

OpreX™ Control Devices

## e-RT3 Plus

産業用AIプラットフォーム

# ITとOTの枠を超えた、 産業用AIプラットフォーム

AI開発に広く利用されているプログラム言語、Python。  
その機械学習ライブラリを用いて  
お客様の課題に合わせたアプリケーション開発ができる  
産業用AIプラットフォームが誕生しました。  
現場の装置と上位システムをシームレスに繋ぎ、  
ITとOT、どちらの領域でもアプリケーション開発が可能です。

**NEW** 新たにYOKOGAWAの強化学習AIを用いた  
AI制御学習サービスをラインナップしました。  
お客様自らAI制御に取り組んでいただける環境をご提供します。



汎用OS対応CPUモジュール  
F3RP70-2L

- AIアプリケーション開発に便利なPythonライブラリ
- YOKOGAWAの強化学習AIを用いたAI制御学習サービス **NEW**
- OSSによるアプリケーション開発の効率化
- 豊富なI/Oモジュール
- 優れた耐環境性
- 長期安定供給



e-RT3 Plus



Information Technology  
Operational Technology

IT  
OT

# 産業用AIプラットフォーム

## AIアプリケーション開発に 便利なPythonライブラリ

AI開発、統計、Webサービス、データ処理や分析に欠かせないPythonに対応しています。さまざまな機械学習のアルゴリズムや数値計算、グラフ描画など、AI関連のライブラリを活用できるため、容易にAIアプリケーション開発を進めることができます。



## AI制御学習サービス NEW

産業用AIプラットフォームとYOKOGAWAの強化学習AIをパッケージ化。お客様自らAI制御に取り組んでいただける環境をご提供します。YOKOGAWAの強化学習AIは、少ない試行回数で学習可能です。勤や経験を頼りにした調整から解放し、工程の自動化へ貢献します。



## OSSによる アプリケーション開発の効率化

一般的なLinuxディストリビューションが起動可能です。信頼性が高く安定性のあるOSSを利用することで、ニーズに合ったアプリケーションを効率よく開発することができます。ネットワークファイル共有ソフトやWebベースのSCADAソフトも容易に使用できます。

## 優れた耐環境性

0°Cから+55°Cまで耐えられるハードウェアとファンレス設計で高い耐環境性を備えています。工場やプラント、屋外盤など幅広い環境での設置が可能です。

## 豊富なI/Oモジュール

豊富なI/Oモジュールを備えているため、すぐにデータ収集や制御のレベルまで落とし込みが可能です。AI分野の開発に欠かせないPythonから直接にアクセスできるライブラリも用意しています。

## 長期安定供給

基本モジュールは長年変わらないコンセプトで設計しています。互換性を保ちながらエンハンスを重ねることで、ライフサイクルの長い工業用途で安心してお使いいただけます。

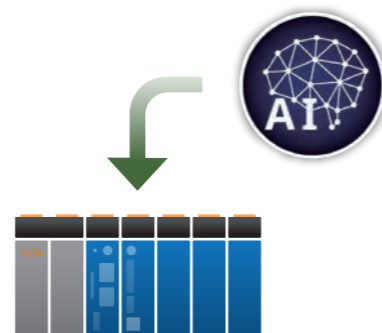
## AIモデルを簡単追加

Pythonでは、AI分野の標準ライブラリやオープンソースの外部ライブラリが多く公開されています。これらを活用して迅速にAIアプリケーション開発を進め、容易にCPUモジュールにAIモデルを組み込むことができます。現場でリアルタイムに良否判定を行ったり、Pythonによる複雑な演算で部品の寿命予知を行ったりすることができます。

### Pythonライブラリ

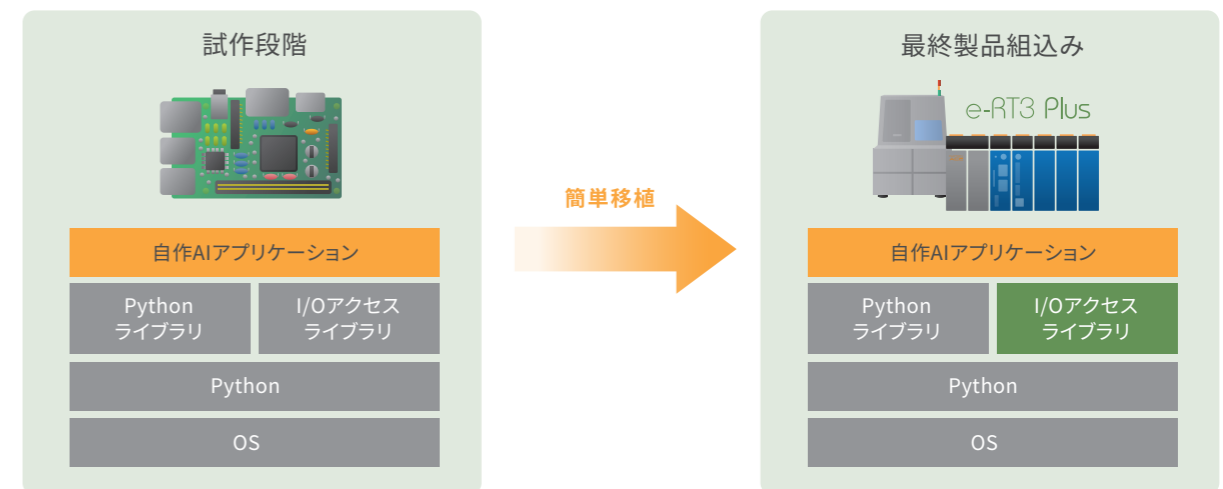
分類	パッケージ
パッケージ管理	python3-pip
機械学習	python3-sklearn
	python3-numpy
数値処理	pandas
	python3-scipy
グラフ描画	python3-matplotlib
高速化	cython3
通信	python3-pymodbus
開発環境	jupyter-notebook
リモートデバッグ	ptvsd

※上記ライブラリは当社が提供するLinuxイメージに含まれています。(2020年4月現在)  
※ライブラリの内容につきましては、当社保証の範囲外となります。



## 既存プログラムを簡単移植

シングルボードコンピュータで試作した既存プログラムを簡単に移植できるため、開発したAIアプリケーションを安心して最終製品へ組み込むことができます。



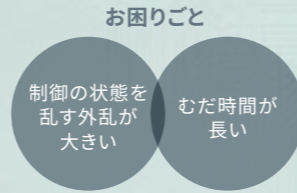
■ 当社より提供

# AI制御学習サービス NEW

世界初<sup>※1</sup>AIによるプラントの自律制御に成功したYOKOGAWAの強化学習AIをe-RT3 Plusで実施できるようになりました。産業用コントローラとAI制御をパッケージ化し、お客様自ら実績あるAI制御に取り組んでいただけます。

## YOKOGAWAの強化学習AIの特長

制御で幅広く一般的に使われているPID制御はシンプルで理論が明確な場合には精度の高い制御が実現できますが、制御の状態を乱す外乱が大きい場合、むだ時間が長い場合などでは良好に制御することが難しく、勤や経験を頼りに調整しなければならないケースが多数存在します。AIは学習により経験的知見を活かしやすく、理論が確立できていなくても何らかの答えを導き出せるという特徴があります。



YOKOGAWAの強化学習AI(アルゴリズムFactorial Kernel Dynamic Policy Programming 以下、FKDPP)<sup>※2</sup>は、一般的な強化学習に比べて少ない試行回数で学習可能という特長があり、非常に実用的です。

お客様の制御目標に従った  
最適制御が可能

少ない試行回数で学習

制御全般に適用可能

※1 2022年2月YOKOGAWA調べ(化学プラントにおいて、AIが操作量を直接変更するものとして)  
 ※2 YOKOGAWAと奈良先端科学技術大学院大学 (NAIST) が共同開発し、IEEE国際学会で「プラントへ活用可能な強化学習技術」として世界で初めて認められたアルゴリズムです。

## AI制御で期待される効果

### 将来の労働力確保と自動化へのシフト

人による調整が必須であった工程<sup>※</sup>をAIにより自律化することで、現場の労働力不足解消を実現します。  
※熟練技術者の勤と経験頼みの工程/外乱が起きるたびに人による調整が必要であった工程

### 制御性の向上に貢献

オーバーシュートを抑え、制御性を向上させることで設備への負荷を下げます。

### 生産性と省エネの両立(サステナビリティに貢献)

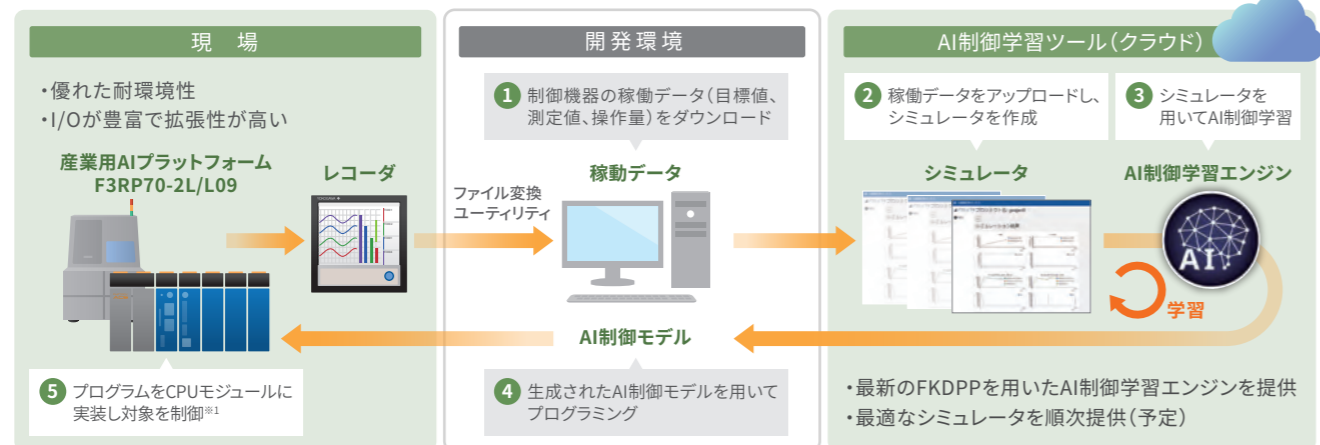
整定時間を短くする制御により、無駄なエネルギーを削減しながら、生産性(品質・収量など)を担保することができます。



## 商品仕様

区分	品名	型名
CPUモジュール	AI制御ライセンス付き汎用OS対応CPUモジュール	F3RP70-2L/L09
ライセンス	AI制御学習ツール [F3RP70用] (ライセンス有効期間12か月) <sup>*</sup>	SFRL18-MPC
ソフトウェアパッケージ	AI制御ソフトウェアパッケージ [F3RP70用]	SFRM19-MDW

<sup>\*</sup> AI制御学習ツールをご使用いただくにはAI制御ライセンス付き汎用OS対応CPUモジュール [F3RP70-2L/L09] が必要となります。



※1 AI制御の学習は常に優れた制御モデルの生成を保証するものではありません。装置の特性や与えるデータの質によって制御モデルの性能は様々です。

AI制御学習ツールをご利用いただくには専用サイトからのお申し込み<sup>※2</sup>が必要です。お申込みいただくとクラウド環境にユーザーアカウントが作成されツールご利用いただけます。ツールは年間のサブスクリプション契約です。AI制御学習ツールにてシミュレータを作成し、そのシミュレータを用いて学習させAI制御モデルを作成します。シミュレータは1入力1出力にのみ対応しています<sup>※3</sup>。AI制御ソフトウェアパッケージは、YOKOGAWAの会員サイト(Customer Portal)より提供します。AI制御学習サービスは、仕様上の特性をご説明しご理解いただいた上での販売とさせていただきます。



**ファイル変換ユーティリティ**  
YOKOGAWA製レコーダの記録ファイルをアップロード可能なフォーマット(TSV形式)に変換

**シミュレータ**  
条件を自動設定し、簡単に制御モデルを生成することが可能

**AI制御学習**  
生成した制御モデルをグラフィカルに確認することが可能

※2 YOKOGAWAの製品紹介ホームページよりお申し込みください。お申し込みには工場から出荷される製品シリアルNo.が必要です。  
 ※3 システム同定手法による1入力1出力に対応したシミュレータです。制御対象が多入力多出力の場合は別途、ご相談ください。

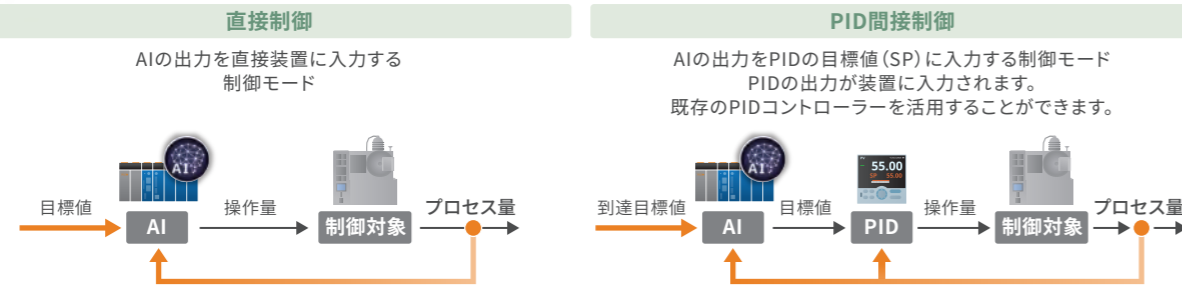
# アプリケーション

## AI制御学習パッケージ

実績ある産業用コントローラとの組み合わせでプラントや機械の制御まで幅広くご利用いただけます。

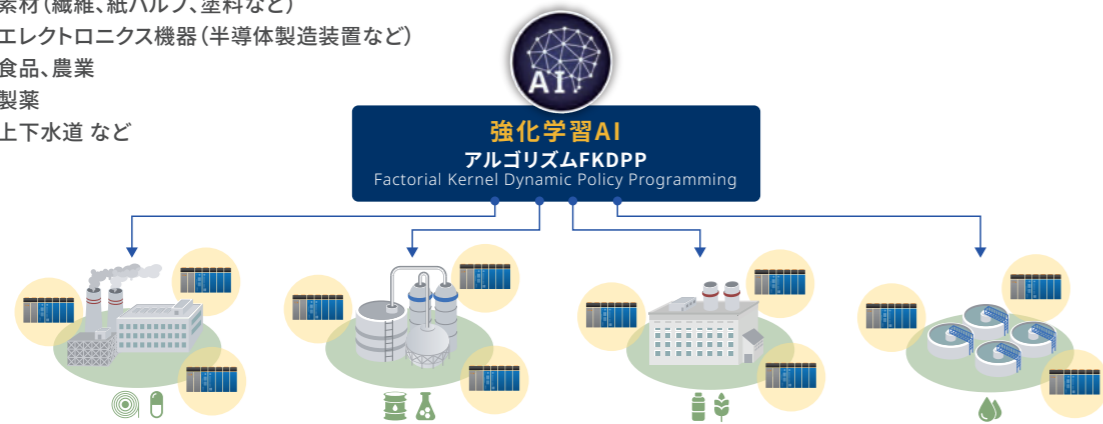
- 制御周期は0.01秒から対応しており、高速性が求められる装置制御にも対応
- 1台のコントローラに複数の制御ループを実装することも可能
- PID制御など従来制御の特長を活かしたハイブリッドな制御

### 2つの制御モードを搭載



### ■ 主な市場

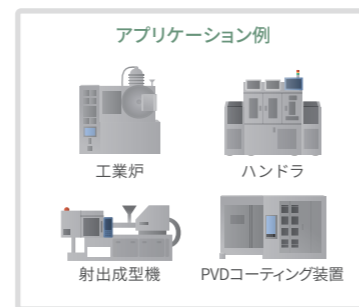
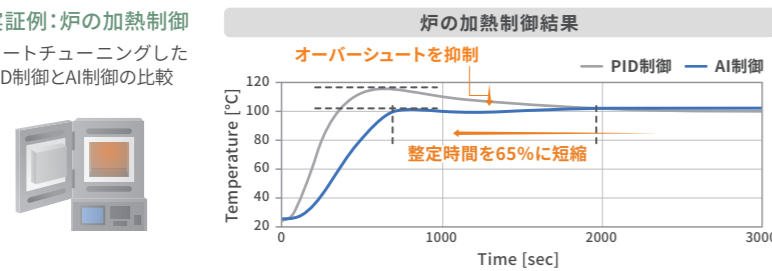
- 資源、エネルギー（石油、化学、天然ガス、電力、再生可能エネルギーなど）
- 素材（繊維、紙パルプ、塗料など）
- エレクトロニクス機器（半導体製造装置など）
- 食品、農業
- 製薬
- 上下水道 など



### ■ 適用例

温度、圧力、水位/流量制御など

- 実証例：炉の加熱制御  
オートチューニングしたPID制御とAI制御の比較



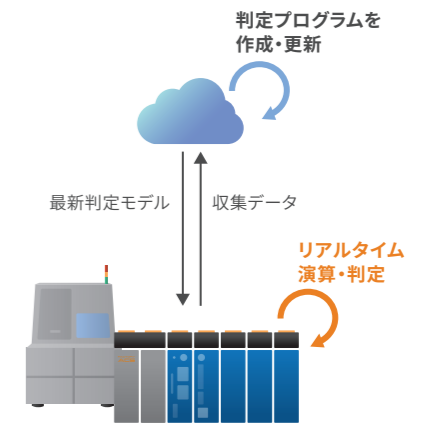
- 品質を確保しながら調整が困難であったオーバーシュート抑制と整定時間短縮の両立を実現
- 効率改善により省エネに貢献
- 過渡特性の改善によりヒータへの不要な負荷を防ぎ装置寿命の延命に貢献

## AI判定器

AIモデルを組み込み、現場でリアルタイムに判定

- 現場で収集したデータをクラウドに上げ、良否判定を行うプログラムを作成
- CPUモジュールにAIモデルを組み込み、現場でリアルタイムに良否判定
- 収集したデータを逐次クラウドに上げ、判定プログラムを随時更新

**Point !** 現場でリアルタイムに判定を行いながら、クラウドと連携し、判定精度を向上

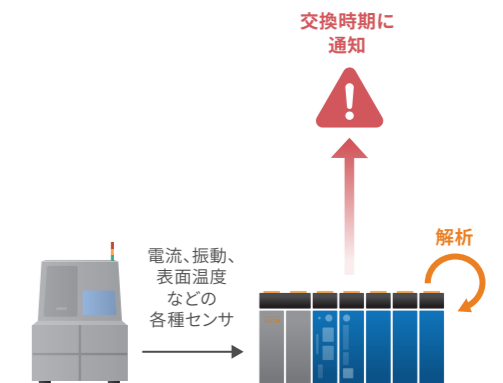


## 部品の寿命予知

設備の状態に合わせた保全により、マシンダウンを回避

- 設備のベストコンディションと現在のコンディションを比較
- 振動、温度、負荷電流などから、故障時期を算出（お客様独自のノウハウ）
- TBM（時間計画保全）→ CBM（状態基準保全）により部品の最適な交換タイミングを見極め、ロスを削減
- 故障前の部品交換ができ、マシンダウンを回避

**Point !** データの比較や複雑な演算をPythonを使って容易に実現

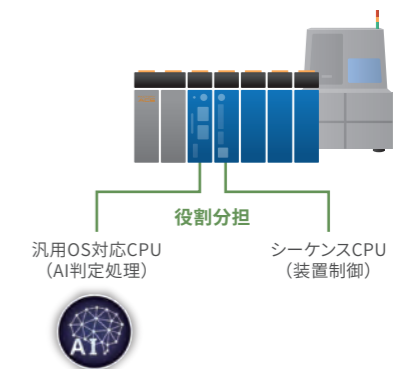


## AI判定と高速制御を1台で実現

2種類のCPUで処理を役割分担（マルチCPU機能）

- AI判定処理とは別に、高速性が要求される装置制御はシーケンスCPUで実行
- ITエンジニアはAI部分を担当
- OTエンジニアは装置制御部分を担当

**Point !** ・1台のプラットフォームでAI判定と装置制御を実現  
・処理を分担することで開発も分業でき、効率的な開発が可能



# ラインナップ

## 汎用OS対応CPUモジュール

### [ F3RP70-2L ]

ブートローダのみ実装されたCPUモジュールです。当社が提供するOSイメージファイルをSDHCカードに書込むことでOSを起動できます。



## デジタル入力 / 出力モジュール

### [ F3XD□□ / F3YD□□ ]

デジタル入力モジュールとデジタル出力モジュールがあります。4点～64点までのタイプがあり、装置に最適なI/O構成が可能です。



## 高速データ収集モジュール

### [ F3HA□□ ]

高速性と高精度を追求した、アナログデータ収集・解析モジュールです。カウンタに同期してのA/D変換やFFT演算ができる機能が備えています。



## アナログ入力 / 出力モジュール

### [ F3AD□□ / F3DA□□ ]

高速変換、高精度、高機能、強力な耐ノイズ性を兼ね備えたアナログ入力モジュール、アナログ出力モジュールです。16bitの高分解能を備えています。



## 温度モニタモジュール

### [ F3CX04 ]

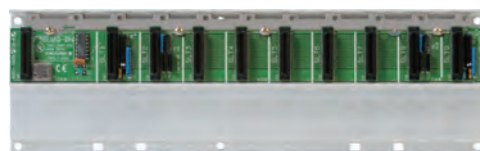
最大4チャンネルの温度モニタを行うことができます。入力条件など温度モニタに必要なデータをモジュール内で保持するため、運転開始ごとにパラメータを設定しなおす必要はありません。



## ベースモジュール

### [ F3BU□□ ]

5,9,13,16スロットの4種類のベースモジュールを用意しています。



## 電源モジュール

### [ F3PU□□ ]

電源を供給する電源モジュール。ベースモジュール1台ごとに、電源モジュールが1台必要です。



## 汎用OS対応CPU

品名	形名
汎用OS対応CPUモジュール	F3RP70-2L
AI制御ライセンス付き汎用OS対応CPUモジュール	F3RP70-2L/L09

項目	仕様
CPU	Cortex-A9 MPCore (Dual 866MHz)
Boot-loader	U-boot 2019.04
エンディアン形式	リトルエンディアン
メモリ	ROM:256MB, RAM:1GB, SRAM:8MB
インタフェース	Ethernet:10BASE-T / 100BASE-TX / 1000BASE-T (2ch) RS-232C:9.6kbps~115.2kbps専用コネクタ ストレージ:SDHCメモリカード (2slot) PCI:ユーティリティ・モジュール用 (32bit)
実装枚数	最大4枚 / メインユニット
消費電流	1200mA
外形寸法	28.9 (W) × 100 (H) × 83.2 (D) mm
質量	220g

※ OSイメージについては、Webサイトをご覧ください。

## ソフトウェア/ライセンス

区分	品名	形名	仕様
ライセンス	AI制御学習ツール [F3RP70用] (ライセンス有効期間12か月)	SFRL18-MPC	クラウドサービスとして提供されるコンテンツを利用するライセンス
ソフトウェアパッケージ	AI制御ソフトウェアパッケージ [F3RP70用]	SFRM19-MDW	AI制御アプリケーションを作成、使用するために必要なソフトウェア

## AI制御ソフトウェアパッケージ仕様

### ・実行ライブラリ

項目	仕様
ライブラリ種別	C言語静的ライブラリ
	C言語共有ライブラリ
制御機能	演算方式 AI制御 / PID

### ・ファイル変換ユーティリティ

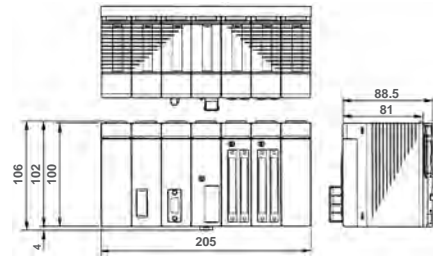
データ種別	対象	備考
入力	GX,GP,GMのイベントデータファイル (*.GEV)	AS、表示データファイルはサポート対象外
出力	入出力データファイル (*.tsv)	—

## ■ 外形寸法図

単位：mm

ベースモジュール形名	スロット数	I/Oスロット数*	全幅
F3BU05	5	4	205
F3BU09	9	8	322
F3BU13	13	12	439
F3BU16	16	15	527

\* CPUモジュール1枚実装時に使用できるI/Oスロット数



## ■ e-RT3 ホームページ

[www.e-RT3.com](http://www.e-RT3.com)

## ■ e-RT3 営業相談窓口

東京 TEL：0422-52-6248 FAX：0422-52-6793

大阪 TEL：06-6341-1385 FAX：06-6341-1386

## ■ AI制御学習サービス相談窓口

E-mail：[ai-control-support@cs.jp.yokogawa.com](mailto:ai-control-support@cs.jp.yokogawa.com)

## ■ e-RT3 Plus Webサイト



### ご注意



- 本製品を正しく安全にご使用いただくため、「取扱説明書」をよくお読みください。
- 本製品の故障による事故または損失が予測される場合、保護安全回路を本製品外部に設置してください。
- 本製品を原子力および放射線関連機器、鉄道施設、航空宇宙用、医療機器、乗用移動体などの人身に直接関わる安全性を要求されるシステムに適用する場合には、当社営業窓口にご相談ください。

- Co-innovating tomorrow. OpreXおよび本文中に掲載の横河電機株式会社の商品名等は横河電機株式会社の登録商標または商標です。
- Linuxは、全世界における商標保持者Linus Torvalds氏から排他的ライセンスを受けているLMI (Linux Mark Institute) からの許諾により使用している登録商標です。
- Ubuntuは、英国Canonical Ltd.の登録商標または商標です。
- "Python" and the Python logos are trademarks or registered trademarks of the Python Software Foundation, used by Yokogawa Electric Corporation with permission from the Foundation.
- その他、記載の会社名、製品名などは、各社の登録商標または商標です。

OpreX™

YOKOGAWAは包括ブランドOpreXのもと、経営から現場までのすべての製品、サービス、ソリューションを提供し、お客様のオペレーショナルエクセルエンスの実現をお手伝いします。

## 横河電機株式会社 横河ソリューションサービス株式会社

リージョナル営業統括本部 国内営業部

〒180-8750 東京都武蔵野市中町 2-9-32 0422-52-6248

関西支社	06-6341-1330	北海道営業所	0144-37-5261
中部支社	052-684-2004	鹿島営業所	0299-93-3791
東北支店	022-243-4441	浜野営業所	043-263-8370
千葉支店	0436-61-1388	新潟営業所	025-241-2161
さいたま支店	048-664-0836	四日市営業所	059-352-4144
神奈川支店	044-266-0106	静岡営業所	0545-51-7138
北陸支店	076-258-7010	京滋営業所	077-521-1191
豊田支店	0565-33-1611	姫路営業所	079-224-6006
堺支店	072-224-2221	奈良営業所	0744-25-1803
岡山支店	086-434-0150	徳山営業所	0834-32-5405
四国支店	0897-33-9374	沖縄営業所	098-862-2093
九州支店	092-272-0111		
北九州支店	093-521-7234		

お問い合わせは

インターネット・ホームページ  
<http://www.e-RT3.com>

記載内容はお断りなく変更することがありますのでご了承ください。

All Rights Reserved, Copyright © 2020, by Yokogawa Electric Corporation

[Ed:04/b] Printed in Japan, 407 (VC)