

# 日本の潜在成長力評価における エネルギー・環境制約

慶應義塾大学 産業研究所

野村浩二

2012年3月2日(金)9:00-11:00

潜在成長率専門チーム第2回会合

# 内容

## エネルギー・環境制約

潜在成長力評価において考慮すべき三つの制約

- a: 電力供給 電源のベストミックスの見直し(原発、新エネ)
- b: 地球温暖化対策
- c: 原油価格の高位安定

### (1) 地球温暖化対策

- ・多部門一般均衡モデルによる評価
- ・中期目標検討時

### (2) 電力供給

- ・低原発・脱原発(短期・長期)

(注) 経済評価は現在進行中であるため、現段階でわかる大まかな試算値を紹介。

# 日本の温室効果ガス削減目標

- 1997年COP3 2008-2012年(第一約束期間)
  - 90年比▲6%(同じく米▲7%、欧▲8%)
- 2007年エネルギー基本計画 第一次改定
  
- 2009年COP15・コペンハーゲン合意
- 2010年3月地球温暖化対策基本法案
  - 2020年(中期目標)
    - 90年比▲25%(「全ての主要国による公平かつ実効性のある国際 枠組みの構築と意欲的な目標の合意を前提に」)
    - 欧州:90年比▲20%(各国の積極削減では▲30%)
    - 米国:05年比▲17%
  - 2050年(長期目標)
    - 90年比▲80%(政府は、「2050年までに世界全体の排出量を少なくとも半減するとの目標を全ての国と共有するよう努める」)
  
- 2010年エネルギー基本計画 第二次改定
  - 2030年 90年比▲30%

# 温暖化対策の一般均衡モデルによる評価

経済モデルでCO2排出量が削減されるカギは？

## ➤ 外生的なシナリオ

- TFP (total factor productivity)
- AEEI (autonomous energy efficiency improvement)
- その他 (nuclear, CCS, ...)

## ➤ 内生的な変化のメインソースは大きく三つ(とくに①)

### ➤ ① 供給側: K-E (and E-M) substitution (代替効果)

( $p_K$ に対して $p_E$ が上昇することで、Eを節約してK(省エネ投資)が増加する効果)

### ➤ ② 需要側: energy saving by household (価格効果と耐久消費財効率)

( $p_E$ が上昇することで、エネルギー消費を節約。直接的な弾性値小でもエネルギー多消費財の価格が相対的に上昇し、下流では代替。)

### ➤ ③ 生産縮小によるエネルギー消費減少

( $p_E$ を起点にした、財の価格変化による純輸出減少など)

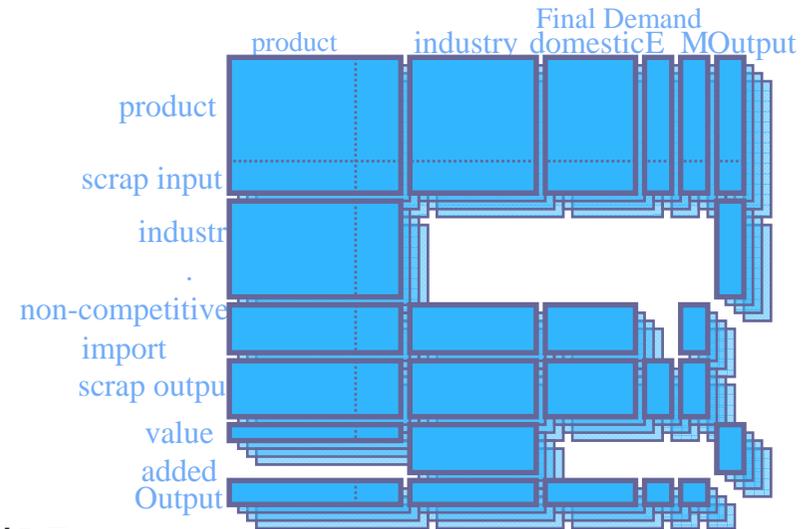
# KEOモデルの特性

	KEOモデル	(一般的なCGEモデル)
1)モデルの構造	①温暖化対策のための投資誘発は、失業者に雇用機会を与え、遊休設備が稼働する、ケインズモデル(3千円程の炭素税導入(2400万tCO <sub>2</sub> 削減)なら実質GDPは僅かに増加)。②47経済活動(8発電部門,5輸送部門)、48生産物(4非競争輸入財,8屑副産物投入)別途21エネルギー小分類③日本経済の構造的描写。6世帯分類別に世帯主と非世帯主の労働供給関数など。KとEの代替弾性は可変的(エネルギー価格が高騰すると弾性値は低下)。④炭素税導入による一物多価のモデル化。	①遊休設備がなく完全雇用。(温暖化対策は、基本的には経済にマイナスの影響を与えるのみ。プラスの効果は外生。)②簡単な関数(代替弾性を1とするCobb-Douglas型)を多用。
2)工学情報の利用や政策シナリオとの接合	①発電部門などでは工学的な情報とリンクするサブモデルを包含するなどハイブリッド型。屑・副産物の発生と投入を描写。②家計消費では、トップランナーシナリオを反映できるように詳細なデータから接合し家電機器の将来の効率性向上を織り込む(エネルギー6用途別消費関数)。政策見通し以外のAEEIはなし。	経済学的な生産関数や消費関数のみで描写。
3)実証性	①生産者の各種パラメタは、日本経済の長期産業別生産性データベース(KEOデータベース)に基づき推計。②家計エネルギー消費関係は、エネ研データベースにより実測。③エネルギー小分類では、「環境分析用産業連関表」(産研)と接合。④産業別TFPの将来想定などは、実績値に基づいて将来値を想定。	①一時のデータのみでキャリブレーション。他の測定値からの援用や想定。②CO <sub>2</sub> 排出量は、工学モデルの試算値と一致するように(産出などに対する)係数を想定するのみ。

ここでのKEOモデルとは、90年代初めから産研と日本政策投資銀行設備投資研究所地球温暖化研究センターとの共同研究により構築したもの。

# KEOモデルの実証基盤

## —KEOデータベース



### 長期時系列産業連関表

- SNA型産業連関表

#### 産業・生産物

- 46産業 + 家計(住宅+耐久消費財サービス)
- 3 IT 生産者 (コンピュータ、通信機器、電子部品)
- +8屑・副産物の発生と投入(古紙、LPG、高炉ガス、鉄屑、非鉄屑など)

#### 資本投入量

- 102 資産 (46産業別)での資本ストックおよびサービス
- 90 有形資産、5 無形資産 (3 ソフトウェア)、3 在庫資産、4 土地資産

#### 労働投入量

- クロス集計された労働者数、平均労働時間、賃金のデータベース
- 性(2)、年齢階層(11)、学歴 (男性4, 女性3)、就業形態(3)、産業(43) 全体で9,933の属性

#### 人口・世帯

- 世帯主年齢階層別労働および消費構造(一国集計量と整合)

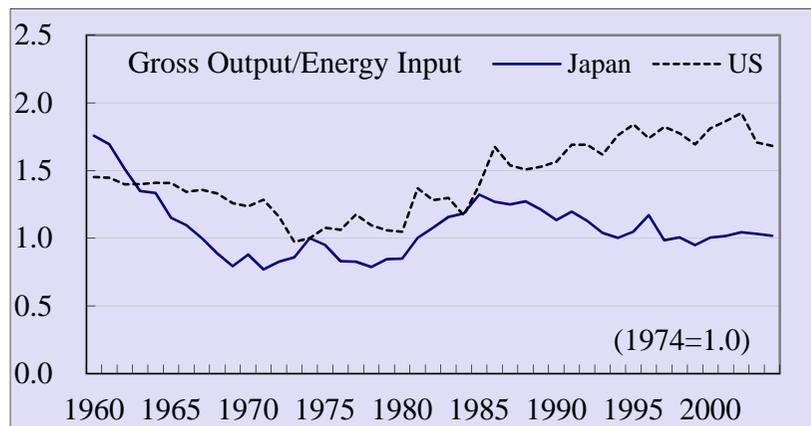
#### エネルギー

- 産業別エネルギー種別燃料投入表(産研「環境分析用産業連関表」と整合)
- 産業別エネルギー種別CO2排出表(産研「環境分析用産業連関表」と整合)
- 家計部門エネルギー用途別エネルギー種別消費(集計値でエネ研データと整合)

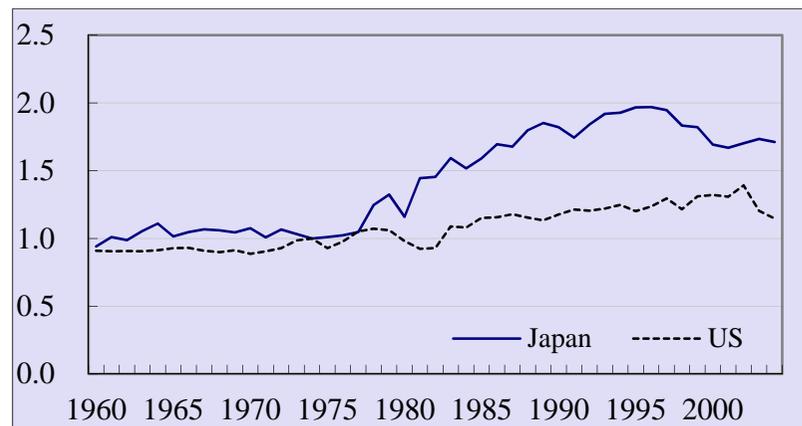
# 産業別エネルギー生産性の日米比較(実測値)

## —農林水産業、化学、窯業土石、一次金属

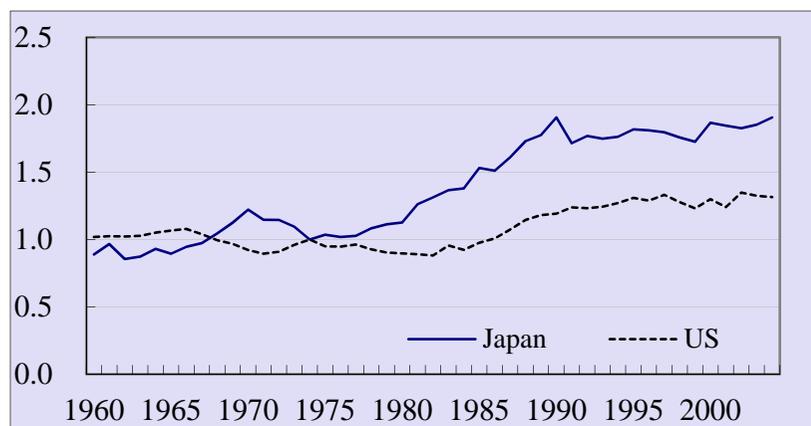
(1) 農林水産業



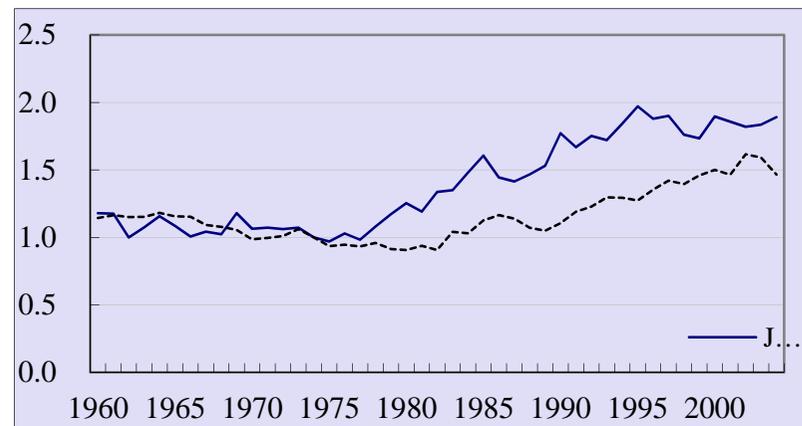
(12) 化学



(15) 窯業土石



(16) 一次金属(鉄・非鉄)

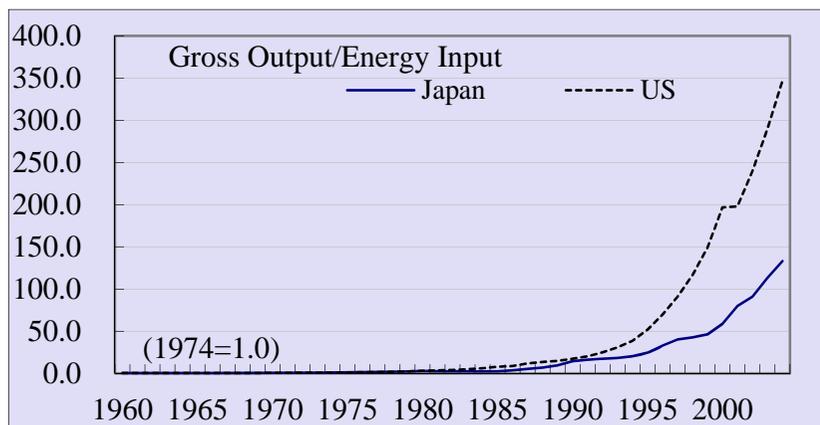


Jorgenson and Nomura (2005)の日米共通分類に基づく産業別データベースより作成。

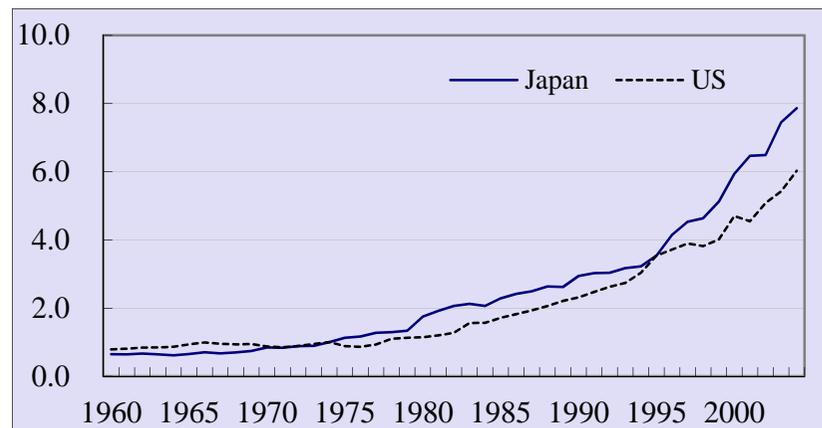
# 産業別エネルギー生産性の日米比較(実測値)

ーコンピュータ、通信機器、電気機械、自動車

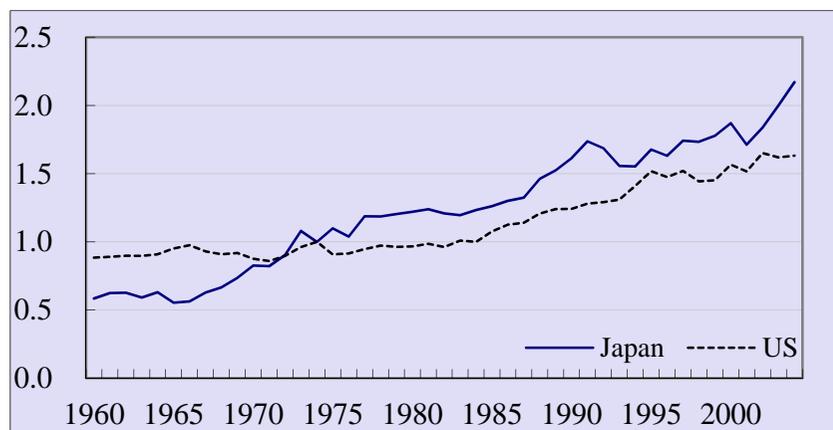
(19) コンピュータ製造業



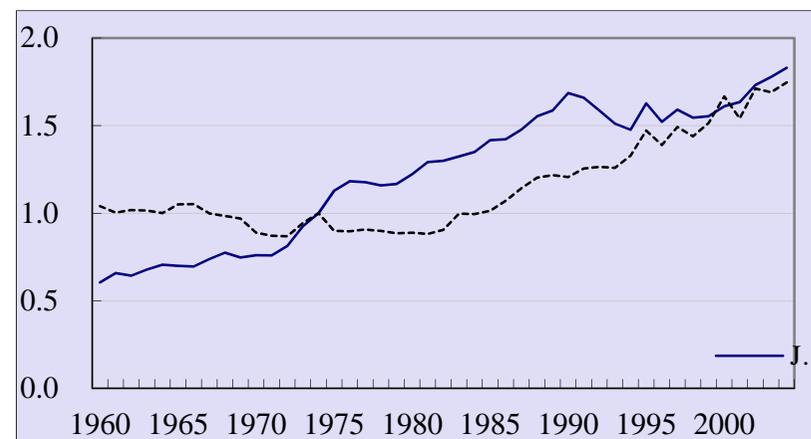
(20) 通信機器製造業



(22) 他電気機械製造業



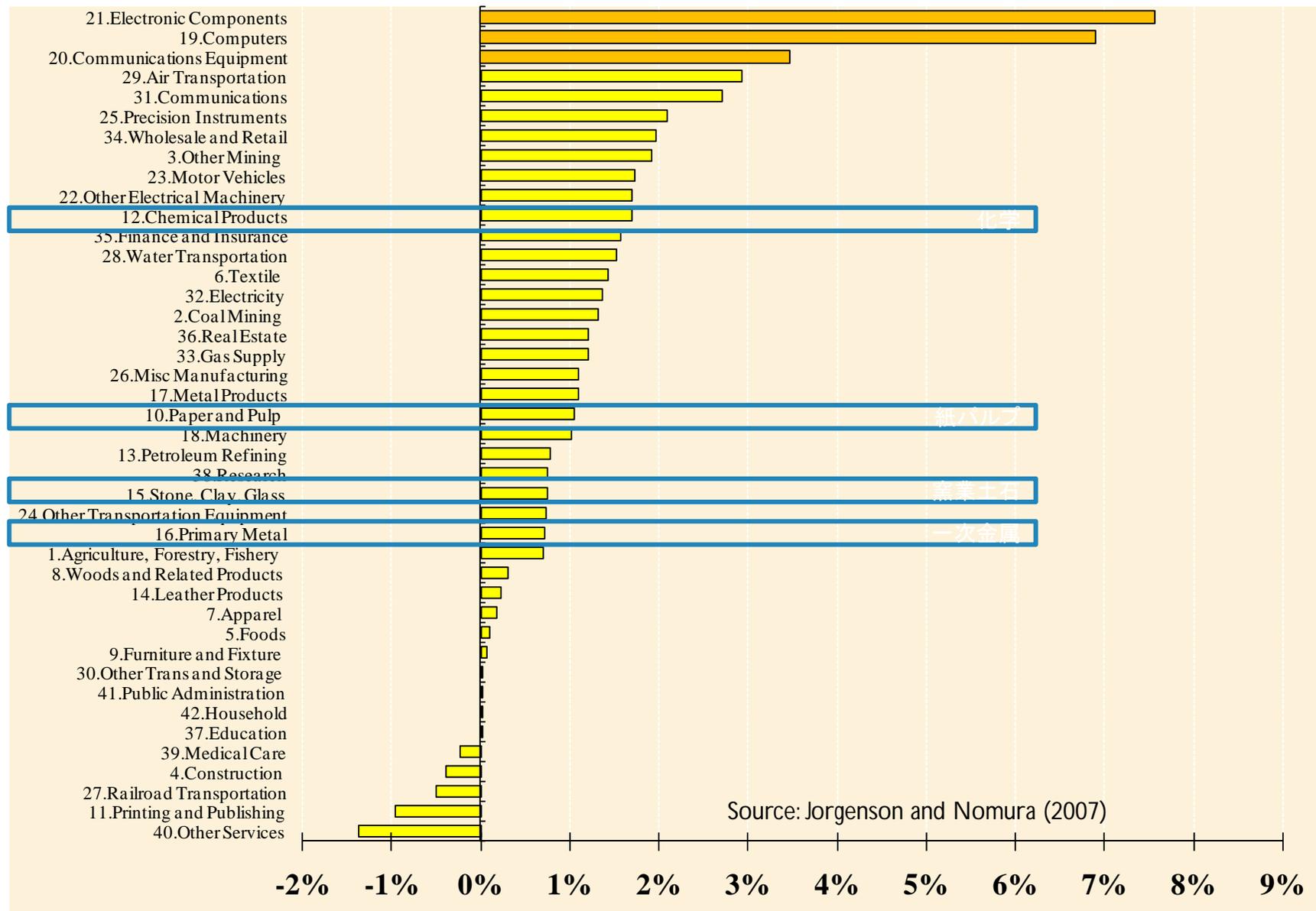
(23) 自動車製造業



Jorgenson and Nomura (2005)の日米共通分類に基づく産業別データベースより作成。

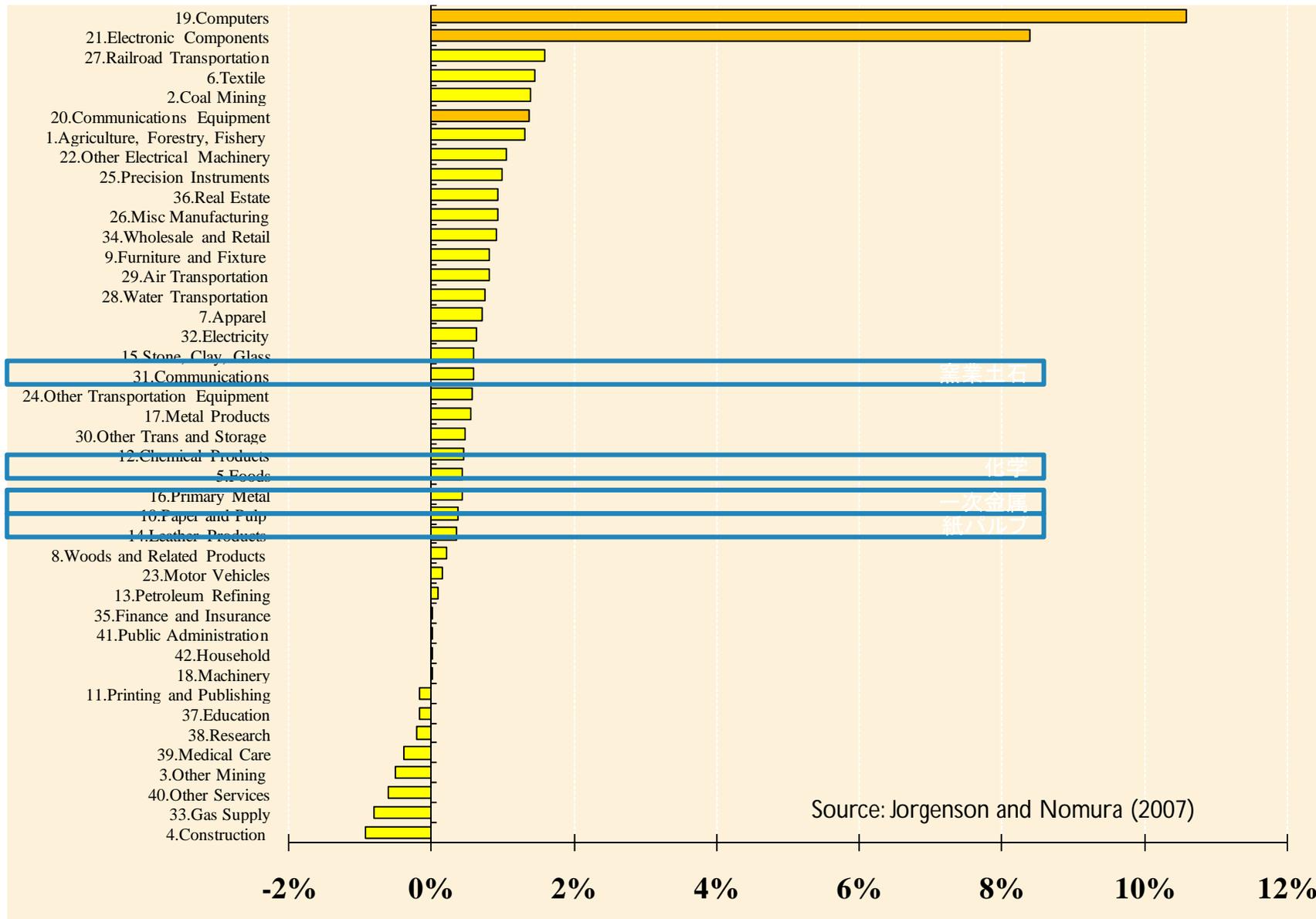
# 日本の産業別TFP成長率(実測値)

## 長期平均1960-2000



# 米国の産業別TFP成長率(実測値)

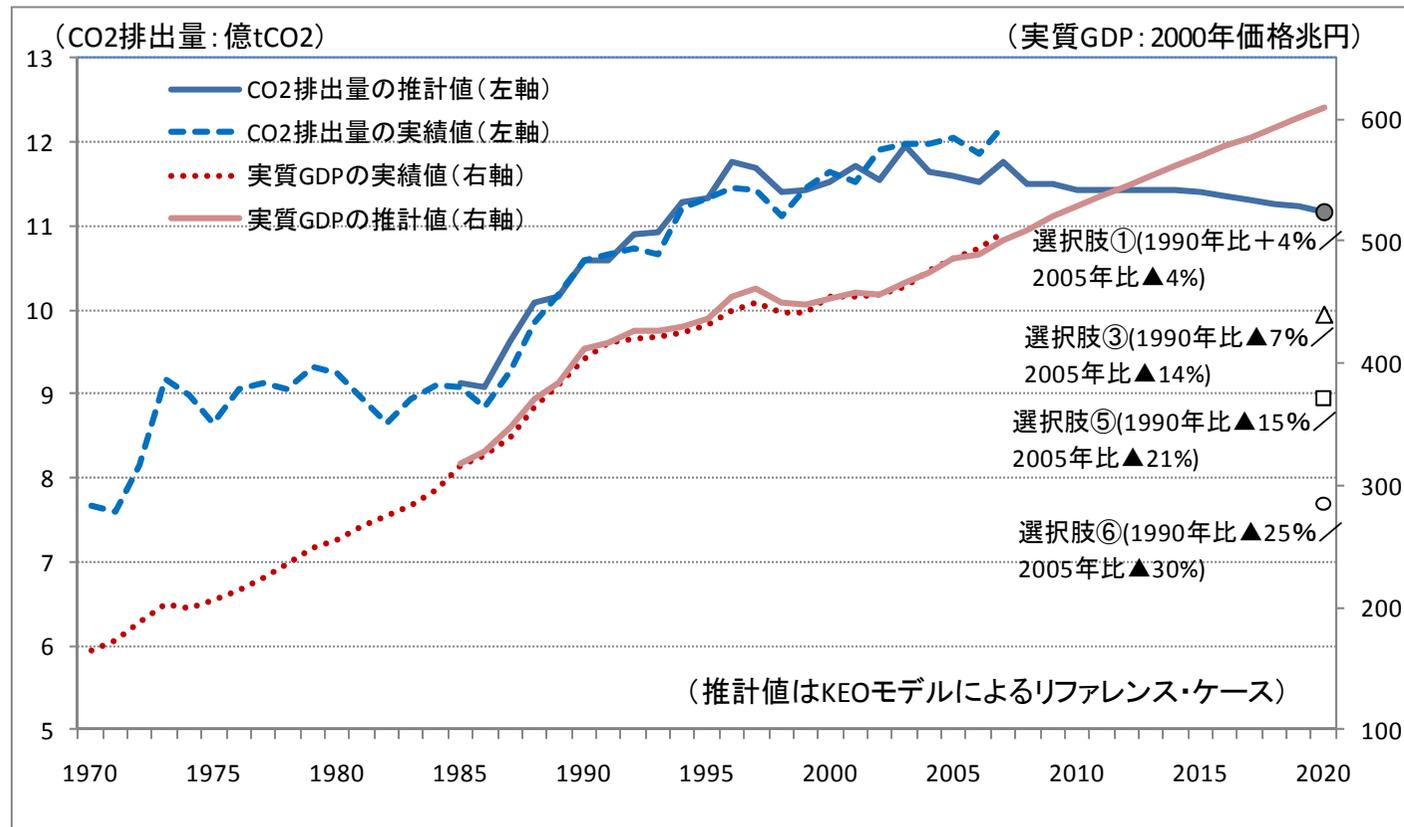
## 長期平均1960-2000



# 経済成長とCO2排出量

—実績と多部門一般均衡モデルによる見通し（リファレンスケース）

## ➤CO2排出量のモデル推計値、実績値と削減目標

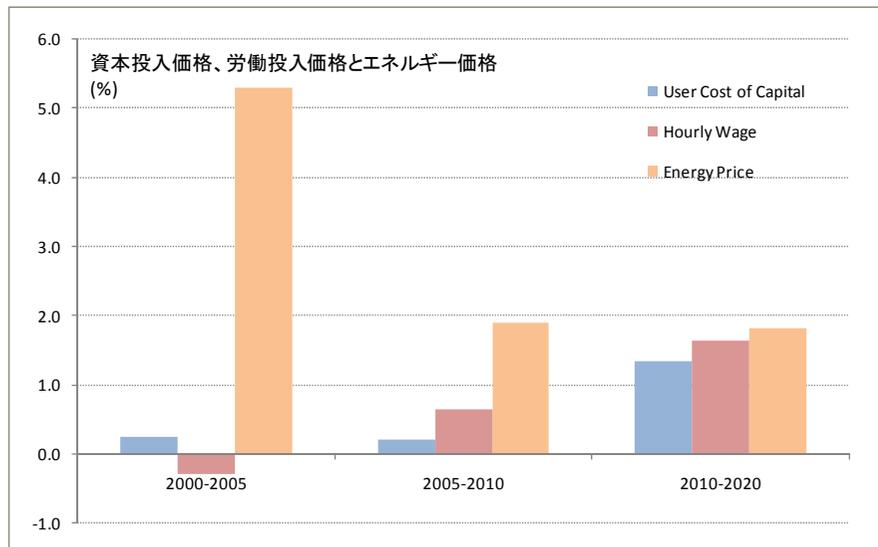


( )KEOモデルでは、実績値との乖離をチェックするため1985年から内生的に解いている。  
中期目標90年比25%削減とは、実質GDPはその間3.5倍に拡大しているけれども、2020年にはおよそ50年前(1970年)の排出量の水準へと抑制することを意味している。

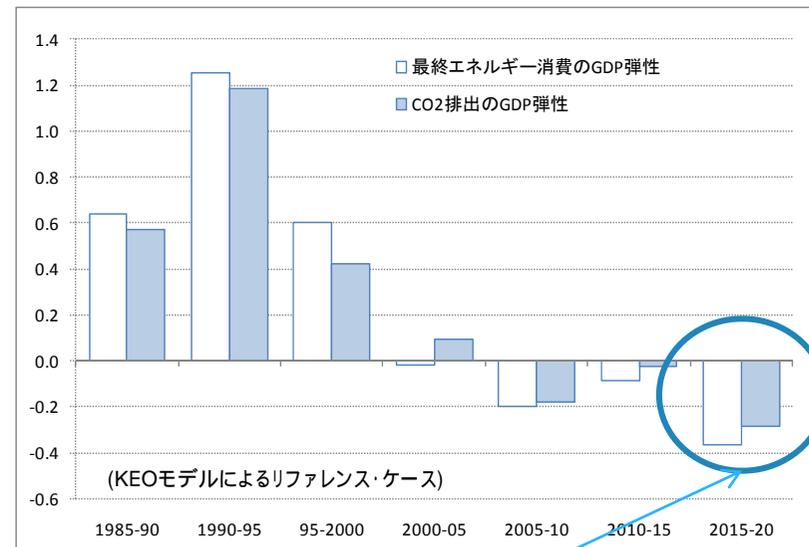
# 要素相対価格とエネ効率の見通し

—多部門一般均衡モデルによる見通し（リファレンスケース）

➤ 内生的に算定される要素価格、エネルギー消費とCO2排出量のGDP弾性



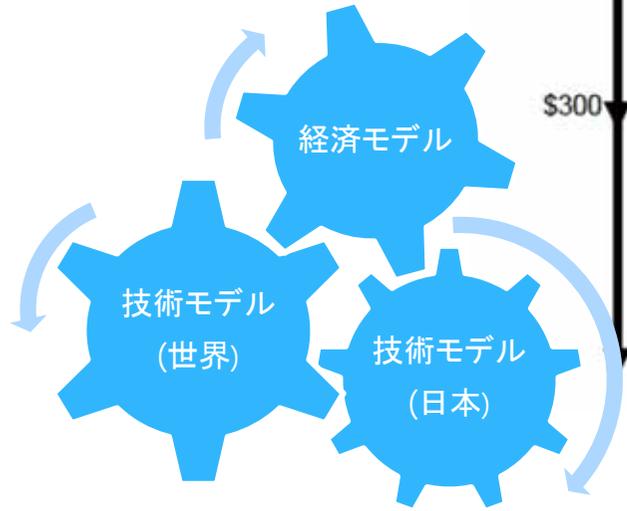
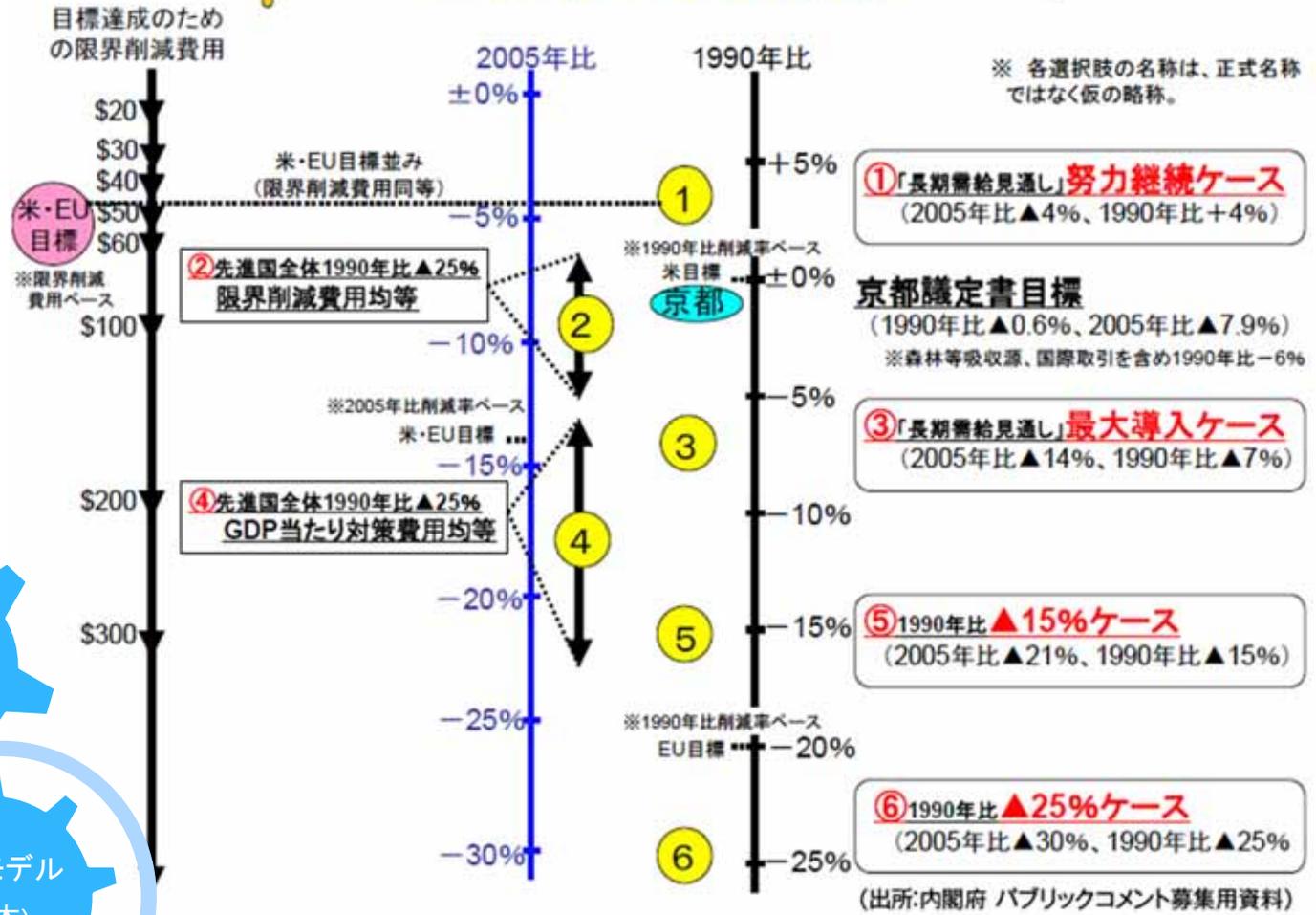
(Source) KEOモデルによるリファレンスケース。



- ①要素相対価格の推移によって内生的KE代替
  - ②E価格見通しによる家計省エネ
  - ③耐久消費財のトプランナー
  - ④小さなTFP効果
  - ⑤AEEIなし
- によるエネルギー効率がBaUで織り込まれている。

# 中期目標検討委員会での選択肢とモデル評価

## 中期目標の6つの選択肢



# 国際的に調和のとれた削減目標

## —IEAの450シナリオ

### ▶IEAの算定したシナリオにおける日米欧の国内対策

IEAのかなり野心的な温室効果ガス削減シナリオ(大気中の温室効果ガス濃度をCO2換算で約450ppmの水準で安定化させることを想定した「450シナリオ」)の実現のために、各国のエネルギー効率の進捗度や産業構造の相違などから科学的に算定できる、国内対策による削減量を推計したもの。

	各国が公表している 2020年までの削減目 標案	1990年比		
		a) 各国が公表して いる目標	b) IEA450シナリオ での真水削減量	(差分) b)-a)
米国	05年比 -17%	-1%	-3%	-2%
EU	90年比 -20%/-30%	-20%	-23%	-3%
日本	(旧)05年比 -15%	-8%	-10%	-2%
	90年比 -25%	-25%	-10%	15%

要請される国内負担は、日米欧でほとんど同程度

この合理性はあるか？

(出所) World Energy Outlook 2009 Presentation to the Press London, 10 November 2009. (タスクフォースにおける、日本エネルギー経済研究所の作成資料から抜粋・加工)。

麻生政権時の中期目標で比較すれば、見かけ上では、国際機関による要請は、日米欧の目標を2-3%ほど上回る水準として類似している(欧米の中期目標は海外クレジット購入を含むものであるから、純粋な国内対策(真水)とした麻生政権時の中期目標は、もともと450シナリオに近いほどの取り組みであると評価できる)。

# 国内対策による90年比 25%の経済的影響

## —モデル間比較

		AIM-CGE (国立環境研究所)		JCER-CGE (日経センター)		KEO モデル (WG) (TF)	RITE DEARS	伴教授モデル (RM)		伴教授モデル (25%削減へ改訂)	
		(WG)	(TF)参考	(WG)	(TF)			なりゆき	促進	技術固定	促進
GDP(実質)	%	▲ 6.0	▲ 3.2	▲ 3.2	▲ 3.1	▲ 5.6	▲ 6.7	▲ 0.4	0.4	▲ 0.3	0.2
雇員報酬(実質)	%	▲ 8.5	▲ 11.2	▲ 12.5	▲ 11.4	▲ 19.5	—	▲ 0.3	0.7	▲ 0.4	0.6
可処分所得(実質)	%	▲ 9.1	▲ 3.4	▲ 4.5	▲ 4.5	▲ 15.9	—	▲ 0.4	▲ 0.1	▲ 0.5	▲ 0.2
家計消費(実質)	%	▲ 5.3	▲ 4.0	▲ 4.5	▲ 4.4	▲ 11.2	▲ 8.3	▲ 0.1	▲ 0.1	▲ 0.2	▲ 0.1
民間投資(実質)	%	▲ 11.9	▲ 0.4	▲ 0.4	▲ 0.7	6.6	▲ 0.4	▲ 1.0	1.6	▲ 1.2	1.3
輸出(実質)	%	▲ 6.6	▲ 2.3	▲ 6.8	▲ 7.2	▲ 12.4	▲ 38.3	▲ 3.2	▲ 1.1	▲ 3.8	▲ 1.8
輸入(実質)	%	▲ 5.8	▲ 4.0	▲ 3.8	▲ 4.9	▲ 14.2	▲ 44.3	▲ 3.3	▲ 1.2	▲ 4.0	▲ 1.8
生産(製造業)	%	▲ 7.5	▲ 3.1	▲ 4.6	▲ 5.9	▲ 12.1	▲ 8.4	▲ 1.6	1.5	▲ 1.9	1.2
生産(エネルギー消費産業)	%	▲ 8.7	▲ 8.0	▲ 7.7	▲ 8.4	▲ 22.3	▲ 11.9	▲ 3.2	0.9	▲ 3.9	0.3
生産(資本財製造業)	%	▲ 8.9	0.5	▲ 3.1	▲ 4.9	6.5	▲ 0.4	▲ 0.9	1.4	▲ 1.1	1.2
消費者物価(価格指数)	%	29.0	5.9	5.0	—	3.5	—	0.6	5.0	0.8	5.2
電力価格(価格指数)	%	100.6	113.6	124.7	117.0	97.3	21.0	10.2	10.7	13.7	14.2
光熱費(名目)	%	65.7	93.2	81.0	69.0	71.7	—	9.5	10.1	12.8	13.3
ガソリン代(名目)	%	—	174.0	—	52.6	105.3	212.6	7.1	12.6	8.9	11.7
最終エネルギー消費(J)	%	▲ 10.3	▲ 8.6	▲ 22.2	▲ 17.6	▲ 26.1	▲ 15.8	▲ 15.7	▲ 21.6	▲ 24.1	▲ 25.0
民生家庭エネルギー消費(J)	%	▲ 22.1	▲ 16.3	▲ 17.6	▲ 15.9	▲ 11.9	▲ 8.3	▲ 5.8	▲ 6.8	▲ 7.3	▲ 8.2
電力需要(kWh)	%	▲ 6.5	▲ 9.8	▲ 18.3	▲ 19.9	▲ 12.5	▲ 21.0	▲ 10.7	▲ 8.6	▲ 13.2	▲ 11.0
雇員数(人数)	%	—	—	—	—	▲ 4.4	—	▲ 0.1	0.4	▲ 0.2	0.4
一人あたり労働時間	%	—	—	▲ 1.5	▲ 1.7	▲ 12.0	—	—	—	—	—
失業率	%	—	—	—	—	1.9	—	—	—	—	—
限界削減費用(実質)	万円	6.1	5.2	8.2	6.3	8.8	14.0	5.6	5.2	7.2	6.8

(WG)は第6回中期目標検討委員会(2009年3月27日)資料「経済・社会への影響の分析結果(一般均衡・マクロモデルによる)」、(TF)はタスクフォース会合中間とりまとめ(2009年12月11日)(KEOモデルでは両推計は同一)、RITE-DEARSは本間・秋元(2010)「各国の温暖化中期目標によるCO2削減の国際産業連関を考慮した経済への影響分析」。(RM)は(環境省)地球温暖化対策に係る中長期ロードマップ検討会の第5回全体検討会(2010年3月26日)、衆議院環境委員会(2010年4月27日)資料による大阪大学伴教授の試算値(ただし90年比25%削減とされているが、21%程の削減に留まっている)。概念差もあるため詳細は各資料を参照のこと。

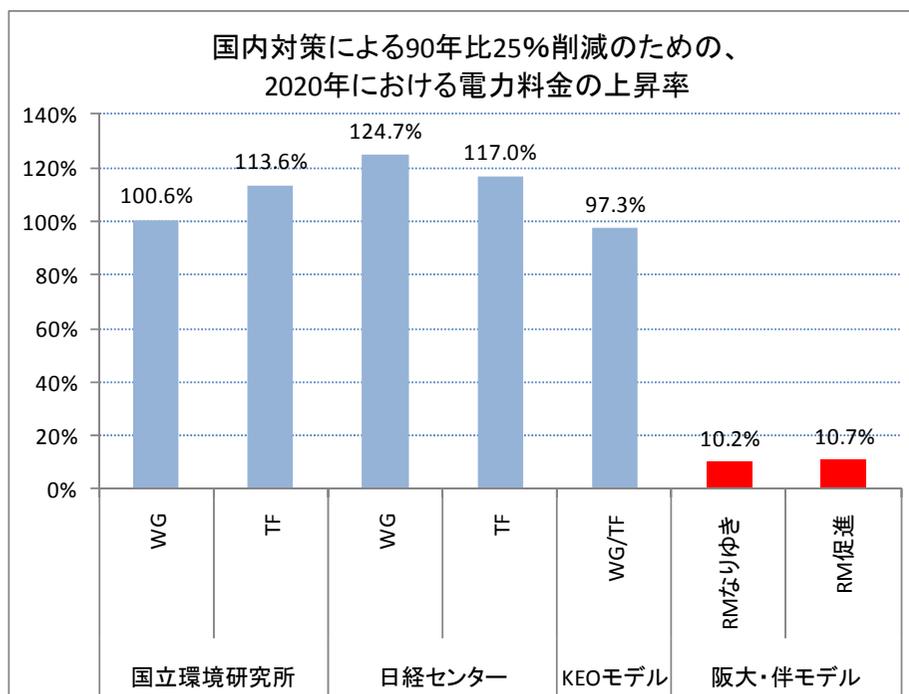
単位:限界削減費用は万円/t-CO2(日経センターCGE(TF)のみ2005年価格)。それ以外は、すべてレファレンス・ケース(努力継続(90年比4%増))からの乖離率(%)。

# 90年比 25%時の電力価格

## - モデル間比較

### ➤ 電力価格にバラツキ

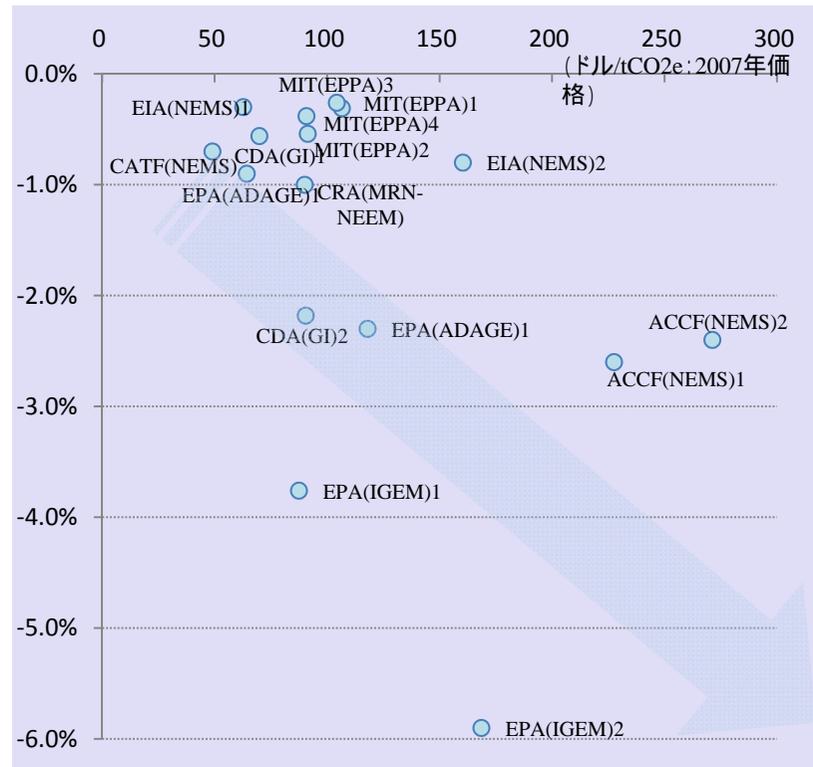
➤ 省エネを促すエネルギー価格上昇のためには、炭素排出に対して価格付け（炭素税や排出量取引の均衡価格）＝限界削減費用の上昇が必要。中期目標を評価した経済モデルでは、限界削減費用は同等でも、電力など二次エネルギー価格では大きなギャップが存在（それでも90年比▲25%をモデル上では実現？）。



# 炭素価格とGDPロス

## - 米国での経済モデル分析

### ➤ 炭素排出価格と実質GDPに与える影響の評価



Buckley, Bryan and Sergey Mityakov (2009) "The Cost of Climate Regulation for American Households," The Marshall Institute.のサーベイに基づいて作成。年次は2030年。

( )ここでのボトムラインは、米国においても温暖化対策は総合的には経済に対してマイナスの影響を与えるということ。そして、150ドル/tCO<sub>2</sub>といった麻生政権の中期目標と同等のレベルでも、実質GDPへのインパクトは1.0%を下回るものから、最大で6.0%ものGDPロス。25%削減では、5-8万円/tCO<sub>2</sub>というような限界削減費用であり、X軸の想定にすら入っていない。

# 産業別生産 — KEOモデル

選択肢③(90年比▲7%:限界  
削減費用1.8万円)

と  
選択肢⑥(90年比▲15%:限  
界削減費用8.8万円)の産業別  
生産縮小

マクロでは数%でも産業別生産や、そして  
雇用にはきわめて大きな影響を与える。  
慎重に政策の影響を見極めなければなら  
ない。



( ) 選択肢⑥では、36産業のうち31の産業では5%以上の生産縮小となり、19の産業における生産は15%以上下落。とくに、鉱業、石炭・石油製品、紙・パルプ、窯業・土石、化学などの産業では20%から30%もの生産の縮小を余儀なくされている。資本財を生産する一般機械や、輸入の拡大などによる商業においてはわずかな拡大はあるが、影響は甚大。(なお、ここでは投資拡大やその生産誘発などの効果はすでに含まれていることに注意)

# 米国における産業別影響

米国での新古典派的動学的最適化多部門一般均衡モデルによる評価でも、わずか35ドル/tCO<sub>2</sub>の炭素排出価格でも産業別生産には大きな影響。

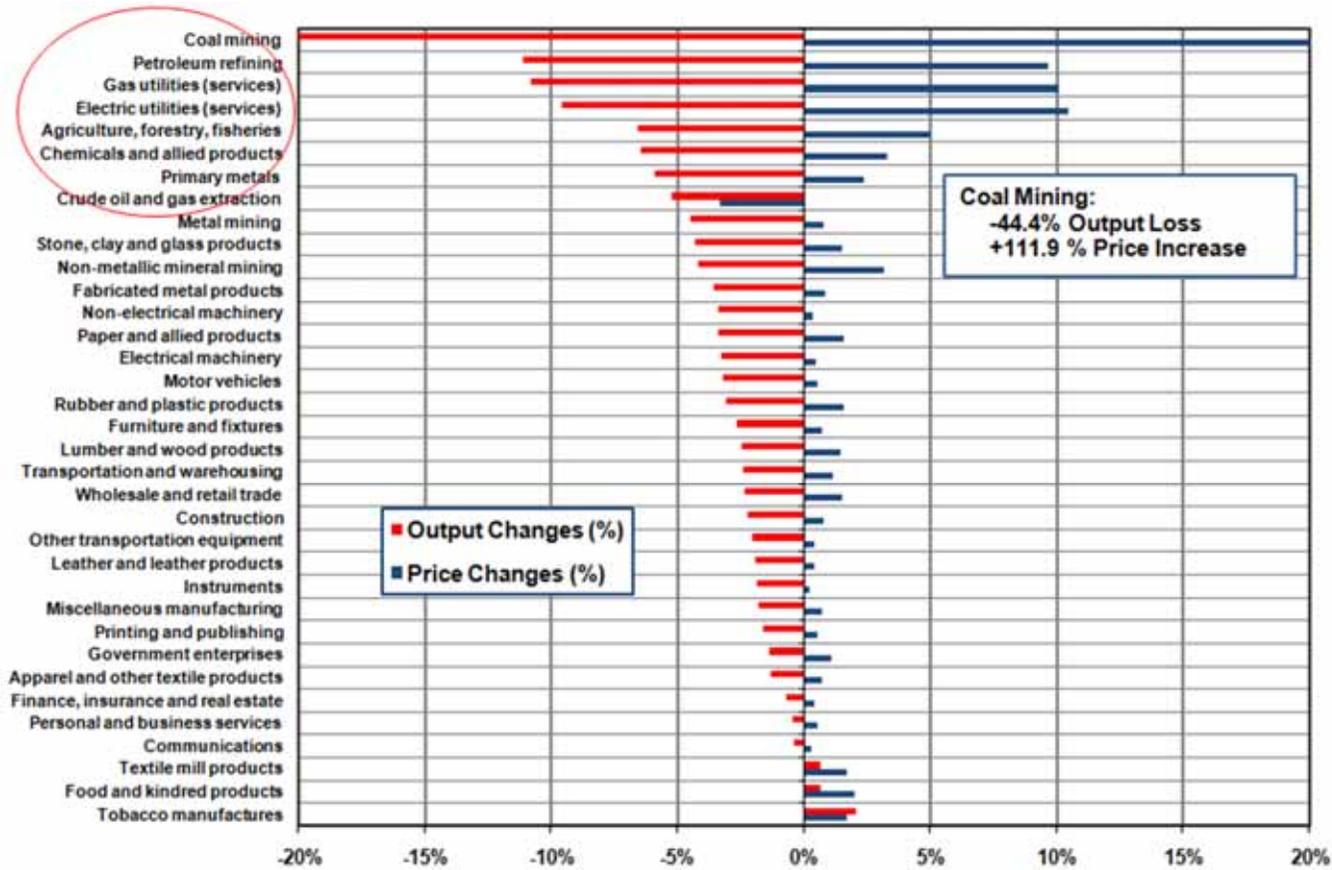


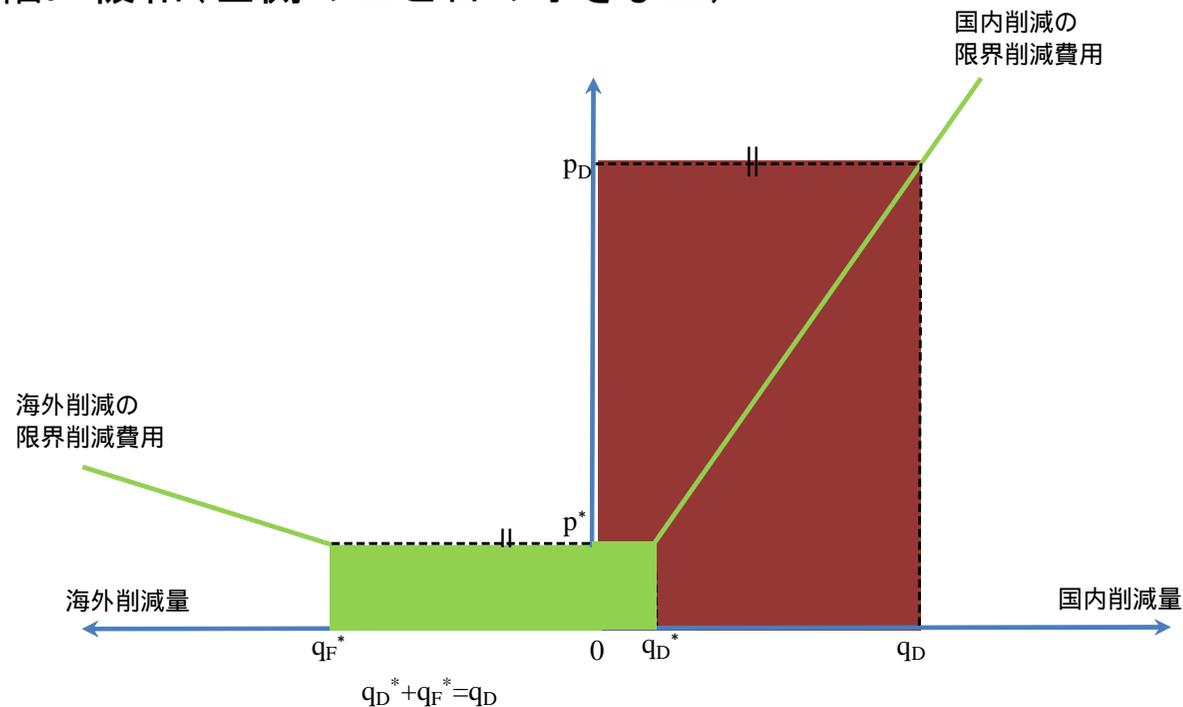
Figure 7. Impacts on Domestic Prices and Production, 2030  
203 GtCO<sub>2</sub>-e with Unlimited Domestic Offsets

ここではわずかに35\$/tCO<sub>2</sub>e程度の価格を想定し、実質GDPでは2.0%弱ほど減少するケースにおける産業別影響。石炭鉱業、石油精製、ガス業の減少幅は10%を超え、電力業、農林水産業、化学製品、一次金属などでは5%を超える減少を余儀なくされている。

( ) Jorgenson, Dale W. (2009) "The Economic Approach to Energy and Climate Policy," presented to the Governing Board of the National Research Council, August.

# 海外クレジット利用による負担軽減

➤国内対策に必要な費用負担(右側の大きな△)は、海外クレジットの利用によって大幅に緩和(左側の△と右の小さな△)



限界先減費用曲線の傾きの違い(日本の過去の努力)があるからこそ、世界全体の削減量を減らす際には、海外クレジット利用によって負担額をもっとも減らすことができる。

# 海外オフセットによるGDPロスの軽減

## ▶国内対策、オフセット(\$88, \$50, \$30)の比較(KEOモデル)

	GDP	可処分所得	家計消費	民間投資	海外クレジット購入	
					国内比率	金額
選択肢 : 2005年比 14% (90年比 7%)						
( -1) 国内対策のみ	-0.5	-3.1	-2.0	3.4	100 (100)	0.0
麻生政権の中期目標: 2005年比 15% (90年比 8%)						
(A-1) 国内対策のみ	-0.6	-3.6	-2.3	4.0	100 (100)	0.0
(A-2) 海外クレジット利用(\$88)	-0.3	-1.6	-1.2	1.9	28 (39)	0.9
(A-3) 海外クレジット利用(\$50)	-0.2	-0.8	-0.6	1.0	9 (23)	0.6
(A-4) 海外クレジット利用(\$30)	-0.1	-0.3	-0.3	0.3	0 (15)	0.4
選択肢 : 2005年比 21% (90年比 15%)						
( -1) 国内対策のみで実施	-2.1	-8.2	-5.7	7.9	100 (100)	0.0
( -2) 海外クレジット利用(\$88)	-0.4	-2.0	-1.6	2.4	17 (25)	1.7
( -3) 海外クレジット利用(\$50)	-0.2	-1.0	-0.9	1.2	6 (15)	1.1
( -3-1) (7%上限)	-0.6	-3.8	-2.5	4.2	60 (64)	0.5
( -4) 海外クレジット利用(\$30)	-0.2	-0.4	-0.4	0.4	0 (9)	0.7
選択肢 : 2005年比 30% (90年比 25%)						
( -1) 国内対策のみで実施	-5.6	-15.9	-11.2	6.6	100 (100)	0.0
( -2) 海外クレジット利用(\$88)	-0.5	-2.6	-2.2	3.1	11 (17)	2.9
( -3) 海外クレジット利用(\$50)	-0.3	-1.4	-1.2	1.6	4 (10)	1.8
( -3-1) (15%上限)	-1.3	-5.9	-4.1	6.5	47 (50)	1.0
( -3-2) (10%上限)	-2.2	-8.6	-6.0	8.3	64 (66)	0.7
( -3-3) (5%上限)	-3.6	-12.0	-8.4	8.3	82 (83)	0.3
( -4) 海外クレジット利用(\$30)	-0.2	-0.7	-0.6	0.7	0 (6)	1.1

単位: GDP、可処分所得、家計消費、民間投資はすべて実質値による、選択肢 からの乖離率(%)。

「海外クレジット利用(\$88)」ケースは、先進国全体で25%削減する際の限界削減費用のRITE試算値(\$88)より。

「海外クレジット利用(\$50)」ケースは、地球温暖化問題に関するタスクフォース会合における想定値。

「海外クレジット利用(\$30)」ケースは、perfect global carbon marketを想定したときの、EU試算値(€22)より。

\$30ほどの国内対策は選択肢 にほぼ相応するため、同ケースからの乖離としてはほぼ海外クレジット購入による。

( )内はKEOモデルの基準ケースから算定した国内削減比率。海外クレジット購入額は一国全体の購入額(2000年価格/兆円)。

# 家計負担の軽減

## ▶国内対策、オフセット(\$88, \$50, \$30)の比較(KEOモデル)

	費用負担合計							
	国内対策のための負担分					国外対策のための負担分		
	光熱費	ガソリン代	その他	クレジット購入	その他			
選択肢 : 2005年比 14% (90年比 7%)								
( -1) 国内対策のみ	14.8	14.8	2.8	1.3	10.7	0.0	0.0	0.0
麻生政権の中期目標: 2005年比 15% (90年比 8%)								
(A-1) 国内対策のみ	17.2	17.2	3.3	1.5	12.4	0.0	0.0	0.0
(A-2) 海外クレジット利用(\$88)	7.6	5.3	1.0	0.4	3.9	2.3	1.8	0.5
(A-3) 海外クレジット利用(\$50)	3.7	2.1	0.4	0.2	1.5	1.6	1.3	0.3
(A-4) 海外クレジット利用(\$30)	1.4	0.3	0.0	0.0	0.3	1.1	0.9	0.2
選択肢 : 2005年比 21% (90年比 15%)								
( -1) 国内対策のみで実施	39.8	39.8	7.0	3.3	29.4	0.0	0.0	0.0
( -2) 海外クレジット利用(\$88)	9.7	5.3	1.0	0.4	3.9	4.4	3.5	0.9
( -3) 海外クレジット利用(\$50)	4.9	2.1	0.4	0.2	1.5	2.8	2.3	0.6
( -3-1) (7%上限)	18.4	17.2	3.2	1.5	12.4	1.2	1.0	0.2
( -4) 海外クレジット利用(\$30)	2.1	0.3	0.0	0.0	0.3	1.8	1.5	0.4
選択肢 : 2005年比 30% (90年比 25%)								
( -1) 国内対策のみで実施	76.5	76.5	12.3	6.3	57.9	0.0	0.0	0.0
( -2) 海外クレジット利用(\$88)	12.7	5.3	1.0	0.4	3.9	7.4	5.9	1.5
( -3) 海外クレジット利用(\$50)	6.6	2.1	0.4	0.2	1.6	4.5	3.6	0.9
( -3-1) (15%上限)	28.3	25.8	4.6	2.1	19.0	2.5	2.0	0.5
( -3-2) (10%上限)	41.4	39.8	7.0	3.3	29.5	1.6	1.4	0.3
( -3-3) (5%上限)	57.7	56.9	9.6	4.7	42.6	0.8	0.7	0.1
( -3) 海外クレジット利用(\$30)	3.2	0.3	0.0	0.0	0.3	2.8	2.3	0.6

単位: 2007年時点での実質可処分所得および光熱費・ガソリン代の実績値による金額換算値(万円)。

「海外クレジット利用(\$88)」ケースは、先進国全体で25%削減する際の限界削減費用のRITE試算値(\$88)より。

「海外クレジット利用(\$50)」ケースは、地球温暖化問題に関するタスクフォース会合における想定値。

「海外クレジット利用(\$30)」ケースは、perfect global carbon marketを想定したときの、EU試算値(€2)より。

光熱費・ガソリン代・海外クレジット購入費は、実質可処分所得の内数。

# 低原発化による電力価格への影響（短期）

—短期(2012年) 日本エネルギー経済研究所(IEEJ)

## ➤再稼働が無い場合→既設火力発電所の高稼働

(日本エネルギー経済研究所、2011年6月)

### ➤ ピーク時(2012年夏)対応

- 最大電力に比して、7.8%の発電能力不足(全電力会社で不足,特に東電・関電)
- 最低限5%の予備率確保の前提では、12.4%の大幅節電が必要



(Source) IEEJ(2011)

### ➤ 年間を通じた影響(火力の極めて高い稼働が実現したとき)

- 発電単価3.7円/kWh増(家庭用18%、産業用36%上昇)
- 燃料調達費用(石炭・LNG・石油): 3.5兆円増加(対2010年度比,輸入価格不変のもとで)
- CO<sub>2</sub>: 10年度比1.3億t-CO<sub>2</sub>増加。12.6億tCO<sub>2</sub>へ(90年比18.7%増)
- 第一約束期間(2008-12年平均)でも11.5億t-CO<sub>2</sub>で、90年比+8.8%

# CO2排出制約のもとでの原発低稼働の影響（短期）

—多部門一般均衡モデルによる経済評価

## ▶ 原発稼働10%低下の経済的影響

（強制的な生産制限が無く、価格メカニズムによる調整がなされる時）

### ▶ CO2制約のないとき

- 10%低下で、電力価格の上昇などを通じて、0.09%ポイントのGDPロス。
- （生産縮小によるCO2排出減少もあるが）総合的には2190万t-CO2増加。

### ▶ CO2制約のあるとき

- 同じ排出量とするためには（国内対策では）5千円/tCO2の限界削減費用が必要
- それによってGDPロスは0.38%へと拡大。

	限界削減費用固定		CO2排出量固定	
	+10%	-10%	+10%	-10%
実質GDP	0.10	0.09	0.33	0.38
雇用者報酬	0.32	0.31	1.46	1.65
可処分所得	0.19	0.18	1.10	1.24
家計消費支出	0.23	0.22	0.84	0.97
民間設備投資	1.38	1.45	2.30	2.76
輸出	0.8	0.8	1.68	1.98
輸入	0.7	0.7	0.16	0.12
粗生産(全産業)	0.0	0.0	0.60	0.66
粗生産(製造業)	0.1	0.1	0.77	0.86
粗生産(エネ多消費産業)	0.0	0.1	1.26	1.35
粗生産(資本財製造業)	0.6	0.6	1.28	1.41
CPI	0.3	0.3	0.47	0.59
電力価格	5.5	5.5	11.14	13.09
光熱費	2.7	2.7	6.96	8.00
ガソリン代	0.1	0.1	6.18	6.94
最終エネルギー消費	0.1	0.1	1.89	1.89
民生家庭エネルギー消費	0.4	0.4	1.32	1.38
電力需要	0.2	0.2	0.97	1.04
雇用者数	0.0	0.0	0.24	0.27
一人当たり労働時間	0.0	0.0	0.70	0.79
限界削減費用			5175.2	5711.5
CO2排出量	21.4	21.9		

単位：最大導入ケースからの変化率（%）。CO2排出量は100万tCO2。限界削減費用は円/tCO2(2000年価格)。

(Source) タスクフォースにおけるKEOモデルの試算結果。

# 電源のベストミックスの見直しへ

## ▶ エネルギー政策基本法(2002年6月)

基本方針:「安定供給の確保」、「環境への適合」、およびこれらを十分考慮した上での「市場原理の活用」

## ▶ エネルギー基本計画 第二次改定(2010年6月)

### ▶ 改定への要請事項

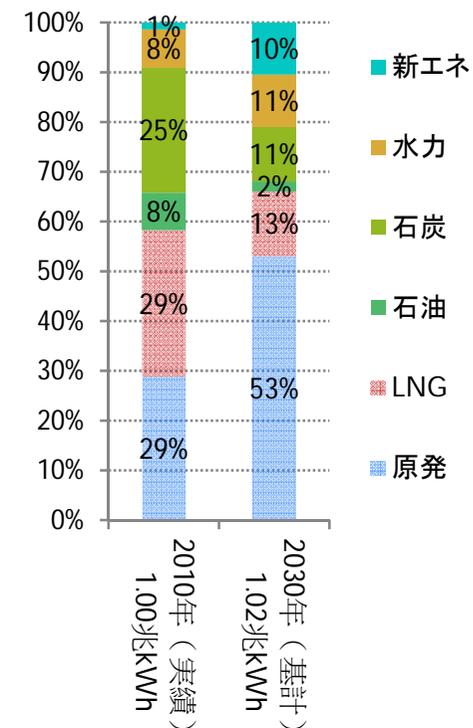
①安定供給の内外制約の深刻化(08年\$147/bbl)、②地球温暖化対策の内外からの要請(2050年に1990年比80%以上削減)、③成長の牽引役(「原子力、スマートグリッド、省エネ技術などの分野」)

### ▶ 2030年の電源別発電構成(右図)

- 原発29%から53%へ(20年9基、30年まで14基)
- 再エネ約20%、新エネ約10%(PV53GW—見通しというよりは目標)
- ゼロ・エミッション電源を約70%(CO2排出量は90年比▲30%)

## ▶ 震災後、基本計画の見直しへ

- 原発の“安全性リスク”を織り込んだ上でのベストミックスの姿の模索
- 原油価格—高位安定



( )エネルギー基本計画第二次改定(2010年)による2030年値および2010年の実績値。

# 世界で低原発化したときの見通し

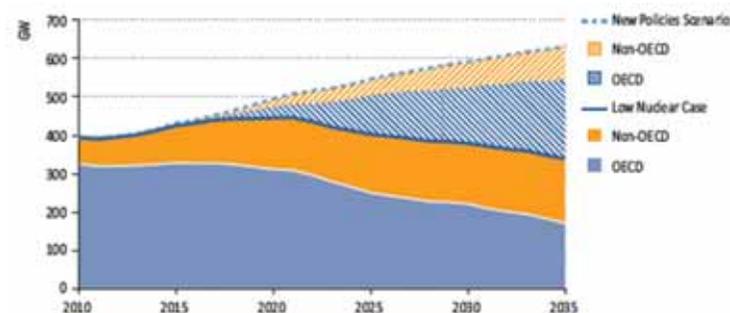
-Low Nuclear Case (World Energy Outlook 2011)

## ➤前提

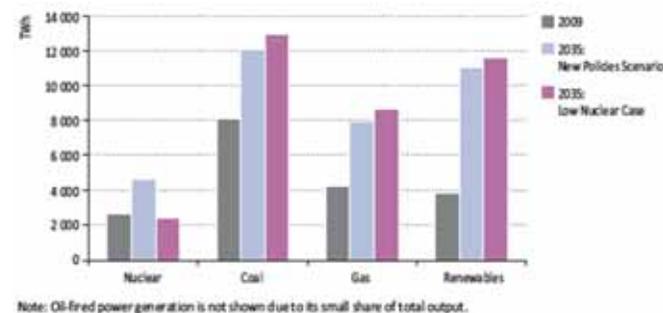
- OECD – 新規建設なし
- Non-OECD – 新規建設はNew Policies Scenarioの半分、稼働期間短縮
- 393GW(2010)から335GW(2035)へ僅かながら減少へ (NPSでは2035年に630GW)

## ➤見通し

- 火力への依存度
  - 石炭: 33%(NPS)→36%
  - ガス: 22%(NPS)→24%
  - 再エネ: 31%(NPS) →32%
- 価格: 石炭約2%、約4-6%
- CO<sub>2</sub>: 0.9GtCO<sub>2</sub>増 (36.4Gt→37.5Gt)
- エネ安全保障上のリスク増、温暖化対策をより困難に、より高価に



(Source) IEA, World Energy Outlook 2011



Note: Oil-fired power generation is not shown due to its small share of total output.

# 日本の低原発・脱原発の経済的影響（長期）

—CO2制約のないとき

➤長期（2030年）の低原発シナリオは、CO2制約の無いときに限り、影響は軽微  
—基本計画では原発は総発電量の53%、設備容量68GW

➤石油火力への代替によれば、影響は軽微  
(RITE 秋元他、2011年)

- 30.8GW (総設備容量の20%, 稼働年数40年, 稼働率70%)  
→発電単価0.2円/kWh増(1.8億tCO2増)(GDPロス▲0.3%)
- 15.4GW (総設備容量の10%, 稼働年数40年, 稼働率70%)  
→発電単価0.3円/kWh増(2.0億tCO2増)(GDPロス▲0.3%)
- 脱原発<sup>(\*)</sup> →発電単価0.0円/kWh増(2.7億tCO2増)(GDPロス▲0.4%)

➤脱原発シナリオでは、機会費用の考慮が必要

➤脱原発においては、稼働のための安全対策費用が必要ないが、稼働可能原発の機会費用を考慮する必要あり。簿価でも2011年3月末に5.6兆円(9電+原電)の資産があり、減価償却が必要。資本サービス価値としては年間1.5-2.0兆円ほどか(▲0.3-0.4%ほどの負担)。よって脱原発シナリオ<sup>(\*)</sup>の2030年によるGDPロスは、(CO2制約のないとき)石炭火力への代替によっても1%弱のマクロ経済への影響か。

# 日本の低原発・脱原発の経済的影響（長期）

—CO2制約のあるとき

➤長期（2030年）でも、CO2制約があれば、影響は甚大

—基本計画ではCO2排出量は2030年で90年比▲30%程（07年比▲40%程）

➤（CO2排出抑制をある程度考慮して）LNG火力への代替（および20GWのPV）によれば、  
（電力中央研究所高橋・永田、2011年）

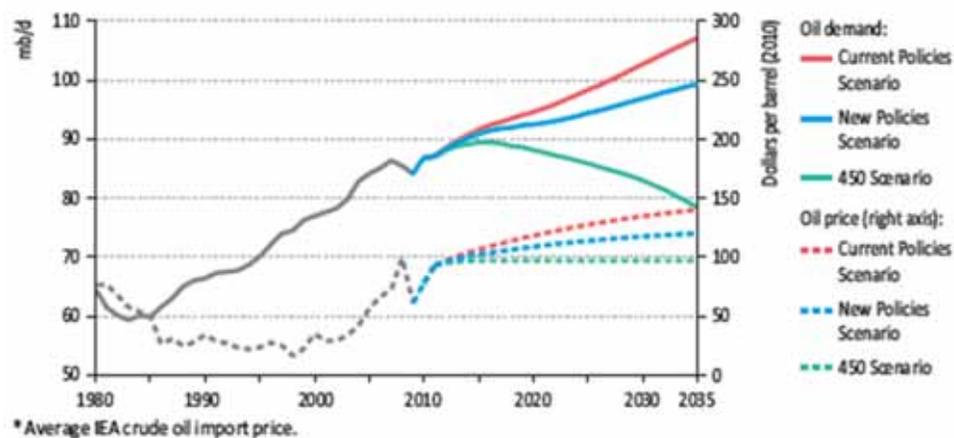
- 19GW（新設・建替中止）→発電単価1.85円/kWh増（電気料金10%増）、LNG火力50%・LNG消費量8千万トン（2010年度の）約2倍。

➤2030年で90年比▲20%でも、低原発・脱原発による追加的GDPロスは▲6.8-10.4%と甚大。  
（RITE 秋元他、2011年）

- 68GW（基本計画） → ▲3.4%
- 30.8GW（総設備容量の20%、稼働年数40年、稼働率70%） → ▲10.2%
- 15.4GW（総設備容量の10% 稼働年数40年、稼働率70%） → ▲11.5%
- 脱原発（再稼働なし） → ▲13.8%

## 世界の原油需要と価格の見通し

- 途上国の需要拡大を受けて予測される原油価格の高値安定
  - 原油需要: 2010年の86.7mb/d (うちNon-OECDは37.6)から、
    - Current Policies Scenario—107.1mb/d (59.3) & \$140/bbl
    - New Policies Scenario—99.4mb/d (54.5) & \$120/bbl
    - 450 Scenario—78.3mb/d & below (44.2) & \$100/bbl



(Source) IEA, World Energy Outlook 2011

## まとめ

### ▶地球温暖化対策

- ・ 一国内だけの高い炭素価格は成長力を大幅に減ずる(中期目標90年比▲25%ではGDP▲5-6%)。
- ・ 国際的に調和のとれた目標へ修正すれば成長への影響は限定的(90年比▲8%で ▲0.6%)
- ・ 海外での削減と組み合わせることで経済的負担はさらに低下(▲0.6%→▲0.3%)。

### ▶原発依存低下による成長力への影響

#### ▶短期

##### ▶再稼働がなければ、経済成長への影響は大きい

- ・ 地域別の違いや不確実性は多いが、一国GDPへの影響は▲1.0-1.2%程か
- ・ 国内対策でのCO2削減をおこなうと▲2.5-3.5%(海外クレジット購入では追加負担軽微)。
- ・ 原発の安全性リスクを個別に評価し、再稼働を検討するきめ細かい分析が必要

#### ▶長期の低原発化

- ・ 除却に伴う(設備年齢40年など)火力転換では、CO2制約を考慮しなければ(石炭火力では)、潜在成長力への影響は限定的(▲0.3-0.4%ほど)
- ・ 天然ガス(および新エネ)シフトでは、影響は増大(▲1-2%)。(要分析)
- ・ さらに国内温暖化対策を伴うと(90年比▲20%)、原発推進時に比して、▲7-10%と甚大。
- ・ エネルギー安全保障リスク増大。原油・LNG価格への依存高。貿易収支赤字の固定化。

#### ▶長期の脱原発

- ・ 強制廃炉による脱原発では、上記に加えて、潜在成長率への影響は増大( ▲0.3-0.4%ポイントほどの追加負担)。

### ▶経済成長の視点から、エネルギー・環境制約への提案を

- ▶①国際的に調和のある温暖化対策の目標、②原発の安全性リスクを織り込み取捨選択・再稼働スケジュール構築、③現実的な再エネ目標(早期の過度の投資抑制)、④コストと安全保障上の考慮から石炭・LNG火力の配分(十分な予備率確保)、⑤火力による排出増加分は海外クレジット利用。