

地球温暖化防止に関する京都議定書と その順守に向けての 2, 3 の提言

大阪府立工業高等専門学校 正 員 ○ 平山 秀夫

大阪府立工業高等専門学校 河野 暁

鳥取大学農学部 正 員 本田 尚正

1. 研究の目的と背景：最近，世界各地で大洪水，大豪雪，大乾ばつなどの異常気象による災害が頻発している。これはエルニーニョ現象に起因すると言われているが，その元凶は地球温暖化によるものと思われる。地球温暖化とは， CO_2 やメタン等の温室効果ガスが大気中に放出され，それによって地表からの赤外線放射が吸収されることにより，地球が保温されることである。このような温室効果ガスが大気中に適度に保存されている間は地球上の動植物への影響は何も起こらない。しかしながら，産業革命以降の産業活動の活発化によるエネルギー使用の増大，さらに最近では，科学技術の進歩による生活水準の向上に伴って，自動車や電化製品などが広く普及するようになった。これらが原因して CO_2 の排出量が著しく増加の一途を辿っている。ちなみに，直近に報道されたデータによれば，2000年度現在では，我が国の CO_2 の排出量は1990年比+7.9%ということである。このような増加傾向が今後も続けば，動植物の生息地としての地球環境が破壊され，引いては地球上の動植物の大半が死滅してしまうことになる。このような危機的状況の発生の指摘は，すでに19世紀頃から良識ある科学者によってなされているが，その後，本格的な科学研究のテーマとしてクローズアップされたのは，1958年のキーリングらによる CO_2 の測定結果の経年変化が世界に提示されてからである。

このような地球温暖化による影響（被害）は多種多様であるが，特に深刻なものとしては，①氷河や氷床の融解による海水の膨張に伴う海面の上昇，及びそれによる沿岸域の侵食の促進，②低地での水没や津波，高潮による被害の増大，③気候帯の急速な変化に対して生態系が順応できないことによる生態系の生存の危機，④森林の破壊，農業の崩壊による食料調達の危機，等がある。

本研究は，このような背景の下に，1997年の地球環境に関する国際会議で採択された京都議定書に注目し，その概要と，それをわが国が順守するための具体的な方策について，若干の提言（考察）を行う。なお， CO_2 の大気中への放出防止策としては，①省エネとエネルギー使用の効率化等による排出抑制，②森林などによる吸収，③海底や地下空間への貯留，等が考えられる。ここでは，①に限定して民生部門におけるエネルギー使用の節約（省エネ）と，運輸方法の手段変更（モーダルシフト）による CO_2 の削減効果について若干の考察を行う。

2. 京都議定書を順守するための若干の提言

1) 京都議定書の概要

京都議定書とは，温暖化防止のための国際会議（気候変動枠組条約締約国会議）で採択された国際協定のことである。京都議定書の発効には55カ国以上の批准と，先進国の批准国の排出量が先進国全体の55%を超えることが必要となる。京都議定書が採択されて以降これまでに7回の温暖化防止国際会議が開催され，京都議定書発効のためのルールについて議論されてきた。その結果，日本は「温室効果ガスを2008年から2012年の間に，1990年レベルより約6%削減すること」を約束した。京都議定書に参加する国々は，国内での削減対策と同時に追加的なものとして，京都メカニズムというものを利用したり，吸収源として森林や農地で吸収される炭素をカウントすることが認められた。

2) CO_2 排出抑制に向けての若干の考察

a) CO_2 排出量推定方法と推定値の経年変化

図1は，わが国における1990～2000年にわたる CO_2 の排出量の経年変化を示したものである。これらの結果を用いて，最小2乗法によって2010年における CO_2 の排出量の総量の推定を行った。これらのデータの分布傾向の特性から2種類の推定式を算定し， CO_2 排出量の最大値，最小値を求めた。その結果を表1に示す。それによれば，2010年時点での CO_2 排出量の最大値 $Q_{\max} = 4910$ 百万トン，最小値 $Q_{\min} = 4433$ 百万トンとなる。

b) 家庭部門のみからの CO_2 排出量と、その節約による排出削減効果
 ここでは、まず、家庭部門だけにおける CO_2 排出量の推定方法を示し、次いで、推定された結果の妥当性、さらにはその節約による抑制（削減）が京都議定書の順守にどの程度の効果があるかを検証する。

（財）省エネルギーセンター発表の1家庭から1カ月あたりに排出される CO_2 の量は、 $494.42 \text{ kg} \cdot \text{CO}_2$ である。これを用いて、家庭部門の CO_2 総排出量を推定するためには、日本の総世帯数の推定値が必要である。ここでは、2010年時点での総世帯数の推定は、2002年までに公表されている日本の総人口と世帯人員の経年変化から推定した。この経年変化を表2に示す。この表中の直感的世帯数とは、データーの分布傾向から最小2乗近似によらずに、ある年次以降は一定値に漸近すると仮定した結果である。これらから、家庭部門の総 CO_2 の排出量の経年変化を推定し、その結果を表3に示す。以上の結果から、2010年時点での総排出量に対する家庭部門の割合は、5.7～6.7%に達することが分かった。これは、「日本環境協会」が発表した1998年の実績値13%の約1/2の値になっているが、著者らの推定値は、あくまで2010年時点での結果である。次に、家庭部門における CO_2 の排出量の節約効果を調べるために、（財）省エネルギーセンター発表の1家庭当りの節約可能な範囲である9.0～16.1%を参照して、家庭部門における、 CO_2 節約量の推定を行った。その結果、2003年から2010年までの間、毎年最小で9.0%、最大で16.1%の節約を実施したとすれば、2010年における京都議定書の削減目標値の達成割合は、約2.8～8.1%となり、その効果は微々たるものであることが明らかになった。

c) モーダルシフトによる CO_2 削減効果

1998年に環境省が公表したデーターによれば、 CO_2 排出原単位（ $\text{g} \cdot \text{c}$ ）は、貨物車は自家用小型トラック（599）、営業用小型トラック（180）に対して、鉄道（6）、内航海運（10）、とオーダーが明らかに異なる。このことから、現在、輸送の主流である貨物車から原単位の少ない鉄道と内航海運に一定割合シフトさせるとすれば、どの程度 CO_2 の削減効果が生じるかを調べる。まず最初に、現在の営業用貨物車の割合を半分減らし、その分を鉄道、内航海運に均等にモーダルシフトしたと仮定する。ここで、①2010年度の単年度だけで実施する場合、②2003年～2010年までの間の複年にかけて毎年一定割合ずつモーダルシフトする場合、に分けて CO_2 削減効果の差異を調べた。①の単年度の場合、営業用貨物車の占有率16%を半分にして8%として、残り8%をそれぞれ、鉄道（3+4）%、内航海運（6+4）%にシフトするとすれば、11.7～20.0%の CO_2 の削減効果があることが分かった。一方、②の複年の場合、毎年営業用貨物車の2%ずつを鉄道と内航海運にシフトした場合には、13.0～22.5%の削減効果がある。このように、モーダルシフトの効果は顕著に現れることから、さらに詳細な検討が必要である。

3. 主要な結論

- ① CO_2 排出量の2000年までの確定値に基づく2010年の排出量の推定値は、44.33億トン～49.10億トンの値になる。
- ②本計算手法による家庭部門からの CO_2 排出量の推定値は、2.80億トン～2.95億トンとなり、これの全部門に対する割合は、2010年時点で5.7～6.7%である。
- ③家庭部門の節約を節約可能な範囲（9.0～16.1%）で毎年実施するとすれば、2010年における削減目標値のせいぜい2.8～8.1%になり、京都議定書を順守する効果としてはあまりない。
- ④モーダルシフトは方法によって効果の程度は異なるが、一般的には約20%とその削減効果は大きい。

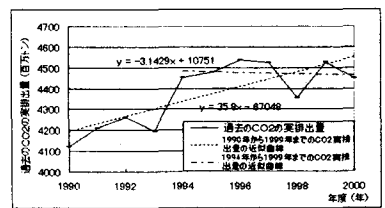


図1 我が国の CO_2 の実排出量の推移

表1 CO_2 排出量の推定最大値と最小値の比較

年度(年)	2001	2002	2003	2004	2005
CO_2 排出量の推定最大値(百万トン)	4587.80	4623.60	4659.40	4695.20	4731.00
CO_2 排出量の推定最小値(百万トン)	4462.06	4458.91	4455.77	4452.63	4449.49
年度(年)	2006	2007	2008	2009	2010
CO_2 排出量の推定最大値(百万トン)	4766.80	4802.60	4838.40	4874.20	4910.00
CO_2 排出量の推定最小値(百万トン)	4446.34	4443.20	4440.06	4436.91	4433.77

表2 両推定法による推定世帯数の比較

年度(年)	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
直感的推定による推定世帯数(千世帯)	45,988	46,248	46,488	46,712	46,839
最小2乗法による推定世帯数(千世帯)	45,988	46,248	46,658	47,231	47,625

2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
46,951	47,050	47,134	47,204	47,259	47,212
48,011	48,387	48,753	49,110	49,457	49,794

表3 2003年から2010年間の家庭からの CO_2 排出量の推定値

年度(年)	2003	2004	2005	2006
直感的推定による推定値のデータを用いた場合(百万トン)	276.96	277.68	278.28	278.88
最小2乗法による推定値のデータを用いた場合(百万トン)	279.96	282.36	284.64	286.80

2007	2008	2009	2010	計
279.36	279.84	280.20	279.84	2231.04
288.96	291.12	293.16	295.20	2302.20