

事例編-3 5軸制御加工技術導入の 背景と加工事例

キャムプレーン：代表取締役
太田 実（おおたみのる）TEL.03-5663-2511

CAMで変わったモノづくりだが

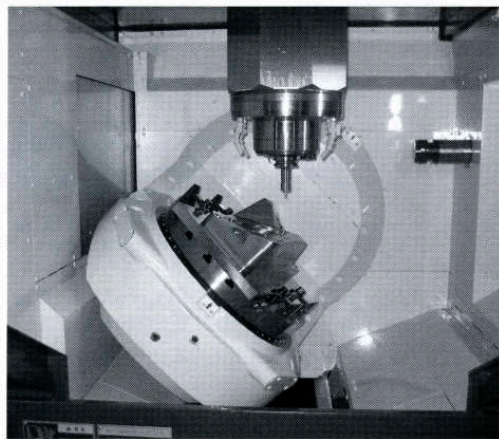
「アナログとデジタル」一両者を比較しあれこれ議論がなされたのはもう10年以上前だろうか。いまでは「アナログとデジタル」なんて言葉はまったく耳にしなくなった。可能なものはすべてデジタルに置き換えられ、アナログ文化は顧みられることさえなくなってきたのではないか。だが本稿では、あえて「アナログとデジタル」の双方にこだわってみたい。

切削型モノづくりの近年の歩みを振り返ると、1970年代に入って工作機械のNC化が進み、80年代半ばにはほぼ行き渡った。これと前後して80年代に3次元CADが普及しだし、90年代半ば頃からはCAMも2次元から3次元へ移行した。その後、

ITとMT（製造技術）の融合を目指す「デジタルエンジニアリング」がブームとして沸き起こったことも記憶に新しい。こうして見ると、モノづくりはまさに「デジタル化」をキーワードに進化したといっている。

5軸加工を支えるものもデジタルである。特にその中核にあるのがCAMだ。3軸加工から4軸そして5軸へと、制御軸を増やして加工効率を上げようとの流れを可能にしてきたのは（工作機械、NC、工具などの周辺機器もそうだが）、何よりCAMの力に他ならない。

当社では創業時（1993年）からここに注目してきた。ひと言でいえばカギとなる3次元CAMでリードする工場を目指した。だから社名は迷わず「キャムプレーン」＝CAMを操る頭脳集団、に決



5軸加工例＝ゴム金型の削り出し
・材質：HPM1
・大きさ 400×250×250mm

当社では、インペラなどの複雑部品はもちろん、この写真のような比較的単純な形状物も5軸加工機で切削している。

傾斜テーブルを利用して刃物とワークの接近性および切削角度を最適にすることで、高品質な仕上がり面が得られる。また工具への負荷を抑えることで刃物寿命が向上、結果として製造コストの低減につながる。

当社の5軸加工機はNMV5000DCG（森精機）、SuperMILLER400（森精機）、MAM72-35V（松浦機械製作所）、NV5000 α 1 A/40（森精機＝テーブル軸付加）、ROBODRILL（ファナック＝テーブル軸付加）でラインナップ。計13台がほぼ24時間フル稼働している。



めた。

ただ、CAM武装しさえすれば先端の効率的なモノづくりを手中にできるかという点、そうではない。実際に3次元CAMを導入したが、5軸などの先端機能を十分使いこなせていない工場は少なくないと聞く。その理由は、デジタル対応が十分にできていないか、その取組みが甘いのか、逆にアナログ的な面（現場の変化や課題を人間力で捉える）の力が弱いのかのいずれかではないか。

デジタル技術があればなんでもできるというのは幻想にすぎない。当社の場合、旋盤工の見習いが必死になって「芯出し作業」に取り組むように、デジタル技術と汗して格闘してきた。またアナログ的な能力開発も挨拶や5Sを含め、徹底して重視してきた。

社にはABC（A；あたりまえのことを、B；馬鹿みたく、C；しっかりやれ）があり、いま5軸加工で実績をだせているのも、最新設備&デジタル投資とともに、実は社員の熱意、努力がより大きかったことを申し上げておきたい。

MCの6割が5軸、 5軸CAMは5種

ここで当社の事業内容と保有する加工機およびCAMを紹介する。当社では自動車や航空機部品をメインに、液晶・半導体関連の精密部品や精密金型の部品などを加工している。生産性を高めるために徹底して取り組んだのが機械の多軸化だった。

まず放電加工機は目下三菱電機製でラインナップしており計12台、すべてC軸仕様。マシニングセンタ（MC）は全23台、うち13台が5軸制御機と5軸比率が6割近くに達する（3軸機に傾斜円テーブルを後付けしたのものも含む）。2006年は森精機製作所の高精度立形5軸MC「NMV5000DCG」を日本一早く設備（モニタ導入）、また2007年4月には32パレットの5軸加工機「MAM72-35V」（松浦機械製作所）も導入した。ちなみに非5軸加工機である残る10台についてもほとんどが付加軸をつけた4軸仕様である。

一方でCAD/CAMは「CATIA V4、V5」「Hyper

MILL V8 (5軸加工対応)「MastercamX (5軸加工対応)」「WorkNC V17 (5軸加工対応)」「toolsMX (5軸加工対応)」「solidworks」「Rhino」を揃えており、2軸から同時5軸まで柔軟・迅速にNCデータを作成できる体制にある。

導入はロングテールの考えから

当社が5軸加工に興味を持ったのは04年のJIMTOFにおいてだった。この展示会で印象的だったのが、それまで工作機械は「内部」性能を高めて高速性・高生産性などを進化させようとしていたが、この時のJIMTOFではアプローチを違えて、複合加工機能によって、あるいは5軸仕様にして現場の効率を飛躍させようとの提案に変わっていた。「内部」を変えるのではなく機械の「外部」＝構造を新たに変えるという時代に入っていた。筆者は新しい時代の波とチャンスを感じた。

もっとも、このJIMTOFを前後に、当社では5軸仕様機を導入しはじめたのだが、「5軸加工機が必ずしも必要」とは思っていなかった。いまも

「5軸が必ずしも必要な存在」とはいえない。さまざまな加工仕事があって、その中で5軸加工機を使わなければならない仕事というのは5～10%にすぎないと思う。

ではなぜ5軸加工機に目を向けたのか。筆者は次のように考えた。

「難しいとされる5軸加工でリードできれば、量の多い3軸の加工仕事も増えるだろう」

それをいま振り返ると「ロングテール論」に近い考えだったのかもしれない。ちょうどアマゾンドットコムが本屋に置いてない「売れない貴重本」(ロングテール部)まで幅広く品揃えしてネット販売で伸びたように、他社がやれないことをやれるというアピールとポイントを持てれば、会社はうまくいくと考えた。そして筆者は5軸というロングテールに賭けた。

5軸は単純形状物にも活かせる

ところが……そうやって多軸化、5軸化を進める中では、一般にはあまり指摘されていない5軸MCのメリットを感じるようになった。その1

つは「単純形状物でも5軸加工機なら効率よく、仕上げ面もきれいに削れる」ことである。

それを述べる前に、ユーザーから見た5軸MCの一般的メリットを簡潔に記したい。まず、よく言われることだが段取り回数が5回から1回に減ることが大きい。機械の非切削時間を短くできるうえ、段取り替えによる精度誤差をなくせる。さらにパレットチェンジャがつけば複雑ワークの量産自動加工もできる。

また、近年では、航空機部品をはじめとして傾斜面や斜め穴などの加工が増加傾向にあり、3軸機+治具の組合せで対応できても、現状、生産効率の面から良いビジネスになり得ない。対して5軸加工機を使いこなせば斜め穴なども簡単に加工でき、採算的にも見合うものになる。

5軸機によって刃物の突き出しが最短化できることもメリットである。最短化し刃物のびびりを抑制させることで刃物の寿命が延びる。ケース・バイ・ケースではあるが、5軸MCに装着した工具が3軸機の10倍以上の長寿を示したこともあった。

加えて、前述の「単純形状物も効率よく、仕上げ面もきれいに削れる」である。5軸加工機はインペラなど複雑形状物に適したマシンとされている。確かに一面そうだが、当社では単純形状物も5軸機で加工していて、思うに、刃物とワークとの接近性がいい分、単純・複雑ワークに関係なく面粗さが向上する。さらに生産性も上がる。高品質なモノづくりに5軸機が貢献するという点はもっと評価されるべきでないか。

経営戦略がむしろカギ

そして要はこのようメリットを現場でいかに最大化させるかであろう。本稿の冒頭でアナログに

ついて触れたが、5軸加工機を動かすCAMの世界に、汗水たらして飛び込んだのが当社の原点になっている。筆者は、創業前に勤めていた金型メーカーでCATIAを扱った。20年くらい前の話である。CATIAの説明書(フランス&英文!)を辞書片手に読み解きながら、NCデータに変換していくわけだが、当時のコンピュータは動作が鈍く、残業して、深夜一杯飲んで、また会社へ帰ってCAMをいじってのガテン仕事だった。この時に体に染み込んだノウハウが当社の土台になっている。

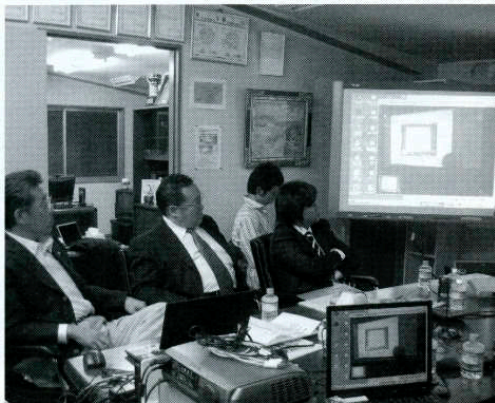
それを原点に各社CAMの特性、活用のポイントなどを蓄積、また工具干渉回避の重要なノウハウ、素材にあった送り速度・回転数などについて社内での情報の共有化を進めてきた。いまは社員教育にも力を入れている。

機械、工具、CAM、測定ノウハウ…社内外の勉強会は町工場としては右に出るものがないくらい活発に行っているつもりだ。日進工具や三菱電機には当社内で定期的にセミナーを開いてもらっており、つい先日はセスクワ(WorkNC)のエンジニアの方と当社若手社員との間でコラボを組み、同時5軸加工などの実践研究会も開いた。

そうした結果、当社では事務系を除くほぼ全社員が、5軸CAMで加工データを作成し、治具を製作し、切削し、3次元測定機による精度チェック、納品までを行える体制が整っている。ちなみに5軸加工機での干渉は「立ち上がりにコッソ」が過去1回あった程度だ。

☆

5軸加工という「先端分野のエキスパート」を目指す試みそのものが、大いに活かしたことも申し添えたい。先端にチャレンジする中、CATIAで、光造形で、経営システムで…と異分野も含めやはり先端分野にトライする仲間が増えた。



スカイプを応用させ、当社と三重大学でパネルディスカッション形式の遠隔授業を行っている。本稿で触れた新たな連携「Jbrain」でもネット会議を活用する予定。最新CAD/CAMを設備する町工場は、実は経営のIT化でもアドバンテージを持つ。

2007年はこうした仲間ほか大学なども参加する新たな連携体「Jbrain (ジェイ・ブレイン)」を株式会社として立ち上げた。新しいモノづくりの提供を、またモノづくりの人材の育成を、Jbrainを通じて行っていく考えだ。ちなみにメンバーの1社、デジタルシアターの五十嵐社長は「CATIA」のエキスパート的人物で、本稿を補足いただく形でCATIA V5についての原稿も書いていただいた(右欄参照)。

それとメッセージになるが、5軸などの先端加工技術を身につけるとともに、その技術をいかにビジネスにつなげるかがいま強く問われると思う。品質ISO (JISQ)、BCP、ISMS、CSR...などへの取組みは例えば航空機業界からの受注を得るために不可欠になっている。

筆者は現在、三重でMOT (技術経営) に関する講義を行っているが、技術とともに、経営戦略でも差をつけないと国際競争の時代を勝ち抜けないと実感している。



CATIAの変遷といま

5軸をはじめ最先端の加工にトライする中では、CATIAの存在を無視できない。

20年間、CATIAをサポートしてきて思うことはCATIAの業務適用範囲が拡大したことと、シート数が格段に増えたことである。それもCAMのサポートが拡充している。

10年前のCAMは、各社各様の仕様によって作成されていたが、近年ではCAMの仕様が固まり各社、似たような仕様 (CAMの標準化が進んだ結果) になっている。評価基準も従来はプロセス的な評価基準であったのが、最近は精度、演算スピード、加工時間などのAlgorismの評価へと移り変わってきている。

そうした中CATIAではV3/V4からCAM分野を本格サポートしたものの、部品加工向きCAMのため金型加工では苦戦していた。そこでCATIA V4では、金型用にOpen-Mind社が開発したHyperMILLが搭載され金型加工にも対応できるようになった。

さらにV5のCAMでは金型向けとしてある会社を買収したCAM (3軸) を搭載し、部品加工向けCAMは、従来のCAM (多軸) を搭載した仕様になっている。つまりV5のCAMは用途として金型から部品加工まで、機能として3軸から多軸まで対応できることになった。

V5のCAMは、PPR (Process, Product, Resource) Treeで管理されており、ProcessはCAMの加工定義、Productは加工対象データ、Resourceは、使用する(した) 工作機械、工具、ホルダが格納され、このPPR-Treeで加工行為を管理、または再現している。Productを入れ替えることで加工パターンの再利用が可能となり、V5が得意なKnowledgeを利用することで諸々の加工条件の計算式を埋め込んだり、加工物をパラメータによる微調整したりして加工を行うことができる。

こうした機能の使いこなしが現場で問われてきた。当社、デジタルシアターはV5 CAMをユーザー視点に立ってサポートしていきたいと考えている。

(株) デジタルシアター代表取締役 五十嵐 豊

