

2008年5月23日

地球温暖化：日本の対応

1、何を議論すべきか（国内排出権取引の位置づけ）

東京大学先端科学技術研究センター
山口光恒

地球温暖化問題と排出権取引の位置づけ

- ・ 温暖化対策の究極目標 危険でない水準での濃度安定化¹（究極目標）
国際合意無し→Where are we going? 日本のリーダーシップ発揮
ミレニアム開発目標と資源の効率的配分
- ・ これをどのような時間軸でどのような排出経路で達成するか（長期目標）
2050年半減の意味（資料1）
- ・ 上記長期目標達成の為の中期目標（ポスト京都の枠組み）
- ・ 中期目標での日本自身の削減幅（中期目標）
- ・ 京都議定書目標達成策（短期目標）
- ・ 中短期目標達成の為の国際・国内政策・措置（ツール）
直接規制、経済的手法（税、排出権取引など）、効率目標（例セクター別）、
自主的手法 など

日本にとっての最重要事項

究極目標の考え方

550ppmCO₂だと2100年で排出量半減程度

Capをかければ排出量は減るか

大幅削減と技術（資料2）

CO₂削減率は技術進歩率とGDP成長率の関数

¹ 気候変動枠組み条約第2条。ただし経済と環境の両立条項あり

(資料1) 2050年半減の意味

	2000年実績 (MtCO ₂)	2050年BAU		2050年半減：ケース1 (先進国排出0の場合)			2050年半減：ケース2 (先進国排出8割減の場合)		
		排出量 (MtCO ₂)	伸び率 (%)	排出量 (MtCO ₂)	2000年 比 (%)	BAU比 (%)	排出量 (MtCO ₂)	2000年 比 (%)	BAU比 (%)
	A	B	B/A	C	C/A	C/B	D	D/A	D/B
先進国	13507	17391	128.8	0	—	—	2701	20.0	15.5
途上国	9151	30928	348.9	11329	123.8	36.6	8628	94.3	27.9
合計	22658	48319	213.3	11329	50.0	23.4	11329	50.0	23.4

半減の技術的意味

削減必要量 370 億トン CO₂

うち発電が 2/3 (発電からの排出量をマイナスにする)

- ・ 原子力 2,600 TWh → 10,800 TWh
- ・ 風力 30 TWh → 2,630 TWh
- ・ 太陽光 0.2TWh → 4,450 TWh
- ・ 石炭火力 すべて CCS 装備
- ・ バイオマスに CCS を組み合わせ

(資料2) 技術進歩と GDP ロス

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量} = \text{CO}_2 \text{ 排出量/GDP} \times \text{GDP} \quad (1)$$

$$\Delta \text{CO}_2 / \text{CO}_2 = \Delta (\text{CO}_2 / \text{GDP}) \div (\text{CO}_2 / \text{GDP}) + \Delta \text{GDP} / \text{GDP} \quad (2)$$

$\Delta (\text{CO}_2 / \text{GDP}) \div (\text{CO}_2 / \text{GDP})$ は技術進歩率

上記から CO₂ 削減には技術進歩か GDP ロス (対 BAU) しかない

地球規模で 2050 年排出量半減と技術進歩 (2000 年比)

CO ₂ 削減率50%の場合		原単位改善率1.227%の場合	
GDP損失(%)	原単位改善率(%)	CO ₂ 削減率(%)	GDP損失(%)
0	3.856	0	58.710
10	3.681	10	62.839
20	3.485	20	66.968
30	3.262	30	71.097
40	3.005	40	75.226
50	2.701	50	79.355
80	1.174		

GDP 損失は BAU 対比、BAU の GDP 成長率は年 2.7% (IPCC SRES B2 シナリオ)

1970 年以後現在までの年平均技術進歩率は 1.227%

温暖化の長期的解決は技術革新と普及

それを可能にするのは政府 R&D (technology push) と政策 (demand pull)

IPCC に対する誤解

IPCC 安定化濃度に向けての 6 つのカテゴリー

CO ₂ 濃度 (ppm)	GHG濃度 (ppm)	気温上昇幅 (工業化後、°C)	CO ₂ 排出ピーク年	CO ₂ 削減率 2050/2000 (%)	削減コスト 対GDP (%)	損害	シナリオ数
350-400	445-490	2.0-2.4	2000-2015	-85~-50	5.5未満		6
400-440	490-535	2.4-2.8	2000-2020	-60~-30			18
440-485	535-590	2.8-3.2	2010-2030	-30~+5	1.3 (-0~4)		21
485-570	590-710	3.2-4.0	2020-2060	+10~+60	0.5 (-1~2)		118
570-660	710-855	4.0-4.9	2050-2080	+25~+85	—	GDPの1~5%	9
660-790	855-1130	4.9-6.1	2060-2090	+90~+140	—		5

IPCC AR4 WG2 SPM P.20 及び WG3 SMP Table 5 及び 6 から作成

特段の対策をとらない場合の 100 年後の気温上昇幅 (IPCC 統合報告書 7 頁)

Case	Temperature change (°C at 2090-2099 relative to 1980-1999) ^{a, d}	
	Best estimate	Likely range
Constant year 2000 concentrations ^b	0.6	0.3 - 0.9
B1 scenario	1.8	1.1 - 2.9
A1T scenario	2.4	1.4 - 3.8
B2 scenario	2.4	1.4 - 3.8
A1B scenario	2.8	1.7 - 4.4
A2 scenario	3.4	2.0 - 5.4
A1FI scenario	4.0	2.4 - 6.4

2、国内排出削減のための政策手法

2-1 国内対策検討に際しての前提

- a) 2013 年以降のポスト京都の枠組みとして主要排出国全てが参加する cap & trade はあり得ない。従ってこれ以外の方法で米・中・印を巻き込む必要がある
- b) 少なくとも今後 100 年間では熱塩循環停止などのキャタストロフィー (abrupt change) はない (IPCC 第 4 次報告参照)。従って GHG 濃度や気温上昇の閾値はない。即ち短期の絶対値目標よりも長期の大幅削減が必要である
- c) 技術革新なしに地球規模での大幅削減は無い。従って政策選択の柱としてそれが技術革新を促進するか否かが大きな要素

2-2 国内対策小職意見

日本の目標としては技術に着目したセクターごとの効率基準規制（直接規制、あるいはそれと自主協定の組み合わせ）の積み上げが適切と考える。ここで言うセクターには運輸（自動車燃費基準）や業務・家庭（建物や電化製品の規制）を含む。この場合の基準値は極めて意欲的なものとし、主要分野で世界の追従を許さない水準を目指す。これにより国内での削減を進めることはもとより、世界に削減の可能性を示すと共に、技術移転を推進することで地球規模での削減に大きく貢献する。（リーダーシップ）

同時に政府 R&D も環境にシフトすることで CCS、先端的原子力発電等 Cool Earth - エネルギー革新技術計画で特定された技術を中心に開発を図る。なお、これにどうしてもなじまない分野については税の併用も考える。

2-3 国内排出権取引に関する意見

排出権取引には少なくとも理論的には削減の確実性、費用効果の面でメリットはあるが、上記の通り小職は排出権取引の導入に与しない。以下その理由を述べる。なお、必要に応じて税との対比も試みる。

1) EU の壮大な実験結果を見守るべきである

先ず一般論として、排出権取引については現在 EU で壮大な実験を行っているので、この結果を注視すべきである。EU ETS は開始直後こそ効率的且つ環境効果の面から優れた制度として宣伝されたが、実際には（少なくともフェーズ 1 に関しては）このどちらでもなかった。現在 EU ではフェーズ 1 が失敗であった点を認め、欠点を修正する作業を行っているところである。従ってこの結果を十分に見極めてからでも全く遅くはない。

後述の通り排出権取引は一旦始めると途中でやめられなくなる。EU のフェーズ 2 の政策は明らかに排出権価格を一定以上に維持することを目的としており、その目的は ETS 維持である。これでは本末転倒である。

また、アメリカで cap & trade 法がすぐにも実施されるとの意見があるが、成立までには時間がかかり、仮に cap & trade 法が成立したとしてもどのような内容になるかは不明である（つい先頃の経済産業省の調査団の調査結果を踏まえたもの）。最大の論点は Cap の厳しさと経済に与えるコスト軽減であり、仮に Safety valve が導入されれば EU のそれとは似て非なるものになる可能性もある。上記から海外の状況から直ちに ETS を導入すべしとの意見には与しない。

2) ポスト京都の国際枠組みとの関連

ポスト京都の枠組みとして主要排出国参加の cap & trade はあり得ない。この場合、日本としては EU と日本だけが Cap を負う現在の状況は避けるべきである。こうした状況下で、国際的な関係から国内対策として cap & trade を導入す

る意味は全くない。また、万一導入した場合、全体として達成困難になった際の措置はどうするのか。

3) 閾値がない中で中期の絶対値削減目標は危険且つ有害である。

上記2-1、b)の通り環境損害に閾値がない場合、世界全体として2020年程度までに削減すべき絶対値目標（あるいは排出絶対量規制）の必要性はない。こうした中で世界全体の絶対値目標の合意はないであろう。その場合、日本が絶対値目標を負うのは（経済が生き物であるだけに）極めて危険である。また、日本だけがその目標を達成することのグローバルな削減に占める意味はほとんど無い。この場合排出権取引の必要性はない。むしろ有害である²。

4) cap & trade は技術革新を生まない

規制強化（手段は直接規制、排出権取引、税を問わない）はある程度の技術革新の誘因になる。例えば家電製品の省エネ性能などである。ただし cap & trade が特にこの面で効果的という訳ではない。むしろ技術基準（ベンチマーク方式のトップランナー基準）の方が皆が当該技術への到達を目指すため技術が進歩するのがこれまでの日本の経験である。これに対して cap & trade では不足分は金で排出権の購入が可能なので易きにつく可能性を否定し得ない。勿論技術基準の場合、政府がこれを適正に定められるかとの疑問はある。

また、薄型テレビのように違いが見える家電製品の場合には、少々高くても消費者が購入するので価格が下がり、初期投資も回収できる。他方エネルギー集約産業の場合には事情が異なる。例えば電力や鉄鋼の場合一旦発電所や高炉設備を新設すると数十年に亘ってそれを稼働する。Cap & trade の場合期間はどうしても短期となる（一旦企業に排出権を割当てそれを50年間維持するなどと言う初期配分は考えられない）。この場合、現在の排出権価格が投資決定に影響を及ぼすことはない。次のフェーズがどのようになるのか、それに伴い排出権価格がどのように動くのかが不明だからである。

もっと重要な要素がある。エネルギー集約産業の製品の例として電気をとると、これは（家電製品と違って）違いが目に見えない。従って競争は専ら価格である。他方技術革新のための R&D 投資は膨大であり、失敗した場合のロスはいずれも自社が全てかぶり、成功した場合には競争相手も利益に預かることが出来る（一

² 「キャップアンドトレード方式…の効果は、総排出量の上限にかかっている。ここが弱点である。…経済の大部分に打撃を与えることなく、排出量を大幅に減らせる効果的な方法はない。（上限が低く排出量的大幅削減が必要な場合）排出権の価格が上昇し…競争力が低下するだろう。雇用は失われ、労働者の実質所得は抑制される。（CO2削減の効果は削減の場所を問わないときに）一国の議会が、自国にコストを課す法案を可決できるだろうか」、また、「理想としてはキャップアンドトレード方式を導入する前に、技術によってCO2と経済生産の関連を分断し、制度を不要にすることである。キャップ制はこの分断を強制するものであり、この手法では資源の最適配分がほぼ不可能であることは、中央計画経済の豊富すぎる事例で目にしてきた筈である」。A・グリーンスパン 波乱の時代 山岡洋一他訳 日本経済新聞社 2007年 268頁

種の外部経済)。こうした中で cap & trade (に限らず規制強化) を導入すれば価格シグナルが働いて革新的技術が生まれるということはない。上記 2、c) で示したとおり技術革新・普及無くして CO2 の大幅削減を目指せば GDP ロス (対 BAU) が増えるだけである。この点に関して有名な開発経済学者のジェフリー・サックスは次の通り述べている

Economists often talk as though putting a price on carbon emissions—through tradable permits or a carbon tax—will be enough to deliver the needed reductions in those emissions. This is not true. Europe’s carbon-trading system may or may not have modestly reduced emissions, but it has not shown much capacity to generate large-scale research nor to develop, demonstrate and deploy breakthrough technologies³. (Scientific American, March 2008)

先頃の経済産業省の欧米調査で EU ETS と技術革新の関係について全ての場で照会したが、最近では流石に相手から EU ETS が技術革新効果を持つとの強弁はほとんど聞かされなくなった。

5) Cap & trade の効率性は相対的

Cap & trade の最大の特徴の一つは効率性 (全ての主体の限界削減費用均等化) である。小職もエコノミストとして所与の目標の最小費用での達成の重要性は人並みに理解している。しかし次の理由から cap & trade の効率性は限定的且つ相対的である。

第 1 に一般的に考えられている下流配分では対象が産業部門に限られる (上流配分の場合も化石燃料起源の CO2 しか対象に出来ないであろうからやはり全経済をカバーすることは出来ない)。この場合効率性はその分だけ低下する。

第 2 にグランドファザリング及びベンチマークの場合には (初期配分が永久に 1 回限りでしかも過去の排出実績を一切勘案しない場合でない限りは) 効率的ではないことは理論的に証明されている。全てオークションの場合には効率的であるがこれは実現可能性の面で難がある。先行している EU できえ国際競争に曝されている業種については無償配分をはじめから認めているのみでなく、それ以外の業種に対するオークション実施そのものについても 7 月から始まる French Presidency の 4 つの討議項目に入っている⁴。

第 3 として EU ETS フェーズ 2 を見ると排出権価格安定と引き替えに効率性

³ 更に続けて、At the margin, a trading system might marginally influence the choices between coal and gas plants or provoke a bit more adoption of solar and wind power, but it will not lead to the necessary fundamental overhaul of energy systems.

また、同じ論文で次の通り。If we try to restrain emissions without a fundamentally new set of technologies, we will end up stifling economic growth, including the development prospects for billions of people. (下線山口)

⁴ これ以外はオークション収入の使途、CER の使用制限、リーケージと貿易措置である。

を犠牲にしている。具体的には PRIMES（エネルギー）モデルにより 27 カ国全ての対象部門の排出量を決めたため、旧東欧諸国の対象部門への配分は極めて厳しいものとなった⁵。従って東欧諸国の企業は場合により他国から排出権を購入する必要がある。他方、国としては京都目標はホットエアがある所以对象部門以外は大きな余剰がある。従って国全体の効率性としては企業部門の不足分を同じ国のそれ以外の分野の余剰で賄うのが最も効率的である。これを行わない理由は排出権価格の下落の防止である。つまり価格安定化を目指すあまりに排出権取引の生命である効率性を犠牲にしているのである。

フェーズ 3 の 2020 年までに Renewable の割合を 20%に増やす指令も同様の問題がある。この義務は明らかに高くつく。効率性を目指すのであれば、何の条件も付けずに全て排出権取引で削減するべきである。この他オークションの枠で EU 内の貧しい国を優遇したり、EU ETS 対象部門以外では Solidarity（連帯）の観点からあえてこうした国への配分を増やしたりという具合に、EU 自体も効率性一本で筋が通っているわけではない。

第 4 として、理論上の効率性は基本的に完全競争を前提としたものである。然るに排出権取引対象業種・企業の多くは寡占に近い状況で、新規企業の参入が困難で、また、企業は価格受容者ではなく価格設定者であることが多い。この場合は教科書通りの効率性は発揮できない。

上記から理論上は効率的であるはずの排出権取引の効率性はあくまで相対的なものに過ぎず、また、全ての政策が効率性で貫かれているわけではない。

6) 税と排出権取引の比較一税に軍配

経済学の教科書的に言えば、税と排出権取引は共に効率的であるが、税は CO₂ を排出するコストが固定であるが削減の確実性では劣り、排出権取引は排出権価格の変動が弱点であるが削減の確実性で税に勝るといえるものである。実際 EU では価格変動のリスク（排出権取引の弱点）を抑えるために効率性を犠牲にしている点はすぐ上で述べたとおりである。しかしこれ以外に税と排出権取引の間にはいくつかの違いがある。

第 1 に、排出権取引には表面に出ない大きな費用がかかる。EU ETS のフェーズ 1 期間の取引の多くはブローカーや金融機関など Cap の対象ではない企業によるものであったことはよく知られているとおりである。排出権取引で利益を得るのは彼らである⁶。製造業が国外に逃避し、金融で立国している英国が排出権取引に熱心なのも頷ける。実際ブラッセルで面談した欧州製紙連合会（製造業の立場）の専務理事からはこれと同じ不満を聞いた。産業で立国している

⁵ この点を巡っては多くの国が欧州委員会を欧州裁判所に提訴しており、結果は不透明である。

⁶ Of course, for the market-makers and other middlemen who trade in the CO₂ emissions permits, it is indeed a market, and one which they will not hear a word said against; for them it presents a lucrative and – they hope – growing business opportunity”, Nigel Lawson, 前掲書 p.74

日本はこの点に良く注意を払う必要がある。税の場合にはこうした現象は発生しない。

第 2 に、排出権取引は初期配分が必要であるが、衡平な初期配分のルールは存在しない。従って必ず勝者と敗者を作り出すと共に、政府は配分の根拠を説明できない。これはオークションであれば解消するが、現在日本でこれを主張している人はほとんどいない。蓋し実現可能性が極めて低いからである。

第 3 に、やや専門的になるが、削減費用の不確実性があるときにはそれによる社会的損失は税の方が少ない。つまりある目標に向けて政策を導入したが削減費用が思ったよりも高かった時でも、排出権取引では費用にかかわらず一定のところまで削減を進めねばならないのに対し、税の場合には税率と限界削減費用曲線が交わるところで削減が停止するからである⁷。実際アメリカ議会予算局（CBO）で議論した際、この点を考慮すると本来税の方が排出権取引より 5 倍程度優れているが（社会的損失の額が 1/5 ということ）、アメリカでは税は実現可能性がないので何とか排出権取引の効率性を税に近づけるべく Safety Valve、Banking や最低価格等の工夫をしているとの話であった。

以上排出権取引の問題点を挙げてきた。これだけの欠点を持つ排出権取引、しかも一度導入するとやめられない制度の導入を急いで行う必然性はどこにもないと思う。

もう 1 点、排出権取引の前提は企業が短期の利潤極大を目指して行動するとの仮定がある。しかし日本企業の行動原理は必ずしもそうではない。まして製造業の原点は良いものを作ろうとの夢の実現であろう。M&A 等に対して示される一種の嫌悪感もここから来ていると思う。勿論、経営者は株主から寄託された資本を最も有効に活用し株主に配当する責任を負っている。この点は認めた上で、こうした企業倫理や価値観を持つ日本に、西欧の企業行動原理に源を発する排出権取引を入れることの意味についても深い考察が必要であろう。

⁷ もう少し理論的に説明すると、環境損害は累積された GHG により発生するのに対し、削減費用にはこうしたことがないため、限界環境損害曲線の傾斜が必ず限界削減費用曲線の傾斜よりも緩やかになるからである。

3、経済的手法に関する経済産業省派遣欧米出張調査（2008年4月）別紙参照

EUとUSAは税はNO、自主的手法は信用していない

→選択肢は限られる

EU ETSはこれを続けることが目的化している

CDMの使用制限、東欧諸国の産業への厳しい配分

フェーズ3の論点 **French Presidency**

オークション、オークション収入の使途、CDM使用制限、リーケージ

最大の懸念は国際競争力とリーケージ

無償配分、セクターアプローチ、貿易措置

アメリカの現状

Linkage

技術革新

参考資料

A. Greenspan 波乱の時代 日本経済新聞社 山岡洋一他訳 2007年 pp 267-268

- ・ キャップアンドトレード方式の効果は、総排出量の上限にかかっている。ここが弱点である。――経済の大部分に打撃を与えることなく、排出量を大幅に減らせる効果的な方法はない。
- ・ 理想としてはキャップアンドトレード方式を導入する前に、技術によってCO₂と経済生産の関連を分断し、制度を不要にすることである。キャップ制はこの分断を強制するものであり、この手法では資源の最適配分がほぼ不可能であることは、中央計画経済の豊富すぎる事例で目にしてきた筈である。

J. Sachs, Scientific American March 2008

- ・ If we try to restrain emissions without a fundamentally new set of technologies, we will end up stifling economic growth, including the development prospects for billions of people.
- ・ Economists often talk as though putting a price on carbon emissions—through tradable permits or a carbon tax—will be enough to deliver the needed reductions in those emissions. This is not true.

Nigel Lawson An appeal to Reason, 2008 p.74

- ・ It is essentially a government-controlled, administrative rationing system in which the rations can subsequently be traded. --- It is --- as if --- we were to allocate soviet-style production permits.
- ・ --- for the market-makers and other middlemen who trade in the CO₂ emission permits, it presents a lucrative and – they hope – growing business opportunity.