

三菱シーケンサ“MELSEC iQ-Rシリーズ”のエントリーモデルCPUユニット

松沢祐人*
吉川貴支*

Entry - model CPU Module of Mitsubishi Programmable Controller "MELSEC iQ - R Series"

Yuto Matsuzawa, Takashi Yoshikawa

要 旨

シーケンサのミドルレンジ市場の製品力強化のため、三菱シーケンサ“MELSEC iQ-Rシリーズ”のエントリーモデルCPUユニットを開発した。

エントリーモデルCPUユニットは、MELSEC iQ-RシリーズのハイエンドモデルCPUユニットと同様に、Ethernet^(注1)ポート、SDメモ리카ードインタフェースの搭載、CC-Link IEフィールド Basic内蔵といった特長を持つ。これらに加え、ロギング機能の内蔵によって、従来機種“MELSEC Qシリーズ”では複数のユニットで実現していたロギング機能をCPUユニット単体で実現できるようになり、低コストのシステム構築に貢献する。

また、不揮発性の磁気抵抗メモリ(MRAM)の搭載によって、デバイスデータ保持(バックアップ)用バッテリーが不要となり、バッテリー交換や補用品にかかるメンテナンスコスト削減を実現した。さらには、ミドルレンジ市場向け機種でありながらも、プログラム部品化機能やデバッグ機能でMELSEC iQ-RシリーズのハイエンドモデルCPUユニットと同等の機能を実現し、顧客のプログラム作成やデバッグにかかるエンジニアリングコスト削減を実現した。

(注1) Ethernetは、富士ゼロックス㈱の登録商標である。



“MELSEC iQ-Rシリーズ”のエントリーモデルCPUユニット

MELSEC iQ-RシリーズのエントリーモデルCPUユニットは、MELSEC-Qシリーズでは別にユニットが必要であったEthernet通信機能とデータロギング機能を内蔵しており、低コストでシステム構築が可能になる。また、このエントリーモデルCPUユニットは不揮発性の磁気抵抗メモリを内蔵しているため、デバイスデータ保持(バックアップ)用バッテリーが不要となる。そのため、バッテリー交換や補用品にかかるメンテナンスコストが削減可能となる。

1. ま え が き

国内外のシーケンサのミドルレンジ市場では、装置のシステムコスト、メンテナンスコスト、エンジニアリングコストなどに対する厳しいコスト低減要求がある。また、EthernetポートやSDメモ리카ードスロットを標準搭載したCPUユニットの展開が要求されている。

一方で、三菱電機のミドルレンジ市場の主力機種であるMELSEC QシリーズのCPUユニットは、EthernetポートやSDメモ리카ードスロットを搭載していなかったため、市場の要求に応えるため、MELSEC iQ-RシリーズエントリーモデルCPUユニット(以下“エントリーモデルCPUユニット”)を開発した。

本稿では、エントリーモデルCPUユニットの特長及び適用した技術について述べる。

2. エントリーモデルCPUユニットの特長

当社は、2014年にハイエンド市場向けのMELSEC iQ-RシリーズのCPUユニットを市場投入⁽¹⁾、また、2015年にはローレンジ市場向けである“MELSEC iQ-Fシリーズ”のCPUユニットを市場投入して製品力を強化してきた。今回、エントリーモデルCPUユニットを市場投入することでミドルレンジ市場の製品力を強化した(図1)。

主な特長は次のとおりである。

- (1) インタフェース・機能のCPU内蔵化によるシステムコスト低減

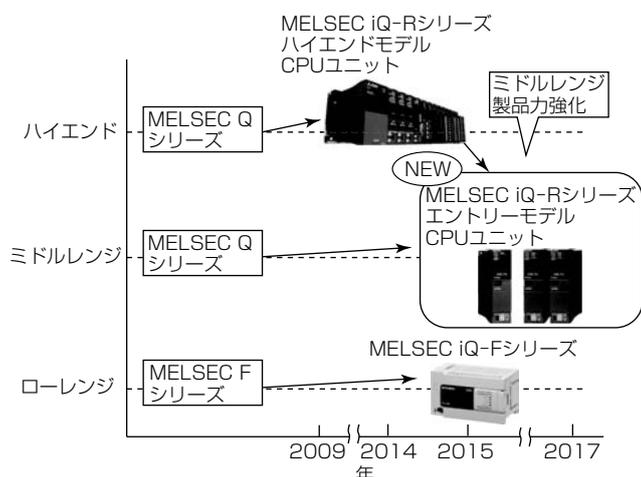


図1. エントリーモデルCPUユニットの位置付け

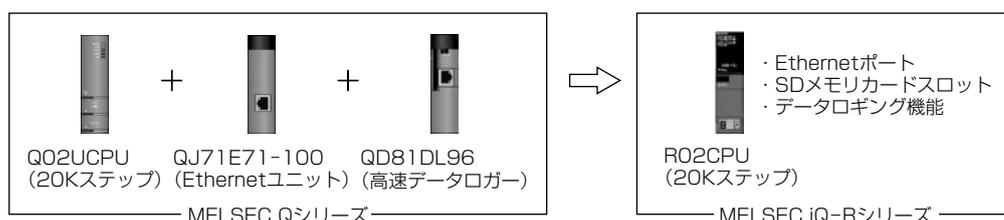


図2. 低コストなシステム例

- (2) バッテリーレスによるメンテナンスコスト削減
- (3) インタフェース・機能の共通化によるエンジニアリングコスト削減

エントリーモデルCPUユニットは、MELSEC iQ-RシリーズハイエンドモデルCPUユニット(以下“ハイエンドモデルCPUユニット”)と同様のインタフェースを搭載した。また、デバイスデータ保持用バッテリーを不要にすることで、メンテナンスコスト削減を可能にした。さらに、ハイエンド市場向けのMELSEC iQ-Rシリーズとローレンジ市場向けのMELSEC iQ-FシリーズのCPUユニットとの仕様・操作性の共通化を図り、全ての市場で互換性の高いラインアップを実現した。

2.1 インタフェース・機能のCPU内蔵化によるシステムコスト低減

エントリーモデルCPUユニットは、低価格ながらも、Ethernetポートと、SDメモ리카ードスロットを標準搭載しており、またSDメモ리카ードを用いたデータロギング機能を搭載している。これによって、従来機種のMELSEC QシリーズではCPUユニット、Ethernetユニット、高速データロガーで実現していた機能をCPUユニット単体で実現できるため、従来機種の約25%のコストでシステム構築が可能となる(図2)。

2.2 バッテリーレスによるメンテナンスコスト低減

エントリーモデルCPUユニットでは、不揮発性の磁気抵抗メモリ(MRAM)を搭載し、デバイスデータ保持用のバッテリーを不要とした。これによって、バッテリー交換や補用品にかかるメンテナンスコストの削減を実現した(図3)。さらに、バッテリー交換時のデータ消失のリスク(交換に3分間以上経過すると、内部コンデンサの電荷がなくなって、デバイスデータが消失する可能性がある)もなくなるためデータ保持の信頼性が向上した。

2.3 インタフェース・機能の共通化によるエンジニアリングコスト削減

エントリーモデルCPUユニットでは、小容量・低価格でありながら、ハイエンドモデルCPUユニットとインタフェース・機能を共通化することで市場ニーズに対応し、ハイエンドモデルと同様にプログラム部品化機能や、リアルタイムモニタ機能、メモリダンプ機能などのデバッグ機能の搭載を実現し、顧客のエンジニアリングコスト削減を実現している。

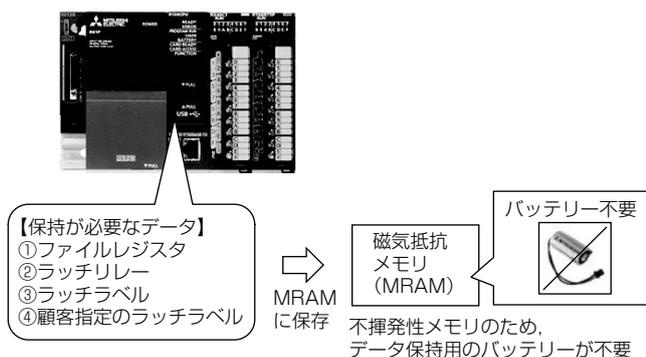


図3. バッテリーレスの実現

3. エントリーモデルCPUユニットのコスト削減技術

3.1 システムコスト低減の技術

エントリーモデルCPUユニットは、ハイエンドモデルCPUユニットと同等の外部インターフェースを搭載しつつも、従来のミドルレンジ製品の価格帯と同等にするために、従来2枚基板構成であったCPUユニットを1枚基板構成とし、抜本的にユニットコストを低減した。1枚基板化で部品が密集することになるため、耐熱性の確保と耐ノイズ性の確保が課題となった。

3.1.1 耐熱性の確保

1枚基板化で発熱部品が従来機種よりも密集し、各実装部品の温度が定格温度を超過する懸念があった。そのため、実装部品の配置検討に当たって熱解析の精度向上手法を確立した。

熱解析精度向上のために、“発熱部品の熱伝導モデルの精度”と“部品モデルの精度”がポイントとなった。“発熱部品の熱伝導モデルの精度”については、熱解析モデルのメッシュ(熱解析を計算するための最小単位)を基板厚み方向にも設定することで、発熱部品から基板への熱の伝わり方の精度を向上させた(図4(a))。また、“部品モデルの精度”については、SDメモリカード等の内部にメモリやコントローラを持つ部品については、内部回路まで詳細な熱解析モデルを作成することで、精度を向上させた(図4(b))。これらの手法によって、熱解析の精度を、実機との差異を0.8℃まで高めることができ、最適な部品配置を可能にした。

今回新たに作成した熱解析モデルによって、事前に熱対策が必要な実装部品(SDメモリカード、スーパーキャパシタ)を抽出できた。これらの部品に対し、①発熱部品の影響を受けにくい箇所への配置、②SDカード直下の基板の穴あけ、③装着位置を基板から浮かせてあるスタンドオフタイプのコネクタ採用(図5)の対策を盛り込むことで、十分な耐熱性を確保できた。

3.1.2 耐ノイズ性の確保

エントリーモデルCPUユニットは1枚基板構成で、かつUSBポート、Ethernetポート、SDメモリカードスロッ

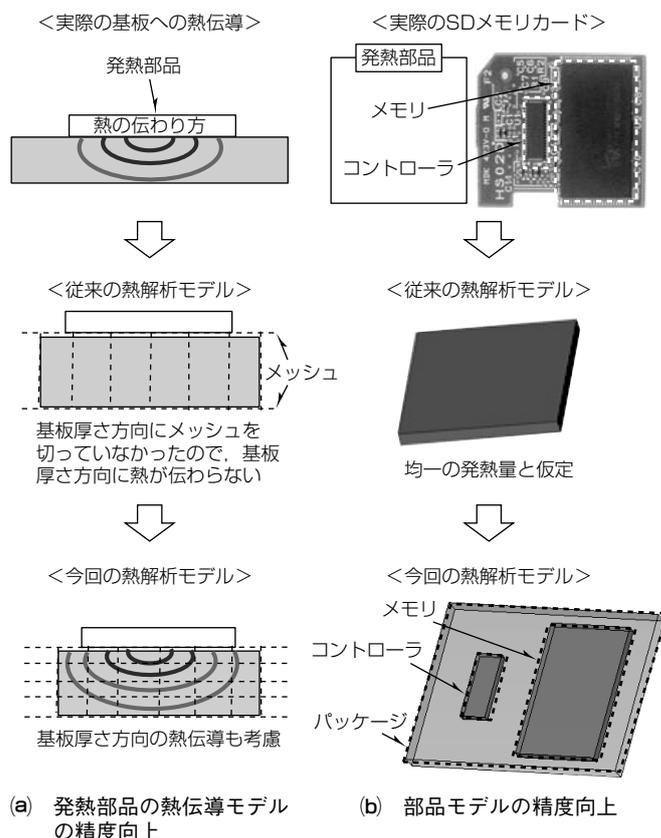


図4. 熱解析精度向上の手法

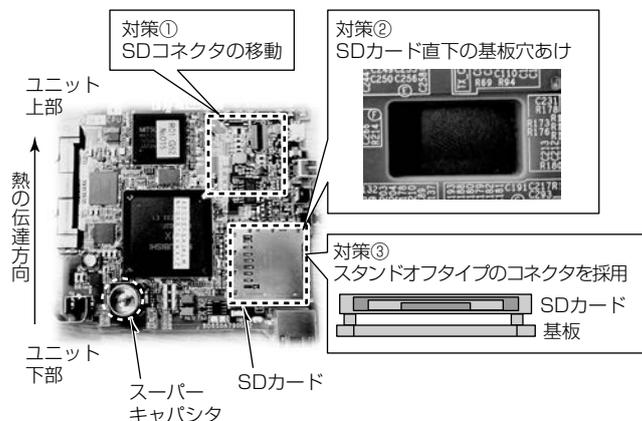


図5. エントリーモデルCPUユニットの熱対策

と、多くの外部インターフェースを持っているため、外部からの印加ノイズが内部回路に与える影響が従来機種よりも大きくなる懸念があった。そのため、耐ノイズ性を確保するために、電磁界解析を実施した。解析結果から、SDメモリカードの周辺に局所的なノイズの影響が見られたため、コンデンサの追加によって対策し(図6)、耐ノイズ性を確保した。

3.2 メンテナンスコスト低減の技術

エントリーモデルCPUユニットのバッテリーレス対応は、データ保持用のメモリに不揮発性メモリを採用することで実現している。不揮発性メモリの選定は、頻繁に書き換わる可能性のあるデータデバイス用のメモリであること、

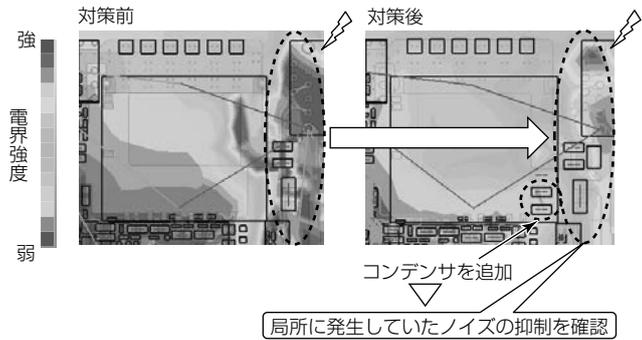


図6. エントリーモデルCPUユニットの電磁界解析結果

表1. 不揮発性メモリの比較

検討項目	現状	変更候補		
	SRAM	MRAM	FRAM	nVSRAM
書き込み回数制限	なし	なし	あり	なし
ソフトウェアエラー発生	あり	なし	なし	あり

またデータデバイスが顧客装置・生産設備の制御に必要なデータであることから、次の条件を要求仕様とした。

- (1) 書き込み回数に制限がないこと
- (2) ソフトウェアエラーが発生しないこと

これらの要求仕様を不揮発性の各メモリで比較し(表1), 要求仕様を満たしている磁気抵抗メモリ(MRAM)を採用した。

3.3 エンジニアリングコスト低減の技術

ハイエンドモデルCPUでは、プログラム部品化機能やデバッグ機能を搭載することで、顧客のエンジニアリングコストを低減する。エントリーモデルCPUにも同機能を搭載することで、エンジニアリングコストを低減できる。

そのため、製品開発で、ハイエンドモデルCPUユニットとのメモリ構成などハードウェアの違いを考慮しつつ、ファームウェア構造の共通化を図る必要があった。

既存のMELSEC QシリーズのCPUユニットでファームウェアのモジュール化を実施していたが、各機能で使用する共通処理部に対しては実施していなかった。そのため、機能の削除や変更を実施する際、他機能や他処理への影響を確認して設計していた。例えば、内蔵Ethernet機能の場合、コネクション管理部とSLMP通信機能でデータのやり取りを実施するために共有メモリを介している。そのため、SLMP機能を削除する場合、複数機能で使用されるコネクション管理部や共有メモリに対する影響を考慮する必要がある(図7)。

MELSEC iQ-RシリーズのCPUユニットでは、メッセージ通信によってタスク間のデータのやり取りを実施する方式とすることで、共有メモリを介さずにタスク間でデータのやり取りが可能のため、機能を変更する場合、共

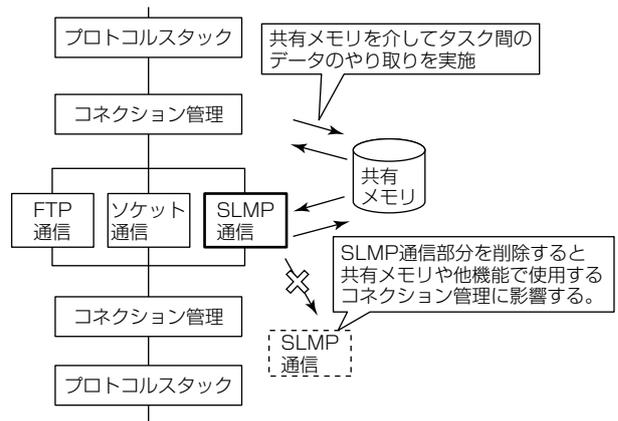


図7. MELSEC Qシリーズでのモジュール化

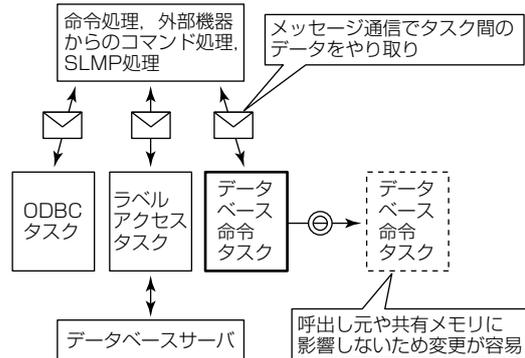


図8. MELSEC iQ-Rシリーズでのモジュール化

有メモリなどへの影響を考慮する必要がなく、メッセージ通信を切るだけで機能変更ができる。例えば、データベース機能では、タスク間のデータのやり取りにメッセージ通信を使用する処理とした。これによって、データベース機能を変更する場合、メッセージ通信を切るだけでよく、呼出し元や共有メモリに影響しない作りとした。その結果、機能の独立性が高くなり、機能変更が容易となった(図8)。

これによって、エントリーモデルCPUでは、ハイエンドモデルCPUユニットとメモリ構成などハードウェアの違いがあっても、ファームウェア構造の共通化を容易に実現できた。

4. むすび

MELSEC iQ-RシリーズのエントリーモデルCPUユニットの特長とそれらを実現する技術について述べた。今後も、シーケンサ市場の発展を牽引(けんいん)していく。

参考文献

- (1) 志水義信, ほか: 三菱シーケンサ“MELSEC iQ-Rシリーズ”, 三菱電機技報, 89, No.4, 211~214 (2015)