

# 数値制御装置の産業用ロボットとの連携機能“Direct Robot Control”

"Direct Robot Control": Cooperation Function with Industrial Robots of Computerized Numerical Control

## 要 旨

近年、工作機械は自動化システムといった他システムとの連携による更なる生産性向上の実現を目指す流れが顕著になっている。特に、産業用ロボットを活用して工作機械の自動化を実現する事例が展示会等で注目されている。また、産業用ロボットは世界的に需要が増加傾向にあり、これに伴ってロボットを搭載した工作機械の需要も増加している。これらの背景から三菱電機の数値制御装置(Computerized Numerical Control: CNC)独自の産業用ロボットとの連携機能“Direct Robot Control”を開発した。この機能の特長は次のとおりである。

(1) CNCとロボットコントローラをEthernet<sup>(注1)</sup>接続するシンプルなシステム構成で動作する。従来のロボット

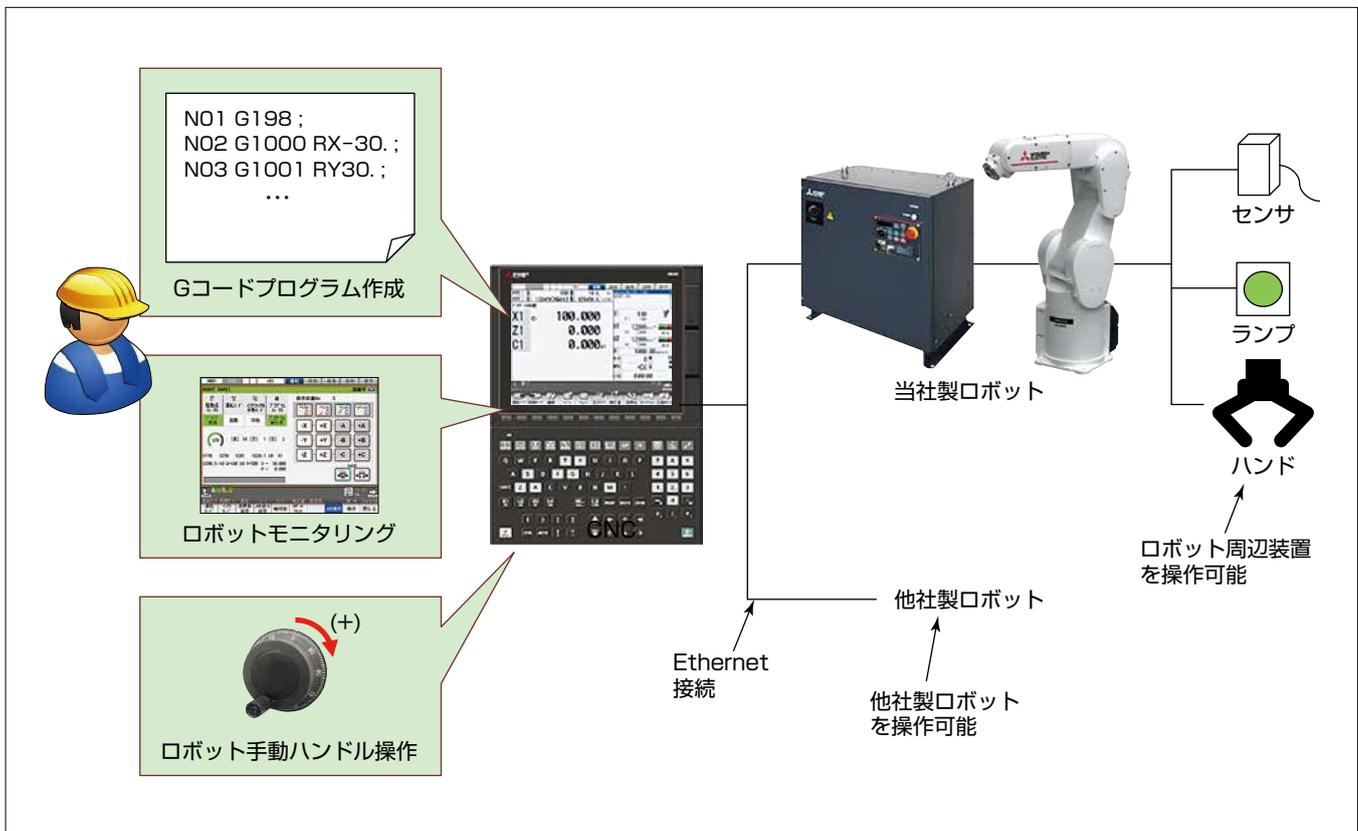
を搭載した工作機械の立ち上げに必要な費用と工数を大幅に削減する。

(2) Gコードによるロボットの簡単制御、及びロボットのJOG操作やティーチング等のロボット制御に必要な操作をロボットに慣れていないユーザーもCNCによって容易に実行可能である。また、ロボット制御用Gコードも対話方式で簡単にプログラミングが可能である。

(3) 従来のCNC機能を使用することで工作機械とロボットの協調制御が可能である。また、加工時間短縮等の実現が可能である。

(4) 異なるロボットベンダーのロボットをCNCから同じ操作で同じ動作をさせることが可能である。

(注1) Ethernetは、富士ゼロックス(株)の登録商標である。



## CNCの産業用ロボットとの連携機能“Direct Robot Control”

当社CNCとロボットコントローラをEthernet接続するシンプルなシステム構成で、CNCからロボット制御の実現が可能である。Gコードプログラムによるロボット制御、ロボットの状態監視、JOG操作やティーチング等のロボットに必要な制御をCNCの画面や工作機械に付属する手動ハンドルで実行可能である。ロボットに慣れていない工作機械のユーザーが容易にロボット操作を行うことができる。

## 1. ま え が き <sup>(1)(2)</sup>

工作機械は自動車や各種機械、電子機器などの様々な製造業で部品や金型を高精度かつ高効率に加工するために幅広く用いられており、CNCで制御される機械システムとして、長年にわたって加工性能や使い勝手等の進化を遂げてきた。昨今、自動化システムといった他システムとの連携による更なる生産性向上の実現を目指す流れが顕著になっている。

特に、産業用ロボットを活用して工作機械の自動化を実現する事例が展示会等で注目されている。例えば、工作機械に対する加工物の搬入出をロボットで行う事例や工作機械で切削した加工物のバリ取りをロボットで行う事例が挙げられる。また、産業用ロボットは世界的に需要が増加傾向にあり、これに伴ってロボット付きCNC工作機械の需要も増加している。

これらの背景から当社CNC独自の産業用ロボットとの連携機能“Direct Robot Control”を開発した。この機能を活用することで、工作機械上のCNCからGコードで容易にロボット制御、及び工作機械とロボットの協調制御が可能になり、工作機械の自動化に貢献する。

本稿では、“Direct Robot Control”に関する最新の開発技術について述べる。

## 2. Direct Robot Controlのシステム構成 <sup>(3)</sup>

“Direct Robot Control”は、CNCとロボットコントローラをEthernet接続するシステム構成で使用する。Ethernet接続に必要なパラメータ(IP(Internet Protocol)アドレス、ポート番号)を設定することでCNCからロボットを直接制御する環境を構築できる(図1)。

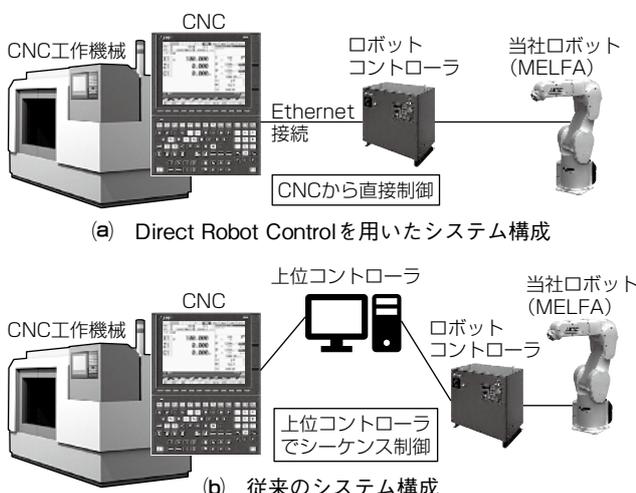


図1. システム構成図

一方、従来はCNCとロボットの協調制御を行うために、CNCとロボットコントローラのシーケンス制御を行う上位コントローラの準備とシーケンスプログラムを作成する必要があったが、この機能を活用することで次の三つのシステム構成に必要な費用と工数の抑制を見込める。

- (1) 上位コントローラの費用
- (2) 上位コントローラ、CNC、ロボットコントローラを接続する配線等の環境構築に必要な費用及び工数
- (3) シーケンスプログラム作成に必要な工数

これらの費用や工数を抑制することで、今まで産業用ロボットを扱ったことのない工作機械メーカー(MTB)がロボットを組み込んだ工作機械の開発に参入するハードルを下げることに貢献できる。

## 3. Direct Robot Controlの機能

### 3.1 Gコードによるロボットの簡単制御 <sup>(3)</sup>

CNC側から、ロボット制御用Gコードによって、直接ロボットを制御する。また、CNC上のロボット専用画面からロボットの動作モードの設定やJOG操作などロボットに必要な操作もCNCから実施できる(図2)。

従来は、工作機械とロボットを制御するためには、工作機械のGコードとともに、ロボットプログラミング言語を習得する必要があり、多大な時間を要していた。Direct Robot Controlを活用することで、工作機械の使用経験がある作業者は、従来よりも短時間で産業用ロボットを扱うことができる。

また、ロボットを組み込んだ工作機械の立ち上げを行う際に、Gコード制御、又はロボット専用画面から視覚的に手動操作を行うことができるため、ロボット動作の確認を簡単に行うことができる。そのため、ロボット操作を熟知したシステムインテグレータの手を借りる必要がなくなり、立ち上げと調整に必要な費用の抑制が見込める。

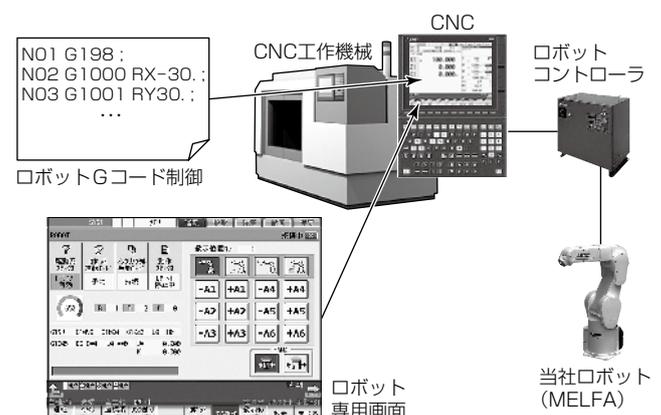


図2. Gコードによるロボット制御

### 3.2 CNCによるロボットのティーチング<sup>(3)</sup>

産業用ロボットは、あらかじめロボットが動作する指令点(位置・姿勢)を記録(ティーチング)し、記録された指令点にロボットを動作させるティーチングプレーバック方式で制御することが多い。

CNCから同様の制御を実現するため、CNC上のロボット専用画面からのティーチングを可能にした。ロボット専用画面では、動作モード設定やJOG操作も実行できるため、従来のロボットに付属するティーチングパッドによるロボット操作と同様の使用感で“ロボットのJOG操作”を行いながら、“ティーチング”を実行できる(図3)。既にロボット操作に慣れているユーザーも違和感なく操作できることを実現している。

### 3.3 対話方式による簡単プログラミング

ロボット制御用Gコードを生成する対話式で直感的なロボットプログラム作成画面を備えた(図4)。

ロボットプログラム作成画面では、ロボット動作を明示した画像、及びガイダンスを確認できるため、ロボット制御のGコードを習得することなく、簡単にプログラムが作成可能である(図5)。

### 3.4 切削加工とロボット制御の協調制御<sup>(3)</sup>

ロボット制御用のプログラムをCNCで実行するため、CNC機能を使用して簡単に工作機械とロボットの協調動作の実現が可能になる。工作機械で未切削ワークの切削加工、ロボットによるワークの搬入出、及び切削済みワークのバリ取り加工を実施する事例を図6に示す。

この事例では、CNCの系統間待ち合わせ機能を使用することでCNCのPLC(Programmable Logic Controller)を変更することなく、CNCの切削加工とロボットのバリ取り加工の同時実行を実現する。また、切削加工を行うた

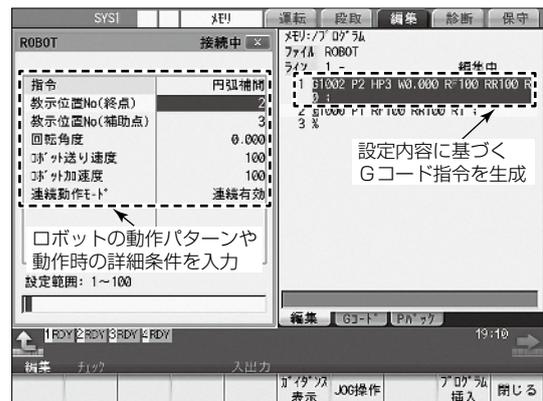


図4. ロボットプログラム作成画面

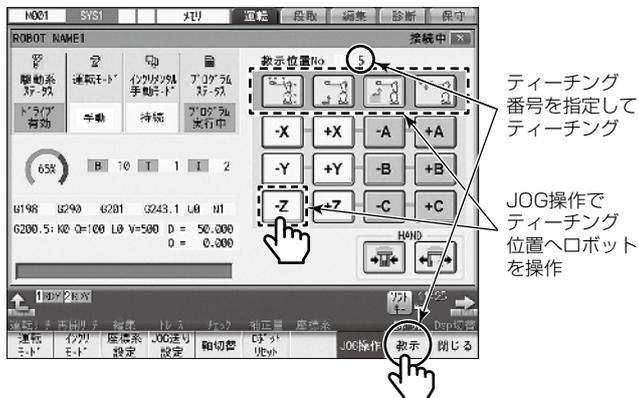


図3. ロボット専用画面



図5. ロボットプログラム作成画面のガイダンス表示

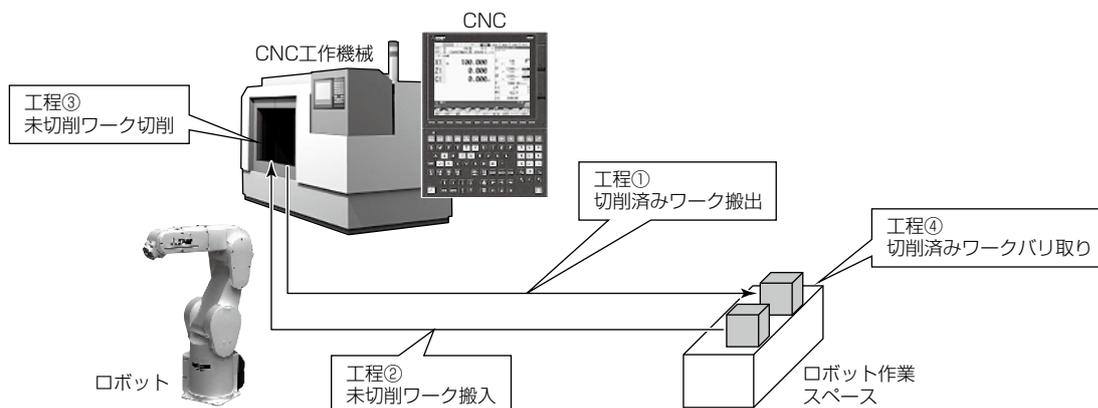


図6. 工作機械とロボットの協調制御の事例

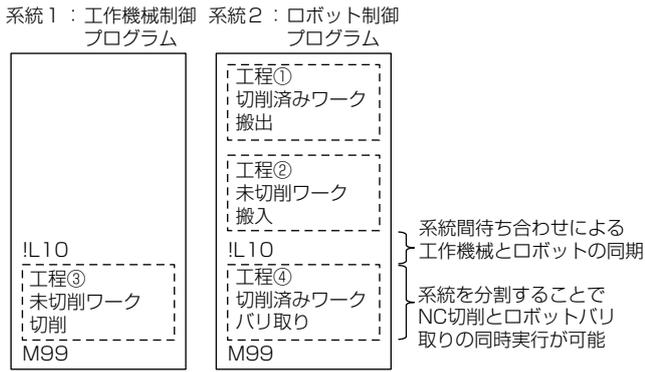


図7. 工作機械とロボットの協制御の加工プログラム例

めに必要な前工程(工程①, 工程②)の完了を待って, 切削加工を開始する(図7)。ユーザーは加工プログラムを変更することで, ロボットを取り入れた効率的な加工を実現できる。

### 3.5 CNCによるロボットコントローラのデバイス制御

CNCとロボットコントローラ間の配線を増やすことなく, ロボットコントローラのデバイス制御をCNCから実行することが可能になる。Ethernet経由でCNCからロボットコントローラへロボットデジタル信号の設定・参照を行う指令を送信することで実現している(図8)。

例えば, ロボットに付属するハンド(ロボットハンド)を活用したロボット制御では, ロボットハンドとロボットコントローラのDI(Digital Input)/DO(Digital Output)接点を接続し, ロボットコントローラのデバイス制御によってロボットハンドの制御や状態確認を実施する。この機能では, 先に述べたロボット側の環境を変えず, CNCから直接ロボットハンドの制御と状態確認を実現する。

### 3.6 ロボットの手動ハンドル操作<sup>(3)</sup>

工作機械には手動ハンドル(手動パルス発生器)が取り付けられていることが一般的であり, 段取り作業時などに手動ハンドルを操作し, 工作機械を構成する軸の制御を行っ

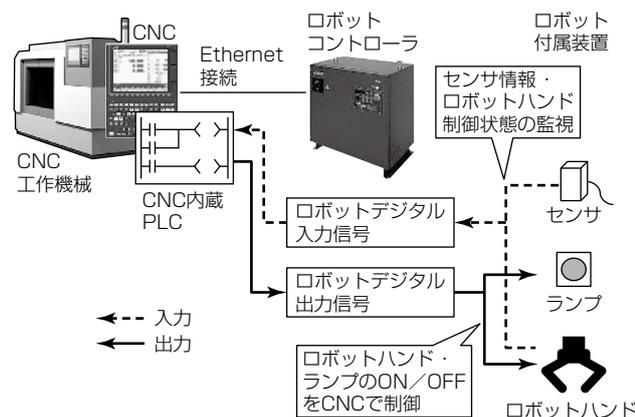


図8. CNCによるロボットコントローラのデバイス制御

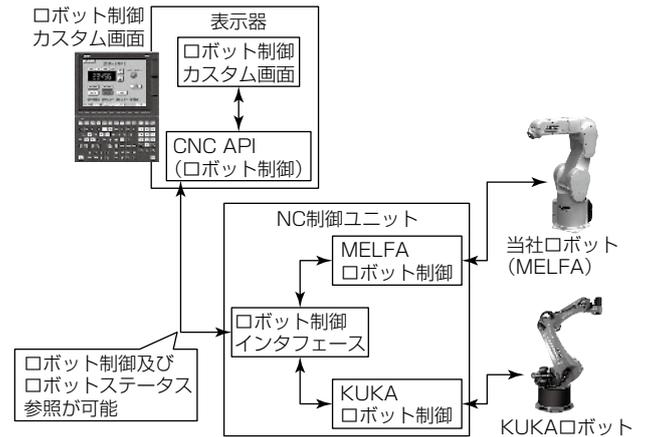


図9. ロボット制御API

ている。この機能では, ロボットの操作についても同様に工作機械の手動ハンドルで制御することが可能である。

手動ハンドルによるロボット操作は, 工作機械の操作と同様に“ハンドルモード”“軸選択”“移動倍率”の設定が可能であり, ロボットを構成する各軸, 又は先端位置の位置決め制御が可能である。既存の工作機械ユーザーが容易にロボットの手動操作を行うことに貢献する。

### 3.7 複数のロボットベンダーのロボット制御<sup>(4)</sup>

CNCから複数のベンダーのロボットの制御が可能である。現在, 当社製ロボット“MELFAシリーズ”又はKUKA Roboter GmbH製ロボットとの接続が可能であり, 同一Gコードで異なるロボットベンダーのロボットを同様に制御可能である。

また, 産業用ロボットに必要な制御及び状態監視のAPI(Application Programming Interface)を機械メーカーに提供する。機械メーカーはAPIを活用することで, 独自のロボット画面を開発し, 工作機械とロボットの使いやすいシステムの構築が可能である(図9)。

## 4. む す び

数値制御装置の産業用ロボットとの連携機能“Direct Robot Control”について述べた。この機能によって, 産業用ロボットを活用した工作機械の開発, 自動化システム構築の簡略化による生産力向上に貢献する。

今後も変化する市場ニーズに対応しながら, 更なる機能の拡充に向けた開発を進めていく。

### 参考文献

- (1) 特集“ロボットS1erになろう”, ニュースダイジェスト社, 月刊生産財マーケティング, No.2 (2019)
- (2) 特集“広がる産ロボの領域”, ニュースダイジェスト社, 月刊生産財マーケティング, No.12 (2019)
- (3) 特許第6647472号: 数値制御装置および数値制御方法
- (4) 三菱電機 産業用ロボットMELFA FRシリーズ カタログ L (名)09092-L(1912)IP (2019)