熱エネルギー技術

熱利用技術
冷熱制御技術

展　望

熱利用技術

2012年の国内の最大のトピックスは，再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT）の施行である。また，いまだ結論に至っていないが，原子力政策の抜本的な見直しもエネルギーに関する大きなターニングポイントとなった。

このような環境下で，FITにより事業化が見込めるようになった地熱発電やバイオマス発電の案件が具体的に動き始めている。一方，原子力政策の見直しを受け，一般火力発電分野においても新たな設置計画と既存設備の効率改善や長寿命化などの動きが出てきた。

海外では，途上国における電源確保などのインフラ整備や先進国における老朽化電源の最新技術による更新需要は，相変わらず旺盛である。

地熱発電分野では，米国，インドネシア，ニカラグアでのプラントが完成し，トルコ向けの出荷を完了し，フィリピン向けに製作中である。また，中小容量向けに開発したバイナリー発電設備も国内で具体的な案件が進んでいる。

火力発電分野では，ブラジルとベトナム向けに数多く受注し，米国，中国，ベトナム，パキスタン，インドネシア，オマーンおよびリビア向けを建設中あるいは製作中である。国内では沖縄電力株式会社向けに高効率ガスタービンコンバインドサイクル（GTCC）の1号機が完成し，5月の営業運転開始に向けて2号機の試運転を推進中である。

燃料電池と原子力の分野においても国内外のお客さまのさまざまなニーズに確実に応えるために，特徴ある技術とサービスを供給している。

富士電機は，低炭素社会の早期実現と安全・安心な電源の確保に向けたエネルギーの有効利用に対して，これまで培ってきた技術とサービスでお客さまに貢献し続けていく。

冷熱制御技術

省エネルギー（省エネ）に対する取組みは，さまざまな方面でなされてきた。これに加えて2011年3月11日の東日本大震災以降，電力事情が逼迫（ひっぱく）する中で省エネ対策の強化が強く求められている。単にエネルギーの消費量を下げるだけではなく，電力を有効に利用するという観点からの取組みも必要となる。

冷熱制御技術を駆使している富士電機の代表的な製品には，飲料などを加熱・冷却する自動販売機や店舗で商品を冷却し，陳列・販売するショーケースやデータセンターなどの空調システムがある。

自動販売機の分野では，日中の冷却に電力を全く必要としない長時間保冷自動販売機を日本コカ・コーラ株式会社と共同で開発し，市場へ投入した。この自動販売機は，夜23時から翌朝7時までの間，内蔵している飲料を冷やし，それ以外の7時から23時までの間は，飲料を一切，冷却しないというものである。このような運転モードにより，使用電力がピークとなる昼間の電力消費を大幅に削減することができ，電力の有効利用という点で，大きく社会に貢献できる画期的な自動販売機である。断熱構造技術や飲料を冷却するための気流解析技術を駆使することにより，この性能を実現することができた。

一方，ショーケースの分野では，庫内の冷却効率の改善や業界初のLED標準搭載などにより，スーパーマーケット1店舗当たりのショーケースと冷凍機の総合消費電力を，現行機と比べて30%低減するショーケース「エコマックス Sシリーズ」を開発し，市場に投入した。このショーケースは，前面のエアカーテンの整流に独自開発の気流ガイド方式を導入し，さらに熱流体解析技術の活用によりエアカーテン気流と庫内背面からの冷却気流の最適マッチングを実現したものである。また，スーパーマーケット向けに限らず，省エネ技術を生かしたコンビニエンスストア向けショーケースや海外店舗向けショーケースも開発し，市場展開を開始した。

空調の分野では，冷熱制御のコア技術であるヒートポンプ技術を活用した間接外気冷却タイプの空調機「F-COOL NEO」を開発し，データセンターの空調に適用した。さらに短納期の顧客ニーズを実現するため，“ビルト・イン・ブロック”方式のモジュール型データセンターを発売した。

今後も，富士電機の熱エネルギー技術を生かした環境対応型製品を開発し，展開していく。

熱利用技術

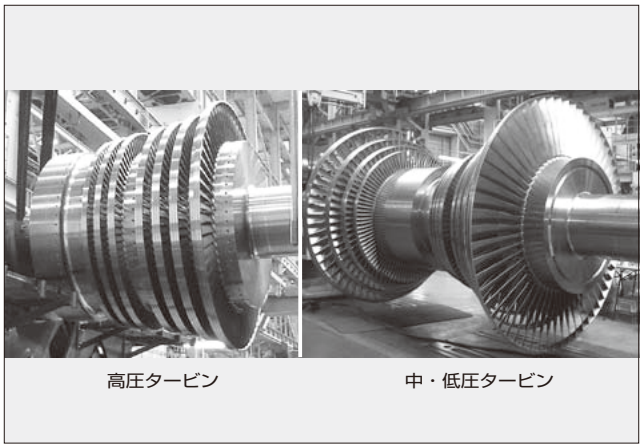
1　トルコ・クズルデレ地熱発電所向け発電設備の出荷

2012 年 8 月，クズルデレ地熱発電所向け 60 MW 蒸気タービンおよび発電機を出荷した。本発電設備の納入により，トルコ地熱市場に新規参入を果たした。

本発電所はトリプルフラッシュシステムを採用し，高・中・低の 3 重圧の蒸気によって蒸気タービン・発電機を回転させて発電している。高圧蒸気を利用する高圧タービンには背圧式を，中・低圧の蒸気を利用する中・低圧タービンには復水式を採用している。今回は，この二つのタービンを連結させて一軸とするタンデム式蒸気タービンである。

高圧蒸気は，16.7 重量 % という高濃度の不凝縮ガスを含む特異なものであり，試運転結果をもって高濃度の不凝縮ガスの影響の最終評価を実施する。本発電設備は現在据え付け中で，2013 年春から試運転を開始する予定である。

図 1　60 MW蒸気タービン



2　フィリピン・マイバララ地熱発電所向け地熱発電設備

2011 年 12 月にフィリピンの大手ゼネコンである EEI コーポレーション社から，20 MW 地熱発電設備 1 台を受注した。供給範囲は，地熱タービン，発電機，復水器などの主機に加え，ガス抽出設備，冷却塔，ホットウエルポンプなどの単体機器である。

タービンには軸流排気構造を採用し，復水器には混合型のバロメトリック式復水器を適用しているのが特徴である。現在は，エンジニアリングおよび設計を推進中で，2013 年 3 月に FOB で納入予定である。

現地では，フィリピン，ルソン島のバタンガス州サント・トーマス市のマキリン山の麓（標高 200 m）で基礎工事が行われている。

図 2　現地基礎工事の進捗状況

3　北海道電力株式会社 森発電所向け地熱用ガス抽出設備

2012 年 9 月，北海道電力株式会社 森発電所向けに，ガス抽出設備の更新工事を完了した。本工事は，タービン直結の既設ガス圧縮機を撤去し，新しく 3 段ハイブリッドシステム（1 段，2 段エゼクタ +3 段真空ポンプ）に置き換える工事である。現状，最大蒸気量（一次蒸気：200 t/h）で，かつ，不凝縮ガス量も計画時の 10% から 3% に減少している。

本工事の目的は，50 MW 地熱発電設備のガス圧縮機を 25 MW（認可出力変更済み）に見合ったガス抽出設備容量に変更すること，および復水器真空度の向上を図ることである。復水器真空度を 16 kPa から 8.4 kPa に上げることで高真空運用ができ，蒸気量を増やすことなく，送電端出力を現状より 20 ～ 30% 増加できた。

図 3　ハイブリッドシステム用真空ポンプ全景

熱利用技術

4　米国バイオマス焚き発電所向けタービン・発電機の出荷

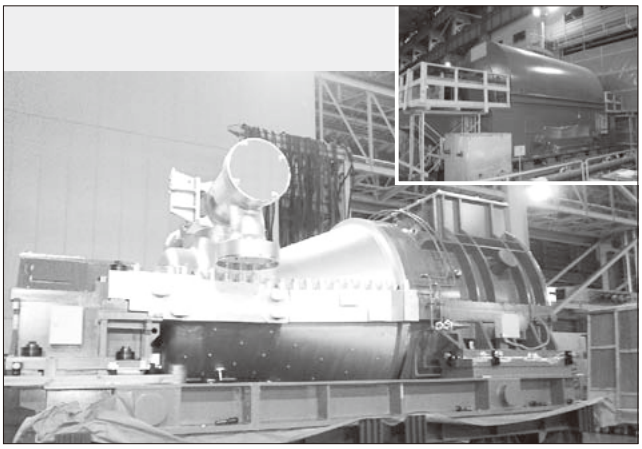
2012 年 9 月，Babcock & Wilcox Construction Co., Inc.（BWCC 社）経由で受注した米国・ニューハンプシャー州バーリンの新設 75 MW 級バイオマス焚き発電所向けに，軸流式単気筒復水蒸気タービンおよび空冷発電機一式の出荷を完了した。

BWCC 社の建設工期短縮への強い要望に応えるため，スキッド式蒸気タービンおよび空冷発電機を採用した。このクラスのスキッド式は，富士電機の初号機となる。

BWCC 社は，2006 年に運転を停止した既設の黒液回収ボイラを木質バイオマス焚きバブリング流動床ボイラに改造し，富士電機製のタービン・発電機で発電する。

発電所は，2013 年末に売電開始を予定している。

図 4　スキッド式蒸気タービンおよび空冷発電機



5　下水道革新的技術実証事業（B–DASH プロジェクト）向け発電装置

再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT）が，2012 年 7 月から開始された。これに先立ち，注目されている下水消化ガス発電の分野においては，下水道革新的技術実証事業（B–DASH プロジェクト）の発電装置として，富士電機の燃料電池が採用された。大阪市の下水処理場に 2012 年 2 月に設置し，4 月から実証試験を開始している。

実証試験では，下水汚泥の濃縮技術，生ごみと下水汚泥の混合高温消化技術，ならびに燃料電池を用いた下水処理場のエネルギーマネジメント技術の実証を目指している。本燃料電池は，消化ガスの発生量が少ない場合に，都市ガスを混ぜて運転することができるので，小規模な下水処理場向けにも市場が拡大できるものと期待されている。

図 5　実証試験中の燃料電池

6　燃料電池の CE マーク適合

2010 年に，燃料電池の低酸素空気供給タイプの実証機をドイツに納入し，欧州向けの CE マーク適合機の開発を行ってきた。2012 年 5 月に CE マークに適合した商用 1 号機をドイツの自動車メーカーのディーラー向けに出荷し，8 月から運転を開始した。

業務用燃料電池の CE マーク適合は，わが国では初である。燃料電池という機種単独としての CE 適合の指令がないため，関係する可燃性ガスの安全防爆や EMC 防止など多くの課題を解決し，CE マーク適合機を完成させた。

今後は，欧州のデータセンターや倉庫向けに，低酸素空気供給タイプの拡販を図っていく。

図 6　ドイツに納入した燃料電池

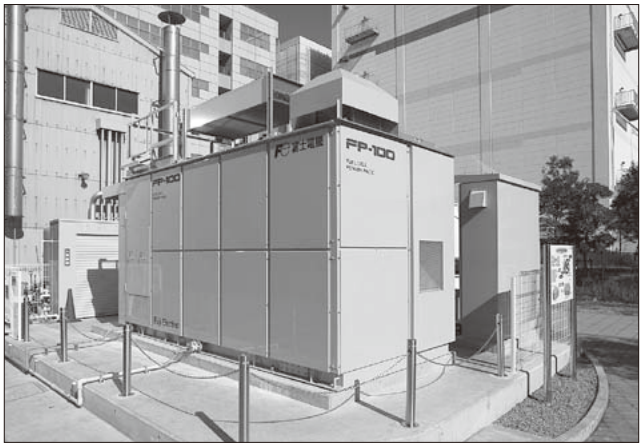
熱利用技術

7　川崎工場向け燃料電池

2012 年 2 月に富士電機川崎工場へ燃料電池を設置した。常時は都市ガスを燃料としたコージェネレーションシステムとして，工場全体の省エネルギーや CO_2 の削減に貢献している。

本燃料電池は，系統停電時に重要負荷に電源を供給可能なシステムであり，特定の工場建屋の設備へも電源を供給できる。都市ガス遮断時でも備蓄 LP ガスにより発電を継続でき，電源セキュリティを向上させている。電力供給の他に，高温排熱は吸収式冷温水機に導入して事務所棟の冷暖房に使用し，低温排熱は工場ボイラ設備の給水予熱に使用している。

図 7　川崎工場に設置した燃料電池



冷熱制御技術

1　省エネルギーカップ式飲料自動販売機「FX21」

“環境対応”“お客様満足度向上”をコンセプトにフルモデルチェンジを行い，中型カップ式飲料自動販売機として業界トップクラスの省エネルギー・高機能機「FX21」を開発した。2008 年度機比で年間消費電力量を 69% 削減している。主な特徴は次のとおりである。

(1)　真空断熱材と発泡樹脂とを 3 層に組み合わせた断熱構造を採用し，さらにヒータ形状や運転制御の最適化を行い，高断熱・小型湯タンクを実現した。

(2)　コーヒー抽出機の接液部を樹脂にすることで，高断熱化および小型化を行い，補助ヒータをなくした。

(3)　業界初の照明レスインタフェース扉を開発した。

(4)　新カップミキシングシステムにより飲料品質およびオペレーション効率の向上を実現した。

図 8　「FX21」

2　株式会社セブン－イレブン・ジャパン向けコーヒーマシン

消費者のおいしいコーヒーへの関心が高まる中，コンビニエンスストアは，コーヒーの販売に力を入れている。富士電機は，独自のペーパードリップ抽出技術を活用した 1 杯取りコーヒーマシンを開発した。主な特徴を次に示す。

(1)　蒸らし時間やエア攪拌（かくはん）などきめ細かな抽出設定と，新型コーヒーミルの均一で最適な粒度により，淹（い）れたてのハンドドリップコーヒーの味を再現した。

(2)　ステンレス外装による衛生的で格調高いデザインであり，場所を取らないコンパクトサイズとした。また，取出し口にカバーを設けた安全設計である。

(3)　背面からのペーパー交換など，カウンター内からのアクセスを重視した操作性を実現するとともに，オートリンス機能により，毎日の清掃を容易にした。

図 9　1 杯取りコーヒーマシン

冷熱制御技術

3　コンビニエンスストア向け省エネルギーショーケース

近年，コンビニエンスストア業界では環境負荷低減のため，省エネルギー化のニーズが高まっている。富士電機は，外気の進入を抑制して冷却効率を向上させる吹出し構造の最適化や，LED 照明の搭載により，所要冷凍能力および消費電力量を削減したオープンショーケースを開発した。

主な特徴は次のとおりである。

(1)　インナーダクト・アウターダクトの最適比率での吹出し口の構成や，ハニカム角度およびファンの回転数を制御することで，吹出し構造（エアカーテン）の最適化を図り，所要冷凍能力を 2009 年機比で 10% 削減した。

(2)　LED 照明の搭載や上記の吹出し構造の最適化により防露ヒータ容量を低減し，消費電力量を 2009 年機比で 35% 削減した。

図 10　コンビニエンスストア向け省エネルギーショーケース

4　海外向け冷蔵ショーケース

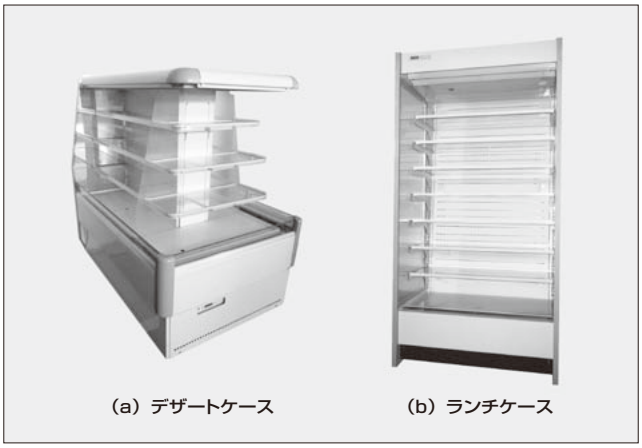
近年，中国や東南アジアにおいて食品流通の近代化が進み，日系コンビニエンスストアの海外進出が加速している。そのような状況の下，中国では別置型ショーケースがエネルギー消費効率ラベリング制度の対象になり，省エネルギー（省エネ）管理強化が進んでいる。富士電機は，省エネ技術を付加した海外向け冷蔵ショーケースを開発した。

主な特徴は次のとおりである。

(1)　制御部は，基本機能に限定したマイコン基本部に機能アップ用拡張部を組み合わせる構成とし，コスト低減とさまざまな省エネシステムとの連携を実現した。

(2)　ファン回転数を一定に保つフィードバック制御により，冷却初期からエアカーテンの最適風量を保ち，外気巻込量を抑制して冷却効率を大幅に向上した。

図 11　中国向け冷蔵ショーケース



(a) デザートケース　　(b) ランチケース

5　植物工場ユニットおよび栽培環境制御システム

近年，施設内の環境を人工的に制御し，農薬を使用せずに作物の安定的生産を行うことができる植物工場に対する関心が急速に高まっている。富士電機は，ショーケースを利用した植物工場ユニットを開発した。扉付きであり，半閉鎖空間での衛生度の高い栽培が可能になる。旭化成ホームズ株式会社の実証棟（一般向けには非公開）に導入したユニットでは，2 温度帯としておりワインセラーなどとしても使用できる。また，大規模工場向けに，栽培環境制御システムを開発した。PLC を用いて養液の濃度や CO_2 濃度などを制御し，植物の生育に適した環境を実現している。さらに，環境情報や設備稼動情報をサーバに収集し，一括管理を行っている。

図 12　ワインセラー一体型植物工場ユニット

冷熱制御技術

6　データセンター用間接外気導入空調ユニット

近年，データセンターに使用されているサーバは，高性能・高密度化により発熱量が飛躍的に増加している。このため，省エネルギーを追求するために，外気冷却を用いたシステムの導入が進められている。富士電機は，ヒートポンプを内蔵した外気を直接取り入れず，外気と熱交換のみを行う間接外気導入式のデータセンター用空調ユニットを開発した。主な特徴は次のとおりである。

(1)　25 kW/ユニットの冷却能力を備えている。
(2)　外気利用と冷凍機運転の併用により，年間を通して冷却が可能で，年間平均で成績係数（COP）10 を実現する。
(3)　間接外気利用のため腐食性物質（塩害）対策と湿度調整が不要である。
(4)　設置が容易な独立・自立設備で補助空調が不要である。

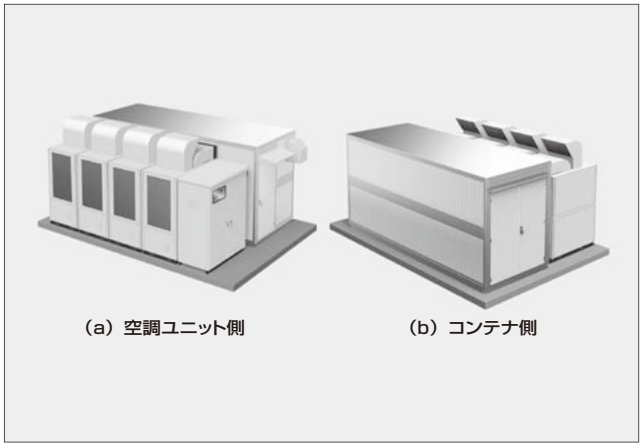
図 13　間接外気導入空調ユニット（ヒートポンプ式）

7　富士通株式会社向けコンテナ型データセンター

近年，データセンターの需要増を背景に，早期構築，スモールスタートの観点からコンテナ型データセンターが注目されている。そのような中，省エネルギー指向から，外気冷却を用いたコンテナ型データセンターが商品化されている。しかし，直接外気を取り入れる場合には，ICT 機器に悪影響を与える粉塵（じん）や多湿への対策が必要になる。

富士電機は，この課題を解決する間接外気導入式の空調ユニットを開発した。空調ユニットとコンテナ筐体（きょうたい），電源設備をパッケージング化し，短工期で省エネルギーかつ外気の制約を受けないコンテナ型データセンターのソリューションを，富士通株式会社および株式会社富士通研究所と共同で提供する。

図 14　コンテナ型データセンター



富士電機

Innovating Energy Technology

＊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。