海外における火力発電設備の動向

特集

藤原　正洋（ふじわら　まさひろ）

1　まえがき

最近の火力発電設備の国内市場は，個人や企業の経済指標が若干上向きに転じたにもかかわらず，電力会社においては電力需要の低迷，自由化の拡大，電力料金の引下げ，燃料価格の高騰などにより当面は新規設備投資の拡大が期待できる環境にはない。さらに，将来的展望としても，国内における長期の電力需要の伸びは年率１％台前半と予想されており，今までのような設備投資の規模は望めそうもない状況にある。また，自家用発電設備や PPS（特定規模電気事業者）なども上述の理由によりここ数年間は設備投資に関しては様子見という状況が続くものと思われる。

これに対して海外市場は，いわゆる BRICs（Brazil, Russia, India, China）や発展途上国において新規発電所の建設・商談が非常に活発である。富士電機の 2004 年度における火力の新設案件受注実績はすべてが海外向け（中国，台湾，インド，インドネシア，米国，ブラジル，ヨルダンおよびリビア）となっており，この傾向はここしばらく継続するものと考える。

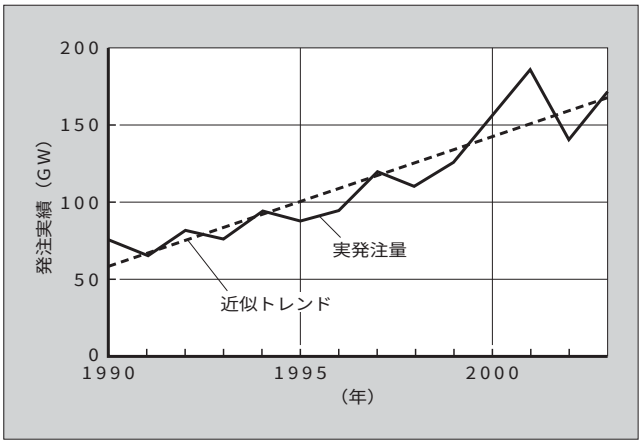
これらの状況を踏まえて，富士電機独自の観点から海外における火力発電市場の将来動向と最近の技術動向について考察する。

2　市場動向

全世界における電力需要の増加率は，各種の統計によれば年率 2.5 %程度と考えられている。**図１**に 1990 年以降の発電設備の発注実績（1 MW 以上）を示す。2000 年初頭の米国バブルと昨今の中国における建設ラッシュがあるために，この図からのみ判断すれば上記の数値を大幅に上回る需要増となる。しかしながら，発展途上国のみでは年率 3.5 %程度の需要増というのが一般的な見方である。そして，この需要増の傾向はここしばらくは継続するものと考えられる。

富士電機は，顧客の多種多様なニーズに合った信頼性の高い高効率の発電設備を安価に短納期で提供すること，また，アフターサービスにおいても顧客のより高い満足度を得られるサービスメニューを充実することにより引き続き受注の拡大を図っていく。顧客との契約形態も，機器供給のみでなく EPC（Engineering, Procurement and Construction）請負契約も対応する。この点でも顧客のニーズに完全に合わせた柔軟な対応が可能である。

図１　世界における発電設備の発注実績



2.1　発電方式別に見た動向

世界における発電方式別のシェアを**図２**に示す。

(1)　一般火力

1990 年代は全体の 40 %程度を占めていたが，2000 年以降はガスタービンコンバインドサイクルプラントや再生可能エネルギーを利用したプラントの増加により 25 %程度のシェアまで落ちるものと考えられる。主体は石炭だき火力であり，容量的には北米や中国地区を中心に 600 ～ 700 MW の大容量火力が建設されるが，その他の地域では 300 MW 級の中容量火力もしくはそれより小さい容量が主体となるものと思われる。

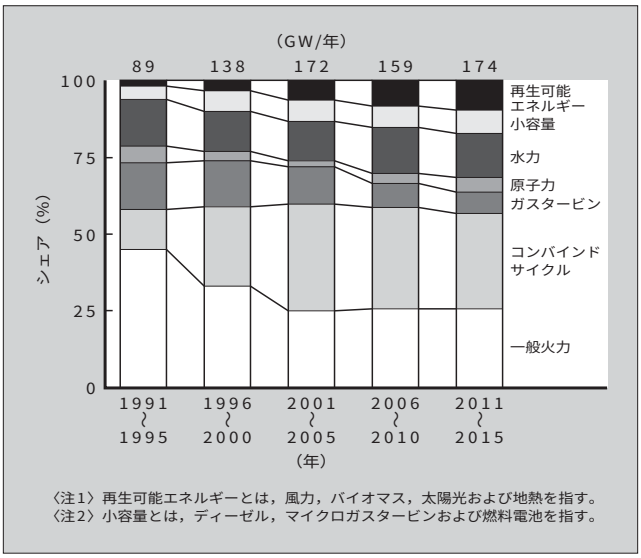
(2)　ガスタービンコンバインドサイクル（GTCC）

1990 年代は 20 %程度のシェアであったが，プラント効率の高さと環境負荷の低さから 2000 年以降は全体の 30 %強を占めるまでシェアを増やしていく。先進国も発展途上

藤原　正洋

火力発電設備の基本計画および取りまとめ業務に従事。現在，富士電機システムズ株式会社発電プラント本部火力統括部営業技術部長。

図２　世界における発電方式別のシェア



国においても新設の主体がGTCCであり，このシェアは当面は維持されるものと考えている。また，既存のガスタービンシンプルサイクルへ廃熱回収ボイラと蒸気タービンを追設してコンバインドサイクル化を行う，いわゆるアドオンについてもアジア地区やアフリカ地区を中心に計画されている。

(3)　シンプルサイクルガスタービン

1990年代は15％程度を占めていたが，GTCCへの移行により2000年代のシェアは半減すると思われる。

(4)　再生可能エネルギー

1990年代は2～3％のシェアに過ぎなかったが，世界的な環境保全運動や「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」（RPS法）の施行および京都議定書の発効期待などにより2000年以降は大きくシェアを伸ばしており，今後8％程度までいくと思われる。構成比率は，風力が全体の80％程度，バイオマス発電関係が10％，そして地熱発電と太陽光発電がおのおの5％であり，この傾向は当面変わらないと考えられている。

(5)　その他

水力発電は約14％，小容量発電（ディーゼル，マイクロガスタービン，燃料電池など）は約7％のシェアを占めほとんどシェアを変えない傾向にある。また，原子力発電は，当面は2～3％のシェアで推移するが，2011年以降に新たな需要が期待される。

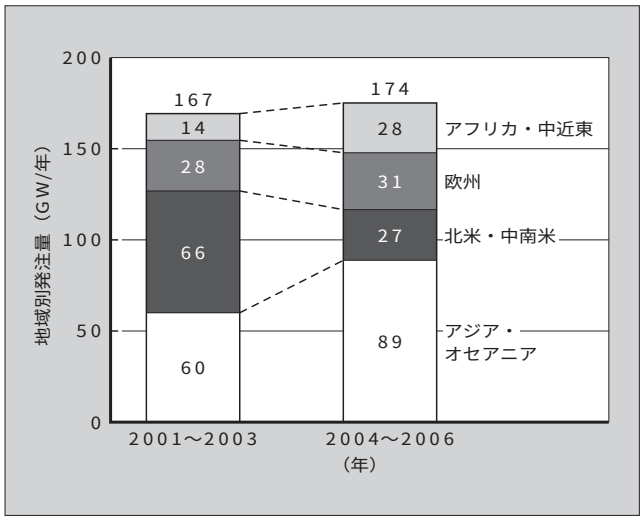
富士電機は，得意としているプロセス蒸気の供給を行うコージェネレーションプラント，IPP（独立系発電事業者）向け中容量発電プラント，PPS向けの小容量発電プラントおよび多軸型GTCCプラント向け蒸気タービン設備および空気冷却発電機設備を中心とした事業を展開していく。

2.2　地域別に見た動向

図3に2001年から2006年までの地域別発注量の推移を示す。

(1)　アジア・オセアニア地域

図３　地域別発注量の推移



中国，インド，ベトナムおよびインドネシアを中心に今後も大幅な市場拡大が続く有望な地域である。しかしながら，中国市場に偏った面があること，および多くの国は資金面での問題を抱えていることがやや心配である。

(2)　北米・中南米地域

北米地区では，米国の発電バブルが崩壊して100台以上のガスタービンが保管され出番を待っている状態といわれており，大型の石炭火力案件が幾つか進捗（しんちょく）はしているもののここ数年間は市場の大幅な回復は期待できないものと考える。既存の老朽化設備のリプレース需要も鍵を握る要素となる。

中南米地区も常に潜在需要は大きいが多大な対外債務を抱えていること，および政情不安が常につきまとうことを考えると建設計画が一挙に進むことは考え難い。

(3)　欧州地域

西欧地域では米国市場と同様に市場規模の拡大はしばらくは見込めない状況である。一方，東欧地域では需要増は期待できるものの市場規模自身が6GW/年程度と想定されており大きい市場ではない。

(4)　アフリカ・中近東地域

中近東地区では大型火力プラントや発電設備を併設した海水淡水化プラントの需要がある。アフリカ地区では地中海湾岸国を中心に中容量規模の発電所のニーズが期待される。しかしながら，これらの地域は政治的な安定が市場の行く末を決めるという不安材料を常に抱えている。

富士電機は，アジア・オセアニア地域を中心に注力をしていく。北米・中南米地域に関しては，特定の国に関心を持って対応していくが，欧州地域およびアフリカ・中近東地域に関しては，案件ごとにセレクティブな対応をしていくことになる。

3　技術動向

富士電機が得意としている中小容量発電設備に関する技術の動向について述べる。

特集

3.1　新シリーズ小容量非再熱型蒸気タービン

25 ～ 50 MW の自家用の小容量発電設備向けに，既存の FET-ER シリーズをベースに開発した FET-N シリーズの初号機が中国の上海中隆紙業有限公司で営業運転を開始した。引き続いて 2 号機も中国へ向け出荷され，現在現地での据付け工事を行っている。FET-N シリーズタービンの鳥観図を**図 4** に示す。この FET-N シリーズは次のような特徴を有している。

(1)　コンパクトな構造

ケーシングは従来の二重ケーシングから一重化へ変更し，ロータはスパンの縮小を図り，また，主要弁などの付属設備もコンパクト化および簡素化を行った。これにより従来の機種より約 20 %の本体質量の軽減を図っている。

(2)　ノズルカットオフ制御方式

自家用発電設備で多く求められる広範囲な運転特性に対応し，主蒸気定圧運転における部分負荷効率の向上を図るためにノズルカットオフ制御方式を採用している。

(3)　電気式保護装置

大型の再熱タービンで採用している電気式の保護装置を信頼性を維持しながら小容量機に見合う形で簡素化して適用している。

(4)　一体型潤滑油・制御油設備

従来の機種は，作動圧力，フィルタリングシステムおよび冷却方式が大きく異なるために潤滑油コンソールと制御油ユニットを独立した設備とし設置していた。これに対して，主油タンクを共通化し，ポンプなどの補機を機能的に配置することにより一つのコンソールにし統合して省スペースを実現している。一体型コンソールの鳥観図を**図 5** に示す。

(5)　標準化・共通化による短納期対応

標準化および部品の共通化を最大限に行い，最小限のモデル数に集約することで短納期化への対応を可能としている。プラントごとに条件の異なる蒸気流入部，制御抽気部および排気部のみ数種類のモデルにしてその他の部位や付属品はすべて共通化を図っている。

3.2　大型非再熱蒸気タービンの営業運転

2004 年 7 月に中国の台塑集団熱電（寧波）有限公司向け 162 MW ユニットが営業運転を開始した。このユニットは富士電機の単気筒非再熱蒸気タービンの最大容量機であり，引き続いて同一容量の 2 号機および 3 号機を受注している。2 号機は 2004 年 8 月に出荷し，3 号機は 2005 年 11 月に出荷する予定である。

3.3　単気筒再熱蒸気タービン

富士電機は中容量再熱蒸気タービンとして 2 気筒で構成される KN シリーズ蒸気タービンを有しているが，新たに単気筒再熱蒸気タービンである FRX シリーズ蒸気タービンを開発した。FRX シリーズは，GTCC および一般火力向けにおける 100 ～ 200 MW の容量レンジに適用可能である。2004 年は国内で 1 台が営業運転を開始した。今後も国内外の GTCC や一般火力向けに適用していく。

3.4　最新型ディジタル制御装置

富士電機は蒸気タービンの制御装置であるガバナと発電機の制御装置である AVR を一体化したディジタル制御装置である TGR を有している。この TGR にコンパクトで高信頼・高性能 の PLC である「MICREX-SX」を採用したプラントが国内で 2004 年に営業運転に入り順調に運転している。引き続いて海外のプラントへも適用を進め，2005 年度には 10 台以上のプラントが出荷または営業運転の開始を予定している。

また，同じ MICREX-SX を使った蒸気タービンの保護装置（トリップ装置）も 2005 年度から適用を開始する予定である。

3.5　遠隔監視装置

海外の遠隔地に納入した蒸気タービンと発電機の運転状態を定期的にサンプリングしインターネットを経由して富士電機のアフターサービスセンターへ送信する遠隔監視システムを開発した。初号機はアイルランド電力庁向けラフリー発電所（2004 年 9 月営業運転開始）およびウエスト

図 4　FET-N タービンの鳥観図

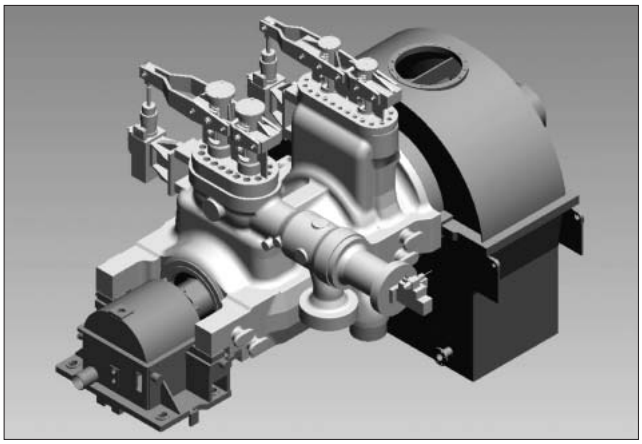
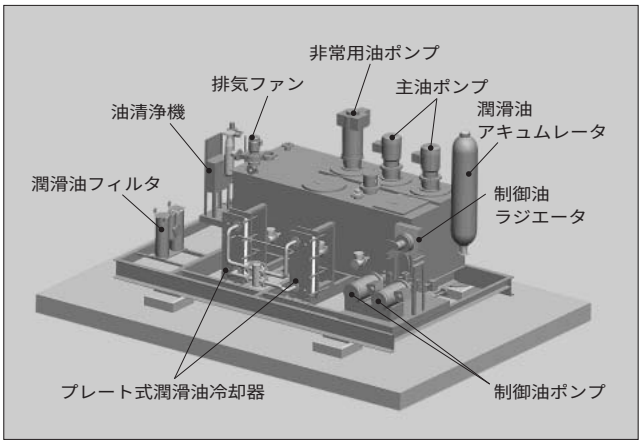


図 5　一体型潤滑油・制御油コンソールの鳥観図



オファリー発電所（2004 年 12 月営業運転開始）に納入した。現地から送信されるデータはアフターサービスセンターで受信する。万一，故障や不具合が発生したときには顧客へ素早く適切な処置を連絡することにより，プラントの停止時間を最短にし損失を最小化することが可能になった。

また，運転状態の変化を細かく監視・解析できるために顧客への予防保全や点検の推奨などに関する適切なアドバイスもタイムリーにできる。このことにより，不意の事故停止なども回避でき顧客の財産である発電設備の稼動率向上へつなげることが可能である。

4　あとがき

ここしばらくは国内向けよりも海外向けのプラントが圧倒的に多くなる傾向が続くと予想している。

富士電機は，海外市場における多種多様な顧客のニーズに的確に応えることで顧客の期待に応え，また，顧客の満足度を向上していくことで真のグローバル企業を目指していく。そのために，高い信頼性と高い効率を維持・向上させるのは当然のことであり，昨今の世界的な鉄鋼材料や原油価格の高騰によるコスト影響を克服して，低価格での設備の供給を行い続ける。さらに，納入後も顧客の満足・納得を得られるアフターサービスを展開してこの業界のリーディングカンパニーを目指していく所存である。

参考文献

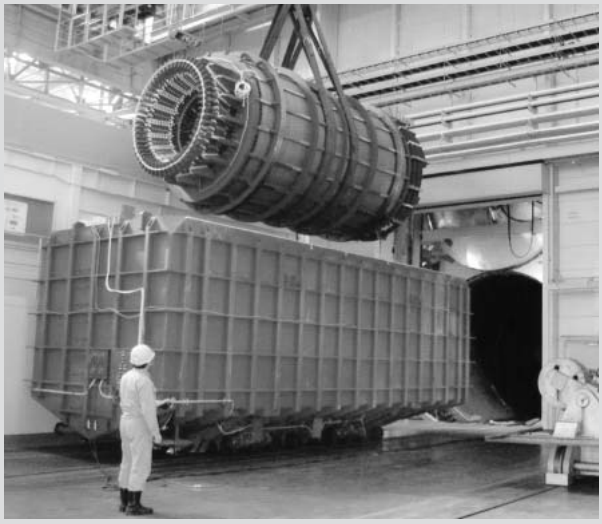
(1)　マッコイパワーレポート．1990 ～ 2004 年度版.

解　説　全含浸絶縁 【関連論文： p.126-130】

回転機固定子巻線の絶縁は耐コロナ性に優れたマイカと耐熱性に優れたエポキシ樹脂などで構成される。全含浸絶縁は小型モータから本稿で取り上げた大容量タービン発電機まで適用され，回転機絶縁の主流となっている製法である。この全含浸絶縁は，コイル単体で絶縁を完成させるのではなく，未含浸の絶縁コイルをすべて固定子鉄心に挿入し，コイルエンドの接続とその絶縁処理およびリード線絶縁を施した後で，真空加圧含浸を行い，巻線の絶縁を完成させる方式である。

絶縁の信頼性を向上させる固定子一体の全含浸絶縁はユーザーに対しさまざまなメリットを提供するが，それに対応するため，大規模な製造設備と使用絶縁材料，コイル作り，コイル組立，樹脂含浸などの緻密（ちみつ）な品質管理の積重ねで成し遂げられている。

全含浸絶縁の製作状況（発電機固定子と含浸槽）



e-Front runners

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。