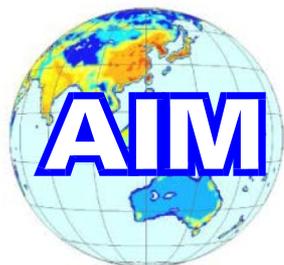


日本温室効果ガス排出量  
2020年25%削減目標達成に向けた  
AIMモデルによる分析結果  
(中間報告)

平成21年11月19日



(独) 国立環境研究所  
AIMプロジェクトチーム



# 分析結果の概要

- 日本において2020年までに温室効果ガス排出量を1990年レベルに比べて25%削減することは可能
- その際、炭素税の税収を家計に還元する(定額給付金的な)方式に比べて、温暖化対策に使う(低炭素投資促進)方式の方が、税額を大幅に低減できることが示された。
- 一方、成長戦略に基づいたマクロフレームの設定になっていないため、温暖化対策によるプラスの経済効果を示すことはできなかった。

# 2020年に1990年比**25%削減**を達成するための将来像の検討

## モデルを用いた定量分析

日本技術モデル  
AIM/Enduse[Japan]

対策技術でどこまで排出削減できるか？  
対策への投資額は回収できるか？

日本経済モデル  
AIM/CGE[Japan]

温暖化対策の経済影響は？  
炭素の価格付けの効果は？

## モデル以外の必要な論点の考察

25%削減を実現する上でさらに検討すべき重要な項目

- ① 投資回収年数と削減コストの関係
- ② 排出量取引、環境税、固定価格買取との関係
- ③ 地域の特性を考慮した都市・交通分野の対策
- ④ 金銭的・非金銭的価値
- ⑤ 2050年80%削減との整合性

25%削減実現がもたらす副次的効果

- ① 積極的な低炭素投資による新産業の機会創出効果
- ② 日本の25%削減が諸外国に及ぼす効果

# 1. AIMモデルによる分析結果の要点

- マクロフレームを固定しても、想定している技術で約20%の削減は可能。一次エネルギーに示す再生可能エネルギーの割合を10%まで増加できる(日本技術モデル)。
- 経済影響は税金の使い方によって緩和できる(日本経済モデル)。
- 炭素制約下で炭素価格を想定した活動量変化(日本経済モデルから導出)に基づいて、対策技術メニューを検討すると25%削減は可能(日本技術モデル)。

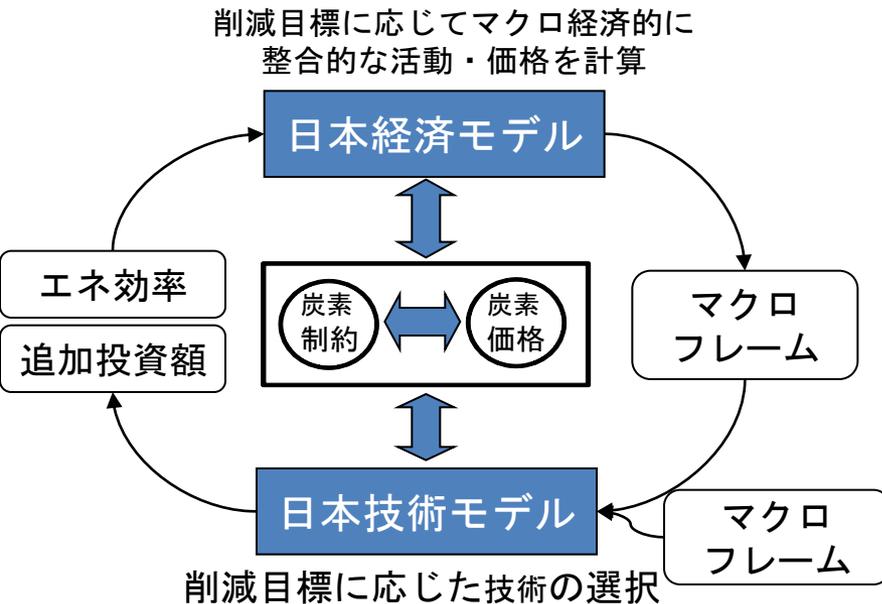
→参照 本編 要旨

# AIMモデルによる分析

日本経済モデルと日本技術モデルを用いて、以下について定量的な分析を実施。

- 対策技術：
    - ・削減目標達成するための対策技術や費用について
    - ・再生可能エネルギー 10%目標について
  - 経済影響：
    - ・海外クレジット活用の効果について
    - ・削減目標に応じたGDPや可処分所得などの経済影響について
    - ・炭素税等による税収の扱いの違いによる経済影響について
  - マクロフレーム：
    - ・マクロフレームの変化がもたらす影響について
- 参照 本編4. AIMモデルを用いた分析

日本経済モデルと日本技術モデルの関係



2つのモデルの分析対象

モデル	フィードバック <sup>*1</sup>	財源の扱い	国内削減の割合			
			10%	15%	20%	25%
日本経済モデル	—	家計一括返還 <sup>*2</sup>	○	○	○	○
	—	低炭素投資 <sup>*3</sup>	—	○	—	○
日本技術モデル	なし	—	○	○	○	—
	あり	—	○	○	○	○

\*1 日本経済モデルで算出される活動量を日本技術モデルに反映(フィードバック)するかどうか。フィードバックしない場合にはどの国内削減目標に対しても昨年度中期目標検討委員会にて設定したマクロフレームを用いる。

\*2 炭素税等による税収を一括に家計に戻すシナリオ

\*3 炭素税等による税収を全額を排出削減対策のための財政支出に充てるシナリオ

# ▶ マクロフレーム 「活動量の変動は排出量に大きな影響を及ぼす」

- 粗鋼生産量、原発電量、輸送需要量を±10%変化させると、CO2排出量はそれぞれ、±2000万トン（90年比1.6%）、±2,400万トン（同1.9%）、±2,000万トン（同1.6%）変動。
- 原発電量、原油価格を±10%変化させると、実質GDPはそれぞれ0.25～-0.75%、0.22～-0.16%、可処分所得はそれぞれ、0.17～-0.70%、0.00～+0.10%変動。

→参照 4(1)モデル試算の前提条件（マクロフレーム等）について

## 日本技術モデルによる感度分析

## 日本経済モデルによる感度分析

	想定	+10%	-10%
粗鋼生産量	1億2,000万トン	<u>+2,000万t-CO2</u> +1.6% (1990年GHG比)	<u>-2,000万t-CO2</u> -1.6% (1990年GHG比)
原発電量	4,345億kWh	<u>-2,400万t-CO2</u> -1.9% (1990年GHG比)	<u>+2,400万t-CO2</u> +1.9% (1990年GHG比)
輸送需要量	自動車 (旅客) 5,190億km (貨物) 2,370億km 自動車以外 (旅客) 5,160億人km (貨物) 2,320億人km	<u>+2,000万t-CO2</u> +1.6% (1990年GHG比)	<u>-2,000万t-CO2</u> -1.6% (1990年GHG比)

	想定	+10%	-10%
原発電量	4,345億kWh	<ul style="list-style-type: none"> <li>実質GDPの変化 <u>+0.25%</u></li> <li>可処分所得の変化 <u>+0.17%</u></li> <li>限界削減費用の変化 <u>3.8万円/tCO<sub>2</sub></u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実質GDPの変化 <u>-0.75%</u></li> <li>可処分所得の変化 <u>-0.70%</u></li> <li>限界削減費用の変化 <u>7.0万円/tCO<sub>2</sub></u></li> </ul>
原油価格	90ドル/バレル (2007年価格)	<ul style="list-style-type: none"> <li>実質GDPの変化 <u>+0.22%</u></li> <li>可処分所得の変化 <u>-0.00%</u></li> <li>限界削減費用の変化 <u>4.8万円/tCO<sub>2</sub></u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実質GDPの変化 <u>-0.16%</u></li> <li>可処分所得の変化 <u>+0.10%</u></li> <li>限界削減費用の変化 <u>5.4万円/tCO<sub>2</sub></u></li> </ul>

※感度解析の分析値は90年比▲15%ケースの値

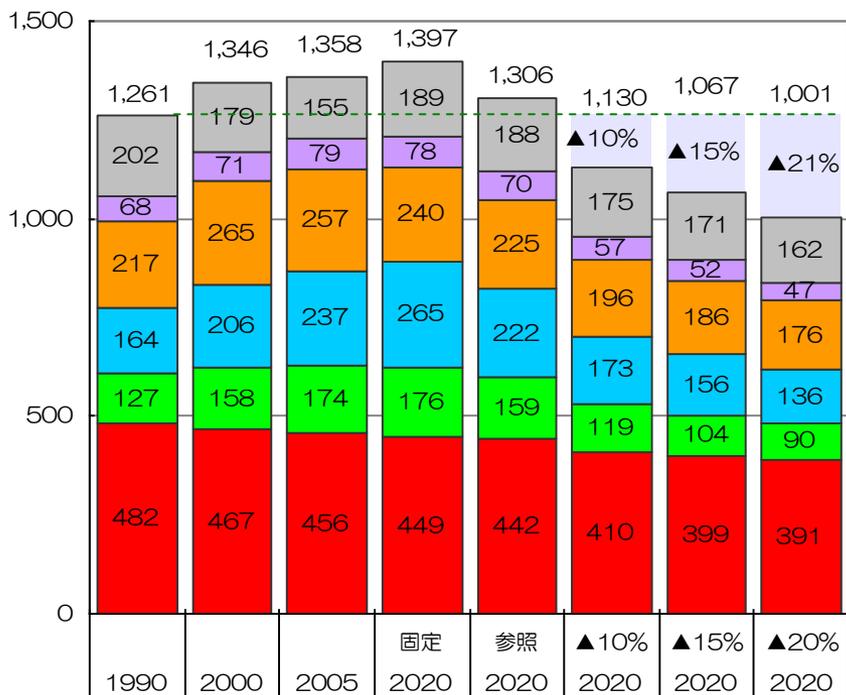
※感度解析の分析値は90年比▲25%ケースの値

# ▶ 対策技術 「技術の積み上げにより90年比20%の削減は可能」

- ・ 日本技術モデルによると、国内対策(真水)によって、マクロフレームを固定した場合であっても1990年比▲20%まで削減可能。
- ・ ▲10%を達成する場合の費用は50兆円、▲15%では76兆円、▲20%では98兆円の追加的費用が必要となる。

→参照 本編4(3)① 削減を実現する対策メニューの分析

目標別温室効果ガス排出量構成  
(マクロフレーム固定)



■ 産業部門  
■ 家庭部門  
■ 業務部門  
■ 運輸部門  
■ エネルギー転換部門  
■ 非エネルギー部門

各分野における追加投資額と主な対策の導入量

		▲10%	▲15%	▲20%-25%
産業部門	投資額	3兆円	3兆円	3兆円
家庭部門	投資額	22兆円	38兆円	40兆円
	例：高断熱住宅 高効率給湯器	新築80% 2500万台	新築100% 改修 1%/年 3400万台	新築100% 改修 1%/年 4200万台
業務部門	投資額	11兆円	13兆円	14兆円
	例：省エネ建築物 BEMS	新築85% 30%	新築100% 改修 1%/年 40%	新築100% 改修1%/年 40%
運輸部門	投資額	6兆円	8兆円	10兆円
	例：次世代自動車 [乗用車]	24%~44% (販売ベース)	44%~53% (販売ベース)	54~88% (販売ベース)
再生可能	投資額	9兆円	14兆円	31兆円
エネルギー	例：太陽光発電	2800万kW (現状×20)	3700万kW (現状×26)	5760~7900 (40~55倍)
	風力発電	660万kW	1000~1100	1000~2000
<b>合計</b>		<b>50兆円</b>	<b>76兆円</b>	<b>98兆円</b>

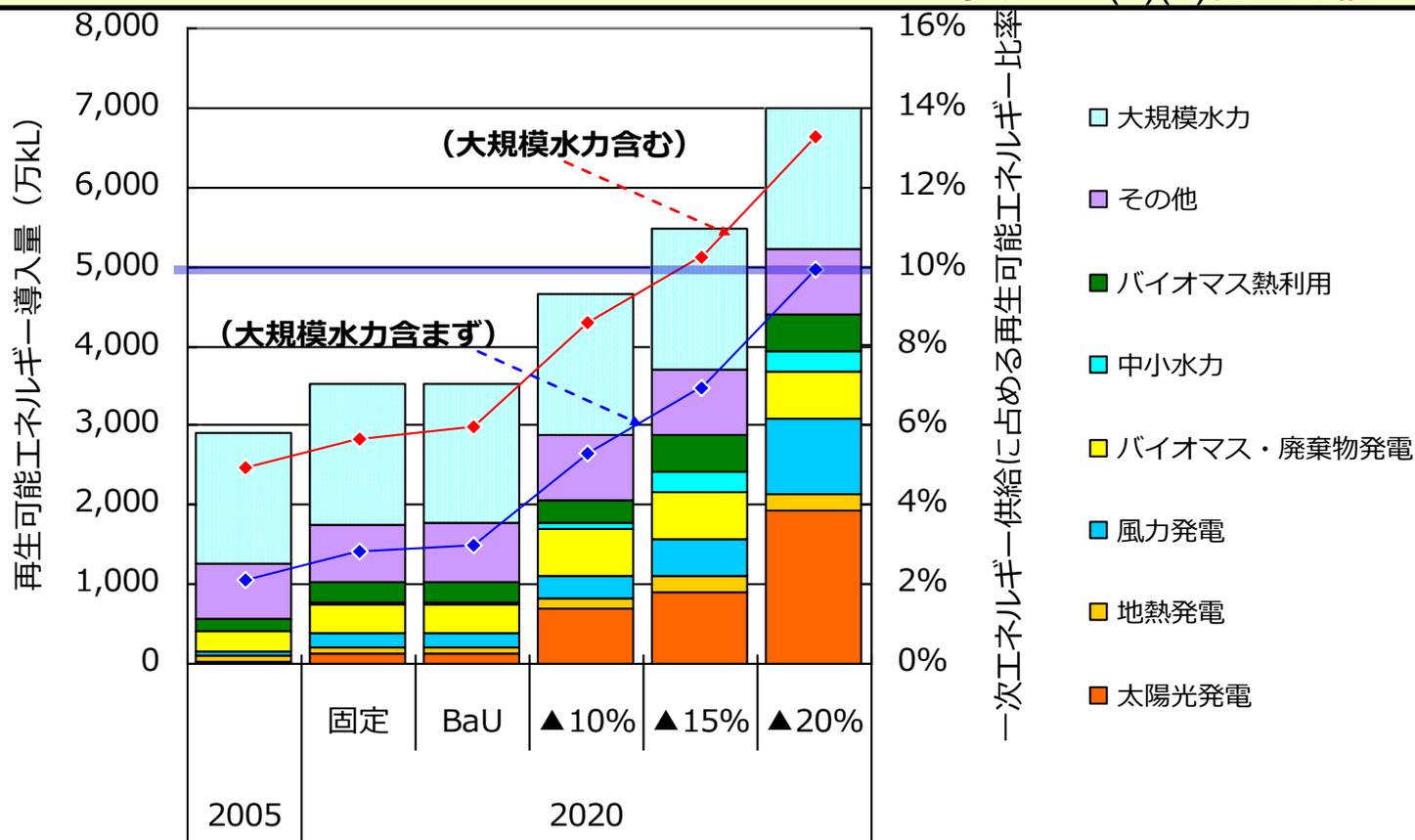
※追加投資額は、2010~2020年11年分の投資額の合計。

※追加投資額についてはマクロフレームを固定して推計した場合の値を、導入量についてはマクロフレームを固定した場合と変化させた場合の値を幅で示している。

## ▶ 対策技術「再生可能エネルギー 10%目標」達成可能

- 再生可能エネルギーが一次エネルギー供給に占める比率を10%とする目標は、国内削減の目標が低い場合には再生可能エネルギーが低いとともに、一次エネルギー供給が大きいため、10%目標の達成は難しい。
- ▲15%ケースでは大規模水力を含み10%に、▲20%ケースでは大規模水力を含まずに10%とすると試算された。

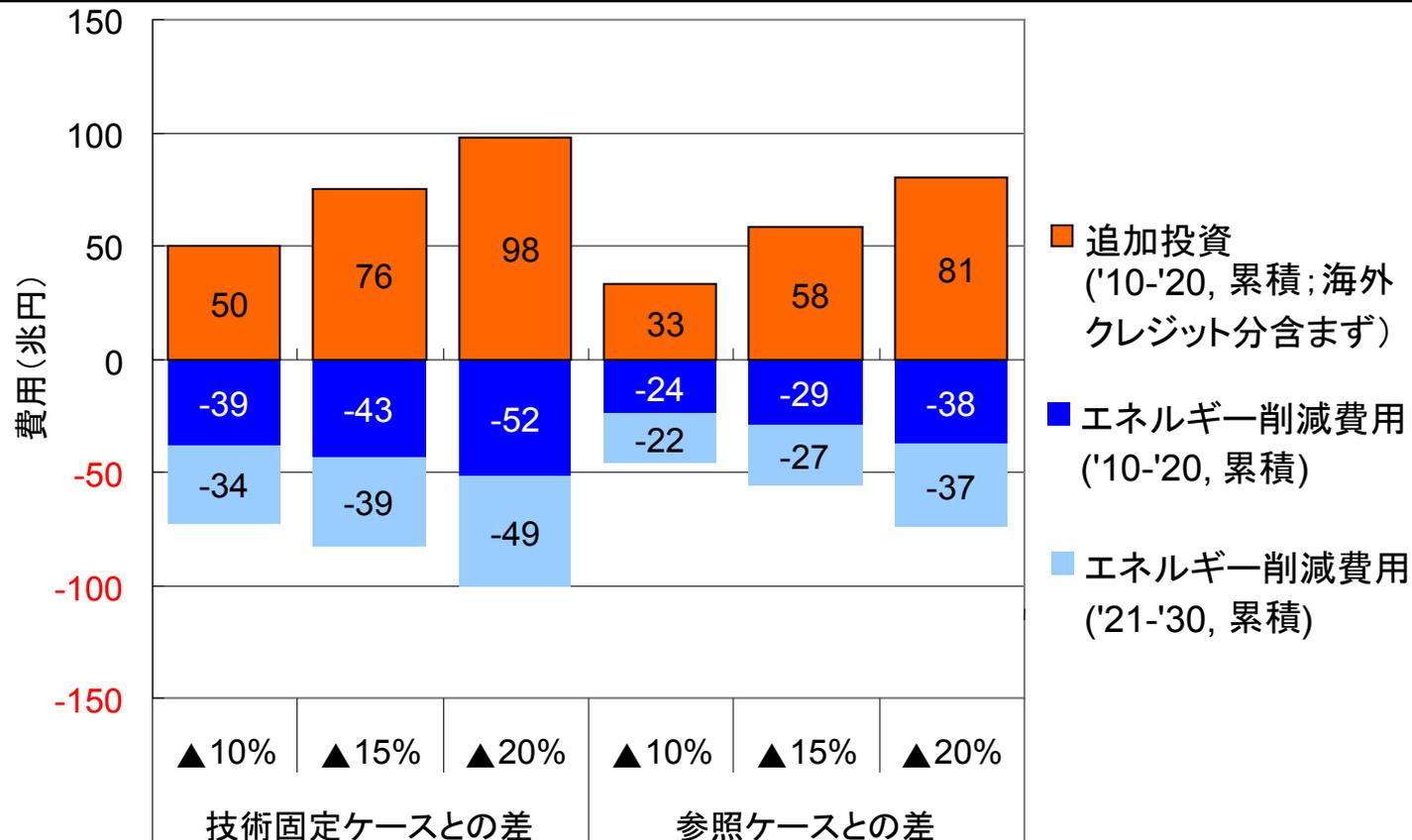
→参照 4(3)(d)再生可能エネルギー



## ▶ 対策技術 「温暖化対策のための投資は回収が可能」

- 各削減目標を達成するために必要な追加投資額と、削減目標を達成することで削減できるエネルギー費用について推計した。
- 投資費用は2020年までのエネルギー費用の削減によって▲10%の場合には7割以上、▲20%ケースでも5割程度回収されている。さらに2030年まで見ると、投資の大部分は回収可能。

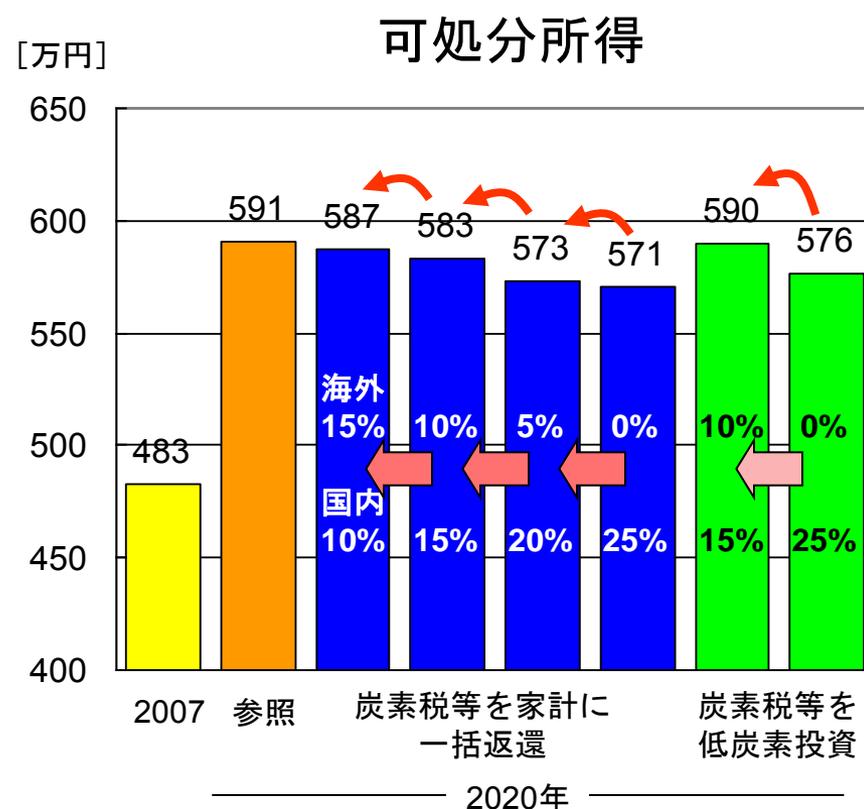
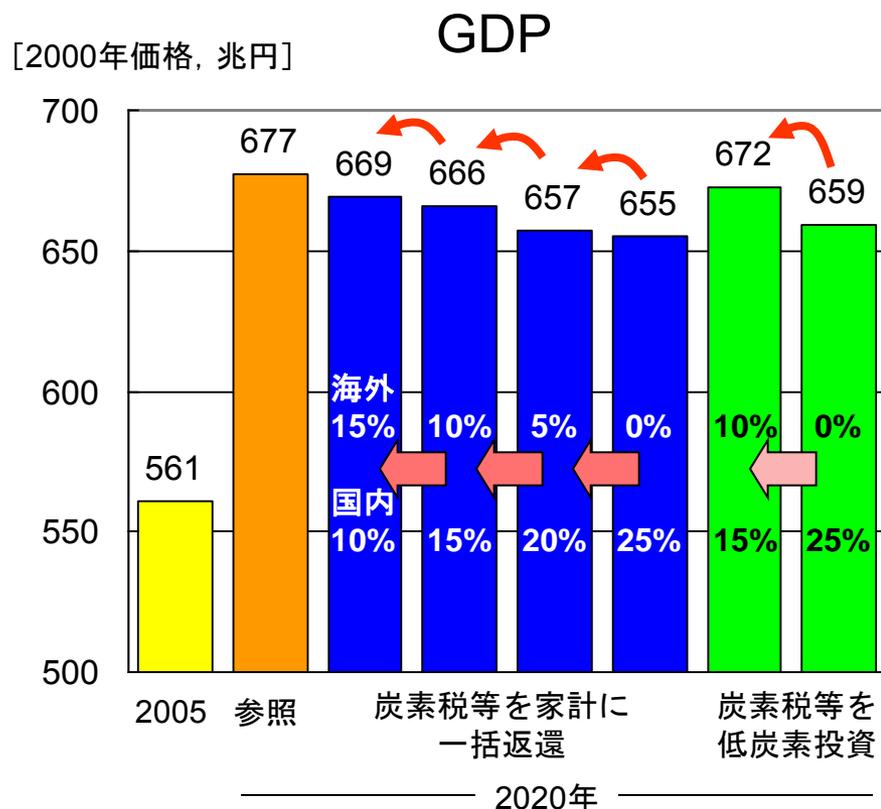
→参照 4(3)③ エネルギーコストの削減・新市場創出効果等の分析



# ▶ 経済影響 「海外クレジットの活用は温暖化対策の経済影響を緩和」

- ・ 海外クレジットの活用で経済成長(実質GDP)や可処分所得に与える影響を緩和することが可能。
- ・ ただし、日本国内で対策を行えば、10年、20年と削減効果が続くが、海外クレジットは買い続けられないといけないうちに留意が必要。

→参照 本編4(3) AIMモデルを用いたシミュレーション分析の結果 ② 経済影響の評価



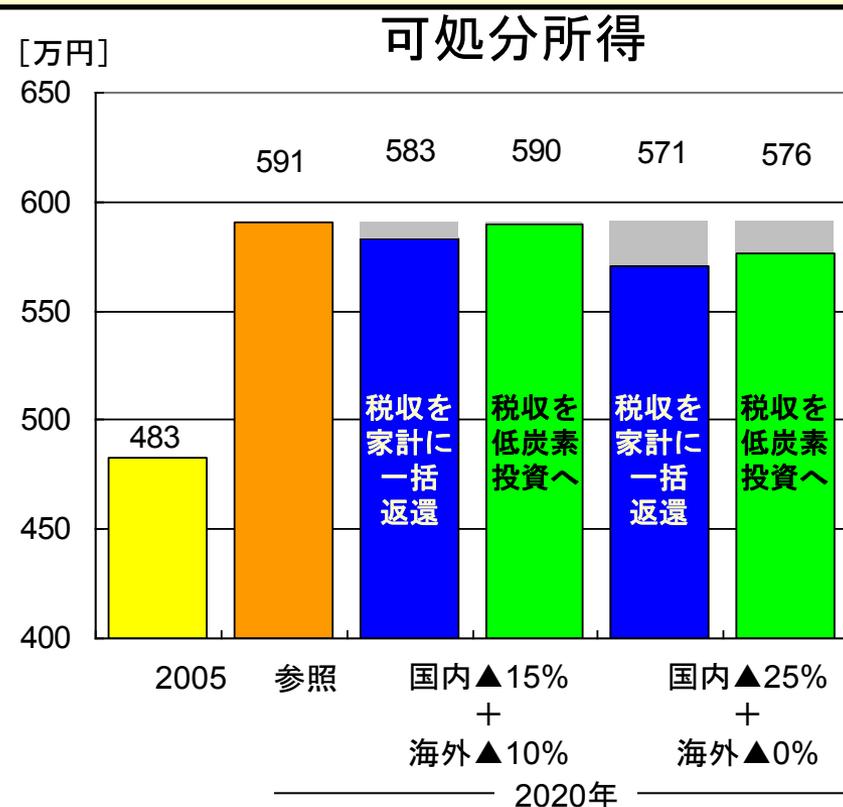
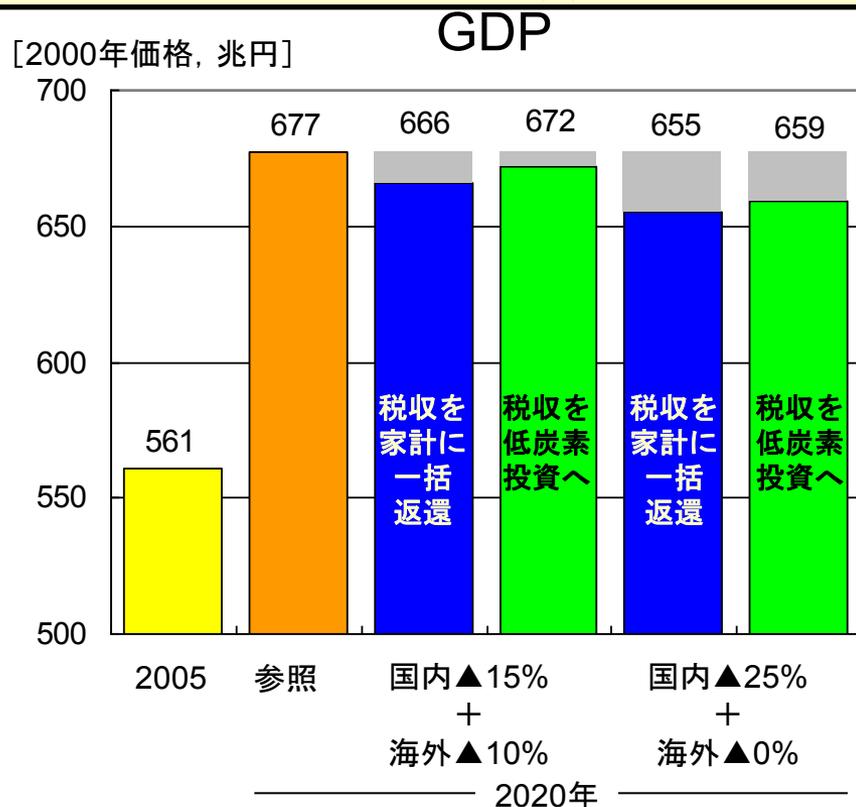
注：2000年のGDPは産業連関表から計算されるGDPであり、SNAで報告されている値とは異なる。

2005年以降については、計算値である。

## ▶ 経済影響 「税収を低炭素投資に回すことで経済影響を緩和」

- 炭素税等による収入の全てを温室効果ガス排出削減のための財政支出に充てることで、温暖化対策のための支出がGDPや可処分所得に与える影響を緩和。
- 国内削減15%のときの参照ケース(温暖化対策を行わない場合)に対する経済成長の遅れを僅か半年程度にまで縮めることが可能。国内削減15%のときの参照ケースに対する可処分所得への影響を-0.3%(年間1万円程度)まで小さくすることが可能。

→参照 本編4(3) AIMモデルを用いたシミュレーション分析の結果 ② 経済影響の評価

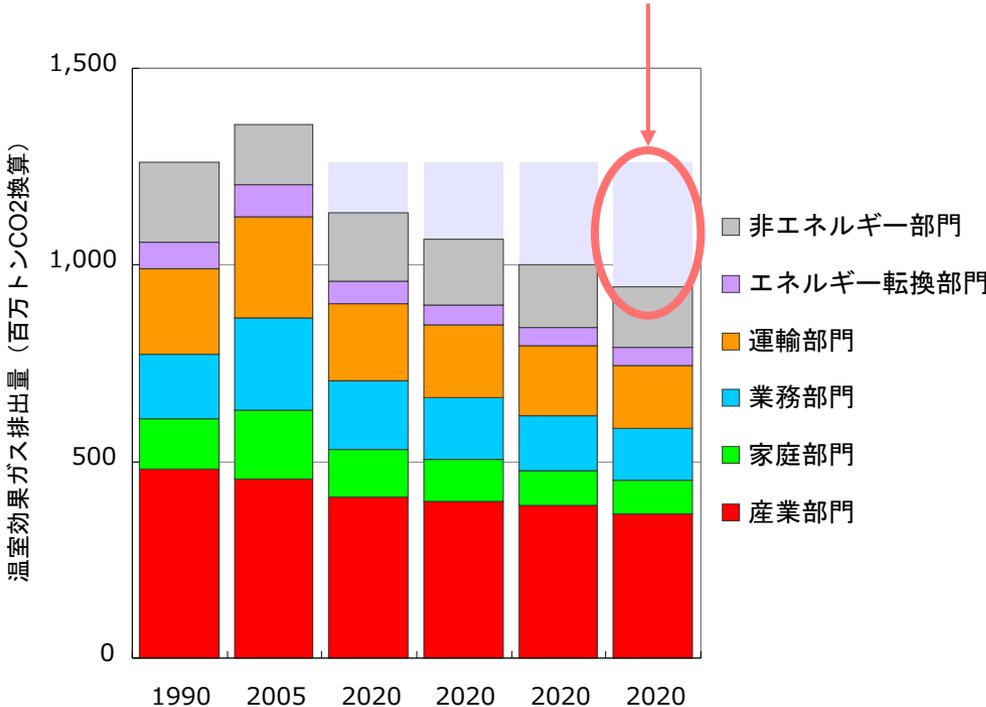


注：2000年のGDPは産業連関表から計算されるGDPであり、SNAで報告されている値とは異なる。  
2005年以降については、計算値である。

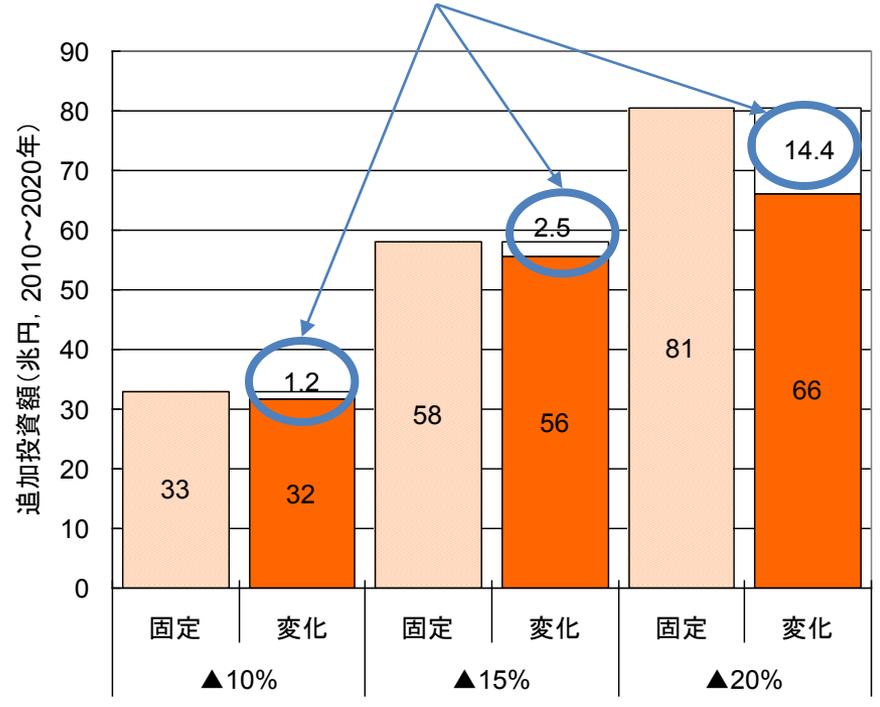
# ▶ マクロフレーム 「削減目標に応じた活動量変化を考慮すると 目標達成のための経済的負荷は緩和される」

- 日本経済モデルで算出される活動量を日本技術モデルに反映すると対策技術の積み上げにより90年比-25%までの温室効果ガスの排出削減は可能。
  - 削減目標が厳しくなると多くの活動量は低下するため、活動量を固定して推計した場合に比べて、削減目標を達成するための追加費用は削減される。
- 参照 4(3) ④ 技術モデルと経済モデルのフィードバックの効果

活動量の低下に伴ない、▲20%ケースの対策メニューを用いて▲25%を達成。



活動量の低下により排出目標を達成するための投資費用を削減することができる。



## 2. モデル分析の限界

# モデル分析が成し得ないこと（1）

## ● 多様な将来像を想定した分析はできていない

低炭素社会の構築に向けて必要な、社会そのものを大きく転換した場合の分析はできていない。

## ● 温暖化対策を講じない場合の費用が評価できていない

温暖化対策を講じない場合の費用を計算するには影響モデルが必要。

## ● マクロフレームの設定：対策が導入されれば、活動量そのものも変わりうる

現実の社会では、対策の導入に伴って活動量そのものが変化する。

技術モデルでは、対策の導入による産業構造の変化や需要の変化などが考慮されていないため、技術モデルと経済モデルで相互を補完する形で分析を行うことが重要。

## ● 社会構造そのものの変化による効果は表現されていない

都市構造や交通システムの変革といった社会のインフラなどを大胆に更新するような効果については別途シナリオなどで与えることが必要。長期的な観点からは、こうした社会構造そのものを変化させるような対策も重要。

→参照 2(2)モデル分析の役割

## モデル分析が成し得ないこと（2）

### ●技術革新の可能性や新市場創出効果等は十分に表現されていない

2020年時点で期待される革新的な技術は十分に考慮されていない。また、新市場創出効果を分析することができない。

### ●現行の経済モデルでは温暖化対策を行うとGDPという指標では必ずロスが生じる

経済モデルで設定されている条件から、制約が追加されると必ずロスが発生するため、温暖化対策を設定しないケースにおいてGDPが最も高く、対策が強くなればGDPのロスが発生する結果となる。

現実の社会では、規制を導入することで、新たな技術開発が実現され、新たな産業として社会を牽引し、規制によるロスを上回る便益をもたらすこともある。

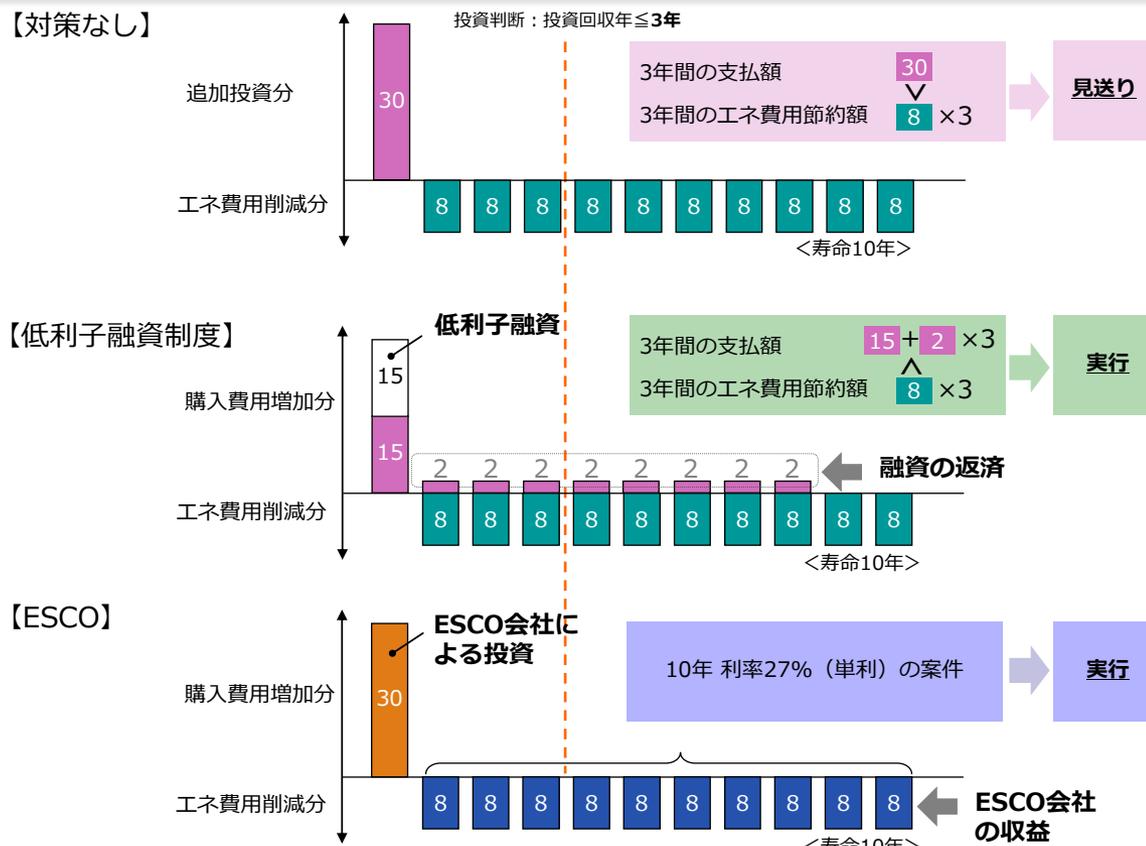
### ●国内の成長戦略を踏まえた、各国との削減努力の比較評価がなされていない

衡平性の指標として限界削減費用を用いた場合、外生的に設定する変数が多種多様にあり、それらの設定次第で各国の結果が大きく変わりうる。

各国の限界削減費用曲線は「対策のために追加的にかかった費用」という意味だけではなく、将来の温暖化を緩和させるための「国内投資」ともいえ、どの程度の国内削減努力を設定するかは、わが国の成長戦略に関わる議論。他国との限界削減費用の比較結果だけを見て国内目標を評価することはできない。

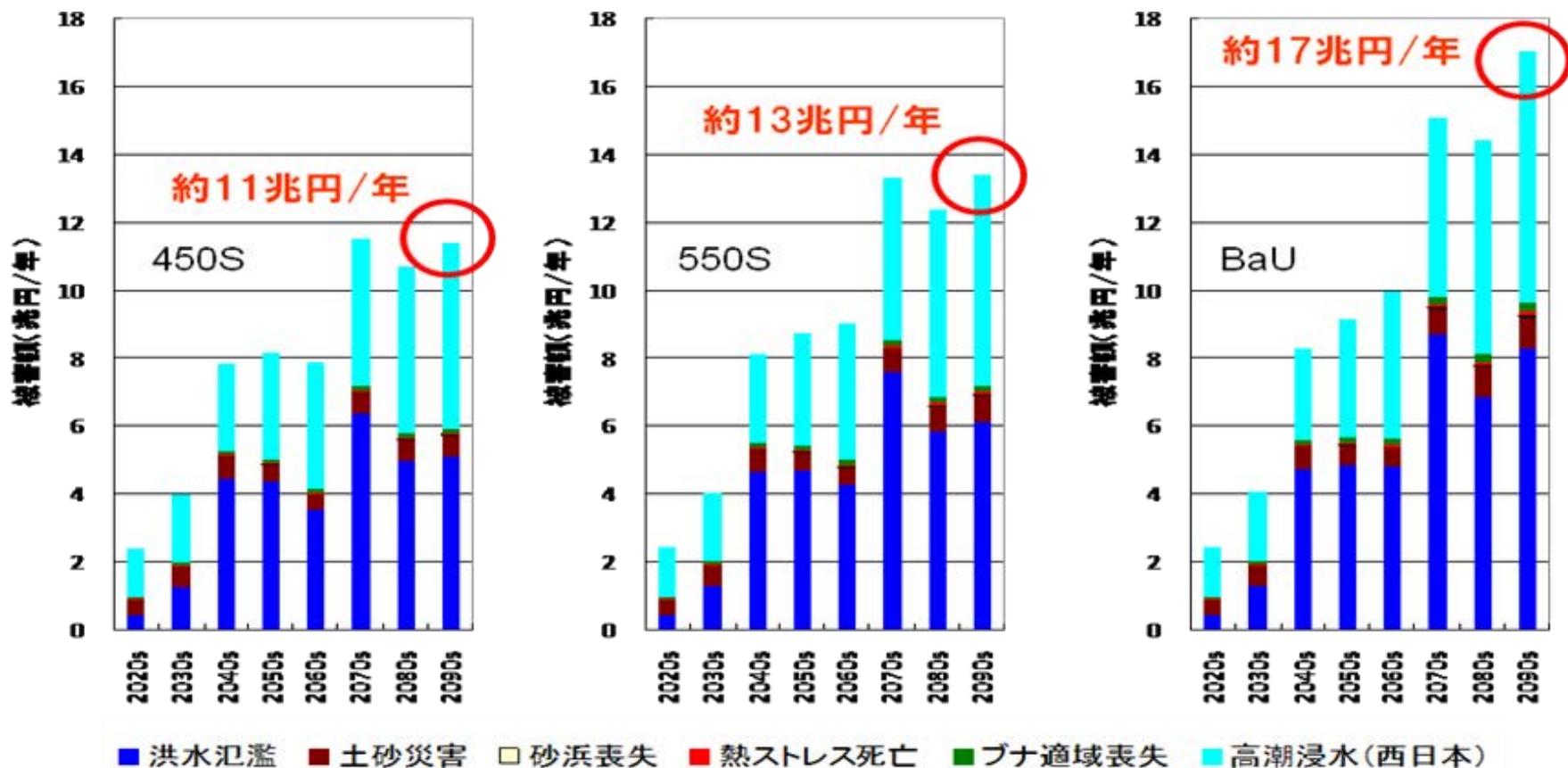
# 投資回収年数と削減コストの関係について

- 現状では、投資回収年が短い対策が優先的に活用され、回収年数が長いものへのインセンティブが低くなるため、十分に大きなエネルギー消費量の削減が望めない。低炭素社会に向けて、最大限の省エネおよび光熱費削減を実現するには、回収年数の短い対策ばかりではなく、回収年数が長い対策も含め、包括的な対策が必要。
- 温室効果ガスの大幅削減には、対策技術の賢い選択(投資回収年数を長く考慮する)を民間に任せるだけでなく、各国政府による政策の後押しが必要。(様々な不確実性の下で、各行動主体にとっては短い投資回収年数の方が賢い選択かもしれないが、温暖化対策の点で社会全体としては、長い投資回収年を取るの方が賢い選択といえるだろう)。



# 十分な温暖化対策を行わなかった場合のコスト

削減対策を講じなかった場合、21世紀末には主要な影響分野の被害額が17兆円/年に達し、450ppmのGHG濃度安定化(安定化時における気温上昇2.1°C)においてもなお11兆円/年の被害が生じる。  
(単一の気候モデル(MIROC3.2-hires)による将来気候予測に基づいて影響評価を実施した結果。気候変化の大きさ・地域分布について気候モデル間の差異が無視できないことを考慮すると、この影響評価結果は、気候モデルの予測不確実性幅の中の一例を示すものと考えべき)

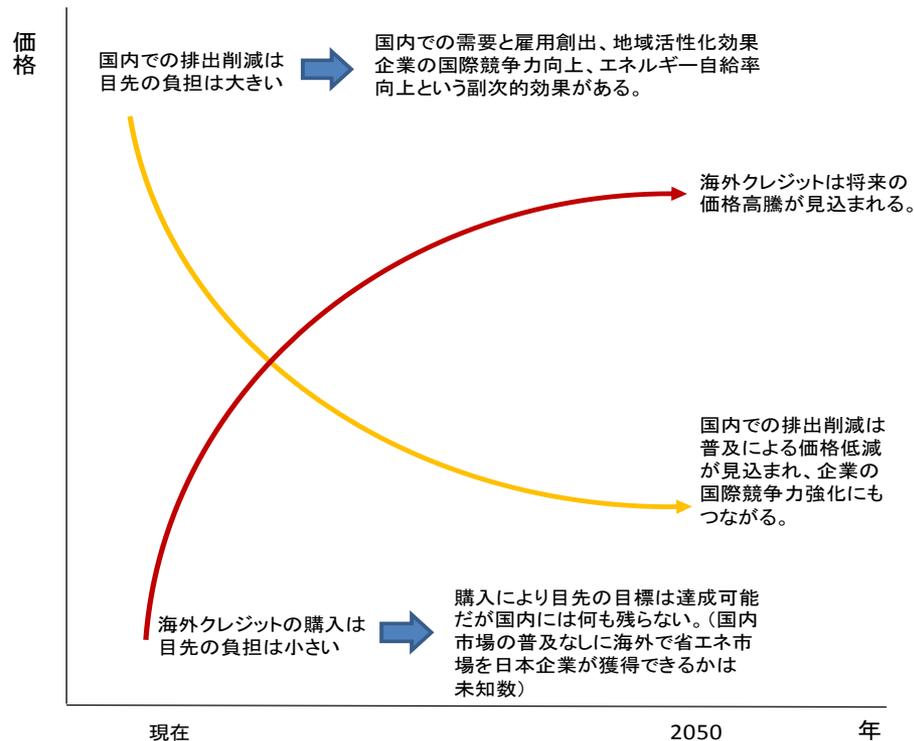


安定化水準別の分野別影響(全国値)

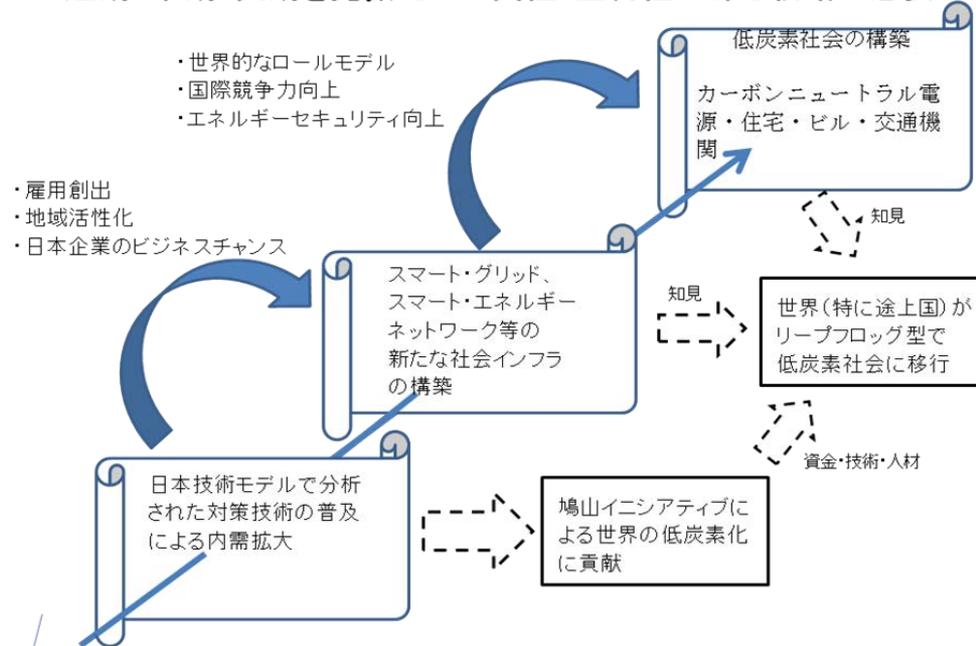
→参照 4(5)十分な温暖化対策を行わなかった場合のコスト等について

# 2050年を見通した温暖化対策

- ・海外クレジットをより多く活用した方が2020年時点での負担が最も小さくなると分析されるが、国内の排出削減と海外クレジットの活用は、国家戦略に関わる部分であり、どのような割合が望ましいかについては政策決定者の判断事項。
- ・海外クレジットの購入は目先の国民負担を小さくすることができるが、他方で、2050年80%削減(鳩山・オバマの合意)に向かって更に国内対策を強化する必要があることを踏まえることが必要。
- ・2020年以降の省エネ効果を加味すれば国内での排出削減は目先の負担は大きい、日本国内で得るものも大きい。(国内での需要創出や雇用創出、地域活性化、国際競争力向上、エネルギー自給率の向上など)



## 短期・中期・長期を見据えた一貫性・整合性のある戦略が必要



# 25%削減実現がもたらす副次的効果

## 積極的な低炭素投資による新産業の機会創出効果

- 省エネルギー技術は、国内市場へ投入されるのみならず通常海外へも輸出され、重要な外貨獲得手段の一つ。
- 温暖化対策の大部分は冬寒くない高断熱・高気密建物の新築・改築、歩いて暮らせるコンパクトシティへの転換などの効果があり、その観点からみると温暖化に必要な追加的なコストはより抑えられる可能性がある。また、国内で排出削減のために企業や家計が投資を行うことは、国内での需要を創出し、雇用を創出することとなる。そして、日本全国での削減対策の展開が必要であることから地域活性化の効果も期待できる。

→参照 5(2)① 積極的な低炭素投資による新産業の機会創出効果

## 日本の25%削減が諸外国に及ぼす効果

- 途上国がNAMA(Nationally Appropriate Mitigation Action: 途上国における緩和行動)の実施を国際約束とするための2つの条件がある。
  - ①過去に温室効果ガスを大量に排出してきた先進国の大幅な削減。
  - ②先進国からの資金・技術支援である。日本の25%削減目標及び途上国支援に関する鳩山イニシアティブはこれら条件を満たすものであり、交渉において、途上国のNAMAの約束を後押し。

→参照 5(2)② 日本の25%削減が諸外国に及ぼす効果

### **3. 25%削減達成の総合的な分析に向けて**

# 温暖化対策の必要性の再確認

## 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第4次評価報告書(2007年)

- ・気候システムの温暖化には疑う余地がない。
- ・20世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇のほとんどは、人為起源の温室効果ガス濃度の観測された増加によってもたらされた可能性が非常に高い。
- ・積極的な対策がなされない場合、将来の社会経済発展および科学的な不確実性に応じて、今後100年間で1°C~6°C程度の世界平均気温の上昇を予測。
- ・21世紀中に、淡水資源の減少、生物種の絶滅、高潮による浸水、海面上昇による水没、食料生産・健康への影響などの深刻な影響が拡大する。
- ・世界平均気温が1990年~2000年水準より2~4°C上回る変化は、主要な影響の数をあらゆる規模で増加させることになる。(生物多様性の広範な喪失、地球規模での農業生産性の低下、グリーンランドと西南極の氷床の広範な後退の確実性など)
- ・世界各地で既に気候変動の影響が現れている。

## G8ラクイラ・サミット的首脳宣言(2009年7月)

産業化以前の水準からの世界全体の平均気温の上昇が**2°C**を超えないようにすべきとの広範な科学的見解を認識

## 限界削減費用だけではない衡平性の指標

●先進国間で努力を比較する場合と、先進国－途上国間で比較する場合とでは、異なる指標が用いられる傾向。

例えば、「GDP当たり排出量」等エネルギー利用の効率性を反映する指標は、先進国間比較には有用であるが、先進国－途上国間で用いると、途上国だけで減らすべきという結果が導かれがち。このような指標は、途上国にとって有利な他の指標（一人当たり排出量等）と組み合わせて用いられることが多い。

●衡平性の指標として「限界削減費用」「GDP当たり限界削減費用」「一人当たりGDP」など複数の指標を用いて、先進国間の相対的数値を求めることが必要。

●複数の指標を用いた結果を手元に持ち、他国の出方に応じて説得しやすい指標を用いていくことが有用。

●現世代と将来世代との間の衡平性も考慮されるべき観点。現世代で早めに低炭素社会に移行し、必要な技術をいち早く普及させておけば、将来世代の対策費用は低くなる。

→参照 4 (4) 主要排出国の努力の比較に用いるべき衡平性指標に関する考察

## 2020年▲25%は、2050年▲80%達成への一里塚

● 2009年11月13日の日米首脳会談において、鳩山総理とオバマ大統領は2050年までに温室効果ガスを80%削減することを発表。

● 2020年の通過点を検討する上では、この2050年削減目標を見据えつつ、いつ対策を打つことが最も費用効果的であるかの観点から検討することが不可欠。

● 本報告書では、25%達成目標の可能性は示したが、誰が、いつ、どこで対策を行えば削減につながるか、といった具体的な対策ロードマップを示すことができなかった。また、成長戦略に基づいた分析ではないため、プラスの経済効果を示すことはできなかった。一方で、現時点でわかっている課題については、できるだけ取り上げるように努力した。

● それぞれが役割分担して2020年25%削減を達成できる計画を構築するために、モデル分析ができることについて、今後とも最大限協力していく所存である。

## 本報告書の執筆者一覧

全般の記述については、  
国立環境研究所 増井、藤野、花岡および甲斐沼  
日本技術モデルに関する記述については主に、  
国立環境研究所 増井、藤野、花岡、  
みずほ情報総研(株)石井、日比野  
三菱UFJリサーチ&コンサルティング 川島、榎  
日本経済モデルに関する記述については主に、  
国立環境研究所 増井、藤野、花岡  
以下、特定の項目については下記の方々に執筆をお願いした。

## 3. 温暖化対策の必要性について

国立環境研究所 江守、西岡、茨城大 三村、東京大 住

## 4. AIMモデルを用いた分析

(4)主要排出国の温暖化対策の程度に応じたケース分けについて  
(衡平性についての分析)

国立環境研究所 亀山、花岡

## 4. AIMモデルを用いた分析

(5)十分な温暖化対策を行わなかった場合のコスト等について  
茨城大 三村、国立環境研究所 肱岡、高橋

## 5. 考慮すべきその他の事項

(1)25%削減を実現する上でさらに検討すべき重要な項目

③地域の特性を考慮した都市・交通分野の対策について  
国立環境研究所 藤田、松橋等の情報提供をもとに作成

(2)25%削減実現がもたらす副次的効果

①積極的な低炭素投資による新産業の機会創出効果

国立環境研究所 芦名

すべての文章の責任は、増井、藤野、花岡にあります。  
記名していない方も含めてご協力いただいた方々にこの場を借りて改めて謝意を表します。