

Title	石炭ガス化複合発電 (IGCC)技術開発におけるNEDOの取り組みについて
Author(s)	細田, 兼次; 山内, 康弘; 秋山, 勝哉; 在間, 信之; 相樂, 希美
Citation	年次学術大会講演要旨集, 28: 354-357
Issue Date	2013-11-02
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/11733
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

石炭ガス化複合発電(IGCC)技術開発における NEDO の取り組みについて

○細田 兼次、山内 康弘、秋山 勝哉、在間 信之、相樂 希美
(独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構)

1. はじめに

石炭は、石炭火力発電を中心に今後とも世界的に需要が拡大していく見通しであり、石炭火力の高効率化は大きな課題である。本講演では、我が国が有する高効率石炭火力発電技術である石炭ガス化複合発電(IGCC: Integrated coal Gasification Combined Cycle)を中心に、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO: New Energy and Industrial Technology Development Organization)が取り組んできた技術開発について紹介する。

2. 背景

石炭は世界に豊富に賦存しており、価格が安く安定していることから、年々その消費量は増えていき、今後も拡大していく見込みである。日本を含む世界において石炭は、重要な基幹エネルギーであり、今後その重要性がより高まると考えられる。一方、その単位エネルギー当たりの二酸化炭素(CO₂)排出量が他の化石燃料と比べ高いことから、CO₂ 排出削減に寄与するクリーンコールテクノロジー(CCT: Clean Coal Technology)の開発が必要である。CCT のうち、発電分野は極めて重要であり、既存発電所の高効率型へのリプレースや高効率な石炭火力発電所の新設等により、CO₂ 排出量の大幅な削減が可能となる。国が策定した Cool Earth (図 1)においても、我が国が重点的に取り組むべき革新技术として必要とされており、「新成長戦略」においても火力発電の高効率化の開発の前倒しが指摘されている。NEDO は環境負荷低減、特に地球温暖化ガス発生量低減を目的に石炭火力発電の更なる効率化を目指し石炭ガス化複合発電(IGCC)技術開発を行っている。

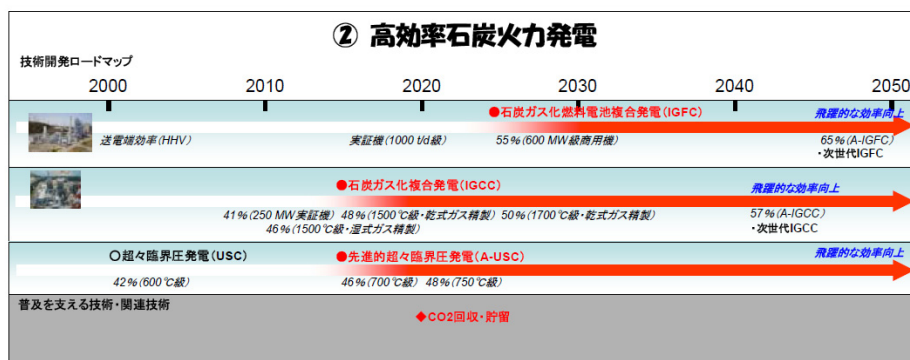


図 1 Cool Earth にて提唱されているロードマップ

3. NEDO の IGCC 開発

発電技術の技術開発動向としては、火力発電プラントの蒸気圧力を超臨界圧(24.1MPa)以上に高温高圧化させた蒸気条件(圧力 24.1MPa 以上、温度 593℃以上)にして発電する超々臨界圧発電(USC: Ultra Super Critical)、さらには固体の石炭をガス化し、蒸気タービンとガスタービンの複合発電が可能となる IGCC への高効率化が進んでいる。IGCC は石炭火力発電の現在の主流である微粉炭火力に比べ様々なメリットを持っている(表 1)。

NEDO は CO₂ 排出量の削減に寄与する高効率石炭火力発電の技術開発、効率の良い CO₂ 分離・回収(CCS: Carbon dioxide Capture and Storage)の技術開発、我が国の高効率石炭利用技術の競争力の将来にわたる維持と、アジア新興国を始めとした国際市場への日本の CCT 技術普及・促進で、エネルギー需給の安定、低炭素社会の構築に寄与することを基本方針に開発を行っている。

この方針の下、高効率石炭火力の主要開発項目として IGCC 開発に取り組んで来た。また、CO₂ の回収で効率が低下する CCS は、より高い効率の発電システムでの実施が必要と考え、IGCC への適用技術を開発している。

表1 IGCC のメリット

項目	特長
発電効率	現状の微粉炭火力に対して約 2 割の送電端効率向上が可能。
環境特性	発電効率の向上により、発電電力量あたりの SO _x 、NO _x 、ばいじんの排出量が低減される。CO ₂ の排出原単位は石油火力並みとなる。
適用炭種	既設微粉炭火力では利用しがたい低灰融点炭も利用可能となるため、石炭火力発電に利用可能な炭種が拡大される。
灰の有効利用	石炭灰をガラス状の熔融スラグとして排出するため、土木工事用材料などとしての有効利用が期待される。
用水使用量の削減	生成ガスを直接脱硫するため、多量の用水を使う排煙脱硫装置が不要となり、既設微粉炭火力と比べ、用水使用量を大幅に削減できる。

表2 勿来 IGCC 実証試験の成果

項目	目標	実績
安全・安定運転	250MW	250MW
長期連続運転	>2000hr	2238hr
送電端効率	>42% (LHV basis)	42.90%
炭素転換率	>99.9%	>99.9%
環境性能	SO _x <8.0ppm NO _x <5.0ppm Dust <4.0mg/m ³ N	1.0ppm 3.4ppm <0.1mg/m ³ N
適用炭種	瀝青炭 (B)、亜瀝青炭(SB)	Chinese(B)、Russian(B)、 USA(2SB)、Indonesian(B,2SB)、 Colombian(B)、Canadian(B)
起動時間	<18hr	15hr
最低負荷	50%	36%
負荷変動率	3%/min	3%/min
耐久性・信頼性・保全性	5000hr 試験による評価	5013hr 試験で大きなトラブルなし
経済性評価	微粉炭火力発電コストと同等以下	微粉炭火力発電コストとほぼ同等

NEDO は 1983 年から 1985 年にかけて「噴流床石炭ガス化複合発電技術」に関するフィージビリティスタディー(FS: Feasibility Study)を実施し、1986 年から 1996 年にかけて空気吹き IGCC パイロットプラント建設・運転研究を支援してきた。この成果を踏まえ、その後 IGCC 実証機(250 MW)が福島県いわき市の常磐共同火力(株)勿来発電所構内に建設され、2007 年に実証運転試験が開始された。実証試験においては 2008 年に 2000 時間の連続運転を、2013 年 3 月に約 19000 時間の累積運転を達成、開発目標全てを達成し(表 2)、2013 年 4 月から日本初の IGCC 商用機として運転中である。開発を担当した三菱重工は本技術を元に商用機の受注活動を国内、米国等諸外国で展開中である。米国 HECA(Hydrogen Energy California)プロジェクトでは、昼間に 400MW 発電と夜間アンモニア肥料製造を行うコプロダクションの FEED(Front End Engineering Design)を受注した。

3.2 IGCC のゼロエミッション化に向けて

(1) EAGLE(coal Energy Application for Gas, Liquid and Electricity)プロジェクト

一方、空気吹きとは異なり、生成ガスの多目的利用が期待できる酸素吹き IGCC の技術開発も行ってきた。1986 年から 1994 年に「石炭利用水素製造技術(HYCOL: Hydrogen-from-coal process)」において、酸素吹き石炭ガス化技術開発を行い、その成果を踏まえ、1998 年から「多目的石炭ガス化製造技術開発(EAGLE プロジェクト)」を開始し、電源開発(株)若松研究所構内に酸素吹 IGCC パイロットプラント(石炭使用量 150 t/日)を建設し、運転研究を実施してきた。

本プロジェクトでは、石炭火力発電の更なる高効率化およびゼロエミッション化を目指し、酸素吹き IGCC のみならず、究極の石炭高効率発電である石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC: Integrated coal

Gasification Fuel Cell Combined Cycle)、および CCS の導入を見据えた技術開発を行ってきた(図 2、3)。IGFC は IGCC に燃料電池を組み合わせたトリプルコンバインドシステムにより更なる効率化を可能にする技術である。CCS は発電所等から発生する CO₂ を分離・回収し、それを地中あるいは海底下に貯留することにより、大気中に CO₂ が放出されるのを抑制する技術であり、地球温暖化対策の選択肢の一つと期待されている。

EAGLE プロジェクトは 3 段階に分けて実施しており、STEP-1(1998～2006)では、パイロット試験設備を活用して、幅広い炭種に適用可能な酸素吹石炭ガス化炉を開発し、すべての開発目標を達成することはもちろん、ガス化効率については世界最高レベルを実現した。STEP-2(2007～2009)においても、すべての開発目標を達成し、石炭ガス化ガスからの CO₂ 分離回収技術(化学法)については従来と比較し 30%もの回収エネルギーの低減に成功し、発電効率の 2 ポイントもの上昇を可能にした(表 2)。STEP-1、2 にいずれにおいても世界に類を見ないほどの適用炭種の拡充にも成功している。現在 STEP-3(2010～2013)として、IGCC 高効率化技術として期待されている 1,500℃級、1,700℃級ガスタービンの導入を想定し、高圧プロセス向きの物理吸収法技術を確立するための技術開発を行っている。

この EAGLE プロジェクトの一連の成果は、2012 年度から経済産業省の補助事業として大崎クールジェン(株)によって実施されている石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業(大崎クールジェンプロジェクト)に反映されている(図 4)。

(2) 大崎クールジェンプロジェクト

大崎クールジェンプロジェクトは、段階的に実証試験を実施する予定であり、第 1 段階(2012 年度～2018 年度)は IGFC の基幹技術である酸素吹 IGCC の実証試験設備(石炭処理量：1188t/d、発電出力：16.6 万 kW)を建設し、性能・運用性・経済性・信頼性に係る実証を行う。第 2 段階(2016 年度～2020 年度)においては第 1 段階で構築した酸素吹 IGCC 実証試験設備に CCS を追設し、石炭火力発電システムとしての性能・運用性・経済性・環境性に係る実証を行う。さらに第 3 段階(2018 年度～2021 年度)では第 2 段階で構築した IGCC+CCS 実証試験設備に燃料電池を組み込み、石炭ガス化ガスの燃料電池への利用可能性を確認する。大規模燃料電池(SOFC：Solid Oxide Fuel Cells)の開発および IGFC への適用検討については、現在、NEDO で研究開発を進めており、当該研究開発成果を第 3 段階で用いる燃料電池に展開する予定である。

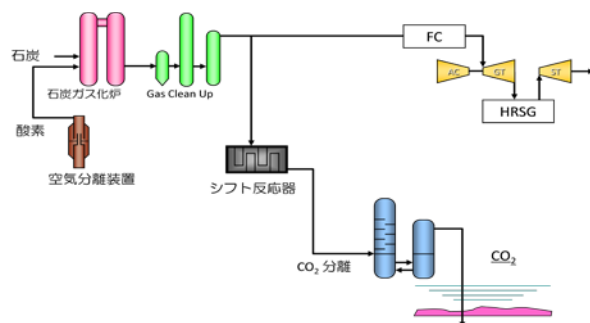


図 2 IGFC+CCS 概略図



図 3 EAGLE パイロット試験設備外観

表 3 EAGLE プロジェクトの成果について

フェーズ	開発項目	数値目標	実績
STEP-1	石炭ガス化性能	78%以上(冷ガス効率)	世界トップレベルのガス化効率
	ガス精製性能	≤1ppm	不純物を 1ppm 以下まで精製
	連続運転性能	1000 時間	連続運転時間 1000 時間以上
	多炭種対応	5 炭種以上	5 炭種
	大型化対応	10 倍程度のスケールアップデータ	目標達成
STEP-2	高灰融点炭種対応	3 炭種以上	3 炭種(世界でも類を見ない)
	CO ₂ 分離・回収(化学吸収法)	回収 CO ₂ 純度 99%以上を維持した上での回収エネルギー低減	回収 CO ₂ 純度 99%以上を維持した上、従来運用に比べて約 30% のエネルギー削減(発電効率で 2 ポイント上昇)
	微量物質挙動調査	—	目標達成

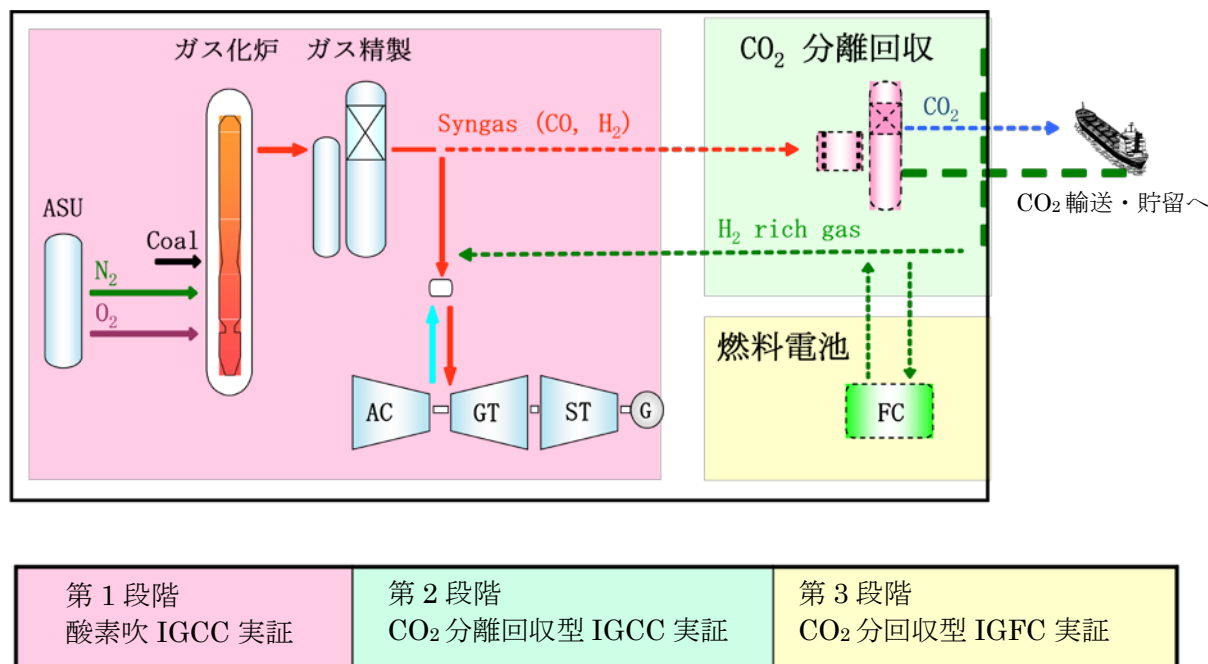


図4 大崎クールジェンプロジェクトについて

4. 考察

エネルギー、特に電力の安定供給は高度なITインフラの上に立つ現在の日本においては最も重要な基盤の一つである。その中でも石炭火力発電はエネルギーセキュリティの面から今後もより一層その重要性は増していく。そうした中で、IGCC技術は今後の石炭火力発電を支える大きな柱となり得る革新的技術であり、その意義は非常に大きいと考える。しかしながら、このような新技術・革新的技術は開発から普及まで開発リスク、事業リスク、社会リスクを伴う。さらに一般的にこのような、中長期的視点に立った戦略は、公益性が高く、社会的な必要性は大きい、実用化に向けては多大な技術開発資金と開発期間を要するため、費用回収の面から民間企業のみで実施することが現実的に難しい。そのような背景から、NEDOのマネジメントの下で産学官一体となりプロジェクトを進めることによりIGCCの技術開発を推進できたと考える。NEDOプロジェクトを進めていくにあたっては、検討会という形で第三者の専門家の意見も反映できる形をとり、得られた有意義な意見について当該プロジェクトに適切に反映させることにより、プロジェクトの軌道修正を行いながら、最終的に大きな目標を達成することが可能になった。

石炭は今後も重要なエネルギー源として利用され、開発途上国を中心にその消費量は増加していく。我が国の石炭火力発電は世界最高率を長年にわたり維持し、IGCC分野においてもこれまでの積極的な技術開発により、現在世界をリードしている立場である。今後とも不断の技術開発を通し、更なる高効率化、低炭素化に取り組み、地球環境問題の解決を目指していく。

参考文献

- 1) International Energy Agency World Energy Outlook(2012)
- 2) 経済産業省 Cool Earth—エネルギー革新技術計画(2008)
- 3) NEDO、JCOAL 日本のクリーン・コール・テクノロジー(2006)
- 4) NEDO 噴流床石炭ガス化発電プラント開発研究成果総まとめ(1997)
- 5) NEDO 多目的石炭ガス製造技術開発(EAGLE)事後評価報告書(2010)
- 6) 込山則雄 石炭ガス化とCO₂分離回収技術—革新的CO₂回収型石炭ガス化技術開発—電気評論(2012)