

## カ ッ パ 6 型 -CP1, 2 号機 の 宇 宙 線 観 測

宮 崎 友 喜 雄 ・ 竹 内 一 ・ 今 井 喬  
大 塚 好 造 ・ 成 田 昭 三 ・ 刈 谷 志 津 郎

§ 1. はしがき 世界の 64 ケ国が参加して行なわれた IGYはその規模において空前のものであり、天文、地球物理の全分野にわたって 14 項目の同時観測が実施されおびただしい資料が得られた。その結果の整理は半ばにも達していないが、それぞれの分野における知識の増大ないし変革は著しいものがある。宇宙線部門においても世界的に規格の統一された装置による地表面での観測と関連する天文ないし地球物理の分野における観測とから IGY ならではの成果が得られているが、地球外空間における諸種の観測が大規模に行なわれたため、さらに数々の成果が追加されつつある。たとえば、(1) 高々度気球による地上 30~40 km の高度における数時間~20 時間の観測。太陽面にフレアが発生すると、太陽電波の異状が起り、オーロラが発生し、電離層や地磁気の擾乱が起るが、そういう際に X 線や  $\gamma$  線が急激に発生することが上記の観測によって発見され、太陽面に発生したフレアに伴って放出された粒子流についての知識が次第に明らかにされてきた。(2) 人工衛星ならびに超高層ロケットによって地上 100 km ないし地球半径の数倍に至る広範囲の探索が実施された結果“Van Allen belt”または“radiation belt”と呼ばれる荷電粒子群からなるドーナツ状の帯が地球をとりまいていることが発見された。これらの荷電粒子は相当なエネルギーをもち、地球磁場に捕捉されているもので、高度 2,200~5,500 km にわたるものと、13,000~19,000 km にわたるものとの 2 群があり、それぞれ inner belt および outer belt と呼ばれている。特に前者の位置は大きな太陽活動・地磁気活動に伴って少しずれることがあり、かつその下縁から荷電粒子がさらに低い高度へ流れこむため、そのあたりの高速度荷電粒子の密度が変動することも知られている。これらの粒子がどのような機構で生成されるかについては、まだ解明されていないが、このあたりの空間が磁氣的に荒れていない日をえらんで経度・緯度による宇宙線強度の分布状態を研究することも現在進行中である。

従来太陽と地球との間には物質がない、いわゆる真空状態と考えられていたが、今日ではかなりのエネルギーをもった粒子が予想以上多数に存在し、かつ電場・磁場が複雑な形で存在するということが判ってきて、太陽と地球との関連はいつそう密接さを加えてきたということができよう。いわば太陽が地球の近くまでのびてきたようなものである。今後 IGY に得られた資料を用いてどのような新しい現象が見出されるか、きわめて興味ある問題である。

ところでわれわれが日本においてロケットによって宇宙線を観測する狙いは、主として 50~100 km 辺の定常的な宇宙線強度を測定し、それが経度・緯度によってどのように変化するかの一つの資料を得ることにあるが、われわれの用いた観測装置は精度、確度の面でやや不十分な点もあるから、測定結果の寄与するところは上記のような際だった結果には及ばないのは致し方のないところであるが、一応妥当と思われる結果を得ることができたので報告する。

§ 2. 装置 大綱は前回の報告(生産研究, 10, 10, 昭和 33 年 10 月, p. 330-332) に記したものと変わらず、ほぼ全方向に等しい感度をもつガイガー計数管によって、宇宙線の高度による強度変化および高々度における強度の絶対値を測定しようというものである。

(1) 計数管 壁の厚さ 0.3 mm の真鍮製で有効直径 25 mm, 有効長 27 mm の円筒形であって、前回のものに比し、有効長が僅かに増したこと以外は同じである。この計数管の地上における計数は平均して毎分 30 であった。

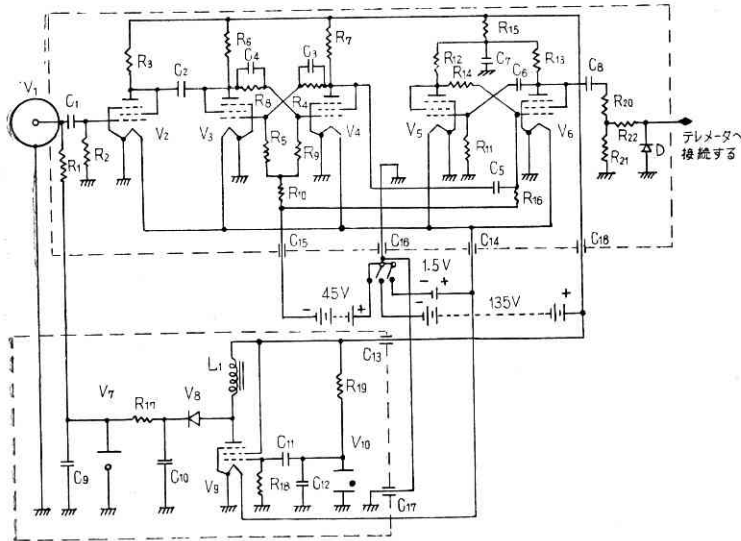
(2) 回路 計数管に与える高圧電源部は前回と同一形式のものであるが、チヨークの改良によって信頼度の高いものになった。計数回路、パルス整形伸長回路は前回とやや異なり、特に後者はパルス巾の調整が容易な one shot multivibrator を用いて巾 10 m sec. 立上り時間 0.9 m sec. のパルスを作り分圧器およびダイオードクランプを通してテレメータ装置へ送り出すようにした。これらの回路図を第 1 図に示す。

(3) 気密の保持 高空における高電圧のコロナ放電防止のためと、装置の点検、修理を簡単にすることを考慮に入れ、簡単に取外しのできるような構造とし、かつ O-リングを用いて気密を保つことにしたが、これは所期の成績をおさめることができた。

(4) 計数管の温度効果を少なくするため封入ガスとしてアルゴンと蟻酸エチルの混合物を用いたが満足すべき結果ではなかったので、ロケット尖端部の加熱から計数管部を熱絶縁するためにポリウレタンのスポンジ(モルトブレン)を用いてノーズコーンと計数管との空間をうづめた。結果は次節に記す通り、何とか目的を達したようである。

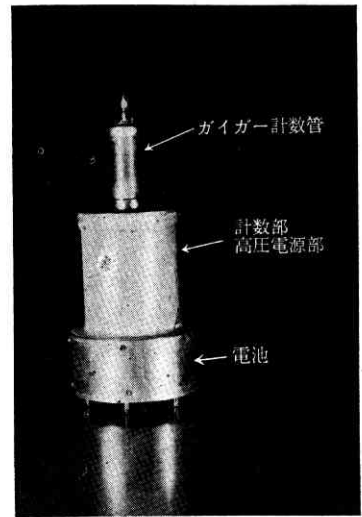
装置の外観および内部を写真 1, 2 に示す。

§ 3. 観測およびその結果 今回は宇宙線と同時にピラニ真空計による気圧の測定が行なわれたのでロケットはカッパ 6 型-CP-1, 2 という名称がつけられた。CP-1,



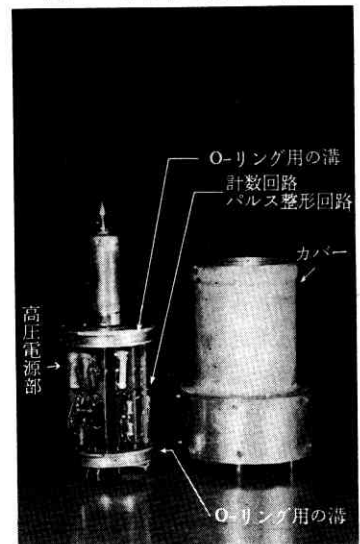
第 1 図

記号	品名	規格	記号	品名	規格
V <sub>1</sub>	ガイガー計数管		R <sub>17</sub>	抵抗	10M
V <sub>2</sub>	真空管	5678-SF	R <sub>18</sub>	"	10M
V <sub>3</sub>	"	"	R <sub>19</sub>	"	2M
V <sub>4</sub>	"	"	R <sub>20</sub>	"	100K
V <sub>5</sub>	"	"	R <sub>21</sub>	"	100K
V <sub>6</sub>	"	"	R <sub>22</sub>	"	100K
V <sub>7</sub>	"	CK-1039	C <sub>1</sub>	キャパシタ	500pF 2kv
V <sub>8</sub>	"	CK-1036	C <sub>2</sub>	"	500pF
V <sub>9</sub>	"	5678	C <sub>3</sub>	"	50pF
V <sub>10</sub>	ネオン管	NL 5 または 6	C <sub>4</sub>	"	50pF
D	ゲルマニウムダイオード	IN34	C <sub>5</sub>	"	50pF
R <sub>1</sub>	抵抗	5M 1/2W	C <sub>6</sub>	"	0.002
R <sub>2</sub>	"	5M	C <sub>7</sub>	"	0.01
R <sub>3</sub>	"	50K	C <sub>8</sub>	"	0.002
R <sub>4</sub>	"	200K	C <sub>9</sub>	"	0.02 3kv
R <sub>5</sub>	"	100K	C <sub>10</sub>	"	0.02 3kv
R <sub>6</sub>	"	40K	C <sub>11</sub>	"	0.05
R <sub>7</sub>	"	40K	C <sub>12</sub>	"	0.005
R <sub>8</sub>	"	200K	C <sub>13</sub>	"	0.001 貫通型
R <sub>9</sub>	"	100K	C <sub>14</sub>	"	0.001 "
R <sub>10</sub>	"	30K	C <sub>15</sub>	"	0.001 "
R <sub>11</sub>	"	2M	C <sub>16</sub>	"	0.001 "
R <sub>12</sub>	"	70K	C <sub>17</sub>	"	0.001 "
R <sub>13</sub>	"	70K	C <sub>18</sub>	"	0.001 "
R <sub>14</sub>	"	2M	L <sub>1</sub>	チョークコイル	100H 5MA
R <sub>15</sub>	"	250K			
R <sub>16</sub>	"	2M			



最上部の小円筒がガイガー計数管、中央部は計数回路および高圧電源回路、最下部は電池が収容される。

写真 1 宇宙線計測器の外観



中央部および最下部の溝つきの円板にOリングをはめて気密を保つ。中央の境の左側およびその裏側は高圧電源回路、右側およびその裏側は計数回路およびパルス整形および伸長回路

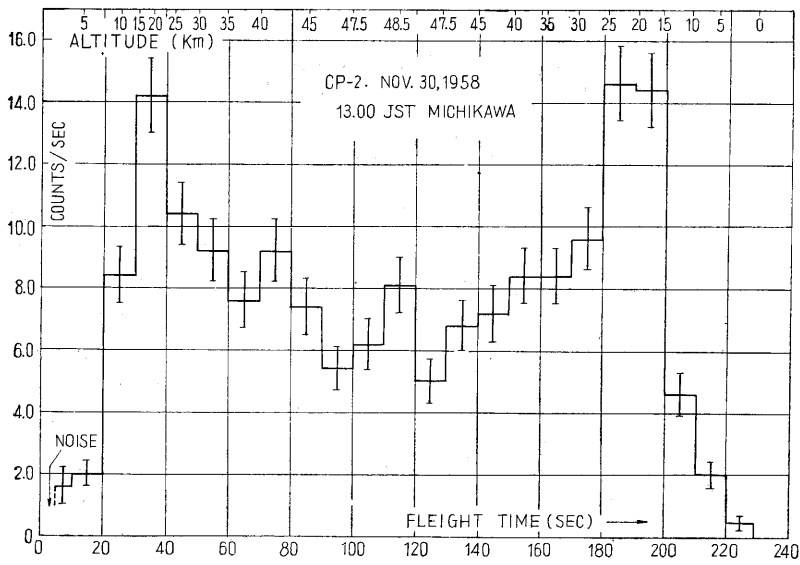
写真 2 回路の部分のカバーを外したところ (左側)

CP-2 はそれぞれ 11 月 28 日および 30 日に発射された。CP-1 では最初の約 50 秒迄 (これ以後電波がとだえた)、CP-2 では最初の 3~4 秒の雑音以外なんらの妨害もなく、海中に没する迄全行程の資料がえられた。

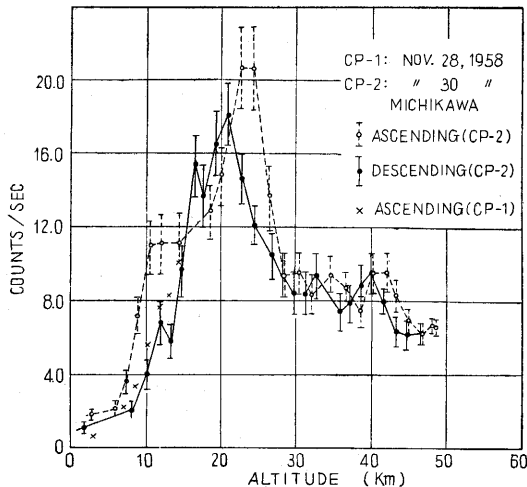
テレメータ班より提供された記録紙によって、CP-2 の発射からの時間に対する計数率 (10 秒間隔で数えて、計数率  $N = (10 \text{ 秒間のパルス数}) \times 2/10 \text{ 秒}$  を出し、 $\pm \sqrt{10 \cdot N}/10$  を標準偏差として付記する。) の変化の模様を第 2 図に示す。発射後約 35 秒および 190 秒にある山はそれぞれロケットの上昇時および下降時の“Pfozter 極大”に相当するものである。(Pfozter 極大とは、一

次宇宙線が大気に入って酸素窒素の原子核と相互作用して二次粒子を創生する過程と、これらの粒子が大気中を通過してエネルギーを失ってゆく過程とのバランスによって生じる宇宙線強度の極大のことを指し、生産研究 (ibid) 第 1 図の 20 km 辺の極大に示されるようなものである)。

次にレーダ班提供の trajectory の資料から高度に対する計数率の変化の図を作ると第 3 図のようになる。この場合は高度の中あまり大きくならないように時間の中を適当にとつたため、時間中も一定せず、計数率の著しく変る所では平均をとる時間中の違いから第 2 図の数値



第 2 図 発射よりの飛しょう時間に対する計数率の変化



白丸は CP-2 の上昇中の測定値。黒丸は CP-2 の下降中の測定値。  
×印は CP-1 の上昇中の測定値。

第 3 図 計数率の高度に対する変化状態

と必ずしも合わない。この図においても誤差は標準偏差を示す。図中白丸はロケットが上昇中、黒丸は下降中の測定値を示す。×印は CP-1 の測定値を示す。

図から明らかなように 30 km 以下で CP-2 の上昇、下降の際の値が同一高度についても著しく異なるがこれは 11 月 30 日朝の冷込みがひどく、計数管の温度が下がって始動点が低くなり、特性平坦部を外れかけていたために、最初計数が多く上昇するに伴い空力加熱により尖端部が高温になるに従って、モルトプレンの絶縁を通して徐々に温まり適当な動作温度 (10°~60°C) におさまったものというように解釈している。このことは下降時の測定値が CP-1 の上昇時のものとはほぼ合っていることから推察される。したがって温度の上昇は極端には大きくなく、極めて幸運な上昇の仕方であったという

ことになり、モルトプレンの効果も一応あったものと考えられる。

計数管の不良化あるいは外部からの妨害などで偽のパルスが混入しているかどうかをみるために、パルス相互間の時間間隔の分布を 48 km 以上の計数率が比較的变化しない時期について調べてみたところ正常と思われる結果をえた。

計数管の有効寸法から 48~48.5 km での絶対強度を算出すると、計数能率  $\epsilon=1.0$  (宇宙線に対して)、計数管の幾何学的因子  $G=48.7$ 、計数率  $N=6\sim 6.5/\text{sec}$  として  $N=\epsilon G \bar{J}$  から、宇宙線の方向分布を等方性であるとした時の一方向強度  $\bar{J}$  としては、 $\bar{J}=0.12\sim 0.1$

$\text{cm}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}\cdot\text{steradian}^{-1}$  という値

がでる。これは 1954 年頃のアメリカゾーンでの結果 (地磁気緯度 0°, 41° および高緯度地方における一連のロケーン飛しょうによって得られた値から、道川における地磁気緯度 29.5° に対する値を内挿して比較する) と矛盾はしないがやや大きめである。宇宙線強度は太陽活動度と密接に関連するので、太陽活動が盛んであった今回の IGY 期間中の宇宙線強度については同期中に得られたロケットないしバルーンでの測定値を用いて詳細に検討することが必要である。

§ 4 今後の改良点 (1) 計数管の温度その他の環境に対する抵抗力をさらに拡大すること。かつやや大型の計数管を用いて統計精度を上げることが必要である。ハロゲン計数管が適当であろう。(2) 大型の計数管を用いると計数が増加するので、計数回路を 2~5 段に増さねばならない。(3) 装置相互間の較正をもっと精密にやる必要がある。(4) 熱絶縁の問題をモデル実験で検討する。これは現在小さい模型および実寸法で計画中である。(5) 上記(2)のためには装置をトランジスタ化する必要が起こるかも知れないが、(4)とからんでやや面倒な点もある。等々が考えられる。次の機会にいっそう信頼できる測定を得るため各方面のご協力をお願いする次第である。

§ 5 むすび ロケットの到達高度の上昇にともなって電離層上部 およびさらに高い所 (“Exosphere”) に存在する、またはここに流れこむ高エネルギー粒子の低緯度における分布状態、あるいは一次宇宙線重粒子の強度およびエネルギースペクトラムの測定などの新しい実験の踏台として、きわめて初歩的な段階の実験を行なうことができたが、さらに種々の検討すべき問題を解決して新しい観測へ進みたいと念願している。

終りに、IGY 期間中に観測を実施することを可能にされた日本ロケット関係者各位に深甚の謝意を表す。

(1959. 5. 14)