

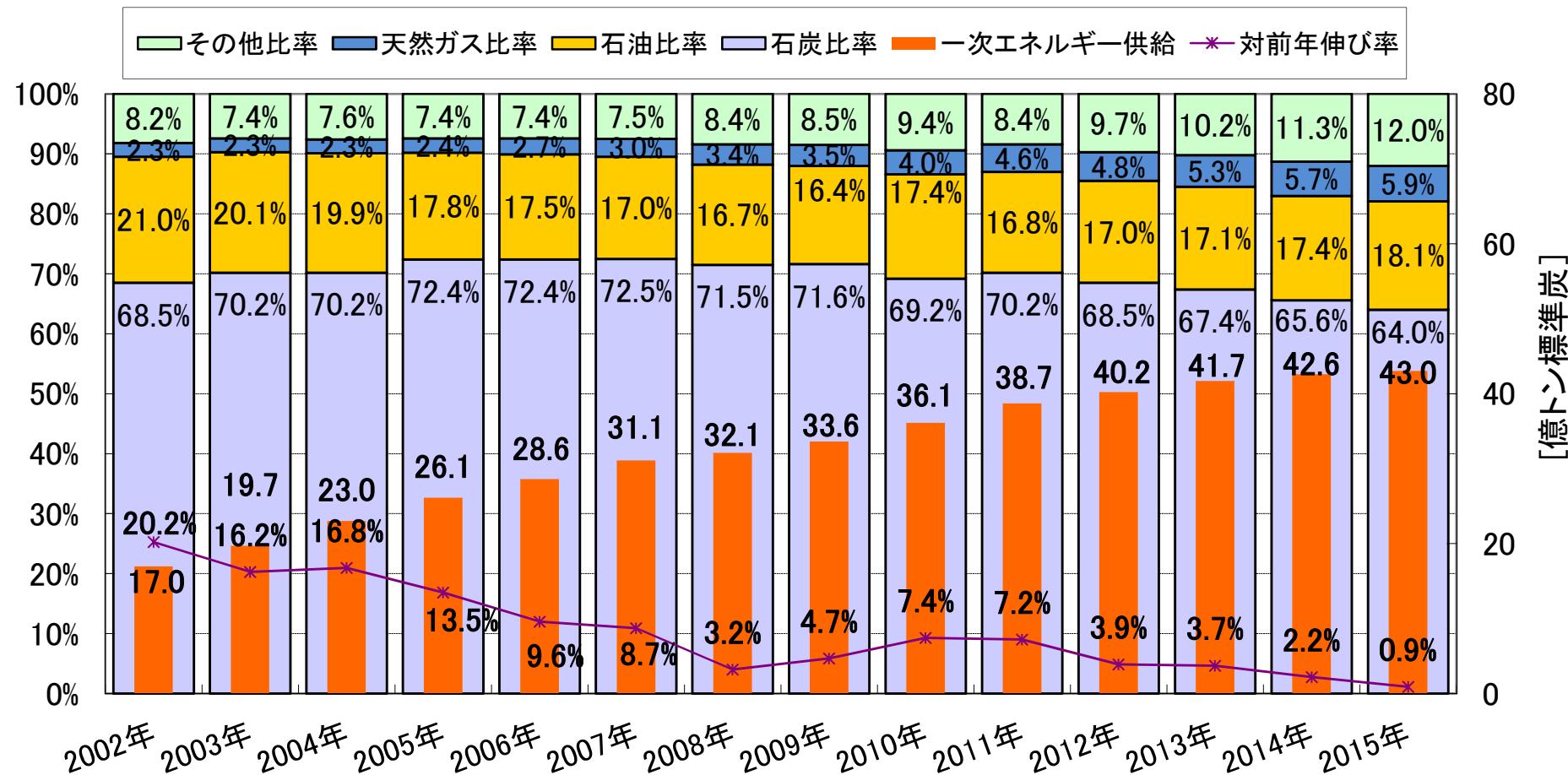
2016年度CRCCシンポジウム

中国の発電から核燃料サイクル

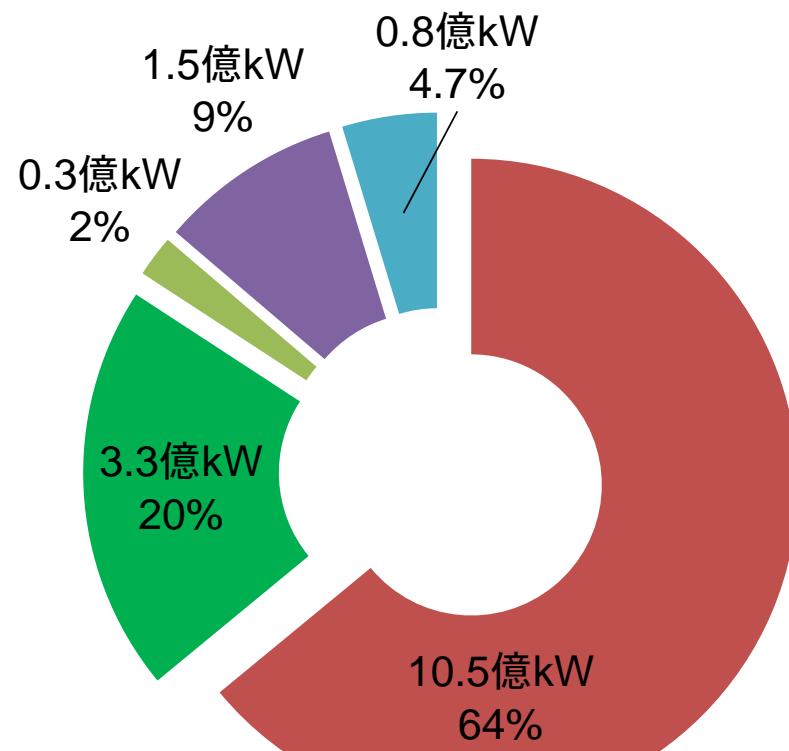
2017年2月22日
特別研究員 渡辺 携
一般社団法人海外電力調査会

中国の一次エネルギー消費

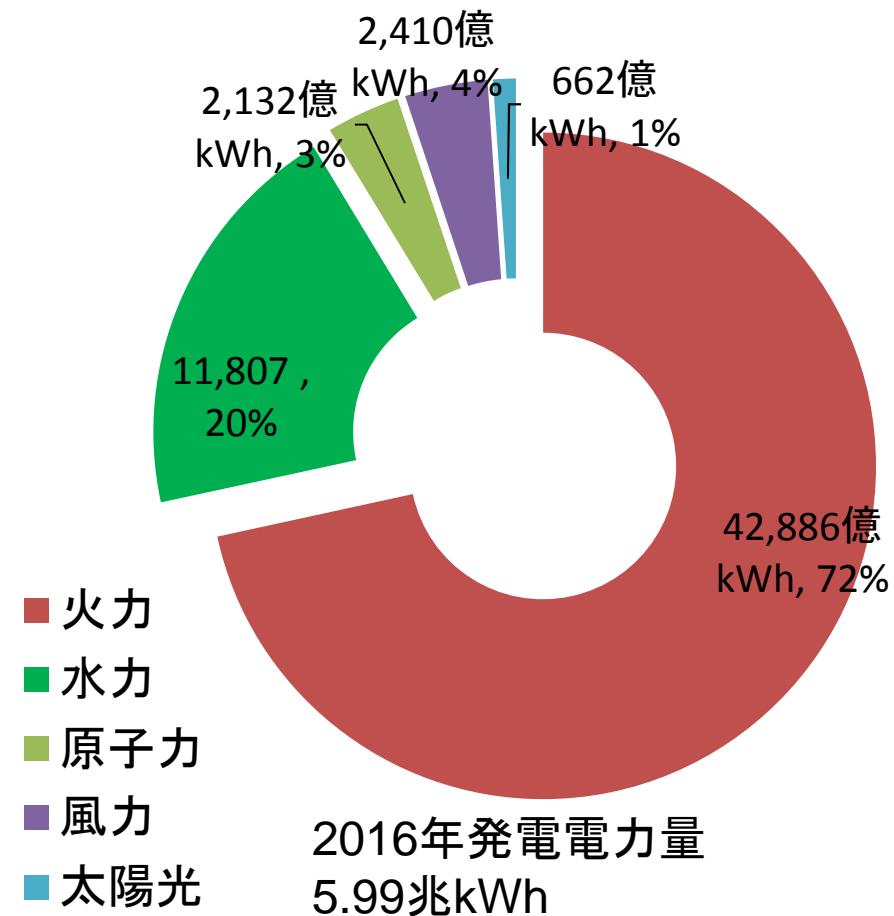
- 2015年の一次エネルギー国内供給は、標準炭(7,000kcal/kg)換算43.0億トン
- 対前年比0.9%増となり、ここ数年の伸びの鈍化が継続
- 一次エネルギー供給の64.0%を石炭が占め、石油18.1%、天然ガス5.9%
- 2015年のエネルギー自給率は84.2%、輸入依存度は、石炭8%、石油60%、天然ガス30%



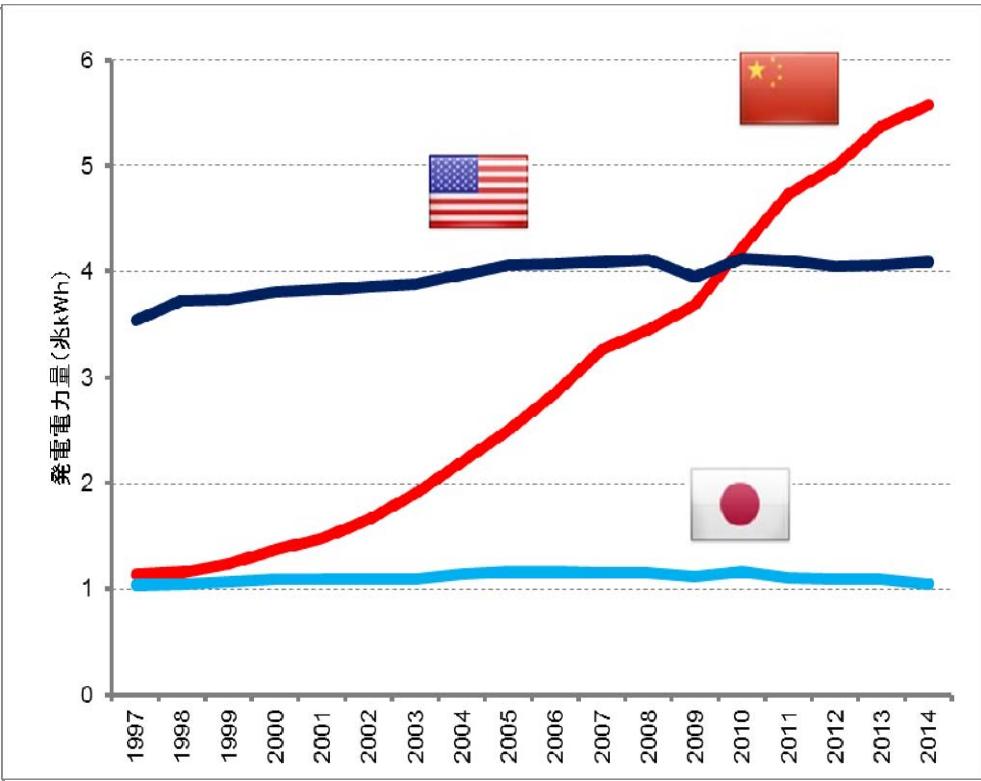
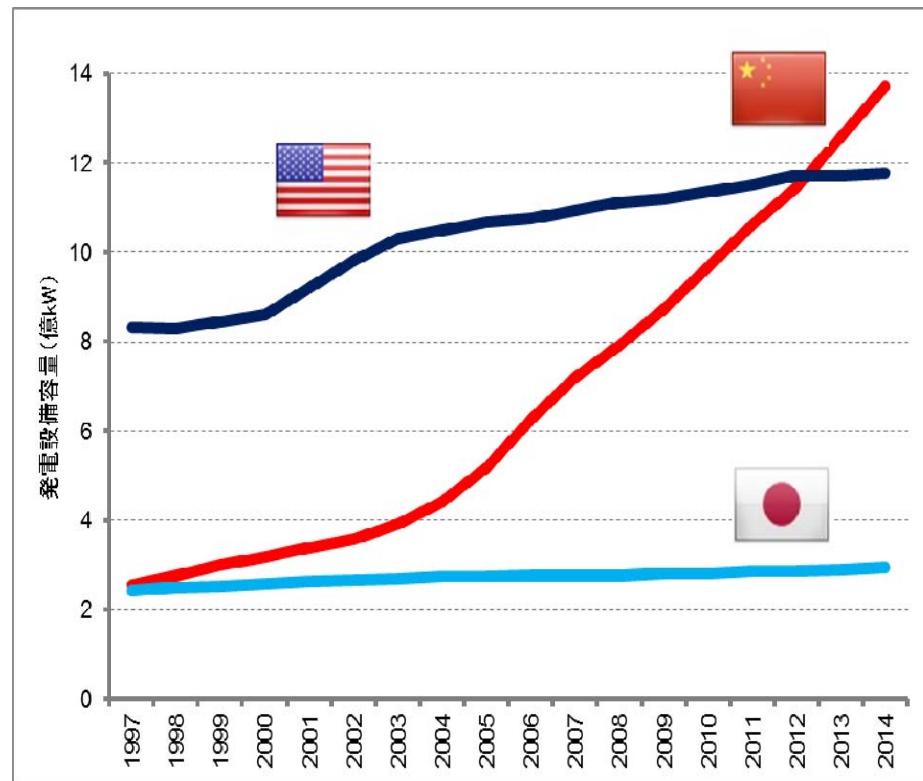
中国の発電設備、発電電力量構成



2016年発電設備容量
16.46億kW



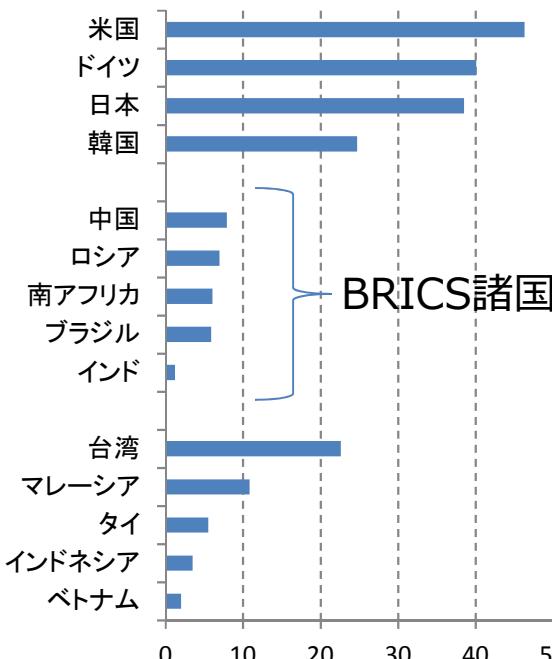
中国の電気事業： 発電設備、発電量の日・米との比較（2014年値）



中国の電気事業： マクロ指標でみる比較（2014年値）

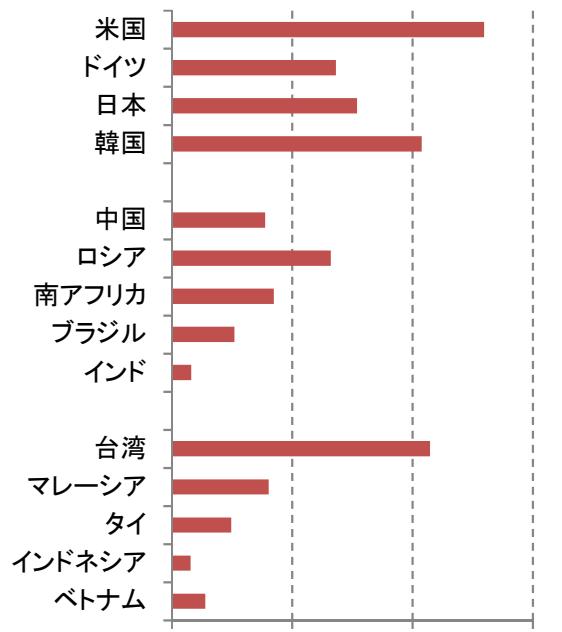
一人当たりGDP

千US\$/人年



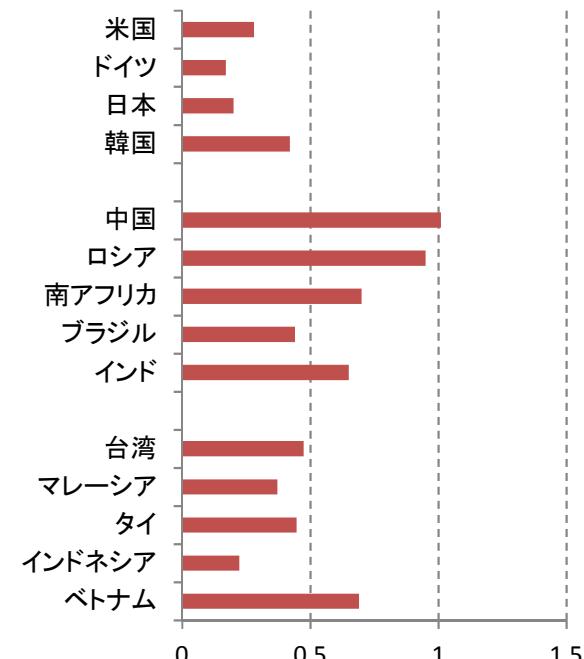
一人当たり電力消費

kWh/人年



GDP当たり電力消費

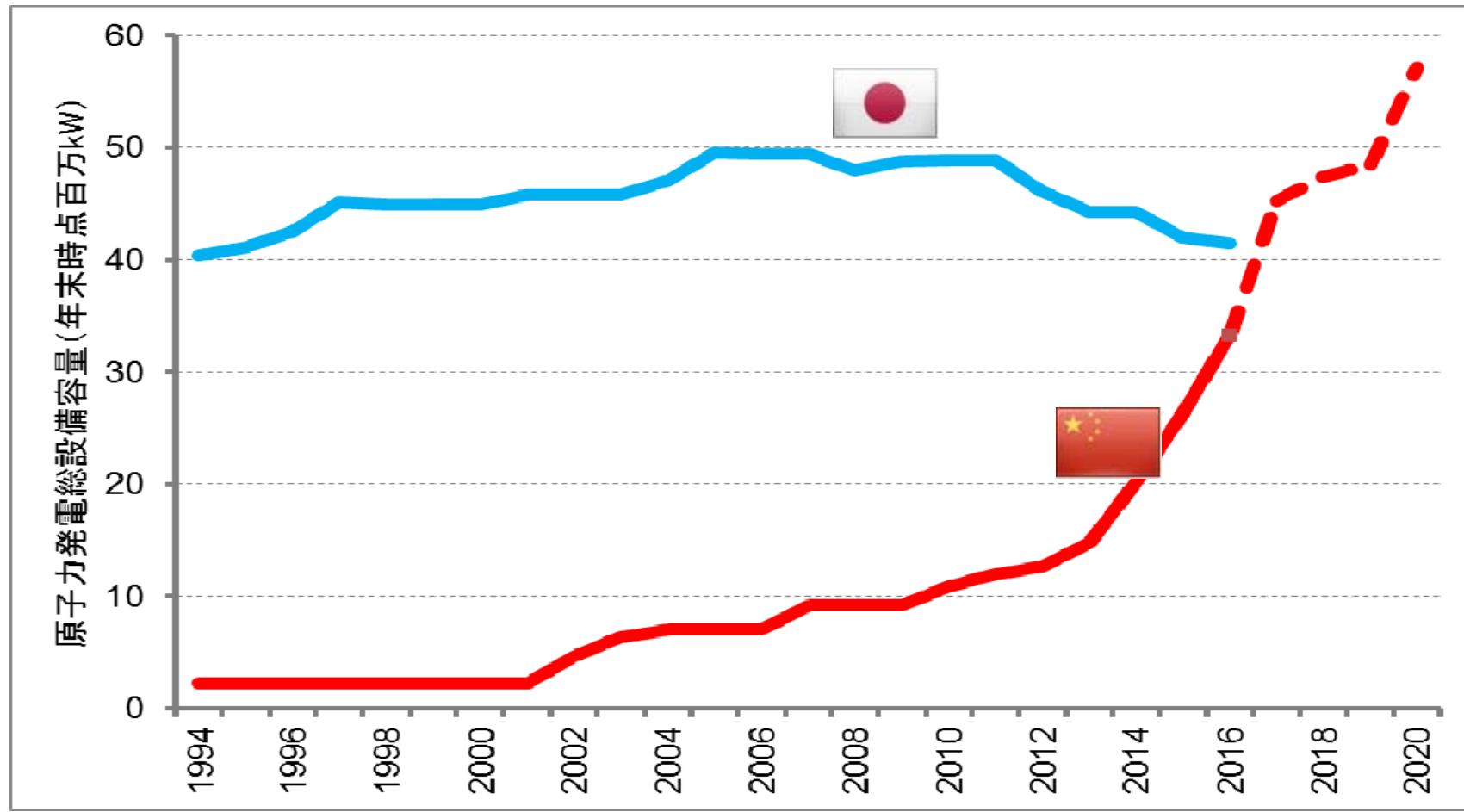
kWh/US\$



出典：米国からインドの数値は「中国能源発展報告2016」、台湾以降は海外電力調査会調べ

BRICS諸国は中国語で“金磚国家”、“金磚”は金の地金ブロック
BRICS→Bricks (煉瓦→金のブロック) の意訳

中国の電気事業： 原子力の日本との比較（2020年推移値入り）



出典：各種資料による

原子力発電所：稼働中（1/2）

発電所名		所在地	主要出資者	炉型(設計国)	最大出力 (万kW)	工事開始日	商業運転開始日	
秦山Ⅰ期◎		浙江省 海塩	CNNC	CNP300(中)	31.0	1985.3.20	1994.4.1	
秦山Ⅱ期○	1			CNP600(中)	65.0	1996.6.20	2002.4.15	
	2				65.0	1997.4.01	2004.5.3	
	3				65.0	2006.4	2010.10.5	
	4				65.0	2007.2	2012.12.30	
秦山Ⅲ期○	1			CANDU(加)	72.8	1998.6.8	2002.12.31	
	2				72.8	1998.9.25	2003.7.24	
方家山△	1	江蘇省 田湾	CNNC	CP1000(中)	108.0	2008.12.26	2014.12.15	
	2				108.0	2009.7.17	2015.2.12	
田湾○	1			VVER(露)	106.0	1999.10.20	2007.5.17	
	2				106.0	2000.9.20	2007.8.16	
福清	1	福建省 福清	CNNC	CP1000(中)	108.0	2008.11	2014.11.22	
	2				108.0	2009.6	2015.10.16	
	3			ACP1000(中)	108.0	2010.12.31	2016.10.24	
昌江	1	海南省 昌江		CNP600(中)	65.0	2010.4	2015.12.25	
	2				65.0	2010.11	2016.8.12	

注) ◎:格納容器内に入った。 ○:中操、タービン建屋に入った。 △:敷地に入った。

原子力発電所：稼働中（2/2）

発電所名		所在地	主要出資者	炉型(設計国)	最大出力 (万kW)	工事開始日	商業運転開始日	
大亞湾○	1	広東省 深圳		M310(仏)	98.4	1987.8.7	1994.2.1	
	2				98.4	1988.4.7	1994.5.6	
嶺澳○	1	広東省 深圳			99.0	1997.5.15	2002.5.28	
	2				99.0	1997.11.28	2003.1.8	
	3				108.0	2005.12	2010.9.20	
	4				108.0	2006.6	2011.8.7	
寧德○	1	福建省 寧徳		CGN	108.0	2008.2.18	2013.4.18	
	2				108.0	2008.12	2014.5.5	
	3				108.0	2010.1.18	2015.6.3	
	4				108.0	2010.9.29	2016.7.21	
紅沿河○	1	遼寧省 瓦房店		CPR1000(中)	108.0	2007.8.18	2013.6.6	
	2				108.0	2008.3.28	2014.5.13	
	3				108.0	2009.3	2015.8.16	
	4				108.0	2009.3	2016.9.19	
陽江△	1	広東省 陽江			108.0	2008.12.16	2014.3.25	
	2				108.0	2009.6	2015.6.5	
	3				108.0	2010.11	2016.1.1	
	4				108.0	2012.11	2017.1.9	
防城港	1	広西自治区 防城港			108.0	2010.7.30	2016.1.1	
	2				108.0	2010.7.30	2016.10.1	
合計		36基			3,441.4			

発電しているが商業運転前。

注) ◎:格納容器内に入った。 ○:中操、タービン建屋に入った。 △:敷地に入った。

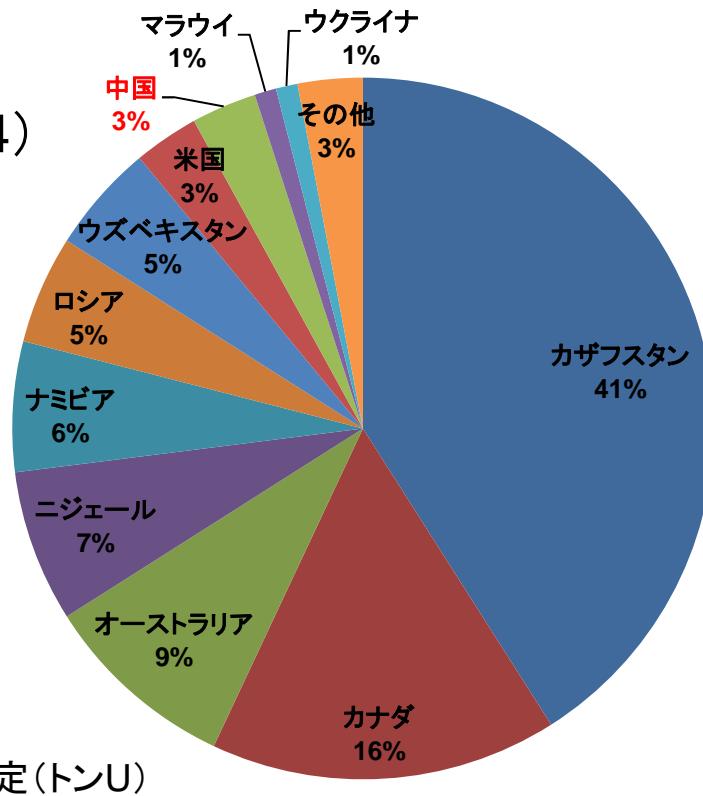
原子力発電所：建設中

発電所名		所在地	主要出資者	炉型(設計国)	最大出力 (万kW)	工事開始日	営業運転開始予定日	
紅沿河△	5	遼寧省瓦房店	CGN SPI	ACPR1000(中)	108.0	2015.3.29	2019.11	
	6				108.0	2015.7.24	2020.8	
陽江△	5	広東省陽江	CGN	CPR1000(中)	108.0	2013.9.18	2018	
	6				108.0	2013.12.23	2019	
防城港	2	広西自治区防城港		華龍1号(中)	108.0	2010.10.28	2016	
	3				108.0	2015.12.24	2019	
台山◎	1	広東省台山		EPR(仏)	175.0	2009.12	2017	
	2				175.0	2010.4	2017	
福清	4	福建省福清	CNNC	CNP1000(中)	108.0	2012.11.17	2017	
	5				108.0	2015.5.7	2019	
	6			華龍1号(中)	108.0	2015.12.21	2020	
三門◎	1	浙江省三門		AP1000(米)	125.0	2009.4	2016	
	2				125.0	2009.12	2017	
田湾△	3	江蘇省田湾		VVER(露)	106.0	2012.12.27	2018	
	4				106.0	2013.9.27	2018	
	5			CP1000(中)	108.0	2015.12.27	2020	
	6				108.0	2016.7	2021	
海陽△	1	山東省海陽	華能	AP1000(米)	125.0	2009.9.24	2016	
	2				125.0	2010.6.20	2017	
石島湾△	1	山東省石島湾	華能	高温ガス実証炉	20.0	2012.12.21	2017	
合計		20基			2,270.0			

注) ◎:格納容器内に入った。 ○:中操、タービン建屋に入った。 △:敷地に入った。

中国の核燃料サイクル

ウラン生産量の国別割
合:55,975トンU (2014)



中国のウラン需要推定(トンU)

(年)	2014	2020	2025	2030	2035
低需要ケース		6,400	9,390	12,300	14,400
高需要ケース	4,200	9,860	11,950	16,200	20,500

出典: OECD/NEA・IAEA「Uranium 2016:Resources、Production and Demand」

中国の核燃料サイクル

転換の設備容量(2015年)

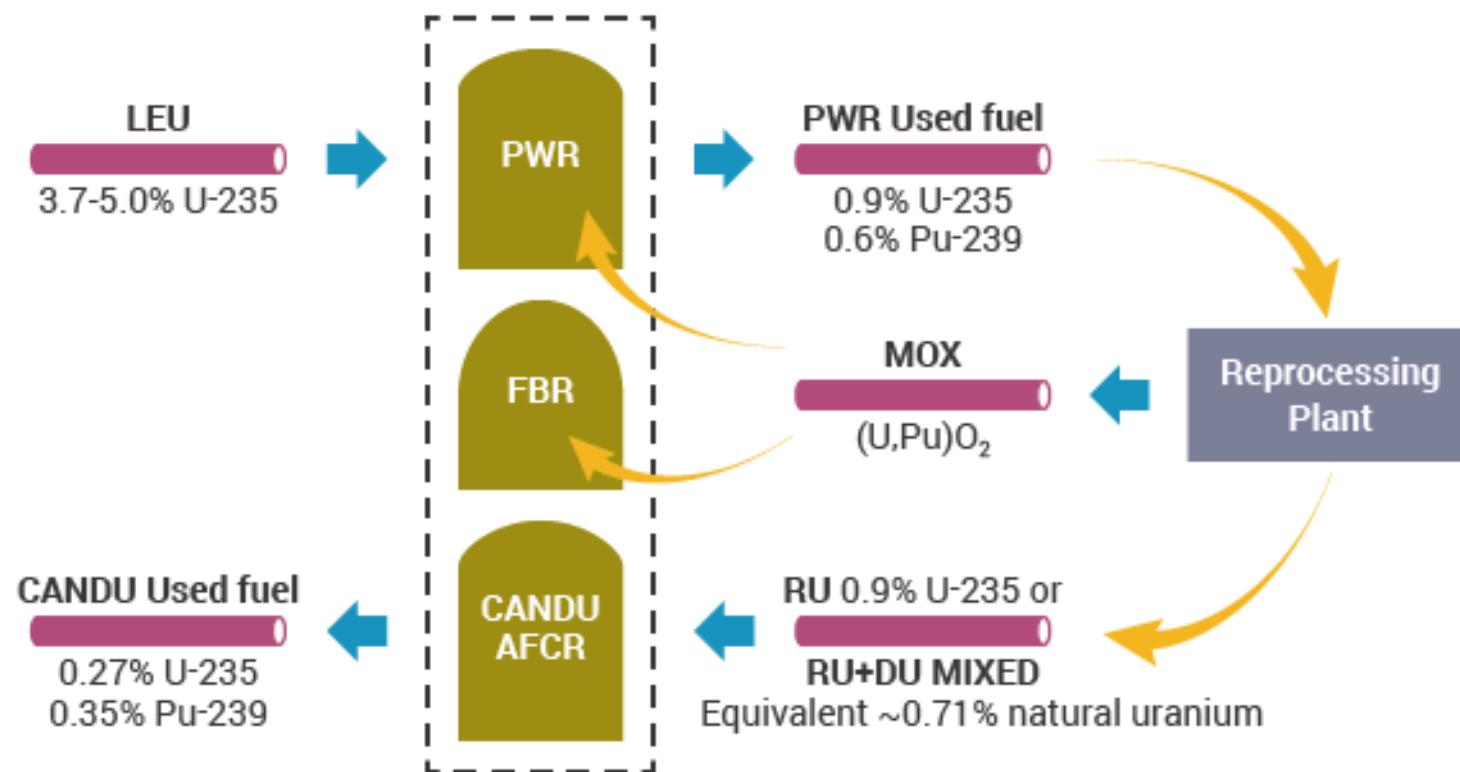
企業名	設備容量 (UF6としてのトンU)	世界シェア
アトムエネルゴプロム(ロシア)	12,500	21
カメコ(カナダ)	12,500	21
コンバーダイン(米国)	15,000	25
コミュレックス(仏国)	15,000	25
CNNC(中国)	4,000	7
Ipen(ブラジル)	100	1
合計	59,100	100

濃縮の設備容量(2015)

企業	設備容量 (トンSWU)	世界シェア(%)
TVEL/テネックス(ロシア)	26,600	47
ユレンコ(欧)	19,100	33
アレバ(仏)	7,000	12
CNNC(中国)	4,220	7
その他	175	1
合計	57,095	1000

出典: EURATOM Supply Agency Annual Report 2015

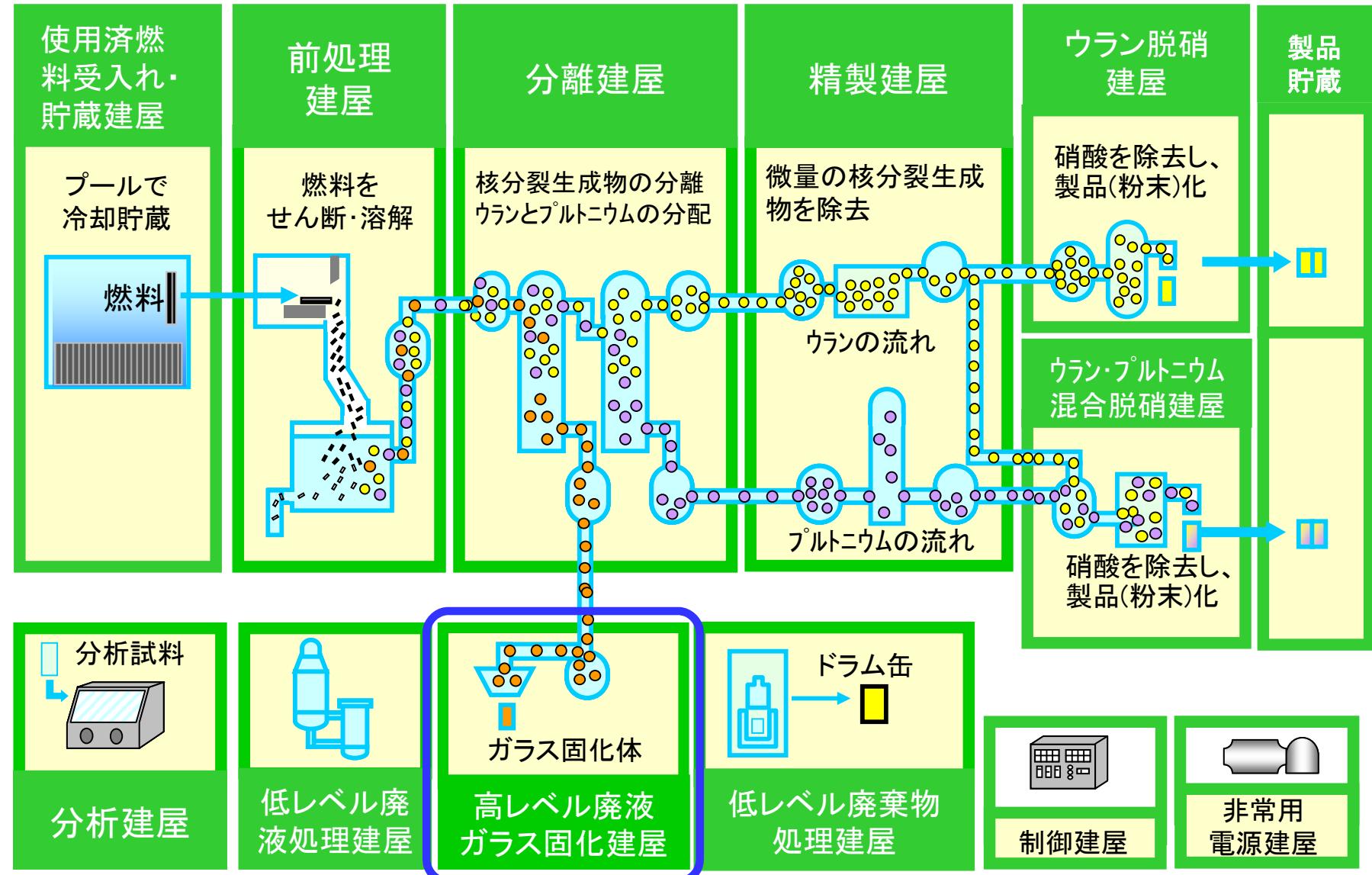
中国の核燃料サイクル



出典: World Nuclear Association

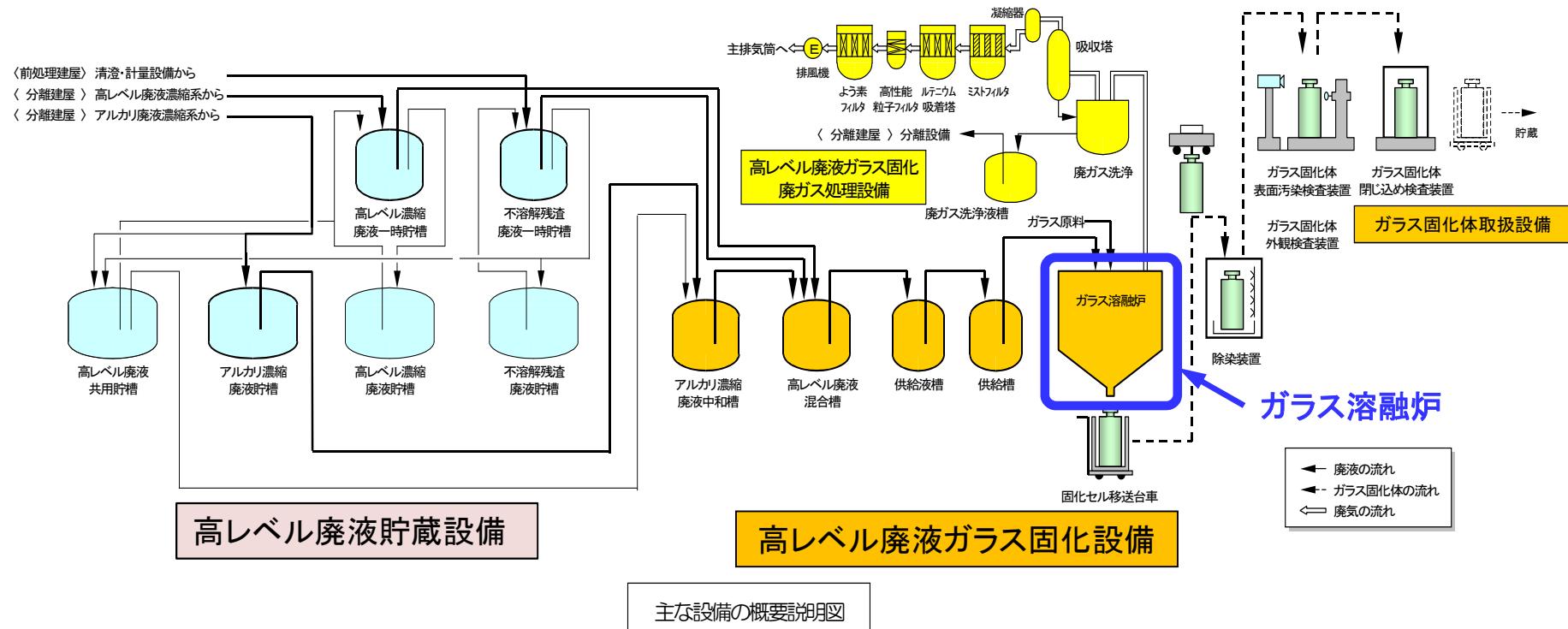


六ヶ所再処理工場およびガラス固化設備について 六ヶ所再処理工場の全体工程



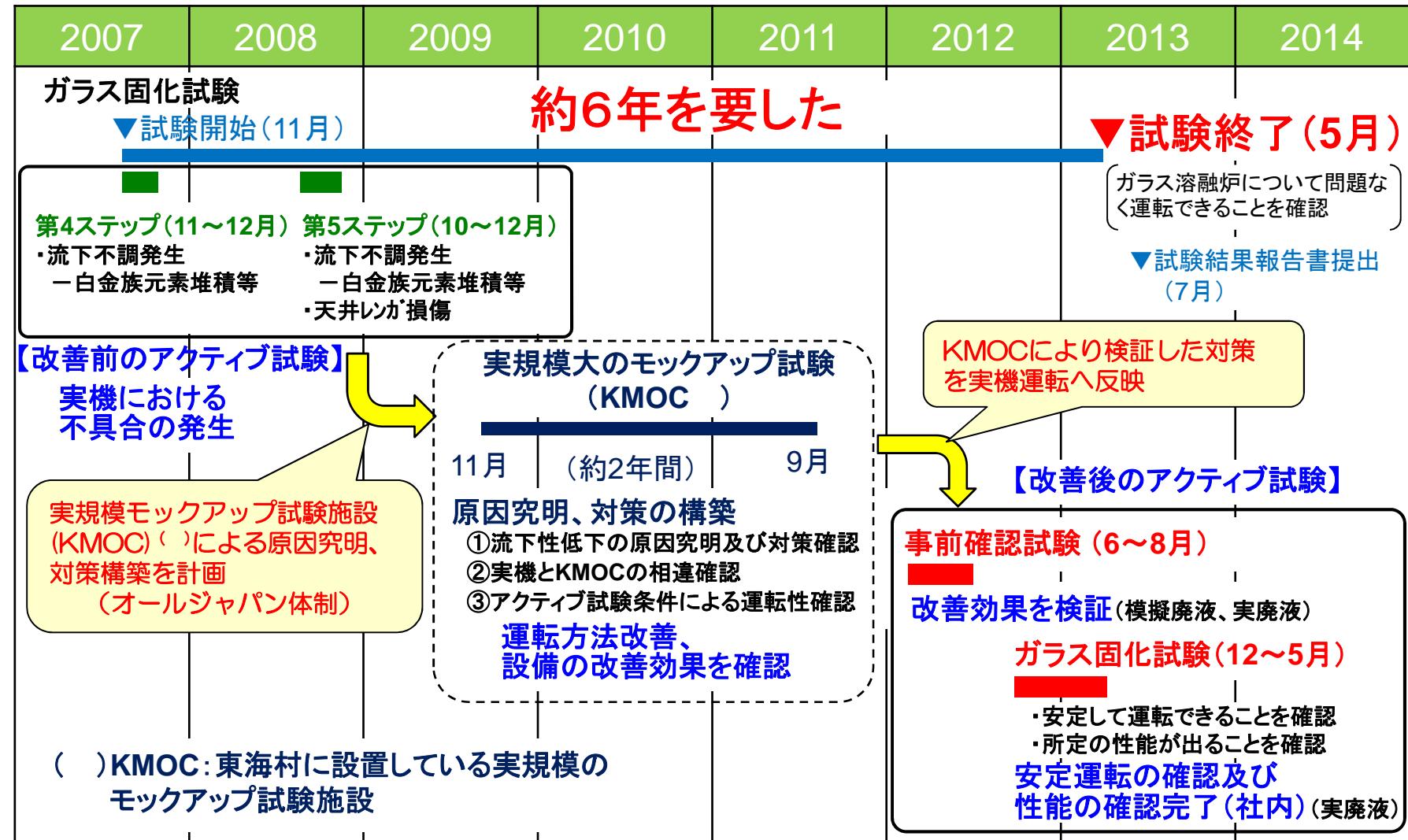
六ヶ所再処理工場およびガラス固化設備について ガラス固化設備の工程について

- 高レベル廃液ガラス固化設備は、高レベル廃液（高レベル濃縮廃液、アルカリ濃縮廃液、不溶解残渣廃液）とガラス原料を溶融し、ガラス固化体を製造・検査する設備
- ガラス溶融炉、廃ガス処理設備、溶接機等は、ステンレス鋼でライニングされた固化セル内に設置されており、クレーンやパワーマニピュレータによる遠隔操作で保守・点検を実施





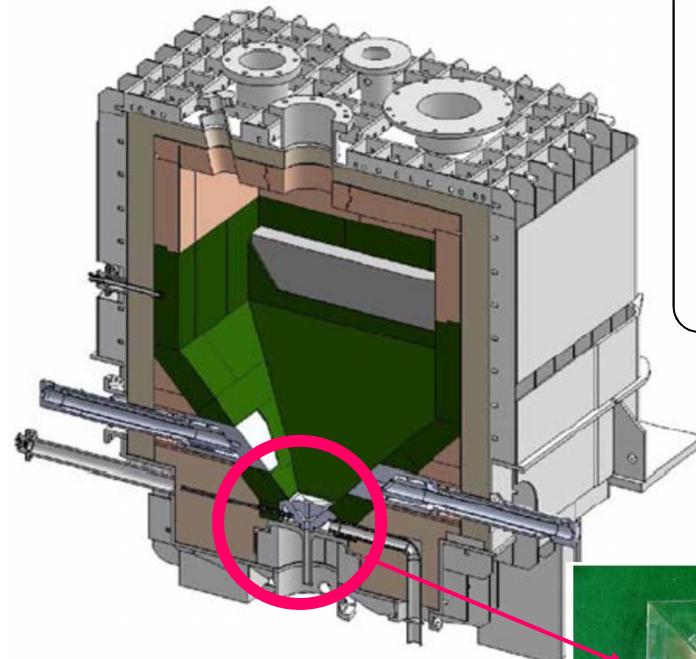
ガラス固化設備の試運転とガラス溶融炉の運転について アクティブ試験の経緯



新型ガラス溶融炉の開発 改良設計①（炉形の変更）

- 高レベル放射性廃液中に含まれる白金族元素(Ru、Rh、Pd)は、溶融炉底部に沈降堆積することで、ガラスの加熱性・流下性が低下
- 新型ガラス溶融炉では、炉底構造の変更や炉底部加熱手段を追加することで、白金族元素の炉底への沈降・堆積を抑制

現行ガラス溶融炉



底部電極構造
(アクリルモデル)

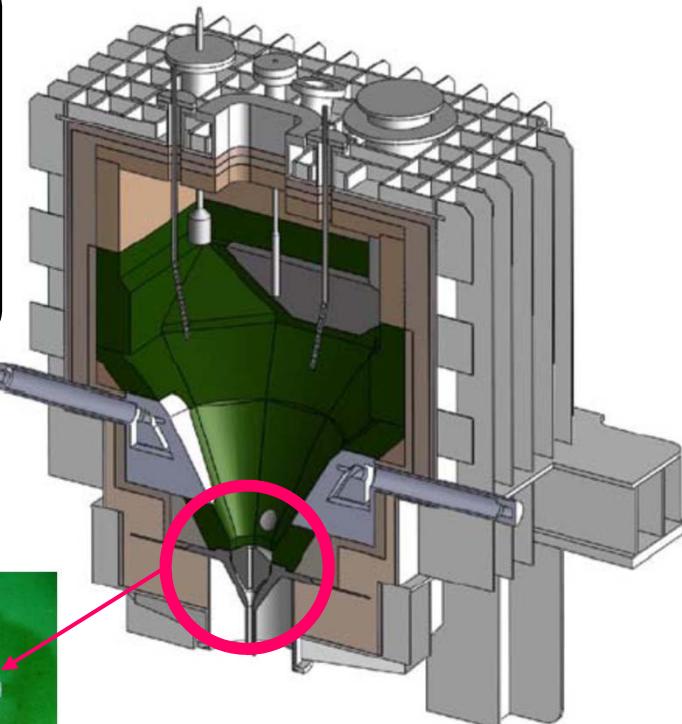
Copyright© 2017 Japan Electric Power Information Center, Inc.

炉底構造の変更

- ・炉底形状の変更
(四角錐→円錐)
- ・傾斜角度の変更
(45度→60度)



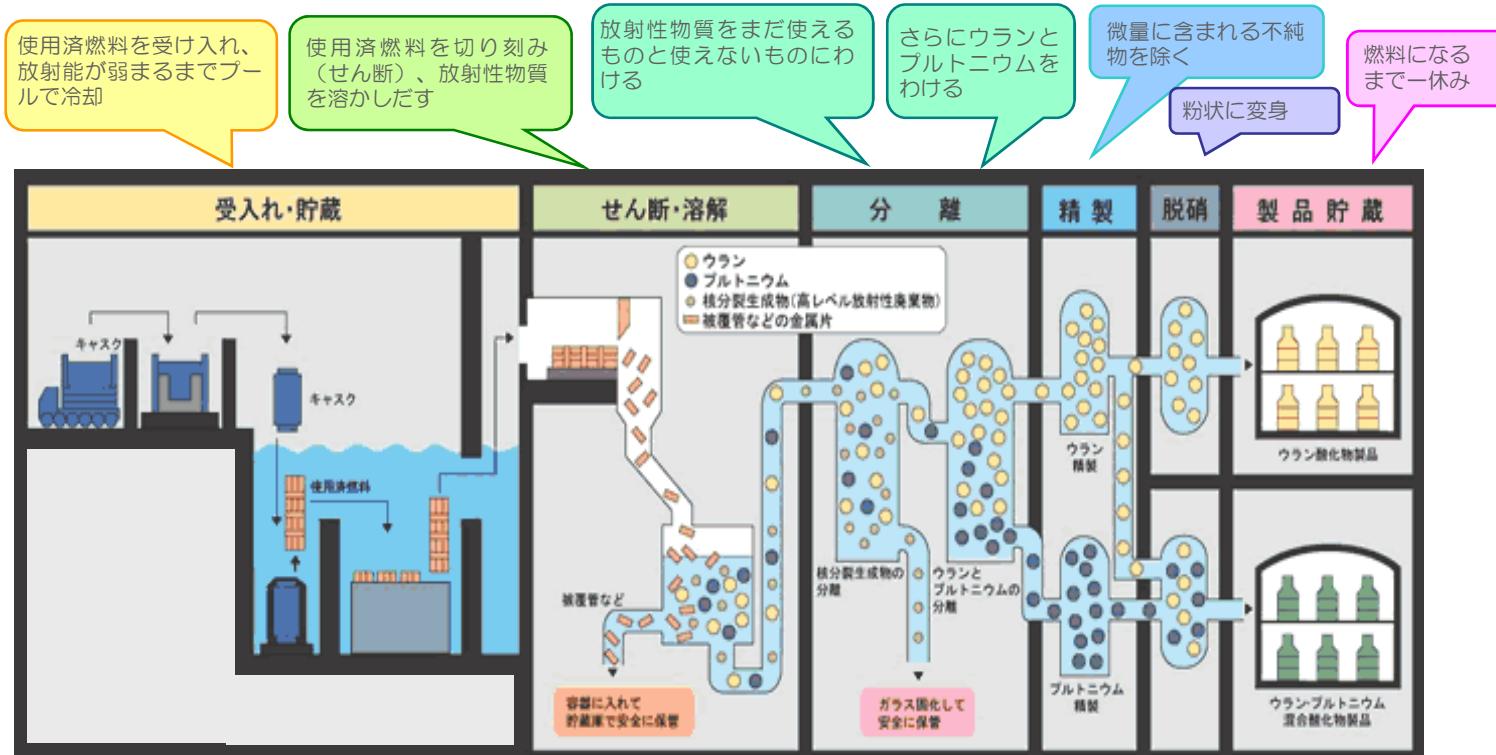
新型ガラス溶融炉



再処理工場の概要

再処理工場では、原子力発電所で使い終わった燃料（使用済燃料）からまだ使うことができるウランやプルトニウムを取り出します。

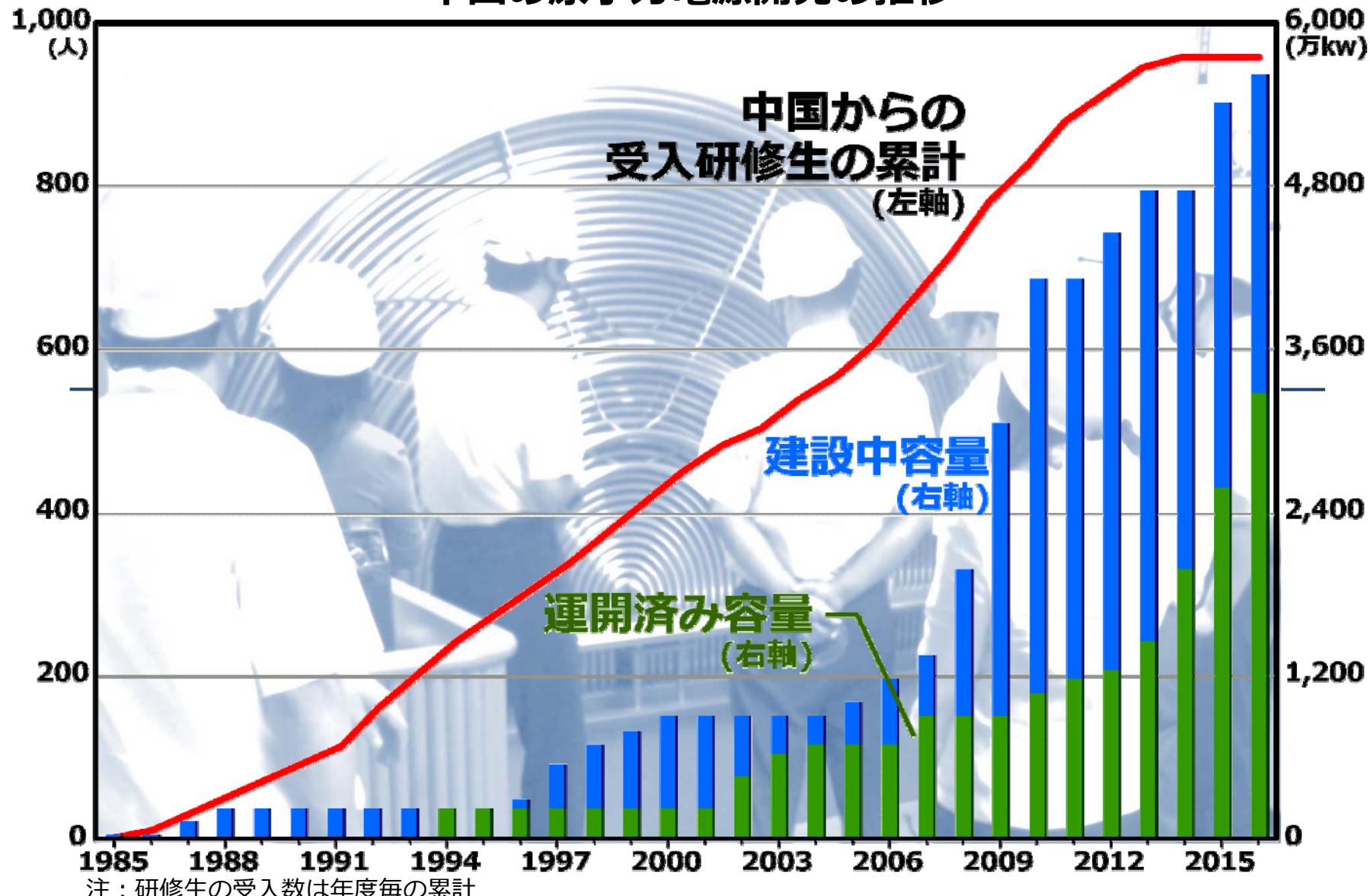
（使用済みの燃料を再び使えるように処理を行う工場であることから、「再処理工場」といいます）



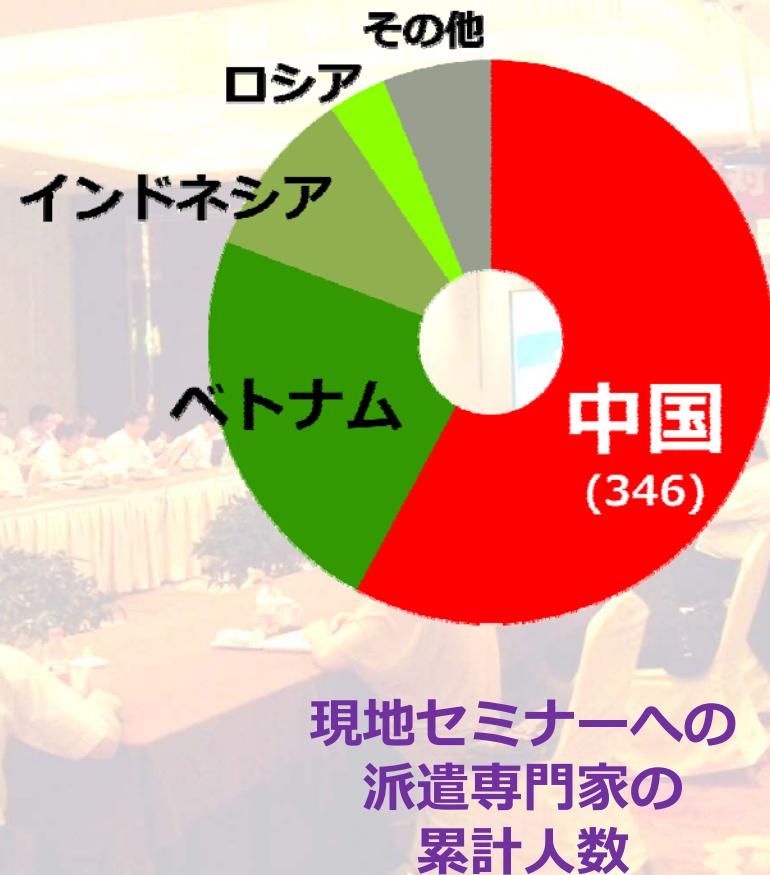
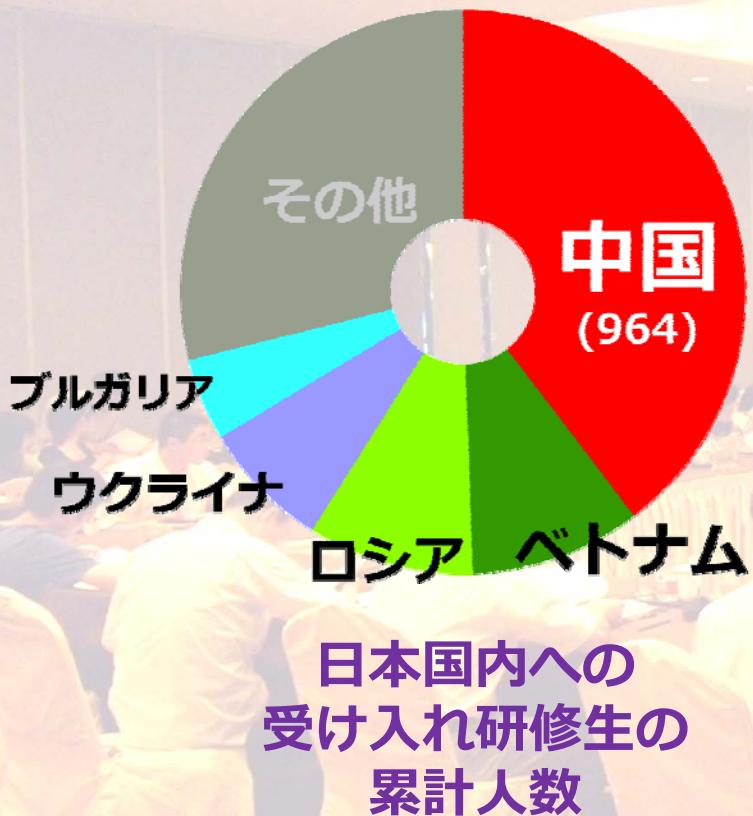
海外電力調査会による中国向け原子力技術協力



海外電力調査会による中国からの研修生受け入れと 中国の原子力電源開発の推移



海外電力調査会による海外からの研修生受け入れ および海外現地セミナーへの派遣専門家の人数 (国別・1985年~)



海外電力調査会と中国原子力発電事業者との交流 (2015年~)

