京都議定書・京都メカニズムとわが国の地球温暖化対策

Kyoto Protocol, Kyoto Mechanisms and Japan's Climate Change Policy

二宮康司

環境省 地球環境局地球温暖化対策課
市場メカニズム室
〒100-8975
東京都千代田区霞ヶ関 1-2-2 合同庁舎 5 号館

Yasushi NINOMIYA

Office of Market Mechanisms, Climate Change Policy
Division, Global Environment Bureau, Ministry of the
Environment, Japan.
1-2-2 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo, 100-8975,
JAPAN

論文要旨：京都議定書には、自国国内からの温室効果ガス排出量の抑制のほかに、他国から排出枠を購入することによっても排出削減目標を達成することができる「京都メカニズム」と呼ばれる仕組みが盛り込まれている。わが国の温室効果ガス排出量の現状と「京都議定書目標達成計画」を見てみると、わが国の目標達成はその京都メカニズム活用へ依存していることが明らかとなった。京都議定書は、将来にわたる長期での大幅な排出量削減の第一歩として位置付けるべきであり、ポスト京都体制の中でのわが国での一層の温室効果ガス排出の削減は避けられないと考えられる。このままでは、ポスト京都の枠組みにおいても、京都メカニズムに依存した体質が固定化してしまう可能性がある。閉塞状況を打破する温室効果ガス排出削減技術の開発と普及が渴望される。

Abstract: Under the Kyoto Protocol, any Annex I country is expected to achieve its commitment target through not only reduction in its domestic GHG emission but also utilisation of the Kyoto Mechanisms. An examination of "The Kyoto Protocol Target Achievement Plan" established by Japanese government implies that Japan's compliance with the protocol would highly depend on the Kyoto Mechanisms. Since the Kyoto Protocol can be seen as the first step towards the long-run emission reduction in the future, it is likely that Japan faces even further GHG emission reduction target in the post-Kyoto regime, where a dependence of "Kyoto Mechanisms", rather than domestic reduction, could be deepened to achieve the target. Avoiding such situation, a development of "break-through" new technologies to reduce GHG emissions is extremely desired.

Key words: 気候変動枠組条約, 京都議定書, 京都メカニズム, 京都議定書目標達成計画, 温暖化対策技術

1 はじめに

近年の地球温暖化問題への関心の高まりから世間で認知された感のある京都議定書だが、ポピュラーである割には、その内容については十分には理解されていないようである。筆者の勤務先にも数多くの問い合わせが市民から毎日のように寄せられる。本稿では、はじめに京都議定書の基本について、とりわけ誤解が多い部分に留意

しつつ解説する。中でも京都メカニズムという特徴的な市場メカニズムを活用した仕組みについてはやや詳細に説明したい。その上で、京都議定書で定められた温室効果ガス排出削減目標を達成するためにわが国ではどのような対策がなされているのか、わが国の推し進める地球温暖化対策について説明する。その上で、現在も白熱した国際交渉が続く、2013年以降の「ポスト京都」体制での議論を踏まえながら、地球温暖化対策としての技術開発の重要性について述べたい。

連絡者：二宮康司
E-mail: YASUSHI_NINOMIYA@env.go.jp

2 気候変動枠組条約 (UNFCCC)

京都議定書は条約ではない。京都議定書は気候変動枠組条約 (United Nation Framework Convention Climate Change : UNFCCC) という「条約」の究極的な目標 (ultimate object) を達成するために、その条約の枠組み内で、あらたに合意された法的拘束力を持った国際協定文書である。ここでの条約の究極的な目標とは、その第2条に「気候システムに対して危険な人為的干渉を及ぼすこととならない水準において大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させること」と明記されている (UNFCCC, 1992)。京都議定書があまりにも有名なため気候変動枠組条約はつい影が薄くなりがちだが、実はこの条約が京都議定書を包含する関係になっており、今から13年前の1994年に発効している。

この気候変動枠組条約には京都議定書を離脱した米国も含めて2007年8月現在で192カ国が批准している。2006年の段階でわが国政府が承認している国の数は合計191カ国であることから、世界中のほぼすべての国が気候変動枠組条約を批准しているといつてよい。これと比較すると、2007年6月の段階で京都議定書を批准している国の数は175カ国に留まっている。京都議定書と比較して気候変動枠組条約が世界各国にこれほど普遍的に受け入れられている理由の一つが、この条約の「ソフト」アプローチである。(Oberhur and Ott, 1999)。それが故に、「ソフト」アプローチである条約を補完する形で、「ハード」アプローチ、すなわち法的拘束力をもった削減義務を先進国に課した京都議定書の策定に結実したのである。

では気候変動枠組条約には排出削減の具体的目標がまったくないかと言えばそうではなく、先進国からの温室効果ガスの排出量を1990年代の終わりまでに1990年レベルの水準に戻すことが「努力目標」として課せられている。なお、実際には、先進国全体からの温室効果ガスの排出量は1990年から2003年にかけて6.4%減少しているが、これは旧東欧諸国の経済崩壊による35.5%の減少が大きく寄与しており、その一方で、スペイン40.3%、ギリシャ23.2%、わが国は8.3%など増加している国もあり、旧東欧諸国を除くと0.6%の増加となっている。

ここでいう先進国とは、正確には気候変動枠組条約の最後に添付されている附属書I (Annex I) に列挙された各国を指すことから、しばしば附属書I国 (Annex I countries) と呼ばれる。これに対して、この附属書Iに明記されていない国々は非附属書I国と呼ばれ、条約上では途上国として扱われる。これらの区分はこの条約が

採択された今から15年前の1992年当時の各国状況を反映しており、今日では先進国と見なされるべき韓国が途上国とされている。

これまで繰り返し述べたように京都議定書は気候変動枠組条約の基本的フレームワークの中に包含されている。このため、数多い京都議定書への批判の多くは、実はその上位に位置する気候変動枠組条約の持つ本質的な問題であることも多い。もっとも頻繁に耳にする議定書への批判は、「附属書I国だけに排出削減義務が課せられており、中国・インドなど非附属書I国は何らの義務もない」というものである。米国ブッシュ大統領はこの点を含めて京都議定書には致命的な欠陥がある、として議定書を離脱した。ところが、こういった附属書I国 (先進国) と非附属書I国 (途上国) の責務に明確な違いを設けているのも京都議定書を包含する気候変動枠組条約の基本姿勢であり、決して京都議定書固有の問題点ではない。

気候変動枠組条約の第3条は「締約国は…それぞれ共通に有しているが差異のある責任および各国の能力に従い…先進国は率先して気候変動およびその悪影響に対処すべきである」とした上で、条約第4条において「附属書I国は率先して温室効果ガスの排出抑制に取り組む」と明記している。要約すれば、「今日の気候変動に対して世界各国は共通の責任を負っているが、その責任には先進国と途上国とで差があるので、まず先進国が率先して排出削減を行う」ということである。これは、「共通しかし差異のある責任 : common but differentiated responsibility」という言葉でしばしば表現され、条約のみならず京都議定書にも一貫して共通する重要な基本原則として知られる。

3 京都議定書

その京都議定書は1997年、京都で開催された気候変動枠組条約第3回締約国会合 (Conference of the Party the Third Session : COP3) において採択された。上述したように、京都議定書は気候変動枠組条約の究極的目標を達成するために条約の枠内での合意文書である。その特徴は、先進国としての附属書I各国に2008年から2012年までの5年間における温室効果ガス排出量の上限値を法的拘束力のある数値目標として課していること、そして、その目標達成のために (後述する) 京都メカニズムという排出量取引の仕組みを活用できることである。

議定書の下での排出規制対象となっている温室効果ガスは、二酸化炭素 (CO₂)、メタン、一酸化二窒素、代替フロン等3種類のガス (HFC類、PFC類、SF₆) の6

種類である^{1*}。この6種類の他にもCFC類、HCFC類、ハロン類、四塩化炭素など温室効果ガスは数多く存在するが、オゾン層破壊物質としてすでにモントリオール議定書による規制対象となっているガスを除いた結果、この6種類に限定された。

京都議定書で規制対象となっているこれらの6種類のガスは、それぞれ一定質量によって一定期間の間に生じる地球温暖化への寄与の度合いが異なる。このため、温室効果ガスの排出量を算定する際は、同質量の二酸化炭素の大気中排出による100年間の寄与との比を見積もった地球温暖化係数(Global Warming Potential: GWP 二酸化炭素1t = GWP1とする)による換算を施し、6種類すべてのガスを二酸化炭素換算t (t-CO₂)として数値化することとしている。たとえば、京都議定書でのメタンのGWPは21とされており、メタン1tの排出は21t-CO₂の排出として算定し、逆にメタンを1t削減したとすると、21t-CO₂削減したと算定される。化学的に安定した物質であるHFC類は非常に高いGWP値を持っており、たとえば、HFC-23のGWPは17,700、SF₆は22,000であり、微量の排出によっても極めて強力な温室効果をもたらすガスとして知られる。

わが国の場合、6種類の温室効果ガス排出量総数のうち、主に化石燃料の燃焼に伴って排出されるCO₂が90%以上を占める。これは、エネルギー消費を伴う工業生産活動が、メタンやN₂Oの排出を伴う農業生産活動を圧倒しているわが国の工業型生産構造を反映している。ところが、世界全体を見ると、CO₂排出量の割合は60%にまで低下するため、世界全体ではCO₂以外のガスの存在も無視はできない。たとえば、国の基幹産業が酪農であるニュージーランドのように、牛のゲップから排出されるCH₄の割合が国全体の温室効果ガス排出量の35%を占め、二酸化炭素の割合が45%にまで低下している国も存在する。このような国では、省エネなど化石燃料の消費抑制と並んで、家畜飼料の改善など酪農対策も地球温暖化対策の主要なメニューに含まれる。

京都議定書によって2008年から2012年の5年間に於ける排出量の上限値が課せられている附属書I国の合計CO₂排出量の全世界CO₂総排出量に占めるカバー率は概ね3割であり、このカバレッジの狭さが議定書の問題点としてしばしば指摘されている。これは米国の離脱と中国が非附属書I国となっていることに起因する。京都議定書の枠組みは2012年までしか規定しておらず、2013年以降のいわゆる「ポスト京都」の体制について

は現在国際交渉が進められているところだが、世界の4割の排出を占めるこの二カ国をどう扱うかが「ポスト京都」交渉の最大課題であることは言うまでもない。仮にこの二カ国が「ポスト京都」の中で何らかの排出目標を課すことができればカバレッジは70%を越え、その実効性は飛躍的に高まることになる。

ところで、京都議定書の排出量の上限値は基準年排出量から各国別の排出削減割合という形で議定書の附属書Bに規定されている。わが国の場合は基準年比「94%」とされており、つまり基準年排出量から6%減のレベルが排出上限値ということの意味する。この際用いられる基準年排出量は、1990年のCO₂、メタン、N₂Oの排出量に、1995年のHFC類、PFC類、SF₆の排出量を合計して算出され、わが国の場合は12億6,144万t-CO₂である。1990年のCO₂排出量(11億4,400万t-CO₂)が基準年排出量であるとの認識が一般に見受けられるが、これは誤りである。

Fig. 1は京都議定書の目標達成の可否をどのように評価するかをより詳細に図示したもののだが、ポイントは「排出枠」と「排出量」という2つの概念を相対化させることである。Fig. 1の中で、左側が排出枠、右側が排出量を表している。ある附属書I国が保有する排出枠の量(左側のバーの高さ)が、右側に積み上げられた2008年から2012年の5年間に於けるその国の温室効果ガス排出量の高さと同じ、または高ければ、その国は京都議定書の目標は達成したと見なされる。2008年から2012年までの5年間の排出量が国連の審査チームによる審査を経て確定する2015年中頃には、このようにして京都議定書の目標達成の可否は最終的に決定されることになる。

Fig. 1の左端にある低いバーが基準年排出量であり、わが国の場合、12億6,144万t-CO₂で確定していることはすでに述べた。これを単純に5倍すると左から二つ目のバーになる。(基準年排出量×5)から6%分を差し引いたもの(すなわち12億6,144万t-CO₂×5年分×0.94)、これが京都議定書に基づいて国連からわが国に割り当てられる「初期割当量」と呼ばれる「排出枠」である。それが左から3つ目のバーの高さによって表現されている。

さらに4つ目のバーは「森林管理による吸収量の確保」と呼ばれ、国内における適切な森林管理活動(下刈り、間伐等)によって吸収されるCO₂量を算出して発行される排出枠である。このタイプの排出枠発行量は国際合意で各国別に上限値が設定されており、わが国の場合、最大で2億3,800万t-CO₂までである。以上の「初期割当量」と「森林管理による吸収量に基づいて発行さ

^{1*} HFC類、PFC類は自然界には存在しない人為的に生成されるガスであり、その派生ガスが数多く存在しているが、煩雑になるため京都議定書ではそれらを類ごとに一括して扱うことが多い。

図の出典：Howard, A. (2001), *Modalities for the accounting of assigned amounts under Article 7.4 of the Kyoto Protocol*, paper presented in COP7, Marrakech に加筆・修正

Fig. 1 京都議定書目標達成可否の評価

れる排出枠」が附属書I各国が自給できる「排出枠」の最大量となる。わが国の場合、 $\{(12 \text{ 億 } 6,144 \text{ 万 t-CO}_2 \times 5 \times 0.94) + 2 \text{ 億 } 3,800 \text{ 万 t-CO}_2\} = \text{合計 } 61 \text{ 億 } 6,700 \text{ 万 t-CO}_2$ となる。

以上説明した「排出枠」に相対する概念が、右側のバーの高さで示された「排出量」であり、これは2008年から2012年までの5年間にわたる温室効果ガスの累積排出量である。ここで、右側のバーの高さで表された「排出量」と、左側のバーの高さで表現された「排出枠」の量をFig. 1の例で比較してみると、「京都メカニズムによって獲得した排出枠」とされている分だけ左側の排出枠の量が少ない。つまり、「京都メカニズムによって獲得した排出枠」が不足しているこの状態では、京都議定書の目標達成ができなくなってしまうのである。後述するように、わが国は、京都議定書目標達成のために、この京都メカニズムの活用は必須とされており、このFig. 1で示されたケースがわが国に当てはまる。

京都議定書の不遵守に陥らないようにするために、政府は異なった2つの政策を採ることができる。一つは、京都メカニズムを活用して、海外から「排出枠」を獲得してきて、左側のバーに積み上げることにより、保有する排出枠の量を増加させることである。つまり、これは「排出枠」増加に関する政策である。

もう一方の政策は、2008年から2012年までの国内からの温室効果ガスの排出を削減することにより、右側のバーの高さを低下させることである。こちらは、「排出量」削減に関する政策である。「排出枠」増加と「排出量」削減、この両方の政策を同時に行い、左側の「排出枠」の量が少なくとも右側の「排出量」と同量になることを確実にすることが京都議定書目標達成のために附属書I各国政府がなすべきこととなる。

京都議定書には、後者の「排出量」削減が各国がとる主たる政策であるべきであり、前者の京都メカニズム活用による「排出枠」増加は、その「排出量」削減に対して補完的であるべきとする「補完性の原則」が定められている。換言すれば、国内での「排出量」削減の努力を最大限行った上で、それでも「排出枠」量が不足する場合には、京都メカニズム活用による「排出枠」増加を行うことができるということである。排出量増加が著しく、削減の余地がない場合、京都メカニズムの活用は議定書達成のための最後の補足的手段ということになる。

4 京都メカニズム

京都メカニズムには3種類の仕組みがあり、それぞれ「クリーン開発メカニズム」(Clean Development Mechanism: CDM)、「共同実施」(Joint Implementation: JI)、そして「国際排出量取引」として京都議定書に規定されている。いずれも役割としては、わが国などの附属書I国が、自国からの国内排出量が十分に削減できない場合に、他国から排出枠を購入してきて自国の排出枠を積み増しするという点では同じであり、広義の意味での「排出量取引」である。

3種類の京都メカニズムのうち、とりわけCDMの注目度が高い。なぜなら、3つの京都メカニズムのうち、CDMだけが、附属書I国と非附属書I国を結びつける役割を担っており、新しい形態による先進国と途上国との双方向の環境協力を作り出したからである。他の2つ(JIと国際排出量取引)が附属書I国同士だけのやり取りであるのとは対比的である。

繰り返しになるが、わが国をはじめとする附属書I各国は2008年から2012年までの5年間に自国内からは温室効果ガスの排出を約束したレベルまで抑制せねばなら

ない。しかし、上述したように、気候変動枠組条約によって合意された「共通しかし差異のある責任原則」に基づき、非附属書Ⅰ国にはそのような義務的な削減は求められていない。このため、経済成長に伴う非附属書Ⅰ国からの温室効果ガスの排出の増加が懸念される。そこで、急増する途上国からの排出量の「増加率」を抑制するために考案された仕組みがCDMである。

具体的には、非附属書Ⅰ国において何らかの温室効果ガスの排出削減事業を実施した場合に（このような事業をCDMプロジェクトと呼ぶ）、その事業によって削減できた温室効果ガスの排出量をモニタリング・算定し、国連の認定を経た上で、国際的に取引可能な排出枠として発行し、附属書Ⅰ国がこれを購入し、京都議定書の目標達成のために活用することができるという仕組みである。

CDMを円滑に実施するためには、附属書Ⅰ国による排出枠の需要が必要であるが、後述するように、わが国をはじめとする附属書Ⅰ国による排出枠の高い需要があり、世界各地の途上国において現在までに約1,000件のCDMプロジェクトが実施されている。その削減技術の多くは、風力発電、水力発電、バイオマス発電、メタン回収、HFC破壊、N₂O分解など先進国では一般に普及しているものである。

途上国での排出削減プロジェクトからの排出枠移転を行うCDMに対して、JI（共同実施）はある附属書Ⅰ国において排出削減プロジェクトを実施し、その削減分を他の附属書Ⅰ国に移転する仕組みである。例としては、

ロシアにおいてわが国が何らかの排出削減事業を実施し、ロシアに初期配分された排出枠をわが国が譲り受けるケースである。附属書Ⅰ国に初期配分された所与量の排出枠をやり取りするだけなので、どれだけ大量の排出枠がJIによってやり取りされたとしても、世界中の排出枠の総量に変化はない。

CDMとはここが異なっており、CDMの場合は、非附属書Ⅰ国で排出枠が新たに発生するため、この新たに発生した分は、あらかじめ附属書Ⅰ国に配分されている排出枠に対して「追加」されることになり、結果として附属書Ⅰ国全体からの排出量が増加することになる。

これまで説明してきたCDMとJIは共に何らかの排出削減プロジェクトの実施がその背景にあり、そのプロジェクトで削減された排出量を測定・算定し、その量に対応する排出枠を需要する附属書Ⅰ国へ移転させる仕組みであった。これに対して、京都メカニズムの残りの仕組み、「国際排出量取引」には特定の排出削減プロジェクトはその背景に必ずしも存在しない。その代わりに、附属書Ⅰ国から別の附属書Ⅰ国へ「お金」が支払われ、その対価として、排出枠が移転されるものである。したがって、CDMやJIと比較すると仕組みはシンプルである。JIと同様に、あらかじめ初期割当てされた所与量の排出枠が附属書Ⅰ国間でやり取りされるだけなので、国際排出量取引がどれだけ活発に行われたところで、先進国全体の排出量の上限值に変わりがないことに注意したい。

附属書Ⅰ各国は、補足性原則の下で、これらCDM、

Fig. 2 わが国の温室効果ガス排出量推移（1990－2005年）

JI, 国際排出量取引のいずれの京都メカニズムを活用して目標達成してもよいこととなっている。

5 わが国の温室効果ガス排出量

これまで京都議定書での排出量の目標達成のために、京都メカニズムの果たす機能を説明してきた。では、肝心のわが国国内からの排出量を抑制するための排出削減対策はどうなっているのだろうか。

まずわが国の温室効果ガス排出量の実態を見てみよう。Fig. 2 はわが国の基準年排出量と 1990 年から 2005 年までのわが国国内からの温室効果ガスの排出量の推移を表したものであるが、基準年排出量に対して減少するどころか、逆にほぼ増加の一途を辿り、2005 年の排出量は、基準年排出量比で 7.8% の増加という結果となっている。いわゆるバブル経済の崩壊後の経済停滞期に相当するこの時期に、温室効果ガスの排出量が増加し続けていたということは興味深い事実である。

実はこの排出量増加の要因はすべて CO₂ の排出増加によるもので、中でも化石燃料の燃焼に伴って排出される「エネルギー起源 CO₂」の 2005 年排出量は基準年総排出量比 11.2% 増加となっている。また、プラスチック類の廃棄物焼却やセメント生産など工業プロセスにおける化学反応に伴って排出される「非エネルギー起源 CO₂」排出量も同 0.3% の増加となっている。

これら CO₂ 排出量の増加に対して、他の 5 種類のガスについては逆に排出量の減少が顕著である。たとえば、メタンの 2005 年排出量は基準年総排出量比で 0.4% 減、N₂O は同 0.5% 減、HFC 類、PFC 類は同 2.6% 減と軒並み減少しており、大幅増加の CO₂ 排出量とは極めて対照的な構図となっている。排出源が比較的限定された CO₂ 以外の 5 ガスと比較して、あらゆる社会活動に伴って排出される CO₂ のコントロールがいかに困難かをこの事実は如実に物語っている。

基準年排出量から 6% の削減が京都議定書の目標であるのに、2005 年までに逆に 7.8% 増加したわけだから、

目標達成のために、今後 2008 年から 2012 年の 5 年間に単純計算で現状から毎年平均 10 数% 程度の削減が必要になるわけである。これを政策的にどのように実行してゆくのか、具体的施策を政策決定したものが 2005 年 4 月に閣議決定（2006 年 7 月に一部変更）された「京都議定書目標達成計画」である（地球温暖化対策推進本部、2006）。この「京都議定書目標達成計画」こそがわが国における地球温暖化対策の要であり、この計画において規定された個別の施策を着実に実行してゆくことが行政の役割となっている。

Table 1 は、「京都議定書目標達成計画」に示されている 6% 目標達成のためのさまざまな施策を取りまとめて、分野別にどの程度まで削減するのかの個別目標をそれぞれ基準年排出量に対するパーセンテージで示したものである。たとえば、エネルギー起源 CO₂ の場合 +0.6 となっているのは、2008 年から 2012 年までの 5 年間ににおけるエネルギー起源 CO₂ 排出量の平均値を、基準年総排出量（12 億 6,100 万 t-CO₂）と比較して 0.6% 増のレベルまでに増加を抑制することが「目標達成計画」を実行した結果の政策目標という意味である。

この目標達成計画とわが国の現実の排出量を比較すると、2005 年のエネルギー起源 CO₂ 排出量は基準年比 11.2% レベルまで増加しているの、今後、10.8% 分の排出削減を実施することを意味する。一方、CO₂ 以外の 5 ガス（メタン、N₂O、代替フロン等 3 ガス（HFC、PFC、SF₆））は、目標達成計画での目標値をすでに超過達成しており、計画通り順調に進捗している。つまり、議定書の目標達成可否はもっぱら CO₂ 排出量をいかに削減できるかという点にかかっている。

Table 1 に列挙された分野別の削減目標を合算すると京都議定書の目標である基準年総排出量比 -6% となることが確認できる。この中で、京都メカニズムにより排出枠を積み増す 1.6% 分、そして森林経営等による吸収量の確保による排出枠 3.9% 分は、すでに説明したように、わが国の「排出枠」の積み増しである。繰り返す

Table 1 京都議定書目標達成計画の分野別の削減目標
(基準年総排出量比)

区 分			目 標
① エネルギー起源の二酸化炭素	産業部門	基準年比▲ 8.6%	+ 0.6%
	民生部門	基準年比 + 10.8%	
	運輸部門	基準年比 + 15.1%	
② 非エネルギー起源の二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素			▲ 1.2%
③ 代替フロン等 3 ガス			+ 0.1%
④ 森林経営等による吸収量の確保			▲ 3.9%
⑤ 京都メカニズムの活用			▲ 1.6%
全体として▲ 6% の目標達成			

Table 2 地球温暖化対策の基本構造とわが国の地球温暖化対策

地球温暖化をもたらす各要因への対策タイプ	パラメータ	「京都議定書目標達成計画」(2005年4月閣議決定)に盛り込まれている対策(主なものの抜粋)
人間・社会の欲望抑制	V (サービスに対する人間の価値観)	<ul style="list-style-type: none"> ・大量生産・大量消費・大量廃棄型の社会経済活動や生活様式の変革 ・不要不急の自動車利用の自粛 ・車への過度の依存を抑制
脱物質化・節約型社会への変革	P (物的生産量)/ V (サービスに対する人間の価値観)	<ul style="list-style-type: none"> ・省CO₂型製品の開発、廃棄物の減量を推進 ・省CO₂型の都市や交通システムをデザイン(地域冷暖房の導入・普及) ・公共交通機関の利用促進(鉄道新線、中量軌道システム、LRT等の公共交通機関の整備、車から鉄道・バスへの利用転換の促進) ・自転車の利用促進 ・リサイクル運動促進 ・環境に配慮した車利用の促進(エコドライブ普及、駐停車時のアイドリングストップ推進) ・物流におけるモーダルシフト推進、トラック輸送の効率化
単位物的生産量当たりのエネルギー効率改善	E (エネルギー所要量)/ P (物的生産量)	<ul style="list-style-type: none"> ・経団連・自主行動計画によるCO₂排出削減対策の着実な推進 ・工場等におけるエネルギー管理の徹底 ・素材の軽量化・高機能化・高エネルギー効率製品の普及・促進 ・省エネルギー法による規制強化・対象拡充 ・ビル・住宅の省エネルギー性能の向上 ・BEMS (Building Energy Management System)、HEMS (Home Energy Management System)の普及・促進 ・省エネルギー性能の高い機器・設備の導入促進 ・トップランナー基準適合車や適合機器の普及 ・クリーンエネルギー自動車(ハイブリッド車、天然ガス車、クリーンディーゼル車等)の普及 ・大型トラック走行速度の抑制 ・サルファーフリー燃料の導入 ・省エネルギー機器に係る情報提供 ・高効率給湯器等省エネルギー機器の普及支援・技術開発 ・住宅の断熱化等省エネルギー性能の向上 ・工場排熱の企業間融通 ・待機電力の削減
エネルギーシステムの脱炭素化	G (温室効果ガス排出量)/ E (エネルギー所要量)	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力発電の着実な推進(稼働中の53基に加えて、建設中3基を2010年度時点で着実に稼働させる) ・原子力発電の設備利用率の向上 ・太陽光、風力、バイオマス等の新エネルギー利用の促進 ・天然ガスシフトの加速化を推進(産業用ボイラーのガス転換、都市ガスの原料転換) ・水素社会の実現(燃料電池および水素製造技術開発) ・未利用エネルギー(海水、下水当の温度差エネルギー、雪氷熱等)の利用促進 ・分散型新エネルギーのネットワーク構築(風力、バイオマス、太陽光発電、燃料電池等の分散型電源からなるマイクログリッドの導入)
大気中の(或いは排出されるであろう)CO ₂ の除去	C (大気中の温室効果ガス濃度)/ G (温室効果ガス排出量)	<ul style="list-style-type: none"> ・健全な森林の整備、保安林の適切な管理・保安等の推進、国民参加の森林づくり等緑化運動の推進 ・都市緑化等の推進
人間による気候の制御	I (地球温暖化へのインパクト)/ C (大気中の温室効果ガス濃度)	(該当なし)
地球温暖化に対する社会の適応	D (地球温暖化による損害)/ I (地球温暖化へのインパクト)	(該当なし)

出典：山地(2006)、地球温暖化対策推進本部(2006)

が、森林経営等による吸収量の確保による排出枠3.9%分は国際合意によってこれ以上カウントすることはできない。

議定書目標達成計画においてCO₂排出量の大幅な削

減が計画されている中、もし万が一それが困難となった場合に、京都メカニズムによる排出枠の購入が目標達成のための最後の手段として存在していることに注目しておきたい。言い換えれば、国内でのCO₂排出削減が困

難な場合、もっとも安易な選択肢としての京都メカニズムへの依存という構造がわが国に定着してしまう潜在的可能性があるのである。この場合、わが国国内で排出削減しない分、削減対策への資金が海外に流出してゆくことになる。

このことを踏まえた上で、CO₂排出削減のために、目標達成計画では、どのような政策を実施してゆくことになるのかを見てゆこう。

6 わが国の「京都議定書目標達成計画」におけるCO₂排出量削減対策

CO₂排出の大部分を占める化石燃料使用に伴うCO₂排出は、エネルギー使用への派生需要によってもたらされる。つまり、CO₂排出そのものは直接的な目的ではなく、エネルギー使用に伴うサービスの享受に伴って派生的に排出されてしまうものである。人間がサービスを享受したいという欲求を発生するところが問題発生の根源であり、それが化石燃料の燃焼を伴い、最終的に地球温暖化をもたらすという諸段階を経るが、その段階毎に温暖化対策のタイプを分類することができる(山地, 2006)。

Table 2は、わが国の「京都議定書目標達成計画」に盛り込まれた対策の各メニューをその段階毎にまとめたものである。ここに示したように、目標達成計画に盛り込まれた内容は、人間・社会の欲望抑制、脱物質化・節約型社会への変革、省エネルギー対策、エネルギーシステムの脱炭素化、それと森林整備によるCO₂吸収と非常に多岐にわたっている。Table 2に沿ってそれらを順に見てゆこう。

まず、人間・社会の欲望抑制だが、もともとこの欲望が発生しなければ温室効果ガスの人為的排出も生じない

し、地球温暖化も引き起こされないという根源的な部分のコントロールである。しかし、これは社会を構成する個人の価値観に依存する問題であり、独裁国家でない限り政策的なコントロールには限界がある。社会の構成員の価値観の変化あるいはパラダイムシフトは長期的変遷の中で自然発生的に生じるものであり、短期的な対策として大きく依存することができない部分である。同様に、脱温暖化・節約型社会への変革も長期的な視野が必要な政策であり、短期間での目標達成への貢献は容易ではない。もちろん、長期的な社会構造や生活様式の変革は重要な政策課題だが、京都議定書の目標期間である2012年までの残された5年間での対策は、ここで示されているように国民への啓発型に限定されてしまいがちだ。その中でも、比較的実行可能と想定されるのは公共交通機関へのモダルシフトを中心とする対策であろう。

わが国は世界に冠たる省エネ先進国として知られるが、その面目躍如たる単位物的生産量当たりのエネルギー効率の改善は、目標達成計画の数多い対策メニューの中心的位置を占め、具体性が高い部分であり、その進捗はとりわけ期待されているところである。しかし、エネルギー効率改善は一般に年数%という改善率が出れば良好な方であり、またエネルギー改善をもたらす新規設備導入を機動的に行うには障壁も多く、短期間で劇的な排出削減効果までは容易に結びつけられない。また、生産活動など活動レベル自体が上昇することによってエネルギー効率の効果が絶対排出量では相殺されてしまうことも多い。したがって、この部分も着実な進展の確保は当然のこととしても、省エネルギーによって、今後5年間で10%近い大幅な排出削減効果を得るのは決して容

Fig. 3 わが国における一人当たりエネルギー消費量の推移(1887～2004年)

易なことではないと考えられる。このことを歴史的に見てみよう。

Fig. 3は1887年から2004年までの過去117年間のわが国における一人当たりのエネルギー消費量の推移をプロットしたものである。5年間という期間に10数%のエネルギー消費量を削減するという政策目標の要求レベルをここで示された過去117年間のエネルギー消費量の推移から見ると次のことが言える。すなわち、1900年以降今日に至るまで、5年以内の短期間でのエネルギー消費量の10数%レベルの減少は第1次世界大戦、昭和大恐慌、第2次世界大戦、そして、第1次石油危機、第2次石油危機の5回しか観測されていない。5回ともその主因は外的なショックであり、非常に大きな影響をわが国の社会・経済・政治に与えた出来事であった。これらの出来事と同じレベルのエネルギー消費量の大幅な減少を政策的に実施してゆくことが必要とされているのであり、その困難さは想像に難くない。わが国の技術をもってしても、エネルギー効率改善による短期間での排出削減の実施となるとその実現は決して容易でないと考えるだろう。

再びTable 2に戻るが、続くエネルギーシステムの脱炭素化は、最終エネルギー需要に対するCO₂排出量であり、主に発電部門への一次エネルギー投入の構成を低炭素のエネルギーへシフトさせてゆくことを目指す。

この部分の最重要課題は原子力発電の着実な推進とされており、この計画に盛り込まれた数多い対策メニューの中で単体の排出削減効果としては最大級の年間1,700万t-CO₂である。原子力発電を巡ってはその推進是非をめぐって国内外で議論がなされているところであるが、CO₂排出削減に限定して言えば、確実な排出削減メニューとなる。このため、目標達成計画では新規稼働や原子力設備利用率の向上などによる削減効果を十分に見込んでいるのだが、新潟県沖地震による柏崎原発の停止影響などを含めて昨今の諸情勢は厳しさを増している。

原子力以外にもこの部門での対策として、太陽光、風力、バイオマス等の新エネルギー利用の促進も重要な手段であり、これら新エネルギー対策の推進によって原子力を上回る年間4,690万t-CO₂の排出削減を見込んでいる。しかし、その広範な普及にもさまざまな障壁が存在するため、2005年時点での進捗状況は58%に留まっており、これらも問題解決の決定打となり得ていない(地球温暖化対策推進本部、2005)。

この部門におけるもう一つの主要な削減対策として、天然ガスシフトの加速化がある。既存の重油・石炭用燃焼施設を天然ガス用にエネルギー転換することで数十%

のCO₂削減効果が得られるため、極めて現実的なCO₂削減手段として期待できる。実際に英国・ドイツなど欧州諸国で1990年代に大幅なCO₂削減を実施できたのは、既存の石炭火力発電を天然ガス発電へ転換したことが非常に大きく寄与している。しかし、欧州においてはこれほど大規模に天然ガスへの転換が実施できた理由の一つは、天然ガスが自国内あるいは近隣諸国からパイプラインで供給可能なエネルギーであったからである。翻って、天然ガスの多くを液化天然ガス(LNG)としてタンカーによる輸入に依存するわが国には、その輸入量に自ずと限界があり、大陸からのパイプライン敷設など長期的な視野でのインフラ整備が行われないことには欧州のような全面的な転換は困難であると見られる。天然ガスシフトで留意しなければならないことは、石炭や重油との比較において発熱量当たりの炭素含有量が少ないという天然ガスの優位性も、パイプラインからのガス漏洩による主成分のメタン(前述したようにそのGWPはCO₂の21倍である)が大気中に放出されることで相殺されてしまう可能性があることである。また、LNGのタンカー輸送に際しては少なからぬ量のLNGが気化し放出されているとの指摘もあり、少なくとも、わが国の現状のインフラを前提とすると、化石燃料の全面的な天然ガスへのシフトが問題解決の決定打とはなり得ないと考えるべきだろう。

いまひとつの期待される技術である水素社会の実現については、現状では燃料電池技術が実用段階に至っているとは言えず、京都議定書の目標達成への寄与度は不確定である。

最後に、大気中へ排出されるCO₂の除去であるが、現行の対策に盛り込まれているのは森林管理と緑化によるCO₂の吸収活動である。上述したように、わが国内での森林管理によるCO₂吸収量として京都議定書第1約束期間の5年間に算入可能なのは最大で2億3,800万t-CO₂までと決められており、この最大吸収量の確保を目指した森林整備が進められている。

この分野の最重要技術として最近にわかに注目を集めつつあるのが、発電所、製鉄所など大規模化石燃焼施設からの排ガスからCO₂を分離・回収し、そのCO₂を地下帯水層・廃油井等へ貯留してしまう炭素隔離貯蔵(Carbon Capture and Storage: CCS)技術である。現状ではまだわが国の地球温暖化対策メニューの中には盛り込まれていないが、この技術による潜在的なCO₂の回収・貯留可能量は全世界で2兆t-CO₂と推定されており(IPCC, 2005)、世界中のCO₂排出量(年間230億t-CO₂)の約90年分に相当する巨大な量となる。わが国内単独でもCCS技術によって約50億t-CO₂の確実性

の高い貯留ポテンシャルがあると推定されており(地球環境産業技術研究機構, 2006), わが国の現在の年間CO₂排出量13億t-CO₂と比較しても, その効果は絶大である。

ただし, この技術にもいくつかの重要な問題点が指摘されている。一つはCO₂の分離に追加的なエネルギー投入を必要とすることである。たとえば, CCS技術を付した発電は, 同規模のCCS無しの発電と比較して, 発電に要するエネルギー投入量が概ね10~40%増加するとされている(IPCC, 2005年)。大気中へのCO₂排出を削減する代償として, より多くのエネルギーが消費されてしまうというのは, 化石燃料の枯渇性等を考慮すると深刻なジレンマである。また, 適切な条件下では可能性は低いとされているものの一旦貯留されたCO₂が数百年のオーダーで漏洩することはないのか, 長期での管理責任やモニタリングはどうするのか, 万が一漏洩した場合の環境への影響はどのようなのか, といった疑問や指摘がNGOや一部途上国から上がっているのもまた事実であり, 広範なコンセンサスをを得るには至っていない。いずれにせよ, CCSについては将来期待される主要技術には違いないものの, 現状では解決すべき課題も数多く残っており, 現行の京都議定書の削減手法にはなり得ていない。

このように「京都議定書目標達成計画」に掲げられたさまざまな対策メニューを見てみると, 「決定打」となる効果的な排出削減対策がほとんど存在しないことが分かる。もちろん, 政府としては京都議定書目標達成に向けて, それぞれの対策を所管の府省を通じて全力で講じてゆく。しかし, これまでの見てきたことを踏まえると, 現状の対策メニューは決定打に欠け, 不確実性が高い部分も見受けられることから, 最終的には京都メカニズムへの依存体質となってしまう可能性が強く懸念される。

7 おわりに

これまで, 気候変動枠組条約, 京都議定書, 京都メカニズムの仕組み, そして, わが国の「京都議定書目標達成計画」を見てきた。そして, わが国の京都議定書目標達成可否が京都メカニズムの活用依存していることが明らかとなった。

問題は, この「京都議定書目標達成計画」が着実に進捗し, 京都議定書の第1約束期間の目標が達成されたとしても, それは将来にわたる長期での大幅な排出削減の第一歩に過ぎず, こののちも新たな削減目標が合意され, わが国を含む先進各国は, それに向けて削減対策を打ち続けなければならないことである。

折しも, 福田総理は先のダボス会議(スイス)で, 京都議定書の次の枠組み, すなわち「ポスト京都」体制において, 京都に続く温室効果ガスの新たな国別排出総量の目標をわが国として掲げることを表明したところである(首相官邸, 2008)。EU諸国もすでに2020年における1990年比20~30%の削減目標を自主的に掲げていることもあって, ポスト京都の中で京都議定書に代わる新たな排出削減目標が国際的に合意される可能性が高くなっている。そして, 仮にそうなった場合, その排出削減目標は, 2050年に世界の温室効果ガス排出量を半減させるという先のハイリゲンダム・サミットにおいて概ね合意された長期目標を念頭に置いたものである以上, 現状の京都議定書の削減目標から, さらに深掘りしたものになることは, 先進各国にとって避けられないとみるべきである。このため, わが国としても, 京都議定書の目標達成はもちろんのこと, ポスト京都を見据えた長期的な排出削減対策のあり方を戦略的に練ってゆく必要がある。

ところが, 先に述べたように, わが国は, 少なくとも京都議定書第1約束期間に限ってみても, 京都メカニズムへ依存しやすい体質になりつつある。このまま状況が変化しなければ, 一層深掘りした排出削減が要求されるであろうポスト京都の枠組みにおいては, 京都メカニズム(に類似した仕組み)に依存した体質, すなわち, わが国の資金が海外へ流出してゆく体質が固定化してしまうのではないだろうか。

そこで, わが国の閉塞状況を打破する決定打としてのブレイクスルーとなる技術の開発が渴望されるのである。換言すれば, 「排出枠」を増やす政策(京都メカニズム活用)よりも, 「排出量」の削減が実行できるような劇的な排出削減技術の開発と普及である。もちろん, 京都メカニズムには自国の目標達成のためという側面以外にも, 途上国での排出削減とそれに伴う持続可能な開発の促進という重要な面があることを忘れてはならないが, 現状の京都メカニズムの位置づけは目標達成のための最終手段という面が非常に強く強調されている。

技術開発と普及には時間を要する。現状をブレイクスルーする技術開発が一朝一夕で成せるはずがない。ところが, 京都議定書第1約束期間の削減目標達成期限まで残り5年を切ってしまった現状では, 技術開発が大幅な排出削減につながるにはもはや時間がなくなっている。結局, 京都メカニズムによる排出枠の購入というパッシブな取り組みに依存せざる得なくなってしまうのはこれまで見てきたとおりである。わが国としてこのような事態をポスト京都の次期枠組みにおいて繰り返してはならない。長期の排出削減目標を見据えた技術開発に

取り組み, 国内での排出を削減することによって, 「脱温暖化社会」実現のリーダーシップを発揮し, 地球温暖化に対する先進国としての責任をわが国が果たしてゆくべきではなかろうか。

文 献

- 1) IPCC, *Special Report: Carbon Dioxide Capture and Storage*, Inter governmental Panel on Climate Change (2005).
 - 2) S. Oberthur and E.T. Ott, *The Kyoto Protocol*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1999), 邦訳・京都議定書: 21世紀の国際気候政策, 岩間徹, 磯崎博司監訳, シュブリンガー・フェアラー東京(2001).
 - 3) 首相官邸, ダボス会議における福田内閣総理大臣特別講演(2008).
 - 4) 地球温暖化対策推進本部, 京都議定書目標達成計画の進捗状況(2005).
 - 5) 地球温暖化対策推進本部, 京都議定書目標達成計画(2006).
 - 6) 地球環境産業技術研究機構(編), CO₂貯留テクノロジー, 工業調査会(2006).
 - 7) 山地賢治, エネルギー・環境・経済システム論, 岩波書店(2006).
 - 8) UNFCCC, 気候変動枠組条約, 国際連合(1992).
-