

ロケット気象観測の可能性と期待される効果*

北 岡 竜 海**

ロケットおよび人工衛星の発達は、気象学および世界の気象事業にも大きな革命をもたらすだろうと期待される。今までの通常の気象観測では、地球大気のわずか1/5以下のものしか観測されてなく、大きな台風や低気圧でも数日間にわたって砂漠や海洋の上や極地方をなんの測定も受けずに過ごすことができる状態である。これらの観測武器を使つての今後期待される観測の規模とその効果を考えて見よう。

気象は地球の大気の大現象であるということから当然のことながらその観測や利用も従来から世界的な協力を必要としてきたが、人工衛星のように地球の回りをかけ巡って観測するということになれば、各国ばらばらにやるなどのようなことはおよそ考えられなく、特に密接な世界的な共同観測が要請されてくる。

ロケット観測でも気象の立場からすれば世界的な話合いによる、必要にして可能な観測網という問題が起こってくるのは当然である。

気象の問題を世界的に相談し、調整し、各国の実施を促進する機関、現在国連の下部機関として世界気象機関(WMO)というのがあるが、WMOではこの問題について現在専門家よりなる小委員会の意見を求めている。

アメリカのこの方面の専門家である Wexler は、将来世界的に望ましい気象用人工衛星として次のごときものを WMO に報告している。

人工衛星に期待する重要な気象観測としては、昼間は光電管、夜間は赤外線を使つての地球上の雲の分布に関するテレビジョン送画と、地球上のふく射の経済に関する観測、すなわち太陽からくる太陽ふく射、地球の表面、雲や大気から反射する短波ふく射とこれらが放射する長波ふく射の観測であり、さらに水蒸気の吸収の最も少ないいわゆる吸収スペクトルの窓と考えられる $8\sim 10\mu$ の長波ふく射による地球面温度と雲の分布の観測、 $6\sim 7\mu$ の水蒸気吸収スペクトルによる水蒸気の分布の観測などである。

このほか多少困難ではあるが可能性のあるものとして地球上の降水の分布、地球上の大体の気圧配置、オゾン、炭酸ガス、水蒸気や気温の大体の垂直分布、大気混濁度の分布、雷雲や空電の分布などの測定がある

これらを地球全部にわたり常時掌握し得る最少限の人工衛星として次のようなものが望まれる。

高さ約 6,430km (4,000マイル) の上空を極から極に回る円軌道の衛星を若干の角度で真北よりやや西より発射させると地球の公転で毎日進む分だけ遅らせることができるので、いつも打上げられた地方時で各緯度を北に進み北極を回ってその時間とちよつと12時間ずれた時間に南に走る人工衛星を作ることができる。

このような衛星を経度 60° ごと離して午前8時、正子、午後4時に例えば南から北に飛ぶ昼間の衛星と、午後8時、正子、午前4時に北から南に飛ぶ夜の衛星と合計6つの衛星を作ることができる。そうすると、この衛星は地球上の相当広い面積を見うるし、地球を1周する周期は4時間であるので、地球上1時間以上もその雲の状況を観測し得ないで放置されるという地域はなくなる。

このほかに赤道地方の状況をもっとくわしく知るために高さ 1,000km (620マイル) の赤道上に円形軌道に沿って飛ぶ赤道衛星を1つ飛ばすと、この周期は105分であるので北緯 30° から南緯 30° までの熱帯地方の雲の分布が上記の極衛星による観測に加えてさらにくわしく測定できる。

これらのほか、もっと低いところを早く回って局地的な気象状況をもっとくわしく測定し得るような人工衛星も考えられるが、地球上の雲の分布やふく射の出入に関する今までなかなか測定できなかった気象上非常に重要な新しい測定要素は、上記の7つの人工衛星で測定が可能ということになる。

もちろんこれらの観測値を世界各国が欲しい時にいつでも入手できるようにするための通信用衛星がこのほかに必要になってくるのは当然である。これらの資料は世界共通の利益となるもので少数の国の独占するべきものでないことは当然で、したがってこのような観測の運営は当然世界の協議によることになり、各国ばらばらの観

* Meteorological Rocket Observation and its Effect

** Tatsumi Kitaoka, 本庁高層課

測は必要でないと考えられる。

したがって気象に関する限り日本の果たす役割は必ずしも人工衛星を打上げる必要はなく、それによる測定方法や有効な測定要素、その利用方法などに関する研究開発の面で世界に寄与することであろう。

人工衛星での観測が上述のように画期的のものであることはわかるが、それはあくまでも地球の上空から地球上の現象を見るということであって、これだけでは地球大気の実際の動きや大気中の諸要素の分布はわかるわけではない。したがって現在行なわれているラジオゾンデによる気球探測の方法の必要性やロケットゾンデによるそれ以上の高さの探測の必要性は消えない。

普通の気球による探測の上限は高さ約30kmまでであるが、それ以上少なくとも高さ60kmまでの大気層がどうなっているかは、航空機の高度の上昇に伴って重要になってくるばかりでなく、この層が太陽の異常爆発と地球の異常気象現象とを結ぶカギともなるだろうと考えられるので非常に重要な問題である。したがって気象学上の限界層ともいえるこの層に関する常時観測資料が適当な価格のロケット探測により地球上で適当な密度で毎日得られることは今後の重要な課題である。

ロケット観測の場合、希望する高さをどこまでにとるかは価格と観測技術の難易に大きく関係するので實際上重要な問題であるが、気象の立場からこの高さを、大気気温上昇の第1次の極大層として普通考えられている50kmにとらずに60kmとしたのはこの極大層の上限の高さが1つの特異点として取り上げられることから、もしあるとすればこの層の高さの変化とこの極大層付近の気温の変化に着目することが重要だろうと考えられたからである。

なおこれ以上の高さは将来あるいは問題になるかもしれないが、この層の密度は余りにも小さく気象学的にはその影響はさしあたり第2次的と考えられるので、常時観測のさしあたりの目標としては除外した。

このようなロケット観測は人工衛星の場合と違って各国それぞれ必要な地点で観測することになるので、世界国家にでもならない限り、各国領土内の観測はそれぞれの国でやることになるのは当然である。そうすると日本内地ではどの程度の観測の実施が望まれるか、またその可能性はどうだろうか。

近年、極周辺の成層圏内の極渦動や極高気圧と異常昇温現象との関連が論ぜられ注目をあびているが、太陽活動の異常増強が、20km以上60kmに至る大気圏の何らか

の状態の変化を通じて対流圏気象に影響するという観点に立って、この超高層のどのような状態の変化をとらえればよいかによって測定すべき時間的空間的の密度が変わってくる。

成層圏の極渦度や極高気圧の消長をとらえなければならないということになると、少なくとも高緯度地方では対流圏測定と同程度の観測密度が望ましいことになりそうである。

しかし、さしあたり考えられそうな密度としては、国際地球観測年で要請された主要な断面に沿っての重点的な観測点を考えるのが最も实际的であるまいか、日本付近で考えるとまず第1歩として東経140°に沿って日本に3点程度で、できれば昼夜それぞれ1回、やむを得なければ毎日1回程度の観測が確立されることが望ましい。そして、このような観測点による常時観測の結果から必要ならば、さらに観測の増加が要請されよう。

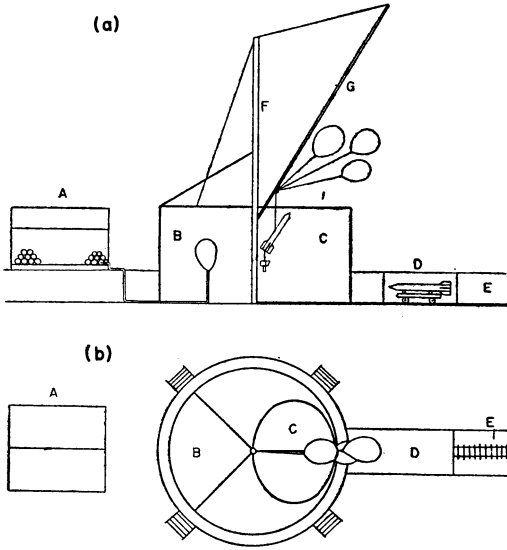
気象の方から要請されるだろうと考えられる観測は以上のごとくある程度網をはった観測点での常時観測であるので、1回に要する観測経費はできるだけ少なく、かつ観測方法も常時観測に耐えるよう簡易でどんな気象条件でも可能なごときものでなければならない。

現在までに開発された日本のロケット観測技術からすれば、地上から高さ25kmまでは現在の気球によるラジオゾンデ観測に依存し、それにより60km以上の高さまでをロケットゾンデを打上げて落下するとき観測するロケットの方法が最も経済的で可能性があるようである。

測定を地上からこの高さまでの大気の状態、すなわち気温（ある高さまでは湿度も含めて）の高さによる変化だけにとどめると、早速可能と考えられる方法として次のような1案が提案される。

第1図はロケットで最も問題になる気球準備から打ち上げまでの方法に対する1案であるが、風の力を利用して地上風や雨のいかんに関せず放球できるという点がこの案のミソである。

この放球装置では風向きに応じて手動により軽く風下に放球口を向けられるよう回転することが可能であり、気球誘導柱の垂直柱からの傾角を風速によって変えて風力を上昇力にできるまで有効に転換できるようになっている。また気球の準備は風から遮蔽された充填室で行ない、すぐ隣室から放球できる仕組みになっている。またロケットゾンデおよび25kmまで観測用のレーヴェンゾンデの準備の装着も放球室の隣りに配置されている。

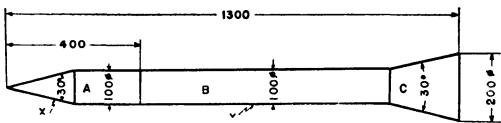


第1図 ロケット放球装置並びに諸準備室
(a): 立面図 (b): 平面図

- A: 水素管貯蔵庫 B: 気球充填室 C: 放球室
- D: ロケットゾンデ及びレーウイゾンデ準備室
- E: ロケット運搬地下道 F: 放球支柱
- G: 気球誘導柱

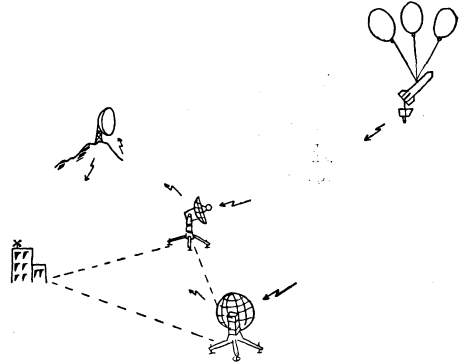
ロケット用の火薬庫はこれらの放球室から 100m 程度離す必要があるため、雨天や強風塵時の放球室までの安全運搬のために、この火薬庫から放球室までは地下の誘導トロッコ軌道の架設が考えられている。

25km から 60km 以上まで打上げるロケットゾンデはおおむね第2図のごときものであり、総重量約12kg、う



第2図 A: 計器室 B: エンジン部 C: エンジン尾翼部 X: ポリエステル製 Y: ジュラルミン製

ち推進火薬約 4.8kg 測定器重量約 2kg である。なお測器はピラニ気圧計のみとし、周波数には現在のラジオゾンデと同じ 1,680Mc を使用して第3図のごとくこれを約 60km の基線をもつ2点から同時追跡することにより



第3図 ロケット追跡状況

高さを測定する。

測器はロケットが最高点に達すると適当な自動装置により、ロケット本体から切り離され、落下傘または自動的にガス充填される気球によって降下し、その際の資料が高さ 25km まで測定されて、地上から 25km まで測定されたレーウイゾンデの資料とつながれる。

2点観測による高さは自動計算機により自動的に刻々計算記録され、またピラニ計による気圧測定値も自動記録される。

2点観測が不可能なような立地条件であれば、多少価格の増大はあるがエコゾンデ方式による直距離自動測定的方式をとればよい。

25km までのレーウイゾンデによる測定が終了すると同時にロケットゾンデの受信追跡に自動的に切り換えられ基地でこれらの資料が整理されるので、この観測は機械保守に若干の技術者を要するが、きわめて少数の人員を増加するだけで十分だろうと思われる。

ロケットゾンデが第2図のごときものでよいということになると3カ所で毎日1回、年約1,200個打上げると仮定して1個の観測経費として約15万円程度で可能と思われるので3カ所で年間約1億8,000万円の予算で可能ということになる。1個ずつの価格は年間の観測個数が増大すればさらに減少が予想されるし、またロケットの製造技術が進歩すればさらに減少することも期待されるだろうから、このようなロケット観測はそれほど遠い夢ではなさそうである。