
CO₂削減の「負担」とは

—— 中期目標試算から何を讀み取るか

主任研究員 猿山 純夫

二酸化炭素（CO₂）削減＝負担増なのか、そしてその額は——。前政権下で削減目標や影響を試算した「中期目標検討委員会」、新政権が昨秋再検討のために設けた「タスクフォース」、両検討会への関心はそこに集中した。しかし、環境対策の議論には何層もの「費用」や「損得」が登場する。CO₂削減に向けた論点もそこに隠れている。当センターも参加した一連の議論から何が讀み取れるのか整理した。

「費用」を測る尺度は

ハイブリッド（HV）車を例に取ろう。仮に1台250万円の車を年間40万台普及させる必要があるとする。年間1兆円だ。これは「費用」だろうか。

逆に、1人のユーザーを想定し、「減税と補助金」で40万円負担が下がるので、燃料の節約効果を10年分織り込めば、200万円のガソリン車を買うよりも10万円得だ——といった言い方もあるかもしれない。これは「得」だろうか。

環境対策の議論には、こうした費用や損得の話が頻繁に登場する。慎重派は負担を強調しようとし、積極派はメリットを目立たせようとする。

まず、ユーザー側の負担から考え直してみよう。「減税と補助金」の40万円は、政府が肩代わりしているだけだから、社会全体としてみた購入費用はやはり250万円のはず。しかし省エネ効果という「便益」は確かにある。年間4000km走るとして、燃

費が1リットル当たり10kmから20kmに向上すれば、年間200リットルの節約。ガソリンが1リットル120円なら年間2万4000円浮く。5年間で12万円、10年間で24万円の節約だ。購入費用からはこうしたコスト削減分を差し引くのが順当だろう。さらに、既に車を持っておりそれが更新期に来ているなら、250万円が丸々追加支出とは言えない。ガソリン車と比較した差額50万円がネットの追加費用だ。このネット投資費用から省エネ金額を引き、削減できるCO₂1トン当たりに引き直したのが、HV車の「CO₂削減費用」になる（BOX 1 参照）。これは、CO₂削減を進める上での「経済性」を表す数字と言える。40万台導入する場合だと、削減費用の合計は冒頭の1兆円ではなく、1000億円程度に収まる（省エネは10年分を考慮する前提）。

新市場があれば、旧市場もある

利用者側がそれだけの費用を負うとしても、それが社会全体としての負担かと言え

CO₂削減分析のキーワード 1

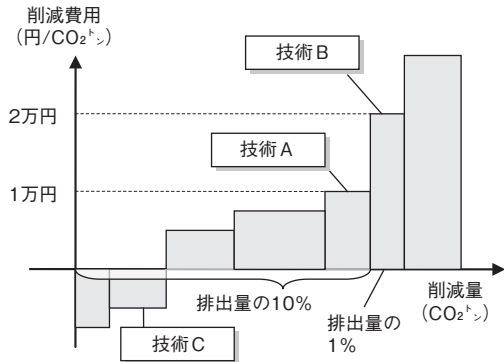
限界削減費用とは

追加的に温暖化ガスを一定量（通常は1トン）削減するのに必要な費用のこと。ハイブリッド車、LED（発光ダイオード）照明といった技術ごとに、初期投資額（在来品と比較した追加費用）から導入後の省エネ費用を差し引いて算出する。導入後何年間の省エネ効果を織り込むかを「投資回収年数」と言い、投資額を同年数で年換算して考える。

「CO₂を10%削減する場合の限界削減費用が1万円」というのは、削減費用が1万円以下の技術をすべて導入すると、削減量（図の横幅）が全排出量の10%になることを意味する。図では左側から順に割安な技術が並んでおり、「技術A」がちょうど10%減を達成する際に導入が必要な技術になる。さらに1%削減するには、技術Bも使う必要があり、限界費用は2万円に上がる。技術Cのように「マイナスの削減費用」があるのは、省エネ効果が初期投資額を上回り「得」な技術ではあるが、更新期に来ていないなどの理由で顕在化していないものを指す。国立環境研究所の資料によれば、例えば白熱電球から蛍光灯やLED電球への切り替えなどがこれに当たる。CO₂を10%削減する場合の総費用は、図の網掛け部分を足し合わせたものになる。

個々の技術の特性・経済性に言及する場合は単に「削減費用」と言い、「限界」費用はCO₂削減量と関連付けて使うのが普通だ。

図1 限界削減費用曲線（イメージ）



ば、まだ話は終わらない。費用の裏側には、機器メーカーの売り上げがあるからだ。

CO₂削減の分析で、削減費用までを分析するのが「技術モデル」、そこから先の費用増＝売上増まで含めて考えるのが「経済モデル」だ（BOX 2）。ただ、注意しなければいけないのは、HV車の「新市場」だけに浮かれてはならないこと。積極派はそこだけを取り出しがちになるが、同時にガソリン車という「旧市場」が細る側面、エネルギー集約的な産業・市場が縮小する側面も加味しなければフェアではない。エネルギー価格の上昇で家計の懐具合は全体として厳しくなるから、消費に振り向けられる総額は少なくなる。

こうした諸要素を考慮して、全体としての「負担」を推計するのがCGE（応用一

表1 90年比25%削減の影響
— 日経センター・CGEモデルによる試算—

A：国内で25%減

B：国内で15%減＋海外クレジットの購入

	2020年のBaU (自然体の成長シナリオ) からの乖離率 (%)	
	A 真水25%	B 真水15%
GDP	▲3.1	▲1.3
消費	▲4.4	▲1.9
設備投資	▲0.7	▲0.3
可処分所得	▲4.5	▲2.0
限界費用 (万円)	6.3	2.2

注) 「可処分所得」は家計、企業、政府などを合わせた「国民可処分所得」。数値はすべて実質（00年価格）。「真水」は国内対策による減少分の意味。排出権の買い手が支払った費用は、政府が集めた上、家計に「定額給付金」のような形で還元する前提

資料) 「タスクフォース」中間取りまとめ、09年12月11日

般均衡) モデルと言われるモデルだ。当センターが分析した結果が表1だ。気を付けないといけないのは、例えば国内総生産（GDP）が3.1%減というのは、2020年で想

技術（積み上げ）モデルと経済モデル

CO₂削減の分析には、技術モデルと経済モデルがしばしば用いられる。

技術モデルは産業設備あるいは民生機器別の詳細なエネルギー効率や費用情報をもとに、所定の温室効果ガス削減に必要な技術の組み合わせや限界削減費用を導くモデル。導入に適した技術を、コスト最小化や、場合により立地の可能性といった定性情報も加味して選択する。積み上げ（ボトムアップ）モデルとも言う。

CO₂削減は技術進歩に依存する度合いが大きいいため、技術を明示的に織り込めるのは大きな利点。「何をどの程度導入する必要があるか」といった絵を描きやすい。ただ、投資をどちらかと言えばコストとして把握するため、投資財を売る企業には収益機会になるという側面が十分に考慮できない。

これに対し、経済モデルは積み上げモデルほどの詳細な技術情報を持たない代わりに、投資の裏側には機器メーカー（投資財産業）の売り上げがあり、それが関連企業の生産や雇を増やすかもしれないという側面が考慮できる。そのために、産業別の投入・産出構造を織り込んだCGE（応用一般均衡）モデルが用いられることが多い。

中期目標検討委員会など（13ページ参照）の技術モデルの分析では、モデル間で条件を揃えるという観点から、粗鋼生産量や交通量といった「経済活動量」は削減目標が深くなっても当初の想定から変化しないという前提で推計した。ただ、排出量取引などでエネルギー価格が高くなれば、企業や家計は割高な財・サービスの需要を減らし、活動量には変化が起きるはず。分析を深めるには、経済モデルのアウトプットを技術モデルに戻したり、技術と経済の要素を融合した「ハイブリッド型モデル」を構築するなどの対応が必要になる。

定される自然体の成長シナリオ（BaU、Business as Usual）からの減少率で、「今」を基準に生活水準が下がると言っているわけではないことだ。一連の試算では、05年から20年までの平均成長率を1.3%と想定しており、その場合、BaUのGDPは05年比では約2割高い計算になっている。

CO₂価格付けか、補助金か

排出権取引や炭素税では、CO₂1トンにつきいくらかという形で、炭素に価格が付く。これと「限界削減費用」はどんな関係にあるのだろうか。最も単純に「価格付け」だけで削減を図るケースでは、CO₂価格＝限界削減費用となる。仕組みはこうだ。

例えばCO₂1トンにつき1万円の炭素税をかけると、ガソリンは1リットル23円程度値上がりする。すると、先の例では、HV車を買うことによる燃料代の節約が年

4600円、5年で2万3000円膨らむ。炭素税を2万円、3万円と引き上げていけば、やがてはガソリン車とHV車の燃料代も含めたコストが等しくなる。それ以上の炭素税であれば、HV車の購入が「得」になるわけだ。HV車より「削減費用」の安い機器は、その炭素税水準ではとっくに「得」が出ているはずだから、導入に弾みが付く。表1で「限界費用」とあるのは、この炭素価格を指している。炭素価格をどの程度引き上げれば、15%減、25%減といった所定の量までCO₂が減るかを計算している。

ただ、省エネ機器の導入を促すことは補助金でも可能だ。HV車の例では、「減税・補助金」があれば、炭素税を課さなくても（または低い炭素税でも）買い手が得になる仕組みをつくることができる。この場合、CO₂価格＝限界削減費用にはならない。

CO₂への価格付けと補助金。どちらの方

法でもCO₂が減らせるが、どちらをとるかによって、ライフスタイルや経済・社会への影響が大きく変わる可能性がある。

例えば、すべて価格付けで対処としよう。中期委などで試算したのは基本的にこの設定だ。この場合、エネルギー価格は素直に上昇する。一例として、輸送関連についてCGEモデルの結果を抜き出したのが図2だ。消費者物価でみると、航空料金の上昇が大きく、次いで自家用車関連（主にガソリン）が高くなる。

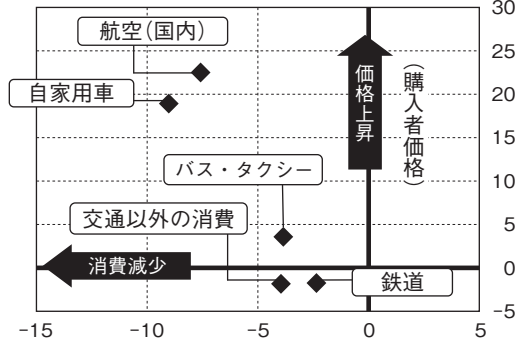
これに対し、鉄道料金は一般物価に比べて価格上昇が緩やかだ。こうなると、航空、道路から鉄道へというシフト（モーダルシフト）が生じるはずだ。モデルでは描ききれないが、その先には、例えば、車で行くのが前提の郊外型ショッピングセンター、飛行機利用を前提に考えてきた事業所・支店などの立地見直しも必要になるだろう。さびれる一方だった市街地商店街にも変化が起きるかもしれない。しかし、補助金で対応するなら、これほどの差は出ないはずだ。燃料価格は上がらないから、補助を受けたHV車で引き続き郊外まで車を飛ばせばいい。

ただし、補助金の場合、何の機器を補助の対象として選ぶのか、いくら補助するのか、客観的な基準を定めにくいという問題がある。その点、「価格付け」なら、民間企業や家計が削減費用の安いものから導入を進める誘因が働くため、経済全体としてみると効率的な削減ができる。

価格付けは政策としての透明性が高い半面、別の問題も引き起こす。例えば、暖房用燃料として灯油への依存が大きい寒冷地

図2 輸送関連消費への影響

(真水25%削減ケース、BaUからの乖離、%)



注) 価格は全費目の加重平均値が基準値。例えば、鉄道料金は平均的な価格ほど値上がりしないことを示す
資料) 「タスクフォース」中間取りまとめ、09年12月11日提出資料を基に当センターが作成

家計への負担といった問題だ。寒冷地以外でも、HV車や太陽光発電パネルを購入する余裕のない低所得者は、エネルギー費用の上昇だけを被るという可能性も出てくる。環境対策は「分配」や「格差」の問題とも絡んでくるわけだ。

経済性、国際比較も重要に

さらに海外との関係を視野に入れると別の「費用」も浮上する。日本が25%削減のような厳しい目標を達成しようとする、他の国よりも限界削減費用がかなり高くなることだ。

内外で削減費用に差があると、企業はより高いコスト負担を強いられ、競争力を失う恐れがある。工場を途上国に移す、国内調達をやめ途上国からの輸入に切り替えるケースも出てくる。結果として、内外を合わせたCO₂排出量は減らないだけでなく、国内の景気や雇用が悪化することもある。これが「リーケージ」(炭素の漏出)だ。これを防ぐために、CO₂規制をかけていない国との貿易に相殺関税をかけたり、輸出

補助金を出すという案も欧米では議論されている。しかし、国際貿易のルールに反するため、実現は容易ではない。

タスクフォースでは、25%を丸々国内で削減するのではなく、一部を海外からクレジット（排出権）を買う形で対応したらどうなるかも試算した（表1のB）。これを見ると、真水（国内対策による削減分）が25%のAに比べ、限界費用、経済への影響とも大きく下がることがわかる。海外へ排出権購入費用を払ってでも、削減費用を下げた方が「得」であることを示している。限界削減費用の安いものから対応するという経済性のルールが、国内の技術だけでなく、国際間でも通用することがわかる。

前倒しか、時間をかけてか

ポスト京都議定書の目標年次は2020年、10年後だ。10年というのは、エネルギー政策を展開する上では、十分長い期間とは言えない。原子力発電所の立地・建設には10年以上かかる場合も多いし、CO₂削減の武器になるといわれるCCS（二酸化炭素の回収・貯留）といった新技術が普及段階に入るのはさらに先とも言われる。2050年に世界の排出量を半減する目標に向けて、前倒しがいいのか、時間をかけてか。ここでも、費用の安いものを優先的に使う発想が重要になる。

カギとなるのは、やはり技術革新だ。削減費用の計算は、すべて機器の値段次第。今は高くつく技術も量産などで値下がりすれば、たちまちのうちに「得」な技術のメニューに入ってくる。

規制を強めれば、生産性や競争力が強まるという、米ハーバード大学の経営学者マイケル・ポーター教授が唱えた「ポーター仮説」がある。1970年代に厳しい排ガス規制への対応を進め、輸出を伸ばした日本の自動車メーカーの経験がこの一例とも言われる。この仮説が普遍性を持つなら、「前倒し」も有力だ。しかし、現在のところ同仮説を確実に支持する実証結果は現れていないようだ。

もう一つ、こうした経済性の判断の外側にあるのが、おそらく対策をとらないまま環境が悪化することの「費用」なのだろう。温暖化対策の原点にはこれがあったはずだが、日本は世界の排出量の4%を占めるに過ぎず、日本の対策が温暖化の行方を左右する度合いが小さいことから、中期委などでは議題の中心になってこなかった。

民主党が25%削減という思い切り高い目標を掲げたのはおそらく、この「対策をとらないコスト」を重くみてのことだろう。しかし、温暖化対策が50年、100年をかけてグローバルに取り組むべき課題であることを考えると、やや性急に過ぎるようにも感じる。温暖化の行方は米国と中国という、これまで厳しい目標設定に慎重であった国がどう動くかにかかっている。日本の25%削減が米中を説得する材料になるのであれば、意味を持つ。民主党は国内の削減策はもとより、米中の説得にもっとエネルギーを割いたらどうか。それが、内外の削減費用の均等化にも結び付き、経済と環境の両立につながる一つの道のように思える。

中期目標検討委員会とタスクフォース

京都議定書後の目標をどう設定すべきか。COP15（第15回国連気候変動枠組み条約締約国会議）が09年末に開かれるのをにらみ、日本としての選択肢を議論するため08年11月に設けられたのが「中期目標検討委員会」（座長＝福井俊彦キャノングローバル戦略研究所理事長）。同委員会の下に「モデル分析ワーキングチーム」（WT）が置かれ、5機関が参加。WTは09年4月までに24回の検討会を開き、前提条件やモデル構造のすり合わせ・議論を重ねた。同委員会は4月に6つの選択肢を公表、麻生内閣（当時）が決定した2020年の温暖化ガス排出量を05年比15%減（90年比8%減）に抑えるという目標は、3番目の目標に1%を上乗せしたものに当たる。

09年9月に民主党を中心とする鳩山内閣が発足したことから、前政権下での試算の再検討と、同党が掲げる「90年比25%削減」を踏まえた分析を行う「タスクフォース（TF）」（座長＝植田和弘京都大学大学院教授）が設けられた。TFには、WTと同じ研究機関が参加した。

WTでのモデル分析が「家計の可処分所得を（自然体シナリオ比で）減らす」という結果を導いたため、それがTFの再試算で変わるのかが焦点だったが、大枠としては前政権下での試算と同様の結果が提示された。

表2 モデル分析に参加した機関とモデル

	目的・参加機関
世界モデル (技術積み上げ型)	〔目的〕 国際比較。各国目標の限界費用を算出したり、逆に限界費用を共通にした場合に、各国削減量がいくらになるのかを推計する。 〔機関〕 国環研、RITE
日本モデル (技術積み上げ型)	〔目的〕 日本の削減量を推計する。活動量を固定した上で、技術の詳細な積み上げにより、どこまで排出削減できるか分析。 〔機関〕 国環研、エネ研
経済モデル	〔目的〕 削減量に応じて、どのような経済影響があるかを推計。 〔機関〕 国環研（CGE）、日経センター（CGE、マクロ）、 慶応・野村浩二准教授（一般均衡型モデル）

国環研＝国立環境研究所、RITE＝地球環境産業技術研究機構、エネ研＝日本エネルギー経済研究所。タスクフォースの日経センターはCGEモデルのみ。

当センターでは、両検討会向けの試算・検討作業は以下の3研究員が担当した。

- 猿山純夫・日本経済研究センター主任研究員
- 川崎泰史・日本経済研究センター主任研究員
- 落合勝昭・日本経済研究センター副主任研究員

あわせて、モデル分析の進め方については以下の両氏から助言を得た。

- 武田史郎・関東学園大学経済学部准教授/上智大学・環境と貿易研究センター
伴 金美・大阪大学大学院経済学研究科教授