

# 原子力発電の事業環境に係る長期展望

2016年5月17日

日本エネルギー経済研究所

戦略研究ユニット 原子力グループ マネージャー

村上 朋子

# エネルギーの中の原子力：ご報告内容

1. 原子力発電の事業環境
  - 適合性審査の経緯
  - 電力各社の発電コスト推移
2. 2030年のエネルギーミックス
  - 政策目標と2030年の電源構成
  - 必要な条件
3. 発電コストに係る課題
  - 国別電源別コスト比較に見る特徴
4. 競争環境下における原子力発電事業継続に向けた課題
  - 欧米主要国の経緯・取り組み
  - 投資最終判断の決め手
5. 世界の原子力発電開発動向
  - 原子力開発のドライバーは？

# 1. 原子力発電の事業環境

## (1) 新規制基準制定以降の適合性審査経緯

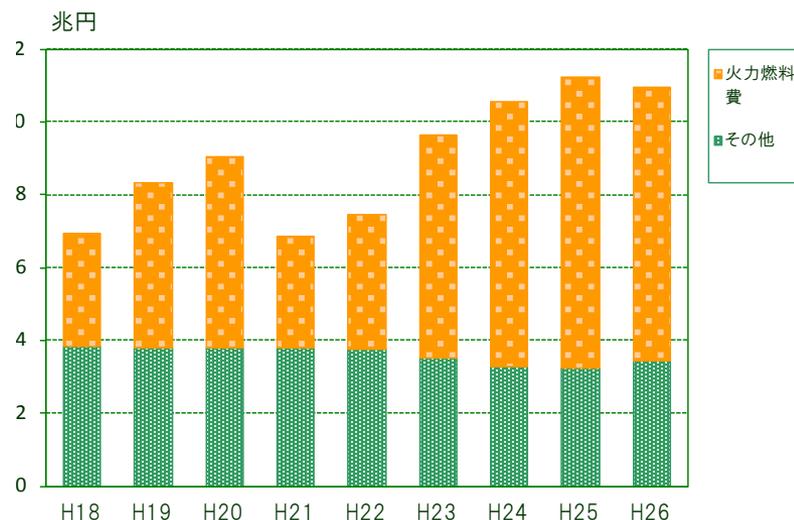
- 2013/7/16～2016/5/12 審査会合359回開催。再稼働は未だに2基
- 既設炉20基が適合性審査中、6基が廃炉決定
- 各電気事業者の今後の判断に要注目

	2014年	2015年	2016年
再稼働に向けた準備 適合性審査	<p>2013～2015年 適合性審査申請 25基 2013/7/16～ 新規制基準への適合性に係る審査会合 実施中</p>		
	<p>審査書了承 5基 2014/9/10 川内1/2号機 2015/2/12 高浜3/4号機 2015/7/15 伊方3号機</p>	<p>営業運転復帰 2基 2015/9/10 川内1号機 2015/11/17 川内2号機</p>	<p>適合性審査中20基 再稼働？</p> <p>既設炉17基 適合性審査申請？ 廃炉？</p>
関連動向	<p>事前協議了承 2014/11/7 鹿児島県及び薩摩川内市 2015/10/26 愛媛県及び伊方町 2015/12/3 高浜町</p>	<p>高浜3/4号機運転差止仮処分 2015/4/14@福井地裁、2016/3/9@大津地裁</p>	<p>Points</p> <p>地震・津波基準への適合性？ (敷地内断層の活動性？) 新基準対応設備工事進捗？ 立地自治体の了承と裁判？</p>
		<p>廃止措置決定 2015/3/16 敦賀1号機・美浜1/2号機 2015/3/17 玄海1号機・島根1号機 2016/3/25 伊方1号機</p>	

# 1. 原子力発電の事業環境

## (2) 年々増加する電気事業者の発電コスト

- 2014年度の発電単価（円/kWh）は2010年度の1.7倍に
- 原子力の代替電源（火力）発電費用増大の一方、発電していない原子力にも維持管理や安全対策等の費用が必要
- 各電気事業者の投資判断に今後とも要注目



電気事業者（\*）の平均発電単価推移

発電総費用の推移

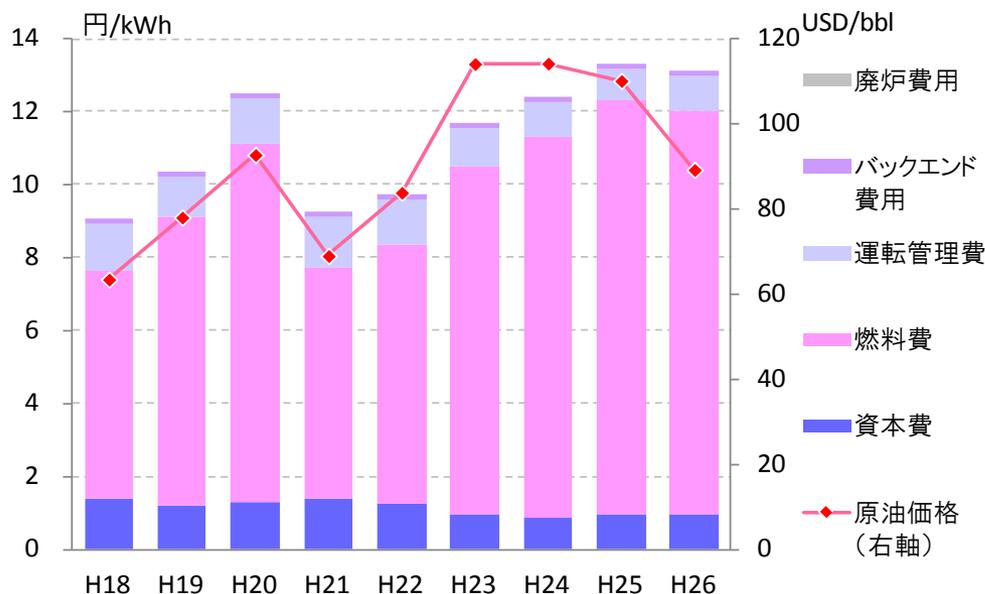
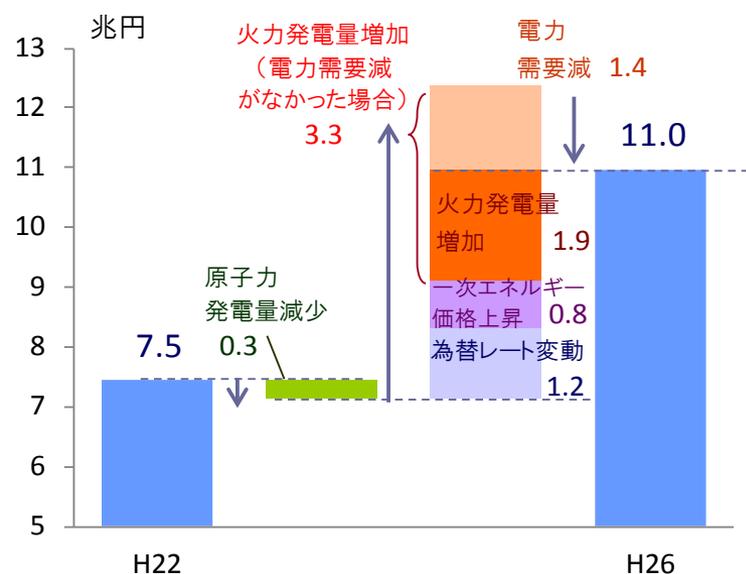
（\*）10電力及び電源開発・日本原子力発電

出所）各社の有価証券報告書より（一財）日本エネルギー経済研究所作成

# 1. 原子力発電の事業環境

## (3) 化石燃料価格変動の影響

- 要因分解：原油価格上昇分より火力発電量増加の寄与が大部分
- 原油価格が下落しても依然として膨大な燃料費



### 発電総費用増加の要因分解

出所) 各社の有価証券報告書より (一財) 日本エネルギー経済研究所作成

### 原油価格と平均発電コストの推移

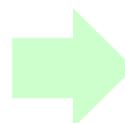
## 2. 2030年のエネルギーミックス

### (1) 政策目標

安全性の確保を大前提として

#### エネルギー自給率

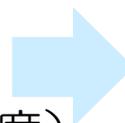
現在わずか6%  
(福島事故前の目標は20%程度)



25%程度に

#### 電力コスト

福島事故後、産業用で約3割、  
家庭用で約2割上昇  
再エネ賦課金は1.3兆円 (H27年度)  
(認定分が全て運転開始されれば2.7兆円)



現状よりも引き下  
げる

#### 温暖化ガス排出量

火力発電増加により2013  
年度は過去最悪



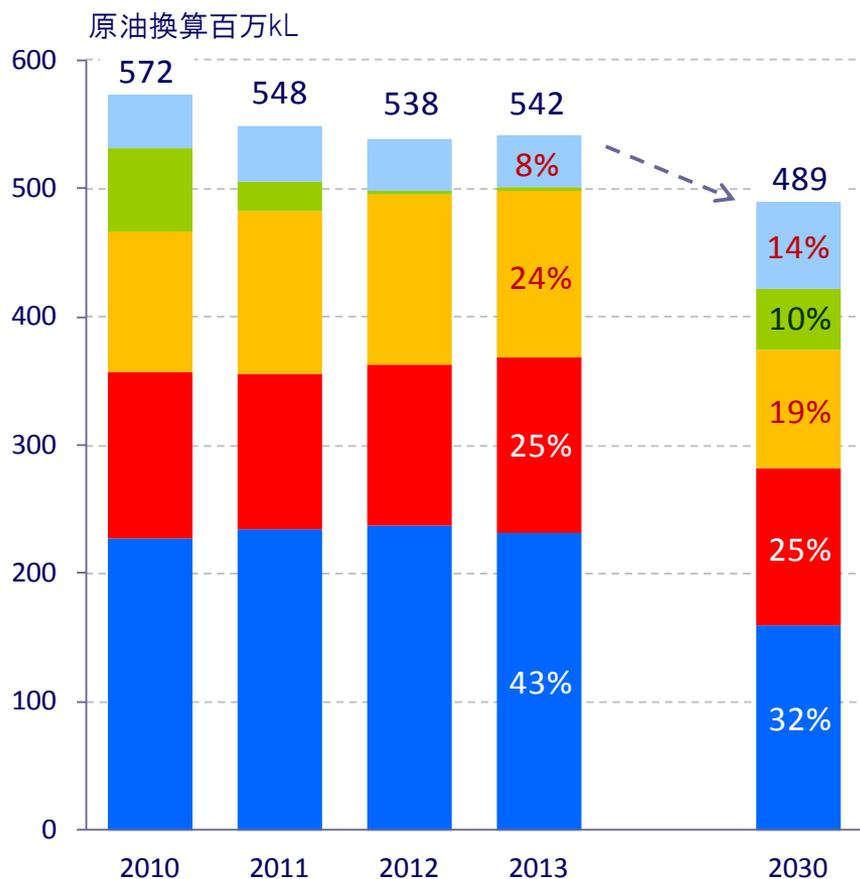
先進国の中で遜色ない  
排出量レベルへ

## 2. 2030年のエネルギーミックス

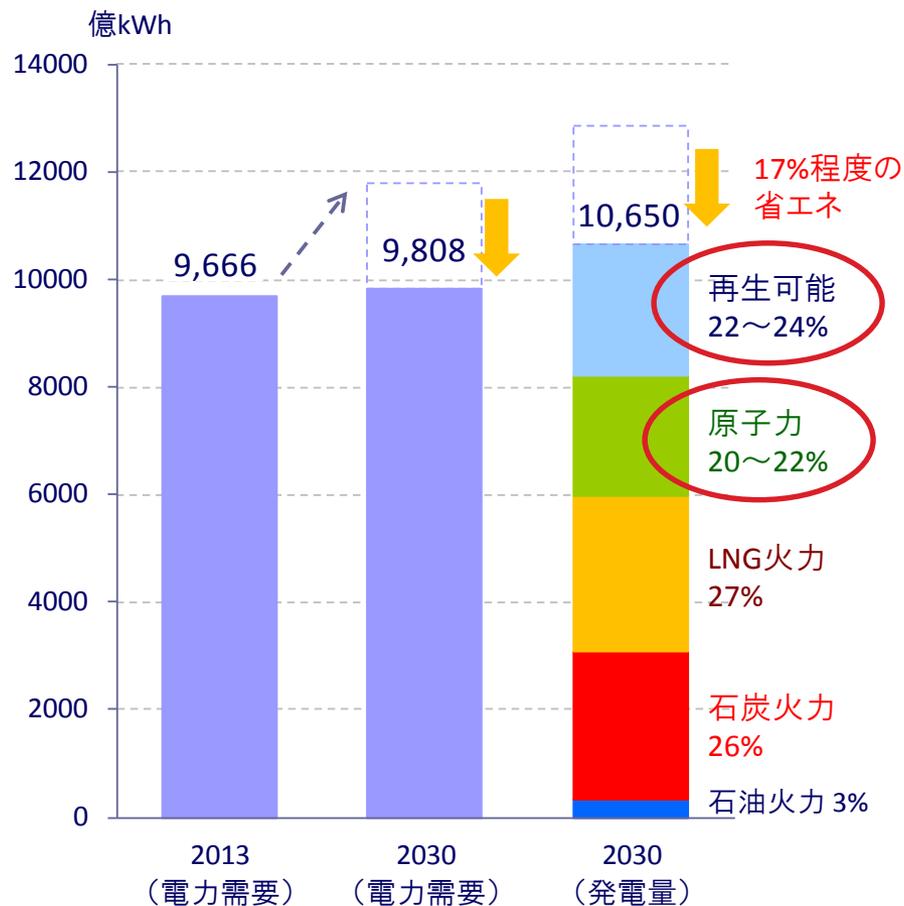
### (2) 発電構成の将来像

- 「エネルギー基本計画」（2014年4月11日閣議決定）に基づき2015年7月16日に決定
- 国産のゼロエミッション電源である再生可能電源にも、準国産でありベースロードのゼロエミッション電源である原子力にも、一定の役割を期待

一次エネルギー供給構成



発電構成

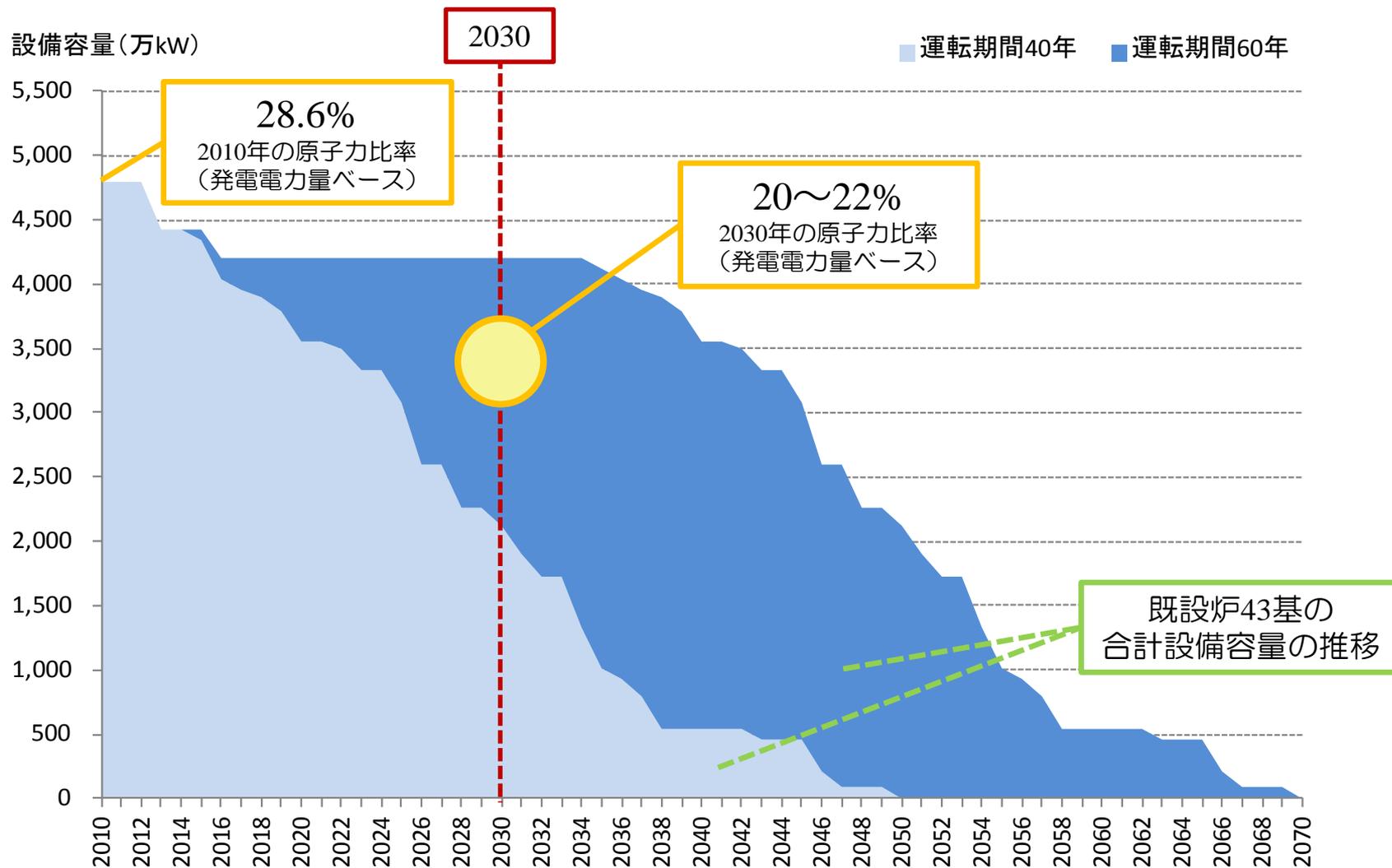


(出所) 長期エネルギー需給見通し小委員会資料

## 2. 2030年のエネルギーミックス

### (3) 20-22%達成に向け必要なこと

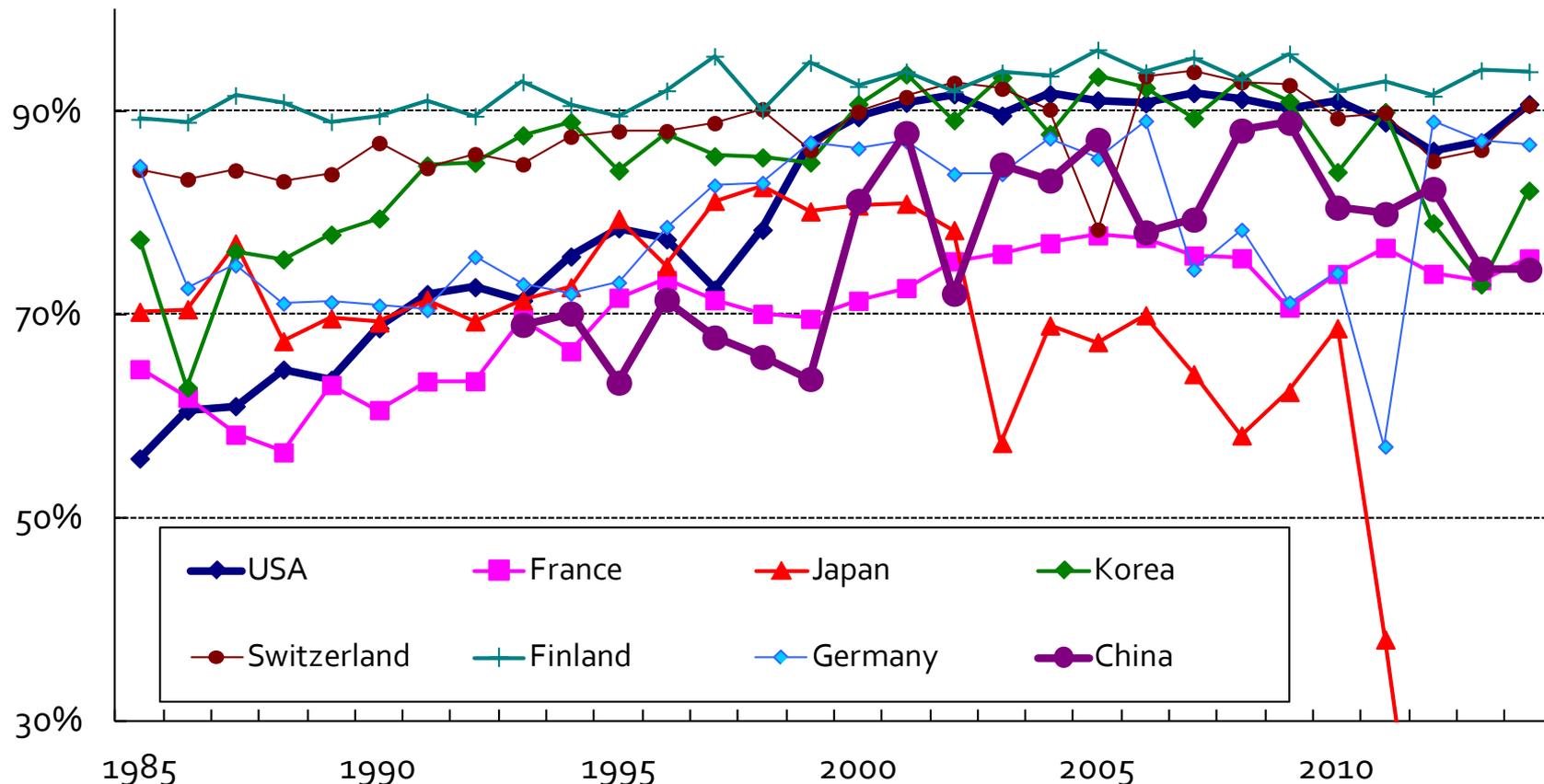
- 既設炉の寿命延長・新設十一定の設備利用率維持が条件



## 2. 2030年のエネルギーミックス

### (4) 国別設備利用率の推移 (参考)

- まともに運転さえすれば・・・
- 日本を除く原子力発電保有国の設備利用率に大きな変化なし

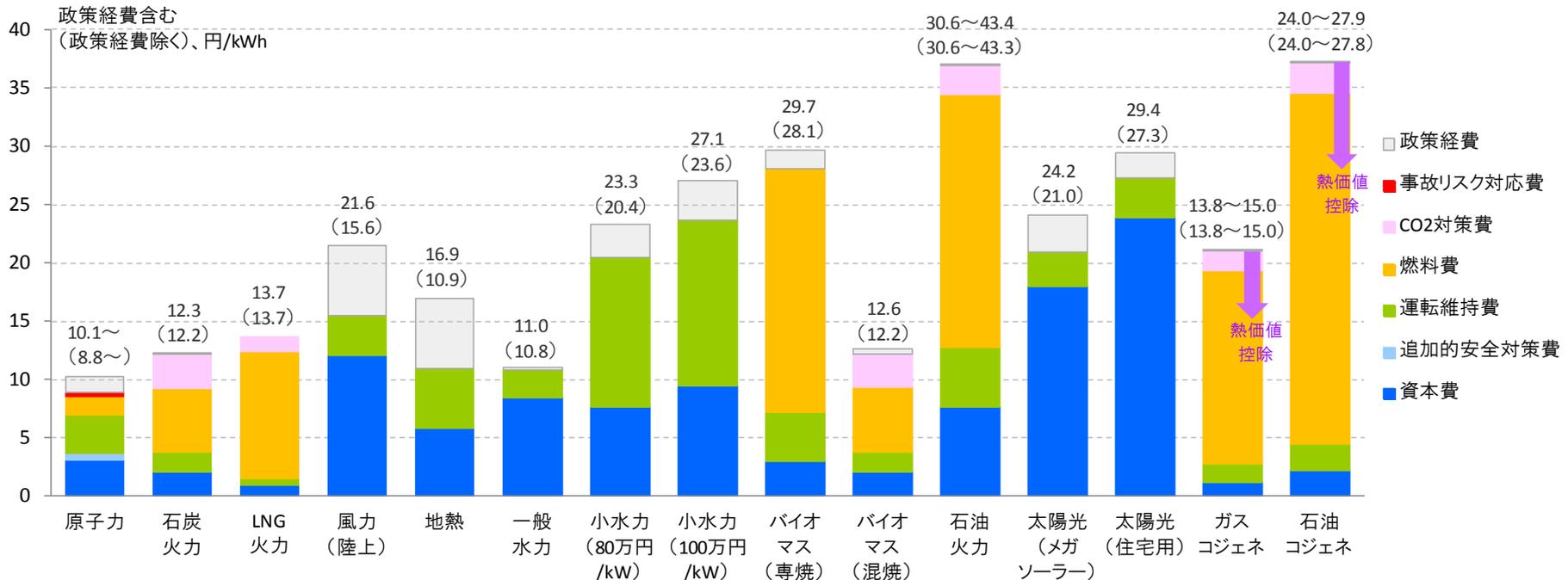


(出所) IAEA, Power Reactor Information System

### 3. 発電コストに係る課題

#### (1) 電源別発電コスト比較検証結果（日本）

- 原子力発電は「事故リスク対応費」「政策経費」を含めても全電源中の最安値（2014年時点）
  - 事故リスク対応費=9.1兆円/4,000炉年÷0.3円/kWh以上
- 再生可能電源には普及による資本費低減も期待される



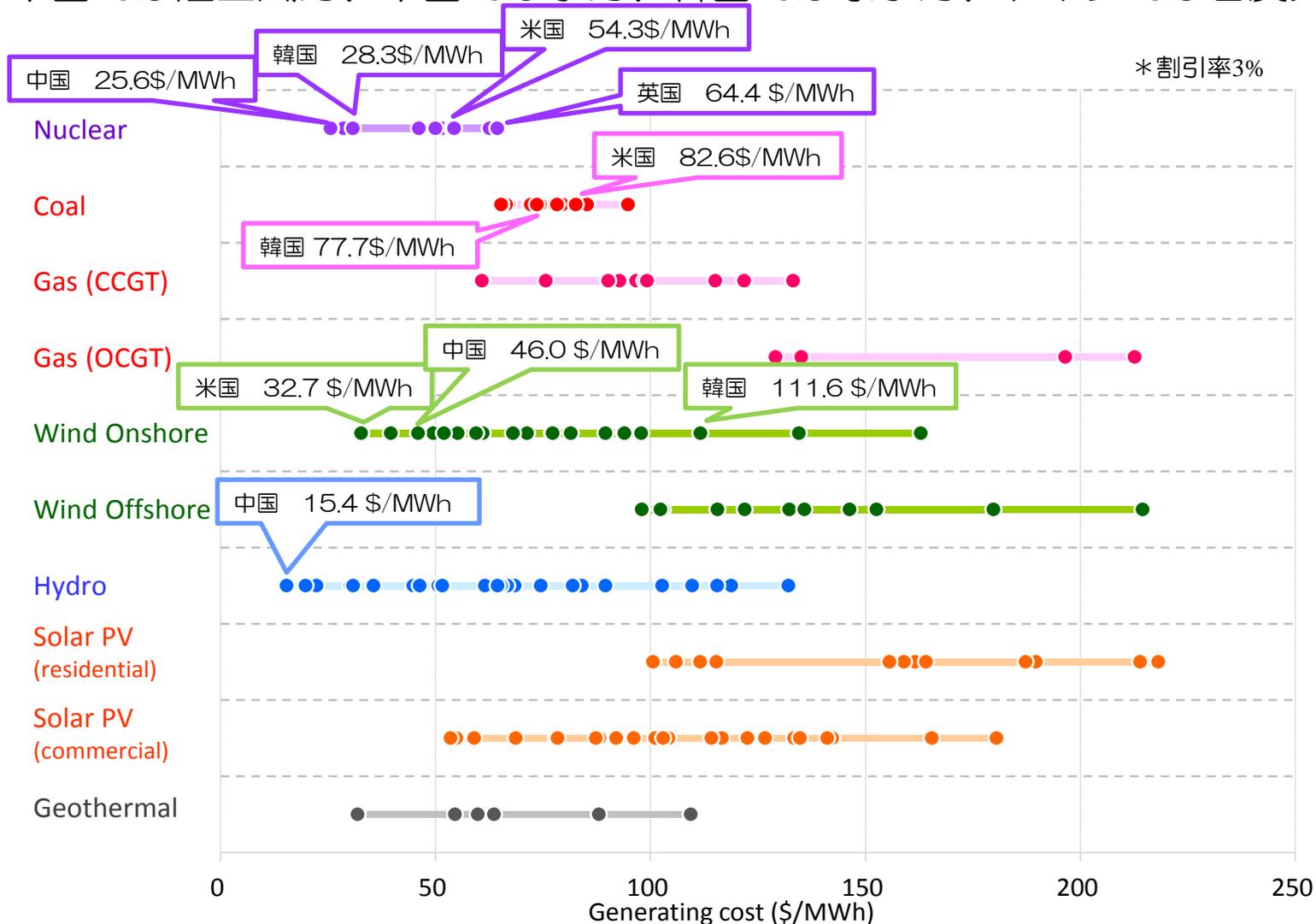
Source: 「発電コスト検証ワーキンググループ」報告書、2015年5月  
\*割引率3%

Please see also: 「発電コスト検証ワーキンググループによる評価の概要」  
松尾雄司、日本エネルギー経済研究所HP、2015年6月

### 3. 発電コストに係る課題

#### (2) 電源別発電コスト比較検証結果 (国際)

- 最安電源は国により千差万別
- 米国では陸上風力、中国では水力、韓国では原子力、ドイツでは石炭火力



## 4. 競争環境下における原子力発電事業継続に向けた課題

### (1) 問題意識

- 我が国のエネルギー利用経緯やエネルギー政策議論の経緯から明確なのは、我が国にとっては再生可能エネルギーも原子力も石炭・ガス等化石燃料も、各種発電技術を支える系統関連の技術も、全て無駄なものではなくお互いに相対立するものではない、ということである。
- 今後、電力小売部門が全面自由化され競争が一段と厳しくなる中、また普及途上の再生可能エネルギー技術のコスト削減も期待される中、原子力のような、準国産でありゼロエミッションのベースロード電源として期待できる、しかしながら巨大な初期投資を要する発電設備をいかにして持続的に確保し、一定の設備容量を維持していくか、いかにして低炭素技術開発の芽を潰さず、継続的かつ効率的な推進をしていくかが、今後の我が国の持続的なエネルギー水準維持に向けた課題といえよう。
- 電力自由化において我が国より先行している欧米の事例からも、投資環境の変化に事業者が対応しきれていない現実が伺える。

我が国においても、クリーンでリーズナブルな電源の競争力向上を支援する制度が望ましい。

# 4. 競争環境下における原子力発電事業継続に向けた課題

## (2) 海外主要国の施策一覧

		原子炉基数	背景	原子力支援のための政策的措置
イギリス		15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1995年以降、新規運開なし</li> <li>• 投資の先延ばしによるリスク回避</li> <li>• 既設炉の急速な稼働停止リスク</li> <li>• 地球環境問題への関心の高まり</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2007年エネルギー白書と2008年原子力白書で原子力の推進方針を明確化</li> <li>• FIT-CfD制度の導入による投資リスクの低減</li> </ul>
アメリカ	イリノイ州	11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 全ての発電所をExelon社が運営</li> <li>• 州の発電電力量の48%が原子力</li> <li>• 設備利用率96%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 低炭素電源構成基準（LCPS）の導入を検討                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-販売電力量の70%相当のクレジット購入</li> <li>-低炭素エネルギー関連コストの価格転嫁</li> </ul> </li> <li>• 2015年のLCPS導入法案は採択見送り</li> <li>• MISOが容量市場ルールの見直しを示唆</li> </ul>
	ニューヨーク州	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2015年ニューヨーク州エネルギー計画                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-温室効果ガス1990年比40%削減</li> <li>-再生可能エネルギー発電比率50%（いずれも2030年までに）</li> </ul> </li> <li>• Indian Point 2,3は認可更新申請中</li> <li>• Ginnaは州需要の約30%を供給、2014年に固定価格での供給契約（PPA）が終了</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 原子力による電力購入を義務付け</li> <li>• 認可更新申請中プラントは支援対象外</li> <li>• 州公益委員会がGinnaの新たなPPAを承認</li> </ul>
	PJM (参考)	33 (イリノイ州とClintonを除く10基重複)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quad Cities、Oyster Creek、TMIは2017/2018年及び2018/2019年の容量市場収入なし（Quad Citiesは補足競札で落札）</li> </ul>	—
フランス		58	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2007年7月から小売全面自由化したものの規制料金を維持</li> <li>• 規制料金が自由化料金より安く、移行が進まず</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 原子力による電力を新電力に売却するARENH制度を規定</li> <li>• 会計検査院がEDFのグランカレナージュにかかる費用の妥当性を評価</li> </ul>

# 4. 競争環境下における原子力発電事業継続に向けた課題

## (3) 米国新規建設計画の進展と停滞①

- 2008年までに20件以上申請されたCOL\*のうち、承認は4件

発電所	事業者	炉型	状況	立地州	電力小売市場	COL申請日	COL発給日	
SUMMER-2	South Carolina Electric & Gas	AP1000	建設中	サウスカロライナ	非自由化	3/27/2008	3/30/2012	
SUMMER-3	South Carolina Electric & Gas	AP1000		サウスカロライナ	非自由化	3/27/2008	3/30/2012	
VOGTLE-3	Georgia Power	AP1000		ジョージア	非自由化	3/28/2008	2/10/2012	
VOGTLE-4	Georgia Power	AP1000		ジョージア	非自由化	3/28/2008	2/10/2012	
WATTS BAR-2	TVA	PWR		テネシー	非自由化	*	*	
FERMI-3	DTE Energy	ESBWR	COL発給済み	ミシガン	非自由化	9/18/2008	4/30/2015	
SOUTH TEXAS PROJECT-3	Nuclear Innovation North America	ABWR		テキサス	自由化	9/20/2007	2/12/2016	
SOUTH TEXAS PROJECT-4	Nuclear Innovation North America	ABWR		テキサス	自由化	9/20/2007	2/12/2016	
NORTH ANNA-3	Dominion Resources	ESBWR	NRC審査が進捗	ヴァージニア	非自由化	11/26/2007	-	
WILLIAM STATES LEE III-1	Duke Energy	AP1000		サウスカロライナ	非自由化	12/12/2007	-	
WILLIAM STATES LEE III-2	Duke Energy	AP1000		サウスカロライナ	非自由化	12/12/2007	-	
LEVY COUNTY-1	Duke Energy	AP1000		フロリダ	非自由化	7/30/2008	-	
LEVY COUNTY-2	Duke Energy	AP1000		フロリダ	非自由化	7/30/2008	-	
TURKEY POINT-6	Florida Power & Light	AP1000		フロリダ	非自由化	6/30/2009	-	
TURKEY POINT-7	Florida Power & Light	AP1000		フロリダ	非自由化	6/30/2009	-	
BELL BEND	PPL Corp. / Unistar	U.S. EPR		ペンシルベニア	自由化	10/10/2008	-	
SHEARON HARRIS-2	Duke Energy	AP1000		NRC審査が中断	ノースカロライナ	非自由化	2/18/2008	-
SHEARON HARRIS-3	Duke Energy	AP1000			ノースカロライナ	非自由化	2/18/2008	-
RIVER BEND-3	Entergy	ESBWR	ルイジアナ		非自由化	9/25/2008	-	
COMANCHE PEAK-3	Luminant	US-APWR	テキサス		自由化	9/19/2008	-	
COMANCHE PEAK-4	Luminant	US-APWR	テキサス		自由化	9/19/2008	-	
BELLEFONTE-3	TVA (NuStart)	AP1000	アラバマ		非自由化	10/30/2007	-	
BELLEFONTE-4	TVA (NuStart)	AP1000	アラバマ		非自由化	10/30/2007	-	
CALLAWAY-2	Ameren	U.S. EPR	10/29/2015, COL申請撤回		ミズーリ	非自由化	6/24/2008	-
CALVERT CLIFFS-3	UniStar Nuclear Energy	U.S. EPR	7/17/2015, COL申請撤回	メリーランド	自由化	7/13/2007	-	
GRAND GULF-3	Entergy (NuStart)	ESBWR	9/15/2015, COL申請撤回	ミシシッピ	非自由化	2/27/2008	-	
NINE MILE POINT-3	UniStar Nuclear Energy	U.S. EPR	4/4/2014, COL申請撤回	ニューヨーク	自由化	9/30/2008	-	
VICTORIA COUNTY-1	Exelon	ESBWR	7/20/2010, COL申請撤回	テキサス	自由化	9/3/2008	-	
VICTORIA COUNTY-2	Exelon	ESBWR	7/20/2010, COL申請撤回	テキサス	自由化	9/3/2008	-	

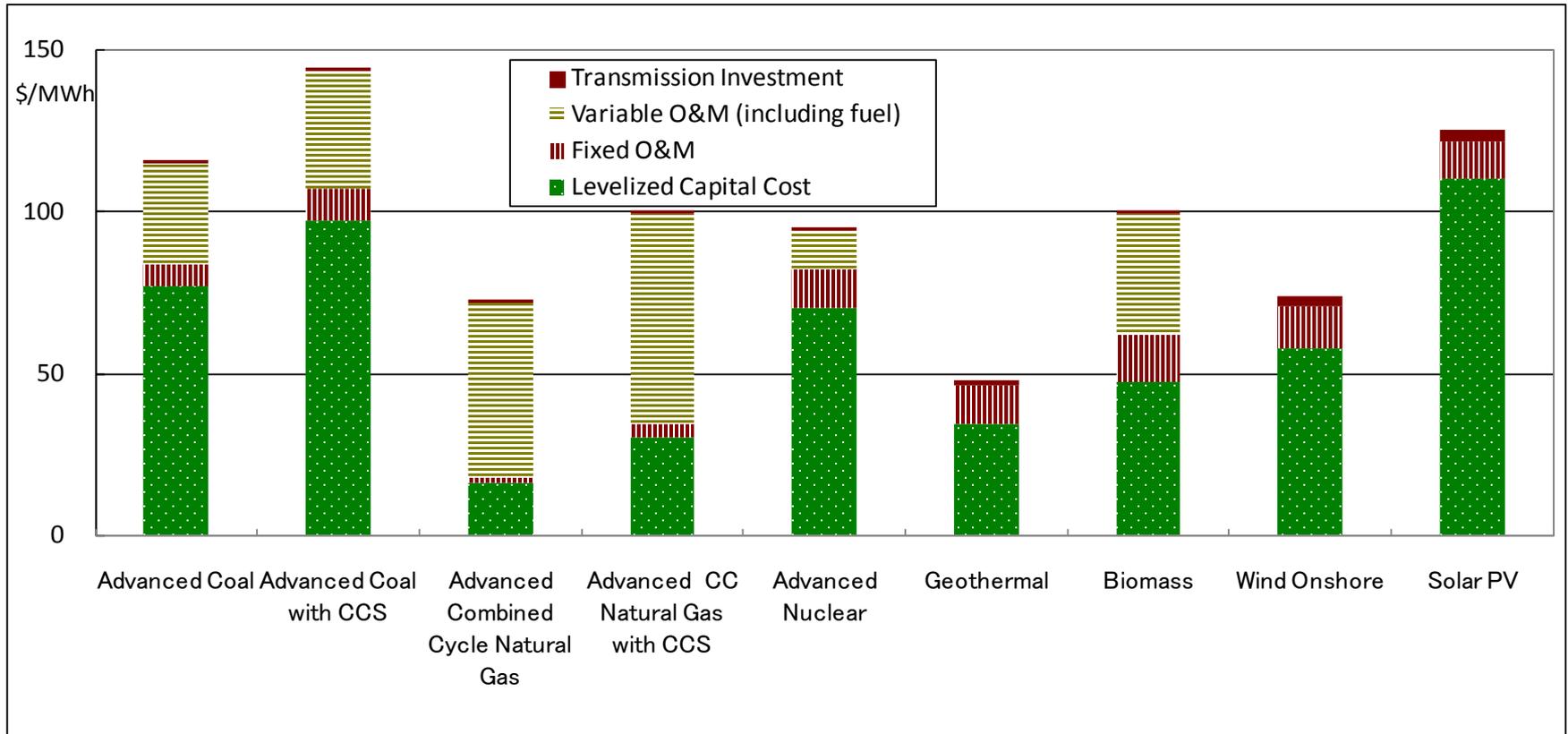
\*COL:建設・運転一体許可

# 4. 競争環境下における原子力発電事業継続に向けた課題

## (3) 米国新規建設計画の進展と停滞② 最終投資判断の決め手

- 化石燃料価格（米国の場合、ガス）
- 電力需要と小売市場動向（新規参入者等）
- 建設期間長期化や規制要求等による建設費の変動

→ 自由化・規制下より、投資回収に係る不確実性のほうをより懸念



出所) DOE/EIA “Annual Energy Outlook 2015” より日本エネルギー経済研究所作成

## 5. 世界の原子力発電開発動向

### (1) 国別ランク2010→2016：中国の躍進と欧米主要国の停滞

- 世界31カ国で使われているが、トップ3カ国で世界の設備容量の半分以上
- 石炭やガスと違い「寡占化」された電源
- つまり、原子力利用を考えたこともない国が4分の3以上

2010年1月



2016年1月

Country	Operating		Constructing/Planned	
	Capacity(GW)	Unit	Capacity(GW)	Unit
1 US	105	104	11	9
2 France	66	59	2	1
3 Japan	49	54	20	15
4 Russia	23	27	16	17
5 Germany	22	17	0	0
6 Korea	18	20	10	8
7 Ukraine	14	15	2	2
8 Canada	13	18	0	0
9 UK	12	19	0	0
10 Sweden	9	10	0	0
11 China	9	11	38	36
Others	15	8	22	0
合計	356	377	120	116

Country	Operating		Constructing/Planned	
	Capacity(GW)	Unit	Capacity(GW)	Unit
1 U.S.A.	103	99	12	10
2 France	66	58	2	1
3 Japan	42	43	16	12
4 China	28	30	53	48
5 Russia	26	30	27	25
6 Korea	22	24	14	10
7 Canada	14	19	0	0
8 Ukraine	14	15	2	2
9 Germany	11	8	0	0
10 United Kingdom	10	15	3	2
11 Sweden	10	10	0	0
12 Spain	7	7	0	0
Others	45	76	66	65
Total	399	434	194	175

Source: "World nuclear power plants 2016", JAIF

原子力を開発・利用しているのはどんな国？

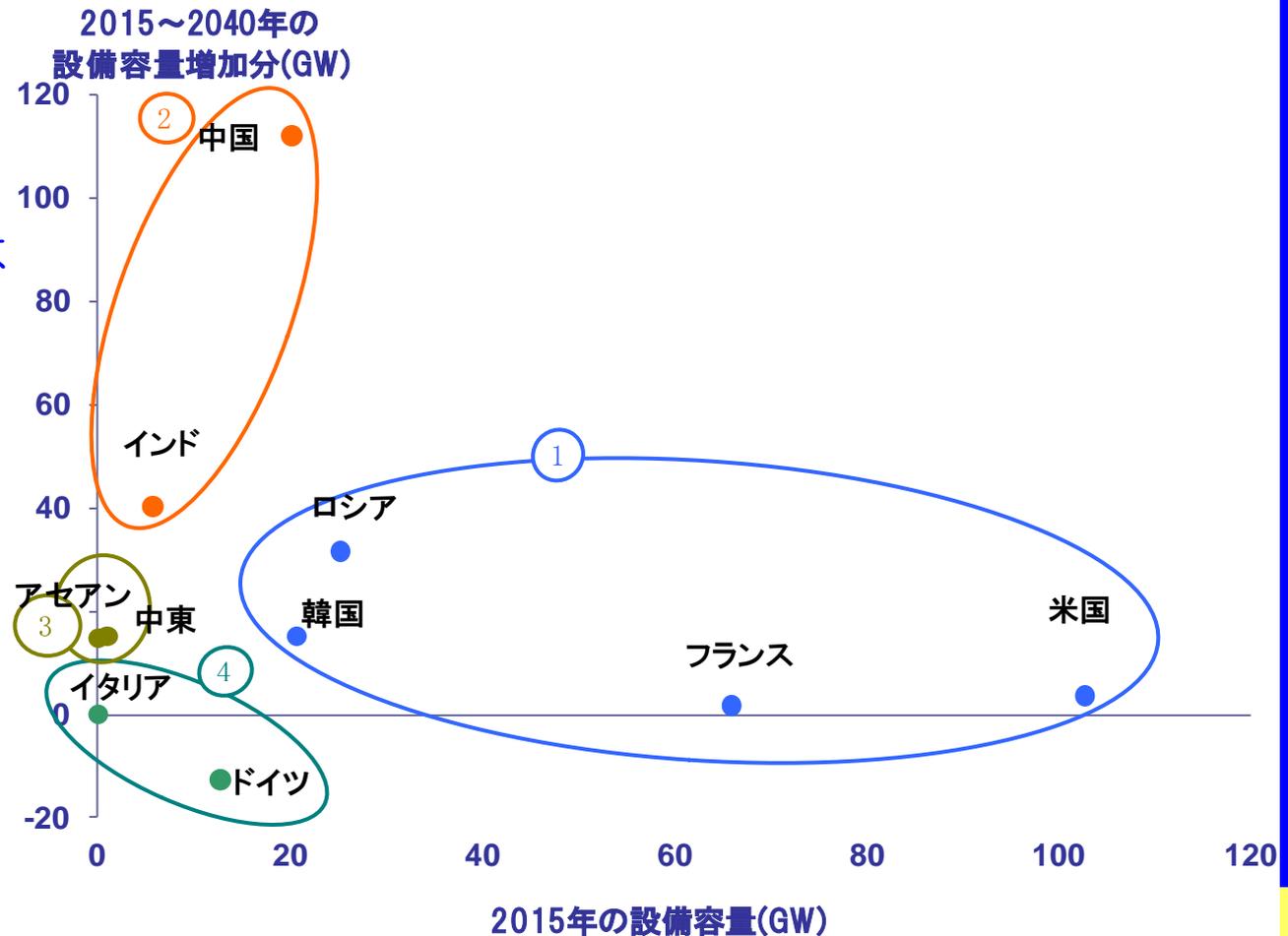
# 5. 世界の原子力発電開発動向

## (2) Trends by category in 2015

1. 原子力大国
2. 原子力拡大国
3. 原子力導入検討国
4. 脱原子力傾向国

- 第1/第2グループの各国は福島事故以降も原子力利用継続・拡大中
- 第3グループの中には導入検討を一時中断中ないしは停滞中の国も。
- 第4グループの国は福島事故前から脱原子力傾向にあり。

→福島事故により、世界の開発動向が180度逆転という事実はない。



Source:

Capacity at 2015: "World nuclear power plants 2015", JAIF

Additional capacity from 2015 to 2040: "Asia/World Energy Outlook 2014", IEEJ

# 5. 世界の原子力発電開発動向

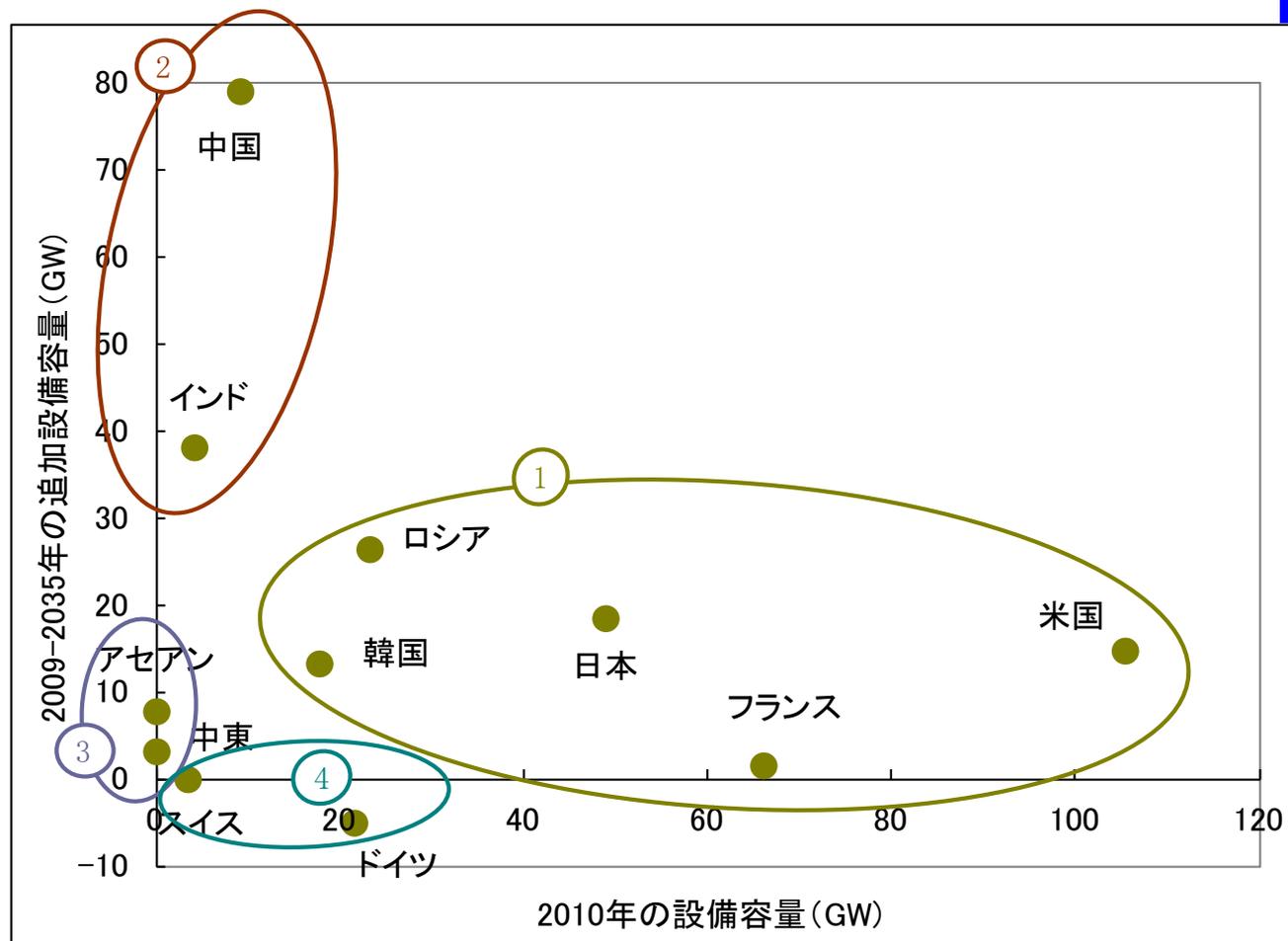
## (3) Trends by category in 2010

1. 原子力大国
2. 原子力拡大国
3. 原子力導入検討国
4. 脱原子力傾向国

福島事故を境目に  
変わったのは

...

日本だけ！



Source:

Capacity at 2010: "World nuclear power plants 2010", JAIF

Additional capacity from 2010 to 2035: "Asia/World Energy Outlook 2009", IEEJ

# おわりに： “3E” から期待される原子力の開発のドライバー

## Economic Efficiency

Only rich countries can afford discussion of phasing nuclear out.  
By Mikola Azalov, Ukrainian Prime Minister, March 2011

## Environment

We need 1000 GWe of new nuclear capacity by 2050 to combat climate change.  
By Agneta Rising, Director General of World Nuclear Association, November 30, 2015

## Strategic Marketing

ENGIE and Mitsubishi Heavy Industries signed a MOU to develop their collaboration in energy sector and technology.  
By ENGIE/MHI press, October 2015

## Energy Security

Chinese reactors are safer than German ones?  
By a reporter from overseas, June 2011

## Competence

## SAFETY?

Thank you for your attention  
Merci pour votre attention  
Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit  
Tack för er uppmärksamhet



Photo: Bözberg (スイス) 2015/2/26