

第一部 比較観測の方法と結果

第1章 観測	7
1.1 観測方法及び期間	7
1.2 観測機器	11
1.2.1 ラジオゾンデ	12
1.2.1.1 レーウィンゾンデ (RS 2-80)	12
1.2.1.2 オメガゾンデ (RS 80-15N)	13
1.2.2 ウィンドプロファイラ	14
1.2.3 ドップラーレーダ	15
1.2.3.1 C-バンドドップラーレーダ	15
1.2.3.2 X-バンドドップラーレーダ	16
1.2.4 ドップラーソーダ	17
1.2.5 係留気球	18
1.2.6 気象観測用鉄塔	19
1.2.7 比較観測に使用した各種測器の写真	21
第2章 観測データ	25
2.1 データの処理の方法	25
2.2 処理結果と比較の事例	26
第3章 データの比較と考察	35
3.1 レーウィンゾンデとオメガゾンデ	35
3.1.1 飛揚方法による比較	35
3.1.2 気圧計の相互比較	35
3.1.3 温度計の比較	38
3.1.4 湿度計の比較	38
3.1.5 風向・風速の比較	42
3.2 ウィンドプロファイラとゾンデ	45
3.2.1 測定原理の差異による観測値の取扱上の注意	45
3.2.2 データの相互比較	45
3.3 ウィンドプロファイラとドップラーレーダ	51
3.4 ドップラーレーダ	62
3.5 ドップラーソーダと鉄塔	70
3.6 係留気球	75
参考文献	82

第1章 観 測

1.1 観測方法及び期間

すべての観測は、つくば市（茨城県）の気象研究所及び高層気象台敷地内において、1988年11月から1989年9月にかけて、1期5日間の連続観測を4期に分けて行った。

期間内の観測は、高層気象台のラジオゾンデのルーチン観測に合わせ、基本的には月曜日の9時（JST）から6時間毎としたが、内1日は、強化観測日として3時間毎とした。各期間の観測開始日は準備などの都合上5日前に、強化観測日は前日までに、たとえば、前線の通過など興味のある気象現象を予想して担当者間で協議のうえ実施した。

表1.1a～eに観測機器及び実施期間と取得データの関係及び図1.1に観測時の機器の配置状況をまとめた。観測機器の概要は表1.2にある。

本観測の実施にあたっては、ウィンドプロファイラなど自動観測が可能なシステムは、期間を通して可能なかぎり連続観測を実施することとし、人手を要する観測は、設定した観測時刻に従うものとした。しかし、気象条件や人的な制約などがある場合は、その観測担当者の裁量で実施の可否、時間などを決定することとした。また、高層気象台のラジオゾンデの観測は、オゾンゾンデ以外のレーウィンによる風観測時間帯は、すべてレーウィンゾンデによって行った。

しかしながら、実際の観測においては、当初計画に比し、他の研究計画との重複、機器の障害などがあったために、次に示すようにいくつかのデータは取得できなかった。

表1.1a 観測時間と観測装置の一覧（凡例）

レーウィンゾンデ	×	データなし	○	観測あり	C	連結飛揚
オメガゾンデ	×	観測なし	S	同時飛揚	C	連結飛揚
ウィンドプロファイラ	X	データなし（高々度モード）				
Cバンドドップラーレーダ	--	データ収集開始時刻	x	データなし	--	データ収集終了時刻
Xバンドドップラーレーダ	--	データ収集開始時刻	x	データなし	--	データ収集終了時刻
ドップラーソーダ	--	データ収集開始時刻			--	データ収集終了時刻
係留気球		データ収集開始時刻 最高々度到達時刻				
気象観測用鉄塔	--	データ収集開始時刻			--	データ収集終了時刻

表1.1b 観測時間と観測装置の一覧(1988年11月)

1988年11月																				17
日時	14		15				16													
	09	15	21	03	09	15	21	03	09	15	18	21	03	06	09	12	15	18	21	
レーウィンゾンデ (RS2 - 80)	○	○	○	○	○	C	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	C	○	○	
オメガゾンデ (RS80 - 15N)	S	S	S	×	S	C	S	×	S	×	S	S	×	S	S	S	C	S	S	
ウインドプロファイラ	1時間毎																			
Cバンドドップラーレーダ	10:48	6分毎				21:19		8:56		23:30~00:02				12分毎		23:53				
Xバンドドップラーレーダ																				
ドップラーソーダ	08:59	10分毎																	to 11/18 02:57	
係留気球	08:15 14:40 09:03 15:28	08:37 14:04 09:18 15:20				08:49 14:24 17:25 20:43 09:18 14:38 17:34 20:49				08:37 08:42				17:48 18:05						
気象観測用鉄塔	09:00	10分毎																	to 11/18 09:00	
天気概況	気圧の谷の通過後、高圧部。低気圧が日本海を東進、西から気圧の谷接近。 一時的に弱い冬型。朝弱いにわか雨、寒冷前線通過。日中晴、 晴時々曇。後晴。曇一時晴。夜一時雨。																			

表1.1c 観測時間と観測装置の一覧(1989年3月)

1989年3月 日時	13 09	12	15	18	21	00	14 03	09	15	21	15 03	09	15	21	16 03	09	15	21	17 03	09	15	21
レーウィンゾンデ (RS2-80)	○	○	C	○	C	○	○	○	C	C	○	○	C	C	○	○	○	C	○	○	C	○
オメガゾンデ (RS80-15N)	S	×	C	S	C	S	S	S	C	C	S	S	C	C	×	S	S	C	×	S	C	×
ウインドプロファイラ	1時間毎																					
Cバンドドップラーレーダ	8:49 12分毎 20:48 8:51 不定期 20:58 8:50 不定期 20:46 9:17 17:05 不定期																					
Xバンドドップラーレーダ	17:50 13分毎 2:50																					
ドップラーソーダ	14:37 10分毎 to 3/18 9:05																					
係留気球	8:30 9:06 11:34 17:37 8:30 14:30 20:29 8:34 20:33 8:43 9:19 11:53 17:43 9:01 14:49 20:56 8:52 20:39																					
気象観測用鉄塔	8:31 1分毎 to 3/18 9:00																					
天気概況	西から低気圧接近、 日中曇一時晴、 夜雨 低気圧東に抜け、 気温上がる。晴れ 弱い冬型。晴れ 弱い冬型。晴れ。 冬型強まる。晴れ時々曇。 未明と午後に弱いにわか雨																					

表1.1d 観測時間と観測装置の一覧 (1989年 6月)

1989年 6月 日時	19 09	15	21	20 03	09	15	21	21 03	09	15	21	22 03	09	12	15	18	21	23 00	03	09	15	21		
レーウィンゾンデ (RS2 - 80)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
オメガゾンデ (RS80 - 15N)	S	C	C	x	S	C	C	x	S	C	C	x	S	S	C	S	C	S	S	S	C	x		
ウインドプロファイラ	1時間毎																							
Cバンドドップラーレーダ	8:36	12分毎				20:54	8:33不定期 20:54				8:49 6分毎				19:35	19:51	12分毎 to 6/24 5:15							
Xバンドドップラーレーダ																								
ドップラーソーダ	9:55	10分毎																				15:22		
係留気球	8:48				14:42	20:22	14:33 20:34				8:27	12:08	14:20											
気象観測用鉄塔	8:30	9:35				15:02	20:48	15:07 21:01				8:52	12:51	15:03	1分毎								TO 6/24 9:00	
天気概況	日本海に寒気渦。 雨。				日本海に寒気渦。 曇。朝弱いにわか雨。				梅雨前線南下。 曇時々晴れ。				梅雨前線北上。 曇一時晴れ、夜雨。				台風6号発生、前線活発化。 雨。							

表1.1e 観測時間と観測装置の一覧 (1989年 9月)

1989年 9月 日時	25 09	15	21	26 03	09	15	21	27 03	09	12	15	18	21	28 00	03	09	15	18	21	29 03	09	15
レーウィンゾンデ (RS2 - 80)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
オメガゾンデ (RS80 - 15N)	S	x	C	x	S	C	C	x	x	x	x	x	C	C	C	S	C	C	C	x	S	C
ウインドプロファイラ	1時間毎																					
Cバンドドップラーレーダ	8:46	16:18 10分毎			8:42	20:46																
Xバンドドップラーレーダ	15分毎	20:40	3:03		不定期		8:58 11:54 14:47 17:47 21:48 23:55 0:42 8:57 9:17 17:45 20:30															
ドップラーソーダ	9:02	10分毎																				0:0
係留気球	8:49	14:30	20:23	8:21 14:26 19:59		8:21 11:08 14:08 17:07 20:07		8:22		14:17												
気象観測用鉄塔	9:21	15:14	21:03	8:58 14:58 20:21		9:05 11:40 14:39 17:32 20:26		8:32		14:52												
天気概況	8:30	1分毎																				TO 9/29 0:0
天気概況	寒冷前線の通過。 晴れ。 深夜に弱いにわか雨				移動性高気圧。 晴れ				日本海を低気圧東進。 曇 弱いにわか雨。				寒冷前線通過。 晴れ時々曇。 午後弱いにわか雨				北高型。 曇一時晴れ。					

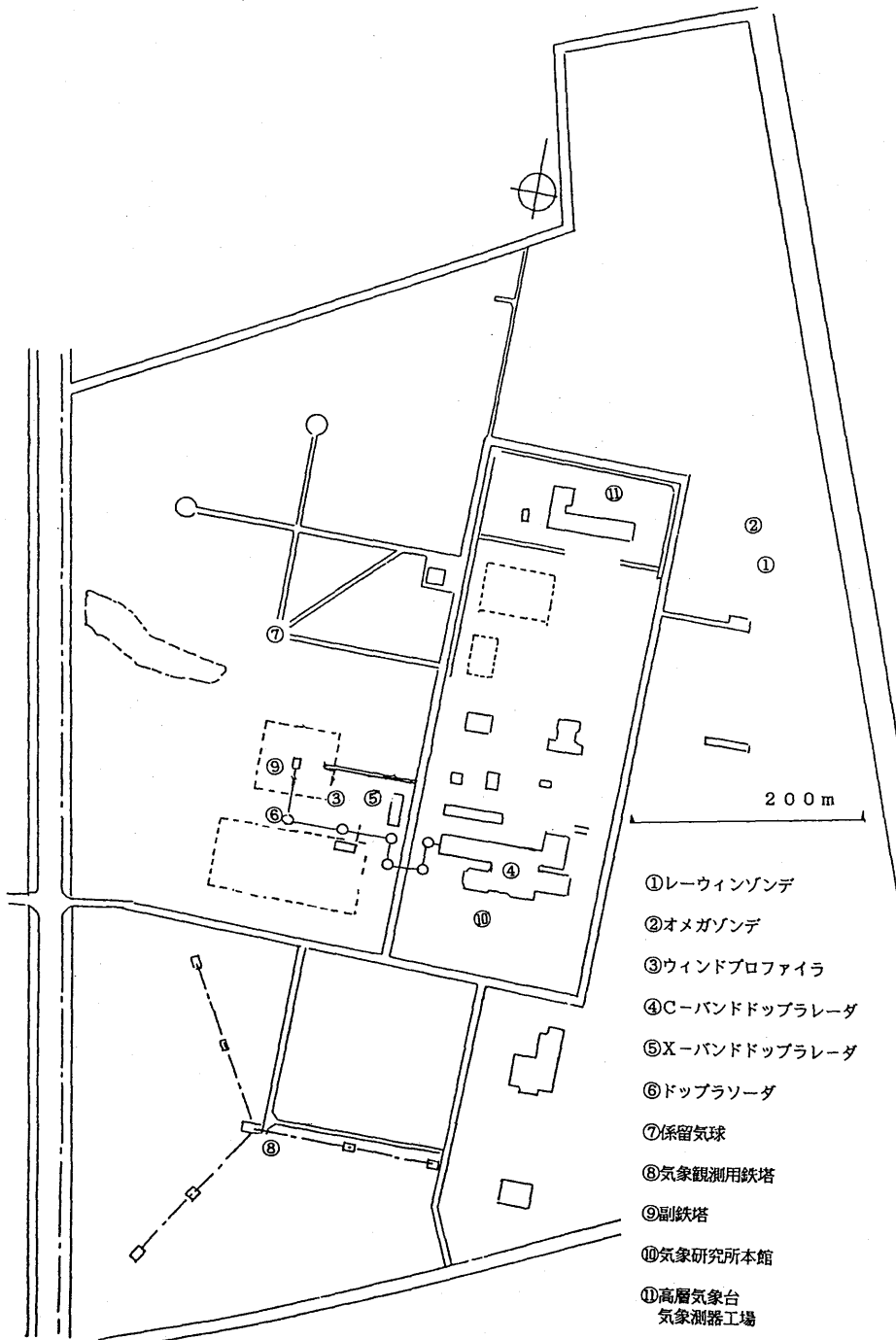


図1.1 構内図と測器配置図

表1.2 測器の概要

	高度範囲	高度分解能	風観測の方法	温度センサ	湿度センサ	備考
レーウィンゾンデ (RS2-80)	地上～30 Km	400, 800, 1600 m	各々、1分法、重複2分法、 重複4分法の1分移動値	半導体 サーミスタ	カーボン	
オメガゾンデ (RS80-15N)	地上～30 Km	1600 m	10秒間移動平均	可変容量式 セラミック球	可変容量式 高分子薄膜	
ウインドプロファイラ	0.5～16 Km	250 or 1000 m	6分間平均 (内訳) (1分+1分) X 3方向	——	——	観測可能高度範囲は 気象条件による。
Cバンド ドップラーレーダー	0.2～10 Km	100 *2 ～ 250 m	瞬間値、ただし 0.5 or 1分/1走査 (VAD法による)	——	——	*1: 降水粒子のある 場合。 *2: 仰角による。
Xバンド ドップラーレーダー	0.2～10 Km	100 *2 ～ 250 m	瞬間値、ただし 1分/1走査 (VAD法による)	——	——	同 上
係留気球	地上～1.3 Km	——	瞬間値 (30秒毎のサンプル値)	サーミスタ (乾球)	サーミスタ (湿球)	観測可能最高高度は 気象条件による。
ドップラーソーダー	50～700 m	50 m	10分間平均値(3方向)	——	——	観測可能高度範囲は 気象条件による。
鉄塔観測	10～213 m	——	瞬間値 (1分毎のサンプル値)	白金抵抗	可変容量式 高分子薄膜	

①接地気象観測装置：観測計画に組み込まれていたが、期間中に整備が完了しなかった。

②気象研究所の係留気球：第2期の観測の際、気球が突風にあおられ、地面に落下して測器が破損した。また、第1期のデータは気圧計の不良により、高度データの分解能が不足し、有効なデータは得られなかった。

③Xバンドドップラーレーダー：沖縄及び成田空港に移設して観測が行われたため、第2期のデータのみ取得した。

④ウインドプロファイラ：オメガゾンデとの電波干渉を避けるために、いくつかのデータに欠落がある。

その他、ドップラーレーダーの測定原理から降水時のデータ取得に限定される（ただし、晴天エコーによる観測例はいくつかある）など気象条件及びオメガゾンデなどの一時的な機器障害によるなどの欠測がある。

1.2 観測機器

各観測機器の機能、性能などの概略は次のとおりである。なお、ここで紹介する機器は同時観測を行った時点での機能、性能などであり、その後の研究・開発により改良・改善された観測機器が多数あることに留意されたい。

1.2.1 ラジオゾンデ

気球に吊るした気象計器を地表面より毎分300～400mの上昇速度で飛翔させ、成層圏下部までの各層の温度、湿度及び気圧の計測値をテレメトリ信号として地上に無線伝送するとともに、気球の単位時間あたりの水平移動距離より風ベクトルを算出する。この方式のラジオゾンデを一般的にレーウィンゾンデという。この他、風ベクトルの測定のみを使用するレーウィン、オゾン量を測定する特殊ゾンデなどがある。レーウィンゾンデを使用した観測システムには様々な種類があり、それぞれ独自の搭載センサ、測風方式、伝送方式及び地上のデータ処理施設などが採用されている。

本稿では、便宜上、気象庁が1980年に採用したRS 2-80型レーウィンゾンデ、1986年に高層気象台に整備された高層気象資料自動処理装置及びその関連装置からなる観測システムを総称して、単に「レーウィンゾンデ」または「レーウィンゾンデ (RS 2-80)」と標記することにする。

また、風ベクトルの測定にオメガ航法を利用し、RS 80-15N型レーウィンゾンデ、地上データ処理装置 (DigiCORA) 及び関連装置からなる観測システム (フィンランド、ヴァイサラ社製) を、特に「オメガゾンデ」または「オメガゾンデ (RS 80-15N)」と呼び区別している。このシステムは過去4回行われたWMOの国際比較に参加しており、比較基準としてリンクゾンデの一つとなっている。

1.2.1.1 レーウィンゾンデ (RS 2-80)

RS 2-80型レーウィンゾンデにはアネロイドの伸縮を抵抗アレイの切り換えで気圧を測定する気圧計、サーミスタ抵抗温度計、カーボン薄膜抵抗式湿度センサが搭載されており、これらの測定値は基準信号とともに約8秒周期 (気圧、温度、湿度の各要素及び基準信号のサンプル周期は各々2, 4, 8及び8秒) で地上に向け送信される。ゾンデ信号は回転偏心カップ式自動追跡型方向探知機 (D55B) で受信・復調後、方向探知機のアンテナ角度 (方位角及び高度角) 信号とともに高層気象自動処理装置に転送される。ゾンデ信号は0.1秒毎に、アンテナ角度信号は1秒毎のデジタル信号に変換後、時刻信号とともにミニコンピュータベースのデータ処理装置で解析・処理され気圧、気温、湿度及び風ベクトルを算出して観測データが作成される。

RS 2-80型レーウィンゾンデの主要諸元は以下の通りである。

・発信器

中心周波数	1680 MHz (± 4 MHz)
出力	400mW 以上
変調方式	AM

・気圧センサ

形式	接点抵抗式アネロイド
測定範囲	1040～5 hPa
精度	1 hPa 以下
・ 温度センサ	
形式	半導体サーミスタ
測定範囲	+45～-90℃
精度	0.3℃ 以内
時定数	4.5sec 以下
・ 湿度センサ	
形式	カーボン抵抗
測定範囲	0～100% RH
精度	7 % RH 以内 (10～100% RH)
時定数	5 sec 以下 (常温, 常圧, 6 m/s)
・ 測風精度	
風向	±10°
風速	±1 m/s (10m/s 未満)
	±10% (10m/s 以上)
高度	±1 % (500hPa まで)
	±2 % (500～100hPa)
	±5 % (100hPa より上)

1.2.1.2 オメガゾンデ (RS 80-15N)

RS 80-15N型オメガゾンデにはアネロイドの伸縮を容量変化で表す気圧計, 二つの電極に挟まれたセラミックチップの温度変化が容量変化としてとりだせる温度計, 高分子薄膜に吸着する水分による容量変化を検出する湿度センサ及び気圧計測値補正用の温度センサが搭載されている。これらは全て容量変化を利用するセンサである。これらの測定値は2種類の基準信号 (測定予測値の上限及び下限) とともに1.2～1.8秒周期でサンプルされて周波数変調 ($\Delta f = 6 \sim 10 \text{ kHz}$) される (これらを PTU 信号と呼ぶ)。また, この信号に, 地上のオメガ送信局 (最大 8 局) から順次送信される電波 (13.6 kHz) を受信・混合して地上に向け送信される。この多重変調信号は固定型指向性アンテナを有する処理装置 (DigiCORA) で受信・復調後, PTU 信号とオメガ信号に分離して気圧, 温度及び湿度を算出するとともに各オメガ信号の位相差よりゾンデの位置を求めて風ベクトルを算出し, 観測データを作成する。

RS 80-15N型オメガゾンデの主要諸元は以下の通りである。

・送信機

中心周波数	400～406MHz (403MHz Nominal)
出力	250mW (Minimum)
変調方式	FM

・気圧センサ

形式	可変容量式アネロイド
測定範囲	1060～3 hPa
分解能	0.1hPa
確度 (標準偏差)	±0.5hPa

・温度センサ

形式	可変容量式セラミックビーズ
測定範囲	+60～-90℃
分解能	0.1℃
確度 (標準偏差)	±0.2℃
時定数	2.3sec (1000 hPa, 風速 6 m/s 時)

・湿度センサ

形式	容量性薄膜ポリマー
測定範囲	0～100% RH
分解能	1% RH
確度 (標準偏差)	±2% RH
時定数	1 sec (1000 hPa, 25℃, 風速 6 m/s 時)

・データサンプリング間隔

1.2～1.8sec

・風向・風速測定方式

多周波数オメガ方式

確度 (速度標準偏差) 0.5m/sec以下 (風ベクトル)

・データ出力間隔

0.5～2.5sec

1. 2. 2 ウィンドプロファイラ

404.37MHzの電波パルスを上空3方向(鉛直方向, 天頂角15°・方位角51°及び天頂角15°・方位角231°)に向けて発射し, 大気の渦や乱れあるいは降水粒子から散乱する電波のドップラースhiftを検出して上空の風ベクトルの鉛直プロファイルを得る。アンテナはフェズドアレイ型で多数のアンテナに異なった位相の給電を行い, 合成の結果電波ビームの方向を変える。ウィンドプロファイラ本体をコントロールするCPU及び3個のデジタル信号処理プロセッサ(DSP)によってFFTスペクトル演算を行い風向, 風速などを算出する。この時グラウンドクラッタの除去も

行う。これらの結果は研究所本館にあるワークステーションに通信回線を使って転送されデータ蓄積，グラフィック表示などの処理を行う。時間最小分解能は6分であり，それを平均して1時間のデータとする。本装置は「ある高度での大気の流れは時間的，空間的に一様である」と仮定している。平均操作は毎正時でデータを区切って行い，表示時刻はその開始時刻である。

ウィンドプロファイラの主要諸元は以下の通りである。

・アンテナ系

形式	パッシブフェイズドアレイ型
素子	同軸コリニア，156素子
ビーム幅	4.1° (−3 dB, One Way)
開口面積	125m ² , (実効面積 87.2m ²)

・送受診系

中心周波数	404.37 MHz
送信電力	35 kW (Peak, Nominal)
パルス幅	1.67 μs (低高度モード), 6.67 μs (高高度モード)
パルス周期	100 μs (低高度モード), 153.5 μs (高高度モード)

・総合性能

測風範囲	約0～100m/s (水平方向), 0～24 m/s (鉛直方向)
測風精度	約1～1.5m/s (水平方向), 0.25m/s (鉛直方向)
測風高度	0.5～9 km (低高度モード), max 16 km (高高度モード)
高度分解能	250m (低高度モード), 1000m (高高度モード)
時間分解能	6 min (観測周期)

1.2.3 ドップラーレーダ

1.2.3.1 C-バンドドップラーレーダ

5260 MHz のマグネトロンによる電波パルスを上空に向けて発射するとともにアンテナを回転させ，大気中の降水粒子，電波屈折率の揺らぎ等からの反射波の強度あるいはドップラーシフトの分布を測定し，観測領域のドップラー速度を観測する。ドップラー速度はパルスペアと呼ばれる専用デジタル処理装置によって求める。パルスペアは二つのパルス間の受信電波ベクトルの位相差を検出する事によりドップラーシフトを求める装置である。この装置の入力にデジタルハイパスフィルタをつける事によりグラントクラッタを除去している。

得られるデータの主たるものは，降水強度，ドップラー速度及び1回転の間に得られるPPIデータから算出されるVAD (Velocity Azimuth Display) 法による上空の風の鉛直プロファイルなどである。VAD測定は，アンテナ仰角を固定して全方位操作を行い，得られたドップラー速度

の分布に最小2乗法を適用してサイン曲線をあてはめて風向・風速を求める。このとき雨粒子の鉛直速度も求めることができる。この方法も大気の流れは時間的、空間的に一様であると言う仮定を必要とする。この観測の時はVAD法はリアルタイムでは求められなかった。ウィンドプロファイラのように理論的には3方向のデータがあればVAD法が可能であるが、Cーバンドレーダの場合、最大256方位のデータを使うことができる。

Cーバンドドップラーレーダの主要諸元は以下の通りである。

・アンテナ系

形式	パラボラアンテナ
直径	3 m ϕ
ビーム幅	1.4°

・送受信系

中心周波数	5260 MHz
送信出力	250 kW (Peak)
パルス幅	0.5 μ s
パルス繰返周波数	1120 Hz
最小受信感度	-112dBm

・データ処理系

処理項目	エコー強度、ドップラー速度及びスペクトル幅
最大折返し速度	16m/s
速度分解能	0.125m/s
距離分解能	250mまたは500m
方位分解能	1.4°
処理距離範囲	64kmまたは128km (ドップラー時)
グラウンドクラッター除去機能あり	

・総合性能 (VAD 法による)

測風高度	150m～〈降水の存在する高度〉
測風精度	約 1 m/s (データの品質による)
高度分解能	100～250m (仰角による)
時間分解能	5～15 min (仰角による)

1.2.3.2 Xーバンドドップラーレーダ

9810 MHz のクライストロンによる電波パルスを上空に向けて発射するとともにアンテナを回転させ、降水粒子からの反射波のドップラー効果を利用して上空の風を測定する。この装置もパ

ルスペアを使っている。なお、この装置は可搬型であることと、使用周波数の違いなどを除けば、C-バンドドップラーレーダと、ほぼ同様な機能を有する。

X-バンドドップラーレーダの主要諸元は以下の通りである。

・アンテナ系

形式	パラボラアンテナ
直径	2.0m ϕ
ビーム幅	1.0°

・送受信系

中心周波数	9810 MHz
送信出力	50 kW (Peak)
パルス幅	1.0 μ s
パルス繰返し周波数	2000 Hz
最小受信感度	-110dBm

・総合性能

方位角分解能	1.0°
距離分解能	250m
測風精度	約 1 m/s

1.2.4 ドップラーソーダ

1,600 Hzの音波パルスを上空3方向（鉛直、天頂角30°・方位角45°、天頂角30°・方位角315°）に交互に発射し、大気からの反射波あるいは散乱波を受信、音波信号の強度とドップラー効果を検出して大気の成層状態並びに風ベクトルの鉛直プロファイルを得る。音波は25個のホーンスピーカーに位相の変わった電力を給電し方向を変える。なお、この装置は音波と電波の違いはあるものの、FFTによるスペクトル算出など、ウィンドプロファイラの動作と基本原理は同じである。

ドップラーソーダの主要諸元は以下の通りである。

・アンテナ系

形式	トリモノスタティックフェーズドアレイ型
素子数	25
ビーム幅	6.5° (3 dB, Two way)
アレイ傾斜角	22°

・送受信系

最大出力	1,200W (Electrical)
------	---------------------

	240W (Acoustical)	
使用周波数	1,600Hz	
パルス幅	200ms	
・総合性能		
最大測風高度	～1,457m	(700m)
最低測風高度	37m～	
高度分解能	17m～	(50m)
パルス繰返周期	5～10sec	(5 sec)
スペクトル積分時間	60～120sec	(120sec)
平均化時間	可変	(10 min)

注) 以上の値は、全て Operating Menu によって選択できる。また、() 内の値は標準的な設定値である。

最大測定可能水平風速	35m/s
風速測定分解能	0.30m/s (水平方向), 0.20m/s (鉛直方向)
風向測定分解能	± 5°

1.2.5 係留気球

地上高度 0～1,500m の間で、係留気球に吊り下げられたセンサ部から得られる気象観測値 (サーミスタ温度計, サーミスタ湿球温度計, 容量可変型磁気方位計による風向, 三杯風速計の風速及び IC 圧力計による気圧) を地上に向け無線送信する。このうち、風向センサは気球の方向が風上を向く事を利用してコンパスとの差を容量の変化として測定するものである。IC 圧力センサは薄い半導体基板をダイヤフラムとして圧力によるたわみによる基板上に形成された抵抗の変化をブリッジで測定するものである。一方、地上では、この信号を受信・復調して、パソコン処理によって高度 (気圧と気温により求める), 気温, 湿度, 混合比, 風向及び風速の観測値を得る。

係留気球の主要諸元は以下の通りである。

・気球

素材	塩化ビニル製
容積	40m ³ (ヘリウム)
純浮力	18kg

・係留索

素材	テクミロン 1,700m, 3mmφ
強度	500kg まで (静加重)

・送信部

中心周波数	1,687MHz
送信電力	0.1W
変調形式	FM-FM (5チャンネル多重)

・気圧センサ

形式	IC 圧力センサ
測定範囲	840～1040 hPa
測定精度	0.2hPa

・温湿度センサ

形式	サーミスタ温度センサ
測定範囲	-20～+40℃
測定精度	±0.2℃

・風向センサ

形式	容量可変型磁気方位センサ
測定範囲	0～360°
測定精度	±4°

・風速センサ

形式	小型3杯光電パルス式 (8パルス/1回転)
測定範囲	0～15m/s
測定精度	±2%

1.2.6 気象観測用鉄塔

高度213mの鉄塔に測器を取付るためのアーム (長さ6m) が、6カ所のステージ (各々、地上高、10, 25, 50, 100, 150及び200m) に3方向 (北東、南及び北西向き) に設けられ、各アームには風車型微風向風速計 (MV-110型) が設置されている。北東側には白金抵抗温度センサ、容量変化湿度センサが設置されている。なお、最上階 (213m) にも各アームと同種な測器が設置され、この階の風向によって各ステージの風向・風速は風上側に近いアームのセンサが選択されて出力される。

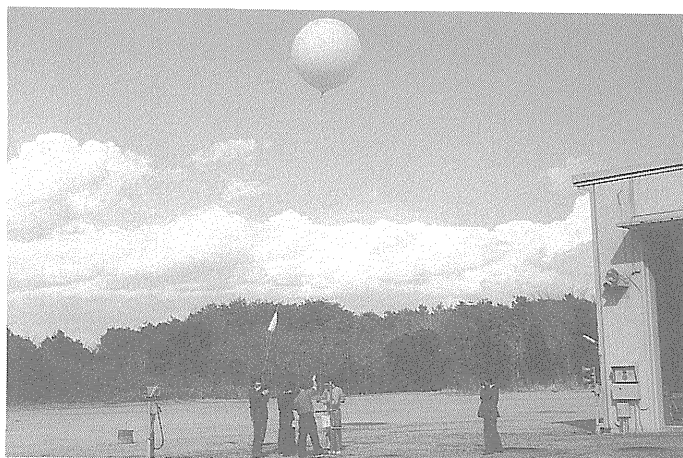
各測器からの信号は、自記記録されるとともに、A/D変換され、デジタルカセットMTに収録される。また、これらの信号は瞬時値であり、平均化は行っていないが、A/D変換の前でローパスフィルタ (10 Hz) によって短周期の変動は除去している。

気象観測用鉄塔の主要諸元は以下の通りである。

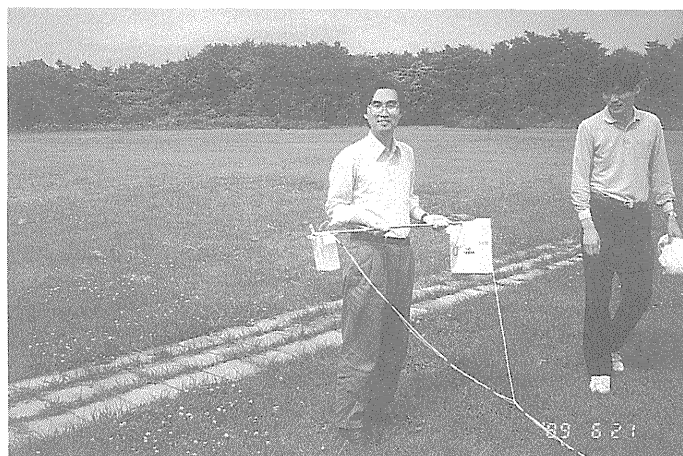
・温度センサ

形式	白金抵抗3線ブリッジ方式 (円筒形金属シェルタに内蔵)
観測範囲	-20~+40℃
確度	±0.3℃
通風速度	7 m/s
・湿度センサ	
形式	可変容量型薄膜ポリマー
観測範囲	0~100% RH
測定精度	±3% RH
・風向・風速センサ	
形式	プロペラ型微風向風速計 (MV-110)
風速発信部	直流発電式
風向発信部	交流シンクロ式
風速測定範囲	0.4~50m/s
風速測定精度	0.3m/s (10m/s 以下) ±3% (10m/s 以上)
風向測定精度	±3°
・データ収録装置	
入力チャンネル数	64 (最大)
サンプリング周期	1/2/5/10/30/60 min (手動切換え)
A/D変換出力	BCD 4桁+符号ビット

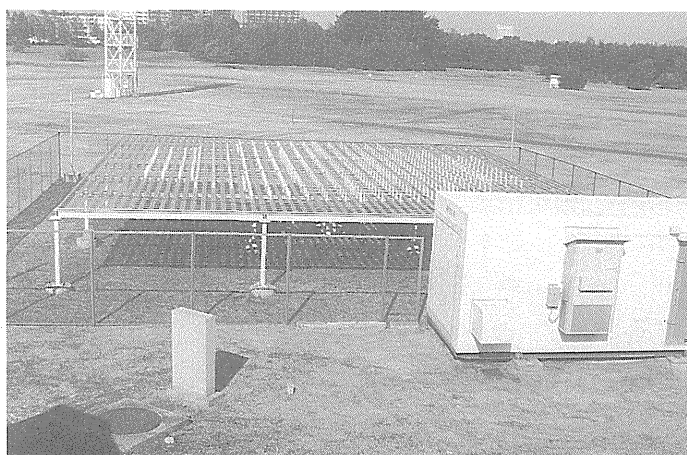
1.2.7 比較観測に使用した各種測器の写真



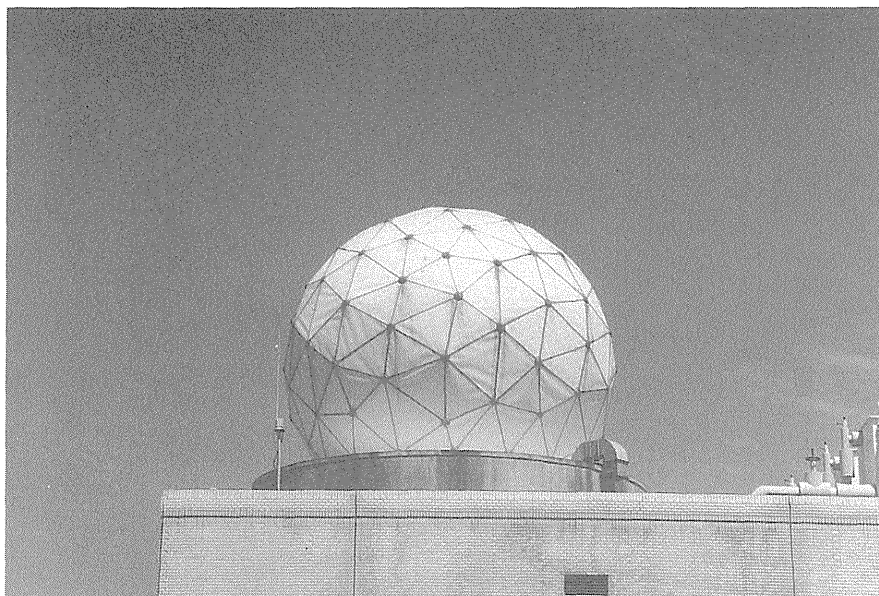
ラジオゾンデの飛場準備



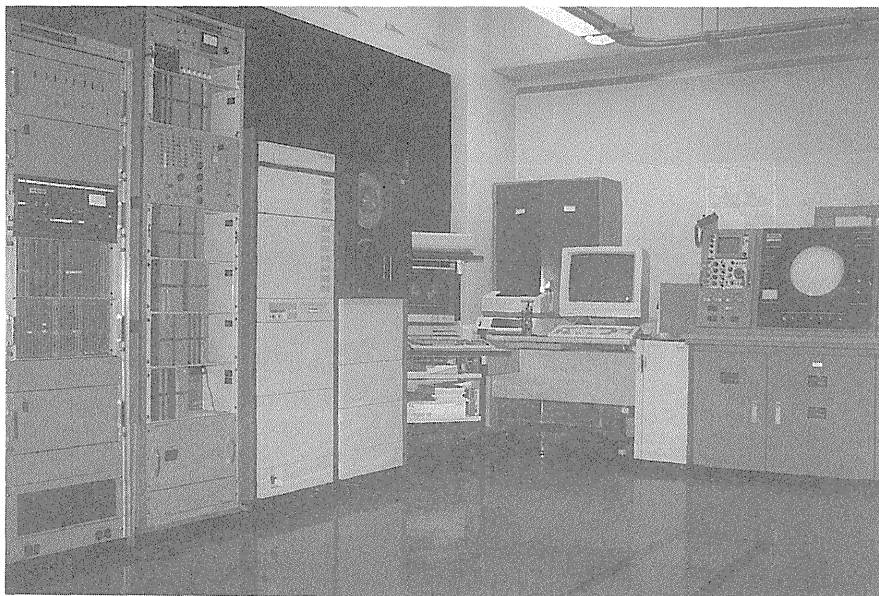
ラジオゾンデ連結 (左オメガ, 右レーウィン)



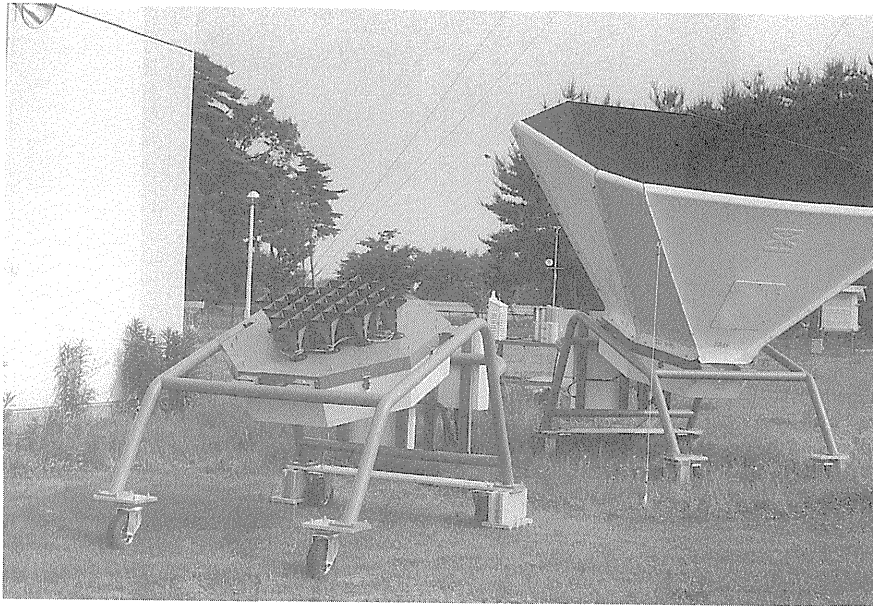
ウィンドプロファイラ



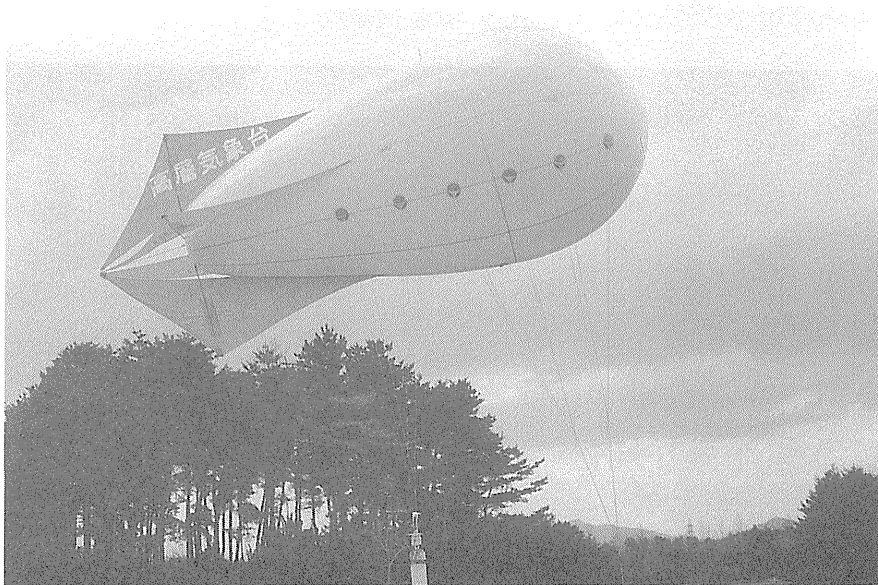
C-バンドドップラレーダ（レードーム）



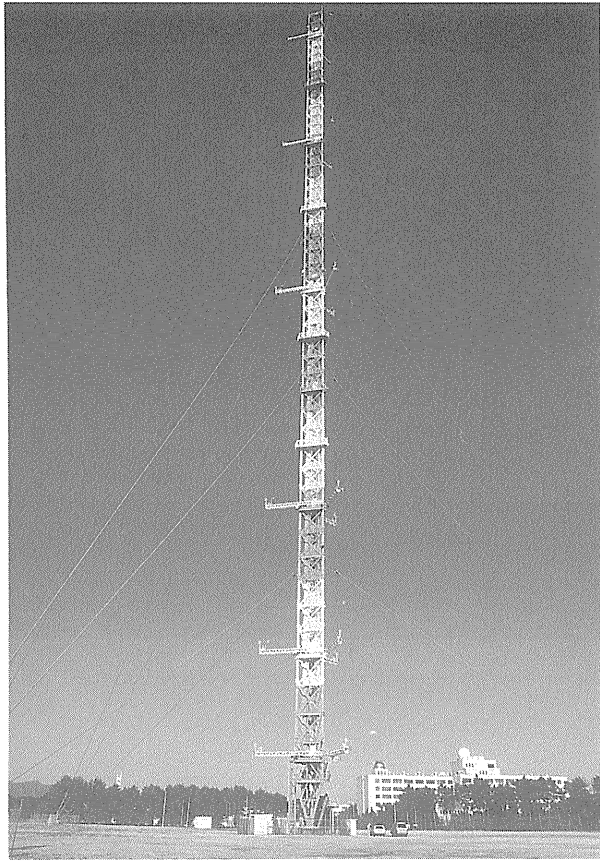
C-バンドドップラレーダ（表示装置）



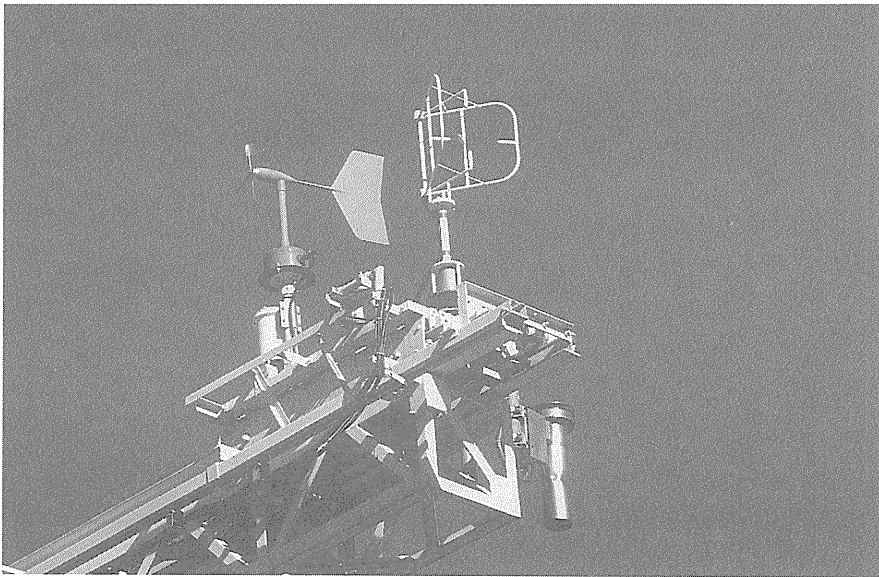
ドップラソダ2台（手前シールドを外したもの）



係留気球



気象観測用鉄塔（全景）



気象観測用鉄塔（センサ部）