

自動気象観測技術会議*

小平 信彦**

まえがき

1966年9月20日より約2週間 WMO 本部において開催された自動気象観測所（以下 A.W.S. と略す）に関する技術会議に出席したので、その内容の主なものを紹介したいと思う。この会議は W.W.W. 計画の一部として A.W.S. がどの程度利用できるかを精しく検討することを主な目的として招集されたもので、フランスの H.P. Treussart が座長をして開催された（第1図）。

会議には32ヶ国および3国際機関より104名の気象測器関係、観測関係者が集り第1週は主として A.W.S. の技術に関するシンポジウムで約43の論文が紹介され討論が行なわれた。こゝに提出された最近の知識は W.M.O. の技術資料として印刷配布される予定である。

第2週には A.W.S. の開発およびその利用方法について意見の交換がなされた。また期間中ジュネーブの近くの Colovrex において測器の展示が行なわれ、ドイツ、ソ連、スイス、米国などから種々の測器が出品された。

1. 自動気象観測所の世界観測網に対する役割

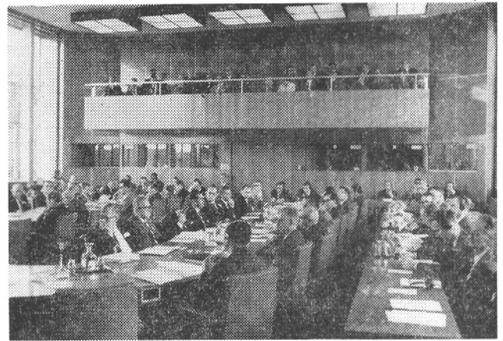
現在の技術段階では有人の観測所で測定している要素を全部自動化することはできないが、人間の居住が困難な砂漠、山嶽地帯、離島などの観測所を自動化することは非常に重要なことと考えられ、更に都会地においても技術者の不足を補い、自動化できる部分を機械化してゆくことも A.W.S. の重要な任務の一つである。この場合は電源、保守、点検の面で完全無人観測所の場合より技術的および運用上はるかに容易であり、この種のものは今後急速に実用化されてゆくことと思われる。

従って自動気象観測所を無人のもの (unattended) で数ヶ月ないし1~2年間保守に行かないものと、保守要員はその観測所にいるもの (semi-automatic) とに分類することができる。

世界観測網 (Global Observation System) を完成するためには A.W.S. によらねばならない所が多いが、中でも地球の2/3を覆っている海洋上の観測所の必要性が

最も数も多くまた技術的に困難な問題が多い。

海洋上の観測については商船や島を全面的に活用しても尚ブイや定点観測船にたよらねばならない区域がかなりある。定点観測船はこれらの地域において上層観測の行なえる現在での唯一の方法であるが、その運営は非常に高価であるため海上観測だけのために実施することは不経済であり、ブイによる観測が主となる。商船上でのゾンデおよびレーウィンの観測を経済的に行なう方法については CIMO で検討している。



第1図 自動気象観測所技術会議

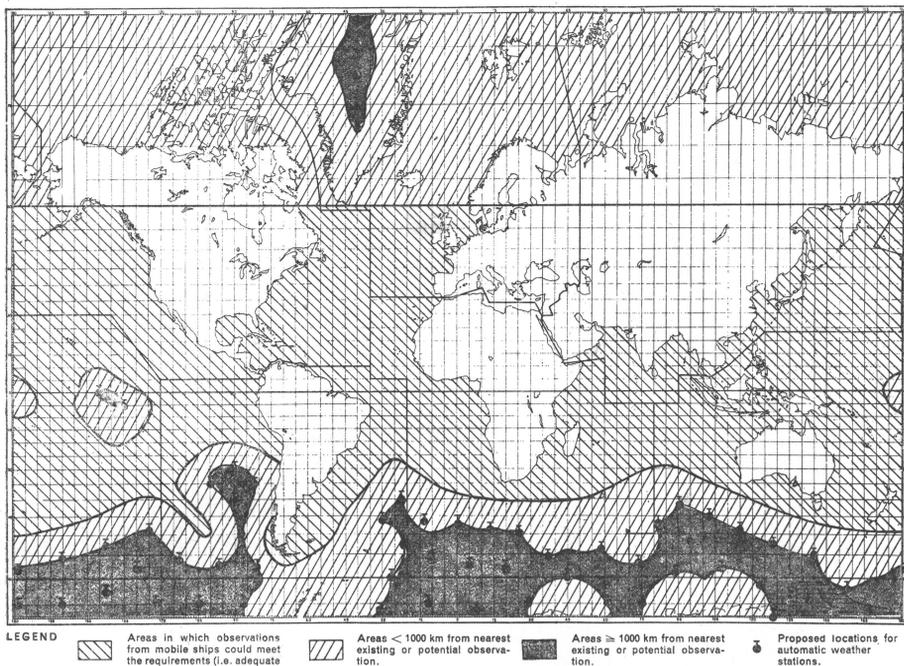
世界観測網を完成するのにどの位の A.W.S. を考えねばならないかを検討するため最小間隔を 1,000 km として、更に A.W.S. 以外の方法で観測が行なえる所および計画されている所を除いて考えると第2図の如くなる。こゝでは新に多くの船舶がこの計画に参加することを前提としてその船舶の行動区域は除外してある。この図で分るように北半球ではグリーンランドのみが是非解決しなければならぬ区域となる。

A.W.S. の必要数は 60ヶ所で割合少いが南緯45~65°に多く入りており技術的には多くの困難が予想される地域である。勿論これ以上観測所数が多くなることは解析上望ましいことで将来技術的問題が解決した時は多くなることと思われる。

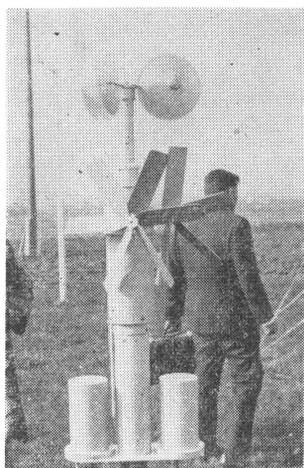
商船よりの気象通報は現在の所、船の善意に依存している所が多いが、船舶上の観測も自動化してより正確で数多いデータが得られるような方式を開発する必要がある。また陸上の観測所に対しても同様であるが、着氷、

* Technical Conference of Automatic Weather Station

** N. Kodaira, 気象庁観測部
—1967年1月13日受理—



第2図 A.W.S. でなければ観測網を完成できない区域を示す図



第3図 英国式 A.W.S.

電源、通信等未解決の問題が多く残っている、

2. A.W.S. に関する技術報告

会議の前半に行なわれた A.W.S. に関するシンポジウムでは各参加者が数多くの論文を発表し討論が行なわれた。その中から主なものをあげてみよう。

2・1 風向および風速

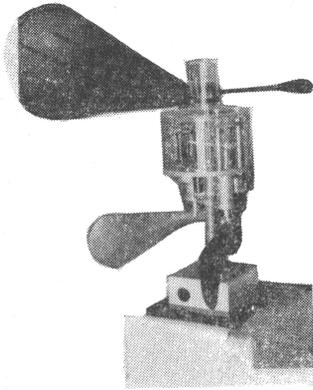
風の測定は三杯風速計（日本のものより小型）および

矢羽根あるいは風車型が主として使われている。風の測定には特に平均値を求めることが必要であるが、10分間平均を連続的に求めるのは A.W.S. としては複雑すぎて適当でないので、機械的、電気的の時定数を適当にもたせて平均を行なう方法が種々発表されている。

第3図は英国の A.W.S. で用いられているもので上部に通常の3杯風速計があり、その下にある風車で平均の風向を求めるものである。この風車は正面から風が当たると回転して自分の向きを変え真横に向いて風車が止るまで動くことになる。歯車比を適当に選定することによりかなり長い時定数を容易に得ることができる。全体の機構がやや複雑で、弱い風で動作させるため脆弱なきらいがあり、日本のように強い風まで測定する地域には不適當と思われる。

第4図はソ連が北極地方の観測に用いている風、気圧、気温の A.W.S. で上部の矢羽根はオイルダンパーで平均風向を求め、下の2枚の矢羽根はその開き角が風圧により変り風向と同様にオイルダンパーで平均値を求めている。この矢羽根が薄い金属で容易にまがるので多少の着氷があっても強い風で自然に落下するとのことであつた。

米国気象局においても矢羽根の軸の中間にオイルダン



第4図 ヲ連続式 A.W.S.

パーを入れて凡そ1分近い時定数をもたせたものを試作している。

2.2 気圧

気圧は殆ど空盒を用いて余り問題はない。水銀気圧計の中に抵抗線を入れて水銀柱の高さを測定している日本の気圧計に対して、水銀柱の目方を Strain gauge で測定すると温度補正の必要がなく簡単で良い結果が得られたという意見があった。気圧については観測時の値のみでなく変化傾向とその型を求めることが今後の問題である。

2.3 気温

温度測定そのものは問題なくサーミスター、抵抗線、バイメタル等それぞれ機構に合ったものが用いられている。問題点は日射をどうして除くか即ちなるべく強制通風しないで日射の影響を少なくする小型の通風日射よけを考えることである。

2.4 露点および湿度

大気中の水蒸気量の A.W.S. による測定は困難なものの一つであり、簡単に広い測定範囲をもつものは開発されていない。ペルチェ効果を利用して鏡面の温度を下げ露点を光電セルより検出する方式は複雑で相当の電力を必要とする点で A.W.S. には適しない。事例については日本およびフランスから報告されており、フランスの例ではパリにおいて鏡面の清掃は約4ヶ月に1度行なう必要があり -40°C ~ +40°C の露点温度で凡そ ±0.2°C (-15°C 以下では ±0.5°C) の精度が得られている。

次に割合簡単で消費電力も少なく、A.W.S. に適したものとしては毛髪、Gold-beater's skin のような動物質を用いたものと種々の塩を用いた化学湿度計がある。いずれも測定範囲、精度、使用方法などについて欠点もっている。毛髪は LiCl を用いた湿度計 (Dewcel 型)

より精度の点で劣っているが構造が非常に簡単のため数多く使われている。LiCl 湿度計は平均 0.5 W 程度の電力が心要で少くとも3~4ヶ月に1度のぬり替を必要とする欠点がある。

LiCl の代りに LiBr を用いたものも実験されていたが、光に対して感度があり劣化の早い欠点があるため中止したとの事である。その他、5酸化磷を平行線の間にぬって電流を流し平衡状態になった時の電流から湿度を求めるもの、表面のイオン交換特性を利用したかの、赤外線吸収を可変波長の干渉フィルターで検出して水蒸気量を出すもの等があるが、いずれも現在は満足すべきものがないので今後の開発に待つ所が大きい。

2.5 降水

雨の観測は主として転倒ますと重量式が使われており一応満足すべき結果が出されている。精度は雨量の少い国では細かく 0.1mm 位まで出している。各種の降水——雨、雪、霜、露、氷雨又は融けかけた雪——を区別をする一つの方法として平行線の間の抵抗 (日本の感雨器と同じ)、電気容量、全体を熱した場合の電気容量、温度の4つの要素の組合せで行なうものが報告された。

	弱	濃	霜	雨	雪	水け	
	い	い				雨	融る
						け	雪
						か	
容量感 発 振 器 増幅器	1	1	1	1	1	1	# 1
部 (常→ブリッジ→および							
温) 増幅器 リレー							
温度スイッチ	0	0	1	0	1	1	# 2
0°C以上の時間と→リレー							
なる							
容量感 発 振 器 増幅器	0	0	0	1	1	1	# 3
部 (加→ブリッジ→および							
熱) 増幅器 リレー							
抵抗感 発 振 器 増幅器	0	1	0	1	0	1	# 4
部 (常→ゲート→および							
温) 増幅器 リレー							

第5図 降水判別機系統図

容量感部は 1000c/s の電源で動作するブリッジで組立てられている。#1 の回路では固体および液体の降水総てに感ずるが #3 では熱せられているので露や霜は蒸発してしまい雨以上で感じ、#4 では液体の降水のみに感じる。これらの組合せで第5図の右側に示した表のように各々の区別が可能となる。

この装置は米国において自動観測所 AMOS-V に組み込まれて一年以上試験したが、ある程度の不確定さは止むを得ないとして十分実用になっている。これ以上信頼度

を上げるためには装置が非常に複雑となり A.W.S. とし
ては適当でなくなる。

2.6 視程

透過率または後方散乱から視程を求めるのであるが、
消費電力を少なくするため Xenon Lamp によるパルス光
の反射波を用いて記録を除くと 2~3 W 程度でまかな
えるものができている。

2.7 電源

A.W.S. で最も重要な問題の一つは消費電力をいかに
して少くしその電源を何でまかなうである。風車発電は
古くから考えられているがフランスで試験した結果では
一年位で保守に行ける所では電池の方が経済的であっ
た。

新しい電源として注目すべきものは Thermo-electric
特性を利用したもので、ビスマス・テルル ($\text{Bi}_2 \cdot \text{Te}_3$)、
鉛・テルル ($\text{Pb} \cdot \text{Te}$)、およびゲルマニウム・シリコン
($\text{Ge} \cdot \text{Si}$) の三者について比較すると第1表の如くなり、
燃料として最も手頃なプロパンを用いることゝすると
 $\text{Pb} \cdot \text{Te}$ のグループがよいことゝなる。Ge-Si は高温の
ためと高価のため不適當と思われる。プロパンは低温で
は気化し難いので -30°C 以下では使えない。出力 7 V,
3.9 A (27 W) の発電機で 60g/H の燃料消費で、1次
電池に比較すると 1/5~1/6 の価格である。

第1表 A.W.S. の電源に適した熱起電材料

材 料	高温接点 $^\circ\text{C}$	低温接点 $^\circ\text{C}$	能率%
$\text{Bi}_2 \cdot \text{Te}_3$	250	50	5
$\text{Pb} \cdot \text{Te}$	550	130	8
$\text{Ge} \cdot \text{Si}$	1000	230	10

ラジオアイソトープを熱源とした電源は米国原子力委
員会で開発されておりストロンチウム90が主に使われ
ている。現在の所 \$30/kWH であるが量産態勢に入れ
ば 1/3 以下の価格になるであろう。現在は主として海洋
ブイの電源として試験されている。第2表は A.W.S. に
利用できる各種電源を比較したものである。カッパ内の
価は日本で得られるものゝ価格である。

2.8 時計

理想的には基地からの呼出しにより観測データを送信
する方式が望ましく、有線の場合は簡単に行なえる。し
かし現在は時計装置により定時にデータを送信するもの
がかなり多く、一つの基地で扱う A.W.S. の数が多い程
時計の精度を必要とする。

時計を分類すると a) 振子またはてんぷによるもの
b) 水晶によるもの c) 電気・機械系によるもの (音叉
等) に分けることができる。a) は機械的なものであり
電源消費は少いが精度は余りよいものが得られない。
b) は精度は良いのが電源として 250mA 以上必要であ
り A.W.S. 全体の消費電力の内の大きな部分をしめるこ
ととなる。c) は最近開発され市販になっている音叉を
もとにしたもので腕時計に組込める程小型のものであ
り、電源も小型水銀電池で1ケ年は使える。温度特性が
やゝ大きいのが欠点であるが、精度を余り必要としない
所では利用できる。

2.9 海洋上の A.W.S.

a) ブイ

NOMAD, ODESSA, NAFI など種々のブイ観測装置が
試験されている。主として短波帯を用いて通信を行なっ
ている。

これらのブイでの困難なことは、海水の飛沫から感部
を護ってしかも外気と完全には遮断できないこと、非常
に鋭い歯をもったフカに係留索をかみ切られること、附
近を通るボートやヨットにいたづらされることなどであ
る。いたづらに対しては全く防ぎようがなく心理作戦と
してブイの側面に“放射能! 危険!” この文字が読
める所まで近寄った者は大量の放射能をあびていること
になる。直ちに医者に見てもらねばならない”。という
表示をしたら誰も近づかないだろうという案が出され
た。

位置の決定およびデータの収集に人工衛星を用いるこ
とが米国で考えられている。A.W.S. では常時待受態勢
にある受信機が必要であるが極めて消費電力の少ないもの
(75mW 程度) が開発されている。

IRLS (Interrogating, Recording and Location sys-
tem) として1968年を目標に NASA で開発されている
ものは、海洋ブイ、定高度気球、その他の A.W.S. の位
置の決定とデータの収集に用いられる衛星である。

このシステムでは衛星が観測所の上空を通過する際特
定のコードで呼出し、衛星の位置が分かっているとして2
回距離測定を行ない三角法で A.W.S. の位置を $\pm 2\text{km}$
の精度で求める。1176 binary bits の観測データを記憶
し地上の制御局 (Alaska) 上で送出する。記憶容量は 20
~2000ヶ所分 (50,000 bits) を計画しており、400 MC
帯を用いて最大 2100km まで通信可能である。A.W.S.
側の送信出力は光頭値 25W (将来 8 W) 平均消費電力
75mW である。1969年には記憶容量も大きくなるので

第2表 A.W.S. 用の各種電源

型式	出力		電力 (ボルト)	重量	制限及寿命	価格
	平均	尖頭値				
空気電池	0.1~ 20W	平均の約 10倍	6~32	900g/kw (水を含む)	0°C以下での使用に適しない, 通常1年	米国にて\$7~ 10/kwH
風車				代表例 2kwH- 90 kg 風の強い 所では更に重く なる		
i) 鉛電池	1~10W	実用的に 1 kw	12~24	約 45kg/kwH	1年毎に鉛電池の交換を要 する	寿命を5年として 24V, 150 AHの電 池を用い \$6~7/ kwH
ii) Ni-Ca 電池	3~10W	実用的に 1 kw	12~24	約 45kg/kwH	10年位使用できる。アルカ リ液の取扱に注意	\$ 7/kwH
乾電池	1~3W	2~30W	6~100	900g/kwH	密封型がある。電圧は温 度、寿命で除除に下る。	\$ 14~20/kwH (約¥10000/kwH)
プロパン燃料発 電及蓄電池	5~ 200W	蓄電池の 特性によ るが通常 50~2000 W	通常6, 12, 24, 32	16~23kg/kwH 5 Wで1年間の 燃料を含めて約 1100kg	重量の大部分はタンクを含 んだ燃料である。余熱は着 氷の防止に使える。	最も安価な電源で ある。10~30Wの 装置で \$3/kw
プロパンエンジ ンによる直流発 電機および Ni- Ca 電池	100W	1000W	24~28	設計により変 るので規定し 難い	エンジンは定時または電池 電圧が下つた時に始動す る。平均100Wの消費電力 のとき1日に3時間運転	—
ラヂオアイソ トープ燃料による 発電	5~60W	鉛蓄電池 を用いた 時平均の 約100倍	6~32	700~2500 kg/ unit (主として 遮蔽用) 又は 5 W unit で700 g/kw 半減期28 年のアイソト ープを含む。	通常鉛電池又は蓄電器と共 に用いる。燃料はストロン チウム90が用いられる。	10 W 型で \$ 30/ kwH 約16年間使 用できる。将来の 価格は量産により \$ 7~10/kwH と なる。
鉛蓄電池	1~20W	平均の約 100倍	6~32	約 23kg/kwH	1つのセルは2Vで500AH ~3000AHのものを組合 せて32V 6000AH程度のも まで作ることができる。通常 1年で放電するよう設計す る。	\$10~20/kwH
空気一次電池 (Zn-C 電池)	0.1~ 20W	平均の10 倍	6~32	7kg/kwH (水 を含む)	1つのセルは1.25Vで600 ~2500AHのものを組合 せる。-4°Cで電解液が凍結。	\$7~10/kwH (¥7300/kwH)

米国以外の国でももし希望するならこのシステムを利用
することができるのである。

b) 商船上の観測の自動化

ブイによる洋上観測が種々計画されているが、商船に
よる観測は経済的に見て重要視しなければならない。現
在1000トン以上の商船4450隻(全部の21%)がWMOの
気象観測網に加入している。そして凡そ850の報告が各
観測時に通報されているが次のような欠点がある。

1. 一部の船のみが報告している。
2. 観測値が全部は報告されていない。
3. 船からの通信が完全に受信されていない。
4. 沿岸局が適時通報しないことがある。
5. 観測誤差が大きい。
6. 船の密度が変り易い。

ブイの技術を使って船舶上に自動観測装置を設置すれ
ば容易にこれらの欠点をなくした通報が可能になる筈で

第3表 A.W.S. の基準特性

	No.	種 類	標 準 仕 様	規定の精度を保持する平均の期間(月)(66%の確率限界)			
				地 上			海 上 (繋留および浮遊)
				極 地 方	中 緯 度	熱 帯 地 方	
感 部 の 能 力	1	気 圧	± 1 mb	24	24	24	18
	2	気 温	± 1°C	36	36	36	36
	3	露 点 温 度	± 1°C > 4°C ± 2°C < 4°C	—	2	2	飛沫により信頼性はない
	4	相 対 湿 度	± 5% > 0°C ± 10% < 0°C	—	6	6	同 上
	5	風 速	± 2 m/s < 20m/s ± 10% > 20m/s	12	24	24	6
	6	風 向	± 20°	12	12	12	6
	7	降水, 前回観測 値よりの積算	± 0.5mm < 5mm ± 10% > 5mm	—	6	6	飛沫により信頼性はない
	8	降水強度10分間	± 0.5mm または 10%	—	6	6	同 上
	9	海 水 温 度	± 1°C	36	36	36	36
	10	波 高	± 1m < 10m ± 10% > 10m	—	12	12	—
総 合 能 力	CSM により要求される測定要素			No. 1, 5, 6, 2	No. 1, 5, 6, 2	No. 5, 6, 1, 7, 2	No. 1, 5, 6, 2, 9
	総合信頼度			4	4	3.5	2

ある。

観測要素および精度は CIMO その他できめられており、第1順位として船の位置、観測時間、気圧、風向、風速、気温、水温となっている。第2順位としては降水の発生、波浪、湿度、塩分、輻射総量、温度プロファイル、塩分プロファイル、日射時間、視程があり更にあればよい程度のものであり、潮流、雲量、雷の状況、天気、過去の天気、気圧変化、降水量、雲、総オゾン量などがある。

通信は現在 HF で行われているがこれは時間、場所により周波数を変えねばならずまた全世界的に使える波がない等の欠点がある。衛星を用いた通信がより確実であるが、しかし費用の点は考えねばならない。

またどこまで自動化するかは価格に関係している。例えば船の位置などは航海士が直している以上自動化は不要であろう。

3. A.W.S. に最適な基準

C.S.M. (Comission for Synoptic Meteorology) の作業委員会が出された A.W.S. としての最低基準を検討した結果一般的には満足すべきものであるが次のようないくつかの注意が必要である。

3.1 観測要素

i) 気圧, WMO 基準の現地気圧を報告するのが適当と思われる。なお気圧変化の型と量をも測定し報告することを考えるべきである。

ii) 風向および風速, 10分間平均のデータが要求されているが、正確に10分間の平均を求めることは技術的に複雑となり A.W.S. には不適当と思われる。機械的、電氣的に適当な時定数をもたせ、高い周波数成分を減衰させる方式が適当である。

iii) 気 温

iv) 海面温度, 測定点の深さについては同意点が見出されていないが、1 m より深くなくできるだけ表面に近い所とする。

v) 露点温度, 露点の測定は非常に困難で広い範囲にわたって精度のよい測定をする方法は見出されていない。観測地点の気候により直接露点を測定せず相对湿度等他の形で測定し通報する所ではそれを編集する時に一般の形に変換することが必要である。

vi) 降水, 降水量の通報については WMO の委員会 (CIMO, CCI, CSM) においてどの位の精度が適当かを検討している。総雨量, 雨量強度, 一定期間内の総降水

第4表 世界自動気象観測所一覧表

(WMO 資料, 1966)

国名	観測要素	伝送方式			開始方式	所要時間
		符号	周波数 (MC)	出力 (W)		
仏	P, T, H, WD, WS, R, 雷	モールス	3~8	40 (A ₁)	時計	2分
米	P, T, WD, WS			15	時計	
日	H, WD, WS, 日射	モールス	2.1	0.3	時計	5
日	P, WD, WS	モールス	414	0.3	時計	
日	R	モールス	408	0.3	時計	8
日	潮位	モールス	408	0.3	時計	4
スウェーデン	P, T, H, WD, WS, R	パルス間隔	172	15	手動	
ソ	P, T, H, WD, WS, R, 日射	モールス		25	時計	2
米 ¹⁾	R (他4に要素)	二進符号	2700~2900	1000(peak)	0.1の降水	—
印	R	モールス	403~410	3/4	時計	3
ルーマニア	P, T, H, WD, WS	モールス	213	0.5	時計	2
米 ²⁾	P, T, WD, WS (1~8分の平均)	8 bits binary	2~8 (2周波)	250		
日	R	モールス	408	0.3	時計	0.8
日	潮位 (津波警報)	パルス間隔	408	0.3	時計	5
日	潮位 (高潮警報)	〃	408	0.3	潮位が一定値になると5分毎	5
豪	P, T, WS (10分), WD, R	モールス	3~18	40	時計	2.5
豪	R, 河川水位	パルス	160	25 (FM)	呼出及時計	2
日	WS (10分), WD (1分)	モールス	408	0.3 (A ₂)	時計	0.8
日	WS (5分), WD (5分)	モールス	414	0.5 (A ₂)	時計	1.5
日	WS, WD, 潮位 (P, T)	2進化 10進	60	50 (F ₂) 25 (F ₃)	呼出	0.25
独	P, T, 水温, 地温, H, R, 風圧, WD	パルス数	700 68~87 165~174 3~10	0.1 12~15 18~100(F ₂)		1
米	T, W, P, R, 日射, 降水の有無, dew または frost	テレタイプ	RTT 回線による有線方式		呼出及時計	1/2
ソ	P, T, WS, WD, R, 日射	モールス	H.F.	25 (A ₁)	時計	2
日 ³⁾	P, T, 露点, WD, WS, 日射	デジタル	6860	5 (FM)	時計及呼出	1/6
米 ⁴⁾	P, T, 海水温度, WD, WS	モールス	5.34	4000 (PM)	時計	4
独 ⁴⁾	P, T, 海水温度, H, 風圧	パルス数	15	40	時計	3
ソ ⁴⁾	P, T, 海水温度, H, WS, WD	モールス	H.F.	15	時計	1
ノルウェー ⁴⁾	P	デジタル	3.2又は4.5	70	時計	1.1
米	P, T, WD, 海水温度, WD, WS	Bandot code	3.36及9.95	5 (PCM)	時計	1
英	P, T, H, WS (10分), WD (10分) 降水 (全量), 降水強度, 視程	1.2~1.6 KC 変調波	有線		呼出	1/4
ハンガリー	WS, WD, 15m/s 以上の発生	FM, パルス数	300	0.3	連続	—
イスラエル	P, T, H, WD, WS, R	可聴周波	167.15	5 (FM)	呼出	1/4

P: 気圧 WS: 風速
T: 気温 WD: 風向
H: 湿度 R: 雨量

1) レーダトランスポンダ 4) 海洋ブイ
2) 原子力電源を使用
3) 富士山に設置したもの

量、海上における測定量等について更に検討を要する。

vii) 視程、透過率または反射率から視程を測定することができる。

viii) 雲底高度、A.W.S. でも利用できる種々の方式が研究されているが、積算とサンプリングの方法について検討し最終の方式を決定すべきである。

ix) 特殊現象

x) 海面の状況(波高)、現在研究が行なわれているので将来は測定要素に入れることができるだろう。

以上述べた外に周囲の条件例えば着氷の発生する恐れのある所などでは種々の問題があり完全な対策は出されておらず、今後の研究にまつ所が大きい。また無人の上層観測所についても研究を開始する必要があるだろう。

3・2 精度および信頼性

一定期間内精度を保持し、信頼性を考えに入れA.W.S.の最適の特性を第3表の如く定める。こゝでは現在の技術で可能と思われるものについてのみあげてあり、降水の有無、雷放電の回数、日照、輻射、気圧変化等の感部については更に研究を要する。電源を別にとれる半自動の所では視程、雲の測定も可能である。

着氷を防止する完全な方式はないが、少くともそのデータが信用できるかどうかを知る方法を開発しなければならないだろう。

4. A.W.S. のデータ収集組織

A.W.S. としては基地から観測時に呼出して観測通報する方式が望ましい。これは疑しいデータをチェックすることができ、必要な時にデータが得られ、また精度のよい時計が不必要になる等の利点がある。時計装置で一方的に送信する方法は一つの基地で受持つ観測所の数が少い時はよいが数が増えるに従って時計の精度を良くしなければならなくなる。

新に通信衛星を用いて中断をする方式が考えられているが、有線または直視範囲で UHF, VHF を利用できる所ではそれらを用いることが望ましい。場所によっては中波、短波でなければ通信できない所があるが、短波帯での混信は重大な問題で且また新しい波の割当をうけることは極めて困難な状況であるが、自動観測所とラジオゾンデのために割当をうけることに努力をすべきであろう。

衛星でデータの収集を行なうとき、観測が定時に行なわれればデータを一時蓄積しておかねばならないので最大1時間の遅延が生ずるがこれは止むを得ない。

5. A.W.S. の現状

1967年2月

WMO に報告されている世界の A.W.S. の一覧表を最後にあげておく。

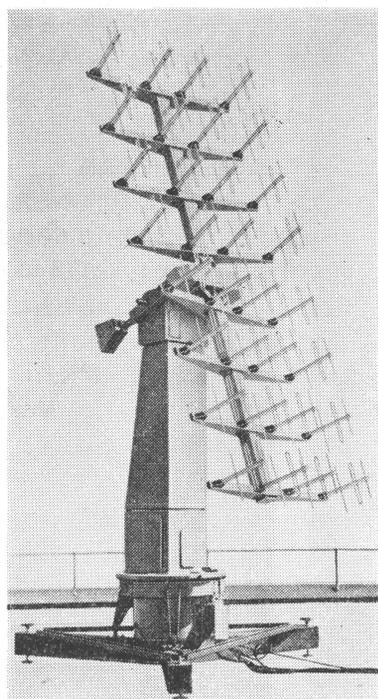
附 記

A.W.S. の技術会議には直接関係ないがフランスのエコーゾンデと米国の狭帯域レーダ伝送を見学したので概要を記しておく。

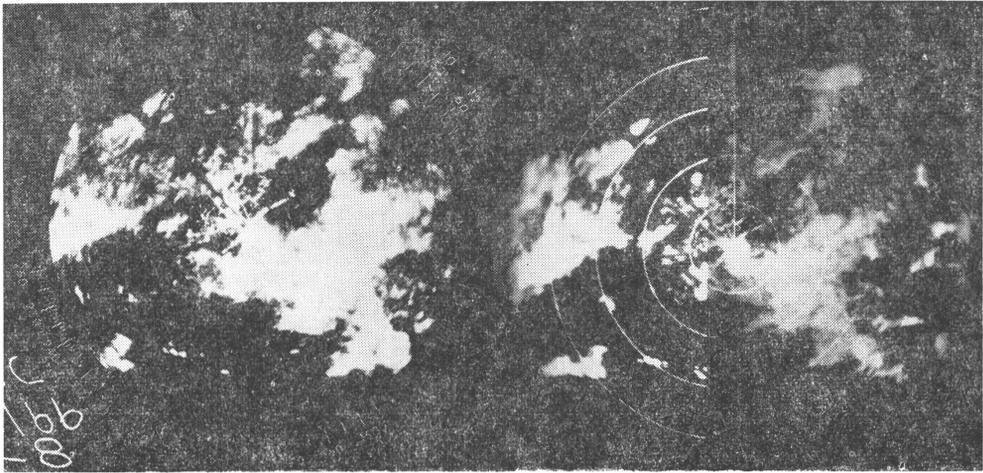
1. 単球式エコーゾンデ

バイエルンにあるスイス高層気象台を見学した。こゝは10年前国際ラジオゾンデの比較観測が行なわれた所である。こゝで使用しているラジオゾンデは時間間隔式で、バイメタル、空盆、ゴールドビータススキンを各感部に使用したもので別に新しいものではないが、高層風の測定は 400M.C. 帯のエコー型で真空管を1本でまかなっており非常に小型軽量で安価である点注目値するものと思われる。この方式は10数年前その原理的可能性を当時の台長ルジョン博士が提案され日本においても検討したが、周波数が高い為か(日本では 1680M.C.) 逐にうまくゆかず現在の方式(受信、増幅、変調のため真空管を3本使用している)が採用されたいきさつがある。

送信は周波数 400~406MC で出力約 7 kW, パルス幅



第5図 400M.C. 帯エコーゾンデ空中線 (ALBIS)



(a)

(b)

第6図 レーダー映像の狭帯域伝送。(a) PPI 原画, (b) 受信した映像

0.8 μ s. である。返信は同じ周波数でパルス幅 160 μ s. で 700m から 200km まで測定できる。測定精度は割合良く、距離において 0.2% または ± 75 m (相対値で ± 40 m), 角度は仰角 12 \sim 85 $^\circ$ の範囲で方位角 $\pm 0.6^\circ$ (相対値 $\pm 0.2^\circ$) 仰角 $\pm 0.3^\circ$ (相対値 $\pm 0.1^\circ$) である。なお仰角 25 $^\circ$ 以下では地面反射の影響が入るので附近の地形に関係してくる。空中線は 3 要素の八木空中線を 4 \times 4 本ならべたものを 2 組上下にならべている (第 5 図)。

2. 気象レーダー映像の狭帯域伝送装置

気象レーダーの映像伝送については種々の方式が考えられており、我国においては狭帯域化が進められようとしている。米国気象局において WB/RATTS-65 として開発してきた狭帯域方式は日本でこれから実施しようとする方式に非常に参考となる所が多い。これは International Telephone & Telegraph Corp. において開発され Washington の National 空港と Silver Spring の気象局の間で総合試験を行なっているもので、価格は約 3 万ドルとの事であった。

レーダーの副指示器では距離マーカ、仰角指示輝線を映

像と一緒に 7" の C.R.T. に現わしている。また地形およびデータを記入するプラスチック板が別についていて、副指示器の像と光学的に合成したものを低速走査をしている Vidicon Camera で撮影する。撮像管には低速走査に適した Westinghouse の Vidicon tube WL-7290 が用いられ、一回走査すると 82 \sim 85% の信号が読出される。映像信号は 0 \sim 2000c/s でこれに同期信号を加え 2400c/s の搬送波で 300 \sim 3000c/s の電話線を用いて伝送する。水平同期は 7.5c/s で一枚の画を送るのに 94 秒かかる。

受信側では 7" の直視型蓄積管 (Iatron) に映像を現わし、それを 625 本の走査線をもつ ITV カメラで撮映し 5 個までの TV 受像機をケーブルで接続する。蓄積管は凡そ 15 分間映像を蓄えておけるので、電話連絡で像が中断してもさしつかえない。

第 6 図は PPI の原画と狭帯域回線を通して受画したものととの比較で途中まで走査した時撮影しているもので中央から右半分が前回の残像で暗くなっている。また図の撮影時間と距離が多少違っているので雨のエコーは両方で正確には同じでない。