

ハイエンドモデルC言語コントローラ “Q24DHCCPU-V”

宮丸卓也*

High-end Model C Controller "Q24DHCCPU-V"

Takuya Miyamaru

要旨

C言語コントローラはラダー言語で制御を行うシーケンサとは異なり、C言語によって制御を行う“MELSEC-Qシリーズ”のコントローラであり、製品安定供給に対する不安や維持管理コストの増大といったマイコンボード/パソコン環境が抱える課題の解消を目指した製品である。近年では、C言語コントローラは多様なアプリケーションを動作させる組み込みシステムプラットフォームとしても注目されており、三菱電機提供の開発環境やパートナー製品を活用することで、上位システムとの通信や公共インフラ監視等の多様なシステムを柔軟かつ簡単に構築できる。

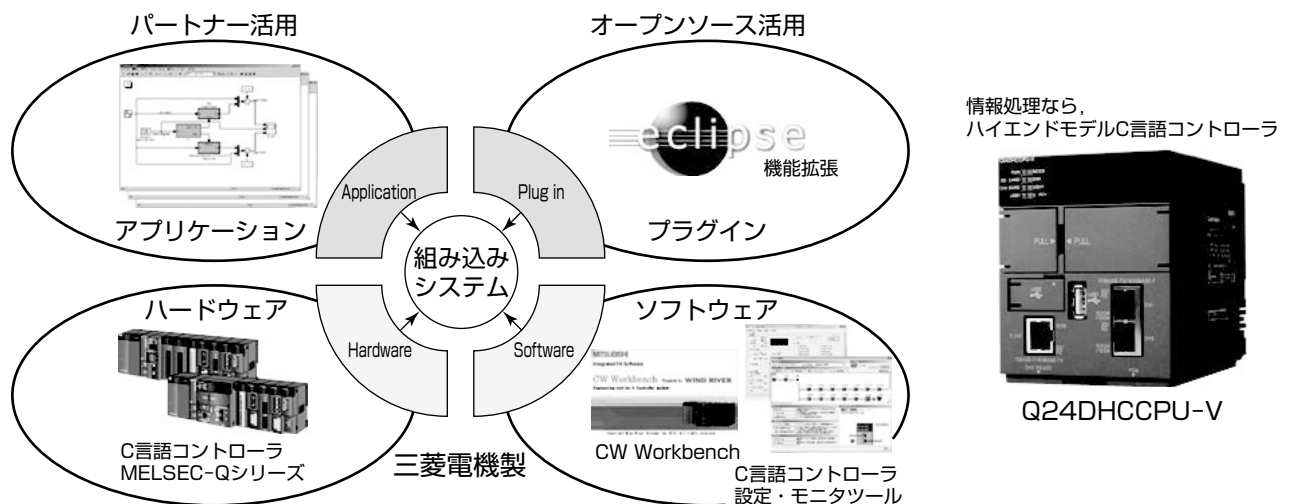
顧客の多様なアプリケーションやパートナー製品に対応していく過程で様々な要望があった。特に①大規模アプリケーションの実行、②高いリアルタイム性、③システム稼働率の向上、④パソコン相当の高い拡張性、⑤プログラミング容易性の課題があり、従来機種（スタンダードモデル）に加えてハイエンドモデルC言語コントローラ“Q24DHC CPU-V”を開発することで対応した。この製品は次の特長を備える。

①大規模アプリケーションの実行への対応
②高いリアルタイム性
③システム稼働率の向上
④パソコン相当の高い拡張性
⑤プログラミング容易性の課題があり、従来機種（スタンダードモデル）に加えてハイエンドモデルC言語コントローラ“Q24DHC CPU-V”を開発することで対応した。この製品は次の特長を備える。

- (1) 高性能化による大規模アプリケーション実行への対応
 - (2) 2 MPU (Micro Processor Unit) アーキテクチャによるリアルタイム性向上
 - (3) ユーザーCPU再起動機能によるシステム稼働率向上
 - (4) 高い拡張性を備えたインターフェースの搭載
 - (5) データリフレッシュ機能によるプログラミング容易化
- 本稿では現状の課題と課題解決のために今回開発したQ24DHCCPU-Vについて述べる。

多様なシステムを簡単に構築したいという声
それにこたえるプラットフォームがC言語コントローラ

リアルタイムOS VxWorks^(注1)を搭載したC言語コントローラは、手ごろな価格の開発環境“CW Workbench”及びパートナー製品やプラグインを用いて、顧客がシステムを柔軟、簡単に構築するためのプラットフォーム



(注1) VxWorksは、Wind River Systems, Inc. の登録商標である。

C言語コントローラのコセプトとハイエンドモデルC言語コントローラ“Q24DHCCPU-V”

MELSEC-QシリーズのハイエンドモデルC言語コントローラ“Q24DHCCPU-V”では、Eclipseベースの開発環境やパートナー製品を活用することで、顧客の多様なシステムを柔軟かつ簡単に構築することができる。

1. ま え が き

組み込みシステムの開発現場では、マイコンボードやパソコンを使用しているが、採用部品の生産中止、OSの改廃等に伴う維持管理コストの増大という課題を抱えている。この課題に対してマイコンボードやパソコンからの移行を可能とする長期安定供給と高信頼性を実現する汎用コントローラが求められており、また、この汎用コントローラは過去に設計したソフトウェア資産を流用できるようにC言語プログラムが動作することが求められている。これらの要望にこたえるためにC言語コントローラを開発した。

長期安定供給・高信頼という点で注目されてきたC言語コントローラであったが、近年は多様なシステムを柔軟・簡単に構築できる組み込みシステムプラットフォームとして注目されている。オープンソースや当社提供の開発環境を利用してシステムを構築できるだけではなく、パートナー製品を利用して柔軟にシステムを構築でき、製造現場から社会インフラまで多様な分野で利用されている。

今回、従来機種で受けた顧客の要望にこたえるために、性能と機能を強化したハイエンドモデルC言語コントローラ“Q24DHCCPU-V”を製品化した。

本稿ではC言語コントローラの製品特長を述べ、C言語コントローラの課題とQ24DHCCPU-Vにおける対応内容について述べる。

2. C言語コントローラの製品特長

2.1 耐環境性・高信頼性に優れたコントローラ

C言語コントローラはFA環境で培ったMELSECの高信頼性・耐環境性を継承しており、さらに、故障しやすいディスクドライブなどの駆動部品を使用していないため、パソコンを使ったシステムに比べ信頼性が高い。またウインドリバー社のリアルタイムOS VxWorksを搭載することで高信頼かつ堅牢(けんろう)なシステム構築を実現している。

2.2 MELSEC-Qシリーズの各製品との連携

C言語コントローラはMELSEC-QシリーズのCPUユニットであり、150種類以上の豊富なユニットを活用してシステムを構築できる。また専用高速バスに対応したシーケンサCPUやモーションCPUとの連携や、CC-Link IEフィールドネットワークなどの高速ネットワークを利用することでMELSECならではの高速制御を実現できる。

2.3 専用開発環境による開発効率化

次に示すC言語コントローラの専用開発環境を提供することで顧客の開発効率向上を実現している。

(1) CW Workbench

“CW Workbench”は、ユーザーアプリケーションのプログラミングを行うためのツールである。プログラムの編集からコンパイル、ソースコードデバッグまでの基本機能を

備えており、アプリケーションを容易に構築可能である。またCW WorkbenchはEclipseベースの開発環境であるため、サードパーティ製のプラグインツールが活用でき、プラグインツールを用いた機能拡張によって、多言語化対応、ソースコード管理等、機能を簡単に拡張できる。

(2) C言語コントローラ設定・モニタツール

C言語コントローラ設定・モニタツールはC言語コントローラ自身のシステム設定やC言語コントローラユニットが管理するCC-Link IEフィールドネットワーク、CC-Link IEコントローラネットワーク、CC-Link等のネットワークユニットやインテリジェント機能ユニットのパラメータをプログラムレスで設定できるツールである。またC言語コントローラで発生したエラーやユーザーアプリケーションで発生したイベント履歴の確認、ネットワーク診断によるケーブル断線や通信状態等の確認をする診断機能を備えている。このツールを使用することによって、プログラムレスでシステムを容易に構築・保守することが可能となる。

(3) 専用ライブラリ関数

C言語コントローラユニットの制御やMELSEC-Qシリーズの各種ユニットへのアクセスには、当社が提供する専用ライブラリ関数を使用する。ユニットアクセスのためのドライバ開発は不要であり、ドライバ開発に必要な開発コストを削減できる。

3. C言語コントローラに対する課題

2章で述べた特長などが顧客の要望と合致し、C言語コントローラの適用分野が拡大しているが、その中で顧客から様々な要望があり、それらの要望の中でも、特に次の5つの要望について対応強化が求められており、C言語コントローラを適用するためにはこれらの要望に応えることが課題となっていた。

(1) 大規模アプリケーションの実行

パソコンを使用したシステムでは、高い演算性能、大容量ワークRAM(Random Access Memory)を必要とする大規模なアプリケーションの実行が求められており、このシステムへC言語コントローラを適用するためには、ハードウェア性能の強化が必要となる。

(2) 高いリアルタイム性

製造装置、検査装置等、マイコンボードを使用したシステムでは高いリアルタイム性が要求されている。特に外部要因によって影響を受けることなくユーザープログラムを安定して稼働させることが求められている。

(3) システム稼働率の向上

公共インフラや生産停止が許されない生産設備などのクリティカルなシステムでは、プログラム更新などのメンテナンスによるシステム停止期間を最小限に抑え、システム稼働率を向上させることが求められている。

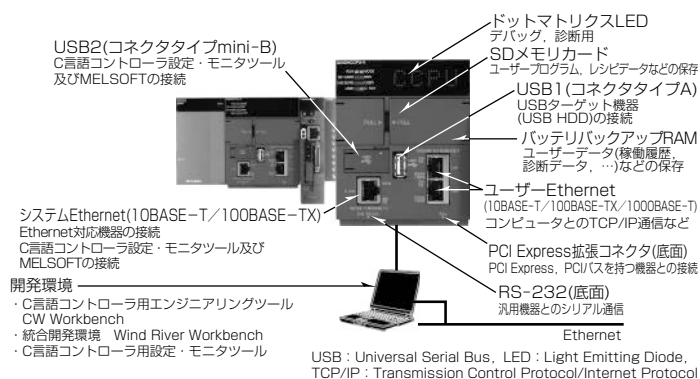


図 1. Q24DHCCPU-Vの構成

表 1. Q24DHCCPU-Vの仕様

項目	仕様	
マイクロプロセッサ	Intel ATOM Processor (ユーザープログラム実行用)	SH-4A (システム制御用)
標準RAM	最大4MB(バッテリバックアップRAMとの合計で5MB)	
標準ROM	382MB	
ワークRAM	512MB	
バッテリバックアップRAM	最大5MB(標準RAMとの合計で5MB)	
周辺機器接続ポート	Ethernet 10/100/1000: 2ch, 10/100: 1ch, RS-232: 1ch, USB(デバイス): 1ch, USB(ホスト): 1ch	
SDメモリカード	1スロット(最大16GB)	
外部インタフェース	PCI Express: 1ch	
OS	VxWorks6.8.1(出荷時組み込み済)	
プログラミング環境	CW Workbench・専用設定・モニタツール, Wind River Workbench3.2(Wind River社製)	
プログラミング言語	C, C++	
外形寸法(H×W×D)	98×83×115(mm) (3スロット品)	

ROM: Read Only Memory

(4) パソコン相当の高い拡張性

パソコンを使用したシステムでは、過去に使用していたボード資産を流用できることや、システムが扱うデータ量に応じて、容易に拡張できる仕組みが求められている。

(5) プログラミング容易性

各種機器へのアクセスについて、顧客でプログラミングする部分を最小限に抑え、顧客が付加価値部分に注力できるように、容易にプログラミングできるような仕組みや既存システムからの移植容易性が求められている。

これらの課題について対応を強化するため、ハイエンドモデルC言語コントローラQ24DHCCPU-Vを開発した(図1, 表1)。4章ではQ24DHCCPU-Vにおける課題への対応内容と特長について述べる。

4. Q24DHCCPU-Vの特長

4.1 高性能化による大規模アプリケーション実行への対応

Q24DHCCPU-Vはパソコンを使用したシステムへの適用を想定し、大規模アプリケーションの実行や大容量データの格納ができるようハードウェア性能の強化を図っている。

大規模アプリケーションの実行への対応としては、ユーザープログラム実行用にIntel ATOM^(注2) Processor, システム制御用としてルネサスエレクトロニクス社のSH-4Aを搭載

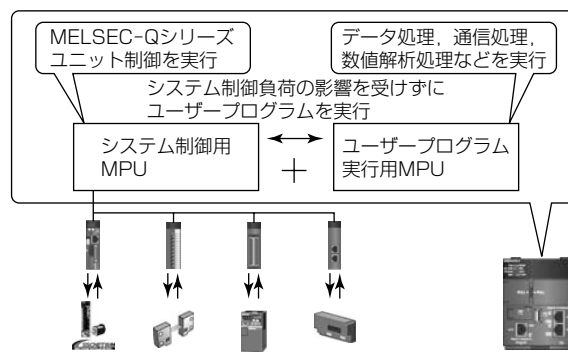


図 2. Q24DHCCPU-Vの2 MPUアーキテクチャ

し、512MBのワークRAMを用意した。これによって大規模アプリケーションの高速かつ安定した動作を実現した。また大容量データの格納を可能とするため、内部ストレージとして382MBの標準ROM(フラッシュメモリ)を搭載し、SDカードによって最大16GB, USBによる外部ストレージ接続によって最大2TBまでデータを格納できるようにした。これによって大容量のアプリケーションやデータを扱うことが可能となった。

(注2) Intel ATOMは、Intel Corp.の登録商標である。

4.2 2 MPUアーキテクチャによるリアルタイム性向上

従来機種では、1つのマイクロプロセッサ上でシステム制御プログラムと顧客のプログラムが共存して動作する構成であった。その場合、システム制御の負荷が顧客のプログラムに影響を与え、ユーザープログラム実行性能にばらつきが生じ、リアルタイム性が低下することがあった。この課題に対してQ24DHCCPU-Vでは、図2に示す2 MPUアーキテクチャを採用した。

このアーキテクチャはMELSEC-Qシリーズユニットを制御するシステム制御用MPU(Micro Processing Unit)と、顧客のプログラムを実行するユーザープログラム実行用MPUで構成している。

ユーザープログラムをシステム制御から独立して実行するため、システム制御の負荷状況によって発生するユーザープログラム実行性能のばらつきを最小限に抑えることが可能となり、高いリアルタイム性を確保することができる。

4.3 ユーザーCPU再起動機能によるシステム稼働率の向上

従来機種では同一MPUでシステム制御とユーザープログラムが共存していたため、ユーザープログラムを更新する場合にシステム制御も同時に停止させる必要があった。

システム制御を停止させる場合、モーション駆動やシーケンサによるI/O制御まで含めたシステム全体を停止させる必要があり、システム稼働率が低下してしまう課題があった。この課題に対し、ユーザープログラム実行用MPUだけを停止・再起動し、システム制御用MPUの動作を継続させるユーザーCPU再起動機能を開発した(図3)。

この機能によって、ユーザープログラム更新時にはユーザープログラム実行用MPUだけを停止・再起動させるこ

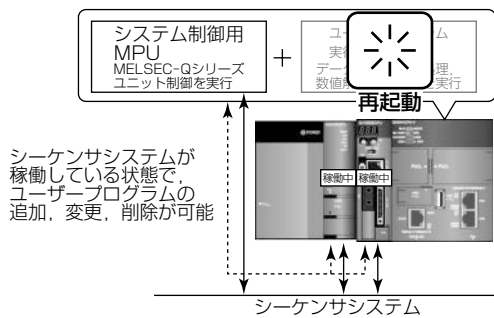


図3. ユーザーCPU再起動機能

とが可能となるため、マルチCPU構成のシーケンサCPUやモーションCPUによる制御を停止させることなく、ユーザープログラムの追加や変更・削除が可能となり、システム稼働率が向上する。

4.4 高い拡張性を備えたインターフェースの搭載

パソコンを使用したシステムはPCI Express^(注3)など高い拡張性を備えた汎用インターフェースを搭載している。従来機種ではこのインターフェースが備わっていないため、顧客がパソコンで使用していたボード資産を流用することが容易ではなかった。今回開発したQ24DHCCPU-Vでは従来使用しているボード資産を活用できるようにPCI Express拡張コネクタを搭載した。PCI Express方式の拡張シャーシと接続し、拡張シャーシ内にPCI Express, PCIバス対応機器を装着することで顧客のボード資産を活用して多様なシステム構成に対応できる。またプログラム資産が豊富にあるPCI Express, PCIバス対応機器や特殊な機能を持った専用の機器等を使用しているシステムでもC言語コントローラの利用が可能となる。また上位システムとの通信や他機器との通信用としてギガビットEthernet^(注4)に対応したユーザー用Ethernetポートを2チャンネルと、MELSOFT接続用のシステムEthernetポートを1チャンネル搭載している。これによって装置内ネットワークと上位ネットワーク、設定用のネットワークを分離したいといった要望に応えることができる(図4)。

このように拡張性の高い汎用インターフェースをC言語コントローラに搭載することで、パソコン相当の拡張性を必要としたシステムでもC言語コントローラを利用できる。

4.5 データリフレッシュ機能によるプログラミング容易化

マイコンボードにおけるプログラミングではメモリアクセスによる各種I/Oデータへのアクセスや、I/O値が変化した場合に処理を行うイベントドリブン処理を実装することが多い。従来機種では専用ライブラリ関数を利用して各種I/Oへアクセスしていたため、メモリアクセスによる各種I/Oデータアクセスは困難であった。また、イベントドリブン処理はポーリング処理によるI/O監視処理が必要となり、顧客がプログラミングをする場合の負荷となっていた。

これらの課題に対応するため、データリフレッシュ機能を開発した。データリフレッシュ機能は、C言語コントロ

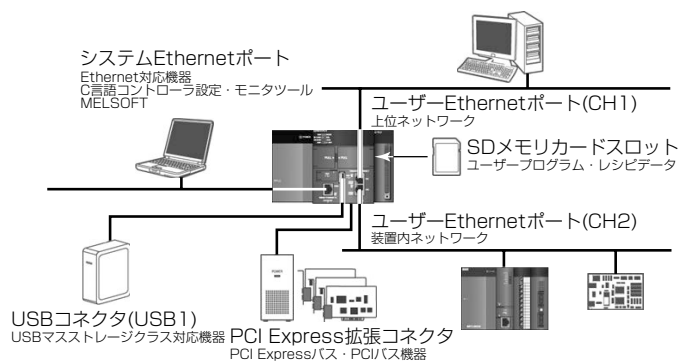


図4. 拡張性の高いインターフェース

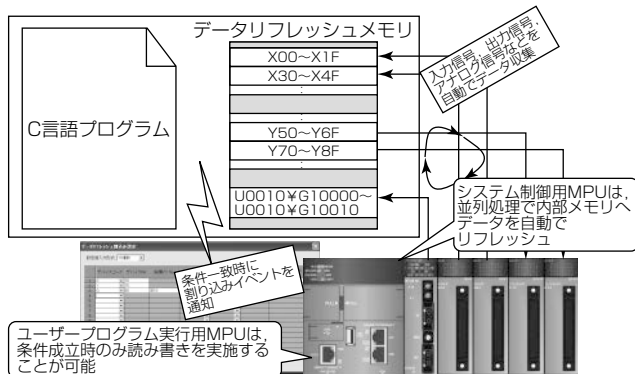


図5. データリフレッシュ機能

ーラシステムの入出力デバイス、インテリジェント機能ユニットバッファメモリ、マルチCPU間共有メモリ等の各種I/OデータをC言語コントローラ内部のメモリ空間(データリフレッシュメモリ)へ転送する機能であり、マイコンボードのようなメモリアクセスで各種I/Oのデータにアクセスできる。また、この機能には割り込みイベント通知機能を実装しており、各種I/O値に条件を指定でき、条件成立時には指定の割り込みルーチンを実行できるため、ポーリング処理を実装することなくイベントドリブン処理を容易に実現できる。この機能を利用することでプログラミング容易性が向上し、顧客が付加価値部分の開発に注力できる(図5)。

(注3) PCI Expressは、PCI-SIGの登録商標である。

(注4) Ethernetは、富士ゼロックス株の登録商標である。

5. む す び

C言語コントローラの課題とハイエンドモデルC言語コントローラQ24DHCCPU-Vによる対応について述べた。Q24DHCCPU-Vを製品ラインアップに追加したことによって、マイコンボードやパソコンを使用したシステムで、顧客がC言語コントローラへ移行しやすくなるだけでなく、従来では利用できなかった分野でもC言語コントローラを利用できるようになる。

今後も顧客からのニーズを忠実に反映して使い勝手と付加価値の向上を目指した製品開発を実施し、組み込みシステムプラットフォームというコンセプトに従ったコントローラを作りあげていく。