

2013年以降の地球温暖化 対策に関するビジョン

帝京大学経済学部教授
山口光恒

京都議定書の発効

- はじめの一歩
- 環境効果

年	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2040	2050
世界合計排出量Mt/C	6,288	6,946	7,829	8,641	9,636	10,757	11,944	13,812	15,094
議定書締約国割合	33%	29%	26%	25%	25%	24%	24%	22%	20%

出典: RITE DNE21+モデル

科学的知見の現状

- 不確実性

経済活動→排出量→濃度上昇→気温上昇→損害
コスト

- 目標

550 ppmは実現可能な最小レベル

EUの目標は2°C（これに向けて550 CO₂e ppm）

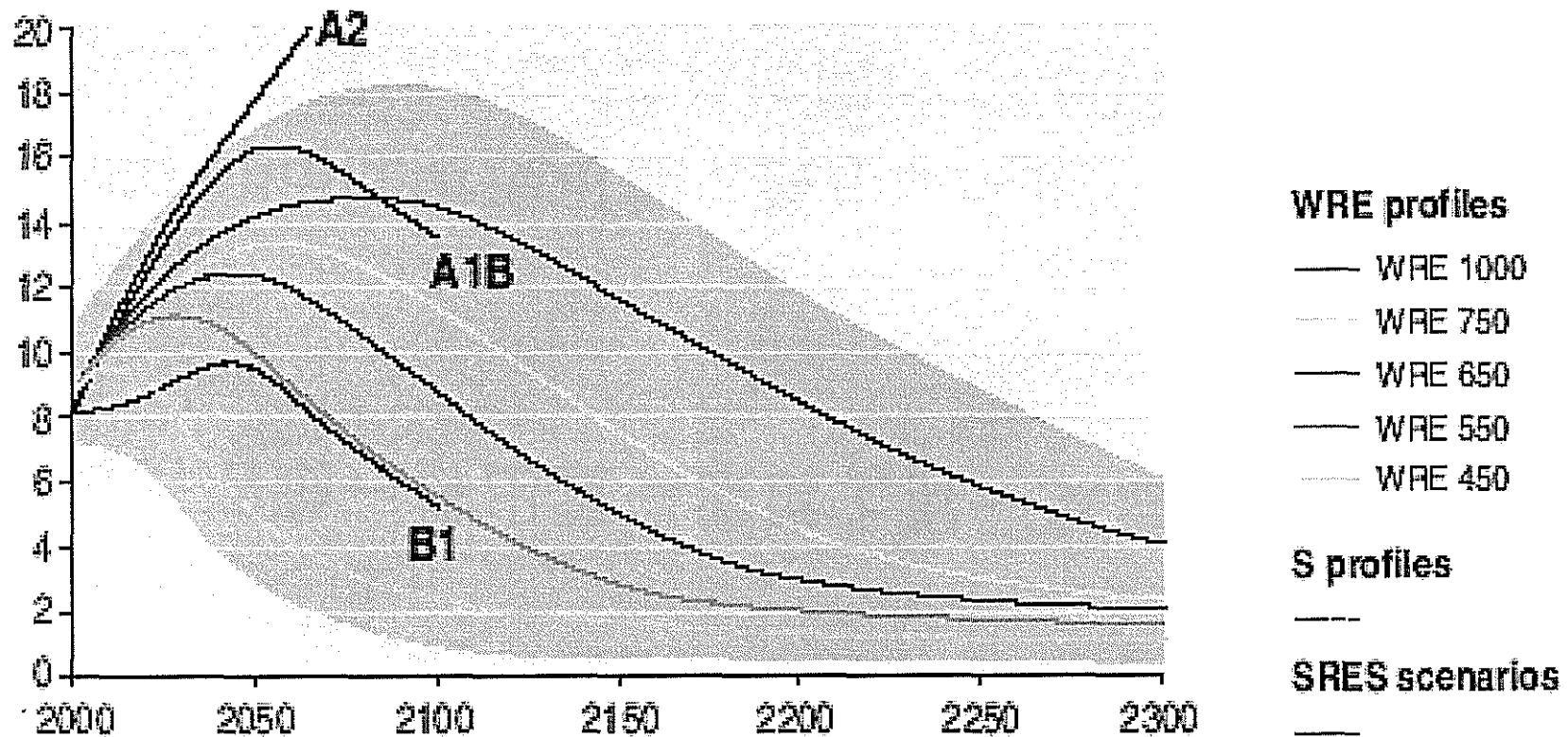
- 不連続且つ不可逆な事象発生

Thermohaline Circulation停止の可能性

- 長期的には世界の排出量を現状以下に

100年後には現状以下に

(a) CO₂ emissions (Gt C)



出典: IPCC 2001 SPM

Keeping Kyoto (cap & trade) の可能性

- 利点
環境効果、効率性、議定書の実績
- 制度的問題点
絶対値目標(結果責任)、初期配分、
資金の国家間移転、ホットエアーの発生不可避
- 実現可能性
アメリカ(及び途上国)の不参加→環境効果低下

結論: 困難

国際協調炭素税(代替案1)

価格アプローチ

- 利点

効率性、資金移転なし、コスト予見性、
ホットエアーなし

- 問題点

実現可能性(国際協調、税率、アメリカ、途上国)
主権問題(EU)、Monitoring

結論: 困難

共通効率(改善)目標(代替案2)

- 利点

努力を反映、成長許容、実現可能性

- 問題点

環境効果、効率性、目標率設定困難(国による産業構造の差)

結論: 困難

政策・措置導入の約束(代替案3)

- 利点

行動に対する責任、実現可能性、主権確保
ガットの前例

- 問題点

環境効果、効率性、MonitoringとEnforcement

結論：困難

Hybrid政策(代替案4)

- 概要 (cap & trade with safety valve)
 - 利点
 - 税とcap & tradeの良い点を併せ持つ
 - コストの不確実性の下で優れている
 - 限界損害曲線の傾斜 < 限界費用曲線の傾斜
 - 実現可能性
 - 問題点
 - 上限価格設定、国内排出権取引制度導入
- 結論：困難

	概要	長所	短所
量的アプローチ (cap and trade)	京都議定書体制維持。国は定められた排出量絶対値を遵守する義務を負うとともに、その費用低減のために排出権取引を利用できる。結果に責任を負う方式の典型	<ul style="list-style-type: none"> ・環境効果が確実 ・所期の目標の最小費用での達成（効率性） ・国内政策は各国の裁量 	<ul style="list-style-type: none"> ・初期配分の衡平性、透明性の確保が困難 ・コスト（削減単価）予見不能 ・排出権買い手国から売り手国への資金移転 ・ホットエアー発生が不可避
価格アプローチ (国際単一・協調炭素税)	排出の数値目標ではなく、価格をシグナルにして目標達成を図る。炭素税が典型。単一の炭素税設定（或いは協調炭素税）によって、市場メカニズムを通して削減を図る	<ul style="list-style-type: none"> ・所期の目標の最小費用での達成（効率性） ・コストが予見可能 ・資金の国家間移転なし ・過度なコスト負担の回避 ・ホットエアー発生せず 	<ul style="list-style-type: none"> ・環境効果が不確実 ・単一の炭素税の合意が困難。 ・各国の税導入への障害 ・適正な税率の合意が困難 ・各国の温暖化に対する優先度の相違
ハイブリッド政策	各国は数量的削減義務を負うが、削減費用が上限価格に達した場合、各国政府は当該価格で無制限に排出権を発行	<ul style="list-style-type: none"> ・追加的な排出権の発行によるコスト負担の軽減。 ・価格アプローチの利点を維持。 	<ul style="list-style-type: none"> ・国内政策として全加盟国での排出権取引導入を前提 ・各国の主権との抵触 ・単一の上限価格の設定が困難 ・理論的問題
効率改善目標	GDPや生産高あたりのエネルギー使用、温室効果ガス排出の効率の改善目標を設定する方法。BAUからの効率改善やベンチマーク方式など多種	<ul style="list-style-type: none"> ・努力が反映される枠組み ・経済成長の余地を認める ・ホットエアーを発生せず ・途上国の参加が容易 	<ul style="list-style-type: none"> ・環境効果不確実 ・効率性に難あり ・目標および指標設定の合意が困難 ・排出権取引への制約
政策・措置導入	各国がそれぞれ温暖化対策に向けた政策・措置の導入を約束する。交渉により政策を調和させることはあり得る。行動に責任を負う方式	<ul style="list-style-type: none"> ・実現可能性の面で優れる ・各国の事情に対応した政策が採用可能 ・GATT等の前例あり 	<ul style="list-style-type: none"> ・環境効果不確実 ・効率性に難あり ・温暖化対策のメインストリームとはならない。 ・国際的監視体制が必要

帯に短し襷に長し

解のない問題を解く

ポスト京都議定書体制

- 判断基準

アメリカ(及び途上国)の参加

実現性: 政策・措置導入のコミットメントのみ

Keeping Kyotoはロシアの脱退で崩壊?

- アメリカ(&途上国)の参加と環境効果

締約国2020/2010で20%削減とBAU比7.7%削減

と効果は同じ。環境破壊的補助金の廃止で4.6%

削減可

エネルギー起源CO2排出量の見直し(単位: MtC/yr)

	1990年	2010年	2020年		2050年			
		BAU	BAU	締結国のみ (2010年より20%削減)	BAU	締結国のみ (1990年より60%削減)		
世界合計	5,613.51	7,828.81	9,635.54	8,894.29	(-7.7%) ◆	15,093.87	13,009.63	(-13.8%) ◆
先進国	3,727.39	4,114.26	4,912.26	4,171.01		5,868.76	3,784.52	
(議定書締結国)	(2,332.92)	(2,069.87)	(2,397.15)	(1,655.90)	(-20%) ☆	(3,017.41)	(933.17)	(-60%) ☆☆
(アメリカ・豪州)	(1,394.47)	(2,044.39)	(2,515.11)	(2,515.11)		(2,851.35)	(2,851.35)	
途上国	1,886.12	3,714.55	4,723.28	4,723.28		9,225.11	9,225.11	

◆ 同年の対BAU比 ☆ 議定書締約国のみが2010年対比20%削減をした場合 ☆☆同1990年対比60%削減した場合

RITE, DNE21+のデータを基に計算

ポスト京都：はじめの一步

- 先進国

 - Pledge and review (期間10年)

 - 目標策定段階で環境効果把握

 - 実施後のreviewとフォローアップ (OECD方式)

- 途上国

 - はじめはpledge and review

 - Non-binding、ガットUruguay roundの挫折

 - Pledge段階での応酬なし

 - 資金・技術面での支援

- まず土俵に乗せる

長期対策と途上国の参加(1)

den Elsen et al. (2004) のMulti-stage approach

Table 3.1: Assumptions for the MS variants for the S550e profile

Key parameters	MS 1	MS 2	MS 3
Stage 1 No quantitative commitments			
Stage 2 Emission limitation targets: -			
-Adoption of intensity targets	CR = 5 (*)	Same as MS 1	Same as MS 1
-Participation threshold			
-De-carbonisation rate / stabilisation	Income-dependent intensity targets (**)	Same as MS 1	Prescribed stabilisation path
Stage 3 Emission Reduction targets: participation threshold	world average per capita emissions	CR = 12	Stabilisation period (TC=70)
Burden-sharing key	Per capita CO ₂ emissions	Same as MS 1	Same as MS 1

C: Capability, R: Responsibility,

Key concept: Equity 2050年に一人当たり排出量均等化

長期対策と途上国の参加(1)

CR Indexの例

	1995			2025		
	Per capita GDP	Per capita emissions	CR-index	Per capita GDP	Per capita emissions	CR-index
	1000 PPP\$	1CO2-eq		1000 PPP\$	1CO2-eq	
USA	28	26	54	47	27	73
Canada	24	21	45	39	21	60
Oceania	17	19	36	30	20	51
Japan	24	11	35	39	13	52
OECD Europe	20	11	31	37	12	50
Former USSR	5	12	18	13	17	30
Eastern Europe	7	9	15	17	11	28
Middle East	5	7	12	9	11	20
South America	7	5	12	12	8	19
Central America	5	5	10	10	6	17
Southern Africa	2	4	7	3	6	9
East Asia (China)	3	4	7	11	7	18
Northern Africa	3	3	6	6	5	11
South East Asia	3	3	6	8	5	14
South Asia (India)	2	2	4	5	3	8
Western Africa	1	1	2	1	2	4
Eastern Africa	1	1	2	1	2	3

安定化シナリオ den Elsen et al.

- 550 CO₂e ppm
2050年時点の先進国の削減割合：
67-80%(1990年対比)、70-85%(BAU対比)
東アジア 第2段階は2012年、第3段階は2015-2025
- 650 CO₂e ppm
同上
36-59% (1990年対比)、49-66%(BAU対比)
東アジア 第2段階は2015年、第3段階は2035-2045
100年間での一人当たり排出量均等化の場合のみ
14%-38%(1990年対比)とやや現実的

安定化シナリオ RITE DNE21+

- 前提

- 1) 先進国(アメリカを除く)は議定書目標達成、
アメリカは2012年までに18%効率改善目標達成

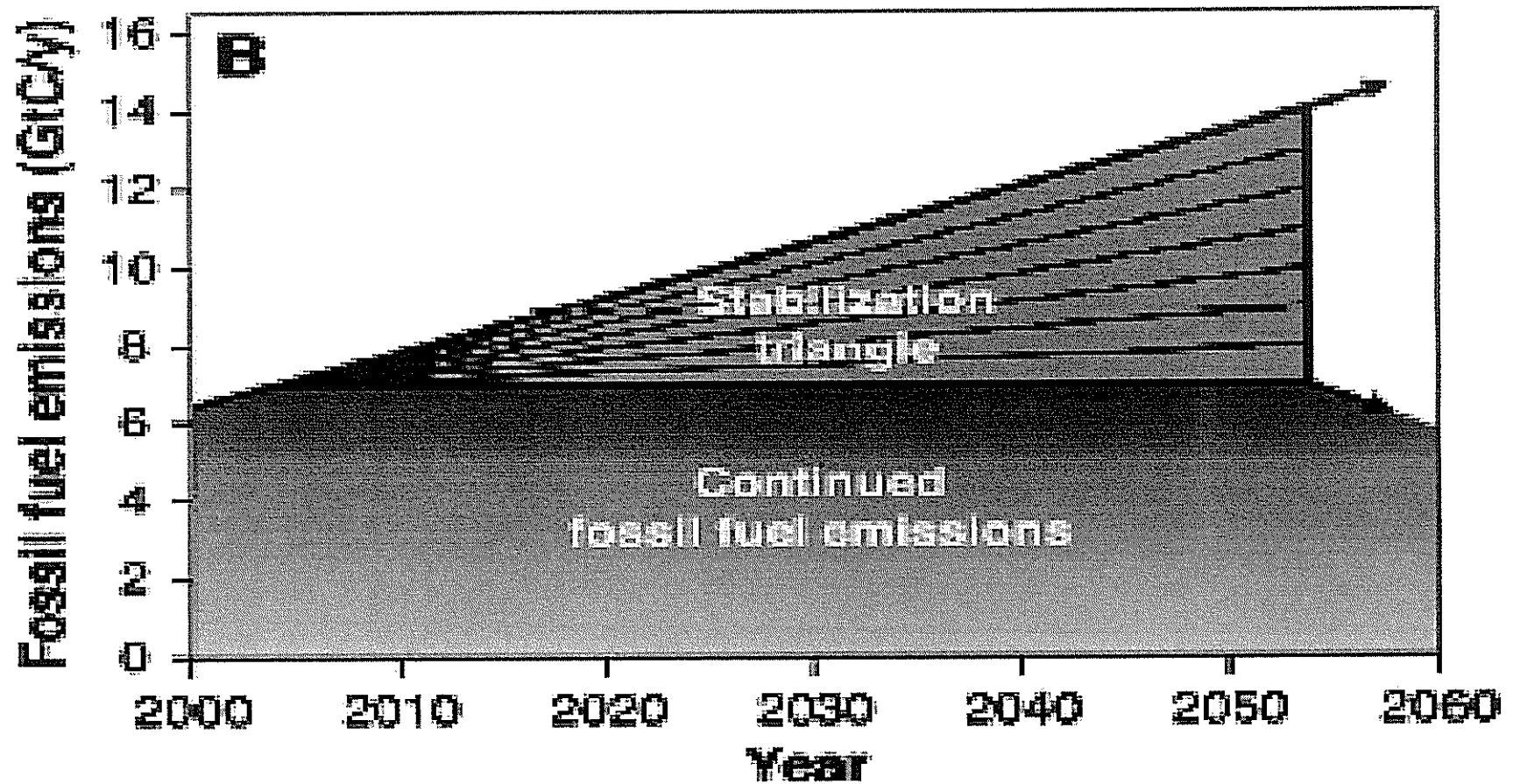
- 2) その後2050年までに全先進国が1990年対比
60%削減

- 途上国の参加

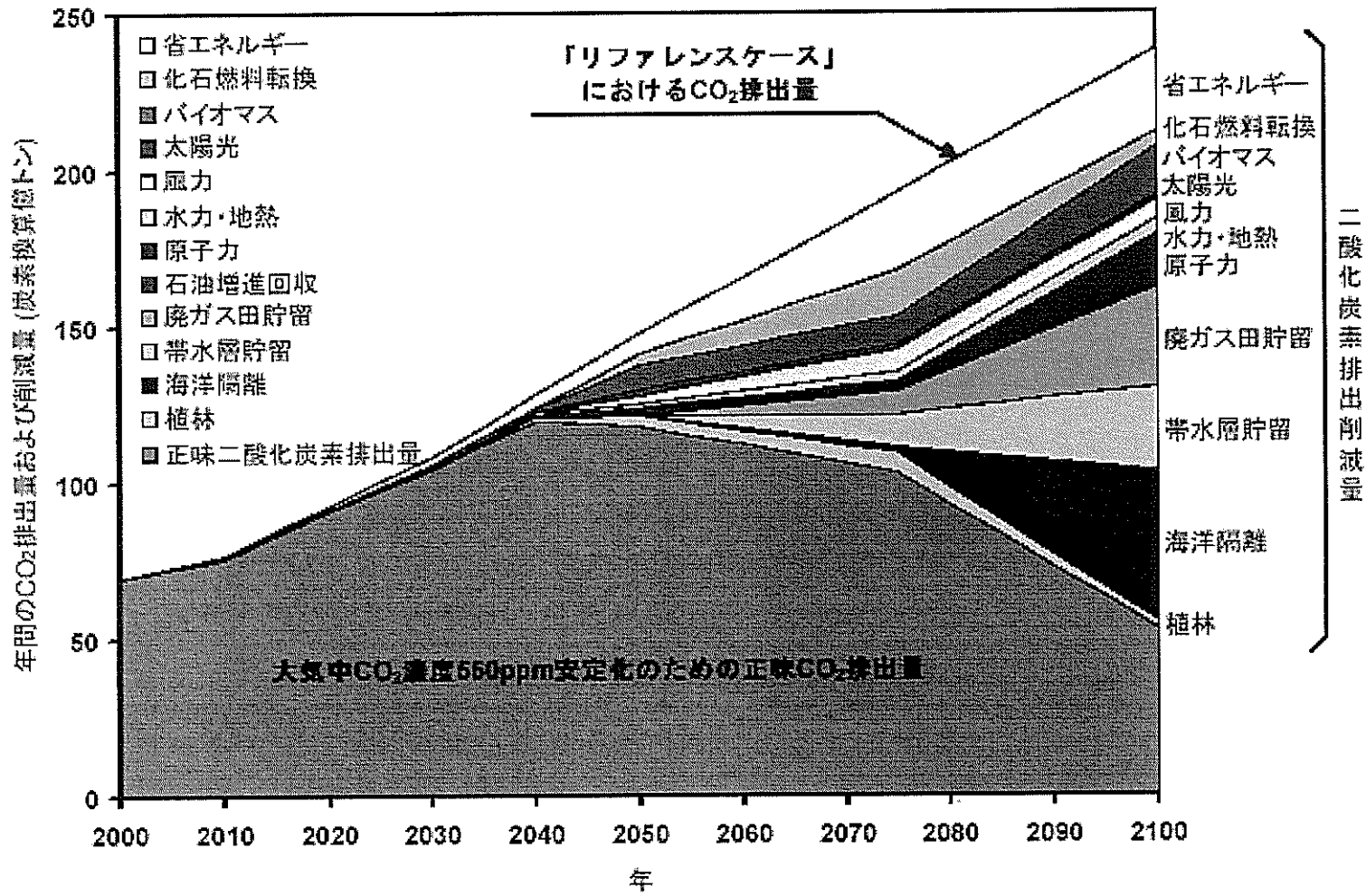
一人当たり排出量及びGDPともに先進国の2000年のそれと同じまで待つと550ppmで安定化せず、
50%時点で抑制義務を負うことが必要

技術革新の重要性 Pacala & Socolow 2004

15の既存技術で2050年までは可能、コスト考慮せず



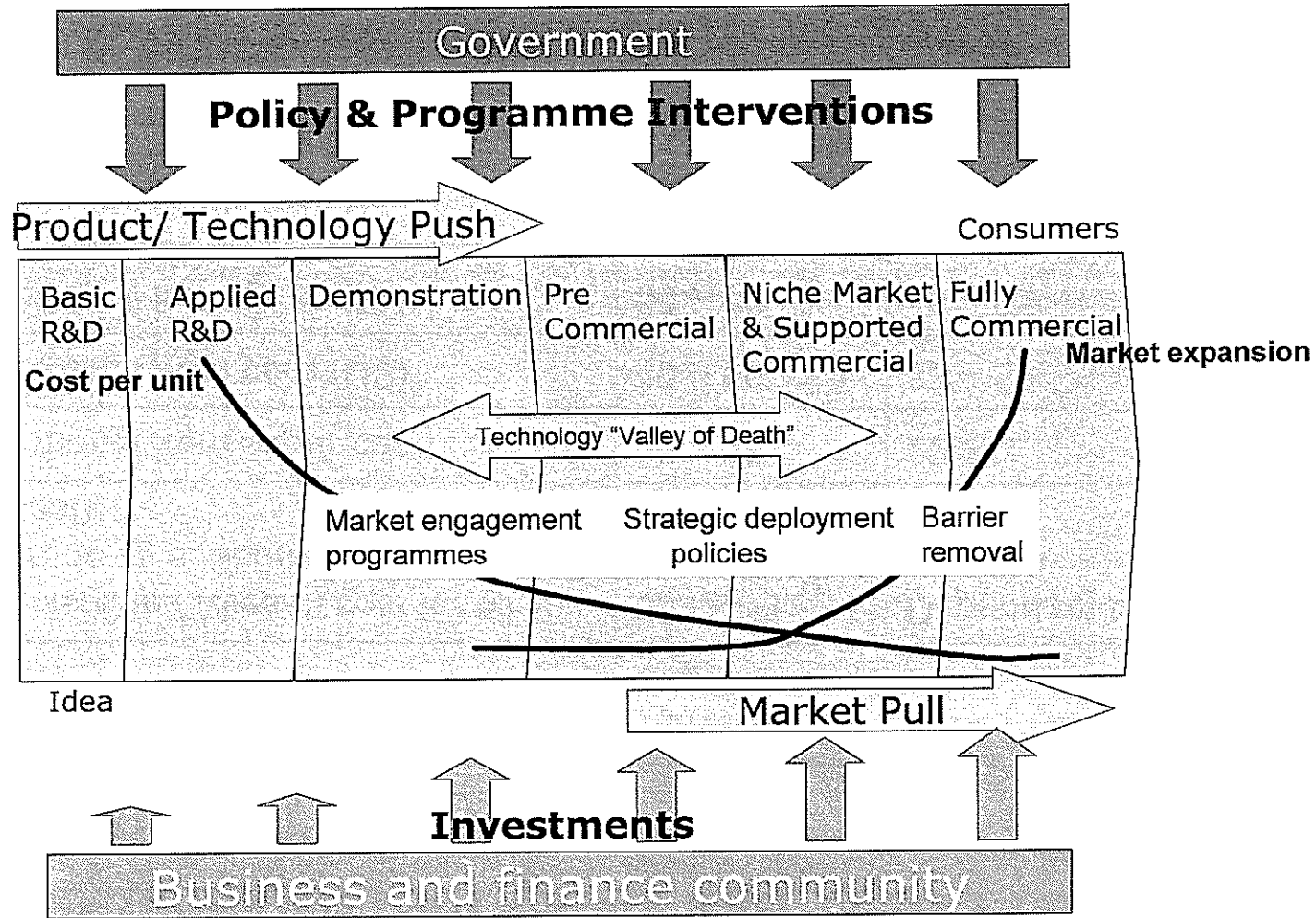
技術革新の重要性 RITE DNE21



Biofuels Current Costs and 2020 Projections (\$cents/litre g.e.)

Technology	Current costs	2020 Projections
Gasoline / (diesel) cost for oil crude @ c. \$50/barrel (FOB Gulf cost)	35 / (37)	Dependent upon oil supplies
Ethanol from sugar cane (Brazil)	25 – 35	22-31
Ethanol from corn (US)	40 – 60	37 – 56
Ethanol from grain (EU)	50 – 80	40 – 65
Ethanol from cellulosic crops	50 – 90	27 – 67
Biodiesel from rapeseed (UK)	99 – 165	
F-T diesel from coppice (UK)		53 – 89

市場主導か技術主導か



温暖化の優先順位 Copenhagen Consensus

Project rating	Challenge	Opportunity
Very Good	1 Diseases	Control of HIV/AIDS
	2 Malnutrition	Providing micro nutrients
	3 Subsidies and Trade	Trade liberalisation
	4 Diseases	Control of malaria
Good	5 Malnutrition	Development of new agricultural technologies
	6 Sanitation & Water	Small-scale water technology for livelihoods
	7 Sanitation & Water	Community-managed water supply and sanitation
	8 Sanitation & Water	Research on water productivity in food production
	9 Government	Lowering the cost of starting a new business
Fair	10 Migration	Lowering barriers to migration for skilled workers
	11 Malnutrition	Improving infant and child nutrition
	12 Malnutrition	Reducing the prevalence of low birth weight
	13 Diseases	Scaled-up basic health services
Bad	14 Migration	Guest worker programmes for the unskilled
	15 Climate	Optimal carbon tax
	16 Climate	The Kyoto Protocol
	17 Climate	Value-at-risk carbon tax

ロシアの批准で京都議定書は来年初めに発効する見込みである。日本は経済と両立させて最小費用で目標達成に努めると共に、米国と中国などの主要途上国が参加可能な中期的枠組みを積極的提案すべきである。また長期的に不可欠な技術革新を官民一体で急ぐ必要がある。

環境と経済の両立を目指す

一九九七年の議定書採択後、日本、欧州連合(EU)、諸国などを中心に具体的な政策・措置の導入が進んだ。今回議定書発効の見通しが立ったことで一層の対策が期待できる。本稿では温暖化対策を短期(議定書目標)、中期(議定書以後の国際的枠組み)、長期に分けて論じる。気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の研究によれば、地球温暖化防止に向けて百年後の地球全体の温暖化ガス排出量を現状以下とする必要がある。これが長期目標である。まず短期対策であるが、日本はこれまでも省エネ法強化、産業界の自主的取り組みなど早い段階から対策に取り組んできた。しかしこのままでは議定書目標達成は困難であり、政府は追加的な対策導入による目標達成を図ろうとしている。この点に關し筆者が強調したいのは、

中期的枠組み提案を

環境と経済の両立を目指す
省エネ法強化
産業界の自主的取り組み

と日本の相違に留意することの二点である。欧州では、高い目標を掲げても、その達成が困難となれば見直すこともためらわない。例えば、共通通貨ユーロ導入に際し、当初はドイツの強い主張で安定成長協定を結

ば、環境と経済の両立を目指して最小費用で目標達成に努めること、目標達成の約束に対する欧州はドイツとフランスが努力の結果ではなく、初期配分が甘いため生じたもので、この購入に際してロシアの排出量は減らず、世界全体の排出量は増加してしまう。他方、財政再建に向けた消費税引き上げが視野に入らな中で、経済を疲弊させてしまっている。

100年後の排出量現在水準以下に百年後の地球規模の二酸化炭素(CO₂)排出量を現在の水準以下に削減する長期目標に向け、ポスト議定書の枠組みを努力の成果ではなく、初期配分が甘いため生じたもので、この購入に際してロシアの排出量は減らず、世界全体の排出量は増加してしまう。他方、財政再建に向けた消費税引き上げが視野に入らな中で、経済を疲弊させてしまっている。

0年には途上国の排出量が先進国を上回り、二〇三五年には中国は米国を抜いて世界最大の排出国になる。いずれかの時点で途上国も義務を負うことが長期目標達成の絶対条件である。産官学連携で地球環境問題に取り組んでいる地球環境産業界技術研究機構(RITE)の最近の研究によると、米国は自国の効率改善目標を、米国の先進国は議定書目標を達成した上で、すべの先進国が二〇五〇年にかけて排出量を大幅に削減し、途上国が二〇〇〇年の先進国一人当たりGDPの二五%に達する時点で参加すれば、世界全体のCO₂濃度を産業革命前の二倍の水準(五五〇PPM)に安定化することは可能、五〇%の時点で七五%は不可能との結果が出た。こうした研究結果を基に、主要途上国の参加に向けた粘り強い交渉が必要である。仮に二五%に達する時点でとすると、ブラジルは二〇一五年、中国は二〇三〇年からの参の資源の有効利用も喫緊の課題である。温暖化対策、資源有効利用、環境規模での排出削減を目標として、日本からポスト京都ラベル、環境管理の国際規格「ISO14001」取得などをバックアップして、環境問題を日本外交の柱とし、政府開発援助(ODA)も積極的に集中すべきである。

び、財政赤字を国内総生産(GDP)の三%以下に抑制する義務を加盟国に負わせた。ところが現状はドイツとフランスがこの協定を順守できない事態が発生している。両国は順守のために緊縮財政を実施することになればEU全体に悪影響が生じると主張し、現在の協定は中止である。こうした例は環境問題でもいへずある。

米中など取り込み長期的には技術革新必要

国際的約束は何が何でも(コストにかかわらず)温暖化対策への資源投入を困難にし、長期的に米中など取り込みはマイナスである。長期目標は百年後の世界全体の排出量とがほぼ世界共通の認識が困難なことなどを考慮する。まず米国を土俵に欧州の知恵を巡り欧米を中心に様々な案が検討されている。主な案を列挙する。

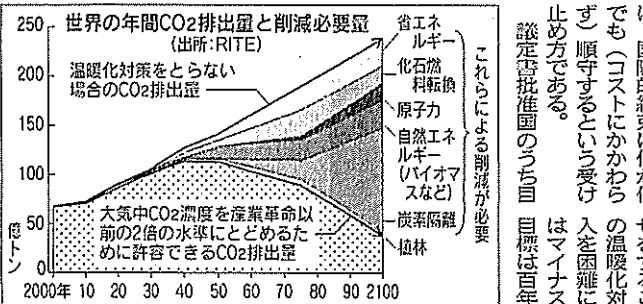
100年後の排出量現在水準以下に百年後の地球規模の二酸化炭素(CO₂)排出量を現在の水準以下に削減する長期目標に向け、ポスト議定書の枠組みを努力の成果ではなく、初期配分が甘いため生じたもので、この購入に際してロシアの排出量は減らず、世界全体の排出量は増加してしまう。他方、財政再建に向けた消費税引き上げが視野に入らな中で、経済を疲弊させてしまっている。

経済教室

米中など取り込み長期的には技術革新必要



山口 光恒 慶応義塾大学教授



このグラフは、2000年から2100年までの世界の年間CO₂排出量と削減必要量を示しています。温暖化対策をとらない場合のCO₂排出量は急激に増加しますが、大気中CO₂濃度を産業革命以前の2倍の水準にとどめるために許容できるCO₂排出量は、削減必要量を確保する必要があります。

削減策としては、省エネルギー、核燃料、水力、風力、太陽エネルギー、バイオマス、森林などが挙げられます。特に、省エネルギーと核燃料の削減が最も効果的であると見られています。

また、排出権取引の利益を卒業を判定する基準に格子上限(トリガー)価格を合意の困難性からの方針を定めるハイブリッド方式が可能性が高い。しかし、どこかの時点で⑥への移行が必須である。中国を中心に一人当たり所得が一定額に達するまでは途上国は義務を負う必要はないとの主張が繰り返されている。しかし、二〇一〇年には途上国の排出量が先進国を上回り、二〇三五年には中国は米国を抜いて世界最大の排出国になる。いずれかの時点で途上国も義務を負うことが長期目標達成の絶対条件である。産官学連携で地球環境問題に取り組んでいる地球環境産業界技術研究機構(RITE)の最近の研究によると、米国は自国の効率改善目標を、米国の先進国は議定書目標を達成した上で、すべの先進国が二〇五〇年にかけて排出量を大幅に削減し、途上国が二〇〇〇年の先進国一人当たりGDPの二五%に達する時点で参加すれば、世界全体のCO₂濃度を産業革命前の二倍の水準(五五〇PPM)に安定化することは可能、五〇%の時点で七五%は不可能との結果が出た。こうした研究結果を基に、主要途上国の参加に向けた粘り強い交渉が必要である。仮に二五%に達する時点でとすると、ブラジルは二〇一五年、中国は二〇三〇年からの参の資源の有効利用も喫緊の課題である。温暖化対策、資源有効利用、環境規模での排出削減を目標として、日本からポスト京都ラベル、環境管理の国際規格「ISO14001」取得などをバックアップして、環境問題を日本外交の柱とし、政府開発援助(ODA)も積極的に集中すべきである。

やまぐち、みつね 39年生まれ。慶応大卒。専門は環境経済。