

今後のエネルギー—環境政策とRITEの役割

山地憲治

(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)理事・研究所長

革新的環境技術シンポジウム2015
～今後の低炭素社会の実現を目指して～

2015年12月18日(金)

@伊東謝恩ホール(東京大学)、東京

2030年エネルギーミックス実現に向けた審議の状況

エネルギー基本計画改訂(2014年4月閣議決定)

総合資源エネルギー調査会(経済産業省資源エネルギー庁)

長期エネルギー需給見通し小委員会(2015年1-7月、11回)



発電コスト検証WG(2015年2-5月、7回)

原子力事業環境整備検討専門WG(2015年7月-、)

再生可能エネルギー導入促進関連制度改革小委員会
(2015年9月-、)

火力発電に係る判断基準WG(2015年7月-、)

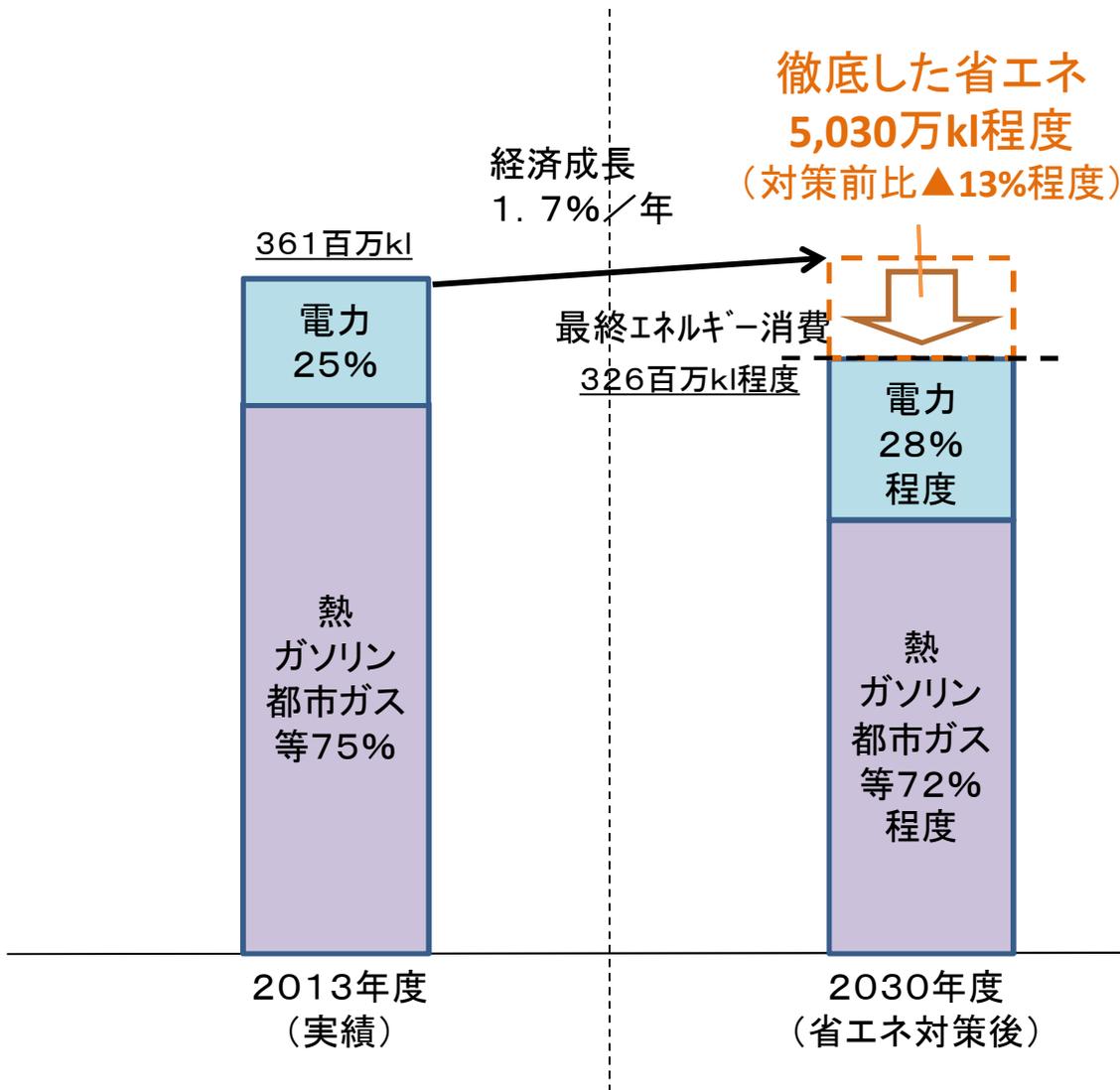
次世代火力発電の早期実現に向けた協議会(2015年6月-、)

↳ 次世代火力発電に係る技術ロードマップ(中間とりまとめ、2015年7月)

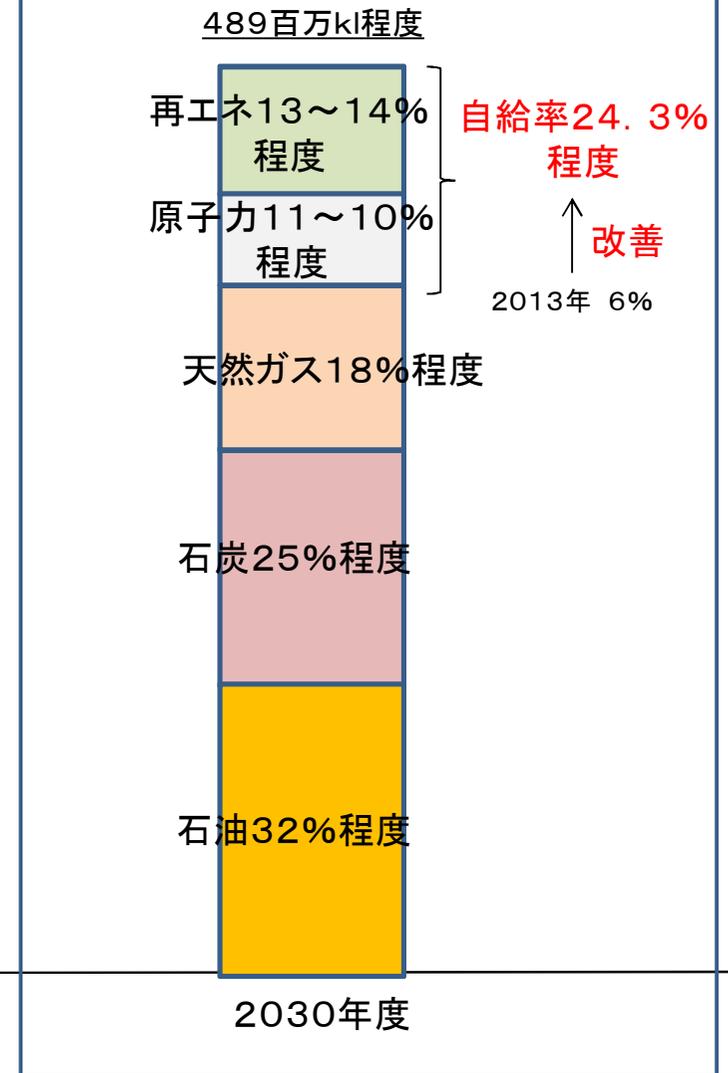
エネルギー・環境イノベーション戦略策定WG(総合科学技術・イノベーション会議の下)
(2015年12月-) → ACE(Actions for Cool Earth)2.0

エネルギー需要・一次エネルギー供給

エネルギー需要

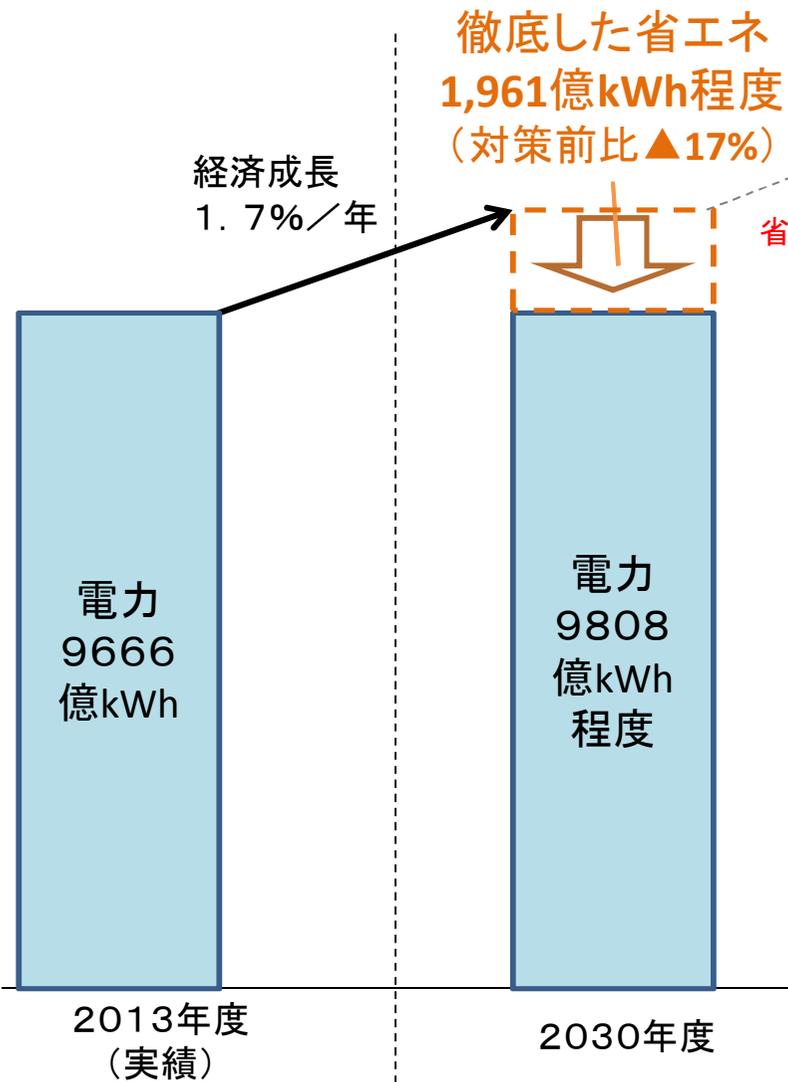


一次エネルギー供給

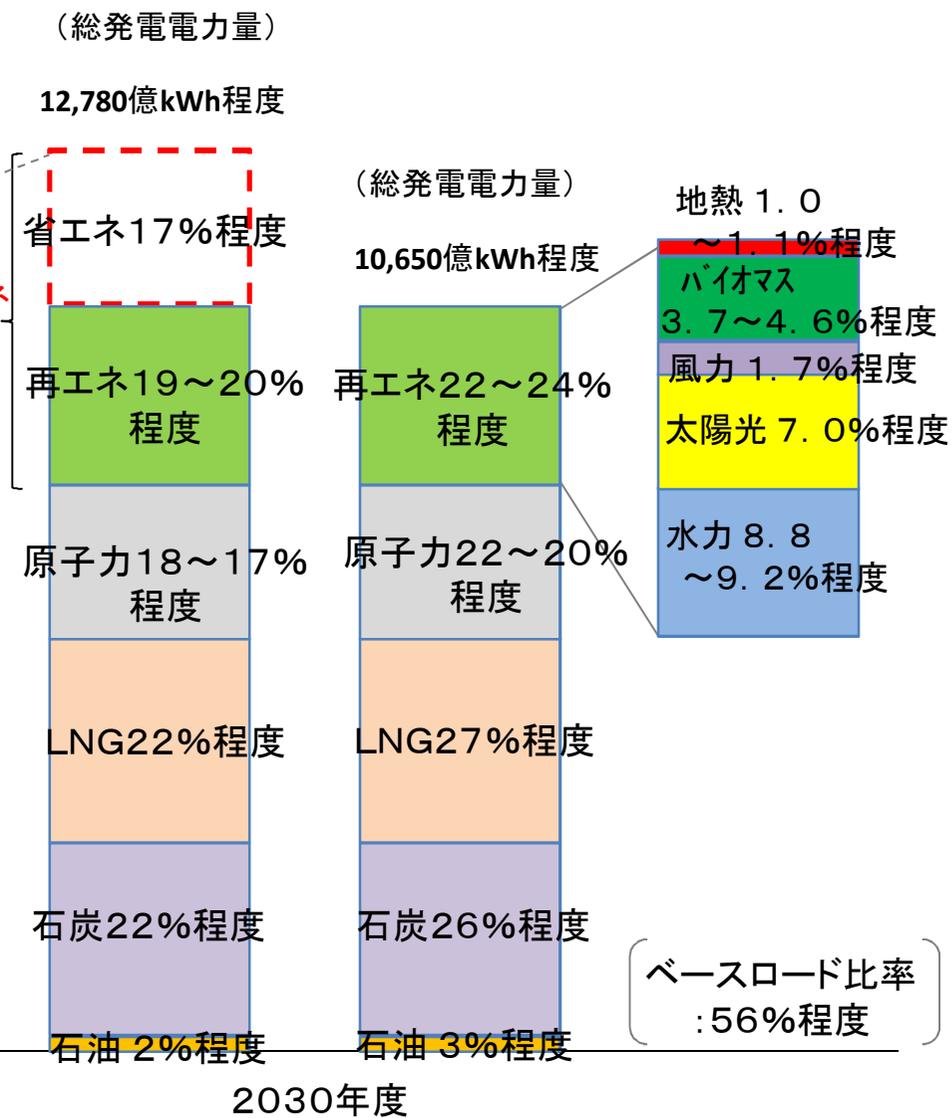


電力需要・電源構成

電力需要

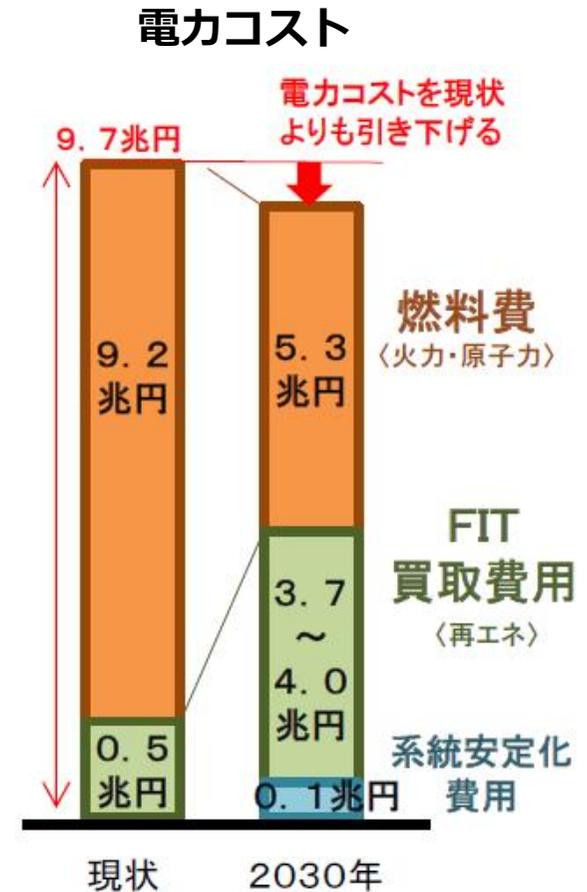
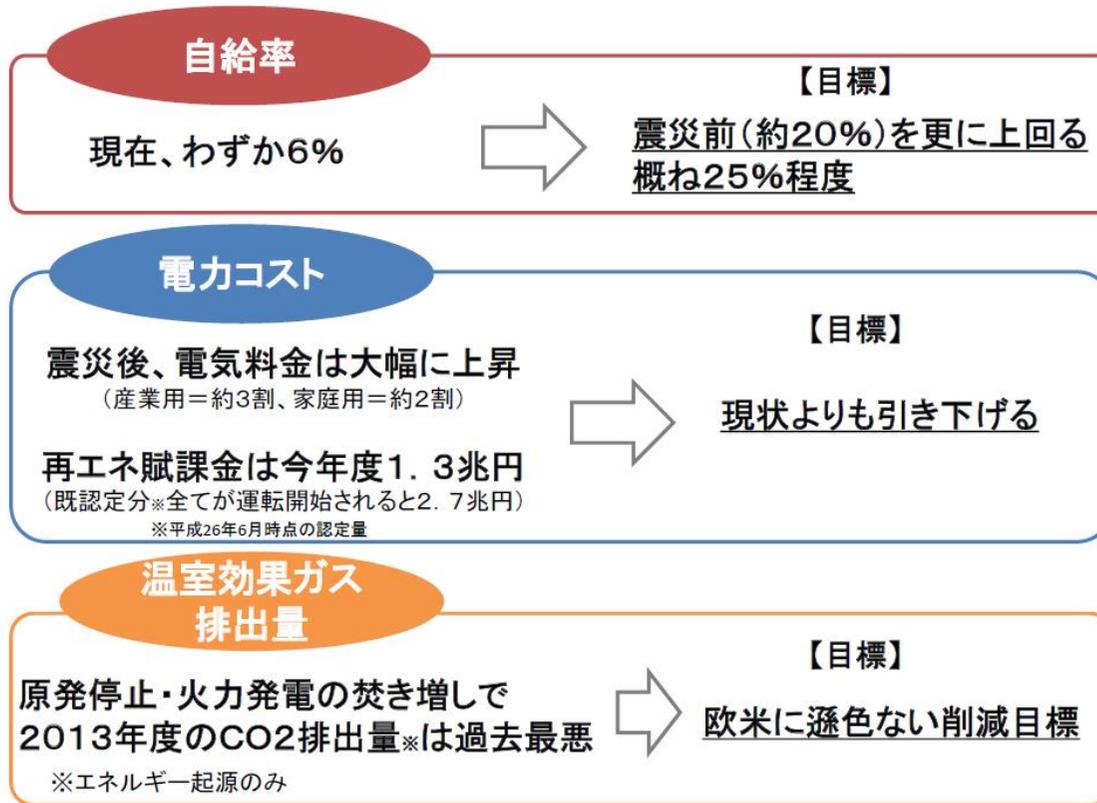


電源構成



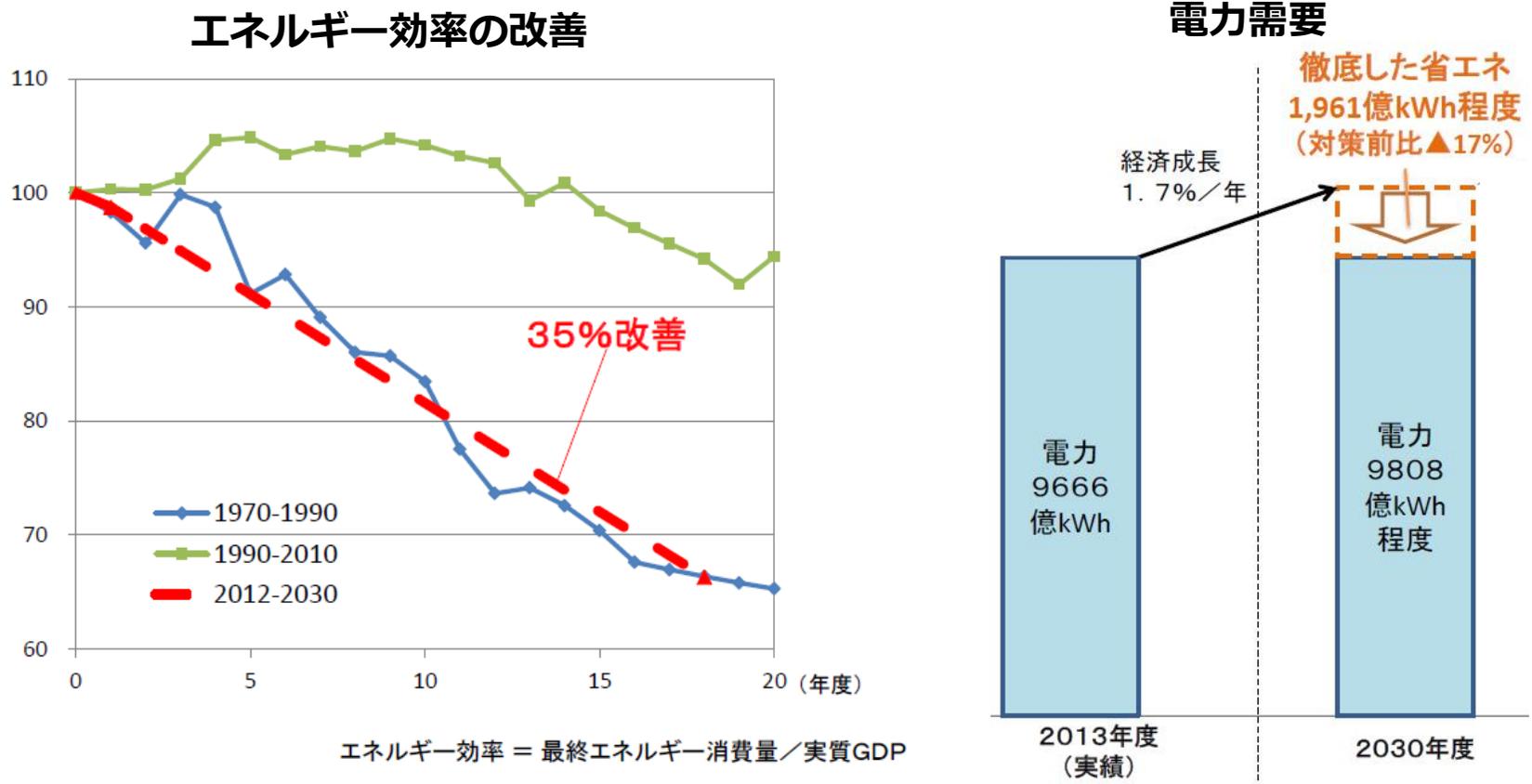
エネルギーミックスにおける政策目標

「長期エネルギー需給見通し」では、安全性、安定供給、経済効率性及び環境適合に関する政策目標のバランスを図っている。



エネルギーミックスの前提となる省エネの想定

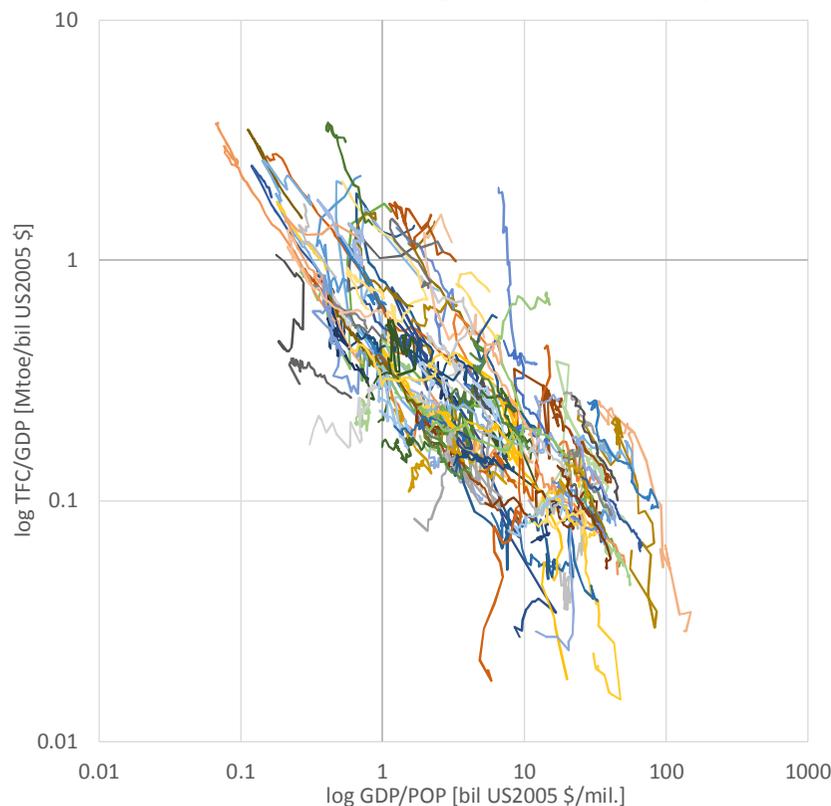
” 最終エネルギー消費は、石油危機後並みの大幅なエネルギー効率改善(約 -2.3%/年)を想定。2030年度の電力需要も2013年度とほぼ同レベルに抑えることを見込んでいる。



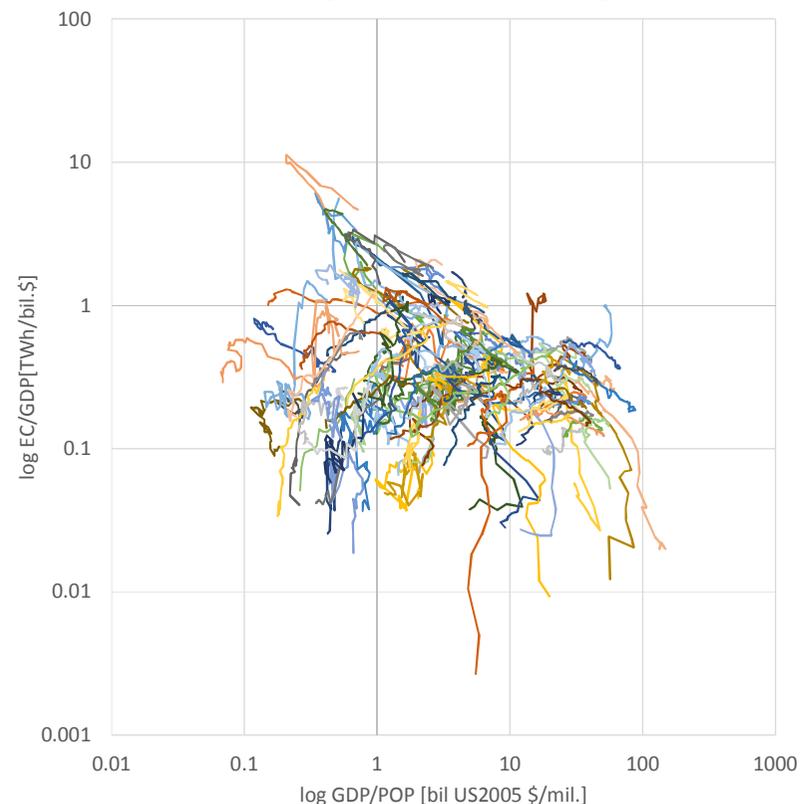
平成27年4月 長期エネルギー需給見通し 骨子(案)関連資料
 総合資源エネルギー調査会 長期エネルギー需給見通し小委員会(第8回会合) 資料4

世界のエネルギー・電力消費傾向

エネルギー消費/GDPとGDP/人



電力消費/GDP とGDP/人



(出典)IEA(世界140カ国、1971年～2012)

- 〃 経済(GDP/人)が成長するにつれ、エネルギー効率(エネルギー消費/GDP)は改善傾向
- 〃 一般に経済が成長するにつれ電化が進む。またCO2排出削減のため、電力部門の低炭素化を図りつつ電化を進めるケースもある。そのため、GDPあたりの電力消費とGDP/人との間にはそれほど明確な関係はみられない

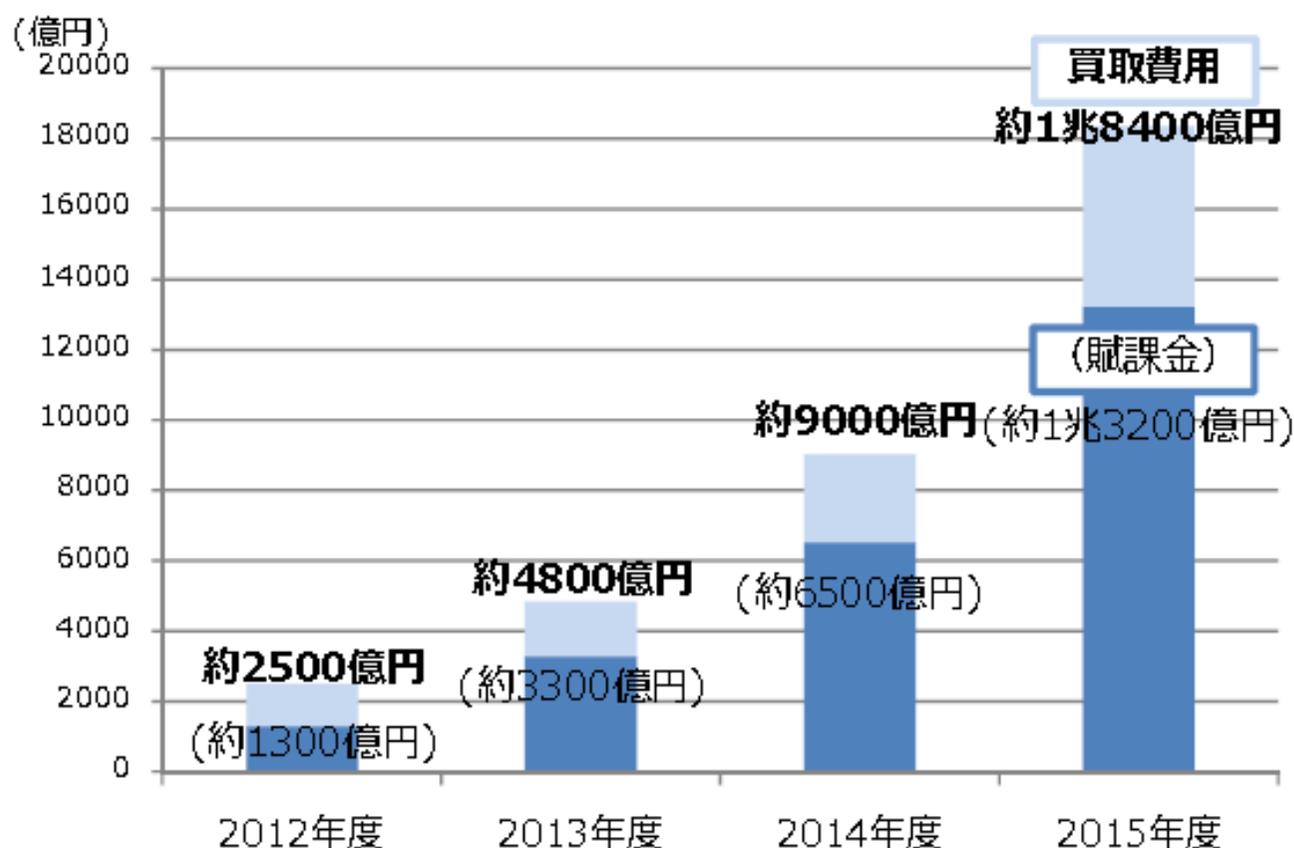
高騰した電気料金を抑えられるか



* 消費税と再エネ促進(FIT)賦課金を含む

出所:エネルギー白書2015

固定価格買取制度導入後の賦課金の推移



	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度
賦課金 単価 (標準家 庭月額)	0.22 円/kWh (66円/月)	0.35 円/kWh (105円/月)	0.75 円/kWh (225円/月)	1.58 円/kWh (474円/月)

エネルギー起源CO2排出量

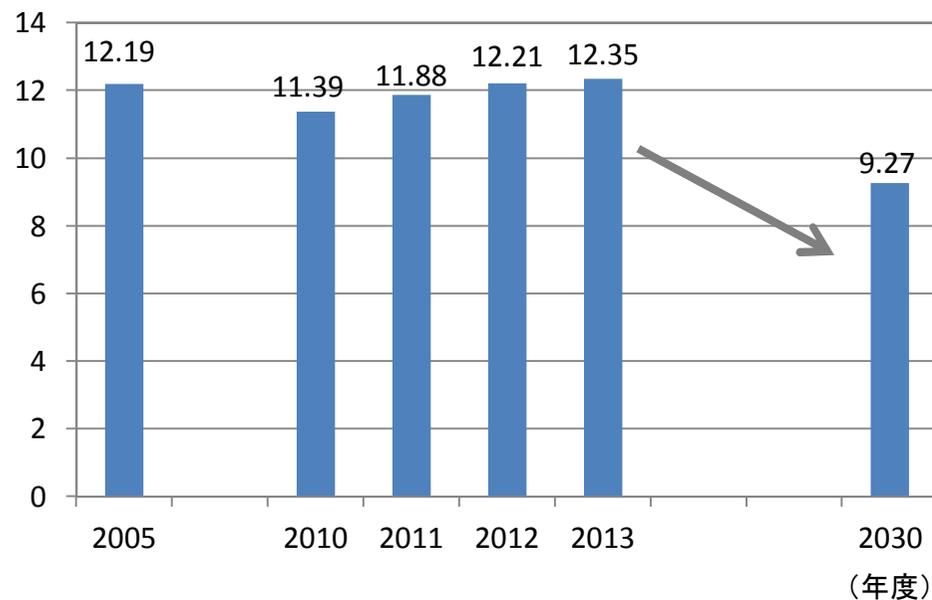
エネルギー起源CO2排出量(億t-CO2)

	2013年度	2030年度
CO2排出量合計	12.35	9.27
05年総排出量比	+1%	▲24%
13年総排出量比	—	▲25%

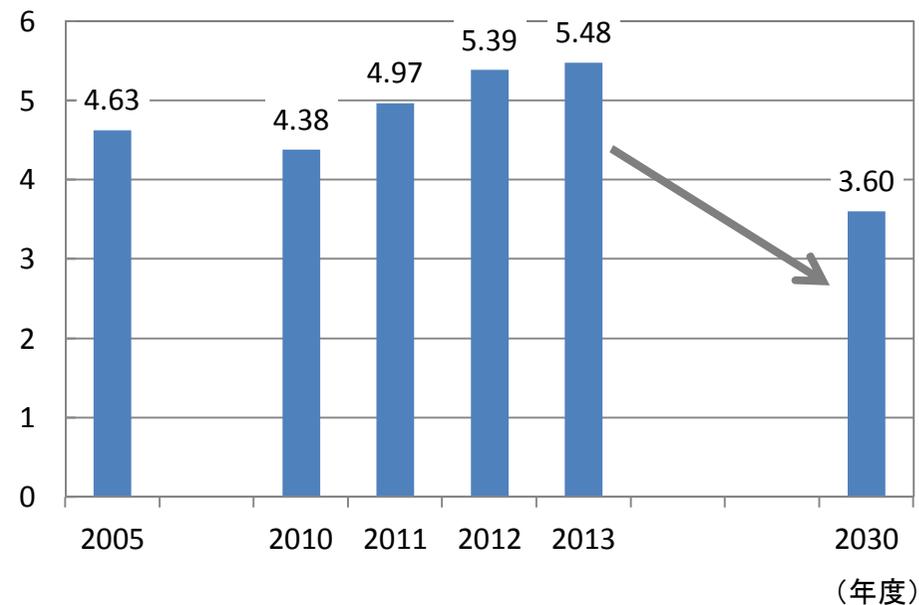
電力由来エネルギー起源CO2排出量(百万t-CO2)

	2013年度	2030年度
CO2排出量合計	5.48	3.60
05年総排出量比	+18%	▲22%
13年総排出量比	—	▲34%

(億t-CO2)



(億t-CO2)



※2030年度の各数値はいずれも概数。

主要国の約束草案の比較

	2013年比	1990年比	2005年比
米国	▲18～21% (2025年)	▲14～16% (2025年)	▲26～28% (2025年)
EU	▲24% (2030年)	▲40% (2030年)	▲35% (2030年)
日本	▲26% (2030年)	▲18% (2030年)	▲25.4% (2030年)

わが国の約束草案における国際貢献の記述(抜粋):

JCMを構築・実施していく。日本政府の事業により2030年度までの累積で5,000万から1億t-CO₂の国際的な排出削減・吸収量が見込まれる。また、JCMのほか、産業界の取組を通じた優れた技術の普及等により2030年度に全世界で少なくとも10億t-CO₂の排出削減ポテンシャルが見込まれる。併せて、途上国の排出削減に関する技術開発の推進及び普及、人材育成等の国際貢献についても、積極的に取り組む。

再生可能エネルギーの最大限の導入(ミックス小委、2015年4月28日)

- エネルギー自給率の向上に寄与し、環境適合性に優れる再エネは、各電源の個性に応じて最大限導入し、既存電源の置き換えを進めていく。地熱・水力・バイオマスは原子力を代替し、風力・太陽光は火力を代替する。
- 2030年の電力コスト(燃料費+FIT買取費用+系統安定化費用)を、現状の9.7兆円(2013年)よりも5%程度引き下げるためには9.2兆円程度へ引き下げる必要がある。また、ここから3%程度電力コストの引き下げ幅を縮小し、現状よりも2%程度引き下げるためには、9.5兆円程度へ引き下げる必要がある。
- 再エネの導入量については、省エネの推進、原発の再稼働により、電力コストを低減させた上で、まずは地熱・水力・バイオマスを物理的限界まで導入することで原子力を代替し、その後、電力コストが9.5兆円に達するまで自然変動再エネを可能な限り拡大することにより決定する。

＜既存電源の置き換え＞

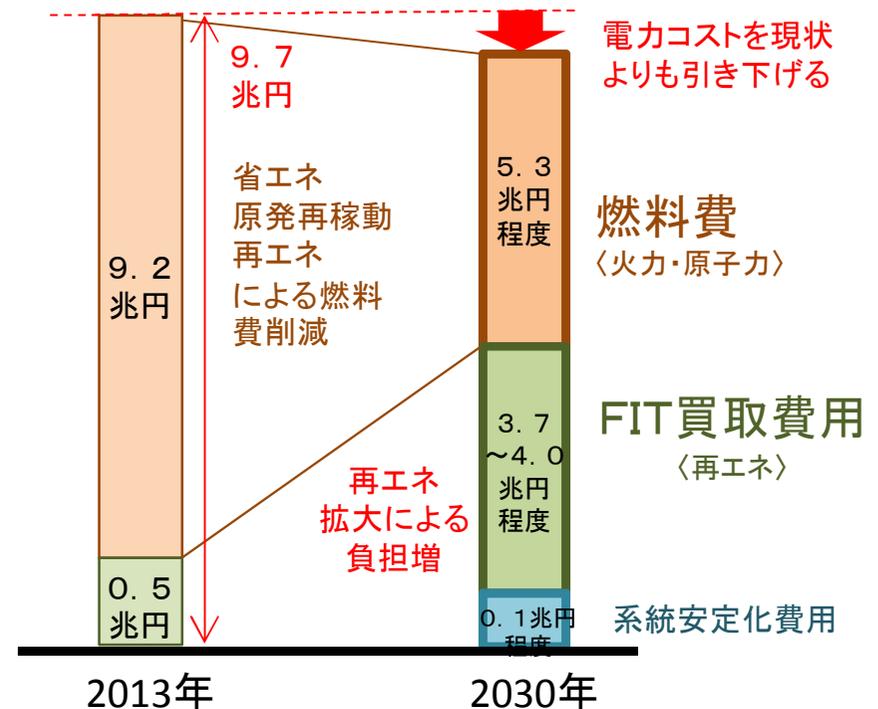
地熱・水力・バイオマス

自然条件によらず安定的な運用が可能であることから、原子力を置き換える。立地面や燃料供給面での制約を踏まえつつ、実現可能な最大限まで導入。ただし、こうした制約の克服が難航した場合には、導入量の伸びは抑えられる。

風力・太陽光（自然変動再エネ）

自然条件によって出力が大きく変動し、調整電源としての火力を伴うため、原子力ではなく火力を置き換える。国民負担の抑制とのバランスを踏まえつつ、コスト負担が許容な範囲で最大限導入。

＜電力コストの推移(イメージ)＞



(注) 再エネの導入に伴って生じるコストは買取費用を計上している。これは、回避可能費用も含んでいるが、その分、燃料費は小さくなっている。

【出所】発電用燃料費は総合エネルギー統計における発電用燃料投入量(自家発電を含む)と、貿易統計における燃料輸入価格から推計

2030年における再生可能エネルギーの導入見込量(ミックス小委、2015年4月28日)

■ 2030年の電力コストを現状よりも引き下げるために国民負担の抑制とのバランスがとれる範囲での導入を進めるには、再エネ全体で買取費用を約3.7兆円～約4.0兆円とすることが必要。原子力を代替する地熱・水力・バイオマスの買取費用の合計は約1.0兆円～約1.3兆円となることから、火力を代替する自然変動再エネの買取費用は約2.7兆円以下となる。

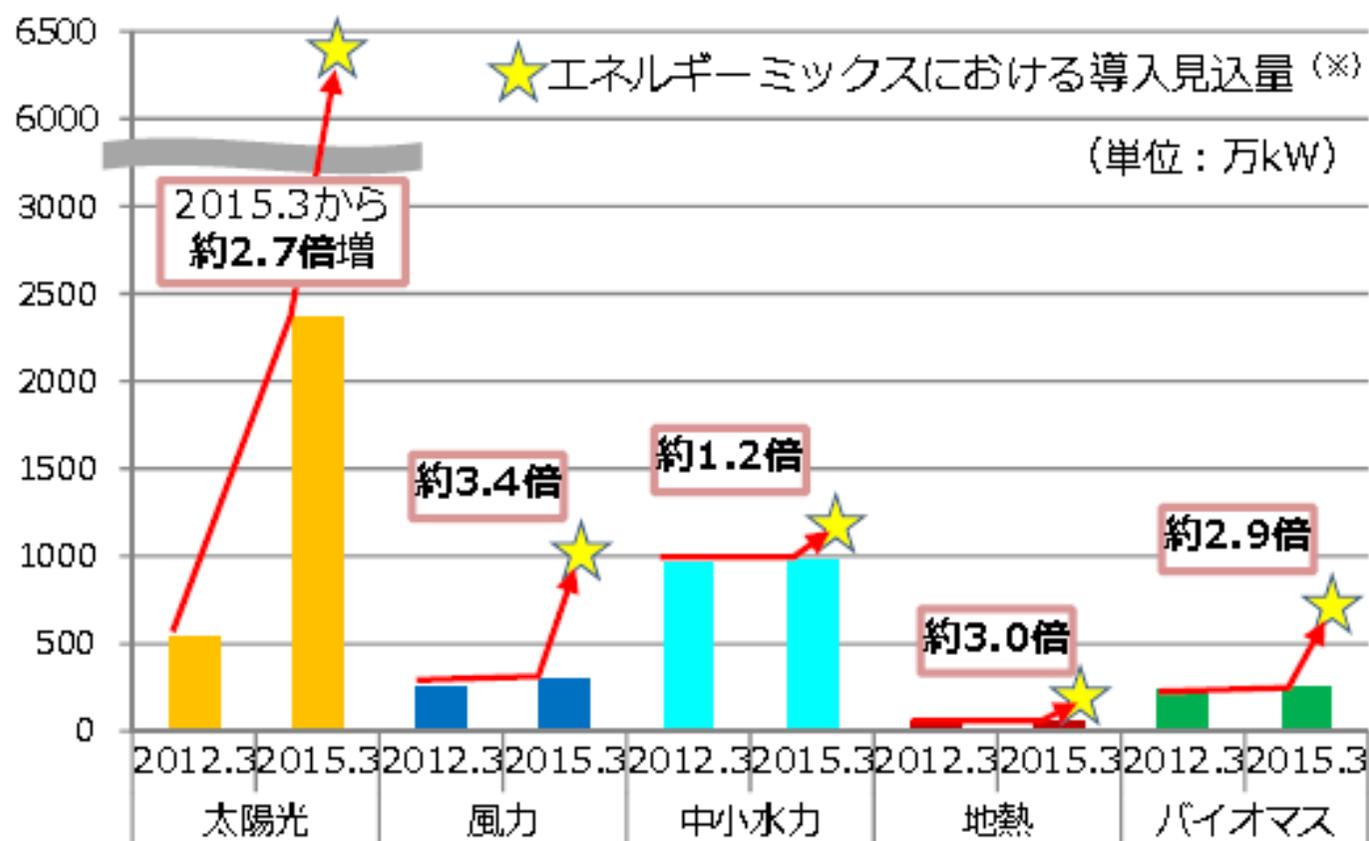
	発電電力量	FIT買取費用(税抜)
地熱	102～113億kWh	0.17兆円～0.20兆円
水力	939～981億kWh	0.19兆円～0.29兆円
バイオマス	394～490億kWh	0.63兆円～0.83兆円
(小計)	1,435～1,584億kWh	1.00兆円～1.31兆円
風力	182億kWh	0.42兆円
太陽光	749億kWh	2.30兆円
(小計)	931億kWh	2.72兆円
(合計)	2,366～2,515億kWh	3.72兆円～4.04兆円

※2030年の各数値はいずれも概数。

※水力には揚水(85億kWh)を含む。

(注)加えて系統安定化費用として、火力の発電効率悪化に伴う費用、火力の停止及び起動回数の増加に伴う費用が計0.13兆円。

各電源の運転開始済の設備容量と2030年の導入見込量



FIT前 (2012.3)	531	256	963	54	231
現在(A) (2015.3)	2371	293	972	52	254
ミックス(B) (2030)	6400	1000	1084~1155	140~155	602~728
B(最大)/A	約2.7倍	約3.4倍	約1.2倍	約3.0倍	約2.9倍

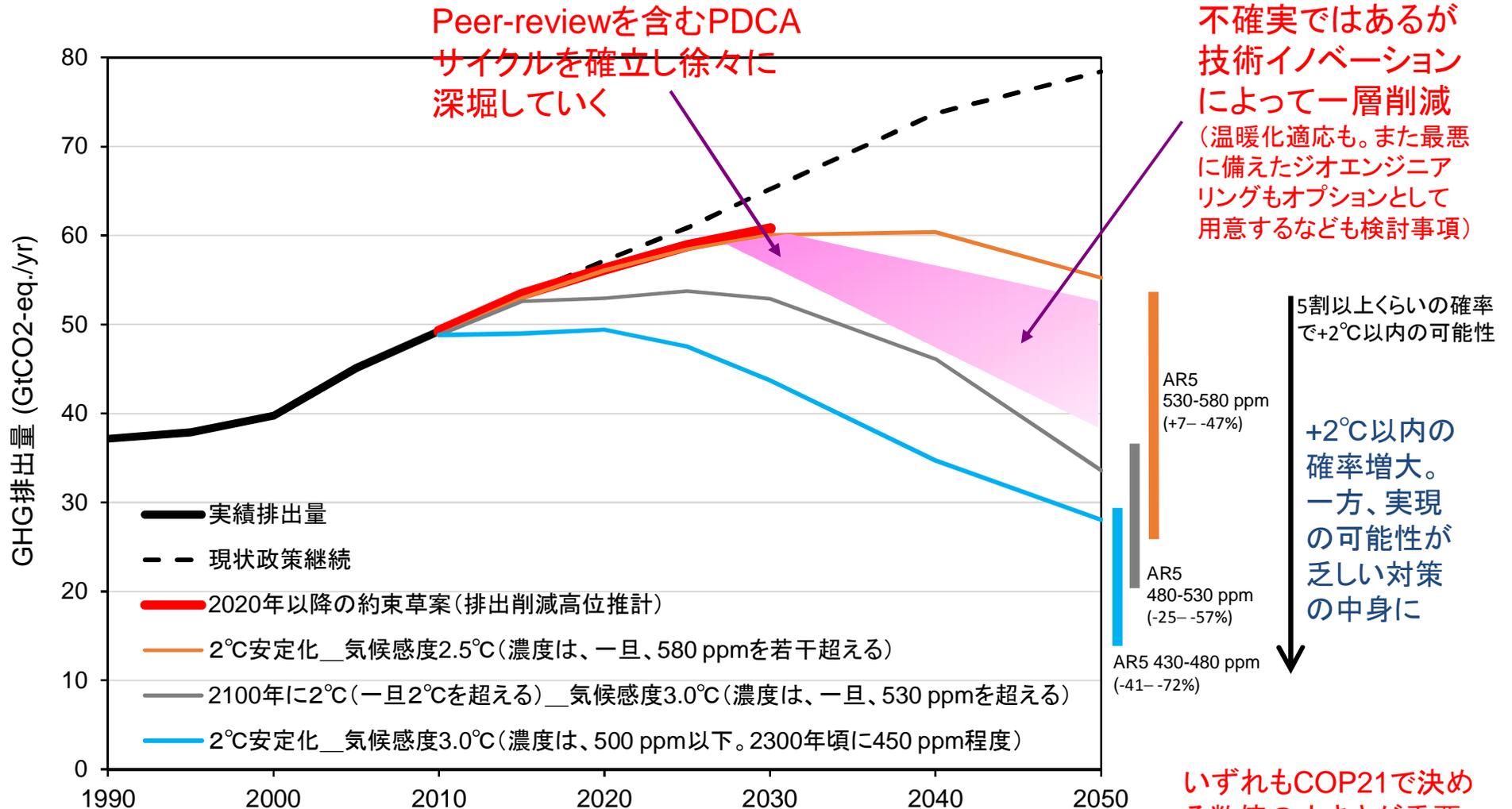
- ※・エネルギーミックスにおいては、中小水力発電の既導入設備容量を示してはいるが、ここでは出力別包蔵水力調査データにエネルギーミックスで示された追加導入見込量(+150~201万kW)を合算して算出した。
・太陽光発電と風力発電については、出力制御の状況等によって導入量は変わらう。

世界各国の約束草案の CO₂限界削減費用推計値 (RITE システム研究グループ)¹⁵

	限界削減費用 (\$/tCO ₂ eq)	
	低位	高位
日本: 2013年比▲26%(2030年)	380程度* (エネルギー起源CO ₂ の目標のみで評価した場合は260程度)	
米国: 2005年比▲26%~▲28%(2025年)	76	94
EU28: 1990年比▲40%(2030年)	210	
スイス: 1990年比▲50%(2030年)	380	
ノルウェー: 1990年比▲40%(2030年)	70	
豪州: 2005年比▲26%~▲28%(2030年)	33	
ニュージーランド: 2005年比▲30%(2030年)	95	
カナダ: 2005年比▲30%(2030年)	166	
ロシア: 1990年比▲25%~▲30%(2030年)	1	7
中国: CO ₂ 排出原単位2005年比▲60~▲65%(2030年)	~0	~0
韓国: BAU比▲37%(2030年)	144	

* 吸収源対策▲2.6%は森林吸収対策としてコスト計算せずに、エネルギー起源CO₂、その他GHG排出削減対策で実施するとして計算した場合。他国も同様
注) 2015年7月31日付の資料 (http://www.rite.or.jp/Japanese/labosysken/about-global-warming/download-data/Energymix_INDCs_20150818.pdf) の推計値より若干高い推計となった国もある。これは他国の約束草案によってエネルギー輸出入において低炭素なエネルギーの利用可能性が減ったためである。

2°C目標の排出経路（気候感度の不確実性含む） と約束草案見通し



RITEによる推計。約束草案は、日、米、EU、露、中国、メキシコ、ノルウェー、スイス、カナダを考慮

約束草案は、気候感度3°Cを想定した場合、2°C目標と大きなギャップ有。
しかし、気候感度2.5°Cの場合は、2°C目標とかなり整合的。

いずれもCOP21で決める
数値の大きさが重要
ではなく、将来排出削減
を誘発できるような枠組
みを作ることの方が重要

「長期エネルギー需給見通し2015」における 長期的取組に関する記述

(3) 2030年度以降を見据えて進める取組

安全性、安定供給、経済効率性及び環境適合に関する政策目標の確実な実現と多層・多様化した柔軟なエネルギー需給構造の構築に向け、革新的な蓄電池、水素社会の実現に向けた技術、次世代型再生可能エネルギー、二酸化炭素の回収貯留(CCS)及び利用に関する技術を始めとする新たな技術の開発・利用の推進、メタンハイドレートなど我が国の排他的経済水域内に眠る資源の活用に向けた取組も推進する。

対応するRITEの研究:

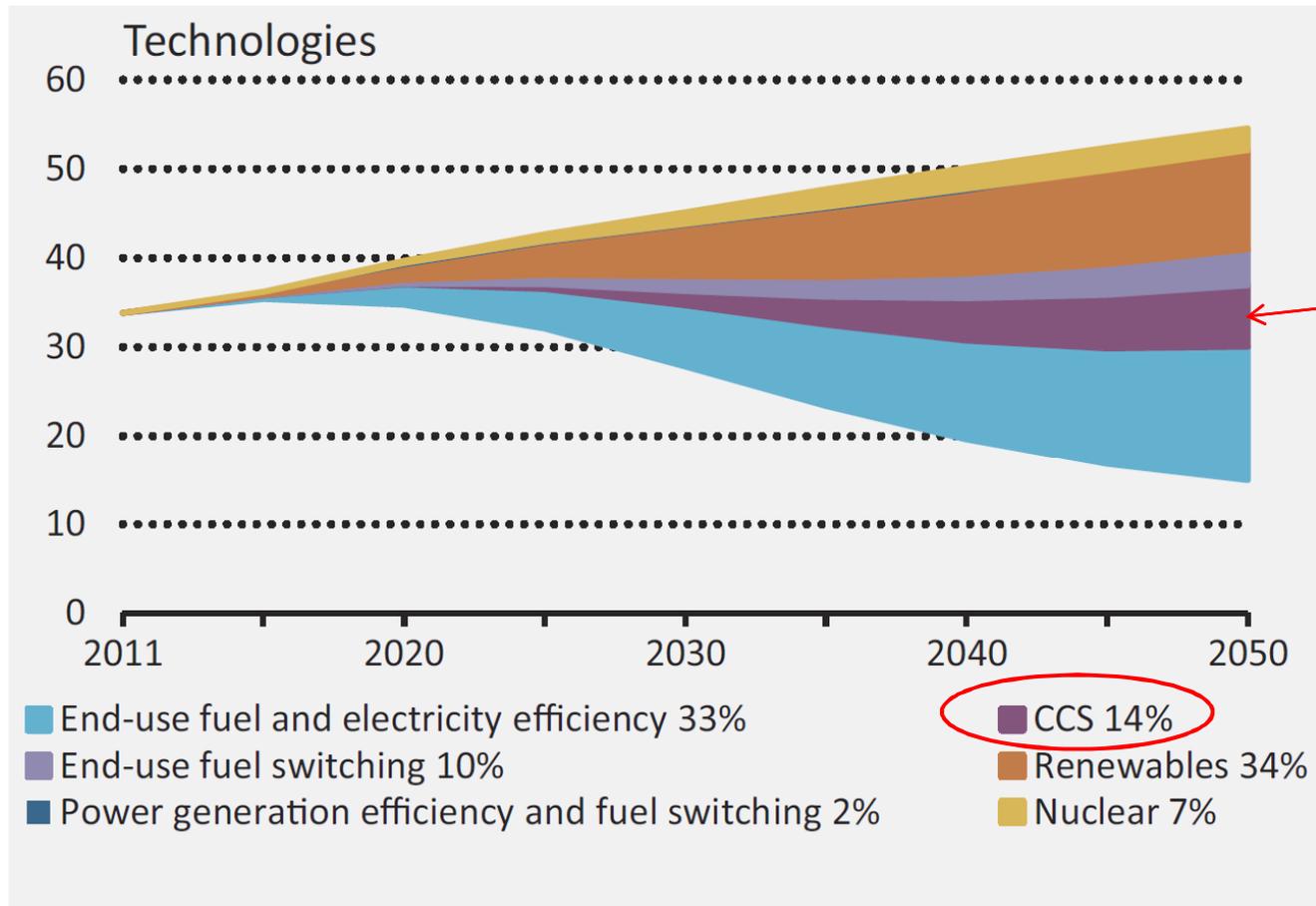
CCS+利用→貯留研究G(貯留技術・安全性評価)、化学研究G(分離・回収技術)、企画調査G(安全高度化・利用技術調査、ISO)

水素社会→化学研究G(水素分離膜)

次世代再生可能エネルギー→バイオ研究G(セルロースエタノール、バイオジェット燃料、バイオ化学品)

【IEA ETP2014】

CCSの2050年までのCO2削減寄与度



CCSは、エネルギーの有効利用、再生可能エネルギーとともに、CO2削減に大きく貢献する技術と位置づけられている。

【IPCC WG3 AR5】

CCSを利用できない場合、緩和コストは大幅に上昇

	Increase in total discounted mitigation costs in scenarios with limited availability of technologies				Increase in medium- and long-term mitigation costs due to delayed additional mitigation until 2030			
	[% increase in total discounted mitigation costs (2015–2100) relative to default technology assumptions]				[% increase in mitigation costs relative to immediate mitigation]			
2100 Concentration (ppm CO ₂ eq)	No CCS	Nuclear phase out	Limited Solar/Wind	Limited Bioenergy	≤ 55 GtCO ₂ eq		>55 GtCO ₂ eq	
					2030–2050	2050–2100	2030–2050	2050–2100
450 (430–480)	138 (29–297) [N: 4]	7 (4–18) [N: 8]	6 (2–29) [N: 8]	64 (44–78) [N: 8]	28 (14–50) [N: 34]	15 (5–59)	44 (2–78) [N: 29]	37 (16–82)
500 (480–530)								
550 (530–580)	39 (18–78) [N: 11]	13 (2–23) [N: 10]	8 (5–15) [N: 10]	18 (4–66) [N: 12]	3 (–5–16) [N: 14]	4 (–4–11)	15 (3–32) [N: 10]	16 (5–24)
580–650								

Table SPM.2 |

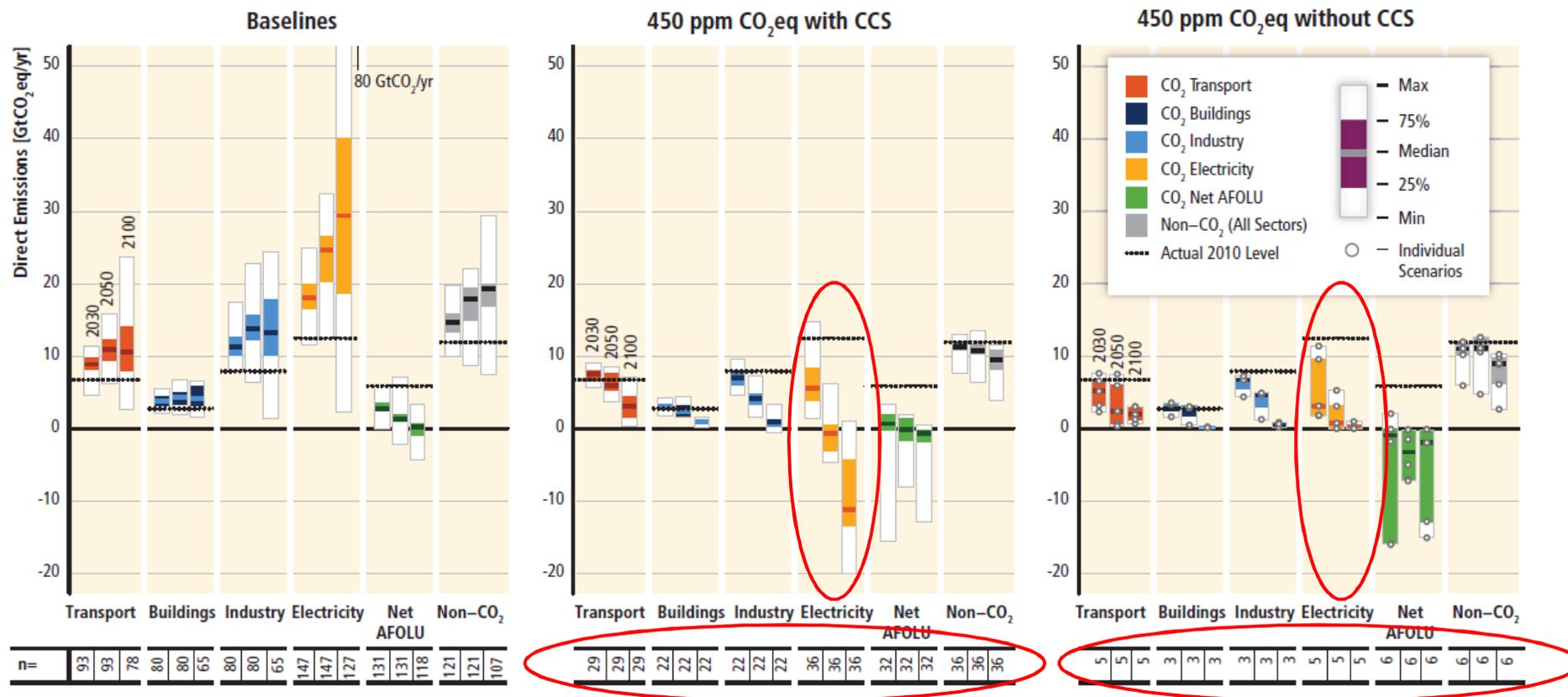
「技術が利用不可能であったり、利用に制限があると、想定する技術次第では緩和費用が大幅に増加する可能性がある。」(WG3 SPM 15 of 31)

【IPCC WG3 AR5】

CCS無しでは450ppmCO2換算濃度に到達できない

Direct Sectoral CO₂ and Non-CO₂ GHG Emissions in Baseline and Mitigation Scenarios with and without CCS

Figure SPM.7



「CCS無しには、ほとんどのモデルが2100年までに450ppmCO2換算濃度に到達できない。」(WG3 SPM 19 of 31)

「CCS無しの化石燃料発電は2100年までにはほとんど完全に消滅している。」(WG3 SPM 21 of 31)



ご清聴ありがとうございました

公益財団法人 地球環境産業技術研究機構 (RITE)
Research Institute of Innovative Technology for the Earth