

## 第2章

# 実証機プロジェクトの概要と その後の運用

---

<b>2-1 250MW実証機の特徴</b> . . . . .	26
2-1-1 実施体制 . . . . .	26
2-1-2 開発スケジュール . . . . .	26
2-1-3 実証機のシステム構成と仕様 . . . . .	27
<b>2-2 実証試験の成果</b> . . . . .	29
<b>2-3 プロジェクト終了後の実証機の運用</b> . . . . .	30
コラム4：東日本大震災の経験と復旧、そして供給力としての活躍 . . . . .	32
コラム5：実証試験におけるスラグ有効利用 . . . . .	35



## 2-1 250MW実証機の特徴

電気事業大で進めて来たIGCC技術開発は、海外の先行プラントで採用されている酸素吹きガス化方式と比較して高い送電端効率が期待できる空気吹きガス化方式を採用して進められてきた。空気吹きIGCCの開発経緯を図2-1-1に示す。当研究所に設置された石炭処理量2t/日規模の小型ガス化炉による基礎試験を1983年から開始し、1991～1996年には常磐共同火力株式会社勿来発電所構内に建設した200t/日規模(25MW相当)のパイロットプラント試験が行われた。また、1998年にガス化炉、ガス精製、ガスタービンが揃った24t/日規模の一貫試験設備を三菱重工業株式会社が建設し、IGCC全体の運転特性の検証やシステム制御技術の向上が進められた。それらの成果を受け、商用化への最終段階として信頼性・耐久性・経済性などを実証することを目的に、出力250MW(石炭使用量1,700t/日規模)の空気吹きIGCC実証機での運転試験が、株式会社クリーンコールパワー研究所(Clean Coal Power R&D、以下CCP研究所)によって2007～2013年に実施された。本章では、このIGCC実証機プロジェクトの概要、設備の特長、運転試験の成果、およびプロジェクト後に商用転用されたプラントの運転状況について述べる。

### 2-1-1 実施体制

実証試験の実施体制を図2-1-2に示す。CCP研究所は、空気吹きIGCCの実証試験研究を行うことを目的に、北海道から九州までの9電力会社および電源開発の出資により設立された。試験費用と必要な人員は出資会社に電力中央研究所を加えた11法人が提供し、実証試験はCCP研究所が推進した。また、実証機の設置場所である常磐共同火力は、敷地、ユーティリティ、運転員の提供などの運転支援を通して積極的に試験に係わった。なお、プロジェクトは経済産業省からの補助金を受けて実施したが、当初の目標を達成したことから2010年6月に補助事業は完了し、以降の実証機プロジェクトでは11法人が費用を負担して試験を継続した。

### 2-1-2 開発スケジュール

IGCC実証機プロジェクトは1999年にスタートし、事前検証試験と設計研究を経て、2001年6月からは実証試験の実施主体として設立されたCCP研究所によって推進された。IGCC実証機プロジェクトのスケジュールを図2-1-3に示す。2001年から3年間で設備設計と環境アセスメントを実施

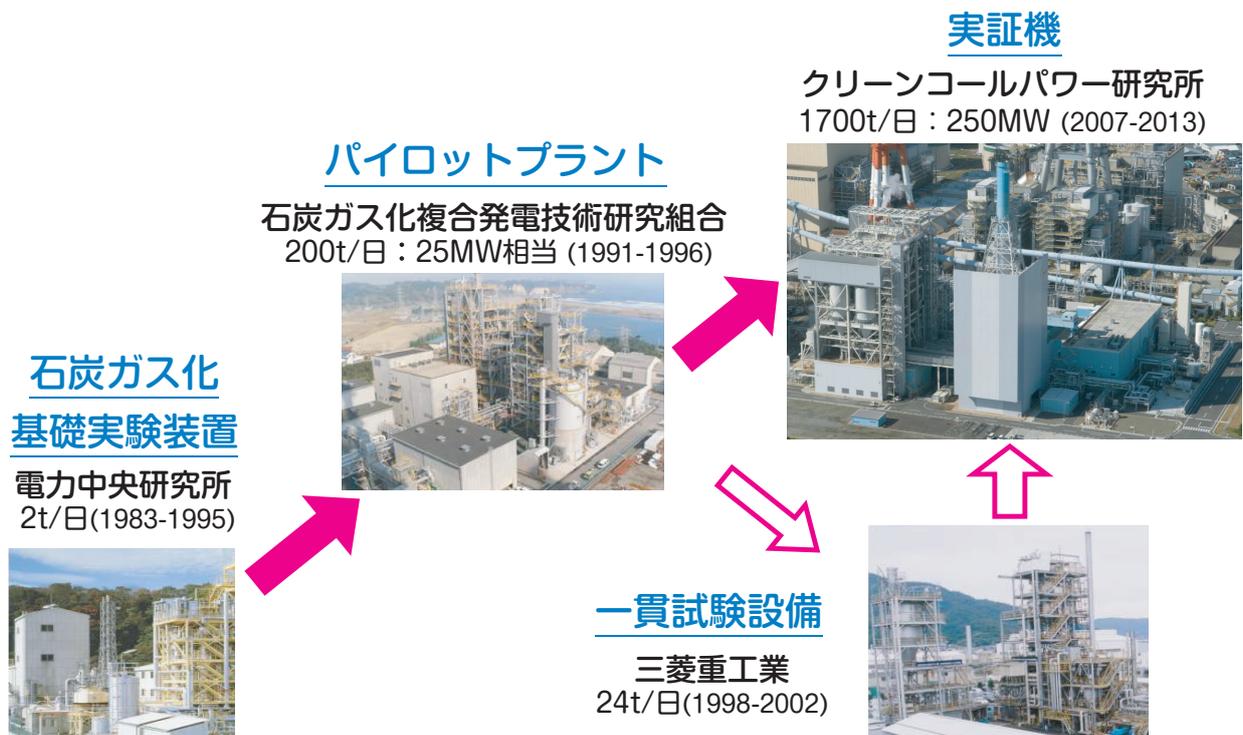


図 2-1-1 空気吹き IGCC の開発経緯

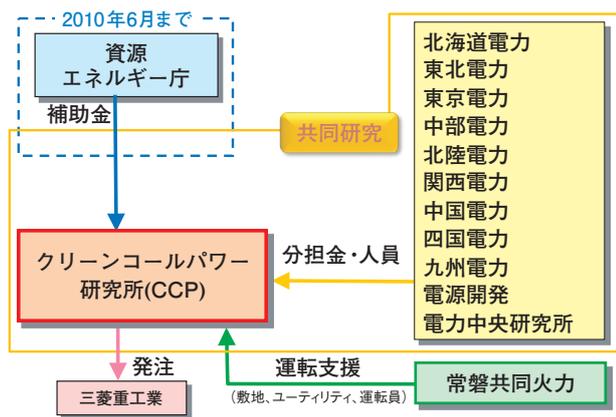


図 2-1-2 IGCC 実証試験体制

し、次の3年間で実証機を常磐共同火力株式会社勿来発電所(福島県いわき市)構内に建設して、2007年9月より運転試験を開始した。途中、東日本大震災による地震と津波による損傷を受けたが、ほぼ計画どおりに実証機プロジェクトを推進することができ、5年半の運転試験を通して目標としていた試験成果を達成し、商用機設計に必要なデータを取得して、2013年3月にプロジェクトは終了した。

### 2-1-3 実証機のシステム構成と仕様

実証機のシステム構成を図2-1-4に、設備の全景を図2-1-5に、主な仕様と性能目標値を表2-1-1に示す。実証機は、乾式の石炭供給装置と高温集塵(チャー回収)装置を備えた空気吹き加圧二段噴流床方式の「ガス化炉設備」、ガス洗浄塔やH<sub>2</sub>S吸収塔などの「ガス精製設備」、ガスタービン・蒸気タービン・排熱回収ボイラおよび発電機などの「複

合発電設備」から構成される。

ガス化炉設備では、固体の石炭を可燃性のガス燃料(石炭ガス)に変換するとともに、石炭に含まれる灰分を溶融スラグとして排出する。ガス精製設備では、石炭ガスに含まれる硫黄化合物や窒素化合物などの不純物をガスタービンで燃焼する前の段階で除去する。複合発電設備では、精製した石炭ガスを燃料としてガスタービンを駆動させるとともに、ガスタービンの排ガスやガス化炉の熱交換器から回収した熱で蒸気タービンを駆動して発電を行う。

発電出力は想定する商用機の約1/2規模の250MW(石炭使用量1,700t/日)であり、ガスタービンは1,200℃級を採用している。送電端効率は42%(LHV:低位発熱量、以下LHV)と最新鋭の微粉炭火力とほぼ同等の値を目標としており、将来の商用機では高温型ガスタービンを採用することによって48%(LHV)を超える送電端効率の達成を見込んでいる。

表 2-1-1 IGCC 実証機の仕様

出力	250MW	
石炭使用量	約 1,700t/日	
方式	ガス化炉	乾式給炭空気吹き加圧二段噴流床
	ガス精製	湿式ガス精製 + 石膏回収
	ガスタービン	1,200℃級
目標熱効率 低位発熱量(LHV)基準	発電端	48%
	送電端	42%
環境特性 (目標値、O <sub>2</sub> 濃度16%換算)	SO <sub>x</sub> 排出濃度	8ppm
	NO <sub>x</sub> 排出濃度	5ppm
	ばいじん排出濃度	4mg/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>
設計・製造	三菱重工業株式会社	

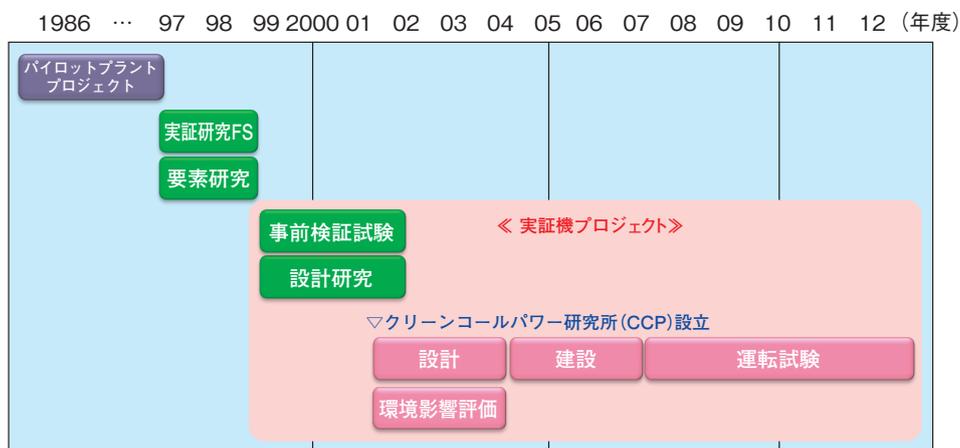


図 2-1-3 IGCC 実証機プロジェクトのスケジュール

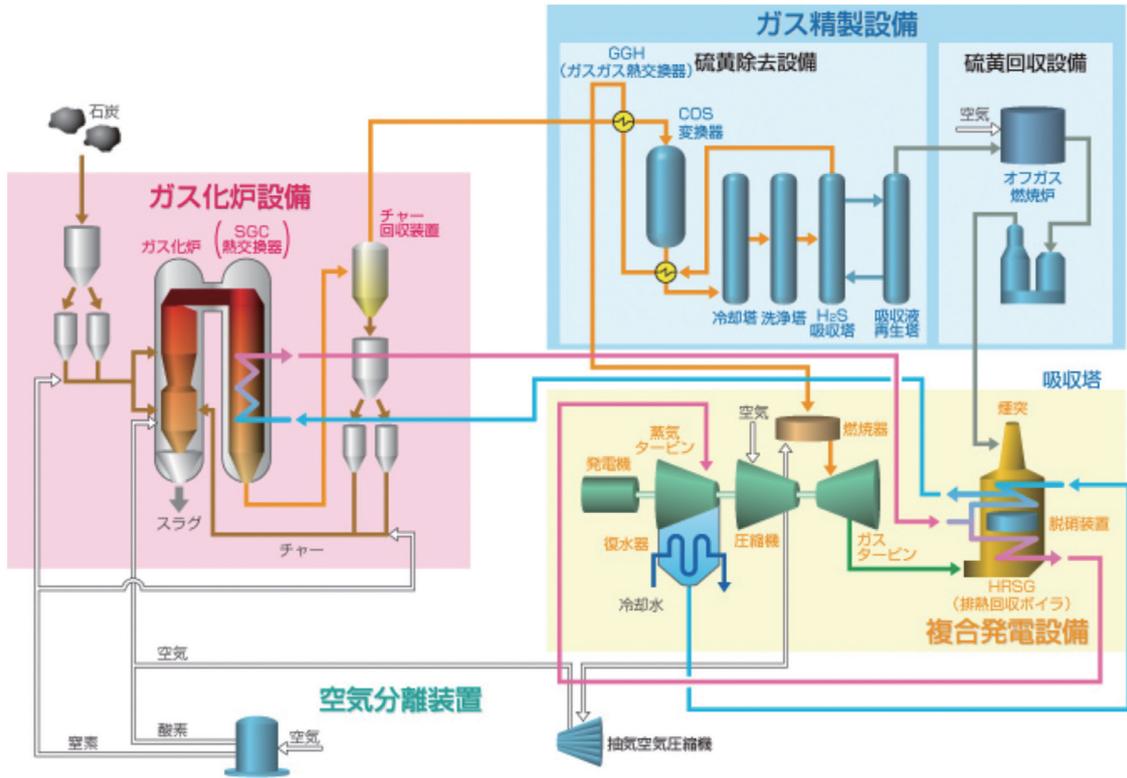


図 2-1-4 IGCC 実証機のシステム構成

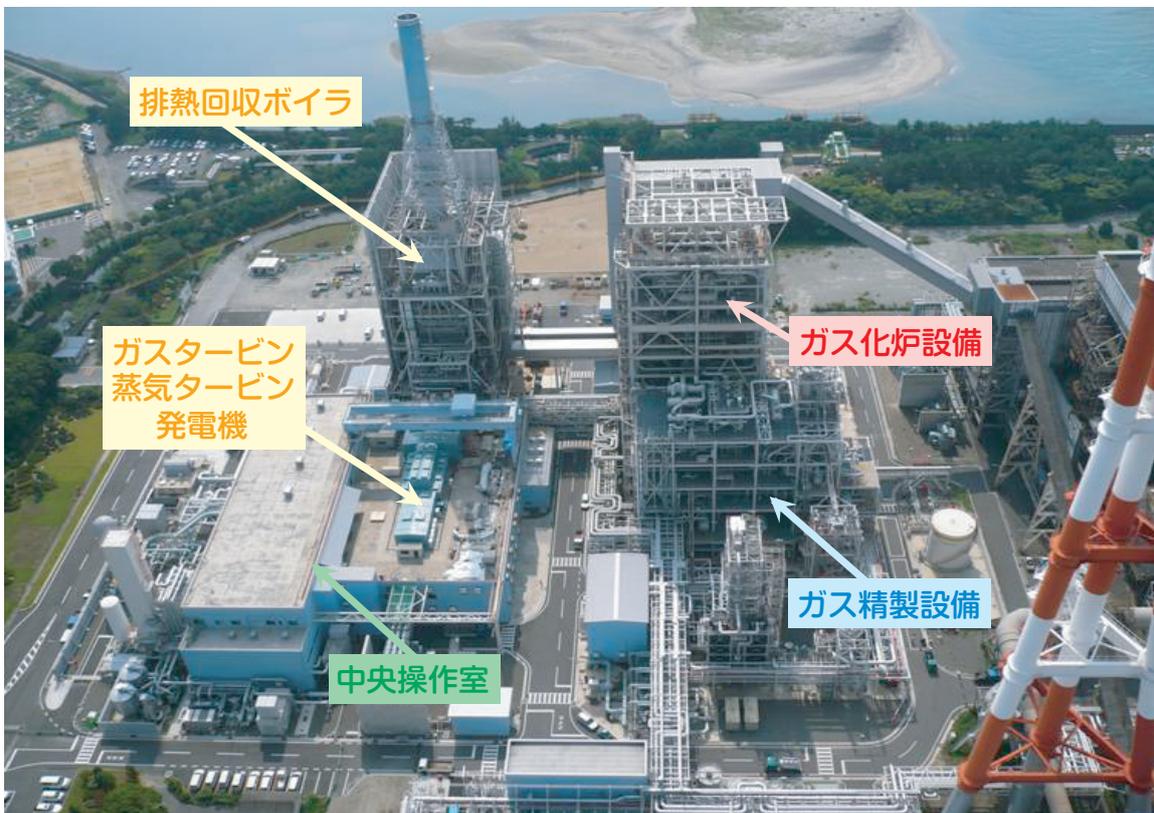


図 2-1-5 IGCC 実証機の外観

## 2-2 実証試験の成果

IGCC実証機プロジェクトでの検証項目と成果を表2-2-1に、実証試験の運転時間および発電電力量の実績を図2-2-1に示す。この運転試験により、IGCCの性能や運用性などについて以下の成果を得た。

### (1) システムの安定性

定格負荷および部分負荷において安定した運転を継続することを実証するとともに、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、ばいじん濃度、排ガス量などの環境目標値を全て満足することを確認した。また、トラブルを模擬したインターロック試験を実施し、プラントが安全に停止することを確認した。これらのシステム評価により、特有の化学プロセスが様々な物質・エネルギーを介して関係しているIGCCシステムが、安定かつ安全に運用されていることを検証した。

### (2) 設備の信頼性

運転試験では、連続運転2,238時間を含む通算18,700時間を超えるガスタービン石炭ガス専焼運転を実施した。累積発電電力量は3,700GWh余りとなり、発電設備としての信頼性が検証された。運転試験中に発生した2011年3月11日の東日本大震災では、震度6弱の揺れでプラントは安全に停止したものの、地上面は津波により浸水・水没し、地盤沈下に伴う設備基礎の被害を受けた。しかしながら、復旧工事を経て同年7月28日に運転を再開し、電源確保が喫緊だった震災後の重負荷期の重要な供給力として機能することができた(詳細はコラム4を参照)。

### (3) 炭種適合性

適合炭種の拡大を目的として、従来の微粉炭火力では焚きにくい灰融点の低い、あるいは含有水分の多い低品位な亜瀝青炭などを含む幅広い石炭の適用性を評価した。石

表 2-2-1 IGCC 商用化に向けた検証項目

検証項目	内容	成果
1) システムの安定性	安定に運転を継続できるとともに、プラント異常時において安全に停止するシステムであることを検証する。	定格出力 250MW および部分負荷での安定運転を実証 SO <sub>x</sub> 、NO <sub>x</sub> 、ばいじん濃度、排ガス量等の環境目標を満足 トラブルを模擬したインターロック試験で安全性を検証
2) 設備の信頼性	信頼性確認のため最低 2,000 時間の連続運転(夏季3ヶ月間相当)を行う。	連続 2,238 時間を含む通算 18,788 時間の運転 総発電電力量 3,704GW
3) 炭種適合性	設計炭以外の炭種を用いて運転を行い、将来の商用機設計に資する特性データを取得する。	設計炭以外に8炭種での運転試験を実施 ・微粉炭火力で使用される灰融点温度の高い瀝青炭 ・含有水分が多く低品位な亜瀝青炭
4) 高効率性・環境特性	目標熱効率の達成、環境基準のクリアにより、IGCCの優れた特長である高効率性・環境性を検証する。	送電端効率 42.9% (低位発熱量 LHV 基準) を達成 排ガス、排水、石炭灰に関する環境基準をクリア
5) 耐久性	長時間運転と開放点検により、設備の耐久性を検証する。	年間 5,013 時間の運転を達成 開放点検により設備に重大な損傷のないことを確認
6) 経済性	運転実績に基づいて、建設費・運転費・保守費等を総合的に勘案し、商用機の経済性を評価する。	商用機の発電単価は、従来型石炭火力と同等以下となる可能性あり



図 2-2-1 IGCC 実証機の運転実績

表2-2-2 運転最適化試験の結果(2009年1月30日実施)

	設計値	結果
大気温度	15°C	9.9°C
発電機出力	250MW	248.8MW
GT出力(ガスタービン)	128.9MW	130.4MW
ST出力(蒸気タービン)	121.1MW	118.4MW
送電端効率(LHV基準)	42%	42.9%*
冷ガス効率	73%	77%
炭素転換率	>99.9%	>99.9%
生成ガス 発熱量	LHV 4800kJ/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>	5600kJ/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>
組成	CO 28.0%	31.9%
	CO <sub>2</sub> 3.8%	2.7%
	H <sub>2</sub> 10.4%	10.0%
	CH <sub>4</sub> 0.3%	1.4%
	N <sub>2</sub> 他 57.5%	54.0%
環境特性 (O <sub>2</sub> 濃度16%換算)	<目標値>	
SO <sub>x</sub>	8 ppm	0.5 ppm
NO <sub>x</sub>	5 ppm	3.9 ppm
ばいじん	4 mg/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>	<0.1 mg/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>

\*大気温度 15°Cによる補正值

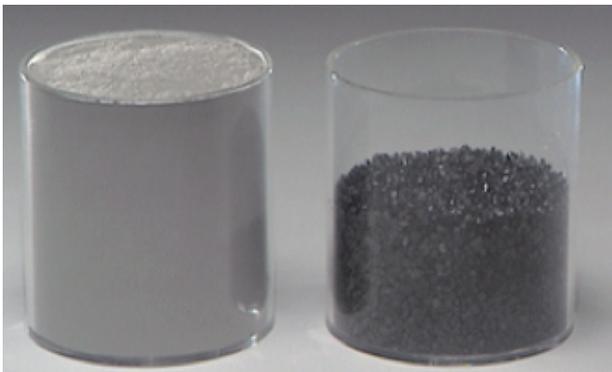
フライアッシュ  
(従来型微粉炭火力)溶融スラグ  
(IGCC)

図 2-2-2 石炭灰の外観と容積の比較

炭性状に応じて運転パラメータを適切に調整し、必要に応じて設計炭との混炭で運用することで、様々な炭種が適用できることを確認した。

#### (4) 高効率性および環境特性

プラント熱効率の向上を目指した運転条件の最適化を検討した際のプラント性能を、設計値とともに表2-2-2に示す。送電端効率は42.9% (LHV)と、目標性能である42%を達成することを確認した。石炭ガスへの変換性能の指標である冷ガス効率や、未燃分の指標である炭素転換率はいずれも設計値を満足しており、石炭を効率よく石炭ガスに変換できていることが検証された。

煙突出口のSO<sub>x</sub>濃度、NO<sub>x</sub>濃度、ばいじん濃度は目標値を大きく下回ることを確認した。また、ガス化炉から排出される溶融スラグは、図2-2-2に示すように微粉炭火力のフ

ライアッシュに比べて容積がほぼ半減し、ガラス質のために微量物質の溶出がほとんどないことから、その全量を有効利用している(詳細はコラム5を参照)。その他の水質、騒音、振動等についても基準をクリアしており、IGCCの優れた環境特性が実証された。

#### (5) 耐久性

商用運転に準じて高利用率の運転を想定した耐久性確認試験を行い、設備改善などを実施しながら、年間5,013時間の運転を達成した(2009～2010年度)。運転後に設備点検を行った結果、深刻な損傷や不具合が生じていないことを確認し、IGCCプラントが想定どおりの耐久性を有することを検証した。

#### (6) 経済性

IGCCは高温高压の反応容器を含む数多くの機器で構成されることから、プラントの建設費や修繕費は従来型の微粉炭火力よりも高くなると想定される。一方、発電効率については、高温型ガスタービンの適用により従来型に比べて約2割の効率向上が期待できる。また、IGCCは、低灰融点炭などこれまで発電には使われにくかった石炭を活用できることから、燃料調達費を軽減できると考えられる。IGCC実証機の運転実績に基づき、建設費、運転費、保守費用等を総合的に勘案して、商用機の経済性を評価した。その結果、IGCCの発電原価は、従来型の微粉炭火力と同等以下となる可能性があると考えられた。

以上のとおり、IGCC実証試験では目標とした技術課題を達成し、空気吹きIGCC技術に関する設計・建設・運転・保守のノウハウと商用プラントの設計に不可欠な実証データを取得することができた。我が国で開発を進めてきた空気吹きIGCCは、世界最高水準の送電端効率を発揮する石炭火力発電技術であることが実証され、石炭利用によるエネルギーセキュリティの確保、効率向上による地球温暖化対策を両立した発電システムとして期待できることが確認された。

## 2-3 プロジェクト終了後の実証機の運用

計画された全ての試験項目を完遂し、将来のIGCC商用プラントの設計に必要なデータを得て、IGCC実証機プロジェクトは2013年3月末に終了した。本件のような研究プロ

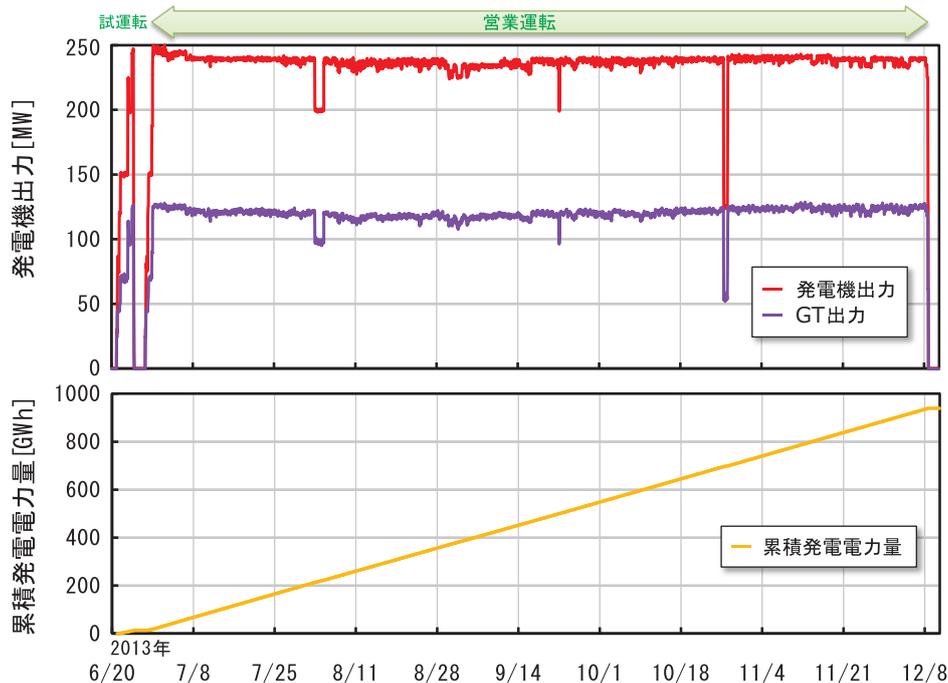


図2-3-1 常磐共同火力勿来発電所10号機の最初の商用運転状況(2013年6月～12月)

プロジェクトでは、建設した試験設備は終了とともに解体する機会が多いが、IGCC実証機は25万kWの電力供給力を有する発電プラントであることに加え、運転の継続によりIGCC技術の更なる知見が得られることが期待された。そのため、2013年4月以降は常磐共同火力株式会社がCCP研究所を吸収合併し、IGCC実証機は商用発電プラント(勿来発電所10号機)として運用することとなった。

勿来発電所10号機の最初の商用運転状況を図2-3-1に示す。定期事業者検査と試運転を経て、2013年6月末に我が国初の石炭専焼IGCC商用機として運転を開始し、電力需要が高まる夏季期間を通して高稼働で安定した運用を継続した。中間点検のためにプラントを停止した12月8日までの連続運転時間は3,917時間、発電電力量は979GWhの実績となり、IGCCプラントの最長記録(オランダBuggenum発電所:3,287時間)を更新している。

その後もベースロード運用を基本として、中間点検や設備メンテナンスなどを実施しながら断続的に運転を継続してお

り、営業運転での累積時間は10,360時間、積算発電電力量は2,454.4GWhに達している(2015年5月末時点)。途中で、主に設備の経年的な劣化に起因するメンテナンスのために一時的な負荷降下やプラント停止を実施している。これはプラントが研究設備としての設計に基づいて製作されており、十分な耐用年数を想定していない機器が存在することが一因となっている。そのため、2015年度には一層の安定運用を可能とするため、設備の耐力強化を狙いとした大型改修を実施している。

定格負荷での長期間運用が求められる商用運転を通して、IGCCの運転操作技術、プラント制御性向上、機器設備の監視とメンテナンス、および安全管理技術が磨かれている。実証試験に留めることなく運転を継続したことにより、次期商用機に繋がる重要な知見と経験が得られるだけでなく、商用プラントとしての真価が実証されることとなった。勿来発電所10号機は、クリーンかつ高効率な空気吹きIGCC技術の礎として、さらに運転を継続する計画となっている。

本コラムは、IGCC実証機が受けた東日本大震災による被災状況と、夏の重負荷時期の供給力に向けた設備の復旧過程について、現地での経験に基づいて記載したものである。

### 【被災】

2011年3月11日(金)午後、IGCC実証機では約3%/分の負荷変化速度の確認試験を終え、次週からの中灰融点・高硫黄炭への炭種変化試験に向けた準備が進められていた。14時46分、携帯電話の緊急通報が鳴り響き、その後始まった揺れは徐々に拡大した。設備の状態を確認するため近くにいた各設備の担当はすぐに監視モニタに向かった。

揺れはどこかで収まるであろうと思っていたが、中央操作室内のキャビネットが大きな音を立てて倒れた時、その期待が消えた。実証機は経験したことのない震度6弱の揺れを受けたのであった。

ガスタービン軸振動大の信号により全系への自動停止指令が出た。自動停止の動作中も揺れは続き、天井材が降り落ちる中、運転員は必死に監視モニタを支え、プラント状態を監視し続けた。天井からの落下物から身を守るため机の下に潜っても、机自体が大きな揺れで動いてしまい役に立たなかった。連絡する電力系統の停電により、発電所は全停となり、隣接する常磐共同火力から最低限必要な非常用電源を受電するまでは、無停電電源を頼りに実証機の状態が監視された。

### 【津波】

揺れの合間を縫うように設備担当者全員が中央操作室に辛うじて駆けつけた。揺れるモニタを押さえつけ設備の状態を把握しようと格闘しているところに、「車が流されてる」との声が出た。津波という言葉自体が思い浮かばなかったのだ。

実証機の排熱回収ボイラ(HRSG)は最も海側に位置したため、HRSGの制御装置、給水ポンプ、防音壁は真っ先に津波にのみこまれ、続いて全設備に津波の勢いが廻った。設備全域の浸水は地上2m程度に及び、海辺に近かったCCP研究所の事務棟は水位が地上3m近くに達した。

3月11日は一晩中断続的な揺れが続き、津波の前兆である潮の引きが常磐共同火力側で繰り返し観測された。夜間は常磐共同火力のサービスビルの屋上からサーチライトが照らされ、津波の2次被害を止める体制が取られた。

### 【設備の緊急対応】

停電によりターニングモータが動かない状態でタービンは自然放冷された。タービンの焼き付き・反りを回避するため、ハンドターニングが夜を徹して行われた。その他の設備でも安全停止に向けた緊急の対応が続けられた。また、大きな余震が頻発したため、起動用の液体燃料やガス精製用ユーティリティ等、設備全体の安全確認に加え、安全停止に必要なユーティリティの確保が進められた。

安全停止に必要なユーティリティの一つに防火用水がある。津波の直撃を受けたHRSG設備の近くには脱硝用のアンモニア貯槽があり、停電によるフェイルオープン機能により防火用水が散水され続けていた。余震による他の設備での不測の事態に備え、防火用水はこれ以上無駄にはできない。深夜、津波による泥沼を歩くため靴紐を固く結び、いつもと違い静まり返ったプラントを月光と懐中電灯のみを頼って進み、散水を止めに行った。しかし、津波の再来を知らせるサーチライトに照らされ目的を達せず引き返すことになり、防火用水の残量を減らしてしまうということもあった。



図1 津波にのまれるIGCC設備(アンモニア設備は自動で散水されている)

### 【緊急体制の構築】

被災状況の把握、安全体制の確保、物資の供給、および復旧の見通しを立てることが被災後には重要となった。震災からの復旧に向けた緊急体制が実証試験本部内で整えられ、設備の被災情報や復旧見込みの情報が徐々に集められてきた。海沿いにあり甚大な被害を受けた事務棟でも、緊急体制が整えられ、地域の被災情報や物資の供給に関する情報、石炭を保管している小名浜港の情報等が集められた。

### 【設備の損傷】

時を追って地震と津波による深刻な被害が明らかになってきた。特にガス精製設備では熱交換器の脱落等、設備が大きな損傷を受けていた。また実証機は湿式のガス精製設備を有することから、フロア面に多くのポンプやモータを保有している。これらのモータや制御装置、電源ケーブル等が津波により損傷していた。海水に浸かったケーブルは浸食が進む前に切断された。海岸線に最も近かったHRSG設備では、蒸気タービン用の高圧、中圧ポンプがいずれも損傷を受けた。HRSGの制御室内は壊滅的な状況であった。IGCC特有の設備であるガス化炉は地震で大きく揺れ、ガス化炉の振れを止める金属製のストッパーは破損した。しかし、揺れに対してもガス化炉本体は致命的な損傷を受けず、運転再開への明かりも一部で見え始めた。

### 【貯炭場】

実証機で使用する小名浜港の貯炭場は、構造の弱



図2 小名浜港の揚炭機とバース（地面が陥没している）

い矢板式であったことから大きな損傷を受けていた。巨大な揚炭機も脱線した状態で傾いており、陥没や傾斜で貯炭場には車も入れない状況であった。石炭は津波の直撃を受け、海水混じりの燃料となった。小名浜港の他の貯炭場も地面が陥没・損傷しており、石炭の置き場が不足する状態が続いた。また、実証機は震災の翌週から炭種変化試験を予定していたため、実証機にとって未経験の中灰融点炭が貯炭場の大きな部分を占有していた。

### 【直下型の余震】

設備の復旧作業がようやく進み始めた4月11日、いわき市直下で震度6弱の巨大な余震が発生した。続く4月12日、またしても震度6弱の直下型の余震が発生した。これらの余震の揺れは3月11日の本震と同程度であったが、直下型であったため、予兆もなく急激な揺れが襲った。幸いなことに人的な被害はなかったものの、設備の損傷は拡大し、設備付近の送電系統も損傷を受け、設備の復旧工程に大きな影響を及ぼした。

### 【設備の復旧】

設備の復旧は海水汚泥の除去による工事用アクセス路の確保から始まった。作業用の仮設電源、仮設コンプレッサーが確保された。ガス化設備は緊急停止したため大量のチャーが炉内に残っており、困難を極める炉内の清掃と点検が行われた。また、エレベータが使用できないため地上約60mのガス化炉トップまで窒素ポンペを担ぎ上げ、操作用の計装空気を窒素で代用してポーラスフィルタのパーズ操作が行われた。

震災は東日本の広い範囲に及んだため、設備を修復するための物資の流通が滞った。津波に浸った電気設備で部品供給が見込めないものは純水で洗い、天日で干して仮復旧させた。

被害が甚大だったガス精製設備では、地元の鉄工所の協力のもと、脱落した熱交換器のつり上げ・再設置が行われた。水没したポンプやモータも被害の大きいものは工場に持ち帰り、比較的被害の小さいものは現場で分解・点検・整備が行われた。

実証機では窒素や蒸気を設備内で連係利用してい

るが、連係利用のための配管に漏れなどがないか細かく点検された。また、基礎地盤の沈下や構造物の支柱の損傷も併せて復旧された。工業用水や純水等のユーティリティも徐々に調達されるようになっていった。

被災したエリアの南の方から発電所復旧の知らせが届くようになった。実証機でも2011年の夏季重負荷時期の供給力として貢献できるよう、7月中を目途とした運転再開計画がたてられ、従業員の尽力、常磐共同火力の協力、自治体・地域の協力、協力会社・メーカーの緊急応援により、設備の復旧が進められた。6月中旬には待ちに待った所内用の電力が届き、それまでに着々と進めてきた復旧作業が、各機器の試運転調整段階に入った。

7月28日、実証機は石炭ガス化ガスによる運転を再開したが、蒸気タービンのリークにより一旦発電を停止した。8月10日に運転を再開し、震災から5か月後の8月11日、定格出力での発電状態まで復旧し、供給力として戦列に復帰した。

発電状態に復旧した後は、設備の確実な運用に所員全員の力が集中した。実証機を最大出力で発電し続けるため、小名浜港の石炭の使い方が毎日のように変更された。海水が混入した石炭は出力に影響しない範囲で新しい石炭と混炭して利用された。実証試験として計画していた炭種の試験も遂行する必要があり、震災前から保有していた中灰融点炭は混炭方法を変更して試験に利用された。発電再開以降、設備は最大出力での運転を継続したものの、震災で受けたダメージは大きく、設備の一部は健全な状態での運用とは言い難かった。

### 【重負荷期の供給力と将来】

2011年8月の夏季の電力重負荷期に向け、各地で節電の呼びかけや、緊急電源の準備が行われる中、実証機は重要な供給力としての役割を担った。8月11日以降の高出力運転は11月まで続き、当時の連続運転時間の最長を記録した。新技術であることや機器点数が多いという実証機ならではの事情を抱えながらも、重要な時期に供給力として貢献できたことは、協力会社、メーカー、そしてCCP研究所社員の「チーム

IGCC」としての誇りであり、地域にとっての希望にもなった。また、共に被災し復旧に全力を尽くしながら人事異動により定格出力を見ることなく勿来の地を去ったメンバーの経験も、復旧のノウハウの形で後任に引き継がれていった。

震災の経験は自然災害への実証機の耐性を確認することにもなり、信頼性の向上につながったものと考えられる。長期に及ぶ震災からの復旧を無事故・無災害で乗り越えられたことは、日常からの安全教育と緊急時への備えの賜物でもある。IGCCが将来、国内外の自然災害の多い地域に導入されていく場合、東日本大震災の経験が活かされ、緊急時の適応能力が如何なく発揮されることであろう。



図3 静かな海とフルパワーのIGCC（ガス化炉トップより2011年末に撮影）

## コラム 5：実証試験におけるスラグ有効利用

IGCCにおける石炭灰は、粒径数mmの粒状あるいは針状のガラス質スラグとして排出される(図1)。スラグの主成分は二酸化ケイ素、酸化アルミニウムであり、その他に酸化鉄、酸化カルシウム、酸化マグネシウム、酸化カリウム、酸化ナトリウムなどで構成され、それらの含有割合は原炭の灰組成と同程度である。スラグは、密度が大きい、未燃分を含まない、微量物質の溶出がほとんどないという特長があり、土木建築分野などへの有効利用が期待できる。

IGCC実証機から排出されるスラグは、セメント原料や道路の路盤材に用いられており、一連の実証試験で発生したスラグは全て有効利用されている。また、有効利用先の拡大の検討として、アスファルトやコンクリートの骨材への適用について検討された<sup>(1)</sup>。アスファルト骨材としては、常磐共同火力株式会社勿来発電所構内の道路の舗装に適用しており、石炭運搬用の大型トラックの荷重にも十分耐えうる強度が保たれていることが検証されている(図2)。コンクリート骨材としては、スラグ混合率の異なるプレキャストコンクリート側溝を製造し、発電所近隣の道路に試験施工しており、一般製品と同様の実用性を有することを確認している(図3)。

今後IGCCの導入が進むことによって、スラグ発生量の増大が予想される。スラグの有効利用先を拡大すると共に、用途に適した性状のスラグを効率的に製造する技術が必要となろう。IGCCスラグが一般的に広く活用されるよう、有効利用方法に適合する製品スラグの規格化が待たれるところである。



図1 IGCC スラグの外観

図2 道路舗装のアスファルトへの利用<sup>(1)</sup>図3 コンクリート成型製品への利用<sup>(1)</sup>