

B1 Robots

スカラロボット「EC06」

"EC06" SCARA Robot

キーワード スカラロボット・水平多関節ロボット・広い動作範囲
高速動作・高精度・ティーチペンダントレス

ロボット開発部／ロボット開発室

足立 雄介 Yusuke Adachi

小坂 俊介 Shunsuke Kosaka

要 旨

スカラロボット「EC06」は、リーチとして500mm、600mm、700mmの3種を準備し、可搬質量は定格3kg、最大6kgとし、スカラロボットとしてマーケットボリュームが大きいゾーンを狙い設計した。

また、本体重量を18kgに抑え、移設が容易で適用性の高い設計とした。

さらに、PCを制御盤に直接接続して操作が可能なティーペンダントレス機能を搭載した。この機能によりオフラインでのプログラムの作成、デバッグを行なうことができ、PC上で各種設定・検討を行ない実機にフィードバックすることが可能となっている。

Abstract

“EC06” is a SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm) robot and has achieved three reach patterns consisting of 500mm, 600mm and 700mm with the rated payload of 3kg and the maximum payload of 6kg. “EC06” was designed to target the highly marketable sector in the SCARA robot market. In addition, the body weight of 18kg allows the easier relocation and installation, achieving wider application.

Furthermore, it can be operated by connecting a computer directly to the controller without use of a teach pendant. With above capability, offline programming and debugging functions are possible as well as feedback to an actual robot in terms of various settings and examinations made in the computer.

1. スカラロボット開発の狙い

世界的な少子高齢化、労働人口の減少を背景として、ものづくりの現場では、人件費の高騰、人手不足の解消、そして生産性向上などを解決する手段として、あらゆる産業分野において、ロボット導入による自動化の取り組みが拡大している。

と同時に、設備投資費用の削減の観点から、今般ロボット市場では複雑な動作は6軸多関節ロボットに、単純動作は扱いやすいスカラロボットに、というように用途にあわせて最適なロボットを採用しシステムを構築するのが主流になってきている。

NACHIでもこれまでスカラロボットとしてESシリーズ、EZシリーズをラインナップしていたが、これらはハイエンドな分野をターゲットにしており、上記のようなニーズに応えられる機種ではなかった。

こうした中で今回基本性能を抑えたコストパフォーマンスの高いスカラロボットを市場投入し、MZ・EZ・ECシリーズの特徴を活かし、要求される自動化に最適な提案を行なうことで、よりコンパクトで高速なロボット・システムのソリューションを提供することを目的に「EC06」を開発した。

ここでは、「EC06」の特長について紹介する。

2. 「EC06」の概要

1) 外観と仕様

ロボットの外観を図1に、基本仕様を表1に示す。「EC06」の開発にあたっては、高速性を確保するとともに、NACHI小型ロボットMZ、EZシリーズとのデザインの統一感をポイントとした。

性能としては従来のESシリーズよりも長いリーチを備え、またEZシリーズに比べると可搬質量を増加させ、利便性の向上に努めている。

また、MZシリーズと同様に、先端軸は中空構造となっており、ハンド用のアプリケーションケーブル・チューブを内装可能とし、ユーザーの利便性を高めている。



図1 「EC06」の外観

表1 「EC06」の基本仕様

| 項目 | | 仕様 | | |
|---------------|---------|--|--------------|--------------|
| ロボット型式 | | EC06-5020-01 | EC06-6020-01 | EC06-7020-01 |
| 構造 | | 水平多関節形 | | |
| 自由度 | | 4 | | |
| 駆動方式 | | ACサーボ方式 | | |
| 最大動作範囲 | 第1軸 | ±140 deg | | |
| | 第2軸 | ±150 deg | | |
| | 第3軸 | 200mm | | |
| | 第4軸 | ±360 deg | | |
| 最大速度*1 | 第1軸 | 7.33 rad/s (420°/s) | | |
| | 第2軸 | 12.56 rad/s (720°/s) | | |
| | 第3軸 | 1,100mm/s | | |
| | 第4軸 | 46.42 rad/s (2,660°/s) | | |
| 可搬質量 | 定格 | 3kg | | |
| | 最大 | 6kg | | |
| 第3軸最大押し付け力*2 | | 100N | | |
| 第3、第4軸中空径 | | φ 11 mm | | |
| 許容最大慣性モーメント*3 | | 0.05 kg・m ² (定格 0.01kg・m ²) | | |
| 位置繰り返し精度 | X-Y合成 | ±0.02 mm | | |
| | 第3軸 (Z) | ±0.01 mm | | |
| | 第4軸 (θ) | ±0.005 deg | | |
| 設置方法 | | 床置 | | |
| 耐環境性 | | ロボット本体 IP20相当 | | |
| 本体質量 | | 17kg | 17kg | 18kg |

1[rad] = 180/π[°], 1[N・m] = 1/9.8[kgf・m]

*1: 表内の最大速度は最大値であり、作業プログラムや手首負荷条件によって変化します。

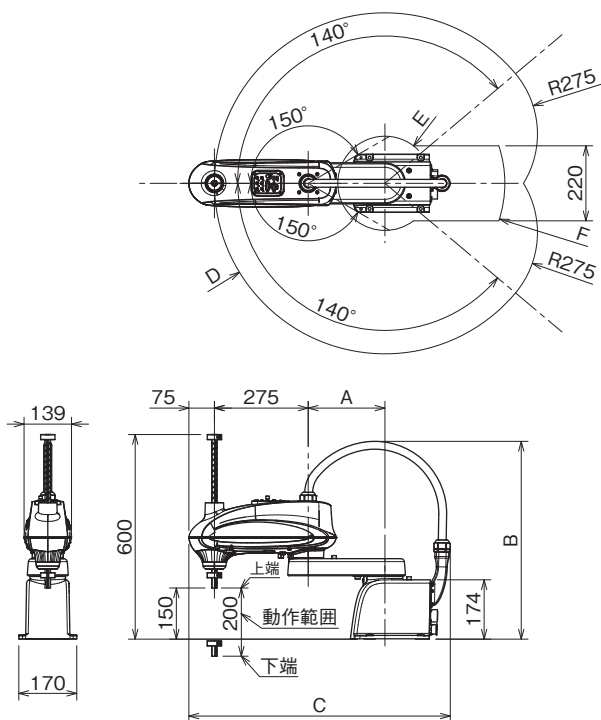
*2: 最大負荷搭載時、第1軸、第2軸、第4軸静止状態で、負荷先端部で発生できる下方向への押し付け力です。記載値以下でご使用ください。また、長時間押し付けた場合、過負荷エラーが発生します。エラーが発生しない状態でご使用ください。

*3: 許容最大慣性モーメントは、手首負荷条件により異なりますので、注意してください。

3. 「EC06」の特長

1) 高い汎用性

「EC06」は、NACHI従来機と比較して、同等以上の高速性能を保ちつつ、広い動作範囲を実現した(図2、図3)。



| | A | B | C | D | E | F |
|--------------|-----|-----|-----|------|---------|--------|
| EC06-5020-01 | 225 | 580 | 767 | R500 | R138.15 | R351.7 |
| EC06-6020-01 | 325 | 610 | 867 | R600 | R162.65 | R315.8 |
| EC06-7020-01 | 425 | 660 | 968 | R700 | R232 | R298 |

図2 「EC06」動作範囲

2) 高速かつ高精度

CAD/CAEによる最適設計によりロボット本体の軽量化に取り組み、従来機の約1/2の本体重量を実現した。また、各軸動作速度の高速化を実現した(図3)。

また、軽量化に伴う剛性低下を最小限に抑制し、水平方向位置繰返し精度±0.02mmと高精度を実現している。

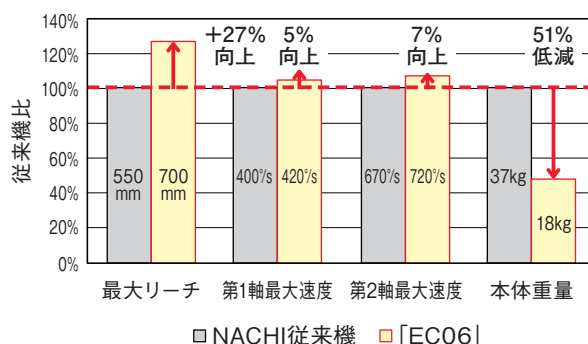
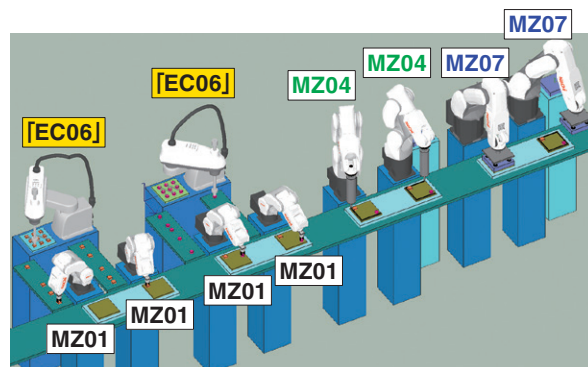


図3 従来機との比較

3) スタイリッシュなデザイン

「EC06」はMZシリーズを踏襲したスタイリッシュなデザインを採用しており、各種MZシリーズと組みあわせても違和感が無いラインの構築が可能になっている(図4)。



- CFDシリーズ共通の操作インターフェース (ティーチペンダント)
- 各種I/Oオプションの共通化 (CC-Link, DeviceNet, Ethernet/IPなど)

図4 MZシリーズとの組みあわせイメージ

4) 多彩な標準アプリケーション配線・配管

「EC06」は、標準でアーム上まで表2に示す配線、配管を標準装備している。各種アプリケーションで要望される配線・配管を標準対応することができ、ロボット本体外側の配線・配管の引き回しは不要となり、ユーザーの利便性を高めている(図5)。

とくにエアチューブは、従来機が外径φ6mm / 内径4mmチューブ2系統であるのに対し、外径φ6mm / 内径4mmチューブ2系統と外径φ4mm / 内径2.5mmチューブ2系統の計4系統とし、有効断面積は従来の約1.4倍に拡大した。エア流量が増大することにより、ハンドリング用途で使用するエアハンドの開閉速度の向上、吸着速度向上や吸着力向上ができ、ユーザーの生産性の向上に寄与できるロボットとした。

表2 アプリケーション仕様(標準装備)

| 種類 | 仕様 |
|--------|-------------------|
| 信号線 | 24芯(9芯+15芯) *1 |
| エアチューブ | 外径φ6 / 内径φ4 ×2本 |
| | 外径φ4 / 内径φ2.5 ×2本 |

*1: オプションソレノイドバルブ選択時は19芯(9芯+10芯)。

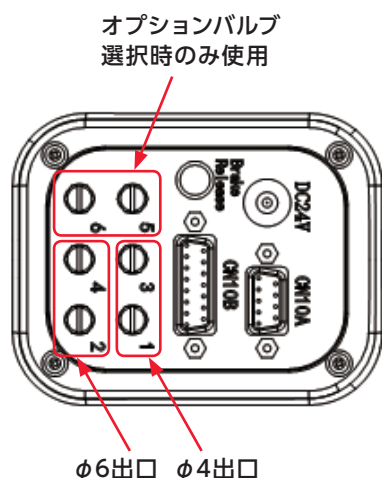


図5 アプリケーション配線・配管出力ポート

5) スマートなケーブル引き回しとアプリケーション事例

「EC06」では手首軸の第3軸、第4軸に中空構造を採用した。中空径は直径11mmであり、φ4mmチューブであれば4本、アーム上ケーブルは1本を通すことが可能。この部分に配線、エアー配管を通すことで配線ケーブルの取り回しをすっきりとしたスマートな引き回しにし、周辺設備との干渉リスクを大幅に低減することが可能となる(図6)。

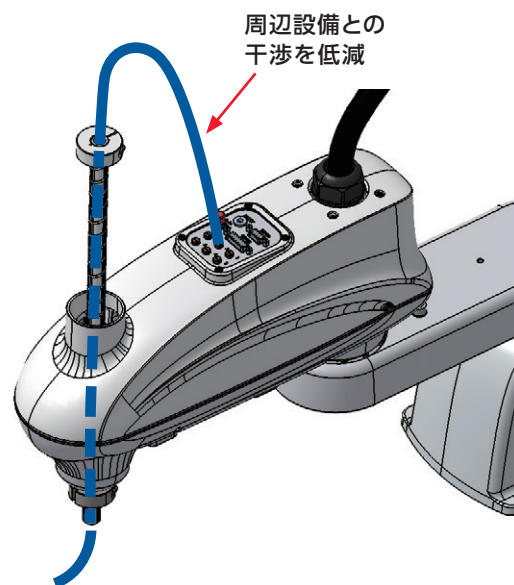


図6 アプリケーション例

6) オプション:アーム内蔵ソレノイドバルブ

「EC06」では、MZシリーズと同様に、表3に示すオプションソレノイドバルブが選択可能である。オプションソレノイドバルブはアームに内蔵できる構造とした(図7)。

なお、オプションソレノイドバルブ選択時の配線・配管出力ポートを図8に示す。

表3 オプションソレノイドバルブ

| 種類 | 連数 |
|--------|------|
| 2位置ダブル | 2連のみ |

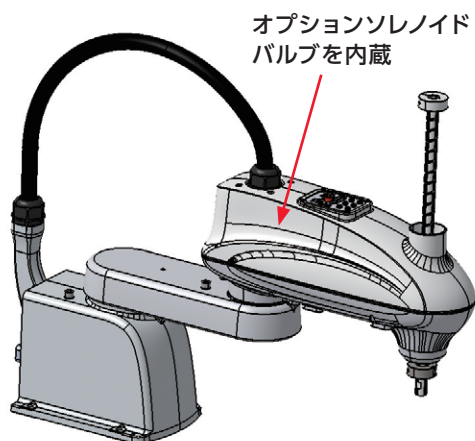


図7 アーム内蔵オプションバルブ

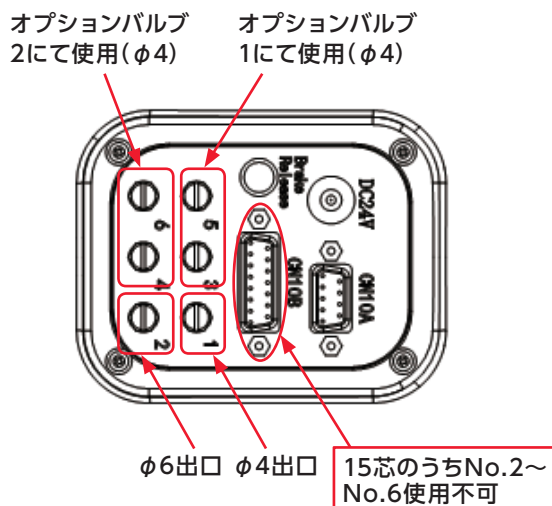


図8 アプリケーション配線・配管出力ポート

7) ティーチペンダントレス機能

「EC06」ではティーチペンダントレス機能を搭載しており、PC用シミュレーションソフト「FD on Desk II」を用いて、

- i. PCでのロボット操作
- ii. PC上でのプログラムの編集
- iii. オフラインシミュレーション

が可能となっている。

PCでのロボット操作のイメージを図9に示す。

従来のTPの代わりにPCを直接制御盤に接続し、PC上で起動した「FD on Desk II」の操作画面にてロボットの操作を行なう。

「FD on Desk II」のユーザーインターフェースはTPのデザインを踏襲しており、従来の使用方法と変わらない操作感で使用することが可能となっている。

また、ティーチペンダントレス機能を用いることで複数台のロボットの協働動作を一度にシミュレーションすることが可能になると共に、シミュレーションした結果をPCから直接制御装置に書き込むことで、容易に検討結果を実機に反映することが可能となっている(図10)。

これによりユーザーのライン構築の容易化、検討時間の短縮に貢献し、利便性を高めている。

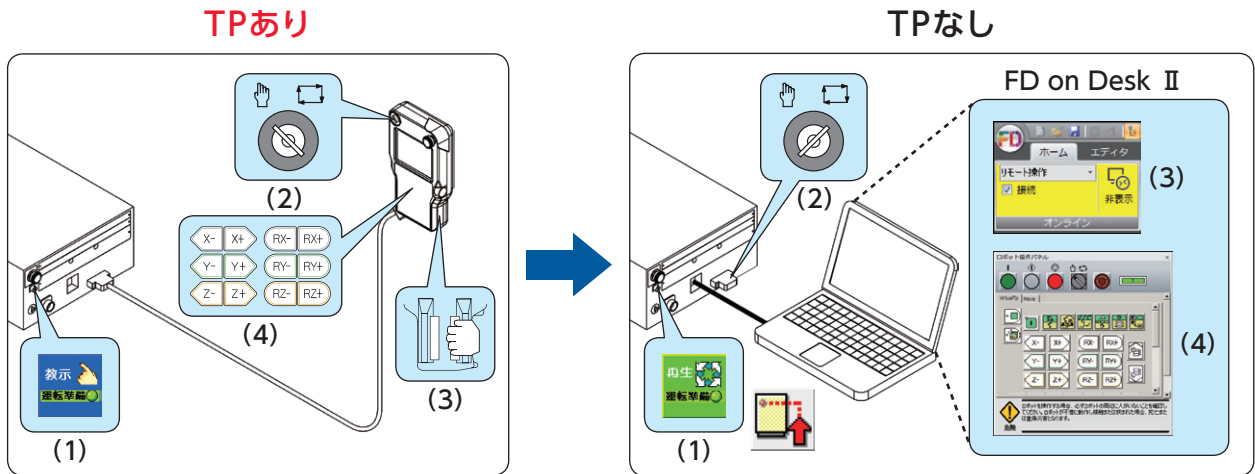


図9 TPレス操作イメージ

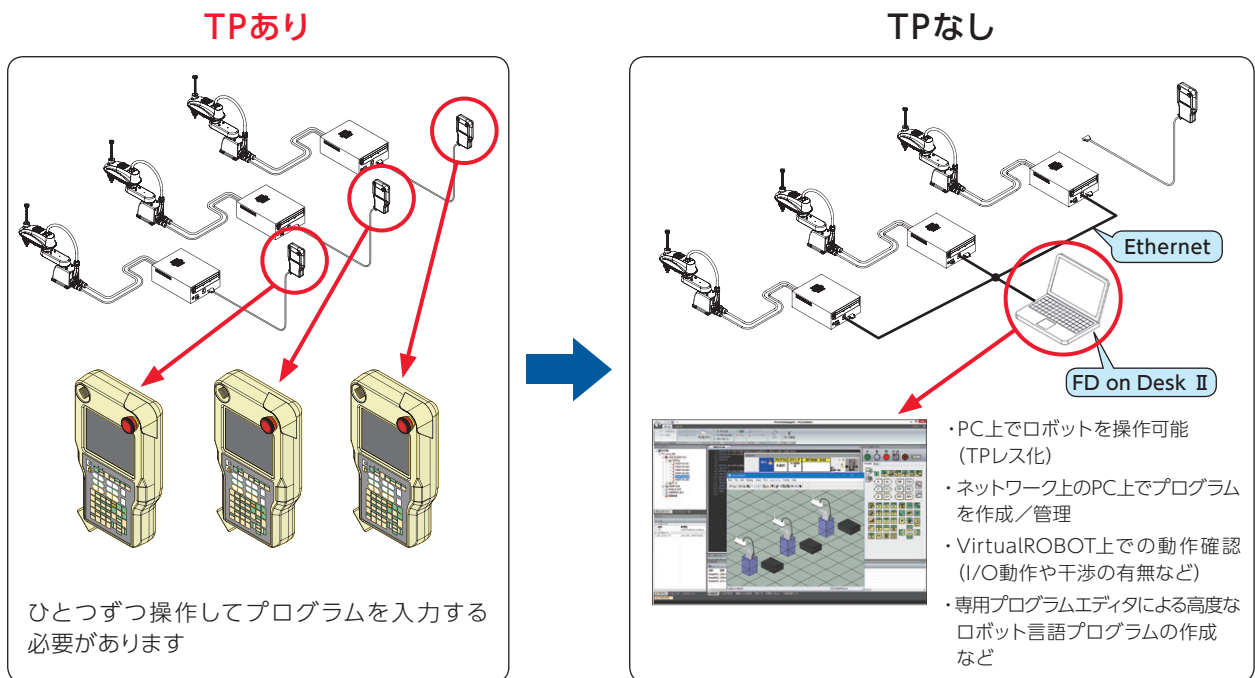


図10 TPレス操作イメージ

8) CFD-4040制御装置

「EC06」の制御装置は、専用のCFD-4040制御装置を用いる。CFD-4040制御装置は通常のCFD-0000制御装置の一部を変更し、「EC06」に対応させている(図11)。

CFD-4040の基本性能を表4に示す。



図11 CFD-4040制御装置

表4 CFD-4040制御装置基本仕様

| | | CFD-4040制御装置 |
|---------------|-------|---|
| 適用マニピュレータ | | 「EC06」シリーズ |
| 標準制御軸数 | | 標準4軸 |
| 最大制御軸数(軸追加) | | 4軸 |
| 安全性能 | | ロボット監視ユニットなし: PLd(カテゴリ3準拠) |
| 教示方式 | | ティーチングプレイバック |
| プログラム選択数 | | 9,999種 |
| メモリ容量 | | 256MB (2,560,000ステップ相当) |
| ティーチ ペンダント | 高機能TP | 3ポジションインネーブルスイッチ、 非常停止ボタン、英文キーシート 5.7"カラーLCD (640×480グラフィック表示)、 タッチパネル、USBメモリポート付き 標準ケーブル長:4m、 保護等級IP65相当(コネクタ部除く) 質量:0.96kg(ケーブルを除く) ケーブル太さ φ8.3mm |
| | ミニTP | 3ポジションインネーブルスイッチ、 非常停止ボタン、英文キーシート モノクロ、20文字× 4行キャラクタ表示(英数字、カナ) 標準ケーブル長:4m、 保護等級IP54相当(コネクタ部除く) 質量:0.4kg以下(ケーブルを除く) |
| ソフトウェアPLC | | 制御装置組み込み型のシーケンサ |
| 操作パネル | | モード切替スイッチ(教示/再生) 非常停止ボタン |
| イーサネット | | ファイルのアップダウンロードが イーサネットで可能(1ポート) |
| フィールドバス | | 各種フィールドバスに対応 CC-Link, CC-Link IE Field, FL-net, EtherCATスレーブ, Profinet, Ethernet IP, DeviceNet, PROFIBUSに対応 |
| 記憶方式 | | フラッシュメモリ |
| 外部記憶装置 | | USBメモリ |
| オプションスロット | | PCI×2スロット |
| 外形寸法 | | 369(W)×490(D)×173(H) |
| 本体質量 | | 約17kg |
| 電源仕様 | | 3相 200-220V |
| 保護等級 | | IP20相当 |
| 周囲温度 | | 0~40℃ |
| 周囲湿度 | | 20~85%(結露なきこと) |

DeviceNetおよびEthernet/IPはODVA (Open DeviceNet Vender Association, Inc.)の登録商標です。

CC-LinkはCC-Link協会(CC-Link Partner Association:CLPA)の登録商標です。PROFIBUSおよび、PROFINETはPROFIBUS & PROFINET Internationalの登録商標です。

4. さらなるニーズへの対応

今回新たに市場投入した「EC06」について、その特長と従来機との比較を中心に紹介した。

今後は、「EC06」をベースとして、クリーンルームへの対応、制御装置の小型化などを実施し、様々なカスタマーのニーズに応えることのできる魅力ある商品を開発していく。

関連記事

- 1) 小坂 俊介・杉岡 和美:世界最速、軽量コンパクトロボット「MZ07-CFD」
NACHI TECHNICAL REPORT, Vol.26 B2, Oct (2013)
- 2) 井田 信也:フルカバー小型ロボット「MZ12」
NACHI TECHNICAL REPORT, Vol.32 B3, Nov (2017)
- 3) 谷端 雅臣:超小型・軽量ロボット「MZ01」
NACHI TECHNICAL REPORT, Vol.34 B3, Oct (2018)
- 4) 岡田 俊範:中型中空ロボット「MZ25」
NACHI TECHNICAL REPORT, Vol.36 B1, Nov (2019)