

# 数値制御装置“M800/M80シリーズ”の 新技術

東 俊博\*  
宇多慶一郎\*  
勝田喬雄\*

## New Technologies of CNC "M800/M80 Series"

Toshihiro Azuma, Keiichiro Uta, Takao Katsuta

### 要 旨

三菱電機では、2014年に発表した数値制御装置(CNC)“M800/M80シリーズ”で独自CPUによる高い加工性能や快適な操作性を提供している。一方で、製造現場では、熟練工の減少や作業者の頻繁な入れ替わりを背景に、慣れない作業でも容易に生産性の高い加工を可能とする機能が従来以上に求められている。このようなユーザーニーズに応えるため、使いやすさや生産性の観点から、次の機能拡充を行った。

#### (1) プログラム編集機能の拡充

加工プログラムの設計工程を容易にするために①対話式サイクル挿入機能、②仕上がり形状表示機能を開発した。

#### (2) シミュレーション機能の拡充

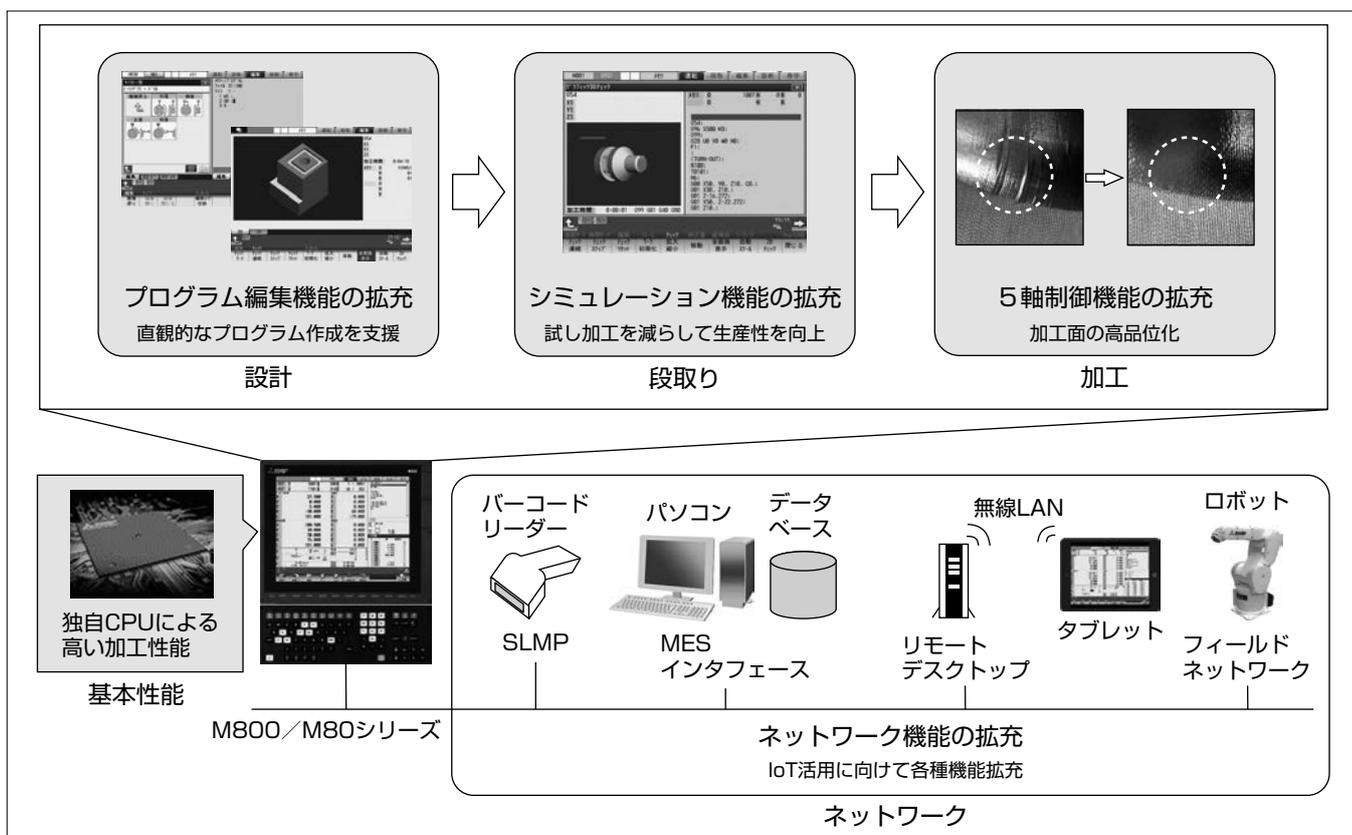
本番の加工前の試し加工を減らすために、段取り工程でプログラムをチェックする3Dソリッドプログラムチェック機能を開発した。

#### (3) 5軸制御機能の拡充

加工工程で高速・高精度化を実現するためにスプライン補間機能を強化した。

#### (4) ネットワーク機能の拡充

IoT(Internet of Things)を活用した工場の自動化や生産効率化のニーズに対応するために①MES(Manufacturing Execution System)インタフェース、②SLMP(Seamless Message Protocol)サーバ、③リモートデスクトップ、④フィールドネットワークの四つの機能を開発した。



### CNC“M800/M80シリーズ”の新技術

画期的な処理性能を持つ独自開発のCNC専用CPUを搭載し、圧倒的な基本性能による高生産性を実現するとともに、製造プロセス各工程での機能拡充によって、ユーザビリティやフレキシビリティの強化を図り、工作機械の生産性、信頼性、操作性の向上を実現した。

## 1. ま え が き

アジア諸国の経済成長、及び近年の航空機産業向けの需要増加やEMS(Electronics Manufacturing Service)企業関係の旺盛(おうせい)な設備投資に伴い、工作機械の需要は伸長を続けている。このような状況下で、工作機械の制御装置であるCNCには、加工性能の向上、安全性や信頼性の確保が求められる。一方、熟練工の減少や作業者の頻繁な入れ替わりを背景に、生産性の高い加工を容易に実現することが求められてきており、未熟練者でも簡単に操作できる使いやすさや、工場の自動化システムの構築、生産管理や品質管理を目的とした生産管理システムとの親和性向上という新たな要求も高まってきている。

当社では、2014年に最新モデルCNC“M800/M80シリーズ”<sup>(1)</sup>を発表し、加工性能、操作性でユーザーから好評を得ているが、近年の生産性向上のニーズに対応するための機能の拡充を実施している。

本稿では、多様な機能の中から生産性向上に大きく寄与する機能として、M800/M80シリーズのプログラム編集機能、シミュレーション機能、5軸制御機能、ネットワーク機能での最新の開発技術について述べる。

## 2. M800/M80シリーズの特長

### 2.1 画期的な高速処理性能を備えたCNC専用CPU搭載

M800/M80シリーズには、独自開発したCNC専用CPUを搭載している。画期的な高速処理性能を持つCNC専用CPUによって、高生産性を支える高い加工プログラム処理性能、大規模なラダープログラムを高速処理可能なPLC(Programmable Logic Controller)処理性能を実現した。

### 2.2 多様なニーズに応える幅広いラインアップ

M800/M80シリーズのラインアップを図1に示す。なお、スタンダードモデルで“M80Wシリーズ”を2016年に新たにラインアップに加えた。表示器と制御器を分離した構成にして表示器レイアウトの柔軟性を持たせるとともに、

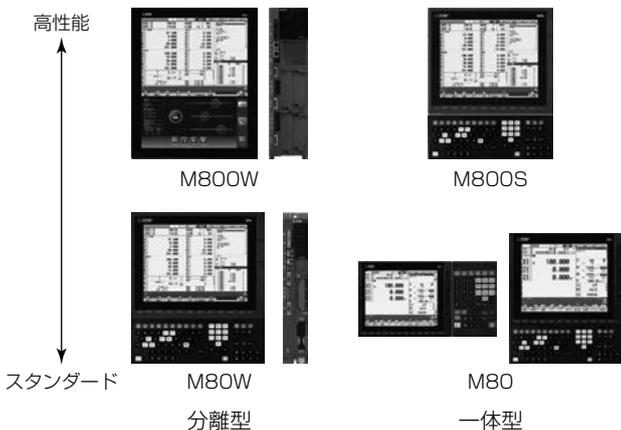


図1. M800/M80シリーズのラインアップ

拡張カードスロット数をM80より増やしてスタンダードモデルでの拡張性を高めている。

## 3. 支援機能の拡充

M800/M80シリーズでは、近年特に強く求められる、ユーザーの使いやすさを向上させるため、製造プロセスの各工程での作業支援機能の拡充を行っている(図2)。設計工程では、加工プログラムの作成を容易にするために、対話式サイクル挿入機能や仕上がり形状表示機能を追加した。段取り工程では、本番の加工前の試し加工を減らすために、段取り工程でプログラムをチェックする3Dソリッドプログラムチェック機能を開発した。加工工程では、高速・高精度な5軸加工を実現するために、5軸制御機能の拡張・強化を実施した。また、近年注目されているIoTを活用した工場の自動化や生産効率化のニーズにも対応するための、ネットワーク機能の拡充を図っている。

### 3.1 プログラム編集機能の拡充

M800/M80シリーズのプログラム編集機能として、編集集中の加工プログラムに対して、加工や段取りを支援するサイクルを対話形式で挿入できる対話式サイクル挿入機能と、加工プログラムの切削結果を即座に三次元表示する仕上がり形状表示機能を追加した。これらの機能を用いることで、加工プログラムを直観的に作成可能であり、ユーザーの入力ミスも即座に三次元で表示されるので、プログラム作成時間を短縮できる。

ユーザーがCNCに工作機械の動作を指令する際には、加工プログラムで三次元空間内の工具の通過する位置や工具の動作パターンを指定する必要があるが、対話式サイクル挿入機能では、形状の種類とその寸法の指定によって、加工プログラムを自動生成するので、ユーザーが直観的にプログラムを作成できる(図3)。また、ユーザーの指定した任意の形状に対する加工プログラムの生成や、図面データからのプログラム作成も可能である。特に多品種少量生産を行うことが多い欧州のユーザーなどには、CNC上で対話的に加工プログラムを作成する機能が好まれている。

さらに、仕上がり形状表示機能によって、加工プログラムが変化するたびに、作成中の加工プログラムの切削結果

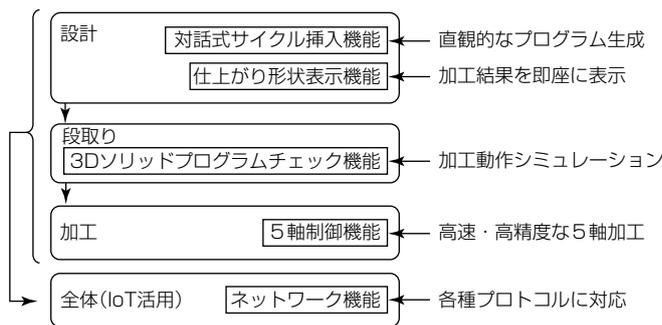


図2. 製造プロセスの各工程での作業支援機能の拡充

を三次元で表示するので、ユーザーは誤入力にすぐに気付くことができる(図4)。

なお、一般に加工プログラムでは、徐々に素材を削っていき最終形状を作成するが、これら全てをシミュレーションすると形状表示のための幾何演算の時間が増大し、画面表示の応答性が悪化する問題がある。仕上がり形状表示機能では、対話式サイクル挿入機能で作成された加工プログラムから、最終形状にかかわる動作だけを抽出して形状表示することでユーザーが即座に入力結果を確認することを可能にしている。

### 3.2 シミュレーション機能の拡充

M800/M80シリーズでは、加工プログラムの作成ミスや段取りのミスをなくすために、3Dソリッドプログラムチェック機能などのシミュレーション機能を追加した。

3Dソリッドプログラムチェック機能は、実際に工作機械を動作させることなくグラフィック描画だけで加工プログラムの実行結果を三次元で確認することができる機能であり(図5)、ユーザーが本番の加工を行う前の試し加工を減らすことが可能となる。

なお、リアルタイム性が求められる機器では、あらかじめ割り当てられたメモリ領域を用いて演算することが多いが、その場合、複雑な形状のシミュレーションではメモリが不足する問題がある。3Dソリッドプログラムチェック機能では、あらかじめメモリ領域を割り当てるのではなく、ほかの機能とメモリ領域を共有して動的に割り当てる技術を開発し、メモリ増設を行うことなしに複雑な形状のシミュレーションを可能にしている。

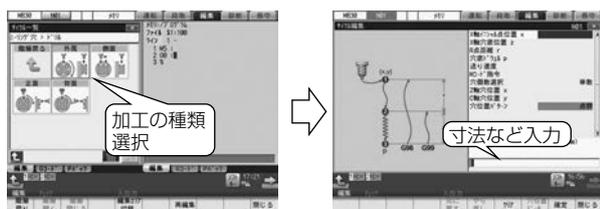


図3. 対話式サイクル挿入機能

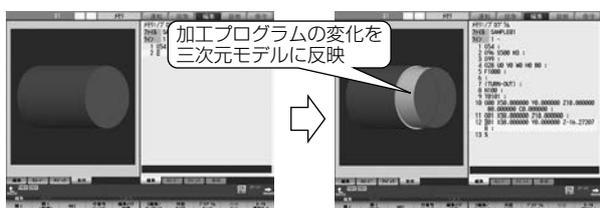


図4. 仕上がり形状表示機能

### 3.3 5軸制御機能の拡充

M800/M80シリーズでは、CAM(Computer Aided Manufacturing)で生成した微小線分プログラムに含まれる不要な段差形状などのノイズを除去して滑らかな加工を実現するために、スプライン補間機能の強化を行った。

今回強化した機能では、指定したトレランス(許容誤差)の範囲内を滑らかに通過する曲線上で工具を動作させるので、微小線分プログラムに不要な段差形状などのノイズが含まれている場合でも、加工面に傷を生じさせることなく高品位な加工面を実現できる。同時5軸制御にも対応しており、工具先端点制御中に、工具先端点と工具姿勢の両方をトレランス内で滑らかに動作させることができる。このため、加工物に対する工具の位置や姿勢が複雑に変化する同時5軸加工でも、ユーザーによる加工プログラムの修正なしで、スプライン補間機能によって傷のない滑らかな加工面を得ることができる(図6)。

なお、単純にトレランスの範囲内に収まるように曲線を生成した場合、往復動作での経路が異なり傷の要因となるという問題がある。この機能では、コーナーなど形状の特



図5. 3Dソリッドプログラムチェック機能

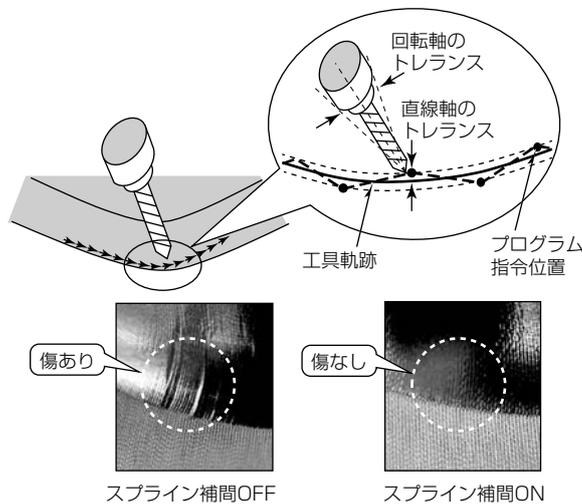


図6. 5軸スプライン補間機能

徴を評価しつつ、往復動作での経路が同一となるように曲線を生成するアルゴリズムを開発することでこの問題を解決し、傷のない滑らかな加工面を実現している。

### 3.4 ネットワーク機能の拡充

近年、IoTへの注目が高まり、工作機械を取り巻く現場でもネットワークを活用した機能への需要が高まっている。この需要に応えるため、M800/M80シリーズではネットワークを活用した機能を開発し、順次拡充を進めている。

ここではその中の四つの機能について述べる。

#### 3.4.1 MESインターフェース

加工完了時やアラーム発生時などのイベント発生時に、自動的にCNCから機械の稼働状況データをデータベースに送信するMES(Manufacturing Execution System)インターフェース機能を開発した。これによって、機械稼働状況の可視化を簡単に実行できるとともに、トラブルの早期復旧や未然防止、工程ごとのきめ細かい品質管理が可能となり、生産性の改善につなげることができる(図7)。

#### 3.4.2 SLMPサーバ

イーサネット(注1)を介して周辺機器からCNCにデータを伝達可能なSLMP(Seamless Message Protocol)サーバ機能を開発した。この機能によってLANケーブルだけで工作機械とSLMP対応周辺機器を簡単にネットワーク接続することが可能になる。また、SLMPはTCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)通信との混在が可能であるため、CNCと周辺機器と上位システムを一種類のインターフェースで接続可能になり、上位システムと周辺機器とのシームレスなデータ連携も可能になる。

例えば、SLMPに対応したバーコードリーダーをLANケーブルでCNCと上位システムに接続すれば、加工物のワークIDをCNCだけでなく、生産管理システムにも伝達できる。これによって、生産管理システムで加工物に関する情報の見える化が可能になり、工場内の生産効率化に貢献できる(図7)。

(注1) イーサネットは、富士ゼロックス㈱の登録商標である。

#### 3.4.3 リモートデスクトップ

ネットワークを通じてCNCの画面を遠隔で別のコンピュータに呼び出して操作できるリモートデスクトップ機能を開発した。この機能によって、工場の事務室に設置されたパソコン、又はタブレットで現場の工作機械の操作画面を閲覧・操作することが可能になることから、工作機械の診断工数削減に寄与できる(図8)。

#### 3.4.4 フィールドネットワーク拡張カード

近年、工場内の自動化に向けて、ロボットやセンサなどの周辺機器の接続に対する需要が高まっている。接続に必要なフィールドネットワークは周辺機器の使用環境によって異なるため、M800/M80シリーズではフィールドネットワークのラインアップを順次拡充している。今回、拡

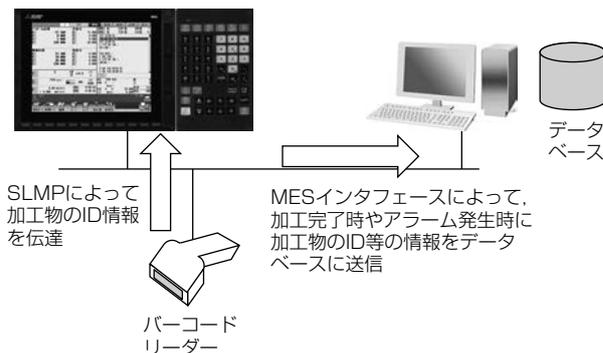


図7. MESインターフェースとSLMPサーバ活用例



図8. リモートデスクトップの活用例

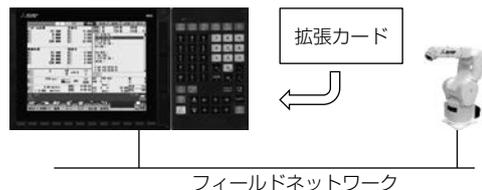


図9. 拡張カードによるフィールドネットワーク対応

張カードを開発してRS-485シリアルインターフェースを用いたフィールドネットワーク(PROFIBUS-DP(注2)、CC-Link)に対応した。

さらに、近年イーサネットを使った高速に信号伝達可能なフィールドネットワーク(CC-Link IE Field, EtherNet/IP)の普及も進んでおり、従来のシリアルインターフェースからのイーサネット系インターフェースへの置き換えも想定されるため、今後イーサネット系の各種フィールドネットワークに順次対応予定である(図9)。

(注2) PROFIBUSは、PROFIBUS User Organizationの登録商標である。

## 4. む す び

CNCの最新モデル“M800/M80シリーズ”について述べた。モノづくりの根幹を支える工作機械をワンランクアップするのに貢献できると考える。また、今後も変化する市場ニーズに対応した製品開発に努めていく。

## 参 考 文 献

(1) 中村直樹, ほか: 最新モデルCNC“M800/M80シリーズ”, 三菱電機技報, 89, No.4, 247~250 (2015)