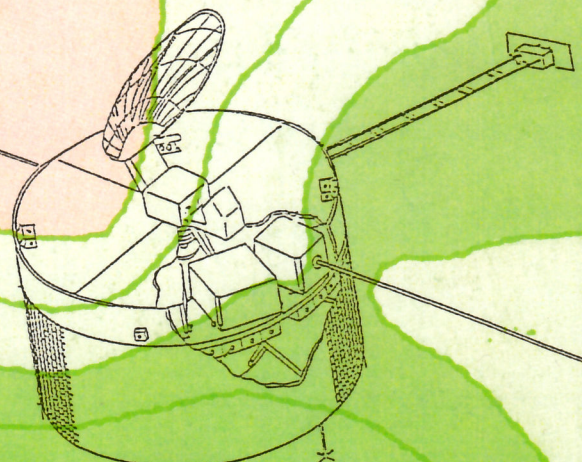


# 磁場精密測定

総合研究(A)合同研究会

PROCEEDINGS OF THE JOINT SYMPOSIUM ON  
MAGSAT RESULTS AND HIGH-SENSITIVE MAGNETOMETERS

1981年11月25日 - 27日



総合研究(A)「地上・海上・航空磁気測定と人工衛星観測の資料対比による  
地球内外の電磁気学的研究」 代表者 福島 直

総合研究(A)「地球磁場変動観測用磁力計の開発と応用に関する研究」  
代表者 斎藤 尚生

MAGSAT テータによる日本周辺磁気図の作成について

地質調査所 中塚 正・小野吉彦

PRELIMINARY CONSTRUCTION OF MAGNETIC ANOMALY MAPS  
AROUND JAPAN USING MAGSAT DATA

Tadashi NAKATSUKA and Yoshihiko ONO

Geological Survey of Japan  
1-3, Higashi-1, Yatabe-machi,  
Tsukuba-gun, Ibaraki, 305, JAPAN

Abstract

MAGSAT supplied abundant data of magnetic field measurement. It is useful for the investigation of the earth's crust to construct magnetic anomaly maps of global scale. Authers are attempting to draw precise anomaly maps around Japan using MAGSAT data. Investigator-B tape data of Nov.2-Dec.22,1979 were analysed and preliminary anomaly maps around Japan were obtained (Fig.6-10). In the course of analysing those data, there were many problems, which were solved after repeated experimental processings.

Anomaly maps in this paper are not yet corrected the elevational effect. The more precise anomaly maps will be constructed after correction of elevation, using final data of all MAGSAT orbits.

1. はじめに

地磁気観測衛星 MAGSAT は豊富な磁場データをもたらした。筆者らは、日本周辺等の地殻構造に関する研究の一環として、MAGSAT テータによる磁気図作成を試みている。衛星データから磁気図作成に至る過程には、データの欠損・不良部分の処理、経時変化磁場の除去、高度変化に対する補正、磁気圏電流等の影響の除去、標準磁場と磁気異常との分離といった各種の問題点があり、これらの問題点をそれぞれ解決してゆかねばならない。

昨年の研究会においては、全磁力の高度変化に対する補正の方法について述べ、三成分への応用についても言及した(中塚ほか, 1981)。今回は、試験的ではあるが、実際の MAGSAT テータのハンドリングを行ない、日本周辺の磁気図を作成したので、その結果を紹介する。なお、今回の結果では、高度変化補正をまだ実施しておらず、その影響が磁気図上に見られるが、値としては異常にくらべてあまり大きくない。また、今回使用したテ

ータは、 Investigator-B テープ (3本) のテープであるが、その最終的なものではなく中間段階のテープで、1979年11月2日から12月22日までの測定テープである。

## 2. 処理の方法

### 2.1. テープの欠損・不良

Investigator-B テープには、第1図・第2図に示すような形で約5秒毎のテープが記録されているが、測定器もしくはテープ通信装置の動作不良によるテープの欠落が見られ、通常は欠測を示す特別な値が記されている (整数の場合に -99999, 実数の場合に 99999.0 となっている事が多い)。しかし、この他にも、姿勢テープの不良もしくは何らかのノイズと考えられるテープの不良部分が存在する。このようなテープの不良に対しては、適当な判定基準を設けて不良と判断された部分のテープを捨てるか、もしくは前後のテープから補間してテープを修正する必要がある。

ここで実際には、前後のテープから補間して得られた値と 20 nT 以上差のあるものを「不良」と判定して補間値におきかえ、かつ、それをラインプリンタおよびプロッタに描かせて人間が確認する方法をとった。それでもなお、ノイズの大きい軌道 (半周毎) のテープは、その全体を欠測とした。

### 2.2. 経時変化磁場の除去

測定された磁場テープは、位置による変化磁場と時間的な磁場変化とを含んでおり後者の除去が必要である。しかし、航空機や地上での磁気探査で行なわれる定点観測による経時変化補正のような処理は、人工衛星のように高高度広域の測定に対しては不可能である。従って、「静穏日」のテープのみを取り出し、多数の測定値の統計量として磁力値を求めることとなる。今回の

## Investigator-B Tapes

### Header Record :

Orbit No., Date, Kp-Index,  
Time of Equator Crossing,  
Field Model Coefficients, etc.

### Data Record :

Orbit No., Time,  
Magnetic Field Data, etc.

### \* Magnetic Field Data (Array)

DATA(30,25) : Data Values for 25  
Valuables at 30 points  
in Time

### DATA(J,I)

I=1	Latitude (Geocentric)
I=2	Longitude (Geocentric)
I=3	Geocentric Distance
I=4	Magnetic Local Time
I=5	Invariant Latitude
I=6	Dipole Latitude
I=7-23	Magnetic Field Data
I=24	Attitude Quality Word
I=25	Spare

Fig1 Contents of Investigator-B Tapes

### Magnetic Field Data (DATA(J,I),I=7,23)

I=7	BS	Total Magnetic Field (Scalar Measurement)
I=8	BV	Total Magnetic Field Calculated from Vector Measurement
I=9	X	Northward Component
I=10	Y	Eastward Component
I=11	Z	Downward Component
I=12	BVA	Average for BV
I=13	XA	Average for X
I=14	YA	Average for Y
I=15	ZA	Average for Z
I=16	BVSD	Standard Deviation for BV
I=17	XSD	Standard Deviation for X
I=18	YSD	Standard Deviation for Y
I=19	ZSD	Standard Deviation for Z
I=20	BMD	Total Intensity of Model Field
I=21	XMD	Northward Component of Model Field
I=22	YMD	Eastward Component of Model Field
I=23	ZMD	Downward Component of Model Field

Fig.2 Magnetic Field Data  
in Investigator-B Tapes

処理においては, Kp-Index が 2+ 以下の時間帯のデータのみを使用した。

### 2.3. 磁気圏電流等の影響の除去

「静穏日」のデータのみを選び出してもなお, 地球外部に起因する磁場は存在し, 主として Ring Current の影響によるものと考えられる。これについては, 河野・柳沢 (1981) がすでに, 2次式のあてはめによってかなりよく除去できることを示した。ここでは, 彼らの方法を踏襲し, 緯度に関する2次式を各軌道の各成分磁気値毎にあてはめ, それからのズレの計算を行なった。

### 2.4. 標準磁場と磁気異常の分離

地殻構造の解明という観点から磁気異常図を作成するにあたっては, 地殻に起源をもつ磁気異常のみを抽出して図化することが望ましい。しかし, その正確な分離は非常に難しく, さしあたり, 適当な磁場モデルを用いて長波長成分を取り除いた磁気異常図を作成することとした。実際に用いたのは, MAGSAT 自体の測定データから決められた磁場モデル MGST4/81 である。

## 3. 結果

前章に述べた処理方法を, 実際の処理プログラムの流れに合わせて略記したものが第3図である。図中の6.では, データが緯度方向に均一に分布することの確認を行なっている。これは8.の Ring Current Correction が正常に行なえるようにするためのものである。また, これらの処理は,

1. Remove Loss Data
2. Noise Suppression
3. Select Latitude Range 20°N - 60°N
4. Select Kp-Index Kp ≤ 2+
5. select Longitude 115°E - 155°E
6. Latitudinal Distribution  
20-21---30.5---40---49.5---59-60 °N  
Min. 1 20 20 20 1
7. Remove Regional Field ( Field Model MGST4/81 )
8. Ring Current Correction  
( Remove Latitudinal Quadric )  
 $V_c = V - (a \cdot \theta^2 + b \cdot \theta + c)$

Fig.3 Flow of MAGSAT Data Processing

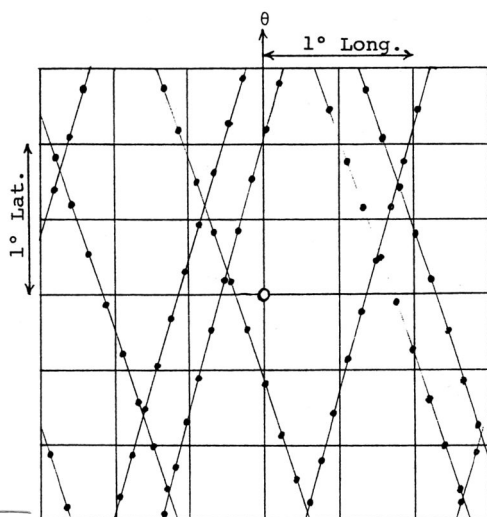


Fig.4 How to Reduce to Mesh-point Data

Regression Formula :

$$f = a \cdot \lambda + b \cdot \theta + c \cdot h + d$$

f : Magnetic Field

$\lambda$  : Longitude

$\theta$  : Latitude

h : Height

Data :  $\lambda_i, \theta_i, h_i ; f_i$

Minimize

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [f(\lambda_i, \theta_i, h_i) - f_i]^2$$

where N = number of data points

Obtain a, b, c, d

Let  $\lambda_0$  : Longitude of central point

$\theta_0$  : Latitude of central point

$$h_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N h_i$$

Obtain  $f_c = a \cdot \lambda_0 + b \cdot \theta_0 + c \cdot h_0 + d$

第2図で BVA, XA, YA, ZA と記されたベクトル測定の平均値(全磁力および三成分)に対して行なった。光ポンピング磁力計によるスカラー測定のデータは、ここで取扱った磁気テータデータに関する限りでは、欠測が多く(時には1軌道に対して有効なデータが数点しかない)、今回は使用しなかった。

次に、処理結果を図化するためには格子点データに変換する必要がある、ここでは次に示す方法を用いた。

緯度・経度方向にそれぞれ0.5度の間隔で格子を設定し、各格子点を中心とする(3°Lat.×3°Long.)の範囲内にあるすべてのデータ点を用いて、中心点での高度およびその高度での磁場の値を、最小自乗法により決定する(第4図参照)。このとき、その範囲内では磁場の値の変化は、緯度・経度および高度の1次式によって近似されるものとし、その範囲内のデータ点の平均高度における中心点の磁場の値を求める。

以上の結果を、さらに若干の平滑化を行なって図化したものが第6~10図であるが、これらの磁気異常図の作成に使用した MAGSAT の軌道を高度のちがいを無視してプロットしたものが第5図であり、合計151本の軌道のデータが使用された。

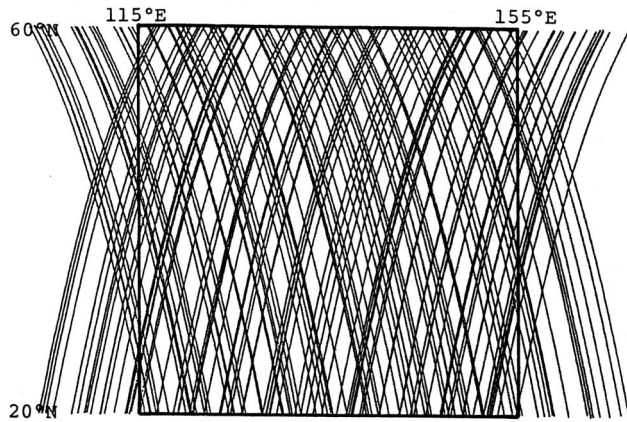


Fig.5 MAGSAT Orbits used to Construct Magnetic Anomaly Maps around Japan

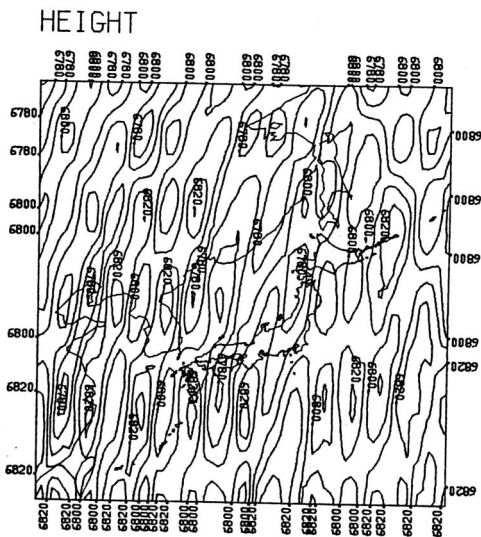


Fig.6 Geocentric Distance to the Surface of Reduction. In Anomaly Maps (Fig.7-11) below, Magnetic Values are Reduced to this Surface.

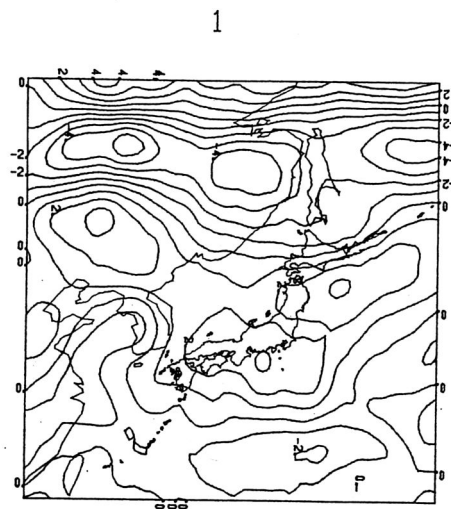


Fig.7 Preliminary Magnetic Anomaly Map of F (Total Intensity) around Japan.

2

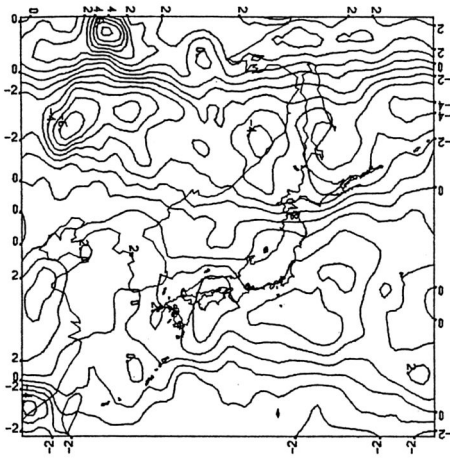


Fig.8 Preliminary Magnetic Anomaly Map of X (Northward Component) around Japan.

3

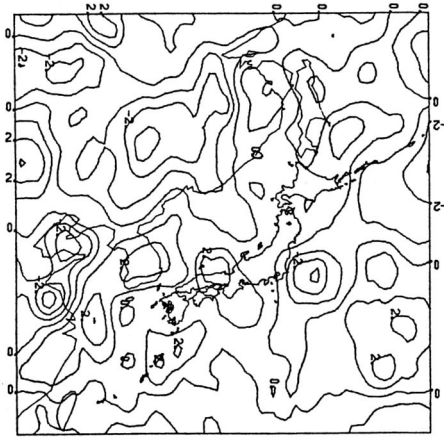


Fig.9 Preliminary Magnetic Anomaly Map of Y (Eastward Component) around Japan.

4

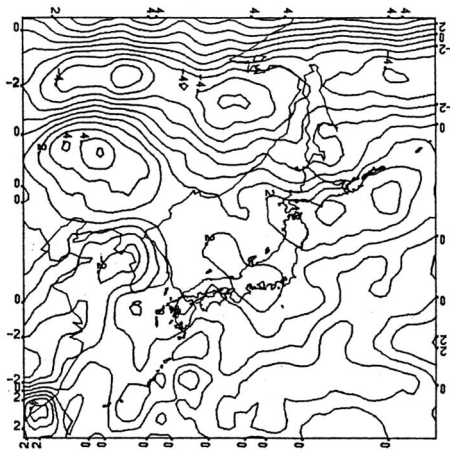


Fig.10 Preliminary Magnetic Anomaly Map of Z (Downward Component) around Japan.

TOTAL-F

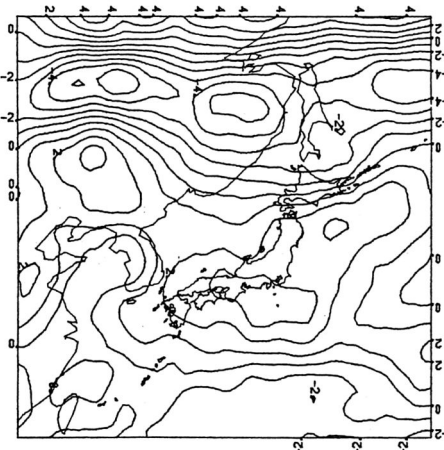


Fig.11 Preliminary Magnetic Anomaly Map of F (Total Intensity) around Japan Reconstructed from Model Field Direction and Anomaly Patterns of X, Y and Z.

第7~10図は、それぞれ独立の処理の結果であるが、標準磁場 (MGST4/81) の方向と三成分の磁気異常パターンから全磁力異常を再構成したものが、第11図である。第11図は、当然の事ながら第7図と酷似しており、ここで行なった処理 (特に Ring Current の補正と称して各成分独立に緯度の2次式を引算した事など) の妥当性を示すものと思われる。

最初にも述べたように、各磁気異常図には第7図に示された高度の変化に対応してコンター線の凹凸が見られ、その凹凸が地殻構造を反映したものでないことは明らかである。しかし、この短波長の変化がすべて高度変化によるものであるか否かは、必ずしも明らかでないので、短波長の変化を議論するためには、一定高度への Reduction が必要である。

今回の処理は、試験的ということもあり、MAGSAT テータの約4分の1のテータしか使用しておらず、テータ量が必ずしも充分でない。例えば0.5度毎の格子点テータをつくるために3度幅のテータを用いるといったやや強引な処理を行なっている。そのため、短波長の磁気異常を減衰させていることも考えられる。現在、最終的な Investigator-B テータが全巻届いているので、処理のやり直しを行ない、より正確で高度変化補正済の磁気異常図の作成を行ないたい。また、テータ量が充分とろえば、MAGSAT 軌道の Dawn side のテータのみを使った結果と Dusk side のテータのみを使った結果を比較することや、相対的に低高度のテータから得られる磁気異常パターンと高高度のテータから得られるものとの対比を行なうことも可能となるであろう。

(参考資料)

中塚 正・小川克郎・小野吉彦 (1981) MAGSAT 全磁力測定の高高度補正について (モテルスタディ)。磁場精密測定—技術的問題克服への努力と地球物理学への貢献—

総合研究(A)および(B)合同研究会 1980年9月24日~26日, 245-250.

河野 長・柳沢正久・MAGSAT 研究班 (1981春) MAGSAT で観測された日本近辺の磁気異常。日本地球電気磁気学会第69回講演会講演予稿集, III-12.

T.NAKATSUKA(1981) Reduction of Magnetic Anomalies to and from an Arbitrary Surface.

BUTSURI-TANKO[Geophysical Exploration], 34, 332-340.