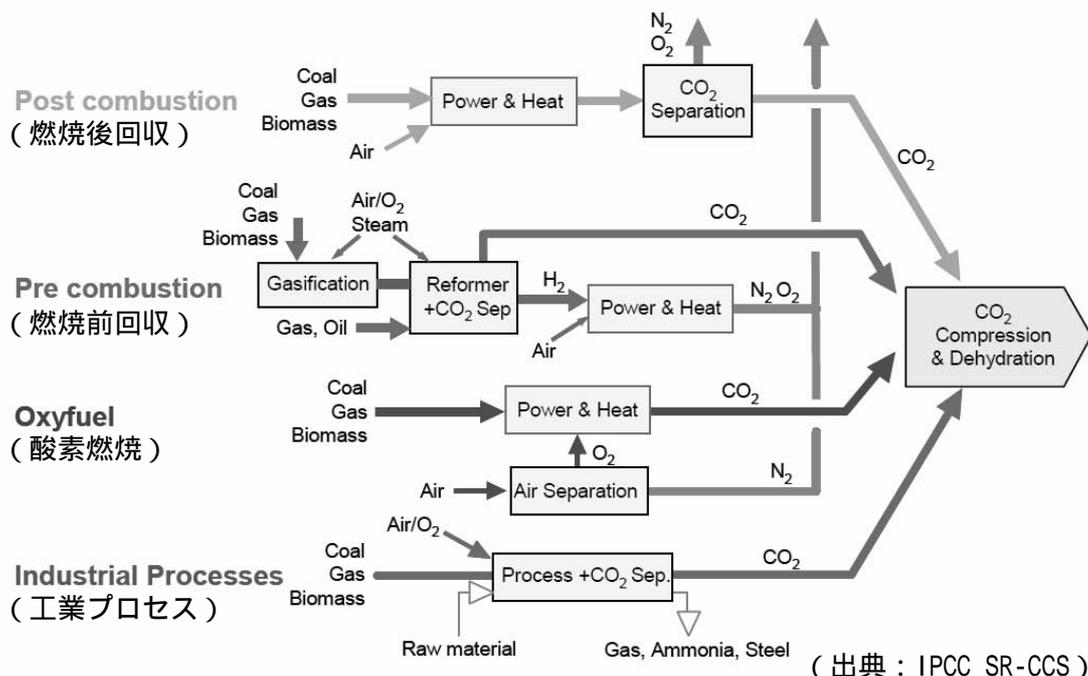


## 二酸化炭素海底下地層貯留に関する技術について

### 1. 分離・回収技術

#### (1) 分離・回収技術の種類

分離・回収技術のうち、燃焼後回収技術については実用化されているものがある。また、燃焼前回収は（炭化水素改質による水素製造という点で）ロケット燃料製造用途で商用実績がある。（出典：経済産業省第2回 CCS 研究会資料）



#### (2) 二酸化炭素流 (dry) 中の不純物質

##### 二酸化炭素流 (dry) 中の不純物質の濃度 (体積%)

	SO <sub>2</sub>	NO	H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> /Ar/O <sub>2</sub>	Total
COAL FIRED PLANTS								
Post-combustion capture	<0.01	<0.01	0	0	0	0	0.01	0.01
Pre-combustion capture (IGCC)	0	0	0.01-0.6	0.8-2.0	0.03-0.4	0.01	0.03-0.6	2.1-2.7
Oxy-fuel	0.5	0.01	0	0	0	0	3.7	4.2
GAS FIRED PLANTS								
Post-combustion capture	<0.01	<0.01	0	0	0	0	0.01	0.01
Pre-combustion capture	0	0	<0.01	1.0	0.04	2.0	1.3	4.4
Oxy-fuel	<0.01	<0.01	0	0	0	0	4.1	4.1

- 酸素燃焼 (Oxy-fuel) の SO<sub>2</sub> 濃度及び燃焼前回収の最大 H<sub>2</sub>S 濃度は、回収費用を削減するために、二酸化炭素流中にこれらを意図的に残した場合の濃度である。表に示されている濃度は、硫黄分 0.86%の石炭を利用した場合の濃度であり、これらの濃度は燃料中の硫黄分に直接的に比例するだろう。
- 酸素燃焼は、N<sub>2</sub>、Ar、O<sub>2</sub> 及び NO<sub>x</sub> を分離するために極低温二酸化炭素精製装置が使用されている。この装置を使用しないことは、費用の削減となるが、不純物質濃度の上昇を意味する。
- 全ての手法において、この表に示された不純物質の濃度は、より多くの費用をかけることによって、削減することが出来る。

(出典：IPCC SR-CCS, 原典は IEA GHG, 2003~2005)

## 2. 貯留層選定技術（Gorgon（ゴルゴン）計画の例）

オーストラリア西部において大規模ガス開発事業（以下、「Gorgon 計画」）が計画されている。本計画は天然ガス随伴二酸化炭素を帯水層に貯留する予定となっている。本計画については、環境影響評価が実施されており、公開資料によれば、二酸化炭素地中貯留に関して以下のような適地選定及びシミュレーションが行われ、また、監視計画及び緩和措置（Mitigation）の計画が立案されている。

### a. 貯留層の選択

Gorgon 計画における温室効果ガス排出削減対策として、二酸化炭素地中貯留が計画されている。Gorgon Venture は、1992 年から二酸化炭素貯留サイト選定に関する研究を実施しており、帯水層、ガス層、枯渇ガス層等の貯留サイトの適性を判断した。貯留サイトとしての適性に関する判断基準を以下に示す。

1. 貯留層の上端が 800m 以深であること（二酸化炭素が超臨界状態を保てる）。
2. 二酸化炭素を貯留できる構造であること。
3. 予定量の二酸化炭素圧入速度を一定以上に保つための、十分な孔隙率と透過性があること。
4. 予定量の二酸化炭素圧入によっても、圧力上昇によるシールの安全性が影響を受けないこと。
5. 輸送コストを削減し、温室効果ガスの効率を高めるために、圧入サイトが二酸化炭素発生源から近いこと。
6. 二酸化炭素地中貯留によって炭化水素資源の採取や探査に影響を与えないこと。

Gorgon 地域における 16 の貯留層について比較した結果、Barrow（バロー）島の Dupuy 帯水層が、以下の理由等から最適であると判断された。

- ・帯水層の深さや構造が、二酸化炭素流の圧入に最適な状態であること
- ・炭化水素資源の生産に将来にわたり影響を及ぼす可能性がないこと
- ・緩和措置（mitigation）等のための井戸が、圧入帯水層以外の帯水層にも掘削可能であること
- ・ガス生産開始後に、貯留層の利用が可能であること
- ・貯留予定量の二酸化炭素を受容する深さと規模があること。本プロジェクトにおける二酸化炭素の必要貯留能力は、約  $7.1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{日}$  で、総量約  $7.1 \times 10^8 \text{ m}^3$  以上である。これはガス田から発生した二酸化炭素の全量を貯留できる容量である（1000 万 t/年の LNG 施設が 30 年間稼動した場合）。
- ・Dupuy 帯水層が Barrow 島よりアクセス可能であること（海中井や海上プラットフォームの建設の必要がないため、貯留コストのリスクとコストが低減）
- ・サイトが陸上であること、また油田地帯であることから、地質学的データ及びモニタリング実績が豊富であること

（出典：Gorgon Development Project; ESE Review Report）

### 3 . 監視（モニタリング）技術（IPCC 資料における記載事例）

2006 年 IPCC ガイドラインでは、モニタリングの実例として、Sleipner（スライプナー、ノルウェー、帯水層）等が紹介されている。

Sleipner の二酸化炭素海底下地層貯留サイト（北海のノルウェー沖）では、ユトシラ帯水層に 1996 年から毎年約 100 万 CO<sub>2</sub> トンの二酸化炭素を貯留している。2004 年までの累積圧入量は、700 万 CO<sub>2</sub> トンを超える。地層内の二酸化炭素分布は、反復三次元地震探査（これまでに圧入前に加え 2 回の反復調査が公開されている）によりモニタリングされている。最近では、重力探査（1 回の調査が行われている）も用いられている。三次元地震探査では、二酸化炭素の漏洩の兆候は発見されてない。

（出典：2006 年 IPCC ガイドライン）

### 4 . 二酸化炭素地中貯留における地層シミュレーション技術（Gorgon 計画の例）

Gorgon 計画に関する環境影響評価準備書（Draft EIS）（2005. 9 月）によれば、二酸化炭素の貯留層内での挙動が、石油・ガス開発で長年の実績がある「地層シミュレーション」によって予測されている。二酸化炭素の地下における挙動は石油やガスの挙動と類似するため、二酸化炭素挙動の予測には石油やガス業界で開発された地層シミュレータの利用が可能である。ただし、以下の要素を取り込むために、シミュレーションモデルに僅かな変更を加えている。

- 帯水層内の二酸化炭素の溶解度
- 超臨界状態の二酸化炭素の密度及び粘性
- 圧入活動終了後に二酸化炭素が拡散し続ける期間

地層シミュレーションでは、二酸化炭素の動きを予測するだけでなく、地層内で生じる圧力変化も予測している。圧力変化は、二酸化炭素の動きよりも速くかつ幅広く拡大していくため、これを予測することは重要である。また、モデルを構築する過程では、圧入による圧力増加が主要な断層に到達する可能性についても配慮されている。