

南極における無人観測 (II)
—第 20, 21 次隊におけるシステムの概要と結果の報告—

大畑哲夫*・勝田 豊**

Unmanned Observation in Antarctica (II)
—Outline and Result Obtained in the 20th and 21st
Japanese Antarctic Research Expeditions—

Tetsuo OHATA* and Yutaka KATSUTA**

Abstract: As part of the POLEX-South program of the 20th to 22nd Japanese Antarctic Research Expedition (JARE) (1979–1981), unmanned meteorological observation was made on the Antarctic Ice Sheet. As JARE has been conducting unmanned observation since JARE-18, improvement of renewal of the parts of the system was made taking into account the previous works. As for electric source, wind generator of 12V200W was adopted and was set one or four in parallel. Insulation box was mainly made by styrofoam, and was strengthened by the use of FRP. Charge controller was made in order to prevent overcharge and control the heaters. Meteorological observation system was composed of sensors for wind speed and direction, air temperature, snow temperature, solar radiation and air pressure, and recording part using cassette tape recorder. This unmanned meteorological system was built at Y100 and H180. However, due mainly to troubles in the electric source part, this system did not function well continuously. There is still some room for improvement. The data taken seem to be helpful in understanding the areal meteorological phenomena.

要旨: 第20次から第22次日本南極地域観測隊にかけて行われた POLEX-South 計画の一環として、氷床における無人気象観測を行った。日本隊の無人観測は、第18次隊以来行われているが、その実績をふまえ、風力発電機、保温箱、制御器等に改良を重ね、また新型の気象観測装置を製作した。電源として小型の 12 V 200 W の風力発電機を採用し、1台ないし4台並列で使用した。2次電池としては 12 V 200 Ah のトラック用の鉛蓄電池を用いた。保温箱は、発泡スチロールを主体にし、強度を高めるために FRP による加工をほどこした。制御器は、過充電防止やヒーターの電源切り換えなどを行うために製作された。気象観測装置は、風向風速、気温、雪温、日射および気圧等のセンサー、およびカセットテープに記録を採る収録装置で構成された。設置した地点は Y100 および H180 であったが、電源系統を中心いくつかの問題が生じたため、かならずしも良好なデータはとれず、また改良の余地があることがわかった。採れたデータについては、気象現象を面的に理解するのに役立つことがわかった。

* 名古屋大学水圏科学研究所。Water Research Institute, Nagoya University, Chikusa-ku, Nagoya 464.

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

1. はじめに

南極においては、気象観測点が少なく、面的な気象現象、気象状態を議論するのは今のところ難しい。しかし、南極が地球上の気候にとっていかなる役割をもっているのかを見積るため、また、南極氷床および周辺海水域で起こっている気象現象を面的に把握するためには、観測点を増やすことが必要である。有人気象観測点の数に限りがある現状では、無人気象観測点に頼る以外方法がないといえる。日本隊では、すでに超高層観測のために1976年から無人観測システムが開発され、実施されている（鮎川他，1979，本報告では、この論文をA79として引用する）。1978年から計画されていた極域実験計画（POLEX）（KUSUNOKI, 1981）の一環として、無人気象観測が計画され、過去における成果を受け継いで1979-1980年に第20次および第21次日本南極地域観測隊（以下20次隊，21次隊とする）が実施した。

本報告では、20-21次隊で実施した際のシステムの構成、特に電源供給システムの改良点およびあらたに開発された観測装置の概要、それに得られた観測結果について若干の報告を行う。報告は、H180に設置したシステムが中心となる。

南極氷床および海水域での無人気象観測は、各国の観測隊でも進められており、衛星受信を利用したARGOSシステム（WMO, 1981）等の計画が多い。アメリカでは、沿岸および内陸部に10地点ほどの観測点をもうけている（STEARNS and SAVAGE, 1981）。日本が開発、実施しているシステムの特徴は電力供給部として風力発電機および2次電池を使用している点であるといえる。

無人観測システムの開発、実施に際しては著者以外の多数の方々の協力のもとに行われた。寺井啓（国立極地研究所）が保温箱担当、全体のシステムの構成については、川口貞男（国立極地研究所）、鮎川勝（同）、西尾文彦（同）が参画した。20次隊の現地での実施については、前晋爾（国立極地研究所）が担当した。

2. システムの構成

2.1. 全体の概要

今回観測を実施した地域および観測点の位置を図1に示す。内陸高原地域（標高>3000 m）を除いた氷床上では、1年を通して相当強い風が吹いている。たとえば、みずほ基地では6月の平均風速が $13 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ で平均気温が -40°C であり、12月はそれぞれ $8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ と -25°C である。製作されるシステムは、このような環境条件下で作動する必要があるし、また逆に、強風帯というこの環境を利用することもできるのである。今回のシステムは、A79で開発されたものを受け継ぎ、電力供給源として風力発電機を用いた。図2に今回のシステムの構成概略を示す。これは、それぞれY100地点（システム1）およびH180地点（システム2）で使用したものである。この2つのシステムに共通な点は、風力発電機で電力を発

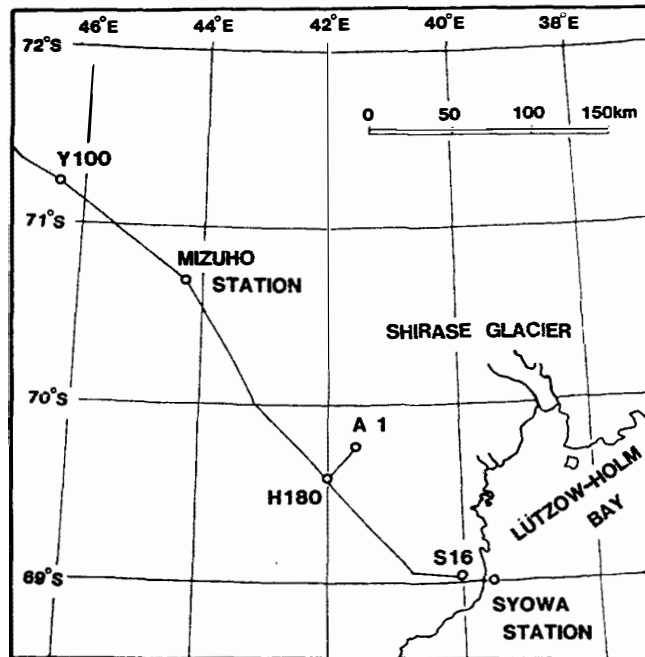


図 1 無人観測点の位置

Fig. 1. Location of the unmanned observatory.

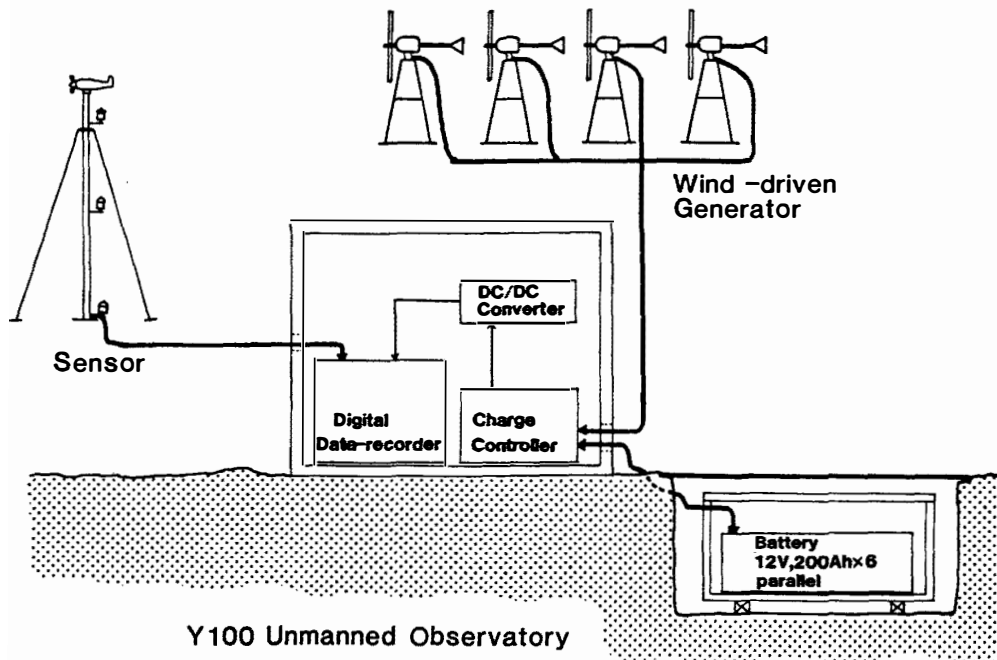
生し、2次電池に保存し、それを利用して観測装置および記録装置を作動させることである。途中にある制御器は、2次電池の過充電を防止し、観測装置と暖房、および過剰な電力を捨てるためのヒーターへの電力の供給を制御するものである。また、装置の保温のために、システム1においては保温箱1個と保温用の冷凍庫を、システム2においては保温箱2個の中に設置し装置類の環境温度を制御した。つぎに、システムの個々の構成部分について述べる。

2.2. 電源供給部

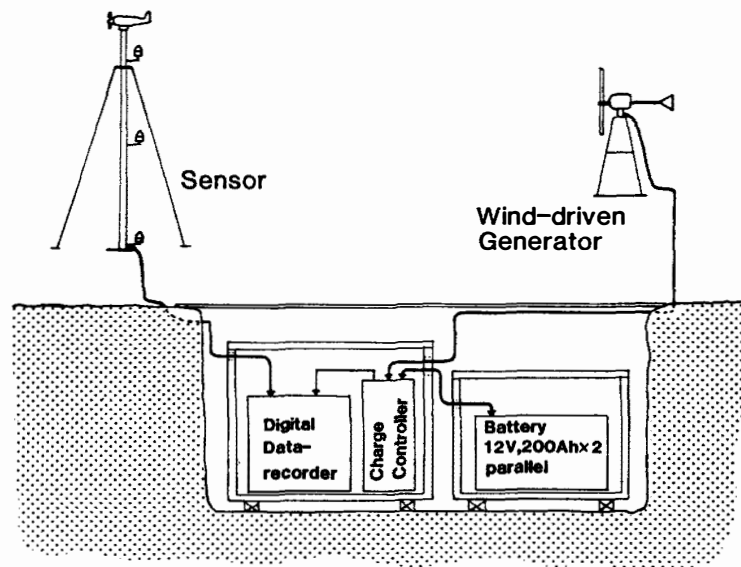
電源供給部は、風力発電機、2次電池および充電を制御する制御器からなる。動作としては、風力発電機の出力で2次電池をフローティング充電しながら観測装置に電力を供給する方式を採用した。

風力発電機は、小型・軽量・安価・取り扱いの容易さなどから、18次隊でも採用したウィンチャージャー 1222H 型を選定し、これを Y100 (システム1) では4基並列運転、H180 (システム2) では1基運転とした。表1にその仕様を示す。なお詳しくは、A79を参照されたい。

2次電池には、安価であり一般に用いられている自動車用鉛蓄電池 (以下バッテリーという) を選定し、無風弱風状態が続く場合を考慮し、12 V200 Ah のものを Y100 では6台並列に、H180 では2台並列に接続し、容量に余裕を持たせた。これは、H180 の場合、設計時の計算ではバッテリーが完全に充電されていれば風力発電機からの供給がなくても観測装



(a)



(b)

図 2 無人観測システムの構成

Fig. 2. Schematic diagram of the unmanned observatory.

置を約2週間動作させることができる容量である。

2.3. 制御器

無人観測システムでは、いかに安定した電力を供給するかで、観測の成否が決定されるといっても過言ではない。使用した風力発電機は、出力に対して何の制御機構も持たないので、バッテリーの過充電が心配された。過充電は、バッテリーの寿命を縮めるばかりでなく、水

表 1 風力発電機の仕様
Table 1. Specifications of wind-driven generator

型名	ウィンチャージャー 1222 H 型 (米国ダイナテクノロジー社製)
タワーマ	鉄アングル製, 高さ約 3 m
プロペラ	木製 2 翼, 直径 1.8 m
発電機	4 極分巻自励式直流発電機
ギヤ比	直結
回転数範囲	270-900 RPM
定格出力	DC12 V 200 W
最大電圧	DC15 V
電圧制御	なし
ガバナ形式	空気ブレーキ方式 (10 m/s 以上で動作)

素ガスを多量に発生し、絶対に避けたいことであった。この対策として、まず考えられるのは、風力発電機にあらたに出力制御機構を取り付けることであるが、発電機が直流発電方式であるため、電氣的に能率よく制御することは難しく、また、機械的に制御するとなると構造がどうしても複雑になり、風力発電機そのものの信頼性が低下してしまう。そこで、風力発電機には手を加えず、バッテリーの充放電および各装置の保温を制御するシステムを製作した。

図 3 に制御器の概略図を示す。このシステムの基本動作は、常にバッテリーの電圧を監視しながらフローティング充電をしている。(フローティング充電とは、バッテリーを充電しながら負荷に電力を供給する方法をいう。) もし、風力発電機の出力が負荷を上まわれば、バッテリーの電圧は上昇してゆく。そして電圧が決められた上限値に達すると、バッテリーの充電を停止し、余剰電力を保温箱内の保温用ヒーターに供給する。逆に風力発電機の出力

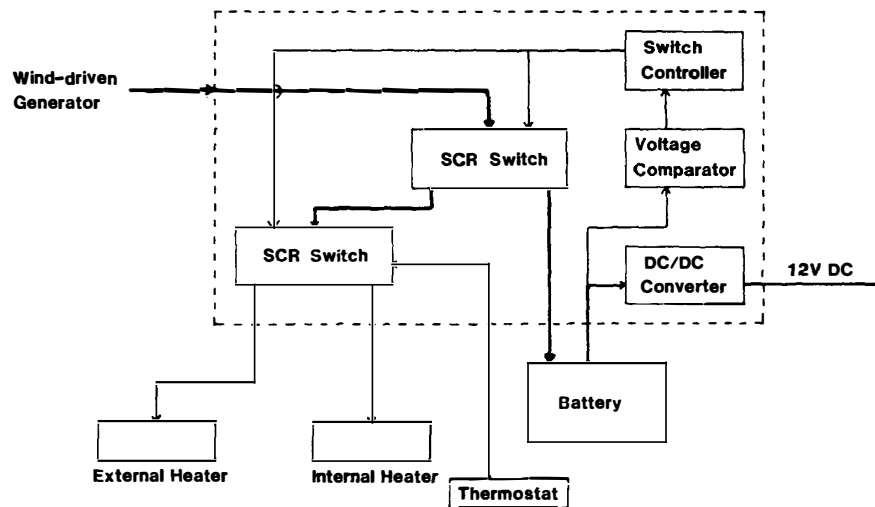


図 3 制御器の概略図
Fig. 3. Block diagram of the charge controller.

が減少し、バッテリーが放電してゆき電圧が下限値に達すると、保温用ヒーターへの供給を断ち、ふたたびバッテリーの充電を開始する。つまり風力発電機の出力が、負荷と同程度あれば、バッテリーの電圧は上限値と下限値の間に保たれるわけである。保温用ヒーターに電力が供給されると、保温箱内の温度は上昇してゆく。しかし、このままでは温度が高くなりすぎてしまうので、サーモスタットにより $+10^{\circ}\text{C}$ 以上にならないように設定している。その場合の余剰電圧は、外部のヒーターに捨てるようになっている。なお、収録装置へは、DC/DCコンバータを通して電圧を一定にし、供給している。

この制御器の特徴は、風力発電機の出力をバッテリーとヒーターに切り換えるスイッチの部分である。普通考えられるのは、リレー等の機械的接点によって切り換える方法である。しかし、最大で約 20 A もの直流電流を開閉できるリレーとなると、かなり大型となってしまふ。それに、出力の切り換えは頻繁に起こると考えられ、接点の劣化や接点間のアーク等の問題も生じてくる。多くても3-4カ月に一度の点検保守しかできないことを考えると、この部分が機械的接点では信頼性が持てない。そこで、このスイッチに半導体素子を使うこととした。いろいろ検討した結果、シリコン制御整流器（以下 SCR という）を使用することとした。SCR の利点は、小型であり、トランジスタ等と比べ、わずかな電力で大電流を制御できることであるが、逆に、直流制御にはあまり適していないという欠点がある。ここで採用した回路は、一般に SCR フリップフロップと呼ばれるもので、これは2つの SCR を組み合わせて1つのスイッチの動作をさせるものである。

2.4. 観測装置

観測装置は、次の条件を満足させるように設計した。

- (1) 小型である。
- (2) 消費電力が少ない。

(1)は、運搬、設置上重要なことである。(2)については、当然のことではあるが、消費電力が少なくなれば、バッテリーの容量や風力発電機の出力が小さくてもよいことになり、システム全体の小型化に役立つ。使用した収録装置、センサーの仕様を表2に示す。また、装置の概要を図4に示す。つぎに装置の動作を時間をおって説明する。装置の構成部位のうち常時電源が供給されるのは、時計部のみである。毎時49分になると各部位に電源が供給され測定にそなえる。風向風速については、50分から風速計の接点回数の計数および風向の測定が始まる。59分からは日射計の測定が開始され、気温、雪温は59分59秒から測定される。そして正時での各測定値がその時刻の記録となり、それぞれが一連のデータに変換され日付と時刻のデータとともにカセットテープにデジタルデータとして書き込まれる。以上の動作で1回の測定が終了する。このように毎正時の記録が収録され、1本のカセットテープで4.7カ月の記録採取が可能である。カセットテープに書き込まれた記録は、別個の再生装置によってプリンターに打ち出すことができる。また、再生装置をミニコンに接続すればオンラインで、データ処理を行うことができる。

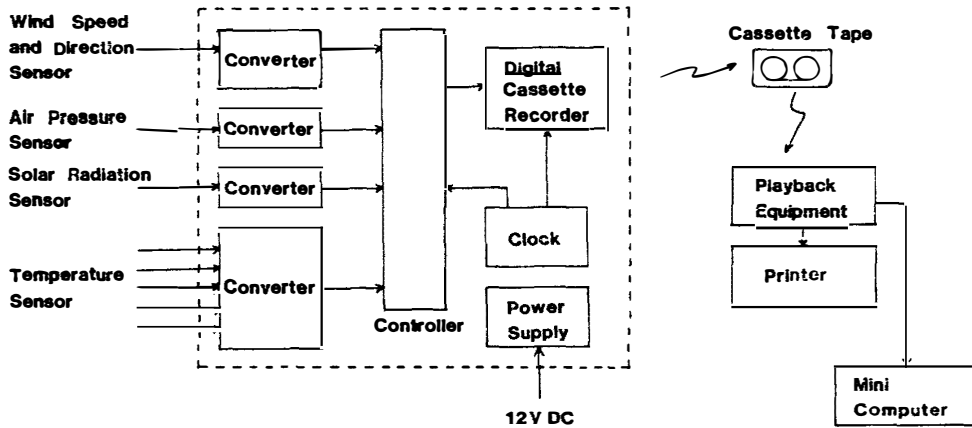


図 4 収録装置の概略図
 Fig. 4. Block diagram of the digital data-recorder.

表 2 センサーの種類と仕様
 Table 2. Specifications of sensors.

(H180, 1980年11月4日現在)

センサー	形式	測定範囲	精 度	設置高
風向・風速計	エアロベン型	0-355°	±5°	6 m
	風向風速計	2-60 m/s	±0.5 m/s 以内 (10 m/s 以下) ±5% 以内 (10 m/s 以上)	
気温・雪温計	水晶式温度計	+99°C~-99°C	±0.1°C (0°C~-50°C) ±0.5°C (+70°C~-70°C)	1.7 m, 1.5 m -0.2 m
気 圧 計	水晶式気圧計	680-1030 mb	±1 mb (20°C±10°C) 温度係数 +0.06 mb/°C	-1.5 m
日 射 計	ネオ式日射計	0-2 cal/cm ² ·min	0-10 mVDC	5.5 m

2.5. 保温箱

南極で無人観測を行うためには、厳しい自然環境から観測機器などを保護しなければならない。特に低温からの保護は重要である。それには、断熱材を使用した小屋または、保温箱の内に機器を収納する方法が簡単であり、なおかつ効果的である。

Y100 (システム1) では、観測機器および制御器用として、18, 19次隊が採用されたものと同じ市販プレハブ冷凍庫を用い、若干の改造を加え使用した。バッテリーは、ガス発生のことから観測機器等とは別に設置することとし、バッテリー用の保温箱を製作した。この保温箱は18次隊で A1 点用に開発されたものを参考にした (A79 参照)。これらの仕様を図5に示す。

H180 (システム2) では、観測装置が小型になり、小屋を必要としないのであらたに保温箱を製作した。保温箱の製作にあたって、その設計資料を得るために、以下に述べる基礎実

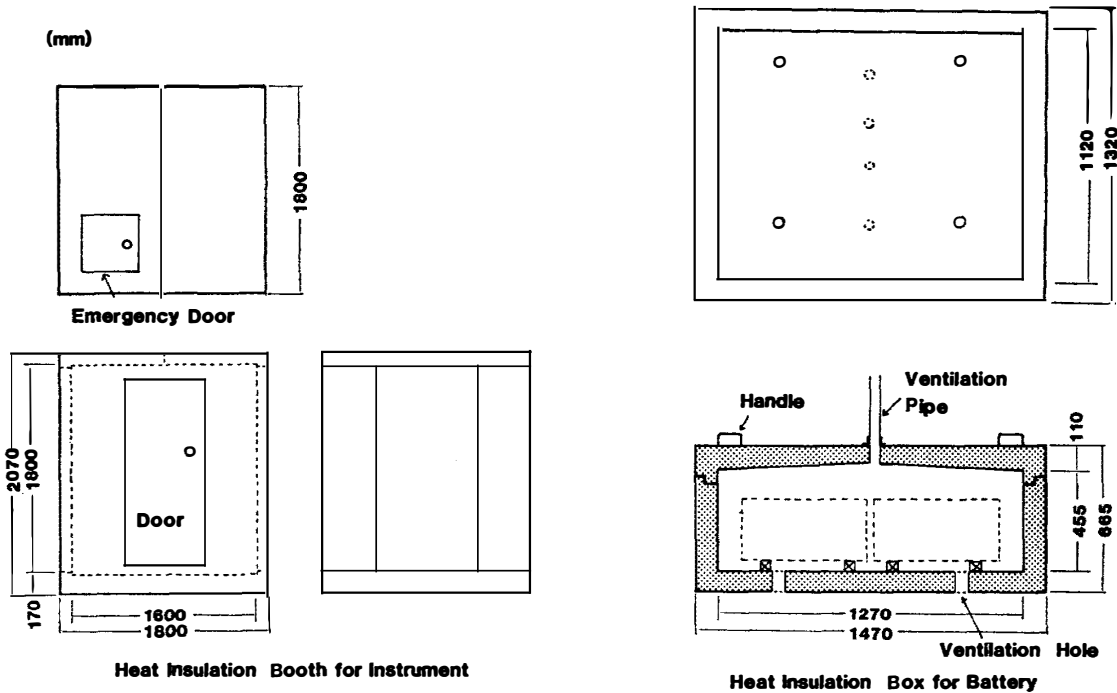


図 5 Y100用小屋および保温箱の構造
 Fig. 5. Sectional structure of the heat insulation booth and box (for Y100).

験を行った。実験は国立極地研究所低温実験室（室温 -20°C ，強制対流方式）を利用して行った。図 6 に示すごとく，熱伝導率 $0.031 \text{ kcal/m}\cdot\text{h}\cdot^{\circ}\text{C}$ ，厚さ 0.1 m の発泡スチロールでそれぞれ総内面積 1.5 m^2 ， 0.5 m^2 の保温箱を作り，中にヒーターを入れ，入力電力について図 7 に示す各部の温度を測定した。平衡時の温度，見掛け上の熱貫流率等の結果を表 3 に示す。また，入力電力と平衡時の温度差を図 8 に示した。

貫流熱流量の計算 $\{Q=K\cdot A(\theta_1-\theta_2)\cdot t, K: \text{熱貫流率} (\text{kcal/m}^2\cdot\text{h}\cdot^{\circ}\text{C}), A: \text{面積} (\text{m}^2),$

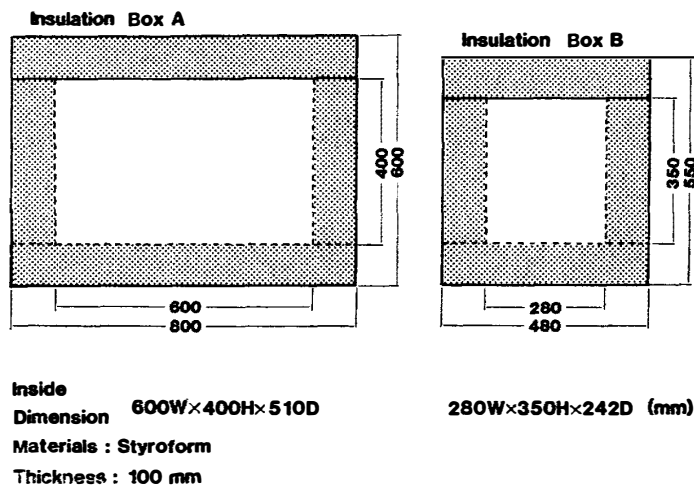


図 6 実験用保温箱の構造
 Fig. 6. Sectional structure of the heat insulation boxes (for experiment).

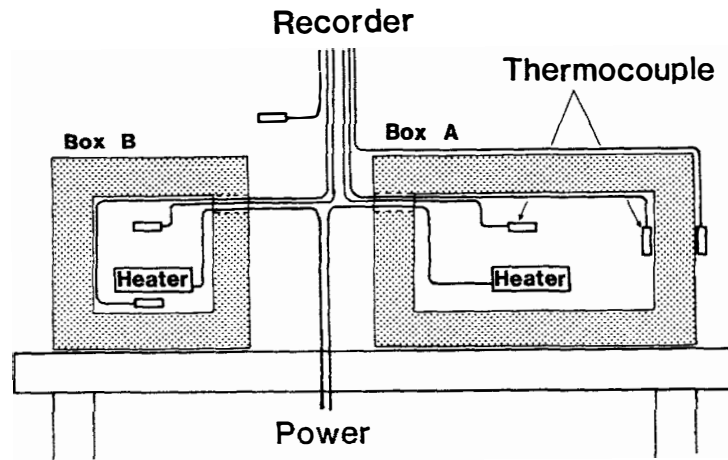


図 7 低温実験室における保温箱の保温実験
 Fig. 7. Thermal test of the heat insulation boxes in the low-temperature room.

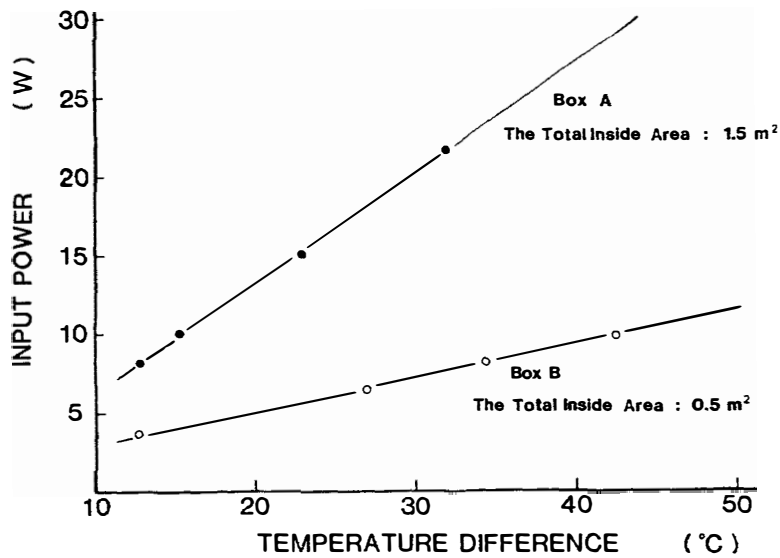


図 8 入力電力と平衡時の温度差
 Fig. 8. The relation between temperature difference in equilibrium and input power.

t : 時間}には、空気の熱伝導率や対流およびケーブルや発泡スチロールの継ぎ目等からの熱損失等は考慮せず、単純に発泡スチロール面からの貫流熱流量についてのみ行った。したがって各箱の見掛け上の熱貫流率は表 3 に示したようになり、これを使って実際の保温箱に必要なヒーターの容量を求めた。なお、この H180 用保温箱には、保温効果、強度を高めるために FRP (強化繊維プラスチック) による加工をほどこした。図 9 に保温箱の構造および仕様を示す。

表 3 実験用保温箱の保温特性測定結果
 Table 3. Thermal characteristics of the heat insulation box for experiment.

保温箱 A (総内面積 0.122 m²)

入力 (W)	外気温 (°C)	箱内温 (°C)	温度差 (°C)	熱貫流率 (kcal/m ² ·h·°C)
8.1	-25.0	-12.0	13.0	0.359
	-19.0	-6.5	12.5	0.373
10.0	-25.0	-9.6	15.4	0.374
	-18.0	-2.6	15.4	0.374
15.0	-25.0	-2.0	23.0	0.376
	-18.0	+5.0	23.0	0.376
21.6	-25.0	+7.0	32.0	0.389
	-19.0	+13.0	32.0	0.389
平均				0.374

保温箱 B (総内面積 0.024 m²)

入力 (W)	外気温 (°C)	箱内温 (°C)	温度差 (°C)	熱貫流率 (kcal/m ² ·h·°C)
3.6	-25.0	-12.2	12.8	0.486
	-18.0	-5.2	12.8	0.486
6.4	-25.0	+3.0	28.0	0.395
	-19.0	+8.0	27.0	0.410
8.0	-25.0	+9.5	34.5	0.401
	-18.0	+16.5	34.5	0.401
10.0	-25.0	+17.5	42.5	0.401
	-19.0	+23.0	42.0	0.411
平均				0.417

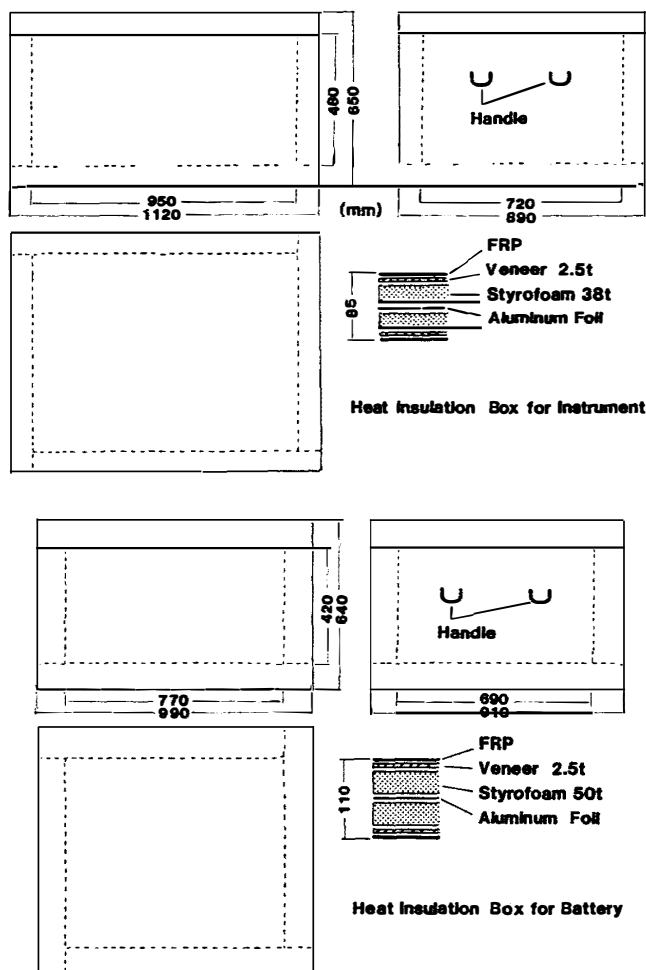


図 9 H180用保温箱の構造
 Fig. 9. Sectional structure of the heat insulation boxes (for H180).

3. 観測の概要

3.1. 実施経過

21次隊が実施した無人観測の経過を表4に示す。21次隊およびそれ以前に設置され21次隊の期間中に稼動していた無人観測点は、Y100, H180 および A1 の3カ所であるが、A1点については、ここではふれない。なお表4の中には、昭和基地での試験運転, S16 (見返り台) での本番運転が含まれているが、ここでは Y100 および H180 での無人観測システムについてのみ記述する。

Y100 無人観測点は、1979年10月に20次隊によって設置された。図10に観測点の写真を示す。システムの概要は図2に示されている通り、風力発電機を4台使用したものである。観測装置、制御器、DC/DC コンバータ等は、冷凍庫を改造した小屋の中に設置し、バッテリー6台は保温箱の中に収め、雪穴の中に設置した。設置当初の Y100 点では、気象観測関係の機器とともに、超高層部門の ULF (地磁気脈動) 観測用の機器も設置された。しかし、1980年1月の20, 21次隊の交代旅行時、点検に行ったところ、4台の風力発電機のうち3台が故障または、破損していた。しかし、すべての風力発電機を復旧させることができず、供

表4 無人観測システムの現地実施経過
Table 4. Progress of the unmanned observatory operation in Antarctica.

年 月 日	場 所	作 業 内 容
1980年1月7日	A1	点検後、テープ交換
1月15日	Y100	風力発電機の修理、バッテリーの充電を行い、システムを復帰させる
3月	昭和基地	海氷上にてテスト準備中、3月18日にポール、センサー類流失
4月28日	昭和基地	陸上にあらたにセットし、動作テストを実施 (5月22日まで)
7月9日 7月29日	S16	2回に分けて装置をセットし、観測を開始する
8月9日	S16	点検に行ったところ風力発電機破損のため中止する。装置は■収した
8月13日	A1	風力発電機破損を発見、現地修理不可能のためバッテリーをデポしたのみ
8月24日	Y100	風力発電機の修理、バッテリーの交換を行い、システムを復帰させる
10月4日	Y100	〃
10月10日	H180	観測用ポール、風力発電機タワー、保温箱の設置を行う
〃	A1	風力発電機を修理し、システムを復帰させる
11月4日	H180	ピラタス機にて風力発電機、観測装置を設置し、観測を開始する
11月16日	H180	点検を行う。システムは順調に作動
11月25日	H180	〃
12月22日	H180	点検後、カセットテープの交換。データは35日間で、30日間得られている
1981年1月10日	H180	バッテリーを交換し、収録装置も22次隊持参のものと交換する
1月21日	Y100	風力発電機を修理、バッテリーの交換を行い、システムを復帰させる
1月22日	H180	バッテリーの交換を行い、システムを復帰させる

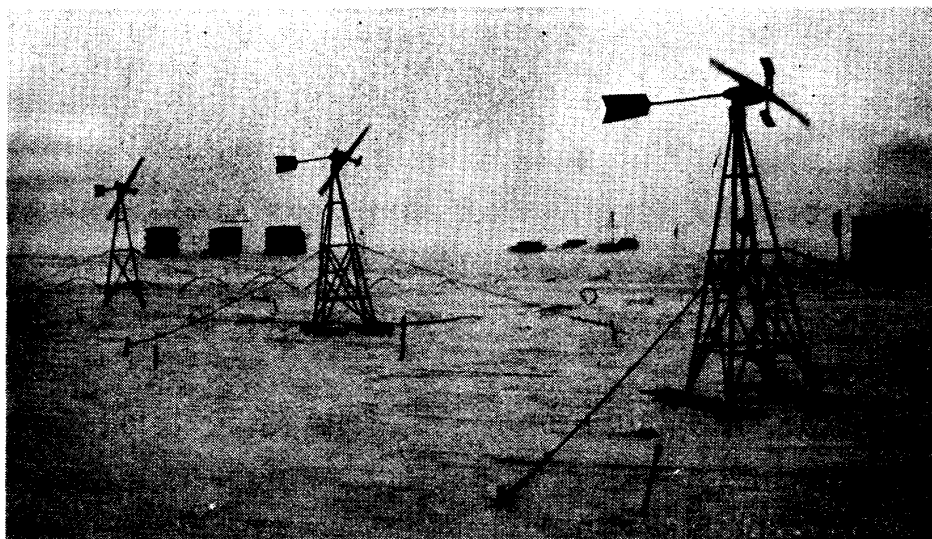


図 10 Y100観測点の外観
Fig. 10. Photograph of Y100 unmanned observatory.

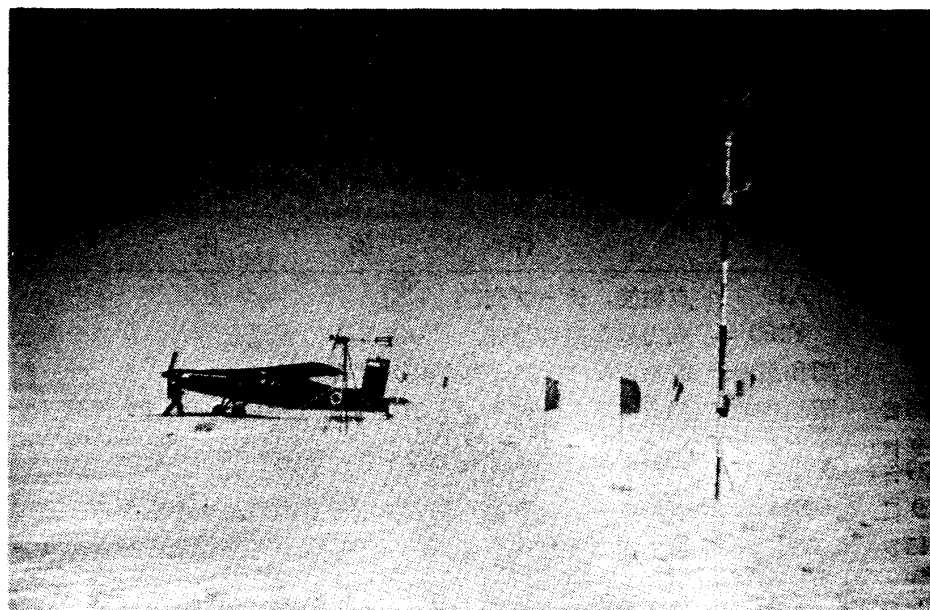


図 11 H180観測点の外観
Fig. 11. Photograph of H180 unmanned observatory.

給電力の不足から観測機器を減らさざるを得なかった。このため消費電力の大きい、ULF観測用の機器を撤収し、気象関係の観測のみとした。その後は、点検保守後2-4週間は記録が取れているが、何らかの故障でシステムが停止してしまう、ということを繰り返した。その原因については4章で述べる。このようにY100観測点では、長期の連続記録は得られなかった。

H180 無人観測点は1980年10月および11月の2回に分けて設置し、観測を開始した。この

システムの概要は図2に、設置状況を図11に示す。図11からも解かるように2個の保温箱とも雪穴の中に設置した。ここでの観測は、期間が短いながら比較的順調に進んだ。しかし、電源系統等の不調で完全な連続記録は採れなかった。

3.2. 得られた結果の検討

今回のシステムは、必ずしも完全に良好には動作しなかった。しかしながら、断片的にはあるが記録が得られ、その一部をここで紹介する。附表に H180 で得られた観測結果について、3時間ごとの値を示した。

図12にみずほ基地と H180 地点での12月の同時期の3時間ごとの風速、風向、気圧、気温を示した。気圧については、2点でほぼ同様の变化傾向を示している。風速については、強さは異なるもののほぼ同様の变化傾向がみられるが、一部たとえば12月9-10日頃をみると、H180 ではかなり規則正しい日変化を示しているのに、みずほ基地ではほとんど規則性が認められない。この時みずほ基地は、かなり厚い雲におおわれていたことが分かっており、その影響がみずほ基地のみに現われていることが考えられる。12月10日以後、比較的良好な天候が続いていたため、風速に規則的な変化が両地点においてみられるが、全体的にみずほ基地の方が風が強い。図13に12月10日から14日までの両地点での風速および風向の1時間ごとの値が示されている。晴天であった12-13日のみをみると、風速が最大・最小になる時刻がみずほ基地に比べて H180 の方が早く、全体的にみずほ基地の方が風速が大きい。両地点でのこれらの違いには、観測地点の傾斜、上流域の面積等が関係していることなどが考えられる。すでに、MATSUBARA *et al.* (1982) では、H180 で得られた結果を一部に使い、カタバ風の面的な違いを検討している。

4. システムの問題点

ここで述べたシステムを1年半ほど南極において使用したが、すべて順調に働いたわけではなかった。この主な原因が、予想外の南極の厳しい自然環境に起因しているといえる。表5に期間中の主な故障と問題点を示す。表をみても明らかなように、故障の中では風力発電機が圧倒的に多かった。システムそのものの動作は記録されていないので、システムが停止してしまった時の状況を知ることはできない。このため、その原因がどこにあるのかははっきりと把握することはできなかった。しかし、いずれにしても風力発電機が正常に動作していなかったことが、最大の原因であるといえる。以下に他の機器について気付いた点を述べる。

(1) バッテリー：収録装置の動作日数から算出すると、バッテリーの実際の容量が、定格容量に比べてかなり少ない値となった。原因として収録装置の消費電力が設計時よりも大きくなっていたこともあるが、バッテリーそのものの低温下での特性劣化が大きいと考え

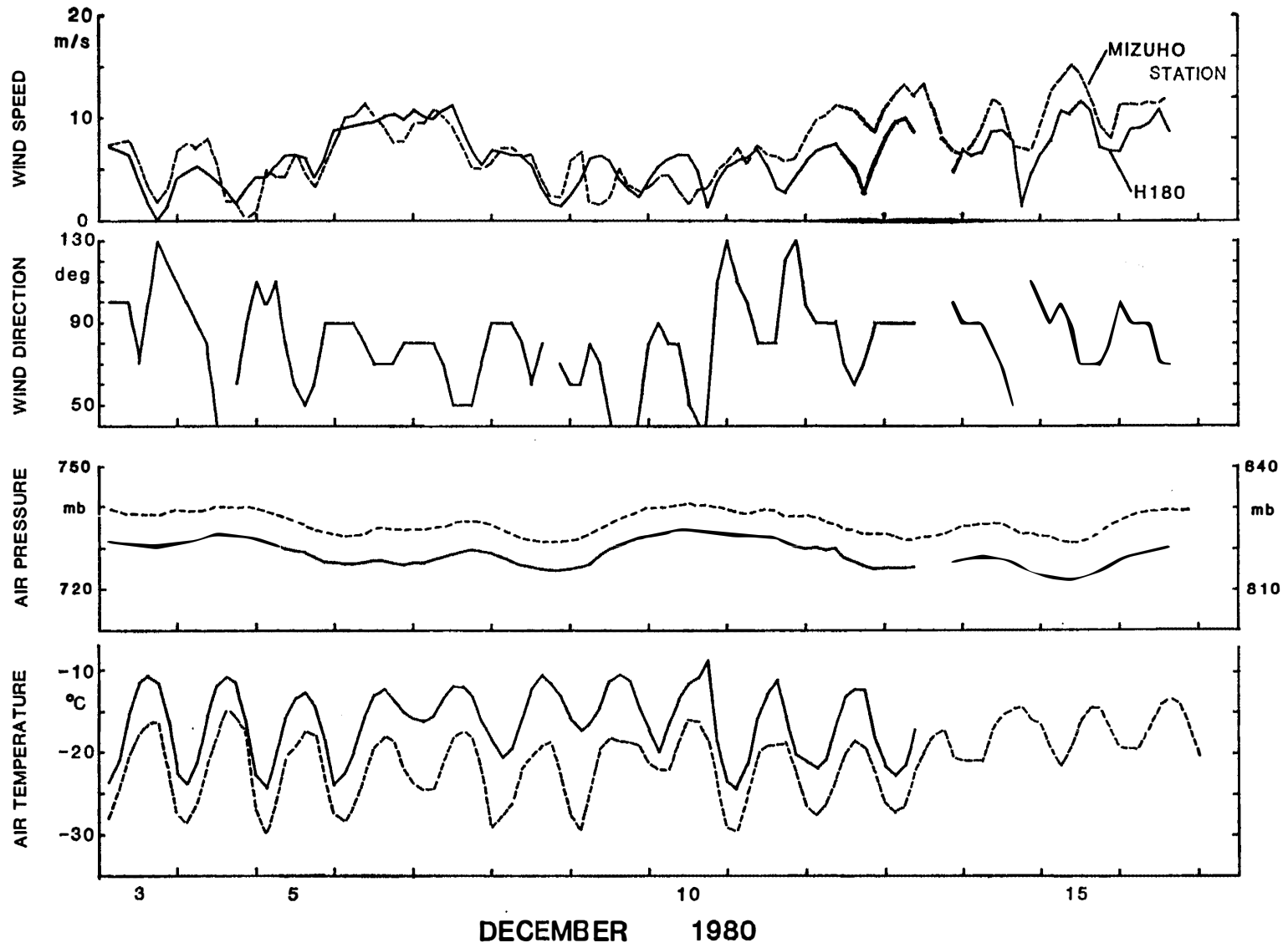


図 12 H180での3時間ごとの記録
Fig. 12. Record of every three hours at H180.

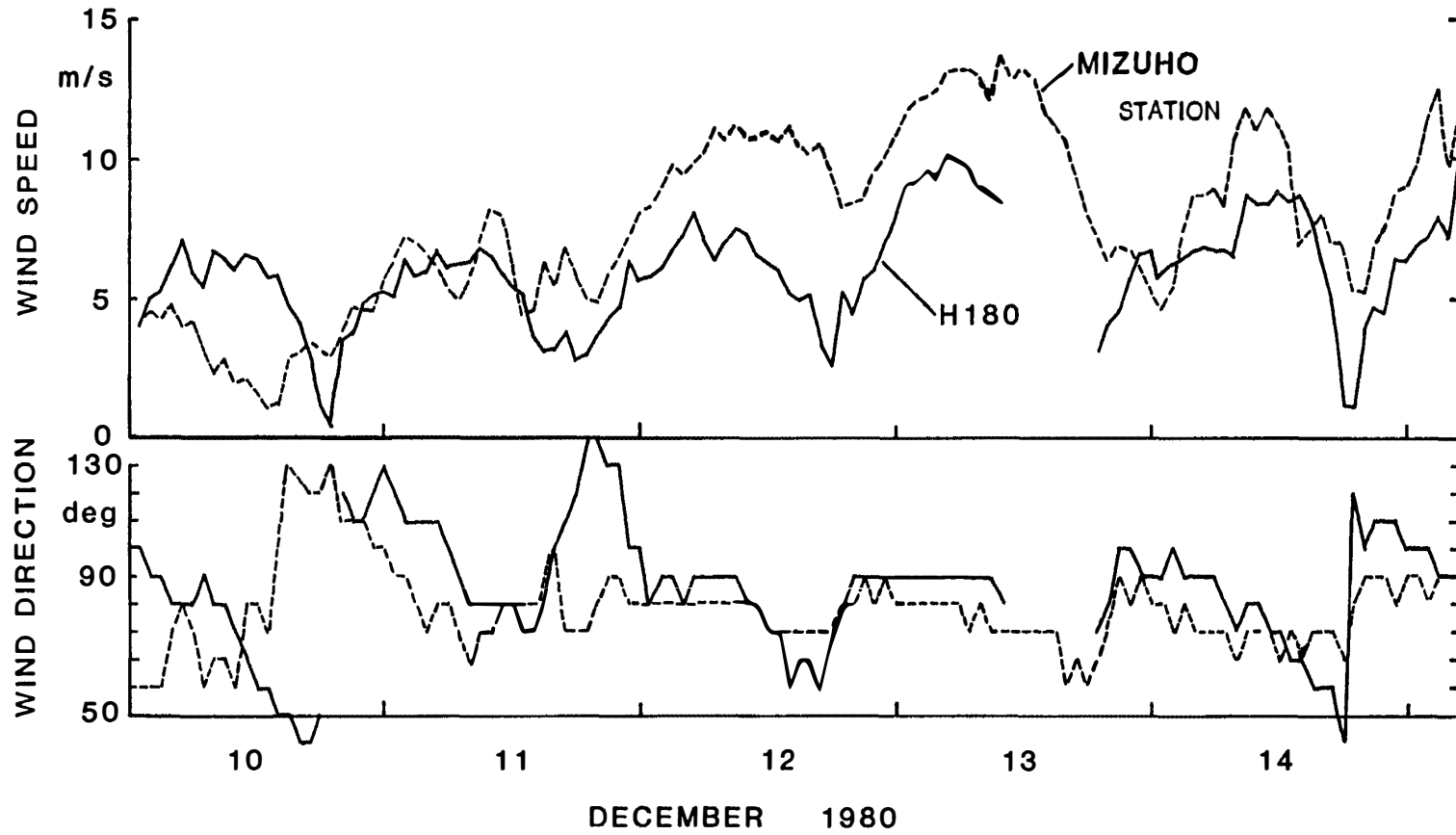


図 13 H180 での 1 時間ごとの記録
Fig. 13. Record of every one hour at H180.

表 5 各部の主な故障と問題点およびその原因
 Table 5. The main troubles and problems, and their causes.

	主な故障と問題点	原因
風力発電機	プロペラの破損 整流子の破損 界磁コイル接続部の断線 出力取り出しケーブルの断線	強度不足, 振動, 吹雪 ブラシの異常摩耗 振動 "
バッテリー	容量不足 電解液の凍結	保温が十分でなかった 風力発電機の故障による過放電
収録装置	書き込みデータの不良 テープ送りの異常 回路構成部品の破損 動作モニターがしにくい	電源電圧の一時的な低下 ? ? 設計ミス
制御器	各ケーブル結線部の操作性が悪い 動作モニターがしにくい	設計ミス "
保温箱	内部への雪の吹き込み	蓋の密閉性が悪い. ケーブル引き出し部より

られる。バッテリーの低温下での動作については、完全に理解できておらず、これからの課題の1つである。

(2) 制御器：特に問題なく動作し、今回採用した方法は、十分実用になると思われた。しかし、保守性の面で若干改良すべき点があった。それは他の機器でもいえることであるが、点検時に動作をモニターしにくいこと、外部との接続ケーブルが多く、操作性が悪かったこと等である。

(3) 収録装置：収録方法には問題ないが、多数のデータを記録させようとしたために回路や動作が複雑になり、信頼性にかけるものになってしまった。また、設置現場での動作状況のモニターや同じ装置で記録の読み取りができないことなど改良を要する。

(4) 保温箱：今回初めて保温箱の材質に FRP を利用し、非常によい結果が得られた。強度的にはまったく問題なく、輸送時には他の機器の収納箱としても役立った。ただ、蓋の密閉性や配線の引き出し方法等を改良してゆく必要がある。

5. 今後の展望

南極における無人観測も今回の21次隊で4年目を数え、これからの南極観測には、なくてはならないものになっている。その需要にこたえるためにも無人観測システムを、より完全なものにしてゆかなければならない。

そこで今後の方針として、まず第一に、安定した電力供給源を確立することが急務である。それには沿岸部、内陸部の環境条件の違い、観測装置の消費電力の違い等を十分考慮したも

のとしなければならない。また、風力発電機のみでなく、太陽電池や1次電池・2次電池を組み合わせ使用することも必要であろう。第二に重要なことは、現地での点検保守作業をいかに能率よく確実に行うかである。システムが正常に動作しているか否か、異常があればどの部分か、そしてその対処方法は、など誰にでも容易に行えるようにする必要がある。南極観測隊の場合、人数制限があり、必ずしもそのシステムに精通している人間が現場に行けるとは限らないのである。特にデータ収録装置は、これらのモニター機能を充実させ、現場での記録再生もたやすく行えるものとしなければならない。また、システムの設置方法、各機器の接続方法、センサー類の保温箱からの引き出し方法など十分検討し、システム全体の操作性を向上させる必要がある。

これまでは保守が簡単なように、昭和基地からみずほ基地へのルート上ないしは、みずほ基地から簡便に行ける所に観測点を設置した。しかし、たとえばカタバ風の流線に沿っての変化を研究する場合であれば、みずほ基地を中心として東西に1つずつまったく既設のルートがない所に観測点を設けるとか、ある特定の研究内容をめざすならば、観測点の数および設置位置やセンサーの内容も変える必要がある。これらも、システム自体がかなりの確度で動作することが確認されてから、はじめてできることであり、システムの動作の確度を高めることが当面の目標となろう。南極における POLEX 計画、MAP 計画の後には WCRP 計画がひかえており、そのなかでも無人気象観測は重要な役割を演じることが考えられる。

謝 辞

今回の無人観測システムの実施にあたっては、多くの方々のご指導とご協力をいただいた。特に南極での設置、保守等の際には、20次隊の和田誠、富樫修二、川久保守、小宮紀旦の緒氏、21次隊のみずほ春旅行のメンバー（内藤靖彦、五味貞介、門馬勝彦、大野好美、小川郁男）の方々には現場での厳しい作業に携わっていただいた。また、21次隊気水圏部門の小林俊一、石川信敬の両氏には、全般に渡ってのご助言とご協力をいただいた。これらの方々に深く感謝いたします。

文 献

- 鮎川 勝・寺井 啓・勝田 豊・吉田治郎・外谷 健・坂本純一 (1979): 南極における無人観測 (I) —無人観測装置の開発と観測結果の速報—。南極資料, **66**, 1-24.
- 川口貞男 (1979): 南極の気象。天気, **26**(6), 335-346.
- KUSUNOKI, K. (1981): Japanese Polar Experiment (POLEX) in the Antarctic in 1978-1982. Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue, **19**, 1-7.
- MATSUBARA, K., UENO, T., SAKAMOTO, T., MATSUHARA, K. and KAWAGUCHI, S. (1982): Some characteristics of wind and temperature changes in the Syowa area, Antarctica, in terms of katabatic wind. Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue, **24**, 87-93.
- STEARNS, C. R. and SAVAGE, M. L. (1981): Automatic weather stations, 1980-1981. Antarct. J. U. S., **16**(5), 190-191.

WMO (1981): Meteorological applications of the Argos system. WMO Bull., 30(1). 14-18.

(1982年12月1日受理: 1983年1月28日改訂稿受理)

附表 H180 で得られた観測結果
Appendix. Result of observation at H180.

Date	Hour (LT)	Air pressure (mb)	Air temperature (°C)	Wind speed (m/s)	Wind direction (36)
1980 Nov. 16	15	816.4	-14.9	3.1	06
	18	815.4	-17.0	2.8	10
	21	815.0	-23.0	6.0	10
	24	816.5	-23.8	11.4	09
17	03	816.5	-23.4	12.2	09
	06	816.0	-21.6	13.1	10
	09	815.8	-18.3	11.9	09
	12	815.3	-16.0	12.4	09
	15	815.1	-15.4	12.2	08
	18	814.7	-17.5	10.3	08
	21	815.0	-22.3	10.6	08
	24	814.9	-24.9	10.7	09
18	03	815.4	-26.7	10.9	08
	06	816.3	-25.1	10.5	08
	21	820.6	-25.3	5.6	10
	24	820.7	-28.5	7.5	09
19	12	823.5	-15.7	10.3	08
	15	823.3	-14.6	10.1	07
	18	822.7	-15.9	9.9	08
	21	822.7	-18.7	12.9	08
20	24	822.9	-19.5	13.9	08
	03	822.9	-18.9	15.2	08
	06	822.3	-18.0	16.5	08
	09	822.5	-16.5	17.0	08
21	12	823.4	-14.4	16.0	08
	15	823.9	-12.8	14.3	08
	18	824.4	-13.8	12.3	08
	21	825.8	-17.0	12.3	08
	24	826.4	-19.8	13.4	09
	03	827.0	-21.8	10.9	08
	06	826.3	-19.4	12.5	09

Appendix (continued).

Date	Hour (LT)	Air pressure (mb)	Air temperature (°C)	Wind speed (m/s)	Wind direction (36)
1980 Nov. 21	09	826.1	-15.3	11.6	09
	12	825.9	-12.0	13.1	09
	15	825.5	-11.0	12.0	08
	18	825.0	-11.4	7.6	08
	21	824.5	-16.0	11.2	10
22	24	822.9	-19.5	13.5	10
	03	821.3	-20.9	14.4	10
	12	820.6	-14.7	10.2	07
	15	820.9	-13.2	9.9	06
	18	820.7	-13.5	3.8	07
23	21	821.2	-15.6	5.7	08
	24	821.8	-17.9	7.7	10
	03	822.8	-21.5	4.0	10
	06	822.8	-18.5	9.3	10
	09	822.4	-14.4	8.2	10
24	12	822.0	-10.7	8.0	08
	15	821.3	-9.4	7.1	08
	18	820.7	-11.5	4.5	09
	21	820.2	-16.0	4.9	06
	24	819.6	-19.3	8.2	09
25	03	818.7	-20.7	8.9	09
	06	817.0	-18.8	9.9	10
	09	814.9	-15.9	14.0	10
	12	814.2	-14.9	14.7	10
	15	814.4	-13.1	12.7	08
25	18	815.6	-13.7	10.7	08
	21	817.8	-16.9	9.3	09
	24	819.3	-18.5	10.6	10
	03	819.8	-20.3	10.6	10
	06	819.5	-18.2	11.4	10
25	09	819.1	-13.8	11.5	09
	12	818.7	-10.2	9.2	09
	15	818.9	-9.8	7.1	08
	18	818.5	-10.0	4.7	10
	21	818.2	-11.9	9.2	10
25	24	819.2	-15.7	10.5	09
	03	819.5	-16.5	9.8	10
	06	818.8	-17.0	8.9	10
	09	817.3	-12.3	8.7	10
	12	814.9	-9.0	1.2	12
	15	813.2	-8.7	6.5	11

Appendix (continued).

Date	Hour (LT)	Air pressure (mb)	Air temperature (°C)	Wind speed (m/s)	Wind direction (36)
1980 Nov. 26	18	811.7	-9.4	5.0	12
	21	810.8	-14.4	7.3	11
	24	812.0	-16.7	10.7	10
27	03	812.5	-18.9	12.9	09
	06	814.0	-18.0	11.8	09
	09	816.9	-14.9	12.2	09
	12	818.2	-11.5	9.8	07
	15	819.4	-10.1	11.0	08
	18	820.1	-10.8	7.9	08
	21	821.2	-15.4	7.8	11
	24	821.9	-18.1	10.9	10
	28	03	822.4	-18.7	11.2
06		822.5	-17.5	11.4	10
09		822.6	-13.9	10.0	10
12		822.0	-11.3	10.0	09
15		821.1	-10.5	6.9	10
18		819.5	-12.2	3.8	12
21		817.6	-19.4	4.4	13
24		815.6	-24.7	4.6	12
29		03	813.8	-25.6	5.1
	06	811.7	-21.9	6.3	11
	09	810.5	-17.4	7.9	09
	12	810.2	-14.0	8.4	07
	15	809.3	-12.6	7.0	05
	18	808.7	-14.0	5.3	06
	21	808.1	-18.7	8.4	08
	24	808.8	-21.6	9.4	09
	30	03	808.9	-22.0	9.4
06		809.2	-20.3	10.7	09
09		809.5	-16.3	11.9	09
12		809.9	-13.9	9.9	08
15		810.4	-13.0	9.0	08
18		810.5	-13.1	7.7	08
21		811.0	-17.9	6.7	11
24		811.7	-21.7	8.0	11
Dec. 1		03	812.4	-22.5	8.8
	06	813.3	-18.9	8.1	09
	09	814.7	-14.6	9.5	09
	12	816.5	-11.3	8.6	07
	15	817.7	-10.8	7.5	07
	18	818.2	-11.9	5.2	08

Appendix (continued).

Date	Hour (LT)	Air pressure (mb)	Air temperature (°C)	Wind speed (m/s)	Wind direction (36)	
1980 Dec.	1	21	818.8	-16.5	5.8	11
		24	819.9	-18.3	8.2	09
	2	03	821.2	-18.3	9.3	09
		06	821.9	-17.6	9.0	10
		09	822.1	-14.6	9.6	09
		12	821.5	-12.0	10.3	09
		15	821.2	-11.3	9.4	08
		18	821.2	-11.8	5.2	08
		21	821.2	-16.6	5.9	09
		24	821.4	-21.0	6.1	10
	3	03	821.4	-22.1	7.2	10
		06	820.8	-19.8	6.8	10
		09	820.9	-16.1	5.3	10
		12	820.8	-11.4	3.9	07
		15	820.7	-8.0	1.4	10
		18	820.2	-4.6	0.0	13
		21	820.4	-15.0	1.4	17
		24	821.1	-23.8	3.9	11
	4	03	821.4	-24.9	4.7	10
		06	821.8	-22.0	5.2	09
		09	822.5	-16.6	4.5	08
		12	823.2	-12.4	3.8	04
		15	823.2	-11.3	2.9	26
		18	822.9	-12.5	1.6	06
21		822.8	-17.9	3.1	09	
24		822.4	-24.0	3.8	11	
5	03	821.8	-25.4	4.3	10	
	06	820.6	-21.9	4.3	11	
	09	819.8	-17.2	5.2	08	
	12	819.5	-14.3	6.3	06	
	15	819.1	-13.6	6.5	05	
	18	817.8	-15.0	6.0	06	
	21	816.9	-19.9	4.1	09	
	24	816.6	-24.9	5.7	09	
6	03	816.2	-23.5	8.9	09	
	06	816.1	-21.0	9.0	09	
	09	916.6	-16.6	9.2	08	
	12	817.1	-13.9	9.5	07	
	15	817.0	-13.2	10.2	07	
	18	816.3	-14.4	10.4	07	
	21	816.1	-15.8	9.7	08	

Appendix (continued).

Date	Hour (LT)	Air pressure (mb)	Air temperature (°C)	Wind speed (m/s)	Wind direction (36)
1980					
Dec. 6	24	816.3	-16.6	10.8	08
	7				
	03	816.6	-16.9	10.1	08
	06	817.0	-16.4	9.8	08
	09	817.8	-14.5	10.6	07
	12	818.6	-12.7	11.2	05
	15	819.2	-12.8	8.8	05
	18	819.3	-14.0	6.7	05
	21	819.1	-18.7	5.3	07
	24	818.8	-19.5	6.8	09
	8				
	03	817.9	-21.5	6.6	09
	06	816.8	-20.3	6.4	09
	09	815.9	-16.1	6.3	08
	12	815.4	-13.2	5.3	06
	15	814.9	-10.7	3.1	08
	18	814.3	-12.1	1.7	28
	21	814.3	-13.8	1.4	07
	24	814.8	-16.5	2.5	06
	9				
	03	815.4	-18.1	3.9	06
	06	816.3	-17.4	6.0	08
	09	818.3	-15.3	6.2	07
	12	819.7	-11.9	5.8	04
	15	820.9	-10.9	3.9	28
	18	821.6	-11.8	2.9	28
	21	822.2	-15.4	2.2	04
	24	822.7	-18.1	3.7	08
	10				
	03	823.3	-20.7	5.2	09
	06	823.8	-17.6	5.9	08
	09	824.6	-14.5	6.4	08
	12	824.7	-12.4	6.4	05
	15	824.7	-11.7	4.8	04
	18	824.1	-9.2	1.2	04
	21	823.3	-19.2	3.8	11
	24	823.2	-24.8	5.2	13
	11				
	03	823.0	-25.4	5.8	11
	06	822.9	-22.3	6.1	10
	09	823.1	-16.9	6.8	08
	12	823.0	-14.0	5.4	08
	15	822.5	-12.3	3.1	08
	18	821.4	-13.8	2.8	12
	21	820.3	-21.5	4.3	13
	24	820.0	-22.1	5.7	10

Appendix (continued).

Date	Hour (LT)	Air pressure (mb)	Air temper- ature (°C)	Wind speed (m/s)	Wind direction (36)
1980					
Dec. 12	03	820.1	-22.9	6.8	09
	06	819.5	-21.6	7.1	09
	09	818.9	-18.0	7.5	09
	12	817.7	-14.3	6.3	07
	15	816.9	-13.1	5.0	06
	18	815.8	-13.3	2.6	07
	21	815.2	-20.0	5.7	09
	24	815.2	-22.7	7.9	09
13	03	815.1	-13.8	9.6	09
	06	815.2	-22.4	9.8	09
	09	815.6	-18.2	8.7	09
	21	816.4	-19.1	4.6	10
	24	817.0	-22.5	6.7	09
14	03	817.6	-22.1	6.4	09
	06	817.8	-18.8	6.7	09
	09	817.6	-12.9	8.7	08
	12	817.3	-10.4	8.8	07
	15	816.7	-9.4	7.8	05
	18	815.3	-6.9	1.2	12
	21	813.9	-16.6	4.6	11
	24	813.1	-20.2	6.4	10
15	03	813.0	-19.3	7.9	09
	06	812.5	-17.0	10.7	10
	09	812.1	-15.6	10.4	09
	12	812.6	-12.8	11.5	07
	15	813.5	-11.3	10.7	07
	18	814.2	-11.6	7.1	07
	21	815.5	-15.0	6.9	08
	24	817.0	-18.9	6.9	10
16	03	818.1	-17.0	11.9	09
	06	818.8	-15.7	11.0	09
	09	819.0	-13.1	11.5	09
	12	819.5	-10.9	12.9	07
	15	820.2	-10.2	10.6	07