

2. ゼロエミッション石炭火力発電の戦略等における位置付け(1)

⑤戦略等における位置付け

▶第3期科学技術基本計画における分野別推進戦略(平成18年3月)

●クリーン石炭利用技術

【課題の概要】

石炭のクリーンな利用等に資する石炭ガス化発電等による発電効率向上(IGCC、IGFC、A-USC等)、石炭液化技術、低品位炭の有効利用技術、石炭からの水素製造、石炭灰の有効利用技術、石炭の無灰化技術等の研究開発・実証等を行う。

【選定の理由】

石炭は、他の化石燃料に比べ単位熱量当たりの二酸化炭素排出量が多いことなど環境面の制約要因があるが、可採埋蔵量が大きく輸入価格が低位安定しており供給安定性に優れている。このため、多種多様な石炭の高効率でクリーンな利用を図る技術は、長期的かつ安定的なエネルギー供給確保の観点から重要である。また石炭を低効率で使用するアジア諸国に普及することにより、地球環境問題への対応にも貢献できる。

●二酸化炭素回収・貯留技術

【課題の概要】

火力発電所等の大規模固定発生源から二酸化炭素を従来技術に比較して低コスト・低投入エネルギーで分離回収可能な吸収液、分離膜等の技術およびそれを利用したシステムを開発する。また、分離回収した二酸化炭素を、地中帯水層・炭層や海洋へ貯留・隔離する技術を開発する。

【選定の理由】

火力発電所等の大規模排出源から発生する二酸化炭素を低コストで分離回収し地中帯水層・炭層や海洋へ貯留・隔離する技術は、二酸化炭素の大気中への排出量を削減するための有力なオプションであり、化石燃料の利用にも大きく影響を及ぼすことから重要である。

●燃料電池・水素関連技術

【課題の概要】

燃料電池や水素製造・貯蔵・輸送システムの効率・耐久性の向上、小型化、低コスト化等を図るため、関連要素技術の研究開発、燃料電池自動車・水素ステーション・定置用燃料電池の実証試験等を行う。

【選定の理由】

燃料電池は発電段階において二酸化炭素を排出しないなど環境特性に優れ、また、燃料となる水素は様々なエネルギー資源から製造可能である。更に、競合技術に比べてエネルギー効率を高める技術として省エネにも貢献できる。以上のことから、燃料電池・水素関連の研究開発等を推進することは重要である。

2. ゼロエミッション石炭火力発電の戦略等における位置付け(2)

⑤戦略等における位置付け

➤Cool Earth-エネルギー革新技术計画(平成20年3月)

- IGCCは、微粉炭火力発電で利用が困難な低灰融点炭にも適した技術であり、利用可能炭種の拡大を通じて、エネルギーの安定供給にも貢献することができる。
我が国では、より高い発電効率の実現を目指した技術開発が既に実証段階にある。今後、実証プラント(250MW、発電効率41%)の運転を通じた信頼性、安全性、経済性、保守性の確立を図る。
さらに、2010年頃には、湿式ガス精製方式により、発電効率46%、2015年頃には、乾式ガス精製方式により、発電効率48%、2025年頃には、1,700℃級ガスタービンの採用により、発電効率50%まで向上することを目指す。
長期的には、2030年以降、ガスタービンの排熱をガス化炉に回収し、水蒸気改質を行うことでガス化効率をさらに向上させ、発電効率を57%にまで向上させる次世代IGCCの実用化も期待できる。
- IGFCは、現在、パイロットプラントによる基盤技術開発が行われている段階にある。既に石炭から精製されたガスで燃料電池が作動することが確認されているが、大容量燃料電池を開発しこれを組み合わせたシステムを確立し、信頼性の向上とコスト低減を図ることにより、2025年頃には発電効率55%の実現を目指す。
さらに、長期的には、燃料電池における排熱を回収し、水素気改質によるガス化に活用することで発電効率を高める次世代のIGFC(A-IGFC)の実用化が期待され、発電効率65%の実現が期待される。
- CCS(Carbon Dioxide Capture and Storage)は、火力発電等の大規模排出源の排ガスから二酸化炭素を分離・回収し、それを地中または海洋に長期間にわたり貯留または隔離することにより、大気中への二酸化炭素放出を抑制する技術。石炭火力発電と組み合わせることによりゼロエミッション化も可能となる(ゼロエミッション石炭火力発電)。

2. ゼロエミッション石炭火力発電の戦略等における位置付け(3)

⑤戦略等における位置付け

▶低炭素社会づくり行動計画(平成20年7月、閣議決定)

<石炭利用の高度化>

- 石炭は石油や天然ガスに比べ、埋蔵量が多く安価であるが、燃焼時の二酸化炭素排出量が多い。そのため、発電効率を高め排出量を削減できるクリーン燃焼技術や、排出された二酸化炭素を大気中に出さずに地中に埋め戻すCCS(Carbon Dioxide Capture and Storage: 二酸化炭素回収貯留)技術の開発を推進する。
- クリーン燃焼技術については、IGCC(石炭ガス化複合発電)の発電効率について2015年頃に48%、長期的には57%の達成、IGFC(石炭ガス化燃料電池複合発電)の発電効率について2025年頃に55%、長期的に65%の達成を目指す等必要な技術開発、実証試験等を進める。
- CCSは、我が国の排出量の約3割を占める火力発電や約1割を占める製鉄プロセスの大幅削減につながり得る技術であるが、その分離・回収コストを2015年頃にトン当たり2000円台、2020年代に1000円台に低減することを目指して技術開発を進めるとともに、2009年度以降早期に大規模実証に着手し、2020年までの実用化を目指す。実用化に当たっては、環境影響評価及びモニタリングの高度化、法令等の整備、社会受容性の確保などの課題の解決を図る。
- さらに、これらの技術を併せ、最終的には二酸化炭素の排出をほぼゼロにするために、石炭火力発電等からの二酸化炭素を分離し、回収し、輸送、貯留する一貫したシステムの本格実証実験を実施し、ゼロエミッション石炭火力発電の実現を目指す。

▶エネルギー基本計画(平成22年6月)

<石炭の高度利用>

①目指すべき姿

我が国が有する世界有数の石炭火力発電等石炭利用技術の競争力を将来にわたって維持するため、我が国の高効率石炭火力の海外展開を進めつつ、国内での高効率石炭火力発電技術の開発・実証・運転を官民挙げて推進する。

②具体的な取組

IGCC等の高効率化とCCSの技術開発を推進するとともに、これらの技術を合わせ、石炭火力発電等からのCO₂を分離・回収・輸送・貯留するゼロ・エミッション石炭火力発電の実現を目指す。また、国内石炭火力最新鋭技術の実証の場として位置づけ、これを基盤として海外展開を進める。

2. ゼロエミッション石炭火力発電の戦略等における位置付け(4)

⑤戦略等における位置付け

➤G8ドーヴィル・サミットにおける菅前総理のご発言(平成23年5月)

- 化石エネルギーが、中長期的にも世界のエネルギーの6割以上を占めることが見込まれる中、化石エネルギーの徹底した効率的利用を進め、二酸化炭素の排出削減を極限にまで図っていきます。
- 例えば、分散型電源の普及を加速化し、従来の大規模火力発電では廃棄していた大量の未利用熱の有効利用を図ります。
- また、石炭ガス化複合発電(IGCC)技術に燃料電池を組み合わせることにより、熱効率を5割増加させ、二酸化炭素の排出を削減します。

➤産業構造審議会 第1回産業競争力部会(平成23年6月)

<石炭火力>

- 石炭ガス化複合発電(IGCC)に燃料電池を組み合わせること等により、効率を現状の5割向上、発電量当たりのCO2排出量をLNG並(現状の4割削減)を目指す。
- CCS(二酸化炭素回収・貯留)の実用化と合わせてゼロエミッション石炭火力発電の実現を目指す。

➤第4期科学技術基本計画(平成23年8月)

- 基幹エネルギー供給源の効率化と低炭素化に向けて、火力発電の高効率化、高効率石油精製に加え、石炭ガス化複合発電等と二酸化炭素の回収及び貯留を組み合わせたゼロエミッション火力発電の実現に向けた研究開発等の取組を推進する。
- 我が国の最終エネルギー消費の約半分を占める民生(家庭、業務)及び運輸部門の一層の低炭素化、省エネルギー化に向けて、住宅及び建築物の高断熱化、家電及び照明の高効率化、高効率給湯器(コジェネレーション、次世代型ヒートポンプシステム)、定置用燃料電池、パワー半導体、ナノカーボン材料等の技術に関する研究開発、普及を推進する。

3. 事前評価の実施状況と評価体制

⑥事前評価の実施状況とその内容

本事業は、パイロットプラントレベル(石炭処理量150t/日)で研究開発し技術を確立した酸素吹ガス化炉について、商用規模(石炭処理量3,000t/日程度)の約1/3規模であるデモンストレーションレベル(石炭処理量1,100t/日)で発電設備と組み合わせてIGCCシステムとして実証を行うものである。

他方、経済産業省では評価対象となる研究開発事業(「研究開発」「実証等を主目的とする研究開発」)を以下の通り定義。

①「研究開発」

- ・新技術の研究開発を主目的とするもの、及び、②に定義する「実証等を主目的とする研究開発」。

②「実証等を主目的とする研究開発」

- ・研究開発の一環として、実験プラント等により、要素技術、システム技術、安全性等を確立するもの。
- ・但し、社会実証(基本的に確立された基盤技術やその組合せの優位性を、国内又は海外において、現実の使用環境に当てはめることで示し、社会への導入普及・システム輸出を図るもの)は、含まない。

したがって、本事業は「社会実証」に該当することから、事前評価を実施していないが、今後、事業の中間評価、最終評価を行い適切に事業が実施されているかを外部有識者に評価していただく予定である。なお、当該事業は第1段階から第3段階の3段階に事業実施フェーズが分かれているが、各段階毎に中間評価、最終評価を行い、次の事業段階に移行することの可否を含め評価を行う予定である。

4. 実施内容等(1)

⑦事業内容

【本事業の実証試験場所】

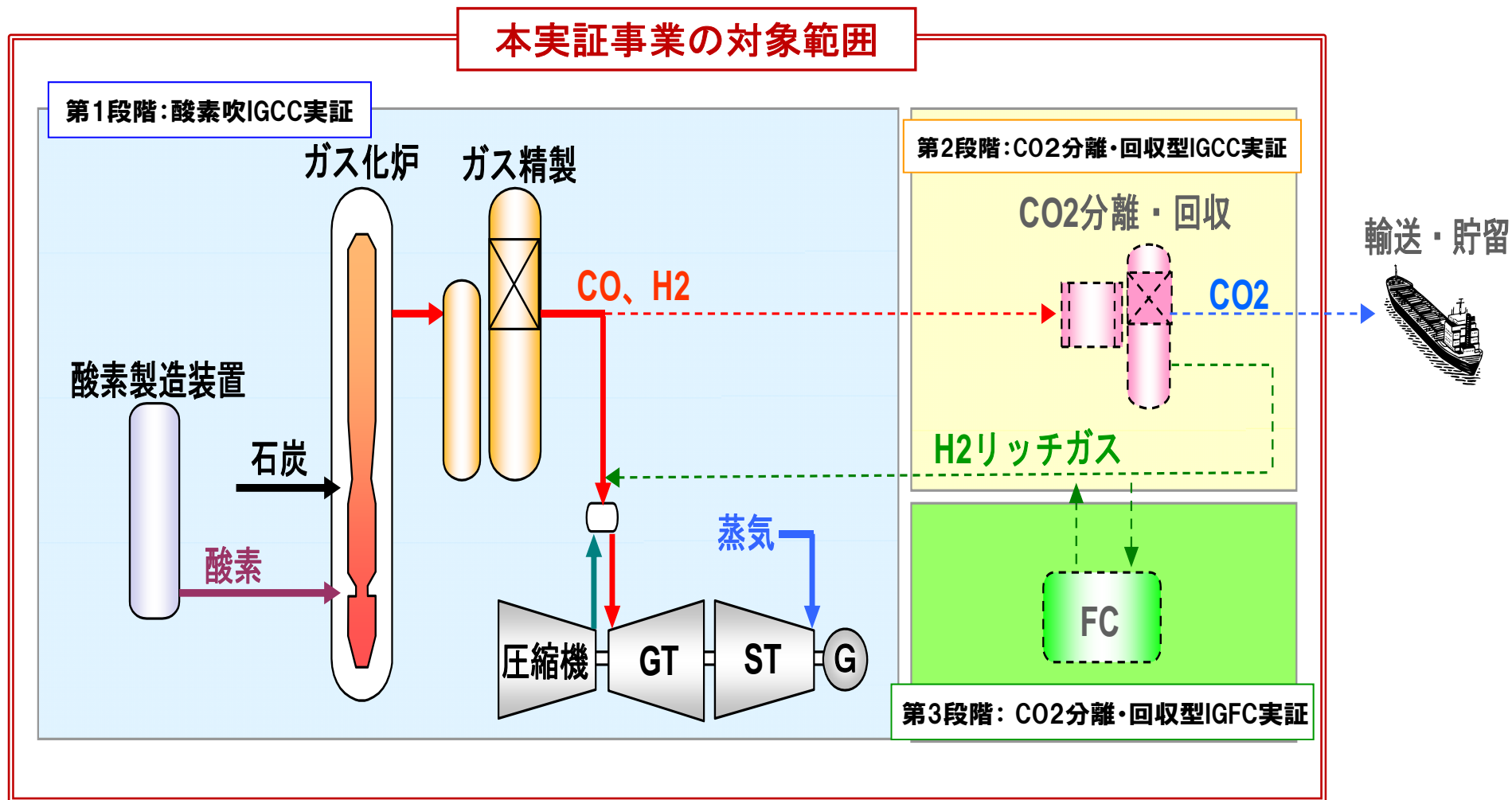


実施機関：大崎クールジェン(株)(電源開発(株)／中国電力(株))

4. 実施内容等(2)

⑦事業内容

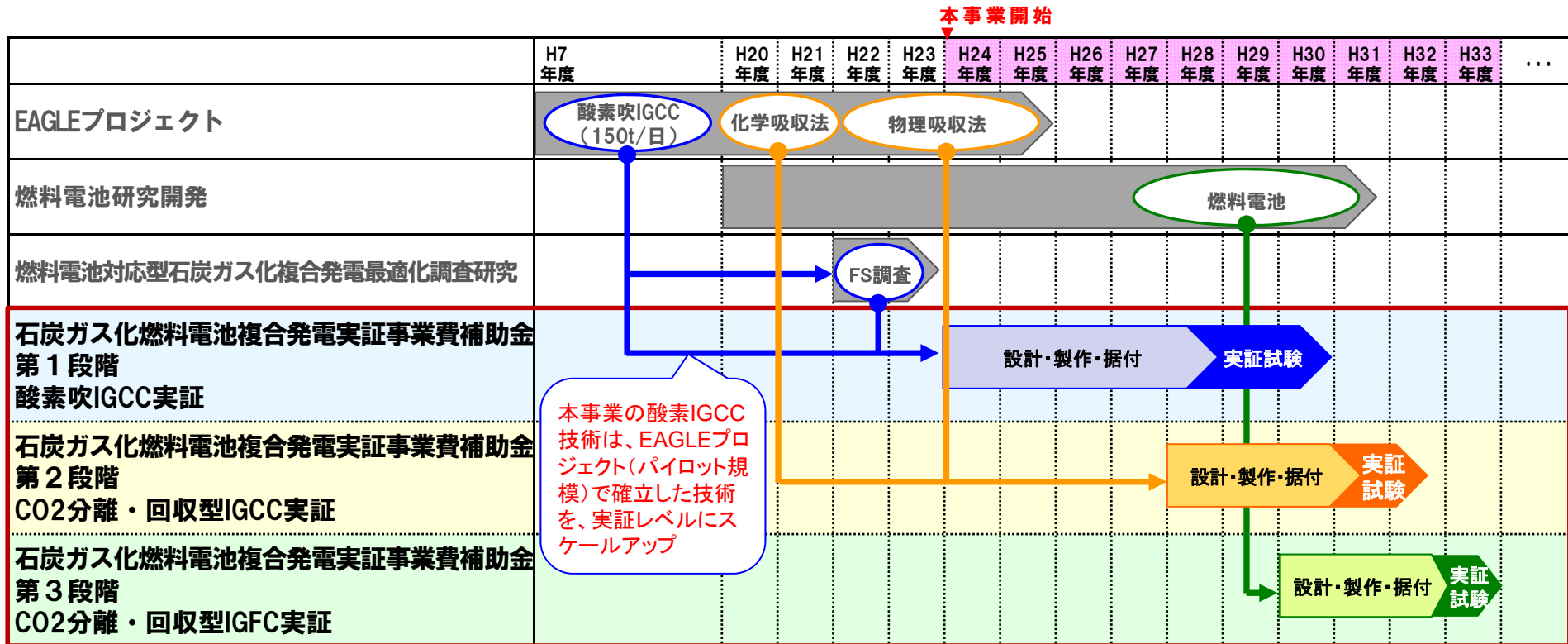
【実証試験設備の概要】



4.実施内容等(3)

⑦事業内容 ～ 酸素吹石炭ガス化技術開発の推移 ～

本事業は、EAGLEプロジェクト※1及び燃料電池対応型石炭ガス化複合発電最適化調査研究※2、燃料電池研究開発で確立した技術を段階的に実証プラントに組み入れ、性能、経済性、信頼性等に係る実証を行うもの。
 具体的には、第1段階として燃料電池との親和性が高い酸素吹IGCCの実証を行い、その後、CO2分離回収技術の実証(第2段階)を行った後に、燃料電池を組み込みIGFCとしての実証(第3段階)を実施する。



※1) EAGLEプロジェクト

- IGFCの実現に向けた酸素吹IGCCの研究開発をパイロット規模で実施
- 事業期間:平成7年度～平成21年度
- 石炭処理量:150t/日
- 総事業費:約330億円(補助率:2/3)

※2) 燃料電池対応型石炭ガス化複合発電最適化調査研究

- 酸素吹IGCC/IGFCと高効率CO2分離・回収技術の最適モデルについて調査検討を実施
- 事業期間:平成22年度～平成23年度

4.実施内容等(4)

⑦事業内容 ～ 年次計画 ～

年度	平成24年度 (2012年度)	平成25年度 (2013年度)	平成26年度 (2014年度)	平成27年度 (2015年度)	平成28年度 (2016年度)	平成29年度 (2017年度)	平成30年度 (2018年度)	平成31年度 (2019年度)	平成32年度 (2020年度)	平成33年度 (2021年度)	
第1段階 酸素吹IGCC実証	補助金額 13.7億円	47.7億円	75.3億円	71.3億円	53.3億円	20.0億円	19.0億円	第1段階 補助金額 約300億円(見込み)			
	実施内容	<p>酸素吹IGCC詳細設計・建設 → 実証試験</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成24年度: 設計製作・土木工事 平成25年度: 設計製作・土木工事 平成26年度: 設計製作・土木工事・機電工事 平成27年度: 設計製作・土木工事・機電工事・水圧試験・受電 平成28年度: 機電工事・ガス化運転・設備竣工 平成29年度: 基本性能確認 <ul style="list-style-type: none"> ▶ プラント性能 ▶ 環境性能 多炭種適用性確認 設備信頼性確認 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 長時間耐久試験 制御性、運用性確認 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 負荷変化率 ▶ 起動停止時間 経済性評価 									
第2段階 CO2分離・回収型 IGCC実証			適用技術評価概念設計			CO2分離・回収詳細設計・建設			実証試験		CO2輸送貯留 試験
	実施内容		<ul style="list-style-type: none"> EAGLEのCO2分離・回収試験結果から実証試験地点に適したCO2分離・回収方式(物理、化学)を評価選定 			<ul style="list-style-type: none"> 既存設備改造 CO2分離・回収IGCC実証試験設備の設計・製作・建設 			<ul style="list-style-type: none"> CO2分離・回収IGCCシステム実証 		
第3段階 CO2分離・回収型 IGFC実証					技術調査概念設計		CO2回収一体型IGCC/IGFC 詳細設計・建設			実証試験	
	実施内容				<ul style="list-style-type: none"> 石炭ガス化ガスの燃料電池への利用可能性調査、精密ガス精製技術の仕様を検討 		<ul style="list-style-type: none"> 既設設備改造 IGFC基盤技術検証試験設備の設計・製作・建設 			<ul style="list-style-type: none"> IGFCシステム実証 	

4.実施内容等(5)

⑦事業内容 ～ 実証試験項目、内容 ～

第1段階:酸素吹IGCC実証

酸素吹IGCCの性能(発電効率、環境性能)、運用性(多炭種適用性、出力変化特性、プラント起動停止時間など)、経済性、信頼性に係る実証を行う。

実証試験項目	第1段階(酸素吹IGCC実証)内容
基本性能 (プラント性能・環境性能)	▶システム構成や個別システム性能の把握 ▶発電効率、環境性能の把握
多炭種適用性	▶炭種性状適用範囲の把握
設備信頼性	▶長時間耐久運転試験による設備信頼性の確認
プラント制御性・運用性	▶出力変化率、出力安定性の確認 ▶プラント起動停止操作手順やそれに係る時間、部分負荷特性の把握
経済性	▶発電効率等の性能と建設費・運転費等の費用の評価

第2段階:CO2分離・回収型IGCC実証

酸素吹IGCC+CO2分離・回収システムの基本性能、設備信頼性、運用性、経済性に係る実証を行う。

第3段階:CO2分離・回収型IGFC実証

酸素吹IGCC+CO2分離・回収システムに燃料電池を組み込み、精密ガス精製技術及び石炭ガス化ガスの燃料電池への利用を確認し、最適なIGFCシステムの実証を行う。

4.実施内容等(6)

⑧目標 ～ (第1段階) ～

【第1段階：酸素吹IGCC実証の目標】

実証試験項目	第1段階(酸素吹IGCC実証)目標
基本性能 (プラント性能・環境性能)	<ul style="list-style-type: none">➢IGCC実証プラント送電端効率40.5% 同出力規模(17万kW級)で世界最高水準➢環境目標値(02:16%換算) SOx:8ppm、NOx:5ppm、ばいじん:3mg/m³N
多炭種適用性	<ul style="list-style-type: none">➢炭種性状適合範囲の把握 (将来的には微粉炭火力に適合しにくい低灰融点炭から微粉炭に適合する石炭まで拡大)
設備信頼性	<ul style="list-style-type: none">➢1,000時間、5,000時間の長時間耐久試験により両用機レベルの年利用率70%以上
プラント制御性・運用性	<ul style="list-style-type: none">➢事業用火力プラントとして必要な運転特性、制御性、負荷変化率: 1～3%/分他
経済性	<ul style="list-style-type: none">➢商用機レベルで発電原価が微粉炭火力と同等以下になる見通しを得ること

4.実施内容等(7)

⑧目標 ～ (第1段階)の目標値の考え方 ～

①送電端効率

「Cool-Earth—エネルギー革新技术計画」の技術開発ロードマップにおけるIGCC商用機の発電効率は、2010年代後半に1,500℃級ガスタービンの採用を前提に46～48%とされている。

(商用機のガス化炉規模は石炭使用量2,000～3,000t/日程度)

一方、本実証試験の規模は商用規模の1/3程度(ガス化炉規模は石炭使用量1,100t/日)であり、適用するガスタービンは1,300℃級を予定している。

当該実証試験における目標発電効率は40.5%としているが、商用機規模となる1,500℃級ガスタービンの適用及び商用規模のガス化炉、熱回収ボイラー、蒸気タービン等に適用して当該目標値を換算すれば発電効率は概ね46%となる。

本実証試験を通じてIGCCシステムとして40.5%の目標発電効率が達成できれば、商用機IGCCの目標効率46%を達成できる見通しが得られることとなる。

②環境目標値

新規微粉炭火力と同等レベル

(参考:新規計画微粉炭火力の排出量 O₂:16%換算 SO_x:6ppm、NO_x:7ppm、ばいじん:3mg/m³N)

③多炭種適合性

微粉炭火力に適合しにくい灰融点の低い石炭(灰溶流点温度:約1,400℃以下)を使用し、安定運転できること。