

平成24年（2012）8月20日（月曜日）第6832号

特集号

『次世代を担う火力IGCC（上）』

―今、なぜIGCCなのか―

東京大学 生産技術研究所
特任教授 金子 祥三

1 石炭火力の新時代

- (1) 国内火力の位置変化
- (2) LNGのリスク
- (3) 石炭火力の重要性と問題

2 IGCC先進国・日本

- (1) IGCCの強み
- (2) 国産IGCCの実力

1 石炭火力の新時代

(1) 国内火力の位置変化

11年3月11日の東日本大震災と福島第一原子力の事故により、日本のエネルギー情勢は大きく変わろうとしている。現在、政府が審議中の新エネルギー基本計画では、将来の原子力比率について、①0%、②15%、③20%と25%という3つの選択肢をベースとした議論が行われているが、いずれの案でも火力の比率は50%と65%と前回の計画に比べて大きく増加すると予想される。原子力の比率低下と火力の増加をもたらす直接的影響とは、燃料費の急増に伴う発電コストの上昇である。さらに、CO₂発生量の増加により各国が取り組む地球温暖化対策への逆行も懸念される。

政府による電源別の発電原価の試算では、原子力と火力のkWh当たりの原価はいずれも同じ9円であるにも拘わらず、なぜ火力の比率増の場合は電力各社で数千億円規模の負担としてのしかかるのだろうか。

その理由は、両電源の経費構造の違いにある。原子力では変動費(燃料)より固定費(設備)の割合が大きいのに対し、火力では逆に固定費よりも変動費が大きい。すでに建設完了したプラントの固定費は一定だが、火力燃料費の変動・増加は各社の年度決算に甚大な影響を与えている。

(2) LNGのリスク

震災後、日本の国際貿易収支は原油や天然ガスなど燃料輸入の急増から大幅な赤字に転落した。燃料費は電力各社の経営を圧迫し、これをカバーするために電気料金値上

げの必要に迫られている状況だ。現在、国内の発電用燃料の主力はLNGだが、燃料費を抑えるには代替燃料のオプションを確保する必要がある。LNGに過度に依存せず、オプションを着実に増加させなければ、有利な価格交渉や必要燃料量の確実な調達は難しい。

日本は90年代後半に、海外からのLNG輸入を世界で初めて実現した。以来、LNG市場唯一の買い手として必要量を適正価格で入手できる平穏な時代が続いた。しかし、韓国や中国が市場に参入してからは、資源自体ばかりかLNG船の造船・輸送など関連の領域でも競争が激化し、LNGの調達・輸送・貯蔵リスクは、従来と様相が一変した。

例えば、マイナス160℃という環境で使用されるLNGは、液化基地、LNG船、気化基地などの設備があつて初めて物流システムを構築することができる。LNG船は超低温用の特殊タンクを有する付加価値の高い船舶で、かつては日本の造船業にとってドル箱の存在だった。しかし、今や韓国は国を挙げて世界を制覇する勢いで進出し、経済性に優れた超大型LNG船を開発し、年間生産量は日本の倍以上の規模を誇る。また、LNG貯蔵は重油と異なる超低温の特殊貯蔵タンクが必要となるが日本国内には貯蔵タンクの予備を確保する余裕が無く、長期の保管は想定していない。LNG備蓄問題は今後、重要な課題となるだろう。

IEAによると、11年のLNG購入価格は米国5.4ドル/Mbtuに対し、日本は15・2ドル/Mbtuと約5倍。日本は、震災の影響もあつて割高でも購入せざるを得ず、必要量確保のため市場を走り廻って各国と交渉している状況だ。これでは、価格交渉で売り手に足元を見られるのも避けようが

ない。そして、地政学的リスクも考慮する必要がある。日本は震災後、世界第3位の天然ガス資源国であるカタールからの輸入が急増している。一時、国際的な緊張が高まったイランによるホルムズ海峡封鎖が行われたら、日本への供給は瞬時に途絶えてしまうという危険に晒されている。

(3) 石炭火力の重要性と問題

LNGの問題点を考えた場合、代替燃料の候補として有力なのは石炭である。LNGは産出地が偏り流通も硬直的なのに対し、石炭は世界に幅広く分布し、LNGの倍以上の期間利用できる埋蔵量がある。価格も安定的で、中国や米国など、石炭の大生産国が同時に大消費国であるため、価格の安定化メカニズムが働く。化石燃料の96%を輸入に頼る日本としては、安価で調達が安定した燃料として、石炭利用を何としても維持拡大していく必要がある。長期的には、LNGと石炭の利用比率を1対1、発電電力量比率では、いずれも25%程度を目標とするのが適切と言える。

ところが、エネルギーセキュリティの視点から石炭火力の堅持が必須にも拘わらず、経済性や環境への影響などの問題で、なかなか進まない状況がある。例えば、LNG火力の場合は、①環境アセスが容易、②建設期間が石炭火力の半分程度、③公害対策費が安い、④高効率のため設備投資のリターンが早いといった利点がある一方、石炭火力は建設期間が長く、貯炭場や灰捨て場のほか、SO_x、NO_x、煤塵などの低減設備も必要となる。また、燃料中の炭素比率が高いため、同一発熱量におけるCO₂発生量も多い。

このように、旧来の石炭火力は数々のハンディキャップ

があり、事業者はLNG火力建設に流れ易いのが実情だ。エネルギーセキュリティを守るといふ戦略的視点と、安い電気料金を堅持するという強い意志を以って進めねば石炭火力の建設は容易ではない。そこで今、この状況を打破すると期待されるのが、次世代石炭火力のIGCCである。

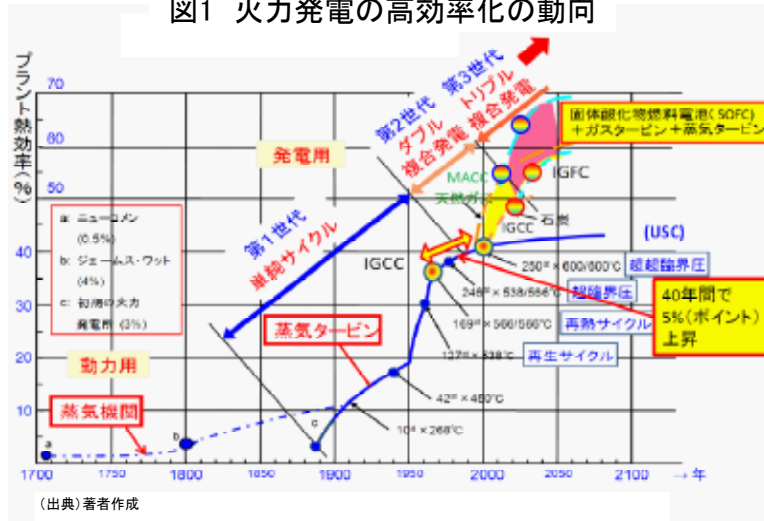
2 I G C C 先進国・日本

(1) I G C C の強み

I G C C は、Integrated coal Gasification Combined Cycle の略で、正式名称は「石炭ガス化複合発電」という

発電方式である。石炭火力技術の第1世代に当たる従来の方式は、石炭を微粉炭機で粉碎してボイラで燃焼し、その熱で蒸気を発生させてタービンを回す。これに対して第2世代であるIGCCは、石炭ガス化炉で石炭を高温のガス燃料に変換して燃焼し、ガスタービン(GT)を回し、さらにその排熱で蒸気を発生させて蒸気タービンを回す。GTと蒸気

図1 火力発電の高効率化の動向



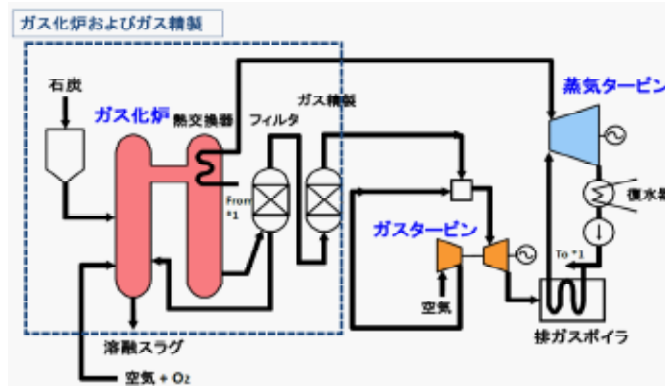
タービンの両方で発電する「複合発電（CC）」と呼ばれる方式である。日本でも、LNGを利用するCCは商用機として既に大々的に利用されており、同技術の石炭への適用が長い間切望されてきた。

IGCCの長所は、従来の石炭火力より20%ほど高効率で、SO_x、煤塵などもLNG並みに抑えられるクリーンさだが、他にも数々の長所を備えている。

その1つが、従来型のボイラでは困難だった低品位炭の利用が容易な点である。世界の石炭資源は、約半分が褐炭や亜瀝青炭などの低品位炭だが、技術の未熟さから利用は遅々として進んでいない。しかし、中国が石炭輸入国へと転じた現在、既存の炭種を中心とする世界の石炭市場の逼迫は目前に迫っており、新炭種の利用による供給量の拡大が急務となっている。石炭をガス化するIGCCは、低品位炭の利用に適しており、時宜を得た技術と言える。

その他、国内産業としての将来性の高さも挙げられる。IGCCのガス化炉は高温・高速でガス化反応を行うため、通常30気圧程度で運転する。これは大気圧で運転される従来のボイラに比べ、容積が30分の1で済むことを意味している。IGCCは設備・機器が非常にコンパクトであるため、石炭ガス化炉を全て日本国内で製造・パッケージ化し、

図2 石炭ガス化複合発電（IGCC）



一括して海外輸出することが可能となる。従来のボイラは容積が大きく、国内生産できる部分はせいぜい50%程で、残りは海外の現地で組み立てて完成させる必要があった。一方、IGCCは従来型に比べると非常に内製率が高く、従って、建設するプラントの製品価格が同じでも日本国内に投下される金額は従来の石炭火力より大きくなり、国内企業の利益や雇用の確保につなげ易いという利点がある。

(2) 国産IGCCの実力

IGCC開発は90年代に欧米が先行し、米国・欧州各2基で計4基の30万kW級プラントが運開した。だが、これらは90年代に開発された化学プラント用の石炭ガス化炉技術をそのまま転用したことから効率が低く、トラブルも続発。そのため欧米では「IGCCは信頼性が低く商用機には使えない」との認識が広まり、商用機建設は進んでいない。

一方、日本では、純国産技術によるIGCCの開発に向け、パイロットプラント、実証プラントと着実なステップを踏んで推進。途中で幾多の困難を克服し、現在は欧米をも完全に凌駕した世界トップレベルの開発水準にある。特に優れるのは、日本特有の「摺り合わせ技術」を活かした高い信頼性であり、欧米とは比較にならない高い実績を残している。いわば、昼寝をしているウサギ(欧米)を着実なカメ(日本)が確実に追い越した—というわけだ。

注目の開発案件としては07年、電力9社と電源開発が出資するクリーンコールパワー研究所が、福島県いわき市で勿来IGCC実証機(25万kW)を試験運開している。同機は、純国産技術による世界初の空気吹きガス化炉を採用。08年

9月の運開後は初年度に2000時間連続運転、10年6月に長期耐久運転試験5000時間を達成し、世界を驚かせた。日本は、既にIGCC実証機の完成ばかりか長期運転も達成しており、いつでも商用機を建設できることを証明した。

勿来IGCC実証機は震災時、津波により全館水没の被害を受けた。しかし、関係者の昼夜を分かたぬ努力により僅か4か月で復旧を果たし、昨夏の首都圏のピーク期に合うよう電力を送り続けた。特筆すべきは、震災で交通手段の確保もままならぬ状況下、発電所員と地元業者の手で復旧作業が為されたことだ。これは、所員がIGCCの技術を完全に掌握し、使いこなしていることを意味する。この復旧実績は、世界から高く評価されており、今や日本のIGCC技術を世界が待ち望む状況となっている。

本特集下巻では、IGCCの導入推進における課題と、その克服のための施策・提言について解説する。

(つづく)

金子 祥三(かねこ・しょうぞう) 東京大工学部機械工学科卒業後、三菱重工業入社。ボイラ技術部長、取締役原動機副事業本部長などを歴任。01年よりクリーンコールパワー研究所副社長としてIGCC実証機(25万kW)の設計・建設・運転を指揮。08年、東京大生産技術研究所特任教授(先端エネルギー変換工学担当)就任。09年よりエネルギー工学連携研究センター副センター長。

図3 勿来IGCC実証機(25万kw)

