

石炭需給・価格動向とわが国の 石炭安定供給への課題

地球温暖化対策を踏まえた
石炭利用とその展望

財団法人 日本エネルギー経済研究所

産業研究ユニット 石炭グループ 研究理事 三室戸 義光

石炭グループ 主任研究員 小泉 光市

発表内容

I. 石炭の需給・価格動向

一般炭価格の高騰と要因、今後の需給・価格動向

II. 地球温暖化防止対策と石炭利用

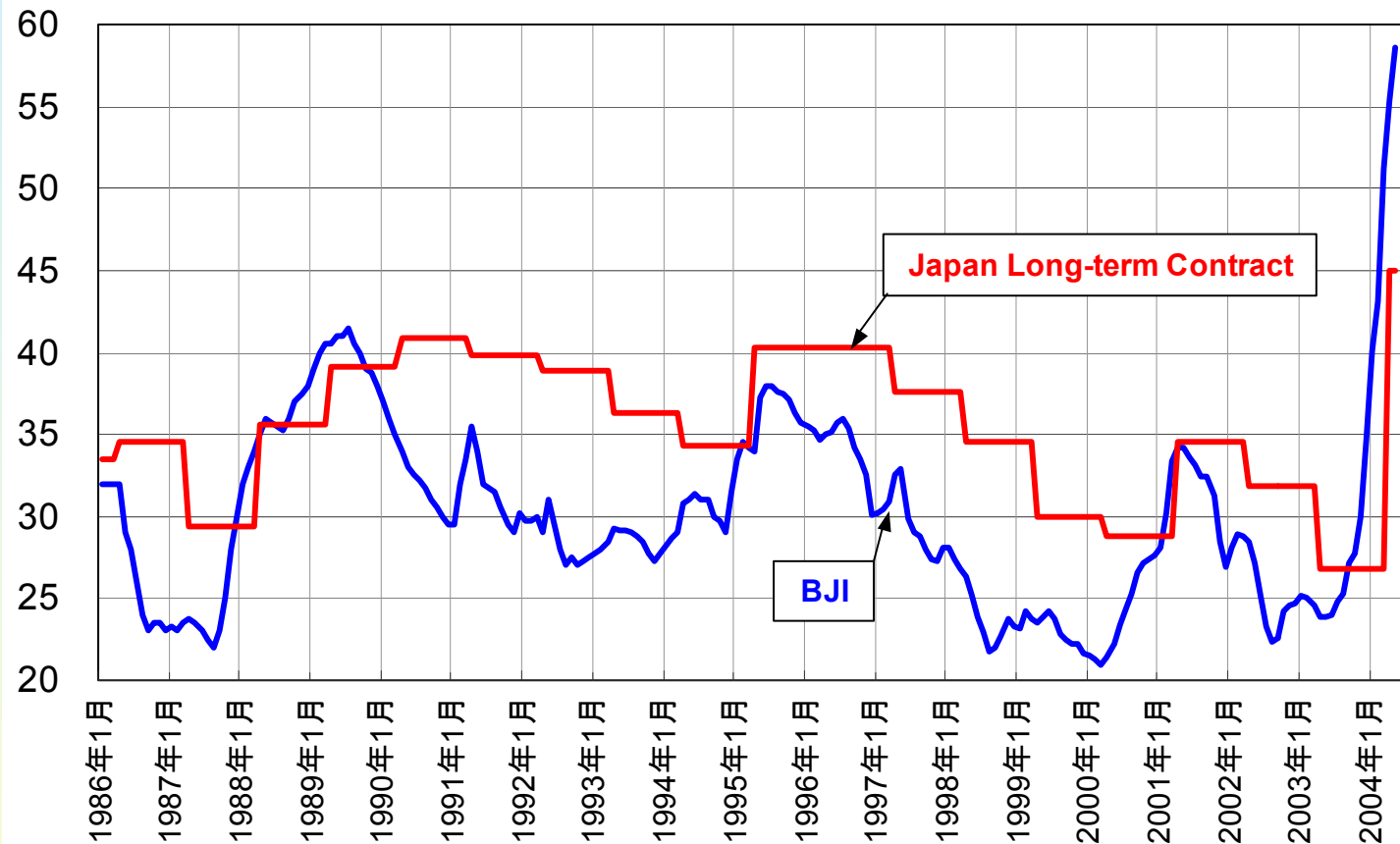
地球温暖化対策を踏まえた石炭利用とその展望

I . 石炭の需給・価格動向

- 一般炭価格の高騰
- 一般炭需給動向と供給安定化への課題
- 一般炭価格の見通し

一般炭価格の高騰

(単位: US\$/トン)



出所: Barlow Jonker 「Coal 2003」 など

一般炭価格高騰の要因

需要側

- アジア各国における一般炭需要の拡大

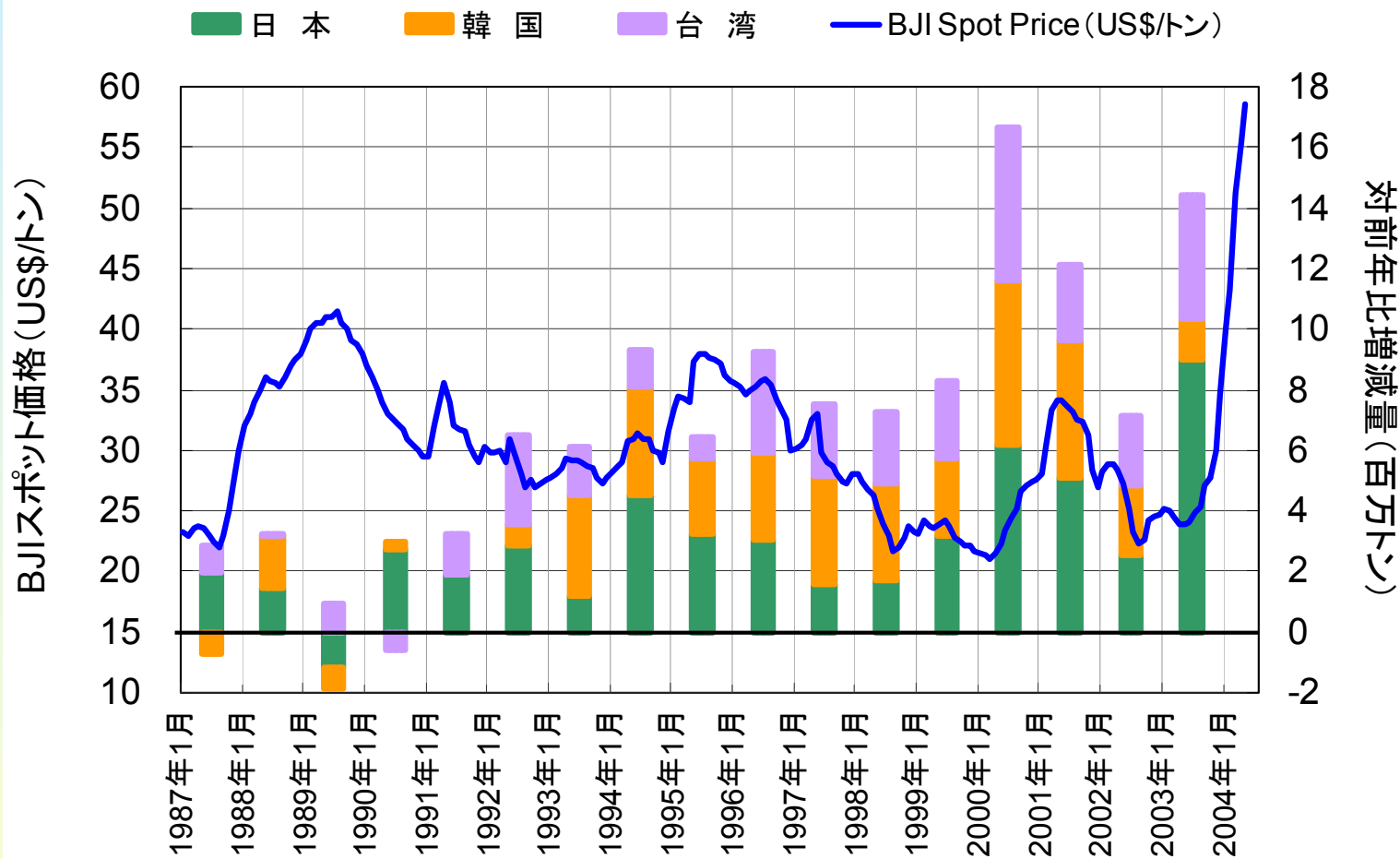
供給側

- 中国の輸出余力の低下
- 豪州ドル高
- スイングプロデューサーの役割を果たせない米国
- 自然災害、事故等の頻発

その他

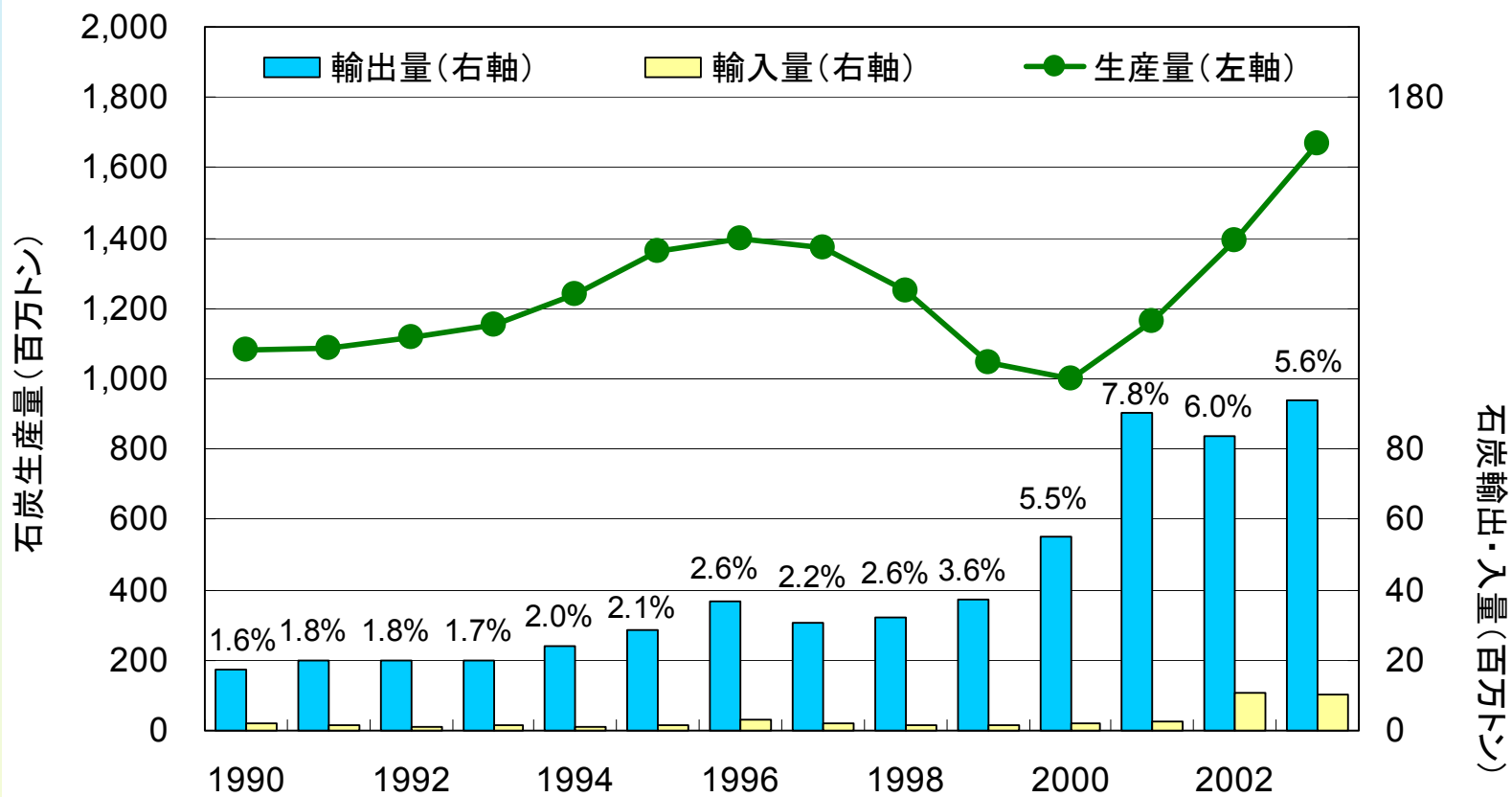
- フレートの高騰

アジア主要国の発電用石炭消費



出所：IEEJ、計量分析部「データバンク」、KEEI「Korea Energy Review Monthly, March 2004」
台湾經濟部能源委員会「Energy Statistical Data Book, 2002」ほか

中国の輸出余力の低下

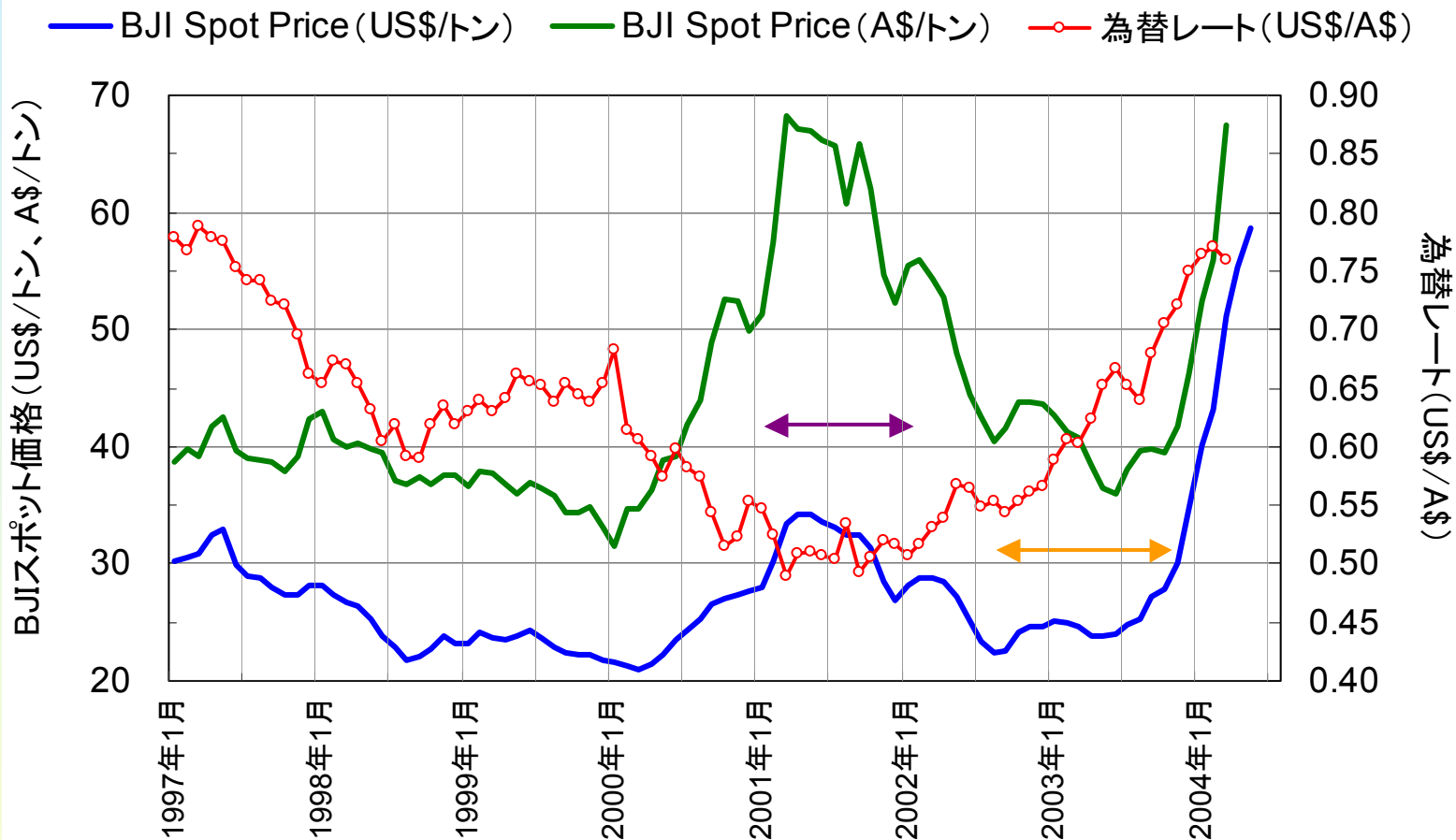


注記： グラフ中の%表示は石炭生産量に対する輸出量。

出所： 中国統計出版社「中国統計年鑑」各年版および煤炭工業出版社「中国煤炭工業年鑑」各年版

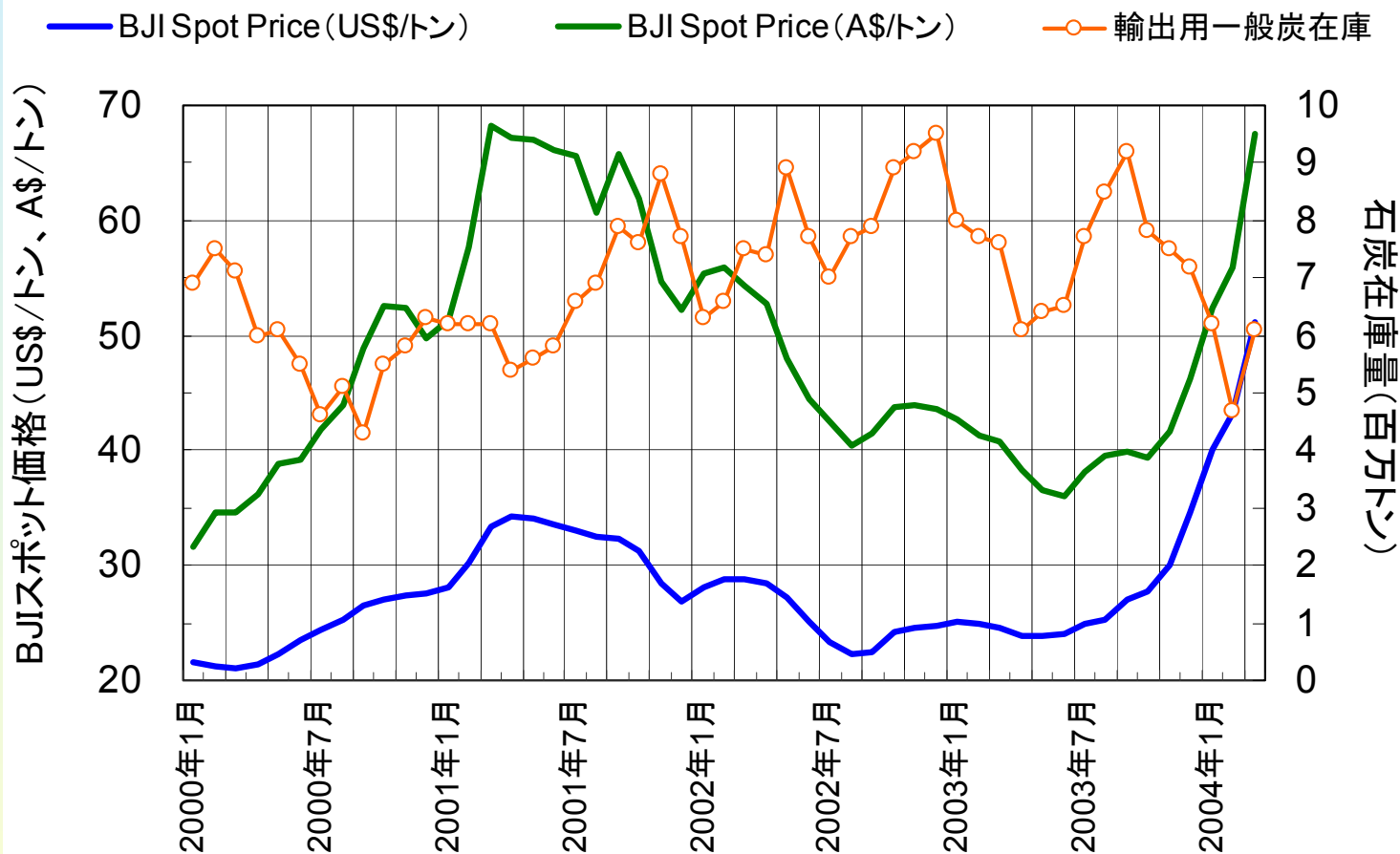
豪州ドル高

豪州産一般炭スポット価格の変動



出所 : Barlow Jonker 「Coal 2003」 など

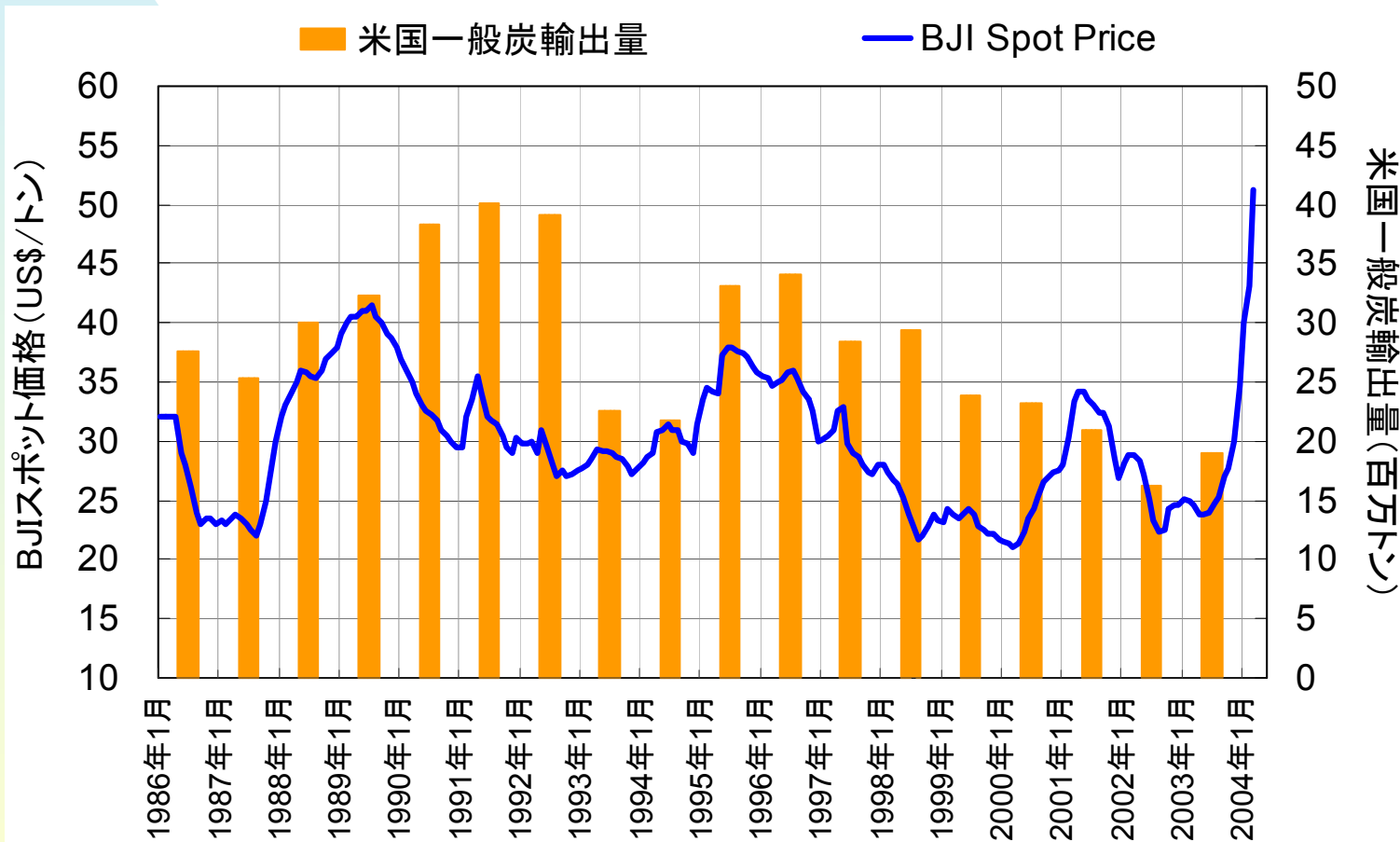
豪州産一般炭スポット価格と 豪州輸出用一般炭在庫



出所：Barlow Jonker 「Coal 2003」、月刊「Australian Coal Report」

スイング・プロデューサーの 役割を果たせない米国

米国の一般炭輸出量



出所：Barlow Jonker「Coal 2003」、OECD/IEA「Coal Information 2003」など

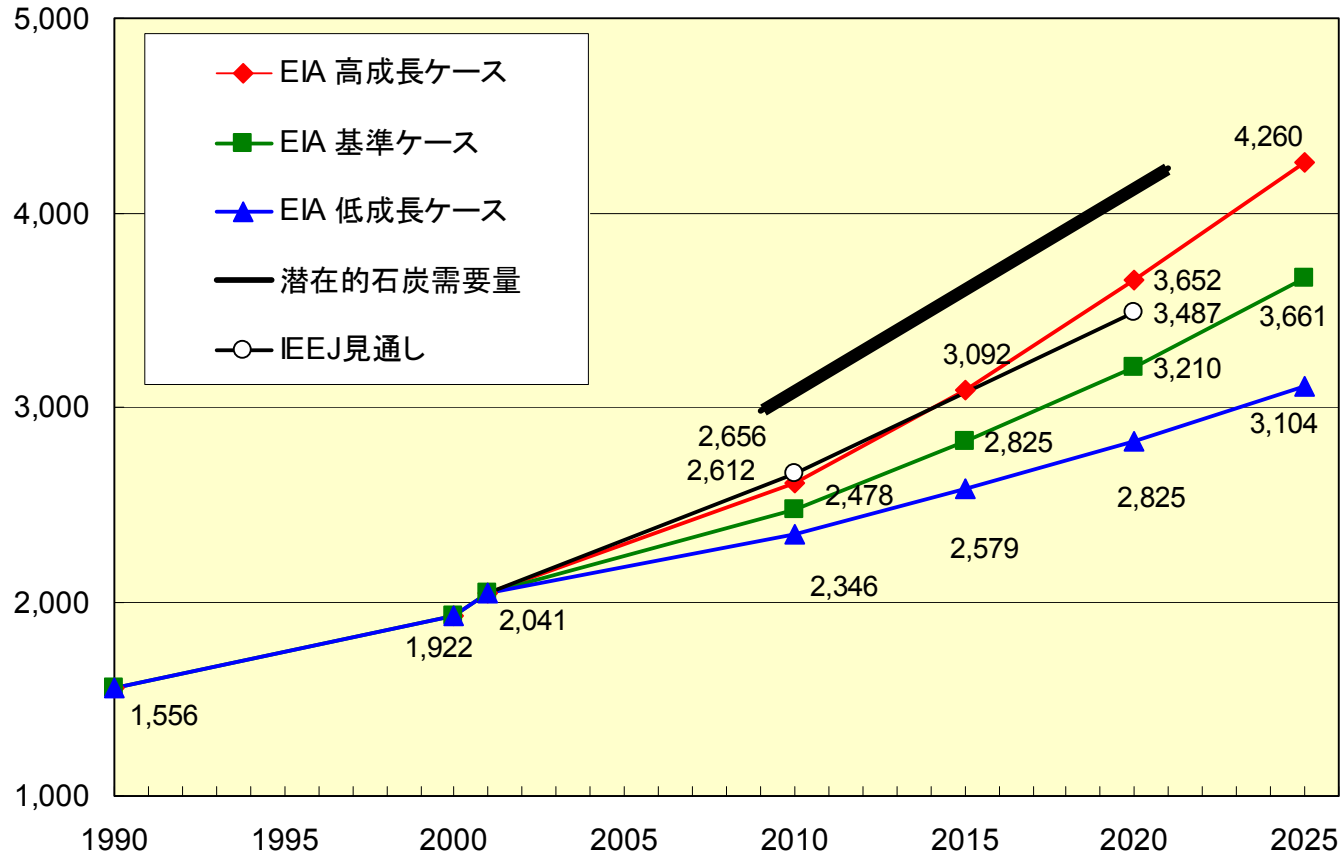
需給動向と安定供給への課題

- 拡大するアジアの石炭需要
- 輸出用石炭生産能力の増強
- 一般炭供給上のリスクファクター
 - 供給ソースの多様化
 - 中国の石炭需要がアジア市場に与える影響
 - インドネシアの新規炭鉱開発
 - 豪州における石炭輸出拡大のボトルネック

拡大するアジアの石炭需要

アジアの石炭需要見通し

(単位:百万トン)



注記：中国およびインドの石油換算表示、石炭換算表示のデータについては、重量換算に際して、発熱量を5,000kcal/kgと想定し、他の国・地域については6,200kcal/kgと想定した。

出所：米国DOE/EIA「International Energy Outlook 2004」、IEEJ「アジア/世界エネルギーアウトルック（2004年3月）」、その他

輸出用石炭生産能力の増強

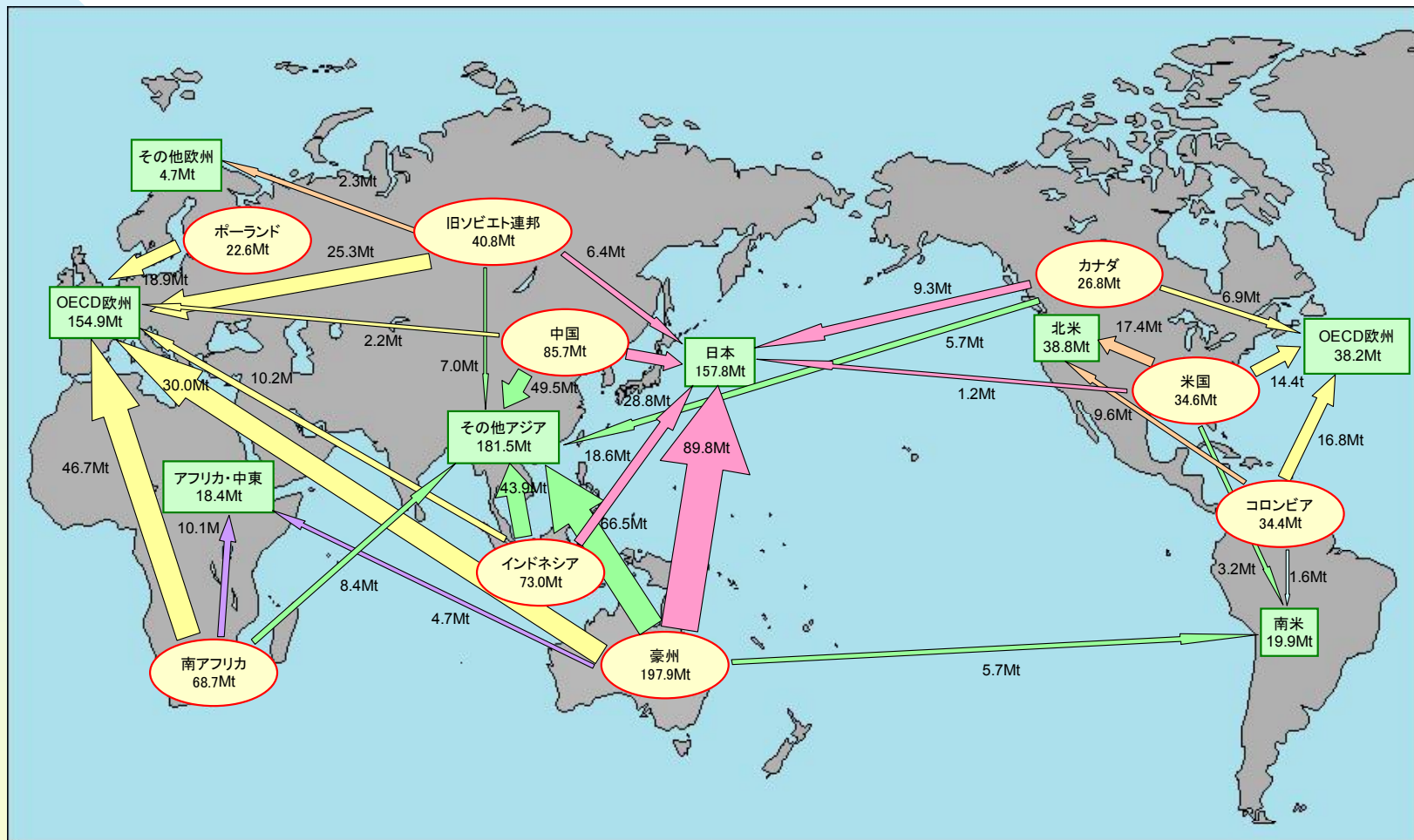
(百万トン/年)

	2002年の輸出用石炭生産能力			2007年頃までに追加されるであろう輸出用石炭生産能力					輸出用石炭生産能力の合計
	一般炭	原料炭	合計	既存炭鉱の拡張	新規炭鉱の建設	既存炭鉱の拡張計画	新規炭鉱の開発計画	計	
豪州	116.2	121.8	238.0	24.1	25.3	26.3	68.0	143.7	381.7
中国	86.5	6.7	93.2	7.2	1.0	0.0	2.0	10.2	103.4
インドネシア	88.1	0.0	88.1	6.4	0.0	25.5	13.5	45.4	133.5
南アフリカ	72.5	4.6	77.1	14.1	0.0	2.8	13.9	30.8	107.9
コロンビア	50.3	2.1	52.4	3.5	0.0	16.9	11.6	32.0	84.4
米国	20.7	19.5	40.2	2.0	4.0	0.0	0.0	6.0	46.2
ロシア	33.4	6.8	40.2	-	-	-	-	-	40.2
カナダ	7.7	26.0	33.7	3.1	2.0	0.0	9.0	14.1	47.8
ポーランド	14.0	3.0	17.0	-	-	-	-	-	17.0
ベネズエラ	6.1	2.3	8.4	0.0	2.5	3.4	10.0	15.9	24.3
ベトナム	5.5	0.0	5.5	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	7.5
その他	2.8	1.8	4.6	1.8	0.3	0.6	2.7	5.4	10.0
合計	503.8	194.6	698.4	62.2	35.1	75.5	132.7	305.5	1,003.9
2002年の輸出量世界計	402.8	175.9	578.7	閉山等による減少を30%見込んだ場合の輸出用石炭生産能力				794.4	
2002年の輸出用石炭生産能力に対する輸出量比率	80.0%	90.4%	82.9%	EIAが予測する2010年の世界の石炭貿易量(基準ケース)				730.1 (91.9%)	

注記：ここで扱う「2002年の輸出量世界計」は海上輸送される石炭の量であり、「輸出用石炭生産能力」は海上輸送により取引される石炭の生産能力に限定される。

リスクファクター

供給ソースの多様化



注記：2002年見込み。

出所：OECD/IEA「Coal Information 2003」

リスクファクター

中国の石炭需給がアジア市場に与える影響

石炭政策の変更

■ 輸出奨励策の廃止

- 付加価値税の還付率引き下げ

一般炭/無煙炭: 13% → 11% (04/1/1)

原料炭: 13% → 5% (04/1/1) → 0% (04/5/24)

- 石炭輸送に対する鉄道建設基金の免除廃止 (04/5/1)
- 石炭に対する港湾建設費の優遇措置廃止 (04/5/1)

⇒ 輸出価格アップ

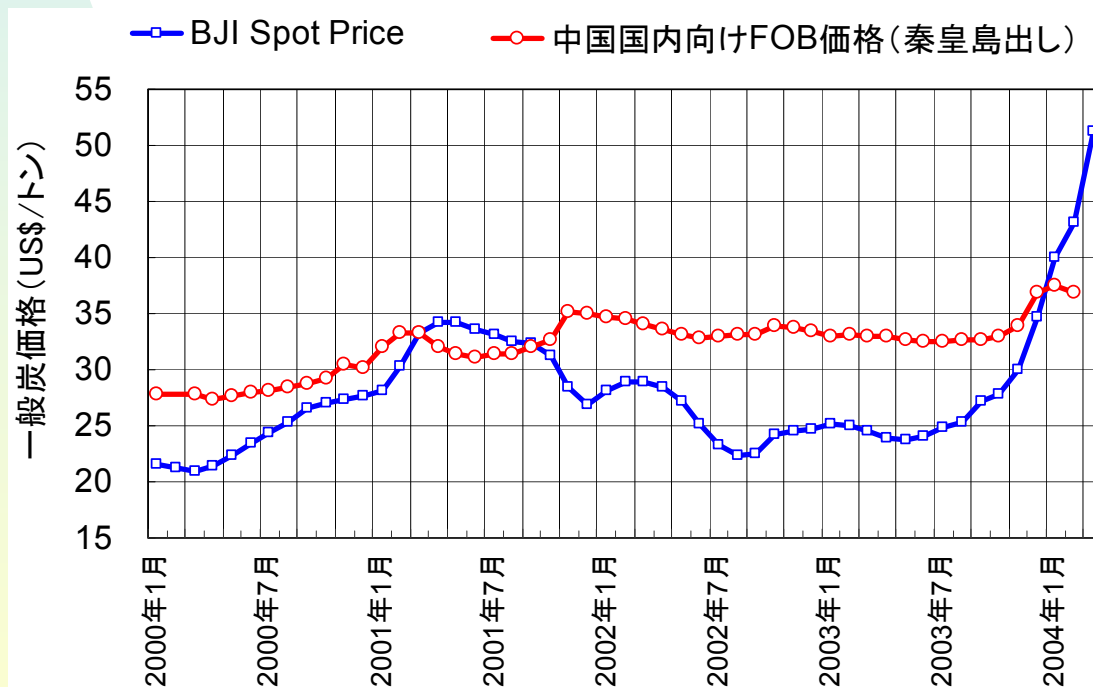
山西省北部の炭鉱の場合、3.5～4.0 US\$/トン程度

- 2004年の輸出目標を8,000万トンと発表、「石炭輸出割当管理方法」を制定し、石炭輸出の管理・調整。

中国の石炭需給がアジア市場に与える影響

石炭価格

- 国内価格が有利な状況にあっても、輸出奨励策により輸出量を維持。
- 価格は逆転したが、国内需要を優先。



中国の石炭需給がアジア市場に与える影響

■ 短期

- 国内需要優先 ⇒ 輸出にも影響、需要家の望むタイミングでの輸出は困難か。
- 輸出目標8,000万トンを下回る可能性もある。
- 東南沿岸部では輸入が増加
- 新規炭鉱開発のタイムラグ、輸送力の限界
⇒ 国内生産の拡大は需要に追いつくことが困難

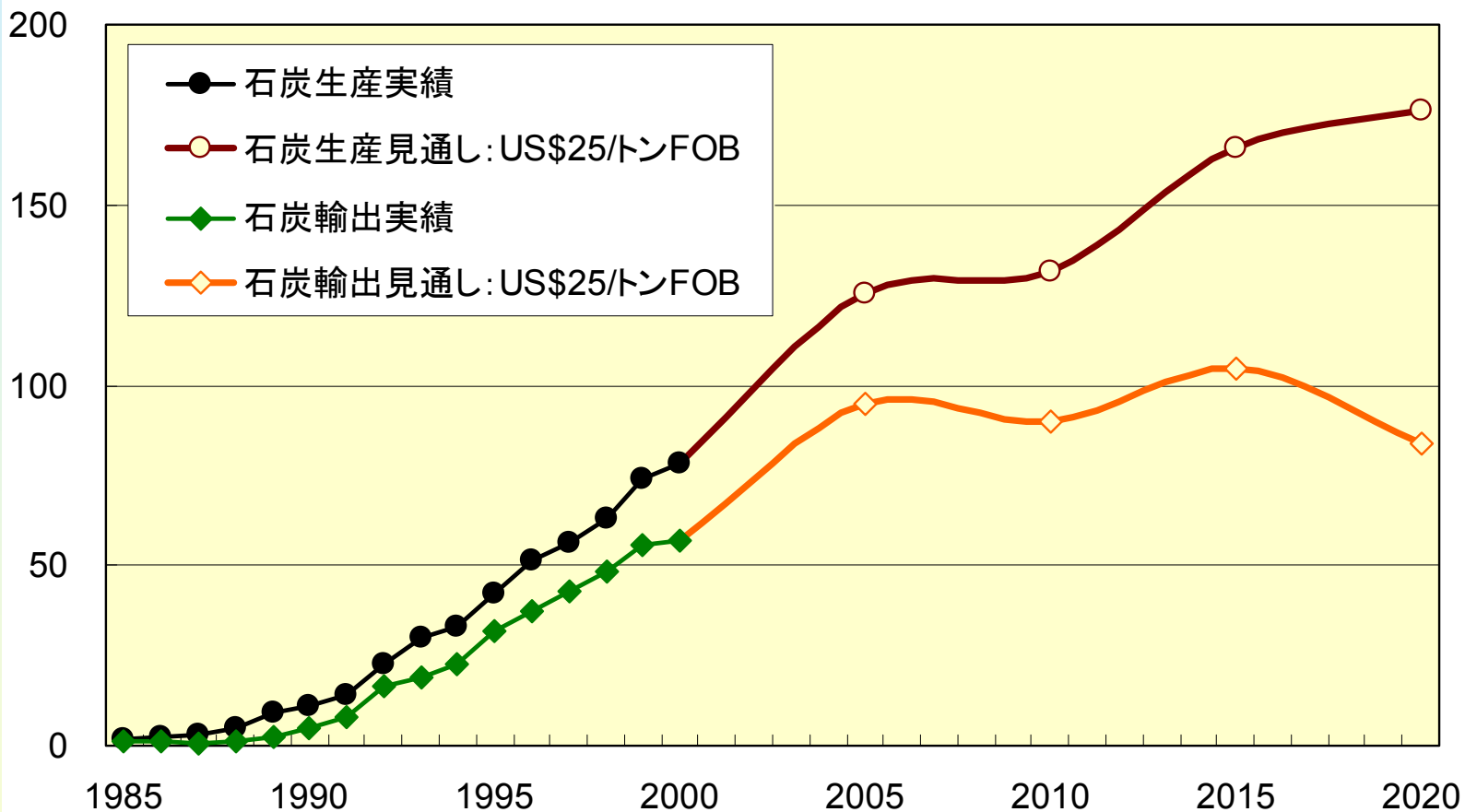
■ 長期

- 新規炭鉱開発による生産拡大、輸送インフラ増強
⇒ 国内需給の改善、輸出安定
- 東南部での輸入量増加、北東部からの輸放量増加

リスクファクター

インドネシアの新規炭鉱開発

(単位: 百万トン)



出所: NEDO「平成14年度海外炭開発高度化等調査アジア太平洋石炭開発高度化調査(インドネシア)、インドネシアにおける石炭需給見通し-II」2003年3月

リスクファクター

インドネシアの新規炭鉱開発

新規炭鉱開発に係わる問題点

- 東・南カリマンタン州の既存開発区域より内陸奥部の開発
⇒ 石炭輸出インフラ(鉄道、港湾設備など)の未整備
- 地方分権政策、地方自治体への権限委譲
⇒ 石炭開発に係わる許認可など、行政の機能不全
- 森林法 → 保護区での探査、採掘の禁止 → 既存鉱区も保護区に含まれれば、森林法の適用を受ける
⇒ 14の石炭鉱区の適用除外を申請、5鉱区のみが適用除外
- 生産分与方式による契約に基づき撤退する海外資本
⇒ 石炭生産、開発のペースの鈍化を懸念

リスクファクター

豪州における石炭輸出拡大のボトルネック

- QLD州 : 輸出取扱量が石炭輸出港の能力の95%
- NSW州 : 港の能力に対して取扱量に余裕はあるが、滞船発生



石炭輸出インフラ(鉄道、港湾設備など)の増強

豪州の石炭輸出港の輸出実績と輸出能力

(単位: 万トン)

NSW州の石炭輸出港	2002年取扱量	年間積込能力	QLD州の石炭輸出港	2002年取扱量	年間積込能力
Newcastle	7,060	8,900	Abbott Point	1,260	1,200
Kooragang	5,110	6,400	Dalrymple Bay	4,230	4,550
Port Waratah	1,950	2,500	Hay Point	2,970	3,400
Port Kembla	830	1,600	Gladstone	3,770	3,500
			Fisherman Islands	300	500

出所 : Coal Services Pty Ltd. and QLD Department of Natural Resources & Mines 「Australian Black Coal Statistics 2002」

リスクファクター

その他の要素

- 米 国 国内需要が堅調であり、価格低迷により輸出余力を低下させていることから、輸出競争力に乏しい。
- カナダ 輸出市場に供給できる炭種が原料炭に限定される。
- ロシア 欧州向けの比重が高く、アジア市場に対してはロシア極東地域における輸出港の整備拡張が必要である他、新規炭鉱開発に際しては幹線鉄道につながる支線の整備も必要。
- 南アフリカ 輸出能力の停滞と輸出港整備が必要。日本の場合輸送距離が長い。

供給上のリスクを排除、軽減することで、需要に見合った継続的な石炭供給

一般炭価格の見通し

一般炭価格の高騰が終息する条件

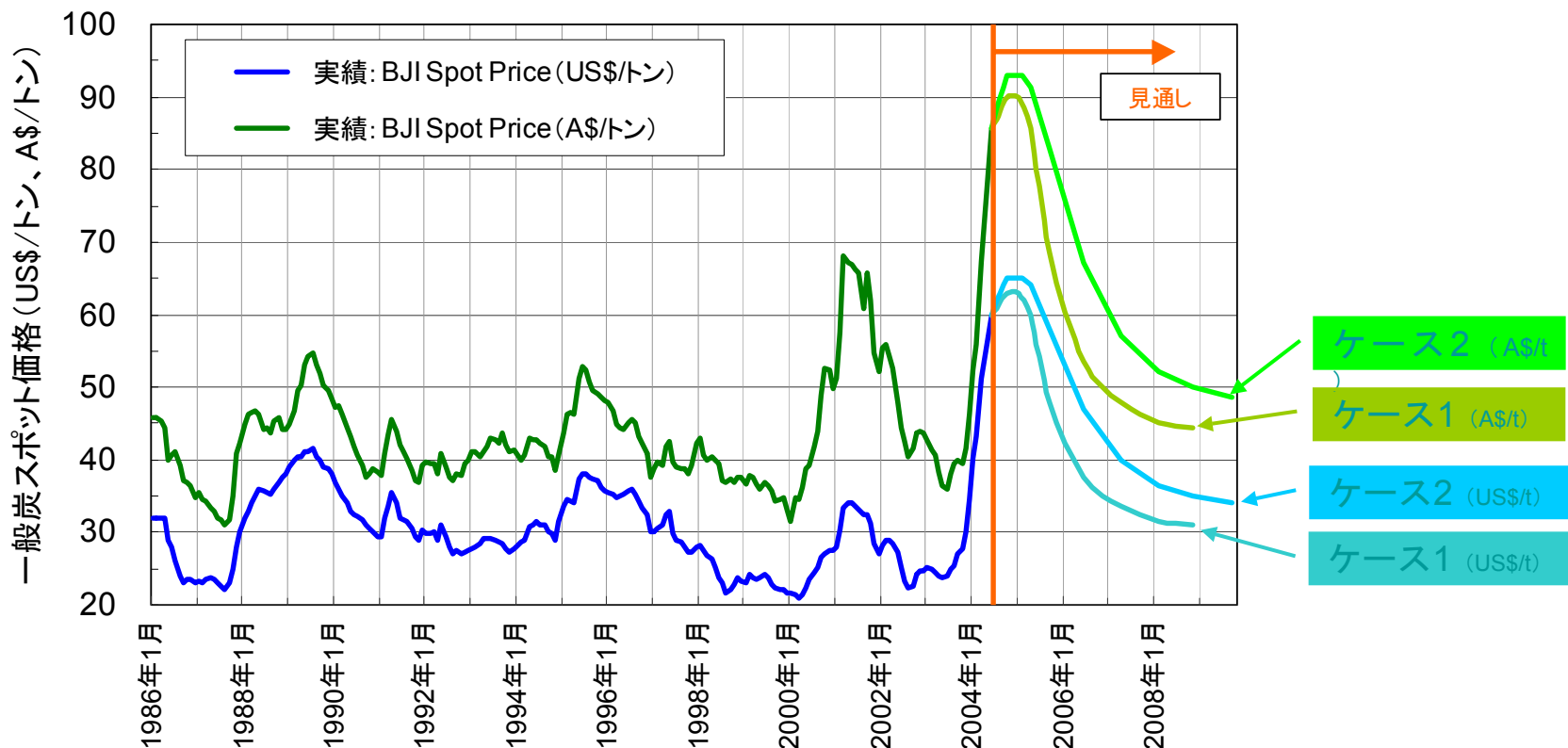
	ケース1(短期で終息)	ケース2(長期化)
1. 中国の石炭需要	中国特需の沈静化、北京オリンピックを待たずに過熱した石炭需要の拡大傾向が落ち着く。	現在の中国の経済の拡大のテンポは北京オリンピックまで継続し、石炭需要拡大のテンポも減速しない。
2. 中国の石炭生産	国内石炭価格の上昇を背景に既存炭鉱(主に郷鎮炭鉱)による国内向け生産の拡大がなされ、石炭輸出が拡大する。	新規炭鉱の建設が完了するまで増産が見込めず、内需優先の石炭政策を堅持し、一般炭についても輸入が拡大する。
3. インドネシアの輸出向け炭鉱開発	既存炭鉱の増産に加え、森林法による規制が緩和されることで、新規炭鉱に対する投資が促進され、輸送インフラを含めて早期に開発が進む。	森林法による規制が緩和されず、新規炭鉱の開発が進まず、生産の拡大は既存炭鉱の増産にのみ頼る。

一般炭価格の見通し

一般炭価格の高騰が終息する条件

	ケース1(短期で終息)	ケース2(長期化)
4. 豪州の輸出用石炭生産能力の拡大	需要拡大に合わせた投資が行われ輸出用石炭の生産能力拡大がより早期に達成される。合わせて輸出インフラの整備も着実に進展する。	輸出用石炭の生産能力拡大が達成されたとしても、輸出インフラの問題が解決されず、滞船等によりコスト増が発生する。
5. 米国の一般炭輸出量の拡大	西海岸からのアジア向け一般炭輸出が再開され、東海岸から欧州向け一般炭輸出が増加する。	内需を優先し、一般炭の輸出はカナダのみに限定される。
6. 南アフリカの一般炭輸出量の拡大	これまで欧州に振り向けられていた豪州産一般炭がアジア市場に戻ってくる。	一般炭輸出が拡大せず、豪州産一般炭が欧州市場に流れる。
7. 価格高騰の終息	3年程度	5年程度

一般炭価格の見通し



- 需要の拡大に見合った供給力の拡大は、豪州、中国、インドネシアの炭鉱開発の進捗状況にもよるが、3年程度の時間が必要？。
- 需給バランスの回復を待って、40～50A\$/トンの価格水準で安定。

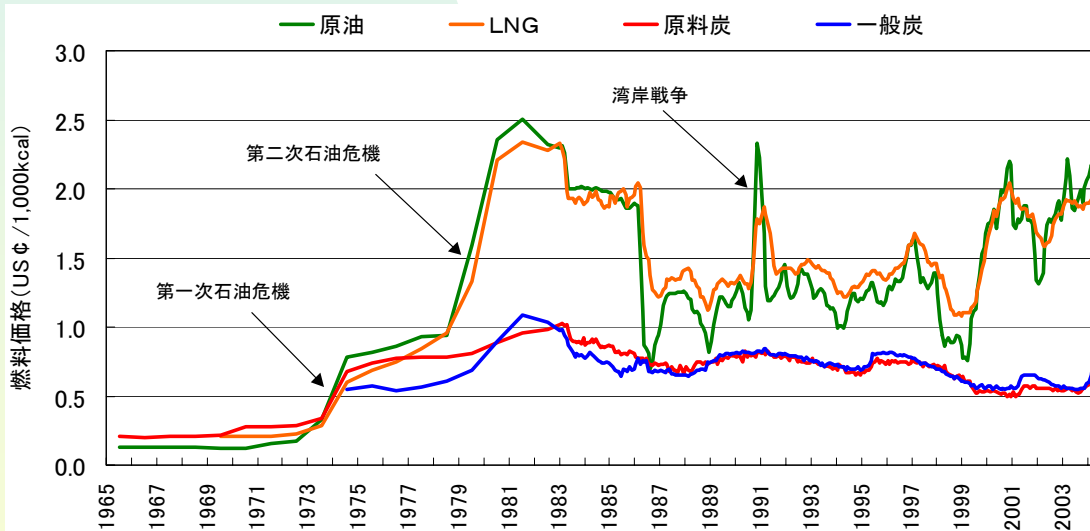
一般炭価格の動きを捉える上で、 注視すべき要素

- 中国の石炭需要・輸出入動向と石炭政策
- 日本、韓国、台湾などの電力用一般炭輸入量の変化
- 豪州の輸出用一般炭在庫
- 豪州、インドネシアの輸出用一般炭の生産・開発状況
- 豪ドルの対米為替レート
- ロシア、米国、南アフリカの一般炭輸出能力
- 石油・ガス価格

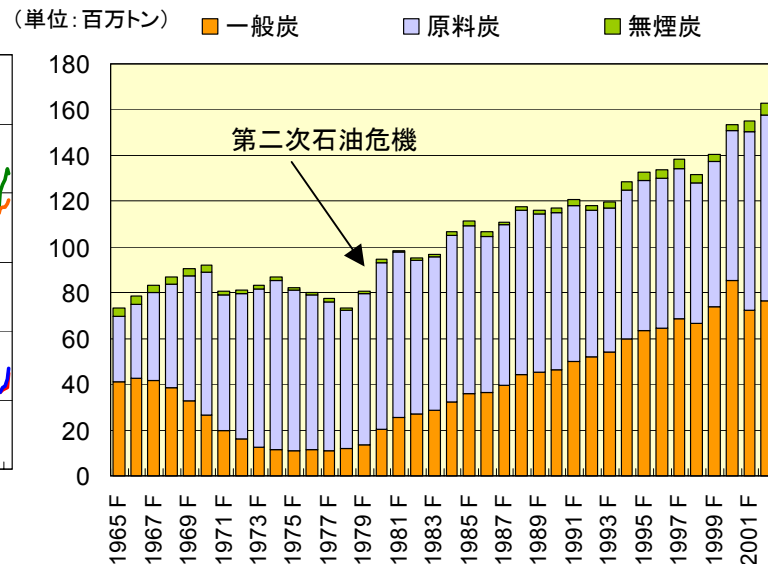
一般炭の価格競争力について

- 一般炭の利用拡大は、競合する化石燃料に対する価格競争力の維持が重要
- 価格競争力を失えば、一般炭の利用は低迷

日本の輸入燃料価格(1,000kcalあたりのCIF 価格)の推移



日本の石炭需要の推移

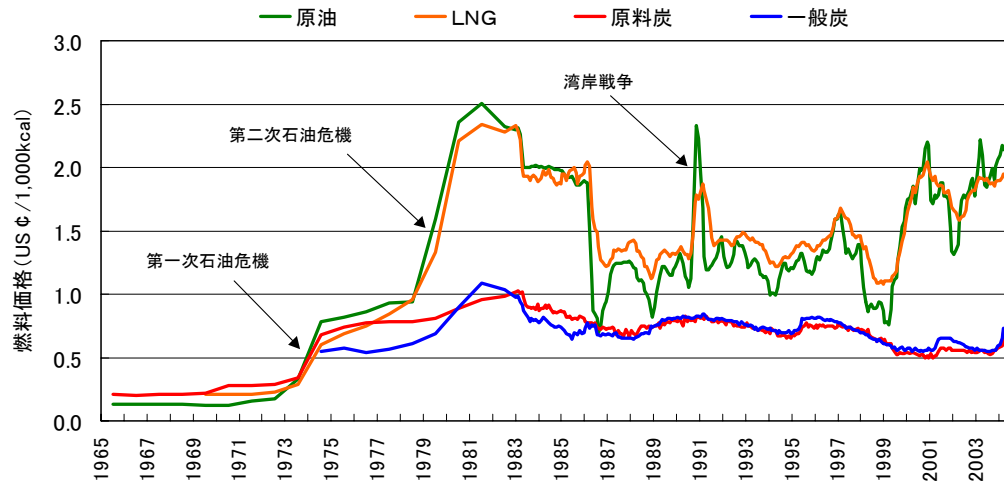
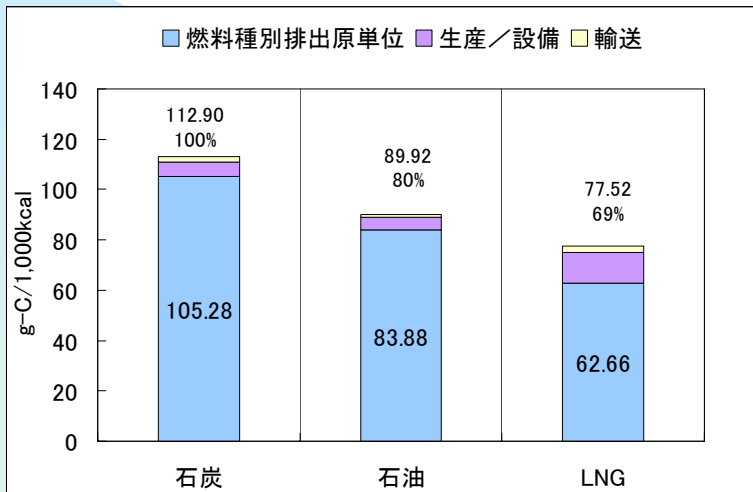


出所：IEEJ、計量分析部「エネルギー・経済統計要覧2004年版」、[「データバンク掲載データ」](#)

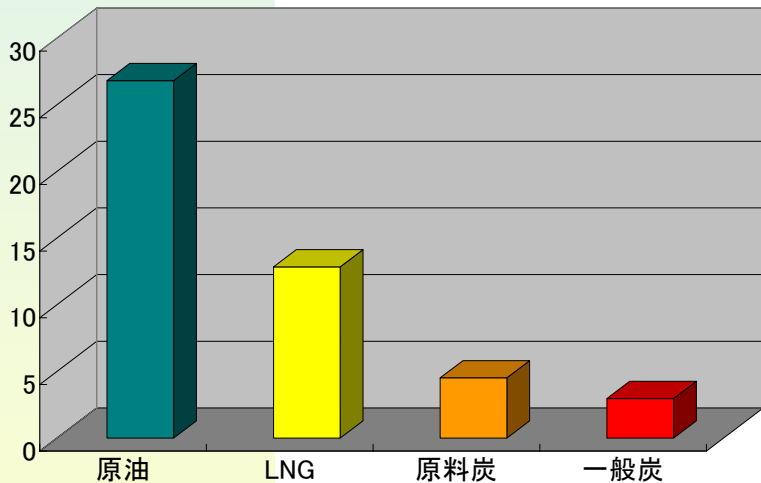
Ⅱ．地球温暖化防止対策と石炭利用

- 3Eによる化石燃料評価
- 二酸化炭素排出の現状
- CCTの重要性と限界
- 炭素固定化技術への期待
- ガスシフトのリスク
- ガスシフトの経済性
- 京都メカニズム
- 燃料価格と京都メカニズム
- 京都議定書の二面性
- 石炭の将来像と課題

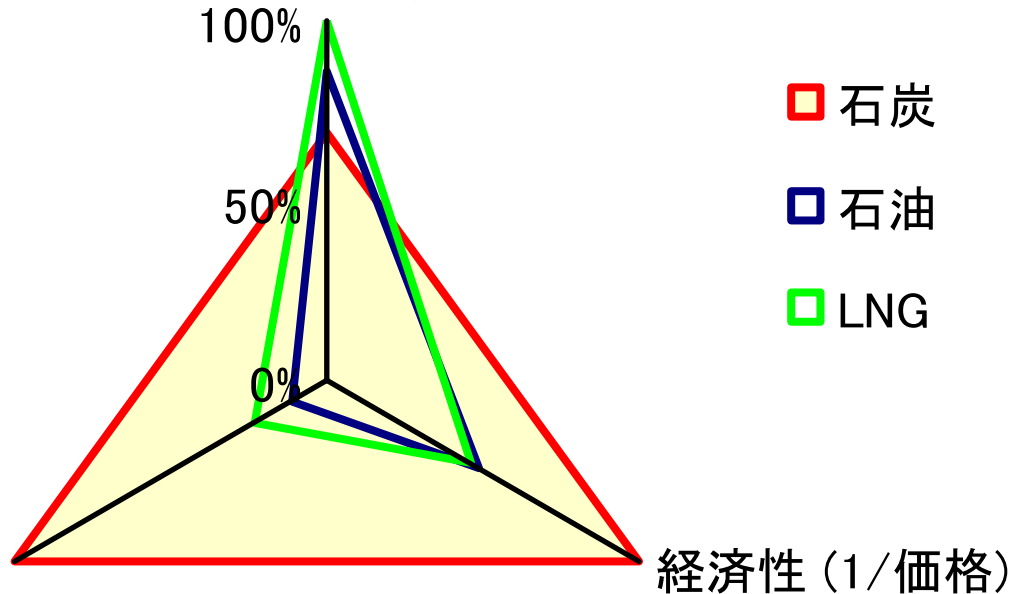
3Eによる化石燃料評価



変動係数(標準偏差/平均価格、1983~2003)



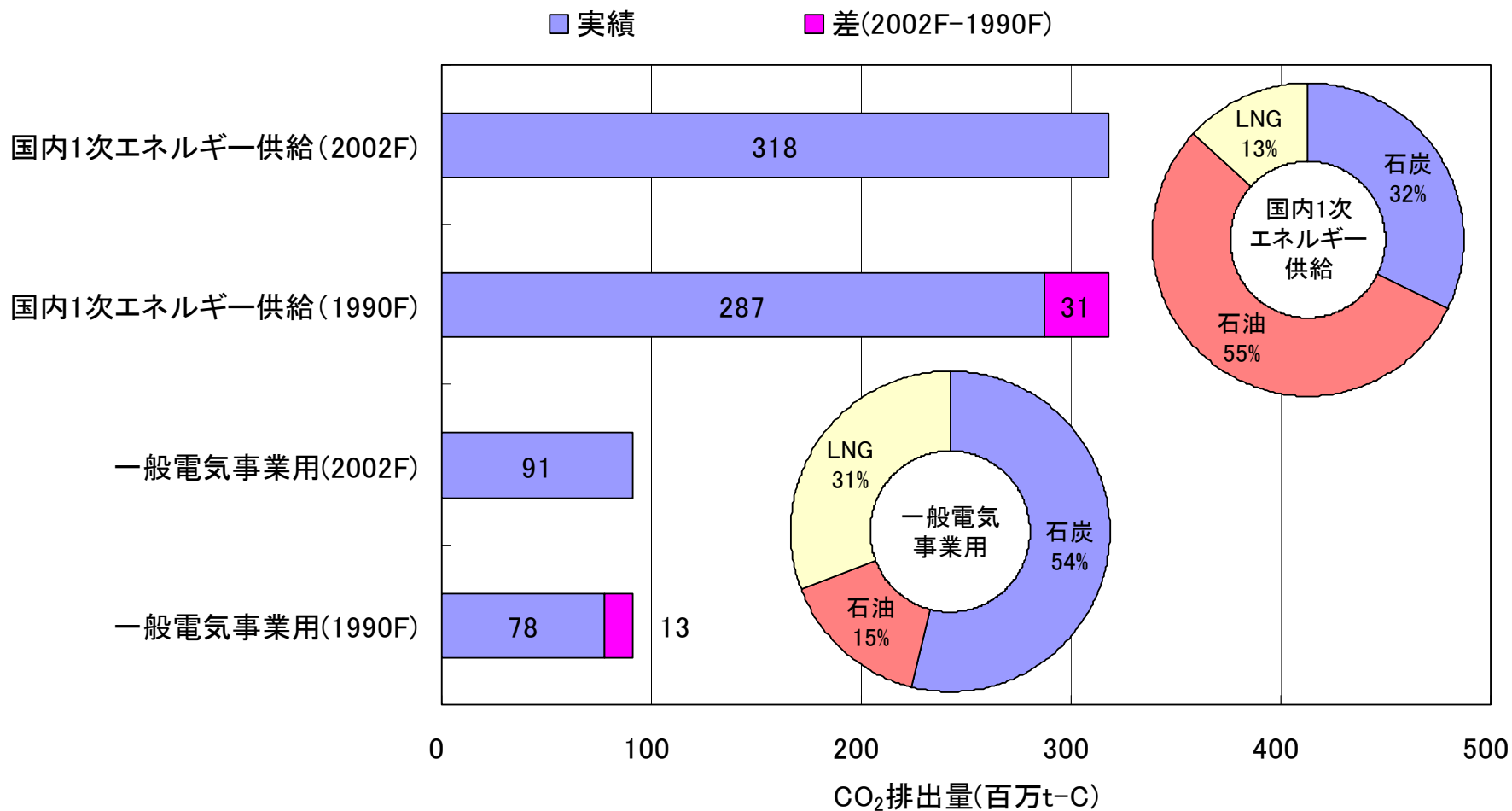
環境 (1/CO2負荷)



3Eによる化石燃料評価(2)

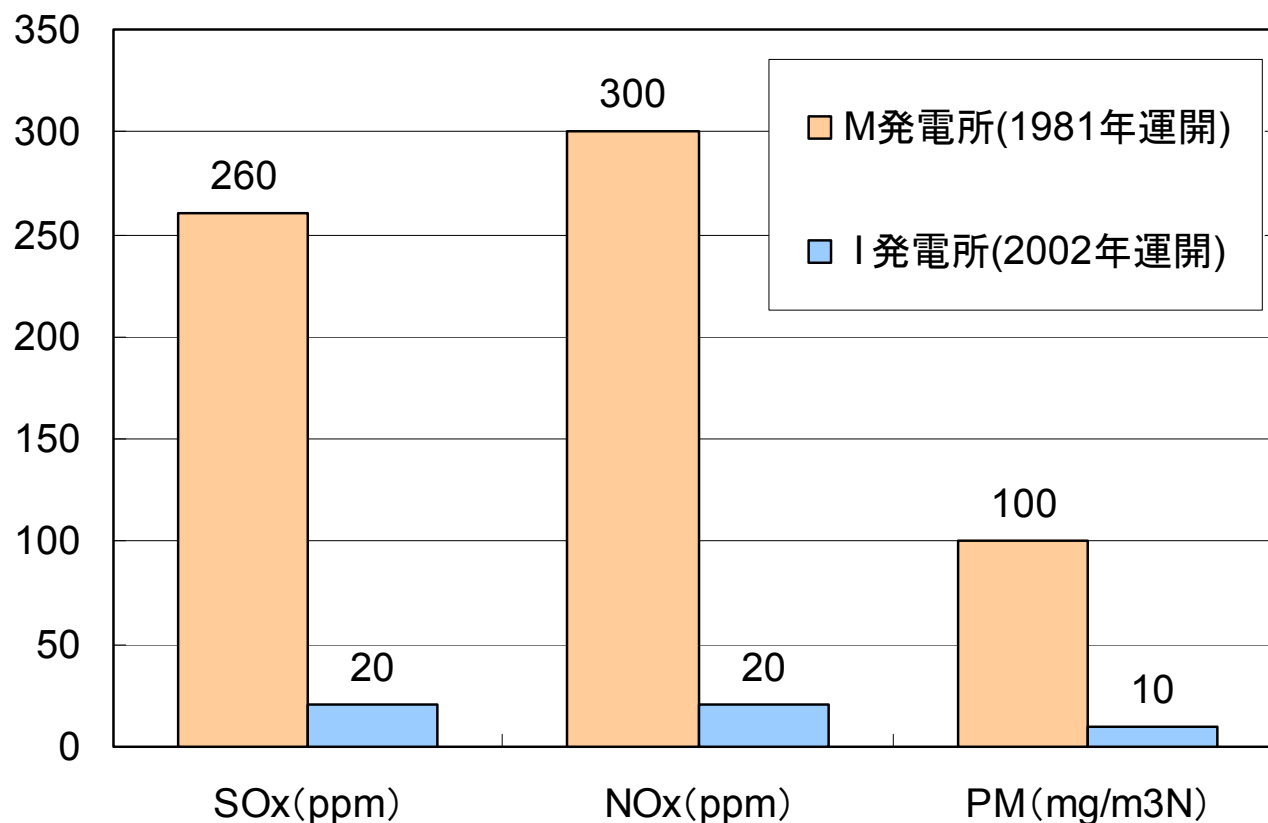
- 市場の求めるものが経済性、安定供給、環境保全に関し、最大となる燃料構成とすれば
- 最小化{目的関数 = f_1 (価格) + f_2 (環境対策コスト) + f_3 (供給リスク対策コスト)} が燃料選択基準
- 供給リスク対策コストは石炭が最小
- ここでは 価格 + 環境対策コスト に絞って議論

CO₂排出実績(2002年度)



脱硫、脱硝、集塵技術の進歩

環境負荷が大でもCCTにより克服した例



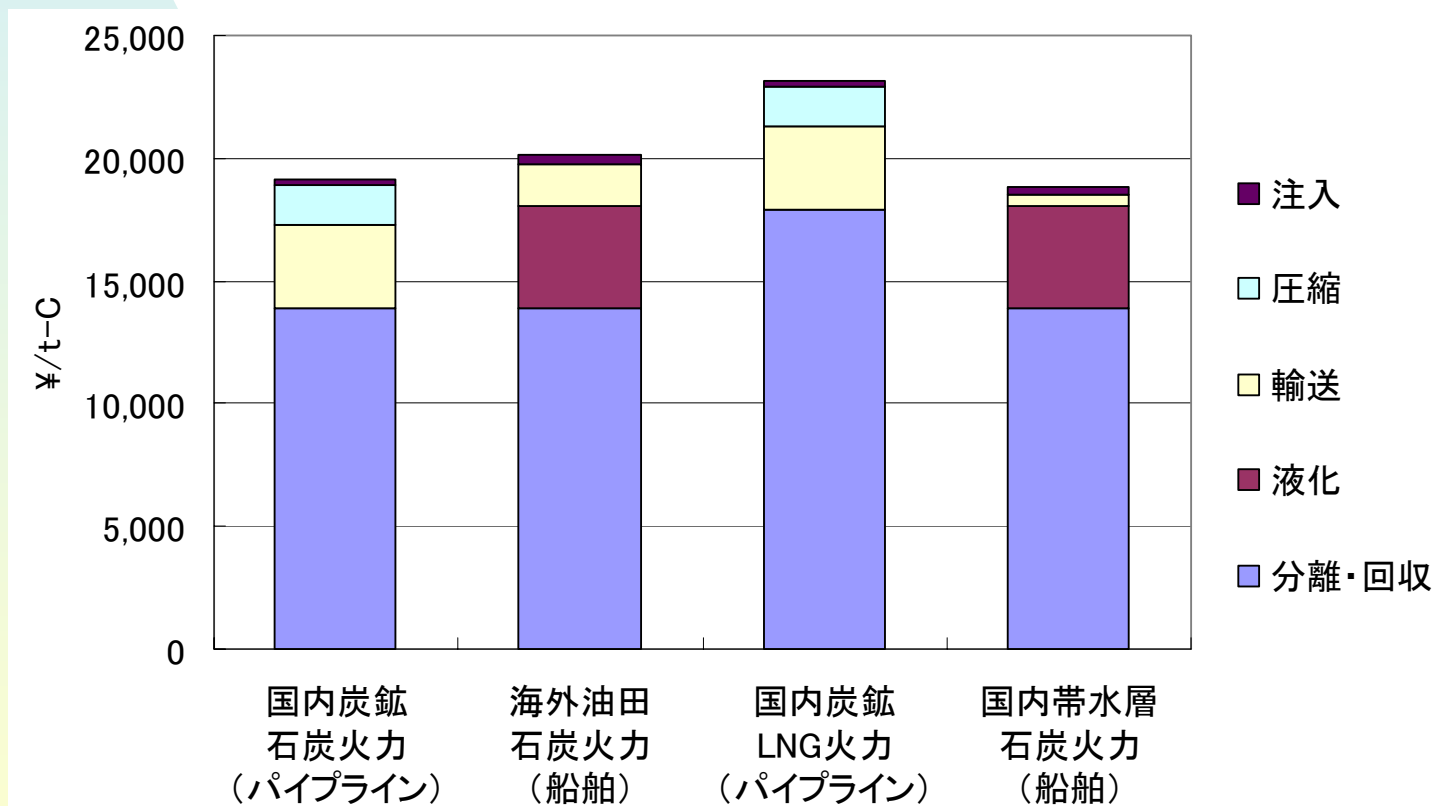
CCT(クリーン・コール・テクノロジー)の将来像

CCTが支える未来のエネルギー社会(2030年)

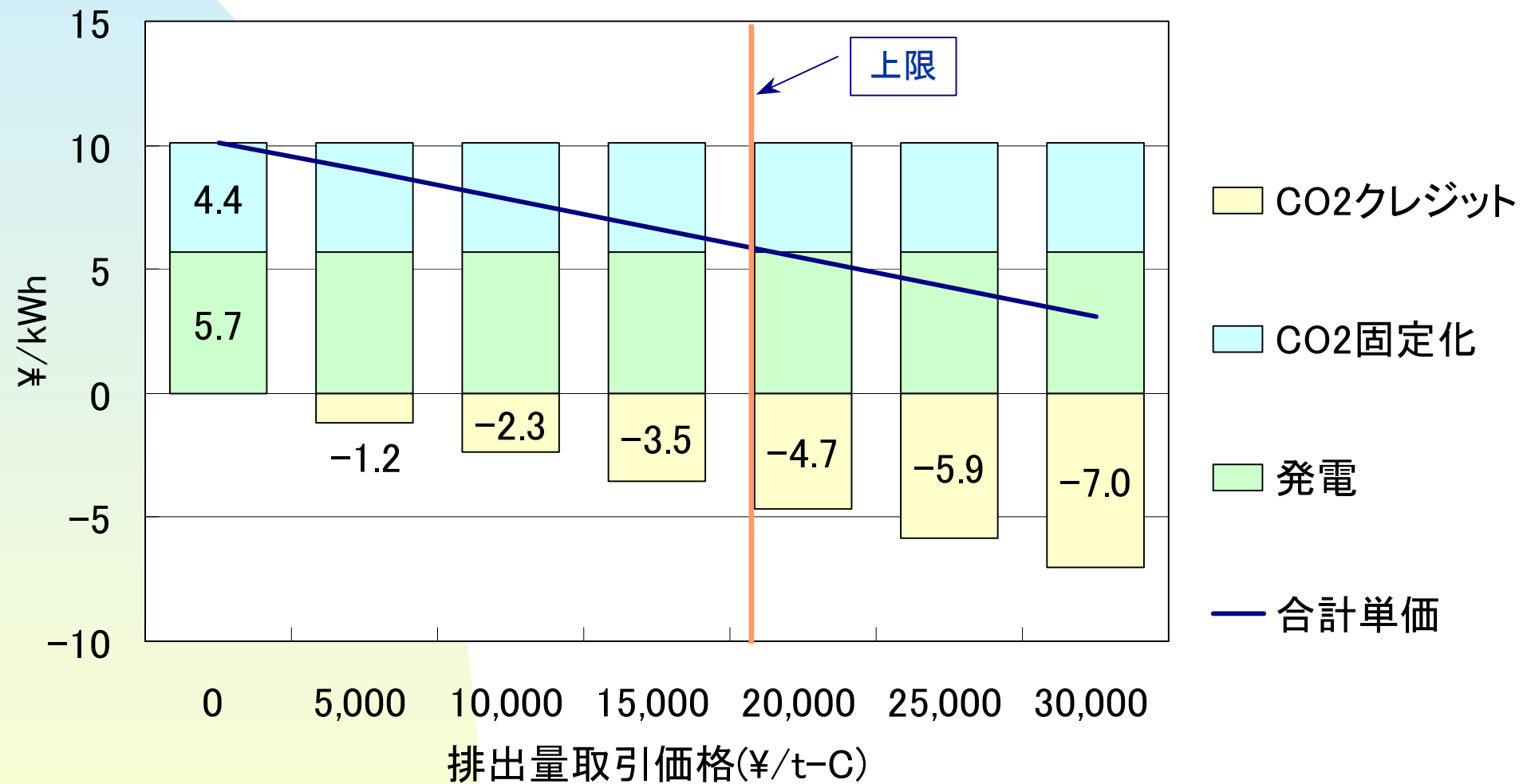


炭素固定化技術への期待

- 排出量取引価格が高くなるとインセンティブ増加
- 排出量取引価格を抑制する可能性大
- コストダウンに大きな期待



排出量取引価格への抑制作用



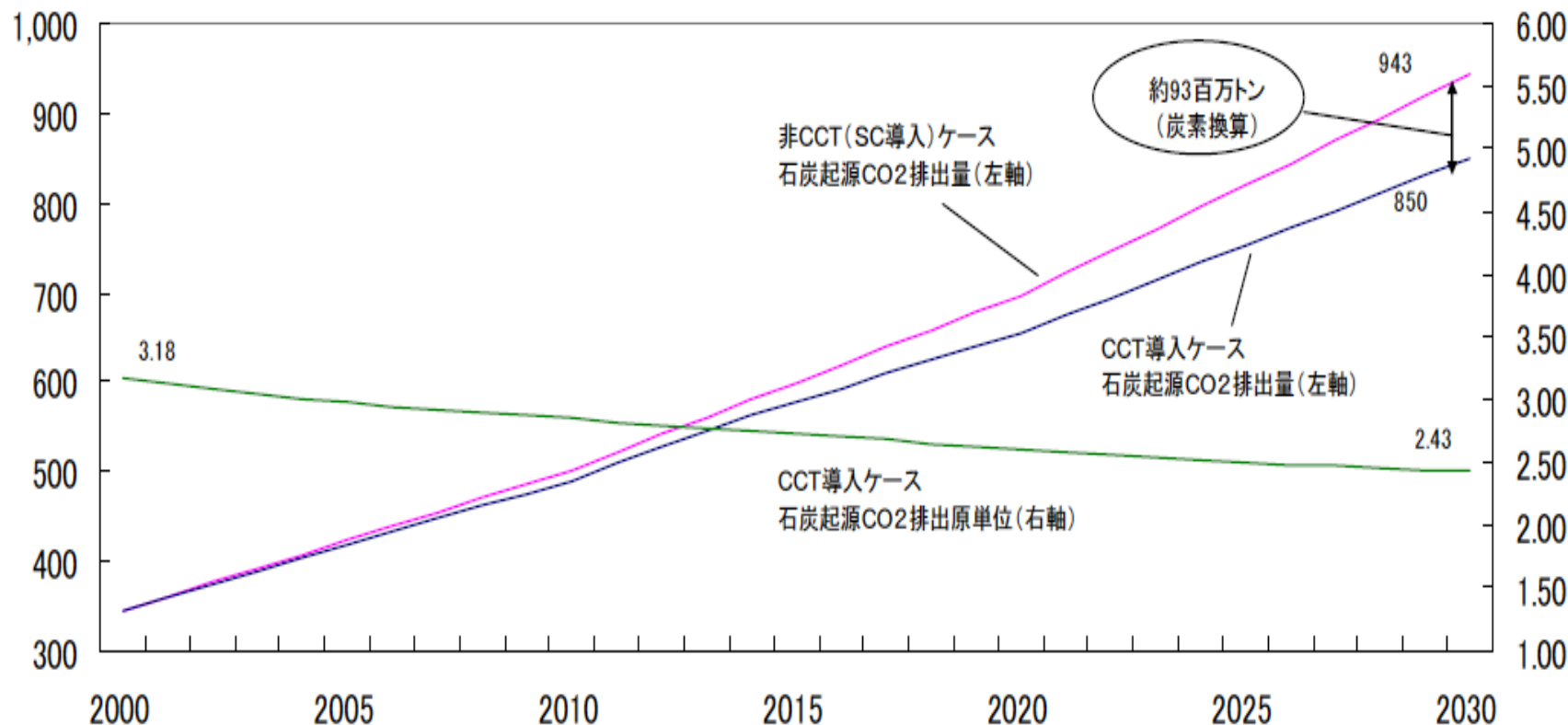
CCT海外普及効果

日本よりも海外で実施するとCO₂削減効果が大(CDMのシーズ)

中国における高効率石炭火力発電(USC、IGCC)の導入効果

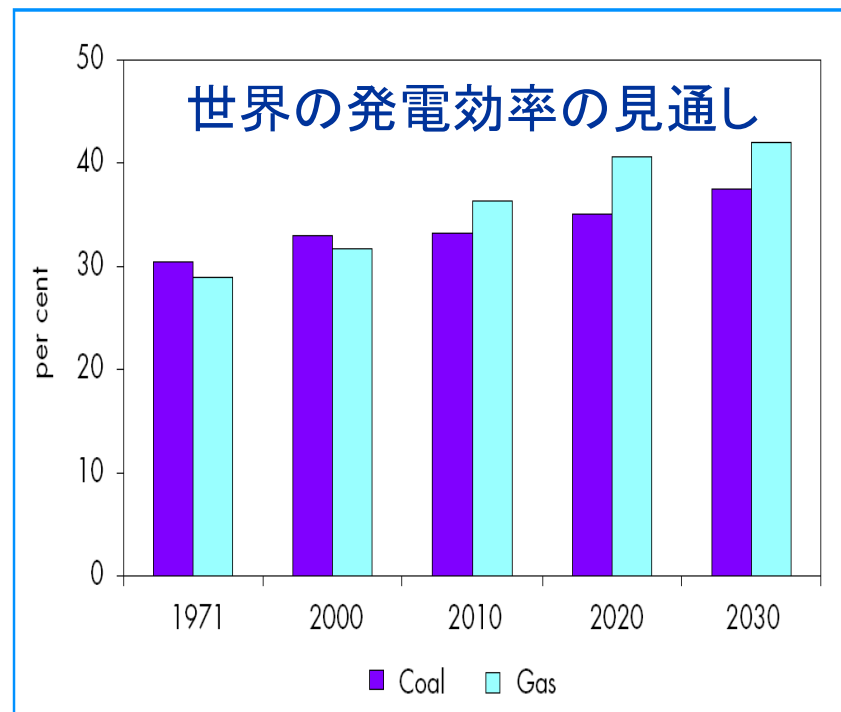
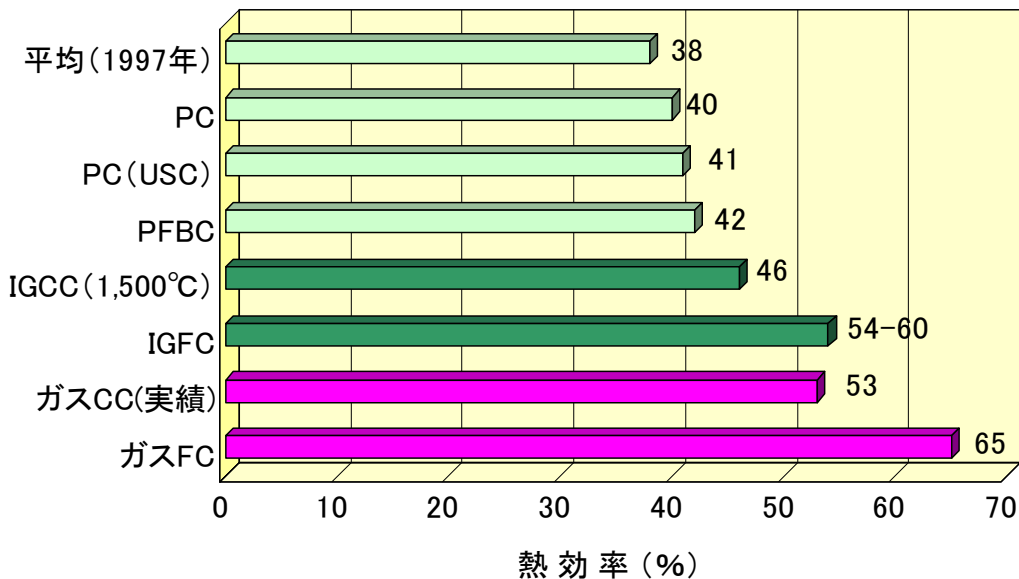
石炭起源CO₂排出量
(炭素換算100万トン)

石炭起源CO₂排出
原単位(万t-c/億kWh)



CCTの必要性と限界

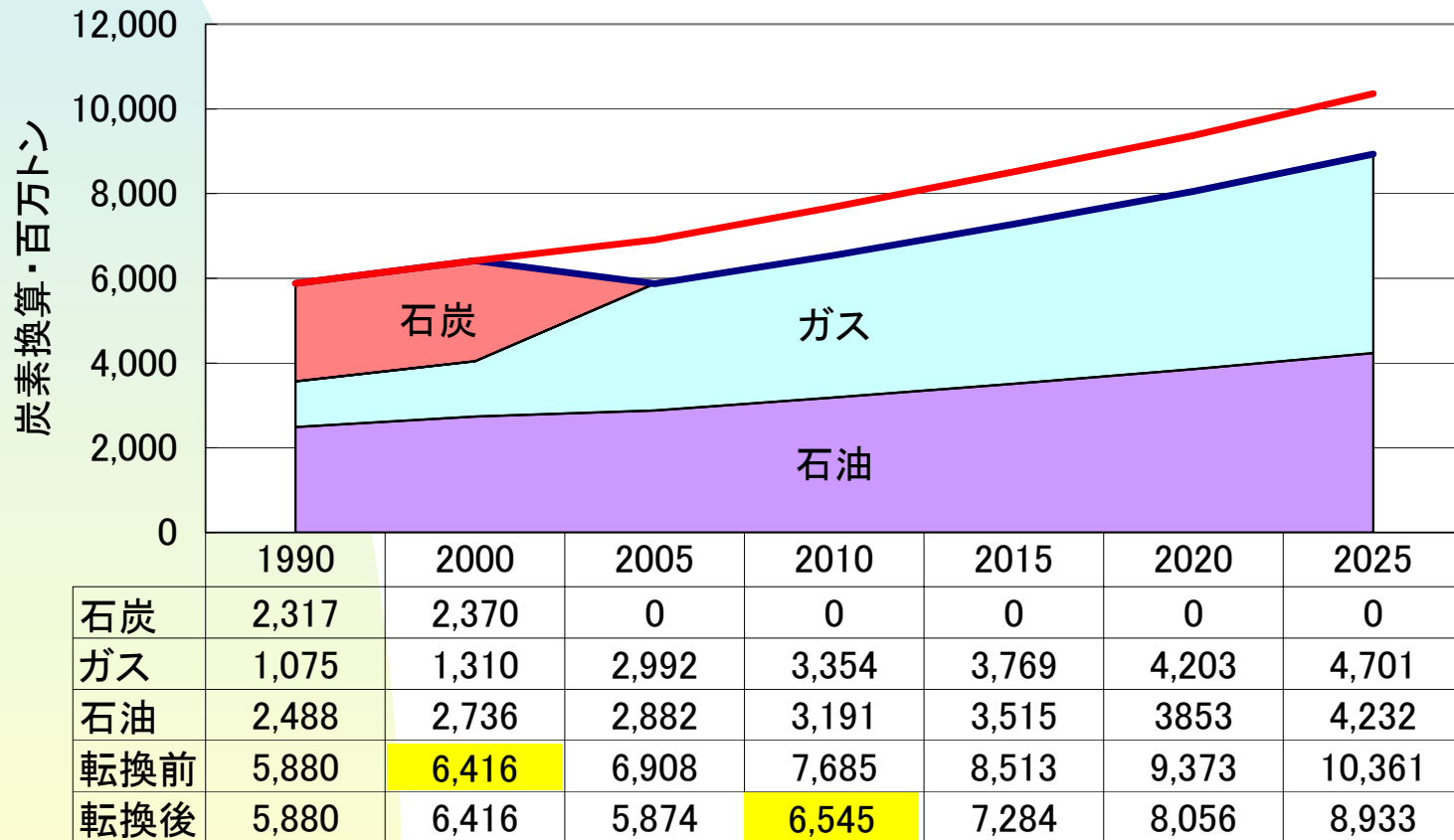
- ガス火力の熱効率は石炭火力よりも先行
- その差を広げないためにCCTの研究開発は重要
- CCTのコスト競争力が実用化の判断基準
- CCTのみにCO₂対策を委ねることに限界



出所 : IEA, World Energy Outlook 2002

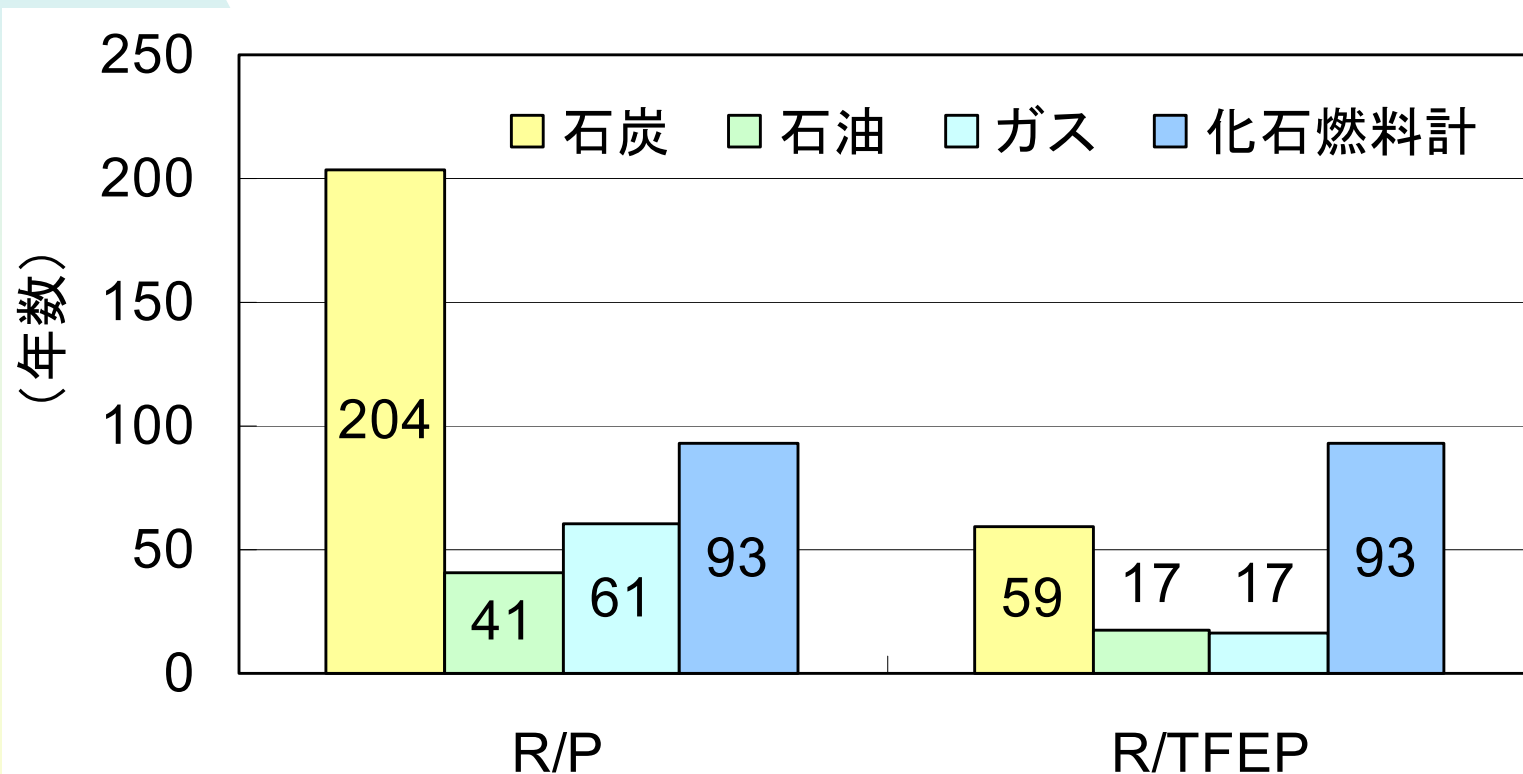
CO₂排出見通しとガスシフト効果

- エネルギー需要増により、ガスシフトしても世界のCO₂排出量は増加
- 8年程度の遅延効果のみ



ガスシフトのリスク

- ガス燃料の資源の減耗を加速し、子孫に負担
- ガス安定供給に大きな影響



火力におけるガスシフト試算

2002F実績	発電量 (億kWh)	発電設備 (万kW)	稼働率 (%)	燃料消費量 (千トン)	CO ₂ 排出量 (千トン-C)	変動費計 (億円)
石炭火力	2,093	3,377	71	67,759	49,120	5,714
LNG火力	2,517	5,929	48	37,914	28,158	14,750
計	4,610	9,306			77,278	20,464
ガスシフト(石炭 → LNG)						
石炭火力	974	3,377	33	31,543	22,866	2,660
LNG火力	3,636	5,929	70	54,765	40,673	21,305
計	4,610	9,306			63,539	23,965
差					-13,739	3,501

- CO₂削減単価 = 25,485 ¥/t-C
- 0.76¥/kWhのコスト増

火力における石炭シフト試算

	発電量 (億kWh)	発電設備 (万kW)	稼働率 (%)	燃料消費量 (千トン)	CO ₂ 排出量 (千トン-C)	変動費計 (億円)
ガスシフト(石炭 → LNG)						
石炭火力	974	3,377	33	31,543	22,866	2,660
LNG火力	3,636	5,929	70	54,765	40,673	21,305
計 ①	4,610	9,306			63,539	23,965
石炭シフト(LNG → 石炭)						
石炭火力	2,367	3,377	80	76,617	55,541	6,461
LNG火力	2,243	5,929	43	33,793	25,097	13,146
計 ②	4,610	9,306			80,638	19,607
CO ₂ 分離固定 ③					-17,099	3,225
計(②+③)					63,539	22,832
差(①-(②+③))					0	1,133

日本のCDM/JI 承認プロジェクト



	承認 年月日	CDM JI	申請者 実施国	プロジェクト名	クレジット量 (t-CO ₂ /年)	投資額 (億円)
1	H14.12.1 2	JI	NEDO カザフスタン	熱電併給所省エネルギー モデル事業	62,000	25
2	H14.12.1 2	CDM	豊田通商株式会社 ブラジル	V&M Tubes do Brazil 燃料転換 プロジェクト	1,130,000	50
3	H15.5.22	CDM	電源開発株式会社 タイ	タイ国ヤラにおけるゴム木廃材 発電計画	60,000	45
4	H15.7.15	CDM	イネオス ケミカル株式会社 韓国	韓国ウルサン市におけるHFC類の 破壊事業	1,400,000	3～5
5	H15.7.29	CDM	関西電力株式会社 ブータン	e7 ブータン小規模水力発電CDM プロジェクト(e7基金を代表して申請)	500	
6	H15.12.3	CDM	日本ベトナム石油株式会社 ベトナム	ランドン油田随伴ガス回収・有効利 用プロジェクト	680,000	
7	H16.5.19	CDM	住友商事株式会社 インド	インド・グジャラット州在GFL 社 HCFC22 製造プラントにおける HFC23熱破壊による温室効果ガス 削減プロジェクト	3,380,000	3
	合計				6,712,500 (1.83百万t-C/年)	

世界銀行炭素基金

世界銀行炭素基金

	削減CO ₂ 量(t)	金額(\$)	\$/t-CO ₂	\$/t-C
契約済み(13件)	12,690,718	47,530,000	3.75	13.73
計画中(10件)	21,830,710	74,650,000	3.42	12.54
合計	34,521,428	122,180,000	3.54	12.98

出所：世界銀行ホームページ

日本炭素基金構想

	削減CO ₂ 量(t/年)	金額(億¥/年)	¥/t-CO ₂	\$/t-C
アジア地域	17,000,000	10,000,000,000	588	19.61

出所：日本経済新聞2004/1/9

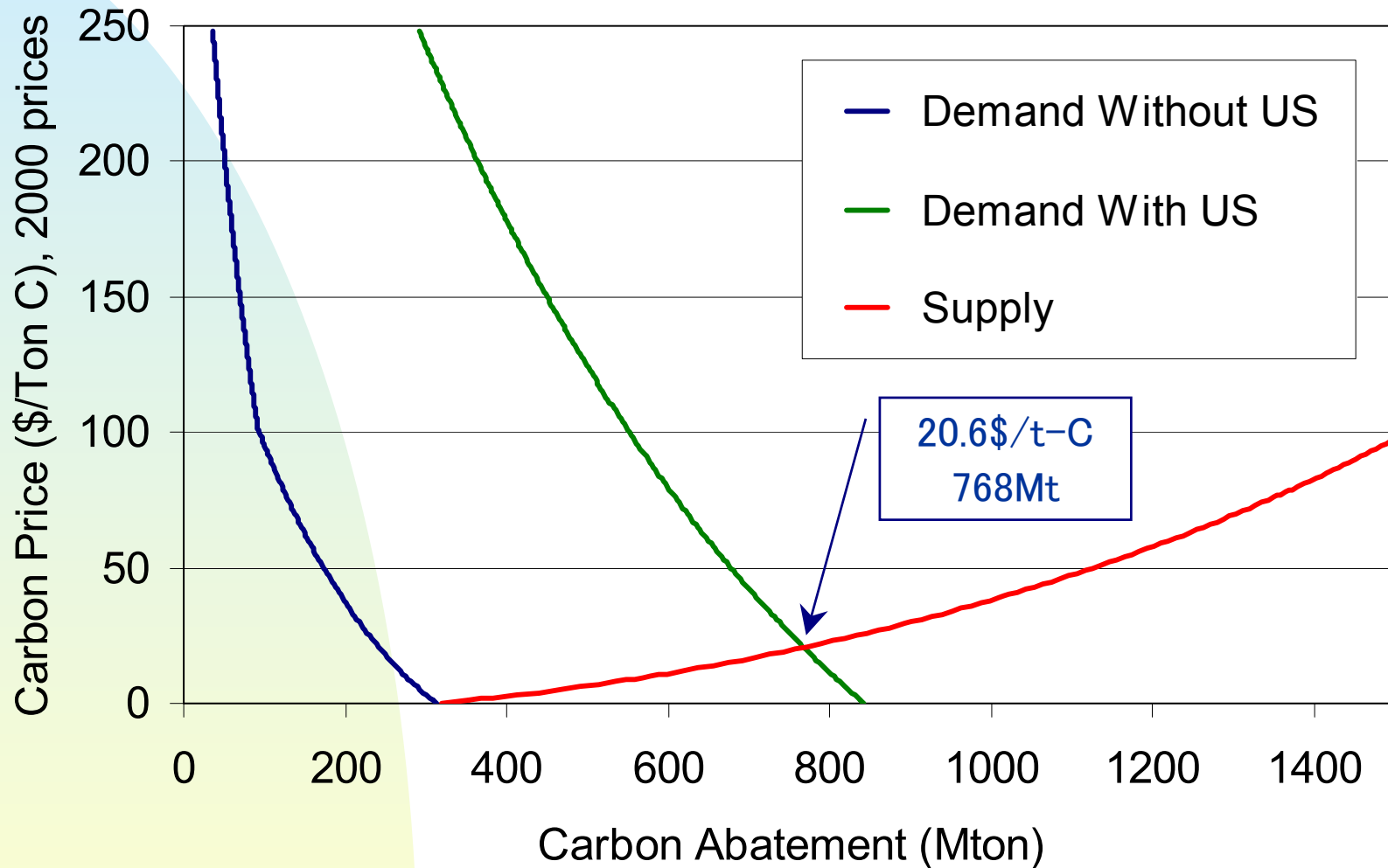
排出量取引の価格削減効果

- 広域で実施するほど低価格となる

単位: \$/t-CO₂

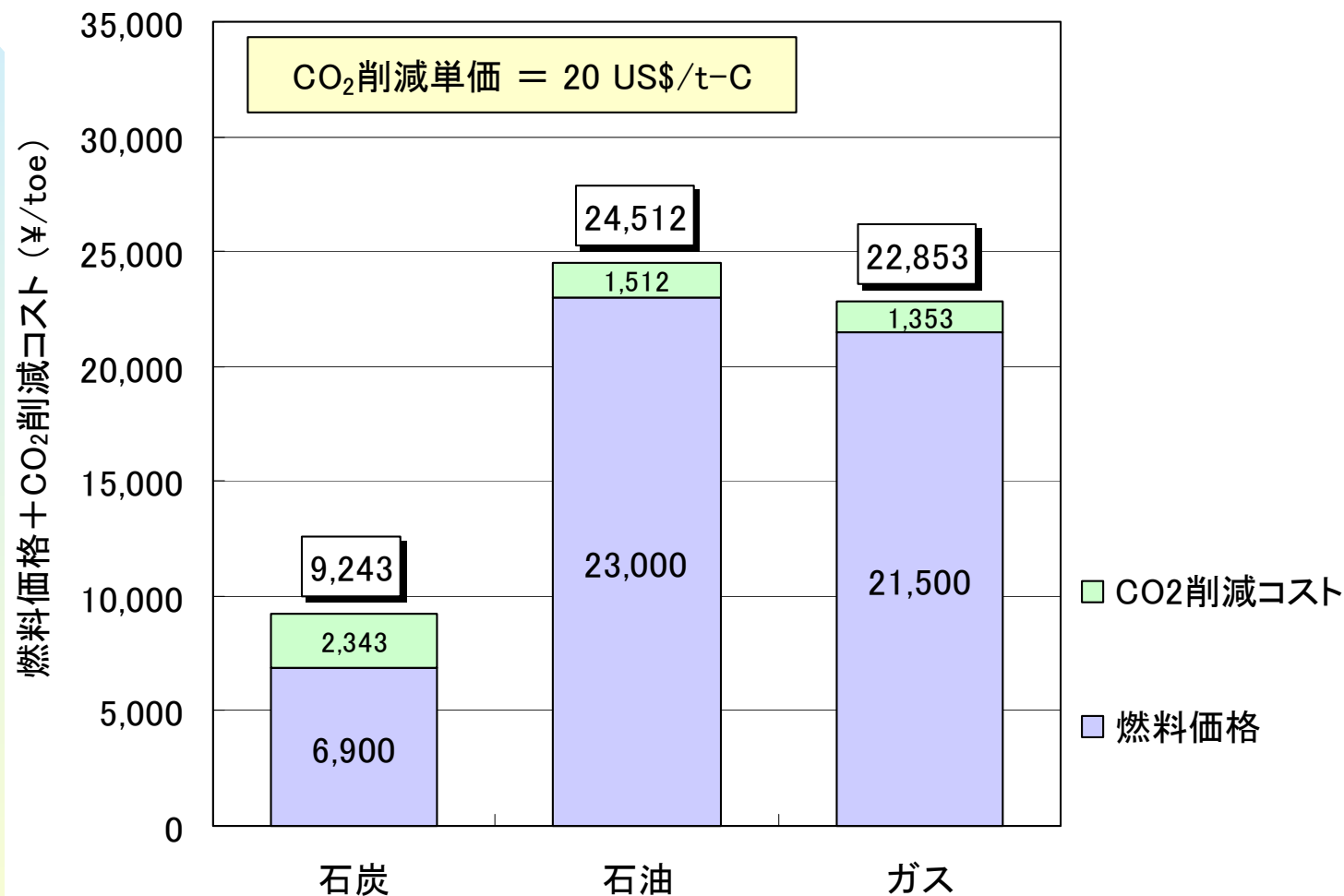
Model	No trading US	No trading Europe	No trading Japan	Annex B Trading	Global Trading
SGM	48			22	8
MERGE	81			34	24
G-Cubed	19	49	74	11	4
POLES	24	38 – 41	71	33	10
GTEM	111	228	222	36	
WorldScan	11	23	26	6	
GREEN	44	58	23	20	7
AIM	49	63	75	19	13
<i>Average</i>	48	77	82	24	8

CO₂排出量取引バランス(2010年)



出所 : grütter, CERT Model

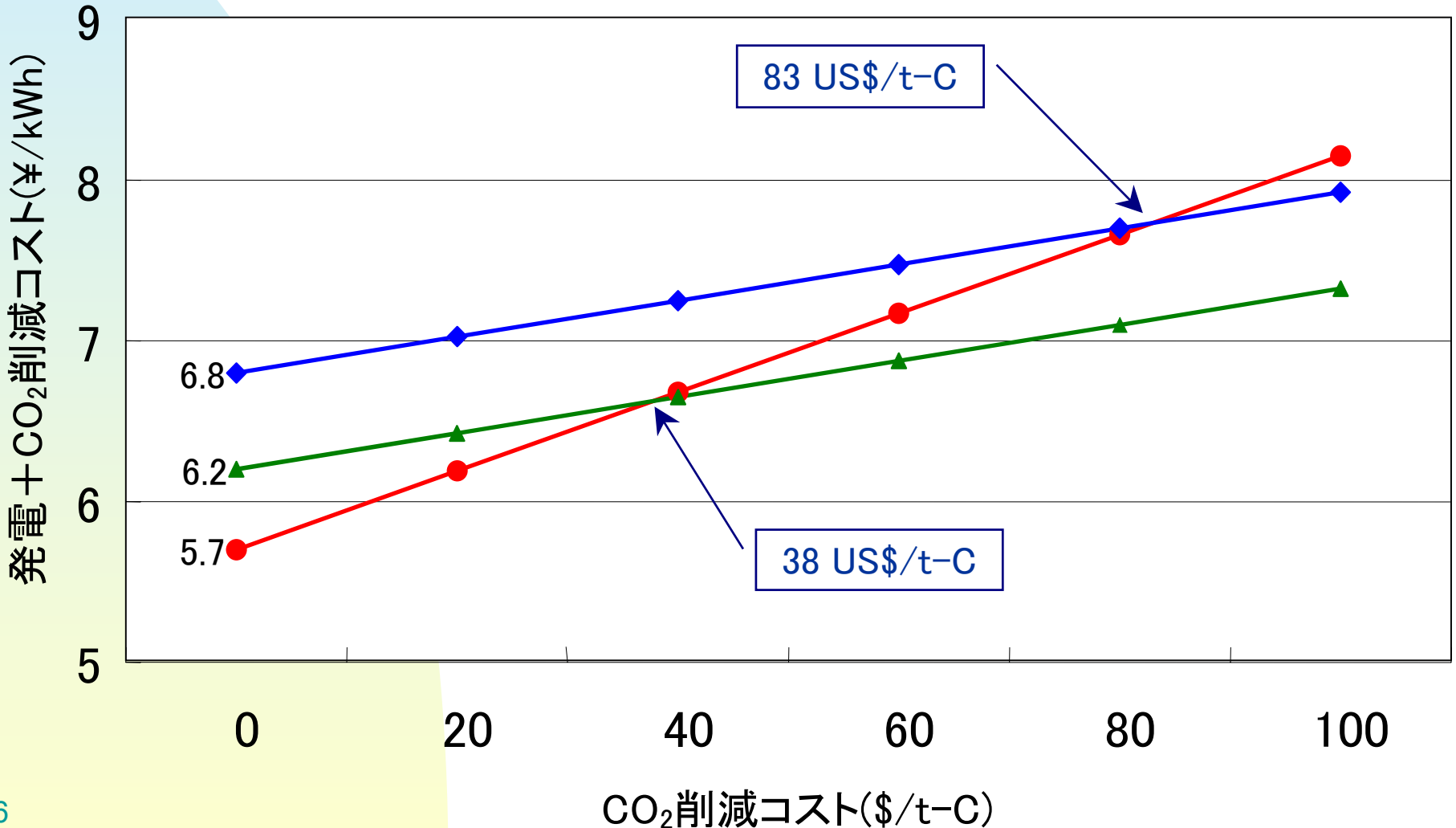
燃料価格と京都メカニズム



注記：燃料価格は2002年度実績

CO₂削減コストを含めた発電単価

● 石炭火力(80%) ▲ LNG火力(80%) ◆ LNG火力(60%)



石油税(一般電気事業)

ガスシフト相当のCO₂削減コスト

$$13.739 \text{ (百万t-C)} \times 20 \text{ (US$/t-C)} \times 110 \text{ (¥/$)} = 30,226 \text{ (百万円/年)}$$

2002年度消費実績に基づく、各燃料の石油税の試算

	2002年度 消費実績	石油税額(百万円/年)		
		2003年10月～	2005年4月～	2007年4月～
原油	6,579 千kl.	13,421	13,421	13,421
LNG	37,914 千トン	31,848	36,397	40,947
LPG	410 千トン	328	385	443
石炭	67,759 千トン	15,585 (230¥/t)	31,169 (460¥/t)	47,431 (700¥/t)
合計		61,182	81,372	102,242

京都議定書の二面性

<数値目標>

- 理念先行のトップダウンアプローチ
- 乾いたタオル
- グローバルなCO₂削減対策？、国益？

<京都メカニズム>

- ボトムアップアプローチ(どこの地域のプロジェクトでも実現可能なものから Step by Stepで)
- ぬれたタオル(効果的)

石炭の将来像と課題

〈将来像〉

- 従来通り:CO₂排出増 ×
- CO₂排出を減らしつつ石炭利用 ◎

⇒ 価格競争力 + 競争力あるCCT + 京都メカニズム(3点セット)による石炭利用

〈課題:官民協力ベースにて〉

- 石炭安定供給の強化
- 競争力あるCCT研究・開発・普及
- 京都メカニズム実施へ向けてグローバルかつインサイダー的対応

『本研究のまとめ』

- 石炭利用の原点は、価格競争力にあることは歴史が示す。
- 現在の高価格は中国特需を含めた需要の増大、為替による輸出余力の低下を反映。豪州一般炭の需給均衡価格は40～50A\$/tの水準であり、需給バランスの回復には3年程度必要。
- 石炭需要はアジアを中心に今後も旺盛であり、豪州炭の供給力増大に期待できるものの、中国炭、インドネシア炭には供給力強化への課題あり。
- 今後のエネルギー市場は価格競争力、安定供給、環境対策を含めた燃料選択。
 - ⇒ 価格競争力＋競争力あるCCT+京都メカニズムによる3点セットで石炭利用は進む。
- 3点セットの成果により、石炭シフトも燃料選択肢の一つ。

◎ ガスエネルギーにエール