

マイコンによるエアガン・モニタの開発

西村 清和(海洋地質部)
Kiyokazu NISHIMURA

1. はじめに

マイクロコンピュータ(略称マイコン)の出現で、今迄夢であった個人でコンピュータを持つことが現実のものになった。学生など若い人たちを中心にマイコンがブームとなっている。マイコンを前にしてテレビゲームに興ずる光景はマイコン販売店でよく見かける。趣味としてのマイコンの利用のされ方は、このようにまだまだテレビゲームの域を脱していないのが実情のようである。マイコン=テレビゲームという一般的なイメージはあるが、それはマイコン利用のごく一部でしかない。マイコンの応用分野としては自動車、家電製品、機械制御、計測器、データ処理などがあり、あらゆる産業分野で着々とマイコンの利用が進んでいると言える。

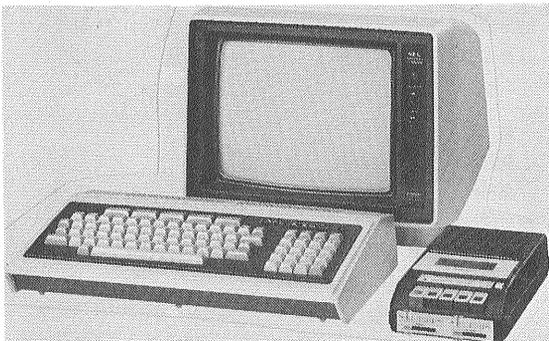
海洋の分野でもマイコンを応用した調査機器が見られるようになってきた。

ここで紹介するのは海洋地質調査でのマイクロコンピュータの一応用例で、地質調査船白嶺丸に使用されているエアガン音波探査装置のコンプレッサの圧力および温度を遠隔監視するエアガンモニタシステムである。

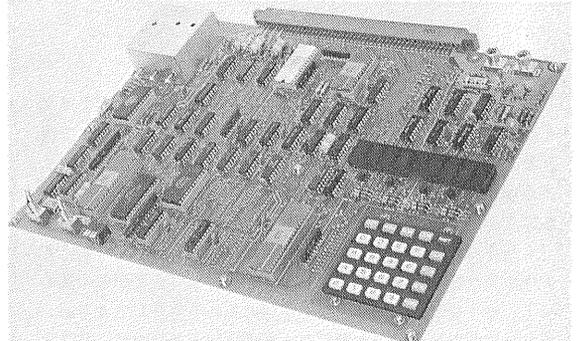
エアガンによる音波探査システムでは、高品質の探査記録を得るために音源であるエアガンやエアガンに圧縮空気を供給するコンプレッサを常に最良の状態で作動させなければならない。これらが作動不良に陥るとと発震しなくなったり、音圧が低下したりして、その結果

探査記録を得ることができなくなってしまう。コンプレッサの作動はこのように重要である。加えて発生させる圧縮空気は 100 kg/cm^2 以上の高圧であるため、その運転は細心の注意を払わなければならない。かつて音波探査や地震探査に火薬を使った時代にくらべればその注意や緊張は軽度になった。その代り運転時間は長くなり、火薬のように夜は法規で使えないために人は休むということもなくなった。

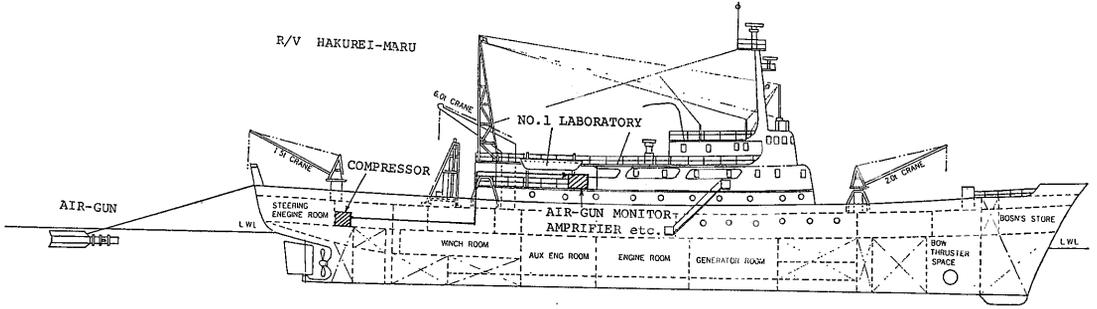
地質調査船白嶺丸に据付けたエアガン用コンプレッサは最大圧力 $3,000\text{ PSI}$ (pound per square inch $1\text{ PSI}=0.07\text{ kg/cm}^2=6.9\times 10^4\text{ Pa}$ (パスカル))、空気供給量 120 SCF M (Standard air of cubic feet per minute $1\text{ SCFM}=0.028\text{ m}^3/\text{min}$)で、Norwalk社製である。圧力の単位として kg/cm^2 が一般的であるがエアガン音波探査では PSI が使用されている。第1段から第4段までの4つのコンプレッサが直列につながり、順次圧力を上げていくようになっている。コンプレッサの作動が異常なときは各段の圧力が所定の値を示さなかったり、排気弁や冷却水の温度が異常に上昇したりする。音波探査を行っているときは、第1段から第4段のコンプレッサの圧力、排気弁の温度、冷却水温度、エアガンマニホールドの圧力指示などを30分毎にチェックしていた。しかしコンプレッサを設置してあるコンプレッサ室と調査機器を設置してある第1研究室とは第3図に示すように離れて



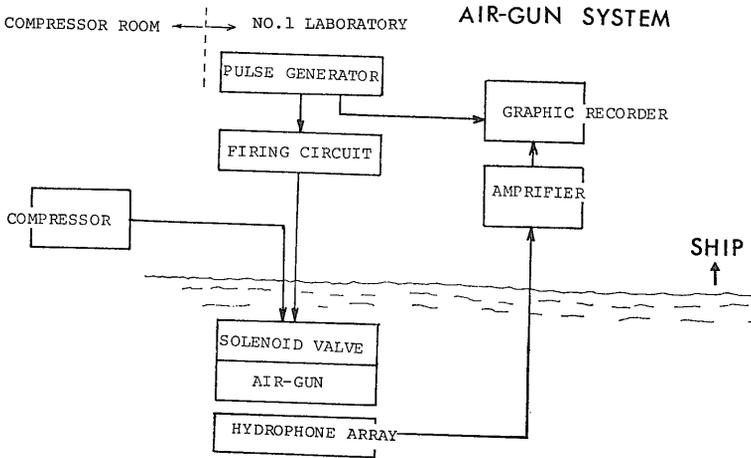
第1図 マイクロコンピュータの一例 PC-8001(日本電気) 別名パーソナルコンピュータ コンピュータ本体とキーボードが一つのケースに入っていて、専用ディスプレイで表示する。プログラム言語はBASIC



第2図 ワンボードマイコンの一例 EX-80(東芝) CPUやメモリなどがボード上に取り付けてある。エアガンモニタはこのマイコンをベースにして開発した



第3図 地質調査船白嶺丸の見取図 図中斜線部分はコンプレッサとエアガンモニタを示す



第4図 エアガン音波探査システムのブロック図

おり 突発的なトラブルが生じても従来の方法では対応できず またすべて人手に頼っているのが能率的ではなかった。そこで第1研究室でエアガンコンプレッサの圧力 温度を常時監視できるようにするため 海洋地質部 玉木賢策技官らによってコンプレッサに圧力センサと6チャンネル分の熱電対素子を取り付け 第1研究室には アナログ式圧力表示器 およびデジタル温度計を設置した。これによりコンプレッサの出力部の圧力と各段の温度 冷却水の温度がリアルタイムで表示できるようになった。このシステムの導入により大巾に機器の動作の信頼性と能率を上げることができた。しかし温度計のチャンネル切換が手動であったり 警報回路が不完全であったりして 改良すべき点がなお多かった。そこでさらに前記システムに最近急速に発展してきたマイクロコンピュータを導入して圧力 温度のモニタテレビへの表示 警報機能 データ収録機能などを持たせ高性能率のエアガンモニタシステムを完成させた。

本システム開発の目的をまとめると次のとおりである。

- (1)従来人手に頼っていたエアガンコンプレッサの作動状態の監視を自動化して コンプレッサの圧力 温度の異常の検知によりコンプレッサやエアガン発音体のトラブルを直ちに察知し 対応できるようにする。
- (2)その結果 常に質の良い探査記録を得ることができるようにする。

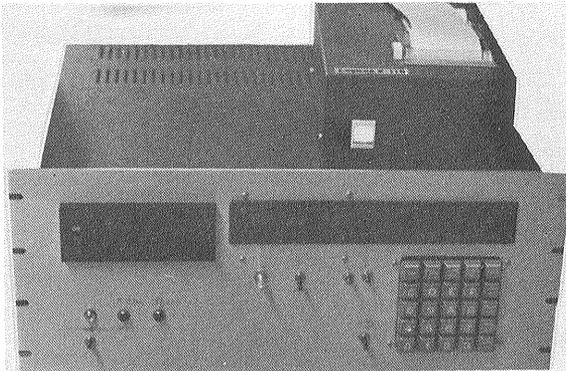
2. 本システムの概要

このエアガンモニタシステム(第5図)は次の機能を有する。

- (1) エアガンコンプレッサの出力部の圧力および第1段~第4段のコンプレッサの排気弁の温度 冷却水の温度をモニタテレビに常時表示する。値の更新は10秒毎に行う。
- (2) 圧力が予め設定した上限値 下限値を越えたときまたは各部の温度が予め設定した上限値をこえたときにブザーが鳴りランプが点灯する。モニタテレビには異常箇所が表示される。
- (3) 圧力 温度値を所定時間毎にプリンタへ打出す。また異常の発生したときや手動でも打出す。

本システムはワンボードマイクロコンピュータ 圧力センサと A/D コンバータよりなる圧力測定装置 熱電対素子 入力切換回路 デジタル温度計からなる温度測定装置 外部機器とマイコンとをインタフェースするパラレルI/Oポート 時計 アラーム回路 プリンタ モニタテレビなどから構成されている(第6図)。

エアガンコンプレッサの出力部での圧力の値は圧力センサで電圧信号に変換される。この信号は第1研究室にあるコンソール内の A/D コンバータへ送られ マイコンからの制御信号に従いデジタル化される。デジタ



第5図 エアガンモニタシステム コンソールの外観 左上のLED表示はデジタルパネルメータ 中央は時計の表示 左下3つのランプは左から電源 圧力警報 温度警報の各ランプ 右下はキーボードを示す コンソールの上にはプリンタが置いてある

ル信号はI/Oポートを介してマイコン内に転送される。コンプレッサの第1段～4段の排気弁の温度 冷却用清水の温度および冷却用海水の温度は 熱電対素子で検知され リレーで構成された入力切換器を経て デジタル温度計に入力する。 入力切換器のリレーの開閉は やはりマイコンのプログラムにより制御されていて 順次リレーを切換えてチャンネル1から6の温度測定を行う。測定されデジタル化した信号はマイコンに転送される。マイコン内ではプログラムに従い モニタテレビに圧力値 温度値を表示するとともに 予め設定した上限値 下限値との比較を行い リミットを越えている場合警報を発するようになっている。 また所定時間毎に圧力値 温度値をプリンタで印刷する。

マイコンを用いて計測システムなどを構成する場合 そのアプリケーションプログラムを コンピュータが直接解読できる機械語で作成するか あるいは BASIC や FORTRAN などの高級言語で作成するか二通り考えら

れる。 両者には一長一短がある。 機械語によれば BASIC に比べ少ないメモリ容量でプログラムを作成できるし 実行速度も早い。 その反面プログラム作成が複雑になる。 一方 高級言語の場合はこの逆が言える。 メインプログラムを BASIC や FORTRAN で作成し 外部機器とのデータのやりとりを機械語サブルーチンで行うケースもある。

本システムではすべて機械語を使用している。 プログラムの開発は別のマイコンでアセンブラを用いて行った。 アセンブラは 機械語と1対1に対応する記号言語で 機械語でプログラミングするよりも簡単になる。 アセンブリ言語で記述されたプログラムは機械語に翻訳される。

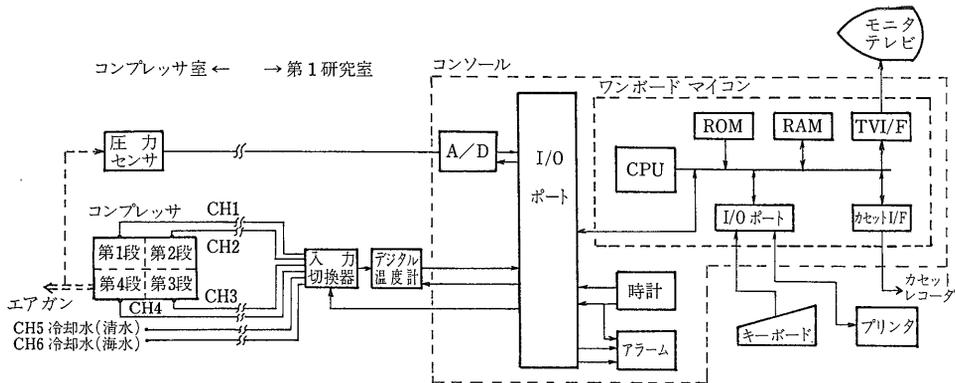
3. 本システムの構成

3-1 マイクロコンピュータ

本システムで用いているコンピュータは一枚のボード上に CPU (Central processing unit) ROM (Read only memory) RAM (Random access memory) などが実装されているので ワンボードマイコン あるいはシングルボードマイコンと呼ばれている。 型式は東京芝浦電気㈱の TLCS-80A・EX-80である。 このマイコンは 8ビットCPU TMP 9080AC (8080系) が使用され 入力装置として16進キーボード 出力用のテレビインタフェース 入出力制御用のモニタプログラム プログラムの入出力を行うためのカセットテープインタフェースが装備されている (第7図)。 本システムに適用するために若干の改造を行っている。 改造箇所は16進キーボードを外し それに代るキーボードをコンソールの前面パネルに取り付けたことと RAM を2K バイト増設したことである。

3-2 パラレルインタフェース

CPU が外部からデータを読んだり CPU から外部に



第6図 エアガンモニタシステム ブロック図

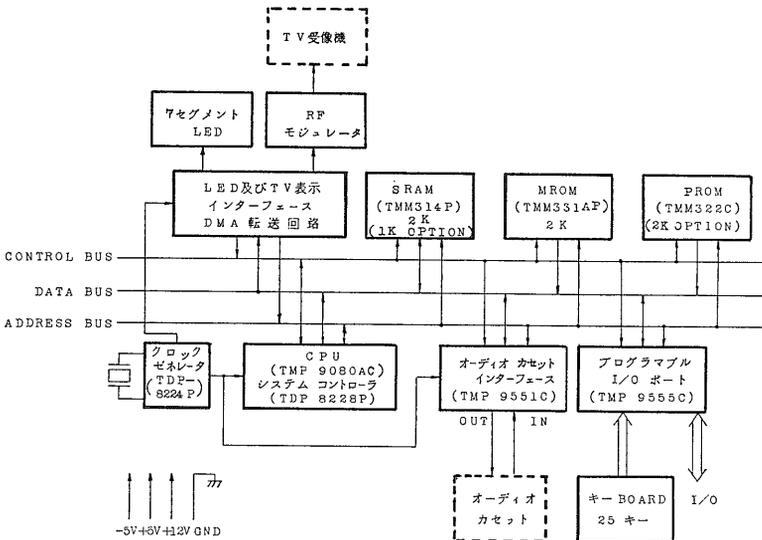
第1表 マイコン EX-80 の主な仕様

項 目	仕 様
CPU	TMP 9080AC (8ビット並列処理)
クロック周波数	2.048 MHz
ROM実装容量	最大4Kバイト (ボード上) マスク ROM TMM 331AP (2Kバイトモニタプログラム)
RAM実装容量	最大2Kバイト (ボード上) TMM 322C
入出力装置	
1. キーボード	データキー0~F 16キー ファンクションキー 9キー テレビ音声を利用した入力音付
2. LEDディスプレイ	7セグメントLEDによる16進表示 アドレス4桁 データ4桁
3. テレビディスプレイインタフェース	家庭用 白黒又はカラーテレビ接続可能 キャラクタ/ビットパターン表示か SWで切り換え可能 キャラクタジェネレータ T 3477A テレビシンクジェネレータ TC 5003P
4. オーディオカセットテープレコーダインタフェース	カンサスシティ規格に準ずる 転送速度 300 bit/sec 変調方式 FM プログラマブル・コミュニケーション・インタフェース TMP 9551C
5. パラレルI/Oポート	8bit×3ポート TMP 9555C

データを送り出す場合 インタフェースが必要となる。パラレルとシリアルインタフェースがあるが本システムはPPI (Programable peripheral interface) と呼ばれるパラレルインタフェースで 外部機器とのインタフェースを行っている。マイコン内部にあるPPI (I/Oポートとも呼ぶ) はインテル社C8255と互換性のあるTMP 9555C (東芝)である。ポートA ポートB ポートCのそれぞれ8ビットのポート (接続端子) がありそれぞれプログラム上で入力ポートとするか出力ポートとするか指定できる。ポートCだけは上位4ビット 下位4ビ

ットずつ入出力の指定ができる (モード0のとき)。PPIの機能はデータを入力する場合であればプログラムのIN命令で入力ポートのデータがCPUのアキュムレータに入る。データを出力する場合であればプログラムのOUT命令でアキュムレータのデータが出力ポートに出力される。マイコン内のI/Oポートは3ポートしかなくすでにキーボードの制御用に使用しているので別の基板でI/Oポートを増設した。使用しているI/OポートはμPD 8255 (日本電気)で4コ使用して12ポート確保されている。CPUとI/Oポートとの接続は

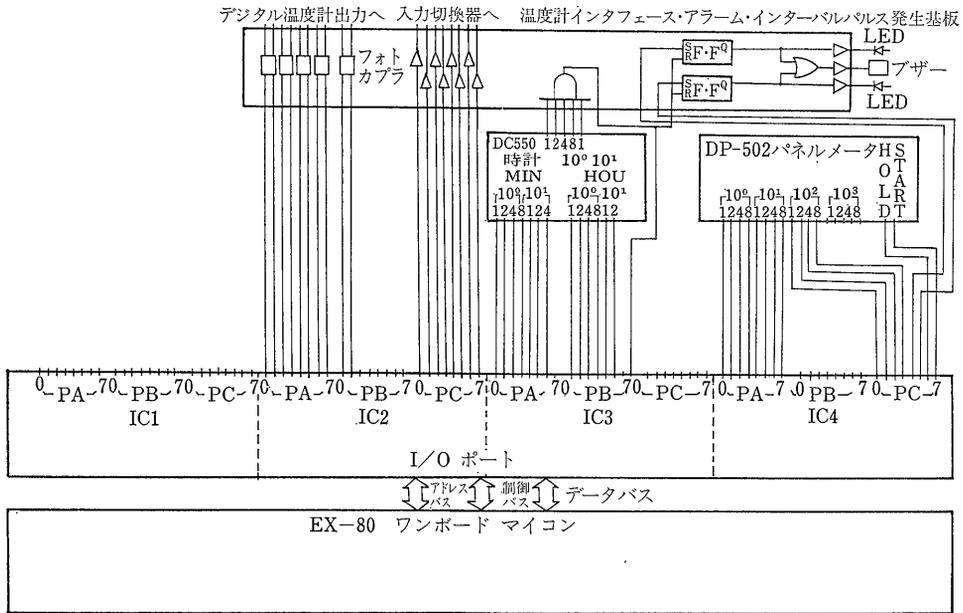
データバス 制御バス アドレスバスの一部を介して行われている。各ポートは第8図のようにA/Dコンバータ (デジタルパネルメータ) やデジタル温度計 時計のデジタル出力に接続されている。



3-3 アラーム回路

コンプレッサの作動が異常となり圧力値が予め設定した上限値 下限値をこえた場合や温度値が上限値をこえた場合 ブザーやランプが作動するようになっていいる。プログラム上で測定値と上・下限値との比較を行い リミットを越えているとI/Oポート上にセットパルスが出力される。アラーム回路は圧力用

第7図 ワンボードマイコン EX-80 のシステムブロック図



第8図
I/Oポートと外部
機器とのインタ
フェース

温度用の2つのフリップフロップ回路がある。フリップフロップにセットパルスが入ると出力Qが“1”となりLEDランプが点灯しブザーが鳴動する。フリップフロップのリセットは時計からの10秒毎のインターバルパルスで行っている。

3-4 時計

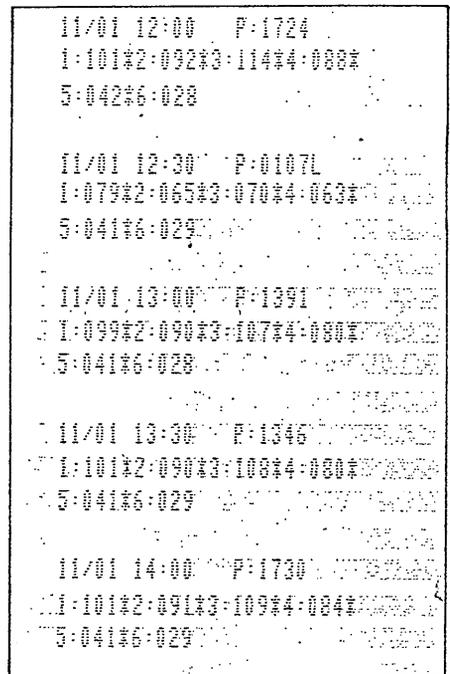
プログラムを制御するための10秒毎のインターバルパルスを発生させたりプリンタにデータを印刷するときあわせて日時の表示をするためマイコンとは独立した水晶時計を設けている。この時計ユニットは発光ダイオード(LED)による時分秒の表示とBCD(Binary coded decimal)のデジタル出力を備えている。マイコンには時と分のBCD出力がI/Oポートを介して転送される。秒の桁のBCD出力にはアンド回路を設け10秒毎のインターバルパルスを発生させている。この時計の型式はDC-550(株)ナダ電子研究所製である。

3-5 プリンタおよびモニタテレビ

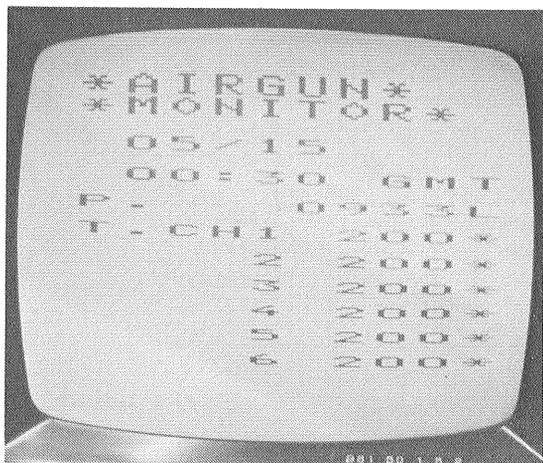
プリンタとして放電破壊式の小型ドットプリンタ 型名 Logetec K-11K 関東電子機器販売(株)製を使用している。1行最大32桁が印刷でき文字の種類は英数字カナ記号の128文字文字構成は5×7のドットマトリクスである。インタフェースは8ビットパラレルでマイコン内のI/Oポートを使用してマイコンと接続している。このプリンタで所定時間毎および異常発生時に圧力値温度値日付時刻を打ち出し記録するよ

うになっている。プリント間隔として5 10 15 30 60分が選べるようにプログラムを作成してある。

コンプレッサの出力の圧力値 1~6チャンネルの温



第9図 プリンタの印字例 30分毎に印刷した例
上段は月日 時間 圧力側P (PSI) 中段
はチャンネル1~4の温度値(°C) 下段は
チャンネル5~6の温度値(°C)をそれぞれ
表示

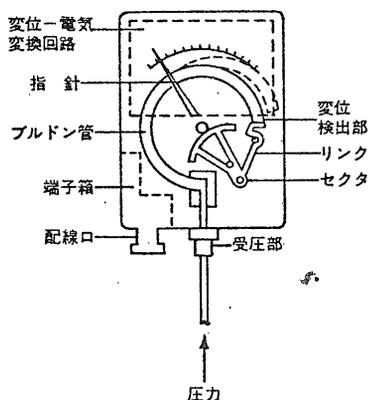


第10図 モニタテレビへの測定値の表示例 画面の3段目は月日 4段目は時刻 5段目はコンプレッサ圧力値(単位 PSI) 6~11段目はチャンネル1~6の温度表示(単位 °C)

度値 日付 時刻 のリアルタイムの表示はモニタテレビで行う。マイコン・EX-80にはボード上にテレビ表示用のインタフェース回路が組込まれているので一般家庭用テレビをモニタとして使用することができる。第10図は表示例を示す。

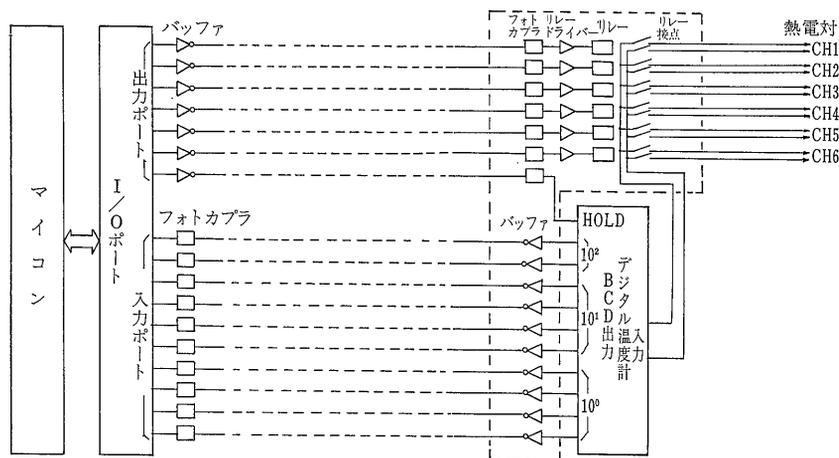
3-6 圧力測定装置

コンプレッサの出力での圧力の測定 および測定値のデジタル化は 圧力センサと A/D コンバータで行っている。圧力センサは(株)干野製作所製の型名PB-11でコンプレッサのレシーバの出力側で圧力を測定している。センサ内にはブルドン管があり 圧力が増加するとその先端部が変位して指針を動かす。またブルドン管先端



第11図 圧力センサの構造

には アルミ箱が取り付けられており これと電気変換部のピックアップコイルとの位置が変化すると その移動量に比例した電圧信号が出力される(第11図)。測定範囲は 0~3,000 PSI (0~210 kg/cm²) でこのとき出力電圧は 0~10 mV である。この電圧はコンプレッサ室から25m程離れた第1研究室のモニタシステムのコンソール内のA/Dコンバータへケーブルで伝送される。A/Dコンバータとしてデジタルパネルメータ 型名 DP-502 桑野電機(株)製を使用している。これはデジタル電圧計と何ら変わらないもので LED による電圧値の表示とBCDによるTTLレベルのデジタル出力がある。表示桁数は4 1/2桁で 0~±199.99 mV の電圧測定ができる。A/D変換の方式は二重積分型で測定時間 300 msec と低速であるが 本システムでの使用には充分である。デジタルパネルメータのBCD出力はI/Oポートに接続してあり マイコンからのスタート信号で圧力信号がA/D変換を開始し デジタル化された信号はI/Oポートからマイコン内に転送される。



第12図 マイコンと入力切換器 デジタル温度計とのインタフェース

3-7 温度測定装置

コンプレッサの温度測定および測定値のデジタル化は 6組の熱電対素子入力切換器およびデジタル温度計で行う。熱電対素子の先端部はコンプレッサの第1段から第4段の排気弁および冷却清水 冷却海水の供給管の表面に貼りつけてある。チャンネル1~4はそれぞれコンプレッサの第1

段～4段の温度測定 チャンネル5は冷却清水
チャンネル6は冷却海水の温度測定を行う。各
熱電対素子は 第1研究室の入力切換器へ接続し
てある。 入力切換器は一種のマルチプレクサで
1コのデジタル温度計で6チャンネルの温度測定
ができる。 入力切換器はリードリレーで構成さ
れている。 マイコンのプログラムによりリレー
に対応する出力ポートのビットが“1”になると
リレーは作動し熱電対の1つとデジタル温度計が
つながり測定が可能となる (第12図)。

リレーの接点は1チャンネルから6チャンネルま
でマイコンの制御により順番に切換えられる。
デジタル温度計は 型名 U-2638 応用電子工業
(株)製でLEDによるデジタル表示とBCD デジタ
ル出力が付いていて 0～399.9°C が測定できる。
A/D変換部は二重積分型で 変換速度は400msec
(最大)である。 測定した温度値はBCDによる
TTL レベルのデジタル信号として出力され I/O
ポートを介してマイコンへ入力される。 デジタ
ル温度計と入力切換器はモニタのコンソールから
4m程離れた場所にある。 マイコンのI/O ポー
トとデジタル温度計 入力切換器を直接つなぐと
ケーブルが長くなるため外部雑音で誤動作のおそ
れがある。 これを防止するため 両者をフォト
カプラで電気的に絶縁し 信号線にはツイストペ
ア線を用いている。 第13図にはその具体的な回
路例を示してある。

4. ソフトウェア

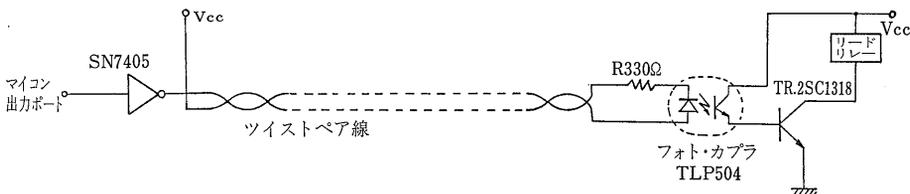
マイコンを応用した計測システムを開発する
とき ソフトウェア開発の労力は多大で ハードウ
ェアが全部完成しても仕事は半分しか終わって
いないと考えても良い。 本システムでは A/D 変換
器 デジタル温度計などの制御をすべてプログラ
ムで行っているので プログラムなしではシステ
ムを作動させることはできない。

本システムのプログラムはメモリアドレス8780
H～8F77H (2Kバイト) のRAMに格納されてい
る (第2表)。 プログラムはメインプログラムと

第2表 メモリマップ

アドレス(16進)	メモリ容量(バイト)	用途
0000 } 07FF	2K	モニタプログラム
0800 } 7FFF	—	ブランク
8000 } 81FF	0.5K	モニタワーキングエリア
8200 } 877F	1.4K	RAM エリア (未使用)
8780 } 87FF	0.1K	エアガンモニタのパラメータ バッファおよびワーキングエ リア
8800 } 8F77	1.9K	エアガンモニタのプログラム エリア
8F78 } 8FFF	0.1K	RAM エリア (未使用)
9000 } FFFF	—	ブランク

サブルーチンとから構成されている。 プログラムを
できるだけモジュール化すると開発が容易になり デバ
ックもやりやすくなる。 第14図に本システムのメイン
プログラムを示す。 殆どCALL命令で構成し サブル
ーチンと呼び出すようにしてある。 各サブルーチンの先
頭番地と機能は第3表に掲げた。



第13図 入力切換器回路例

第3表 サブルーチンの名称と機能

サブルーチン名	先頭番地(16進)	内 容
IOINI	8860	I/Oポートをイニシャライズする
DSINA	8881	TV画面に初期設定値を表示する
PRINI	8EA1	プリンタのイニシャライズ 指定された印字間隔によりジャンプテーブルの内容を書き換える
STRT	8AF4	キー入力があったとき プログラムを次のステップへ進める
DSPA	8981	TV表示画面の作成を行う
INT	8875	インターバルパルス (10 sec) の検出
CKMOV	8AAC	時計の表示(時分)をCPUへ転送
DATE	89F1	日付の歩進 大の月小の月を自動的に判別
TMDSP	8AC0	月 日 時 分の TV への表示
PSTRT	8B21	A/Dコンバータへのスタートパルスを発生させる
DELAY	02D4	A/Dコンバータのデータを取り込む際の遅延 モニタプログラム中のサブルーチン
DPM	8AFB	A/Dコンバータの圧力データの取込み
PCON	8C90	圧力データ(電圧)をPSIに直す $P=3 * E \pm B$ 式を使用
PDSP	8B0B	圧力値のTV表示
PLIMIT	8CE5	圧力上限下限の判別 上・下限値をこえているときは キャリーフラグを立て TVにH Lの表示をする
PWARN	8D4B	圧力が上・下限値をこえたとき ブザーを鳴らし ランプを点灯させる
SELC	8C80	1~6chの温度選択 各データバッファへ転送
TDSP	8B43	1~6chの温度をTVへ表示
TLIMIT	8B7A	1~6chの温度が上限値をこえたかを判別 こえているときは キャリーフラグを立て TVに*マークを表示
TWARN	8BF6	温度が上限値をこえたとき ブザーを鳴らしランプを点灯させる
PRCNT	8D5B	プリンタの制御

プログラムの動作をフローチャート(第15図)にしたがい説明する。プログラムは最初にI/Oポートのイニシャライズ(IOINI)を行い 次に圧力の上・下限値 温度の上限値 プリント間隔 月日などのパラメータをテレビに表示する(DSINA)。テレビへの表示例は第16図に示してある。キーボードのリセット以外のいずれかのキーが押されると 画面作成ルーチン(STRT)へプログラムが進む。ここでモニタテレビの画面作成が行われるとインターバルパルス検出ルーチンへ進み 10秒毎のインターバルパルスが検出されるまでINTルーチン内でループしている。インターバルパルスが検出されるとループから抜け出て 先ず時計の時分をマイコン内のメモリへ転送する(CKMOV)。DATEルーチンでは大の月小の月 うるう年の判別を行い月日の変更を行う。次いでA/D変換器を作動させ(PSTRT) 圧力信号をマ

アイコン内に取り込む(DPM)。圧力は電圧値でメモリに格納されるがこれを圧力値に変換しなければならない。10 mVで3,000 PSIの関係にあるので 簡単な計算式 $P=3 * E \pm B$ でPSIの値に変換する(PCON)。Pの単位はPSI Eは電圧値で単位は10 μ V Bは圧力値をソフト上で調整するためのバイアスで 単位はPSIである。PSIに変換した圧力値はモニタテレビへ表示をし 次いで予め設定した上限値 下限値を越えていないかをPLIMITルーチンで判別する。最初上限値と測定値との比較を行い 次いで下限値との比較を行い リミットを越えた場合 キャリーフラグを“1”とするようになっている。このプログラムは第17図にプログラム例として示した。キャリーフラグに“1”が立つとPWARNルーチンにジャンプし アラーム回路が作動する。温度計の入力切換器のリレーの作動 測定温度データのマイ

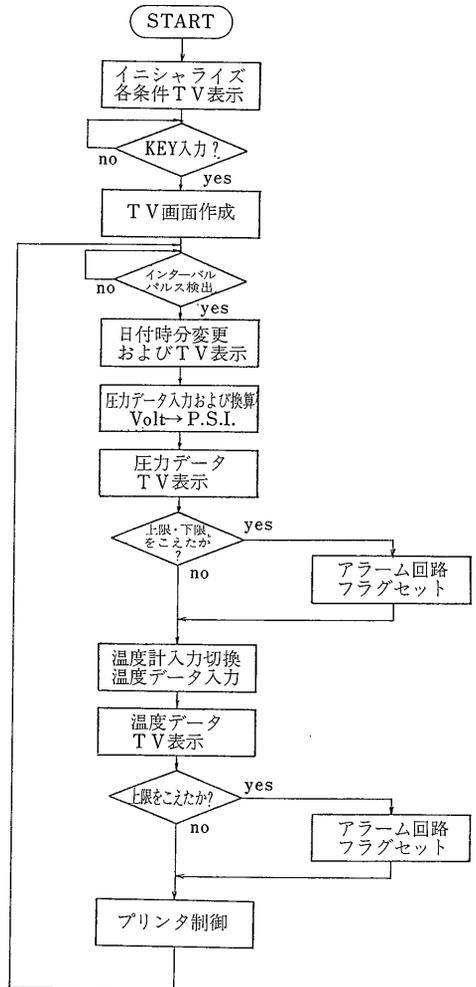
AIR-GLN MONITOR V2.0
 *****MAIN PROGRAM*****

ADRS M-CODE LABEL MNEMONIC

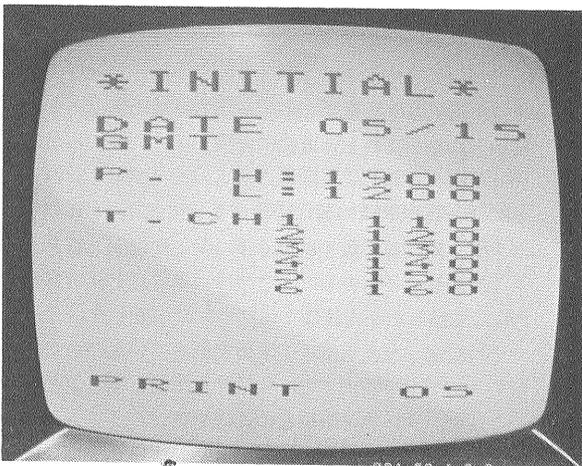
```

8800 CD6088 CALL IOINI
8803 CD8188 CALL DSINA
8806 CDA18E CALL FRINI
8809 CDF48A CALL STRT
880C CD8189 CALL DSPA
880F 00 NOP
8810 00 NOP
8811 00 NOP
8812 CD7588 DD CALL INT
8815 3EBF MVI A,BFH
8817 D37E OUT 7EH
8819 CDAC8A CALL CKMOV
881C CDF189 CALL DATE
881F CDC08A CALL TMDSF
8822 CD2188 CALL PSTRT
8825 210500 LXI H,0005H
8828 CDD402 CALL DELAY
882B CDFB8A CALL DPM
882E CD908C CALL PCON
8831 CDOB8B CALL PDSP
8834 CDE58C CALL PLIMT
8837 DC4B8D CC PWARN
883A CD088C CALL SELC
883D CD438B CALL TDSP
8840 CD7A8B CALL TLIMT
8843 DCF68B CC TWARN
8846 CDB88D CALL PRCNT
8849 3A9587 LDA A95H
884C 329787 STA TIM10
884F 3A9687 LDA TIM2
8852 329887 STA TIM20
8855 C31288 JMP DD
    
```

第14図 メインプログラム ADRS: 番地 (16進) M-CODE: 機械語を示す



第15図 エアガンモニタ プログラムのフローチャート



第16図 モニタテレビへの初期条件の表示 画面の2段目は月日 3段目はGMT/JSTの別 4段目は圧力上限値(単位PSI) 5段目は圧力下限値 6段目~11段目はチャンネル1~6の温度の上限値(単位℃) 12段目はプリンタの印字間隔(単位分)

コン内への取り込みは SELC ルーチンで行っている。リレーの切換は約1秒毎に行うがパラメータ(TIMR1 TIMR2)の変更によりその速度の調節ができる。温度測定の場合も上限値と測定値との比較ルーチン(TLIMT)がありリミットを越えた場合アラーム回路が働く。PRCNT ルーチンでは予め設定した時間間隔(5 10 15 30 60分)でデータの打ち出しができるようにプログラムしてある。以上の処理が終了するとプログラムはインターバルパルス検出ルーチン(INT)へジャンプし次のインターバルパルスが来るまでINTルーチン内でループする。

****SUBROUTINE : PLIMIT****

```

8CE5 AF      PLIMIT XRA  A      アキュムレータの値を0にする
8CE6 219B87 LXI  H,ADPM1
8CE9 46      MOV  B,M
8CEA 3A8087 LDA  PLMH1
8CED B8      CMP  B
8CEE CAF78C JZ   X10
8CF1 DA358D JC   X40
8CF4 C3098D JMP  X30
8CF7 AF      X10  XRA  A
8CF8 219C87 LXI  H,ADPM2
8CFB 46      MOV  B,M
8CFC 3A8187 LDA  PLMH2
8CFF B8      CMP  B
8D00 CA358D JZ   X40
8D03 DA358D JC   X40
8D06 C3098D JMP  X30
8D09 AF      X30  XRA  A
8D0A 219B87 LXI  H,ADPM1
8D0D 46      MOV  B,M
8D0E 3A8287 LDA  PLML1
8D11 B8      CMP  B
8D12 CA1B8D JZ   Y10
8D15 DA3F8D JC   Y45
8D18 C32A8D JMP  Y30
8D1B AF      Y10  XRA  A
8D1C 219C87 LXI  H,ADPM2
8D1F 46      MOV  B,M
8D20 3A8387 LDA  PLML2
8D23 B8      CMP  B
8D24 CA2A8D JZ   Y30
8D27 DA3F8D JC   Y45
8D2A 3E0C    Y30  MVI  A,0CH
8D2C 32B587 STA  PALM
8D2F 32BA80 STA  80BAH
8D32 C33D8D JMP  Y65
8D35 3E08    X40  MVI  A,08H
8D37 32B587 STA  PALM
8D3A 32BA80 STA  80BAH
8D3D 37      Y65  STC
8D3E C9      RET
8D3F 3E20    Y45  MVI  A,20H
8D41 32B587 STA  PALM
8D44 32BA80 STA  80BAH
8D47 AF      XRA  A
8D48 C9      RET
    
```

第17図 サブルーチン PLIMIT のプログラム 測定値と圧力の上限値 下限値 との比較を行い アラーム回路を作動させる。

5. 本システムの操作方法

プログラムのロードはマイコン内のカセットインタフェース (FSK 300ボー) を利用して カセットテープで行う。ロードが完了したら圧力の上限値 下限値 温度の上限値等の設定をキーボードから行う。各パラメータの番地等は第4表に示してある。パラメータの大部分は10進で表示され 1 バイトのメモリに 2 桁の数字が入る。パラメータのセットが完了したら8800番地よりランしてみる。キーの操作は 8 8 0 0

****SUBROUTINE : DPM ****

```

8AFB DB7C    DPM  IN   7CH
8AFD 329A87 STA  DPM2
8B00 DB7E    IN   7EH
8B02 E60F    ANI  0FH
8B04 329987 STA  DPM1
8B07 C9      RET
    
```

第18図 サブルーチン DPM のプログラム デジタルパネルメータのBCD出力をマイコン内のメモリへ転送する。

ADRSSET RUN である。各パラメータがテレビ画面に表示されるので (第16図) 正しくセットされていることを確認する。正しければRESET キー以外のいずれかのキーを押すと測定が開始される。もし正しくセットされていないなら RESET キーを押して再度パラメータのセットを行う。プログラムのセットは調査航海の最初に一回やれば良い。測定を中止するときは RESET キーを押せば良い。航海の終了まで電源はオフにしない。

6. フィールドでの使用結果

本システムは白嶺丸によるGH79-4 伊豆小笠原航海 (1979年7月から約1か月間) の船上で調査のかたわらハードウェア及びソフトウェアを開発し 航海の後半でテストを行った。結果は良好であった。次いでGH80-2 房総沖航海 (1980年4月から約1か月間) の船上で温度切替器等を開発し ソフトウェアも作り直し 機能の向上を図った。GH80-5 ウェイク島東方海域航海 (1980年8月から約2か月間) からは完全に実用段階に入り 若干のプログラムの虫が発見されたが トラブルもなく終始良好に作動した。

7. おわりに

本システムの開発により エアガン音波探査装置のコンプレッサの遠隔監視が能率的に行えるようになった。その結果エアガン発震系のトラブルが迅速に察知できるようになり 常に質の良い探査記録を得ることができるようになった。

ここで述べたのは実はエアガンのモニタではなく エアガンコンプレッサのモニタである。しかし今後エアガン曳航体の状態監視などモニタシステムを複合化することを考えているので 将来の開発の方針を含めエアガンモニタと呼ぶわけである。

本システムは割り込み処理を使用せずシーケンシャルにデータを処理しているので マイコンの使い方としては初歩的である。しかしこれを TTL 等による論理回路で構成した場合 回路設計の手間や部品点数の多さから調査研究にたずさわる研究者 技術者が開発することは到底不可能であろう。また仕様の変更が生じた場合ハードウェアでの変更は厄介であるが ソフトウェア上では簡単にできる。すなわち マイコンの出現により従来ハードウェアで行っていた部分がソフトウェアに置き換えられ 現場サイドでの調査機器の開発が容易になって来たと言える。

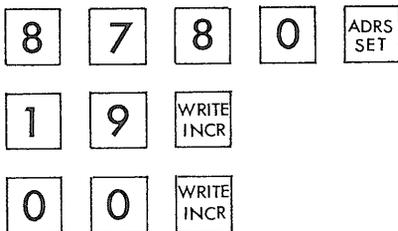
第4表 初期設定値の番地と内容

ラベル名	アドレス(16進)	データ例	内 容
PLMH1	8780	19	圧力上限値 上位2桁
PLMH2	8781	00	圧力上限値 下位2桁
PLML1	8782	12	圧力下限値 上位2桁
PLML2	8783	00	圧力下限値 下位2桁
TLMU1	8784	01	温度CH1 上限値 上位2桁 (CH:チャンネル)
TLML1	8785	20	温度CH1 上限値 下位2桁
TLMU2	8786	01	温度CH2 上限値 上位2桁
TLML2	8787	20	温度CH2 上限値 下位2桁
TLMU3	8788	01	温度CH3 上限値 上位2桁
TLML3	8789	20	温度CH3 上限値 下位2桁
TLMU4	878A	01	温度CH4 上限値 上位2桁
TLML4	878B	20	温度CH4 上限値 下位2桁
TLMU5	878C	00	温度CH5 上限値 上位2桁
TLML5	878D	40	温度CH5 上限値 下位2桁
TLMU6	878E	00	温度CH6 上限値 上位2桁
TLML6	878F	35	温度CH6 上限値 下位2桁
PINT	8790	10	プリンタ印字間隔5 10 15 20 30 60分から選択 00のときはプリントなし
MON	8791	05	月 05の場合は5月
DAY	8792	15	日 15の場合は15日
MODE	8793	00	GMT JST うるう年 平年の選択 00: 平年 JST 10: うるう年 JST 01: 平年 GMT 11: うるう年 GMT
TIMR1	87B0	15	温度計入力切換器の切換スピードの調節 値の下2桁 1sec のとき15
TIMR2	87B1	00	温度計入力切換器の切換スピードの調節 値の上2桁 1sec のとき00
PBIAS	87B2	00	圧力値 (PSI) のバイアス値 正の時00 負の時FF
BIAS1	87B3	00	圧力値 (PSI) のバイアス値 上位2桁
BIAS2	87B4	00	〃 下位2桁

本システムの開発にあたり
海洋地質部 玉木賢策技官には
全面的な協力を頂いた。厚く
お礼申し上げる。

参 考 文 献

- (1) 東京芝浦電気(株) TLCS-80A
・EX-80 組立説明書
- (2) 日本電気(株) μCOM-80F ユーザーズ・マニュアル
- (3) 日本電気(株) μCOM-80 トレーニングキット TK-80E/80 ユーザーズ・マニュアル
- (4) 西村清和 海洋地質調査でのマイクロコンピュータの応用
物理探鉱技術協会 昭和54年秋季講演会予稿集 P17-18



第19図 パラメータをセットするときのキーボードの操作例 PLMH1 PLMH2に圧力上限値1900 (PSI) を書き込んでいる



第20図 白嶺丸第1研究室内での使用例 中央下がエアガン モニタのコンソール 中央上がモニタテレビ 右端がプリンタ