

三菱電機シーケンサ“MELSEC iQ-Rシリーズ”のLinuxとPythonへの対応

宮丸卓也*
Takuya Miyamaru

Mitsubishi Programmable Logic Controller "MELSEC iQ-R Series" Supporting for Linux and Python

要旨

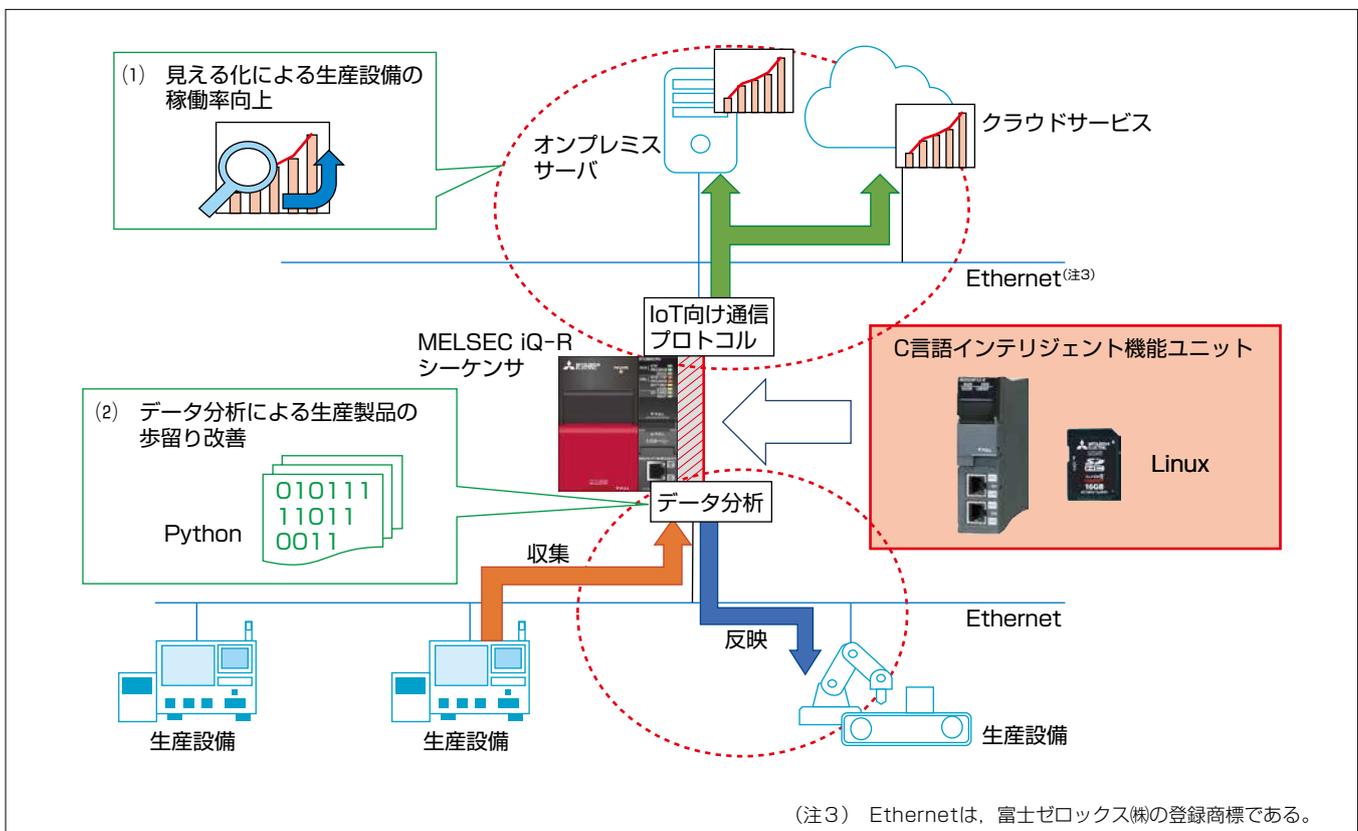
“MELSEC iQ-Rシリーズ”は、TCO(Total Cost of Ownership)削減の視点から製造業の課題を解決するために開発された三菱電機のシーケンサである。製造業の“生産設備の稼働率向上”“生産製品の歩留り改善”等の課題を解決するには、IoT(Internet of Things)やAI(Artificial Intelligence)・データ分析を活用した生産現場データの管理・分析・活用が必要になる。このようなIoT、AI・データ分析需要に対応するため、MELSEC iQ-Rシリーズのうち、C/C++言語による演算を行う“C言語インテリジェント機能ユニット”をLinux^(注1)に対応させた。

LinuxはIoT、AI・データ分析市場で広く利用されるオペレーティングシステムであり、IoT、AI・データ分析に適したソフトウェアが多数供給されている。Linux対応に

よって、C言語インテリジェント機能ユニットでIoT向け通信プロトコルが利用可能になり、オンプレミスサーバ・クラウドとの接続が容易になった。これによって可視化サービスと連携させ、生産状況の見える化による生産設備の稼働率向上を実現できる。またAI・データ分析分野で利用されるプログラミング言語Python^(注2)に対応させた。データ収集から分析までをPythonで一括して行い、分析結果から診断ルールを作成し、C言語インテリジェント機能ユニットで実行することで、品質不良の原因究明と不良品を防ぐことができるようになり、生産製品の歩留り改善を実現できる。

(注1) Linuxは、Linus Torvalds氏の登録商標である。

(注2) Pythonは、Python Software Foundationの登録商標である。



C言語インテリジェント機能ユニットのLinuxとPythonへの対応で実現できること

C言語インテリジェント機能ユニットのLinux対応によって、次の2点を実現した。

- (1) IoT向け通信プロトコルによるオンプレミスサーバ・クラウド接続に対応し、見える化による生産設備の稼働率向上を実現した。
- (2) プログラミング言語Pythonに対応することで、Pythonを使ったデータ分析による生産製品の歩留り改善を実現した。

1. ま え が き

製造業には“生産設備の稼働率向上”“生産製品の歩留り改善”等の課題がある。近年、これらの課題に対する解決策として、IoTやAI・データ分析技術による生産現場データの管理・分析・活用が注目されている。またIoTやAI・データ分析技術は日々進化しており、利用者は技術進化への追従が必要になる。

製造業で使用される当社シーケンサMELSEC iQ-Rシリーズでも、生産現場データの管理・分析・活用への対応を市場から求められている。当社はMELSEC iQ-RシリーズC言語インテリジェント機能ユニットでLinuxとPythonに対応させることで、このような要望に応えた。LinuxはIoTやAI・データ分析分野で広く利用されるオペレーティングシステム(OS)であり、データの管理・分析・活用に適したソフトウェアが多数供給されている。またLinuxはオープンソースソフトウェアであり、世界中の開発者・企業が開発に参加している。日進月歩で進化するIoTやAI・データ分析技術に対しても追従可能である。

LinuxとPythonへの対応によってIoTやAI・データ分析の活用を推進し、製造業での“生産設備の稼働率向上”“生産製品の歩留り改善”等の課題の解決を図る。

本稿では、C言語インテリジェント機能ユニットと採用Linux、Linuxに対応させるために開発した技術を述べる。またC言語インテリジェント機能ユニットのLinuxとPythonへの対応による製造業の課題解決について述べる。

2. MELSEC iQ-Rシリーズ

2.1 MELSEC iQ-Rシリーズ

MELSEC iQ-Rシリーズは、TCO削減の視点から製造業の課題を解決するために開発された当社のシーケンサである。シーケンサはFA(Factory Automation)で使われる制御機器であり、機能別の専用ユニットを組み合わせる顧客用途に合わせたシステムを構築する製品である。MELSEC iQ-Rシリーズには様々なユニットがラインアップされており、生産現場データの管理・分析・活用に適した情報連携製品も提供している。本稿では先に挙げた課題を解決するため、情報連携製品のC/C++演算に対応したC言語インテリジェント機能ユニットを取り上げる。

2.2 C言語インテリジェント機能ユニット

C言語インテリジェント機能ユニットは、シーケンサのラダープログラムでは実装が難しい複雑な技術計算や通

表 1. C言語インテリジェント機能ユニットのラインアップ

型番	RD55UP06-V	RD55UP12-V
外観		
MPU	ARM Cortex A9デュアルコアプロセッサ	
ワークRAM	128MB	1 GB
Gigabit Ethernet	1チャンネル	2チャンネル
メモリアカード	SDメモリアカード(1スロット)	
OS	VxWorks 6.9(出荷時組込み済み) Debian GNU/Linux(SDメモリアカードから起動)	
プログラミング言語	C/C++, Python	

MPU: Micro Processor Unit, RAM: Random Access Memory

信、文字列を扱う処理をC/C++プログラムとして実装可能である。C言語インテリジェント機能ユニットは様々な通信プロトコルに対応し、通信ゲートウェイとして活用可能である。またデータ解析関数や統計解析関数を搭載し、データ分析が可能である。従来パソコン環境で行っていた情報処理のプログラム資産を、堅牢(けんろう)で省コストなシーケンサの環境へ移行できる。

C言語インテリジェント機能ユニットのラインアップを表1に示す。C言語インテリジェント機能ユニットはARM Cortex^(注4)A9デュアルコアプロセッサを搭載し、C/C++で実装された様々なアプリケーションを実行できる。またGigabit EthernetとSD^(注5)(Secure Digital)メモリアカードスロットを搭載し、Ethernet通信による高速データ収集と多くの収集データの保存が可能である。さらにリアルタイムオペレーティングシステムVxWorks^(注6)を標準搭載することで、通信やデータ処理のリアルタイム性を確保し、安定したデータ収集・分析を実現できる。

(注4) ARM Cortexは、ARM Ltd.の登録商標である。

(注5) SDは、SD-3C, LLCの登録商標である。

(注6) VxWorksは、Wind River Systems, Inc.の登録商標である。

3. Linuxへの対応

3.1 採用Linuxの特長

C言語インテリジェント機能ユニットでは、LinuxとしてDebian^(注7)GNU/Linuxを採用した。Debian GNU/Linuxの特長は次の2点である。一つ目はDebian GNU/Linuxはオープンソースプロジェクトとしてコミュニティ活動が活発であり、IoT、AI・データ分析分野のソフトウェアパッケージが多い点である。二つ目はユーザー数が多く、

インターネットや書籍から活用ノウハウやトラブルシューティング情報を容易に入手できる点である。Debian GNU/Linux(以下“Linux”という。)の採用によって、MELSEC iQ-RシリーズでIoT、AI・データ分析を容易に行うことができるようになる。

(注7) Debianは、Software in the Public Interest, Incの登録商標である。

3.2 Linuxの提供形態

図1にLinuxの提供形態を示す。顧客はLinuxイメージファイルを専用Webサイトから無償ダウンロードして使用できる。Linuxの提供とサポートは当社のパートナー企業であるリネオソリューションズ(株)及び米国Timesys社が行う。サポートは有償で提供され、国内顧客のサポートをリネオソリューションズ(株)が行い、海外顧客のサポートをTimesys社が行う。また顧客はLinuxの使い方などの情報をインターネットから無償で入手できる。

3.3 SDメモリカードブート機能

今回、Linuxに対応するため、C言語インテリジェント機能ユニットにSDメモリカードブート機能を追加した。SDメモリカードブート機能とは、Linuxイメージファイルが書き込まれたSDメモリカードをC言語インテリジェント機能ユニットのSDメモリカードスロットに装着することで、Linuxを起動できる機能である。従来は内蔵フラッシュメモリ内からのVxWorks起動に対応していたが、この機能の追加によってSDメモリカードからのLinux起動を実現した。

3.4 Linuxプログラムとシーケンサとの通信

C言語インテリジェント機能ユニットのLinuxでは、LinuxプログラムとシーケンサCPUユニットとの通信手段としてMELSEC iQ-Rシリーズ通信関数(MDR関数)を提供している。MDR関数はLinuxのC/C++プログラム

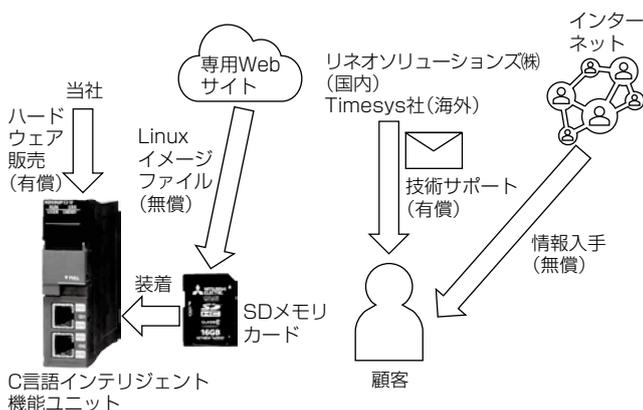


図1. Linuxの提供形態

から実行可能なライブラリであり、C言語インテリジェント機能ユニットからシーケンサCPUユニットのメモリへのアクセスが可能になる。これによってシーケンサCPUユニットからのデータ収集や書き込みなどの制御が可能になる。

3.5 MDR関数のPython対応

今回、MDR関数を利用可能なプログラミング言語として、従来のC/C++に加えてAI・データ分析に適したPythonに対応した。これまで製造業のデータ分析を行うデータサイエンティストにとって、生産設備データの取得手段はラダー又はC/C++に限られていた。Pythonに対応することで、シーケンサCPUユニット内の生産設備データの収集から分析まで一人のデータサイエンティストが一括して行うことが可能になる。

4. LinuxとPythonへの対応による製造業の課題解決

4.1 生産設備の稼働率向上

製造業では設備の異常停止による稼働率低下が課題になっている。特に生産設備の個体差によって、同一条件であっても正常に生産ができないという機差による異常停止が問題視されている。稼働率を向上させるためには、生産設備の異常停止期間を可能な限り短縮化することが必要である。そのためには異常停止をいち早く察知し、影響が拡大する前に原因を特定し、処置することが有効になる。また機差による異常停止など単一データで特定が困難な異常に関しては、複数の拠点・生産設備のデータを総合的に分析して、原因究明を行うことが有効になる。

C言語インテリジェント機能ユニットとLinuxでは、図2のようにIoT向け通信プロトコル(Message Queuing Telemetry Transport : MQTT)と、オンプレミスサーバ・クラウド上で動作するIoTデータの可視化サービスとを連携させることで前述の課題に対応する。C言語インテリジェント機能ユニットはMDR関数を用いて、シーケンサCPUユニット内の生産現場データを収集できる。クラウドベンダーやサービスベンダーが用意したMQTT対応IoTクライアントやオープンソースソフトウェアのMQTTブローカーをC言語インテリジェント機能ユニットへ導入することで、収集した生産現場データをオンプレミスサーバ・クラウドに送信・蓄積できる。オンプレミスサーバ・クラウドの可視化サービスは蓄積された生産現場データを見える化できる。これによって、利用者は複数の生産現場データに関連付けて原因分析し、具体的な対策を施すことができる。

従来は生産設備が設置されている場所に向いて生産現

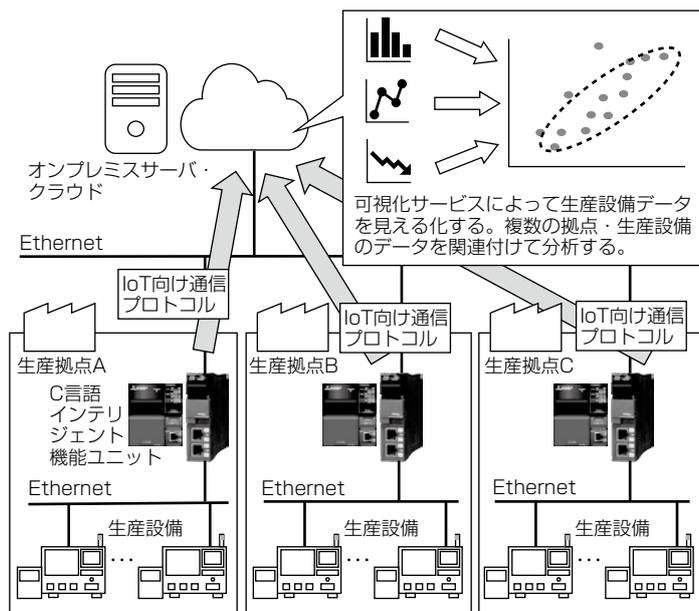


図2. 可視化サービスとの連携

場データを確認していたため、原因データの分析から改善までを迅速に行うことはできず、さらに複数の生産設備・ラインの生産現場データを関連付けて分析を行うことによって一層時間を要した。IoT通信プロトコルと可視化サービスの連携によって、単一データでは原因分析困難であった機差による異常停止について、複数の拠点・生産設備のデータから原因を推定できるようになる。これによって異常発生から復旧までの時間短縮を可能にし、稼働率の向上が実現できる。

4.2 生産製品の歩留り改善

製造業では生産製品の歩留り改善が課題になっている。特に生産設備に使用する工具の劣化を原因とする歩留り低下が問題視されている。工具の劣化の兆候は捉えることが

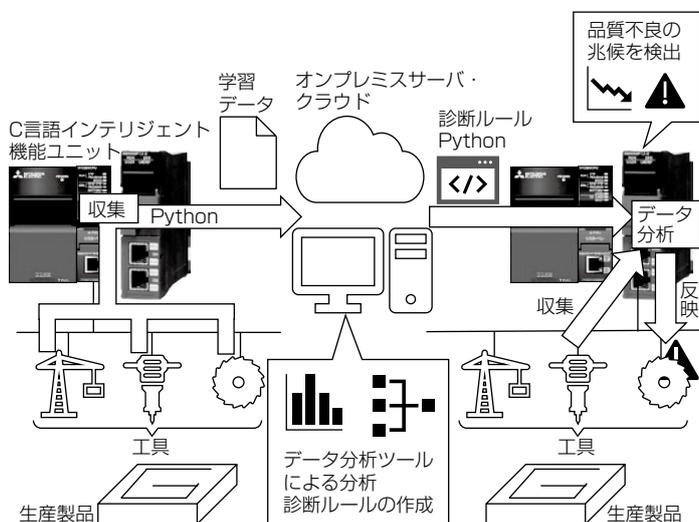


図3. データ分析と診断ルールの実行

難しく、品質不良が発生した後に事後対処している。

C言語インテリジェント機能ユニットとLinuxではPythonによる生産設備データ収集と分析、診断ルールの実行によってこの課題に対応する。3.5節で述べたとおり、C言語インテリジェント機能ユニットでは、Pythonを使って一人のデータサイエンティストが生産設備データの収集から分析までを一括して行うことができる。図3に示すとおり、収集した生産設備データをオンプレミスサーバ・クラウドに転送してデータ分析ツールで分析を行うことで、品質不良につながるデータを明らかにできる。また分析した結果から診断ルールを作成し、C言語インテリジェント機能ユニット上で動作させることができる。C言語インテリジェント機能ユニットで生産設備データをリアルタイムに収集し、診断ルールを適用することで、現在のデータから品質不良につながる兆候を検知できる。

従来はデータサイエンティストが生産設備からデータを収集し、オンプレミスサーバ・クラウドへ容易に転送する手段がなく、ラダーの変更や専用プログラムの作成、ゲートウェイパソコンの設置が必要であった。そのため品質不良の原因分析に必要なデータの収集が難しく、歩留り低下の原因究明が困難であった。C言語インテリジェント機能ユニットではPythonを使い、データ収集からオンプレミスサーバ・クラウドへの転送を一括して行う。データサイエンティストはデータ分析に注力し、歩留りの原因を究明できる。

また分析の結果から診断ルールを作成できる。C言語インテリジェント機能ユニット上で収集した生産設備データに診断ルールを適用することによって、工具劣化など品質不良につながる兆候を事前検知できるようになる。品質不良につながる兆候を検出した場合には、不良品を生産しないよう生産設備のパラメータを調整することで生産製品の歩留り改善ができる。

5. む す び

MELSEC iQ-RシリーズのC言語インテリジェント機能ユニットのLinuxとPythonへの対応について述べた。LinuxとPythonへの対応によって製造業の課題である“生産設備の稼働率向上”“生産製品の歩留り改善”を実現できる。

Linuxは常に最新技術を取り込みつつ発展を続けていく。今後もC言語インテリジェント機能ユニットとLinuxを活用し、製造業の課題を解決するとともにMELSEC iQ-Rシリーズの適用範囲を拡大していく。