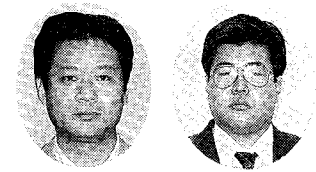


PMX-98 電力デマンド監視への適用例

PMX-98 Application to Monitoring Maximum Demand of Electric Power



FAソフト技術室
橋 岡 啓 司
Keiji Hashioka
石 川 正 明
Masaki Ishikawa

To reduce the cost by the decrease of a contracted maximum demand is great concern for us because we have large electric furnaces for manufacturing glass lined equipment.

We have appended the option softwares to Process Monitor PMX-98 one by one and now append "the option software for monitoring maximum demand" to it. This option software makes it easy to build a maximum demand monitoring system and makes it possible to build an economical system monitoring both of maximum demand and other utilities.

We built the maximum demand monitoring system utilizing PMX-98 and the option software. Then we succeeded in slicing about 10% out of our contracted maximum demand since it made it possible that the operators of the large furnace operates it after monitoring the condition of all load.

This paper describes the application of the maximum demand monitoring system utilizing the PMX-98 and the option software.

ま え が き

当社では、グラスライニング用の大型電気炉を有している関係で、契約電力の削減によるコストダウンが大きなテーマとなっている。

また、従来より販売してきたパッケージソフト「プロセスモニタ PMX-98」にオプションソフトを順次追加してきているが、今回「デマンド監視オプション」を追加した。これによりデマンド監視システムを簡単に構築でき、1台のパソコンで他のユーティリティの監視システムを兼ねることもできるため、経済的なシステムを構築できる。

当社ではこれらを利用して、「デマンド監視システム」を構築し、大型炉のオペレータが負荷状況を把握して炉の運転を行うことで、約10%の契約電力削減に成功している。本稿では「PMX-98」の応用例として本システムを紹介する。

1. 導入経緯

1.1 従来の電力管理と問題点

当社では、グラスライニング用の大型電気焼成炉を使用しているため、使用電力量の監視には従来より注意を払ってきた。受電所および動力班の控え室に契約電力超過予報を出力する警報装置を置き、警報が発生すると焼成職場へ電話で通知され、さらに職場長から大型炉のオペレータに電力カットの指示が出される。

これでは、当然警報発生から電力カットまでの伝達のためのタイムラグが発生して緊急を要する場合に対応できないし、一時的な炉の出力低下が長引けば、焼成時間が伸びてグラスライニングの品質への悪影響も引き起こしかねない。

1.2 システムの目標

当社におけるこれまでの電力監視の問題点を解決し、同時に約10%の契約電力削減を実施するため、次のようなシ

ステムの目標を掲げた。

- (1) 職場長および大型炉のオペレータが工場全体および各炉の負荷状況を直接把握できる。
- (2) 炉の出力を下げなくても済むように、オペレータがあらかじめ電力消費の予測ができ、炉のスケジュール調整ができる。
- (3) 電力消費量の多い設備について、それぞれ個別の電力管理を行える。

これらの目標を達成するためには、各焼成炉の状況の把握が必要であり、単なる電力監視だけでは対応しきれないと思われる。そこで、パッケージソフト「PMX-98」および「デマンド監視オプション」を利用して、電力監視とともに各焼成炉の温度変化や消費電力の推移を監視し、各炉の電力消費のピークをオペレータが予測できるシステムを開発することとした。この予測は、オペレータの経験によるもので、焼成トン数、焼成温度パターン、現在までの炉の温度の変化などの情報さえあれば、容易に行えるものである。

2. 電力管理の概要

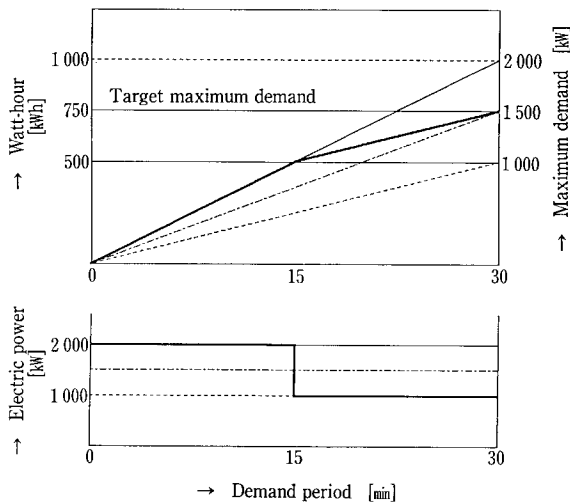
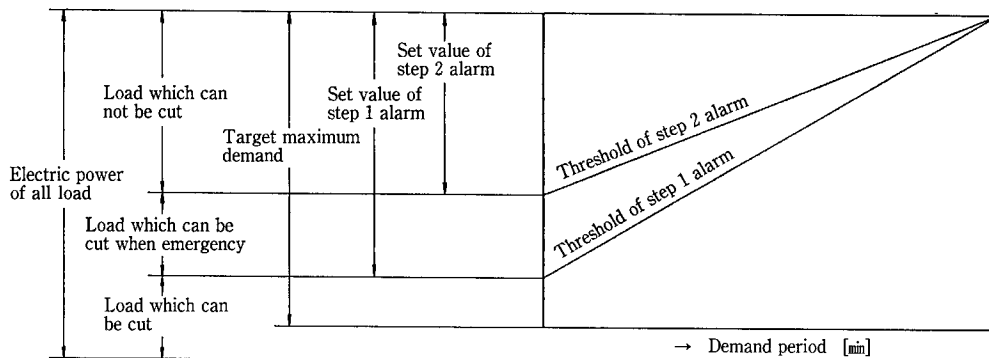
2.1 デマンドによる管理

ここでは電力管理がどのように行われるか、その概要について述べる。

まず、第1図にデマンドと使用電力量の関係を示す。デマンドとは、時限（通常30分）内の平均電力のことで、時限が30分ならば、その時限内に使用された[kWh]で表される使用電力量の2倍の値となる。契約電力はこのデマンド値で取り決められている。

30分の時限は取引用のメータが測定しており、この時限内のデマンドが契約電力内に収まればよい。したがって、一時的に契約電力を上回る電力を使用しても、残り時間の使用電力を下げれば契約電力を守れるわけである。

第2図
1・2段警報設定値と負荷電力の関係
Fig. 2
Relation between set value of step 1 and 2 alarm and load



第1図 デマンドと使用電力量の関係
Fig. 1 Relation between demand and watt-hour

第1図では目標デマンドが1500 kWで、0~15分間2000 kWの電力で推移し、このままだと目標デマンドを超過してしまうことが予想される。しかし、15~30分の間を1000 kWの電力にカットしたので、丁度目標デマンドの1500 kWに収まっている。この15~30分における使用可能な電力は1000 kWであるが、この電力を許容電力と呼び、その時点のデマンドと30分における目標デマンドを直線で結んだその傾きで表される。

このような対応を可能にするのが次に示す各種の警報である。

2.2 警報の種類と対応

当社で採用している警報はつぎのようなものがある。

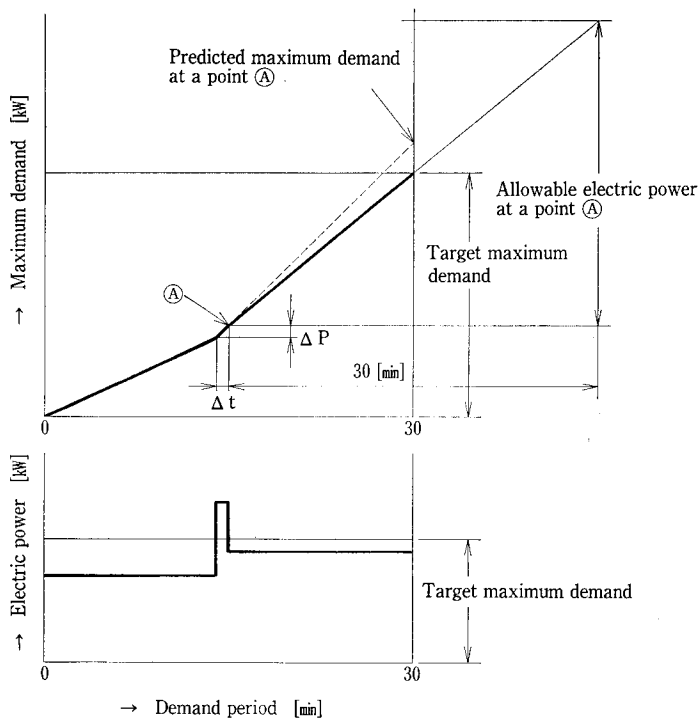
2.2.1 1段警報

比較的遮断可能な負荷（照明、空調など）を切った状態で運用可能な総電力を設定値とし、第2図の1段警報基準値のようにラインを引く。デマンド値がこのラインを超えると警報が発生する。

この警報が発生してすぐに1段警報設定値まで負荷を遮断すれば、最終的に時限到達時には目標デマンド（=契約電力）に収まる。

2.2.2 2段警報

遮断できない負荷（生産ラインなど）の総電力を設定値



第3図 超過予測と許容電力
Fig. 3 Prediction of maximum demand excess and allowable electric power

とし、第2図の2段警報基準値のようにラインを引く。デマンド値がこのラインを超えると警報が発生する。

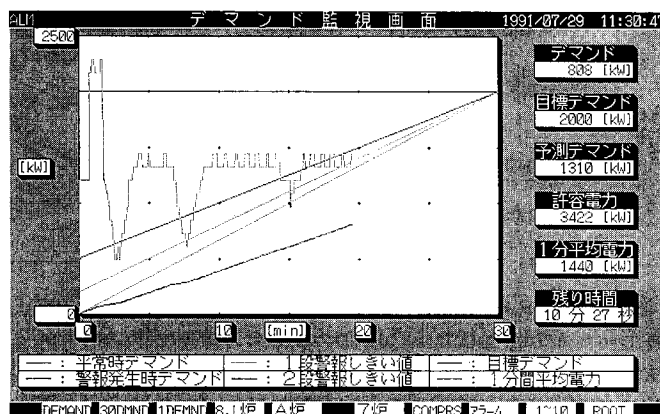
この警報が発生してすぐに2段警報設定値まで負荷を遮断すれば、最終的に時限到達時には目標デマンドに収まる。

2.2.3 超過予測警報

現時点のデマンド値、瞬時電力、残り時間から時限到達時のデマンド値を予測し、その値が目標デマンドを超えると警報が発生する。この場合、現時点のデマンド値と目標デマンドを結ぶ直線の傾きが表す電力（許容電力）にまで、負荷を遮断すると目標デマンドに収まる。（第3図参照）ここで言う予測とは、現時点の瞬時電力が時限到達時まで維持されると仮定した場合の予測で、その間の電力の変化は考慮していない。

3. デマンド監視オプション

ここでは「PMX-98」のオプションとして販売している「デマンド監視オプション」について説明する。



第4図 デマンド監視画面の表示例
Fig. 4 Sample of a maximum demand monitoring display

3. 1 機能

3. 1. 1 デマンド監視機能

「デマンド監視画面」は、各種電力管理値を監視するための画面で、

- ・デマンド現在値
- ・目標デマンド
- ・1・2段警報基準値
- ・瞬時電力（1分間の移動平均値）

をリアルタイムトレンドグラフとして表示し、さらに

- ・デマンド現在値
- ・目標デマンド
- ・予測デマンド
- ・許容電力
- ・瞬時電力（1分間の移動平均値）
- ・時限の残り時間

を数値で表示する。表示例を第4図に示す。

3. 1. 2 警報機能

1) 1・2段警報

2.2.1項、2.2.2項で述べた機能で、これらの警報が発生すると、即座にそれぞれの設定値以下に負荷を遮断すると目標デマンドが守られる。また、この警報は「PMX-98」のタグとして登録された外部機器の接点に出力することもできる。これによりプログラマブルコントローラに接続されたブザーやパトライトをON/OFFさせることができる。

これらの警報は解除されるまでの遅延時間を持ち、残り3分までは1分、残り3分～30秒までは30秒、残り30秒以下では遅延時間なしとなっている。

2) 超過予測警報

2.2.3項で述べた警報で、これも外部機器へ出力することができる。デマンドを予測する場合に使用する瞬時電力は1分間の移動平均値を使用している。この警報が発生した場合、デマンド監視画面に表示される許容電力以下に負荷を低減させると目標デマンドを守ることができる。

3. 1. 3 管理値の演算機能

「演算ハンドラ*」という「PMX-98」のオプションが

あり、外部機器からの値を演算処理してその演算結果をタグとして、他の外部機器からの値と同様のリアルタイムデータとして扱うことを可能にする。この機能により、

- (1) 時限
- (2) 1・2段警報基準値
- (3) 予測デマンド値
- (4) 各種警報
- (5) 使用電力量
- (6) デマンド現在値
- (7) 1分間移動平均電力

などを計算したり、各種の設定値（警報設定値、目標デマンド、1パルス当たりの電力量など）を保持したりできる。

通常は、演算機能はオプションの「演算ハンドラ」が必要であるが、「デマンド監視オプション」には演算式を設定済みの“EXE”形式の演算ハンドラが添付してあり、「演算ハンドラ」を購入しなくても各機能を使用することができる。もちろん演算式のソースファイルが付属しているので、「演算ハンドラ」を購入すれば、ユーザにて機能の追加、変更などの応用が可能になる。

また、パソコンのタイマは標準時刻に合わせてセットされるが、時限が標準時刻に合っていると限らないので、この演算ハンドラを利用した時限タイマがあり、時限を任意の時刻に合わせることができるようになっている。

3. 2 構成

本オプションは大きく分けると、次のような構成になる。

- (1) デマンド監視画面（フォアグラウンドタスク）
- (2) 演算ハンドラ（演算式のソースを含む）
- (3) タグ登録用ユーティリティソフト
- (4) 各種設定用データベースファイル

3. 3 必要なハードウェア

本オプション機能を使用するには、次のようなハードウェアが必要である。

- ・電力パルス検出器
- ・カウント機能付き I/F 機器（プログラマブルコントローラ、伝送機器など）

必要ならば、

- ・パルス変換器（パルスの速度を落とす）
 - ・警報通知用ブザー
- を準備する。

4. システムの機能

ここでは、今回「PMX-98」と「デマンド監視オプション」を利用して開発したシステムの機能について述べる。第1表に本システムの機能を示す。

4.1 デマンド予測支援機能

時限到達時のデマンドを、現時点のデマンド値と瞬時電力のみから予測しても、残り時間に使用電力がどのように変化するかによって実際のデマンドは予測とは全く異なってしまうことが多い。そこで、主要な設備の現時点までの操業状態を見て、その後の電力消費のパターンを予測することが必要になる。ただし、この予測方法を忠実に実行するには各設備の操業予定が必要で、さらに予定の変更に対応する必要もあり、複雑なシステムになり過ぎるきらいがある。

オペレータは各設備の状態（本システムでは炉の温度変化）を見れば大体的見当をつけ、総合的な判断を下すことが可能である。そこで、本システムでは次のような監視機能を備えている。

1) デマンド監視画面

前述した「デマンド監視オプション」が標準で装備している監視画面で、各種管理値のトレンドグラフおよび数値での表示を行う。大型炉をスタートさせる場合にはこの画面により、現在のデマンド値や残り時間、許容電力などをチェックする。

2) 各焼成温度の監視画面

「PMX-98」の標準機能であるヒストリカルトレンド機能を利用して、各焼成炉の温度変化や瞬時電力の変化を監視できる。これにより、大型炉のオペレータは他の炉の電力ピークが何分後にやってくるか、自分が使用する炉がいつスタートすればピークをずらすことができるかなどを判断することができる。

4.2 報告書作成機能

1) 日報・月報の作成

データロギングファイルを元に、30分ごとの電力管理日報、および月報をファイルに作成、またはプリンタ出力する。

2) カラー画面ハードコピー機能

任意の画面をハードコピーできるので、トレンド画面などを比較、解析することができ、電力消費パターンの解析などに活用できる。

4.3 デマンド警報機能

1) 1・2段警報

「デマンド監視オプション」が標準で持つ1・2段警報機能。警報発生時には、外部機器に接続された警報ブザーを鳴らす。これにより、オペレータは適切な負荷を遮断する。

2) 超過予測警報

同じくオプションの標準機能

3) アラームサマリ表示

「PMX-98」の標準機能を用いたアラームサマリ表示

第1表 デマンド監視システムの機能

Table 1 Functions of the maximum demand monitoring system

| | | | |
|--------------------------------------|--|--|--------------|
| The maximum demand monitoring system | Support functions of maximum demand prediction | <ul style="list-style-type: none"> • Trend graph display of each furnace temperature • Demand monitoring display | Data logging |
| | Report output functions | <ul style="list-style-type: none"> • Daily report • Monthly report • Color display hard copy | |
| | Demand alarm functions | <ul style="list-style-type: none"> • Step 1 and 2 alarm • Excess prediction alarm • Alarm summary display | |

で、発生・復帰の記録を画面表示する。

その他、上記各機能のベースとなるデータロギング機能（「PMX-98」標準機能）を持ち、1分ごとおよび30分ごとに各計測値、演算結果をロギングする。

現在のソフトウェア技術なら、予測により電力ピークをずらす指示を行ったり、遮断すべき負荷を指示したりといったことも可能である。しかし、そのための下準備ができていない生産システム（全てのデータがオンライン化されている）ならわずかの努力で可能であるが、そうでない場合にはデータの準備に多大な労力を要する。したがって、あくまでも判断は人間に委ねることが、低コストで確実な方法といえる。ただし将来、データのオンライン化ができれば、AI的な手法を用いて自動的な遮断すべき負荷の指示、炉のスタートのタイミング指示が実用化できるだろう。

5. システム構成

5.1 ハードウェア構成

第5図にハードウェア構成図を示す。受電所からの電力パルスの他に、4基の焼成炉と2台のコンプレッサの電力パルスもカウントしている。パルスは1~2 kWh/pulse に設定されている。

各焼成炉の状況を把握するために温度の測定も行っている。これにより昇温過程にあるか、あと何分後に電力のピークがやってくるかなどを知ることができる。

パソコンとのインターフェイス用機器としては、プログラマブルコントローラを採用している。

5.2 ソフトウェア構成

第6図にソフトウェア構成図を示す。詳細を次に示す。

1) 割り込みハンドラ

プログラマブルコントローラとRS-232Cで通信を行うドライバタスク。

2) デバイスハンドラ

プログラマブルコントローラの通信プロトコルをサポートし、データの要求、書き込み、内部フォーマット・コマンド間の変換などを行うバックグラウンドタスク。

3) プロセスデータマネージャ

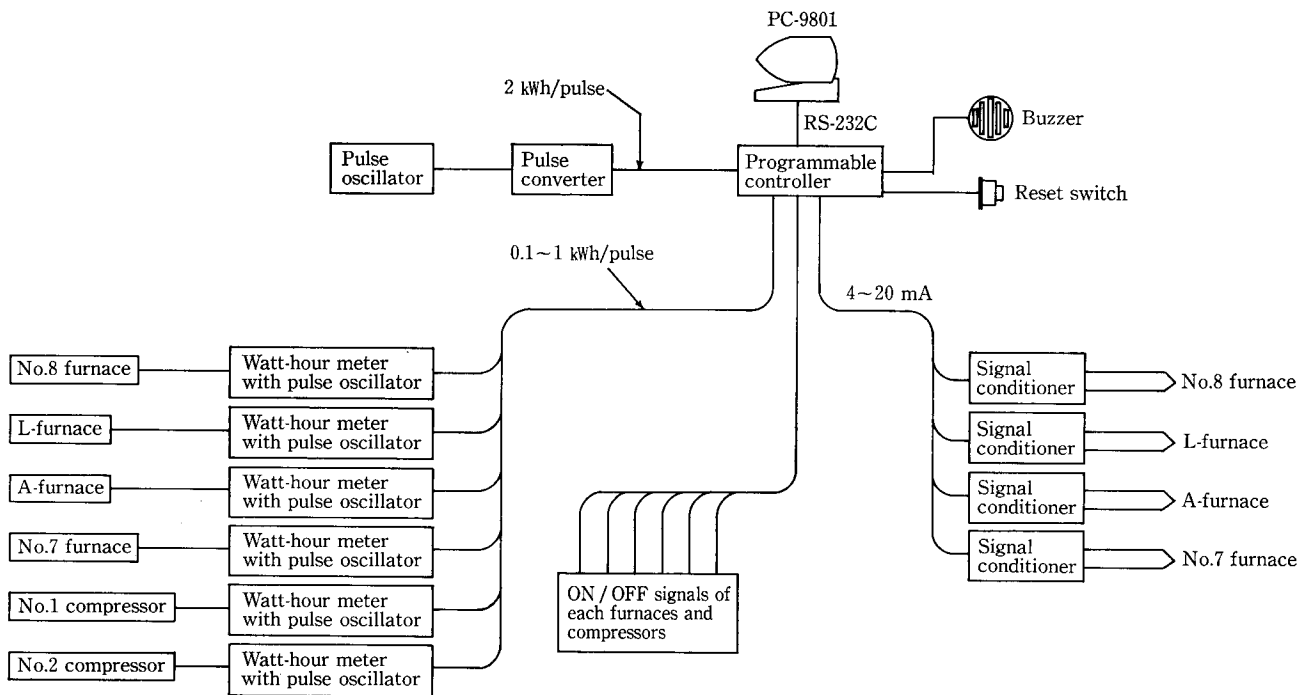
リアルタイムデータの管理を行うバックグラウンドタスク。

4) 演算ハンドラ

リアルタイムな演算処理を行い、結果をタグとして扱うためのデータハンドリング用バックグラウンドタスク。

5) ステータスチェックタスク

イベント（アラームなど）のチェックを行い、オペレータに通知するバックグラウンドタスク。



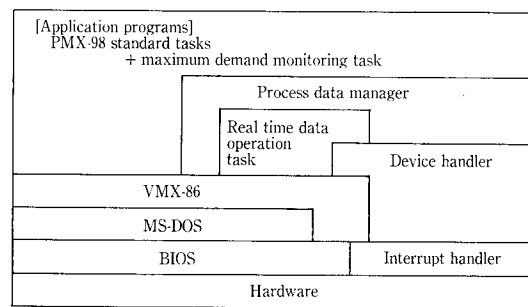
第5図 ハードウェア構成
Fig. 5 Hardware construction

- 6) データログタスク
データロギングを行うバックグラウンドタスク。
- 7) プリントタスク
プリンタスプーラ機能と画面ハードコピー機能を持つバックグラウンドタスク。
- 8) ヒストリカルトレンドタスク
データロギングファイルからデータを読み出してヒストリカルトレンドグラフを表示するフォアグラウンドタスク。各焼成炉、コンプレッサなどの状況把握に使用したり、デマンド、電力の記録の確認を行える。
- 9) レポート作成タスク
日報・月報の作成を行うフォアグラウンドタスク。テキストファイルとしてディスクに出力したり、プリンタに出力したりできる。
- 10) アラーム表示タスク
アラームの発生・復帰記録を表示するフォアグラウンドタスク。
- 11) デマンド監視タスク
デマンドのリアルタイムトレンドや各管理値の数値表示を行うフォアグラウンドタスク。

6. 運用結果

本システムは、完成以来順調に稼働しており、契約電力の約10%カットを実現している。当社の場合、特に大きな炉が2基あり、この2基の電力ピークをずらすことが契約電力を守るポイントである。最も大きな炉のオペレータは、

- (1) 許容電力が炉の最大出力よりも大きいことをデマンド監視画面で確認し、
- (2) 2番目に大きな炉の状況をトレンドグラフで知り、
- (3) 2つの炉の電力ピークが重ならないことを確認して炉をスタートさせる。それでも警報が発生すれば、あらか



第6図 ソフトウェア構成
Fig. 6 Software construction

じめ定められた負荷を遮断してデマンドの超過を回避する。

むすび

従来のデマンド監視装置は単に電力のみを監視し、警報が発生すれば後追的に対処するためのものでしかない。しかし、本稿で紹介したように各設備の状況が一目で把握できるシステムなら、デマンド超過をあらかじめ回避するように設備を運用することが可能になる。また、他のユーティリティの監視とデマンド監視を1台のパソコンでできるため、経済的なシステムを構築できるというメリットもある。

プロセスの運転監視用パッケージとして誕生した「PMX-98」であるが、FA、LA、ユーティリティなどへ応用範囲を広げつつある。また、最近ではCIM構築のためのパーツとして使用されるケースも増えている。この流れにともなって、運転監視機能を充実させて対象の範囲を広げ、ネットワークへ対応することでCIM構築のためのパーツとしての条件を備えるようになった。今後も「PMX-98」をさらに発展させていく所存である。

*「演算ハンドラ」

「演算ハンドラ」は、パソコンに仮想の内部演算器を持たせ、データ要求があると各通信ハンドラからのリアルタイムデータを演算処理し、その結果を返すことができる。演算結果には、リアルタイムデータ同様タグ名が付けられ、タグ名によってアクセスできる。

演算式へは最大5つのタグ（リアルタイムデータ）を渡すことができ、演算を行うだけでなくその結果をあるタグへ出力することもできる。

図A.1に「演算ハンドラ」の「PMX-98」における位置づけを示す。各アプリケーションは“PDM (Process Data Manager)”と呼ばれるタスクにデータの読み書きを要求し、“PDM”が各通信ハンドラに振り分けてそのレスポンスを返すが、「演算ハンドラ」のタグの場合には“PDM”は「演算ハンドラ」に読み書きを要求し、「演算ハンドラ」は各通信ハンドラに必要な要求を出し、それを元に演算を実行し、結果を返す。

また、“PDM”からの要求時だけではなく、一定周期で演算を実行し要求時には最新の演算結果を返すという設定も可能である。この機能により、常時上限や下限を監視したり、特殊な制御を行うといった機能を実現できる。

図A.2に演算ハンドラの作成手順を示す。ユーザはユーティリティソフトを使用して、演算式の定義を行い、「C

ソースジェネレータ」によってC言語のソースプログラムを生成する。これをC言語コンパイラ(Lattice C Ver. 4.1)によってコンパイルし、ライブラリとともにリンクすると完成する。これら一連の作業は専用のバッチファイルが付属しており、自動的に行うことができる。

その他、ユーザが独自に関数を作成して実行させることもできるし、次のような特殊な使い方もできる。

1) 定数の設定領域

演算式なしで単なるデータエリアとして設定しておけば、各種の設定値を持たせることができる。

2) 特殊機能の実現

ある時刻がきたらあるタグをONにするといった機能を、関数を定義して一定周期の起動をかけてやれば実現できる。

要するに、各タグの読み書きが自由にできて、関数を自由に作成、追加できるので、プログラムで実現できることは物理的な制限がなければなんでもできるわけである。また、標準で積算値の計算を行う関数、カウント値から瞬時値を求める関数、ファンクションキー操作（画面切り替え操作）をエミュレートして自動的に画面を切り替えて実行できる関数などが付属している。

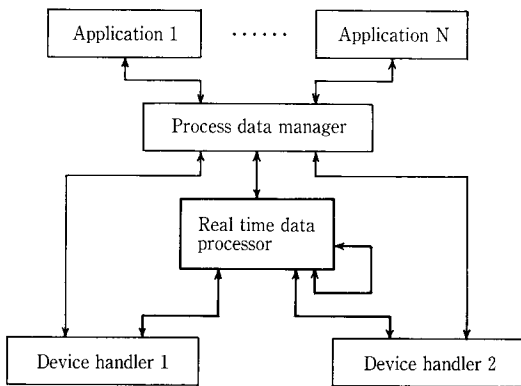


図 A.1 演算ハンドラの位置づけ
Fig. A.1 Position of the real time date processor

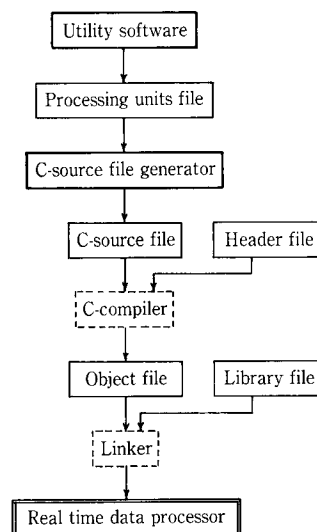


図 A.2 演算ハンドラ作成手順
Fig. A.2 Generation procedure of real time date processor