

データ交換の テクニック

ソフテック 原 幸夫

最近の製造業に関わるホットな話題は、3次元のそれもソリッド・モデルについてであろう。ちょうど15・16年前に2次元のパソコンCADが普及し始める頃とよく似た状況にある。その当時、CADで設計すれば、CAMを通じて簡単にNC工作機械を動かし、短時間で製品をつくり出すことができると喧伝された。しかし、そのときのマスコミが信じたように、また経営者や現場にタッチしない管理

者が信じたようには状況は進展しなかった。

「歴史は繰り返す」である。大正の世の自由奔放な時代から経済恐慌を経て、国民をひとつの方向に向かわせる法令づくりが次々と急速に行なわれ、国家総動員法から戦争へと進んでいった状況と酷似している時代をつくり出している政治家や、それを感じない狂った人々を表舞台から一掃しない限り不幸は繰返されてしまうのと同様だろう。

```
MF-FILE CREATER NAME : S 1
DESCRIPTION : S 2
1H, , 1H; , 8H7958-3P7, 16HABCD. 1234-567. XY, 12HGRADE 4.00-0, G 1
14HIGES REV 04-04, 32, 8, 24, 8, 56, , 1.000000, 2, 2HMM, G 2
255, 76.50000, 13H961204. 134157, 0.1000000E-01, G 3
350.0000, , , 8, 7, 13H961204.000000; G 4
124 1 1 0 0 0 0 000000000D 1
124 0 0 1 0 0 0 000000000D 2
108 2 1 0 0 0 0 001010000D 3
108 0 0 1 0 0 0 000000000D 4
.
.
410 57 1 0 0 0 97 000000100D 111
410 0 0 1 0 0 0 DRWD D 112
110 58 1 1 2 111 0 000000000D 113
110 1 0 1 0 0 0 000000000D 114
100 59 1 1 2 111 1 000000000D 115
100 1 0 1 0 0 0 000000000D 116
110 60 1 1 2 111 0 000000000D 117
110 1 0 1 0 0 0 000000000D 118
.
.
110 208 1 2 2 111 0 000000000D 413
110 1 1 1 0 0 0 000000000D 414
110 209 1 2 2 111 0 000000000D 415
110 1 1 1 0 0 0 000000000D 416
124, 1.000000, 0., 0., 0., 0., 1.000000, 0., 0., 0., 0., 1.000000, 0.; 1P 1
108, 1.000000, 0., 0., -1120.000, 0; 3P 2
.
.
410, 7, 1.000000, 99, 101, 103, 105, 107, 109; 111P 57
110, 281.1036, -107.0966, 0., 281.1036, -117.0965, 0.; 113P 58
100, 0., 280.5986, -117.0965, 280.5987, -117.6015, 281.1036, -117.0965; 115P 59
110, 280.5987, -117.6015, 0., 265.5987, -117.6020, 0.; 117P 60
.
.
110, 337.5399, -280.0000, 0., 350.0000, -280.0000, 0.; 413P 208
110, 337.5399, -270.0000, 0., 350.0000, -270.0000, 0.; 415P 209
S 2G 4D 416P 209
```

図1 IGES データ

0	65	70	1
SECTION	73	64	6
2	0	62	CONTINUOUS
HEADER	40	7	62
9	0.0	6	3
\$ACADVER	0	CONTINUOUS	10
1	LTYPE	0	203.36553077074
AC1006	2	ENDTAB	4
:	DASHED	0	20
:	70	SECTION	184.46586427768
9	64	2	9
\$USERR5	3	BLOCKS	40
40	-----	0	1.460000000000
0.0	72	ENDSEC	50
0	65	0	199.36790087602
ENDSEC	73	SECTION	0
0	2	2	51
SECTION	40	ENTITIES	340.63209912398
2	0.75	0	0
TABLES	49	CIRCLE	0
0	0.5	8	LINE
TABLE	49	1	8
2	-0.25	6	1
LTYPE	0	CONTINUOUS	6
70	ENDTAB	62	CONTINUOUS
6	0	3	62
0	TABLE	10	3
LTYPE	2	203.365530770744	10
2	LAYER	20	204.35053077074
CONTINUOUS	70	184.465864277689	4
70	16	40	20
64	0	1.155000000000	187.53586427768
3	LAYER	0	9
Solid line	2	ARC	11
72	1	8	202.38053077074
			4
			21
			187.53586427768
			9
			0
			ENDSEC
			0
			EOF

図 2 DXF データ

```

FLSTCAD BASIC ABCDEFG BREAK      0.254000E+02  2  1 BMI V1.4
MTXT                                80 93012
BEGV  OPV    0  10.000000E+000.000000E+000.100000E+010.000000E+000.100000E+01
      0.000000E+000.000000E+000.000000E+000.100000E+010.000000E+000.000000E+00
      0.000000E+000.100000E+010.000000E+000.000000E+000.000000E+000.100000E+01
LINE  0  0  00.429999E+020.120000E+030.429999E+020.103365E+03
LINE  0  0  0-.102256E+030.165000E+02-.977558E+020.165000E+02
LINE  7  0  00.526404E+03-.342367E+030.526404E+030.251633E+03
APND0.000000E+00  00.000000E+00  5  5
LINE  7  0  00.526404E+03-.342367E+03-.314596E+03-.342367E+03
APND0.000000E+00  00.000000E+00  5  5
LINE  1  0  00.942322E+020.163055E+030.215898E+030.163055E+03
LINE  0  0  0-.771209E+020.199086E+02-.378025E+020.497717E+02
CIRC  0  0  0  20.280000E+020.120000E+030.150000E+020.291421E-040.934728E+02
CIRC  0  0  0  1-.120000E+030.170000E+020.180000E+02
CIRC  0  0  0  20.000000E+000.000000E+000.153000E+030.174288E+030.180000E+03
CIRC  0  0  0  1-.101500E+030.520000E+020.725000E+01
DITO  0  0  0  2  1  1  20.100000E+01
      0.526404E+03-.342367E+030.527404E+03-.342367E+03
LINE  1  0  0-.294596E+03-.290092E+03-.218321E+03-.290092E+03
LINE  1  0  0-.294596E+03-.297517E+03-.218321E+03-.297517E+03
LINE  1  0  0-.242621E+03-.260392E+03-.242621E+03-.312367E+03
LINE  1  0  0-.270296E+03-.297517E+03-.270296E+03-.312367E+03
DITE  2  2
ELPS  0  0  00.500000E+010.470000E+01-.901084E+021599  0
      0.334864E+03-.823027E+020.337063E+03-.814212E+020.337069E+03-.831682E+02
ENDV  OPV
PLOT  0                                0.526404E+03-.342367E+03
      0.000000E+000.100000E+010.254000E+020.100000E+010.594000E+030.841000E+03
CLOR  14
      18  0 100  0 27  0 100 100 36 100  0  0 54 100 100  0
      37 100  0 33 26  0 100 67 60 100 67 67 52 100 67  0
      25  0 67 100  9  0  0 100 40 67  0 67 63 100 100 100
      36 100  0  0  0  0  0  0
FLENCAD BASIC ABCDEFG BREAK

```

図 3 BMI データ

パソコン CAD がブームになった頃に問題となったのは、CAD から CAD、CAD から CAM へのデータの受け渡しであった。

そこで、各 CAD 間でデータが交換できるようにする方法として、データ交換フォーマットが作り出された。

データ交換フォーマット

まず、現在、これが扱えれば 9 割以上のデータ交換ができる代表的フォーマット 3 種について簡単に説明しておこう。

(1) IGES フォーマット

以前の大型コンピュータベースの CAD/CAM やミニコンベースの CAD/CAM の時代に統一規格として提唱されたのが IGES フォーマットである。IGES は、ANSI (米国規格協会) によって 1981 年に規格承認されたもので、そのフォーマットは(図 1)は、スタート・セクションの S レコード (データの開始を表わし、ファイルに対するコメントなど) グローバル・セクションの G レコード (単位などの全般に関するデータ) ディレクトリ・セクションの D レコード (図面要素タイプ、線種など) パラメータ・セクションの P レコード (要素の座標値、半径など幾何データ) ターミナル・セクションの T レコード (データの終了を表わし、各セクションのレコード数を表わす) で構成されている。

ただし、さまざまな CAD の共通項を取り出して規格をつくっているのので、細部にあいまいな点が多い。また、固定長形式で記述されるので空白部分が多く、ファイル容量が大きくなる。

2 次元のデータ交換には現在でも広く使われているが、今後は ISO の CAD データ交換国際標準規格である STEP への移行が進むと思われる。

(2) DXF フォーマット

パソコン CAD として世界レベルで大きなシェアを持っているオートデスク社 (米) の「AutoCAD」の図面交換用データ・フォーマットである。

特定の会社の製品用のデータ形式が一般に流通するのは珍しいことだが、その製品が多く使われていると、競合製品もデータの互換性を持つことで市場に参入しようとするため、自然に共通の規格となっていく。つまり、デファクト・スタンダードである。

DXF は、通常の文書データと同じ TEXT 形式になっているので、テキスト・エディタやワープロ

で見たり、編集できるものである。

もともと AutoCAD は 2 次元 CAD であったので、2 次元の CAD データの交換用としてよく使われているが、近年 3 次元機能も充実してきて、DXF による 3 次元 CAD データの交換も行なわれるようになってきている。

DXF のフォーマットは (図 2) ヘッダ・セクション (その図面に対する単位や寸法表記の形式などの CAD 環境を設定する) テーブル・セクション (画層、線種などの定義) ブロック・セクション (図面内で使われているブロック図形 (子図) の定義) エンティティ・セクション (図面を表わす図形要素や寸法、文字のデータ定義) などから構成されており、データの記述は種別を表わすグループコードと、その内容を表わすデータの 2 行 1 組になっている。それが何組か集ってひとつの要素を表わしている。

例えば円の場合、中心座標を表わすグループコード「10」と X 値、「20」と Y 値、「30」と Z 値、そして半径の「40」と R 値、色を表わす「62」と色番号などで定義されている。

最近のバージョンでは、機能の拡張に伴って AutoCAD 自身の DXF はより多くのコードを扱っているが、データ交換は基本項目が揃っていれば可能である。

データパターンが決っていて処理はしやすいが、必ずグループコード付く分、データ量がやや大きくなること、行数が多くなること、縦の展開のために見づらい点がある。

(3) BMI

機械系 2 次元 CAD の分野で、大型コンピュータ CAD として日本で大きなシェアを持っていた CADAM のパソコン版である「MICRO CADAM」の外部データ交換用のフォーマットである。

以前は、MICRO CADAM に外部とのデータ交換の手段が BMI しかなかったので、CADAM 系ユーザー主体に多く利用されていたが、いまは DXF など提供されているので利用度は低くなっている。

データのフォーマット (図 3) は、レコードの長さは可変だが、個々のデータの長さは固定であり、リストとしては見やすくなっている。また、フォーマットは最初に作られた単精度形式と、後につくられた倍精度形式がある。データ量はやや大きくなる。

データ交換でユーザーが迷う項目のQ&A

Q1 取引先から CAD データを受け取り、自社の CAD(CAM)で読み込もうとしたがエラーになる。テキスト・エディタで見ると訳のわからない文字が並んでいる。どうしたら読めるのか。

A1 それは、おそらく取引先の CAD 自身の図面データである。ファイルの拡張子(ファイル名の後半に「.dxf」のように「.」の後にある文字)を確認して、「dwg」、「drw」などの場合は、その CAD でしか読めない。自社の CAD (CAM) が取り扱えるデータ交換用フォーマット (DXF, IGES, BMI など) に変換して送り直してもらう。

最近の CAD はほとんどが DXF を扱えるので、「DXF で」と指定するほうが間違いが少ない。もし、取引先で意味がわからないようなら、CAD メーカーに「DXF を出力する方法」を問い合わせてもらって解決しやすい。

Q2 3.5 インチ FD (フロッピーディスク) で CAD データを受け取ったのだが、読み込むとエラーになる。CAD データは DXF とのことだが、何か設定が必要か。

A2 FD を使用したデータ交換では、問題となるのが3つある。FD の記録容量はハードウェアによって、1.44MB と 1.2MB のディスク・フォーマット (これは記録密度を規定する形式 = フォーマット) があり、3 (スリー) モード対応のハードでのみ両方が扱える。DOS/V 機では 1.44MB、NX シリーズより前の PC-98 (NEC) では 1.2MB が標準となっていて、このフォーマットが違っていると読み込めない。

Windows 機では「このディスクは使えません。フォーマットしますか」とメッセージが表示されるが、この時は、もちろん「いいえ」にしないと FD の中身がすべて消えてしまう。

次に、同じ 1.44MB の FD でもパソコンと UNIX 機では OS (オペレーティング・システム = コンピュータの制御ソフト) によってデータの記録方式 (これもフォーマットと呼ぶ) が違っていて互換性がない。このとき、パソコンで読み込む場合には、先方に MS-DOS フォーマットで記録してもらうよう依頼する。

上記の2種類のフォーマットが一致していても、

データ交換フォーマットが一致していなければデータ交換はできないのはもちろんである。

その他の注意点としては、最近は少なくなったが、5年以上前のパソコンでは5インチサイズのFDを使っているものがあるが、DOS/V系のWindowsではハードに5インチFDが付いていても取り扱えない。

Q3 1.2MBのフォーマット容量の3.5インチFDでDXF形式のCADデータを受け取ったが、読み込みエラーとなる。当方のCAD (CAM) はDOS/Vパソコンで、いままでDXFデータは問題なく読めていた。1.2MBのFDは初めてだが、パソコンは3モードFDユニット搭載である。故障か。

A3 ハードウェア (パソコン) が3モード対応でも、それだけでは1.2MBと1.44MBのFDを同様に扱うことはできない。ハードの機能を有効にするためには、その機能に対応したドライバ・ソフトをOSに組み込む必要がある。通常、出荷時には3モードは有効になっていない場合が多い。

それぞれのパソコンの手順に従って3モード・ドライバをセットし、コンピュータを再起動すれば読み込めるようになる。最近のパソコンは3モード機能を持たない機種が増えているので、1.44MBと指定する方が無難である。

3モードとは、1.44MB、その半分の容量の720KB、そして1.2MBの3種類に対応できることをいう。1.44MBと1.2MBは2HD、720MBは2DDフロッピーとも呼ばれワープロで多く使われていた。

Q4 DXF (IGES) で図面データを受け取ったが読み込めない。先方はEWS (UNIX) CADで、当方はパソコンCADだが、同じDXF (IGES) でも違いがあるのか。

A4 DXF (IGES) 形式のデータであれば、フォーマットに大きな違いはなく、普通はまったく読めないということはない。

ただし、UNIXのCADの中にはMS-DOSフォーマットで出力していても、レコード (データの一区切り。1行) を区切るデリミタ (区切りを表わす記号。通常表示されない) が、UNIX仕様のLF (改行コード) だけになっていることがある。MS-DOSのデリミタはCR (復帰コード) とLFの2バイトになっているので、これを置き換えてやる必要がある。(テキスト・エディタで可能なものが多い)。

Q5 IGES データを受け取って、CAD で読み込んでいたら、途中でエラーになった。先方の CAD は EWS の CAD で、昔からの有名な CAD システムである。

A5 大型コンピュータ時代やその後のミニコン世代からの CAD システムでは、その当時のデータ形式を使用しているものがある。

IGES は、大型コンピュータ系の CAD から規格が考えられていて、一般に 1 レコードが 80 バイト（文字）で構成されている。これは大型コンピュータがパンチカードを入力手段にしていた名残りで、必ず 1 レコードを 80 バイト固定長にしていたことによる。

この方法では、80 文字ずつデータを読み込めばよいので、デリミタを必要としない。しかし、通常のテキストデータは 1 行の文字数を決められないので、行の最後にデリミタを挿入して区切りとし、1 レコードを可変長にしている。

MS-DOS や UNIX では、テキストデータにはデリミタを入れる形式になっており、80 バイト形式の IGES フォーマットにもデリミタを入れて取り扱えるようにしている。ところが、古い形式のものでは、デリミタを入れていないものがある。このため、いくら読んでも行目が終了せず（通常 1 行の最大文字数が決められている）エラーとなる。

この場合、80 バイトごとにデリミタを置くように変換しなければならない。

Q6 DXF データを受け取って読み込もうとしたら、「対応できないデータがある」というエラーになってしまった。DXF は、これまでも使用していて問題がなかった。何が原因だろう。

A6 これまで扱えていた CAD データが正常に読み込めないのは、送られて来たデータが正しい DXF フォーマットになっていないか、あるいは同じ DXF でも対応している AutoCAD のバージョンが違っている場合である。普通は、それぞれの CAD で DXF 変換を行なうときに、AutoCAD のどのバージョンに対応しているかが記述されているので、まず双方の対応バージョンを確認することである。

バージョンの違いに関しては、その CAD (CAM) 自身でも扱えないことになるので、一般にはアップコンパチブル（上位互換）といって、上位（新しい）バージョンでは旧バージョンのデータを読み込

めるようになっている。

Q7 CAD データを読み込んだが、ところどころで図が抜けたり、読み込み途中でエラーになる。

A7 CAD では、繰返し使われる図形や他の図面でもよく使われる図形をひとつのグループ図形にして登録し、それを呼び出して作図することで操作を簡略化したり、データ量を節約している。

この登録された図形を子図と呼んだりしているが、CAD によっては子図を外部（子図を使用している図面以外）に登録している。これを呼び出して使用（外部参照）すると子図が画面に表示されるが、親図内にはこのデータは存在しない。

DXF に変換する時に子図データを受け渡していないと、DXF に子図の呼び出し命令はあっても、呼び出される図形データがないので作図不能でエラーになったり、子図部分が抜けることになる。

これは、主に変換ソフトをつくっている CAD メーカーの問題なので改善を要求するしかない。

Q8 BMI データを受け取って読み込んだがエラーとなる。以前には読めたのに、何が原因であろう。

A8 BMI は、MICRO CADAM のアプリケーション用外部データフォーマットであるが、この CAD は最初に図形データの数値精度を単精度（6~7 桁で数値データを表記）で扱っていた。しかし、これでは精度が悪く、大きな図形と小さな図形を混在させたり、CAM に使用するのに不適であることから、途中で倍精度（16 桁）データも扱えるようになった。

BMI もこれに合わせて単精度版と倍精度版があるので、どちらに対応しているかで読めない場合がある。

しかし、倍精度版が出荷された頃から、それまで MICRO CADAM になかった DXF 変換ソフトが付くようになっていたので、流通性を考えると倍精度では DXF を、以前の単精度データを扱わなければならない場合に BMI を使うようにする。

Q9 DXF(IGES) を読み込んだところ、図形の一部が変な場所に表示される。何がおかしいのか。

A9 もし、変な場所にある図形を削除すると正常な図面らしくなる場合は、元の CAD で内部の参照図形として使ったデータがその

まま DXF 変換されて、受け取った側ではすべてが表示されてしまうためである。

また、本来の図面データの一部が欠けていて、変なところに表示されている図形を特定の線（画面に表示されているとは限らない）を基準にしてミラーイメージにすると、欠けた部分を補って正しく表示される場合は、図形の座標変換が関係している。

CAD によっては、すべてのデータを特定の象限で持っていて、他の象限に描かれたデータは座標変換によって表現するものがある。この変換ベクトルを何によって実行するかで、CAD データの内容が変わってくる。

また、3次元 CAD の場合は、横からの視点や裏からの視点など、同じモデルをいろいろな方向から見て表示することになるので、これを2次元データに変換するときには、一方向からの図をそれぞれの視点のベクトルを通して表わすことになる(図4)。

この3次元でのベクトル変換を行っていないCAD (CAM) では(2次元のみの扱いでは必要ない)、正常な図面として見るができない。したがって、読み込んでからミラーや回転などの図形編集を行なって正常な図面にするか、元のCADで一視点のデータに投影して出力してもらうしかない。

Q10 読み込んだ(または紙に描かれた)図面を見る限り普通の2次元図面で、線分や円弧、円が描かれているのだが、図形編集をしようとしたら、CAMでNCデータをつくらうとすると、円弧して扱えず、微小直線の集まりやスプラインになってしまう。

A10 3次元CADで作成されたデータを2次元投影して図面化するとき、そのモデルが3次元ワイヤデータやサーフェスデータの場合、構成要素がスプライン化されているので円弧にはならない。3次元化する前の図形データを送ってもらうしかない。

Q11 CADデータを読んでNCデータを作成しようとしたが、座標値を調べると大きさが半分しかないようだ。これはどうしてなのか。

A11 2次元CADの中には、従来の図面の描き方をそのまま実現して電子製図板になっているものがある。この場合、A4の用紙に1/2の縮尺で図面を描こうとすると、データ全体に1/2のスケールを掛けてしまうものが多い。

このデータでは、読み込んだ後で図形全体を2倍

に拡大し、実寸データにして使用することが簡単な対処法である。

Q12 データを読み込んだところ、文字が一部変な表示になっている。

A12 CADは文字をベクタ・フォントで表示しているの、漢字などではフォント名を指定する必要がある製品もある。

最近ではWindowsのトゥールタイプ・フォントを指定できるものも多く、フォント名指定の必要性が高い。(図5)

3次元データの変換

現在、国際的なデファクト・スタンダードとなっているIGESとDXFを比較した場合、3次元サーフェスデータではIGESが主流になっているが、3次元CADがソリッドモデル中心になってきている状況では、今後、大きく変わることが予測される。

これに対して、2次元を主体としたデータ交換ではDXFは大いに有効である。IGESと違って原器といえるAutoCADが存在するので、各変換ソフトによってつくられたDXFの正確度を簡単・確実に検証できるためである。

また、最近は3次元のCAD/CAMで、CADデータではなくモデルデータで受け渡しをしようとする動きがある。これは、3次元CADがソリッド・ベース主体へと移行して、そのソリッドモデルを作成するソフトがCADとは独立して開発・提供されるようになってきているからで、このソフトをソリッド・モデリング・カーネルと呼んでいる。

主要なカーネルには、ACIS, Parasolid, Desing BASEがあり、各CADメーカーの多くはこの中からカーネルを選んで組み込んでいる。そのため、同じカーネルを採用しているCADどうしならば、カーネル・メーカーが提供するデータ交換フォーマットを通して直にモデルを取り込める。最近の機械系CAD/CAMでは、Parasolidを搭載するメーカーが増えている。

カーネル・フォーマットは、特定長のテキストデータに置き換える他の交換フォーマットに比べれば、数値情報の精度落ちがない点が良い。しかし、同じカーネルを採用していても、その利用方法は各CADによって違うので、CADデータがそのまま交換できるわけではなく、モデルデータのそれもジオメトリが渡るだけで、トポロジーまで100%は渡らない。そのため、受けたデータを編集しないことが前

提でなければ大きなメリットはない。

* * *

データ交換は、どの方式が良いと単純に言えるものではなく、目的によって敵・不適の方式が決まったり、交換範囲を限定することで必要な条件を満たし、問題なく使うことも可能である。

何でもかんでも完全に交換することを考えると、結局相手と同じシステムを導入するのが一番ということになってしまい、自分にとって最適のCAD(CAM)システムを選択するという大前提を実現することと、データ交換の必要性との本末転倒が生じてしまう。

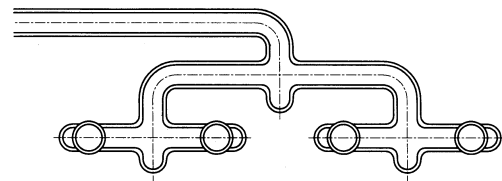
最近では、大企業が導入しているシステムと同じものを子会社、系列、下請けを含めて設備することを推進しようという傾向があるが、これもデータ交換の問題点を反映したものと見える。

しかし、世界の下請けに徹するなら別だが、インターネットでワールドワイドに仕事の発注が行なわれる時代に、特定のCAD/CAMデータに対応を絞れるだろうか。さらに、企業買収が日常化している欧米の会社の製品が、今後も同じ形で継続すると信じられるだろうか。

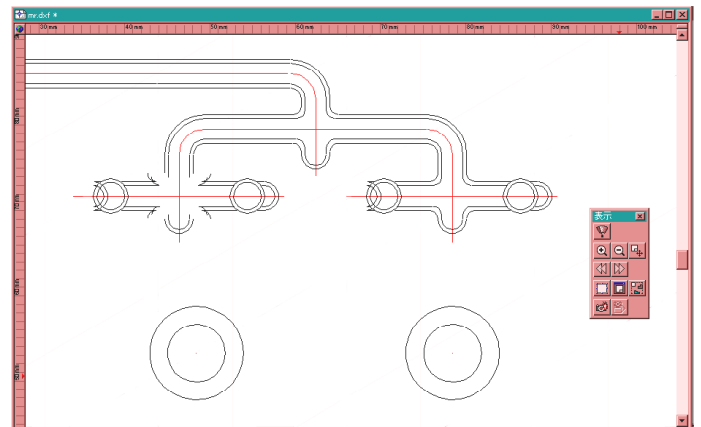
データ交換における問題点に対処できるということは、技術者にとって自分の道具を熟知していることであり、周辺の技術や動向にも明るいことを意味している。設計(加工)以外のことにかかる時間がないという理由で、このようなことができない技術者に、本当の設計(加工)ができるかどうかはむしろ問題だろう。何年かか

ければ、こんなことは解決できるというのは、何年たってもできないというのと同じで、話にならない。個々の問題点の解決は数日のことで、その積み重ねが大切である。

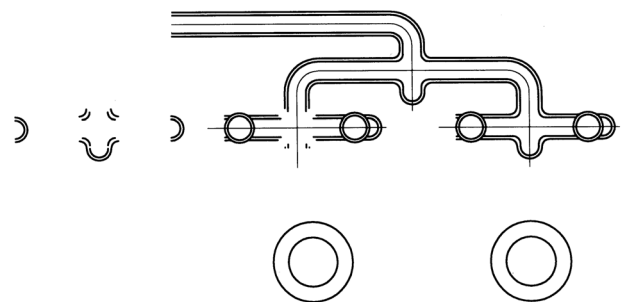
いずれにしても、今後、データ交換のフォーマットが何に変わろうと、データ交換の経験を持つことは必要なことである。



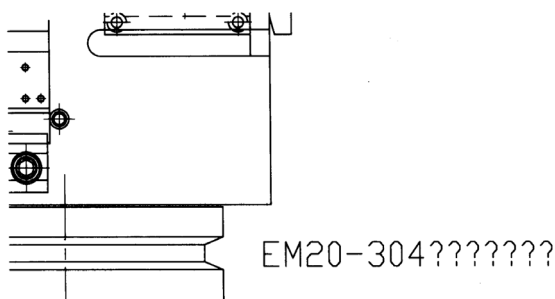
(a)元の CAD 図



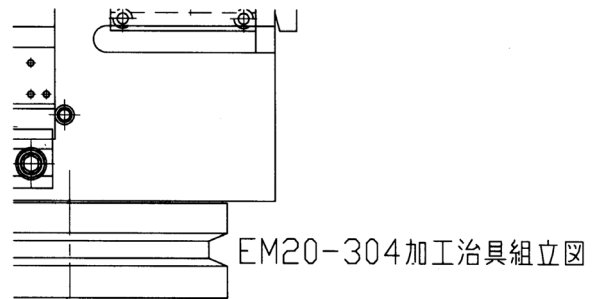
(b)別の CAD で読み込んだ図



(c)別の CAM で読み込んだ図



(a)別の CAD で読み込んだ表示



(b)(a)についてフォント名を指定した表示

図5 フォントの読み込み