

(4) 温室効果ガス排出量等の試算及び各ケースの経済への影響・効果分析

(技術モデルによる温室効果ガス排出量等の試算)

- 選択枝の原案作成に向けて、対策・施策の強度の違いによって選択枝の原案を構成することとした。このため、各WGにおける検討内容の報告及び部会・小委員会における議論を踏まえ、対策・施策について、高位・中位・低位の3段階のケース分けを行った。さらに、総合資源エネルギー調査会基本問題委員会において検討されている総発電電力量に占める原子力発電の割合の想定を組み合わせることで、以下のとおりケースを設定した。その上で、各ケースについて、国立環境研究所 AIM チーム日本技術モデル¹を用い、我が国の温室効果ガス排出量等を試算した。なお、各ケースにおける一次エネルギー供給量や最終エネルギー需要、再生可能エネルギーの導入量等については、別冊1を参照されたい。

図表3-20 温室効果ガス排出量の試算 (成長シナリオ²)

(注:「▲○○%」は、温室効果ガス排出量の基準年(原則1990年)からの削減率試算)

省エネ・再エネ等の対策・施策の強度	(施策大胆促進) 高位	2020年	▲16%	▲14%	▲13%	▲12%	▲9%	▲3%
		2030年	▲34%	▲30%	▲28%	▲26%	▲20%	
	(施策促進) 中位	2020年	▲12%	▲10%	▲9%	▲8%	▲5%	+1%
		2030年	▲29%	▲25%	▲22%	▲20%	▲14%	
	(参考) (施策継続) 低位	2020年	▲6%	▲3%	▲2%	▲1%	+1%	+5%
		2030年	▲19%	▲15%	▲12%	▲10%	▲3%	
総発電電力量に占める原子力発電の割合(2030年) (総合資源エネルギー調査会基本問題委員会資料より)		35% (参考)	25%	20%	15%	0%	0% (2020年0%)	

¹ 国立環境研究所 AIM チーム日本技術モデルは、各WGにおける部門別の対策に関わる検討結果について、整合性のとれた枠組で技術を積み上げることによって日本全体の排出構造や対策効果を把握するものである。省エネ・省CO₂に伴う経済影響やエネルギー価格情報に伴いエネルギー需要が減少する効果などについての分析については、後述の経済モデルを用いて分析を行った。

² 本分析では、「経済財政の中長期試算」(平成24年1月24日、内閣府)における「成長戦略シナリオ」に準拠するシナリオとして「成長シナリオ」を設定した。

図表 3-21 温室効果ガス排出量の試算（慎重シナリオ³）

（注：「▲○○%」は、温室効果ガス排出量の基準年(原則 1990 年)からの削減率試算）

省エネ・再エネ等の対策・施策の強度	(施策大胆促進) 高位	2020年	▲19%	▲17%	▲16%	▲15%	▲11%	▲5%
		2030年	▲39%	▲35%	▲33%	▲31%	▲25%	
	(施策促進) 中位	2020年	▲15%	▲13%	▲12%	▲11%	▲7%	▲1%
		2030年	▲34%	▲30%	▲27%	▲25%	▲19%	
	(参考) (施策継続) 低位	2020年	▲9%	▲6%	▲5%	▲4%	▲2%	+2%
		2030年	▲24%	▲20%	▲17%	▲15%	▲8%	
	総発電電力量に占める原子力発電の割合(2030年) (総合資源エネルギー調査会基本問題委員会資料より)		35% (参考)	25%	20%	15%	0%	0% (2020年0%)

（経済モデル分析の対象とするケースの絞り込み及び分析の方針）

- 温暖化対策を行うことによる経済への影響や効果は、国民生活に直結する問題であり、「エネルギー・環境会議の基本方針」及び小委員会の検討方針においても、選択肢の提示に当たっては、国民生活や経済への影響なども合わせて提示としている。
- このため、選択肢の原案の作成に当たっては、対策・施策を講じることにより国民生活や経済へどのような影響が生じるか分析を行うため、部会・小委員会での議論も踏まえて、以下の6ケースに絞り込みを行い、経済モデル分析を行った⁴。

³本分析では、「経済財政の中長期試算」における「慎重シナリオ」に準拠するシナリオとして「慎重シナリオ」を設定した。

⁴本来は全ケースについて分析すべきであり、部会・小委員会では、設定したケースの全てを経済モデルによって分析すべきといった意見、総発電電力量に占める原子力発電の割合又は対策・施策の強度を固定することによって、対策・施策の強度や総発電電力量に占める原子力発電の割合の違いによる影響を分析すべきといった意見があったが、作業上の制約から、こうした議論も踏まえて、総合資源エネルギー調査会基本問題委員会で検討を行っている複数のケース（経済見通しとして慎重シナリオを用いている。）に近いケースについて分析を行った。

図表3-22 経済モデル分析の対象としたケースの電源構成及び排出量の設定

(注:「▲○○%」は、温室効果ガス排出量の基準年(原則1990年)からの削減率試算)

		参照ケース (BAU)	ケース① (対策高位 ・原発0%)	ケース② (対策高位 ・原発15%)	ケース③ (対策中位 ・原発15%)	ケース④ (対策中位 ・原発20%)	ケース⑤ (対策低位 ・原発25%)	ケース⑥ (対策低位 ・原発35%)
電源構成 (2030年)	原子力	24%	0%	15%	15%	20%	25%	35%
	火力	65%	50%	35%	39%	34%	38%	28%
	コジェネ		15%	15%	15%	15%	15%	15%
	再エネ	10%	35%	35%	31%	31%	22%	22%
	太陽光	0.3%	11%	11%	10%	10%	7%	7%
	風力	0.4%	7%	7%	6%	6%	4%	4%
	水力	7.8%	11%	11%	9%	9%	7%	7%
	地熱	0.2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
	廃棄物/バイオマス	1.3%	4%	4%	3%	3%	2%	2%
	海洋エネルギー	-	1%	1%	1%	1%	1%	1%
エネルギー起源 CO2排出量 (2030年)	▲6%	▲24%	▲32%	▲27%	▲29%	▲20%	▲25%	

- 試算の依頼に当たっては、各モデルにインプットする前提条件を極力揃えるべく、参照ケースとして以下の慎重シナリオ（2010年代で実質GDPが年率1.1%、2020年代で年率0.8%）を用いることとし、また、各選択枝の原案に係る技術モデル（国立環境研究所AIMチーム日本技術モデル）の試算結果等の資料を提供した。

図表3-23 試算の前提として用いたマクロフレーム

慎重シナリオ		実績			見通し		2010→2020 の伸び率	2020→2030 の伸び率	
		2010	2020	2030	2020	2030			
マクロ経済指標		実質GDP (期間平均伸び率)		05年連鎖価格兆円	511.0 (3.1%)	569.4 (1.0%)	617.1 (0.7%)	1.1%	0.8%
物価・財政		為替レート		¥/\$	82.0	85.75	85.75	0.4%	0.0%
人口・世帯数		総人口		万人	12,765	12,410	11,662	-0.3%	-0.6%
		世帯数		万世帯	5,232	5,460	5,344	0.4%	-0.2%
		業務床面積		百万m ²	1,834	1,943	1,902	0.6%	-0.2%
各産業の生産指標		粗鋼		万トン	11,079	12,022	11,979	0.8%	0.0%
		エチレン		万トン	700	642	581	-0.9%	-1.0%
		化学		IIP(2005=100)	99	104	106	0.5%	0.2%
		うち非石油化学		IIP(2005=100)	102	111	117	0.9%	0.5%
		セメント		万トン	5,605	5,621	5,173	0.0%	-0.8%
		紙・板紙		万トン	2,734	2,741	2,602	0.0%	-0.5%
燃料費		原油価格		\$/bbl	84.2	114.7	123.4	3.1%	0.7%
		LNG価格		\$/t	584.4	682.7	734.4	1.6%	0.7%
		石炭価格		\$/t	113.9	121.0	124.0	0.6%	0.2%
交通需要など		貨物輸送量		億トンキロ	5,356	5,785	5,832	0.8%	0.1%
		旅客輸送量		億人キロ	12,640	12,052	11,411	-0.5%	-0.5%

○ 経済モデル分析による試算結果については、各選択肢の原案についての国民生活や経済への影響の視点からの判断材料として活用することとした。

- 経済モデル分析に当たっては、応用一般均衡モデルによる分析の実績を有する、
- ①国立環境研究所（AIM 経済モデル）
 - ②地球環境産業技術研究機構（DEARS モデル）
 - ③大阪大学伴教授（伴モデル）

の3研究機関・研究者に試算の依頼を行った。なお、日本経済研究センターは、中央環境審議会地球環境部会や総合資源エネルギー調査会基本問題委員会からの依頼とは独立して試算を実施しており、その試算結果を参考として紹介することとした。

図表3-24 試算を行った経済モデルの概要

	モデルの分類	成り立ち	雇用想定	経済主体の投資行動	個別の詳細設定等
AIMモデル (国立環境研究所)	一般均衡モデル 原子力発電や再生可能エネルギーの導入量などに応じて経済が到達する均衡状態の姿を描く。	エネルギーの効率改善と その際に生じる追加費用 について、対策技術を積み 上げたボトムアップ型の AIM技術モデルと整合。	需給ギャップ や失業率を 想定してい ない	家計・企業は1期間(1年)単位で の効用・利潤の最大化を考慮して 行動。	エネルギー効率改善とそ の費用については技術別 に設定。温暖化対策のため の追加費用を投資の一部 として計上するか、政府 が補助するか等によっ て異なる結果となる。
DEARSモデル (地球環境産業技術研究機構)		国際産業連関表を扱った 静学的な多地域・多部門 一般均衡モデルである GTAPモデル及びそのデー タベースに基づき作成され たモデル。	需給ギャップ や失業率を 想定してい ない	1年単位ではなく、全期間を通じて 全世界の効用最大化が実現する ように各年の消費、投資、生産、 GDPを内生的に決定。将来消費効 用が高まると判断されれば、手前 の時点で消費を減らしても投資 を実行する。 (Forward looking 型動学モデル)	世界多地域の国際産業 連関を有したモデルを統 合しているため、温暖化 対策による産業部門間の 連関や国際産業移転を含 めた包括的な評価が可能。
伴モデル (大阪大学・伴教授)		日経モデルをForward looking 型動学的最適化モ デルに拡張したモデル。	需給ギャップ や失業率を 想定してい ない	1年単位ではなく、全期間を通じて 効用最大化が実現するように各 年の消費、投資を決定。 将来消費効用が高まると判断され れば、手前の時点で消費を減らし ても投資を実行する。 (Forward looking 型動学モデル)	任意の技術を持つアク ティビティを個別に追加可 能。 消費者の低炭素型消費 財への嗜好の変化を外生 的に決定し見込むことが できる。
JCERモデル (日本経済研究センター) (注)		MITの温暖化対策分析用 の一般均衡モデルである EPPAモデルを参考にして 作成。	需給ギャップ や失業率を 想定してい ない	家計・企業は1期間(1年)単位で の効用・利潤の最大化を考慮して 行動。	産業の資本ストックにウィ ンテージを仮定し、既投資 分の資本ストックは当該 産業から動かず、産業構 造の変化が徐々に進む 姿を描いている。同様に 産業間の労働移動も徐々 に進むようになっている。

(注) 日本経済研究センターは、中央環境審議会や総合資源エネルギー調査会からの依頼とは独立して試算を実施しており、その試算結果を参考として紹介。

(経済モデルの有用性)

- 本分析に用いた応用一般均衡モデルは、経済全体の相互関係（例：生産要素と生産物の関係や貯蓄と投資の関係）を論理的、整合的、定量的に描く方程式群である。各経済主体が経済合理的な行動（家計は効用最大化、企業は利潤最大化）を取ることを想定し、その結果として需要と供給が導き出され、価格メカニズムを通じて市場均衡が達成される姿を描写している。基準となる前提条件でのモデル（BAU）が

でき上がると、様々な前提条件の異なった均衡（政策導入ケース）を描写し、異なる均衡解の間を比較することにより、政策が経済全体に与える影響を分析できる。

- 今回の分析に用いる応用一般均衡モデルは、いずれも多部門モデルであり、政策によって産業構造がどのように変化するか（どの部門にプラスの影響があり、どの部門にマイナスの影響があるか）といったことを分析することが可能である。また、今回の分析に用いる応用一般均衡モデルは、いずれも動学モデルであり、時系列で経済が変化していく姿を描くことが可能である。

（経済モデル分析結果の提示に当たっての留意点）

- 分析結果は、前提条件次第で大きく変わり得るものであることから、結果の数値そのものを過大評価すべきではない。
- 感度分析により、政策の有無に伴う経済への効果・影響をおおまかに把握することは重要である。
- 分析結果の数値が独り歩きする傾向にあることから、モデルの構造や前提条件を十分に理解した上で結果を提示すべきである。その際、単一の解ではなく、定性的あるいは幅をもった形で結果を捉えることも重要である。
- 経済モデルによる試算結果は、各選択肢の原案についての国民生活や経済への影響の判断材料として活用すべきだが、他国における地球温暖化対策の強度が我が国の経済に与える影響などについては更なる検討が必要であることや、経済モデルそれぞれにおいて取り扱うことのできる範囲、分析項目等が異なることなどを踏まえ、慎重に行うべきである。

（試算結果の見方について）

- 各WGでの議論の通り、CO₂削減は、規制や普及啓発などを含め様々な施策により実行されることとなっている。しかし、経済モデルでは、そのままそうした施策による経済影響を分析することはできず、炭素価格（炭素税率や排出量取引の排出枠価格）を組み込み、エネルギー価格に炭素価格を上乗せすることにより、エネルギーと資本の代替等を通じ、CO₂削減が進むと取り扱い、こうした炭素価格を導入することの経済影響をCO₂削減の影響としている。（全ての施策の影響が炭素価格として表現される。）
- その際、一定のCO₂削減を達成するための炭素価格が限界削減費用となる。経済モデルにより算出される限界削減費用は、家庭や事業者に求められる排出削減努力の程度を表す指標の一つとして理解することができる。炭素価格を上げるに従い、どの程度CO₂削減が進むと見込むかがモデルによって異なるため、同じケースであっても、モデルによって限界削減費用が異なる。限界削減費用の高いモデルでは、

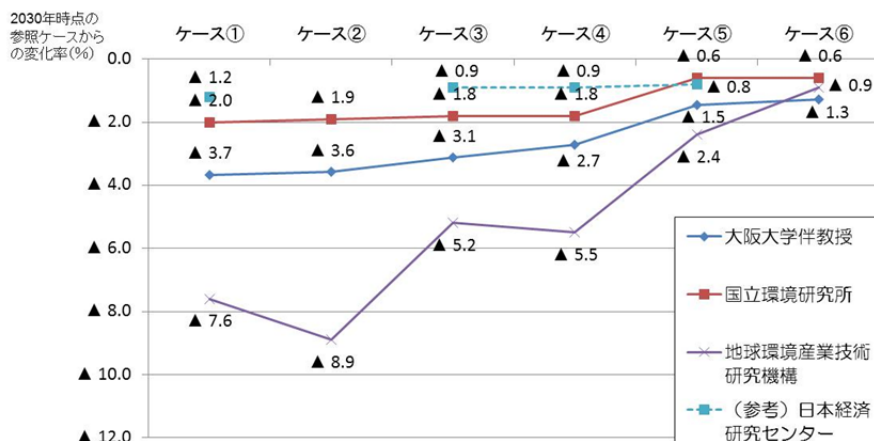
高い炭素価格を課すことになり、GDP への影響も大きくなる。なお、炭素価格収入が何に使用されるかによっても差が生じ得る。

- モデル上、CO₂削減の施策の影響は、原則、削減量に応じた炭素価格として取り扱われるが、現実には、WG での検討のとおり、規制や普及啓発などの様々な手段が講じられるため、現実の炭素価格がモデルで示される限界削減費用の水準まで上昇するようなことは起こらないことに留意が必要である。(講じられる普及啓発等により、限界削減費用は下がり得る。)
- また、モデルから得られる電力価格は、モデル上の限界削減費用が上乘せされたものであり、上述の通り、全ての施策が炭素価格として表現されていることや、講じられる施策によって限界削減費用は変わり得ることから、現実このような電力価格になるという意味ではないことに留意が必要である。
- 世界モデル(地球環境産業技術研究機構 DEARS モデル)は、世界を複数の地域に分割し、各地域の産業構造を描いた上で、地域ごとの CO₂排出目標を設定できるという特徴を有する。特定の地域の政策変更による地域間の輸出入の変化、国際的な資本移転をより詳しく分析することが可能。他地域の CO₂排出目標をどの水準に設定するかによって試算結果に影響がある。
- 一方、一国モデルであっても、海外部門が設けられており、国際価格と国内価格の差による国内財と輸入財の代替という形で国内生産に影響したり、貿易収支の変化や為替レートの変化として経済への影響が現れることとなる。(閉鎖経済を想定しているわけではない。)
- モデル間の経済影響の現れ方の差異は、世界モデルか、一国モデルかによって現れるのではなく、それぞれのモデルの詳細設定(他国の CO₂排出目標の設定水準、炭素価格収入の扱い、価格弾力性、代替弾力性の想定の違いなど)によって現れるものである。

(経済モデルの試算結果)

- 試算を依頼した各研究機関・研究者による経済モデル分析の試算結果については、以下の通り。原則、2030年時点の参照ケースからの変化率で表している。
- 実質 GDP 及び家計消費支出(実質)については、総発電電力量に占める原子力発電の割合が小さく再生可能エネルギーや火力発電の比率が高いケースほど、また、CO₂排出削減量が大きいケースほど、値が小さくなる傾向を示している。(ケース②の実質 GDP: ▲1.9%~▲8.9%(2030年時点の参照ケースからの変化率))これは、後述のとおり、再生可能エネルギーや火力発電の比率が高いケースほど電力価格が高く、また、CO₂排出量が小さいケースほど限界削減費用が高く、エネルギー価格の上昇を通じて生産額の減少や家計消費支出の減少を招く結果と考えられる。

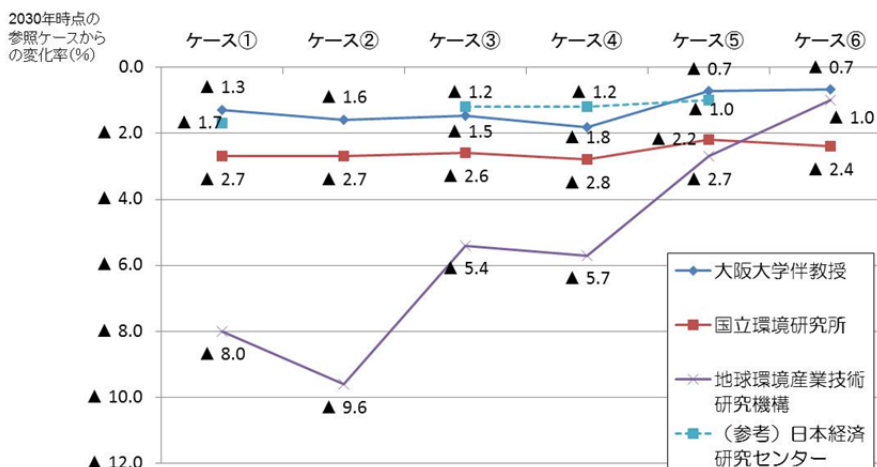
図表 3-25 経済分析試算結果 -実質 GDP (2030年時点)



	ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤	ケース⑥
電源構成	原発0% 火力65% 再エネ35%	原発15% 火力50% 再エネ35%	原発15% 火力54% 再エネ31%	原発20% 火力49% 再エネ31%	原発25% 火力53% 再エネ22%	原発35% 火力43% 再エネ22%
エネルギーCO2排出量	▲24%	▲32%	▲27%	▲29%	▲20%	▲25%

(注: CO₂排出量の「▲○○%」は、温室効果ガス排出量の基準年(原則 1990年)からの削減率試算)

図表 3-26 経済分析試算結果 -家計消費支出 (実質) (2030年時点)



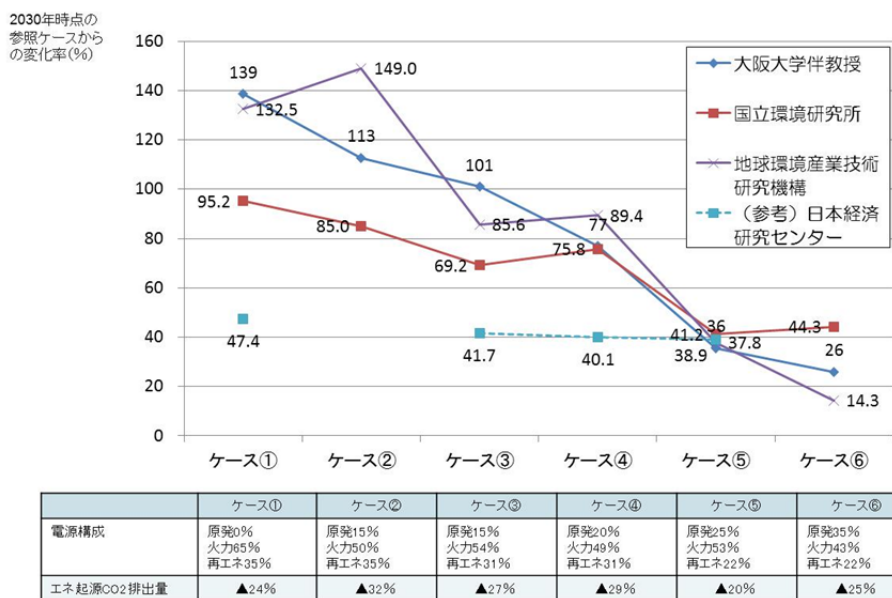
	ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤	ケース⑥
電源構成	原発0% 火力65% 再エネ35%	原発15% 火力50% 再エネ35%	原発15% 火力54% 再エネ31%	原発20% 火力49% 再エネ31%	原発25% 火力53% 再エネ22%	原発35% 火力43% 再エネ22%
エネルギーCO2排出量	▲24%	▲32%	▲27%	▲29%	▲20%	▲25%

(注: CO₂排出量の「▲○○%」は、温室効果ガス排出量の基準年(原則 1990年)からの削減率試算)

○ 電力価格 (名目) については、総発電電力量に占める原子力発電の割合が小さく再生可能エネルギーや火力発電の比率が高いケースほど、また、CO₂排出量が小さいケースほど、値が大きくなる傾向を示している (ケース②の電力価格: +85%~+149% (2030年時点の参照ケースからの変化率))。これは、相対的に再生可能エネルギーや火力発電の発電コストが高いこと、CO₂排出量が小さいケースほど限界削減費用 (炭素価格) が高いことが要因として考えられる。

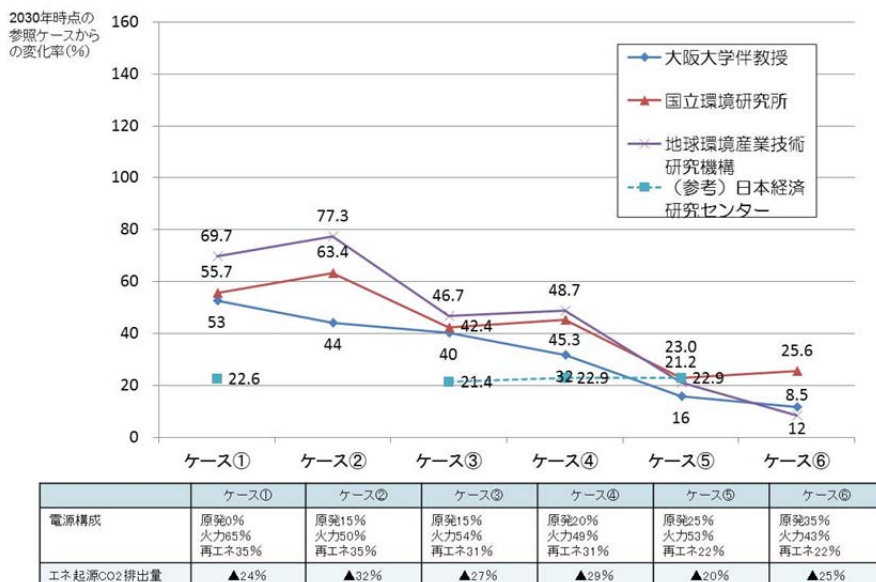
- 光熱費（名目）については、電力価格を含むエネルギー価格の上昇により、家計のエネルギー需要が減少することから、電力価格などの単価と比べると上昇幅は小さくなる（ケース②の光熱費：+44%～+77%（2030年時点の参照ケースからの変化率））。

図表3-27 経済分析試算結果 - 電力価格（名目）（2030年時点）



(注：CO₂排出量の「▲○○%」は、温室効果ガス排出量の基準年(原則1990年)からの削減率試算)

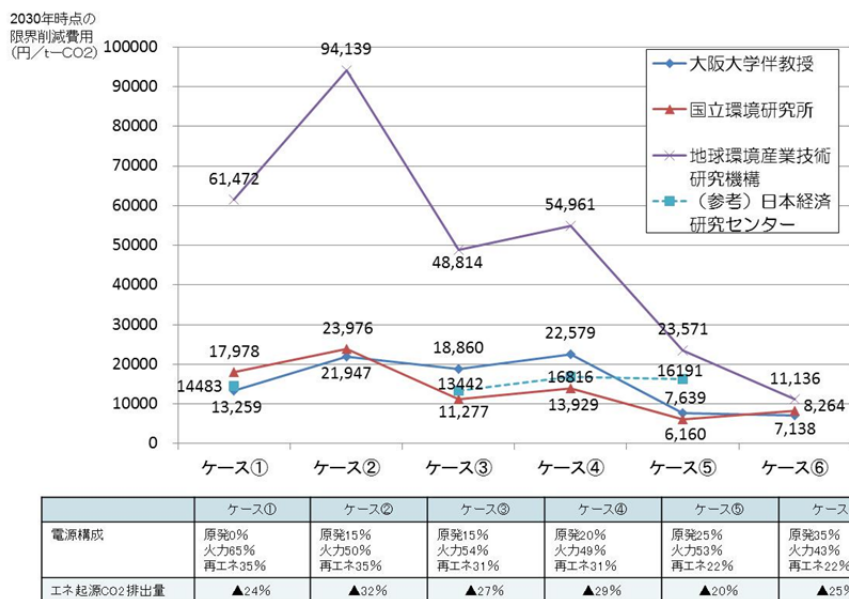
図表3-28 経済分析試算結果 - 光熱費（名目）（2030年時点）



(注：CO₂排出量の「▲○○%」は、温室効果ガス排出量の基準年(原則1990年)からの削減率試算)

- 限界削減費用については、火力発電の比率が高いケースほど、また、CO₂排出量が小さいケースほど、値が大きくなる傾向を示している（ケース②の限界削減費用：21,947円～94,139円/t-CO₂（2030年時点））。
- 限界削減費用の推計には、各モデル間で大きな差が生じている。地球環境産業技術研究機構の試算結果は、国立環境研究所、大阪大学伴教授、日本経済研究センターの試算結果に比べて全体的に高い傾向にある。この要因としては、地球環境産業技術研究機構のモデルでは、電力を含むエネルギーの価格弾力性が比較的小さい構造となっていることが一つの要因として考えられる。

図表 3-29 経済分析試算結果 — 限界削減費用（2030年時点）



(注：CO₂排出量の「▲○○%」は、温室効果ガス排出量の基準年(原則 1990 年)からの削減率試算)

- 産業構造の変化に関しては、原子力依存度の低下と低炭素社会への移行は、特定の産業部門においては投資や雇用の増加といったプラスの効果をもたらすという結果や、それとは逆に、投資や雇用の減少を食い止めることが難しく、政府による手当が重要となる部門もあるという結果が示された。
- 本試算においては、火力発電の内訳をモデルで内生としているため、LNG、石炭、石油の発電割合は、各ケース間で異なる。2030年時点の石炭発電量を1としたときのLNG発電量は、どのモデルにおいても、限界削減費用の高いケースほど、おおむね大きくなる傾向が示され、ケース①～④の炭素制約の水準では、ガスシフトが促されることが示唆された。

(グリーン成長に関する追加分析について)

- また、「はじめに」で述べたとおり、細野環境大臣からは、世界をリードするグリーン成長国家の実現に向けた、地球温暖化対策に関する複数の選択肢原案の取りま

とめを依頼されている。グリーン成長の観点からは、経済分析を行ったケース間の比較を行うだけでなく、GDPの減少等を緩和するためにどのような政策手段があり得るかについて検討を行うことが重要である。経済モデルによる追加分析を行ったところ、法人税の減税や、税収を低炭素投資に活用することにより、GDPの減少等が緩和されるとの結果が示された。CO₂削減を進めつつ成長を図る、すなわちグリーン成長の実現のためには、低炭素投資を促進する施策の実施が重要である。

図表3-30 グリーン成長に関する追加分析の概要

