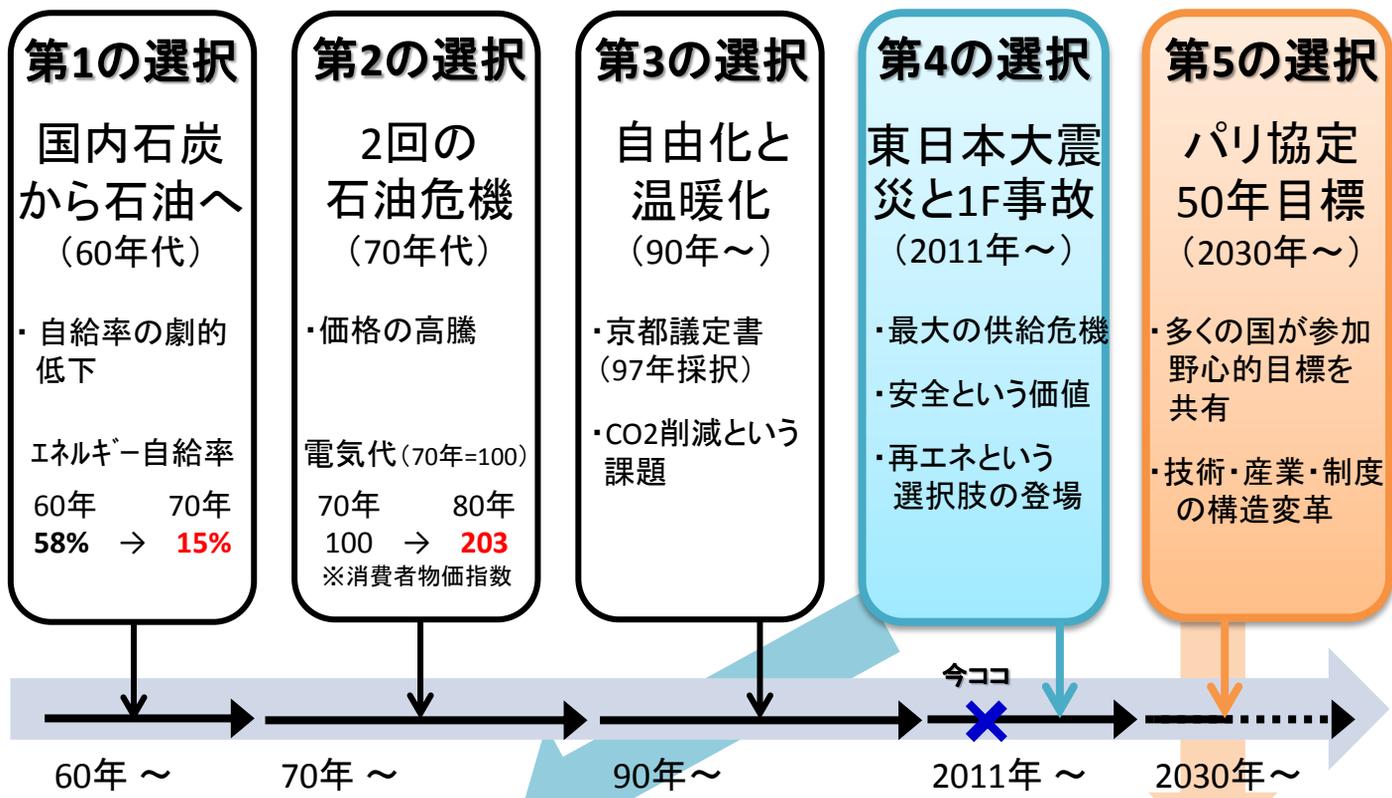


エネルギー情勢を巡る状況変化

平成29年8月30日
資源エネルギー庁

エネルギー選択の大きな流れ



◎主な情勢変化、今後その見極めが重要

- 油価と再エネ価格の下落
- 蓄電池開発の本格化と現実
- 脱原発を宣言した国がある一方、多くの国が原子力を活用している状況
- 自由化と再エネ拡大、悪化する投資環境
- パリ協定、米国離脱もトレンド変わらず
- 拡大する世界のエネルギー・電力需要
- 新興企業の台頭、金融の存在感
- 高まる地政学リスク、求められる戦略

○14年策定の30年エネ基、その進捗 (2016年度時点)

- ① CO2削減のシナリオ (30年目標: ゼロエミ電源比率44%)
→ 13年10%から17%へ (再エネ15%、原子力2%程度)
- ② エネルギー自給率向上のシナリオ (30年目標: 自給率24%)
→ 13年6%から8%へ
- ③ コスト抑制のシナリオ (30年目標: 電力コストは足下から引き下げる)
→ 電気料金は震災後3割上昇(足下1割)
(油価↓、再エネ買取費用↑、原発代替の火力↑)

- 道半ば、実現に向けた課題を洗い出し
- 30年＝実現重視の対応

○パリ協定

- ・ 2050年の温室効果ガス削減について、先進国は極めて野心的な高い目標を共有

	日 (13年比)	米 (05年比)	加 (05年比)	独 (90年比)	仏 (90年比)
30年	▲26%	▲26~28%	▲30%	▲40%	▲40%
50年	▲80%	▲80%	▲80%	▲80~95%	▲75%

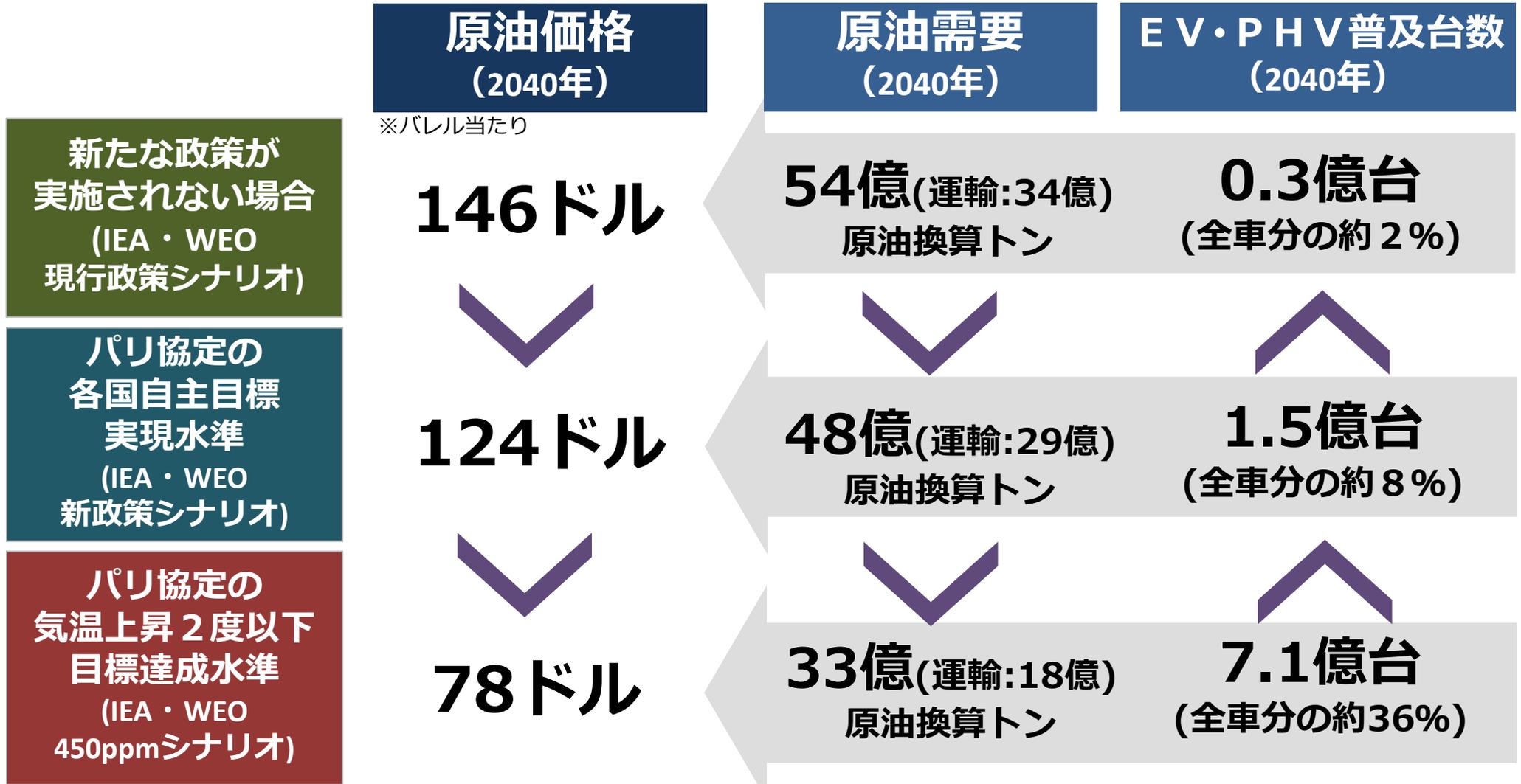
※日の50年目標の基準年は未定
※米の05年比▲26~28%は25年目標

- ・ 各国の共通要素
 - 技術革新(原子力、再エネ、CCS、省エネ等)
 - 海外での貢献
 - 人材開発・投資加速

- 技術革新・投資と海外貢献が可能な産業の構造と政策を構築することが必須
- 50年＝あらゆる可能性を追求

**(変化1) 原油価格は100ドルから50ドルに
米国の資源国としての地位確立（非中東エリアの台頭）、
石油・天然ガス価格の低迷が続けば、原子力・石炭からガス
シフトが進むとの見方がある一方、30年以降は原油価格が
100ドルとの見通しもある。**

【変化1 - 1】原油価格は100ドルから50ドルに。上昇が見込まれるが、その程度はEV化も大きな影響。



○原油価格のトレンドの見極めはエネルギー選択のベース。
○新興国の成長、シェール革命の持続性に加え、EV化の程度等が大きく左右。ここをどう見極めるか？

【変化1 - 2】石油価格とガス価格のデカップルやガスシフトの可能性も。

		石油	LNG	石炭
価格	足下 (2016年)	41ドル	7.0ドル	72ドル
	IEA想定 (2040年)	↓ 3倍 124ドル	↓ 2倍弱 12.4ドル	80ドル
量	足下 (2016年)	44億トン	30億トン	38億トン
	IEA想定 (2040年)	↓ +1割 48億トン	↓ +4割強 43億トン	↓ +1割 41億トン

出所：IEA・WEO2016他 ※価格単位：石油は/バレル、ガスは/Mbtu、石炭は/トン。量単位：原油換算トン。
 ※価格＝日本の輸入価格、量＝世界の1次エネルギー需要を四捨五入

**(変化2) 再エネ価格は日本の外では40円/kWhから
10円/kWhに**

**F I T 補助から自立し主力電源にとの見方も。一方、送電線
と調整電源不足で新たな負担問題も顕在化。また、日本は、
割高問題が残存。**

【変化2 - 1】再エネがフローでは電力投資の主流に

火力・
原子力

再エネ

2000年

電力投資

7兆円

火力:6兆円
原子力:1兆円



6兆円

(水力中心)

2016年

電力投資

14兆円

※日本:0.4兆円
火力:11.5兆円
原子力:2.5兆円



30兆円

※日本:2.2兆円
(風力・太陽光中心)

容量ストック

※2014年

4300GW

火力:3,900GW
原子力:400GW



1800GW

- FIT制度による支援の下、再エネ投資が今や火力・原子力を上回るまでに。
- 他方でストックでも再エネが主力となるには、持続的な投資の継続が必須。
- FIT支援後の自立化のためには何が必要か？

※ 1 \$ = 100円で概算、世界全体

(出所) IEA “World Energy Investment 2017”より資源エネルギー庁作成

【変化2 - 2】再エネを主力電源とするには3つの課題あり

参照例 “Clean energy’s dirty secret - Wind and solar power disrupting electricity systems”
Economist, Feb 25th 2017

①コスト

②調整力

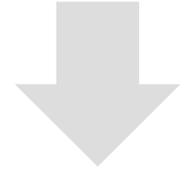
③NW

現状

海外では
大幅に下落

調整を
火力に依存

火力・原子力の立
地に応じて構築



課題

日本の高コスト
是正

調整電源たる
火力の維持

再エネに応じた既存
NWの再設計

+

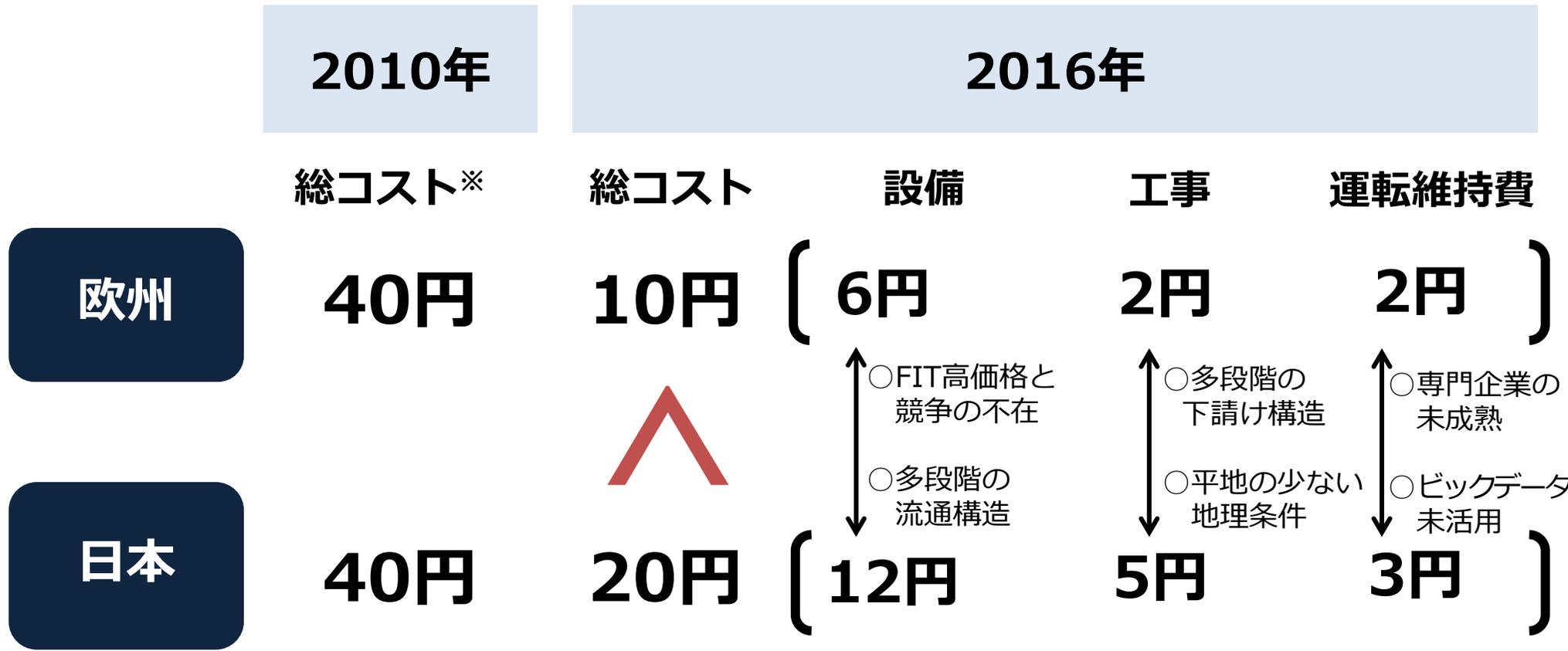
蓄電池コストの
削減

+

分散型NWの導入

【変化2 - 3】課題1：日本の再エネの高コスト構造の早期是正

欧州と日本の太陽光発電コストの推移 [円/kWh]



○欧州や中国が先行。我が国の再エネ産業の競争力をどう強化するか？

【変化2 - 4】課題2：調整火力維持 + 蓄電池コストの抜本的低減

単位：円/kWh

	現状	将来	現在の コスト	家庭用 パリティ	産業用 パリティ
発電	再エネ	再エネ	150円	25円	15円
調整	火力	蓄電池	130円	18円	8円
	+	+	+	+	+
	CO2排出	CO2フリー	蓄電池コスト： 4万円/kWh <small>LIBのセル価格 (エネテック) NASはシステムで 4万円/kWh程度 (2012「蓄電池戦略」 (経産省))</small>	蓄電池コスト： 約400円/kWh <small>100分の1</small>	蓄電池コスト： 約40円/kWh <small>1000分の1</small>
				(30年目標)	(30年目標)

○蓄電池の革新をどう加速するか？我が国が世界をリードする条件は？

※蓄電池は、バックアップ無しでの成立を前提に、1日の需要全体の3日分の容量が必要と仮定。パリティは、人件費・材料費を考慮すると成立しない可能性あり（出所）資源エネルギー庁試算（上記記載の蓄電池コストは電池パックのコストを表し、システム全体では5～10倍のコストとなると仮定）。調整コストには抑制費用・系統費用を含む。なお、ここでの「パリティ」は、系統を通してバックアップ火力も活用した分散型再エネが、系統電力と同コストとなる「グリッドパリティ」等の定義とは異なる点に留意。

【変化2 - 5】課題3：再エネの進展に応じた電力NWの構造改革



○大規模NWの再設計と分散NWへの投資をどう並行して進めるか？

(変化3) 自動車産業のEV化競争が激化
バッテリーが実用化し再エネ100%も可能との見方も。
一方、バッテリーは依然割高という現実。

【変化3】自動車産業のEV開発競争が激化。エネルギー需給構造に影響。

(1) 需要への影響

	IEA・WEO 現行政策シナリオ	IEA・WEO 新政策シナリオ	IEA・WEO 450ppmシナリオ
2040年原油需要 (EV・PHV普及想定)	54億トン (0.3億台)	48億トン (1.5億台)	33億トン (7.1億台)

(2) 供給への影響

	現在	パリテイ水準
EV		
走行距離 (蓄電池容量)	280km (30kWh)	約700km (56kWh)
車両コスト (蓄電池コスト)	300万円 (4万円/kWh)	180万円 (約5千円/kWh)
		<small>NEDO 30年目標</small>
電力		
再エネ+蓄電池 (蓄電池コスト)	150円 (4万円/kWh)	15~25円 (約40~400円/kWh)
		<small>現時点で 目標未設定</small>

10分の1

100~1000分の1

(3) 政策

政策手段	【中国】 2018年より 一定量のEV/PHVの 販売義務付け	【日本】 2030年までに EV/PHVの新車販売を 20~30%に	【英・仏】 2040年までに ガソリン車やディーゼル車 の販売を禁止方針
------	--	---	---

○EV化はエネルギーの需給構造、そして供給構造を変える可能性。
 ○海外における政策はどう動くのか？
 ○自動車産業やメジャーの長期戦略は？

(変化4) 脱原発を宣言した国がある一方、多くの国が 原子力を活用している状況

1 F事故を受け脱原発への転換を表明した国（独、スイス、台湾、韓国）があり、新設原発での初号機リスクや国内での不安も。一方で、温暖化や脱化石のために原発を選択、政策支援をする国も多数ある事実。この中で、安全・不拡散を担う人材技術の維持が共通課題に。

【変化4 - 1】福島事故を受け、脱原発に転換した国が4つ

将来的に利用

- ・米国 [99]
 - ・フランス [58]
 - ・中国 [37]
 - ・ロシア [35]
 - ・インド [22]
 - ・カナダ [19]
 - ・ウクライナ [15]
 - ・英国 [15]
 - ・スウェーデン [8]
 - ・チェコ [6]
 - ・パキスタン [5]
 - ・フィンランド [4]
 - ・ハンガリー [4]
 - ・アルゼンチン [3]
 - ・南アフリカ [2]
 - ・ブラジル [2]
 - ・ブルガリア [2]
 - ・メキシコ [2]
 - ・オランダ [1]
- []は運転基数

- ・トルコ
- ・ベラルーシ
- ・チリ
- ・エジプト
- ・インドネシア
- ・イスラエル
- ・ヨルダン
- ・カザフスタン
- ・マレーシア
- ・ポーランド
- ・サウジアラビア
- ・タイ
- ・バングラディシュ
- ・U A E

・スタンスを表明していない国も多数存在

現在、原発を利用

- ・韓国 [24] (2017年方針表明 / 2079年頃閉鎖見込)
 - ・ドイツ [8] (2011年法制化 / 2022年閉鎖)
 - ・ベルギー [7] (2003年法制化 / 2025年閉鎖)
 - ・台湾 [6] (2017年法制化 / 2025年閉鎖)
 - ・スイス [5] (2017年法制化 / -)
- []は運転基数 ※ (脱原発決定年 / 脱原発予定年)
 スイスは運転期間の制限を設けず

現在、原発を利用せず

- ・イタリア (1988年閣議決定 / 1990年閉鎖済)
- ・オーストリア (1978年法制化)
- ・オーストラリア (1998年法制化)

将来的に非利用

出所：World Nuclear Association
 ホームページ (2017/8/1)より資工庁作成
 (注) 主な国を記載

【変化4-2】原発コストの状況

○福島事故費用の増大や安全対策強化はコスト増加要因。他方で、複数の炉で長期間にわたり負担するため、発電単価への影響は限定的。

○海外案件のコスト増大について、OECDは初号機要因などと指摘

	資本費等	核燃料 サイクル費用	事故リスク 対応費用	計
2011年	5.8円 〔資本費 4400億円〕 減価償却方式で試算	1.4円 〔再処理関係：12.2兆円〕 ウラン燃料単価：0.8円	0.5円～ 〔1F事故：5兆円〕 2000炉年で積立	8.9円～
2015年	7.0円 〔資本費 5000億円〕 一括計上方式で試算	1.5円 〔再処理関係：12.6兆円〕 ウラン燃料単価：0.9円	0.3円～ 〔1F事故：11兆円〕 4000炉年で積立	10.1円～

※計にはその他政策経費含

足下の動き

○海外では建設費1兆円超の例も
 (OECD分析) “Nuclear New Build” (OECD/NEA 2015)
 ①建設実績がない新型炉
 ②計画・工程管理の甘さ

※その他契約形態による影響もあり
 ○日本は上記とは異なる状況

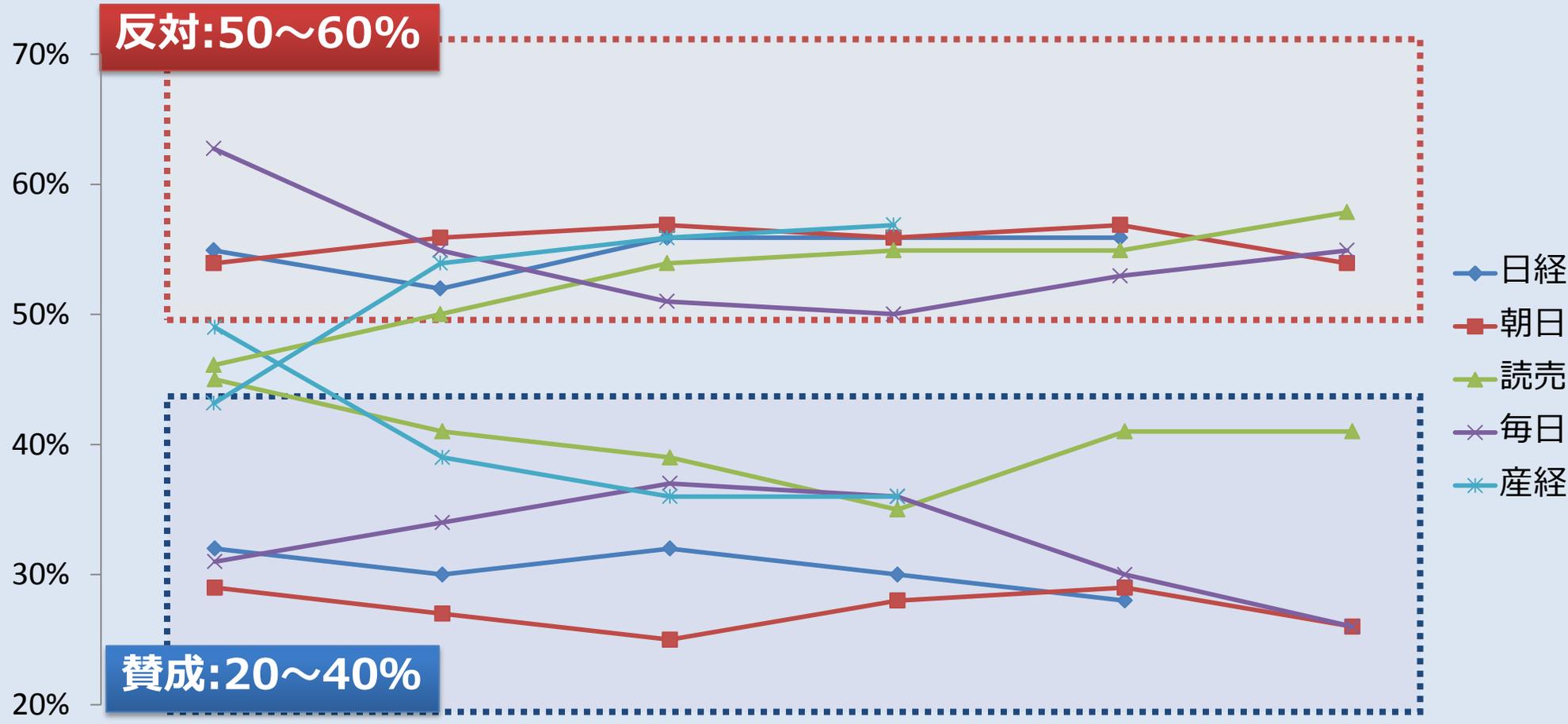
+0.1円
〔再処理関係：13.9兆円〕

+0.1～0.3円
〔1F事故：21.5兆円〕
4000炉年で積立

【変化4 - 3】原発再稼働に関して、賛成対反対は1対2。我が国では社会的信頼回復が最大の課題。

福島事故後 (2012年) 2013年 2014年 2015年 2016年 2017年

※産経は2015年以降、調査実績なし ※日経は2016年以降、調査実績なし



○原子力に対する社会の見方は、国ごとにどう違うか？

【変化4 - 4】一方、多くの国が低炭素化などを理由に原子力を選択

将来的に利用

- ・米国 [99]
 - ・フランス [58]
 - ・中国 [37]
 - ・ロシア [35]
 - ・インド [22]
 - ・カナダ [19]
 - ・ウクライナ [15]
 - ・英国 [15]
 - ・スウェーデン [8]
 - ・チェコ [6]
 - ・パキスタン [5]
 - ・フィンランド [4]
 - ・ハンガリー [4]
 - ・アルゼンチン [3]
 - ・南アフリカ [2]
 - ・ブラジル [2]
 - ・ブルガリア [2]
 - ・メキシコ [2]
 - ・オランダ [1]
- []は運転基数

- ・トルコ
- ・ベラルーシ
- ・チリ
- ・エジプト
- ・インドネシア
- ・イスラエル
- ・ヨルダン
- ・カザフスタン
- ・マレーシア
- ・ポーランド
- ・サウジアラビア
- ・タイ
- ・バングラディシュ
- ・U A E

・スタンスを表明していない国も多数存在

現在、原発を利用

- ・韓国 [24] (2017年方針表明 / 2079年頃閉鎖見込)
 - ・ドイツ [8] (2011年法制化 / 2022年閉鎖)
 - ・ベルギー [7] (2003年法制化 / 2025年閉鎖)
 - ・台湾 [6] (2017年法制化 / 2025年閉鎖)
 - ・スイス [5] (2017年法制化 / -)
- []は運転基数 ※ (脱原発決定年 / 脱原発予定年)
スイスは運転期間の制限を設けず

現在、原発を利用せず

- ・イタリア (1988年閣議決定 / 1990年閉鎖済)
- ・オーストリア (1978年法制化)
- ・オーストラリア (1998年法制化)

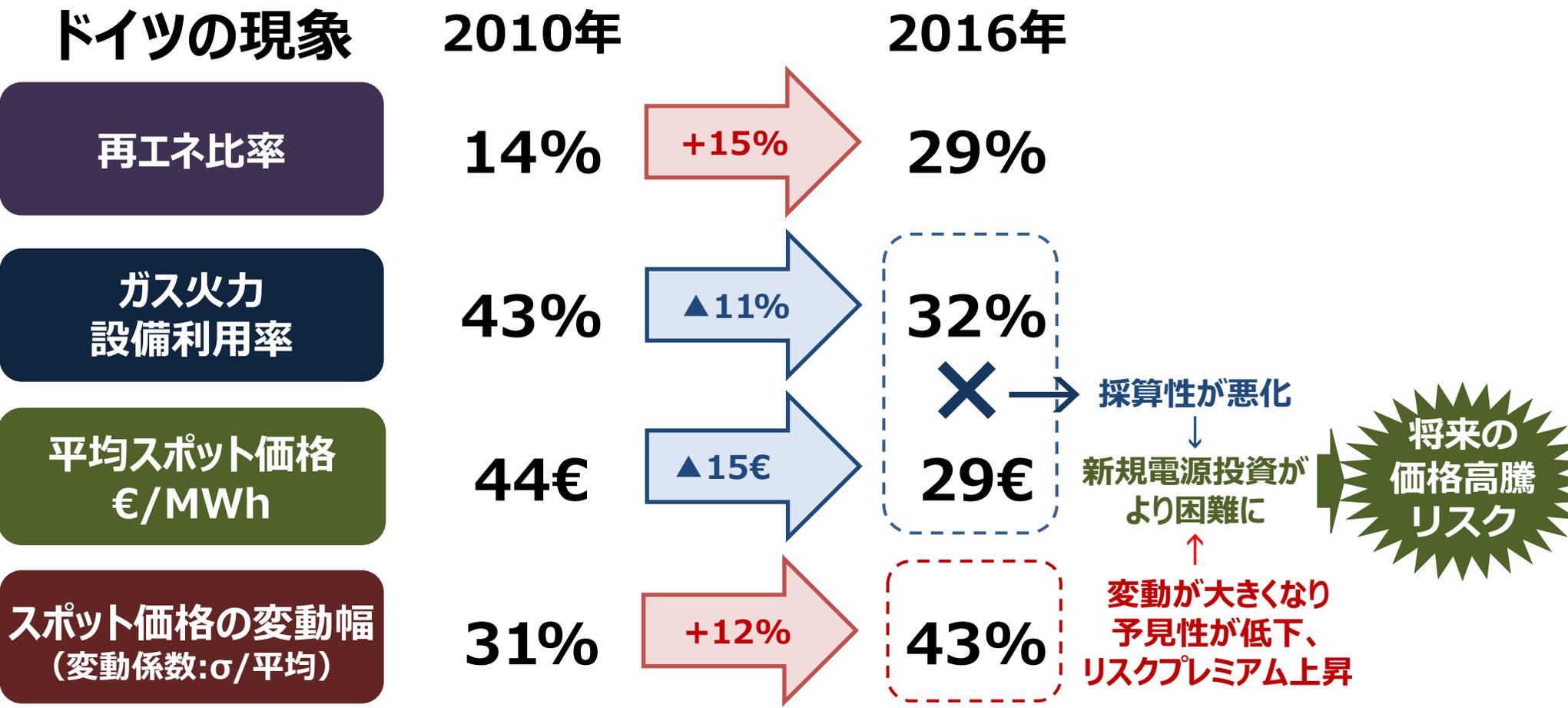
将来的に非利用

出所：World Nuclear Association
ホームページ (2017/8/1)より資工庁作成
(注) 主な国を記載

(変化5) 全面自由化と再エネ拡大により投資環境に 新たな課題

**限界費用ゼロの再エネの拡大により卸売電力価格が下落、
長期大型の電力投資が困難に。自由化と再エネ拡大が新たな
チャレンジを生んでいる。**

【変化5】限界費用ゼロの再エネ普及で火力利用率が低下し、大型電源の採算性が悪化。スポット価格の乱高下により投資の予見可能性が低下。



※2010, 2016年の原油価格(WTI)はそれぞれ\$79/bbl, \$43/bbl

○再エネ拡大と自由化の下で、電力価格の変動が大きくなる中、懐妊期間の長い電源について、持続的な開発・投資を可能とするための方策は？

(変化6) パリ協定を巡る動向、米国離脱もトレンドは 変わらず

米国は中国や欧州以上に技術でリードと宣言。①再エネ、②原子力、③CCS、④経済的措置、⑤海外貢献から成る低炭素対応の国際競争に。日本もFIT・温対税で3兆円／年規模の経済的措置。この設計が課題に。

【変化6-1】米国離脱も脱CO2のトレンドは変わらず。再エネ・原子力・CCS・海外貢献・経済的措置から成る低炭素対応の国際競争に。

	再エネ	原発	火力		海外貢献	経済措置
				CCS		
独 ▲80~95% (1990年比)	○ 50年80%	22年ゼロ	石炭新設原則支援せず	○	○ 途上国 支援枠組	○
仏 ▲75% (1990年比)	50年の記載無し 30年40%	50年の記載無し 25年50%	火力新設投資回避	○	○ 世界全体で 削減	○
加 ▲80% (2005年比)	○ 50年50~80%	○ 50年5~50%	50年0~20%	○ 50年0~5%	○ 国際貢献考慮	○
米 ▲80%以上 (2005年比)	○ 50年55~65%	○ 50年17~26%	50年10~33% ※検討されていた火力規制は 政権交代で撤回	○ 50年 0~25%	○ 技術協力	○
中 ▲36%以上 (2010年比)	○ 50年30~60%	○ 50年5~20%	50年30~45%	—	—	—

○主要国のCO2戦略は？特に、米国・欧州・中国・インドの動向は？

出所：各国の長期戦略・政策目標（電源構成について、独仏は長期戦略への記載はなく、法令等で規定され、加米は長期戦略内の複数のモデル分析結果、中国はエネルギー研究所と中国電事連の見通しを四捨五入等）より

【参考6-2】我が国も震災後、経済的措置と市場機能の活用を強化 再エネ中心の経済措置の体系に

	2010年	2016年	2030年ミックス
経済的措置 電源開発促進税	0.3兆円	0.3兆円	0.3兆円程度
石油石炭税	0.5兆円	0.4兆円	0.3兆円程度
温対税	—	2012年導入 0.3兆円	0.2兆円程度
FIT賦課金	—	2012年導入 1.8兆円	3兆円程度
合計	0.8兆円	2.8兆円	4兆円程度

<p>市場機能</p> <p>☐非化石目標達成の義務化 → 2030年度ゼロエミ電源比率44% (エネルギー供給構造高度化法)</p>		<p>☐非化石価値取引市場の創設 → 事業者間で非化石価値のトレード</p>
---	---	---

○2050年の世界に向けて、この経済措置をどのようにしていくか。

(変化7) 拡大する世界のエネルギー・電力市場

日本の電力市場は成熟化（約1兆kWh）。他方で、世界の市場は現在20兆kWhだが、2030年には30兆kWhの見通し。日本企業の新興国市場でのエネルギー投資が温暖化問題解決の鍵に。

【変化7】拡大する世界のエネルギー・電力市場。新興国が牽引。

		1990	2014	2040
世界	エネルギー市場 (原油換算トン)	88億	137億	179億
	電力市場 (kWh)	12兆	24兆	39兆
	CO2排出量 (トン)	204億	322億	363億
			+40億	
新興国 (非OECD)	エネルギー市場 (原油換算トン)	40億	80億	122億
	電力市場 (kWh)	4兆	13兆	26兆
	CO2排出量 (トン)	89億	193億	257億
			+60億	
日本	エネルギー市場 (原油換算トン)	4.4億	4.4億	3.8億
	電力市場 (kWh)	0.9兆	1.0兆	1.1兆
	CO2排出量 (トン)	10億	12億	7億

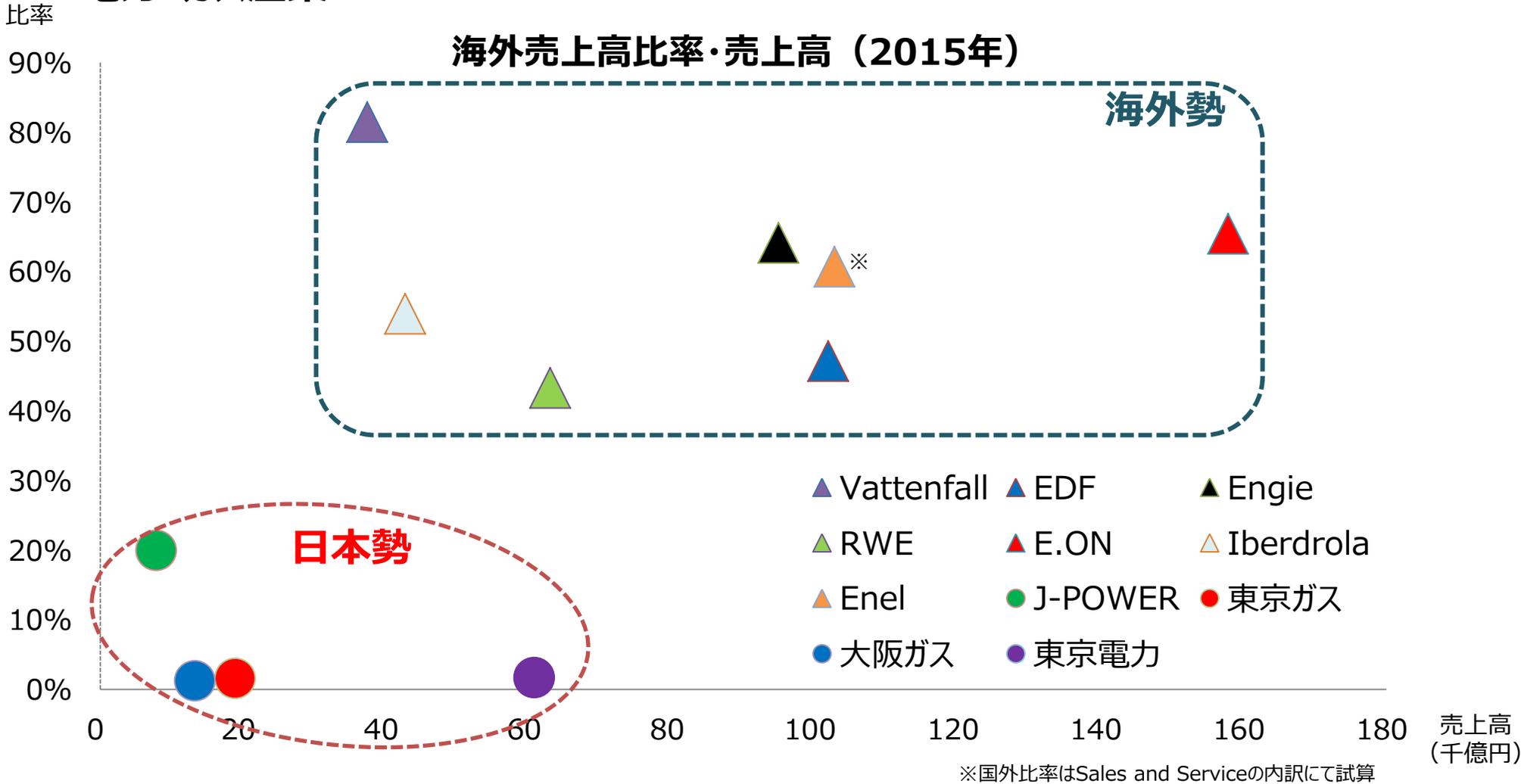
○新興国でのCO2削減が鍵。日本の産業の可能性は？

(変化8) 中国国営企業の台頭、欧米ではエネルギー企業のM & Aが進展

ともに国境を越えた投資に着手。他方、日本の電力・ガス産業の海外展開は緒についたばかり。

【変化8】中国国営企業の台頭、欧米M&A進展 ：海外企業の規模拡大

電力・ガス産業



○欧米や中国の電力・ガスの経営モデルは？
○海外展開を可能とする日本の産業の対応の方向性は？

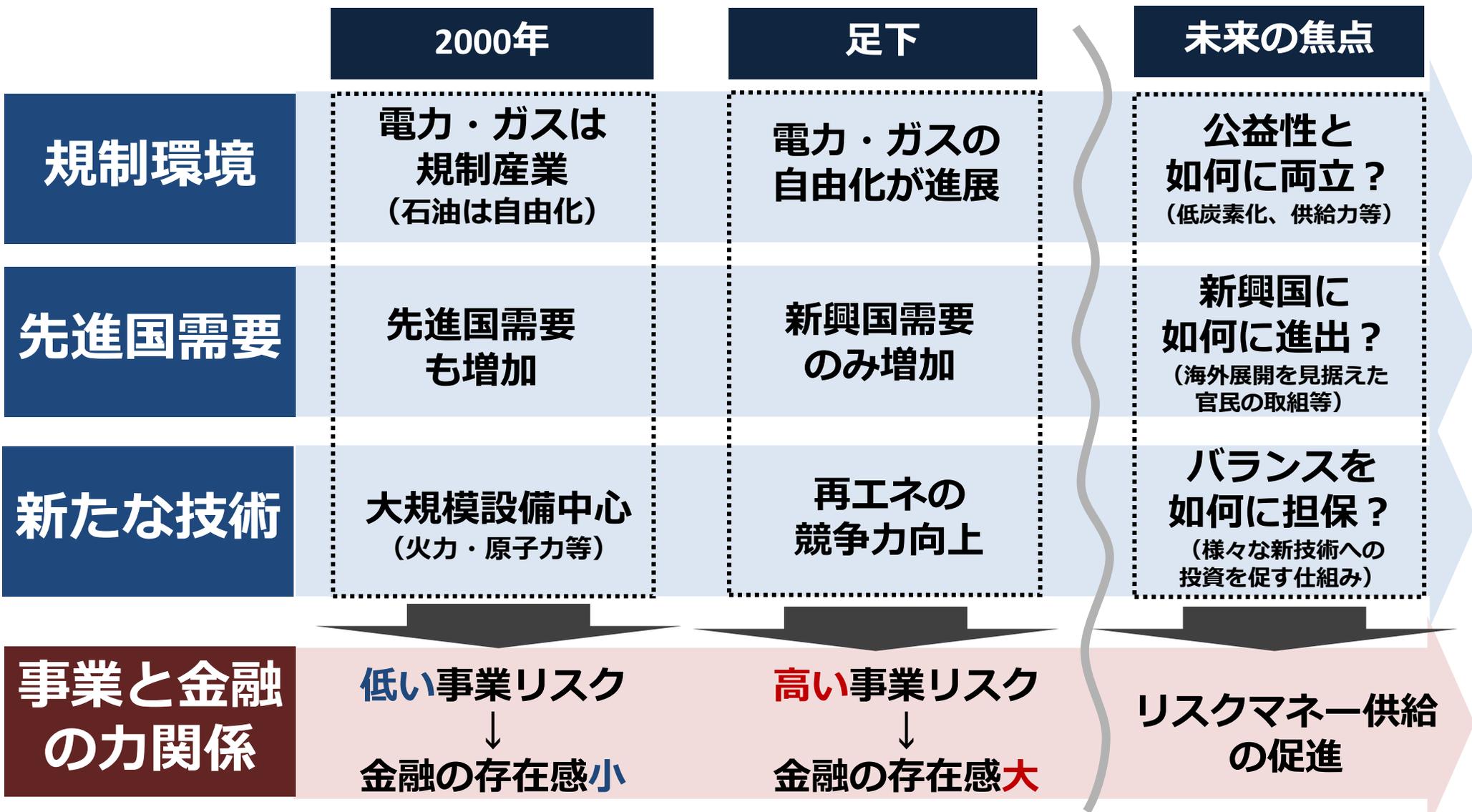
出所：annualreport等より資源エネルギー庁作成

※中国の国家电网は30兆円以上の規模で世界一（海外比率は未公開）

(変化9) 金融プレイヤーの存在感の高まり

金融が世界のエネルギー選択に大きな影響。中国の存在感が増す一方、日米の関係機関との協調行動も具体化。エネルギー金融制度の設計が課題に。

【変化9】金融プレーヤーの存在感の高まり



○自由化の下でのエネルギー分野へのリスクマネー供給の方向性は？

**(変化10) 世界全域での地政学上の緊張関係の高まり
米口中印サウジなど主要国は国としてのエネルギー戦略を練り、
その経済領域の拡大を指向。日本もそのポジションを確立する
必要。**

【変化 1 0】世界全域で地政学的緊張関係の高まり中での日本の現状

	自給率 (2000年)		自給率 (2015年) <small>※中印は2014年</small>	主な 国産資源	国際インフラ (系統・パイプライン)
米	73%	↗	93%	天然ガス 石炭・石油	カナダ・メキシコと連結
仏	52%	→	56%	原子力	欧州大で連結
独	40%	→	39%	石炭	欧州大で連結
中	98%	↘	85%	石炭	中央アジア・ ロシア等と連結
印	80%	↘	66%	石炭	周辺国と連結
日	20%	↘	7%	無し	無し

○日本のエネルギー構造は震災後、地政学的な影響を受けやすい構造に。
○地政学的リスクの動向は？日本としての戦略は？

(変化1) 原油価格は100ドルから50ドルに

- 原油価格のトレンドの見極めはエネルギー選択のベース。
- 新興国の成長、シェール革命の持続性に加え、EV化の程度等が大きく左右。ここをどう見極めるか？

(変化2) 再エネ価格は日本の外では40円/kWhから10円/kWhに

- FIT制度による支援の下、再エネ投資が今や火力・原子力を上回るまでに。
- 他方でストックでも再エネが主力となるには、持続的な投資の継続が必須。
- FIT支援後の自立化のためには何が必要か？
- 欧州や中国が先行。我が国の再エネ産業の競争力をどう強化するか？
- 蓄電池の革新をどう加速するか？我が国が世界をリードする条件は？
- 大規模NWの再設計と分散NWへの投資をどう並行して進めるか？

(変化3) 自動車産業のEV化競争が激化

- EV化はエネルギーの需要構造、そして供給構造を変える可能性。
- 海外における政策はどう動くのか？
- 自動車産業やメジャーの長期戦略は？

(変化4) 脱原発を宣言した国がある一方、多くの国が原子力を活用している状況

- 原子力に対する社会の見方は国ごとにどう違っているか？
- 各国のエネルギー政策上、原子力はどう位置づけられているのか。今後の各国の原子力戦略は？

(変化5) 全面自由化と再エネ拡大により投資環境に新たな課題

- 再エネ拡大と自由化の下で、電力価格の変動が大きくなる中、懐妊期間の長い電源について、持続的な開発・投資を可能とするための方策は？

(変化6) パリ協定を巡る動向、米国離脱もトレンドは変わらず

- 主要国のCO2戦略は？特に、米国・欧州・中国・インドの動向は？
- 2050年の世界に向けて、この経済措置をどのようにしていくか。

(変化7) 拡大する世界のエネルギー・電力市場

- 新興国でのCO2削減が鍵。日本の産業の可能性は？

(変化8) 中国国営企業の台頭、欧米ではエネルギー企業のM&Aが進展

- 欧米や中国の電力・ガスの経営モデルは？
- 海外展開を可能とする日本の産業の対応の方向性は？

(変化9) 金融プレーヤーの存在感の高まり

- 自由化の下でのエネルギー分野へのリスクマネー供給の方向性は？

(変化10) 世界全域での地政学上の緊張関係の高まり

- 日本のエネルギー構造は震災後、地政学的な影響を受けやすい構造に。地政学的リスクの動向は？日本としての戦略は？

今後の進め方

次回以降、情勢懇談会として世界のトレンドを見極めていく

9月29日 **【地政学的リスクのトレンド】**

➡地政学リスクや安全保障に関する世界の有識者から
(ゲストスピーカー)

- ・ ポールスティーブンス 英国王立国際問題研究所
- ・ アダムシミンスキー 米国戦略国際問題研究所 (CSIS)

10月 **【温暖化に関するトレンド】**

➡エネルギー選択を巡る立場の異なる世界の有識者から

11月以降

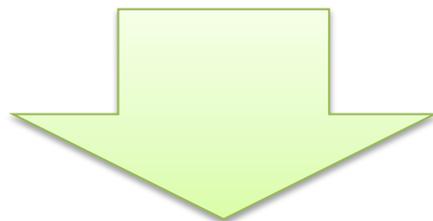
【主要プレイヤーの経営戦略】

➡世界の電力産業、石油メジャー、再エネ産業、自動車産業から

【主要国のエネルギー環境戦略】

➡欧州、米国、中国、インドなど事情の異なる主要国から

- **30年エネルギーミックス、50年温室効果ガス80%削減は、日本の大きな方針**
- **2050年へ向けたエネルギーを取り巻く世界の情勢を見極める**
 - 世界の情勢、成長や地政学リスク、温暖化対策の動向、トレンドは？
 - 技術の変革、産業構造の変化、金融の動向は？
 - 主要国の環境戦略、エネルギー戦略は？



- **技術革新・人材投資・海外貢献で世界をリードできる国、制度、産業としての総合戦略を構想**