



常磐共同火力(株) 勿来発電所
IGCC フラントを見学して
SCE・Net 松井達郎

R-46

発行日

2016/1/19

25万kWの石炭ガス化複合発電(IGCC)の商業化を2013年に開始した常磐共同火力(株)は福島県いわき市に所在し、東北電力と東京電力が主たる株主であり1955年に創立され、火力発電4基162.5万kWを有する発電事業者である。地球温暖化が差し迫った環境の下、最新鋭の石炭火力発電の将来の方向付けを確認すべく交流会とエネルギー研究会との共同の見学会を開催した。

平成27年12月14日12時に常磐線泉駅にSCE-Net参加者18名が集まりタクシーで相乗りして常磐共同火力発電所に到着した。最初に勿来発電所 石炭ガス化発電事業本部長理事である石橋喜孝氏と挨拶を交わした。PRホールでDVDによる発電所の沿革の上映が始まり、続いて石橋氏からIGCC設備についての説明があった。

1870年に採掘をはじめた常磐炭鉱の硫黄分の多い低位炭を利用して1957年から1号、2号機の発電所稼働が始まり1970年の石炭の斜陽化による常磐炭鉱は閉山。1971年重油と混焼。1983年60万kW 8,9号機建設。1988年1-5号機廃止。海外炭使用。1985年CWM(石炭スラリー)を一時採用したが中止。1988年石炭ガス化試験開始。1996年IGCCパイロット試験成功。2007年25万kW IGCC 実証試験開始。2013年商用化運転。2011年木質バイオ燃料の受け入れ、貯蔵、移送設備完成。

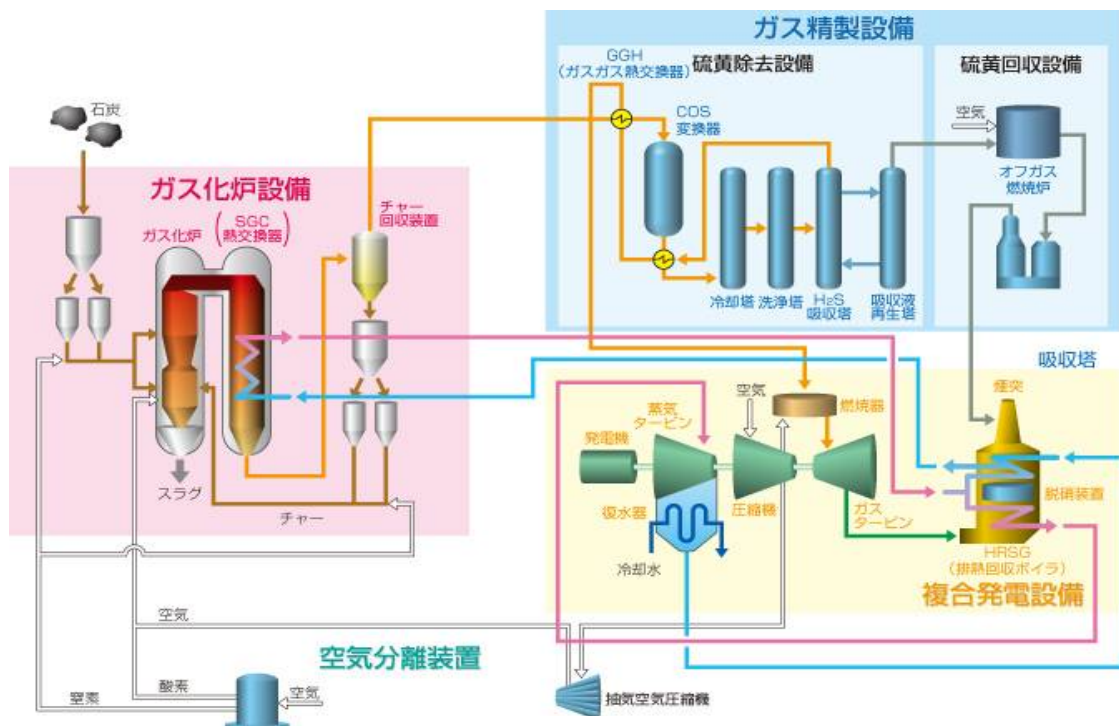
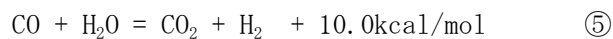
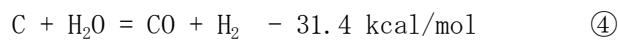
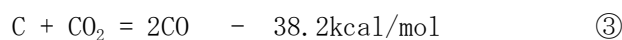
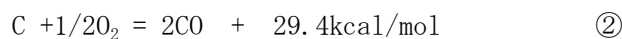
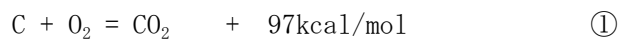


図1 IGCCフロー¹⁾

2011年の東北大地震で津波によって全設備が1.5m以上冠水し、大きな被害を受け、IGCC設備も復旧に約4.5か月かかっている。その後の商用運転ではIGCC世界最長連続運転記録3,917時間を達成している。

IGCCのフローは図1の通り。石炭をガス化した後、ガスを精製して燃焼器に導入して燃焼後、燃焼ガスでガスタービンを駆動させ更に排熱を回収して蒸気タービンを駆動させる。**ガス化炉**:ガス化炉は内部圧力約3MPaの圧力容器でコンバスタ部とリダクタ部の二段式に分かれている。この中にバーナーから微粉炭と空気が吹き込まれ以下のガス化反応①～⑤が起こる。



反応式③, ④は吸熱反応である。

コンバスタ部では200mesh微粉炭を約1800℃の高温で燃焼させリダクタ部におけるガス化反応に必要な高温熱源を発生させるとともに石炭灰を熔融スラグとして排出する機能をもっている。リダクタ部はコンバスタ部から上昇してくる高温ガスに微粉炭を吹き込んでガス化するとともに、ガス化の吸熱反応を利用してガス温度を低下させ後流のSGC熱交換器での灰付着トラブルを防止する機能をもっている。ガス化炉内部がコンバスタ部をリダクタ部の上下二段に分けられていることから二室二段噴流床方式と呼ばれる。二室二段方式の特徴はコンバスタ部に重点的に空気を投入して内部を高温にすることで灰の熔融を容易にしたことリダクタ部をガス化反応に特化させ、スムーズなガス化反応を実現するところにある。なおガス化炉内に投入された微粉炭のうち、反応しきれなかった固定炭素を含

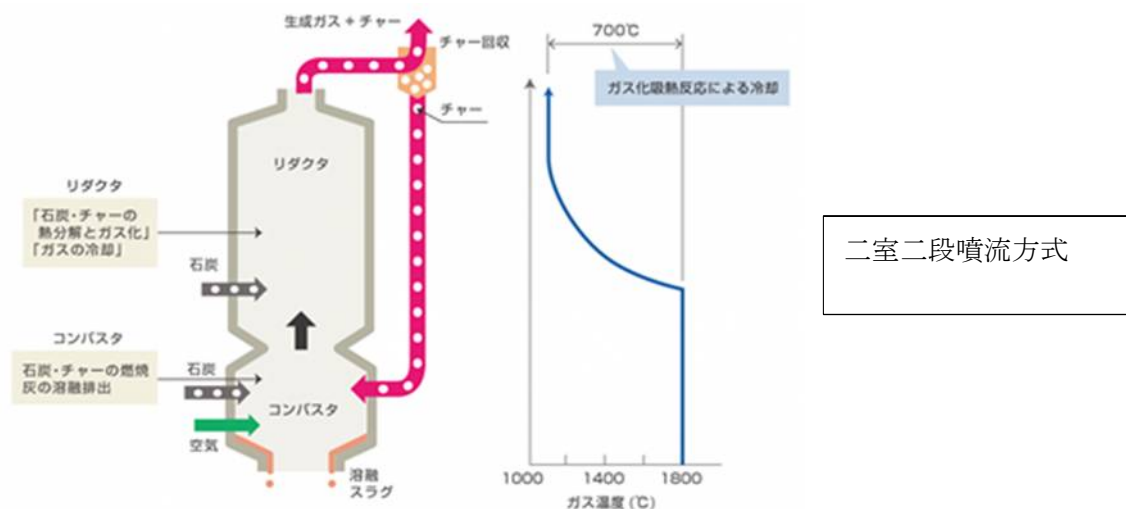


図2 ガス化炉内構造と温度分布²⁾

む粉体(チャー)はチャー回収装置で捕捉してもう一度ガス化炉に吹き込む。微粉炭の輸送

には空気分離機で製造した窒素を使っており微粉炭ハンドリングの安全確保を図っている。炉内構造と炉内温度分布を図2に示す。

IGCCで排出する灰は高温処理後のためガラス状スラグとして排出し、容積は通常のフライアッシュの半減になる。更に石炭化度の進んでいない亜瀝青炭などの灰融点の低い炭種にも適用可能であり、燃料費の低減につなげることができる。



図3 溶融スラグのスラグホールから流下³⁾

ガス精製設備

硫黄化合物はアミン溶液を用いて除去する。但しガス化炉生成ガス中の硫黄化合物はH₂S、COSが主成分のためCOSは触媒反応によってH₂Sに変換する。H₂Sを吸収したアミン溶液は再生塔にて加熱してH₂Sを放出させ燃焼することによりSO₂になりSO₂吸収塔では石膏として回収する。ハロゲン、アンモニアなどの微量成分は水洗除去する。

複合発電設備

発電機・蒸気タービン・ガスタービンを同軸上に設置している。まずガス精製設備を通った石炭ガスは燃焼させ、ガスタービンを駆動させ、燃焼後のガスタービン排ガスを排熱回収ボイラ(HRSG)で熱回収して蒸気をつくり、ガス化炉から発生する蒸気を合わせ蒸気タービンを駆動させる。ガスタービンと蒸気タービンの出力は1:1となっている。

IGCC 出力性能

出力 25万kW、石炭使用量 1,7000トン/日

ガスタービン 1200℃級、ガス化炉 空気吹き二室二段噴流床方式、ガス精製 湿式ガス精製(MDEA)+石膏

発電端効率48%、送電端効率42% 環境特性 SO_x排出濃度8ppm、NO_x排出濃度5ppm、ばいじん排出濃度4mg/m³N(いずれもO₂換算16%)

石橋本部長の案内でプラント見学が行われた。

プラントは丁度、定修が終了して運転立ち上げ中で負荷は約90%とのことだった。石炭ガス化のガスはCOが主成分であることから、所内にはCOガス検知器が設置されていて検知器作動時には目印になる旗を見て風上に避難することを教えていただき、また装置内に入るときには静電気除去棒に両手を触れて入ることになっていた。

排出スラグ、ガス精製設備、ガス化炉、複合発電、制御室の順に見学をおこなった。IGCCプラント運転は普段は5人/直のシフト体制である定修からの立ち上げ時であったためプ

ラント運転者と三菱重工の技術者が一緒になって十数名で制御室で作業を進めていた。ガス化炉運転条件の大きな指標になる炉底からのスラグの排出状態が制御室モニター画面上に安定して流下している状況が映しだされていた。ガス精製装置は湿式方式であるが装置の入り口ガス温度約 400℃、出口は約 200℃になっているとのことであった。

石橋氏が述べているように今後の空気吹き IGCC の最終目標は 1400-1500℃級ガスタービンを使用した 50% 近くの送電端効率が得られる商用機の建設である。⁴⁾ これは勿来と広野に各々 54 万 kW の空気吹き IGCC プラントの着工が 2020 年完成予定で本年より始まる。1500℃級ガスタービンの採用により IGCC の送電端効率は 48% となる。IGCC のプラント建設費は微粉炭火力より 2 割高いが効率は 2 割向上しているため経済性は同等であり、炭種が IGCC と微粉炭火力で異なることから IGCC と微粉炭火力は共存していくことが得策であるとしている。⁴⁾

まさに産・官・学で国家プロジェクトに近い長期な展望を進めている将来の火力発電の送電端効率を図 4 に示す。超超臨界微粉炭発電の送電端効率よりも石炭ガス化複合発電 IGCC の方が送電端効率が優れている。更に現在広島県大崎で進められている大崎クールジェンプロジェクトは第 1 段階の酸素吹き込み 16 万 kW IGCC であり、第 2 段階で CO₂ 分離、回収設備を追設し、さらに第 3 段階で燃料電池を取り込んだ石炭ガス化複合発電 IGFC が送電端効率 55% を超えた性能に 2017 年度に向けた第一段階での実証試験計画が進められている。

⁶⁾ ここで送電端効率とはプラントに供給した石炭のエネルギーのうち、どれだけ送電電力 (= 発電電力 - 所内電力) に変わるかを示す指標をいう。

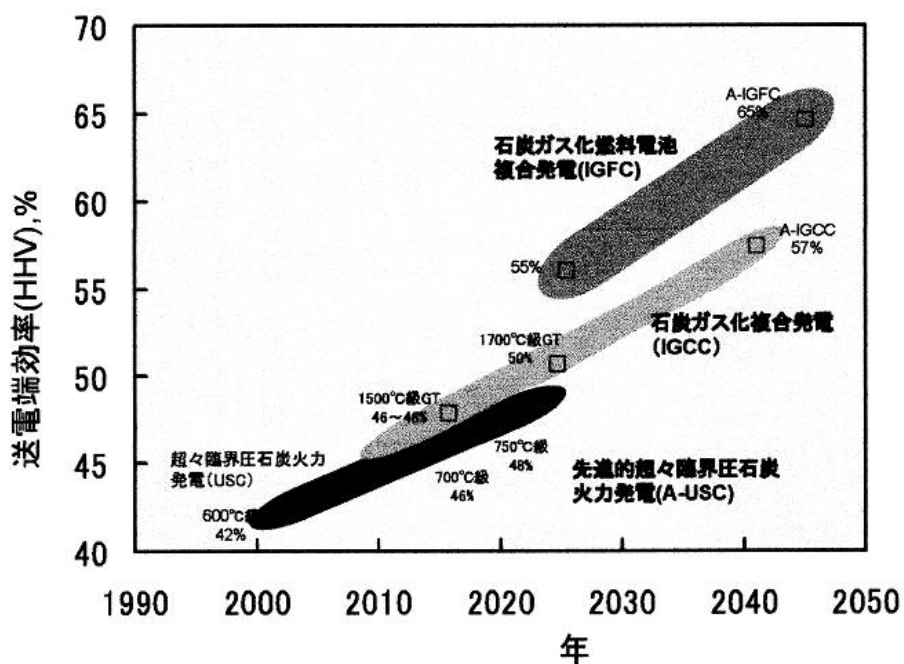


図 4 石炭火力の発電率向上⁵⁾

IGCC に関しては勿来と広野の増設後の性能が目標通り発揮していること、広島での IGFC の開発の進展と CCS による CO₂ の処理問題が解決できるかが今後の石炭火力の生き残る道でありこれがコスト競争力の見通しも得て成功すれば世界にも通じることができる。

見学会後、泉駅前の食堂で 1 時間程度懇親会を開きお互いの交流の反省をして散会した。

引用文献

- 1) 常磐火力共同発電所 http://www.joban-power.co.jp/nakoso_power_plant/igcc/
- 2) 石炭ガス化複合発電(IGCC)実証プラントの開発 長井輝雄 日本タービン学会誌 Vol. 37 No. 2 2009. 3
- 3) 石橋喜孝, 日本計画研究所, 2014. 2. 7
- 4) エネルギーと動力 石橋喜孝 2013 春季号
- 5) クリーンコール技術開発研究会 報告 経済産業省 平成 21 年 6 月 17 日
「高効率石炭発電と石炭用途利用の今後の技術体系と研究開発の方向」
- 6) 三菱重工技報 Vol. 52 No. 2 (2015)

付記

化学装置に投稿中の同様のプラント見学記事を参考させていただき執筆者 原晋一氏に謝意を表す。



IGCC プラントを背景にした参加者集合写真 (H27/12/14)