

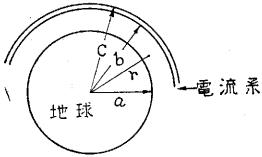
プロトン磁力計

加藤 愛雄・森 洋介・宮坂 宗次

1. 緒言

ロケットによる高空磁場測定は、電離層内の電流系を測定する方法として 1948 年に S.F. Singer 等によって行なわれて以来今日に至っている。

ロケットにより測定される磁場は、地球磁場と、地球外に源をもつ外部磁場（主として電離層の電流系によって生ずる磁場）とである。今外部磁場の源として、電離層の電流系だけを考え、第 1 図に示すように地球半径を a 、地球中心から電流系の下限、上限および観測点までの距離をそれぞれ b , c , r とすると、それぞれの領域で観測される磁場の強さは、以下に示す式から導かれるような量である。



第 1 図

i) $a < r < b$ では、 $\nabla^2 V = 0$

であり観測される磁場は次のポテンシャルから導かれる量である。

$$V = V^i + V^e$$

$$V^i = a \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n \left(\frac{a}{r}\right)^{n+1} \{g_n^m \cos m\lambda + h_n^m \sin m\lambda\} \cdot P_n^m(\cos \theta)$$

$$V^e = a \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n \left(\frac{r}{a}\right)^n \{j_n^m \cos m\lambda + k_n^m \sin m\lambda\} \cdot P_n^m(\cos \theta)$$

V^i : 地球内部磁場によるもの

V^e : 地球外部磁場によるもの

ii) $b < r < c$ では、

地球内部磁場は i) の V^i から導かれる量であるが、外部磁場は、電流系の電流密度を、 \mathbf{j} とすると、

$$\begin{cases} \nabla \times \mathbf{F}^e = 4\pi \mathbf{j} \\ \nabla \cdot \mathbf{F}^e = 0 \end{cases}$$

より得られる \mathbf{F}^e である。

iii) $c < r$ では、i) と同様 $\nabla^2 V = 0$ が満足され、次のポテンシャルから導かれる量である。

$$V = a \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n \left(\frac{a}{r}\right)^{n+1} \{c_n^m \cos m\lambda + d_n^m \sin m\lambda\} \cdot P_n^m(\cos \theta)$$

したがってロケットにより電流系を突き抜ける高度までの磁場測定を行なえば、電流系によって生ずる磁場

が、電流系の上下両面において不連続になることから電流系の高度分布および強さを求めることができる。

1964 年 3 月に K-8 L-3 ロケットにプロトン磁力計を搭載し、初めての実験が試みられたが、観測結果を得ることは出来なかった。したがってここでは、搭載したプロトン磁力計についてだけ報告する。

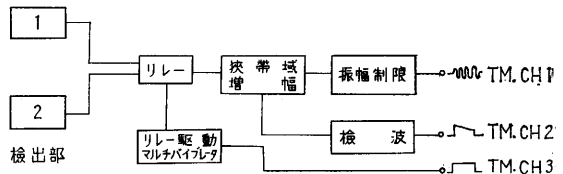
2. プロトン磁力計

プロトン磁力計の原理は、スピン角運動量 $\hbar \mathbf{I}$ と、固有磁気能率 μ とをもったプロトンは強さ F の磁場内では、 $\mu \times \mathbf{F}$ のトルクを受けてラーマー才差運動を行なう。そしてその周波数は、 $2\pi f = \gamma_p F$

$$\gamma_p = \frac{\mu}{\hbar I} = (2.67513 \pm 0.00002) \times 10^4 \text{sec}^{-1} \text{gauss}^{-1}$$

と与えられる。

したがって周波数 f を測定することによって、磁場の強さ F を知ることができ、その測定精度は、周波数の測定精度だけによるものとなる。



第 2 図 プロトン磁力計搭載部系統図

実際に搭載したプロトン磁力計の回路系統図は、搭載部については、第 2 図に示すように検出部、リレー回路、狭帯域増幅回路、振幅制限回路、検波回路より成っており、検出部で得られた信号は、リレーを通して増幅回路に送られる。次にこの信号は $V \alpha \exp(-t/T_2)$ なる減衰信号なので振幅制限回路を通して振幅をそろえた波形にして送信するようにした。

検出部については、試料は測定間隔を狭くするために、緩和時間の短いケロシンを用いた。これで 0.75 秒ごとの測定が可能である。さらに得られる信号が微少であることと、検出部内で磁場に勾配が生ずると測定が不可能になることより、頭胴部を非金属にし、検出部を他の計器から 50 cm 離して搭載した。

次に地上計測装置の系統図は第 3 図に示すとおりである。このように才差信号はテープに録音することと平

線との相対関係、あるいは地球の水平線と測定方向との関係についてまず調べるつもりである。

ガイガーカウンタがほぼ一次宇宙線の高度分布に近いものを示すと考えれば、これは 100~1,000 km で、それほど激しく動いていないから、一次宇宙線がロケット機体で作る γ 線によって 200 km 以上でみられるような大きな変動を示すとは考えにくい。

3. 将来の問題

L-3-1 の暫定データを調べた現段階では、

- (1) 太陽活動極小期より極大期まで測定をつづけることにより、太陽活動との関係を調べること。
- (2) より低エネルギー γ 線まで測定領域を広げる。
- (3) 直接低エネルギー電子を測定する。

の 3 項目が、将来の課題として上げられる。

謝 辞

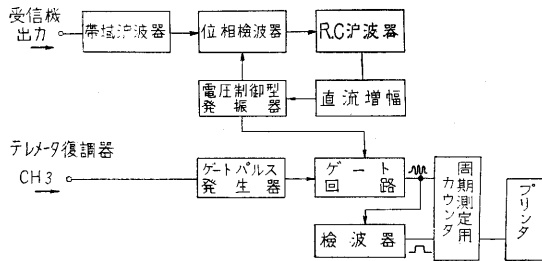
以上の実験の全般にわたり、お世話いただいた実験主任、野村・斎藤・玉木・森各教授初め実験班の各位に深

甚の謝意を表す。シンチレータの試作については、堀場製作所、測定窓については玉木教授、プリンス自動車工業 KK の板橋課長、理研工作部の上田課長にご検討ならびにご協力をいただき、波高分析器に関しては文部省科研費による総合研究「高性能無線テレメータの研究」、「ロケット搭載用超高層観測装置の研究」において、それぞれ代表者、高木教授・前田教授を初めとする班員各位のご支援、ご指導を得た。また装置の製作に当たって関係各会社首脳部の好意あるご配慮を得た。ここに付記して謝意を表す。
(1964 年 9 月 7 日受理)

文 献

- 1) 宮崎ほか 5 名, 生産研究 15, 7 p.293—296, 昭 38
- 2) 宮崎, 竹内, 今井, 吉沢, 金子, 理研報告 38, 2 p.145—152, 昭 37
- 3) Y. Miyazaki and H. Takeuchi
Rep. Ionos. Res. Japan 12 (1958) 448—458
Space Research—Proc 1st Int. Space Sci. Symp.,
Nice 1960 pp. 869—876, North Holland Publishing Co., Amsterdam. 1960.
H. Takeuchi Rep. Ionos. Space Res. Japan 16 (1962) 64—66 (Short Note)

(84 ページよりつづく)



第 3 図 プロトン磁力計地上計測部系統図

行してプリントする方式を用いた。今回は初めての実験なので磁力計の動作を確認するために、才差信号のほかに、才差信号を検波した包絡信号、リレーを駆動させる発振器の信号も同時に送信した。

最後に 3 月の実験では事故のため発射後 7 秒間のみ信号を送ってきたので、包絡信号と発振器の信号は受信できたが才差信号は得られなかった。しかし、これはブースタ切離し前であり当然予想されたことであって、磁力計の異常とは考えられない。

このように測定値は何ら得られなかったが、今後の実験への参考資料はいくつか得られた。ここにこの実験にご協力して下さった多くの方々に感謝の意を表します。

(1964 年 8 月 27 日受理)

(33 ページよりつづく)

5. む す び

このランチャは最初に記したとおり昭和 36 年より計画を始め、昭和 38 年 3 月に完成した。このように設計の大半はロケットのブースタが完成に近く地上試験が行なわれようとする時期で、観測ロケットとしての形状も確定的ではなかった。このためかなりの事柄を想定してこれに対応するランチャを設計することが必要で、そこに苦心の一つがありロケット本体の設計が進むにつれて不備点、改造すべき点が若干あらわれた。

初期設計の段階にあたっては三菱長崎造船所の平岡次長、慶本技師にお骨折をいただき、最終案の設計製作には浦賀重工業 KK の狩野取締役、橋本・栗波両部長、安田副部長に負うところが多い。また小山係長外現場組立を担当した諸君、運用にあたる生研のランチャ班の諸君感に謝の意を表す。
(1964 年 9 月 11 日受理)

災害は忘れずともやってくる

台風銀座といわれた鹿児島県にロケット発射場を造った。台風は覚悟の上である。待ちに待った？ 台風は来た。昭和 39 年 9 月 24 日、鹿児島宇宙空間観測所を強襲した 20 号台風は、観測所の仮設小屋 5 棟を一なめにしてしまった。このときの瞬間風速は 80m/s に達したと推定されている。しかし 10~11 月実験が予定通り続けられたのは固定施設の土木・建築工事がしっかりしていたためである。

過去 60 年間に九州を襲った著名な台風を気象災害年表から拾うと 36 ある。これは年平均 0.6 で台風の年平均発生数 28 に対して約 2% に当たる。(J.S)