

レーザ加工装置用CAD・制御システム

三次 正宏(みよし まさひろ)

中村 光宏(なかむら みつひろ)

白水 康之(しろみず やすゆき)

① まえがき

大出力レーザを利用した各種加工装置が普及しているが、富士電機においてもレーザ刻印装置をはじめとして、複数の加工機について製品化ないしは開発を進めている。

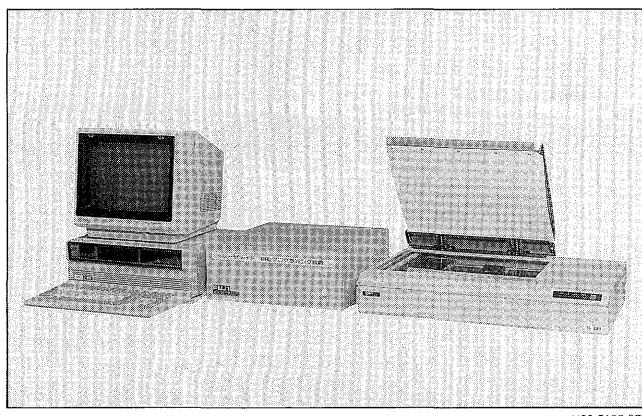
これら加工機の分野においては、レーザ装置本体の高出力化、高性能化、低価格化といったことが重要課題として取り組まれてきたが、昨今のように普及期を迎えてくると、単に本体だけの向上にとどまらず、操作性、稼動率の向上、トータルFA化への対応などが強く求められてくる。

このような背景からCAD、制御、通信などの広範囲な機能を持ち、更に刻印装置、切断装置など多機種への適用ができるレーザ加工装置用CAD・制御システムを開発したので紹介する。

② システムの概要と特長

本システムは図2に示すようにコンピュータシステム、ベクトル化装置、イメージスキャナの各装置から構成されている。機能的には加工データをCRT画面上で対話しながら作成できるCAD部、複雑なパターンをイメージスキャナから直接入力することのできるイメージデータ入力部、加工データに従ってビーム偏向ミラー又はX-Yテーブル

図1 システムの外観



N89-5192-3B

などを制御するマシン制御部、上位コンピュータとのデータ通信を行う通信制御部、加工対象物の搬送ラインを制御する搬送制御部の五つの部分から成り立っている。

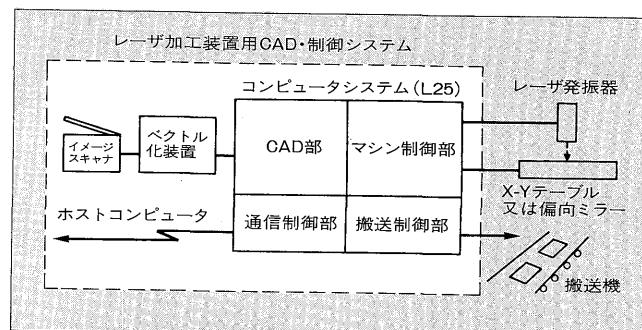
各部には、多くの実績を持つ刻印装置の経験と、富士電機で長年培ってきた制御システム、FAシステムに関する技術を基に、今回コンピュータとして採用した富士電機の産業用コンピュータL25が持つリアルタイム・マルチタスク処理とマルチプロセッシング処理の機能を生かして、レーザ加工装置で今後要求されるであろう機能をできるだけ織り込んだ。以下にその特長を挙げる。

- (1) 各部を実現するハードウェア/ソフトウェアはユニット化されており、装置の種類に応じて取捨選択ができる。また、ユーザー個別機能への対応が容易である。
- (2) CAD、マシン制御、ホスト通信、搬送制御をすべて本システム1台で行うことができる。その上それらを並行動作させることができる。
- (3) 加工データを作成するのにNC言語などの言語知識を必要とせず、操作が簡単である。
- (4) イメージスキャナから加工パターンを入力することができ、複雑な形状の加工を短時間に行うことができる。

③ コンピュータシステム

コンピュータシステムは図3に示すように、CPUボードと、マンマシンインターフェース、補助記憶、シリアルイン

図2 システム構成



三次 正宏

昭和34年入社。工業用コンピュータ入出力装置、マイクロコンピュータ応用システムの開発に従事。現在、(株)富士電機総合研究所電子機器開発部課長。



中村 光宏

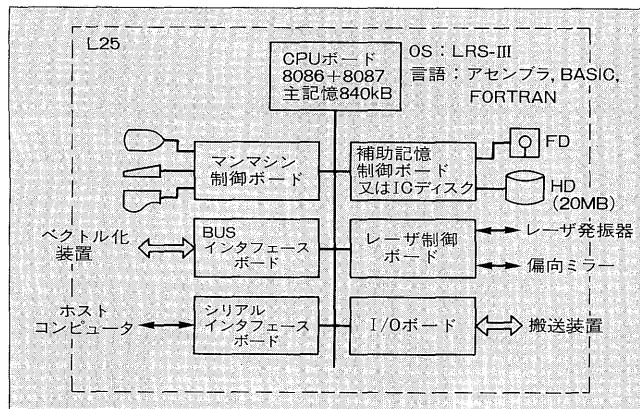
昭和57年入社。産業用マイクロコンピュータシステムの開発に従事。現在、(株)富士電機総合研究所電子機器開発部。



白水 康之

昭和58年入社。画像処理システムの開発に従事。現在、(株)富士電機総合研究所ビジョンシステム開発部。

図3 コンピュータシステムの構成



タフェース、BUS インタフェース、I/O、レーザ制御の各ボードから構成される。この内、レーザ制御ボードは本システムのために開発したもので、レーザ加工装置の種類に応じて各種用意される。他のボードは L25 の標準品を使用している。補助記憶装置にはフロッピーディスクとハードディスクのほかに、現場設置用として耐環境性に優れた IC ディスクを用意している。ベクトル化装置と L25 間は BUS インタフェースにより高速データ転送を実現している。

L25 の基本ソフトウェアには、リアルタイム・マルチタスク処理のできる OS (LRS-III)，並びに言語としてアセンブラー、BASIC, FORTRAN が標準サポートされている。本システムのプログラムは CAD 部が FORTRAN、制御部はアセンブラーで作成しており、それぞれ LRS-III 下のタスクとして動作する。

4 CAD 部

従来、レーザ加工装置では加工データを専用言語により作成するのが一般的であったが、本システムでは操作性を考慮して、すべて画面上のカーソル操作ができる対話形の CAD ソフトウェアパッケージを組み込んでいる。これにより、だれでも容易に操作ができるとともに、データ作成時間の短縮、加工ミスの防止ができ、システムのスループットが向上する。

以下に CAD パッケージの概要を説明する。

4.1 CAD パッケージの構成

CAD パッケージは図 4 に示すように图形パターン作成部、レイアウト作成部、制御データ作成部から成り、各々以下のようないくつかの機能を持っている。表 1 に CAD パッケージの機能一覧を示す。

4.2 図形パターン作成部

加工パターンには文字パターンと图形パターンがある。文字パターンは標準文字データとしてパッケージにあらかじめ用意されているので入力の必要はない。標準文字以外のパターンは图形パターンとして扱い、グラフィックカーソルを操作しながら図 5 に示すような方法で、直線(L), 円弧(R), ジャンプ(J)の組合せで目的のパターンを作成する。作成したパターンは图形パターンデータとしてデータファイルに登録される。

図4 CAD パッケージの構成

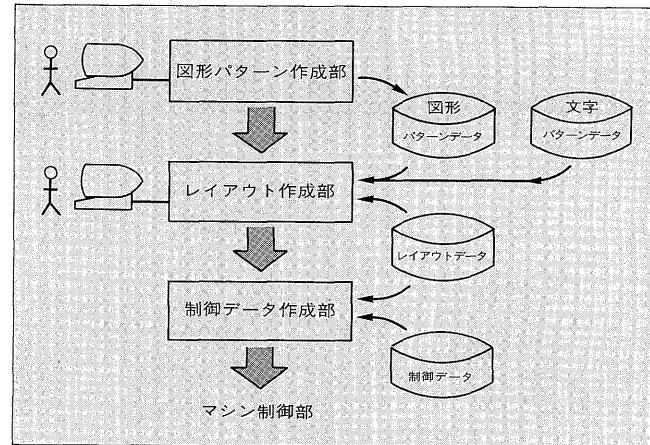
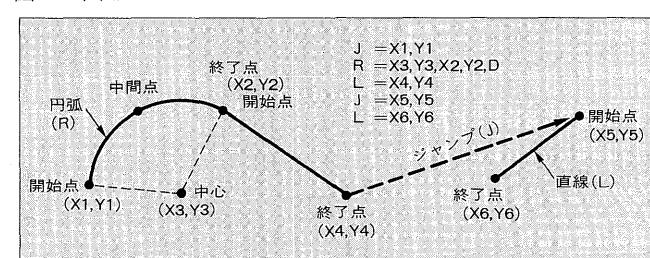


表1 CADパッケージとベクトル化装置の機能一覧

C A D パ ッ ケ イ ジ の 機 能	文字パターン機能	<ul style="list-style-type: none"> 標準文字パターンを装備 (アルファベット、英数字、記号) フォーマット指定 (右詰め、左詰め、センタリング) 線幅・刻印速度指定 直線状・円弧状刻印指定
	图形パターン作成機能	<ul style="list-style-type: none"> 3点指示による円弧作成 開始・終了点指示による直線作成
	レイアウト作成機能	<ul style="list-style-type: none"> 原点指定 加工開始位置指定 加工パターン大きさ指定 加工パターン傾き指定 加工パターン拡大・圧縮指定
	外部制御機能	<ul style="list-style-type: none"> 搬送機との同期をとるためのコマンド作成
	イメージ入力機能	<ul style="list-style-type: none"> 2値画像編集 画面スクロール 処理エリア指定 1画素、エリア補正 プログラム編集 直線、円弧変換 削除、挿入、変更、ジャンプ 輪郭、補助輪郭、ハッキングデータ作成
	処理サイズ	<ul style="list-style-type: none"> max A3フルサイズ(200ドット/インチ) max B5フルサイズ(400ドット/インチ)
ベクトル化装置の機能	機能	<ul style="list-style-type: none"> 輪郭追跡処理 細線化、ベクトル化、中ぬき ノイズ除去、回転補正、ときれい補正 画面間論理演算、画面転送

図5 図形パターン作成方法



弧(R), ジャンプ(J)の組合せで目的のパターンを作成する。作成したパターンは图形パターンデータとしてデータファイルに登録される。

図 6 レイアウト作成画面

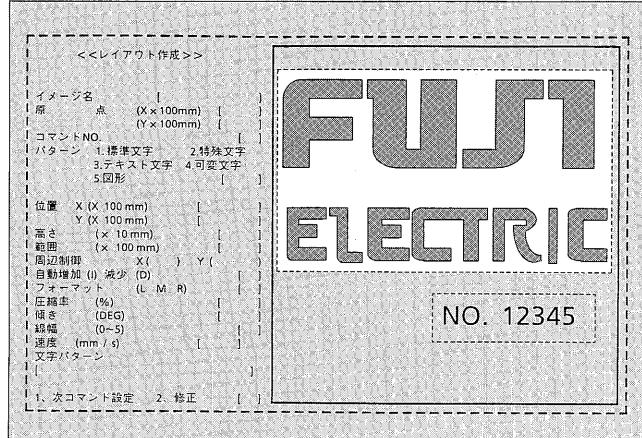
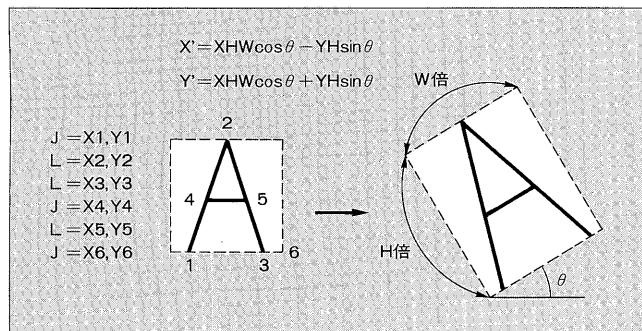


図 7 アドレス変換式



4.3 レイアウト作成部

レイアウト作成部は図6に示すような画面を使用して、パターンデータを実際に加工する場所に位置付ける操作を行う。この機能により、加工対象物を動かさずに加工位置を変えたり、加工パターンの組合せ、繰返しなどを自由に行なうことができる。また、加工データは図5に示したように、すべてベクトル化されたデータとして直線、円弧、ジャンプの組合せで構成されているので、図7に示すアドレス変換式を用いて容易にパターンの拡大、縮小、回転を行うことができる。

更に刻印装置用には、図8に示すように任意の方形あるいは円弧形内に文字パターンを右詰め、左詰め、センタリングなどのフォーマット指定することができる。

オペレータは、これらの指定を行った結果をCRT画面上のシミュレーション表示により、直ちに確認することができる。シミュレーションは実際の制御データ作成と同様の方式によりデータを変換して、L25のグラフィック機能を用いて表示している。

4.4 制御データ作成部

制御データ作成部は、CADパッケージの中の出力部分に相当し、制御対象機器に対応した以下のような処理を行っている。

(1) 切断加工においては、図9(a)に示すように加工開始時の余分な熱が製品に影響を与えない位置からピアシング

図 8 フォーマット指定の例

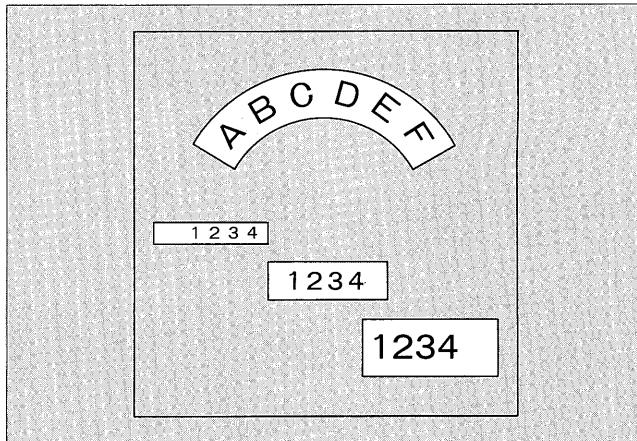
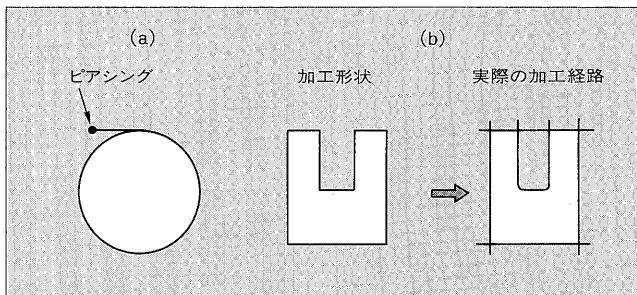


図 9 切断加工時の特別処理



する処理、図(b)に示すようにせん頭状、短冊状の加工における加工経路の補正、切り落し時の加工順選定、切り代のオフセット補正などの特別な処理を行う。

(2) レイアウト作成部から送られてくるコマンド列で表記された間接データを基に、マシン制御部が実際に必要とする直線とジャンプの組合せによる実データに変換するためのアドレス変換、曲線の直線近似などを行う。

5 イメージデータ入力部

前述したグラフィックカーソル操作によるパターン入力は、複雑なパターンを入力しようとする場合には相当の時間を必要とする。例えば、イラストのようなイメージパターンを忠実に加工しようとすると、手作業による入力は実用上不可能である。本システムではこのような要求に対応するため、原画(版下)を直接読み取って自動的にパターンデータを作成できる機能を持たせている。

イメージデータ入力部は、イメージスキャナとベクトル化装置で構成されているが、ベクトル化装置は富士電機の得意とする画像処理技術を駆使して開発したもので、表1に示すような機能を用いてA3サイズまでの原画を高速で処理することができる。

イメージスキャナから読み込んだ2値化画像データは、図10に示すように、まず輪郭線を抽出するためのデータ処理を施し、ベクトルデータ化した後、データをL25に送りCADパッケージの編集機能を利用して目的とするデータを作成する。補助輪郭線とハッチングに関する機能は刻印

図10 イメージデータ入力処理

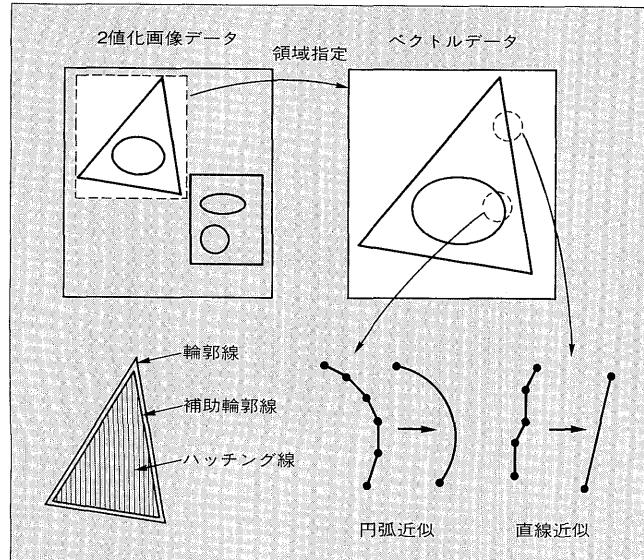
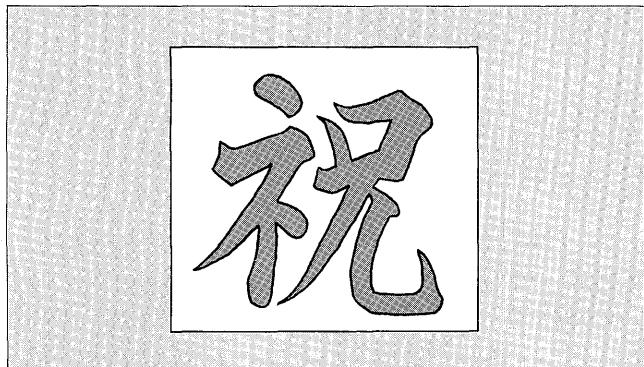


図11 イメージパターンの例



装置用のもので、図10に示すようなハッチング加工を行う場合に使用する。

このシステムを使用することによって、図11に示すようなイメージパターンを1時間程度の作業で加工データにすることができる。

⑥ マシン制御部

マシン制御部はCAD部から渡される制御データに従って、実際にレーザビームのオン・オフ並びに偏向ミラー又はX-Yテーブルの制御を行う。この部分は図3のレーザ制御ボードに相当し、そのボード上のハードウェアとファームウェアにより構成されている。レーザ制御ボードは制御対象によりデータ変換、制御方式などが異なるため、以下に示すような種類のボードを用意している。

(1) 偏向ミラー制御用（刻印装置用）

図12に本ボードの構成図を示す。浮動小数点演算用プロセッサを内蔵して、斜線に関するX-Y2軸等時間補間を行っている。ミラー制御用に2個の高速A/D変換器を用意している。

(2) X-Yテーブル制御用（切断装置用）

図13に本ボードの構成図を示す。X-Yテーブルの制御に

図12 刻印機用レーザ制御ボードの構成

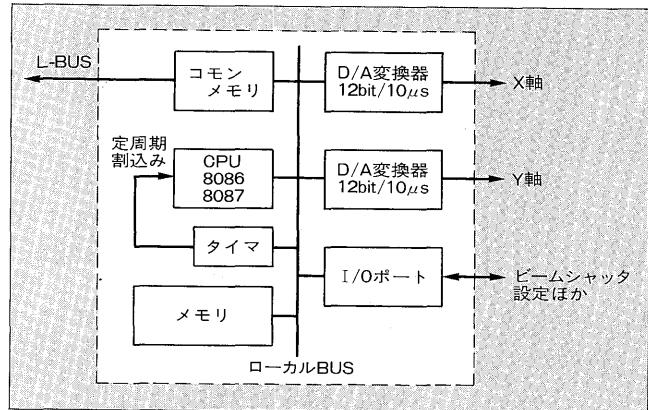
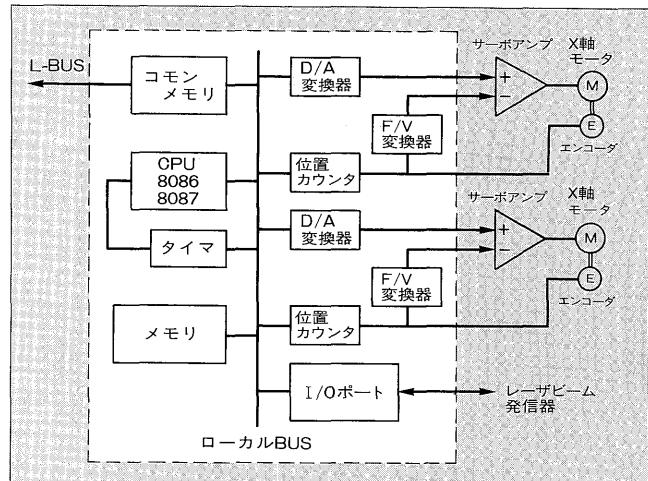


図13 切断加工機用レーザ制御ボードの構成



はDCサーボを使用しており、その位置決め用フィードバック制御回路を内蔵している。インターフェースは一般的な構成を取っているので汎用のX-Yテーブルを利用できる。

⑦ 通信制御部と搬送制御部

通信、搬送の機能はレーザ加工装置のメイン機能ではないが、製造ラインのFA化に伴い、製造装置の必須機能に成りつつある。

しかしながら、いまだFA分野におけるLAN(ローカルエリアネットワーク)には決定版と言えるものが無く、各社各様である。したがって、それらの仕様に容易に対応できるように配慮しておくことが必要であり、この通信制御部では以下の点を考慮してある。

- (1) ソフトウェア構成上、通信タスクを設けてある。インターフェース的にはRS-232-Cインターフェースを設け、ASC、BSC手順の各種プロトコルに対し、テーブル設定で対応できる。
- (2) 富士電機のプログラマブルコントローラMICREX-Fのネットワークシステム(Pリンク)に接続して、データ通信を行うことができる。
- (3) 上位コンピュータから、加工データ、生産指令、搬送系との同期信号などが送られてくることを想定し、その

処理を行うための基本ルーチンと入口を用意している。搬送系に対しては、ユーザー個別の搬送プログラムをBASIC言語で作れるようにしている。搬送装置とのインターフェースにはL25の内蔵形DI/DO以外に、プログラマブルコントローラMICREX-F又はリモートターミナルRM21、RM101を利用できる。

⑧ 適用例

本システムの具体的な適用例としてLASERMATE-50がある。これには本システムの機能がフルに生かされており、複雑・特殊なパターンを刻印する万能機としての使用から製造ラインに組み込んだ完全自動システムまで、ユーザーのニーズに容易に適用できるようになり、LASERMATEの適用範囲が一段と拡大した。また、加工データ作成時間の大縮短と、加工中に次のデータ作成ができるため装置の利用効率が向上した。

そのほかに、大出力YAGレーザを利用した金属板切断加工、その他への適用が可能である。

⑨ あとがき

以上、紹介したシステムは1台の装置組込コンピュータ上でCADと制御の結合を実現したもので、従来にない多機能なシステムである。また、基本部に汎用コンピュータシステムを使用したことにより、専用システムにない優れたマンマシン機能と汎用性を持たせることができた。その上、低価格なシステムとすることができた。

今後は、レーザ加工分野のニーズにこたえて生産指示に対するネスティング技術など、CADパッケージの充実と通信・搬送制御機能の標準化を図り、ユーザーの操作性とFA対応性を更に向上させ、レーザ加工機分野の汎用システムとして展開を図っていく所存である。

技術論文社外公表一覧

題 目	所 属	氏 名	発 表 機 関
図説「現代制御理論」入門(5) プロセス動特性の指標	富士電機総合研究所	大塚 敬	OHM 74, 9 (1987)
ビジョンシステム	電機システム統括部	小平 俊実	自動組立シリーズ (1987-4)
多種少量生産に対応したプリント板実装ラインのFA	三 重 工 場	渡辺 俊博	ファクトリ・オートメーション 5, 9 (1987)
光ファイバ式フィールド計装システム	計 装 制 御 統 括 部	渡辺 好三	配管技術 29, 11 (1987)
アルカリ型燃料電池	富士電機総合研究所	小関 和雄	燃料電池設計技術 (単行本) (1987-9)
富士パーソナル監視制御システム FPEC-10 (5) FPEC-10の展開	計 装 制 御 統 括 部	中野 正人	計装 30, 11 (1987)
FAの技術動向と具体的事例	富士電機エフ・エー・ エンジニアリング	栗原 隆	産業と電気 第418号 (1987)
ファジィ制御の水処理への応用	計 装 制 御 統 括 部 〃	柳下 修 田中 義郎	計測技術 15, 12 (1987)
高温ガス炉プラント動特性解析コードの開発	富士・川重原子力推進本部 原 子 力 統 括 部	大橋 一孝 田沢勇次郎	FAPIG No.116 (1987)
高温工学試験研究炉燃料取扱設備の概要	原 子 力 統 括 部 〃	井上 辰己 畠中 秀雄	
縦型ランドリーモニタ	電力システム技術統括部 東 京 工 場 鈴 鹿 工 場	青山 敬 河野 悅雄 柳島 良平 池田 泰幸 中谷 正博	



*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。