

# EcoMonitorPlus アナログ／パルス入力ユニット

野邊勇樹\*

EcoMonitorPlus Extension Model for Analog/Pulse Input Unit

Yuki Nobe

## 要 旨

近年、従来の省エネルギー用途に加え、予防保全や品質管理用途など、生産性向上を目的としたエネルギー計測ニーズが高まっている。この状況に対応するため、各種電気を計測可能なエネルギー計測ユニット“EcoMonitorPlus”の増設ユニットとして、各種センサ(温湿度センサ、振動センサなど)のアナログ信号を計測・監視可能な“アナログ入力ユニット”，及び生産数量や流量(水、エアなど)のパルス信号を計測・監視可能な“パルス入力ユニット”を開発した。主な特長は次のとおりである。

### (1) エネルギー管理と予防保全を実現

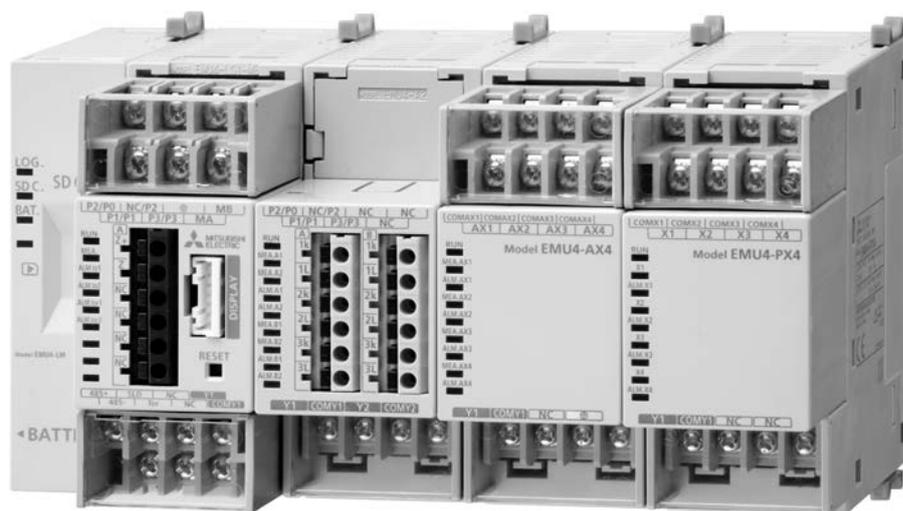
基本ユニットと増設ユニットを組み合わせることで、電

力量・漏洩(ろうえい)電流・温度・振動・流量(水、エアなど)を同時に計測できるため、エネルギー管理と予防保全を同時に実現可能である。

### (2) MODBUS RTU通信機能を標準搭載

MODBUS<sup>(注1)</sup>通信(RS-485)機能によって、シーケンサや表示器(GOT)でのデータ収集が可能である。計測したエネルギーデータや各種センサの計測値を生産情報等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である。

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



省エネ+予防保全  
電力監視に Plus $\alpha$ を

## エネルギー計測ユニット“EcoMonitorPlus”

生産ライン・生産設備などの各種エネルギー(電力量、電流、電圧など)、各種センサ(温湿度センサ、振動センサなど)のアナログ信号、及び生産数量や流量(水、エアなど)のパルス信号を計測するエネルギー計測ユニットである。MODBUS RTU(Remote Terminal Unit)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、MODBUS RTU通信によってエネルギーの管理が可能となる。また、増設ユニット方式を採用することで、用途に応じたユニット構成とすることが可能となる。

## 1. ま え が き

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。これによって、ピーク電力カットによる使用電力の削減や、計測ポイントの細分化、エネルギーデータと生産数の一元管理による原単位管理のニーズの高まりなど、計測機器に求められるニーズが変化している。三菱電機は、この状況に対応するため、単回路・表示付きのエネルギー計測ユニット“EcoMonitorLight<sup>(1)</sup>”、及び計測対象によって自由にユニットの構成を変更可能なEcoMonitorPlus<sup>(2)</sup>を販売している。

さらに、生産現場では設備の保全コストやダウンタイムの削減のため、予防保全のニーズが高まっている。当社は、この状況に対応するため、各種エネルギーデータ(電力量、電流、電圧など)を計測可能なEcoMonitorPlusの増設ユニットとして、各種センサ(温湿度センサ、振動センサなど)のアナログ信号を取り込み可能な“アナログ入力ユニット”、及び生産数量や流量(水、エアなど)のパルス信号を計測可能な“パルス入力ユニット”を開発した。

## 2. アナログ・パルス入力ユニット

### 2.1 製品仕様

アナログ入力ユニット、パルス入力ユニットの主な仕様

を表1に示す。“設備の温度や振動などを計測することで予防保全を行いたい”顧客向けの“アナログ入力ユニット”及び“生産数量や流量(水・エアなど)の計測を行いたい”顧客向けの“パルス入力ユニット”の2機種を増設ユニットとしてラインアップした。表2の機能と組み合わせることで、測定対象に応じた最適な構成で計測できる。また、計測ニーズの変化に応じてユニット増設による拡張が可能である(図1)。

### 2.2 製品コンセプト

#### (1) エネルギー管理+予防保全を1台で実現

従来のEcoMonitorPlusでは、電力量などを活用したエネルギー管理に加え、負荷電流や漏洩電流などの電気量計測を活用した予防保全が可能であった。しかし、故障モードによっては電気量計測だけでは故障の予兆把握が難しく、振動や温度などの情報が必要となる場合がある。そこで、各種センサのアナログ信号を取り込み可能なアナログ入力ユニットを増設ユニットのラインアップに加えることで、従来の電気量計測による予防保全に加え、振動や温度などによる予防保全を可能とした。

#### (2) 電気量+流量+生産数量の計測を1台で実現

従来のEcoMonitorPlusでは、パルス信号の入力が基本ユニット(高機能品)の1点だけであったため、生産数+流量(水、エアなど)の複数のパルス信号を取り込めなかった。そこで、パルス信号を取り込むパルス入力ユニットを

表1. アナログ・パルス入力ユニットの主な製品仕様

項目		仕様		
形名		EMU4-AX4(アナログ入力ユニット)	EMU4-PX4(パルス入力ユニット)	
入力仕様	入力点数	4点		
	入力信号形式	差動入力(0~5V, 0~20mA)	無電圧接点	
	絶縁方式	フォトカプラ絶縁		
	定格電圧・電流	電圧: 0~5V(入力抵抗1MΩ) 電流: 0~20mA(入力抵抗250Ω) 入力レンジ(電圧/電流)は切替え可能 (設定によってチャンネルごとに切替え)	DC6.5V, 10mA(本体から供給)	
	入力パルス条件	-	パルス ON時間: 30ms以上, OFF時間: 30ms以上	
	計測要素 <sup>(注2)</sup>	AD変換値, スケーリング値, レベル超過回数	パルス入力: パルスカウント値, パルス換算値 接点入力: 稼働時間, 接点状態 外部入力(パルス入力/接点入力)は切替え可能 (設定によってチャンネルごとに切替え)	
	計測値の範囲	AD変換値: 0~4,095 スケーリング値: -32,767~+32,767	パルスカウント値: 0~999,999 パルス換算値: 0.001~999,999,000	
	精度	AD変換値: 入力定格の±1.0%(23℃ ±10℃)	-	
	データ更新周期	1ms×チャンネル数 <sup>(注3)</sup> , 50ms×チャンネル数 <sup>(注3)</sup>	-	
	出力仕様	出力信号形式	無電圧a接点1出力	
機能		警報要素	スケーリング値上下限監視, スケーリング値上限監視, スケーリング値下限監視	パルス換算値上限監視
定格閉電圧・電流		DC35V, 75mA又はAC24V, 75mA(力率1)		
絶縁方式		半導体リレー絶縁		
外形寸法(mm)	37.5(W)×90(H)×92.9(D)(突起部を除く)(突起部を含めた最大寸法: 41.5(W)×99(H)×92.9(D))			
適合規格	CE マーキング(EMC: EN61326-1: 2013, 安全: EN-61010-1: 2010), UL: UL61010-1			

(注2) 各要素の計測内容

- ・AD変換値: 入力されたアナログ値を“0~4095”のデジタル値に変換した値(例: “0~100℃”を“0~4095”に変換)
- ・スケーリング値: AD変換値を別のスケールに換算した値(例: “0~4095”を“0~100℃”に換算)
- ・レベル超過回数: 設定したしきい値を超えた回数をカウントした値(3.2節)
- ・パルスカウント値: 入力されたパルス数をカウントした値
- ・パルス換算値: 入力されたパルス数を別のスケールに換算した値(例: 水の使用量に換算)
- ・稼働時間: 接点が入力(ON)された時間を積算した値(例: 設備稼働状態を接点入力することで、設備の稼働時間を計測)
- ・接点状態: 接点の入力状態(ON/OFF)

(注3) AD変換を許可に設定したチャンネル数

表 2. EcoMonitorPlusの機種

種別	名称	形名
基本ユニット	電力計測経済品	EMU4-BM1-MB
	電力計測高機能品	EMU4-HM1-MB
	絶縁監視品	EMU4-LG1-MB
増設ユニット	同電圧系統増設品	EMU4-A2
	異電圧系統増設品	EMU4-VA2
	アナログ入力ユニット	EMU4-AX4
	パルス入力ユニット	EMU4-PX4
オプションユニット	ロギングユニット	EMU4-LM
	B/NET通信ユニット	EMU4-CM-B
	CC-Link通信ユニット	EMU4-CM-C

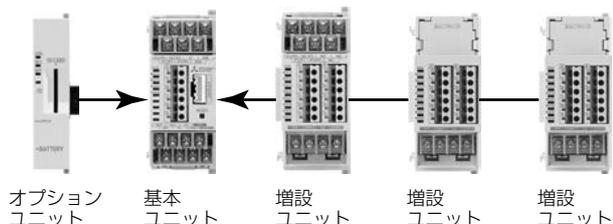


図 1. EcoMonitorPlusユニット増設による拡張

増設ユニットのラインアップに加えることで、電流量+流量+生産数量など、設備の情報をトータルで計測可能とした。

### 3. 特長及び製品化のための技術

#### 3.1 アナログ信号のサンプリング周期と通信時間

##### 3.1.1 アナログ値収集時の課題

アナログ入力ユニットは、振動センサ(変位、速度)による異常を検出するために、サンプリング周期を1msとした。しかし、従来のEcoMonitorPlusでは要求に対して現在値を応答するため、上位システムはサンプリング周期ごとにデータ収集を行う必要があるが、1ms分のデータ収集に76msの通信時間が必要であり、通信が間に合わず欠測が生じる問題があった(図2)。

##### 3.1.2 データ収集方法変更による対策

1ms分のデータは、通信時間の制約によって1電文当たり1データを収集する従来の手法では収集できないため、MODBUS RTUの複数個のデータを一度に送受信する機能を活用し、アナログ入力ユニット内部に記憶した100ms分のデータを一括して送受信する処理を実装した。これによって、100ms分のデータを71msで収集でき、欠測のないアナログ値の収集を実現した(図3)。

#### 3.2 アナログ信号のしきい値監視方法

各種センサによって計測されるアナログ信号は短サイクルで大きく変動するため、単純なしきい値による上下限監視では、“警報発生と復帰”を繰り返し、設備の異常状態などを正しく判定できない。そこで、従来の上下限監視

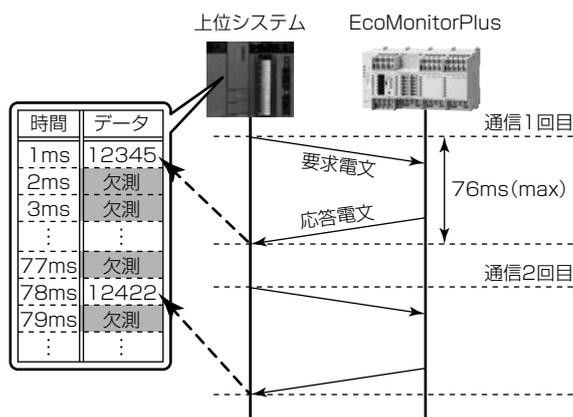


図 2. 1ms周期での通信(従来機種)

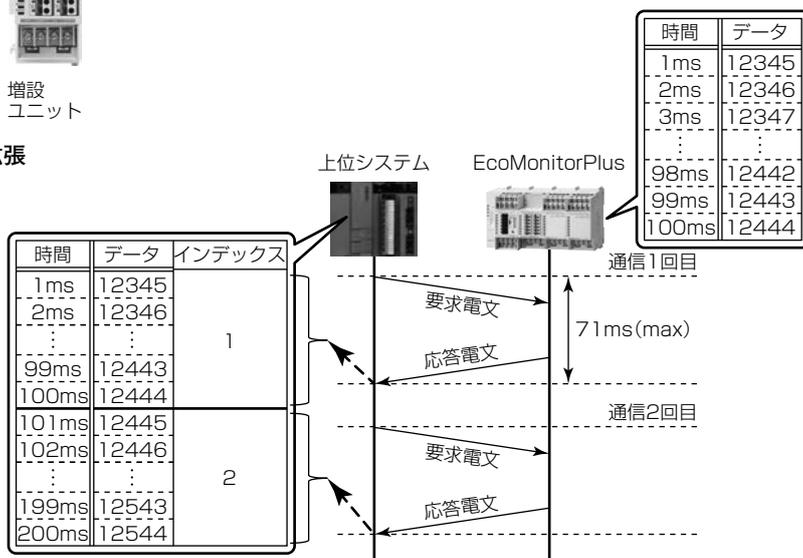


図 3. 1ms周期での通信(アナログ入力ユニット)

に加え、“しきい値を超過した発生回数をカウントし、一定回数を超過した回数(レベル超過回数)をカウントする”機能を実装した。この機能では、上下限監視のしきい値(レベル)をA~Dの4段階持ち、それぞれの超過回数をカウントする。超過回数が規定回数に達したかを管理することで、“A:注意段階, B:警戒段階, C:メンテナンス段階, D:設備更新段階”など、段階別に設備の状況を管理でき、計画的な設備保守に貢献可能である(図4)。

## 4. e-F@ctory連携事例

当社が提唱するFA統合ソリューション“e-F@ctory”との連携事例を述べる。

### 4.1 シーケンサとの連携

EcoMonitorPlusとシーケンサを活用して、原単位管理による省エネルギー・生産性の改善や、設備の予防保全が実現可能である。また、標準搭載のMODBUS RTU通信機能を活用した各種シーケンサの通信では、ラダープログラムの作成工数を削減するためにファンクションブロック(FB)

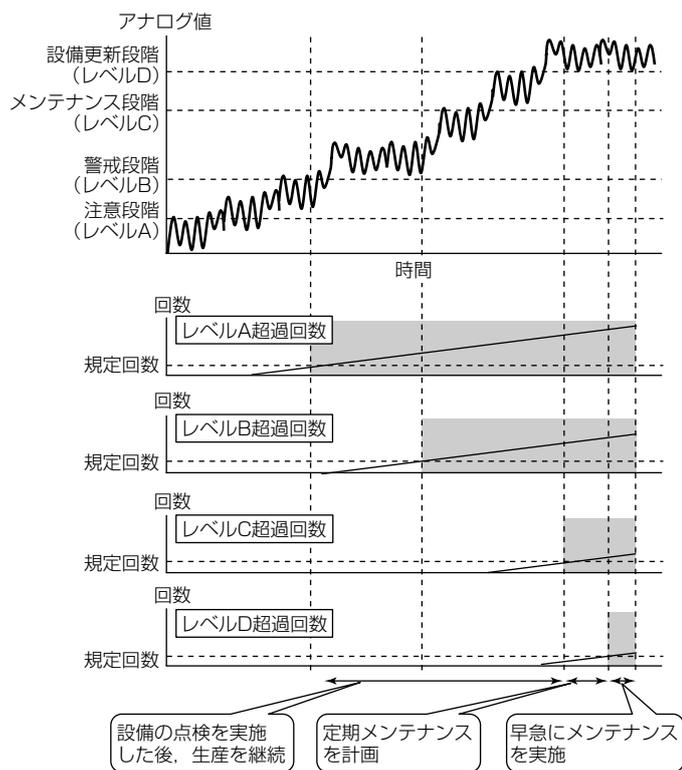


図4. レベル超過回数の使用例

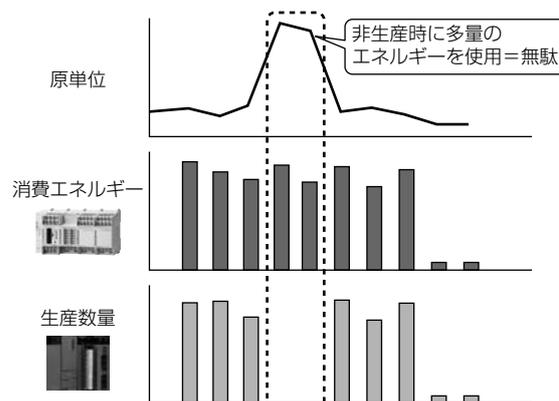


図5. エネルギー情報と生産情報による無駄の発見

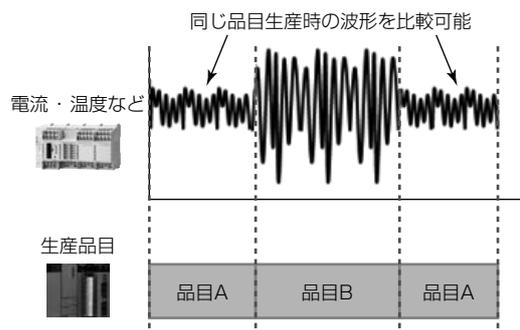


図6. アナログ信号と生産情報による予防保全

を提供している(当社FAサイトから無償ダウンロード可能)。

(1) 原単位管理

EcoMonitorPlusで計測したエネルギー情報(電力量・流量)とシーケンサが持つ生産情報(生産数量・設備稼働状態など)を基に、原単位管理によって無駄を見つけることができる。例えば、生産していない時間帯に多量のエネルギーを消費していた場合、生産工程の見直しや、非生産時の設備電源OFFなどで無駄が削減できる(図5)。

(2) 予防保全

電流や温度などを用いた予防保全を行う場合、設備の生産品目や稼働状況などによって計測値が異なるため、計測値だけでは異常値の判定が難しい。そこで、シーケンサが持つ生産情報(生産品目・設備稼働状態など)と組み合わせた監視を行う。これによって、同じ生産品目を生産している場合の計測値の比較や、設備立ち上げ時などの同じ条件での比較が可能となり、設備の予防保全が実現できる(図6)。

4.2 GOTとの連携

標準搭載のMODBUS RTU通信機能を活用してGOTと通信することで、省エネルギー目的でのエネルギーの見え

る化、予防保全用途での各種アナログ信号の見える化が可能である。また、見える化を実現するためにサンプル画面を提供している(当社FAサイトから無償ダウンロード可能)。

5. むすび

ユニットの増設による拡張が可能なエネルギー計測ユニット“EcoMonitorPlus”の増設ユニットである、“アナログ入力ユニット”と“パルス入力ユニット”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と予防保全に貢献可能なエネルギー計測ユニットの製品開発に取り組んでいく。

参考文献

- (1) 松岡靖教：エネルギー計測ユニット“EcoMonitor Light”，三菱電機技報，88，No.4，269～272 (2014)
- (2) 成井徹志：エネルギー計測ユニット“EcoMonitor Plus”，三菱電機技報，90，No.4，247～250 (2016)