

## 南極用低消費電力データ収録器の開発

勝田 豊\*・寺井 啓\*

### Development of the Low Power Data Logger for the Antarctic Use

Yutaka KATSUTA\* and Kei TERAI\*

**Abstract:** A project of the “Development of Unmanned Observation System Utilizing Natural Energy” was carried out by the Polar Regions Engineering Department, National Institute of Polar Research to obtain fundamental knowledge and technique of unmanned observation systems in Antarctica during 1982 to 1984. A data logger for discontinuity data of long time range was developed as a part of the project. On the development of the data logger, it is required to achieve very low consumption of electricity and long-term recording period because it is very difficult to obtain large electric power constantly. A new data logger system has been designed and tested in Antarctica. Good results have been obtained by the experiments during the 26th and 27th Japanese Antarctic Research Expedition (1984–1986).

**要旨:** 国立極地研究所極地設営工学研究グループでは、南極における無人観測システムの基礎的な知識・技術を得るために「自然エネルギーを動力とした無人観測システムの開発」計画（昭和57–59年度）を実施した。その計画の一部として、サンプリング間隔の長い非連続データを対象にしたデータ収録器を開発した。無人観測の性格上、現場で十分な電力を確保することは難しいので開発の重点を低消費電力化に置き、かつ長期のデータ収録を目標にして開発を進めた。その結果、JARE-26 でテストランを行い良好な成果を得、JARE-27 で実用観測を開始するに至った。

### 1. はじめに

低消費電力データ収録器の開発は、国立極地研究所極地設営工学研究グループの「自然エネルギーを動力とした無人観測システムの開発」計画（昭和57–59年度）の一環として行われた。この計画は南極の厳しい環境下で、電力の供給からデータ収録までを可能とする無人観測システムの開発をめざしたものである。電力供給源としては風力発電機、太陽電池など自然エネルギーを用い、データ収録は2通りのデータ収録器（以下、「データロガー」という）の開発をすることとした。2通りのデータロガーとは、短いサンプリング間隔で連続データの収録が必要な超高層現象などを対象にしたものと、気象現象などのようなサンプリング間隔の長い非連続データを対象としたものを考えた。本報告は後者の非連続データを対象にしたデータロガーの開発報告である。まず、市販のデータロガーを改造することから着

\* 国立極地研究所. National Institute of Polar Research, 9-10, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173.

手したが満足する性能が得られず、独自にデータロガーを開発することとした。改良を重ねて低消費電力化、長期収録化をすすめ、第 26 次南極地域観測隊 (JARE-26) 夏隊と JARE-27 越冬隊でテストおよび実用観測を開始するに至った。

## 2. データロガーに求められる条件

南極の厳しい環境下で、多くても 1 年に数回の点検・保守しか望めない無人観測システムで使用することを目的とした場合、データロガーに求められる条件として主に次の点があげられる。

- 1) 直流電源で動作する
- 2) 低消費電力である (1 W 以下)
- 3) 3 カ月間以上のデータ収録が可能である
- 4)  $-20^{\circ}\text{C}$  の低温下でも動作する
- 5) データは電源電圧低下などの外因が生じても消滅しない
- 6) 操作が簡単で取り扱いに特殊知識・技能を必要としない
- 7) 小型で容易に運搬できる

これらの条件を満たすデータロガーを新たに開発する前に、まず市販されているデータロガーに、簡単な改造を施し前記の条件を満たすことを試みた。これに用いたオリジナルのデータロガー (DR-55, TEAC 製) は、データをカセットテープにデジタル記録するタイプで、供給電源と動作温度範囲を除き前記条件をほぼ満足するものである。電源部のみ改造し、他の部分には手を加えないことにした。

具体的には本体から AC 100 V 用の電源部を取り除き、新たに DC 24 V で動作可能な電源部を同じスペースに収まるよう製作し、本体に組み込んだ。供給電源を DC 24 V とし

表 1 市販データロガーと改造型データロガーの比較

Table 1. Comparative table of ready-made data logger and reconstructed data logger.

	改造前の仕様	改造後の仕様
入力 ch 数	1, 4, 8, 15 ch から選択	8 ch に固定
入力レンジ	0-+6 V (12 bit 動作時)	同 左
入力項目	規定内電圧入力であれば指定なし	温度 3 点, 日射 1 点, 風向 1 点, 風速 1 点, 無人システム電源電圧, 電流モニタ
記録容量	約 900 ブロック (256 バイト/ブロック)	同 左
サンプリング周期	5, 10, 30 秒, 1, 2, 5, 10 分 (連続) 30 分, 1 時間 (インターバル)	1 時間, 毎正時のデータ
収録期間	サンプリング周期による	約 40 日間
電源	AC 100 V, 約 42 VA	DC 24 V, +20%, -10%, 約 18 W
外形	300 W×145 H×350 D	430 W×200 H×410 D

たのは、第1章で述べた「無人観測システムの開発」計画で開発中の風力発電機の出力電圧に合わせるためである。テストランに際しては、意味のあるデータを収録するために気象要素観測用の簡単なセンサーおよびインターフェイスを製作し、本体と組み合わせてシステムを構成した。このデータロガーの改造前と改造後の性能比較を表1に示す。しかし、本来屋内実験用に設計されたデータロガーであり、改造も電源部のみであったので表1に示されるように消費電力、収録期間はそれぞれ18W、40日間といずれも当初の目標には、ほど遠い値しか得られなかった。

### 3. 低消費電力データロガー (K-1000, -2000 型) の設計・試作

#### 3.1. 基本設計

先の結果から市販品の改造では、南極での使用に耐えられるデータロガーを作ることは容易でないことがわかった。そこで、新たにデータロガーを開発するにあたり、具体的に下記の事項に重点をおいて設計を進めた。

- 1) 電源としては、風力発電機の他に自動車用鉛蓄電池、Ni-Cd 電池、空気電池などの各種電池も使用できるようにする
- 2) 低消費電力化を計るために各回路への電源供給を間欠方式とし、使用部品はなるべく低消費電力のものを使用する
- 3) 記録方式としては動作温度範囲の点では問題が残るが、データの互換性や保存性のよさ、装置の信頼性を考慮して、先の市販データロガーにも用いられているデジタル磁気カセットテープ装置（以下、「MTU」という）を使用する
- 4) 3カ月以上のデータ収録を可能とするために、データのサンプリング間隔を1時間以上とする
- 5) 入力信号は電圧入力とし、はん用性を持たせ測定データの精度を上げるため A/D コンバータの分解能を 12 bit とする
- 6) 設置を容易にするためケーブル類の接続にはコネクタを用い、操作スイッチ類はできるだけ少なくする
- 7) 可搬型保温ケースに収納し、場合によっては別途風力発電機によりヒーターで保温する

以上の設計方針で開発を進めることとした。開発にともなう具体的な作業として、大きく次の3つに分けて考えることができる。

- 1) データロガーを構成するハードウェア（電子回路）の設計・製作とチェック
- 2) 1) と同時にそれら回路を制御するためのソフトウェア（プログラム）の開発とチェック
- 3) 完成したデータロガー全体の動作チェック

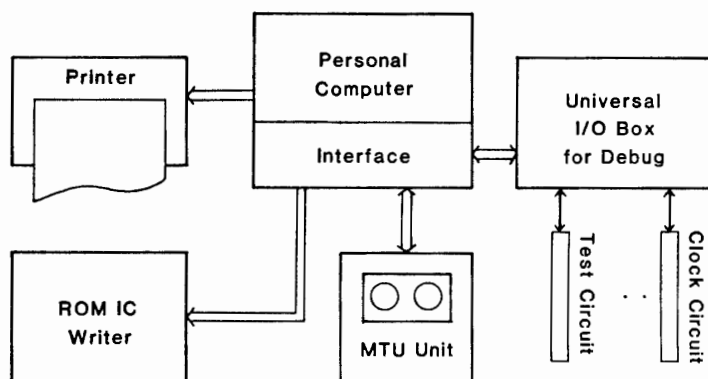


図 1 開発用・再生用マイコンシステムの概略図

Fig. 1. A schematic diagram of the personal computer system used for both development of data logger and readout of recorder data.

実際には各段階での結果をフィードバックしながら完成まで繰り返し作業を進めるが、その中でも特に 1) と 2) の作業の全体に占める割合が大きい。そこで、この作業を効率良く進めることを目的に、図 1 に示す開発用・再生用マイコンシステムを製作した。これは、パーソナルコンピュータを中心に各種インターフェイスで構成され、先の 3 つの作業に対応した次の機能を持つ。

1) 各回路ごとに製作したプリント基板が設計通りに動作するか否かのチェックを全体を組み立てずに、プリント基板ごとに動作のシュミレーションが行える

2) それら回路をテストするためのプログラムやデータロガーの動作を制御するためのプログラムをアセンブラ（プログラム開発用言語）を用いて作ることができる。また、開発したプログラムを実際にデータロガーで使用できる形にするために、ROM・IC に書き込む機能を持つ

3) 完成したデータロガーにより得られた実際のデータを再生する  
このシステムを用いることにより、データロガーの開発を効率良く進めることができた。なお、後述する図 5 は、実際に南極でのテストランで得られた K-2000 型データロガーのデータをこのマイコンシステムによって読み取り、演算、作図を行ったものである。

### 3.2. 試作器の製作

前述の設計に基づき、試作器として K-1000 型を製作した。このデータロガーは、図 2 に示すように時計部、コントロール部、A/D コンバータ部、MTU 部、電源部から構成される。構成部分の中で常時電力が供給されるのは時計部のみである。時計部は、他の部分の電源 ON/OFF の制御および測定開始の信号を出力し、データロガー全体の時間にそった動作をコントロールしている。以下、各部の動作について述べる。

時計部：時計部はこのデータロガーの構成部分の中で最も重要な働きを持ち、時計、タイミングコントロール回路から構成される。時計は、水晶発信を基準信号にした 24 時間表示

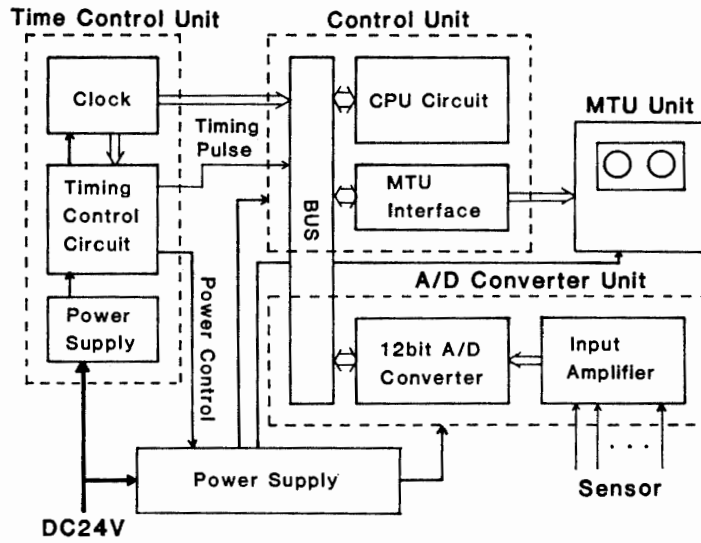


図 2 K-1000 型プロトタイプデータロガーの構成図  
 Fig. 2. A structure diagram of the K-1000 prototype data logger.

タイプである。その時計からは、時刻信号（月、日、時、分、秒）が常時出力されている。

時刻信号のうち分、秒の信号はタイミングコントロール回路に入力される。タイミングコントロール回路は 1 回の測定ごとに、DIGITAL 系（コントロール部、MTU 部）、ANALOG 系（A/D コンバータ部）2 系統の電源 ON/OFF を行うと同時に、コントロール部にサンプリング時刻を知らせる測定開始信号を出力する。この電源 ON/OFF と測定開始信号の時間関係を表すタイミングを図 3 に示す。残りの月、日、時の信号は、コントロール部に送られ時刻データとして、測定データと共にカセットテープに記録される。

コントロール部：コントロール部は、CPU 回路とインターフェイス回路に分けられる。CPU 回路は、マイクロプロセッサ、メモリーなどから構成され、時計部を除く各構成部の制御およびカセットテープのセット・交換などの処理を行う。インターフェイス回路は、主に CPU 回路と MTU 部間のデータの受け渡し、各操作スイッチ類からの信号の入力を

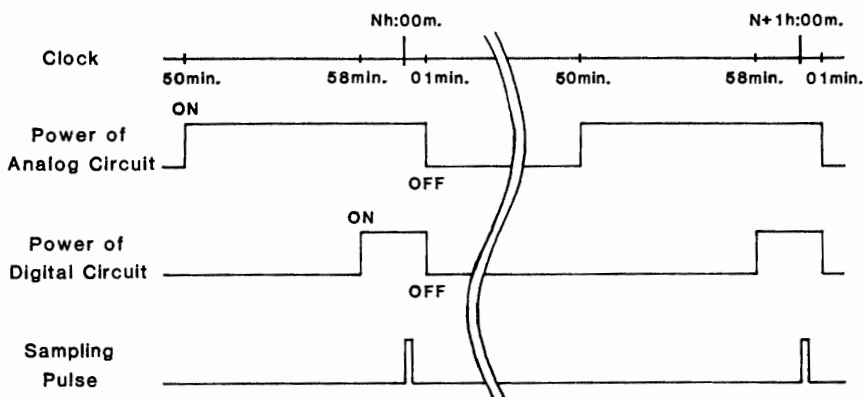


図 3 K-1000 型プロトタイプデータロガーシステムの電源制御タイミング図  
 Fig. 3. A timing diagram of the K-1000 prototype data logger system.

受け持っている。

コントロール部は、時計部によって電源が供給されてから動作を開始する。まず、各回路の初期設定を行い、測定開始可能な待機状態に入る。その後時計部より測定開始信号を受けると同時に A/D コンバータ部を動作させ、データの取り込みを開始する。取り込まれたデータは、ゼロ補正を行った後 BCD コードに変換し、時刻データと共に MTU 部に送られカセットテープに記録される。これら一連の動作は、すべて CPU 回路内の ROM・IC に書き込まれたプログラムによって制御されているので、ROM・IC 内のプログラムを変更することにより各動作や機能を容易に変えることができる。

**A/D コンバータ部:** A/D コンバータ部は、12 Bit A/D コンバータと 16 チャンネルアナログマルチプレクサから構成される。本機では、入力信号として時間変動が小さい非連続データを対象としているのでサンプル & ホールド回路を省略した。A/D コンバータの入力電圧範囲は後処理の容易さを考慮して、0-4.095 V に設定した (1 mV が 1 bit に対応している)。なお、入力チャンネル数はゼロ補正に 1 チャンネル使用しているため、最大 15 チャンネルである。

**MTU 部:** MTU は市販のユニットを採用したが、消費電力の低減を計るため部品を可能な限り低消費電力タイプのもので交換した。データは、時刻データ 2 バイト + 測定データ 2 バイト × チャンネル数を 1 ブロックとしたフォーマットで、BCD コードにて記録される。記録方式は、位相変調方式 (PE)。記録密度は、800 bpi であり ISO, JIS 規格に準拠している。

**電源部:** 供給される電源を回路に直接入力すれば電源部での損失を少なくできる。しかし電力供給源としていろいろな種類を想定しているため、電源の安定化を計るため DC/DC コンバータを使用した。そのため若干消費電力が増加するが、逆に入力電源電圧範囲が広くなり各種の電力供給源に対応できる。また、直接入力する場合に比べてノイズの影響も受けにくいなど、利点が多い。

### 3.3. 試作器の特徴

このデータロガーの最大の特徴は、システムの電源供給方法にある。消費電力を抑えるために構成部分の中で常時電力が供給されるのは時計部のみとし、他の部分には 1 回の測定ごと (1 時間ごと) に電源の ON/OFF を行う電源供給方法をとった。このため消費電力が大幅に低減された。と同時に 1 回 1 回のデータ収録は完全に独立して行われ、かつ一回の収録ごとに時刻データも記録されるので、ある収録期間内に何等かの異常が生じてもデータの欠落を最小限に抑えることができる。

なお本器は、時間変動の少ないデータを対象として比較的スピードの遅い A/D コンバータを用いたが、測定対象に応じてスピードの速い A/D コンバータと交換したり、入力チャンネル数を増やしたりすることが容易にできる。また、入力アンプ (センサーとのインター

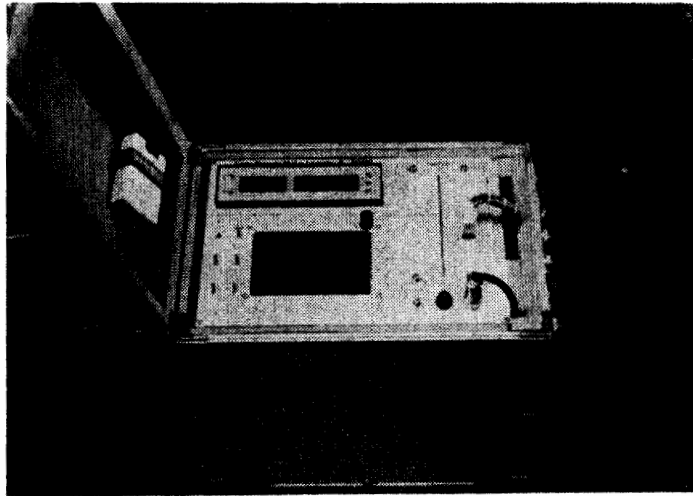


図 4 K-2000 型データロガーの外観  
Fig. 4. A photograph of the K-2000 data logger.

フェイス) はプラグイン方式により本体と接続しており, 入力信号としては規定内の電圧入力であれば, 種類を選ばないので目的に応じてセンサーや入力アンプを用意することにより, 各種の観測に対応できる.

K-2000 型は, K-1000 型の改良型として製作したものであり, 時計部を発光ダイオード表示から液晶表示タイプに変更し, より一層の低消費電力化を計った. その他の内部構成および動作は, 全く同じである. また図 4 にあるように, K-2000 型はアルミのトランクの中に収納されており, テープセットやチェックなどの操作時のみトランクの蓋を開いて行うようにしてある. またセンサーや電源ケーブルなどの接続はすべてワンタッチのコネクターのみで行えるようにした. このため運搬, 設置, 操作が容易に行える.

### 3.4. 気象要素観測用システムとしての概要

データロガーとしての基本構成は前述した通りであるが, 実際の使用に際しては気象要素観測用に製作したセンサーおよびインターフェイスを本体に組み込み, システムを構成した. 表 2 に気象要素観測用システムとしての仕様を示す.

なお K-2000 型は, JARE-26 に参加した寺井によって, あすか観測拠点の北約 70 km のプレハブ小屋内に設置され現地でのテストランを行った. 図 5 に現地でのテストランで得られた 1984 年 12 月 31 日-1985 年 2 月 16 日までのデータを示す.

そこで, このデータロガーの動作を確認するために, このデータを JARE-26 セールロンダーネ山地地学調査報告 (森脇ら, 1985) の気象表と比較した. 気象表のなかで観測地点が一致するのは 12 月 31 日-1 月 2 日までの 3 日間のみであった. その間の外気温データの最低温度は, 気象表での最低気温と等しい値が得られている. 風向・風速についてもテストランのデータが 10 分平均値ということを考慮すれば, 等しいと言える値が得られている. また風向は, テストラン全期間を通じて ESE, SE という値が最も多く, これは調査報告で

表 2 気象要素観測用としての K-1000, -2000 型データロガーの仕様  
 Table 2. Specifications of K-1000 and -2000 data logger for make meteorological factor observation.

データ収録項目およびセンサーの規格				
Ch. No.	項 目	内 容	セ ン サ ー	規 格
—	時 刻	日付, 時間	—	—
1	温 度 1	システムの環境温度	半導体センサー	-25-+85°C
2	温 度 2	外気温	半導体センサー	-40-+125°C
3	日 射	天頂方向	ネオ式日射計	
4	風 向	10 分間平均値	エアロベントタイプ	0-360°
5	風 速	10 分間平均値	"	0-70 m
6	予 備	—	—	—
サンプリング周期		1 時間 毎正時 10 分前より観測を開始し, 毎正時のデータを収録		
収録 期 間		約 4 カ月間		
電源および消費電力		DC 24 V±20% 約 3.2 Wh (K-1000 型) 約 1.3 Wh (K-2000 型)		
動作温度範囲		保存時: -15-+60°C 動作時: +5-+40°C		
外 形		300 W×180 H×450 D mm (K-1000 型) 300 W×210 H×300 D mm (K-2000 型) 370 W×260 H×420 D mm (アルミトランク収納時)		

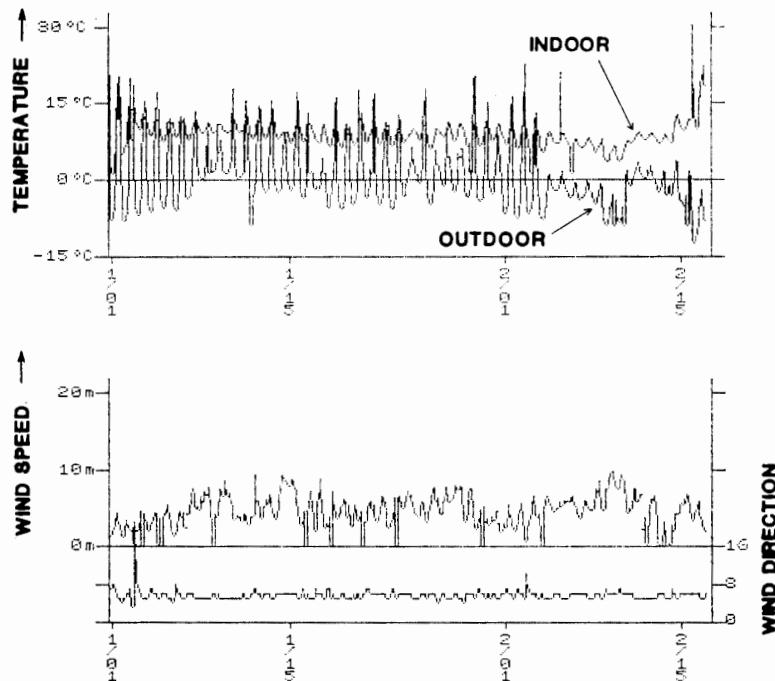


図 5 K-2000 型データロガーにより得られた 30 マイル空輸拠点 (70°53'3''S, 23°55'32''E) での温度, 風速, 風向の記録例 1985 年 1, 2 月

Fig. 5. An example record of data of temperature, wind speed and wind direction at "30 miles point" hut (70°53'3''S, 23°55'32''E) by the K-2000 data logger recorded in January and February 1985.



述べられている卓越風向と一致する。以上のことからこのデータロガーが実用に供せることが確認された。

#### 4. 低消費電力データロガー (K-3000 型) の製作

##### 4.1. システムの概要と特徴

K-3000 型は、K-1000, -2000 型の実績を元に開発したものであり、より一層の低消費電力化、収録期間の長期化、小型化を計った。基本的な設計思想に変更はなく、システムの構成も図 6 に示すように大きな違いはない。外観を図 7 に示す。主な改良点を以下に述べる。

1) CPU 回路の主要部品であるマイクロプロセッサの低消費電力タイプが入手でき、システムの時計も CPU 回路と直結可能なタイプに変更した。その結果、時計を含めコントロ

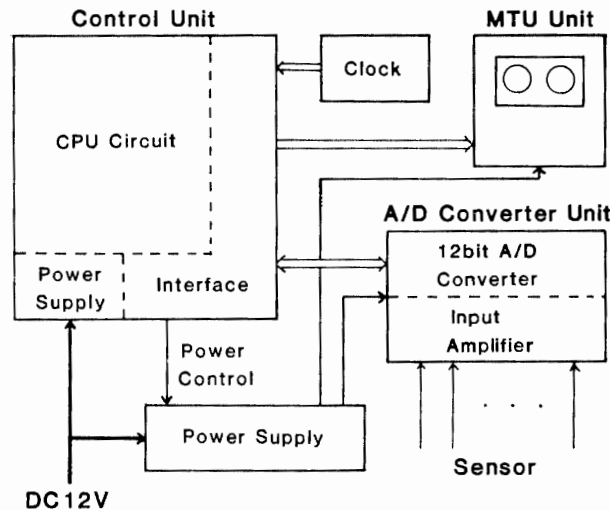


図 6 K-3000 型データロガーの構成図

Fig. 6. A structure diagram of the K-3000 data logger.

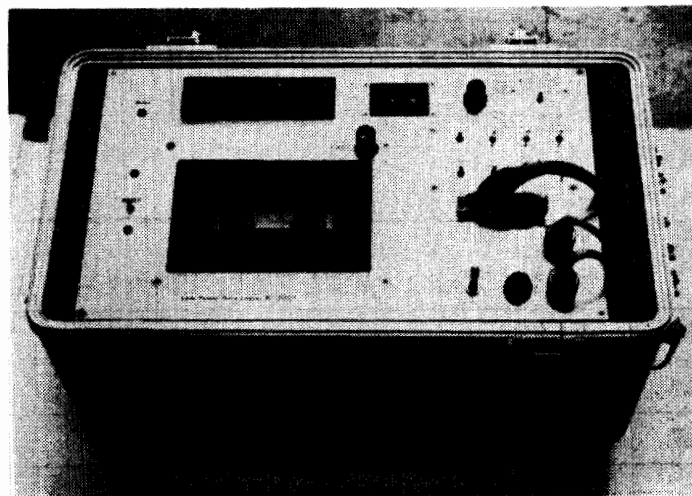


図 7 K-3000 型データロガーの外観

Fig. 7. A photograph of the K-3000 data logger.

ール部をすべて低消費電力の C-MOS・IC で構成することができた。そこでコントロール部に常時電源を供給する方式としたが、全体の消費電力は試作器と比べて半分以下とすることができた。また、この方式の利点として時刻のチェックも含め、すべての動作をコントロール部が管理するためサンプリング時刻、周期などをプログラムにより自由に設定できるようになりはん用性が増した。試作器の K-1000, K-2000 型では、この機能をハードウェア(タイムコントロール回路)により実現していた。

2) 試作器ではプリント基板を 5 枚使用していたが、改良型では基板を新たに設計し、コントロール部と A/D コンバータ部(センサーとのインターフェイスも含む)の 2 枚のみとした。このため信頼性が向上すると共にシステムを小型化することができた。また、A/D コンバータ部のプリント基板のみを測定対象に応じて用意することにより、システムの他の部分は何の変更もすることなく各種の観測に対応できる設計とした。

3) 試作器では風力発電機の出力に合わせて電源を 24 V としたが、電池を使用する場合には 12 V のほうが機種が豊富にあり、また電池も小形になり運搬も容易になるので、電源を 12 V とした。

#### 4.2. システムの仕様

K-3000 型は、JARE-27 用に製作したものである。ユーザーの要求に合わせて 2 タイプの A/D コンバータ部を用意した。タイプ 1 は地学部門の地温測定用に、タイプ 2 は雪氷部門の気象要素観測用にシステムを構成した(表 3, 4)。

前者はセールロンダーネ山地で 2 台(森脇ら, 1986)、後者はあすか観測拠点およびみず

表 3 地温測定用としての K-3000 改良型データロガーの仕様

Table 3. Specifications of K-3000 data logger for make soil temperature observation.

データ収録項目およびセンサーの規格				
Ch. No.	項目	内 容	セ ン サ ー	規 格
—	時 刻	日付, 時間	—	—
1	温 度 1	外気温	半導体センサー	-40-+125°C
2	温 度 2	地 温	"	"
3	温 度 3	"	"	"
4	温 度 4	"	"	"
サンプリング周期		3 時間 測定正時 2 分前より観測を開始し、正時のデータを収録		
収 録 期 間		約 1 年間		
電源および消費電力		DC 12 V ± 20% 約 0.53 Wh		
動作温度範囲		保存時: -15-+60°C 動作時: +5-+40°C		
外 形		300 W × 180 H × 160 D mm (本体のみ) 350 W × 200 H × 230 D mm (FRP ケース収納時)		

表 4 気象要素観測用としての K-3000 改良型データロガーの仕様

Table 4. Specifications of K-3000 data logger for make meteorological factor observation.

データ収録項目およびセンサー規格				
Ch. No.	項目	内容	センサー	規格
—	時刻	日付, 時間	—	—
1	温度 1	システムの環境温度	半導体センサー	-25-+85°C
2	温度 2	外気温	半導体センサー	-40-+125°C
3	日射	天頂方向	ネオ式日射計	4.25 mV/cal cm <sup>2</sup> min
4	風向	10 分間平均値	エアロペンタイプ	0-360°
5	風速	10 分間平均値	"	0-70 m
サンプリング周期		3 時間 測定正時 10 分前より観測を開始し, 正時のデータを収録		
収録期間		約 1 年間		
電源および消費電力		DC 12 V±20% 約 0.6 Wh		
動作温度範囲		保存時: -15-+60°C 動作時: +5-+40°C		
外形		300 W×180 H×160 D mm (本体のみ) 350 W×200 H×230 D mm (FRP ケース収納時)		

ほ基地で使用されている。セールロンダーネ山地での無人観測用には 1 次電池（乾式空気電池）をシステムの電源とし、システム保温用に簡易風力発電機を電源とする面状ヒーターをケース内に取り付けた。面状ヒーターは、サーモスタットにより ON/OFF を制御し、暖め過ぎを防止している。

あすか観測拠点およびみずほ基地では 2 次電池（自動車用鉛蓄電池）を電源とし、本体は屋内に設置しているので保温ケースに収納した以外に特別な保温対策は施していない。なお、あすか観測拠点用のシステムでは、約 7 W の太陽電池と過充電防止回路により鉛蓄電池にフローティング充電を行っている。

## 5. 専用再生器の製作

これまで述べたデータロガーは、記録の再生機能を持たない。記録を再生するには、第 3 章 1 節のマイコンシステムを用いなければならない。そこで南極での使用にあたって、現地で記録を再生するためにデータロガーとは別個に専用再生器を製作した。これは、MTU、シングルボード・コンピューター、小型サーマルプリンタから構成されたコンパクトな装置である。データロガーにより記録されたデータを読み取り、演算のうえ単位を付けて直読できる値にしてプリントアウトする機能を持つ。この専用再生器の出力例を図 8 に示す。

この出力例は、図 5 で示した南極でのテストランで得られたデータと同じものを専用再生器で読み取ったなかの一例であり、その値は図 5 に対応している。またチャンネル数と観測

```

01M 030 21H
  ch1   ch2   ch3 ch4   ch5
11.1°C - 0.4°C 25mV 6   2.0m

01M 030 22H
  ch1   ch2   ch3 ch4   ch5
10.6°C - 2.4°C 26mV 6   2.5m

01M 030 23H
  ch1   ch2   ch3 ch4   ch5
 9.7°C - 3.7°C 26mV 6   2.7m

01M 040 00H
  ch1   ch2   ch3 ch4   ch5
 9.9°C - 5.1°C 27mV 7   2.7m

01M 040 01H
  ch1   ch2   ch3 ch4   ch5
 9.2°C - 5.7°C 28mV 7   3.1m

01M 040 02H
  ch1   ch2   ch3 ch4   ch5
 8.9°C - 6.2°C 30mV 7   3.1m

01M 040 03H
  ch1   ch2   ch3 ch4   ch5
 8.5°C - 6.3°C 32mV 7   3.2m

01M 040 04H
  ch1   ch2   ch3 ch4   ch5
 8.3°C - 5.8°C 33mV 7   3.2m

01M 040 05H
  ch1   ch2   ch3 ch4   ch5
 8.7°C - 4.9°C 34mV 7   3.2m

01M 040 06H
  ch1   ch2   ch3 ch4   ch5
 9.3°C - 3.6°C 34mV 7   3.7m

01M 040 07H
  ch1   ch2   ch3 ch4   ch5
 9.7°C  1.6°C 31mV 7   3.8m

01M 040 08H
  ch1   ch2   ch3 ch4   ch5
10.9°C  6.0°C 33mV 6   3.5m

```

図 8 データロガー用専用再生器の出力例

Fig. 8. An example of output print by the readout system for data logger (ch. 1: indoor temperature, ch. 2: outdoor temperature, ch. 3: solar radiation, ch. 4: wind direction, ch. 5: wind speed).

項目は表 2 に示した試作データロガーの仕様に対応している。チャンネル 1, 2 はそれぞれシステムの環境温度（室温）と外気温を表し、チャンネル 3, 4, 5 はそれぞれ日射計の出力電圧、風向（16 方位）、風速を表している。なお図 5 には日射計の出力電圧をプロットしていないが、これはデータをすべてチェックしたところ日射計またはアンプの故障により正常な値が得られていなかったためである。

とりあえず電源を AC 100 V 用に製作したが、今後フィールドでの使用を考え、電源を交直両用に改造する予定である。

## 6. 今後の課題

実用に供するものとして一応の形はできあがったが、残された課題として次の事項があげられる。

- 1) 収録期間のより長期化（サンプリング間隔 1 時間で 1 年間以上の収録をめざす）

- 2) 消費電力のより低減 (0.1 W 以下をめざす)
- 3) より低温下 ( $-40^{\circ}\text{C}$ ) での稼動
- 4) 使用現場でのモニター

以下、各項目ごとに対策を述べる。

1) 収録期間の長期化: システムの基本構成を変更せずに行える対策として、入力チャンネル数を減らしたりデータの記録フォーマットを工夫することが考えられるが、根本的な解決とはならない。K-3000 型ではサンプリング間隔を長くすることによりこれを計ったが、現在使用している MTU では、カセットテープ 1 巻に記録できる情報の量に限度があるので、より高密度の記録が可能な MTU を使用することも一つの方法である。しかし、根本的には MTU に代わる他の新しいデータの保存媒体 (たとえば半導体メモリー、磁気バブルメモリーなど) を検討する必要がある。

2) 消費電力の低減: 改良を重ねた結果、消費電力は K-3000 型では約 0.6 W と当初の目標値を満足した。しかし、それでも電池を使用して 1 年間無保守で運転する場合には、大容量の電池が必要となる。データロガー本体よりも電池の方が大きなものになってしまう。消費電力の低減のためには、使用部品数を極力減らし、各部品には低消費電力タイプのものを使用することが唯一の解決策である。また今回開発したデータロガーでは、全体に占める MTU や入力アンプ (インターフェイス) を含めたセンサー部での消費電力が大きく、今後 MTU をそれに代わる他の低消費電力のものに変更するとしても、この問題は残る。換言すれば、いかにセンサー部の消費電力を低減するかが重要な課題である。この問題が解決すれば、小容量の太陽電池と 2 次電池を電源とした通年観測が可能な小形の無人観測システムを実現できると考えられる。

3) より低温下での稼動: 現在使用している MTU では、その構造上 (カセットテープそのものやメカニカルな部分) 低温特性に限度があるので、システムの他の部分にいくら低温特性の良いものを使用しても無意味なことになってしまう。換言すれば、開発した一連のデータロガーの最低動作温度は、MTU の最低動作温度 (カタログでは  $+5^{\circ}\text{C}$  となっているが実際には  $-20^{\circ}\text{C}$  でも正常に動作した) である。そこで現状の MTU を使用するためには、何等かの保温が必要になってくる。しかし、これは低消費電力化とあい反することである。そのためにも MTU に代わる他の新しい収録方法を検討する必要がある。また、低消費電力化を進めれば、それだけ機器そのものからの発熱は、減少するので保温との兼ね合いも検討しなければならない。どうしても保温が必要な場合には、このシステムとは別に風力発電機、太陽電池など自然エネルギーを電源とする保温装置を開発することも一つの解決方法である。

4) 使用現場でのモニター: 今回開発したデータロガーは、動作モニターやデータの再生機能を持っていない。第 3 章 1 節で述べたマイコンシステムや第 5 章で述べた専用再生機な

どを用いなければ動作確認のために記録を再生することができない。記録の再生は別にしても、動作状態をモニターすることは、保守の点から重要なことである。特に無人観測システムとして使用するためには、設置時や点検時に現場で容易に動作状態をモニターする機能が必要である。この問題はデータロガーのみでなく、無人観測システム全体に共通したことである。

### 謝 辞

今回のデータ収録器の開発にあたっては多くの方々のご指導とご協力をいただいた。特に、極地設営工学グループの川口貞男教授には開発研究の機会を与えていただき、JARE-27の地学、雪氷グループの諸氏には実用化への機会を与えていただいた。これらの方々に深く感謝いたします。

### 文 献

- 横田英一 (1980): Z80-CPU ボードの試作と MT-2 とのインターフェース (その 2). トランジスタ技術, 17 (8), 339-348.
- 森脇喜一・白石和行・岩田修二・小島 智・鈴木平三・寺井 啓・山田清一・佐野雅史 (1985): セールロンダーネ山地地学調査報告 1985 (JARE-26). 南極資料, 86, 36-107.
- 森脇喜一・小島秀康・石塚英男・松岡憲知・米溪武次・志賀重男・森田知弥・栗城繁夫 (1986): セールロンダーネ山地地学調査隊報告 1986 (JARE-27). 南極資料, 30, 246-281.

(1986年8月19日受理; 1986年9月16日改訂稿受理)