昭和40年6月3日　第三種郵便物認可　平成10年7月10日発行（毎月1回10日発行）富士時報　第71巻　第7号（通巻第760号）　ISSN 0367-3332

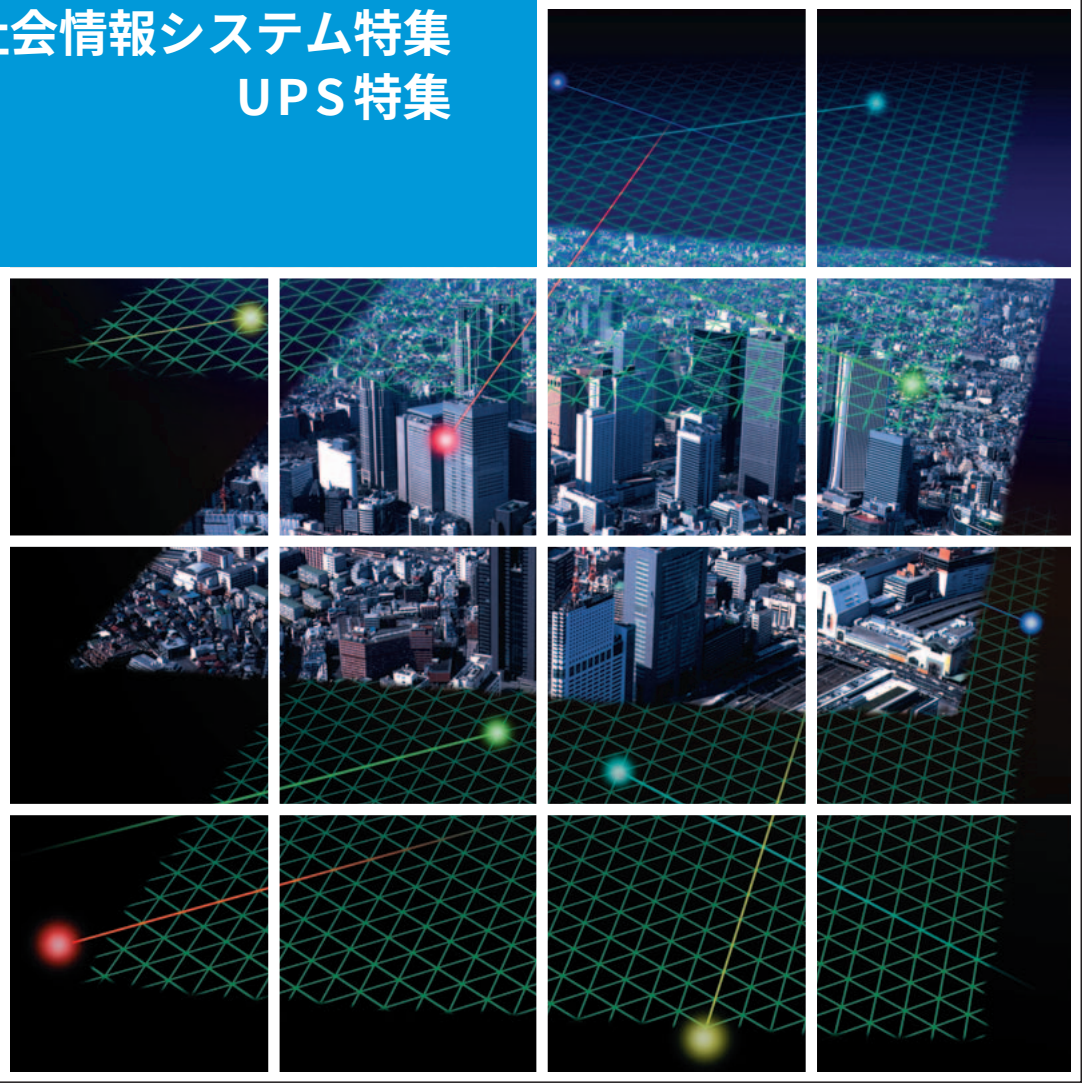
富士時報

FUJI ELECTRIC JOURNAL

7

1998 VOL. 71

社会情報システム特集
UPS特集



FUJI ELECTRIC

聞こえてきますか、技術の鼓動。── 富士電機

FUJI ELECTRIC

ネットワーク社会を信頼で支えます。

中容量UPSも新登場。豊富なラインアップでネットワーク社会を守る，富士UPS。

ネットワーク社会では，電圧や周波数に瞬時の乱れも許されない，安定した電気の供給が不可欠です。これを支えているのが，無停電電源装置(UPS)です。パワーエレクトロニクスの富士電機はUPSのトップメーカーとして，0.6～1,000kVAまでワイドに製品をラインアップ。超コンパクトで高性能な中容量UPS650シリーズも新しく登場しました。ネットワーク社会の幅広いニーズにお応えします。

富士電機の無停電電源装置

お問合せ先：システム事業本部 社会システム事業部 電話（03）3211-7118

富士時報
FUJI ELECTRIC JOURNAL

7
1998 VOL. 71

社会情報システム特集
UPS特集

目　次

電力とエネルギー蓄積 378（2）
原田　耕介

社会情報システム特集論文

社会情報システムの現状と展望 379（3）
笹本　利治

画像処理技術を応用した新しい交通流監視システム 381（5）
川上　一美　・　榊原　行良　・　植草　秀明

横浜市港南ひまわりトンネル向けジェットファン 385（9）
山本　博志　・　藤崎　正晃　・　豊田　匡彦

日本道路公団北陸支社向け金沢施設制御システム 389（13）
榊原　行良　・　福 田　尚　・　坂口　伸一

施設情報管理システム「SOINS-IIS」 393（17）
島岡　成治　・　渡辺　正幸　・　水 野　豊

アミューズメント施設向けキャッシュレス管理システム 398（22）
白井　英登　・　真野　敬三　・　増倉　孝好

UPS特集論文

UPSの現状と展望 403（27）
定由　征次　・　保坂　一喜　・　加護谷隆己

最近のミニUPS 407（31）
木戸口秀隆　・　石川　吉浩　・　谷 津　誠

新形中容量UPS「UPS650シリーズ」 411（35）
廣 瀬　順　・　寺田　輝正　・　志賀　洋之

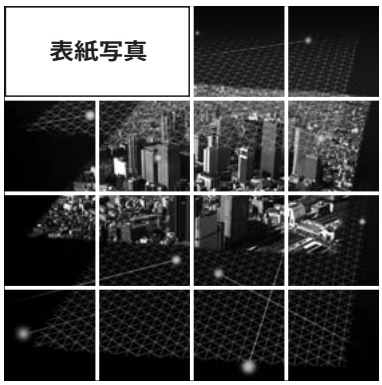
大容量UPS「UPS600シリーズ」 416（40）
本 木　泰　・　寺口　昌宏　・　片山　郁央

双方向インバータの電力貯蔵システムへの適用技術 421（45）
藤倉　政信　・　松永　和喜

最近登録になった富士出願 402（26）

技術論文社外公表一覧 406（30），420（44）

表紙写真



インターネットを中心とする情報システムの伸長は著しく，すでに社会情報システムの一部となっている。この社会情報システムは，エネルギー，物流，各種施設などの社会基盤システムを機能・発展させていくために欠くことのできないものとなっており，今後ますます進展していくものと考えられる。

富士電機は，各種の基盤システムとともに，防災情報システム，道路情報管理システム，施設総合管理システムなどの各種の社会情報システムを提供している。

表紙写真は，都市を中心とした各種の社会基盤システムと，これらを空間的・時間的にサポートする社会情報システムをイメージ的に表現したものである。

電力とエネルギー蓄積

原田　耕介（はらだ　こうすけ）
九州大学名誉教授
熊本工業大学 エネルギーエレクトロニクス研究所長 工学博士

我が国の電力は諸外国に比べ停電が少なく電圧や周波数も安定しており，高品質であることはよく知られている。しかし料金が割高であることが多くの人により指摘され，今，各電力会社は経営の合理化等により料金引き下げに努力を傾注している。この結果，平成10年度の電力料金は前年度と比べ６％程度引き下げられた。しかしこの料金も欧米諸国のそれに比べ２割近く高いと言われ，今後一層の努力が望まれている。

一方我が国はエネルギー資源の大部分を海外に依存し，原子力発電の将来がいま一つ不透明であることに加え環境問題への対応など，電力を取りまく状況には厳しいものがある。

特に CO_2 削減など環境問題への新たな対応は，エネルギーコストを高める大きな要因となり，更にマルチメディアで代表される情報化社会の進展は，従来にない高品質のエネルギー源を必要としている。一方現在の消費形の社会風土は，エネルギー消費の拡大を加速し，将来における電力消費は質・量共に拡大の方向にある。この中にあって，エネルギーコストの引き下げは容易ではない。

このような閉塞状態の中で，エネルギー蓄積技術の開発は問題解決に一筋の光明を与えるものと言える。エネルギー蓄積は，UPS で代表される超高品質エネルギー源の実現と，電力負荷平準化など電力の問題を解決するための基本技術と思われる。

周知のようにエネルギー需要の増大は，年間における平均負荷電力と共にそのピーク値を増大させている。夏場には冷房負荷により，このピーク電力が深夜の最小負荷電力の２倍を超えることも稀ではない。電力の設備容量はこのピーク電力によって決定され，発電設備の増強には大きな設備投資を必要とする。更に昼夜の電力需要格差の増大は発電設備の稼働率を低下させ，発電コストの増大につながる。これらの問題を解決するには，まず深夜電力の需要を増し，ピーク電力負荷を抑制する電力負荷の平準化が必要である。このためには夜間の電力需要の掘り起こしが必要である。電力も商品であるから，価格を上げれば当然売れ行きは減少する。従って昼夜の料金格差を大きくすることにより，負荷平準化が可能なはずである。現在，九州電力(株)前原地区で試行されている DSM（Demand Side Management）はこの種の興味ある実験である[1]。

昼夜の料金格差だけで完全平準化を達成するには，どの程度の格差が必要であろうか？　これは興味ある研究テーマである。この場合，前提となるのは安価で効率的な夜間電力の蓄積である。エネルギー蓄積に関しては，多くの可能性が検討され，既に実用化されているものもある。この中で，バッテリは充電時間が夜間電力の時間帯に一致し，この目的に適している。しかしバッテリは化学反応をベースにしており，一般の電子機器に比べ使いにくい。

これに対し，最近活性炭を電極とし電解質溶液と電極の間に生じる電気二重層をコンデンサとしての利用が試みられ，現在，数千 F 程度の静電容量のものが試作されている。このコンデンサをスイッチングコンバータと結合して，放電による電圧降下を補償すれば，バッテリと同じようにエネルギー蓄積に利用できる。この素子は残存容量の計測が容易で，サイクル寿命もバッテリに比べ一桁以上長い。また，急速充電も可能である等，今までバッテリの使用上の障害とされていた欠点がほとんど解決されていることは興味深い。ただ，このコンデンサはまだエネルギー密度が低く（鉛蓄電池の 1/4 ～ 1/10 程度），素子当りの電圧が低い（1 ～ 3 V）。今後，エネルギー密度の向上と組電池にするための技術が開発されれば，電力負荷平準化の機器としてのみならず，UPS に対しても有効に利用されよう。UPS は保持時間が短くてよいため，二重層コンデンサの利用に適している。これら直流エネルギーの利用に際して，交流商用電源に結合されるインバータの開発は特に重要である。このためのインバータは小形，高効率で信頼性が高くノイズの発生を抑制したものでなければならない。これには高周波化と共に，ソフトスイッチングの手法をフルに適用することが必要である。

今後，電力問題を解決するため，小形で使いやすく，効率の高い，しかも安価なエネルギー蓄積手段の開発が期待される。

---

(1)　柿本，福井，吉武：電学論 B，Vol.117，No.12，p.1520（1997）

社会情報システムの現状と展望

笹本　利治（ささもと　としはる）

1　まえがき

右肩上がりの高度成長時代は終わりを告げ，われわれを取り巻く社会それ自身が大きく変化しようとしている。

都市を中心とする社会基盤を支えるインフラストラクチャ（インフラ）を「社会システム」と呼ぶとすれば，社会システムもこうした状況のなかにある。

社会システムは，それによって恩恵を受けている市民にとっては空気のような存在であり，日常ではその変化を感じたり，ありようを考えたりすることはない。きわめて不幸な出来事であったが，阪神・淡路大震災はわれわれに社会システムの存在の重要性を実感させてくれたことは記憶に新しい。

また，1997年末の「気候変動に関する国際連合枠組み条約第３回締約国会議」（地球温暖化防止京都会議： COP3）で採択された「京都議定書」では，温室効果ガスの削減目標６％が明らかにされ，「持続可能な発展」に向け一層の技術開発の促進と省エネルギーの推進が求められることになった。より快適な生活を求めながら，一方で環境負荷の低減を実現しなければならない。この解決は，社会基盤を構成する社会システムに課せられているといえよう。

2　社会システムの現状と展望

ここではまず背景として，社会システムのなかの重要な３分野について概観してみる。

(1)　情報システム

情報化の時代といわれて久しいが，近年の発展は目をみはるものがある。その指標として，**図１**にわが国におけるインターネット接続ホスト数の推移，**図２**に市町村レベルでの OA 機器使用数の推移を示す。最近の急速な伸びが目立つとともに，なかでもパーソナルコンピュータ（パソコン）の増加が著しいことが分かる。

図３はインターネットを利用するさまざまなシステムを示したものである。人々は今後これらのなかでさまざまな行為により，多くの恩恵を享受していくことになろう。インターネットに代表される情報システムの最大の特徴は，世界的な規模で「時間」「空間」の制限を取り外したことにある。いつでもどこでもサービスにアクセスできる情報システムの環境が今後整っていくであろう。

「時間」が有限であることは仕事や日常のなかでわれわれがしばしば経験することである。現代は恒常的に時間の不足を感じさせる時代であるともいえる。情報化のベース

図１　インターネット接続ホスト数の推移(1)

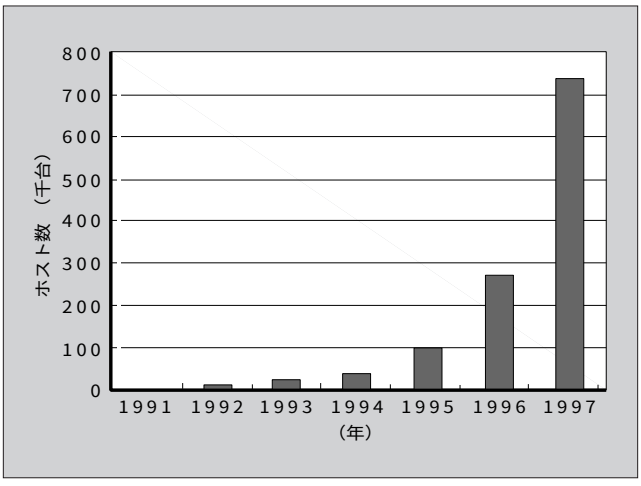
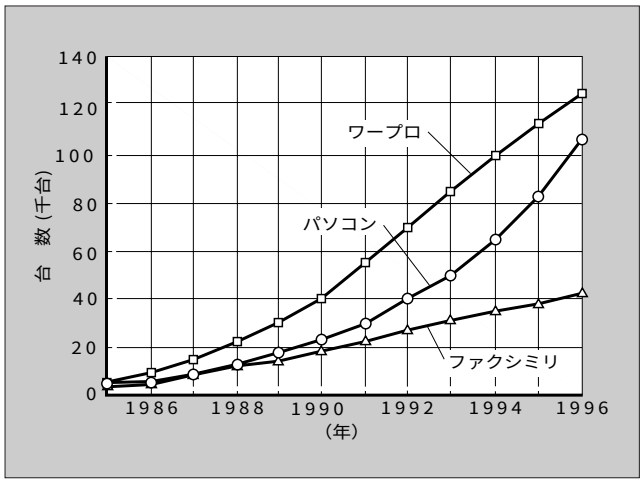


図２　市町村の OA 機器使用数の推移(2)



笹本　利治

道路関連設備の企画設計業務に従事。現在，システム事業本部社会システム事業部企画設計部長。

図３　インターネットの利用分野

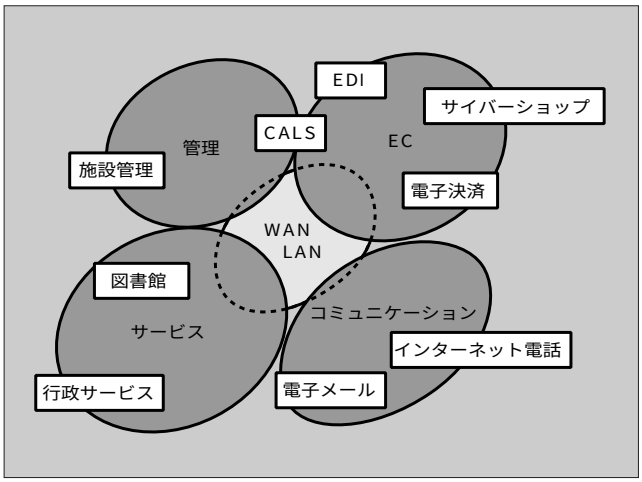
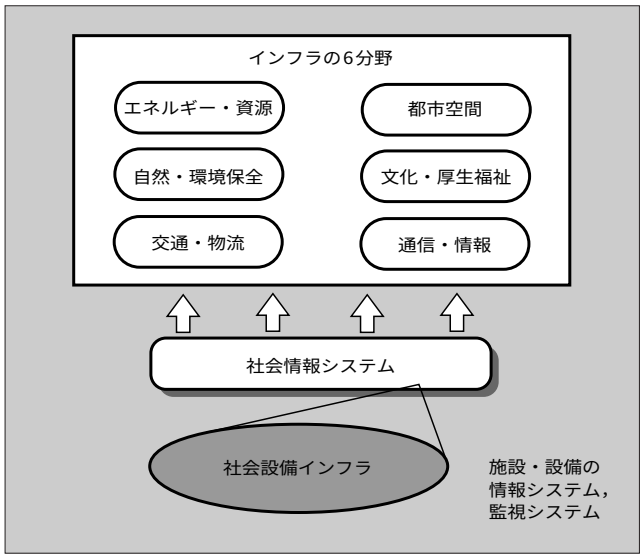


図４　富士電機の社会情報システム



にはこうした人々の意識があるものと考えられる。こうして情報化は最も貴重な資源である「時間」を活用するものとして，さらに大きく進展するものと考えられる。

(2)　エネルギーシステム

周知のように，エネルギーはその変換あるいは消費の過程で大量の熱を発生してきている。これまでこの熱の未利用は許容されてきたともいえるが，今日では環境負荷として低減が強く求められている。熱がエネルギーの最終形態であることを考えれば，未利用熱エネルギーの有効な活用が社会的な課題であることは明らかである。

特にインフラの集中する都市における主要エネルギー源である電気エネルギーについては，現時点での解決策としてコージェネレーションを，今後期待されるシステムとして電気エネルギー貯蔵と電気エネルギーのネットワークを挙げることができる。電気エネルギーのネットワークとは，地域の特性にあった中小規模の発電設備を有機的に結合することであり，現在多くのシステムが提案されている。最近注目を集めている太陽光発電，風力発電などの新エネルギーもこのなかで積極的に生かされていくはずである。

(3)　環境システム

わが国では，過去においてはどちらかというと「公害問題」はある特定地域の問題として対策・解決してきたケースが多かった。しかし，今日の環境問題は全地球的な規模であり，例えば企業にとっては経済性だけの問題ではなく，社会的責任・貢献の次元になっている。環境管理の国際規格である ISO14001 の取得が急激に伸びていることもこれを示している。今後の「持続可能な発展」のためには，すべての社会システムが何らかの形で環境と関連を持つわけである。かつては環境と経済とは両立しないと一般には思われていたが，今日では技術開発，競争原理によってむしろマイナスをプラスに転じることで企業の優位性や存在価値を高めることにもなる。

3　富士電機の社会情報システム

富士電機では従来から社会システムの分野を，

(1)　エネルギー・資源
(2)　都市空間
(3)　自然・環境保全
(4)　文化・厚生福祉
(5)　交通・物流
(6)　通信・情報

の六つのインフラとしてとらえている。それらを実現するハードウェアインフラシステムが身体の骨格や筋肉に対応するとすれば，情報インフラシステムは神経系統に相当する。富士電機はシステムを**図４**のように考え提供している。

具体的には，施設・設備の総合管理システムを中心に，防災情報システム，福祉情報システム，道路情報システム，セキュリティシステム，キャッシュレスシステムなど多数の実績がある。このうち最近の事例について本特集で紹介している。

4　あとがき

本特集では，最も今日的な課題である社会情報システムについて，最近の代表的なシステムを紹介しているので参考にしていただきたい。

社会システムを構成するハードウェアおよびソフトウェアは今でも非常に多いし，今後も多数開発されていくであろう。例えば，これほど急激にインターネットが社会システムの一部になるとはだれも想像し得なかったことである。

富士電機は，本稿で紹介した分野の技術に注力しており，さらにこれらを統合するシステムにも取り組んでいる。今後も社会のより一層の発展に貢献するシステムを提供する企業であるよう努力していく所存である。

参考文献

(1)　郵政省編：通信白書（平成 9 年版）(1997)
(2)　日本情報処理開発協会編：情報化白書（1997）

画像処理技術を応用した新しい交通流監視システム

川上　一美（かわかみ　ひとみ）　　榊原　行良（さかきばら　ゆきよし）　　植草　秀明（うえくさ　ひであき）

1　まえがき

道路交通は社会経済の発展に大きく貢献し，今日の社会システムのなかで重要な役割を果たしている。しかし，道路交通事故による死亡者数は日本全国で毎年１万人を超えたまま推移している。一方，都市部を中心に交通渋滞が拡大あるいは常態化しており，道路の安全性や輸送効率の低下が大きな問題となっているのが現状である。こうした問題を解決するためには，道路そのものの整備はもとより，道路状況の的確な把握，効率的な交通流管理，事故発生時の早急な対応，二次災害の防止，などを図らなければならない。

この目的のためにはまず道路状況の連続監視が必要であり，具体的には道路の主要な箇所にITV（Industrial Television）カメラ（以下，カメラと略す）を設置し，24時間体制で監視を行っている。しかし，人間がすべての時間にわたってITV画像を監視するわけにはいかず，監視業務を代替する技術開発が望まれていた。富士電機ではこうした状況を踏まえて，画像処理による交通流監視システムの開発を行ったので以下に概要を紹介する。

2　交通流監視システム

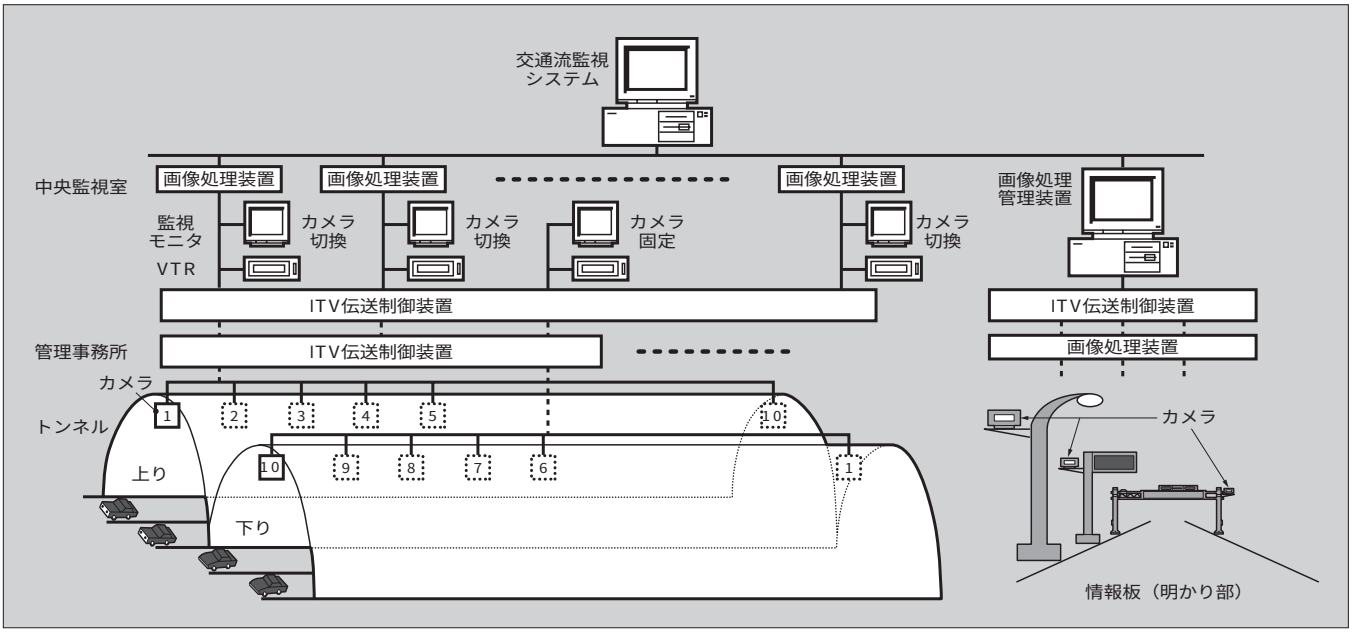
道路のなかの重要な交通流監視場所としては，例えば防災等級の高い高速道路のトンネル，一部のインタチェンジや合流地点，一般道路の主要な交差点などを挙げることができる。これらの場所にはカメラが設置されている。ここでは，トンネル内や明かり部（トンネル以外の道路）などに適用されている交通流監視システムの例を説明する。

2.1　システムの概要

図１は，トンネルおよび明かり部に本システムを適用する場合のシステム構成を示す。

トンネル内に，ある間隔で設置されているカメラの映像

図１　システム構成



川上　一美

社会システム分野における道路関連事業のシステムとりまとめ業務に従事。現在，システム事業本部社会システム事業部技術第二部課長。

榊原　行良

社会システム分野の情報制御エンジニアリング業務に従事。現在，システム事業本部社会システム事業部技術第三部課長。

植草　秀明

画像処理応用システムの開発に従事。現在，システム本部第一システム統括部社会システム部。

を，中央監視室の監視モニタで監視している。本システムは従来の設備をそのまま使用し，画像処理装置を付加したものであり，監視モニタの画像を直接取り込むことにより導入コストを低く抑えることができる。画像処理装置には，カメラの切換時間（約３秒間）内で画像処理を行う切換監視型画像処理装置を用いている。

これに対して明かり部では，情報板，表示板などにカメラを付加し，このカメラからの映像を用いて画像処理を行う常時監視型画像処理装置の適用を試みた。ここでは日照変化や気象変化に対しても十分な精度を保つことが必要となる。

2.2　画像処理機能

(1)　切換監視型画像処理機能

カメラの切換映像に対して移動体を抽出・追跡し，速度と方向を検出して台数・速度計測，異常走行検知を行う。また，落下物，駐停車車両は，画像の累積処理により静止領域を抽出し検知する。

(2)　常時監視型画像処理機能

カメラからの入力画像に対して，解像度を段階的に減少させたピラミッド状の画像から処理に応じた必要最低限の解像度の画像を用いて，車種ごとの台数，平均速度，占有率，車頭間隔などの交通流データを車線ごとに計測する。本設備では，環境変動に対して車両の影の除去，画面の揺れ除去，構造物の変化を吸収する背景更新処理や日照変化を自動的に検知して昼夜モードを切り換える機能がある。

2.3　交通流状態表示機能

図２にトンネルに適用した場合の交通流監視システムに表示される状態表示画面例を示す。画面には現在監視しているトンネル番号とカメラ番号，異常時の検知結果，台数と速度の計測結果などが表示される。監視員は異常が検出された場合に固定の監視モニタによって詳細な状況を把握することができる。

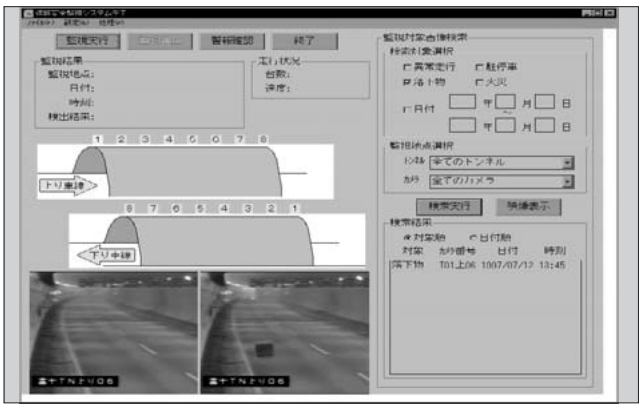
2.4　画像記録機能

異常が発生した場合は対象画像を記録する必要があるため，本システムでは画像を圧縮してサイクリックにハードディスクに書き込み，事後に検索することができるようになっている。同時に記録間隔の設定も可能である。

2.5　画像検索機能

ハードディスクに記録された画像を発生時刻順，事象分類順に表示することができる。**図２**の左下の映像は落下物（イメージ図）を検出したときの保存画像を検索した例である。左が正常時，右が異常発生時の例である。

図２　交通流監視画面例



3　交通流監視方式

二つの画像処理方式について以下に述べる。

3.1　切換監視型画像処理方式

(1)　車両台数・速度計測

車両台数の検出は，まず連続するフレーム間の時間差分画像を作成し，移動領域を抽出して２値画像に変換後，近接する変化領域をまとめる。次に各領域の形状の特徴量を求めて車両形状モデルとの類似度を判定する。さらに各領域の移動量を算出し速度計測の演算を行うものである。このときトンネルの曲率や遠近の換算も同時に行っている。車両台数は移動体の数で判定し，速度は各移動体の平均速度で算出している。

(2)　異常走行検知

車両の単位時間あたりの移動方向の変化を演算して異常走行を検出する方式である。センターラインをまたいだ走行車線の変更を抽出できることが特徴である。**図３**(a)に車線変更のない正常走行時，**図３**(b)に異常走行時の検知映像例を示す。手前のトラックが短時間に移動方向が変化しているのが捕らえられている。

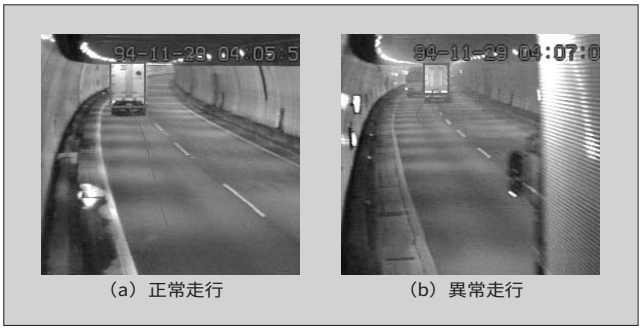
(3)　落下物・停車車両検知

各フレームの積分画像を作成することによって，静止している領域のみを抽出することができる。これと基準画像との差分画像を作成し，静止領域の大きさ・形状を判定して落下物または停車車両を検出する。静止領域の大きさも車両と同様，画面上の位置からその大きさを実際のトンネル内のサイズに換算して判定を行う。

3.2　常時監視型画像処理方式

(1)　車両台数・速度計測

図３　異常走行検知例



（a）正常走行　　（b）異常走行

車両台数の検出は，背景と入力画像との輝度差やエッジの差分により抽出した変化領域を車線に沿って一次元投影したデータから求めた長さと，車長モデルを対比し判定を行う方式としている。車両速度は33 ms 間隔で車両の追跡を行い，その移動量から演算を行っている。

(2)　占有率・車頭間隔

車両ごとの追跡から求められた座標上の位置と移動速度を基に，占有率・車頭間隔を演算している。占有率とは，車線の監視領域内に計測領域を設定し，この領域に車が存在する時間と計測時間の比である。車頭間隔は，設定した計測領域を通過する車両と次の車両との時間間隔から求めている。

4　高速道路への適用例

日本道路公団湯沢インタチェンジの流出情報板にカメラを設置し，常時監視型画像処理方式による明かり部での車両台数と速度計測に関する実証試験を行ったので（期間は２週間）以下にその説明をする。

4.1　カメラの設置状況

図4(a)にカメラの設置状況を示す。カメラの高さは道路面から 7.5 m，角度は水平方向15 °，垂直方向 16.6 °とし 150 m 程度の道路範囲を視野内に収めるようレンズ調整した。このカメラからの映像例を**図4**(b)に示す。

4.2　画像処理調整

図5 に画像処理調整画面例を示す。画像上で，走行車線と追越車線におのおのの車線監視領域として図中の S1，S3 を設定する。この領域内で車両の追跡を行う。設定した監視領域は，走行車線と追越車線ともに約 100 m である。次に車両台数計測および車両速度計測領域として図中の三角形 Z1 ～ Z6 を設定する。このとき走行車線側の大型車

図４　カメラの設置状況と映像

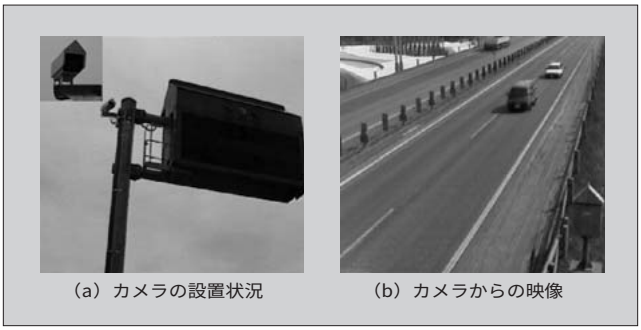


図５　画像処理調整画面例

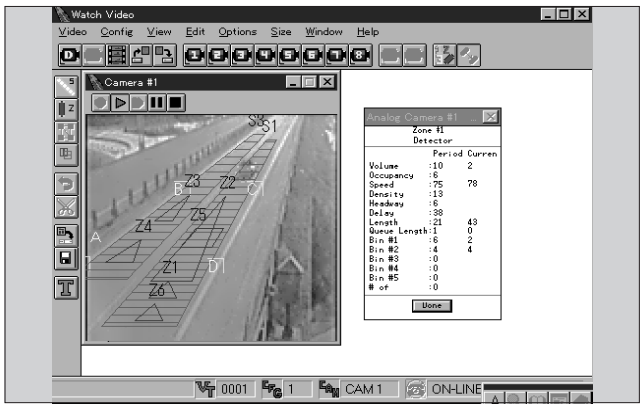


図６　交通量計測結果

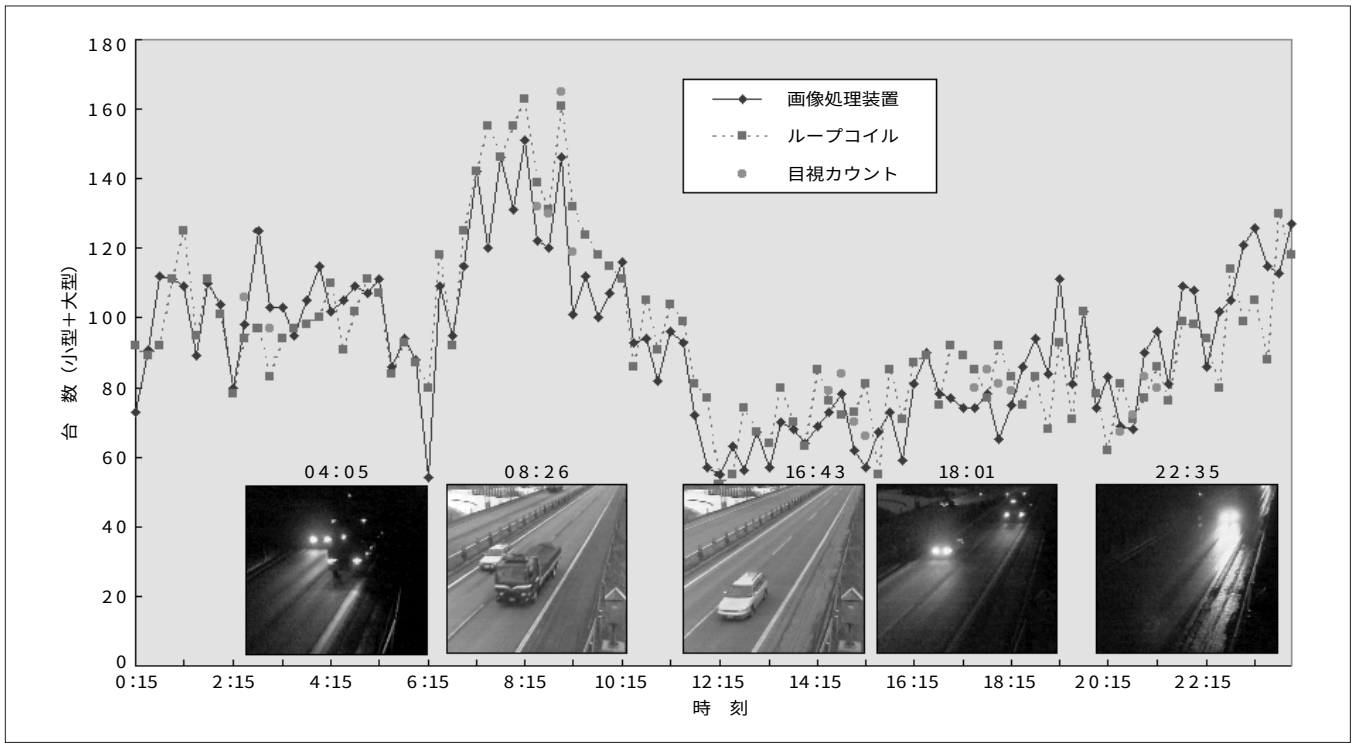


表１　車両台数計測精度

環境条件		平均走行台数（台/h）	認識率（%）（15分平均値）	標準偏差（%）	備　考
晴れ	昼　間	433	98.0	2.4	
	薄　暮 夜明け	254	97.8	4.4	
	夜　間	298	99.2	2.7	
曇り	昼　間	354	98.8	2.2	
	薄　暮 夜明け	217	97.0	4.2	
	夜　間	415	97.1	4.4	
雨	昼　間	336	97.8	3.2	路面の状態：雨水でぬれている状態
	薄　暮 夜明け	232	98.4	9.2	
	夜　間	251	90.3	6.7	
雪（降雪）	昼　間	352	99.3	1.9	環境：強風 路面の状態：シャーベット状態 交通量：渋滞（規制）
	薄　暮 夜明け	538	81.2	12.6	
	夜　間	480	81.3	12.5	

〈注〉雪の薄暮・夜明けは短時間しか計測できなかったため，45分間の全データの集計値となっているが，他のデータは，すべて1時間以上の全データを集計したものである。

を追越車線側でダブルカウントしないように，走行車線側のZ2，Z5で排他をとっている。なお，速度計測には画像上の位置と実際の距離との数値変換が必要であり，この変換は道路面からカメラまでの高さとカメラからの図中A～Dの実測距離を基に行っている。

4.3　実証試験結果

図６に交通量計測結果を示す。画像処理装置との精度比較のため，ループコイル形の交通量計測装置の出力と人間の目視によるカウントを用いた。ただし，ループコイル形の交通量計測装置は，カメラの設置場所の20 km手前に設置されているため，車の平均速度を80 km/hと仮定してデータを補正している。また，ループコイル形の交通量計測装置との比較で誤差の多い時間帯については目視によるカウントを行った。計測結果は，曇りのち雨の日に行った結果であるが，ループコイル形の交通量計測装置と比較して実用上問題ないと考える。

表１に各環境条件に対する台数計測精度（時間あたりの車両走行台数の認識率とその誤差率のばらつきである標準偏差）を示す。環境条件が晴れと曇りの場合は，認識率97%以上，標準偏差4.5 %以内であり十分な精度である。雨と雪（降雪）の場合は，昼間については十分な精度が得られたが，薄暮・夜明け，夜間については標準偏差がやや大きい。これは車のヘッドライトがシャーベット状態の路面に反射することによる影響である。この点はカメラと路面の角度を大きくすることで改善できるが，今回はできるだけ遠方（広範囲）を監視対象にして行ったものである。追越車線側については，走行車線側を走行する車両の影に隠れた場合に誤認識をしたが，これについては，カメラの設置位置を変えることで走行車線側と同等の精度が得られると考える。

表２　速度計測精度

環境条件	照合台数（台）	速度誤差の平均値（%）	標準偏差（%）
昼　間	10	−2.3	2.2
薄　暮 夜明け	10	−2.2	8.9
夜　間	10	−3.0	9.1

次に速度計測精度を**表２**に示す。100 mの速度計測区間を設け，この区間を車両が通過するときの速度を求めて，その誤差率とそのばらつきである標準偏差を評価した。ほぼ10%以内のばらつきである。

5　一般道路への適用例

情報板設置による効果の検証を行うため，国道246号線においてカメラおよび常時監視型画像処理装置を仮設置し，情報板設置前後の車両速度の計測を行った。車両1台ごとに監視範囲内の車両の移動位置と速度を求め，移動地点ごとの速度変化を解析し，**表１**，**表２**と類似の結果が得られた。

6　あとがき

道路設備では屋外にカメラが設置され，日照や気象，季節などによる画像上の変化が大きい。また，トンネルにおいても出入口付近の照明は幻惑を防止するために外部との照度が調整され状態が一定でない。このような条件のなかで画像処理による監視を行う場合，誤報防止技術が重要になる。今回の画像処理アルゴリズムは動態追跡技術を基本にしており，ロバスト性を保つように工夫している。今後車両や落下物などの位置情報を計測し，三次元モデルを当てはめ車種，立体的物体を判定することで精度を高めていく所存である。

システムの実証にあたり，日本道路公団試験研究所交通・環境研究室主任羽山章殿，神奈川県警察本部交通管制課技幹新倉聡殿ならびに伊藤忠テクノサイエンス(株)ヒューマンテクノシステム営業部長補佐藤博義殿から多大なご指導，ご協力をいただいたことに深く謝意を表する。

参考文献

(1)　岩田武夫：交通流計測で用いられる画像処理技術，画像ラボ，Vol.9，No.3（1998）
(2)　井藤義行ほか：画像処理を用いたトンネル内交通流監視システムの研究，ドーシス・レビュー（SUMMER 1996）
(3)　佐藤元久ほか：画像処理によるトンネル内異常走行の自動検出システムの開発，日本道路公団試験研究所報告，Vol.32（1995）

横浜市港南ひまわりトンネル向けジェットファン

山本　博志（やまもと　ひろし）　　**藤崎　正晃**（ふじさき　まさみつ）　　**豊田　匡彦**（とよだ　まさひこ）

1　まえがき

道路と人類は古来から密接な関係がある。われわれが快適な生活を維持するためには，道路は必要不可欠なものであり，わが国ではこれまでに約 7,000 km の高規格道路が整備され，今後も一層の道路整備事業が進められる予定である。しかし，今後拡張される高規格道路は山間部を通過することが多くなり，必然的にトンネルも増える傾向にある。こうしたことから，特にトンネル換気設備に対するより一層の経済性・性能面の向上が望まれている。

富士電機は，これまで道路用諸設備（電力設備，トンネル用換気設備，料金所用車両判別装置，遠方監視設備など）を製作・納入することにより，快適な社会環境作りに貢献してきた。今回は，その一例として，横浜市に納入したトンネル用換気設備のうちの換気機であるジェットファンについて紹介する（**図1**参照）。

2　トンネル換気

自動車道路のトンネル換気の目的は，ドライバの視環境を確保すること（自動車の走行速度に応じた視距離の確保），ドライバや歩行者・作業者などの人体の生理的環境を確保することである。具体的には，車両が走行することにより生ずるばい煙量を煙霧透過率計（VI 計）で，一酸化炭素量を一酸化炭素検出装置（CO 計）にて検知し，基準値を超えないように換気機器を運転し，トンネル内の換気を行うものである。また，トンネル内の火災時などの異常発生時には，発生事象に対応した換気を行うことも重要な役割である。

トンネルの換気方式は，機械換気設備を備えない自然換気方式から始まって，トンネルに平行に換気ダクトと送排風機を備えた横流換気方式，そして，トンネル自体を換気ダクトとして利用し送排風機を備えた縦流換気方式へと移ってきた。縦流換気方式は換気ダクトが不要なため，また，交通換気力（車のピストン効果）を利用するため経済性に優れている。

トンネル換気設備の主な構成としては，換気機，制御装置，計測設備などがある。トンネルの換気に関連する設備としてはそのほかに，受変電設備，照明設備，防災設備，排水設備などがある。

縦流換気方式に利用される主な換気機としては，ジェットファン（ブースタファンを含む），送排風機がある。また，車両などから発生するばいじんを直接除去する電気集じん機も利用されている。このうちジェットファンとは通常トンネルの上部空間に設置され，その噴流効果により換気を行うものであり，噴流の噴出方向を逆転できるものをジェットファン，噴出方向が一方向のものをブースタファンと呼んでいる。

3　ジェットファン

道路トンネル用ジェットファンとは，自動車からの排気ガスを希釈するため，高速噴流によりトンネル内の空気を昇圧し換気風を生じさせる正逆運転可能な送風機のことである。日本国内で使用される代表的なジェットファンは，**図2**に示すように吸音材入りの消音ダクトに電動機の両側に軸を持つ両軸電動機および羽根車を内蔵した形状であり，本図に示すようにターンバックルにてトンネル壁面につり

図1　港南ひまわりトンネル向けジェットファン全景

山本　博志

道路関連設備の技術企画に従事。現在，システム事業本部社会システム事業部技術第二部。

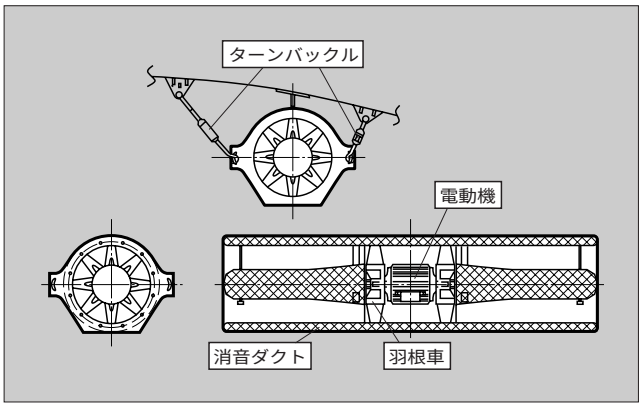
藤崎　正晃

道路トンネル用換気ファンの設計開発およびトンネル換気のエンジニアリングに従事。現在，エネルギー事業本部川崎工場特機部。

豊田　匡彦

社会システム分野の道路関連設備の技術企画業務に従事。現在，システム事業本部社会システム事業部企画設計部課長補佐。

図２　つり下げおよびジェットファン概略図



下げられる。

ジェットファンは，単体では送風機風量を変えることができない構造であるため，必要な換気量（トンネル内を走行する自動車台数などで変化する）の制御は，ジェットファンの運転台数を変えることにより行われる。また，トンネル火災時の煙の拡散防止あるいは，対面交通トンネルにおける換気方向の変更に対応できるよう，正逆運転が行える構造となっている。なお，正逆運転の切換は電動機の回転方向を反転させることにより行われる。

図２に示すジェットファンの各部は，次の特徴を有している。

(1)　正逆運転時の送風性能を等しくするため両軸電動機の両端に羽根車が直結されている。

(2)　消音ダクトは，外側のケーシング部と内面の多孔鋼板の間に吸音材が入っており，吸音材と多孔鋼板で消音効果を出している。

(3)　電動機は比較的環境の悪いトンネル内においても安定的に運転できる全閉形の三相誘導電動機を採用している。

(4)　排気ガスや多湿による腐食にも耐えられるように，羽根車の材質にはアルミニウム鋳造合金が採用されている。

上記形状のほかに，羽根車が電動機の片側にだけ取り付けられているタイプや，電動機の回転方向により動翼が自動で反転する機構を設けた自動反転式ジェットファンなどもある。

④　港南ひまわりトンネル向けジェットファン

4.1　仕　様

表１に，横浜市港南ひまわりトンネル向けのジェットファンと同形機の口径 630 mm の標準仕様を示す。

最近ではトンネル換気機器に対する省電力化や，トンネル周辺部の環境改善の要求が高まっており，より高効率・低騒音化を実現するためのジェットファンの開発が行われるようになってきた。

そこで，港南ひまわりトンネル向けジェットファンを対象に高効率・低騒音化をめざした開発を行った。その結果，送風機効率・騒音面で標準仕様から大幅に優れた性能を得，1998年３月に現地据付けを完了し，同月から供用を開始した。

表１　６３０形ジェットファンの標準仕様

送風機部	吹出し風速	３０m/s以上
	吹出し風量	8m³/s以上
	送風機効率	６０%以上
	騒　　音	吸込口より手前1.5mの位置で９０dB以下
	全　　長	3,000mm
	外　　径	８００mm
	口　　径	６３０mm
	吹出し方向	両方向
電動機部	電　　圧	４００V/４４０V
	出　　力	１１kW以下
	定　　格	連続
	絶縁種別	F種以上
概　算　質　量		６００kg（±１０%程度）

港南ひまわりトンネル向けジェットファン性能
（実機による工場試験結果）
送風機効率：η ＝ 73.5 %
最大騒音値： 84 dB（A）（吸込口より手前 1.5 m）

次節以下では，港南ひまわりトンネル向けジェットファンの開発手法について紹介する。

4.2　動翼の開発

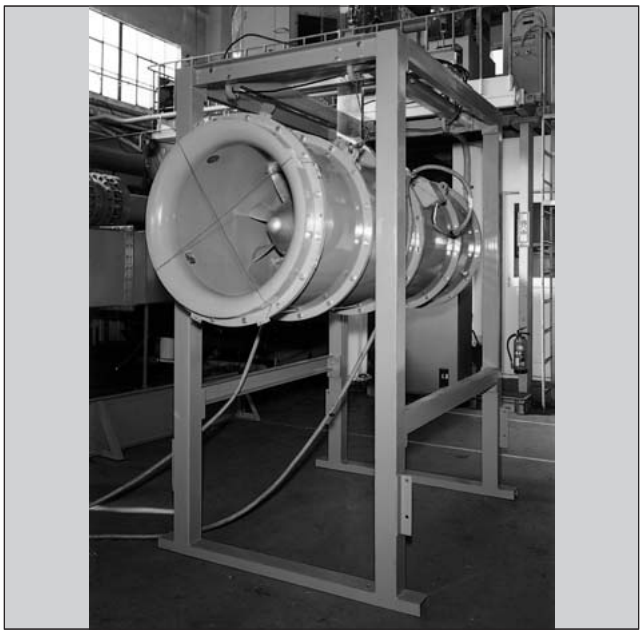
ジェットファンは正逆方向に吹出しが可能で，換気方向を制御できるという利便性を持つ反面，正逆方向の吹出し性能が等しくなる動翼および流路形状を採用していることから，１方向吹出しタイプのブースタファンに比べ性能（送風機効率，騒音）が悪くなる傾向にある。このため，ブースタファンに比べジェットファンの高効率化および低騒音化への期待は大きい。

これまでのジェットファンに採用されている動翼は，正逆方向に等しい性能を求められているため，平板翼が多く用いられていた。しかしながら，平板翼では定性的に流線形により近い反りを有する翼形（以後，単に翼形と呼ぶ）に比べ性能が悪い。そこで，今回，高効率・低騒音のニーズにこたえるため，より高性能な反りを有する翼形を採用した。

4.2.1　設計仕様点の選定

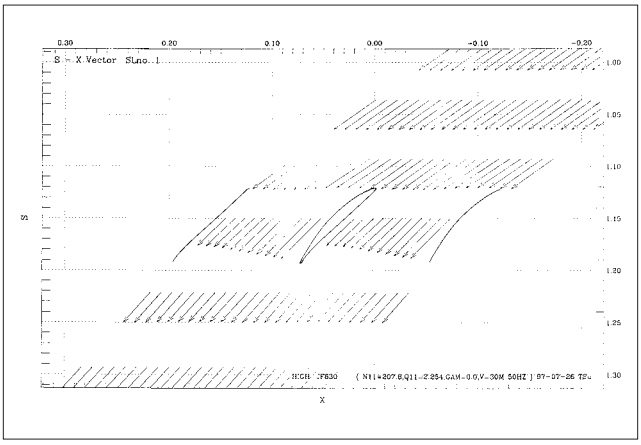
一般の送風機の出口全圧は，入口に比べて，静圧も動圧も高い。しかし，ジェットファンの場合は，静圧はほぼ同じで動圧だけが高い。したがって，送風機効率に与える動圧の影響は一般の送風機に比べてジェットファンのほうが大きい。また，要求される風量が仕様により規定されているため，旋回成分がある場合には，その分絶対流速は大きくなる。一方，回転速度は，翼出口の旋回速度に大きな影響を与える。回転速度を低く選定した場合，低騒音化に対しては大きなメリットがあるが，流れに大きな旋回速度を与え内部の絶対速度を上げることとなり，ケーシング各部の損失を増加させる。この場合は，全圧上昇の小さいジェッ

図３　実験用ジェットファン



N89-5957-1

図４　動翼流れ解析結果



トファンでは送風機効率を大きく低下させる要因となる。

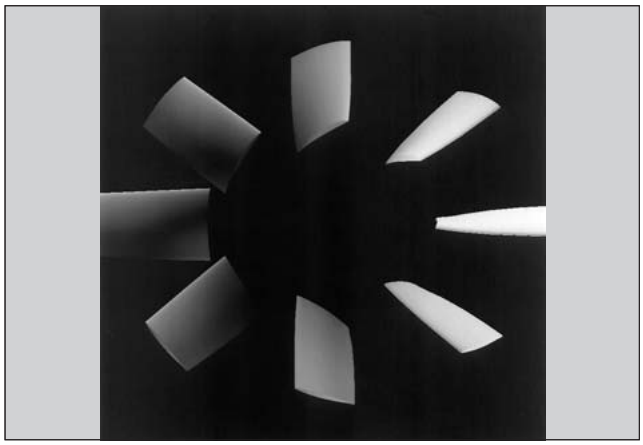
港南ひまわりトンネル向けジェットファンの送風機全圧は，**図３**に示す実験用に製作されたジェットファンの各部損失を５孔ピトー管で測定し決定した。また，回転速度の選定は同じく実験機の回転速度および動翼取付角度を変化させ，各部損失の測定および騒音測定を行い最適な回転速度の選定を行っている。

4.2.2　翼形の設計

ジェットファンの動翼に翼形を採用する場合，両軸電動機の両側に取り付けられた動翼は，一方が高効率で運転されているとき，他方は流れが翼後縁から流入するため損失となる可能性がある。このため，性能に大きな影響を与える動翼の翼形設計を行うには，高効率運転時の翼設計だけでなく，翼後縁から流入した場合の翼性能についても確認が必要となる。

港南ひまわりトンネル向けジェットファンの翼形設計は，実験機により高効率（正方向）運転および翼後縁から流入する（逆方向）運転時のそれぞれの動翼前後の流れを計測し，流れ解析結果と比較・検討することにより行った。翼形設計には，実験機の測定データによる検証が行えることから，計算時間の速い準三次元流れ解析を採用した。**図４**は翼形設計に使用した準三次元流れ解析結果を示す。また，**図５**は流れ解析を用いて設計した三次元形状図である。

図５　三次元表示による最終検討



4.2.3　羽根車の強度検討

ジェットファンは刻々と変わるトンネル内の汚染状況に応じて頻繁に起動・停止が行われることから，特に羽根車部に繰返し荷重が加えられる。また，ジェットファンは車道の上部空間に設置されており，万一，破損部品が吹き出された場合，交通車両に直撃するなどの重大事故を引き起こしかねないので，羽根車の強度については十分な検討が必要となる。

ジェットファン動翼部で最も応力集中が発生する部位は，ボスに取り付けるためのねじの付根部である。**図６**は，ねじ付根部および比較的応力の高い翼付根部について疲労試験を実施した試験片の一例を示す。

港南ひまわりトンネル向けジェットファンは，新規に開発した翼形状を採用しているため，**図７**に示す応力解析を実施し，各部肉厚などを決定した。また，ボス部についても動翼と同様に応力解析を実施，疲労強度の検討を行った。

4.3　試験による確認と騒音

設計した動翼の性能を確認するため，羽根車の製作を行い，実験機に組み込み実験を行った。**図３**に示す実験機は，平板でつり下げられており，つり下げ板にかかる力を測定することによりスラスト（推力）の測定が可能である。風量の測定を，標準ピトー管および３孔ピトー管で行うことにより，つり下げ板を用いたスラスト測定との比較を行うことができる。また，前述した５孔ピトー管を用い，各部の流れを測定できるよう，ケーシング部に測定座が取り付けられている。

実験機に組み込んだ新規羽根車を用いて，ジェットファンの送風機効率および騒音測定を実施した。この結果，従来の羽根車に比べ大幅な送風機効率の上昇が図られることが確認できた。また騒音についても，動翼部の低騒音化とケーシング部に以下の改良を加えることで従来より大幅に

図６　動翼疲労試験片

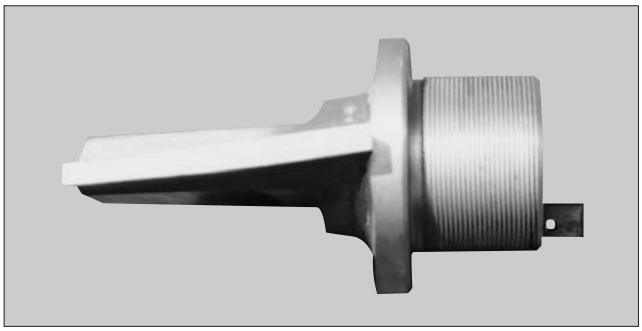
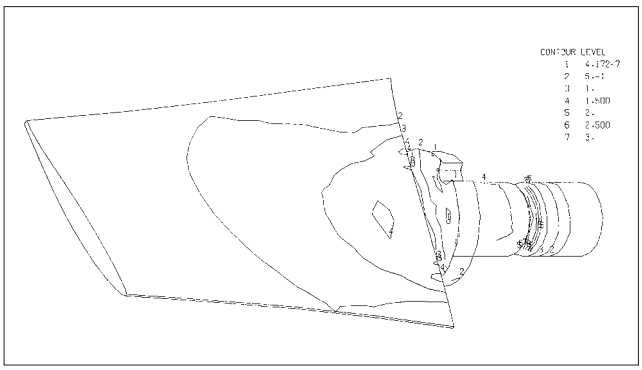


図７　動翼応力解析結果



騒音レベルを下げることに成功した。

○吸音材の選定および取付け方法の改善
○打抜き鋼板の開口率を含めた穴形状の変更
○電動機を支えるステー形状の変更
○消音ダクトケーシング部と電動機および羽根車ケーシング部との接続方法の変更

港南ひまわりトンネル向けジェットファンは，以上の改善点を主体に改良を加え製品化を行った。製品完成後，現地搬入前に，工場試験を行った結果，前述した標準仕様を大幅に上回る性能［送風機効率で約14%，騒音で約６dB（A）の改善］を得ることが確認できた。**図８**に港南ひまわりトンネル向けジェットファンの外観を示す。

図８　港南ひまわりトンネル向けジェットファンの外観

5　あとがき

本稿では，道路トンネル用ジェットファンについて，最新の技術とその特徴を紹介した。今後，トンネル用機器に対する省電力化や，トンネル周辺部の環境改善の要求が高まり，より高効率・低騒音化のジェットファンが要求されてくるであろう。

富士電機は，今回紹介した製品以外にも道路に対する新しいニーズに向けて，画像処理システムやノンストップ料金収受システム，NO_x 処理システムなどの技術開発を進めていく所存である。

日本道路公団北陸支社向け金沢施設制御システム

榊原　行良（さかきばら　ゆきよし）　　福田　　尚（ふくだ　ひさし）　　坂口　伸一（さかぐち　しんいち）

1　まえがき

高度情報化社会へのインフラストラクチャ整備が進められるなか，これを支える設備・施設の建設が推進されている。これらのなかでも特に公共性の高い施設については，24時間 365 日にわたって利用者へのサービスの安定供給が求められており，そのためには，これら各施設の稼動状況を管理し，万が一のトラブルに対し安全確実かつ迅速な対応を行う必要がある。しかし，高齢化社会が近づくにつれ，これら管理を行う人材の確保は非常に難しくなってきており，省力化と効率化を目的とする広範囲な地域での一局集中管理運営が，各所で実現されつつある。

このような背景のなかで，日本道路公団では，高速道路沿いに設置された各種施設のコントロール業務を合理化・省力化するため，500 km を超える広域エリアの集中管理システムの整備を推進している。

今回，日本道路公団北陸支社向けに金沢施設制御システムを開発し，運用に供したのでその概要を紹介する。

2　システムの概要

金沢施設制御システムは，中央設備を石川県の金沢西インタチェンジそばにある金沢管理所棟に設置し，福井県・石川県・富山県の北陸自動車道と東海北陸自動車道を集中監視制御の対象範囲としている。

この集中監視制御の最大の目的は，トンネル内での火災発生や施設への電源供給停止などの非常時・緊急時の対応支援であり，これらの異常事象発生に対し，運転監視員が迅速かつ的確に判断・対応できることがシステムの重要な役割である。

また，管理範囲内には敦賀・福井・小松・金沢・富山の各管理事務所があり，現場対応の拠点となっている。

施設制御システムはこれらの現場拠点をネットワークで接続し，各現場の維持管理業務に応じた機能的な支援も行っている。

図1に金沢施設制御システムの中央管理室である金沢施設制御室を示す。

図１　金沢施設制御室

榊原　行良

社会システム分野の情報制御エンジニアリング業務に従事。現在，システム事業本部社会システム事業部技術第三部課長。

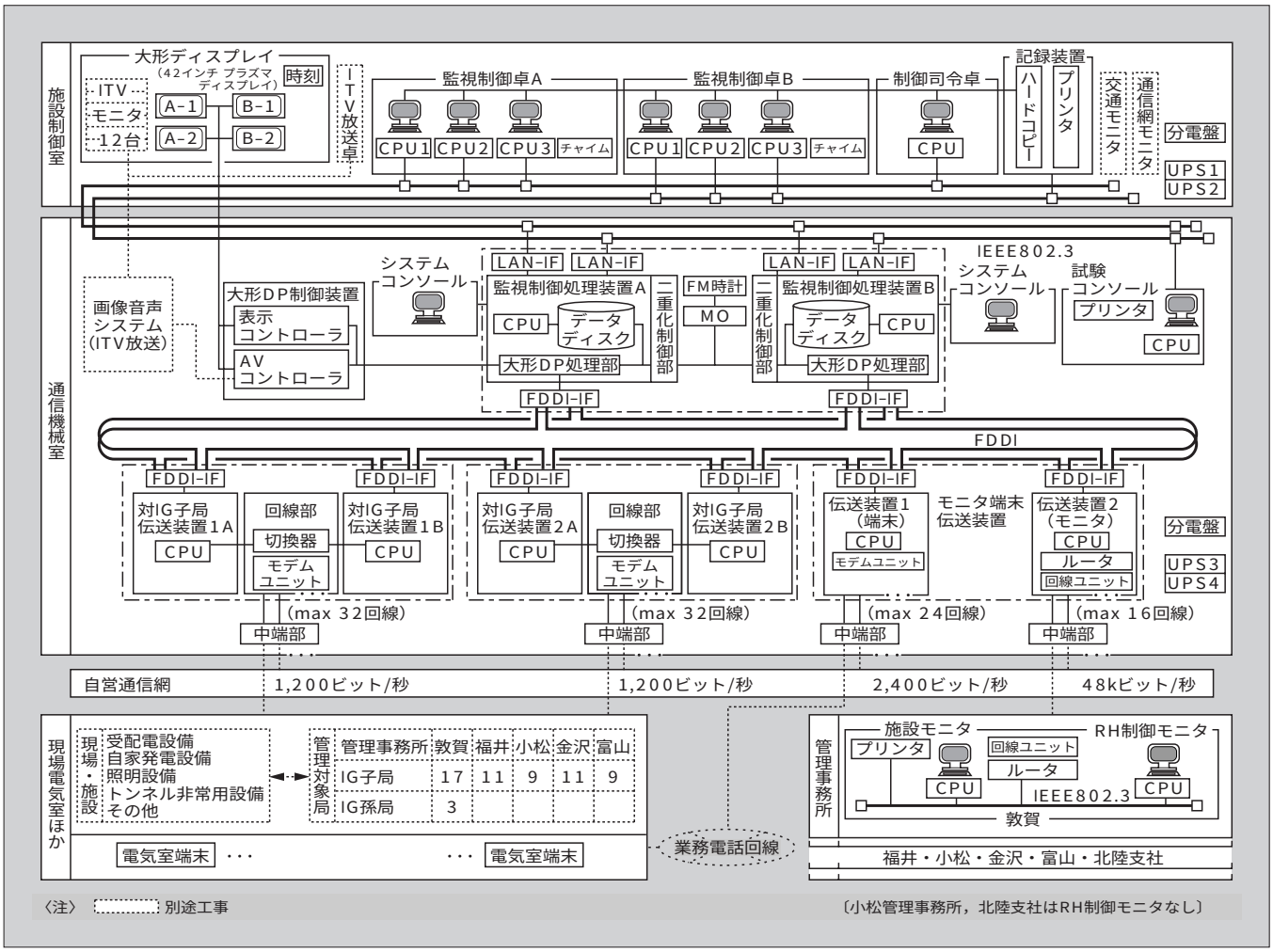
福田　　尚

社会システム分野の情報制御エンジニアリング業務に従事。現在，システム事業本部社会システム事業部技術第三部担当課長。

坂口　伸一

社会システム分野の監視制御システムの開発に従事。現在，システム本部第一システム統括部社会システム部。

図２　全体のシステム構成



3　システム構成

3.1　全体のシステム構成

図２に全体のシステム構成を示す。

本システムは，大きく四つの装置群から構成されている。

(1)　マンマシン装置（施設制御室）
(2)　処理装置（通信機械室）
(3)　伝送装置（通信機械室）
(4)　端末装置（管理事務所，現場電気室ほか）

マンマシン装置ー処理装置間は，10 M ビット/秒汎用 LAN（Local Area Network）を用いた施設監視制御用クライアント・サーバシステムにて構成されている。

処理装置ー伝送装置間は，100 M ビット/秒基幹 LAN を用いたメッセージ通信システムにて構成されている。これらの LAN は信頼性向上のためすべて冗長化されている。

伝送装置ーインテリジェント伝送子局（以降，IG 子局という）間は，専用回線で常時接続する情報収集配信システムであり，HDLC 手順（ハイレベルデータリンク制御手順）を基本とする異社間接続を実現している。

伝送装置ー端末装置間は 2 系統あり，1 系統は各管理事務所と専用回線で常時接続する遠隔運用モニタシステムであり，もう 1 系統は業務用電話回線を利用し，管内どこからでもアクセス可能な携帯端末システムである。

3.2　施設制御室の装置構成

施設制御室は，大形ディスプレイ（以降，大形 DP という）を中心に各卓を配置し，「より快適で効率のよい業務空間の提供」をコンセプトに機器配置，カラーコーディネーション，照明などのトータルデザインを実現している。

大形 DP は，従来適用していたグラフィックパネルの替わりに42インチプラズマディスプレイを採用しており，薄形かつ高視野角という特徴を利用し，従来に比べ大幅なコンパクト化を実現している。また，さまざまな状況に応じた運用表示が行えるよう 4 台で構成している。

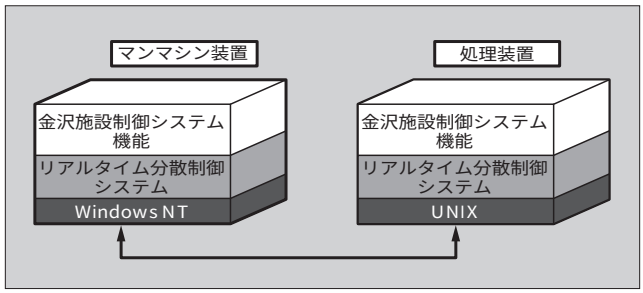
監視制御用 CRT は 2 卓（1 卓に 3CRT）で構成し，広域管理範囲で同時に異常事象が発生しても 2 卓による同時対応を可能としており，また相互のバックアップ運用も可能である。

制御司令卓は施設制御室全体の監視制御業務を総合的に統括する役割を担う支援機能を搭載した CRT である。

3.3　通信機械室の装置構成

通信機械室は，全体システムの中枢機能を実行する各種

図３　ソフトウェア基本構成



処理装置・伝送装置にて構成されている。

監視制御処理装置および対 IG 子局伝送装置は，信頼性・拡張性向上のために二重化システムとし，ホットスタンバイ形の瞬時切換方式としている。また，訓練・試験モード時には待機系装置を有効利用可能としている。

無停電電源装置（UPS）は 4 台で構成し，施設制御室および通信機械室に設置された二重化装置に対して分散給電し，電源を安定供給している。

4　ソフトウェア基本構成

本システムのソフトウェア基本構成を**図３**に示す。

マンマシン装置には Windows NT〈注1〉を搭載する24時間連続運転が可能な FA 仕様のコンピュータを採用し，また処理装置には UNIX〈注2〉を搭載する高性能サーバを採用することにより，Windows NT－UNIX 連携によるクライアント・サーバ形のリアルタイム分散システムを構成している。

5　システム機能

システムの機能的な特長を以下に記す。

5.1　自動通知機能

広域情報管理を効率的に実現する条件は，管理規模に関係なく運転監視員が業務運用できることである。そのため，さまざまな施設のさまざまな状況に対し，運転監視員の判断材料と処理手順を的確に自動通知する機能を構築した。

すなわち，自動通知機能は異常が発生した場合，把握すべき情報を複数の表示モニタを用いて運転監視員へ自動的に提示する。また把握したのちの対応も，提示されたフローに従うことでだれもが適切に行えるようにしている。

監視制御卓，大形 DP，制御司令卓に目的別に通知される情報は次のとおりである。

(1)　発生時刻と発生事象名（誘発された二次事象は除外）
(2)　発生場所の位置（路線）情報
(3)　発生設備の詳細状況と関連設備および場所の状況
(4)　運転監視員が処置すべき操作フロー

〈注1〉Windows NT ：米国 Microsoft Corp. の登録商標
〈注2〉UNIX ：X/Open Company Ltd. がライセンスしている米国ならびに他の国における登録商標

図４　監視制御卓画面表示例

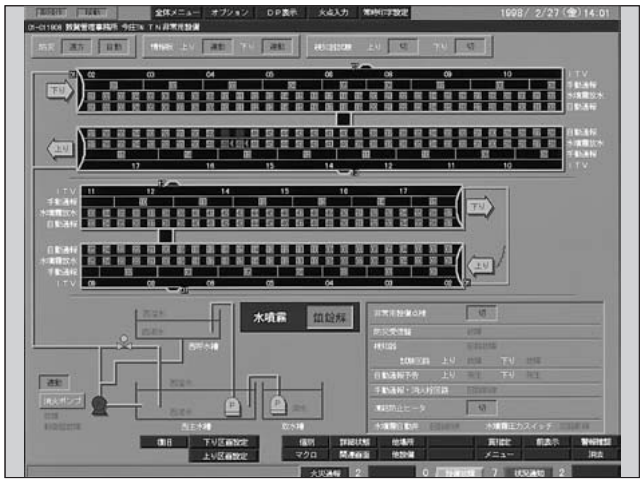
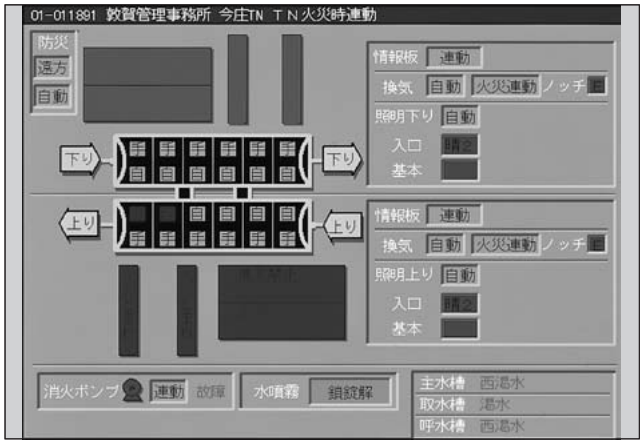


図５　大形ディスプレイ画面表示例



(5)　制御司令が対応すべき業務フローと連絡先

図４および**図５**に画面表示例を示す。

また，自動通知機能は異常が輻輳（ふくそう）して発生した場合，各異常事象の優先度に応じて情報提示を行うことと，運転監視員は提示される情報がなくなるまで順次対応を行うことで全対応を漏れなく完了することができる。

5.2　遠隔モニタ機能

各管理事務所では現場対応拠点として，異常事象に迅速・的確な対応を行わなければならない。したがって異常通知を受けた場合，詳細な状況を速やかに把握し運用する必要がある。

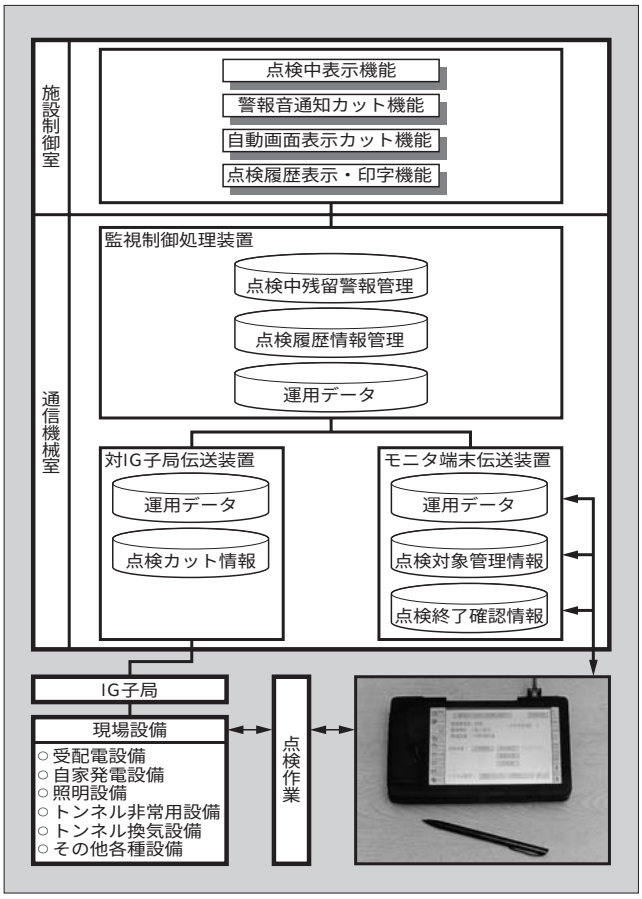
これを実現するために各管理事務所に配置された施設モニタは，施設制御室の卓と同一の表示画面を有し，施設制御室と同一の監視情報を検索できるようになっている。

また RH（ロードヒーティング）制御モニタは，雪氷対策上必要となる管理事務所での融雪設備運用を実現するため，限定設備のみの遠隔操作を可能としている。

5.3　携帯端末機能

各種設備が設置されている現場では，定期的な点検や設備の改修などが行われている。これらの業務の効率化・省

図６　携帯端末連携機能ブロック図



力化を実現するために，携帯端末を活用し下記の支援機能を提供している。

(1)　現場からの点検開始・終了登録による施設制御室への作業通知機能

(2)　現場からの点検登録情報による施設制御室への点検中発生警報通知カット機能

(3)　点検終了時に現場の設備運用状態を自動判定する機能

図６に携帯端末連携機能のブロック図を示す。

5.4　訓練機能

訓練機能は施設制御室で最も重要なトンネル火災発生に対応する操作訓練機能である。

訓練機能の実行は，施設制御室業務を統括する制御司令卓にて進行管理する。訓練機能は監視制御処理装置の待機系にて実行され，実行の際は待機系のオンライン切離しや訓練卓への切換など訓練用にシステム遷移が行われる。

訓練内容も制御司令卓から設定でき，さまざまな施設動作状況をあらかじめ構築された訓練シナリオに加えることで，訓練卓にてさまざまな火災対応をシミュレーションすることが可能である。**図７**に訓練機能のブロック図を示す。

5.5　ガイダンス構築支援機能

ガイダンス表示機能は，運転監視員および制御司令が果たすべき具体的業務を提示する画面機能である。利用目的

図７　訓練機能ブロック図

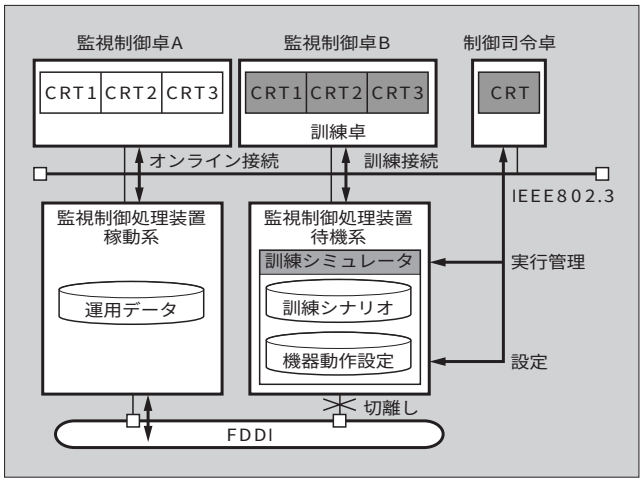


図８　ガイダンス構築画面表示例

ごとに以下の機能を提供している。

(1)　監視制御卓用の操作ガイダンス

(2)　制御司令卓用の対応ガイダンス

(3)　上記ガイダンスと連携する連絡先ガイダンス

これらガイダンスの内容は，運用体制の変更などにフレキシブルに対応できることが重要であるため，内容を適時修正できるよう，ガイダンス構築支援機能を提供している。**図８**に構築画面例を示す。

6　あとがき

本稿にて紹介したシステムをはじめ，広域施設管理システムには以下の技術要素の組合せが重要である。

(1)　広域に点在する各所の情報を集中化する通信技術

(2)　多数の場所の大量データを高速処理する情報処理技術

(3)　各種情報を人間が迅速かつ的確に判断処理するためのマンマシン処理技術

(4)　効率的なシステム構築を実現するエンジニアリング技術

今後ともこれら技術の融合と新技術の開発・適用を図りながら，さらに21世紀の社会に貢献できるシステムの開発と提供を行う所存である。

施設情報管理システム「SOINS–IIS」

島岡　成治（しまおか　せいじ）　　渡辺　正幸（わたなべ　まさゆき）　　水野　豊（みずの　ゆたか）

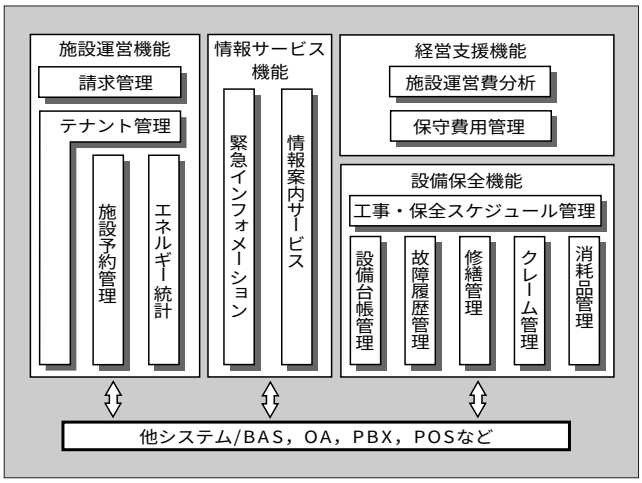
1　まえがき

産業のソフトウェア化，サービス化，情報化に伴ってオフィス空間が活動の中心になってきている。施設管理においても従来の設備保全を中心とした施設管理システムの範囲から，利用者への情報サービス機能と経営支援機能を付加した施設管理システムが求められている。こうしたニーズに対応すべく，富士電機では，施設情報管理システム「SOINS–IIS」（Social Information System–Infrastructure Information System）を開発し，総合的な施設の運営支援に成果をあげたので，2件の納入事例を基にその特徴を紹介する。

2　SOINS–IIS の機能体系

SOINS–IIS の機能は大きく分けて，施設・設備の維持管理者向けの設備保全機能と，施設利用者向けの情報サービス機能，テナント管理・請求管理などの一般職員向け施設運営機能，施設のオーナー・企画部門向けの経営支援機能からなる。**図1**に基本機能の構成を示す。

図1　施設情報管理システムの基本機能構成



3　YRP センター 1 番館 OA–LAN システム

横須賀リサーチパーク（YRP ： Yokosuka Research Park）は，東京湾を望む三浦半島の緑あふれる横須賀市の丘陵地に，国内外に例のない「情報通信技術に特化した研究開発拠点」として誕生した。

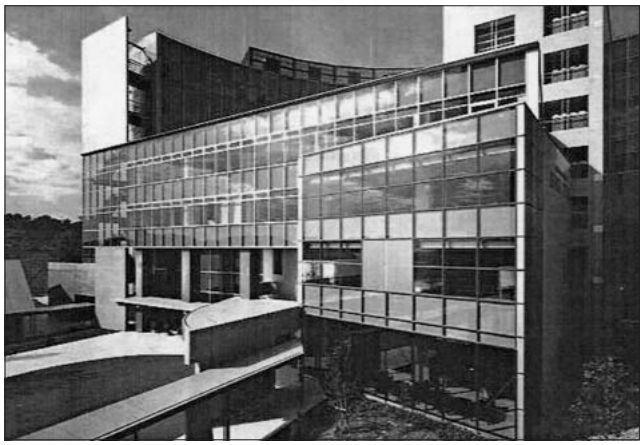
こうしたなかで，(株)横須賀テレコムリサーチパークが建設運営する YRP センター 1 番館は YRP 内に位置し，地上 7 階，地下 1 階，延床面積 15,000 m^2 からなり，各企業の情報通信分野の研究開発スペースとして，研究開発室を賃貸する研究テナントビルである。なお，情報通信設備全体は，(株)横須賀テレコムリサーチパークを中心とするセンター施設情報化推進グループの企画立案と NTT グループの設計施工監理により実施されたものである。

YRP センター 1 番館の全景を**図2**に示す。

3.1　管理対象およびその特徴

YRP センター 1 番館は，研究開発室，電波暗室，会議室，研修室などを備えた研究テナントビルであり，また，会議室，研修室などは広く入居者以外にも開放している。したがって，これら設備の予約業務の簡易化と，各テナントへの賃貸料，利用料金，エネルギー使用料などを含めた

図2　YRP センター 1 番館の全景



島岡　成治

社会システム分野における施設情報管理システムの開発に従事。現在，システム本部第一システム統括部社会システム部担当部長。

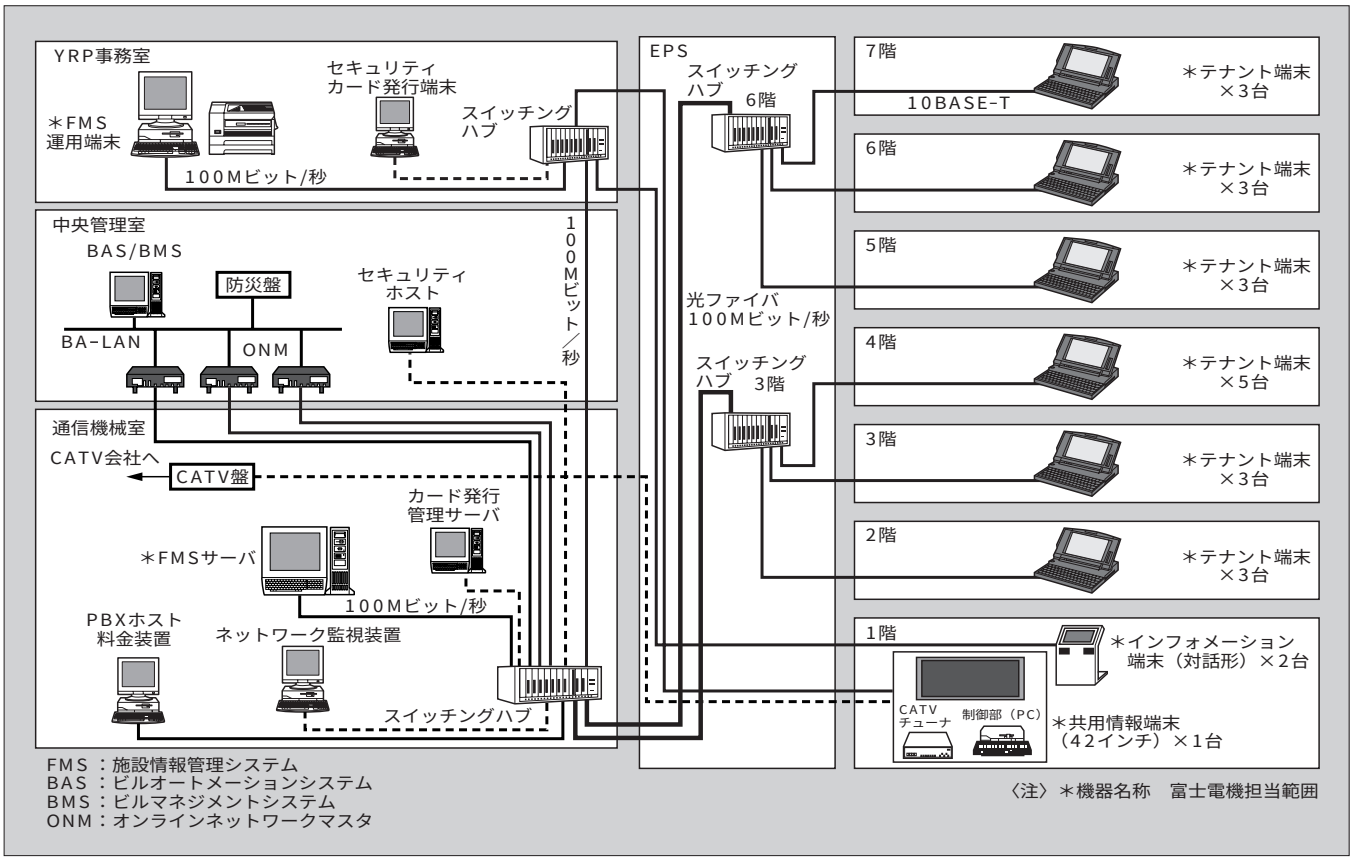
渡辺　正幸

施設情報管理システムの開発に従事。現在，システム本部第一システム統括部社会システム部。

水野　豊

社会システム分野における情報処理システムの企画・設計，およびエンジニアリング業務に従事。現在，システム事業本部社会システム事業部首都圏営業第二部。

図3　YRP センター 1 番館のシステム構成



月々の料金請求業務の自動化，各種設備の省エネルギー化，来訪者，利用者への情報サービスの向上が求められている。

3.2　OA-LAN システム

全体的なシステム構成を**図3**に示す。

100/10 M ビット/秒兼用のスイッチングハブ 4 台をスター状に配置し，マルチベンダによる OA-LAN システムを構成した。館内は統合配線され，フロア間は 100 M ビット/秒の光ファイバで結合した。システムは，パーソナルコンピュータによるクライアント・サーバ構成とし，ディスク装置は課金データなどを扱うため二重化し信頼性の向上を図っている。

3.3　主な機能

テナントビルを効率的に運営支援するための主な機能を以下に述べる。

3.3.1　テナント管理

入居テナントに関する以下の情報を管理し，入居テナントに対する請求書の発行を支援し，テナント管理業務の効率化を図る。

(1)　入居企業情報

企業名，会社状況（資本金など），住所・連絡先・窓口などの入居企業情報を管理する。

(2)　テナント情報

各テナントの契約情報（期間，条件，契約日），請求先・請求方法，入居日・退去日・解約日，区画 No. などのテナント情報を管理する。

(3)　フロア状況

フロアの使用状況をフロア，区画ごとに入居または空き，入居テナント名で把握する。

3.3.2　請求管理

入居テナントに対し，毎月自動的に以下の月額料金を求め請求書を発行する。

(1)　賃貸料

テナント情報に基づきフロア賃貸料，共益費を求める。

(2)　エネルギー料請求

ビルオートメーションシステム（BAS）で処理したメータ値をネットワーク経由で収集し，テナントに対する電気，水道，ガスの使用料金を求める。

(3)　電話料金

電話料金管理システムで処理した電話機ごとの使用料金をネットワーク経由で収集しテナントごとの電話料金を求める。

(4)　会議室使用料金

予約システムと連動し，会議室，研修室などの使用料金を計算する。

(5)　スポット料金

随時発生する請求項目をスポット項目として請求書に反映する。

3.3.3　予約管理

各テナントに配置したテナント端末から直接，施設内の賃貸施設（会議室，研修室）を予約したり，予約の変更，

図４　予約受付画面例

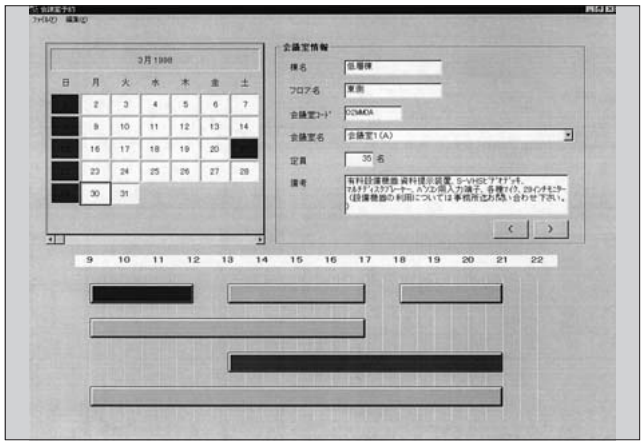


図５　インフォメーション端末表示例

キャンセルを可能とし，テナントの優先予約，ダブルブッキングの防止，管理業務の低減を図っている。それぞれの設備は有料であるため，利用料金の請求も，予約内容に従い月々の１請求項目とし，フロア賃貸料などと合わせて請求できる。

テナント以外の来訪者にも会議室，研修室などを開放するため，地域内外の企業，団体，住民などからの申込みを電子メール，電話，ファクシミリなどにて受け付け，管理者端末から予約を登録する方法を採用した。

また，会議室の利用状況を分析する機能を有し経営支援を行っている。

図４に予約受付画面例を示す。

3.3.4　情報サービス機能

(1)　共用情報端末表示

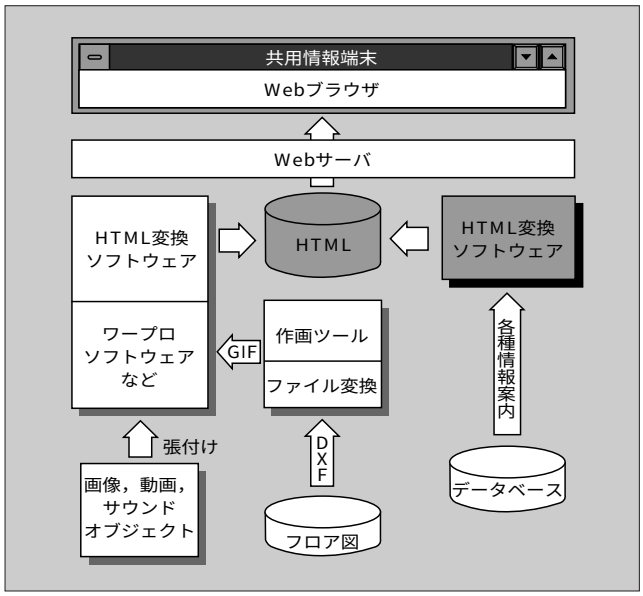
ホールで開催される各種催し物などにおいて，より情報伝達効果が出るように，42インチのプラズマディスプレイを自立盤上に固定した可動式の共用情報端末を用い，１階エントランスホールの複数箇所に設置可能としている。

公共的な性格を持つ当施設において，入居者や来訪者に対し，憩いとコミュニケーションゾーンの醸成，情報発信の手段として活用され，施設情報管理システムに登録されている当日の催し物案内や，施設にふさわしい CATV 番組・ビデオ映像を放送する。

主な表示内容は以下のとおりである。

(a)　映像情報表示

図６　イントラネット方式による情報配信構造



CATV の番組やビデオ情報を放映する。

(b)　催し物案内

当日の，または以降計画されている施設内の会議，展示会などの案内を行う。

(2)　インフォメーション端末表示

来訪者向けに，21インチの自立形インフォメーション端末を２台，１階エントランスホールに設置した。来訪者が容易にアクセスできるよう画面タッチによる選択方式とした。また，情報配信機能には，Web ブラウザ機能を使用し，HTML（Hyper Text Markup Language）を用いた文字・画像などの固定情報とデータベースの可変情報を組み合わせ，各種案内にふさわしいビジュアルな情報をタイムリーに提供するものとした。

主な表示内容は以下のとおりである。

(a)　施設案内

来訪者のために入居テナント，会議室などの場所案内とフロアごとの施設案内を行う。

(b)　地域案内

地域 PR のために横須賀市の案内，YRP の案内，地域の施設案内を行う。

(c)　交通案内

来訪者の交通の便を確保するため，施設最寄りの電車，バスの時刻表，タクシー会社の連絡先を表示する。

(d)　宿泊案内

施設最寄りの宿泊施設の案内を行う。

表示例を**図５**に示す。

また，情報コンテンツの制作を容易に行うために，ワードプロセッサ（ワープロ）と組み合わせたコンテンツ制作ツールを使用し，ワープロで記述（文章，画像の表示位置など）したものを HTML に自動変換する方式とした。したがって，施設運営者が容易に，施設のイベントに合わせ情報コンテンツの制作・編集が可能である。

イントラネット方式による情報配信構造を**図６**に示す。

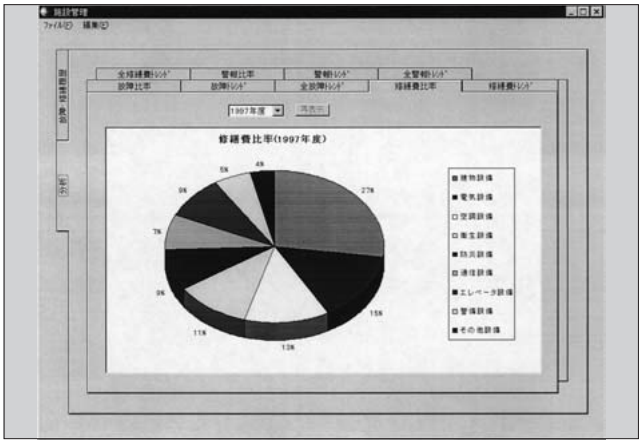
3.3.5 施設運営費分析

保守委託費，修繕費，光熱費などの費用を施設情報管理サーバで一元管理し，各種費用の推移を統計的に管理し，施設全体の運営費を分析する。

また，各種情報を分析表示するグラフについては，画面上の編集操作により，クリップボード経由でワープロなどで準備した文章上への張付けや，グラフ形式，スタイルの変更が可能である。したがって経営会議などで，システムの情報を使用したビジュアルな検討用資料，プレゼンテーション資料の作成が可能である。

画面例を**図7**に示す。

図7　施設運営費分析画面例



4 NTT DoCoMo R&D センター施設管理系システム

NTT 移動通信網(株)（NTT DoCoMo）が建設運営する R&D センターは，YRP 内に位置し，地上 7 階，地下 1 階，延床面積約 50,000 m² からなり，より自由なテレコミュニケーションの実現と，21世紀のコミュニケーションの在り方を創造する知的生産活動の拠点として設立された。なお，情報通信設備全体を日本電信電話(株)法人営業本部が施工監理され，富士電機は施設管理系システムを担当した。

4.1 管理対象およびその特徴

施設内は，R&D 居室，実験室，会議室などの研究開発ゾーンと図書室，展示室，エントランスホールなどの共通ゾーンからなるオーナー専用研究ビルである。

R&D センターには国の内外を問わず来訪者も多く，受付での適切な対応，案内が求められている。また，研究成果を紹介する機会も多く，各分野の方々に効果的かつ効率的な紹介業務が必要とされている。

4.2 施設管理系システム

システム構成を**図8**に示す。

館内は統合配線され，フロア間は 100 M ビット/秒の光ファイバで結合されている。施設情報管理システム用に，100/10 M ビット/秒兼用のスイッチングハブを配置し，マルチベンダによるネットワークシステムを構成した。また，情報サービス用に軽量でスリム，省スペース，広視野角

図8　NTT DoCoMo R&D センターのシステム構成

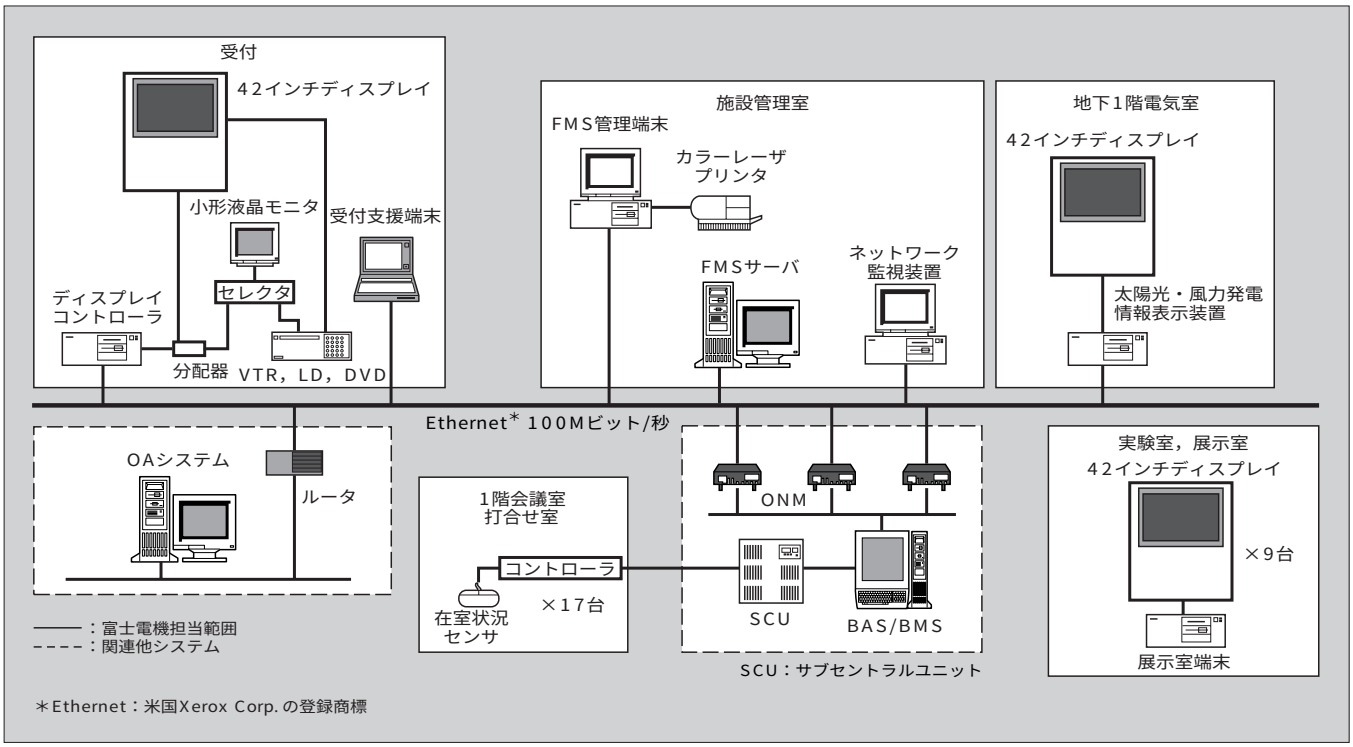
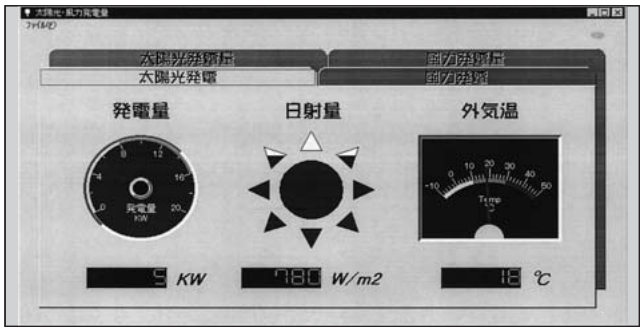


図９　受付支援用画面例

図 10　見学案内用画面例



（160 度以上），蛍光体の劣化がなく長寿命な大形プラズマディスプレイ（42インチ）を10台採用している。

4.3　主な機能

SOINS-IIS の施設維持管理機能，エネルギー管理機能に加え，以下の来訪者用情報サービス機能，受付支援機能などを開発し効果的な業務支援を実現した。

4.3.1　受付支援機能

受付支援用大形プラズマディスプレイを受付の横に設置し，当日の来訪者スケジュールに合わせて各国からの来訪者を歓迎メッセージで迎え，行先をフロア案内図で紹介する。

また，受付からの手元選択により，施設情報管理システムの情報や環境ビデオ映像などを選択表示可能とし，各種イベント開催時には，催し物案内情報を受付から設定画面を利用し容易に作成できる方式としている。

図９に画面例を示す。

4.3.2　見学案内用・展示室用情報表示システム

研究成果紹介用プレゼンテーションツールとして，リモートマウス，ワイヤレスマイクなどを装備した大形プラズマディスプレイを９台設置し，研究開発成果を紹介するために使用している。

また，建物紹介と環境対策の太陽光・風力発電装置の説明用に大形プラズマディスプレイを１台設置している。R&D センターの特徴である免震構造などの建物設備を紹介したり，BAS で風向，風速，日射量，外気温，各発電量を計測したものを，施設情報管理サーバにてデータ加工しビジュアルに表示し，来訪者にデモンストレーションしている。

図10に画面例を示す。

4.3.3　在室管理の自動化

会議室の効率的運営を図るため，各会議室に設置した在室センサによって，人の在，不在をチェックし一定時間不在の場合には，不在情報を OA（Office Automation）側の会議室予約管理システムに送信している。会議室予約管理システムは，この情報に基づき利用状況の分析を行い，会議室運営を効果的に支援している。

5　あとがき

本稿では，SOINS-IIS を応用したシステムの納入事例を２件紹介した。

施設内では，施設の運営・利用目的に合わせ，施設利用度の向上，有用情報の提供，施設運営の合理化が求められている。今後，建物，設備の物情報と，カード発行システムで扱う人情報，BAS ・ POS（Point of Sales）システムなどで収集される入出金情報をより一元化し，施設内や各施設を有機的に結ぶ情報流通ハブとしての施設情報管理システムの構築に努力していきたい。

アミューズメント施設向けキャッシュレス管理システム

白井　英登（しらい　ひでと）　　**真野　敬三**（まの　けいぞう）　　**増倉　孝好**（ますくら　たかよし）

1　まえがき

国民の生活意識は，21世紀を目前に控え「ものの豊かさ」から，「余暇」「娯楽」など「こころの豊かさ」へと向いており，昨今の健康志向ブームと相まったニーズのなかで，地域に密着したアミューズメント施設，特にプールをメインとしたフィットネス施設，レストランから，温泉，憩い設備などまで幅広い年齢層をターゲットとした総合アミューズメント施設の建設が進められている。これらの施設においては管理運用面を容易に支援し，管理者，利用者，両サイドにとって有効なシステムが求められており，このほど富士電機は，ゲート，券売機，精算機，POS（Point of Sales）システムなどから構成されるキャッシュレス管理システムを開発したので，以下に納入事例２件について技術的特徴を中心に紹介する。

図１　鶴見緑地プールの全景

2　鶴見緑地プール向けキャッシュレスシステム

大阪市鶴見緑地プールの全景を**図１**に示す。

2.1　施設の特徴

鶴見緑地プールは，大阪市の東部に位置し，「国際花と緑の博覧会」会場の駐車場跡地に建設されたプール施設である。流水プールをはじめ，子供プール，洞くつジャグジー，造波プール，ウォータースライダなどさまざまなプールが用意されており，子供から大人，若いカップルから家族連れまで幅広いユーザー層をターゲットとした施設である。

2.2　運用フローおよびシステムに求められる要件

本施設において，入館から退館までの一連の運用をキャッシュレスにて処理するのが本システムの導入目的である。以下に本施設の運用の流れを説明し，そこからシステムとしての要件を抽出する。

図２に本システムの構成，**図３**に運用フローを示す。

まず，施設利用者は，入口券売機にて入場券を購入し，入館ブースにてチェックインする。この時，リストバンドが発行され，個人用の口座が開設される。このリストバンドはIDタグ付きになっており，利用者は，このIDタグ付きリストバンドにより一元的に管理される。館内における飲食，物品などのレンタルの際には，このリストバンドをタグリーダに読み込ませることにより，その利用者のID（具体的には口座番号）と，その時発生した売掛金額データなどがPOSレジスタを経由し，サーバで一括管理される。また，館内を利用している途中で，利用者が精算すべき金額を確認できるよう，料金照会機を設けており，リストバンドをタグリーダに読み込ませることにより，確認時までの利用金額を照会できる。最後に館内の利用を終えて精算・退館する際には，自動料金精算機の投入口に自分のリストバンドを投入することにより，自動的に精算金額が表示され，精算できる。精算が完了すると退場券が発行され，その退場券にて退場ゲートから退館する。

このシステムに求められる要件は，下記の点である。

(1)　無停止システム
(2)　精算金額，各種データの整合性
(3)　顧客サービスの向上

以下にシステムの機能およびその技術的特徴を概説する。

白井　英登

社会システム分野における情報処理システムのシステムエンジニアリング業務に従事。現在，システム事業本部社会システム事業部技術第三部。

真野　敬三

社会システム分野における情報処理システムのシステムエンジニアリング業務に従事。現在，エンジニアリング統括本部社会・民需事業部情報試験部。

増倉　孝好

社会システム分野における情報処理システムのシステムエンジニアリング業務に従事。現在，エンジニアリング統括本部情報制御事業部システム技術部。

図２　鶴見緑地プールのシステム構成

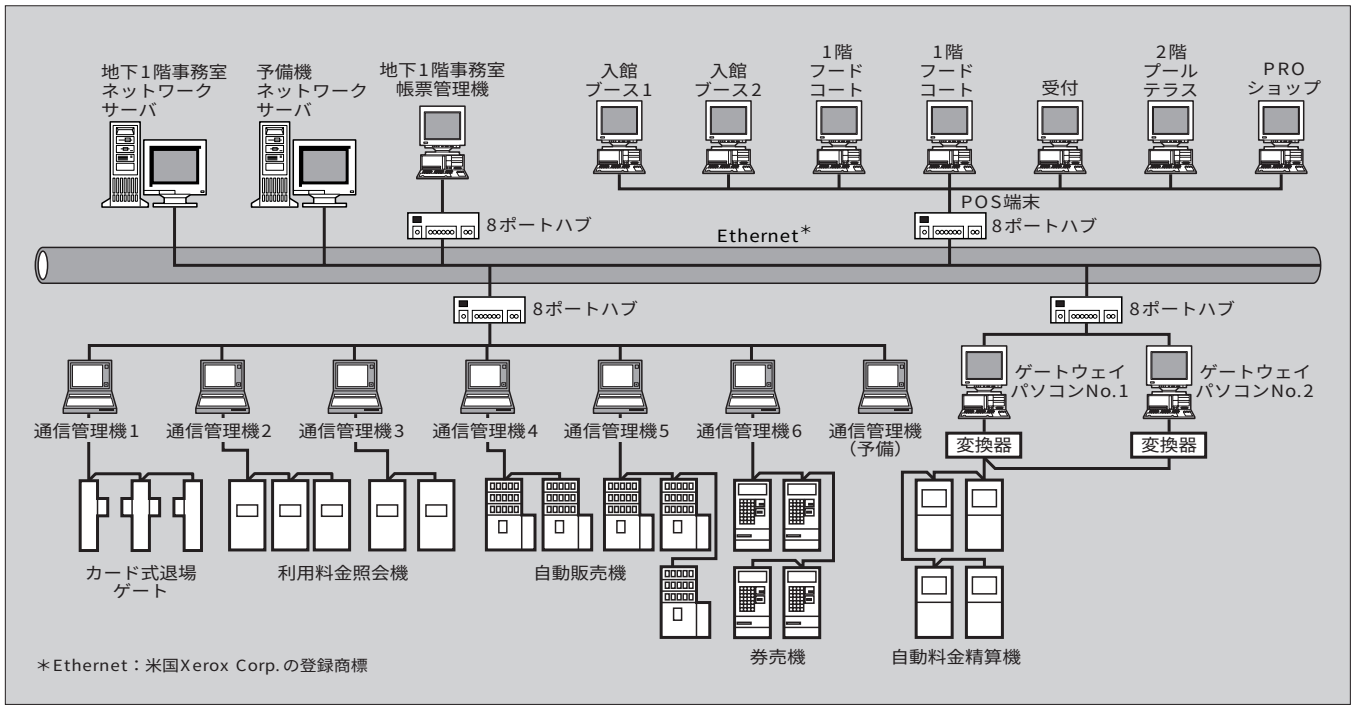


図３　鶴見緑地プールの運用フロー

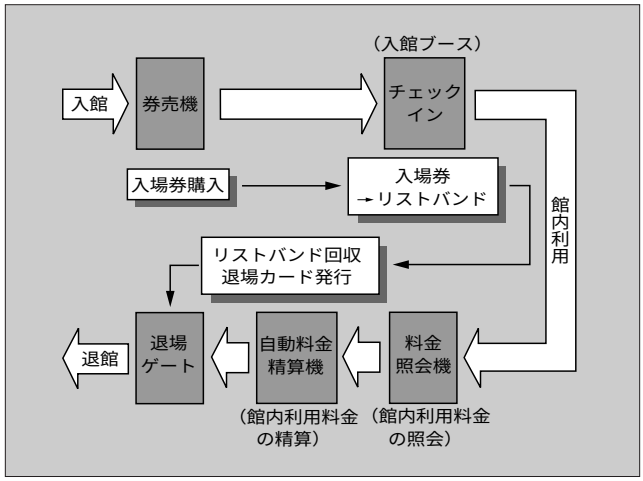


図４　鶴見緑地プールの料金照会機

図５　鶴見緑地プールの退場ゲート

2.3　機能の概要および特徴

本システムの特徴は次のとおりである。

2.3.1　ID タグリーダ付きリストバンド

ID タグとは，円筒状の IC を採用し，タグリーダから発信された信号を検知することにより，ID タグとタグリーダ間のデータのやりとりを非接触で行うものである。これをリストバンドに組み込んで使用することにより，以下の利点が得られる。

(1)　非接触であるため操作が簡単である。

(2)　体に装着するため紛失が防止できる（悪用防止）。

2.3.2　パーソナルコンピュータ（パソコン）サーバの二重化

データをサーバにて一元的に管理するためには，サーバの信頼性を強化することが，システム全体の信頼性を強化する一番のポイントとなる。サーバはデータの一元管理，ネットワーク管理などシステムの中核部分をなしており，

図６　鶴見緑地プールの自動料金精算機

図７　クリーンスポーツランドの全景

システム内の負荷も必然的に大きくなるため，性能，データ保証両面から信頼性の強化を図る必要がある。

本システムにおいては，サーバの二重化を図り，主系サーバダウン時に従系サーバに自動的に切り換わる。主系ー従系間は専用回線によるミラーリング方式を採用することにより，切換り時のデータ連続性を保証している。

2.3.3　料金照会機

館内利用者が実際に利用した金額を確認するためには，ID タグ付きリストバンドをリーダ部に接近させるだけで，個人情報を参照できる。そのなかには，入場料金を除いた館内利用料金，在館時間，ロッカ No. などを参照できる。

2.3.4　自動料金精算機

館内で発生した売掛金は自動料金精算機にて行う。退館時にリストバンドを所定の投入口へ投入することにより読取り・精算金表示を行う。

本精算機は非接触リーダを採用することにより，投入されたリストバンドの形状にかかわらず，ID を瞬時に読取り可能とした。

2.3.5　退場ゲート

フラッパ部を障害者対応とし，軟らかい材質を採用し，開く速度は通常の速度（約１秒程度）であるが，閉じる速度を遅く（４秒程度）することにより，人的安全性の向上を図った。

図４～**６**に料金照会機，退場ゲート，自動料金精算機のそれぞれ外観を示す。

③　豊中市伊丹市クリーンランド向け入館者管理システム

クリーンスポーツランドの全景を**図７**に示す。

3.1　施設の特徴

豊中市伊丹市クリーンランド「クリーンスポーツランド」（以下，クリーンスポーツランドという）は，大阪府豊中市と兵庫県伊丹市両市の境界付近に位置し，ごみを焼却する際に発生する焼却熱を重要な熱源として利用している施設である。

施設内容としては，25 m プールをはじめ，ウォータースライダ，幼児用ファミリープール，ジャグジー，サウナなどのプールを中心にギャラリー，食堂やアスレチック・フィットネス施設までと幅広い年齢層をターゲットとしたメニューを提供している。

3.2　運用フローおよびシステムに求められる要件

図８に運用フローを示す。

まず，施設利用者は，入館時に券売機にて使用券を購入する。券種によっては，券売機で販売しないものもあるので，その券を利用する際には，フロントにて購入する。また，月・年会員制度が設けられており，会員の場合には，回数制限付きのリライト式 PET（ポリエチレンテレフタレート）カードを購入し，毎回使用する。この際，フロントにて別途会員用 ID カードを提示して磁気的認証を行う必要がある。使用券の購入後，入場ゲートを通過して，フロントにてチェックインを行う。ここでリストバンドとロッカキーを受け取るが，本施設の場合は ID タグ方式ではなく，バーコード方式である。フロントでのチェックインが完了すると，各種プールの利用，飲食などがキャッシュレスで行える。ただし，鶴見緑地プールのケースとは異なり，料金照会機的なものは設けていない。最後に，退館時の精算は再びフロントにて行う。精算が完了すると，再びゲートから退館し，一連の運用が完了する。同時に PET カードは回収され，再利用されることになる。

このシステムに求められる要件としては，鶴見緑地プールのケースと基本的には同じであるが，固有の要件として下記の 2 点が挙げられる。

(1)　施設使用者の入退館のチェック強化（プール，フィットネス施設など複数のメニューが混在している）
(2)　システム資源の有効利用（再利用）

以下にこれらのシステムの要件に対する機能およびその技術的特徴を述べる。

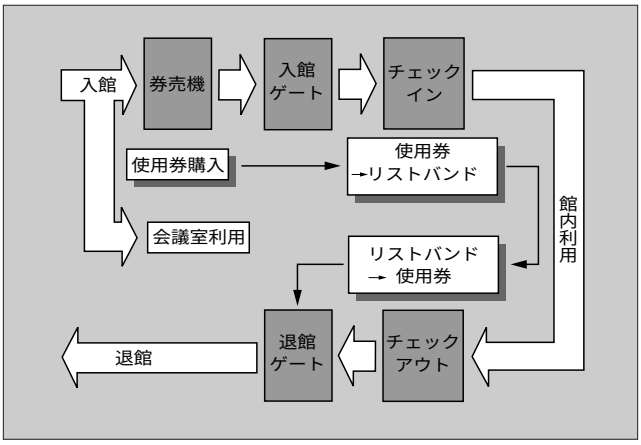
3.3　システムの特徴

図9にそのシステム構成を示す。

3.3.1　リライト式 PET カード

本施設では，リライト式の PET カードを利用する。施設使用者が券売機にて券を購入する際に券種別をサーマル的に書き込み，ゲートの通過（入館，退館）時にも同様に時刻の書込みを行う。また，リライト式であることからこれを退館の都度回収して印字消去（印字消去機による）を行うことにより，物理的には50〜60回程度の再利用を可能としている。

図8　クリーンスポーツランドの運用フロー



3.3.2　バーコードタグ付きリストバンド

館内でのキャッシュレス化の媒体としてはリストバンドにバーコードを付けた方式を採用している。この方式は，一般的によく利用されている方式であり，読取り方式として一般的な JAN8（Japan Airticle Number 8）方式を採用しているため，普及率，信頼度とも十分である。

3.3.3　会員カード発行機能

本施設において定期会員になるには，まず，会員手続きを行って会員カードを発行してもらう必要がある。この会員カード発行の際には，ディジタルカメラとカードプリンタシステムを連動し，ディジタルカメラにて上半身写真をその場で撮影し，カードプリンタシステムへデータを送信することにより，写真付きの定期会員カードの発行を可能としている。この際，定期会員が延長契約を行えるよう有効期限をシール方式とし，同じカードの継続利用を可能としている。

3.3.4　システム信頼性への考慮

パソコンサーバのハードディスクについて RAID（Redundant Arrays of Inexpensive Disk ：複数の小形のハードディスクを使って単独のそれよりも信頼性，性能を向上させたもの）対応のものを搭載し，MTBF（Mean Time Between Failure ：平均故障時間）の向上を図っている。

また，同一機能の端末を複数台設けることにより，一方が故障しても他の端末で肩代わりを可能としている。

3.3.5　バックオフィス機能

ゲート，フロント処理，館内売掛け処理などにより発生

図9　クリーンスポーツランドのシステム構成

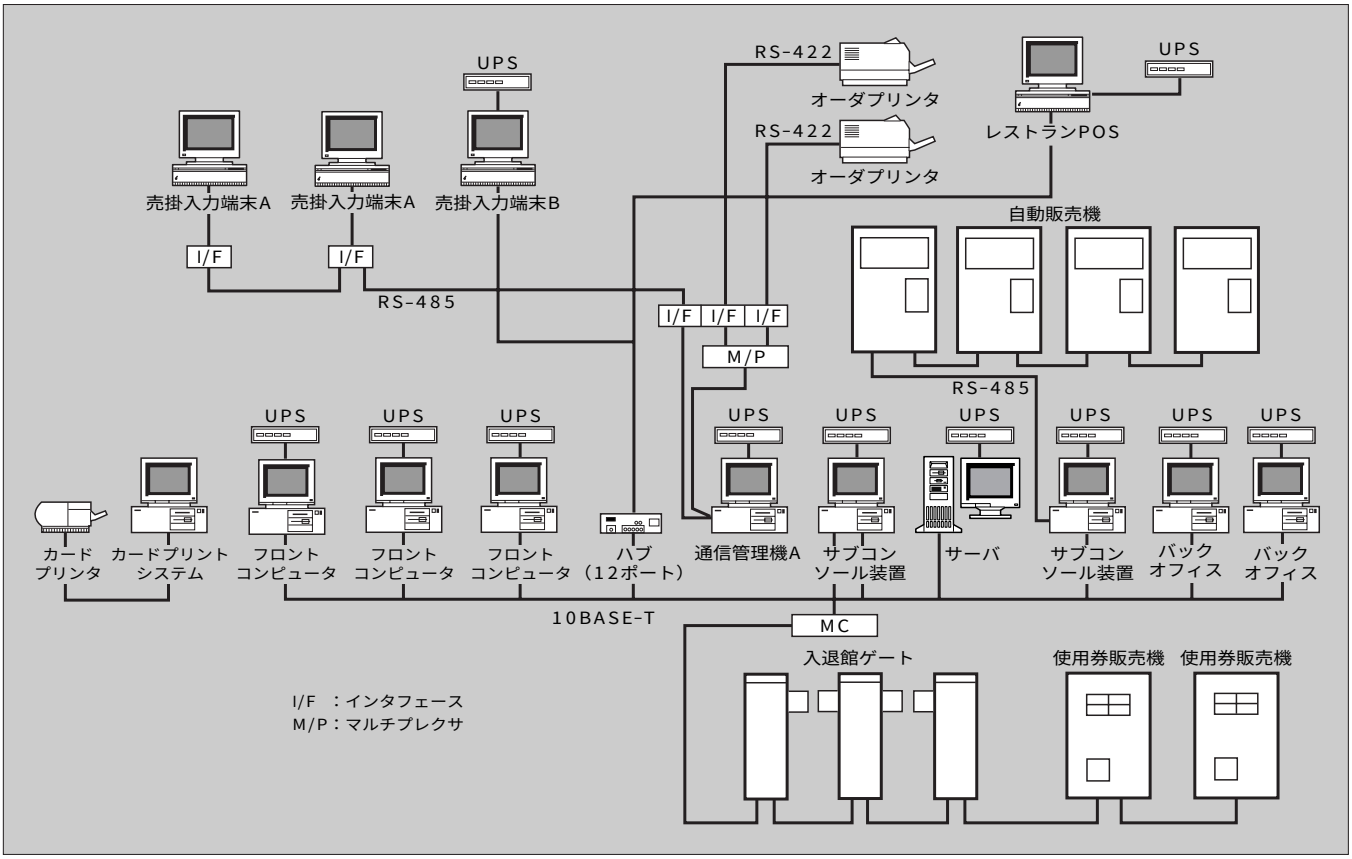


図10　クリーンスポーツランドのフロント風景

したデータをオンラインで取り込み，種別ごとに集計・分析することにより，運営上の指針を提示し，業務を支援する機能を提供している。また，この施設では，ゲートを通過せずに会議室の利用も可能となっているため，この端末で予約登録，利用状況などの確認・分析を行う機能も担っている。

図10にフロント風景を示す。

4　あとがき

今回はプール向けのキャッシュレス管理システムの納入例を２件紹介した。このようなシステムの適用分野は実に広く，健康ブーム，高齢化など，時代背景ともマッチして今後成長を期待できる分野の一つである。

富士電機は，これまで蓄積した技術を最大限に生かしながらシステム全体の一層のレベルアップに努めていくとともに，環境問題などへの配慮も含め，さまざまな切り口から市場ニーズにこたえ，顧客へのサービス向上を実現したシステム作りにより一層努力していく所存である。

最近登録になった富士出願

〔特　　許〕

登録番号	名　　称	発明者	登録番号	名　　称	発明者
2748385	同期発振回路	黒田　栄寿	2752497	電話回線切替装置	古沢　武三 山下　哲朗
2748584	制御ループ切替形ディジタル PLL 回路	小島　浩 川田　信哉	2752499	文字読取り装置	小倉　一郎 本郷　保夫
2748696	立軸水車の自冷軸受	秋山　稔	2752704	直流ハイブリッド給電システム	高林　泰弘 荒井　研一 茂木　浩 小寺　昭紀
2748708	横軸水車発電機の軸受冷却装置	佐藤　隆作			
2749502	無停電電源装置の蓄電池良否判定方法	廣瀬　順 佐藤　豊 高橋　昇	2754384	電子写真用感光体	鍋田　修 古庄　昇
			2754410	硬貨計数装置	宮下　茂光
2749692	標準パターン作成方法	松井　伸二 本郷　保夫 木内　哲夫 紺野　章子	2754411	電力変換装置のスナバ回路	小林　真一 吉田　雅和 田久保　拡
2750542	超低落差水力発電所の下流側水路	久保田　喬 川島　正巳	2754424	半導体集積装置	西尾　春彦
2751108	内燃機関用点火装置	井出　哲雄	2754425	イオン注入装置における混入イオンの分析方法	加藤　善治
2751113	P チャネル絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ	岩室　憲幸	2754810	三相インバータ装置の制御回路	谷津　誠 黒木　一男
2751122	光起電力装置	宮城　正英 丸山　和美	2755271	道路トンネル照明用自動調光制御装置	山下　俊幸 高橋　健二 新保　茂
2751147	インバータ装置	吉田　敏弘			
2751522	硬貨処理機	横森　伸二 伊藤　義矩	2755281	薄膜太陽電池およびその製造方法	吉田　隆 齋藤　清雄 井原　卓郎 市川　幸美
2751531	ループコード FFT 演算方式	川田　信哉 志村　淳			
2751543	インバータ	五十嵐征輝	2755294	冷凍冷蔵ショーケース	平田　賢二

UPS の現状と展望

定由　征次（さだよし　せいじ）　　**保坂　一喜**（ほさか　かずよし）　　**加護谷 隆己**（かごたに　たかみ）

1　まえがき

コンピュータシステムは集中処理から分散処理へ，スタンドアロンからネットワークへと進展を続けており，交流無停電電源装置（UPS）は，今やコンピュータの周辺装置の一つとしてパーソナルコンピュータ（パソコン）ショップの店頭に並ぶほど一般化してきた。

図1は日本における UPS の生産状況を示しており，生産台数は年々増加を続け，1996年度には23万台に達しているが，UPS 1台あたりの平均容量は年々減少をみせており，コンピュータのダウンサイジングと並行して UPS もダウンサイジングが一段と進んでいる。

富士電機は「高い信頼性の UPS を提供する」ことを基本理念に設備計画，技術開発，設計，製造，検査，アフターサービスのすべてにわたりこの理念を貫いてきた。この結果ユーザー各位の高い評価を得て，長年にわたりトップクラスのシェアを続けてきている。

本特集では，拡大を続ける UPS の最近の技術動向と今後の展望について述べる。

2　技術動向

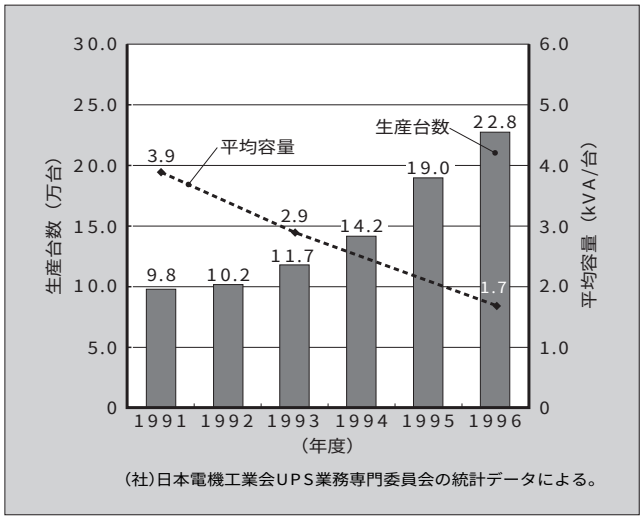
UPS はコンバータ，インバータ，バッテリーの三つの部分から構成されていることは周知のとおりである。UPS に要求される性能項目は，安定したきれいな電力を供給し続けることは当然なこととして，その大きさ（重さ），価格，損失，故障率などの最小化および機能性，保守性，安全性などの向上が挙げられる。このような要求項目に対して富士電機はさまざまな技術開発に取り組み，**図2**のような変遷をたどって今日に至っている。

UPS の基本方式には，常時インバータ給電方式と常時商用給電方式がある。インバータ給電方式は，商用健全時および停電時とも電力はインバータを通過しており，安定した電力が途切れることなく供給される。一方，商用給電方式は，商用電力をそのまま負荷へ供給し，停電発生時即インバータに切り換える。このとき 10 ms 以下のごく短時間の瞬断が発生するが，インバータは停電時だけ使用すればよく，コンバータはバッテリーを充電するだけの小容量ですむので，価格，損失，大きさの面では優位となる。

このように両者には一長一短があるので富士電機製 UPS の製品系列は，**図3**のように常時インバータ給電方式では Hi シリーズ，600 シリーズ，650 シリーズを，常時商用給電方式ではエクセレントミニ，多機能 SPS（Standby Power System）などを準備して，用途，目的，経済性，環境性などにより最適な系列を選択できるように準備している。

常時商用給電方式で商用給電回路に定電圧装置を設けたものをラインインタラクティブ方式と呼んでおり，基本的には一つの変換装置を順・逆変換の双方向に動作させるパラレルプロセッシング方式がその代表である。この方式は商用健全時にバッテリーを充電するが，同時に負荷の無効電流を制御して負荷への電圧を一定にする AVR 機能や高調波電流を抑制するアクティブフィルタ機能を付加することができる。前述した多機能 SPS は，正確には典型的なラインインタラクティブ方式であり，富士電機はすでにこの方式を大容量まで系列化している。この系列は，600 シ

図1　国内における UPS，ミニ UPS の生産台数推移



（社）日本電機工業会UPS業務専門委員会の統計データによる。

定由　征次

UPS の技術企画に従事。現在，システム事業本部社会システム事業部商品企画室長。

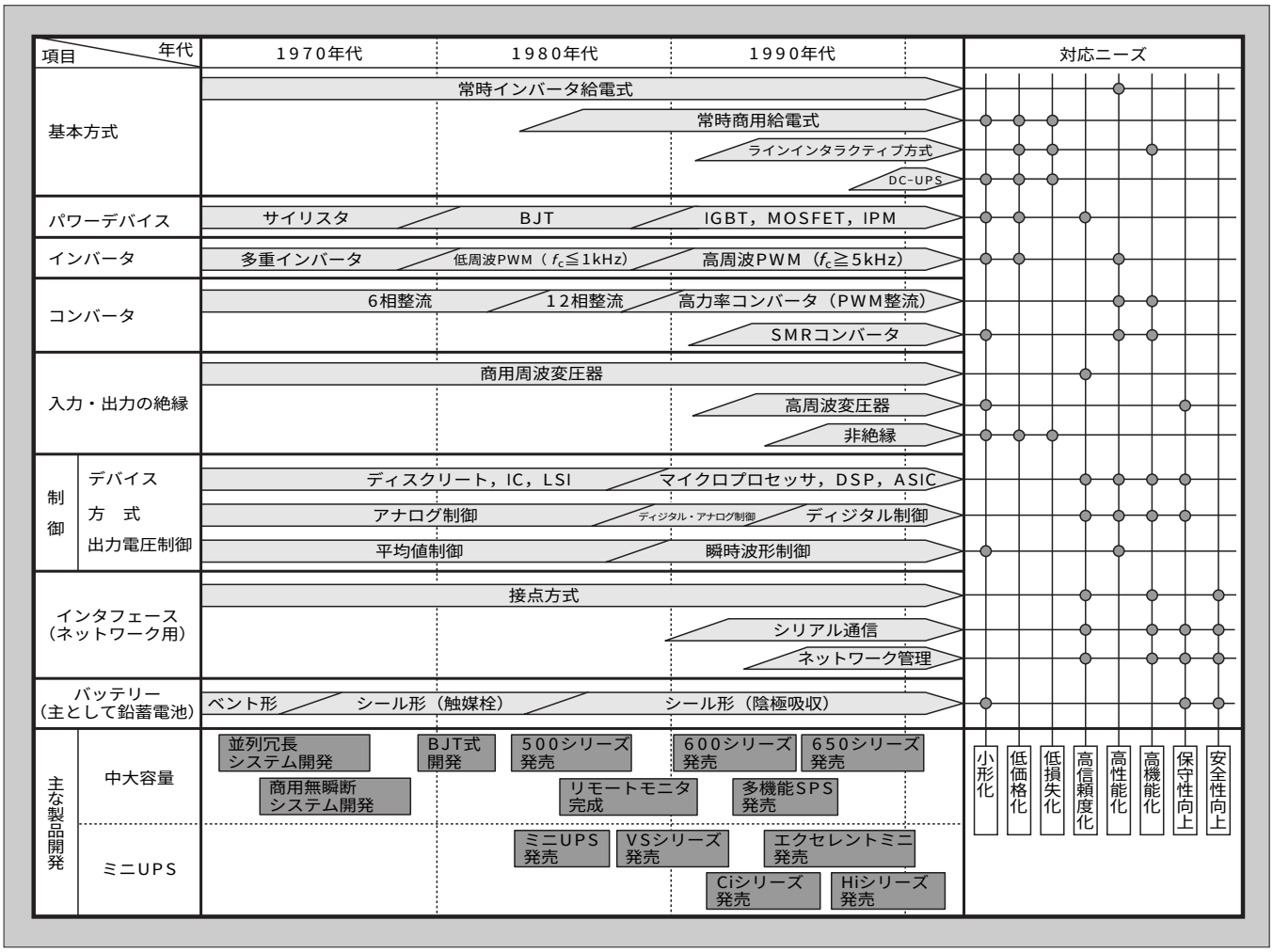
保坂　一喜

UPS および応用電源の開発，設計に従事。現在，東京システム製作所パワエレシステム技術部主席。

加護谷 隆己

パワーエレクトロニクス応用製品の開発・設計に従事。現在，神戸工場制御設計部長。

図２　富士電機製 UPS の技術変遷と製品開発



リーズに比べ経済的で低損失の無停電電源装置として，工場の FA ラインや電動機負荷などにも多数使用されている。

インバータに使用されるパワーデバイスの発展が UPS 技術の向上に大きく寄与してきた。特にスイッチング周波数を 10 kHz 程度に高周波化した，高周波 PWM 技術で装置が小形化すると同時に，電圧や電流の波形がきれいな正弦波形となるように制御する，瞬時波形制御が可能となった。このため高速スイッチング特性に優れ，自己消弧形で低損失のデバイスが望まれ，その結果 IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）を容量の大小に関係なく適用している。

富士電機では常に，新デバイスの適用をタイムリーに実施してきており，特に 600 シリーズではインバータだけでなくコンバータにも高速の IGBT を適用した「オール IGBT 式 UPS」を業界に先駆け発売し好評を得た。これは出力電圧がきれいな（高調波の少ない）ばかりでなく，高力率コンバータの採用で入力電流もきれいな装置とし，通商産業省の高調波抑制対策ガイドラインに対応している。

高周波スイッチング技術は，UPS の入力と出力との絶縁技術に変化を与えており，従来の商用周波数の変圧器を設けて絶縁した方式から，入力の周波数を高周波化し高周波変圧器で絶縁する SMR コンバータ方式で，装置の大幅な小形化を実現している。富士電機は 10 kVA 以下のミニ UPS に適用するだけでなく，50 kVA クラスの中容量 UPS にもすでに適用し，650 シリーズで発売している［詳細は本特集の別稿（新形中容量 UPS「UPS650 シリーズ」）を

図３　富士電機製 UPS の標準系列

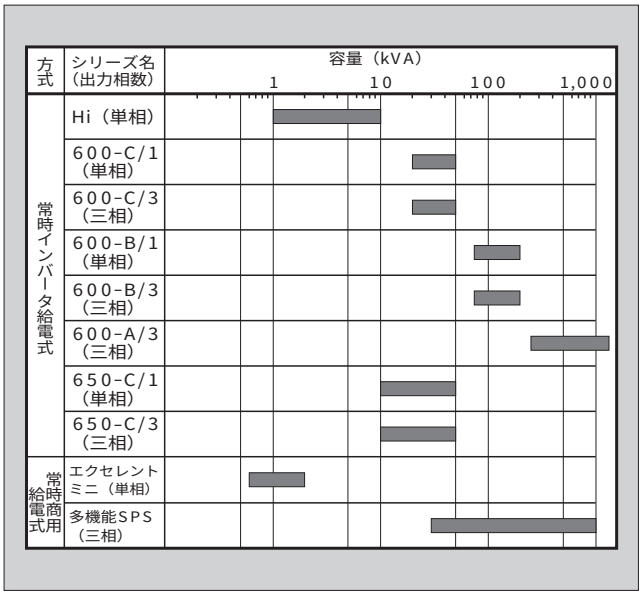
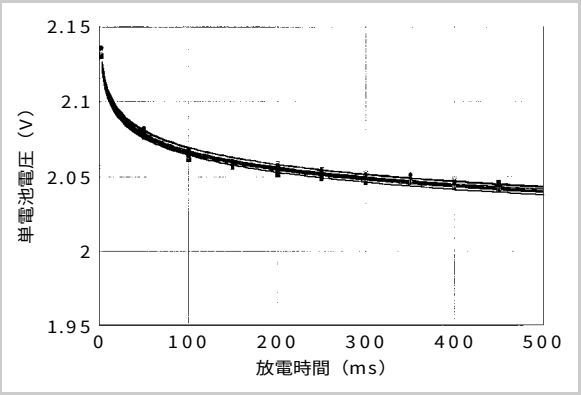
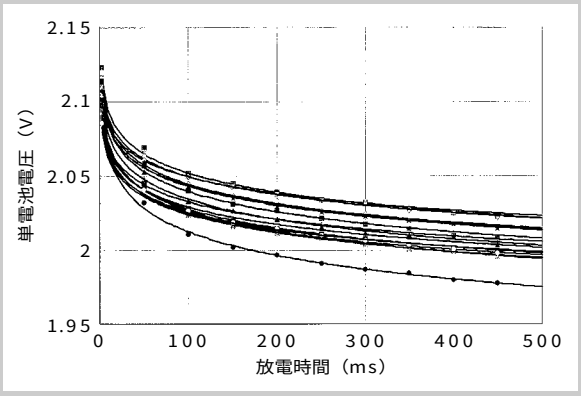


図４　バッテリー劣化診断例



（a）納入当初



（b）7年経過後

参照いただきたい］。

小容量の分野では，入力と出力との絶縁を行わないものもあり，富士電機では Hi シリーズの１～３kVA は非絶縁式とし，小形・軽量化を図るとともに，UPS 本来の安定した電力性能の供給を低下させることなく実現した。さらに，小容量の UPS では駆動回路や保護回路もワンパックにモジュール化した IPM（Intelligent Power Module）を適用し，装置の小形化，高信頼度化を図っている。

パソコンや UNIX〈注〉マシンなどで構成する LAN（Local Area Network）や WAN（Wide Area Network）などのネットワークの急拡大で，ネットワークに使用される UPS が急速に普及するとともに，ネットワーク OS と会話する機能が求められるようになった。そのため最近の小容量 UPS では，コンピュータとのインタフェース機能をもたせることが必要である。富士電機のエクセレントミニおよび Hi シリーズとも，接点式，RS-232C のシリアル通信式双方のインタフェース機能を準備している（詳細は本特集の別稿「最近のミニ UPS」を参照いただきたい）。

高信頼度化のためには UPS 単一では限度があり，バイパス回路や予備回路を設けてシステム全体として対応する技術を採用している。この場合の基本は，他の交流電源と同期運転をすることであり，スイッチに半導体を用いると同期無瞬断切換ができる。富士電機は豊富な実績とそのノウハウなどから，経済的で効果の高い高信頼度システムを構築することに努め，特に大容量 UPS の場合，UPS の周辺にこのような回路やスイッチを設け，高度なシステム技術を駆使してきた［詳細は本特集の別稿（大容量 UPS「UPS600 シリーズ」）を参照いただきたい］。

バッテリーは価格や大きさなどから鉛蓄電池を使用しており，補液などのメンテナンスが不要な陰極吸収形シール電池を標準的に使用している。この種のバッテリーは充放電サイクルや経年経過で寿命となるので，そのチェックが必要である。富士電機はバッテリーの良否判定のための自己診断機能を開発し，650 シリーズや Hi シリーズに標準装備しており，装置の信頼性維持に努めている。

メンテナンスの高度化は信頼性の維持のためには欠かすことができないことであり，今回オンラインで簡単に大容量 UPS のバッテリー容量を確認できるチェッカを開発した。バッテリーの交換時期をできるだけ定量的にとらえることを目的に，チェッカから採取した過去のデータをトレンド管理し，このデータを基にして交換時期を決めている。**図４**はその一例であり，年月の経過につれて性能低下をきたすセルが増加し，特性のばらつきが広がり，劣化が進行している様子を示している。

３　今後の展望

これまでの UPS の技術の変遷をながめると，パワーデバイス・制御デバイスの発展，高周波 PWM 技術など，どちらかというとシーズ主導であったが，今後は全体の流れとしてニーズ主導になると考える。それはあらゆる面での多様化が一層進むと思われるので，ここではその多様化を切り口に今後を展望する。

(1)　省エネルギー思想の徹底した浸透から常時商用給電式（ラインインタラクティブ方式を含む）が容量に関係なく増大

(2)　新方式として DC-UPS（小容量分野）が台頭

(3)　設置場所の多様化

電気室→コンピュータ室→オフィス→ SOHO（Small Office Home Office）→家庭→負荷機器内蔵・・・小形化，多品種少量生産化（負荷機器専用化）

(4)　コンピュータ以外の用途の拡大

マルチメディア関連，ホーム AV，ホームセキュリティ，医療機器など・・・ミニ UPS，マイクロ UPS の拡大

(5)　新蓄電デバイスの適用

電気二重層コンデンサ，スーパーエナジーコンデンサなど・・・短時間停電カバー

(6)　高信頼度運転方式の多様化

並列冗長運転→待機冗長運転，切換冗長運転

(7)　管理システムの高度化，管理ソフトウェアのオープン化

遠隔管理，総合管理・・・ SNMP（Simple Network Man-

〈注〉UNIX：X/Open Company Ltd.がライセンスしている米国ならびに他の国における登録商標

agement Protocol），ネットワークアダプタ，インターネット，イントラネット

(8) UPS 応用装置の拡大

電圧可変節電装置，新電池用変換装置，クリーンエネルギー用変換装置など・・・本特集の別稿「双方向インバータの電力貯蔵システムへの適用技術」にその兆候を記したので参照されたい。

(9) 環境性の対応

効率，EMC（Electromagnetic Compatibility），リサイクル

4 あとがき

今日のネットワーク社会が進展するには，ネットワークが高い信頼度を維持することが絶対条件であり，そのためには UPS は今後とも欠かすことのできないものに変わりはない。同時に用途の拡大などから寸法，価格，損失，故障率の最小化がさらに求められてこよう。

富士電機はこの永遠のテーマである「高信頼度の UPS を提供する」ことをモットーに，多くの UPS を生産してきた。同時に国際的な品質の規格である ISO9001，ISO 9002（アフタサービス会社），さらに環境性の向上として ISO14001 を取得して一層の製品向上に励んでいる。これからも多くの課題に挑戦しながら，多様化するニーズに対して最適なソリューションを提供していく所存であり，ユーザー各位の一層のご鞭撻をお願いする次第である。

技術論文社外公表一覧

標　題	所　属	氏　名	発　表　機　関
2 次元搬送ユニットの開発	富士電機総合研究所	中澤　治雄	日本機械学会第75期通常総会講演会ワークショップ（1998-4）
メカ系の振動抑制	富士電機総合研究所	海田　英俊	日本能率協会モータ技術シンポジウム（1998-4）
オゾン処理を行った高分子材料の物性と機能評価	富士電機総合研究所	清水　康次	第47回高分子学会年次大会（1998-5）
酸化物超電導並列導体における交流損失(4)	富士電機原子力エンジニアリング 富士電機総合研究所	今野　雅行 能瀬　眞一	第58回1998年度春季低温工学・超電導学会（1998-5）
富士電機(株)におけるリン酸型燃料電池開発状況	技　術　開　発　室	花澤　真人	東京農工大学エネルギー化学工学シンポジウム（1998-6）
YAG レーザによる微細マーキング	富士電機総合研究所 東京システム製作所	葛西　彪 川村　浩徳	レーザ協会第 140 回研究会（1998-6）
蛍光ファイバーセンサによる部分放電計測技術	富士電機総合研究所	畠山　吉文	電気材料技術懇談会（1998-6）
フレキシブルアモルファスシリコン太陽電池とその応用	富士電機総合研究所 〃	浜　敏夫 市川　幸美	第25回アモルファス物質の物性と応用セミナー（1998-6）
回転機系分散型電源用系統連系保護装置の開発	富士電機総合研究所 〃 〃	中沢　親志 深井　裕幸 千原　勲	電気学会保護リレー研究会（1998-6）
MOSFET インバータによる大気圧大口径誘導プラズマの発生	富士電機総合研究所 〃 〃	榊原　康史 虎口　信 片桐　源一	電気学会開閉保護・高電圧合同研究会（1998-6）
Reduction of Voltage Drop and Power Consumption in Passive Matrix Addressed Organic EL Display	富士電機総合研究所 〃 〃 〃	小林　誠 寺尾　豊 白石洋太郎 古庄　昇	Material Research Society (MRS) 1998 Spring Meeting（1998-4）
A New di/dt Control Gate Drive Circuit for IGBTs to Reduce EMI Noise and Switching Losses	富士電機総合研究所 〃 〃	滝沢　聡毅 五十嵐征輝 黒木　一男	29th IEEE Powerelectronics Specialist Conference '98（1998-5）
Analysis and Reduction Methods of EMI Radiational Noise from Converter System	富士電機総合研究所 〃 〃	五十嵐征輝 滝沢　聡毅 黒木　一男	
The Optimum Chip Size of a Thin Film Reactor for a High-Efficiency Operation of a Micro DC-DC Converter	富士電機総合研究所 〃	菅原　聡 江戸　雅晴	
Electrical resistance of metallic interconnects with protective coatings in high temperature solid oxide fuel cells	富士電機総合研究所 〃 〃	竹野入俊司 角川　功明 小関　和雄	The Electorochemical Society 193rd Meeting（1998-5）
Light-harvesting system of *Rb. sphaeroides* : applicational aspects of genetic studies	富士電機総合研究所 〃	リュドミラ ヴァシリエヴ 中田　栄寿	20th Symposium on Biotechnology for Fuels and chemicals（1998-5）

最近のミニ UPS

木戸口 秀隆（きどぐち　ひでたか）　　**石川　吉浩**（いしかわ　よしひろ）　　**谷津　　誠**（やつ　まこと）

1　まえがき

パワーエレクトロニクス技術の進歩により，さまざまな応用装置が幅広い分野で活躍するようになってきた。電力変換装置は，半導体素子の進歩により高周波化が進んで，絶縁変圧器やフィルタ回路の小形化など，主回路部品の構成も大きく変化してきた。また，スイッチング周波数が上がることで制御の高速化が可能となり，電圧や電流の波形制御が容易に行えるようになった。回路技術の進歩も半導体素子の進歩と相まって高周波絶縁や SMR（Switch Mode Rectifier）回路，さらにはソフトスイッチングを実現した共振形変換回路など多くのパワー変換回路を生み出してきている。無停電電源装置（UPS）は，こうした技術進歩のなかで常に先駆的役割を果たしてきた。

富士電機のミニ UPS は，単相入出力で，常時インバータ給電方式では Hi シリーズとして 1 ～10 kVA の系列を，常時商用給電方式ではエクセレントシリーズとして 0.6 ～2kVA を標準シリーズとしてそろえており，多くの納入実績をあげてきた。

本稿では，ミニ UPS の最近の動きを中心に，技術動向を述べる。

2　主回路構成の変遷――小形化への取組み

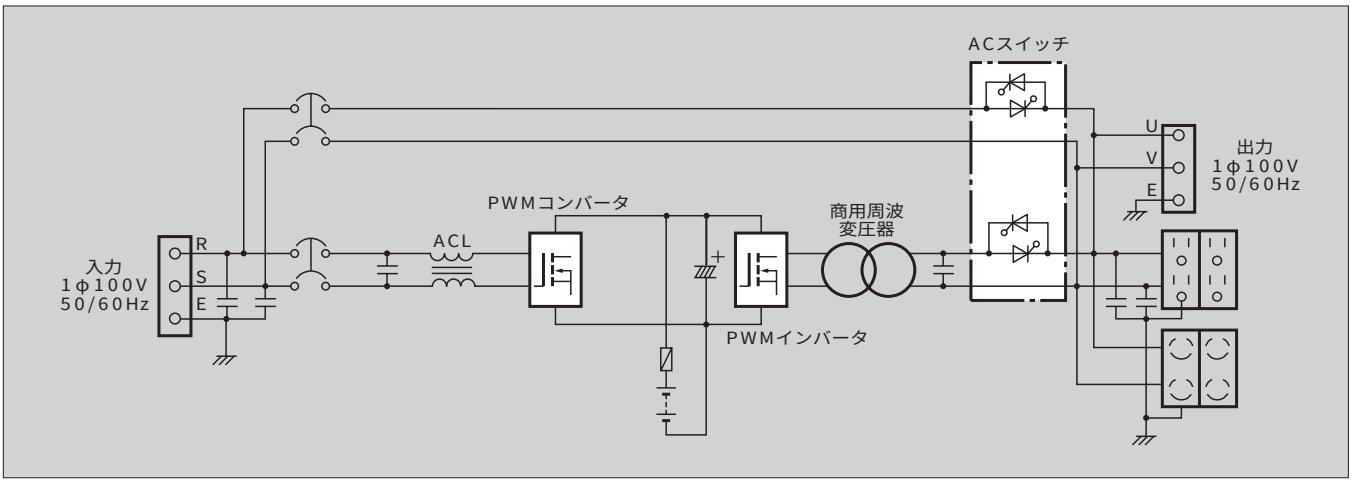
ミニ UPS の主回路構成は，パワーエレクトロニクスの進歩に合わせて，高周波化・小形化がめざましい勢いで進んできた。ここでは，富士電機のミニ UPS の主回路構成の変遷を小形化の側面から振り返ってみる。

図1は，商用周波変圧器により，インバータ出力側で絶縁を行った回路方式である。高周波 PWM インバータの出力側には商用周波変圧器があり，絶縁と出力電圧に合わせた昇圧を行っている。この方式は，出力電圧のバリエーションに対して，変圧器の二次電圧の変更で簡単に対応可能であるが，商用周波変圧器が大きいため，小形化の妨げとなっている。

図2は，入力のコンバータ側で高周波絶縁を行う SMR コンバータ方式である。商用周波変圧器での絶縁に比べ，変圧器が小形化されるメリットがあるが，主回路構成が複雑である。

図3は，トランスレス化を図った回路方式である。非絶縁方式とすることで変圧器がなくなり，また，主回路半導体素子も非常に少なくなり，大幅な小形化が可能となった。非常にシンプルな回路構成ではあるが，AC 入力側はハー

図１　商用周波変圧器絶縁方式 UPS



木戸口 秀隆

パワーエレクトロニクス製品の開発・設計に従事。現在，神戸工場制御設計部主査。

石川　吉浩

ミニ UPS，UPS の商品開発・商品企画業務に従事。現在，システム事業本部社会システム事業部商品企画室主任。

谷津　　誠

UPS を主に，各種電源装置の開発・設計に従事。現在，神戸工場制御設計部主任。

図2　SMR コンバータ方式 UPS

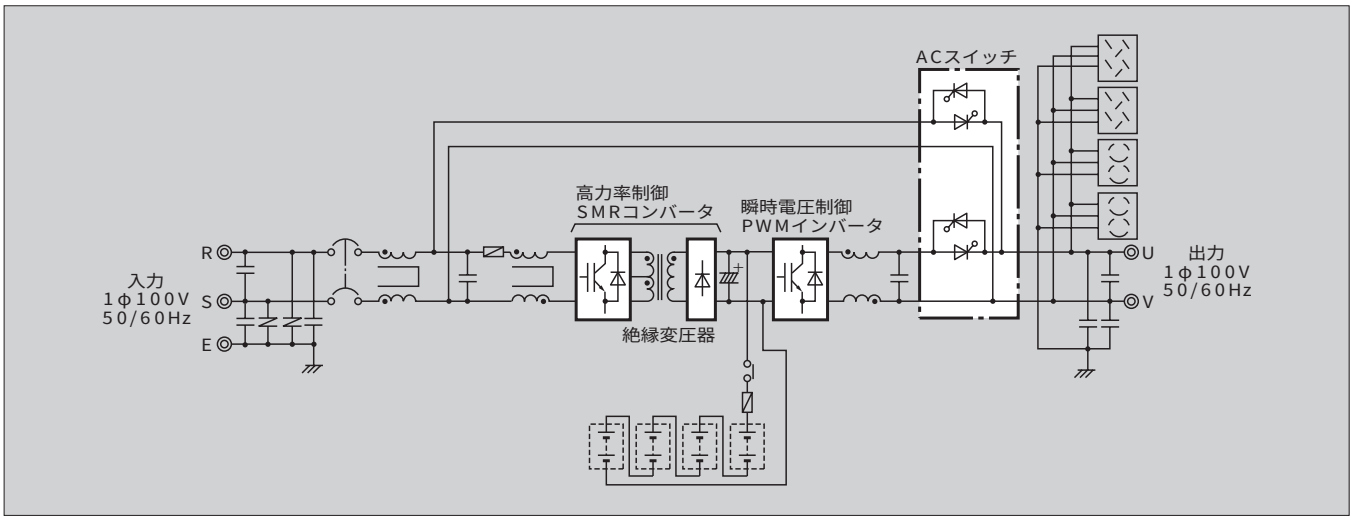


図3　トランスレス方式 UPS

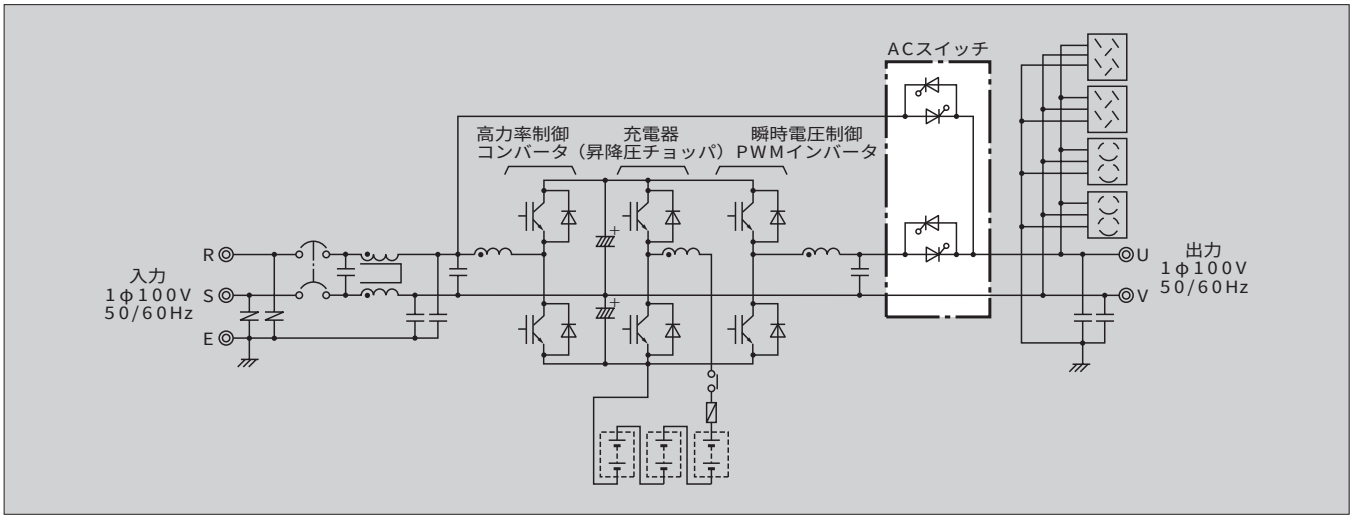


図4　富士電機製ミニ UPS「Hi シリーズ」の外観

フブリッジの PWM コンバータで，入力電流が力率 1 の正弦波電流となるよう制御されている。出力回路もハーフブリッジの PWM インバータで，整流負荷に対応した瞬時電圧波形制御により，ひずみの少ない正弦波電圧を出力する。また，この回路方式では，UPS が発生するノイズの低減策として，入力と出力を一線共通として，出力線のアースからの電位を固定していることが特長となっている。

このような，回路技術の進歩は，このトランスレス方式に至って，これ以上のシンプル化・小形化が限界にきたと言っても過言ではない。

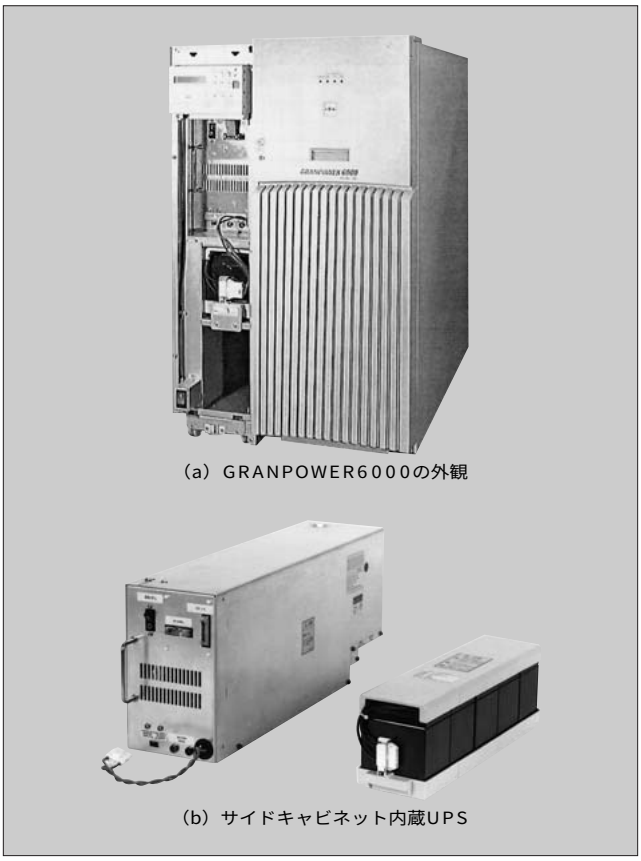
図 4 は，富士電機のミニ UPS の最新シリーズである Hi シリーズの外観である。1 kVA から 1.5，2，3 kVA 機までをトランスレス回路方式で実現し，小形化を図る一方，1，1.5，2 kVA 機は富士電機独特の自然空冷式として信頼性・保守性の向上を図っている。

3　汎用機から専用機へ

従来のミニ UPS は，コンピュータをはじめとして，さまざまな負荷機器に電力を供給する汎用の独立電源としての色合いが強かった。しかし，負荷装置に内蔵することで，総合的に小形化・低コスト化を図ろうとする要求も強くなってきた。

図 5 (a)は，富士通（株）で開発されたサーバ（GRAN

図5　GRANPOWER6000 と内蔵された UPS の外観



（a）GRANPOWER6000の外観

（b）サイドキャビネット内蔵UPS

POWER6000），**図5**(b)はそのサイドキャビネットに内蔵された UPS の外観である。**図5**(b)は UPS 本体とバッテリーユニットから構成される UPS 部で，定格容量 1 kVA，バックアップ時間は 3 分である。

図6は19インチラック用 UPS（3 kVA）である。必ずしも専用機ということではないが，こちらもサーバが19インチラックに収納されるようになって，UPS もそれに合わせた構造とすることで，装置の小形化・シンプル化が図られている。

こうした負荷装置に内蔵された専用 UPS が生まれてきたのも，UPS 本体の小形・軽量化が図られてきたためで，今後はますます UPS の小形化と内蔵化の要求が強くなるであろう。

4　通信ソフトウェアの充実

UPS に内蔵されたバッテリーは，通常10分程度の短時間の停電をカバーするものである。無人化・自動化の要求により，それ以上の長時間の停電に対して，UPS のバッテリーが放電終止となる前に，負荷としてのコンピュータを安全に，かつ自動的に停止させる機能が必要となる。これは自動シャットダウン機能と呼ばれ，UPS にこの機能の付加の要求が増大してきた。

4.1　接点通信方式とシリアル通信方式

コンピュータには標準インタフェースとして，RS-232C

図6　19 インチラック用 UPS

コネクタが用意されている。このインタフェースを利用してコンピュータと UPS との通信を実現する方式が一般的であるが，この通信方式には，接点通信方式とシリアル通信方式の 2 種類がある。接点通信方式は，接点信号で UPS 側の情報をコンピュータ側に伝える方式で，ネットワーク OS が標準で UPS のモニタ機能をサポートしている場合には容易に実現できる。機能としては自動シャットダウンとリブート機能とを持つ。

シリアル通信方式は，シリアル信号でコンピュータと UPS が相互にキャラクタ情報を伝えあう方式で，OS に依存した UPS 専用のアプリケーションソフトウェアを用意する必要がある。自動シャットダウンに加え，スケジュール運転やモニタリング，ロギング機能など高度な機能を付加することができる。

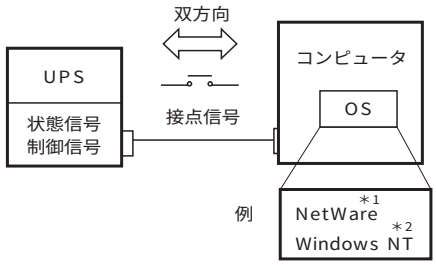
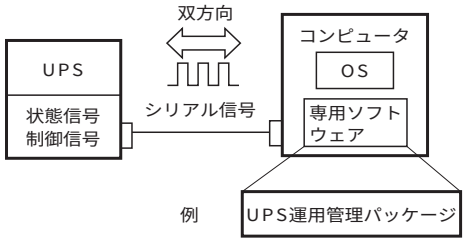
富士電機では，Hi シリーズとエクセレントミニ UPS シリーズに，上記の接点通信，シリアル通信の両通信方式を用意している。**表1**に通信方式の接続形態と機能比較を示す。表中のシリアル通信方式は，富士電機が UPS ソフトウェアとして提供している「UPS 運用管理パッケージ」の機能である。この UPS 運用管理パッケージは，通信処理モジュールとマンマシンインタフェースモジュールの二つのモジュールに機能分割されており，このモジュール間でネットワーク上のプロトコルを介して通信を行うことで，遠隔監視を可能としている。ネットワーク上でのミニ UPS とサーバ，クライアントのシステム構成例を**図7**に示す。

4.2　SNMP アダプタ

SNMP（Simple Network Management Protocol）は，管理対象機器に容易に実装することが可能なネットワーク管理プロトコルである。これを用いて UPS を遠隔で管理することができる。

前述のシリアル通信方式では RS-232C 経由で LAN（Local Area Network）に接続されるのに対して，この SNMP 対応 UPS では LAN に直接接続され，他のネットワーク機器と同様に遠隔からの管理を可能としている。

表１　通信方式の比較

	接点通信方式	シリアル通信方式
接続形態		
機　能	○自動シャットダウン機能 （停電時にコンピュータを正常終了させる）	○自動シャットダウン機能 （停電時にコンピュータを正常終了させる） ○カレンダースケジュール機能 （毎日自動的に定時刻に負荷をオンオフさせる） ○電源事象リアルタイムモニタリング （UPSの入出力電圧や負荷容量などを表示） ○電源事象ロギング （過去の履歴やデータの記録）

＊1　NetWare：米国Novell, Inc. の登録商標
＊2　Windows NT：米国Microsoft Corp. の登録商標

図７　UPS を組み込んだネットワーク

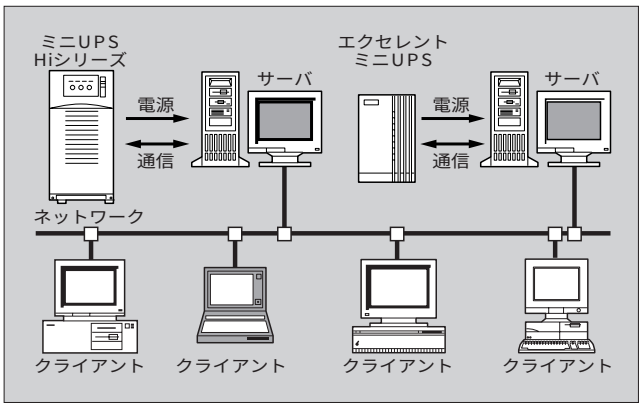
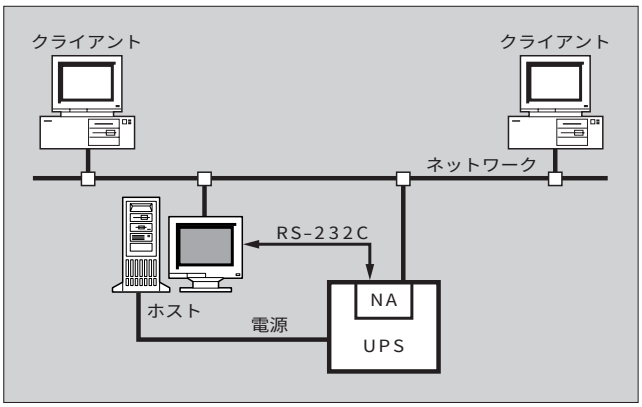


図８　ネットワークアダプタのシステム構成例



4.3　ネットワークアダプタ

LAN に直結する UPS を実現する手段として，前述の SNMP と同様にネットワークアダプタを開発中である。このネットワークアダプタのシステム構成例を**図８**に示す。ネットワーク上の通信プロトコルとしては，TCP/IP を用いて UPS 情報を載せ，監視側では，汎用のブラウザソフトウェアを用いて表示を行うというシステムである。UPS から直接ホームページを発信し，URL（Uniform Resource Locator）アドレスを指定して，これを見る方式となる。現在では，インターネットの普及により，ブラウザソフトウェアの組み込まれていないコンピュータはないといってもよく，表示機能に限定した場合，OS に依存することなく LAN に接続さえしていれば，どこからでもアクセスできるシステムを構築することが可能である。

5　あとがき

すでに成熟期に入った UPS であるが，今日，LAN 対応といった通信機能の充実が，大きく UPS の様相を変えようとしている。

付加価値の追求，差別化の一つの現れであるが，専用機化と同様，システムに組み込まれ，内蔵一体化の UPS が今後の一つの流れといえるであろう。そのためにはパワー変換部の小形化・シンプル化が欠かせない条件となってくる。

また，UPS に欠くことのできないエネルギー貯蔵の部分は，小形化や高信頼化にとって非常に課題の多い部分である。現状の鉛蓄電池の高容量化や長寿命化，さらには，リチウム電池などの適用といった大きな技術革新が期待される。

今後，ますますダウンサイジング化や付加価値の追求がミニ UPS に期待されることから，関係各位の一層のご指導とご協力をお願いする次第である。

参考文献

(1)　黒木一男ほか：富士新形ミニ UPS，富士時報，Vol.60, No.3，p.198-201（1987）
(2)　加護谷隆己ほか：最近のミニ UPS，富士時報，Vol.63, No.6，p.412-416（1990）

新形中容量 UPS「UPS650 シリーズ」

廣瀬　　順（ひろせ　じゅん）　　寺田　輝正（てらだ　てるまさ）　　志賀　洋之（しが　ひろし）

1　まえがき

コンピュータネットワークの急速な発展に伴い，コンピュータはネットワークの基幹機器あるいは端末機器として，今までコンピュータに縁のなかった業種・職種のオフィスやさらに個人ユーザーにも一般化してきた。そこでネットワークシステムにおけるデータセキュリティの問題とともに，ネットワークのパワーマネジメントを担う無停電電源装置（UPS）の役割が重要視されてきた。特にコンピュータのダウンサイジング，分散化に伴い，中容量 UPS の需要増加が期待されている。今回製品化した新形中容量 UPS「UPS650-C/1，C/3」は，高信頼度 UPS として十分な基本機能，性能を有し，新しい市場のニーズにこたえる製品である。

本稿では，UPS650-C/1，C/3 の概要を述べる。

2　特　長

UPS650-C/1，C/3 の特長は次のとおりである。

2.1　超小形・超軽量

整流器部に SMR（Switch Mode Rectifier）コンバータを，スイッチング素子に第三世代 IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）を，バッテリーに高率放電用鉛バッテリーを採用，さらに構造的には個別ユニット設計からメインフレーム構造による全体ユニット設計により，大幅な小形・軽量化を実現した。従来機に対して体積は51%，質量は33%（20 kVA 機の比較）である。

2.2　高性能

入力特性としては SMR コンバータの採用により，入力高調波含有率を 5 %以下，入力力率を 0.98 以上とし，容量が大きいにもかかわらず，「汎用 UPS の高調波抑制対策ガイドライン（JEM-TR196）」［(社)日本電機工業会（JEMA）発行］に適合している。出力特性はインバータ部に DDC 方式瞬時値制御機能を備えることにより，100 %整流負荷接続時の波形ひずみ率を 5 %以下としている。またインバータ起動時に，出力電圧をゼロから定格電圧まで約 200 ms かけて発生させる，ソフトスタート機能を標準装備している。本機能により整流器負荷，変圧器負荷などで発生する突入電流が抑制されるため，負荷側に突入防止回路を準備したり，負荷の順次起動といった煩わしい操作が不要となっている。

2.3　自己診断機能

マイクロコンピュータを用いた制御装置により，装置の自己診断機能としてバッテリーテスト機能を標準装備した。テスト条件の確認，テスト実行，良否の判定のすべてが自動的に行われる。またバッテリーテストはオペレータ操作によるものと，内蔵時計を利用した月 1 回の自動定期バッテリーテストの両方がある。また，テストデータおよびテスト結果は最大 5 年間分が保存される。テストは模擬停電によるものであり，より正確なバッテリー判定が可能で，バッテリー障害に伴う給電障害を未然に防ぐことができる。

2.4　単相 3 線対応

単相負荷機器は 100 V 系と 200 V 系の両方があるため，どちらにも対応できる配電系として単相 3 線系が一般化している。UPS650-C/1 シリーズ（10 kVA，15 kVA，20 kVA）は単相 3 線出力を標準装備として，UPS の出力に変圧器を準備しなくても 100 V 系，200 V 系両方の負荷機器を直接接続することが可能となっている。

2.5　保守部品交換周期の伸長

保守交換部品としてあげられる電解コンデンサ，バッテリー，ファンなどがあるが，電解コンデンサは高リプル対応品の採用と冷却を考慮したレイアウトにより15年の期待寿命を確保し交換不要とした。ファンは吸気側にレイアウトすることでファン周囲温度の低減を図り，バッテリーについては高率放電で長寿命の専用バッテリーを採用することで，25 ℃環境において従来 3 年から 4 年であった期待寿命を 5 年に伸長した。

廣瀬　　順

UPS の開発，設計に従事。現在，東京システム製作所パワエレシステム技術部。

寺田　輝正

UPS の試験，検査に従事。現在，東京システム製作所品質保証部。

志賀　洋之

施設用電源設備の技術企画に従事。現在，システム事業本部社会システム事業部技術第二部。

表1　仕様と容量系列

項　目			UPS650-C/1（オールIGBT式中容量UPS単相出力機）						UPS650-C/3（オールIGBT式中容量UPS三相出力機）					
モデル			C/1/10	C/1/15	C/1/20	C/1/30	C/1/40	C/1/50	C/3/10	C/3/15	C/3/20	C/3/30	C/3/40	C/3/50
定格容量	上段（kVA）		10	15	20	30	40	50	10	15	20	30	40	50
	下段（kW）		8	12	16	24	32	40	8	12	16	24	32	40
運転方式			常時インバータ給電式						常時インバータ給電式					
バイパス			商用無瞬断切換式（無瞬断自動バイパス切換式）						商用無瞬断切換式（無瞬断自動バイパス切換式）					
入力	電　圧		200Vまたは210V±10%						200Vまたは210V±10%					
	周波数		50Hzまたは60Hz±5%						50Hzまたは60Hz±5%					
	相数および線数		三相3線						三相3線					
	入力容量　（kVA）		10	15	20	30	40	50	10	15	20	30	40	50
	入力高調波電流		5%以下（定格負荷時）						5%以下（定格負荷時）					
	入力力率		98%以上（定格負荷時）						98%以上（定格負荷時）					
	バイパス電圧		単相3線100～200Vまたは105～210V			単相2線 200Vまたは210V			三相3線200Vまたは210V					
出力	相数および線数		単相3線			単相2線			三相3線					
	電　圧		100～200Vまたは105～210V			200Vまたは210V			200Vまたは210V					
	周波数		50Hzまたは60Hz						50Hzまたは60Hz					
	負荷力率		0.7（遅れ）～1.0　定格0.8（遅れ）						0.7（遅れ）～1.0　定格0.8（遅れ）					
	定格電流　（A）		50	75	100	150	200	250	29	43	58	87	115	144
	電圧精度（整定時）		±1.0%						±1.0%					
	過渡電圧変動		①±5%以内　条件：負荷急変0⇄100% ②±2%以内　条件：入力電圧急変　±10% ③±2%以内　条件：商用電源停電・復電 ④±5%以内　条件：UPS⇄バイパス切換時 ただし，①～④は重複しないものとする。						①±5%以内　条件：負荷急変0⇄100% ②±2%以内　条件：入力電圧急変　±10% ③±2%以内　条件：商用電源停電・復電 ④±5%以内　条件：UPS⇄バイパス切換時 ただし，①～④は重複しないものとする。					
	応答時間		50ms以下						50ms以下					
	波形ひずみ率		3%以下（直線性負荷）5%以下（100%整流器負荷）						3%以下（直線性負荷）5%以下（100%整流器負荷）					
	線間電圧アンバランス		―						±1.5%以内（100%不平衡負荷時）					
	周波数精度		±0.01%（内部発振時）						±0.01%（内部発振時）					
	外部同期範囲		±1%（バイパス同期時）						±1%（バイパス同期時）					
	過負荷耐量		125%1分間，150%10秒						125%1分間，150%10秒					
	電圧調整範囲		±5%（定格負荷時）						±5%（定格負荷時）					
蓄電池	保持時間（初期値）	短時間	7分間	5分間	3分間	5分間	7分間	5分間	7分間	5分間	3分間	5分間	7分間	5分間
		標準時間	12分間	13分間	10分間	10分間	12分間	10分間	12分間	13分間	10分間	10分間	12分間	10分間
		長時間	25分間	25分間	15分間	19分間	30分間	18分間	25分間	25分間	15分間	19分間	30分間	18分間
		超長時間	45分間	45分間	30分間	45分間	50分間	40分間	45分間	45分間	30分間	45分間	50分間	40分間
	種　類		長寿命シール形鉛蓄電池						長寿命シール形鉛蓄電池					
	セル数（2V換算）		192						192					

2.6　リモートメンテナンスシステム対応

装置の小形化，制御装置の高集積化，ディジタル化，さらに顧客の多様化，設置環境の多様化に対応する，リモートメンテナンスシステムへの対応が可能な，インタフェースを標準装備した。モデムと公衆回線を介して装置と CE センター間を結ぶことで，モニタリング，調整などが可能となり，高度なメンテナンスサービスが提供できる。

3　仕様および容量系列

UPS650-C/1，C/3 の標準仕様を**表1**に示す。単相，三相とも 10 kVA から 50 kVA までを系列化している。また停電補償時間について標準時間モデル（10分間）に加え短時間，長時間，超長時間を準備して用途に応じて最適な時間が選択できる。

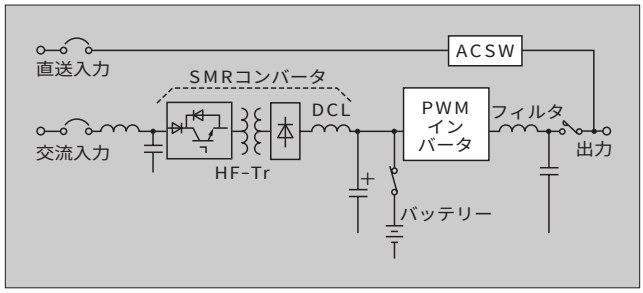
4　外観および外形寸法，質量

図1に UPS650-C/3/30（30 kVA 機）の外観，**表2**に UPS650-C/1，C/3 の外形寸法および質量を示す。小形化に伴い 20 kVA 以下のモデルについてはバッテリーと一体形としている。外観，寸法，質量ともオフィスやコンピュー

図1　UPS650-C/3/30（30kVA 機）の外観

N99-2340-1

図2　主回路の構成



タ室への設置を前提としている。小形・軽量化により従来の電源室設置を前提としたモデルに比較し搬出入時の利便性が向上している。

5　構成および要素技術

5.1　主回路構成

図2に UPS650-C/1，C/3 の主回路構成を示す。システム構成は，商用電源をバックアップとして備えた商用無瞬断切換方式である。

内部は入力ブレーカ，SMR コンバータ，バッテリー，PWM インバータ，AC フィルタ，AC スイッチなどから構成されている。SMR コンバータにて交流入力部と直流回路部が高周波変圧器により絶縁されているため，インバータ出力には絶縁変圧器は不要である。内部配線には大電流基板を用い変換器の主回路配線に加え，駆動回路部，電流検出器部，交流フィルタ部，スナバ回路部をすべて基板実装化することで，高信頼度の高密度実装を実現している。整流器，インバータのスイッチング素子には，第三世代 IGBT を採用することで高効率化が図られ，装置の小形化にも寄与している。

5.2　SMR コンバータ

図3に SMR コンバータの回路構成を示す。AC フィルタ部，AC-AC 変換部，高周波変圧器，AC-DC 変換部，DC フィルタ部から構成される。AC フィルタは AC-AC 変換部が発生する高周波電流成分を除去する。AC-AC 変換部は交流入力電圧を高周波に直接変換する周波数変換器であるが，その特長は，双方向スイッチを用いたサイクロコンバータ形でなく，通常の単方向ブリッジ形半導体の組合せで実現したところにある。現状，高速で動作可能な双方向スイッチング素子は存在せず，またスナバ回路には複雑な構成の交流スナバを必要とすることで，実際の回路を構成するうえでの制約が多い。今回採用した AC-AC 変換回路は，一般的な半導体モジュールを用い，複雑な回生付加回路を必要としないコンデンサスナバ回路で構成されている。この AC-AC 変換回路は電圧入力の降圧動作（電流コンバータ動作）としている。スイッチングパターンを**図4**に示す。スイッチングパターンは入力相電圧に同期した正弦波の全波整流波形から成る信号波と位相の反転した二つのキャリヤ信号(a)と(b)，およびキャリヤ周波数

図3　SMR コンバータ主回路

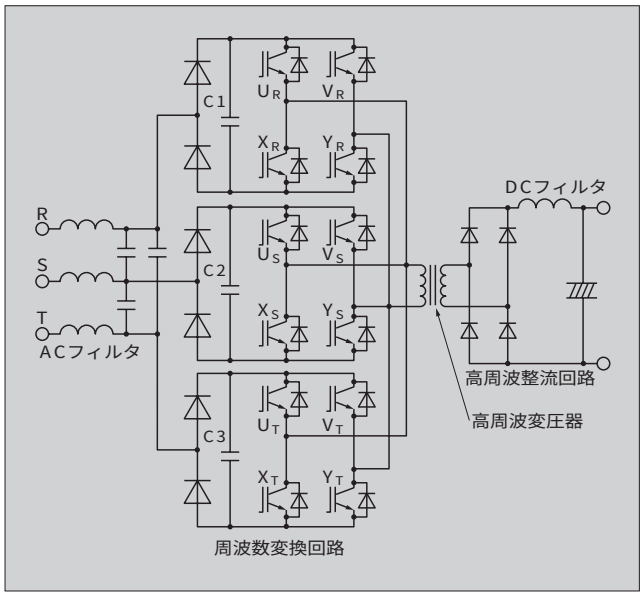


図4　SMR のスイッチングパターン

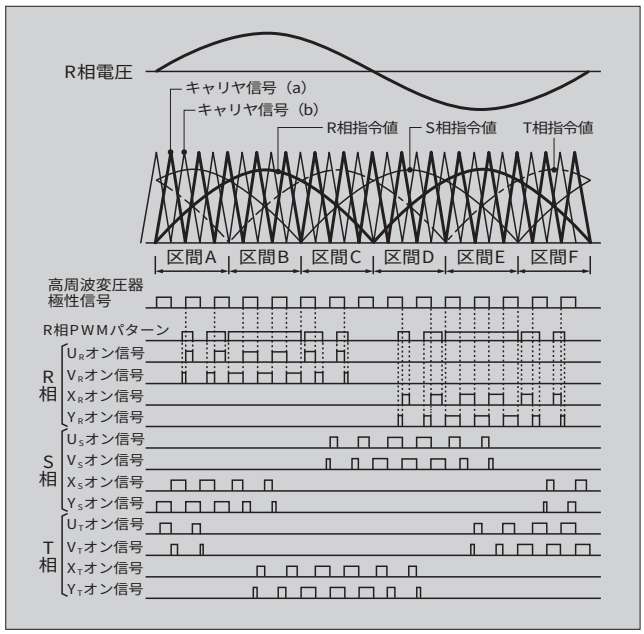
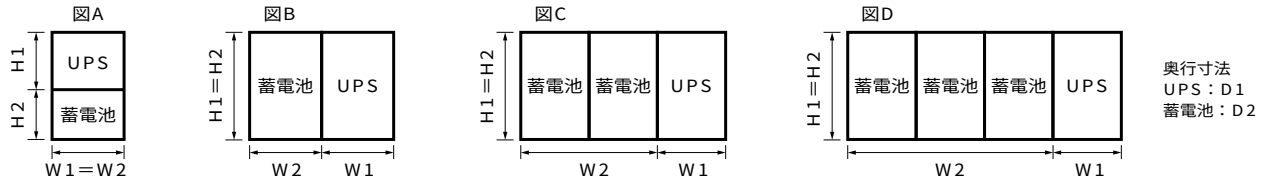


表2　UPS650-C/1，C/3の外形寸法および質量

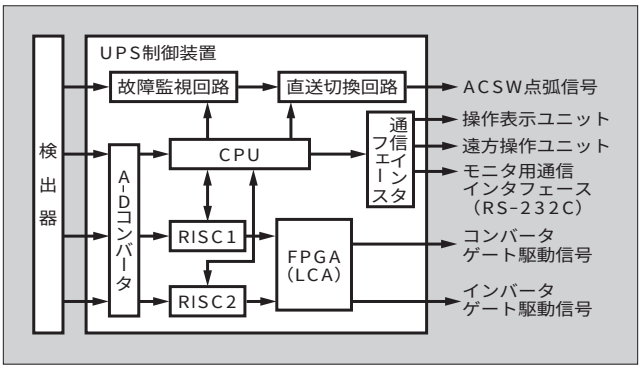
形式（容量）	蓄電池保持時間	組合せ外形図	UPS本体 寸法（mm） W1	UPS本体 寸法（mm） D1	UPS本体 寸法（mm） H1	UPS本体 質量（kg）	蓄電池 寸法（mm） W2	蓄電池 寸法（mm） D2	蓄電池 寸法（mm） H2	蓄電池 質量（kg）
C/1/10 C/3/10 (10kVA)	短時間	図A	500	700	574	200	500	700	376	140
	標準時間									170
	長時間								518	240
	超長時間							750	800	360
C/1/15 C/3/15 (15kVA)	短時間	図A	500	700	582	210	500	700	518	200
	標準時間									240
	長時間							750	800	360
	超長時間								1,000	540
C/1/20 C/3/20 (20kVA)	短時間	図A	500	700	646	220	500	700	518	200
	標準時間									240
	長時間							750	800	360
	超長時間								1,000	540
C/1/30 (30kVA)	短時間	図B	400	750	1,200	250	280	750	1,200	300
	標準時間						340			380
	長時間						500			550
	超長時間	図C					1,000			1,100
C/3/30 (30kVA)	短時間	図B	400	750	1,000	250	280	750	1,000	290
	標準時間						340			370
	長時間						500			540
	超長時間	図C					1,000			1,080
C/1/40 (40kVA)	短時間	図B	400	750	1,400	300	340	750	1,400	390
	標準時間						500			560
	長時間	図C					1,000			1,120
	超長時間	図D					1,500			1,680
C/3/40 (40kVA)	短時間	図B	400	750	1,200	300	340	750	1,200	390
	標準時間						500			560
	長時間	図C					1,000			1,120
	超長時間	図D					1,500			1,680
C/1/50 (50kVA)	短時間	図B	400	750	1,400	320	340	750	1,400	390
	標準時間						500			560
	長時間	図C					1,000			1,120
	超長時間	図D					1,500			1,680
C/3/50 (50kVA)	短時間	図B	400	750	1,200	320	340	750	1,200	390
	標準時間						500			560
	長時間	図C					1,000			1,120
	超長時間	図D					1,500			1,680



と同一周波数の高周波変圧器極性信号により決定される。例えば，入力 R 相電圧が正の期間において R 相のスイッチ U_R と V_R のスイッチングパターンは区間 A，B，C の三つに場合分けされ決定される。まず区間 A は R 相指令値とキャリヤ信号(a)を用いて PWM を行い，得られた PWM パターンを高周波変圧器の極性信号によりスイッチ U_R と V_R のスイッチングパターンに変換する。次に区間 B では PWM は行わず高周波変圧器極性信号をそのままスイッチングパターンとして用いる。また区間 C では指令値とキャリヤ信号(b)による PWM を行い，得られた PWM パターンと高周波変圧器極性信号とによりスイッチングパターンを決定する。

負の期間についても同様，区間 D，E，F に場合分けして，スイッチ X_R と Y_R のパターンを決定する。以上の動作が相ごとに行われスイッチングパターンが決定される。この時 PWM を調節することで入力電流を力率 1 の正弦

図５　制御回路の構成



波に制御しながら動作することが可能となる。AC-AC 変換部の高周波電圧出力は高周波変圧器にて絶縁され，AC-DC 変換部の高周波整流ダイオードで整流され，DC フィルタ部で平滑化され直流出力を得る。AC-AC 変換部のスイッチング周波数は約16 kHz と高周波化されており，高周波変圧器のコア材料はフェライトとした。従来 UPS に使用していた商用周波数の絶縁変圧器に比べて容積で15分の 1，質量で20分の 1 と小形・軽量化され装置の寸法および質量の低減に最も大きく寄与している。

5.3　制御回路構成

制御回路の構成を**図５**に示す。コンバータ，インバータの主制御用 RISC（Reduced Instruction Set Computer）とシステム制御用の CPU にてマルチプロセッサ方式を採用している。制御を分散化させることで最適化とシステム信頼度の向上を図っている。制御方式は全面的に DDC 化し，SMR スイッチングパターンに代表される複雑な論理回路には FPGA（Field Programmable Gate Array）を採用することで，従来に対し約 3 分の 1 の部品数で制御回路を構成でき，信頼度が大幅に向上した。

5.4　単相 3 線インバータ

UPS650-C/1（10 kVA，15 kVA，20 kVA）は交流出力に単相 3 線出力インバータを標準装備した。主回路構成は三相フルブリッジインバータであり，そのうち，1 ブリッジは N 相出力としてゼロ電圧を指令値とし動作させている。残りの 2 ブリッジは N 相に対する単相 PWM インバータとして動作させ，制御的には，それぞれ個別に AVR および瞬時値波形制御を行うことで 100 %不平衡負荷に対しても出力電圧の相間アンバランスが 1.5 %以下という性能を得ている。三相出力機と同等の主回路，同一の制御回路を用い，比較的簡単な方法で良好な出力特性が得られる単相 3 線出力 UPS を実現した。

6　試験結果

6.1　交流入力電流波形

図６に交流入力電流波形を示す。入力電流の高調波含有率は 3.54 %であり，入力力率は 0.997 である。

図６　交流入力電流波形

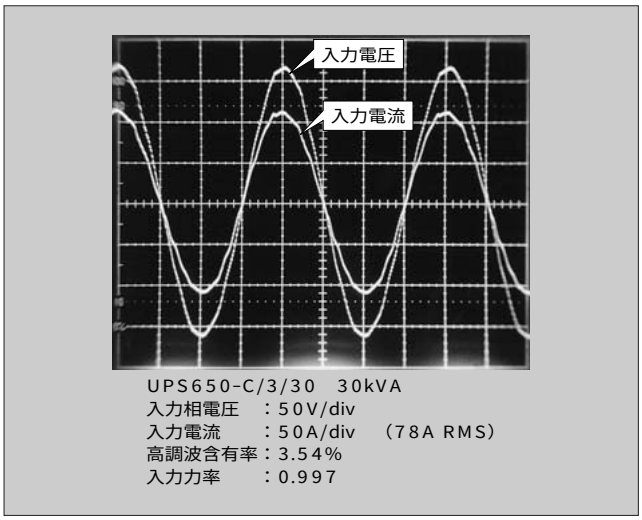
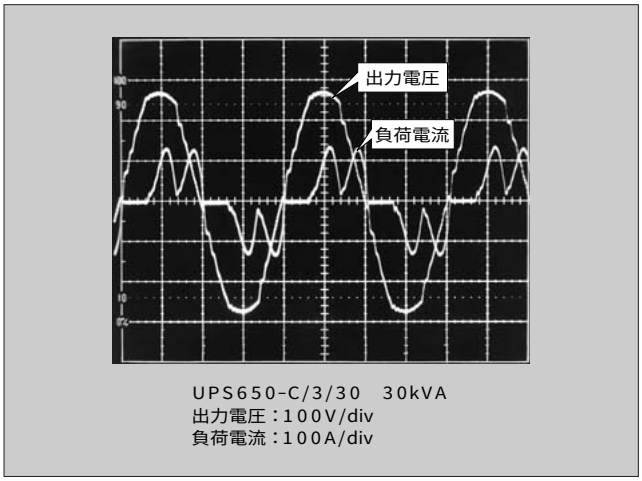


図７　交流出力電圧波形



6.2　交流出力電圧波形

図７に整流負荷接続時の交流出力電圧波形を示す。電圧波形ひずみ率は 3.55 %である。

7　あとがき

整流器部に SMR コンバータを用いた新形中容量 UPS（UPS650-C/1，C/3）を紹介した。この UPS は最新の高周波変換技術と制御技術により超小形，軽量を実現した製品であり，UPS の適用範囲を広げ市場を拡大していくものと期待されている。

今後とも新技術を積極的に取り入れ，顧客ニーズにマッチした電源装置の開発，製品化に邁進する所存である。

参考文献

(1)　大熊康浩ほか：新方式三相 SMR コンバータ，電気学会論文誌 D 部門，Vol.114，No.5，p.544-550（1994）
(2)　梅沢一喜：高度社会を支える UPS ――大幅な小型，軽量化，ENERGY，No.7（1997）

大容量 UPS「UPS600 シリーズ」

本木　　泰（もとき　やすし）　　寺口　昌宏（てらぐち　まさひろ）　　片山　郁央（かたやま　いくお）

1　まえがき

無停電電源装置（UPS）の需要は，昨今のコンピュータのダウンサイジング，分散指向により小容量化が顕著になってきている。

一方，金融機関においては，膨大なネットワークを構築するコンピュータシステムが大規模化の傾向にあり，UPS の市場は小容量と大容量に二極化してきている。

大容量 UPS は金融機関のオンライン業務，アウトソーシングの情報処理サービス業務など，ネットワークを構成する大形のコンピュータシステムの高信頼度な無停電電源として使用されている。

大容量 UPS の要件としては，高信頼性が第一であることはもちろんだが，最近では設置環境の多様化，高調波を多く発生する負荷機器の増大により，小形，軽量，低騒音，入力容量および入力高調波電流の低減，非線形負荷に対する出力電圧波形ひずみ率の改善などが要求されてきている。また，最近の大規模オンラインコンピュータシステムでは保守時を含めノンストップ化が進んでおり，ホストコンピュータのバックアップ機を設けることも多い。このようなケースでは，UPS は冗長機を設け並列運転とし 1 台ごとに順次保守する。さらに UPS 群を複数系統化し，システム全体として危険分散化を図った高信頼度システムが要求される。

富士電機はこれまで業界に先駆け，IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）式インバータと IGBT 式コンバータから成る「全 IGBT 式 UPS」を供給してきたが，今回75 kVA から 1,000 kVA までの大容量 UPS「UPS600 シリーズ」を一部改良した。**表 1** に製品系列を，**図 1** に改良形の 300 kVA 機の外観を示す。

本稿では，大容量 UPS の改良形である UPS600 シリーズとその適用システムについて紹介する。

2　特　長

2.1　小形・軽量

大容量 UPS は新たに低損失素子である第三世代 IGBT を採用したことによりパワーモジュール数が減り，従来品に比べ体積が約68%，質量が約83%となり小形・軽量化を図ることができた（500 kVA 機）。

図 1　300kVA 機の外観

N99-2435-1

表 1　UPS600シリーズの製品系列

形　式	入出力仕様			容　量（kVA）										
	入力	出力	周波数（Hz）	75	100	150	200	250	300	400	500	600	750	1,000
UPS600-B/1	三相	単相	50/60	○	○									
UPS600-B/3	三相	三相	50/60	○	○	○	○							
UPS600-A/3	三相	三相	50/60					○	○	○	○	○	○	○

本木　　泰

UPS の開発，設計に従事。現在，東京システム製作所パワエレシステム技術部。

寺口　昌宏

UPS の試験，検査に従事。現在，東京システム製作所品質保証部。

片山　郁央

中央官庁向け受変電自家発電設備のエンジニアリング業務に従事。現在，システム事業本部社会システム事業部技術第一部。

2.2　予測形瞬時値制御での並列運転の実現

出力電圧の制御は，単機システムではすでに予測形瞬時値制御により高性能化を図った。並列システムにおいては，今回考案した予測形瞬時値方式により，従来の瞬時値制御方式に比べ安定性および負荷分担電流特性が大幅に向上した（特許出願中）。

3　外形寸法および質量

図2に大容量 UPS600 シリーズの外形寸法および質量を示す。

4　仕様および容量系列

表2に大容量 UPS600 シリーズの仕様と容量系列を示す。

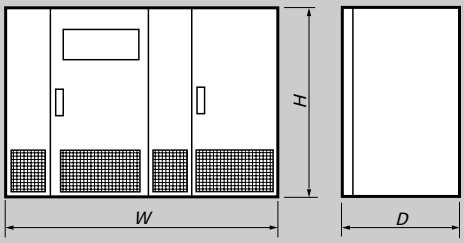
5　要素技術

ここでは，要素技術として，IGBT 適用技術，制御技術などを紹介する。

5.1　IGBT パワーモジュール

IGBT パワーモジュールは，装置のなかで最も高い信頼性と保守性の良さが要求される。そのためモジュールは，IGBT，ゲート駆動回路，スナバ，電解コンデンサ，フィンおよびヒューズを一体構造とし，配線については大電流基板を採用している。このモジュールは主回路への接続をプラグイン式のトレイ構造としたため，UPS の盤前面か

図2　大容量 UPS600 シリーズの外形寸法および質量



出力容量 (kVA)	幅 W (mm)	奥行 D (mm)	高さ H (mm)	質量 (kg)
75	800	750	1,950	900
100	1,000	1,000	1,950	1,100
150	1,200	1,000	1,950	1,500
200	1,400	1,000	1,950	1,800
250	1,400	1,000	1,950	1,850
300	2,200	1,000	1,950	3,100
400	2,400	1,000	1,950	3,300
500	2,600	1,000	1,950	4,000
600	4,800	1,000	1,950	6,000
750	4,800	1,200	2,150	6,500
1,000	5,200	1,200	2,150	8,000

表2　大容量UPS600シリーズの仕様と容量系列

項目 ＼ モデル		B/3/75	B/3/100	B/3/150	B/3/200	A/3/250	A/3/300	A/3/400	A/3/500	A/3/600	A/3/750	A/3/1,000
入力	電圧	200V±10%（415V，6,600Vも製作可能）										
	周波数	50Hzまたは60Hz±5%										
	相数および線数	三相3線										
	高調波電流	5%以下										
	力率	0.95以上										
出力	定格容量（kVA）	75	100	150	200	250	300	400	500	600	750	1,000
	電圧	200V，208V，210V，220V（50Hzのみ），230V（60Hzのみ）									415V（200Vも製作可能）	
	周波数	50Hzまたは60Hz										
	相数および線数	三相3線（三相4線も製作可能）										
	負荷力率	0.7（遅れ）～1.0　定格0.8（遅れ）または0.9（遅れ）										
	電圧精度（整定時）	±1.0%										
	過渡電圧変動	①±5%以内　条件：負荷急変0⇄100%時 ②±2%以内　条件：入力電圧急変　±10%時 ③±2%以内　条件：商用電源停電・復電時 ④±5%以内　条件：1台選択遮断時（並列運転方式の場合のみ） ⑤±5%以内　条件：UPS　直送切換時（無瞬断バックアップ方式の場合のみ） ただし，上記①～⑤は重複しないものとする。										
	応答時間	50ms以下										
	波形ひずみ率	2.5%以下（直線性負荷　100%時の全調波の2乗平均値） 5%以下（整流器負荷　100%時の全調波の2乗平均値）										
	相間電圧アンバランス	±2%以内（100%不平衡負荷時）										
	周波数精度	±0.01%以内（内部発振時）										
	外部同期範囲	±1%										
	過負荷耐量	125%10分間，150%1分間										
	過電圧制限値	150%（過電流が150%を超えると電流垂下特性が働き，過電流を150%以下に制限する）										

ら容易に取付け，取外しが行え，保守性が良い。

IGBT には富士電機が誇る第三世代 IGBT を採用し，これによりスイッチング損失を低減させ，従来に比べ 1 モジュールあたりの素子の並列数を増やすことにより UPS 1 台あたりのモジュール数を削減した。また，冷却方法については沸騰冷却フィンを採用している。

さらに，この IGBT モジュールにより UPS 装置の効率が従来の UPS に比べ約 3 %向上した。

5.2　PWM インバータ制御方式

本制御方式は，IGBT の高速スイッチングによる予測形瞬時値制御方式であり，UPS の並列運転および商用とのラップ運転を可能とした新制御方式である。

インバータ制御には，出力電圧（AVR），出力電流（ACR），出力周波数（AFR），偏磁制御などがある。検出には，直流電圧 V_D，出力電圧 V，出力電流 I_L および分担電流 $I_{LA/n}$ で演算される。**図 3** に制御ブロック図を示す。

図 3　インバータ制御ブロック図

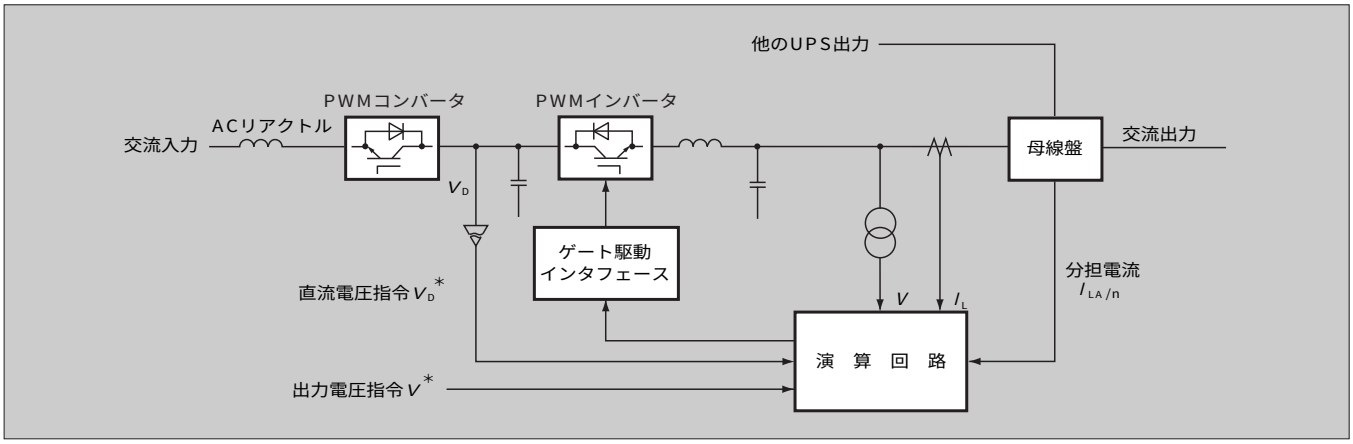
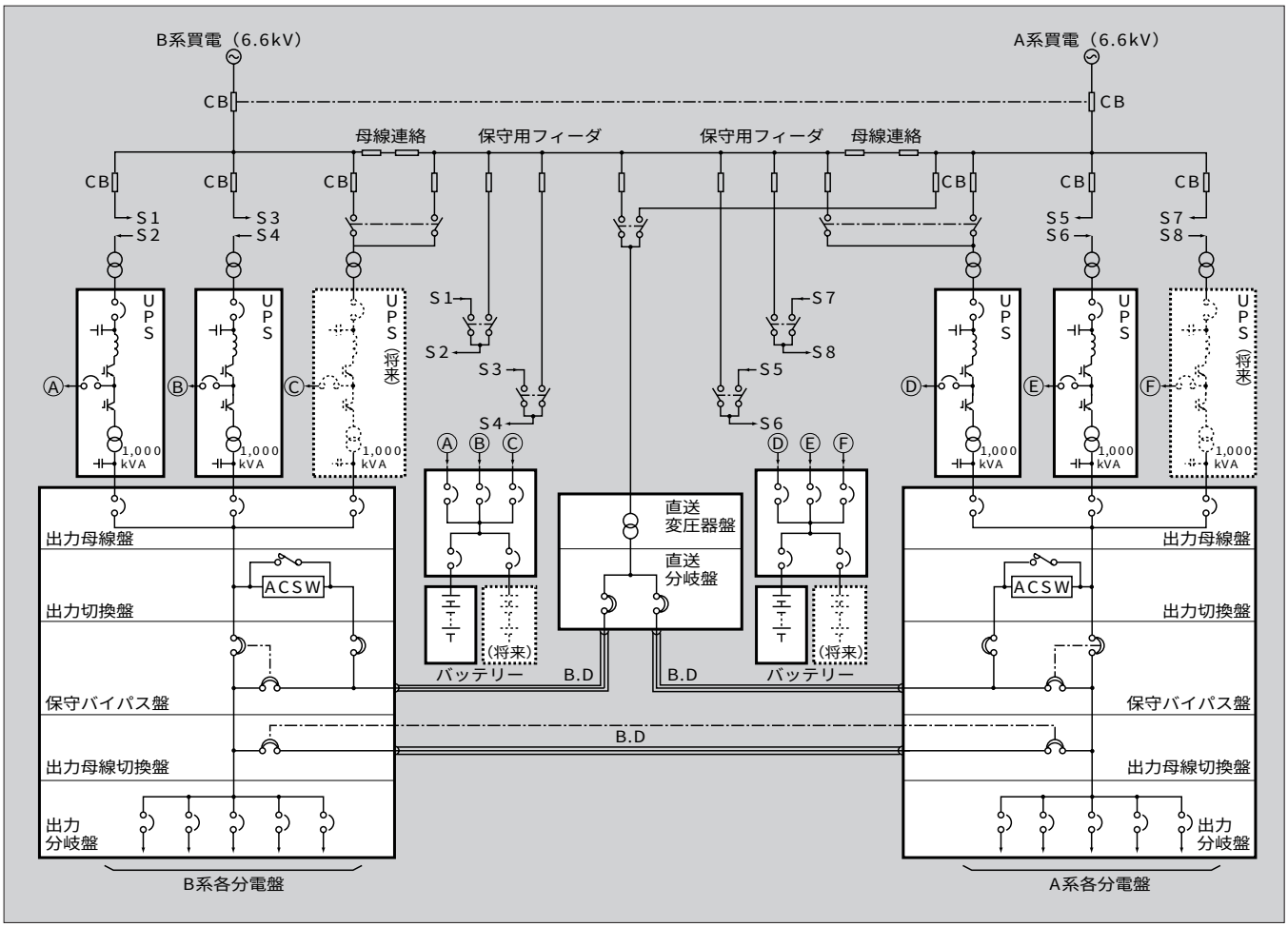


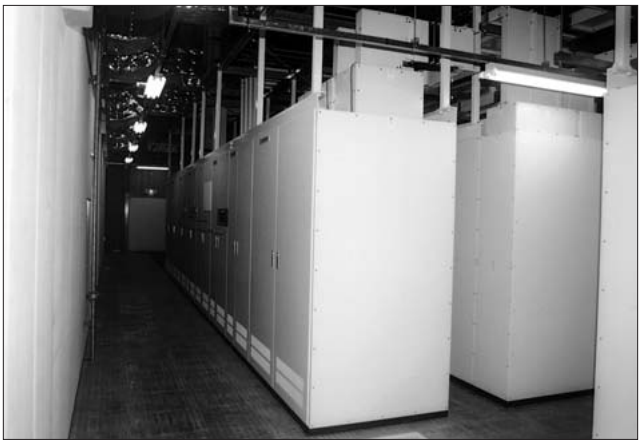
図 4　事例 1 のシステム構成



UPS における制御は PWM 整流器を含め高速プロセッサである RISC（Reduced Instruction Set Computer）および DSP（Digital Signal Processor）で演算されるディジタル制御で行われている。

インバータは PWM 制御方式であり，キャリヤ周波数約 8 kHz で，そのキャリヤ周波数と同期したサンプル周期で検出および演算を行っている。制御アルゴリズムは，インバータの出力の LC フィルタ定数の状態方程式から制御パラメータを算出し，PWM パルスを演算し出力する。これにより，非線形負荷 100 %時の出力電圧ひずみ率は 5 %以下の特性を実現している。

図５　事例 1 の外観



⑥　適用システム

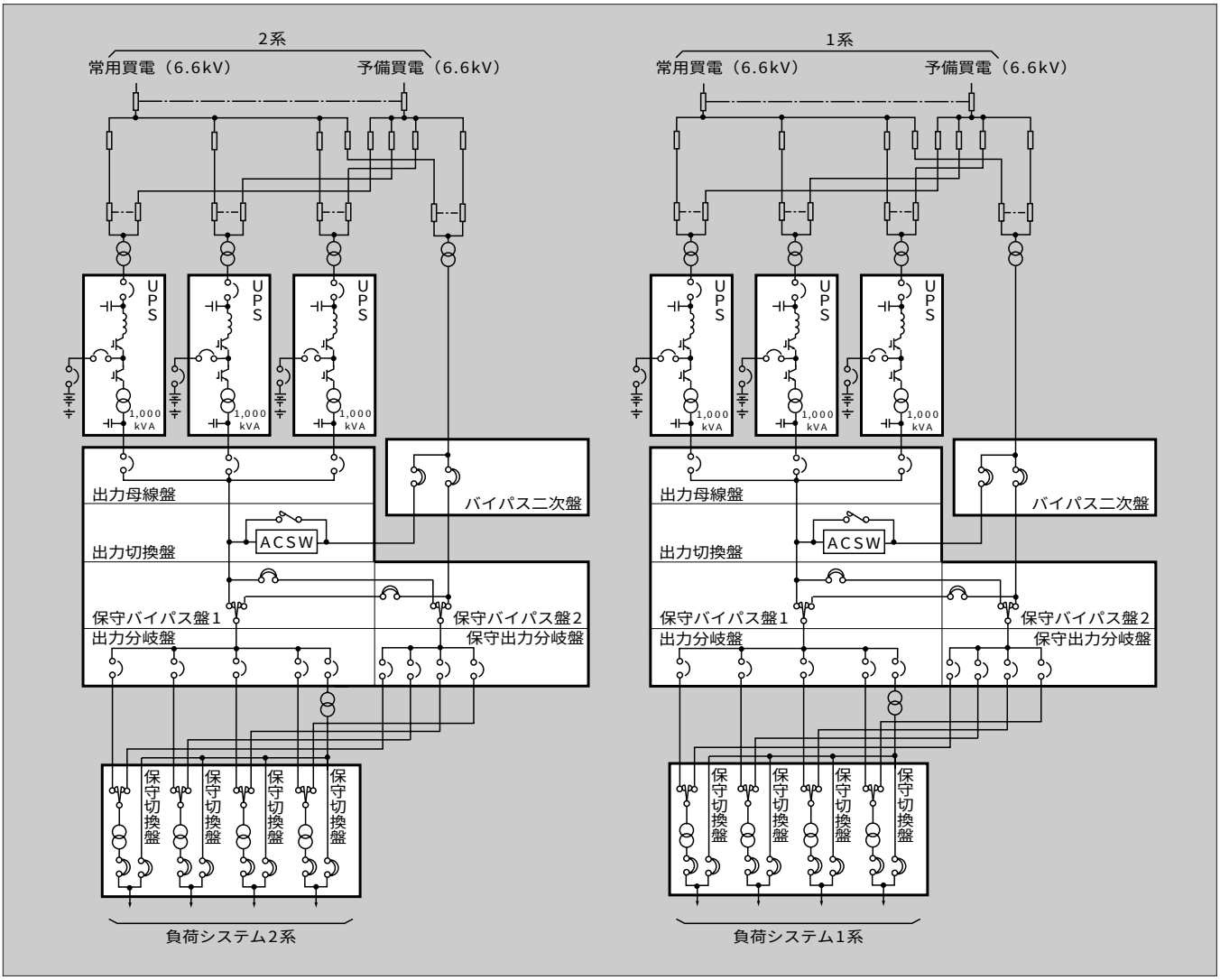
大規模 UPS システムの場合，負荷容量や信頼度の点から並列冗長運転方式を採用し，さらに直送回路を有し，いついかなるときでも電源喪失のないシステムが望まれている。

また，365 日・ 24時間無停止システムでは，入力系統および出力系統を含めた総合的な信頼性が重要であり，UPS システムの増改修や電源設備全体の定期保守などで給電がストップしない電源システムを構築する必要がある。このような UPS システムの事例を紹介する。

6.1　事例 1

このシステムは，拡大を続けるアウトソーシング事業の

図６　事例 2 のシステム構成



一例である。ここでは高度な情報通信システムを使い，多くのユーザーの大量な情報を処理し伝送するシステムでは365 日・ 24時間停止することが許されないため，UPS が使用されている。これに対し富士電機は，単機容量 1,000 kVA の IGBT 式 UPS 2 台（将来 3 台）の並列冗長システム 2 系統を納入した。この大規模システムのシステム構成を**図 4** に，設置状況を**図 5** に示す。また，このシステムの特長は次のとおりである。

(1) UPS は並列冗長無瞬断バックアップ方式であり，1 台の UPS が異常となった場合，残りの 1 台にて負荷への給電を継続する。また，残りの 1 台が異常となっても無瞬断にて直送電源へ切り換える。

(2) UPS が 2 系統あるため，1 系統異常時や保守時においても，負荷へ UPS 出力を無瞬断で給電できる。

(3) 高圧入力系統の二重化と保守専用フィーダを設け，母線連絡遮断器で区分開閉することで UPS を停止することなく高圧部を系統ごとに保守点検できる。

6.2 事例 2

このシステムは，大形の事務センターの例で，業務の重要度は前述した事例 1 と同様である。単機容量 1,000 kVA の IGBT 式 UPS 3 台の並列冗長システムを 2 系統から構成する。この電源システムの構成を**図 6** に示す。

また，この大規模システムの主なポイントは次のとおりである。

(1) UPS は並列冗長無瞬断バックアップ方式であり，1 台冗長システムである。

(2) UPS 群は完全に独立した 2 系統があるため，1 系統異常時や保守時にも，負荷へ UPS 出力を給電できる。

(3) 高圧入力系統は常用・予備と二重化され，各 UPS と直送電源の入力フィーダはそれぞれの高圧入力系統の選択が可能で，また出力フィーダも二重化されている。したがって，UPS を停止することなく高圧部および低圧部を系統ごとに保守点検できる。

7 あとがき

本稿では，主回路に第三世代 IGBT を用い，予測瞬時値制御技術を適用した富士電機の大容量 UPS「UPS600 シリーズ」を紹介した。

この製品は，大容量 UPS に求められる並列冗長システムと直送無瞬断切換システムにおける負荷との調和を IGBT の高速スイッチング素子および高速プロセッサによる制御技術にて実現したものである。さらに入力電流の高力率化，高調波低減，および装置の高効率化など省エネルギーや入力系統への整合性の向上なども図ってきた。

今後とも広く顧客ニーズにこたえる装置開発やシステム開発に尽力する所存である。

参考文献

(1) 梅沢一喜ほか： IGBT 式大容量 UPS，富士時報，Vol.65, No.10，p.647–651（1992）

技術論文社外公表一覧

標題	所属	氏名	発表機関	
プリント基板絶縁層内部の空間電荷の観測	富士電機総合研究所 〃	岡本　健次 芳賀　弘二	電気学会基礎・材料・共通部門誌，**118**–A，6（1998）	電気学会
電力変換装置から放射される電磁ノイズの解析と低減方法	富士電機総合研究所 〃 〃	五十嵐征輝 滝沢　聡毅 黒木　一男	電気学会産業応用部門誌，**118**–D，6（1998）	電気学会
電力用半導体と機械式接点による高速限流遮断システム	富士電機総合研究所	磯崎　優	OHM，No.6（1998）	オーム社
強電と弱電が混在するプリント基板の EMC 対策設計	富士電機総合研究所	海田　英俊	EMC，**11**，2（1998）	ミマツデータシステム
実用化を迎える光フィールドバス	産業・計測システム事業部	松平　竹央	配管技術，No.6（1998）	日本工業出版
非常用自家発電設備の種類，特徴，選定	産業・計測システム事業部	秋山　芳夫	生産と電気，**50**，6（1998）	日本電気協会
Anomalous oxidation rate in 6H-SiC depending on the partial pressure of O_2 and H_2O	富士電機総合研究所	上野　勝典	Journal of Electronic Materials, **27**，4（1998）	The Minerals Metals and Materials Society and The Institute of Electrical and Electronics Engineerings
Chain-Length Dpendent Stationary and Time-Resolved Spectra of **α**–Oligothiophene	富士電機総合研究所 〃	黒田　昌美 白石洋太郎	Journal of Physical Chemistry, **102**，19（1998）	American Chemical Society

双方向インバータの電力貯蔵システムへの適用技術

藤倉　政信（ふじくら　まさのぶ）　　**松永　和喜**（まつなが　かずき）

1　まえがき

現在，地球温暖化の対策として代替エネルギーの確保やエネルギーのクリーン化を目的として太陽電池や風力発電システムの導入が積極的に進められている。

また他方では，電力需要のピーク対策として電力の負荷平準化技術の開発が急務であり，電力会社をはじめとして電力設備の利用率を向上させるための電力貯蔵技術の開発が盛んに行われている。特に，電力貯蔵技術に関しては有望な二次電池として，ナトリウム-硫黄電池（Na-S 電池）があり，電力会社だけでなく，電力需要家側でも導入・実証試験が行われ始めている。

一方，パワーエレクトロニクス分野では，IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）をはじめとする高速スイッチングデバイスの性能向上と電流容量増大に伴い，小形・軽量・高効率化が同時に達成できる高周波スイッチング技術の適用が盛んに進められている。

今回，富士電機では一つの電力変換装置で充電・放電の両方が可能な双方向インバータを電力貯蔵システムに適用した製品として，日本電信電話(株)（NTT）向けに Na-S 電池用双方向インバータを開発・納入したので，その仕様，特長，回路構成および特性について紹介する。

2　双方向インバータの基本動作

ここでは，双方向インバータの基本動作について説明する。

図1(a)に充電動作時の電力の流れを示す。双方向インバータはスイッチング素子に IGBT を用いた三相の PWM インバータであり，充電動作では電池に対して定電圧充電または定電力充電を行う。このとき入力電流が力率 1 で，高調波含有率が 5 %以下となるように電流制御を行う。

負荷電力が少ない夜間に行われる充電動作時には，系統電力は負荷電力とインバータ電力を加えた電力を負担することになる。

図1(b)に放電動作時の電力の流れを示す。負荷電力の多い昼間は，双方向インバータは電池の電力を用いて系統と連系運転しながら負荷に電力を供給する。

負荷が少ない夜間に充電し，負荷が多い昼間に放電することで，系統側電力から見ると＜充電電力＞＋＜放電電力＞の分だけ負荷平準化されたことになる。

放電動作時にも，インバータ側交流電流は力率 1 で，高調波含有率が 5 %以下となるように電流制御を行う。

また，系統連系運転では，系統連系点にて「分散型電源系統連系技術指針」に示される各保護継電器を設置しなければならない。

3　双方向インバータの構成

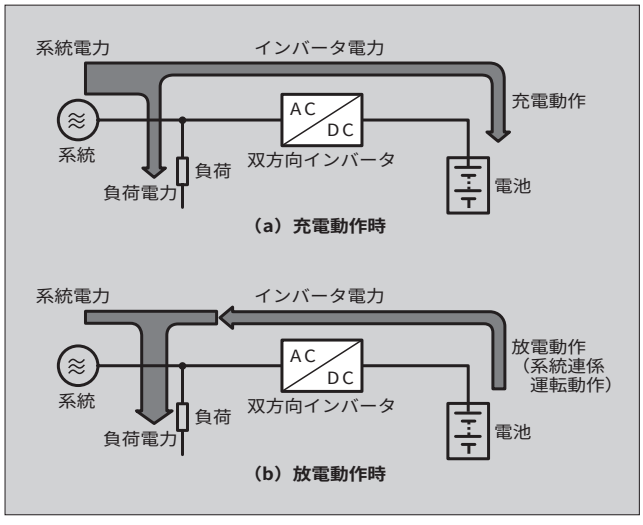
ここでは，インバータの主回路構成，動作，制御，技術などについて説明する。

3.1　主回路構成

図2に双方向インバータの単線結線図を示す。

装置は，PWM インバータ，変圧器，AC フィルタなどで構成される。直流電圧は PWM インバータで一定の交

図1　双方向インバータの基本動作



藤倉　政信

UPS および応用製品の開発・設計に従事。現在，東京システム製作所パワエレシステム技術部主任。

松永　和喜

施設用電源設備の技術企画に従事。現在，システム事業本部社会システム事業部技術第一部。

流電圧に変換され，AC フィルタで低ひずみの交流電圧に変換される。さらに変圧器にて系統と絶縁すると同時に昇圧して，系統に連系される。

PWM インバータ部では，スイッチング素子として低損失の IGBT を，それぞれ 6 並列接続して三相ブリッジのインバータの 1 相を構成している。AC フィルタは，ひずみの小さな正弦波電圧に波形整形する機能と，系統との連系インピーダンスの機能を併せ持っている。

3.2 インバータの制御方式

本制御方式は，交流入力電流を高力率でひずみの少ない正弦波にしながら，充電時には交流を直流に，放電時には直流を交流に変換する制御方式である。今回は，充放電電力が正確に制御できる直流端電力制御方式を採用した。以下にこの制御方式について説明する。

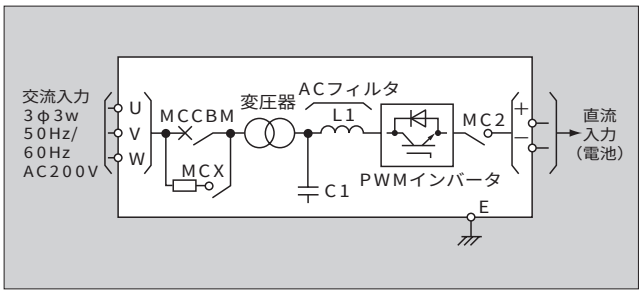
図3に制御ブロック図を示す。直流電圧制御系には，直流電圧設定 V_d^* と直流電圧検出 V_d および直流電力を充電時・放電時に一定に制御させるための電力補正量 P_a^* が入力される。電力制御系では，一つの電力設定 P_d^* が充電時には－入力として（電力検出 P_d が＋），放電時には反対で＋入力として（電力検出 P_d が－）APR 系に入力される。

電力制御系は，充電時に選択される APR-1 出力と放電時に選択される APR-2 出力のうち，いずれか一方のみが運転モードによって選択され，最終的に直流電圧制御系に電力補正量 P_a^* として入力される。

一方，内部誘起電圧の基準正弦波は系統の電圧と同期追従制御（PLL 制御）され，常に系統と同期状態にある。

この同期基準正弦波と直流電圧制御出力が乗算されインバータの電流指令 I_a^* が生成され，交流リアクトル電流が指令値に追従するように IGBT をスイッチング周波数 8 kHz にて，PWM 制御するものである。この結果，インバータ電流を正弦波に保ちながら直流端電力を電力指令 P_a^* になるように充電・放電動作が行われることになる。

図2　双方向インバータの単線結線図



4 双方向インバータの Na–S 電池への適用例

ここでは，双方向インバータの適用例として Na–S 電池への適用について紹介する。

Na–S 電池には主に下記の特長がある。

(1) 鉛電池の約 3 倍のエネルギー密度があり，需要地の狭いスペースに設置できる。

(2) 充放電効率が90%以上と高く，自己放電が少ない。

(3) 充放電回数の頻度が多くても寿命は長い。

このようなことから，電力貯蔵用電池として今後有望視されている。需要家でも昼間のピーク負荷対策として契約電力量の低減が行えることや安価な夜間電力で充電して昼間放電できることなどから，トータルでの電気料金低減が行えるなどのメリットがある。

NTT では，負荷平準化の目的で三重県鈴鹿市にある中央研修所に50 kW の Na–S 電池システムを1996年12月に導入して現在実証試験を継続中である。富士電機では，このシステムのうち，50 kW の双方向インバータを納入した。

図4にそのシステム例を示す。このシステムでは夜間に充電を行い，昼間には通信設備・電源設備負荷に対する放電を行って，負荷平準化を行うものである。

表1に装置の仕様，**図5**に外観を示す。

図3　双方向インバータの制御ブロック図

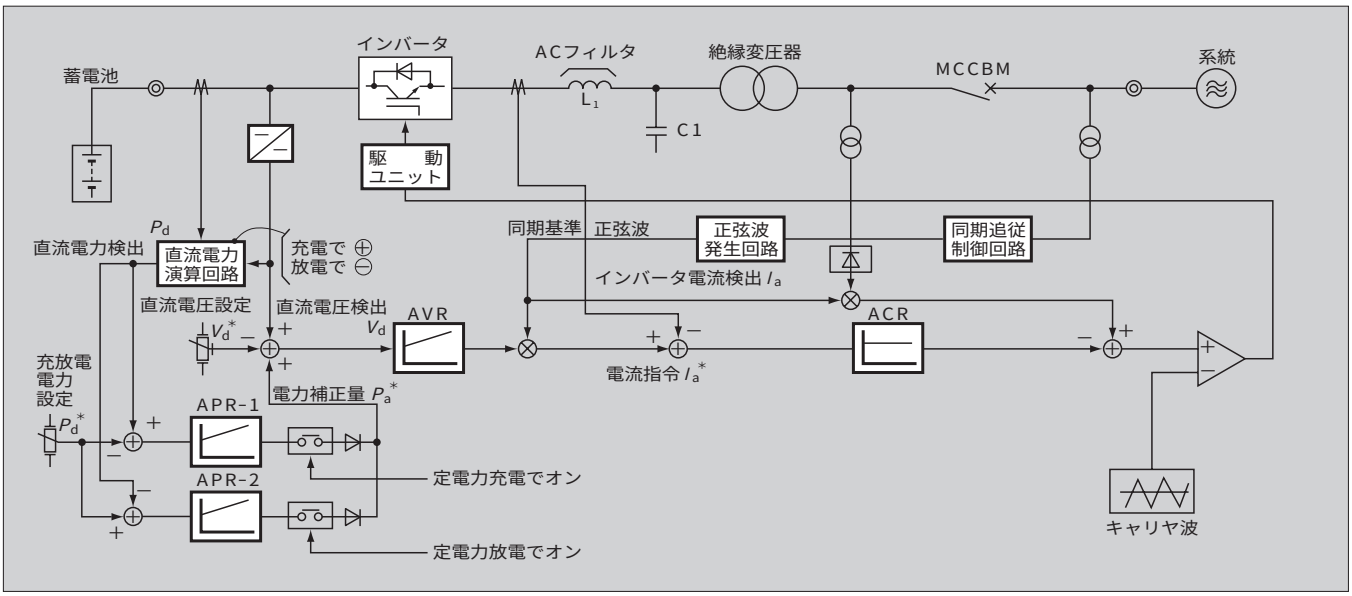


図４　Na–S 電池を用いた電力貯蔵システムの適用例

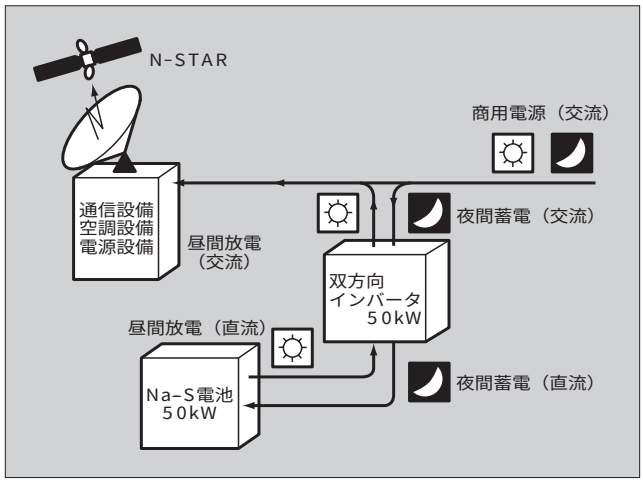


図５　双方向インバータの外観

表１　双方向インバータの仕様

項　目			定格または特性
運転方式			連系運転および単独運転
冷却方式			強制空冷
直流入出力	充電時	直流電圧	170～225V
		直流電流	0～375A
		直流電力	0～68kW
	放電時	直流電圧	145～200V
		直流電流	0～470A
		直流電力	0～68kW
交流入出力	定格電圧		200V
	電圧変動範囲		定格電圧±10%
	定格周波数		50/60Hz
	周波数変動範囲		系統側の周波数に追従
	相　数		三相3線式
	負荷力率		0.85（遅れ）～1.0
	高調波流出電流		5%以内（総合ひずみ率）
効　率			90%以上
騒　音			65dB以下（装置正面1mで測定）〈注〉
電磁妨害波			VVCI-1種（目標値）

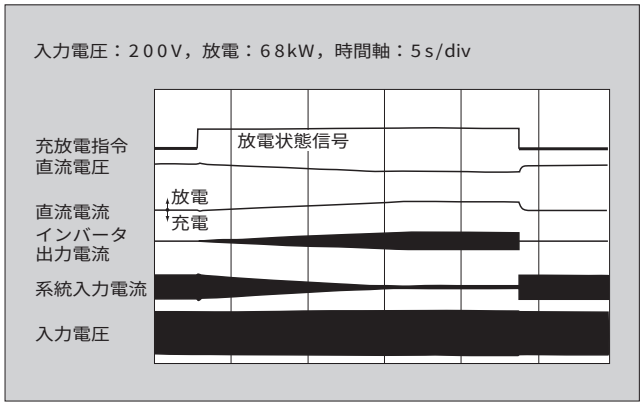
〈注〉装置端子における直流電圧値が155V以上の場合

充放電出力としては直流端で最大68 kW であり，電池側の直流電圧変動範囲は 145 ～ 225 V である。装置寸法は幅 1,000，奥行 1,000，高さ 1,950（mm）であり，このクラスの容量，直流電圧では小形・軽量である。

図６に放電開始指令が入力されてからの系統連系動作を示す。インバータは指令が入力されてから約10秒で定格放電電力に達している。インバータの出力電流（放電電流）が増大するに従い，系統入力電流が低減して連系運転動作が行われている。本システムでは導入目的から変換器自身の高効率化も重要な課題である。

今回の装置では，PWM インバータ部，交流リアクトル，

図６　系統連系動作の確認（68kW 放電時）



変圧器などで損失の最適設計を行い，高効率化を図った。

5　あとがき

双方向インバータの電力貯蔵システムへの適用例として Na–S 電池システムを紹介した。

今後システムの導入は急激に増大すると予想され，これとともにインバータの適用もますます多種にわたり拡大するものと考えられる。

また，今後も装置に要求される課題である電力貯蔵技術の高度化，高効率化，小形化，低価格化などの実現に向けて尽力する所存である。

最後に，この開発に際しご指導・ご協力いただいた日本電信電話(株)殿をはじめ関係各位に対し厚くお礼を申し上げる次第である。

参考文献

(1)　蔭山照男ほか：需要家における省エネルギー，OHM，No.1，p.70–74（1997）
(2)　藤倉政信ほか：電力貯蔵形非常用電源システム，富士時報，Vol.65，No.10，p.660–664（1992）

主要営業品目

電　機

電動機，可変速装置，誘導加熱装置，誘導炉，産業用電源装置，クリーンルームシステム，非常用電源装置，コンピュータ用電源装置，舶用電気品，車両用電気品，変圧器，遮断器，ガス絶縁開閉装置，電力変換装置，原子力機器，火力機器，水力機器，発電機，新エネルギー発電システム，発電設備用保護・監視・制御装置，発電設備用コンピュータ制御装置，誘導電動機，ギヤードモータ，ブレーキモータ，ファン，ポンプ，ブロワ，電磁開閉器，操作・表示機器，制御リレー，タイマ，ガス関連機器，配線用遮断器，漏電遮断器，限流ヒューズ，高圧受配電機器，汎用モールド変圧器，電力制御機器，プログラマブルコントローラ，プログラマブル操作表示器，多重伝送システム，汎用インバータ，サーボシステム，加熱用インバータ，可変速電動機

制御・情報・電子デバイス

コンピュータ制御装置，運転訓練・系統解析シミュレータ，電力量計，放射線モニタリングシステム，保護・監視・制御装置，マイクロコントローラ，水処理装置，遠隔制御装置，オゾン処理システム，電気集じん機，FA システム，電話自動選択着信装置，レーザ応用装置，ビデオセンサ応用装置，工業計測制御機器，分析機器，放射線計測機器，OCR，磁気記録媒体，複写機・プリンタ用感光体，パワートランジスタ，サイリスタ，シリコン整流素子，集積回路，パワーハイブリッド IC，サージアブソーバ，半導体センサ，スイッチング電源

業務用民生機器ほか

自動販売機，コインメカニズム，紙幣識別装置，貨幣処理システム，飲料ディスペンサ，自動給茶機，冷凍冷蔵ショーケース，ホテルベンダシステム，カードシステム

富士時報	**第 71 巻　第 7 号**	平成 10 年 6 月 30 日　印刷 平成 10 年 7 月 10 日　発行 定価 525 円（本体 500 円・送料別）
編集兼発行人	沢　邦彦	
発行所	富士電機株式会社内 「富士時報」編集部	〒100-8410 東京都千代田区有楽町一丁目 12 番 1号 （新有楽町ビル） 電話　東京（03）3211 － 7111(大代表) 〔編集室：電話　東京（03）3211－1168〕
印刷所	富士電機情報サービス株式会社	〒151-8520 東京都渋谷区代々木四丁目 30 番 3 号 （新宿コヤマビル） 電話　東京（03）5388 －8241
発売元	株式会社オーム社	〒101-8460 東京都千代田区神田錦町三丁目 1 番地 電話　東京（03）3233－0641（代表） 振替口座　東京　6－20018

© 1998 Fuji Electric Co., Ltd., Printed in Japan（禁無断転載）

富士時報論文抄録

社会情報システムの現状と展望

笹本　利治
富士時報　Vol.71 No.7 p.379-380（1998）

都市を中心とする社会基盤を支えるインフラストラクチャを「社会システム」と呼び，このなかでも重要な情報，エネルギー，環境の各分野についてその注目すべき動向や将来を概観する。そのなかで，社会情報システムに対する富士電機のコンセプトと提供するシステムを紹介する。

画像処理技術を応用した新しい交通流監視システム

川上　一美　　榊原　行良　　植草　秀明
富士時報　Vol.71 No.7 p.381-384（1998）

画像処理技術による交通流監視システムには適用場所と用途により，トンネル部向けと明かり部向けがある。トンネル部では，切換監視型画像処理装置により複数の ITV カメラを切換入力して，車両台数・速度計測，異常走行検知，落下物・駐停車検知を行う。明かり部では，日照変化や気象変化に十分対応できるように常時監視型画像処理装置で車両台数・速度，占有率，車頭間隔を計測している。今回それらの概要と適用事例について紹介する。

横浜市港南ひまわりトンネル向けジェットファン

山本　博志　　藤崎　正晃　　豊田　匡彦
富士時報　Vol.71 No.7 p.385-388（1998）

トンネル用ジェットファン設備は，ドライバの視環境およびドライバ，歩行者，作業者などに対する環境の改善を行い，また，トンネル内の火災発生時や渋滞などの異常発生時に対応した換気を行うものである。富士電機は，道路トンネル施設設備として，電源関連設備，遠方監視設備，電気集じん機設備およびセンサを提供してきたが，本稿では，高効率・低騒音化を考慮して開発した道路トンネル用ジェットファンを横浜市港南ひまわりトンネルに納入したので紹介する。

日本道路公団北陸支社向け金沢施設制御システム

榊原　行良　　福田　尚　　坂口　伸一
富士時報　Vol.71 No.7 p.389-392（1998）

本システムは，福井県・石川県・富山県の北陸自動車道および東海北陸自動車道に設置された施設のコントロール業務を合理化・省力化するために，金沢施設制御室に導入された遠方監視制御システムである。その構成および機能の各特長を紹介する。

(1)　LAN および通信回線を利用した広域ネットワークシステム
(2)　大形ディスプレイを中心とした施設制御室のトータルデザイン
(3)　Windows NT と UNIX を適用したクライアント・サーバシステム
(4)　運用支援機能を併せもつ高度な施設管理機能の搭載

施設情報管理システム「SOINS-IIS」

島岡　成治　　渡辺　正幸　　水野　豊
富士時報　Vol.71 No.7 p.393-397（1998）

産業のソフトウェア化，サービス化，情報化に伴ってオフィス空間が活動の中心になってきている。施設管理においても従来の設備保全を中心とした施設管理システムの範囲から，利用者への情報サービス機能と経営支援機能を付加した施設管理システムが求められている。こうしたニーズに対応すべく，富士電機では，情報化，サービス化の機能を盛り込んだ運営支援系の施設情報管理システム「SOINS-IIS」を開発した。その特徴を YRP センター 1 番館と NTT 移動通信網(株)R&D センターへの納入事例で紹介する。

アミューズメント施設向けキャッシュレス管理システム

白井　英登　　真野　敬三　　増倉　孝好
富士時報　Vol.71 No.7 p.398-402（1998）

社会のニーズが娯楽，健康志向へと向くなかで，アミューズメント施設の建設が各地で進められており，同時に館内運用面でのキャッシュレス化の必要性は高まっている。ゲート，券売機など，富士電機既有の技術・ノウハウを生かし，システム化することで，キャッシュレスシステムを実現し，納入した。鶴見緑地プールおよび豊中市伊丹市クリーンスポーツランドの例 2 件を紹介する。

UPS の現状と展望

定由　征次　　保坂　一喜　　加護谷 隆己
富士時報　Vol.71 No.7 p.403-406（1998）

ダウンサイジングが進む UPS は，着実に台数が増加しており，今後とも情報化社会の安全上欠かすことができない。富士電機の UPS は，最新のパワーデバイス，制御デバイスを適用して定評ある UPS 技術と高周波 PWM 技術をベースに，製品開発を実施して業界をリードしてきた。今後は市場ニーズを受けて，基本方式，用途，設置場所，運転方式，管理システム，蓄電デバイスなどあらゆる面に多様化が進行していくものと予測している。

最近のミニ UPS

木戸口 秀隆　　石川　吉浩　　谷津　誠
富士時報　Vol.71 No.7 p.407-410（1998）

パワーエレクトロニクス技術の進歩により，さまざまな応用装置が幅広い分野で活躍するようになった。半導体素子の進歩により，高周波化が進んで，絶縁変圧器やフィルタ回路の小形化が図られる一方，回路技術の進歩もめざましく，高周波絶縁や SMR 回路，さらにはソフトスイッチング回路など多くのパワー変換回路が生み出された。ここでは，富士電機のミニ UPS の最近の動きを，SNMP やネットワークアダプタといったネットワーク対応を含め，解説する。

Abstracts (Fuji Electric Journal)

Traffic Volume Monitoring Systems Using Image Processing Technology

Hitomi Kawakami Yukiyoshi Sakakibara Hideaki Uekusa
Fuji Electric Journal Vol.71 No.7 p.381−384 (1998)

In traffic volume monitoring systems using image processing technology, there is a tunnel type or a surface road type according to locations and uses. A tunnel is equipped with industrial television (ITV) cameras with a selective monitoring image processor, and the number of vehicles, vehicle speed, abnormal driving, fallen things, and parking or standing vehicles are detected by selectively inputting ITV cameras. A surface road is equipped with a constant monitoring image processor to fully meet changes in sunshine and weather, and the number of vehicles, vehicle speed, occupancy, and headway are measured. This paper outlines these systems and application examples.

Present Status and Prospects for Social Information Systems

Toshiharu Sasamoto
Fuji Electric Journal Vol.71 No.7 p.379−380 (1998)

Infrastructure supporting the basis of society mainly for urban areas is here called social systems. This paper reviews the noticeable trends and prospects for social systems with regard to information, energy, and environment which hold key positions among social systems. Fuji Electric's concept for social information systems and offered systems are described in the above.

Control System for the Kanazawa Office of Japan Highway Public Corporation

Yukiyoshi Sakakibara Hisashi Fukuda Shinichi Sakaguchi
Fuji Electric Journal Vol.71 No.7 p.389−392 (1998)

This system is a remote monitoring and control system introduced to the Kanazawa Control Office to rationalize and reduce labor at control work in the facilities founded on the Hokuriku and Tokai-hokuriku Expressways in Fukui, Ishikawa, and Toyama Prefectures. This paper describes the features of configurations and functions. (1) a wide area network system using LAN and communication lines, (2) total design for the facility control room with large displays and others, (3) a client server system using Windows NT and UNIX, (4) advanced facility control functions combined with an operation support function.

Jet Fans for the Kounan-Himawari Tunnel of Yokohama-city

Hiroshi Yamamoto Masamitsu Fujisaki Masahiko Toyoda
Fuji Electric Journal Vol.71 No.7 p.385−388 (1998)

Jet fans for a tunnel are provided to improve the visual environment of vehicles in the tunnel as well as drivers' environment and also to perform appropriate ventilation for a fire or a traffic jam in the tunnel. Fuji Electric has supplied power supply systems, remote monitoring and control systems, electrostatic precipitator systems, and sensors for road tunnel facilities. This paper introduces the high-efficiency, low-noise jet fans supplied to the Kounan-Himawari Tunnel of Yokohama-city.

Cashless Systems for Amusement Facilities

Hideto Shirai Keizo Mano Takayoshi Masukura
Fuji Electric Journal Vol.71 No.7 p.398−402 (1998)

Social needs are oriented toward amusement and health, and many amusement facilities are under construction at various places, accompanied by the growing necessity of cashless operation in the facilities. Fuji Electric made the most of its own technologies and know-how, such as gates and ticket vendors, and has systematized them into cashless systems to users' satisfaction. This paper gives two examples for the Tsurumi-Ryokuchi Pool and Toyonaka-Itami Clean Sports Land.

Facility Information System“ SOINS−IIS ”

Seiji Shimaoka Masayuki Watanabe Yutaka Mizuno
Fuji Electric Journal Vol.71 No.7 p.393−397 (1998)

As industry has been oriented toward software, service, and information, office space has become the center of activities. Similarly in facility management, not conventional facility management systems with plant management as the core, but facility management systems with information service and management support functions for users added are desired. To meet these needs, Fuji Electric has developed the facility information system "SOINS−IIS" which is a management support system incorporating information and service-oriented functions. The features are described with examples supplied to Yokosuka Research Park (YRP) Center Ichibankan and NTT Mobile Communications Network, Inc. R&D Center.

Recent Mini Uninterruptible Power Systems (UPSs)

Hidetaka Kidoguchi Yoshihiro Ishikawa Makoto Yatsu
Fuji Electric Journal Vol.71 No.7 p.407−410 (1998)

With the advance of power electronics, various applications have come into use in various fields. High frequency application based on advanced semiconductors has reduced the size of insulation transformers and filter circuits. On the other hand, rapidly advanced circuit technology has given birth to many power conversion circuits such as high-frequency insulation, switch-mode rectifier (SMR) circuits, and soft switching circuits. This paper describes recent trends of Fuji Electric's mini UPSs, including measures for networks such as simple network management protocol (SNMP) and network adapters.

Present Status and Technical Trends of Uninterruptible Power Systems (UPSs)

Seiji Sadayoshi Kazuyoshi Hosaka Takami Kagotani
Fuji Electric Journal Vol.71 No.7 p.403−406 (1998)

Uninterruptible power systems (UPSs), which have continued reduction in size, steadily increase the number of working units and are indispensable to the safety of the information-oriented society. Fuji Electric has developed UPSs on the basis of its acknowledged UPS and high-frequency PWM technologies using up-to-date power and control devices, resulting in a leading manufacturer in the industry. The paper predicts that in response to market needs, UPSs will be diversified in all aspects such as basic methods, uses, locations, operating systems, control systems, and storage battery devices.

新形中容量 UPS「UPS650 シリーズ」

廣瀬　順　　寺田　輝正　　志賀　洋之
富士時報　Vol.71 No.7 p.411-415（1998）

需要の増大が期待される中容量 UPS 市場ではあるが，性能，機能での差別化が厳しい現状において UPS650-C/1，C/3 シリーズは新しい高周波電力変換技術を用い，圧倒的な小形・軽量を実現した製品である。整流器部に採用した SMR コンバータは高周波変圧器にて絶縁されており，従来の絶縁手段として用いられていた絶縁変圧器に比べ容積で15分の 1，質量で20分の 1 となっている。本稿では UPS650-C/1，C/3 シリーズの特長と構成・要素技術を紹介する。

大容量 UPS「UPS600 シリーズ」

本木　泰　　寺口　昌宏　　片山　郁央
富士時報　Vol.71 No.7 p.416-420（1998）

UPS の需要は小容量と大容量の二極化の傾向にある。大容量 UPS に要求される要件としては，高信頼性はもとより，最近では設置環境の多様化などにより小形，軽量，低騒音，入力容量および入力高調波電流の低減，非線形負荷に対する出力電圧改善が要求されている。富士電機は業界に先駆けオール IGBT 式 UPS を供給してきたが，今回，その改良形大容量 UPS を製品化したので報告する。また，その適用システムの事例についても紹介する。

双方向インバータの電力貯蔵システムへの適用技術

藤倉　政信　　松永　和喜
富士時報　Vol.71 No.7 p.421-423（1998）

地球温暖化対策としてクリーンエネルギーシステムの導入や電力需要ピーク対策としての電力貯蔵技術の開発が盛んである。富士電機は一つの電力変換装置で充電・放電動作が可能な双方向インバータを電力貯蔵システムに適用した製品として Na-S 電池用インバータの開発を行い納入したのでその仕様，特長，回路構成や試験データなどについて紹介する。

Large Capacity Uninterruptible Powre Systems “UPS600 Series”

Yasushi Motoki Masahiro Teraguchi Ikuo Katayama
Fuji Electric Journal Vol.71 No.7 p.416−420 (1998)

Demand for uninterruptible power systems (UPSs) has a tendency toward poles, small and large capacities. Requirements for large capacity UPSs are small size, light weight, low noise, reduction in input capacitance and input harmonic current, and improvement of output voltage to a nonlinear load, not to mention high reliability. Fuji Electric took the lead in the industry in supplying all-IGBT UPSs. This paper outlines the improved large capacity UPS recently marketed, citing examples of its application systems.

New Type Medium Capacity Uninterruptible Power Systems“UPS650 Series”

Jun Hirose Terumasa Terada Hiroshi Shiga
Fuji Electric Journal Vol.71 No.7 p.411−415 (1998)

In the market of medium capacity uninterruptible power systems (UPSs), increase in demand is expected, but there is severe distinction of performance and functions. In this situation, the UPS650−C/1 and C/3 series have realized overwhelming reduction in size and weight with new high-frequency power conversion technology. The SMR converter adopted in the rectifier portion is an insulation means using a high-frequency transformer, which has a fifteenth of the volume and a twentieth of the mass of that using a conventional insulation transformer. This paper describes the features, configuration, and fundamental technologies of these series.

Application Technology of Bidirectional Inverters to Electric Energy Storage System

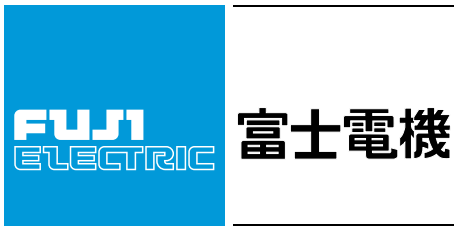
Masanobu Fujikura Kazuki Matsunaga
Fuji Electric Journal Vol.71 No.7 p.421−423 (1998)

Active efforts are made to introduce clean energy systems against global warming and to develop electric energy storage technologies to meet power demand at peak hours. Considering that a bidirectional inverter capable of charging and discharging with one power converter is suitable to electric energy storage system, Fuji Electric has developed and supplied an inverter for Na-S batteries. This paper outlines the specifications, features, circuitry, and test data of the inverter.

富士電機株式会社

本社事務所	☎(03)3211-7111	〒100-8410 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号（新有楽町ビル）
〃 新宿別館	☎(03)3375-7111	〒151-8520 東京都渋谷区代々木四丁目30番3号（新宿コヤマビル）
北海道支社	☎(011)261-7231	〒060-0042 札幌市中央区大通西四丁目1番地（道銀ビル）
東北支社	☎(022)225-5351	〒980-0811 仙台市青葉区一番町一丁目2番25号（仙台NSビル）
北陸支社	☎(0764)41-1231	〒930-0004 富山市桜橋通3番1号（富山電気ビル）
中部支社	☎(052)204-0290	〒460-0003 名古屋市中区錦一丁目19番24号（名古屋第一ビル）
関西支社	☎(06) 455-3800	〒553-0002 大阪市福島区鷺洲一丁目11番19号（富士電機大阪ビル）
中国支社	☎(082)247-4231	〒730-0021 広島市中区胡町4番21号（朝日生命広島胡町ビル）
四国支社	☎(087)851-9101	〒760-0017 高松市番町一丁目6番8号（高松興銀ビル）
九州支社	☎(092)731-7111	〒810-0001 福岡市中央区天神二丁目12番1号（天神ビル）
北関東支店	☎(0485)26-2200	〒360-0037 熊谷市筑波一丁目195番地（能見ビル）
首都圏北部支店	☎(048)657-1231	〒330-0802 大宮市宮町一丁目38番1号（野村不動産大宮共同ビル）
首都圏東部支店	☎(043)223-0701	〒260-0015 千葉市中央区富士見二丁目15番11号（日本生命千葉富士見ビル）
神奈川支店	☎(045)325-5611	〒220-0004 横浜市西区北幸二丁目8番4号（横浜西口KNビル）
新潟支店	☎(025)284-5314	〒950-0965 新潟市新光町16番地4（荏原新潟ビル）
長野システム支店	☎(026)228-6731	〒380-0836 長野市南県町1002番地（陽光エースビル）
長野支店	☎(0263)36-6740	〒390-0811 松本市中央四丁目5番35号（長野鋳物会館）
岡山支店	☎(086)227-7500	〒700-0826 岡山市磨屋町3番10号（住友生命岡山ニューシティビル）
松山支店	☎(089)933-9100	〒790-0878 松山市勝山町一丁目19番地3（青木第一ビル）
北見営業所	☎(0157)22-5225	〒090-0831 北見市西富町163番地の30
釧路営業所	☎(0154)22-4295	〒085-0032 釧路市新栄町8番13号
道東営業所	☎(0155)24-2416	〒080-0803 帯広市東三条南十丁目15番地
青森営業所	☎(0177)77-7802	〒030-0861 青森市長島二丁目25番3号（ニッセイ青森センタービル）
盛岡営業所	☎(019)654-1741	〒020-0034 盛岡市盛岡駅前通16番21号（住友生命盛岡駅前ビル）
秋田営業所	☎(0188)24-3401	〒010-0962 秋田市八橋大畑一丁目5番16号
山形営業所	☎(0236)41-2371	〒990-0057 山形市宮町一丁目10番12号
福島営業所	☎(0249)32-0879	〒963-8004 郡山市中町1番22号（郡山大同生命ビル）
金沢営業所	☎(076)221-9228	〒920-0031 金沢市広岡一丁目1番18号（伊藤忠金沢ビル）
福井営業所	☎(0776)21-0605	〒910-0005 福井市大手二丁目7番15号（安田生命福井ビル）
山梨営業所	☎(0552)22-4421	〒400-0858 甲府市相生一丁目1番21号（清田ビル）
松本営業所	☎(0263)33-9141	〒390-0811 松本市中央四丁目5番35号（長野鋳物会館）
岐阜営業所	☎(058)251-7110	〒500-8868 岐阜市光明町三丁目1番地（太陽ビル）
静岡営業所	☎(054)251-9532	〒420-0011 静岡市安西二丁目21番地（静岡木材会館）
浜松営業所	☎(053)458-0380	〒430-0935 浜松市伝馬町312番地32（住友生命浜松伝馬町ビル）
豊田営業所	☎(0565)29-5771	〒471-0835 豊田市曙町三丁目25番地1
和歌山営業所	☎(0734)72-6445	〒640-8341 和歌山市黒田94番地24（鍋島ビル）
山陰営業所	☎(0852)21-9666	〒690-0874 松江市中原町13番地
山口営業所	☎(0836)21-3177	〒755-0043 宇部市相生町8番1号（宇部興産ビル）
徳島営業所	☎(0886)55-3533	〒770-0832 徳島市寺島本町東二丁目5番地1（元木ビル）
高知営業所	☎(0888)24-8122	〒780-0870 高知市本町四丁目1番16号（高知電気ビル別館）
小倉営業所	☎(093)521-8084	〒802-0014 北九州市小倉北区砂津二丁目1番40号（富士電機小倉ビル）
長崎営業所	☎(095)827-4657	〒850-0037 長崎市金屋町7番12号
熊本営業所	☎(096)387-7351	〒862-0954 熊本市神水一丁目24番1号（城見ビル）
南九州営業所	☎(099)224-8522	〒892-0846 鹿児島市加治屋町12番7号（日本生命鹿児島加治屋町ビル）
沖縄営業所	☎(098)862-8625	〒900-0005 那覇市天久1131番地11（ダイオキビル）
エネルギー製作所	☎(044)333-7111	〒210-0856 川崎市川崎区田辺新田1番1号
変電システム製作所	☎(0436)42-8111	〒290-8511 市原市八幡海岸通7番地
東京システム製作所	☎(042)583-6111	〒191-8502 日野市富士町1番地
神戸工場	☎(078)991-2111	〒651-2271 神戸市西区高塚台四丁目1番地の1
鈴鹿工場	☎(0593)83-8100	〒513-8633 鈴鹿市南玉垣町5520番地
松本工場	☎(0263)25-7111	〒390-0821 松本市筑摩四丁目18番1号
山梨工場	☎(0552)85-6111	〒400-0222 山梨県中巨摩郡白根町飯野221番地の1
吹上工場	☎(0485)48-1111	〒369-0122 埼玉県北足立郡吹上町南一丁目5番45号
大田原工場	☎(0287)22-7111	〒324-8510 大田原市中田原1043番地
三重工場	☎(0593)30-1511	〒510-8631 四日市市富士町1番27号
(株)富士電機総合研究所	☎(0468)56-1191	〒240-0194 横須賀市長坂二丁目2番1号
(株)エフ・エフ・シー	☎(03)5351-0200	〒151-0053 東京都渋谷区代々木四丁目30番3号（新宿コヤマビル）

昭和40年6月3日　第三種郵便物認可　平成10年7月10日発行（毎月1回10日発行）富士時報　第71巻　第7号（通巻第760号）



本誌はエコマーク認定の再生紙を使用しています。

定価525円（本体500円）