

**CIGS地球温暖化シンポジウム2015**

**2015年7月23日**

---

# **国際公平性の視点からの 温室効果ガス排出削減目標の評価**

---

**(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)**

**システム研究グループ グループリーダー**

**秋元 圭吾**



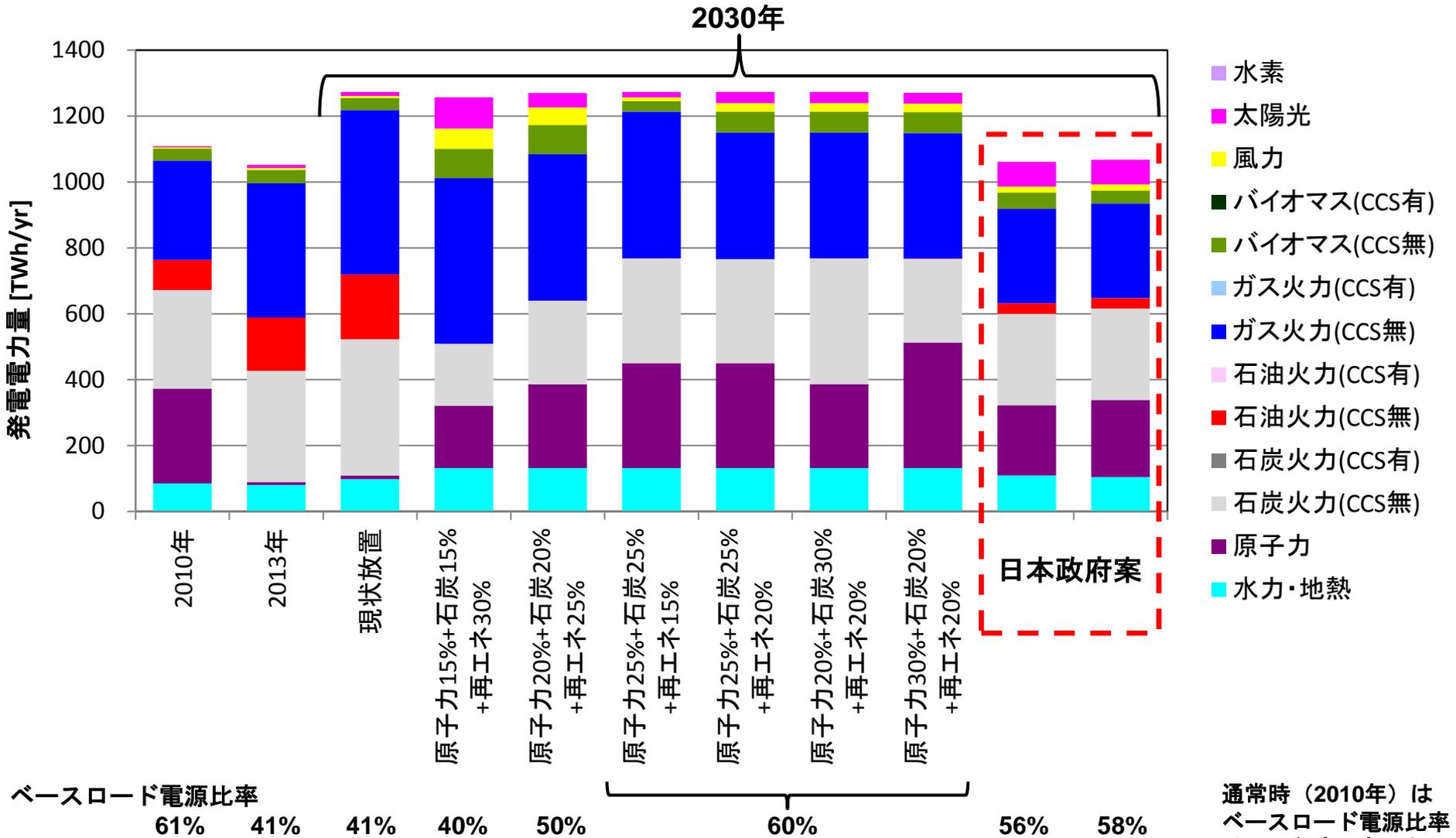
1. 日本政府のエネルギーミックス案の評価
2. 約束草案（2030年の排出削減目標）についての  
検証 ー国際公平性・野心度を中心にー
3. 長期目標（2°C目標）との関係性についての分析
4. まとめ

- ◆ 2020年以降の温室効果ガス排出削減目標策定の議論が進められており、2015年末にパリで開催のCOP21において国際的合意を目指している。そして、COP21に先立って温室効果ガス排出削減目標（約束草案（INDCs: Intended Nationally Determined Contributions））の提出が求められており、米国やEU等は2015年3月末までに、また中国についても6月末に、UNFCCC事務局への提出を終えたところである。
- ◆ 日本政府は6月初めに「長期エネルギー需給見通し（案）」と、それに基づいた「日本の約束草案（政府原案）」をとりまとめた。そして、パブコメを経て、7月17日にUNFCCC事務局に約束草案を提出を終えた。
- ◆ 本報告では、国際公平性の視点を中心に、2030年の温室効果ガス排出削減目標について評価するとともに、2050年の排出削減目標との関係についても触れる。

# 日本政府のエネルギーミックス案 の評価 (RITEモデル分析結果\*との比較より)

\* 2014年3月31日および4月14日にRITE WEB公表

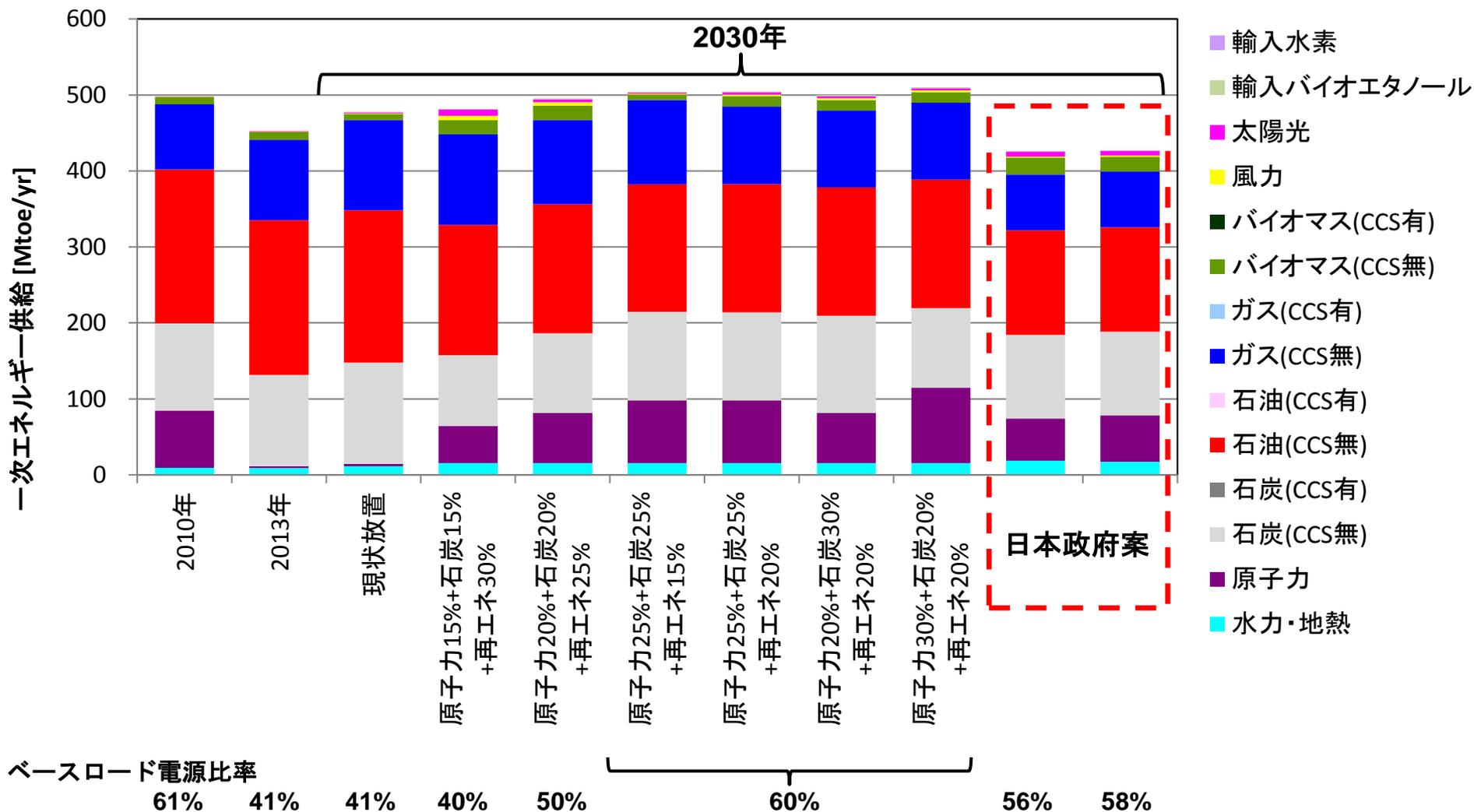
# 2030年の発電電力量 (GHG排出削減強度: WEO2014新政策シナリオレベル)



通常時(2010年)は  
ベースロード電源比率  
は60%程度であった。

# 2030年の一次エネルギー供給

(GHG排出削減強度: WEO2014新政策シナリオレベル)

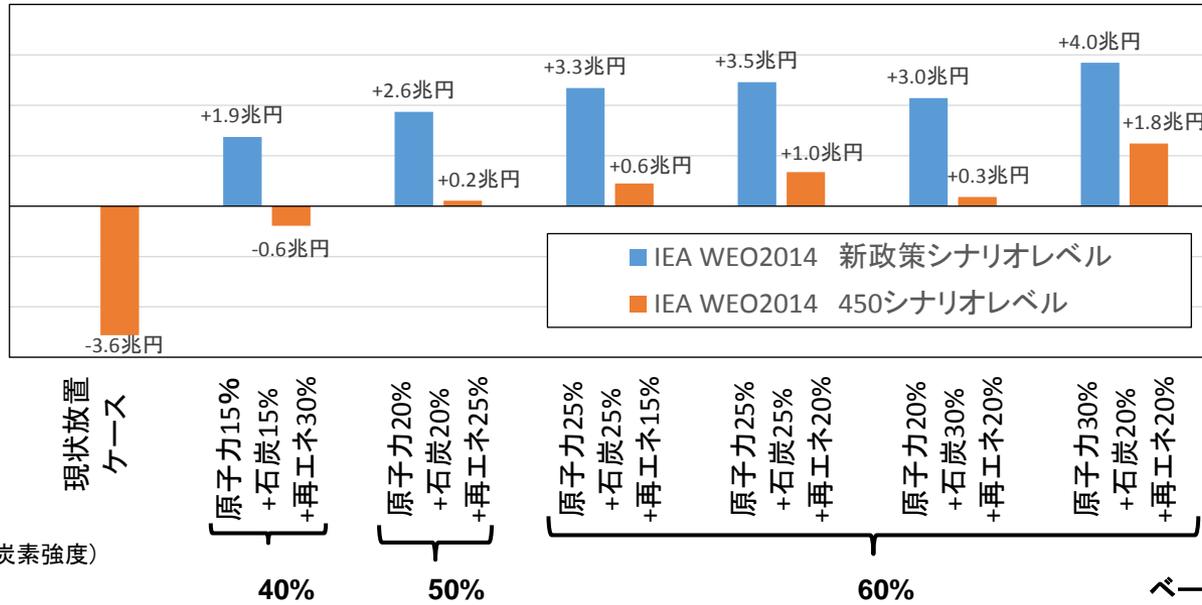


IEA統計表と同じく、(1)真発熱量で表示、(2)一次電力の発電効率は原子力:発電効率33%、地熱:発電効率10%、水力他:発電効率100%と想定。(日本政府案は公表値に基づき、RITEで換算)

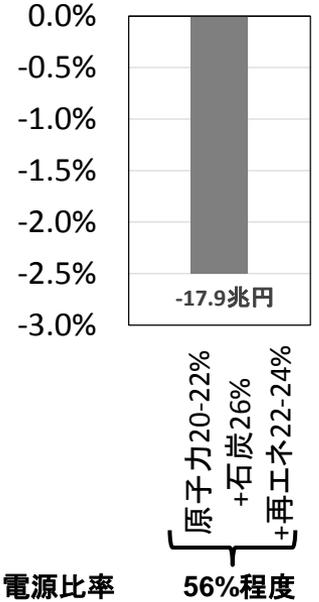
# 2030年の経済影響 (GDPと家計消費)

## GDP

GDPの変化  
(%,基準ケース比)



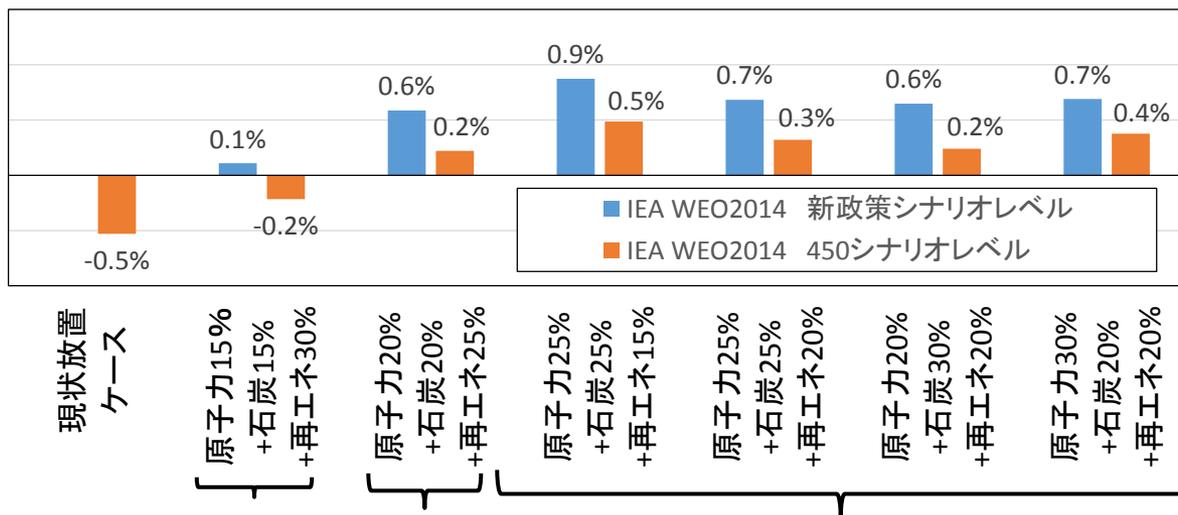
## <政府案>



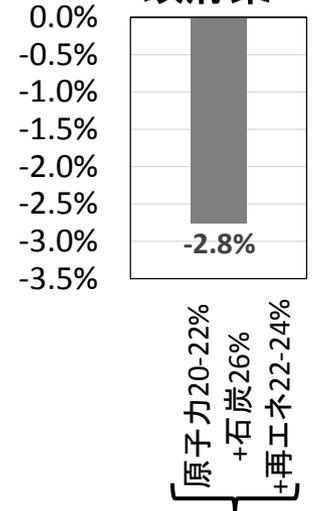
注：  
基準ケースは、  
現状放置(発電構成) &  
IEA WEO新政策レベル(炭素強度)

## 家計消費

家計消費の変化  
(%,基準ケース比)



## <政府案>



- ◆ 政府案では、GDP成長率を1.7%/年と高い成長を見込んでいるのに比して、対策後の発電電力量の伸びは小さく見込まれている。
- ◆ RITEの経済モデルによる複数のシナリオにおける分析結果と比べると、政府案のGDPや家計消費損失は相当大きいものとなっている。
- ◆ これは政府案は、電源構成（電源比率）はそれほど大きな経済損失をもたらすような偏った構成となっていないが（GDPは現状放置(2013年の発電構成)ケース比で +0.36~+0.38%）、大きな省エネが見込まれているため（電力では▲17%）、これを実現するため大きな炭素価格（暗示的、明示的問わず）が必要と推計される。そのため、少なくとも過去の対策を踏まえた実績をベースに構築されている経済モデルによる評価では、これを実現するには相当な経済コストが必要と推計される。

**約束草案(2030年の排出削減目標)  
についての検証  
—国際公平性・野心度を中心に—**

- ◆ 各国間に差異がある中で、すべての国がそれぞれの事情を踏まえながら、できるだけ均等な排出削減努力を行うことが重要
- ◆ 例えば、特定の基準年比での削減率の大きさが衡平な排出削減努力を表すわけではない。とりわけ1990年など遠い過去を基準とした場合は、その後の社会の状況の激変を含むため、より一層、排出削減努力とは無関係となりやすい。
- ◆ またGDPあたりの排出量は、効率性を示す一つの有用な指標ではあるが、産業構造にも影響されることに留意が必要。また、GDPあたりの排出量の改善率も重要な指標と考えられるが、過去の努力のみならず、GDP成長率の大きさに大きく依拠することが多いため指標の解釈に留意が必要
- ◆ 排出削減費用推計の不確実性は大きいものの、排出削減努力を示す指標としては、限界削減費用やGDPあたり排出削減費用といった削減費用を評価することは重要
- ◆ 各国間とりわけ国際競争下にある各国間において限界削減費用に差が大きい場合、生産においてエネルギー効率に優れていたとしても、限界削減費用が高ければ競争力が阻害され、限界削減費用の低い国へと生産拠点がシフトする恐れもあり、持続的な対応がとりにくくなる。そして、そのとき限界削減費用の低い国のエネルギー効率が低ければ、世界全体で見れば却ってCO<sub>2</sub>排出が増大する恐れもある。国際的なバランスは重要

# 日本、および世界主要国の約束草案(一部暫定値) の基準年比排出削減率

	基準年比排出削減率		
	1990年比	2005年比	2013年比
日本: 2013年比▲26% (2030年)	▲18.0%	▲25.4%	<u>▲26.0%</u>
米国: 2005年比▲26% ~▲28% (2025年)	▲14~▲16%	<u>▲26~▲28%</u>	▲18~▲21%
EU28: 1990年比▲40% (2030年)	<u>▲40%</u>	▲35%	▲24%
ロシア: 1990年比▲25% ~▲30% (2030年)	<u>▲25~▲30%</u>	+10~+18%	—
中国: 2030年CO <sub>2</sub> 排出 ピークアウト (RITE排出 見通しに基づき、15~ 16GtCO <sub>2</sub> eq)	+277~+316%	+82~+101%	—

日本の排出削減率は直近の2013年比で見ると、米・欧よりも大きい。

# GDP (MER)あたりGHG排出量

	1990	2005	2010	2020	2030
日本	0.32	0.30	0.27	0.24	0.16
米国	0.76	0.55	0.50	0.32	0.27~0.28 (2025年)
EU28	0.56	0.37	0.33	0.26	0.18
ロシア	3.99	2.80	2.44	1.57~1.58	0.91~0.96
中国	6.35	3.37	2.80	1.57~1.58	0.94~1.01
韓国	0.85	0.66	0.65	0.43	—
インド	3.74	2.53	2.24	1.81	—

単位 : kgCO<sub>2</sub>eq. per \$;2005年価格

日本の政府案は、GDPあたりGHG排出量で見ても欧米目標よりも優れた数字と評価される。

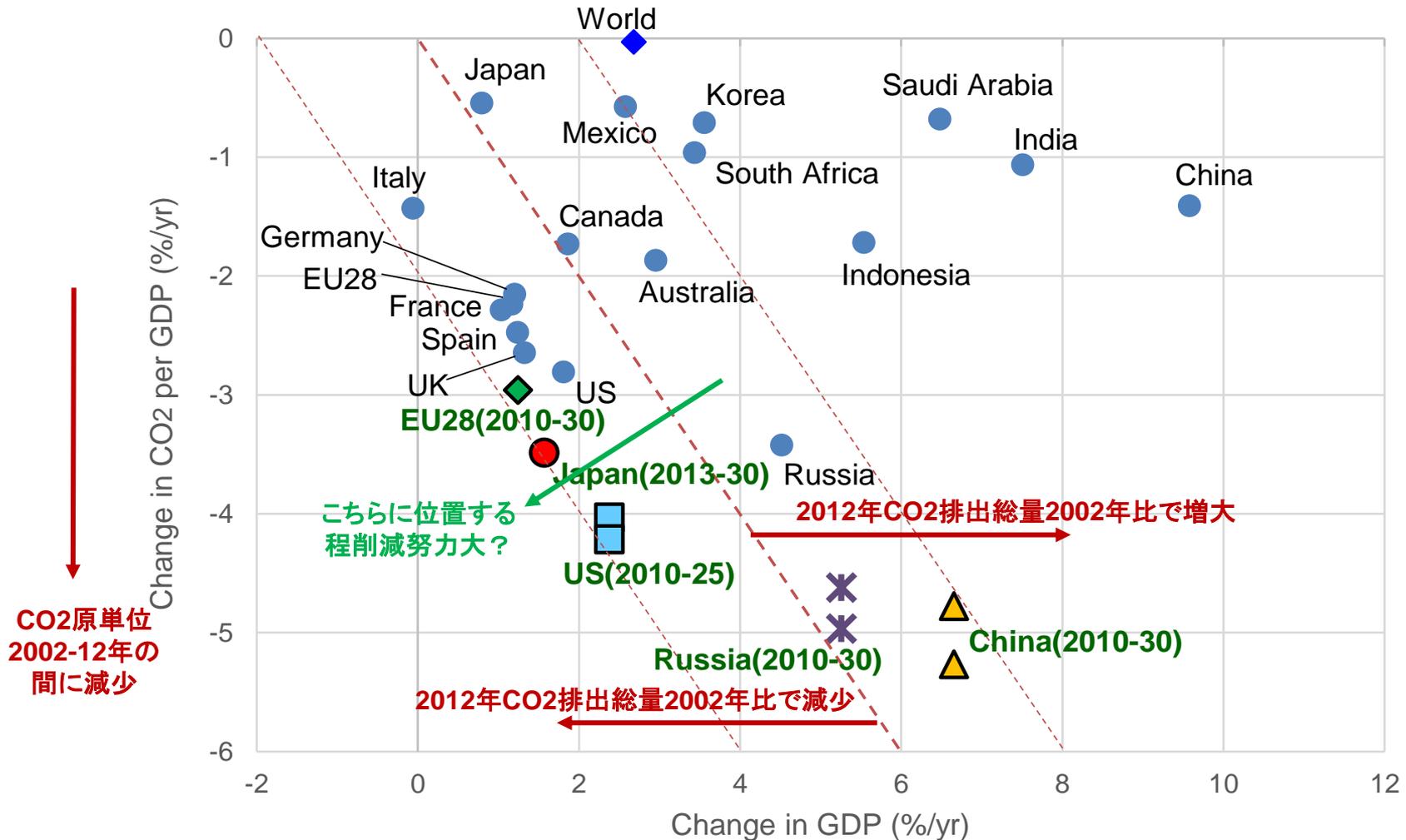
# 一人あたりGHG排出量

	1990	2005	2010	2020	2030
日本	10.1	10.6	9.9	10.5	8.9
米国	24.4	24.2	22.0	16.7	14.8~15.2 (2025年)
EU28	11.8	10.4	9.4	8.3	6.6
ロシア	22.7	14.8	15.5	15.7~15.8	17.9~19.0
中国	3.4	6.2	8.3	9.5	9.8~10.5
韓国	7.1	11.8	13.7	12.0	—
インド	1.5	1.9	2.3	3.2	—

単位 : tCO<sub>2</sub>eq./人

# GDP変化とCO2 原単位変化

## —2002～2012年の10年間の実績値と約束草案—



注)2012年の日本のCO2原単位は、原子力発電の停止によって強く影響を受けている。

**GDP成長率と排出原単位変化の関係を踏まえても、日本の約束草案は、意欲的な排出削減目標と評価できる。**

# 日本、および世界主要国の約束草案(一部暫定値)の CO<sub>2</sub>限界削減費用推計値(RITE DNE21+推計)

	限界削減費用 (\$/tCO <sub>2</sub> eq)	
	低位	高位
日本:2013年比▲26% (2030年)	<b>380程度*</b> (エネルギー起源CO <sub>2</sub> 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)	<b>57</b>	<b>76</b>
EU28:1990年比▲40% (2030年)	<b>168</b>	
ロシア:1990年比▲25%~ ▲30% (2030年)	<b>0</b>	<b>12</b>
中国:2030年CO <sub>2</sub> 排出ピークアウト (RITE排出見通しに基づき、15~16GtCO <sub>2</sub> eq)	<b>0</b>	<b>9</b>

\*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CO<sub>2</sub>、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

日本の限界削減費用は他国よりも大変高いと推計される(元々、エネルギー効率が低いにも関わらず、省エネルギーを大きく見こみ過ぎていることが主因)。

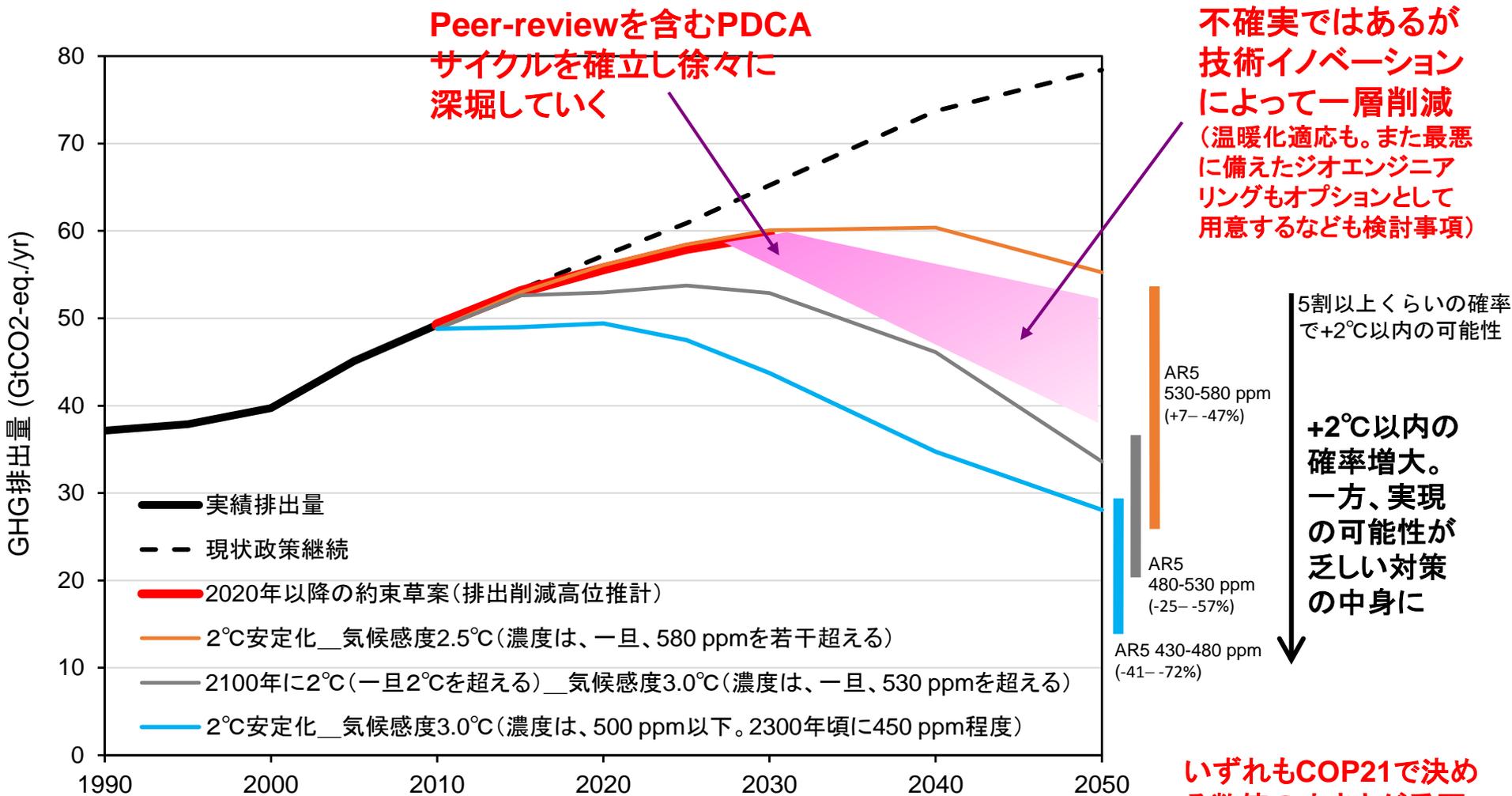
# 日本、および世界主要国の約束草案(一部暫定値)の GDPあたり排出削減費用推計値(RITE DNE21+推計)

	GDPあたり排出削減費用 (%)	
	低位	高位
日本: 2013年比▲26% (2030年)	<b>0.7程度</b>	
米国: 2005年比▲26%~ ▲28% (2025年)	<b>0.34</b>	<b>0.40</b>
EU28: 1990年比▲40% (2030年)	<b>0.77</b>	
ロシア: 1990年比▲25%~ ▲30% (2030年)	—	—
中国: 2030年CO <sub>2</sub> 排出ピークアウト (RITE排出見通しに基づき、15~16GtCO <sub>2</sub> eq)	—	—

**GDPあたりの排出削減費用で評価しても、日本の排出削減目標は、欧州並みの厳しい目標と評価される。**

# 長期目標(2°C目標)との関係性について の分析

# 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**

# 時点間の排出削減費用負担の衡平性評価

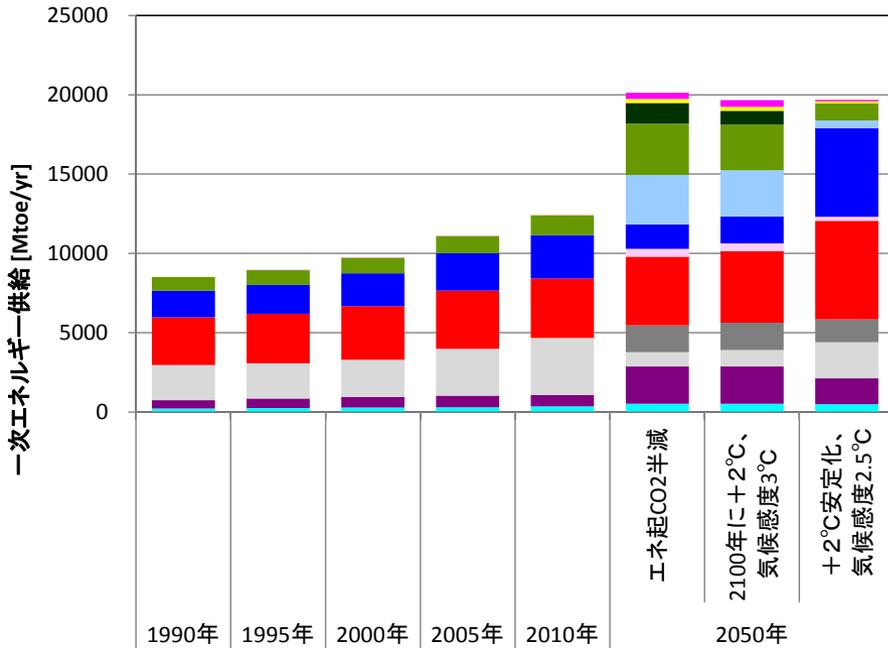
- ◆ 各国は2030年までは約束草案に従って排出削減を行い、それ以降は世界全体で2050年に2005年比エネルギー起源CO<sub>2</sub>半減という長期目標を想定し、2030年と50年の削減費用の比較評価を行った。なお、2050年の限界削減費用は世界全体で均等化することとした（2030年時点では各国の限界削減費用は異なるが、2050年に向けて収斂することとした）。
- ◆ 2050年に世界全体で排出量半減という目標の下では、2050年の限界削減費用は431\$/tCO<sub>2</sub>といった非常に高い水準が必要と見込まれる。その時の日本の排出量は2005年比でほぼ半減の水準であり、GDP比排出削減費用は0.74%と評価された。すなわち、日本の2030年約束草案は、世界排出量半減の排出削減費用負担とほぼ同程度と言える。

## 日本のGHG排出量、限界削減費用、GDP比排出削減費用

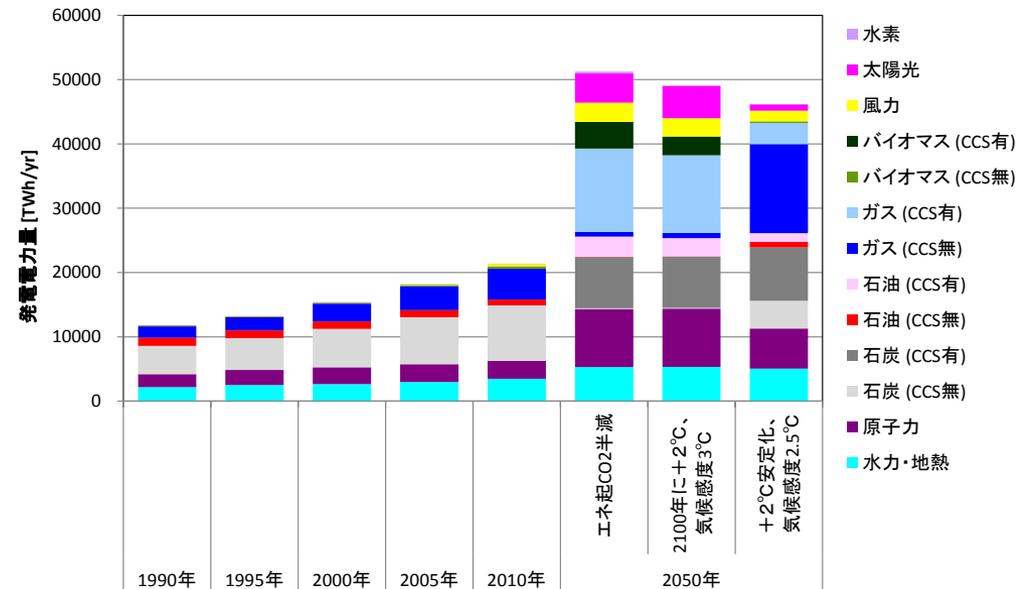
	2030年	2050年 (限界削減費用均等化の下、世界全体で2005年比エネルギー起源CO <sub>2</sub> 半減)
GHG排出量 (2005年比)	▲25.4%	▲50%
限界削減費用 (\$/tCO <sub>2</sub> )	381	431
GDP比排出削減費用 (%)	<b>0.72</b>	<b>0.74</b>

\* 2050年における世界全体の排出量を2°C安定化\_気候感度2.5°Cレベルとした場合、日本のGHG排出量：2005年比▲32%、限界削減費用：40\$/tCO<sub>2</sub>、GDP比排出削減費用：0.22%。また、2100年に2°C\_気候感度3.0°Cレベルとした場合、日本のGHG排出量：2005年比▲48%、限界削減費用：360\$/tCO<sub>2</sub>、GDP比排出削減費用：0.65%。

# 2050年排出削減レベルによる世界のエネルギー構成



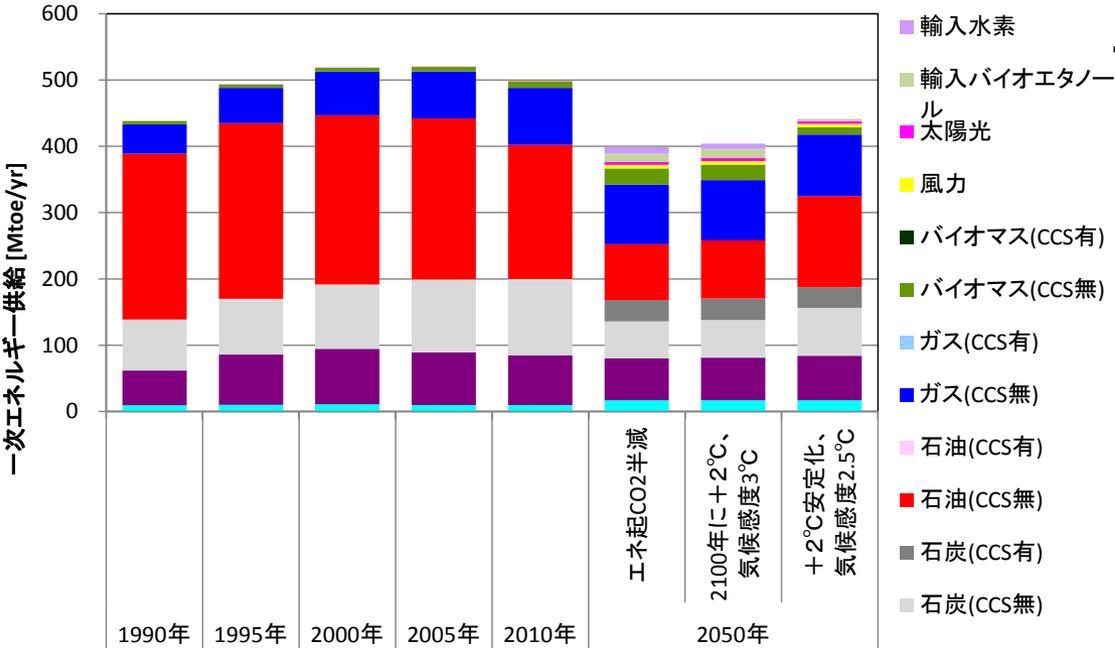
## 発電電力量



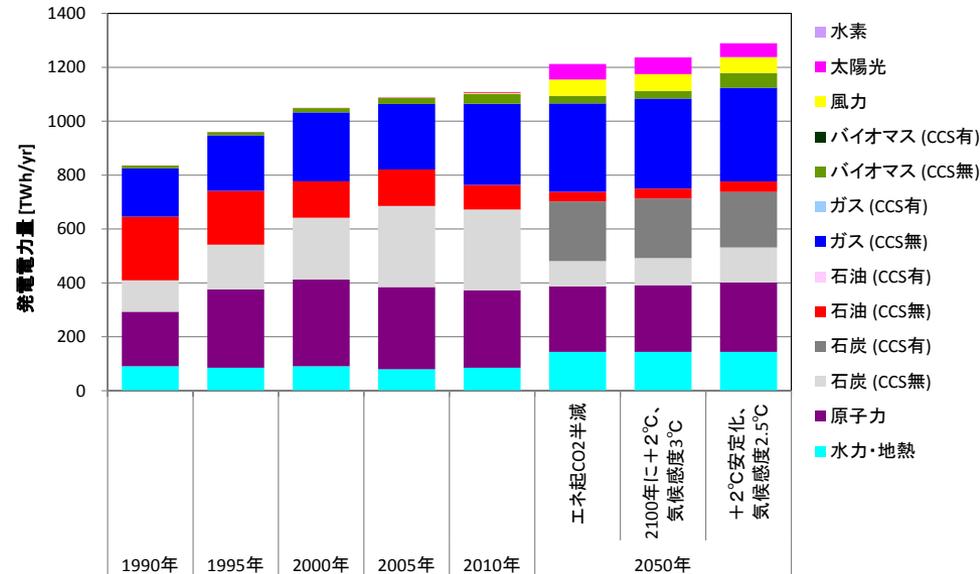
- 2050年における世界全体のエネルギー起源CO2排出量を半減とした場合、限界削減費用：431\$/tCO<sub>2</sub>。
- 2050年における世界全体の排出量を2°C安定化\_気候感度2.5°Cレベル相当とした場合、限界削減費用：40\$/tCO<sub>2</sub>。
- 2100年に2°C\_気候感度3.0°Cレベル相当とした場合、限界削減費用：360\$/tCO<sub>2</sub>。

# 2050年排出削減レベルによる日本のエネルギー構成

## 一次エネルギー



## 発電電力量



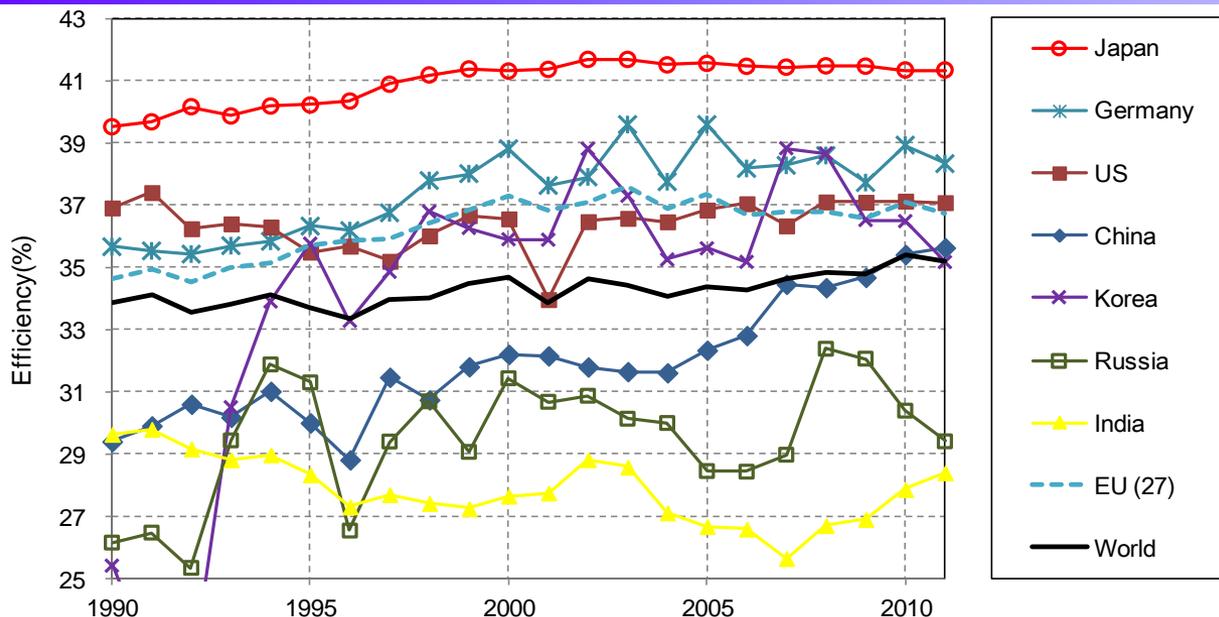
- 2050年における世界全体のエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量を半減とした場合、限界削減費用：431\$/tCO<sub>2</sub>、日本のGHG排出量：2005年比▲50%。
- 2050年における世界全体の排出量を2°C安定化\_気候感度2.5°Cレベル相当とした場合、限界削減費用：40\$/tCO<sub>2</sub>、日本のGHG排出量：2005年比▲32%。
- 2100年に2°C\_気候感度3.0°Cレベル相当とした場合、限界削減費用：360\$/tCO<sub>2</sub>、日本のGHG排出量：2005年比▲48%。

まとめ

- ◆ 温室効果ガス排出目標は、様々な指標で見て、世界主要国の約束草案よりも優れたものと評価される。しかし、省エネ対策を大きく見込んでいることに起因する意欲的な目標に過ぎるようにも評価され（CO<sub>2</sub>限界削減費用が他国に比べ極めて高い目標となっている）、その実現性が懸念材料と考えられる。また、産業の国際競争の視点からも注意が必要である。
- ◆ 長期目標（2°C目標）との関係については、2°C目標達成の排出経路は幅が広く、最新のIPCC報告書の知見を踏まえ、平衡気候感度2.5°Cを想定した場合には、2°C以内を期待できる排出経路に沿っていると推計される（ただし、平衡気候感度3.0°Cを想定した場合には、大きな排出ギャップがある）。
- ◆ また、2030年と2050年の排出削減費用負担の視点で日本の目標を評価すると、仮に、余裕を持って2°C目標達成を期待できる世界排出量を2005年比で半減する目標を想定したとしても、2030年と50年のGDPあたり排出削減費用は同レベルであり、費用負担を先送りするような目標ではなく、十分に世代間の費用負担のバランスがとれた目標であると評価される。
- ◆ いずれにしても、約束草案について、各国の排出削減努力を適切に評価する適切なレビュー方法確立して、peer-pressureが働くようにし、将来に向けた深堀を実現していくことが重要

# 参考

# 主要エネルギー部門における エネルギー効率の比較 (1/2)



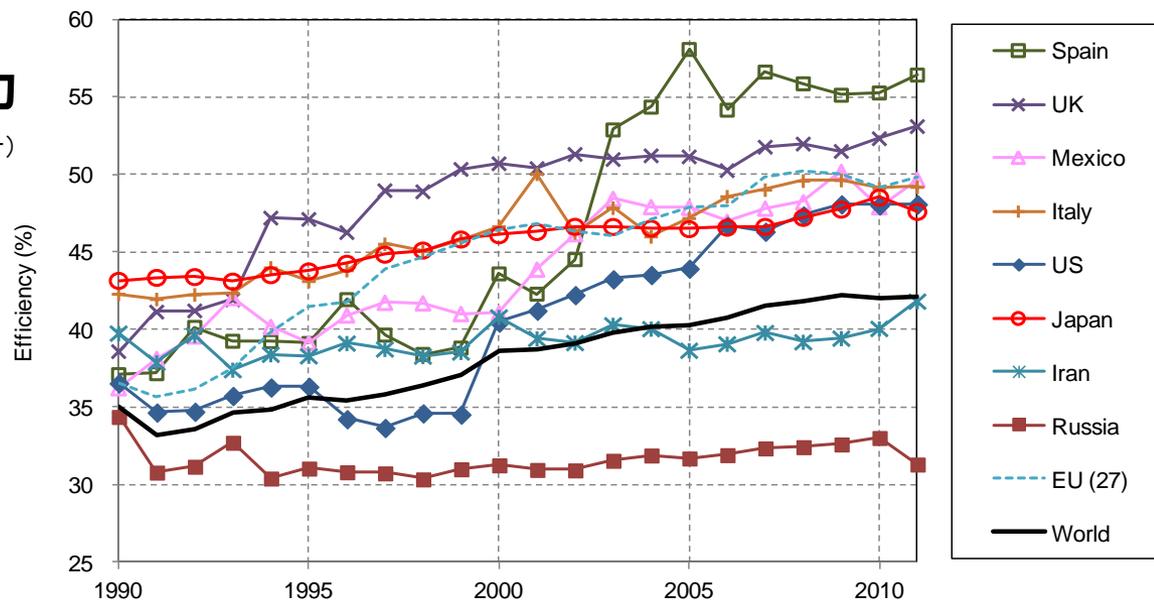
## 石炭火力

出典) RITE, 2014 (IEA, 2013を基に推計)

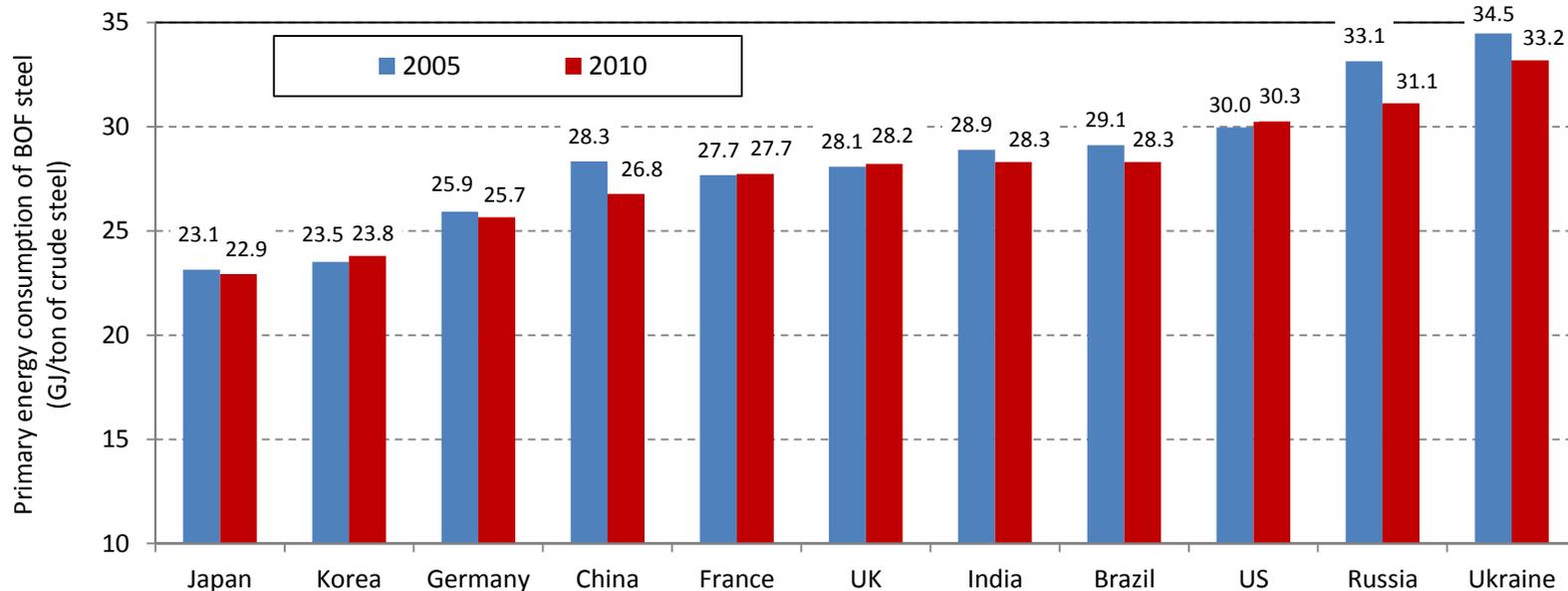
## ガス火力

出典) RITE, 2014 (IEA, 2013を基に推計)

**GDP基準でのエネルギー原単位  
(GDPあたりの一次エネルギー消費量)の水準は産業構造によって影響される。よって、排出削減努力を評価するためには、主要部門・生産プロセス別のエネルギー原単位(エネルギー効率)を計測することは重要**



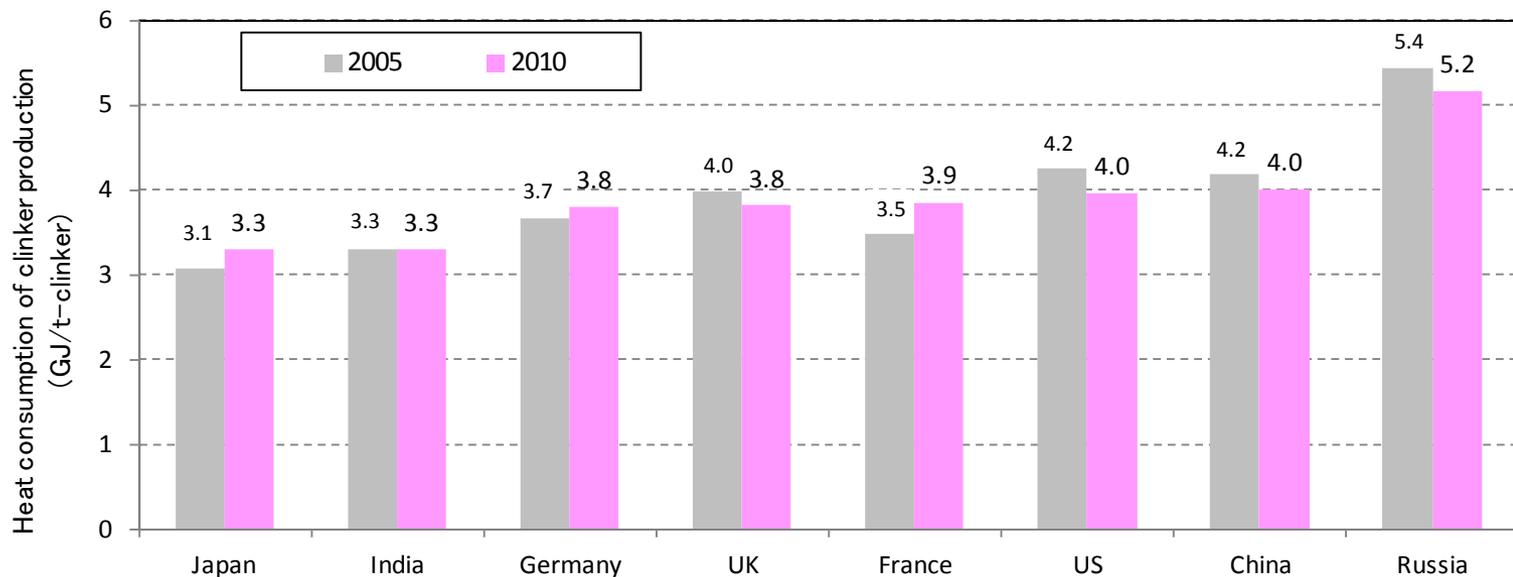
# 主要エネルギー部門における エネルギー効率の比較 (2/2)



鉄鋼  
(転炉鋼)

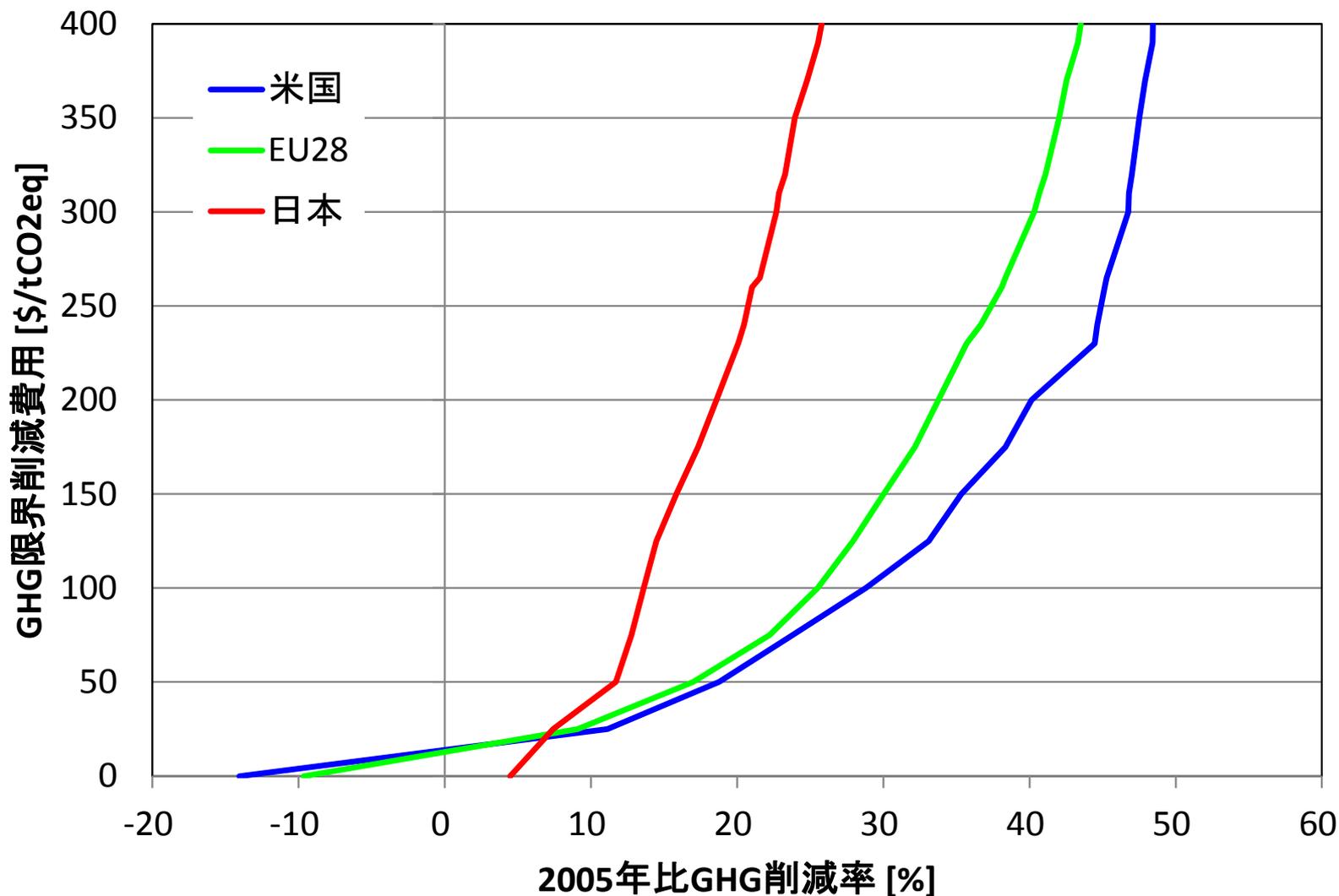
出典) Oda et al. 2012;  
RITE, 2012

セメント  
(クリンカ)



出典) WBCSD/CSI他を  
参考にRITEで推計

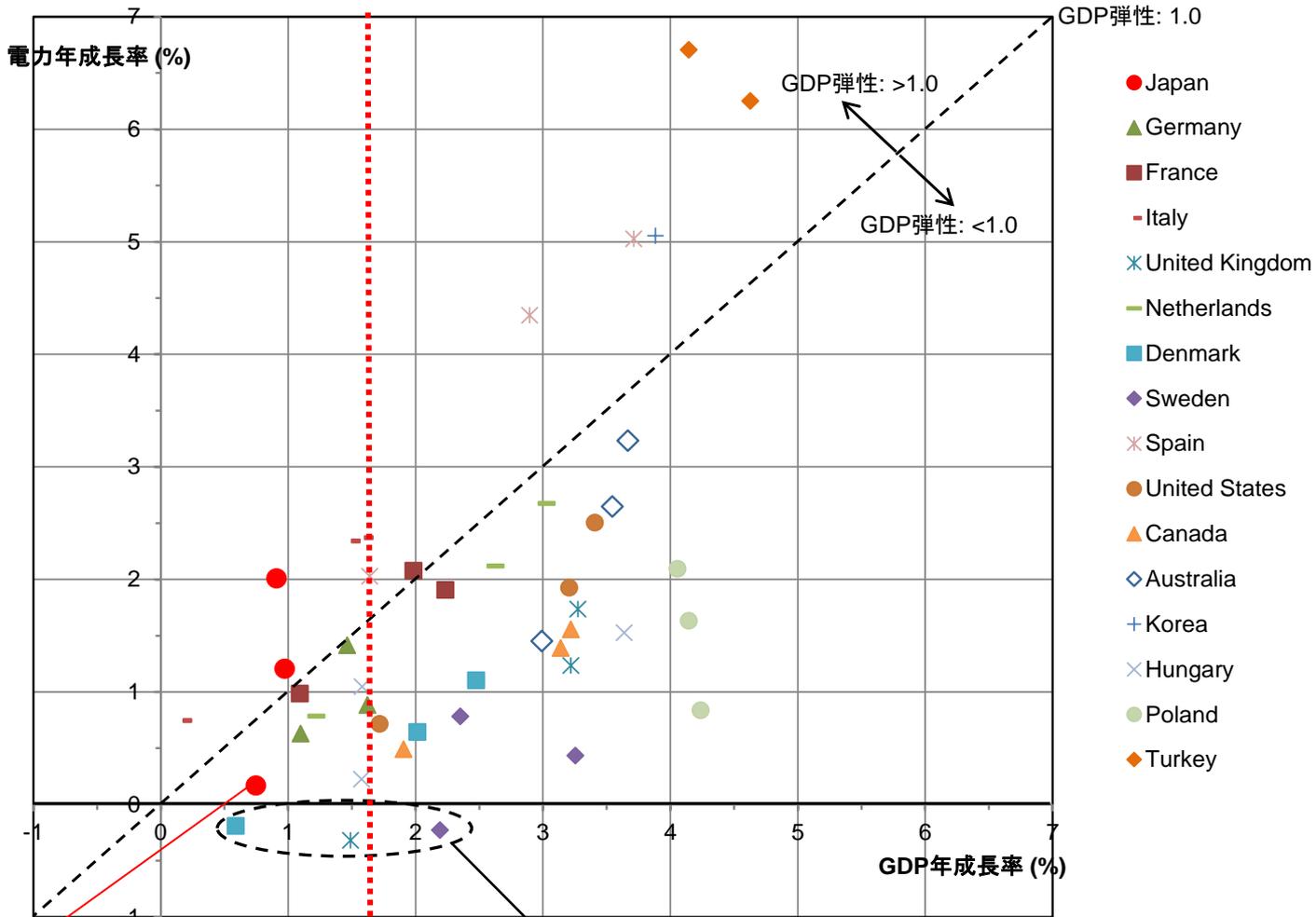
# 主要国における限界削減費用曲線の比較(2030年)



同じ2005年比GHG削減率を達成する時の限界削減費用は、欧米に比べて日本では高くなる。

\*本限界削減費用曲線の推計においては、それぞれの価格帯において世界全体の限界削減費用が均等化していると想定した。

# OECD諸国の電力需要のGDP弾性 (10年平均での表示)



10年平均の変化率  
(1990-92)~(2000-02)  
(1995-97)~(2005-07)  
(2000-02)~(2010-12)  
の3点を表示  
(特異時点を避けるため  
に代表点は3年平均  
を利用)

震災後の節電  
の効果込み

政府エネルギーミックス  
GDP想定値(1.7%)

GDP弾性値が負の  
ケースは極めて稀

# 気候感度の評価の変遷とIPCC WG3 AR5 長期シナリオ推計で用いられた気候感度

	平衡気候感度(”likely”(AR4以降の定義では>66%)な幅) (括弧は最良推計値(”best estimate”もしくは ”most likely value”))
IPCC WG1 AR4以前	1.5~4.5°C (2.5°C)
IPCC WG1 AR4	2.0~4.5°C (3.0°C)
IPCC WG3 AR4 シナリオ気温 推計(MAGICCモデル)	確率計算は無し(3.0°C)
IPCC WG1 AR5	1.5~4.5°C(合意できず)
IPCC WG3 AR5 シナリオ気温 推計(MAGICCモデル)	2.0~4.5°C (3.0°C) 【AR4の評価をそのまま利用】

## 【WG1 AR5(SPM)における具体的な記述】

Likely in the range 1.5 °C to 4.5 °C (high confidence)

Extremely unlikely less than 1 °C (high confidence)

Very unlikely greater than 6 °C (medium confidence)

No best estimate for equilibrium climate sensitivity can now be given because of a lack of agreement on values across assessed lines of evidence and studies.

- ◆ 平衡気候感度(濃度が倍増し安定化したときの気温上昇の程度の指標)の不確実性は未だ大きい。
- ◆ AR5 WG1では大気海洋大循環モデル(AOGCM)推計以外による気候感度の分析・評価の知見を含めて総合的に判断した結果、AR4よりも低位に修正(1.5~4.5°C)。
- ◆ しかし、AR5 WG3の長期排出経路の気温推計においては、AR4の気候感度(2.0~4.5°C、最良推計値3.0°C)をベースに推計がなされている。