

CAD事例研究

— 設計現場からみたCAD —

A Study of Computer Aided Designs

— On a few samples applied in a design
department of the factory —

井上 誠 治

Seiji Inoue

本文の要旨は昭和59年12月7日、大分高専にて開催された日本設計製図学会九州支部主催、大分県工業試験場、大分市工業連合会協賛の「CAD講習会」にて発表したものである。

Abstract

Today, CAD are applied widely in the manufacturing industry. Moreover, CAD are recognized as one of the engineering technics for factory automation of the future. In this paper, I described the aim, the approach to the application of CAD to machine parts. Next, I explained the effects of CAD application and a few points in the improvement of CAD application.

1. まえがき

コンピュータを利用した対話形図形処理システム CAD (Computer Aided Design) は当初、産業界に於いて、航空機、自動車、造船、半導体分野等に於ける設計、製図に利用され、次いで電機、機械、建築土木業界へと普及し、最近は大企業から中小企業へ、或いは服飾業界などにも浸透しつつある。今日では FA (Factory Automation) に於ける重要な技術の一つであり、現在では二次元製図システムから、より高度な三次元幾可モデリングへと発展しつつある。CAD は、その処理能力に於いて過大に評価され、又一部では懐疑的な意見も聞かれる。今回、CAD について、設計サイドにたつて、導入は如何にあるべきかなど調査研究した事項についてのべたい。

CAD事例研究

機メーカーの某製作所の導入事例を説明するが、社内では製品機種のバラエティーにとみ、原子力機器より量産の家電品まで、数多くの製品を製作し市場へ出荷している。即ち、精密小物の弱電から、大形の重電まで、量産品から個別の受注製品まで、ありとあらゆる製品の設計製作に対応し、同時にコンピュータのメインフレーム・メーカーでもある故、CAD/CAMの面からみれば社内にユーザとメーカーがあり、ユーザである工場、製作現場からのCAD/CAMの各種意見は直接、間接的にメインフレーム・メーカーであるコンピュータ部門にフィードバックされる体制にある。今日、ここにのべる導入事例は製作担当機種が、さほど高額でなく、さりとて家電品の如く量産機種でもない故、従って投資効果の面よりCAD実施実績が1～2年と寧ろ、導入時期としては遅い方に属する事例であるが、導入手順と運営などについて、その現状と将来の改善等についてのべてみたい。

1) 手順

CADに依存しなくてはならない機器の設計は別として、一般機械の設計に於いて、どういふ分野にCADを導入するか、そのねらいをどこにおくか、その分野に於ける設計の現状はどうかなど、検討していかねばならない。これらを明確に把握するには設計部門の業務分析をしてみる必要がある。

この設計の業務分析は機種により、月により、設計者個々の担当範囲により、また設計者のレベルにより変るので、分析データの解釈について留意する必要がある。方法として、想定される業務内容を分類して、分析報告票を作成し毎日の業務分類毎の就業時間を翌朝、設計者全員に提出させ、少くとも2週間程度継続させ、データを収集しなければならない。

(1) 設計業務分析結果

表1

	特殊品が多い機種(A)		標準品が多い機種(B)	
	業務比率、時間%	備 考	業務比率、時間%	備 考
設 計 製 図 (受 注 品)	50	出図枚数多し (リピート、 類似品の出 図が多い)	5	開発日程によ り出図枚数が 変る (新図が比較 的多い)
〃 (開 発 品)	25		60	
標準化(CR、VAを含む)	5		15	
ク レ ー ム 処 理	5		5	
出 張 (所 外)	5		5	
会 議、打 合 せ 等 (所 内)	10		10	

参考データ……図面出図枚数（図面内容別、年）

表 2

内 容 別	出図枚数	比率%
外 形 図	8,460	20
組 立 図	2,760	7
部 品 図	22,900	56
軸	4,900	12
シ ー ケ ン ス	2,220	5

表 3

機 種 別	出図枚数	比率%
特殊品が多いA機種	28,860	70
標準品が多いB機種	4,000	10
・	・	・
・	・	・
・	・	・

上表をみる限り、特殊品が多い機種；A機種では日常出図枚数が多いが、その業務分類によれば設計、製図（受注品）が多い事が分る。その詳細は

- 即ち ① 受注品の製造部門への設計手配（摘要表、部品、組立図の作成等）
 ② 客先への承認仕様書の作成
 ③ 資材部門への新規購入品の設計手配
 （注）リピート購入品は製造部門より直接資材部門へ手配
 ……殆んど EDP 化
 ④ 新規引合に於ける見積図の作成

等があり、受注品の製作実績との類似程度により設計の負担は変わってくる事になる。リピート品であれば設計の手間はやり方如何で省力できる。例えば営業から製造部門へ直接、コンピュータによる設計手配ができる。従ってA機種の場合は受注の設計オーダー処理を如何に省力化し、設計の生産性を高めるかにかかっている。その生産性の向上分だけ、開発や標準化活動へパターのシフトが可能となる。

一方、標準品が多いB機種では出図枚数は多くないが、開発日程上、出図が集中する時期がある事、図面は新規が多いとはいえ、部品として標準化、共用化、或いは加工治工具の共用化、治工具取付準備時間が短縮できる部品寸法構造がとれないか、など生産性向上を計る事が重要である。

(2) CAD 導入のねらい明確化

CAD 導入にあたっては目標、ねらいを明確化して導入すべきである。今回の事例では、ねらいとして次の項目をかかげた。

- ① 設計の省力化 ② 標準化 ③ 図期短縮
 ④ 品質の向上 ⑤ 客先評価の向上

なお、CAD は将来にわたっての位置付けをも検討して進める方がベターで、導入のねらいの明確化と同時に将来の展望を次の様にかかげた。

例えば 第 1 step；安価な専用 CAD により速効的效果を出し、啓蒙をはかる。

第 2 step；より高級な機械構造設計 CAD で本格的 CAD/CAM を導入する。

第3 step ; 構造解析, シミュレーションなどを展開する。

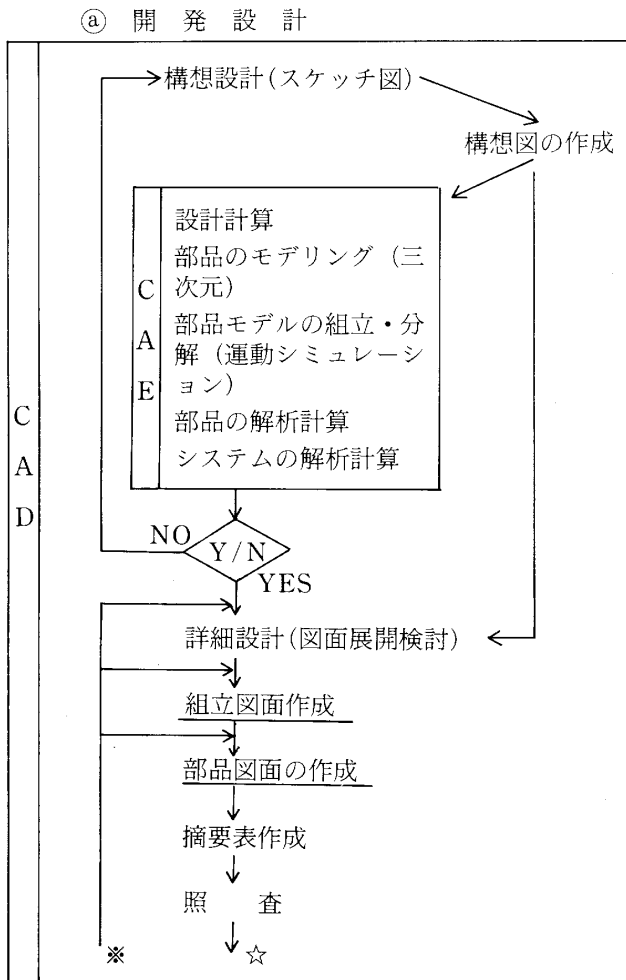
(3) 導入対象機種と業務の選択

設計の業務分析, 図面の出図実体などを勘案し, 且つ, 将来の本格的CAD/CAM導入の前段階として, 速効的効果並びに, 啓蒙をめざして, 特殊品が多いA機種を対象として導入した。また対象業務として, 比較的図面が多い外形図と, 類似図面乃至は一部変更が多いシーケンス図を選択した。本来CADでは図形編集機能にすぐれているため図面の1部訂正とか, 類似図面作成などに速効があるためである。

標準品が多いB機種では新規図面が多く, 現状の二次元CAD以前の製品特性計算, 構造上の強度計算などにコンピュータを利用している状況にある。かかる機種のCADについては単なる製図より, 寧ろ開発段階に於ける部品の立体間干渉チェック, 必要隙間チェック, 構造解析などへの利用が期待され, 今後三次元CAD導入を予定している第2 stepに於ける課題である。

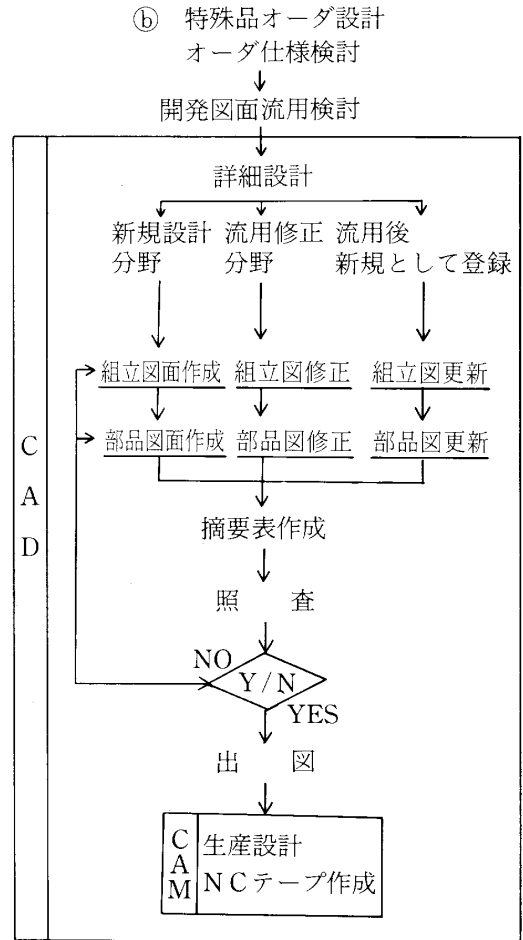
(4) 設計業務の中でのCADの適用範囲 (図2~図4)

図2



(注) CAE(Computer Aided Engineering)

図3



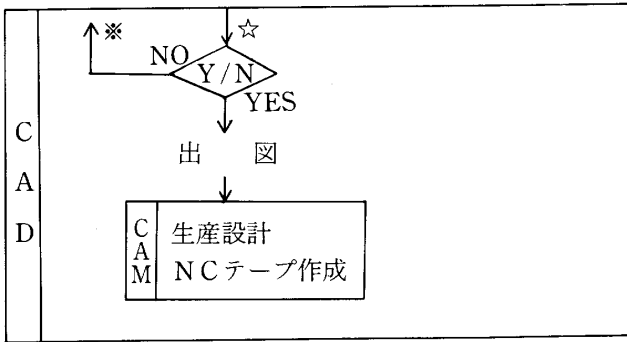
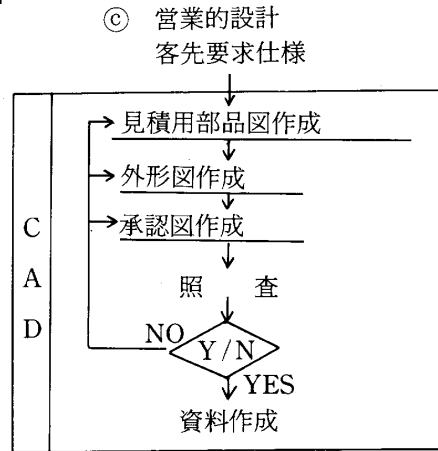


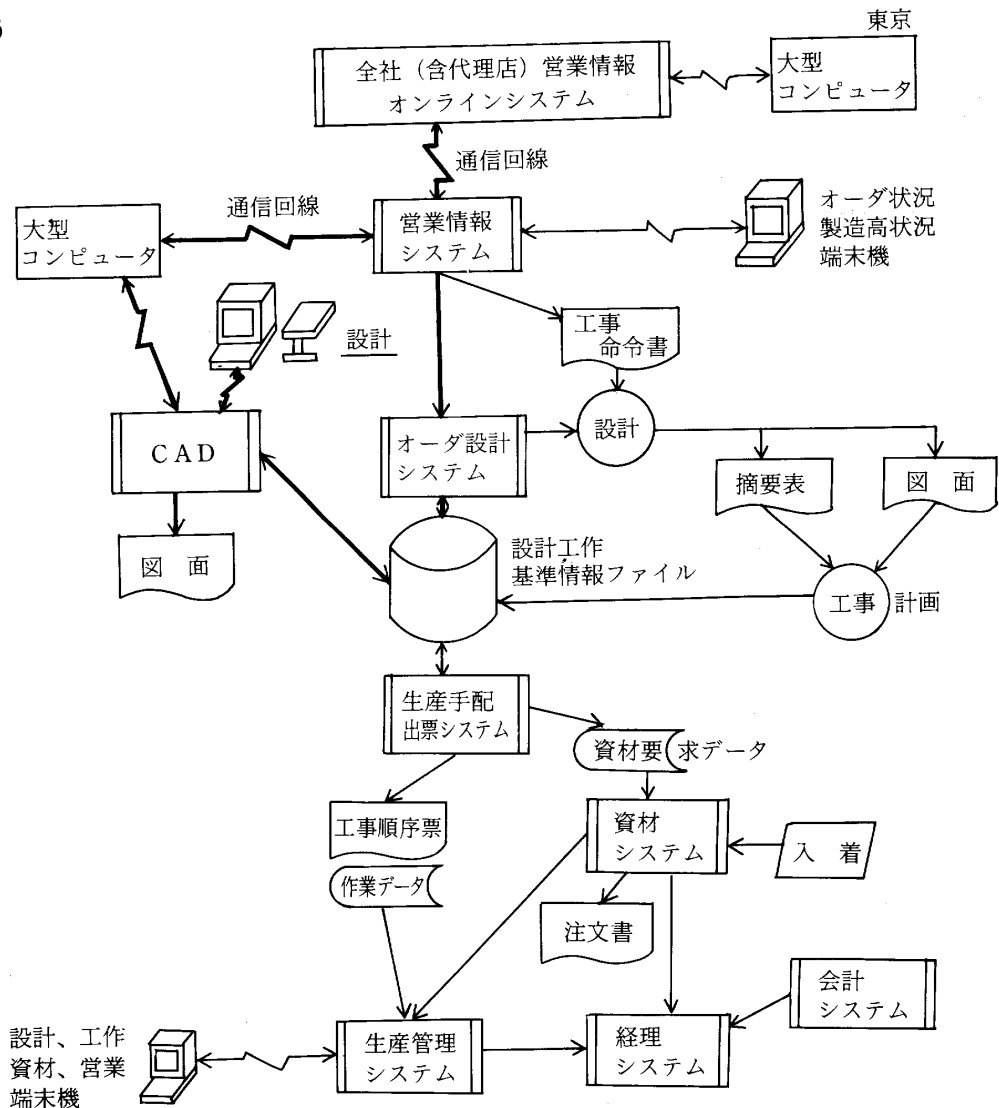
図 4



2) 導入状況

(1) 営業、設計、工作等*EDP システム概要と CAD との関係

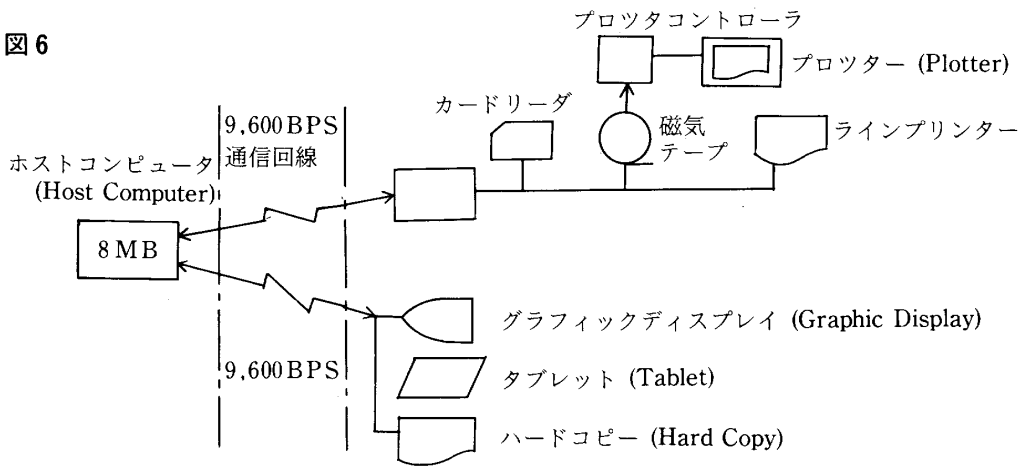
図 5



* Electric Data Processing

(2) CADシステム

図6

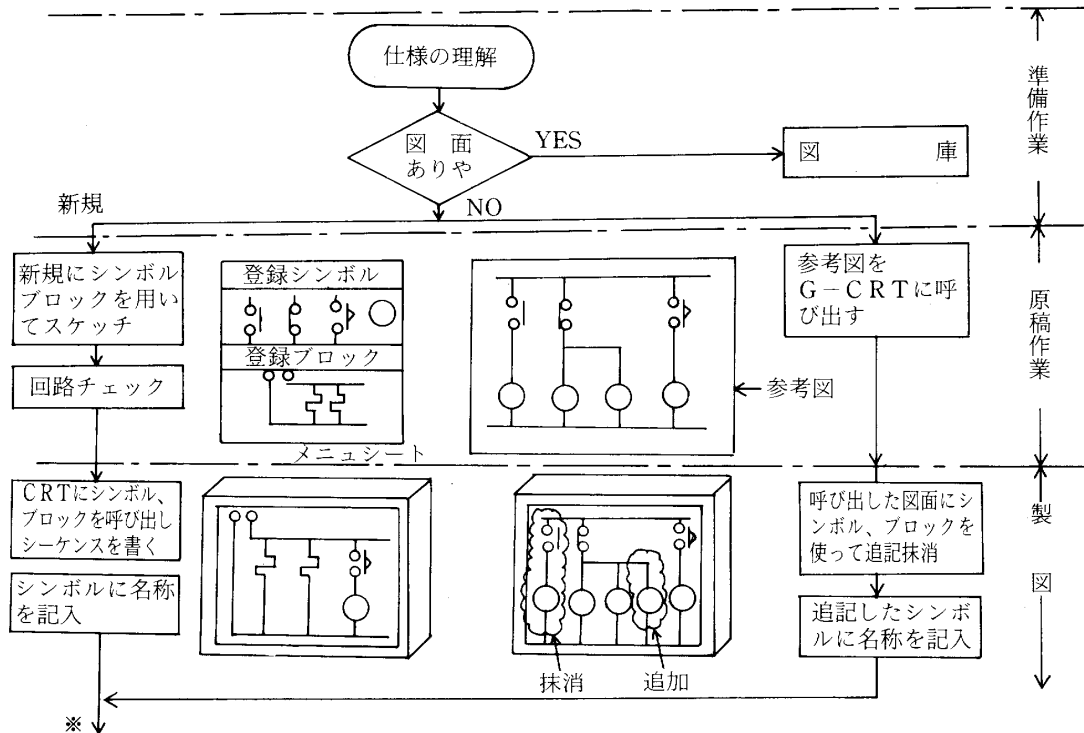


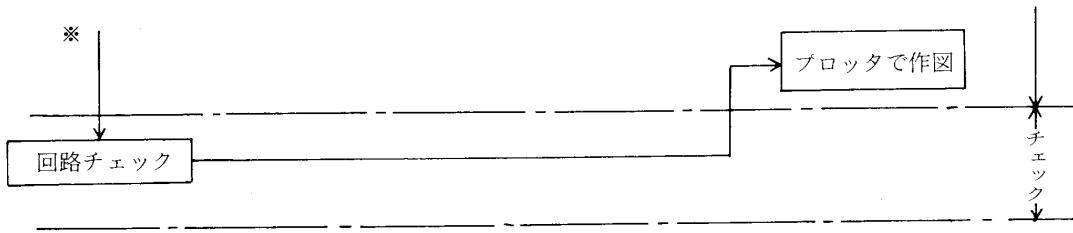
コンピュータ；メモリ.8 MB TSS (Time Sharing System)にて使用
 グラフィックディスプレイ；日本無線製 NWX-225型
 表示色 モノクロ、ラスタースキャン型(Raster Scan)
 タブレット；11×17”、スタイラスペン(Stylus Pen)
 ハードコピー付
 オフラインプロッタ；第二精工舎製 DP5130型、ドラム型

(3) CAD実施フローチャート

① 特殊品のシーケンスの場合

図7

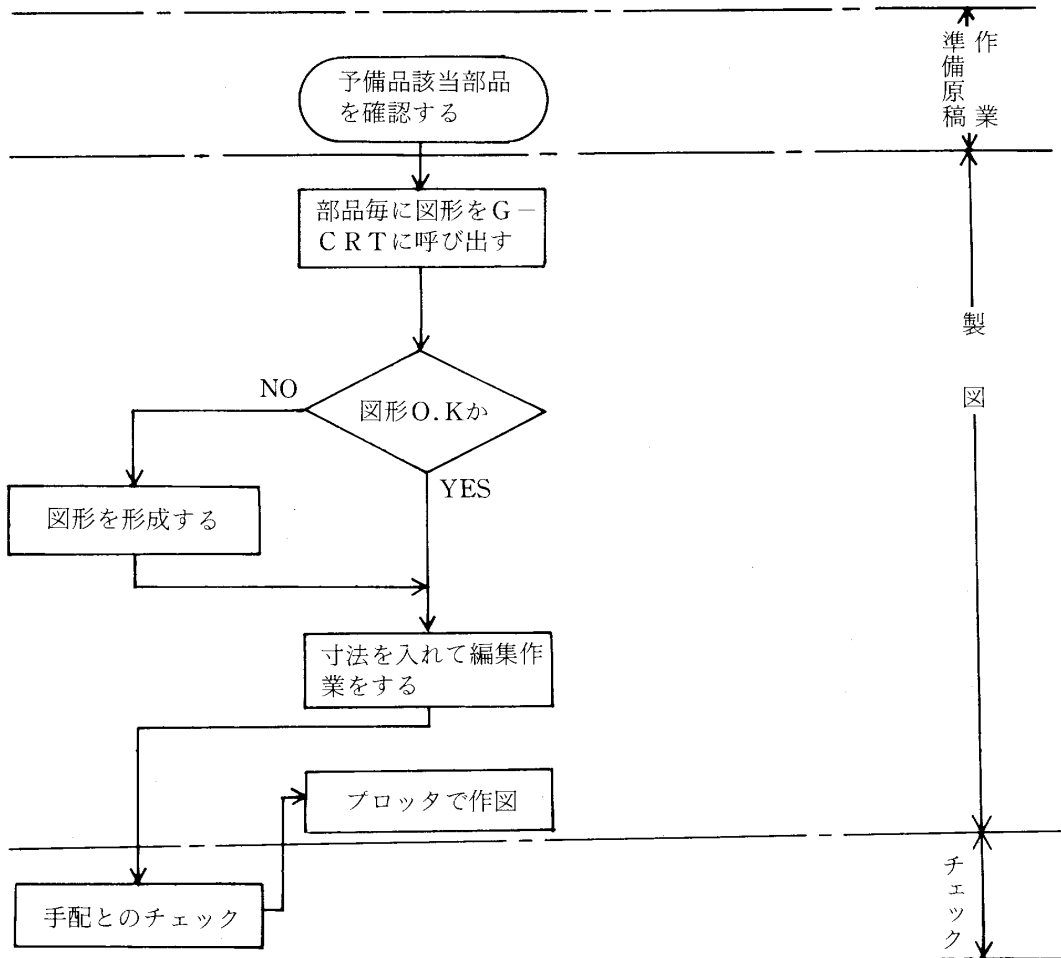




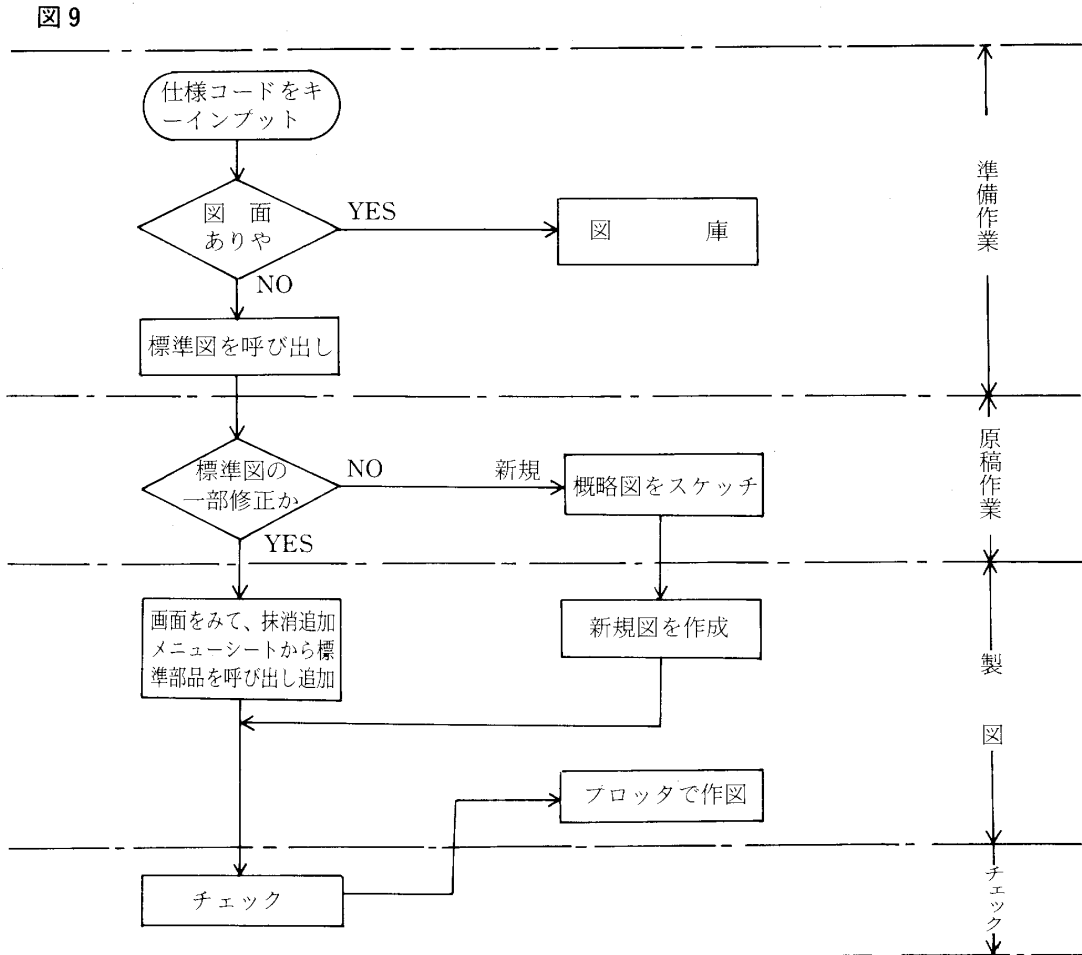
CAD 実施；シーケンス、実体配線図である。機種に於いて類似図面が多い事と客先提出図面でもある。実施サンプルを別紙 1 に示す。シーケンスは標準シーケンスをベースに、客先仕様如何により、保護機能、故障表示或いはオプション機能等の違いにより、変ってくるが、一方変らない部分（モートル起動方式、リミットスイッチ、押しボタンスイッチ部分）等があり、これら共通的部分をブロック化し、コンピュータにブロック毎に記憶させている。又、シーケンス特有のシンボル等もブロック同様にコード化し且つ、タブレット上にメニューシートとして用意している。操作する人は誰でもキーボードよりコードでインプットも可能であるし、タブレットよりビジブルにインプットし、G-CRT 上に呼出しできる様に工夫している。

② 特殊品の予備品表の場合、実施サンプルを別紙 2 に示す。

図 8



③ 特殊品の外形図の場合



CAD 実施；客先提出用外形図(承認図)，実施サンプルを別紙 3 に示す。本外形図 CAD は単に、外形図のみを作成するのではなく、上流側全社オンラインシステムで受注したオーダーについて、既にオーダ設計システムとして摘要表出票を EDP 化しているものに接続できるものとしている。

かくする事で、受注仕様、形名など情報の一元化が計られ、CAD 導入のメリットは倍加する。なお、図としては側面図、正面図、キ付軸端図等50種類位の基本図を受注品の形名別に組合せて、客先提出用外形図を CAD にて作成するもので、図面は NTS で作成し、形状の違い並びに製品寸法は受注オーダ毎、正しいものをインプットする様にしている。

(4) 導入時の留意点と効果

① シーケンス図の場合

CAD は図面の逐一入力より、図形の拡大、縮小、消去、長さ調整等図形の編集機能に、より能力発揮が可能という認識にたつて、類似図面が多い分野「シーケンス」を選定した。又、シーケンスについて変らない部分はそのままブロック分けし、よく使うパーツ、シンボル、文字など誰でも操作し易い様に、メニューシートを作成し操作性を考慮した。

② 外形図の場合

営業情報システム，オーダ設計システム，生産管理システムとつながる一連のコンピュータによる既存事務機械化との連繫を考え，情報の一元化により営業情報(顧客名，形名，オーダ，納入先，台数等)，仕様，外形寸法などを同一画面にアウトプットし，そのまま客先への承認図とし，CAD を EDP システムに包含される事を試みた。

③ 効果

①設計時間の短縮

類似図面，図面の一部訂正などは手書きに比して，4～5倍と相当速く処理できる。全くの新規図面で，逐一入力の場合は1.25～3倍と若干早くなる程度。この場合も操作熟練度に大いに関係し，なお改善の余地があると思う。

②設計補助者(女子)がCAD操作を行ない図面作成を行うので，第一線設計者(熟練設計者)は，より創造的設計業務へシフト出来る。

③客先より好評

客先への提出図をCADにて出図しているが，手書き図面に比して，きれいで見易く，従って客先の評価もよい。

④営業情報，オーダ設計，生産管理との情報の一元化により，一貫したデータで客先承認図(外形図)を出図しているため，顧客毎の仕様，形名，外形寸法等のアンマッチなどの単純ミスがない。

4. 導入後の改善活動

1) 習熟度の向上

CADの導入を，より円滑にするため関係者の集中教育とOJT教育が必要である。操作技術の習熟度は人により，バラツキも大きい。CAD操作技術向上の動機付けや計画的なCAD/CAM人口の拡大が必要である。

例えば操作技術のレベル把握のため，習熟度の評価基準を設けて，その質の向上とレベル状況を把握する必要がある。又，CAD/CAM人口の拡大のためにはCAD適用率向上のため，強制的なCAD出図を行はせるとか，ディスプレイ利用割当を順番制とし，操作時間を確保するとか等，管理面の活動も必要である。

2) CADの設計手法等の改善

CAD操作技術向上のため，操作に慣れる事が大事であるが，同時に設計手法上，工夫をし，その手法をまとめ関係者へPRし，更に向上するという活動が必要である。例えば図面枠，共通的な文字など一定の図面フォームに類するものなど，予め図面データベースとして準備しておくとか，組立図に於いて，構成部品について，必要な部品毎にレイヤ(Layer)分けして作成し，部品図作成には該当するレイヤをディスプレイ上に呼び出して，図面を完成するなどCAD操作技術の改善があるし，製品がシリーズ品であればシリーズを通しての標準化，類似部品について，CADを導入する設計者自らパラメトリックの設計手法が利用できないかなど，その設計手法を確立していかなければならない。

5. その他

1) CADの効果を上げるには

導入するCADシステムを理解し、CADに適する図面とはどんなものかの認識が必要である。CADは前述の如く、図形編集機能、帳票作成機能にすぐれているので、かかる機能に見合う設計業務を導入すれば、より効果が上がる。即ち、類似図面とか、一部変更が多い図面、左右対象の多い図面、拡大縮小の多い図面、パラメータ化した変化寸法で対応できる図面、仕様、条件、項目など入力し、帳票を作成する業務などCADに適する設計業務を十分認識し導入する必要がある。次にCAD導入機種、導入部品については標準化し、コード化し、操作性を考えたメニューシートの作成、十分なるデータベースの作成等に時間と人を要するし、これらが万全であればCADの効果もより期待ができる事になる。

2) 導入組織

EDP導入と同様、コンピュータサイドと使用者サイドより適任者を選定し、使用者サイドをリーダーとするプロジェクトチームを編成し、全所的に承認され、支援された組織で進める方がベターである。

3) 運営と環境

CAD操作上、オープン制とクローズ制とがある。

オープン制；技能習熟、CAD人口の拡大が期待できる反面、運営効率の低下は止むをえない面がある。

クローズ制；運営効率は上がるが、ユーザの要望に即応しうるかの問題がある。

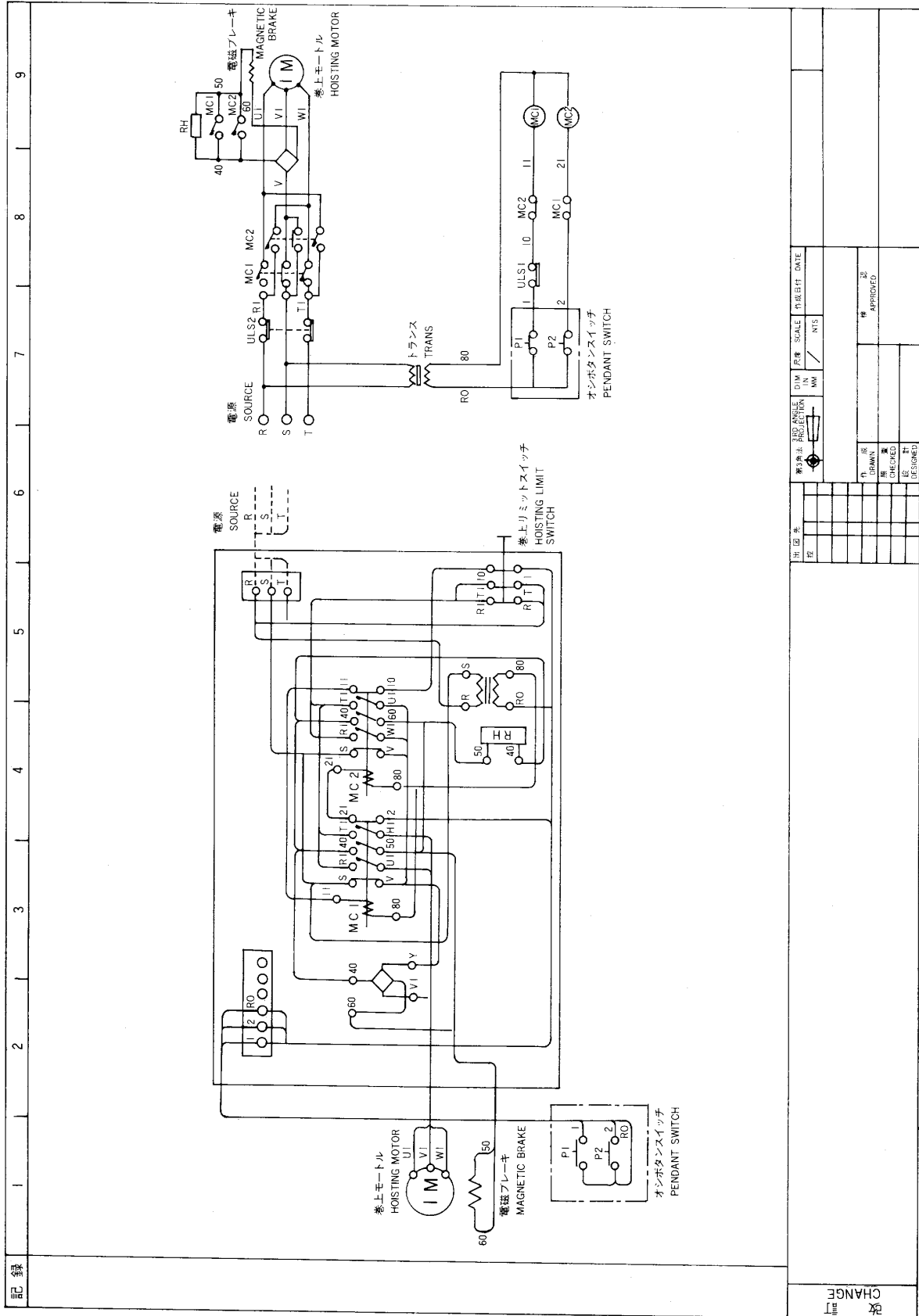
本来、オープン制とし、CAD人口の拡大を計り、将来へ大きく発展させる布石とすべきであろうが、短期的に運営効率を上げるべくクローズ制であってもよい。今回の場合、第2 stepに於ける本格的CAD/CAMへの前段階として、CAD人口の拡大を計るべくオープン制とした。

次にCAD室の環境については、専用の部屋の設置、空調設備、蛍光灯がグラフィック・ディスプレイの画面に映らない位置を考慮するとか、ブラインカーテンを設置するなど、目の保護上、適度な照度の確保が必要である。

最後に、運営上大事なことはCAD図面の運用規準を規定しておく必要がある。手書き図面でも同様であるが、出図後の仕様変更、次オーダからの変更で、前オーダも生産中の場合など、CADによるプロッタ出図とデータベース上の図面の整合性がある様に、メンテナンス要領も決定しておく必要がある。

6. おわりに

CAD更に工作情報への一貫した展開をはかるCAMを含めて、国内外を問はず、一般に関心が高く、ハード、ソフト面の改善も日進月歩の状況にあるといえる。又一方既に導入されている利用者ではCAD/CAMの利用技術のレベルも日々向上している現状にあると思う。今回CADについて導入に際しての設計サイドからの考察をのべさせていただいたが、今後導入される方々のご参考になれば幸いである。

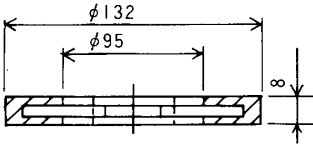
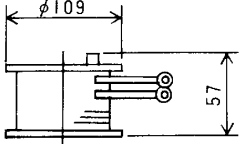
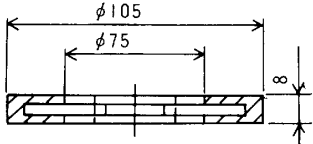
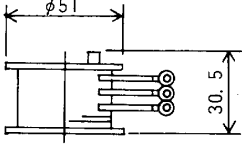
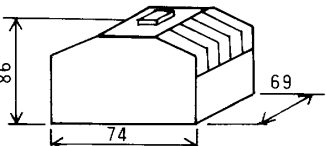
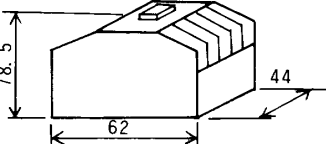
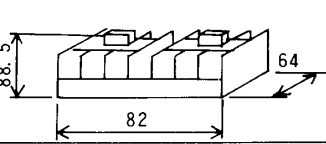


記 録

改訂
日付

CAD事例研究

別紙2

改定 CHANGE	PARTS NO	NAME OF PARTS 品名	OUTLINE 概略図	QUANTITY 数量		REMARKS (APPLICATION) 備考	
				WORKING 常用	SPARE 予備		
	1	BRAKE LINING (ブレーキ板) P751510		1	1	HOISTING (マキアゲ)	
	2	BRAKE COIL (ブレーキ コイル) P936799		1	1	HOISTING (マキアゲ)	
	3	BRAKE LINING (ブレーキ板) P348553		1	1	TRAVERSING (オウコウ)	
	4	BRAKE COIL (ブレーキ コイル) P936709		1	1	TRAVERSING (オウコウ)	
	5	MAGNET CONTACTOR (電磁接触器) S-A20		2	2	HOISTING (マキアゲ) 200V 50HZ	
	6	MAGNET CONTACTOR (電磁接触器) S-A11		1	1	HOISTING (マキアゲ) 200V 50HZ	
	7	MAGNET CONTACTOR (電磁接触器) S-AR11		1	1	200V 50HZ	
常用							
保留							
一時							
出図先							
	A SHEET ITEM Aシートアイテム		01-055-408 -1YH	CUSTOMER	御注文元	EQUIPMENT	工事名称
	ORDER NO. オーダーNO						
	第3角法 3RD ANGLE PROJECTION		作成 DRAWN	照査 CHECKED	設計 DESIGNED	検認 APPROVED	S. NO.
	DIM IN MM						
控	尺度 SCALE		NTS				
計	作成日付 DATE		. . .				
				SPARE PARTS LIST 予備品リスト			

別紙 3

記録	形 三相かご形減速電動機				
	形名 GM-L	全閉外扇形 オクナイ	御注文元		
	防爆構造	絶縁種別 E	納入先		
	重量 12. KG	周囲温度 40℃	機械番号 123456	用途	
	塗装色 N5.5		台数 2台	弊工事番号 01-071-8970-12A	
	33RPM 1.5KW 200/400V 60HZ		弊営業番号 56789023		
	枠番号	定格 CONT	回転方向 CW		
	軸受番号 負荷側 ZZ6305		駆動方式		
	反負荷側 ZZ6304				
	防食階級 第 種				
CHANGE					常用 保留 一時 商用
3RD ANGLE PROJECTION					
DIM IN MM	DRAWN	CHECKED	DESIGNED	APPROVED	
SCALE NTS					
DATE					