

気球観測におけるテレメータ装置 とその問題点

野 村 民 也

1. はじめに

筆者らが気球観測に関連するエレクトロニクスの実験をもったのは、原子核研究所、生産技術研究所と引き継がれた、ロクーン計画を通じてのことであった。

地上発射ロケットが、カップ6型によって 60 km の線にあった時期に、高度 100 km を超える可能性をもったロクーンは、観測の手段として大きな魅力であった。しかし、本格的な観測ロケットとして、カップ8型が完成するに及んで、ロクーンはその存在理由がはなはだ薄くなってしまった。

したがって、われわれがこうした方面に関する仕事にたずさわったのは、ごく短い期間でしかなかった。その間の実験の回数も、そう多いものではなかった。技術的にも、十分な検討を経る暇はなかった。そうした点で、以下に述べる事柄には、不備なところも少なくないと思われるが、気球による観測が、当研究所を中心として進められる情勢となった今日、既往を思い起こして、二、三の問題点をあげて見たい。

2. 気球観測用機器としての問題点

滞空時間が長く、そのうえ、零下数十度の空間を、日中は強い日照にさらされつつ浮遊する気球による観測では、観測用機器に課せられる問題は、むしろ、観測用衛星に搭載する機器における条件と似たところがある。これらのうち、おもなものを拾って見ると

(1) 温度：問題となるのは、温度の変化範囲と、適正な保温である。固体電子装置を主体とする電子機器も、最近では、相当広い温度の変化範囲にわたって、安定な動作を望みうるようになってきているが、それでも、安心して使えるようにするには、温度の変化範囲を、40°C 程度に押えるべきである。一方、電源電池は、一般に低温において容量が低下するので、これについては、少なくとも 0°C を割らないよう、保温上の配慮が必要である。

こうした温度の問題については、従来は、経験則に基づく推定に頼る傾向が強いようであるが、将来、観測の内容が高度なものになるにつれて、それだけでは不十分なきがくるであろうと思われる。明確な技術的基準が確立されることが肝要であり、また、スペースシミュレータなどによる検討も必要であると考えられる。

(2) 電源電池：長時間にわたる観測を実行するためには、機器の消費電力を極力小さくするとともに、できるだけ、単位重量当りの電力量効率の高い電池を、電源として採用することが必要である。

現在、電力量効率の最も高いのは、酸化銀電池 ($\text{Ag}_2\text{O}-\text{Zn}:\text{KOH}$) で、 $\text{Ni}-\text{Cd}$ 電池 (NiO

OH-Ca: KOH) がこれについている。前者の kg 当りの電力量は 60~80 WH に達し、後者の 1.5 倍程度になっている。太陽電池に電源の供給を依存する人工衛星では、充・放電が繰返される関係から、Ni-Ca 電池に断然軍配があがるのであるが、気球観測の場合には、酸化銀電池の効率の良さを利用する方が、有利であろう。ただし、気密を保つために適当な容器に収納することが不可欠 (Ni-Ca 電池は、それ自体気密のものが作られている) である点は、若干不利なところである。また、0°C で電容量が 70 % 程度におちるので、できればプラスの温度に保つよう配慮することが望ましい。

(3) 構造: 気球観測の場合には、ロケットや人工衛星にくらべれば、容積上の制約ははるかに余裕をもって考えて良い場合も多いことであろうし、衝撃とか、振動、加速度といった機械的環境条件も楽であることから、重量の軽減も容易になる面が少なくないものと思われる。しかし、常に地上に落下する危険性をはらんでいる気球観測にあつては、保安上の見地から、落下傘などを用意することが不可欠であろうし、それに対する負担を考えれば、やはり機器の軽量化には、深甚の注意を払うべきであろう。そのためには、何よりも電源電力消費を少なくして、電池重量の軽減を図ることが、非常に効果的なことである。

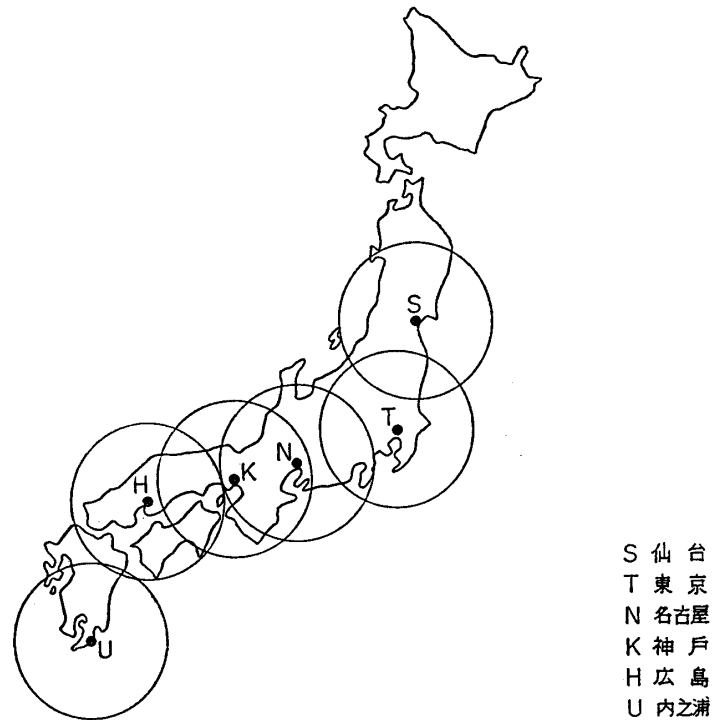
とにかく、これまでの気球搭載機器は、相互の位置関係があまり rigid でなく、若干頼り無さを感じさせるような例もあったようである。テレメータといった信号の伝送手段がとられる場合には、こうした不定さが障害になることもありうることである。ことに観測の内容が高度、かつ複雑化した場合には、こうした点に、相当の注意が払われなければならないであろう。気球用の観測機器の搭載の方法について、放球技術上の問題も考えて、合理的な形式が編みだされる必要があるように思われる。

3. 伝送距離と観測網

高度 30~40 km の気球を見通しうる範囲での、最大直距離は 600 km になるが、実際には、地表スレスレの受信は困難がある。仰角 5° 以上を実用範囲とすると、テレメータ信号の伝送距離としては、250~300 km の程度を想定すれば十分である。

この程度の距離は、観測ロケットの場合にくらべれば一けた小さい。仰角が低いことを考慮にとつたとしても、比較的容易に伝送可能な範囲にあるとあって良い。しかし、いずれにしても伝送可能な範囲は、見通しの条件から、最大でも 300 km 程度にしかならないので、もし気球の行動範囲がこれを上回る場合には、適当な間隔を置いて、数か所に受信点を置く観測網を設けなければならないことになる。

第 3.1 図は、参考のために、1 受信点のカバーしうる範囲を半径 200 km と考えた場合、本州の大部分にわたって、観測網を敷くとすればどの程度の数の受信点が必要となるかを示したものである。もちろん、気球の行動範囲が限定されていれば、それに応じた選択がなされるべきで、必ずしもこれだけのすべてが同時に必要という訳ではない。しかし、現状の規模からおせば、1 回の観測に当って、少なくとも、3 か所程度の受信点の設置は必要ではないかと思われる。そして、そのうちの 2 か所は基地局として、display の機能までそなえた相応の設備を施し、他の一局は、テープ録音の形でデータの取得を行ないうれば十分であろう。場合によっては、この一局は移動可能のものにすることも一案である。



第3.1図 観測網 (半径200 km)

基地局は、気球の放球に際して搭載観測器の機能を完全にチェックする役割を果すべきで、そのためには、放球場所を決めて、そこに設置することが望ましい。わが国で気球による観測が行なわれだして、すでにかかなりの年月を経ているから、放球の場所を限定して考えることも、むずかしいことではないと思う。観測の実施上、本州の中央附近が便利であるならば、放球場所を、近畿地区と関東地区に選定してそこに基地局を設け、中間局を中部地区に設けるといった案が考えられる。

受信局に課せられる内容は、単にテレメータのみでなく、気球の追跡と、コマンド（無線遠隔司令）も同時に必要な仕事である。したがって、以上のような考えを実行に移すとすれば、かなりの予算が必要となるであろう。しかし、一方では信頼性の高いデータを、できるだけあますところなく取得したいと考え、他方ではその要求に見合うだけの設備がないということでは、全体を一つのシステムと考えた場合に、はなはだしく当を失したものといはなくてはならない。気球による観測が、今後、より高度なものとして発展し、さらに多くの成果をあげて行くためには、システムとして完成させて行く努力が払われるべきであり、そのために必要な技術的開発を惜んではならないものと思う。

これに関連して、今日、比較的順調な発展を遂げつつある観測ロケットの蔭の歴史の一こまが思い起される。すなわち、IGYの翌年、昭和34年度には、それまでつけられていたIGY観測経費が削られて、予算で約半減してしまったのである。当時、観測ロケットとしてカップ6型の使用は可能であった。しかし、関係者の英断は、観測を完全に1年間休止し、予算のすべてを新しいロケットの開発のために振り当てたのである。その結果は、翌昭和35年のカップ8型の完成として結実し、また、観測用機器の開発、整備も進めることができて、

この一年間につちかわれたポテンシャルが、どれだけその後の発展に寄与したかは、はかり知れないものがあるのである。

相応の歴史をもっている気球観測では、観測ロケットの場合とは若干事情の異なる点もあるであろう。しかし、将来にそなえて、基礎を固める配慮を一度本格的にしてみることも、必要なことではないだろうか。

4. 方式上の問題

前述のように、気球の観測における伝送距離は、300 Km 程度であるから、現在、観測ロケットで行なわれている実績から推して、さしたる困難はないように思われる。しかし、長時間にわたる観測を考えれば、搭載機器の電力消費を減らすことが必要であり、その結果は、情報伝送速度（一般にはレスポンス）の制限という、観測実施の面からは、あまり芳しくない事態を招くことになる。テレメータの方式の選定に当っては、諸般の観測内容を吟味し、また、可能な重量の限界も勘案した上で reasonable な情報伝送容量を決めることが必要である。

次に問題となるのは、追跡システムとの関連である。気球による観測で、データを分析するための重要なパラメータは、気圧であるといわれている。しかし、回収や安全確保の点からは、気球の刻々の位置を正確に知りうるが必要となり、そのためには、方向と直距離が求められるような電波標定が可能でなければならない。現状では、何らかの形式（必ずしも現行のラジオゾンデのようなパルス方式でなくても良い）のトランスポンダの搭載が必要となってくるので、これに、テレメータの伝送機能もあわせもたせて、機器を簡易化することができないかということである。現状では、双方の性能を確保しようとするれば、必ずしも搭載機器が簡易化されることにはなりそうもないが、地上設備では有利になる可能性が考えられるので、検討を試みる必要がありそうである。工夫のいかんによっては、コマンドの機能をもあわせそなえさせるようにすることができるかも知れない。わが国では、電波の使用について、かなりきびしい制約があるので、そうした面からいっても効果は少なくない課題である。

最後に問題になるのは、価格であろう。もちろん、安価であるに越したことはないが、観測の内容が高度なものを期待する限り、おのずから、それに見合う程度の価格が生れることは、止むをえないことである。ことに、わが国のように、年間を通じての使用量が少ない現状では、どうしても割高になることは覚悟しておかねばなるまい。その上で実際問題として、たとえばテレメータのチャンネルの数といったものは、目的によって異なるのが普通であるから、方式としては、これに即応しうるだけの融通性が必要であり、かつ、building block 式の考えを採り入れて、できるだけ、経済性を高めうるような配慮をすることが必要であろう。