

## 気候変動対策の制度設計に向けて

大阪大学社会経済研究所・

カルフォルニア大学ロスアンゼルス校カルフォルニア社会科学実験ラボラトリ

西條辰義

## 1. 我々はどこに向かっているのか

温暖化問題を考えるにあたって、まず、我々がどこに向かっているのかを概観しよう。さらには、どのような温室効果ガスの排出シナリオがありうるのかをみよう。図1が示すように、1950年の人口は25億人、2008年には66億人、2050年には92億人になろうとしている。つまり、世界の人口は、2008年から2050年にかけて1.4倍になると予測されている。一方、世界生産(GWP, Gross World Product)は、1950年には8兆ドル、それが2008年には8.4倍の67兆ドルである。これが2050年には2008年の6.3倍の420兆ドルになろうとしている (Jeffrey D. Sachs (2008))。

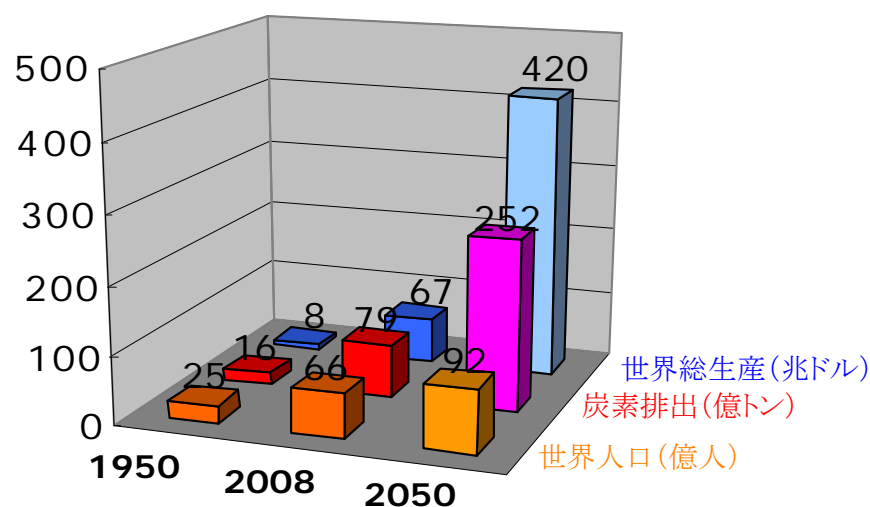


図1 世界人口・炭素排出・世界総生産（炭素排出のデータは2004年）

それでは世界全体における大気中への炭素排出はどうか (Marland et al.)。1950年は16億トン、2004年は1950年の5倍の79億トンである。GWPあたりの排出量は1950年で $16/8=2$  (億トン/兆ドル)、2004年から2008年あたりのそれは $79/67=1.2$  (億トン/兆ドル) であり、かなり改善していることがわかる。GWP1単位あたりの炭素排出がほぼ線形で改善するとし、2050年のそれを0.4だとしよう。そうすると2050年の炭素排出は $420 \times 0.4 = 168$ 億トン、もしそれが少し鈍り0.6だとするなら252億トンである。なお、国際エネルギー機関の現状維持

(Business As Usual, BAU) 予測は 2050 年で 169 億トンである (IEA, Energy Technology Perspective 2008)。

2008 年の G8 洞爺湖サミットなどで提案されている 2050 年半減の意味を考えてみよう。どの年における排出量の半減なのかが定かではないのだが、1990 年の炭素排出量 (58 億トン) ではなく 2004 年の 79 億トンの半減という緩い目標をとりあえず採用しよう。2004～8 年あたりの指標として、一人あたり 1.2 トンの排出をとろう。もし 2050 年の BAU 排出量が 168 億トンなら一人あたりの排出は 1.8 トン、252 億トンならそれは 2.7 トンである。2050 年に半減というのを一人あたり 0.6 トンと考えたとし、BAU 排出が 168 億トンなら  $1/3$ 、252 億トンなら  $1/5$  に落とさねばならないのである。これは世界の平均であって、先進国の排出はさらに押さえられたものとなるに違いない。なお、日本の 2006 年における一人あたりの炭素排出量は 3.7 トンであり、2050 年に一人あたり 0.6 トンにするためには、 $1/6$  以下に落とさねばならない。

今度は、2007 年に公表された気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の第 4 次報告書における 6 つの気候安定化シナリオ (カテゴリ) のうち幾つかを眺めてみよう (IPCC AR4)。図 2 で示すように、2100 年以降、産業革命以来の気温上昇が 2 度から 2.4 度の幅で 2100 年以降において安定化するシナリオがカテゴリ 1 である。温室効果ガスの総排出のピークは 2000 年から 15 年の間で、2050 年の 2000 年比における総排出は 15% から 50% である。このシナリオは EU 提案や洞爺湖サミット提案に相当する。なお、温度変化は全球の平均であって、極地方では平均気温上昇の約 3 倍の温度変化が起こるといわれている。

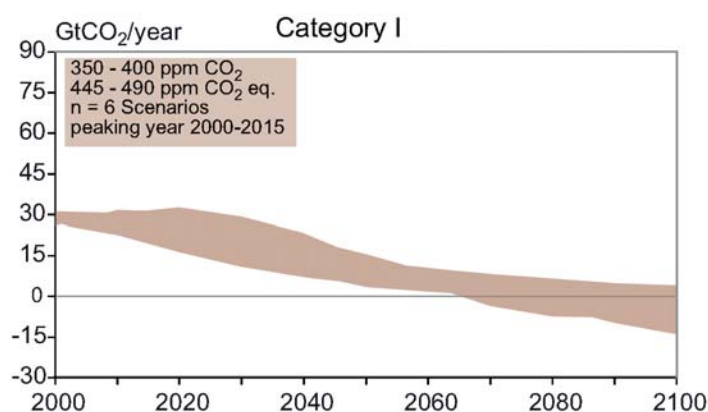


図 2 IPCC 気候安定化排出シナリオ：カテゴリ 1 (2.0～2.4℃)

図 3 はカテゴリ 3 のグラフである。2.8 度から 3.2 度程度の温度上昇で安定化するシ

ナリオであるが、この場合だと、2050年の総排出は2000年比で70%から105%である。なお、斜線部分は二酸化炭素濃度を450 ppm に安定化させるためのIPCC第三次報告書におけるシナリオである。

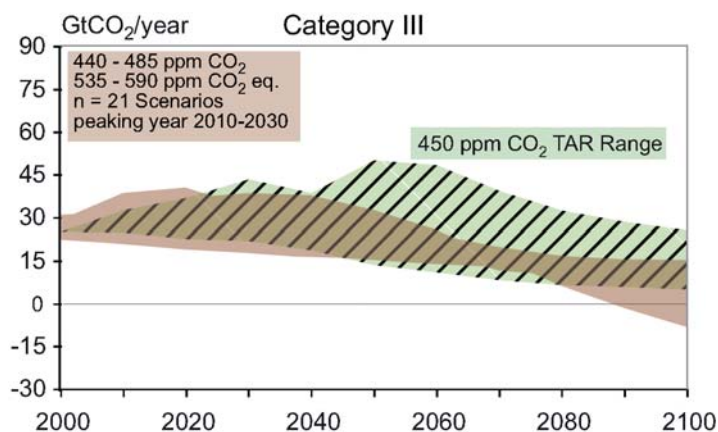


図3 IPCC 気候安定化排出シナリオ：カテゴリ3（2.8～3.2℃）

以上みたように「どこに向かっているのか」と「求められているものは何か」のギャップはあまりにも大きい。この意味で、温暖化問題は、人類始まって以来の難問といえよう。つまり、小手先や奇策では解きようがないのである。正攻法でやるしかないといってよい。低炭素社会にむけて、排出パスを策定し、温室効果ガス排出を抑制する技術を開発し、それを世界に普及せねばならない。同時に目標を達成する社会制度のデザインをせねばならないのである。とはいえ、正攻法の中身自体に関し合意を築くのは容易ではない。次節では、温暖化問題の公共性に焦点を当て、社会科学的な見方を試みてみよう。

## 2. 温暖化問題における公共性

温暖化問題においては、現世代が将来世代の地球環境を変えうるという時空を超えた公共性のあることをみよう<sup>1</sup>。

経済学では、「公共財」は自発的には供給されないという命題がある。公共財とは、誰でも使えるないしは使わざるを得ない財・物質のことである。たとえば、町内会で作った公園は誰でも遊べる。また、汚染された空気は誰もが使わざるを得ない。大気の温度もしかりである。ある町内会の真ん中に公園を作る計画があるとしよう。この町内会には北地区と南地区があって、各々自発的にお金を出し合って公園を作るとしよう。話をさらに単純にするために、各々の地区は10単位の資金を出すか、出さないかの判断（ないしは戦略的意思決定）をせねばならないとしよう。

この様子を示したのが、表1である。各セルの左下は南地区、右上は北地区の住民の利得

とする。10単位のお金を出さないなら、お金が手元に残るので利得を10としている。出したお金の総額に8割かけた分だけ、片方の地域のみではなく、両地域の住民が便益を受けるとしよう。たとえば、両地域とも10単位の資金を出すと、総額は20単位。この8割は16単位なので、右下のセルは両地域とも16単位の利得となっている。片方のみでなく、両地域に便益がいくところが公共財たるゆえんである。仮に南地区のみ10単位の資金を供給するなら、公園の設備が十分ではないので、8単位分の便益を両地域の住民が受けるとしよう。つまり、左下のセルの南地区の利得は8、北地区のそれは資金を供給していないので18となる。

		北地区	
		0 (出さない)	10 (出す)
南地区	0 (出さない)	10 > 10	8 > 18
	10 (出す)	8 > 18	16 > 16

表1 公共財供給ゲーム

この状況で南地区はどちらの戦略をとるのだろうか。相手が資金を出さない場合、出す（8単位の利得）よりも出さない（10単位の利得）方が得である。相手が10単位出す場合もやはり出さないほうがベターである。つまり、南地区は出さないを選択するであろう。同様に北地区も「出さない」を選択するに違いない。そうなら、両地区でお互いに資金を提供して公園を作るなら16単位の利益を得られるのに、公園を作らずに手元に10単位の資金を残すのみになる。地域全体で考えるなら、公園があったほうがよいのにも関わらず公園は作られないことになる。

		将来世代	
		出さない	出す
現世代	出さない	10 > 7	10 > 4
	出す	8 > 10	8 > 7

表2 現世代と将来世代の公共財供給ゲーム

この問題では、両地域の住民が集会を開いてよく話し合うことによって互いに資金を出し合い、公共財である公園ができるかもしれない。ところが、地球温暖化の問題は話し合うことのできない将来世代、ないしは現時点で戦略を選択のできない将来世代とのゲームである。このことを仮想的な数値で示したのが表2である。表1の南地区を現世代、北地区を将来世代としよう。現世代の人々が意思決定をするときには、将来世代は生まれてすら

いないので、将来世代が出そうが出すまいが、現世代の利得には変化がない。つまり、現世代の利得は将来世代の利得とは無関係である（将来世代の選択にかかわらず現世代が「出す」場合の利得は10, 「出さない」場合の利得は8）。10のほうが8よりも大きいので、当然、現世代は温暖化対策のために資金を投入しないのがベストとなる。

将来世代の選択は、現世代の選択に依存する。もし現世代が「出さない」という選択をするなら、将来世代は「出さない」場合の利得7と「出す」場合の利得4の選択をせねばならない。つまり、利得表の上の部分のみである。現世代が「出す」という選択とするなら、将来世代は「出さない」の場合の利得10と「出す」場合の利得7の間の選択となる。将来世代も現世代と同様の問題、つまり将来世代の次の世代とのゲームに直面することになる。

さらに表1と異なるのは、現世代が「出す」という選択をしても、現世代は「出す」ことの利益を享受できない。損をするのみである。これに加えて目に見えない相手との交渉、協力は容易ではない。大げさにいえば、現世代は内なる「人類」との対話を通じて、現世代と将来世代の負担の衡平性を含む現世代の政策をデザインせねばならないのである。

現世代の戦略	将来世代の戦略	現世代の利得	将来世代の利得	$(1/2) \times$ 将来世代の利得	現+将	現+ $(1/2) \times$ 将
出す	出す	8	7	3.5	15	11.5
出さない	出す	10	4	2	14	12
出す	出さない	8	10	5	18	13
出さない	出さない	10	7	3.5	17	13.5

表3 将来世代の利得も考慮に入れた利得表

我々の内なる「人類」との対話の一表現として、現世代が自己の利得と将来世代の利得の合計額に注意を払っているとしよう。表3は、現世代と将来世代の戦略と利得を示している。将来世代が「出す」場合、現世代が「出す」場合の利得は15, 「出さない」場合の利得は14となり、将来世代が「出す」限りにおいて、現世代も「出す」のがよい。一方、将来世代が「出さない」場合、現世代が「出す」場合の利得は18, 「出さない」場合の利得は17となり、将来世代が「出さない」場合、現世代は「出す」のがよい。つまり、現世代が将来世代の利得を現世代の利得と同じ重さで考えるのなら、「出す」のがよいことになる。

しかし、現世代が将来世代の利得を半分に割り引いて考えるとしよう。5列目の数値は4列目の数値の半分である。上記と同じように考えると、将来世代が出そうが出すまいが、

現世代は「出さない」ことがよいことになる。以上は極端な例ではあるが、将来世代の利得をどの程度割り引くかによって現世代の戦略が正反対になることすらあり得る。温暖化対策に関わる様々な提案ないしは考え方の背後に将来世代の利得をどの程度割り引くのが潜んでいるのである。

現世代と将来世代の負担の衡平性はさらに複雑である。これまでの例では「出す」「出さない」でどの程度出すのかを明示的に出していない。出費額の総額なのか、一人あたりの出費額なのか、それとも将来世代が得るであろう利得に比してなのか、などなど様々な衡平性の指標が考えられる。さらに問題を複雑にしているのは、将来世代の利得の不確実性である。この不確実性は気候変動にかかわる物理的な不確実性と共に関社会制度のデザインに付随する人間行動そのものの不確実性の両方を含むことになる。

さらに温暖化問題は、現世代内部でも温暖化対策のコストをどのように負担するのかという先進国と途上国の問題、さらには先進国内、途上国内の問題を含んでいる。このような構造を背景に、気候変動枠組み条約およびそのもとで策定された京都議定書が出現したのである。つまり、条約を策定した人々は、表2のような構造を持った問題に対処するためには、現世代内の主体が「自主的」に行動するのみでは解決できないことを十分に理解していたのであろう。

### 3. 温暖化問題における市場の意味

経済学のテキストには、外部性や不確実性がある場合には市場は失敗する、と書かれている。外部性とは、ある主体の活動が他の主体に直接影響を与える場合を指す。現世代の温室効果ガスの排出が将来世代の気候に影響を与えるのである。前節でみたように温暖化は不確実性も伴う。このため、何らかの制度的な仕組みが必要とならざるを得ない。つまり、原理的に、現世代の「自主的」な努力のみでは問題の解決はできないのである。このため、経済的手法として、炭素税や排出権取引などが考えられている。本節では、炭素排出に価格をつけることの意味を考えてみよう。

政府による暗黙のプレッシャーであれ、自主的であれ、二つの主体が各々一単位の温室効果ガスを削減せねばならない状況を考えてみよう。主体1の削減コストは10ドル、主体2の削減コストは200ドルだとしよう。市場は用いないものの、主体1の場合、削減量一単位あたり10ドルという「影の価格」、主体2には200ドルの「影の価格」がかかるのだから、炭素排出に価格付けをすることに成功している、とする見方がある。

残念ながら、この「価格」は「市場」による価格ではない。両者が異なった価格に直面しているからである。上例の場合、仮にキャップ・アンド・トレード型の排出権取引（各主

体にキャップと呼ばれる排出上限を課し、それを超えない主体は差分を排出権として販売、超えた主体はその増分を超えない主体から排出権として購入する取引)のキャップからの削減コストだとし、排出権価格が20ドルだとしよう。そうすると、主体1は自己で削減をせずに、20ドルを出して排出権を1単位購入し、主体2は2単位削減をし、1単位は自己の目標達成に、もう一単位は主体1に販売するであろう。

この両者の違いはどこにあるのだろうか。「影の価格」の場合、両者での削減コストは210ドル、一方、排出権取引の場合、主体2の2単位目の削減コストも10ドルとするなら、それは20ドルとなる。つまり、市場を用いることによって、190ドル節約できることになるのである。これこそが市場の持つ効率性である。炭素税は炭素排出に税率という同じ価格をつけることになるので、排出権取引と同様の節約ができることになる。

二酸化炭素トンあたりの価格が数百ドルになると、温暖化対策への費用が巨額になり、そのような負担を現世代がするのはほぼ不可能という議論に出くわすことがある。各々の企業の費用を積み上げる手法である。この手法は、我々の直感に訴えはするものの、真の費用ではない。というのは誰かの支出はほかの誰かの収入になる点を考慮に入れていないからである。温室効果ガスを削減するために電源を太陽光パネルに変えたとしよう。その事業主にとっては費用となっても、太陽光パネルの製造業者、運搬者、設置者などにその資金が流れるのである。つまり、高炭素社会から低炭素社会への変革が起こるといってよい。このような変革の中で、従来型の炭素を多く排出する産業の事業主体も自ら炭素を排出しない体質に変革せねばならない。突き放した言い方かもしれないが、炭素を多く排出する主体は市場から退場せざるを得ないのである。

それでは、何が真の費用なのだろうか。温室効果ガスの排出に制限がかからない時のGWP(国単位ならGDP)と制限がかかる時のGWP(GDP)の差が真の費用となる。様々なモデルによる数値計算があるが、2006年の国立環境研究所のモデルによると、アメリカが参加しないことを前提とする場合、我が国が京都議定書の目標を達成する際に失うGDPは0.07%から0.19%程度である<sup>2</sup>。日本経済への影響は軽微といつてよいであろう。なお、ここで算出されている二酸化炭素トンあたりの価格は7ドルである。

しかしながら、近年のEUにおける排出権取引価格が二酸化炭素トンあたり25ユーロ前後で推移しているのも、もっと排出権価格が高いとどのような影響が日本経済に出るのか疑問に思うのは自然である。これに答える現象がこの1年で観察された。原油の価格がこの1年で倍前後に上昇したのである。それに伴い、国内のガソリンの価格・消費量共に大幅に変化した。この間の事情を整理しよう。2007年6月のガソリン1リットルあたりの価格は139円、2008年6月のそれは172円。33円の上昇である。この間、ガ

ソリン消費量は6.1%減少した。炭素排出からみた33円の意味をみよう。ガソリン1リットルあたりの炭素含有量は0.000649トン。炭素トン価格×0.000649=33円だから、この間の価格上昇分の炭素トン当たりの価格は5万円強（炭素の分子量12と二酸化炭素の分子量44を考慮に入れると二酸化炭素トン当たりの価格は13867円（約126ドル））。なお、ガソリンの価格は2007年7月が141円、2008年同月が182円なので、41円の上昇である。これは二酸化炭素トンあたり17650円（約160ドル）である。直近の統計によると2008年4～6月期の国内総生産（GDP）は年率換算で2.4%減となっている。

これらのデータをみるとわかるように、価格の変化によって消費量が変動するのである。炭素税や排出権取引などで炭素排出に価格をつけることを拒む人々は価格変化による温室効果ガス排出量の変動はあまりないという信念を根拠にそれらに反対しているようだが、彼らの信念に疑念がわいてしまう。次に、価格変化の幅である。二酸化炭素トンあたりの変動でみると100ドルから200ドルの間の変化が短期間に起こった、ということである。このような大幅な変動に日本経済は耐えられない訳ではないのである。GDPの減少幅の2.4%のすべてが原油価格上昇によるものではない。なお、資金が海外に流出する場合と炭素税のように税収を国内還元する場合は、後者のGDP減少幅が小さくなるに違いない。

国・地域	BAU(100%)と比較した排出量(%)	GDPの減少(%)
豪州+NZ	91.7	-0.10
中国	68.0	-0.48
日本	96.8	-0.01
韓国+台湾	94.5	-0.06
タイ	94.2	-0.04
他のアジア諸国	88.7	-0.09
アメリカ	91.7	0.03
カナダ	98.2	-0.31
EU	97.3	0.05
旧ソ連	92.2	-0.38
その他の国々	93.7	-0.08

表4 10%削減に対応する排出量とGDPの変化

市場を用いる提案として、世界市民の各々に同量の排出権を与え、後は排出権取引市場に任せるという手法がある。仮に現状から世界全体で温室効果ガスを10%削減するという目標を立て、一人あたり同量の排出権を各国に振り分け、排出権取引市場を用いるとしよう。その結果を示したのが表4である（Hamasaki and Saijo (2008)）。なお、このときの二酸化炭素トンあたりの価格は7.5ドルである。まずどの国・地域もGDPの減少は軽微

である。アメリカ、EUの場合は、減少ではなく、わずかではあるが増加になっている。比較的減少幅が大きいのが中国、カナダである。一方、大幅に削減するのが中国と他のアジア地域に含まれるインドである。一人あたり同量の排出権保有から出発しても、結果としての一人あたりの排出量の差が開くことになる。このため、多くの削減をする国々に何らかの手当をする必要がある。とはいえ、世界経済に大きなダメージを与えることなく、現時点でもかなりの削減が可能であるというのがメッセージであり、2050年半減目標達成の一つの階梯になるのではなかろうか。

#### 4. 迷走する日本の提案

京都議定書第一約束期間以降の日本政府の新たな戦略が「セクター別アプローチ」である。世界の同じ産業に属する企業がその産業におけるベスト・テクノロジーをシェアする手法である。この意味で、技術の普及の仕組みであり、技術普及それ自体は非常に重要である。ただ、技術普及の仕組みそのものが世界の温室効果ガス削減の枠組みになるはずはない。つまり、セクター別アプローチは目標を策定するという戦略ではなく、目標が決まっからの戦術といってよい。もちろん、目標がなくてもこの技術移転の手法を使うことはできる。

世界の目標を決めることなく、セクター別アプローチのみが生き残ることを期待している人々もいるようだが、こうなってしまうと政府の試算とは異なって温室効果ガス排出削減は望めないのではなかろうか。途上国や中進国に日本の技術が移転されるとしよう。そうすると、他の生産要素、たとえば労働の賃金が安いので、同じセクターに属する先進国の企業は遅かれ早かれ規模の縮小、撤退を余儀なくされるであろう。たとえそうであっても世界の温室効果ガスの削減につながればよいと我が国の産業界の首脳は考えているのだろうか。しかし、途上国のそのセクターの生産物一単位当たりの温室効果ガスの排出は減るものの、総量として減るのだろうか。数量が増えると総量も増える可能性がある。さらには、そのセクターを中心に経済が活性化され、その周辺の産業や民生・運輸の排出量が増えてしまう可能性もある。

ひとつの可能性として、産業界の温室効果ガスの排出は押さえられるものの、民生・運輸で大幅に増えてしまう、という我が国が経験しているいわば「日本問題」を途上国・中進国に輸出してしまうことになる。このようなロジックが杞憂であることを祈るばかりであるが、応用一般均衡モデルによる試算は以上のことをサポートしているようである。

もちろん、日本政府はセクター別アプローチを元に国別総量目標を策定する、と提案している。日本の削減ポテンシャルは小さく、中国などのそれは大きいことが出発点である。しかし、どのような原理・原則で各国の目標を決めるのかは定かではない。単純かつ明快

な原理・原則でなければ、他国はそれに追随するはずがない。

セクター別アプローチには原理的な疑念がある。20世紀前半の経済計画論争から始まり旧ソ連邦崩壊に至る過程における数量指令型システムの劣位性である<sup>3</sup>。セクター別アプローチでは、「価格」変数を用いることなく、限界削減費用が均等化可能（最もコスト効率的に目標達成可能）であることを前提にしている。この意味で、概念的には数量指令型の一類型である。残念ながら、少なくともこの百年、「価格」を明示的に用いないシステムが機能した試しがないのである。

#### 参考文献

Hamasaki, H. and T. Saijo, "Designing Post-Kyoto Institutions: From the Reduction Rate to the Emissions Amount," mimeo., 2008

IEA, Energy Technology Perspective 2008,

<http://www.iea.org/Textbase/techno/etp/index.asp>

IPCC Fourth Assessment Report (AR4), "Climate Change 2007", <http://www.ipcc.ch/>

Marland, G., T.A. Boden, and R.J. Andres, "Global, Regional, and National Fossil Fuel CO2 Emissions," [http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/em\\_cont.htm](http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/em_cont.htm)

Sachs, Jeffrey D., *Common Wealth: Economics for a Crowded Planet*, The Penguin Press, 2008

鈴木興太郎『経済計画理論』筑摩書房、1982年

鈴木興太郎・蓼沼 宏一「地球温暖化の厚生経済学」鈴木興太郎編『世代間衡平性の論理と倫理』東洋経済新報社、2006年 所収

---

1 鈴木・蓼沼(2006)を参照されたい。

2 <http://www.env.go.jp/council/06earth/y060-kyo/mat01.pdf> を参照されたい。

3 経済計画論争については鈴木(1982)を参照されたい。