

# 工作機械の技術開発の展望

## —グローバル化に対応した当社工作機械開発の取り組み—

### The Outlook of Machine Tool Technological Development: JTEKT Pursuit of Machine Tool Development Responsive to Globalization

岡安高雄 T. OKAYASU

As customer needs diversify and production sites globalize within the machine tool business, we must respond to the low cost advantage held by manufacturers in developing countries and engage in added value competition with European manufacturers. This report concerns efforts supporting the *monozukuri* of customers from the standpoint of technological development, while covering the basics of *monozukuri*. Along with commodified JTEKT technologies, I would like to observe what we are enhancing within our technological developments, such as accuracy stability, improvements in productivity and net productivity rate, the shift to all-purpose, and system proposals.

**Key Words:** High-precision technology, low thermal displacement, visualization of production status, skiving

## 1. はじめに

日本の工作機械技術は、国内のモノづくり企業の成長とともに、その生産を支える基幹産業として成長を遂げてきた。1970年代にCNC化を強力に進め、世界有数の工作機械製造国となって以降、自動車や電気産業などに牽引され、生産性や信頼性を高めながら技術革新を進めた。自動化や高速化など、大量生産を支える技術はこの時期に発展している。

しかし、2000年代に入り市場が多様化され、日本の工作機械技術は、単純な大量生産志向ではお客様のニーズに応えることができなくなってきた。生産量の変動を許容しながら効率の良い生産を行う必要が年々高まり、その流れはリーマンショックによる景気の大低迷を機に決定的なものとなった。

さらに、日本の国内だけでは競争力のあるモノづくりが行えず、グローバル市場での競争となった。

ここでは、そのような環境における工作機械の状況と、当社の取り組み内容について技術開発の視点から展望したい。

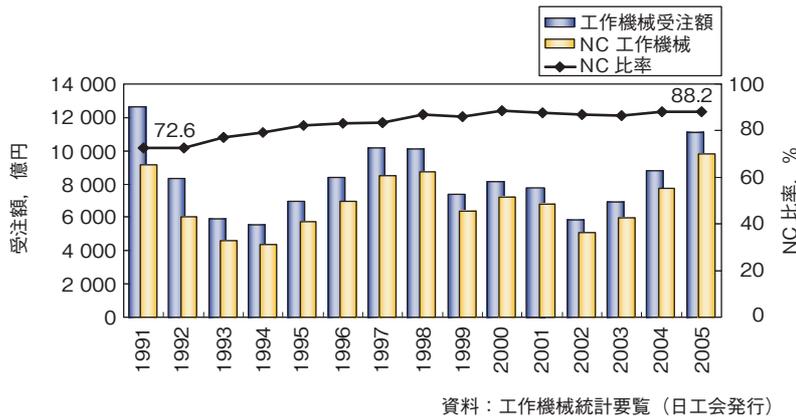
## 2. 市場状況の変化と付加価値を高める技術の強化

### 2.1 新興国メーカーの台頭

CNC装置の発展により、それまでは単一動作の繰り返しであった工作機械が数値制御化され、複雑な動きでも正確に、高い自由度で動作できるようになってきた。最近では、加工精度も制御技術によって高く維持できるようになり、マザーマシンの生命である位置決め精度や、真直・直角精度もある程度は補正できるようになっている。

CNCの進化は、新興国の工作機械も容易に性能を高めることができ、その意味で単純な機械の動作は何処でも誰にでも簡単に実現できる環境となってきた。

また、欧州などの高性能な機械要素（軸受、ボールねじ、主軸ユニットなど）も容易に手に入れられるため、機械の仕様も向上している。図1に、NC工作機械の進展状況について示す。



1952年にアメリカでNCが開発され、いち早く日本がNC工作機械の実用機を開発。1970年代からNC化が急速に進展。自動化とコスト削減を同時に実現する機械として、国内外でシェアを拡大。現在、CNCの進化が競争のグローバル化を更に拍車を掛けている。

図1 NC工作機械の進展  
The development of NC machine tools

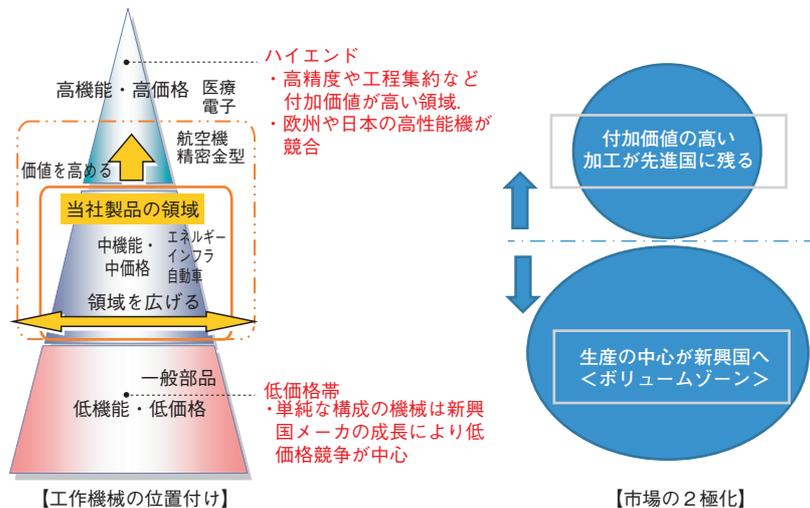


図2 工作機械市場の変革  
Changing machine tool market

2.2 先進国と新興国での取り組み動向

市場ニーズが多様化し、新興国を中心に低機能・低価格機種が急速に進展してきた現在、モノづくりのボリュームゾーンはそうした低価格競争が主体の市場となっている。

一方で、日本メーカーが得意であった中機能で中価格の製品群は、低価格化への対応や、さらなる高付加価値機械への転換を迫られることとなった。顧客のグローバル化に対応しながら、モノづくりの変革に合った新しい付加価値の創生が最大の課題になっている。

各社が、それぞれの得意な領域をさらに強化したり、新しい領域へ向けた取り組みを活性化させるなど懸命な努力を続けている。

また、先進国においてはさらに高付加価値の市場へ向けて、新興国メーカーにはない新しい加工を模索する動き

も活発となっている。より複雑で削りにくい工作物に向け、機械を進化させ工法を開発することも重要になっている。図2に、工作機械市場の構図とその変革について示す。

2.3 当社の工作機械の狙い

当社では顧客のモノづくりを支え、そこで生産される製品の価値を高めるようトータルソリューションの提案を目指している。

生産量の変動やワーク種類が変わっても容易に対応しやすい、汎用性の高い設備づくりや生産のロスが発生させない可動率の向上、制御やシステムを進化させグローバルな生産環境においても使いやすいシステム提案などを進めてきた。

以下は、グローバル競争下でトータルエンジニアリングを発揮するために進めている、技術開発の切り口であ

る。その中から、今年度新たに投入する技術を中心に代表例を紹介したい。

- ①高精度の加工ができる技術の開発
- ②高効率に生産ができる加工工法の開発
- ③生産状況と異常の見える化、および設備を支える制御技術の開発
- ④砥石（工具）技術の開発、および搬送システムやクーラント装置などを含めたトータルシステムの提案

【高精度技術事例】

生産設備では、安定した加工精度を長時間保証することは可動率の向上や、信頼性の高い製品を生産するために非常に重要である。

一方、設備を取り巻く環境温度は常に変動しており、その影響による熱変形で機械精度がばらつく。そこで、熱変形を抑え、さらに熱変形を制御することを狙いと

た技術開発を進めてきた。従来のマシニングセンタは、**図3**に示すように室温が1℃変化すると機械の工具位置は1～3μmの変位が生じている。そのため、1日の室温変動が10℃ある場合、加工精度は10～30μmのばらつきを起こす。

それに対し、機械の温度をリアルタイムに測定し、瞬時に変位を解析し機械の位置を補正する、リアルタイム熱変位補正技術を新たに開発した。

この技術では、加工精度のばらつきを従来の20%以下まで低減することができ、ユーザの工程能力を飛躍的に高める。**図4**にそのしくみと効果を示す。

また、加工中の機械の挙動も加工精度に大きな影響を及ぼす。特に、高い仕上げ精度が必要な研削加工においては、機械を流れるクーラントの液温の影響も問題となる。クーラントの液温の影響を排除することで、さらに

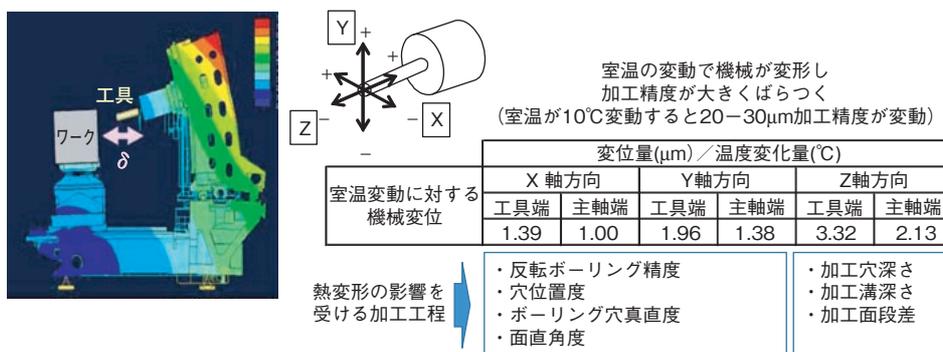


図3 室温の変動に対する機械の熱変形と加工精度への影響

Effect of room temperature change on machine heat distortion and machining accuracy



図4 リアルタイム熱変位補正とその効果

Real time heat displacement compensation and its results

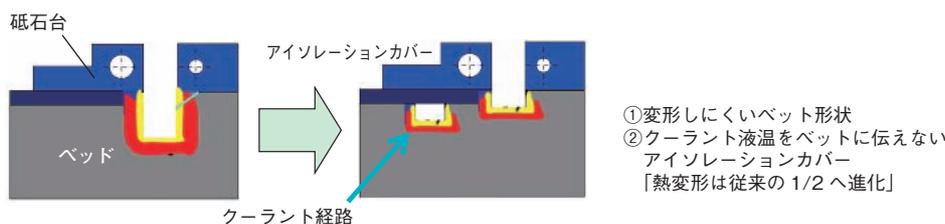


図5 研削盤の高精度本体

High accuracy body of grinding machine

精度のばらつきを半減することができる。図5は研削盤においてクーラントの液温の影響を受けない高精度本体の事例を示している。

【高効率生産への工程集約技術】

生産効率を高めながら、生産量や加工種類の変動へ汎用的に対応するためには、工程集約技術が重要な鍵となっている。工程集約をすると機械間搬送などの非加工時間もなくすることができ、加工の正味率も向上できる。

ここ数年、力を入れてきた工程集約技術として、ギヤ加工をマシニングセンタで工程集約するスカイビング加工が挙げられる。

スカイビング加工を行うためには、主軸とワーク軸を高精度に同期させる制御技術や高剛性で、かつ高速で回転する主軸、ワーク軸の技術が必要であり、当社のコア技術であるCNC制御や高速主軸の技術を活用している。図6に、ギヤ工程の工程集約の事例を示す。

【メカトロ製品技術】

工場全体の管理をはじめ各設備の制御は、多くのメカトロ製品に支えられているが、これらのメカトロ製品も

当社の重要な商品群のひとつに位置づけられている。

市場では、大手2社によりPLCなどのコントローラのシェアを二分しているが、当社では設備メーカーとしての強みを活かし、得意な生産設備の分野で独自の地位を確立して行く。

当社グループ会社との連携を強化し、光洋電子工業株式会社と連携しコントローラ市場へ展開できる品揃えを確立している。さらに、既存のお客様の設備へも、当社が設備メーカーとして成熟させてきたアンドン、省エネルギーなどの見える化技術を付加して当社製品を販売できるようにアドオンコンセプトを推進している。

既存の設備はメーカー毎に信号の通信形態が異なるため、それ以外のメーカーが機能を付加することが非常に困難であったが、当社のTOYOPUC®-Plusはそれぞれの通信に対応できるインターフェースを持ち、既設の設備に当社の機能を付加して販売することができる。図7はTOYOPUC-Plusを既存設備へアドオンするコンセプトを示している。

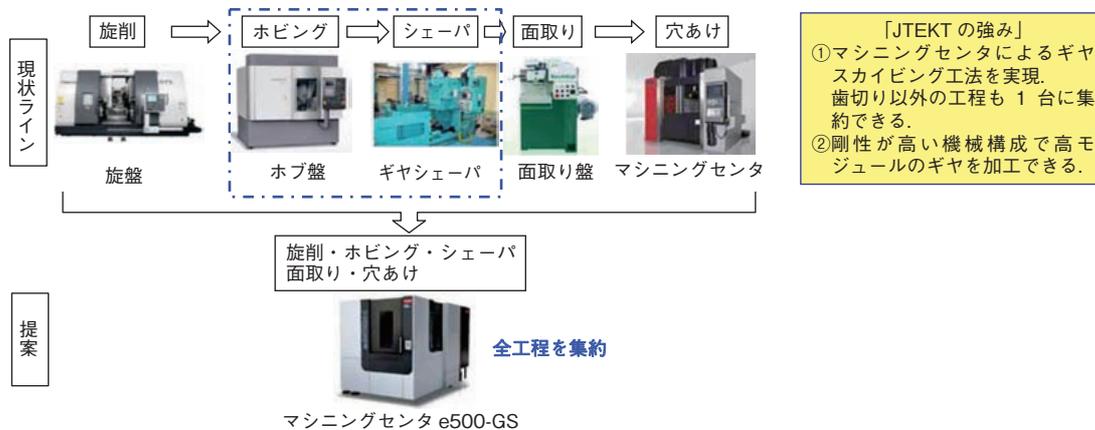


図6 スカイビング工法によるギヤ工程集約事例  
Example of gear process integration by skiving method

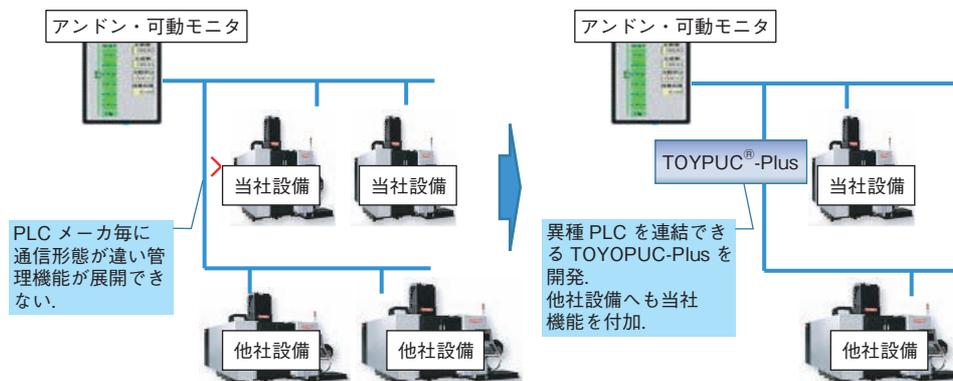


図7 メカトロ製品のアドオンコンセプト  
Add-on concept of mechatronics products



図8 工作機械のコア技術とグループ技術  
 Core technologies and Group technologies of machine tools

### 3. トータルシステムの提案

前述したように、最近では工作機械を構成する基本的な要素はどこでも入手できる環境になっている。市場には高機能部品が多く販売されており、高品質な部品を調達し組み合わせることで、比較的容易に機械の仕様を高めることもできる。

独自性がある付加価値を創造するためには機能部品の技術を当社と当社のグループ会社がもち、他社が入手できない要素技術を生み出すこともメーカーの強みとなる。当社では、グループ会社内で完成機メーカーから周辺のユニットメーカーまで揃っており、システム提案に必要な技術がグループ会社内で入手可能である。グループ会社間の連携を強め、将来へ向けての開発ビジョンを共有しながら技術開発を進めている。

### 4. おわりに

工作機械をとりまく環境の変化として、お客様のグローバル化や多様化の視点と、新興国メーカーの急速な追い上げと、欧州メーカーとの技術開発競争の2極化の視点を取り上げ、その中で工作機械メーカーとして進めていく開

発技術を整理した。

お客様の生産性や付加価値を高めるための高精度化や高能率化、多様化する生産形態に対応するための汎用化、段取りの容易化、設備の見える化を推進し、グローバルに展開するお客様の要望に応じていく。

また、グループがもつ技術を活用し、システム全体の技術をお客様に提案できるよう、グループ技術全体の強化を進める。

市場のニーズをアンテナ高くとらえ、他社技術のベンチマークを怠らず、常に変化に対応し続けることを、モノづくりの基幹産業としての工作機械事業の機軸と考え、研鑽を続けていきたい。

### 筆者



岡安高雄\*

T. OKAYASU

\* 工作機械・メカトロ事業本部 執行役員