

NACHI  
**TECHNICAL**  
**REPORT**  
Robots

Vol. **26** B4  
October/2013

ロボット事業

■ 新商品・適用事例紹介

## 「ロボット新機能の紹介」

Introduction of FD11 features

〈キーワード〉 国際安全規格・スポット溶接  
スポット溶接タイマー  
ユーザーインターフェース  
視覚センサ・力覚センサ

ロボット事業部／開発部

山崎 充弘 Mitsuhiro Yamazaki

## 要 旨

NACHIロボット“SRAシリーズ”とともに開発した“FD11制御装置”は大変好評をいただいている。

SRAシリーズは主に自動車産業向けのスポット溶接に威力を発揮するロボットであるが、近年は組み立て用途や搬送用途の適用も増えてきている。

その様なニーズを受け、FD11制御装置の特徴である、高速CPU、フルカラーティーチペンダント、タッチパネルなどを生かした様々な機能を開発してきた。

今回FD11制御装置の新機能を紹介する。

## Abstract

FD11 Controller developed along with Nachi robots, SRA Series has been well received. Nachi has developed FD11 Controller which is equipped with special features such as a high-speed CPU, a full-color teaching pendant and various functions through use of a touch screen and others.

This is because of the recent, increasing needs for SRA Series' application to assembly and transport although SRA Series are the robots that display the power mainly in the spot welding for the automobile industry. Introduced here are new functions of FD11 Controller.

## 1. はじめに

2011年11月に世界最速ロボット“SRAシリーズ”と同時に“FD11制御装置”を発売した。(図1)

FD11制御装置は高速CPUの採用や新しいロボット制御技術によりSRAシリーズの高速化・高軌跡精度といった高性能を実現している。

さらに機能面においてもFD11制御装置の特徴である、高速CPU、フルカラーティーチペンダント、タッチパネルなどを生かした様々な機能を開発してきた。

機能安全の技術より人との協調作業の第一歩となる“ロボット監視ユニットRMU20”。

NACHIの得意分野であるスポット溶接機能を発展させノウハウを存分にとり込んだ“コントローラ一体型タイマー”。

画面の自在なカスタマイズを提供し操作性を向上する“FlexGui”。

ロボットに視覚や力覚を与える“各種センサへ対応”。  
本稿ではこれら機能を紹介する。



図1 FD11制御装置外観



## 2. ロボット監視ユニット RMU20

ロボット監視ユニット“RMU20”はFD11制御装置に組込む、国際安全規格に適合した安全制御ユニットである。(図2)ロボットの位置・速度を監視し、異常と判断した場合にロボットの動力を遮断する。RMU20と駆動モーターの位置エンコーダはケーブルで接続され、そのエンコーダ位置でロボットの動作を監視する。その外観を図2に示す。

RMU20は国際規格IEC 61508 SIL3、ISO 13849-1 PLeカテゴリ4に適合し、TUVの認証を受けている。



図2 RMU20外観

### 1) RMU20の安全機能

#### (1) 動作範囲監視機能

ロボットのツールおよびロボットアームが、設定された動作領域を超える場合は、ロボットを安全に停止させる。(図3)

#### (2) 速度監視機能

教示モードにおいてツール速度が250mm/sを超える場合、ロボットを安全に停止させる。

#### (3) 停止監視機能

本来ロボットが停止すべき時に、不意にロボットが動作しないか監視する。

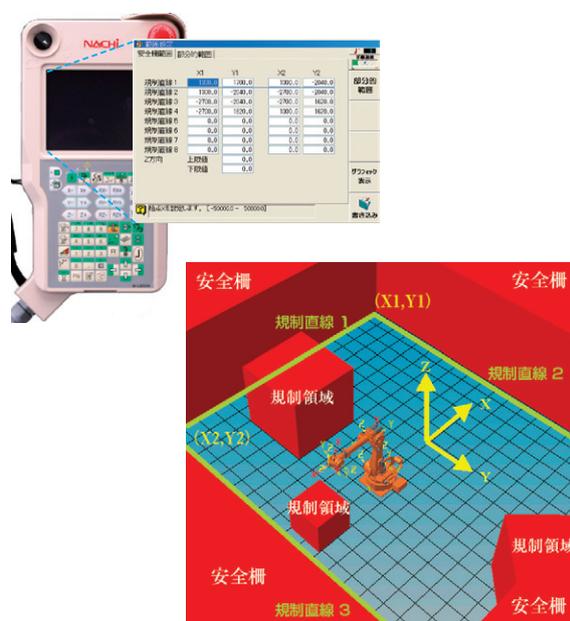


図3 動作範囲監視の概念図

## 2) ティーチペンダントによる設定

安全規格の面から、ロボットの監視を行なう機能は制御装置とは別のCPUで実施しなければならない。そのため、他社では監視ユニットの設定変更には制御装置のペンダントが使えず、パソコンを使うケースが多い。RMU20は全ての設定が制御装置のティーチペンダントで行なえるようにした。パソコンを用意する煩わしさから開放される。

## 3) RMU20導入のメリット

RMU20を使用した場合、ロボットの動作可能範囲を制限することができるので、安全柵はその規制範囲をカバーする分だけでよく、省スペースやコストダウンにつながる。(図4)

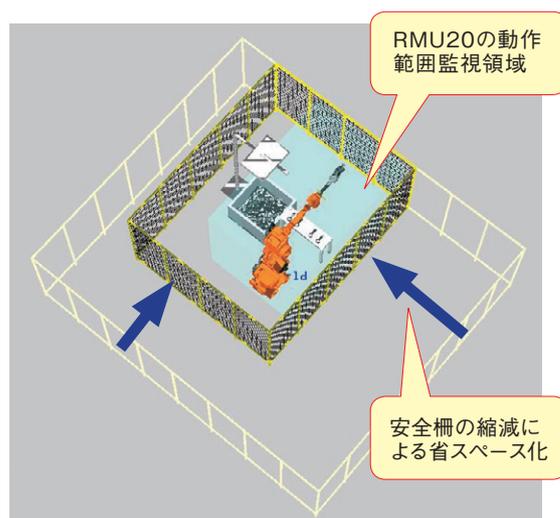


図4 RMU導入による省スペース化

### 3. コントローラー一体型タイマー

NACHIが開発したスポット溶接タイマーである。FD11制御装置と一体化したことにより無駄時間を徹底的に排除し、高速なスポット溶接を可能にした。さらにFD11制御装置が持つ大容量のメモリ、記憶容量を生かして、操作性の向上を実現している。

#### 1) 外観と仕様

外観を図5に示す。溶接タイマー部分がコントローラと一体化したシンプルな外観となっている。表1はコントローラー一体型タイマーの基本仕様である。

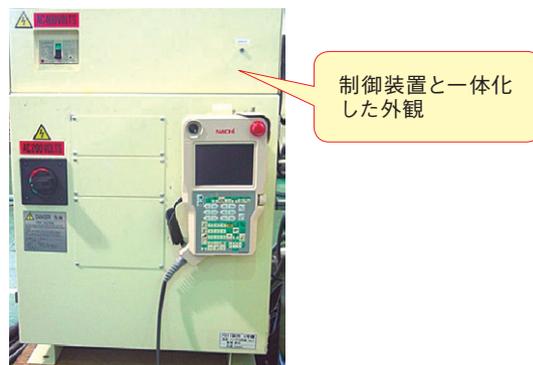


図5 一体型タイマーの外観

#### 2) 特長

##### (1) オールインワンパッケージ

ロボット、溶接タイマー、サーボガンおよび付帯機器をパッケージ化した。セットアップの手間がかからず、溶接タイマー専用のティーチペンダントやリセットBOXも不要となる。溶接タイマーの冷却には空冷式を採用することで信頼性を高めている。

##### (2) 高速化

ロボット制御装置と溶接タイマーを一体化することで、ロボットの制御とタイマー制御を最適化した。ロボット制御装置と溶接タイマーとのI/O処理の無駄時間を徹底的に低減し、汎用タイマーに比べ3.5%の高速化を実現した。NACHIの超速スポット溶接用ロボット“SRAシリーズ”の高速性と相まって、さらに生産性を向上させることが可能である。

表1 基本仕様

項目	仕様
溶接タイプ	全デジタル制御 交流 定電流制御
溶接電源	単相 AC200 ~ 440V 50/60Hz (電源投入時自動判定)
冷却方式	空冷
溶接ガン	サーボガン対応 (オプションにてエアガンへ対応)
溶接条件	255 条件 (16 条件×16グループによる選択も可能) ※1
ガン系列	31系列
ステップアップ	ステップアップ, リニアアップ (16 ステップ× 31 ガン系列)
溶接履歴	最大 9,999 打点 (加圧力, 溶接電流のグラフ表示可能)
使用条件	0 ~ 45℃ 20 ~ 85% (結露なきこと) IP54

※1 グループ選択時 16 グループ目は 15 条件まで設定可能

### (3) 容易な操作性

制御装置のティーチペンダントで溶接タイマーのすべて設定ができる。ティーチペンダントの表示性能を活かし、グラフィカルな設定画面とすることで、オペレータが直感的に操作できるようになった。(図6)

### (4) 安全性の向上

溶接履歴は過去9,999点分保存する。1サイクルあたりの溶接点数を20とすると約500サイクル分の溶接結果を保存することができる。

さらに、溶接履歴には電源サイクルごとの溶接電流などが記録されており、グラフ表示できるようにした。(図7)

また、異常コードごとにトラブルシュート画面を用意した。溶接異常発生時には、異常コードと関連したトラブルシュート画面をティーチペンダント上に表示してわかり易く支援することができる。(図8)

## 3) スポット溶接のさらなる展開

今回、本稿で紹介したのは交流タイプの溶接タイマーである。交流タイマーにはローコストといった大きなメリットがある。しかし、溶接品質の向上やスポット溶接ガンの軽量化によるサイクルタイム短縮を目的にインバータタイプの溶接タイマーのニーズも非常に多い。このニーズに対応するため、インバータタイプの開発もすすめている。

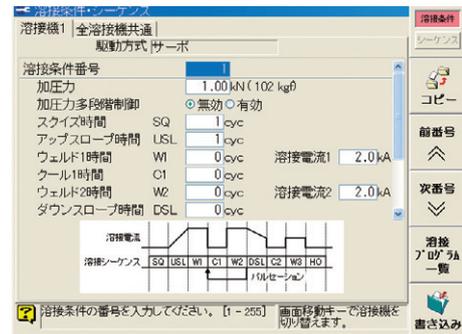


図6 溶接条件の編集画面

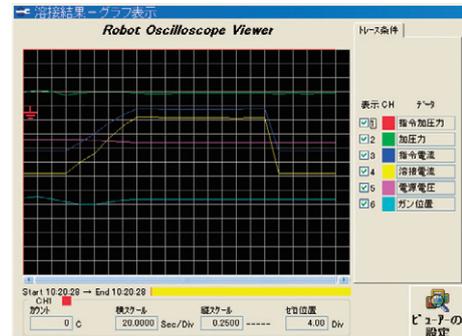


図7 溶接履歴グラフ表示



図8 充実したトラブルシュート

## 4. FlexGui

FlexGuiはティーチペンダント上にユーザーの使い方に応じて画面をカスタマイズできる機能である。FD11制御装置の特徴である、フルカラー表示、タッチパネルを生かした機能となっている。(図9)

### 1)ドラッグ&ドロップによる簡単画面作成

ティーチペンダントでボタンやランプなどのアイテムをドラッグ&ドロップするだけで簡単に配置することができる。(図10) ボタンによる信号出力、ランプやデジタル数字による表示などが簡単に実現できる。

### 2) FlexGui Toolbox

FlexGuiをより使いこなすためのパソコンソフトウェアが用意されている。FlexGui ToolboxではFD11制御装置内蔵のFlexGuiより多くのアイテムを使用できるようになる。

FlexGui Toolboxで作成した画面はFD11制御装置へ転送し利用することができる。

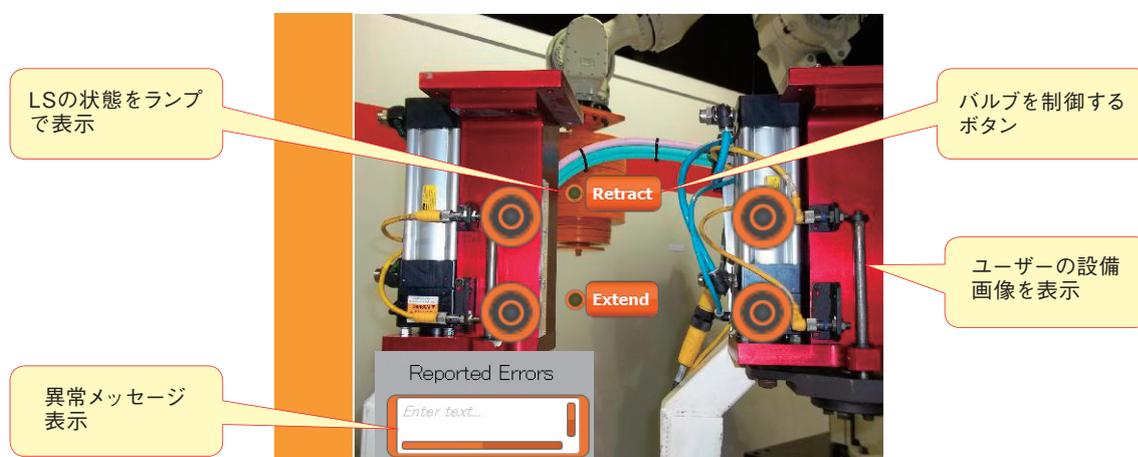


図9 FlexGuiで作成した画面の例

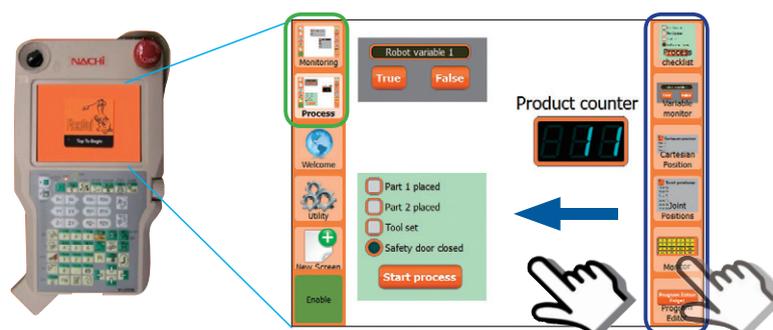


図10 ドラッグ&ドロップによる簡単操作

## 5. 各種センサへ対応

### 1) 視覚センサ“NV-Pro”

“NV-Pro”はFD11制御装置に内蔵可能な視覚センサユニットである。ティーチペンダントだけで視覚センサのすべての操作が可能となっており、操作性が格段に向上している。

#### (1) 2次元計測

2次元計測は、1台のカメラから取得した画像の2次元情報からワークの位置を認識するものである。平積みされたワークの取り出し用途に最適である。(図11)

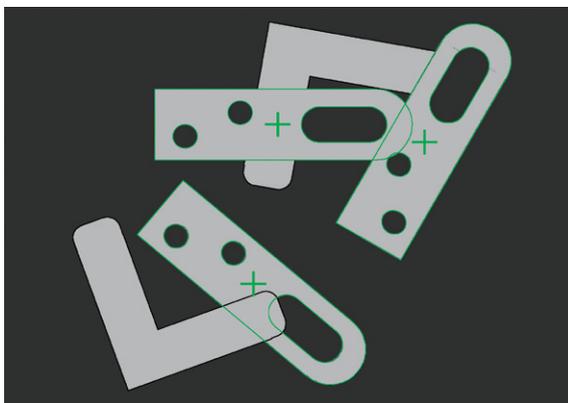


図11 2次元計測の様子

#### (2) 3次元計測

カメラ2台を使用した“ステレオ認識”(図12)やワークに照射したレーザースリット光を認識させる“クロスレーザー認識”(図13)などの手法により、3次元位置を算出するものである。バラ積みされた板材・箱の取り出し用途に最適である。

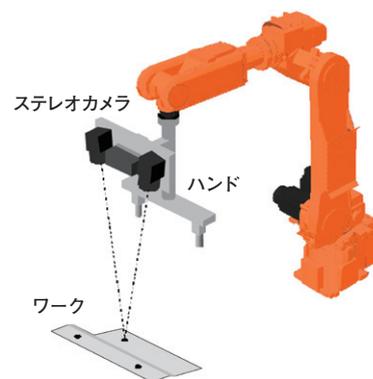


図12 ステレオ認識による3次元計測

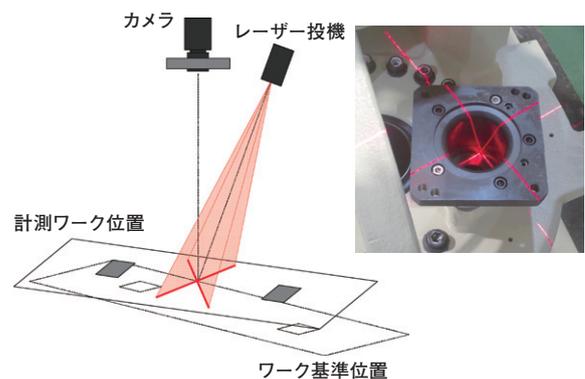


図13 クロスレーザーによる3次元計測

### (3) 自動露光

基準画像と同等の輝度を得られる露光時間を自動的に見つける機能である。外乱光に強くなり認識精度を上げることができる。(図14)

### (4) 今後の展望

視覚センサへの3次元認識のニーズがさらに高まってきている。3次元認識の適用範囲を拡大していくため、計測シーンの3次元形状データから認識対象物の3次元形状をマッチングさせる手法に取り組んでいる。

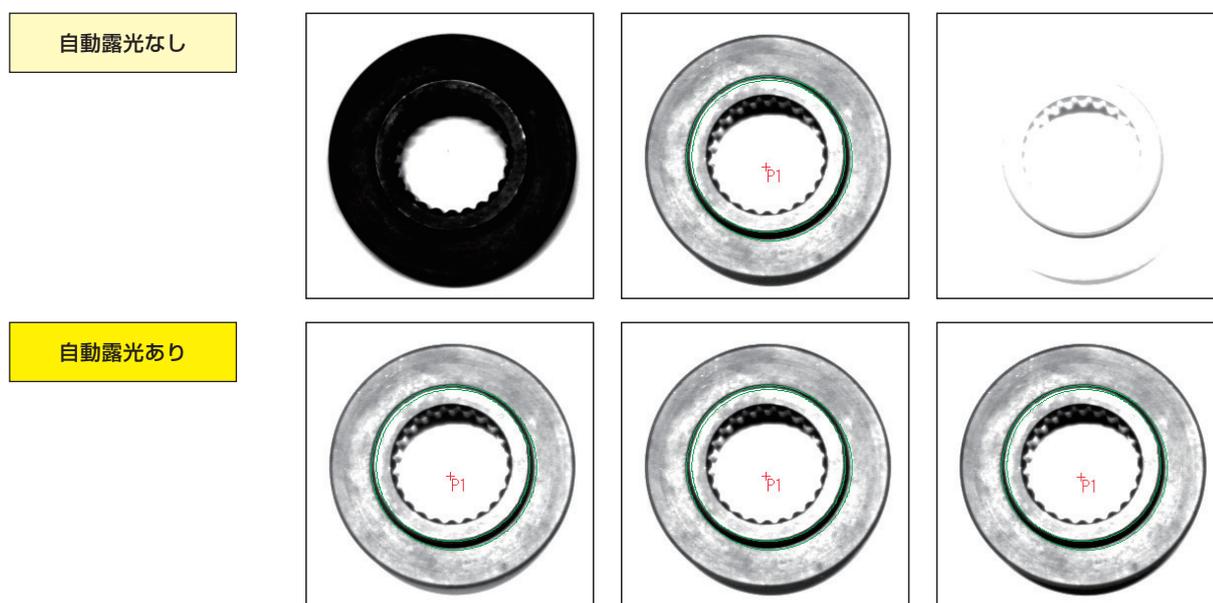


図14 自動露光適用例

## 2) 力制御機能

力制御機能は、力覚センサの情報を読み取りロボットの位置を補正するように制御する機能である。対象物に一定力で押し当てたり做ったりでき、研磨や嵌め合いといった作業に適している。

NACHIロボット工場においても、FD11制御装置の力制御機能が役に立っている。工程はモーターの組み付け作業であり、モーターを把持するハンド取付け部に力センサを取り付けた構成となっている。

モーター回転軸の挿入時に発生するこじりを力制御によって回避している。さらに接触力の変化を力覚センサで読み取ることで、モーター先端ギアと本体側ギアの位相合わせも、自動的に行なっている。挿入作業の様子を図16に示す。



図15 ギア挿入作業



図16 モーター挿入作業

## 6. あらゆるニーズへの対応

昨今ではロボットも新興国に積極的に導入され、多く使われてきている一方で、オペレータのスキルは必ずしも上がっているわけではない。むしろユーザーの幅が広がりこれまでロボットを使っ  
たことがないオペレータも増加していると考え  
る。そのようなあらゆるオペレータに応じて使  
やすいロボットを目指しこれからも新しい機  
能を開発し提供していきたい。

#### 用語解説

- ※ 1 IEC61508 SIL3：国際電気標準会議が制定した、半導体回路やソフトウェアによる安全関連機能の規格である。SILとは安全度水準を表し SIL3 は故障率  $10^{-8} \sim 10^{-7}$  を要求する。
- ※ 2 ISO13849-1 PLe：国際標準化機構が定める制御システムの安全関連部である。PLe は故障率  $10^{-8} \sim 10^{-7}$  を要求する。
- ※ 3 TUV：ドイツに本拠を置く第三者試験認証機関体である。