

クリーンコールディ CCD2010 "石炭新世紀"～CCTが経済成長と地球温暖化防止の原動力になる～  
パネルディスカッション  
～新しい石炭の使い方、永く、クリーンに、スマートに～

# クリーンコールテクノロジーの 商用機推進・普及の加速

平成22年9月8日

副社長執行役員 福江一郎

 **MITSUBISHI**  
HEAVY INDUSTRIES, LTD.

250MW IGCC 実証機

# 低炭素化社会実現に向けて CCTの推進・普及の加速

## -カーボンフリーエネルギー-

- ✓ 再生可能エネルギー
- ✓ 原子力
- ✓ **CCS (CO<sub>2</sub>回収&貯蔵)**
- ✓ バイオマス

## -省エネ、高効率化

- ✓ エコハウス
- ✓ 地域エネルギーマネジメント
- ✓ 民生分野における効率化
- ✓ **火力の高効率化**

## -電化促進

- ✓ ヒートポンプ
- ✓ 電気自動車 EV

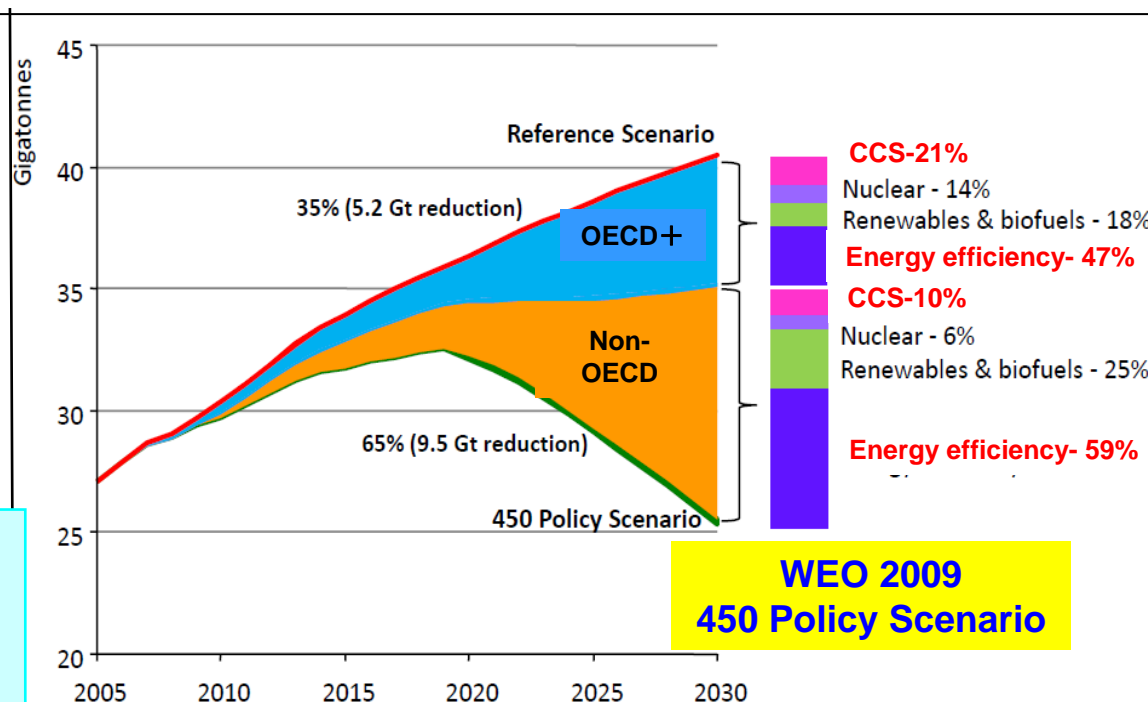
### 供給可能なエネルギー資源可採年数

(BP統計2009)

石油：42年 天然ガス：60年  
石炭：122年 (比較的広く分布)

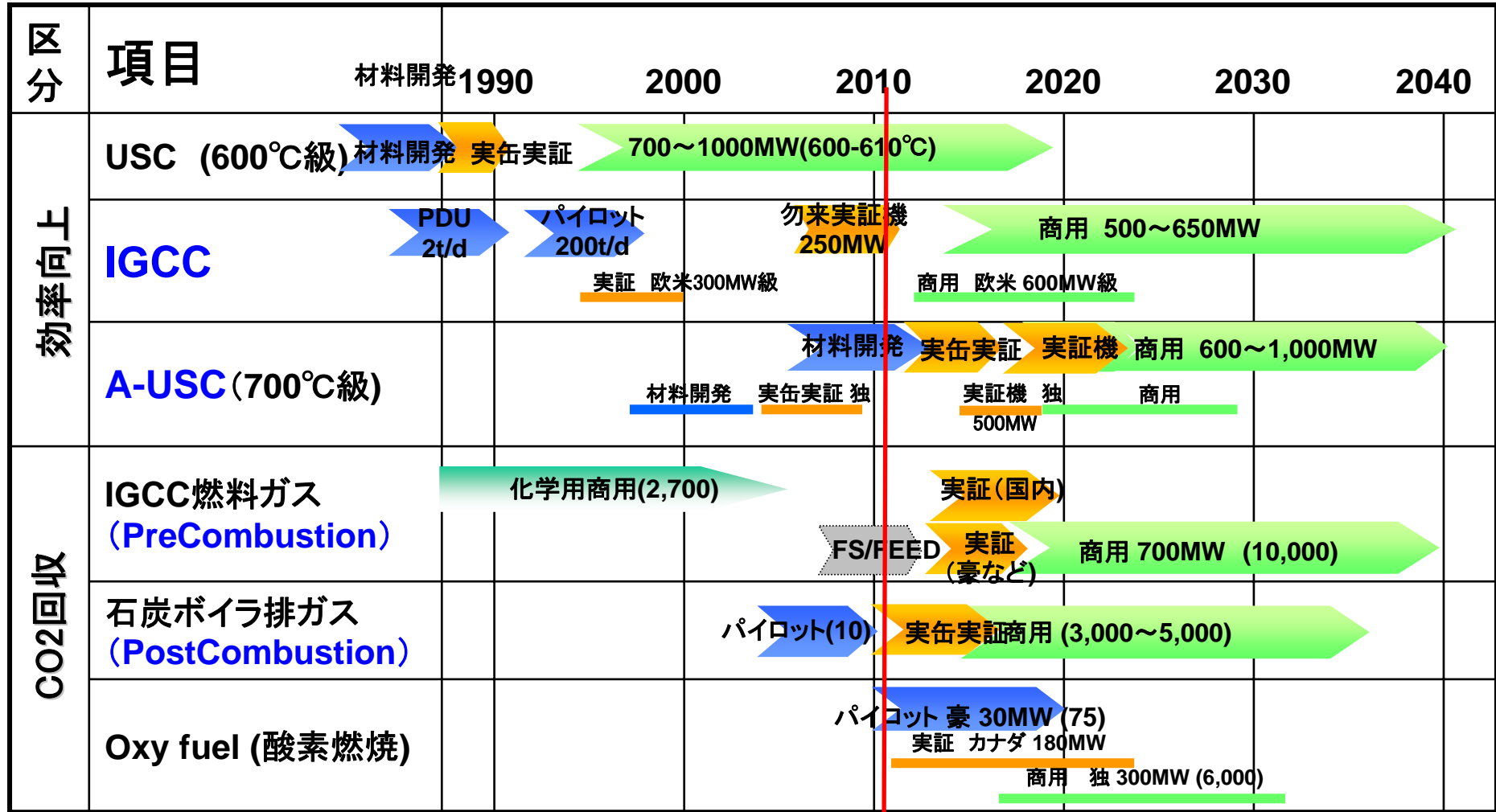
- 政策によるリーダーシップが必要
- インフラ更新に投資の継続が必要
- エネルギーコスト/GDPは適正に維持

—現実的な具体策— 石炭のクリーンでスマートな使い方、高効率化と将来のCCS導入が重要



# 石炭火力発電設備技術開発ロードマップ

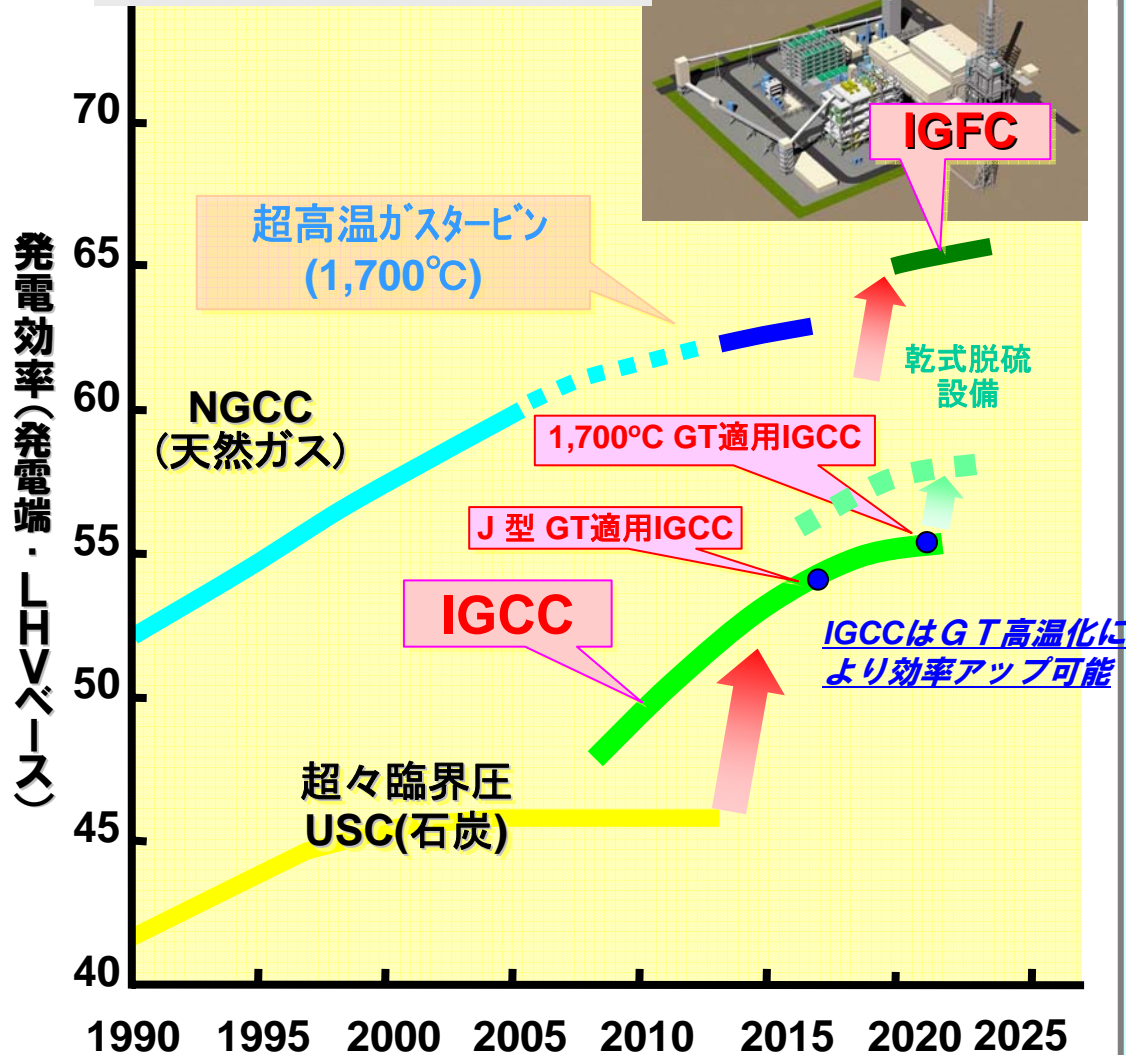
**CCT導入加速：USC定着に続き IGCC普及拡大が重要、CCS導入への準備**



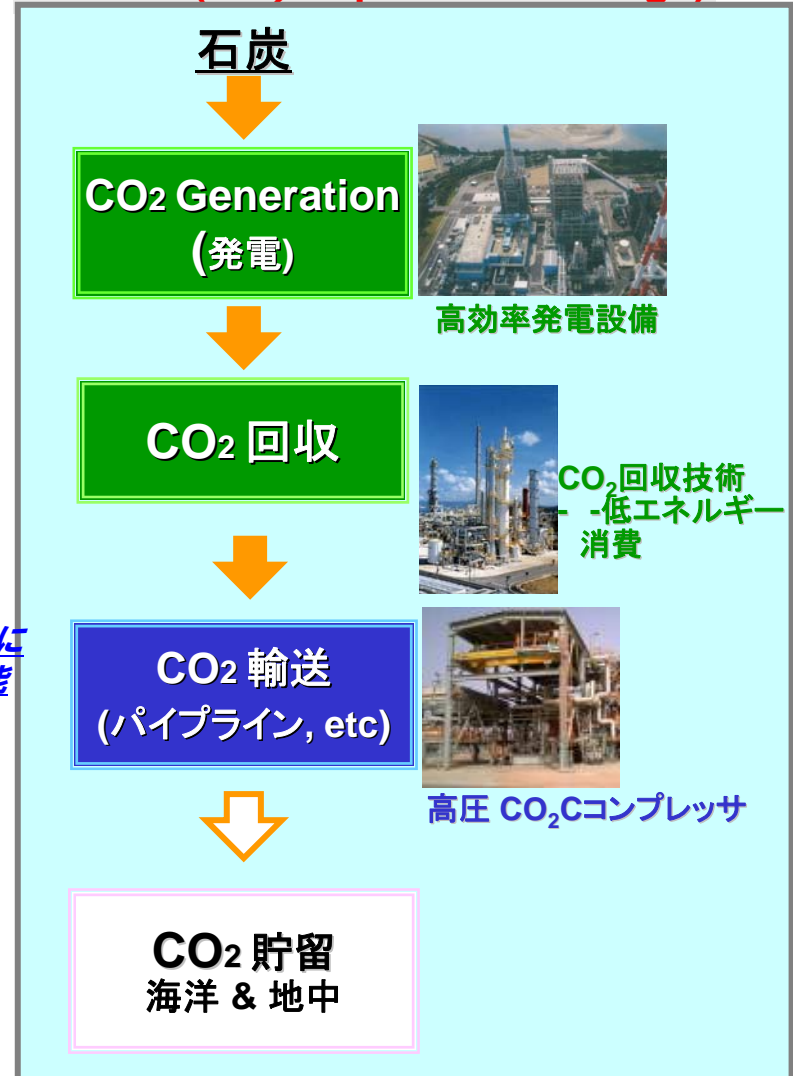
▶ 基礎研究   
 ▶ 実証   
 ▶ 商用   
 FEED: Front End Engineering Design   
 現実的なスケジュールを三菱重工にて想定  
 実線は海外の技術動向を示す   
 ( )内は、CO2回収・隔離量 ton-CO2/日

# 三菱重工の取り組む火力発電の高効率化とCCS

## 1. 火力発電の高効率化



## 2. CCS(CO<sub>2</sub> Capture and Storage)

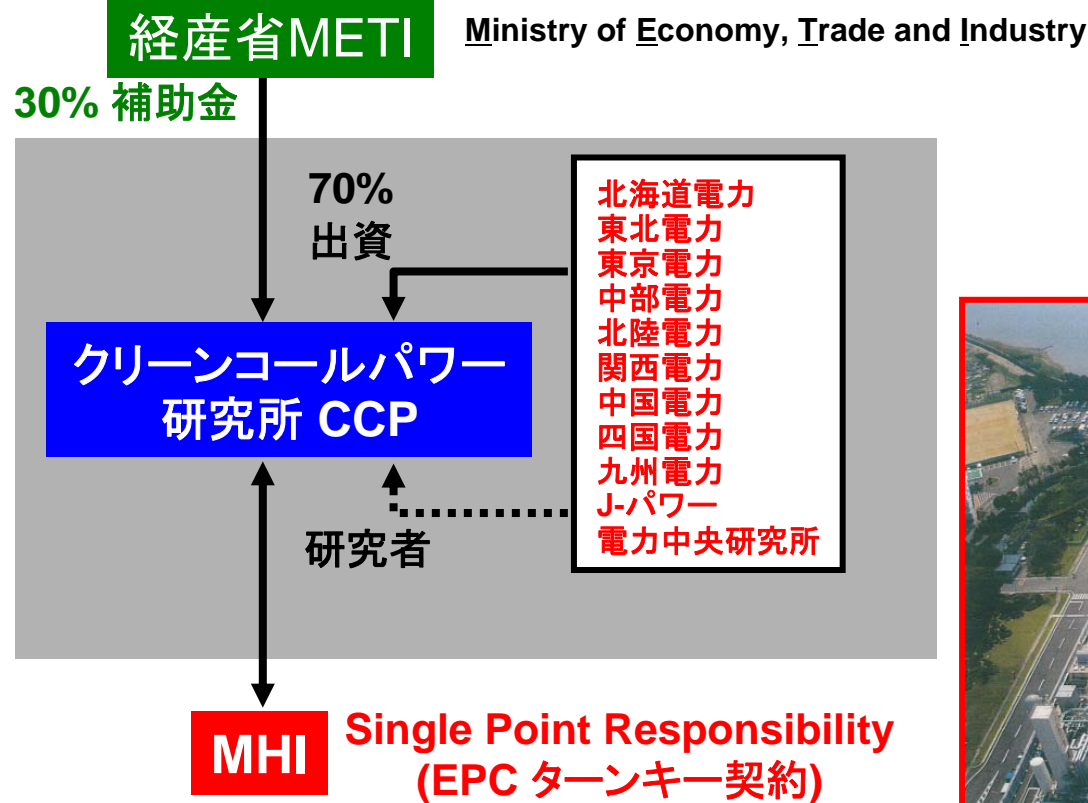


IGCC: Integrated Gasification Combined Cycle、石炭ガス化複合発電

IGFC: IGCC+SOFC(Solid Oxide Fuel Cell)、石炭ガス化固体酸化物形燃料電池複合発電

～新しい石炭の使い方、永く、クリーンに、スマートに(高効率火力発電:IGCC)～

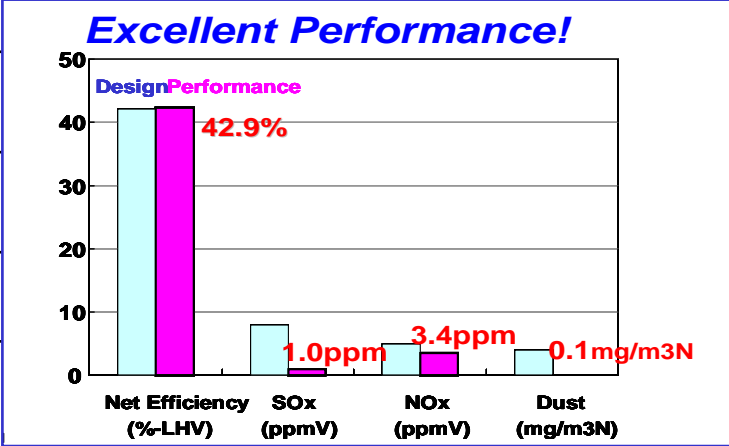
# 官民による国プロ/IGCC 実証機の成功



2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	設計			建設(36ヶ月)			実証試験		●

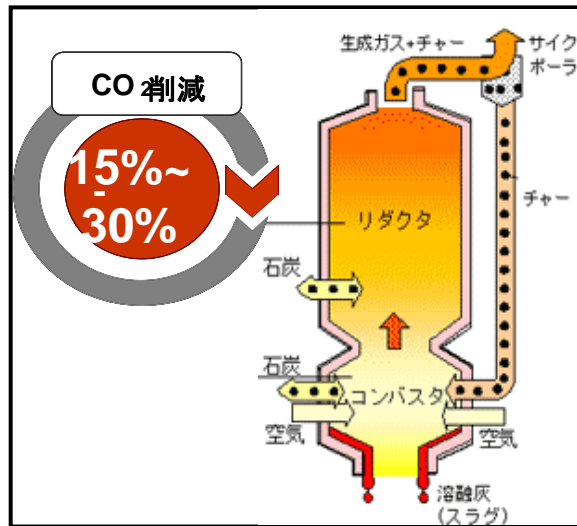
**5,000時間 耐久試験完了。 累積運転時間 9000時間超。**  
 日本独自の空気吹きIGCCは信頼性を証明。 計画値を大きく上回る環境性能・プラント性能。  
 更なる機能改善/炭種拡大などのため、**実証機の運転継続**が望ましい。  
 注：計画停止を除く

# 250MW IGCC実証機 計画及び実績

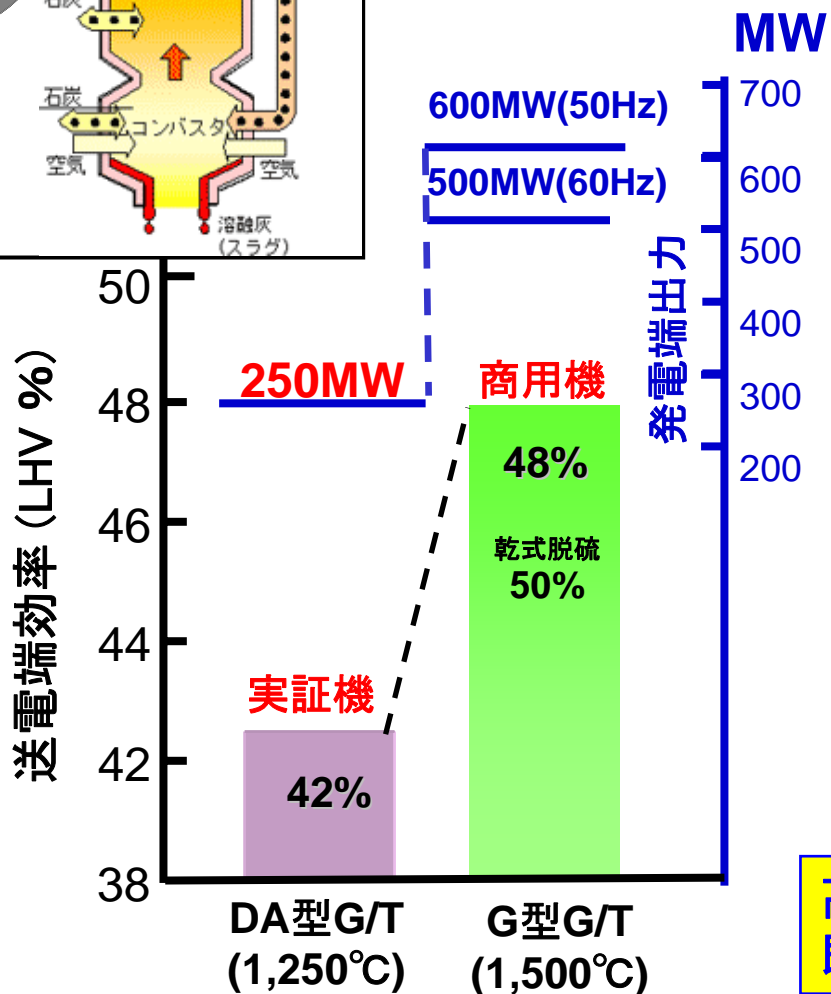
	計画	実績	最新実績 (2009.6-2010.6)	将来計画
定格出力	250MW	250MW	 <p><b>Excellent Performance!</b></p> <p>Design Performance: Net Efficiency 42.9%, SOx 1.0ppm, NOx 3.4ppm, Dust 0.1mg/m3N</p> <p>Actual Performance: Net Efficiency 42.9%, SOx 1.0ppm, NOx 3.4ppm, Dust 0.1mg/m3N</p>	
連続運転	>2000時間	2039時間 (1568+471時間)		
ネット効率	>42.6% (LHV basis)	42.9%		
炭素転換率	>99.9%	>99.9%		
環境性能	SOx <8ppm NOx <5ppm Dust <4mg/m3N	1.0ppm 3.4ppm <0.1mg/m3N		
炭種	瀝青炭 亜瀝青炭	中国神華炭, 米国PRB炭(亜瀝青), インドネシア炭(亜瀝青)	PRB再試験 (MAX200MW)	炭種拡大/適応性
起動時間	<18hr	15hr		
最低負荷	50%	50%		
負荷変化率	3%/分	1.2%/分	2.4%/分	(3%/分試験予定)
耐久性&メンテナンス性	5000時間試験で評価		5000時間試験実施/評価中	

※出展：CCP研究所（一部修加筆正）

# 空気吹きIGCC商用機の性能



CO削減  
15%~30%



## IGCCの代表的な性能

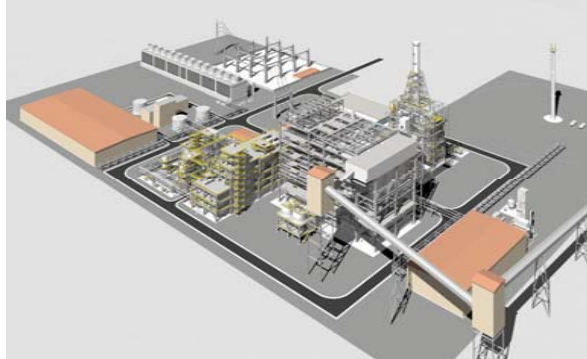
項目	G型-G/T 商用機
石炭	瀝青炭(亜瀝青炭、褐炭も可)
出力(発電端) 50Hz/60Hz	600MW / 500 MW
(送電端)	550MW / 450 MW
ガス化剤	空気
給炭方式	乾式
ガス精製設備	湿式脱硫(MDEA)
ガスタービン	M701G / M501G × 1 (1 on 1)
送電端効率(LHV) (CCS無)	48% 乾式脱硫の場合: 50%

注: 性能/出力はサイト条件、石炭性状に大きく影響を受けます。

高効率化により最新鋭火力の15%以上、既設火力の30%以上のCO2削減が可能

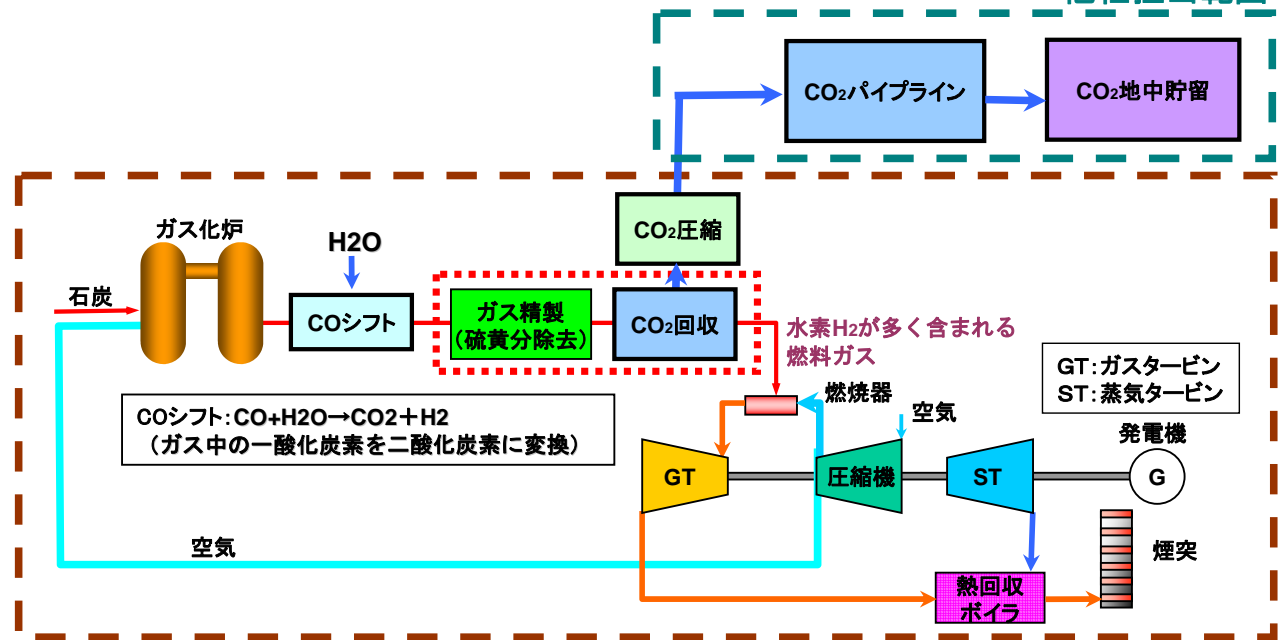
# 世界初の IGCC+CCS プラント

- 豪州 ZeroGen Project -



- IGCC+CCS は低炭素社会へ向けたキー
- 空気吹きIGCC+CCSのアドバンテージを証明へ。

他社担当範囲



項目	仕様
石炭	瀝青炭
出力(発電端)	530 MW
GT	M701G2 × 1 (1 on 1)
CO <sub>2</sub> 回収	65~90%
CO <sub>2</sub> 貯留	2~3百万 トン/年

項目	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
マイルストーン	Pre-Study 受注	FS 受注	FEED 受注	EPC契約 締結				運転開始	商業運転
Stage 2 IGCC+CCS 事業化スケジュール	Pre-Study Scoping- Study	FS	B/A, FEED	B/A, FEED	EPC Phase			商業運転	商業運転
			B/A : Bridging Activity(j iFEED事前検討)						

# 三菱ガス化技術の適用によるCCT推進

発電向け、化学用途(燃料製造、化学原料など)の双方に適用可能

## <発電用(\*1)>

### ●石炭ガス化複合発電IGCC

- ★高発電効率
- ★低発電原価

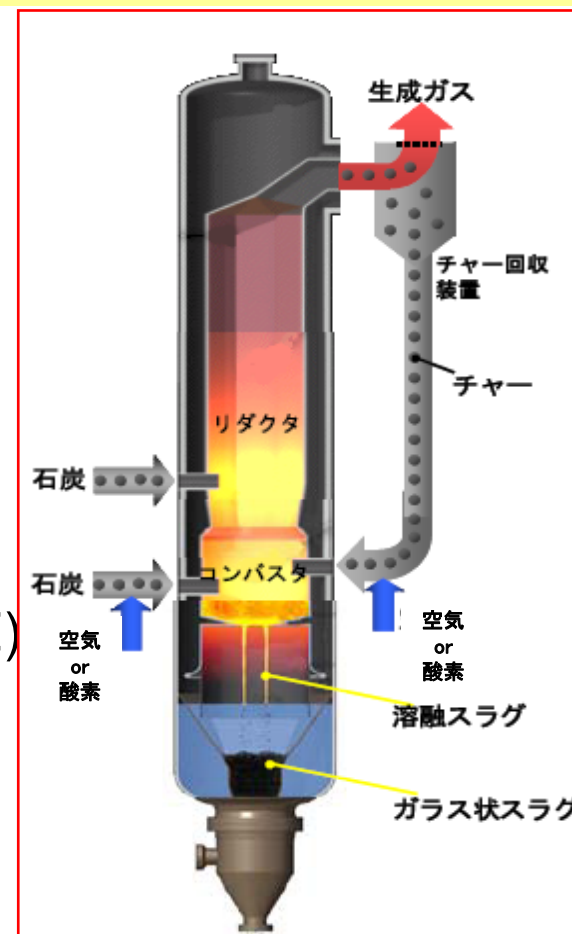


## <化学用途 (\*2)>

### ●ガス/液体燃料製造プラント(SNG, CTL, DME)

### 化学原料製造プラント(アンモニア, 尿素ほか)

- ★高効率ガス化性能
- ★低ユーティリティ  
(低酸素使用量ほか)



注\*1 : 空気吹きガス化炉適用

\*2 : 酸素吹きガス化炉適用

# スマートな低炭素燃料製造

- 低品位炭からのDME・SNG サプライチェーン -

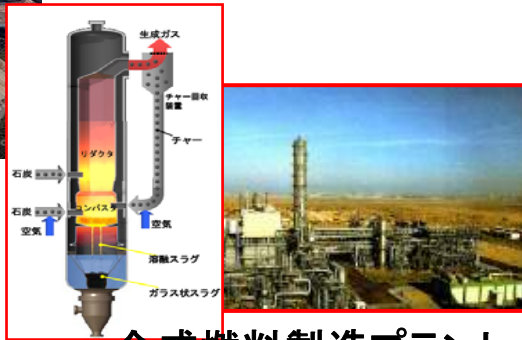
DME : ジ-メチルエーテル (CH<sub>3</sub>OCH<sub>3</sub>) SNG : 代替天然ガス

褐炭など低品位炭が輸出商品に

豪州・インドネシアなど



褐炭採炭地



合成燃料製造プラント

海上輸送  
(DME・SNG)



クリーンな代替エネルギー  
(液体・ガス燃料)確保

日本

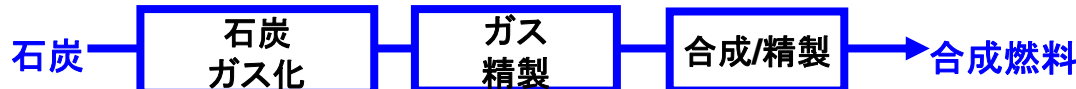


褐炭からの合成燃料製造

燃料輸送

合成燃料利用

石炭ガス化による褐炭からの合成燃料製造フロー



○燃料合成は、大型メタノール製造プロセス等の実績を活かして構築可能。  
○CO<sub>2</sub>排出対策としてのCO<sub>2</sub>回収プラントの増設が可能。(CCS)

合成燃料利用 ディーゼルエンジン

ボイラー

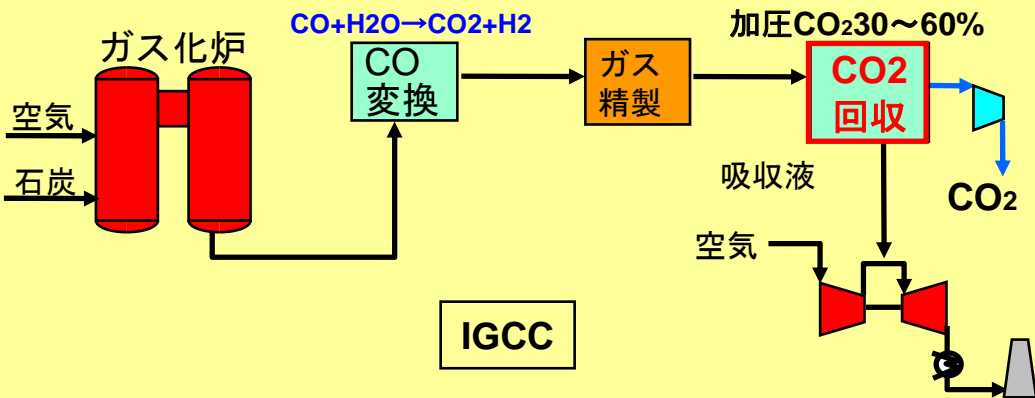
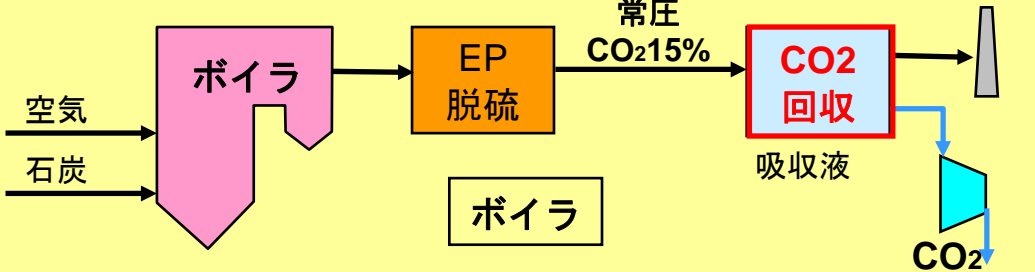
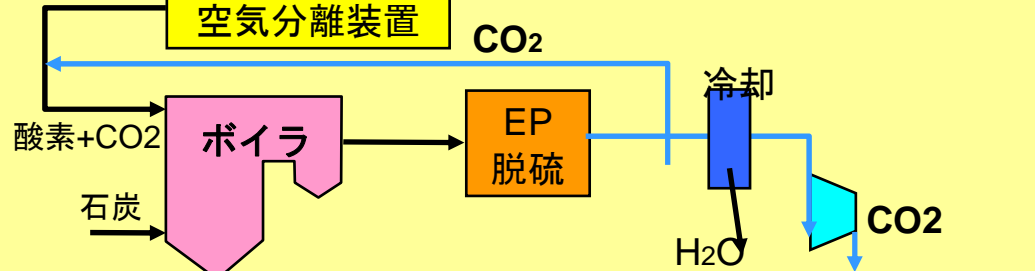


ガスタービン



● 我国のメリットとして、石油代替燃料導入によるポートフォリオ強化の他、産炭国との国際協力による埋蔵量豊富な褐炭の利用、DME利用によるLPG・LNGの価格高騰抑制効果、等も挙げられる。

三菱重工は、IGCCとの組み合わせ(豪州ほか)やボイラ排ガス対応(欧米ほか)のCO2回収に取り組んでおります。

<p><b>IGCC燃料ガス CO→CO2変換 回収</b> <b>Pre Combustion</b></p>	 <p>IGCC</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ガス化した燃料を燃焼する前にCO2を回収</li> <li>・装置がコンパクト</li> <li>・新設火力/老朽火力のリプレイスに最適</li> <li>・化学用途ガス化炉(酸素吹きガス化炉)にも適用</li> </ul> <p><b>豪州ZeroGenプロ ジェクトほか</b></p>
<p><b>ボイラ排ガス CO2回収</b> <b>Post Combustion</b></p>	 <p>ボイラ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既設ボイラーの排ガスからCO2を回収</li> <li>・既設プラントへの追設が容易</li> </ul> <p><b>SOCO、E.ONのプロ ジェクトに取り組み中</b></p>
<p><b>酸素燃焼 CO2循環</b> <b>Oxy-Fuel Combustion</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・酸素製造装置の設備、動力が大きい。</li> <li>・既設火力の改造に適用可能</li> </ul>

# CO2回収 Post Combustion CO2 Capture

## ■ 燃焼ガスのCO2回収の商用プラントの実績

- 化学用途大容量PCC技術の世界的リーダー。商用機7プラント(天然ガス燃焼ガス)が運転中。



1999  
200 t/d Malaysia



2005  
330 t/d Japan



2006  
450 t/d India



2006  
450 t/d India



2009  
450 t/d India



2009  
450 t/d Bahrain



2010  
400 t/d Abu Dhabi

2 件の商用プラントが追加 (現在、試運転中)

- パキスタン 340 tpd 建設中 (2010)
- 契約交渉中 数件

- ベトナム 240 tpd 建設中 (2010)

## ■ 石炭燃焼ガスの CO2 Capture and Sequestration (CCS) は温暖化問題の不可欠

- 米国サザンカンパニー(建設・運転)と共同(MHI; 技術・E&P、EPRI; 計測)で2011年運転開始。

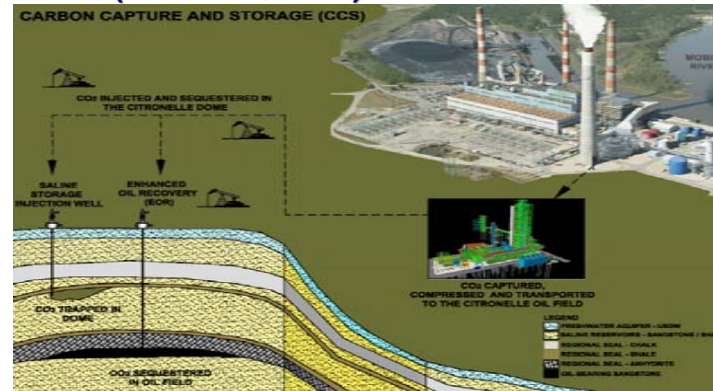
石炭焚きボイラ燃焼ガスのCO2回収実証試験  
(10 t/d CO2)



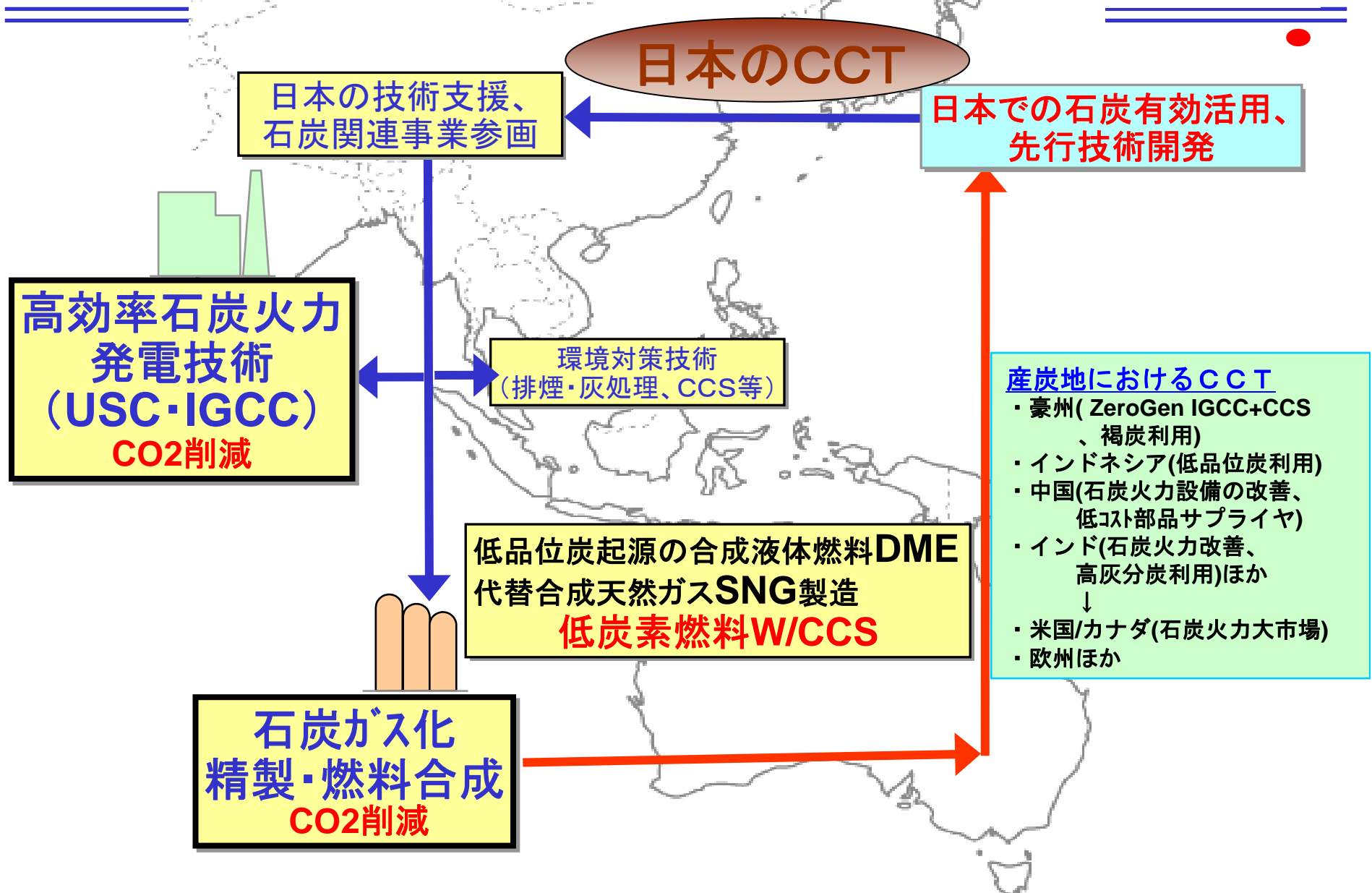
プラント概要

- 溶液: KS-1™
- 容量: 10 t/d
- 供給ガス源: 石炭焚きボイラ
- 運転期間: 2006 - 2008
- 場所: 長崎

Southern Co./EPRI/MHI 500 T/D CO2 CCSプロジェクト  
CO2 注入(SECSR社ほか)は2011年中頃に開始予定



# 日本CCTの海外での普及にむけて



# CCT海外普及/輸出の障害

## 1. 国内市場規模に限界→日本企業の新技術実証・商用化の機会に限界

- 石炭へのエネルギー依存度が高い**欧米各国**は、総額2兆円規模の政府予算を投じて自国技術を中心に**自国内でのCCT実証・商用化**を推進中
- **開発途上国**はインフラ整備優先で開発費が巨額となるCCT実証・商用化プロジェクトの**優先順位は低い**

## 2. 開発費が巨額→民間のみでのプロジェクト開発に限界

- **FS・FEED資金**: 数億円～数十億円規模でFS・FEEDを実施しないと投資意思決定のDue Diligenceが実施できない
- **プラント建設資金**: 総額数千億円のEquity/Debt、しかも、CCSリスク付き

## 3. CCSリスク→誰が負うか？(CCS関連政策・法律・CO2取引等の先行き不透明)

- 他のエネルギーとの**Commercial Gap** (Feed-in Tariff/政府資金援助等)
- 規制の内容・範囲・実施時期・関連法律 (Cap & Trade, Carbon Tax等)

# 対策・公的な具体的支援策について

## 日本政府に期待する具体的支援策

- 1. 日本企業の技術実証・商用化プロジェクトを海外で創出→相手国政府のニーズに合わせたプロジェクトを共同開発する積極的姿勢**
  - 先進国向: 相手国政府の支援策に協力する形で“共同プロジェクト開発”を包括的に実施する体制構築  
例: 豪州ZeroGen IGCC+CCSプロジェクト、米国向産業用石炭ガス化プロジェクト
  - 開発途上国向: 相手国政府のニーズを理解し、日本側主導で“共同プロジェクト開発”を包括的に実施する体制構築  
例: 中国電力会社向IGCCプロジェクト、インドネシア向SNGプロジェクト
- 2. プロジェクト開発決定前の経済性・リスク検討等開発費補助**
  - FS/FEEDの一部補助(先進国向)or全額補助(開発途上国向)する制度構築
- 3. プロジェクト開発決定後のEquity参加・ファイナンス提供**
  - Equity: 民間資本より劣後するEquityが期待される(例: 民間資本に劣後するリターンや最悪グラントも覚悟した資本参加)
  - ファイナンス: 民間金融機関では負えないリスクや長期間・低金利ファイナンス条件がポイント  
例: 米国連邦政府は2000百万US\$/件規模で約8000百万US\$をCCT案件向ファイナンス枠を準備  
ファイナンス条件は期間20-25年、金利: 米国国債+0/25%の低金利
- 4. 技術的優位性確保・コスト競争力確保を目的とするM&A(買収)やJV設立に係わる費用の補助金(100億円規模)**
  - Clean Coal Technologyはコア技術の保持だけではなく、既存のProven TechnologyのIntegrationが鍵。従って、技術の買収やJV設立も視野に入れた戦略が必要となるが、莫大なコスト(数百億円規模)がかかる。

## 当該国政府に期待する具体的支援策

- 1. CCTプロジェクトのCommercial Gapを認識し、実現の為のリスクシェア他支援の提供**
  - 製品長期引取保証・CO2長期引取保証・Feed-in-Tariff導入・事業者へのTax Incentive等
- 2. 日本政府と二国間政府協力でCCTプロジェクトを実現させる仕組みづくり**
  - 関係省庁間を横断的に意見調整できる窓口的組織の設置
  - 新制度設立・法制変更の検討・実施等

- ▶ 低炭素化社会のキーがCCTのスマートな推進・普及の加速  
USC定着に続き IGCC普及拡大が重要、更にCCS導入への準備
  - ・高効率石炭火力の普及(USC、IGCC)
  - ・CCS（燃焼前CO2回収/燃焼後CO2回収）
  - ・低品位炭起源の低炭素燃料(DME、SNG)
  
- ▶ IGCC & CCSはCCTの本命であるが、当初は日本のCCTの海外での普及を目指す。ただし開発費が巨額であることやCCSリスクがあるため、日本政府支援および相手国政府との協調が必要。
  - ・日本企業の技術実証・商用化プロジェクトを海外で創出  
相手国政府のニーズに合わせたプロジェクトを共同開発
  - ・プロジェクト開発決定前および決定後の2段階の公的支援
  - ・二国間政府協力でCCTプロジェクトを実現させる仕組みづくり

CCT : Clean Coal Technology, DME : Di-Methyl Ether, SNG : Synthetic Natural Gas

CCS : CO2 Capture & Strage



この星に、たしかな未来を

