

# “MELSEC-Qシリーズ”電力計測ユニット

下江政義\*

"MELSEC-Q Series" Power Measuring Unit

Masayoshi Shimoe

## 要旨

三菱電機は、生産現場におけるエネルギー情報を活用することで“生産性の向上”と“コスト削減”を実現する“e&eco-F@ctory”構想に基づき、2010年に業界初<sup>(注1)</sup>となる汎用シーケンサ搭載タイプの電力エネルギー計測器“MELSEC-Qシリーズ電力計測ユニット“QE81WH””を発売した。

国内、海外での更なる生産性向上及び省エネルギー活動の推進を支援するため、電力計測ユニットの三相4線対応品、多回路品を開発した。主な特長は次のとおりである。

### (1) 省スペース、省配線、簡単計測を実現

- ① MELSEC-Qシリーズのベースユニットに直接取り付けられるため制御盤のサイズを変えずに設置可能。多回路計測品のラインアップで更なる省スペース化を実現

- ② 計測データを伝送するための通信線が不要となり、省配線化が可能。通信プログラムが不要であり、計測データの収集を行うシステム構築がスムーズに実現可能

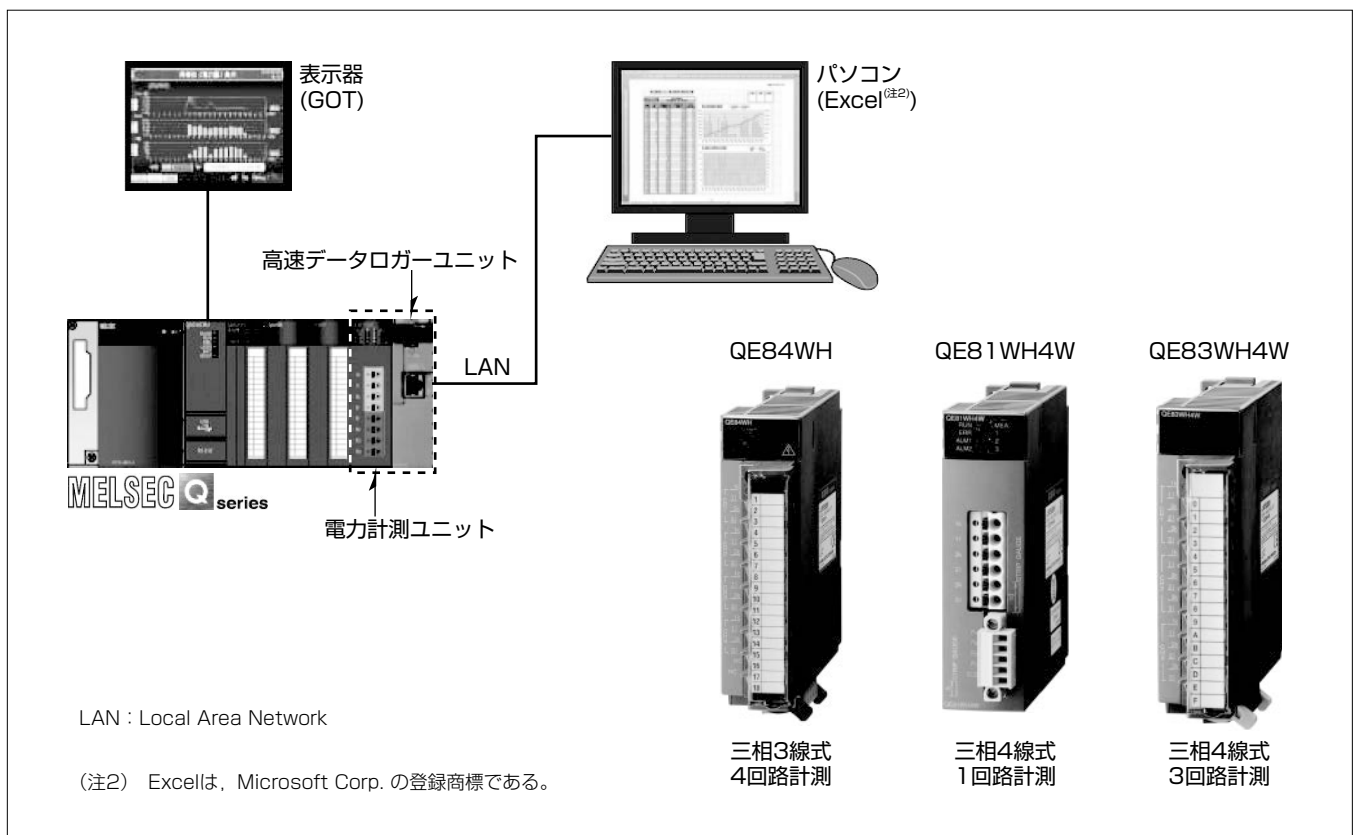
### (2) よりきめ細かな原単位管理をサポート

短い周期でのデータ収集による原単位管理が行え、きめ細かな管理による省エネルギー活動の推進が可能

### (3) データの見える化もカンタンに

製造現場でのエネルギー情報をより簡単に把握できるGOT(Graphic Operation Terminal)やMELSEC-Qシリーズの“高速データロガーユニット“QD81DL96””との組合せによって、計測データの表示やロギングシステムを構築することが可能。

(注1) 2010年8月20日現在、当社調べ



## 三菱汎用シーケンサ“MELSEC-Qシリーズ”電力計測ユニット

三菱汎用シーケンサMELSEC-Qシリーズのベースユニットに直接取り付け、設備やラインの電力エネルギーデータを計測する電力計測ユニットである。2010年に生産現場におけるエネルギー情報を活用することで生産性向上とコスト削減を実現するe&eco-F@ctoryをコンセプトに、電力計測ユニット“QE81WH”を発売した。そのシリーズ展開として、“QE84WH”、“QE81WH4W”、“QE83WH4W”の3機種を新たにラインアップした。1ユニットでの複数回路計測を可能とすることによって省スペース・省コストを実現した。またグローバル展開の加速を図るため、海外市場ニーズに合わせ三相4線式回路が計測可能な製品もラインアップした。

1. ま え が き

近年、省エネ法改正による事業者単位のエネルギー管理の導入に伴い、生産現場における省エネルギーへの取り組み強化が求められている。生産設備レベルでは、エネルギー使用量についての実績データを活用したきめ細かな稼働分析による設備稼働率向上と省エネルギーを目的として、生産状況・実績と連動したエネルギー使用量の把握が要求される。

また、設備の稼働率向上という観点から、設備の突発故障によるライン停止の防止を目的とした予防保全用途での設備の電力量計測ニーズも高まってきている。

本稿では、生産設備系のエネルギー使用量を把握する計測器として開発した汎用シーケンサスロットインタイプの電力エネルギー計測器“MELSEC-Qシリーズ電力計測ユニット”のシリーズ展開として、新たにラインアップしたQE84WH, QE81WH4W, QE83WH4Wの3機種について述べる。

2. 電力計測ユニットの概要

2.1 電力計測ユニットの製品コンセプト

MELSEC-Qシリーズ電力計測ユニットの製品コンセプトは次のとおりである。

- (1) 1スロットで多回路計測が可能。さらに省スペース  
 三相3線対応品“QE84WH”では最大4回路、三相4線対応品“QE83WH4W”では最大3回路の電力量計測が可能である。  
 設備のメイン回路だけの計測から、メイン・サブ回路の計測まで、計測ポイントに合わせた機種選定が可能で、省スペース・省コストでのエネルギー管理を実現した。また、三相4線対応によって、海外での計測需要にも対応している。
- (2) “GX Works2”対応で簡単設定

シーケンサのエンジニアリングソフトウェアGX Works2から電力計測ユニットへのパラメータ設定、スイッチ設定が可能であり、ラダープログラムでの設定が不要となることで、設定がより簡単になった。

また、自動リフレッシュにも対応しており、電力計測ユニットのバッファメモリ上の計測データをCPUユニットのデバイスに移動するためのラダープログラムを作成する必要がなく、エンジニアリング作業負荷低減につながる。

(3) よりきめ細かな原単位管理をサポート

計測データを250msごと(単回路品)又は500msごと(多回路品)に直接バッファメモリに書き込むので、タクトごとにきめ細かな原単位管理を行うことが可能となり、生産ラインや製造装置におけるモータ負荷やヒーター負荷の制御パターンの見直しなどにも役立つ。原単位を改善することによって、省エネルギーを実現するだけでなく、生産性の向上にも貢献できる。

(4) データの見える化もカンタンに

製造現場でのエネルギー情報をより簡単に把握できるGOTでの表示画面サンプルを当社FAサイトから無償でダウンロードできるようにし、顧客でのGOT画面の製作を容易にした。この表示画面サンプルでは、原単位グラフ表示のほかに、電力計測ユニットの設定も行える構成としている。

また、MELSEC-Qシリーズの“高速データロガーユニット“QD81DL96””との組合せで電力エネルギーデータをロギングすることによって、パソコン上での計測データの確認と原単位グラフの表示が可能である。

2.2 製品仕様

表1に電力計測ユニットの製品仕様を示す。電力量の計量に関しては、4,340Hz(50/60Hzとも)のサンプリング周期で連続計測を行っており、溶接器などの短サイクル負荷の場合でも、正確な電力量計測が可能である。

表1. 電力計測ユニットの製品仕様

項目	型名	開発品		
	現行品	QE84WH	QE81WH4W	QE83EH4W
相線式	単相2線式/単相3線式/三相3線式共用	三相4線式専用		
計測回路数	1回路	4回路	1回路	3回路
入出力占有点数	16点(I/O割付:インテリ16点)	32点(I/O割付:インテリ32点)	16点(I/O割付:インテリ16点)	32点(I/O割付:インテリ32点)
計器定格	電圧回路	AC110V, 220V (AC440V以上は、外部に計器用変圧器(VT)が必要。一次電圧は6,600Vまで設定可能。)	AC63.5/110V~277/480V (電圧変換器(QE8WH4VT)一次側の電圧値。この電圧を超える場合は、外部に計器用変圧器(VT)が必要。一次電圧は6,600Vまで設定可能。)	
	電流回路	AC50A, 100A, 250A, 400A, 600A(専用分割形電流センサを使用。いずれも電流センサ一次側の電流値を示す) AC5A(専用5A電流センサを使用。変流器(CT)と組合せた2段構成にて使用し一次側電流値は6,000Aまで設定可能)		
	周波数	50~60Hz(周波数自動判別)		
本体許容差 (電流センサの誤差 含まず)	電流, デマンド電流: ±1.0%(定格100%に対して) 電圧: ±1.0%(定格100%に対して) 電力, デマンド電力: ±1.0%(定格100%に対して) 周波数: ±1.0%(45~65Hz範囲) 力率: ±3.0%(電気角90°に対して) 電力量: ±2.0%(定格の5~100%範囲, 力率=1) 無効電力量: ±2.5%(定格の10~100%範囲, 力率=0)			

3. 特長及び製品化のための技術

3.1 多回路化での処理速度向上技術

3.1.1 データ更新周期の最適化

この計測器は、生産設備系のエネルギー計測をターゲットとしており、きめ細かいエネルギー管理を実現するため、計測データの計測・演算処理の高速化が必要である。2010年に発売した電力計測ユニット(1回路品, QE81WH)は、電力量や電流等の計測値データの更新周期が250msであるが、今回の開発では1ユニットで4回路分の計測・演算を行うため、QE81WHと同様の処理を行うと1秒掛かってしまう。そのため、計測・演算処理の最適化を図りデータ更新周期を高速化する必要があった。

今回のユニットでは、図1のとおり、計測ASICから計測データを取得する処理とCPUで演算する処理を回路ごとで並列に行うことによって、処理時間の短縮を図った。これによって、4回路計測でデータ更新周期：500msを実現した。

3.1.2 電流計測モード

3.1.1項で述べたように、電圧、電流、電力量等の複数の計測データを4回路分演算する場合、1回路品と比較すると、データ更新周期は遅くなってしまいます。しかし、予防保全用途や品質管理用途での使用の場合、現行1回路品のデータ更新周期(250ms)より早いデータ更新が求められており、その要望に応える解決策として、電流だけを高速で計測・演算する電流計測モードを搭載した(図2)。

この電流計測モードでは、電力量の計測は行わず、8回路分の電流だけを100msのデータ更新周期で計測を行う。また、回路ごとに上下限警報の設定が可能(デマンド電流値での警報監視)であり、設備のモータなど、異常時に電流が上昇する故障モードの設備の予防保全用途、製品品質管理用途での利用が可能である。

3.2 エンジニアリングツールへの対応

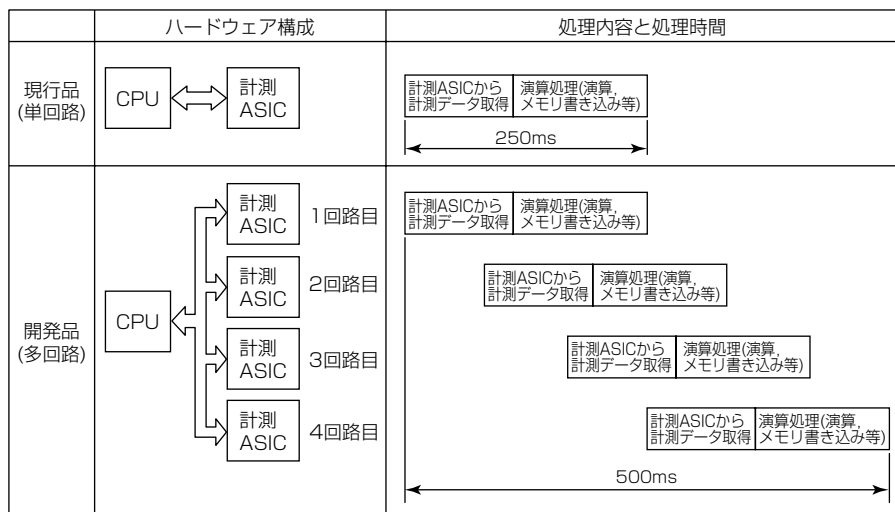
今回の開発では、計測のための設定、計測値のモニタ、ユニットの動作状態確認等を簡単に行えるようにするため、シーケンサのエンジニアリングソフトウェアGX Works2に対応した。

(1) 動作パラメータの設定

電力計測ユニットには、2種類の設定値がある。

- ①相線式、一次電圧、一次電流等の電力計測ユニットを動作させるための設定値
- ②積算電力量などの動作中に値を書き換えたい時だけセットする設定値

電力計測ユニットの動作パラメータの設定をGX



ASIC : Application Specific Integrated Circuit

図1. 計測・演算処理方法と処理時間

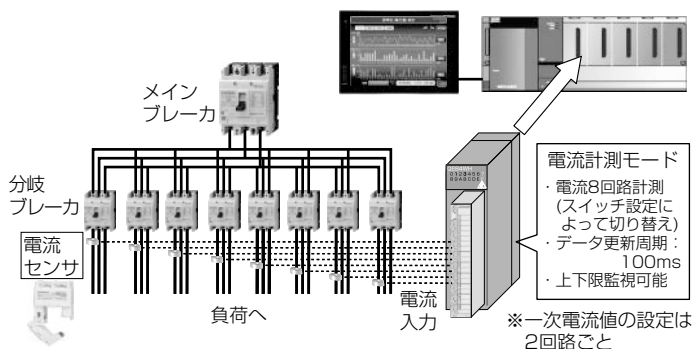


図2. 電流計測モード

Works2のパラメータ設定画面で行うと、電力計測ユニットの起動時に毎回、設定値が書き込まれる。①の設定値に関しては起動時に毎回書き込んでも問題ないが、②の設定値に関しては、起動時に毎回書き込むと、積算電力量の値が設定値に戻ることになるため、①、②の設定値はそれぞれ別の方法で設定を行う必要があった。

そこで、①の設定値についてはパラメータ設定画面での設定とし、②の設定値についてはインテリジェント機能ユニットモニタ画面からバッファメモリに設定値を書き込んだ後、フラグ操作を行う設定方法とし、動作中に値を書き換えたい時だけセットできるようにした(図3)。

(2) 計測値データのモニタ

現行品では、GX Works2上でバッファメモリ上の計測値データをモニタする場合は“バッファメモリ一括モニタ”でモニタできるが、バッファメモリアドレスに対するデータが表示されるだけで、取扱説明書で確認しなければそのデータが何の計測データであるかが分からなかった。

そこで、GX Works2の“インテリジェント機能ユニットモニタ”に対応した。これによって、計測値モニタ時に、計測値名称も画面に表示されるため、現地設置時の計測データ確認作業を容易に行うことが可能となった(図4)。



図 3. GX Works2によるパラメータ設定

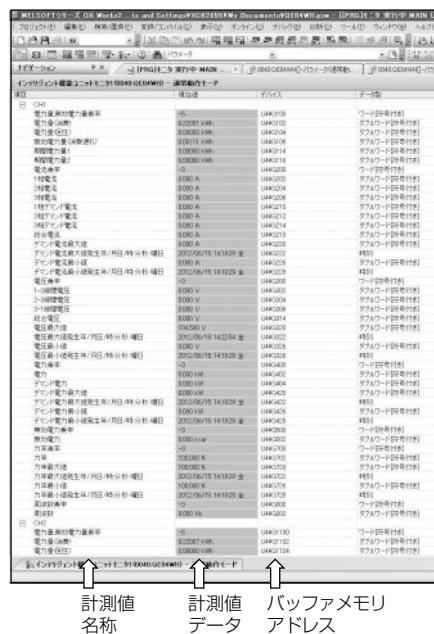


図 4. GX Works2による計測値モニタ

3.3 現行品からの機能改善

今回の開発では、機種ラインアップの拡充を図るとともに、現行品の客先要望を積極的に機能として搭載した。その一例を次に述べる。

3.3.1 データ取得クロックの出力

各計測データはバッファメモリ上に保持されるが、更新周期ごとに上書きされるため、データをロギングする場合は、ラダーで計測データを読み出す必要がある。しかし、電力計測ユニットで計測データが更新されたタイミングを外部に出力する機能がなく、ラダー側でタイマを使って一定間隔でデータを読み出す必要があった。

そこで、ラダーでの計測データ読み出しを容易にするため、計測データ更新時にフラグをONさせる機能を搭載した。これによって、フラグがONとなったタイミングで計測データを取得すれば、ラダーも簡易にすることができ、また重複するデータを読み出すこともない。また、このフラグのONタイミングは、設定によって可変にできるため、

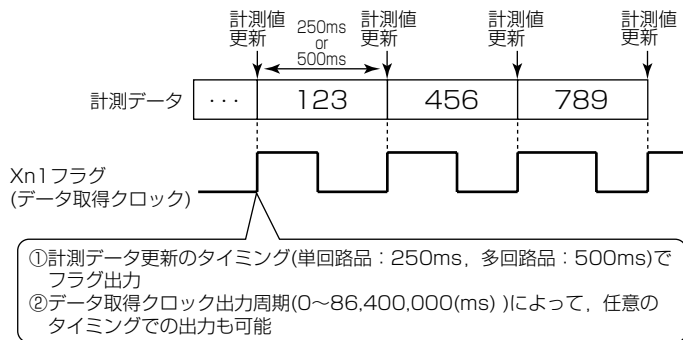


図 5. データ取得クロック(フラグ)出力タイミング

(改善前) 一次電圧設定値

設定項目	設定値
1	110V
2	220V
3	220/110V
4	440/110V
5	690/110V
6	1,100/110V
7	2,200/110V
8	3,300/110V
9	6,600/110V

(問題点)  
設定値以外の計器用変圧器(VT)使用時(例えば、380/110V)の設定ができない

(改善後) 一次電圧設定値

設定項目	設定値
0	任意設定
1	110V
2	220V
3	220/110V
4	440/110V
5	690/110V
6	1,100/110V
7	2,200/110V
8	3,300/110V
9	6,600/110V
VT一次側電圧(Un¥G5)	1~6,600(V)
VT二次側電圧(Un¥G6)	1~220(V)

(改善点)  
"任意設定"を選択し、計器用変圧器(VT)の一次側電圧、二次側電圧の値を直接バッファメモリに入力

図 6. 特殊電圧設定の改善内容

例えば、1分ごとにデータを読み出したい場合、このフラグが1分ごとにONするように設定することも可能である(図5)。

3.3.2 特殊電圧・電流設定対応

現行品では、一次電圧の設定があらかじめ決められた設定値から選択する方式を取っていたため、海外市場でよく行われている三相4線式受電後に三相3線式電圧を取り出して使用する場合などの特殊な電圧設定(例えば、変圧比380V/110Vなど)ができない問題があった。

そこで、現行品の設定方法は継承しつつ、特殊な電圧設定ができるモード(任意設定)を追加し、電圧設定値を直接バッファメモリに書き込める仕様とした(図6)。

また、一次電流設定も同様に特殊電流対応が可能な設定としている。

4. む す び

生産設備単位でのきめ細かい原単位エネルギー管理を実現する“MELSEC-Qシリーズ電力計測ユニット”の製品ラインアップ拡充、機能改善について述べた。

今後は、このユニットの更なる機能向上及び周辺ツールの充実化によって、“生産性の向上とコストの削減”を同時に実現する“e&eco-F@ctory”の一層の浸透を図っていく。