



世界原子力協会 「世界の原子力発電所実績レポート2016」

WNA “World Nuclear Performance Report 2016”

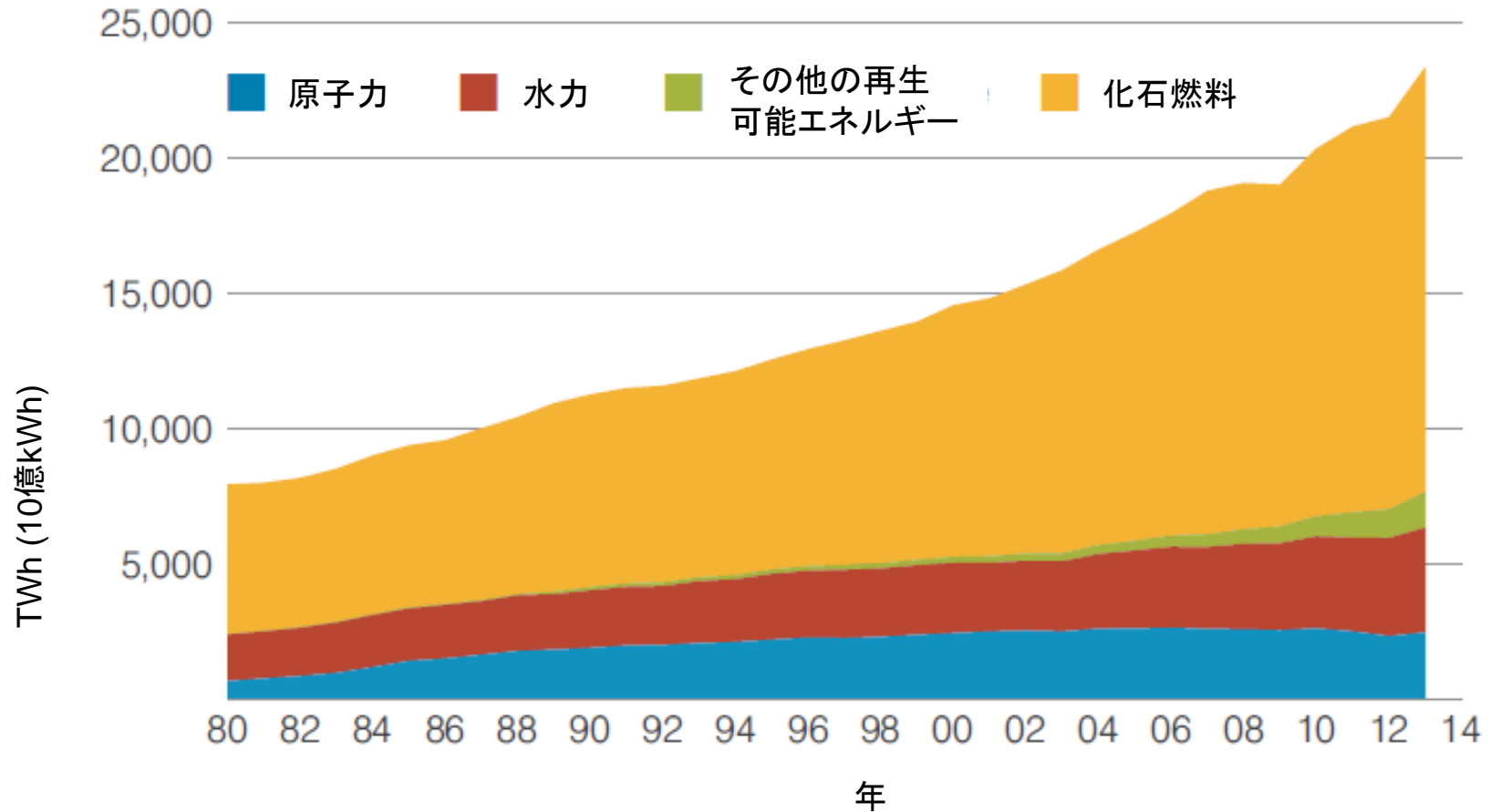
図表紹介(仮訳) 2016年7月

日本原子力産業協会 国際部

図表一覧

- 図1. 世界の電源別発電電力量の推移
- 図2. IEA「2度シナリオ」の発電電力量見通し
- 図3. 原子力発電所の新規送電開始予測(WNA)－2050年迄に新規10億kWの建設目標達成(2度シナリオ)
- 図4. 世界の原子力発電電力量の推移(地域別)
- 図5. 世界の全電力供給に占める原子力シェア
- 図6. 原子炉の運転年数(年齢)別設備利用率(2006～15年のメジアン(中央)値)
- 図7. 世界の原子力発電所の平均設備利用率の推移
- 図8. 世界の原子炉の設備利用率分類
- 図9. 原子炉型別の設備利用率
- 表1. 世界の地域別の運転中原子炉数(2015年12月末現在)
世界の原子力発電所(発電電力量、建設中)
- 表2. 最近の原子炉出力向上例
- 表3. 世界の地域別の建設中原子炉数(2015年12月末現在)
- 表4. 最近の原子力発電所の建設開始例
- 表5. 最近の原子力発電所の新規送電開始例
- 図10. 原子力発電所の建設期間
- 図11. 原子炉のメジアン建設期間(1981年以降)
- 図12. 2015年に送電開始した新規原子炉の建設期間
- 図13. 原子力発電設備容量、新規着工(送電開始)・閉鎖の推移
- 表6. 2015年の原子力発電設備容量の増加
- 表7. 原子炉の閉鎖(2015年)

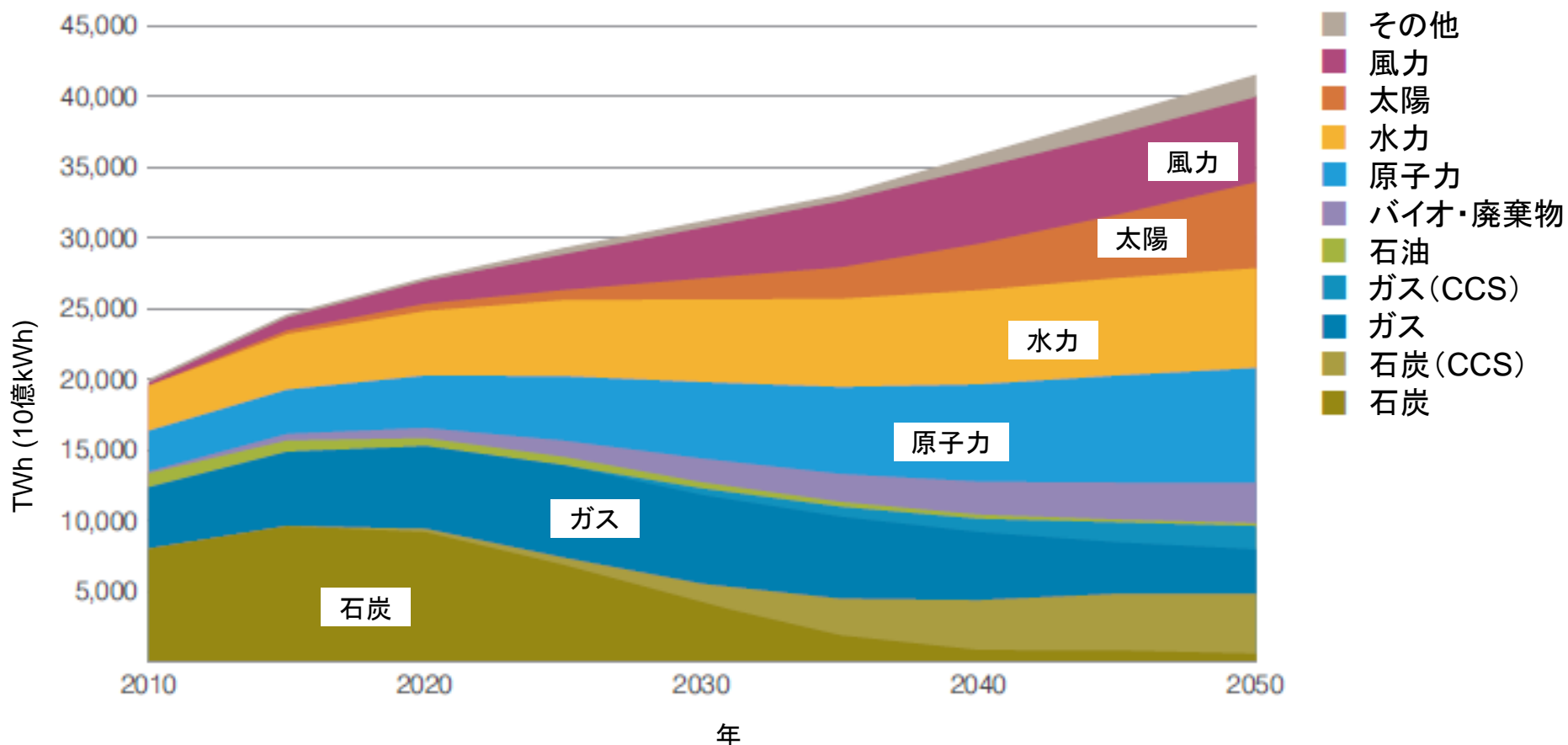
図1. 世界の電源別発電電力量の推移



出所：国際エネルギー機関(IEA)「世界エネルギー見通し2014」(WEO2014)

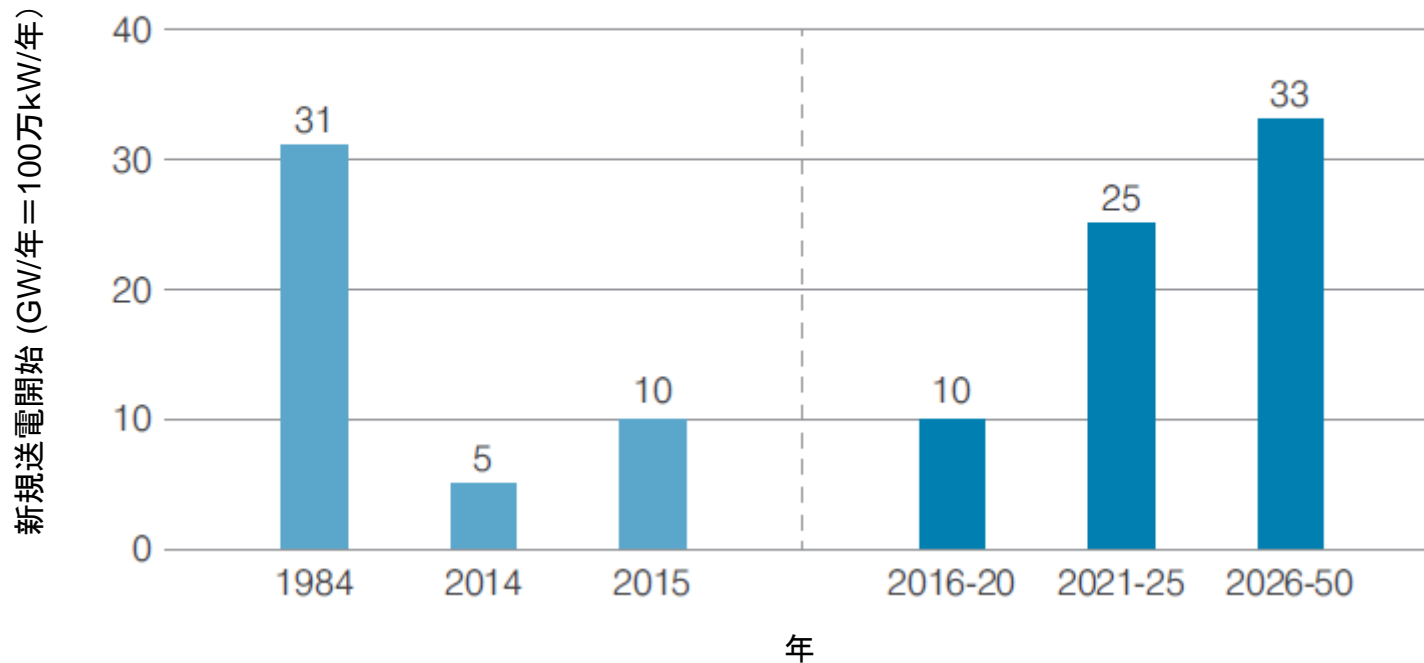
人口の増加、経済発展、生活水準の向上などにより、電力需要は増加し続けている。開発途上国では現在約13億人の人々が電気のない生活を送っている。

図2. IEA「2度シナリオ」の発電電力量見通し



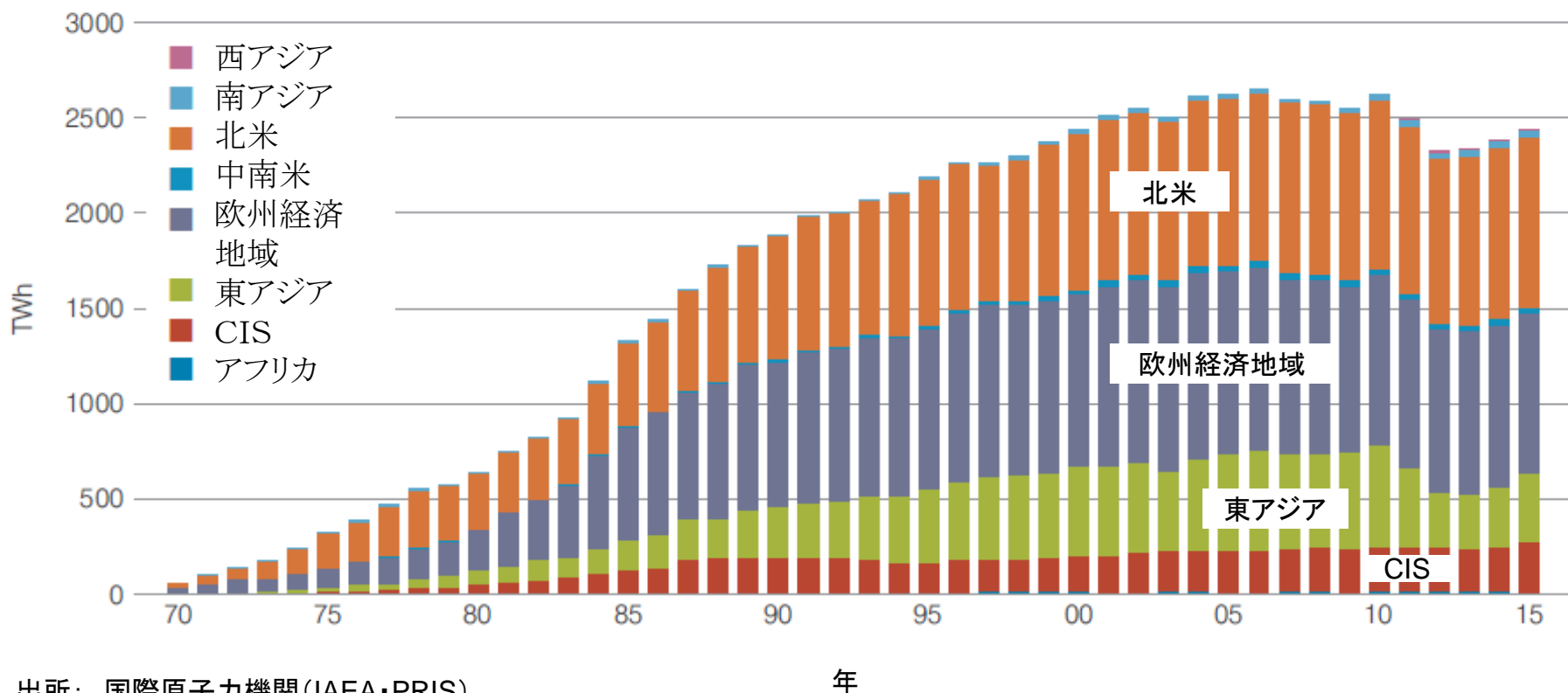
今世紀末までの世界の温度上昇を2度未満に抑えるためには、再生可能エネルギー（風力、太陽、水力など）やCCS（炭素回収貯留）だけでなく、低炭素電源としての原子力も重要な役割を果たす（2050年には全電力の約17%供給）。WNAは、2050年の原子力の供給シェアについて、もっと高い目標（25%）を掲げており、運転終了分を考慮して、10億kWの新規建設が必要と推定している。

図3. 原子力発電所の新規送電開始予測(WNA)
—2050年迄に新規10億kWの建設目標達成(2度シナリオ)—



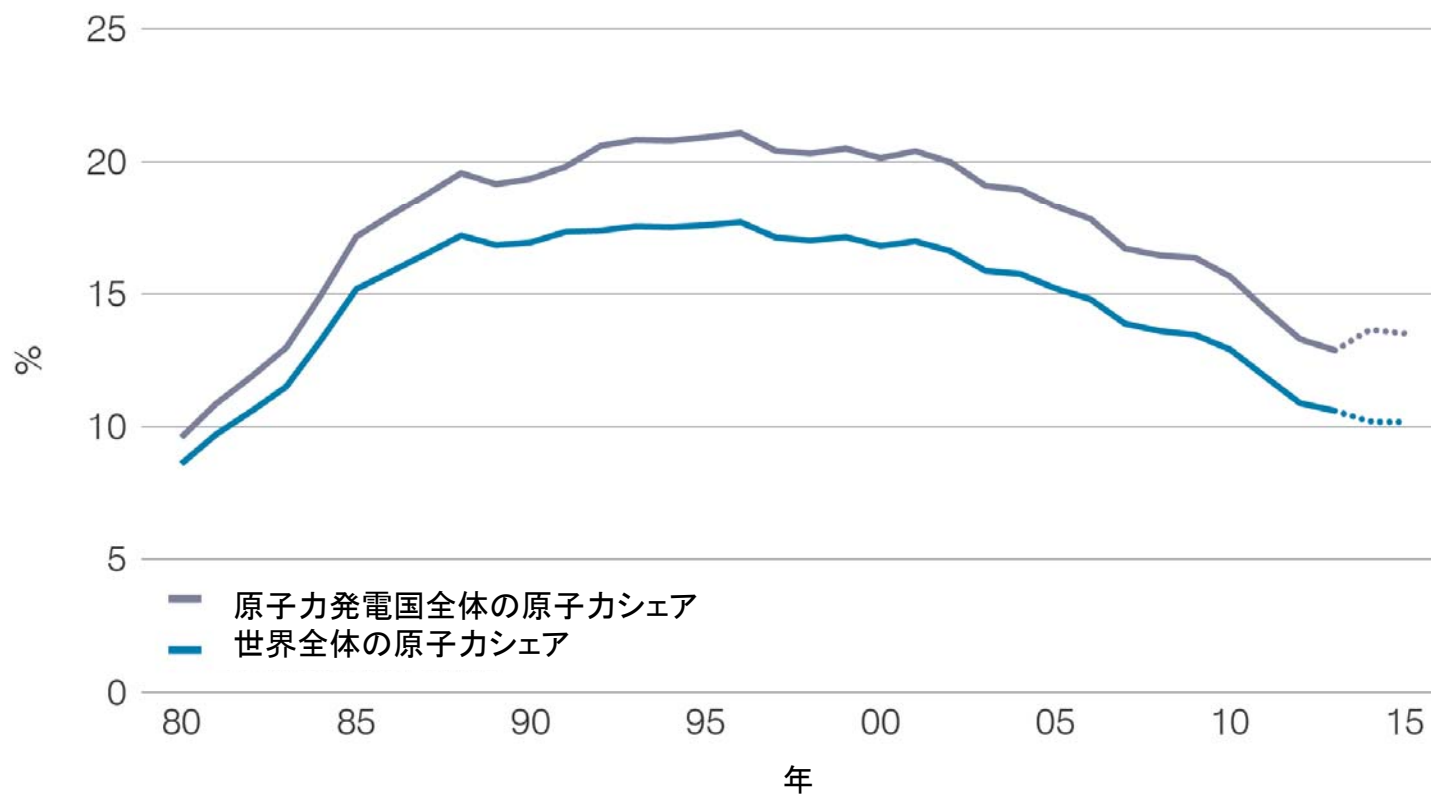
「2度シナリオ」を達成するためには、原子力発電所の新規送電開始量として、2016～20年には1000万kW/年、2021～25年には2500万kW/年、2026～50年には3300万kW/年が必要である。過去(1984年)には年間3100万kWが新規送電開始したことがあり、これらの目標は必ずしも不可能(又は野心的)というわけではない。

図4. 世界の原子力発電電力量の推移(地域別)



世界の原子力発電電力量は増加し続けてきたが、今世紀に入ると増加は緩やかになった。2011年には、日本の福島事故やドイツの原子力の段階的廃止により、減少したが、その後は増加しつつある。

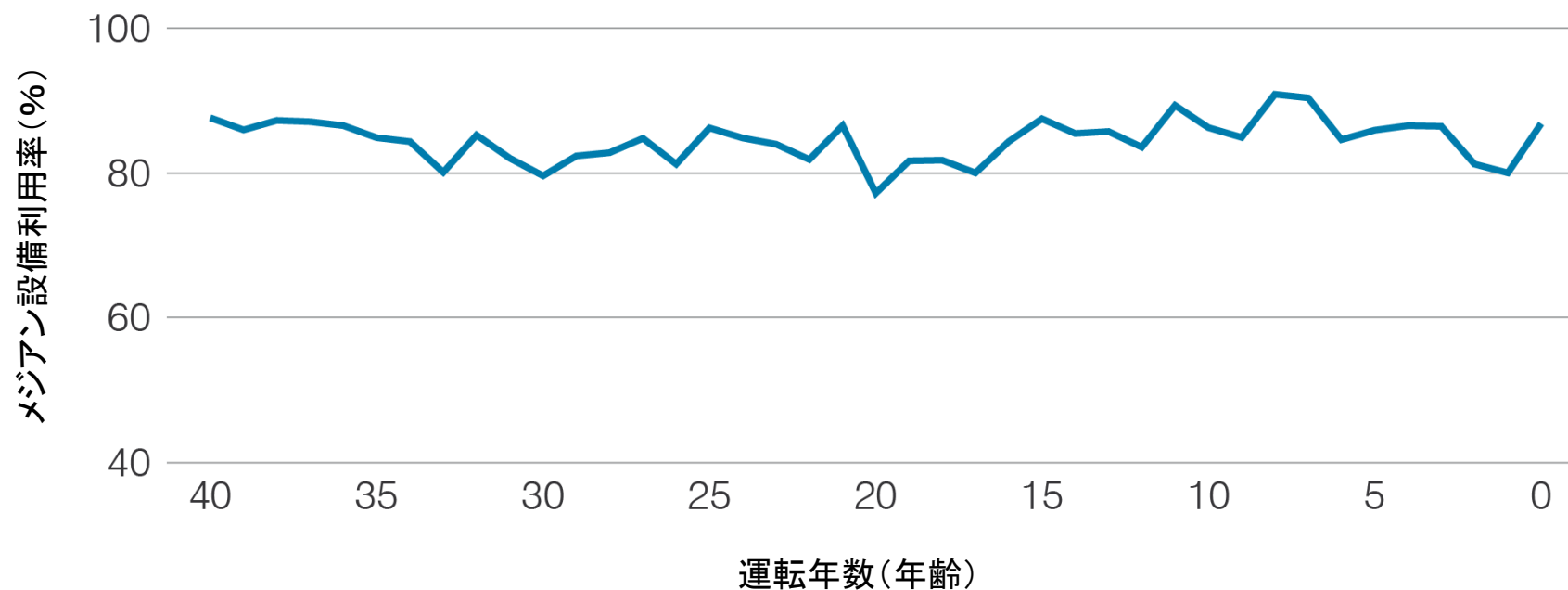
図5. 世界の全電力供給に占める原子力シェア



出所：IEA「世界エネルギー見通し2014」、IAEA・PRIS、世界原子力協会(WNA)(2014-15年データ)

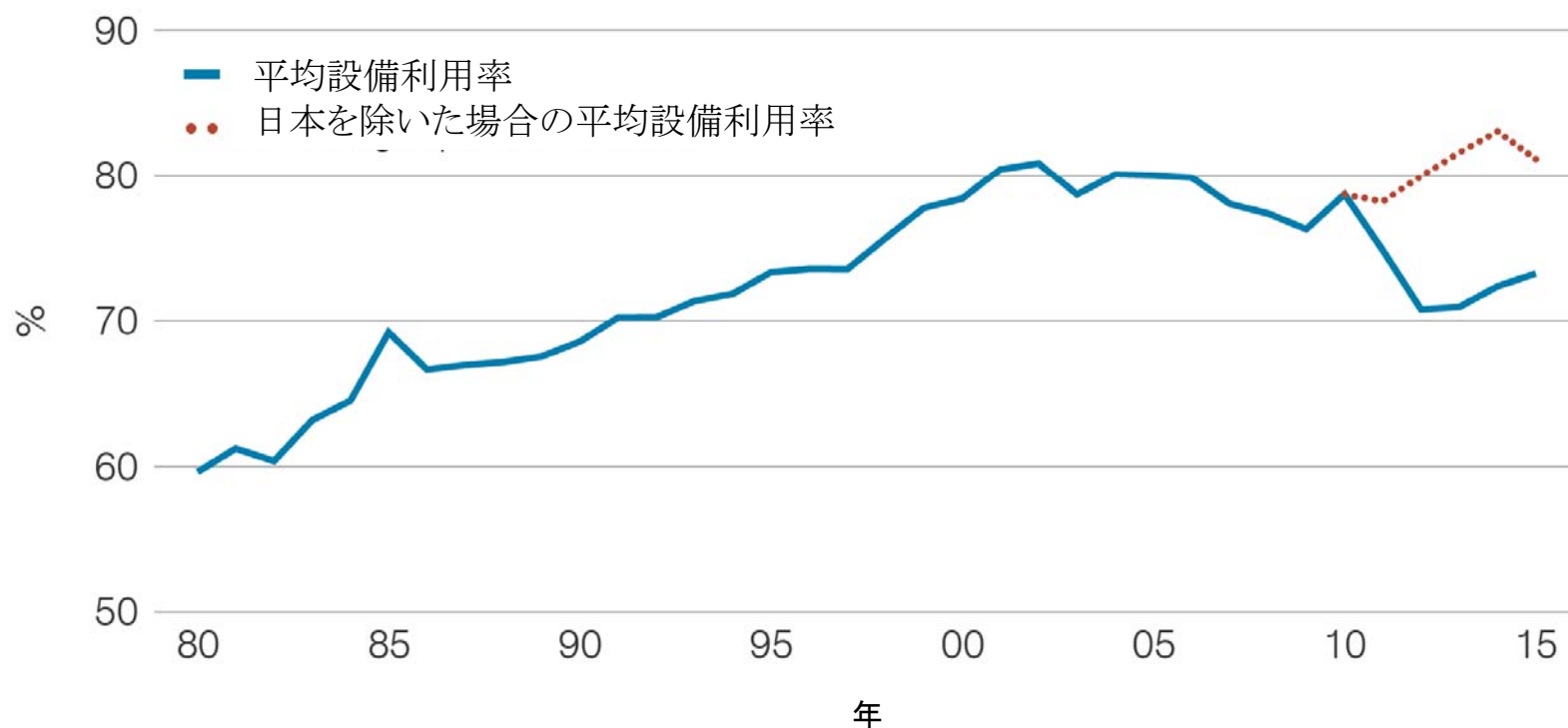
世界で現在運転中の原子力発電所を持っているのは31カ国・地域で、世界人口の62%を占めている。原子力シェアの減少は主に、ガス火力の増加による。

図6. 原子炉の運転年数(年齢)別設備利用率
(2006~15年のメジアン(中央)値)



原子炉の運転実績(設備利用率)は、運転年数(年齢)とほとんど関係がない。
古いプラントも、若いプラントも、平均年数のプラントも、同じような運転実績を示している。

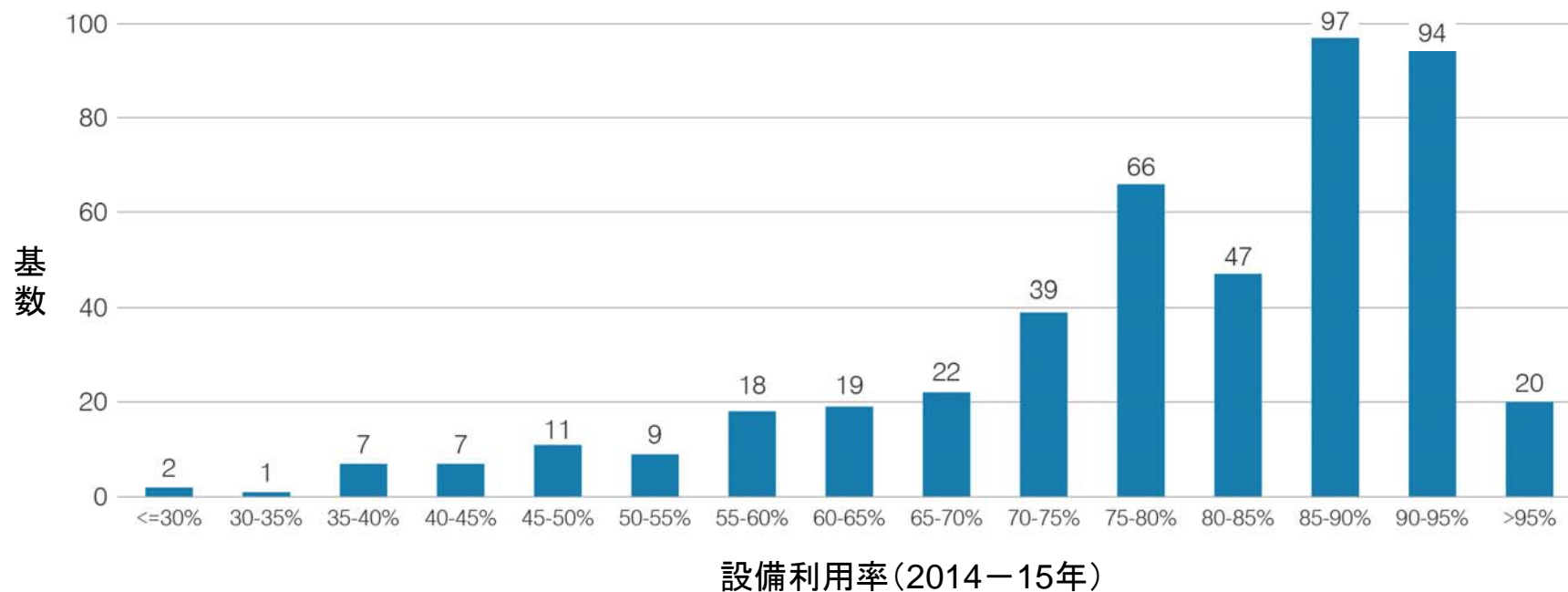
図7. 世界の原子力発電所の平均設備利用率の推移



出所：国際原子力機関(IAEA・PRIS)

世界の原子力発電所の平均設備利用率は、1980年から2000年の20年間に約20%向上した。2000年以降は80%程度で推移していたが、福島第一事故（による日本の原子力発電所の停止）により低下した。福島事故後の日本を除外すれば、世界の平均設備利用率はかなり良くなっている。

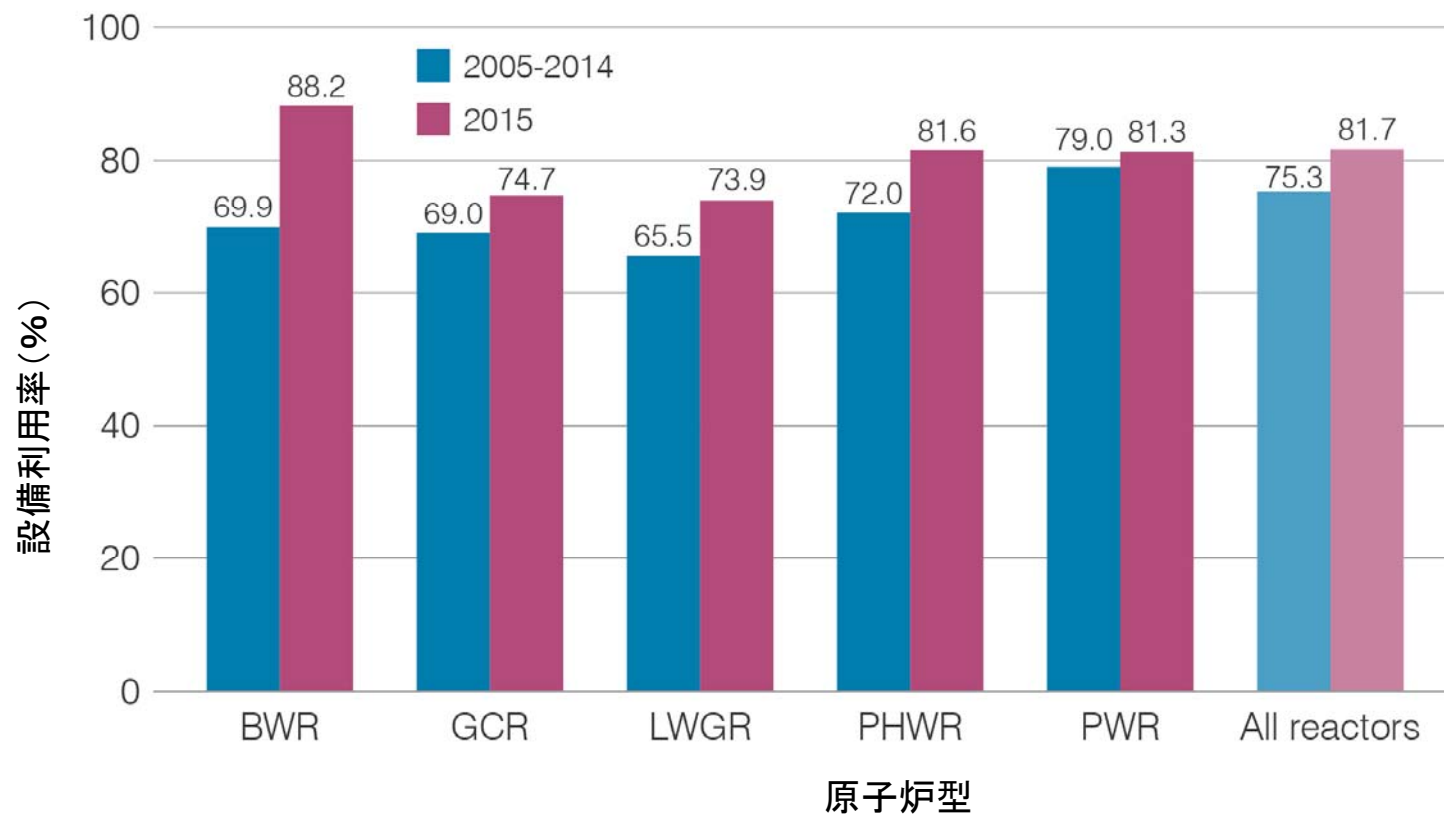
図8. 世界の原子炉の設備利用率分類



(出所) IAEA・PRIS

世界の原子炉の運転実績（設備利用率）の分布を示す。世界全体から見ると、80%程度以下の原子炉群については、運転実績を改善する余地があることが分かる。

図9. 原子炉型別の設備利用率



(出所) IAEA・PRIS

原子炉型別に、2015年の設備利用率とそれ以前の10年間の平均設備利用率を比較している。いずれの原子炉型でも、設備利用率が向上していることが分かる。原子炉の運転サイクルが長期化（例えば18ヶ月サイクル運転など）していることから、今後は、1年単位の運転実績の比較は好ましくないかもしれない。

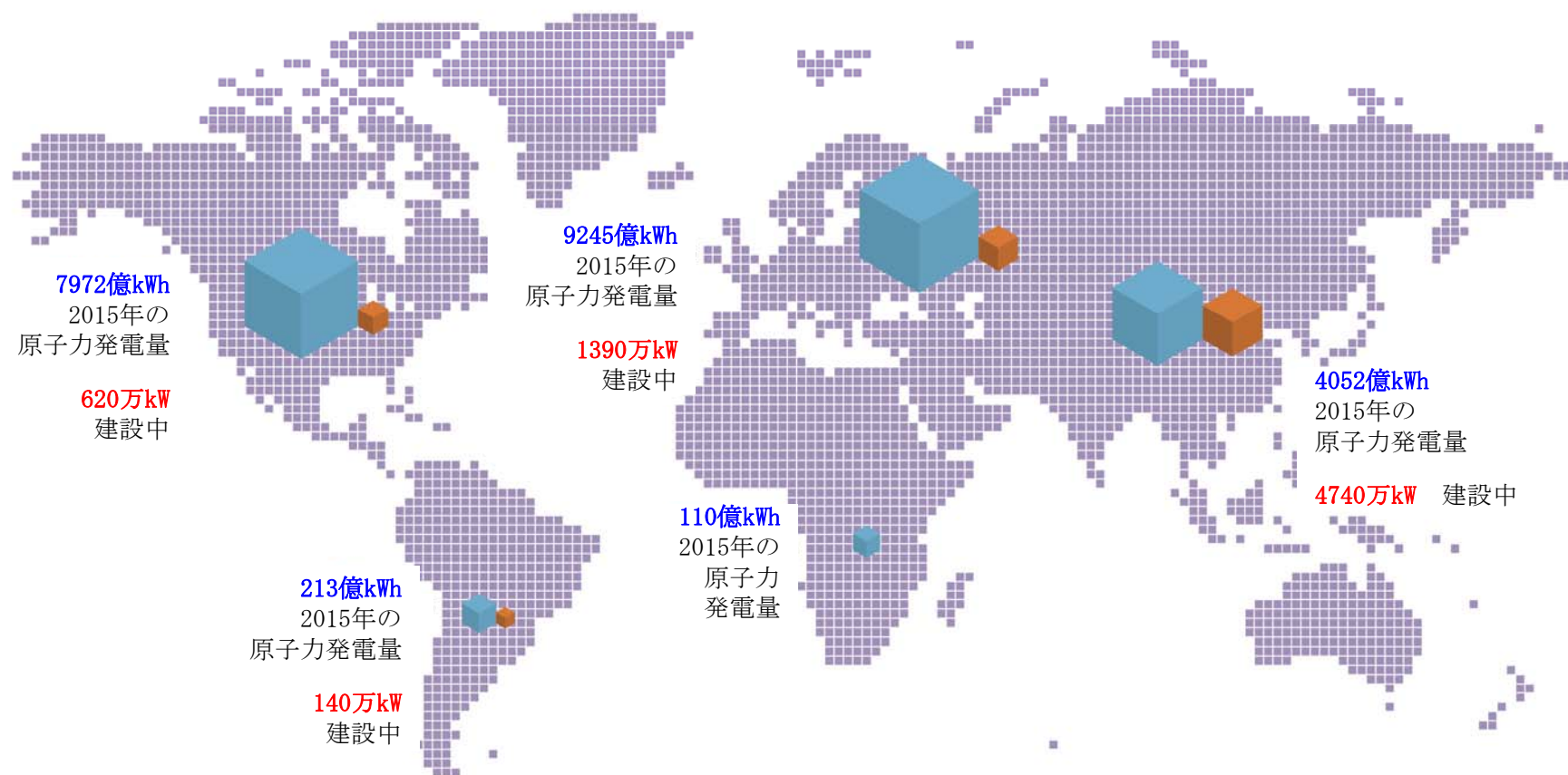
表1. 世界の地域別の運転中原子炉数(2015年12月末現在)

炉型	アフリカ	CIS	欧州経済 地域	北米	中南米	東 アジア	南 アジア	西 アジア	合計	%
BWR	—	—	14	34	2	26	2	—	78	17.6
FNR	—	2	—	—	—	1	—	—	3	0.7
GCR	—	—	14	—	—	—	—	—	14	3.2
HTGR	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
LWGR	—	15	—	—	—	—	—	—	15	3.4
PHWR	—	—	2	19	3	6	19	—	49	11.1
PWR	2	33	104	65	3	72	3	1	283	64.0
合計	2	50	134	118	8	105	24	1	442	100.0
%	0.5	11.3	30.3	26.7	1.8	23.8	5.4	0.2	100.0	

出所： 国際原子力機関(IAEA・PRIS)、 世界原子力協会(WNA)データベース

運転中の原子炉数の割合が多いのは、欧州(欧州経済地域+CIS) 42%、北米 27%、東アジア 24%である。炉型別の割合では、PWR 64%、BWR 18%となっている。

世界の原子力発電所(発電電力量、建設中)



2015年の原子力産業の実績

<p>81.7%</p> <p>世界の平均設備利用率(日本除く)</p>	<p>2兆4410億kWh</p> <p>発電電力量</p>	<p>10基</p> <p>送電開始</p>	<p>987.5万kWe</p> <p>発電設備容量の純増分</p>	<p>73カ月</p> <p>2015年送電開始原発の平均建設期間</p>
---	---------------------------------------	-------------------------------	---	--

表2. 最近の原子炉出力向上例

国	原子炉	以前の設備容量(万kWe)	出力向上(万kWe)	出力向上実施年	炉型
メキシコ	ラグナベルデ1	76.5	13.4	2013	BWR
	ラグナベルデ2	76.5	13.4	2013	BWR
スウェーデン	フォースマルク2	99.6	12.0	2013	BWR
	リングハルス4	94.0	17.5	2015	PWR
米国	フェルミ2	103.7	2.0	2014	BWR
	モンティセロ	57.8	7.1	2013	BWR
	モンティセロ	64.9	7.1	2015	BWR
	ピーチボトム	112.5	13.0	2015	BWR
	ターキーポイント4	69.3	12.4	2013	PWR

(出所) 世界原子力協会 (WNA)

原子炉の出力向上は、一部機器の交換や設備の改造などにより、原子炉の定格出力を増加させるもので、既存原子炉の有効活用として、かなり以前から実施されている。
 既存炉の有効活用としては、さらに原子炉の運転期間の延長が行われている。
 出力向上も運転期間延長も、規制当局による許認可を受けて実施されている。

表3. 世界の地域別の建設中原子炉数(2015年12月現在)

炉型	アフリカ	CIS	欧州経済域	北米	中南米	東アジア	南アジア	西アジア	合計	%
BWR	—	—	—	—	—	4	—	—	4	6
FNR	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1
GCR	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
HTGR	—	—	—	—	—	1	—	—	1	1
LWGR	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PHWR	—	—	—	—	—	—	4	—	4	6
PWR	—	10	6	5	2	26	3	4	56	85
合計	—	10	6	5	2	31	8	4	66	100
%	—	15	9	8	3	47	12	6	100	

出所：国際原子力機関(IAEA・PRIS)、世界原子力協会(WNA)データベース

2015年末現在、建設中の原子炉の約半分は東アジアであり、中国が大半を占めている。ロシア、ベラルーシ、米国、インド、UAEなどで建設中である。

FNR(高速炉)は、ロシアで運転中、インドで建設中、日本では長期停止中である。

HTGR(高温ガス炉)は、中国で建設中である。

表4. 最近の原子力発電所の建設開始例

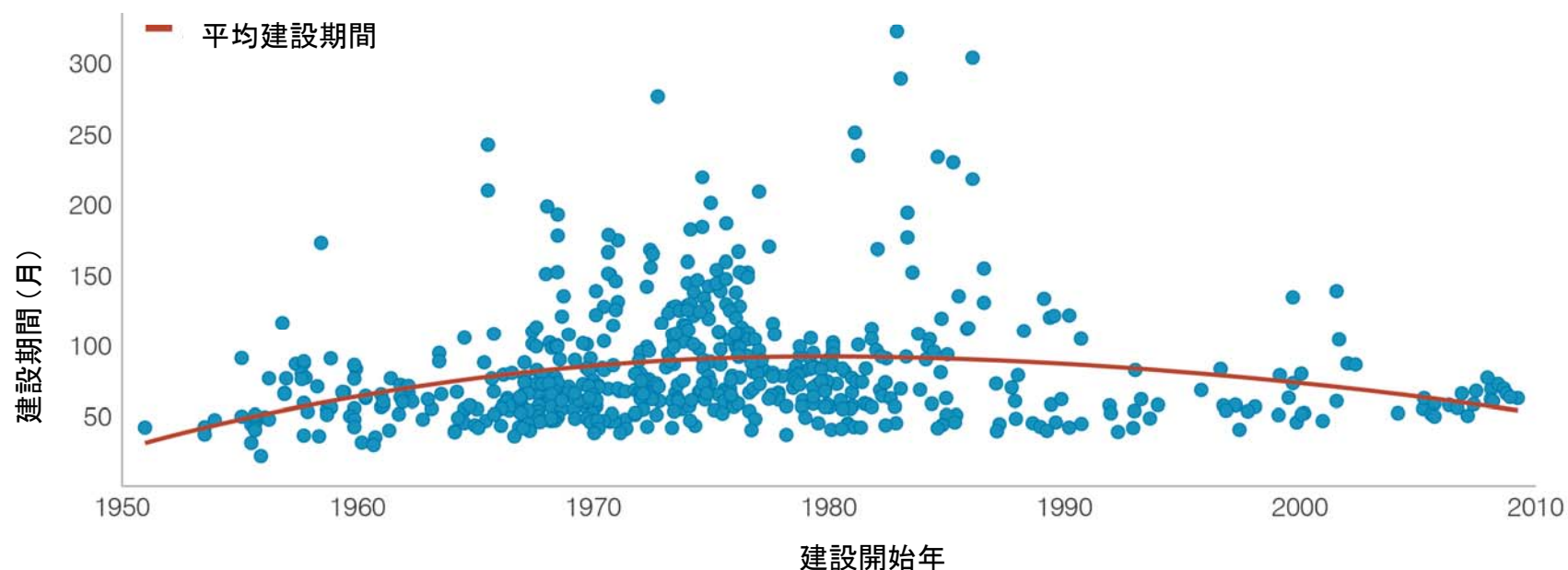
国	名前	炉型	設備容量	建設開始年月	送電開始予定
中国	福清5	PWR	115万kW	2015年5月	2019年12月
	福清6	PWR	115万kW	2015年12月	2020年12月
	紅沿河5	PWR	108万kW	2015年3月	2019年11月
	紅沿河6	PWR	108万kW	2015年7月	2020年8月
UAE	バラカ4	PWR	140万kW	2015年7月	2020年6月

表5. 最近の原子力発電所の新規送電開始例

国	名前	炉型	設備容量	建設開始年月	送電開始年月
中国	方家山2	PWR	102.0万kW	2009年7月	2015年1月
	福清2	PWR	102.0万kW	2009年6月	2015年8月
	紅沿河3	PWR	102.0万kW	2009年1月	2015年3月
	寧徳3	PWR	102.0万kW	2010年1月	2015年3月
	陽江2	PWR	102.0万kW	2009年6月	2015年3月
	陽江3	PWR	102.0万kW	2010年11月	2015年10月
	昌港1	PWR	61.0万kW	2010年4月	2015年11月
	防城港1	PWR	102.0万kW	2010年7月	2015年10月
韓国	新月城2	PWR	96.0万kW	2008年9月	2015年2月
ロシア	ベロヤルスク4	FBR	78.9万kW	2006年7月	2015年12月

(出所) 世界原子力協会 (WNA)

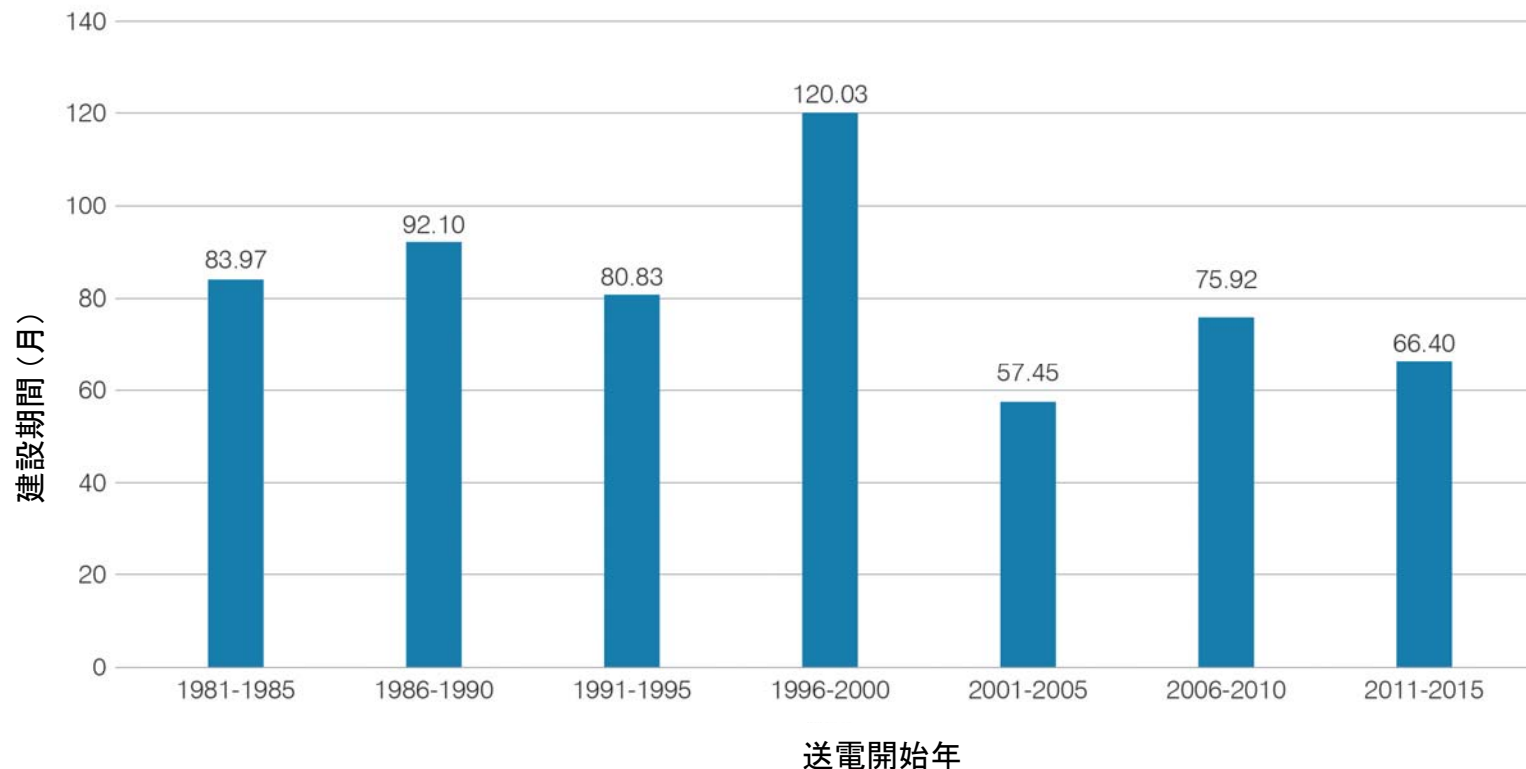
図10. 原子力発電所の建設期間



出所：IAEA・PRIS（政治的理由でプロジェクトが失速した期間は除外している）

原子力発電所の建設期間は、通常、原子炉基礎の初コンクリート打設から送電開始までの期間を指す。勿論、原子炉建設には、これ以前に計画策定、合意形成、許認可の期間が必要である。1980年代中頃までは、建設期間が長期化する傾向にあったが、近年は短縮化しつつある。過去60年間の約600基の平均建設期間は82.5ヶ月だった。政治的理由などにより、異常な長期遅延を被った約60基を除くと平均建設期間は71.8ヶ月になる。建設期間の短かった半数（300基）の平均は55ヶ月である。

図11. 原子炉のメジアン建設期間(1981年以降)

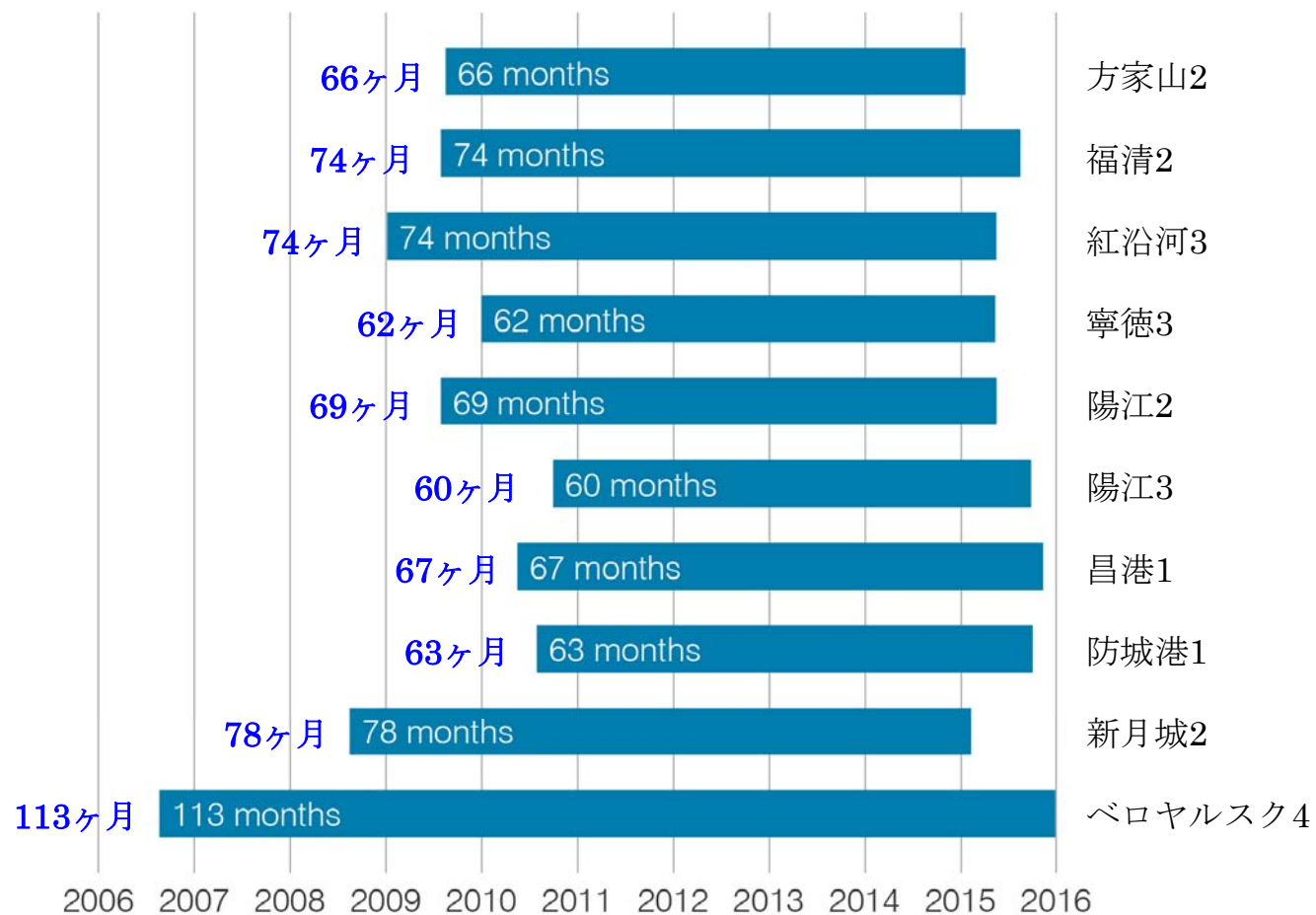


出所：IAEA・PRIS

原子炉の建設期間は、最近かなり短縮している。2011-15年に送電開始した原子炉の平均建設期間約66ヶ月は、1996-2000年に送電開始した原子炉に比べるほぼ半減している。

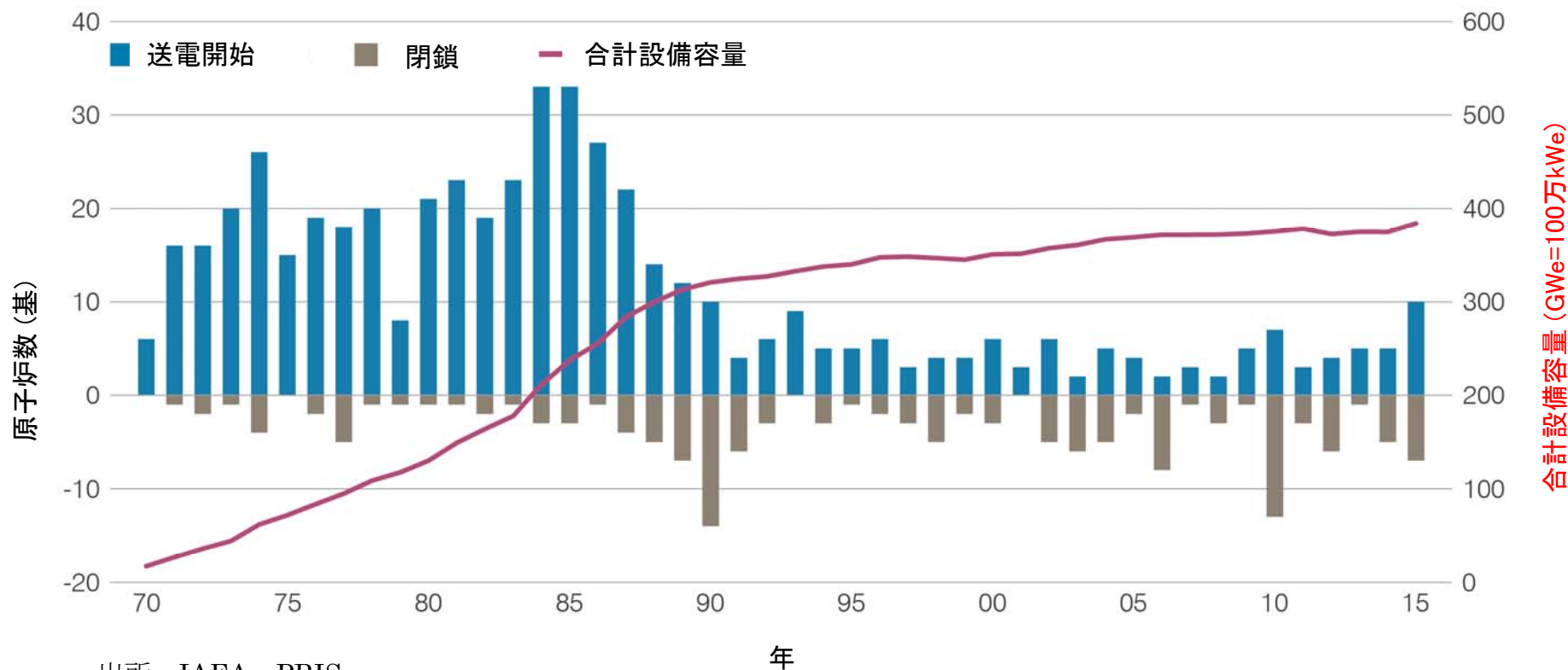
韓国がUAEで建設しているバラカ原発は、54ヶ月の当初スケジュールより早回りそうである。フィンランドとフランスにおける単機EPR発電所の建設は140~150ヶ月位かかりそうであるが、中国で建設中のEPRは80ヶ月で完成する見込みである。米国で建設中の4基のAP1000は若干遅延し、80ヶ月かかりそうであるが、中国で建設中のAP1000は60ヶ月程度で済みそうである。

図12. 2015年に送電開始した新規原子炉の建設期間



出所：IAEA・PRIS

図13. 原子力発電設備容量、新規着工(送電開始)・閉鎖の推移



出所：IAEA・PRIS

世界の原子力発電設備容量は、新規送電開始と閉鎖によって決まる。1970年代、80年代は、新規送電開始が多く、閉鎖が少ないために、原子力発電設備容量は堅調に増加したが、90年代は、新規送電開始が少なく、原子力発電設備容量の増加は緩やかになった。欧州や北米では2020年頃から閉鎖炉が増える傾向にあり、今後、新規着工(送電開始)が少なければ、原子力発電設備容量は減少するかもしれない。

表6. 2015年の原子力発電設備容量の増加

	国	原子炉	設備容量
新規建設	中国	方家山2	102.0万kW
		福清2	102.0万kW
		紅沿河3	102.0万kW
		寧徳3	102.0万kW
		陽江2	102.0万kW
		陽江3	102.0万kW
		昌港1	61.0万kW
		防城港1	102.0万kW
	韓国	新月城2	96.0万kW
	ロシア	ベロヤルスク4	78.9万kW
出力向上	スウェーデン	リングハルス4	17.5万kW
	米国	モンティセロ	7.1万kW
		ピーチボトム2	13.0万kW
合計			987.5万kW

表7. 原子炉の閉鎖(2015年)

国	原子炉	炉型	設備容量	発電電力量	閉鎖
ドイツ	グラーフエンラインフェルト	PWR	134.5万kWe	3330億kWh	2015年6月
日本	玄海1	PWR	52.9万kWe	1277億kWh	2015年3月
	美浜1	PWR	32.0万kWe	601億kWh	2015年3月
	美浜2	PWR	47.0万kWe	1016億kWh	2015年3月
	島根1	BWR	43.9万kWe	1019億kWh	2015年3月
	敦賀1	BWR	34.1万kWe	801億kWh	2015年3月
英国	ウィルファ1	GCR	49.0万kWe	1232億kWh	2015年12月
合計			393.4万kWe		

出所：世界原子力協会（WNA）

2015年に5基の原子炉が運転を終了した（閉鎖された）。

英国のウィルファ1号機は、通常の経済的・技術的な理由によって閉鎖された。ドイツのグラーフエンラインフェルトは政治的な理由で閉鎖された。

様々な型の原子力施設の廃止措置の経験が積み重ねられている。これまでに、発電炉約140基以外に、250基以上の研究炉、多数の燃料サイクル施設が、運転を終了した。

発電炉のうち、少なくとも15基が完全に解体撤去され、50基以上が解体作業中である。