

<特集>

熱エネルギー技術展望

Future Technology of Thermal Energy

森 滋勝

名古屋大学 先端技術共同研究センター長* 教授

SHIGEKATSU MORI

Nagoya University, Head of

Center for Cooperative Research in Advanced Science and Technology

1 はじめに

エネルギー問題は1973年以来、現在においても我国にとって最も大きな課題であるが、第1次および第2次石油危機から1980年代までは石炭などの石油代替エネルギーの開発に主力が注がれた。しかし1990年代後半から地球環境問題への関心からCO₂の削減のために高効率発電技術の開発に重点が移行したが、近年では長期化する不況と電力等のエネルギー需要の伸び悩みにより、石炭等の大容量高効率発電技術などから、バイオマスや廃棄物などを利用した小規模分散型エネルギー利用へと開発の重点がシフトしてきている。

一方、隣国中国の経済発展はめざましく、我国のエネルギー利用の将来に対してきわめて深刻な影響を与える可能性が大きく、この影響を十分考慮した上で我国の今後のエネルギー利用技術の開発を推進する必要がある。

ここではまず、予測される中国の経済発展と我国への影響について紹介し、つづいて今後とも熱エネルギーにとって重要な位置を占めると考えられる、石炭利用高効率発電技術について紹介する。さらに、プラスチック等の固体廃棄物のエネルギー利用についても若干コメントする。

2 中国の経済発展と我国への影響

中国では年率7~8%の経済成長を維持することにより、2010年には2000年の2倍、2020年には4倍への成長を目標としている。このような経済成長を続けるためには、

一次エネルギー供給量も年4%程度の増加が必要となる。この場合2000年を基準として、2010年には約50%増、2020年には2倍以上に増加することになる。これは現在の世界総一次エネルギー需要の約20%を占めることになる。人口比率もほぼ20%程度と予想されるため、中国から見れば特に過大な需要量ではない。しかし、一次エネルギー構成比で、天然ガスが5%、石油が25%、水力等が5%を占めるとしても、60%は石炭に依存する必要がある。天然ガスはかなりの量を自国で賄うとしても、現在の2倍以上のLNGを購入する可能性は大きい。この場合、輸入源は完全に我国と競合するため、我国のLNGの輸入価格に大きな影響を与えることは容易に予想される。

さらに、石油はその需要の増加分の全量を輸入に頼ることになるため、世界の石油市場にきわめて深刻な影響を与えることは必須であり、本格的なエネルギー危機を招く可能性も大きい。我国がこのような事態に対応するためには、エネルギー安全保障の観点から、エネルギー源として石炭と原子力を柱にすえた長期的で計画的な対策と、技術開発を推進する必要がある。

さらに深刻な問題はCO₂排出量である。現在でも中国は全世界の13%のCO₂を排出しているが、CO₂排出量も年4%程度増加すると考えられる。この場合、2010年には世界の19%、2020年には28%を排出することになる。我国の排出量が6%程度で、目標通り削減できたとしても世界の1%を削減できるにすぎない事を考えれば、中国の増加がいかに深刻かは明白である。このように我国国内だけの努力ではCO₂削減に対してはたかが1%を貢献できるにすぎない。もし本当にCO₂の削減に貢献し、地球の環境を保全せんとするのであれば、我国の取るべき行動は明白であり、隣国の中国のCO₂排出量の抑制に

*〒464-8603 名古屋市千種区不老町
TEL:052-789-3377 FAX:052-789-3271

いかに貢献するかである。

3 石炭高効率発電技術

現在我国で開発が進められている石炭を利用した高効率発電技術として今後ともその開発を推進すべき技術として、噴流床石炭ガス化複合発電技術、石炭ガス化燃料電池複合発電技術、および、アドバンスドPFBC技術について紹介する。

3.1 噴流床石炭ガス化複合発電技術 (IGC)

Fig.1¹⁾に示すように、微粉を気流層型のガス化炉(噴流床)で酸素豊化した空気により1,200℃以上の高温で部分燃焼によりガス化し、灰分は熔融スラグとして取り出す。

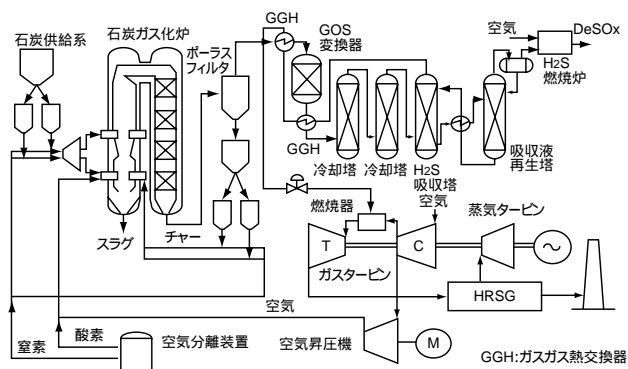


Fig.1 石炭ガス化複合発電 (IGCC) 実証プロセス¹⁾

生成した1000kcal/Nm³程度の低カロリーガスは乾式脱硫と脱塵を行った後、燃焼して1300℃級ガスタービンで発電を行う。さらに、排ガスの顕熱と生成ガスの回収顕熱により蒸気タービンで発電を行う複合発電技術であり、発電端効率として43%以上が得られる。すでに200t/dのパイロットプラント試験を1996年に終了し、2004年度から出力240MWの実証プラントが建設予定となっている。

3.2 石炭ガス化燃料電池複合発電技術 (IGFC)

IGFCはFig.2²⁾に示すように、微粉炭を気流層ガス化炉で酸素により1300℃程度の高温で部分燃焼によりガス化して、H₂、CO、CO₂を主成分としたガスを製造し、脱硫等のガス精製を行った後、熔融炭酸塩型(MCFC)または固体電解質型(SOFC)燃料電池で発電を行ない、排

ガス発熱量と背圧をガスタービンで回収し、さらに排熱回収ボイラで生成した蒸気で蒸気タービンを起動させる複合発電技術で、送電端効率は53%を超えるもっとも高効率な、まさに次世代型発電技術である。

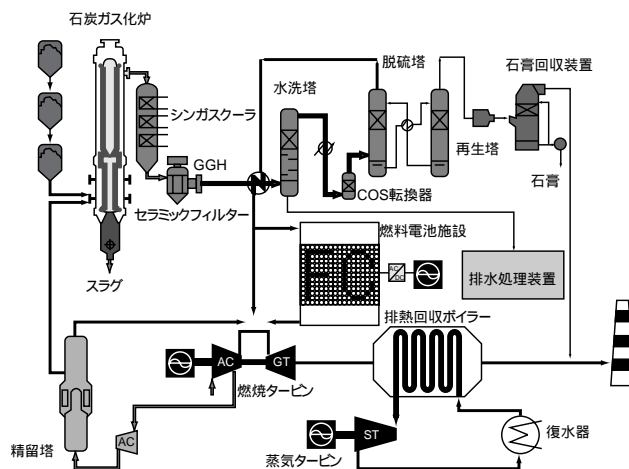


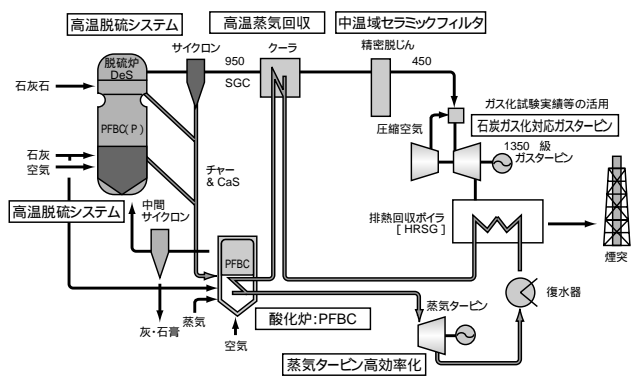
Fig.2 石炭ガス化燃料電池複合発電 (IGFC) プロセス²⁾

我国では世界に先がけてEAGLEプロジェクトとして開発に取り組んでおり、150t/dパイロットプラントが昨年本格稼働している。このプロセスの成否はMCFCの実用化に大きく依存しているが、最近小型のMCFCが経済的にも実用化段階に到達してきており、当初目標の2010年頃の実用化の可能性は大きくなっている。

3.3 アドバンスドPFBC (A-PFBC)

本プロセスは、Fig.3³⁾に示すように流動層ガス化炉(部分酸化炉)、流動層燃焼炉(酸化炉)と脱硫炉を組み合わせて、粒状炭を空気により完全ガス化するとともに、脱硫剤として石灰石を使用して硫黄分を石膏として固定化し乾灰とともに排出する。

製造したガスは450℃程度でセラミックフィルターで脱塵した後、燃焼して1350℃級のガスタービンと蒸気タービンにより、複合発電を行うもので、発電端効率はIGCやPFBCよりかなり高い46%程度となる。このプロセスは我国固有の独創的な技術であり、15t/dのPDU試験が昨年度で終了したが、灰を熔融する必要がないため、灰の多い低品位炭にも対応できる点とガス精製が乾式であるため、水不足の厳しい中国の北部等で展開が期待される。

Fig.3 アドバンスド PFBC 発電 (A-PFBC) プロセス³⁾

4 廃棄物のエネルギー利用について

我国においては固体廃棄物の埋立量を極力減少しリサイクル利用することが、循環保全と資源の有効利用の両面からきわめて重要な課題となっている。固体廃棄物のうち、鉄・銅・アルミ等の金属類は比較的付加価値が高く分別も容易であるためマテリアルリサイクルが進んでいる。一方、セラミックス・石材・コンクリートおよび無機汚泥や鉱さい等の無機系の廃棄物は大量に発生し、付加価値が低いため、リサイクル用途が限定されているのが現状で、一層の技術開発が必要である。一方有機系の廃棄物は、プラスチックや合成繊維・ゴム等の石油化学系の廃棄物と、紙・木材・食品廃棄物・畜産廃棄物・農業廃棄物や下水汚泥など自然系有機廃棄物とに分類される。これら有機廃棄物は炭化水素が主成分であり、発熱量を有するために、エネルギー源として利用できる。さらに、自然系有機廃棄物は微生物処理が可能であり、メタン醗酵やアルコール醗酵等によってエネルギー源を製造することができる。

一方、石油化学系の廃棄物は、すべて石油を原料としているため、省資源の視点から見てもマテリアルリサイクルを行った場合には、原料としての石油の省資源であり、油化やガス化、プラスチック固型燃料化は石油代替エネルギー源を製造することにより燃料としての石油の省資源であり、直接エネルギー変換も同じく燃料源としての石油の省資源である。このように、石油化学系廃棄物はどのような方法でリサイクルするとしても結局は石油の使用量の削減効果として同一の評価ができる。したがって、リサイクル方法のみでその優劣は判断すべきではなく、リサイクルシステム全体のエネルギー消費量と経済性で判断すべきである。固体廃棄物を付加価値の高い方法でリサイクルするためには、分別や分離操作によ

て、より高純度の材料化が必要となるが、各種の物質が混合した複合廃棄物が多く、分別や分離操作に大きなエネルギーやコストが必要となる場合が多く、発生源が少量分散型であるため回収コストが多くなる場合も多いため、これらの場合にはエネルギーリサイクルが最も有効なリサイクル方法となる。

廃棄物のエネルギーリサイクルの大きな問題点の一つは、エネルギーの利用方法とその経済性にある。エネルギーを有効に利用するためには、エネルギーを蒸気や温水などの熱源として利用することが望ましい。しかし我国では廃棄物の燃焼ボイラなどの周辺に熱の大きな需要が期待できない場合が大部分であり、電力に変換して利用することになる。しかし、通常電力の売電価格がきわめて安いことにより経済性を大きく圧迫し、地方自治体や住民の負担が大きくなる。

一方、地方自治体は庁舎、学校、病院などの施設で、かなりの電力を消費しており、その買電価格と売電価格との間に10円/kW以上の大きな差がある。したがって、もし廃棄物変換から発電した電力をたとえ数円/kWの宅送料金を支払うとしても自家消費することが認められれば、その経済性は大幅に改善し、その普及にも大きく貢献することになるため、このような制度改革を早急を実現させる必要がある。

5 終わりに

中国の経済発展が我国の近い将来のエネルギー状況に与えるであろう影響について紹介し、エネルギー安全保障の観点から我国が石炭と原子力を重点にすえた長期的で計画的な技術開発を行う必要がある点をまず指摘し、その柱となる石炭高効率発電技術について紹介した。さらに、固体廃棄物のサーマルリサイクルについて若干のコメントを行った。

[参考文献]

- 1) 石橋, "250MW 空気吹き IGCC の実証機開発", CCT JI., Vol.6, pp.18-22, 2003
- 2) J パワー, "EAGLE"パンフレット (2002)
- 3) CCUJ, "石炭の燃焼化学とプロセス開発", コールサイエンスハンドブック, pp.20 (2003)