

中国

「原子力発電大国」から
「原子力発電強国」へ

日本テピア(株)テピア総合研究所・窪田秀雄

目次

- × 中国のエネルギーの現状と見通し
- × “資源の争奪”と「低炭素化」
- × 中国の原子力発電開発の現状と見通し
- × 軽水炉の国産化と炉型戦略
- × 新型炉開発
- × 核燃料サイクル
- × 原子力発電所の「走出去」戦略
- × 原子力人材

主要国の一次エネルギー消費構成（2009年）

国名	一次エネルギー消費量 (石油換算 100万 t)	エネルギー別の消費量					最大エネルギーの割合
		石油	天然ガス	石炭	原子力発電	水力発電	
米国	2182.0	842.9	588.7	498.0	190.2	62.2	38.6%
中国	2177.0	404.6	79.8	1537.4	15.9	139.3	70.6%
ロシア	635.3	124.9	350.7	82.9	37.0	39.8	55.2%
インド	468.9	148.5	46.7	245.8	3.8	24.0	52.4%
日本	463.9	197.6	78.7	108.8	62.1	16.7	42.6%
カナダ	319.2	97.0	85.2	26.5	20.3	90.2	30.4%
ドイツ	289.8	113.9	70.2	71.0	30.5	4.2	39.3%
フランス	241.9	87.5	38.4	10.1	92.9	13.1	38.4%
韓国	237.5	104.3	30.4	68.6	33.4	0.7	43.9%

BP統計（2010年6月）をもとに作成

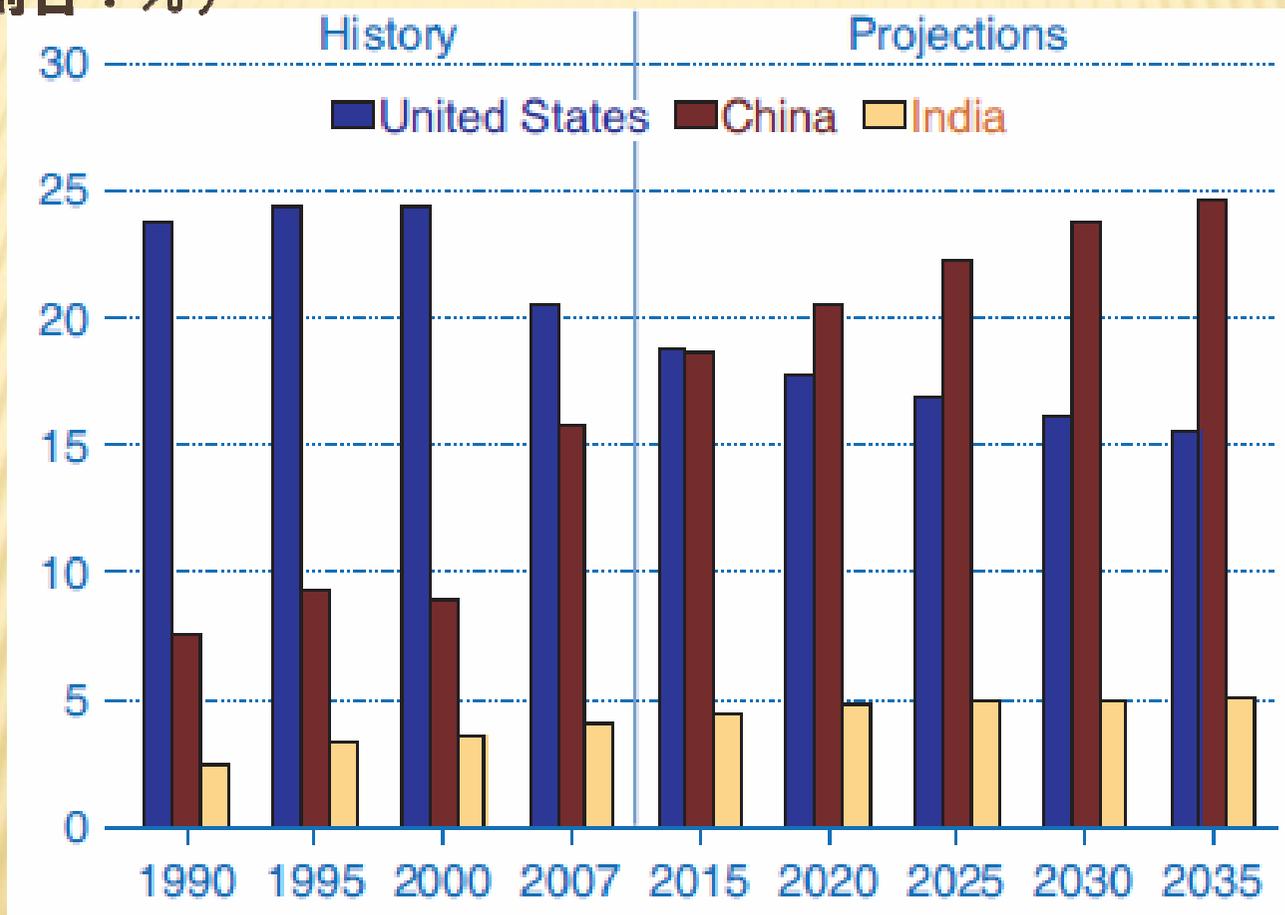
主要生産国の資源可採年数（2009年）

石油	天然ガス	石炭
イラク、クウェート、UAE、ベネズエラ（100年以上）	イラン、イラク、クウェート、サウジアラビア、UAE等（100年以上）	ブラジル、ロシア等（500年以上）
イラン（89.4年）	ロシア（84.1年）	ウクライナ（460年）
サウジアラビア（74.6年）	オーストラリア（72.7年）	ハンガリー（367年）
カナダ（28.3年）	インドネシア（44.3年）	カザフスタン（308年）
オーストラリア（20.7年）	中国（28.8年）	米国（245年）
ロシア（20.3年）	インド（28.4年）	オーストラリア（186年）
インドネシア（11.8年）	米国（11.7年）	インド（105年）
米国（10.8年）	カナダ（10.9年）	カナダ（105年）
中国（10.7年）	英国（4.9年）	中国（38年、確認資源量では米・露に次いで3位）

BP統計（2010年6月）をもとに作成

中国、米国、インドのエネルギー消費予測

(世界全体に占める割合：%)

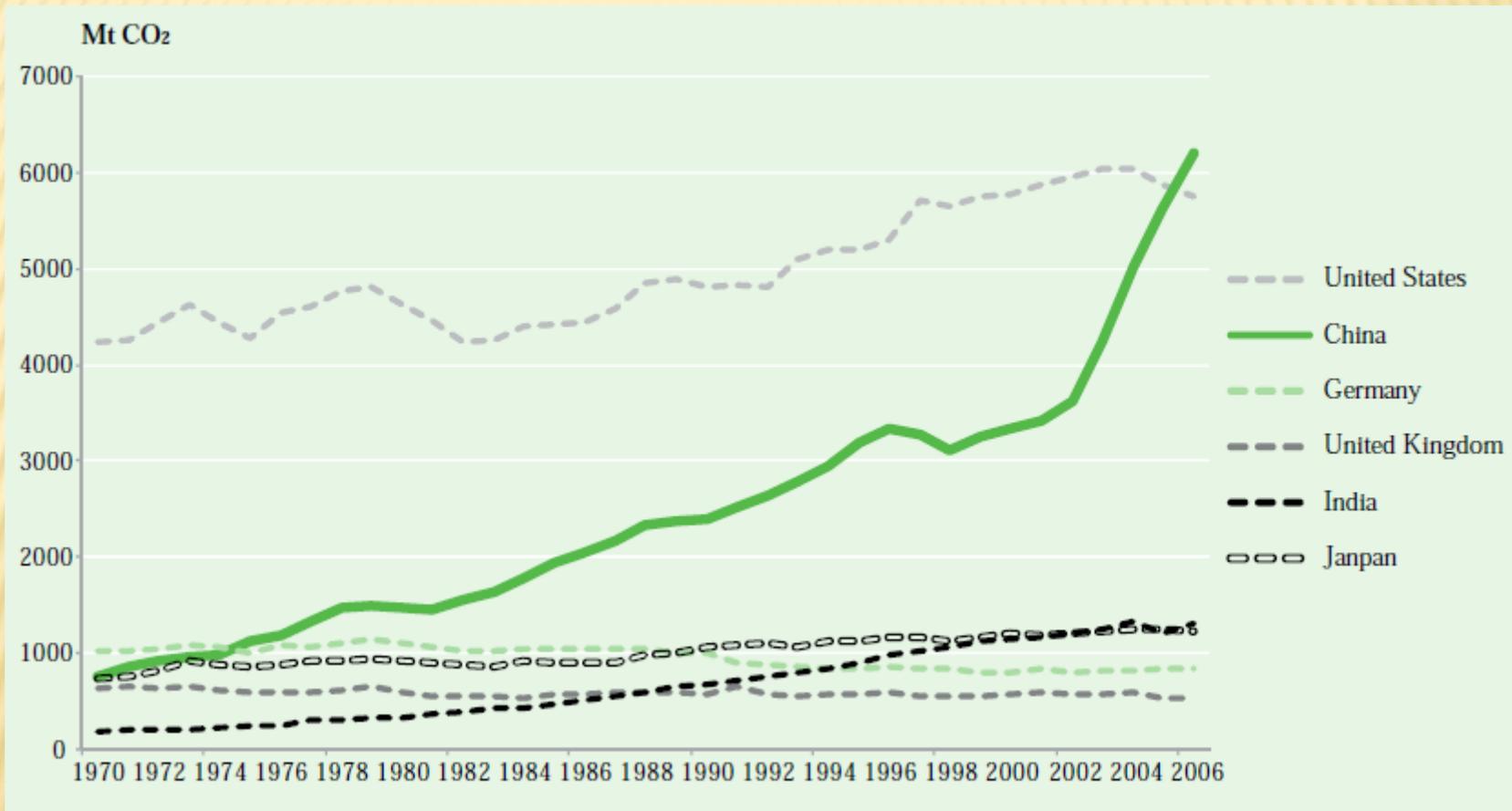


出典：International Energy Outlook 2010 (DOE/EIA)

エネルギー資源争奪競争

- × 「エネルギー資源争奪競争への中国とインドの参加が、米国の国益に重大な影響をもたらす」（「Mapping the Global Future」、2004年12月＝米国家情報会議）
- × 「中国の旺盛なエネルギー需要が米国の外交政策と経済発展に深刻な影響を及ぼす」（2006年2月、米DOE・国防総省・国務省・CIA等の報告書）

主要国の二酸化炭素排出量



出典：「China Human Development Report 2009/10-Towards a Low Carbon Economy & Society」 (UNDP)

部門別に見た各国の二酸化炭素排出量



出典：「China Human Development Report 2009/10—
Towards a Low Carbon Economy & Society」 (UNDP)

経済・社会の「低炭素化」に向けて

- × 2020年までに単位GDPあたりの二酸化炭素排出量を05年比で40～45%削減する。こうした目標を拘束力を持った指標として国民経済と社会発展の中長期計画に組み込む（2009年11月25日の国務院常務会議で決定）



一次エネルギー消費に占める非化石エネルギー（再生可能エネルギー＋原子力）の割合（09年：7.1%）を
2020年までに約15%に引き上げる
（「第12次5カ年」期に石炭生産量の上限設定も）

〔参考〕 戦略的新興産業

- × 9月8日、国務院常務会議で「戦略性新興産業の加速・育成に関する国務院の決定」を原則可決
 - 省エネ・環境保護
 - 新世代情報技術
 - バイオ
 - 高級設備製造
 - 新材料
 - **新エネルギー（原子力、太陽、風力、バイオマス）**
 - **新エネルギー自動車（PHV、電気自動車）**

原子力発電中長期発展計画（1）

（国家発展改革委員会、2007年11月公表）

- ・ 原子力発電は安全かつクリーンで、信頼性の高いエネルギーであることが証明されている
- ・ エネルギーの長期的な安定供給を確保するためには、原子力発電は不可欠な代替エネルギーである
- ・ 原子力産業は総合的なハイテク産業であり、産業連関性が高いため、原子力発電を発展させることが、中国製造業の水準を引き上げるにあたって重要な役割を果たす

原子力発電中長期発展計画 (2)

- × 2020年の開発目標：運転中4000万kW＋建設中1800万kW → 開発目標の上方修正（7500万kW＋3000万kW？）
- × 自主化・国産化の推進
- × 「PWR-高速炉-核融合炉」路線の堅持
- × 自主化産業体系の構築
- × 第3世代炉の導入・国産化
- × 原子力発電設備の年間生産能力400万kWへ

〔参考〕再生可能エネルギーの開発見通し

× 風力発電：

2010年（4000万kW）

2020年（2億kW）

2009年末（1760万kW＝送電網接続分）

× 太陽光発電：

2010年（100万kW）

2020年（2000～5000万kW）

「原子力発電大国」への道着々と

- × 運転中：12基・1015.8万kW（9月20日現在）
- × 建設中：24基・2649万kW（9月29日、寧徳4号機が着工）
- × 計画中：235基・2億4237万kW（9月末）（2億7000万kW？）
- × [2020年の発電設備容量予測：16億kW（うち原子力は約7000万kW）
2010年9月20日現在：9億kW超

- × 2050年には3億2400万kWに（IEA原子力技術ロードマップ、2010年6月）
- × 2050年までに4億kW以上に（周大地・元国家発展改革委員会エネルギー研究所長）
- × 2030年までに2億kW、2050年までに4億kWに（杜祥琬・中国工程院院士）



世界最大の原発国

防城港原子力発電所（広西壮族自治区）

(1号機：7月30日に正式着工、108万kW×2基：総工費260億元)



中国で運転中の原子力発電所（2010年9月20日現在）

発電所	所在省	炉型	出力（万kW）	備考
秦山Ⅰ期	浙江	PWR	31	85年3月着工、94年4月運転開始
秦山Ⅱ期－1号機	〃	〃	65	96年6月着工、2002年4月運転開始
－2号機	〃	〃	〃	97年4月着工、2004年5月運転開始
秦山Ⅲ期－1号機	〃	CANDU	70	98年6月着工、2002年12月運転開始
－2号機	〃	〃	〃	98年9月着工、2003年7月運転開始
大亜湾－1号機	広東	PWR	98.4	87年8月着工、94年2月運転開始
－2号機	〃	〃	〃	88年4月着工、94年5月運転開始
嶺澳－1号機	〃	〃	99	97年5月着工、2002年5月運転開始
－2号機	〃	〃	〃	97年11月着工、2003年1月運転開始
田湾－1号機	江蘇	〃	106	99年10月着工、2007年5月運転開始
－2号機	〃	〃	〃	2000年着工、07年8月運転開始
嶺澳Ⅱ期－1号機	広東	〃	108	CPR1000、2005年12月着工、2010年7月15日送電開始、同9月20日（商業）運転開始
合計	1015.8（12基）			

中国で建設中の原子力発電所（2010年9月29日現在）

発電所	所在省	炉型	出力（万kW）	備考
嶺澳Ⅱ期－2号機	広東	PWR	108	CPR1000、2006年8月着工
秦山Ⅱ期－3号機	浙江	〃	65	CNP600、2006年4月着工、2010年8月1日送電開始
－4号機	〃	〃	〃	CNP600、2007年1月着工
紅沿河Ⅰ期－1号機	遼寧	〃	111	CPR1000、2007年8月着工
－2号機	〃	〃	〃	CPR1000、2008年2月着工
－3号機	〃	〃	〃	CPR1000、2009年3月着工
－4号機	〃	〃	〃	CPR1000、2009年8月着工
寧徳Ⅰ期－1号機	福建	〃	〃	CPR1000、2008年2月着工
－2号機	〃	〃	〃	CPR1000、2008年11月着工
－3号機	〃	〃	〃	CPR1000、2010年1月着工
－4号機	〃	〃	〃	CPR1000、2010年9月着工
福清Ⅰ期－1号機	〃	〃	100	第2世代改良型、2008年11月着工
－2号機	〃	〃	〃	第2世代改良型、2009年6月着工
陽江Ⅰ期－1号機	広東	〃	〃	CPR1000、2008年12月着工
秦山Ⅰ期拡張（方家山） －1号機	浙江	〃	〃	第2世代改良型、2008年12月着工
－2号機	〃	〃	〃	第2世代改良型、2009年7月着工
三門Ⅰ期－1号機	〃	〃	125	AP1000、2009年4月着工
－2号機	〃	〃	〃	AP1000、2009年12月着工
海陽Ⅰ期－1号機	山東	〃	〃	AP1000、2009年9月着工
－2号機	〃	〃	〃	AP1000、2010年6月着工
台山Ⅰ期－1号機	広東	〃	175	EPR、2009年12月着工
－2号機	〃	〃	〃	EPR、2010年4月着工
昌江Ⅰ期－1号機	海南	〃	65	CNP600、2010年4月着工
防城港Ⅰ期－1号機	広西チワン族自治区	〃	108	CPR1000、2010年7月30日着工
合計	2649（24基）			

出典：テピア総合研究所が各種情報をもとに集計

中国で計画中の原子力発電所（2010年8月12日現在）

発電所名	所在省	炉型	出力 (万kW)	備考
靖宇（赤松）	吉林省	PWR	125×6基	AP1000、I期工事で4基建設、2011年着工
樺甸	〃	〃	100×4基	2011年着工
興城（徐大堡）	遼寧省	〃	100×6基	3期に分けて建設、I期工事投資額250億元、初号機：2015年運転開始予定
紅沿河Ⅱ期	〃	〃	111×2基	CPR1000
桓仁	〃	〃	100×4基	
遼寧東港	〃	〃	100×4基	中国華電集团公司と東港市政府が協力枠組協定締結
海陽	山東省	〃	125×4基	AP1000、I期工事の2基は着工
乳山	〃	〃	100×6基	
華能山東石島湾Ⅰ期（栄成）	〃	HTGR	20×1基	高温ガス炉実証炉（30億元）、2013年送電開始予定。ガス炉の全体計画規模400万kW
華能山東石島湾Ⅱ期	〃	〃	20×19基	高温ガス炉
華能山東石島湾	〃	PWR	100×4基	

栄成石島湾	〃	〃	140×2基	中国版第3世代炉「CAP1400」実証炉。2013年着工、17年運転開始予定。
田湾Ⅱ期	江蘇省	〃	100×2基	ロシア型PWR（VVER）、中露が枠組み協定に調印（2007年11月）
田湾Ⅲ期	〃	〃	100×2基	ロシア型PWR（VVER）、国が前期作業実施を承認
田湾Ⅳ期	〃	〃	100×2基	ロシア型PWR（VVER）
江蘇第2	〃	〃	100×4基	
南陽	河南省	〃	125×6基	
信陽	〃	〃	125×4基	AP1000、2009年3月に河南省政府と協力枠組み協定に調印
安徽蕪湖	安徽省	〃	100×4基	AP1000、総投資額520億元
吉陽	〃	〃	100×4基	AP1000、Ⅰ期工事で2基建設、2基とも2010年着工、2015年以内に運転開始予定
宣城	〃	〃	100×4基	Ⅰ期工事で2基建設
巢湖	〃	〃	125×4基	AP1000、総投資額600億元、2009年8月に前期作業に着手、2010年8月に初期実行可能性調査に着手
三門（健跳）	浙江省	〃	125×4基	AP1000、Ⅰ期工事の2基は着工
浙西（龍遊）	〃	〃	100×4基	2010年着工

蒼南	〃	〃	100×6基	09年9月末、電力規画設計総院による初期実行可能性研究報告審査会を実施。Ⅰ期工事で2基を建設する。
(華能浙江蒼南)	〃	〃	—	08年10月、国家電網公司、電力規画設計総院、上海核工程研究設計院等による立地点選定のための合同審査会が実施。
福清Ⅱ期	福建省	〃	100×4基	第2世代改良型
寧徳Ⅱ期	〃	〃	100×2基	CPR1000
三明	〃	〃	100×4基	第2世代改良型、総投資額600億元、Ⅰ期工事で2基建設
漳州	〃	〃	125×6基	AP1000、総投資額800億元、Ⅰ期工事で4基建設、
莆田	〃	〃	100×6基	総投資額800億元
咸寧大畷	湖北省	〃	125×4基	
鐘祥	〃	〃	125×4基	AP1000、2006年1月に前期作業に着手
松滋Ⅰ期	〃	〃	125×2基	AP1000、初期実行可能性調査が専門家に審査を通過(2010年5月)
彭澤(帽子山)	江西省	〃	125×4基 150×2基	AP1000、2010年着工予定

万安烟家山	〃	〃	125×4基	前期作業共同実施取決めに調印（09年8月30日）
鷹潭	〃	〃	125×4基	AP1000、2009年7月、華能集団と鷹潭市が協力開発協定に調印
峽江	〃	〃	125×4基	AP1000、2009年7月、初期実行可能性調査報告が完成
贛州	〃	〃	125×4基	AP1000
桃花江	湖南省	〃	125×4基	AP1000、総投資額600億元、2010年着工予定。1号機：2015年、2号機：2016年運転開始予定。
常德	〃	〃	100×4基	総投資額480億元。2008年5月、初期実行可能性研究報告の審査を通過。2009年4月着工予定。1号機：2014年10月、2号機：2015年6月運転開始予定。
華銀（株洲 県 or 湘陰 県）	〃	〃	100×4基	2基ずつ2期。概算投資額246億元以上。初期実行可能性研究報告の審査を通過。
小墨山	〃	〃	125×6基	AP1000、2基ずつ3期。初期実行可能性研究報告の審査を通過。
陽江Ⅰ期	広東省	〃	100×1基	2号機は未着工
陽江Ⅱ期	〃	〃	100×4基	CPR1000
台山Ⅱ期	〃	〃	175×2基	EPR
陸豊	〃	〃	100×6基	CPR1000、Ⅰ期工事で4基建設

韶関	〃	〃	125×4基	AP1000、国家発展改革委員会に認可申請
掲陽	〃	〃	100×6基	実行可能性調査段階
広西防城港 (紅沙)	広西壮 族自治 区	〃	108×5基	CPR1000、Ⅰ期－1号機が2010年7月30日着工、 2015年に商業運転開始予定
平南白沙	〃	〃	100×4基	
広西梧州	〃	〃	100×4基	
海南昌江	海南省	〃	65×3基	Ⅰ期：CNP600×2基。Ⅱ期：2014年着工、 2018年運転開始。
蓬安	四川省	〃	100×4基	
重慶石柱	重慶市	〃	100×4基	Ⅰ期工事で2基建設
計画中合計（基数）			24237（235基）	

注：炉型・出力が確定しているものだけを集計した。
出典：テピア総合研究所が各種情報をもとに集計。

魅力的な原子力発電事業

× 中央政府の積極推進姿勢

- ・ 原子力発電所が営業運転を開始してから15年間にわたって増値税の還付政策を実施（還付率：最初の5年間75%、6年目から10年まで70%、11年から15年目まで55%）
- ・ 火力発電所、水力発電所には増値税（税率17%）の還付はない

× 積極的な地方政府の誘致活動

- ・ 地元経済に貢献
- ・ 各種の税優遇政策

原子力発電所建設のための資金調達（1）

- × 「資金の調達は、原則的に企業が自ら資本金を調達し、銀行が商業貸付けを行うという方式で運営する」（原子力発電中長期発展計画）
- × 「以核養核、滾動（着実）発展」（国务院決定：現有の原子力発電所の運転で得られた資金で次の原子力発電所を建設する）

大亜湾の利益 ⇒ 嶺澳Ⅰ期、Ⅱ期を建設（広東核電）

原子力発電所建設のための資金調達（2）

- × 「新興エネルギー産業発展計画」（国務院で審査中）では2020年までに新エネルギーに5兆元の投資を計画
- × 2020年までの原発資金需要：9400億元（7500万kW規模）
- × 「以核養核、滾動（着実）発展」が困難に

原子力発電投資主体資格（1）

- × 原子力発電事業者を限定（投資主体資格）

中国核工業集团公司（CNNC）、広東核電集团有限公司（CGNPC）、中国電力投資集团公司

「原子力発電基準と安全体系が完全なものになるまで、国は原子力発電所の建設、運転・管理、運営に参加する企業について適切に管理する」

（原子力発電中長期発展計画）

- × 4大電力会社が投資主体資格取得を希望

中国華能集团公司、中国大唐集团公司、中国国電集团公司、中国華電集团公司

（49%以下の出資は可能）

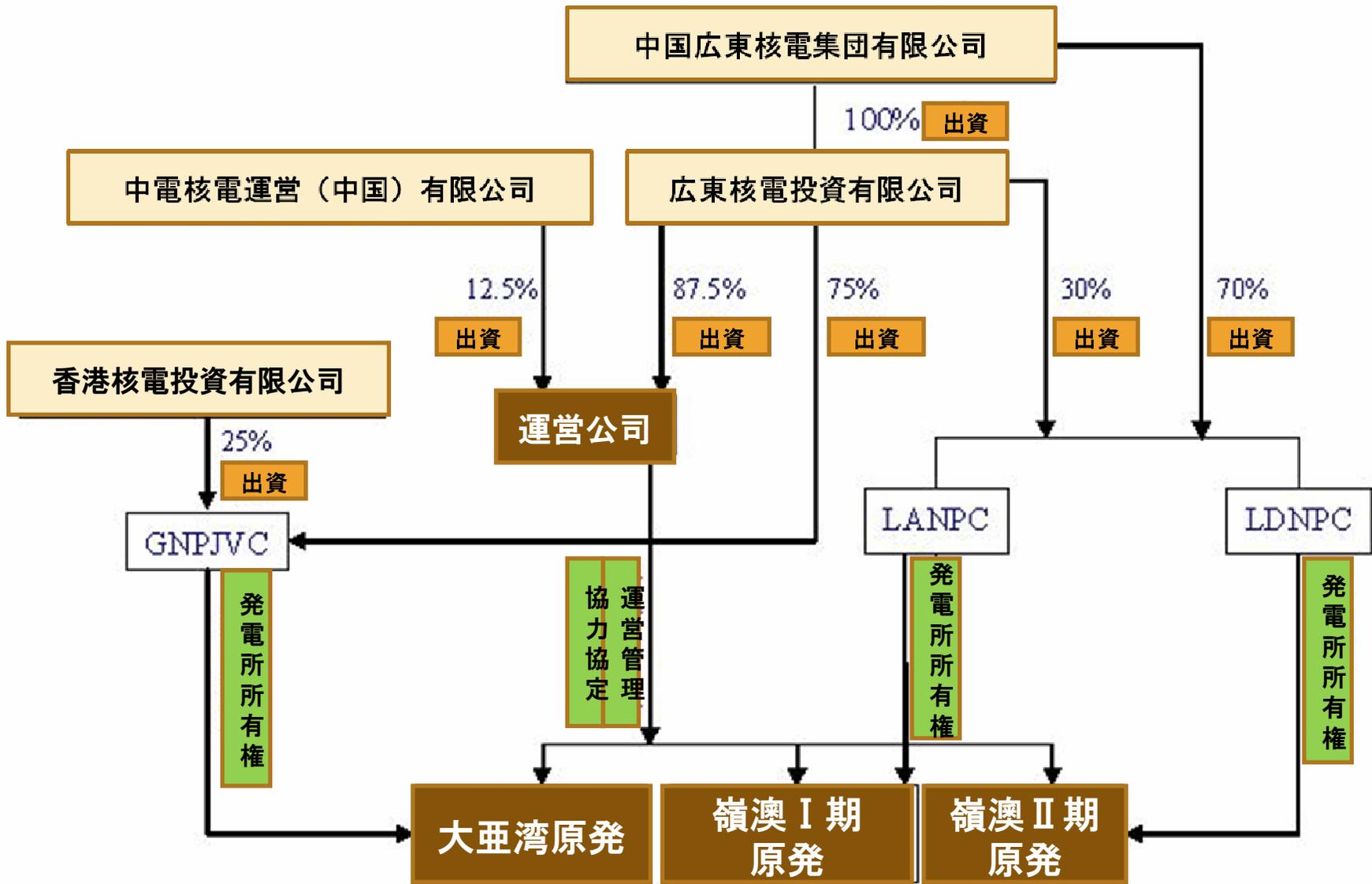
「原発拡大には投資主体資格の門戸開放が必要」（唐元・国務院発展研究中心交貿易司長）

原子力発電投資主体資格（2）

- × 2020年までの投資主体資格拡大の可能性は小さい
 - －財産権が比較的複雑（CNNC、CGNFC） 株式上場が困難
 - －原子力安全確保を最優勢（資格拡大は人材の分散＝奪い合い）
- × 原子力発電所建設への民間による「資本参加」を支持（但し経営権は握れない）
 - （「民間投資の健全な発展の奨励、指導に関する若干の意見」国務院、5月）
 - －浙江省の民間資本規模：1兆元

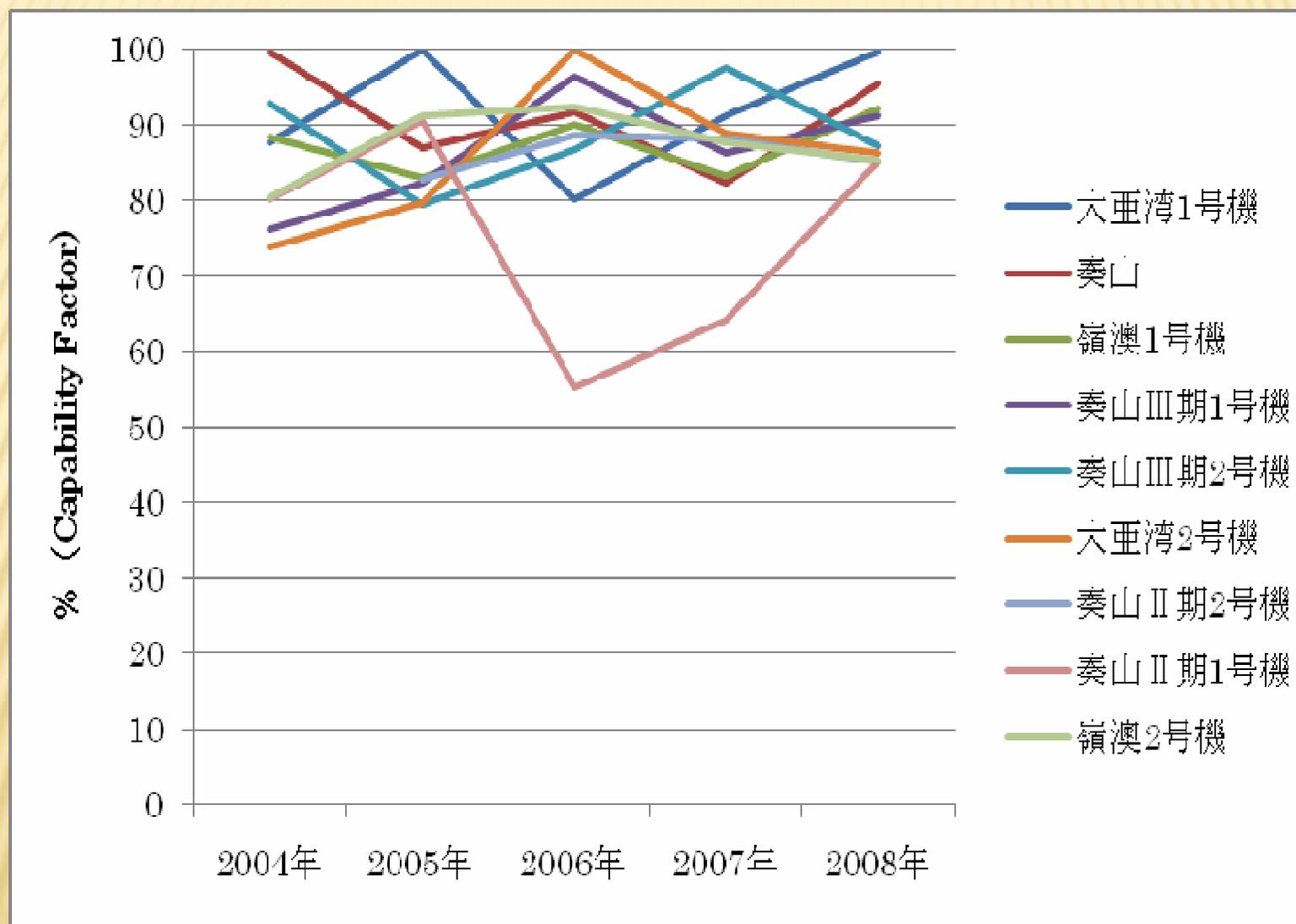
運転中原子力発電所の出資構成

発電所	運転事業者	出資構成	電力供給先
秦山	秦山核電公司	中国核工業集团公司100%	浙江省
大亜湾	大亜湾核電運營管理有 限責任公司	香港核電投資有限公司25%、広東 核電投資有限公司75%（広東核電 集団が100%出資）	2014年以前：香港70%、 広東30%；14年以降： 広東100%
嶺澳Ⅰ期	〃	広東核電集団100%	広東省
秦山Ⅱ期	核電秦山連營有限公司	中国核工業集团公司50%、浙江省 電力開發公司20%、申能集団12%、 江蘇省投資公司10%、華東電力集 団6%、安徽省投資公司2%	浙江省、華東電網
秦山Ⅲ期	秦山第三核電有限公司	中国核工業集团公司51%、浙江省 電力開發公司10%、申能集団10%、 江蘇省投資公司9%、華東電力集 団10%、浙江省電力公司10%	〃
田湾	江蘇核電有限公司	中国核工業集团公司50%、中電投 核電有限公司30%、江蘇省国信資 産管理集団有限公司20%	江蘇省、華東電網



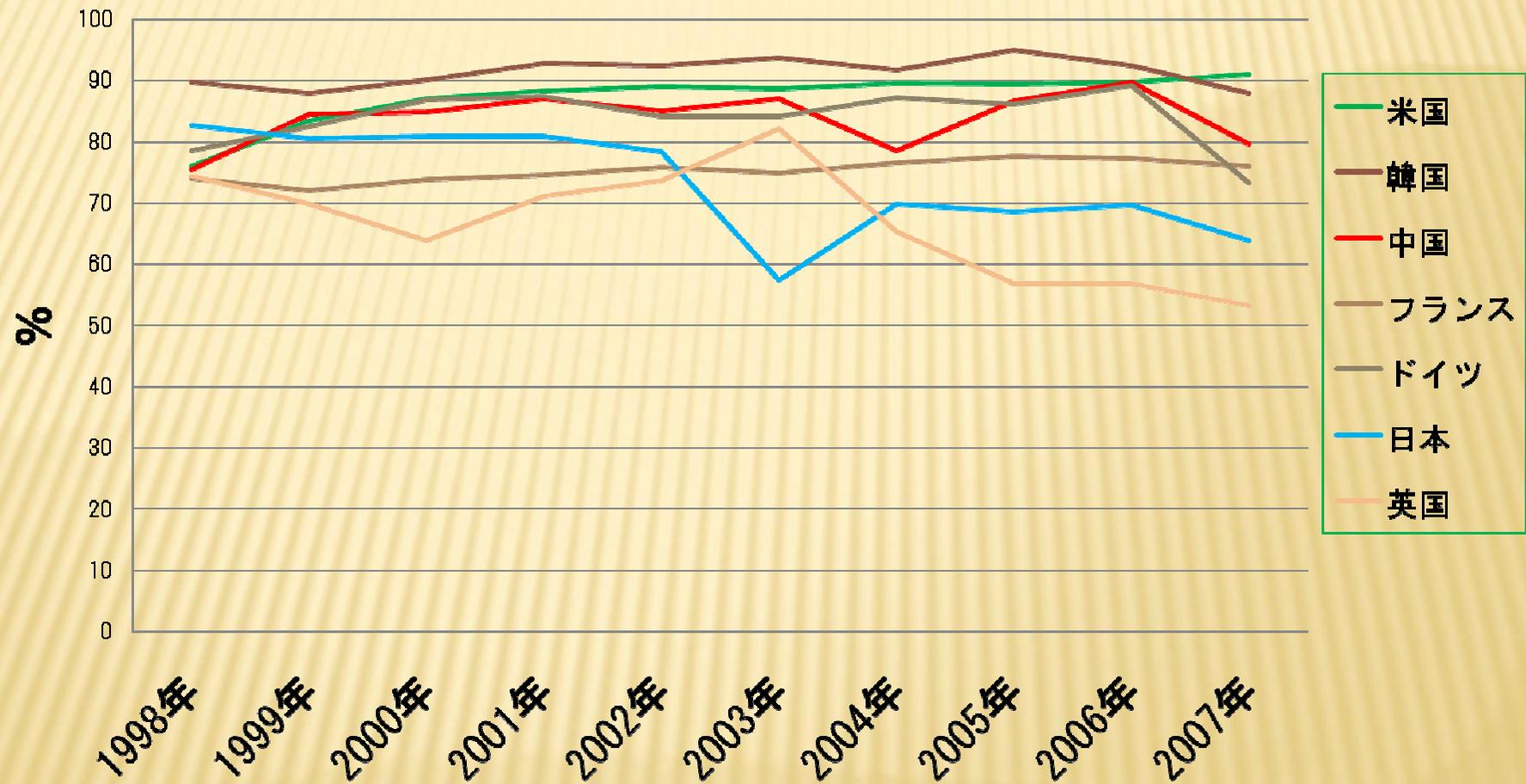
GNPJVC：广东核电合营有限公司
 LANPC：嶺澳核電有限公司
 LDNPC：嶺東核電有限公司
 運營公司：大亞灣核電運營管理責任有限公司

〔参考〕 中国の原子力発電所の運転実績



出典：「国家核安全局年報」等

〔参考〕主要国の原子力発電所設備利用率



出典：「平成20年版原子力白書」をもとに作成

中国の原子力産業と設計能力

- × 原子力発電事業者が絶対的な力を持つ
- × プラントメーカーは設計図にしたがって物を作るだけに過ぎない（設計部門の必要性を認識）

- × 中国核工業集团公司
 - ・ 核一院（中国核動力研究設計院）
 - ・ 核二院（中国核電工程有限公司）
 - ・ ~~728院（上海核工程研究設計院）~~
- × 広東核電集团有限公司
 - ・ 中広核工程設計有限公司（05年設立）
- × 国家核電技術公司
 - ・ 上海核工程研究設計院（AP1000の導入・消化・吸収⇒CAP1400、1700の開発）

軽水炉の国産化と炉型戦略（1）

× 多様な炉型構成

運転中：自主設計30万kW（CNP300）、60万kW（CNP600）、フランス製PWR、カナダ製CANDU、ロシア製PWR（VVER）

建設中：CNP600、CPR1000（フランスの炉をベースにした第2世代改良型）、AP1000（ウェスチングハウス、同型炉をベースに国産化を推進）、EPR（フランス）、ロシア製PWR（田湾発電所）

計画中：CPR1000、AP1000、EPR、CAP1400（AP1000がベース、140万kW）、CAP1700（同、170万kW）、**HTGR、FBR**

その他：ACPR（CPR1000改良型）、CPR1700（EPRがベースの170万kW）、CP1000、ACP600（CNP600がベース）

輸出対象炉（？）：**CPR1000、CPR1000+、ACPR、CAP1400、CAP1700、CP1000、ACP600**

軽水炉の国産化と炉型戦略（2）

× 主要事業者の炉型戦略

① 中国核工業集团公司

CNP300

CNP600

ACP600

第2世代改良型？（福清 I 期、方家山）

CP1000（第3世代炉ではない）

② 広東核電集团有限公司

CPR1000

ACPR

CPR1700

③ 国家核電技術公司（AP1000の国産化を担当）

CAP1400（AP1000ベースの知的財産権を持つ中国版第3世代炉＝140万kW）

CAP1700（同＝170万kW）

軽水炉の国産化と炉型戦略（3）

× 各炉型の状況

CNP300：パキスタンに輸出

CP1000：専門家の審査をパス（2010年4月）、1年内の着工も可能

ACP600：開発が終了、2013年に着工条件が整備

（以上、中国核工業集团公司）

CPR1000：初号機（嶺澳Ⅱ期・1号機が7月15日送電開始、同9月20日に運転開始）

CPR1000+：CPR1000改良型

ACPR:知的財産権を保有

CPR1700：〃

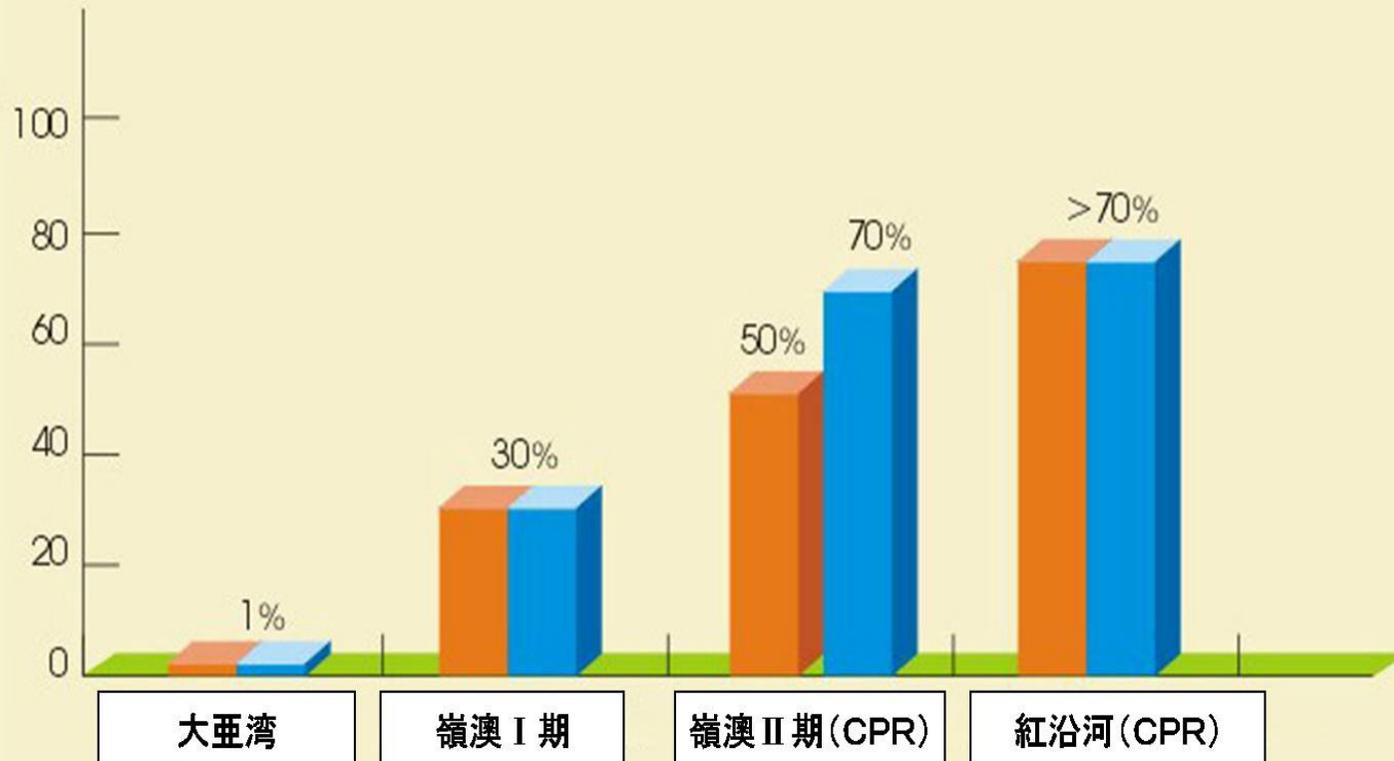
（以上、広東核電集团有限公司）

CAP1400：山東省栄成石島湾で採用（2013年着工、17年運転開始を予定）

（国家核電技術公司）

広東核電集団有限公司による国産化の目標

1号機
2号機



出典: 広東核電集団有限公司ホームページ (<http://www.cgnpc.com.cn/n2881959/n3065920/n3070088/n3101972/index.html>)

嶺澳 II 期の平均設備国産化率: 64%
建設中原子力発電所の全体国産化率: 85%

(中広核工程公司・束国剛総経理)

運転中原子力発電所の国産化率と建設単価

発電所	採用技術	設計・建設方式	国産化率（金額ベース）	建設単価
秦山Ⅰ期	自主設計の30万kW・PWR	上海核工程研究設計院が全体設計	70%	5700元/kW
パキスタン・チャシュマ	秦山Ⅰ期をベースに輸出	//	90%	—
大亜湾	フランスのPWR	仏、英から設備導入。EDFが建設管理	すべて輸入	2300 ^{ドル} /kW (2000 ^{ドル} /kW)
嶺澳Ⅰ期	フランスのPWR	仏から設備導入。嶺澳会社が建設管理	原子炉部分8～10%、 在来部分10～15%、 補助設備30%	2020 ^{ドル} /kW (1800 ^{ドル} /kW)
秦山Ⅱ期	フランスのPWRを参考に自主設計	核工業第二研究設計院が全体設計。秦山連営会社が建設管理	40～70%	1514 ^{ドル} /kW (1330 ^{ドル} /kW)
秦山Ⅲ期	カナダの重水炉	カナダが全面的に責任	ほぼすべて輸入	2057 ^{ドル} /kW
田湾	ロシアのPWR	ロシアが全面的に責任	補助設備と材料は国内で供給	1509 ^{ドル} /kW
嶺澳Ⅱ期	CPR1000	自主設計、自主製造、自主建設、自主運営	平均64%	1550 ^{ドル} /kW
陽江	//	//	90%弱	1277 ^{ドル} /kW

新型炉開発：高温ガス炉

- × 「すでに建設された10MWの実験炉を基礎として、一層の自主的な研究開発により、出力200MWのHTGR実証炉を建設し、中国が独自に知的財産権を持つモジュール方式のHTGR技術の産業化を実現し、中国のHTGR技術を世界のトップ水準に維持する」
(原子力産業『第11次5カ年』発展規画)
- × 国務院が16の重大特定プロジェクトに指定
(国家中長期科学技術発展規画綱要)
- × 実証プロジェクト着工へ（山東省、2013年送電開始）

新型炉開発：高速増殖炉

- × 実験炉「CEFR」（熱出力65MW、電気出力20MW）：7月21日に臨界達成
- × 「BN-800」（80万kW）実証炉2基を中国国内に建設
（中国核工業集団会社とROSATOMが了解覚書に署名、2010年3月23日）
- × 実証プロジェクトを2020年に完成、30年に商業炉を建設

（「CEFR」は原型炉の特性も備えているだけでなく、熱伝導システムの熱効率パラメータは実証炉レベルに近いいため、第2段階で直接実証炉を建設する可能性もある）（周培徳・中国原子能科学研究院副総工師）

主な核燃料サイクル施設

施設名称	運営組織	設計能力	製品	状況
湖南（衡南、衡陽）	（粗製錬）	3000tU/年	U3O8	操業中
蘭州転換施設	（精製錬・転換）	3000tU/年	UF6	2008年に試運転・操業を開始
宜賓核電燃料元件生産ライン	中核建中核燃料元件有限公司	400tU /年	PWR燃料	操業中
包頭PWR核燃料生産ライン	中核北方核燃料元件有限公司	200tU/年	PWR燃料	建設中（2010年操業予定）
宜賓	中核建中核燃料元件有限公司	400tU/年	PWR燃料	準備中（2012年完成予定）
包頭AP1000核燃料生産ライン	中核北方核燃料元件有限公司	200tU/年	PWR（AP1000）燃料	建設中（2013年完成予定）
VVER-1000燃料要素生産ライン	中核建中核燃料元件有限公司	96体/年	PWR（VVER燃料）	調整・試験（2010年操業開始予定）
包頭重水炉核燃料生産ライン	中核北方核燃料元件有限公司	200tU/年	重水炉燃料	操業中
高温ガス炉実証炉燃料生産ライン	中核北方核燃料元件有限公司	球状燃料30万個/年	高温ガス炉燃料	建設中（2011年完成予定）
405ウラン遠心分離施設	中核陝西ウラン濃縮有限公司	500tSWU/年	低濃縮UF6	操業中
504ウラン遠心分離施設	中核蘭州ウラン濃縮有限公司	500tSWU/年	低濃縮UF6	操業中
使用済み燃料受け入れ・貯蔵施設	中核404有限公司	550tHM/年	PWR・研究炉使用済み燃料	操業中
使用済み燃料再処理パイロットプラント	中核404有限公司	440kgHM/日		調整・試験

「走出去」戦略と「原子力強国」

- × 「走出去」（海外進出）戦略を国家発展戦略として位置づけ（97年）
 - × 「科学技術で貿易を興す戦略」（99年）
 - × ハイテク製品輸出を奨励（国家中長期科学技術発展規画＝06年、ハイテク産業発展規画＝07年）
 - × ハイテク製品指導目録作成へ（新エネルギー等、輸出ポテンシャル製品が対象＝09年）
- × 韓国によるUAEの原発受注に衝撃
- 
- × 「原子力強国」へ乗り遅れるとの焦り

〔参考〕ハイテク製品輸出入実績（09年）

技術分野	輸出額 (億ドル)			輸入額 (億ドル)		
		全体に占める割合 (%)	対前年比 (%)		全体に占める割合 (%)	対前年比 (%)
生物技術	2.96	0.08	12.48	3.60	0.12	11.81
生命科学技術	110.59	2.93	-7.44	94.77	3.06	17.53
光電技術	209.27	5.55	-4.90	385.38	12.44	-20.62
計算機・通信技術	2830.12	75.08	-8.25	740.06	23.88	-7.10
電子技術	505.28	13.41	-8.80	1480.60	47.78	-8.13
計算機一体製造技術	50.96	1.35	-9.68	196.91	6.35	-20.29
材料技術	29.63	0.79	-8.19	50.74	1.64	-11.94
航空宇宙技術	26.84	0.71	-6.45	140.34	4.53	6.85
その他	3.65	0.10	11.95	6.13	0.20	30.59
合計	3769.31	100.00	-9.31	3098.53	100.00	-9.35

出典：「科技統計報告」（科学技術部、2010年6月2日）

3 大事業者の海外展開に向けた動き

× 中国核工業集团公司

- ・ 関西電力と濃縮ウラン販売契約（3月1日）
- ・ アルゼンチン原発プロジェクトに応札へ（孫勤・総経理が表明、7月15日）
- ・ 南アフリカと協議

× 広東核電集団有限公司

- ・ ベトナム事務所設立（08年5月）
- ・ ベトナム電力公社と原子力協力意向書締結（09年2月）
- ・ 仏電力公社と共同で世界の原発市場開拓へ（4月29日に覚書）
- ・ 中国・アフリカ発展基金と協定締結、アフリカの新エネルギー市場開拓へ（5月28日）
- ・ 「2015年以前に原子力発電所を輸出することが目標。中国はコスト競争力が高い」（賀禹・董事長、6月）
- ・ 仏AREVAと共同で国際市場開拓へ（CPR1000、EPR）
- ・ 中国工商銀行と共同で南アフリカの原子力発電市場を開拓へ

「走出去」はベストの選択

大亜湾：2000ドル/kW, 嶺澳Ⅱ期：1500～1800ドル/kW

× 国家核電技術公司

- ・ 米シヨー・グループと戦略協力枠組み協定締結、世界の原発市場開拓へ（09年4月）

中国政府の原発輸出政策⇒「第12次5カ年」期に策定？

中国原子力産業の課題（1）

× リーダーの不在

- 「“原子力委員会”を設立し、組織の設置や規画（計画）の策定、炉型の選定、技術の導入、国産化の組織を委ねるべきである」

（「中国能源報」2010年5月）

- 「合理的な整理・統合によって、原子力発電技術の研究開発・設計、エンジニアリング・建設管理、運転・サービス及び核燃料サイクルにおいて、国際競争力を持った“国家チーム”を積極的に育成する必要がある」

（王炳華・国家核電技術公司董事長、2010年3月）

参考：中国の原子力開発体制



中国原子力産業の課題（2）

- ・「急速な原子力発電拡大にともない、とくに高級技術者を中心とした人材不足に加えて、原子力発電設備の製造能力、nuclear islandの建設・据付能力、研究開発・設計能力が不足している。規制当局の人材も不足している」

（田佳樹・環境保護部核・放射線安全センター主任）

- ・「国民の一部に原子力発電の発展に対して懸念がある」

（李干傑・国家核安全局長）

「原子力発電開発の“過熱”を断固として防止する必要がある」

（張国宝・国家エネルギー局長：9月21日）

第10次5カ年期「適度発展」
発展」



第11次5カ年期「積極推進」



第12次5カ年期「加速

原子力人材のニーズ

- × 原子力専攻の大卒以上の人材に対する需要2020年：6000人、2020年：1万3000人（学部60%、修士30%、博士10%）

原子炉工学：2600人、放射化学・放射線科学：2600人、原子力技術応用：2400人、核燃料工学：1500人、放射線防護・環境保護：1300人、基礎科学（核物理等）1300人、ウラン鉱探査：1300人

（国防科学技術工業委員会（当時）が予測）

- × 原子力産業従事者（設計・建設・運転・保全）：5万1000人（中核集団1万8000人、中核建設集団1万5000人、広東核電1万2000人）

設置が承認された原子力関連学科

大学名	専攻学科名
2007年	
ハルビン工業大学	核物理
〃	核化学工学・核燃料工学
ハルビン工程大学	原子力技術
〃	放射線防護・環境工学
〃	原子炉工学
南京航空航天大学	原子力技術
南京理工大学	放射線防護・環境工学
武漢大学	原子力工学・原子力技術
華南理工大学	原子力工学・原子力技術
電子科技大学	原子力工学・原子力技術
中国科学技術大学	原子力工学・原子力技術
東北電力大学	原子力工学・原子力技術
南華大学船山学院	原子力工学・原子力技術
成都理工大学	原子力技術
2008年	
ハルビン工程大学	核化学工学・核燃料工学
復旦大学	原子力技術
中山大学	原子力工学・原子力技術

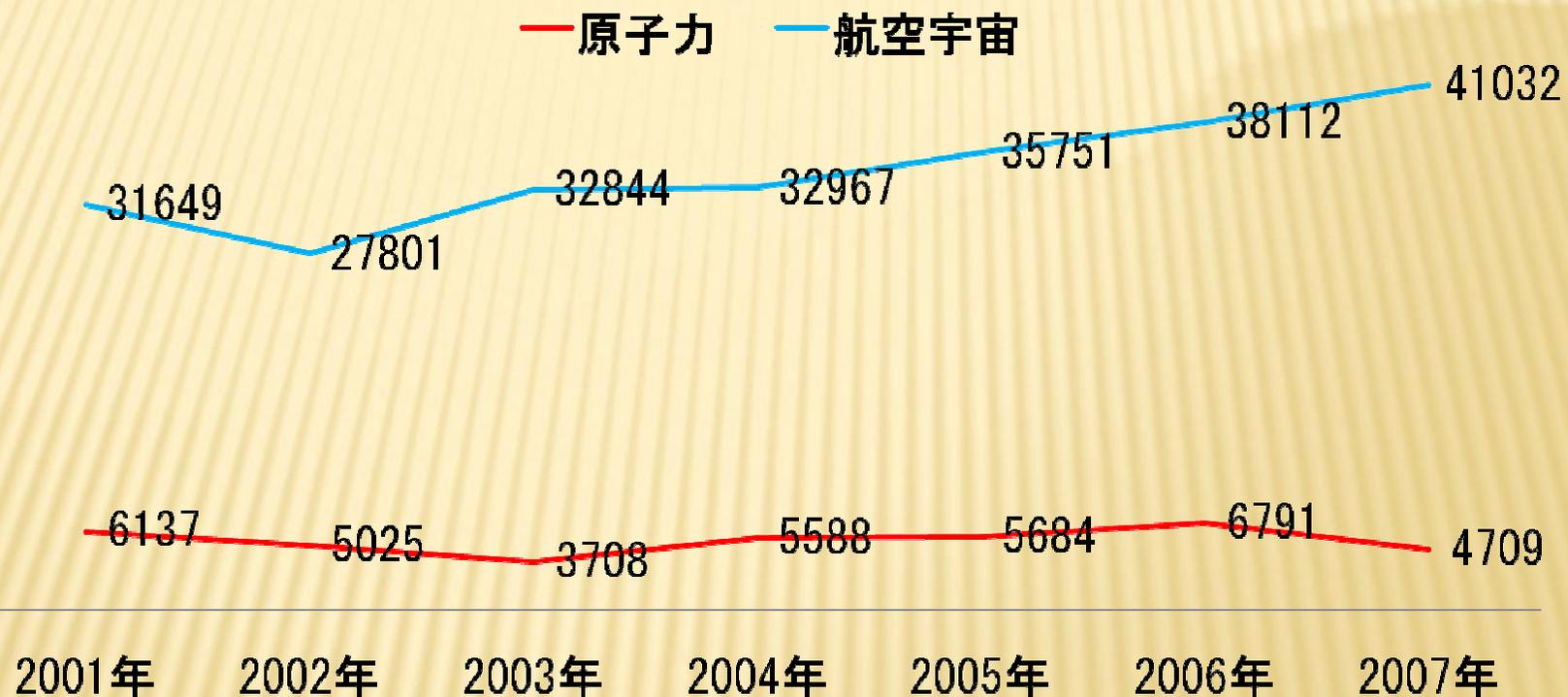
出典：「2007年度、2008年度經教育部備案或審批同意設置的高等学校本科專業名單」をもとに作成

原子力関連課程を持つ主な大学

NO.	大学名	No.	大学名	No.	大学名
1	清華大学	1 2	瀋陽工程学院	2 3	中山大学
2	上海交通大学	1 3	四川大学	2 4	北京大学
3	西安交通大学	1 4	西南科学技術大学	2 5	北京師範大学
4	ハルビン工業大学	1 5	重慶大学	2 6	吉林大学
5	ハルビン工程大学	1 6	武漢大学	2 7	東北師範大学
6	中国科学技術大学	1 7	南京航空航天大学	2 8	上海大学
7	華北電力大学	1 8	成都理工大学	2 9	鄭州大学
8	南華大学	1 9	東北電力大学	3 0	西南財經大学
9	南華大学船山学院	2 0	復旦大学	3 1	南京理工大学
1 0	蘭州大学	2 1	華南理工大学		
1 1	東華理工大学	2 2	電子科技大学		

青字：大学院に原子力課程を持つ大学、赤字：2009年に学生募集を実施しなかった大学

研究開発機関と高等教育機関における 研究開発投入人的資源（研究者・技術 者）の推移（人・年）



研究者・技術者：高・中級技術のポストを有する科学技術活動に従事する人員と、高・中級技術のポストを有しない大学本科以上の学歴の人員を指す。高級技術職は日本の大学教授レベルに、また中級技術職は講師レベルに相当する。（出典：中国科技統計年鑑）

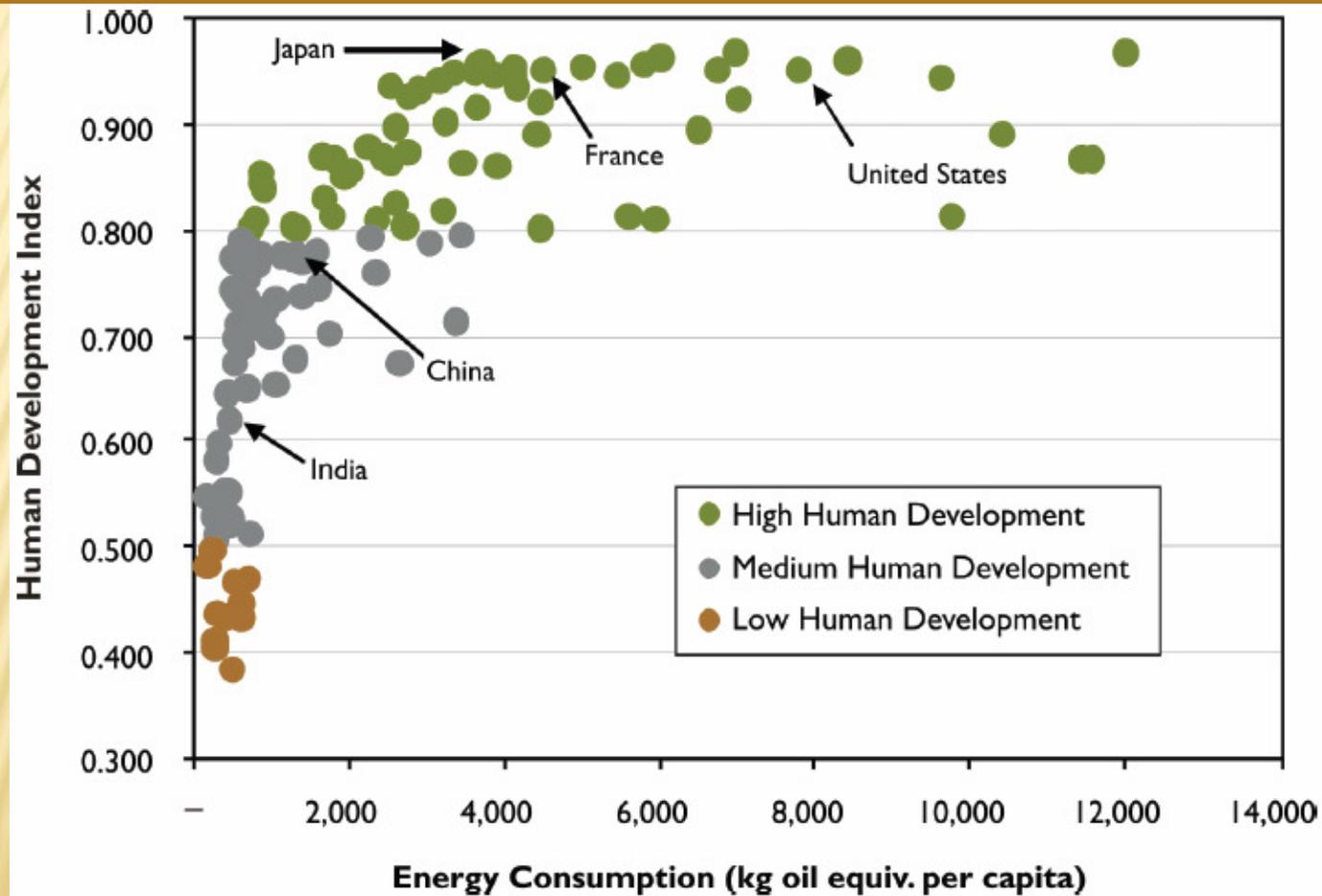
どうやって中国はエネルギーを確保 するのか？ キーワードは“技術”

分野	重要技術
省エネ	高効率非化石燃料地上交通技術
化石エネルギー	石炭のクリーン・高付加価値利用技術
電力	電力網の安全・安定技術
再生可能エネルギー	バイオマス液体燃料、風力発電、太陽光・熱、深層地熱
原子力	新型原子力発電及び放射性廃棄物処理技術
新エネルギー	水素エネルギー、天然ガス・ハイドレート、海洋、核融合

中国科学院の2050年エネルギー技術ロードマップ（09年6月）から

中国が目指すは米国型、それとも日本型？

人間開発指数（生活の質・発展の度合い）と1人あたりのエネルギー消費



出典：Nuclear Energy Research and Development Roadmap, Report to Congress, DOE, April 2010