

高感度リングコア磁力計を用いた 大気球による磁場観測計画*

瀬戸 正弘** ・ 早坂 孝**
加藤 愛雄† ・ 斎藤 尚生†† ・ 湯元 清文††

High-altitude Magnetic Measurement by a High-sensitive
Ring-core Magnetometer to be Installed on a Balloon

By

Masahiro SETO, Takashi HAYASAKA, Yoshio KATO,
Takao SAITO and Kiyohumi YUMOTO

Abstract: The authors have executed successfully three times of magnetic measurements with both proton and fluxgate magnetometers installed on balloons that were launched from the Sanriku Balloon Center, Institute of Space and Aeronautical Science, University of Tokyo. The measured magnetic data were used to study magnetic anomalies in Tohoku District especially in relation to an effect of the 1978 Miyagi-Ken-Oki Earthquake of off-Miyagi Prefecture. The purpose of this paper is to report on a project of a balloon flight in September, 1979 when a newly designed ring-core magnetometer is to be installed. This flight is planned as a fourth program of the project of developing high-sensitive satellite-borne magnetometers. This balloon-borne magnetometer consists of three-component main sensor, one-component sub-sensor and their electronics. The main- and sub-sensors are put at the bottom and the top, respectively, of an aluminum pipe with 2 m length that is hanged at 5 m below the control gondola. The sub-sensor is used to cancel an artificial bias field due to the gondola. In the electronics, frequency of the exciting current is stabilized by a crystal oscillator, and the power supply is minimized by applying C-MOS Ic's. The high-sensitivity of the magnetometer can be hold by applying the automatically cancelling method, by which the output of the magneto-

* 宇宙研特別事業費による研究論文

** 東北工業大学

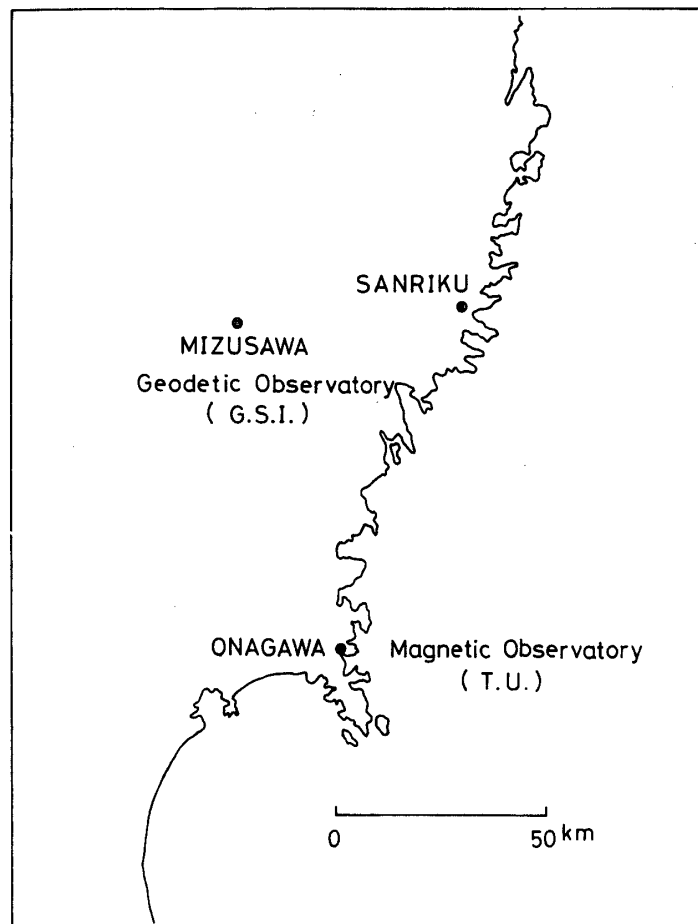
† 東海大学工学部

†† 東北大学理学部

meter can be always restricted within ± 2.3 V for any large magnetic field by means of a comparator, reversible counter, and D/A converter.

1. 緒 言

著者等は過去3回、三陸大気球観測所より放球された大気球にプロトン磁力計とフラックスゲート磁力計を一緒に搭載し、地磁気全磁力と垂直成分を観測することに成功した。それら磁力計の精度は 10 nT であり、太平洋沖 250 Km から東北日本を横断し日本海に至る断面で、主に場所的地磁気変化を観測した。そして観測データから W.M.S. を用いて地磁気異常を求め、航空磁気測量と比較してその異常を説明し得る東北日本の磁氣的地下構造について考察してきた(加藤他, 1974, 1976a, 1976b)。特に、1977年の実験では翌年発生した宮城県沖地震の震源域上空 28.5 Km で全磁力を観測し、震源域の地下構造に関する興味深い観測資料を得ることができた(加藤他, 1979)。



第1図 大気球観測所と各地磁気観測所の位置

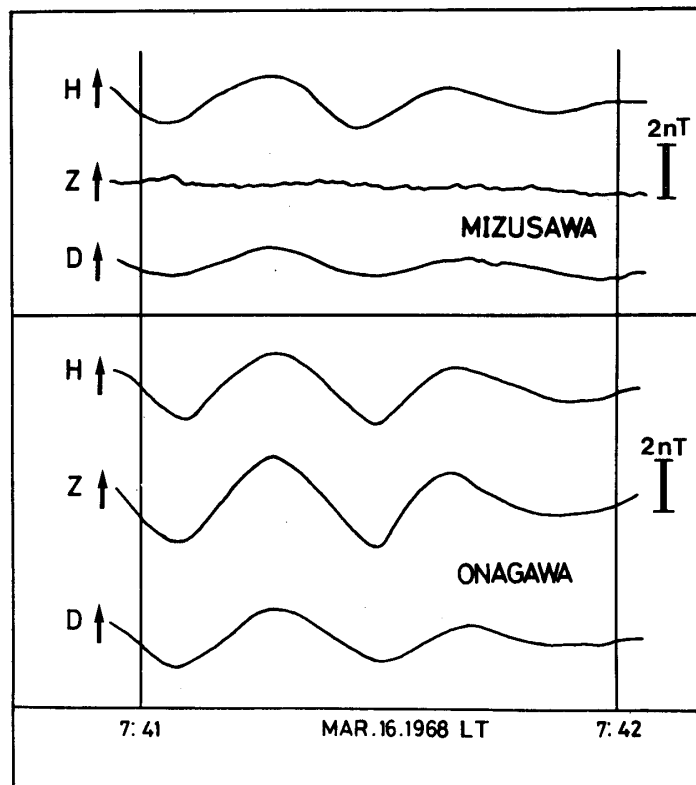
近年、フラックスゲート磁力計のセンサーとして ring-core 型のもを開発し、小型にもかかわらず高感度で磁場計測が可能になった(瀬戸他, 1978a)ため、この ring-core 型フラックスゲート磁力計を大気球に搭載し高感度で主に時間的地磁気変化を観測し、更に現在開発中の小型サーチコイルの製作が間に合った場合、誘導磁力計をも搭載することを計画した。この実験は今年9月に予定されており、この概要について以下に記述する。

2. 目 的

今回、大気球により高感度 (1 nT) で磁場計測する目的は大きく分けて二つある。

第1は、「新しい型の磁力計である ring-core 型フラックスゲート磁力計を大気球に搭載することにより、将来の飛翔体搭載用磁力計としての問題点(斎藤他, 1979a)を探る」ということである。

第2は、「大気球により上空で観測される地磁気微小変動と地上で観測される変動との比較から地磁気微小変動の機構を探る。」ということである。例えば、図1に示す様に三陸の近くには女川にある東北大学の地磁気観測所と水沢にある国土地理院測地観測所が常時地磁気変動を記録しており、それぞれの変動の様子は図2の様に特に垂直成分において大変異なっている。また、場所がわずかに異なっても変動の様子が異なることが予想されるが、この原



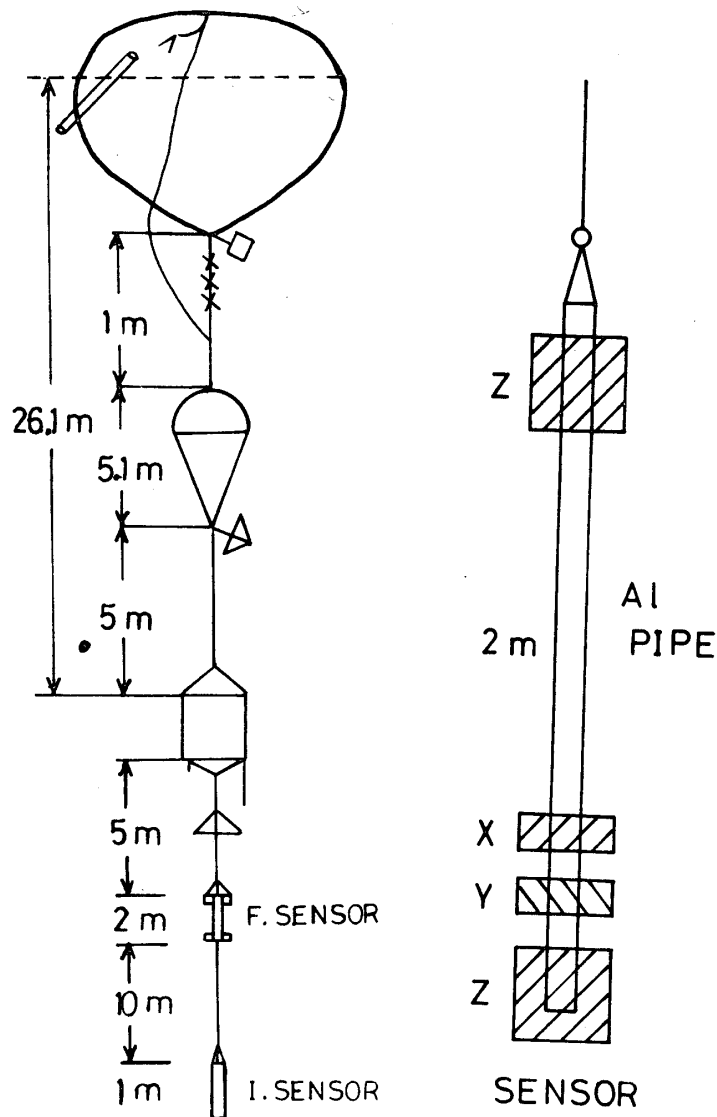
第2図 女川と水沢における地磁気脈動記録例

因は地球内部の電気伝導度分布の非一様性にある。従って、上空での観測からこの原因の広がりなどを調べることができる。更に、この観測は地上の記録から電離層効果などを論ずる際の参考になるはずである。

この目的のため放球は磁気嵐時を狙って行い、女川あるいは水沢近辺を大幅に離れずに飛行することを希望している。

3. 計測機器

フラックスゲート磁力計を用いて地磁気三成分を計測するが、そのセンサーは従来の two-core 型 (瀬戸他, 1978b) に比べ小型、高感度である ring-core 型 (斎藤他, 1979b) を採用する。ring-core 型センサーの諸特性については、上記諸論文に記述されているので



第3図 大気球およびセンサー構成

ここでは省く。

大気球およびセンサーの構成は図3の通りで、センサーは2mのアルミパイプの下端に三成分、上端に垂直成分を取り付けたものから成りコントロールゴンドラの下5mに吊るす。上端の成分を付けるのはゴンドラの持つ磁気の影響を調べて将来その打消方法等の資料を得るためである(斎藤他, 1979a 参照)

次に、現在小型の誘導磁力計用センサー(長さ約30cm)を開発し製作しているが、この完成とテストが間に合った場合フラックスゲート磁力計センサーの下10mに吊るし地磁気脈動の計測も行い、将来の人工衛星搭載用 search coil 型磁力計(斎藤他, 1979b 参照)開発の基礎資料とする。

ring-core 型フラックスゲート磁力計の基本回路のブロックダイアグラムは図4の通りで、水晶発振器により励振周波数の安定化を計り、積極的に C-MOSIC を採用し消費電力の低減化を計る。なお、同図に従来使われてきた two-core と今回使用する ring-core の概念図を示した。次に、一成分計測用の全体のブロックダイアグラムを図5に示す。磁力計出力が $\pm 2.3V$ を越えるとコンパレータの指示で可逆計数器、D-A コンバータが動作し、打消電流を増減して常に出力が $\pm 2.3V$ 以内になるようにしている。DAC は垂直成分用では単極、

第 1 表

SCHEDULED INSTRUMENT SPECIFICATIONS

Configuration	Three axes (orthogonal) vertical axis
Sensor	Ring core 20 ϕ , 30 ϕ
Dynamic range	X, Y comp. -35000~+35000nT Z comp. 0~+45000 nT 100 nT steps
Outputs (-2.5 to +2.5v)	Analog, ± 50 nT digital, cancel range
Resolution	1.0 nT
Sensitivity	50 nT/ 2.5v
Noise envelope	Less than 0.5 nT
Power	$\pm 15v$, $\pm 6v$ (3W)
Weight	Sensor 1 kg Electronics 3kg
Size	Sensor 5cmx5cmx2m Electronics 12x15x50cm
Observation time	More than 10 hour
Command	In-flight calibration 10nT

水平成分用では双極動作として使用する。テレメータへの出力は $\pm 2.3\text{ V}$ 以内のアナログ出力と打消レンヂを交互に切換えて出力する。

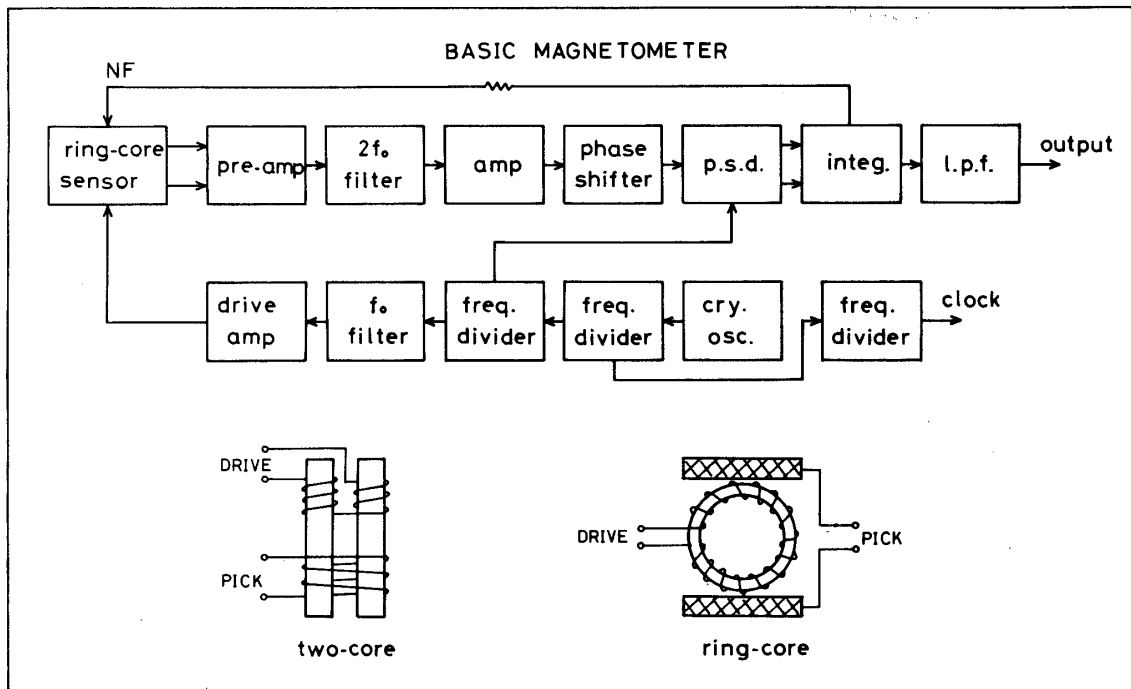
表1に設計計画の詳細を示す。

4. 問題点

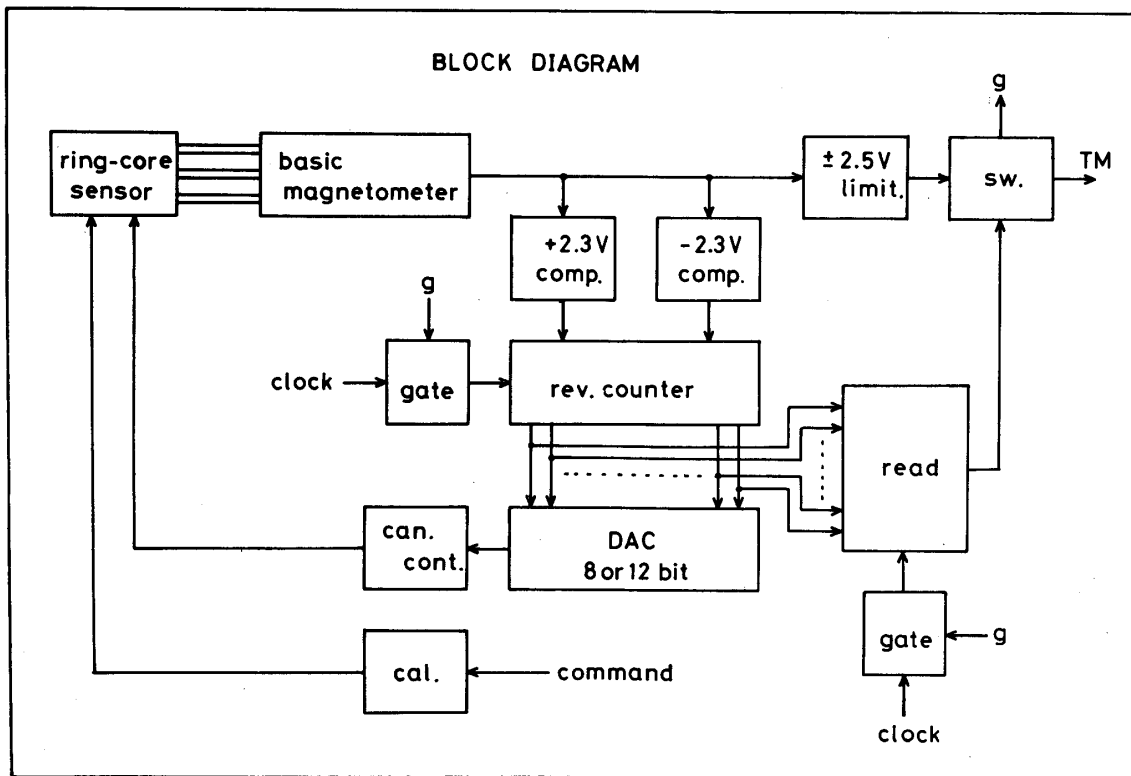
大気球の「揺れ」、「回転」は第1の目的のためには問題ないが、第2の目的のためにはそれらへの対応が大変重要になってくる。現在、それらに関する資料を基にセンサー方向の情報を得る方法、記録上での処理方法、打消電流の応答速度など解決方法を順次検討中である。

最後に、完成した Balloon 搭載用磁力計を東北大学女川観測所にセットして記録した三成分マグネトグラム例を示す(第6図)。その後更に改善されたノイズは除去されているが、比較の為に同一縮尺で示した現在市販されている two-core 型磁力計 (2 nT/mm) に比べて、本研究によって製作された ring-core 型磁力計が極めて高感度 (0.5 nT/mm) であることが分かる。

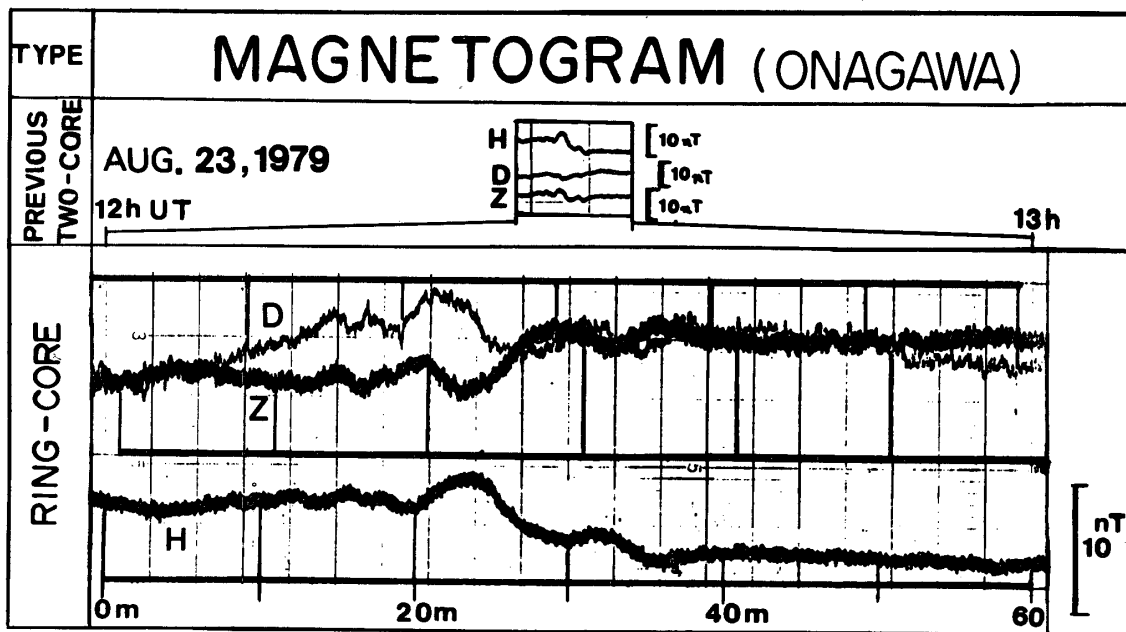
1979年9月17日



第4図 磁力計本体のブロックダイアグラム



第5図 磁力計全体（一成分）のブロックダイアグラム



第6図 女川観測所で比較観測された磁場変動記録例

参 考 文 献

- [1] 加藤愛雄, 青山 巖, 遠山文雄, 瀬戸正弘, 早坂 孝 (1974): 「東北地方における磁場測定」東大宇宙航空研報告, **10**, 1, 160 - 165.
- [2] 加藤愛雄, 遠山文雄, 瀬戸正弘, 早坂 孝 (1976a): 「大気球による東北地方及び三陸沖 250 Km に至る磁場観測」東大宇宙航空研報告, **12**, 2 (B), 589 - 595.
- [3] 加藤愛雄, 遠山文雄, 武藤俊明, 瀬戸正弘, 早坂 孝 (1976b): 「大気球による磁場測定とそれによって得られた地殻の磁氣的構造」東海大紀要工学部, 157-170.
- [4] 加藤愛雄, 瀬戸正弘, 早坂 孝 (1979): 「大気球による 1978 年宮城県沖強震の震源域上の磁場観測」東海大紀要工学部, 印刷中.
- [5] 瀬戸正弘, 早坂 孝, 青山 巖, 斎藤尚生, 桜井 亨, 田村忠義, 湯元清文, 佐々木徹 (1978a): 「人工衛星搭載用 RING-CORE 型 FLUXGATE 磁力計の製作」東大宇宙航空研報告, **14**, 4 (B), 1277-1288.
- [6] 斎藤尚生, 国分 征, 青山 巖, 瀬戸正弘, 福西 浩, 西田篤弘 (1979a): 「Plant-A による磁場計測計画」科学衛星シンポジウム, 80 - 89.
- [7] 瀬戸正弘, 早坂 孝, 斎藤尚生, 桜井 亨, 田村忠義, 湯元清文, 佐々木徹 (1978b): 「50 cm 長 BIAXIAL 型高感度 FLUXGATE 磁力計の製作」東大宇宙航空研報告, **14**, 4 (B) 1267-1275.
- [8] 斎藤尚生, 湯元清文, 瀬戸正弘, 早坂 孝 (1979b): 「飛翔体用リングコア型磁力計による地磁気の連続観測」宇宙観測シンポジウム, 18 - 29.