

エネルギー環境論 / 後半

担当教官：谷本教授

内容は大きく以下の7つとする。

- #1 京都議定書COP3について
君は環境のために死ねますか？
- #2 実験計画法（演習付き）
- #3 都市緑化はヒートアイランド抑止に有効か？
- #4 経済性評価（演習付き）
- #5 経済性評価2（効用とリスク）
- #6 環境と公共事業
- #7 我らが将来にサステナブル社会はあるか？
複雑系科学で読み解く価値観の創発

下線項目はhard coreな実際の工学手法の説明（問題解決のためのスキル向上；そのための演習付き）。

その他は、所謂、「お話」である。

講義資料を<http://ktlabo.cm.kyushu-u.ac.jp/j/index.htm>からダウンロードしておくこと（特に4回目）。各ファイルはやや重たいが、大学の端末で諸君が使用出来るファイル上限は50MB、メールのプールは5MBであり、対応可能である。Trafficの都合でWebからDLが難しい場合はメール(tanimoto@cm.kyushu-u.ac.jp)をくれれば添付書類します。



Proud to be a Japanese!

エネルギー環境論
担当教官：谷本 潤 教授

第1回講義

京都議定書COP3について
君は環境のために死ねますか？

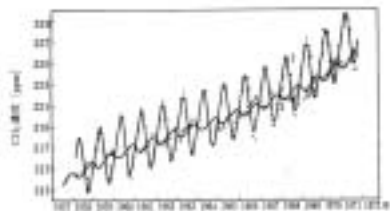
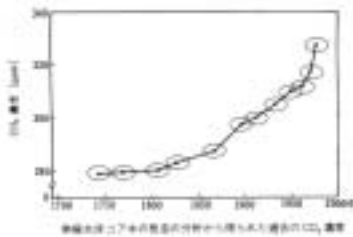
京都議定書とは

- 先進国の温室効果ガス排出量について、法的拘束力のある数値目標を設定
- 1992年5月
 気候変動枠組条約の採択
- 1997年12月
 COP3で京都議定書を採択
- 2001年7月
 COP6で運用ルールの骨子を政治合意(ボン合意)
- 2001年11月
 COP7で運用ルールの法文書(マラケシェ・アコード)を採択

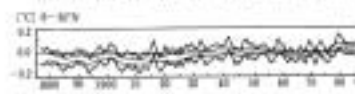
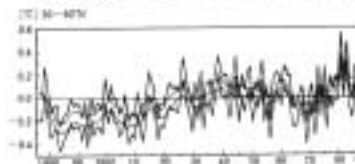
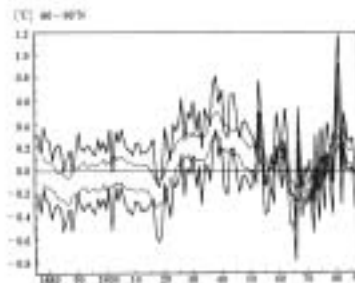
温室効果ガス

- 二酸化炭素(CO₂)
- メタン(CH₄)
- 一酸化二窒素(N₂O)
- 代替フロンガス
 - HFCs(ハドフルオロカーボン)
 - PFCs(パーフルオロカーボン)
 - SF₆(六フッ化硫黄)

CO₂濃度経年変化（近世～） 大気温度経年変化（近世～）

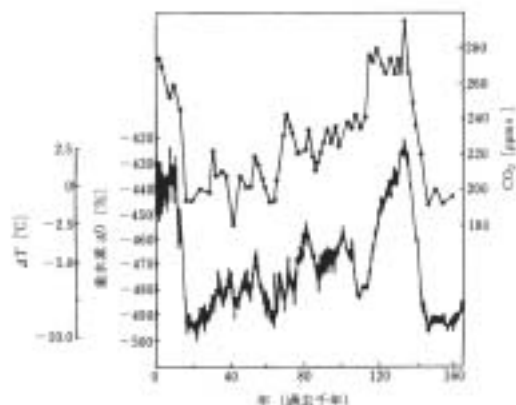


CO₂濃度の経年変化
①：ハワイ・マウナロア ②：南極氷床



世界中観測所の平均地上気温の経年変化——1年経動平均値で、30%の増大誤差範囲を示す（黒線）——と、1950年以降

大気温度および CO₂ 濃度経年変化（16 万年前～）



大気中の CO₂ (上側) と気温 (下側) の変化——南極氷床コア中の気泡の分析から得られた 16 万年間までの過去大気の変動結果。気温は現在気温との差で示してある。

莫大な太陽エネルギー

…しかし、その密度は希薄

太陽光エネルギーの大きさ (渡辺正・中林誠一郎『電子移動の化学』, p.83, 朝倉書店, 1996)

太陽のエネルギー	$1.2 \times 10^{24} \text{ Jy}^{-1}$	
↓ (22億分の1)		
地球の受ける太陽エネルギー	$5.5 \times 10^{24} \text{ Jy}^{-1}$	相対値
↓ (ほぼ半分が反射)		↓
地表十海洋面に達するエネルギー	$3.0 \times 10^{24} \text{ Jy}^{-1}$	(10,300)
↓ (1000分の1)		
光合成で固定されるエネルギー	$3.0 \times 10^{21} \text{ Jy}^{-1}$	(10.3)
↓ (200分の1)		
食糧となるエネルギー	$1.5 \times 10^{19} \text{ Jy}^{-1}$	(0.05)
世界のエネルギー消費量	$2.9 \times 10^{20} \text{ Jy}^{-1}$	(1.00)
(うち化石燃料分)	$2.8 \times 10^{20} \text{ Jy}^{-1}$	(0.95)

京都議定書の発効要件

- 両方の条件を満たした後、90日後に発効
 - 55カ国以上の国が締結
 - 2002年9月5日現在で93カ国
 - EU諸国および日本が既に締結
 - 締結した先進国の合計の二酸化炭素の1990年の排出量が、全先進国の合計の排出量の55%以上
 - 9月5日現在、93カ国合計で37.1%
 - 米国・豪州で約40%を占める
 - ロシアの批准が必要不可欠
- 1つ目の条件をクリア確実…2つ目は???

1990年の附属書 国の二酸化炭素排出割合

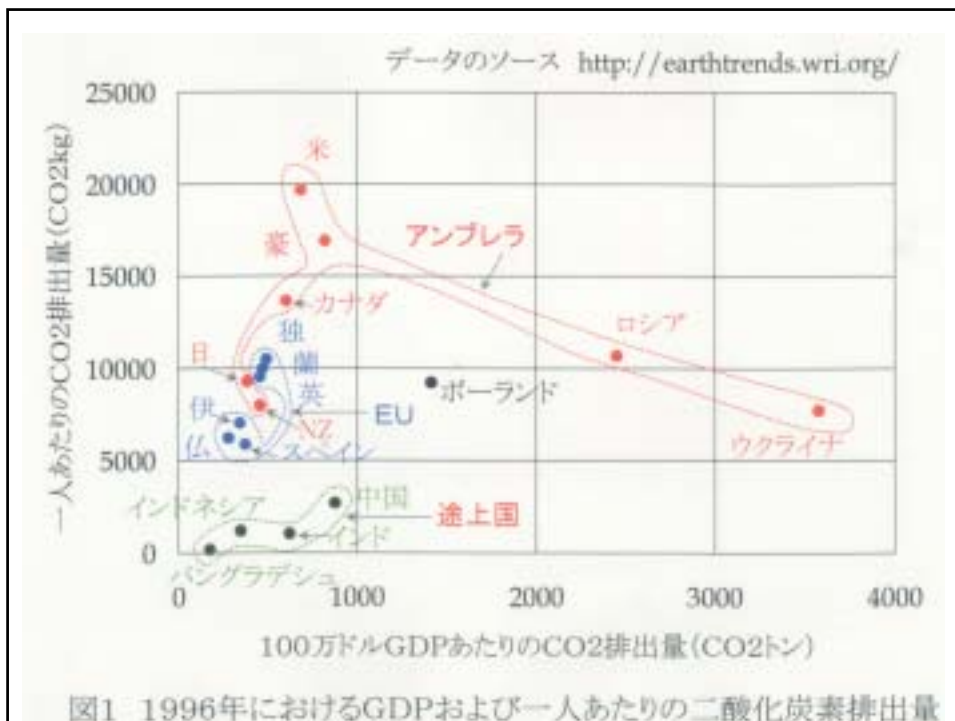
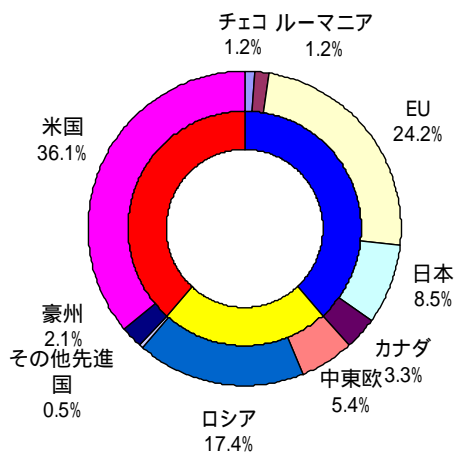




図2 主要国の炭素換算CO₂排出量

各国の状況(1)

日本 (-6%・12億t-CO₂=**7千万t-CO₂**)

- 2002年4月8日
 - 第一回 京都メカニズムに関する検討会
- 2002年5月21日
 - 京都議定書の批准を衆議院が承認
- 2002年6月4日
 - 京都議定書を批准

各国の状況(2)

EU (-8%・42.23億t-CO₂)

- ECの京都議定書締結に合意済み
欧州共同体としては5月31日に批准
- ヨハネスブルグサミット(8/26-9/4)までの発効目指す doesn't work!

各国の状況(3)

ロシア(±0%・30.4億t-CO₂)

- 早期発効に向けた努力を表明
- Back Ground
 - 現時点で90年基準を4割も下回る
…90年代の経済停滞による
 - 「ホット・エアー」
- ロシアの批准は確実
 - …排出権取引により、外貨が入ってくる
- 排出権価格を上昇させることが目的
- プーチン大統領の指導力次第？

各国の状況(4)

カナダ (-6%・6.12億t-CO₂)

- 締結に向けた準備
- 政府内の意見統一中

オーストラリア (+8%・4.23億t-CO₂)

- 米国と途上国の参加が必要条件であると主張

各国の状況(5)

米国 (-7%・60.7億t-CO₂)

- 京都議定書に不支持・・・締結しないと表明
理由： 途上国に削減義務なし
米国経済に悪影響

米国独自の気候変動政策

- 2012年までに単位GDP当りの温室効果ガス排出量を18%削減(あくまでも目標)
- 政府・企業の排出削減に関する自主協定の促進
- 研究開発費の増額
- エコエネルギーに対する税制優遇
- 途上国に対する温暖化対策の支援

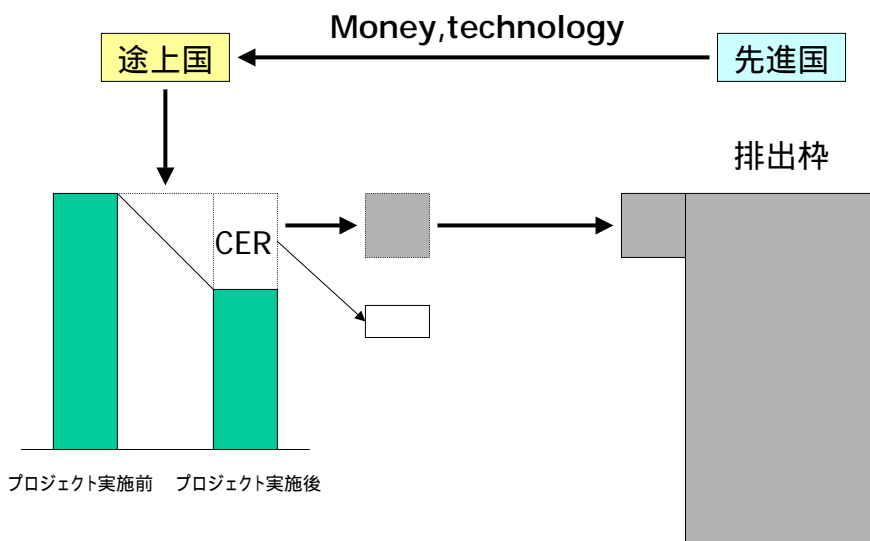
京都メカニズムとは

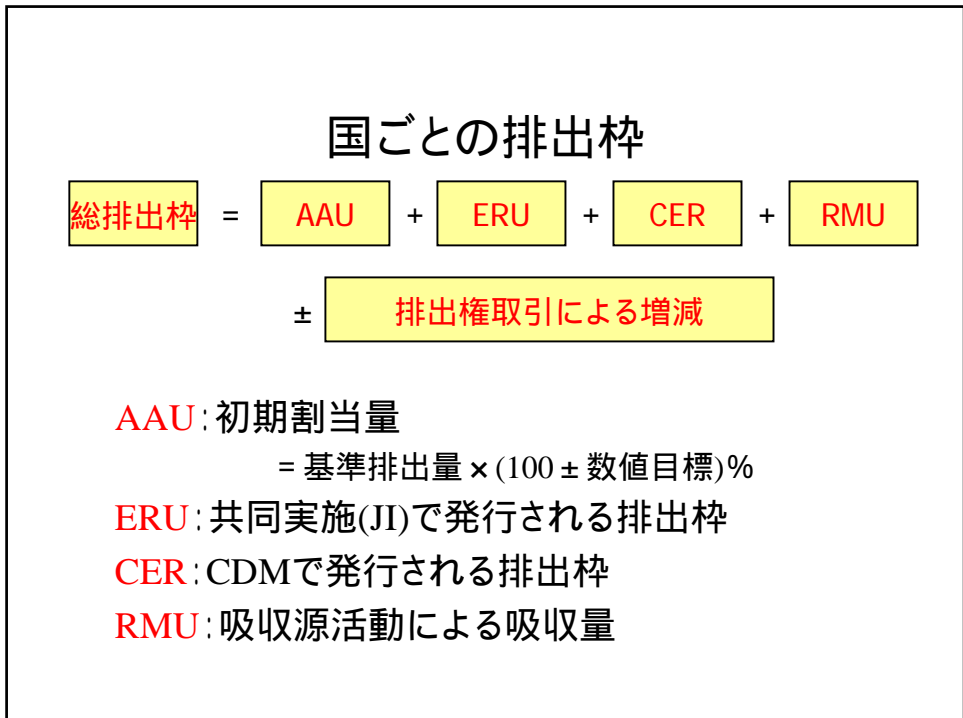
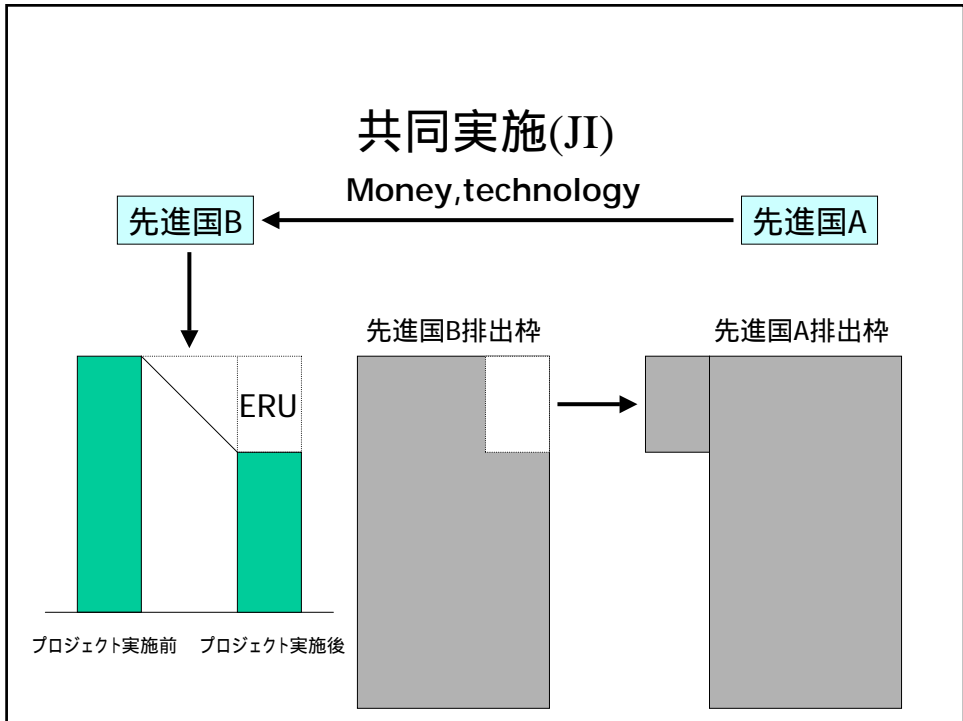
国と事業者が参加可能

- 市場原理を活用する
 - 共同実施 (JI)
 - :Joint Implementation
 - クリーン開発メカニズム (CDM)
 - :Clean Development Mechanism
 - 排出権取引
 - :Emissions trading

以上はあくまで補助的な手段であり、各国の自助削減努力が基本である

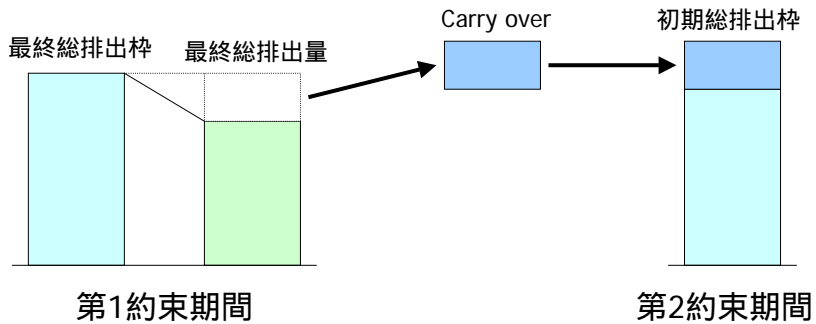
クリーン開発メカニズム(CDM)





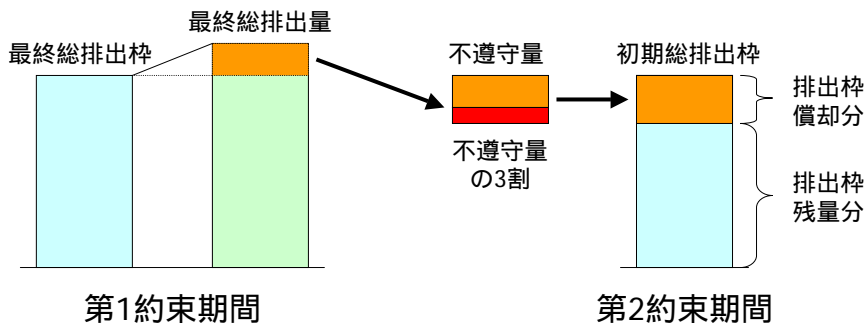
京都メカニズムの約束(1)

- 約束期間リザーブ(CPR)
 - 排出枠の売りすぎを規制
- 排出枠の繰越(carry over)
 - ただし、繰越量に制限あり



京都メカニズムの約束(2)

- 排出枠の不遵守
 - 次期約束期間でのペナルティー
 - 排出枠の移転資格の停止
 - 事業者が所有している余剰排出枠の無効



排出権取引に関する研究

・ゲーム理論, マルチ・エージェントシミュレーション, 複雑系科学など応用数学, OR, 情報工学

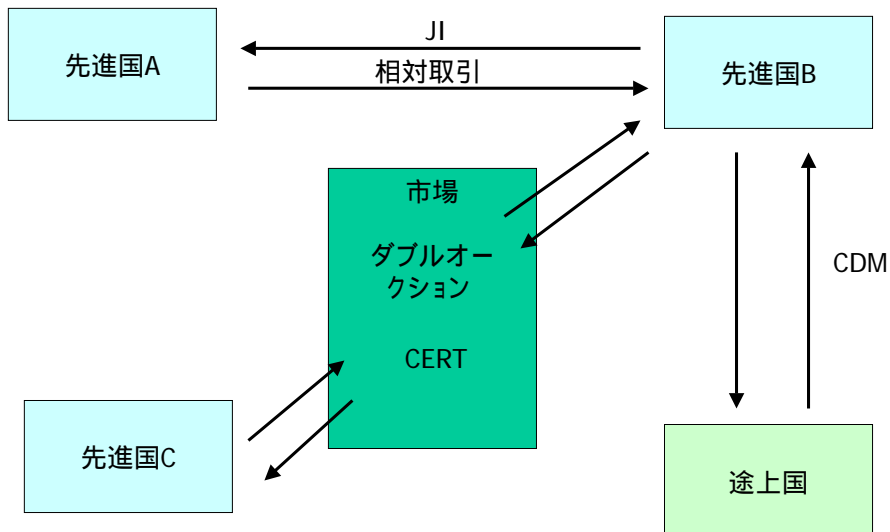
・経済学, 経済工学, 物理経済学

双方の知見を融合させた取り組みが必要

モデル化

取引におけるルール

約束期間リザーブ / 排出枠の繰越 / 排出枠の不遵守



先進国の行動戦略

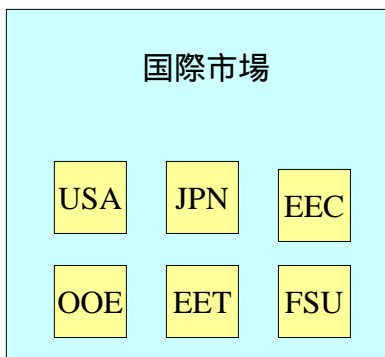
- 自国の削減努力をする
- 排出権を取引する
 - CDMを行う
 - 共同実施(JI)を行う
 - 市場取引を行う
 - 市場で排出権を買う
 - 市場で排出権を売る

途上国の行動戦略

- 排出権を取引する
 - CDMを先進国に呼びかける

排出権取引市場のモデル化

国際市場



USA: United States of America

JPN: Japan

EEC: European Union

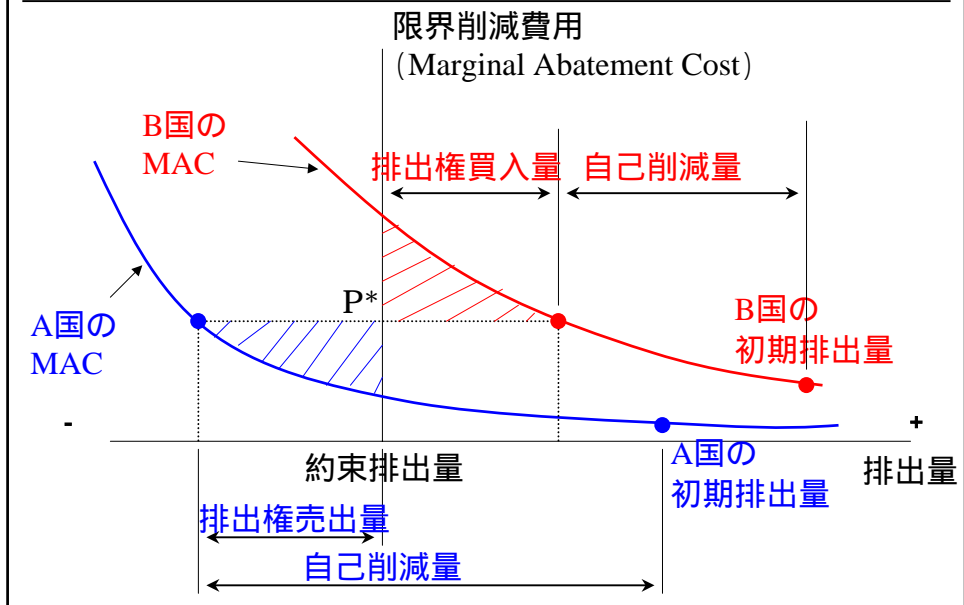
OOE: Other OECD Countries

EET: Eastern Europe

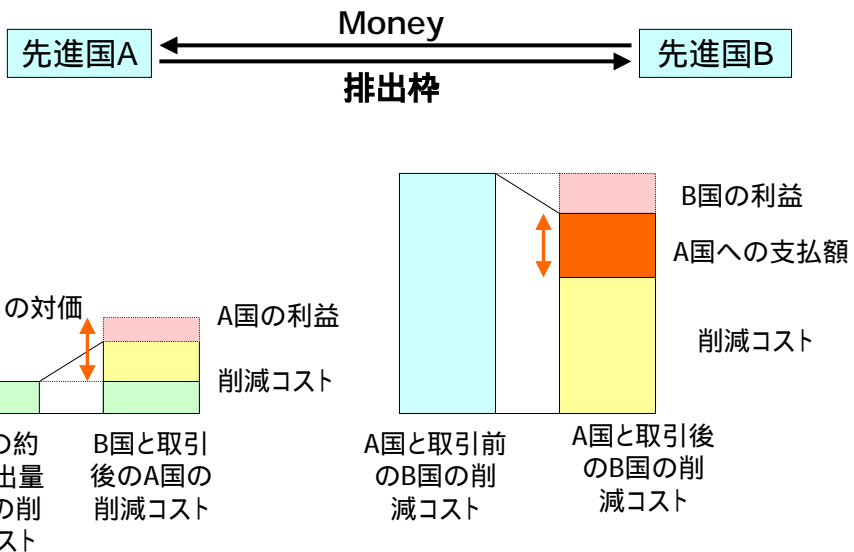
FSU: Former Soviet Union

EPPA (MIT)より

取引のメカニズム



市場取引 (狭義の排出権取引)



計算結果 (Case1:HotAirあり)

Case1 : HotAirの取引が許されている

	USA	JPN	EEC	OOE	EET	FSU
必要削減量(M tons C)	522	43	184	93	-59	-261
自己削減量(M tons C)	199	14	81	63	56	109
買入量 (M tons C)	322	30	103	30	0	0
売出量 (M tons C)	0	0	0	0	115	370
総費用 (M \$)	16570	1513	5669	2014	-3973	-13864
自給自作時の 総費用 (M \$)	43496	3198	11297	2769	0	0

HotAirとは・・・

1990年に対する目標値よりCO₂排出量が減少

無償で排出権が手に入る

計算結果 (Case2:HotAirなし)

Case2 : HotAirの取引が許されていない

	USA	JPN	EEC	OOE	EET	FSU
必要削減量(M tons C)	522	43	184	93	-59	-261
自己削減量(M tons C)	325	29	137	94	88	168
買入量 (M tons C)	196	14	47	0	0	0
売出量 (M tons C)	0	0	0	1	88	168
総費用 (M \$)	31081	2754	9840	2768	-5705	-11026
自給自作時の 総費用 (M \$)	43496	3198	11297	2769	0	0

Status Quo of Japan & Your Possible Future

- 1999年には1990年比で約7%増加している
- …つまり、2008年まで13%削減しなければならない 現実的には不可能に近い
- 「環境」か「国益」か？ “衣食足りて礼節を知る”
 - #1総量に対して個別プロジェクト対応のJVやCDMでは焼け石に水では？ カザフスタンプロジェクトの例
 - #2京都メカニズムにより日本外交はさらに弱体化する！
 - #3達成不可能な目標に向かって税金のバラ撒きが...

排出権取引で負担増に
温室効果ガス 削減余地少なく
日本企業は買い手
商社 仲介業進出狙う

CO2排出権初の取引

カザフと契約
2008年から年6万^ト 新門

年次	供給量(百万ト)
2008年	600
2009年	600
2010年	600
2011年	600

日本初のJI(共同実施)

カザフスタン / 省エネモデル事業について

熱電併給所省エネモデル事業の実施



熱電供給設備の効率向上による天然ガスの省エネ



副次的効果としての年間62,000 t-CO₂の削減



JIとして実施

日本初のJI(共同実施)

概要

ウラルスク熱電併給所の低効率の蒸気タービンコージェネガスタービン排熱回収技術による高効率のコージェネシステムを導入し熱電併給所の効率改善を図る。

・プロジェクト期間: 2002 ~ 2005

・契約当事者

日本側: NEDO

カザフスタン側: エネルギー・鉱物資源省

: 天然資源環境保護省

: 西カザフスタン州政府

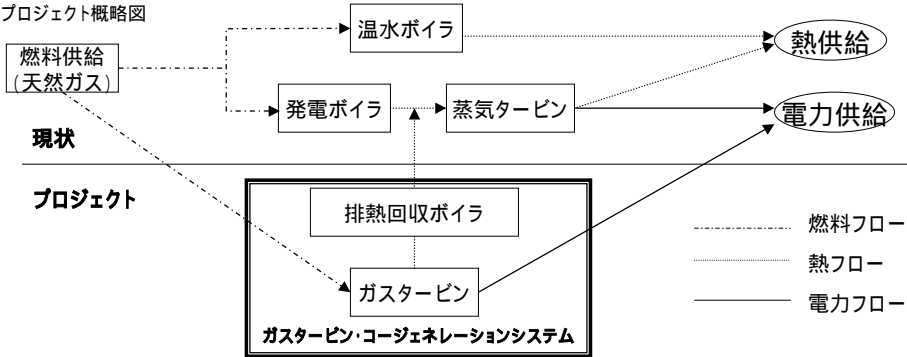
・実施サイト: ウラルスク熱電併給所

・企業形態: 西カザフスタン州政府保有

・所在地: ウラルスク市郊外

日本初のJI(共同実施)

プロジェクト概略図



ベースラインスタディ 他に4つ

ベースライン排出量	192,000CO ₂ -t/y
PJケース排出量	130,000CO ₂ -t/y
年間排出削減量	62,000CO ₂ -t/y

日本初のJI(共同実施)

CO₂クレジット移転の概要

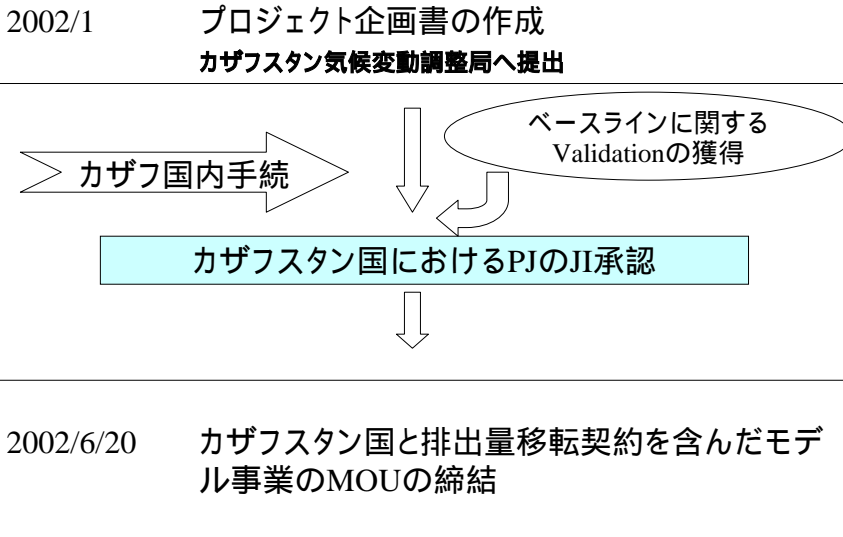
CO₂クレジットは、省エネモデル事業の副産物としてNEDOに移転

発生するクレジットの100%NEDO取得

クレジット移転量は年間62,000CO₂-t

前提条件として、京都議定書の発効、カザフスタンによる京都議定書の批准等...

日本初のJI(共同実施)



日本にとって外交上唯一のカードであるODA(政府開発援助)の意味が失われないか?

「援助の手を差し伸べる」から「せざる得ない」状況へ CDMにより途上国から排出権の委譲を求めざるを得ない。

経済的に観た日本の国力縮退に伴って、援助そのものを切りつめざるを得ない状況 “無い袖は振れない”。

ODAをめぐる不正、構造的問題、対中国問題。

ODAと日本: 1989年に世界一の援助国になり、1991年以降10年間世界一の座を守り通してきたが、2001年にはアメリカに抜かれた(米:\$109億,日本:\$97億*)。自今の経済情勢を観るなら、日本のODAは益々減額されるだろう 外交上のプレゼンスが一段と低下する。

*平成14年度ODA政府全体で9,106億円。無償資金協力25%;借
款24%;国際機関への拠出13%;技術協力等38%。

平成13年に出された「総合資源エネルギー調査会(茅陽一会長)新エネルギー部会(柏木孝夫部会長)報告書」

平成9年時点で新エネルギーは全エネルギー需要の1%(地熱,水力を入れた再生可能エネルギーで5%)にとどまっていた。

COP3京都会議の国際公約を遵守するために新エネルギーへのドラスティックなシフトを目指すべき

(1)2010年までに年率2%の経済成長があると仮定した際に見込まれるエネルギー需要

(2)COP3遵守のために期待される新エネルギー供給量(その他CO₂排出がないとしている原発も大幅増が仮定されている)

〔参考〕代表的な新エネルギーの経済性試算例

〔注〕本試算は、主に1999年度に導入された事業における設備費の平均値を用いて一定の前送をおいて試算したものである。

新エネルギーの種類	発電/燃料費コスト	新設設備/割合(%)	前提とした総合エネルギーコスト
太陽光発電 〔住宅用〕	平均値: 8.8円/kWh	約 3.0倍 約 18.5倍	家庭用電力単価: 29.0円/kWh 燃料費増量: 4.0円/kWh(注)
	0.7倍: 4.6円/kWh	約 2.0倍 約 17.0倍	
〔倉庫用〕	平均値: 7.3円/kWh	約 3.0倍 約 19.0倍	家庭用電力単価: 29.0円/kWh 燃料費増量: 4.0円/kWh
風力発電	大規模: 1.0~1.4円/kWh	約 1.6~2.0倍 約 2.5~3.5倍	火力発電単価: 7.2円/kWh 燃料費増量: 4.0円/kWh
	中小規模: 1.8~2.4円/kWh	約 2.5~3.0倍 約 4.5~6.0倍	
地熱発電	大規模: 8~11円/kWh	約 1.2~1.5倍	火力発電単価: 7.2円/kWh
	中小規模: 11~12円/kWh	約 1.5倍	
燃料電池 (リチウム)	2.2円/kWh(注)	約 1.1倍	家庭用電力単価: 29.0円/kWh
ソーラーシステム (シリコン)	2.8円/kWh	約 1~2倍	9.0~27.0円/kWh(注)
水素エネルギー (産業用原料利用)	1.0円/kWh	約 1.1倍	燃料費コスト (ガス車を使用した場合) 8.0円/kWh

注1: 燃料費増量(注)は、燃料費増量により追加が必要となる燃料費増量。火力発電を減らす際の電力需

注2: 燃料費増量(注)は、燃料費増量により追加が必要となる燃料費増量。火力発電を減らす際の電力需
求の増減を考慮して算出したもの。

① 供給サイドの新エネルギー

	1999年度実績		2010年度見通し/目標				2010 /1999
			現行対策維持ケース		目標ケース		
	原油換算 (万kl)	設備容量 (万kW)	原油換算 (万kl)	設備容量 (万kW)	原油換算 (万kl)	設備容量 (万kW)	
(発電分野)							
太陽光発電	5.3	20.9	62	254	118	482	約23倍
風力発電	3.5	8.3	32	78	134	300	約38倍
商業施設発電	11.8	90	208	175	552	417	約5倍
バイオマス発電	5.4	8.0	13	16	34	33	約6倍
(熱利用分野)							
太陽熱利用	98	—	72	—	439	—	約4倍
未利用エネルギー (蓄熱冷熱を含む)	4.1	—	9.3	—	58	—	約14倍
商業施設熱利用	4.4	—	4.4	—	14	—	約3倍
バイオマス熱利用	—	—	—	—	67	—	—
風機・廃材等(※1)	457	—	479	—	494	—	約1.1倍
新エネルギー供給計 (一次エネルギー供給総/構成比)	603 (1.2%)	—	878 (1.4%)	—	3,910 (5% 程度)	—	約3倍
一次エネルギー総供給	約5.9億kl		約6.2億kl		約6.0億kl 程度		

(※1) バイオマスの一つとして数値されるものであり、発電として利用される分を一括含む。

これだけの新エネルギー供給の増大を見込み、かつ現状、従来システムとのコスト乖離がある 税金による公的補助により普及をはかる意外に方策はない(自然普及はあり得ない)。

② 再生可能エネルギー

(単位：原油換算百万kl)

	1999年度実績	2010年度見通し/目標		2010 /1999
		現行対策維持ケース	目標ケース	
新エネルギー供給計	7	9	19	約2.7倍
水力(一般水力)	21	20	20	約1倍
地熱	1	1	1	約1倍
再生可能エネルギー供給計 (一次エネルギー供給/構成比)	29 (4.9%)	30 (4.8%)	40 (7%程度)	約1.4倍
一次エネルギー総供給	593	622	602程度	

現在、国債、地方債を合わせた償還残高は700兆円(平成14会計年度における国家予算81兆円)にせまり、既に2000年末には、国債残高の対GDP比は70%を突破している！

デフレ、金利>成長率 国債残高/GDPは拡大 財政上プライマリー黒字が必要 そのためには公共投資の半減(現在国家財政の37%)、消費税の10%への引き上げでも不足 これに高齢化による社会保障費の増大が拍車をかける(年金、高齢者医療、介護にかかる負担は2025年度には消費税換算で25%に相当)

非ケインズ効果の恐怖

君は環境のために死ねますか？