

## CO<sub>2</sub>固定 - 技術と社会受容性 -

平成17年12月9日

大学院新領域創成科学研究科  
環境学専攻 環境エネルギー分野  
島田 莊平

- 目次
- 1: IPCCレポート
  - 2: 社会システムの対策
  - 3: 技術的対策

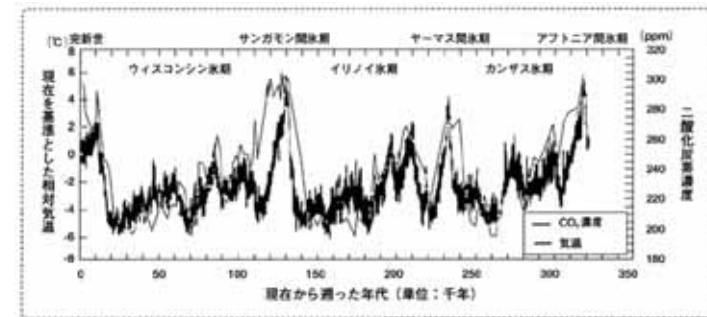
## IPCC報告書の要点

- 観測記録のある1861年以降、地球規模で温暖化が進行していることが数々のデータおよび事象により説明された。
- 温暖化の原因は、主に化石燃料の使用に伴うCO<sub>2</sub>に起因する。
- 全地球の炭素循環の研究の結果、炭素の収支バランスが明確になった。
- 各種モデルにより21世紀末までの気温上昇、海面水位等に予測が行われた。その際、経済成長、社会状況、科学技術の進展等を加味して検討した。その結果、21世紀末の地球の温度は1.4-5.9 上昇すると推定された。

## IPCC報告書の要点（続き）

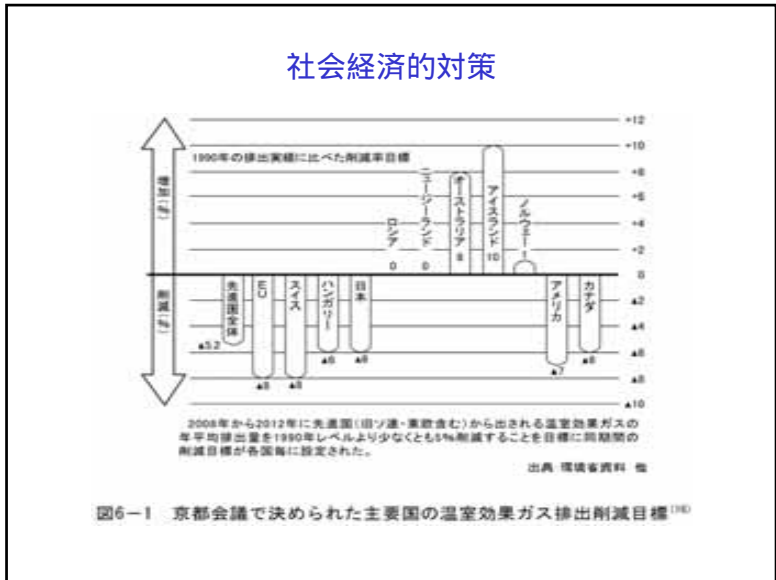
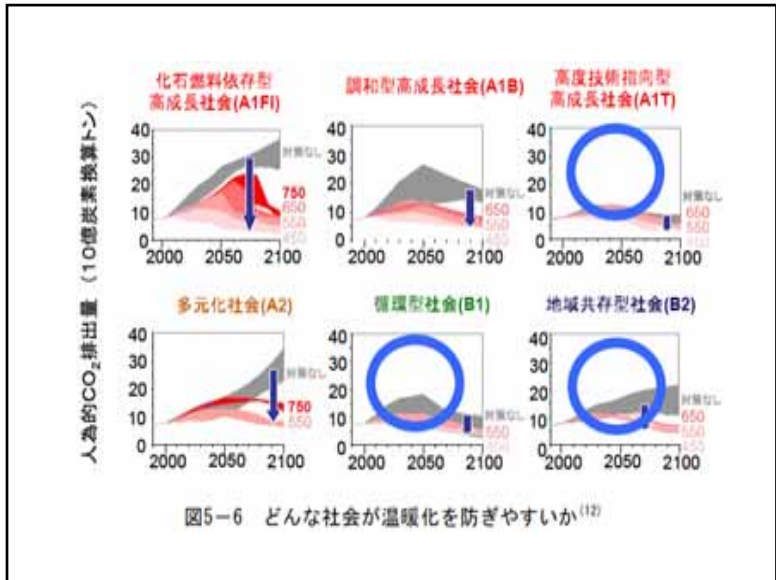
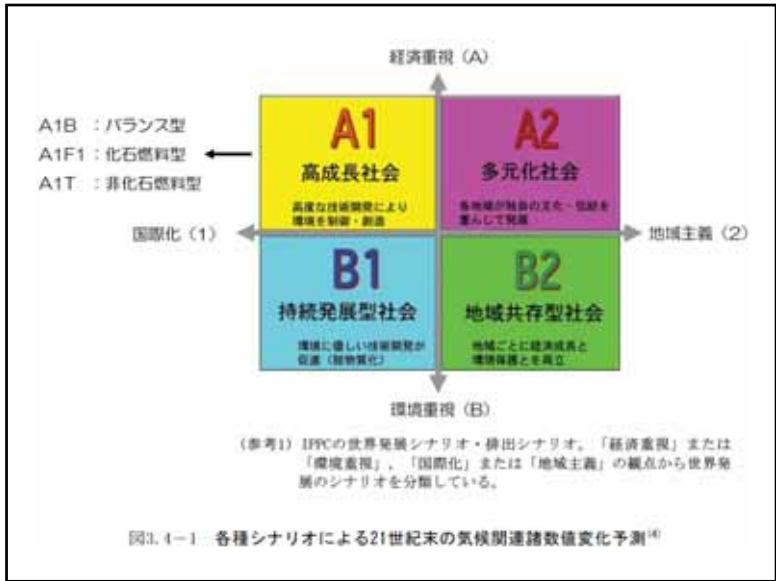
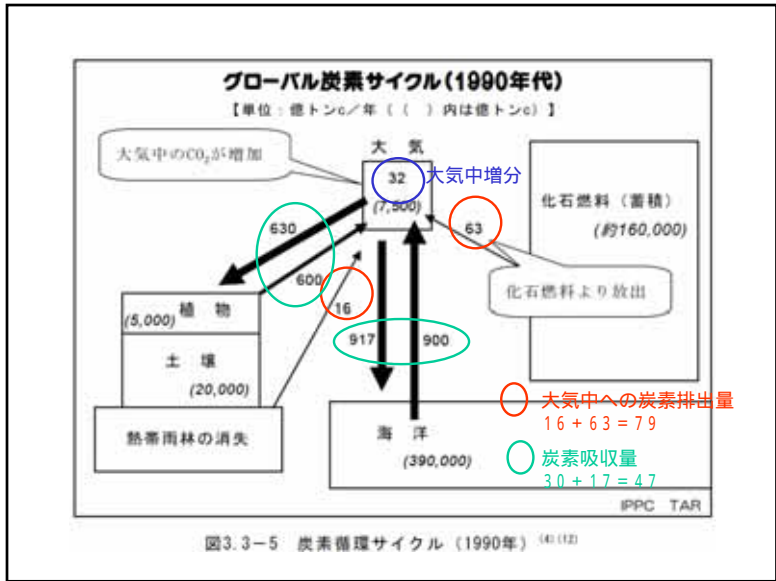
- 気温の変化は、既に多くの生物圏内しすてむに影響が現れている。
- 温暖化の対策技術としては、温暖化の進行を抑制する「緩和策」と問題発生後の状態に対処する「適応策」の2方策が考えられる。前者の方が費用対効果の面から優れている。
- 「緩和策」のひとつであるCO<sub>2</sub>回収・低減技術の研究開発は着実に進展している。
- その実用、普及にはさらに技術や社会経済等の課題を克服し、省エネ、省資源を徹底した循環型社会への変革が望まれる。

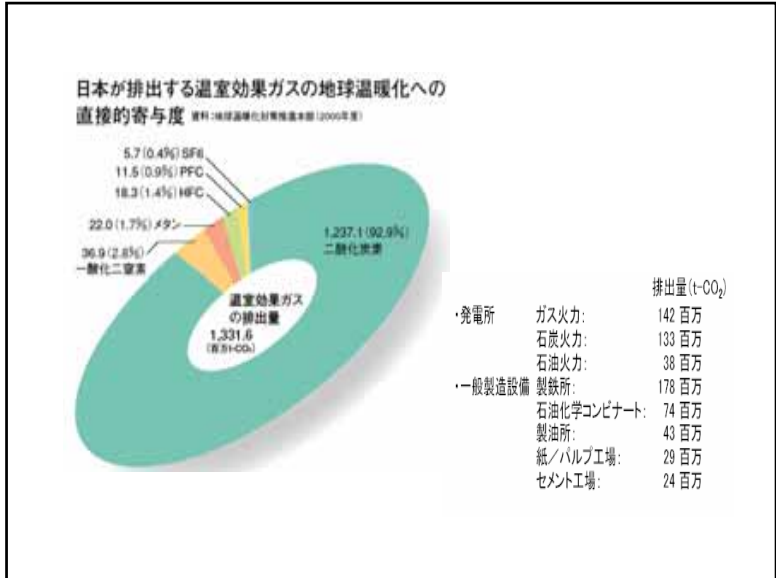
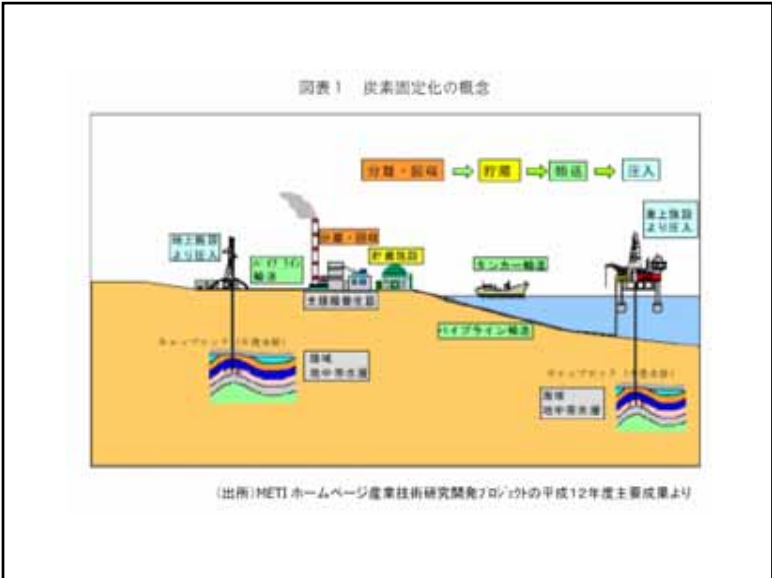
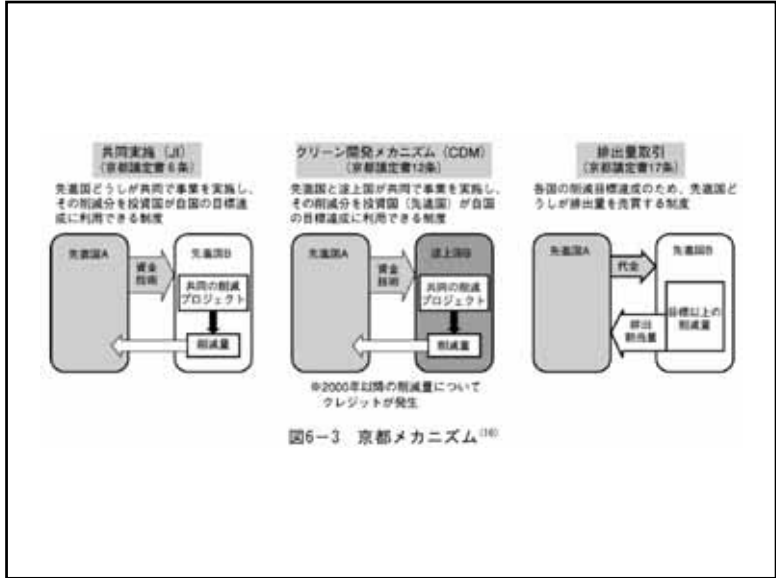
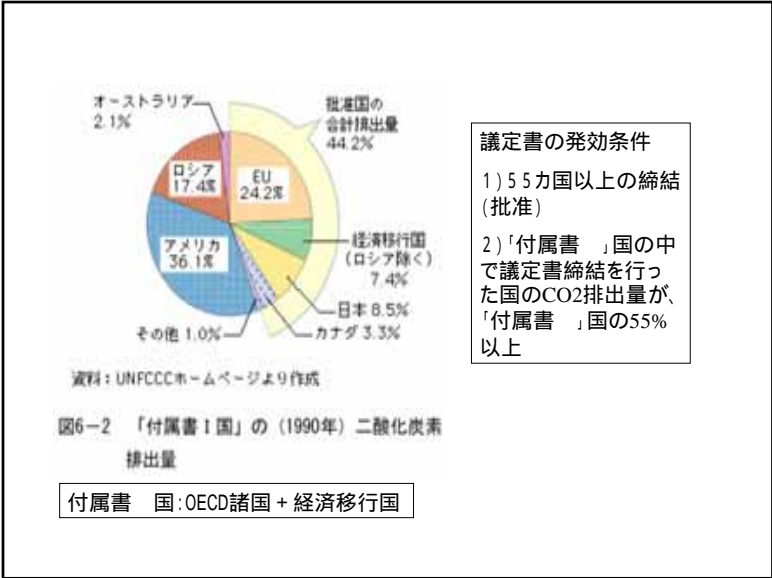
CO<sub>2</sub>濃度と温度の変化は相関性が高い。

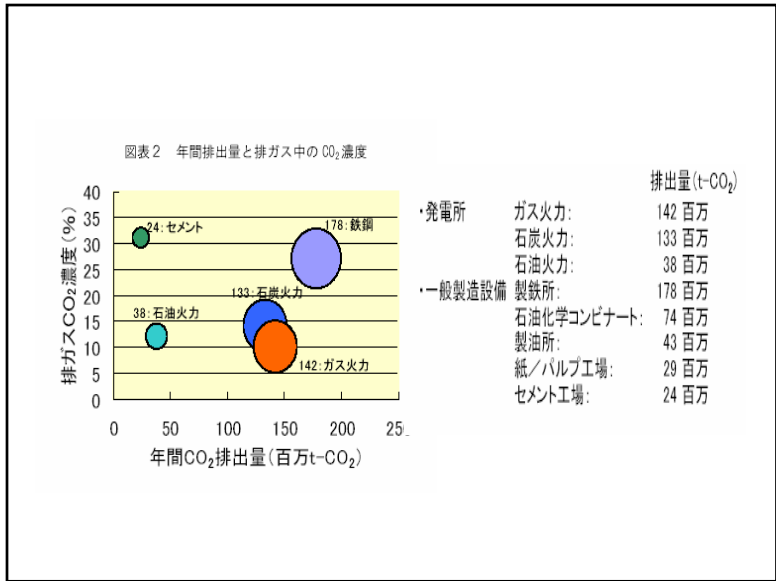


【図6】 南極ドームふしで採取した250m深の水を分析して得られた過去の二酸化炭素の濃度。気温は水の水分子の酸素同位体比から推定。(Kawamuraら, 2003)

図3.3-2 過去の（約32万年前から）の二酸化炭素の濃度<sup>(1)</sup>

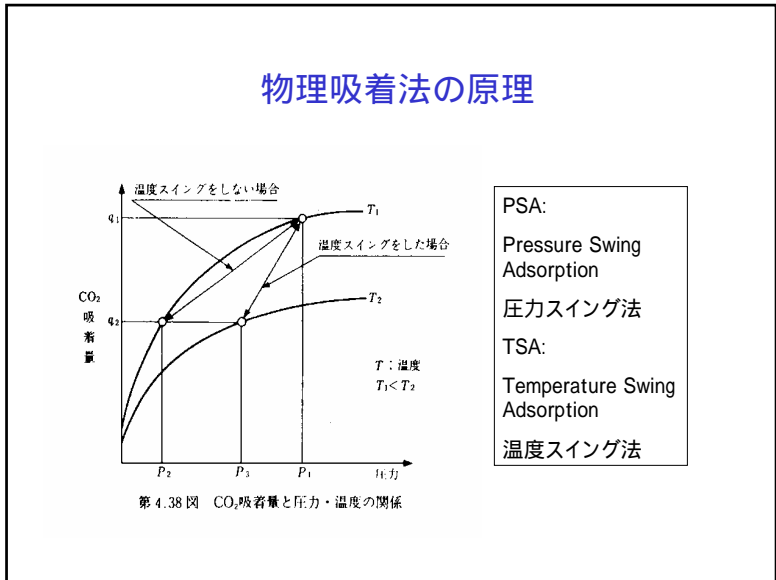
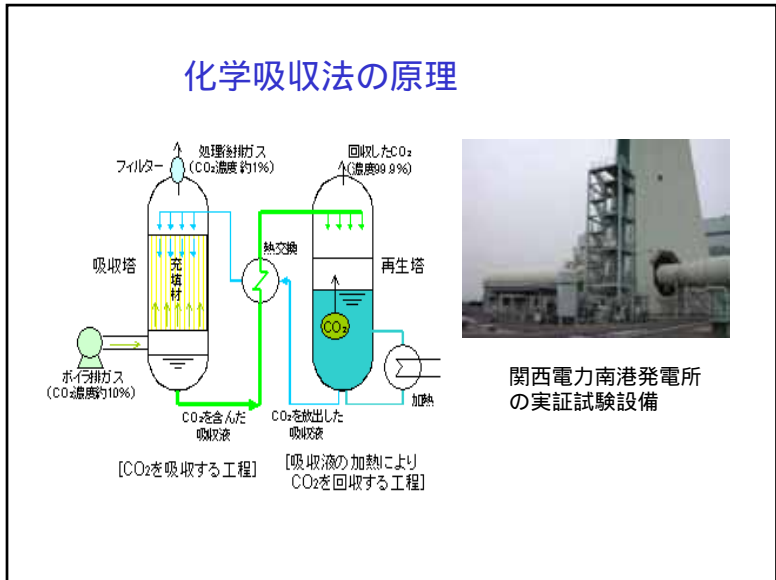






図表3 分離・回収方法とその特徴

分離・回収方法	特徴
吸収法	化学吸収 CO <sub>2</sub> 吸収液の化学反応を利用してCO <sub>2</sub> を分離するものである。吸収されたCO <sub>2</sub> を取り出す際に多量のエネルギー(蒸気)が必要である。CO <sub>2</sub> の回収率は90%、純度は99.9%である。
	物理吸収 吸収液により物理的にCO <sub>2</sub> を吸収し、減圧(加熱)してCO <sub>2</sub> を回収するものである。CO <sub>2</sub> の回収率、純度は化学吸収法(アミン法)と同等かやや劣る程度である。
吸着法	CO <sub>2</sub> を活性炭などの吸着剤と接触させ、その微細孔にCO <sub>2</sub> を物理化学的に吸着させるものである。CO <sub>2</sub> 回収率は90%、回収CO <sub>2</sub> の純度は99%とされている。
膜分離法	高分子膜 高分子膜に対する気体の透過速度の違いを利用してCO <sub>2</sub> を分離するものである。
	液膜 CO <sub>2</sub> を選択的に輸送する物質であるキャリアを保持した膜によりCO <sub>2</sub> を分離するものである。現時点では、基礎的研究の段階にある。
	無機膜 多孔質材料中の透過において表面拡散流を生じるため、これを用いて分離を行う。
酸素燃焼法	化石燃料を酸素で燃焼させ、排ガス中のCO <sub>2</sub> 濃度を100%近くに高めるものである。CO <sub>2</sub> 濃度94~95%の排ガスが得られることが実験により確認されている。
昇華法	ガス中のCO <sub>2</sub> を昇華させドライアイスとして回収するものである。



図表5 貯留方法

固定方法	特徴	貯蔵能力(全世界)	
地中固定	原油回収	原油の三次回収において油田にCO <sub>2</sub> を注入し、原油回収を促進する。	733~2,383億t-CO <sub>2</sub>
	炭層メタン回収	探掘不可能な深層炭層にCO <sub>2</sub> を吸着させ、同時にメタンを回収する。	1467億t-CO <sub>2</sub>
	枯渇油・ガス井	石油や天然ガスを蓄えていた油田やガス田の貯留能力を利用。貯留能力は実証済である。	油井: 3.667億t-CO <sub>2</sub> ガス井: 14.667億t-CO <sub>2</sub>
	帯水層	ほとんど変動しない地下の塩水にCO <sub>2</sub> を溶かし込む。	36.667億t-CO <sub>2</sub> 以上
海洋隔離	海洋溶解	CO <sub>2</sub> を海洋に注入し溶解、拡散させるもの。気体での注入を気体溶解法、液体での注入を液体溶解法と呼ぶ。	36.667億t-CO <sub>2</sub>
	深海注入	海底の窪地にCO <sub>2</sub> の湖を形成させる。隔離期間は2000年以上と期待される。	
生物固定	植物や藻類、植物プランクトンなどの光合成によって植物体に固定する方法。	地上植物: 44億t-CO <sub>2</sub> /年	

### 現在行われているCO<sub>2</sub>地中固定の事例

Sleipner ガス田 (ノルウェー):

1996年から沖合いの天然ガス田にて産出される天然ガスよりCO<sub>2</sub>を化学吸収法(アミン法)により分離・回収し、100万t-CO<sub>2</sub>/年を帯水層へ注入(炭素税の回避: 約\$50/t-CO<sub>2</sub>)

Weyburn EOR (米国、カナダ):

2001年から合成ガス製造より化学吸収法(アミン法)によりCO<sub>2</sub>を分離・回収し、5,000t-CO<sub>2</sub>/日を330kmパイプラインで輸送し、油田に注入し、石油の増進回収を図る。

\* EOR (Enhanced Oil Recovery): 石油増進回収法

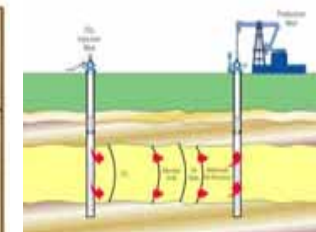
### Saline Aquifer CO<sub>2</sub> Storage (SACS)

1996年から沖合いの天然ガス田にて産出される天然ガスよりCO<sub>2</sub>を化学吸収法(アミン法)により分離・回収し、100万t-CO<sub>2</sub>/年を帯水層へ注入(炭素税の回避: 約\$50/t-CO<sub>2</sub>)



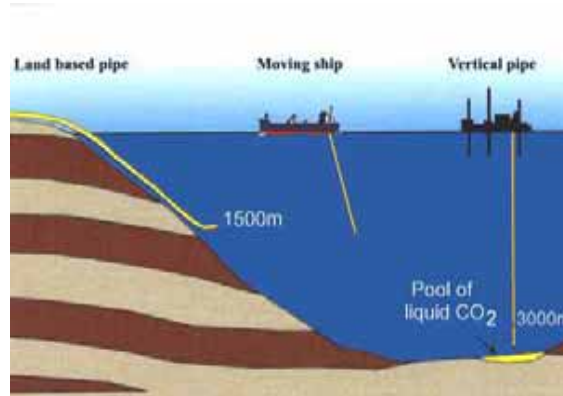
### Weyburn EOR (米国、カナダ)

2001年から合成ガス製造より化学吸収法(アミン法)によりCO<sub>2</sub>を分離・回収し、5,000t-CO<sub>2</sub>/日を330kmパイプラインで輸送し、油田に注入し、石油の増進回収を図る。



EOR概念図

## CO2の海洋隔離



図表8 想定ケースの条件

### ①国内炭鉱ケース

石炭火力発電所  
 ・発電電力: 100kW  
 ・排ガス流量: 2,004,000Nm<sup>3</sup>/h  
 ・排ガス中CO<sub>2</sub>濃度: 13.2%

分離・回収  
 ・CO<sub>2</sub>回収量: 11,224t-CO<sub>2</sub>/日  
 ・CO<sub>2</sub>回収率: 90%  
 ・回収CO<sub>2</sub>濃度: 99.9%

パイプライン輸送 注入(廃炭鉱)  
 ・輸送距離: 100km  
 ・入口圧力: 10.6MPa  
 ・出口圧力: 8.1MPa  
 ・中間昇圧  
 ・パイプ径: 20インチ  
 ・注入圧力: 15.2MPa

### ②海外油田ケース

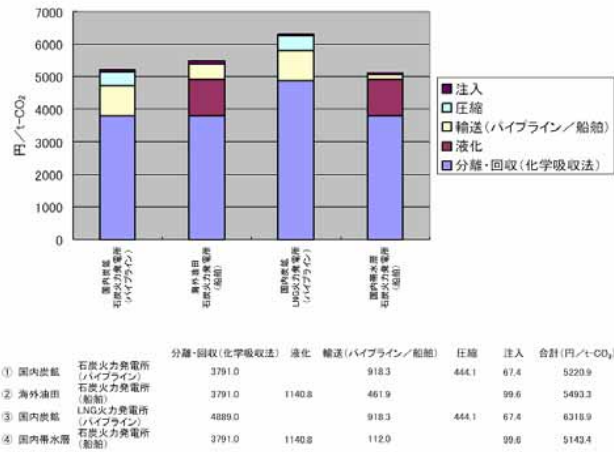
石炭火力発電所  
 ・発電電力: 100kW  
 ・排ガス流量: 2,004,000Nm<sup>3</sup>/h  
 ・排ガス中CO<sub>2</sub>濃度: 13.2%

分離・回収  
 ・CO<sub>2</sub>回収量: 11,224t-CO<sub>2</sub>/日  
 ・CO<sub>2</sub>回収率: 90%  
 ・回収CO<sub>2</sub>濃度: 99.9%

液化  
 ・液化圧力: 0.7MPa  
 ・液化温度: -50℃

船舶輸送  
 ・輸送距離: 4,300km  
 ・利用船舶: LPG船  
 ・積載容量: 78,000m<sup>3</sup>  
 (1便/週)  
 ・長期契約ベース

注入(枯渇油田)  
 ・注入圧力: 15.2MPa  
 ・陸内輸送なし



図表10 温暖化対策コスト比較

