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。

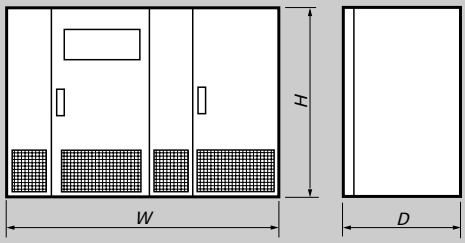
5　要素技術

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

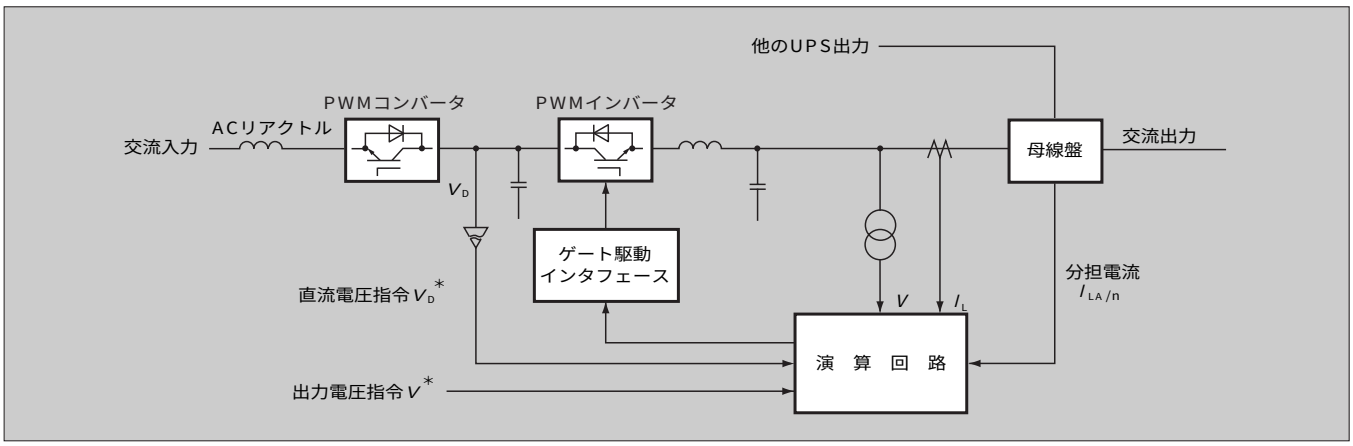
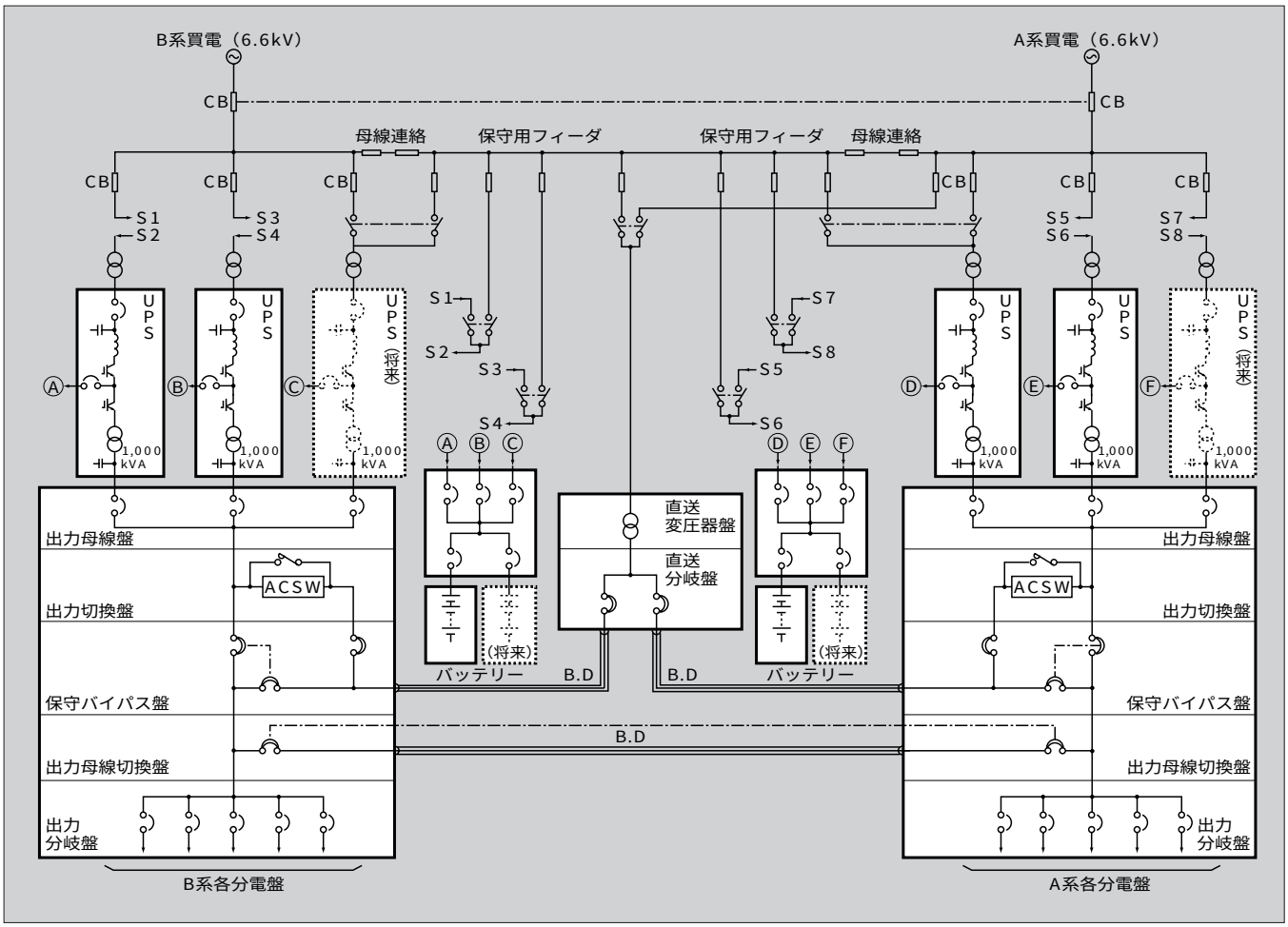


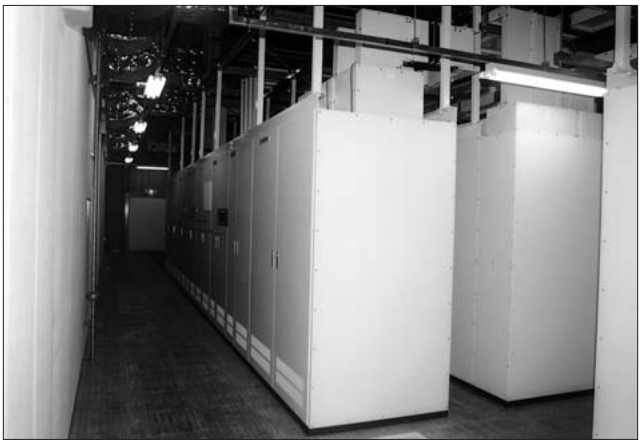
図４　事例 1 のシステム構成



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

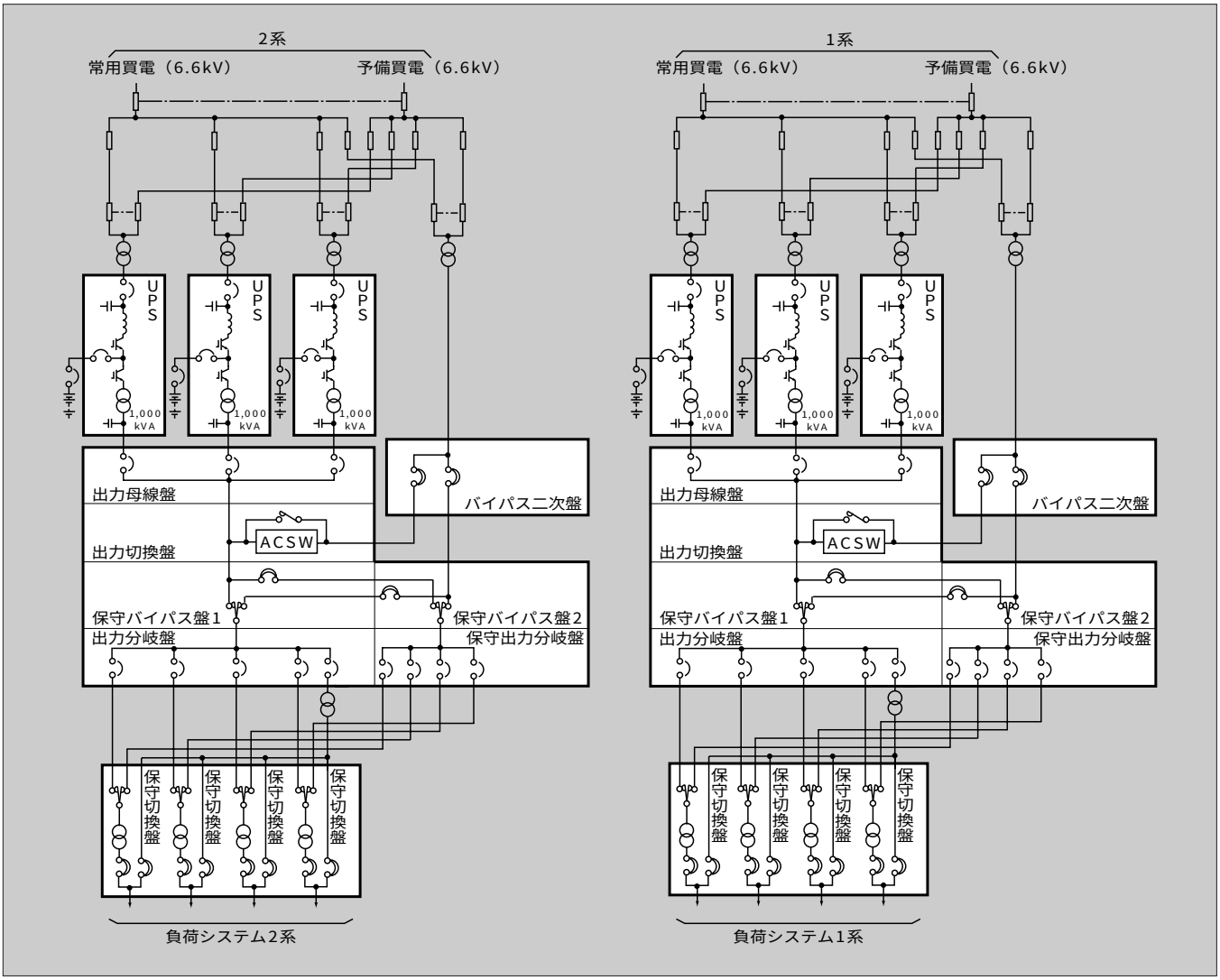
大規模 UPS システムの場合，負荷容量や信頼度の点から並列冗長運転方式を採用し，さらに直送回路を有し，いついかなるときでも電源喪失のないシステムが望まれている。

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

e-Front runners

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