれる」ことに慣れ過ぎた「企業や監督官庁の末端の当事者」にはそれを自らの責任として受け止める意識ができていない。

企業にとっては、これまで原子力発電安全は経済活動の範囲での取り組みに委ねられた程度のものでしかなく、「絶対の原子力発電安全」の新たな要求は理解できていないように思える。

こういった観点から見ると、原子力発電安全の実践体製造りは遅々として進んでおらず、この焦りと苛立ちが、繰り返しての通達となっていると見られる。

- ・原子力発電所や三峡ダム等での外部飛来物やテロへの警戒が深刻に考えられていることも、上記のような発想からと思われる。

注) 2018年5月22日国家発展改革委員会は、原子力発電所は、100kg程度の分量がサイバー攻撃を含む原子力発電所のセキュリティ強化に充てられている。 http://www.gov.cn/xinwen/2018-05/30/content_5294809.htm

会員限定で

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

- (2) 国家成長戦略で原子力発電安全の重要性
- ・原子力安全は、中国の国際的威信の確立にも、原子力発電国際市場での躍進にも不可欠である。

- ・「一帯一路」構想による原子力発電輸出のためのブランド力の強化。

- 2017年5月、李克強國務総理は、初の「華龍」として建設中の福清-5号機の世界最重量の原子力発電炉建屋と世界最長吊り上げ設置機を竣工し、さらなる国際市場への参入と世界レベルの原子力ブランドの構築を命じた。

- 台山でのEPR、三門と海陽でのAP1000の運転開始は、ともに世界初のEPRとAP1000の完成であった。

それぞれ、建設の遅れの一部の理由が中国側の設計変更に戻せられることもあったが、原子力先進国である仏・米の設計に提案できるまで技術力が向上したことを意味する。

- 2018年5月17日、米国ボーグル原発での「中国のAP1000試験結果」の採用を同原発の所有者のサザン・ニュークリア社が米国原子力規制委員会(NRC)に提案した。ここでも、中国の安全規制能力や原子力技術に関する欧米からの評価の向上が見られる。

- またCGNがEDFエナジー社と組んで、英国のブラッドウェルB原子力発電所に「華龍」×2基を建設する計画では、英国の原子力安全規制当局による「包括的設計審査(GDA)」が進展中である。

これは中国製原子力発電プラントが原子力先進国に受け入れられるかの観点から、今後の中国の原子力輸出上非常に重要な意義を担っている。

<参考資料その2>

「原子力安全と放射性汚染防止対策に関する第12次5ヵ年計画と2020年長期目標」（「核安全十二五」）の作成経緯と概要

1. 2012年5月31日に国务院常務会は「核安全与放射性污染防治“十二五”規画及2020年遠景目標（原子力安全と放射性汚染防止に関する“第12次5ヵ年”計画と2020年長期目標）」（核安全十二五）を承認した。

2. 福島原発事故直後の2011年3月16日、国务院は中国内の民生用原子力施設に対する包括的安全審査*の実施を指示した。その検証結果を踏まえ、国务院は2012年2月に「中国内の全原発が中国とIAEAの安全基準を満たしている」との報告を受理した。

*地震・津波等の外部事象耐性（ストレートフォワード）

3. 第12次5ヵ年計画期（2012～2015年）において「原子力開発ありき」で更新してきた原子力5ヵ年計画を「原子力安全」の視点で見直すことになり、その計画書を最上位文書と位置付け、意見を踏まえて修正することになった。

注）第11次5ヵ年計画（2006～2010年）は、「原子力産業“十一五”發展規画」、「PWR原子力発電所基準体系建設“十一五”規画」、「原子力発電中長期發展規画」の3種類があった。

その作業が、環境保護部（MEP）国家核安全局（NNS）、国家發展改革委員会（NDRC）、財政部、国家能源局（NEC）、科學技術部（STC）（指針）（指針）

4. この「核安全十二五」の趣旨は次のように書かれている。

- 当計画は全国の原子力施設の安全検査とその評価結果を総合的に統合して、その改善策を踏まえて策定された。
- 原子力安全、環境安全、公衆健康の確保が目標で、「安全第一、品質第一」を根本的な方針とする。
- 「予防を主に深層防御」の対策を組み合わせ、科学技術に依拠し、持続的に改善することをめざす。
- 法に基づき、厳格に監督管理を行い、公開による透明性を高め、協調しての發展を基本原則とする。
- 9項目の重点任務、5項目の重点プロジェクト、8項目の安全確保措置（保障措置）がその内容である。
- 「核安全十二五」（2011年～2015年）末までに中国の原子力エネルギーと原子力技術利用の安全レベルを全面的に高め、環境放射線リスクを大幅に低減する。
2020年までに、原子力発電安全を国際的先端水準にする。
原子力・放射線環境安全の品質を高く維持し、中国の原子力エネルギーと原子力技術利用の安全、健康、持続可能な發展の礎とする。

注) 2020年までに原子力発電と放射能利用の安全を国際的先端水準に高め、保持し、国民の健康と環境を保つには体系的に何をすべきかが提起されている。従来の中国の政府機関なら伏せられていた問題や原子力安全行政の反省も一部率直に書かれており、福島原発事故で中国の当局が受けた衝撃やそれを建て直すための決意の強さが伝わって来る。

< 「原子力安全十二五」に見られる反省あるいは改善提案事例 >

- 開発初期の研究炉等の廃止措置や放射性廃棄物の長期対策の課題がある。
- 中国の多種多様な炉型技術・基準の共存は安全管理にむずかしさを残している。
- 原子力安全の研究開発は全体が不十分で、国際的先端との差は依然大きい。
- 原子力事故応急管理では、関係者の責任分担体制の詳細化が必要である。
- 地方政府の応急指揮、モニタリング、支援能力は改善が必要である。
- 全国の環境放射線モニタリングシステムも不十分な段階にある。
- 原子力安全では公衆の健康と環境保護の観点から、安全管理の透明性を向上させる必要がある。
- 原子力安全法規に厳格な要求を課す必要がある。
- 2020年までに高レベル放射性廃棄物処理・処分施設の設計を完成させ、地下実験室を建設する。
- 2015年までに高レベル放射性廃棄物の安全管理水準を向上させ、品質保証システムを改善し、監督管理を強化する。

会員限定で

公開しております。

<https://www.jaif.or.jp/memb>

[ers/china_data181012](https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012)

- 2015年末までに「安全制御系のデジタル信頼性を改善する」を重点プロジェクトとして実施する。
- 2015年末までに「安全管理の透明性を向上させる」を重点プロジェクトとして実施する。
- 2015年末までに「高レベル放射性廃棄物の安全管理水準を向上させる」を重点プロジェクトとして実施する。
- 2015年末までに「環境放射線モニタリングシステムの強化」を重点プロジェクトとして実施する。
- 2015年末までに「原子力安全監督管理の強化」を重点プロジェクトとして実施する。
- 2015年末までに「原子力安全設備の設計・製造・据付と非破壊検査部門の資格管理を強化し、品質評価システムを確立する」。
- 「設計検証」と「検査試験の評価・監督」を強化する。
- 原子力分野の（安全向上・汚染管理・科学技術革新・緊急時対応の安全確保と監督管理能力確立等の）重点プロジェクトに「“第12次5ヵ年計画”期間中に約798億元を投じる」。
- 原子力安全監督管理部門の独立性・権威・有効性を強化する。
- 原子力産業と原子力発電産業を主管する部門の安全管理責任を明確にする。
- 原子力施設の廃止措置費用と放射性廃棄物の処理・処分費用の引き出し・管理方法を立案する。
- 原子力事故賠償と原子力保険の関連制度等も調査検討する。

注) 原子力安全に関わる国务院各部門・地方政府・事業機関・企業の組織と担当者に、「中国の原子力安全と放射性汚染の防止には、計画の進捗を追跡し、任務を具体的に立案し、責任をもって取り組むことが大事」との叱責も最後に強調している。

<参考資料その3>

「原子力安全と放射性汚染防止第13次5ヵ年計画および2025年長期目標」(「核安全十三五」)*の概要

* 2017年2月28日国務院承認、同3月23日に「国家文書[2017]29号」として公表。
http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-03/23/content_5179622.htm 全文
<http://energy.people.com.cn/n1/2017/0323/c71661-29165181.html>

a. 原子力安全と放射性汚染防止改善・向上の基本方針

- 理性・協調・併進的な原子力安全
- 安全第一・品質第一
- 中心はリスクの予防抑制
- 根本は法治
- ガイドは原子力法
- 改革創新促進、

会員限定で

公開しております。

b. 「核安全十三五」期間(2016~20年)末までの達成事項
https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

- 放射線被ばく事故の発生率のさらなる低減
- 環境安全と公衆健康の効果的な保障

c. 2025年までの達成事項

- 中国の原子力施設の全体としての安全水準の国際的先端水準の達成
- 放射線環境の良好な品質の持続的保持
- 原子力・放射線安全監督管理システムと管理能力の近代化。

d. 各省(区・市)の人民政府が実行すべき事項

- 組織指導の強化
- 責任分担の実行
- 政策措置の改善
- 地元の実際の組織編制実施方案を踏まえた、計画目標・任務の実行

- 原子力安全と放射性汚染防止の事業の恒久的推進
- e. 国務院関連部門*・組織が「職責分担を根拠に」実行すべき事項
 - * 環境保護部 (MEP)、国家発展改革委員会 (NDRC)、財政部、国家能源局 (NEA)、国家国防科学工業局 (SASTIND) 等
 - 協調連携の強化
 - 政策実施・プロジェクト準備/資金確保・体制/メカニズムの創造等での積極的な支援

注) ここで提起されている具体的分担は次のとおり。

- ・ MEP : 総合的連携調整
- ・ 国務院関連部局 (共同) :
 - 「核安全十三五」進展追跡分析と監督促進検査
 - 新状況の調査
 - 新問題の対応
 - 新経験の総括
 - 「核安全十三五」の中期評価と期終評価の多角的・多面的な組織的展開

会員限定で
公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

<参考資料その4>原子力発電設備の設計・製造等に関する許認可制度と国家核安全局（NNSA）の役割 <http://nnsa.mep.gov.cn/>

1. NNSA の役割と沿革

- ・中国の原子力安全、放射線安全、環境放射線影響を一元的に監督管理。

<NNSA の沿革>

- － 1984年10月：

民生用原子力施設の安全監督機関として、国家科学技術委員会（現「工業情報化部：MIIT」）の傘下機関として設立。

当時の原子力・放射線に関する法律は以下のとおり。

- a. NNSA：原子力の安全監督管理
- b. 衛生部：放射線関係の安全監督管理

- c. 環境保護部：環境放射線の健康影響評価と管理

- － 1998年

第11期全人大での機構改革により、国家環境保護総局を設立、NNSAはその傘下に移管。

その後、国家環境保護総局の環境保護部（MPE）への昇格

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

中国の原子力発電計画拡大の中で、国务院はNNSAの職員数の大幅増員を承認。

- － 2011年3月（福島原発事故発生）：

中国の原子力安全設備標準の整備と新入炉の安全評価。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。

- － 2012年1月29日：

嶺澳3号機で、設定温度条件のデータ更新をし忘れた状態で運転したと発表。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であったが、NNSAは中国としては初めて情報公開を運転者「大亜湾核電運営管理有限責任公司（DNMC）」に指導。（<http://www.recordchina.co.jp/b58404-s0-c30-p3.html>等）

- － 2014年8月22日：

「華龍」の全体設計をNEAとNNSAの審査会が承認。

（2014年11月13日原子力産業新聞 http://www.jaif.or.jp/news_db/data/2014/1113-03-01.html等）

- － 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。

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、国

家核電技術公司 (SNPTC) 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 http://www.jaif.or.jp/news_db/data/2014/0918-03-02.html)、

注) CAP1400 実証炉は山東省で「栄成石島湾」原発としてまもなく着工の見込み。

— 2018年3月: MEP等の統合により生態環境部(MEE)が設立。

2. 「民生用原子力設備 (機械・電気) の設計・製造・据付また非破壊検査」に関わる許認可制度: 2つの法規で2008年に実施

a. 「民用核安全設備監督管理条例 (国务院令第500号)*」(2007年7月11日公布。2008年1月1日施行) * http://www.gov.cn/zwgc/2007-07/19/content_690167.htm

原子力安全に関わる機械設備と電気設備の設計・製造・据付・非破壊検査の業務に携わる事業者は、この法規で定められた認定を受ける必要がある。

b. 「輸入民用核安全設備監督管理規定 (国家環境保護総局令第46号) (HAF604)**」(2008年1月1日施行) ** http://www.aec.gov.cn/120091022_171855.html

上記a. 及びb. により、環境保護部は2007年9月1日に「輸入民生用核安全設備外国事業者登録・登記審査管理手続」を公布、外国事業者の認定と安全検証を規定。

会員限定で

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

・日本のバルブメーカーでは、2009年5月26日に岡野バルブ製造(株)とシーシーアイ(株)がこの認定を受け、この認可を業種別約60社に。 (典: 中国の核安全規制)

・2013年末にはこの認定・登録を受けた海外企業は231。うち日本企業は以下のとおり。
日本製鋼所 (鋳鍛造品)、三菱重工業 (圧力容器、ポンプ)、三菱電機 (キャビネット、制御パネル、表示計器)、富士電機製造 (センサー、表示計器)、シーシーアイ (バルブ)、岡野バルブ製造 (バルブ)、新日鉄住金 (配管・配管部品)、IHI (ゲート)、平田バルブ工業 (バルブ)、日本鋳鍛鋼 (鍛造品)、東亜バルブエンジニアリング (バルブ)、太平洋製鋼 (鍛造品)

2016年8月時点では日本ギア工業 (バルブ駆動装置) も記載 (富士電機製造は登録更新は未確認)。

http://www.mep.gov.cn/gkml/hbb/hqg/201603/t20160330_334458.htm http://www.mep.gov.cn/gkml/hbb/hqg/201608/t20160803_361776.htm

注) なお中国での原子力発電の技術・設備の検収では、NNSAの認定以外にCNNC、CGN、SPICの原子力発電事業者が独自に「適格提供企業」資格を規定している。

また技術審査ではないが、国家発展改革委員会（NDRC）と商務部の「外商投資産業指導目録」による海外事業者の投資案件での制約（ポンプ・バルブの製造等）もある。輸入を奨励する技術・製品リスト（案）もある（2017年11月23日にNDRCが公表）。

（出典）2018年2月テビア総合研究所刊「躍進する中国の原子力産業と世界覇権戦略」P411-412、P218、P223
参照。（AP1000、CAP1400開発でSNPTCが直面した具体的技術問題もP241-259に掲載）

<原子力設備設計・製造等事業に関わる違反者への警告条文>

- ① 「民用核安全設備監督管理条例」には以下のような、違反者への罰金規定がある。
- ア. 許可証をもたず活動を行ったとき：50万元以上100万元以下
 - イ. 許可証が定めた以外の活動を行ったとき：10万元以上50万元以下
 - ウ. 許可証の偽造、変造を行ったとき：10万元以上100万元以下
 - エ. 許可証・資格をもたず活動を行ったとき：10万元以下50万元以下
 - オ. 重大な品質問題に違背な措置をせざるがためとして、50万元以上200万元以下、さらにそれが指定期限内に是正されないとき（責任者に）：2万元以上10万元以下
 - カ. 設計・製造・検査・試験の基準以下の品質の材料や部品を使用したとき、100万元以上500万元以下、さらにそれが指定期限内に是正されないとき（責任者に）：2万元以上10万元以下
- ② 「輸入民用核安全設備監督管理条例」では、次の規定もある。

- ア. 中国に原発機器を販売する企業は品質保証システム等を提示せよ。
- イ. 原発安全設備監督検査人員と安全検収人員は：
 - － 職権濫用で企業の技術や秘密を侵犯してはならない。
 - － 同じく金品を受領してはならない。
 - － 原発経営に参加してはならない。

注) ここまで踏み込んだ記述からは、原子力安全確保の困難さに対する焦燥感・危機感とともに、長い歴史の中で監督する側とされる側がどういふごまかしをするかのパターンを把握しきっていても実効が上がらないことへの諦念が感じられる。

①のウ、オ、カ、の条項等は、「規定遵守に要する努力」と「罰金として支払う額」の比較から「費用効果での合理性」（さらには法定罰金額よりも安くする非合法的な解決）を推奨（助長）する恐れすら感じる。

**会員限定で
公開しております。**

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

<参考資料その5>

中露の原子力平和利用協力枠組み契約：PWR と高速炉の国産化に多様性

1. CNNC とロシア国営の原子力総合企業ロスアトム（ROSATOM）社は2018年6月8日、以下①～③を内容とする両国間の原子力平和利用協力では過去最大級となる枠組み契約締結を発表した。

① 「第三世代+（プラス）」の120万kW級VVERを田湾-7・8号機として2基、また遼寧省徐大堡-1・2号機として建設。

・田湾ではVVERが3基稼働中、1基が建設中。1・2号機は各106.0万kW、3・4号機は各112.6万kW。

・新規立地点となる徐大堡（110万kW級VVER×2基を計画）は次の変遷を辿った。

- － 2006年：遼寧省政府と協力取り決め締結。
- － 2007年：中露合資会社「遼寧省原子力有限公司」を設立。
- － 2011年1月：国家発展改革委員会（NDRC）が1期工事の1・2号機の事前作業実施を許可、起工式を執り行った。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

－ 2011年3月：徐大堡の原子力発電所事故により、計画が一時凍結。

－ 2014年4月：NSAは徐大堡のサイト承認を発給。

－ 2018年10月：110万kW級VVER×2基、100万kW級VVER×2基を計画。

－ 2018年8月：今回の中露契約で炉型をVVERに変更。

② 高速実証炉計画では2017年12月に福建省の霞浦で着工した中国国産設計の「CFR600」プロジェクトに露が機器・燃料・関連サービス等を供給。

・中国の高速炉開発は、北京南部の原子能科学研究所（CIAE）の高速実験炉「CEFR」（ gross 電気出力2.5万kW）で、2010年7月21日に初臨界、翌年同月同日に送電開始に成功している。その時点では、これに続く実証炉計画として次の2つの路線が併走していた。

a. ロシアから「BN800」（出力80万kW）×2基を導入し改良する計画。

2010年末時点では、2013年着工、各2018年/2019年完成を予定（後2014年着工、2019年/2020年完成に変更）。

その後福建省三明市が積極的に誘致したが、露の提示価格が高いことから難航。

b. 60万kW級の実証炉、次いで100万kW級商業炉を自主開発で建設する計画。

2010年末時点では、実証炉の2017年着工、2022年完成を予定（後2018年、2023年に変更）。

2017年12月29日に福建省遼寧市霞浦県で実証炉CFR600の土木・建築工事を開始。商業炉名はCFR1000。

・これらの動きと2018年6月8日のCNNC-ROSATOMの契約内容から、露の技術協力を得ながら、自主開発を中心とした炉開発を行う戦略と見られる。

会員限定で

(以上の出典)

- 2018年6月10日「原子力産業新聞」<https://www.jaif.or.jp/180610-a>
- 2018年6月10日「原子力産業新聞」記者会見資料「中国核電発展の現状と展望」。

公開しております。

[https://www.jaif.or.jp/memb](https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012)

(参考URLは<http://www.tepia.co.jp/publication/index2018.html>)

ers/china_data181012

③「原子力産業新聞」記者会見資料として、核燃料サイクル転換部（RIPEC）を露が提供。

2. これらの枠組み契約の総額は200億元（約3,400億円）だが、プロジェクト全体の費用は総計1,000億元（約1兆7,000億円）を超える。北京での契約書署名式には、V. プーチン大統領と習近平国家主席が同席した。ROSATOM社のA. リハチョフ総裁によると、田湾原子力発電所では中露両国の専門家が共同で原子炉を設計・建設する枠組みができている。7・8号機での露との協力は、2016年11月に両国政府が確認している。

(出典) 原子力産業新聞 2018年6月11日 <https://www.jaif.or.jp/180611-a>

<参考資料その6>原子力・放射線安全センター (NSC)

(Nuclear and Radiation Safety Center とも Technical Center for Nuclear Safety Equipment Regulation とも称する。略称は NSC)

(NSC ホームページ英語) http://www.chinansc.cn/web/static/catalogs/catalog_264700/264700.html
(同中国語) http://www.chinansc.cn/web/static/catalogs/catalog_eng/eng.html
(MEP の HP) http://www.mep.gov.cn/gkml/zz/jg/qt/200910/t20091023_180876.htm?COLLCC=2628203633&

- ・環境保護省 (MEP。現生態環境部 MEE) の直属事業部門。1989 年 3 月設立。
- ・原子力・放射線や放射線環境の安全の監督・管理を専門とする中国の唯一の技術支援機関 (TSO)。

所掌事項としては、**民生用原子力施設の安全** (含放射線防護) 規制の政策、計画、法律、規格、**技術的支援** (含放射線防護) の監督・管理実務 (審査と検査)。また原子力事故および放射線環境事故の緊急事態への対応・評価や技術相談・情報サービス

**会員限定で
公開しております。**

(業務の具体例)

民生用の原子力および放射線の安全に関わる以下の事項を担当する。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

- 技術的な助言とサービスの提供
- 民生用原子力施設のすべての段階での環境影響評価報告の審査
- 原子力安全設備の設計、製造、設置、非破壊検査、輸入原子力安全設備の安全検査に関する技術的レビュー
- 原子力技術利用プロジェクト、ウラン (トリウム) 鉱山、関連する放射性鉱山、放射性廃棄物、放射性物質の輸送、電磁放射線発生装置と電磁放射線環境の監督、核物質の管理と核物質防護の技術的レビュー
- 環境保護部 (とくに国家核安全局 NNSA) と 6 つの地域の原子力・放射線安全監督ステーションが主催する原子力施設、原子力設備、原子力技術利用プロジェクトのオンサイトの監督・検査への参加
- 原子力・放射線の緊急事態への日常的準備、緊急時対応等
- 核・放射能テロ事件の防止と対応
- 放射線環境や重要放射線源の監視・観測と緊急対応

- － 原子力安全技術者の技術的・事務的な資格管理
- － 原子炉運転員、原子力専門技術者等の資格管理に関する技術的支援
- － 原子力・放射線安全関連の申請技術文書のレビュー
- － 原子力および放射線安全に関する啓蒙と訓練
- － 国内外の技術交流・協力
- － アジアの原子力安全ネットワークの建設と運営への参加
- － 原子力や放射線の安全に関する国際条約の実施に関する技術支援
- － 原子力・放射線安全監督の情報システムの開発、運用、保守
- － 原子力・放射線安全技術類の報告・刊行物の編集、出版、発行
- － 環境保護部（また NNSA）が指定するその他の事項の遂行

会員限定で
公開しております。

[https://www.jaif.or.jp/memb
ers/china_data181012](https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012)

<参考資料その7> 中国核工業集团公司 (CNNC) 構成企業

<http://www.cnncc.com.cn/cnncc/300545/300553/index.html>

1. CNNC の構成企業

- | | |
|--|------------------|
| ①中国原子能工業有限公司 | ②中国同輻股份有限公司 |
| ③中国中原对外工程有限公司 | ④中国原子能科学研究院 |
| ⑤中国核電工程有限公司 | ⑥海南核電有限公司 |
| ⑦中国核動力研究設計院 | 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/中核武漢核電技術股份有限公司 http://www.rinpo.com/ | |
| 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核工業二九〇研究所 |
| ⑳核工業大連応用物理研究所 | ㉑中核北京核燃料元件有限公司 |
| ㉒中核(北京)核儀有限公司 | ㉓中核核儀有限公司 |
| 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中核(上海)核儀有限公司 | ㉙中核(上海)核儀有限公司 |
| ㉚上海中核浦原有限公司 | ㉛福建福清核電有限公司 |
| ㉜中核集团地礦事業部 | ㉝建中化工綸公司 |
| ㉞中核(南京)核儀有限公司(試) | ㉟中核(南京)核儀有限公司 |
| ㊱中核四〇四有限公司 | 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中核控制系統工程有限責任公司 |
| ㊿陝西中核地礦油氣工程有限責任公司 | |

**会員限定で
公開しております。**

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

2. 中国核能電力股份有限公司 (CNNP) 傘下の企業

・CNNC 集团の持株会社「中国核能電力股份有限公司(CNNP)」の企業群は以下のとおり。CNNC の資産企業群である原子力発電所運転企業を網羅している。

- ① (CNNP 構成企業)

- 秦山核電/中核運行
- 湖南桃花江核電有限公司
- 中核国電漳州能源有限公司
- 江蘇核電有限公司
- 海南核電有限公司
- 中核華電河北核電有限公司
- 三門核電有限公司
- 中核遼寧核電有限公司
- 中核浙能能源有限公司
- 福建福清核電有限公司
- 福建三明核電有限公司
- 中核霞浦核電有限公司

② (CNNP のその他子会社) 持株子会社 25 社。合資会社 4 社。関連会社 2 社。

- 秦山原子力発電所
- 秦山第三原子力発電所
- 方家山原子力発電所 (通称「秦山第 I 期拡張工事」)
- 江蘇田湾原子力発電所
- 浙江三門原子力発電所
- 江蘇田湾原子力発電所拡張工程
- 秦山第二原子力発電所
- 福建福清原子力発電所
- 浙江三門原子力発電所

会員限定で

公開しております。

CNNP の総管は

<http://www.htnpe.com/col/col18/index.html> また <http://www.cnnp.com.cn/col/col18/index.html>

**[https://www.jaif.or.jp/memb
ers/china_data181012](https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012)**

<参考資料その8> 中国原子能科学研究院 (CIAE) <http://www.ciae.ac.cn/index.jsp>

- ・北京に所在。1950年に中国科学院(CAS)とCNNCの前身機関で共同設立。国防関係を含め中国の重要原子力研究開発を担う。高速炉開発の中心でもあり、2011年7月以来高速実験炉CEFR(2万5千kW)では発電を実施。

<CIAEでは中国先進研究炉(CARR)による炉心関係先端技術も開発>

- ・2018年7月25日～8月7日にかけて、CIAEの「中国先進研究炉(CARR)」で30MWの出力レベルで2週間の安定運転を達成した。CARRは中国の重要原子力プロジェクトに関わる照射や技術開発実験を担っており、炉心(部分炉)格納容器、制御棒駆動装置、デジタル制御・安全系、遮蔽構造、燃料挿入装置等、CARRの装置・部品の90%は国産製。

- ・CIAEが炉型選択、建設・起動、運営に担当。炉心はCARRに属する。この2週間の安定運転は高温・高湿条件での運転の信頼性の検証が行われた。(出典)2018年8月14日の中国核工業集团公司(CNNC)発表。

会員限定で

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

- ・なお、CARRは1997年7月に政府が許可、2002年8月26日に着工、2010年5月13日に初臨界、2012年3月13日に72時間の全出力運転を達成している。

CIAEは中国の原子力科学技術の発症の地で、国防科学研究や原子力エネルギー研究開発・イノベーションの基地でもある。スタッフ数6,000名(うち高級科学研究・工学技術人員が600名)。国家級あるいは国務院の部・委員会級の施設(中国核データ・センター、高速炉研究開発センター、タンデム加速器実験室、核セキュリティ技術重点実験室、再処理工程部、放射性廃棄物施設管理工程部、特殊材料工程部、廃止措置工程部等)をもつ。CIAEに中国核学会核化学・放射線化学部会やアイソトープ部会、北京核学会の事務局も置かれている。

(注)これらはテビア総合研究所2018年2月刊行の「躍進する中国の原子力産業と世界覇権戦略」から引用。

<参考資料その9> 中国広核電力股份（中広核電力。別称 CGN パワー）

<http://www.cgnp.com.cn/>

- ・ 2014年3月設立。中国広核集团有限公司（CGN）の持株会社で、中国最大の原子力発電会社でもある。
傘下の企業群の資産(含原子力発電所)の投融资・運営・管理を担当している。

・ <沿革>

- － 2014年3月14日、国有資産監督管理委員会は、CGN 集团公司と恒健投資、CNNC が中国広核電力股份（CGN パワー）を設立することを了承した（国資改革（2014）19号）。
- － 2014年3月24日、CGN パワーの設立大会と第1回株主総会を開催した。
- － 2014年3月24日、CGN パワーは蘇州市市場監督局に登録された。
- － 2014年3月24日の午後、CGN パワーが設立活動を開始した。CGN パワー理事長は張善明。CGN の資力理事長が CGN パワーの高立剛総裁に企業法人の営業許可証を発行した。
- － 2014年11月、CGN パワーが香港証券市場の公開上場企業となり、市場価値は10億元を超え、香港の上場企業の上位5にランクインしている。

会員限定で

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

- ・ <傘下の企業群の主要な所産会社も掲載する>
- － 中広核核電運営有限公司
- － 蘇州熱工研究院有限公司
- － 中広核研究院有限公司
- － 嶺澳核電有限公司
- － 嶺東核電有限公司
- － 大亜湾核電運営管理有限公司（DNMC）
- － 陽江核電有限公司
- － 広東核電合営有限公司
- － 台山核電合営有限公司
- － 遼寧紅沿河核電有限公司
- － 福建寧徳核電有限公司

<参考資料その10>AP1000による西側第三世代炉技術吸収の経緯

1. 西側第三世代炉導入でのパートナー国の選択

1) 西側諸国からの原発導入に至る経緯

・中国は世界でPWRが主流となりつつある趨勢を踏まえ、早くからPWR路線採用を決定。また原子力発電と核燃料サイクルの商業化では米国企業との協力を希望していた。

・米国原子力産業界（ウェスチングハウス [WH：現WEC] 社やゼネラルエレクトリック [GE] 社等）で、1970年代後半に中国市場の原発新規発注のため、中国市場に強い関心を抱いていた。

・仏はジスカール・ドゥ・レナクル政権が、1970年代後半に中国とパキスタンそれぞれに「再処理技術」の輸出を決定した。1978年からFRAMATOME製90万kW級炉×2基を売込んだが、中国内の経済状況等により中仏原子力協力ははかばかしい進展を見せなかった。

・1985年初め、原子力学会ベースでの米中接近が表面化。同年7月23日、原子力協定調印により両国の原発ビジネスの条件は整った。しかし、1989年の天安門事件以降、中国の核技術輸出が厳しく制限されたことにより、原子力協力は長期間凍結された。

・原子力協力再開は、中国が対イラン核技術協力等を全面停止した1997年以降になるが、今度は、中国の原子力損害賠償制度が米国の要求水準を満たしていなかったため、ビジネスの進展には結びつかなかった。

・こういう経緯もあり、中国への西側原子力発電技術の導入では、仏製大亜湾炉の契約が1986年4月、カナダ原子力公社（AECL）製秦山Ⅲ期CANDUの契約が1996年11月にそれぞれ締結されたが、米国製炉の初の契約は2007年7月のWEC製AP1000（三門、海陽）まで待たねばならなかった。

会員限定で

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

<米中間の本格的原子力協力凍結期間中の WH-中国側企業の提携>

- 1995 年 2 月、WH は中国原子能工業公司 (CNEIC) *と、秦山 II 期用の 65 万 kW 級蒸気タービン×2 基納入の契約を締結した。

*中国核工業総公司 (CNNC、当時) の機資材・技術の輸出入担当部局。

また WH は 1981 年以來中国側企業と火力発電プラント等でライセンス契約を締結していたことから、ハルビン汽輪機廠有限公司と共同で蒸気タービンを製造することになった。

- 1995 年 3 月、WH は CNEIC との協力を拡大し、秦山 II 期計画 *の蒸気発生器 (4 基)、原子炉冷却ポンプ (三菱重工業 [MHI] 製。MHI は給水ポンプも供給)、系列モーター等の供給を始めた。

* 秦山 II-1・2 の圧力容器 (1995 年 1 月に韓国重工業 (Hanjung、現 Doosan) と高合 (Gohap) グループが受注したが、その後韓国政府が約束した供与を断念し、中国側が 1996 年 6 月に MHI が受注し、MHI から原子炉冷却ポンプ・2 基の圧力容器製造で技術移転がなされた。

会員限定で 公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

- 大亜湾での仏製原子力発電所の稼働実績により、西側技術の優位性は明らかになった。

しかし、中国側が不可逆的に中国は秦山 II-1 号機、パキスタンのチャンジュマ-1 号機 (32.5 万 kW、1993 年着工、2000 年 9 月運転開始)、秦山 II-1~4 号機等を経て、大亜湾炉技術をベースにした第二代改良型炉 CPR1000 やそれを改良した CNP-1000 等の準国産炉の開発をめざした。

*この間、中央政府は PWR を基本路線とする政策を確認していたにも関わらず、中国に有利な融資条件の提示や、直面する電力需要への対応から、秦山 III-1・2 号機 (重水炉。加 AECL 製の 72 万 kW 級 CANDU 炉×2 基) と、田湾-1・2 号機 (各 106 万 kW 級ロシア型 PWR) の導入を承認した。

- 上記の準国産炉建設は、差し迫った電力需要への対応とともに、中国の原子力産業の世界レベルの技術習得への助走を目的とするものであった。
- 中国政府は 2003 年に、最終的な目標として「第三代原子力発電自主化依託 (西側の第三代炉技術の国産化)」を明確に打ち出した。

・2006年2月、国務院が「国家中長期科学技術發展規画概要（2006～2020年）」の中で大型先進PWRの開発を16件の重大科学技術特別プロジェクトに掲げた。

・2006年9月下旬、第三世代PWRの選定に関する国内専門家会合で、「AP1000」と「EPR」を対象に論議。

AP1000支持は24名、AP1000とEPRの並行開発支持は10名だったといわれる。

・国家發展改革委員会（NDRC）は、中国が導入・国産化する第三世代炉の候補炉型をWEC社の「AP1000」とする方針を打ち出し、2006年12月16日に米国エネルギー省（DOE）ボドマン長官とNDRC馬凱主任が、その技術移転に関する覚書に調印した。

会員限定で

・2007年5月22日、中国核電投資集团公司（SNPTC）を設立。

公開しております。

<https://www.jaif.or.jp/memb>

[ers/china_data181012](https://www.jaif.or.jp/memb)

・2007年12月、米中政府が中国でのAP1000建設と技術移転に関する政府間協定に調印。

注) SNPTCへのAP1000の技術移転では、7つのカテゴリーの34のタスク・パッケージが対象で、2011年8月時点では、文書量にして78%が中国側に渡されている。

西側第三世代炉導入ではAP1000中核路線に決定と思われたが、大亜湾、嶺澳等で仏PWR技術の経験を積んだ中国広東核電集団（CGNPC。現中国広核集団

[CGN]) が仏技術の導入・国産化に積極的な意欲を見せた。
そして 2007 年 11 月のサルコジ大統領の訪中時に、「EPR 炉」も中国が導入する第三世代炉の候補として広東省台山(腰古)にまず 2 基の建設が決まった。実質的には AP1000 中心路線を EPR が補完する位置づけとなった。

・ 2009 年 3 月、SNPTC、CNNC、中国核工業建設集团公司(CNEC)間で、三門-1・2 のエンジニアリング・調達・建設(EPC)契約を締結。
WEC と米国大手エンジニアリング社 The Shaw Group Inc. (含 Stone & Webster 社)がこれらを監督することで合意。

・ 2009 年 12 月 17 日、SNPTC と「華能核電発展有限公司」*が、CAP1400 開発・建設・運転のための「国核示範站責任有限公司(SNPDP)」(出資比率は SNPTC が 55%**、華能核電発展有限公司が 45%)を設立した。

*中国最大の電力会社「中国華能集团公司」の子会社。

** SNPTC75%、国華電力25%による合資会社。http://www.snpdp.com/jianjie.html

・ 2010 年 11 月、AP1000(110~125 万 kW 級)から「CAP1400(140 万 kW 級)」への出力増強国産化のため、WEC は SNPTC・上海核工程研究設計院(SNERDI)と技術パートナーシップ契約(含建設・運転の自前契約)を締結し、100%CAP1400 の 100%国産化達成をめざした。

SNPDP、SNERDI、「国核工程有限公司(SNPEC)」の協力も一層促進することとした。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

・ 2011 年 1 月 18 日、WEC と SNPTC が AP1000 の追加建設協定に調印した。海外市場の共同開拓もめざすことになった。
同日、WEC は CNNC の子会社の「中核包頭核燃料元件股份有限公司(CBNF)」*と、AP1000 用核燃料の設計、製造、燃料加工設備据付に関する契約に調印。燃料加工設備は、内モンゴル自治区の包頭に設置する。

*CBNF は 2008 年 5 月に、SNPTC、「中核北方核燃料元件有限公司」、「中核建中核燃料元件有限公司(CJNF)」の共同出資で設立。登録資本は 2 億元。中核北方核燃料元件有限公司が 50%、SNPTC が 35%、CJNF が 15%を出資。

・ 2011 年 6 月、WEC は中国側と AP1000×10 基の追加販売で交渉。
建設協定で規定した「AP1000 の知的財産権は、中国側が CAP1400、CAP1700 の開発に成功すれば、SNPTC へ移譲する」ことを確認した。

3) 三門-1・2 と海陽-1・2 の AP1000 への設備・サービス契約企業

・2009年2月時点での古いデータではあるが、ふたつの AP1000 プロジェクトへの参加企業がわかりやすく載っているため、改組・吸収・倒産企業名もそのままながら収録する。

分野分野	契約企業	備考備考
主契約者	WEC・SNPTC	・重要機器、エンジニアリング、プロジェクト管理、技術移転を担当
A/E	ストーン & ウェブスター社 (S&W)	S&W 社は米国 The Shaw Group 傘下の企業
1 次系 供給	NSSS 一括請負契約：WEC	・WEC は三門-1 用の圧力容器 (PV) 1 基 + 蒸気発生器 (SG) 2 基を 1 億 7,500 万ドルで韓の斗山重工業 (DOOSAN) から購入 (2007 年 4 月契約)。三門-2 用はハルビン動力設備 (HPEC) に発注された。 ・計装制御機器：HPEC / MHI
燃料	WEC	WEC が中国の中国原子能技術集団 (CNNC) の子会社である中国核燃料工業 (CNNC) で国産化
2 次系	・BOP: 基本は三門核電	・発電機は三菱電機 (MELCO)、タービン車室・配管・付帯設備は HPEC、取扱は
	器、ポンプ：三菱重工業	と SNPTC から MHI に発注された。発電機部分は MELCO が担当。 ・計装制御設計：MHI
起動	WEC と Shaw Gr.	
バルブ	フィッシャークントロールバルブ：Emerson Process Management (EPM) 社	・EPM 社は、2011 年 2 月 24 日、SNPEC から、海陽-2 と三門-2 用に同上バルブ (総額数百万ドル) を受注。

会員限定で

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

<参考資料その 10> 図表 1：三門-1・2 号機建設プロジェクトの参加企業

分野	契約企業	備考
主契約者	WEC・SNPTC	・重要機器、エンジニアリング、プロジェクト管理、技術移転
A/E	S&W	
1次系 供給	・重要設備：WEC ・その他：SNPTC	・設計はWECと上海核工程研究設計院（SNERDI） ・WECは、海陽-1用の圧力容器1基+蒸気発生器2基を1億7,500万ドルで韓DOOSANから購入（2007年4月契約）。海陽-2の圧力容器と蒸気発生器は上海電気集団で国産化予定。 ・施工はSNPTCと中国核工業建設集団公司（CNEC）
燃料	WEC	・WECからの供給以降はCBNFで国産化

会員限定で

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

<参考資料その10> 図表2：海陽-1・2号機建設プロジェクトの参加企業

2次系 供給	・TG、復水器、ポンプ：MHI	<ul style="list-style-type: none"> ・設計は山東電力設計院と米国 The Shaw Group ・TGパッケージはMHI。TGはMELCO、タービン車室・配管・付帯設備はHPEC、取扱は三菱商事との共同応札（2008年1月31日契約。MHIのAP1000受注は2007年9月の三門-1・2以来） ・施工はCPI傘下の工程建設管理分公司 ・ポンプの一部は中国二重集団の瀋陽送風機が製作。また配管を同集団の徳陽の重型装備で製造。
土木	？	
起動	・WEC/Shaw Gr.	
バルブ	・フィッシャークントロールバルブ：EPM社	。2011年2月24日、SNPECから海陽-2と三門-2用に同左バルブ（総額数百万ドル）を受注。

会員限定で

（出典）2009年2月9-11日の「中国電力市場の経路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」

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

＜参考資料その 11＞ 「上海電気集団有限公司 (SEC)」

この参考資料部分は、中国の国内原発納入実績と上海電気集団の構成企業の詳細を追加採録したもの。
注) SEC の持株会社は「上海電気集団股份有限公司」で同じ略号「SEC」を使い混同しやすい。

また、下記のように更新状況が不明な多くの URL サイトがある。上からの順に新しいものと思われる。

- <http://www.shanghai-electric.com/Pages/About/Index.aspx?Type=1> (2018 年版)
- <http://www.shanghai-electric.com/Pages/About/GroupSubsidiaries.aspx>
- また <http://www.shanghai-electric.com/Pages/Company.aspx>
- <http://www.shanghai-electric.com/PTD/Pages/Intro.aspx>

これらでは同じ「上海電気集団」のホームページながら、構成企業数が異なっている。

- ・近年の SEC の営業収入は約 900 億元。

2015 年の数字では SEC の総資産は 2 千億元、従業員は 4 万 8 千人で、営業収入は 780 億元、集団の海外業務収入は 220 億元 (海外投資収入、海外工事収入、輸出業務収入の合計) でこれは集团公司業務収入の 23 % を占めた。

2017 年には、中国工業領域の最高栄誉賞である「中国工業大賞」の受賞、また「グローバル (全地球) 製造業 500」に選出、「財富 (Fortune)」の中国優秀企業 500 に選出、米国の建設技術専門誌「ENR (Engineering News-Record)」の国際請負業 250 社の第 141 位に選出、また上海電気集団のブランドの売上高 (ブランド価値) は業界第 2 位の 602.78 億元であった。

会員限定で

＜参考資料その 11＞ 図表 1 : 0 上海電気集団 (SEC) の中国国内原発納入実績

原発	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
白龍 Bai Long																						
昌江 Chang Jiang	2	2	4	2	4																	
防城港	2			4				2														
海陽 Hai Yang	3	1		3	4																	
紅沿河 Hong Yan He	6	2		2	9																	
陸豐 Lu Feng	2			2	2																	
寧徳 Ning De	2			1	2																	
方家山 Fang Jia Shan (泰山 Qin Shan 2 期)	6			6	6																	
三門 Shan Men	3	2		3	4																	
石島湾 Shi Dao Wan	2		4	2	2																	
石島湾 Shi Dao Wan	2	2		2			2															
桃花江 Tao Hua Jiang	3	1		3	2	4	4															
台山 Tai Shan	1			1	2																	
田湾 Tian Wan	2	2		2	6																	
咸寧 Xian Ning		1			2																	
徐大堡 Xu Da Bao (Ku Da Pu)	2	1		2	2																	
陽江 Yang Jiang	6			6	6	6	6															
他を含む納入/受注の実績 *O内は第3世代炉 (AP1000/CAP1400 や EPR) 分	37/67 (3/24)	8/19 (1/9)	4/8 (0/4)	34/57 (3/18)	43/80 (6/22)	13 /24	14 /25															

PVI : 压力容器炉内構造物、RPV: 炉压力容器、RCP: 炉冷却材ポンプ、CRDM: 制御棒駆動装置、SG: 蒸気発生器、T: タービン、G: 発電機。

- 加圧器 (PZ) は納入/受注の実績は 7/10 で、そのうちの第 3 世代炉分は 2/11 である。
燃料交換機 (PMC) の全体の納入/受注の実績は不明だが、第 3 世代炉分は 1/7 である。
- SEC は以下の知的財産権をもっている。
HTGR の RPV と RVI / CAP1400 の SG / AP1000 の SG、RPV、RVI、PZ、CRDM / EPR の SG と RVI

(以上の出典)2017年3月8日トルコでの「第4回国際原子力発電プラントサミット」SEC 繆徳明総工程師発表

○上海電気集団 (SEC) の構成企業

- SEC は以下の a. ～ o. を含む多数の企業集団群またさらに傘下の企業群で構成されている。

傘下の企業は <http://www.shanghai-electric.com/Pages/About/Index.aspx?Type=1> を中心にまとめたが、本項目冒頭の注記のとおり、SEC のホームページ自体に混乱する多くの新旧のデータが並存している。そのため、SEC 集団の傘下集団の企業は、完全子会社、合弁会社、経営権をもつ投資企業、関連会社等の区分とともに、自動化、ロボット化、計装制御を含む通信技術等の新会社の設立等で会社数も実態がわかりにくいため、下記は「目安」程度に受け止めていただきたい。

a. 上海電気電站集団：傘下に 13 企業

- 上海電気電站設備有限公司汽輪機廠
- 上海電気電站設備有限公司發電機廠
- 上海電気電站設備有限公司電站輔機廠
- 上海電気ス必克工程技術有限公司
- 上海鍋炉廠有限公司
- 上海電気集団上海電機廠有限公司
- 上海電気富士電機有限公司
- 上海電氣電站工程公司
- 上海電気電站風電設備有限公司
- 上海電気電站環保工程有限公司
- 上海電気海水淡化工程技術公司
- 上海電氣電站工程技術有限公司

**会員限定で
公開しております。**

b. 上海電氣輸配電集團：傘下に 17 企業

1,000kV 以下の変圧器、電線ケーブル、低・中電圧開閉装置、スマート変電所等を製造。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

- 上海電氣電力電子有限公司
- 上海南橋變壓器有限責任公司
- 上海捷錦電力新材料有限公司
- 吳江變壓器有限公司
- 上海華普電纜有限公司
- 上海資文建設工程諮詢有限公司
- 上海承広電力設備安裝工程有限公司
- 上海上纜藤倉電纜有限公司
- 上海電氣進出口有限公司

注) <http://www.shanghai-electric.com/PTD/Pages/Intro.aspx> によると、この上海電氣輸配電集團では 1990 年以降海外との合弁企業を設立。上海西門子 (シーメンス) 高圧開關有限集團、上海電氣阿爾斯通 (アルストム) 變壓器有限集團、上海 MWB 互感器 (相互インダクタンス) 有限集團、上海 ABB 變壓器有限集團、上海西門子開關有限集團、上海施耐德 (シュナイダー) 配電電器有限集團、上海施耐德工業控制有限集團等がある。

c. 上海電氣核電集團：傘下に 6 企業

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

中国国内の大規模な原子力発電開発に対応するため、2007 年 1 月に SEC 傘下の企業から原子力発電に特化した編成で「上海電氣重工集團」を設立したが、2014 年 8 月にさらに原発 1 次系主要装置の製造中心に再編し「上海電氣核電集團」を設立した。

「上海電氣核電集團」の本拠地は (上海自由貿易区と洋山深水港に近い) 上海市南匯新

城鎮重裝備産業区*にある。

*<http://www.shanghai-electric.com/np/Pages/Intro.aspx?did=1>では上海市浦東新区眉林路 77 号との表示。

その構成企業は以下のとおり。

- 上海電気核電設備有限公司
- 上海第一機床廠有限公司
- 上海電気凱士比核電泵閥（ポンプとバルブ）有限公司
- 上海核電技術裝備有限公司
- 上海凱士比泵有限公司
- 上海電気上重鑄鍛有限公司

（出典）<http://www.shanghai-electric.com/NP/Pages/Companies.aspx?cid=2>

一方 <http://www.shanghai-electric.com/Pages/Companys.aspx> では「上海電気上重鑄鍛有限公司」は「上海電気核電集団」に挙げられていないが、これは URL が古い時期に作られたと思われる。
<http://www.shanghai-electric.com/HIG/Pages/Intro.aspx> はこの URL よりもさらに古いと思われる。「上海重型機器廠有限公司、上海船用軸軸有限公司、上海市機械製造工藝研究所有限公司」ともに、2014 年 8 月の「上海電気核電有限公司」設立に伴い「上海電気核電有限公司」に移管された「上海電気核電設備有限公司、上海第一機床廠有限公司、上海電気凱士比核電泵閥有限公司、上海電気核電技術裝備有限公司」がまだ「上海電気重工集団」として表示されている。

「上海電気核電集団」は 100 年（1914 年）の歴史を誇る。

- 圧力容器：6 基
- 燃料装荷・搬送装置：6 基
- 炉内構造物・制御棒駆動装置：8 基
- 冷却器：50 台
- 蒸気発生器：6 基
- ポンプ：50 台

**会員限定で
公開しております。**

[https://www.jaif.or.jp/memb](https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012)

[ers/china_data181012](https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012)

f. 上海機電股份有限公司：傘下に 11 企業

- 上海三菱電梯有限公司
- 三菱電機上海機電電梯有限公司
- 高斯國際有限公司（ゴス・インターナショナル・リミテッド）
- 上海電気開利能源（キャリア・エネルギー）工程有限公司
- 上海電気液圧気動（油圧エア）有限公司
- 上海納博特斯克（Nabtesk）伝動設備有限公司
- 上海金泰工程機械有限公司
- 上海法維萊（Faweilai）交通車両設備有限公司
- 上海人造板機械廠有限公司
- 上海馬拉松・革新（マラソン・イノベーション）電気有限公司
- 上海日用一友捷汽車（Youjie）電気有限公司

g. 上海環保（環境保護）集団：傘下に 6 企業

- 上海離心（遠心分離）機械研究所有限公司
- 上海市機電設計研究院有限公司
- 上海電氣環保熱電（南通）有限公司
- 上海環保工程成套有限公司
- 上海船研環保技術有限公司
- 上海電氣南通水處理有限公司

<http://www.shanghai-electric.com/Pages/companies/company.aspx?cid=43>

h. 上海機床廠有限公司：傘下に 3 企業

- 上海機床廠有限公司
- 上海重型機床廠有限公司
- 上海第三機床廠有限公司

i. 上海軌道交通設備發展有限公司：傘下に 2 企業

- 上海阿爾斯通（アルストム）交通設備有限公司
- 上海阿爾斯通交通電機有限公司

j. 上海電氣集團股份有限公司：傘下の企業の詳細は不明

k. 上海電氣自動化集團：傘下に 8 企業

- 上海勝邦（Shengbang）數控（數控製御）有限公司
- 上海電氣（上海）交電自動化研究所有限公司
- 上海探具激光（探查レーザー）技術有限公司

会員限定で

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

<http://www.shanghai-electric.com/Pages/companies/company.aspx?cid=46>

l. 上海電氣金融集團：傘下に 3 企業

- 上海電氣集團財務（ファイナンス）有限責任公司
- 上海電氣租賃（レンタル）有限公司
- 上海電氣保險經紀（保險ブローカー）有限公司

m. 上海電氣國際經濟貿易有限公司：傘下に 4 企業

- 上海電氣閥門（バルブ）有限公司
- 上海發那科機器人（ファナック・ロボット）有限公司
- 上海電氣網絡（ネットワーク）科技有限責任公司
- 上海斯邁克（スメイク）實業有限責任公司

注) <http://www.smec.net/html/organise.asp> では下 3 つの企業は記載されているが、他は異同がある。

n. 上海電氣臨港重型機械裝備有限公司：傘下の企業の詳細は不明

o. 上海電氣通訊技術有限公司：傘下の企業は 0

<参考資料その 12> 「中国東方電気集団有限公司 (DEC)」

集団の持株会社が「東方電気股份有限公司」でともに略称「DEC」を使用し混同しやすい。

<http://www.dongfang.com/data/1/133.html> また <http://www.dongfang.com/>

1. 東方電気集団 (DEC) の原子力発電開発の歴史

- 2000 年：中国初の 100 万 kW 級原発の蒸気発生器を製造、出荷。
- 2004 年 12 月 28 日：「東方電気 (広州) 重型器機有限公司」は、広州南沙開発区に中国最大の原子力器機製造基地の建設を開始。
- 2008 年 5 月 12 日：四川大地震で東方汽輪機漢旺製造基地打撃。8 月 1 日に徳陽市で再建開始。
- 2008 年 12 月 31 日：東方電気集団有限公司を設立。
- 2009 年 6 月：中国初の 100 万 kW 級原発の圧力容器を製造、出荷。
- 2013 年 5 月 24 日：世界最大の 175 万 kW 級原発の原子力発電機を製造、出荷。
- 2014 年 5 月 24 日：中国初めて「華龍」の ZH-65 蒸気発生器を初めて輸出。
- 2017 年 10 月 17 日：「華龍」の ZH-65 蒸気発生器を初めて国産化。

**会員限定で
公開しております。**

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

2. 製造能力

<参考資料その 12> 図表 1：中国東方電気集団 (DEC) の原発装置製造能力

	機器	年産能力	納入実績
Conventional Island	タービン・発電機セット	6~8	18
Nuclear Island	原子炉圧力容器 (RPV)	4~6	8
	蒸気発生器 (SG)	12~18	45
	炉内構造物 (RV1)	4	2
	制御棒駆動装置 (CRDM)	4~6	2
	主冷却ポンプ (MCP)	12~18	49
	加圧器 (PRZ)	6~8	14

注) DEC の英文 HP では、「100 万 kW~180 万 kW の原発の年間生産能力は、2 次系で 8 セット、1 次系で 6 セット」と記載。

<参考資料その12> 図表2：DECのタービン&発電機のセットでの契約実績
(2005年～2016年)

炉型	電気出力	プロジェクト名称	受注セット数
CPR1000	100万kW	嶺澳II (-3・-4)	2
		福清I (-1・-2)	2
		福清II (-3・-4)	2
		紅沿河I (-1・-2)	4
		紅沿河II (-3・-4)	2
		寧徳I (-1～-4)	4
華龍	115万kW	福清III (-5・-6)	2
		徐大堡I (-1・-2)	2
AP1000	125万kW	徐大堡I (-1・-2)	2
CAP1400	150万kW	国家示範電站 (SNPDP) -1・2	2

会員限定で

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

この35セットという受注数は中国では最大である。

(以上の出典) 2017年3月トルコ INPPS でのDEC原子力部門 Li Wenhui 副GM発表をもとに当協会で作成

3. 東方電気集団 (DEC) の構成企業

・DECの傘下企業：<http://www.dongfang.com/data/1/133.html>

次のa. ～c. の3つのカテゴリーに区分される。その合計は29社だが、HPによっても記載が異なり、正確なところは不明。

a. 持株会社「東方電気股份有限公司」とその傘下の上場企業群9社：
小計10社

- 「東方電気集団 東方電機 (モーター) 有限公司」(四川省徳陽 De Yang 基地)
- 「東方電気集団 東方鍋炉 (ボイラー) 股份有限公司」(徳陽基地、自貢基地)
- 「東方電気集団 東方汽輪機 (蒸気タービン) 有限公司」(徳陽基地)

<参考資料その 13>

ハルビン電気集団（HEC）の炉主冷却材ポンプ（RCP）製造

・HEC は 2011 年に操業を開始した原発用主冷却材ポンプ（RCP）とモーターの設計・製造のための専用基地をもつ。

2017 年 3 月 8 日トルコのイスタンブールで開催された「第 4 回国際原子力発電プラントサミット（INPPS）」で、「ハルビン電気動力装備有限公司」の Li Mingqi 副総経理が、HEC の RCP とモーター関係の技術開発に特化した詳細発表をしている。

品質保証（QA）システム、海外企業との提携、Canned Motor RCP 製造の重要プロセスでの改善（含部材等の自製）等、HEC の技術レベルを高めるためになされた努力を以下に紹介する。

なお、炉主冷却材ポンプ（RCP）では、Canned Motor Pump（液体無漏洩缶詰構造のポンプ）と Wet Winding Pump（湿式巻線型のポンプ）が原文では頻発するが、煩雑なため省略できるものは筆者判断で省略した。

1. HEC の主冷却材ポンプ（RCP）製造能力と受注実績

・RCP の製造能力と受注実績

<参考資料その 13> 図表 1： HEC の原発用 RCP の年産能力

対象 RCP の型	炉出力	RCP 数量	稼働または製造等の状況	設置所在地
CAP1400 用の Canned Motor	125 万 kW	12 台（CAP1400×3 基分）	製造中	海陽、三門、陸豊等

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

対象 RCP の型	炉出力	RCP 数量	稼働または製造等の状況	設置所在地
100 万 kW 級 縦軸封型	30 万 kW	4	2016 年 7 月納品、稼働中	海外
AP/CAP-1000 Canned Motor	125 万 kW	42	製造中	海陽、三門、陸豊等
CAP1400 Canned Motor	140 万 kW	1+4	原型 RCP は 2016 年 8 月納品、試験中。RCP×4 基製造中	山東石島湾国核示範核電（国家重大プロジェクト）

<参考資料その 13> 図表 2：

HEC の RCP 受注実績

2. HEC の品質保証 (QA) システム :

- ・ HEC の QA システムは、国家核安全局 (NNSA) の QA、米国機械学会 (ASME) の QA、国際標準化機構 (ISO) の QA である。
- ・ NNSA から「100 万 kW 級軸封型 RCP とモーター、また Canned Motor RCP に関する」設計・製造のライセンスを得ている。
- ・ ASME では N、NA、NPT の各認証を得ている。

会員限定で
公開しております。

[https://www.jaif.or.jp/memb
ers/china_data181012](https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012)

3. HEC の Canned RCP 技術国産化への努力：

- ・CAP1000 の Canned RCP（以下 RCP と略記）技術の国産化
 - － 三門および海陽での AP1000 プロジェクトのために、米国の EMD 社（Curtiss-Wright Power Control Company EMD 社）*から技術を導入した。
 - * EMD は Curtiss-Wright 社(1952 年設立の原子力潜水艦等関係の国防産業)の Electro-Mechanical Division (EMD)。
<http://www.cw-ems.com/emd/markets-and-products/power-products-and-services/default.aspx>
 - － HEC ではこの導入技術に、独自の分析ソフトによる研究開発を加え、製造、検査、試験での完全な国産化を達成した。

・CAP1400 の RCP 技術の国産化

CAP1000 の RCP と同様の方法で国産化を達成、知的財産権を確立した。

・CAP シリーズの RCP 製造で HEC がマザー・プロセス

- － コイル製造
- － 固定子巻線集合体と真空プレス（Vacuum Press Infiltration: VPI）
- － Can の溶接と組み立て
- － 固定子とローターの製造
- － フライホイールの製造
- － 試験

・HEC が機械加工、検査、試験等のために導入した先進設備

HEC は多くの製造工程に使用している。例えば試験のために、試験測定装置、試験台、固定子製造、回転式スペクトロメータ、柔軟関節式測定装置等、多くの設備を購入している。

・HEC は多くの製造工程に使用している。例えば試験のために、試験測定装置、試験台、固定子製造、回転式スペクトロメータ、柔軟関節式測定装置等、多くの設備を購入している。

（部材）

シェル鍛造品、主フランジ鍛造品、下部フランジ鍛造品、ロータ・シャフト鍛造品、Can 部材、フライホイール部材。

（コンポーネント）

固定子コイル、Terminal Gland、外置き熱交換器、Thrust Runner。

会員限定で

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

<参考資料その14>中国第一重型機械集团公司 (CFHI)

1. CFHI の原発設備製造：鋳鍛造品等の製造設備と技術向上への取り組み

2017年3月8日トルコのイスタンブールで開催された「第4回国際原子力発電プラントサミット (INPPS)」で、CFHI の上級エンジニア Dr. He Yi が「中国第一重型機械 (CFHI) の原発コンポーネント製造能力と技術革新」とのタイトルで発表をした。その発表やHPでの子会社の事業紹介も加えて、CFHI の原子力分野での主力製品である鋳鍛造品の技術向上のための取り組みを概略する。

・CFHI の原発コンポーネント製造実績：総計 202

<参考資料その14>図表1：中国一重重型機械 (CFHI) の原発装置製造数

炉の世代	炉型	RPV	SG	PRZ	CMT	ポンプ・ケーシング*	主配管
第二世代炉	30万kW	4	8				
	M31	1	4				
	CP600	1	5				
第三世代炉	AP1000	10	15	46			
	CAP1400	2	13	8	2		
	「華龍」	6	6	1		12	1
総数		49	88	4	14	45	2

**会員限定で
公開しております。**

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

* CFHI は中国高速実験炉 (CFR) のすべての鍛造製品を納入した。
注) 上の表は2017年3月8日 INPPSでのCFHI発表のまま。CFHI はすべての知的財産権をもつと強調。

CFHI はパキスタンのチャシュマ-1・2への輸出実績もある。

(1)CFHI の製造している原発装置に関わる鋳鍛造品

- 炉容器一体型蓋 (CAP1400)
- 炉容器一体型下部ヘッド (CAP1400)
- 蒸気発生器チャンネル・ヘッド
- 蒸気発生器 楕円形ヘッド
- 主配管
- 炉容器一体型ノズル・シェル
- 蒸気発生器格子板
- 蒸気発生器円錐形シェル (AP1000)
- 加圧器の上蓋および下蓋

最大 715 トンの鋳造部材塊から最大 600 トンの鍛鋼製品を造ることができる。

(2)CFHI の製造施設

- ・富拉爾基地
 - 電気炉 (EAF) : 100 トン、80 トン、40 トン
 - 精錬設備 (LF) : 160 トン、130 トン×2、40 トン

- エレクトロスラグ溶融炉 (ESR) : 120 トン、10 トン
- 真空鑄造室 (VCC) : 14 基
- 鍛造施設 : 15,000 トン水圧機 (マニピュレータは 6,300 トン用)、10,000 トン水圧機 (同 400 トン用)、6,000 トン水圧機 (同 200 トン用)、4,500 トン水圧機 (同 125 トン用)、20 基以上の鍛造用熱炉。

・大連基地

(機械加工施設) : 約 50 セットの先進機械加工装置

- 格子板用の 3 軸の BTA* CNC 深孔ドリリング・マシンを 2 セット (SIRMU FCN 3/1100)

* BTA (Boring & Trepanning Association) は中・大口径深孔穿孔加工。CNC はコンピュータ数値制御。

- Quincunx (5 点形の) CNC ブローチング (尖孔加工) 盤を 2 セット (Varinelli BV-M VX25/2000/500)

- 格子板用の 6 軸 CNC リリナー・マシンを 2 セット (SIRSTMU GMD 6)

(溶接施設) : 最先端技術による主・大口径の「管板と管 (Tube Sheet & Tube) の自動溶接ロボット」が代表例)

- 表面スプレー・マシンを 20 セット以上

- 狭い隙間埋め・ブローチング (管板) を 10 セット

* 融剤と溶接ワイヤを使用する溶接方法。

- ホット・ティグ・ワイヤー・ティグ*溶接と「U 字形グループ**溶接機」を 10 セット

** グループ (groove) は、溶接対象の鋼管と管継手の間にできる V 字型の「溝」。「開先」とも呼称。

(3) CFHI の原発装置製造での技術向上のための取り組み

・https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

- 高純度・均一化
- 一体型鑄造 (溶接と供用期間中検査の低減に効果)
- 最終製品形状に限りなく近づける鍛造法 (Near-Net-Shape Forging Technology)。(これによりノズル・シェル等の製造では、鍛造特性を確保し、加工を削減できる)

・溶接技術

- (ノズルをノズル・シェルに溶接する等) サドル (鞍) 形状物質の溶接自動化。
- ホット・ティグと INCONEL 690 材を用いたセーフ・エンド*溶接技術。
* Safe-End は材質や寸法の異なる金属継手部を溶接するため介する小調整材。
- 炉容器の「PWHT (溶接後熱処理)」後の最終加工。
- 水圧試験自動測定システム。

(4) CFHI で採用している 2 種類の独立した品質保証システム

- ・富拉爾では、ニュークリア・アイランドとコンベンショナル・アイランドの鍛造品製造に関しては、米国機械学会 (ASME) の材料組織承認証に基づく鍛造品質保証システムを適用。

- ・大連では、原子炉容器 (RV)、蒸気発生器 (SG)、加圧器 (PRZ)、炉心補給水タンク (CMT) 等のコンポーネントに、RCCM スタンダード (仏)、ASME (米) の N、NPT、NS の承認証に基づく品質保証システムを適用。

(5) CFHI での基礎科学と製造工程の研究

- ・基礎科学と製造工程の研究は、研究開発センターと研究・設計研究所が担当している。
- ・製造工程に関しては、製鉄、固体科学、鍛造、精鉦等に細分化し、次の研究をしている。
 - － 508-3 鋼の微細構造の透過型電子顕微鏡 (TEM) による解析
 - － 原発装置の溶接模擬実験
 - － 鑄造現場での溶鉄流の注入制御 (Tundish Flow) の模擬実験
 - － 600 トンの鑄鉄鋼塊の凝固化プロセス
 - － 蒸気発生器 (SG) の水室*ヘッド (Water Chamber Head) の鍛造の模擬実験

*高度情報科学技術研究機構 (J-CA) の論文を参照：
<http://www.researchgate.net/publication/228222222>
 その原典は原研所編「原子力技術のあゆみ」(平成4年10月刊)。

(6) CFHI の製造・試験センターに設置されている先端的な試験・測定装置

注) 用途や仕様などは、発行者が「CFHI」の装置を揃えている」と紹介した上で紹介する。

- － Phased array automatic scanner
- － 7060 UT SCANNER
- － MIZ-90 Eddy current detector
- － Mechanical properties testing

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

2. CFHI 傘下の構成企業：

- ・CFHI の構成企業は以下のとおり。<http://www.cfhi.com/yzjt/channels/263.html>

①中国一重銷售（販売）総公司 <http://www.cfhi.com/yzjt/contents/263/7056.html>

2016年5月設立。特殊設備、原子力設備、石油化学器機、新素材、先端器機、サービスの6部門に分かれる。

②中国一重鑄鍛鋼事業部 <http://www.cfhi.com/yzjt/contents/263/1216.html>

前身は黒龍江第一重工股份有限公司で、2010年2月のCFHIの上場により、同年8月に「中国一重鑄鍛鋼事業部」として設立。

- － 年産量は、溶鋼50万トン、鍛造品24万トン、鑄造品6万トン。
- － 最大製造能力は、溶鋼700トン、鋼塊715トン、鑄造品500トン、鍛造品400トンで世界一（注：中国一重鑄鍛鋼事業部HPによる）。

⑥一重集団大連工程技術有限公司 <http://www.cfhi.com/yzjt/contents/263/1225.html>
1957年設立。エネルギー、鉱業、輸送、冶金、原子力、石油化学等の分野で先端機器の設計、製造、プロジェクト管理等でエンジニアリング・サービスを提供。

⑦一重集団大連国際科技貿易有限公司 <http://www.cfhi.com/yzjt/contents/263/1224.html>
2004年4月設立。内外の冶金、化学、土木等を中心とする重要エンジニアリング・プロジェクトの設計・調達・建設（EPC）総合請負を担当。

⑧一重集団国際有限責任公司（ドイツ） <http://www.cfhi.com/yzjt/contents/263/1223.html>
2010年10月に設立されドイツのマンハイムに資本金20万ユーロで登録された中国第一重型機械株式の100%子会社。CFHIの欧州代表窓口。
2017年5月から「一重集団大連工程技術有限公司」の管理下に移管した。

⑨天津一重電気自動化有限公司 <http://www.cfhi.com/yzjt/contents/263/1222.html>
2006年に設立。冶金プラント、自動車ライン、風力発電等でのシステムの開発、設計、据付、保守のエンジニアリング・サービスを提供。
2016年7月から「一重集団大連工程技術有限公司」の管理下に移管した。

⑩上海一重工程技術有限公司 <http://www.cfhi.com/yzjt/contents/263/1221.html>
2003年10月に設立。機械等の設計、据付、保守と新製品開発を担当。冶金関係等で年間売上高2億元。

⑪天津重型裝備工程研究有限公司 <http://www.cfhi.com/yzjt/contents/263/123.html>
2009年10月に天津設立。兵器や航空機等の工学技術の研究開発、設計、調査、材料の物理的・化学的な試験・研究、販売・据付・試運転を担当。

300以上の数値制御等プロジェクトに関与
「電機・国家重点産業研究開発基金計画（国家重点研究開発基金計画）」
といった国家プロジェクトの原子力発電関連でも実績。

注）973計画や863計画は2016年に「国家重点研究開発計画」として統合された。

<http://j.people.com.cn/n3/2016/0218/c95952-9018445.html> 等を参照。

⑫中国一重重型裝備事業部 <http://www.cfhi.com/yzjt/contents/263/1228.html>
黒龍江省齊齊哈爾市富拉爾区に所在。中国第一重型機械株式の主要製造拠点で、前身は2010年12月6日に発足した「中国第一重型機械（集団）有限責任公司」であった。
重型裝備製造工場、原子力発電加工工場、軍事工場、大型裝備製造工場、金属構造工場、中型裝備製造工場、設備保守工場、表面パイプライン製造工場、中型機械製造工場、保管・輸送の10事業単位と、生産設備、品質保証、部品調達、規画財務、管理の5つの機能部門をもつ。

（保有製造設備）

大型冶金・鍛造・特殊装置の専門製造拠点として、巨大機械加工、溶接、設備組み立て、試験に優れた技術をもつ。

会員限定で

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

<参考資料その 15>中国法院網による二重集団と二重重装の破産更生案報道

・最高人民法院を情報源とするもので、次の内容を報じている。

— 中国第二重型機械集団公司と二重集団（徳陽）重型装備股份有限公司は 2011 年以降、経営、従業員給与、社会保障で借金がふくらみ、2014 年末の時点で負債総額はすでに 200 億元を上回り、両集団の破産更生案が浮上した。

— 国有資産監督管理委員会（SASAC）等の承認の下、農業銀行、中国銀行、光大銀行、30 社近くの債権者が金融債権者委員会を設立して二重側の株主と法廷外再編交渉を開始した。

— 2015 年 9 月 11 日、債権者（概して銀行と信用合作社等）は四川省の徳陽市中級人民法院に二重集団、二重重装の破産更生を申請した。

— 2015 年 11 月 27 日、債権者会議と出資会議はそれぞれ「二重再編計画案」を承認した。

— 11 月 30 日、徳陽市中級人民法院は民事裁定を下し、「二重再編計画案」を承認、また二重集団と二重重装の破産更生手続を停止した。

— 二重再編計画により、120 億元の金融債権は「現金決済」と「債務の株式への交換」で全額を返済。非金融債権は、「各債権者への 95 万元支払、残りは 3～5 年以内の返済」で合意。

— これは、(2 集団で 210 億元の総資産をもつ) 大企業の経営行き詰まりを破産更生法により処理するか、法廷外での再編計画で債務決済・復興へつなげるのかのモデル・ケースになると「中国法院網」ではコメントしている。

— NNSA は 2017 年 3 月 1 日、二重重装に 2022 年 3 月 31 日まで有効な「民生用原子力安全装置製造許可」の継続通知を出した。これにより、「二重重装」が企業として原子力発電関連事業を継続できることになった。

http://www.mep.gov.cn/gkml/sthjbqw/haq/201703/t20170303_398135.htm

会員限定で

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

<参考資料その 16> 中国の高速炉の研究開発の歴史

- ・1968年：周恩来首相が、「将来のウラン燃料の有効利用上 FBR 開発が不可欠」と提唱・指導。
- ・1985年8月：「1985～2000年と第7次5ヵ年高速炉発展規画」策定。
- ・1986年3月：第7次5ヵ年計画（1986～1990年）に入り、鄧小平の指導下に、王大珩、王淦昌、楊家墀、陳芳允の4人の科学者が「国家ハイテク研究開発発展計画（863計画）」を提案。

- ・1986年7月：核工業部計画司の指導下に「高速中性子増殖炉2000年規画の制定」とりまとめ。
- ・1987年2月：FBR開発が「863計画」の163の事業に入り、FBR開発が本格的に動き出した。
- ・1988年～：中国原子能科学研究院(CIAE)、西安交通大学、清華大学、核工業第一院、核工業404廠、上海交通大学、清華大学、鄭州機械研究所等でFBR研究開発が始まる（約500人強が参加）。

- ・1988年6月：「863計画」で「中国の高速炉発展戦略・技術路線」とりまとめ。
- ・1990～1992年5月：高速実験炉（CEFR）概念設計。
- ・1990年11月：「中国の高速炉発展戦略・技術路線」起成式典。
- ・1992年3月：国務院でCEFRを「863計画」のエネルギー関係プロジェクトとして承認。出力等決定。

- ・1994～1995年：ロシアとCEFRを共同設計（44項目。中国が22項目、ロシアが22項目を分担。ロシアの設計と比較し、慎重を期して進めた）。
- ・1995年12月：国務院の国家計画委員会等でCEFR建設を承認。

- ・1996～1997年：CEFRの予備設計。
- ・1996年11月：国務院の国家科学技術委員会でCEFRのF/S報告書を承認。
- ・1997年11月：中国のCEFR設計が審査を通過。
- ・1997～2004年：CEFRのコンポーネント発注。
- ・1998～2003年：CEFRの詳細設計。
- ・1998年10月：CEFRのニュークリア・アイランド部分の掘削工事開始。
- ・1998年5月～2000年5月：CEFR予備安全解析報告書レビュー。
- ・2000年5月：CEFRの建設許可発給。着工。
- ・2000年7月18日：中国とロシアでCEFRの建設・運転協力覚書調印（国営原子力企業 ROSATOM、機械試験設計局 OKBM、オブニンスク物理エネルギー研 IPPE、ポドルスク実験機械設計局 ZioMar、核燃料製造販売社 TVEL、ディミトロフグラード原子炉研 NIAR 等9機関と）。

会員限定で

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

- ・2001年3月～2002年8月：CEFR 建屋建設。
- ・2004～2007年：CEFR 主要装置据付。
- ・2004年8月27日：胡锦涛共産党総書記と温家宝国务院総理が中国の原子力開発50周年で CIAE を来訪。
- ・2006年：CEFR 運転前試験開始。
- ・2006年2月：「国家中長期科学技術発展規画要綱（2006～2020年）を公表。その中で FBR の設計と核燃料、構造材料、Na 循環等の関連重要技術の習得方針を掲げた。
- ・2006年9月13～20日：中仏高速炉試験運転経験技術人員交流会開催（CEA と）。
- ・2006年11月25日：福建省投資開発集団有限責任会社と三明市政府が「三明原子力発電プロジェクトn前期作業の協力推進協定」を締結。
- ・2007年1月31日：CNNC と三明市政府が「福建三明原子力発電プロジェクト建設の協力開発枠組み協定」を締結。
- ・2007年11月：「原子力発展中期規画（2007～2015年）」公表。その中で高温ガス炉、固有安全 PWR、FBR の自主開発と試験・実証プロジェクトの適時の促進を謳う。
- ・2008年7月7日：福建省改革委員会と CNNC がそれぞれ「三明原子力発電プロジェクト I 期工事実施要求書」を提出。
- ・2008年10月16日：CNNC と福建省改革委員会が共同で、国家能源局（NEA）に高速炉発電プロジェクトの実施要求書を提出。
- ・2008年12月21日：CEFR 装置完成。
- ・2009年5月30日：CEFR のシステムに Na を充填。
- ・2010年2月10日：中露両国政府が「中国での高速炉実証炉野設計・建設・運転の協力協定」を締結。
- ・2010年3月23日：CNNC と露 RASATOM が BN800×2 基の中国国内での建設の覚書を締結。
- ・2010年4月28日：福建省三明市での高速炉実証プロジェクトを進める「福建三明核電有限公司」設立。（CNNC 傘下の）中国核能電力股份有限公司（CNNP）51%、福建省投資開発集団有限責任会社 40%、三明市国有資産投資経営公司 9% の共同出資。
注）「福建三明核電有限公司」は当初福建省将楽県高唐鎮上訪村に 100 万 kW 級原子炉×4 基の建設を計画。第 1 期として BN800×2 基を計画したが、露側提示価格が高いとして 2013 年、CNNC が自主開発の CFR600 採用に方針転換。
- ・2010年6月：CEFR 燃料装荷許可再発給。
- ・2010年6月9日：第 2 回中韓高速炉技術交流会開催（KAERI と）。
- ・2010年7月21日：CEFR 初臨界達成。
- ・2011年7月21日：CEFR が送電網併入。

会員限定で

公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

- ・ 2011年7月23日：CIAEは、高速炉技術・産業発展の中長期目標を発表。
2025年までの2～3基の高速炉発電プラント、商業規模のMOX燃料製造プラント、PWR使用済核燃料再処理プラントの建設等を含む。
- ・ 2011年9月15日：福建三明核電有限公司と露アトムストロイェクスポート社（ASE）が技術設計契約仮調印（費用関係は含まず）。
- ・ 2012年10月24日：三明原子力発電所サイトが「原子力発電中長期発展計画」の重点開発サイトにリスト・アップ。
- ・ 2013年9月11日：NEAが福建省に対して、中露協力の従い三明サイトの確保を指示。
- ・ 2013年11月18日：CNNCが「CFR600が技術実行可能性調査の審査を通過した」と発表。
- ・ 2014年8月22日：中国長江三峡集団公司与 CNNCは戦略協力協定を締結、高速炉実証炉の研究開発、建設、普及での協力で合意。
- ・ 2014年12月15日：CEFRの出力を限定して20時間全出力運転を達成）。
- ・ 2014年10月：高速炉実証炉プロジェクトが中国国家原子力行政管理局が承認。
- ・ 2015年7月23日：福建省霞浦にCFR600を建設・運転する「中核霞浦核電有限公司」設立。
(CIAE 55%、福建核電股份有限公司 2%、華能核電有限公司 10%、中国長江電力股份有限公司 33%)
- ・ 2016年9月1日～3日：CNNC（含CIAE）の技術者がCFR600の装置製造企業*を視察。

会員限定で 公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

- ・ 2016年10月19日：CEFRの「国家国防科学技術工業局の竣工検収」合格が公表。
- ・ 2017年1月6日：CFR600実証炉の重要装置「次系」循環ポンプ、原型機が完成。
- ・ 2017年10月：福建省霞浦（Xiaupu）にCFR600の実証炉の建設・建設工事開始。
- ・ 2018年6月8日：CNNCと露 ROSATOM 社が原子力平和利用協力では両国の過去最大級の枠組み契約締結。その中で「CFR600」プロジェクトに露が機器・燃料・関連サービス等供給を謳う。

(以上の出典) 2010年11月に中国原子能科学研究院（CIAE）に徐錫総工程師を訪問したときの入手情報等、当協会データが主。

また中国の高速炉開発の複雑な経緯の解明ではテピア総合研究所2018年2月刊「躍進する中国の原子力産業と世界覇権戦略」の詳細情報を参考にした。(同書の出版案内 URL は <http://www.tepia.co.jp/publication/index2018.html>)

<参考資料その 17> 中国におけるモジュラー式小型軽水炉（SMR）開発の現状

- ・世界の各社で競ってモジュラー式小型炉（SMR）を開発中だが、中国には次の炉型がある。

ACP100（多目的炉） / ACP100（同左） / CAP200（浮遊炉） / HTGR（中国が世界に誇る高温ガス炉。第四世代炉） / DHR400（低温熱供給炉） / 他。

- ・中国は、長年の PWR 運用経験から、国際協力にも関心を示しながらも中国の独自性を出したい意向をもっている。また SMR のニーズが国内でも多い*ことから、国もその開発では積極的な支援をしている。

* 中国では都市部を中心に、深刻な大気汚染が起きている。とくに中国北部の「北京」などところによっては7ヶ月以上も暖房が必要で、大量の化石燃料消費に換えるものとして SMR が期待されている。また小型炉の水供給も解決できる。

**会員限定で
公開しております。**

[https://www.jaif.or.jp/memb](https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012)

[ers/china_data181012](https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012)

その成果の一例が2016年1月5日のNNSAの通知（国核安發5901011号）「小型圧水堆核炉の安全審査規則（小型IPWRモジュラー式全容積型）」案で、都市近郊での建設が予定されることから従来の大出力炉との安全審査の原則を明らかにした。浮遊炉には適用されない。

http://www.nep.gov.cn/gkml/hbb/hq/201601/t20160111_324674_wap.shtml

- ・ ACP100 :
中国核工業集团公司（CNNC）傘下の中核新能源有限公司が開発。12万5千kWの出力。電力（含島嶼発電）、熱（含熱供給、海水淡水化）供給の多目的利用。海外展開も視野。ブランド名「玲龍一号」。

注）大亜湾原発（1994年運転開始）をベースに中国が時間を掛けて開発した第三世代炉がCNNCの「ACP1000」とCGNの「ACPR1000+」で、両炉の設計を統合したのが「華龍」である。このうちACP炉の電気出力が10万kW級のものがACP100である。

- ACP100の特徴は、一体化してすべてを圧力容器の中に収めて安全性を高めたこと（16個の蒸気発生器も、4個の主冷却ポンプも、制御棒駆動装置も圧力容器の中に入っている）。

- ACP100 は 2003 年に研究を開始、2010 年に概念設計に着手、2011 年に福島第一原子力発電所事故を受けて安全面の多くの教訓をフィードバックして設計を変更した。国家核安全局 (NNSA) とも緊密に連携し、2011～2014 年にかけて主要 7 装置の検証を終え、現在追加の試験・検証を実施中。「SMR の安全性評価の標準」作りを進めている。IAEA の包括的炉安全評価 (GRSR) に合格済み。取得特許数は 340。

- CDF (炉心損傷頻度) は 10^{-5} 、また LRF (大規模放出頻度) は 10^{-6} を達成。設計寿命 60 年、燃料サイクル 24 ヶ月、冷却材平均温度は 303°C、運転時圧力は 15.0M パスカ、燃料集合体は華龍と同じものを 57 体装荷する。耐震性は 0.3g。受動的水素結合システムも採用している。

- 中国最初の SMR の原型炉を新サイト海南島で 2019 年早々に建設開始するため原子力・放射線安全センター (NNSA) と安全協力を進めている。注) 海南省は元々原子力発電の導入を予定していたので、それによるコスト節約効果も期待されている。2018 年 6 月初めの時点では、海南島での ACP100 の建設が遅れている。

会員限定で 公開しております。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

- ACP100 は受動系と能動系の採用で第三世代炉の安全性を満たし、経済性も用途 (電気、熱気、海水淡化) の多岐にわたる。稼働率 90%、年間発電量 100 万 kWh 程度。近接立地ができる。大型設備はすべて実証済みのものを使っている。

- 事故時でも技術的にはサイト外での避難等の対応は不要である。事故時 (100 年) での放射線影響 (Arbitrary Boundary) は 500m → 300m、規制区域 (Limiting Planning Zone) は 3km → 800m に、緊急時対象区域 (Emergency Planning Zone) は 5km → 600m に縮小されている。

- 装置が小型で輸送しやすいこともあり、40 数ヶ月での建設が可能である。
- ACPR100 : 中国広核集团有限公司 (CGN) が開発した「ACPR1000+」シリーズのうち電気出力 10 万 kW 級の小型多目的炉。定置式で電熱併給も可能。海上浮動式のモデルとしては「ACPR50S」がある。

- CAP200 : 国家電力投資集团公司 (SPIC) / 国家核電技術公司 (SNPTC) が開発。浮遊炉。

- HTGR : 中国核工業建設集团公司 (CNEC。本年 1 月 CNNC に統合) が開発。

- ・ DHR400 : CNNC 傘下の中国原子能科学研究所 (CIAR) が開発。スィミングプール型低温熱供給炉。ブランド名「燕龍」。

(主な出典)

- ・ 2018 年 6 月 4 日の当協会と中国核能行業協会 (CNEA) 共催の「日中原子力産業セミナー2018」での中国核電工程有限公司 (CNPE) 劉巍 (LIU Wei) 総経理発表「中国における SMR 開発の現状」
- ・ テピア総合研究所 2018 年 2 月刊行の「躍進する中国の原子力産業と世界覇権戦略」
588 頁の大著だが、そのうち 123 頁を SMR (35 頁)、高温ガス炉 (35 頁)、高速増殖炉 (14 頁)、トリウム溶塩炉 (11 頁)、進行波炉 (11 頁)、先進燃料重水炉 (5 頁)、超臨界圧軽水冷却炉 (4 頁)、鉛冷却炉 (5 頁)、加速器駆動未臨界システム (3 頁) に割いている。
とくに SMR、高温ガス炉では個別プロジェクトの技術仕様、政府・地元政府の支援、審査・試験・建設等の進展状況、参加機関の分担、海外との提携等の膨大なデータを網羅。価格は 25 万円弱と高いが、わが国のこれら分野の研究・開発機関や企業には貴重な文献である。(同書の出版案内 URL は <http://www.tepia.co.jp/publication/index2018.html>)

会員限定で
公開しております。

[https://www.jaif.or.jp/memb
ers/china_data181012](https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012)

<参考資料その 18>使用済核燃料の貯蔵・輸送容器の国産化への中国の関心

2018年2月2日の人民網に「中国は核燃料貯蔵・輸送の材料国産化を達成」という記事がある。<http://energy.people.com.cn/n1/2018/0202/c71661-29802398.html>
その大要は以下のとおり。

・中国の使用済核燃料の貯蔵・輸送容器の開発には、国家重大特別プロジェクトで中国科学院金属研究所が、また中国核工業集団（CNNC）が科学技術特定プロジェクト「竜船-CNRC：使用済燃料輸送容器開発」に関わっており、CNNCの輸送容器での原型容器が先日検収をパスした。

・輸送容器の主要材料は、中国科学院金属研究所がホウ素強化アルミニウム（ B_4C/Al ）中性子吸収材料の開発で重要な貢献を果たしている。

・核燃料/使用済核燃料貯蔵・輸送の材料国産化は、従来世界では従来のホウ素ステンレス鋼などの中性子吸収材料に代わって、 B_4C/Al 中性子吸収材料が大量に使われ出している。

https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012

・中国は原子力発電の商業化が比較的に遅いため、中性子吸収材料の研究開発も当然立ち遅れ、 B_4C/Al 中性子吸収材料は長期にわたり輸入に依存しており、わが国は原子力発電用材料の出産に大きく貢献している。

・ここ数年来、CASの金属研究所の馬宗義課題チームと中国核電工程有限公司（CNPE）の協力で、関係する作業で大きな成果が挙げられている。

・大きいサイズのピレット（坯錠）の製造過程では、高含有量 B_4C/Al シートのローリング成型でボトルネック部の製造に成功。また複合材料溶接では溶接に適したツールとプロセスを開発し、材料開発からデバイス成型までのすべてのチェーン技術の基礎を打ち立てた。

・現在すでに B_4C 含有量 15~35wt%の一連の中性子吸収板材を開発し、加速腐食、高温劣化、加速放射線照射とホウ素均一性テスト（中性子吸収法）等の実験が完了し、材料性能が全面的に達成された。耐腐蝕性等は明確に国外産の類似品より優れている。

・また、金属研究所は世界初の高温ガス冷却炉新燃料要素の輸送・貯蔵容器での中性子吸収材料のニーズから、中性子吸収材料の巻板操作と攪拌摩擦溶接で板形構造から筒状構造にすることに国内で初めて成功した。現在の華能山東石島湾の高温気冷炉核電站実証プロジェクトでは新燃料要素の輸送、貯蔵の容器はすでに正式に量産段階に入っており、金属研究所はこの容器のすべての中性子吸収板の供給の任務を担う。

会員限定で
公開しております。

[https://www.jaif.or.jp/memb
ers/china_data181012](https://www.jaif.or.jp/members/china_data181012)