

## 第 30 次南極地域観測隊気象部門報告 1989

首藤康雄\*・福山佳之\*・加藤美雄\*・宮本仁美\*

Meteorological Observations at Syowa Station in 1989 by the  
30th Japanese Antarctic Research ExpeditionYasuo SHUDO\*, Yoshiyuki FUKUYAMA\*, Yoshio  
KATO\* and Hitomi MIYAMOTO\*

**Abstract:** This paper describes the results of meteorological observations at Syowa Station from February 1, 1989 to January 31, 1990 carried out by Meteorological Observation Team of the 30th Japanese Antarctic Research Expedition.

The new data processing system (AMOS-2: Automated Meteorological Observation System 2) was set up in January 1989, and the automated upper-air observation and surface observation by means of this system began in February 1989.

Remarkable characteristics are as follows.

- 1) Monthly mean temperature of May was  $-21.1^{\circ}\text{C}$ , which was the minimum record in May for the total period of observation.
- 2) Extremely low amount of total ozone was observed for the period of late September through mid October. Monthly mean amounts of total ozone in September, October and November recorded the third lowest in those months since 1961. These results showed the influence of the Antarctic ozone hole.
- 3) Strong cyclone hit our station and strong wind blew on February 3. Maximum wind speed and maximum peak gust were 41.6 m/s and 50.8 m/s, respectively, which were maximum records in February for the total period of observation.

**要旨:** この報告は、第 30 次南極地域観測隊越冬隊気象部門が、1989 年 2 月 1 日から 1990 年 1 月 31 日までの 1 年間、昭和基地において行った気象観測の結果をまとめたものである。観測項目・方法は第 29 次観測隊と同じであるが、地上気象観測および高層気象観測については総合自動気象観測装置の更新を行った。

越冬期間中に特記される気象現象としては、次のものがあげられる。

- 1) 5 月の月平均気温は、 $-21.1^{\circ}\text{C}$  を記録し、月平均気温の最低値を更新した。
- 2) 南極オゾンホール現象に伴う顕著なオゾン全量の減少が 9 月下旬から 10 月中旬に観測され、9 月から 11 月までの月平均オゾン全量は当該月の 3 番目に少ない値となった。
- 3) 発達した低気圧が昭和基地に接近し、2 月 3 日には、最大風速 41.6 m/s、最大瞬間風速 50.8 m/s を記録し、月の第 1 位の記録を更新した。

\* 気象庁. Japan Meteorological Agency, 3-4, Otemachi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100.

## 1. はじめに

第 30 次南極地域観測隊越冬隊気象部門は、1989 年 2 月 1 日に第 29 次観測隊から気象定常観測業務を引き継ぎ、1990 年 1 月 31 日までの 1 年間、主として地上気象観測、高層気象観測、オゾン全量観測等の観測を行った。

基地における気象定常観測の項目、方法は、ほぼ第 29 次観測隊と同じである（松原ら、1990）。

地上気象観測の観測結果は、国際気象通報式 (FM 12) に、また、高層気象観測の観測結果は、国際気象通報式 (FM 35) にただちに整理し（気候電報の地上月平均値 CLIMAT 報は FM 71、高層月平均値の CLIMAT TEMP 報は FM 75 により）、モーソン基地（オーストラリア）経由でメルボルンの世界気象中枢 (WMC) に通報するとともに、DCP 装置により（気候電報は除く）ヨーロッパの静止気象衛星メテオサットを経由し、ダルムシュタット地上局（ドイツ）にも通報した。また、昭和基地への往路で観測船「しらせ」船上において気水圏部門と協力し、北半球中緯度域から南極域まで、オゾンゾンデ観測及びオゾン全量観測を行った。

また、今回総合自動気象観測装置を更新したが年間を通して故障もなく順調に作動した。

得られたデータは Antarctic Meteorological Data, Vol. 30 (JAPAN METEOROLOGICAL AGENCY, 1991) として印刷発表したが、ここでは観測の経過と結果の概要を述べる。

## 2. 総合自動気象観測装置の更新 (AMOS から AMOS-2 へ)

第 21 次観測隊で設置した、電子計算機を用いて地上気象観測と高層気象観測の自動処理を可能とした総合自動気象観測装置 (Automated Meteorological Observation System: 以下 AMOS (地上系、高層系) という) を、第 30 次観測隊で AMOS-2 に更新した。更新に伴い、データ処理用電子計算機は HP2113E から、AMOS-2 地上系が PC 9801VX に、AMOS-2 高層系が MELCOM 70-30C II に変更した。なお、AMOS-2 高層系は、国内に展開されている観測装置と同一仕様である。

各電子計算機共、1989 年 1 月 8 日から AMOS-2 本体設置作業に併せて設置し、調整や予備観測運用を行った後、AMOS-2 地上系は 1989 年 1 月 31 日 21UT から、AMOS-2 高層系は 2 月 1 日 00UT から本運用に入った。

さらに今回、気象観測資料報の自動発信を行うために、AMOS-2 に気象衛星通報局装置 (DCP 装置: Data Collection Platform) を接続した。

以下に各系および DCP 装置の設置状況について述べる。

### (1) AMOS-2 地上系

AMOS-2 地上系の設置作業終了後、1 月 14 日からは予備観測を行った。

ハードウェアは、南極型地上気象観測装置（国内の 80 型地上気象観測装置の改良型）及びデータ処理部から構成され、各々現用機と予備機の 2 セットで構成される。観測には現用機のみを使用し、特に予備機のデータ処理部は地上系ソフトウェアのデバック・開発に使用した。

新旧両装置による観測値の整合性を確認させるため、AMOS 地上系と AMOS-2 地上系との同時比較観測を 9 月 1 日まで実施した。なお、AMOS 地上系は AMOS-2 地上系が順調な作動状態と確認できたため 9 月 2 日に撤去した。AMOS-2 地上系の各測器は、一部ソフトウェアの改修を除いて年間を通して観測に支障をきたすほどの障害はなく、概ね順調に作動した。

## (2) AMOS-2 高層系

AMOS-2 高層系の設置作業終了後、1 月 22 日からは実際にレーウィンゾンデ (RS2-80 型) を飛揚しての予備観測を 3 回行った。

ハードウェアは、1 年間を通して故障もなく順調に作動した。データ収集装置 (PIO) は、現用機の保守のために 1989 年 12 月 4 日に予備機と交換した。ハードディスクはデータ保護のため 3 カ月ごとにバックアップを取るとともに、6 カ月ごとに現用機と予備機を交換した。ほかのユニットについては 1 年を通じて現用機のみで運用した。

ソフトウェアに関しては、レーウィンゾンデ観測では、DCP への気象電報送信・月統計グラフィック・年統計の一部にバグがあったほかは順調に処理を行った。特殊ゾンデ観測では、オゾンゾンデ (RSII-KC 79 型) 観測で 30 回の飛揚のうち 5 回、輻射ゾンデ (RS II-RD 78 型) 観測で 10 回の飛揚のうち 1 回データの分離解析のできないものがあった。このうちオゾンゾンデ観測については、アナログ記録からの読みとりにより解析を行った。

## (3) DCP 装置

気象棟の屋根の西側に 1 月 28 日に送信用アンテナを設置し偏角約  $42^\circ$ 、仰角約  $7.5^\circ$  で、2 月 7 日から運用開始したが、着信率が悪く国内からの指示により出力を 8.5 W から 10 W (値はいずれも終段値) に、アンテナの仰角を約  $7.5^\circ$  から約  $15^\circ$  に 6 月 19 日から変更し運用した。

3 月から 12 月の着信率は約 80% であったが 1 月の中旬になり、原因は不明であるが着信率は約 50% になった。また、レーウィンゾンデ観測の復行により通報時間に間に合わず通報ができなかったことがあった。

以上のように原因不明および通報時間に間に合わないなどのために、従来方式の無線通信による気象資料報の通報との着信率には大きな違いがみられなかったが、今後の対応処置により DCP 装置による気象資料報は高着信率となるであろう。

図 1a に AMOS-2 地上系、図 1b に AMOS-2 高層系を示す。

なお、AMOS-2 の装置および同装置の設置状況の詳細については宮本 (1990) により報告

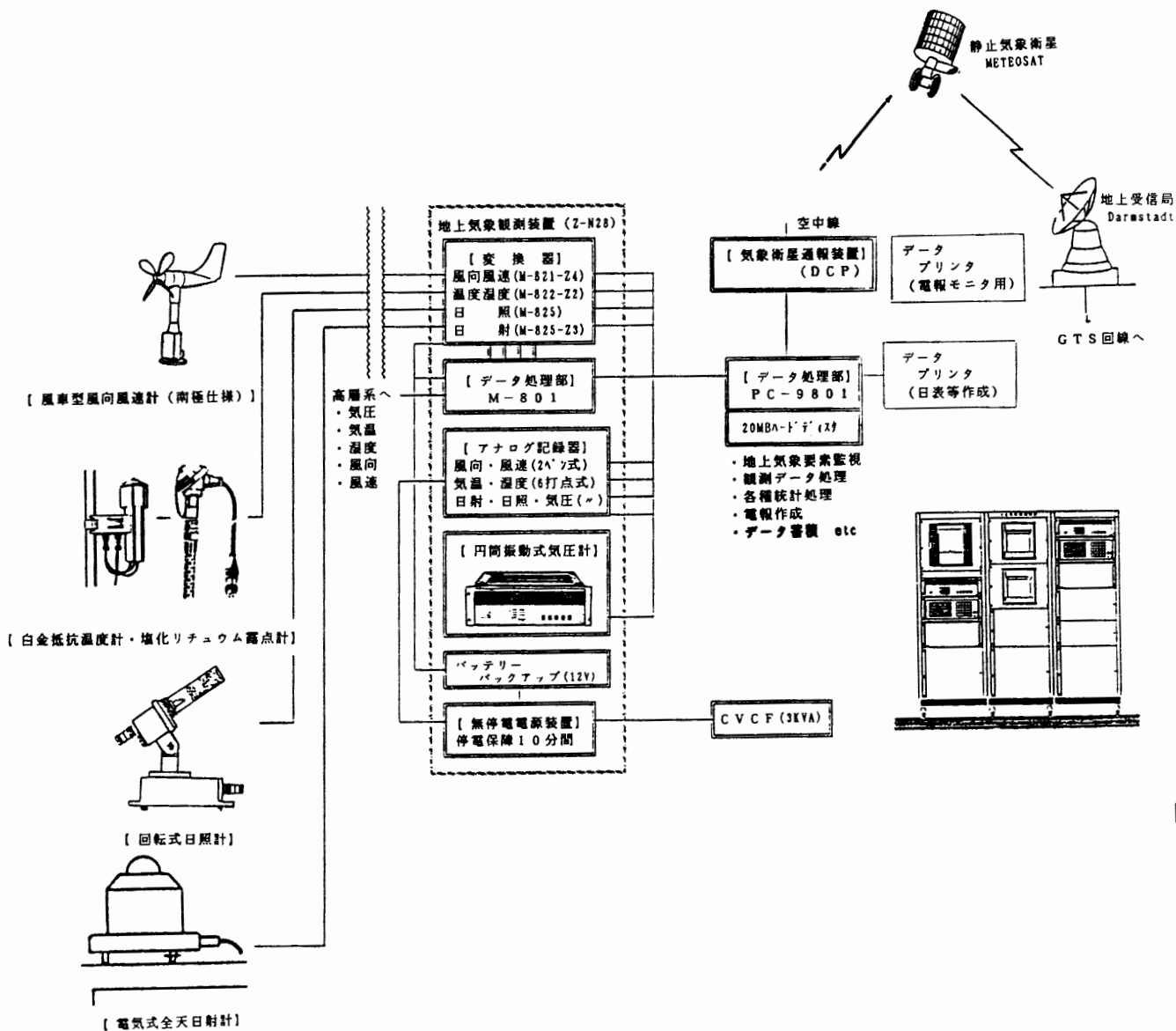


図 1a AMOS-2 地上系地上気象観測装置系統図

Fig. 1a. Automated Meteorological Observation System 2 (Surface Observation System).

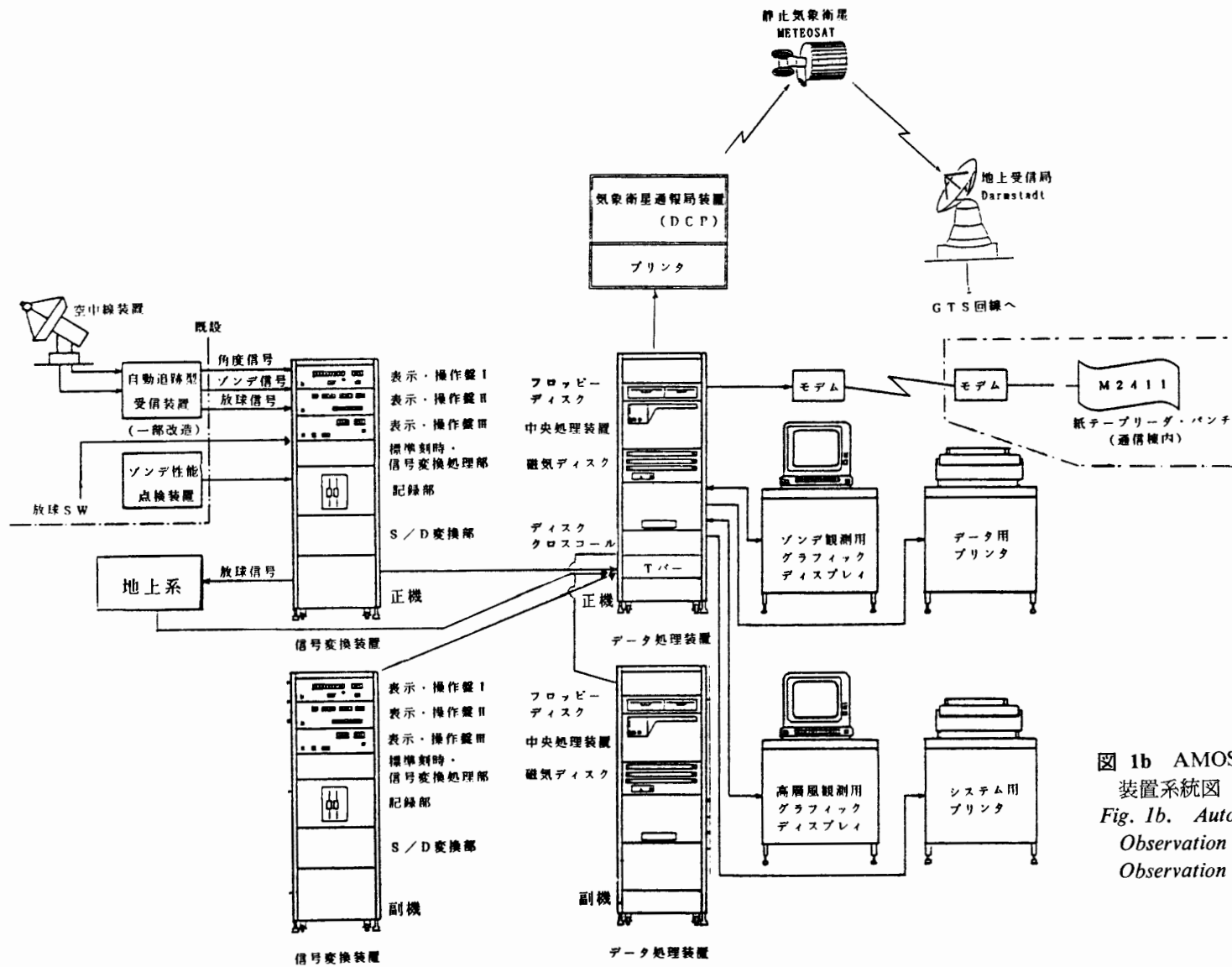


図 1b AMOS-2 高層系高層気象観測装置系統図

Fig. 1b. Automated Meteorological Observation System 2 (Upper-air Observation System).

されている。

### 3. 地上気象観測

#### 3.1. 観測項目と経過

地上気象観測は、気象庁地上気象観測法および世界気象機関 (WMO) の技術基準に基づいて行い、観測結果の整理は気象庁地上気象観測指針により行った。

気圧、気温、露点温度、風向風速、全天日射量、日照時間については、AMOS-2 地上系により連続記録および毎正時の記録を行い、雲、視程、天気については、目視により 1 日 8 回 (00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21UT) の観測を行った。また、大気現象については、随時観測を行った。使用機器を表 1 に示す。

##### (1) 気 圧

新たに導入した振動式気圧計により観測し、フォルタン型水銀指示気圧計との比較観測は毎日 09LT に行い、気圧の変化傾向はアネロイド型自記気圧計 (週巻) で観測した。

##### (2) 気温、露点温度 (湿度)

両測器とも百葉箱 (強制通風式) 内において通年観測した。比較観測はアスマン型通風乾湿計により随時行った。湿度は気温と露点温度から、AMOS-2 地上系による計算処理で求めた。

表 1 使用 測 器 一 覧 表  
Table 1. Elements and instruments of surface observation.

観測項目	測 器 名	感部型式	備 考
気 圧	円筒振動式気圧計	F-451	フォルタン型水銀指示気圧計 No. K11476 により比較観測実施 (毎日 09 LT)
気 温	白金抵抗温度計	E-732	携帯用通風乾湿計 No. 88170 により比較観測を随時実施
露点温度	塩化リチウム露点計	E-771-21	携帯用通風乾湿計 No. 88170 により比較観測を随時実施
風向風速	風車型風向風速計	南極仕様	測風塔上 (10 m) に 2 台設置 (現用器・予備器)
全天日射量	熱電堆式 A 型 ネオ日射計	MS43F	極夜時期には日照計とともに撤去 (6 月 2 日-7 月 11 日)
日照時間	回転式日照計	回転式	測器構造上北側用・南側用の 2 台設置 0300-2100 北側, 2100-0300 南側を使用

	変 換 器 名	変換器型式
変換処理部 Converter	風向風速変換器	M-821-Z1
	温度湿度変換器	M-822-Z2
	日照日射変換器 (日射)	M-825
	日照日射変換器 (日照)	M-825-Z3
	データ変換部 II (円筒振動式気圧計感部を内蔵)	F-451
	データ処理部	M-801

表 2 月 別 気 象 表  
Table 2. Monthly summaries of surface observation in 1989.

		1989年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均 ☆年極値 ◇年合計	1990年 1月
平均気圧 (海面) mb		992.4	984.0	986.9	990.0	979.7	982.6	980.2	987.5	988.9	981.3	987.0	989.4	985.8	990.2
平均気温 °C		-1.1	-2.2	-6.2	-12.0	-21.1	-18.6	-18.5	-19.9	-22.8	-12.1	-6.7	-0.8	-11.8	0.1
最高気温の極値 °C		5.6	3.0	-0.4	-3.3	-6.8	-5.6	-8.0	-6.2	-9.4	-1.2	2.7	5.6	☆ 5.6	7.8
同 起日		23	14	2	17	4	27	1	23	26	24	27	9	1/23, 12/9	21
最低気温の極値 °C		-7.5	-10.5	-14.8	-28.3	-38.5	-35.8	-35.9	-36.6	-39.6	-28.9	-22.5	-9.4	☆ -39.6	-5.8
同 起日		28	16	14	20	31	24	17	4	11	10	3	4	9/11	28
平均蒸気圧 mb		3.7	3.9	3.1	2.0	0.9	1.1	1.2	1.0	0.8	2.1	2.9	3.9	2.2	4.3
平均湿度 %		66	73	76	71	66	65	72	66	64	76	73	68	70	69
平均雲量 0~10		7.3	8.1	8.8	6.6	6.0	7.1	7.4	6.1	3.9	7.9	6.5	5.8	6.8	7.1
平均風速 m/s		5.1	8.6	8.4	8.4	4.1	5.8	6.3	6.4	4.1	6.9	8.2	4.2	6.4	5.1
最大風速	10分間平均 m/s	26.8	41.6	27.1	28.2	23.6	33.0	33.3	30.3	22.8	32.0	37.8	23.9	☆ 41.6	34.2
	同 風向 起日	ENE 11	NE 3	ENE 28	ENE 10	ENE 4	NE 30	NE 22	NE 16	NE 17	NE 23	NE 15	NE 28	NE 2/3	NE 3
	瞬間 m/s	32.5	50.8	34.6	37.1	29.5	43.1	41.6	38.8	26.3	39.2	48.7	28.3	☆ 50.8	45.6
同 風向 起日		ENE 11	NE 3	ENE 28	ENE 10	NE 4	NE 30	NE 22	NE 16	E 16	NE 23	NE 15	NE 28	NE 2/3	NE 3
日照時間 h		356.8	154.3	68.2	84.5	17.0	—	3.9	92.4	220.5	187.0	292.2	466.1	◇1942.9	345.4
日照率 %		50	32	17	32	14	—	7	42	65	39	46	63	◇3805.17	48
全天日射量 MJ/m <sup>2</sup>		771.5	320.9	163.0	66.2	7.0	—	1.8	39.7	178.1	371.1	605.6	780.6	◇3293.2	674.0
暴風日数	10.0 m/s~14.9 m/s	7	12	9	7	5	6	9	9	5	11	10	8	◇ 98	3
	15.0 m/s~28.9 m/s	6	8	17	14	3	4	8	8	5	9	11	4	◇ 97	2
	29.0 m/s 以上	0	1	0	0	0	2	2	1	0	1	2	0	◇ 9	2
	計	13	21	26	21	8	12	19	18	10	21	23	12	◇ 204	7
天気日数	快晴 (雲量<1.5)	0	1	0	5	6	4	2	4	11	3	5	2	◇ 43	3
	曇り (雲量≥8.5)	15	18	22	14	9	16	14	9	6	19	12	8	◇ 162	15
	雪	10	17	23	17	19	20	24	16	12	22	12	7	◇ 199	11
	霧	6	0	0	0	0	0	0	1	3	2	0	5	◇ 17	2

表 3 ブリザード統計表  
Table 3. The data of heavy snowstorms (blizzard).

No.	開始時刻 月日時分	終了時刻 月日時分	継続時間 時間分	階級	最大風速 m/s 風向 起日	最大瞬間風速 m/s 風向 起日	最低海面気圧 mb 起日
1	3 28 21 30	3 29 05 50	8 20	C	27.1 ENE 28	34.6 ENE 28	
2	4 10 09 50	4 11 00 30	14 40	B	28.2 ENE 10	37.1 ENE 10	
3	4 14 12 20	4 17 16 30	76 10	B	25.6 ENE 17	31.3 NE 16	
4	4 23 13 50	4 24 13 30	23 40	B	23.2 NE 24	29.0 NE 24	
5	5 3 14 00	5 5 04 10	38 10	B	23.6 ENE 04	29.5 NE 04	961.0 04
6	6 10 02 10	6 10 18 45	16 35	B	24.5 NNE 10	27.4 NE 10	968.9 10
7	6 26 16 10	6 29 08 10	59 30	B	30.4 NE 28	39.2 NE 28	960.9 28
8	6 30 06 00	7 01 06 00	24 00	A	33.0 NE 30	43.1 NE 30	957.9 30
9	7 05 00 20	7 05 21 10	20 50	C	17.6 NE 05	22.8 NNE 05	
10	7 08 17 00	7 11 03 30	58 30	B	28.2 NNE 08	38.6 NE 09	954.9 10
11	7 21 16 20	7 22 08 10	15 50	B	33.3 NE 22	41.6 NE 22	961.5 21
12	7 25 03 40	7 25 12 50	9 10	C	22.2 NNE 25	25.5 NNE 25	958.8 25
13	7 29 21 20	7 30 03 25	6 05	C	20.7 ENE 30	25.5 ENE 29, 30	961.8 30
14	8 16 10 50	8 17 01 20	14 30	C	30.3 NE 16	38.8 NE 16	955.6 16
15	8 21 04 00	8 21 21 30	17 30	B	22.8 NNE 21	26.1 NNE 21	
16	8 23 01 00	8 23 08 10	7 10	C	21.6 ENE 23	25.4 ENE 23	
17	8 26 21 10	8 27 16 00	18 50	C	18.1 NNE 27	23.7 NNE 27	
18	9 08 08 10	9 09 09 00	24 50	C	17.0 NNE 08	21.2 NNE 08	
19	9 17 16 50	9 18 04 30	11 40	C	22.8 NE 17	25.7 NE 17	
20	10 15 19 30	10 16 13 30	18 00	B	25.2 ENE 15	29.7 ENE 15, 16	
21	10 17 19 10	10 18 02 30	7 20	C	23.2 NE 17	25.5 NE 17	
22	10 21 20 40	10 24 06 20	57 40	A	32.0 NE 23	39.2 NE 23	966.0 23
23	11 13 22 30	11 15 14 30	40 00	A	37.8 NE 15	48.7 NE 15	965.7 15
24	11 25 01 30	11 25 12 50	11 20	C	27.2 NE 25	32.3 NE 25	

階級 A: 視程 100 m未満, 平均風速 25 m/s 以上, 継続時間 6 時間以上

B: 1000 " 15 " 12 "

C: 1000 " 10 " 6 "

最低海面気圧 970 mb 以下となった場合のみ示す。

No. 3: 14 日 1310-1405, 16 日 1630-2015 中断

No. 5: 4 日 0140-0530, 1100-1215 中断

No. 7: 27 日 1050-1240, 1340-1620 中断

No. 10: 9 日 1830-2000, 2210-2230, 2330-10 日 0100 中断

10 日 0520-0630, 1640-2010, 11 日 0050-0140 中断

No. 13: 最大瞬間風速の起日は, 29・30 日の両日

No. 17: 27 日 0610-1120 中断

No. 18: 9 日 0050-0420 中断

No. 19: 17 日 1750-2020 中断 降雪なし

No. 20: 最大瞬間風速の起日は, 15・16 日の両日

No. 21: 17 日 2250-18 日 0020 中断



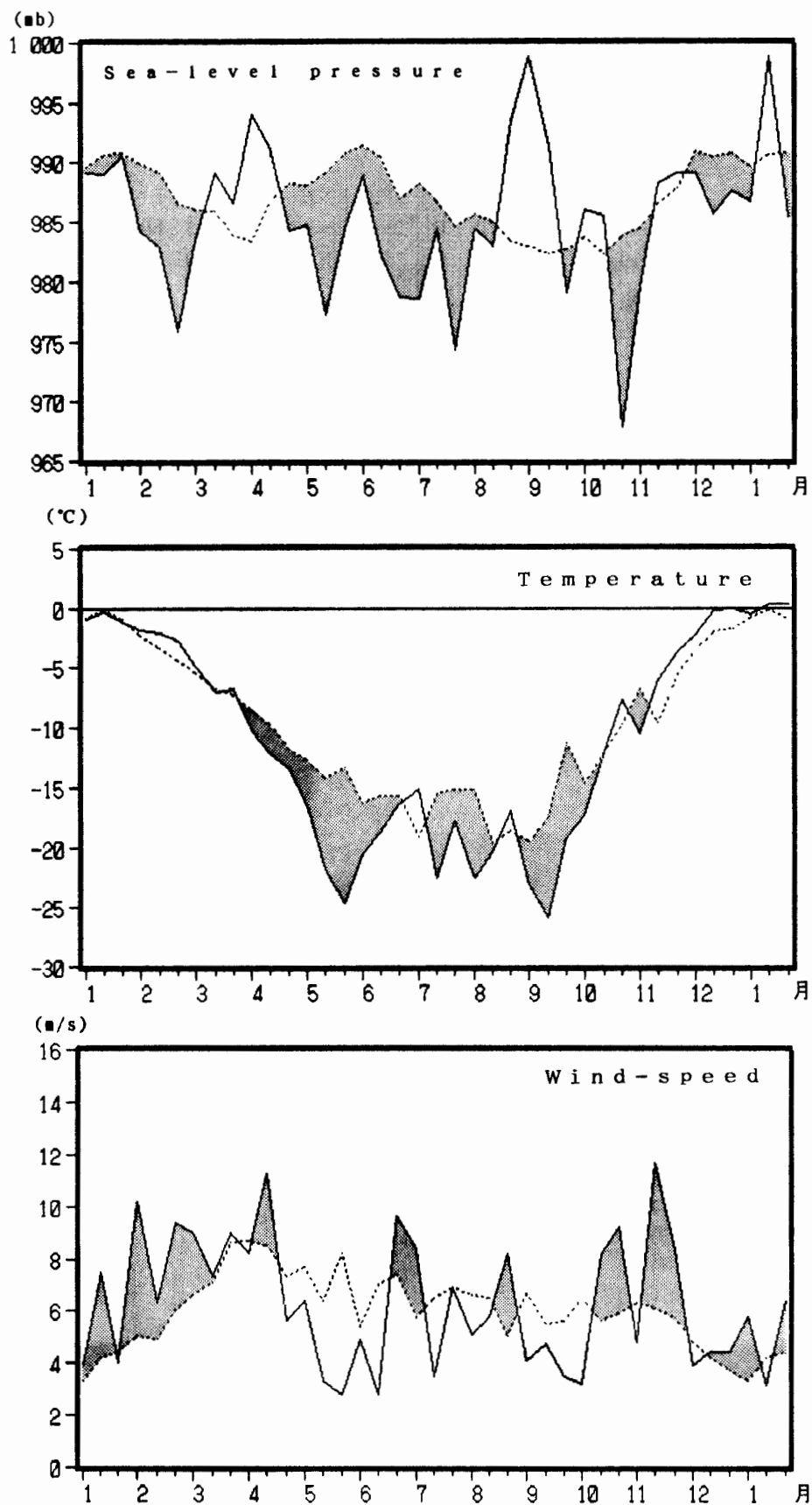


図 2a

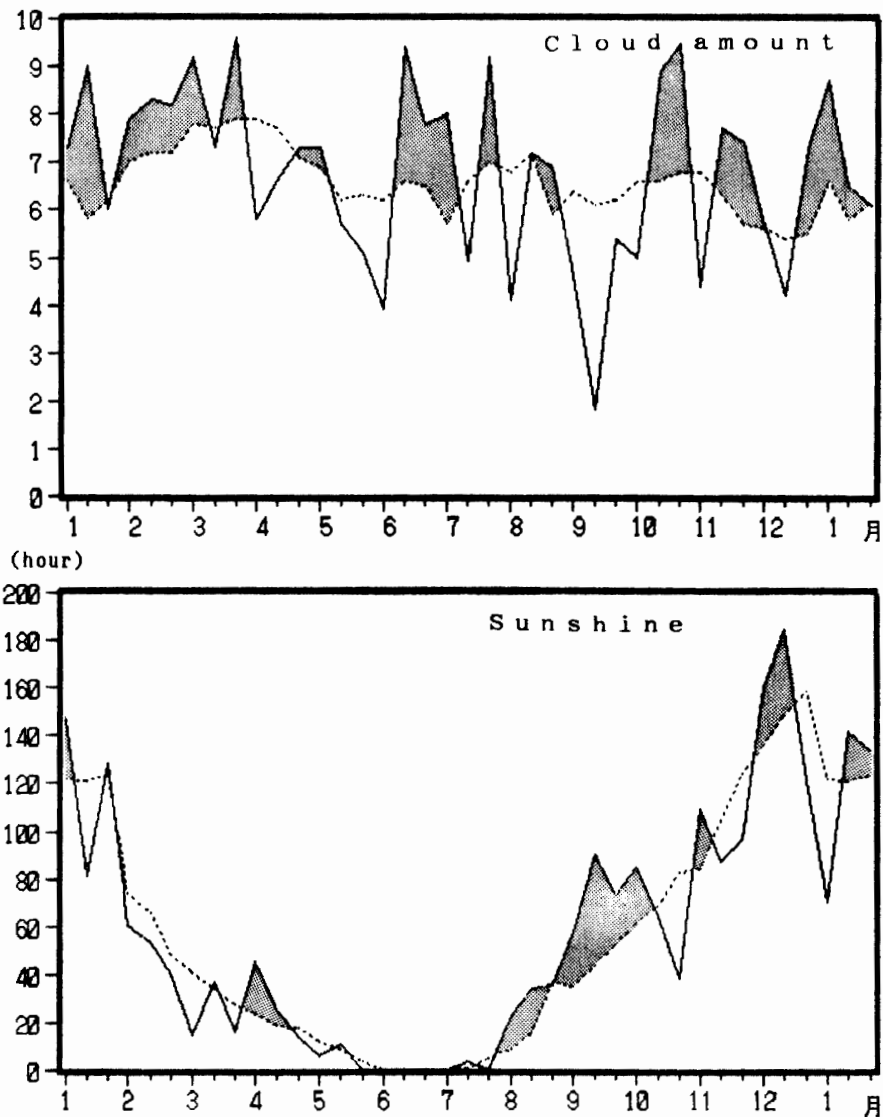


図 2a 旬別気象変化図 (1989 年 1 月–1990 年 1 月) (破線は 1957–1980 年の累年平均値を示す)

Fig. 2a. Annual variation of ten-day mean values in January 1989–January 1990 (broken lines show normal values of 1957–1980).

第 22 次観測隊で設置した百葉箱は永年の強風で損傷が進み、風上側のすのこ部分は特に損傷がひどく、この部分は 8 月 9 日交換した。

### (3) 風向、風速

第 29 次観測隊から引き継いだ南極用風車型風向風速計 (予備器を含め 2 台設置) を用い測風塔上で通年観測した。途中同測器動作不良のため 4 月 4 日と 9 月 20 日に現用器 (W50031) と予備器 (W50032) を交換、9 月 21 日には予備器 (W50032) を点検保守し再度設置した。

### (4) 日照時間、全天日射量

日照時間は回転式日照計で通年観測した。

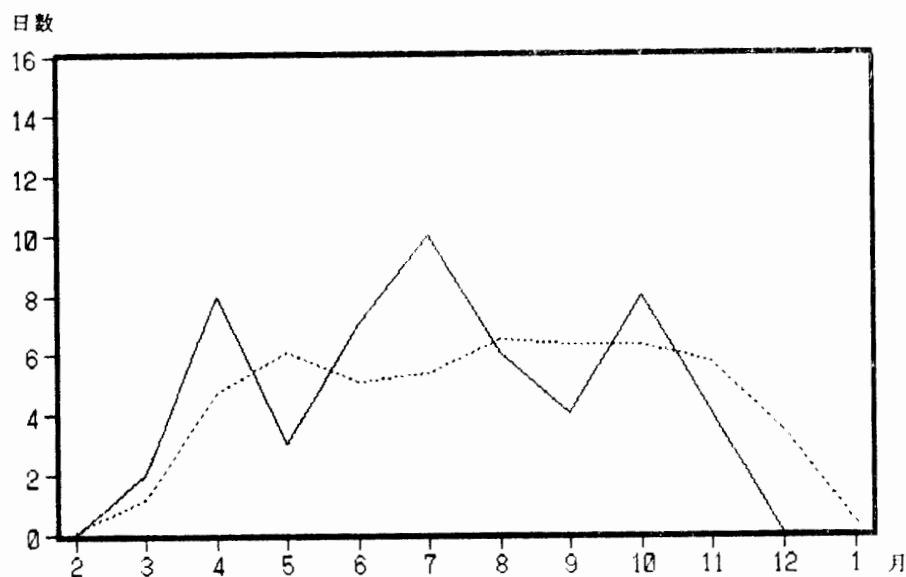


図 2b ブリザード日数 (1989 年 2 月-1990 年 1 月) (破線は 1957-1988 年の平均値を示す)

Fig. 2b. The number of days of heavy snowstorms (blizzard) in February 1989-January 1990 (broken lines show normal values of 1957-1988).

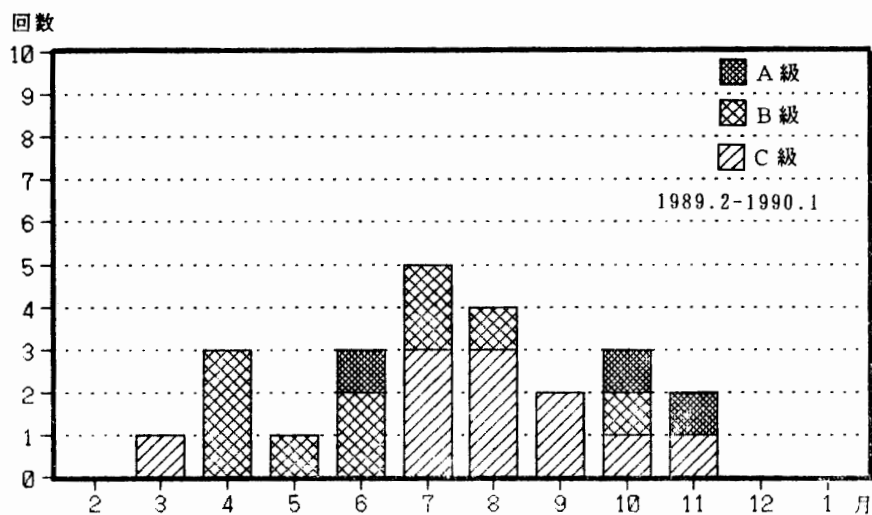


図 2c ブリザード回数 (1989 年 2 月-1990 年 1 月)

Fig. 2c. The number of monthly heavy snowstorms (blizzard) in February 1989-January 1990.

全天日射量は第 29 次観測隊持ち込みの熱電堆式 A 型ネオ日射計で通年観測した。なお、極夜時期には、これらの測器を撤去し点検保守に努めた (6 月 2 日撤去・7 月 11 日設置)。

### 3.2. 観測結果

月別気象表を表 2 に、旬別気象変化図を図 2a に示す。また、各月のブリザードの内容を表 3 に、ブリザード日数を図 2b、ブリザード回数を図 2c に示す。

以下に月ごとの概況を記す。

2 月: 上旬後半から下旬前半にかけ比較的穏やかな天気が続いたが、上旬の 3 日には発達した低気圧により最大風速 41.6 m/s, 最大瞬間風速 50.8 m/s を記録し、下旬の 25 日の発達した低気圧では最低気圧(海面) 948.3 mb を記録し、それぞれに 2 月の歴代第 1 位となった。全般的に気温は高めに経過した。

3 月: 上旬および中旬後半から下旬にかけ周期的に低気圧の接近により雪日数の多い月となり、下旬には C 級ブリザードを記録した。

4 月: 上旬から下旬前半にかけて天気は周期的に変化し、中旬から下旬には低気圧の接近により 3 回の B 級ブリザードを記録した。低気圧通過後には晴天となることも多く、そのため放射冷却により全般的に気温は低めに経過した。

5 月: 初旬に低気圧の接近により C 級ブリザードを記録したが、それ以降は比較的安定した天気続き、6 日以降の日平均気温は平年値以上になることはなく、月平均気温は  $-21.1^{\circ}\text{C}$  を記録し真冬並み(7~9 月)に経過し、5 月としての歴代第 1 位(低)となった。

特に下旬後半からは風弱く晴天続き 31 日には  $-38.5^{\circ}\text{C}$  の最低気温を記録した。

6 月: 初旬および下旬に低気圧の接近により A 級 1 回、B 級 2 回のブリザードを記録したほかは比較的安定した天気続き、下旬半ばまで気温は低めに経過した。

7 月: 中旬は安定した天気であったが、初旬および下旬は悪天候となることが多く B 級 2 回、C 級 3 回のブリザードを記録した。気温は平年並みに経過した。

8 月: 初旬から中旬半ばまでと下旬後半は概ね天気は安定していた。中旬から下旬の前半までは悪天候となることが多く、この期間に B 級 2 回、C 級 2 回のブリザードを記録した。気温は平年並みに経過した。

9 月: 初旬および中旬に 2 回の C 級ブリザードを記録したが、全般を通して気温は低めに経過し風弱く晴天が持続する月であった。旬平均気温は上旬  $-23.2^{\circ}\text{C}$ 、中旬  $-25.9^{\circ}\text{C}$  と低温をそれぞれ観測したが、下旬には  $-19.3^{\circ}\text{C}$  と上昇しはじめ 4 月から続いた低温も終わった。

月平均気温は  $-22.8^{\circ}\text{C}$  を観測し、9 月としては歴代第 1 位(低)となった。

10 月: 上旬は比較的穏やかな天気続き平均気温はやや低めに経過したが、中旬および下旬は低気圧の通過により A 級、B 級、C 級のブリザードをそれぞれ 1 回ずつ記録した。気温は平年並みに経過した。

11 月: 上旬は天気が比較的安定していたが、中旬および下旬は低気圧の通過により悪天候となる日が多く、この期間に A 級、C 級のブリザードをそれぞれ 1 回ずつ記録し、特に中旬は風が強く 11 月の中旬としては第 1 位の強さとなった。気温は平年並みに経過した。

12 月: 下旬に低気圧の通過により一時的に風雪が強まり悪天候となったがブリザードにはならなかった。全般を通じて天気は比較的良く、気温は平年よりやや高めに経過した。

1 月: 上旬は曇りがちの天気続き、2~4 日にかけて低気圧の通過により悪天候とな

り 3 日には最大瞬間風速 45.6 m/s を記録し、1 月としては歴代第 1 位をとった。中旬から下旬前半にかけては夏型の安定した天気であったが、下旬後半の 29~31 日にかけ低気圧の接近により悪天候となった。気温は平年よりやや高めとなった。

#### 4. 高層気象観測

##### 4.1. 観測方法および測器

気象庁高層気象観測指針に基づき、レーウィンゾンデを自由気球につり下げて飛揚し、気球が破裂する上空約 30 km までの気圧、気温、風向、風速、および気温が  $-40^{\circ}\text{C}$  になる高度までの相対湿度を、毎日 2 回 (00, 12UT) 観測を行った。飛揚した観測器材を表 4 に示す。

ゾンデ信号の受信と測角には自動追跡記録型方向探知機 (JMA-D55B-2 型) を用い、受信したデータの収集・解析・記録・計算・作表は AMOS-2 高層系により行った。

##### 4.2. 観測経過

観測状況を表 5 に示す。

2 月 1 日 00UT から AMOS-2 高層系による本観測に入り、1990 年 1 月 31 日 12UT までの観測を行った。5 月 27 日 D55B-2 電源部の故障により 2 回欠測、11 月 15 日 A 級ブ

表 4 高層気象観測器材及び地上施設  
Table 4. Sensors and instruments of aerological observations.

RS2-80 型レーウィンゾンデ			
センサー	気圧	ニッケルスパン製 60 mmφ 抵抗板式空ごう気圧計	
	気温	小型ダイオードタイプ ガラスコートサーミスタ (白色塗装)	
	湿度	カーボン湿度計	
電池	B80RS 型注水電池		
気球	600 g 気球	浮力 通常	2300 g 強風時 2400 g
その他	夜間は PA72 型追跡補助灯を使用 強風時は 66 型遅動式巻下器を使用 実験的に気象観測用巻下器 10 個使用		
AMOS-2 高層系			
中央処理装置	MELCOM70 30CII		
プリンター	M4607-1B		
シリアル入出力機構	B6404		
固定ディスク装置	M6890		
フレキシブルディスク装置	M2896		
紙テープリーダー・パンチ	M2411		
ディスプレイ	M4381-1N		
入力信号変換部	標準時刻・信号変換装置		
ゾンデ追跡装置			
JMA-D55B-2 型			
自動追跡記録型方向探知機			

表 5 高層気象観測状況

Table 5. Number of observations and attained height of aerological observations by JARE-30.

項 目			1989	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1990	1	合計 (平均)
飛 揚 回 数			63	64	63	62	62	67	66	61	68	63	62	63			764
定時観測回数			56	62	60	60	60	62	62	60	62	59	62	62			727
再観測回数			7	2	3	2	2	5	4	1	6	4	0	1			37
資料欠如回数			0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0			1
欠 測 回 数			0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0			2
到達高度	平均	(mb)	15.2	16.5	20.1	21.7	16.2	15.5	17.1	16.6	20.8	15.1	16.0	15.8			17.2
		(km)	28.6	26.4	24.5	24.3	24.3	23.9	23.4	25.3	24.0	26.7	27.1	27.2			25.5
	最高	(mb)	10.6	10.6	12.2	12.2	10.3	9.3	11.4	11.4	10.8	8.7	12.6	10.6			10.9
		(km)	30.9	30.4	28.8	28.0	28.1	28.0	26.7	27.2	29.7	31.3	30.2	31.4			29.2

リザードによる強風で放球困難なため 1 回資料欠如があったほかはデータを収集した。再観測（復行観測）は、ブリザードによるものが一番多く 18 回、以下低高度破裂 5 回、気圧計不良 5 回、発信器不良 4 回、その他 5 回であった。受信機の調整は 2 週間に 1 度の割合で行い、全体のオーバーホールは 6 月に約 1 カ月かけて行った。

上空の気温が低下する冬期に、気球の破裂高度が低下するのを防ぐために行っている気球表面の油処理（気球の油漬け）は、4 月 19 日 (00, 12UT) から 10 月 9 日 (12UT) までと 10 月 31 日 (00UT) まで行った。

D55B-2 の追跡精度維持のための測風経緯儀との比較観測は 11 月 21 日と 1 月 25 日に行い、良好な結果を得た。

空ごう気圧計・サーミスタ温度計・カーボン湿度計の各センサー係数の登録は、約 2 カ月に 1 度の割合で、FD からの入力形式で行った。

空ごう気圧計の現地点検は、第 30 次観測隊で持ち込んだ広域型振動式気圧計を用いて行った。これにより点検記録が自動印字されるため、きめ細かな点検が可能になるとともに、大幅な作業の効率化が図られた。BL 点検については、第 30 次観測隊でカーボン湿度計の点検用に新たに塩化マグネシウムを使用した恒湿槽を作成した。結果は良好で、恒湿を保つため塩化マグネシウムの交換は 2～3 カ月ごとに行った。

観測器材の現地点検については、発信器・サーミスタ温度計はほとんど不良はなかった。空ごう気圧計は、越冬前半に器差大のものが多発したが、後半はなかった。器差大のものについては、現地点検を 3 度繰り返して器差の傾向が変わらず、また器差が甚だしく大きくなるものについては使用した。なお、全体を通じて気圧接点の乱れが多少見られた。カーボン湿度計については、第 29 次観測隊までは、カーボンの抵抗値を定めるために予め検定して決定する補正係数 K1 を、計算機の都合上 1 に仮定して現地点検を行っていたため不良が多

表 6 月 別 指 定 気 圧 面 観 測 値  
 Table 6. Monthly summaries of aerological observation in the JARE-30 period.

項 目	指定面 (mb)	1989 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1990 1	平 均
高 度 (gpm)	850	1148	1151	1163	1057	1085	1058	1114	1128	1086	1154	1196	1205	1129
	700	2627	2614	2614	2482	2520	2479	2532	2546	2524	2611	2675	2686	2576
	500	5084	5039	5010	4851	4904	4841	4887	4903	4904	5027	5115	5138	4975
	300	8547	8447	8364	8173	8226	8138	8181	8201	8231	8413	8548	8590	8338
	200	11226	11102	10945	10715	10693	10574	10604	10644	10683	10917	11169	11242	10876
	100	15845	15664	15375	15035	14838	14603	14576	14682	14762	15167	15745	15874	15181
	50	20463	20183	19717	19220	18835	18488	18428	18654	18831	19531	20444	20566	19447
	30	23883	23486	22866	22254	21699	21318	21242	21612	21947	22935	23968	24065	22606
気 温 (°C)	850	- 8.9	-12.1	-14.4	-20.0	-18.9	-21.1	-20.5	-20.8	-16.9	-13.3	- 8.1	- 7.9	-15.2
	700	-17.0	-19.6	-22.2	-25.5	-23.7	-26.1	-27.0	-26.3	-24.3	-20.8	-17.9	-17.3	-22.3
	500	-30.5	-34.2	-37.6	-40.3	-39.3	-41.3	-41.8	-41.7	-39.0	-35.0	-32.6	-31.1	-37.0
	300	-50.4	-53.5	-57.2	-59.7	-61.2	-62.8	-63.1	-62.2	-61.2	-58.0	-52.7	-51.8	-57.8
	200	-44.9	-46.9	-53.6	-57.7	-66.6	-71.1	-73.7	-71.0	-69.9	-63.6	-50.3	-46.3	-59.6
	100	-45.9	-49.8	-56.7	-63.3	-72.7	-78.6	-80.8	-76.5	-73.3	-62.8	-44.9	-43.7	-62.4
	50	-45.1	-51.5	-61.1	-69.4	-79.3	-84.2	-84.9	-77.6	-69.0	-52.0	-38.7	-40.1	-62.7
	30	-43.0	-52.5	-62.7	-72.2	-81.2	-85.0	-84.4	-73.1	-57.6	-39.2	-35.9	-38.2	-60.4
風 速 (m/s)	850	9.2	9.2	10.7	6.9	8.9	12.0	9.6	6.5	10.6	10.5	7.1	7.1	9.0
	700	8.1	7.3	9.0	6.1	6.9	8.8	7.6	6.3	8.3	7.8	7.8	7.4	7.6
	500	8.7	10.9	11.6	9.9	9.4	10.4	8.7	9.8	10.3	10.1	9.3	9.0	9.8
	300	14.2	17.4	16.8	17.5	19.2	12.7	10.8	12.2	13.5	15.6	9.6	12.0	14.3
	200	10.8	13.1	12.5	18.6	18.1	11.0	10.3	12.2	12.0	12.1	7.9	7.4	12.2
	100	7.8	12.6	15.0	23.6	22.1	16.3	13.4	18.0	17.6	14.7	9.4	5.4	14.7
	50	5.4	12.6	20.2	31.0	28.6	24.4	21.1	28.6	28.5	18.0	9.4	4.4	19.4
	30	4.0	12.6	23.7	36.6	34.4	30.4	27.2	39.2	37.6	18.2	8.8	5.2	23.1

(00UT)

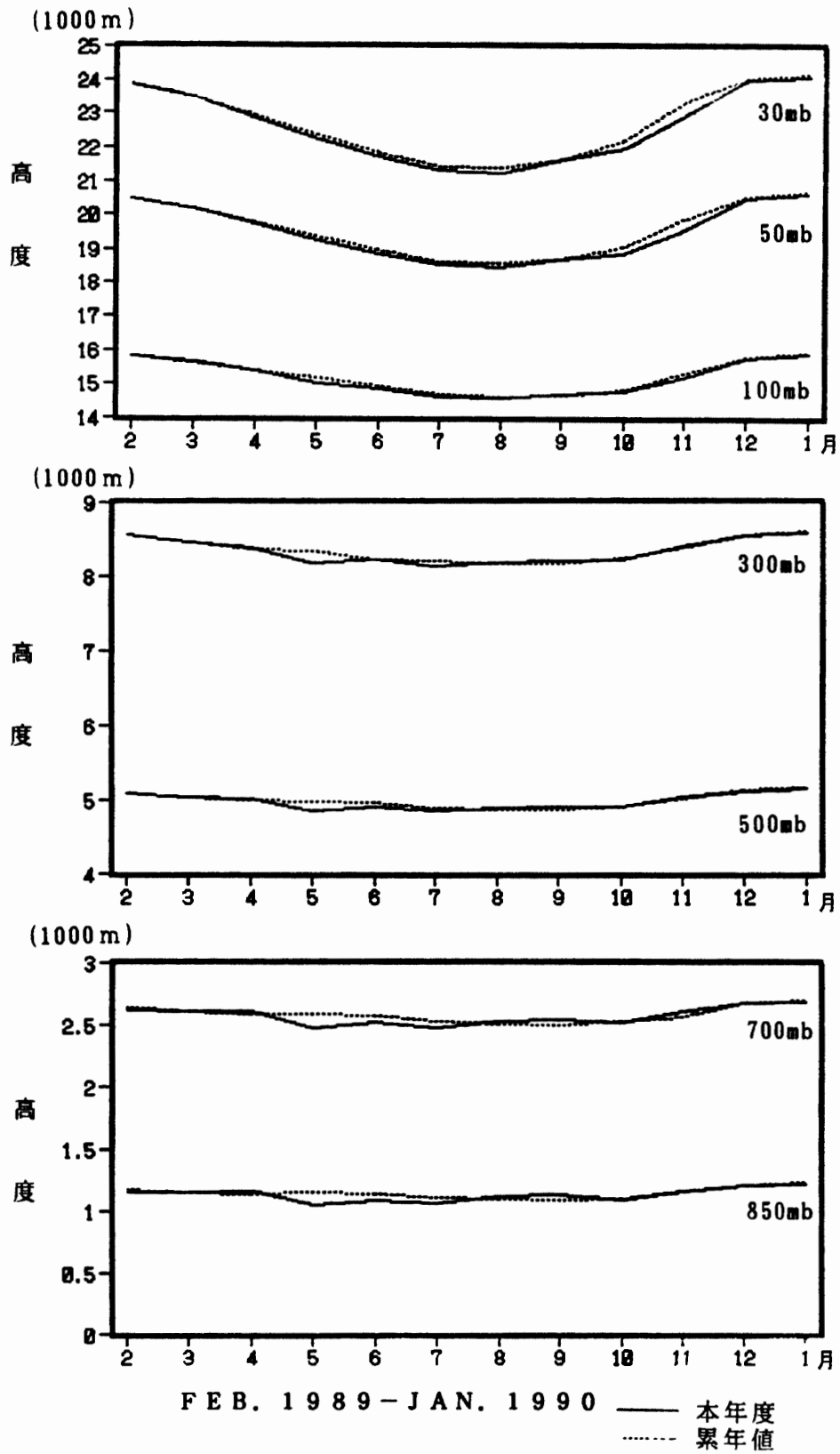


図 3 月平均指定気圧面高度 (1989 年 2 月-1990 年 1 月)  
 Fig. 3. Monthly mean height at standard pressure levels (February 1989-January 1990).



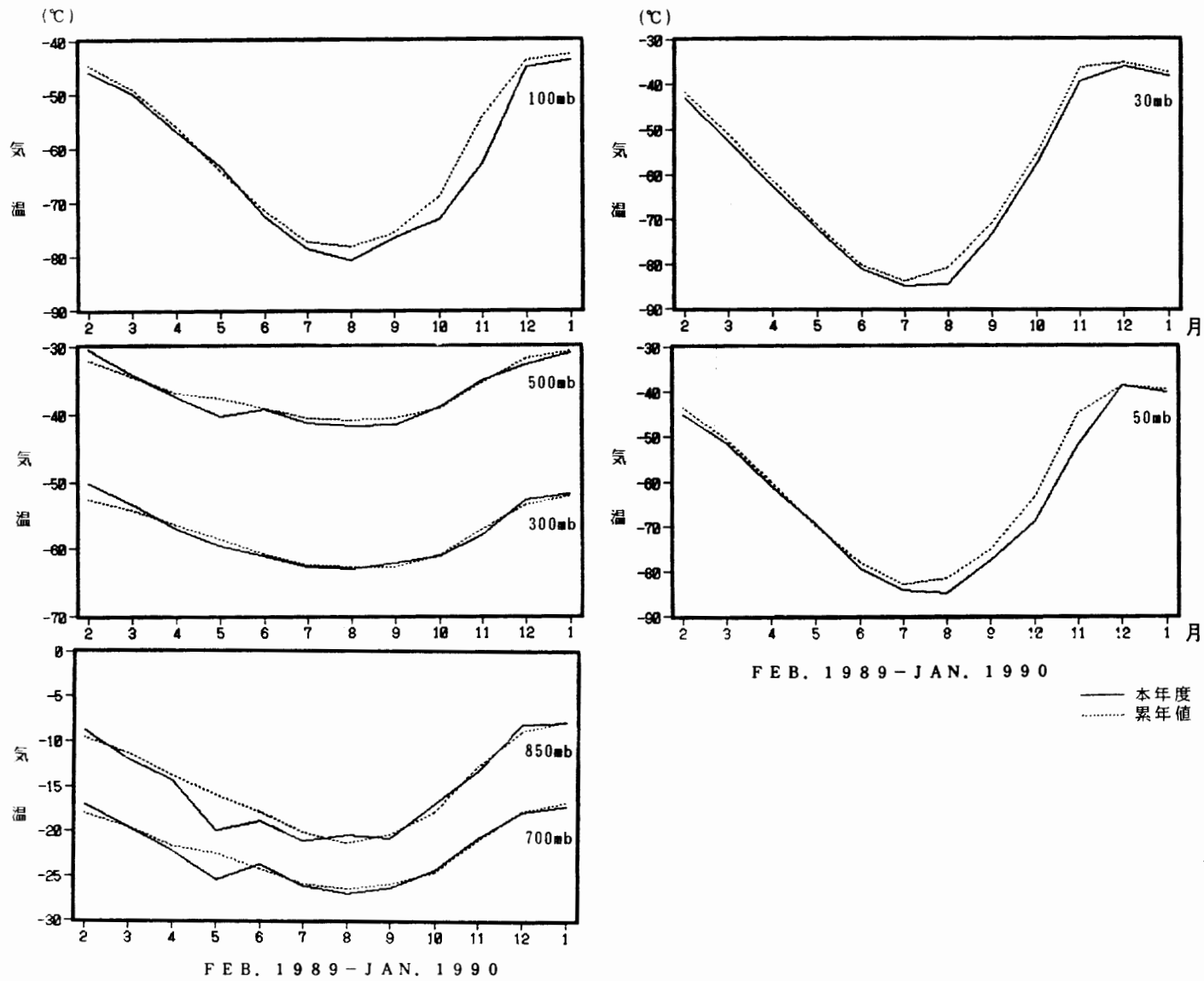


図 4a 月平均指定気圧面気温 (1989年2月-1990年1月)

Fig. 4a. Monthly mean temperature at standard pressure levels (February 1989-January 1990).

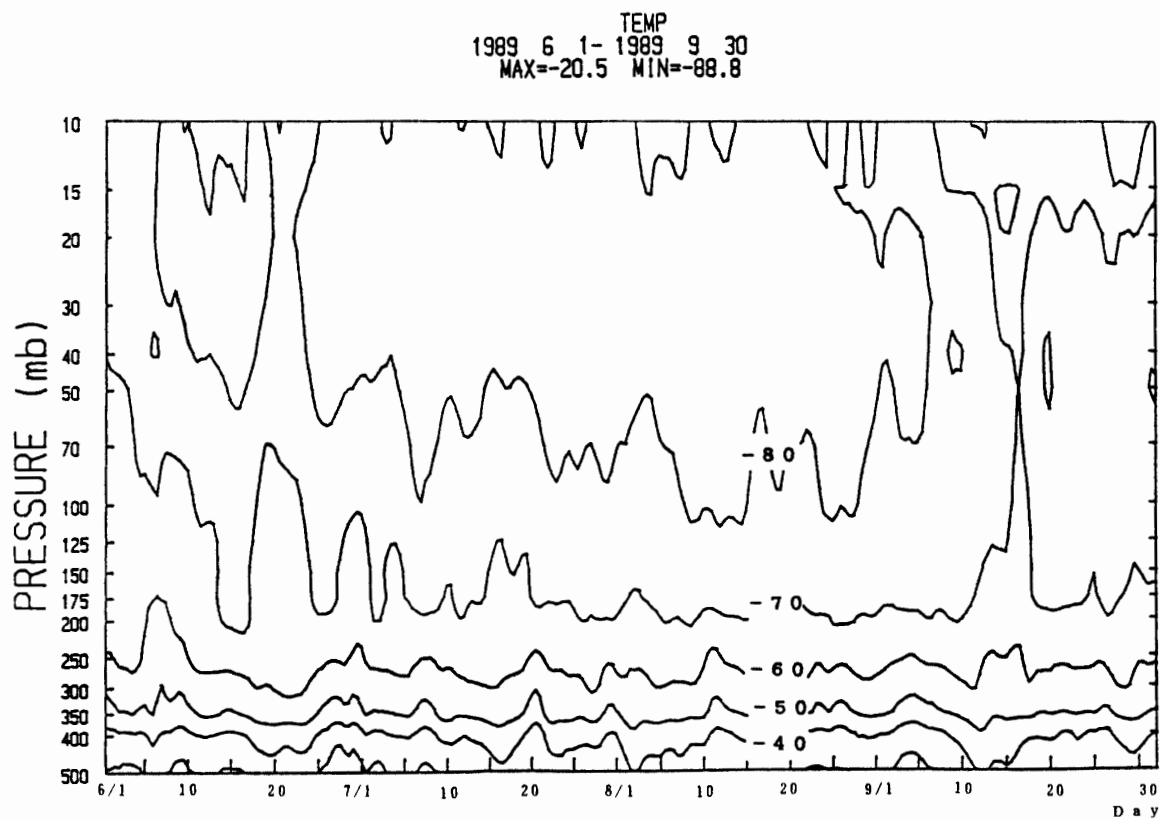


図 4b 上層気温の変化 (1989 年 6 月-1989 年 9 月)

Fig. 4b. Variation of upper air temperature (June 1989-September 1989).

かったが、AMOS-2 高層系では K1 も使用して点検を行ったため不良はほとんどなかった。

当初予想された観測室内の静電気による電子計算機や CRT・プリンターへの影響も 1 年を通じてほとんどなかった。

観測データのバックアップはハードディスク間で毎観測後、FD へは 1 カ月ごとに行った。また、半年ごとに AMOS-2 高層系の正機と副機のハードディスクを交換して使用した。

#### 4.3. 観測結果

1989 年 2 月から 1990 年 1 月までの各指定気圧面の高度、気温、風速の月平均値を表 6 に示す。

つぎに月平均指定気圧面高度を図 3 に示す。2 月の 300~100 mb にかけてと 3 月・8 月の各層及び 4 月・7 月・11 月の地上~300 mb を除いて、期間を通じて高度は低めに経過した。特に 5~7 月にかけては、この傾向が顕著であった。これは、地上において 5 月としては観測史上最低の気温 (月平均  $-21.1^{\circ}\text{C}$ , 最低  $-38.5^{\circ}\text{C}$ ) を記録する原因となった発達した極渦に覆われたためと考えられる。

月平均指定気圧面気温を図 4a に、6~9 月にかけての上層の気温の変化を図 4b にそれぞれ示す。暖候期の下層及び 5 月の 100~50 mb にかけてを除いて、期間を通じて気温は低めに経過した。この傾向は 5 月の下層において特に顕著で、850 mb および 700 mb の月平均

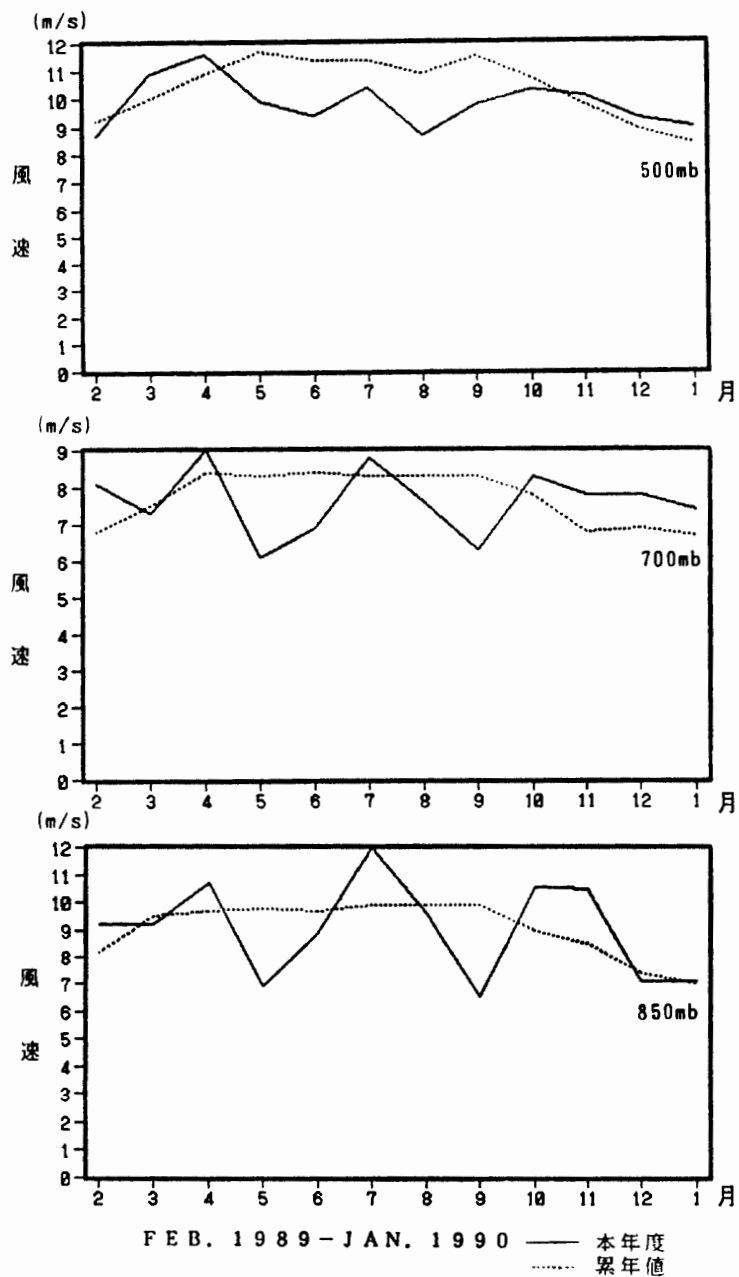


図 5 月平均指定気圧面風速 (1989 年 2 月-1990 年 1 月)

Fig. 5. Monthly mean wind speed at standard pressure levels (February 1989-January 1990).

気温では観測開始以来の最低値を記録した。

月平均指定気圧面風速を図 5 に示す。期間中地上付近及び暖候期 (約 10~3 月ころまで) を除いて平年値に比べ弱風となった。この傾向は例年昭和基地において極ジェットが強まる寒候期において、この傾向は顕著であった。この点からも昭和基地が完全に極渦の張り出しの中に入っていたことが分かる。

図 6 に年平均指定面気温の経年変化 (1969~1989 年) を示す。下層においてはゆるやか

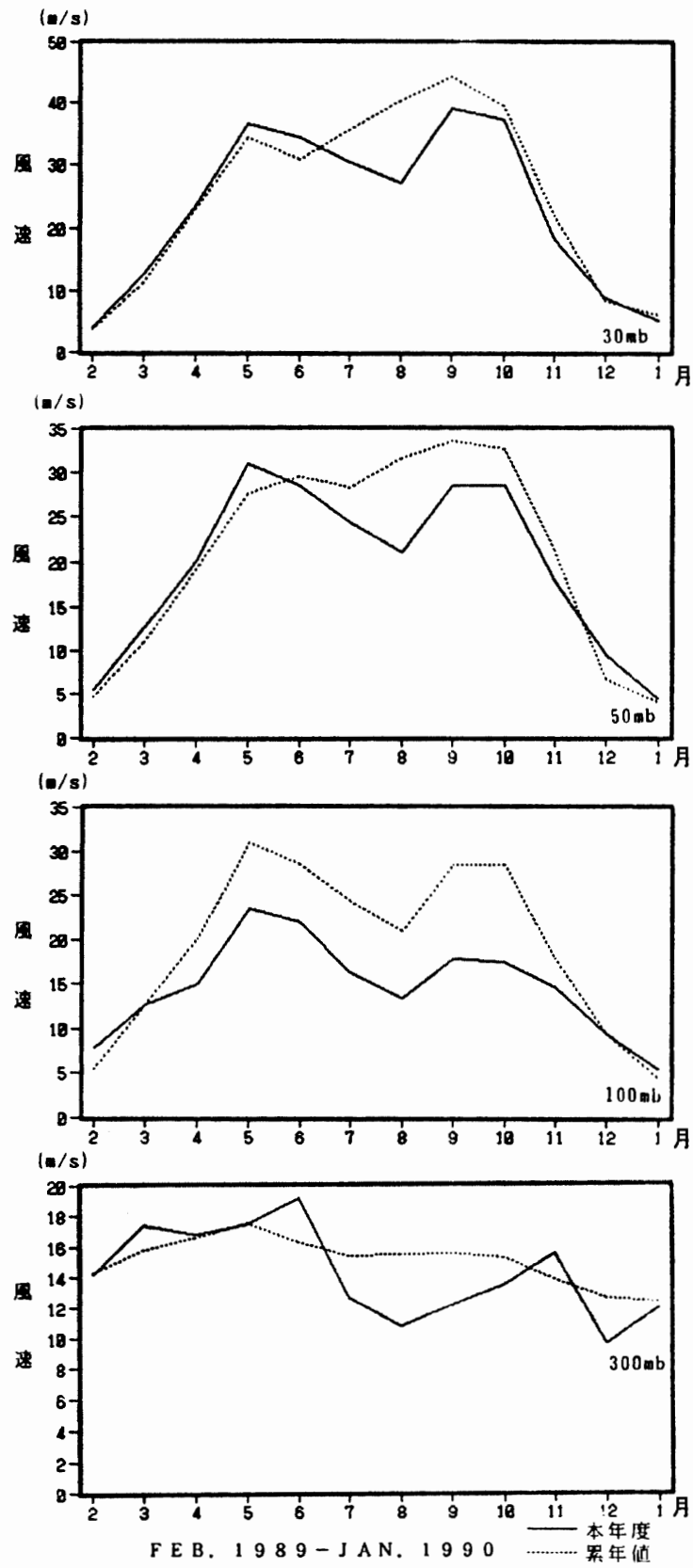


図 5 (つづき)

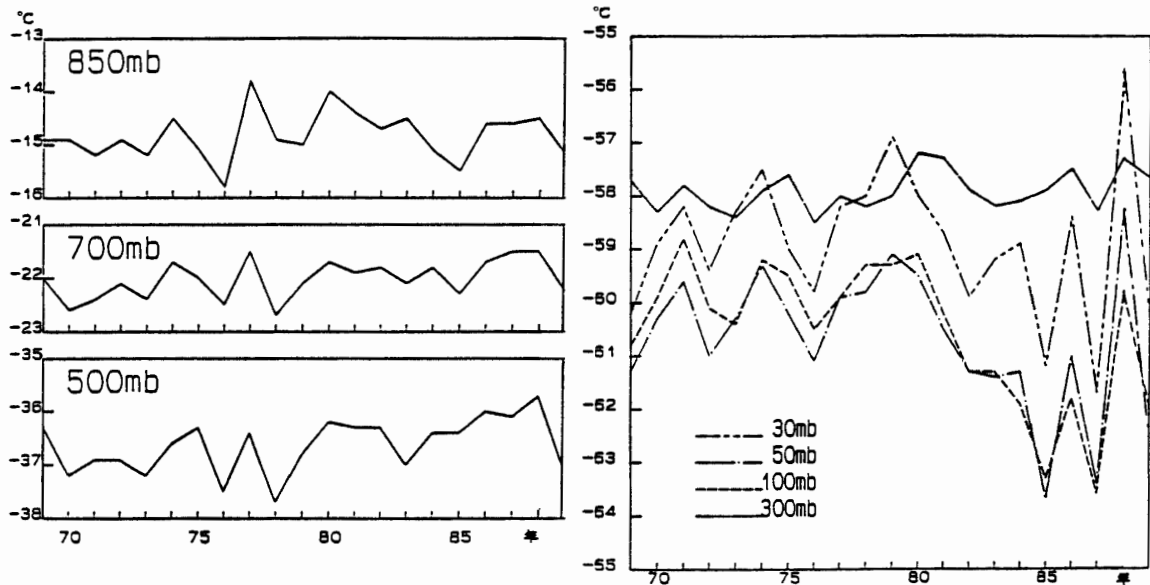


図 6 年平均指定気圧面気温の経年変化 (1969-1989 年)  
 Fig. 6. Year-to-year changes of air temperature at standard pressure levels.

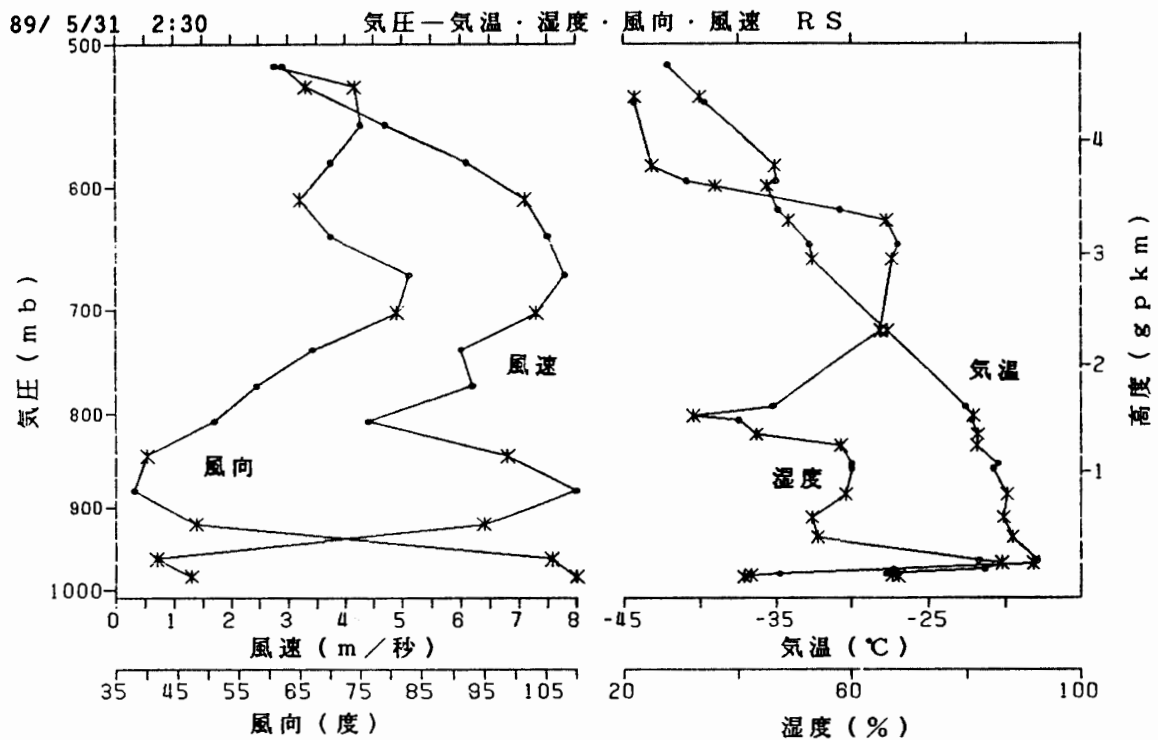


図 7 1989 年 5 月 31 日 00UT の P-T チャートとウインドアロフト  
 Fig. 7. P-T chart and winds aloft at 00UT on May 31, 1989.

な上昇傾向となっていたが、本年は一転して 1985 年並みの低温となった。上層では 1985 年から低温と高温がほぼ 1 年ごとに繰り返されているが、本年も 2 年周期の変動に従い、低温傾向が顕著であった。特に 100 mb 以高は観測史上 3 番目の低温となった。

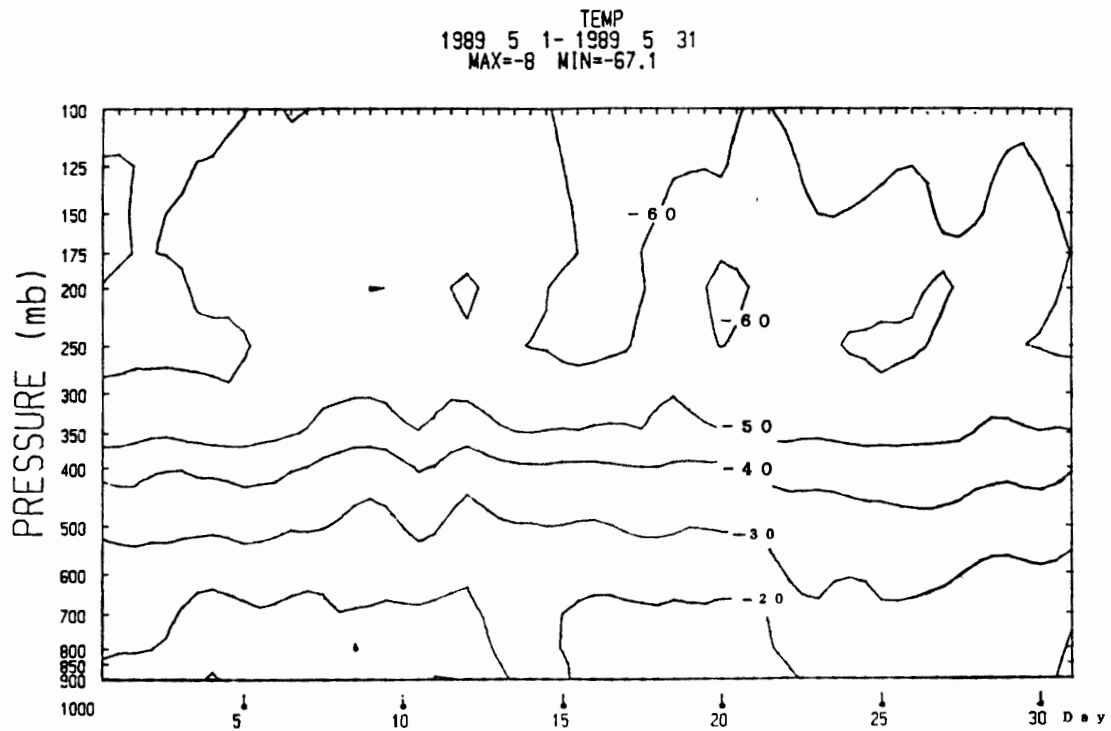


図 8a 上層気温の変化 (1989 年 5 月)  
Fig. 8a. Variation of upper air temperature (May 1989).

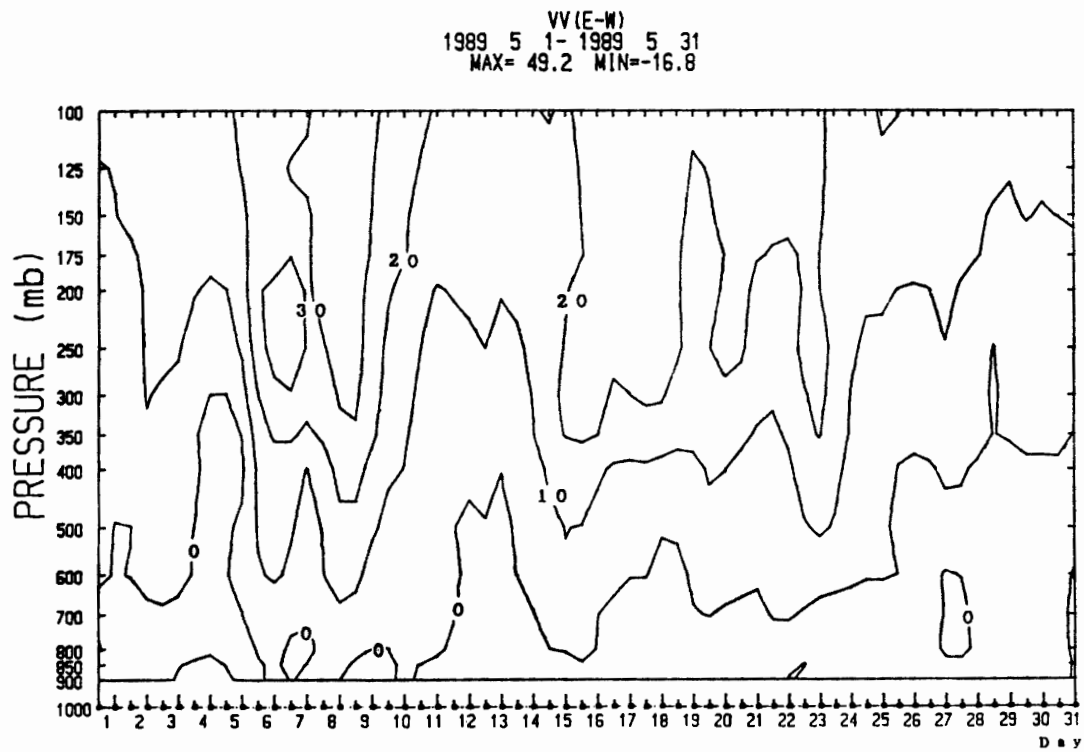


図 8b 上層風東西成分の変化 (1989 年 5 月)  
Fig. 8b. Variation of upper air wind component (east-west) (May 1989).

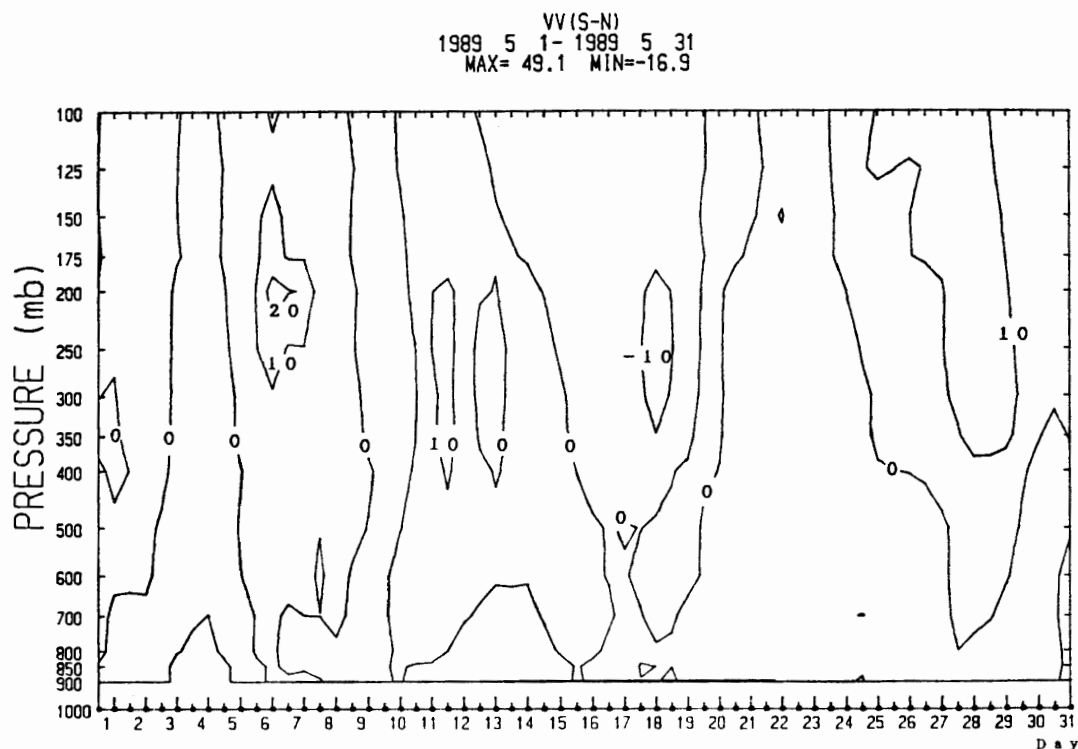


図 8c 上層風南北成分の変化 (1989 年 5 月)

Fig. 8c. Variation of upper air wind component (north-south) (May 1989).

#### 4.4. 観測された顕著な接地逆転層について

地上気温が昭和基地の 5 月の最低気温を更新した 5 月 31 日 00UT の高層気象観測において、顕著な接地逆転を観測した。このときの気温・湿度の状態曲線及び風向風速の鉛直分布を図 7 に示す。逆転の規模は地上 (983 mb) で  $-37.3^{\circ}\text{C}$  から 967 mb で  $-18.3^{\circ}\text{C}$  と高度差 120 m で  $19.0^{\circ}\text{C}$  という今まで昭和基地で観測されたことのない大きなものであった。また上空の風も 700 mb くらいまでは弱い東～北東の風で、放射冷却が強く働いたことが分かる。図 8a, 8b, 8c に 5 月の上層の気温の変化、風の東西成分および南北成分の変化を示す。累年値と異なり、東成分・南成分が、対流圏下部で卓越している。

### 5. 輻射ゾンデ観測

#### 5.1. 観測方法

輻射ゾンデを用い、気温、上向き及び下向きの長波の輻射量の鉛直分布を測定した。地上設備は高層気象観測と同じである。

データ処理は AMOS-2 高層系により自動的に行われ、観測結果の計算処理・作表等を行った。気球は 600 g のものを用いた。

#### 5.2. 観測経過

4～10 月の夜間、快晴時に飛揚した。器材は 10 台を持ち込み、全数を飛揚した。飛揚日・

表 7 輻射ゾンデ観測状況  
Table 7. Radiation sonde observations by JARE-30.

月	飛揚日時 (UT)	最終到達気圧 (mb)	SYNOP	備 考
4	8 1715	17.4	000900 02	
5	6 1817	14.7	425×30 02	
	9 1749		115×00 02	データ不良
	30 1438	18.3	115×00 02	
6	6 1714	13.3	000900 02	
	24 1431	17.1	000900 02	
7	7 1742	15.1	200902 02	
8	2 1657	21.7	115×01 02	
	29 1735	15.4	100901 02	
10	19 2025	26.4	110300 02	

到達高度等を表 7 に示す。

## 6. オゾン観測

### 6.1. 観測方法および測器

気象庁オゾン観測指針及び気象庁特殊ゾンデ観測実施要領に基づいて、ドブソンオゾン分光光度計 (Beck 119) を用いたオゾン全量・反転観測とオゾンゾンデを用いた観測を行った。

#### (1) オゾン全量観測

観測時刻は、太陽北中時及び午前、午後の  $\mu=1.5$ ,  $\mu=2.5$  を目標に行い、 $\mu=1.5$  及び  $\mu=2.5$  が無い時期は  $\mu=3.5$  を観測した。長期間データを取得するために、太陽高度が低くなる 3~4 月及び 8~9 月は C-D 波長組により  $\mu=4\sim6$  までの観測を行った。

また、太陽光観測ができない冬期は、焦点法を用いた A-D 波長組による月光観測を月の北中時と  $\mu=1.5$ ,  $\mu=2.5$  を目標に行い、通年を通してオゾン全量観測を実施した。

データ処理にはパーソナルコンピューター (三菱マルチ 16 と日本電気 PC9801) を使用した。

#### (2) オゾン反転観測

極域では太陽高度角の変化が小さいため、太陽天頂角が  $80^\circ\sim90^\circ$  までのショート反転観測を主に行い、 $60^\circ\sim90^\circ$  のロング反転観測も行った。観測は太陽高度角が  $10^\circ$  未満の極夜時期及び太陽が沈まない夏の期間を除いて行い、観測結果は生データをカナダの世界オゾンデータセンター (WODC) に送って解析した。

#### (3) オゾンゾンデ観測

ヨウ化カリウム溶液によりオゾン反応電流を測定するオゾンゾンデを用いて、オゾン分圧、気温、及び風向・風速の鉛直分布を測定した。地上設備は、高層気象観測装置と同じである。



データの処理, 観測結果の計算処理, 作業等は AMOS-2 高層系により行った. 気球は 2000 g を用いた.

## 6.2. 観測経過

ドブソンオゾン分光光度計による観測の状況を表 8 に示す. ドブソンオゾン分光光度計は

表 8 ドブソン分光光度計によるオゾン観測状況  
Table 8. Total ozone observations and vertical distribution observation from Umkehr using Dobson spectrophotometer (by JARE-30).

年 月		1989												1990	合計
項 目		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1		
観 測 日 数		26	31	14	12	9	10	15	27	27	28	31	29	259	
直射光観測	A-D 波長	38	36	4	0	0	0	0	52	53	49	114	73	419	
	C-D 波長	0	3	23	0	0	0	20	19	0	0	0	0	65	
天 頂 光 観 測		69	106	5	0	0	0	0	60	75	88	152	110	665	
月 光 観 測		0	1	11	18	22	29	13	9	3	0	0	0	106	
反 転 観 測	シ ョ ー ト	11	5	10	0	0	0	6	24	9	16	2	8	91	
	ロ ン グ	2	4	0	0	0	0	0	0	1	5	2	3	17	

表 9 オゾンゾンデ観測状況  
Table 9. Ozone sonde observations by JARE-30.

年月		1989												1990
項目		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	
飛揚日		9日	1日	3日	19日	17日	15日	17日	3日	5日	7日	1日	5日	
到達気圧(mb)		27.3	27.8	5.0	5.8	10.7	38.9	6.9	8.8	9.9	10.0	6.7	6.7	
到達高度(km)		24.8	24.4	34.8	32.1	28.3	20.0	29.8	28.6	29.2	30.6	34.6	34.9	
全量値		303	288	294	320	300	314	221	226	232	202	311	301	
ドブソン比		1.103	2.639	0.771	0.896	1.031	0.993	0.621	0.993	1.084	1.116	1.022	0.988	
飛揚日		22日	14日	19日			19日	29日	14日	12日	20日	8日	22日	
到達気圧(mb)		6.3	9.9	11.5			8.5	25.5	40.3	7.5	9.4	5.4	9.3	
到達高度(km)		34.7	31.0	28.6			28.9	21.3	20.3	31.2	31.8	36.4	32.4	
全量値		311	269	275			310	268	299	205	252	340	300	
ドブソン比		1.964	0.980	0.941			1.003	1.046	1.196	1.017	1.230	1.084	0.642	
飛揚日		23日	31日						20日	19日	24日	21日		
到達気圧(mb)		6.3	29.4						10.6	10.8	7.1	8.7		
到達高度(km)		34.7	23.1						28.4	29.9	34.1	33.0		
全量値		292	283						238	254	330	329		
ドブソン比		0.875	1.106						1.233	1.778	0.829	1.285		
飛揚日									29日	27日				
到達気圧(mb)									7.4	4.0				
到達高度(km)									30.5	37.1				
全量値									182	207				
ドブソン比									0.972	0.853				

3月に光電子増倍管の劣化により弱光時の観測で雑音が多くなったため、光電子増倍管を交換した。その他は故障なく、毎月の各波長点検の結果も異常なかった。

オゾンゾンデの飛揚は、表9に従って実施した。冬期飛揚分については、レーウィンゾンデ同様到達高度の低下を防ぐため気球の油漬け処理を行った。器材は30台(定常観測分〔気象庁〕25台、研究観測分〔気水圏〕5台)を持ち込み、全数飛揚した。また5~8月にかけては月光によりオゾン全量を求めたため、オゾンゾンデは夜間に飛揚した。なお、7~9月にかけて飛揚したものについては上空の気温が $-80^{\circ}\text{C}$ 以下となりAMOS-2高層系のPIOでは分離不能となったため、また10月21日・12月21日・1月5日及び1月22日に飛揚したものについては、ソフトウェアの不具合があったのでアナログ記録を用いて解析した。

外国基地とのオゾン全量データの交換は、マラジョージナヤ(ソ連)、ダキシン・ガンゴトリ(インド)、ゲオルグ・フォルスター(ドイツ)との間で、オゾンゾンデデータの交換はゲオルグ・フォルスター(ドイツ)との間で交換した。

### 6.3. 観測結果

#### (1) オゾン全量観測

今回は極夜の期間(5~7月)も安定した天候に恵まれたため、月光観測を多く行うことができ、年を通じた変化傾向を把握することができた。またオゾン全量観測は、通常のAD波長組の他に極夜の時期は月光観測、太陽高度角が低い時期にはCD波長組の観測を行ったの

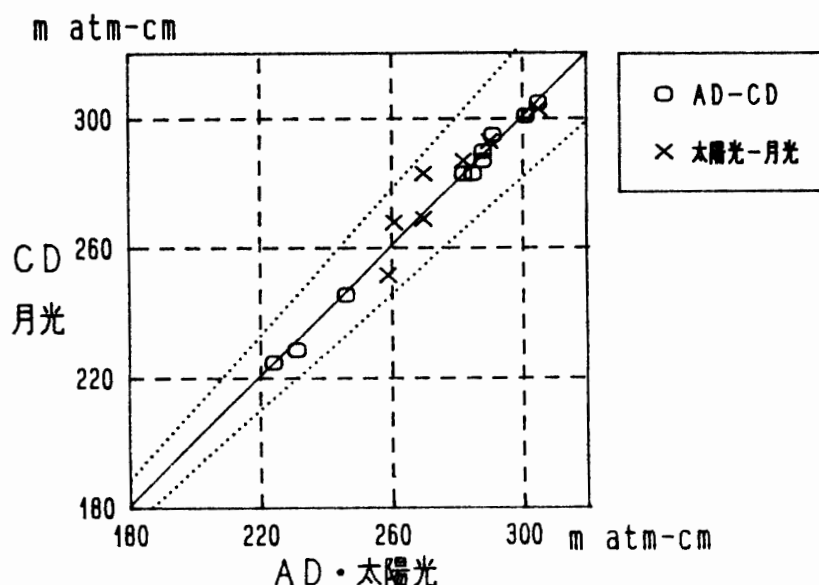


図9 AD-CD・太陽光-月光の比較結果

AD-CD 同時観測。太陽光-月光は月光の夜間代表値と前後の太陽光による日代表値の比較。点線は差が $\pm 5\%$ を示す。

Fig. 9. Comparisons of total ozone with sun AD pair, sun CD pair (circles) and moon AD pairs (crosses). Direct sun AD pairs and CD pair are simultaneous observation, but direct sun AD pairs and direct moon AD pairs have time lapse of more than one hour. Dotted lines denote 5% difference of focused moon and direct CD pairs from direct sun value.

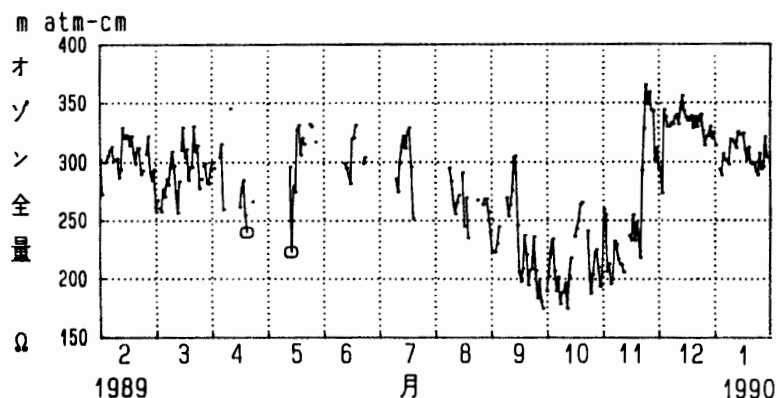


図 10 オゾン全量の年変化 (○は衛星によるオゾン量と比較)

Fig. 10. Annual variation of total ozone (circles indicate the data compared with satellite data).

で、これらの観測精度確認のため比較観測を行った。結果は図 9 に示すように、AD-CD 波長の全量の差は  $\pm 1\%$  以下、太陽光-月光の全量の差は  $\pm 5\%$  以下であった。オゾン全量の年変化を図 10 に示す。オゾン全量は 2~7 月まではほぼ 300 m atm-cm 前後の値で推移したが、8~10 月初旬にかけて、オゾンホール現象に伴って起こる減少が観測され、9 月 30 日には本年の最低値 160 m atm-cm を記録した。その後は 11 月中旬まで緩やかに増加し、11 月下旬には急増した。また、10 月の平均値 213 m atm-cm は、1987 年につぐ低い値となった。結果として南極オゾンホール現象に伴う顕著なオゾン全量の減少が 9 月下旬から 10 月中旬に観測され、9 月から 11 月までの月平均オゾン全量は当該月の 3 番目に少ない値となった。

このオゾン全量の減少の時期と図 11 の 30 mb 面の風速と気温の対応を見てみると、気温の急昇及び風速の急増がオゾン全量の減少とよく合っている。すなわち 30 mb の風速と気温が、オゾンホールの成因に関係している。

図 10 の丸印は、この時期としてはオゾン全量が異常に低い値であったので、衛星による

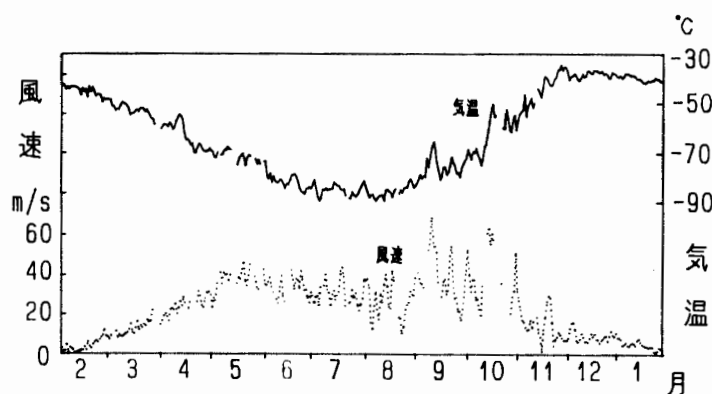


図 11 30 mb の風速と気温

Fig. 11. Wind speed (dotted line) and air temperature (solid line) at 30 mb

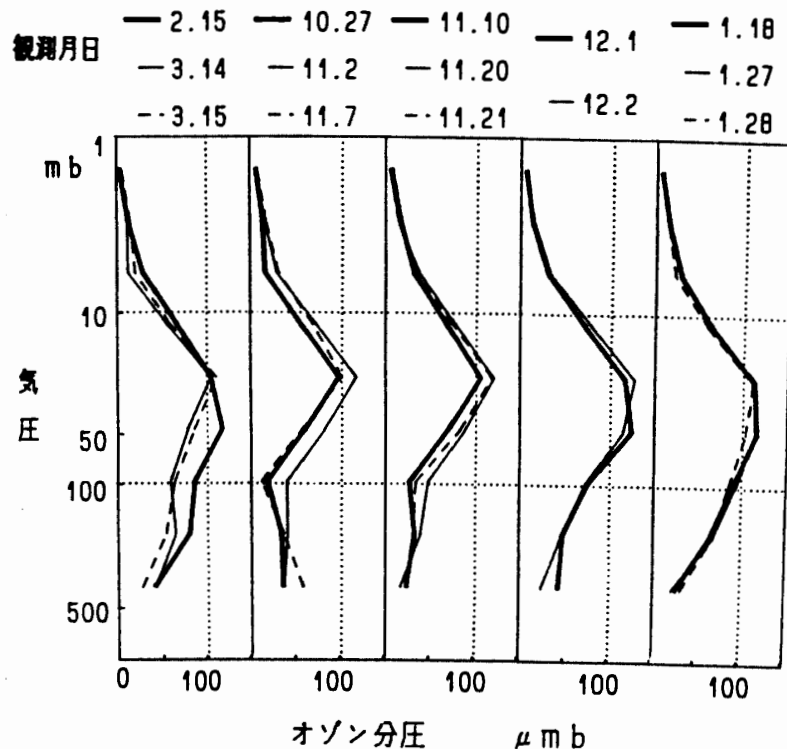


図 12 ロング反転によるオゾン鉛直分布  
Fig. 12. Ozone partial pressure by long Umkehr.

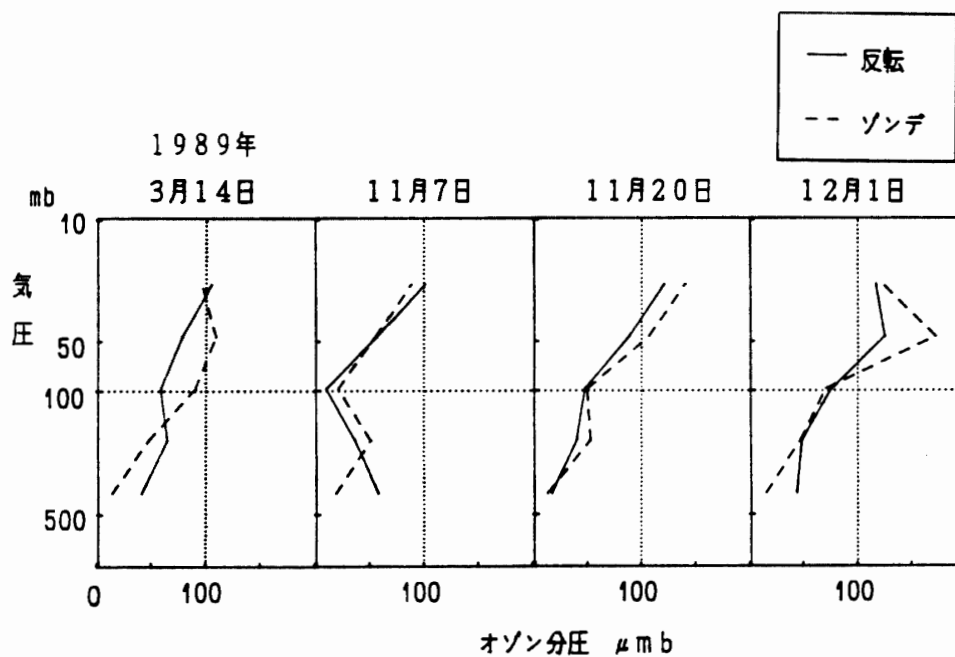


図 13 オゾンゾンデとロング反転の比較  
Fig. 13. Comparisons of vertical ozone observation between ozone sonde (dotted line) and long Umkehr (solid line).

オゾン量と比較した。その結果、衛星でも同じような値となっており、この時期のオゾン全量の特徴を示している。

## (2) オゾン反転観測

ショート反転は結果がまだでていないので、ロング反転による層別（9層）のオゾン鉛直分布を図12に示す。2, 3月は午前と午後の2回行っているが、図は、午前中のものについて示した。10, 11月は他の月と比較し100 mbの分圧の減少が顕著である。これは金戸ら(1990)の報告による、オゾンホール現象が発生した場合のオゾン鉛直分布と同様の結果となった。

ロング反転とオゾンゾンデの同時観測、比較結果を図13に示す。結果はオゾンゾンデが高い値となっているが、曲線の対応はだいたい良い。

## (3) オゾンゾンデ観測

図14にオゾン分圧の鉛直分布の時系列変化を示す。図は50  $\mu\text{mb}$ ごとに境界線を求めた

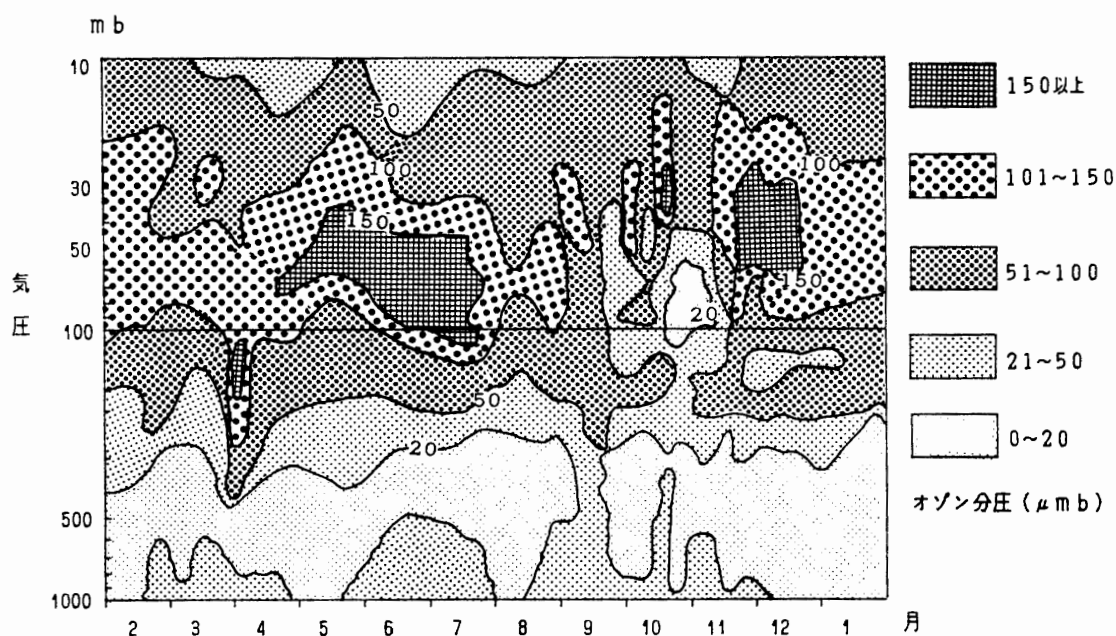


図14 オゾンゾンデによるオゾン鉛直分布の時系列変化  
Fig. 14. Annual variation of ozone partial pressure by ozone sonde.

が、春期の成層圏が20  $\mu\text{mb}$ 以下になることから、0~20  $\mu\text{mb}$ もハッチングをした。この図から極夜の期間を含む4月下旬~7月下旬までは100~50 mbの層に150  $\mu\text{mb}$ 以上の高濃度層が存在するが8~11月中旬にはこの層の濃度低下が著しく、特に10月末から11月初めにかけての100 mb付近は、20  $\mu\text{mb}$ 以下と極端に低い値となっており、春期のオゾン全量の減少は通常オゾン分圧が101~150  $\mu\text{mb}$ ある層のオゾンの減少の寄与が大きいことがわかる。しかし、30 mb付近では成層圏突然昇温に伴い101~150  $\mu\text{mb}$ のオゾン分圧が間隔的に現れている。12月に入ると100~50 mbの層のオゾン分圧は再び増加している。

## 7. 天気解析

## 7.1. 利用した資料

昭和基地における地上気象観測および高層気象観測資料のほかに、次の資料を利用した。

- (1) FAX 天気図： マラジョージナヤ基地放送の地上および 500 mb の解析・キャンベラ放送の 00, 12UT の地上および 500 mb 解析図と各 48 時間予想図。
- (2) 南極大陸各基地の観測資料： モーソン基地経由のテレタイプで入電する地上実況気象報 (SYNOP), 高層気象実況気象報 (TEMP) 等。
- (3) 気象衛星雲写真： NOAA-9, 10, 11 号の赤外および可視画像 1 日 2~4 枚。
- (4) ロボット気象計： S 16 のロボット気象計による気温、風速の変化。

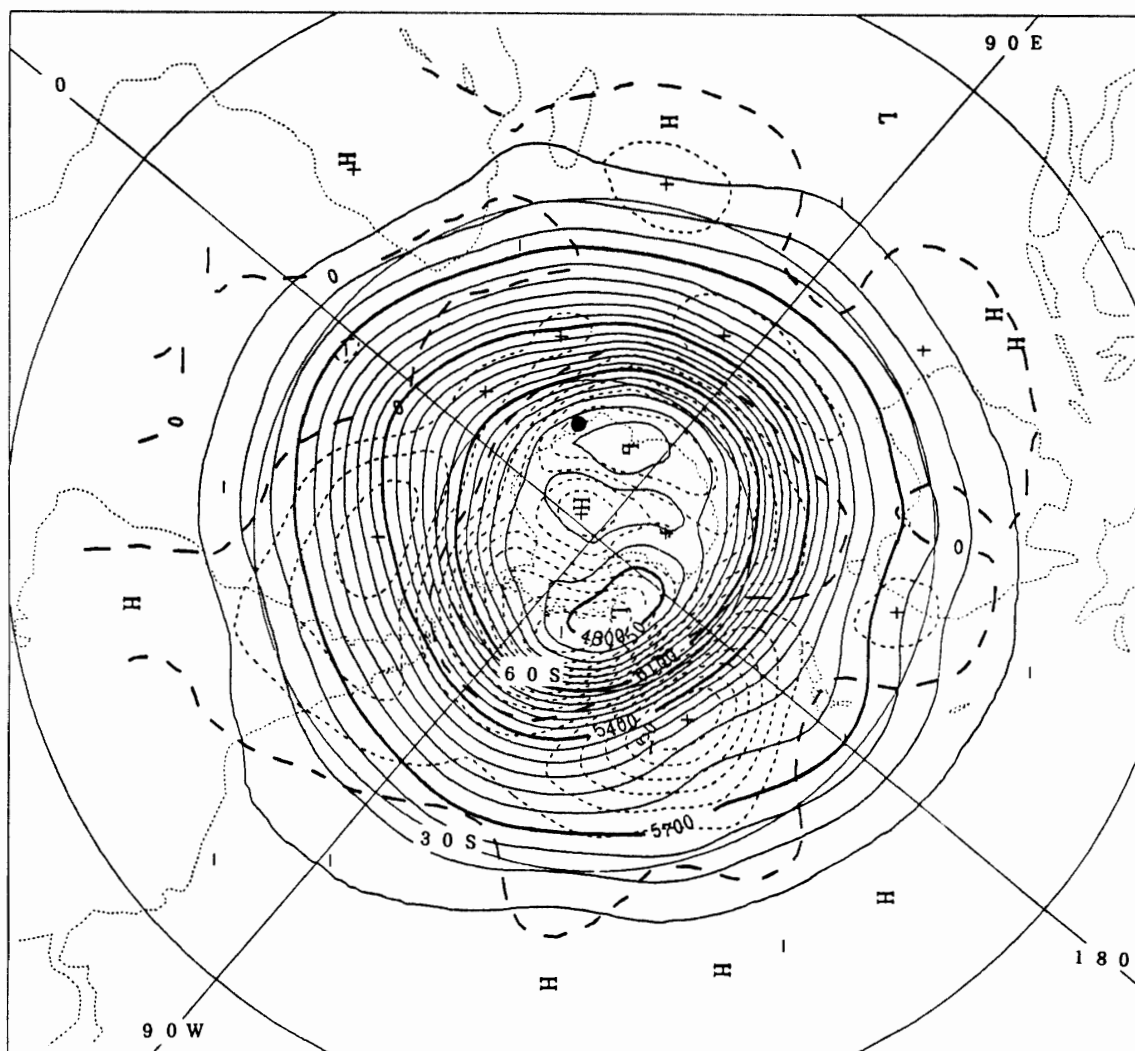


図 15 500 mb 面の 5 月の月平均上層天気図 (●: 昭和基地) (気象庁予報部数値予報課作成)

Fig. 15. Monthly mean for 500 mb height in the southern hemisphere (base period for normal: 1979-1988), ●: Syowa Station.

(5) 各基地の地上気象報の資料の時系列図を作成，高層気象報の資料利用は昭和基地について時系列図を作成した。

## 7.2. 結 果

内陸旅行，沿岸旅行，航空機観測および天候に左右されやすいオペレーション時の安全を確保するために，上記の資料を駆使して関係者に気象情報および天気解析結果を提供したが入手資料の中でもキャンベラ放送の解析図と予想図は信頼性があった。

しかし，他の観測基地からの気象資料の入電が無い場合は，昭和基地の気象資料および気象衛星雲写真のみが天気予測の判断材料であり，このような時は当番者泣かせであった。

## 7.3. 5 月の月平均気温の記録更新

昭和基地では 5 月上旬の前半には低気圧が接近したが，それ以降は比較的安定した天気が続き，5 月の快晴日数は 6 日となった。また，昭和基地上空には寒気が入り，5 月 6 日以降の気温は平年値を上回ることにはなかった。このような低温傾向は，同じ大陸沿岸で昭和基地の西方約 1000 km にあるノボラザレフスカヤ基地（ソ連，70°40'S，11°50'E）でも見られ，5 月の月平均気温は  $-21.1^{\circ}\text{C}$  となり，平年値を  $7.3^{\circ}\text{C}$  下回った。

5 月の南極上空の月平均 500 mb 高度天気図を図 15 に示す。これを見ると，二つある極渦の一つは昭和基地の東方約 1000 km のランバード氷河付近（72°S，70°E）にあって，平年より 150 m ほど深まって発達している。昭和基地はこの発達した極渦の西部に位置し，張り出した広大な寒気ドームの中に位置していた。高層気象観測資料からも，この寒気ドームは対流圏全体に及ぶもので，気層は安定しており，広範囲に同一大気で覆われたため，地上の気圧傾度は小さく，風が弱く雲のない状態が続き長期にわたって放射冷却が進行して，極端な低温となったものと考えられる。

# 8. 日 射 観 測

## 8.1. 観測方法と測器

### (1) 直達日射量

直達日射量の観測は直達日射計（データ集録装置付：型式 MS-52F）の素通しチャンネルにより行った。観測は瞬間値のみとし，地上気象観測法（気象庁）に準じて行った。観測時刻はオゾン観測に合わせて行った。データ収録はアナログ記録器とデジタルプリンター（積算値）で行い，観測時刻の値をアナログ記録から読み取ったデータの処理にはパーソナルコンピュータ（日本電気 PC9801）を使用した。

### (2) 大気混濁度観測

大気混濁度の観測は 6 波長の干渉フィルターを用いたサンフォトメータ（型式 MS-110）により行った。観測時刻はオゾン観測と同じとし，機器定数は変動の少ない日のデータだけ

を取り出して、平均したものを  $J_0$  として用いた。データ処理にはパーソナルコンピューター (三菱マルチ 16 と日本電気 PC9801) を使用した。

## 8.2. 経 過

気象棟屋上に設置し観測した。太陽高度の低い期間及び暗夜期間 (6 月上旬から 7 月中旬まで) となる冬期は、赤道儀および受感部共に取り外し整備を行った。

## 8.3. 観 測 結 果

### (1) 直達日射量による大気混濁度

図 16 に 1979~1989 年における月平均大気混濁度を示す。

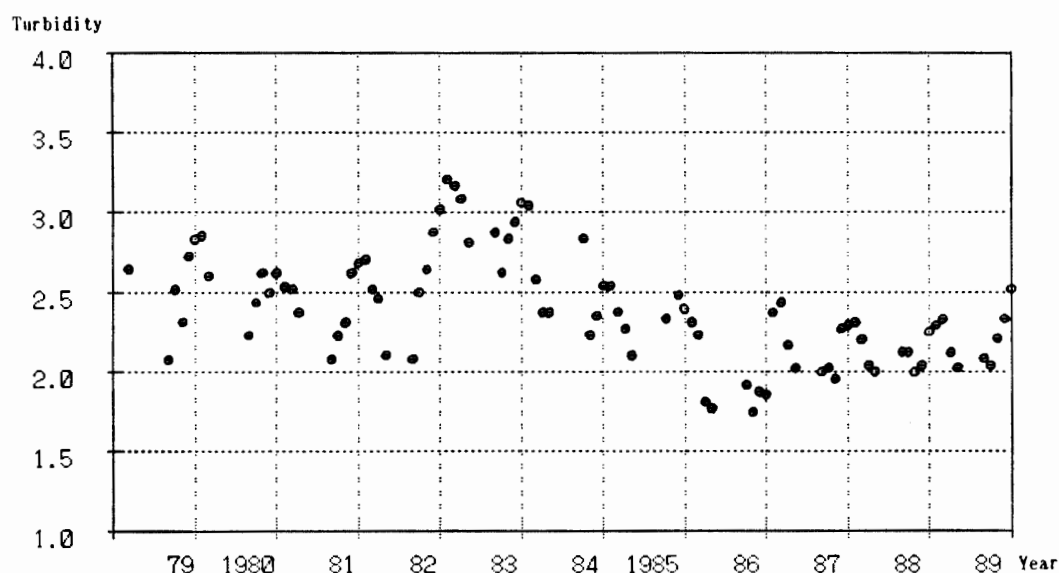


図 16 直達日射計による大気混濁度の観測結果 (1979-1989 年)

Fig. 16. Turbidity by pyrheliometer from 1979 to 1989.

1979~1981 年までは約 2.4 (turbidity) の大気混濁度を示しているが、1982~1985 年は 1983 年の約 3.3 のピーク値から 1986 年後半には約 1.8 へと年々減少傾向を示している。1982~1984 年の大きな値は、1982 年 3~5 月に大噴火したエルチチョン火山によりもたらされたものであると考えられる影響が、1983 年の観測値をピークにして、それ以降は年々解消されてゆく状態が観測結果から読み取れる。また、近年の 1986~1989 年にかけては比較的稳定した大気混濁度を示している。

### (2) サンフォトメータによる大気混濁度

図 17 に 1985~1989 年の 500 nm における月平均の混濁度を示す。

直達日射観測結果と同様に 1985 年にはエルチチョン火山噴火の影響と思われる高い混濁度が観測されており、1985~1986 年にかけては減少傾向を示し、それ以降の経年変化を観ると比較的安定した観測値となっている。



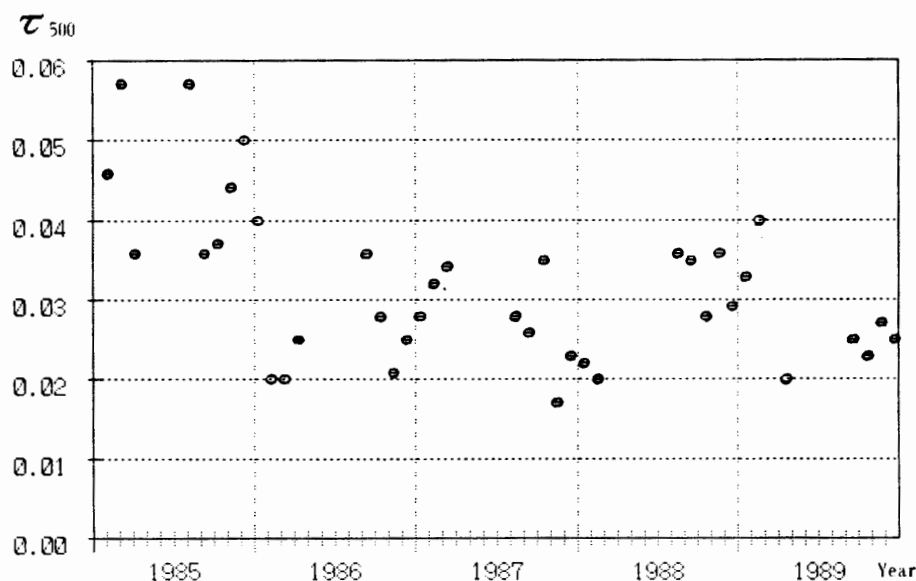


図 17 サンフォトメータによる大気混濁度 (500 nm) の観測結果 (1985 年 1 月 - 1989 年 12 月)

Fig. 17. Turbidity (500 nm) by sunphotometer from January 1985 to December 1989.

## 9. その他の観測

### 9.1. ロボット気象計観測

第 29 次観測隊に引き続いて大陸上の S 16 (標高 500 m, 海岸から 10 km) と, 昭和基地を結んだ西側の直線上に位置する西オングルに, 高層気象観測で使用するレーウィンゾンデを改造したロボット気象計を設置し, 気温と風速を 1 日 2 回 (00, 12UT の高層観測の前) を原則として観測し, さらに野外行動時およびブリザードの襲来前にも随時観測し基地活動の参考とした. 期間は, S 16 が 2 月から 10 月 25 日まで (途中発信器の故障により 2 月 3 日から 5 月 13 日まで欠測), 西オングルは 7 月 2 日から 11 月 1 日まで観測した. 11 月以降の観測は, 宙空部門による電波星観測のためのノイズレベル低下に協力するため中止した.

このうち S 16 と昭和基地の気温差は, 高度差 (約 480 m) によるものと思われる. これを例数が多いものだけを取り出して昭和基地の風向別に, 昭和基地に対する両ロボット気象計の気温及び風速について風向頻度が高いものについて関係をみた. 風速は図 18 のようにすべての風向で, S 16 が昭和基地より強く西オングルは弱い. 特に, SE~WSW にかけては西オングル, 昭和基地で 5 m/s 以下の時, S 16 は 10 m/s 以上となっている. これは守田 (1968) によると, カタバ風が昭和基地まで影響する場合は, 昭和基地の風向は ENE であり, じょう乱による場合は NE の風向となる. したがって, NNE, NE, ENE の強風はカタバ風とじょう乱によるものであり, SE~WSW では S 16 カタバ風で強風となっているが, 昭和基地まではカタバ風が達しないため 5 m/s 以下となっている. 気温は図 19 のように, NNE~

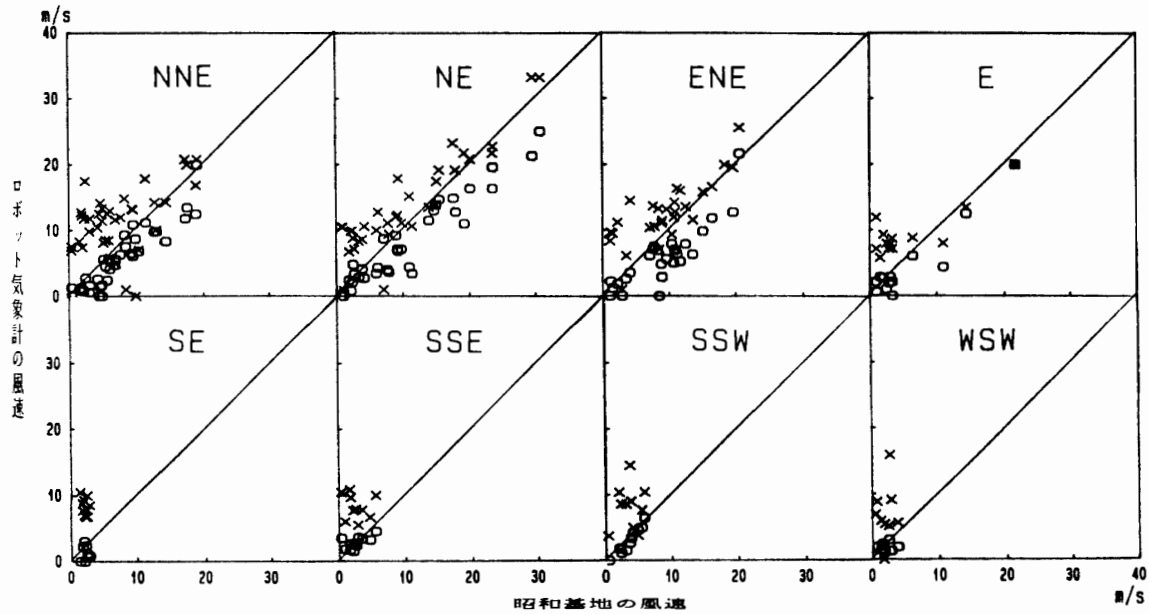


図 18 昭和基地の風向別にみた西オングル島 (○) 及び S16 (×) と昭和基地との風速の比較

Fig. 18. Observed wind speed at unmanned stations compared with Syowa Station (circle: West Ongel Island, cross: S16), classified by wind direction.

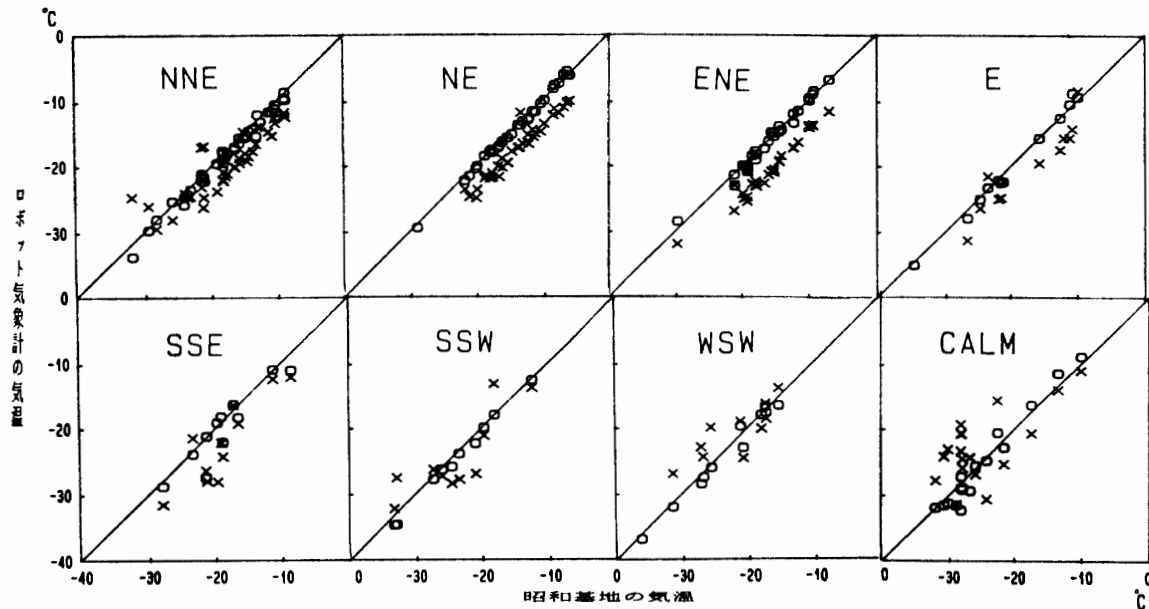


図 19 昭和基地の風向別にみた西オングル島 (○) 及び S16 (×) と昭和基地との気温の比較

Fig. 19. Observed Air temperature at unmanned stations compared with Syowa Station (circle: West Ongel Island, cross: S16), classified by wind direction.

Eでは西オングルと昭和はあまり変わりなく、S 16 は  $2\sim 3^{\circ}\text{C}$  低めに出ている。一方、SSE~CALM ではばらつきがみられ、特に WSW と CALM では S 16 の方が逆に高い傾向にある。これは、昭和基地で強い接地逆転が発生しているためである。

## 9.2. 海氷上の積雪観測

海氷上が安定した 3 月 26 日に冰山などの風下をさけて、北の浦の海氷上に一辺 20 m 四方、10 m 間隔に 9 本の竹ざおを立てて観測した。測定は約 1 週間ごとに行い 12 月 12 日まで行った。

測定結果は図 20 のとおりで、積雪深の変化は例年並みの春期に積雪深のピークが現れた。

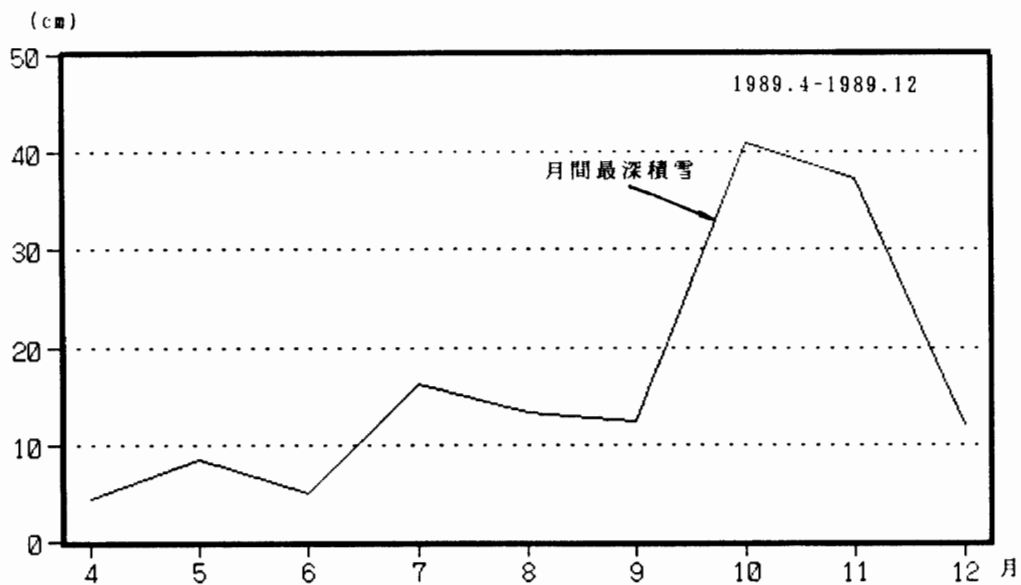


図 20 雪尺観測結果 (1989 年 4 月-12 月)

Fig. 20. Monthly variation of maximum snow depth and the number of monthly snowfall (April 1989–December 1989).

## 9.3. みずほ基地におけるラジオゾンデ観測支援中に得られた観測結果

### (1) 観測方法と測器

昭和基地からみずほ基地への旅行期間中 (9 月 11 日 12LT~10 月 12 日 12LT) に、1 日 6 回 (06, 09, 12, 15, 18, 21LT) の地上気象観測を行った。使用した測器は以下のとおりである。

気圧計: 気圧高度計 No. 423933

温度計: 携帯型振り回し式温度計 No. 631139

風速計: 携帯型風速計 No. 38270

なお、風向はハンドベアリングコンパスにより求めた。また、ほかの大気現象、視程、雲の目視観測も行い、定時観測時に国際気象通報式で昭和基地に通報した。

### (2) 経過と観測結果

期間を通じてほぼ順調に観測した。ただし、湿球温度計を用いた湿度の観測は、期間中の

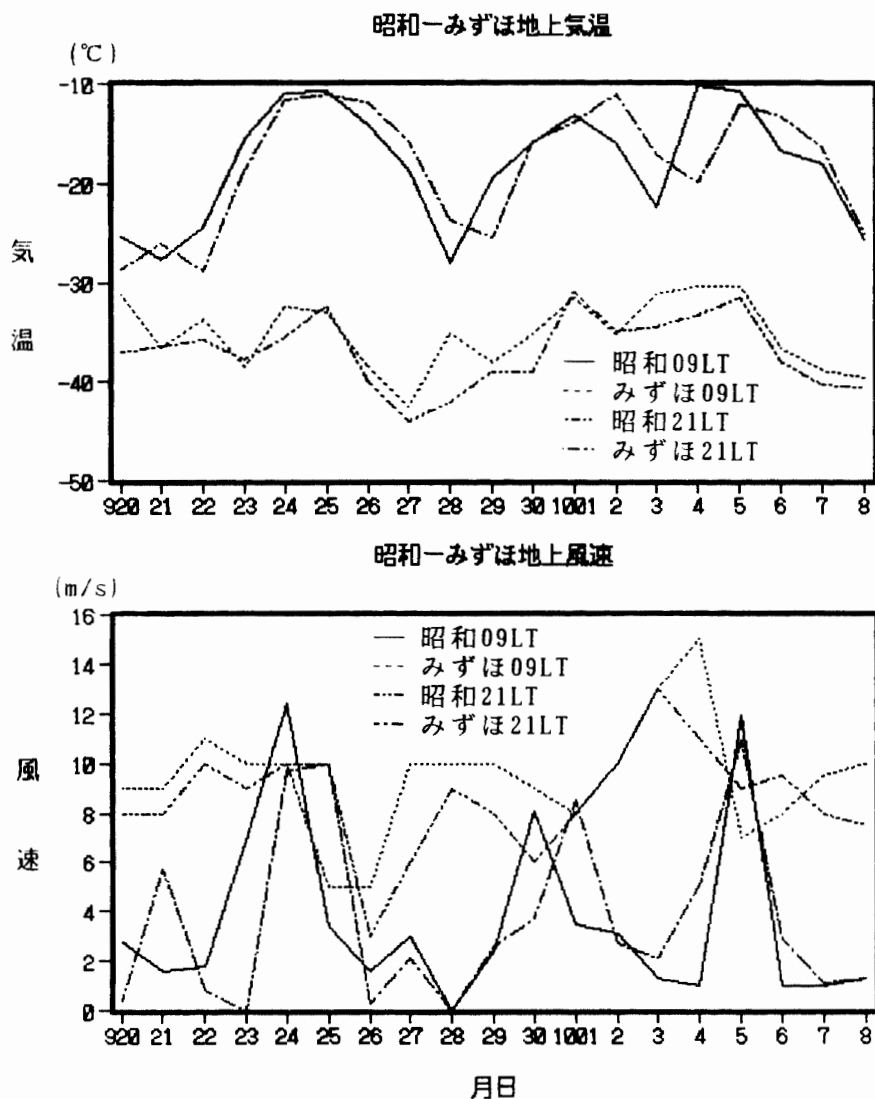


図 21 昭和およびみずほ基地における地上気温，地上風速観測結果（9月20日～10月8日）

Fig. 21. Surface temperature and surface wind speed at Syowa and Mizuho Stations from September 20 to October 8.

低温により水蒸気量が少なすぎたため，良い結果は得られなかった。

図 21 にみずほ基地に滞在した期間中の昭和基地とみずほ基地の 09LT と 21LT の地上の気温及び風速を示す。

#### 9.4. 砕氷船「しらせ」船上での観測

第 30 次観測隊では，第 29 次観測隊に引き続いて，気水圏部門と協力し「しらせ」船上においてオゾン全量及びオゾンゾンデの観測を行った。なお，得られた結果は昭和基地での定常観測によって得られた資料とともに，Antarctic Meteorological Data Vol. 30 (JAPAN METEOROLOGICAL AGENCY, 1991) に掲載されている。

## (1) オゾン全量観測

観測に使用したのは、カナダ SCI-TEC 社のブリューワーオゾン分光光度計 #034 である。

観測は、甲板上に感部を設置し手動により方位・高度を調整し、動揺が少なく太陽が出ているときには直射光観測を行い、それ以外の時には天頂光観測を実施した。

データは、往路 (1988 年) は  $20^{\circ}\text{N}\sim 70^{\circ}\text{S}$  の南北方向に、復路 (1990 年) は  $150^{\circ}\text{E}$  上の  $60^{\circ}\text{S}\sim 40^{\circ}\text{S}$  の南北方向と、 $60^{\circ}\text{S}$  上の  $60^{\circ}\text{E}\sim 145^{\circ}\text{E}$  の東西方向に観測し、データを取得した。

結果を図 22 と図 23 に示す。図 22 の緯度変化をみると、1988 年、1989 年とも高緯度になるにしたがって、オゾン全量が増加するが  $55^{\circ}\text{S}$  付近から減少する。図 23 の経度変化は、特徴的な変化はみられない。

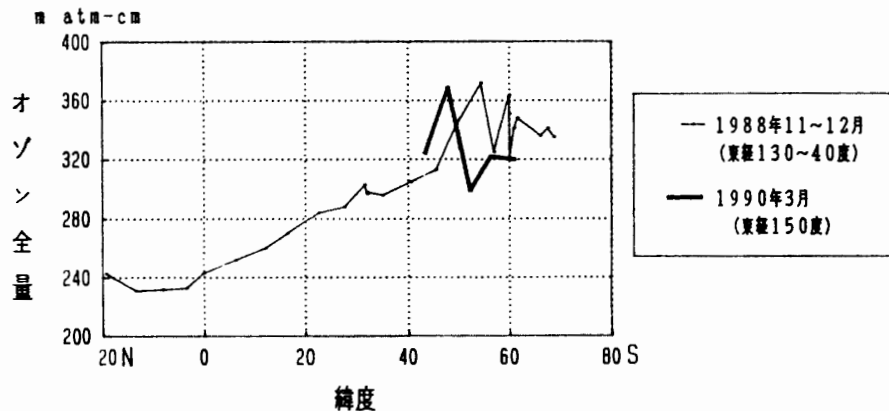


図 22 オゾン全量の緯度変化  
Fig. 22. Latitudinal variation of total ozone.

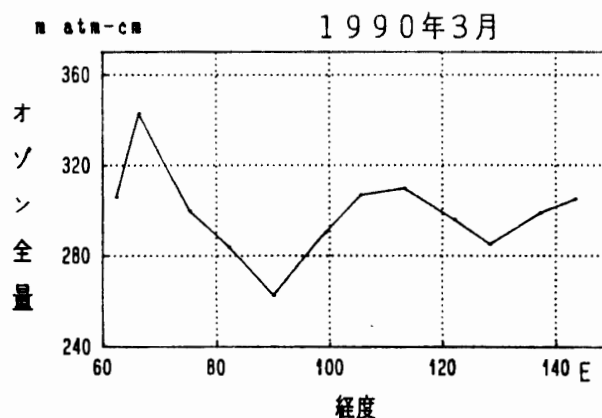


図 23 オゾン全量の経度変化 (南緯 60 度)  
Fig. 23. Longitudinal variation of total ozone ( $60^{\circ}\text{S}$ ).

## (2) オゾンゾンデ観測

オゾンゾンデ観測は、RSII-KC79 型オゾンゾンデを用いた。

表 10 「しらせ」船上オゾンゾンデ観測状況

Table 10. Ozone sonde observations on the board of icebreaker "SHIRASE".

項 目	1988 年 11 月										
飛 揚 日	17日	18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日
観 測 時 分	0851	1412	0821	0950	0855	0828	0942	0931	0915	0905	0940
緯度(南緯) (-は北緯)	-19°43'	-12°48'	-8°13'	-3°32'	0°31'	5°55'	11°22'	16°52'	22°01'	27°04'	31°50'
経度(東経)	131°58'	129°21'	127°58'	123°11'	119°00'	116°52'	115°07'	114°02'	112°49'	112°36'	115°10'
到達気圧 (mb)	18.4	8.9	6.9	11.7	7.9	6.1	12.4	7.2	8.5	5.7	8.9
到達高度 (km)	27.0	31.9	33.7	30.0	32.7	34.5	29.6	33.5	32.2	35.1	32.0
全 量 値	262	275	238	233	231	244	264	270	273	286	306
ドブソン比	1.114	1.164	0.939	1.041	1.202	1.176	0.928	1.452	0.851	0.919	2.595

項 目	1988 年 12 月							
飛 揚 日	4 日	5 日	6 日	7 日	8 日	10日	12日	14日
観 測 時 分	0827	0833	0822	0820	0820	1454	0830	0824
緯度(南緯)	34°34'	40°01'	44°47'	50°00'	54°36'	59°59'	60°00'	60°49'
経度(東経)	110°45'	110°00'	109°58'	109°50'	109°57'	89°52'	71°35'	48°17'
到達気圧 (mb)	5.6	7.7	11.7	7.3	6.2	13.1	5.9	6.8
到達高度 (km)	35.4	33.1	30.4	33.8	35.0	29.8	35.5	34.6
全 量 値	310	294	305	348	359	363	356	339
ドブソン比	1.029	2.130	0.839	1.838	0.897	1.943	0.881	0.932

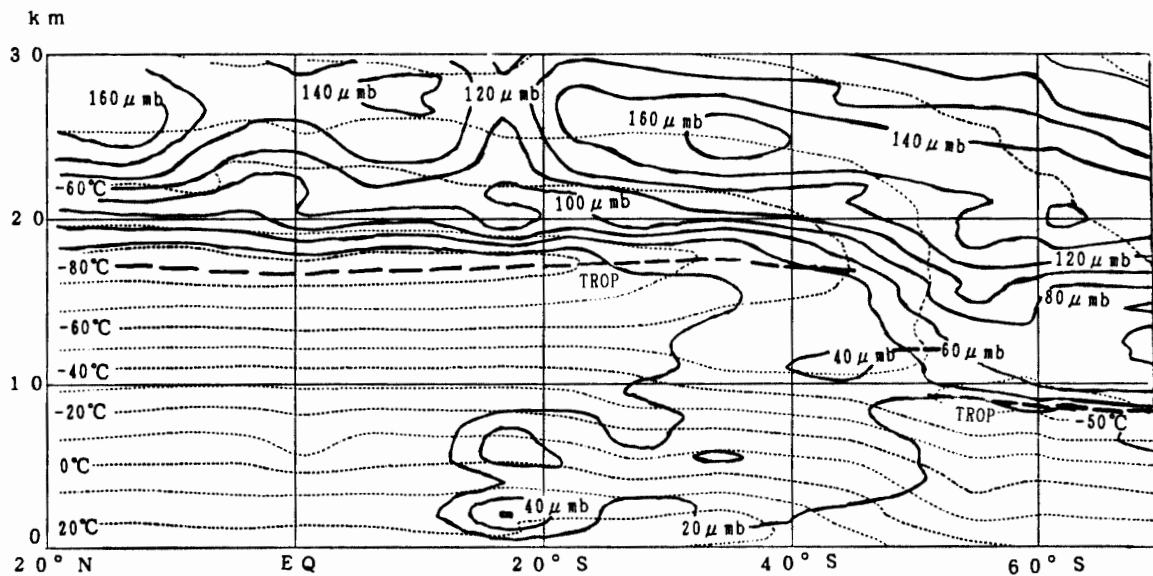


図 24 オゾン分圧の鉛直分布と気温の緯度変化 (実線はオゾン分圧, 点線は気温)

Fig. 24. Latitude-height cross section of ozone partial pressure (solid line, unit  $\mu\text{mb}$ ) and air temperature (dotted line, unit  $^{\circ}\text{C}$ ). Bold dashed line shows the tropopause.

観測設備は「しらせ」の高層観測装置に若干の校正装置を付加し、アナログ記録によりデータを取得した。オゾンゾンデ飛揚に際しては、重量 2000 g の気球を使用し、放球時の船の運航、設備の使用について配慮いただいた。オゾンゾンデは 11 月 17 日より 12 月 14 日までに 20 個の飛揚を行い、そのうちの 19 個についてデータの取得に成功し、ほぼ緯度 5 度ごとにデータの取得ができた。表 10 に観測状況、図 24 に観測結果を示す。これをみると、成層圏にある高濃度のオゾンが圏界面の切れ間から対流圏に流入しているのがわかる。

## 謝 辞

第 30 次観測隊の気象定常観測を遂行するにあたり、観測上の技術援助・助言をいただいた第 30 次観測隊夏隊の遠藤辰雄隊員並びに第 30 次観測越冬隊の気水圏系の小西啓之隊員、掛川秀男隊員、村山昌平隊員、また船上観測で絶大なご支援をいただいた上垣艦長以下「しらせ」乗組員の方々に感謝する。さらに、昼夜業務に対する配慮および技術的な助言などをいただいた江尻全機第 30 次観測隊長はじめ隊員諸氏にあらためてお礼を申し上げます。

また、この報告をまとめるにあたり、気象庁前南極観測事務室長林則雄氏、現南極観測事務室長松原廣司氏、国立極地研究所山内恭助教授にご指導をいただいた。ここに、厚く感謝の意を表します。

## 文 献

- JAPAN METEOROLOGICAL AGENCY (1990): Meteorological data at Syowa Station in 1989. *Antarct. Meteorol. Data.*, **30**, 274 p.
- 金戸 進・菅原英敏・荻原裕之・山本 哲 (1990): 第 28 次南極地域観測隊気象部門報告 1987. 南極資料, **34**, 15-45.
- 気象庁 (1989): 南極気象観測 30 年史. 東京, 384 p.
- 気象庁観測部高層課 (1987): 高層気象観測の自動化. 測候時報, **54**, 225-262.
- 気象庁観測部南極観測事務室 (1981): 昭和基地の気候資料. 南極資料, **73**, 273-303.
- 気象庁観測部南極観測事務室 (1982): 昭和基地の総合自動気象観測システム. 測候時報, **49**, 87-99.
- 松原廣司・土井元久・上窪哲朗・岡田憲治 (1990): 第 29 南極地域観測隊気象部門報告 1988. 南極資料, **34**, 175-215.
- 宮本仁美 (1990): 昭和基地での総合自動気象観測装置の更新—第 30 次を数えた昭和基地での越冬観測—. 測候時報, **57**, 253-269.
- 守田康太郎 (1968): 昭和基地で観測される Katabatic 風について (I). 南極資料, **31**, 21-32.
- (1991 年 7 月 29 日受付; 1991 年 8 月 30 日改訂稿受理)