

# 最近の世界の原子力開発動向

2014年12月12日  
日本原子力産業協会 国際部



# 目次

## 世界

1. 世界の原子力開発の流れ(1)
2. 世界の原子力開発の流れ(2)
3. 世界の原子力開発の流れ(3)
4. 世界の原子力発電国と導入検討国
5. 最近の世界の原発開発状況
6. 世界の原発開発状況・計画 (IAEA)
7. IAEA世界の原発予測(2014年8月)
8. IAEA世界の原発予測(2014版)
9. IAEA世界の原発予測の推移
10. IEA「世界のエネルギー展望」(WEO2013)
11. IEA「世界のエネルギー展望」(WEO2013)
12. 米DOE・EIAの世界の原発規模予測
13. 原子力発電国の開発状況(1)
14. 原子力発電国の開発状況(2)
15. 新規導入国の開発状況

## アジア

16. 中国の運転中・建設中の原子力発電所
17. 中国の福島事故後の主な動き
18. 台湾の原子力開発動向
19. 韓国、福島事故後も原子力継続
20. ベトナムの原子力開発
21. バングラデシュの原子力開発
22. インドの原子力開発(1)
23. インドの原子力開発(2)
24. UAEの原子力開発
25. サウジアラビアの原子力開発
26. ヨルダンの原子力開発
27. トルコの原子力開発

## 北米

28. 米国、30数年ぶりに原発着工
29. 米国の計画中原発(許認可手続き中)
30. 米国既存炉の有効活用
31. 米DOE主導で小型炉開発

## 欧州

32. EUの原子力政策動向
33. フランスの原子力開発
34. 英国の原子力開発
35. 英国の原子力開発計画
36. 独の原発廃止計画の推移
37. スイスの原子力開発
38. スウェーデンの原子力開発
39. フィンランドの原子力開発
40. ハンガリーの原子力開発
41. ポーランドの原子力開発
42. チェコの原子力開発
43. ブルガリアの原子力開発
44. ルーマニア、スロバキア、スロベニア

## ロシア・旧ソ連

45. ロシアの多彩な原子力開発
46. ロシアの原子力国際展開
47. リトアニアの原子力開発
48. ウクライナの原子力開発(1)
49. ウクライナの原子力開発(2)
50. ベラルーシの原子力開発

## アフリカ

51. 南アフリカの原子力開発

(注)本資料は、最近の世界の原子力開発動向の概略をまとめたものです。俯瞰的に把握できるように、原子力発電開発の歴史的推移や今後の原子力規模予測を紹介しています。主な原子力発電国や新規導入国の開発動向については、全ての国を網羅しているわけではなく、その内容も最近の話題を中心にまとめたために、国により掲載情報に精粗があります。

# 世界の原子力開発の流れ(1)



	年代／期末の原発規模	主な出来事
草創期 ↓	1950年代	1953 アイゼンハワー米大統領、原子力平和利用演説
		1954 ソ連オブニンスクLWGR (6000kW) 運転開始
成長期 ↓	1960年代 (8基/年) 85基、1,564万kW	1956 英コールダーホールGCR (6万kW) 発電開始
		1957 国際原子力機関 (IAEA) 発足
		1957 米 Shippingport PWR (10万kW) 発電開始
(成長促進期) ↓	1970年代 (26基/年) 228基、1億3,106万kW	1964 中国、初の核実験
		1965 日本、東海原発GCR (16.6万kW) 発電開始
		1970 核不拡散条約 (NPT) 発効
減速期 ↓	1980年代 (11基/年) 425基、3億3,568万kW	1973 第4次中東戦争勃発、第1次石油危機
		1977 米大統領、再処理凍結、高速炉開発延期政策発表
		1978 第2次石油危機
		1979 米TMI原発事故
		1980 スウェーデン国民投票で2010年迄の原発廃止方針
		1986 旧ソ連チェルノブイリ原発事故
		1987 イタリア国民投票で原発廃止、開発凍結を決定
		1989 世界原子力発電事業者協会 (WANO) 発足

(注) ( )内は年平均の新規着工基数。IAEA・PRIS、「世界の原子力発電開発の動向」(原産協会)のデータ等を参照。 1



# 世界の原子力開発の流れ(2)



	年代／期末の原発規模	主な出来事
<p>↓</p> <p><b>停滞期</b></p> <p>↓</p> <p><b>復活期</b></p> <p>↓</p> <p><b>新規導入国(新興国)時代</b></p>	<p><b>1990年代</b> (3基/年)</p> <p>425基、3億5,493万kW</p>	<p>1990～91 東西ドイツ統一、ソ連崩壊</p> <p>1996 原子力安全条約、発効</p> <p>1997 COP3、京都議定書採択</p> <p>1998 インド、再核実験。パキスタン、初の核実験</p>
	<p><b>2000年代</b> (5基/年)</p> <p>432基、3億8,916万kW</p>	<p>2001 ブッシュ米大統領、国家エネルギー政策発表 ドイツ政府と4電力、脱原子力協定に正式署名</p> <p>2005 <b>フィンランド、新規原発着工(欧では10数年ぶり)</b></p> <p>2008 イタリア政府、原発凍結政策の転換方針を表明</p> <p>2009 スウェーデン政府、脱原発政策の転換発表</p> <p>2010 独、原発の運転期間延長の原子力法改正法案成立</p>
	<p><b>2010年代</b> (2010-13年8基/年)</p> <p><b>2020年代</b></p>	<p>2011 <b>福島第一原発事故</b> <b>サウジ、原発16基建設計画発表、他</b> <b>独、伊、脱原発/原発開発凍結へ逆戻り</b> <b>英、原発新設計画推進方針を公表</b></p> <p>2012, 13 <b>米で30数年ぶり新規原発建設許可、</b> <b>UAEとベラルーシで初の原発着工、</b> <b>トルコ、ヨルダン等複数国で新規原発建設具体化</b></p>



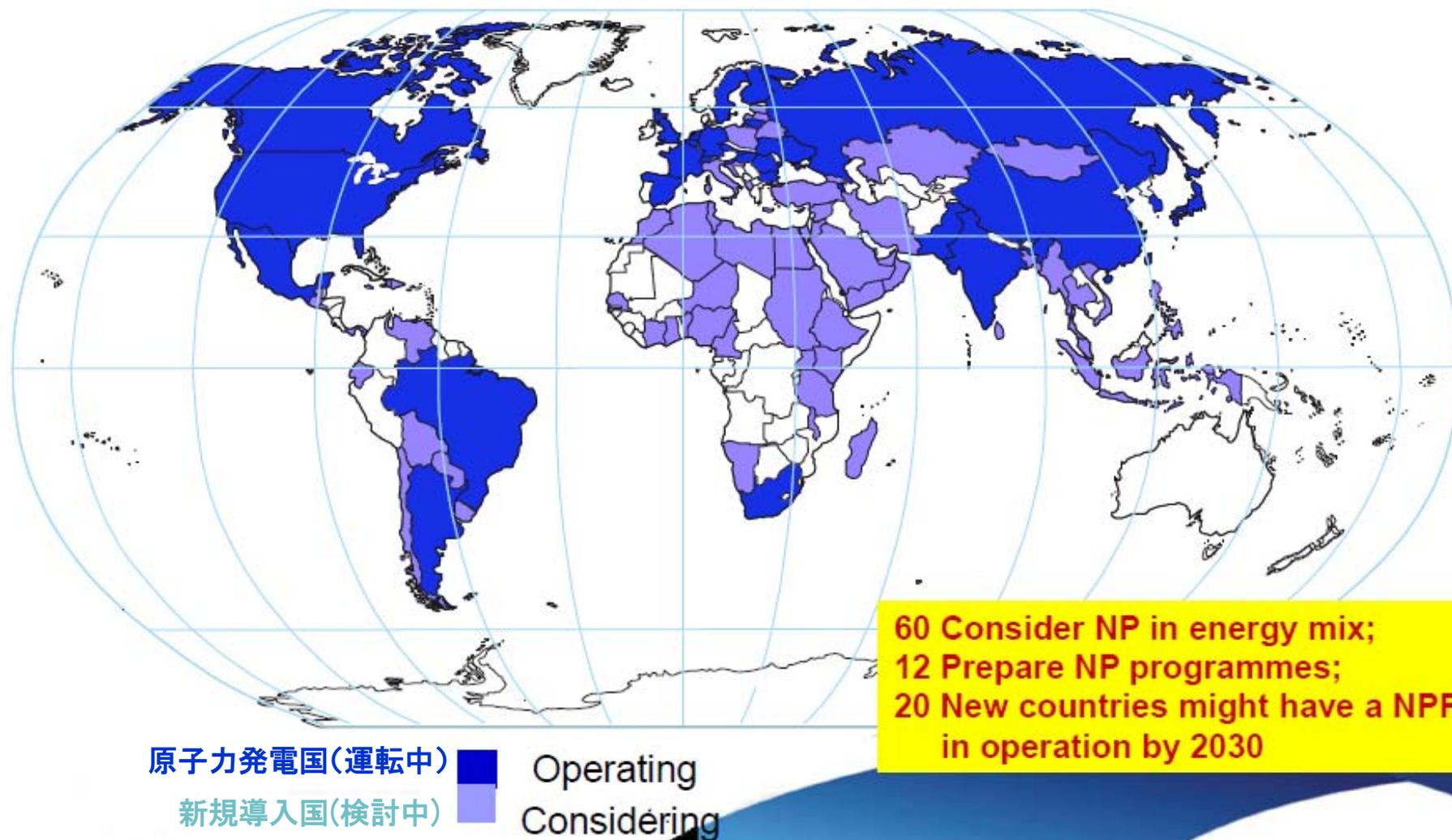
# 世界の原子力開発の流れ(3)



	年代／新規原子力発電国(最初の商業炉発電年)		
草創期 ↓ 成長期 ↓ (成長促進期) ↓ 減速期 ↓ 停滞期 ↓ 復活期 ↓ 新規導入国(新興国)時代	1950年代	3国	ソ連(ロシア)(1954)、英(1956)、米(1957)
	1960年代	9国	仏(1964)、伊(1964)、日本(1966)、独(1967)、加(1968) 印(1969)、オランダ(1969)、スペイン(1969)、スイス(1969)
	1970年代	12国・地域	パキスタン(1972)、スロバキア(1972)、スウェーデン(1972) ソ連(カザフスタン)(1973)、アルゼンチン(1974)、ブルガリア(1974) ベルギー(1975)、フィンランド(1977)、ソ連(アルメニア)(1977) 韓国(1978)、台湾(1978)、ウクライナ(1978)
	1980年代	6国	ハンガリー(1983)、ソ連(リトアニア)(1983)、スロベニア(1983) 南アフリカ(1984)、ブラジル(1985)、チェコ(1985)
	1990年代	3国	メキシコ(1990)、中国(1994)、ルーマニア(1996)
	2000年代	—	—
	2010年代	数国	イラン(2011) UAE(2017)、ベラルーシ(2017)...
	2020年代	約10国	トルコ、ヨルダン、ベトナム、バングラデシュ、カザフスタン、リトアニア ポーランド、サウジアラビア...



# 世界の原子力発電国と導入検討国



ソコロフ前IAEA事務局次長(原子力発電担当)資料(2011年)



# 最近の世界の原発開発状況



出所：IAEA/PRIS

2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
<p><b>送電開始</b></p>				
<p><b>建設開始</b></p>				
<p><b>運転終了 /閉鎖</b></p>				



# 世界の原発開発状況・計画(IAEA)



原子力発電国(運転中原発を持っている国): 31ヶ国・地域	
新規建設中	アルゼンチン、ブラジル、フランス、日本、スロバキア、ウクライナ、(台湾)、中国*、フィンランド*、インド*、韓国*、ロシア*、パキスタン*、米国* (*とりわけ、多数基の計画中/提案中有り)
新規建設中無し 計画中・提案中有り	アルメニア、ブルガリア、カナダ、メキシコ、チェコ、ハンガリー、オランダ、英国、スロベニア、ルーマニア、南アフリカ、スウェーデン、イラン、(リトアニア)
段階的廃止政策	ベルギー、ドイツ、スペイン、スイス
新規導入国(原発導入を計画・検討中の国): 33ヶ国	
最初の原発の建設開始	2 (UAE、ベラルーシ)
最初の原発の発注	1 (トルコ)
原発建設決定、インフラ整備中	6
最終決定まだだが、積極的に導入準備中	5
原発導入計画を検討中	19

(備考) IAEA取り纏めを、原産協会が一部脚色。主に2013年9月のIAEA総会時の各国代表演説等に基づく。

出典: International Status and Prospects for Nuclear Power 2014 (IAEA, August 4, 2014)

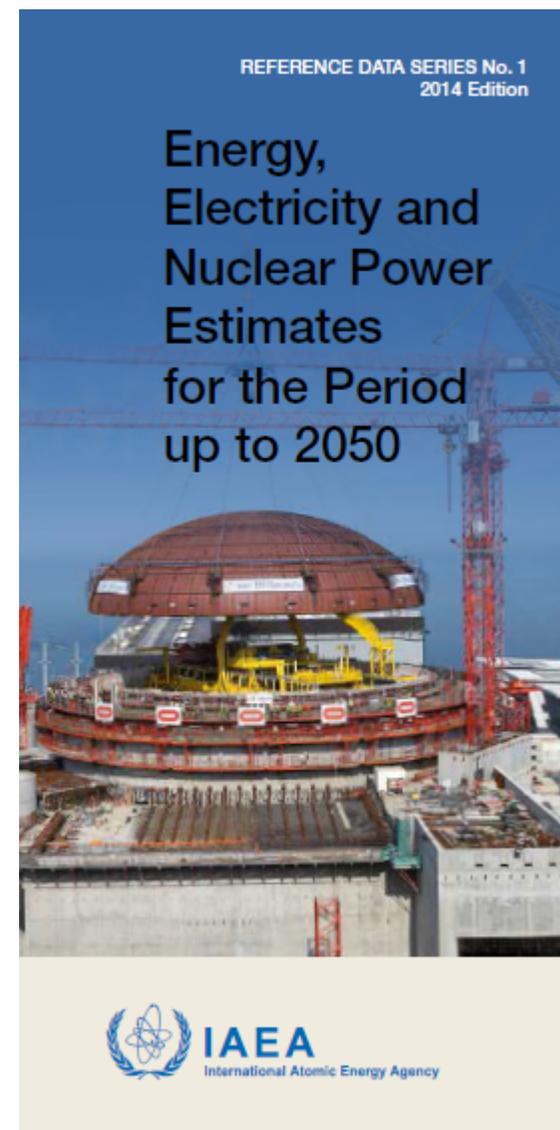


# IAEA世界の原発予測(2014年8月)



単位：GW=100万kW

地域	2013年	2030年		2050年	
		低予測	高予測	低予測	高予測
北米	112.6	92	139	60	157
中南米	4.1	7	15	13	59
西欧	113.5	68	120	33	131
東欧	48.6	64	103	66	142
アフリカ	1.9	2	10	7	42
中東・南アジア	6.9	28	55	48	142
東南アジア・太平洋	—	0	4	5	20
極東	84.1	139	255	181	399
世界合計	371.7	401	699	413	1092



2013年 → 2030年  
**3731.7GW** → **(低) 29GW増, 8%増 (高) 327GW増, 88%増**  
(100万kW, 29基純増) (100万kW, 327基純増)





# IAEA世界の原発予測 (2014 版)



## 天野事務局長、IAEA総会演説（2014年9月）

**「IAEAの最新の予測は、福島原子力事故以前の想定に比べて鈍化しているが、原子力発電の利用が2030年迄、伸び続けることを示している」**

- 世界の原子力発電の伸びは鈍化しているが、逆転（減少）はしていない。
- 短期的には、いくつかの先進国地域では、天然ガスの低価格、エネルギー政策による再生可能エネルギーの推進が、原子力開発に影響を与える見込みである。財政危機も資本集約の原発建設にとって課題である。
- 長期的には、原子力は、開発途上国における人口増加や電力需要増加だけでなく、気候変動対策やエネルギーの安定供給、他の燃料価格の不安定さなどの理由から、エネルギーミックスにおいて重要な役割を果たすことが期待されている。
- 福島原子力事故対応の問題があるが、ほとんどの国は原子力安全レビューを終えており、原子力開発の姿勢を一層明瞭にしている。

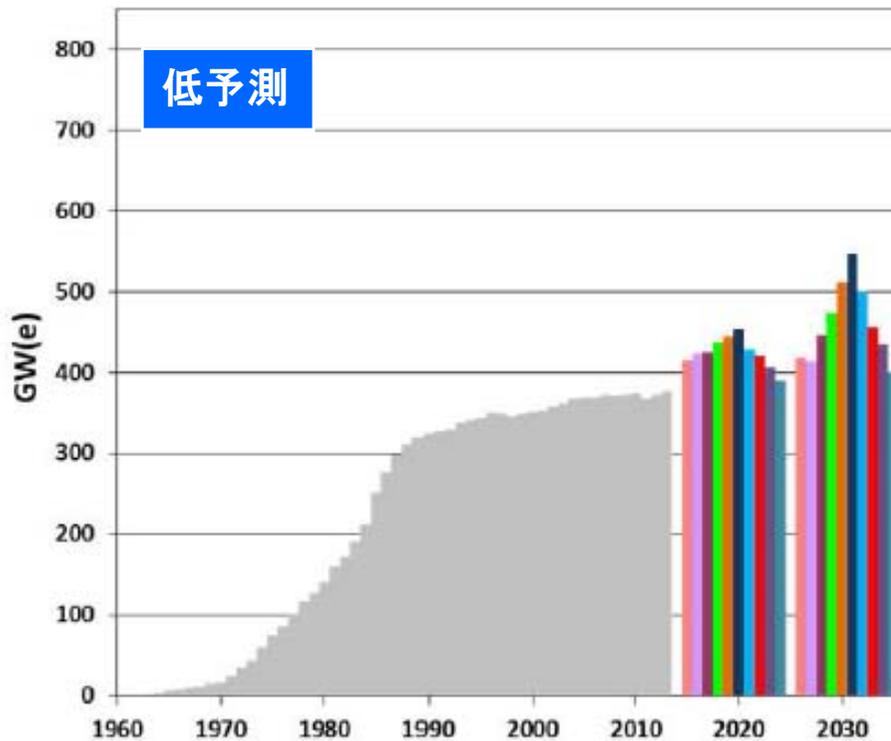




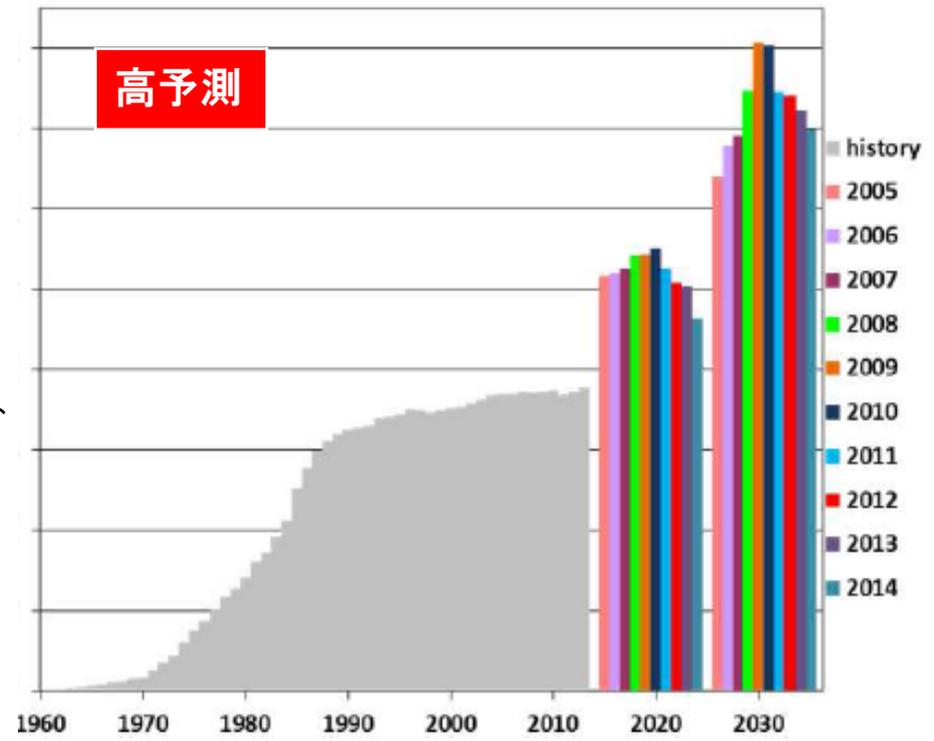
# IAEA世界の原発予測の推移



実績値と過去10年間の予測値（2005年時点の予測～2014年時点の予測）



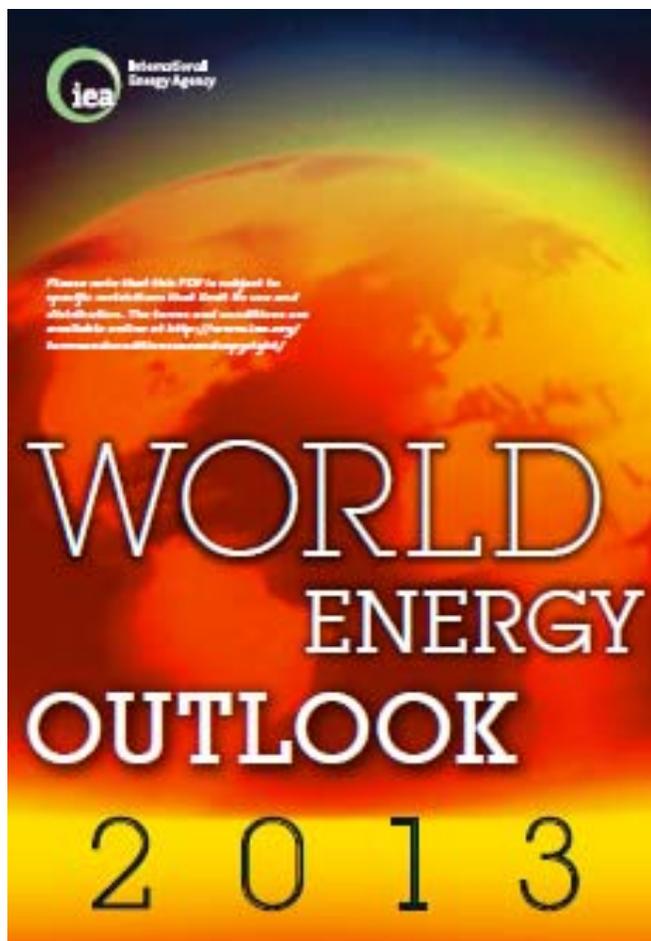
	2020年	2030年
2010年時点の予測	453GW	546GW
2014年時点の予測	390GW	401GW



	2020年	2030年
2010年時点の予測	550GW	803GW
2014年時点の予測	464GW	699GW



## 世界の電源別発電設備/発電電力量見通し(新政策シナリオ)



### 原子力発電

- 2011年の3.91億kWが2035年には5.78億kWに増大。
- 2012~35年に、 退役1.17億kW  
追加(新增設)3.02億kW  
正味増加は1.85億kW。

### 再生可能エネルギー

- 再生エネによる発電設備の増加が大きい。  
全発電設備増可量の58%。
- 太陽光は2011年0.69億kW→2035年には6.9億kW。
- 太陽光発電設備は原発を(1億kW以上)上回るが、  
太陽光発電電力量は原発の5分の一程度。

### 発電量シェア(2011→2035年)

- 石炭は減少41%→33%。
- ガス(22%)・原子力(12%)・水力(16%)はほぼ一定。

(参考)WE02014(2014年11月12日発表)

原子力 2040年 6.24億kW

(退役1.48億kW、 追加3.8億kW)

# IEA「世界のエネルギー展望」(WE02013)



## 世界の地域別原子力発電設備見通し(新政策シナリオ)

	2011年		2035年	
	GW	シェア	GW	シェア
<b>OECD計</b>	<u>319</u>	<u>82%</u>	<u>322</u>	<u>56%</u>
北米	123	31%	137	24%
<b>米国</b>	<b>108</b>	<b>28%</b>	<b>117</b>	<b>20%</b>
欧州	131	34%	114	20%
アジア太平洋	66	17%	71	12%
<b>日本</b>	<b>46</b>	<b>12%</b>	<b>24</b>	<b>4%</b>
<b>非OECD計</b>	<u>72</u>	<u>18%</u>	<u>256</u>	<u>44%</u>
東欧・ユーラシア	43	11%	62	11%
<b>ロシア</b>	<b>25</b>	<b>6%</b>	<b>38</b>	<b>7%</b>
アジア	23	6%	172	30%
<b>中国</b>	<b>13</b>	<b>3%</b>	<b>128</b>	<b>22%</b>
<b>インド</b>	<b>5</b>	<b>2%</b>	<b>29</b>	<b>5%</b>
中東	1	0%	8	1%
アフリカ	2	1%	7	1%
中南米	3	1%	7	1%
<b>世界</b>	<b>391</b>	<b>100%</b>	<b>578</b>	<b>100%</b>

- **現在、世界の原発設備容量の80%以上がOECDで運転中。残りの11%が東欧・ユーラシア、8%が途上国(アジアなど)。**
- **現在、非OECDの原発設備シェアは小さいが、将来の成長の大部分を占める。2035年までの正味増加量の98%を占める。**
- **原発設備の追加量が一番多いのは中国で、ロシアは予測期間中に3300万kW追加し世界2位の追加量である(但し追加量の60%はリプレース分)。インド、韓国の追加量も多い。**

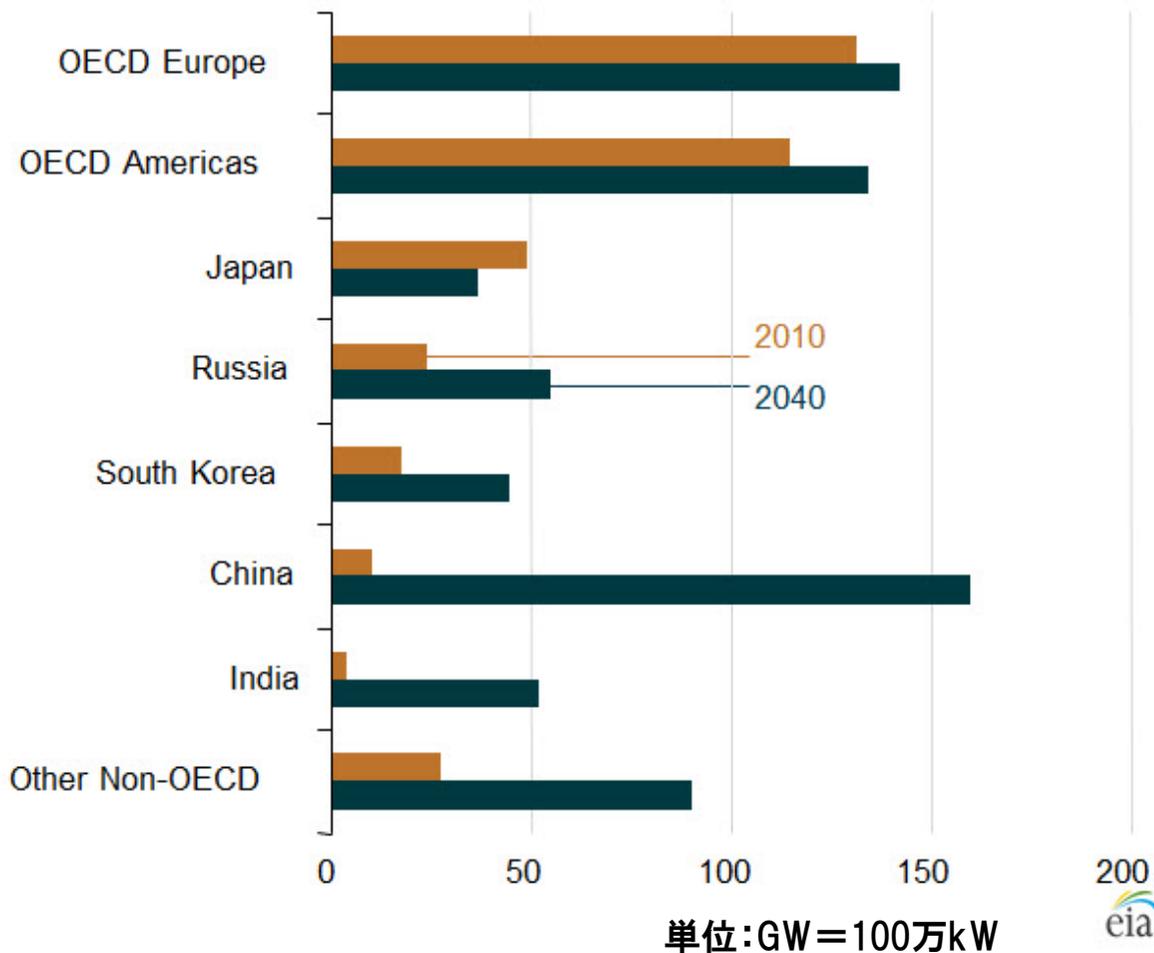


# 米DOE・EIAの世界の原発規模予測



Figure 7. World operating nuclear power generation capacity by country grouping, 2010-2040

gigawatts



## 世界の主要国・地域の 原発規模予測

(2010年、2040年)

- 世界の原発は3.8億kWから7.2億kWへ増加(1.9倍)
- 中国が世界の原発増加の44%を占める！

(出典)国際エネルギー見通し(IEO2013)、2013年7月25日、米DOE/EIA



# 原子力発電国の開発状況(1)



	国・地域名	運転中		建設中		計画中		提案(検討)中	
		基	万kW	基	万kW	基	万kW	基	万kW
アジア	中国 (6)	20	1,705.5	29	3,303.5	59	6,373.5	118	12,200.0
	日本 (3)	48	4,256.9	3	303.6	9	1,294.7	3	414.5
	韓国 (5)	23	2,065.6	5	687.0	6	873.0	0	0
	台湾 (15)	6	492.7	2	270.0	0	0	0	0
	インド (14)	21	530.2	6	430.0	22	2,130.0	35	4,000.0
	パキスタン (28)	3	72.5	2	68.0	0	0	2	200.0
中 東	イラン (27)	1	91.5	0	0	1	100.0	1	30.0
旧ソ連 (CIS)	ロシア連邦 (4)	33	2,425.3	10	916.0	31	3,278.0	18	1,600.0
	ウクライナ (8)	15	1,316.8	0	0	2	190.0	11	1,200.0
	アルメニア (31)	1	37.6	0	0	1	106.0	0	0
北 米	米国 (1)	100	9,936.1	5	601.8	5	606.3	17	2,600.0
	カナダ (7)	19	1,355.3	0	0	2	150.0	3	380.0
中南米	メキシコ (25)	2	160.0	0	0	0	0	2	200.0
	ブラジル (20)	2	190.1	1	140.5	0	0	4	400.0
	アルゼンチン (24)	3	162.7	1	2.7	0	0	3	160.0
アフリカ	南アフリカ (22)	2	183.0	0	0	0	0	6	960.0

出典：WNA、2014年8月1日現在、国・地域欄の（）内の数字は運転中原発規模の世界順位を示す。



# 原子力発電国の開発状況(2)



地域	国・地域名	運転中		建設中		計画中		提案(検討)中	
		基	万kW	基	万kW	基	万kW	基	万kW
欧州	スウェーデン (11)	10	950.8	0	0	0	0	0	0
	フィンランド (18)	4	274.1	1	170.0	0	0	2	270.0
	英国 (10)	16	1,003.8	0	0	4	668.0	7	892.0
	フランス (2)	58	6,313.0	1	172.0	1	172.0	1	110.0
	ドイツ (9)	9	1,200.3	0	0	0	0	0	0
	スイス (17)	5	325.2	0	0	0	0	3	400.0
	ベルギー (13)	7	594.3	0	0	0	0	0	0
	オランダ (30)	1	48.5	0	0	0	0	1	100.0
	スペイン (12)	7	700.2	0	0	0	0	0	0
	チェコ共和国 (16)	6	376.6	0	0	2	240.0	1	120.0
	ハンガリー (21)	4	188.9	0	0	2	240.0	0	0
	ブルガリア (19)	2	190.0	0	0	1	95.0	0	0
	スロバキア (23)	4	181.6	2	94.2	0	0	1	120.0
	ルーマニア (26)	2	131.0	0	0	2	144.0	1	65.5
スロベニア (29)	1	69.6	0	0	0	0	1	100.0	
合計	31カ国・地域	435	37,530.3	72	7,679.3	174	19,018.5	299	32,937.0

出典:WNA、2014年8月1日現在、国・地域欄の()内数字は運転中原発規模の世界順位を示す。

世界合計には新規導入国の分も含む。



# 新規導入国の開発状況



地域	国	建設中		計画中		提案中	
		基	万kW	基	万kW	基	万kW
アジア	北朝鮮	0	0	0	0	1	95.0
	インドネシア	0	0	1	3.0	4	400.0
	ベトナム	0	0	4	400.0	6	670.0
	タイ	0	0	0	0	5	500.0
	マレーシア	0	0	0	0	2	200.0
	バングラデシュ	0	0	2	200.0	0	0
中東・北アフリカ	トルコ	0	0	4	480.0	4	450.0
	イスラエル	0	0	0	0	1	120.0
	UAE	2	280.0	2	280.0	10	1440.0
	サウジアラビア	0	0	0	0	16	1700.0
	ヨルダン	0	0	1	100.0	0	0
	エジプト	0	0	1	100.0	1	100.0
欧州	リトアニア	0	0	1	135.0	0	0
	ポーランド	0	0	6	600.0	0	0
	イタリア	0	0	0	0	0	0
旧ソ連(CIS)	ベラルーシ	2	240.0	0	0	2	240.0
	カザフスタン	0	0	2	60.0	2	60.0
中南米	チリ	0	0	0	0	4	440.0



# 中国の運転中・建設中の原子力発電所



建設基数は世界の約半分に相当(2014年12月現在)

事業者	運 転 中			建 設 中		
	発電所名	基・万kW	炉型	発電所名	基・万kW	炉型
CNNC	秦山 I	29.8	PWR(CNP-300)	福清1,2,3,4	4×108	PWR(CPR-1000)
	秦山 II-1,2,3,4	4×61.0	PWR(CNP-600)	方家山1,2	2×108	PWR(CPR-1000)
	秦山 III-1,2	2×65.0	PHWR(CANDU)	三門1,2	2×125	PWR(AP-1000)
	田湾-1,2	2×99.0	PWR(VVER-1000)	晶江1,2	2×65	PWR(CNP-600)
	高速炉CEFR	2.0	実験炉(CIAE運転)	田湾3,4	2×106	PWR(VVER-1000)
CGN	大亜湾1,2	2×94.4	PWR(仏M310)	紅沿河3,4	2×119	PWR(CPR-1000)
	嶺澳 I-1,2	2×93.8	PWR(仏M310)	寧徳3,4	2×108	PWR(CPR-1000)
	嶺澳 II-1,2	2×102.0	PWR(CPR-1000)	陽江2,3,4	3×108	PWR(CPR-1000)
	寧徳1,2	102.0	PWR(CPR-1000)	陽江5,6	2×108	PWR(ACPR-1000)
	紅沿河1,2	106.0	PWR(CPR-1000)	台山1,2	2×175	PWR(EPR)
	陽江1	106.0	PWR(CPR-1000)	防城港1,2	2×108	PWR(CPR-1000)
CPI			海陽1,2	2×125	PWR(AP-1000)	
CHNG			石島湾	21	HTR	
合計	21基	1,705.2		28基	3,049	

CNNC：中国核工業集团公司 CGN：中国広核集団（前CGNPC：中国広東核電集団有限公司）  
 CPI：中国電力投資集团公司 CHNG：中国華能集团公司 CIAE：中国原子能科学研究所



# 中国の福島事故後の主な動き



## ●2011年3月16日、国務院常務会議、福島事故後対応決定

- ①運転中原発の安全検査、
- ②原子力安全計画の策定、
- ③安全計画策定まで新規建設計画の審査・承認の暫定的凍結(建設中炉は継続)

## ●2012年10月24日、国務院常務会議、

「原子力発電中長期発展計画」、

「原子力発電安全計画」、

「エネルギー発展第12次5カ年計画」承認

- 2020年迄に世界トップレベルの安全性確保めざす
- 複数の炉型・技術・基準、安全研究人材、事故対応体制、安全規制機関などの課題も指摘
- 内陸部には原発を建設しない方針を決定
- 凍結していた新規計画の承認手続きを再開(→新規着工へ)

## ●2014年11月19日、国務院

「エネルギー開発戦略行動計画2014-20」発表

- 2020年、原子力 運転中:5800万kW、建設中:3000万kW
- 内陸部での建設FS、大型軽水炉、HTR、FR

## ●中国・国産炉開発(輸出も視野)

- ・「CAP1400」(SNPTC): AP1000の大型中国版、初号機=石島湾1,2号機
- ・「華龍1」(CNNC、CGN共同開発): ACP1000とACPR1000+の統合・発展型、初号機=防城港3,4号機、福清5,6号機

《備考》中国の国際展開例: パキスタン、英国、ルーマニア、アルゼンチン…



嶺澳原発Ⅱ-2号機(CPR-1000)  
2011年8月7日運開。



海陽原発1号機(AP-1000)  
韓国製RPV据付(2012年1月)



中国高速炉実験炉(CEFR)  
2.5万kWe、2011年7月発電開始  
原型炉(シアからBN-800、2基)  
導入計画を推進中



# 台湾の原子力開発動向

## 台湾の原子力発電所

発電所	炉型	運開年	主契約者(備考)
運転中			
第1(金山)-1,2	BWR	1978,79	GE(タービンはWH)
第2(国聖)-1,2	BWR	1981,83	GE(タービンはWH)
第3(馬鞍山)-1,2	PWR	1984,85	WH(タービンはGE)
建設中			
第4(龍門)-1,2	ABWR	—	GE(主要機器は日本)

## 反対運動の盛り上がり→原発依存度減少へ

### ・2011年11月3日、馬総統、新エネルギー政策

- 徐々に原発への依存を下げていく。
- 既存の3原発6基は段階的廃止(寿命40年)
- 建設中の第4原発は2016年迄に運転  
(第4原発運転により、旧式炉は早期閉鎖も)

### ・2012年1月14日、総統選挙、立法院選挙

馬総統再選、立法院、与党国民党が過半数の64議席獲得。

## 国民投票の動き ⇒2015年の可能性

- ・2014年4月27日、馬総統、第4原発の建設を停止した上で、国民投票で運転の是非を決める方針を発表。  
1号機: 運転前の安全検査終了後、密閉停止所帯に置く  
2号機: 直ちに建設中止



## 建設中の第4原発(龍門)

- ・日本以外で建設される最初のABWR。
  - ・民進党(脱原子力)政権時に一時建設中断。
  - ・台湾電力主体の個別発注方式。
- (参考)2011年11月の新エネ政策発表までは、
- ・出力向上・寿命延長計画進行中。
  - ・9基目以降の計画も予備調査中。

### 主な供給者

- ・RPV: 1号機=バブコック日立、2号機=IHI
- ・ニュークリアアイランド: GE
- ・BOPアーキテクトエンジニアリング: S&W
- ・タービン発電機: 三菱重工業
- ・放射性廃棄物システム: 日立



# 韓国、福島事故後も原子力継続



- 2011年3月、原子力委員会（委員長：首相）、  
「2008年計画」の原子力政策維持を確認。安全最優先に推進。  
同年11月、政府、2012～16年の第4次総合原子力推進計画発表  
世界一流の模範国家になる目標。

- 新原子力安全委員会発足（2011年10月26日）：  
大統領直轄機関に変更

- 原発輸出政策推進を継続  
「原子力発電輸出産業化選略」（2010年）  
輸出目標：2012年迄に10基、2030年迄に80基  
(2009年12月、UAEに4基輸出に成功)

## 韓国の原子力発電所

運転中	23基	2078.7万kW
建設中	5基	687.0万kW
計画中	6基	873.0万kW

(2014年11月現在)

## 最近のトピックス

- ★品質証明書偽造問題
- ★第2次国家エネルギー基本計画(2014年1月14日閣議決定)
  - ・2035年の原発設備シェア29%、建設・計画中の11基以外にさらに5～7基の新設必要。
- ★韓米原子力協定交渉(2014年3月で期限切れ)
  - ・2013年4月、2年延長で合意。韓国要望の再処理・濃縮の容認は、米が核不拡散の観点から難色。
- ★使用済み燃料貯蔵問題
  - ・各原発での貯蔵満杯予定：古里(2016年)、月城(2018年)、靈光(2019年)、蔚珍(2021年)
  - ・短期的にはAR貯蔵で2024年までの延命を計画。
  - ・中間貯蔵施設建設へ公論化委員会発足(2013年10月)
- ★サムチョク市での原発建設計画に関する住民投票(2014年10月)
  - ・反対85%、賛成14.4%(2014年6月の市長選、計画撤回公約の候補が当選)



# ベトナムの原子力開発



## ●福島事故前

- ・2009年12月、ニントゥアン第1原発(2基)をロシアが受注  
(潜水艦とセット)。
- ・2010年6月、ズン首相、2030年迄に原発14基建設計画を発表。
- ・2010年10月、日越首脳会談、ニントゥアン第2原発(2基)の建設  
パートナーに日本選定。

## ●福島事故後

- ・2011年3月29日、ニャン副首相、「福島事故を教訓に更に安全性の  
高い原発を日本とロシアの協力で建設する」考え表明。
- ・2011年9月、日本原子力発電とベトナム電力公社(EVN)、FS契約締結。
- ・2011年9月29日、国際原子力開発(JINED)とEVN、  
ニントゥアン第2計画に関する協力覚書締結。

### ベトナム側提示の6条件

- ①最新で実証済みの、高度な安全性を持つ原子炉の提供
- ②ベトナムの原子力産業の育成支援、 ③人材育成支援
- ④資金支援、⑤安定した燃料供給、⑥放射性廃棄物処分に関する支援

- ・2012年1月、日越原子力協定発効。
- ・2012年3月29日、韓越追加協力約定締結。  
韓国、5、6号機計画の優先交渉権獲得。
- ・2013年5月31日、日本原電、FS報告書提出。  
(炉型候補:ATMEA1、MPWR+、ABWR、AP1000)
- ・2014年1月16日、ズン首相、安全性最優先で初の原発着工 遅れる  
可能性示唆。

## ベトナムの原発プロジェクト

- 中南部ニントゥアン省に100万kW級2基x2サイト
- ・第1サイト:フォックディンはロシア受注。
- ・第2サイト:ビンハイは日本に選定。





# Bangladesh の原子力開発



- 1947年 インドからパキスタン独立
- 1961年 ダッカ原子力センター(AECD)設立 (1986年よりトリガMark-2研究炉稼動)
- 1963年 ルプール原発サイト選定、サイト取得

## 1971年 バングラデシュ、パキスタンから独立

…ロシア、中国、韓国が原発輸出働きかけ…

2010年5月 ロシアと2国間原子力協力協定締結

2011年11月 ロシアと原発建設に関する協定締結

- 2012年2月 科学技術省、原子力規制委員会、ロシア規制機関と安全・規制関係で協定締結



バングラ最初の原発建設に関する協定締結(2011年11月2日)。ハシナ首相が見守る中、オスマン科学技術相とロスアトムのカリエンコ総裁が署名。



2013年10月3日、ルプール原発定礎式 (ハシナ首相、ロスアトムのカリエンコ総裁ら出席)

## ルプール原発建設計画

原発名	炉型	出力	着工	運転
ルプール1	露AES-92	100万kWe	2015年	2020年
ルプール2	露AES-92	100万kWe	2016年	2022年



# インドの原子力開発



## ● 独自開発路線を推進（重水炉中心に3段階開発計画）

- ・初期は輸入：軽水炉タラプール1,2(米GE、1969年運開)、アジア初  
重水炉ラジャスタン1,2(加AECL、1973,81年運開)
- ・1974年の第1回核実験実施 → 国際的に孤立 → 国産炉PHWRを中心に建設  
3段階計画：少量のU資源、大量のTh資源
- ・2032年迄に原発6,300万kW目標(総発電設備7億kWの9%)

## ● 国際社会の仲間入り（LWR導入拡大を追加）

- ・2008年9月、原子力供給国会議(NSG)の臨時総会  
NPT未加盟のインドへの核技術や燃料の輸出を解禁
- ・外国からのLWR導入：2032年迄に計4,000万kW(米WH、GEH、仏アレバ、  
露ASE)(建設中のロシア炉2基以外に)

## ● 福島事故後も原発推進路線変わらず

- ・2011年4月、シン首相、「エネ需要は増大  
しており、クリーンエネルギーである  
原子力は重要な選択肢」との声明。
- ・2011年7月、ラジャスタン7,8号機、起工式。
- ・2013年7月、露製クダンクラム1号機、初臨界。



クダンクラム原発(2002年着工)

# インドの原子力開発



## 海外からの軽水炉導入計画(提案中含む)

国名	プラント名	炉型	出力規模	状態
ロシア	クダンクラム1	VVER	100万kW	2013年運転開始
	クダンクラム2	VVER	100万kW	建設中(2014年運開予定)
	クダンクラム3~8	AES92又は AES2006	105-120万kW×6基	2014年以降着工(可能性)
	ハリプール1~4	VVER1200	120万kW×4基	2014年以降着工(可能性)
フランス	ジャイタプール1~6	EPR	170万kW×6基	2014年以降着工(可能性)
米国	ミティビルディ1~6	AP1000	125万kW×6基	2014年以降着工(可能性)
	コバダ1~6	ESBWR	135-155万W×6基	2014年以降着工(可能性)

(出典)WNA



高速実験炉FBT 今後20年間運転可能

(備考)2010年成立のインド原子力損害賠償法(運転事業者だけでなく設備・機器の供給者も賠償責任を負う)

### 高速炉計画も進捗中

- ・高速実験炉(FBTR、1.3万kWe)、1985年より運転中
- ・高速原型炉(PFBR、50万kWe)、2014年運転予定
- ・高速炉( PFBR、50万kWe )、複数基、計画/提案中

# UAEの原子力開発



- ・ 2008年4月、原子力総合政策を公表（計14基、2000万kW）
- ・ 2009年12月、4基建設で韓国企業連合選定  
→世界に韓国ショックの大波紋（仏アレバ、日立・GE敗退）  
《韓国の勝因》
  - ・ 低価格、顧客要求の全面的受入れ、軍事協力
  - ・ 大規模な国の資金支援、人材の受入れ・教育(KINGS)
  - ・ トップセールス、政・官・産の一体体制(半国営)など
- ・ 2011年3月14日、バラカ原発起工式
- ・ 2012年7月18日、1号機着工(初コンクリ打設)
- ・ 2013年5月28日、2号機着工(初コンクリ打設)
- ・ 2017年、1号機運開(予定)



バラカ原発の完成予想図



バラカ原発起工式(2011年3月14日)  
李明博韓国大統領も出席。



# サウジアラビアの原子力開発



- ・2010年4月、「アブドラ国王原子力・再生可能エネルギー都市」(KA-CARE)創設。
- ・2011年6月、KA-CARE幹部、2030年迄に原発16基の建設計画を発表。  
10年後に2基保有、その後毎年2基ずつ保有。

## 持続可能なエネルギー国際シンポジウム

- ・KA-CARE主催、2013年4月23,24日、リヤド。
- ・世界の主要ベンダーが発表。約1000人参加。
- ・KA-CARE発表：  
サウジの原発初号機は2016年着工、2022年発電開始目標。  
ローカリゼーション目標  
原子力60%、再生エネルギー80%。



## サウジアラビアの原子力開発への各国の関心

- ・原子力協力協定：  
(締結) フランス、アルゼンチン、韓国、中国  
(交渉中) ロシア、チェコ、英国、米国、日本
- ・2013年9月、GE日立ニュークリアエナジーと東芝/WH、  
米エクセロン・ニュークリア・パートナーズと協力契約締結。  
—前者はABWRとESBWRをサウジに提案  
—後者はAP1000とABWRをサウジに提案



# ヨルダンの原子力開発



- ・2010年5月、政府、原発建設の優先交渉企業に日仏連合、露、加を選定。
- ・2010年 末、政府、原発サイトを紅海沿岸アカバから内陸部に変更。
- ・2011年3月、エネ相、エネ国外依存削減のため原発計画堅持を表明。
- ・2012年4月、原子力委、原発建設の優先交渉権を日仏アトメアと露ASEに与えると決定。
- ・ **2013年9月、原子力委、原発2基の建設者として露ASEを選定。**  
ルサアトム・オーバーシーズが戦略的パートナー・運転者（B00）。  
1号機は2023年運転目指す。



## ★ヨルダン研究訓練炉（JRTR、5MWt）

ヨルダン科学技術大学で建設中。2015年運開予定  
韓国原研・斗山重工が供給、仏アレバが燃料供給

### ヨルダンの原子力開発の基本方針

- ・エネルギーの95%以上を輸入。GDP約2割占める。
- ・エネルギー安全保障向上と低価格電力の供給。
- ・増大する電力と海水淡水化に原子力を利用。
- ・豊富な国産ウラン資源の活用。

# トルコの原子力開発



- ・1970年代以降、何度か原発建設を計画するも、その都度中断。
- ・**2010年5月、アックユへの原発建設でロシアと合意（4基、B00方式）。**
  - ・・・韓国との交渉中断、東電・東芝Gr撤退など・・・
- ・2012年6月、エネルギー相、2023年迄に3地域で原発23基の建設目指すと発言。
  - ・・・シノップ計画(4基)について中国、韓国、日本、カナダが競合・・・
- ・2013年5月3日、安倍首相、エルドアン首相と会談。
  - シノップ原発計画で三菱重工・アレバの企業連合に優先交渉権を与えるなどの共同宣言発表、二国間協定交換。**

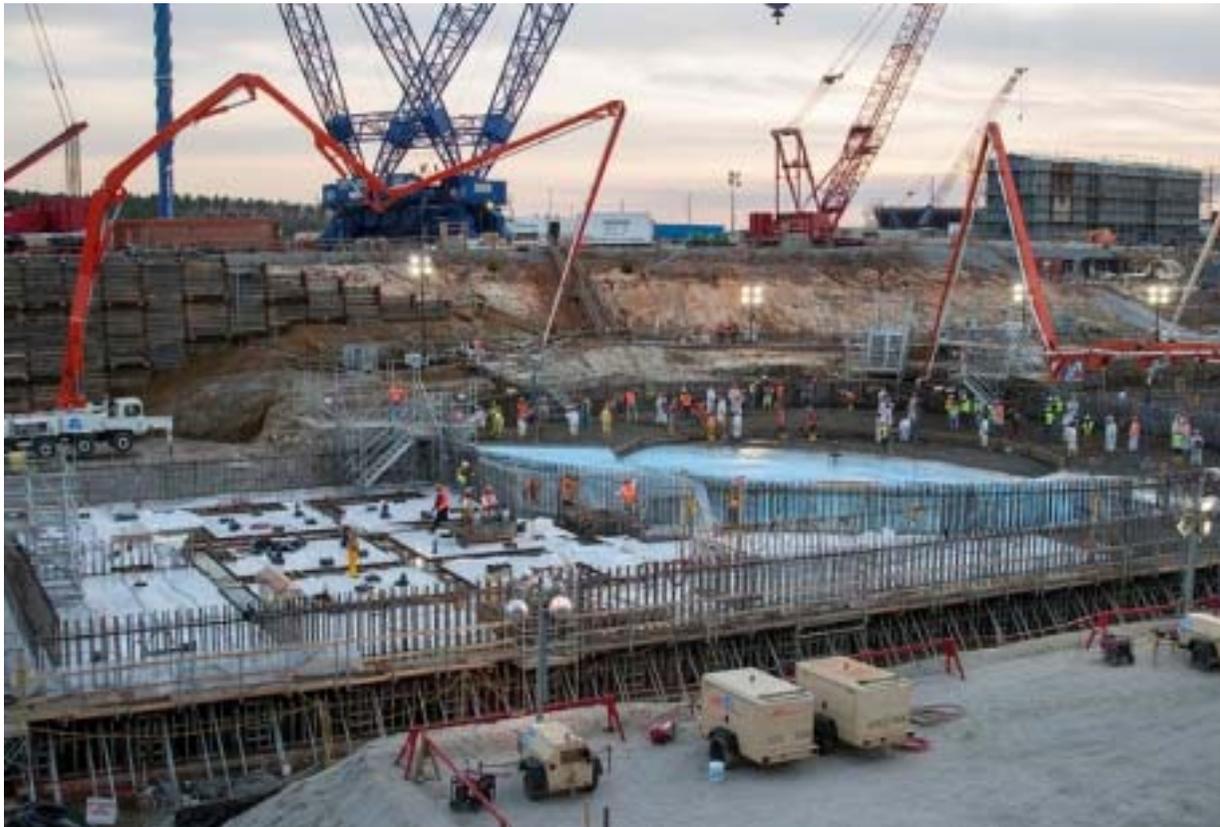


ロシア受注のアックユ原発の想像図





# 米国、30数年ぶりに原発着工



## サマー原発2号機、正式着工(2013年3月)

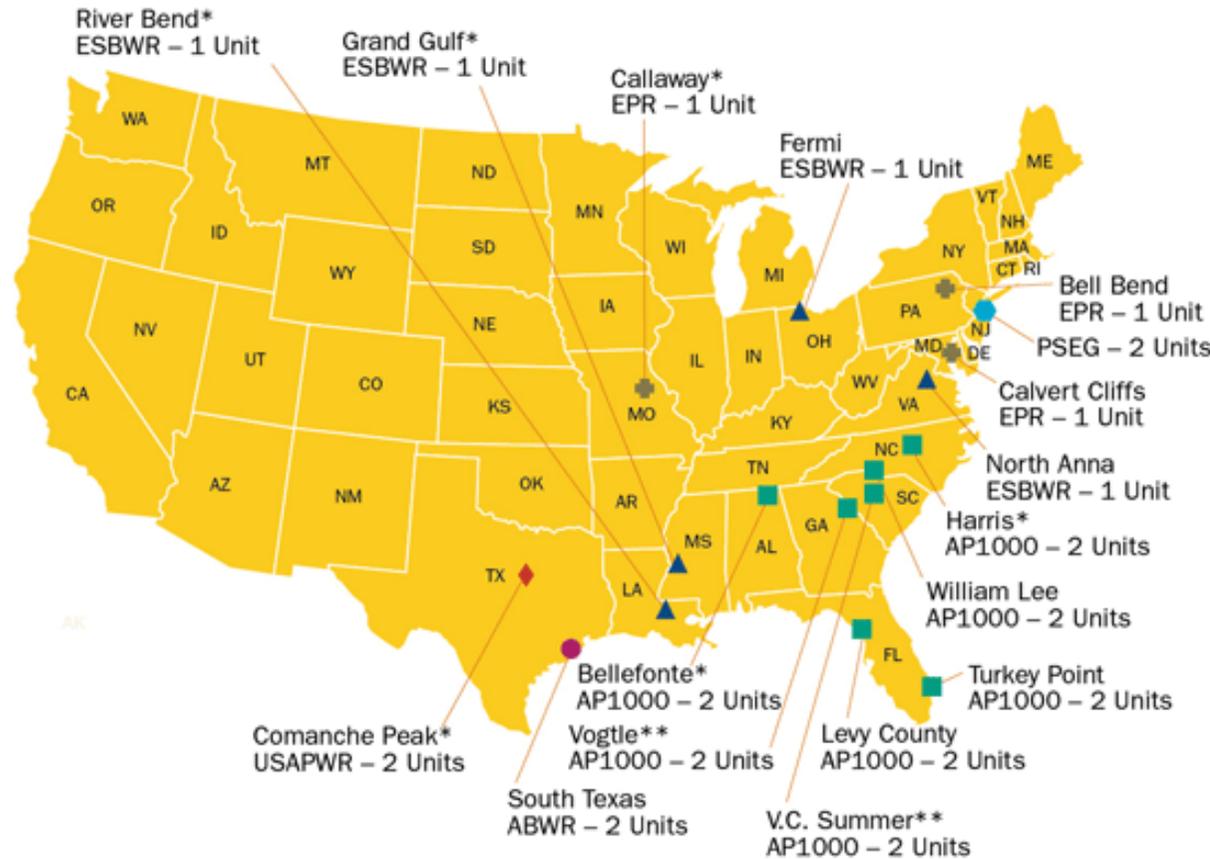
サマー2号機は2013年3月、3号機は同年11月に初コンクリート打設。ボーグル3号機は2013年3月、4号機は同年11月に初コンクリート打設。  
これら4基は、いずれもWH製AP1000。



# 米国の計画中原発（許認可手続き中）



## New Reactor Applications Under Review—Large LWRs+



\*Review Suspended by Applicant

\*Large LWRs—Large Light-Water Reactors, generally on the order of 1000 MW(e) or more

\*\*COLs Issued

## 米原発の現状

- **運転中 100基**  
9936万kW（約1億kW）  
（全発電量の約2割供給）
- **建設中 5基**
  - ・ワッツバー2  
（2008年建設再開）
  - ・サマー2,3（2013年着工）
  - ・ボーグル3,4（2013年着工）
- **計画中 10基程度**  
⇒原子力開発の第1波  
……第2波の行方？
- **閉鎖（廃炉）**
  - ・2013年、4基
  - ・2014年、1基

## <原子力開発への影響因子>

- ★電力需要の伸び鈍化
- ★シェールガス革命の影響
- ★気候変動対策  
（EPAによるCO2規制）



# 米国既存炉の有効活用



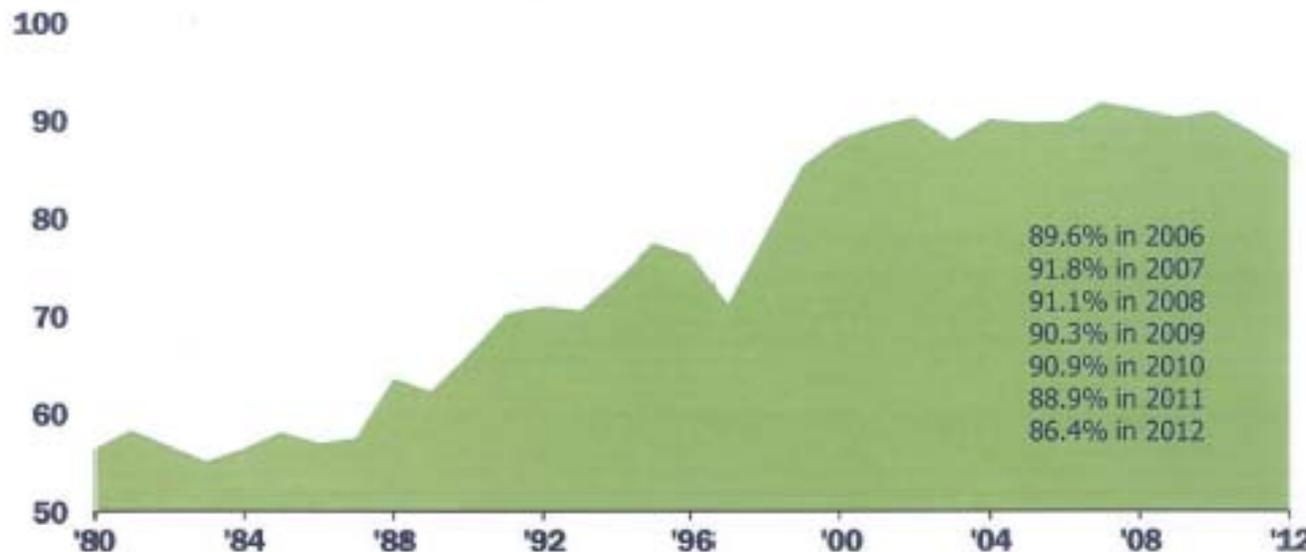
## ① 出力向上

- ・ 測定精度改善型MU：～2%増加、ストレッチ型S：～7%増加、設備拡張型E：～20%増加
- ・ 承認済み出力向上は累計156件、7,326MW、承認待ち4件、61MW。

## ② 運転寿命延長

- ・ 運転寿命40年を60年に延長 → 運転寿命延長承認済み77基、審査中15基。
- ・ 運転寿命の更なる延長へ検討中 → 80年運転（60年超運転、ビヨンド60）視野に、NRCが評価手法確立へ検討着手。DOEも研究プログラム推進中。

U.S. Nuclear Capacity Factor, Percent



## ③ 設備利用率向上

- ・ 1980年代（60%弱）  
→ 1990年代（70%前後）  
→ 2000年代（90%前後）
- ・ 設備利用率20～30%改善



# 米DOE主導で小型炉開発

## 2012年1月、小型モジュール炉(SMR)開発支援計画(公募)案発表



Energy Secretary Steven Chu  
on the draft SMR Funding Opportunity  
Announcement  
January 20th, 2012

「米国の選択は明確だ。何千人もの新規雇用と輸出機会を創出する次世代のクリーンエネルギー技術を開発できるのか、それとも他国が指導権を握るのを待つだけかのいずれかである。」(チュー長官)

- ・政府予算は2012～16年度、4億5200万ドル(12年度6700万ドル)。
- ・官民折半でNRCによるSMR初号機の設計認証、許認可取得を支援。
- ・実用化2022年目標。

《SMRの特徴》 ・出力は30万kW以下(小さな需要や需要変動に対応)

- ・安全性、立地、建設、経済性等のメリット
- ・プラグ・アンド・プレイ方式
- ・既存電源の補完、老朽火力の代替、熱供給、輸出

2012年11月、B&WのmPower炉(18万kW)を商業化支援対象設計に選定

●2013年3月、DOE、SMR開発支援の第2回公募発表  
実用化目標時期2025年、革新性を重視。

2013年12月、ニュースケールパワー(フルアー、英ロールスロイス等)の小型PWR(4.5万kW)選定



B&WのmPower炉:原子炉モジュールは  
地下格納容器内に設置



# EUの原子力政策動向



## EU原子力支持閣僚級共同声明 (2013年3月12日、12カ国署名)

- 12ヶ国は、EUの将来の低炭素エネルギー・ミックスにおいて原子力が果たす役割に鑑みて協力することを確約する。
- 原子力安全性が優先することを強調し、安全性及び規制の絶えざる改善を維持し推進する。
- 原子力は、供給保障と炭素排出削減で重要な役割を果たし、経済的便益を提供し、コスト効率的な電力を供給できる。…

	原発所有国(原発運転中)	原発非所有国(原発なし)
署名	ブルガリア、チェコ、フィンランド、フランス、ハンガリー、オランダ、英国、ルーマニア、スロバキア、スペイン	リトアニア、ポーランド、
非署名	ドイツ、ベルギー、スウェーデン、スロベニア	イタリア、ルクセンブルク、アイルランド、デンマーク、ギリシャ、ポルトガル、マルタ、オーストリア、エストニア、ラトビア、キプロス、

## EU10カ国閣僚、EC宛原子力支持共同書簡 (2014年6月25日)

- EU加盟国は、エネ・セキュリティ、持続的発展、低炭素社会の目標に向け、エネ・ミックス構築を進めている。
- 然るに現在のエネ市場は、こうした役割を果たすことの出来る原子力の新規建設を妨げる構造になっている。
- 公平な競走の出来る市場の確立を要望する。

(署名国) ブルガリア、チェコ、フランス、ハンガリー、リトアニア、ポーランド、ルーマニア、スロバキア、スロベニア、英国

London, United Kingdom 12<sup>th</sup> March, 2013

Joint Ministerial Communiqué on Nuclear Energy in Europe

In London today, Bulgaria, Czech Republic, Finland, France, Hungary, Lithuania, the Netherlands, Poland, Romania, Slovakia, Spain and the UK affirmed their commitment to collaborate in the context of the role that they believe that nuclear energy can play a part in the EU's future low carbon energy mix.

They emphasised the priority of nuclear safety in Europe and reaffirmed their commitment to maintain and promote the continuous improvement of nuclear safety and its regulation. They recalled the unique work done within the European Union to implement robust stress-tests and associated peer-reviews. They welcomed the follow-up actions taken (ENSREG's action plan and national plans). They restated their will to work together, with Member State regulators and with the Commission, in the context of ENSREG, to seek continuous improvements of nuclear safety, within and beyond the EU borders, and ensure that the EU nuclear safety framework remains robust. They remained open, if there is a need to do so, to discussions on enhancing the effectiveness of the Nuclear Safety Directive.

Member States committed to press ahead with their decarbonisation objectives through the deployment of the fullest possible range of low carbon technologies, particular to their nation's needs and wishes. This could include renewables, carbon capture and storage (CCS), and nuclear power. Such neutrality of technology complements the common European goal of a decarbonised economy given that determination of the energy mix is a national competence.

Member States noted that nuclear power can play a key role in the EU to help ensure security of supply and reduce carbon emissions. Nuclear can also provide economic benefits and supply consumers with cost-effective electricity. The Member States wishing to construct new nuclear power stations signalled that an investment

欧州の原子力に関する大臣共同コミュニケ (一部)



# フランスの原子力開発



## 2012年5月15日、オランド大統領(社会党)、就任

- (公約) -2025年迄に原発シェアを50%に低減
- フェッセンハイム原発を2016年末迄に閉鎖

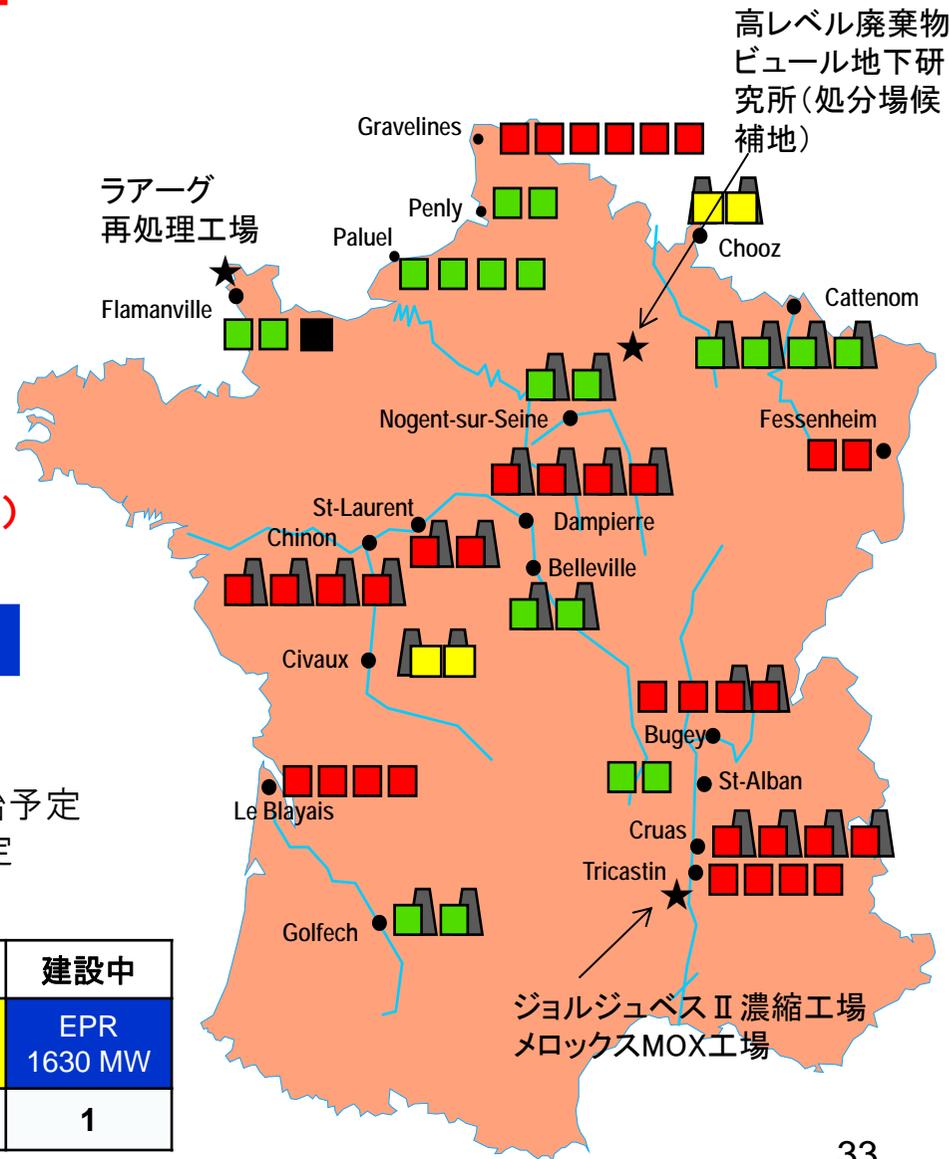
### エネルギー転換(国民的議論と法案)

- ・2012~13年、全国討論。
- ・2014年10月14日、議会下院、「グリーン転換のためのエネルギー転換(移行)法案」可決。  
**原発設備容量上限=6320万kW(現在の規模)**  
**2025年、原子力発電量シェア=50%**  
**2030年、再生エネ発電量シェア=40%**  
**温暖化ガス排出量40%削減(1990年比)**  
**2050年、最終消費エネルギー、半減(2012年比)**

### 高レベル廃棄物地層処分場と高速炉計画

- ・地層処分場(CIGEO)計画  
 全ステークホルダーを含めた国民的議論実施。  
 2015年、建設許可申請予定 2025年、操業開始予定
- ・高速炉(ASTRID)計画: 2008年レファレンス炉に選定  
 2025年頃運転開始予定、核変換実施

仏の原発 全電力の 約75% 供給		運転中(58基)			建設中
	NPP	PWR 900 MW	PWR 1300 MW	PWR N4 1450 MW	EPR 1630 MW
	基数	34	20	4	1



(フラマンビル3)



# 英国の原子力開発



## ●現在運転中の原発

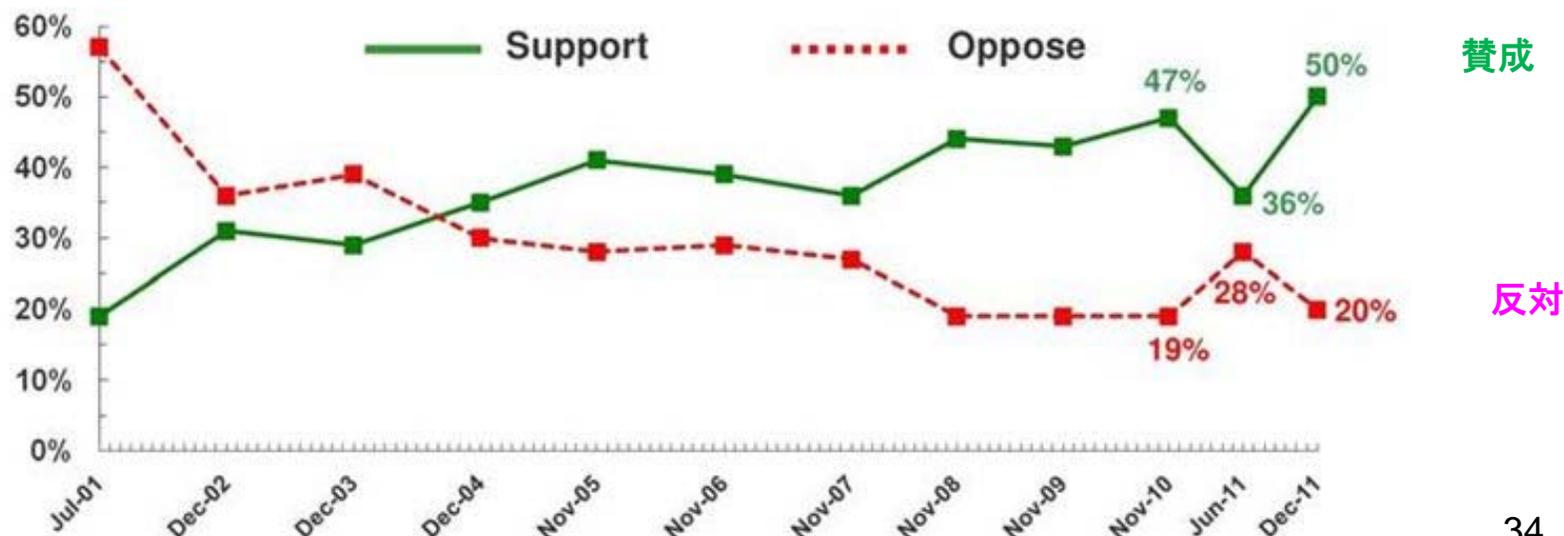
- ・16基(GCR 1基、AGR 14基、PWR 1基、計1004万kWnet)…全電力の18%供給
- ・PWR 1基を除く全炉、2023年迄に閉鎖予定(最近、AGRの運転延長計画中)
- ・サイズウェルB(PWR、1987年着工、1995年運開)以来、新規建設ゼロ

## ●気候変動対策とエネルギー安全保障の面から新規建設計画推進中

- ・2008年、気候変動法、2050年迄に温室効果ガスを1990年比80%削減を義務付け。
- ・2011年6月、政府、原発新設計画堅持方針を公式表明、サイト候補地8ヶ所提示。
- ・2011年7月、議会下院、原発に関する国家政策声明承認、8サイトを特定。
- ・2013年10月21日、政府、ヒンクリーポイントC原発建設でEDFと合意(差額契約方式、中国参加など)

### (参考)好意的な英国の原子力世論

英国の今後閉鎖される原子炉の建て替えとして、新規原発の建設に賛成ですか反対ですか？



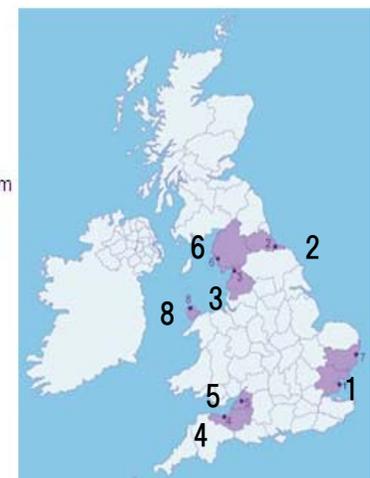
# 英国の原子力開発計画



事業者	予定地	炉型	出力(万kW)	運転
EDFエナジー (2013年10月、英政府とヒンクラーCの投資条件等で合意:EDF45-50%、アレバ10%、中国CNNC・CGN30-40%)	ヒンクラーポイントC1	EPR	167	2023年
	ヒンクラーポイントC2	EPR	167	2024年
	サイズウェルC1	EPR	167	?年
	サイズウェルC2	EPR	167	?年
ホライズン (2012年11月、日立、独E.ONとRWEからホライズン買収を発表)	ウィルヴァ・ニューウィッド1	ABWR	138	2025年
	ウィルヴァ・ニューウィッド2	ABWR	138	2025年
	オールドベリーB1	ABWR	138	2020年代末
	オールドベリーB2	ABWR	138	2020年代末
ニュージェン (2014年1月、東芝、60株式取得)	ムーアサイド(セラフィールド)	AP1000×3	340	2024年以降
<b>合計</b>		<b>11基</b>	<b>約1600</b>	

1. ブラッドウェル
2. ハートルプール
3. ヘイシャム
4. ヒンクラーポイント
5. オールドベリー
6. セラフィールド
7. サイズウェル
8. ウィルヴァ  
(ウィルヴァ・ニューウィッド)

1. Bradwell, Essex
2. Hartlepool, County Durham
3. Heysham, Lancashire
4. Hinkley Point, Somerset
5. Oldbury, Gloucestershire
6. Sellafield, Cumbria
7. Sizewell, Suffolk
8. Wylfa, Anglesey





# 独の原発廃止計画の推移



## ドイツの脱原子力政策の変遷

1998年9月～ SPD/緑政権	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1986年4月、チェルノブイリ事故。</li> <li>・2002年4月、脱原子力法施行(平均運転期間32年)</li> </ul>	
2009年10月～ CDU/CSU/FDP政権	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2010年11月、原発運転期間延長の原子力法改正法案成立。(平均12年延長)</li> <li>・2011年3月11日、福島第一原発事故</li> <li>・3月14日、メルケル首相、「脱原発政策」再策定の方針表明。</li> <li>・5月30日、政府の倫理委員会、「2021年迄の脱原発は可能」との提言を提出。</li> <li>・6月6日、政府、2022年迄に全原発17基の廃止方針を閣議決定。</li> <li>・改正原子力法(脱原子力法)6,7月、連邦議会/参議院で可決、8月5日、施行。</li> </ul>	
2013年12月～	大連立政権CDU/CSU/SPD	脱原発政策堅持

## ドイツの原発廃止計画(2011年6月閣議決定)

廃止年	原子力発電所(計17基、2152万kW)
2011年	(8基) ビブリスA、ビブリスB、ネッカー1、ブルンスビュッテル、クリュンメル、イザール1、ウンターベーザー、フィリップスブルク1
2015～17年	(3基) グラーフェンラインヘルト(2015)、グンドレミンゲンB(2017)、フィリップスブルク2(2019)
2021年	(3基) グローンデ、グンドレミンゲンC、ブロックドルフ
2022年	(3基) イザール2、エムスラント、ネッカー2

(注)原発17基の平均運転期間(寿命)は約33～34年!



# スイスの原子力開発

## 福島事故以前

- ・ **繰り返す原発国民投票**（1979年、僅差で原子力支持。1984年、反原子力2法案を否決）  
1990年、新規建設の恒久的禁止案を否決、10年間モラトリアム案を採択。  
2003年、原子力モラトリアム否決。
- ・ 2007年2月、政府、「2035年迄のエネルギー見通し」発表（新規原発必要と結論）。

## 福島事故以後

- ・ **2011年5月25日、政府、国内原発を2034年迄に全面廃止すると発表。**  
同年中に議会も段階的廃止計画の動議を承認。  
（全エネルギー技術について教育、訓練、研究、国際協力の継続条項含む）
- ・ **原発国民投票の動き**

## スイスの原子力発電所（原発寿命50年想定）

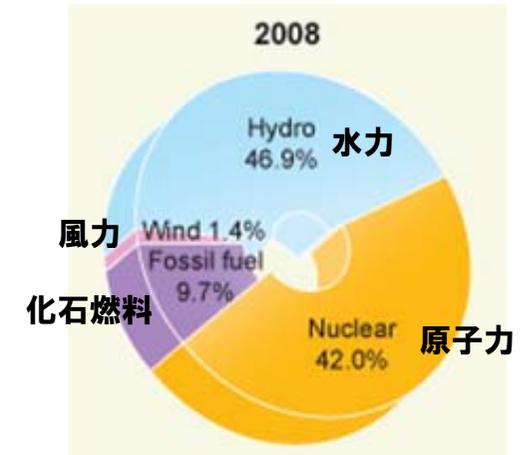
名 前	炉型	グロス出力	運開年	所有運転者	1998-2007の稼働率
ベツナウ1	PWR	38.0万kW	1969年	AXPO	84.3%
ベツナウ2	PWR	39.0万kW	1972年	AXPO	87.0%
ミューレベルク	BWR	39.0万kW	1972年	BKW	87.5%
ゲスゲン	PWR	103.5万kW	1979年	KKG	89.2%
ライブシュタット	BWR	122.0万kW	1984年	KKL	86.8%

# スウェーデンの原子力開発



- 1980年3月、原発の是非に関する国民投票 ← 米TMI事故の影響  
原子力反対(10年以内に全廃)38.7%、条件付容認39.1%、容認18.9%
- 1980年6月、議会、2010年迄の段階的廃止を決議  
既存原発(建設中含む)を除き新規建設しない。但し、代替電源開発条件。
- 1997年12月、議会、エネルギー政策法(脱原子力法)可決。  
-2010年の原発廃止期限明示せず。  
-バーセベック1,2号機の閉鎖を明示。(夫々1999年、2005年閉鎖)

スウェーデンの発電電力量構成  
(出典:WNA)



## スウェーデンの原子力発電所

	炉型	万kW	運開年	備考
オスカーシャム1	BWR	48.7	1972	
オスカーシャム2	BWR	63.0	1974	
オスカーシャム3	BWR	120.5	1985	(1980年時点建設中)
バーセベック1	BWR	61.5	1975	1999年閉鎖
バーセベック2	BWR	61.5	1977	2005年閉鎖
リングハルス1	BWR	88.8	1976	
リングハルス2	PWR	91.0	1975	
リングハルス3	PWR	103.4	1981	(1980年時点建設中)
リングハルス4	PWR	98.4	1983	(1980年時点建設中)
フォルスマルク1	BWR	101.6	1980	
フォルスマルク2	BWR	102.8	1981	(1980年時点建設中)
フォルスマルク3	BWR	121.2	1985	(1980年時点建設中)

- 2009年2月、政府(4党連立政権)「原発政策」転換を発表  
2010年6月、議会、「脱原子力」撤回法案を174対172で可決。  
運転中原発10基は寿命後、同サイトでリプレース可
- 2014年10月、規制当局、独立炉心冷却系を義務化(2020年迄に実施)
- 2014年10月、社民党/緑の党連立政権発足、段階的廃止意向表明、リプレース調査停止を指示  
→ 今後の原子力政策不透明に



# フィンランドの原子力開発



- **運転中:**  
4基(オルキオト1,2、ロビーサ1,2)、  
好稼働率
- **建設中:**  
1基(オルキオト3、EPR)2005年着工  
欧州での原発ルネサンスの先駆け  
欧州では15年ぶり、  
フィンランドでは35年ぶりの新設。

## 新規建設計画

- 2010年4月、政府、**同国6,7基目**計画申請承認  
(フェンノボイマ社:1基、TV0:1基)

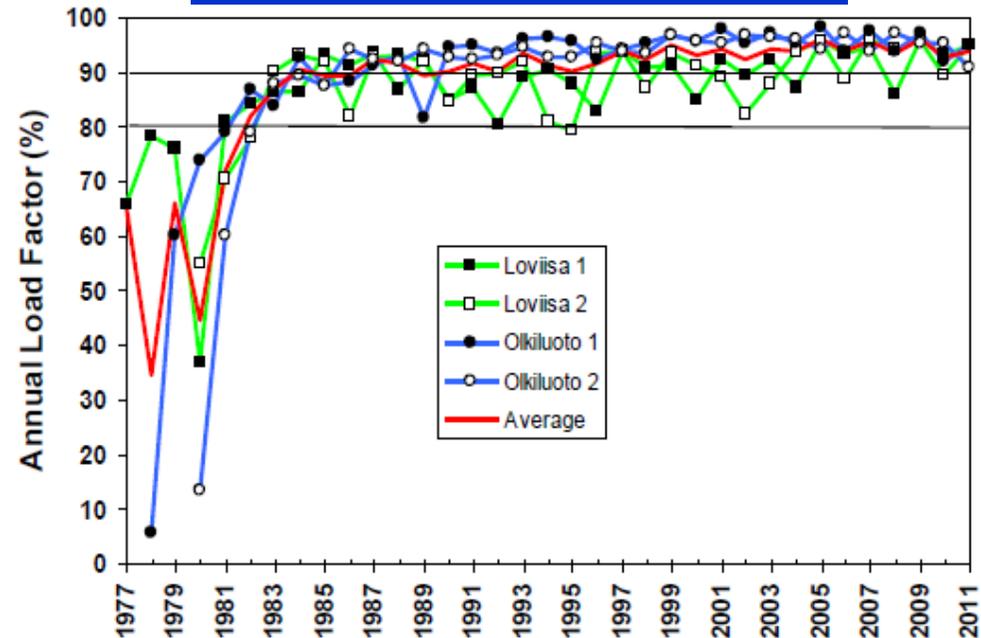
### ◇フェンノボイマ社の(ハンヒキビ)原発計画

- 2011年 7月、アレバと東芝に入札案内書送付。  
10月、建設サイトとしてビューハヨキ選定。
- 2012年 1月、アレバと東芝からの商業ビッド受領。
- 2013年 2月、東芝に大型炉建設の優先交渉権付与  
(EU-ABWR)。  
7月、中型炉としてロシア企業選択(東芝炉は中止)
- 2014年 3月、ロスアトムがフェンノボイマ株の34%所有で合意

### ◇TV0:オルキオト4号機計画

- 2013年1月、5社が入札(GE日立N、東芝、三菱重工、アレバ、韓国KHNP)

フィンランドの原発の設備利用率の推移



建設中のオルキオト原発3号機(EPR)  
度重なる建設遅延とコスト超過問題に遭遇

- ・運開予定: 2009年→2018年
- ・建設コスト: 32億€→85億€



# ハンガリーの原子力開発



- ・パクシュ原発4基が運転中、全発電電力量の46%を供給。
- ・政府、原子力発電電力量シェアを約60%に高める計画。
- ・原発の設計寿命は30年。2012年12月、パクシュ1号機に20年の運転延長許可。
- ・運転中の4基について、10%強の出力向上が行われた。

## 新規2基建設計画：パクシュ5,6

- ・2009年3月、議会、パクシュ原発増設計画(2基増設)を圧倒的多数で承認。
- ・パクシュ原発会社、当初、5種類のPWRを候補検討：アレバ(EPR)、アレバ・三菱(Atmea1)、AECL(Candu)、ASE(VVER-1000)、WH(AP1000)、韓国(APR-1400)
- ・国際入札にかけることなく、2014年1月、政府はロスアトムと建設契約締結(露が80%融資)。

### ハンガリーの原子力発電所



パクシュ原発

原子炉名	炉型/モデル	MWe	発電開始	閉鎖予定
運転中				
パクシュ1	VVER-440 V-213	470	1982年	2032年
パクシュ2	VVER-440 V-213	473	1984年	2014年
パクシュ3	VVER-440 V-213	473	1986年	2016年
パクシュ4	VVER-440 V-213	473	1987年	2017年
計画中				
パクシュ5	VVER-1200	1200	2023年	
パクシュ6	VVER-1200	1200	2025年以降	

(注)運転中炉はネット出力、計画中はグロス出力。



# ポーランドの原子力開発

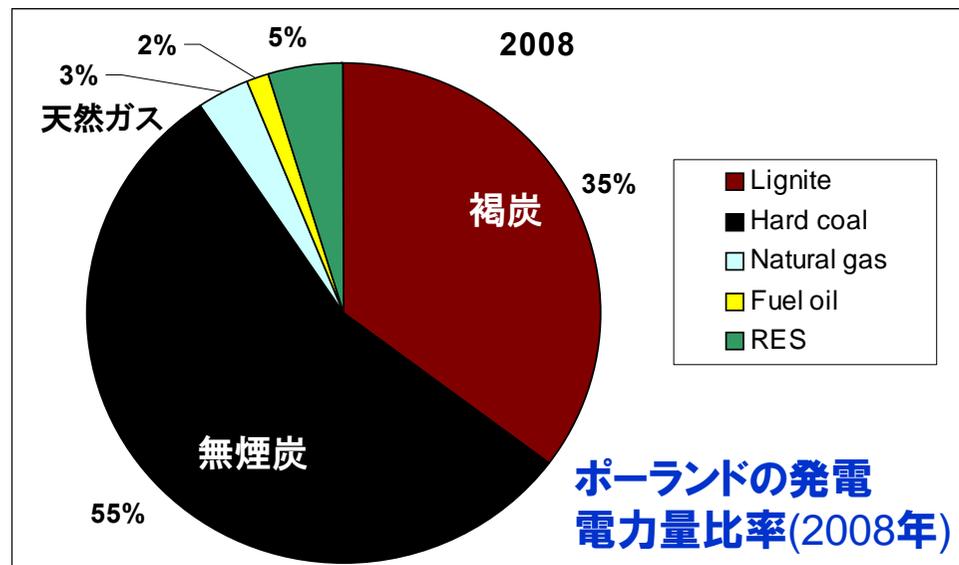


## ●福島前

- ・1980年代にザルノビエツにVVER、4基建設中だったが1990年に中断。
- ・2005年、政府、エネ源多様化とCO2削減のため、**原発導入準備開始。**
- ・2009年8月、政府、原発開発ロードマップ承認（2016年着工目標）。
- ・2010年3月、政府、27候補サイト公表（ザルノビエツが最有力）。



かつて原発建設が行われたザルノビエツ・サイト



## ●福島後

- ・2012年3月、政府高官、「原発推進によりロシア依存から脱却し温暖化ガス削減目標を達成する」と強調。
  - ・2012年6月、PGE、**原発公開入札の遅延表明。**
  - ・2013年1月、PGE EJ1、サイト特性調査・許認可業務サービス契約を豪ウオーリーパーソンズと契約。
  - ・**原発計画**
    - ー第1原発(300万kW):2025年迄に運転
    - ー第2原発(300万kW):2035年迄に運転
- ベンダー候補(可能性)  
アレバ/EDF、GE日立、WH、韓国KEPCO



# チェコの原子力開発



## チェコの原子力発電所

- ・原発6基、381万kW、運転中  
全電力の約1/3を供給
- ・2000年以来、再生エネ急増  
年間補助金17億€(2013年)
- ・ガスの80%以上をロシアに依存
- ・原子力産業基盤有り:スコダ

- 長期エネルギー戦略案(2011年)  
原子力拡大:1390万~1890万kW  
全電力の60%供給  
(2012年改訂版でも最低50%供給)

- ドコバニの4基は20年の運転期間延長予定

### 新規建設計画: テメリン3,4

- ・2009年8月、チェコ電力CEZ、国際入札
- ・2012年7月迄に3グループ応札
  - －WH: AP1000
  - －スコダ/露ASE: AES-2006/MIR-1200
  - －仏アレバ: EPR
- ・その後、アレバを失格扱い、WHが上位評価と報道。
- ・2014年4月、CEZ、テメリンの入札取り止めを発表。  
(政府の価格保証得られず)

- ・チェコ政府、新たな原発開発計画を2014年末迄に発表予定。  
→上記3メーカーの他に中国や韓国も受注競争に加わる見込み

	炉型、モデル	MWe	初発電	認可期間
運転中				
ドコバニ1	VVER-440 V-213	471	1985年	2025年
ドコバニ2	VVER-440 V-213	471	1986年	2026年
ドコバニ3	VVER-440 V-213	471	1986年	2026年
ドコバニ4	VVER-440 V-213	471	1987年	2027年
テメリン1	VVER1000 V-320	963	2000年	2020年
テメリン2	VVER1000 V-320	963	2003年	2022年
計画中				
テメリン3	MIR-1200 又はAP1000	約1200	2019年	2026年
テメリン4	MIR-1200 又はAP1000	約1200		2028年
提案中				
ドコバニ5	?	約1200		2025年?



テメリン原発1,2号機



# ブルガリアの原子力開発



- ・コズロドイ1～4号機(第1世代炉)、EU加盟条件として閉鎖
- ・コズロドイ5,6号機(2基)、運転中。全電力の約35%を供給。運転寿命30年を50年に延長計画中。

## ベレネ建設計画(頓挫) (コズロドイ4基閉鎖の代替としてスタート)

- ・2006年10月、国営電力NEK、ベレネ1,2号機建設で露企業ASEと契約。
- ・2009年10月、ベレネ発電会社の戦略的投資家としての独RWE撤退(49%株保有予定)。
- ・2012年3月、政府、建設中止決定。2013年1月、国民投票実施するも必要投票率に達せず無効。

## コズロドイ新規計画

- ・2014年8月1日、国営電力、コズロドイ7号機建設(AP1000)でWHと基本合意。



運転中のコズロドイ原発 (5,6号機)

運転中		MWe	発電開始	30年寿命
コズロドイ5	VVER-1000 V-320	953	1987年11月	～2017年
コズロドイ6	VVER-1000 V-320	953	1991年8月	～2019年
計画/提案中		MWe	着工	運転開始
ベレネ1	VVER-1000 V-466	1000	取消	—
ベレネ2	VVER-1000 V-466	1000	取消	—
コズロドイ7	AP1000	1200	2016年頃	2022年
閉鎖炉		MWe	発電開始	閉鎖
コズロドイ1	VVER-440 V-230	405	1974年7月	2002年12月
コズロドイ2	VVER-440 V-230	405	1975年8月	2002年12月
コズロドイ3	VVER-440 V-230	405	1980年12月	2006年12月
コズロドイ4	VVER-440 V-230	405	1982年5月	2006年12月

# ルーマニア、スロバキア、スロベニア



## ルーマニア

- ・運転中： チェルナボーク1,2号機 (CANDU6、1996年、2007年、運転開始)
- ・計画中： チェルナボーク3,4号機 (CANDU6、着工後、建設一時中断、2019年、2020年、運転開始予定)
- ・2014年9月、中国CGN、チェルナボーク原発3,4号機計画への投資に関心表明、入札参加。

## スロバキア

- ・4基が運転中、2基が建設中。
- ・原子力発電は全電力の約半分を供給。  
将来もこのシェアを維持の方針
- ・新ボフニチェ原発計画には、6メーカーが関心表明(AP1000、Atmea1000、APWR1700、MIR200、APR1400,EPR1600)。

## スロベニア

- ・クルスコ原発(WH製PWR、727MW)  
1983年運転開始クロアチアと共同所有
- ・クルスコ原発2号機計画



クルスコ原発

## スロバキアの原発

運転中		MWe	発電開始	想定寿命
ボフニチェV2-1	V-213	505	1984年	2025年
ボフニチェV2-2	V-213	505	1985年	2025年
モホフチェ1	V-213	470	1998年	
モホフチェ2	V-213	470	1999年	
計画/提案中		MWe	着工	発電開始
モホフチェ3	V-213	471	2009年	2016年末
モホフチェ4	V-213	471	2009年	2017年末
新ボフニチェ	?	1200-1750	2021年?	2025年?
ケセロフチェ	?	1200	—	2025年以降
閉鎖炉		MWe	運転開始	閉鎖
ボフニチェA-1	HWGCR	144	1972年	2006年(EU加盟条件)
ボフニチェV1-1	V-230	440	1979年	2008年(EU加盟条件)
ボフニチェV1-2	V-230	440	1980年	1979年(事故で)



# ロシアの多彩な原子力開発



- ①在来型炉（VVER, RBMK, EGP）
- ②原子力砕氷船開発（北極海航路に注力）
- ③浮揚型原子力発電所（僻地向けに熱電併給）
- ④高速炉開発を強力に推進

- ・原子力開発初期より高速炉開発に邁進
- ・高速炉開発予測： 2030年 1400万kW  
2050年 3400万kW



## ロシアの高速炉開発

冷却材	名称	電気出力	運転年	場所、特徴など
Na	BOR-60	1.2万kW	1969	ディミトロフグラード 現カザフスタン・アクタウ、 1999年閉鎖、海水淡水化も実施 ペロヤルスク、近年の稼働率約80% 建設中、ペロヤルスク 設計開発中
	BN-350	15万kW	1973	
	BN-600	60万kW	1980	
	BN-800	80万kW	(2015予定)	
	BN-1200	120万kW	(2020予定)	
Pb	BREST-300	30万kW	(2020予定)	トムスク
Pb-Bi	SVBR-100	10万kW	(2017頃予定)	ディミトロフグラード 多目的炉、(2019年迄の建設期待)
	MBIR	15万kW		



ペロヤルスク原発3号機(高速炉BN600)、近くで4号機(BN800)建設中

# ロシアの原子力国際展開



## 1. ロシア（ソ連）の原子力開発の特徴

- ・幅広い基礎研究・開発研究
- ・クローズド燃料サイクル、高速増殖炉開発
- ・原子力発電拡大、国際展開（輸出拡大）
- ・エネルギー資源戦略の3本柱（石油、ガス、原子力）

## 2. 国営原子力企業ロスアトムの特徴

- ・原子力全体を統括（燃料サイクル、廃棄物、メーカー、発電、R&Dなど）
- ・原子力輸出は、政府首脳外交の一つ。政府支援背景に融資提供。
- ・2030年目標（収入：5倍増、原発設備容量：2.5倍増、海外原発建設：30基）



ロシアの遠心分離濃縮工場  
（濃縮能力は世界のほぼ半分を占める）

## 3. 最近の輸出事例

- (0)ソ連時代は、世界の共産圏（主に東欧諸国）に原発を輸出
- (1)イラン・ブシェール1（運転中）、中国・田湾1,2（運転中）、インド・クダンクラム1,2（近く運転予定）
- (2)建設中・建設契約など：ウクライナ・フメルニツキ3,4（露以外の可能性）ベラルーシ・オストロベツ1,2、インド・クダンクラム3,4、中国・田湾3,4、バングラデシュ・ルプール1,2、フィンランド・ハンヒキビ1、アルメニア、ベトナム・ニントウアン I-1,2、ハンガリー・パクシュ5,6、
- (3)BOO（建設・所有・運転）：トルコ・アックユ1～4、ヨルダン・アルアムラ1,2

## 4. 輸出・国際活動の専門機関、他

- ・輸出・国際活動の専門部隊（ASE、TENEX、Rosatom Overseas）
- ・国際人材育成：中央先進訓練研究所（CICET）、長期研修生受入れ
- ・（その他特徴）ファイナンスにも強み、トップセールス、軍事とのセットも。



ロシアが中国に建設した田湾原発1,2号機  
（現在は3,4号機も建設中）



# リトアニアの原子力開発



## ●ソ連時代に原発建設・運転→ EU加盟で閉鎖

- ・イグナリナ1,2号機(各150万kW・RBMK)、1983年、87年運開
- ・1990年、ソ連から独立後も運転。
- ・当時、原子力発電量シェアは約8割で世界1。原子力発電電力は一部輸出。
- ・2004年5月EU加盟。加盟条件として2004年末1号機閉鎖、2009年末2号機閉鎖。

## ●新規原発（ビサギナス）建設・運転へ戦略的投資家を国際募集（2009年12月）

- ＜基本的考え方＞
- ・ロシアへのエネルギー依存からの独立(ガスの90%、電力の60%を依存)
  - ・バルト3国は西欧志向、ロシアからの独立志向高い。

## ●戦略的投資家として日立と交渉中

- ・2011年7月14日、戦略的投資家として日立を選択。
- ・2012年3月30日、エネルギー省、日立と原発建設の事業権付与契約に正式合意。
- ・2012年10月14日、原発建設国民投票で建設反対63%。  
(法的拘束力ないが影響大)
- ・2012年10月14日、総選挙で政権与党敗北。  
野党社会民主党中心の新政権発足。  
原発建設見直し→日立と再交渉
- ・2014年7月30日、リトアニア政府と日立、ビサギナス原発の  
事業会社の年内設立に向けた協議開始で合意。  
(リトアニア4割、日立2割出資見通し)



イグナリナ原発(1,2号機とも閉鎖)  
隣接してビサギナス原発を建設予定...



# ウクライナの原子力開発



現状	発電所名	営業運転
運転中	フメルニツキ1	1988.08.13
	フメルニツキ2	2005.09.07
	ロブノ1	1981.09.21
	ロブノ2	1982.07.30
	ロブノ3	1987.05.16
	ロブノ4	2006.01.21
	南ウクライナ1	1982.12.22
	南ウクライナ2	1985.01.06
	南ウクライナ3	1989.09.20
	ザポロジエ1	1985.12.25
	ザポロジエ2	1986.02.15
	ザポロジエ3	1986.12.04
	ザポロジエ4	1987.12.15
	ザポロジエ5	1989.10.27
ザポロジエ6	1996.09.16	
建設中	フメルニツキ3	---
	フメルニツキ4	---

- 1986年4月26日、チェルノブイリ4号機事故。
- 1991年8月24日、ウクライナ独立
- G7, EU等からのRBMK炉（チェル原発）閉鎖  
圧力受け、財政支援条件に閉鎖。
- しかし、**原発開発は継続。**  
**チェル事故後、9基、計900万kWが運転開始。**
- 2006年3月、「2030年迄のエネルギー戦略」  
閣議承認。**原発シェア50%維持目標。**
- 現在：**運転中原発15基、計約1300万kW**  
**（世界8位の原発国）**

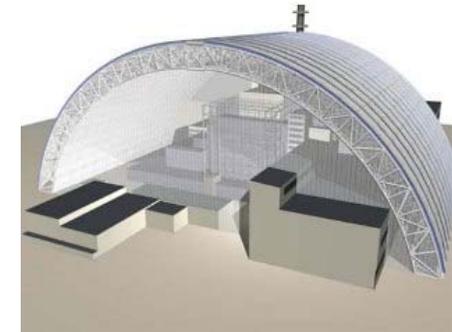
## チェルノブイリ原子力発電所(RBMK)

	営業運転	閉鎖
1号機	1978.05.27	1996.11.30(事故後も運転継続)
2号機	1979.05.28	1991.10.11(事故後も運転継続)
3号機	1982.06.08	2000.12.15(事故後も運転継続)
4号機	1984.03.26	1986.04.26(事故発生)

# ウクライナの原子力開発



- ・2011年6月、EUのストレステストに自主参加(同12月、安全性向上計画承認)。
- ・2012年3月、来日のリビン国会議長「今後も原発推進」、「疫病を克服したように原発の安全問題も解決可能」。
- ・2012年4月、アザロフ首相「原発を放棄した国もあるがウクライナはできない」。
- ・2012年4月、チェルノブイリ原発4号機の新シェルターの起工式。
- ・2012年10月、ロシアとの協力で燃料成型加工工場の建設工事の開始式典。



新シェルターの完成予想

## ウクライナ危機(2014年初頭)→脱ロシア化の加速

- ・2月23日、ヤヌコビッチ政権崩壊。
- ・2月27日、ヤツェニユク首相の連立政府発足。
- ・3月18日、ロシア、クリミアをロシアに編入。
- ・4月11日、米WH、エネルゴアトムへの燃料供給契約(2008年締結)を2020年迄、5年間延長すると発表。
- ・8月26日、中央使用済み燃料貯蔵施設(CSFSF)の建設開始式典。米ホルテック・インターナショナルが受注。ザポロジエ以外の全原発のSF貯蔵。
- ・9月3日、ヤツェニユク首相、フメルニツキ原発3,4号機建設計画について露以外のメーカーに発注方針表明。



チェルノブイリの新シェルター起工式に出席したヤヌコビッチ大統領(2012年4月26日)





# ベラルーシの原子力開発



## ●福島前

- 1986年、チェルノブイリ事故による大規模放射能汚染。
- 1991年、ベラルーシ共和国として独立。
- 2008年、（原発建設の国際入札で露、仏、米、中から提案）
- 2008年、オストロベツを建設サイトに選定。
- 2009年、建設に向けロシアと二国間原子力協定締結。



原発建設サイトで記念カプセルの埋設式典。  
ルカシェンコ大統領が出席(2012年8月9日)

## ●福島後

- 2011年3月  
原発2基建設でロシアと合意。
- 2013年11月  
オストロベツ原発1号機、着工。  
2018年発電開始予定。

オストロベツ原発1号機原子炉建屋の基礎  
コンクリート初打設。(2013年11月6日)





# 南アフリカの原子力開発



- ・1984-85年、クバーグ原発1,2号機が運転開始(仏フラマトム製)  
⇒アフリカ唯一の原発保有国、南アの全電力の約5%を供給
- ・1990年、アパルトヘイト(人種差別)政策の廃止
- ・1993年、NPT加盟前に核兵器の自主的廃棄を公表  
(1970年代、80年代に秘密裏に核兵器6発を製造配備)
- ・国営電力エスコム(南アの約95%、全アフリカの約45%供給)



## 将来の原発計画

- ・2010年10月、電力統合資源計画(IRP:2010-30年)案発表
- ・2011年3月、閣議決定  
原子力については6基超、合計960万kWの検討開始  
**仏、米、露、日、韓、中の企業が原発建設に関心表明**



クバーグ原発

## PBMR導入計画(中止)

- ・ペブルベッド・モジュール型高温ガス(PBMR):  
ベースは独の高温ガス炉技術
- ・南ア政府、エスコム、南ア産業開発公社、WH等  
が開発に参画。
- ・2010年9月、南ア政府、資金確保難等の理由で  
計画中止を発表。
- ・日本の三菱重工(タービン)、原子燃料工業(燃料  
製造)も関与。

南アフリカの原子力発電所(運転中、提案中)

	名称	炉型	出力	初発電	閉鎖予定
運転中	クバーグ1	PWR	930MWe	1984年4月	2024年
	クバーグ2	PWR	930Mwe	1985年7月	2025年
提案中	Thyspunt	6基超、PWR、計960万kWe、初発電2023 -30年			

(注) 運転中炉はネット出力、提案中炉はグロス出力。

