

風 船 と 天 文 学

西 村 純*

1. 20万立方メートルの大型プラスチック気球

昨年の10月20日の夜、屋間から吹きつづいた風もおさまって宿のわきを流れる川の音が妙にひびいていた。目がさめたのは午前1時、ついで2時に目がさめた。あとで聞くと実験班一同皆んな同じような夜を過したらしい。丁度小学生の遠足の前の晩のような具合であった。

ついで2時半に目がさめた時は心配になってバスがむかえにくるまでおきていることにした。

この日は我が国で最も大きい容積20万立方メートルの気球の試験飛揚を行なう日にあたっていた、宇宙科学観測のための大型のプラスチック気球で、観測器を超高空にもちあげ、宇宙のありのままの姿を観測しよう。そのためには高性能の大型気球を開発せねばならない。このような理由で昭和41年東京大学宇宙航空研究所に気球部門が設けられたのである。

気球部門が創設されてまずとりかかったのは、高性能の大型気球の開発、そして上昇中破壊することがないような安定した性能をもつ気球の完成であった。気球は出来るだけ高空に昇れるように軽量でなければならない、上昇中通過する高度十数kmの上空では外気は零下60度以下にさがる。加えて毎秒50~60mという暴風並みの強風が吹いている。気球を軽量化しようとすれば、強度がおちて強風にもまれてこわれてしまう。この矛盾は気球が大型化するにつれてますます深刻化してくる。

このような状況のもとで、宇宙研の材料部の方々の御尽力で、気球皮膜のポリエチレンフィルムも段々よいものが出来るようになってきた。やがて100分の2mmと云う薄いポリエチレンフィルムで作った気球が安定した性能をもつようになってきた。

気球の設計も年々改良されて、容積3万立方メートル、5万立方メートルの飛揚が年をおって成功し、10万立方メートルの気球が高度40kmを突破したのは昭和45年のことであった。容積10万立方メートルといえば直径約63mとなる。もっとも気球が一杯にひろがるのは最高高度に達した時の話で、地上を放れる時には頭部にわずかにガスがつかまっているにすぎない。この様子は写真1を御覧いただければおわかりのことと思う。地上付近では気球は細長いので長さは約90mとなっている。10万立方メートルの気球の放球は福島県原町市の町はずれの仮設実験場で行なわれた。仮設放球場の広さは80m角位でこの広さで放球できる気球

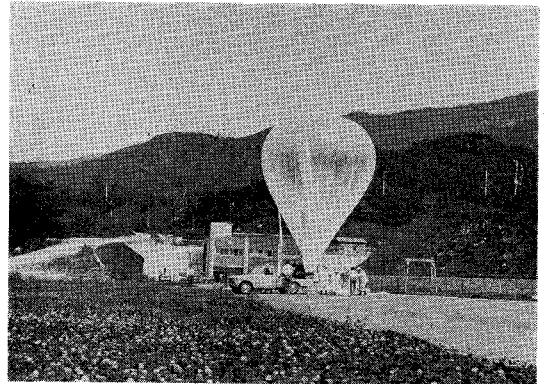


写真1 放球寸前の大気球

としては長さ90mの10万立方メートルの気球が限度一杯のものであった。こんなこともあって、我々の長年の望みであった気球の実験場が翌昭和46年に岩手県三陸町吉浜に作られるはこびとなった。

東北本線の一関から大船渡線に乗りかえて東にすすむと、北上山系の山々をこえてやがて三陸沿岸の気仙沼に出る。列車は更に海岸にそって北上し大船渡にたどりつく、ここから車で約30分国道45号線にそった左側の丘陵地帯を切りひらいて三陸大気球実験場が作られた。受信点は見はらしのよい所をもとめて更に1kmの奥にあり、高さ400mの高台の上に作られた。余談ながらこの受信点から見はらす三陸の景観はすばらしく、眼下に吉浜湾がひろがり、北は釜石との境をなす鍬台山、荒船山と云う小高い山々を見わたすことができる。

気球を放球するフィールドは長さ約150m、幅30mで補装されており、せまいながらも今迄の様に雨上りのぬかるみに足をとられて往生するようなこともなくなった。

さて容積20万立方メートルの気球は直径約80m、長さになると110mをこえる。放球場の真中附近でガスを充填して放球すると、わずかな地上風でも気球が空に立上る迄に流されて最後のゴンドラは放球場をはみだしてしまう。従って放球は地上風のすくない朝風の30分間に行なわなければならない。早おきの苦手な人も多い実験班もこの日だけは早朝実験場にかけつけなければならないことになる。

朝3時読みかけの本をとじ、顔を洗って階下のお茶の間に行く、やがてバスのむかえが来て実験場へ出発。朝4時の実験場はひっそりとして照明灯だけが放球場を明

* 東京大学宇宙航空研究所

るく照らしていた。

朝6時実験場ではもう気球のガス注入はほぼ終って数百立方メートルのヘリウムを頭部につけた気球は朝日に映えて大変美しい。総務班は見物にきた人達の整理やマスコミの応対にかけまわっている。受信点からはひっきり無しに観測器の状況についての報告が入ってくる。気球のそばにある電話からも刻々と色々な情報が指令室にいらせてくる。準備は予定通りすすんで朝風の時間まであと十数分、準備完了の最終報告が伝えられてきた。実験班は気球の近くからすべて退去する。気球をおさえているランチャーの安全ピンがはずされると警報のブザーがなりはじめ一瞬緊張の時をむかえる。

秒読みの声、そして「ゼロ」と云う号令と同時に放球ボタンが押されて20万立方メートルの気球は一旦ぐらりと頭をかき上げてそのまますすると上昇をはじめた。丁度朝風の時期に合ったため地上風はほとんどなく、気球はそのまますすると立上って110mの巨体が地面からはなれた。やはり3年前の10万立方メートルにくらべると格別大きい感じであった。果して成層圏の低温強風の悪条件を無事切りぬけてくれるかどうか？ 実験班の杞憂をよそに気球は正常にのぼりつづけ11時頃所定高度43kmに達して水平浮遊状態に入った。(グラビヤ頁参照)

我が国もアメリカ、フランスについて20万立方メートル級の気球が完成し、今後の宇宙科学観測に威力を発揮して行くことになるであろう。又この成功を基盤に更に大型の50万立方メートル、100万立方メートルの気球が完成されて行くことになるだろう。

2. 気球科学観測が生れる迄

プラスチック気球の本格的な研究のために宇宙航空研究所に数年前に気球部門が設けられたことを前に述べた

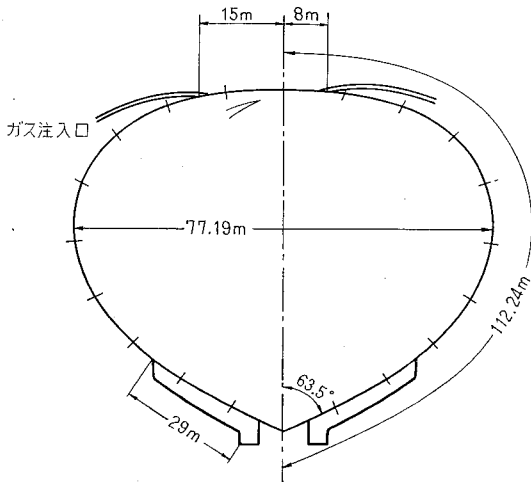


図1 20万立方メートルの気球

が、我が国でのプラスチック気球の飛揚ははるかに早い時期にはじまっている。

その当時気球観測の目的は現在のように天文学とも深い関係をもつ幅広いものでなく、原子核乾板による宇宙線の研究に限られていた。原子核乾板を気球にとりつけて上空に浮遊させる。大気の吸収をうける前の宇宙線が乾板を突きとおり、その飛跡を乾板にのこす。又原子核反応が乾板の中でおきればこれを観測することができる。

我が国でポリエチレンが生産されるようになってから間もない昭和28年神戸大学の宇宙線グループが協力して気球を作り、飛揚させたのである。昭和31年東京大学の原子核研究所に宇宙線部門が設けられ、全国の関係研究者が協力して十数機の放球が行なわれた。その後毎年数機の飛揚が行なわれてきたが、何分本業のための手段としての気球技術の進歩はやがてにぶってきたのは止むを得ないことであった。この間珍談に類するような話もすくなくない。それでもプラスチック気球となると大型にもなり、放球は一種の緊張をもって行なわれるためあまり間の抜けたような話は少ない。小型の観測器を吊した大型ゴム気球となると取扱いの簡便な故か、奇談の類はおおむねゴム気球にまつわるものである。直径2m位にふくらんだ白いゴム気球は見ようによっては海坊主、夜山道で出くわせば大型の人のようにみえぬこともない。

今名古屋大学におられて、数々のよい研究をされてきた田中靖郎氏が宇宙科学をはじめられたのは昭和37年頃であった。私も彼もともに原子核研究所において簡単な観測器を気球につけて飛ばしたい、と云うことで協力をたのまれ、お手伝いすることになった。その日は日中の風は夕方になっても吹きつづけていた。今日はだめですなと云いながら雑談していると晩9時頃風が急にしづまってきた。「じゃこれからやるか？」と空元気を出して声をかけると、相手側もやむなく「やりましょうか」と云う。水素ポンペをミゼットと云う小型三輪車に積みこみ、田中君が運転、我々は中古スバルに乗りこんで出発したのは夜11時ころであつたらうか。

丁度そのころ東洋大学の御好意で川越分校の校庭を気球飛揚に使わせていただいていた。たどりついたのは夜も12時をまわっていたのではなからうか、観測器の調整を終って、ガス充填をはじめようとポンペの口をひねると、おどろいたことにブスッと云ったきりガスが出てこない。中身をたしかめずに真夜中空ポンペを川越まで運んできたのである。勿論気球実験はとりやめになった。ポンペをかついで川越から逆もどり、ねむくはなるし、腹は減るし、所沢街道をまがって鳥のかなたに原子核研究所の緑色の建物が朝日をうけて妙にくっきり見えたのがまことに印象的なことであつた。

数日を経て又夜になって風が静まった。今度は早目に晩飯をすませ、水素ポンペを点検して用意おこたりなく夜10時頃出発した。車の編成は先日と同じである。川越まであと十数 km の広々とした畠の中を走る街道で、先頭を走っていた私にふと疑念が浮んできた。これから川越の街を抜けて街はずれの東洋大学の校庭に行き気球を放球する。ここも川越の街はずれの広々とした場所である。何も川越迄行かずともここで放球してもよいのではないか、車をとめて相談すると衆議一決、畠の中に敷物を敷いて小間物をならべ準備にとりかかった。この時気球の方の相棒は今名古屋大学教授の丹生潔氏であった。丹生さんはあやしげなトランシーパーを片手に近くの火の見櫓によじのぼり、さかんに核研の受信班を呼びだしている。かすかにきこえることもあるが調子がすこしおかしいと云うのである。ゴム気球にガスをためるのでおりてくるように連絡するのだが、火の見櫓の上でトランシーパーにかじりついている。

さすがにこの時は水素は勢よくポンペから吹き出してゴム気球2つは丸々とふくれ上がった。さて放球しようとするとかすかに虫の鳴くような音がきこえてきた。そう言えば片方の気球のふくらみがはじめ程ないよである。

見ると小豆つぶ位の穴があいてガスが吹き出しているのだった。今度は古いゴム気球を間違ってもってきたものらしい。田中君は撫然たる顔付、丹生さんは相変らず火の見櫓の上で連呼している。こうなったら仕方がないとセロテープを穴にはりつけガスをちょっと足して放球、気球はそれでも予定通り上昇してよいデータをとることに成功した。

余談ながら丹生さんが一晩中連呼したトランシーパーの連絡は核研の受信班には全くとどかなかった由、田中君はこの直後ファンデフルストにまねかれて、オランダに渡り、同地での宇宙科学観測の基礎をきずいた。オランダに渡ってから苦労も多かったけど、この実験を思いだすと勇気づけられたとのことである。

3. 気球天文学の現状と将来について

さてこのような間延びした話を書いたあとでは、普段もうすこし真面目に研究にとりくんでいることを述べねばならないだろう。

田中君が宇宙科学観測をはじめたころから、気球観測もその性格を徐々にかえはじめていた。それはロケット、人工衛星の出現にともなって宇宙観測の領域がひろがると同時に、新しい発見も加わって天文学とも深いかかわりをもつようになってきたのである。

X線を強く出すX線星の発見、ガンマ線、高エネルギー電子線等が観測対象となると同時に、赤外線、紫外線

による天体観測が行なわれるようになってきた。これらの放射線は大気中をあまり透過することができないので、空気のすくない高々度へのぼっての観測を行なわねばならない。

気球観測もより高々度へ、より精密な大重量の観測器でより長時間行なう必要にせまられてきた。諸外国のこの方面の進展が著しくなり、時期的にやや遅れた感があったが宇宙航空研究所に気球部門が作られたのはこの方面の研究にとっては重要なことであったと考えている。

天体関係の観測と云うことになると、目標の天体に観測器をむける方向制御装置が必要となってくる。これは高価な装置を必要とするので、我々の最も頭の痛い課題の一つであった。

気球に吊り上げられたゴンドラと云う足場の悪い所で、観測器を目標方向にむけるため、上空で浮遊する気球の運動を詳しく調べているうちに比較的簡単にこの問題が解決されることになった。原理は気球から吊り下げた紐を小さなモーターでねじってゴンドラ自身を目標の方にむけるのである。あんまり単純すぎてこの方式が安定に作動するかどうか実の所初めは半信半疑であった。地上実験をくりかえして悲観的な見解を述べていた私共の研究室の大田君がある日「うまく行くみたいですよ」とやや興奮した面持ちで報告してくれた。その後微妙な条件をととのえることにより精度も1度角以内にまでたどりつくことができるようになった。より高い精度を必要とする時はこの方式で一応の方向にむけたゴンドラ内で2段目、3段目の制御をかけることにしている。

この制御方式は簡単であるため、我が国では数多くの観測に方向制御が使われるようになってきた。一番精度の高かった記録は機械試験所の方々の太陽紫外観測の例で、太陽方向に数秒角の精度で望遠鏡をむけることができた。更に高い精度での制御も原理的に問題はなさそうである。

さて天文に関連した分野で今迄気球観測でどのような成果が得られたであろうか、その全てを網羅するこ

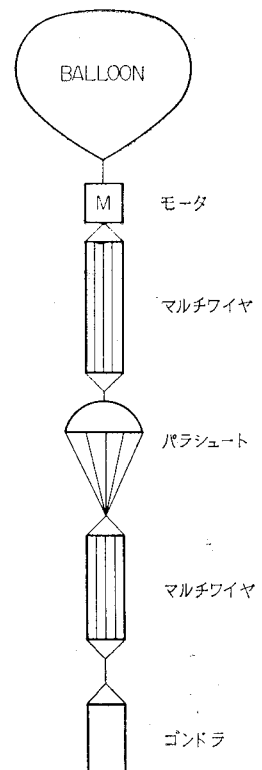


図2 よりもどし
の方向制御

とは小稿の目的でもないので、2, 3 思いつくままを書くことにしよう。

方向制御装置が出来て最初にこれを観測に使ったのは白鳥座 X 線星の位置決定である。宇宙研の小田さんの研究室の仕事で、気球の上に六分儀よろしくスターセンサーを乗せこれと X 線カウンターをくみ合せて、X 線を放射する星の場所を 2 分角程度の精度できめることができた。もっともきめたと云っても、電波か光でこれに対応する天体が見出されなければ本当かどうかはわからない。計算器を使ってデータ整理をして答が出たのは昭和 46 年の 4 月頃であったろうか、やがて 6 月頃オランダに居る田中君からライデン天文台の電波望遠鏡が我々の推定した位置附近に特異な電波を出す星があることを発見した旨伝えてきてくれた。白鳥座の X 線源はその特異性のために、最近ではブラックホールではないかと云われている天体である。若しそうだとすると、このブラックホールの場所さがしにデータを提供したのはこの気球観測と云うことになる。

この実験が進行しはじめたころ、東京天文台の高倉さんから太陽のフレアにともなう硬 X 線の発生場所と出来ればその発生源の形が観測できないだろうかという話がありました。前の X 線観測器と同じ原理で観測できるはずだと云うことで簡単に話がまとまり実験が行なわれた。幸いなことに第一回目の気球浮遊中フレアがおこり、太陽面上で X 線の発生源の位置を 1 分角の精度できめることができた。この実験は太陽面上の X 線源（正確に云えば 20 keV 程度以上の硬 X 線）の位置を観測した唯一の例で、このためきたるべき太陽黒点極大時期に是非この方式をアメリカの衛星に乗せてもらいたいと云う話が今進行している所である。

光学的な方面の観測となると、京大、名古屋大学の赤外観測、東大の恒星の赤外スペクトル、機械試験所の太陽紫外スペクトル観測、そして大気のゆらぎをさけてき

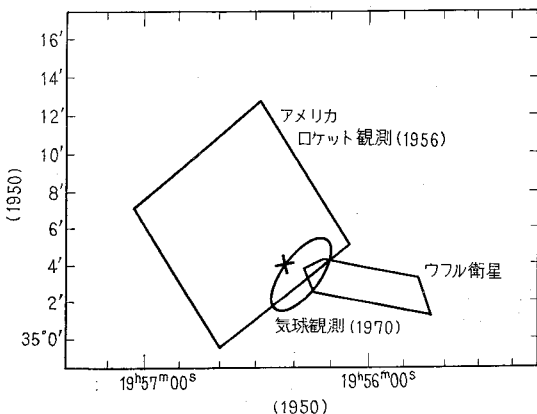


図 3 白鳥座 X 線星 (X-I) の位置観測
× の位置が電波で見つかった位置

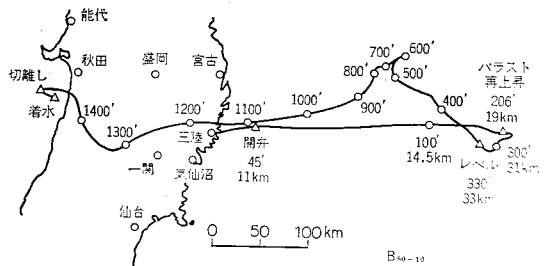


図 4 ブーメラン気球 (コントロールをかけて東方 300 km 迄出して長時間観測をした例)

れいな太陽像を撮影する東京天文台の気球望遠鏡の仕事が進行中である。気球望遠鏡は宇宙研の丹羽研究室の開発したテレビを搭載し、まずこの画像を地上でうけて焦点をあわせシャッターチャンスをえらぶ、次に地上から指令電波でシャッターを切る。去年は 4 インチの望遠鏡を搭載して約 100 枚の鮮明な写真をとることに成功した。これから大型の望遠鏡を積みこんでいよいよ観測も本格化しようとしている。

さてこれをうけて立つ気球測はいかにあるべきか、まず上昇中墜落して苦心の観測器があたり海中に没することがないようにすることが第一である。最近の打率は 95% 程度まであがり諸外国にくらべ高い打率を誇っているが、残りの 5% は本当に不可抗力なのだろうか。次は今我々が熱中している気球コントロールである。気球の浮遊高度を地上から指令電波で変えてやり、適当な風向の高度に誘導して気球の航路を望む方向にコントロールする。長時間浮遊と回収の確実性をもたらす鍵はこのコントロールにあると見て検討をつけ、実用段階に入ってきたと考えている。あとは更に微妙なコントロールの方式を確立して色々観測に応用したいと考えている。

日本の東側は太平洋をひかえ、アメリカ西海岸迄、約 7000 km の領域は海に覆われている。日付変更線あたり迄東に進行させた気球を再び西に進行させると 10 日程度の観測の後観測機器を日本沿岸で回収することができる。又回収を必要としない時はアメリカにたどりつくまで 10 日間程度の気球観測が可能となる。太平洋の広さを考えると我々は気球観測のために最もよい立地条件に恵まれているのかもしれない。

残念なことにテレメータ電波は光学的見通し限界をこえることはできない、このため三陸観測所で受信できるのは高度 30 km の気球で東方 600 km 迄である。従って太平洋上空にある気球についてはテープレコーダでデータをためておくか、人工衛星で中継することが必要になってくるだろう。その準備にもそろそろとりかかろうと考えている。

あまり書きつづけると話が段々夢物語のようになってくるのでこの辺で稿を閉じることにしたい。