

2012年7月11日

(7月17日、7月27日、11月16日情報追加)

---

# エネルギー・環境会議選択肢 RITE分析の概要

---

(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

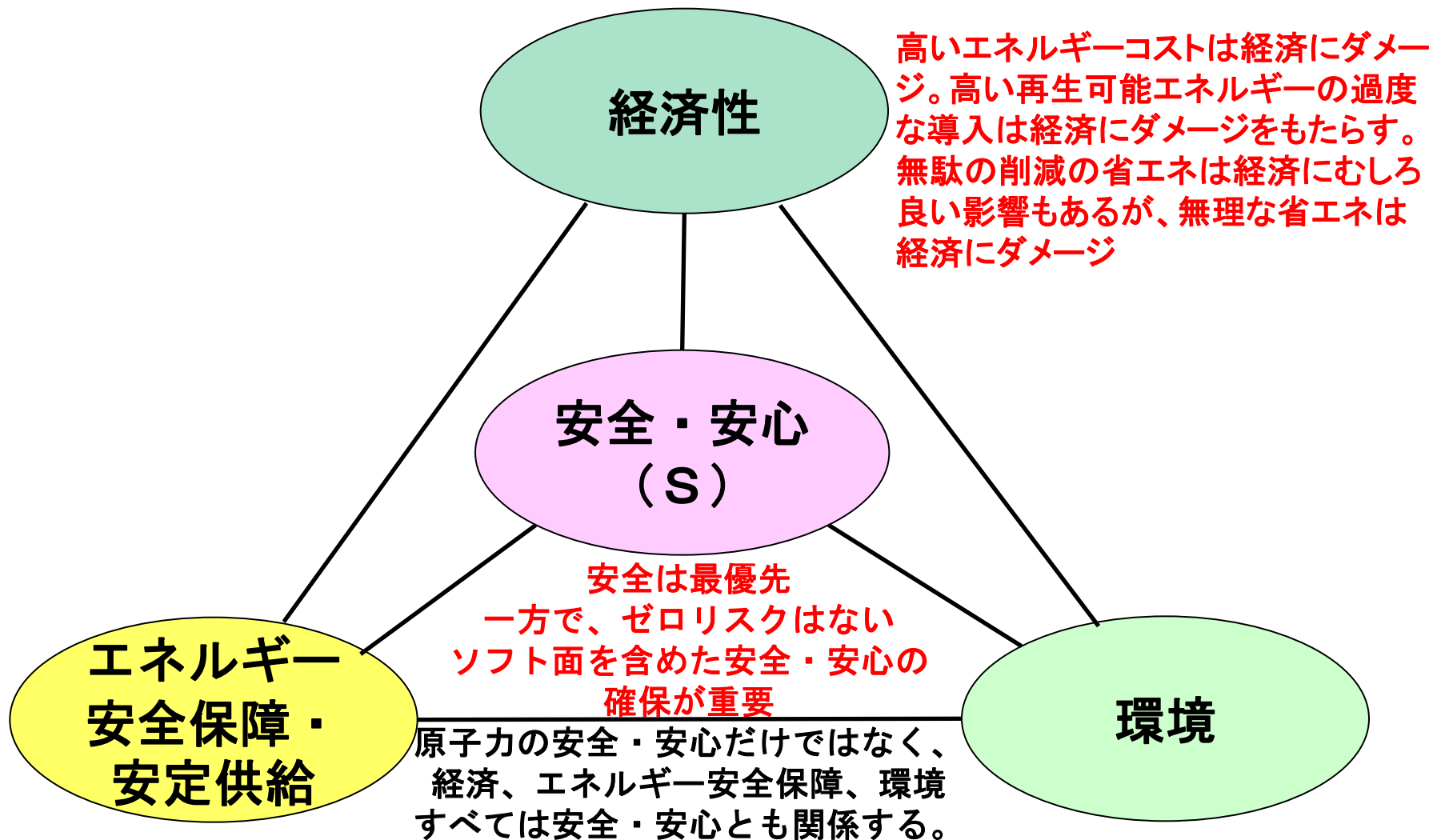


# はじめに

- ◆ RITEは、これまで同様に、様々な情報を基に、事実をできる限り正しく理解し、正確な情報の積み重ねから、将来についても、出来る限り蓋然性が高いと考えられる情報を、客観的に提示したつもりである。
- ◆ 選択は、各人の価値観によって異なって然るべきである。一方で、客観的事実、蓋然性の高いことを、出来る限り正確に理解した上で、選択が行われるべきである。
- ◆ エネルギー・環境の問題は、社会経済全体と密接であり、総合的な理解が不可欠である。深く、広く、理解することが重要である。
- ◆ なお、経済モデルは、最適な対応をとった後の均衡した世界を描いており、そこに至る過程はここで提示している分析結果よりも大きな経済影響が及ぶ可能性も高い。
- ◆ RITEでは、政府事務局から依頼を受けた分析にあたっての前提条件に忠実に合うようにし、経済モデル分析を実施した。ただし、その前提条件について、蓋然性の高さという点で疑問があった点についても、本資料で指摘している。分析結果の数字だけを見るのではなく、全体像を理解し、より良い意思決定の参考になれば幸いである。

分析に用いた世界エネルギー経済モデルDEARS、および、補完的に用いた世界エネルギー・温暖化対策評価モデルDNE21+の概要については、別資料を用意しているので、そちらを参照されたい。

# 3 E + S の総合的な理解が重要



ガスシフトは一つの方策であるが、過度な依存はエネルギー安全保障面で脆弱性を増す恐れも

京都議定書体制終焉。一方で温室効果ガス排出低減は不可欠。再エネの拡大、省エネの進展は重要

# **選択肢分析の前提条件**

**(経済分析にあたっての政府指示値)**

## 原発ゼロシナリオ

- ・ 2030年までに原発ゼロ。使用済核燃料は直接処分
- ・ 再エネ比率：35%程度（太陽光：1200万戸（耐震強度が劣る住宅にも補強の上、設置）、風力：東京都の2.2倍の面積に設置）
- ・ 化石燃料比率65%程度
- ・ 厳しい省エネ規制（効率の悪い機器の使用禁止措置など）

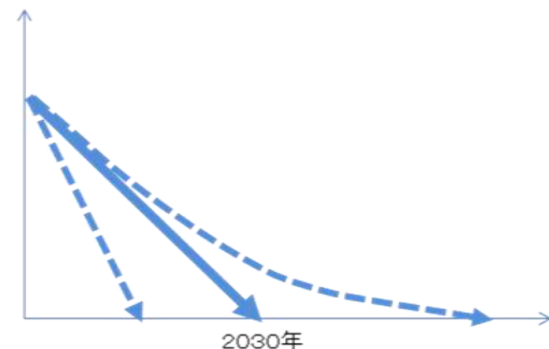
## 原発15シナリオ

- ・ 原発依存度を着実に下げ、2030年に15%。核燃料サイクル政策は再処理・直接処分があり得る。
- ・ 再エネ比率：30%程度（太陽光：1000万戸（耐震強度が満たされるすべての家屋に設置）、風力：東京都の1.6倍の面積に設置）
- ・ 化石燃料比率55%程度

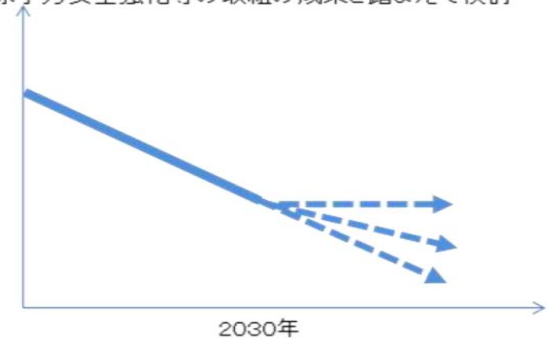
## 原発20～25シナリオ

- ・ 原発依存度を緩やかに下げ、2030年に20～25%。新設・更新が必要。核燃料サイクルは再処理・直接処分があり得る。
- ・ 再エネ比率：25～30%程度
- ・ 化石燃料比率50%程度

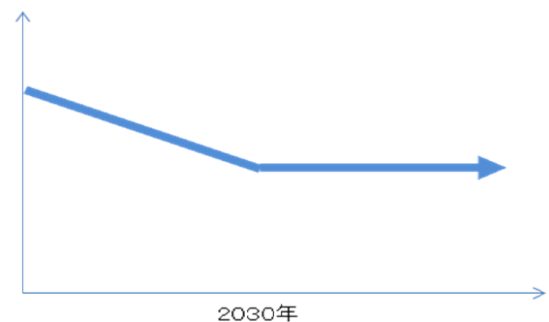
選択肢(1)：意思を持ってゼロにする



選択肢(2)：比率を低減させ、その後は再エネ、原子力安全強化等の取組の成果を踏まえて検討



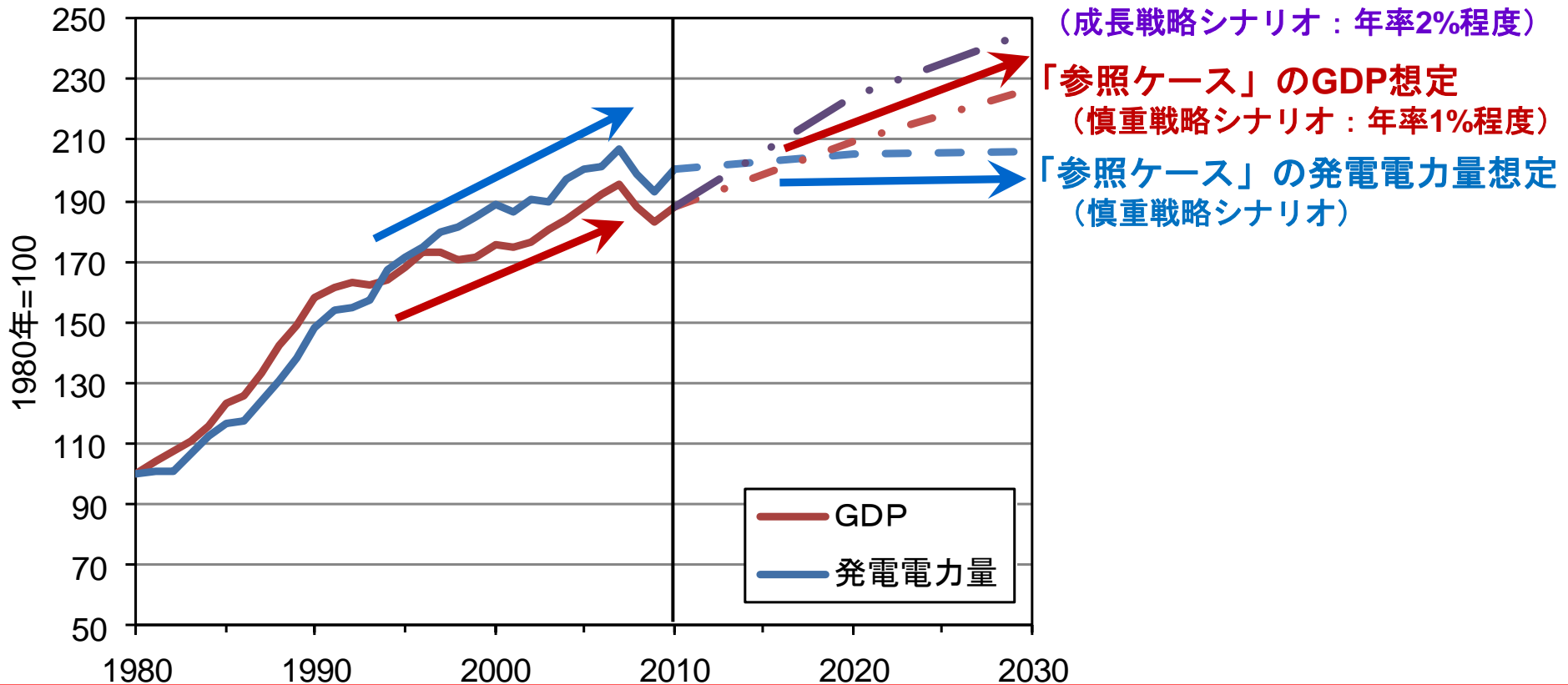
選択肢(3)：比率を低減させるが、意思を持って一定比率維持



# 選択肢の概要（モデル分析の主な前提条件）

	参照ケース (自然体)	原発ゼロ (追加対策後)		(原発ゼロ、 追加対策前)		原発15	原発20~25	
	参照 ケース	原発ゼロ ①' (2020 年ゼロ)	原発ゼロ ① (2030 年ゼロ)	原発ゼロ ②' (2020 年ゼロ)	原発ゼロ ② (2030 年ゼロ)	原発15	原発20	原発25
人口	2010年:1.28億人、2020年:1.24億人、2030年:1.17億人							
GDP	2010-20年: 1.1%/年、 2020-30年: 0.8%/年	モデルで内生的に計算						
電源構 成(2030 年)	2010年電 源構成比 ほぼ維持	原発0% 火力62% 再エネ38%	原発0% 火力62% 再エネ38%	原発0% 火力63% 再エネ37%	原発0% 火力63% 再エネ37%	原発15% 火力54% 再エネ31%	原発20% 火力48% 再エネ31%	原発25% 火力48% 再エネ26%
発電電 力量	2010-30年: +0.15%/年	モデルで内生的に計算(電源構成の差異によって生じる電力価格の違い およびCO2排出目標の差異によって電力需要が変化)						
電源別発 電単価	コスト等検証委員会の推計 (選択肢によって電源の稼働率が変化する場合もあるため、稼働率の変化に応じた差異は生じる)							
90年比 エネ起CO2 排出								
2020年	+2%	+6%	▲2%	+6%	▲2%	▲5%	▲6%	▲7%
2030年	▲6%	▲21%	▲21%	▲17%	▲17%	▲22%	▲25%	▲25%

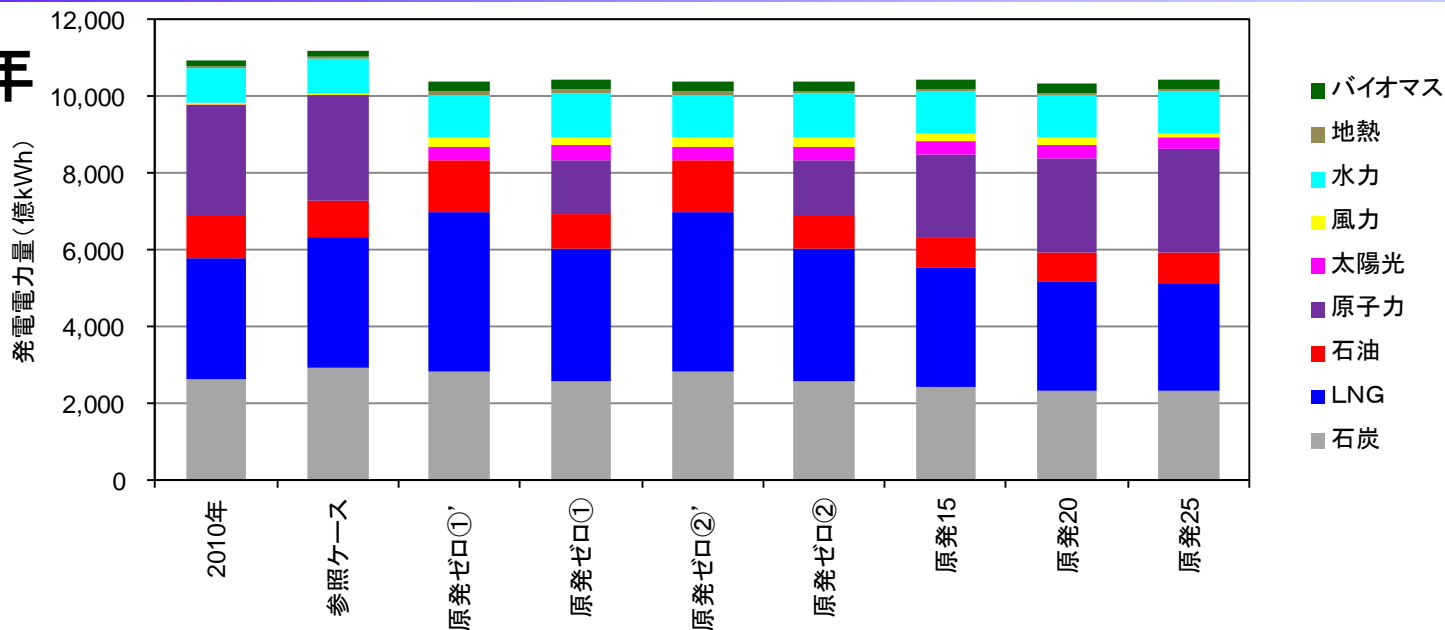
# 参照ケース（自然体ケース）の発電電力量想定



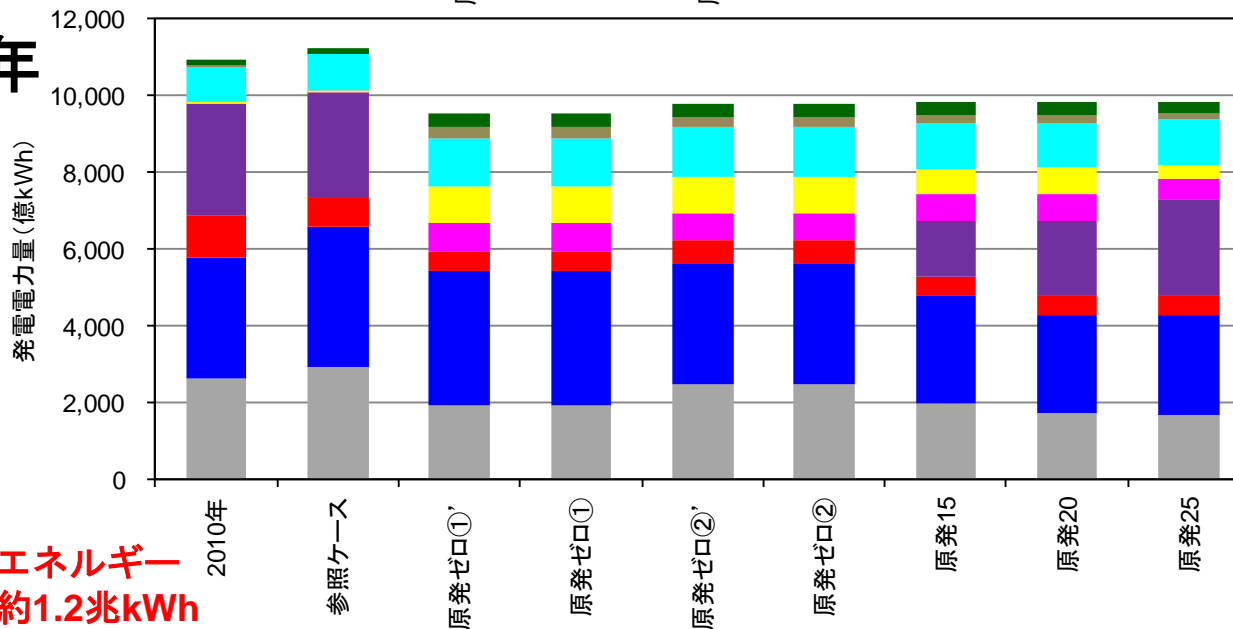
- 過去、GDPと発電電力量の間には強い相関あり。特に近年は、電力需要の伸びがGDP成長を上回ってきた。
- 一方、今回の政府想定は「参照ケース」においてさえ、GDP成長と電力需要の伸びの関係が過去と大きく変化することが織り込まれたもの。
- 実際には、「参照ケース」を実現するのも相当困難な可能性があることを認識しておくことが必要。
- 「参照ケース」のGDPと発電電力量の関係は、モデルで内部的に導いたものではなく、政府事務局の指示値に合わせたものに過ぎない。これは今回のモデル分析の対象外である。モデル分析では「参照ケース」からの変化について、整合性を有した評価を実施。

# エネ環会議選択肢の電源構成の想定

## 2020年



## 2030年



グラフの発電電力量は事務局の事前想定値である。

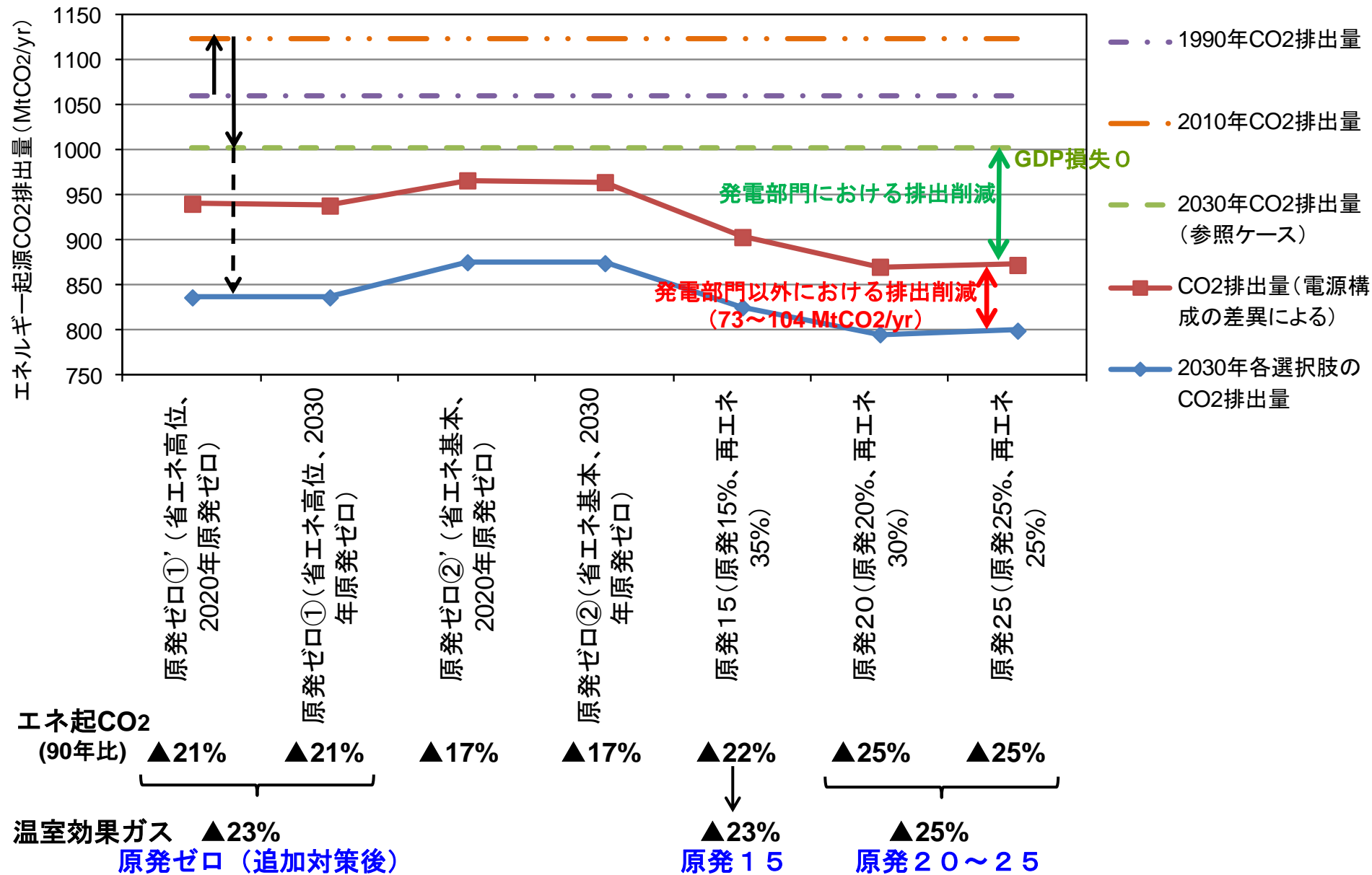
p.6に記載のように、経済モデル計算においては、電源構成（比率）はこれが再現するように前提条件を置いて計算しているが、発電電力量については、これを再現するような制約はしていない。

電源構成の違いによる電力価格上昇とCO2排出目標に伴う炭素価格を介して内生的に発電電力量（電力需要）は決定している。

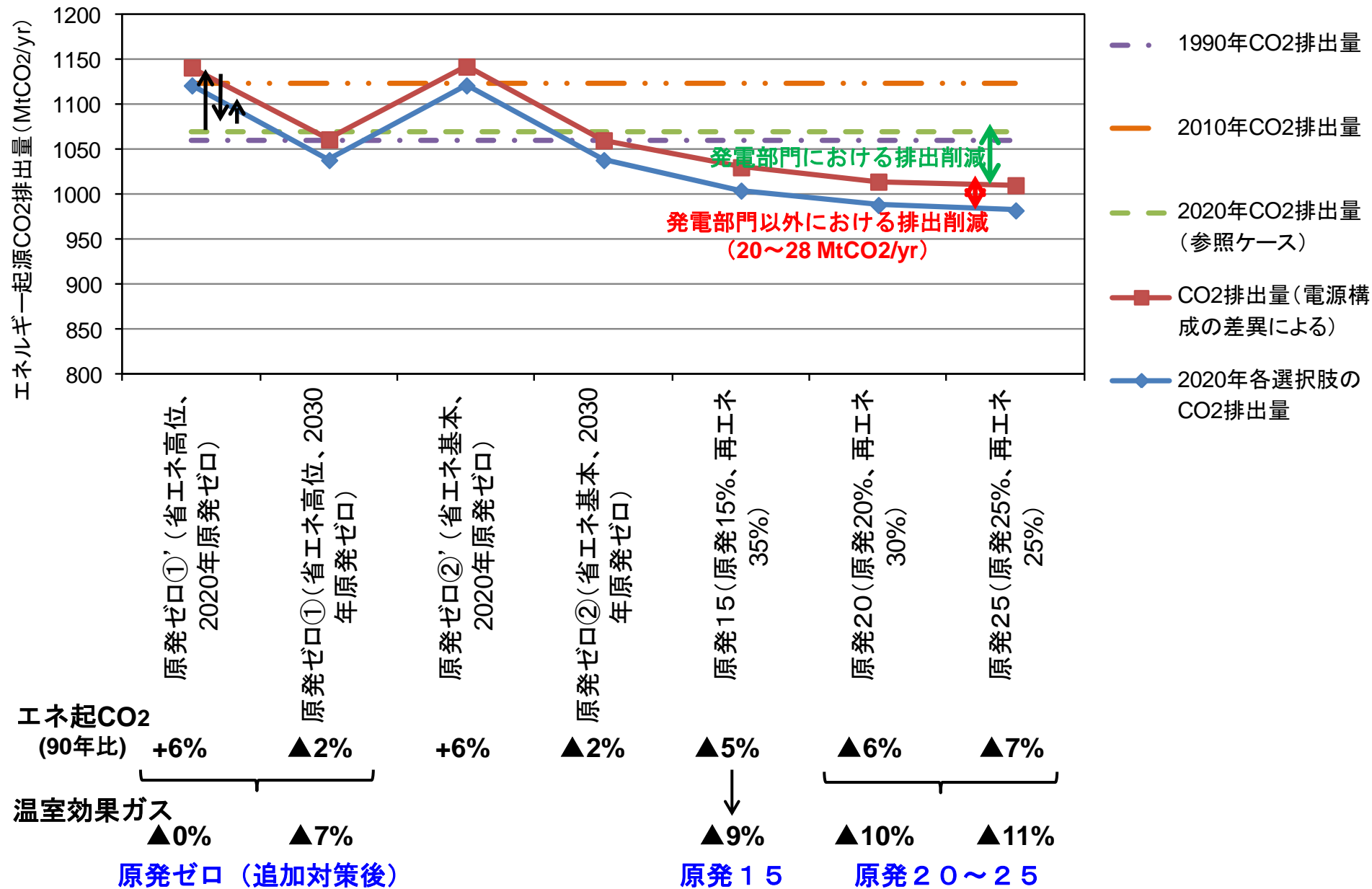
参考) 現行エネルギー基本計画：約1.2兆kWh



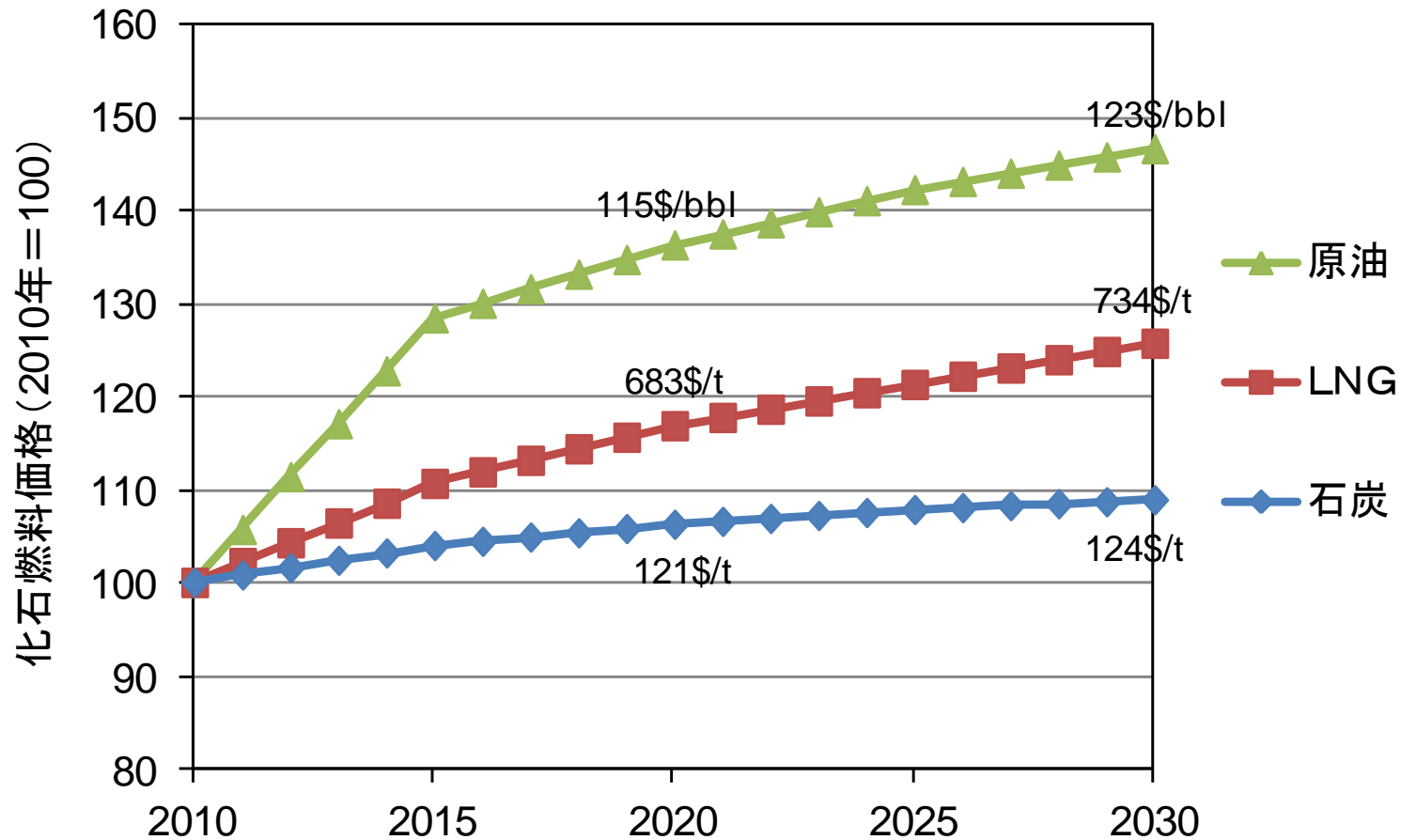
# エネルギー会議選択肢のCO2排出量想定（2030年）



# エネ環会議選択肢のCO2排出量想定（2020年）



# 化石燃料価格の想定

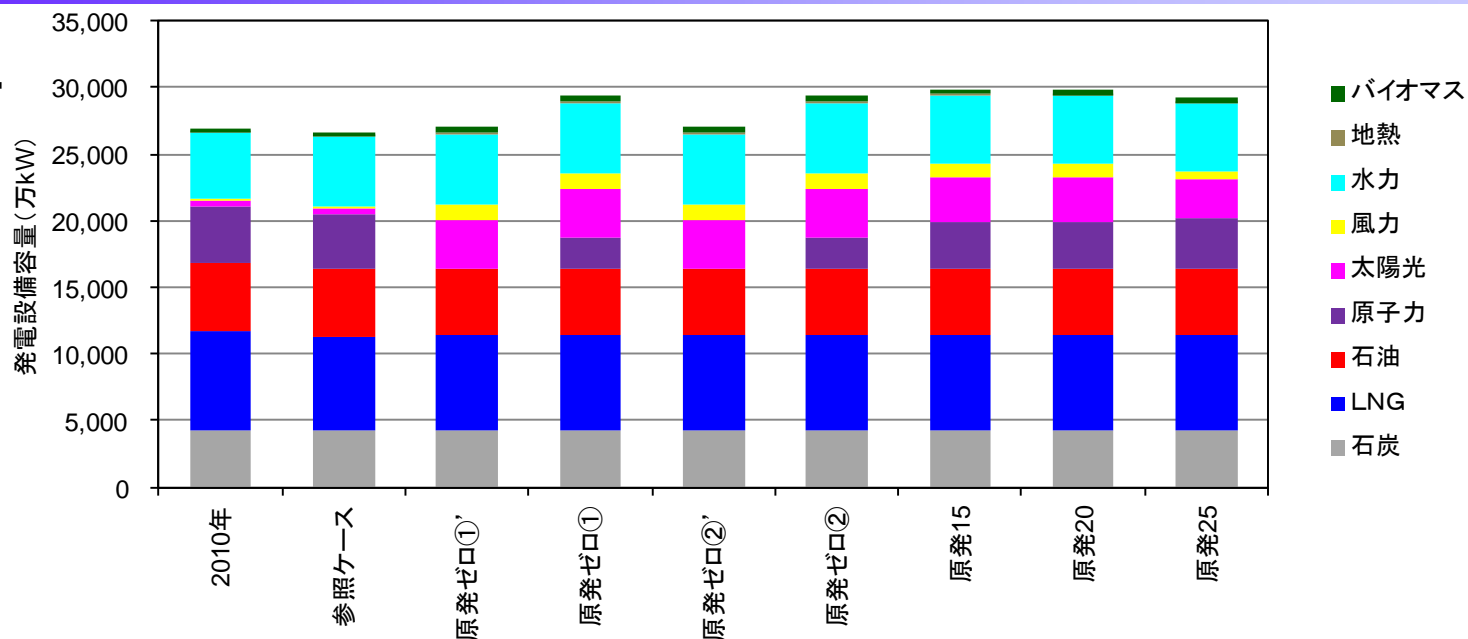


出典：コスト等検証委員会（World Energy Outlook2011(IEA)の新政策シナリオ見通し（2010年実質）を2010年CIF価格で補正したもの）

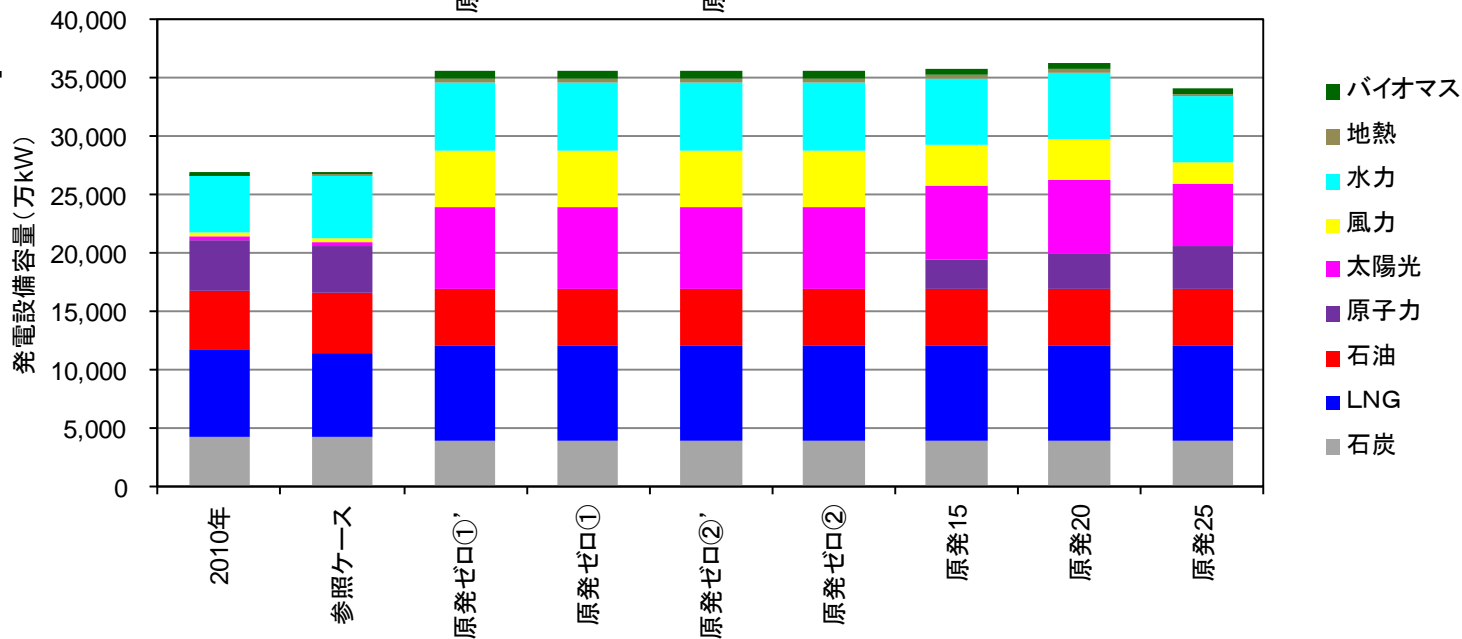
実際には、電源の代替可能性などによって、価格交渉力も異なってくると考えられるが、分析では選択肢に依らず一定と仮定している。

# エネ環会議選択肢の電源構成（設備容量）の想定

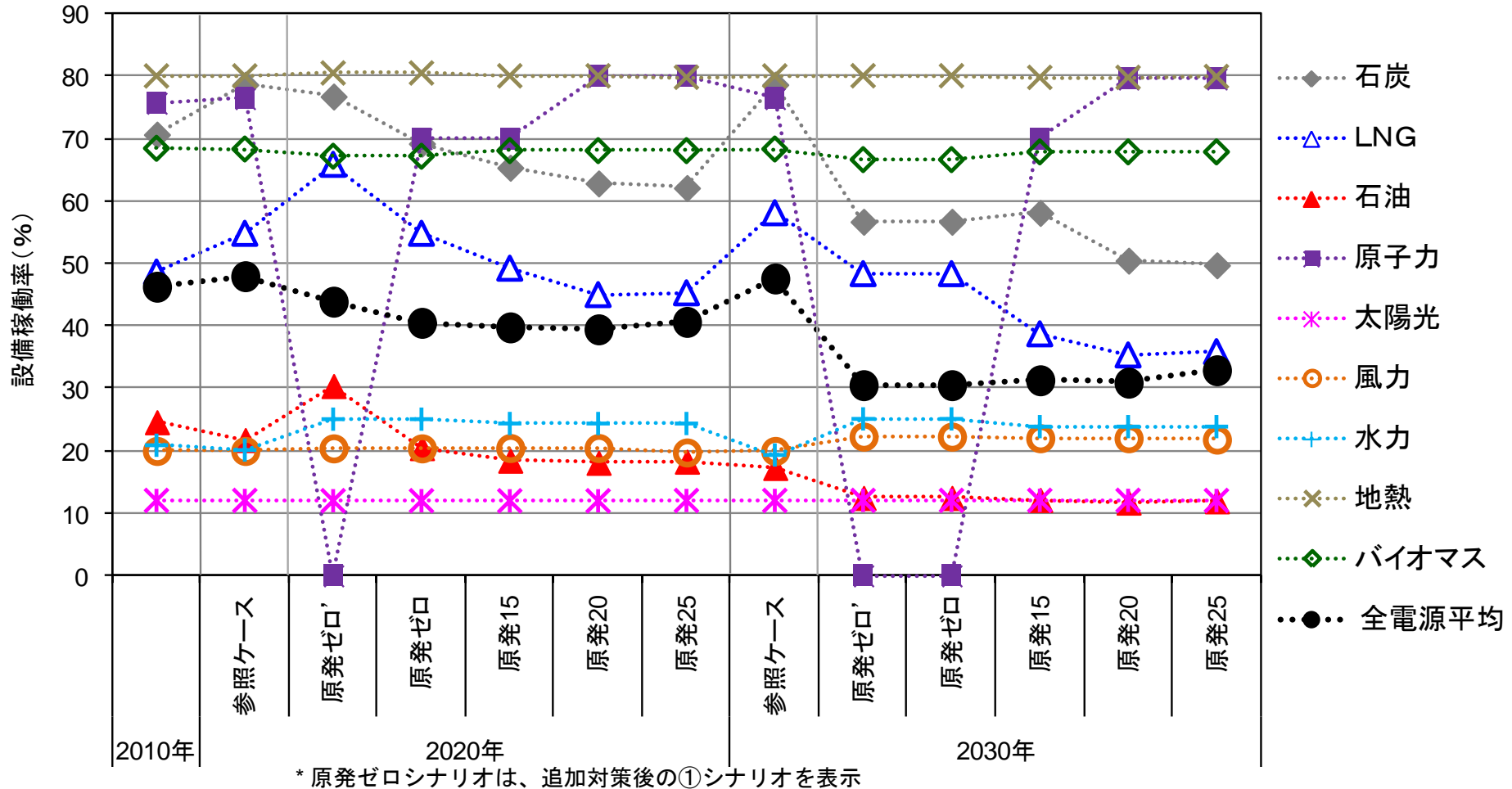
## 2020年



## 2030年



# 電源の設備稼働率の想定



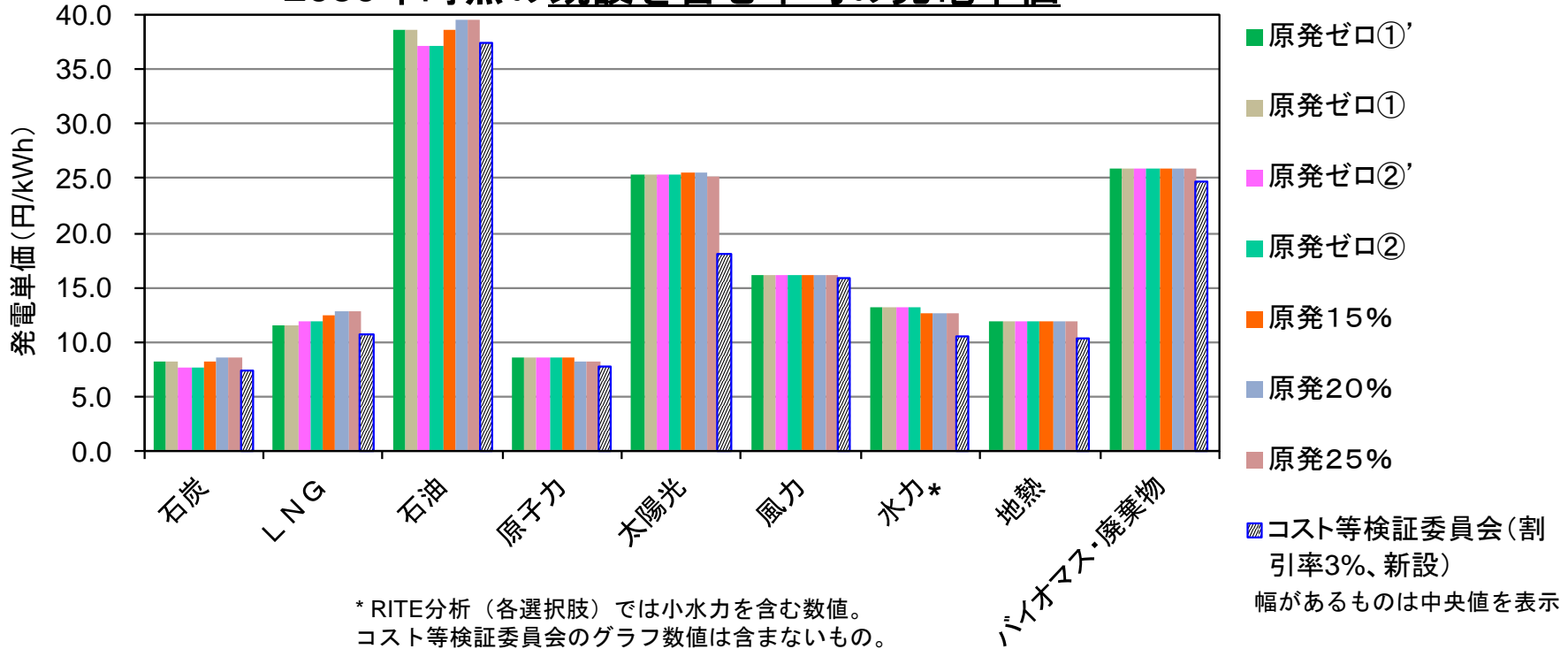
- すべての選択肢で再エネを相当大きく導入することを前提としているため、いずれの選択肢においても、2030年には石炭、ガス、石油発電の稼働率が相当低下することが前提となっている。

- 稼働率の低い再エネと相まって、全電源平均の設備稼働率は、すべての選択肢で、現状および参照ケースと比較すると大幅に低下（2010年46%が、2030年には31～33%）。設備（社会資本）の効率的利用の点からも、この妥当性について検討が必要ではないか。

# RITE DEARSモデルで想定した発電単価

「コスト等検証委員会」推定の2010年、2030年新設の場合の発電単価（設備費、運転維持費・人件費等、燃料費（一次エネルギー供給コスト、発電効率））をモデル前提条件として利用

## 2030年時点の既設を含む平均の発電単価



注1) グラフ中、原子力には事故リスク費用0.6円/kWhを含む。政策経費は含まず（電源立地交付金は、経済モデル上は移転であり、マクロ経済的な影響は変わらないため。各電源の政府による技術開発費を合理的に想定することは不可能なため、技術開発費も含めていない）。グラフ中には炭素価格は含めていない（別途考慮）。

注2) 別途、原発ゼロケースについては、政府事務局指示値の脱原発の追加費用をモデルでは考慮しているが、グラフには含めていない。また、各選択肢で系統安定化のための追加費用を考慮しているが、各電源に割り振ることができないため、グラフには含めていない。

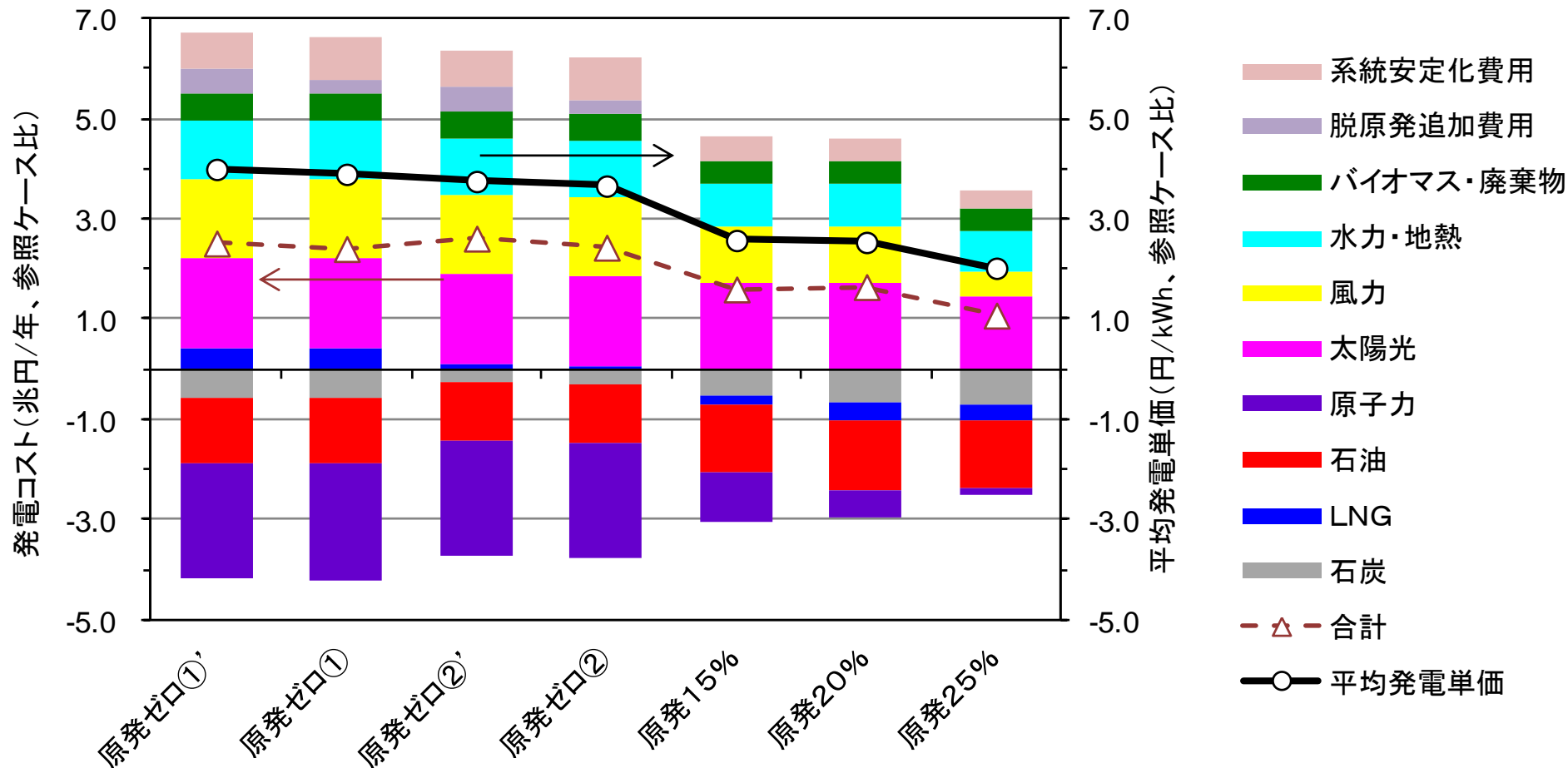
# 参照ケースについて

- ◆ RITEの分析では、総合資源エネ調・基本問題委員会と中環審・2013年以降小委では、参照ケースは、全く共通のモデル前提条件を用いた。
- ◆ エネ環会議の選択枝の分析では、参照ケースについてモデル前提条件を少し修正。
  - 1) 原発事故リスク費用0.6円/kWhに（←0.5円/kWh（国家戦略室からの指示））
  - 2) 2020年の参照ケースのCO<sub>2</sub>排出量等が、国家戦略室想定値に近づくようにモデルパラメータを調整（基本問題委員会と中環審2013年以降小委では、2030年が合致するように調整していたが、エネ環会議の選択枝の分析では2020年にも留意）

# 選択肢の経済分析



# 2030年の発電コスト変化（エネ環会議）

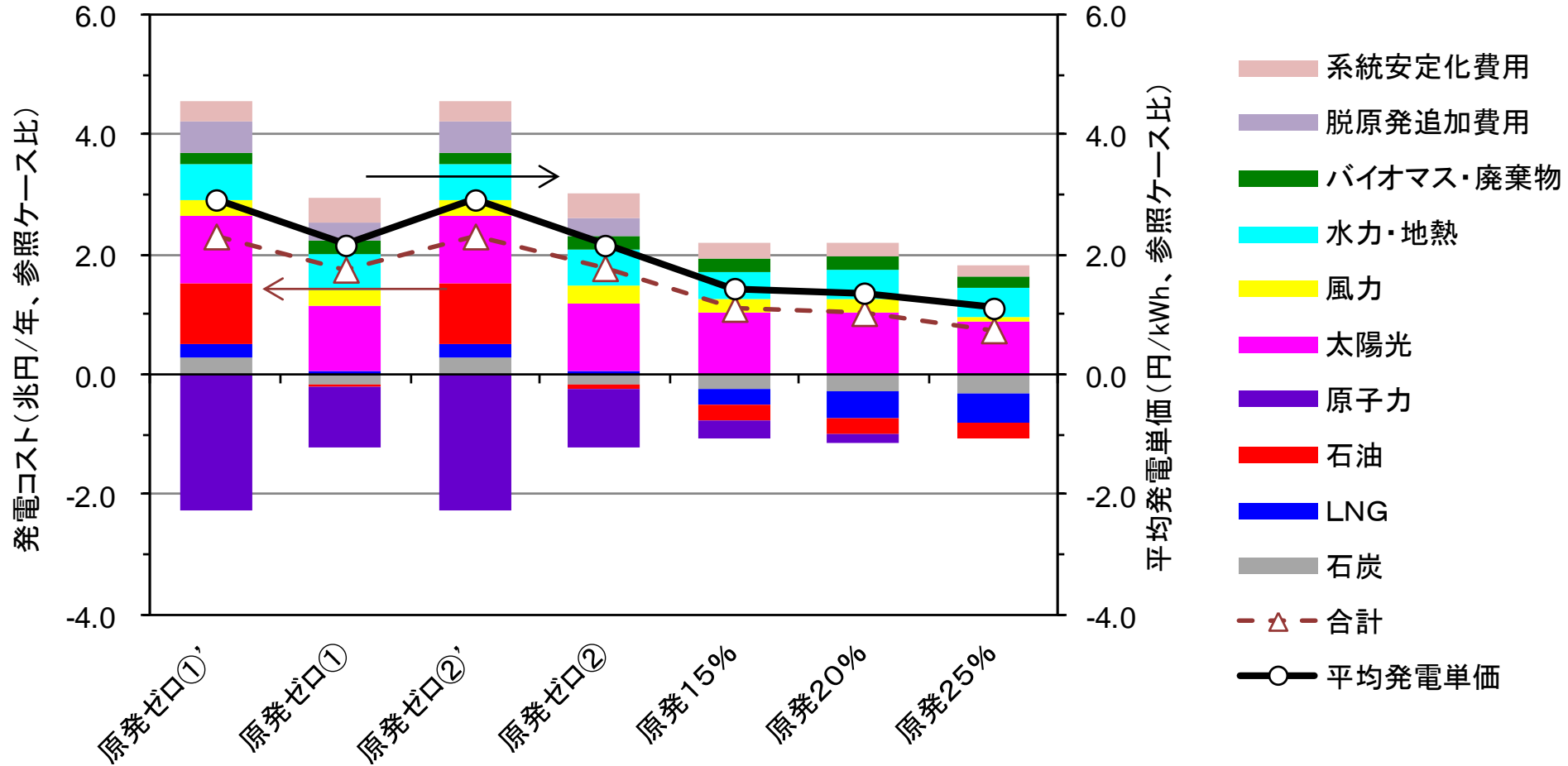


平均発電単価 (参照ケース比)	+4.0 円 /kWh	+3.9 円 /kWh	+3.8 円 /kWh	+3.7 円 /kWh	+2.6 円 /kWh	+2.5 円 /kWh	+2.0 円 /kWh
-----------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

2010年：同じコスト境界条件定義のときの発電単価 11.4円/kWh  
2030年：参照ケース 11.9円/kWh

- 「25シナリオ」でも「参照ケース」比で2円/kWh増。再エネ比率上昇による
- 「原発ゼロ」では、原発比率低下によって更に約2円/kWh増（参照ケース比4円/kWh増）

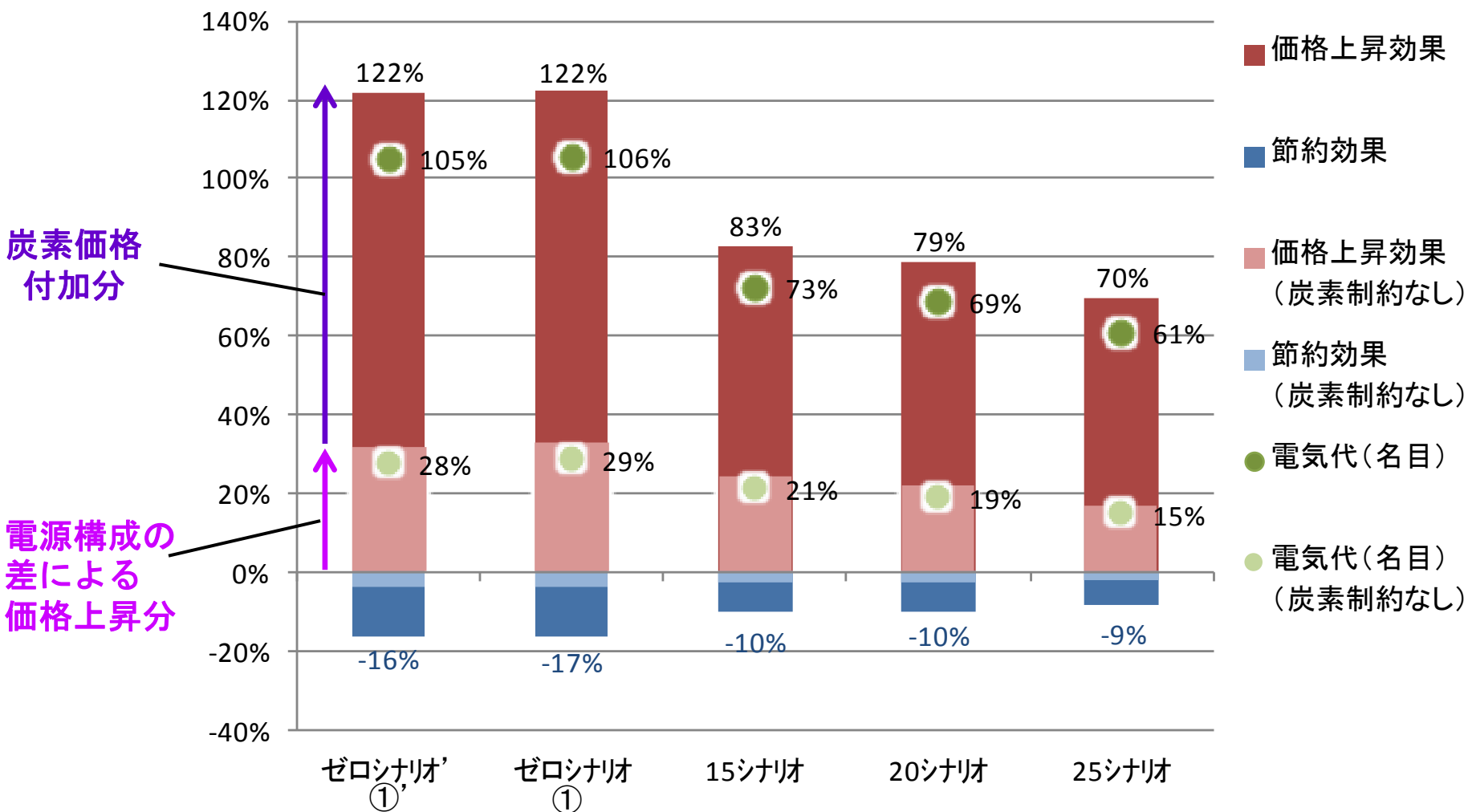
# 2020年の発電コスト変化（エネ環会議）



平均発電単価 (参照ケース比)	+2.9 円 /kWh	+2.2 円 /kWh	+2.9 円 /kWh	+2.2 円 /kWh	+1.4 円 /kWh	+1.4 円 /kWh	+1.1 円 /kWh
	原発ゼロ①'	原発ゼロ①	原発ゼロ②'	原発ゼロ②	原発15%	原発20%	原発25%

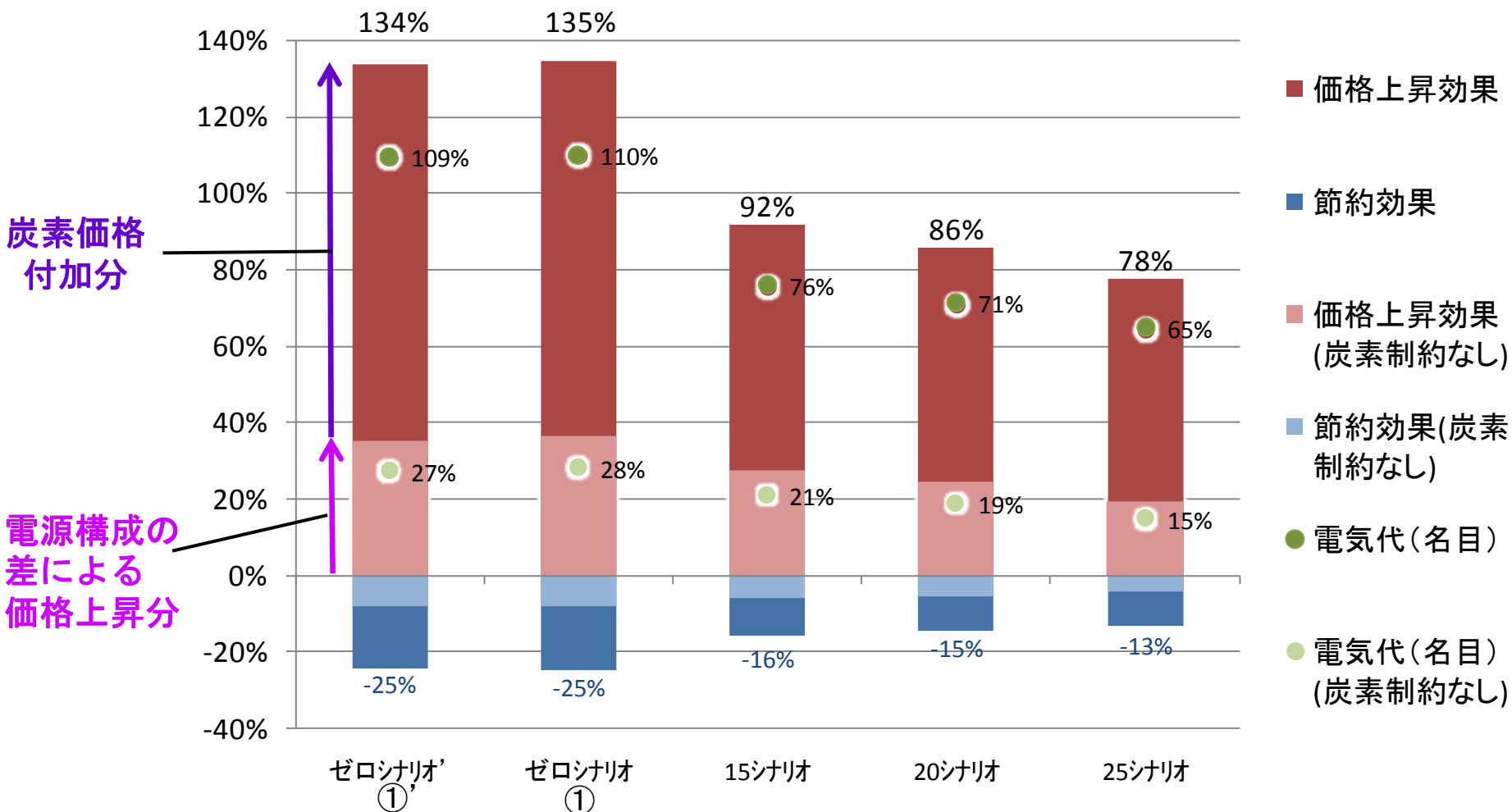
← 2010年：同じコスト境界条件定義のときの発電単価 11.4円/kWh  
2020年：参照ケース 11.6円/kWh

# 家庭の電気代（2030年）



CO2排出削減制約に伴う炭素価格分が、化石燃料発電に付加されるとすると、その分の電気代上昇効果が大きい。ただし、電源構成の違いによる電気代上昇についても、原発25シナリオで参照ケース比15%増（再エネ比率上昇による影響が大部分）、原発ゼロシナリオでは約30%増と見込まれる。

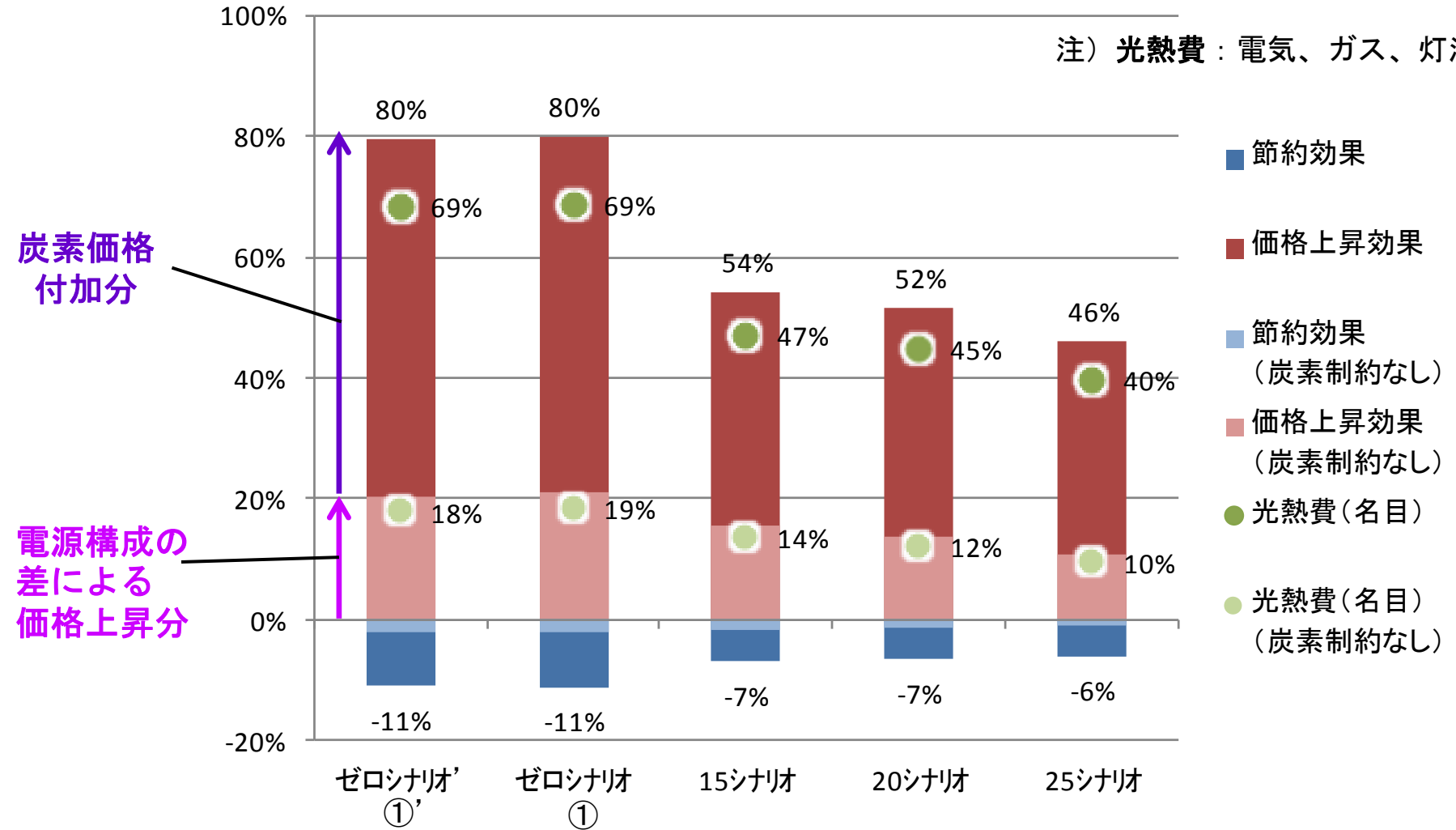
# 産業用の電気代（2030年）



家庭部門同様に、産業部門においても、CO<sub>2</sub>排出削減制約に伴う炭素価格分の電気代上昇効果が大きい。ただし、電源構成の違いによる電気代上昇についても、原発25シナリオで参照ケース比15%増、原発ゼロシナリオでは約27%増と見込まれる。なお、産業用の電力価格は家庭用よりも安価であるため、産業用の価格上昇効果は家庭用より大きく推計される。

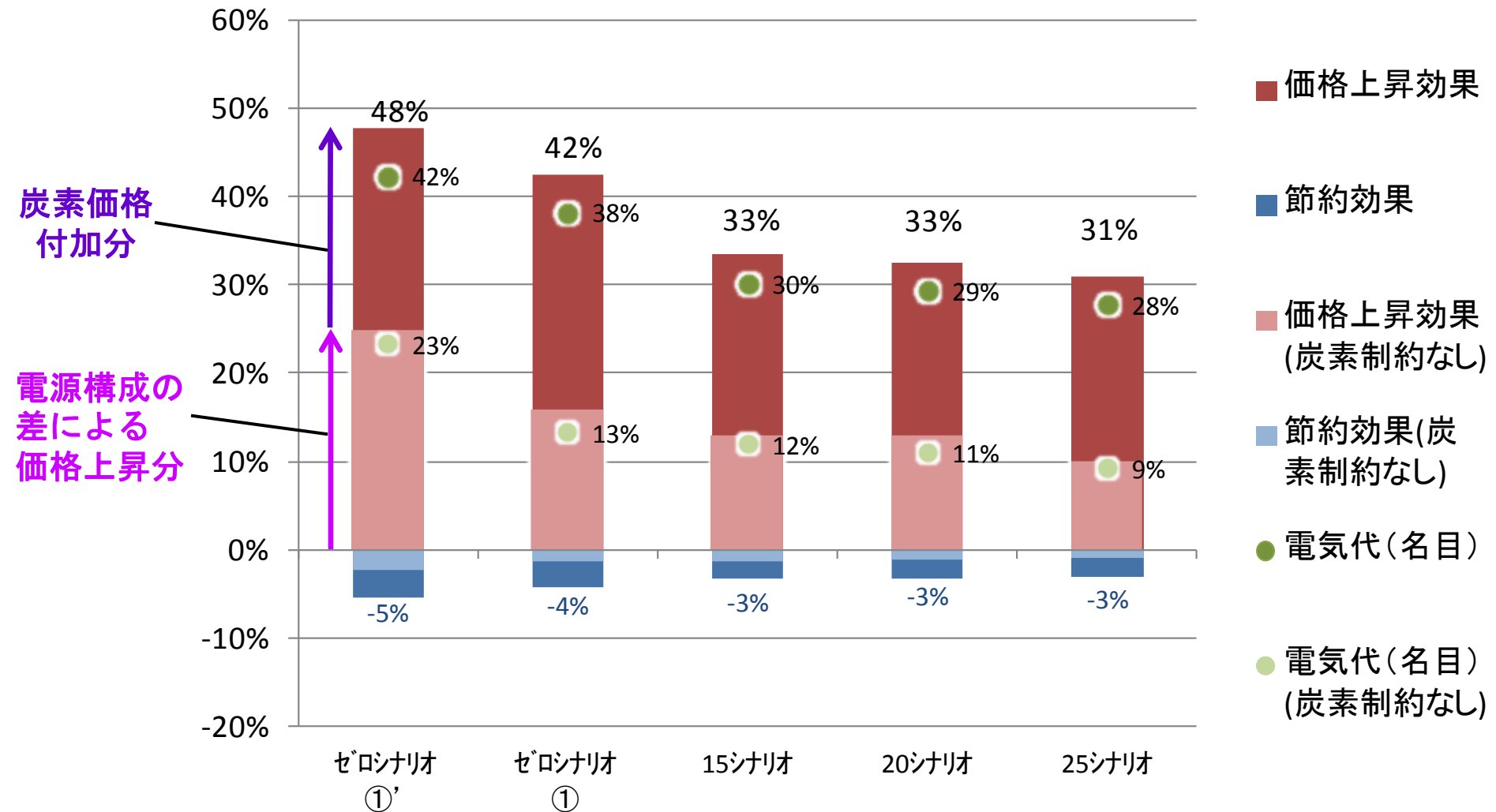
# 光熱費 (2030年)

注) 光熱費：電気、ガス、灯油など



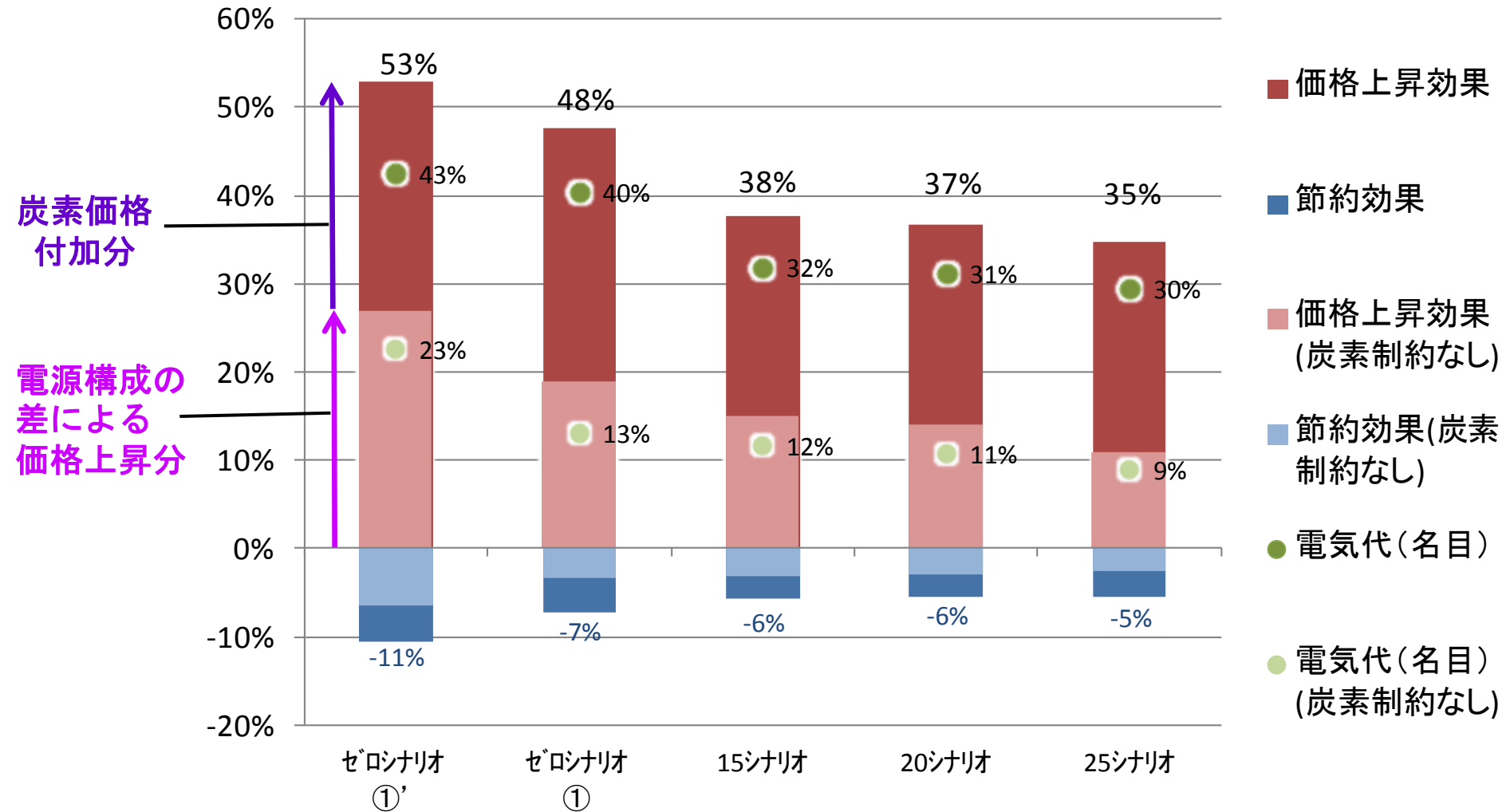
電源構成の違いによる電気代上昇分で光熱費が、原発25シナリオで参照ケース比1割増、原発ゼロシナリオでは約2割増と見込まれる。炭素価格分を含めると、原発25シナリオで参照ケース比4割増、原発15シナリオで約5割増、原発ゼロシナリオで約7割増と見込まれる。

# 家庭の電気代（2020年）



2020年ではCO2排出削減制約が2030年と比較すれば相対的に緩やかなため、2030年よりは電気代の上昇率は小さい。しかしながら、特に2020年に原発をゼロにするシナリオ（ゼロシナリオ①'）では、電源構成の違いによる電気代上昇だけでも25%程度増、炭素価格分を含めると50%近い電気料金増が見込まれる。

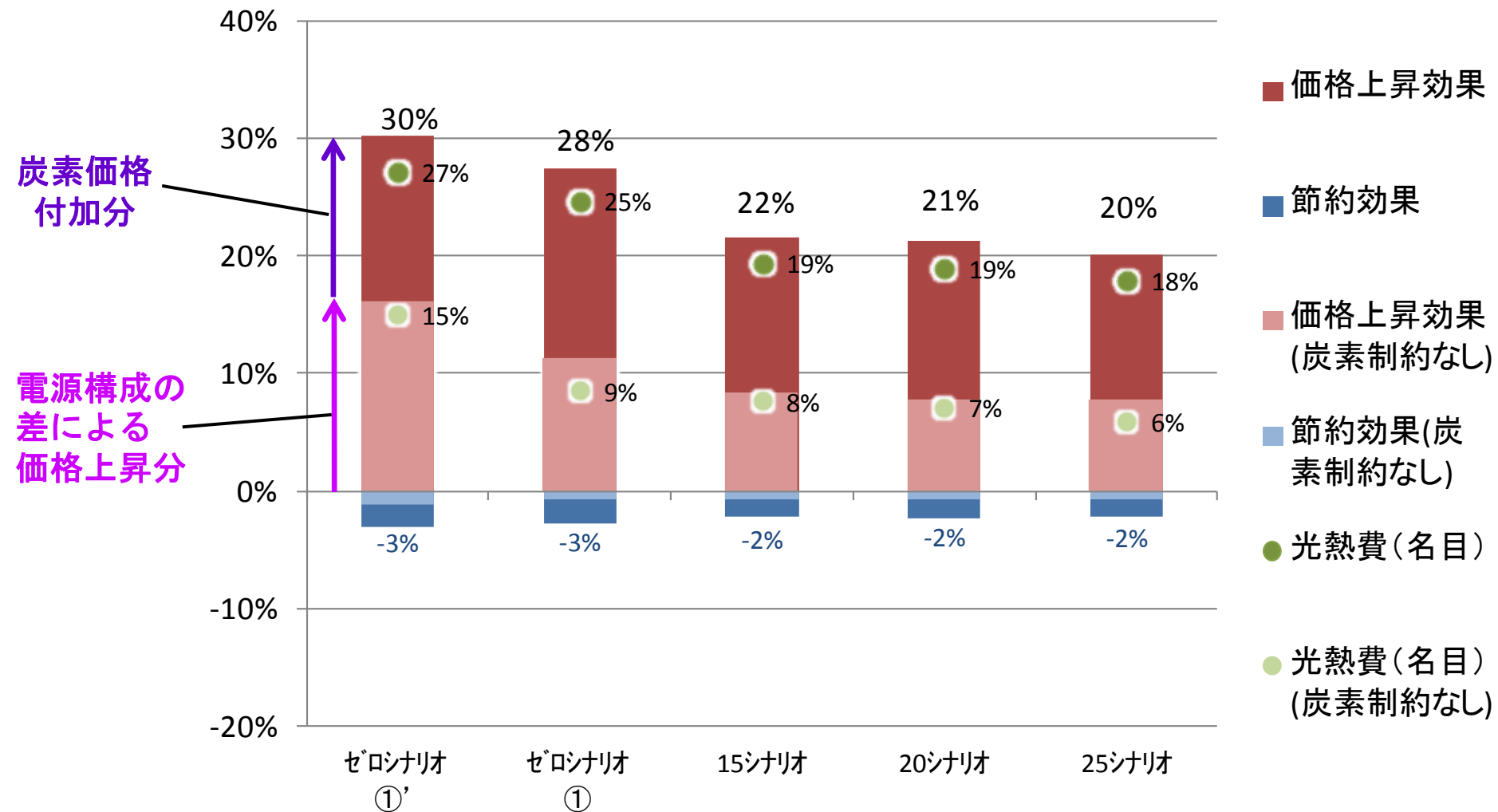
# 産業用の電気代（2020年）



産業部門においても、家庭部門と同様の傾向が見られるが、元々、産業用の電気料金は家庭用よりも安価であるため、上昇率はより大きく推計される。

# 光熱費 (2020年)

注) 光熱費：電気、ガス、灯油など

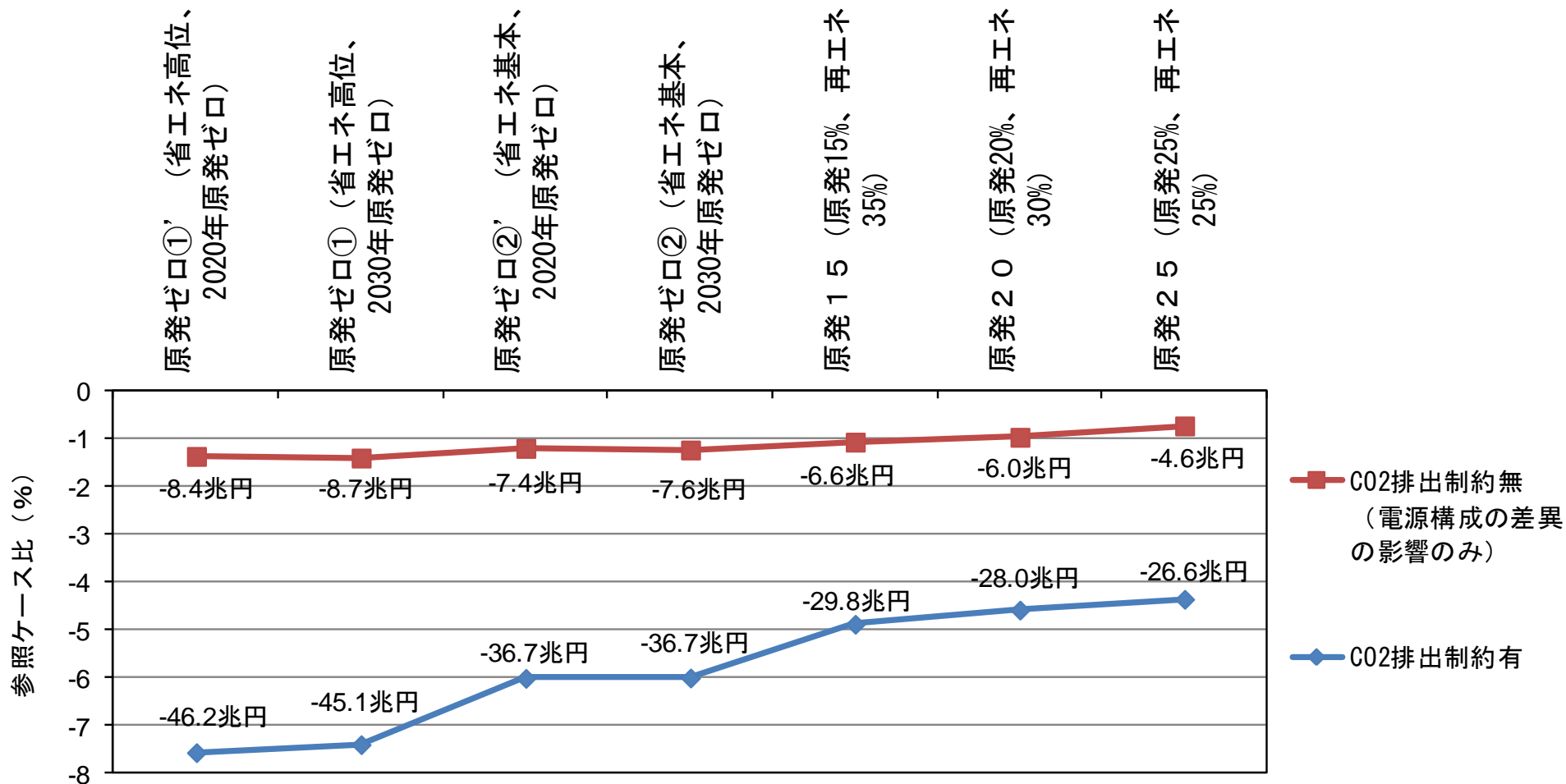


原発比率の低下とCO2削減（再エネ比率の上昇、省エネ）に伴う炭素価格によって、2030年ほどではないものの、2020年においても、相当の光熱費の上昇が見込まれる。



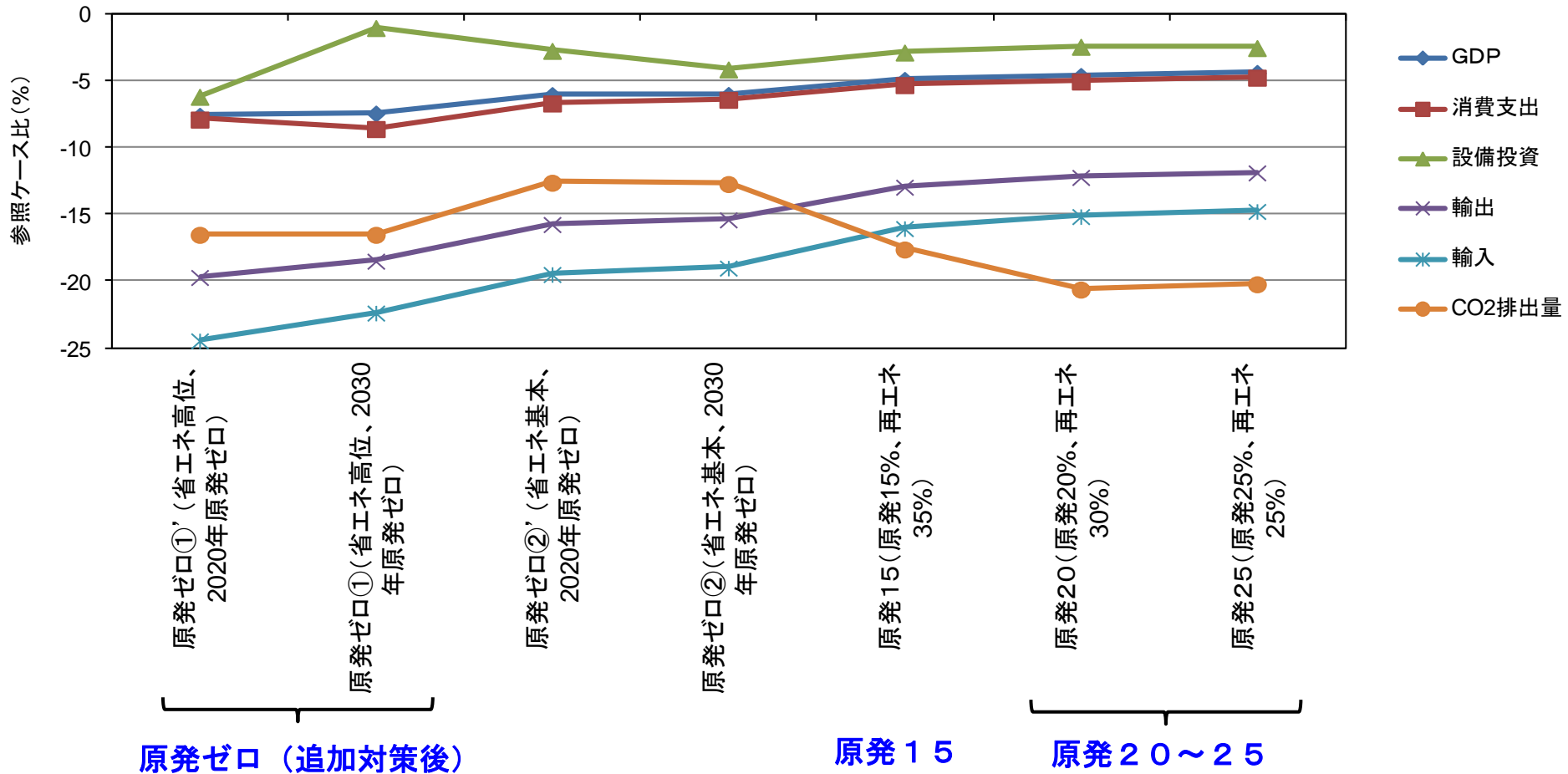
# エネ環会議選択肢の2030年のGDPへの影響

## —電源構成の影響とCO2制約込の影響—



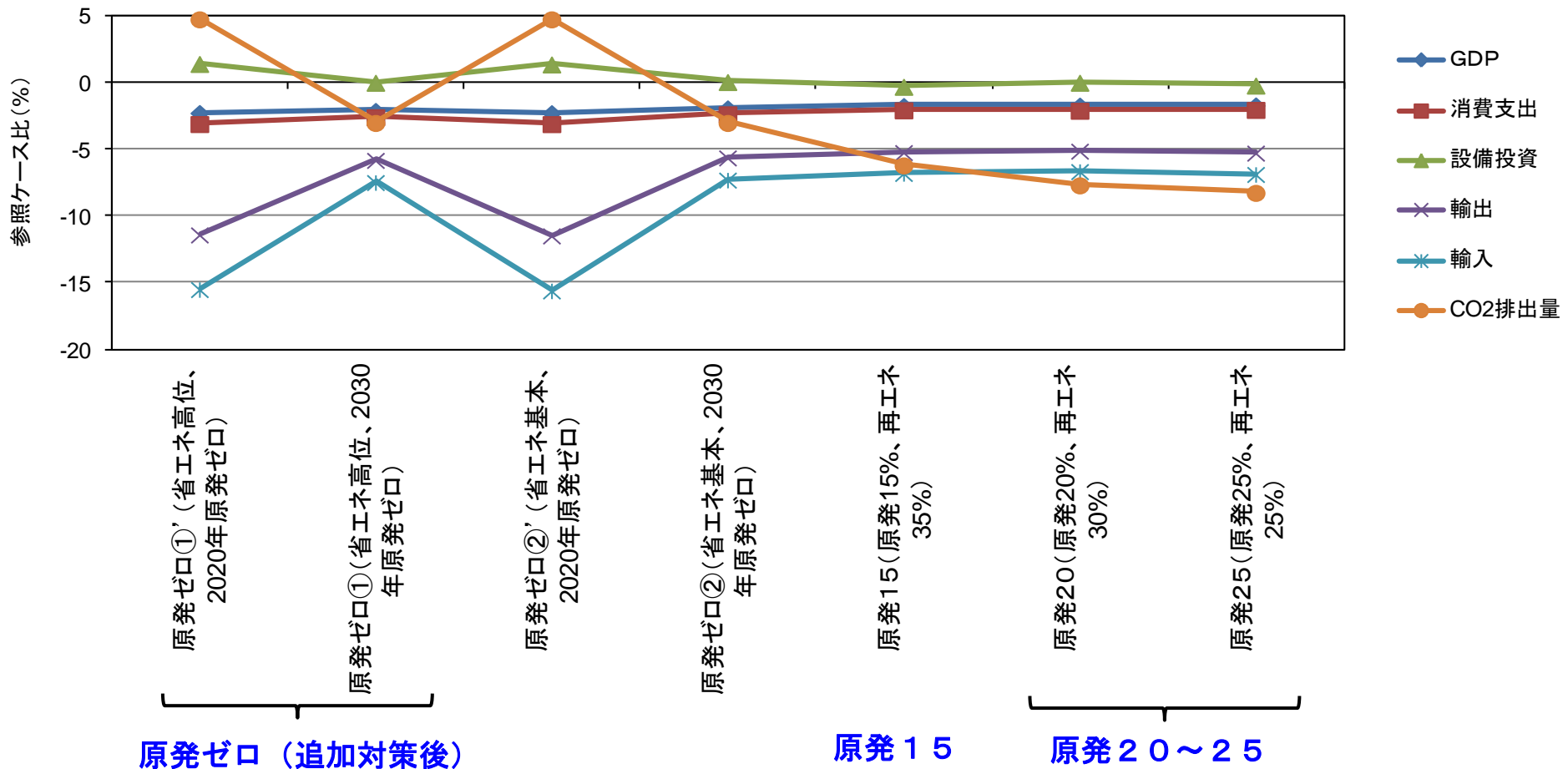
CO2制約の影響が大きい (▲20~40兆円/年程度)、再エネ比率の拡大の影響も大きい (原発25%のケースでも▲4.6兆円/年)。次いで原発比率の低減による影響が大きい (▲4兆円/年程度)。

# エネ環会議選択肢の各選択肢の2030年の経済、CO2への影響



エネルギーへの投資は増大するものの、他への投資および消費は減少し、GDPは大きく減少。特に原発比率の低下とともにその影響は大きくなると推計される。

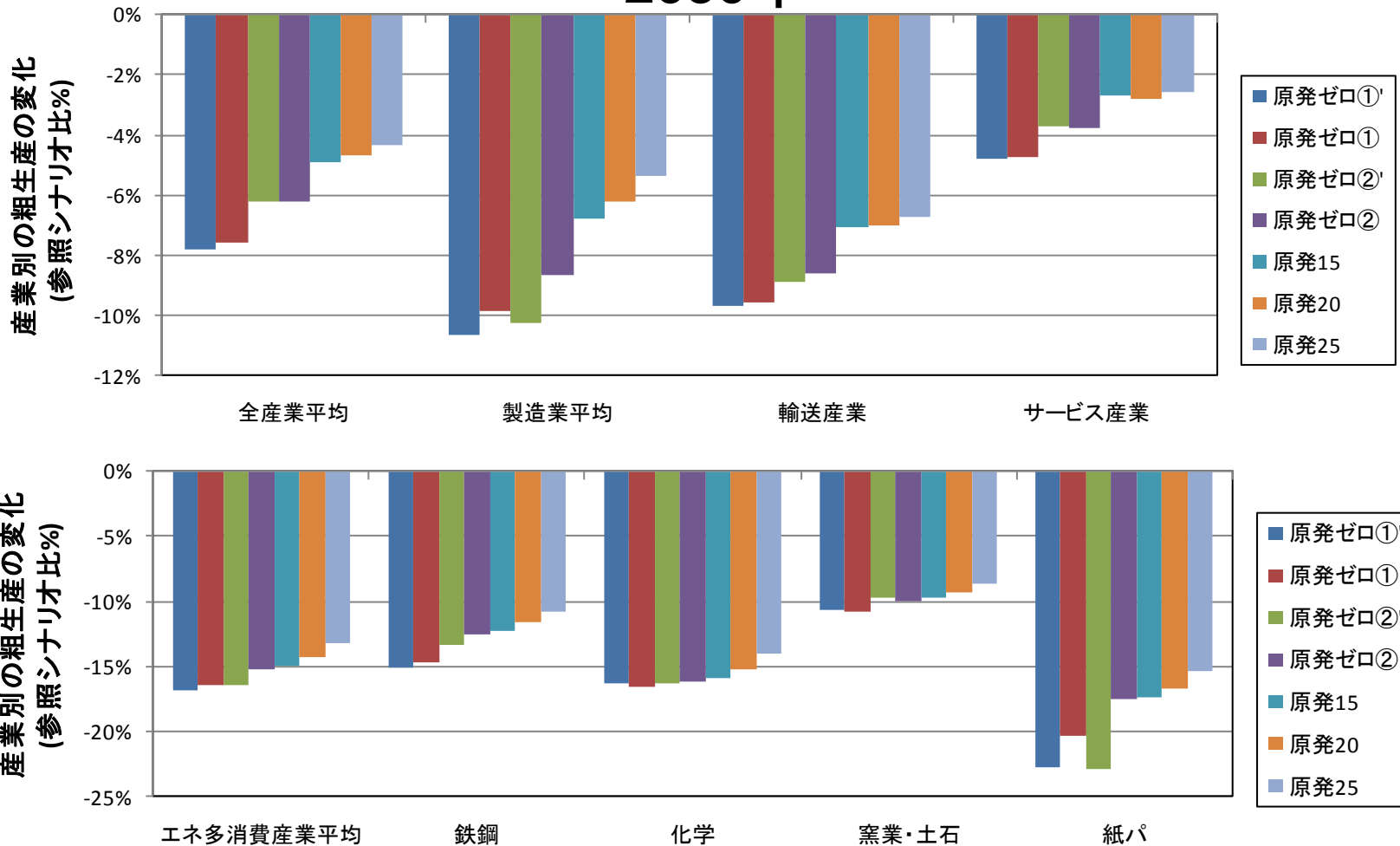
# エネ環会議選択肢の各選択肢の2020年の経済、CO2への影響



原発ゼロケースでは、エネルギーへの投資が参照ケース比で大きく増大させる必要があるため、他への投資は減少するものの、正味ではプラス。GDPは選択肢によって、参照ケース比9.5~12.7兆円程度減

# 産業部門別影響

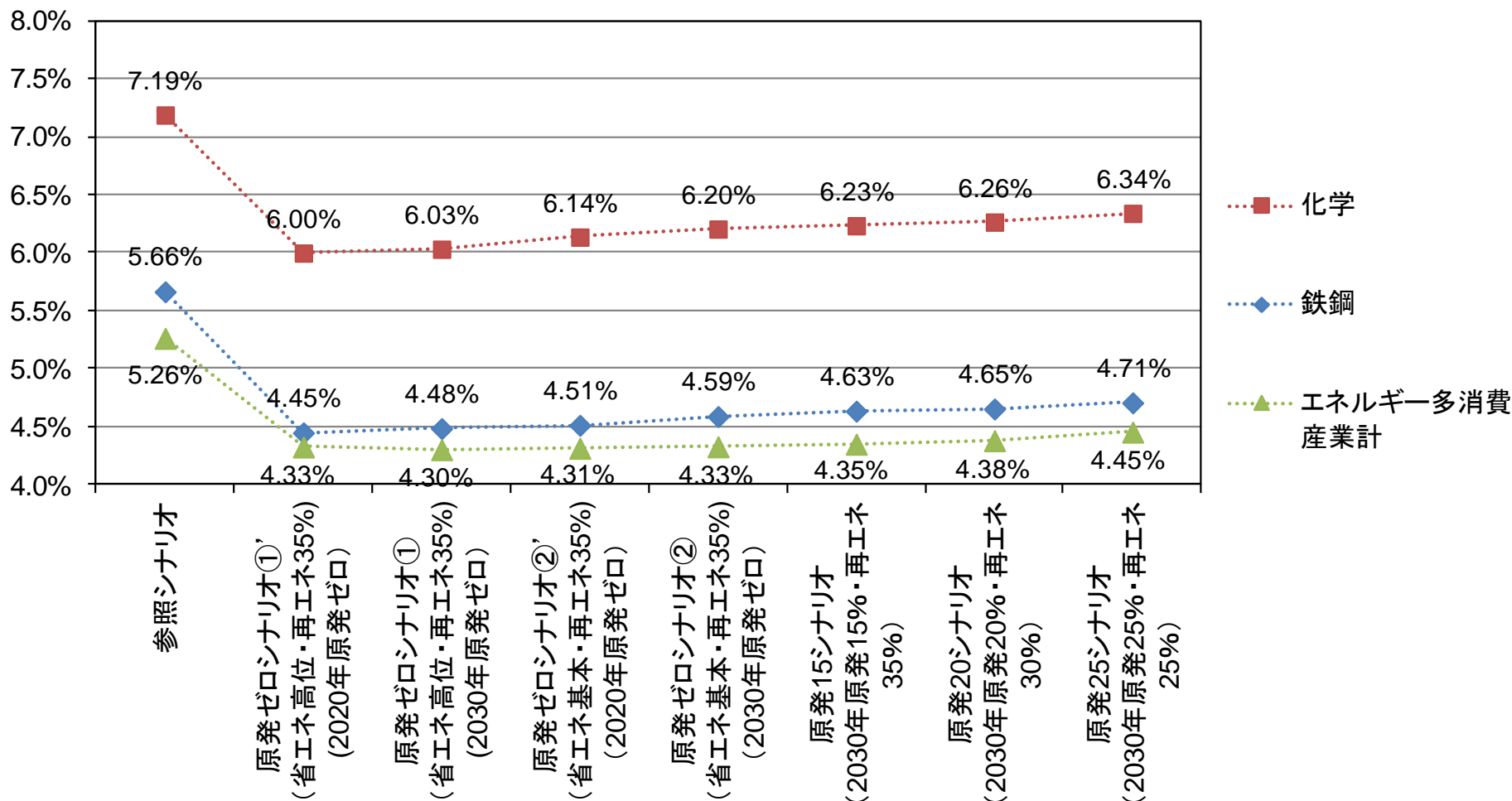
2030年



電力価格の上昇、CO2排出削減制約に伴う省エネ（場合によっては生産活動量の抑制を伴った省エネも）によって、製造業、とりわけ、エネルギー多消費産業への経済影響は大きいと推計される。産業によって差異があるものの、原発比率が低くなるに従って影響大。

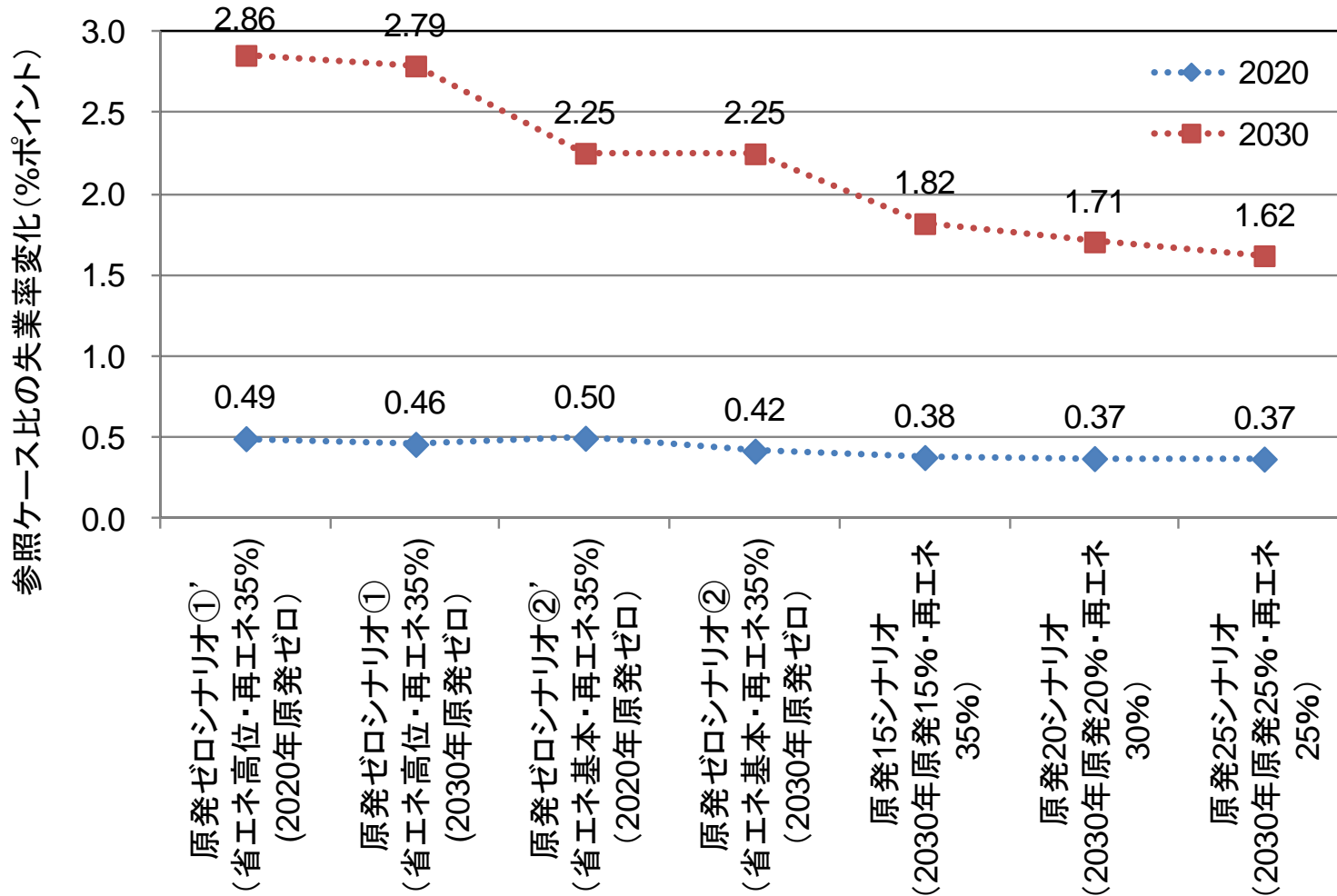
# 日本の各産業部門の世界に占める生産額シェア

日本の各産業部門の世界に占める生産額シェア



いずれの選択肢においても、高い再エネの大幅な導入が見込まれており、電気代が上昇。加えて、厳しいCO2排出制約（高い炭素価格）により、参照ケースに比べ、鉄鋼、化学を含むエネルギー多消費産業において、2割近く生産額の世界シェアが低下が見込まれる。

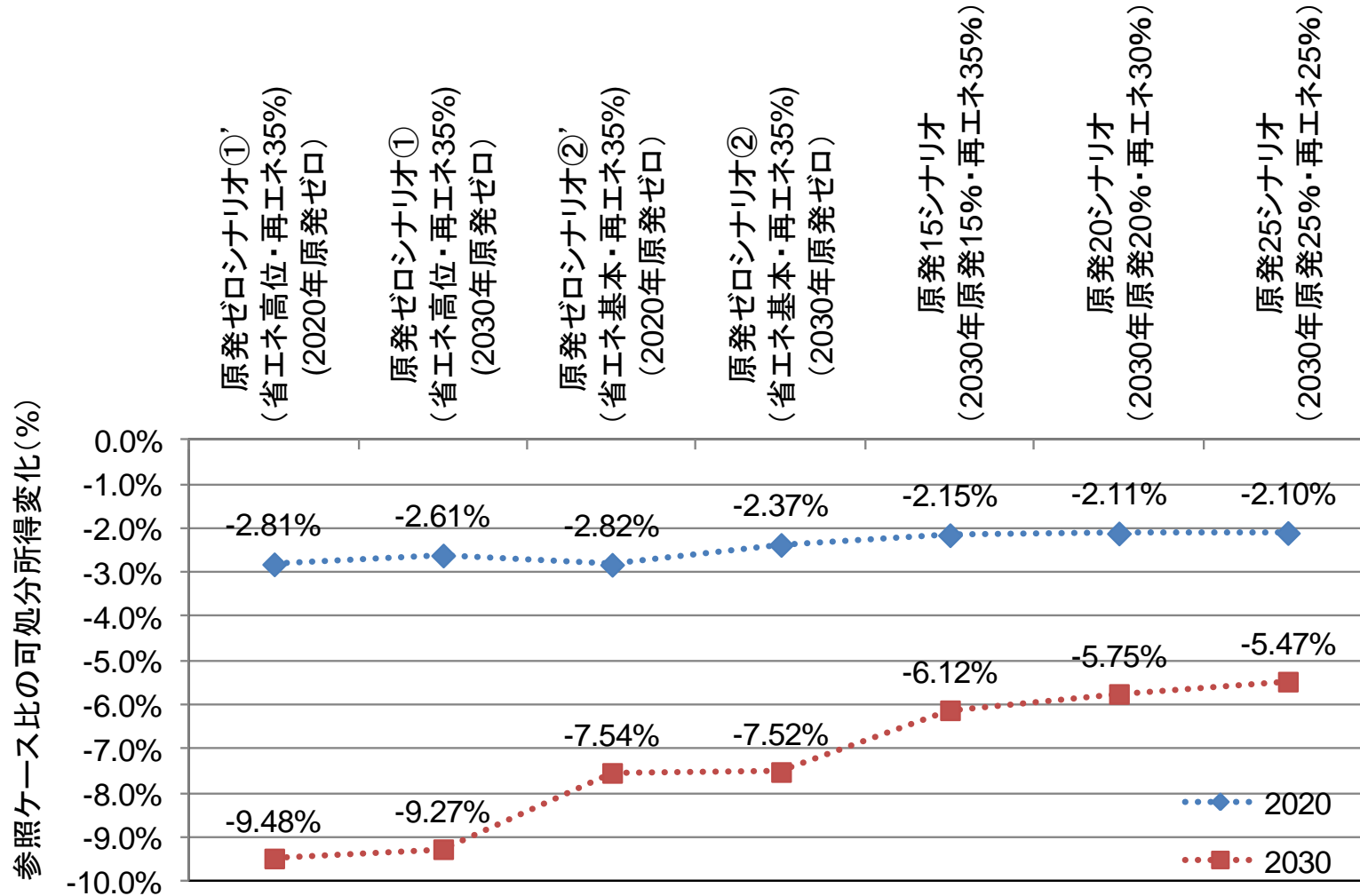
# 雇用への影響（失業率）



注) DEARSモデルは、完全雇用となる均衡解を導出するため、失業率は直接推計できない。ここでは、オクン則に基づき、簡易的に推計したものを提示

**現在の失業率は4.4%程度である。2020、30年に参照ケースでは同じ程度の失業率としたときの%ポイント変化**

# 可処分所得への影響



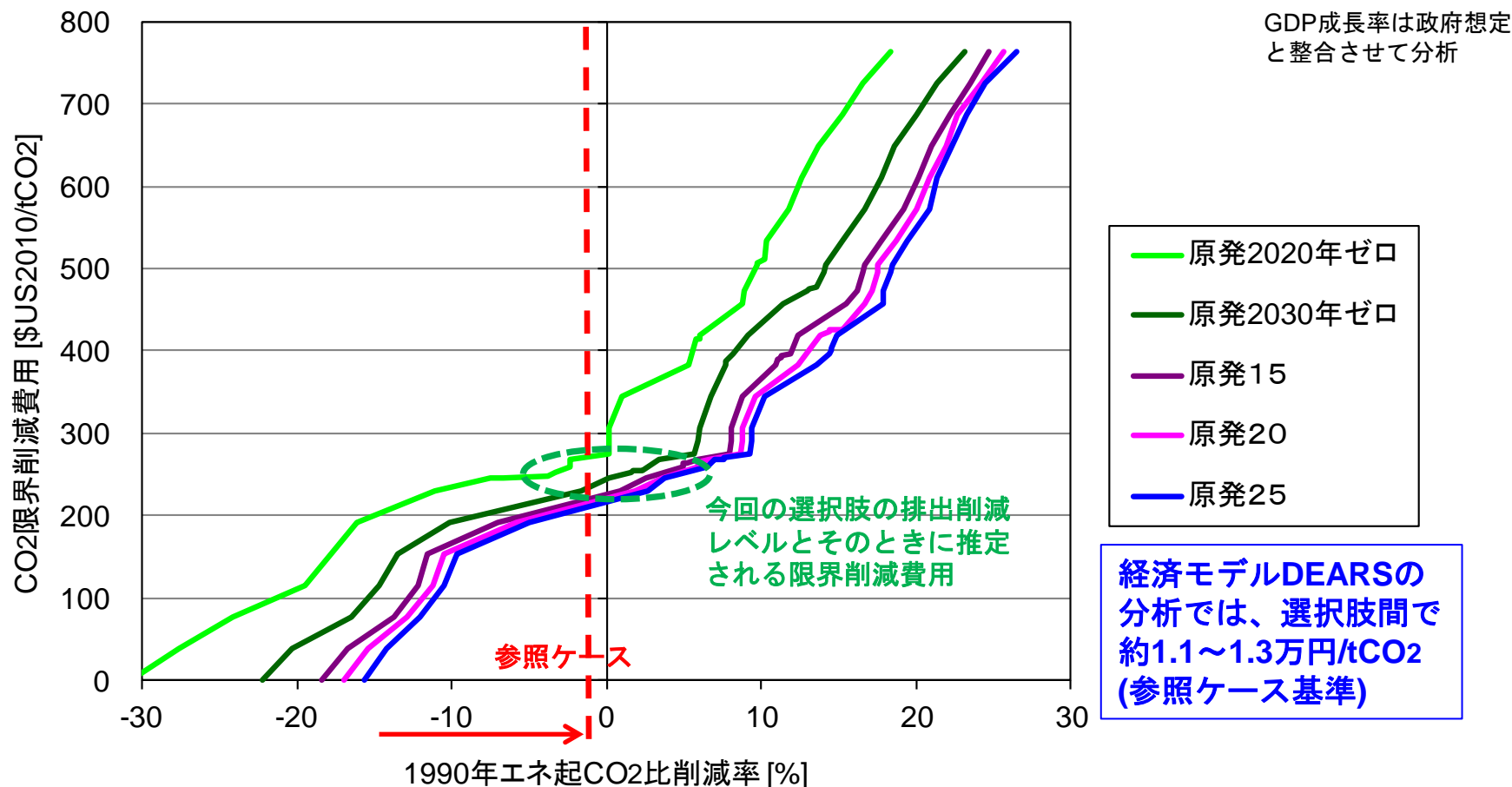
いずれの選択肢においても、高い再エネの大幅な導入が見込まれており、産業に悪影響がもたらされ、雇用・収入が減少する。可処分所得は、2030年では、原発25ケースでも、参照ケース比で5%あまり減少、原発ゼロシナリオでは9%あまり減少が見込まれる。

# 技術モデルを用いた検証 —CO<sub>2</sub>削減レベルの考察—



# 2020年のCO<sub>2</sub>排出削減費用曲線

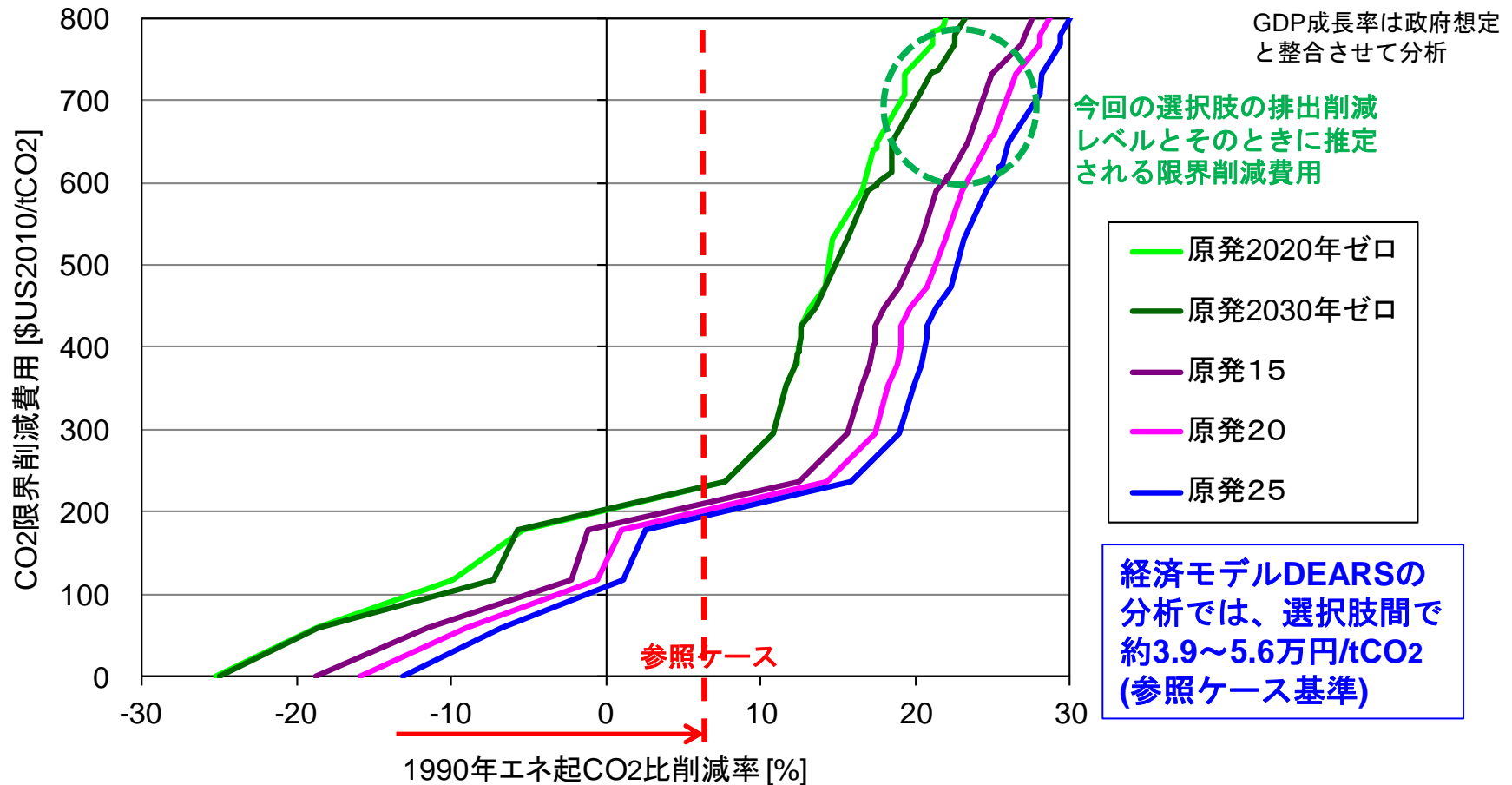
技術積み上げ型世界エネルギーモデルDNE21+による推計（原発の比率のみ外生的に想定、他の電源の構成はコスト最小化となるようモデルで内生的に解いた場合の排出削減費用）



「参照ケース」のCO<sub>2</sub>排出量を実現するにも、実際には相当大的な削減コストが推計されるが、経済モデル分析では「参照ケース」まではコストゼロで実現すると想定しており、相当楽観的。本来それを実現するにも200\$/tCO<sub>2</sub>程度の削減費用を要する可能性が高い。

# 2030年のCO<sub>2</sub>排出削減費用曲線

技術積み上げ型世界エネルギーモデルDNE21+による推計（原発の比率のみ外生的に想定、他の電源の構成はコスト最小化となるようモデルで内生的に解いた場合の排出削減費用）



「参照ケース」のCO<sub>2</sub>排出量を実現するにも、実際には相当大的な削減コストが推計されるが、経済モデル分析では「参照ケース」まではコストゼロで実現すると想定しており、相当楽観的。本来それを実現するにも200\$/tCO<sub>2</sub>程度の削減費用を要する可能性が高い。

# 海外の限界削減費用から見た選択肢

## 海外の炭素価格（限界削減費用）の相場観

### コペンハーゲン合意 (2020年、DNE21+推計)

注) 米国など、実現がほぼ不可能とみなされている目標も多い

	限界削減費用 (US\$ <sub>2010</sub> /tCO <sub>2</sub> )
カナダ	173
米国	119
EU	110
豪州	75
韓国	64
中国	1~9
ロシア	0
インド	0

### IEA WEO 2011 新政策シナリオ(2030年)

40 US\$<sub>2010</sub>/tCO<sub>2</sub>

### EU 2011

2050年に向けたロード  
マップにおける2030年

36~61 €/tCO<sub>2</sub>

## エネルギー・環境会議 選択肢

### 経済モデルDEARSによる 推計

2020年：1.1~1.3万円  
/tCO<sub>2</sub>程度

2030年：3.9~5.6万円  
/tCO<sub>2</sub>程度

### 技術モデルDNE21+によ る推計

2020年：250~270  
US\$<sub>2010</sub>/tCO<sub>2</sub>程度

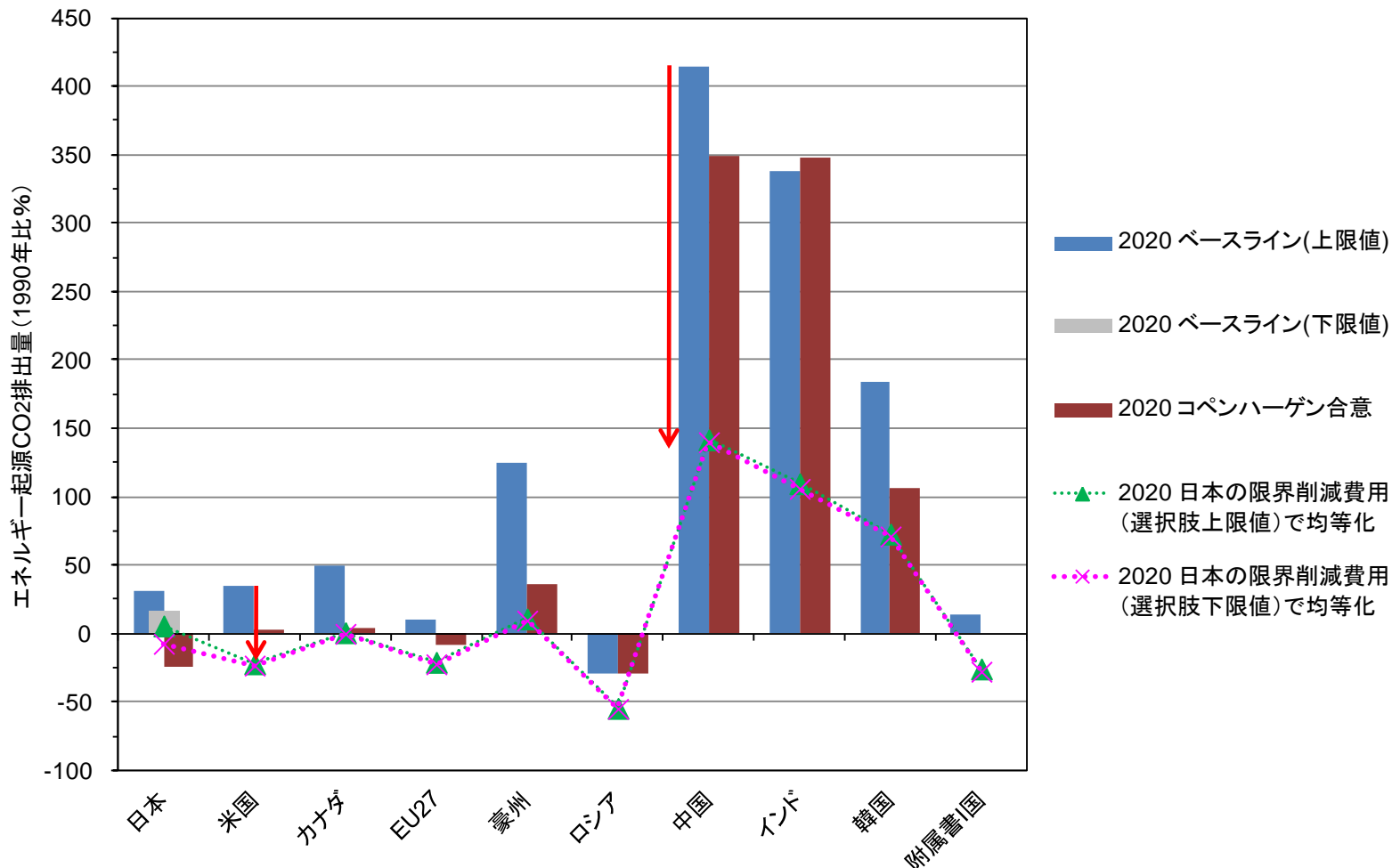
2030年：600~790  
US\$<sub>2010</sub>/tCO<sub>2</sub>程度

限界削減  
費用に  
極めて  
大きな  
ギャップ

限界削減費用の国際間における大きな差異は、産業リーケージ、CO<sub>2</sub>リーケージをもたらす。排出削減目標レベルの妥当性について、より慎重な検討が必要ではないか。

# 限界削減費用均等化時の2020年のCO2排出量

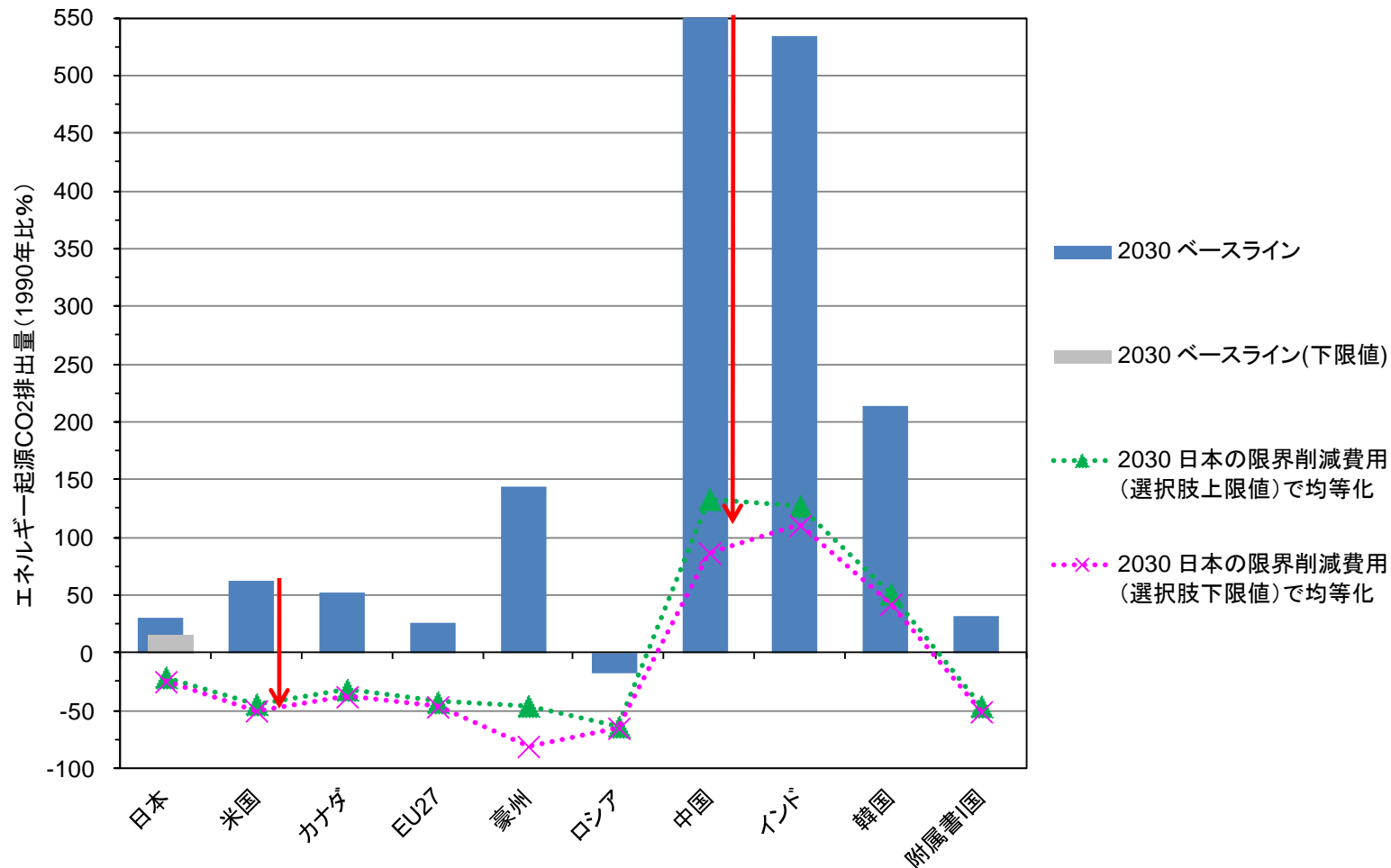
## 日本の各選択枝の限界削減費用と均等化時に各国のCO2排出量（2020年）



各選択枝の限界削減費用（250～270 \$/tCO<sub>2</sub>）と均等化したときの各国のCO<sub>2</sub>排出量は、ベースラインから大幅な削減が必要で、コペンハーゲン合意に基づく各国プレッジ（米国など実現がほぼ不可能と見なされている目標も多い）からも大きなギャップがある。

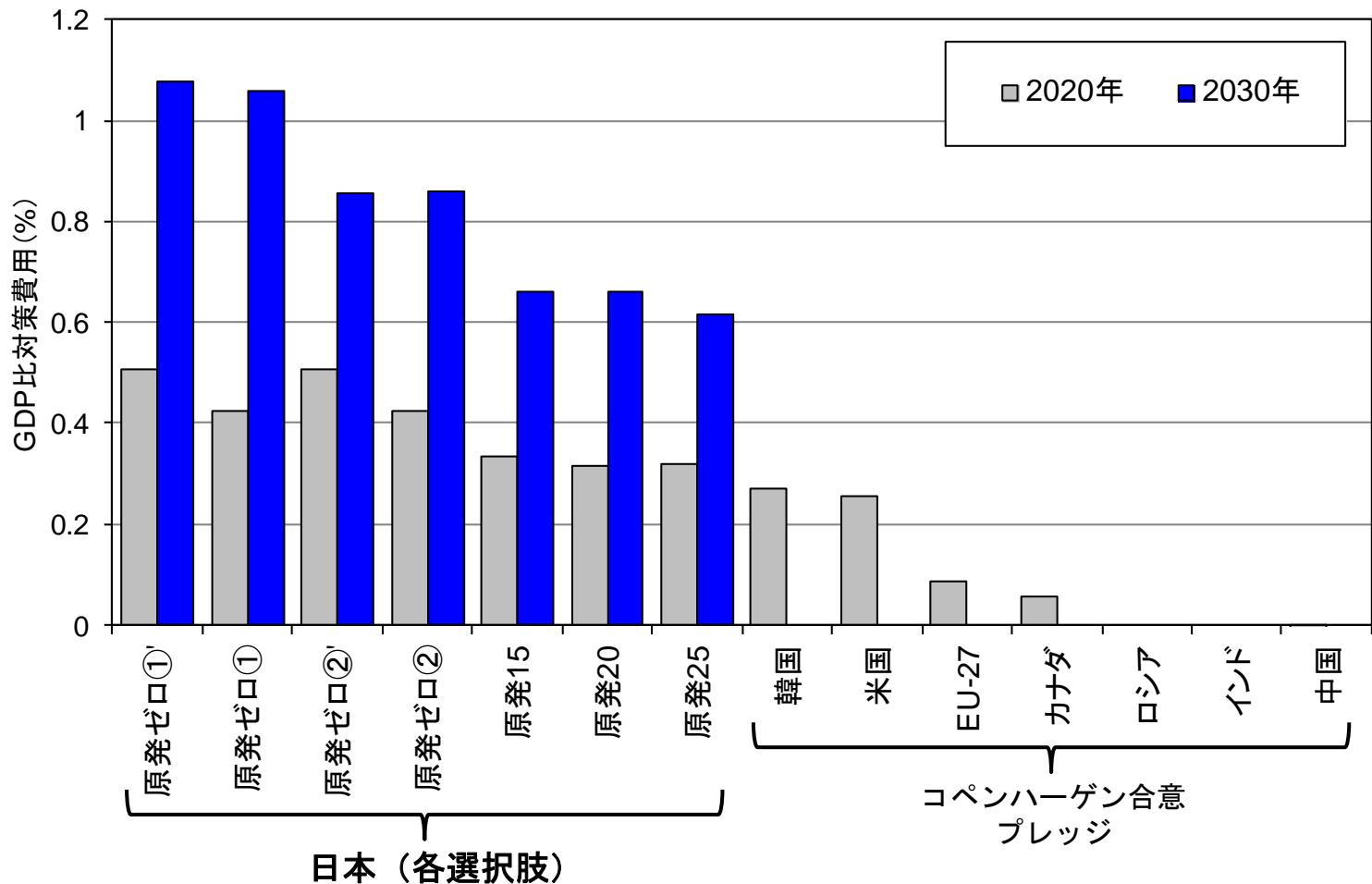
# 限界削減費用均等化時の2030年のCO2排出量

## 日本の各選択肢の限界削減費用と均等化時に各国のCO2排出量（2030年）



各選択肢の限界削減費用（600～790 \$/tCO<sub>2</sub>）と均等化したときの各国のCO<sub>2</sub>排出量は、ベースラインから大幅な削減が必要。各国がこのような大幅な削減を達成することは相当非現実的。

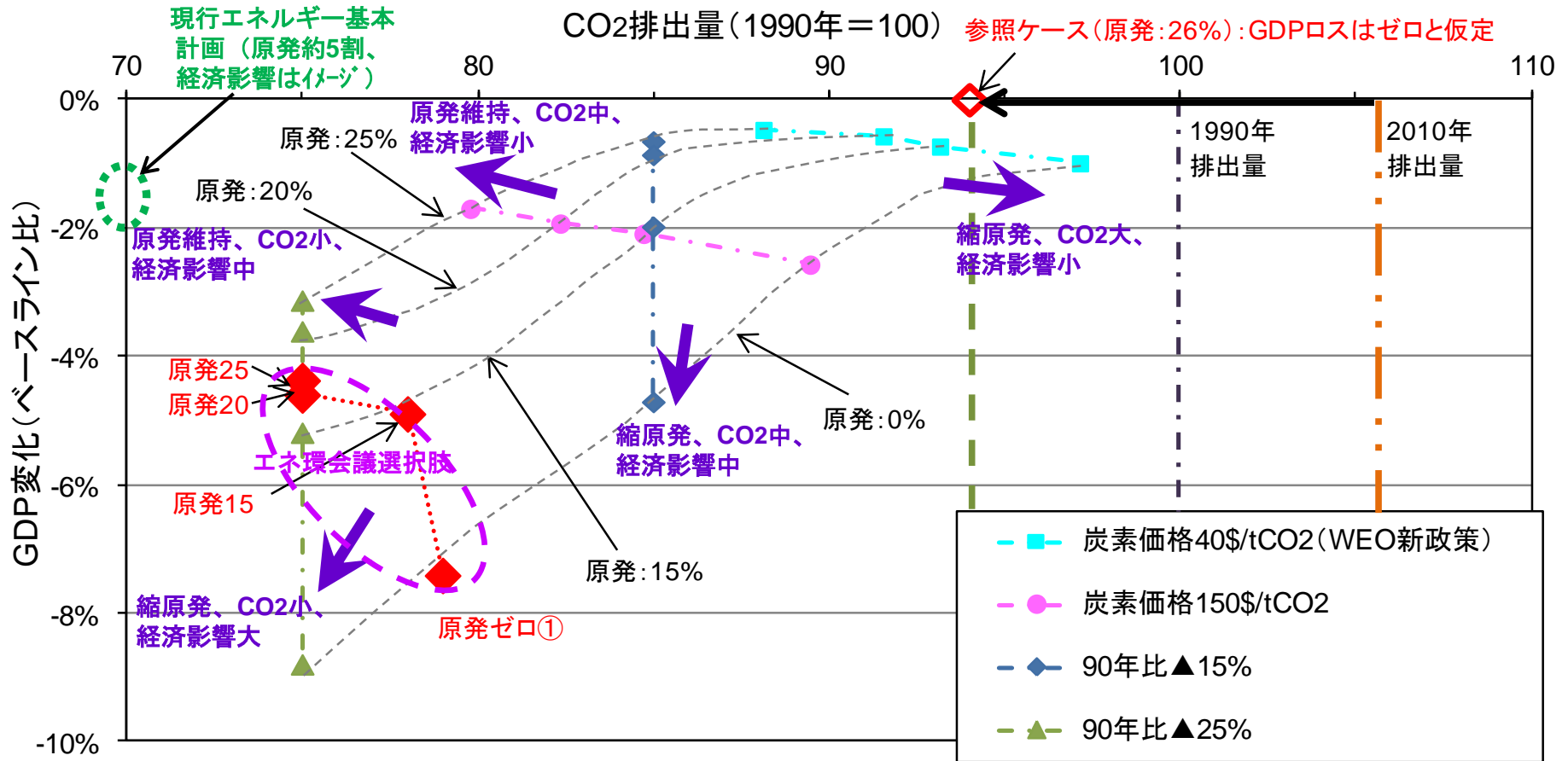
# 各選択肢（日本）と各国コペンハーゲン合意プレッジとのGDP比CO2排出削減費用の比較



GDP比のCO2排出削減費用で比較しても、すべての選択肢で、コペンハーゲン合意に基づく各国プレッジ（米国など実現がほぼ不可能と見なされている目標も多い）よりも大きい。2030年においては更に大きな費用が推計され、かつ原発比率低下に伴い一層大きくなる。

# 原発比率、経済影響、CO<sub>2</sub>排出の トレードオフ

# 2030年時点における原発比率、経済影響、CO2排出のトレードオフ



注) エネ環会議選択肢の分析結果以外のグラフ中の各分析値は、電源構成を原発のみ固定し、それ以外の電源はコストが最小になるように解いた結果である。エネ環会議選択肢は、再エネ比率等をコストを考えずに決めてしまっているため、同じCO2排出量、原発比率の想定であっても、経済影響は大きめに算定される。(例: 90年比▲25%の原発25%ケースとエネ環会議選択肢原発25%シナリオの経済影響を比較されたい)

- 既に指摘済みだが、参照ケースまで大きくCO2の減少が想定されているが、参照ケースまでのGDP損失はないと仮定している。楽観的な想定であり、留意が必要。
- 提示されている選択肢は、いずれもCO2排出を大幅に削減するものであり、その結果として大変大きな経済損失が推計される。もっとバランスの良い戦略があるのではないか。



# 分析から言えることと留意事項

# 分析から言えること

- ◆ エネルギー・環境会議が提示した選択肢は、すべての選択肢でCO<sub>2</sub>排出削減を大きく見込んでおり、それによる経済影響が最も大きく現れている。電気代にもCO<sub>2</sub>削減のための炭素価格が付加された推計が用いられており、選択肢間で電気代の差異が見えにくくなっている。
- ◆ また、すべての選択肢で再生可能エネルギーの大幅な拡大を見込んでおり、これも選択肢間で経済影響の差、電気代の差などが見えにくくなっている。
- ◆ 電源構成の差による選択肢間の発電コストの差異は、原発ゼロケースと原発25%ケースとで、2円/kWh程度と推定される（系統対策費用含む）。GDP損失は年間約4兆円ほど差異がある。

すなわち、分析結果を総合すると、

- ◆ いずれの選択肢についてもCO<sub>2</sub>排出削減レベル（および省エネレベル）が厳しすぎる可能性が高い。
- ◆ また、いずれの選択肢についても、再エネ導入量が大きすぎる可能性あり。
- ◆ 特に、上記、2点について、より慎重に、実現可能性、また、経済的な負担の大きさを、社会的な障壁も踏まえながら、よく検討すべきである。
- ◆ いずれのシナリオでも相当の負担増が予想されるため、ここで提示されていない選択肢の可能性も探るべきではないか。

- ◆ エネルギー・環境会議の選択肢の資料\*（表2）では、2010年比のGDPの変化も提示されているが、経済モデル分析から導かれたものではなく、本モデル分析が経済成長を予測しているわけではない。
- ◆ 本資料4ページに記載したように、GDPは成長を想定している一方、発電電力量はほとんど増えないという過去のトレンドと全く異なる仮定をおいた上での経済影響推計であり、逆に言えば、発電電力量の想定を正しいものとするれば、GDPはほとんど成長しない、更に選択肢による経済損失を加味すれば、マイナスのGDP成長も十分予測し得るものである。いずれの選択肢においても2030年に現在よりもGDPが成長することを保証しているわけではないことに注意されたい。

【概算：発電電力量のGDP弾性を1と仮定し（過去のトレンドはこれに近い）、エネ環会議の参照ケースの発電電力量を基に推計すれば、2030年の参照ケースGDPは2010年比+3%。エネ環会議の選択肢のGDP変化は、参照ケース比▲4.4%（原発25）～▲7.6%（原発ゼロ①'）であるので、すべての選択肢で2030年に向けてマイナスの経済成長の可能性が示唆される。】

- ◆ エネルギー・環境会議の選択肢の資料は誤解を与える記述方法をとっており、モデル分析専門家の立場からはその解釈に十分注意すべきと考える。

\* [http://www.npu.go.jp/policy/policy09/pdf/20120629/20120629\\_1.pdf](http://www.npu.go.jp/policy/policy09/pdf/20120629/20120629_1.pdf)