

日本における地中貯留の 経済評価と有効性

(財)地球環境産業技術研究機構RITE
研究企画グループ
高木 正人



内 容

- Q 1 . 許容できるCO₂削減の追加コストはどの程度？
- Q 2 . CO₂削減技術としてのCCSの位置づけは？
- Q 3 . 現状での日本のCCSのコストはどの程度？
- Q 4 . 海外とくらべるとどうか？
- Q 5 . 将来、CCSコストはどの程度削減できるか？そのときの課題は？
- Q 6 . わが国ではCCSは有効なCO₂削減オプションになりうるのか？



Q 1 . 許容できるCO2削減の追加コストはどの程度か？

Q 2 . CO2削減技術としてのCCCSの位置づけは？



CO₂削減の追加コスト

IEA Energy Technology Perspective 2006

CO₂ 削減のインセンティブ: 25 US\$/t-CO₂

- 市場が炭素削減技術に支払うことをいとわない最大の追加コスト
- ヨーロッパの2006年の最初の4ヶ月間の平均排出権取引価格以下
- 25ドル/t-CO₂という価格は、
石炭火力の発電単価で0.02ドル/kWh、
ガソリン価格で0.07ドル/リットル 相当



IEA 6つのシナリオ

	技 術					
	再生可能	原子力	CCS	H2 燃料電池	先進的 バイオ燃料	省エネ
シナリオ						
MAP						
低再生可能	悲観的					
低原子力		悲観的				
CCSなし			CCSなし			
低省エネ						悲観的
技術進展	楽観的	楽観的		楽観的	楽観的	



IEA CCS技術の位置づけ

- ベースラインシナリオでは2050年のCO₂排出量は現在の水準のほぼ2.5倍に達する。
- CCSは効果の大きな技術の2番目(省エネに次ぐ)に位置づけられている。
- CCSによって、発電、産業、合成輸送用燃料の製造から発生する二酸化炭素量を大幅に削減することができる。2050年のシナリオの20 - 28%はCCS技術によるものである。
- CCSのコストは高いが2030年にはCO₂ 1トンあたり25 US\$以下へ下がる可能性がある。



Q 1 , 2 の解答

- IEAによると

2050年におけるCO₂削減コストは
25US\$/t-CO₂ (~ 3000円/t-CO₂) であり
削減コスト・削減量確保のために
CCSは大きな働きをしている。

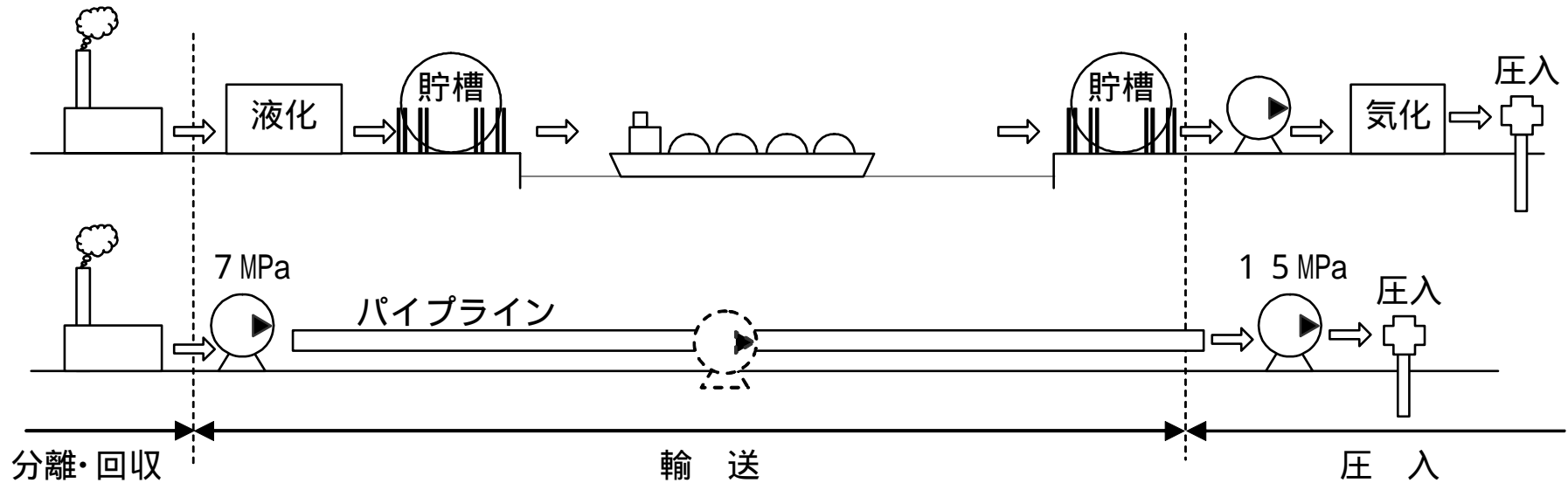


Q3 . 現状での日本のCCCSのコストは
どの程度？

Q4 . 海外とくらべるとどうか？



CCSのシステム構成



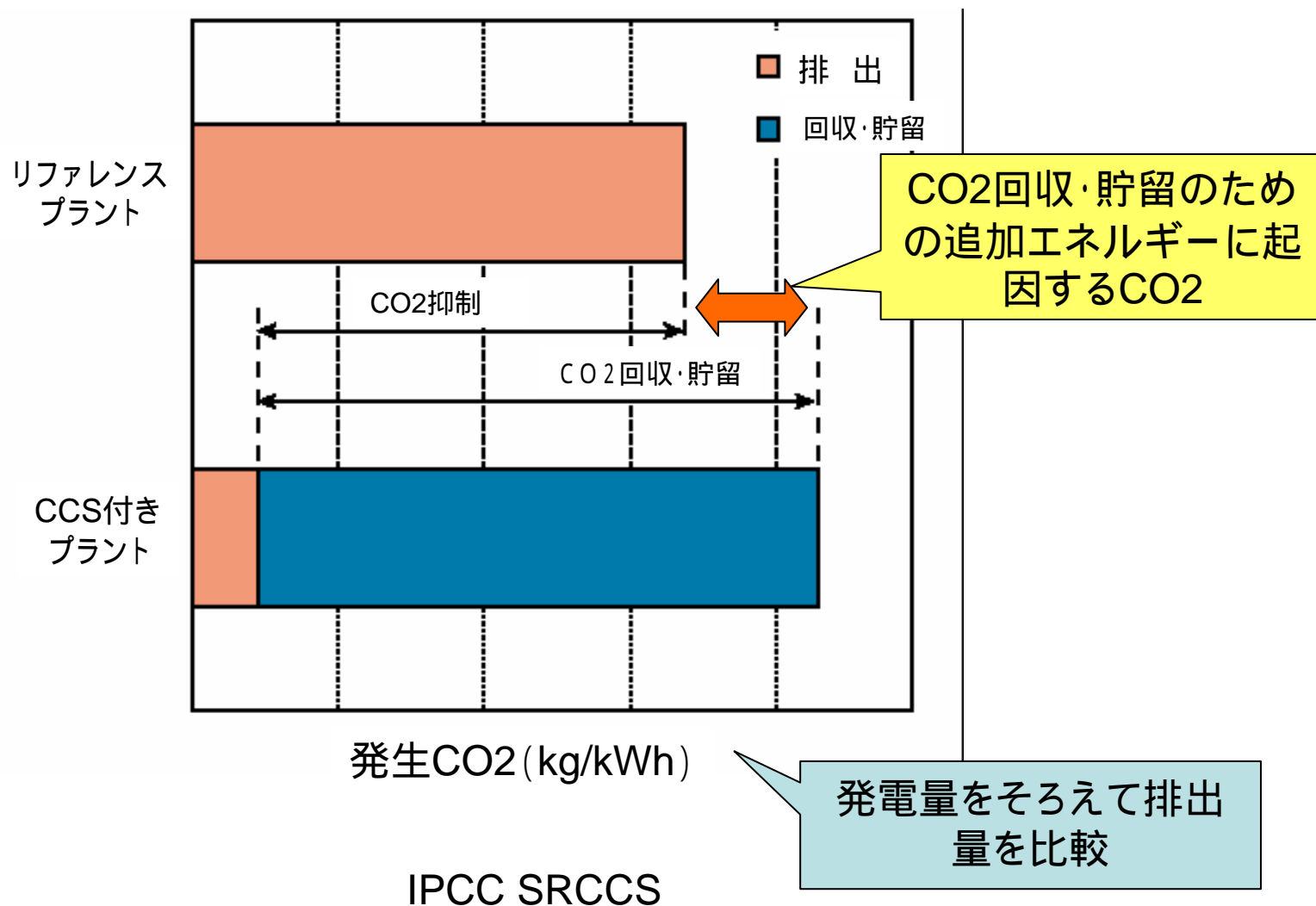
- ・分離回収コスト
- ・昇圧コスト

- ・輸送コスト

- ・圧入・貯留コスト
- 事前調査
- 圧入
- モニタリング



CO₂ の排出削減コスト



CO2抑制コスト(発電所)

IPCC 特別報告書

アボイデッドコスト(抑制コスト)

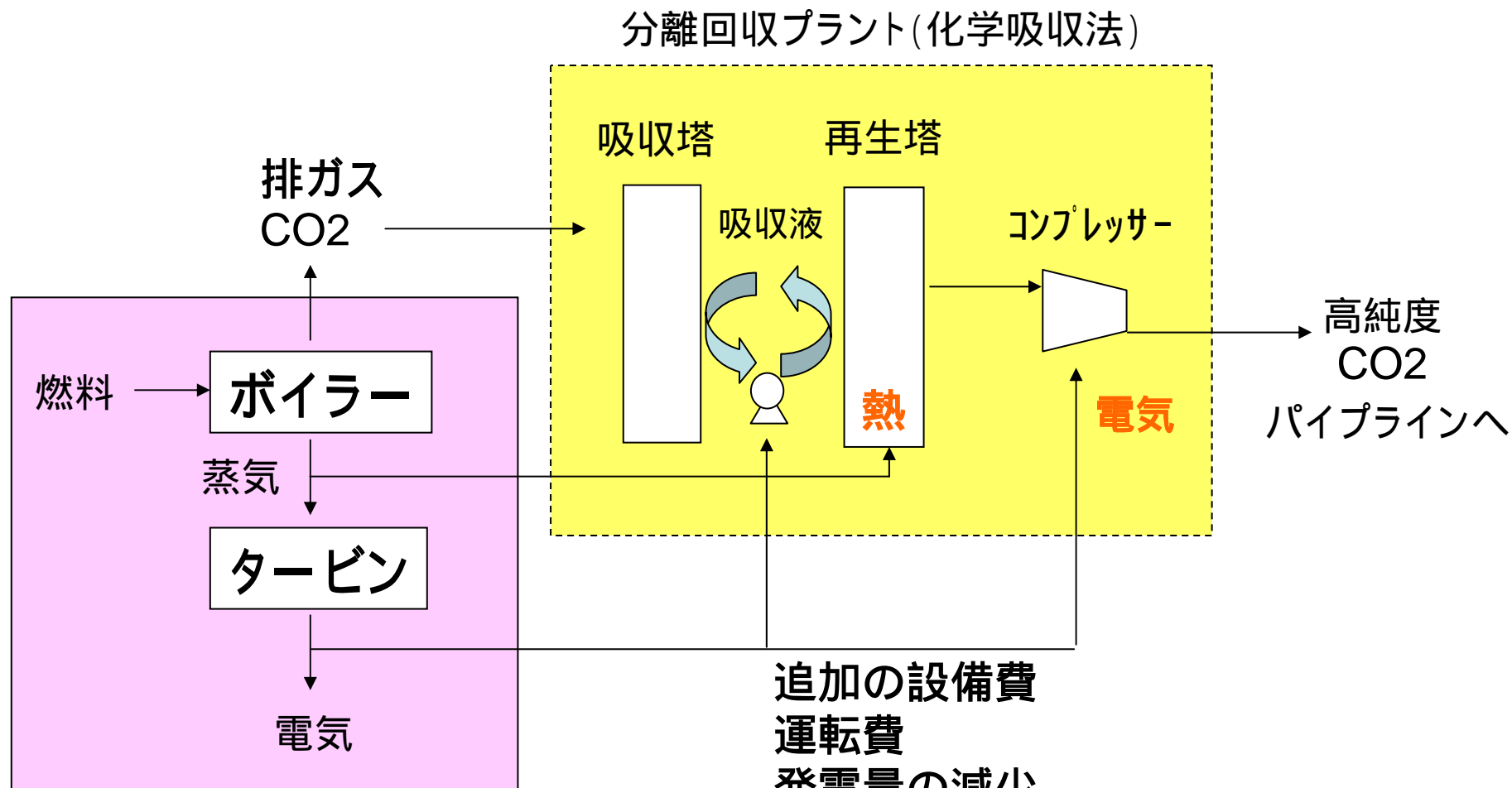
Cost of CO2 Avoided

$$= [(COE)_{capture} - (COE)_{ref}] / [(CO2/kWh)_{ref} - (CO2/kWh)_{capture}]$$

$$COE \text{ (cost of electricity)} = (\text{費用}) / (\text{送電端出力})$$



分離回収(火力発電所)



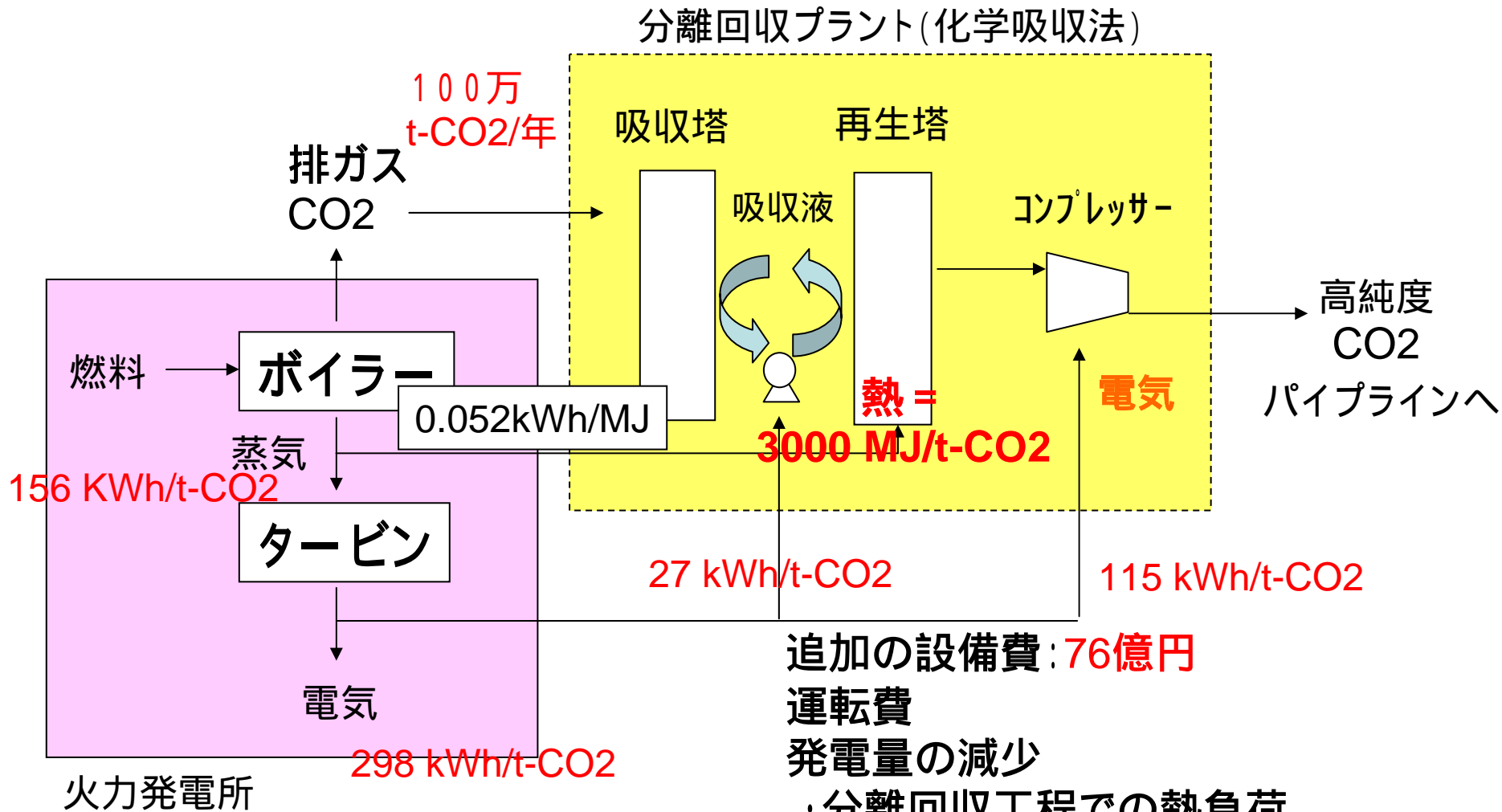
火力発電所



追加の設備費
運転費
発電量の減少

- ・分離回収工程での熱負荷
- ・分離回収工程での動力

分離回収(火力発電所)

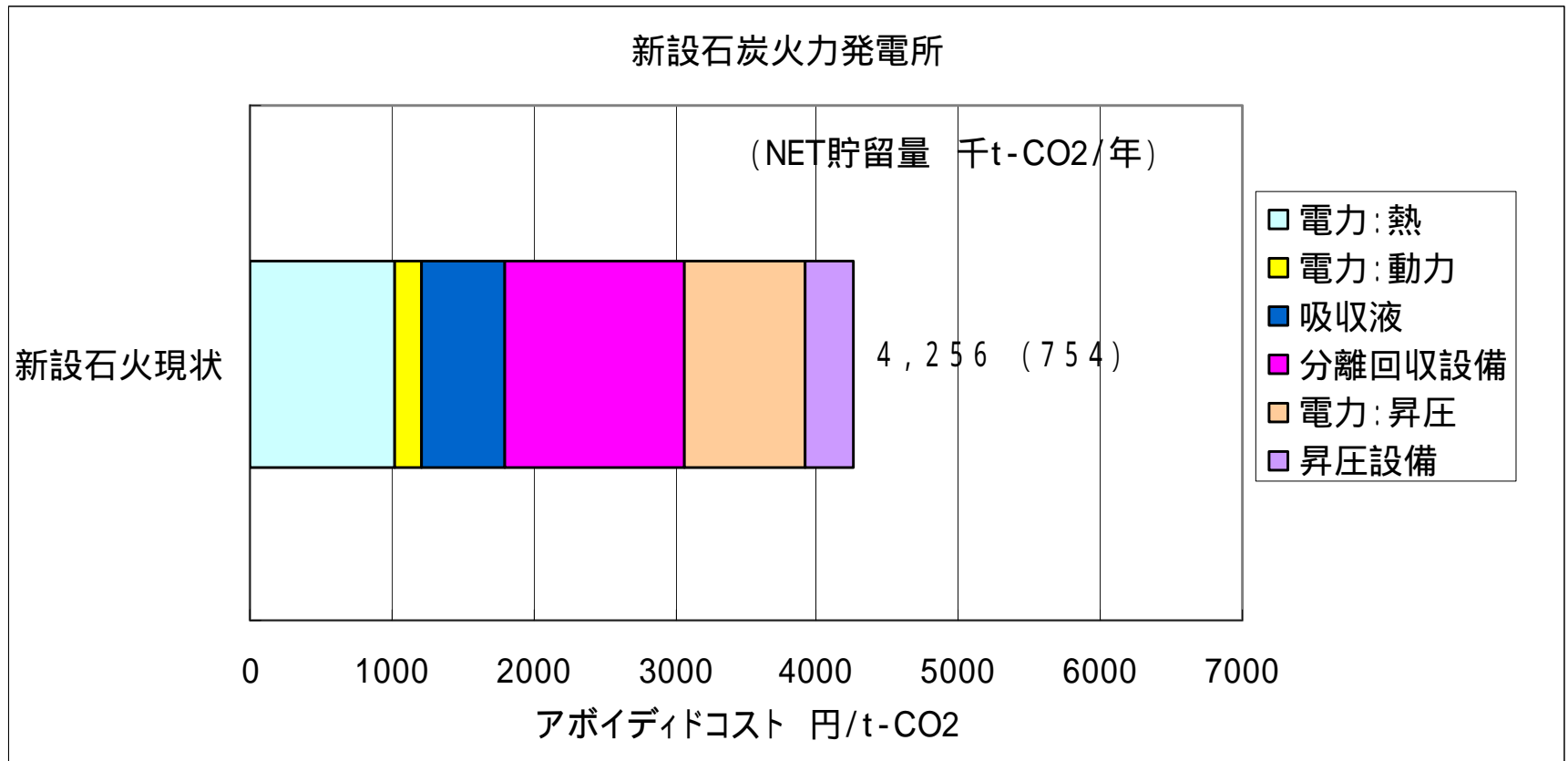


- ・分離回収工程での熱負荷
- ・分離回収工程での動力



新設石炭火力からの分離回収・昇圧コスト

回収のプラントの設備費、再生時の熱、昇圧時の電気代が主要素



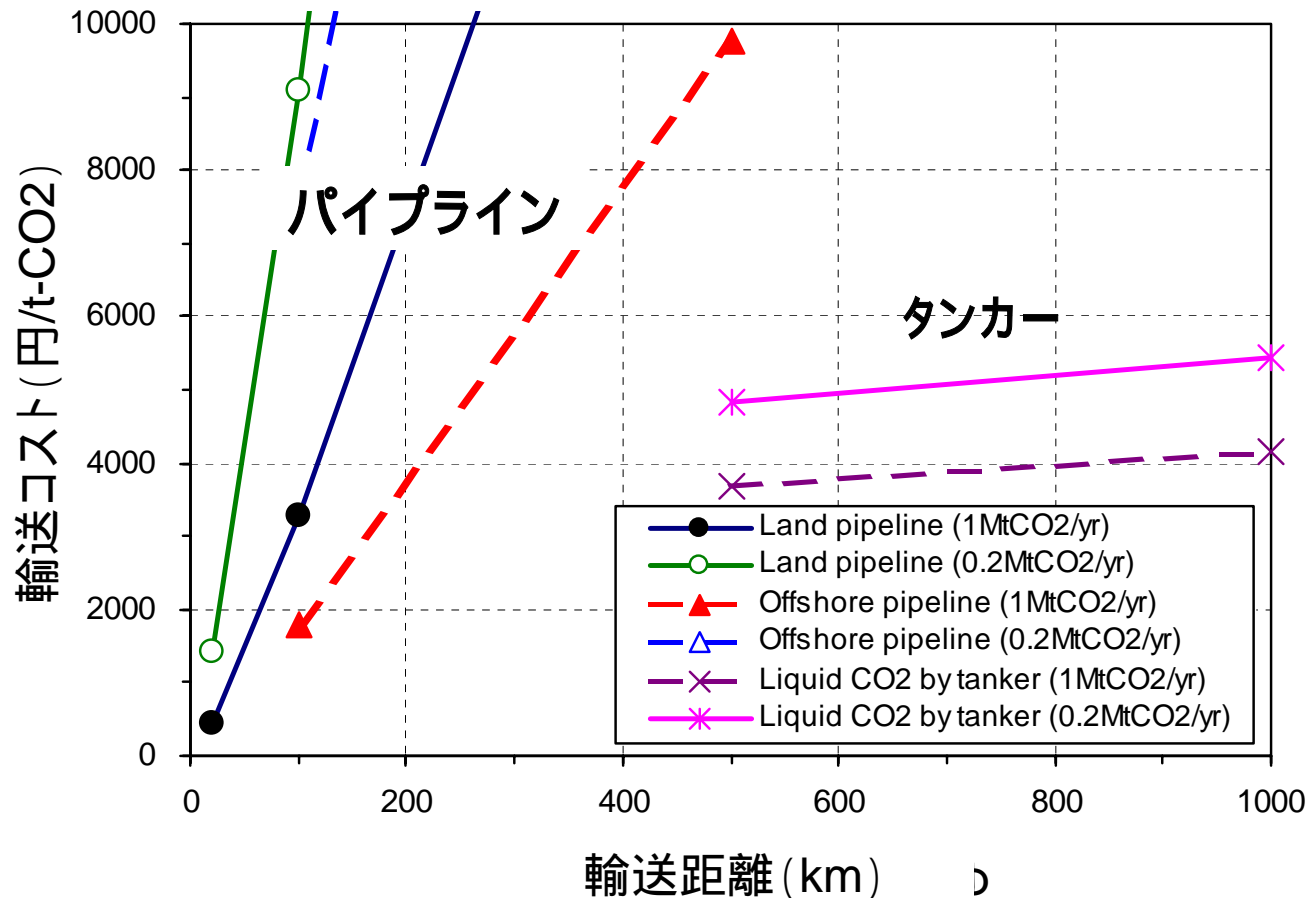
- ・100万t-CO₂/年を分離回収
- ・石炭:7000円/t、排出係数:0.09542kg-CO₂/MJ-LHV
- ・分離回収設備費:76億円、コンプレッサー:20億円





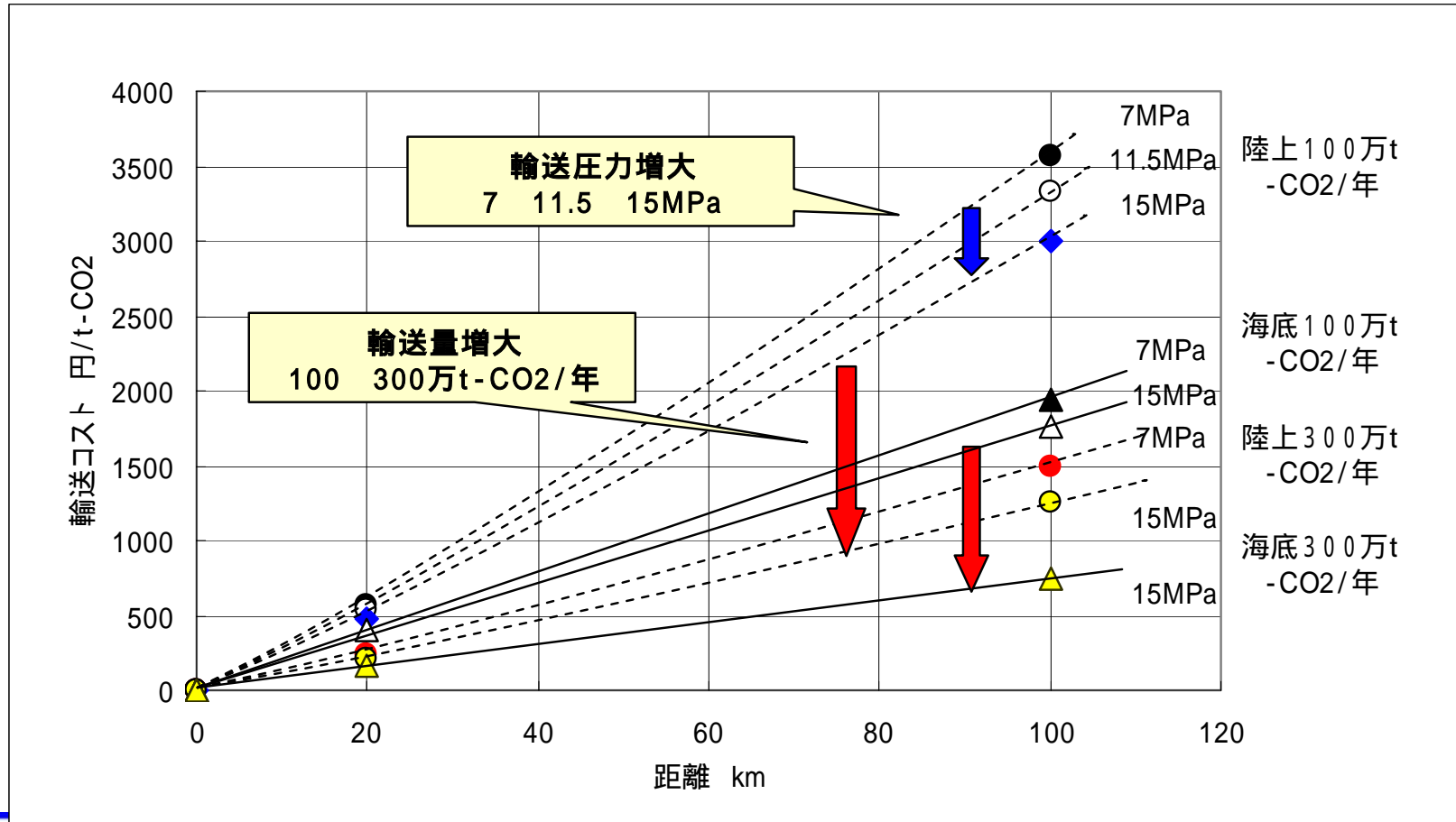
輸送コスト

- 長距離輸送はタンカー輸送が効果的だが、全体的に高い。
- 輸送コストをおさえるには、短距離のパイプライン輸送。



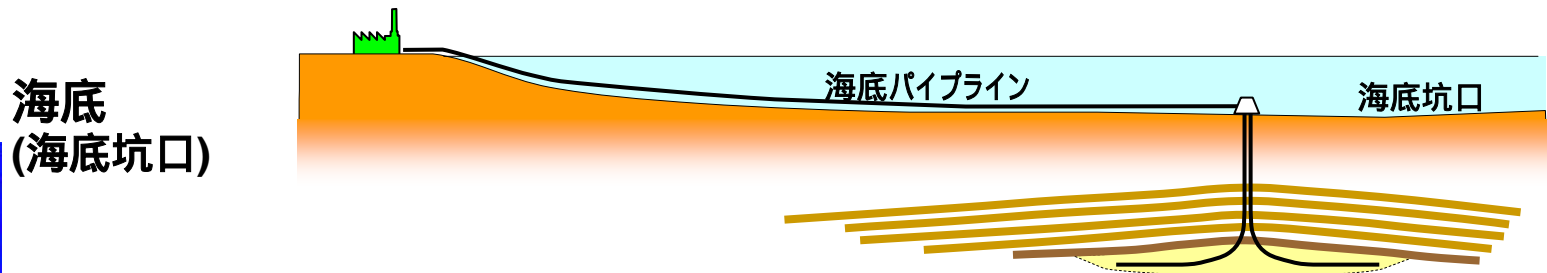
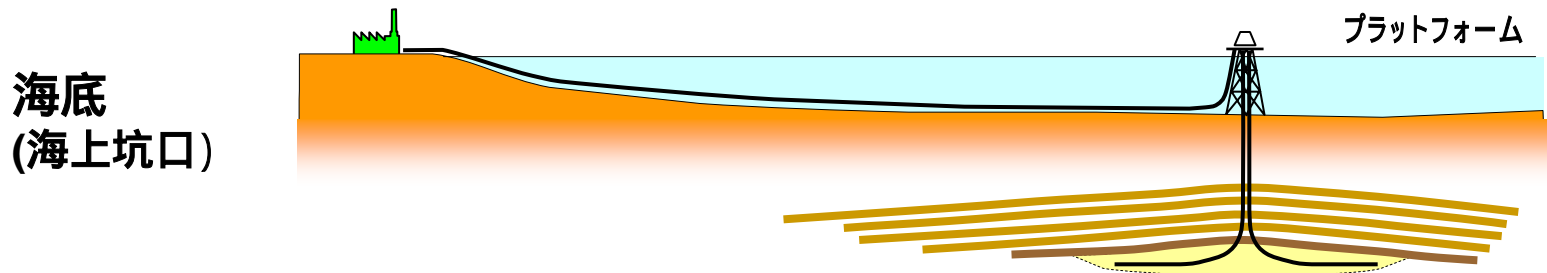
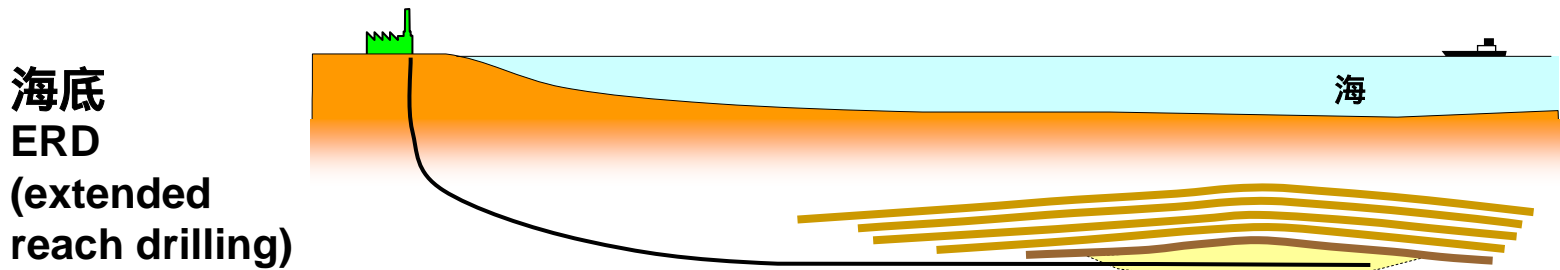
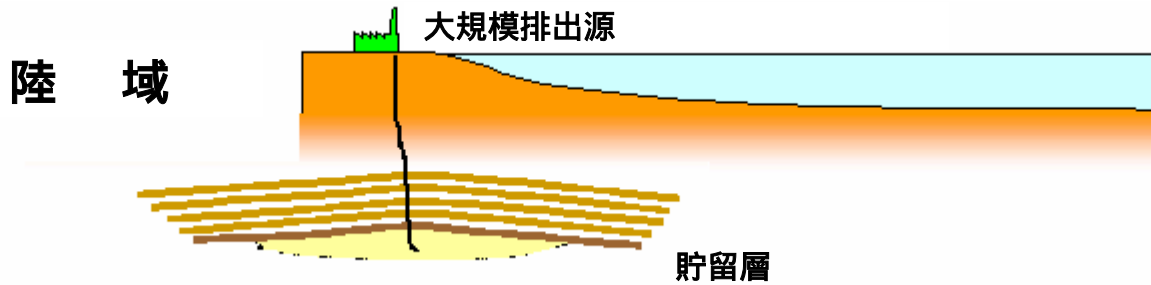
輸送コスト

非常に高いので遠距離輸送は現実的でない。

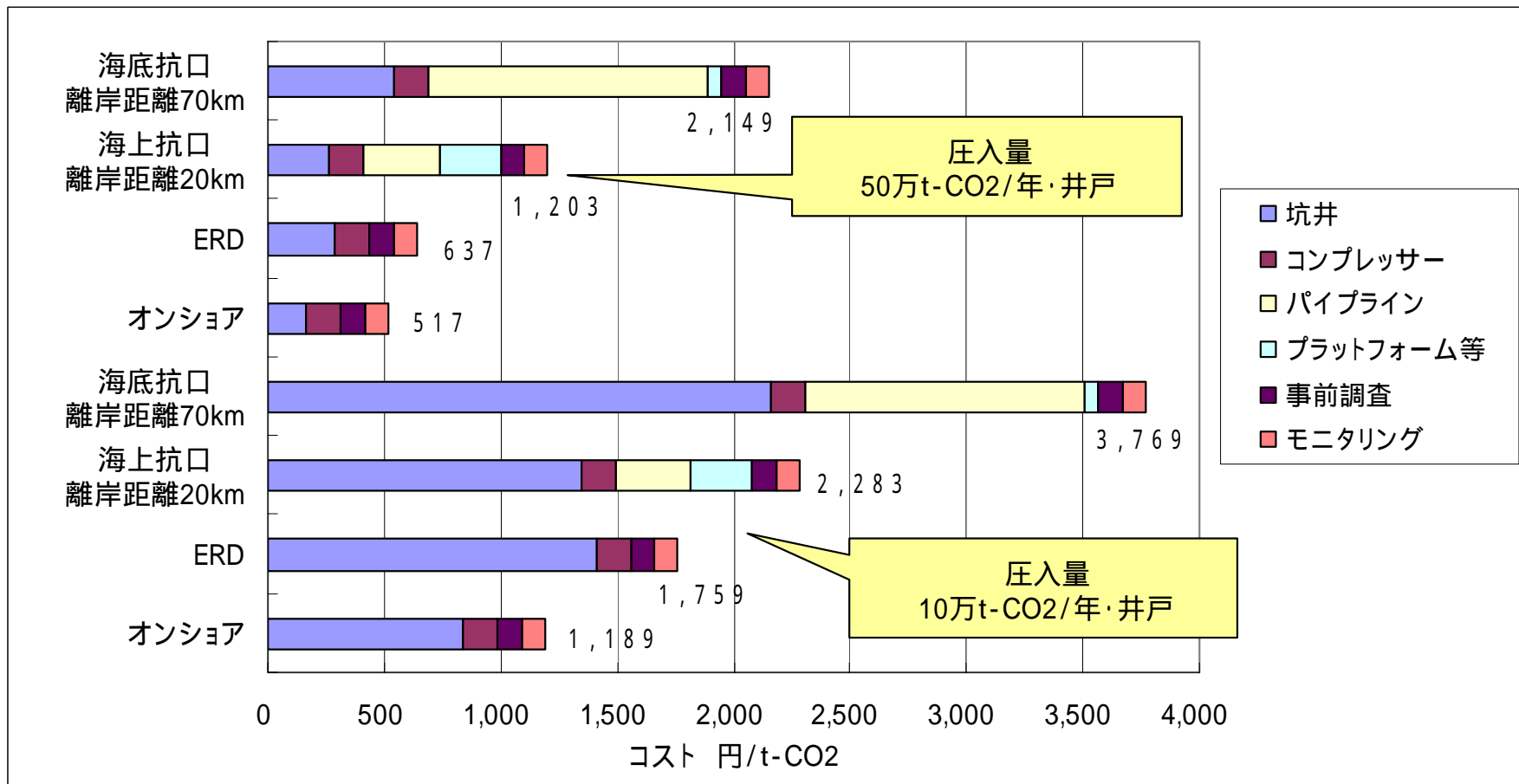


圧入・貯留

- ・坑井
- ・プラットフォーム
- ・パイプライン
- ・再昇圧コンプレッサー
- ・事前探査
- ・モニタリング



圧入・モニタリングコスト

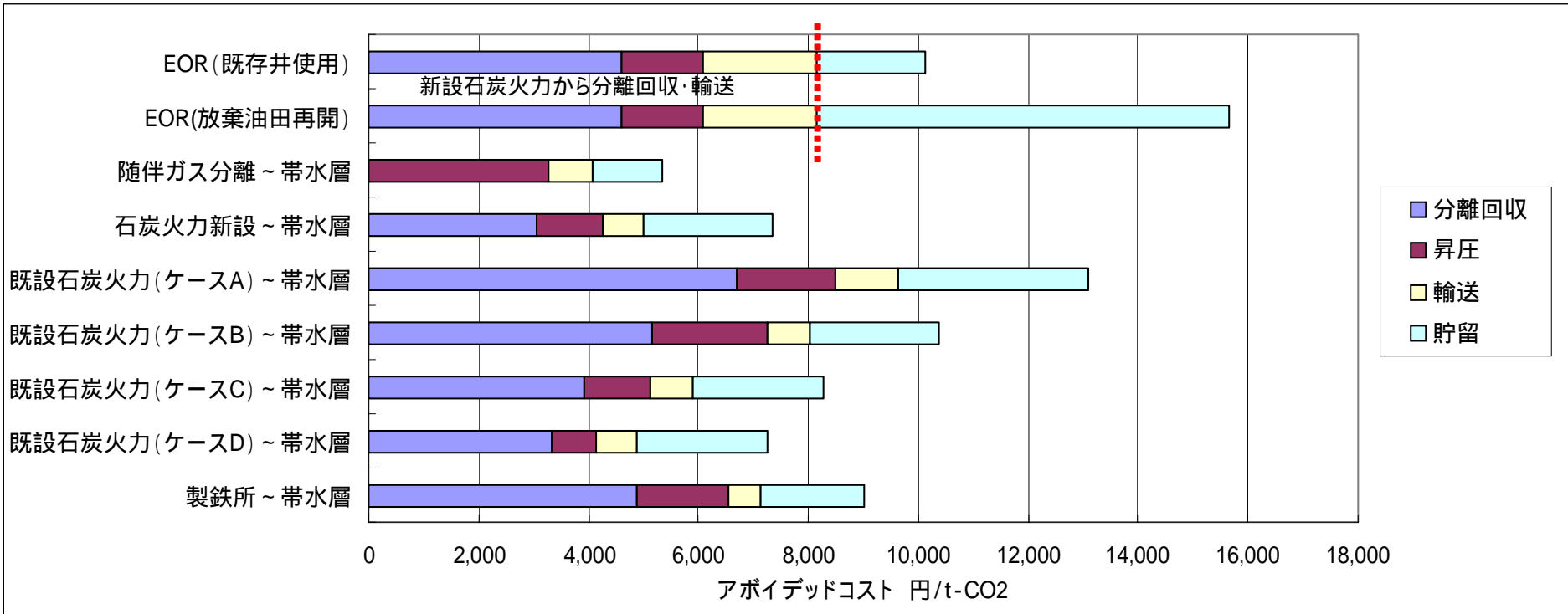


- 貯留層が陸地から離れるとコスト高になる。
- 井戸一本当たりの圧入量の影響が大きい。



現状技術での日本におけるCCSコスト

現状での分離回収～貯留コストは5千円～1万数千円



標準条件： 回収隔離量 100万t-CO₂/年、 輸送距離20km、 圧入10MPa、 圧入法：ERD、 坑井1本あたりの注入量：10万t-CO₂/年
 新設石炭火力：電気 5円/kWh
 既設石炭火力： (ケースA)石炭焚補助ボイラー設置、電気 5円/kWh
 (ケースB-D)蒸気タービンから低圧蒸気を抽気、 電気： B 10円/kWh、 C 5円/kWh、 D 2.6円/kWh
 鉄鋼： 蒸気2500円/t-蒸気、電気：10円/kWhで購入
 EOR： 新設石炭火力から20万t-CO₂/年分離回収、輸送距離20km、費用から収入を差し引く
 随伴ガス： 隔離量10万t-CO₂、輸送距離9km



CCSコスト：海外との比較

海外に比べ輸送と圧入コストが高い

ケース	現状	IPCC SRCCS		
	円/t-CO ₂	US\$/t-CO ₂		
ケース	新設石炭火力 ～帯水層貯留	新設石炭火力 ～帯水層貯留	新設NGCC ～帯水層貯留	新設石炭火力 ～EOR
分離回収～ 昇圧	4,200	29 - 51	37 - 74	29 - 51
<u>輸送</u>	80 ^h 100万t/y・20km	1 - 8 500-4000万t/y ; 250km		
<u>圧入</u>	2,300 10万t/年・well, ERD	0.5 ~ 8		10 ~ 16
トータル	7,300 100万t/y・20km- ERD	30 - 70	40 - 90	9 - 44



Q3, Q4の解答

わが国のCCSコスト

- 分離回収コストが高い: 世界的な課題
 - 輸送コストが高い
 - 圧入コストが高い
- } わが国特有の課題



パイプライン(海外との差)

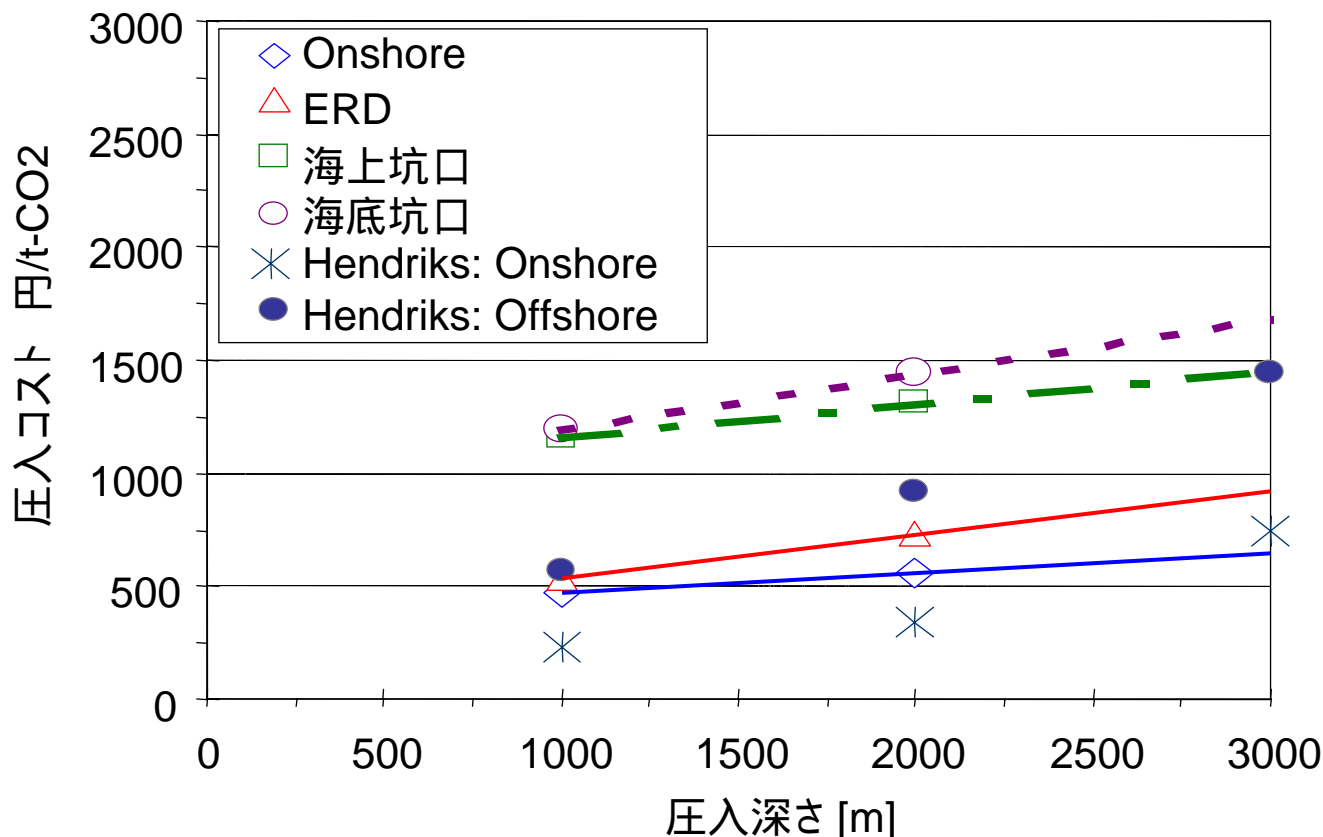
- 海外はROW(占有権を有する道を確保して設置)に対し、日本は主として公道下を通すため、工事制約(作業時間・作業帯寸法の制約、試掘・伏越しが多発)や舗装面の復旧の必要性等のため工事進捗が遅い。



圧入(海外との差)

井戸1本当たりの圧入量を外挿して100万t-CO₂/井戸/年
とすると海外のコストと変わらない。

井戸1本当たりの圧入量が小さいのがコスト高の原因。



Hendriks: IPCC SRCCS, 1US\$=120JPY



Q 5 . 将来、CCSコストはどの程度
削減できるか？
そのときの課題は？



分離回収・昇圧の課題

- 再生工程での熱負荷の低減
- 回収設備費の低減
- 発電プロセスとの熱統合
- 昇圧プロセスの効率アップ



分離回収の将来コスト

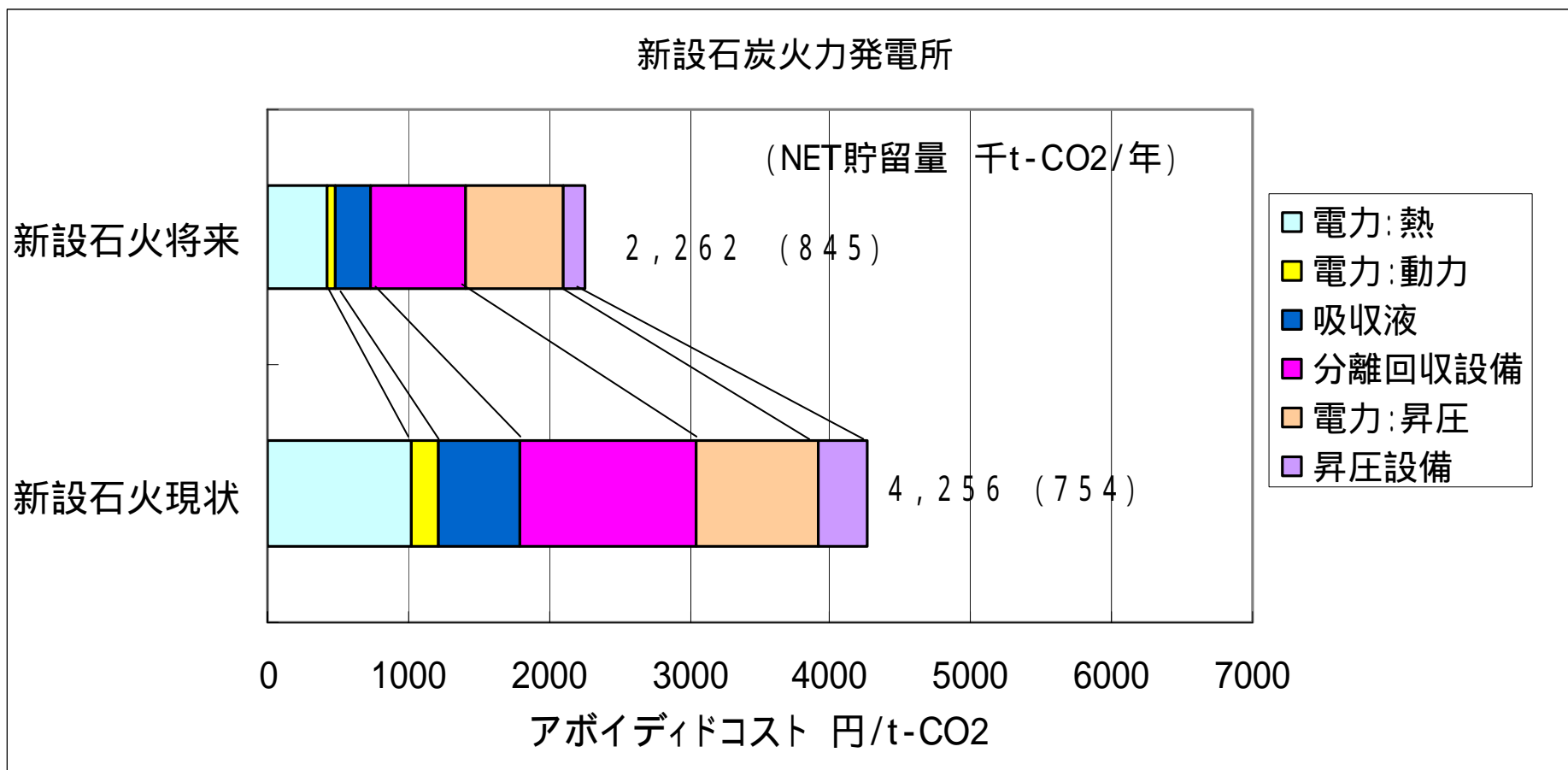
変化させたファクター

項目		2005	将来	(参) Feron	
共通	分離回収:熱負荷量	MJ/t-CO2	3,000	1,800	2,000
	分離回収:動力原単位	kWh/t-CO2	26.8	10	10
	分離回収:吸収液原単位	指数	1	0.5	
	分離回収:設備費	指数	1	0.6	
	昇圧:電力原単位	kWh/t-CO2	115	100	103
	昇圧:設備費	指数	1	0.5	
新設石火	電力ロス係数	kWh/MJ	0.052	0.04	0.042

Paul H. M. Feron (TNO, Netherland) Reduction of emission and Geological storage of CO2, Paris (2005)



分離回収の将来コスト

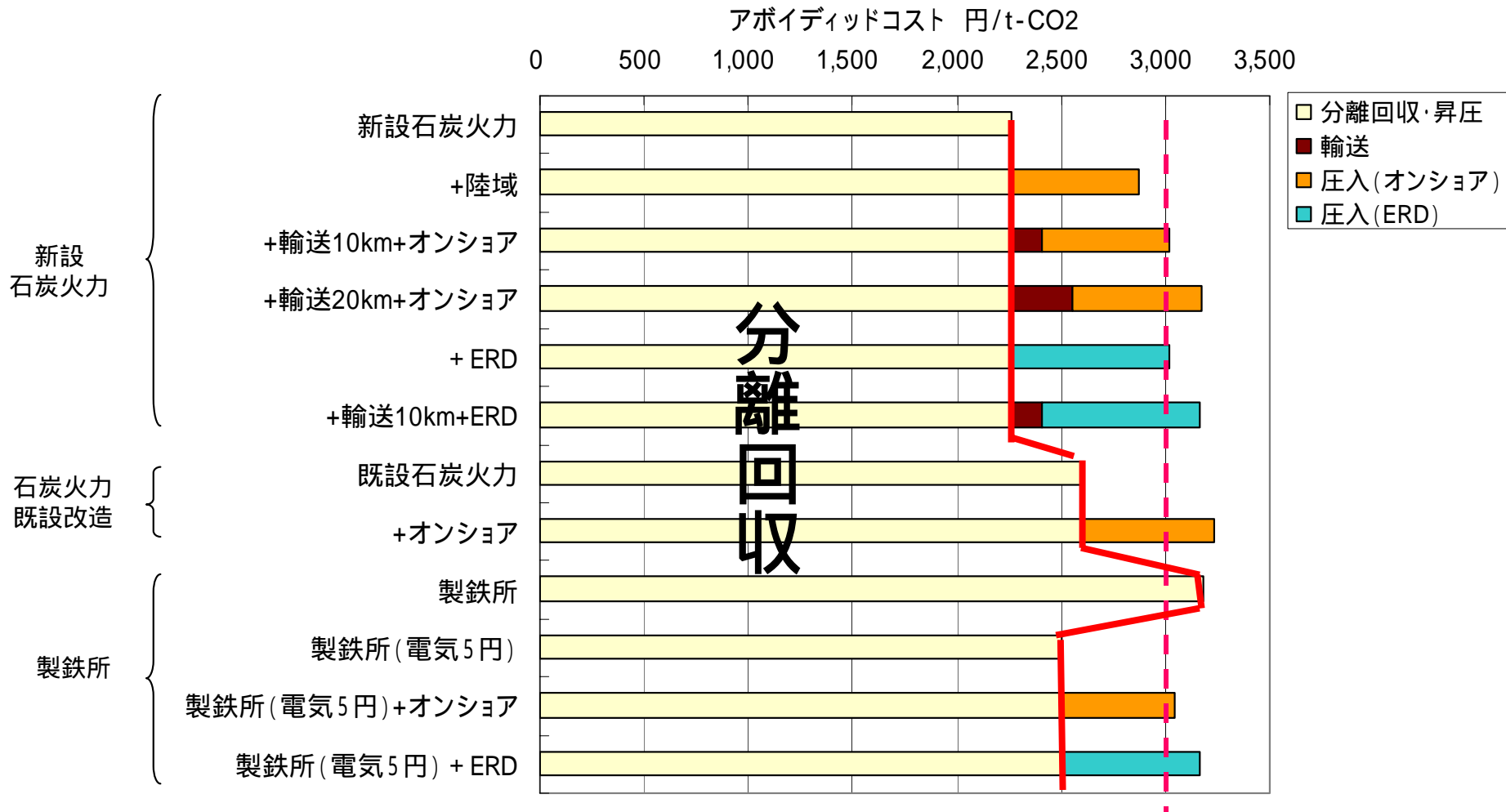


- 分離回収コストが大幅に圧縮
- 昇圧コストはあまり減らない



CCSのコスト3,000円/t-CO₂の達成可能性

輸送: 15MPa-100万t-CO₂/年、**圧入: 50万t-CO₂/年・井、深度1000m**



輸送・貯留の課題

- ▶ 輸送コストが高いため輸送距離が大きくとれない。このため、排出源近傍の貯留層を開拓する必要がある。

- ▶ 浸透率の大きな貯留層の開拓や水平井、マルチラテラル工法などの井戸1本当当たりの圧入量を大きくする技術開発も重要。



Q6 . わが国ではCCSは有効なCO₂削減
オプションになりうるのか？



わが国の貯留ポテンシャル 地下深部塩水層（帯水層）

地質データ		カテゴリー A (背斜構造への貯留)	カテゴリー B (層位トラップなどを有する 地質構造への貯留)
油ガス田	坑井・震探 データが豊富	A 1 35億t-CO ₂	B 1 275億t-CO ₂
基礎試錐	坑井・震探 データあり	A 2 52億t-CO ₂	B 2 885億t-CO ₂
基礎物探	坑井データなし、 震探データあり	A 3 214億t-CO ₂	
貯留概念図			
小計		301億t-CO ₂	1,160億t-CO ₂
合計		1,461億t-CO ₂	

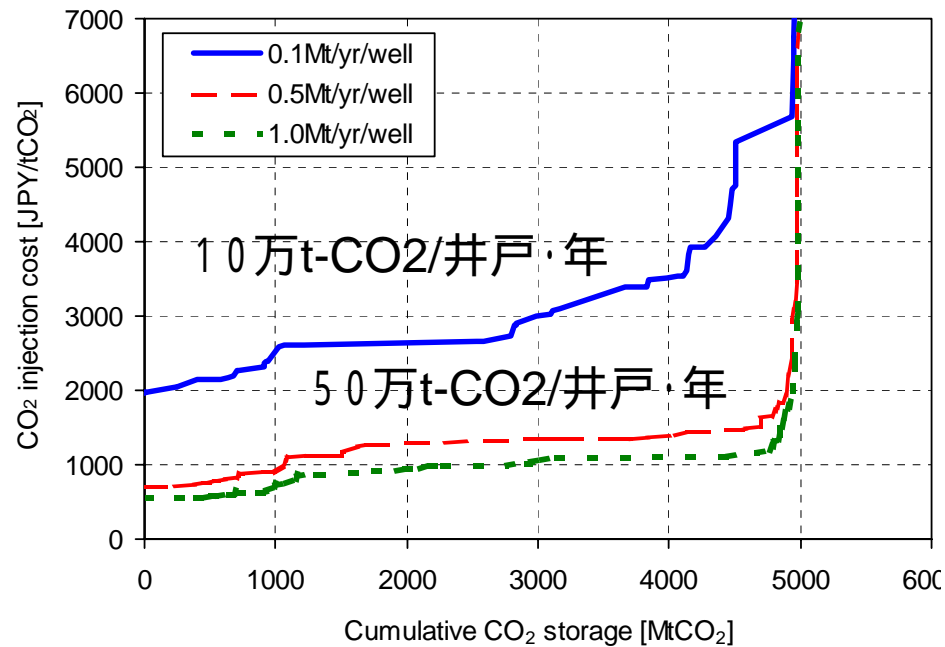
*内陸盆地ならびに内湾(瀬戸内海、大阪湾、伊勢湾など)は対象とせず

*地下800m以深かつ、400m以浅が対象



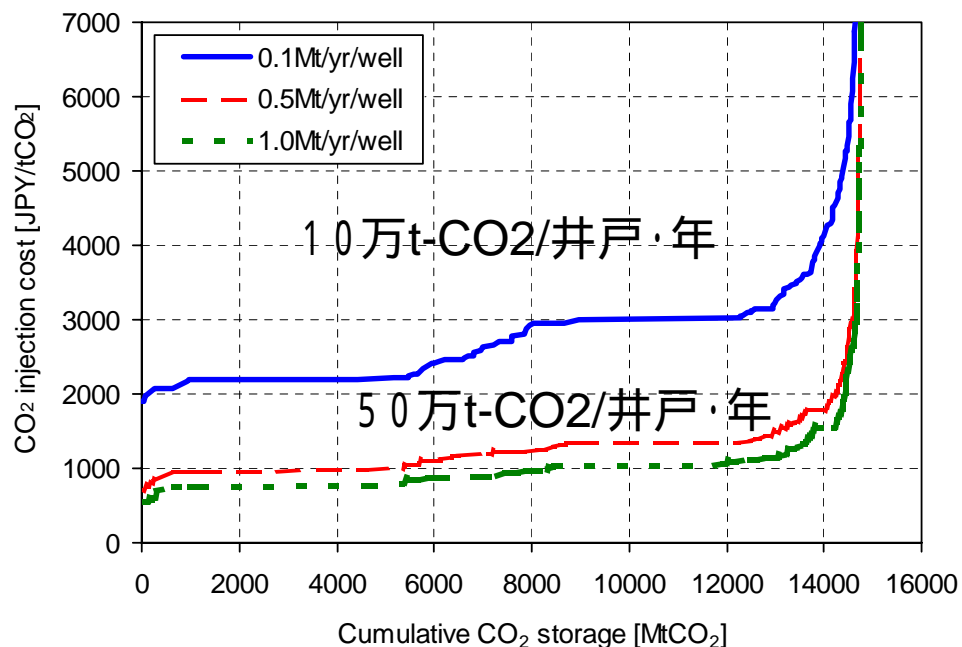
CO₂ 圧入コストとポテンシャル

注) コスト評価の対象とした水深500m以浅のみを評価



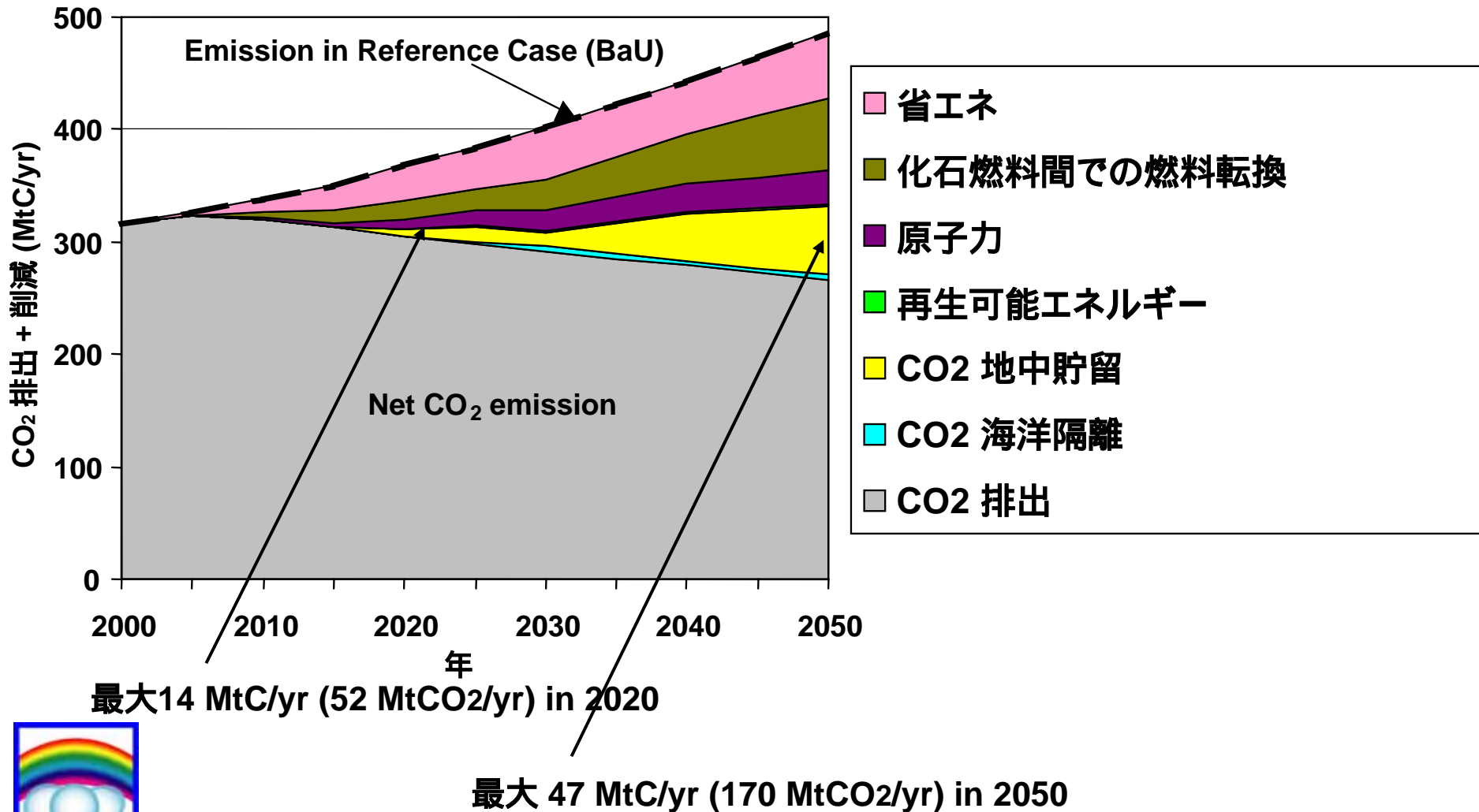
カテゴリーA2
ボーリングがなされたもの

カテゴリーA3
地震探査データのあるもの



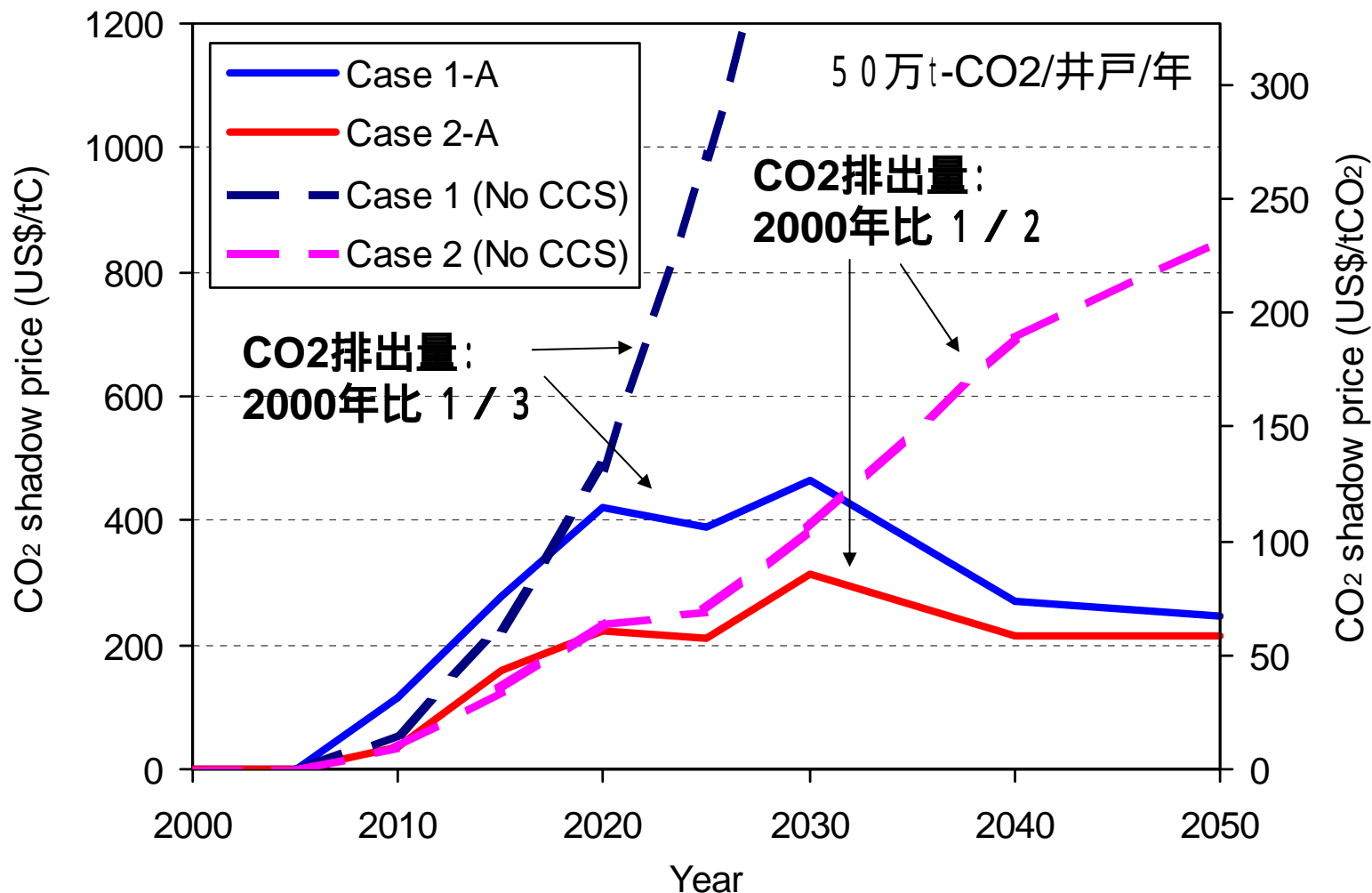
コスト効率的なCO2削減シナリオ

Case 1-A: 2050年のGDP当たりのCO2排出量: 2000年比 1 / 2
カテゴリー-A2(52億t-CO2)



限界削減費用

CCSはわが国のCO₂の削減費用低下に大きく貢献する。



Q6の答え

- CCSコストは海外に比べ高いが、それでもわが国における重要なCO₂削減オプションである。
- CCSの導入によって、CO₂の削減コストは大幅に引き下げられる。



END

