

スケジュール制御に適したHG1W形ウィークプログラマの開発 —プログラマブル表示器の新しい応用—

栗山 龍起*¹⁾ 前田 淳志*¹⁾ 落合 誠士*¹⁾

1. はじめに

時間軸を横軸とした制御は最も基本的な形態の制御である。おおよそ繰り返される日常の規則生活、これにまつわる公共機関の運営から商業、生産現場、各種プラントの運転など、社会のあらゆる分野でこの時間管理による制御が必要とされている。

当社では1982年HG1W形の前身であるWEG-08形ウィークプログラマを発売した。当時、石油ショック以降世界中で高まり始めた省エネブームが日本国内でも定着し、省エネコントローラ市場は年々拡大の方向にあった。先行発売されていた中・大規模制御用WEG-6401形、中・小規模制御用同1601形に続き出力点数の小さいWEG-08形が発売され世の中に受け入れられた。この背景には省エネや節電といった考え方が、小規模のスーパーマーケットや各種小売店舗などのレベル

でまで考えられるようになった世の中の流れがあったからである。

1996年、上述したニーズに応える新製品を開発した。小形ブルーモードLCD表示器にWEG-08の機能を踏襲させ、かつ画面との対話形式によるプログラム設定をより高次元で実現したHG1W形ウィークプログラマである。当社の表示器によるHMI（ヒューマンマシンインタフェース）ソリューションの横展開機種として開発した新ウィークプログラマについて以下に説明する。

2. ウィークプログラマとは

ここではHG1W形について説明し、当社のウィークプログラマの考え方の概要、プログラムの構成について述べる。

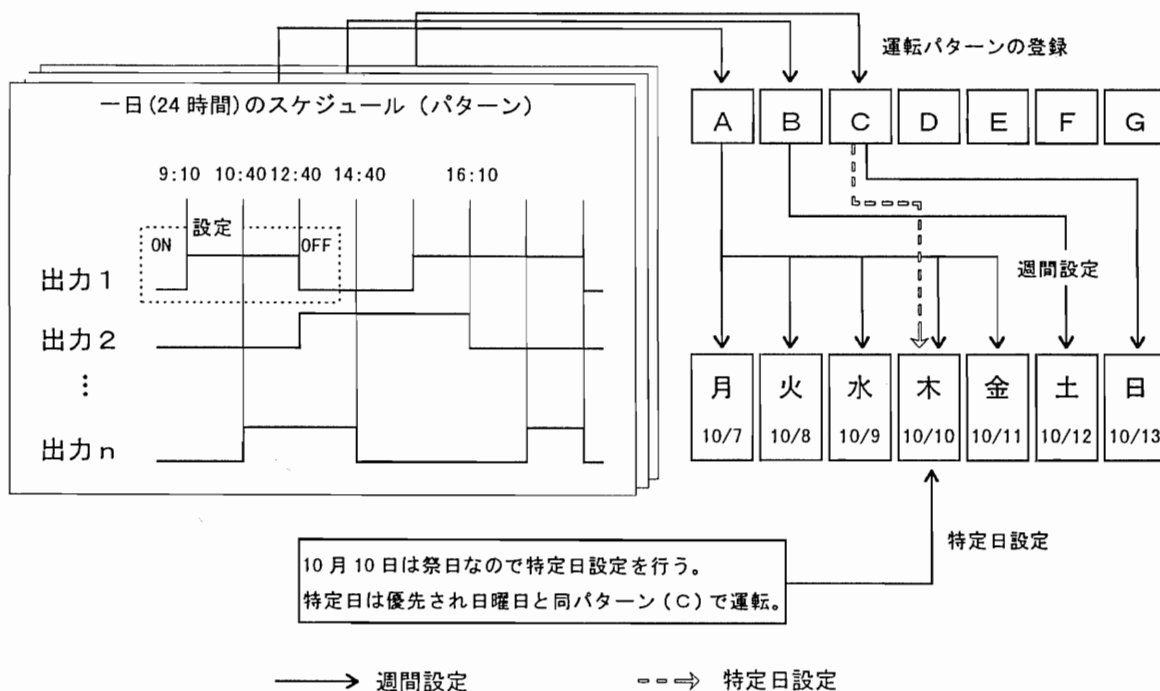


図1 HG1Wによるプログラム・設定の考え方

*¹⁾ 研究開発部

2. 1 概要

ウィークプログラムは文字通り日曜から土曜までの一週間を一つの単位として各種設備の運転などを繰り返し制御するためのものである。

しかし一年間を通して考えた場合、この基本となる一週間分の繰り返し運転に当てはまらない日が多く存在する。そして、この様な特別な日は各種設備等の性質や目的などによって異なるがある程度予定されており、各々によって事前に設定可能である。

この様なことからウィークプログラムは単に週間プログラムの繰り返しだけでなく、月日指定による年間スケジュールにも対応する必要がある。

2. 2 プログラム

WEG-08形で“モード”と呼称された、週間設定プログラムと特定日プログラムで構成されるプログラムの括りをHG1W形では単に“プログラム”と呼ぶ。

(図1参照)

本機ではこのプログラムを4つまで登録可能となっており、季節による運転形態の変化に対応するものと考えることができる。

2. 2. 1 週間設定と設定

以下に週間設定を構成する“パターン”と“設定”について説明する。パターン設定画面のイメージを図2に示す。

(a) 週間設定

週間設定はさらに小さな一日単位のプログラムで構成される。これらのプログラムを“パターン”と呼び、1日間の全出力のON/OFF設定から成り立っている。HG1W形では最大7パターンまでの登録が可能となっており、一週間を通し毎日異なるパターンで負荷を制御することも可能である。

(b) 設定

各負荷に対して任意の時刻に行うON/OFFで一組の単位プログラムをHG1W形では“設定”と呼ぶ。これはHG1W形ウィークプログラムの週間プログラムを構成する最小単位である。この“設定”は一つのプログラム中にパターン、出力を問わず最大500設定まで登録可能である。

2. 2. 2 特定日

既に述べたような単純に繰り返される週間プログラムが適用されない、月日指定による運転パターン設定を行う必要がある日を“特定日”と呼ぶ。すでに登録されている、或いは特別に登録したパターンを自由に設定する

ことが可能である。特定日はHG1W形においては各プログラム毎に99日分が登録可能であり、一年の祝祭日、記念日、或いは振替休日などのあらゆる例外に対応することができる。

また本機では、通電中は常に運転を行っており（プログラムNo.0指定時を除く）、前日に行う急なパターン変更も定常の週間運転を中断せずに行える設計となっている。

以上がウィークプログラムの基本的な考え方と簡単な動作の説明である。HG1W形としてこれらをさらに充実させるための補助的、或いは付加的な機能については後述する。

3. 小形表示器について

HG1W形は“Vistina”の愛称でシリーズ化された当社プログラマブル表示器群の横展開機種として位置づけられ、ハードウェアにおいてはHG1A形のものを用いている。HG1A形の詳細はIDEC REVIEW 1996を参照していただくとして、ここでは最低限必要な知識について簡単な説明を行う。

3. 1 機種構成

流用したHG1Aの機種はフロントマウントタイプの平行出力、RS-232C、RS-485の3タイプである。システムプログラムは共通にし、本機システムメニュー内の“情報”画面にて機種別の設定を可能にしている。

平行出力タイプで8点の制御を行い、RS-232Cでは当社スーパーマイクロコントローラMICRO³と、RS-485ではMICRO³・MICRO³Cの両方とそれぞれデータレジスタを共有して32点の制御を行うことが可能である。また、HG1W形では、MICRO³・MICRO³C側がHG1W形に割り付けるデータレジスタ領域の先頭アドレスを指定することができる。

<パターン>		T No. F	P No. 3
No. 0123	出力 1 2	繰返	読出
オン 1 2 時 3 4 分		運転	削除
オフ 1 2 時 5 6 分 0 0			複写

⏪ BACK ⏴ DOWN ⏵ UP ⏩ ENTER

図2 パターン設定画面

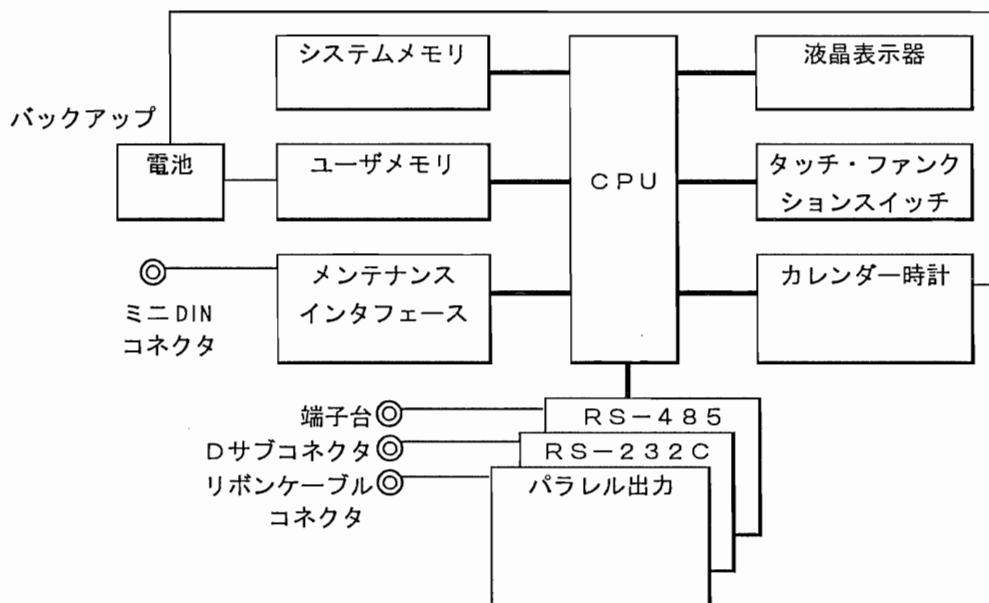


図3 HG1Wの内部構成

機種コード設定と先頭アドレス指定を行う画面、先頭アドレス指定によるMICRO³・MICRO³C側のデータレジスタ割り付けのイメージをそれぞれ図4、図5に示す。

3.2 メモリ構成

HG1AのハードはROM、フラッシュメモリ、SRAMの3種類の記憶素子を搭載している。この中でウィークプログラムとしてのシステムプログラムはフラッシュメモリに格納される。

また、ユーザが入力したプログラム、各種設定はSRAMに記憶され電源により保持、電源OFF時は時計IC同様に2次電池によりバックアップ保持される。

HG1W形の内部構成のブロック図を図3に示す。

4. HG1Wの操作の考え方

HG1W形では小形のLCD表示器画面と4つのファンクションスイッチをフルに活用し、WEG-08で唱えた対話形式によるプログラム入力をさらに解り易く、かつ効率的に行えるように工夫がなされている。

また、このことと相反する不特定多数のユーザによる誤操作に対しても対策が施されている。

以下に操作の説明を通して、HG1W形における人に優しいHMIの実現の形態を示す。

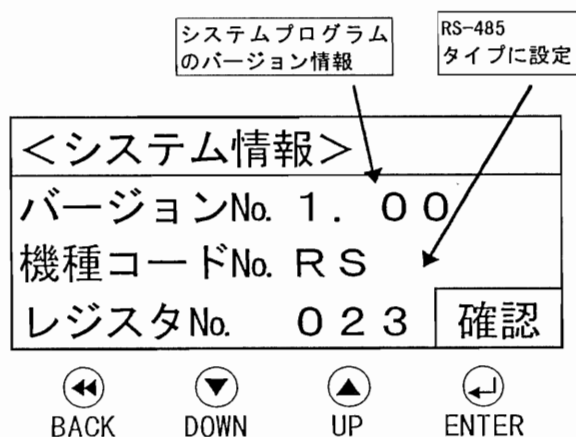


図4 機種コード先頭アドレス指定画面

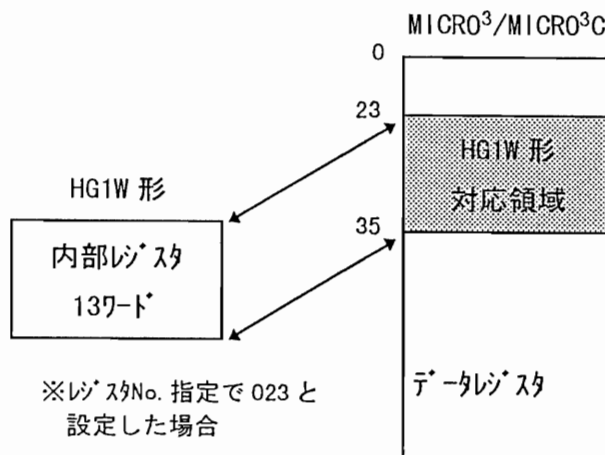


図5 HG1WとMICRO³・MICRO³Cの対応領域

表1 ファンクションスイッチの機能

名称	記号	意味
BACK	◀	前画面へ戻る。
DOWN	▼	数値、記号選択時、下方向への送り。 運転画面では週間設定画面へ JUMP。
UP	▲	数値、記号選択時、上方向への送り。 パターン設定時、出力 No.・時刻設定時はテンキー画面へ移行。 運転画面では出力切換画面へ JUMP。
ENTER	↵	設定値の決定（書込み）。

4. 1 スイッチ、キー操作

4. 1. 1 タッチスイッチによるメニュー等の選択

タッチスイッチはマシンに対する“入力”を行うための手段として、現在最も進んだHMIの形であるといえる。HG1W形においても入力者が入力したいと思うパラメータに対し、画面を見てその場所に触れるという直感的な動作で選択することができる。

タッチスイッチで選択された画面部分は点滅することで入力待ち状態を示す。これは後に述べる危険防止等のための2点同時押し選択パラメータを除き、全ての入力部に共通の操作である。

4. 1. 2 入力

各種設定値の入力、決定、登録等は基本的にはファンクションスイッチで行い、数値が大きな入力項目については画面上にテンキー画面を設けて対応した。これらの操作の考え方を以下に説明する。

(a) ファンクションスイッチによる入力

HG1W形では4つのファンクションスイッチを備え、これらには一部の特別な操作を除いてそれぞれ設定画面に依らない共通の機能を持たせている。また日常的にも馴染みのある解り易い記号で表現し、容易にスイッチの機能や種類を判断できるよう配慮している。

機能の説明と合わせ表1に示す。

(b) タッチスイッチ（テンキー）による入力

出力番号の設定（最大1～32）や時刻設定など、選択幅の大きい値を入力する場合はテンキーによる入力形式を採用する。時刻設定においては例えば8時5分であれば8.05と入力することでテンキー画面での入力を可能にしている。

4. 1. 3 誤操作防止システムの採用

タッチスイッチはその入力の簡単さ、或いは安易さ故に無意識のタッチにより不本意なスイッチングを行う可

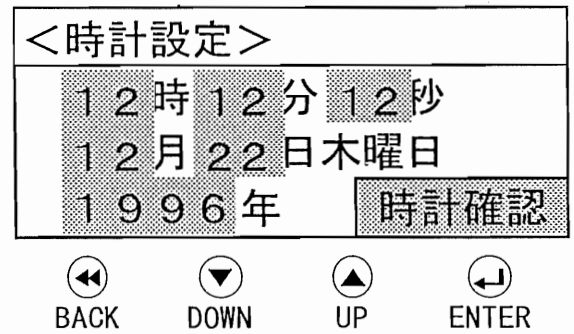


図6 タッチスイッチの2点同時押し選択画面例


能性がある。プログラム入力後の運転時には外部入力による画面スイッチロックが可能な設計となっているが、基本的にプログラムの削除、時計設定など誤操作によるスイッチングが大きな問題となるような設定には2点同時押しが必要な方式をとっている。

ここでは特に、画面スイッチロックとは別に、操作・入力時の誤操作防止システムについて述べる。

(a) タッチスイッチの2点同時押し選択

ウィークプログラマでは、内蔵する時計ICの時刻、日付が誤った値となった場合、全てのプログラムが誤ったものとなるため、時計設定画面におけるパラメータ選択（時刻、日付、西暦）は同じタッチスイッチ内の右下に表示される「時計確認」部分との同時押下時のみを有効としている。

図6参照。

尚この場合、部分がタッチスイッチ有効部である。

(b) タッチスイッチとENTERによる2点同時押し入力

“設定”や特定日の削除、パターンの複写、機種コード変更などはそれぞれのコマンドを示すタッチスイッチ表示部と、ファンクションスイッチの“ENTER”の2点同時押しにて実行される。

また、時計設定画面での入力後の決定も同様に、上記パラメータ選択の誤操作防止策と合わせて2重の保護対策を施している。図7参照。

(c) タッチスイッチのみの2点同時押し入力



プログラムの一括削除時は画面内の2点同時（・解除）押しで行う必要がある。この2点はタッチスイッチ画面下の左右の端にそれぞれ位置し、離れた2点を押すことで特にユーザの注意を促している。図8参照。



図7 タッチスイッチとENTERによる2点同時押し入力画面

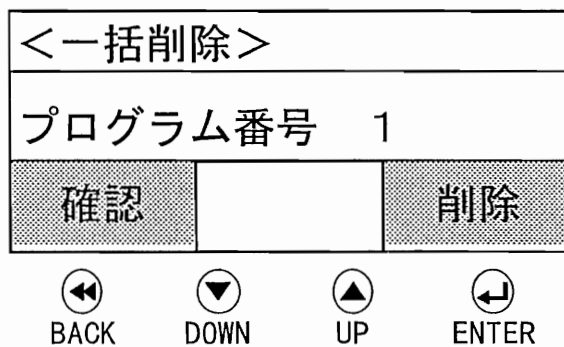


図8 タッチスイッチの2点同時押し入力画面例

5. 負荷に対する保護システム

ウィークプログラマはPC等と同様に直接負荷のON/OFF制御を行うため、事故防止のための各負荷の性質を考慮した各種保護対策を行う事が可能となっている。詳細を以下に示す。

5.1 順次起動

モータやインバータ等起動電流が流れる負荷を複数台制御する場合、特に同じ時刻に同時にONする場合などは、突入電流がその設備の電源容量の定格をオーバーし、ブレーカ等を落としたり、場合によっては電力設備そのものが故障する様な事態に陥りかねない。しかしこの様な事態を避けるための時差プログラムをパターン設定に反映させることはプログラム作成者の大きなストレスとなり不効率でもある。また、この様な同時立ち上げを避けるための“設定”と本来異なる時刻に立ち上げる筈の“設定”が混在することは後々プログラム確認を行った場合、制御の意図が不明瞭で混乱を招く原因となりかねない。

HG1W形ではパターン設定上ではこの様な問題を気にすることなくプログラミングを行い、かつ負荷の同時立ち上げを避けることが可能なように独立して順次起動設定を設けている。

各プログラム各出力毎に秒単位（0～99秒）の立ち上げ遅延時間の設定が可能である。

5.2 最小出力オフ時間

多種多様な設備を持つ生産現場では、レーザや水銀灯など電源投入後の温度上昇を見込んだ補正を行うシステムや、特殊なシーケンスにより立ち上がるために初期化が必要なシステム等が少なからず存在する。これらのシステムは停電などにより不意に電源OFFとなった場合、直後の電源再投入によって機器が不安定になったり、性能を損なう様なことがある。

またFAライン等の電源系統が複数有り、HG1W形

の供給電源のみが何らかのトラブルで寸断された場合、他の制御機器などと同期を取らないまま電源が復旧したすると大事故が発生する恐れもある。

このような事態を避けるために本HG1W形では一旦出力をOFFすると、ある時間以上は再ONしないことを設定する最小出力オフ時間設定が可能となっている。

順次起動設定同様に各プログラムの各出力毎に設定でき、0～99分の間で設定可能である。

5.3 出力切換

HG1W形ウィークプログラマは直接負荷を制御する関係上、順次起動や最小出力オフ時間の様な正常運転時の負荷保護とは別に手動による危険回避操作が行える必要がある。HG1W形では出力切換画面を設け、“自（プログラムによる自動運転）”、“入（手動強制ON）”、“切（手動強制OFF）”を各出力毎に設定することが可能である。

またこの画面には設定メニューから移行する必要があるが、特に運転モニタからはUPスイッチ一つで移行（JUMP）が可能となっている。このことはDOWNスイッチで週間設定画面に移行することと合わせ、WEG-08の操作性を損わないように配慮した結果である。

この出力切換設定はプログラム運転時のON/OFF制御に優先する。

HG1W形の画面構成を図9に示す。

6. その他

以上に述べてきた週間設定と特定日設定の2つのプログラムの柱や負荷に対する各種保護システムの他にユーザ本位のHMI実現のために各種補助機能に設けた。これらについて以下に説明する。

また、ウィークプログラマの応用としていくつかの例を示す。

設定メニュー

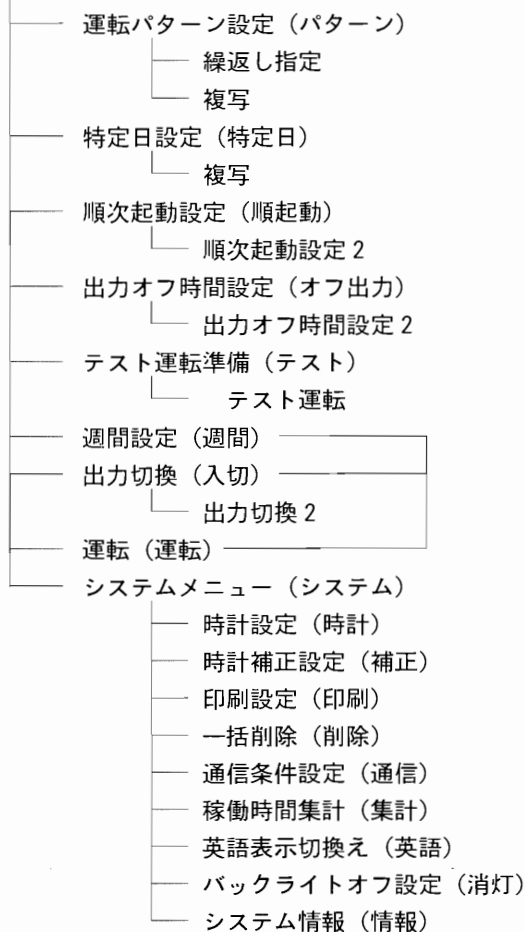


図9 画面構成

6. 1 テスト運転

ウィークプログラマは一度プログラム入力を終えて運転状態に入ると、基本的には他の表示器の様に頻りに画面表示を確認することが少ないと考えられる。このためHG1W形はあえて小形表示器を採用し、必要最低限の表示機能を提供している。

また翻って、プログラムは運転前に必ず確認される必要がある。パターン設定画面では既に入力されている“設定”を読み出し、確認することが可能である。しかしこの画面は“設定”入力用であるため確認は“一設定”ずつ読み出すという作業となり、全出力、全時間帯の設定を確認する手段としては不適當である。

本機では小形の表示器画面にこの設定確認作業を満足に行えるテスト運転画面を形成した。この画面上では同時刻の出力状態を同時に16点まで確認でき、UP・DOWNスイッチで行うスキップにより時間経過下での各出力の状態変化の様子が確認できる。特に制御している複数の負荷が互いに他の負荷の状態に従属するような有機的なON/OFF制御の確認などを一目瞭然で行える。図10



図10 テスト運転画面

参照。

尚、出力17~32の表示は表示切換スイッチにて行う。

6. 2 システムメニュー

本HG1W形の使用にあたって節電管理等、より付加価値の高い制御を行うため、或いはより環境に適した状態で使用可能なように図11に示す様な機能をシステムメニュー内に搭載した。この中で特に説明が必要なものについて以下に説明する。

6. 2. 1 オン時間集計

冒頭(第一章)にて述べたように、ウィークプログラマは単に週間プログラムの繰返しによって時間制御に規則性を持たせるだけでなく、空調設備をデューティサイクル運転するといった、節電目的にも使用される。オン時間集計画面では各出力毎の一日(各パターン)のトータルオン時間を計算することが可能であり、節電などの目安として有効なデータを提供することができる。

6. 2. 2 日を渡る出力制御について

HG1W形ウィークプログラマでは時計ICの性質上入力値として0時0分0秒から23時59分59秒間での設定しか行えない。このため0時をまたがるON設定は日付変更時に出力が一旦(一瞬間)OFFすることになる。

この問題を解消するために本機では、オフ時間設定が23時59分59秒に設定されている場合はこの出力の翌日の設定が0時0分0秒にONするか否かを検知してONの場合は負荷のON運転を続ける仕様となっている。これは翌日にパターンが変更された場合、或いは特定日による変更が行われた場合にも適用される。

6. 2. 3 繰返運転

HG1W形ではデューティ比が一定の繰返運転の一つの設定として入力することが可能である。このことによ

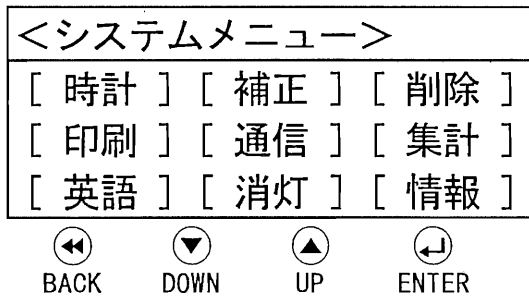


図11 システムメニュー画面

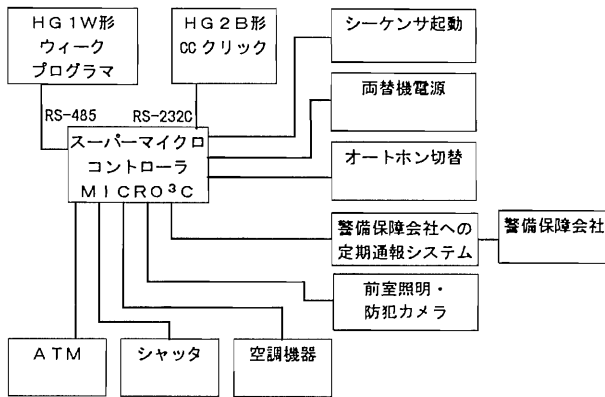


図12 金融機関における応用例 (ブロック図)

表2 金融機関における応用例 (週間設定)

曜日	日	月	火	水	木	金	土
パターン	C	A	A	A	A	A	B

表3 金融機関における応用例 (設定)

出	出力状態	Aパターン (平日)	Bパターン (土曜)	Cパターン (日曜)	制御対象	制御内容	
1	ON	8:30	8:30	8:30	ATM電源		
	OFF	19:00	17:30	17:30			
2	ON	8:28 19:25	8:28 17:35	8:28 17:35	シャッターシーケンス	MICRO ³ によるシーケンス	
	OFF	8:29 19:26	8:29 17:36	8:29 17:36			
3	ON	8:40	8:40	8:55	前室照明・防犯カメラ		
	OFF	19:04	17:04	17:04			
4	ON	8:45	8:40	8:55	空調	繰り返し運転	
	OFF	18:00	17:04	17:04			
5	ON	8:15	8:25	8:35	警備保障会社定期連絡		
	OFF	19:25	17:35	17:35			
6	ON	—	8:45	8:45	オートホン切替		
	OFF	—	17:30	17:30			
7	ON	8:00	—	—	両替機電源		
	OFF	18:00	—	—			
8	ON	8:43	8:43	8:58	シーケンス起動		
	OFF	18:56	16:56	16:56			
休日の設定		1/1, 1/2, 1/3, 5/3, 5/5 (Dパターン: 全てOFF)					
特定日の設定		9/16, 9/23, 10/10, 11/4, 11/23, 12/23, 12/31, 1/15, 2/11, 3/20, 4/29, 7/21 (Cパターン)					

て入力の手間を省き、また有限である“設定”の浪費を防ぐことができる。

6.3 パソコンによるプログラム記録

HG 1 W形は週間設定と特定日設定、他順次起動や出力オフ時間の設定等をひとまとめた“プログラム”を4つまで登録できると述べた。本機ではプログラムが4つ以上必要な場合、或いは複数のHG 1 W形に同じプログラムを入力したい場合等のためにパソコンによるプログラムのアップ/ダウンロードを可能にした。ここではプログラム単位のアップ/ダウンロードが可能となっており、バックアップ用としても使用可能である。

6.4 応用例

最後にHG 1 W形を使用したウィークプログラムによる時間制御の例を示す。(図12, 表2, 表3参照)

これは金融機関向けの比較的単純なアプリケーションである。HG 1 W形の設定容量としてはさらに多くの負荷を複雑に制御することが可能である。

また、この図のようにHG 2 B形表示器を使用することで、必要であれば各部の詳細情報の表示を行ったり、或いはCCスイッチを使って各負荷に対する手動制御や運転プログラムの切替を行うことも可能である。

7. 今後の展望

以上にわたり新ウィークプログラムの、操作を通したHMIの説明を行ってきたが、使いやすさを追求する余地はまだ残されていると考える。ユーザによって“使いやすさ”は異なり、すべてのユーザに満足される操作方

法を実現するには更なる研究が必要である。今後ユーザの声を反映し、GENERALな要求に応えとともにPERSONALなものに対してはユーザ個々による操作方法の選択を提供するなど、HMIソリューションとして万人に扱いやすい製品の開発を目指したい。

8. おわりに

終りにあたり、HG1W形の開発に対し助言いただいた研究開発部や品質保証センタ等の皆様と、本原稿執筆

にあたりウィークプログラマの実際のアプリケーションを紹介して下さった営業、販売支援の皆様はこの場を借りて感謝の意を表わします。

参考文献

- 1) 新堂 晴彦, 米田 親男 他 :
超小形PC MICRO³の開発, IDEC REVIEW 1994
- 2) 平野 徹, 菅井 祐平 :
Vistina HG 1 A形の開発, IDEC REVIEW 1996

