

# エネルギー計測ユニット“EcoMonitorLight”

松岡靖教\*

Energy Measuring Unit "EcoMonitorLight"

Yasunori Matsuoka

## 要 旨

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、エネルギーの計測管理ポイントは、分電盤から生産ライン・生産設備レベルの制御盤へと細分化しつつある。この状況下、“とりあえず簡単に電力消費量を把握したい”という要望に応えるため、低コストで手軽にエネルギーの見える化を実現する、表示一体型のエネルギー計測ユニット“EcoMonitorLight”を開発した。主な特長は次のとおりである。

### (1) お手軽・低コスト計測

液晶ディスプレイの内蔵によって、エネルギー計測に必要な設定・計測・表示が1台で可能。用途に合わせて2機種(経済品／高機能品)をラインアップ。

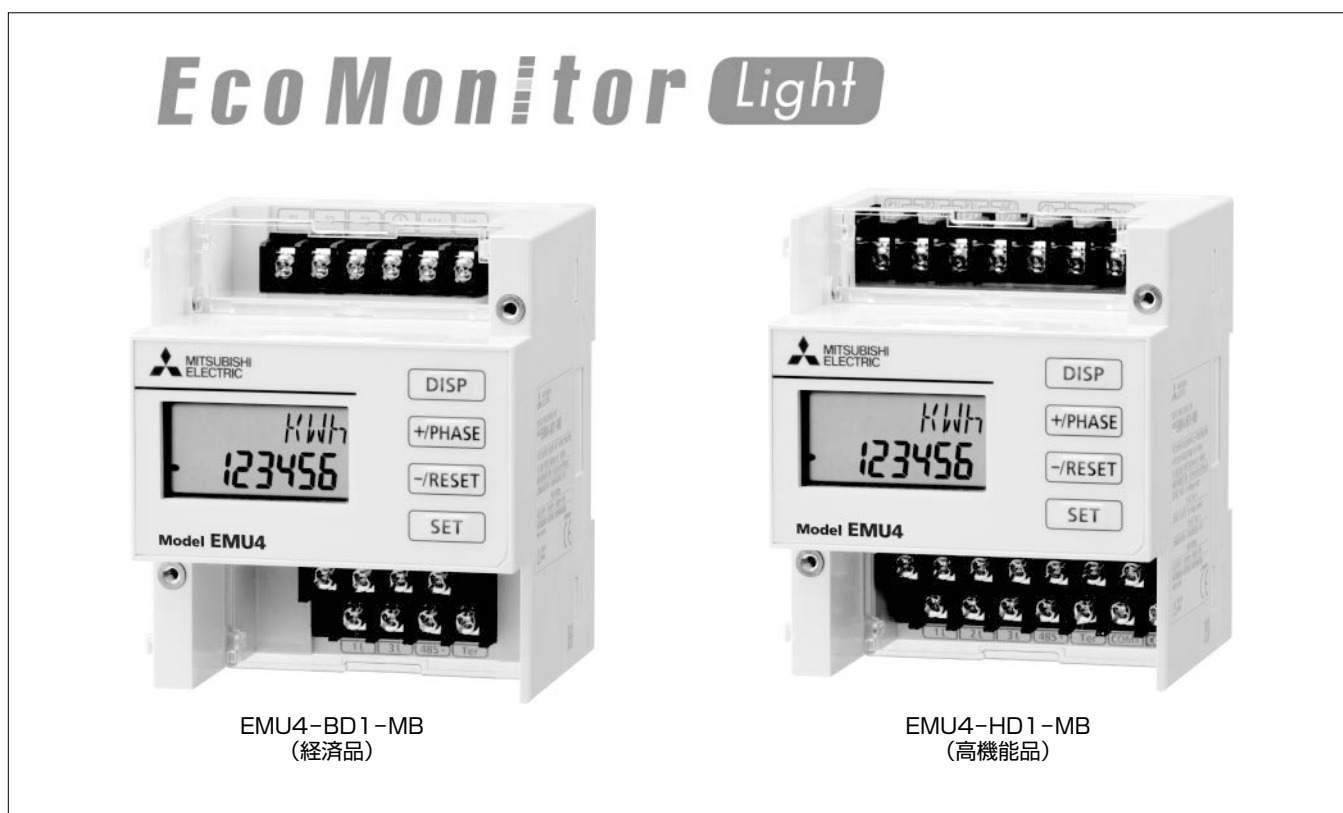
### (2) MODBUS<sup>(注1)</sup> RTU (Remote Terminal Unit) (RS-485) 通信標準搭載

上位システム(シーケンサなど)や表示器(GOT)と接続し、MODBUS RTU通信によってエネルギーの管理が可能。

### (3) オプションユニットによる計測用途の拡張

ロギングユニットによって、エネルギー計測ユニット(経済品／高機能品)で計測した各種エネルギー(電力量、電流、電圧等)データをCSV(Comma Separated Values)ファイル形式でSDメモ리카ードに出力し、簡易データ管理することが可能。また、通信ユニット(“B/NET”伝送対応品・“CC-Link”通信対応品)によって、B/NETやCC-Linkのネットワークシステムに拡張することが可能。

(注1) MODBUSは、AEG Schneider Automation Inc. の登録商標である。



## 三菱エネルギー計測ユニット“EcoMonitorLight”

生産ライン、生産設備等の各種エネルギー(電力量、電流、電圧等)を計測・表示するエネルギー計測ユニットである。MODBUS RTU通信機能を標準搭載しており、上位システム(シーケンサなど)と接続することで、エネルギーの管理が可能となる。また、オプションユニットを接続することで、SDメモ리카ードへのロギングデータ出力や、B/NET伝送・CC-Link通信システムへの接続が可能となる。

## 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組み強化が求められている。また、原子力発電所停止に伴う火力発電の燃料費大幅増加による電気料金高騰の影響もあり、節電対策のためのピーク電力カットによる使用電力の削減や使用電力の見える化による電力消費量監視のニーズが高まっている。これに伴い、計測管理ポイントは、分電盤から、生産ライン、生産設備レベルの制御盤へと細分化しつつある。

三菱電機は、“とりあえず簡単に電力消費量を把握したい”という要望に応えるため、低コストでお手軽にエネルギーの見える化を実現する、表示一体型のエネルギー計測ユニット“EcoMonitorLight”を開発した。

## 2. EcoMonitorLightの概要

### 2.1 特 長

#### (1) お手軽・低コスト計測

液晶ディスプレイ内蔵によって、エネルギー計測に必要な設定・計測・表示が1台で可能になる。用途に合わせて2機種(経済品／高機能品)をラインアップしている。

#### (2) MODBUS RTU(RS-485)通信標準搭載

エネルギー計測ユニット本体内蔵のMODBUS RTU通信によって、シーケンサや表示器(GOT)と接続し、エネルギー管理を行うことができる。シーケンサで、エネルギーデータを生産情報などと一元管理することによって、生産設備ごとのエネルギー消費量計測や、リアルタイム計測による設備の予防保全、生産情報とリンクした品質管理指

標への活用などが可能になる。

#### (3) オプションユニットによる計測用途の拡張

ロギングユニット“EMU4-LM”をエネルギー計測ユニット本体に増設することで、SDメモリーカードへエネルギーデータを保存することができる。

また、通信ユニット(B/NET伝送対応品“EMU4-CM-B”，CC-Link通信対応品“EMU4-CM-C”)をエネルギー計測ユニット本体に増設することで、B/NET伝送・CC-Link通信が可能となり、当社省エネデータ収集サーバ“EcoServerⅢシステム”(図1)でエネルギーの見える化を実現し、計測データの簡単分析が可能になる。

### 2.2 仕 様

エネルギー計測ユニット“EcoMonitorLight”の主な仕様を表1に示す。簡単に低コストで計測を始めたい顧客向けの“経済品”と、高調波計測、警報監視、上下限監視、警報出力やパルス入出力を行いたい顧客向けの“高機能品”の2機種をラインアップした。また、オプションユニットは、3機種(ロギングユニット、B/NET通信ユニット、CC-Link通信ユニット)をラインアップした。

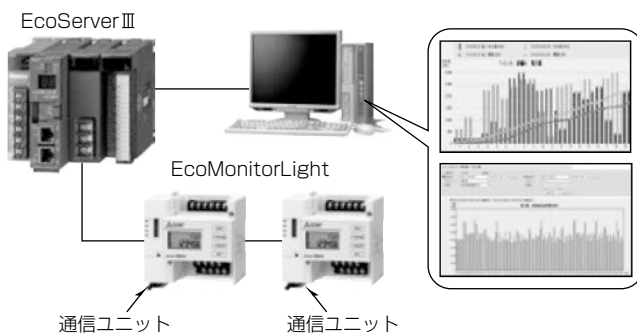


図1. EcoServerⅢシステムによるエネルギーの見える化

表1. エネルギー計測ユニット“EcoMonitorLight”の仕様

| 項目               |                    |                                                                                                                                 | 仕様                                                       |                                       |  |
|------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|--|
| 形名               |                    |                                                                                                                                 | EMU4-BD1-MB(経済品)                                         | EMU4-HD1-MB(高機能品)                     |  |
| 相線式              |                    |                                                                                                                                 | 単相 2 線式，単相 3 線式，三相 3 線式(設定切換)                            | 単相 2 線式，単相 3 線式，三相 3 線式，三相 4 線式(設定切換) |  |
| 計<br>器<br>定<br>格 | 電圧<br>回路           | 単相 2 線式，三相 3 線式                                                                                                                 | AC110V，220V 共用                                           | AC110V，220V，440V 共用                   |  |
|                  |                    | 単相 3 線式                                                                                                                         | AC110V(1-2線間，2-3線間)，AC220V(1-3線間)                        |                                       |  |
|                  |                    | 三相 4 線式                                                                                                                         | —                                                        | 最小AC63.5V／110V，最大AC277V／480V          |  |
|                  | 電流回路               | AC5A，AC50A，AC100A，AC250A，AC400A，AC600A(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用電流センサは変流器(CT)と組合せた 2 段構成で使用し，一次側電流値は6,000Aまで設定可能) |                                                          |                                       |  |
| 周波数              | 50Hz／60Hz(周波数自動判別) |                                                                                                                                 |                                                          |                                       |  |
| 補助電源定格           |                    |                                                                                                                                 | AC100V-240V(+10%，-15%) 50Hz／60Hz                         |                                       |  |
| 計測回路数            |                    |                                                                                                                                 | 1 回路                                                     |                                       |  |
| 本体許容差            |                    |                                                                                                                                 | 電流，電圧，電力，無効電力，皮相電力，周波数：±1.0%(定格入力に対して)                   |                                       |  |
|                  |                    |                                                                                                                                 | 力率：±3.0%                                                 |                                       |  |
|                  |                    |                                                                                                                                 | 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)                           |                                       |  |
| データ更新周期          |                    |                                                                                                                                 | 高調波電流，高調波電圧：±2.5%                                        |                                       |  |
|                  |                    |                                                                                                                                 | 250ms ※電力量，無効電力量の累積は常時(短サイクル負荷変動にも追従)                    |                                       |  |
| 外部入力             |                    |                                                                                                                                 | —                                                        | パルス入力／接点入力 1点                         |  |
| 外部出力             |                    |                                                                                                                                 | —                                                        | パルス出力／接点出力 1点                         |  |
| 通信方式             |                    |                                                                                                                                 | RS-485(MODBUS RTU通信)                                     |                                       |  |
| 停電補償             | 記憶項目               |                                                                                                                                 | 設定値，電力量(消費，再生)，無効電力量，期間電力量，パルスカウント値，稼動時間(不揮発性メモリでバックアップ) |                                       |  |
| 外形寸法(単位:mm)      |                    |                                                                                                                                 | 75(W)×90(H)×75(D)(突起部を除く，突起部を含めた最大寸法：79(W)×90(H)×75(D))  |                                       |  |

### 3. 製品化のための技術

#### 3.1 ログユニット(オプション)

“簡単に計測データを保存したい”という要望に応えるため、SDメモリカードにエネルギーデータを保存可能なログユニット“EMU4-LM”を開発した。

##### 3.1.1 ログユニット仕様

ログユニット“EMU4-LM”のログユニット仕様を表2に示す。ログモードは、設定完了後、ただちにログ動作を開始する“自動更新モード”と、設定したログ開始時刻経過でログ動作を開始する“日時指定モード”の2パターンとした。

##### 3.1.2 ログ動作

計測データ(エネルギーデータ)をSDメモリカードへ保存する場合、計測データを直接SDメモリカードへ書き込むと、SDメモリカード交換時(未装着時)にログデータが欠損する問題があった。また、SDメモリカードの常時装着は、外部記憶媒体のセキュリティ面で、ユーザーに敬遠されるケースがあった。この問題を解決するため、ログユニットは、エネルギー計測ユニット本体から取得した計測データをログユニットの内部メモリに詳細データ(1秒～30分から選択)と1時間データの2種類の形式で一旦記憶し(図2)、SDメモリカード装着時、ログデータを出力する仕様とした。

表2. ログユニットのログ仕様

| 項目                | 仕様                                                                       |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| ログモード             | 自動更新モード 設定完了後、即ログ動作開始                                                    |
|                   | 日時指定モード 設定開始時刻経過でログ動作開始                                                  |
| ログデータ種別           | 詳細データ 設定した詳細データログ周期(1秒/1分/5分/10分/15分/30分)で計測データを記憶                       |
|                   | 1時間データ 1時間周期で計測データを記憶                                                    |
| ログ要素数             | 詳細データ 1秒周期:最大4要素, 1秒周期以外:最大10要素                                          |
|                   | 1時間データ 最大10要素                                                            |
| 内部メモリログ期間         | 詳細データ 1秒周期:20時間, 1分周期:20日, 5分周期:100日, 10分周期:200日, 15分周期:300日, 30分周期:600日 |
|                   | 1時間データ 620日                                                              |
| SDメモリカード(2GB)ログ期間 | 詳細データ1秒周期:10ヵ月, 詳細データ1秒周期以外:10年以上, 1時間データ:10年以上                          |
| システムログデータ         | 3,600レコード                                                                |
| データ出力形式           | CSV形式(ASCIIコード)                                                          |

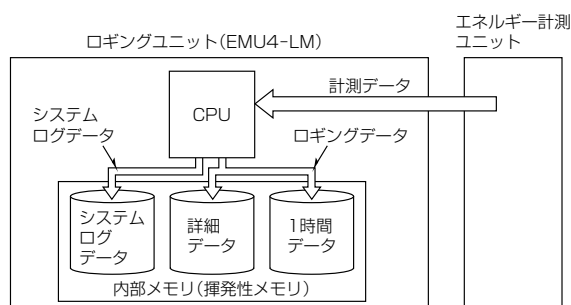


図2. ログ動作

SDメモリカードへ出力するログデータは、パソコンでデータ分析や帳票作成用途に使用するため、容易に編集可能なデータとする必要があった。このため、SDメモリカードにはCSVファイル形式のログデータを出力する仕様とした。ログデータ出力を図3に示す。ログユニットの内部メモリに記憶したログデータとシステムログデータを、CPU(SDメモリカードドライバ、ファイルシステム搭載)内でログデータファイル(詳細データ/1時間データ/1日データファイル)とシステムログデータファイルに変換する。ログユニットのCPUは、ログデータファイルとシステムログデータファイルをSDメモリカードへCSVファイル形式で出力する。

##### 3.1.3 ログユニット設定の簡素化

- “電力量などの計測データを保存するための設定を簡単にやりたい”という要望に応えるため、現在時刻設定だけで、基本的な要素(電力量、電流、電圧、電力等)をログ動作可能な仕様とした。工場出荷時設定(ログモード:自動更新, 詳細データ:1分周期)で動作する。
- 外部記憶媒体のセキュリティ面で、ログユニットにはSDメモリカードを装着せず、定期巡回時に、1枚のSDメモリカードで複数台のログユニットのログデータを収集したいという要望があった。ログユニットごとにログユニットIDを設ける(エネルギー計測ユニット側で、IDを設定すること)ことで、ログユニットID(1～255)ごとのIDフォルダが生成され、1枚のSDメモリカードで、複数台のログデータを収集(図4)可能な仕様とした。

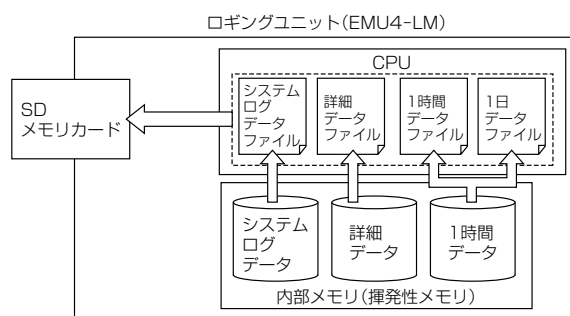


図3. ログデータ出力

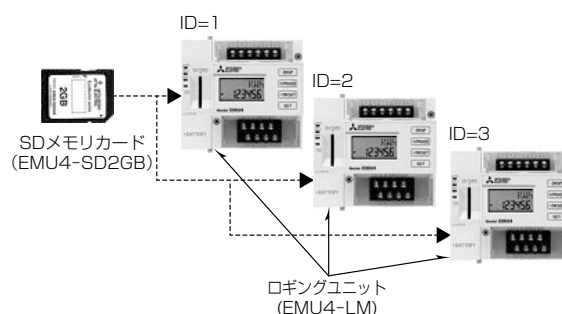


図4. SDメモリカードによるログデータ収集

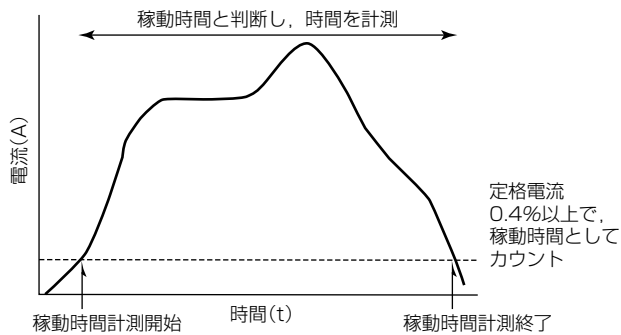


図 5. 稼動時間計測

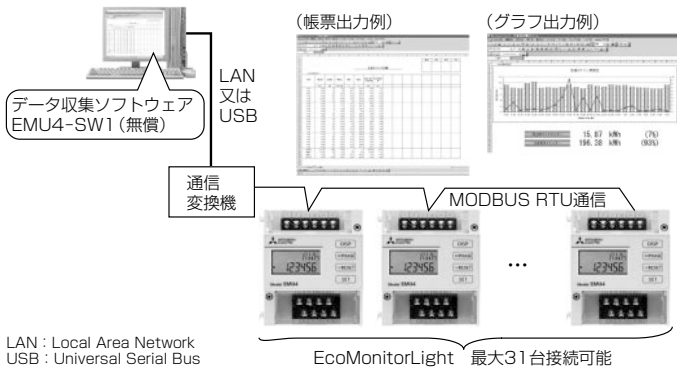


図 6. 専用ソフトウェアによるデータ収集

### 3.2 生産設備用途への適用

#### 3.2.1 稼動時間計測

生産設備の寿命診断や予防保全用途でできるようにするため、電流計測(定格電流の0.4%以上)の時間を250ms単位で積算し、設備の稼働時間として時間単位(h)表示する機能(図5)を搭載した。稼働時間(h)は、MODBUS RTU通信によって、上位システムへ出力することも可能である。

また、機械装置／製造装置の実稼働に伴った稼働時間の計測を実現するため、エネルギー計測ユニット(高性能品だけ)への接点入力を稼働時間開始・終了のトリガーに設定し、稼働時間を計測できる機能を搭載した。

#### 3.2.2 高精度計測

スポット溶接やろう付け溶接の電力使用は短時間の電力使用となるため、電力量は短サイクル負荷の連続計測を行わないと計測漏れになる可能性がある。エネルギー計測ユニットでは、約250μsのサンプリング周期で電力量を連続計測するため、短サイクル負荷も漏らさず計測し、精度の高い計測を実現した(計測値データの更新周期は250ms)。

#### 3.2.3 海外規格対応

海外顧客及び海外向け機械装置組込用途での海外規格要求に対応するため、CE(Conformite Europeenne)マーキング、UL(Underwriters Laboratories)、KC(Korea Certification)マークの海外規格を取得した。

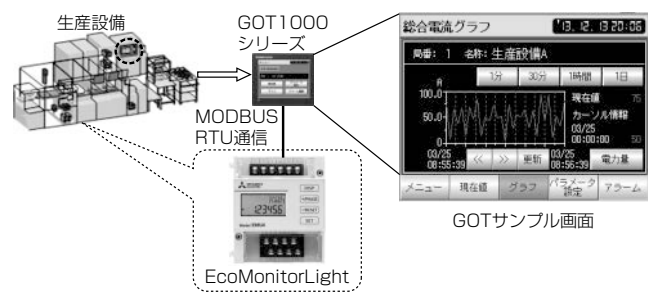


図 7. 表示器(GOT)によるデータの見える化

### 3.3 エンジニアリング環境整備

#### 3.3.1 専用ソフトウェアによるデータ収集

遠隔地からエネルギーデータをオンライン収集する場合、省エネデータ収集サーバEcoServerⅢシステムで実現可能であったが、収集点数が少なく安価にシステムを構築したいユーザーにとっては、EcoServerⅢは高価なシステムであった。簡易かつ低コストで、エネルギーデータを収集できるようにするため、MODBUS RTU通信対応のデータ収集ソフトウェア“EMU4-SW1”(三菱FAサイトから無償ダウンロード可能)を開発した。EMU4-SW1(図6)の特長は、次のとおりである。

- (1) 最大124項目の計測データをエネルギー計測ユニットから収集し、現在値表示が可能。
- (2) 指定周期(1分／1時間)で計測データをロギング可能。
- (3) ロギングデータをCSVファイル形式で出力。
- (4) 接続しているエネルギー計測ユニットの基本設定(相線式、一次電流、一次電圧等)が可能。

EMU4-SW1は、和文／英文対応であるが、他言語化、他機種追加時は、言語情報を含む機種定義ファイル追加によって、ソースコードを変更することなく、言語追加、機種追加が可能な構成とした。

#### 3.3.2 表示器によるデータの見える化

製造現場でエネルギーの見える化や、生産性とエネルギー消費量の相関を管理できるようにするため、エネルギー計測ユニットにMODBUS RTU通信を搭載し、表示器(GOT)にダイレクトに接続できるようにした。また、GOTに不慣れなユーザーに対しても、GOTを活用してもらえようとするため、当社“GOT1000シリーズ(GT14\*\*・Q, GT1030)”用のエネルギー計測ユニット専用のサンプル画面(図7)を三菱FAサイトから無償ダウンロードできるようにした。

## 4. む す び

低コストでお手軽にエネルギーの見える化を実現する、表示一体型のエネルギー計測ユニット“EcoMonitorLight”について述べた。

今後は、この製品の更なる機能向上及び製品ラインアップの充実化によって、顧客の省エネルギーに貢献していく所存である。