

第 31 次南極地域観測隊気象部門報告 1990

塚村浩二*・岩崎 明*・上林正幸*・森本正夫*・柴田誠司*

Meteorological Observations at Syowa Station and Asuka Station
in 1990 by the 31st Japanese Antarctic Research ExpeditionKouji TSUKAMURA*, Akira IWASAKI*, Masayuki UEBAYASHI*,
Masao MORIMOTO* and Seiji SHIBATA*

Abstract: This paper describes the results of surface, upper air and ozone meteorological observations carried out by the Meteorological Observation Team of the 31st Japanese Antarctic Research Expedition (JARE-31) from 1 February 1990 to 31 January 1991 at Syowa Station, surface observations from 1 January to 31 December 1990 at Asuka Station and ozone observations from November to December 1989 on board the icebreaker SHIRASE.

The observations, instruments and statistics at Syowa Station were the same as those of the JARE-30 observation team. At Asuka Station, routine surface observations were started with sunshine hour observation from JARE-31, other observations were the same as at Syowa Station. Aerological observations with Omegasonde in the Antarctic Climate Research Program of the Meteorology and Glaciology team were carried out about once a month.

The principal characteristics are as follows:

- 1) In July, blizzards were encountered nine times, and the records of temperature and wind were broken.
- 2) In September, the monthly mean total ozone amount was the lowest on record. The surface temperatures were always low, and the monthly mean was the lowest on record.
- 3) In January, an anomalous blizzard in summer was encountered, and the daily maximum wind speed and gust were the strongest on record in January.

要旨: この報告は第 31 次南極地域観測隊気象部門が、1990 年 2 月 1 日から 1991 年 1 月 31 日まで昭和基地において行った地上および高層気象観測と 1990 年 1 月 1 日から 12 月 31 日までのあすか観測拠点における地上気象観測の結果並びに 1989 年 11 月から 12 月に行った「しらせ」船上でのオゾン観測結果をまとめたものである。

観測方法、設備、結果の取り扱い等は、昭和基地においては第 30 次観測隊とほぼ同じである。あすか観測拠点においては第 31 次観測隊から定常観測業務を開始した。観測方法、設備、結果の取り扱い等は、昭和基地と同様にした。

あすか観測拠点定常観測開始に伴い日照観測を始めた。また、南極気候変動研究計画の一環として気水圏研究部門が計画した、オメガゾンデによる高層気象観測を月 1 回実施した。

越冬期間中特記される昭和基地の気象現象としては、次のものがあげられる。

- 1) 7 月はブリザード襲来が 9 回となり、気温・風速の各極値を更新した。

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

2) 9月の平均オゾン全量は観測開始以来最低値となった。また、全般的に冷え込み月平均気温は過去最低値を記録した。

3) 1月にはまれなブリザードの襲来により日最大風速と日最大瞬間風速の月の第1位の記録を更新した。

1. はじめに

第31次南極地域観測越冬隊気象部門は、昭和基地では1990年2月1日に第30次観測隊より定常観測業務を引き継ぎ、1991年1月31日までの1年間観測を行った。基地における観測の項目、方法、施設および観測結果の整理通報は、第30次観測隊とほぼ同じである(首藤ら, 1991)。短波無線によるモーション基地経由の世界気象中枢(WMO)への通報は7月2日に廃止され、気象衛星通報局装置(DCP装置)のみによる通報となった。各観測装置の電源安定化のため無停電電源装置(UPS)を接続した。

あすか観測拠点では、第30次観測隊までの研究観測に代わり、1990年1月1日から定常観測業務を開始し、12月26日までの1年間地上気象観測を行った。観測の項目、方法、施設、通報は、昭和基地と同様にした。また、気水圏部門の計画したオメガゾンデによる高層気象観測を月1回行った。

船上観測では、気水圏部門と協力し、基地への往路で赤道域から南極域までオゾン全量、オゾンゾンデ観測を行った。

得られたデータはAntarctic Meteorological Data, Vol. 31 (JAPAN METEOROLOGICAL AGENCY, 1992)として印刷発表し、あすか観測拠点のデータについてはJARE Data Reports No.179 (IWASAKI and YAMANOUCHI, 1992)にも印刷発表した。ここでは観測の経過と結果を述べる。

2. 昭和基地の観測

2.1. 地上気象観測

2.1.1. 観測方法と測器

観測は地上気象観測法(気象庁)および世界気象機関(WMO)の技術基準に基づいて行い、統計業務については地上気象観測統計指針(気象庁)により行った。気圧、気温、露点温度、風向、風速、日照時間、全天日射量については総合自動気象観測装置(以下 AMOS-2 という)地上系により連続記録および毎正時の記録を行った。表1に使用測器を示す。

目視観測のうち、雲、視程、天気については1日8回(00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 UT)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。

2.1.2. 経過

AMOS-2地上系の各測器はおおむね順調に作動した。観測結果は国際気象通報式(FM12-VII)により気象衛星通報局装置(以下 DCP 装置という)にてヨーロッパの静止気象衛星メテオサットを経由し、西ドイツのダルムシュタット地上局に通報した。

表 1 地上気象観測使用測器
Table 1. Elements and instruments of surface observations.

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により比較観測実施 (毎日 09 LT)
気温	白金抵抗温度計	E-732-01	携帯用通風乾湿計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) に設置
全天日射量	熱電堆式 A 型 ネオ日射計	MS-43F	
日照時間	回転式日照計		北向き, 南向きの 2 台設置

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

(1) 気圧

円筒振動式気圧計により観測し、フォルタン型水銀気圧計で毎日 06 UT に比較観測を行った。

(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。

(3) 風向, 風速

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。

(4) 日照時間, 全天日射量

日照時間は旗台地に設置した回転式日照計で通年観測した。なお, 03~21 時 (LT) は北向きを, 21~03 時 (LT) は南向きを使用した。

全天日射量は前室屋上に設置した熱電堆式 A 型ネオ日射計で通年観測した。

2.1.3. 観測結果

月別気象表を表 2 に, ブリザード統計 (昭和基地独自の基準による) を表 3 に, 気圧, 気温, 風速, 雲量, 日照時間の旬別気象変化図を図 1 に, ブリザード日数を図 2 に示す。越冬期間中の気象の特徴として次の 5 点があげられる。

(1) 2 月は 6 日を始めとして月 3 回のブリザードが来襲し, この時期としては記録的な悪天となった。

表 2 月別地上気象表

Table 2. Monthly summaries of surface observations.

		1990												年平均	1991	
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	☆年極値	1月	
														◇年合計		
平均気圧 (海面)	hPa	990.2	984.4	985.6	993.1	997.8	993.0	991.2	983.2	978.7	985.6	987.3	987.0	988.1	982.5	
平均気温	℃	0.1	-3.4	-5.9	-11.1	-14.4	-16.9	-11.0	-21.7	-23.5	-11.3	-6.8	-1.0	-10.6	-0.9	
最高気温の極値	℃	7.8	2.1	0.2	-0.8	-4.3	-5.2	-2.5	-5.2	-7.5	-1.4	1.3	6.0	☆ 7.8	5.5	
同 起日		21	14	5	28	3, 8, 9	2	10	1	22	14	20, 26	28	1.21	3	
最低気温の極値	℃	-5.8	-12.8	-22.4	-27.8	-31.1	-31.9	-29.8	-39.4	-35.7	-28.6	-18.5	-8.9	☆ -39.4	-11.7	
同 起日		28	2.21	26	3	16	14	23	24	6	26	4	12	8.24	15	
平均蒸気圧	hPa	4.3	3.6	3.1	1.9	1.5	1.1	2.5	0.8	0.6	2.0	2.6	3.9	2.3	4.2	
平均湿度	%	69	75	77	65	66	57	79	59	53	73	68	68	67	74	
平均雲量	1/10	7.1	8.2	8.3	6.1	6.2	5.2	8.4	6.0	4.1	7.7	5.7	6.1	6.6	8.3	
平均風速	m/s	5.1	7.3	8.3	7.8	5.4	6.7	12.0	6.0	5.2	6.5	6.9	5.4	6.9	7.5	
最大風速	10分間平均	m/s	34.2	32.0	30.5	32.2	31.8	24.4	39.3	29.1	28.2	31.1	29.3	19.8	☆ 39.3	38.3
	同 風向	起日	NE 3	ENE 22	NE 27	ENE 8	ENE 25	NE 1	NE 30	NE 16	NE 21	NE 12	NE 10	NE 23	NE 7.30	NE 18
	瞬間	m/s	45.6	39.7	37.8	39.5	38.0	31.6	51.0	36.8	35.2	38.9	35.2	25.4	☆ 51.0	50.2
	同 風向	起日	NE 3	ENE 22	NE 27	ENE 8	ENE 25	NE 1	NE 30	NE 16	NE 21	NE 12	NE 10	NE 23	NE 7.30	NE 18
日照時間	h	345.4	149.9	96.5	90.1	26.6	—	—	81.2	204.1	157.3	366.2	429.6	◇ 1951.3	244.6	
日照率	%	48	31	24	35	23	—	8	37	60	33	58	58	◇ 415	34	
平均全天日射量	MJ/m ²	21.7	17.0	8.3	2.8	0.3	0.0	0.1	1.6	7.4	15.1	27.0	30.5	◇ 131.8	24.6	
暴風日数	10.0 m/s ~ 14.9 m/s	3	7	8	10	6	14	4	9	7	5	10	11	◇ 94	4	
	15.0 m/s ~ 28.9 m/s	2	9	13	10	8	7	14	7	7	9	8	5	◇ 99	8	
	29.0m/s以上	2	1	2	1	1	0	5	1	0	1	1	0	◇ 15	3	
	計	7	17	23	21	15	21	23	17	14	15	19	16	◇ 208	15	
天気日数	快晴 (雲量 < 1.5)	3	1	1	8	7	8	1	7	10	3	9	2	◇ 60	1	
	曇り (雲量 ≥ 8.5)	15	19	20	11	11	4	18	11	5	19	13	10	◇ 156	20	
	雪	11	20	24	16	23	10	27	15	13	22	11	9	◇ 201	24	
	霧	2	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	1	◇ 8	3	

表3 プリザード統計表
Table 3. Blizzard data.

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		最大瞬間風速		最低海面 気圧	
					m/s	風向 起日	m/s	風向 起日	hPa	起日
1	2 6 14 00	2 7 05 30	15 30	B	25.7	NE 6	30.7	NE 6	—	—
2	2 22 06 30	2 23 13 30	31 00	A	32.0	ENE 22	39.7	ENE 22	—	—
3	2 24 21 10	2 25 05 30	8 20	C	23.2	NE 25	25.6	ENE 25	—	—
4	3 16 02 10	3 16 17 30	15 20	B	23.0	ENE 16	27.4	NE 16	966.9	16
5	3 18 20 40	3 19 04 30	7 50	C	18.6	NE 19	24.6	NE 19	—	—
6	3 26 15 10	3 27 13 50	22 40	A	30.5	NE 27	37.8	NE 27	968.2	27
7	3 30 21 40	4 1 05 30	* 24 00	B	25.4	ENE 31	30.3	ENE 31	—	—
8	4 8 21 10	4 9 11 00	13 50	B	32.2	ENE 8	39.5	ENE 8	—	—
9	4 14 14 00	4 15 05 00	15 00	B	26.4	E 14	33.1	E 14	—	—
10	4 16 07 00	4 16 17 30	10 30	C	23.7	NE 16	26.5	NE 16	—	—
11	5 30 10 40	5 30 18 20	7 40	C	16.4	NNE 30	23.0	NE 30	—	—
12	5 31 16 30	6 2 17 20	48 50	B	24.5	NE 31	36.5	NE 31	—	—
13	7 2 10 10	7 4 07 30	45 20	B	27.3	ENE 2	33.5	ENE 2	—	—
14	7 4 14 30	7 5 23 20	32 50	B	27.3	NE 5	34.1	NE 5	—	—
15	7 6 15 10	7 7 08 20	* 15 00	C	22.8	ENE 7	27.8	ENE 7	—	—
16	7 9 19 40	7 11 13 00	* 40 10	A	32.7	NE 10	41.6	NE 10	—	—
17	7 14 02 00	7 14 23 20	21 20	A	37.2	NE 14	50.0	NE 14	—	—
18	7 16 01 30	7 16 16 10	14 40	B	26.9	NE 16	33.6	NE 16	—	—
19	7 17 13 30	7 19 08 10	42 40	B	28.3	NE 18	34.4	NE 18	—	—
20	7 19 18 50	7 20 04 30	9 40	C	19.1	NNE 19	24.1	NNE 19	—	—
21	7 29 14 00	8 2 10 20	* 92 20	A	39.3	NE 30	51.0	NE 30	945.8	30
22	8 15 20 50	8 17 02 00	29 10	B	29.1	NE 16	36.8	NE 16	957.1	15
23	9 16 19 00	9 17 02 30	7 30	C	17.7	NNE 16	23.3	NNE 16	—	—
24	9 21 15 20	9 23 13 30	* 41 00	B	28.2	NE 21	35.2	NE 21	952.8	22
25	10 1 05 40	10 2 12 20	* 22 30	C	24.9	NE 2	29.8	NE 2	952.3	1
26	10 8 10 00	10 8 16 10	6 10	C	18.5	NNE 8	25.4	NNE 8	—	—
27	10 11 18 50	10 13 13 20	42 30	A	31.1	NE 12	38.9	NE 12	—	—
28	11 10 04 30	11 11 17 00	36 30	B	29.3	NE 10	35.2	NE 10	967.9	10
29	1 16 06 10	1 16 12 20	6 10	C	21.5	NE 16	25.5	NE 16	(955.8	17)

*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 hPa 以下となった場合のみ示す。
括弧は開始前あるいは終了後を示す。

*継続時間は下記の中断を除く。

No. 7 中断 31日11時40分～ 19時30分

No. 15 中断 6日22時30分～ 7日00時40分

No. 16 中断 10日09時20分～ 10時30分

No. 21 中断 2日00時10分～ 03時50分

No. 24 中断 22日13時20分～ 18時30分

No. 25 中断 1日16時20分～ 2日00時30分

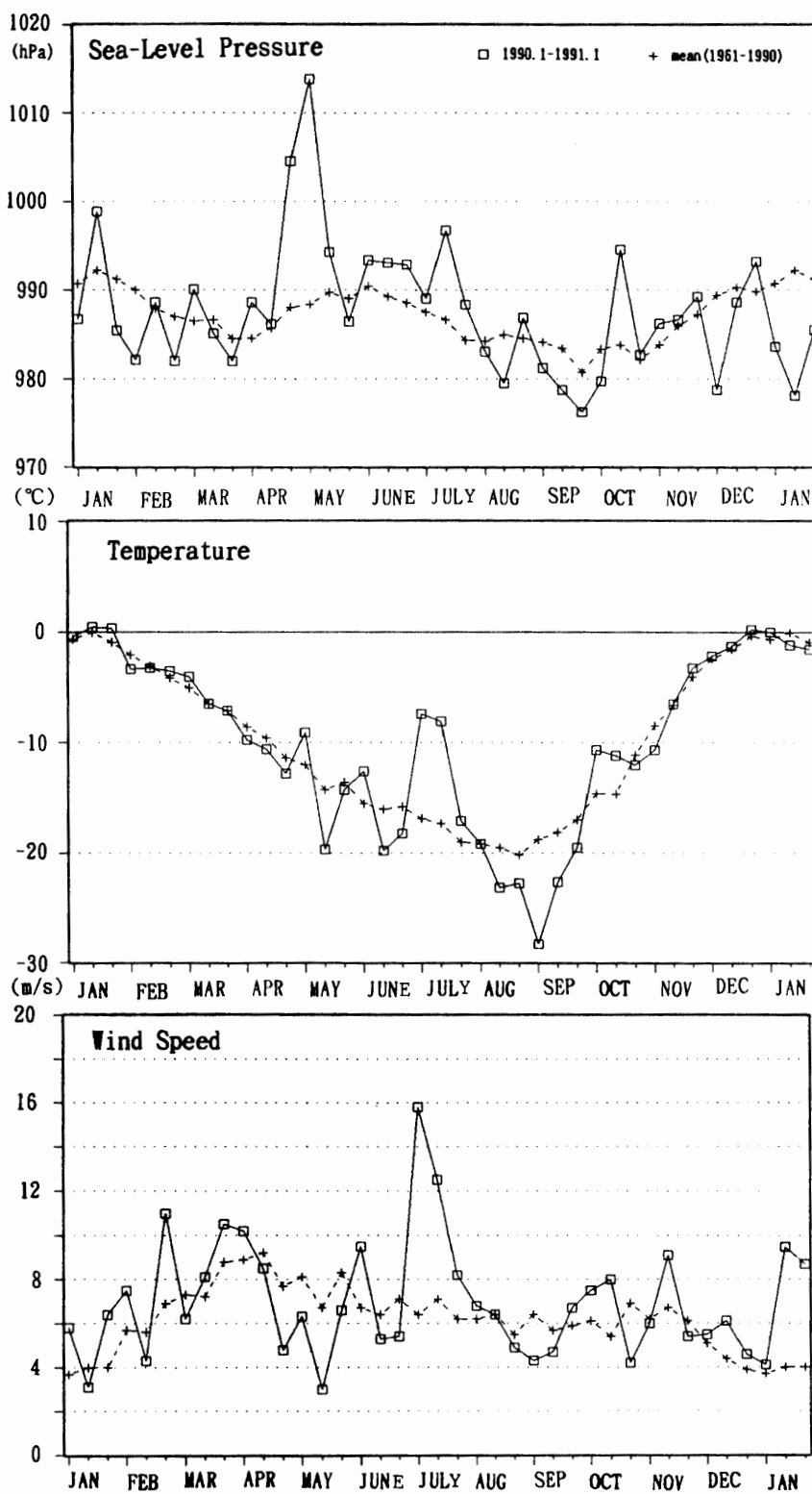


図 1 旬別変化図 (1990 年 1 月-1991 年 1 月, 破線は 1961-1990 年の累年平均値を示す.)
 Fig. 1. Annual variation of ten-day mean values in January 1990-January 1991 (broken lines show normal values of 1961-1990).

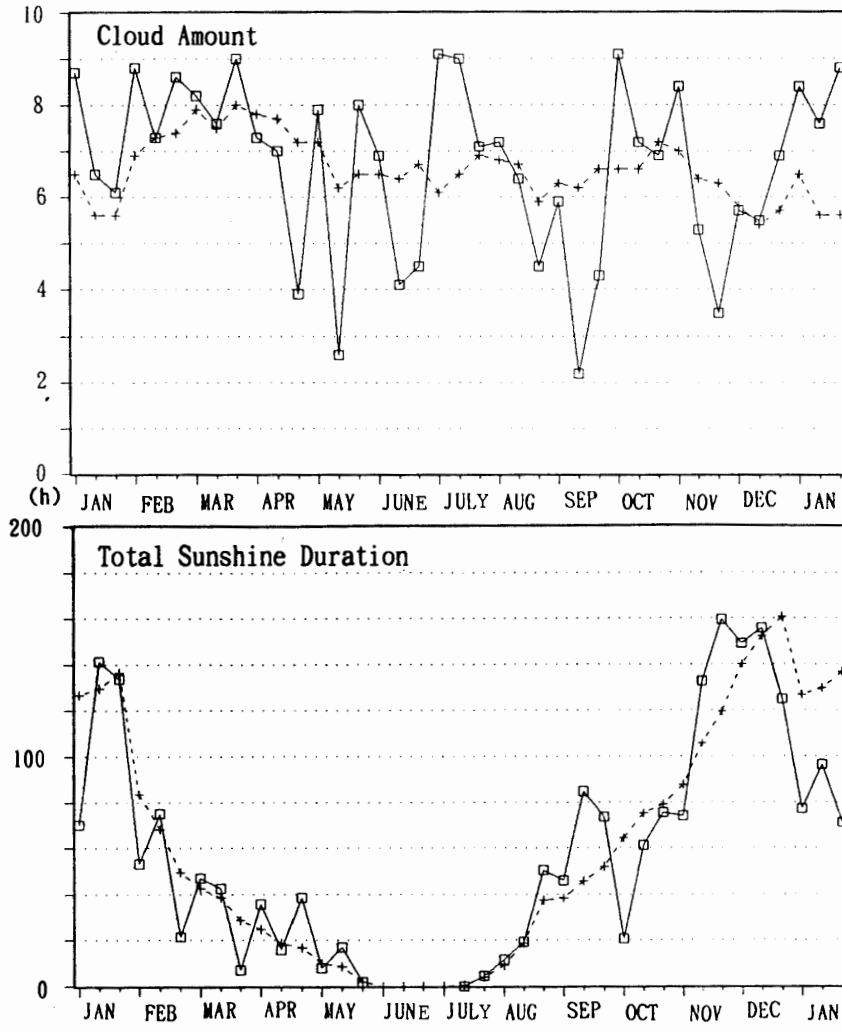


図1(つづき)
Fig. 1.
(Continued)

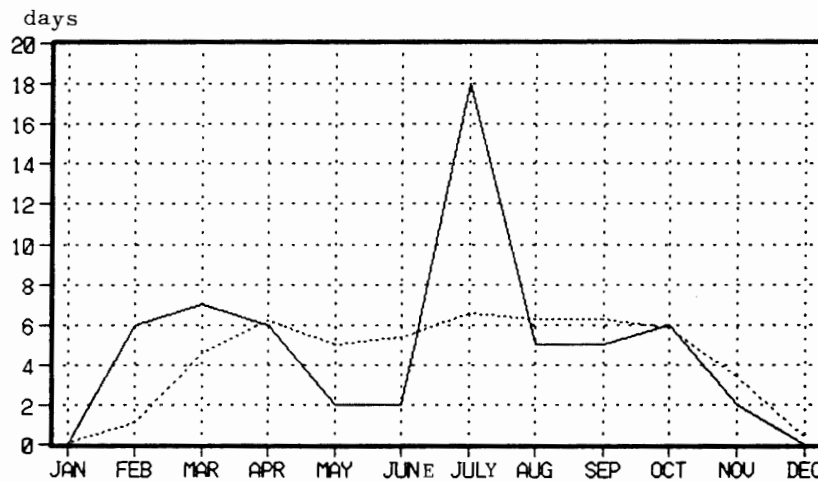


図2 ブリザード日数 (1990年1月-1990年12月, 破線は1957-1989年の平均値を示す.)
Fig. 2. Number of days of heavy snowstorms (blizzards) in January 1990-December 1990
(broken lines show normal values of 1957-1989).

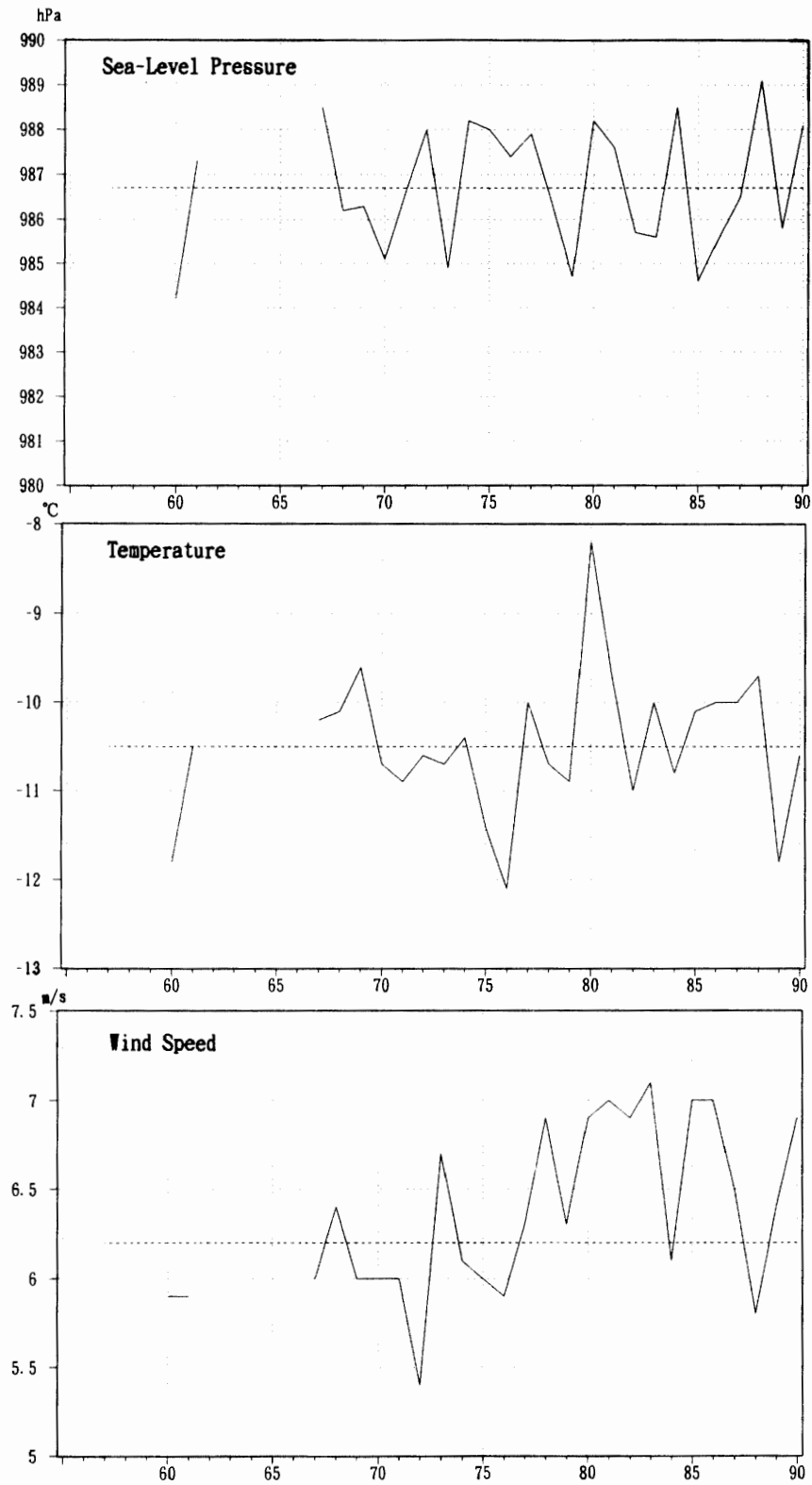


図 3 年平均経年変化図 (1960-1990 年, 破線は 1961-1990 年の累年平均値を示す.)
 Fig. 3. Year-to-year changes of yearly mean values (1960-1990, broken lines show normal values of 1961-1990).

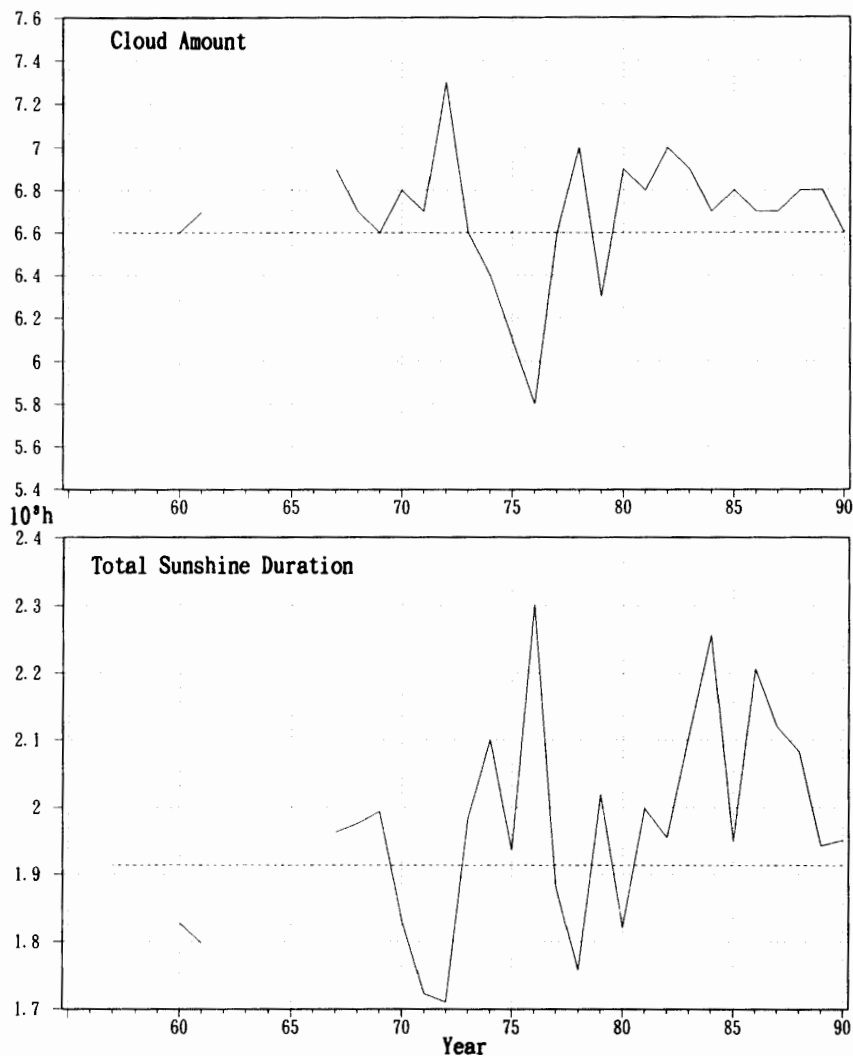


図3(つづき)
Fig. 3.
(Continued)

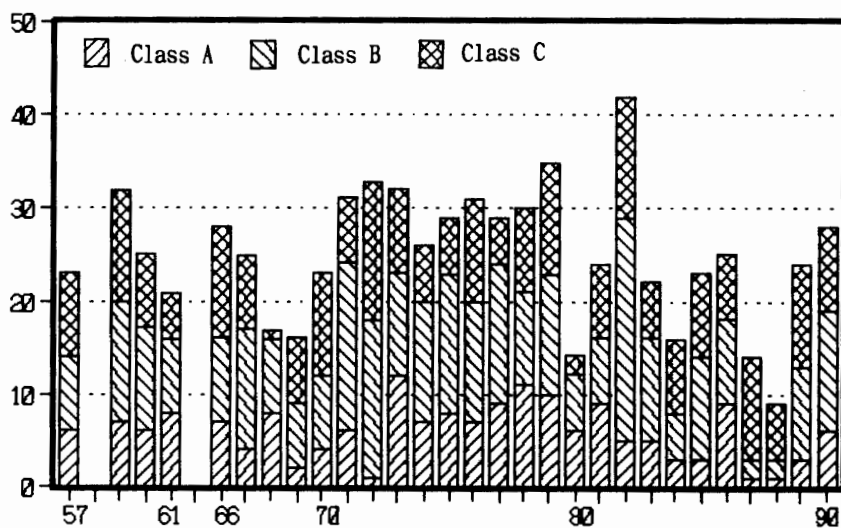


図4 ブリザード回数 (1990年2月-1991年1月)
Fig. 4. Number of monthly blizzards in February 1990-January 1991.

(2) 4月下旬は高気圧におおわれ晴天が続き、29日には観測史上最も高い海面気圧 1031.5 hPa を記録した。

(3) 7月はブリザード回数9回、延べ日数18日となり、記録的な強風、高温となった。これについては2.5.3項で解析結果を述べる。

(4) 9月は全般的に冷込み、月平均気温は全年を通じて過去最低値の -23.5°C となった。

(5) 翌年、1月としては20年ぶりにブリザードが襲来し、観測開始以来3回目となった。また、3年ぶりの雨が降るなど天気現象の変化が激しかった。

1990年までの観測結果として海面気圧、気温、風速、雲量、日照時間の年平均値の経年変化図を図3に、ブリザード階級別回数(年別)を図4に示す。

2.2. 高層気象観測

2.2.1. 観測方法と測器

気象庁高層気象観測指針に基づき、毎日00 UTと12 UTの2回、レーウィンゾンデをヘリウムガス充てんの自由気球につり下げて飛揚し観測を行った。観測項目は、気球が破裂する上空約30 kmまでの気圧、気温、風向、風速及び気温が -40°C になるまでの相対湿度である。

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)を用いた。計算処理、作表、気象電報作成等はAMOS-2高層系により自動的に行い、電報はDCP装置により通報した。観測器材及び地上施設を表4に示す。

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

(1) 観測器材			(2) AMOS-2 高層系		
レー ウ ィ ン ゾ ン デ	セ ン サ ー	RS2-80型レーウィンゾンデ	中央処理装置	MELCOM 70 30C II	
		気圧	スミスパン製 60 mm ϕ 抵抗板式空ごう気圧計	固定ディスク装置	M 6890
		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)	フレキシブル・ディスク装置	M 2896
	湿度	カーボンタイプ湿度計	シリアル入出力機構	B 6404	
			ディスプレイ	M 4381-1 N	
			プリンター	M 4607-1 B	
			標準時刻・信号変換装置		
電 池		B80RS型注水電池	(3) ゾンデ追跡装置		
気 球		600 g 浮力 2200 g(強風時 2300 g)	JMA-D55B-2型 自動追跡記録型方向探知機		
そ の 他		必要に応じて使用 気象観測用巻下器(強風) PA 72型追跡補助電灯(夜間)			

2.2.2. 観測経過

観測状況を表5に示す。欠測の内訳は、7回はブリザードによる強風で放球困難なため、1回は受信機整備のためであった。強風により地物に衝突したり、飛揚したが資料が得られず再観測した回数は、27回であった。

方向探知機の測角精度を点検する比較観測は、11月20日に行い結果は良好であった。

地上施設は、信号変換装置(PIO)のFDDの1台が故障し現用機のみで運用したほかは、方向探知機・AMOS-2高層系とも1年を通じて大きな故障もなく良好に作動した。

観測器材は放球前に現地点検を行うが、空ごう気圧計を除いてほとんど不良はなかった。空ごう気圧計の不良は、接点気圧の器差大や接点不良が越冬後半に多く発生した。接点不良については、接点の清掃により回復できたもののみを使用した。器差大のものについ

表5 高層気象観測状況

Table 5. Number of observations and attained height of aerological observations.

項目	1990												1991	合計 平均
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1		
飛揚回数	56	64	60	65	59	63	69	60	64	62	65	63	750	
定時観測回数	56	62	60	61	59	59	62	60	61	60	62	60	722	
欠測回数	0	0	0	1	1	3	0	0	1	0	0	2	8	
資料欠除回数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
再観測回数	0	2	0	3	0	4	7	0	3	2	3	3	27	
到達 高度	平均 hPa	17.5	15.1	17.1	18.6	13.1	15.0	13.4	13.2	18.8	15.3	14.1	15.0	15.5
	平均 km	28.0	28.0	26.9	25.9	26.4	26.0	26.2	26.5	26.3	28.0	29.1	28.9	27.2
最高 高度	最高 hPa	10.1	11.1	8.6	7.0	7.5	8.2	7.9	7.8	10.0	9.0	10.5	10.3	—
	最高 km	31.2	29.6	30.7	30.9	29.5	29.5	29.3	29.4	29.7	31.8	31.1	31.5	—

ては、使用しなかった。

2.2.3. 観測結果

1990年2月から1991年1月までの高度、気温、風速の月平均指定気圧面データを表6に示す。

1990年7月は850 hPaから500 hPaにかけて平年と比べ気温が高く風速も大きかった。地上でも次々と低気圧によるブリザードが観測され、気温及び風速の記録を更新した。

1990年10、11月には100 hPaから30 hPaにかけて風速が平年と比べて大きかった。例年、極ジェットは9月に最も強くなるが、月平均天気図では1990年は10月から11月にかけて極ジェットが昭和基地上空で強かったためである。

図5に5月上旬～10月中旬にかけての旬平均気温の変化を示す。対流圏では先に述べた7月の高温が見られる。下部成層圏では6月上旬から9月上旬にかけて -80°C 以下の超低温域が見られる。このような超低温域では極成層圏雲が発生し、オゾンホール形成の要因となるが、同期間に昭和基地でも快晴時にしばしば極成層圏雲が確認できた(SHIBATA and MORIMOTO, 1992)。また、極夜が終わる7月下旬には成層圏上部に昇温域が現われ次

表 6 月別指定気圧面観測表
 Table 6. Monthly summaries of aerological data at standard pressure levels.

項目	指定面 (hPa)	1990 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1991 1	平均
高度 (m)	850	1146	1148	1188	1222	1169	1186	1069	1033	1126	1156	1174	1145	1147
	700	2621	2614	2642	2671	2601	2635	2481	2432	2573	2613	2649	2623	2596
	500	5057	5036	5056	5078	4973	5040	4829	4766	4975	5031	5082	5065	4999
	300	8496	8449	8442	8439	8276	8393	8125	8029	8334	8425	8503	8505	8368
	200	11188	11104	11034	10955	10722	10846	10563	10450	10806	10961	11078	11153	10905
	150	13113	13004	12889	12750	12439	12547	12252	12129	12526	12754	12918	13060	12698
	100	15823	15666	15483	15259	14825	14907	14590	14455	14930	15273	15536	15761	15209
	50	20469	20176	19848	19465	18783	18821	18504	18381	19110	19678	20181	20435	19488
	30	23920	23490	23017	22488	21632	21625	21364	21281	22305	23065	23708	23937	22653
气温 (°C)	850	-9.5	-11.6	-14.2	-15.5	-18.9	-15.4	-23.0	-25.1	-15.8	-13.0	-8.7	-8.6	-14.9
	700	-18.5	-19.6	-21.1	-21.5	-24.4	-21.5	-27.7	-29.2	-22.0	-20.7	-18.6	-17.9	-21.9
	500	-32.6	-34.9	-35.4	-36.8	-40.7	-36.5	-42.2	-43.7	-36.7	-34.9	-33.3	-32.1	-36.7
	300	-50.3	-52.2	-56.5	-58.5	-62.5	-60.7	-62.5	-64.5	-59.5	-56.2	-54.6	-52.1	-57.5
	200	-44.2	-47.4	-52.6	-60.4	-69.1	-70.3	-71.4	-72.3	-68.2	-59.8	-55.1	-47.3	-59.8
	150	-44.6	-48.0	-53.4	-60.4	-69.9	-72.2	-74.0	-75.4	-69.7	-60.9	-54.3	-46.3	-60.5
	100	-44.8	-49.5	-55.7	-63.4	-74.4	-76.8	-78.0	-78.5	-71.1	-60.4	-49.9	-44.7	-62.3
	50	-43.6	-51.5	-60.1	-67.8	-81.1	-83.2	-82.0	-79.7	-63.5	-51.3	-39.4	-40.4	-62.0
	30	-41.8	-52.0	-61.8	-70.2	-83.4	-85.5	-81.6	-77.3	-54.6	-42.3	-35.5	-37.6	-60.3
風速 (m/s)	850	8.6	10.0	10.3	9.0	7.9	14.3	8.8	6.7	11.4	8.3	8.6	8.8	9.4
	700	6.5	8.0	9.1	8.6	6.9	10.9	8.7	7.3	6.3	7.4	7.1	6.2	7.8
	500	7.7	9.0	11.4	11.6	7.9	13.9	9.4	10.1	7.9	9.3	9.0	7.1	9.5
	300	12.0	13.8	15.7	17.0	9.8	21.3	13.6	13.6	12.6	11.8	12.0	12.0	13.8
	200	8.4	11.9	11.9	14.4	9.8	18.1	14.3	12.8	13.6	14.5	6.9	8.1	12.1
	150	8.4	11.8	13.5	16.2	10.0	17.1	16.3	14.0	16.6	18.1	7.6	6.1	13.0
	100	7.6	11.8	15.8	19.4	13.9	20.4	20.9	18.6	23.6	25.2	10.0	4.3	16.0
	50	5.4	11.1	21.3	28.8	22.2	30.0	31.3	25.5	39.9	35.8	11.1	4.4	22.2
	30	3.3	10.5	24.7	36.9	28.7	36.4	40.0	31.4	51.9	37.9	9.3	6.6	26.5

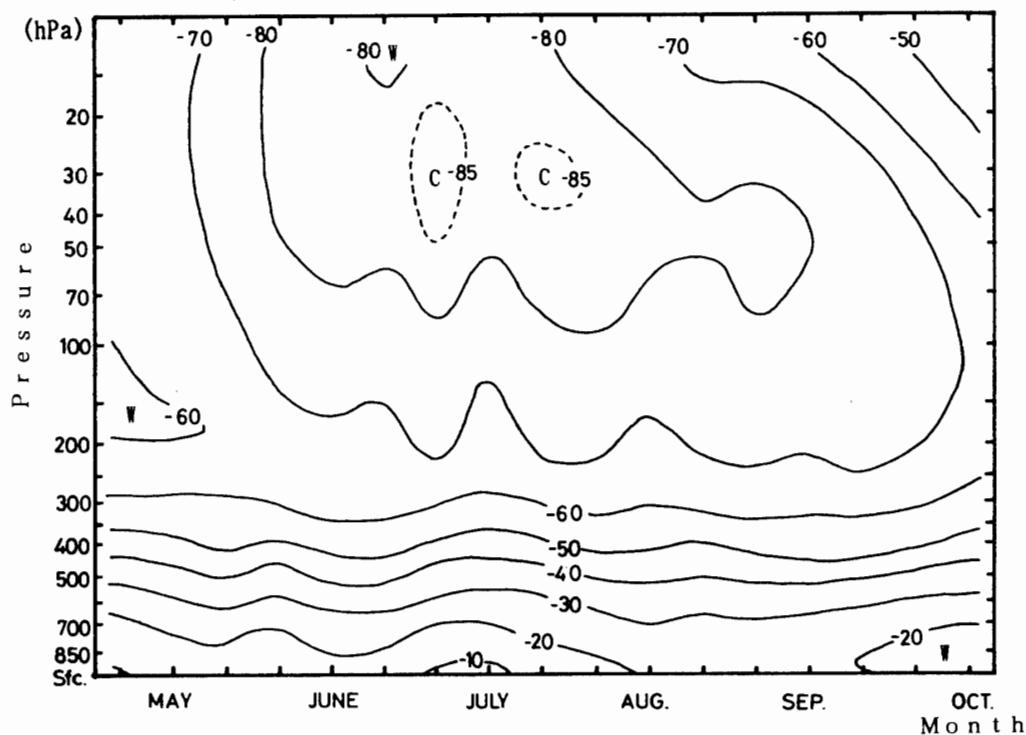


図5 上層気温の変化 (1990年5月-10月, 単位 $^{\circ}\text{C}$)

Fig. 5. Variation of upper air temperature in $^{\circ}\text{C}$ (May-October 1990).

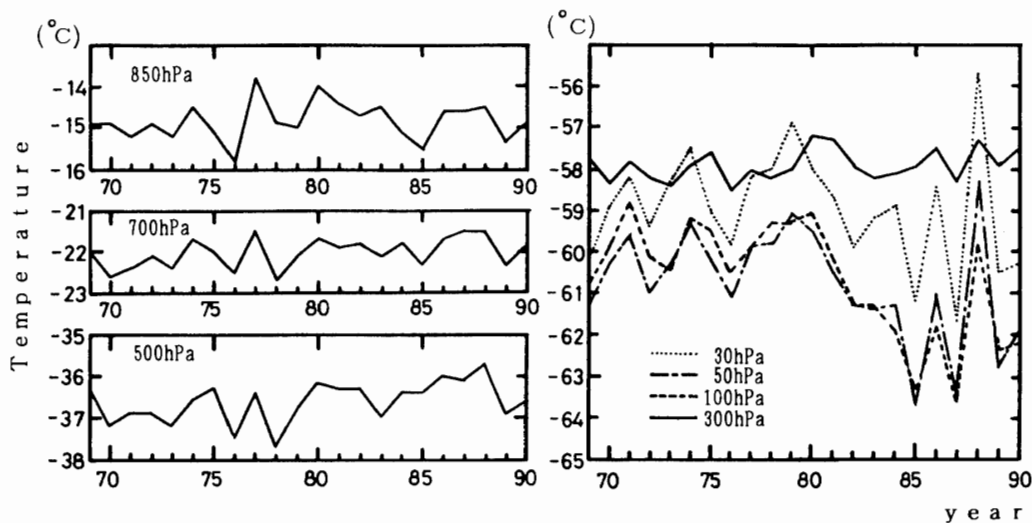


図6 年平均指定気圧面の経年変化 (1969-1990年)

Fig. 6. Year-to-year changes of air temperature at standard pressure levels in 1969-1990.

第に下層へ移行する経過が見られる。

次に、図6に年平均指定面気温の経年変化(1969~1990年)を示す。下層では1990年は平年並みとなっている。上層では1980年からの低温傾向が続いている。また1985年からは低温と高温がほぼ1年ごとに繰り返されてきたが、本年は1989年に引き続き低温となった。

2.3. オゾン観測

2.3.1. 観測方法および測器

観測は、気象庁オゾン観測指針および気象庁特殊ゾンデ観測実施要領に準拠して、ドブソン分光光度計 (Beck-122) を使用した全量、反転観測とオゾンゾンデ (RS II-KC79 型) を使用したゾンデ観測を行った。

(1) オゾン全量観測

太陽光による観測は、A-D 波長組を用いて太陽北中時と午前および午後の $\mu = 1.5, 2.5, 3.5$ を目標に $\mu = 4$ まで直射光および天頂光で行った。太陽高度の低くなる 3~5 月、8~10 月には C-D 波長組を用いて $\mu = 6$ まで直射光で行った。また、太陽光による観測が行えない極夜時期には、焦点法を用いて A-D 波長組による月光観測を月の北中時および $\mu = 2.5$ まで行った。データの処理にはパソコンを使用した。

(2) オゾン反転観測

極域では太陽高度角の変化率が小さいために、太陽高度角が 80° から 90° までのショート反転を主に行った。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へ送ったが解析結果はロング反転のみであった。

(3) オゾンゾンデ観測

ヨウ化カリウム溶液によるオゾン反応電流を測定するオゾンゾンデを使用して、オゾン分圧、気温および風向・風速の鉛直分布を測定した。地上設備は高層気象観測設備と共通である。気球は 2000 g を使用した。

データの解析、計算、作表は AMOS-2 高層系で行った。

2.3.2. 観測経過

ドブソン分光光度計による観測状況を表 7 に、オゾンゾンデによる観測状況を表 8 に示す。

ドブソン分光光度計は毎月の各波長点検の結果に異常は認められず良好に観測出来た。しかし、7 月は悪天続きのためまったく観測出来なかった。

表 7 オゾン観測状況
Table 7. Number of ozone observations.

項目	年 月	1990												1991	合計
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1		
観 測 日 数		29	20	15	9	11	0	7	28	22	26	30	27	224	
直射光 観 測	A-D 波長	30	37	4	0	0	0	0	45	50	86	103	55	355	
	C-D 波長	0	4	20	0	0	0	14	51	6	0	0	0	95	
天 頂 光 観 測		78	77	5	0	0	0	0	78	90	110	133	96	667	
月 光 観 測		0	3	7	24	21	0	9	12	0	0	0	0	76	
反 転 観 測	シ ョ ー ト	8	2	2	0	0	0	0	0	2	8	0	1	23	
	ロ ン グ	3	2	3	0	0	0	0	0	3	7	0	0	18	

表 8 オゾンゾンデ観測状況
Table 8. Number of ozonesonde observations.

年 月	1990年2月		3月		4月		5月		6月		7月	
日, 到達気圧 (hPa)	15	7.2	1	18.1	1	6.4	10	46.4	6	5.3	23 17.4	
			6	7.6	4	12.2	16	5.5	13	40.3		
			13	6.9	10	187.5						
			24	6.7	19	6.4						
					25	5.4						
年 月	1990年8月		9月		10月		11月		12月		1991年1月	
日, 到達気圧 (hPa)	3	8.1	5	10.7	4	6.9	4	7.5	3	6.4	2 6.1	
	7	5.8	11	8.9	9	10.1	13	8.8	11	5.6	9 29.2	
	13	5.7	16	7.4	14	9.8	16	17.4	17	62.4	19 7.1	
	17	6.7	23	11.3	17	17.7	20	11.5	24	7.1	25 16.3	
	22	6.7	26	10.9	22	10.3	25	*1				
	29	123.0			26	10.9	26	5.4				
	30	7.5			31	17.5						

* 1: ミッシングのため処理できず。

オゾンゾンデは51台を持ち込み、天候条件を満たして飛揚出来たのは48台であった。ゾンデの飛揚はオゾン分圧の年変化を把握するため、極夜の期間は月2回、オゾンホール現象が予想される8~11月は5日に1回、その他は月4回を目標に行った。

2.3.3. 観測結果

図7にオゾン全量値(1日1個の代表値による)とレーウィンゾンデ観測による30 hPa気圧面の気温の年変化を、図8にオゾンゾンデ観測によるオゾン分圧鉛直分布の年変化を示す。

オゾン全量値は2月から8月中旬までは約250~350 m atm-cmの間にあり、8月下旬から10月下旬にかけて減少して9月には観測史上最低の月平均値となった。10月中旬と下旬には成層圏で突然昇温が起これり30 hPa気圧面の気温の急上昇に伴うオゾン全量値の急増が見られる。その後の全量値と30 hPa気圧面の気温の経過は、はっきりした対応は見られない。

南極域では冬期間極ジェットの変動により低緯度からのオゾン流入が遮断され、ジェットの高緯度側に低オゾン領域が出来る。昭和基地はこのジェットの真下にあり、8月から11月にかけて極渦に覆われたり外れたりするため、下部成層圏の気温及び風速の日々の変動が大きく、またオゾン全量も同様に大きく変動する。1990年は8~9月は極ジェットの変動がなく昭和基地は低オゾン領域にあったが、10~11月は極ジェットの変動が大きくオゾン量は大きく変動した。

オゾン分圧鉛直分布年変化では、下部成層圏の30~70 hPa付近にみられる極大層が8月下旬から10月上旬にかけて消滅している。さらにオゾン破壊によるとみられるオゾン分圧

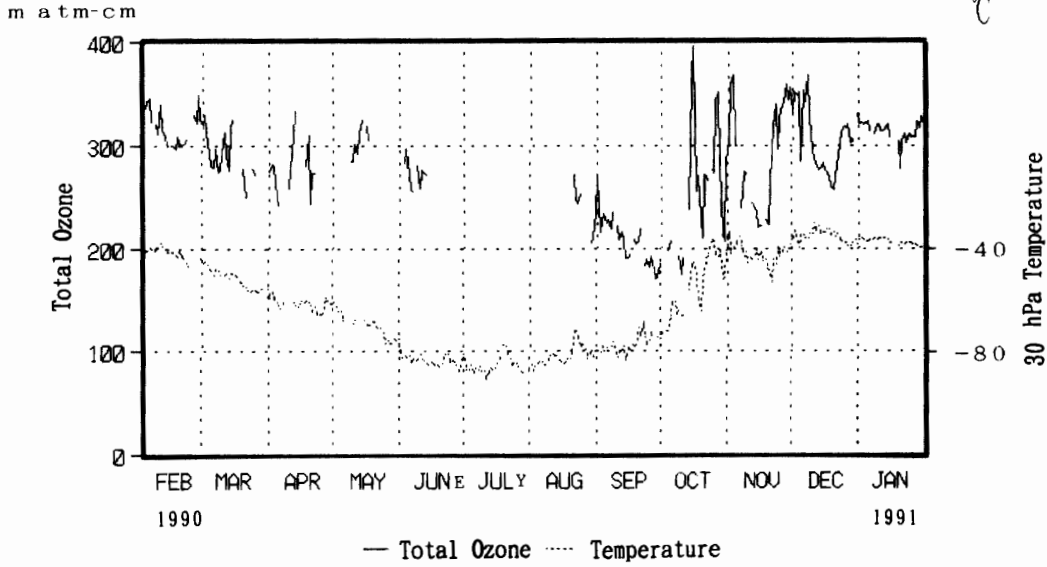


図 7 オゾン全量と 30 hPa 気温の年変化 (1990 年 2 月-1991 年 1 月)
 Fig. 7. Annual variations of total ozone amount and temperature at 30 hPa in February 1990-January 1991.

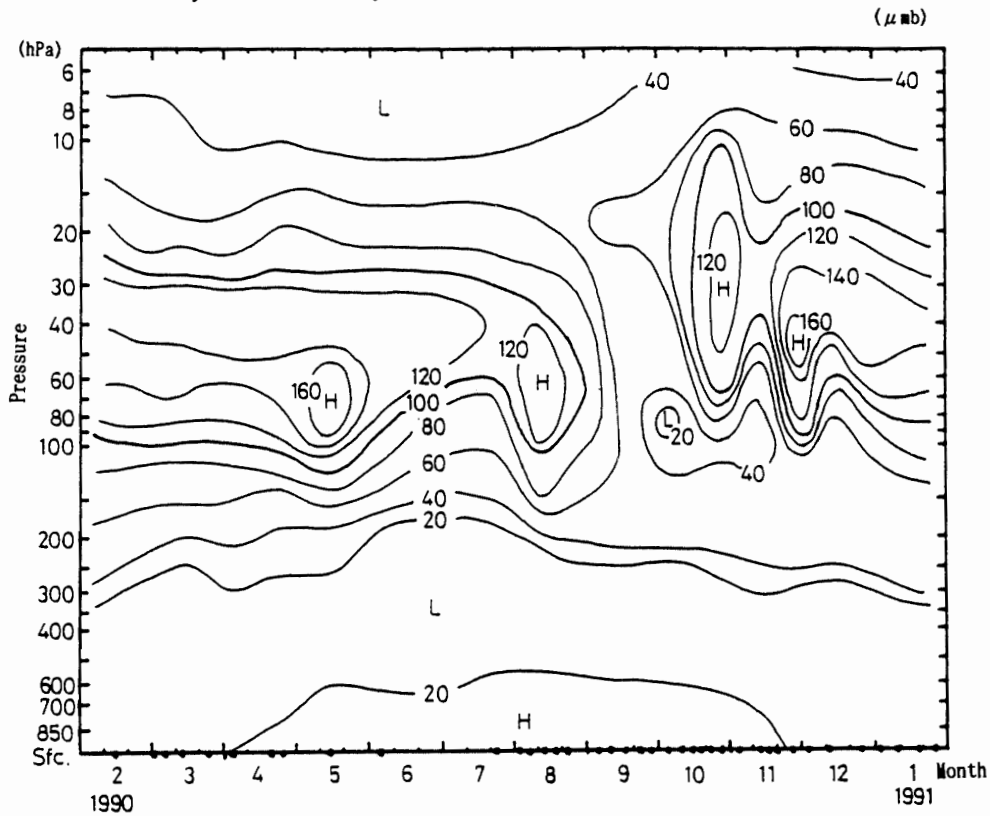


図 8 オゾン分圧鉛直分布の年変化 (1990 年 2 月-1991 年 1 月)
 Fig. 8. Annual variation of ozone partial pressure in February 1990-January 1991.

の低下域は 8 月下旬 20 hPa 付近から始まり、次第に高度を下げて 100 hPa 付近まで到達し、オゾン分圧は通常の 1/4 以下となっている。10 月下旬には 30 hPa を中心として極大層が出現し、その後減少するが 11 月下旬には例年並の状態にもどっている。

2.4. 日射観測

2.4.1. 観測方法と測器

(1) 直達日射計による観測

観測は地上気象観測法（気象庁）に準じて行い、オゾン全量観測時刻に合わせた瞬間値のみを測定した。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、観測値はアナログ記録から読み取りパソコンでデータ処理を行って、直達日射強度と大気混濁度を求めた。

(2) サンフォトメータによる観測

6波長のフィルターにより波長別の大気混濁度観測を行った。観測時刻はオゾン全量観測と同じとし、機器定数 (J_0) は変動の少ない日のデータを選んで、1月から3月と10月から12月の2期間に分けて平均したものをを用いた。データ処理はパソコンにより行った。

2.4.2. 経過

極夜期の5月から7月は観測を休止した。極夜明けに設置したサンフォトメータによる観測は保温機能不良および受感部の電子部品破損等による欠測期間が多かった。

2.4.3. 結果

図9に直達日射計による1979～1990年における12月の平均大気混濁度（ホイスナー・デュボアの混濁係数）を、図10にサンフォトメータによる大気混濁度（エーロゾルの光学的厚さ）を示す。

1982年のエルチチョン火山噴火から1986年までの減少傾向とその後の安定化傾向は、両観測ともよく表現されている。直達日射計のエルチチョン火山噴火前後の安定した値を見ると1981年までと1986年以降では若干の差があるが、近年は噴火前の状態に戻りつつある。

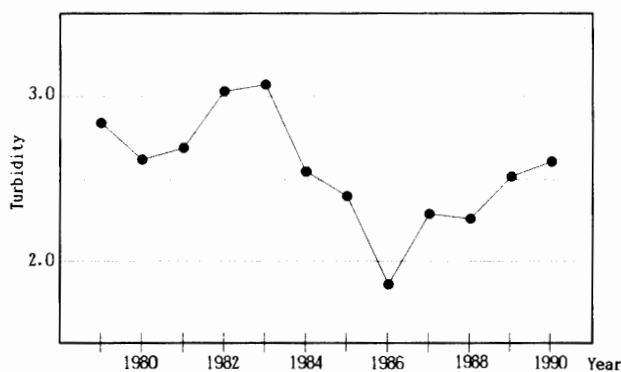


図9 直達日射計による12月の大気混濁度の経年変化（1979～1990年）

Fig. 9. Annual variation of Feussner-Dubois turbidity by pyrreheliometer in December from 1979 to 1990.

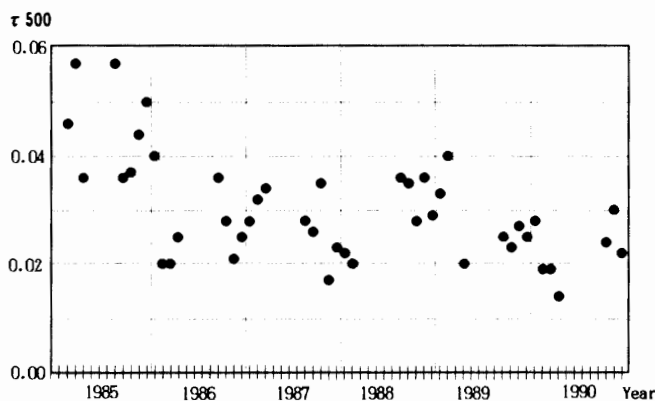


図 10 サンフォトメータによる大気混濁度 (500 nm) の変化 (1985 年 1 月-1990 年 12 月)
 Fig. 10. Variation of aerosol optical depth (500 nm) by sunphotometer in January 1985-December 1990.

2.5. 天気解析

2.5.1. 利用した資料

昭和基地における地上および高層観測資料のほかに、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 hPa の解析図、キャンベラ放送の 00, 12 UT の地上および 500 hPa 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 ARQ (短波無線) 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

S16 のロボット気象計による気温、風向風速。

2.5.2. 結果

地上気象報の資料で時系列図を作成し、天気図や雲写真で示す低気圧等による気象現象の及ぶ範囲の把握に努めた。昭和基地の高層資料について時系列図を作成し、上層からの季節変化に伴う特徴の把握やブリザード時の強風予測資料として活用した。

内陸旅行、沿岸旅行を実施中には昭和基地との定時交信時に天気概況と予報の解説を行った。航空機観測時には早朝からのブリーフィングを実施し、特に機体に影響する気温・風の解析を重視した。運航中は常時新しい気象情報の提供に努めた。

2.5.3. 7 月のブリザード

(1) 記録

表 9 の 1990 年 7 月の 1 位の値と過去の値を較べると、風速と気温の月平均値の更新幅が

表 9 7月の地上観測極値表
Table 9. Records of surface observations in July.

要素	1990年7月	平年値	平年差	第1位	第2位	第3位
月平均気温の高い値(°C)	-11.0	-17.8	+6.8	-13.5 (1980)	-13.5 (1977)	-14.1 (1981)
日最高気温 (°C)	-2.5 (10日)	-5.6	+3.1	-2.8 (1985.11日)	-2.9 (1981.12日)	-3.4 (1985.12日)
月平均蒸気圧 (hPa)	2.5	1.2	+1.3	1.7 (1981)	1.6 (1978)	1.5 (1983)
月平均風速 (m/s)	12.0	6.6	+5.4	9.9 (1978)	9.6 (1959)	8.3 (1988)
日最大瞬間風速 (m/s)	51.0 (30日)	41.0	+10.0	49.3 (1966.8日)	48.7 (1981.11日)	46.9 (1981.30日)

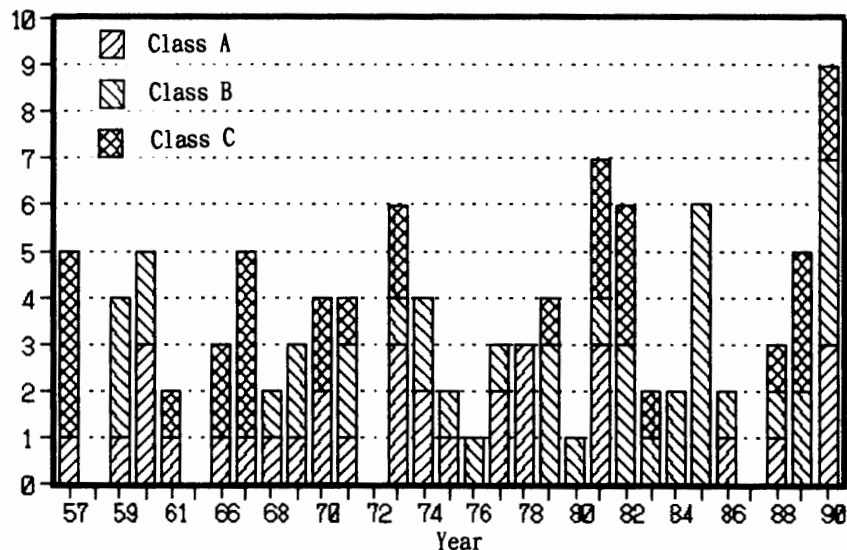


図 11 7月のブリザード階級別回数 (1957-1990年)
Fig. 11. Number of blizzards in July (1957-1990).

特出している。また、図 11 の 7 月のブリザード階級別回数の経年変化では、1990 年は過去最多の回数を記録し、風速の強い A・B 級の合計数も最多となっている。

ブリザードによる気温の変化を昭和基地で観測した図 12 のエマグラムで見ると、襲来前 (00 UT) の地上から 800 hPa にかけての接地逆転層が襲来後 (12 UT) には解消され地上付近は 10°C 以上昇温している。通常、放射冷却による接地逆転層の形成がこの時期の昭和基地の低温を保っているが、ブリザードの襲来により接地逆転層が破壊される状態が続き、月平均気温は平年値を大きく上回り風速も強くなった。

(2) 天気図による解析

図 13 の 7 月の月平均 500 hPa 天気図を見ると、昭和基地の西側にはトラフ (気圧の谷) が、東側にはリッジ (気圧の峰) が解析されている。トラフの消長を 5 日平均の半旬天気

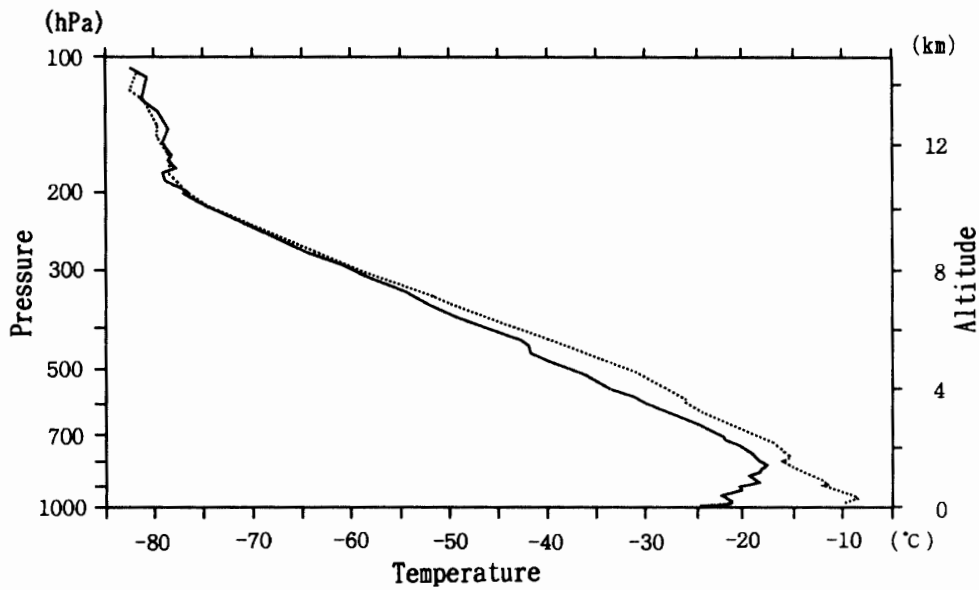


図 12 エマグラム (昭和基地 1990.7.29). 実線は 00 時 (UT), 点線は 12 時 (UT)
 Fig. 12. Emagram on 29 July 1990 at Syowa Station. Solid line at 00 UT, dotted line at 12 UT.

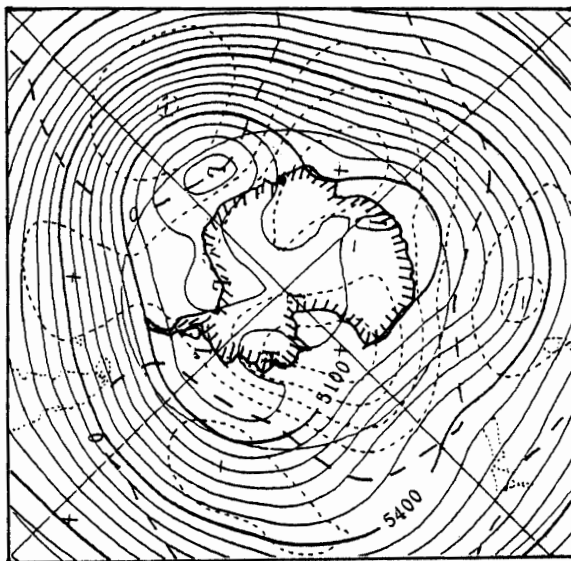


図 13 7月の月平均 500 hPa 天気図. 実線は等高度線で 50 m ごと, 点線は累年平均 (1979-1988) からの偏差で 25 m ごと, 黒丸は昭和基地.
 Fig. 13. Monthly mean weather chart on 500 hPa in July 1990. Bold lines show contours every 50 m, dotted lines show deviations from mean values (1979-1988) every 25 m, and black circle shows Syowa Station.

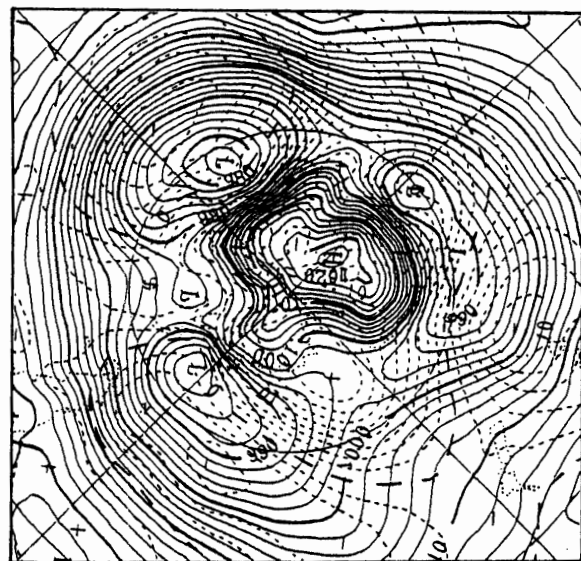


図 14 7月の月平均地上天気図. 実線の等圧線と点線の偏差は 2 hPa ごと. 他は図 13 と同じ.
 Fig. 14. Monthly mean surface wether chart in July 1990. Bold lines show contours every 2 hPa, dotted lines show deviations from mean values (1979-1988) every 2 hPa, other symbols are the same as Fig. 13.

図で追ったところ, 下旬の前半を除いて月平均天気図と同じパターンが持続していた. この期間上層では波数 3 の循環が卓越し安定した高度場となり, 昭和基地から見て西谷の傾

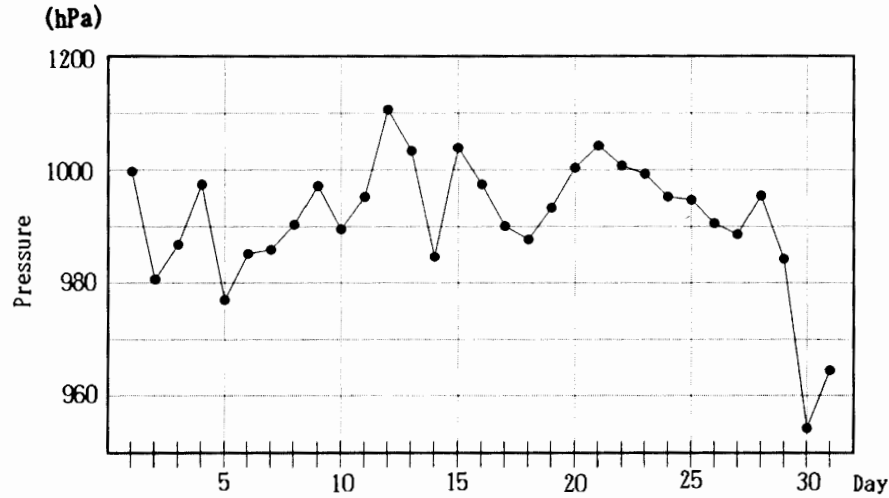


図 15 7月の日平均海面気圧の変化 (1990年)

Fig. 15. Variation of daily mean sea-level pressure in July 1990.

向は変わらなかった。

図 14 の月平均地上天気図では 500 hPa のトラフに対応した位置に低圧場が形成され、リッジに対応した位置には大陸上から張り出した優勢な高気圧がある。昭和基地付近はこの間であって等圧線の混んだ中に位置している。

低圧場で発生した低気圧は緯度線に沿って東進するが、大陸の高気圧の縁辺部では上空の 500 hPa の流れに沿い南東進するため昭和基地付近に進んでくる形となった。このため昭和基地付近は低気圧や前線が次々と接近・通過し、これに伴うブリザードの影響を受けたものと考えられる。昭和基地の 7 月の日平均海面気圧の変化を図 15 で見ても、5 日前後の周期で 20 hPa 前後の変化をしており、低気圧等の頻繁な通過が見られる。

2.6. 輻射ゾンデ観測

2.6.1. 観測方法と測器

RS II-R78D 型輻射ゾンデをヘリウムガス充てんの自由気球につり下げ飛揚し観測を行った。観測項目は、気球が破裂するまでの気圧、気温、風向、風速、上向き及び下向きの長波放射量 (波長域 3~40 μm) である。

地上施設及びデータ処理は 2.2 章の高層気象観測と同じである。なお、気球は 1000 g を使用した。

2.6.2. 観測経過

10 台を持ち込み、太陽光の影響を受けない 4 月から 10 月の夜間の晴天、弱風時に月 1~3 回飛揚した。飛揚状況を表 10 に示す。

2.6.3. 観測結果

図 16 に長波正味放射量の年変化図を示す。正味放射量は上向きと下向きの差から求め

表 10 輻射ゾンデ観測状況
Table 10. Number of radiation sonde observations.

月	日	雲量 (8 分量)				天気	最終観測点 気圧 (hPa)
		全層	下層	中層	上層		
4	4	1	0	0	1	快晴	16.1
4	25	1	0	0	1	快晴	12.2
5	29	2	0	0	2	晴	31.2
6	4	1	0	0	1	快晴	67.9
6	14	1	0	1	0	快晴	12.1
6	28	0	0	0	0	快晴	19.0
7	23	5	0	2	5	晴	16.3
8	6	1	0	0	1	快晴	38.4
9	12	0	0	0	0	快晴	10.5
10	4	2	0	0	2	晴	13.0

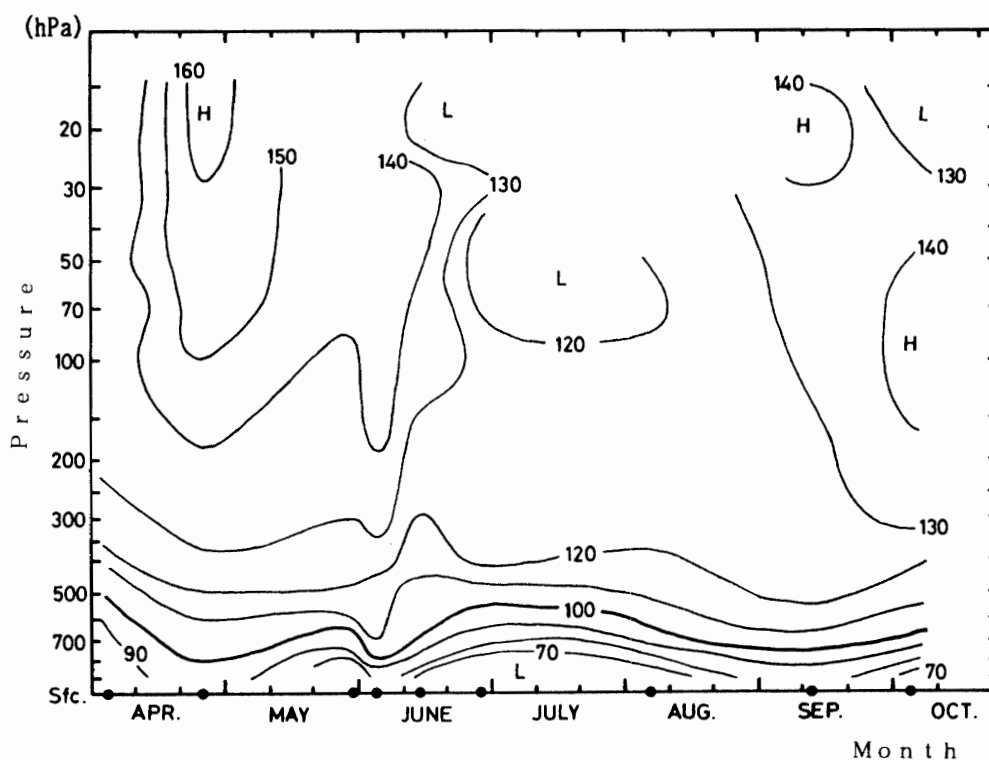


図 16 正味長波放射量の変化 (1990 年, 単位 W/m^2). 黒点は観測点.
Fig. 16. Variation of net flux of infrared radiation in W/m^2 (1990). Dots show observations.

ている。曇天時には放射量は雲層の上下で大きく変化するので、年変化を見るためここでは 7 月 23 日の結果は除いてある。放射量の高度別による変化は対流圏の 700~400 hPa の間で大きく、成層圏ではほぼ一様となっている。季節変化は対流圏ではあまり見られないが成層圏では大きい。4 月に 20 hPa 付近で最大 $160 W/m^2$ となり 6 月下旬には最小 $120 W/m^2$

以下となりその後再び増加している。成層圏での 130 W/m^2 以下の領域は、 -80°C 以下の極低温領域と良く一致している (図5参照)。

また、正味放射量の鉛直傾度から計算した長波放射の冷却率は、成層圏では5月から6月にかけては 0.5 K/day 程度で、その他の期間はばらつきが大きくその評価は難しい。一方、対流圏では4月から10月にかけて 1 K/day 程度の冷却率である。

2.7. その他の観測

2.7.1. 「しらせ」船上観測

第29次観測隊より、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テ観測を往路にて継続して行っている。

(1) 観測方法と測器

a) オゾン全量観測

「しらせ」甲板上に測器感部を設置し手動により方位・高度角を調整し、船の動揺が少なく太陽に厚い雲がかかっていないときは直射光観測を行い、雨天以外は天頂光観測を行った。測器は、ブリューワー分光光度計 (#034) を使用した。

b) オゾンゾンテ観測

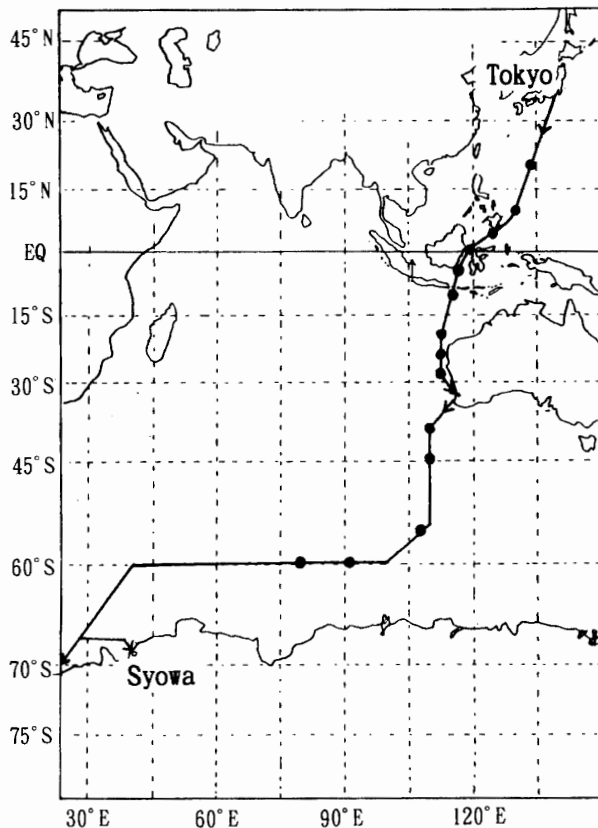


図17 しらせ航路図(1989年)。黒点はオゾンゾンテ観測点。

Fig. 17. Route map from Tokyo to Syowa Station in 1987. Dots show location of ozonesonde observations.

往路にて 1989 年 11 月 16 日から 12 月 11 日にかけて行い、ほぼ緯度 5 度ごとに 14 回のデータを取得出来た。測器は、昭和基地と同じ RS II-KC79 型オゾンゾンデを用いた。観測設備は「しらせ」の高層観測装置にオゾンゾンデ試験器とオゾン発生器を付加した。データはアナログ記録計にて取得し、パソコンで計算処理を行った。図 17 に「しらせ」往路とオゾンゾンデ飛揚地点を示す。

(2) 経過及び観測結果

a) オゾン全量観測

天候条件の良い時のデータを得るため観測時刻にとらわれずに観測を行ったが、原則としてオゾンゾンデ飛揚前後と南中・北中時刻に観測した。フリーマントル入港中とブライド湾作業中は欠測とした。昭和基地接岸中にドブソン分光光度計との比較観測を実施した。

b) オゾンゾンデ観測

往路の航海中は天候が悪く欠測することがたびたびあり、データを得るため雪がちらつく悪条件で飛揚したこともあった。

図 18 にオゾンゾンデ観測によるオゾン分圧鉛直分布の緯度変化を示す。観測点を黒丸で、圏界面は太い破線で示す。これを見ると例年どおりオゾン分圧は赤道付近で低く高緯度で高く、オゾン分圧の極大層は赤道付近で高度が高く高緯度に向かって低くなっている。

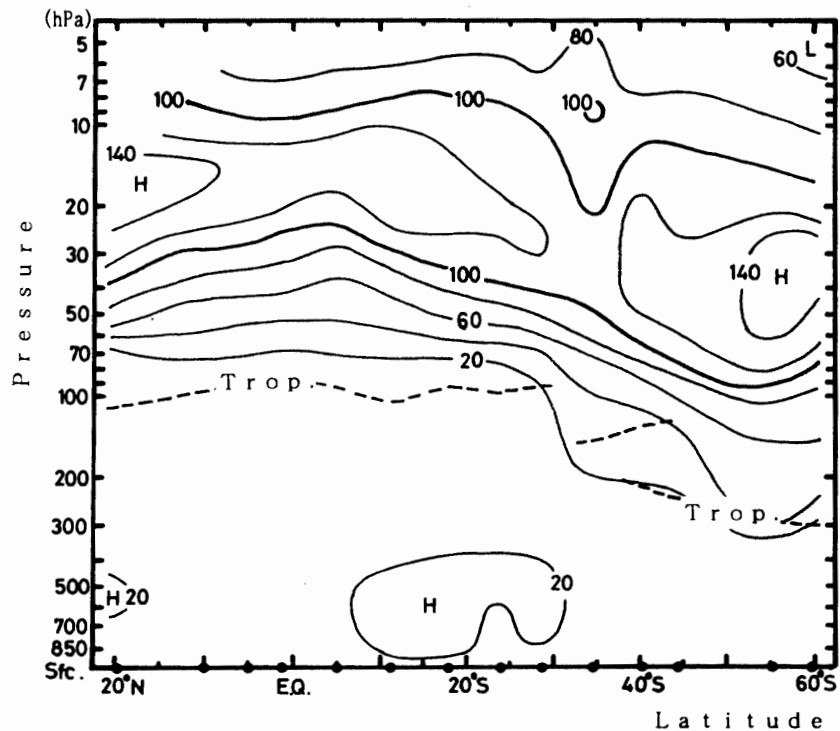


図 18 オゾン分圧鉛直分布の緯度変化 (1989 年, 単位 μmb)。黒点はオゾンゾンデ観測点, 点線は圏界面。

Fig. 18. Latitude-height cross section of ozone partial pressure in μmb . Dots show ozonesonde observations and dotted lines show tropopause.

しかし、今回は成層圏にある高濃度のオゾンが中緯度の圏界面の切れ間から対流圏に流入している状況ははっきりとは見られない。

2.7.2. みずほ基地ルート上の積雪観測

(1) 観測方法

昭和基地からみずほ基地へのルート上に目印を兼ねて雪氷部門が立てた竹ざおを利用して、S16地点からみずほ基地までの約130地点で積雪観測を年数回行っている。今期間中は1990年1月と10月および1991年1月のデータが得られた。積雪量は雪面からの竹ざおの高さを測定し、前回との差から求めた。図19にみずほルートと代表的な観測点を示す。

(2) 経過と観測結果

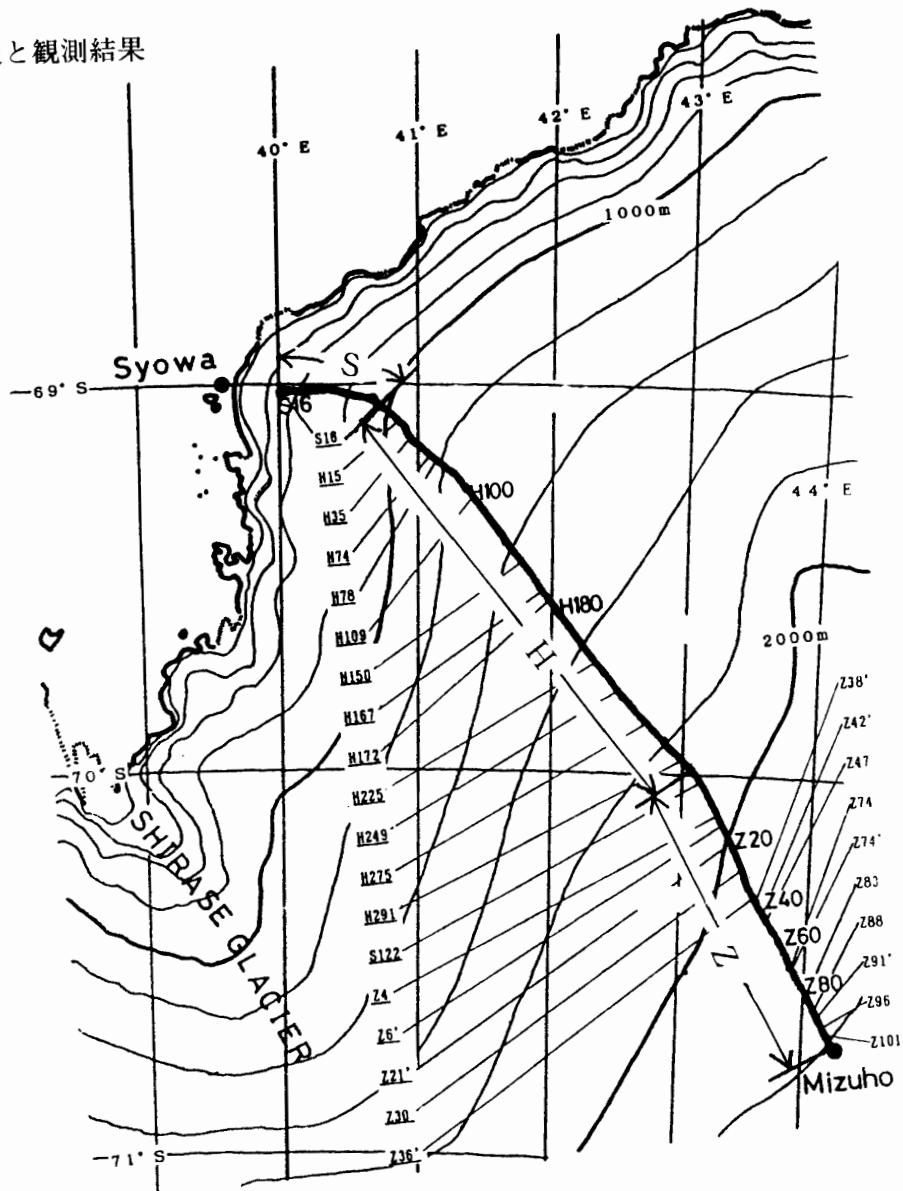


図19 みずほルート地図 (昭和基地-みずほ基地)

Fig. 19. Map of Mizuho route between Syowa and Mizuho Stations.

気象定常部門では 1990 年 10 月の観測に参加し、ほとんどの観測点で測定できたが、一部竹ざおが発見できずに欠測となった所もあった。また積雪により竹ざおが埋もれかかっているところには、新たな竹ざおを立てた。図 20 に 1990 年 1 月から 10 月までの各点での積雪を実線で、10 月から 1991 年 1 月までの積雪を点線で示す。

1 月から 10 月までの積雪量の分布をみると、大陸の沿岸寄りで積雪量が多く、内陸に入るに従い積雪量が減少する傾向がみられる。また観測点によって大きなばらつきがみられ

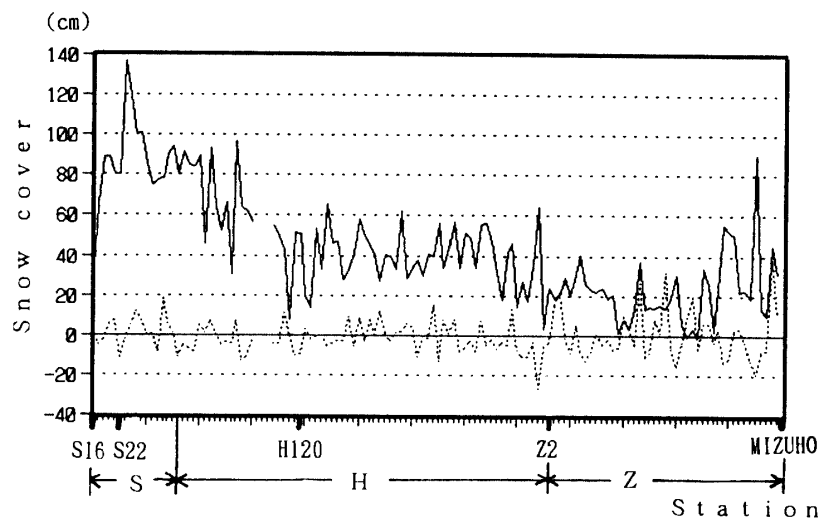


図 20 みずほルート積雪量。実線は 1990 年 1 月から 10 月、点線は 1990 年 10 月から 1991 年 1 月。
 Fig. 20. Snow cover on Mizuho route. Solid line shows snow cover from January to October 1990, and dotted line from October 1990 to January 1991.

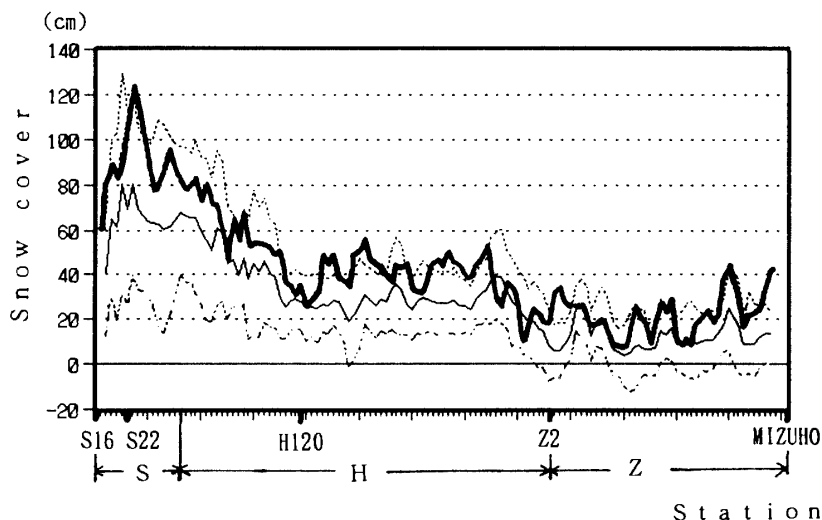


図 21 みずほルート年間積雪量 (1990 年 1 月-1991 年 1 月)。太線は 1990 年の積雪量、細い実線は 1979-1988 年の累年平均、細い点線は標準偏差。
 Fig. 21. Annual snow cover from January 1990 to January 1991. Solid line shows snow cover in 1990, thick solid line shows mean (1979-1988) and thick dotted lines show standard deviations ($\pm \sigma$).

る。一方、10月から翌年1月の積雪量の分布を見ると全域でほとんどゼロとなっている。観測点のばらつきは1月～10月に比べると小さい。

南極大陸の積雪は降雪量、昇華量及びカタバ風による移流量で決まる。1月から10月にかけて積雪量が沿岸地帯に多いのは、主に中緯度からの南北循環による降雪量が内陸より沿岸地帯で多いことと内陸から沿岸地帯に向けて吹くカタバ風による移流が昇華量より多いためと考えられる。10月から1月にかけての積雪量がほとんどないのは、この時期は降雪量が少なく、また気温の上昇により昇華量が増加するためと考えられる。各点でばらつきが大きいのは、雪面に様々な規模の起伏があるために移流量が大きく異なるためと考えられている。

図21に1990年1月～1991年1月の積雪量を太線で、1979～1988年（10年間の雪氷部門のデータによる）の平均値を細い実線で標準偏差を細い点線で示す。観測点のバラつきをなくすため、前後5地点の移動平均を行っている。

10年間の平均を見てみると、積雪量は沿岸地帯で多く内陸に入るほど少なくなっている。標準偏差は沿岸地帯で大きい。詳しくみると、積雪量は沿岸より少し入ったS22付近が最多で、ここからH120付近まではほぼ直線的に減少し、それ以降Hルートではほぼ同様となっている。HルートとZルートの交点付近で再び減少し、その後はみずほ基地まで再びほぼ同様となっている。

1990年について見てみると、10年間の平均に比べて各観測点で積雪量が多い。特に沿岸付近、Hルート付近及びみずほ基地付近が多かった。また、昭和基地付近の海氷上の積雪観測でも過去と比べて多いことから、1990年の降雪量は総量的に多かったことが推測される。

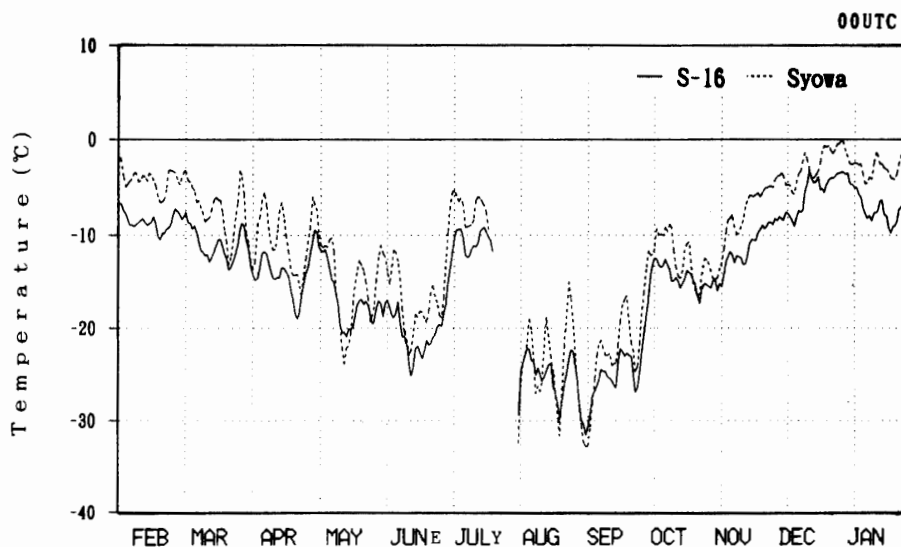


図22a S16と昭和基地の気温の変化(1990年2月-1991年1月)

Fig. 22a. Variation of temperature at S-16 and Syowa Station in February 1990-January 1991.

12UTC

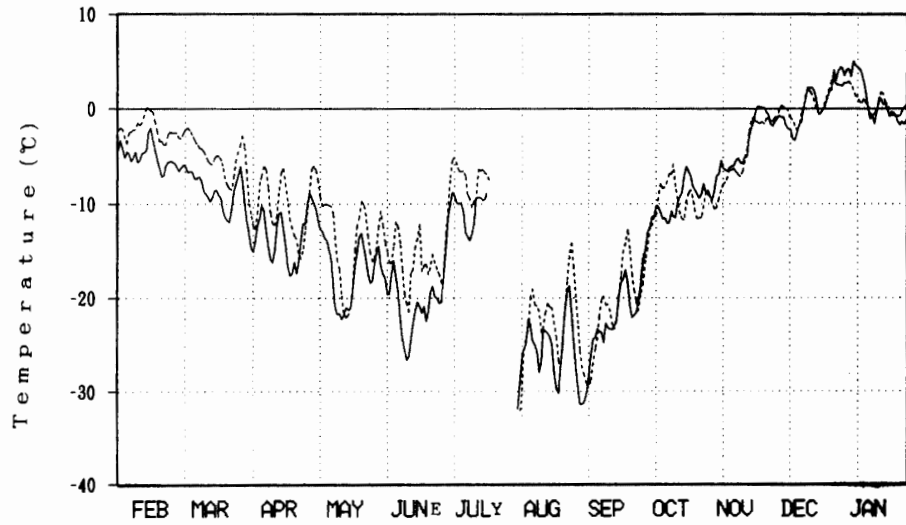
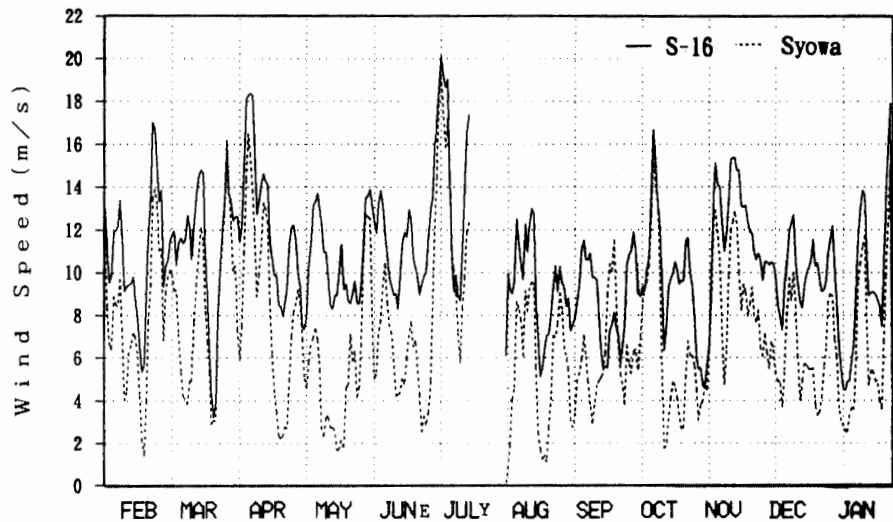


図 22a (つづき)
Fig. 22a.
(Continued)

00UTC



12UTC

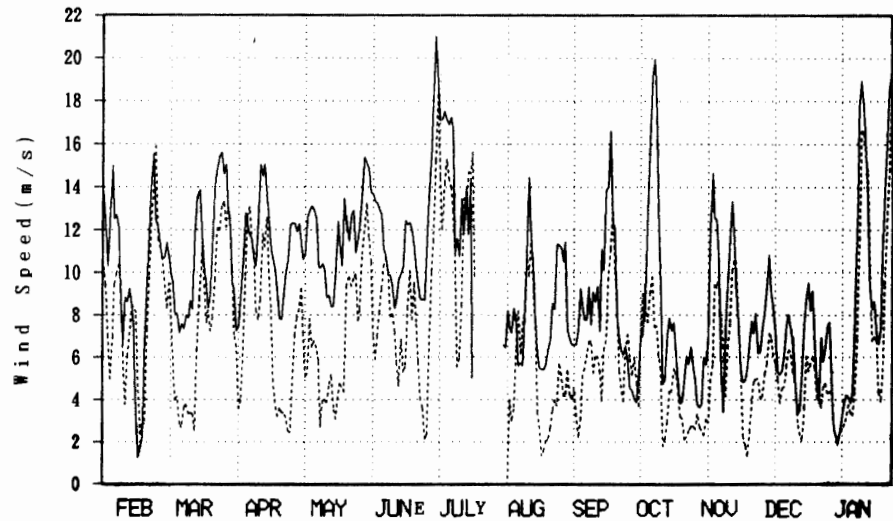


図 22b S16と昭和
基地の風速の変化
(1990年2月-1991
年1月)
Fig. 22b. Variation of
wind speed at S16
and Syowa Station
in February 1990-
January 1991.

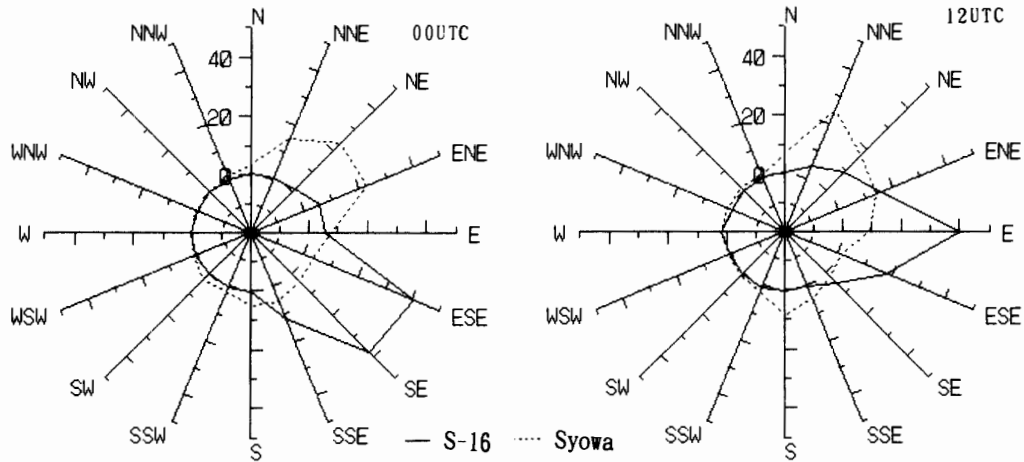


図 22c S16 と昭和基地の風向頻度 (1990 年 2 月-1991 年 1 月)

Fig. 22c. Wind rose at S16 and Syowa Station in February 1990-January 1991.

2.7.3. ロボット気象計観測

第 30 次観測隊に引き続いて大陸上の S16 (標高 500 m, 海岸から 10 km) に高層観測で使用するレーウインゾンデを改造したロボット気象計を設置し, 00・12 UT (03・15 LT) の高層観測の直前に観測した。データの取得は 1990 年 2 月から 1991 年 1 月まで行ったが途中 7 月 20 日から 8 月 6 日までは電池の電圧低下で発信停止したため欠測した。

観測時特別の結果を図 22a-c に示す。気温および風速は 5 日移動平均した値である。S16 と昭和基地では約 480 m の高度差があり 3°C 前後の気温差を考慮する必要がある。

気温を見ると日射が弱い冬期間は、昭和基地と S16 の間では 00 UT と 12 UT とともにほとんど差がない、夏期は日射の弱い 00 UT は差が無いが、12 UT では昭和基地より S16 の気温が高い傾向になる。これはロボット気象計の気温感部が日射の影響を受けたものと思われる。また、3 月から 10 月にかけて 10 日前後の周期変化が見られるのが特徴的である。

風速を見ると、10 m/s 以下では昭和基地は S16 より弱風となっている。しかし、ブリザードが多く風の強かった 7 月にはほとんど差が無い。主風向では、両地点とも 12 UT と比べ 00 UT で約 20 度の日変化があり、2 地点の主風向の差は 00, 12 UT とともに約 70 度ある。2 地点の主風向の差は高度差 480 m を吹き降りるカタバ風の風向変化と考えられるが、日変化の要因についてははっきりしない。

2.7.4. 海水上の積雪観測

海水の安定と海水上の滑走路の位置などを考慮して、北の浦に一辺 20 m 四方 10 m 間隔で 9 本の竹ざおを立て約 1 週間ごとに 4 月から翌年 1 月まで測定した。

観測結果は図 23 のとおり、7 月のブリザードの影響は積雪にも現れ 7 月から 8 月にかけて前年の最深積雪値を超え、ピーク値に達する 11 月には 120 cm あまりとなり例年の 2 倍近くの積雪となった。このため翌年 1 月の夏期になっても約 60 cm の雪が残った。

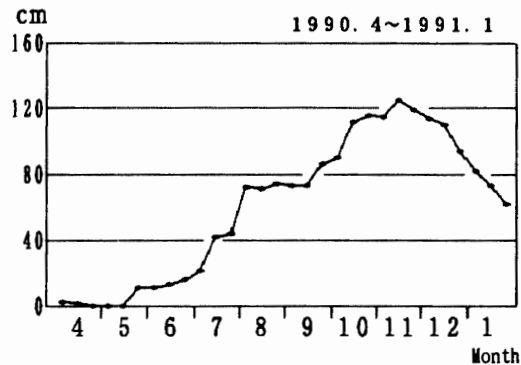


図 23 積雪量の変化 (1990年4月-1991年1月)
Fig. 23. Variation of snow cover in April 1990
-January 1991.

3. あすか観測拠点の観測

3.1. 自動気象観測装置の変更

3.1.1. 地上気象観測装置

第 28 次観測隊で設置した自動気象観測装置を、第 31 次観測隊で昭和基地の AMOS-2 地上系と同等の観測、処理システムに変更して 1 月 1 日 00 UT から本運用に入った。

また今回、気象観測資料報の自動発信を行うために、DCP 装置を接続した。さらに、各装置には無停電電源装置 (UPS) により給電し、電源の安定化を図った。

3.1.2. DCP 装置

観測棟の南西 30 m に高さ 5 m の鉄塔を建設し、送信用空中線を偏角約 25°、仰角 8.2° に設置し 12 月 27 日運用を開始した。この装置の導入で 8 回通報が可能となり、気象資料の通報回数および気象庁への着信率が大幅に改善された。着信率は 1 月下旬に一時悪くなったが (原因不明)、おおむね 90 % 以上で運用された。

図 24 に自動気象観測装置 (地上気象観測装置) 系統図を示す。

3.2. 地上気象観測

3.2.1. 観測方法と測器

観測は昭和基地と同様に、地上気象観測法 (気象庁) および世界気象機関 (WMO) の技術基準に基づいて行い、統計については地上気象観測統計指針 (気象庁) により行った。気圧、気温、露点温度、風向・風速、日照時間、全天日射量の測定は、自動気象観測装置により連続記録および毎正時の記録を行った。雲、視程、天気については、目視により 1 日 3 回 (00, 06, 12 UT) 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。使用機器は表 1 と同じである。

3.2.2. 経過

自動気象観測装置の各測器はおおむね順調に作動した。観測結果は DCP 装置にて昭和基地と同様な経由で通報した。

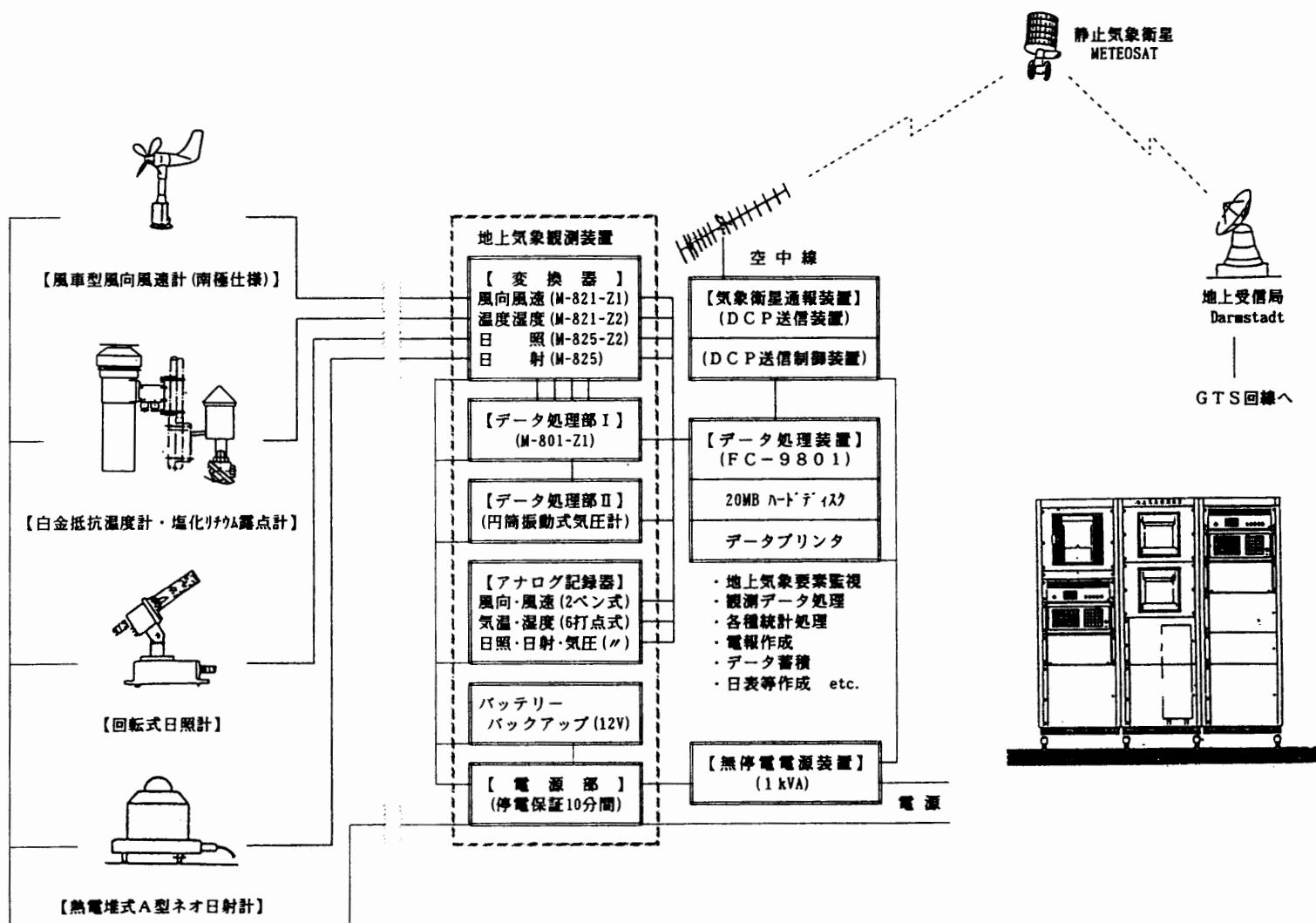


図 24 自動気象観測装置系統図 (地上気象観測装置)

Fig. 24. Block diagram of automatic meteorological observation system (surface observation system).

(1) 気圧

円筒振動式気圧計により観測し、比較観測は第 31 次観測隊持込みのフォルタン型水銀指示気圧計で毎日 06 UT に行った。

(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。比較観測は携帯用通風乾湿計 (アスマン型) で随時行った。湿度は気温と露点温度から、自動気象観測装置による計算処理で求めた。第 28 次観測隊で設置した百葉箱は積雪による雪面上昇でかさ上げが限界となったため、ろ部分を新設し移設した。

(3) 風向風速

南極用風車型風向風速計を用い測風塔上で通年観測した。第 28 次観測隊で設置した測風塔は積雪により雪面が上昇してきたため、新たに建設した。

(4) 日照時間、全天日射量

日照時間は観測鉄塔を新設し、第 31 次観測隊持ち込みの回転式日照計を設置 (地上 4 m) し通年観測した。なお、06~18 時 (LT) は北向きを、18~06 時 (LT) は南向きを使用した。全天日射量は第 28 次観測隊で設置した熱電堆式 A 型ネオ日射計を観測鉄塔に移設し通年観測した。

3.2.3. 観測結果

月別気象表を表 11 に、旬別気象変化図を図 25 に示す。また、各月のブリザード回数を図 26 に示す。

以下に月ごとの概況を記す。

1 月：上旬は吹雪模様から 3 日、4 日にかけてはブリザードとなった。その後は風の弱い晴天が続き、5 日には最高気温 +0.5°C (観測開始以来第 1 位) を記録した。中旬は高気圧に覆われ、日平均風速 10 m/s 以下と穏やかな晴天が続いた。下旬は高気圧も徐々に弱まり前半まで続いていた穏やかな晴天も、後半には曇りがちの天気が続いた。

2 月：上旬は曇りがちの穏やかな天気が続いたが、5 日から 7 日にかけて低気圧が接近してブリザードとなり最大瞬間風速 30.0 m/s を記録した。その後天気は回復した。中旬は 13 日から 15 日にかけて地吹雪となった他は、日平均風速 10 m/s 前後と比較的穏やかな晴天が続いた。下旬は吹雪模様が続き、低気圧の接近した 22 日から 27 日にかけて A 級ブリザードとなった。

3 月：上旬は晴天が続いたが、8 日から 10 日にかけてはブリザードとなった。中旬は 15 日から 16 日にかけて吹雪となった他は、比較的穏やかな晴または薄曇りの天気となった。下旬は風の弱い晴天が続き気温は低めに経過し、23 日には最低気温 -31.9°C を記録した。その後は低気圧が停滞してブリザードが続いた。

4 月：上旬は 1 日、4 日、9 日にはブリザードとなったが、その他の日は晴の比較的穏や

表 11 月別地上気象表 (あすか観測拠点)
 Table 11. Monthly summaries of surface observations at Asuka Station.

		1990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
平均現地気圧	hPa	876.9	870.0	871.0	879.0	879.2	874.9	873.9	865.1	860.6	870.2	874.2	875.3	872.5
平均気温	℃	-8.1	-12.5	-16.0	-19.4	-23.0	-23.4	-19.5	-27.6	-27.7	-18.7	-13.5	-8.1	-18.1
最高気温の極値	℃	0.5	-4.6	-8.2	-9.6	-11.4	-10.7	-9.4	-14.3	-17.4	-11.1	-2.8	-1.2	☆ 0.5
同 起日		5	1	12	29	3	2	10	1	22	15	22	30	1/5
最低気温の極値	℃	-17.4	-21.5	-31.9	-38.1	-38.9	-37.9	-38.1	-43.9	-45.7	-32.2	-29.3	-19.0	☆ -45.7
同 起日		30	4	23	24	22	17	22	24	6	25	1	11	9/6
平均蒸気圧	hPa	2.7	2.0	1.2	0.9	0.7	0.7	1.2	0.5	0.4	0.8	1.4	2.5	1.3
平均湿度	%	77	81	60	58	54	62	74	58	51	55	58	72	63
平均雲量	1/10	4.6	7.0	5.4	4.9	5.5	3.9	6.9	4.2	4.2	4.5	3.1	3.6	4.8
平均風速	m/s	10.0	12.6	13.6	12.1	11.5	14.2	15.7	12.0	12.6	14.3	11.6	9.5	12.5
最大風速		26.4	24.6	30.9	22.6	27.2	24.4	29.1	23.9	25.4	33.0	22.9	23.8	☆ 33.0
同 風向, 起日		E,3	ESE,6	ESE,27	ESE,14 ESE,27	ESE,27	SE,1	E,30	ESE,27	ESE,26	SE,12	ESE,10	ESE,14	SE,10/12
瞬間最大風速		33.3	30.0	38.5	27.5	34.3	29.0	37.1	28.6	30.9	42.8	27.1	27.8	☆ 42.8
同 風向, 起日		E,3	ESE,6	ESE,27	ESE,14	ESE,27	NE,2	E,30	SE,1	ESE,26	ESE,11	ESE,10	ESE,14	ESE,10/11
日照時間	h	* 507.4	246.5	276.4	116.0	14.1	—	—	103.7	228.6	373.5	566.6	573.6	◇ 3006.4
日照率	%	* 73	46	67	45	19	—	0	51	66	73	82	77	◇ 599
全天日射量	MJ/m ²	30.6	18.6	9.6	2.2	0.1	0.0	0.0	1.2	6.6	16.6	29.2	34.7	◇ 149.4
暴風 日数	10.0 ~ 14.9 m/s	21	11	6	5	8	2	3	3	5	3	7	18	◇ 92
	15.0 ~ 28.9 m/s	8	16	22	23	18	26	25	25	23	24	20	11	◇ 241
	29.0 m/s以上	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0	◇ 4
	計	29	27	29	28	26	28	29	28	28	28	29	27	29
天気 日数	快晴(雲量<1.5)	12	2	6	8	8	5	5	10	11	9	14	9	◇ 99
	曇(雲量≥8.5)	9	10	9	6	11	2	16	6	6	6	4	3	◇ 88
	雪	7	12	7	5	11	6	16	3	2	4	1	6	◇ 80
	霧	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	◇ 1

* : Data not available 1. 1, 1. 2.

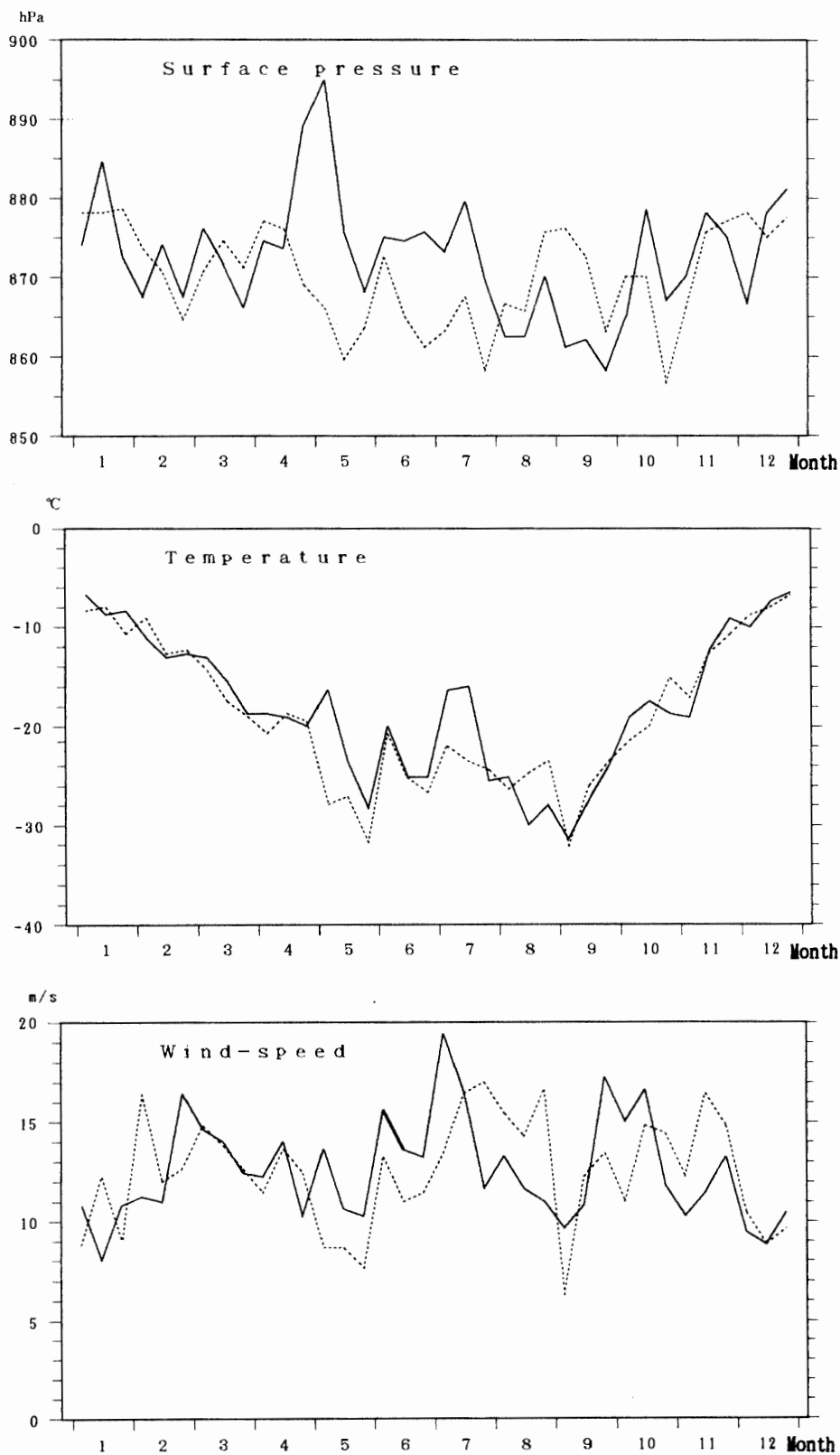


図 25 旬別変化図 (1990年1月-12月, 破線は1989年)

Fig. 25. Annual variation of ten-day mean values in 1990. Dotted line shows values in 1989.

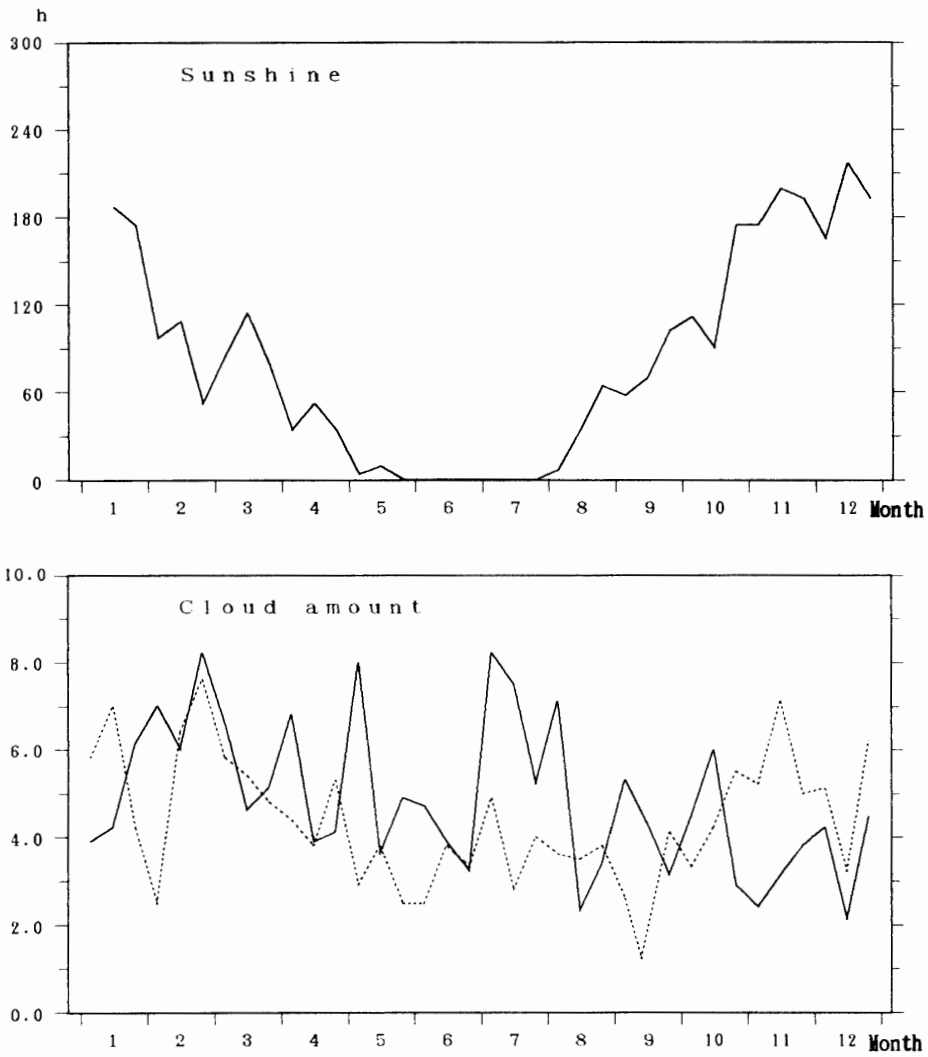
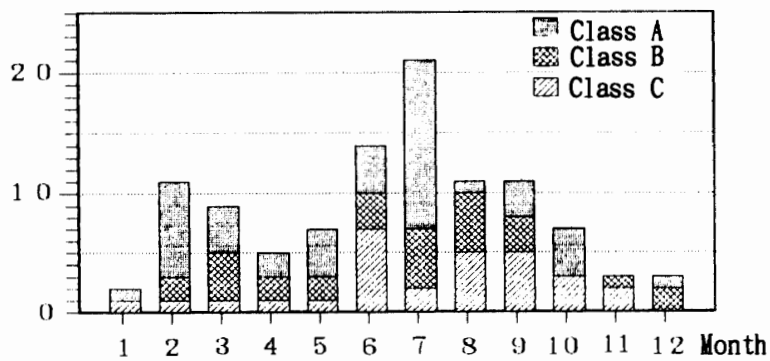


図 25 (つづき)
Fig. 25. (Continued)



階級	視 程	風 速	継 続 時 間
A級	100m未満	15 m/s以上	6時間以上
B級	300m未満	12 m/s以上	6時間以上
C級	500m未満	12 m/s以上	6時間以上

図 26 ブリザード日数 (1990年 1月-12月)
Fig. 26. Number of days of blizzard in 1990.

かな天気となった。中旬は穏やかな晴天が続いたが、14日から15日にかけて地吹雪となった。その後は、風がやや強かったもののおおむね晴の天気が続いた。下旬は22日から26日にかけて風の弱い晴天となり、気温は低めに経過した。24日には4月として過去最低の -38.1°C を記録した。その他の日は曇りがちの天気となった。

5月：上旬は雪模様からしだいに吹雪模様となった。中ごろ一時晴天となったが、その後も地吹雪が続き、10日からは回復に向かった。中旬は大陸の高気圧におおわれ、穏やかな晴天が続いた。下旬は前半は穏やかな晴天となった。後半は28日に晴れた他は地吹雪が続き27日と31日はA級ブリザードとなった。

6月：上旬は低気圧の通過に伴い1日から3日にかけて吹雪となった。4日には回復したが、その後は地吹雪が続いた。中旬は地吹雪はしだいに弱まり晴の日が続いたが、18日からは吹雪または地吹雪となった。下旬は26日まで地吹雪が続き27日から28日にかけて風は弱まり雪となった。その後は高圧帯に入り晴天となった。

7月：上旬は1日と2日は晴天となったが、その後は低気圧の接近と前線の通過に伴い、A級ブリザードが続いた。中旬は11日から13日にかけては曇りがちだが穏やかな天気となった。その後は低気圧の接近に伴い、ブリザードが続いた。下旬は23日から24日は地吹雪、29日から31日にかけてはブリザードとなり、低気圧の接近した30日には最大瞬間風速 37.1 m/s 、現地気圧 836.4 hPa を記録した。その他の日は穏やかな晴天となった。

8月：上旬は低気圧の接近と前線の通過に伴い、1日から3日までブリザードとなった。その後も一時風が弱まり晴れとなった6日と7日以外は地吹雪が続いた。中旬は地吹雪も13日には治まり穏やかな晴天となったが、15日からは再び地吹雪となり、18日からはまた風の穏やかな快晴と周期的に天候が変化した。下旬は前半は高気圧に覆われ穏やかな晴天が続いた。後半は30日以外は強風となったが、地吹雪はほとんどなく晴天が続いた。日平均気温は24日に -40.5°C とこの冬初めて -40°C 以下となった。

9月：上旬は4日及び7日から9日にかけて地吹雪となったが、その他の日は穏やかな晴天となり気温は低めに経過した。6日に今冬最低の -45.7°C を記録した。中旬は前半は地吹雪となった11日以外は、晴れまたは曇りの穏やかな天気となった。後半は低気圧の通過により16日からは吹雪となり18日に一時回復したが、その後は地吹雪が続いた。下旬は低気圧が次々と通過したため、21日から23日及び26日から28日にかけては地吹雪となり、その他の日は晴天となったが強風は続いた。

10月：上旬は低気圧が次々と北の海上を通過し、これに伴う前線により天気は周期的に変化したが大きな崩れはなく、晴れまたは曇りがちの日が続いた。また、強風も続いたが地吹雪はほとんどなかった。中旬は11日から13日にかけて低気圧が接近しA級ブリザードとなり、最大風速及び最大瞬間風速は10月としては過去最大となった。その後は、天気は回復に向かったが強風のため地吹雪が続いた。下旬は21日は薄曇りとなったが、その後

は大陸からの高気圧に覆われ晴天が続いた。

11月：上旬は大陸からの高気圧に覆われ穏やかな晴天が続き気温は低めに経過した。10日には低気圧が接近し地吹雪となった。中旬は12日から高圧部に入り穏やかな晴天となったが、15日から16日にかけて地吹雪となった。その後は大陸からの高気圧に覆われ穏やかな晴天が続いた。下旬は引き続き高気圧に覆われ晴天が続いた。低気圧と前線が接近した26日からは薄曇り、28日にはブリザードとなった。その後は曇りがちだが穏やかな天気となった。

12月：上旬は曇りがちの天気から4日には吹雪となった。その後は穏やかな天気が続いた。中旬は13日から14日にかけて前線が通過し地吹雪となったが、その他の日は大陸からの高気圧に覆われ穏やかな晴天が続いた。下旬は低気圧の接近した23日から24日、31日はB級ブリザードとなったが、その他の日は大陸の高気圧に覆われ晴天となった。

3.3. 天気解析

3.3.1. 利用した資料

あすか観測拠点における地上気象観測資料の他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 (00, 12 UT) および 500 hPa (00 UT) の解析図

2) 気象衛星雲写真

NOAA-9, 10, 11 号の赤外および可視画像 1日 3~4 枚

3) 高層観測資料

あすか観測拠点で飛揚したオメガゾンデ観測資料

3.3.2. 結果

夏期ヘリコプターオペレーション、野外行動、基地作業等天候に左右されやすいオペレーションの安全を確保するために上記の資料を利用して関係者に気象情報を提供した。FAX 天気図は電波状況に左右されるため、受信できない日が多く、あすか観測拠点の気象資料および気象衛星雲写真が天気予測の判断材料となった。

3.3.3. あすか観測拠点のブリザード

1990年7月から8月にかけて、あすか観測拠点付近は低圧場となり低気圧や前線が次々と通過・接近したため悪天をもたらした。図27に7月13日~16日の昭和基地とあすか観測拠点における地上の気圧・風向・風速・気温の変化を示す。

極軌道衛星 (NOAA) の雲写真から求めた低気圧性渦中心の経路を見ると、13日午後60° S, 40° E 付近にあった低気圧は南進して14日の午前中に昭和基地に接近し、夕方にはあすか観測拠点に近い70° S, 30° E 付近に達した。また、15日~16日にも低気圧が両基地に接近したが経路は別であった。

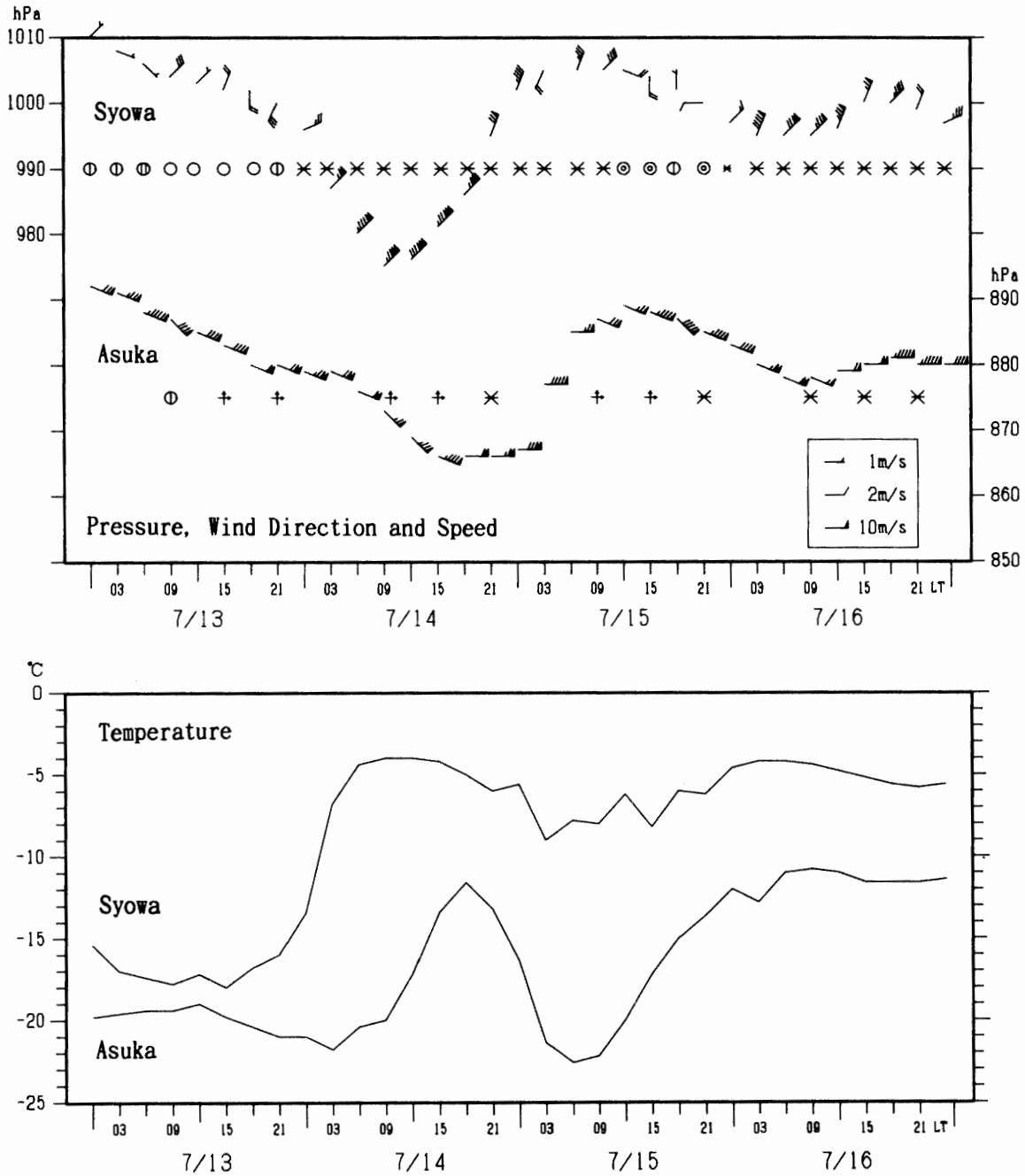


図 27 天気変化 (7月13日-16日)

Fig. 27. Weather variation during 13-16 July 1990 at Asuka and Syowa Stations.

13日～14日の低気圧により昭和基地では気圧の急激な下降・上昇に伴いNEの風が強まり、天気の変化も晴天から雪に急変し典型的なブリザードとなった。気温は気圧の急下降時に急上昇するが、気圧の最低値前に緩やかな昇温となり、その後の低下も緩やかとなっている。

一方、あすか観測拠点では気圧の下降は昭和基地ほど急ではない。風は昭和基地と同様に気圧の最低値付近で強まっており、E～ESEの風が強く、SE風ではやや弱い傾向にある。

風向の変化が小さいのは、一つにはカタバ風の影響で、もう一つは基地と低気圧の位置関係による。天気現象は風の影響で地吹雪から始まり気圧の最低値付近では降雪を伴っている。気温は気圧の下降と共に昇温し、気圧の上昇と共に低下しており、どちらも温度変化は急である。

時間的経過を見ると、あすか観測拠点には昭和基地より約9時間遅れで気圧・気温のピークが現われている。

今回の2つのブリザードは昭和基地からあすか観測拠点まで影響下にあったが、13日から14日のブリザードで、あすか観測拠点の気圧の急上昇と気温の急下降は、低気圧が内陸に入り急速に弱まったことによるものと推測される。

3.4. その他の観測

3.4.1. 積雪観測

建築物によるドリフトの影響の及ばない、あすか観測拠点東方1 kmの雪面上に設置した一辺100 m四方、20 m間隔の36本の竹ざおで1週間ごとに測定した。観測結果は図28のとおりで、昭和基地の海氷上の積雪観測と同様に7月のブリザードにより積雪は急増した。

3.4.2. 高層気象観測

自由気球につり下げたオメガゾンデ(バイサラ社製 RS80-15N)を、夏期ヘリコプターオ

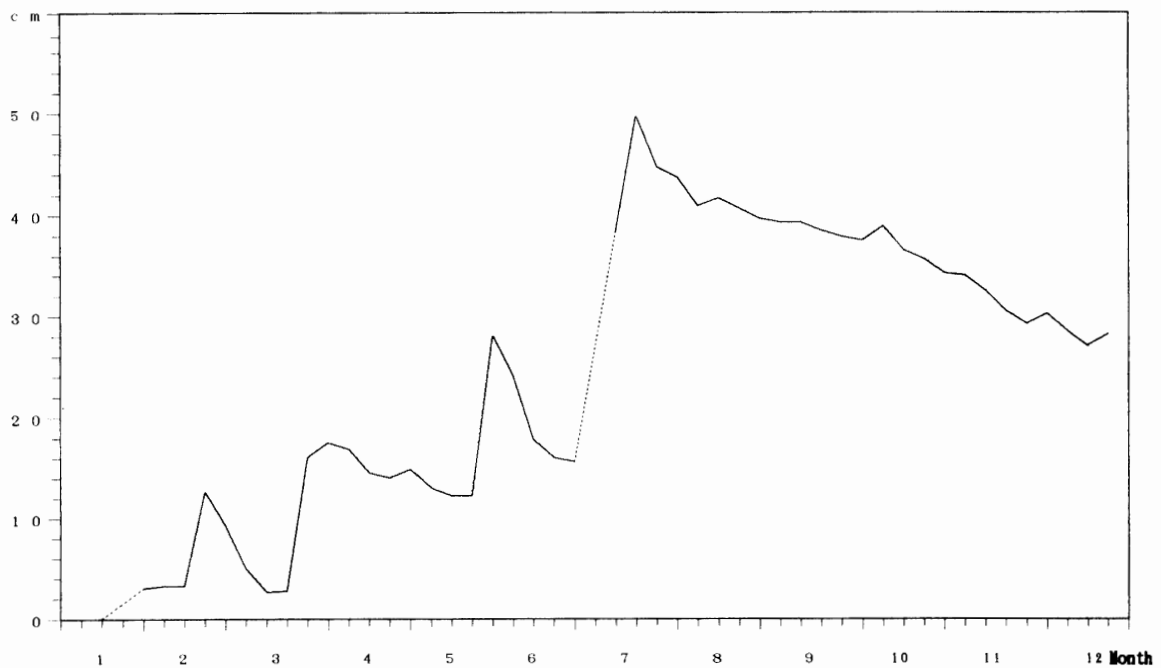


図 28 積雪量の変化 (1990年1月-12月)
Fig. 28. Variation of snow cover in 1990.

謝 辞

第31次観測隊の気象定常観測を遂行するにあたり、観測上の技術的援助・助言をいただいた国立極地研究所山内恭助教授および滝沢隆俊、清水明、中川清隆、牛尾収輝の4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内藤靖彦第31次観測隊長、白石和行副隊長はじめ隊員諸氏にあらためてお礼申し上げます。

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松原廣司氏、現南極観測事務室長金戸進氏、観測部統計室首藤康雄氏にご指導いただいた、ここに、厚く感謝の意を表します。

文 献

- IWASAKI, A. and YAMANOUCHI, T. (1992): Meteorological data at Asuka Station, Antarctica in 1990. JARE Data Rep., **179** (Meteorology 29), 110 p.
- JAPAN METEOROLOGICAL AGENCY (1992): Meteorological data at Syowa Station and Asuka Camp in 1990. Antarct. Meteorol. Data, **31**, 384 p.
- SHIBATA, S. and MORIMOTO, M. (1992): Results of ozonesonde observations at Syowa Station in 1990. Proc. NIPR Symp. Polar Meteorol. Glaciol., **6**, 46-52.
- 首藤康雄・福山佳之・加藤美雄・宮本仁美 (1991): 第30次南極地域観測隊気象部門報告1990. 南極資料, **35**, 296-334.

(1993年3月19日受付; 1993年5月21日改訂稿受理)