

第2章 気候変動とエネルギー革命 —国際的公共財の経済分析—

清水啓典

1. はじめに

気候変動に関する国際的対策会議が始めて行われたのは1992年のリオデジャネイロにおける地球サミットと呼ばれた「開発と環境に関する国際連合会議」においてであり、「気候変動枠組条約」が採択され155カ国の署名で1994年に発効した。100年後の気温上昇を阻止する目的とされながらも、それから既に30年もの時間が経過している。その後、京都議定書、カンクン合意を経て2015年に全ての国が参加するパリ協定に至るが、その後も米国の離脱や米中交渉を経て、2021年4月には気候変動サミットで米国、EU、日本が2030年までの温暖化ガス削減目標を発表し、2050年には実質ゼロとする目標が示された。この目標達成のために、日本では2020年12月に「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」¹が策定され、本格的な取り組みが始まっている²。また、日本が早くから開発していた水素が新たなエネルギー源として世界的に注目され、実用化競争も加速している³。

気候変動に関しては経済学の分野でも早い時期から膨大な研究の蓄積があり、理論的な政策プログラムは確立している。対策の現状はおおむねその示す方向に沿って一層具体化され、多方面で多様な政策プログラムが進行していることは第1章の提言で概観した通りである。一方で、30年間の時代の変化と技術進歩は以前の分析の前提を変える程の進化を続けており、最近そのスピードは一層加速しつつある。

本稿ではまず、気候変動に関する経済分析モデルのポイントを簡単に概観し、対策が成功するための必要条件と考慮すべき問題点を整理した上で、その理論的枠組みに基づいて対策進行の現状を評価する。その上で、近年の加速化する技術進歩の効果を考慮した場合には、温暖化防止対策をコストとしてのみ考える枠組みの再考が必要である点を指摘する。多様な温暖化防止技術の追求は単に温暖化抑制に留まらず、人類により大きな発展と成長をもたらす可能性があること、更には、それが狭くなった世界で益々増加する他の国際的公共財を適切に管理する

¹ 首相官邸(2020)、「グリーン社会の実現」。経済産業省(2020)、「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」。

² 経済産業省(2020)、「地球温暖化対策と環境ファイナンスの現状について」。環境省(2021)、「2050年カーボンニュートラルに向けた取組」。

³ 環境省(2016)、「地球温暖化対策と水素の役割」。環境省(2021)、「脱炭素化に向けた水素サプライチェーン・プラットフォーム」。日本経済新聞(2021)、「第4の革命・カーボンゼロ：Hを制する(1～6)」。

国際的合意のモデルとなれば、人類への大きな貢献となる点についても考察する。その上で、政府と銀行の果たすべき役割を検討することとしたい。

II. 地球温暖化対策の経済分析

1. 分析のフレームワーク

気候変動問題は経済分析の課題としては、全人類の公共財としての大気を汚染する公害問題と見ることができるため、分析は良く知られている公共財供給と公害問題の分析枠組み⁴が使われている。つまり、自らの行動が他の部外者に負の影響を及ぼす外部性問題の典型的な例と考えることができる。だが、地球温暖化問題に特徴的なのは、温暖化ガス排出の負の影響が通常地域や国内に限られる公共財や公害と違って地球規模で全世界に及ぶこと、また大きな悪影響を被るのは現世代ではなく100年以上先の世代だという点である。空間的にも時間的にもその外部性は通常公害問題とは桁違いの複雑さに加えて、どの程度の被害が何時発生するかに関する大きな不確実性がある。しかも、その被害がいつどのように生じるか、またそれが生じるかどうかさえ確実には予測し得ないという大きな不確実性がある。つまり、地球温暖化問題とは、個々人の行動が国際的影響を持つという地球規模の空間的外部性と、100年200年後の世代に影響を与えるという世紀を超えた時間的外部性、更にはその影響の確実な予測ができないという大きな不確実性を伴う、時空を超えた公害問題と位置付けられる。

この国際的公共財を巡る問題は気候変動に限らず、グローバル化と共に益々拡大している。マイクロプラスチックによる海洋汚染、新型コロナウイルス感染症のようなパンデミック、森林破壊、漁業資源枯渇、絶滅危惧種、レアメタル、更には石油やウラン鉱石、等々、経済分析の視点から見れば全て希少資源の最適利用という同じ範疇に含まれる課題である。これらの問題は国際的に協調した取り組みが不可欠とされるが、常に紛争や対立の源になる。いかに協調の必要性が叫ばれようとも、対立が解消することはない。

2. 経済学的解答

これに対する経済学的な解答が最適価格付けである。公共財の問題はそれらがタダであるために過剰に使用される点にある。その解決策は、公共財には私的所有権がないことを明確にした上で、適切な価格を付けてその利用を抑制すると共に、それに代わる代替財の供給を促すことにある。その価格が高く利益が見込めるなら、それに代わる財の開発や供給は自ずから増加し、技術開発が進めばその価格も低下して、より高価な希少資源の利用も減少す

⁴ 参照：Hotelling (1931), Cochrane(2005)。

る。しかし、そこでは国際的に統一した価格付けが不可欠であるが、各国間の協調に基づく合意は不可能に近い。その解決策は希少資源の価格をより広い視点から捉えてそのシャドープライスを引き上げ、技術進歩を促して代替資源の供給を増加させることである。現在、地球環境全般に配慮したSDGsに対する関心が高まっているが、これは人類の多様な希少資源のシャドープライスを引き上げる動きに繋がっている。

その価格さえ上昇すれば、コストアップのためにプラスチックの利用は減り、紙やバイオ素材による代替手段の開発・供給・利用が増加する。植林や魚の養殖、遺伝子操作による効果的なワクチン、燃料利用効率の高い車や温暖化ガスを出さない車、レアメタルを使わないモーター等々、多様な新技術開発が自由な競争を通じて自ずから進展する。その動きを旧来の規制で制約せず、新技術の開発と普及を促進する自由で競争的な環境整備が政府の役割である。銀行はその動きを資金面から推進する役割を担っている。気候変動サミットを機に本格的取り組みが始まった温暖化対策は、国際的取り組みが必要とされる他の課題に対しても、解決策のモデルとしての意味も重要である。

気候変動に関する国際的対応が過去30年間大きな進展がなかった原因は、それが理論的根拠のない国際協調を前提として進められてきたことにある。協調という内容は経済学的には定義できない。敢えて言えば、類似の行動はカルテルやトラストという独占や寡占理論において問題とされるが、それらは長期的には継続できないというのが経済学の常識である。とりわけ、国際協調は明確に定義できない政治的用語で経済学的な意味は乏しい。最も基本的な国際関係である貿易に関してさえ、理論的には無税が望ましいにもかかわらず、関税の協調は永遠の課題のままである。事実、関税の少ないシンガポールや1国2制度下の香港は、資源がないにもかかわらず急速な成長を遂げた。国際的公共財の問題に関しても経済学的解答は、競争的市場における自由な価格設定を通じて各経済主体の行動に影響を与えて問題を解決することに尽きる。

そこで次に、経済分析の理論モデルを概観し、そのインプリケーションを見ていくことにしよう。

3. 経済分析のモデル

前述の通り、一般にこの課題に対する経済分析による解答は、公共財の外部性分析の枠組みの応用として希少資源の最適価格付け問題での一例として与えられる。つまり、私的便益が社会的便益を上回るために過剰に使用される資源、温暖化の場合は化石燃料に対して、私的便益を社会的便益に等しくする課税によってその使用を抑制し、大気が温暖化ガスを吸収できる限界内に温暖化ガス排出を留めるというものである。

より具体的には、100年または200年先の厚生損失の現在割引価値が、温暖化防止技術の進歩を考慮した上で、現在温暖化防止に投資すべき金額と等しくなるような温暖化ガス排出

への最適課税金額の動学的系列を、以下のような(1)式に従って求めることになる⁵。

まず、不確実性のない世界で、 t 期の温暖化ガス濃度を Q_t とすると、環境政策の到達目標は T 期(例えば $T=200$ 年先)における温暖化ガス濃度を $Q_T = \bar{Q}$ とする。そこで問題は温暖化ガス濃度を安全範囲に収める大気的能力という資源を時間的に最適配分するための解を求めることになる。

そこで、現在の温暖化ガス排出量 q から社会が得ている便益(消費者剰余+生産者剰余)を $V_t(q_t, b_t, y_t)$ としよう。ここで b_t は t 期の温暖化ガスを排出しないエネルギーの一単位の費用で、 y_t は所得である。また、排出緩和技術には $C_t(s_t \mu_t^{-1})$ のコストが掛かるとする。ここで s_t は排出緩和活動によって t 期に回避された排出量、 μ_t は排出緩和に伴う効率性(μ_t が高いほど排出緩和コストが低い)である。

この定義に基づくと政策課題は、 t 期の温暖化ガス濃度 Q_t は t 期の温暖化ガスの排出量 q_t から t 期の排出削減量 s_t と、大気中にある温暖化ガスの再吸収による減少量 aQ_t を除いた量 \dot{Q} だけ変化するという定義式、及び目標期日 T 期の温暖化ガス濃度を $Q_T = \bar{Q}$ を達成するという制約条件の下で、社会的剰余の割引現在価値を最大化する動学的最適価格系列を求める問題となる。

$$\begin{aligned} \max_{q,s} W &= \int_{t=0}^T (V_t(q_t, b_t, y_t) - C_t(s_t \mu_t^{-1})) e^{-rt} dt \\ \text{s.t.} \quad \dot{Q}_t &= q_t - s_t - aQ_t \quad \text{及び} \quad Q_T = \bar{Q} \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 r は将来の環境コストの割引率(環境資本投資の収益率)で、 a は大気中に排出された温暖化ガスの再吸収率である。

$V'_t(q_t, b_t, y_t)$ を $V_t(q_t, b_t, y_t)$ の q_t に関する偏微分とすると、その解は下記の通りである。

$$\begin{aligned} V'_t(q_t, b_t, y_t) &= P_0 e^{(r+a)t} \\ \mu_t^{-1} C'_t(s_t \mu_t^{-1}) &= P_0 e^{(r+a)t} \end{aligned} \quad (2)$$

その解は、一単位の温暖化ガス排出の限界価値と一単位の温暖化ガスを排除するための限界費用を一致させる t 期の「炭素価格」 $P_0 e^{(r+a)t} = P_t$ が t 期の最適炭素価格であり、大気が一単位の温暖化ガスを吸収する能力の希少価値を表している。

言い換えると、この最適価格系列は、現在温暖化ガスを排出することで消費者や生産者が得ている余剰と、将来世代が負担させられる費用増加分の割引現在価値を等しくさせる水準である。この社会的最適炭素価格は枯渇する資源の問題には共通の良く知られた解であり、

⁵ 本稿の説明は代表的なモデルとしてBecker, Murphy, Topel (2010)に基づいている。同様のアプローチとして、Nordhaus (2007a, 2007b, 2007c)参照。

純炭素利子率⁶と呼ばれる $r+a$ の率で時間の経過と共に上昇していく。

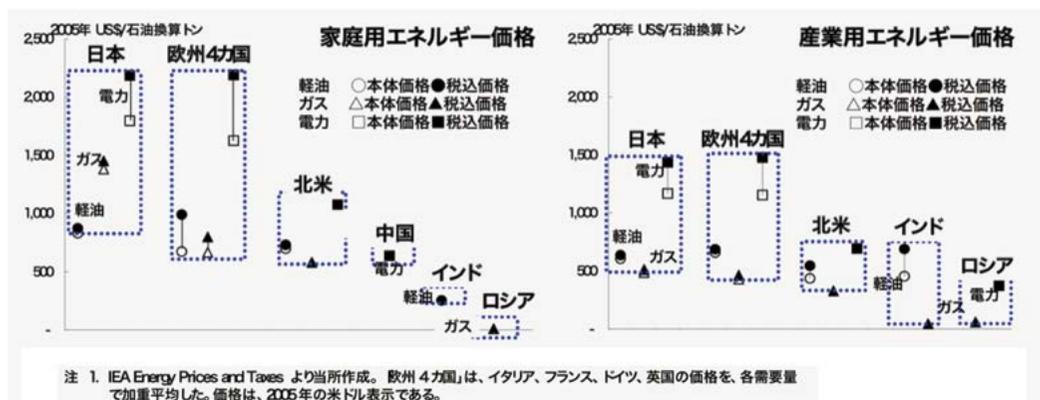
この価格は時間の経過と共に将来費用の現在割引価値の増加によって上昇するので、より早く対策を始めるほど将来の費用削減により有効である。この解がキャップ・アンド・トレード(排出量取引)など現在世界的に実施されている政策やそれを一刻も早く実施すべきだとする考え方の基礎となっている。

ところが、この理論的分析は不確実性のない世界で、全世界で単一の炭素価格が統一的に課され、技術進歩も一定率で予測できる世界を想定したモデルである。現実の世界では、世界の統一的行動は困難で、超長期の課題のために大きな不確実性があり、技術進歩も予測できない。しかしこれらの現実の条件下でも、理論モデルから重要なインプリケーションが得られる。そこで以下では、これらの現実の条件を考慮しつつ、この最適解に基づいて現状の温暖化対策を評価し、あるべき政策と銀行の対応を検討することにしよう。

4. 炭素税と CO₂ 排出量の現実：国際比較

まず、上記理論モデルによる炭素価格に対応するエネルギーへの課税と価格設定が、いかに現実に理論通りの重大な影響を与えているかについてのデータを見ておこう。第1～4図から自明なように、CO₂排出量は各国のエネルギー価格と経済規模に正確に比例している。

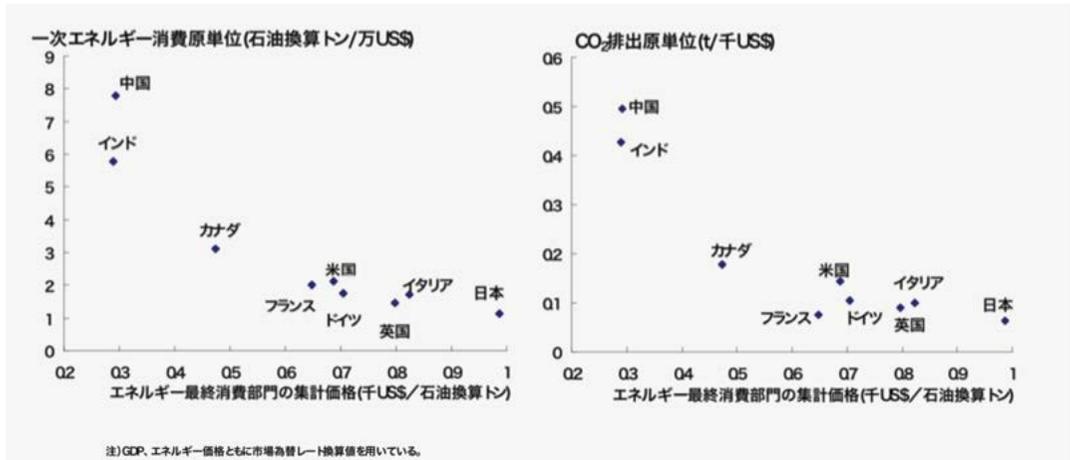
第1図 国内最終エネルギー末端価格の比較 (2006年 (データ欠損のため一部2005年))



資料：電力中央研究所 (2009)、「エネルギー価格の国際比較」、調査報告：Y08027

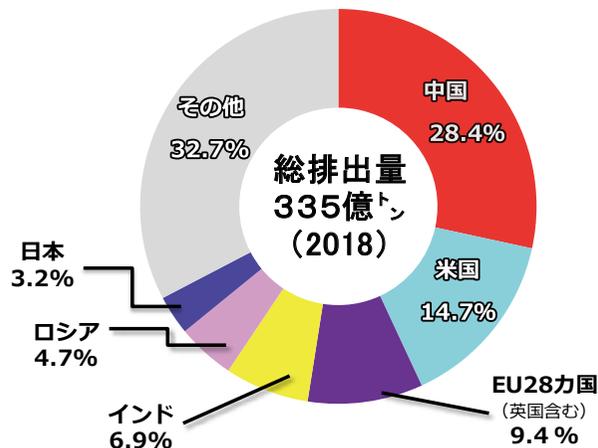
⁶ Hotelling(1931)。

第2図 エネルギー価格とCO₂排出原単位の関係（2005年）



資料：電力中央研究所（2009）、「エネルギー価格の国際比較」、調査報告：Y08027

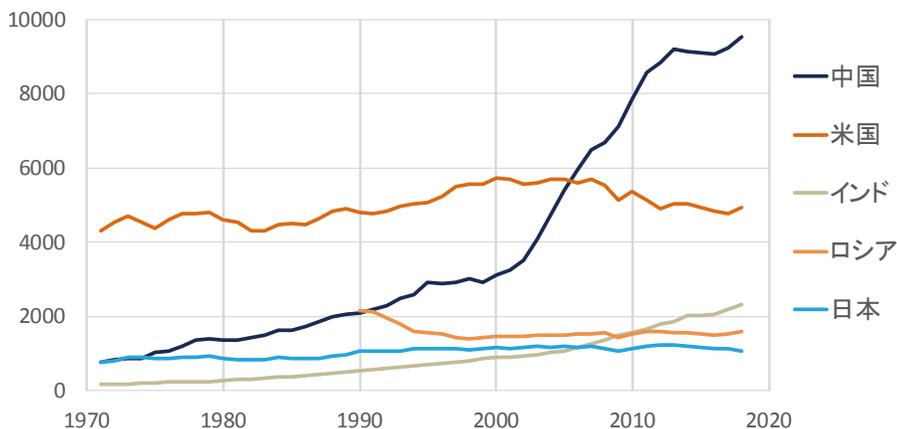
第3図 化石燃料由来のCO₂排出量



資料：IEA（2020），CO₂ Emissions from Fuel Combustionから作成

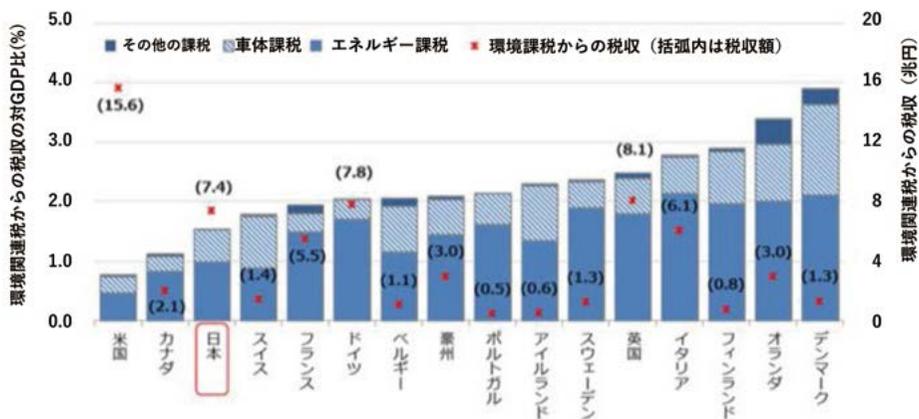
排出量の推移は第4図の通りであり、第5図は各国の環境関連税収のGDP比、第6図は主な炭素税導入国の税率推移を示している。

第4図 CO₂排出量 (MtCO₂)



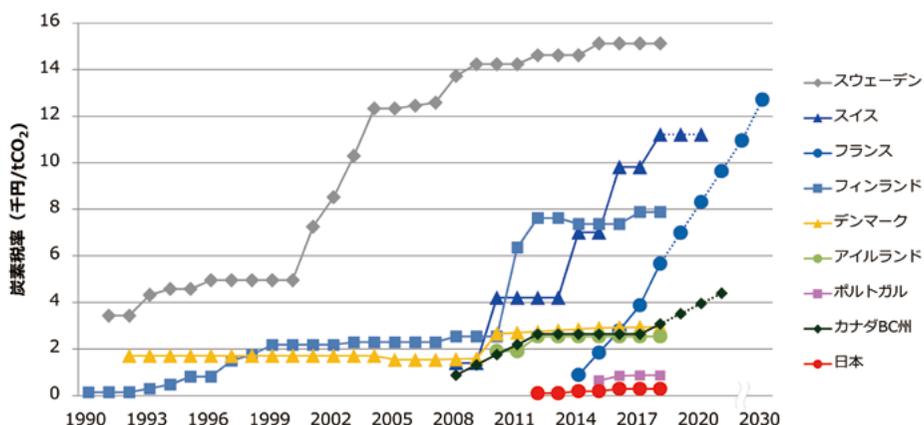
資料：IEA (2020), CO₂ Emissions from Fuel Combustionから作成

第5図 環境関連税からの税収とGDPに占める割合 (2013年)



資料：みずほ情報総研レポート (2016)、「国内外における税制グリーン化の最新動向と日本への示唆」、Vol. 11

第6図 主な炭素税導入国の税率推移



(出典) みずほ情報総研
 (注1) 税率が複数ある国については、フィンランドは輸送用燃料の税率(2011年～2017年)、スウェーデンは標準税率(1991年～2017年)、デンマークは標準税率(1992年～2010年)の税率を採用(括弧内は税率が複数存在する期間)。
 (注2) 為替レート: 1CAD=約88円、1EUR=約127円、1CHF=約117円、1DKK=約17円、1SEK=約13円(2015～2017年の為替レート(TTM)の平均値、みずほ銀行)。

資料：環境省（2018）、「諸外国における炭素税等の導入状況」

これらの図からも、国際的に統一した炭素税が将来に亘って $r+a$ という率で上昇していく制度的枠組みが重要であり、この面ではEUが世界を主導する取り組みを行っている。

Ⅲ. 地球温暖化問題解決に向けた課題

1. 第1の課題：全ての国が参加する国際間合意

(1) 排出量

上記の理論モデルによる最適炭素価格は、全世界で統一的に一律のルールとしての導入を前提とした理論価格である。だが、この温暖化ガス排出権に関する最適な価格付けを巡っては、過去30年間国際的に多様な議論や努力が続けられてきた。これほど長い間議論が続けられてきた背景には、この問題には他の公害や外部性問題にはない極めて困難な課題が3つ存在するためである。その第1は、温暖化ガス排出の影響は地球規模に及ぶため、先進国や途上国全てを含めて国際的に統一した行動が取られない限り有効な対策とはならない点である。たとえ先進国が高い課税で温暖化ガス排出を抑制したとしても、途上国が価格競争力維持を目的に安価な石炭エネルギーを利用した生産消費活動を行い続けられれば、先進国だけの課税導入は意味を失う。事実、国別の排出量分布と推移は第3・4図の通りであり、中国が圧倒的に多く、第2位の米国に次いで、インドとロシアが多い。その意味で、中国を始めとする途上国を国際的枠組みの中にいかに整合的な形で取り込むかは、この問題の最大の焦点である。

当然のことながら、途上国は成長を優先して強い規制に反対するために合意成立には当初から困難な交渉と時間が掛かることが予想されていた。その間の概要や2015年のパリ協定で世界的枠組みが成立した経緯は第1章に述べられている通りである。しかしそこでも、中国は総排出量低減にはならない成長が続く中でのGDP比での目標を主張し、また多数の化石燃料依存の産業を抱える米国の離脱などの課題もあったため、国際的合意は得られない時期が続いてきた。それ故、2021年4月の温暖化問題を主要政策課題とする米国のバイデン政権と中国との間での合意と、それに続いた気候変動サミットでの2050～60年には排出実質ゼロを目指す各主要国の目標発表は大きな転換点である。

各国の姿勢が変化した背景には、気候変動による自然災害の拡大が深刻な喫緊の課題として認識されてきた面もあるが、より重要な背景として温暖化ガス濃度低下に関する技術の急速な進展により、エネルギー革命が進展する可能性が見えてきた面がある。気候変動サミットによって、各国が地球温暖化問題に関しても協調というよりも、競争的に対策を競うようになった点は重要な転換点である。というのも、他の経済問題と同様にこの気候変動問題に関しても競争的枠組みが解決の基本的原理であり、この国際的な対策推進にも協調ではなく、各国間の競争的枠組みの構築こそが問題解決の鍵となるからである。

(2) 炭素税水準

現段階でのもう一つの大きな課題は、本来世界共通水準であるべき炭素税がなお国毎に大きく異なっている点である。1997年のCOP3の京都議定書が失敗と評価されているのは、それがCO₂削減量のみを基準としていたことと、途上国には削減義務を課していなかった点にある。しかも国毎の排出量制限のみでは各企業や個人の行動には何の影響も与えない。必要なのは全ての経済主体に排出量削減に向けた行動を促す政策であり、世界共通の炭素税はその手段である。

その反省から、その後は炭素税と量的制限の双方を用いた「キャップ・アンド・トレード」方式により、排出権取引が主流となっているものの、なお最も望ましい世界共通の炭素税の実現には大きな政治的障害がある。キャップ・アンド・トレード方式は温暖化ガス排出削減コストが高い主体がより低コストでの削減ができる主体からその権利を買うことで、全体としての排出量を減らすための効果的手段という意味で画期的なアイデアである。しかし、それは技術的に可能な削減量を積み上げて削減総量を決定し、またその削減量の効果も不明であるなどの難点がある。

炭素税が量的制限よりも有効な理由の一つは、温暖化ガス削減の便益は蓄積された温暖化ガスの膨大なストック量に依存するのに対して、そのコストは排出のフローに依存するからである。つまり、温暖化ガス排出量削減の限界費用は削減の水準に強く依存するのに対して、その限界便益は排出削減の水準とはほぼ無関係になる。それ故、このように不確

実性が大きい問題に関しては、数量基準やそれに基づく取引よりも炭素税のような価格による制約の方が効率的だというのが公共財ストック問題に関する定説となっている。

各国の炭素税導入はEU諸国が先行しているが、第6図の通り時間の経過と共にその水準は上昇している。EU諸国に比べると風力や太陽光など再生可能エネルギーの適地が少ない日本では、世界第5位の温暖化ガス排出国であるものの大きく遅れ、その水準も低い。今後、中国、米国、インド、ロシアを含む世界的に統一した水準の炭素税導入に向けた動きの進展如何が引き続きなお最大の課題である。

2. 第2の課題：時間的視野の超長期性と不確実性

上記理論モデルは将来の不確実性が存在しない世界を前提としている。しかし、この問題はその時間的視野が100年200年先という超長期でその間の不確実性が極めて大きく、通常の公共財分析とは異次元の課題である。だが、不確実性を含む将来と現在の間の異時点間問題を取り扱う際には、割引率を用いた現在価値で比較する方法は不確実な将来を取り扱う標準的手法である。通常の課題ではどの水準の割引率を使うかが大きな問題となるが、この温暖化問題に関してはその超長期という特徴から、どのような水準の割引率を使おうとも将来コストの現在割引価値は非常に低くなる。既に述べたように、最適炭素価格 $P_0 e^{(r+a)t} = P_t$ は每期、純炭素利子率 $r+a$ の率(利子率+温暖化ガス再吸収率)で上昇していく。つまり、早くから対策を始めれば始めるほどこの問題の解決は低いコストで対応できることを意味する。それ故、国際的合意形成の遅れに対して強い落胆の声が聞かれるのは、このような分析が根拠になっている。

だが、このような国際的合意形成の遅れの現状に関して、経済分析の視点からは次のような評価が可能である。つまり、この最適炭素価格の設定は世界共通に実施されることが前提となった解決策である。たとえEUのように早くから導入する国があったとしても、それが世界で一律に、特に主要排出国間で統一的に実施されなければ意味がない。それ故、導入を急ぐよりも、長期に安定的に実施運用できる統一ルール確立と実施合意の枠組み整備の方が、たとえ遅れたとしても一部の国で早期に導入するよりも重要だという点である。その意味で、2021年4月の気候変動サミットにおける主要国間の合意形成は大きなステップである。それは全経済主体の取り組み姿勢に影響を与えて、合意目標の実現に向けた推進力を生むことになる。

しかし、政府間の国際的合意自体で事態が改善するわけではない。重要な点は国際的合意によって各国がより積極的な取り組み姿勢に転換することで、炭素税、あるいは温暖化防止技術のシャドープライスが世界的に上昇し、民間企業の技術開発と導入が進展することである。この点は以下の議論とも密接に関連する。

3. 第3の課題：技術進歩のスピード

温暖化問題で最も本質的な解決の道は技術進歩である。化石燃料に代わる温暖化ガスを排出しない代替エネルギー源が普及しない限りこの問題の解決はないことは自明なので、その技術開発と普及の促進こそが基本的解決策である。最適炭素価格の設定もその目的は、技術進歩の社会的価値とその実施を遅らせるコストを高めることで、開発の加速化と普及を促進することにある。

(1)式が想定している技術進歩には、温暖化ガスの排出削減技術と再吸収技術という二つの技術が存在する。今、任意の将来 t 期に一単位の温暖化ガスを除去できる新技術—例えば、遺伝子操作で一単位のCO₂を吸収する木⁷—に現在投資すると考えてみよう。将来の一単位の温暖化ガス除去の現在価値は $P_t e^{-rt} = P_0 e^{(r+a)t} e^{-rt} = P_0 e^{at}$ となり、その価値は利子率 r には影響されない。もし $a=0$ 、つまり温暖化ガスの再吸収率が一定なら、その新技術の現在価値は利子率と共に上昇するので将来のどの時点で評価するかとは無関係である。また、もし $a>0$ 、つまり温暖化ガス再吸収率が増加するなら、 t 期における新技術の価値は利子率よりも早く増加するので、その現在価値は t と共に増加する。言い換えれば、新発明は現在行われて、その価値は将来に向かって一定に増大し続けるので、その将来価値が割引されることはない。

ある将来の t 時点で温暖化ガス削減コストを低下させる新技術の効率 μ_t が $d \ln \mu_t > 0$ の率で増加する場合には、このコスト低下の現在価値は次の通りである。

$$\begin{aligned} & e^{-rt} \mu^{-1} C'_t (s_t \mu_t^{-1}) s_t \\ &= e^{rt} P_t s_t \\ &= P_0 e^{at} s_t \end{aligned}$$

ここで新発明の単位価値は利子率 r とは独立で、温暖化ガス再吸収率が一定の $a=0$ の場合には t からも独立になり、時間が経過しても変化しない。それによる t 期の温暖化ガス排出量の低下 s_t 全てに当てはまる。時間の経過と共に上昇する炭素価格 P_t に伴って排出削減量 s_t も上昇するため、新技術の現在価値は遠い将来になるほどより大きくなる。そこで、現在から将来の全期間に亘る温暖化ガス削減技術進歩は次のような価値を持つことになる。

$$W_{In\mu} = P_0 \int_{t=0}^{\infty} s_t e^{at} dt \quad (3)$$

たとえ、 $a=0$ つまり温暖化ガスの再吸収率が一定としても、それによる利得は将来の全期間に亘って同じウエイトで当てはまる。もし、 $a>0$ なら現在より将来の方が大きなウエイトを持つことになる。つまり、温暖化ガス一単位当たりのエネルギー利用効率を向上させる新技術、例えば車の燃費向上技術は、将来に向かってより高い価値を持つことを意味する。

⁷ 参照：Dyson(2008)。

4. 画期的技術開発のための自由で競争的な制度環境整備

冒頭に述べたように、温暖化対策の国際的合意形成の遅れは広く批判の対象となっているが、この問題に関しても(3)式は重要なインプリケーションを持っている。

温暖化問題の最終的な解決策は、再生可能エネルギーの利用拡大、原子力の安全で安定的な利用、今はまだ存在しない代替エネルギーの開発と普及、及び化石燃料の利用効率向上による温暖化ガス排出量削減などに係わる今後の技術進歩による他はない。今、多大な最先端の研究開発投資を必要とする温暖化防止コストを引き下げる新技術を考えてみよう。そのような投資が行われるためには二つの条件が必要となる。一つは温暖化ガスの希少性価値を示す初期炭素価格 P_0 と、もう一つはその価値の将来動向が保証されていることである。その二つがあれば、その開発が d 年まで遅れてその間の収益は得られなかったとしても、温暖化ガス削減技術進歩の現在価値、 W_{inv} に対しては大きな影響を及ぼさない。もし温暖化対策の開始が遅れて d 年になったとすれば、それまでの間に費用負担なしで排出していた温暖化ガス量が最終的な目標制約である $Q_T = \bar{Q}$ の達成幅を狭めるので、その時点での炭素価格 P_d は単なる利子率以上の率で上昇し、必要となる排出量削減量 s も増加するからである。その結果、新技術開発誘因の現在価値とその社会的利得が大きく損なわれることはなく、むしろ遅れたことで増加するかも知れない。

平たく言えば、新技術開発が遅れば遅れるほどその開発に対するニーズと期待収益はより大きくなるために、周到に計画された新技術開発に対する収益は、その開始が遅れることで大きく低下することはない。しかも、温暖化ガス排出量削減による社会的利益は、結局のところ現在はまだ見えない画期的な技術進歩によってのみ得られるとしたら、温暖化対策が遅れることで炭素価格が高騰し、それによって新技術への投資が引き合うようになり、画期的技術の出現を促す方が長期的な社会的便益を高めることになる。近年の急速な新技術進歩はこの事実を証明している。それ故、対策の遅れに過剰に悲観的になる必要はない。

但し、このモデルは最終的には温暖化ガス排出に正しい価格付けをする政策が実施されることを前提としている。政策実施を急ぐよりも、将来の炭素価格の水準と将来に亘るその時間経路に関する信頼できる確約を与える正しい政策を策定する方が遙かに重要である。

むしろ、未成熟な技術を性急に導入するよりも、多少遅れてもより効果的な新技術の開発を待ってそれを導入する方が良い。とりわけ炭素税導入やその価格上昇に伴って、現在では予想できない新技術が開発され、それらが究極的な温暖化問題解決の道となる可能性が大きい。気候変動サミットを契機として世界的な関心の高まりから、多様な新技術の可能性が生まれつつある。また、温暖化ガス排出削減に対応しなければ市場を失う可能性も現実になりつつある。

また、このモデルの「炭素価格 P_d 」は単に政府の課す炭素税を指すだけではなく、より広く経済主体の行動に影響する要因との解釈も可能である。気候変動サミットを契機に高まった

温暖化対策と代替エネルギーに関する社会的関心は、それ自体が将来の新市場からの期待収益率を高め、新技術開発投資を促す大きな誘因であり、 P_t に含まれると考えて良い。重要なのは、各経済主体がリスクを掛けた研究開発投資からの収益を制約なく得られる自由で競争的な環境整備である。今後本格的なエネルギー革命が始まるとの認識が一層強まっており、新技術開発競争も激化しつつある。この技術開発や導入と普及の競争環境こそが、温暖化対策の枠組みの最も重要な点である。

IV. 政府の役割

1. もう一つの外部性：技術進歩の成長促進効果

米国バイデン政権による温暖化防止を重視する政策や米中対立の影響もあって、温暖化リスクの認識や炭素価格の上昇などの対策が世界的緊急課題となったことから、化石燃料から脱却するエネルギー革命を目指す10年前にはなかった多数の新技術開発が加速している。例えば、各種再生可能エネルギーの主力電源化や蓄電・送電システム整備、CO₂の回収と地中埋設、水素エネルギーの開発や配給網整備、車や船舶、飛行機などあらゆる輸送機器や電気製品の省エネルギー・脱炭素化、等々、多数の新技術開発が進展している。現段階ではまだコストが高く実験的な試みも多いが、いずれはあらゆる分野で水素のような温暖化ガスを排出しないエネルギー源が主流になっていくと予想される。とりわけ、2050年の温暖化ガス排出実質ゼロ目標や100年・200年後という長期間を考えればその可能性は殆ど確実である。それは人の寿命との比較では長期であるが、気候変動やエネルギー革命のような人類史上の出来事と見れば極く短期間に過ぎない。

気候変動問題は人類が地球環境を守るために行う、自らの行動に対する戦いとも見ることができる。一般に、戦争には膨大な資金が兵員や多様な武器や弾薬、航空機や艦船、支援物資、等々に費やされ、全産業に影響が及んで経済は好景気になる。だが、それぞれ新たな武器・装備品がどれほど有効かは使ってみないと分からない。それと同様に、温暖化ガスとの戦いには従来の温暖化ガス排出削減技術以外に、これまでにはなかった多様な新技術が急速に開発され始めている。それはなお高価でまだ実用化には時間が掛かり、どれが主流になるかは未知だが多様な開発が始まっていること自体が全産業に及ぶ好景気の原因になる。それは新兵器が戦争に直接どれほど役立つかは別に、全産業の活性化と景気拡大により現時点での成長を促進させる影響を持つことに似ている。それは社会全体に戦争自体とは別の永続的影響を与える。事実、戦争を契機に開発された技術がその後の世界の中核的技術として広く利用され、次の新たな時代の世界的秩序を作っていくのは人類史の常である。ロケット、原子力、航空機、船舶、インターネット、等々、当初はコストを度外視して軍事用に開発された技術がその後民生用に応用され、市場と競争が拡大して世界的な新市場ができ上がる。

温暖化問題はこれまで人類が経験したことの無い共通の敵に対する全地球規模の戦いでもある。温暖化ガスの排出は化石燃料に依存したエネルギー利用に由来するので、地球温暖化対策は18世紀半ば以来の産業革命によって人類が一人当たり所得の増加を意味する経済成長を手にしたその根本的基盤を変化させ、その影響は今後何世紀にも及ぶ。かつて石油枯渇によるエネルギー危機が心配された時期もあったが、石油価格の上昇による経済的埋蔵量増加やシェールガス開発により、その議論は近年聞かれない。しかし、いずれは人類が直面する課題であり、100年単位で考えれば温暖化対策は同時に人類のエネルギー対策でもある。

究極のエネルギーと言われる核融合が当面見通せない今日、水があれば生まれる水素エネルギーの開発競争が激化している⁸。しかも日本は世界初の水素戦略を策定しており⁹、関連特許も世界首位とされるが市場化の進展は遅い。仮にこれが採算の合うレベルまで進歩すれば、例えば、風力や太陽光発電で得た電力を使って海水を電気分解して得られた水素をエネルギーとして動く、燃料補給不要の船舶ができる可能性も指摘されている。とすれば、エネルギーの運搬という概念自体が変わり、エネルギーの地産地消という新たな世界が生まれることになる。化石燃料を海外に依存し、再生可能エネルギー利用でも不利な環境にある日本にとっては、水素エネルギー開発で世界をリードできれば国際競争力強化への願ってもないチャンスである。近年米国や中国、ロシア、インドなどで月探査計画が再び活発化している背景には、月に大量の水が発見されて太陽光発電による電気分解で水素エネルギーと酸素の現地調達が可能となり、人類長期滞在の可能性が見えてきたことがあるとされる。水素エネルギーの開発は急速な進展が予想されているが、課題はその資金調達だろう。

また、再生可能エネルギーの効率性向上や原子力についても、安全性の飛躍的向上と廃棄物処理の新たな技術開発があり得るかも知れない。CO₂の地中貯留や電力使用量を圧倒的に低減する省エネルギー技術は既に検討が進んでいる。更にはCO₂吸収能力の高い夢の木、CO₂を吸収しながら走る車、等々、10年後の世界でさえその技術進歩は予想できない。ましてや30年や100年後の技術は現在とは別次元になっている可能性もある。これらの例を取っただけでも、企業や産業間、国家間競争の次元は激変し、産業構造の変化による新市場や人類福祉の増大には想像を超えるものがある。

更に視野を広げて、温暖化を大気という希少資源に関する国際的公共財管理問題の一つと考えると、他にも共通する課題はマイクロプラスチックによる海洋汚染、コロナ禍のようなパンデミック、絶滅危惧種、森林破壊、など多数存在する。本格的取り組みが始まった温暖化対策はこれら国際的取り組みが必要とされる他の課題に対しても、解決策のモデルとしての意味も重要である。

⁸ 日本経済新聞(2021)。

⁹ 環境省(2016)「地球温暖化対策と水素の役割」。環境省(2021)「脱炭素化に向けた水素サプライチェーン・プラットフォーム」。

2. 協調から競争へ：技術進歩を巡る国際間競争

地球温暖化対策は元々、世界第1、第2の温暖化ガス排出国であり世界総排出量の半分近くを占める中国と米国とが本格的な対策を採らなければ進展しない課題であった。その中で、各国ごとの排出量は比較的少ないが、全体としては第3位の排出量を持つEU(27カ国)が主導する形で炭素税導入や排出権取引などの対策が導入されてきた。しかし、一方では安価な石炭エネルギーへの依存を成長の原動力としている中国が、高成長を続ける中でGDP比での規制水準という排出総量の低減には繋がらない基準を主張し、他方で多数の化石エネルギー産業を抱える米国が不参加やパリ協定離脱を表明するなど、長く困難な国際間交渉の経緯を経て2021年4月の気候変動サミットでの合意を受けて、全世界が新たに急速な対応を迫られる段階が始まっている。

温暖化対策は米中対立が深刻化する中で唯一協力できるテーマとされているが、米国の本音には地球環境を犠牲にする安価な石炭エネルギー利用の制限によって、中国の競争力を削ぐ意図も含まれていると思われる。一方中国にとっては、急速な技術進歩や世界的動向を反映したエネルギー革命に遅れれば、長期的には世界的な競争力や市場を失うという危機感が背景にあるだろう。とは言え、なお理想的な世界共通の炭素価格設定にはほど遠く、どのような具体的施策が採られるかは楽観を許さない。

しかしこのような急速な世界的動きの背景には、近年の加速度的な技術進歩によって、18世紀半ば以降から続いてきた化石燃料の時代が終わるエネルギー革命の可能性が現実味を増している事実がある。気候変動サミットで世界主要国が2050年の温暖化ガス実質排出ゼロ目標を掲げ、石炭エネルギーを基礎に成長してきた中国さえも2060年の実質排出ゼロを表明したのは、このような技術進歩を促進することで、次世代の世界のリーダーシップを握ろうとする国家間競争という面がある¹⁰。産業革命以来の人類史を見れば、エネルギーやそれを生み出した新技術が各国の競争力と繁栄の源泉であったことは明白だからである。米中両国が積極的な温暖化対策に転じたのは、次世代の覇権を巡る競争の一部である。その意味で、温暖化対策を含む国際的公共財問題解決の鍵は、各国間の協調ではなく競争の促進である。

その原動力となる技術進歩を担う主体は国家ではなく、それぞれが独自にリスクを取って新技術開発を進める個別の企業や個人である。その多くは失敗するが期待した成功は得られないかも知れない。だが、その過程の競争プロセスこそがマクロ経済の視点からは成長を促進することになり、世界全体としての成長の潜在力を高めることになる。これは理論モデルで用いた割引率 r を上昇させ、温暖化による将来コストの現在割引価値を引き下げて、温暖化新技術の収益率上昇に繋がるだろう。

¹⁰ 日本経済新聞(2021)、「第4の革命・カーボンゼロ：Hを制する(2, 4, 6)」

3. 自由な競争環境整備と柔軟な規制環境

政府の役割として最も重要なことは、各個人や企業が自らの独創性を発揮してリスクを負い、その成果を自ら享受できる長期的に安定した自由で競争的な枠組みの整備である。成功した場合に何らかの規制や制約が導入される可能性が僅かでもあれば、技術革新の芽は削がれる。地球温暖化対策を巡る技術革新は余りにも大きな課題と市場であるために、将来何らかの制約や規制が課されるか、既存の制度が開発の障害になる可能性もある。そのような制約が技術進歩と共に柔軟に変更されるような制度設計も、国際的な競争力強化には不可欠である。

例えば、建築基準法や消防法では建物の設計や強度、部品の防火仕様などについて広範で詳細な規制がある。それらは建築新素材の開発やより高性能の製品が開発されても、既存企業の既得権益も絡んでその認可や参入にコストと時間が掛り、古い規制がそのまま残って新素材の利用が進まない例も良く知られている。水素エネルギーに関しては危険物、高圧ガスの管理、車については種々の安全性基準や道路交通法、新型コロナワクチンに関して問題とされている薬の承認手続きなど、諸外国に比して厳しい規制がある分野も多い。

水素のような新技術を含むエネルギー革命は社会生活全般に広範な影響が及ぶため、狭い意味での温暖化防止技術に限らず、規制や手続きの見直しを行う行政システム全体の改革を行い、新技術が普及し易い環境整備を推進する必要がある。その意味で、温暖化防止対策の推進は、国家の総力を挙げた国際間競争でもあり、温暖化ガス排出規制といった狭い視野で議論すべき課題ではない。とりわけエネルギー転換に係わる問題については安全性や環境面からの規制や制約が課される場合や、従来の規制が陳腐化する可能性もある。

例えば、地熱発電の適地は日本では多数あるが、環境保護面の規制からの開発許可が得られず開発が進んでいない。しかも、地熱発電の開発適地は山間部にある場合が多く、送電線の整備も大きな課題である。この送電問題は太陽光や風力など再生可能エネルギー全般に係わる課題でもある。

遠隔地に多い再生可能エネルギーの送電に関しては、送電網整備の費用が障害になっている場合も多い。これに関しても、従来は先着優先ルールの下で利用されてきた既存送電線を、混雑していないときには再生可能エネルギー送電に有効に利用する「ノンファーム型接続」¹¹も費用負担なく新しい発電設備から有効に送電ができるシステム改革として期待されている。このような面での迅速で柔軟な対応ができる体制整備が国家的規模の技術進歩には不可欠である。このような意味でも、温暖化対策はエネルギー革命を巡る国際間競争の一環であり、国家全体としての競争力強化と成長に不可欠なプロセスと位置付けた戦略的対応が必要である。

¹¹ 高村ゆかり(2020)、「再エネ主力化へ制度再構築」、日本経済新聞「経済教室」。

V. 変化環境と銀行の社会的役割

1. 銀行のリスク負担能力と収益機会：広範な取引範囲と長期的視野

(1) 長期的視野と社会的リスクの引き受け

銀行は一般企業とは異なり、公衆からの預金を受け入れる免許を得た特別な立場にあり、その預金を社会的に有用な目的に貸し付けた対価として収益を得る。公衆の預金を保護するために銀行は預金保険などを含め制度的な保護や規制下にあり、資金を社会的に有効利用する役割を期待されている。

「期限の利益」提供が銀行の主要業務であるとすれば、銀行の収益源泉は顧客が長期に亘って得る利益である。それ故、資金の目的や実現可能性、顧客の過去の業績などを含む多様な情報を基礎にその将来を見通す能力こそが銀行収益を生む中核能力であり、銀行の社会的役割となる。銀行の顧客は全産業に及ぶ広範囲に亘る企業、公的機関や個人に広く分散されているため、各業種や産業分野に特徴的なリスクに対するヘッジ能力がある。このような短期的・個別的リスクからのヘッジ能力を基礎に、長期的な経済全分野に及ぶ総体的収益から、いわば保険プレミアムとしての利益を得るのが銀行の本業の一つである。この分野には他に競合業種がない独占分野で、最も高い収益が得られる事業分野でもある。

(2) 歴史的教訓

世界的、歴史的に見ても、成長した大銀行はその時代時代において最先端の事業を見出し、長期的・社会的に有用な事業であれば敢えて大きなリスクを引き受け、社会を変革する契機を作ってきた過去を持っている。とりわけ、社会に大きな変動が起こる時こそ銀行にとっては飛躍のチャンスであることは歴史が教えている。

その典型例は世界最大の銀行と言われたバンク・オブ・アメリカの歴史である。良く知られているように、20世紀最大のバンカーとされるバンク・オブ・アメリカの創業者 Amadeo Giannini は、社会に大混乱が起こる都度、後から見ると社会のニーズに対応して誰もが引き受けなかった大きなリスクを引き受けて行動した。その結果、彼の銀行はその都度成長を続けて、イタリア移民向けの小さな銀行として創業しながら、僅か40年で世界最大の銀行となった¹²。

彼の業績は、全ての帳簿を焼失するなど自らも壊滅的被害を受けた1906年のサンフランシスコ大地震の際、最初に露天で開店し被災者に無条件・無担保・無制限の貸出を実行したが、後日それらの貸出は一件の例外もなく完済されると共に、膨大な熱烈支援者を獲

¹² James, Marquis and James, B. Rowland (1954)。(訳：三和銀行国際経済研究会、『バンクオブアメリカーその創業と発展ー』(1960)。簡潔な紹介としては、田中文憲(2009)。

得した。大不況期の最中には引き受け手のなかったゴールデンゲートブリッジの建設公債を引き受け、雇用促進と経済復興に貢献した。また、当時無名であったディズニーやチャップリンなどハリウッド映画産業を全面支援して米国映画産業の興隆を生み、第2次大戦後は困窮したイタリア移民や母国イタリアのFIATを支援し、誰もその機能を知らなかったオシロスコープに融資をして、HP(ヒューレット・パカード)の成長とその後のシリコンバレー発展の基礎を築いた。支店網の整備、低コストの海外送金、住宅ローン、自動車ローン、分割返済、等々、今では常識となっている多数のサービスは彼が始めたものである。当時は誰もが尻込みした大きなリスクを、社会的意義があると見定めた事業に対しては先陣を切って引き受け、それがバンク・オブ・アメリカを世界最大の銀行にまで成長させた要因であった。しかし彼は、巨大銀行になってからも高い報酬を拒否して、生涯僅かな金額の報酬しか受け取らなかった。彼が生涯を通じて貫いた、激変する社会環境の中で長期的視野から、社会的に有益な事業のリスクを積極的に引き受け支援し続けた姿勢こそが、銀行の社会的役割の意味と、それを果たすことが銀行と社会が共に発展する道であることを示している。

(3) エネルギー革命という大変革期

地球温暖化対策はこれまでの代替エネルギーに関する技術的制約から、炭素税などそのコスト負担に関する議論に焦点があったと思われる。しかし、広義の炭素価格 P_c の上昇に伴い、技術進歩が加速し、既に述べた通り代替エネルギー源として水素を使う水素サプライ・チェーン構想も進みつつある。化石燃料から水素燃料へのエネルギー革命は、18世紀半ばの産業革命を遙かに上回る大変革であり、銀行にとってはこれ以上ないチャンスでもある。21世紀の技術進歩はかつて考えられなかったほどのスピードで加速しつつある。30年先を見通して、今どのような技術に資金支援をするかが問われる。

もちろん銀行には「期限の利益」提供以外にも、顧客への日々の決済・資金管理サービスの提供という社会的役割があり、社会インフラ基盤として経済活動の中核を担っている。しかし、この分野は技術進歩と共にシステム産業化し、飛躍的な技術進歩によって過去の技術に基づく投資に伴うレガシーコストのない他分野からの新規参入による激しい競争にさらされている。今後とも技術進歩のために事実上参入規制のないこの分野では競争の激化が予想され、不断の新規投資が必要で厳しい競争環境は続くと思われる。

それ故、銀行業としての収益機会と長期的成長の観点からも、エネルギー革命という世界の大きな長期的潮流を見通して長期的収益が期待できる分野への資金配分は、銀行だけが対応可能な本来の機能を発揮する意味で最も期待される社会的役割である。この点で、温暖化防止対策への投資や研究開発が世界的規模で拡大しつつある現在は、数世紀単位でしか起こらないエネルギー革命であり、人間活動の転換点とも見られる極めて希な機会

ある。しかも、気候変動サミットで表明された温暖化ガス実質排出ゼロとする目標時点の2050年は30年先でしかなく、通常の不動産や住宅ローン融資と同等の時間軸である。この間削減目標達成のために必要とされる資金規模は全産業では膨大な規模となることが予想される。その先の時点を見越して温暖化防止関連事業にどのように対応するかは、銀行業としての本質的役割と目利き力が試される機会でもある。30年後に評価されるべき銀行の長期的視野とリスク負担能力の真価を発揮する舞台として、この気候変動問題に取り組む必要がある。

2. 銀行のコンサルティング機能

温暖化防止に関する世界的動向は大きな技術開発や新市場の拡大を生む反面、他方で、温暖化ガス排出削減への転換が现阶段の技術では困難な企業も多数存在する。大多数の企業にとっては対応のための投資は自らには便益の恩恵のないコストの一方的増大となり、競争力の低下に繋がる。だがこの環境変化は全企業にとって共通であり、競合先の他企業や業界・地域全体の対応状況が分かれば個別企業としては対応を考え易い。業界や地域全体としての情報を収集し、そのコンサルティング機能を発揮しつつ、長期的・マクロ的視点から温暖化ガス削減投資により企業価値を高めるための対応策に関する情報や資金を提供して、顧客を総体としてあるべき方向に導くことが銀行の社会的役割として期待されている。このような役割をどれほど果たせたかは10年単位で見て、また30年後において銀行の評価を左右していることになるだろう。

3. 競争促進と情報提供

重要なことは、各企業が温暖化ガス削減に協力して取り組むのではなく、それぞれの競争的な対応を促す必要性である。既に述べた過去30年間の国際協調の歴史からも明らかな通り、協調を促すだけでは事態は進展しない。各国が新技術の持つ将来市場への大きな可能性と対応しない場合の国際競争力の損失に気付き、代替エネルギー開発を巡って競争を始めた結果、気候変動サミットで示されたような方向で世界的に事態が進展し始めた。これと同様に、今投資しなければ将来の市場を失うという将来市場を巡る競争環境整備と、それに関する高い信頼性を持つ情報提供が、各企業の積極的な対応投資を促す最善の手段である。30年先の温暖化ガス実質排出ゼロの目標は世紀単位のエネルギー革命であるために、直接関連する分野以外にも、また失敗するものも含めて、経済全体に対するその関連投資の波及効果は膨大な規模に上る。対策に巨額の費用が必要だということは、同時に膨大な新市場の出現をも意味する。その新市場を巡る競争こそが温暖化問題解決の鍵である。

もちろんそれには必要な資金手当や技術の見極めが必要で、銀行の適切な融資判断が求められることになる。銀行の役割は単に温暖化対策関連融資に応じるだけではなく、温暖化関

連投資に関するリスク分析やリスク管理を通じて顧客に対するコンサルティング機能を強化し、その融資を通じて社会の投資を適切で効果的な方向に誘導する役割を果たすべきである。それは同時に銀行自身の長期的収益とも成長とも直結する課題である。資金供給がなければ新技術開発が必要な温暖化対策は進展しない。その意味で、国際的にも国内的にも、温暖化防止を主導する役割は銀行が担っていると言っても良い。

4. チャンスとしての温暖化対策と長期的視野

時代や規制体系はいかに変化しようとも、このような銀行の社会的役割は不変である。現在は加速度的な技術進歩や予見不可能な地震やコロナ禍など、リスクもリターンもより大規模で変化が激しく、将来の見通しは容易ではない。だがそれ故にこそ、銀行の社会的役割の発揮がより強く求められていると言っても良い。そこで最も必要な資質は、他産業にはない上述した銀行の特質としての長期的視野である。同じ事柄に対しても、それを1年単位の短期的視野で見ると、数年から10年単位、あるいは数10年に亘る長期的視野で判断するかで殆どの判断は異なる。視野の長短は企業経営や株式市場において中核的課題であるので、経済学においても時間割引率の問題として古くから取り上げられてきた。

だが、通常は数年間しか任期のない企業経営者にとって、それ以上の長期的視野での経営は困難であるが、その点こそ銀行が一般企業と異なる点である。銀行の社会的役割は、時代を超えた長期的視野で公衆の預金を社会の発展のために還元できる事業に運用する点にある。現在貸出の大きな割合を占めている住宅ローンでさえ、貸出期間は30年にも及ぶので、その評価は一般企業とは別基準でなされるべきである。というよりも、銀行経営者自身が自らの価値を長期的評価基準で判断する経営理念を持ち、社会に自らその価値基準を訴えかける経営哲学を持つ必要がある。この面で、かつて収益が保証された規制金利下で、社会的役割の追求に専念できた時代とは経営環境が激変している。それ故にこそ、銀行は自らの行動について独自の理念と判断基準を持ち、従業員はもちろんのこと顧客を含む全てのステークホルダーにその理念が理解され共有されるよう常に努力し続ける必要がある。とりわけ長期的視野の必要な温暖化問題への対応は、その具体例としての試金石とも見ることが出来る。

VI. おわりに：世代単位の先見性

地球温暖化は人類の活動が拡大し世界が狭くなった結果として、大気さえもが希少な国際的公共財となったことを意味する。これは海洋汚染や森林破壊、漁業資源枯渇、またコロナ禍のようなパンデミックとも共通する人類の課題である。地球温暖化への対応は、同様に人類の生存に係わる他の国際公共財問題への対応のモデルとなるという意味でも、国際的最重要課題で

ある。

本稿では経済分析モデルに基づいて、これまでの対策を評価し今後政府と銀行が採るべき対応についての提言を行った。過去30年間の対策に根本的進展がなかった原因は、対応が理論的根拠のない国際協調を求める方向で進められてきた点にある。現在は、化石燃料をエネルギー源として始まった産業革命以来のエネルギー革命である。石油の時代が終わろうとしている今、代替エネルギー源に関する技術進歩は次世紀の国の国際競争力を左右する。革命の主体は政府ではなく民間経済主体である。既に技術は利用可能で、課題はその普及にある。長期的視野と先見性を持った企業にとって気候変動は数世紀に一度のチャンスである。

政府はその促進のために、民間経済主体が規制などの制約を心配せず、自らリスクを取って創意工夫を發揮しその収益の享受を期待できる、自由な競争環境を整備する必要がある。問題解決への道は、国際協調ではなく国際競争へのパラダイムシフトである。

銀行には、温暖化対策はエネルギー革命であるとの認識を持って、その本来の社会的使命として長期的視点から社会をリードする方向に向けた資金供給を行う役割がある。対策は拙速を避け、急ぐよりも長期的に信頼に足る枠組みを固めた上で、着実に推進する必要がある。温暖化対策はこれから本格的に始めても遅くはなく、むしろこれまで遅れた期間中に蓄積してきた新技術の利用によって、より安価で効果的な対応策が採り易くなっている。温暖化対策をコストとしてではなく、期待される技術進歩による一層の成長機会として対応すべきである。

世紀単位のエネルギー革命の中、新技術で世界をリードできれば、エネルギー資源のない日本の競争力が大幅に強化される可能性も秘めている。官民共に気候変動問題をチャンスとして活かし、 $r+a$ の率で毎年上昇し続ける希少資源の真の将来価格を見通して行動する、世代単位の先見性を持った長期動学的視野と戦略が必要である。

参考文献

Becker, Gary S., Kevin, M. Murphy, and Robert, H. Topel (2010) “On the Economics of Climate Policy”, *The B.E. Journal of Economic analysis & Policy*: Vol 10: Iss. 2 (Symposium) Article 19.

Cochrane, John, (2005) “Asset Pricing”, Princeton, N.J.: Princeton University Press.

Dyson, Freeman, (2008) “The Question of Global Warming”, *The New York Review of Books*, June 12.

Hotelling, Harold, (1931) “The Economics of Exhaustible Resources”, *Journal of Political economy*, April, pp137-175.

James, Marquis and James, B. Rowland, (1954) *Biography of a Bank: The Story of Bank of America N.T. & S.A.*, New York, Harper & Brothers, (訳:三和銀行国際経済研究会(1960)、

『バンクオブアメリカその創業と発展ー』)

Nordhaus, William, (2007a) “To Tax or Not to Tax: Alternative Approaches to Slowing Global Warming”, *Review of Environmental Economic and Policy* 1(1), Winter, 2007: pp26-44.

Nordhaus, William, (2007b) “A Review of the Stern Review on the Economics of Climate Change”, *Journal of Economic Literature* 45(3), pp686-702.

Nordhaus, William, (2007c) “*The Challenge of Global Warming: Economic Models and Environmental Policy*”, Working Paper , Yale University.

Weitzman, Martin, (2007) “The Stern Review of the Economics of Climate Change”, *Journal of Economic Literature* 45(3).

環境省(2016)、「地球温暖化対策と水素の役割」、https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/ki/renkei/ud49g7000000zzaj-att/H28_2_01.pdf

環境省(2021)、「脱炭素化に向けた水素サプライチェーン・プラットフォーム」、https://www.env.go.jp/seisaku/list/ondanka_saisei/lowcarbon-h2-sc/about-hydrogen/

環境省(2021)、「2050年カーボンニュートラルに向けた取組」、<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/seicho/seichosenryakukaigi/dai9/siryoku6.pdf>

経済産業省(2020)、「地球温暖化対策と環境ファイナンスの現状について」、https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/kankyo_innovation_finance/pdf/001_04_00.pdf

経済産業省(2020)、「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」、<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012.html>

日本経済新聞(2021)、「第4の革命・カーボンゼロ：Hを制する」、「1：水素、緑も青も総力戦 50年に全エネルギーの16%に」(5月3日)、「2：水素都市へ走る中韓 見えてきた新・生態系」(5月4日)、「3：水素阻む縦割り規制 新ルールで市場創造」(5月5日)、「4：鉄・飛行機も水素に転換 世界の産業勢力図を左右」(5月7日)、「5：バラバラの水素政策 求む脱炭素の司令塔」(5月8日)、「6：砂漠で『ソーラー水素』 日本発で狙う資源革命」(5月9日)。

首相官邸(2020)、「グリーン社会の実現」、<https://www.kantei.go.jp/jp/headline/tokushu/green.html>

高村ゆかり(2020)、「再エネ主力化へ制度再構築」、日本経済新聞「経済教室」(8月20日)。

田中文憲(2009)、「A.P.ジアニーニとバンク・オブ・アメリカ」、奈良大学紀要、第38号、http://repo.nara-u.ac.jp/modules/xoonips/download.php/AN00181569-20100300-1001.pdf?file_id=2210