

## 加工条件データベース検索システム

高橋正明\*、和合 健\*\*、丸山義保\*\*\*

### A System for Retrieval of Factors in Machining

TAKAHASHI Masaaki \*, WAGOU Takeshi \*\*, MARUYAMA Yoshiyasu \*\*\*

Sometimes NC-operators modify data in NC-programs which are programmed by CAM-operators. But it is rarely that the know-how of machining acquired these modifications reflect on next NC-programs. And in factories, it is difficult to construct any database for machining, by reason of they have not enough time to survey and gather data for database. On the other hand, database-system in factories should be constructed from data in dairy works. In this paper, the authors describe classification into some kinds of factors in machining and how to pick up data automatically from NC-programs which are modified by NC-operators, then to development database-system. Using this system, CAM-operators will not need a lot of skill for machining and not take much time to finish NC-programming. Moreover, it is easy to construct know-how for machining without effort for surveying and gathering data. The more the system is used, the more data in database will be optimized.

**Keyword :** Database-System, NC-Program, NC-Data, Retrieve of Cutting Conditions, Factors in Machining, NC-Machining

#### 1 緒 言

一般にNC加工機へのNCプログラムの入力、紙テープを媒体として行われているところが多い。この紙テープは直読できないことや保管の場所をとるため、管理も難しく、放置されていることが多い。特に、繰り返し頻度の少ない金型加工などでは、過去のNCデータが繰り返し利用されることも希である。また、CAMでNCデータを作成する場合、一般にCAMオペレータとNC加工オペレータが異なり、CAMオペレータよりNC加工オペレータの方が加工経験が豊富であるため、CAMで作成されたNCデータに修正が加えられることが多い。しかし、これらの修正はその場限りで、次のNCデータへ反映されることが少なく、同じ処理が何度となく繰り返されている。このため、加工のノウハウが加工作業者一人にとどまり、企業の生産技術全体へ反映されないきらいがある。

反面、企業で加工のためのデータベースの構築を試みても、データの調査やデータ入力作業のみで終わることが多く、完成し活用されることは希である。また、データベースを構築した場合であっても、これを陳腐化させ

ないためには常時データを更新することが必要である。しかし、これは煩わしい作業であることに加え、日常の生産活動に忙殺されているため、新規データの調査すら行う余裕がないのが現状である。これらの理由で、データベースの必要性が説かれていても、実際に生産へ使えるようなデータベースの構築が実現しない。

さらに、データベースを構築する場合、一般の理想的な加工条件が個々の企業にとって最適なデータかという点と必ずしもそうとは言えず、日々の生産活動のなかで、精度のみならず採算なども考慮し決定されるべきものであり、同一製品、同一形状、同一精度のものでも使用する工作機械や環境などにより条件が異なるものである。したがって、企業の日常の生産活動の中で培われた加工条件を蓄積することが活用度の高い有用なデータとなる。

以上のことから、図1に示すようなマイコンを利用したデータ転送装置(コントロールボックス)・分配装置(データセパレータ)からなる DNC システムを利用し、CAM側から転送されたNCデータに対してNC加工オペレータによって修正が加えられたデータを加工管理用パソコンへ戻すことにより、変更された加工条件などを

---

現在 *	岩手県工業技術センター	電子機械部	岩手県盛岡市飯岡新田3-35-2
**	岩手県工業技術センター	電子機械部	岩手県盛岡市飯岡新田3-35-2
***	(株)北上精密	生産技術部	岩手県北上市鬼柳町都鳥133

自動的に抽出し、加工条件データベースとして構築するシステムを開発した。このシステムを利用することにより、自動的にデータの蓄積と更新が可能となり、繰り返

し使用することで加工条件の最適化が図れるとともに、加工のノウハウの蓄積が可能となる。システムの構成を図1に示す。

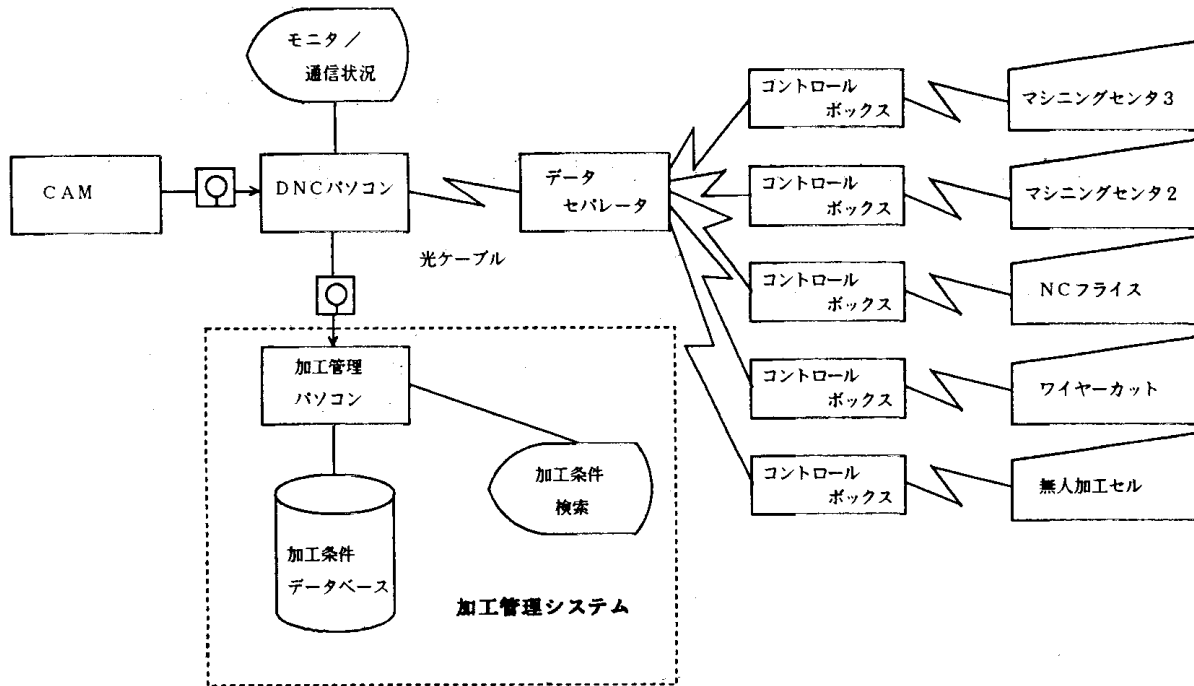


図1 システム構成

## 2 切削加工条件データベースの範疇

一般に加工条件データベースというと、切削速度や回転数、送りなどの直接的な加工条件要素のみが考えられがちであり、設備的な要素や形状などの要素が含まれていないことが多い。しかし、同一機種を使用しても加工機単体でみると使用年数、設置場所などの環境にも依存し、また、同一レベルの仕上げ精度が要求されたにしても、形状要素により切削条件が異なることが多い。

したがって、データベースを考えるに先立ち、加工を決定づける要因について検討した。また、データベースの対象としては、今回はMC（マシニングセンタ）に限定した。

### 2-1 加工を決定する要因<sup>(1)</sup>

MC加工にはテーブルと平行な面をつくる平面加工、テーブルに対して垂直に加工する側面加工、加工物に段をつける段加工、溝を付ける溝加工、ボーリングバーを使用して精密な内径加工をする穴ぐり加工、付属装置（円テーブル、割り出し台）を使用してカムの外周や、ねじれ溝を、また、ならい加工する特殊加工などの作業がある。このように、様々な種類の加工が存在するが、これらは全て共通的な要因でまとめる

ことができる。すなわち、これら加工を決める要因は、加工に関与するそれぞれの要素項目からなる以下の(1)～(4)の4つに分類される。

#### (1) 固定要因

仕様（図面）で指示され、材質・寸法・形状等が完成品となった場合に満足してなければならない要因であり、加工の際に変更出来ない要因。

#### (2) 生産要因

工作機械設備や工具等の切削条件に対するハード環境に起因する要因。

#### (3) 変動要因

回転数や送りなどの切削条件は、標準的条件をベースとして経験や勘から決定されるのが一般的であり、条件決定の明確な基準が無くある程度の幅もっている。つまり、仕様から画一的に決定することが不可能な、ある範囲を持った限定しか出来ない要因。

#### (4) 算出要因

前述(1)～(3)の要因が決定されることにより数式等を用いて算出することの出来る要因。

以上について、まとめると図2のようになる。

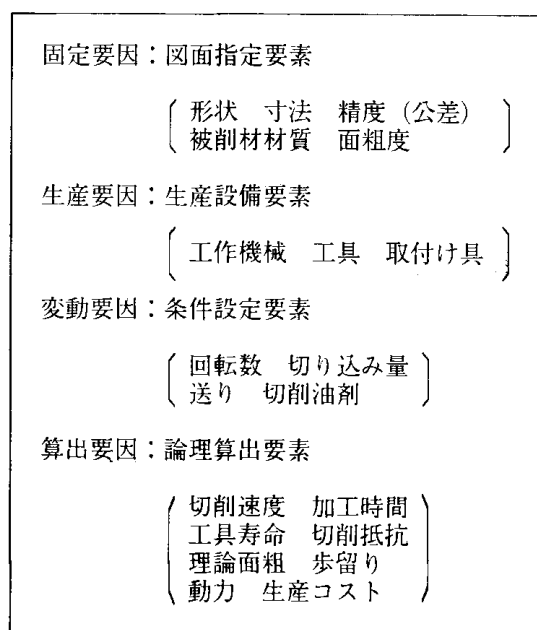


図2 加工を決める要因

これらの要因により加工が決定づけられる。ただし、ここでは温度や湿度といった環境についての要素は取り上げていない。また、プリセッタや取り付け工具などの設定度合いや取り付け方法の良否によっては、加工精度や加工能率に大きな影響を及ぼす。このことから、プリセッタや取り付け工具の設定なども加工を決める要因の一つとも考えられるが、これらについては考慮していない。

### 3 加工条件の抽出方法

MC加工は、その加工形状も多様であり、加工図面から素材形状および前加工の状態、取り付け具の選定を考え、加工内容の仕様（材質、形状、公差など）を十分に考慮した上で工具を選定し、切削条件が決定される。しかし、これらの情報の全てをNCプログラムから直接読みとることはできない。

したがって、NCデータから自動的に加工条件などを抽出し、データベースとして構築するためには、これらのデータの扱いと抽出するための方法を考えなければならない。

#### 3-1 NCプログラム

NCデータをもとに切削加工条件を抽出しデータベース化を行うために、NCデータのデータ構成を調査分析し抽出方法を検討した。

NCプログラムはNC工作機械の種々な動作を表現する方法として、可変ブロックワード・アドレス・フォーマットが採用されている。そして、NC工作機械の動作は1ブロックで指令する。このブロックの構成例を図3に示す。

1ブロックは図3に示すようにいくつかのワードから構成され、このワードはその機能を意味するアドレスとそれに続く数値で構成される。このNCプログラムに記述されているそれぞれのワードがデータベースとしての要素を全て網羅しているわけではない。これらの機能から直接読みとり可能な加工要因は、変動要因である送りと主軸回転数のみであり、同じ変動要因である切り込み量や切削油剤については、直接読みとることは不可能である。

しかし、切り込み量については準備機能ワードとディメンジョンワードから間接的な形で把握することは可能である。また、工具機能ワードについては、その加工ごとに工具配列が変更されるため、単純にプログラム上の工具番号と使用工具と1対1の対応をさせることはできない。

このほか、固定要因や生産要因、算出要因については全く含まれていない。したがって、このNCプログラムから判別可能なデータは、油剤を除いた変動要因のみということになる。

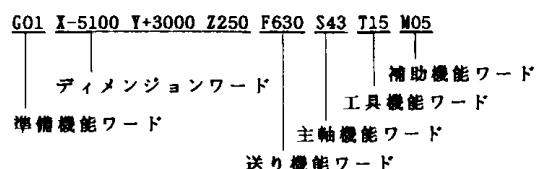


図3 NCプログラムのブロック構成

#### 3-2 切削加工条件データベース項目

標準的な切削加工条件はNCデータ作成時に設定されているが、実加工段階における観察などからNC加工オペレータが経験と勘により切削加工条件の微調整を行っている。この微調整はMDI (Manual Data Input) により変更可能な機能項目で、回転数や送り速度、切り込み量（ディメンジョンワードの変更ではなく工具補正によるもの）の切削条件に限定されている。しかし、この情報の蓄積とフィードバックが重要であり、加工ノウハウとしてデータ化し、次回の加工へ活用することが必要である。

切削加工条件は生産要因である工作機械の能力に依存しているため、同じ工作物でも加工機が異なると切削加工条件は異なるばかりでなく、同一加工機や同一工具を使用しても形状要素やエンドミルでサイドカットやフェースカット行う場合のように、加工内容によっては加工条件を変える必要がある。このことから、データベースのデータ構成として、機械装置、被削材材質、工具（材質、径、刃数）、切削緒言（面粗さ、回転数、送り速度）のほか、指定平面による切削方向やR形状、テーパ形状、ストレート形状の違いによる切り込み量、生産管理情報として加工時間、図面

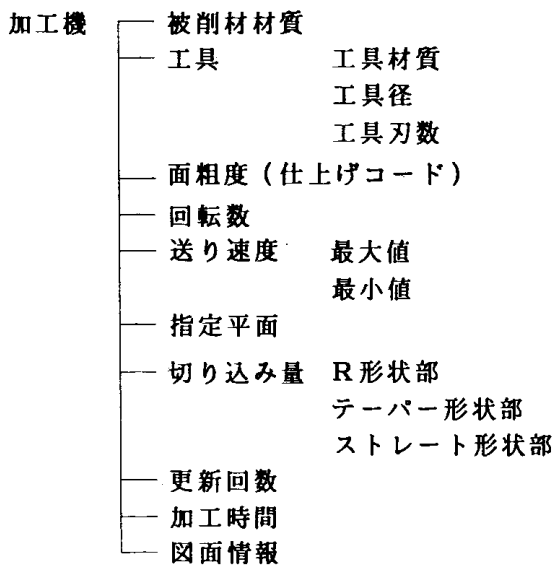


図4 データベース項目

情報、さらに、これらの条件の使用回数としての更新回数の項目を定めた。

このように、加工条件データベース項目として採用分類したものを図4に示す。

### 3-3 加工条件抽出法

加工条件には、切り込み量（工具移動量）、回転数や送りなど、NCプログラムを作る上で設定が必要な項目と、被削材材質、工具種類や面粗度などプログラムを作る上では考慮しなければならないが、直接設定する必要のない項目が存在する。すなわち、

- ① NCプログラムに直接数値で与えられるもの  
送り、回転数

- ② 直接数値で指定されることはないが、与えられた座標値から算出可能なもの  
切り込み量
  - ③ データベースの構築に必要であるが、プログラム上に与えられないもの  
被削材材質、工具種類、工具径、面粗度、機械種類
- 以上の3種類が存在する。

①については、そのまま読み取ることができるので問題はない。

②については、切り込み量の場合であり、これはディメンジョンワードに記載されている座標値から読みとることが可能である。しかし、ここに記載されている座標値には工具移動などの空加工も含まれていることから、この空加工と実加工の判別を行わなければならない。加えて、切り込み方向がX軸方向、Y軸方向、Z軸方向の3種類が存在するため、どの方向であるかの判別も必要である。そこで、図5に示すように同一差分値の繰り返されるものを切り込み量とし、また、切り込み方向については、準備機能ワードであるGコードより抽出した。ただし、工具移動値の指令がインクリメンタル指令（増分値）の場合はその値を、アブソリュート指令（絶対値）の場合は、その差分値を求め切り込み量とした。また、R形状部、テーパ形状部、ストレート形状部の切り込み量はプログラム上に記述されたコメントにより識別することとした。

③の場合は、そのままではNCデータ上に存在しない。そこで、図5に示すように、NCプログラムに直接関連しない被削材材質、工具、面粗度などの項目については、NCプログラム作成時に予めコメント行

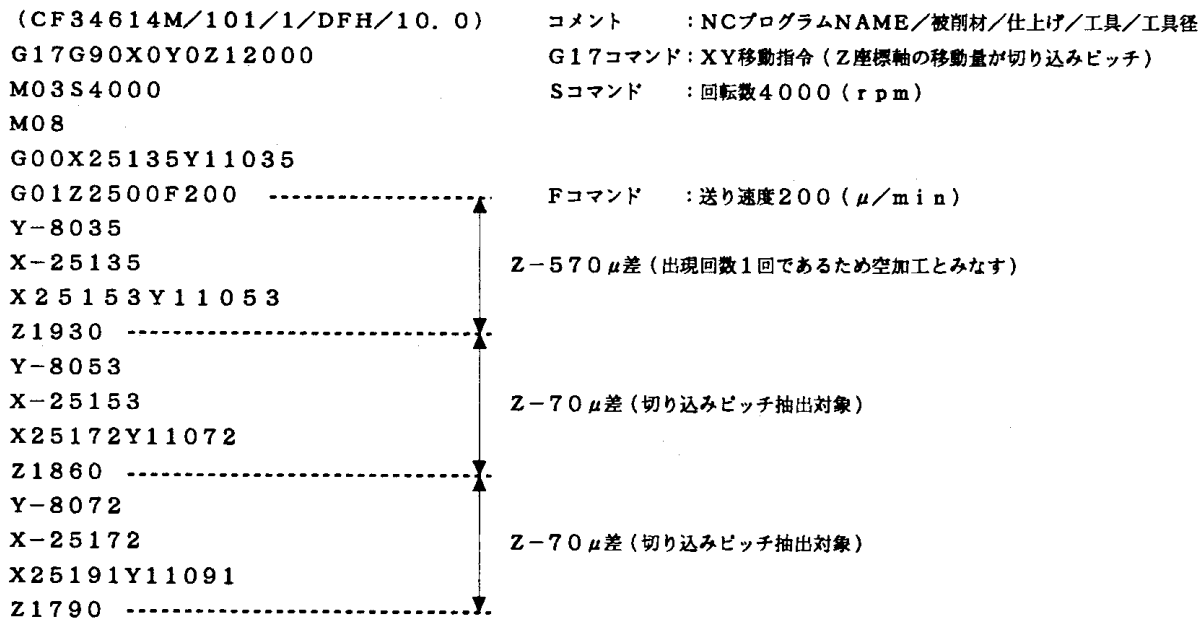


図5 抽出例

として挿入することにより、NCデータからこれらの項目が抽出できるようにした。

#### 4 ソフトウェア構成

加工管理システムの機能の概要は図6に示すように処理振り分けメニュー、加工条件の集計登録、加工条件レコード訂正、加工条件レコード削除、加工条件一覧表出力、加工条件検索の6機能の構成にした。以下にその詳細を述べる。

##### (1) メニュー

入力した処理区分により各処理機能へコントロールを渡す。処理番号と加工機コードを入力することにより、それぞれの処理画面へ移る。(図7)

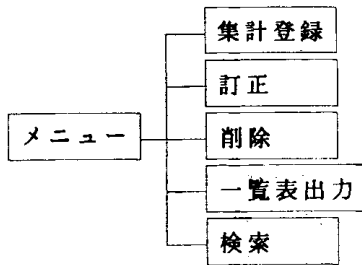


図6 ソフト構成

また、番号1の加工条件一覧表と番号9の終了以外は検索条件として被削材、仕上げ、工具のコードと工具径を入力する。

##### (2) 加工条件集計登録

DNCシステムより受け渡されたNCデータから加工条件を抽出して登録する。同一加工条件が既に登録されていた場合は、その更新回数を繰り上げる。

##### (3) 加工条件訂正

指定された加工条件の変更を行う。指定された検索条件に一致する加工条件、もしくは、指定された検索条件範囲を満たす全ての加工条件を表示し、回転数、送り速度、切り込みピッチを入力することにより更新する。

##### (4) 加工条件削除

指定された加工条件の削除を行う。指定された検索条件に一致する加工条件、もしくは、指定された検索条件範囲を満たす全ての加工条件を表示し削除する。

##### (5) 加工条件一覧表

加工機別加工条件一覧表をプリンタに出力する。指定された加工機の加工条件一覧表をプリンタに出力する。(図8)

##### (6) 加工条件検索

指定された検索条件に一致する加工条件、もしくは、指定された検索条件範囲を満たす加工条件を表示する。さらに、加工機、面粗度、被削材材質、工具のコードは下記のように定めた。

- ① 加工機コード (2桁)  
加工機別に番号を設定
- ② 面粗度 (仕上げコードとして1桁)  
1:荒仕上げ 2:中仕上げ 3:仕上げ
- ③ 被削材材質 (3桁)  
0xx:鋼材(0)+材種に対応する2桁の番号  
1xx:樹脂(1)+材種に対応する2桁の番号
- ④ 工具コード (3桁)  
Dxx:ドリル(D)+工具に対応する2桁の番号  
Rxx:リーマ(R)+工具に対応する2桁の番号  
Exx:エンドミル(E)+工具に対応する2桁の番号  
Txx:タップ(T)+工具に対応する2桁の番号

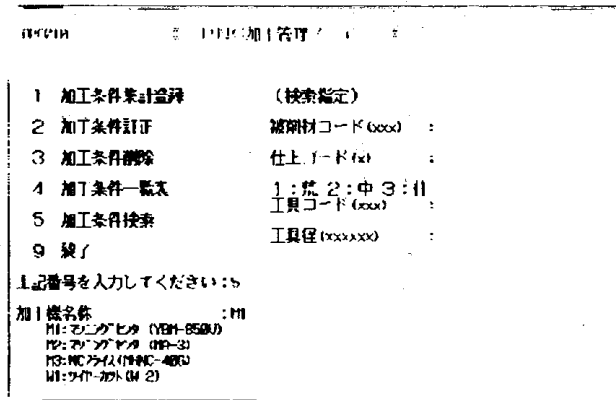


図7 メニュー画面

また、これらのコードは画面表示時にコード名称変換テーブルを介して名称に変換される。これらNCデータから加工条件を抽出した項目を格納するための加工条件データベースファイルの構成を表1に示す。

#### 5 まとめ

本研究により次のような結果が得られた。

##### (1) NCプログラム作成作業への効果

新規NCプログラム作成時において、過去の加工条件を調べるための時間が不要となり、加工に未熟なCAMオペレータであっても短時間でNCプログラムの作成が行える。

##### (2) データベース化による効果

NC加工オペレーター個人レベルでの勘や経験による作業から、データベース化された加工条件により標準化された作業への移行が可能となり、また、非熟練者でも最適条件での加工を行うことが可能となる。

##### (3) 自動抽出の効果

加工条件データを自動的にNCデータから抽出することが可能であることから、データベースとしてのデータを蓄積するためやデータを更新するための特別なデータ収集作業というものは必要とせずその企業に適した

加工条件データの蓄積が行え、容易にその企業の加工ノウハウを蓄積することが可能となる。

(4) 繰り返しの効果

本システムでは、加工条件データが自動的に更新されることから、利用するほどデータベースとして構築された加工条件の最適化が進む。

今後は、本研究での開発システムを実際の生産現場で長期に渡る運用試験に供し、データベースとしての効果を検証するとともに、対象工作機械の拡大などを図り、DNCシステムの中に組み込みことにより、自動化レベルの高いシステムとして完成させる予定である。

なお、本研究は平成5年度岩手県技術パイオニア養成事業（ORT1）「コンピュータ利用による生産技術のシステム化」に関する研究にて実施したものである。

表1 加工条件データベースファイルレイアウト

項目	桁数	備考	
加工機コード	2		
被削材材質コード	3		
仕上げコード	1		
削除フラグ	1		
工具	工具コード	3	
	径	6	
	刃数	2	
処理	回転数	4	
	最大速度	5	
	最小速度	5	
	条件	切込量	R部形状
テーパ部形状			4
ストレート部形状			4
使用回数		3	
図面No.	20		
加工時間	3		
数量	6		
登録日	6		

50 (加工条件一覧表)

加工機：マシニングセンター

被削材	仕上げ	工具/径	回転数 rpm	切削速度 m/min/1000	送り速度 mm/rev/1000
銅	荒	ドリル : DFH/18.600	Z 1800	18100-18200	100
銅	荒	ドリル : DFH/18.800	Z 1800	18100-18200	100
銅	中	ドリル : DFH/18.300	Z 1800	18100-18200	100
銅	中	ドリル : DFH/18.330	Z 1800	18100-18200	100
銅	中	ドリル : DFH/18.440	Z 1800	18100-18200	100

図8 加工条件一覧表出力例

6 要 約

NCデータはNC加工オペレータにより修正が加えられることが多いが、この修正結果が次のNCデータへ反映されることは少ない。また、企業において、ノウハウを加味したデータベースの構築が試みられるが、活用に至ることは希である。このため、NCデータの加工条件などの変更点を自動的に抽出し、最適な加工条件としてデータベース化するシステムを開発した。

キーワード：データベース NCプログラム  
NCデータ 加工条件検索 NC加工

参考文献

- (1) 例えば、高橋正明，他：簡易CAD/CAMシステムに関する研究，岩手県工業試験場研究報告(1986)ほか