

# 幾何要素をベクトルに 等価変換するLANC言語の活用

高生産性ものづくりを実現する「NC電卓」  
＝国産のNC言語

# 幾何要素をベクトルに等価変換する LANC言語の活用

## 高生産性モノづくりを実現する「NC電卓」＝国産のNC言語

外賀 俊彦

テクノシステム研究所

東日本大震災によって、部品の調達先を極力絞り、むだな在庫を一切持たないという効率的経営の常識が一挙に瓦解し、さらには、原子力発電所の停止による全国規模の電力不足と、脱原発から自然エネルギー資源へのシフト問題も絡んで、電力安定供給問題も道筋が見えないなか、拠点分散化の一環として、国内生産拠点を海外に移転する動きが広がっている。

震災がなくても、リーマンショックのダメージからの脱却が遅れている日本においては、異常な円高水準に張付いたままの為替レートや、途上国台頭による価格競争の激化に対処するため、国内企業としては海外工場への生産移転を進めてきたところであり、さらには、モノづくりの実力そのものも、「高品質・高付加価値」が日本だけの専売特許ではなく、アジア諸国の追い上げが厳しい状況にある。

いずれにせよ、企業の海外逃避で産業の空洞化が加速されており、日本の部品製造業や金属加工企業が厳しい状況にあることは間違いない。モノづくり大国として世界をリードしてきた日本が、ここで引き下がるわけにはいかない。一歩進んだモノづくり技術を有するNC加工プログラム作成ツール「NC電卓」をここに紹介し、モノづくりにおける優位性を確保する一助にしていきたいと願うものである。

## ■省工型汎用自動設計製造システム「NC電卓」

(1)「NC電卓」におけるNC加工データ作成フロー  
NC電卓<sup>※1</sup>とは、NC (Numerical Control：数値制御) 工作機械を使用して、必要な形状に加工するための加工プログラムを作成するに際して、種々の優れた機能を有するマシニングセンタ (MC) CAMツールである。NC電卓を使用してNC加工データを作成する場合はデータのフローの概略を図1に示す。

CADによる形状設計データは、NC電卓とのインタフェース (I/F) が取れているCADの場合は、ただちに中間言語 (下記※印) への変換が行なわれる。そうでない場合はI/FのあるCADを経由することで、中間言語への変換が行なわれる。

NC電卓に対しては、中間言語による形状データに加えて、加工条件や使用工具を指示し、さらに、NC加工を実行するMCの制御装置の仕様に合わせたポストプロセッサへの条件を入力することで、Gコードの選択など、NCコードの設定がすべて終了し、NC加工データが完成する。

ここにおいて、上述の中間言語のことを「LANC言語<sup>※</sup>」と称し、図形・形状の幾何要素を「ベクトル」によって図形定義プログラムが作成できる。これは

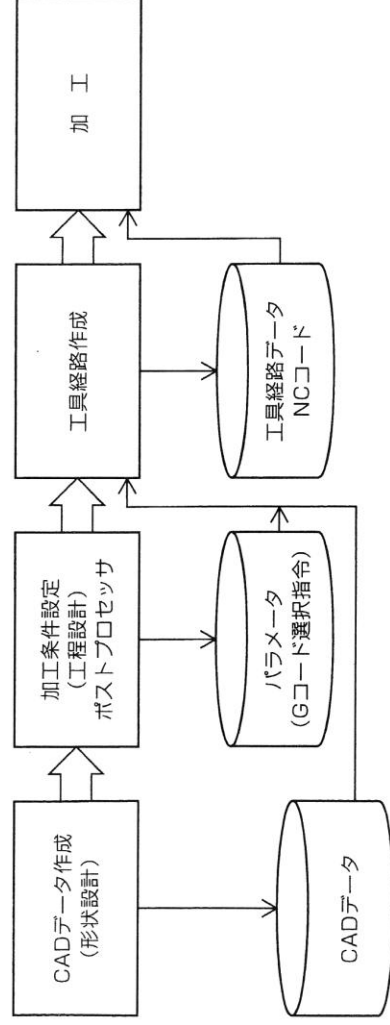


図1 NC電卓加工データ変換フロー

世界で類を見ない画期的な言語であるので、次項において若干の説明を付加する。なお、CADデータをNC電卓内部でLANC言語に置き換える作業を、2次元・3次元を問わず“LANC変換”と称している。

このLANC変換においては、モノづくりに用いる図形・形状の表現媒体のうち、平面媒体の図面や2次元CADデータに対しては「U-LANC」ソフトが、また、ポンチ絵(手描きの略図)や3次元CADデータに対しては「S-LANC」ソフトが、それぞれ役割分担してNC加工データへの変換を実行する。

## (2) LANC言語について

LANC<sup>1)</sup>\*<sup>2)</sup>は“Language for NC”の略称で、丸竹楨介(1926～1990)氏が1972年に機械振興協会で国内初の図形・形状処理に一筆書き連続図形を処理するNCデータ作成用コンピュータ言語として発表したものである。

LANCのモノづくりにおいては、図形・形状の幾何要素(点・直線・円・円弧・楕円・自由曲線・平面・自由曲面など)のすべてを、ベクトル形状データに等価変換して表現している。すなわち、2次元・3次元形状を問わず、位置ベクトル(座標点)と方向ベクトルで幾何要素のすべてについて図形定義表現を可能としている。

加工プログラムのコーディング(作文)は、「ベクトル」を基調とした中間言語体系のテキストデータ(文字で人間が読めるコード、即ち、アナログ情報)で表現しているので、数日間のLANC言語の学習により、CADがなくても手書き図面の入力が可能になる。もちろん、CADデータ(デジタル情報)がある場合は、それをただちに活用すればよい。

要は、アナログやデジタルの図形・形状情報を、状況に応じて効率よく活用して、NC加工プログラムを作成することが可能である。さらにいえば、設計者が設計完了時に加工プログラムも合わせて作成すれば、マルチタスク化による一気通貫生産を実現することになり、さらなる生産性向上に寄与することが可能になる。

## (3) APTとLANCの比較

形状定義文の形状を表現するコンピュータ言語としては、1952年に米国のMIT (Massachusetts Institute of Technology: マサチューセッツ工科大学)においてAPT (Automatically programmed Tools)が開発され、NC加工用言語として広く世界において活用されている。

両言語の比較は単純には述べ難いが、形状定義の

# MEMO

場合、APTは数式を用いるのに対して、LANCはベクトルで定義するところが根本的に異なる。従って、以下の比較に関しても、詳細に比較するには紙数が不足するので、一例として、形状定義に使用する基本図形定義文の数を比較してみる。

APTの場合、点の定義文15種類以上、直線定義文18種類以上、円の定義文20種類以上が定められている。これに対してLANCの場合、点、直線、円の定義文として、各3種類、合計9種類の基本定義文で表現できる。具体的な比較例を図2に示すが、図内記載の図形を定義した場合を比較する。

APTの場合、図形定義(14行)と運動定義(20行)を合わせて、34行の定義で加工指示を行なうのに対して、LANCの場合は図形定義(12行)、加工指

示(6行)、合計18行の定義・指示で完了する。

内容的には、APTでは図形定義に必要な円や直線を事前に定義しておき、運動定義の指示段階において、順次図形をつないで図形定義を完成していくのに対して、LANCプログラムの図形定義は、定義開始点から円や直線を一筆書きの要領で、定義すべきプロファイル(輪郭)を一周しながら連続的に定義を行ない、もとの定義開始点に戻ってくれば、自動的に図形定義が完了しているのである。

この説明からわかるように、APTを駆使する技術者は工科系大卒者レベルであり、数学知識に堪能でなければならなかった。しかし、当時の日本の部品製造企業においては、汎用工作機械からNC工作機械に切替えが急速に進むなかで、現場作業者が高度

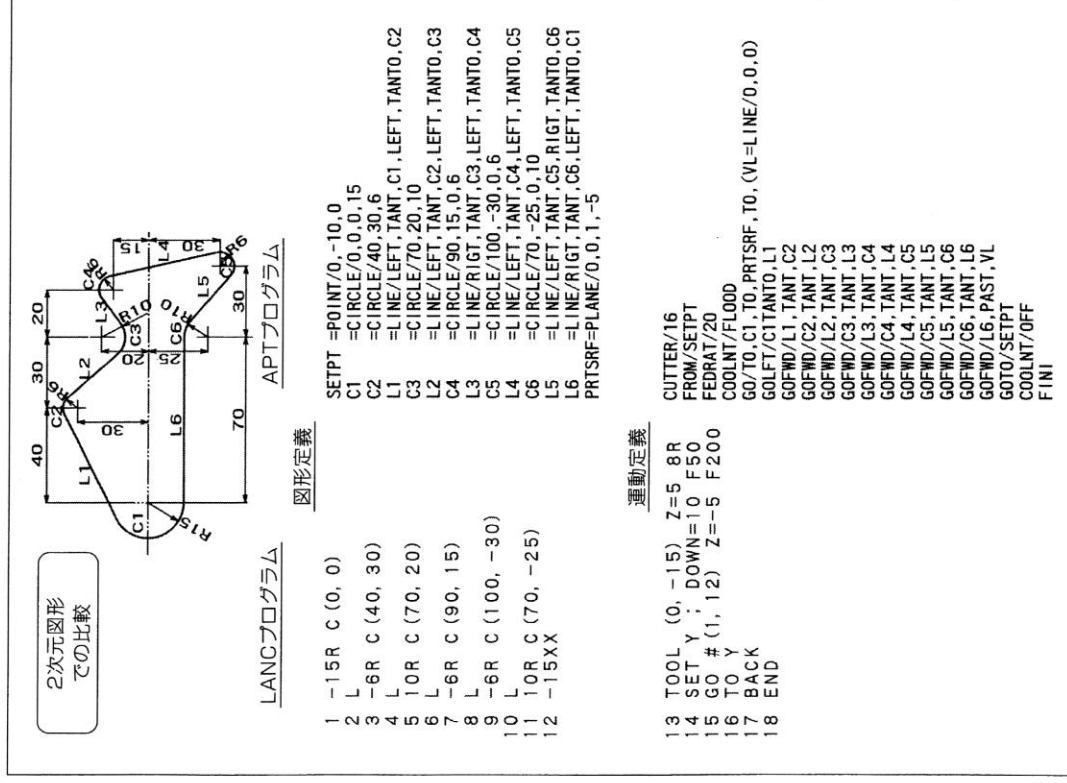


図2 LANCとAPTの図形定義の比較

なNC加工プログラムを作成することは困難であり、もっとやさしいNC加工指示方法を開発して欲しいとの要望が、企業経営者からソフト開発者に寄せられるに及んでいた。これがLANC言語開発の発端になったのである。また今日においても、世界も含めてLANC言語を凌駕する言語は見当たらない。

#### (4) LANC図形定義の特徴

前項記載の一筆書きで幾何要素を自動的にリンクしながら、連続的に図形定義ができることは述べたが、以下にLANC言語の特筆すべき特徴を列挙する。

##### ① 図形定義

一筆書き図形定義を一定方向(時計回り、または、反時計回り)に進めていくうえで、回転方向順に図形定義ができなない場合が発生する。

たとえば、図3のごとく、直線#1が次の円#2に接する場合の図形定義は、#2の円弧の図形が確定しなければ、#1の図形定義は確定しない。この場合、直線#1はプログラムのなかで一旦保留状態に置かれ、#2円弧の図形が定義された後に、直線#1の定義を確定することになる。

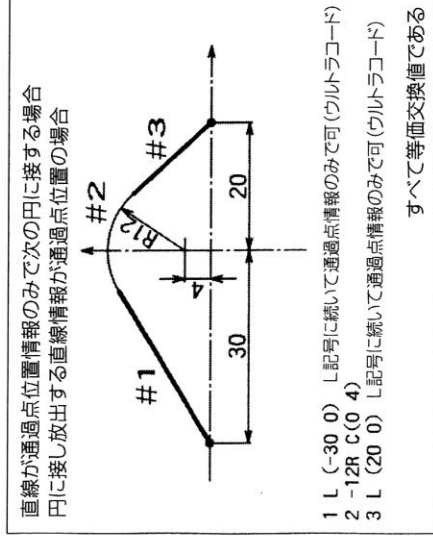


図3 2次元コンピュータ言語「ウルトラコード」

LANC言語ではこのような不確定な条件が発生する図形定義に対して、ゆらぎ現象に対処する「ウルトラコード」として設定し、全部で7パターンに集約している。定義待ちが発生する手順数は1または2手順である。

##### ② 図形の移動・生成

一つの連続図形定義を行なった場合、その図形を一つの命令で移動、または、派生図形を生成できる。その種類は、オフセット、平行移動、回転移動、線対称図形、逆回転方向定義図形、これらの組み合わせ指示も合わせて全部で10種類が可能になっている。

# MEMO

Blank lined area for notes.

### ③パラメトリックCAM

ある形状の図形定義を行なった場合、その形状定義から類似の形状定義および加工プログラムの作成が簡単にできる。

CADにおいては、パラメトリック設計として、類似図面が簡単にできることは周知の事実であるが、パラメトリックCAMとして活用できる機能を有するのはLANCだけでなく、生産性向上に大きく寄与できる重要な機能である。

たとえば、数値入力した最初の図形定義プログラムにおいて、数値をただちにほかの数値に置き換えてやれば、置き換えた寸法の加工プログラムがただちに生成できる。加工中に設計変更が発生したときや、加工上不都合な寸法を修正したい場合、一般のCAD/CAMシステムではCADデータまで戻って修正し、再度、NC加工データを作成しなければならず、設計への手戻りが発生する。しかしLANCの場合、現場でただちに修正や確認が可能になる。

### ④多種類のパラメトリック加工

この加工を実施する場合は、図形のマクロ化や寸法部分を記号変数に置き換えた加工プログラムにすることができ、APTのごとく、一つずつの図形定義からはじめる、ユーザー独自の固定サイクル(マクロプログラム)を組む作業がなく、いつも簡単な作業になる。

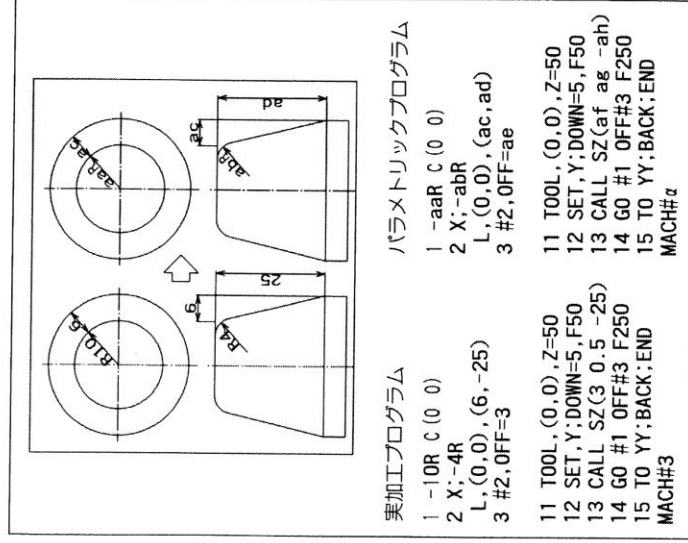


図4 パラメトリックプログラム

記号変数として用いている記号は、26個の小文字アルファベットの3桁以内の組合わせを許容できるので、1つのマスタプログラムの変数としては十分である。

別途、専用パラメトリックプログラム(オブション)を使用すれば、対話式に加工指示ができる。加工プログラムは、2次元、3次元に関連なくすべての加工形状に応用ができる。図4にパラメトリックプログラムの例を示す。

### ⑤生産準備の高効率化

NC電卓に、“省エネ型汎用自動設計製造システム”という名称を冠したのは、上記の説明のごとく、一度作成したプログラムを種々に利用して、類似の図形形状の設計から製造に至る生産準備を、効率よく実行できることを強調したものである。

## ■NCモノづくり生産性の検証

### CAD/CAMシステムと「NC電卓」の比較

現在、主流として活用されているCAD/CAMシステムと、NC電卓を加工面から比較して述べてみたい。(1)ポリゴン形式のCAD/CAMシステムの問題点

CAD/CAMシステムが開発される以前から、NCプログラムを作成する自動プログラミング装置(自動プロ)が開発、使用されてきたが、3次元CADにおける自由曲面形状の3次元モデリングデータを、三角パッチの集まりで表現するポリゴン形式に変換し、加工データとして使用する方式が採用されるに及んで、3次元CAD/CAMシステムによる加工が採用されるようになった。しかし、三角パッチで構成されたモデルの場合、それは平面となるので、大きな三角パッチで表現すると曲面を滑らかに表現できないうし、もともとCADモデルが持っている曲線および曲面の定義情報が、まったく活用されないのがある。

製造業においては、精度を求められる場合も多いので、ポリゴン形式の場合、膨大な数の三角パッチで表現して精度向上の要求に対処してきた。コンピュータの性能向上も相まって、大容量のデータを高速処理できるようになってきたが、加工速度の向上面からは改良が必要であると判断されてきた。さらに、面の滑らかさを得るために、人手によるミガキ作業を必要とされる場合もあった。

### (2)「NC電卓」で問題解決

#### ①ポリゴン処理方式

加工プログラム方式採用のNC電卓は、3次元形状に沿ってCADデータを抽出し、曲面情報を必要とすべ

クトルデータに置き換え、滑らかな曲面加工を行なうことができるので、精度向上と加工時間の短縮化、NC加工データの軽量化など、ポリゴン処理方式で達成できなかった問題が解決されるようになった。

曲面加工に際しては、高精度のカム曲線を削いた技術を応用して、通過点指示の滑らかな曲線を得ることができるので、他社の追従を許さない滑らかさを得ることが実証されている。3次元曲面データのなかに円弧データが含まれている場合でも、いわゆるG17、G18、G19の三平面での円弧変換が連続的に出力可能であるのは、NC電卓のみである。

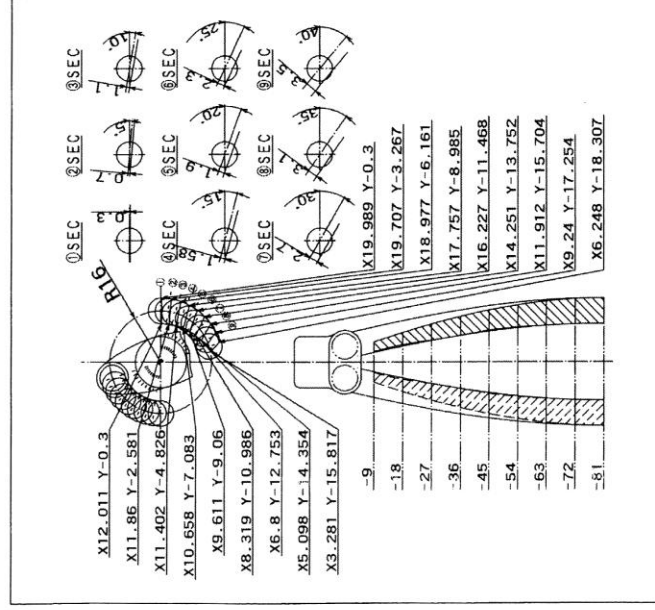
### ②設備の有効活用・生産性向上

NC電卓は、基本的には自動プロドであるが、2次元・3次元それぞれの形状に対応できるLANC変換ソフトを有し、一括してNCデータの作成が可能なシステムである。

すでに述べたLANC言語採用による数々のメリットは当然のこと、次項に述べるポストジェネレータ機能は備えることによって、各社・各仕様のNC工作機械に対応できるので、工場経営面での設備の有効活用・生産性向上に大きく寄与できるシステムとなっている。

### ③2次元データから3次元データを作成

さらに特筆すべきは、3次元CADがなくても2次元CADで作成した平面図、正面図、側面図に対し



(a) 捻れ攪拌機回転翼形状処理手法

てLANC言語を使ってプログラムによる合成を行ない、3次元LANC変換から3次元NC加工データを作成することができる。

この3次元LANC変換ソフトは他社に類似を見ない切り札であり、事例としては、タービンの羽根とかパラボラアンテナなどを、実際に切削して納入した実績がある。具体例を図5に示す。

### (3)「NC電卓」はポストジェネレータを標準装備

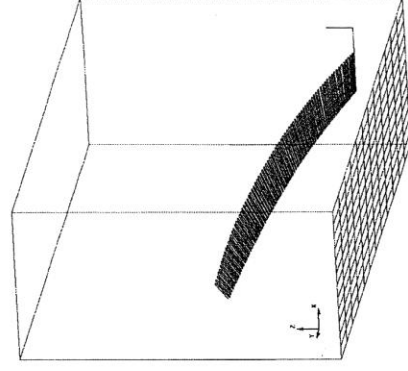
各工作機械メーカーのMCは、G機能やM機能の種類やコードが異なるなど、種々指定内容が変化するので、使用するMCに合わせたNC加工プログラムを出力しなければならぬ。その調整役目を担うのがポストプロセッサである。

NC電卓においては、ポストジェネレータとして、ISOに準拠したポストプロセッサを、最大10機種分保管可能にしている。ここに各機種、各制御装置に対応した指定事項を、事前に入力しておけばよい。従って、現場の機械運用状況に応じた、MCの効率的な活用をはかることも可能になり、生産性向上に寄与できるのである。

## ■「NC電卓」の用途と効果比較

### (1) 精密部品や微細加工品の製作に適用

加工プログラム方式を採用することは、CADの活用はいうまでもなく、CADがなくても加工プロ



攪拌器回転翼曲面形状(クロス切削プログラム)

```

1 TOOL (0 0 50) SR
60G17MO3: STEP=20
CAL PRES: P100=0.25
60 F16/21
(19.989 -81 0.300) : (19.707 -72 3.267) : (18.977 -63 6.161)
(17.757 -54 8.985) : (16.227 -45 11.468) : (14.251 -36 13.752)
(11.912 -27 15.704) : (9.24 -18 17.254) : (6.248 -9 18.307)
(12.011 -81 0.300) : (11.860 -72 2.581) : (11.402 -63 4.826)
(10.658 -54 7.083) : (9.611 -45 9.060) : (8.319 -36 10.986)
(6.800 -27 12.753) : (5.098 -18 14.354) : (3.281 -9 15.817)
T0 : BACK: M30 : END

```

(b) 攪拌器回転翼曲面形状(クロス切削NC Viewer)

図5 2次元CADデータの3面合成による3次元加工データ作成

グラム作成段階から製作すべき製品の形状寸法を、精密(サブミクロン単位まで)に指示できるといふことであり、医療機器や先端技術製品に欠かせない精密部品や微細加工品の製作に、最適であるといふことである。

## (2) 3次元レザ加工やロボットのティーチング

本件は開発中であるが、3次元CADデータからNC加工コードの代わりに、必要なマシンコードに置き換えてやれば、EXCELとの併用で面倒なティーチング作業なども効率よく実施できる。

## (3) 現場作業に配慮した種々の加工方法が採用可能

### ① かまぼこ状部品の加工

たとえば、これは加工方法を山越え加工とするか長手方向にツールを動かす長手加工か、どちらでも自由に選択できる。

### ② 円筒面に沿った種々の加工

円筒カムやウエーブワシヤのような部品の加工も、円筒面データを平面に展開して加工プログラムが作成できる。

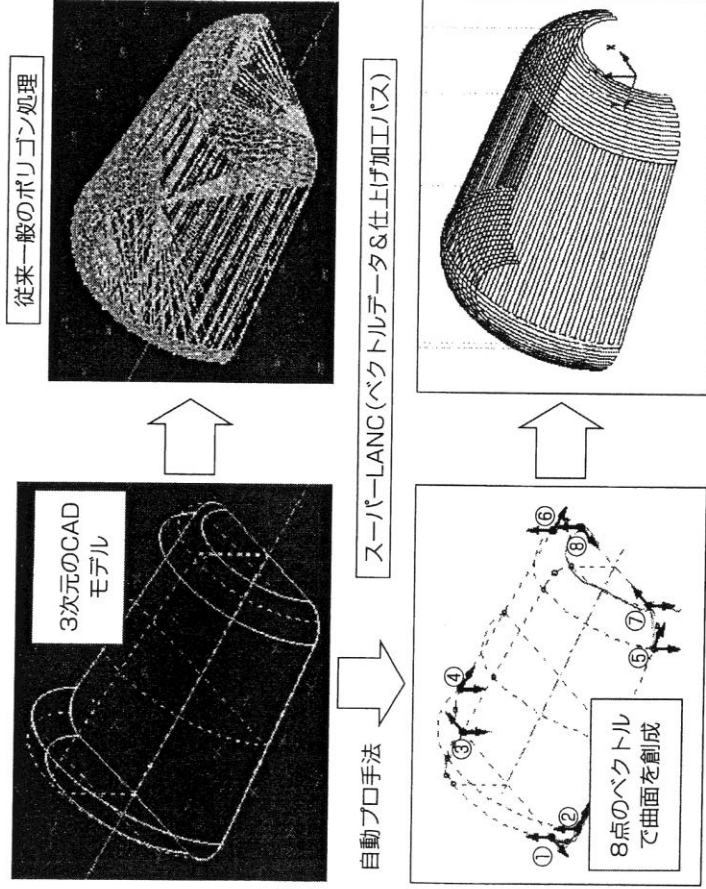
要は、製品に要求される加工精度や加工時間、コストなどに対して、従来の加工方法で十分であれば、それでよいが、さらに効果的な加工方法の採用が必要な場合はNC電卓を活用すればよいのである。

## (4) 加工効果の比較

加工事例を図6、図7、図8に示すが、NCデータ容量、実切削加工時間、仕上精度、加工後の人手磨き作業などの項目について、従来CAMと比較して効果のあることを確認していただきたい。LANC側ソフト名がNC電卓とは記載されていないが、NC電卓商標登録以前のソフト名で表示されていることをお断りしておきたい。

\* \* \* \* \*

NC電卓に関して読者の理解を得るには、まだまだ不十分であるが、今回は重要な特徴に絞って、平易に述べるようにした。その意図は、本当に理解して活用して欲しい現場作業者まで、NC電卓のよさを伝えたいとの気持ちからである。本当に効果を認識している顧客からは、「効果がよく出るので近辺の



本文記載曲面の検証

山越え方式換算仕上加工比較(4Rボール)	
検証項目	従来CAM LANC自動プロ
NCデータ容量	100% 3.5%
実切削加工時間	100% 78%
仕上精度	±0.05 ±0.03
	業界表示値 実測値
加工後人手磨き	必要 不要

図6 テーパー付き半円形状の加工比較・事例1



