

# IQSY と ロケット 観測

前 田 憲 一

## IQSY とは

私は昨日(3月26日)、ローマで開かれた IQSY の会議から帰国したばかりで、いまこの原稿を書いている。IQSY というのは、太陽の活動度が最も衰える状態(quiet sun)にある 1964, 1965 の両年に地球物理学的観測を国際的に協力して行なうことで、国際静穏太陽年とも言われている。先年大々的に行なわれた IGY (1957~1958 年)は太陽活動の最盛期であったが、観測の目的は同様であっても太陽の活動度から見ると違っている。IGY の成果に勇気づけられて今度の IQSY の事業が国際的に支持されるにいたったもので、ローマでは3月18日から22日までこの IQSY でどういう国際協同観測をやるのか相談やとりきめが行なわれた。

IQSY のこのような会議の第1回は1962年2月パリで行なわれ、今回は2度目であるが、IQSY 開始の1964年1月1日を9カ月前に控えている関係で参加者も多く気合のこもった会議であった。IQSY に行なう観測事業は地球物理学的に極めて多方面にわたり、地上観測が主体をなして、人工衛星やロケットによる観測はその一環となっているが、内容的には非常に重要なものとされている。

また国際的な組織としては、ロケットや人工衛星による観測は COSPAR (宇宙空間研究委員会)の管轄になっているので、COSPAR の中に IQSY のことを考えかつ計画する作業班ができていて、私はこの作業班の関係者としてローマの IQSY の全合に出席したのである。

## ロケット観測の国際的動向

人工衛星の出現以来、一般世人はもちろん、専門の学者までがその華やかさに幻惑されてしまって、ロケット観測それ自体の持つ重要使命を忘れがちな傾向があった。人工衛星の特長は、非常に長時間空間を飛ばし、統計的研究に使えるようなデータを取ったり、予測できない太陽の突発的現象とその影響を待ちかまえたり、また地球から遠くはなれた地点で、観測することにあるので、200~300 km より下の空間(主として従来の狭義の電離層)の観測には不向きで、かつ高価であるところが欠点である。ロケットはこのような盲点を埋めるためにぜひ必要であり、より経済的である。最近この点を関係者が反省するにいたったこと、IQSY が近づいたこと、宇宙空間研究での後進国が競ってロケットに熱意を示しはじめたことなどの理由から、いわゆる small rocket (人工衛星を打ち上げるロケットに対して使われている言葉)の活用がクローズアップしてきたのである。IQSY で使われる small rocket とは高度 200 km 程

度を限度とするものを意味している。従来 small rocket を使って観測していた国は米・ソの外に英・仏・日があり、オーストラリアはイギリスと、カナダはアメリカと共同で打ち上げてきた。しかし今日では、アメリカの援助とはいえ、イタリア、アルゼンチン、ノルウェー、パキスタンがすでに観測の実績を持ち、スウェーデンやインドも実施計画を進めている。カナダは自国のロケット(Black Brant)を開発してアメリカ依存から脱しようとし、欧州各国は共同機関(ESRO)を組織してその中で独自のロケットを使用しようとし、これにはドイツの学者も参加して活躍している。今度の会議でもオランダがアフリカの旧統治領でロケットを上げようとしていることを聞いたし、パキスタンは日本の技術を取り入れようとしている模様である。この外にもブラジルがロケット観測を計画している。こう見てくるとここ一二年の間の活発な動きには目をみはらざるを得ない。日本は兎もかくであるが、うかうかしてはいられない。

## IQSY のロケット観測

COSPAR はその発足以来、いくつかの作業班(Working Group)を作り、その第2作業班(WG2)はロケットや人工衛星でどのようなことを研究するかを考えてきたが、昨年(1962)4~5月のワシントンの会議で、このWG2をもっぱらIQSYにおける研究計画を目的とするように組織替えを行ない、アメリカのFriedman博士が班長となった。その中にIQSYロケット共同観測パネルと呼ぶグループが作られ、とりあえず気象、気温・風(ナトリウム雲法)、同(発音弾法)、電子密度、酸素分子の五つの重点テーマが選定された。このうち電子密度関係のリーダーに私が指名されたが、これには例のレゾナンス・プローブの実績がものを言ったのだと思う。私はこの任務に対していろいろと準備をし、私案を携えてローマへ行ったわけである。ローマへ行ってみると、上記の五重点テーマの外に、イオン組成、地磁気、低域電離層、大気密度の4テーマが加えられる始末で、大変事が栄えることとなった。

### 1. 気象関係

アメリカの気象局のJohnsonがリーダーで、60~70 km 以内、最高 80 km を限度とし、風・気温の観測を主体とする。方法には受動的方法としてチャフ、金属化パラシュート、ロビン(内部にレーダ・ターゲットを持つマイラー製の球)、能動的方法として送信機とレーダ・トランスポンダを内蔵するものが、アメリカで考えられている。参加国は米・ソ・英(発音弾)・仏(チャフとパラシュート)・伊(オゾン測定)・パキスタン・独・イ

ンドなどである。ロケットの数はアメリカとソ連が圧倒的に多い。日本では気象庁が試験的な発射をする段階にあると思われる。注目すべきことは、イギリスはオーストラリアのウーメラを使うのではなく、本国の適当な島を発射場にすることである。フランスも地中海に面したアマギュールという所で発射する。

## 2. 気温・風関係

ナトリウムの雲を使う方法はフランスの Blamont がリーダで、すでに 1962 年 11 月から 12 月にかけて第 1 回の共同観測が行なわれた。このときはアメリカの 2 地点、英・伊・仏・アルゼンチンの各 1 地点計 6 地点が参加して成功裡に終わっている。今回は本年 5 月の 13 日から 18 日の間に行なう予定で、アメリカ 4 地点 12 発、イギリス（濠州のウーメラ）、フランス（3 発）、アルジェリア（2 地点 6 発）、パキスタン（2 発）、アルゼンチン（3 発）、日本（1 発）の予定でイタリー（3 発）の参加も考えられている。IQSY にはとりあえず 1964 年の 6 月頃と 12 月頃が予定され、その他は今年 6 月のワルソーで開かれる COSPAR 本会議までは未定である。

ただこのような実験に関連してアメリカの空軍研究所で夜中でも発光する材料の研究が進んでいることは注目すべきで、NO を使ったり、CSNO<sub>3</sub> と Al を持ち込んだりすることが実験室内で試験されている。これが成功すれば、ナトリウムのように日の出、日没の 30 分間だけしか出来ない方法に対して劇的な進歩になるであろう。これの詳しいことを知らせてもらうように頼んできたのでそのうちに情報がは入ると思う。

つぎに発音弾法であるが、これはアメリカの Nordberg がリーダで、50~90 km における風の地球上広範囲の動きを捉えるのが目的である。参加は北半球でアメリカ 4 カ所、伊、日、スウェーデン各 1 カ所、南半球ではオーストラリアのウーメラ（英）とアルゼンチンの 2 カ所であり、ソ連はもちろんこれに参加するであろうし、パキスタンも可能性あり、イタリーでは移動発射台をどこか持って行って実験するという事である。IQSY 中の四季の代表的な日をえらぶ由であるが、決定的なことはまだ決まっていない。日本はこの発音弾法では経験が積んでいるので大いに頼りにされている。

## 3. 大気密度関係

米国の Jones がリーダで落下球法を使用する。球の落下速度から密度を求めるもので、レーダで落下を追跡する。37 Mc の電波を地上から出し、球内のトランスポンダから 74 Mc を送りかえし、地上数局で受信する。日本でも気象研究所で計画中のもので、協同観測に参加できればよいと思う。

## 4. 酸素分子関係

酸素は 100 km 以上になると解離をはじめ原子状態のものが増加しはじめる。それで O<sub>2</sub> の密度の垂直分布を

知ることが目的で、アメリカの Friedman の発案によって太陽輻射線の吸収を測ることにより O<sub>2</sub> の分量を求めようとするものである。3 種の濾光板、すなわちザイレン (1480 Å)、硫黄 (1425 Å)、BaF<sub>2</sub> (1350 Å) と 2 次電子増倍管を使ってそれぞれの吸収を測る。この真空管はまだ商業的に販売されていないそうである。フランスでは波長 5 mm の電波が O<sub>2</sub> で吸収されるのでこの原理を使うことを考えている。

## 5. イオン組成

前記の Jones がリーダで質量分析器を使うものである。イオンの種類としては O<sub>2</sub>, O, NO, N<sub>2</sub> その他があるはずであるが、これらの百分率組成を知ろうとする。分析器にはいろいろのものがあるが、Jones によると 4 極分析器がよいということである。日本でも電波研究所で独自のものを試作し近く実際の試験をする運びである。

## 6. 電子密度、温度関係

これは私がリーダとして観測網を組織することを依頼されたもので、国際協同観測としては学問的に最も有意義なものと思っている。私の提案は電子密度を測定してスプラディック E 層の機構と D 層の構造を究明することと、電子温度を測定してその世界的分布を調査することの 2 題目に焦点を絞った。前者は風の観測と同時に実施することによってスプラディック E 層の発生機構に関する学説を確かめることや、地上からの電波観測では測り難い D 層の構造や世界分布を調べるものである。後者は気温の観測を同時に行なって中性気体温度と電子温度の差異を調べ、またこの電子温度が高緯度地域になると高くなるという事実を詳細に調べてその世界分布を明らかにしようとするものである。

測定方法にはラングミュア・プローブやその変形を用いるもの、レゾナンス・プローブを用いるもの、アンテナ・インピーダンスから求めるもの、電波伝播特性を利用するものなどが挙げられるが、協同観測参加者はそれぞれ得意の方法を使用することになる。日本では電波研究所がレゾナンス・プローブやその他のプローブを使って観測することになっているが、その他の所（京大）でもアンテナ・インピーダンスや電波伝播特性を利用する方法を考えて準備中である。またこの観測の時にはイオン密度の観測も同時にやるのが望ましく、夜間観測では大気光の測定も同時に行ないたい。

## 7. 地磁気関係

アメリカの Cahill がリーダとなり、世界各地で上層特に E 層での地磁気を測定して電流系を描こうとするもので、これもまた協同観測として真に意義深いものである。これには各種の磁力計が用いられるが、いずれにしても 30,000 ないし 40,000 ガンマの永久磁場の強さに対して 10~100 ガンマの精度まで計れることが必要条件である。地域的には極光地帯、中緯度地帯、磁気赤道地帯

の三つの代表的地域にまたがる必要があり、Cahill はこれらの地域でアメリカのロケットで観測を行なう計画をたて、これを中軸にして他国の協力をよびかけている。日本では東北大学が内之浦で観測して、中緯度地帯の1点を分担することになる。

### 8. 低域電離層関係

以上に述べた各種の観測項目はいずれもE層、D層のいわゆる低域電離層に直接間接に関係しているのであるが、アメリカのBowhill は特に総合的にE層およびD層の物理的研究を行なうため、D層パッケージとE層パッケージとを提案した。前者は電波吸収計、直流プローブ(電子・イオン密度)、密度計(ライマン・アルファ線による)、磁力計の4計測器をまとめ、後者はイオン分析計、磁力計、密度計(1450 Å線による)、電子密度計の4計測器を、それぞれまとめて一つのロケットに搭載するものである。

### 9. その他

私の担当する(6)の電子密度、温度の観測で夜間は大気光、昼間は太陽輻射線を同時に観測することが望ましい。もちろんこれらは、それ自体独立の目的を持っていて、IQSY に観測が行なわれるはずであるが、特に協同観測にも参加が要請されている。以上の外電波雑音、電波伝播、各種エネルギーの粒子線(宇宙線を含む)なども観測されるが、ローマ会議では協同観測は、まだ話題に出なかった。6月のワルソー会議で出るかもしれないが、いずれにしてもそれぞれ独立の目的をもっているからIQSY を目標に準備されるべきであろう。

#### 観測参加機関と観測網

ローマ会議では、イタリア、カナダ、オーストラリアの代表から十分な報告が得られず、ソ連は6月のワルソー会議で詳しい報告をするということで、今のところ世界全体の参加機関や観測網を明らかにすることはできないが、今までにわかっているところを以下に紹介する。

まずアメリカは、NASA の Goddard 研究所をはじめ、NRL(海軍研究所)、AFCL(ケンブリッジ空軍研究所)、気象局、NBS(標準局)、イリノイ、ミシガン、ニューハンプシア、ペンシルバニアの各大学など多数の機関が参加する。イギリスは Royal Society の統率の下に、ロンドン大、インペリアル・カレッジ、バーミンガム大などが参加し、フランスは超高層研究所、通信研究所、カナダは国防省通信研究所、オーストラリアは兵器研究所、イタリアはローマの工業大が参加し、インドは宇宙空間研究委員会、パキスタンは原子力委員会内の宇宙空間研究委員会が参加代表となっている。ノルウェー、スウェーデンも宇宙空間研究委員会が代表で、デンマークは同国の工業大が参加する。さらに欧州の共同機関

|    | 発 射 地            | 国           | 地理緯経度        | 地磁気緯度  | 地 域        |
|----|------------------|-------------|--------------|--------|------------|
| 1  | Trivandrum       | India       | 8.5°N 77°E   | -1°    | 磁気赤道付近     |
| 2  | Hawaii           | U. S. A.    |              | (+21°) |            |
| 3  | Sonmiani         | Pakistan    | (26°N 67°E)  | (+20°) |            |
| 4  | Eglin, Florida   | U. S. A.    | 30°N 87°W    | +40°   | 低緯度        |
| 5  | Chamical         | Argentina   | 30.5°S 66°W  | -20°   |            |
| 6  | Hamnaguir        | Algeria     | 31°N 3°W     | +34°   | ほぼ同じ地理的緯度  |
| 7  | Woomera          | Australia   | 31°S 137°E   | -41°   |            |
| 8  | Uchinoura        | Japan       | 31°N 131°E   | +21°   |            |
| 9  | White Sands      | U. S. A.    | 32.5°N 106°W | +41°   | 中緯度        |
| 10 | Wallops Id.      | U. S. A.    | 38°N 75.5°W  | +48°   |            |
| 11 | Saldinia         | Italy       | 39.6°N 9.5°E | +40°   |            |
| 12 | Ile du Levant    | France      | 43°N 6°E     | +44°   | 高緯度ないし極光地帯 |
| 13 | Fl. Churchill    | Canada      | 59°N 94°W    | +69°   |            |
| 14 | Andöya           | Norway      | 69.3°N 16°E  | +67°   |            |
| 15 | Franz-Josef Land | U. S. S. R. | 80.5°N 58°E  | +72°   |            |

(ESRO) 関係では、ドイツの電離層研究所の Rawer 博士が指導的役割を果たしている。以上の参加機関が実際にロケットを打ち上げる場所は、私の調査では、上表のようになる。この表には気温・風をはじめ、電子密度・イオン組成など電離層関係の観測地点をすべて含んでいるが、気象関係はアメリカの局が若干減れている。

#### 国際協同観測日

IQSY には地上観測を主対象とする国際協同観測日が定められ一括して International Geophysical Calendar と呼んでいる。気象関係からの申入れでまだ確定しない部分もあるが、このカレンダーには、ロケット観測関係者の留意すべき点が四つある。第1は毎週水曜日、第2は定期世界日(RWD、毎月中央の3日間)、第3は上記の重点日(毎月中央の1日間)、第4は年4回の世界日である。特に世界協同のロケット観測は上記の第4の日またはその前後に発射をあわせるように努力することになっている。さしあたり1964年は1, 4, 7, 10の各月になっているが、ロケット観測関係としては、Blamont がリーダーであるナトリウム雲の実験について1964年6月と12月を一応の目標とするような話し合いになった。他の観測ではまだ月や日は決まらない。しかし電子密度のロケット観測のときは地上からの電波観測で電離層を測ることが望ましいことは言うまでもない。

#### む す び

以上述べたようにIQSYのロケット協同観測は異常な国際的盛り上がりを見せているが、日本としてはロケット観測の先導国として十分な貢献をしたいものである。このためにはこの1年間に十分な準備をする必要があり、ロケットの機数を十分に確保する一方、混載すべき計測器の組合せや、時期の配分などにつきあらかじめ協議を重ねるべきであろう。またこのような情勢を、政府、関係会社をはじめ、東大生研のロケット技術、ロケット電子工学技術の関係者各位に十分ご理解ねがってご協力を得たいと念ずる次第である。(1963年4月25日受理)