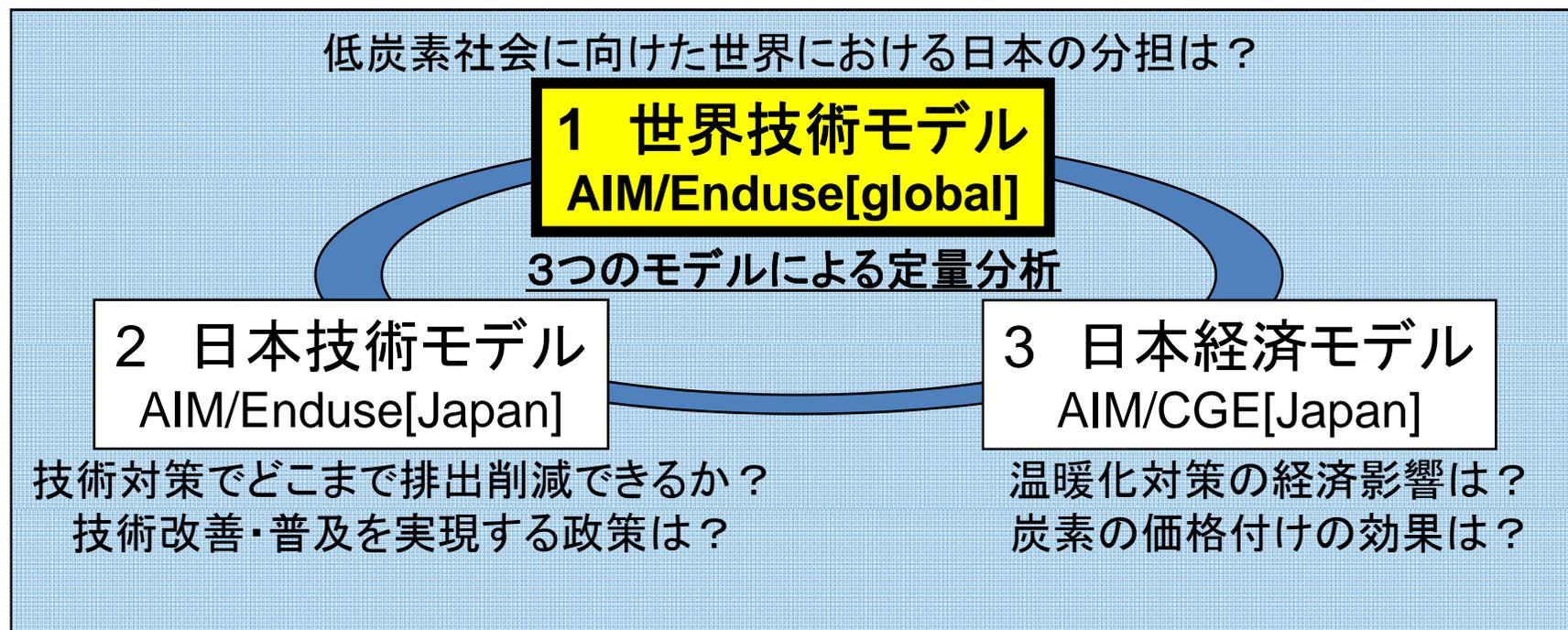


AIMモデルによる分析



- 2020年排出量選択肢候補に関する検討 - NIES JAPAN



(独)国立環境研究所 AIMチーム

(地球環境研究センター・社会環境システム研究領域)

2009年4月14日 第7回中期目標検討委員会 (抜粋版)

*AIM: Asia-Pacific Integrated Model

AIM世界技術モデルによる計算結果のまとめ

衡平性の基準および目標設定の取り方により、各国の分担(削減ポテンシャル)が変わる。

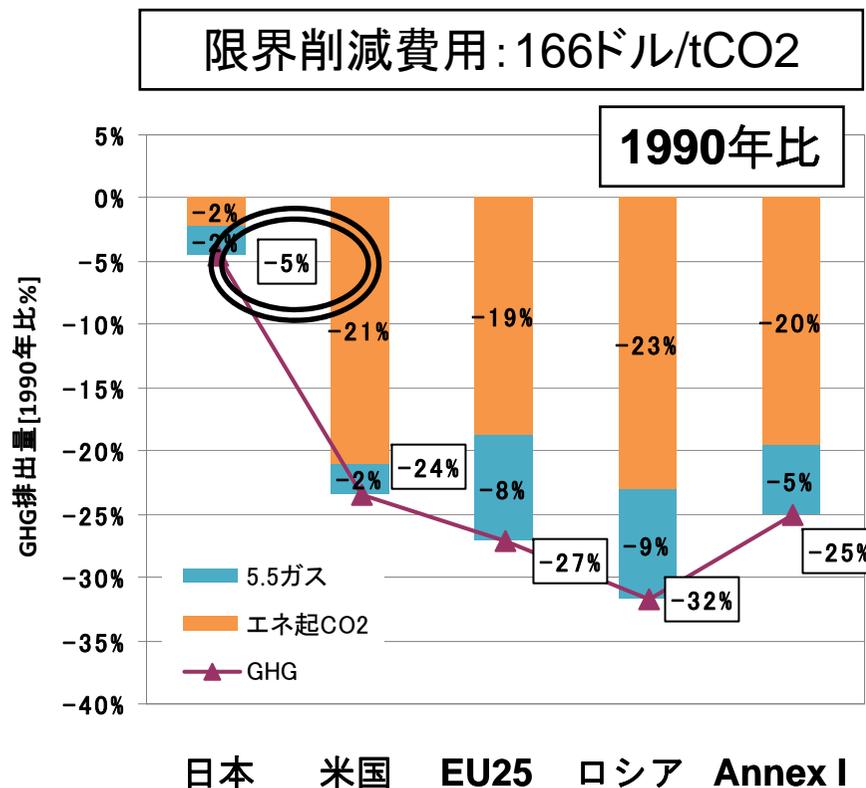
ケース名	限界削減費用： \$/t-CO2 GDP比：%	排出量の変化（1990年比）									
		日本		EU25		米国		ロシア		Annex I	
		エネ	GHG	エネ	GHG	エネ	GHG	エネ	GHG	エネ	GHG
①「長期需給見通し」努力継続・各国目標並み	\$35/tCO2	+6	+4	-6	-14	+8	+6	-19	-29	-4	-9
EU-20% (CDM有)	\$49/tCO2	+4	+2	-8	-16	+7	+5	-20	-31	-5	-10
US±0%	\$62/tCO2	+3	±0	-9	-17	+2	±0	-20	-31	-7	-12
②先進国全体90年比▲25%（限界削減費用均等）	\$166/tCO2	-2	-5	-19	-27	-21	-24	-23	-32	-20	-25
③「長期需給見通し」最大導入（フロー対策強化）	\$187/tCO2	-5	-7	-19	-27	-21	-24	-23	-32	-20	-25
④先進国全体90年比▲25%（GDP当たり対策費用均等）	1.01%	-14	-17	-22	-31	-16	-18	-22	-31	-20	-25
⑤ストック・フロー対策強化	\$295/tCO2	-13	-15	-20	-29	-26	-29	-25	-34	-23	-29
⑥先進国全体90年比▲25%（各国一律▲25%）	日本の削減について想定した技術だけでは積みあがらなかった (今回の前提条件では最大で -20% 削減)										

- ①③⑤⑥：各国の目標（EU-20%ケースはEU、US±0%ケースはUS、それ以外は日本）と同等の限界削減費用を設定した場合
 ②：Annex I全体を90年比25%減とした際に、Annex I各国の限界削減費用を同等に設定した場合
 ④：Annex I全体を90年比25%減とした際に、Annex I各国のGDP当たり対策費用（ポジティブコストのみ）を同等に設定した場合

衡平性の取り方で、先進国全体▲25%のときの日本の結果が変わる

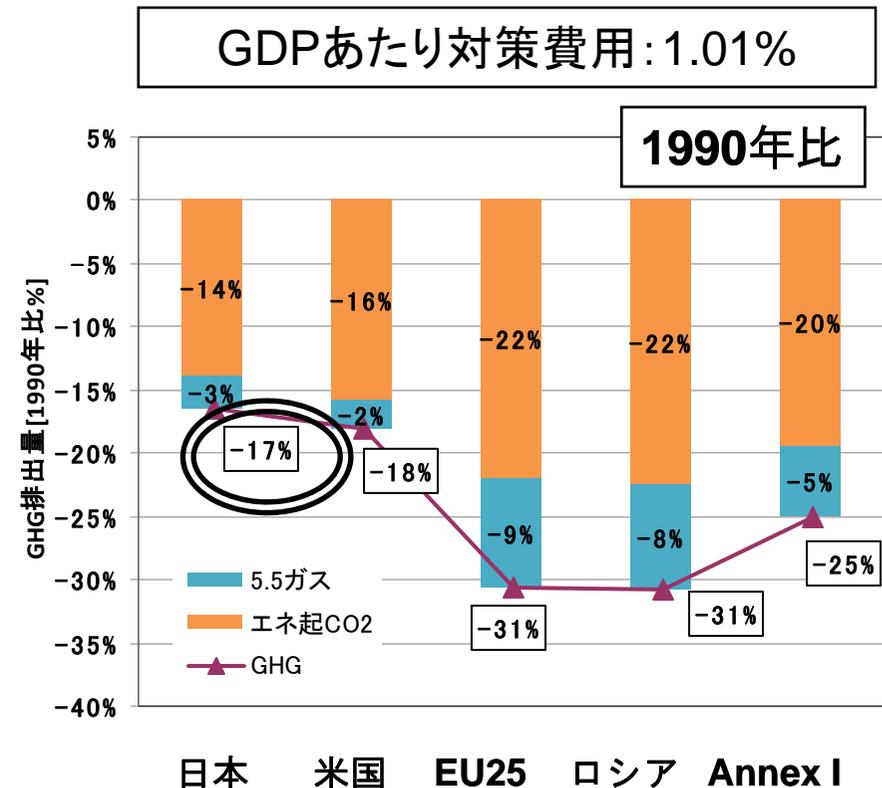
Annex I全体を1990年比25%減とした際に、異なる衡平性指標により、各国の結果が異なる。

②Annex Iの限界削減費用を一定にした場合



④Annex IのGDP当たり対策費用を一定にした場合

(2005年為替換算GDP, ポジティブコストのみ考慮)



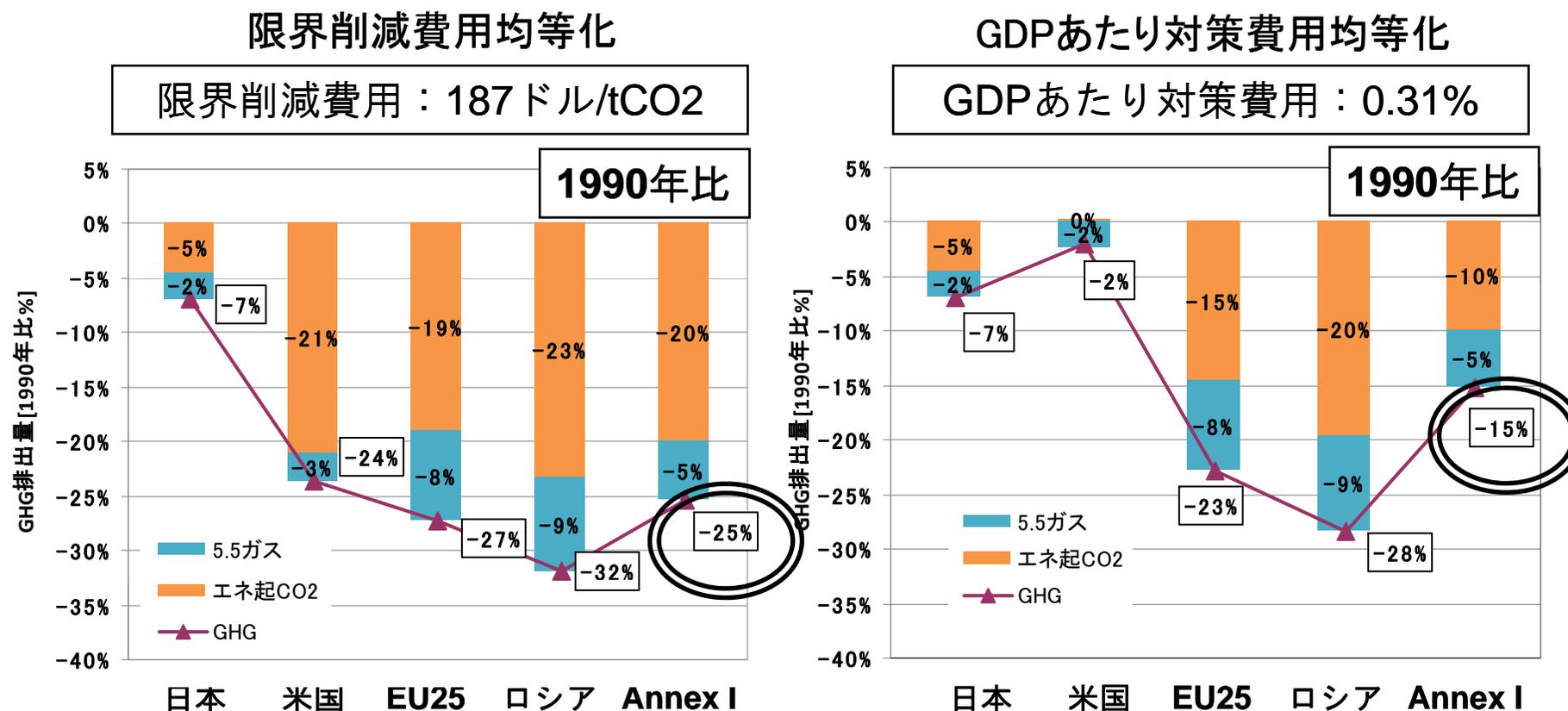
パーセントの数値については、下記のルールに従う。

5.5ガスは、「(2020年5.5ガス-1990年5.5ガス)÷1990年GHG総排出量」,
 エネ起CO₂は、「(2020年エネ起CO₂-1990年エネ起CO₂)÷1990年GHG総排出量」,
 GHGは、「(2020年GHG-1990年GHG)÷1990年GHG総排出量」,

日本が同じ数値目標でも，衡平性指標の取り方で，各国の結果は変わる

③: 各国が日本と同等の削減: 「長期需給見通し」最大導入(フロー対策強化)

日本の「最大導入ケース(GHGは7%減, エネルギー起源CO2は5%減)相当」と同等レベルの限界削減費用(左図)またはGDPあたり対策費用(右図)を, Annex I諸国に設定した場合



パーセントの数値については，下記のルールに従う。

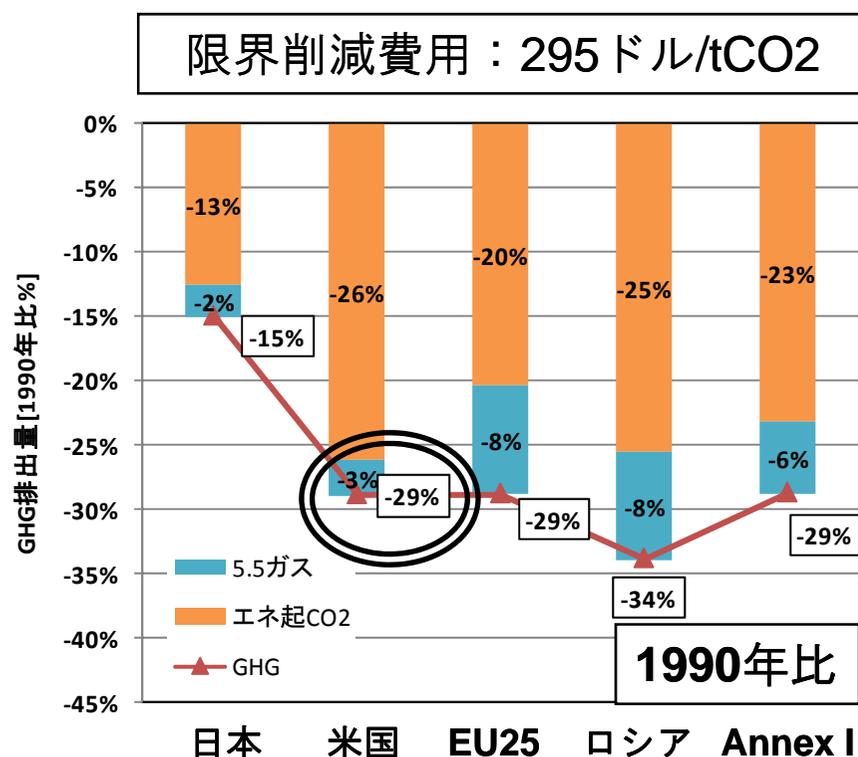
5.5ガスは、「(2020年5.5ガス—1990年5.5ガス)÷1990年GHG総排出量」，
 エネ起CO₂は、「(2020年エネ起CO₂—1990年エネ起CO₂)÷1990年GHG総排出量」，
 GHGは、「(2020年GHG—1990年GHG)÷1990年GHG総排出量」，

日本が同じ数値目標でも、衡平性指標の取り方で、各国の結果は変わる

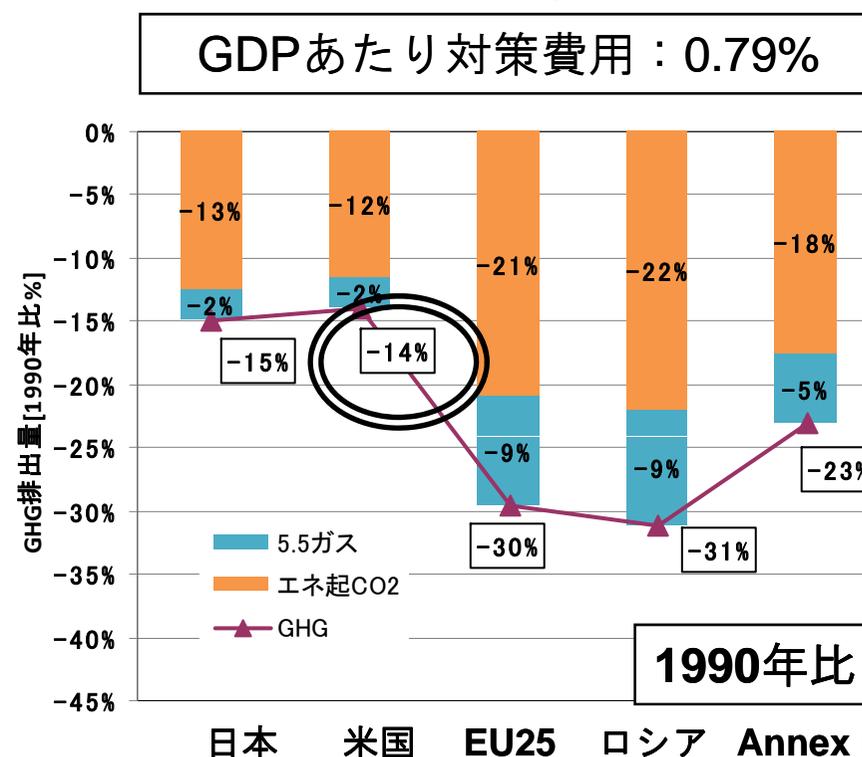
⑤: 各国が日本と同等の削減: ストック・フロー対策強化

日本の「ストック・フロー対策強化ケース(GHGは15%減, エネルギー起源CO2は13%減)相当」と同等レベルの限界削減費用(左図)またはGDPあたり対策費用(右図)を, Annex I諸国に設定した場合

限界削減費用均等化



GDPあたり対策費用均等化



パーセントの数値については、下記のルールに従う。

5.5ガスは、「(2020年5.5ガス—1990年5.5ガス)÷1990年GHG総排出量」,
 エネ起CO₂は、「(2020年エネ起CO₂—1990年エネ起CO₂)÷1990年GHG総排出量」,
 GHGは、「(2020年GHG—1990年GHG)÷1990年GHG総排出量」,

参考資料

- I. 衡平性指標
- II. 世界モデルの枠組み
- III. 長期目標との整合性

衡平な排出量目標の差異化

国際交渉及び政策研究では、多様な衡平性指標が検討されている

□ 責任(温暖化寄与度, 大気への権利)

- 気温上昇への歴史的貢献
- 一人当たり排出量
- 国の絶対排出量, 等

□ 能力(支払能力)

- GDP、あるいは一人当たりGDP
- 人間開発指標(HDI)^(注)と一人当たりGDPの組合せ, 等

(注) 人間開発指標: 人々の生活の質や発展の度合いを示す指標。

□ 実効性(削減ポテンシャル)

- 生産原単位当たり排出量
- GDP当たり排出量
- 限界削減費用一定, 等

□ 多様な複合指標

- トリプティーク
- マルチステージアプローチ
- 多部門収斂

【参考】1/28付ECコミュニケーションの4指標

- ①一人当たりGDP(能力)
- ②原単位排出量(実効性)
- ③温室効果ガス排出傾向(1990～2005)(責任)
- ④人口動向(1990～2005)(責任, 実効性)

国際交渉及び政策研究での衡平性指標は 限界削減費用(実効性)のみではない： 責任・能力指標も同様に重視

- 途上国グループやスイスなどは、大気／排出に対する権利の衡平性を主張。一人当たり排出量の(長期的な)衡平性(収斂)が国際的差異化のクライテリアとなるべきと主張。
 - この基準による計算は、IPCC第4次評価報告書Box 13.7(25～40%削減に言及)のバックグラウンド・ペーパーでも試算されている(WBGU 2003, Höhne N. et. al 2005, 2007)。
- セクター別排出量積み上げ方式による国別目標設定：現在のEU域内の目標差異化基準となったアプローチ(トリプティークアプローチ, Metz, B. et. al. 1998, den Elzen et. al. 2007)では、将来におけるセクター別排出量収斂(中期目標はその中間地点)が差異化の指標となっている(将来における衡平性の実現)。
- ブラジルや中国は歴史的排出量が目標差異化の指標となるべきと主張。
 - 「ブラジル提案」は条約の下で科学的検討を行った唯一の提案(SBSTAに報告)。
- IPCCAR4の25-40%削減部分のリード・オーサーHöhneは、GDPあたり排出量の収斂指標とするAnnex I差異化結果を第5回AWG-LCAのプレセッションワークショップで発表。
- ニュージーランドは総費用の対GDP比を指標に、カナダは限界削減費用の他に総費用の対GDP比、効用ロス(収入の減少)を指標の候補としている。

**国際交渉では様々な衡平性指標による差異化が提案されている。
したがって、これらの多様な提案に対応する準備が必要。**

衡平性指標ごとの削減割合の比較(基準の取り方で分担は大きく変わる)

2020年時点での国・地域の排出削減割合 (90年GHG比)		(2020年時点, 90年GHG比)					参考			
		日本	米国	EU25	日本	先進国全体	中国	インド	途上国全体	世界全体
既存研究例 (Höhne et. al. 2007 ¹⁾)	マルチステージ ₂₎ (複合指標)	-31%	-38%	-36%	-52%	-41%	62%	235%	89%	9%
	収縮と収斂(C&C) ₃₎ (責任)	-31%	-18%	-34%	-48%	-32%	62%	168%	76%	10%
	共通だが差異ある収斂(CDC) ₄₎ (責任)	-33%	-9%	-35%	-47%	-29%	48%	180%	72%	10%
	トリプティーク ₅₎ (複合指標)	-29%	-8%	-31%	-45%	-26%	65%	103%	69%	10%
AIM世界技術モデルによる分析結果	限界削減費用均等(実効性) ₆₎	-5%	-24%	-27%	-32%	-25%	-	-	-	-
	GDPあたり対策費用均等(能力) ₇₎	-17%	-18%	-31%	-31%	-25%	-	-	-	-
国立環境研究所、 京都大学、 東京工業大学試算例	GDPあたり排出量収束(実効性) ₈₎	-3%	-10%	-26%	-52%	-25%	114%	65%	74%	14%
	収縮と収斂(責任) ₉₎	-16%	-13%	-26%	-46%	-25%	72%	98%	74%	14%
	GDPあたり排出量比例改善(実効性) ₁₀₎	-30%	-19%	-33%	-21%	-25%	160%	81%	74%	14%

- Höhne, N., D. Philipsen, Moltmann, S., 2007: Factors underpinning future action 2007 update, For the Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), UK. シナリオは450ppmCO_{2,eq}安定化、米国はブッシュ政権独自目標、他のAIは京都ターゲット充足として2010をスタート年に設定。
- コミットメントのレベルを4つのステージに分割。最も厳しいステージでは一人当たり排出量の大小により絶対削減値を決定。
- 2050年に全世界で一人当たり排出量均等化。
- C&Cに途上国の成長を加味。先進国は一人当たり排出量を2050年に収斂、途上国はある閾値まで排出増加を許容された後、先進国と同じ年数をかけて収斂。
- 国内を電力、産業、国内の3つのセクターに分け、それぞれのセクターが異なる基準で排出削減。
- 本分析② 先進国全体90年比 ▲25%: 限界削減費用均等ケースのときのAIM世界技術モデルによる計算結果。
- 本分析④-1 先進国全体90年比 ▲25%: GDPあたり対策費用均等のときのAIM世界技術モデルによる計算結果。
- GDPあたり排出量が2050年で世界一律に。2050年世界排出量半減を条件として与える。
- 3)と同様。ただし2050年世界排出量半減を条件として与える。
- 全ての国のGDPあたり排出量が一定の割合で改善。2050年世界排出量半減を条件として与える。

世界の諸議論から見た衡平性に対する見解

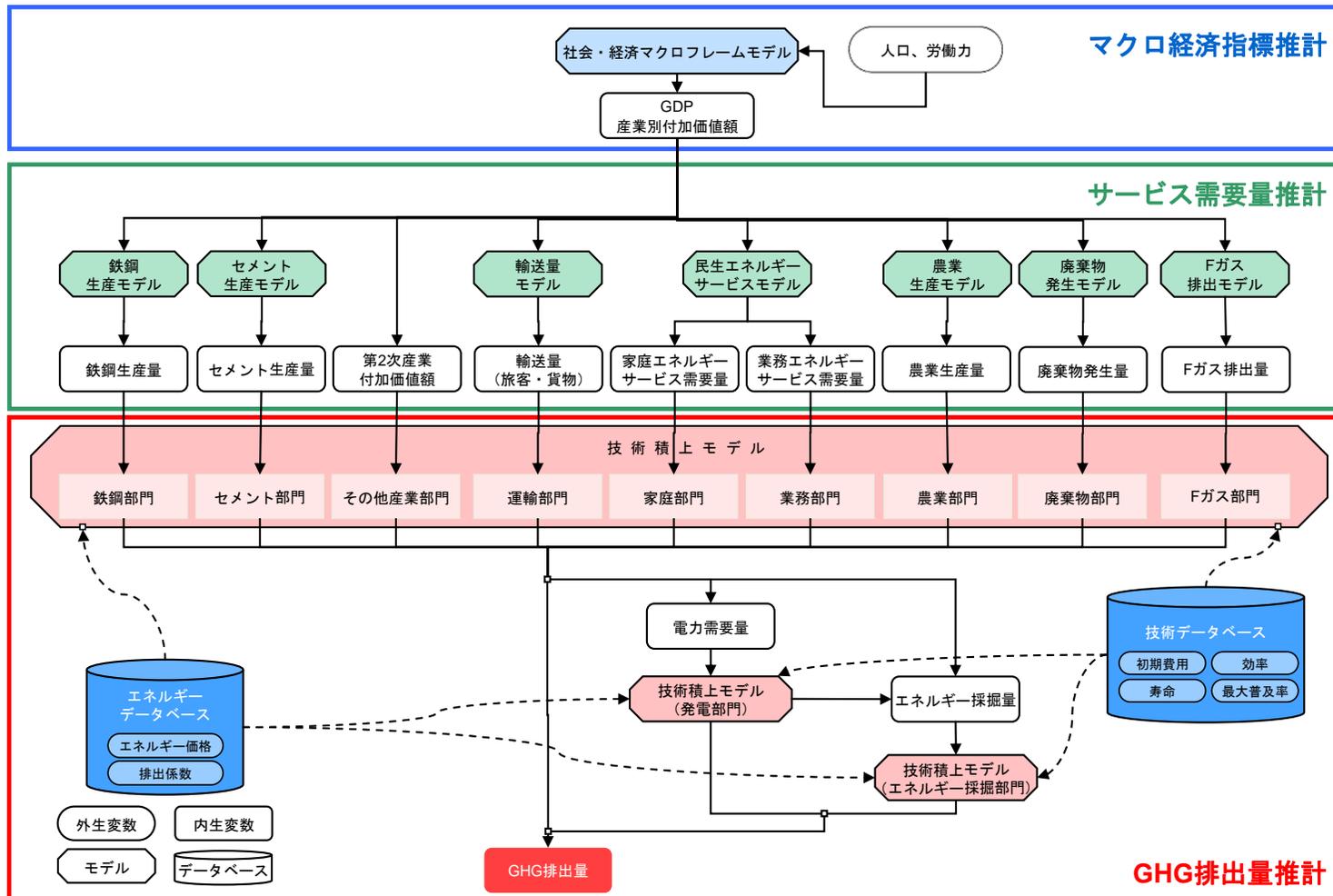
- **国際交渉，及び研究では，多様な衡平性指標を用いた検討が世界の主流となっている**
 - 限界削減費用のみの検討では国際交渉に耐えきれない恐れ
 - 責任，能力，実効性，その複合指標による目標検討も必須
- **用いる指標によって目標も変わる**
 - 衡平性指標の中には，日本の排出削減幅が相対的に小さくなるもの，大きくなるものがある。十分な検討が肝心。
- **日本の中期目標の大小は他国の目標も変える**
 - 「比較可能な努力」が交渉の対象となっている以上，日本の排出量が世界の排出量に影響を及ぼさない，という「鎖国」状態の想定は非現実的。

II.

AIM/Enduse[Global] モデルの概要

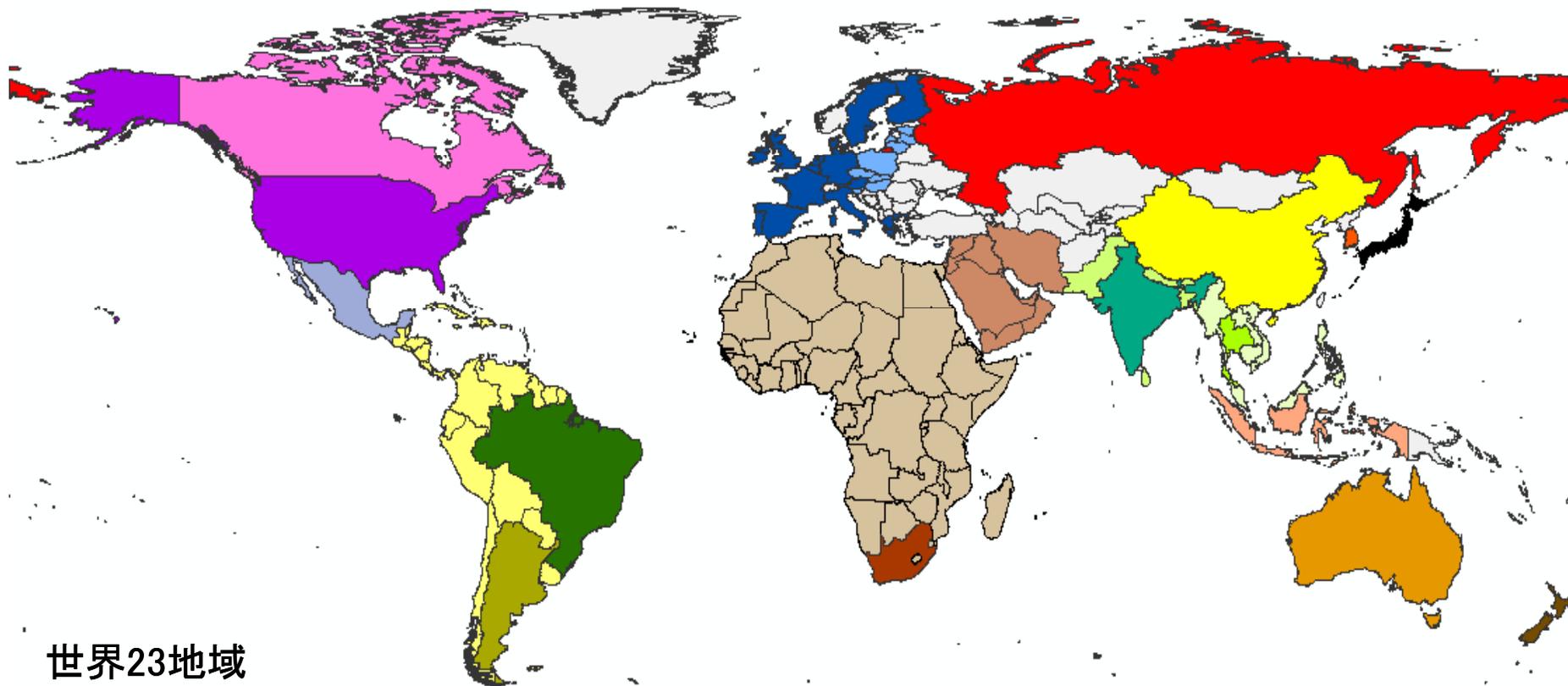
世界多地域・多部門の技術積み上げ型デモル.

将来の人口・GDPなどの社会経済の見通しをもとに、各部門における活動量を推計し、その活動量を満たす技術選択の組み合わせを各種条件下（エネルギー価格，炭素価格など）において求め、エネルギー消費量やGHG排出量を推計する。



II.

AIM/Enduse[Global]の地域分類



■ JPN(日本)	■ XSE(他東南アジア)	■ USA(米国)	■ MEX(メキシコ)
■ CHN(中国)	■ XSA(他南アジア)	■ XE15(西欧15国)	■ XLM(他南米)
■ IND(インド)	■ XME(中東)	■ XE10(東欧10国)	■ ZAF(南アフリカ)
■ IDN(インドネシア)	■ AUS(オーストラリア)	■ RUS(ロシア)	■ XAF(他アフリカ)
■ KOR(韓国)	■ NZL(ニュージーランド)	■ ARG(アルゼンチン)	■ XRW(その他地域)
■ THA(タイ)	■ CAN(カナダ)	■ BRA(ブラジル)	

II.

対象ガスおよび対象部門

下記の部門について、対策技術(約300種程度)を考慮し、分析を行なっている。

GHG	部門	業種
CO ₂ CH ₄ N ₂ O	発電部門	火力発電(石炭, 石油, 天然ガス), 再生可能エネルギー(風力, 太陽光, バイオマス)
	産業部門	鉄鋼, セメント, その他産業(ボイラー, モーターなど部門横断)
	運輸部門	乗用車, トラック, バス, 鉄道(旅客, 貨物), 船舶, 飛行機, (パイプライン輸送や国際輸送除く)
	民生部門	冷房, 暖房, 給湯, 調理, 照明, 冷蔵庫, テレビ(家庭のみ)
CH ₄ N ₂ O	農畜産部門	稲作, 農耕地土壌, 家畜反数, 家畜糞尿管理
	廃棄物	一般廃棄物
CH ₄	燃料漏洩	燃料漏洩(石炭, 石油, 天然ガス)
HFCs, PFCs, SF ₆	フロンガス	HCFC-22副生産物, 冷媒, エアゾール, 発泡剤, 洗浄剤, 金属生産工程, 絶縁ガス, その他

注1) 原子力, 水力, 地熱発電は分析に含まれているが, 温暖化対策技術としては考慮していない。

注2) 実用化されている既存の技術のみを評価対象とし, 将来に期待される革新的な技術はデータの制約等により考慮されていない。(例えば, 炭素貯留・隔離技術は含まれていない)。

Ⅱ. ベースラインの設定および削減ポテンシャル

ベースラインの設定

【固定ケース(ストック固定)】

技術の導入状況やエネルギー効率が現状(2005年)の状態に固定されたまま将来にわたり推移すると想定したケース

よって、本研究における削減ポテンシャルは以下に定義される

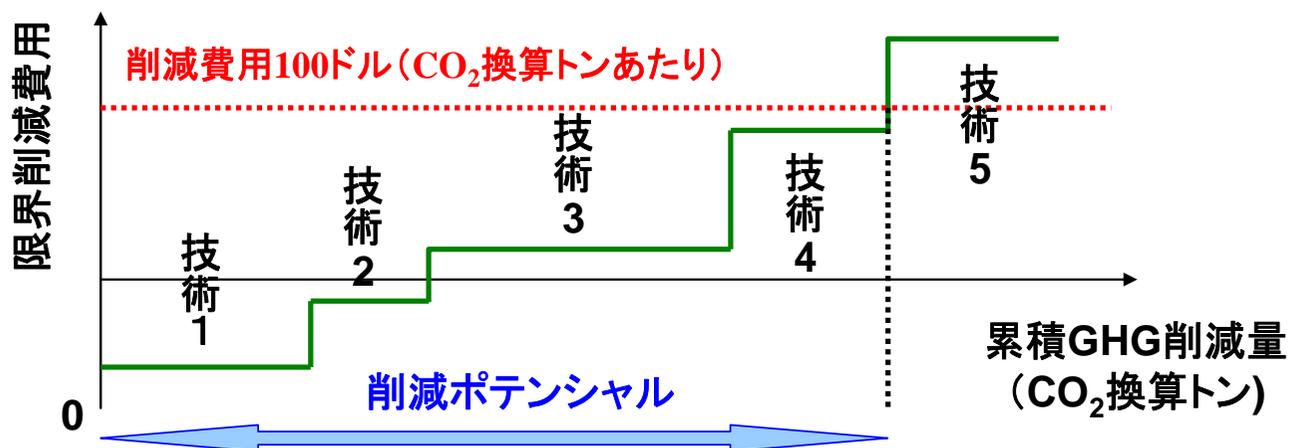
「分析の対象年、対象地域、対象部門にて、技術の普及(シェアや効率など)が基準年の導入状況と同様したときと比較し、新たな対策技術が導入されたときの削減量」

注1) 本研究では、対策技術の導入による削減量・排出量を分析するが、対策の導入による産業構造の変化や需要の変化などは考慮されていない。

注2) 技術選択モデルであるため、技術のエネルギー効率改善以外の対策(コンパクトシティ、モーダルシフト、国民運動など)は考慮されていない。ただし、温暖化抑制のためには、既存の対策技術のエネルギー効率改善だけでなく、低炭素社会にむけた社会構築の議論も重要である。

II.

削減ポテンシャルの求め方

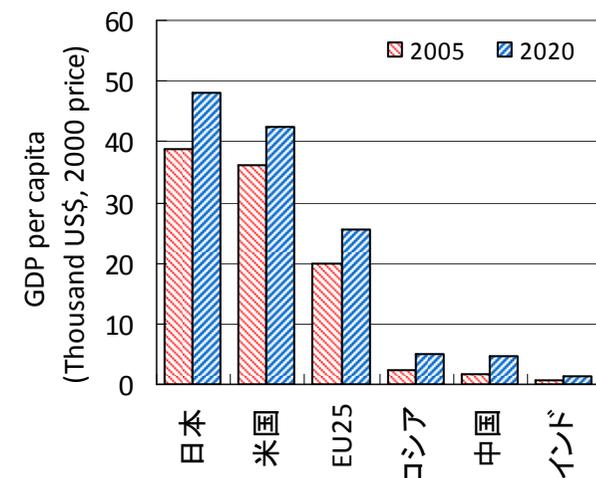
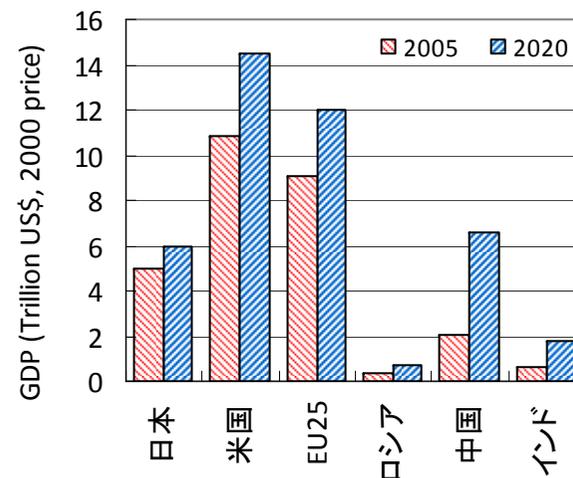
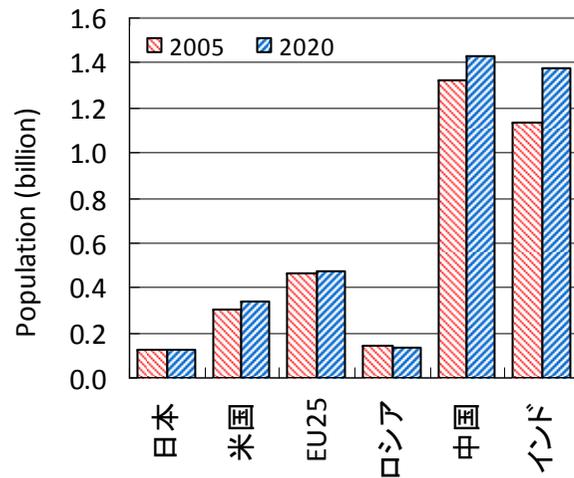


- ① 対象地域, 対象部門にて, サービス別に基準年のストック平均技術を設定. 技術データベース(技術コスト, エネルギー消費量, 技術あたりの活動供給量, 寿命, 普及率など)やエネルギーデータベース(エネルギー種, エネルギー価格, 排出原単位など)を設定.
- ③ 分析の対象年, 対象地域, 対象部門にて, 活動量を設定する.
- ④ 各部門の各技術別/*l*について, 活動供給量1単位あたりのGHG排出削減量 $\Delta \hat{Q}_{l,i}^{t, GHG}$, 基準で普及している技術と比較し対策技術1単位あたりの追加費用 $\Delta \hat{C}_{l,i}^t$, 導入可能量 $\Delta S_{l,i}^{\max, t}$ を求める.
- ⑤ 部門毎あるいは地域全体で, 削減量あたりの追加費用 $\Delta \hat{C}_{l,i}^t / \Delta \hat{Q}_{l,i}^{t, GHG}$ が小さい技術の順に, 縦軸に削減量あたりの追加費用, 横軸に可能削減量 $\Delta \hat{Q}_{l,i}^{t, GHG}$ の技術/*l*に関する累積量を算定する.
- ⑥ 例えば, 削減費用が100ドル(CO₂換算トン当たり)以下の対策を取った場合の削減量を, 対策技術の削減ポテンシャルとする.

II.

前提条件 (POP, GDP, エネルギー価格)

- ・ 人口(POP) : United Nation World Population Prospects 2007の中位推計 .
- ・ GDP : 日本経済研究センターが提示した各主要国および世界のGDP成長率をもとに、マクロ計量モデル (社会経済マクロフレームモデル) により23地域別に推計.
- ・ エネルギー価格 : 日本エネルギー経済研究所の想定に基づく



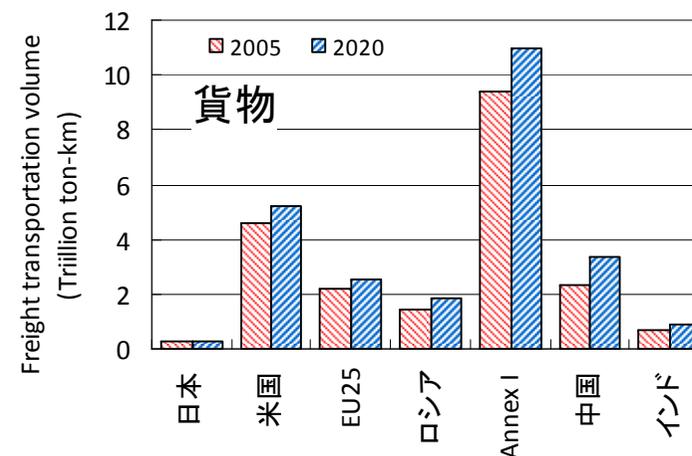
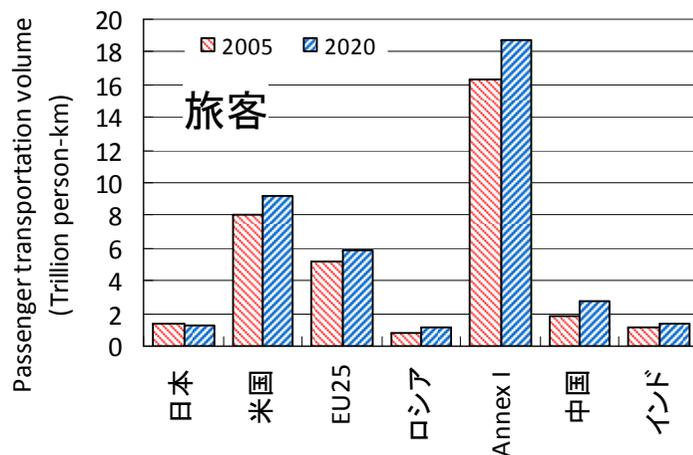
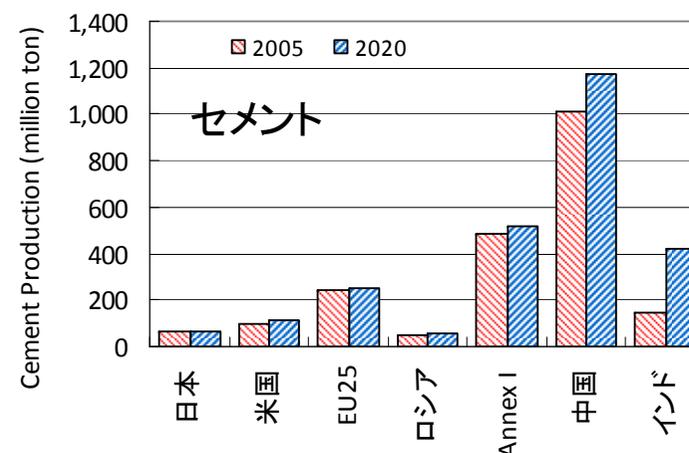
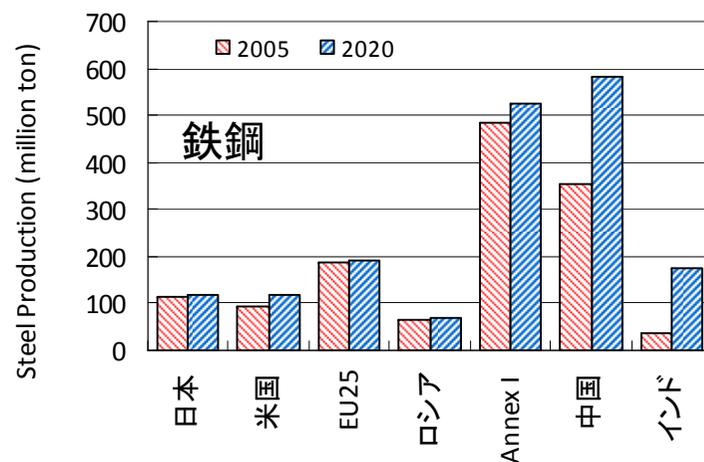
2005~2020の年成長率(%/year)

	日本	米国	EU25	ロシア	中国	インド	Annex I	Non Annex I	世界
POP	-0.2%	0.9%	0.1%	-0.6%	0.5%	1.3%	0.3%	1.2%	1.1%
GDP	1.3%	1.9%	1.9%	5.0%	8.1%	7.3%	1.9%	5.5%	3.0%
GDP/POP	1.5%	1.0%	1.7%	5.5%	7.6%	6.0%	1.6%	4.2%	1.9%

II.

前提条件（部門別活動量）

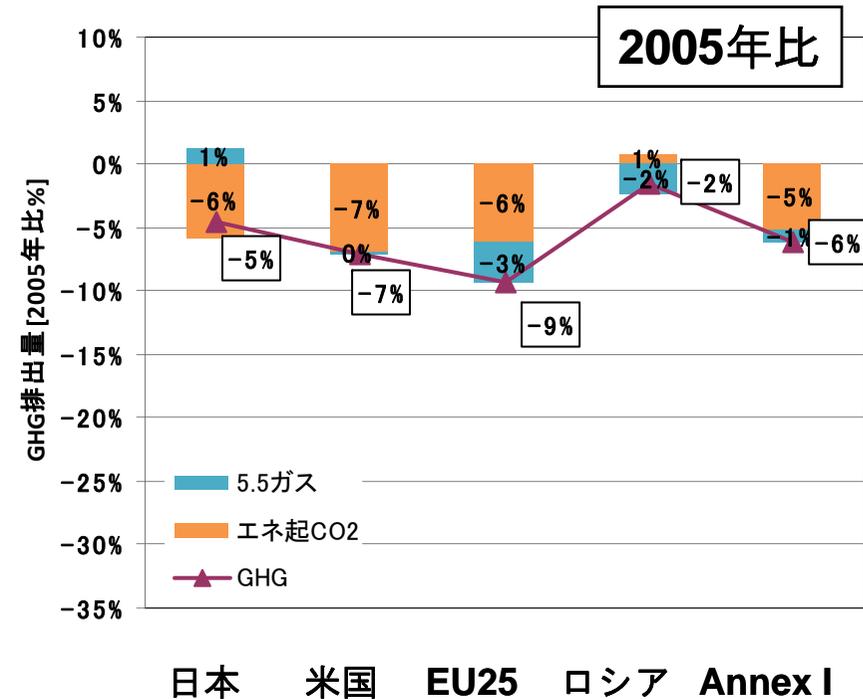
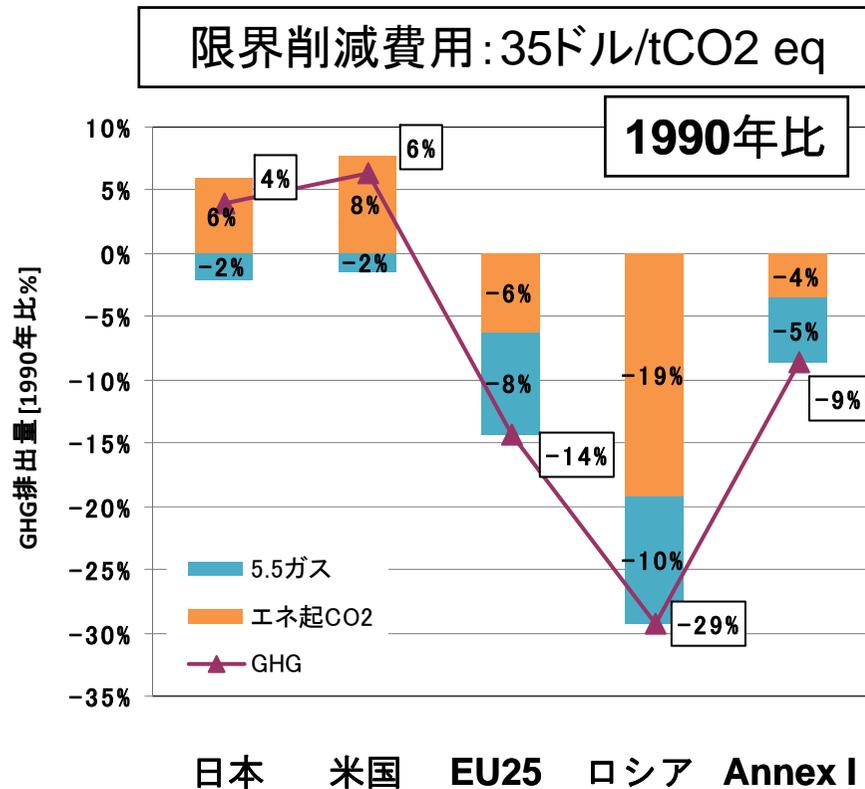
粗鋼は粗鋼生産量推計モデル，セメントはセメント生産量推計モデル，その他産業は社会経済マクロフレームモデル，輸送量は旅客輸送量推計モデルおよび貨物輸送量推計モデルなど，部門別活動量を地域別に推計する。各推計において，GDPや人口を説明変数に用いる場合は，全部門共通の値を用いている。



II.

①: 各国が日本と同等の削減: 努力継続

Annex Iの限界削減費用を, 日本の「努力継続(GHGは90年比4%増, エネルギー起源CO2は90年比5%増)相当」と同等レベルに設定した場合



パーセントの数値については, 下記のルールに従う。

5.5ガスは、「(2020年5.5ガス—1990年5.5ガス)÷1990年GHG総排出量」, 「(2020年5.5ガス—2005年5.5ガス)÷2005年GHG総排出量」

エネ起CO2は、「(2020年エネ起CO2—1990年エネ起CO2)÷1990年GHG総排出量」, 「(2020年エネ起CO2—2005年エネ起CO2)÷2005年GHG総排出量」

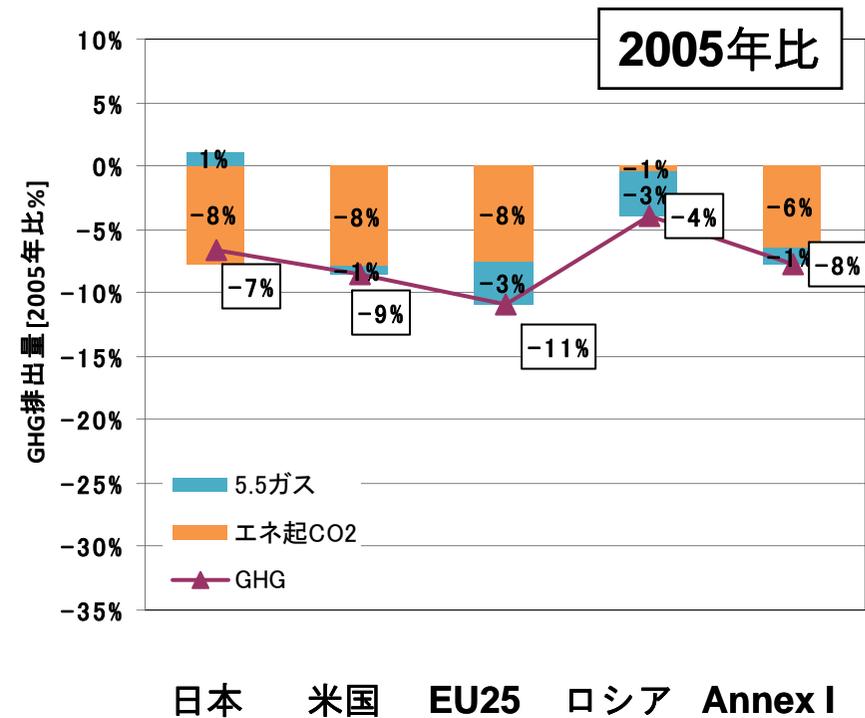
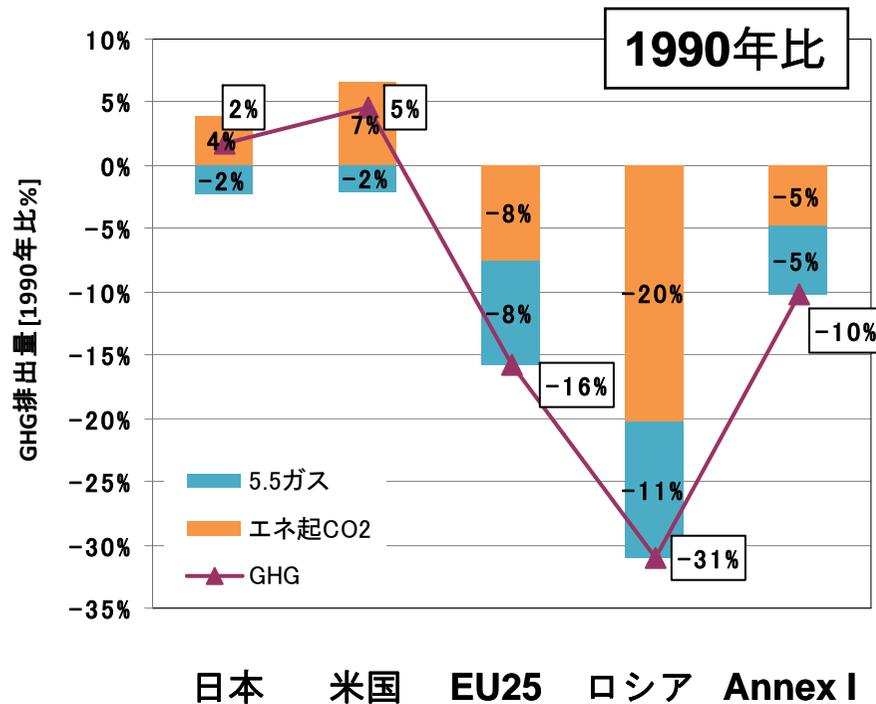
GHGは、「(2020年GHG—1990年GHG)÷1990年GHG総排出量」, 「(2020年GHG—2005年GHG)÷2005年GHG総排出量」

II.

①-1: EU20%減CDMありと同等の限界削減費用均等

Annex Iの限界削減費用を、EU90年比GHG20%減と同等レベルに設定した場合(ただし、CDMについては、EU25における90年比GHG排出量の4%相当のクレジットを設定)

限界削減費用: 49ドル/tCO₂ eq



パーセントの数値については、下記のルールに従う。

5.5ガスは、「(2020年5.5ガス—1990年5.5ガス)÷1990年GHG総排出量」, 「(2020年5.5ガス—2005年5.5ガス)÷2005年GHG総排出量」

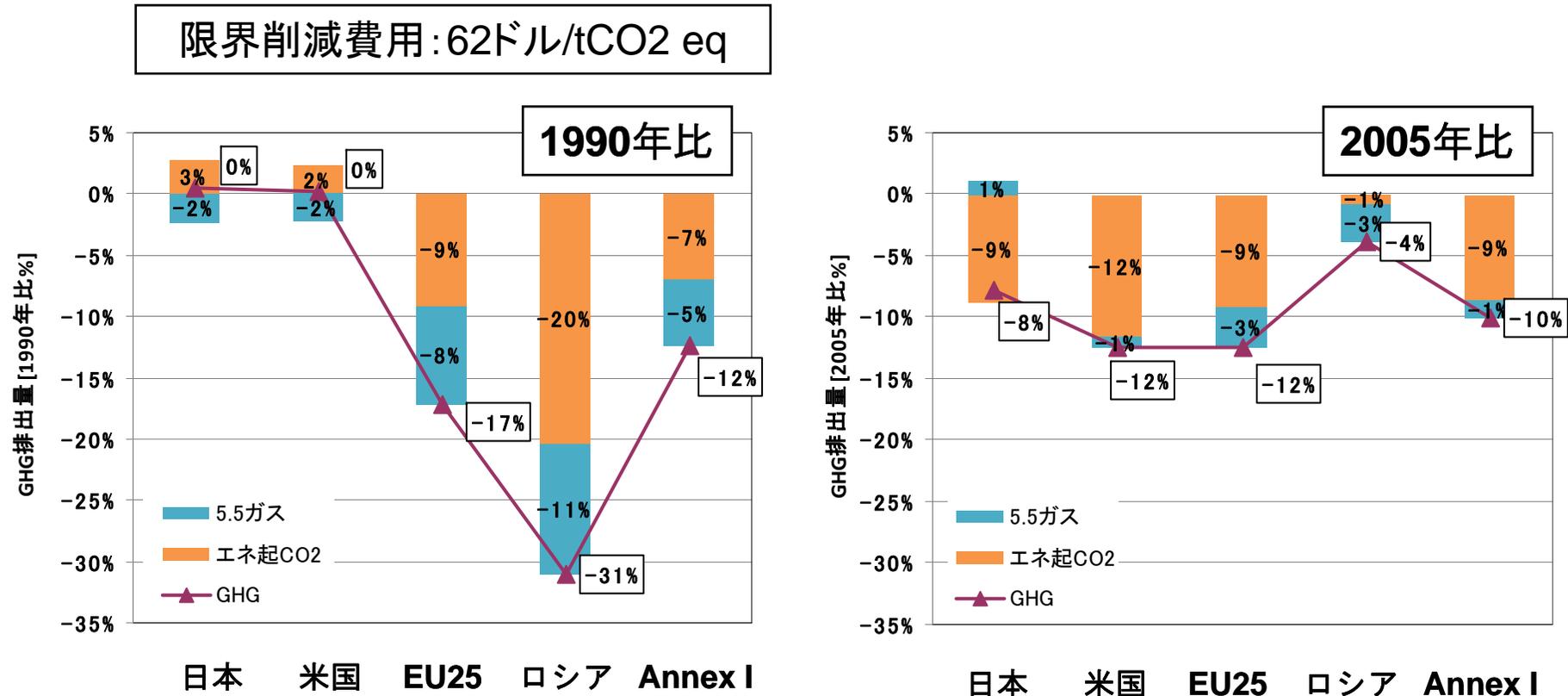
エネ起CO₂は、「(2020年エネ起CO₂—1990年エネ起CO₂)÷1990年GHG総排出量」, 「(2020年エネ起CO₂—2005年エネ起CO₂)÷2005年GHG総排出量」

GHGは、「(2020年GHG—1990年GHG)÷1990年GHG総排出量」, 「(2020年GHG—2005年GHG)÷2005年GHG総排出量」

II.

①-2 : US ±0%と同等の限界削減費用均等

Annex Iの限界削減費用を、米国90年比GHG±0%と同等レベルに設定した場合



パーセントの数値については、下記のルールに従う。

5.5ガスは、「(2020年5.5ガス—1990年5.5ガス)÷1990年GHG総排出量」, 「(2020年5.5ガス—2005年5.5ガス)÷2005年GHG総排出量」

エネ起CO₂は、「(2020年エネ起CO₂—1990年エネ起CO₂)÷1990年GHG総排出量」, 「(2020年エネ起CO₂—2005年エネ起CO₂)÷2005年GHG総排出量」

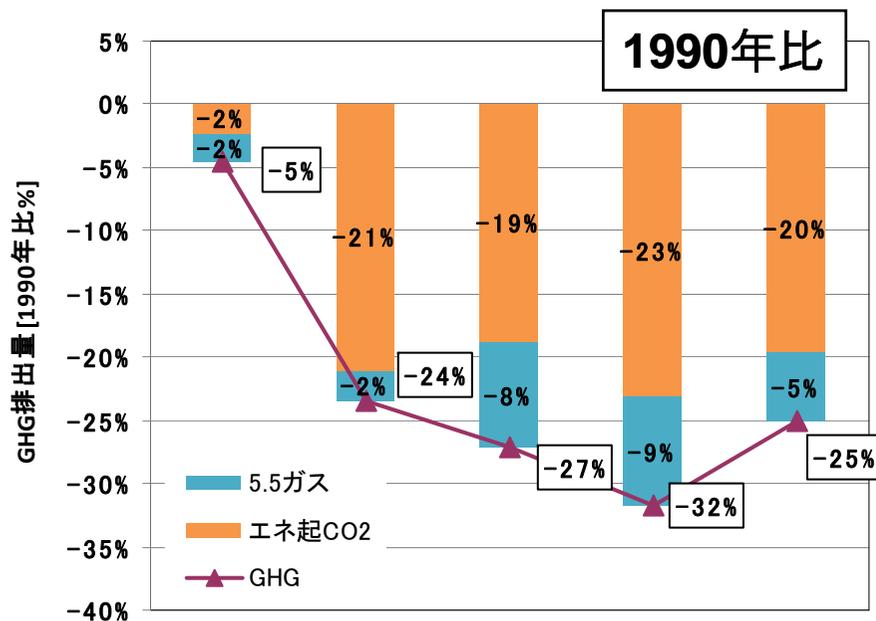
GHGは、「(2020年GHG—1990年GHG)÷1990年GHG総排出量」, 「(2020年GHG—2005年GHG)÷2005年GHG総排出量」

II.

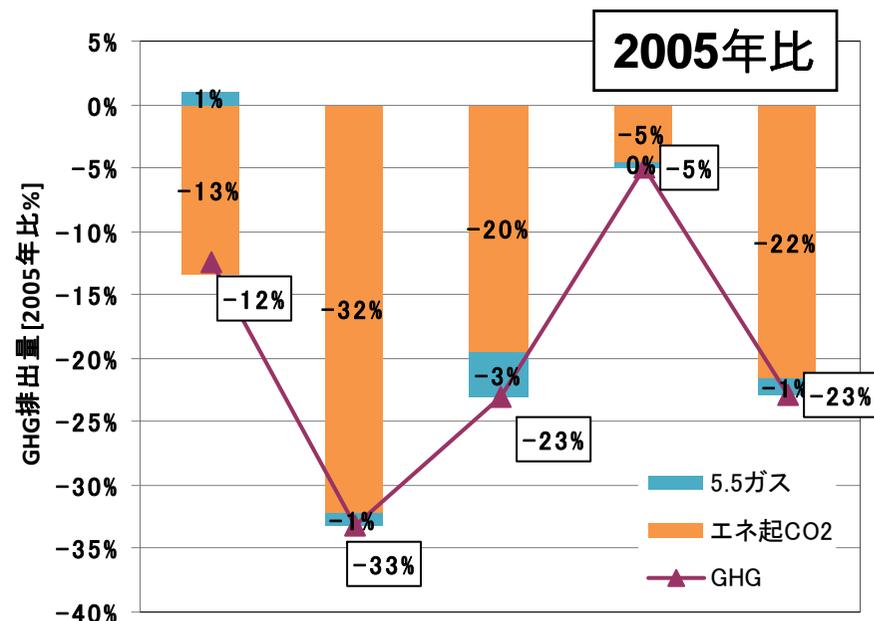
② : 先進国全体 ▲25% : 限界削減費用均等

Annex I全体を90年比25%減とした際に, Annex Iの限界削減費用を一定にした場合

限界削減費用: 166ドル/tCO₂ eq



日本 米国 EU25 ロシア Annex I



日本 米国 EU25 ロシア Annex I

パーセントの数値については, 下記のルールに従う.

5.5ガスは、「(2020年5.5ガス—1990年5.5ガス) ÷ 1990年GHG総排出量」, 「(2020年5.5ガス—2005年5.5ガス) ÷ 2005年GHG総排出量」

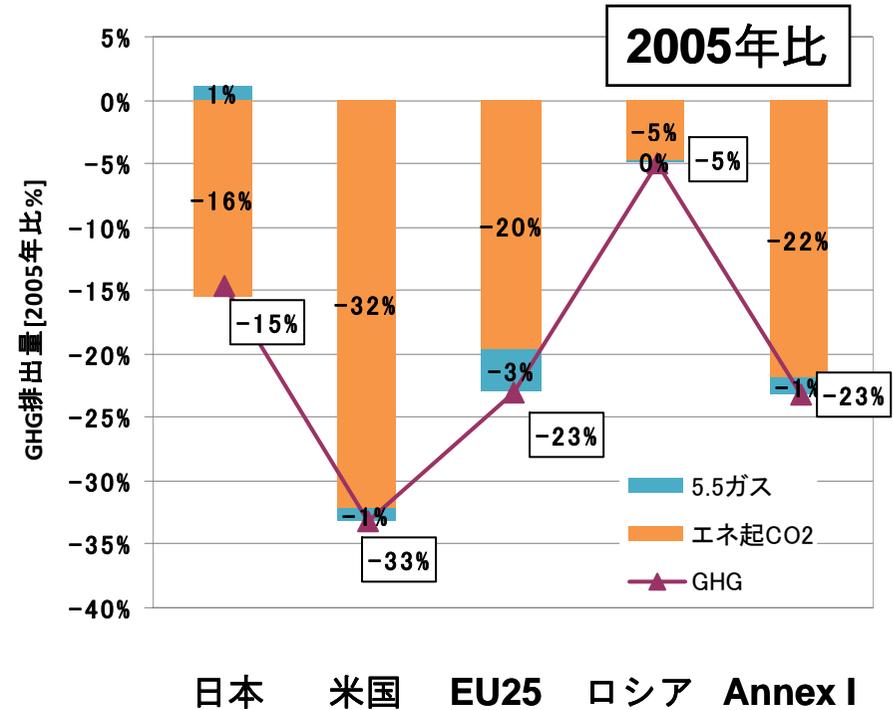
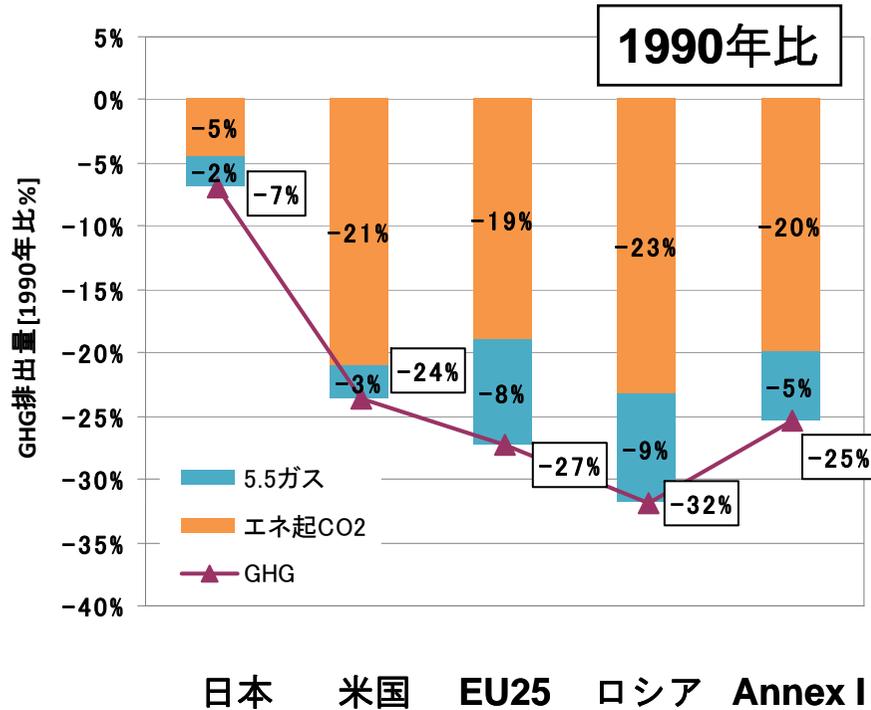
エネ起CO₂は、「(2020年エネ起CO₂—1990年エネ起CO₂) ÷ 1990年GHG総排出量」, 「(2020年エネ起CO₂—2005年エネ起CO₂) ÷ 2005年GHG総排出量」

GHGは、「(2020年GHG—1990年GHG) ÷ 1990年GHG総排出量」, 「(2020年GHG—2005年GHG) ÷ 2005年GHG総排出量」

③: 各国が日本と同等の削減: 「長期需給見通し」最大導入(フロー対策強化)

Annex Iの限界削減費用を, 日本の「技術導入加速(GHGは7%減, エネルギー起源CO2は5%減)相当」と同等レベルに設定した場合

限界削減費用: 187ドル/tCO₂ eq



パーセントの数値については, 下記のルールに従う.

5.5ガスは、「(2020年5.5ガス—1990年5.5ガス) ÷ 1990年GHG総排出量」, 「(2020年5.5ガス—2005年5.5ガス) ÷ 2005年GHG総排出量」

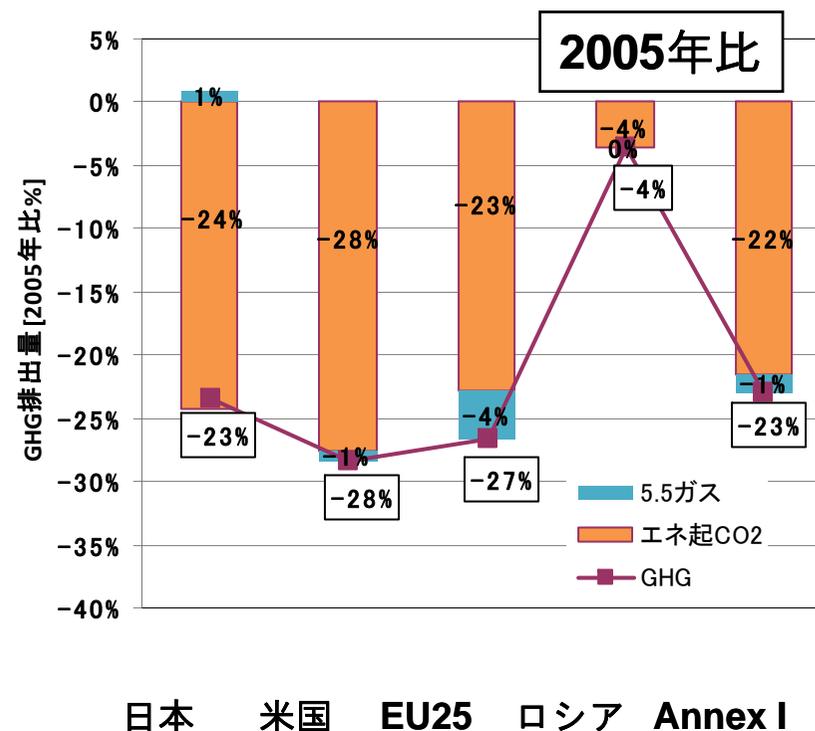
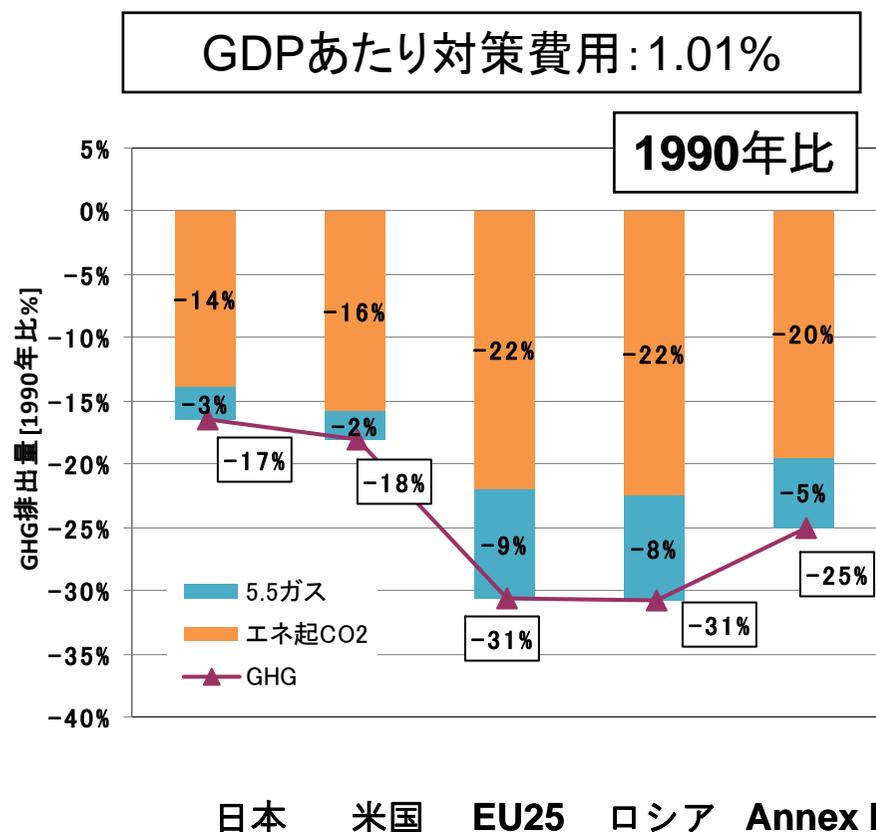
エネ起CO₂は、「(2020年エネ起CO₂—1990年エネ起CO₂) ÷ 1990年GHG総排出量」, 「(2020年エネ起CO₂—2005年エネ起CO₂) ÷ 2005年GHG総排出量」

GHGは、「(2020年GHG—1990年GHG) ÷ 1990年GHG総排出量」, 「(2020年GHG—2005年GHG) ÷ 2005年GHG総排出量」

II.

④-1: 先進国全体▲25%: GDP当たり対策費用均等

Annex I全体を1990年比25%減とした際に、Annex IのGDP当たり対策費用を一定にした場合
(2005年為替換算GDPを用いている。ポジティブコストのみを考慮)



パーセントの数値については、下記のルールに従う。

5.5ガスは、「(2020年5.5ガス—1990年5.5ガス)÷1990年GHG総排出量」, 「(2020年5.5ガス—2005年5.5ガス)÷2005年GHG総排出量」

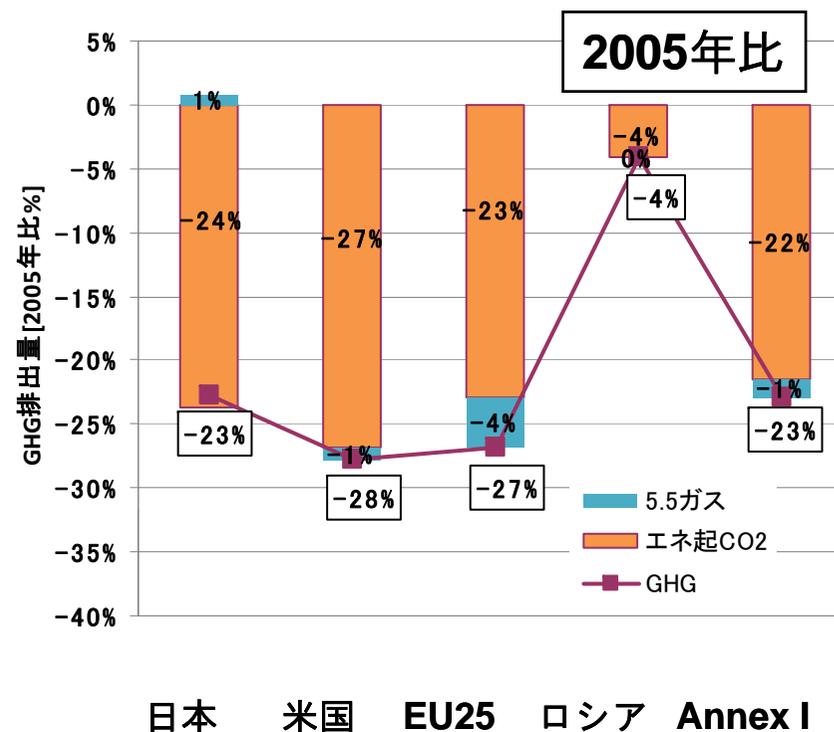
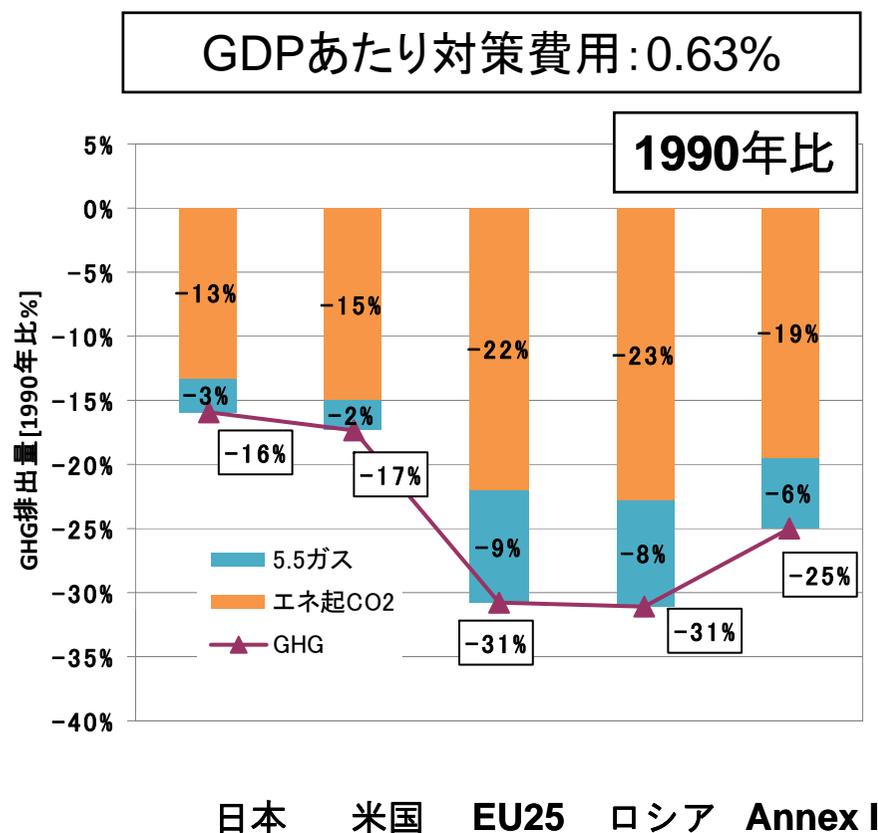
エネ起CO2は、「(2020年エネ起CO2—1990年エネ起CO2)÷1990年GHG総排出量」, 「(2020年エネ起CO2—2005年エネ起CO2)÷2005年GHG総排出量」

GHGは、「(2020年GHG—1990年GHG)÷1990年GHG総排出量」, 「(2020年GHG—2005年GHG)÷2005年GHG総排出量」

II.

④-2: 先進国全体▲25%: GDP当たり対策費用均等

Annex I全体を1990年比25%減とした際に、Annex IのGDP当たり対策費用を一定にした場合
(2005年為替換算GDPを用いている。ネガティブコストを含む)



パーセントの数値については、下記のルールに従う。

5.5ガスは、「(2020年5.5ガス—1990年5.5ガス)÷1990年GHG総排出量」, 「(2020年5.5ガス—2005年5.5ガス)÷2005年GHG総排出量」

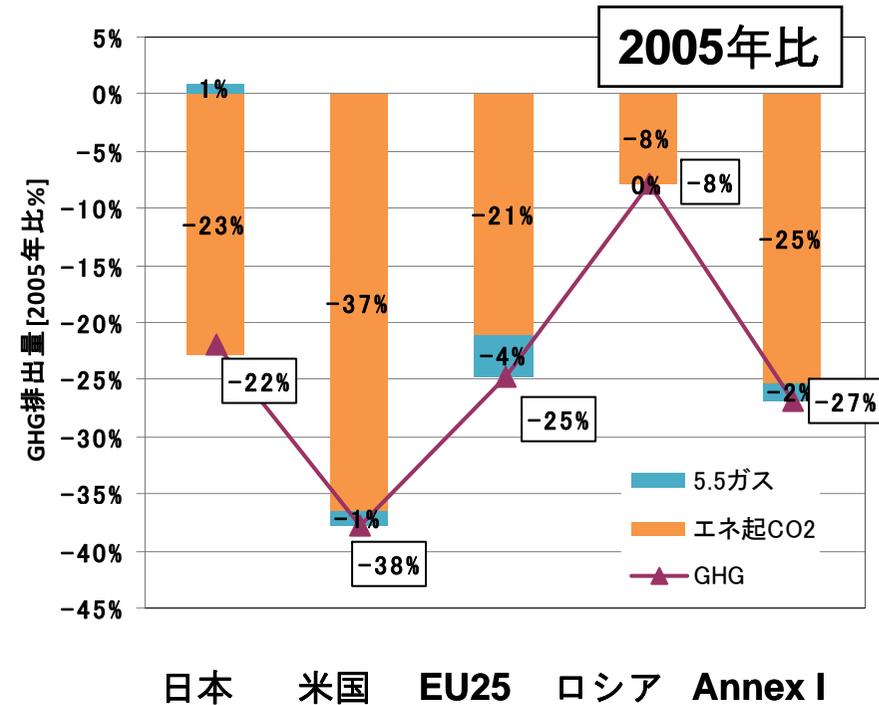
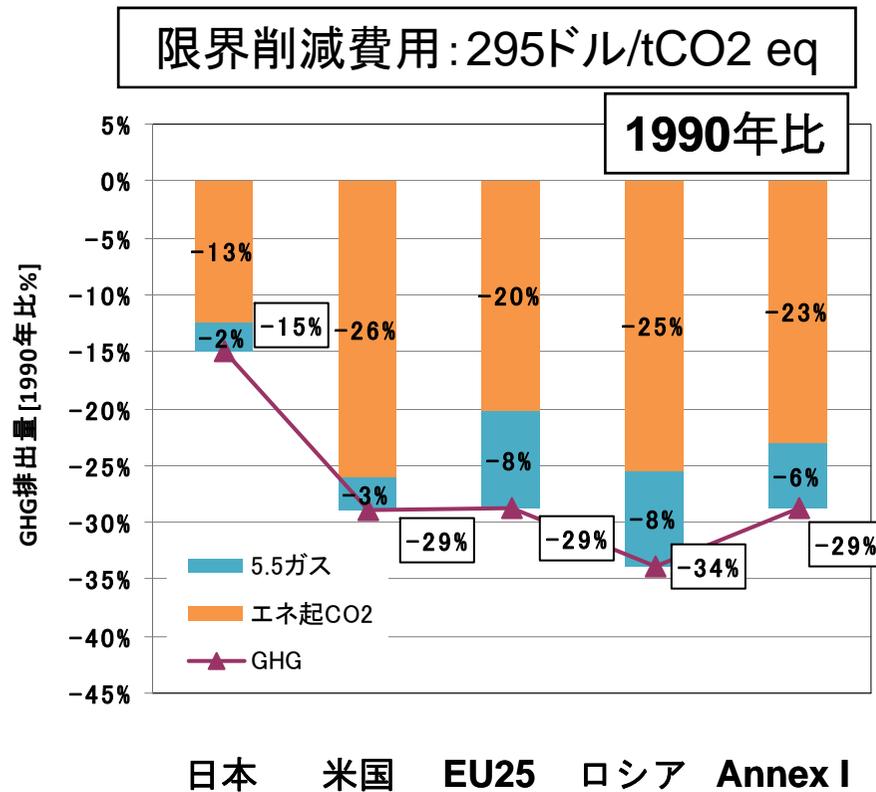
エネ起CO2は、「(2020年エネ起CO2—1990年エネ起CO2)÷1990年GHG総排出量」, 「(2020年エネ起CO2—2005年エネ起CO2)÷2005年GHG総排出量」

GHGは、「(2020年GHG—1990年GHG)÷1990年GHG総排出量」, 「(2020年GHG—2005年GHG)÷2005年GHG総排出量」

II.

⑤: 各国が日本と同等の削減: ストック・フロー対策強化

Annex Iの限界削減費用を, 日本の「技術導入加速(GHGは15%減, エネルギー起源CO2は13%減)相当」と同等レベルに設定した場合



パーセントの数値については, 下記のルールに従う.

5.5ガスは、「(2020年5.5ガス—1990年5.5ガス) ÷ 1990年GHG総排出量」, 「(2020年5.5ガス—2005年5.5ガス) ÷ 2005年GHG総排出量」

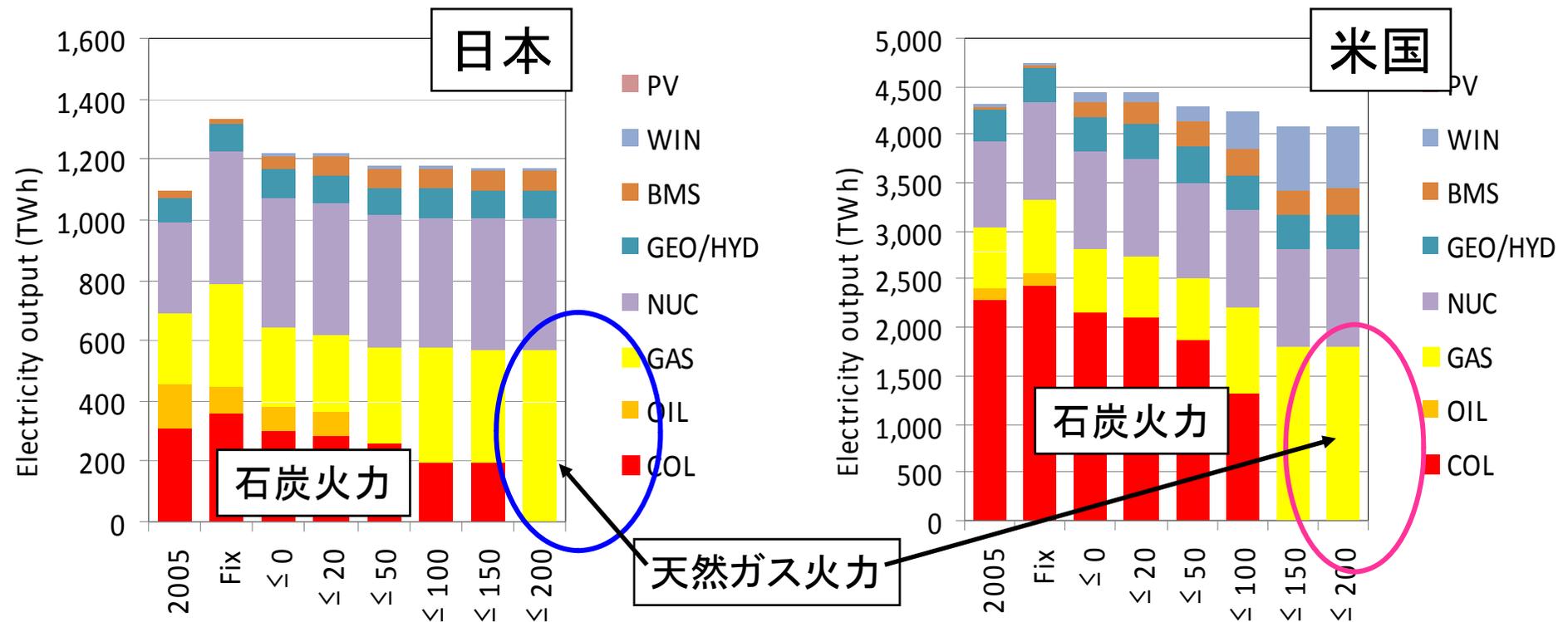
エネ起CO₂は、「(2020年エネ起CO₂—1990年エネ起CO₂) ÷ 1990年GHG総排出量」, 「(2020年エネ起CO₂—2005年エネ起CO₂) ÷ 2005年GHG総排出量」

GHGは、「(2020年GHG—1990年GHG) ÷ 1990年GHG総排出量」, 「(2020年GHG—2005年GHG) ÷ 2005年GHG総排出量」

II.

前提条件の差異により結果が変わる：電源構成について

今回計算：世界モデルでは火力発電の選択を費用最小化。
その結果、あるレベルの限界削減費用を超えれば、2020年の火力発電による発電量がすべて天然ガス火力によるものになった。



本分析における各発電設備による発電量の結果（世界モデル）

日本モデルでの設定（石炭・天然ガス比固定）との矛盾しているため、
世界モデルにおいても大幅な電源構成のシフトが起こらないように制約

II. 前提条件の差異により結果が変わる: 投資回収年数について

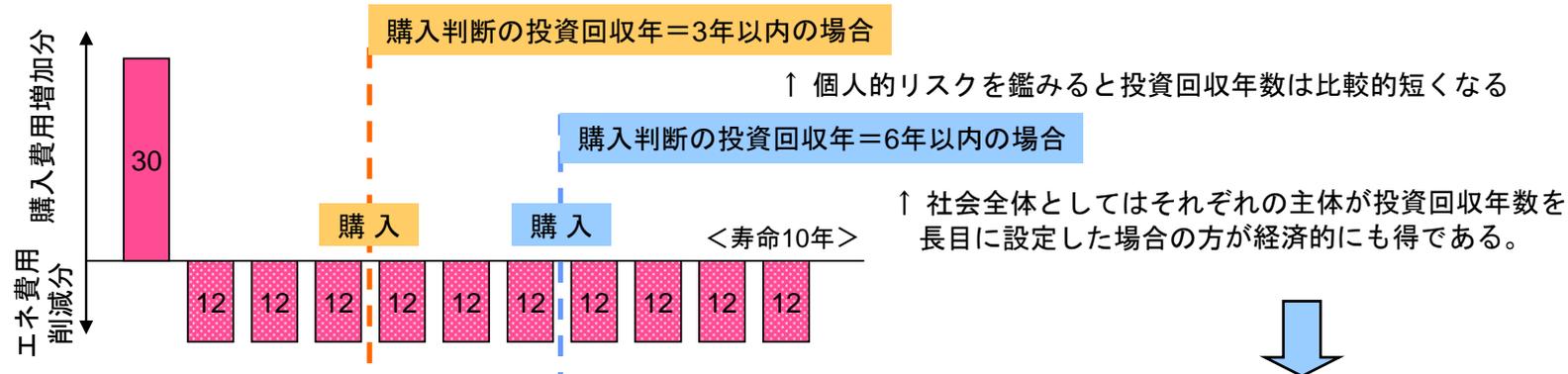
○「炭素価格」の上昇も「投資回収年数」の延長も両方とも重要な温暖化対策といえる

- ・ランニング費用の削減分が投資の増加分を上回れば省エネ投資は実行される。
- ・手段として、炭素価格の上昇と投資回収年数の延長があげられる

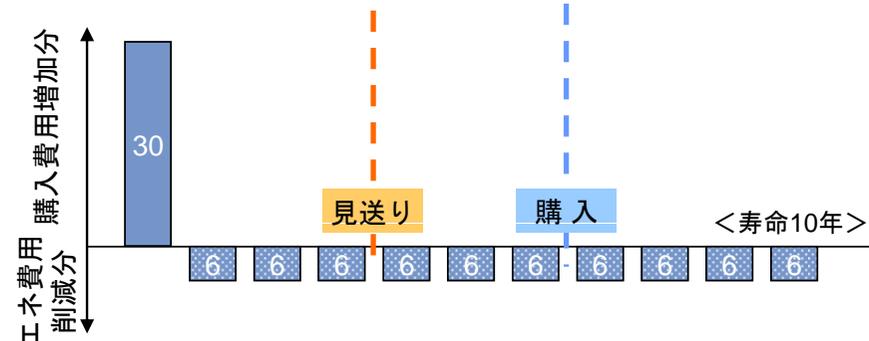
投資額の増加 ≤ ランニング費用の削減分

$$[= \text{省エネルギー量} \times (\text{エネルギー価格} + \text{排出係数} \times \text{炭素価格}) \times \text{投資回収年}]$$

● 運転時間が長い主体が対策技術の導入を判断する場合



● 運転時間が短い主体が対策技術の導入を判断する場合



社会全体としてどの程度の費用負担となっているかを検討する上で、投資回収年数には幅を持たせて、長い投資回収年数の分析も必要である。

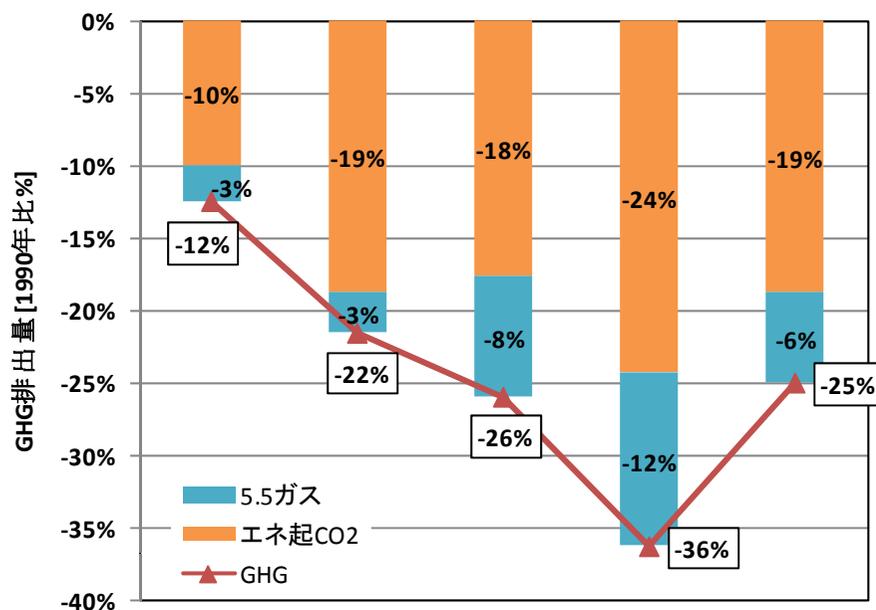
II.

先進国全体90年比▲25%の感度解析 (火力発電の柔軟性に制約+長い投資回収年数)

Annex I全体を90年比25%減とした際に, Annex Iの限界削減費用(左図)またはGDP当たり対策費用(右図)を一定と設定した場合

② 限界削減費用均等

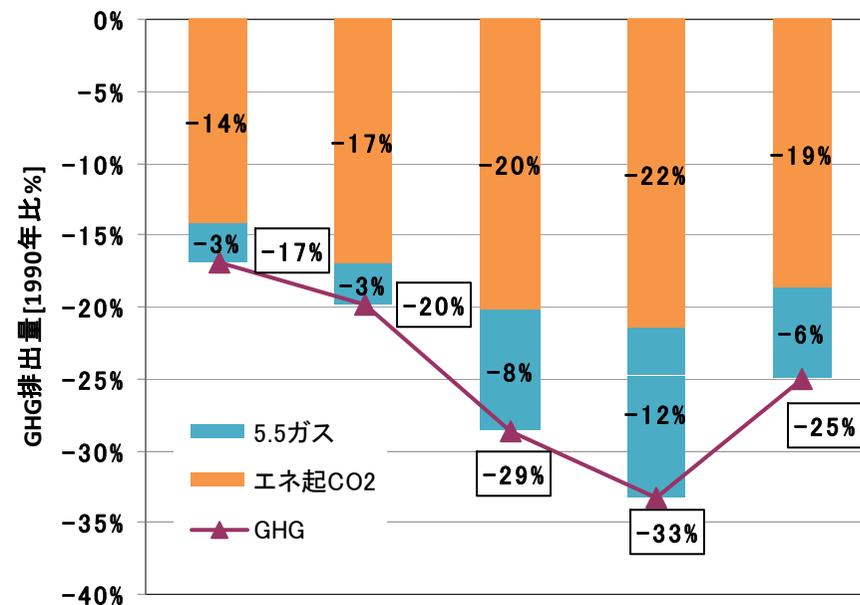
限界削減費用: 137ドル/tCO₂eq



日本 米国 EU25 ロシア Annex I

④-1 GDP当たり対策費用均等

GDPあたり対策費用: 0.34%



日本 米国 EU25 ロシア Annex I

パーセントの数値については, 下記のルールに従う。

5.5ガスは、「(2020年5.5ガス—1990年5.5ガス)÷1990年GHG総排出量」,
エネ起CO₂は、「(2020年エネ起CO₂—1990年エネ起CO₂)÷1990年GHG総排出量」,
GHGは、「(2020年GHG—1990年GHG)÷1990年GHG総排出量」,

II.

世界技術モデルから計算された衡平性指標

ケース名	手法	前提条件	MAC: \$/t-CO2 GDP:%	排出量の変化 (1990年比%)										
				日本		EU25		米国		ロシア		Annex I		
				エネ	GHG	エネ	GHG	エネ	GHG	エネ	GHG	エネ	GHG	
①「長期需給見通し」努力継続・各国目標並み	MAC均等	本分析	\$35/tCO2	+6	+4	-6	-14	+8	+6	-19	-29	-4	-9	
	GDP均等	サイドストーリー	0.02%	+6	+4	-5	-12	+12	+12	-16	-21	-1	-4	
	EU-20% (CDM有)	MAC均等	本分析	\$49/tCO2	+4	+2	-8	-16	+7	+5	-20	-31	-5	-10
		GDP均等	サイドストーリー	0.05%	+3	±0	-8	-16	+10	+8	-17	-24	-3	-8
	US±0%	MAC均等	本分析	\$62/tCO2	+3	±0	-9	-17	+2	±0	-20	-31	-7	-12
		GDP均等	サイドストーリー	0.21%	-2	-5	-12	-20	+2	±0	-19	-27	-8	-13
②先進国全体90年比▲25% (限界削減費用均等)	MAC均等	本分析	\$166/tCO2	-2	-5	-19	-27	-21	-24	-23	-32	-20	-25	
	MAC均等	投資回収+電源構成	\$137/tCO2	-10	-12	-18	-26	-19	-22	-24	-36	-19	-25	
③「長期需給見通し」最大導入 (フロー対策強化)	MAC均等	本分析	\$187/tCO2	-5	-7	-19	-27	-21	-24	-23	-32	-20	-25	
	GDP均等	サイドストーリー	0.31%	-5	-7	-15	-23	±0	-2	-20	-28	-10	-15	
④先進国全体90年比▲25% (GDP当たり対策費用均等)	GDP均等	本分析	1.01%	-14	-17	-22	-31	-16	-18	-22	-31	-20	-25	
	GDP均等	投資回収+電源構成	0.34%	-14	-17	-20	-29	-17	-20	-22	-33	-19	-25	
⑤ストック・フロー対策強化	MAC均等	本分析	\$295/tCO2	-13	-15	-20	-29	-26	-29	-25	-34	-23	-29	
	GDP均等	サイドストーリー	0.79%	-13	-15	-21	-30	-12	-14	-22	-31	-18	-23	
⑥先進国全体90年比▲25% (各国一律▲25%)	MAC均等			日本の削減について想定した技術だけでは積みあがらなかった (今回の前提条件では最大で-20%削減)										
	GDP均等													

MAC均等：EU-20%ケースはEU、US±0%ケースはUS、それ以外は日本の限界削減費用で均等

GDP均等：GDP当たり対策費用の割合をAnnexIに属する国・地域で均等

本分析：中期目標検討会の本分析①～⑥

サイドストーリー：本分析以外にAIM独自に設定した前提での試算

投資回収+電源構成：先進国全体90年比▲25%で変更4（火力発電の柔軟性に制約）+変更5（長い投資回収年数）

長期目標との整合性

長期目標

- 世界のCO2排出量を2050年に2005年比半減
- 2020-30年に世界の排出量をピークアウト
- 日本(AnnexI)の排出量を2050年に2005年比60-80%削減

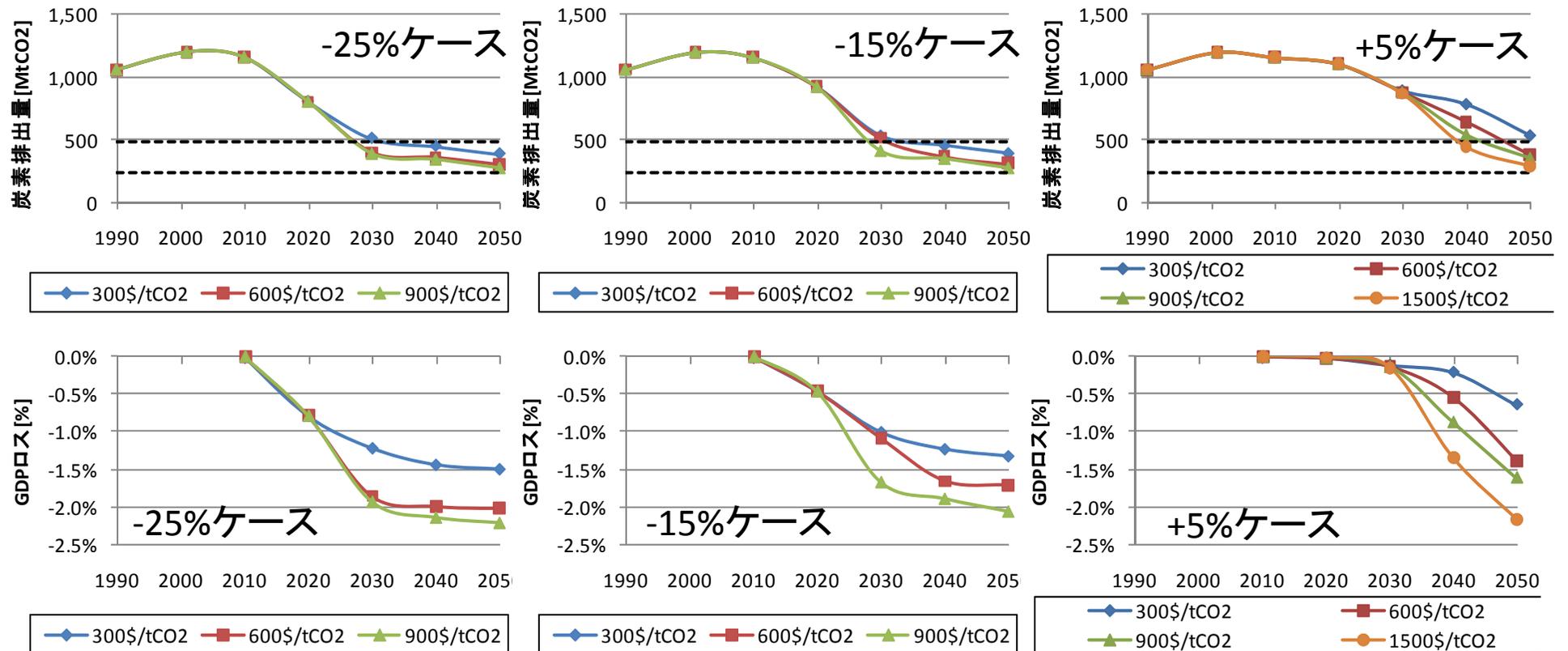
中期目標検討委員会で議論した6つの選択肢が、上記の考え方と整合しているかどうかを確認する。

結論：中期目標検討委員会の2020年の選択肢は長期目標を達成しうる。ただし、そのためにはどのような中期の目標であっても将来の技術開発を進展させることが重要。

厳しい長期目標との整合性

- 国立環境研究所では、これまでに2050年に1990年比70%削減という低炭素社会像を描いてきた。これに匹敵する削減を実現するために必要な中期目標について検討した。
- 社会状況にかかわらず、将来の大幅なエネルギー効率改善が実現するのであれば、対策を遅らせても厳しい目標を達成することは可能であり、経済ロスも小さい(モデルの構造上、厳しい対策をとれば、その分だけ生産投資が目減りし、生産資本ストックが緩い対策ケースと比較して小さくなる)。
- 一方、省エネ技術の普及によりエネルギー効率改善が進展すると仮定した場合、2020年の目標が緩いケースを選択すると、厳しい長期目標の達成のためには、2050年に非常に高い炭素価格を設定することが必要となり、経済影響も大きくなる可能性がある。
- 中期目標として緩い目標を選択するのであれば、長期的な技術開発を確実に実現するような施策が必要不可欠となる。
- 本検討では考慮しなかった温暖化による影響・被害や途上国の早期の参加を促進するという視点も踏まえた目標設定が必要。

Ⅲ. 省エネ技術の普及によりエネルギー効率改善が進展する場合の炭素排出経路とGDPロス



省エネ技術の効率改善が、省エネ技術の普及に依存する場合、2050年までの経路は、2050年にCO2排出量の削減に影響を及ぼす。2050年の排出量を2005年比70%代後半に削減するためには、2020年+5%では2050年に1500\$/tCO2の炭素価格が必要となり、その結果、GDPロスも大きくなる。

※凡例は2050年の日本における炭素価格を示す。2020-2040年の炭素価格は各ケースによって異なる。