

# 加工シミュレータ「TRYCUT」の歩みと ユーザー事例

(有)ブロードマイン 中辻 正浩\*

## 開発コンセプトは 加工中の音のシミュレート

加工シミュレータ「TRYCUT」の歴史は、インターネットの普及前夜 1994 年 12 月の暮れ、パソコン通信ニフティサーブの FA フォーラム（当時会員数約 1 万 3,000 人）への掲載に始まる。

この年の初頭は、Linux Version 1.0 が雑誌の付録 CD に初掲載され、前年には PentiumCPU や Windows 3.1 が登場。やがて世の中を席捲していく技術基盤が揃って産声を上げていた。将来への予感で動かされた人も多かったはずである。

Windows 3.1 と Linux をマルチブートにした初代 Pentium 搭載の自作 PC 機で、音声の録音再生や効果音付ゲームの製作を試すうちに、なぜか切削音を鳴らす加工シミュレーションソフトを開発したくなった。実家が零細レンズ加工業者で、切削音を聞けば加工のよし悪しがわかるという経験があったからかもしれない。

プロトタイプ開発に約 3 ヶ月。もの珍しさから公開直後から反響があり、掲示板でも TRYCUT の話題で盛り上がった。改善点や不具合の報告には真摯になり、叱咤激励に一喜一憂、洒落の効いた書き込みが釣られてしまい、延べ数千行にもわたった掲示板やメールでのやりとりが、結果として初代 TRYCUT (フリーソフト) の良き仕様書となり、現 TRYCUT フ

ァミリーの開発にも大きく影響を与えてきている。お会いしたことのない方々が多いが、遅ればせながらこの場をお借りして感謝申し上げたい。

## TRYCUT ファミリーの現状

紆余曲折の後に初代 16 ビット版 TRYCUT (フリーソフト) は 32 ビット版 TRYCUT 2000 という商品に生まれ変わった。現在はさらに後継の 64 ビット版 TRYCUT 3000 と今春リリースの 5 軸加工機用 TRYCUT 5000 が加わり、3 種類のソフトをリリースしている。詳細は公式ホームページ (<http://www.trycut.com/>) を参照いただきたい。

適用範囲は、針先のような微細形状型の加工から、数メートル四方の大物の加工シミュレーションまでさまざまである。

TRYCUT は、加工現場のユーザーと加工技術開発のユーザーという、2 種類のユーザーに使われている。加工現場のユーザー向けには、64 ビット化やマルチコア CPU への対応にもいち早く着手し、演算の高速化と高精度化を進めてきた。また近年の金型業界のグローバル化に対しては、最も普及した TRYCUT 2000 で他言語版を用意し、中国、韓国、タイなど、アジア諸国から北米、欧州、中東を含む十数カ国で使われるにいたっている。

加工技術の開発者の用途は、NC システムのデバッグやベンチマーク、機械メーカーでは機械の動作チェック、工具メーカーでは破損工具の再現などさまざまである。デモンストレーションや教育機関での利用も多い。

\*Masahiro Nakatsuji : 代表取締役  
〒194-0013 東京都町田市原町田 4-10-19-808  
TEL(042)710-0337

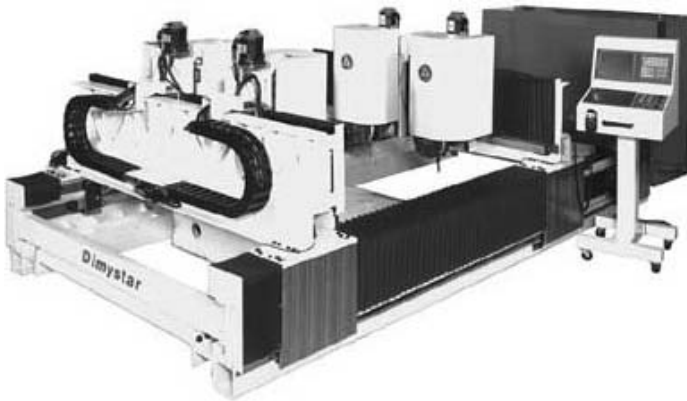


図1  
移動型マルチヘッド多軸大型金型加工機  
Dimystar (キタムラ機械(株)提供)

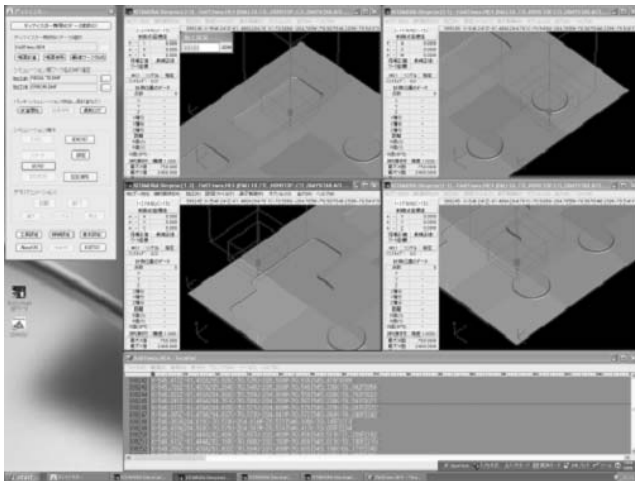


図2  
ヘッドごとに割り当てられた64bit版TRYCUT  
が4つ同期して動作

また TRYCUT は高度な汎用性が問われる場面でも流用できるような仕組み SDK (Software Developers Kit)を提供してきたため、そのプラットフォームは、大学における新たなシミュレータ開発や、マルチヘッド多軸大型金型加工機 (図1) 専用のヘッドごとの機械シミュレータ (図2) の開発にも用いられている。

今も昔も変わらず、新しいユーザーと出会えるのは、ユーザーや業界の評判が助けてくれているからと言っても過言ではない。本稿での最新事例 (ユーザーの声) もその一端である。

### 工具破損の予測は本当にできるか？

TRYCUT を開発してきた立場として、最近特に興味深く受けとめた事例は、あるユーザーからの、工具破損の発生個所がほぼ特定できるようになったという報告があげられる。

TRYCUT 開発当初のイメージ、切削音をシミュレ

ートできれば、加工の変化が把握でき、加工そのものを変えられるという漠然とした夢が現実となった瞬間でもあるので紹介しておきたい。

工具破損予測のための関連機能を実装したのは、5年ほど前になる。単位移動量あたりの工具負荷のグラフ化や、工具負荷が設定値範囲内にあることの検出機能と、これを応用した送り速度の最適化機能のリリースである。他方、工具破損にはモード (衝撃、疲労) とさまざまな要因の複雑な絡み合いがあることから、あくまでも参考情報を提供するという立場で展開してきた。

このような中、特定ユーザーとは言え、日常業務として破損を予測し事前修正しているという事例が出てきたことは、工程管理の面でも大変重要な意味を持つと考えている。

#### ■第一精工(株)の事例

『業務の1つにプラ型用 NC プログラムを作成し他

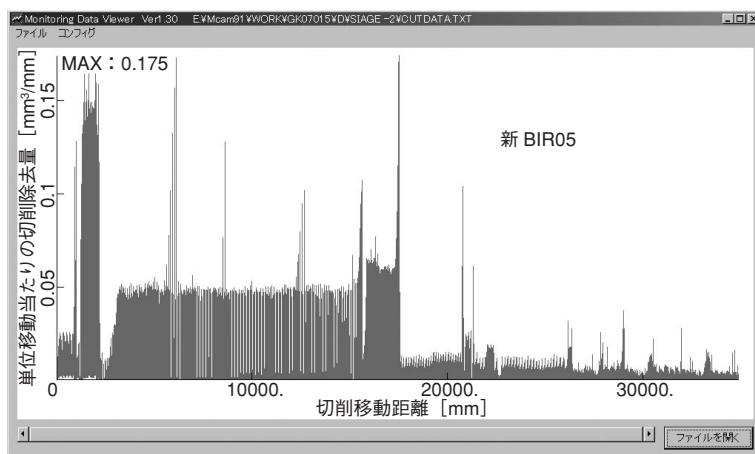


図 3

実際の工具破損の検出に利用しているグラフ（関連ソフト TrMonitor による表示）

社に供給するケースがある。φ0.4～φ1.0 といった比較的小径工具を多用することもあり、いかにミスのない NC プログラムをつくるかが最大の課題となる。

TRYCUT 2000 のシミュレーションにかかわるのは、この評価を簡素化できないかいろいろと検討してきた結果であった。特に過負荷による工具の破損は問題で、時と場合にもよるが、従来は 100 本ほど NC データを作成すると 4～5 本ぐらい折れているのが現実であった。夜間、工具の自動破損検知を使用して自動運転している場合も、早い時間に停止すると大変な時間の無駄になっていた。

当社では TRYCUT 2000 が出力するモニタリングデータの波形（図 3）と破損の実例とを突合せ、分析を重ねてきた結果、おおよそ工具破損の可能性を持つ NC プログラム内の部分（ブロック）を事前抽出することができるようになった。不用意な工具破損をなくすことは、加工の効率アップ、工具のコストダウンにつながり、結果として当社商品である NC プログラムの品質向上につながっている。』

## 4/5 軸加工機向けの シミュレータ TRYCUT 5000

多軸加工機械が世に出てから久しくなったが、3 軸とは異なり回転軸の動きが伴うため、機械の動作がどうしても直感的に把握しにくい。TRYCUT 2000 と 3000 は 3 軸までの対応であったため、多軸対応はユーザーからの要望でも一番多いものであった。今春リリースしたばかりであり、まだまだ充実させるべき部分も多いが、TRYCUT ファミリーの近況ということ

で TRYCUT 5000 ユーザーの事例を紹介しておきたい。

4/5 軸工作機械の回転軸の利用目的は、おおむね以下の 3 ケースに絞られる。これらケースを代表するユーザー事例 3 例を、以下に紹介する。

ケース 1. 切削物に対する工具の向きを制御（固定）した加工。

ケース 2. 工具の位置ごとに切削物に対する工具の向きも制御して加工。同時 5 軸制御の典型。

ケース 3. 回転軸が生み出す軌跡を形状にのせるような加工。4 軸加工など。

### ケース 1.

（株）日立製作所オートモチブシステムグループの事例

（※回転テーブル型同時 5 軸 NC 工作機の適用例）

『当社での 5 軸加工は、3 軸では切削加工が困難な部分、例えば、工具突出しが長く放電加工に頼っていたような部分の加工や、ワークを傾けた切削加工でみがきレスの効果（図 4/ケース 1）を狙うなど、主に工程集約・稼働率向上・加工時間短縮・精度向上を目的として取り組み、効果を上げてきた。

また、5 軸でしか加工できない典型部品、例えばインペラー（図 5/ケース 2）のような形状の加工にも適用している。

TRYCUT 5000 に期待していることは、現場での Viewer 的活用で、加工情報（加工形状・プロセス・作業指示など）の伝達を的確に行えるようにすること。また連続無人運転に不可欠な干涉検出・CAD との照合など、加工を安定化させることにある。

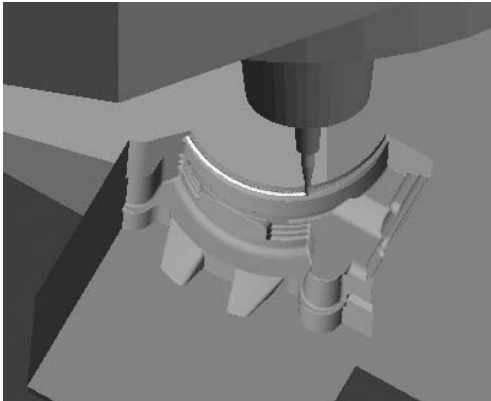


図4 自動車用部品の金型（傾斜面加工）

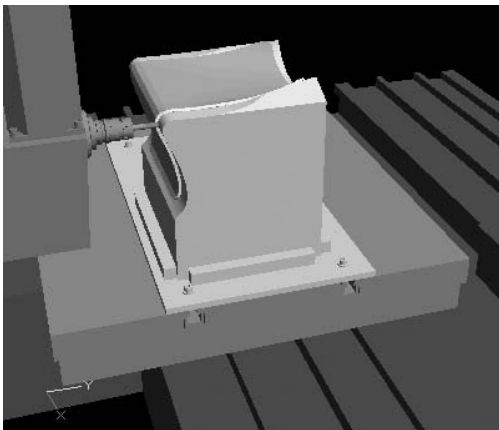


図6 バタフライスツール（世界各地の美術館で永久コレクションに選定）の輪郭加工  
※50ブロックごとの動画（AVI）もWEBで公開中  
<http://www.trycut.com/5000/img/butterfly-stool.avi>

まだ対応できていない機能も多いが、TRYCUT 2000 ユーザーの経験から、国産ベンダーならではの、ユーザー要望に耳を傾けてもらえる対応や、痒い所に手が届くような改善に期待して導入している。』

#### ケース2.

（株）天童木工の事例

（※回転ヘッド型同時5軸NC工作機の適用例）

『当社で同時5軸制御のNC加工を始めたのは、17年ほど前ホンダの自動車のインパネの開口加工からである。当時は TRYCUT 5000 のようなシミュレーションソフトはおろか5軸NCデータを作成するCAMソフトすらあまりなく、いろいろと苦労してきた。

その後、間もなく1mm程度に薄くスライスした木材をプレス型に挟んで3次元形状にした成形合板の

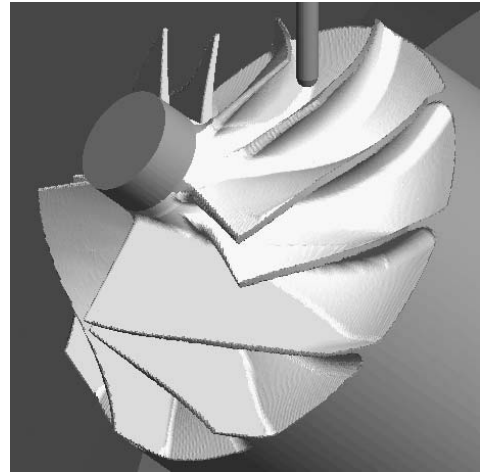


図5 自動車用ターボチャージャーのインペラー（工具先端点制御を利用した加工）

輪郭加工（図6/ケース2）にも使用するようになった。家具の場合、幾何形状の加工よりも3次元の自由曲面を自由曲線でカットする加工が多いが、その依頼元はデザイナーのため、切削面の滑らかさや意匠面での感覚的なものの指示が多く数値で再現できないことも多々あった。また、再現できてもそれをデザイナーの方に理解できるように伝えることも難しかった。

そういった意味でこのソフトを使って説明するのは良い方法である。デザイナーの方々はやはり数値よりもビジュアルなものの方が関心を持っていただけるようである。

また、社内オペレーター教育などにも向いている。3軸と違い、5軸のNCプログラムから機械の動きを想像することは結構難しく、本ソフトで自分の作成したプログラムが、どのような動きをするのかを確認すれば良く理解できる。また実機も壊されずに済む。』

#### ケース3.

（株）高橋鉄工所の事例

（※X軸回転軸付き4軸NC工作機の適用例）

『主にプラスチック成形金型の押出機用スクリューや粉体スクリュー、円筒カムなどの製造で、4軸NC工作機械を使っている。

通常の加工に関しては問題ないが、やはり特殊な形状はエンプラにて干渉がないかどうか、間違った部分も削っていないかなども含めて、最近までテスト切削を行っていた（図7）。

これらの工程が、TRYCUT 5000 によるシミュレ

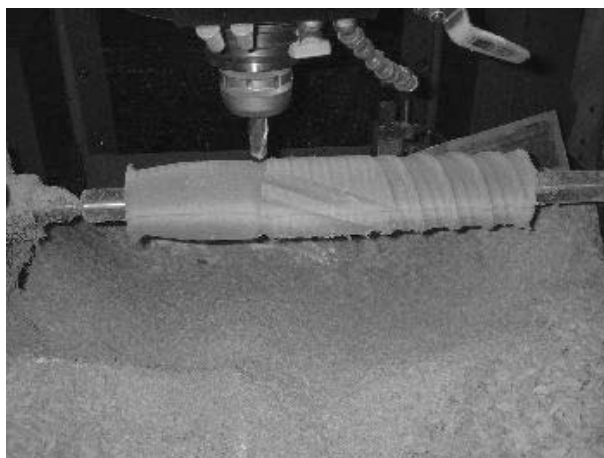


図7 従来のテストカット風景

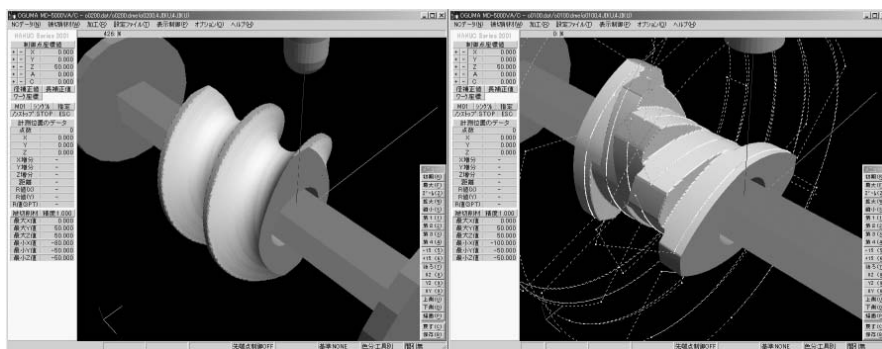


図8 射出成形用スクロュー (左) とディスク (右)

ーション (図8/ケース3) でほぼ解決するようになり、工程短縮とコストダウンに寄与している。

また、以前つくったNCデータを再利用する場合にも、一体どんな動きをするか不明な場合に、一度シミュレーションすることによって安心して加工に移ることもできている。

今後取組みたい点としては、シミュレーション後の形状をSTLで出力し、3D-CAD上で描画したものとを比較検証し、視覚的な形状の検証にあわせて、寸法的にどの程度精度が出ているのか、どの曲面を重点的に加工すればよいのかなども検証できる体制をつくりたいと考えている。

それから、まだ構想中だが、TRYCUT 5000のシミュレーション能力が予想以上に強力だったこともあり、リバースエンジニアリング的な利用法も検討中である。例えば、現在、当社から要望を出している旋盤機能を利用して、「シミュレーション」→「切削後の形状をSTLで出力」→「エンドミルでの加工に応用」という手法で特殊な加工形状に対応、かつ最適な刃物

の軌跡を計算できるのではないかと考えている。

大変速いピッチで改善されているソフトなので、今後の進化にも大きな期待を寄せている。』

☆

最初に触れたように TRYCUT は切削音や工具破損音をシミュレーションしようとする奇抜な発想から始まっている。これが大変難しいことは間もなく判明した。こ見通しの甘さがそもそもの始まりである。しかし、この難しさを正確に理解していく過程で発見したことは書ききれない。

かれこれ TRYCUT は十余年の歴史を刻んでしまった。幸いとも言うべきか、不具合報告や改善要望は後を絶たない。これが何よりもの支えで、モノづくりに携わる方々の執念のようなものが伝わってくる時、自然と力が沸き起こってくる。

あくまでも支援的なツールになってしまうが、今後もこの役割が発揮し続けられるよう、恒久的な改善を図っていきたい。