

2005年6月28日

温暖化抑制政策と炭素リーケージについて

国立環境研究所 藤野純一

現在、標記に関してまとめたレビューを行っているのは IPCC/TAR（第三次報告書）/WG3（2001）の第8章 543 ページにおいてである。そこでは、IPCC/SAR（第二次報告書）では、0%から70%の幅があったのが、TAR になって 5-20%程度の幅に収斂したと報告している。これらの数値は、Burniaux2001 の表 1 にも示されている。

Table 1 : Estimates of leakage rates⁽¹⁾ associated with the implementation of the Kyoto Protocol.

	leakage rate in 2010 ⁽¹⁾
Light et al.(1999)	21%
WorldScan ⁽²⁾	20%
Merge ⁽³⁾	20%
Babiker ⁽⁴⁾	15-16%
GEMINI-E3 ⁽⁵⁾	13%
GTAP-E ⁽⁶⁾	± 10%
EPPA-MIT ⁽⁵⁾	6%
G-Cubed ⁽⁵⁾	6%
GREEN ⁽⁶⁾	5%
GREEN ⁽⁷⁾	2%

(1) calculated as the ratio of the additional emissions in non-Annex 1 countries to the emission reduction in the Annex 1 countries.

(2) Bollen et al., 1999.

(3) extrapolated from Manne and Richels, 1998, figure 6.1.

(4) Babiker, 2001.

(5) Bernard and Vielle, 2000.

(6) Truong, 1999.

(4) Babiker and Jacoby, 1999.

(5) Mc Kibbin et al., 1999.

(6) This corresponds to a scenario without use of the flexibility mechanisms, see OECD, 1999.

(7) Assuming full use of the "flexibility mechanisms" between Annex 1 countries; see OECD, 1999.

SAR では Kyoto Protocol のような共通の温暖化排出抑制枠組みがなかったこと、SAR 以後新たなモデルが開発されたが共通のデータを用いることが多くなったことなどが原因だと分析されている。一方で、以下の問題点も挙げられている。

- ・ 輸入財と国産財の代替性の想定。アーミントン仮定を置くと、不完全代替でしか表現できないため、完全代替のモデルよりもリーケージの影響が小さく評価される
- ・ 炭素市場の想定
- ・ 電力や鉄鋼では異なる排出係数を持つ技術がある
- ・ 原油市場競争度合いの想定

アーミントン仮定、炭素市場の想定について

Babiker2001 では、Ramsey 型の成長モデルで動学化された多地域一般均衡モデルを用いて、資本の国際流動性の制約等を課したシミュレーション解析を行っている。世界 7 地域、財 7 種類（エネルギー 5 種類、非エネルギー 2 種類（エネルギー集約産業とそれ以外））のモデルである。2005 年以降 OECD 諸国に京都制約を課したとき、炭素リーケージは 2005 年約 15-16% からそれ以降ほぼ直線的に減少して 2040 年には約 10% になっている。この減少傾向は、OECD の原油需要減少による価格低下がそれ以外の地域の石炭から原油への代替を促しエネルギー集約度が高まったことが原因だと考えられる。

原油の供給弾力性に関する感度解析の結果では、ベースケースで弾力性が 1 だったものを Low ケースで 0、High ケースで 5 にすると、前者は約 10% のリーケージでほぼ一定なのに、後者は 2005 年に約 35% から 2040 年に約 22% へと変化する。

非エネルギー財のアーミントン弾力性に関する感度解析では、ベースケースで国産材と輸入財の弾力性 D を 8、輸入財間の弾力性 M を 16 としていたものを、Low ケースで 4 と 8、High ケースで 16 と 32、と想定して感度解析している。すると Low ケースでは 2005 年約 13% から 2040 年約 12% のリーケージに漸減、High ケースでは 2005 年約 19% から 2040 年約 18% に漸減する（図 1）。どちらのケースも資本の流動性の影響は最大で 1% 前後で、その影響はそれほど大きくない。

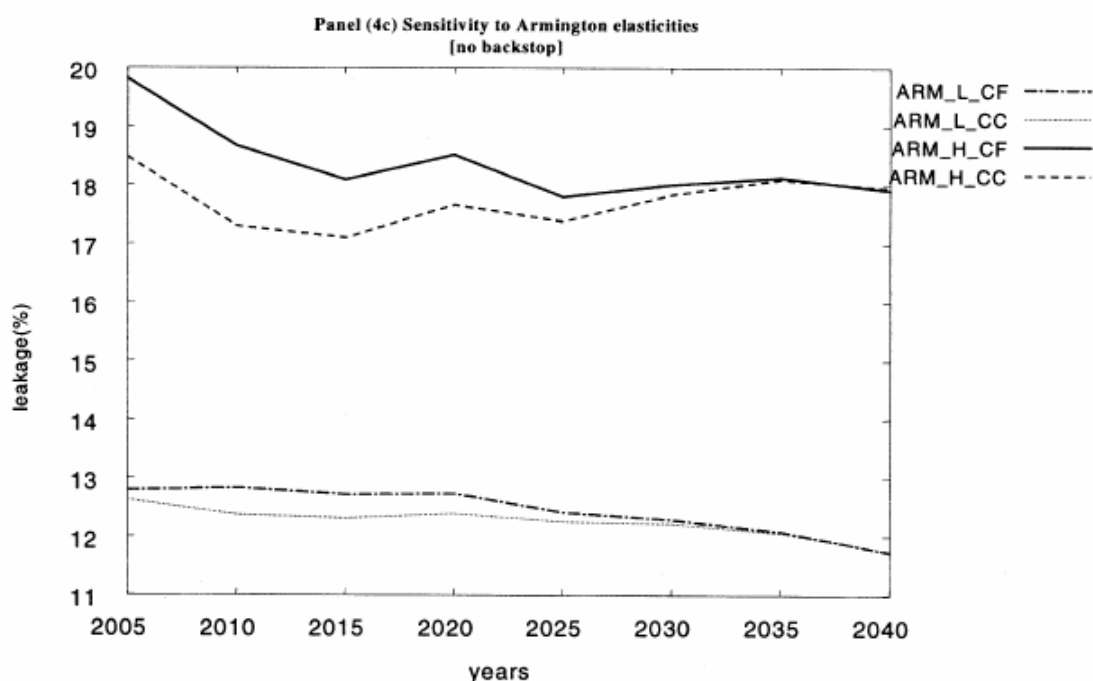


図 1 アーミントン弾力値の想定（L：Low ケース、H：High ケース、CF：資本流動無制約ケース、CC：資本流動制約ケース）

Bollen2000 でも逐次動学的一般均衡モデルである WorldScan を用いて、排出権取引の有無とアーミントン弾力値に関する感度解析を行っている（表 2）。

これらから、Annex1 内の排出権取引の有無およびアーミントン弾力値の変化は炭素リーケージにそれほど大きな影響を及ぼさない可能性があることがわかった。

表2 炭素リーケージの割合(%)と感度解析

		標準(5-16)	アーミントン弾性値半減
排出権取引なし	SRES/A1	20	16
	SRES/B1	20	16
排出権取引あり	SRES/A1	19	15
	SRES/B1	17	16

また、AIM/Topdown を用いて同様の感度解析を試みた(表3)。

表3 炭素リーケージの割合(%)と感度解析

SRES/B2	標準(4-8)	アーミントン弾性値倍増
排出権取引なし	11	14
排出権取引あり	10	12

電力や鉄鋼部門等の扱い

Maestad2003 では、鉄鋼部門に特化した部分均衡モデル SIM を用いて、炭素税が鉄鋼部門に及ぼしうる影響を分析している。OECD 内の排出取引ありの炭素税 25\$/t-CO₂ を課した場合の鉄の生産量は、OECD 内で 8.8%減少、そのうち BOF(高炉)が 12.5%減、一方、EAF(電炉)は 1.7%減である。非 OECD 地域は全体で +4.6%、BOF が +5.6%、EAF が 1.5%となっている。それにより OECD 内の CO₂ 排出量は 120.4Mt-CO₂ 減少したが非 OECD 内で 54.7Mt-CO₂ 増加し、炭素リーケージは 45%になる。排出取引を想定しないと、各国の負担はさらに大きくなるが、集めた炭素税を鉄鋼部門に補助金として戻したり、国境調整税を行えば OECD 内の鉄生産量は 1%以下の減少に抑えられるとしている。

Gielen2002 では、世界動学最適化型線形モデル STEAP を用いて日本の鉄鋼への影響を分析している。日本と EU だけに 10000 円/t-CO₂ などの課税をかけると(排出取引なし)約 70%の炭素リーケージが起こる。但し、途上国の鉄鋼技術が進み効率が改善されるため、リーケージが 100%を超えることはない。炭素税を 1250 円/t-CO₂ と設定すると、炭素リーケージは約 30%程度である。

Szabó(2006)では、世界セメントシミュレーションモデル CEMSIM を用いて、EU に炭素税を課したときのセメント生産量の増減を調べている。それによると、2010 年に EU15 のみに 40EUR/tCO₂ の炭素税をかけた場合、EU15 での生産量の減少分は 5Mt で BaU ケースの 3.5%にあたり、他地域の増加分との比率(生産量リーケージ)は 29%であるとしている。地場産業の色合いの強いセメント業では、1997 年の国際貿易量が全体の 7%に過ぎないことがその一因である。一方、2030 年には貿易量が 16%にまで増加すると予測しているため、リーケージの影響は大きくなりうる。

原油市場

Barnett(2004)では、京都議定書が OPEC 諸国にどのような影響を及ぼしうるかのレビューと分析を行っている。炭素リーケージについて、まず一つ目は、温室効果ガス抑制政策を採る地域の原油需要削減による価格低下により、それ以外の地域の消費が増加することであるが、最近では 8%から 16%程度に収斂してきたとしている。また、原油価格の変化による産業の再構築については、米国のエネルギー集約産業におけるエネルギーコストの割合がせいぜい 10 から 20%程度に過ぎないため、大規模なものは起こらないのではないかと

と指摘している。例えば労働コスト、熟練工の確保、税制度、市場への距離、インフラコスト、投資環境、そして利用できる技術の方が、立地に必要な条件であろう。実際には政府が炭素税などの導入により国際競争力を失う恐れのある産業に目配りしておくことが必要だ、としている。

レビューのまとめ

- 1) 炭素リーケージについて、IPCC 第3次報告書以降の文献についても、概ね5-20%以内に収まっている。
- 2) 複数の文献から、アーミントン弾性値の変更は、炭素リーケージを大幅に変えるほどの影響は及ぼさない。また、排出取引を行うと、炭素リーケージへの影響を緩和することができる。
- 3) 鉄鋼部門だけを詳細に分析すると、京都議定書による影響が大きい場合がある。これは、その部門だけ詳細に扱くと、性質の近い製品への代替や波及効果の想定によっては、影響が大きめに表現されることがあるためである。しかし、その影響を緩和する方法について、補助金の返還など様々な視点から検討する必要がある。
- 4) 原油市場について、温暖化抑制地域の需要が減少すると価格が低下するため、それ以外の地域の消費が増加する傾向が、実際の原油市場に対してどれぐらいの影響を及ぼしているのか、検討する必要がある。
- 5) 京都議定書のような制約を課すと内生的発展が進み、技術革新が促され、その技術が枠外の排出量削減につながる可能性もある (Maria2005)。

以上

参考文献

- Corrado di Maria and Edwin van der Werf (2005), Carbon leakage revisited: unilateral climate policy with directed technical change, Tilburg University, CentER, 68
- Dolf Gielen, Yuichi Moriguchi (2002), CO₂ in the iron and steel industry: an analysis of Japanese emission reduction potentials, Energy Policy 30, 849-863
- Ottar Maestad (2003), Environmental Policy in the Steel Industry: Using Economic Instruments, COM/ENV/EPOC/DAFFE/CFA68/FINAL
- Jean-Marc Burniaux and Joaquim Oliveira Martins (2000), Carbon Emission Leakages: A General Equilibrium View, OECD Economics Department Working Papers No. 242
- Jean-Marc Burniaux (2001), International Trade and Investment Leakage Associated with Climate Change Mitigation, GTAP Resource #793
- Johannes Bollen, Ton Manders and Hans Timmer (2000), Decomposing Carbon Leakage – an Analysis of the Kyoto Protocol, Third Annual Conference on Global Economic Analysis
- Jon Barnett, Suraje Dessai and Michael Webber (2004), Will OPEC lose from the Kyoto Protocol?, Energy Policy, 32, 2077-2088
- László Szabó, Ignacio Hidalgo, Juan Carlos Ciscar and Antonio Soria (2006), CO₂ emission trading within the European Union and Annex B countries: the cement industry case, Energy Policy, 34, 72-87
- Mustafa H. Babiker (2001), Subglobal climate-change actions and carbon leakage: the implication of international capital flows, Energy Economics, 23, 121-139