

排出権取引制度の CO₂排出量削減への有効性について

—京都議定書のモデルケースによる検証—

坂元 洋一郎*

1. はじめに

地球温暖化問題が喫緊の課題となる中、地球温暖化を防止するため世界規模での国際協調が必要不可欠となり、1992年気候変動枠組条約が採択され、1997年に温室効果ガスの排出量の上限を定めた京都議定書が採択された。排出権取引制度も目標達成のため森林等吸収源により吸収できない国は、他国から排出権を購入することが出来る制度として、この京都議定書で認められた制度である。

結果として、2010年時点で世界の温暖化ガス排出量のわずか22%しかカバーされず、排出削減義務を負った一部先進国の排出量は減ったが、生産拠点が途上国に移っただけで、世界全体での排出削減には実効性がなかった。

その後、2015年12月に UNFCCC 第21回締約国会議 (COP21) がフランス・パリで開催され、パリ協定が採択された。パリ協定は、その第2条1項で次のような長期的・全地球的目標を明記している。「世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも2℃高い水準を十分に下回るものに抑えること並びに世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも1.5℃高い水準までのものに制限するための努力を、この努力が気候変動のリスク及び影響を著しく減少させることとなるものであることを認識しつつ、継続すること。」

しかしながら、2018年10月に韓国・仁川で開催された政府間パネル (IPCC) 第48回総会で IPCC1.5℃ 特別報告書作成がされ、「1.5℃の地球温暖化：気候変動の脅威への世界的な対応の強化、持続可能な開発及び貧困撲滅への努力の文脈における、工業化以前の水準から1.5℃の地球温暖化による影響及び関連する地球全体での温室効果ガス (GHG) 排出経路に関する IPCC 特別報告書」がなされた。

どうして地球温暖化を防止するため世界規模での国際協調がなされているにも拘

* 長崎県立大学地域創造学部教授

らず、このように排出削減に実効性がないのかと考えるとその1つの要因となっているのが、排出権取引制度でないかと考えている。

そこで、本研究の目的は、この排出権取引制度が世界全体の温暖化対策に有効であるかを京都議定書のモデルケースにより実証実験を行い、具体的に検証することである。結果、もし、有効でない場合、制度設計をどのように見直せば、排出権取引制度が温暖化対策として有効に機能するようになるかを考える。

ここで、排出権取引制度が温暖化対策に有効であるとは、排出権取引制度を利用することにより排出量削減が進むことと定義する。

2. 排出権取引制度

排出権取引制度とは、栗山浩一・馬奈木俊介著『環境経済学をつかむ』によると、コースの定理を応用したもので、企業・工場などの主体ごとに一定量の汚染物質を排出する権利を排出許可証という形態で割り当てる。政府が特定の汚染物質を排出してもよいという権利を排出許可証として発行する。証券会社などの団体が汚染物質を排出する主体間の排出許可証に関する取引市場を作る。企業・工場などの主体ごとの排出量が保有する排出許可証よりも多ければ、ほかの排出者から購入することができ、余剰が出れば売却することもできる。このように企業・工場などの各主体が互いに交渉をするのではなく、政府が発行した排出許可証を取引することで、取引費用を軽減しながら全体として効率的に排出削減を図ろうとする制度である。

そもそもコースの定理とは、汚染物質を排出する権利を利害関係者間で法的に定めることができれば、汚染に関わる当事者間での自発的な直接交渉に任せることで自然に合意形成を行うことができ、その結果として効率的な資源配分を実現することができる。そのため、ある条件を満たせば外部性にとまなう非効率性を交渉で解決できるということが述べられている。排出権取引制度もコースの定理を応用したものであることから、ある条件を満たす必要がある。この中で、排出量取引の実施上の問題点として3つ挙げられている。

- ・市場の創設に対して、簡潔な規則の導入が必要である。
- ・排出量取引市場は完全競争市場であることが必要である。
- ・初期配分の決定を行う。

しかしながら、排出削減義務を負う気候変動対策を定める条約に世界全体で締約する場合、排出権取引市場では、排出権は需要超過の状況に陥り、超過した排出権を他の排出者から購入できず、完全競争市場ではなくなり、この条件を満たさなく

なる。

3. 京都議定書

地球温暖化を防止するため世界規模での国際協調が必要不可欠となり、1992年気候変動枠組条約が採択され、先進国は1990年代末までに温室効果ガスの排出量を1990年レベルまで削減するという地球温暖化問題に関する国際的取り組みがなされた。こうして、1997年に温室効果ガスの排出量の上限を定めた京都議定書が採択された。主要国の第一約束期間の基準排出量・排出削減目標・結果をまとめたものが表3.1である。この京都議定書は一部の先進国にのみしか削減義務を課さなかった。そのため、新興国の経済発展に伴う排出量の急増や米国の離脱という事態が起こった。結果として、2010年時点で世界の温暖化ガス排出量のわずか22%しかカバーされていなかった。

表3.1 主要国の第一約束期間の基準排出量・排出削減目標・結果

排出量：億トン	基準年排出量	削減目標	結果	備考
日本	12.6	-6%	-8.4%	目標達成
EU	42.7	-8%	-12.2%	目標達成
ドイツ	12.3	-21%	-23.6%	目標達成
カナダ	0.6	-6%	+24%	離脱
アメリカ	61.7	-	+9%	批准拒否
中国	22.8	-	+251%	削減義務なし
インド	5.8	-	+200%	削減義務なし

(筆者作成)

日本の場合を見てみる。日本の達成状況を環境省のホームページをもとにまとめたものが表3.2である。日本の基準年である1990年のCO₂排出量は、12億6,100万トン、目標は、基準比6%削減の11億8,600万トン、平均排出量は11億5,530万トンで基準比8.4%削減し目標達成したこととなっている。

表3.2 日本の達成状況

5年間	基準年比	排出量(万トン)
平均排出量	+1.4%	127,800
平均森林等吸収量	-3.9%	4,870
平均京都メカニズムクレジット	-5.9%	7,400
平均排出量	-8.4%	115,530

(筆者作成)

しかしながら、表3.3による別の見方をしてみると分かることがある。前述したように日本は1990年比△6%の排出目標としたが、△8.4%という結果となり、目標達成したことになったが、これは京都メカニズムクレジット△5.9%があったからだ。それを考慮しない実質の排出量では△2.5%であり、排出目標の△6%は達成できていないのである。

つまり、政府は、1990年比で第一約束期間に6%の温室効果ガスの排出量削減を義務付けた。結果は8.4%の削減となり目標を達成したが、そのうち5.9%は排出権取引制度を利用したものであり、実質削減率は2.5%となり実質で見ると目標は達成していない。しかしながら、この超過した5.9%を目標の下回った他国から排出権を購入することによって目標の8.4%の排出量削減をただけのことである。

これらのことを考えると、排出権取引制度は、排出削減義務を負った一部先進国の排出量は減るが、生産拠点が途上国に移っただけで、世界全体での排出削減には実効性がなかったことになり、その要因となっているでないかと考える。

表3.3 日本の達成状況（実質ベース）

5年間	基準年比	排出量（万トン）
平均排出量	+1.4%	127,800
平均森林等吸収量	-3.9%	4,870
実質 計	-2.5%	122,930
平均京都メカニズムクレジット	-5.9%	7,400
平均排出量	-8.4%	115,530

（筆者作成）

4. パリ協定

京都議定書を引き継ぐ形で2015年12月にUNFCCC第21回締約国会議（COP21）がフランス・パリで開催され、パリ協定が採択された。パリ協定は、その第2条1項で次のような長期的・全地球的目標を明記している。「世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも2℃高い水準を十分に下回るものに抑えること並びに世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも1.5℃高い水準までのものに制限するための努力を、この努力が気候変動のリスク及び影響を著しく減少させることとなるものであることを認識しつつ、継続すること」。そのため、今世紀後半に世界全体の温室効果ガス排出量を実質的にゼロにすることとなった。これに基づき、各国はこの目標を達成するために達成目標を宣言した。主要国の目標排出量をまとめたものが表4.1である。

表 4.1 主要国の目標排出量

	2030年目標	2050年目標
米 国	2005年比 50～52%減	実質ゼロ
EU	1990年比 55%減	実質ゼロ
日 本	2013年比 46%減	実質ゼロ

(筆者作成)

日本は、2013年比46%を目標とすることを当時の菅首相が宣言した。坂元洋一郎(2023)によると、2030年の排出量は、第5次エネルギー基本計画の原子力発電を総電力量の20～22%であるとされていることで算出すると、目標排出量の98%となり目標を達成することになっている。さらに、2030年総発電電力量を2023年の98%と微減とされている。これらのことを考えると、現実問題として果たして目標達成することが出来るのだろうか。もし仮に、目標達成が出来なかった場合、京都議定書の第一約束期間と同様、排出権取引制度を利用して排出権を購入し、日本政府は目標を達成したということになるのではなかろうか。

5. シミュレーション

そこで、モデルケースとして前田章先生著「排出権取引制度の経済理論」P92表5.1 Annex B 諸国のCO₂排出量を考え、シミュレーションし検証する。このモデルは、京都議定書に従い、その主要な締結国をピックアップしている。削減目標を1990年からどのくらい削減できるか各国の宣言によるものとし、1990年の排出量、2000年の排出量、2010年の推定排出量（G）のデータが並べられている。排出上限（Y）として、1990年の排出量から削減目標を差し引いた排出量とし、排出枠不足分として（G）－（Y）を考えている。この表に分かりやすくするため修正排出量の欄を設け、排出枠の購入、売却後の排出量を加えたものを別表1として添付している。

(1) 現状

排出権取引制度の定義に基づき、企業・工場などの主体ごとの排出量が保有する排出許可証よりも多ければ、ほかの排出者から購入することができ、余剰が出れば売却することもできることから、排出枠不足分のプラスのところ、マイナスのところから排出枠を購入することになる。そこで、表の上の方から順にマイナスのところから排出枠を購入するが、カナダとアメリカのプラスの合計が2,356とマイナス全体の合計の2,300を超えることからアメリカの一部までしか排出枠を購入できない。まとめたものが別表1であり、合計だけを抽出したものが表5.1である。

表 5.1 修正排出量まとめ

	2000年 排出量	2010年 推定排出量	排出上限	排出枠 不足分	マイナス	修正	修正排出量
合計	13,454	14,064	12,990	1,074			14,064

ここで、2010年推定排出量と修正排出量を見てみるとともに14,064であり、排出権取引制度を利用して排出量に変化はなく、排出量削減にもなっていない。つまり、排出権取引制度が温暖化対策に有効ではないということである。

何故有効でないのかと言うと、排出枠不足分のプラス合計が3,374とマイナス合計の2,300より多く、排出枠が不足していることと排出権取引制度の仕組みである“企業・工場などの主体ごとの排出量が保有する排出許可証よりも多ければ、ほかの排出者から購入することができ、余剰が出れば売却することもできることから、排出枠不足分のプラスのところ、マイナスのところから排出枠を購入することになる”の1 to 1の対応に原因がある。

そこで、次のことを考える。

(2) 改善策

A：各国の目標との差のプラスの合計

B：各国の目標との差のマイナスの合計

b：各国の目標との差がマイナスの場合のその差とする。

目標との差がマイナスの場合、修正を行う際、

$$\text{修正排出量} = \text{目標} + A / B \cdot b$$

とする。

ただし、排出権を売った国はn年度にA/B・bを引き渡すという先物取引とする。

これに従い、修正排出量を算出する。結果が別表2であり、合計だけを抽出したものが表5.2である。

表 5.2 改善策後の修正排出量まとめ

	2010年 推定排出量	排出上限	排出枠 不足分	プラス	マイナス	A/B倍	修正排出量
合計	14,064	12,990	1,074	3,374	-2,300	-3,374	12,990

このまとめを見ると、2010年推定排出量が排出権取引制度を利用することにより、修正排出量が排出上限12,990となり、排出量削減にもなり、排出量を排出上限に抑

えるという目標を達成することになる。つまり、排出権取引制度が温暖化対策に有効となる。

しかしながら、この改善策には課題がある。

- ・ 排出権取引市場が需要過多となるか。
- ・ 排出権取引市場で $A/B \cdot b$ を引き渡すことが出来るか。
- ・ 先物取引として排出権を売った国は n 年度に $A/B \cdot b$ を引き渡すことが出来るか。
- ・ すでに排出権取引市場が 1 to 1 の対応で進んでおり、改善策への移行が出来るか。

6. まとめ

これまで温暖化対策として1997年京都議定書が採択され、有効な手段として排出権取引制度が導入された。しかし、この京都議定書は一部の先進国のみにしか削減義務を課さなかった。そのため、新興国の経済発展に伴う排出量の急増や米国の離脱という事態が起こった。結果として、2010年時点で世界の温暖化ガス排出量のわずか22%しかカバーされてなかった。要するに、排出削減義務を負った一部先進国の排出量は減ったが、生産拠点が途上国に移っただけで、世界全体での排出削減には実効性がなかった。

その原因の1つが、排出権取引制度にあるのではないかと考える。そこで、京都議定書に従ったモデルケースを考え、シミュレーションを行った。表5.1を見ると排出権取引制度を利用しても排出量に変化はなく、排出量削減にもなっていない。つまり、排出権取引制度が温暖化対策に有効ではないということである。その原因は、“排出枠不足分のプラスのところ、マイナスのところから排出枠を購入することになる”の1 to 1の対応によるものと考えられる。

そこで、どのようにしたら排出権取引制度が温暖化対策に有効になるか改善策として、目標との差がマイナスの場合、修正を行う際、修正排出量 = 目標 + $A/B \cdot b$ を考え、シミュレーションを行った。表5.2を見ると排出権取引制度を利用することにより、修正排出量が排出上限となり、排出量削減にもなり、排出量を排出上限に抑えるという目標を達成することになる。つまり、排出権取引制度が温暖化対策に有効となる。

しかしながら、排出権取引制度はすでに京都議定書の時から導入されており、改善策への移行が出来るかどうかや先物取引として排出権を売った国は n 年度に $A/B \cdot b$ を引き渡すことが出来るかといった課題などがある。

これらの課題を解決し、全世界で排出権取引制度を利用した温暖化対策が進められ、CO₂排出量削減が達成され、地球温暖化が抑制されること願いたいものである。

参考文献

- 栗山浩一・馬奈木俊介著（2020）『環境経済学をつかむ』有斐閣
公益財団法人 地球環境戦略研究機関（IGES）（2019）「IPCC 1.5℃ 特別報告書」
坂元洋一郎（2023）「原子力発電利用率が与えるパリ協定における日本経済への影響」『九州経済学会年報』第61集、43-51頁、2023年
前田章著（2009）『排出権取引制度の経済理論』岩波書店

別表 1

(単位：100万 CO₂換算トン)

	削減目標	1990年排出量	2000年排出量	2010年推定排出量		排出上限	排出枠不足分	プラス	マイナス	修正	修正排出量
				G	Y						
北アメリカ											
カナダ	-6	430	527	645	404	241	241			0	404
アメリカ	-6	4,826	5,666	6,661	4,636	2,115	2,115			66	4,692
ヨーロッパ											
オーストリア	-13	57	63	69	50	19	19				69
ベルギー	-8	107	120	135	99	36	36				135
デンマーク	-21	51	50	50	40	10	10				50
フィンランド	0	55	55	55	55	0	0				55
フランス	0	353	373	395	353	42	42				395
ドイツ	-21	954	833	720	762	-42			-42	0	762
ギリシア	25	71	88	109	88	21	21				109
アイスランド	10	2	2	3	2	1	1				3
アイルランド	13	30	41	56	34	22	22				56
イタリア	-7	400	426	453	374	79	79				453
ルクセンブルク	-28	11	8	6	8	-2			-2	0	8
オランダ	-6	160	177	196	150	46	46				196
ノルウェー	1	29	34	40	29	11	11				40
ポルトガル	27	40	60	90	50	40	40				90
スペイン	15	207	285	393	237	156	156				393
スウェーデン	4	51	52	53	53	0	0				53
スイス	-8	41	42	43	37	6	6				43
イギリス	-13	560	532	504	490	14	14				504
太平洋											
オーストラリア	8	260	329	417	281	136	136				417
日本	-6	1,019	1,155	1,309	958	351	351				1,309
ニュージーランド	0	22	32	45	22	23	23				45
経済移行国											
ブルガリア	-8	75	43	24	69	-45			-45	0	69
クロアチア	-5	N.A.	18	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.			
チェコ	-8	154	119	92	141	-49			-49	0	141
エストニア	-8	38	14	5	35	-30			-30	0	35
ハンガリー	-5	71	55	43	66	-23			-23	0	66
ラトビア	-8	23	7	2	21	-19			-19	0	21
リトアニア	-8	37	11	3	34	-31			-31	0	34
ポーランド	-5	344	293	249	324	-76			-76	0	324
ルーマニア	-8	167	86	45	154	-109			-109	0	154
ロシア	0	2,299	1,506	986	2,299	-1,313			-1,313	0	2,299
スロバキア	-8	56	38	26	51	-25			-25	0	51
スロベニア	-8	13	14	17	12	6	6				17
ウクライナ	0	672	301	135	672	-537			-537	0	672
							3,374	-2,300			
				14,064	12,990	1,074					14,064

(前田章著 (2009) 『排出権取引制度の経済理論』 P92表 5. 1 Annex B 諸国の CO₂排出量を下に作者作成)

別表 2

(単位：100万 CO₂換算トン)

	削減目標	1990年 排出量	2000年 排出量	2010年 推定排出量 G	排出上限 Y	目標差 G-Y	プラス	マイナス	A/B倍	プラス	修正排出量	
北アメリカ												
カナダ	-6	430	627	646	404	241	241			241	404	
アメリカ	-6	4,826	5,665	6,661	4,636	2,115	2,115			2,115	4,636	
ヨーロッパ												
オーストリア	-13	67	63	69	60	19	19			19	60	
ベルギー	-8	107	120	135	99	36	36			36	99	
デンマーク	-21	61	60	60	40	10	10			10	40	
フィンランド	0	66	66	66	66	0	0			0	66	
フランス	0	363	373	396	363	42	42			42	363	
ドイツ	-21	964	833	720	762	-42		-42	-62		762	
ギリシア	25	71	88	109	88	21	21			21	88	
アイスランド	10	2	2	3	2	1	1			1	2	
アイルランド	13	30	41	66	34	22	22			22	34	
イタリア	-7	400	426	463	374	79	79			79	374	
ルクセンブルク	-28	11	8	6	8	-2		-2	-3		8	
オランダ	-6	160	177	196	160	46	46			46	160	
ノルウェー	1	29	34	40	29	11	11			11	29	
ポルトガル	27	40	60	90	60	40	40			40	60	
スペイン	16	207	286	393	237	156	156			156	237	
スウェーデン	4	61	62	63	63	0	0			0	63	
スイス	-8	41	42	43	37	6	6			6	37	
イギリス	-13	660	632	604	490	14	14			14	490	
太平洋												
オーストラリア	8	260	329	417	281	136	136			136	281	
日本	-6	1,019	1,166	1,309	968	361	361			361	968	
ニュージーランド	0	22	32	46	22	23	23			23	22	
経済移行国												
ブルガリア	-8	76	43	24	69	-46		-46	-66		69	
クロアチア	-6	N.A.	18	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.		N.A.	
チェコ	-8	164	119	92	141	-49		-49	-72		141	
エストニア	-8	38	14	6	36	-30		-30	-44		36	
ハンガリー	-6	71	66	43	66	-23		-23	-34		66	
ラトビア	-8	23	7	2	21	-19		-19	-28		21	
リトアニア	-8	37	11	3	34	-31		-31	-46		34	
ポーランド	-6	344	293	249	324	-76		-76	-110		324	
ルーマニア	-8	167	86	46	164	-109		-109	-160		164	
ロシア	0	2,299	1,506	986	2,299	-1,313		-1,313	-1,926		2,299	
スロバキア	-8	66	38	26	61	-26		-26	-37		61	
スロベニア	-8	13	14	17	12	6	6			6	12	
ウクライナ	0	672	301	136	672	-637		-637	-786		672	
											0	
				14,064	12,990	1,074		3,374	-2,300	-3,374	3,374	12,990
							A	B	A/B・B			
									1.47			
									3.381			

(前田章著 (2009) 『排出権取引制度の経済理論』 P92表 5. 1 Annex B 諸国の CO₂排出量を下に作者作成)