

③CCS について、別途、事業が進められているが、それを含め関連する研究開発や実証試験とのスケジュール的な関係を説明していただきたい。また、CO<sub>2</sub> を分離する技術は既に広く商用化されており、本事業を進める理由を実証する技術内容とともに、説明していただきたい。

(答)

#### 〇CCS 事業との関連性について

CCS 大規模実証試験は、2011 年 10 月に調査を実施した日本 CCS 調査(株)から経済産業省に対して、貯留層総合評価および実証試験計画(案)が提出された。経済産業省ではそれらに基づき、現在、「CCS実証試験実施に向けた専門検討会」において技術的な確認が行われているところである。この実証試験計画(案)では、北海道苫小牧地点において2つの実排出源(製油所)から分離・回収した CO<sub>2</sub> を輸送し、苫小牧の 2 つの貯留層へ圧入する計画となっている。実証試験計画(案)によると、仮に実証試験の実施が決定されれば、3~3.5 年で設備の設計・建設、次の 3.5 年で圧入試験、最後の 2.5 年で圧入後のモニタリングが行われる予定となっている。

一方、第 2 段階(CO<sub>2</sub> 分離・回収型 IGCC 実証)については H32 年度に終了する計画であることから、H32 年には発電(IGCC)からの CO<sub>2</sub> 分離・回収に係る実証事業と上記の CCS 大規模実証試験がともに完了すれば、それらの成果を統合し、IGCC+CCS の実用化が技術的に可能となる。

また、苫小牧地点に引続き他地点において貯留試験が実施される場合には、その状況に合わせて積極的な連携を図る。

年度	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32	H33	
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業工程											
第1段階	設計・製作・据付						実証試験				
第2段階					設計・製作・据付		実証試験				
第3段階							設計・製作・据付		実証試験		

#### 〇CO<sub>2</sub> 分離・技術について

CO<sub>2</sub> 分離・回収設備は下図に概略系統を示す通り CO シフト反応器、湿式 CO<sub>2</sub> 吸収再生装置から成り立っている。CO シフト反応器、湿式 CO<sub>2</sub> 吸収再生装置は石油精製や化学工業等での実績が豊富であるが、既存の IGCC プラントに組み合わせた実績はないため、大崎クールジェン PJ における IGCC プラントに CO<sub>2</sub> 分離・回収設備を付設し、CO<sub>2</sub> 分離・回収設備が発電プラントの運用に与える影響を評価しておく必要がある。

具体的には、微粉炭火力発電プラントの運用方法は石油精製や化学工業界における運用

とは異なり、日間で電力需要の増減に対応して発電出力を変化させなければならない。石油精製や化学工業界では、定格負荷一定での操業が一般的であるが、現状の石炭火力は変動する需要に出力を迅速に調整することが求められる。このため、発電出力変化幅で 50 % ~ 100%(定格出力)、発電出力変化速度が 1~3%/分が一般的である。

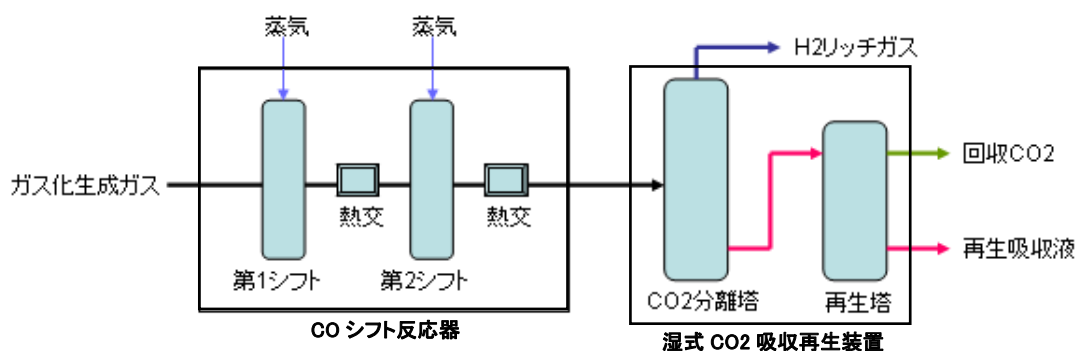
IGCC プラントに CO シフト反応器や CO<sub>2</sub> 分離回収装置が付設された場合、安定的に高効率発電を維持し、同時に CO<sub>2</sub> を安定的に分離回収することが求められる。

このため、

- a. 発電システム全体について、原料ガス量と連動するシフト蒸気所要量の変動に対し、シフト蒸気を抽気する複合発電設備との関係を行い、CO<sub>2</sub> 回収によるエネルギーロスの少ないシステムを構築。
- b. CO シフト反応器については、原料ガス量の変動に対し、発熱反応である CO シフト反応器内の温度を安定制御する運転方法の確立。
- c. 湿式 CO<sub>2</sub> 吸収再生装置については、原料ガス量の変動に対する吸収液循環量等の運転条件を定め、回収した CO<sub>2</sub> の純度を高純度に維持する運転方法の確立。

等が主要な研究課題である。

### CO<sub>2</sub>分離回収装置の概略



また、第 2 段階においては、CO<sub>2</sub> 分離回収を行った後の石炭ガス化ガス(水素リッチガス)の中に含まれる不純物について測定・分析を行い、得られた測定・分析結果については第 3 段階において行う実証試験の詳細検討に活用する予定である。

④実証試験で回収した CO2 はどのように処分するのか説明していただきたい。

(答)

本実証試験で回収した CO2 は、今後、CO2 輸送・貯留などの CCS 実証試験が行われる場合は、その事業との積極的な連携を図る。

⑤適用する炭種を拡大する研究は、本事業の中で行う予定か説明していただきたい。

(答)

第1段階の酸素吹IGCCの実証試験(約2ヵ年)においては、ガス化に適した灰融点が比較的低い3炭種の亜瀝青炭を中心に使用しIGCCプラント性能(効率、環境性能)、運用性(出力変化特性、起動停止時間、最低負荷)、信頼性(長時間運転)の検証を行う。また、本ガス化炉の特長である多炭種適用範囲の広さを検証するため、微粉炭火力で使用されている比較的灰融点の高い瀝青炭(1炭種)の試験も行う予定である。

また、第2段階のCO<sub>2</sub>分離・回収型IGCC実証試験期間及び第3段階のCO<sub>2</sub>分離・回収型IGFC実証試験期間中においても、本ガス化炉の特徴である多炭種適用範囲の広さを検証するため、第1段階で使用した炭種以外で比較的灰融点の高い瀝青炭の試験を行う予定である。

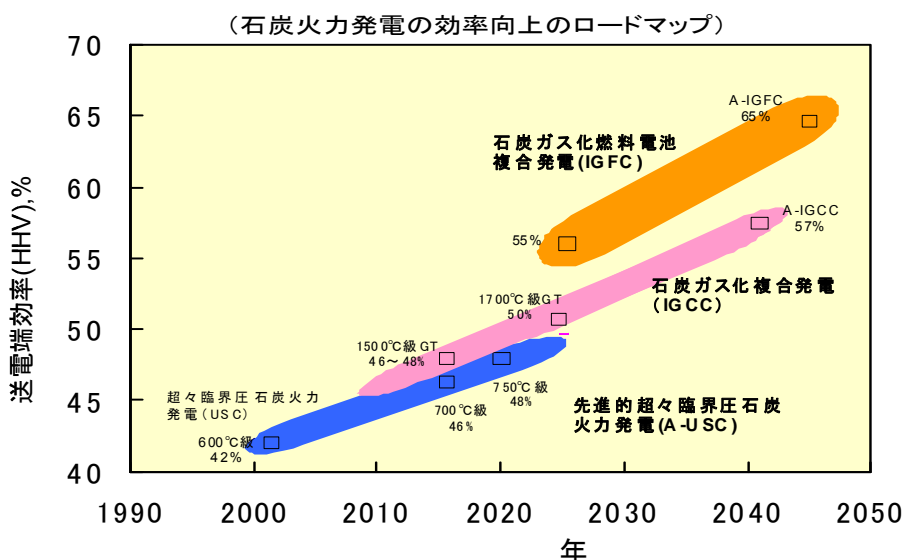
#### (4)波及効果について

①海外展開戦略や技術開発戦略等、石炭火力発電における USC の戦略と IGC (IGFC 含む)の戦略の関連性と差異を示していただきたい。

(答)

USC は微粉炭火力の一種であり、途上国を含む世界各国で微粉炭火力は石炭火力発電技術として確立・定着している。その微粉炭火力を高効率化する方法として、ボイラで発生させる蒸気を蒸気タービンでより大きな仕事をさせるべく、蒸気条件を高温・高圧化する取組みが行なわれてきている。

一方 IGCC は、高効率化の方法として蒸気タービンに加えてガスタービンを活用するもの (IGFC の場合は、さらに燃料電池も活用するもの) であり、今後のガスタービンの効率向上を石炭火力技術に取り込み、更なる効率向上を実現していくことが基本コンセプトである。

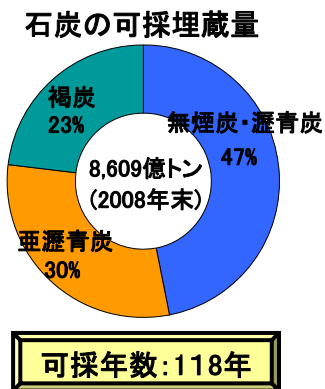


USC に関して我が国以外では、蒸気条件の高温・高圧化は進んでいない。即ち、海外諸国の石炭火力発電効率は相対的に低く、地球環境問題を中心とするグローバルな課題に対応するためには、高効率化による CO2 排出量の削減が必要となる。電源開発(株)を含む本邦企業コンソシアムが、国際競争入札を経てインドネシアで初の USC 事業を開発することになり、USC は実証試験から 10 年を経て海外展開を実現した。

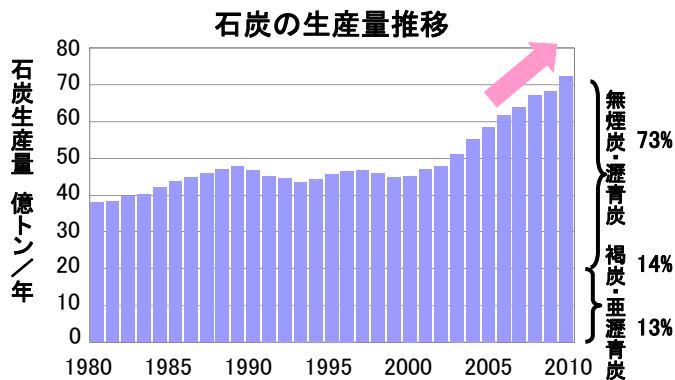
IGCC は、炭種適合性が広く、世界の石炭埋蔵量の半数を占める低品位炭(亜瀝青炭や褐炭)の利用が見込まれる。発展途上国における、市場価値の低い炭種に適した発電方式として IGCC を適用することで、CO2 の排出量を大幅に削減するとともに、石炭資源の節約にも繋がる。

微粉炭火力は高品位炭(瀝青炭)向き、IGCC は低品位炭向きなので、相互補完的である

とともに、IGCC 導入は調達ソース分散による供給安定性向上に資する。なお、IGCC に灰融点の高い高品位炭を適用する場合、酸素吹方式と空気吹方式の適合範囲はほぼ同等であるが、空気吹方式には融点降下剤が必要とされている。



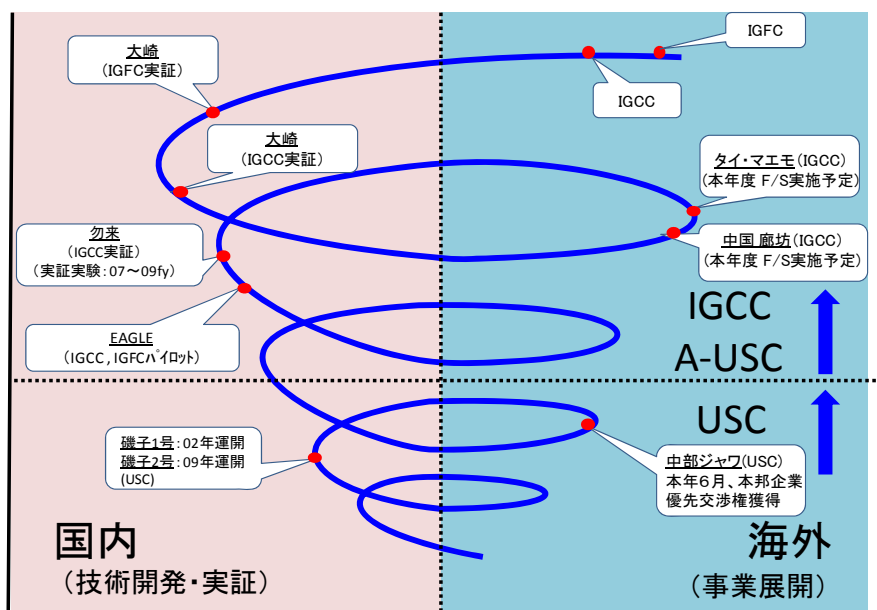
出所: WEC, "2010 Survey of Energy Resources"



出所: IEA, "Coal Informatio 2011"

IGCC 技術の特長と石炭資源を巡る状況に鑑み、IGCC を国内で実証することにより USC 同様に海外展開を進め、システム輸出に繋げていくことが必要である。また、政府間交渉により、海外での石炭火力高効率化を CO2 クレジット等により我が国に還元できるスキームができれば、我が国の CO2 排出量をネットで削減する効果がある。

### 今後の高効率石炭火力発電技術普及スパイラル



注) 勿来実証プラントについて  
 ・発電出力: 250MW ・発電効率42%  
 ・ガスタービン1250度級 ・ガス炉: 空気吹き  
 ・建設資金: 7割: 10電力会社出資、3割: 国庫負担

②本技術の需要先として想定される市場の大きさは示されているが、本技術と他の競合技術との関係において、本技術が採用される見通し及び海外との競争の見通しはどうか示していただきたい。

(答)

前項に記載したとおり、IGCC/IGFC は、微粉炭火力である USC から一層の高効率化を図るための次世代技術である。

高効率化のメリットは、基本的には発電コストに占める燃料費の節約なので、石炭価格が高い状況下では高効率化ニーズが高まる傾向がある。従って、中長期的に石炭価格が上昇傾向にあるとされている中、現時点で USC を導入していない地域では USC 導入が進み、その後本技術が導入される状況が生じると考えられる。USC が導入されている地域は、本技術にとって既に潜在市場である。

なお、CO<sub>2</sub> 対策経費が導入された場合は、石炭価格同様、高効率化ニーズを高める作用がある。

将来的には、競合技術に対する本技術の高効率と適合炭種における優位性から、世界の石炭火力のリプレース及び新設に際し、広く活用されることが期待される。

③将来、海外(途上国)が石炭火力発電設備の重要なマーケットになると考えられるが、輸出を見据えた計画になっているのか説明していただきたい。

(答)

以下に示すとおり、本事業で実証する IGCC/IGFC は、海外(途上国)の最近のニーズに合致しており、輸出を見据えた計画であるといえる。

- a. 海外(途上国)において、一つの発電サイトに複数の燃料供給手段が備わっているケースは多くはない。従って、石炭専焼で実証を進めている IGCC/IGFC は、海外(途上国)も潜在的市場である。
- b. 海外(途上国)において、環境意識はシームレスに高まってきている。従って、要求水準に応じて最適な排水処理システムを構築できる IGCC/IGFC は、海外(途上国)も潜在的市場である。
- c. 競合技術に対する本技術の高効率と適合炭種における優位性から、世界の石炭火力のリプレイス及び新設に際し、広く活用されることが期待される。
- d. 途上国というマーケットからの最近のニーズには、高効率ニーズのみならず、長期間にわたる運転・補修ノウハウも含まれる。
- e. 本事業で実証する酸素吹 IGCC は、電源開発(株)がメーカーと共に平成 8 年から研究開発を行ってきたものであり、設備面のみならず、運転・メンテナンスを含む広範なノウハウを蓄積している。さらに今後の大型実証では、中国電力(株)も加わり大崎クールジェン(株)に集約されるノウハウは一層充実することが期待される。



## 2. 追加の提出を求める資料

①資料 7-1 の p.30 の社会、経済への貢献について、第 1 段階、第 2 段階、3 段階に分けた資料を提出していただきたい。併せてその根拠についても説明していただきたい。

これは、第 1 段階終了後の効果ではなく、第 3 段階まで終了した後の効果を算出していると考えられるが、この理解でよいか。経済効果として、老朽化した石炭火力発電所をリプレースすることによる建設コストや建設のための雇用創出を想定しているようであるが、これは本当の意味での経済効果なのか。つまり、当該技術が確立されなかったとしても、遅かれ早かれ老朽化した設備は何らかの新設備に置き換えられるはずであり、当該技術による経済効果とは意味合いが違うのではないか。また、石炭火力にリプレースすると想定されている火力発電所と、高効率ガスタービンにリプレースすると想定される火力発電所とは、重複していないのか。特に国内では自然エネルギーなどへの代替が徐々に進むと想定すれば、現在の石炭火力発電所がすべて引き続き石炭火力にリプレースされるという前提は甘くないのか。

(答)

第 1 回評価検討会資料 7-1 の p.30 に記載したパラグラフ「経済効果」及び「雇用創出効果」は、第 1 段階の成果が普及する状況を念頭に置いて算出したものである。

ご指摘のとおり、前記の二つのパラグラフは、技術の代替効果を考慮したものではなく、謂わばグロスを算出したもの。東日本大震災以来のエネルギー政策に関する諸々の議論は現時点で総括することはできないことから、化石燃料電源の占める割合は一定と仮定している。そこで、化石燃料電源のうち、燃料種別による競合関係は、次のように考えた。

- a. 既設の老朽火力発電所をリプレースする場合、経済性の観点から既に存在する燃料供給インフラ(石炭火力の場合は揚炭設備を含む港湾機能)を有効利用する(※)。
- b. リプレースに際して適用される技術は、設備の経済性のみならず CO2 価値や環境規制により選択される。
- c. 新しい技術であっても学習効果により在来技術並みのコスト水準に収斂すると仮定し、潮流としてはより先端技術(例えば微粉炭火力技術のうち亜臨界圧・臨界圧から USC へ、いずれ USC から IGCC へ)の導入選好が強まる。実際のリプレースにおいては、計画時点でブルーブンの技術の中でも、より高効率なものを選択するよう、地元からあるいは政策として求められる、という実情とも整合的。

※燃料種別ごとの経済性比較は、もっか国家戦略室コスト等検証委員会で議論されているところ。石炭火力とガス火力の比較は、設備費と燃料費の大小関係であり、そこにCO2対策経費を加味する。なお、無資源国の我が国にとって、輸入に頼らざるを得ない燃料に投じる費用に注意を払う必要がある。

また、石炭火力のうち、USCを選択するかIGCC/IGFCを選択するかは、想定が困難である。CO2削減などの世界的な課題解決を進めるのであれば、リプレースに際しての石炭火力の技術選択としては、資料7-1 p.10~11で2020年から2050年にかけての趨勢を提示したように、現時点で最先端とされるUSCを凌ぐ高効率技術(IGCC/IGFCを含む)が、商用普及に向けて似たスピードで実証されるとの見方ができる。このように、石炭火力技術として複数の選択肢が相互に切磋琢磨することでより一層の技術水準高度化が促進され、それがひいては地球温暖化対策に有効かつ経済合理性のある石炭火力技術の発展に繋がる。

②IGCC の国際的な実用化一覧(福島県いわき市における空気吹 IGCC や海外における酸素吹 IGCC 等)について、「効率」、「装置規模」、「設置コスト」、「稼働時間」等を記載項目とした比較表を提出していただきたい。

(答)

IGCC プラント比較表を別紙に示す。