

～国産NC言語で高生産性ものづくりを実現～
「NC電卓」とは

幾何要素をベクトルに等価変換する
LANC言語の活用

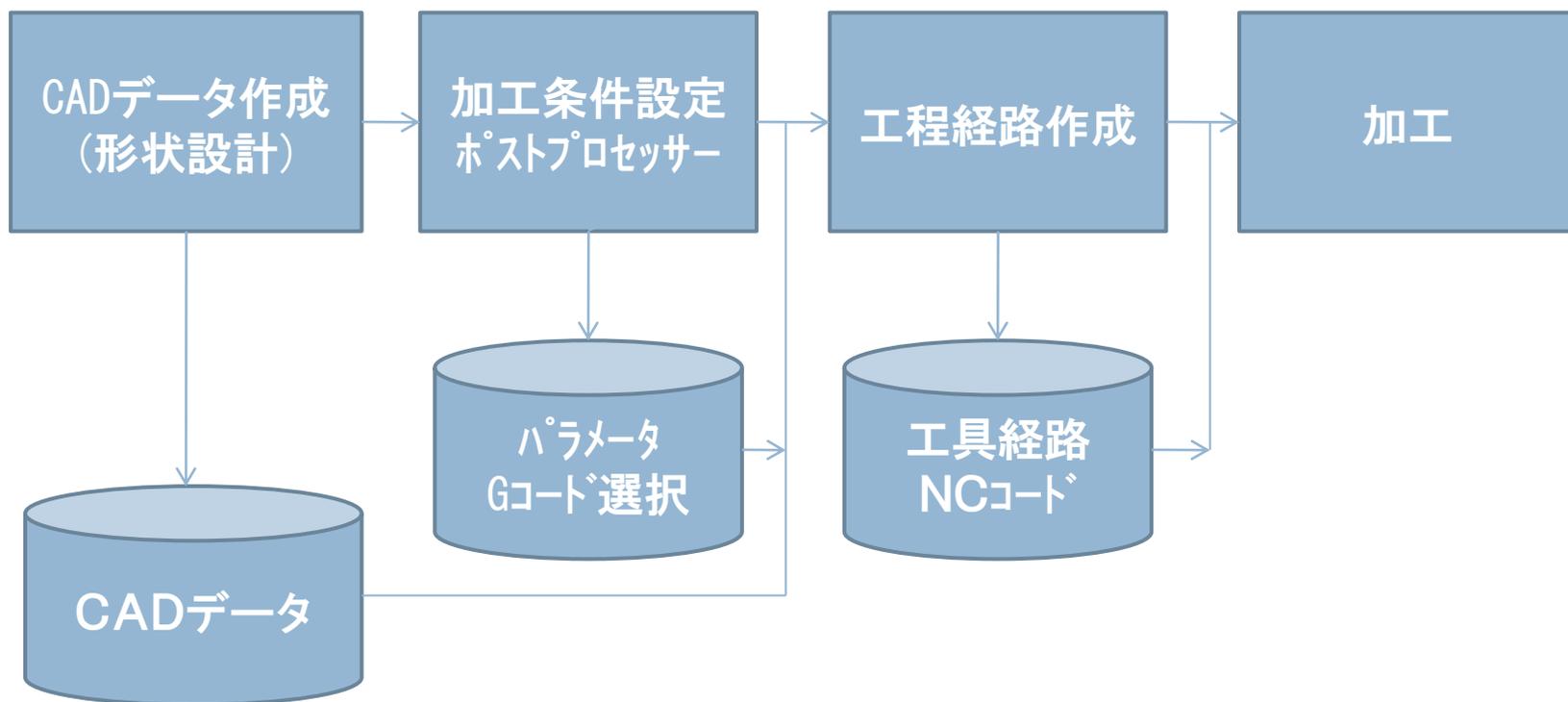
テクノシステム研究所 外賀俊彦

<http://technosystem-labo.com>

「NC電卓」とは

- NC工作機械、MCで使用するNC加エプログラム作成用CAMツール(S/Wセット)の商品名
- 開発・設計・製造に高能率一貫対応できる、省エネ型汎用自動設計製造システム
- ベクトルがデジタルやアナログデータを瞬時処理
- 見える化(CAD/CAM)加工より一歩進んだプログラム加工方式を採用
- 開発以来、40年の歴史を誇るLANC言語採用

「NC電卓」NC加工データ作成フロー



LANC言語について

- Language for NC の略称、1972年に国内初の一筆書き連続図形処理可能な、NCデータ作成用コンピュータ言語として発表
- 図形・形状の幾何要素（点、直線、円、曲線、曲面等すべて）を、ベクトル形状データに等価変換
- 2次元、3次元を問わず、位置ベクトル（座標点）と方向ベクトルで図形定義を行う
- 加工プログラム言語は、中間言語（人間も機械も意味が分かる）体系を採用

APTとLANCの比較

- APT (Automatically Programmed Tools) 言語
米国MIT (マサチューセッツ工科大学) 1952年開発、
加工品の形状定義を数式と運動方向指示で行う
- LANCは形状定義を、ベクトル (座標値と方向) で
定義、表現は人間が理解出来る記号や座標値等
- 【 プログラム比較例 】 → 次ページ参照
APTは14 + 20 = 34行
LANCは図形定義12行 + *加工指示6行
一筆書きで幾何要素を自動的にリンクし、連続的に
図形定義が出来る

*加工指示=工具原点、使用工具、工具経路等

LANCとAPTの図形定義の比較

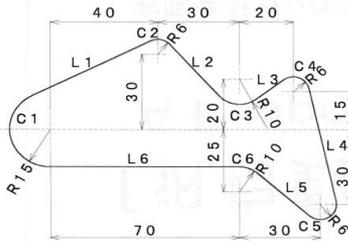
第30回 日本生産管理学会全国大会

LANCの特徴

簡潔プログラム

2次元図形
での比較

APTとLancの比較



APTプログラム

```

SETPT =POINT/0, -10, 0
C1 =CIRCLE/0, 0, 0, 15
C2 =CIRCLE/40, 30, 6
L1 =LINE/LEFT, TANT, C1, LEFT, TAN
C3 =CIRCLE/70, 20, 10
L2 =LINE/LEFT, TANT, C2, LEFT, TAN
C4 =CIRCLE/90, 15, 0, 6
L3 =LINE/RIGHT, TANT, C3, LEFT, TAN
C5 =CIRCLE/100, -30, 0, 6
L4 =LINE/LEFT, TANT, C4, LEFT, TAN
C6 =CIRCLE/70, -25, 0, 10
L5 =LINE/LEFT, TANT, C5, RIGHT, TAN
L6 =LINE/RIGHT, TANT, C6, LEFT, TAN
PRTSRF=PLANE/0, 0, 1, -5
    
```

図形定義

```

CUTTER/16
FROM/SETPT
FEDRAT/20
COOLNT/FLOOD
GO/TO, C1, TO, PRTSRF, TO, (VL=LINE/
GOLFT/C1TANTO, L1
GOFWD/L1, TANT, C2
GOFWD/C2, TANT, L2
GOFWD/L2, TANT, C3
GOFWD/C3, TANT, L3
GOFWD/L3, TANT, C4
GOFWD/C4, TANT, L4
GOFWD/L4, TANT, C5
GOFWD/C5, TANT, L5
GOFWD/L5, TANT, C6
GOFWD/C6, TANT, L6
GOFWD/L6, PAST, VL
GOTO/SETPT
COOLNT/OFF
FINI
    
```

運動定義

Lancプログラム **LANC**

```

1 -15R C(0, 0)
2 L
3 -6R C(40, 30)
4 L
5 10R C(70, 20)
6 L
7 -6R C(90, 15)
8 L
9 -6R C(100, -30)
10 L
11 10R C(70, -25)
12 -15XX

13 TOOL (0, -15) Z=5 8R
14 SET Y : DOWN=10 F50
15 GO # (1, 12) Z=-5 F200
16 TO Y
17 BACK
18 END
    
```

Lanc図形定義の特徴

1. 一筆書き自動リンク連続図形
2. 図形定義で連続図形の移動
(平行、回転、オフセット、逆対称)
3. パラメトリックス & 記号変数置換

LANC図形定義の特長

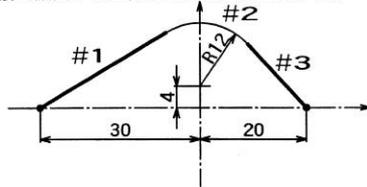
- 図形定義の際、不確定な状態（次の図形の定義待ち）では、一旦保留状態に置かれ、次の図形定義完了後、確定（ウルラコード例：次ページ参照）
- 図形定義後、その図形を平行移動、回転移動、線対称図形、オフセット、これらの組合指示可能
- 設計変更による、修正NC加工が現場で出来る
- 定義された図形の類似形状のパラメトリック加工プログラムが簡単に出来る
(パラメCAM例：次ページ参照)

ウルトラコード例

パラメトリックCAM例

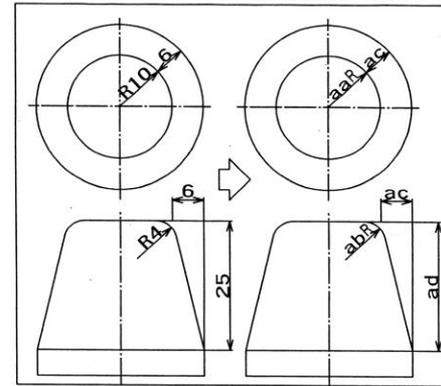
ウルトラコード例

直線が通過点位置情報のみで次の円に接する場合
円に接し放出する直線情報が通過点位置の場合



- 1 L (-30 0) L記号に続いて通過点情報のみで可(ウルトラコードI)
2 -12R C(0 4)
3 L (20 0) L記号に続いて通過点情報のみで可(ウルトラコードI)

総て等価変換値です



実加工プログラム

- 1 -10R C(0 0)
2 X;-4R
L,(0,0),(6,-25)
3 #2,OFF=3

- 11 TOOL,(0,0),Z=50
12 SET,Y;DOWN=5,F50
13 CALL SZ(3 0.5 -25)
14 GO #1 OFF#3 F250
15 TO YY;BACK;END
MACH#3

パラメトリック・プログラム

- 1 -aaR C(0 0)
2 X;-abR
L,(0,0),(ac,ad)
3 #2,OFF=ae

- 11 TOOL,(0,0),Z=50
12 SET,Y;DOWN=5,F50
13 CALL SZ(af ag -ah)
14 GO #1 OFF#3 F250
15 TO YY;BACK;END
MACH# α

CAD/CAMポリゴン加工の問題点

- 3次元CAD/CAMにおいては、曲面モデリングデータを、三角パッチの集合で表現するポリゴン形式に変換して加工するため、曲面を滑らかに表現出来ない
- 高精度加工を必要とする場合は、膨大な数の三角パッチに置き換えて加工するが、加工速度が遅いことや、面の滑らかさを得るために、人手によるミガキ作業が必要とされる場合がある
- NC加工データ量も連動して多くなる

NC電卓プログラム方式で解決

- 3次元形状に沿ってCADデータを抽出、曲面情報をベクトルデータに置き換え、滑らかな曲面加工を行うので、精度向上・加工時間の短縮・NC加工データの軽量化を達成できる
- 曲面加工時は、高精度カム曲線開発の技術を応用して、通過点指示の滑らかな曲線を創成する
- 3次元曲面データ中に円弧データが含まれている場合でも、三平面での円弧変換が連続的に出力可能である

NC電卓プログラム方式の活用

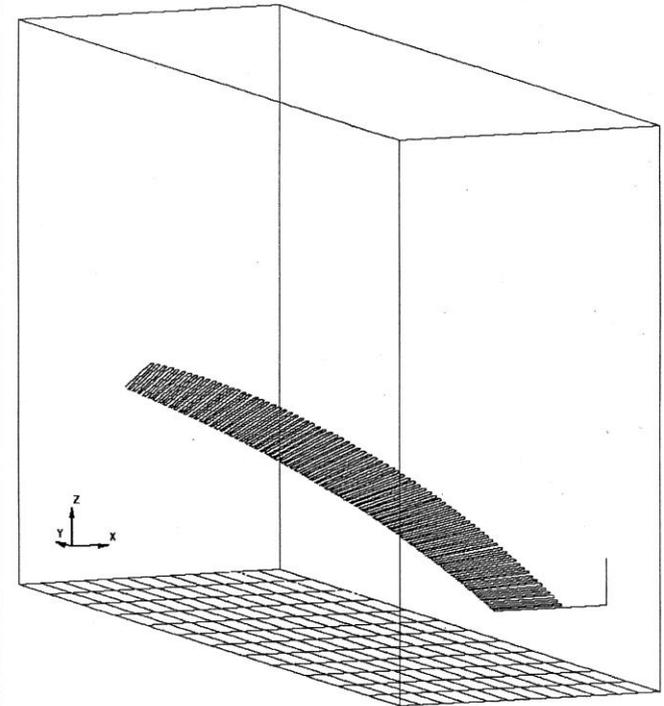
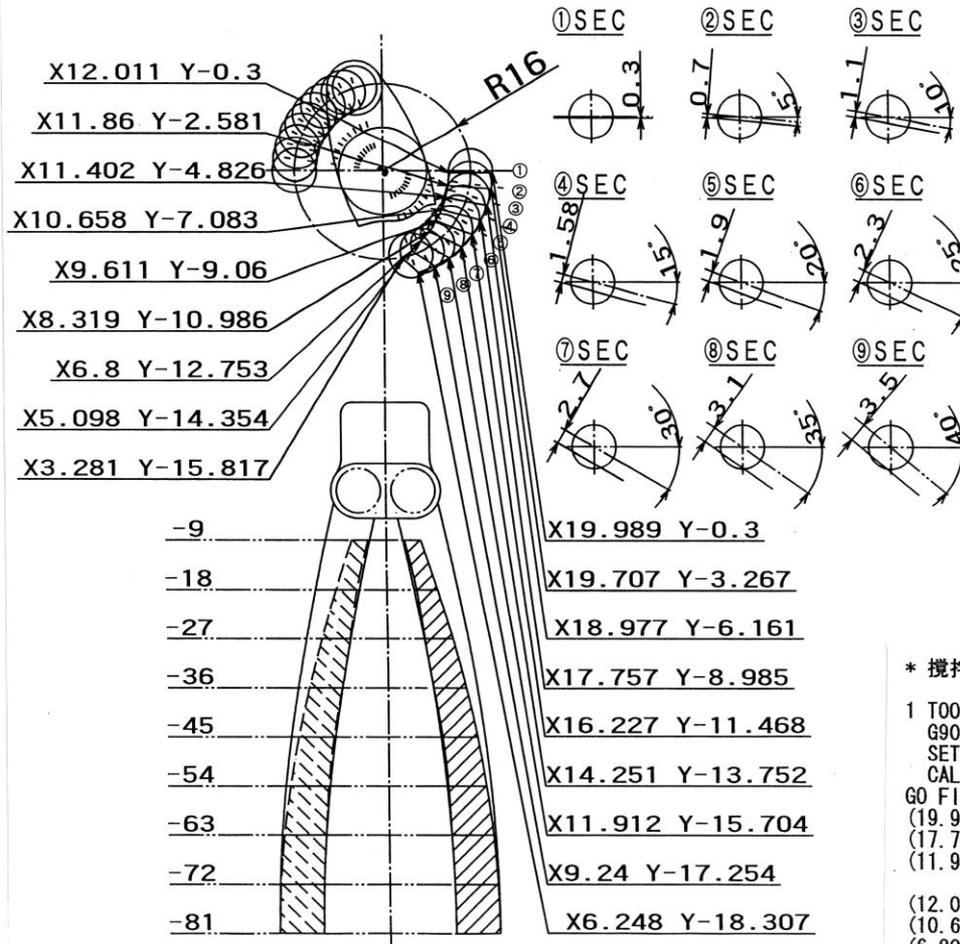
- 3次元CADが無くても、2次元CADで作成した3次元立体の、平面図、正面図、側面図データを活用し、LANC言語によるプログラムによる合成を行い、3次元LANC変換から3次元NC加工データを作成する
- これは「NC電卓」の3次元NCデータ作成ソフトによる画期的な効用であり、切り札である
- 既に、タービンの羽根とかパラボラアンテナを加工・納入した実績がある

(実施例、次ページ参照)

2次元CAD図面より3次元NC加工データ作成

捻れ攪拌機回転翼形状処理手法について

攪拌器回転翼曲面形状(クロス切削NC Viewer)



* 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) 3R
G90G17M03: STEP=20
SET : DOWN=5 F150 : TGOIN=5 F450
CALLREV PICK=0.25
GO FIG/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)
TO : BACK :M30 : END
    
```

NC電卓ポストジェネレーター標準装備

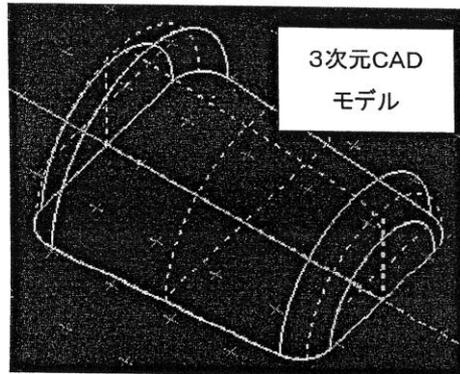
- 「NC電卓」においては、各NC工作機械メーカーの、各NC制御装置に対応したNC加工データが作成出来るよう、ポストジェネレーターを標準装備し、ISO準拠のポストプロセッサを、10機種分保管可能である
- これにより、工場にて使用中のMC（マシニングセンター）に対応した指定事項を入力しておいて、現場の機械運用状況に応じて、MCの効率的活用、生産性向上に寄与できる

NC電卓の特長を活かす用途

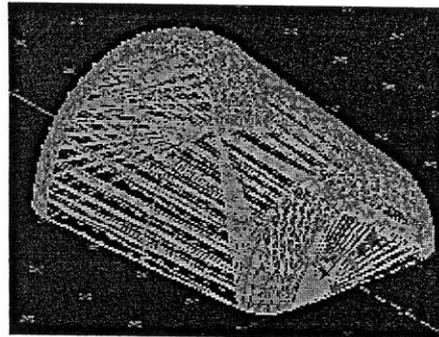
- 加エプログラム方式の採用により、CAD活用は言うまでもなく、CADが無くても、加工品の形状寸法を精密に（サブミクロン単位まで）指示できるので、精密部品や微細加工品の製作に最適である
- EXCELとの併用で、3次元レーザーやロボットのティーチングを行う（開発中）
- 現場作業に配慮した、種々の加工方法の採用
かまぼこ状の加工は、山越えか長手加工選択可
円筒面沿いの加工による円筒カム加工も可能

加工効果の比較例1 テーパー付き半円筒形状

例1

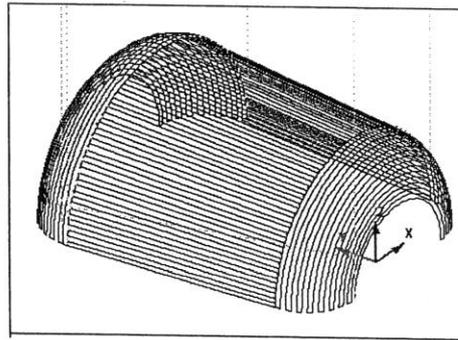
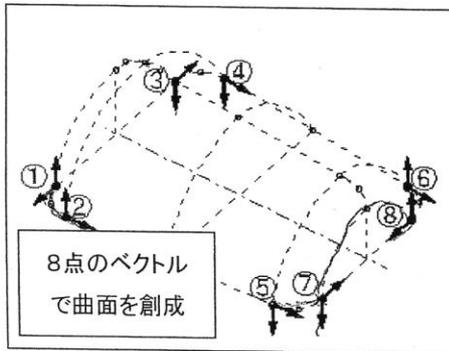


従来一般のポリゴン処理



自動プロ手法

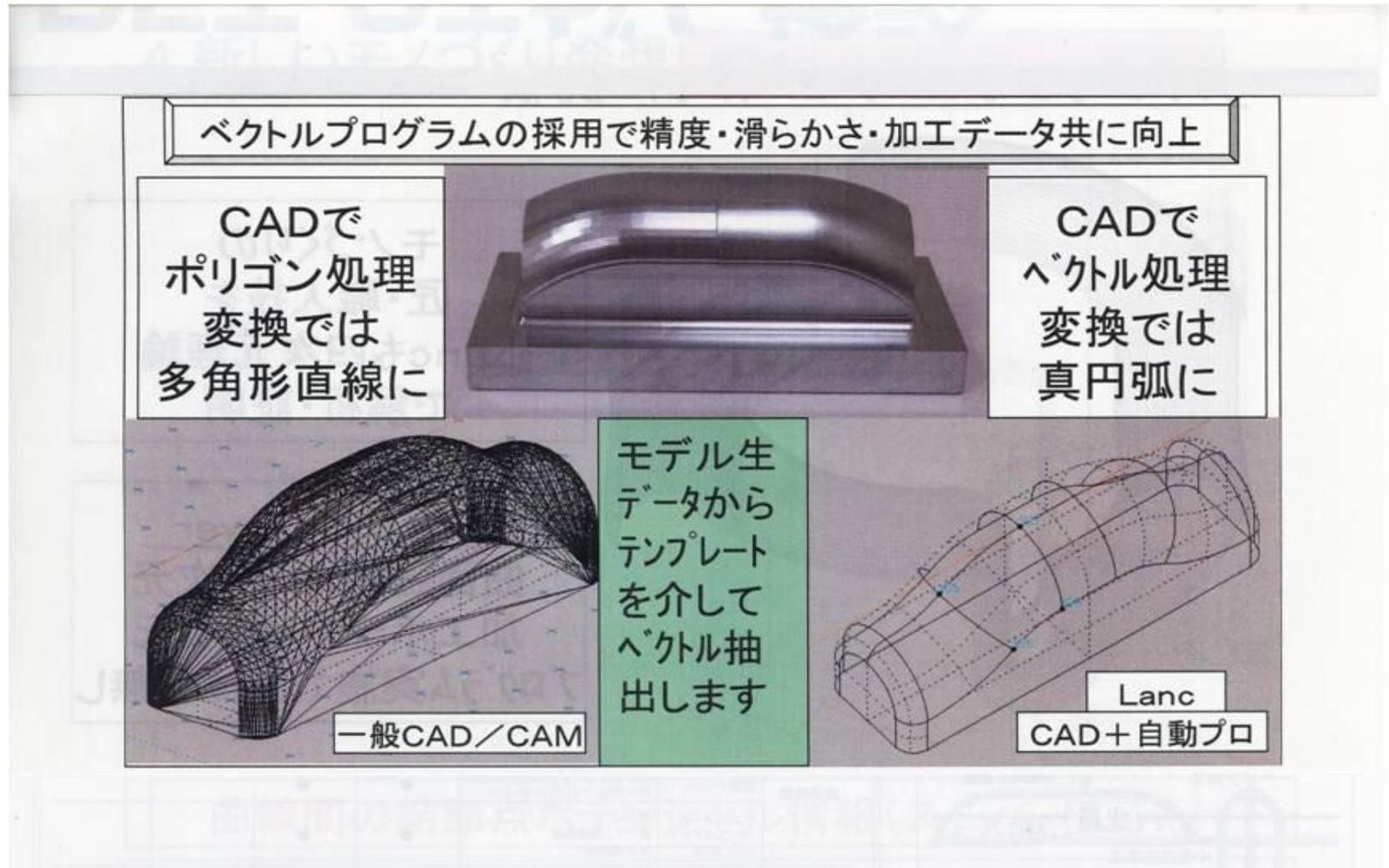
スーパーLANC(ベクトルデータ&仕上げ加工パス)



□本文記載曲面の検証を行います。

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

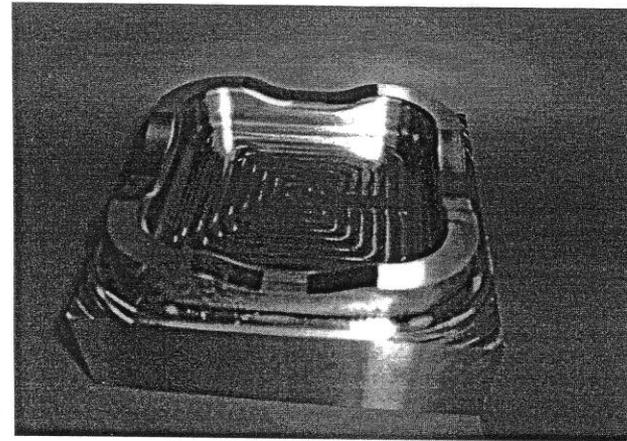
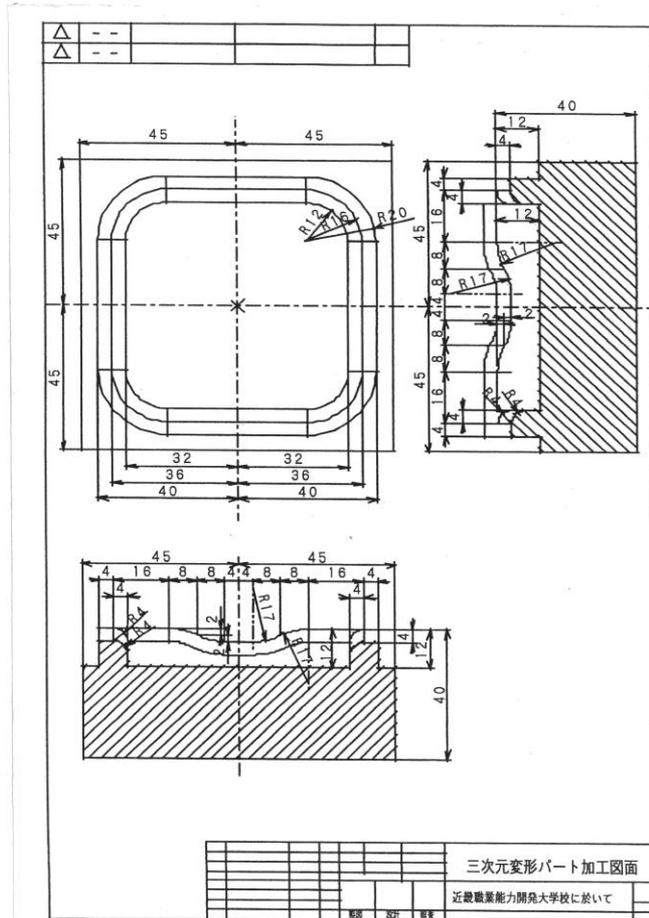
加工効果の比較例2 従来CAD/CAMとLANC加工



加工効果の比較例2 従来CAD/CAMとLANC加工

| 加工工程 | CAD/CAM | LANC |
|------|---------|------|
| 荒加工 | 90分 | 90分 |
| 中荒加工 | 9分 | 9分 |
| 中仕上 | 75分 | 0 |
| 最終仕上 | 29分 | 29分 |
| 合計 | 203分 | 128分 |
| %比較 | 100% | 63% |

加工効果の比較例3 従来CAMとLANC加工



近畿職業能力開発大学で実装実技の切削加工結果

| 三次元変形パート切削加工比較 | | |
|----------------|-------|---------|
| 検証項目 | 従来CAM | ランク自動プロ |
| NCデータ容量 | 100% | 40% |
| 実切削加工時間 | 100% | 35% |
| | 等高線切削 | 3次元切削 |
| 仕上げ精度 | ±0.05 | ±0.03 |
| | 業界表示値 | 実測値 |
| 加工後人手磨き | 必要 | 不要 |

むすび

- 今後、「NC電卓」の活用拡大を図り、生産性向上、品質向上から、日本のものづくりを元気にすべく頑張っております
- 加工上の課題や問題の解決のため、NC加工プログラムを製作し、従来との比較を実施され、効果をお確かめられては如何でしょうか
- 下記ホームページから「問い合わせメール」を送信下さい

<http://technosystem-labo.com>