

飛翔体による磁場計測に必要な地上系諸設備について

平尾 邦雄・斎藤 尚生*・湯元 清文**・瀬戸 正弘***

(1981 年 12 月 26 日受理)

On Flux tank, Helmholtz coil, and Shield room to calibrate Spacecraft-borne magnetometers

By

Kunio HIRAO, Takao SAITO, Kiyohumi YUMOTO and Masahiro SETO

Abstract: In order to calibrate high-resolution magnetometers to be installed on various spacecrafts, we need a flux tank, a three-axis Helmholtz coil and a shield room. Some appropriate design for these is described.

1. 緒 言

日本の人工衛星も遠地球軌動を持てる程発達し、それとともに第 1 図で示す様に弱磁場を測定する必要が生じ、かつその要求に応えるだけの高感度かつ高精度の磁力計が開発されるに至った。然し一方ではそれに伴って、新たな測定上の問題が生じてきた。即ちこの高感度磁力計を較正するためには、無磁場制御空間を作成しなければならない。このためには地上系諸設備として、フラックスタンク、三軸ヘルムホルツコイル及びシールドルームが必要とされる。この点に焦点を絞って、順を追って述べることにする。

2. フラックスタンク

磁気センサー部分だけを無磁場空間に入れて感度検定等を行なうためにはフラックスタンクが必要である。無磁場空間としてはおよそ 50 cm 立方が必要であり、静磁遮蔽率としてはおよそ 60 dB が必要とされる。この様な要求を満たすために仮に設計されたフラックスタンクの設計例を第 2 図に示す。尚、このフラックスタンクはパーマロイ三重シールドによる磁場シールドの他にアルミニウム一重シールドによって電波シールドをも可能にし

* 宇宙科学研究所太陽系プラズマ研究系客員部門助教授

** 東北大学理学部

*** 東北工業大学

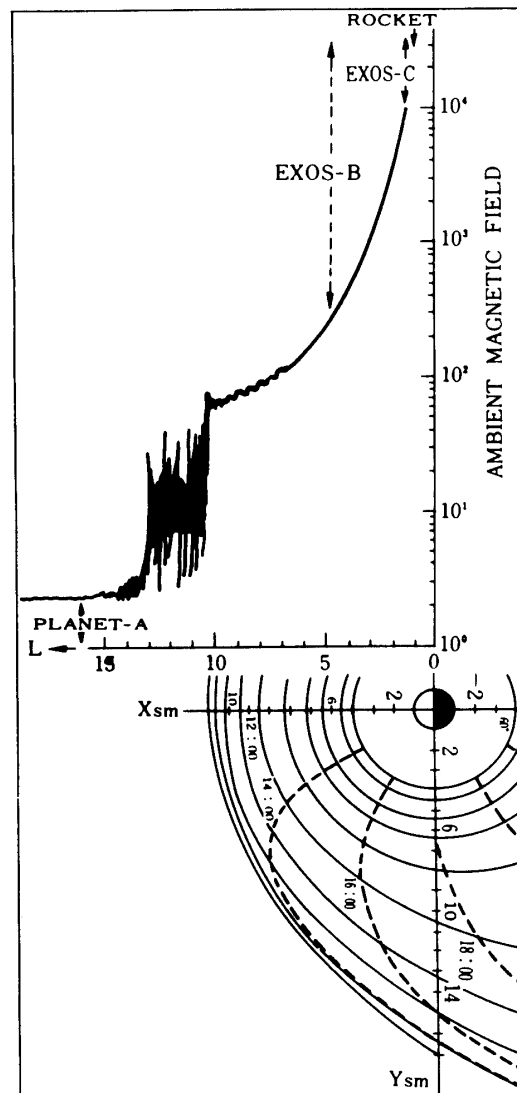


図 1

ている。日本における三重シールド既成品の例を第3図に示す。

3. 三軸ヘルムホルツコイル

無磁場空間の中に制御された三次元弱磁場を発生させ、磁力計を高精度で三軸較正するために三軸ヘルムホルツコイルが必要とされる。幾何学的に精度の高いヘルムホルツコイルを製作することは案外容易ではなく、基本的には第4図の様に6本程度の支柱で堅固に支持された太棒の2つのコイルが必要である。ところが、この様な一対のコイルを三軸直交させようとするときコイル直径を3成分それぞれ少しずつ変えねばならず、しかも24本の支柱が邪魔になって肝心の中央の一樣磁場空間でいろいろな実験操作を行なうことが困難になってくる。そこで同一の直径を有する6個のコイルから成り、かつ支柱のひとつもな

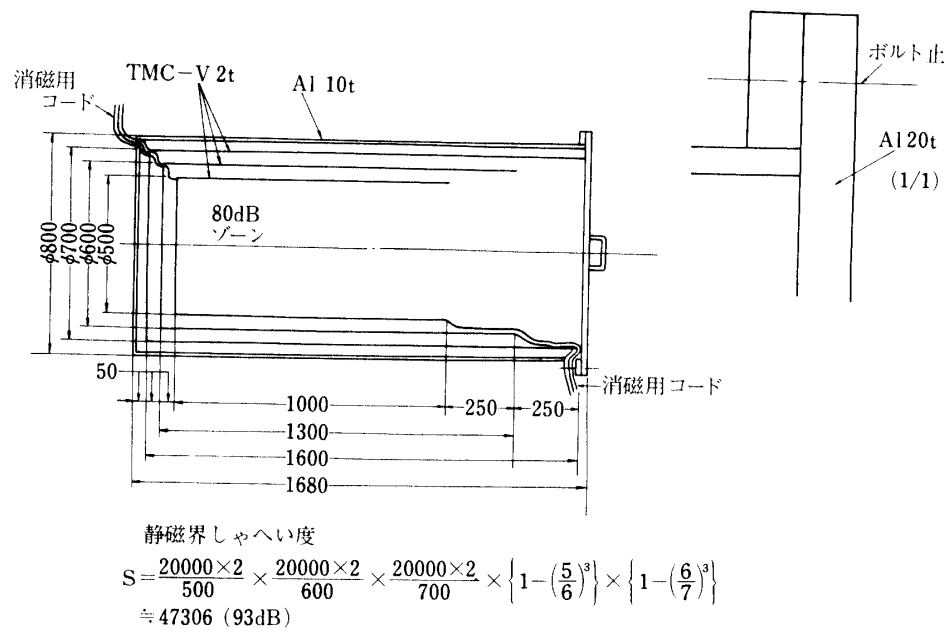


図 2

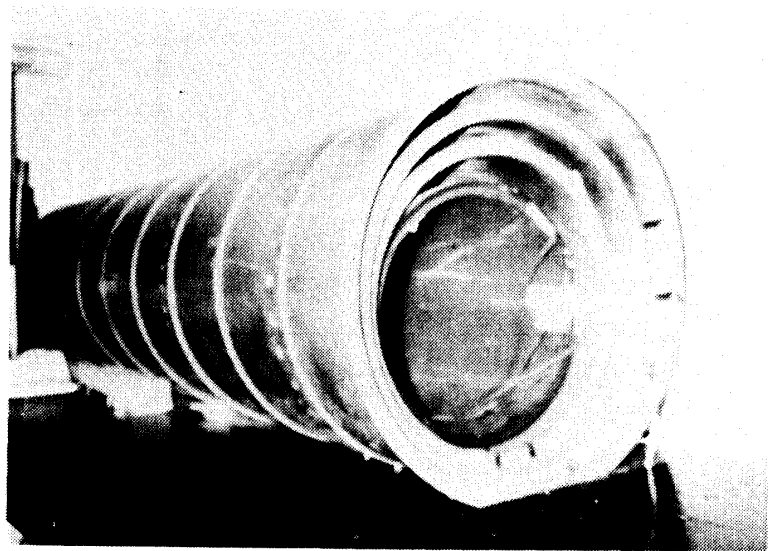


図 3

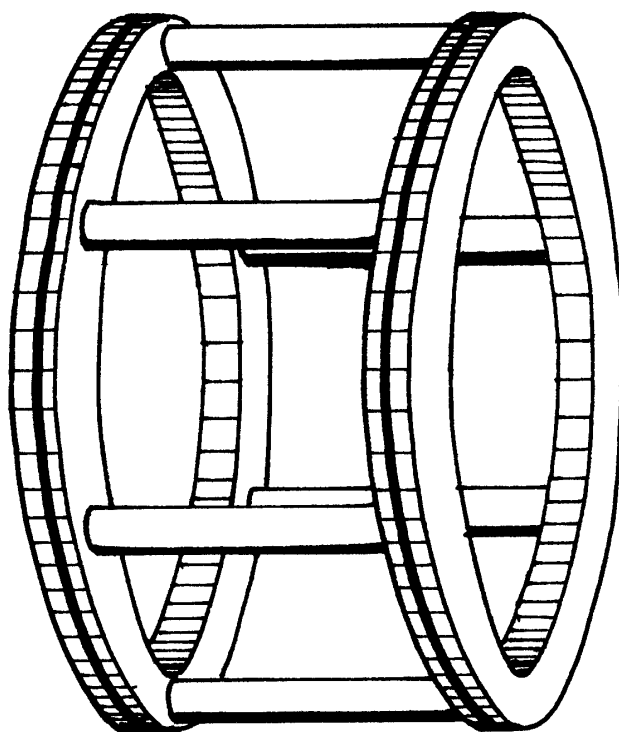


図 4

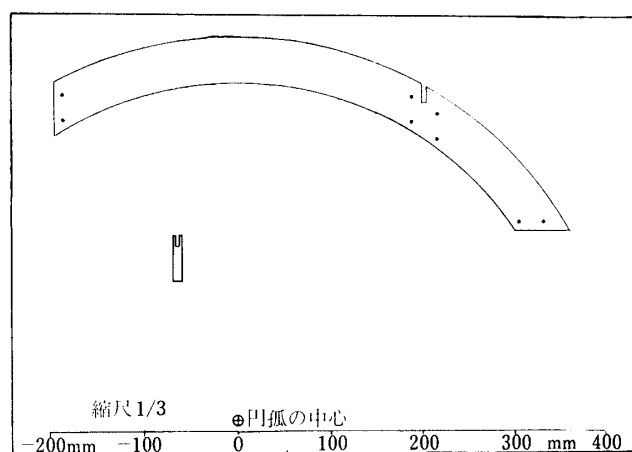


図 5

い最も能率的な三軸ヘルムホルツコイルが考案された。それは第5図で示される様な単位素片24個で構成されるものであるが、第1表にこの素方から構成された三軸ヘルムホルツコイルの長所がまとめられている。

表 1

長 所
3—COIL が規格化される
計算容易
同規格品を多数製作可
安 価
coil 枠自体が互いに支持柱に
実験用の広い SPACE が可能
完全点対象
経緯儀式，赤道儀式何れも可能
DIP 打ち消し方式可能
線捲専用架台不用

表 2

(SHIELD ROOM)

TSR—111 型

構 造		3 層 構 造 (26面体)
性 能	DC 磁界 (ルーム中心)	0.8 mG 以下 (ヘルムホルツコイル使用時 0.5 mG 以下)
	遮蔽均一性 ($\pm 3 \alpha$)	± 0.7 mG 以下
	AC 磁界	80 dB 以上 (AC 50 H _{II} で)
重 量		7000 kg
そ の 他		貫 通 孔 8 ヶ所 出 入 口 (2 重扉) Shaking Coil 3 対 Helmholtz Coil 3 対 消 磁 coil 1 対

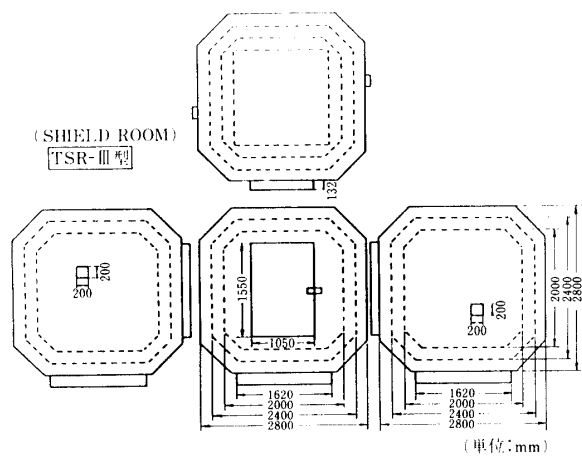


図 6

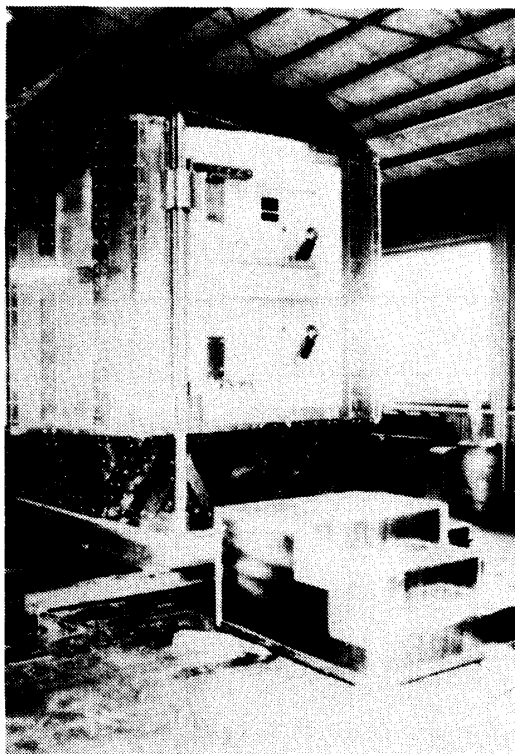
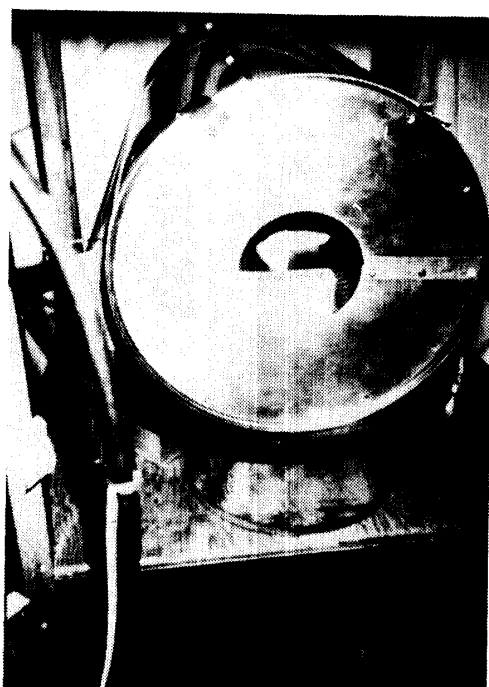
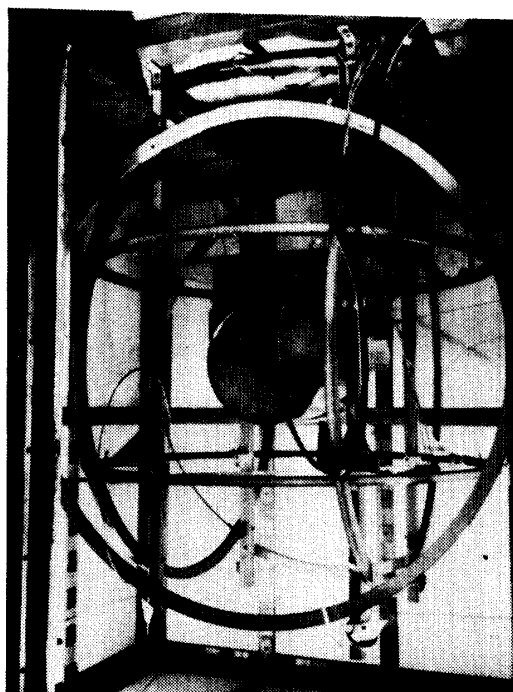


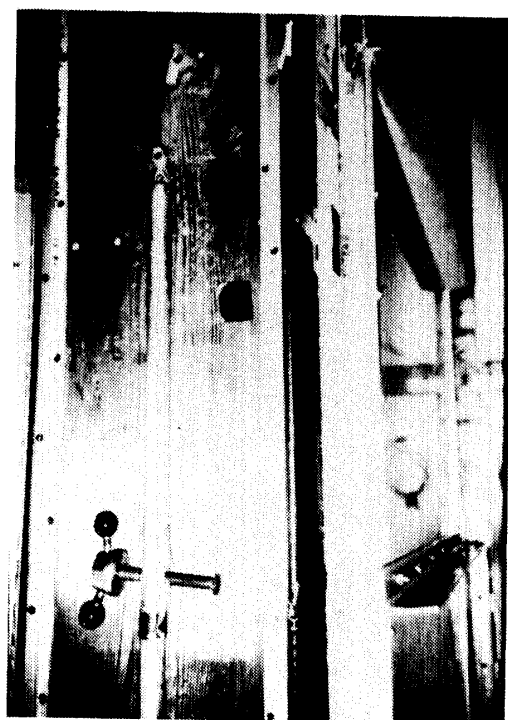
図 7



a

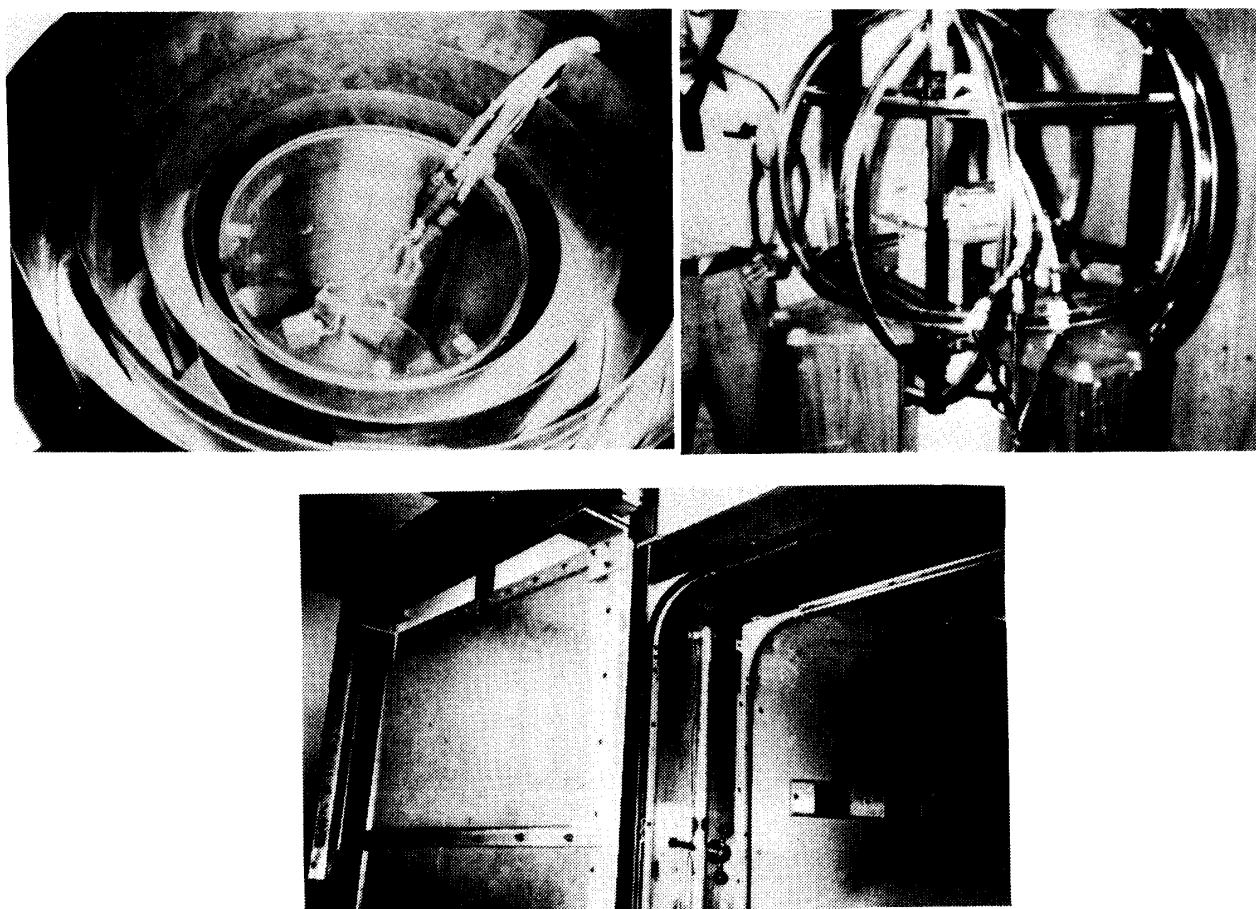


b



c

図8



4. シールドルーム

人工衛星本体全体の磁気測定をするためにはシールドルームが必要である。第6図はその設計の一例であり、第7図は日本で既に製作された磁気シールドルームの一例を示す。第2表にこのシールドルームの性能の諸元を示す。

5. 討 論 と 結 語

将来の人工衛星による磁場計測のために必要な地上系設備として少なくとも次のものが必要である。

1. フラックスタンク
2. 三軸ヘルムホルツコイル
3. シールドルーム

例えば、米国では人工衛星による磁場計測を行なっている研究機関にはそれぞれ1セットずつこれらの設備が整えられている。即ち磁場計測のためにはこれらの設備が常識として必要欠くべからざるものである。例えば、第8図にジェット推進研究所に備えられている1セットを、第9図に UCLA に備えられている1セットをそれぞれ示す。米国における様に各大学で1セットずつ備えるのは困難な現状としても、新たに宇宙科学研究所が発足するにあたって、日本を代表する宇宙研に1セットを設置して共同利用に供することは、これからの人工衛星による磁場計測の為には最低必要事項であると思われる。