

論 説

中国における炭素税の導入と経済成長との両立について

—— C G Eモデルによるシミュレーション ——

黄 愛 珍

はじめに

前稿¹⁾においては、CO₂ 排出削減のための炭素税の導入が中国経済にもたらす影響について、中国環境C G Eモデルを用いてシミュレーション分析を行った。分析結果によると、炭素税の導入は必ず中国経済にマイナスの影響をもたらすことがわかった。環境と経済を両立させるために、炭素税の導入と同時に、産業部門に生産間接税の軽減という緩和策を導入した場合、CO₂ 排出削減が中国経済にもたらす経済コストをどこまで軽減できるのか。その効果はどの程度なのかについては前稿の残された課題である。

本稿では前稿の分析を踏まえて、更に一步を進め、CO₂ 排出削減コストを和らげるための緩和策として、すべての産業部門に同率の生産間接税の軽減を導入した場合に、緩和策を導入しないケースと比べて、CO₂ 排出削減コストがどのように変化するかを考察し、炭素税の導入と経済成長の両立が中国社会で可能であるのかどうかを、明らかにしたい。

以下、1 節においては分析シナリオについて述べ、2 節ではそれぞれのシナリオについてCO₂ 排出削減コストをシミュレーションし、緩和策を導入した場合と導入しない場合とのコストの比較分析を行いたい。3 節においては本研究で分析した結果と先行研究の結果との比較を行う。最後の5 節においては、本稿の分析結果をまとめるとともに残された課題について整理したい。

1. シナリオ

本稿においては、CO₂ 排出削減のコストを軽減するために、炭素税の導入と同時にすべての産業部門に同率の生産間接税の軽減という緩和策を導入した場合と導入しない場合とを比較し、CO₂

1) 黄 (2003b)

排出削減コストの変化を考察することを目的としている。比較分析のために、前稿で分析したシナリオ 0（CO₂ 排出削減なし）、シナリオ 1（基準年に比べ 5 % の CO₂ 排出削減）、シナリオ 2（基準年に比べ 10 % の CO₂ 排出削減）とシナリオ 3（基準年に比べ 20 % の CO₂ 排出削減）の 4 つのシナリオの他に、新たに以下の 6 つのシナリオを設定した。

シナリオ 1a : シナリオ 1 を維持し、生産間接税を 5 % 軽減する

シナリオ 1b : シナリオ 1 を維持し、生産間接税を 10 % 軽減する

シナリオ 2a : シナリオ 2 を維持し、生産間接税を 5 % 軽減する

シナリオ 2b : シナリオ 2 を維持し、生産間接税を 10 % 軽減する

シナリオ 3a : シナリオ 3 を維持し、生産間接税を 5 % 軽減する

シナリオ 3b : シナリオ 3 を維持し、生産間接税を 10 % 軽減する

すべてのシナリオ（表 1）について中国環境 C G E モデル²⁾を用いてシミュレーションを行い、それぞれのシミュレーション結果については次節で説明しよう。

表 1 分析シナリオ

	基準年に対する CO ₂ 排出量の変化	基準年に対する産業部門の生産間接税の変化
シナリオ 0	変化なし	変化なし
シナリオ 1	- 5 %	変化なし
シナリオ 1a	- 5 %	- 5 %
シナリオ 1b	- 5 %	-10%
シナリオ 2	-10%	変化なし
シナリオ 2a	-10%	- 5 %
シナリオ 2b	-10%	-10%
シナリオ 3	-20%	変化なし
シナリオ 3a	-20%	- 5 %
シナリオ 3b	-20%	-10%

2. 分析結果

本節においては、上記シナリオのそれぞれについてシミュレーションし、その結果をもとに、(1) マクロ経済効果、(2)炭素税とエネルギー価格の変化、(3)エネルギー需要の変化、(4)産業部門別の経済効果という 4 つの側面から CO₂ 排出削減コストの比較分析を行う。

2) 中国環境 C G E モデルの詳細については、黄（2003a）、黄（2003b）を参照されたい。

(1) マクロ経済効果

CO₂ 排出削減コストは、排出削減目標の大小、又は生産間接税の軽減率の大小によって、当然結果が異なる。ここでは、各シナリオに対し、軽減率のすべてのケースについてシミュレーション分析を行った。

まず、シナリオ 1（基準年に対し CO₂ 排出量削減率が 5 % の場合）において、生産間接税をそれぞれ 5 % と 10 % 軽減させる緩和策を導入した場合（シナリオ 1a とシナリオ 1b）、CO₂ 排出削減コストの変化がどのようなになるのかを、主要マクロ経済変数の変化を通じて考察してみよう。

表 2 はその分析結果である。表 2 の左より 3 列目から 6 列目までは、主要マクロ経済変数の絶対値の変化を、その次の 7 列目から 9 列目までの値は、基準ケースに対するそれぞれの変化率を示している。分析結果では、基準年に対して CO₂ 排出量を 5 % 削減すると同時に生産間接税の軽減措置を実施した場合（シナリオ 1a とシナリオ 1b）は、政府収入と間接税収は減少したが、それ以外の主要マクロ経済変数はすべてプラス効果となっている（基準ケースとの比較）。「炭素税収の増加以外にすべてのマクロ経済変数にマイナスの影響を与えた」という緩和策を導入しない前稿の結果と比較すると、CO₂ 排出削減コストが相当緩和され、マイナスのコストがプラス効果に転じて、社会全体の効用も増加させる結果となっている。さらに、生産間接税の軽減率が 5 % から 10 % へと上昇するにつれ、政府税収と間接税収以外のマクロ経済変数へのプラス効果は、生産間接税軽減率の上昇率以上に増加している。

生産間接税を 5 % 軽減するシナリオ 1a のケースについて、主要マクロ経済変数の項目ごとについてみてみよう³⁾。

実質 GDP の変化（基準ケースとの比較）については、緩和策を導入しない場合は 0.5 % の減少であったのに対し、生産間接税を 5 % 軽減した場合は 0.55 % の増加、10 % 軽減した場合は 1.61 % の増加と、実質 GDP はマイナス効果からプラス効果へ転じている。

生産間接税を 5 % 軽減した場合は、政府部門に対しては 456 億円の税収減をもたらし、CO₂ 排出量を 5 % 削減する目標を達成するために導入した炭素税による炭素税収の増加分（1.66 億元）を大きく上回る。反面、生産間接税の軽減は産業部門に、炭素税の導入によって生じた化石燃料価格の上昇というコストの調整に余裕をもたらし、相対的に高価な石炭から石油、天然ガス及び電力へのエネルギー間代替、エネルギーから労働、資本への生産要素の代替などを通じて、産業部門は生産拡大に踏み切ることを促す。5 % の生産間接税の軽減によって、基準ケースに比べて、石炭、石油と天然ガス以外の産業部門は生産が拡大（表 8 を参照）し、産業部門全体の総産出も 0.44

³⁾ 生産間接税を 10 % 軽減したシナリオ 1b のケースは、シナリオ 1a の傾向と同じであるため、ここではシナリオ 1a のケースだけを取り上げることにした。

表 2 主要マクロ経済変数の結果 1 (シナリオ 1 に緩和策を導入)

	単位	基準ケース	シナリオ 1	シナリオ 1a	シナリオ 1b	基準ケースに対する変化(率)		
						シナリオ 1	シナリオ 1a	シナリオ 1b
実質 GDP	億元	75,968	75,589	76,388	77,188	-0.50%	0.55%	1.61%
総 産 出	億元	199,712	198,545	200,596	202,652	-0.58%	0.44%	1.47%
民間消費	億元	35,293	35,016	35,611	36,212	-0.79%	0.90%	2.60%
政府収入	億元	14,433	14,360	14,018	13,667	-0.51%	-2.88%	-5.31%
家計所得	億元	51,282	50,895	51,717	52,547	-0.76%	0.85%	2.47%
失 業 率	%・ポイント	3.15%	3.91%	2.32%	0.71%	0.76	-0.83	-2.44
炭素税込	億元	0.00	1.31	1.66	2.02	1.31	1.66	2.02
間接税込	億元	10,239	10,193	9,784	9,364	-46	-456	-875
社会効用	億元	0	-278	317	918	-278	317	918

表 3 主要マクロ経済変数の結果 2 (シナリオ 2 に緩和策を導入)

	単位	基準ケース	シナリオ 2	シナリオ 2a	シナリオ 2b	基準ケースに対する変化(率)		
						シナリオ 2	シナリオ 2a	シナリオ 2b
実質 GDP	億元	75,933	75,122	75,945	76,734	-1.07%	0.02%	1.06%
総 産 出	億元	199,712	197,241	199,266	201,294	-1.24%	-0.22%	0.79%
民間消費	億元	35,293	34,709	35,297	35,889	-1.65%	0.01%	1.69%
政府収入	億元	14,433	14,277	13,936	13,586	-1.08%	-3.44%	-5.87%
家計所得	億元	51,282	50,466	51,277	52,095	-1.59%	-0.01%	1.59%
失 業 率	%・ポイント	3.15%	4.74%	3.17%	1.58%	1.59	0.02	-1.57
炭素税込	億元	0.00	2.68	3.06	3.44	2.68	3.06	3.44
間接税込	億元	10,239	10,141	9,733	9,315	-98	-507	-924
社会効用	億元	0	-558	3	596	-558	3	596

表 4 主要マクロ経済変数の結果3 (シナリオ3に緩和策を導入)

	単位	基準ケース	シナリオ 3	シナリオ 3a	シナリオ 3b	基準ケースに対する変化(率)		
						シナリオ 3	シナリオ 3a	シナリオ 3b
実質GDP	億元	75,933	74,060	74,858	75,621	-2.47%	-1.42%	-0.41%
総 産 出	億元	199,712	194,121	196,081	198,044	-2.80%	-1.82%	-0.84%
民間消費	億元	35,293	33,991	34,559	35,133	-3.69%	-2.08%	-0.45%
政府収入	億元	14,433	14,078	13,738	13,390	-2.46%	-4.82%	-7.23%
家計所得	億元	51,282	49,456	50,239	51,030	-3.56%	-2.03%	-0.49%
失業率	%・ポイント	3.15%	6.68%	5.17%	3.63%	3.53	2.02	0.48
炭素税収	億元	0.00	5.68	6.11	6.54	5.68	6.11	6.54
間接税収	億元	10,239	10,014	9,610	9,196	-225	-630	-1,044
社会効用	億元	0	-1,302	-734	-161	-1,302	-734	-161

%の増加となって経済のプラス効果に貢献している。

各産業部門の生産拡大によって、相対的に安い労働力への需要が増加することによって、雇用市場でまず、失業率が基準年の 3.15% から 2.32%へと低下した。次に、家計所得が基準ケースに比べて 0.85%増加することによって、家計の民間消費も 0.90%の増加となっている。

総じて、シナリオ 1 の場合に産業部門に生産間接税を 5 %軽減する緩和策を実施することによって、CO₂ 排出削減が経済全体へプラスの効果をもたらす結果となっている。社会全体の効用をみると、シナリオ 1 の場合は、278 億元の減少であったのに対し、生産間接税を 5 %軽減したシナリオ 1a の場合は 317 億元の増加に転じ、社会効用を大きく改善した結果となっている。

次に、同じ緩和策の下で CO₂ 排出量の削減率を 5 %から 10%、20%へと変化させた場合、CO₂ 排出削減コストがどう変化するかを検討してみよう。シナリオ 2 に緩和策を導入した場合の結果を表 3 に、シナリオ 3 に緩和策を導入した場合の結果を表 4 に示した。

表 2 と表 3、表 4 の結果を比較することによって、緩和策は同じく 5 %の生産間接税軽減であるシナリオ 1a から、シナリオ 2a、シナリオ 3a へ、CO₂ 排出削減率が 5 %から 10 %、20%へと高くなるにつれ、CO₂ 排出削減コストが大きくなることがわかる。すべての産業部門に 10%の生産間接税の軽減を実

施したシナリオ 1b、シナリオ 2b、シナリオ 3b の場合も同じことが言える。

例えば、実質 GDP の変化についてみてみよう。シナリオ 1a の場合は基準ケースに比べ 0.55% の増加であったのに対し、CO₂ 排出削減率が 10% であるシナリオ 2a になると、0.02% の増加と増加率が低下し、さらに CO₂ 排出削減率が 20% に上昇するシナリオ 3a の場合になると、実質 GDP は 1.42% の減少となった。従って、緩和策を導入した場合でも、すべてのケースにおいて CO₂ 排出削減が社会全体の効用を改善するとは限らない。それは緩和策のレベルと CO₂ 排出削減目標のレベルの組み合わせに依存することが、分析結果から明らかである。

最後に、同じ CO₂ 排出削減目標を達成するために、緩和策を導入した場合と導入しない場合の効果を比較してみよう。

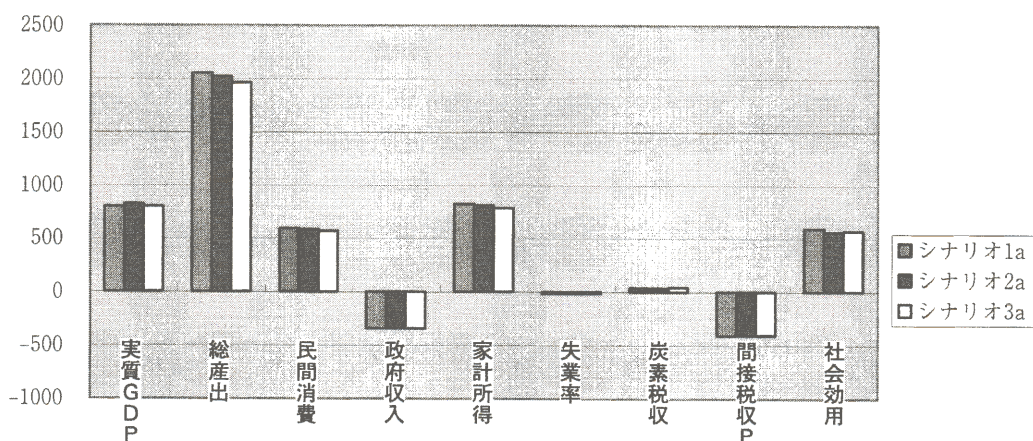
図 1 は産業部門の生産間接税を 5% 軽減させる緩和策を導入した場合と、緩和策を導入しない場合との主要マクロ経済変数の変化を示している。

シナリオ 1a、2a、3a のすべてのシナリオにおいて、生産間接税の軽減という緩和策を導入することによって、政府税収の減少というマイナス影響をもたらすが、それ以外のすべての主要マクロ経済変数への影響は緩和策を導入しない場合のシミュレーション結果と比較して改善されたことが図から読み取れる。

以上の比較分析をまとめると、次の結論を導き出すことができる。

①炭素税の導入と同時に生産間接税の軽減という緩和策を導入した場合は、緩和策を導入しない

図 1 緩和策*を導入した場合の主要マクロ経済変数の変化
(緩和策を導入しない場合との比較)



注) 失業率と炭素税収の値が小さいため、本来グラフに見えないが、見えるように、失業率を元の1000倍、炭素税収を元の100倍にした。

* 緩和策は、すべての産業部門に生産間接税を5%軽減した場合である。

場合に比べて、CO₂ 排出削減コストを和らげることができる。②コストをどこまで軽減できるのかは CO₂ 排出削減目標のレベルおよび緩和策のレベル（本稿の場合は生産間接税の軽減率）という 2 つの要素に依存する。③CO₂ 排出削減と同時に実質 GDP を増加させ社会全体の効用を高めるケースもあれば、そうでないケースもある（基準ケースとの比較）。基準ケースに対し CO₂ 排出量を 5 %削減するシナリオ 1 と、CO₂ 排出量を 10%削減するシナリオ 2 の下では、生産間接税をそれぞれ 5 %と 10%軽減した場合、CO₂ 排出削減と同時に実質 GDP を増加させ、社会全体の効用を高めることができる。一方、基準ケースに対し CO₂ 排出量を 20%削減するシナリオ 3 の場合は、たとえ生産間接税をそれぞれ 5 %と 10%軽減する措置を導入しても、CO₂ 排出削減コストを和らげることができても、基準ケースに比べ実質 GDP を増加させ、社会全体の効用を高めることが困難であることが分かる。

(2) 炭素税とエネルギー価格の変化

CO₂ 排出削減目標の達成のために、化石燃料の消費に炭素トン当たりの炭素税を徴収するが、それを化石燃料消費単位当たりの価格（従価税）に変換するとどうなるのか、そしてエネルギー価格はどの程度上昇するのかについては、前稿で述べたものと基本的に同じである。ここでは、緩和策の導入によって生じた変化のみについて述べる。

CO₂ 排出削減コストを和らげるために、すべての産業部門に生産間接税の軽減策を実施した場合の各シナリオの炭素税と従価税の変化を、表5にまとめた。

基準ケースに対して CO₂ 排出を 5 %削減するシナリオ 1 の場合は、CO₂ の排出量は基準ケースの 33.15億 t から 31.49億 t へ減少し、この削減目標を達成するために炭素トン当たり 24.16元の炭素税を必要とする。これに対して、シナリオ 1 の条件を維持し、すべての産業部門に生産間接税を 5 %軽減した場合（シナリオ 1a）に、同じ 5 %の CO₂ 削減目標を達成するために必要な炭素税は、炭素トン当たり 30.76元へ増加する。そして、生産間接税の軽減率を 10%に上昇した場合（シナリオ 1b）には、必要な炭素税は 52.35元に増加する。

緩和策の導入によって、必要な炭素税が増加した理由については以下のように考えられる。まず、産業部門に生産間接税の軽減という緩和策を導入した場合、産業部門の産出増加をもたらし、それによって、CO₂ 排出量をかえって増加させる結果となった。CO₂ 排出削減目標を達成するために、この産出増によってもたらした CO₂ 排出量の増加分を余分に削減しなければならないため、より高い炭素税を必要とするわけである。

従価税は、炭素トン当たりの従量税方式での炭素税を各化石燃料単位当たりの価格に変換したものである。従って、緩和策の導入により生じた炭素税の増加とともに、化石燃料単位当たりの従価

表 5 炭素税と従価税の変化（緩和策の導入）

	単位	基準ケース	シナリオ 1	シナリオ 1a	シナリオ 1b	シナリオ 2	シナリオ 2a	シナリオ 2b	シナリオ 3	シナリオ 3a	シナリオ 3b
炭 素 税	元/tc	0	24.16	30.76	37.48	52.35	59.71	67.23	124.81	134.23	143.82
従 価 税											
石 炭	%	0%	7.99%	10.17%	12.39%	17.30%	19.74%	22.22%	41.25%	44.37%	47.54%
石 油	%	0%	0.77%	0.98%	1.20%	1.67%	1.91%	2.15%	3.99%	4.29%	4.59%
天然ガス	%	0%	1.66%	2.11%	2.57%	3.59%	4.09%	4.61%	8.55%	9.20%	9.89%
電 力	%	0%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

表 6 化石燃料価格の変化（緩和策の導入）

	基準ケース	シナリオ 1	シナリオ 1a	シナリオ 1b	シナリオ 2	シナリオ 2a	シナリオ 2b	シナリオ 3	シナリオ 3a	シナリオ 3b
石 炭	1.0000	1.0842	1.1088	1.1337	1.1823	1.2094	1.2371	1.4333	1.4674	1.5021
石 油	1.0000	1.0132	1.0173	1.0215	1.0284	1.0328	1.0373	1.0665	1.0717	1.0770
天然ガス	1.0000	1.0243	1.0323	1.0404	1.0526	1.0613	1.0701	1.1248	1.1353	1.1459
電 力	1.0000	1.0151	1.0205	1.0260	1.0318	1.0375	1.0432	1.0724	1.0787	1.0850

税率も高くなる。それによって、化石燃料の価格も高くなる。各シナリオにおいて炭素税、従量税及び化石燃料価格が具体的にどのくらい増加したのか、詳しくは表5、表6を参照されたい。

(3) エネルギー需要の変化

本節においては、緩和策を導入した場合と導入しない場合とを比較し、CO₂ 排出削減のための炭素税の導入がエネルギー需要をどう変化させるのか、比較分析してみる。

表7は、各シナリオについて、CO₂ 排出削減のために炭素税の導入によるエネルギー需要への影響を示している。表の左より3列目は基準ケースのエネルギー需要を、4列目は緩和策を導入しないシナリオ1のエネルギー需要を、そして5列目と6列目は緩和策を導入した場合のエネルギー需要の結果をそれぞれ示している。

表7の3列目と4列目の結果を比較すると、緩和策を導入しないシナリオ1の場合において、基準ケースに対して5%のCO₂ 排出削減目標を達成するために炭素税の導入は化石燃料の価格を上昇させた結果、石炭、石油、天然ガスと電力への需要がすべて減少していることが分かる。

これに対して、生産間接税を5%軽減する緩和策を導入したシナリオ1aの場合は、基準ケース

表7 エネルギー需要の変化（緩和策の導入）

	単位	基準 ケース	シナリオ 1	シナリオ 1a	シナリオ 1b	シナリオ1に対する変化	
						シナリオ1a	シナリオ1b
石炭計	億 t	13.92	13.08	13.04	13.00	-0.038	-0.076
中間需要		13.46	12.65	12.62	12.58	-0.035	-0.070
最終需要		0.462	0.423	0.420	0.418	-0.003	-0.005
石油計	億 t	1.968	1.963	1.986	2.009	0.023	0.046
中間需要		1.949	1.944	1.967	1.990	0.023	0.046
最終需要		0.0191	0.0187	0.0189	0.0191	0.0002	0.0005
天然ガス計	億 m ³	195.3	192.2	193.8	195.4	1.610	3.192
中間需要		184.0	181.2	182.8	184.2	1.519	3.011
最終需要		11.29	10.94	11.0	11.1	0.091	0.181
電力計	億 kwh	11,284	11,243	11,377	11,511	133.8	267.7
中間需要		10,577	10,552	10,678	10,805	126.4	252.8
最終需要		707.1	691.5	698.9	706.4	7.441	14.877
CO ₂ 排出量	億 t	33.15	31.49	31.49	31.49	0.000	0.000

注) CO₂ 排出量の単位は CO₂ 換算億 t である

に比べて、石炭の需要と天然ガスの需要はそれぞれ 0.88 億 t と 1.50 億 m³ の減少をもたらしたが、一方では、石油の需要と電力の需要はそれぞれ 0.02 億 t と 93 億 kwh の増加となっている。これは石炭と天然ガスの相対価格が石油と電力より高く（表 6 を参照）、石炭、天然ガスから石油と電力へのエネルギー需要の代替効果の現れであろう。

緩和策を導入した場合と導入しない場合の結果の差を表 7 の 7 列目と 8 列目に示した。それによると、緩和策を導入した場合は、緩和策を導入しない場合に比べて、石炭への需要が減少し、代わりに、電力、石油と天然ガスへの需要が増加している。そして、緩和策のレベル、つまり生産間接税の軽減率が上昇することによって、石炭から電力、石油と天然ガスへのエネルギー需要の転換が大きくなる。

(4) 産業部門別の経済効果

最後に、緩和策を導入した場合と導入しない場合とを比較し、CO₂ 排出削減コストの変化を産業部門別の経済効果という側面から分析してみよう。

表 8 から表 10 は、シナリオ 1、シナリオ 2 とシナリオ 3 のそれぞれのケースについて、産業部門に生産間接税の軽減という緩和策を導入した場合のそれぞれの結果を示している。

まず、シナリオ 1 の場合をみてみよう。

表 8 は、基準ケースに対し CO₂ 排出量を 5 % 削減したシナリオ 1 の条件を維持し、同時に生産間接税を 5 % 軽減したシナリオ 1a と、10 % 軽減したシナリオ 1b のそれぞれのケースにおいて、CO₂ 排出削減による各産業部門の産出への影響を示している。

それによると、シナリオ 1a（シナリオ 1 の条件を維持し、同時に生産間接税を 5 % 軽減）の場合は、基準ケースと比較して石炭、石油、天然ガスの 3 つのエネルギー部門以外の産業部門はすべて産出増のプラス効果をもたらし、総産出を 0.44 % 増加させる結果となっている。シナリオ 1b（シナリオ 1 の条件を維持し、同時に生産間接税を 10 % 軽減）に緩和策のレベルが上昇すると、石炭の産出がさらに減少する反面、石油の産出は増加方向に転じた。天然ガス部門は基準ケースに比べ産出減であるが、シナリオ 1a のケースよりは産出増の結果となっている。石炭、石油、天然ガスを除いた産業部門は産出をさらに拡大し、経済全体の総産出を 1.47 % 押し上げる結果となっている。「建設部門以外のすべての産業部門において産出は基準ケースより減少した」という緩和策を導入しない場合の結果と比較すると、産業部門にもたらす CO₂ 排出削減コストを大幅に緩和することができたといえよう。

図 2 はシナリオ 1 を維持し、生産間接税の軽減という緩和策を導入した場合と導入しない場合とを比較し、各産業部門の産出の変化を分かりやすく図示したものである。それによると、緩和策の

表8 産業部門別結果1（シナリオ1に緩和策を導入）

	産 出 (億円)							構 成 比			
	基 準 ケース	シナリオ 1	シナリオ 1a	シナリオ 1b	基準ケースに対する変化率			基準 ケース	シナリオ 1	シナリオ 1a	シナリオ 1b
					シナリオ 1	シナリオ 1a	シナリオ 1b				
農 業	24,709	24,548	24,929	25,314	-0.65%	0.89%	2.45%	12.37%	12.36%	12.43%	12.49%
重 工 業	68,662	68,204	68,743	69,275	-0.67%	0.12%	0.89%	34.38%	34.35%	34.27%	34.18%
軽 工 業	35,964	35,745	36,381	37,025	-0.61%	1.16%	2.95%	18.01%	18.00%	18.14%	18.27%
運輸・通信	5,763	5,734	5,778	5,821	-0.51%	0.25%	1.01%	2.886%	2.888%	2.880%	2.873%
建 設 業	17,183	17,245	17,277	17,308	0.36%	0.55%	0.73%	8.60%	8.69%	8.61%	8.54%
サービス業	36,569	36,418	36,758	37,100	-0.41%	0.52%	1.45%	18.31%	18.34%	18.32%	18.31%
石 炭	2,368	2,222	2,214	2,207	-6.17%	-6.48%	-6.80%	1.19%	1.12%	1.10%	1.09%
石 油	4,528	4,485	4,527	4,567	-0.95%	-0.04%	0.86%	2.27%	2.26%	2.26%	2.25%
天然ガス	193	189	190	192	-2.10%	-1.49%	-0.89%	0.10%	0.10%	0.09%	0.09%
電 力	3,772	3,756	3,799	3,843	-0.44%	0.72%	1.88%	1.89%	1.89%	1.89%	1.90%
総 産 出	199,712	198,545	200,596	202,652	-0.58%	0.44%	1.47%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

中国における炭素税の導入と経済成長との両立について

表 9 産業部門別結果 2 (シナリオ 2 に緩和策を導入)

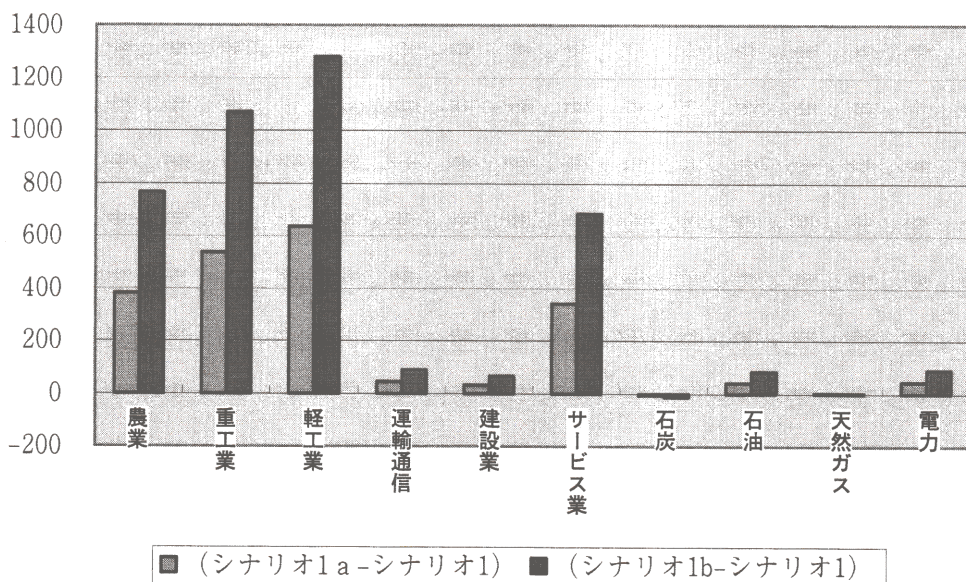
	産 出 (億元)							構 成 比			
	基準 ケース	シナリオ 2	シナリオ 2a	シナリオ 2b	基準ケースに対する変化率			基準 ケース	シナリオ 2	シナリオ 2a	シナリオ 2b
					シナリオ2	シナリオ2a	シナリオ2b				
農 業	24,709	24,369	24,745	25,125	-1.38%	0.14%	1.68%	12.37%	12.35%	12.42%	12.48%
重 工 業	68,662	67,689	68,217	68,739	-1.42%	-0.65%	0.11%	34.38%	34.32%	34.23%	34.15%
軽 工 業	35,964	35,501	36,131	36,769	-1.29%	0.47%	2.24%	18.01%	18.00%	18.13%	18.27%
運輸・通信	5,763	5,700	5,744	5,787	-1.09%	-0.34%	0.41%	2.89%	2.89%	2.88%	2.87%
建 設 業	17,183	17,301	17,334	17,365	0.68%	0.88%	1.06%	8.60%	8.77%	8.70%	8.63%
サービス業	36,569	36,249	36,585	36,924	-0.88%	0.04%	0.97%	18.31%	18.38%	18.36%	18.34%
石 炭	2,368	2,076	2,069	2,062	-12.32%	-12.63%	-12.93%	1.19%	1.05%	1.04%	1.02%
石 油	4,528	4,435	4,475	4,515	-2.05%	-1.17%	-0.30%	2.27%	2.25%	2.25%	2.24%
天 然 ガ ス	193	185	186	187	-4.46%	-3.90%	-3.35%	0.10%	0.09%	0.09%	0.09%
電 力	3,772	3,737	3,780	3,823	-0.95%	0.20%	1.35%	1.89%	1.89%	1.90%	1.90%
総 産 出	199,712	197,241	199,266	201,294	-1.24%	-0.22%	0.79%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

表10 産業部門別結果3（シナリオ3に緩和策を導入）

	産 出 (億円)							構 成 比			
	基準 ケース	シナリオ 3	シナリオ 3a	シナリオ 3b	基準ケースに対する変化率			基準 ケース	シナリオ 3	シナリオ 3a	シナリオ 3b
					シナリオ3	シナリオ3a	シナリオ3b				
農 業	24,709	23,943	24,308	24,677	-3.10%	-1.62%	-0.13%	12.37%	12.33%	12.40%	12.46%
重 工 業	68,662	66,442	66,946	67,443	-3.23%	-2.50%	-1.77%	34.38%	34.23%	34.14%	34.05%
軽 工 業	35,964	34,924	35,539	36,160	-2.89%	-1.18%	0.55%	18.01%	17.99%	18.12%	18.26%
運輸・通信	5,763	5,619	5,661	5,703	-2.50%	-1.77%	-1.05%	2.89%	2.89%	2.89%	2.88%
建 設 業	17,183	17,390	17,423	17,455	1.20%	1.40%	1.58%	8.60%	8.96%	8.89%	8.81%
サービス業	36,569	35,846	36,173	36,502	-1.98%	-1.08%	-0.18%	18.31%	18.47%	18.45%	18.43%
石 炭	2,368	1,788	1,781	1,774	-24.50%	-24.79%	-25.07%	1.19%	0.92%	0.91%	0.90%
石 油	4,528	4,308	4,345	4,381	-4.86%	-4.06%	-3.26%	2.27%	2.22%	2.22%	2.21%
天 然 ガス	193	174	175	176	-10.05%	-9.60%	-9.15%	0.10%	0.09%	0.09%	0.09%
電 力	3,772	3,689	3,731	3,774	-2.21%	-1.08%	0.04%	1.89%	1.90%	1.90%	1.91%
総 産 出	199,712	194,121	196,081	198,044	-2.80%	-1.82%	-1.98%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

中国における炭素税の導入と経済成長との両立について

図 2 緩和策を導入した場合の各産業部門の産出量の変化
(緩和策を導入しない場合との比較)



導入によって、石炭部門以外の産業部門がすべて産出を拡大していることがわかる。緩和策の導入によって CO₂ 排出削減コストが打ち消され、逆に生産増をもたらしているのである。

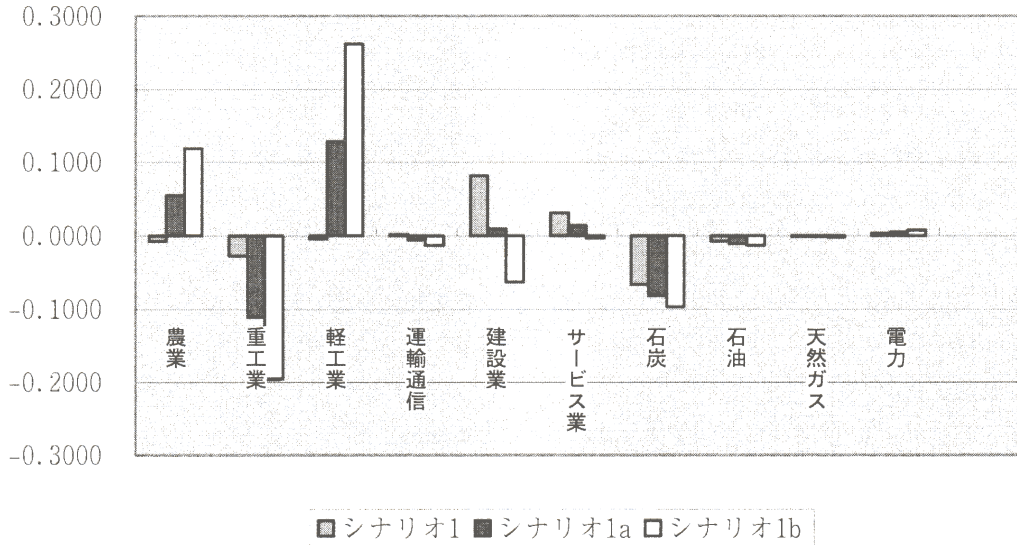
次に、同じ緩和策の下で、CO₂ 排出削減率を 5% から 10%、そして 20% と高くさせると、CO₂ 排出削減による各産業部門の産出がどう変化するかを検討してみよう。

シナリオ 2 に緩和策を導入した場合の結果を表 9 に、シナリオ 3 に緩和策を導入した場合の結果を表 10 に示した。

表 8、表 9、表 10 の結果を比較することによって、緩和策は同じく 5% の生産間接税軽減であるシナリオ 1a からシナリオ 2a、シナリオ 3a へ、CO₂ 排出削減率が 5% から 10%、20% へと高くなるにつれ、産出が減少する産業部門の数が多くなる。CO₂ 排出削減率が 5% のシナリオ 1a の場合に産出増になっていた重工業部門と運輸・通信部門の産出が、CO₂ 排出削減率が 10% に増大するシナリオ 2a になると、2 つの産業部門の産出がともに減少に転じている。経済全体の総産出は 0.22% の減少となっている。さらに、CO₂ 排出削減率が 20% のシナリオ 3a の場合になると、ほとんどすべての産業部門の産出が減少に転じ、産業部門全体の総産出も 1.82% の減少となっている。同じ緩和策を導入した場合においても、CO₂ 排出削減率が高くなるにつれて、排出削減コストが高くなることを産業部門別への効果からみてもわかる。

最後に、緩和策を導入した場合と導入しない場合とを比較し、総産出に占める各産業部門の産出

図3 緩和策を導入した場合の各産業部門の産出シェアの変化
(緩和策を導入しない場合との比較)



の比率（産出シェア）の変化を分析することによって、CO₂ 排出削減による産業構造の変化を考察してみよう。

図3は、シナリオ1の条件を維持し、生産間接税をそれぞれ5%と10%軽減する緩和策を導入した場合、緩和策を導入しない場合に比べ、各産業部門の産出シェアの変化を示している。図によると、緩和策を導入した場合、産出シェアが拡大した産業部門は、軽工業部門、農業部門、電力部門であるのに対し、産出シェアが縮小した産業部門は、重工業部門、石炭部門、建設業部門、運輸・通信部門となっている。緩和策の導入によって、産業構造はエネルギー多消費産業部門から、エネルギー少消費産業部門へと産業構造の変化が生じたことが明らかである。

3. 分析結果の比較

以上において、緩和策を導入した場合と導入しない場合とを比較し、CO₂ 排出削減コストをどの程度緩和できたかについての比較分析を行った。本節においては本稿で行った分析結果について、先行研究と比較しながら検討を加えよう。

中国経済についてCGEモデルを用いてCO₂ 排出削減コストを分析した研究のうち、CO₂ 排出削減コストを和らげるために緩和策を導入した場合の分析を行っている研究としては、Zhang (1996)、小山田 (1997)、馬 (1998)、Garbaccio (1999) がある。

Zhang (1996) モデルにおいては、本稿と同様に炭素税の導入によるマイナス影響を和らげるための緩和策として、産業部門の生産間接税をそれぞれ 5 % と 10 % 削減する措置を取り入れている。Zhang の分析結果によると、基準ケースに比べて CO₂ 排出削減が 20 % という削減目標を達成するために、炭素トン当たり 205 元の炭素税を必要とする。同時に 2010 年における GDP は基準ケースに比べて 1.52 % の減少となっている。このマイナス影響を和らげるために、炭素税の徴収と同時に 5 % と 10 % の生産間接税軽減策をそれぞれ導入した場合においても、GDP は 1.52 % の減少から 1.51 % の減少と 1.47 % の減少に変わるだけで、緩和策による CO₂ 排出削減コストの低減が非常に限られたものであると結論付けている。

これに対して、小山田 (1997) の場合は、エネルギー使用税の導入より予想される社会的効用の低下を抑えることを目的として、化石燃料以外の財について、生産間接税をゼロとする緩和策を導入している。分析結果によると環境汚染ガス排出削減は、中国経済の状況を大きく悪化させることなく、もし生産間接税をゼロとする緩和策を導入した場合は、社会的効用水準を大きく上昇させることを明らかにした。本稿と違って、生産間接税をゼロにしたという条件設定が大きく効いていると思われる。もし本稿においても生産間接税をゼロにするという緩和策に変えた場合、同じ結論を導き出すことができると推測される。

Garbaccio (1999) の場合は、炭素税の徴収と同時に企業のその他の租税を軽減することによって、炭素トン当たり 9 元の炭素税によって CO₂ 排出量を 5 % 削減することが可能であるとしている。

一方、馬 (1998) の研究の場合は、CO₂ 排出削減目標を達成するために、炭素税の徴収と同時に企業税を低減し、政府収入を不変とするという緩和策を導入している。馬 (1998) の研究結果によると、緩和策を導入することによって、基準年に対して CO₂ 排出量を 5 % 削減した場合、実質 GDP は緩和策を導入しない場合の 0.22 % の減少から 0.05 % の減少に抑えることが可能としている。基準年に対して CO₂ 排出量を 10 % 削減した場合は、緩和策を導入しない場合の 0.47 % 減から 0.12 % 減に、CO₂ 排出削減率が 20 % に上昇すると、実質 GDP は緩和策を導入しない場合の 1.06 % 減から 0.34 % 減に実質 GDP の減少率が小さくなるとの結果を得ている。馬 (1998) の研究の場合の緩和策が本研究と異なっている点は、炭素税の徴収と同時に政府収入を変えないように企業税を軽減していることである。政府収入を変えないための企業税の軽減率が何パーセントであるのかは資料を見る限り不明であるが、緩和策の導入によって CO₂ 排出削減コストを和らげることができるが、CO₂ 排出量の削減は必ず実質 GDP の減少をもたらすという結論になっている。

これに対して、本稿の場合は、炭素税の導入と同時に、生産間接税をそれぞれ 5 %、10 % 軽減する緩和策を導入し分析している。分析結果によると、基準ケースに対し CO₂ 排出量を 5 % 削減するシナリオ 1 と、10 % 削減するシナリオ 2 の場合においては、併行して生産間接税を 5 % と 10 %

軽減した場合は、CO₂ 排出削減と同時に実質GDPを増加させ、社会全体の効用を高めることができる。一方、基準ケースに対し CO₂ 排出量を 20%削減するシナリオ 3 の場合は、たとえ生産間接税を 5 %、10%軽減しても、緩和策を導入しない場合に比べ CO₂ 排出削減コストを和らげることができても、基準ケースに比べ実質GDPを増加させ、社会全体の効用を高めることができない結果となっている。

上記の先行研究の結論と比較すると、本研究は、緩和策の導入によって CO₂ 排出削減コストを和らげることができるかどうかという方向性を示すだけの結論にとどまらず、具体的にどのシナリオの場合は、つまり CO₂ 排出を何パーセント削減し生産間接税を何パーセント軽減した場合は、CO₂ 排出削減と同時に実質GDPを増加させることができるかという境界線を明確にした点において、有意義な結果が得られているといえよう。

むすび

以上、中国環境CGEモデルを用いて、CO₂ 排出削減のために炭素税の導入と同時に、生産間接税の軽減という緩和策を導入した場合と、緩和策を導入しない場合とを比較し、CO₂ 排出削減コストがどう変化したのかについて、先行研究と対比させながら比較分析を行ってきた。

ここでは、本稿の分析結果をまとめるとともに、残された課題について述べておく。

まず、本稿の分析結果をまとめると、①炭素税の導入と同時に生産間接税の軽減という緩和策を導入した場合は、緩和策を導入しない場合に比べて、CO₂ 排出削減コストを和らげることができること、②CO₂ 排出削減コストをどこまで軽減できるのかは、CO₂ 排出削減目標のレベル及び緩和策（生産間接税の軽減）のレベルという2つの要素に依存していること、の2点である。特に、後者に関しては、CO₂ 排出削減と同時に実質GDPを増加させ、社会全体の効用を高めるケースもあれば、そうでないケースもあることが分かった（表11を参照）。

緩和策を導入しないシナリオ 1、シナリオ 2、シナリオ 3 のすべての場合においては、実質GDPを基準ケースより減少させ、社会全体の効用の低下をもたらす結果となっている。シナリオ 1 の場合は、基準ケースと比較して、実質GDPは 0.5%の減少となり、社会効用は 278 億円の低下となっている。シナリオ 2、シナリオ 3 へ CO₂ 排出削減率が上昇するにつれ、シナリオ 2 の場合は、実質GDPは 1.07%の減少、社会効用は 558 億円の低下となる。シナリオ 3 の場合は、実質GDPは 2.47%の減少、社会効用は 1,302 億円の低下となり、削減コストが増加していることがわかる。緩和策を導入することによって、CO₂ 排出削減コストが緩和され、さらにマイナスのコストからプラス効果に転じたケースさえもある。シナリオ 1b、つまり基準ケースに対し CO₂ 排出量を 5 %削減すると同時に間接税を 10%軽減した場合は、基準ケースと比較する（以下同）と、実質GDP

表11 シミュレーション結果

	CO ₂ 排出量	間接税軽減	炭素税	実質GDP	社会効用
単位	%	%	元/tc	%	億元
シナリオ 1	-5%	なし	24.16	-0.5%	-278
シナリオ 1a	-5%	-5%	30.76	0.55%	+317
シナリオ 1b	-5%	-10%	37.48	1.61%	+918
シナリオ 2	-10%	なし	52.35	-1.07%	-558
シナリオ 2a	-10%	-5%	59.71	0.02%	+3
シナリオ 2b	-10%	-10%	67.23	1.06%	+596
シナリオ 3	-20%	なし	124.81	-2.47%	-1,302
シナリオ 3a	-20%	-5%	134.23	-1.42%	-734
シナリオ 3b	-20%	-10%	143.82	-0.41%	-161

注) すべての変化は基準ケースと比較しているものである

Pを1.06%増大させ、社会全体の効用が596億元増加する結果となっている。シナリオ1a、つまり基準ケースに対しCO₂排出量を5%削減すると同時に間接税を5%軽減した場合には実質GDPを0.55%増大させ、社会全体の効用を317億元の増加することとなる。シナリオ2a、つまり基準ケースに対しCO₂排出量を10%削減すると同時に間接税を5%軽減した場合は、実質GDPを0.02%増大させ、社会全体の効用を3億元増加させる結果となる。緩和策を実施したこの3つのシナリオにおいては、CO₂排出削減と実質GDPの増加との両立が可能であることを教えている。

これに対して、シナリオ3、つまり基準ケースに対しCO₂排出量を20%削減する場合は、間接税の軽減(-5%、-10%)という緩和策を導入しても、実質GDPは基準ケースより減少し、社会全体の効用は低下する結果となる。シナリオ3aの場合は、基準ケースに対しCO₂排出量を20%削減すると同時に間接税を5%軽減したとしても、実質GDPは基準ケースに比べて1.42%減少し、社会効用は734億元低下する結果となっている。シナリオ3bの場合は、基準ケースに対しCO₂排出量を20%削減すると同時に間接税を10%軽減したとしても、実質GDPを0.41%低下させ、社会効用の161億元の低下をもたらす結果となる。

本稿では、CO₂排出削減と同時に、基準ケースに比べて実質GDPを増加させ、社会全体の効用を高めるケースとそうでないケースとの境界線を明確にすることができた。他の研究が未だ明らかにしていない貴重な情報を提供しているといえよう。

最後に、今後の課題について述べて本稿を終えたい。

本稿においては、炭素税の導入と同時にすべての産業部門に同率の生産間接税軽減という緩和策を導入した場合と、緩和策を導入しない場合とを比較し、CO₂排出削減のコストの変化を分析し

てきた。しかし、生産間接税の軽減対象をすべての産業部門から非エネルギー部門に変更したり、または、生産間接税を同率から産業部門間に格差を設定したりした場合に、CO₂ 排出削減コストがどう変化するかを分析することによって、より具体的な結果を得ることができ、政策立案に対してより具体的な情報を提供できると思われる。また、炭素税収入を CO₂ 排出削減のために利用することができるなら、CO₂ 排出削減コストをさらに和らげることが可能であろう。これらの分析は今後の研究に譲ることとする。さらに、CGEモデルを静学モデルから動学モデルに拡張して、CO₂ 排出削減コストの調整過程の分析を行いたい。これについても今後の課題として、引き続き研究を進めて行きたい。

参考文献

- Bergman, L. (1988), "Energy policy modeling: A survey of general equilibrium approaches", *Journal of policy modeling*, 10(3), 377-399.
- Bergman, L. (1990), "Energy and environmental constraints on growth: A CGE modeling approach," *Journal of Policy Modeling*, 12(4), 671-691.
- Bergman, L. (1991), "general equilibrium effects of environmental policy: A CGE modeling approach", *Environmental and resource economics*, 1, 43-61.
- Dean, A. and P. Hoeller (1992), cost of reducing CO₂ emission: evidence from six global models, *OECD Economic Studies* No. 19, p.15-47.
- De Melo, J. (1988), "computable general equilibrium models for trade policy analysis in developing countries," *Journal of Policy Modeling*, 10(4), 469-503
- Dervis, K., De Melo, J., and Robinson, S. (1982), *General equilibrium models for development policy*, Cambridge University Press.
- Garbaccio, Richard F. and Ho, Mun S., Jorgenson, Dale W. (1999), "controlling Carbon Emission in China" *Environment and Development Economics*. 4(4): pp493-518.
- Shoven, J. B. and Whalley, J. (1992), *Applying General Equilibrium*, Cambridge University Press.
(『応用一般均衡分析: 理論と実際』、小平裕訳、東洋経済新報社、1993年)。
- Zhang, ZhongXiang. (1996). "Integrated Economy-Energy-Environment Policy Analysis: A Case Study for the People's Republic of China."
- Zhang, ZhongXiang. (1998a) "Macroeconomic Effect of CO₂ Emission Limits: A computable General Equilibrium Analysis for China." *Journal of Policy Modeling*, 20 (2), pp.213-250.
- Zhang, ZhongXiang. (1998b) "The Economics of Energy Policy in China : Implication for Global Climate Change. Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- 井村秀文・勝原健編著 (1995), 『中国の環境問題』, 東洋新報社.
- 川崎研一 (1999), 『応用一般均衡モデルの基礎と応用』, 日本評論社.
- 黒田雅裕 (1989), 『一般均衡の数量分析』, 岩波書店.
- 小山田和彦 (1997), 「中国における環境政策の応用一般均衡分析: エネルギー課税と生産間接税減免」『国際公

共政策研究』第 1 卷第 1 号.

黄愛珍 (2003 a), 「移行期における中国環境政策の一般均衡分析」, mimeo.

黄愛珍 (2003 b), 「中国 CO₂ 削減政策による經濟成長への影響分析—C G E モデルの応用—」『經濟研究』静岡大学人文学部, 第 8 卷 2 号.

国家統計局編 (1999), 『中国投入産出表 1997』, 中国統計出版社.

国家統計局編 (各年版), 『中国統計年鑑』, 中国統計出版社.

馬綱, 郑玉歆, 樊明太 (1998), 「征收碳税, 实行 CO₂ 減排对中国經濟影响的分析」鄭玉歆・樊太明等著『中国 C G E 模型及政策分析』社会科学文献出版社.

汪同三, 沈利生 (2000), 『經濟模型集』, 社会科学文献出版社.

鄭易生・王世汶編 (2001), 『中国環境与發展評論』, 社会科学文献出版社.

张立军主編 (各年版)『中国環境年鑑』, 中国環境年鑑社出版.