U.D.C. 〔658.512.2.011.56:681.323〕:621.316.34

山菱電機株式会社における動力盤自動設計システム

Design Automation System for Motor Control Pannels of Yamabishi Electric Co., Ltd.

美馬吉彦* *Yoshihiko Mima*
中島慎悦** *Shin'etsu Nakajima*
宇都宮康夫*** *Yasuo Utsunomiya*

山菱電機株式会社では，主としてビル施設に使用される盤(受電盤，動力盤，分電盤)の受注が急増し，設計から製造・検査までを含めた工場全体のCIM化が急務となっていた。

設計部門では，エンジニアリングワークステーション2050Gシリーズに搭載した日立盤設計CADシステム“ES/SEQ”(Engineering Workstation/Sequence)を導入し，そのオプション機能の一つである自動設計機能を用いて，長年蓄積した標準回路・標準部品のデータベースを基にした動力盤自動設計システムを完成した。

このシステムの特長は，営業情報から自動設計機能によってCAD操作なしに図面が得られることや，穴あけNC(Numerical Control：数値制御)データを出力できることである。

1 緒　　言

山菱電機株式会社では，全国的な建築ブームに伴って，ビル施設用の動力盤，分電盤，受電盤の受注が増え続けている。しかし，最近の人件費の高騰や短納期品の増加という影響を受けて，従来の設計・製造体制ではコストや製作期間の面で問題が生じてきた。そこで，設計，製造から検査までを含めたトータル的なCIM化を推進することにした。

製造部門では，NC(Numerical Control：数値制御)プログラミング作成数低減のため，CADとオンライン接続した機器の外枠用板金自動化システムを導入した。

また，設計部門では，製図板を使用した従来の作図作業から設計者を解放するために，本稿で述べる盤自動設計システムを導入し，まず動力盤の設計に適用した。

盤の自動設計システムとしては，今までに制御盤，分電盤などそれぞれ専用システムとして開発し報告された例はあるが，動力盤，分電盤，受電盤など複数種類の盤を自動設計するシステムで報告した例は，このシステムが最初である。

2 日立盤設計CADシステム“ES/SEQ”の概要

日立製作所では，以前から大形汎(はん)用コンピュータを使用した盤設計CADシステムがあった。しかし，最近の傾向である「手軽に」そして「近く」で使用したいというユーザーのニーズに対応するため，エンジニアリングワークステーション2050Gを使った盤設計CADシステムを開発した。

“ES/SEQ”(Engineering Warkstation/Sequence)の標準構成を**図1**に示す。物件当たり数十枚から数百枚程度作成されるシーケンス図面データのバックアップ用として，カートリッジ磁気テープ装置，多量の図面を一括出力する装置としてX-Yプロッタまたは静電プロッタを標準構成に含めている。

“ES/SEQ”のソフトウェアの構成を**図2**に示す。同図に示す各機能は，基本機能をベースとして必要な機能だけを選択してユーザーにマッチしたソフトウェア構成をとることができる。山菱電機株式会社では，個別機能としてシーケンス図作成基本機能，実装図作成基本機能，部品表編集機能，クロスリファレンス作成機能に加え，新たに自動設計機能を開発し，これらを選択することでユーザーニーズに合致したシステムが構築できるようにした。

3 自動設計システムの概要と特長

3.1 自動設計の手順

山菱電機株式会社での動力盤自動設計システムは，**図3**に示す手順で運用される。まず，ビル施設用盤の受注が決定すると，営業から工場に対して主に建築設計事務所から発行される盤の仕様書が送られてくる。工場の設計者は，仕様書の内容をチェックし，エンジニアリングデータベースに入っている標準回路名称を入力依頼票に記入する。次に，CADオペレータは，その入力依頼票を見ながら盤の仕様を自動設計シ

* 山菱電機株式会社　** 日立製作所 システム事業部　*** 日立エンジニアリング株式会社

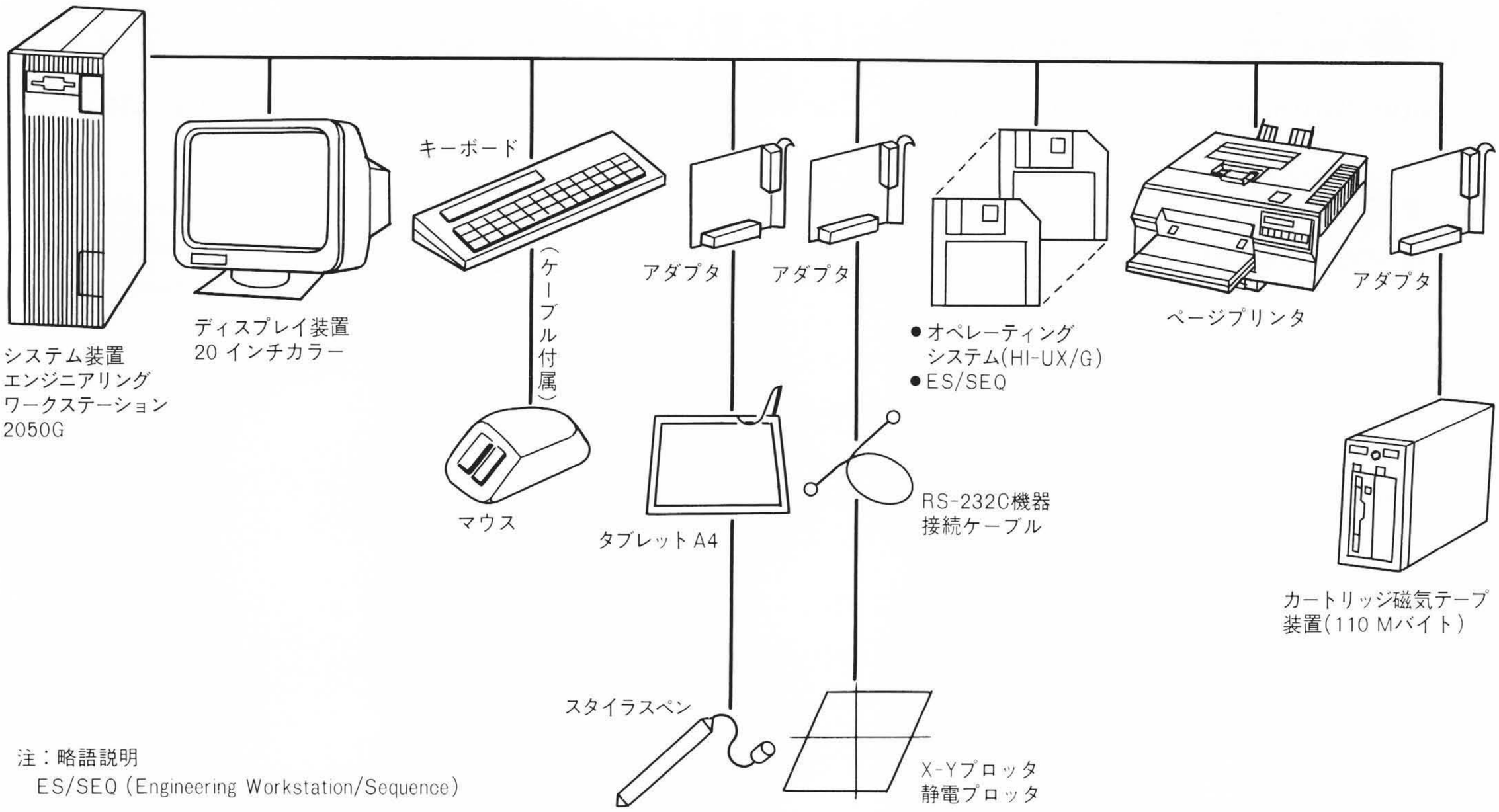


図1 “ES/SEQ”標準構成 日立盤設計CADシステム“ES/SEQ”は，エンジニアリングワークステーション2050Gで稼動するCADシステムである。

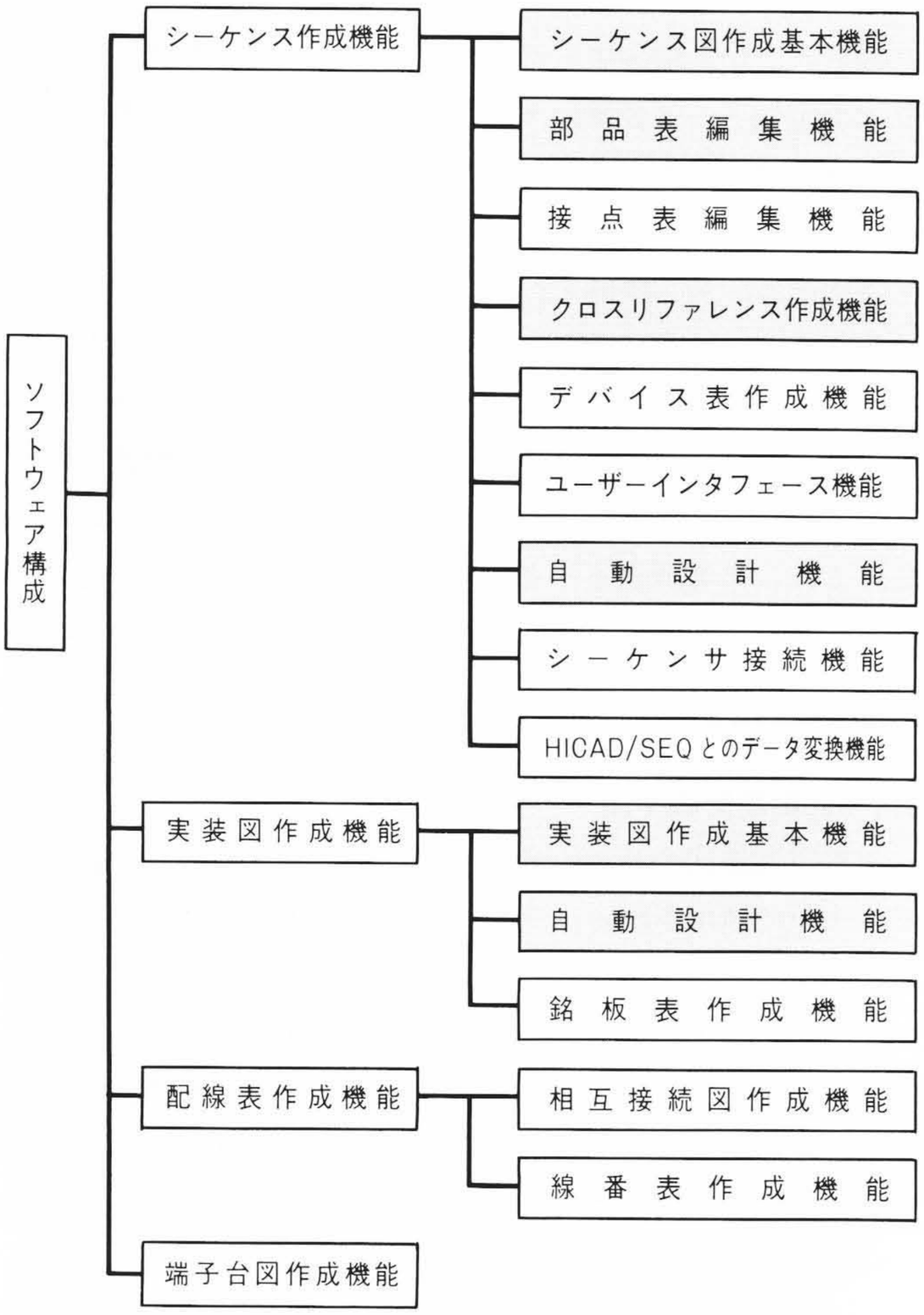


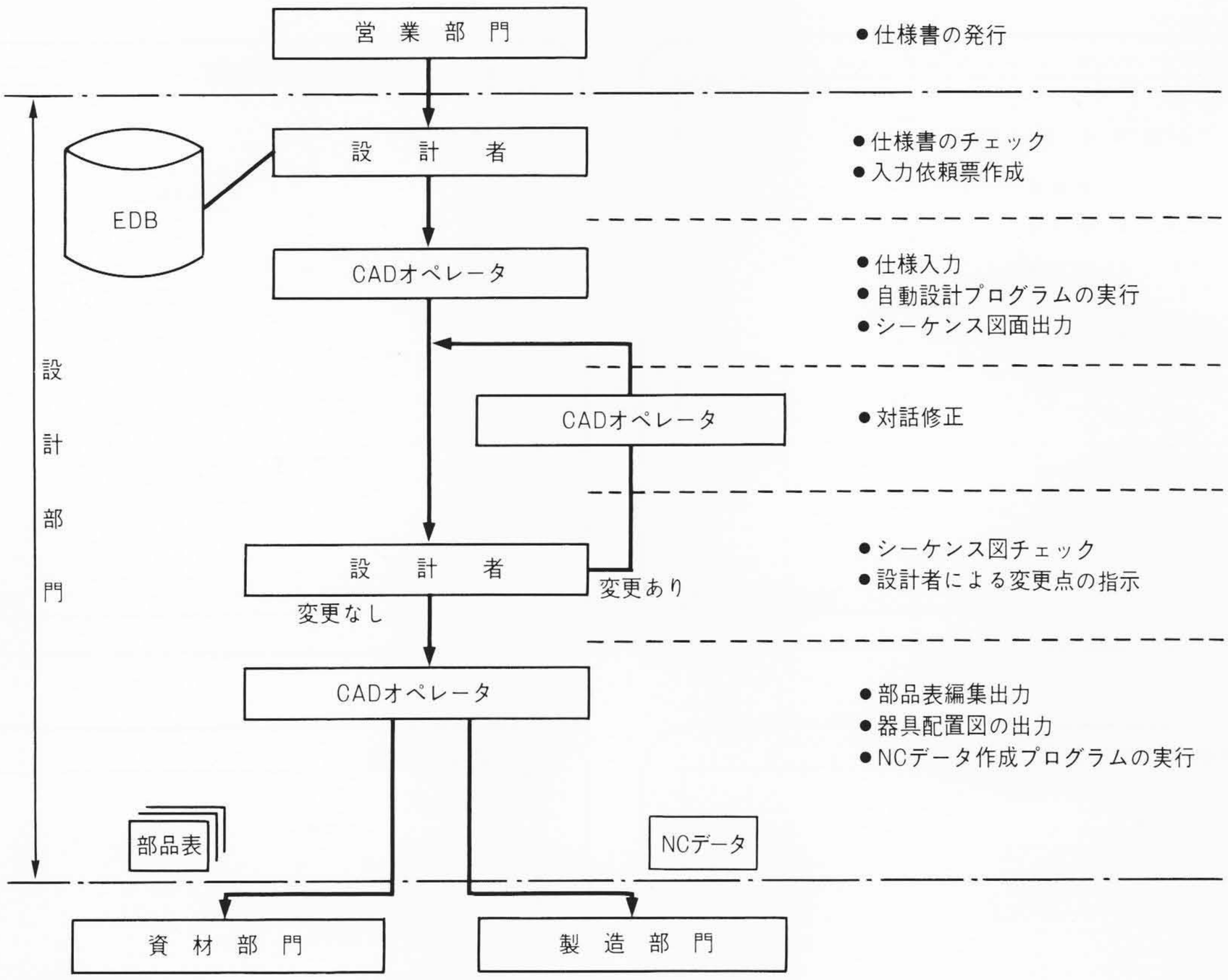
図2 “ES/SEQ”ソフトウェア構成 ES/SEQでは，各モジュールを組み合わせてニーズに合ったシステム構築ができる。

ステムのガイダンスに従って入力する。この作業には，専門知識や特殊技術を必要としないため，初心者でも十分対応できる。自動設計プログラムを実行すると，数時間後には設計者の手もとにシーケンス図面が届きチェックが可能となる。出力された図面に対し設計変更がある場合，設計者が図面上に変更点をメモで指示すると，CADオペレータは対話形のシーケンス作成機能によって変更を行う。シーケンス図が完成すると，CADオペレータは部品表編集機能によって手配のための部品表を作成し，資材部門へ発行する。

さらに，CADオペレータが器具配置の決定をするときには，自動器具配置機能によって盤の高さや幅をシミュレーションしながら行うことができる。次に，盤内の取付板上の器具配置と扉のパネルカットを決定し，穴あけ用NCデータ作成プログラムを実行することによって，NCデータが自動的に作成される。このNCデータは，製造現場に送付され一連の加工が実施される。

3.2 シーケンス図作成での自動化のポイント

“ES/SEQ”が提供する自動設計機能とは，盤を設計するために必要な負荷計算やエンジニアリングデータベースにある設計規準からの判断を，自動的に行えることと，CADオペレータの介在を必要最小限にとどめて，シーケンス図面や実装図面を完成できることである。自動設計機能の中には，ライブラリに登録されている標準回路パターンを図面上の適切な位置に取り出すこと，器具番号・線番号・部品型式を記入す



注：略語説明　EDB (Engineering Data Base)，NC (Numerical Control)

図 3　自動設計の運用手順　　設計部門は営業部門からの仕様書を受け取ると，シーケンス図，器具配置図，部品表，NCデータを一貫して出力する。

ること，複数の標準回路パターンを電気的に接続することが含まれる。

このシステムの成功のキーポイントとしては，5年間にわたる標準化の成果として自動化のための標準回路パターン(約200種類)の整理と使用部品(約600種類)の整理をあげることができる。

3.3　盤内器具配置自動化のポイント

ビル施設用盤では，その設置環境によって盤の形状(幅・奥行き・高さ)が制限される。また，コスト面から考えると少ないスペースに効率よく実装することが求められている。そのような設計条件の中で，器具配置の設計を毎回新規に行うことは，非常に設計効率が悪いため器具配置をパターン化した。パターン化したデータは，**4.4**節で述べる設計ノウハウを含めた配置パターンファイルとして構築する。

器具配置自動化のキーポイントとしては，シーケンス図作成の自動化と同様に，器具配置を30種類程度にパターン化できたこと，器具情報の属性として取付穴情報を付加することによって，穴あけ用NCデータの抽出を容易にしたことである。

4　動力盤自動設計の実施例

4.1　盤仕様データの入力

盤設計仕様入力画面の例を**図 4** の①～④に示す。最初に，自動設計プログラムを起動すると，①に示す画面が表示される。次に，設計する盤の種別(動力盤，受電盤など)を選択すると②に示す仕様の入力画面が表示される。すでに設計された盤の仕様は，物件名と図番を検索キーとしてデータベース化されているので，受注した物件の仕様訂正や類似設計を行うための検索が10秒程度で容易に行える。さらに，盤で使用する部品は，同一仕様でも複数の部品メーカーがある。そのメーカーを統一したい場合や顧客からメーカー指定があった場合は，「メーカー名」の欄に略号を一度指定することで対象とする部品メーカーを固定し，部品選択することができる。

次に，主回路の仕様入力画面を**図 4** の③，④に示す。主な入力項目は，主回路記号，出力容量記号，制御回路記号である。今回の事例である動力盤で，主回路は主に電動機の負荷で決められ，制御回路は電動機の操作方式(直入れ・星形-三角結線・交互・可逆)と操作確認ランプの有無によって決めることができる。部品の選択は，メーカー名と主回路および負荷の容量によって決定することができる。また，主幹の遮断

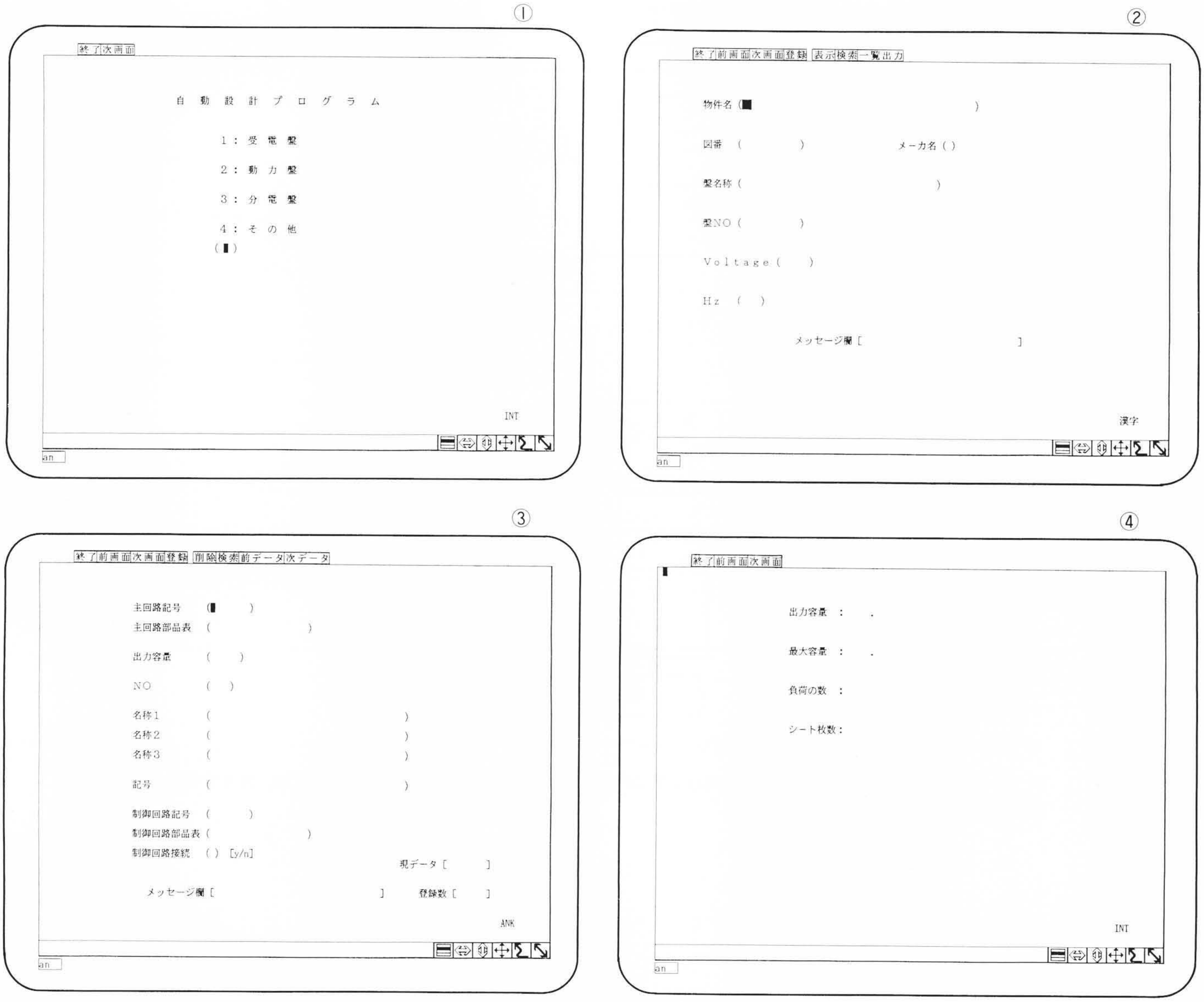


図4 盤設計仕様入力画面 自動設計のための入力データは，①の画面から④の画面へ順次対話入力する。

器仕様を決定するための負荷の総容量と，負荷の最大容量を④の画面に出力し確認することができる。

4.2 シーケンス図自動作成

動力盤の仕様を入力終了後，自動シーケンス作成プログラムを実行すると，**図5**に示す主回路図面，制御回路図面が1時間程度で自動的に作成される。同図の主回路図面では，主回路部分が1シート内に入っている。回路図が1シート内に入らない場合は，自動的に複数のシートに割り振りを行うためオペレータがシート枚数を意識する必要はない。

4.3 器具配置図自動作成

盤内自動器具配置の例を**図6**に示す。今回開発した機能は，盤内の器具取付板をいくつかの領域に分割し，その分割領域と配置パターンを対応させることによって，器具の自動配置を可能にした。各領域には，配置する器具の種類を指定したり，器具の相互位置関係も指定が可能である。また，指定された盤の大きさに実装できない場合は，最適の配置が得られるまで盤の高さや幅を繰り返し変更し，配置状況をシミュレーションすることができる。

4.4 配置パターンファイル

器具の盤内配置を自動で行うために，ユーザーは配置パターンファイルを作成する。配置パターンファイルには，盤外形線の定義と器具配置エリアの定義ができる。また，盤の外形寸法や配置位置の指定は，固定数値を指定する方法とパラメトリック変数による指定が可能である。配置パターンファイルで指定できる主な項目を**表1**に示す。項目の中で，「配置エリア」関数が特有な機能を持っている。例えば，配置する器具が指定された盤の幅に1段で入らない場合，自動的に2段目，3段目に配置する機能である。このとき，配線用のダクトを自動的に増加するよう指定ができる。配置エリア関数は，おのおの相対座標の関係で指定できるため，入力された盤の寸法によって自動的に変更される。

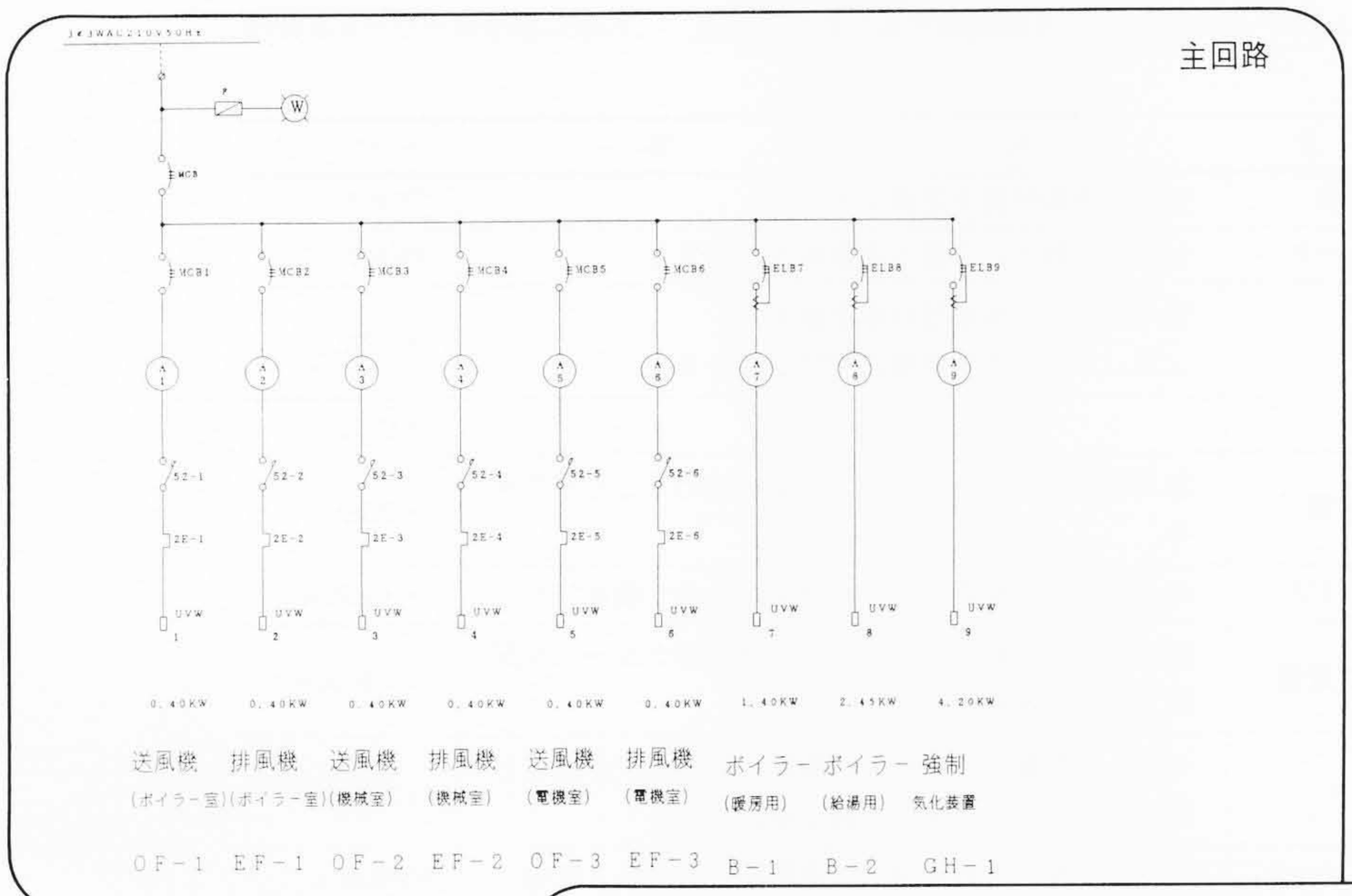


図5　動力盤シーケンス図出力例　　動力盤の仕様を入力するだけで，主回路図面，制御回路図面を自動的に出力できる。

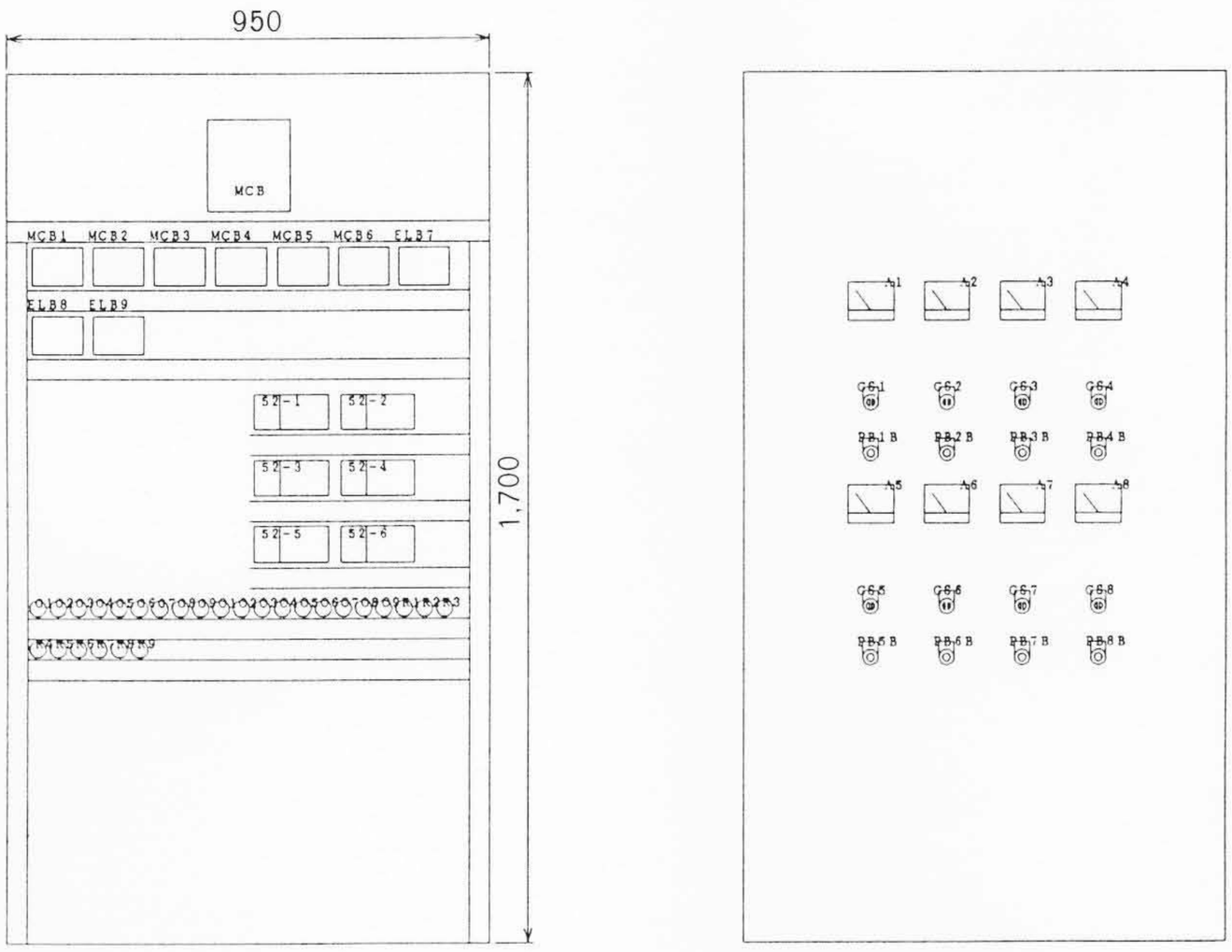


図6　盤内自動器具配置例
　器具配置は盤の寸法から算出し，自動的に配置位置を決定する。器具を配置するときは干渉チェックを行い，必要に応じ段や列の増加を自動的に行う。

表1 配置パターンファイル項目　自動配置するための条件を，この表に示すキーワードを使用し構築する。

項番	項　目	内　容	キーワード
1	取付面	器具配置取付面を定義する。	TFACE
2	パラメータ	以下，変数として扱う変数名を定義する。	PNAM
3	直線	盤外形または中板形状を定義する。 上記パラメータで座標の指定ができる。	・LINE
4	円	——	・CIRC
5	器具配置	器具番指定で，あらかじめ位置を決めることができる。	・POSI
6	配置エリア	器具の種類で配置エリアを決め，その定義を行う。	・・AREA
7	グループ配置	配置エリアに対し，どのような器具のグループを配置するかを決める。	・・MUCH
8	ダクト	グループ配置で，ダクトの指示パラメータはLINEと同じであるが取り扱いが異なる。	・DUCT
9	パラメトリック	パラメータ，定数を用いて演算式で定義する変数	PVALU

5 結　言

最近，CADシステムの導入を検討している企業のニーズが，単なる対話設計から自動設計を含んだより高機能化へと変化してきている。これは，パーソナルコンピュータCADの普及によって，対話設計が一般化した中で，さらに設計業務の効率向上をねらっているためと考えられる。特に，今回のような自動設計システムを構築する上では，高速・大容量で手軽に使えるハードウェアが必要になる。そのため，ワークステーション上のCADシステムに対する期待は，機能，処理性能の面で非常に大きいと言える。

山菱電機株式会社では，設計での合理化の手段として，主に自動設計機能を用い編集設計機能を補足的に使用することで，その効果を最大限に引き出している。今回は，ビル施設用盤の動力盤自動設計への適用事例として述べたが，今後は，分電盤，受電盤に順次適用範囲を拡大していく予定である。

また，このシステムは，ビル施設用の盤だけにとどまらず，一般産業機械の制御盤や操作盤などにも適用できるものであり，幅広い盤設計の原価低減，短納期品対策という時代のニーズにマッチしたシステムであるということができる。