

日本の中期目標 25%削減の 経済・産業への影響

大阪大学 伴 金美
ロードマップ小委員会
2010年7月15日

環境大臣試案(3月31日)以降の検討状況

1. 森林吸収による寄与分を除いて▲25%とした分析
 - ✓ 3月26日試算では、森林吸収による寄与分を含めて▲25%としていた。
2. モデル構造の違いによる影響の評価
 - ✓ 他の前提条件を同一とし、Forward Lookingか否か、技術促進ケースか否か、などの構造の違いによる試算結果の差異を明示。
3. シナリオの感応度に関する分析
 - ✓ 割引率、再生可能エネルギーの価格・設置可能面積、家計の嗜好、代替弾力性といったパラメータの違いによる結果の変化を把握。

経済社会への影響評価

モデル名		KEOモデル	日経モデル	国環研モデル	伴モデル	伴モデル
モデルタイプ		計量経済モデル	CGEモデル	CGEモデル	CGEモデル	CGEモデル
動学タイプ		Recursive Dynamic	Recursive Dynamic	Recursive Dynamic	Intertemporal Dynamic	Intertemporal Dynamic
二酸化炭素排出量		エネルギー起源	エネルギー起源	エネルギー起源	エネルギー・工業プロセス・廃棄物起源	エネルギー・工業プロセス・廃棄物起源
CO2削減	%	▲25.0	▲25.0	▲25.0	▲25.0	▲15.0
GDP（実質）	%	▲5.6	▲3.1	▲3.2	0.2	0.4
GDPデフレーター	%	-	-	-	3.8	2.9
雇用者報酬（実質）	%	▲19.5	▲11.4	▲11.2	0.6	0.6
可処分所得（実質）	%	▲15.9	▲4.5	▲3.4	▲0.2	0.0
可処分所得（実質）伸率	%	6	9.3	12.7	17.0	17.3
家計消費支出（実質）	%	▲11.2	▲4.4	▲4.0	▲0.1	▲0.0
民間設備投資（実質）	%	6.6	▲0.7	▲.4	1.3	1.5
輸出（実質）	%	▲12.4	▲7.2	▲2.3	▲1.8	▲0.7
輸入（実質）	%	▲14.2	▲4.9	▲4.0	▲1.8	▲0.7
粗生産（全産業）	%	▲10.7	▲4.1	▲3.2	0.2	0.6
粗生産（製造業）	%	▲12.1	▲4.1	▲3.1	1.2	1.4
粗生産（エネ多消費産業）	%	▲22.3	▲8.4	▲8.0	0.3	1.0
粗生産（資本財製造業）	%	6.5	▲4.9	0.5	1.2	1.3
CPI	%	3.5	-	5.9	5.2	3.9
電力価格	%	97.3	117	113.6	14.2	7.0
光熱費	%	71.7	69	93.2	13.3	6.6
ガソリン代	%	105.3	52.6	174	11.7	7.2
最終エネルギー消費	%	▲26.1	▲17.6	▲8.6	▲25.0	▲16.0
民生家庭エネルギー消費	%	▲11.9	▲15.9	▲16.3	▲8.2	▲5.1
再生エネルギー比率	%	-	10.2	13.9	14.0	12.0
電力需要	%	▲12.5	▲19.9	▲9.8	▲11.0	▲6.4
雇用者数	%	▲4.4	-	-	0.4	0.3
一人当たり労働時間	%	▲12.0	▲1.7	-	-	-
失業率	%	1.9	-	-	-	-
利子率	%	▲0.5	▲1.3	▲0.7	5（固定）	5（固定）
割引率	%	-	-	-	5（固定）	5（固定）
為替レート	%	117.4円	▲4.3	110.5	▲4.0	▲3.0
限界削減費用	円	87,667	63,180	52,438	68,227	36,920

二酸化炭素削減評価モデルの構造

技術モデル

入力 GDP、人口、エネルギー価格
活動量(粗鋼生産、貨物輸送量)
技術コスト

出力 エネルギー需要
CO2排出量、限界削減費用

経済モデル

入力 CO2排出量、限界削減費用

出力 GDP、消費、投資、輸出入
産業生産量、所得、価格

フィードバックがない

変遷する政府のエネルギー需給見通し

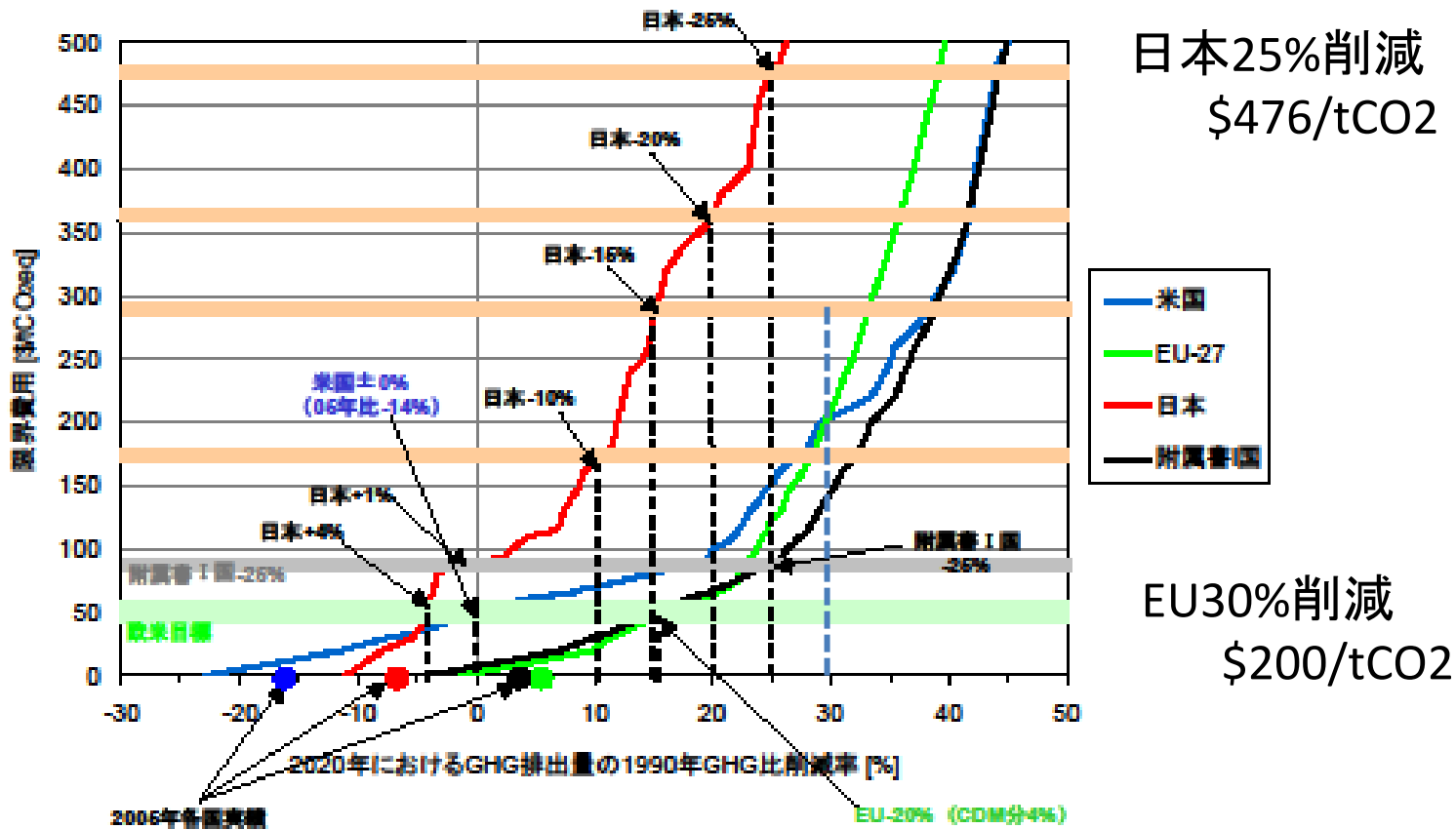
マクロフレームとの分離

		長期エネルギー需給見通し 平成20年5月			長期エネルギー需給見通し 努力継続 平成21年8月			2030年エネルギー需給の姿 最大導入 平成22年6月		
		2007	2020	2030	2007	2,020	2030	2007	2020	2030
マクロフレーム	GDP	549	722	814	549	656	739	549		732
	CO2	1,218	1,026	897	1,218	981	840	1,218		730
	Steel	121,511	11,966	11,925	121,511	11,966	11,925	121,511		11,925
エネルギー供給 ktoe	Oil	262	227	201	262	208	185	262		159
	Gas	105	79	73	105	89	71	105		81
	Coal	130	110	95	130	107	92	130		88
	Nuclear	60	99	99	60	99	107	60		122
	Renewable	35	56	59	35	50	60	35		67
	Total	592	571	527	592	553	515	592		517
電力 億kWh	Oil	1,356	560	389	1,356	485	363	1,356		205
	Gas	2,822	2,013	1,463	2,822	2,311	1,371	2,822		1,357
	Coal	2,605	2,006	1,481	2,605	1,905	1,346	2,605		1,131
	Nuclear	2,638	4,374	4,374	2,638	4,345	4,695	2,638		5,366
	Renewable	884	1,096	1,201	884	1,414	1,871	884		2,140
	Total	10,305	10,049	8,908	10,305	10,460	9,646	10,305		10,199
GDP成長率			2.1%	1.7%		1.4%	1.3%			1.3%
エネルギー供給/GDP			-2.4%	-2.2%		-1.9%	-1.9%			-1.8%
CO2/エネルギー供給			-1.0%	-0.8%		-1.1%	-1.0%			-1.6%
CO2増加率			-1.3%	-1.3%		-1.7%	-1.6%			-2.2%

平成20年から平成21年にかけて、エネルギー需給見通しがマクロ経済の動向と切り離されて試算されるようになった。

高すぎる限界削減費用の試算

RITE世界モデルによる 日米欧の限界削減費用



タスクフォース(平成21年11月29日)参考資料2-2

EU委員会の試算

Energy-related costs and CO2 emissions by The PRIMES model

Table 7: Comparison of policy scenarios and its drivers

EU 27 results for 2020	<i>Reference</i>	<i>30% with flexibility (25% internal)</i>	<i>30% internal</i>
Carbon Value ETS (€/tCO ₂)	16.5	30	55
Carbon Value non-ETS (€/tCO ₂)	4	30	55
Renewable energy value average (€/MWh)	50	50	50
Renewable energy share in gross final energy demand	20.0%	20.7%	21.4%
Gross energy consumption (Gtoe)	1.78	1.72	1.67
% change gross energy consumption compared to reference scenario		-3.5%	-6.5%
Import dependence energy demand (in %)	56.9%	56.2%	56.0%

Source: PRIMES

EU Commission, Analysis of options to move beyond 20% greenhouse gas emission reductions and assessing the risk of carbon leakage: Background information and analysis, May 2010.

技術モデルの限界削減費用が高い理由 投資回収年数の想定は適切か

積み上げ技術費用の積算式

設備費／投資回収年数＋年間運転・維持費用＋年間燃料費

投資回収年数(投資家としての主観的数値)

	投資回収年数
発電部門	10～6.7年
その他エネルギー転換部門	7～4.7年
エネルギー多消費産業	10～6.7年
運輸部門	5～3.3年
運輸部門(環境配慮型購買層)	10年
民生部門	3～2年

例: 2020年における太陽光発電の限界削減費用\$300～\$400/tCO₂

秋元圭吾、RITEのモデル分析および中期目標に対する論点とその見解、2010年7月7日、環境経済モデル研究会、日経センター

ベースラインシナリオ

平成22年3月26日ロードマップ全体検討会提出資料と同じ

項目	想定
排出量(エネルギー起源、工業プロセス、廃棄物)の想定 「長期需給見通し」努力ケース	2020排出量1990年比 Δ 4%
マクロ経済・エネルギーフレーム	
労働力人口伸び率	年率 Δ 0.3%
労働技術進歩率	年率1.5%
均衡成長率	年率1.2%
GDP当たり一次エネルギー供給改善率(TPE/GDP)	年率1.1%
エネルギー当たり二酸化炭素排出量改善率(CO2/TPE)	年率0.5%
実質利子率(=割引率)	年率5%
資本減耗率	年率8%
自然エネルギー(太陽光・風力)2020年	
発電電力量	336億kWh
設置費用の低減	年率4%
設置領域の拡大	年率15%

3/26資料の
表現変更

ベースラインケース

	基準シナリオ		新成長戦略	二酸化炭素排出量
	2005年価格兆円	2000年価格兆円	2000年価格兆円	百万トン
2005	506	537	537	1286
2006	511	543	548	1300
2007	517	549	561	1315
2008	523	554	554	1330
2009	529	561	525	1315
2010	535	568	536	1303
2011	541	574	546	1291
2012	548	581	557	1282
2013	555	589	568	1272
2014	562	596	580	1262
2015	569	603	591	1252
2016	576	611	603	1243
2017	583	618	615	1233
2018	590	626	628	1224
2019	597	634	640	1214
2020	605	642	653	1205

代替シナリオ

削減率を除き3月26日提出資料と同じ

項目	25%削減	15%削減
技術固定ケース(2011年からの想定値)		
自然エネルギー発電量	557億kWh	335億kWh
イノベーション促進ケース(2011年からの想定値)		
自然エネルギー発電量	1,347億kWh	801億kWh
自然エネルギー固定買取制度	原価の50%	原価の50%
設置費用の低減	年率8%	年率6%
設置可能領域の積極的拡大(公共・大規模施設屋上開放)	年率32.5%	年率25%
低炭素型消費財への嗜好の変化	スライド#15	25%削減シナリオの半分

モデルの構造と影響評価

2020年二酸化炭素排出量を1990年比25%削減

2020年試算値

シナリオ	変数	Forward Looking	Recursive Dynamic
なりゆき ケース	実質GDP	▲3.3兆円 ▲0.55%	▲6.3兆円 ▲1.04%
	就業者	▲10万人 ▲0.15%	▲53万人 ▲0.83%
技術促進 ケース	実質GDP	1.7兆円 0.28%	▲3.8兆円 ▲0.63%
	就業者	25万人 0.39%	▲13万人 ▲0.20%

1. 4組の試算は、同一データ、同一パラメータで行われている。
2. 3月26日ロードマップ全体検討会で25%削減がプラスの効果を持つのは【Forward Looking＋技術促進ケース】である。

Forward Looking型モデル

1. Forward Looking(Intertemporal Optimization) model

- ✓ 貯蓄・投資は、計画期間(2005年～2020年)の効用が二酸化炭素排出制約下で最大となるように内生的に決まる。
- ✓ 投資は、投資費用が将来得られる利益を上回るとき実施される。
- ✓ したがって、投資が利益をもたらすと判断されれば、消費を減らしてでも投資を実行する。

2. Recursive dynamic (Backward Looking) model

- ✓ 貯蓄率は外生的、あるいは過去の経済に依存して決まる。
- ✓ 家計や企業は将来の予測を持たず、1年限りの視野で動く。
- ✓ 投資が増加するには、当期の所得が増加することが必要。

技術促進シナリオ

1. 新エネルギー(太陽光、風力)促進

- ✓ 全量買取制度
- ✓ 設置領域の拡大策
- ✓ 設置費用の低減

2. 嗜好の変化

- ✓ 省エネ型財・サービスへの支出シェアの上昇

低炭素型消費財への嗜好 θ_{it} 変化

支出関数 $e = \left(\sum_{i=1}^n \theta_{it} p_i^{1-\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} y$ 需要関数 $c_i = -\frac{\partial e}{\partial p_i} y = (1-\sigma)\theta_{it} \left(\frac{p_i}{p} \right)^{-\sigma} y$

θ_{it} の変化

e : 支出

y : 所得

p_i : i 財の価格

$$p = \left(\sum_{i=1}^n \theta_{it} p_i^{1-\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

θ_{it} : 支出パラメータ

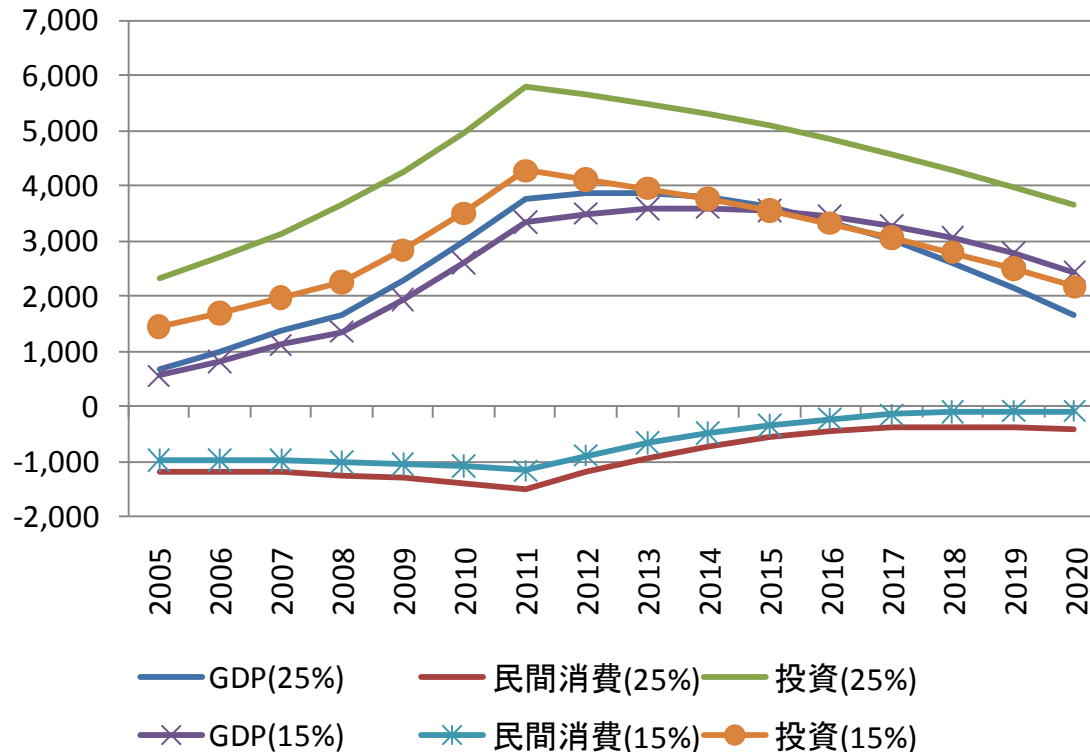
$\sigma = 0.5$: 代替弾力性

財分類	2005年	2020年	財分類	2005年	2020年
農林水産業	0.0208	0.0199	その他製造業	0.0249	0.0238
石炭	0.0000	0.0000	建設	0.2008	0.2229
原油	0.0000	0.0000	電力	0.0151	0.0144
天然ガス	0.0000	0.0000	ガス・熱供給	0.0044	0.0042
食料品・飲料	0.1484	0.1419	水道	0.0063	0.0060
繊維製品	0.0281	0.0269	廃棄物処理	0.0008	0.0008
パルプ・紙・木製品	0.0047	0.0045	卸売・小売	0.0025	0.0024
化学製品	0.0191	0.0182	金融・保健	0.0410	0.0392
ガソリン・軽油	0.0215	0.0205	鉄道輸送	0.0136	0.0130
灯油	0.0052	0.0050	道路輸送	0.0142	0.0136
LPG	0.0035	0.0033	自家輸送	0.0000	0.0000
その他石油製品	0.0006	0.0006	水運	0.0004	0.0004
石炭製品	0.0000	0.0000	航空輸送	0.0071	0.0068
プラスチック・ゴム	0.0052	0.0050	その他輸送サービス	0.0067	0.0064
窯業・土石	0.0015	0.0014	通信・放送・情報サービス	0.0433	0.0414
鉄鋼	0.0000	0.0000	教育・研究	0.0263	0.0252
非鉄金属・金属製品	0.0026	0.0025	医療・保健・福祉	0.0440	0.0421
一般機械	0.0006	0.0006	対事業所サービス	0.0159	0.0152
電気機械	0.0493	0.0548	対個人サービス	0.1844	0.1763
輸送機械	0.0345	0.0383	政府サービス	0.0027	0.0026

GDP、消費、投資への影響

技術促進ケース

Baselineからの乖離2005年価格10億円



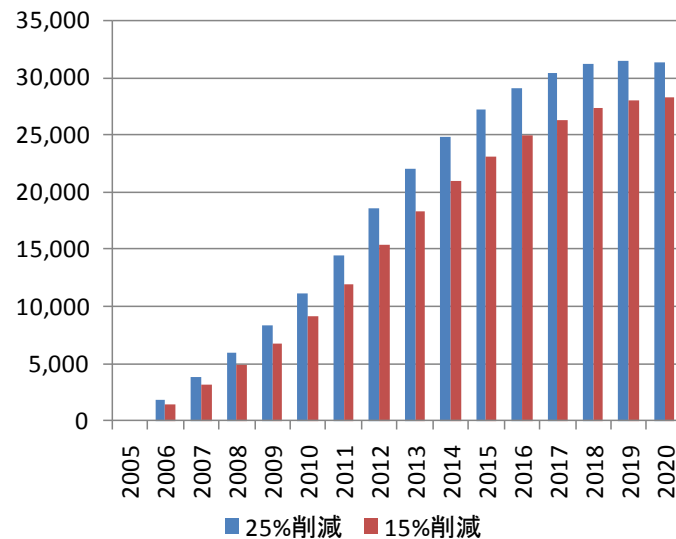
1. 消費が抑えられ、投資が拡大する。投資の方がGDPに対する乗数効果が大きく、所得増の結果として投資をさらに増加する。
2. 削減率を低くすれば、投資は減少する。GDPは前半で減少するが、後半では増加する。

資本と労働への影響

技術促進ケース

資本ストック

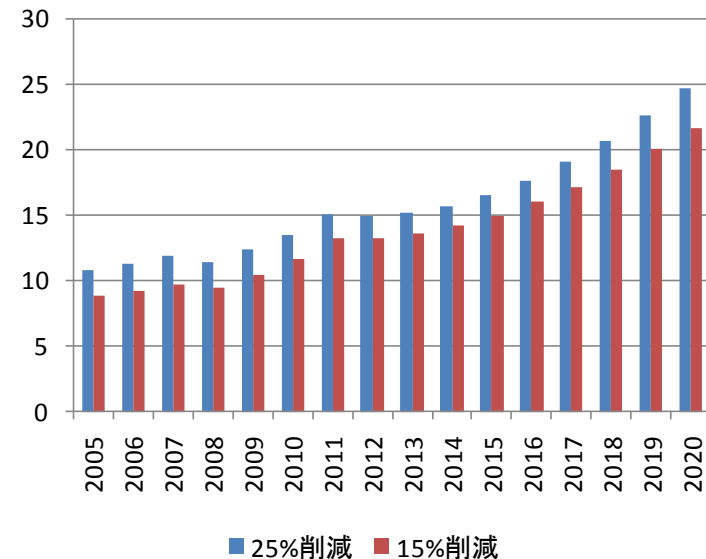
Baselineからの乖離(2005年価格10億円)



投資活動が積極的になり、2020年に資本ストックがBaselineと比較して増加する。

就業者数

Baselineからの乖離(万人)



経済活動が刺激され、2020年の就業者はBaselineと比較して増加する。

低炭素社会への移行で資本ストックと雇用が増加する。

シナリオ感応度

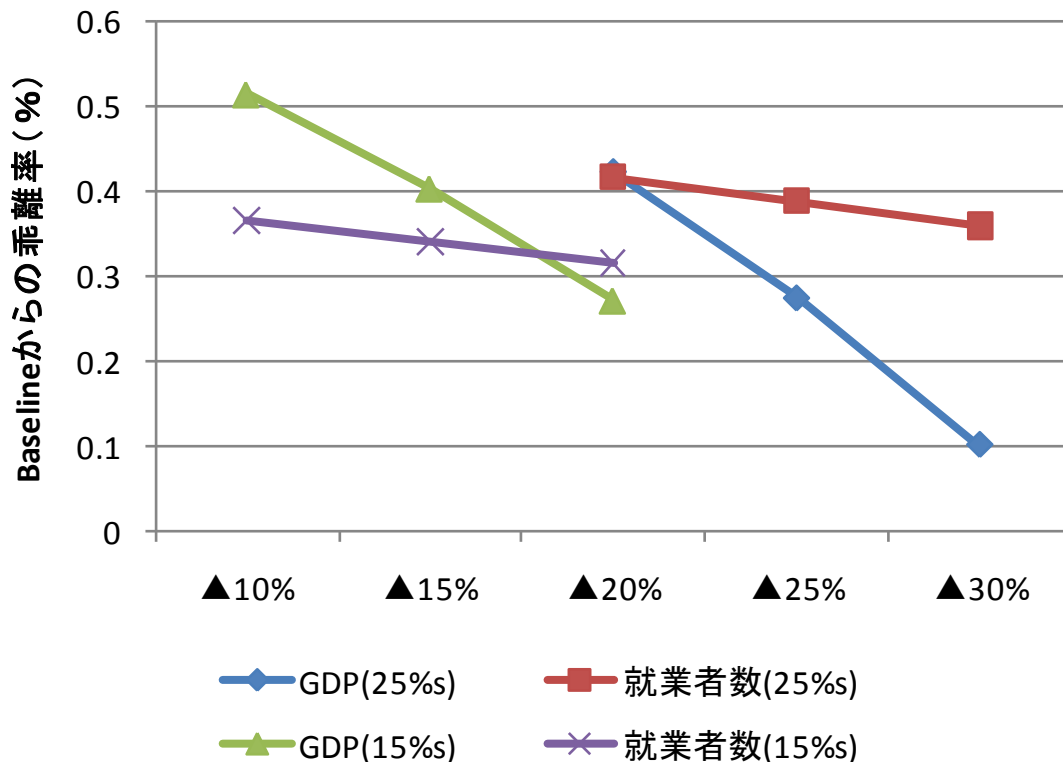
シナリオ	GDP	民間消費	政府消費	投資	就業者
	10億円	10億円	10億円	10億円	万人
25%削減・なりゆきシナリオ	-3,287	-660	-885	-1,743	-10
25%削減・技術促進シナリオ	1,659	-400	151	3,650	25
割引率:2%	3,514	-934	351	4,097	31
新エネルギー:Baseline並	1,985	-768	234	2,519	26
家計の嗜好:Baseline並	-1,165	-1,653	-151	639	14
代替弾力性:標準シナリオの2分の1	2,785	106	570	2,109	35
参考 2005年Baseline水準	505,668	280,281	91,378	120,433	6,652
2020年Baseline水準	601,344	336,518	106,466	145,165	6,367

Baselineからの乖離:2020年の試算値

家計の嗜好の変化を考慮しない場合、2020年のGDPはマイナスとなるが、途中年ではbaselineより増加していることに注意(スライド65参照)

削減率を高めればどうなる。

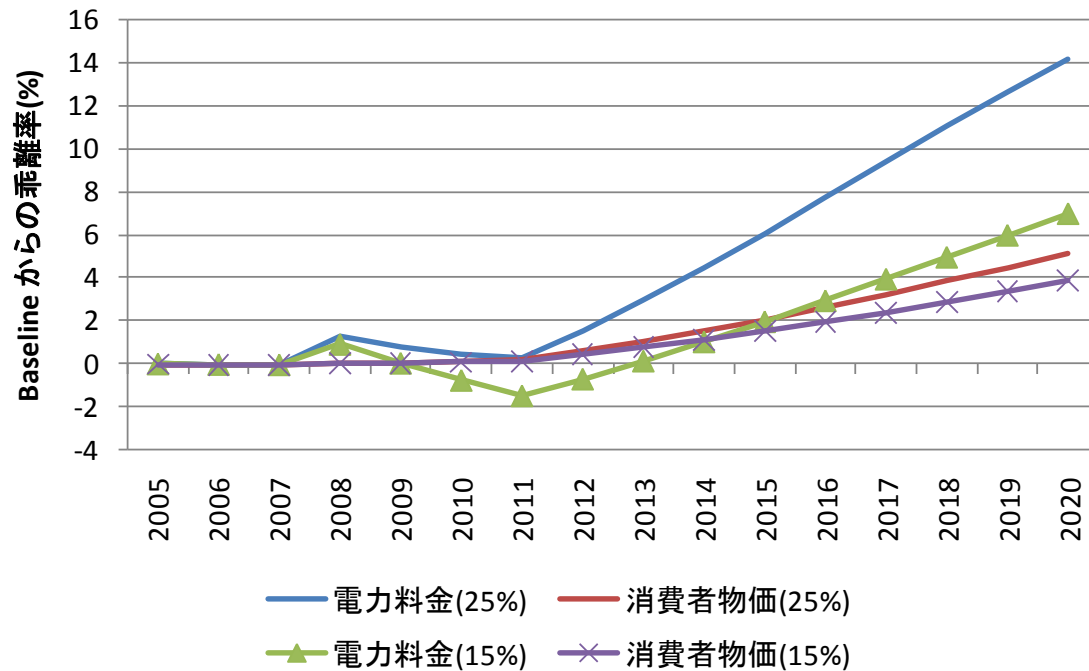
2020年におけるbaselineからの乖離率(%)



1. イノベーションを固定したまま削減率を高めれば、GDP・雇用の増加率は低くなる。
2. 高い削減目標に呼応したイノベーションが生ずれば、GDP・雇用の増加率は高くなる。
3. ベースラインからの乖離がプラスになる削減率には上限がある。

物価に対する影響

技術促進ケース



1. 排出量をグランドファザリング(無償)で配布。(または、オークション収入を当該産業に一括還付する。)
2. 帰属排出量収入(またはオークション収入の一括還付)を原資として価格を引き下げる。
3. 1と2から、限界削減費用と物価水準を切り離すことが可能。

まとめ (1)

1. 本CGEモデルの最大の特徴は、2020年までの全期間を通じて効用・利潤の最大化が実現する構造であること。タスクフォースで用いられたCGEモデルは、いずれも、1年単位で効用・利潤の最大化が前提である。また本モデルでは、イノベーションの促進等の効果を積極的に取り入れて試算しているのも特徴。
2. 本モデル及び、タスクフォースのモデルの分析結果を勘案すると、税収の温暖化対策への積極的な活用等、適切な政策の導入はGDP損失を緩和。更に、技術革新や費用低下を考慮すれば、GDPや雇用が増加するなど、経済にプラスの影響を及ぼしうる。
3. 温暖化対策のための投資費用を負担と考えるのではなく、新たな成長の柱と考えることが重要。低炭素社会構築のための投資は市場・雇用の創出につながりうることから、新たな産業や市場の創出、イノベーションの促進が進むような政策措置を講じていくことが肝要。

まとめ(2)

4. ベースラインケースと比べてGDPや雇用にプラスになるのは、Forward Looking型でかつ技術促進ケースの場合に限定されるが、経済モデルはForward Looking型Intertemporal optimizationモデルが主流。
5. もちろん、CO2の削減割合を高めれば高めるほど、経済が良くなる、という訳ではない。
6. 「国民負担」を正確に示すには、相当の困難が伴う。各種指標を見て、各自が判断するしかない。
 - ✓ 通常の経済モデルは、平均的な家計への効果・影響を分析。しかし、「平均的な家計」そのものが架空。
 - ✓ また、「家計」を適切に表現するマクロ指標が不在。国民可処分所得、家計可処分所得、雇用者所得のいずれについても、一般国民が想像する「家計」を表わしている指標とは必ずしも言えない。
 - ✓ 温暖化による経済的被害は一切考慮されていない。

参考資料

モデル概要

Forward Looking型動学モデル

Ramsey型最適成長モデル

$$\max_{C_t} \sum_{t=0}^{\infty} \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^t u(C_t)$$

$$Y_t = f(K_t, L_t)$$

$$I_t = Y_t - C_t$$

$$K_{t+1} = I_t + (1+\delta)K_t$$

$$L_t = (1+n)^t L_0$$

Y_t 所得 C_t 消費 I_t 投資

K_t 資本 L_t 労働

ρ 割引率 δ 減耗率

n 労働増加率 i 産業分類

最適条件

$$P_t = \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^t \frac{\partial u(C_t)}{\partial C_t}$$

$$PK_t = (1-\delta)PK_{t+1} + P_t \frac{\partial f(K_t, L_t)}{\partial K_t} = (1-\delta)PK_{t+1} + RK_t$$

$$P_t = PK_{t+1}$$

P_t 生産物価格

PK_t 資本価格

RK_t 資本収益率

動学的定常性(均斉成長)を仮定

動学的定常状態

$t \rightarrow \infty$

$$K_{t+1} = (1+n)K_t$$

$$P_{t+1} = \frac{P_t}{(1+r)}$$

$$r = \rho$$

r : 市場金利(固定)

動学的数値モデルでは、動学均衡解に収束する必要がある。初期値が鞍点経路か動学的均衡になればモデルは発散することから解けない。モデルでは、2005年から1.2%の均斉成長にあることを仮定。

$$K_{t+1} = I_t + (1-\delta)K_t$$

$$PK_t = (1-\delta)PK_{t+1} + RK_t$$



$$K_{t+1} = (1+n)K_t$$



$$PK_{t+1} = P_t = (1+r)P_{t+1}$$

$$(1+n)K_t = I_t + (1-\delta)K_t$$

$$(1+r)P_t = (1-\delta)P_t + RK_t$$

$$(n+\delta)K_t = I_t$$

$$(r+\delta)P_t = RK_t$$

VK_t : 資本所得

$$VK_t = RK_t K_t$$



$$I_t = \left(\frac{n+\delta}{r+\delta} \right) \frac{VK_t}{P_t}$$

有限期間について解く意味

無限期間

有限期間

$$\max_{C_t} \sum_{t=0}^T \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^t u(C_t) + \sum_{t=T+1}^{\infty} \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^t u(C_t)$$

$$s.t. \quad \sum_{t=0}^T P_t C_t = PK_0 K_0 + \sum_{t=0}^T W_t L_t - A_T$$

$$\sum_{t=T+1}^{\infty} P_t C_t = A_T + \sum_{t=T+1}^{\infty} W_t L_t$$

$$\max_{C_t} \sum_{t=0}^T \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^t u(C_t) + Constant$$

$$s.t. \quad \sum_{t=0}^T P_t C_t = PK_0 K_0 + \sum_{t=0}^T W_t L_t - A_T^*$$

$$\frac{I_T}{I_{T-1}} = \frac{C_T}{C_{T-1}}$$

初期時点が定常状態であれば、全期間で均斉成長経路の基準解が得られる。

$$(n + \delta)K_0 = I_0$$

$$(r + \delta)P_0 = RK_0$$

$$C_0 = Y_0 - I_0$$



$$K_0 = \frac{VK_0}{(r + \delta)P_0} \frac{1}{1}$$

$$I_0 = (n + \delta)K_0$$

$$C_0 = Y_0 - I_0$$

VK_0, r, δ から K_0 を計算

K_0 から I_0 を計算

C_0 を計算

相補問題(Complementarity Problem)

ゼロ利潤条件

$$c(RK_t, W_t) \geq P_t \perp Y_t \geq 0$$

$$P_t \geq PK_{t+1} \perp I_t \geq 0$$

$$PK_t \geq (1 - \delta)PK_{t+1} + RK_t \perp K_t \geq 0$$

$c(RK_t, W_t)$ 単位生産費用

W_t 賃金

動学部分

$$PK_t = \sum_{j=0}^{\infty} (1 - \delta)^j RK_{t+j}$$

資本収益の総和 PK_t が、資本財価格 P_t を上回るとき、投資が行われる。

M_t 生涯所得

需給均衡条件

$$Y_t \geq C_t + I_t \perp P_t \geq 0$$

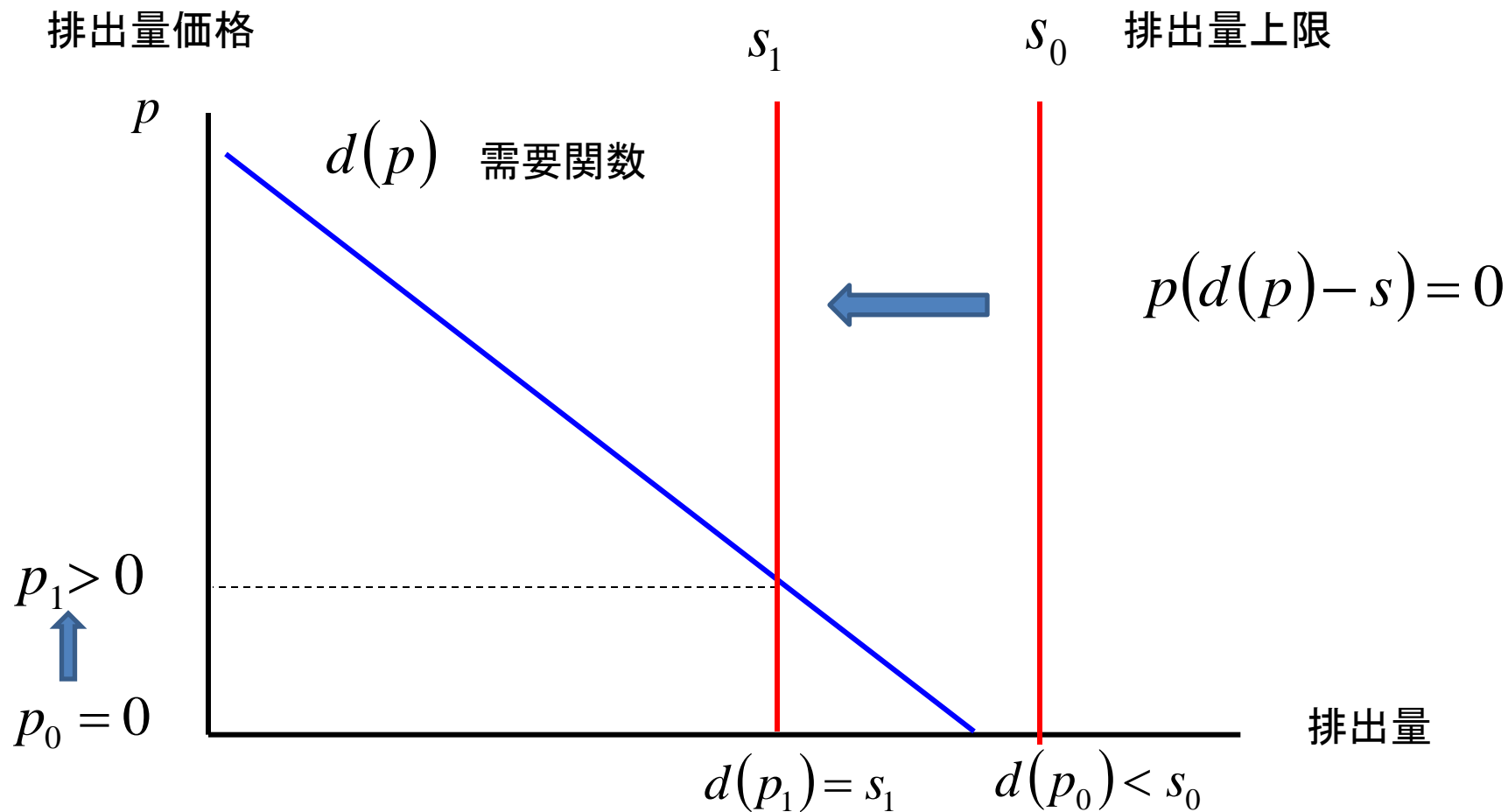
$$K_t \geq \frac{\partial c_i(RK_t, W_t)}{\partial RK_t} \perp RK_t \geq 0$$

$$L_t \geq \frac{\partial c_i(RK_t, W_t)}{\partial W_t} \perp W_t \geq 0$$

所得定義式(動学的予算制約)

$$M_t = PK_0 K_0 + \sum_{t=0}^{\infty} W_t L_t$$

排出量取引の相補問題による解



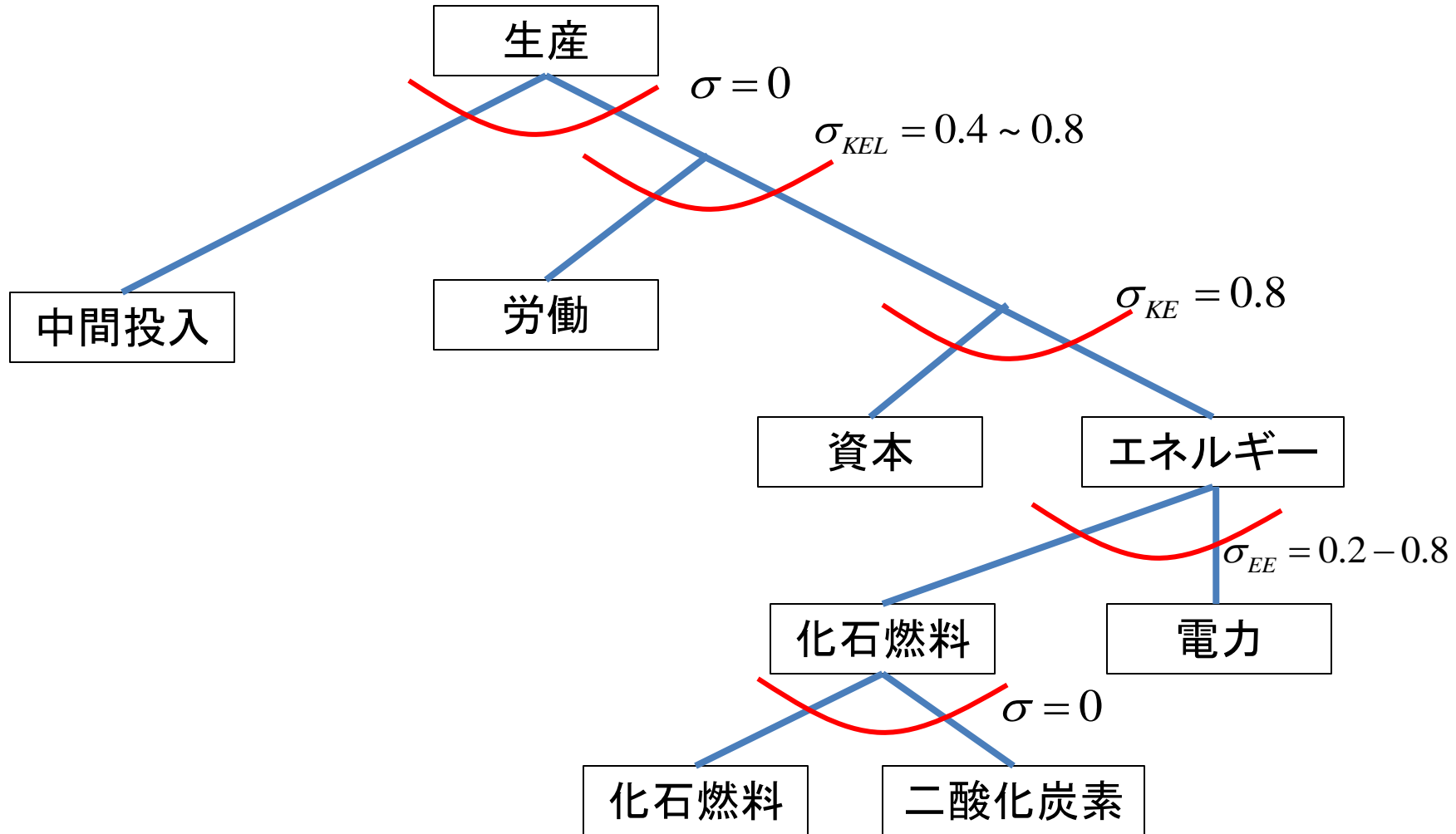
財・産業分類

財・サービス分類		
1	agr	農林水産業
2	coal	石炭
3	oil	原油
4	gas	天然ガス
5	fdp	食料品・飲料
6	tex	繊維製品
7	wpp	パルプ・紙・木製品
8	chm	化学製品
9	o_gas	ガソリン・軽油
10	o_ker	灯油
11	o_lpg	LPG
12	o_hev	その他石油製品
13	c_p	石炭製品
14	plr	プラスチック・ゴム
15	gsc	窯業・土石
16	i_s	鉄鋼
17	mtl	非鉄金属・金属製品
18	ome	一般機械
19	ele	電気機械
20	trn	輸送機械
21	omf	その他製造業
22	cns	建設
23	ely	電力
24	g_h	ガス・熱供給
25	wts	水道
26	wst	廃棄物処理
27	trd	卸売・小売
28	fin	金融・保健
29	ttp	鉄道輸送
30	rtp	道路輸送
31	otp	自家輸送
32	wtp	水運
33	atp	航空輸送
34	ots	その他輸送サービス
35	cmn	通信・放送・情報サービス
36	e_r	教育・研究
37	mhs	医療・保健・福祉
38	bsrv	対事業所サービス
39	psrv	対個人サービス
40	gsrv	政府サービス

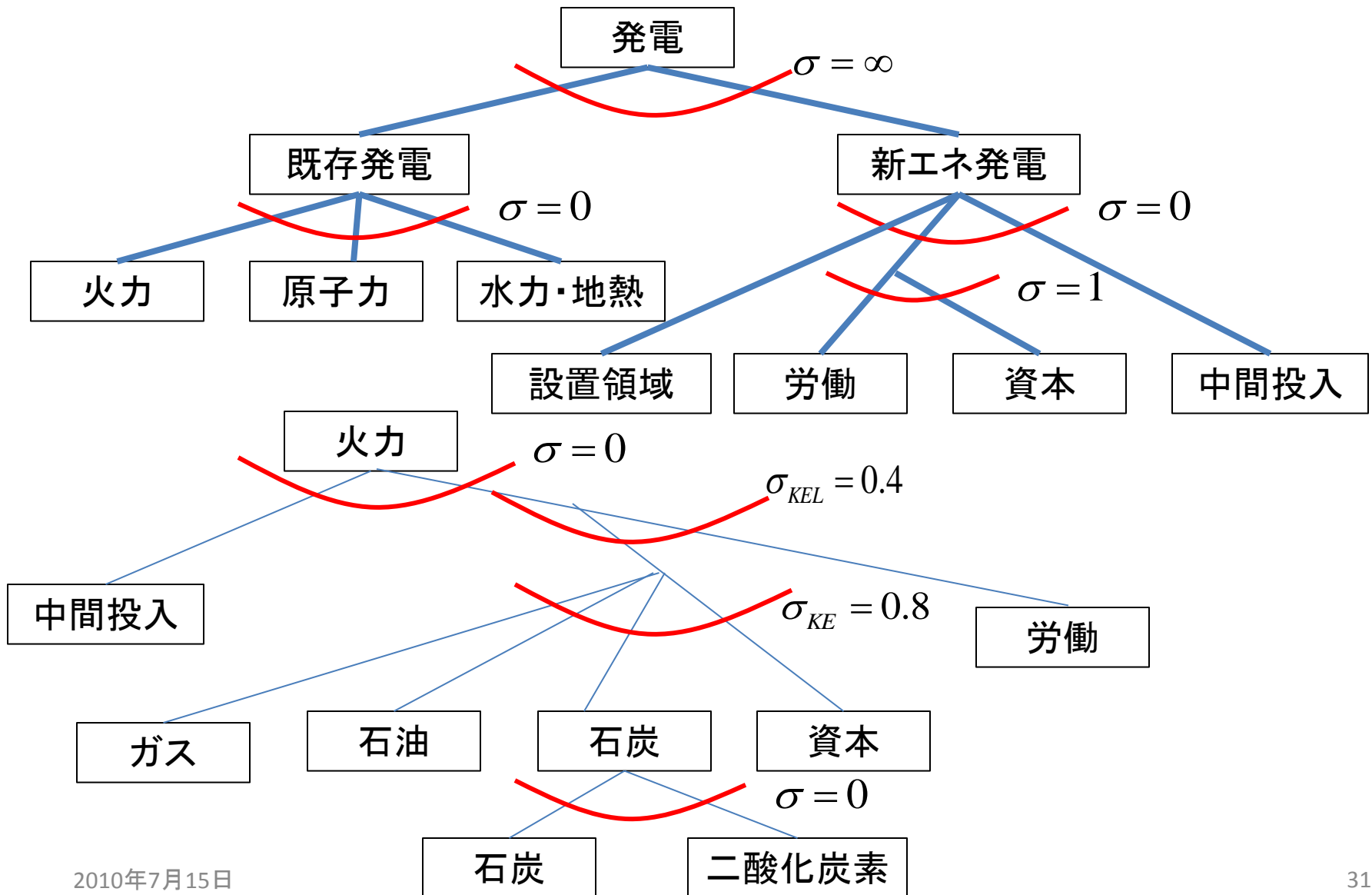
産業分類		
1	agr	農林水産業
2	f_f	石炭・原油・天然ガス
3	fdp	食料品・飲料
4	tex	繊維製品
5	wpp	パルプ・紙・木製品
6	chm	化学製品
7	p_p	石油製品
8	c_p	石炭製品
9	plr	プラスチック・ゴム
10	gsc	窯業・土石
11	i_s	鉄鋼
12	mtl	非鉄金属・金属製品
13	ome	一般機械
14	ele	電気機械
15	trn	輸送機械
16	omf	その他製造業
17	cns	建設
18	e_f	火力発電
19	e_n	原子力発電
20	e_h	水力・その他発電
21	g_h	ガス・熱供給
22	wts	水道
23	wst	廃棄物処理
24	trd	卸売・小売
25	fin	金融・保健
26	ttp	鉄道輸送
27	rtp	道路輸送
28	otp	自家輸送
29	wtp	水運
30	atp	航空輸送
31	ots	その他輸送サービス
32	cmn	通信・放送・情報サービス
33	e_r	教育・研究
34	mhs	医療・保健・福祉
35	bsrv	対事業所サービス
36	psrv	対個人サービス
37	gsrv	政府サービス
38	nely	新エネ発電

二酸化炭素を発生させる財・サービス

生産構造(非電力)



生産構造(電力)



代替弾力性パラメータ

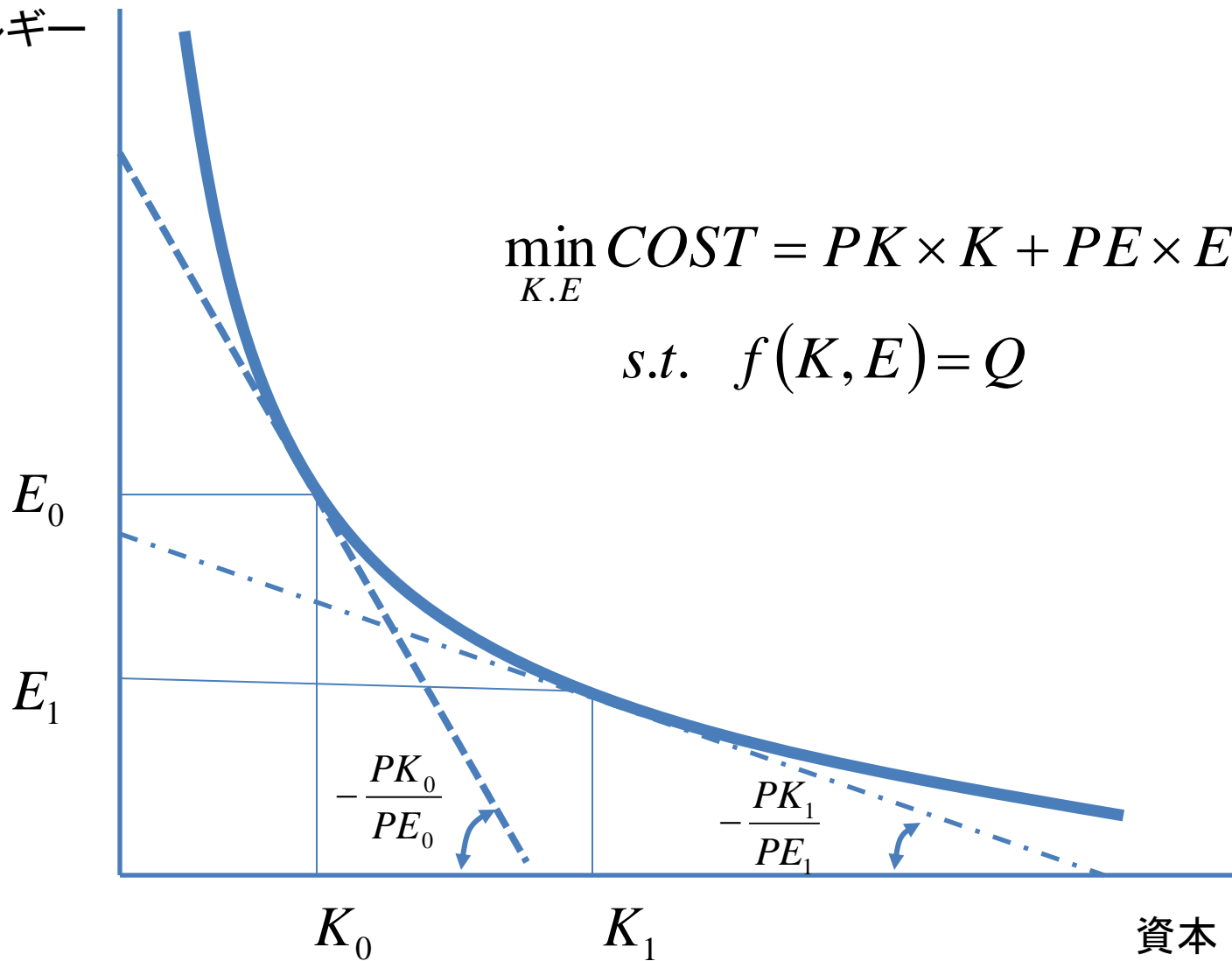
	標準ケース			代替ケース		
	σ_{KEL}	σ_{KE}	σ_{EE}	σ_{KEL}	σ_{KE}	σ_{EE}
農林水産業	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4
石炭・原油・天然ガス	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4
食料品・飲料	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4
繊維製品	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4
パルプ・紙・木製品	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4
化学製品	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4
石油製品	0.8	0.8	0.2	0.4	0.4	0.2
石炭製品	0.8	0.8	0.2	0.4	0.4	0.2
プラスチック・ゴム	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4
窯業・土石	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4
鉄鋼	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4
非鉄金属・金属製品	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4
一般機械	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4
電気機械	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4
輸送機械	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4
その他製造業	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4
建設	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.8

代替弾力性パラメータ (2)

	標準ケース			代替ケース		
	σ_{KEL}	σ_{KE}	σ_{EE}	σ_{KEL}	σ_{KE}	σ_{EE}
火力発電	0.4	0.8	0.0	0.4	0.4	0.0
原子力発電	0.4	0.8	0.0	0.4	0.4	0.0
水力・その他発電	0.4	0.8	0.0	0.4	0.4	0.0
ガス・熱供給	0.4	0.8	0.2	0.4	0.4	0.2
水道	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.8
廃棄物処理	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.8
卸売・小売	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.8
金融・保健	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.8
鉄道輸送	0.4	0.8	0.4	0.4	0.4	0.4
道路輸送	0.4	0.8	0.2	0.4	0.4	0.2
自家輸送	0.4	0.8	0.2	0.4	0.4	0.2
水運	0.4	0.8	0.2	0.4	0.4	0.2
航空輸送	0.4	0.8	0.2	0.4	0.4	0.2
その他輸送サービス	0.4	0.8	0.8	0.4	0.4	0.8
通信・放送・情報サービス	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.8
教育・研究	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.8
医療・保健・福祉	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.8
対事業所サービス	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.8
対個人サービス	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.8
政府サービス	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.8

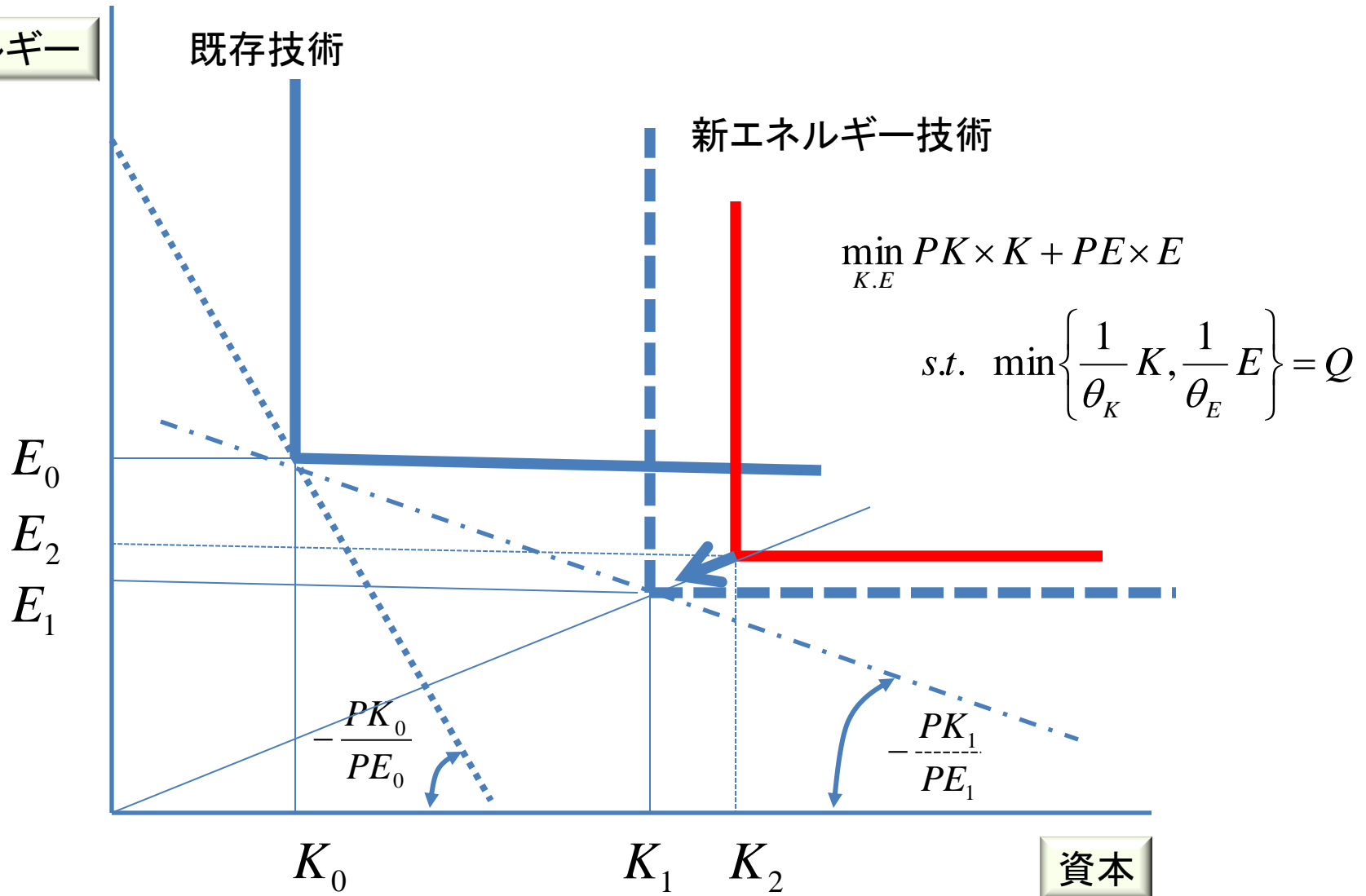
トップダウン型技術選択

エネルギー



ボトムアップ型技術選択モデル

エネルギー



参考資料

新エネルギー—想定判断資料

風力発電のコスト

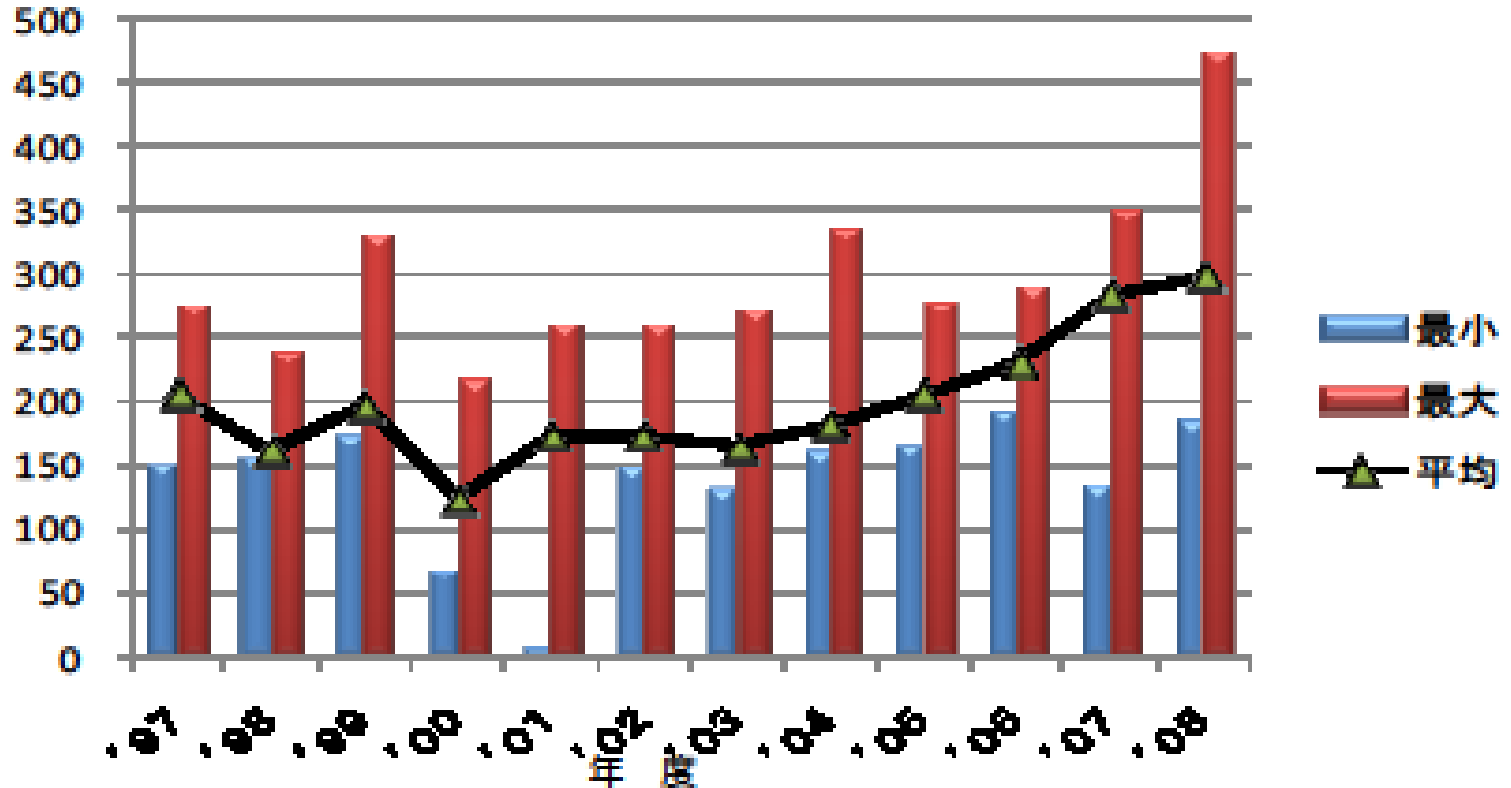
設置場所	定格出力	基数	総出力	稼働年月	建設コスト	設置費用／KW
	KW	基数	KW		百万円	
久居榊原三重県津市榊原町	750	4	3,000	1999年5月	876	29.2
碁石ヶ峰・石川県中能登町高畠	600	1	600	1999年8月	247	41.2
輪島・輪島市下山町	600	5	3,000	2002年4月	1,046	34.9
東伊豆町・静岡県東伊豆町	600	3	1,800	2003年12月	518	28.8
鳥取県企業局・鳥取市越路	1,000	3	3,000	2005年11月	800	26.7
北栄町・鳥取県北栄町	1,500	9	13,500	2005年12月	2,800	20.7
グリーンパワー阿蘇熊本県西原村	1,750	10	17,500	2005年2月	2,800	16.0
銚子洋上風力発電			2,000		3,330	166.5

1. 定格出力が同じでも、設置費用が低廉化している。
2. 定格出力が大きくなることによる低廉化。
3. 洋上風力(EU、中国で拡大)の可能性

風力発電のコスト(2)

kW当たり設置コストの最小値と最大値および平均値

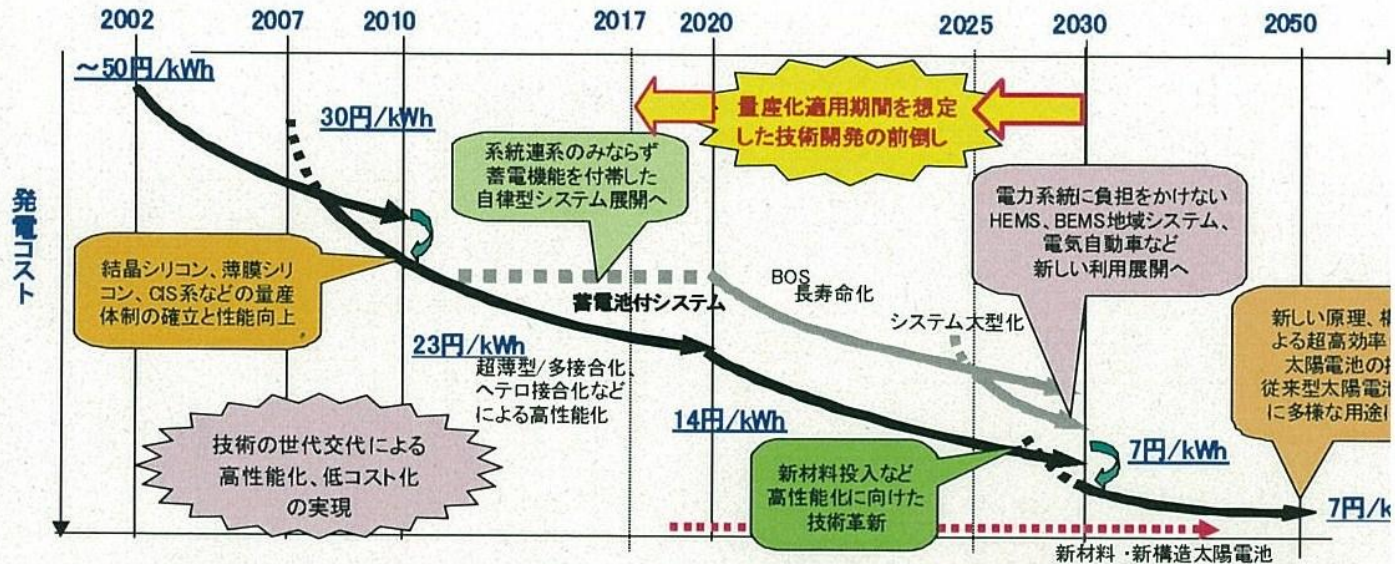
単位:千円



総合資源エネルギー調査会 新エネルギー一部会(第29回)
配付資料 風力発電の現状について 平成20年11月25日

太陽光発電コスト

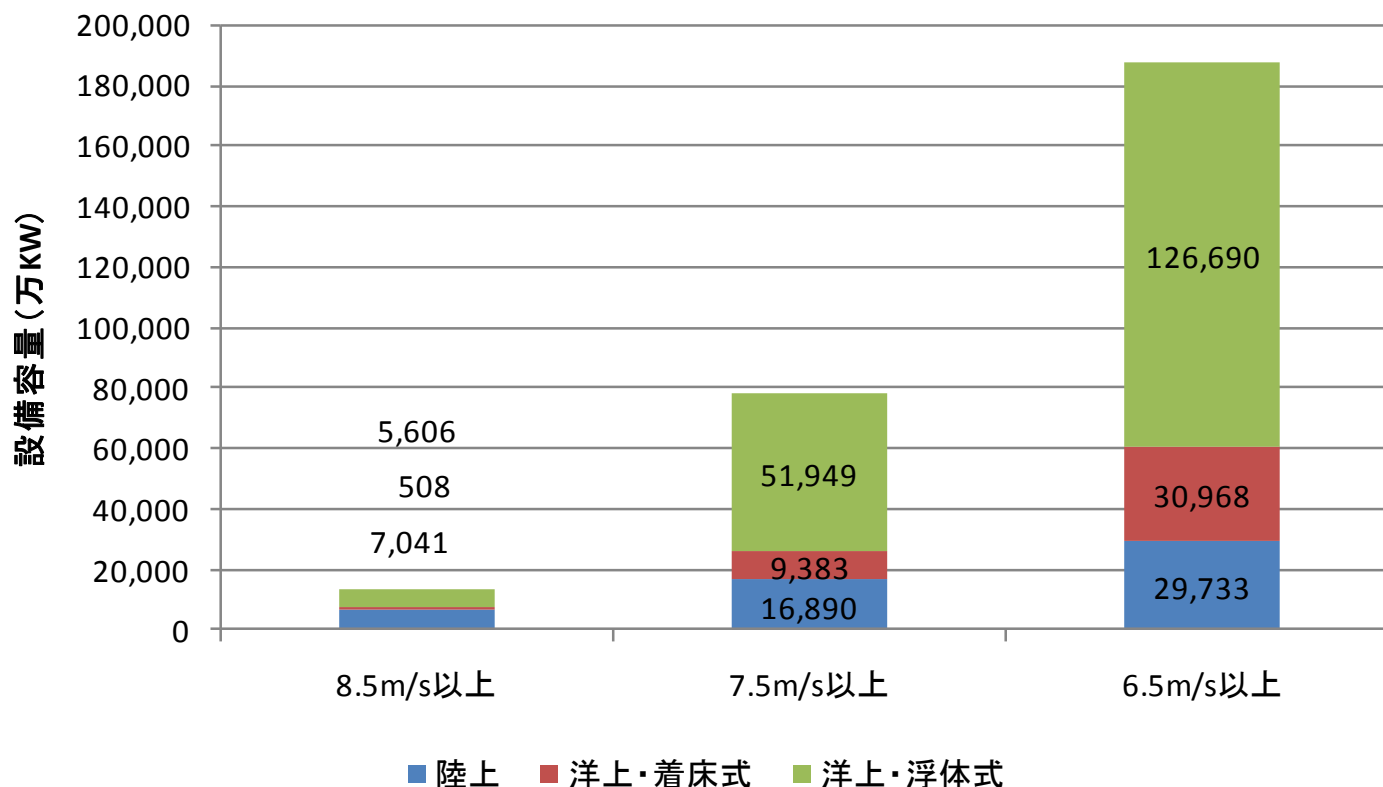
● 低コスト化シナリオと太陽光発電の展開



実現時期(開発完了)	2010年~2020年	2020年(2017年)	2030年(2025年)	2050年
発電コスト	家庭用電力並 23円/kWh程度	業務用電力並 14円/kWh程度	汎用電源並み 7円/kWh程度	汎用電源未滿 7円/kWh未滿
モジュール変換効率 (研究レベル)	実用モジュール16% (研究セル20%)	実用モジュール20% (研究セル25%)	実用モジュール25% (研究セル30%)	超高効率モジュール 40%
国内内生産量(GW/年)	0.5~1	2~3	6~12	25~35
(海外市場向け(GW/年))	~1	~3	30~35	~300
主な用途	戸建住宅、公共施設	住宅(戸建、集合) 公共施設、事務所など	住宅(戸建、集合)、 公共施設、民生業務用、 電気自動車など充電	民生用途全般 産業用、運輸用、 農業他、独立電源

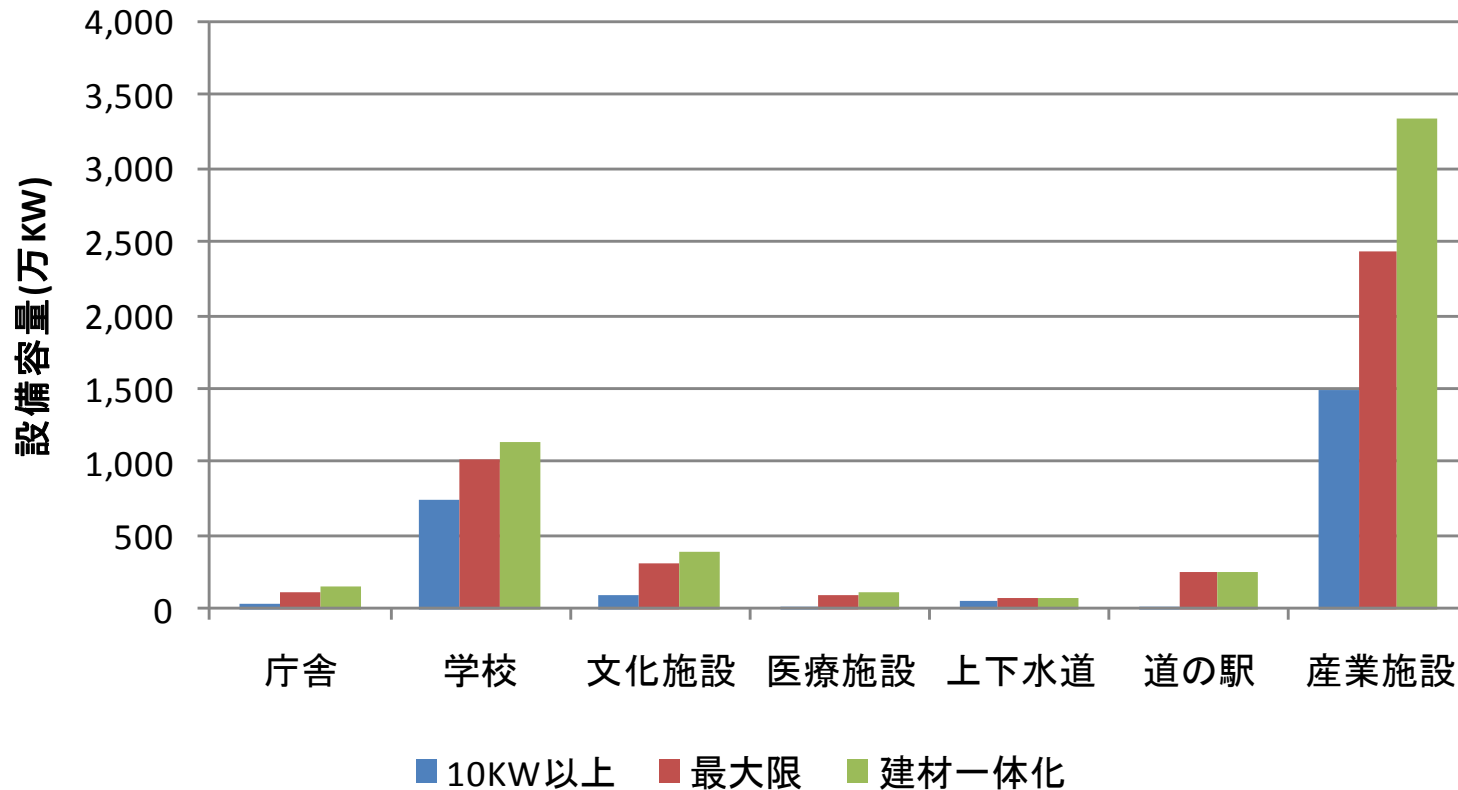
新エネルギー・産業技術総合開発機構(2009年9月)「2030年に向けた太陽光発電ロードマップ(PV2030)に関する見直し検討委員会」報告書

風力発電設置可能容量



環境省：平成21年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査(2010年3月)

太陽光(非住宅)設置可能容量



環境省：平成21年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査(2010年3月)

参考資料

試算結果

消費、投資、GDPへの影響

技術促進ケース

	25%削減			15%削減		
	GDP	民間消費	投資	GDP	民間消費	投資
2005	677	-1,193	2,323	552	-972	1,452
2006	1,006	-1,190	2,705	820	-970	1,691
2007	1,372	-1,202	3,149	1,119	-980	1,969
2008	1,651	-1,258	3,663	1,358	-1,022	2,266
2009	2,282	-1,304	4,266	1,948	-1,045	2,842
2010	2,984	-1,385	4,969	2,605	-1,090	3,506
2011	3,784	-1,506	5,788	3,354	-1,165	4,281
2012	3,880	-1,186	5,654	3,503	-892	4,126
2013	3,882	-925	5,496	3,586	-665	3,955
2014	3,793	-720	5,312	3,604	-480	3,766
2015	3,617	-565	5,100	3,559	-334	3,558
2016	3,357	-457	4,859	3,452	-224	3,328
2017	3,021	-391	4,590	3,286	-147	3,076
2018	2,617	-364	4,295	3,061	-101	2,799
2019	2,157	-368	3,979	2,780	-81	2,498
2020	1,659	-400	3,650	2,445	-84	2,170

2005年から効果が出る理由

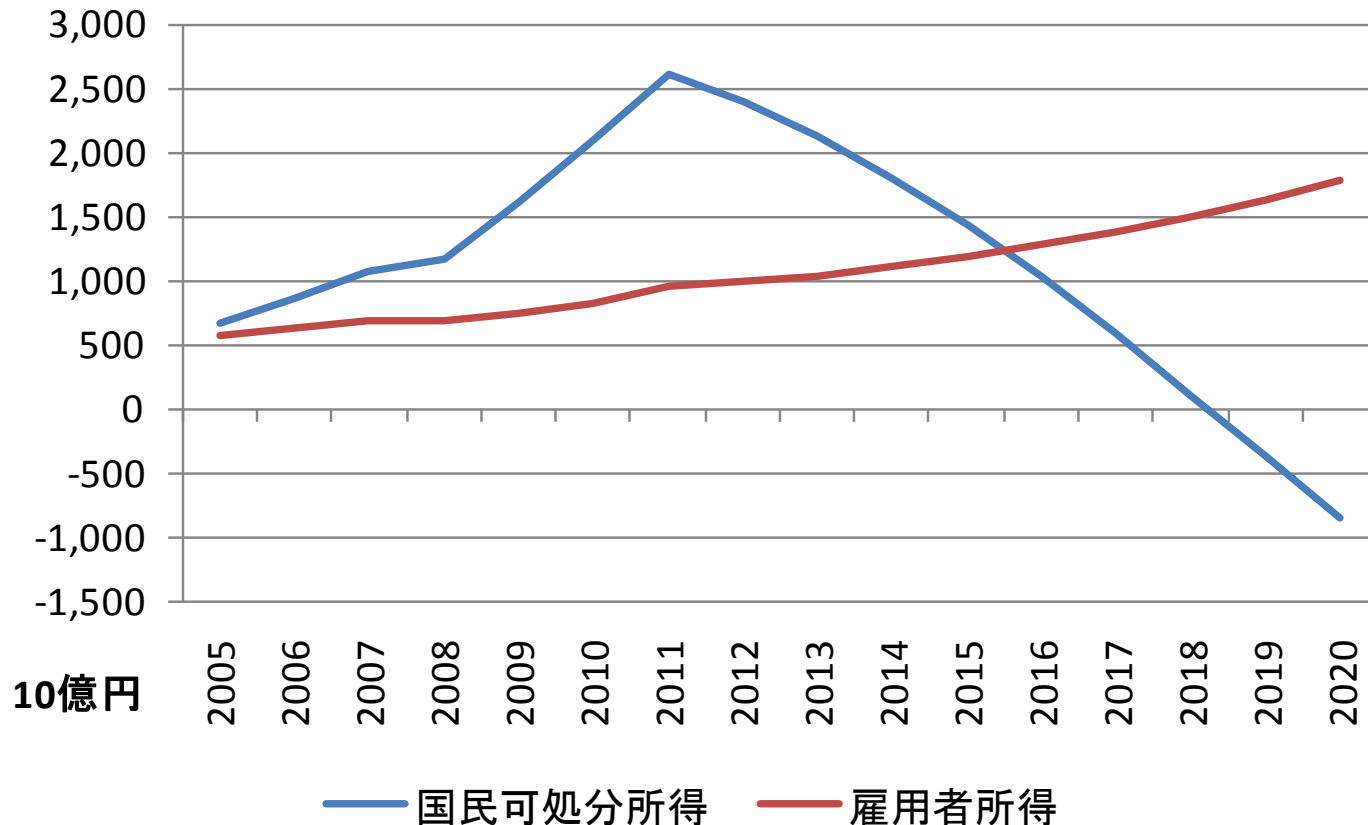
1. モデルは、2005年産業連関表に基づいて構築され、2005年から2020年までの15年間について解いている。
2. モデルでは、二酸化炭素排出削減目標は京都議定書第一約束期間初年度の2008年から課せられる。
3. 技術固定ケースとイノベーション促進ケースにおける諸政策は、2011年から実施されるとしている。
4. それにも関わらず、2005年から政策実施の効果が出るのは、2005年から2020年を一括して解く動学的最適化モデルの特性による。
 - ① 第二約束期間に向かって二酸化炭素排出規制が強化されることを、経済は2005年の時点で知っていると前提。(政府の京都議定書目標達成計画は2005年4月に策定されており、その後も改訂が続けられ、十分予想された規制強化と思われる。)
 - ② 経済には何も知らされず、二酸化炭素排出規制が2008年から予想外に強化され、さらに2011年に政策が採られ始めたという前提でのシミュレーションは行っていない。

何故GDPが増えるのか

- 低炭素社会実現に向けて、経済は消費を抑え、低炭素対応型投資を増やす方が得策と考える。
 - 消費が投資に置き換わるだけで、需要が減ることはない。
 - 投資の増加は、資本を増加させ、経済を拡大させる。
2020年の資本は、基準ケースと比較して31兆円増加
 - 低炭素社会実現のために、それに対応する技術の選択が必要となるが、それには高めの炭素排出制約が有効。
 - 結果において、炭素排出制約の強化が、GDPを増やす可能性がある。

25%削減・技術促進ケース

所得に対する影響



国民可処分所得(GDPから固定資本減耗を控除)は、資本ストックの増加により固定資本減耗が積みますことで低下。

25%削減：家計への影響試算

- 十分に温暖化対策を行わない場合（90年比+4%）、2005年から2020年にかけて、世帯あたりの雇用者所得は15.9%^{※1}増加。
- 一方、イノベーションの促進に伴うコスト低減の効果等をモデル上で積極的に考慮する場合、2020年に25%削減を行うと、2005年から2020年にかけて世帯あたりの雇用者所得は16.6%増加^{※2}。
- 仮に2005年の平均的な家庭の所得を479万円^{※3}とすると、2020年の所得は555万円（90年比+4%）、558万円（25%削減）^{※4}となり、十分に温暖化対策を行わない場合と比べて3万円程度増加。

※1：世帯数の伸び率については、国立社会保障・人口問題研究所による推計値を活用。

※2※4：コスト低減の効果等をモデル上で積極的に考慮しない場合は、雇用者所得は同15.4%増加。2020年における所得は553万円となり、十分に温暖化対策を行わない場合と比べて2万円程度減少。

※3：2005年家計調査（総務省）での勤労者世帯の平均可処分所得。

限界削減費用に比して電力価格等が低い理由

1. 排出量をグランドファザリング（無償）で配布。
2. 限界削減費用に応じて価格を引き上げるか、帰属排出量収入に応じて価格を引き下げるかは企業の選択。
3. しかし、企業は帰属排出量収入に応じて価格を引き下げる。

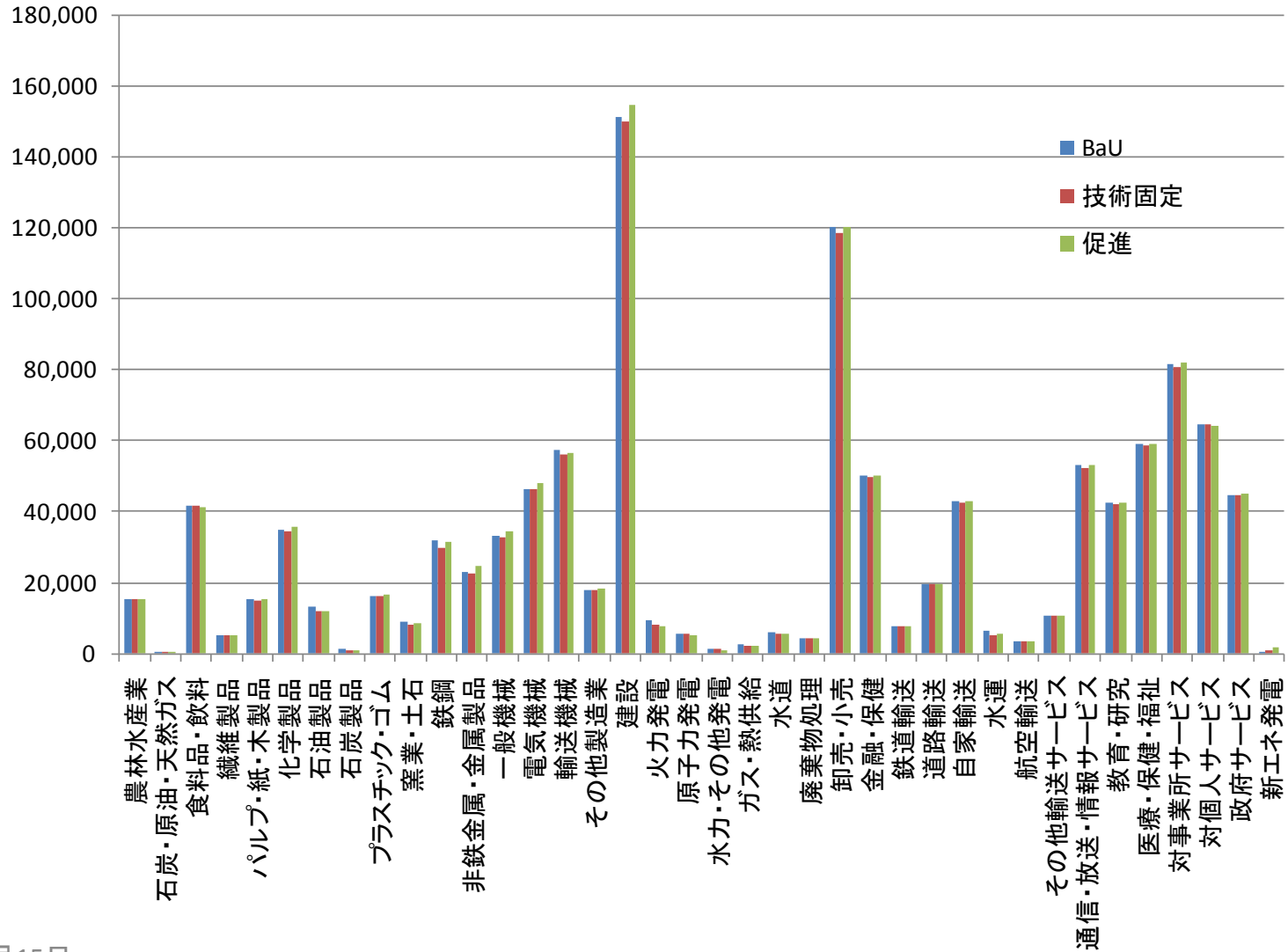
$$\Pi_j = p_j(1 - \tau_{j,t} + \tau_{j,em}) - \left\{ \theta_{KEL,j} p_L^{1-\sigma_{KEL,j}} + (1 - \theta_{KEL,j}) \left[\theta_{KE,j} p_E^{1-\sigma_{KE,j}} + (1 - \theta_{KE,j}) p_K^{1-\sigma_{KE,j}} \right]^{\frac{1-\sigma_{KEL,i}}{1-\sigma_{KE,i}}} \right\}^{\frac{1}{1-\sigma_{KEL,j}}}$$

$$- \sum_{j \neq E} \theta_{i,j} P_i \leq 0$$

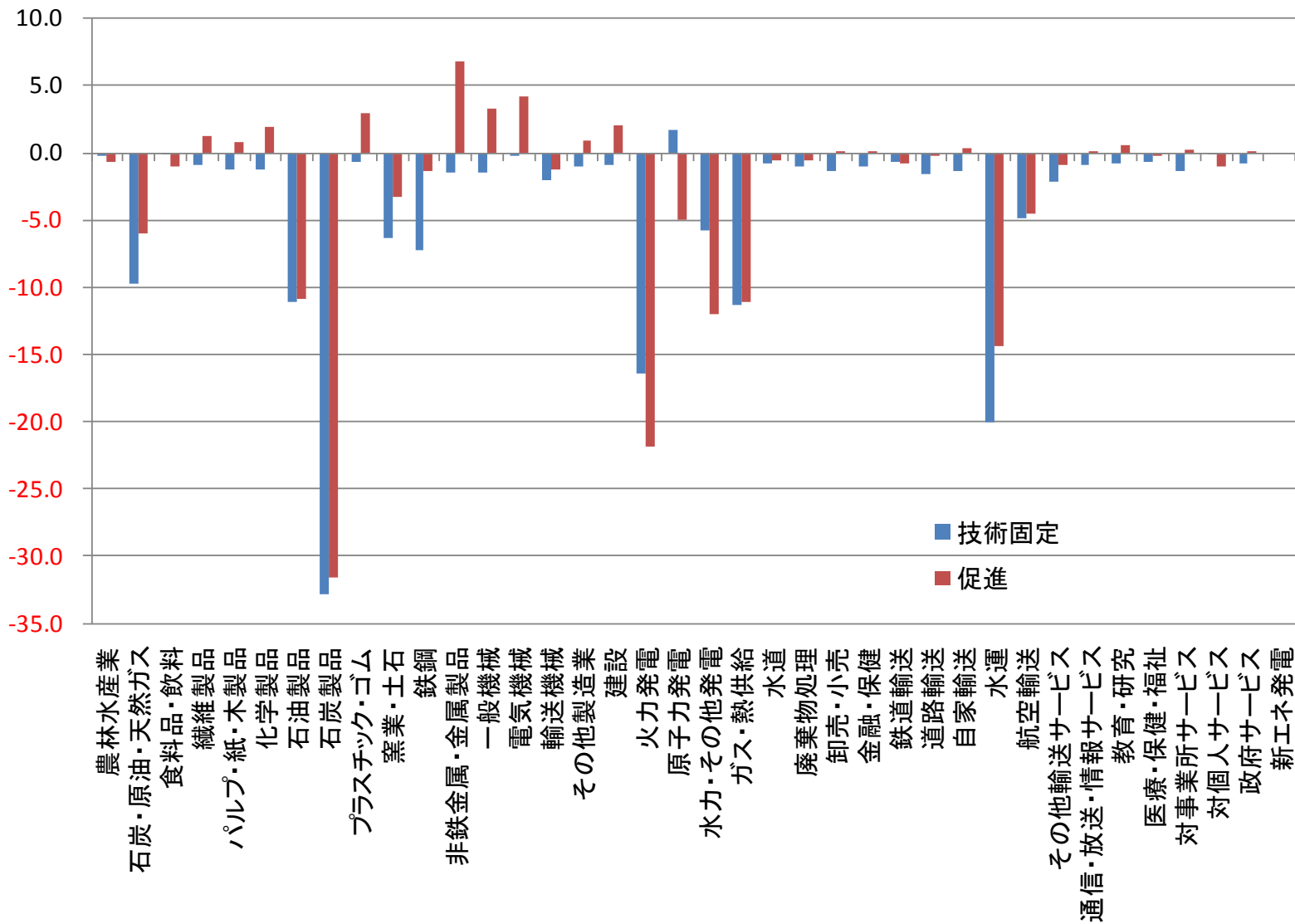
$\tau_{j,t}$ 間接税率

$\tau_{j,em}$ 帰属排出量収入による値引率

生産額(単位:10億円): 25%削減



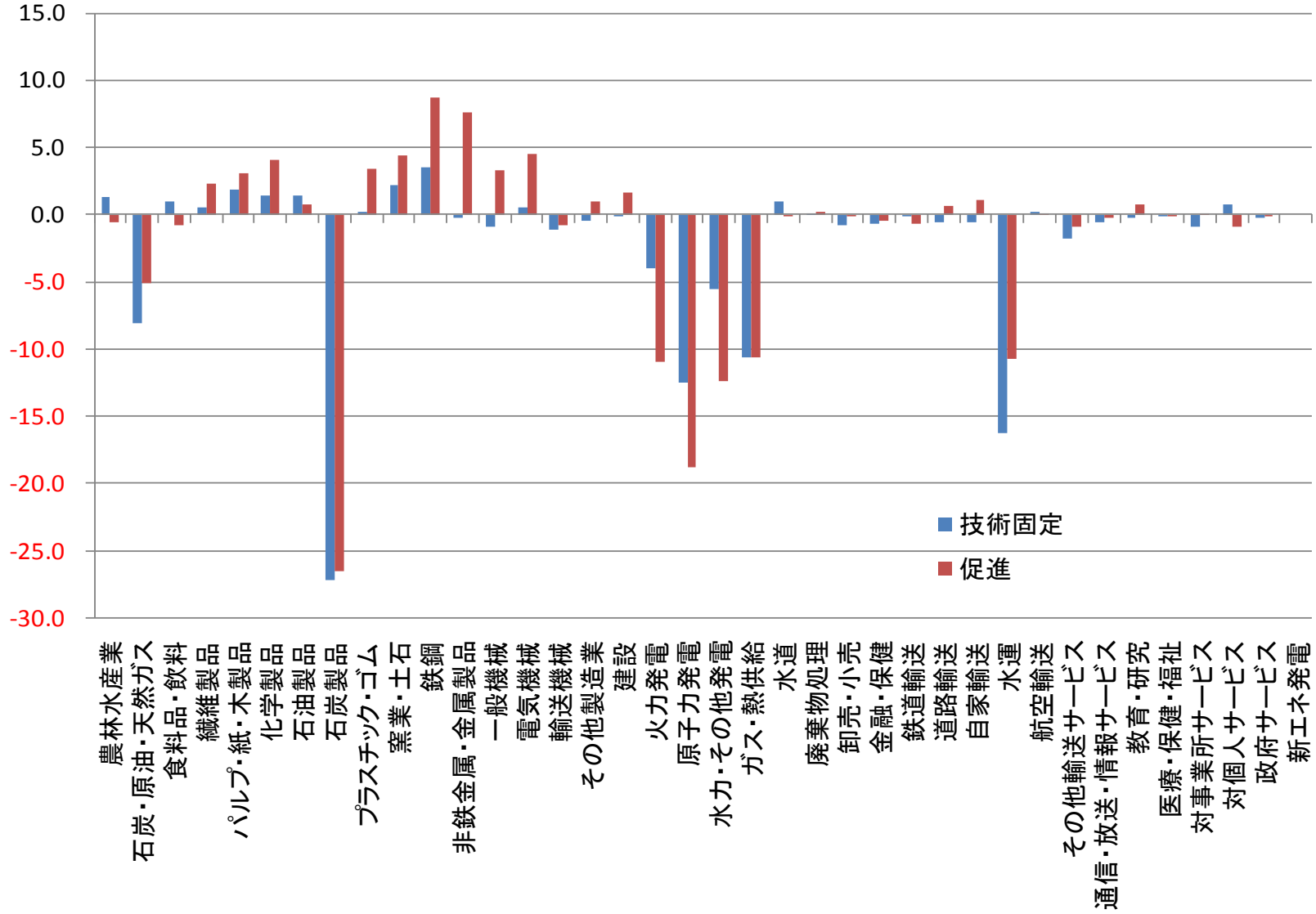
生産額の伸び率(単位:%) : 25%削減



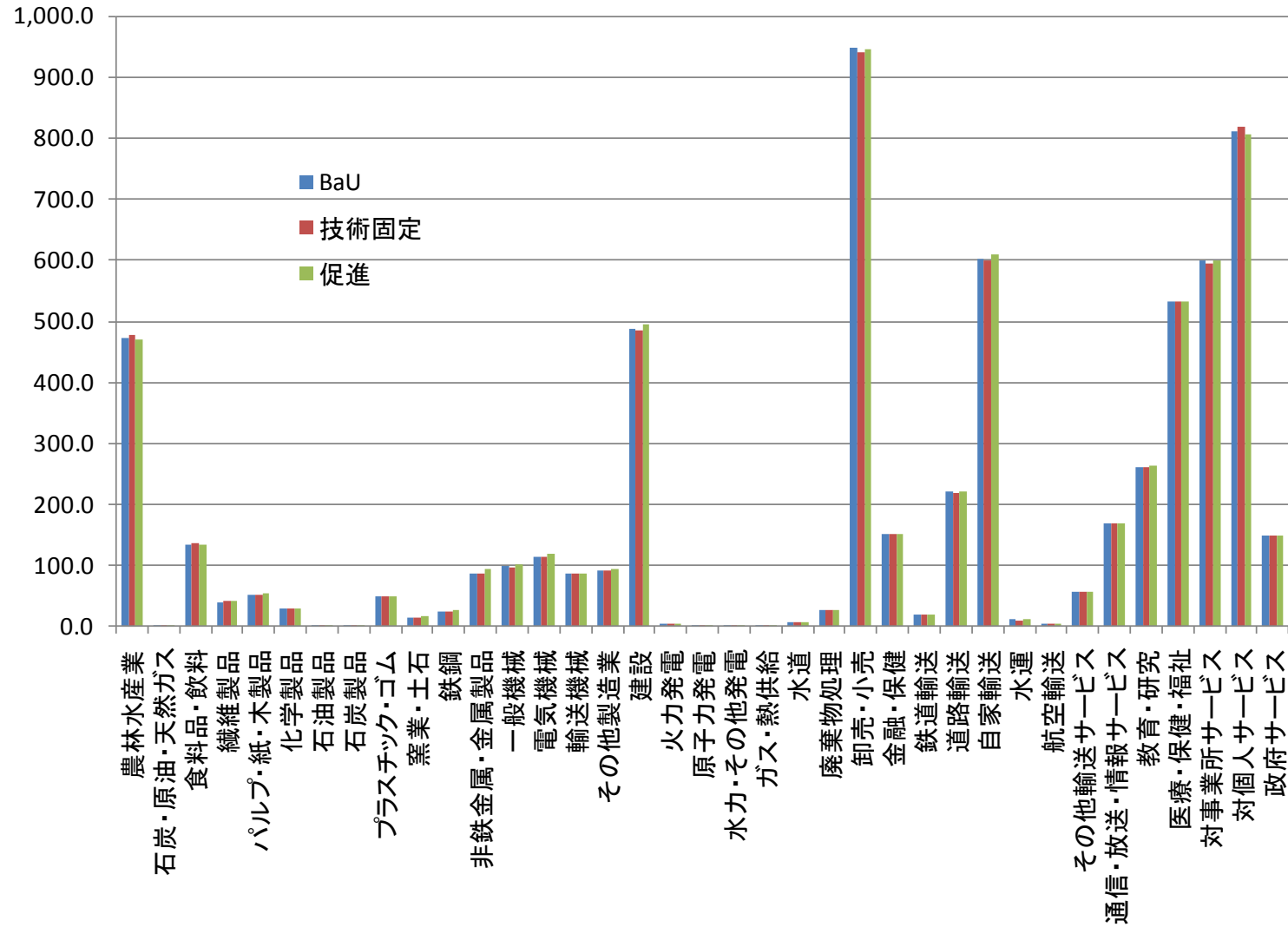
産業別の生産額・伸び率

no	産業	生産額(10億円)			変化率	
		BaU	技術固定	促進	技術固定	促進
1	農林水産業	15,441	15,406	15,332	-0.2	-0.7
2	石炭・原油・天然ガス	121	109	113	-9.7	-6.0
3	食料品・飲料	41,593	41,524	41,161	-0.2	-1.0
4	繊維製品	5,045	5,002	5,108	-0.8	1.3
5	パルプ・紙・木製品	15,180	15,000	15,305	-1.2	0.8
6	化学製品	34,947	34,506	35,637	-1.3	2.0
7	石油製品	13,289	11,820	11,852	-11.1	-10.8
8	石炭製品	1,177	790	805	-32.9	-31.6
9	プラスチック・ゴム	16,241	16,122	16,713	-0.7	2.9
10	窯業・土石	8,821	8,264	8,536	-6.3	-3.2
11	鉄鋼	32,055	29,744	31,633	-7.2	-1.3
12	非鉄金属・金属製品	22,976	22,644	24,545	-1.4	6.8
13	一般機械	33,229	32,756	34,324	-1.4	3.3
14	電気機械	46,316	46,206	48,245	-0.2	4.2
15	輸送機械	57,302	56,121	56,580	-2.1	-1.3
16	その他製造業	17,975	17,792	18,148	-1.0	1.0
17	建設	151,430	150,084	154,579	-0.9	2.1
18	火力発電	9,597	8,019	7,505	-16.4	-21.8
19	原子力発電	5,398	5,488	5,129	1.7	-5.0
20	水力・その他発電	1,244	1,173	1,095	-5.8	-12.0
21	ガス・熱供給	2,618	2,322	2,329	-11.3	-11.1
22	水道	5,800	5,755	5,767	-0.8	-0.6
23	廃棄物処理	4,332	4,288	4,310	-1.0	-0.5
24	卸売・小売	120,356	118,742	120,384	-1.3	0.0
25	金融・保健	50,106	49,596	50,135	-1.0	0.1
26	鉄道輸送	7,565	7,518	7,504	-0.6	-0.8
27	道路輸送	19,726	19,425	19,673	-1.5	-0.3
28	自家輸送	42,960	42,379	43,094	-1.4	0.3
29	水運	6,537	5,224	5,598	-20.1	-14.4
30	航空輸送	3,519	3,349	3,359	-4.8	-4.6
31	その他輸送サービス	10,826	10,598	10,735	-2.1	-0.8
32	通信・放送・情報サービス	52,991	52,493	53,067	-0.9	0.1
33	教育・研究	42,354	42,018	42,571	-0.8	0.5
34	医療・保健・福祉	59,152	58,785	59,025	-0.6	-0.2
35	対事業所サービス	81,816	80,746	82,048	-1.3	0.3
36	对个人サービス	64,683	64,632	64,021	-0.1	-1.0
37	政府サービス	44,836	44,476	44,903	-0.8	0.1
38	新エネルギー	479	793	1,919		
39	合計	1,150,033	1,131,708	1,152,788	-1.6	0.2

就業者数伸び率(単位:%) : 25%削減



就業者数(単位:万人) : 25%削減

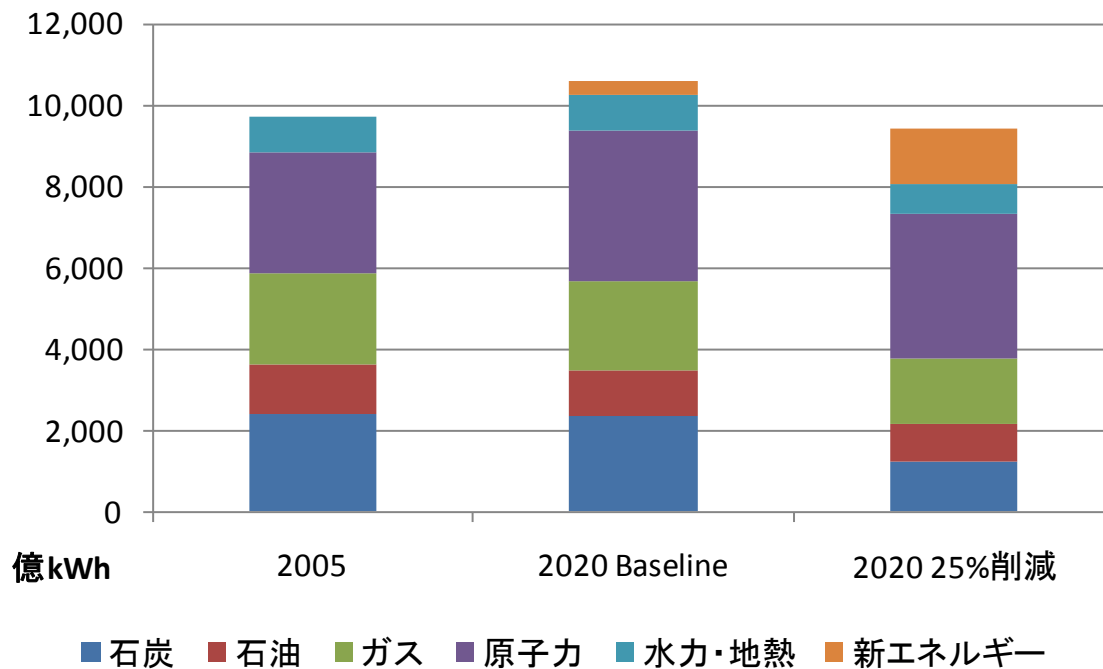


産業別の就業者数・伸び率

no	産業	就業者数(万人)			変化率	
		BaU	技術固定	促進	技術固定	促進
1	農林水産業	471.9	478.3	469.1	1.4	-0.6
2	石炭・原油・天然ガス	0.2	0.1	0.2	-8.1	-5.1
3	食料品・飲料	134.9	136.3	133.8	1.0	-0.8
4	繊維製品	40.1	40.4	41.1	0.6	2.4
5	パルプ・紙・木製品	51.9	52.8	53.5	1.8	3.1
6	化学製品	28.4	28.8	29.6	1.4	4.0
7	石油製品	0.8	0.8	0.8	1.5	0.8
8	石炭製品	0.6	0.5	0.5	-27.1	-26.5
9	プラスチック・ゴム	48.5	48.6	50.2	0.2	3.4
10	窯業・土石	15.1	15.5	15.8	2.2	4.5
11	鉄鋼	23.6	24.4	25.6	3.5	8.7
12	非鉄金属・金属製品	86.7	86.5	93.3	-0.3	7.6
13	一般機械	97.9	97.1	101.2	-0.9	3.3
14	電気機械	114.2	114.8	119.4	0.5	4.5
15	輸送機械	86.6	85.6	85.9	-1.1	-0.7
16	その他製造業	91.8	91.4	92.7	-0.4	1.0
17	建設	486.4	485.8	494.3	-0.1	1.6
18	火力発電	4.8	4.6	4.3	-4.0	-10.9
19	原子力発電	2.1	1.8	1.7	-12.5	-18.8
20	水力・その他発電	1.2	1.1	1.0	-5.6	-12.3
21	ガス・熱供給	2.7	2.4	2.4	-10.6	-10.6
22	水道	7.8	7.9	7.8	1.0	-0.0
23	廃棄物処理	26.2	26.2	26.3	0.1	0.2
24	卸売・小売	947.5	940.1	946.4	-0.8	-0.1
25	金融・保健	152.4	151.5	151.7	-0.7	-0.5
26	鉄道輸送	19.0	19.0	18.9	-0.0	-0.7
27	道路輸送	220.2	219.0	221.6	-0.5	0.6
28	自家輸送	602.6	599.4	609.0	-0.5	1.1
29	水運	12.4	10.4	11.0	-16.2	-10.7
30	航空輸送	4.2	4.2	4.2	0.2	0.1
31	その他輸送サービス	57.3	56.3	56.8	-1.7	-0.9
32	通信・放送・情報サービス	169.7	168.8	169.4	-0.5	-0.2
33	教育・研究	261.9	261.3	263.9	-0.2	0.8
34	医療・保健・福祉	533.3	532.5	532.7	-0.2	-0.1
35	対事業所サービス	599.5	594.1	599.6	-0.9	0.0
36	対個人サービス	812.5	818.9	805.3	0.8	-0.9
37	政府サービス	149.1	148.8	149.1	-0.2	-0.0
38	新エネルギー	0.5	0.8	1.4		
39	合計	6,366.5	6,356.7	6,391.3	-0.2	0.4

25%削減・技術促進ケース

エネルギー源別発電量



	石炭	石油	ガス	原子力	水力・地熱	新エネ
2005	25%	12%	23%	31%	9%	0%
2020 Baseline	22%	11%	20%	35%	8%	3%
2020 25%削減	13%	10%	17%	38%	8%	14%

発電量(Baseline & 技術促進)

	石炭		石油		ガス		原子力	
	baseline	▲25%	base	▲25%	base	▲25%	base	▲25%
2005	2,404	2,404	1,214	1,213	2,236	2,236	3,009	3,005
2006	2,431	2,432	1,228	1,228	2,261	2,262	3,042	3,040
2007	2,459	2,461	1,242	1,242	2,287	2,289	3,075	3,075
2008	2,487	2,319	1,256	1,243	2,313	2,267	3,108	3,084
2009	2,460	2,207	1,239	1,230	2,285	2,230	3,075	3,149
2010	2,447	2,101	1,229	1,216	2,269	2,191	3,059	3,216
2011	2,433	2,000	1,218	1,200	2,254	2,149	3,043	3,283
2012	2,427	1,905	1,211	1,181	2,245	2,102	3,114	3,349
2013	2,421	1,815	1,204	1,159	2,236	2,052	3,188	3,412
2014	2,414	1,730	1,196	1,136	2,227	1,999	3,263	3,471
2015	2,406	1,649	1,188	1,110	2,218	1,942	3,340	3,524
2016	2,398	1,571	1,180	1,081	2,208	1,882	3,418	3,567
2017	2,390	1,494	1,171	1,050	2,197	1,818	3,497	3,598
2018	2,380	1,418	1,162	1,014	2,186	1,748	3,577	3,611
2019	2,370	1,341	1,153	973	2,174	1,670	3,658	3,599
2020	2,358	1,261	1,143	926	2,161	1,583	3,738	3,552

億kWh

発電量(Baseline & 技術促進)(2)

	水力・地熱		新エネルギー		電力計	
	base	▲25%	base	▲25%	base	▲25%
2005	885	884			9,747	9,742
2006	894	894			9,856	9,856
2007	904	904			9,967	9,971
2008	914	907		55	10,078	9,875
2009	904	903	64	67	10,028	9,787
2010	899	899	75	81	9,978	9,703
2011	895	894	87	99	9,929	9,626
2012	893	889	101	132	9,991	9,558
2013	891	883	117	176	10,056	9,498
2014	889	876	136	236	10,125	9,448
2015	887	867	159	315	10,197	9,408
2016	884	855	184	422	10,273	9,379
2017	882	841	214	564	10,352	9,365
2018	880	823	249	754	10,434	9,367
2019	877	799	289	1,008	10,520	9,390
2020	874	769	336	1,347	10,609	9,439

億kWh

参考資料

感応度分析のための試算値

Backward Lookingモデル

25%削減・なりゆきシナリオ(Baselineからの乖離)

	GDP	民間消費	政府消費	投資	就業者	GDP	民間消費	政府消費	投資	就業者
	10億円	10億円	10億円	10億円	万人	%	%	%	%	%
2005	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2006	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2007	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2008	-45	-15	-25	-5	1	-0.01	-0.01	-0.03	0.00	0.01
2009	-125	-44	-66	-15	2	-0.02	-0.01	-0.07	-0.01	0.03
2010	-218	-80	-109	-29	3	-0.04	-0.03	-0.11	-0.02	0.05
2011	-583	-147	-127	-309	-1	-0.11	-0.05	-0.13	-0.24	-0.02
2012	-1,007	-246	-149	-613	-6	-0.18	-0.08	-0.15	-0.47	-0.09
2013	-1,489	-375	-175	-938	-11	-0.27	-0.12	-0.18	-0.71	-0.17
2014	-2,027	-535	-206	-1,286	-16	-0.36	-0.17	-0.21	-0.96	-0.25
2015	-2,619	-723	-240	-1,656	-22	-0.46	-0.23	-0.24	-1.22	-0.34
2016	-3,263	-938	-278	-2,047	-27	-0.57	-0.29	-0.27	-1.49	-0.43
2017	-3,956	-1,178	-319	-2,459	-34	-0.68	-0.36	-0.31	-1.76	-0.52
2018	-4,691	-1,438	-364	-2,889	-40	-0.80	-0.44	-0.35	-2.04	-0.62
2019	-5,460	-1,713	-412	-3,336	-46	-0.92	-0.52	-0.39	-2.33	-0.72
2020	-6,254	-1,996	-461	-3,796	-53	-1.04	-0.59	-0.43	-2.62	-0.83

Backward Lookingモデル

25%削減・技術促進シナリオ(Baselineからの乖離)

	GDP	民間消費	政府消費	投資	就業者	GDP	民間消費	政府消費	投資	就業者
	10億円	10億円	10億円	10億円	万人	%	%	%	%	%
2005	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2006	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2007	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2008	-46	-15	-26	-5	-2	-0.01	-0.01	-0.03	0.00	-0.03
2009	-125	-43	-67	-15	-4	-0.02	-0.01	-0.07	-0.01	-0.07
2010	-218	-79	-111	-28	-7	-0.04	-0.03	-0.11	-0.02	-0.10
2011	-519	-260	-169	-90	-8	-0.10	-0.09	-0.17	-0.07	-0.12
2012	-835	-449	-231	-155	-9	-0.15	-0.15	-0.23	-0.12	-0.14
2013	-1,162	-645	-294	-224	-10	-0.21	-0.21	-0.30	-0.17	-0.16
2014	-1,503	-847	-359	-296	-11	-0.27	-0.27	-0.36	-0.22	-0.17
2015	-1,854	-1,056	-426	-372	-12	-0.33	-0.33	-0.42	-0.27	-0.18
2016	-2,217	-1,271	-495	-450	-12	-0.39	-0.40	-0.48	-0.33	-0.19
2017	-2,590	-1,492	-566	-532	-13	-0.45	-0.46	-0.55	-0.38	-0.20
2018	-2,972	-1,718	-638	-616	-13	-0.51	-0.52	-0.61	-0.44	-0.20
2019	-3,362	-1,949	-710	-702	-13	-0.57	-0.59	-0.67	-0.49	-0.20
2020	-3,758	-2,183	-784	-791	-13	-0.63	-0.65	-0.74	-0.54	-0.20

Forward Lookingモデル

25%削減・なりゆきシナリオ(Baselineからの乖離)

	GDP	民間消費	政府消費	投資	就業者	GDP	民間消費	政府消費	投資	就業者
	10億円	10億円	10億円	10億円	万人	%	%	%	%	%
2005	-206	363	-27	-542	-3	-0.04	0.13	-0.03	-0.45	-0.05
2006	-306	362	-37	-631	-3	-0.06	0.13	-0.04	-0.52	-0.05
2007	-417	366	-49	-734	-4	-0.08	0.13	-0.05	-0.60	-0.05
2008	-664	349	-126	-888	-5	-0.13	0.12	-0.13	-0.72	-0.08
2009	-635	366	-161	-839	-5	-0.12	0.12	-0.17	-0.67	-0.08
2010	-616	375	-204	-787	-6	-0.12	0.13	-0.21	-0.62	-0.09
2011	-595	373	-247	-722	-6	-0.11	0.12	-0.25	-0.56	-0.09
2012	-825	315	-309	-831	-7	-0.15	0.10	-0.31	-0.64	-0.10
2013	-1,076	242	-374	-943	-7	-0.19	0.08	-0.38	-0.72	-0.11
2014	-1,346	154	-442	-1,058	-8	-0.24	0.05	-0.44	-0.79	-0.12
2015	-1,635	51	-512	-1,174	-9	-0.29	0.02	-0.51	-0.87	-0.13
2016	-1,940	-65	-584	-1,291	-9	-0.34	-0.02	-0.57	-0.94	-0.14
2017	-2,260	-195	-657	-1,408	-9	-0.39	-0.06	-0.64	-1.01	-0.15
2018	-2,594	-338	-732	-1,523	-10	-0.44	-0.10	-0.70	-1.08	-0.15
2019	-2,937	-493	-808	-1,636	-10	-0.49	-0.15	-0.77	-1.14	-0.15
2020	-3,287	-660	-885	-1,743	-10	-0.55	-0.20	-0.83	-1.20	-0.15

Forward Lookingモデル

25%削減・技術促進シナリオ(Baselineからの乖離)

	GDP	民間消費	政府消費	投資	就業者	GDP	民間消費	政府消費	投資	就業者
	10億円	10億円	10億円	10億円	万人	%	%	%	%	%
2005	677	-1,193	89	2,323	11	0.13	-0.43	0.10	1.93	0.16
2006	1,006	-1,190	122	2,705	11	0.20	-0.42	0.13	2.23	0.17
2007	1,372	-1,202	160	3,149	12	0.27	-0.42	0.17	2.57	0.18
2008	1,651	-1,258	133	3,663	11	0.32	-0.43	0.14	2.97	0.17
2009	2,282	-1,304	159	4,266	12	0.43	-0.44	0.17	3.42	0.19
2010	2,984	-1,385	187	4,969	14	0.56	-0.47	0.19	3.93	0.21
2011	3,784	-1,506	223	5,788	15	0.70	-0.50	0.23	4.51	0.23
2012	3,880	-1,186	243	5,654	15	0.71	-0.39	0.25	4.35	0.23
2013	3,882	-925	255	5,496	15	0.70	-0.30	0.26	4.17	0.23
2014	3,793	-720	259	5,312	16	0.68	-0.23	0.26	3.97	0.24
2015	3,617	-565	256	5,100	17	0.64	-0.18	0.25	3.76	0.26
2016	3,357	-457	247	4,859	18	0.59	-0.14	0.24	3.54	0.27
2017	3,021	-391	231	4,590	19	0.52	-0.12	0.22	3.29	0.30
2018	2,617	-364	209	4,295	21	0.45	-0.11	0.20	3.04	0.32
2019	2,157	-368	182	3,979	23	0.36	-0.11	0.17	2.78	0.35
2020	1,659	-400	151	3,650	25	0.28	-0.12	0.14	2.51	0.39

Forward Lookingモデル

25%削減・技術促進シナリオ(Baselineからの乖離)

割引率:5% → 2%

	GDP	民間消費	政府消費	投資	就業者	GDP	民間消費	政府消費	投資	就業者
	10億円	10億円	10億円	10億円	万人	%	%	%	%	%
2005	1,318	-2,321	174	3,465	21	0.26	-0.83	0.19	2.88	0.32
2006	1,810	-2,317	224	3,904	22	0.35	-0.82	0.24	3.21	0.33
2007	2,336	-2,331	277	4,389	22	0.45	-0.81	0.30	3.59	0.34
2008	2,765	-2,385	265	4,885	22	0.53	-0.82	0.28	3.96	0.33
2009	3,538	-2,430	305	5,663	23	0.67	-0.83	0.32	4.53	0.35
2010	4,360	-2,507	344	6,522	24	0.82	-0.84	0.36	5.15	0.37
2011	5,249	-2,620	390	7,479	26	0.97	-0.87	0.40	5.83	0.39
2012	5,389	-2,277	414	7,253	25	0.98	-0.75	0.42	5.58	0.39
2013	5,436	-1,980	430	6,987	25	0.98	-0.64	0.43	5.30	0.39
2014	5,391	-1,727	438	6,680	25	0.96	-0.55	0.44	5.00	0.39
2015	5,258	-1,514	439	6,333	26	0.93	-0.48	0.43	4.67	0.40
2016	5,042	-1,338	433	5,947	26	0.88	-0.42	0.42	4.33	0.41
2017	4,748	-1,196	420	5,524	27	0.82	-0.37	0.41	3.96	0.42
2018	4,387	-1,084	402	5,068	28	0.75	-0.33	0.39	3.59	0.44
2019	3,969	-998	378	4,589	29	0.67	-0.30	0.36	3.20	0.46
2020	3,514	-934	351	4,097	31	0.58	-0.28	0.33	2.82	0.49

Forward Lookingモデル

25%削減・技術促進シナリオ(Baselineからの乖離)

新エネルギーの想定: Baselineと同じ

	GDP	民間消費	政府消費	投資	就業者	GDP	民間消費	政府消費	投資	就業者
	10億円	10億円	10億円	10億円	万人	%	%	%	%	%
2005	723	-1,273	95	1,901	12	0.14	-0.45	0.10	1.58	0.17
2006	1,074	-1,270	130	2,214	12	0.21	-0.45	0.14	1.82	0.18
2007	1,465	-1,283	171	2,577	13	0.28	-0.45	0.18	2.11	0.19
2008	1,770	-1,340	147	2,964	12	0.34	-0.46	0.16	2.40	0.19
2009	2,433	-1,390	176	3,647	13	0.46	-0.47	0.18	2.92	0.20
2010	3,170	-1,476	207	4,439	15	0.59	-0.50	0.21	3.51	0.22
2011	4,009	-1,603	248	5,364	16	0.74	-0.53	0.25	4.18	0.25
2012	4,146	-1,292	272	5,165	16	0.76	-0.42	0.28	3.97	0.25
2013	4,190	-1,043	290	4,944	16	0.76	-0.34	0.29	3.75	0.25
2014	4,144	-853	300	4,697	17	0.74	-0.27	0.30	3.51	0.26
2015	4,008	-718	304	4,422	18	0.71	-0.23	0.30	3.26	0.28
2016	3,783	-636	302	4,117	19	0.66	-0.20	0.30	2.99	0.30
2017	3,469	-603	294	3,778	21	0.60	-0.19	0.28	2.71	0.32
2018	3,065	-616	280	3,401	22	0.52	-0.19	0.27	2.41	0.35
2019	2,571	-672	260	2,983	24	0.43	-0.20	0.25	2.08	0.38
2020	1,985	-768	234	2,519	26	0.33	-0.23	0.22	1.73	0.41

Forward Lookingモデル

25%削減・技術促進シナリオ(Baselineからの乖離)

家計消費構造の想定: Baselineと同じ

	GDP	民間消費	政府消費	投資	就業者	GDP	民間消費	政府消費	投資	就業者
	10億円	10億円	10億円	10億円	万人	%	%	%	%	%
2005	436	-767	57	1,146	7	0.09	-0.27	0.06	0.95	0.10
2006	647	-765	79	1,334	7	0.13	-0.27	0.09	1.10	0.11
2007	882	-773	103	1,553	8	0.17	-0.27	0.11	1.27	0.12
2008	1,017	-818	63	1,773	7	0.19	-0.28	0.07	1.44	0.11
2009	1,484	-847	72	2,260	8	0.28	-0.29	0.08	1.81	0.11
2010	2,000	-903	80	2,824	8	0.37	-0.30	0.08	2.23	0.13
2011	2,587	-992	95	3,485	9	0.48	-0.33	0.10	2.72	0.14
2012	2,448	-858	90	3,216	9	0.45	-0.28	0.09	2.47	0.13
2013	2,224	-784	79	2,930	8	0.40	-0.25	0.08	2.22	0.13
2014	1,921	-767	61	2,627	8	0.34	-0.25	0.06	1.96	0.12
2015	1,542	-802	36	2,308	8	0.27	-0.25	0.04	1.70	0.13
2016	1,095	-887	7	1,976	9	0.19	-0.28	0.01	1.44	0.14
2017	588	-1,019	-28	1,634	9	0.10	-0.31	-0.03	1.17	0.15
2018	31	-1,193	-66	1,290	11	0.01	-0.36	-0.06	0.91	0.16
2019	-561	-1,406	-108	954	12	-0.09	-0.42	-0.10	0.67	0.19
2020	-1,165	-1,653	-151	639	14	-0.19	-0.49	-0.14	0.44	0.21

Forward Lookingモデル

25%削減・技術促進シナリオ(Baselineからの乖離)

代替弾力性の想定: Baselineの半分

	GDP	民間消費	政府消費	投資	就業者	GDP	民間消費	政府消費	投資	就業者
	10億円	10億円	10億円	10億円	万人	%	%	%	%	%
2005	410	-852	66	1,196	6	0.08	-0.30	0.07	0.99	0.09
2006	652	-842	87	1,408	7	0.13	-0.30	0.09	1.16	0.10
2007	927	-849	111	1,665	8	0.18	-0.30	0.12	1.36	0.12
2008	1,110	-939	65	1,984	7	0.21	-0.32	0.07	1.61	0.11
2009	1,729	-997	105	2,621	10	0.33	-0.34	0.11	2.10	0.14
2010	2,437	-1,086	148	3,375	12	0.46	-0.37	0.15	2.67	0.19
2011	3,266	-1,214	203	4,277	15	0.60	-0.40	0.21	3.34	0.24
2012	3,465	-910	252	4,122	17	0.63	-0.30	0.26	3.17	0.27
2013	3,592	-664	299	3,957	20	0.65	-0.22	0.30	3.00	0.30
2014	3,650	-467	343	3,774	22	0.65	-0.15	0.34	2.82	0.33
2015	3,640	-314	385	3,570	24	0.64	-0.10	0.38	2.63	0.37
2016	3,566	-197	424	3,339	26	0.62	-0.06	0.41	2.43	0.40
2017	3,428	-108	460	3,076	28	0.59	-0.03	0.45	2.21	0.44
2018	3,230	-39	494	2,775	30	0.55	-0.01	0.47	1.96	0.47
2019	2,973	18	524	2,431	32	0.50	0.01	0.50	1.70	0.50
2020	2,662	73	551	2,038	34	0.44	0.02	0.52	1.40	0.54

鉄鋼業の生産、雇用、資本、CO2

25%削減&技術促進シナリオ 要素間代替弾力性パラメータの感応度
Baselineからの変化率(%)

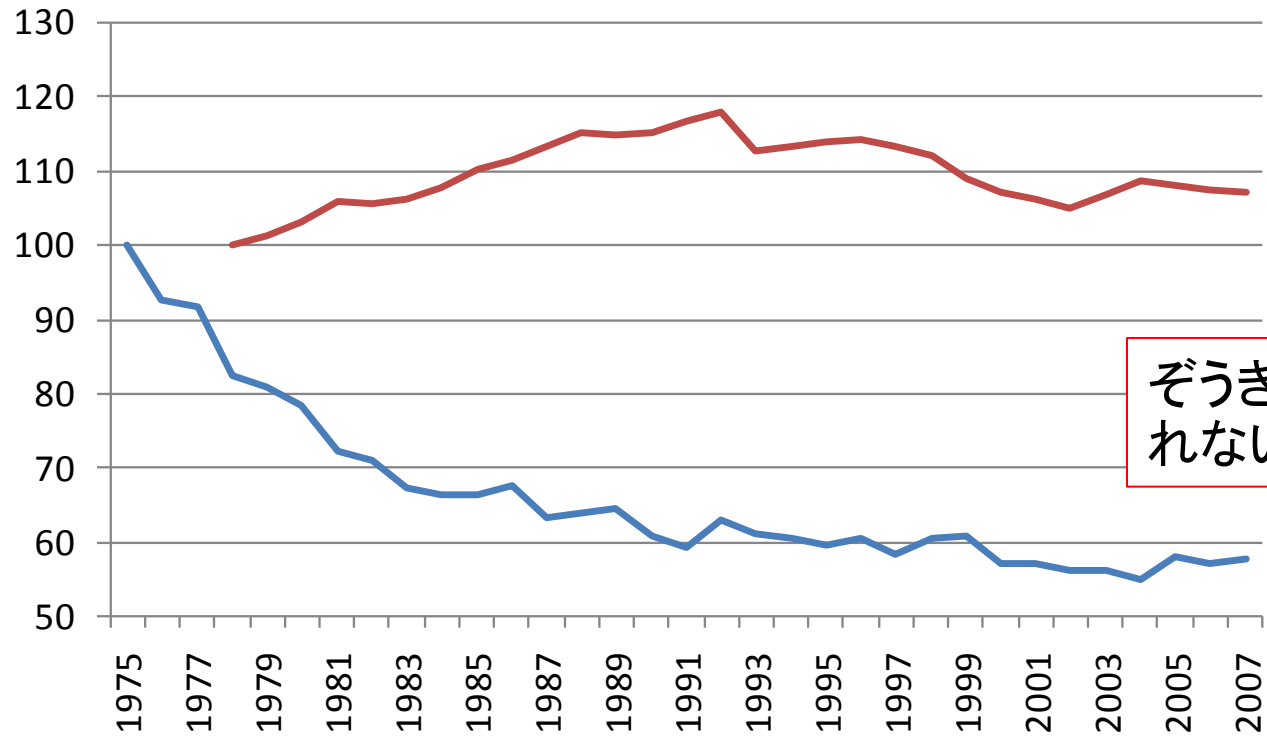
標準パラメータ

	生産額	就業者数	資本ストック	CO2発生源
2005	0.5	0.7	0.3	0.6
2006	0.6	0.7	0.5	0.7
2007	0.8	0.8	0.7	0.8
2008	0.2	1.2	1.3	▲ 3.6
2009	0.1	1.6	1.8	▲ 6.7
2010	▲ 0.1	2.1	2.4	▲ 9.9
2011	▲ 0.3	2.6	3.1	▲ 13.1
2012	▲ 0.4	3.2	4.0	▲ 16.2
2013	▲ 0.5	3.9	5.0	▲ 19.2
2014	▲ 0.6	4.6	5.8	▲ 22.1
2015	▲ 0.8	5.3	6.7	▲ 24.8
2016	▲ 0.9	6.0	7.4	▲ 27.4
2017	▲ 1.1	6.7	8.2	▲ 29.9
2018	▲ 1.2	7.4	8.8	▲ 32.1
2019	▲ 1.3	8.1	9.4	▲ 34.0
2020	▲ 1.3	8.7	10.0	▲ 35.7

標準パラメータの半分

	生産額	就業者数	資本ストック	CO2発生源
2005	0.3	0.4	0.2	0.3
2006	0.4	0.5	0.3	0.4
2007	0.5	0.5	0.5	0.5
2008	▲ 0.3	0.5	0.6	▲ 3.5
2009	▲ 0.2	0.7	0.8	▲ 4.3
2010	▲ 0.2	0.8	1.1	▲ 5.1
2011	▲ 0.0	1.0	1.4	▲ 5.9
2012	0.2	1.4	2.0	▲ 6.6
2013	0.5	1.8	2.5	▲ 7.3
2014	0.8	2.2	3.0	▲ 7.9
2015	1.1	2.6	3.5	▲ 8.5
2016	1.4	3.0	4.0	▲ 9.0
2017	1.7	3.5	4.4	▲ 9.3
2018	2.1	3.9	4.9	▲ 9.4
2019	2.5	4.3	5.3	▲ 9.2
2020	3.0	4.7	5.7	▲ 8.6

鉄鋼生産とCO2排出量の推移



ぞうきんは二度絞れない？

- 粗鋼1トン当たりCO2排出量(1975=100)
- 粗鋼1トン当たり生産指数(1978=100)

CO2データは、IEA , CO2 Emission from fuel combustion 2009
粗鋼生産、生産指数は経済産業省

参考資料

石油時ショックとの比較

10年間では変わらない？

一次エネルギー供給

一次エネルギー供給	1975	1985	1995	2005
石炭	17.4%	19.8%	16.8%	20.9%
石油	74.8%	55.4%	53.7%	46.9%
ガス	2.8%	9.7%	10.8%	13.6%
原子力	2.7%	11.5%	15.4%	15.3%
水力	2.2%	2.0%	1.4%	1.3%
地熱	0.1%	0.4%	0.6%	0.6%
再生可能	0.0%	1.3%	1.3%	1.5%
総量(ktoe)	324,420	362,008	493,212	518,898
年平均伸び率		1.1%	3.1%	0.5%
CO2 Mt of CO2	856	876	1,146	1,218
年平均伸び率		0.2%	2.7%	0.6%
GDP	240,871	350,602	479,716	536,762
年平均伸び率		3.8%	3.2%	1.1%

原油高というパラダイムシフトの下で、10年でエネルギー構成は大きく変化できた。

原油価格引き上げ1973年10月16日

IEA, Energy Balance of OECD countries, 2009
IEA, CO2 Emissions from Fuel combustion, 2009

10年間では変わらない？

電源構成

電力構成	1975	1985	1995	2005
石炭	42,317	99,334	168,666	303,552
石油	301,918	183,860	206,798	137,525
ガス	20,280	128,043	195,640	239,039
原子力	25,125	159,578	291,254	304,755
水力	83,406	82,874	82,118	76,470
地熱	100	1,494	3,173	3,226
再生可能	0	11,758	12,589	23,851
総量(GWh)	473,146	666,941	960,238	1,088,418
石炭	8.9%	14.9%	17.6%	27.9%
石油	63.8%	27.6%	21.5%	12.6%
ガス	4.3%	19.2%	20.4%	22.0%
原子力	5.3%	23.9%	30.3%	28.0%
水力	17.6%	12.4%	8.6%	7.0%
地熱	0.0%	0.2%	0.3%	0.3%
再生可能	0.0%	1.8%	1.3%	2.2%

石油のシェアは10年で36%減った。
原子力シェアが10年で18%増えた。
石炭のシェアが10年で10%増えた。

IEA, Energy Balance of OECD countries, 2009

石油ショック時の経験

	輸入価格			消費者価格		
	石油	石炭	LNG	電力価格	消費者物価	実質電力価格
	円/kI	円/t	円/t	1985=100	1985=100	1970=100
1970年	4,151	7,629	9,819	48.9	36.9	100.0
1971年	4,874	7,158	9,230	48.8	39.3	93.7
1972年	4,893	6,668	8,067	48.7	41.2	89.2
1973年	8,442	7,060	9,485	48.6	46.0	79.7
1974年	21,192	14,780	22,357	55.5	56.7	73.9
1975年	22,644	16,724	26,432	58.2	63.3	69.4
1976年	23,377	17,180	28,640	62.6	69.3	68.2
1977年	22,233	15,105	28,365	69.5	74.9	70.0
1978年	17,638	11,976	25,129	68.3	78.1	66.0
1979年	33,298	13,914	38,547	68.3	81.0	63.6
1980年	47,499	14,500	62,680	91.7	87.3	79.3
1981年	52,538	16,323	68,573	99.5	91.5	82.1
1982年	53,520	18,110	74,007	100.0	94.1	80.2
1983年	44,184	14,934	60,709	100.0	95.8	78.8
1984年	44,538	14,437	61,965	100.0	98.0	77.0
1985年	38,700	12,433	58,472	100.0	100.0	75.5
2008年	58,333	17,445	66,007			

化石燃料価格は急騰したが、電力価格の上昇はCPI以下であった。

二酸化炭素価格は異常高か

	炭素価格	石油	石炭	LNG
	円/t-co2	円/kl	円/t	円/t
2008年価格		58,333	17,445	66,007
CO2費用	5,000	13,095	12,045	13,490
	50,000	130,950	120,450	134,900
CO2込み価格	5,000	71,428	29,490	79,497
	50,000	189,283	137,895	200,907
	5,000	122%	169%	120%
	50,000	324%	790%	304%

化石燃料価格実績	1972年	4,893	6,668	8,067
	1982年	53,520	18,110	74,007
		1094%	272%	917%

石油ショック時は、2回に分けて突然上昇。
CO2価格の上昇は、2020年までに除々に増加。

石油ショックと25%削減の違い

1. 化石燃料価格の上昇は、全額が海外への所得流出となる。
2. 炭素価格の値付けで生じる帰属所得は、全額が日本に帰属する。
 - Boundaryは、国境調整で処理可能

巨額の所得流失を見逃して良いのか

	原油・粗油	石炭	LNG	所得流出計
2000	0	0	0	0
2001	-231	158	51	-22
2002	347	109	24	480
2003	328	72	22	421
2004	1,591	448	121	2,160
2005	5,057	899	564	6,521
2006	6,586	876	979	8,442
2007	8,925	1,018	1,586	11,529
2008	9,069	2,496	2,614	14,179

10億円

所得流出＝輸入実績－輸入価格が2000年の水準の輸入額