

# K-10-11号機地磁気姿勢計\*

遠山文雄\*\*・大西信人\*\*・宮崎勝†

## Geomagnetic Aspect Sensors of K-10-11 Rocket

By

Fumio TOHYAMA, Nobuhito ONISHI and Masaru MIYAZAKI

**Abstract:** In the experiment of K-10-11 rocket, it needed to stop the roll of the rocket. It was controled the GAH sensor (horizontal component of geomagnetic aspect sensor) to point at a direction of perpendicular to the geomagnetic meridian plane on the rocket position. Output signals of GAH were used to control the rocket's roll by the rocket control systems. This output signal was a zero-cross signal which GAH field changed from minus to plus, and it was amplified to transmit to the rocket control systems.

In order to avoid magnetic effects to the sensor, GAH was mounted on a boom with a length of 30 cm and was extended to the out of rocket after the nose cone opening. The magnetic effects from the rocket body and instruments were measured before launching.

### 1. 概 要

今回の実験は観測の必要からロケットのロールを制御して機軸に直角な面内の一方向を、その場所での地磁気の子午面に直角な方向に止めるため、GAHの出力を増巾してCNへ制御用信号として出力することにある。すなわち、従来のGAHセンサの出力が0を切る点(GAH成分磁場が負から正へ変わる点)でロケットのロールを停止させるため、GAH出力の0-cross信号を増巾して約±10%±5Vの信号をCNへ出力した。

センサは周囲の磁気的影響を少なくする目的で約30cmの伸展機構に取付けられ、開頭後伸展された。また、磁気的影響がどの位あるかを打上前に測定した。

---

\* 宇宙研特別事業費による論文

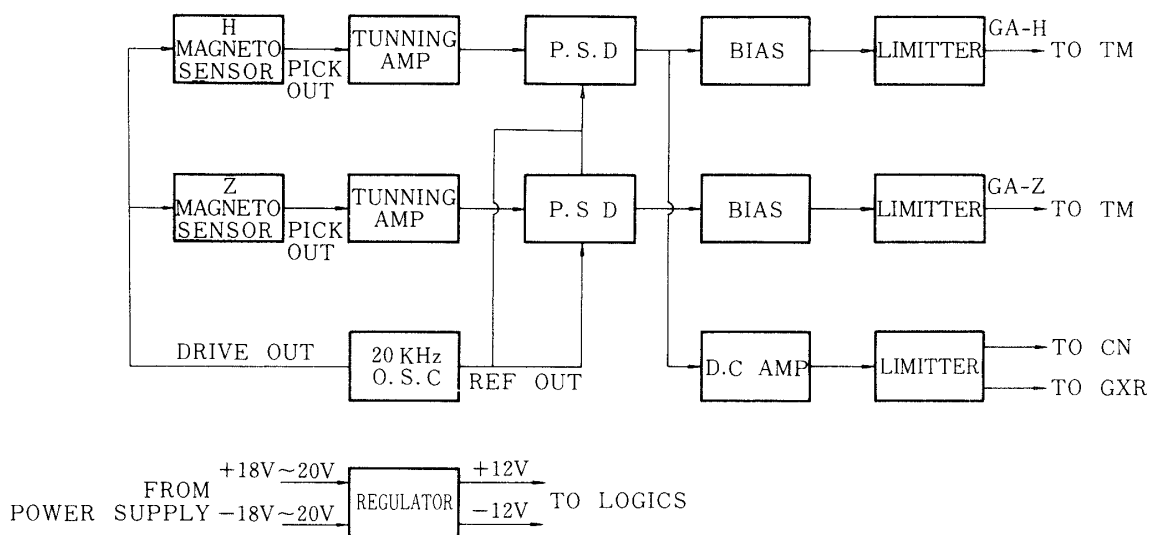
\*\* 東海大学工学部

† 測機舎

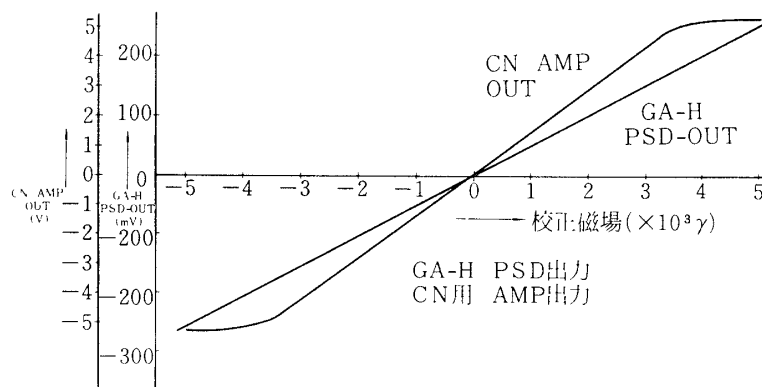
## 2. 装置と特性

従来のGA, すなわちフラックスゲート型磁力計がZ成分及びH成分の2つのセンサから成り, H成分センサだけの位相検波出力を増巾し0点付近の信号をCNへ送る. DCバイアスされた両成分信号は従来通りGAとしてテレメータ出力となる. そのブロック図を第1図に示す.

位相検波器(P. S. D.)の出力と, それを増巾したCNへの出力との電圧特性は第2図に示す. このCNへの出力電圧が0を切る磁気量は多少0からずれるが, 角度にして $0.1^\circ$ 以下で問題はない. また, 両出力の位相遅れ特性は実験の結果 $0.3\%$ 以下で, この実験に際して問題はない.

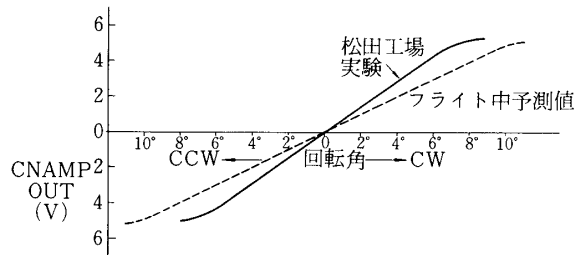


第1図 地磁気姿勢計系統図



第2図 磁場対出力電圧特性

第 3 図は第 2 図の横軸を H 成分磁場 0 を中心に回転角で示したもので、図中点線は飛しょう中における制御開始での予想磁場から求めた値で、回転角  $\pm 10^\circ$  で出力が約  $\pm 5V$  になる様に増巾度を定めた。実線は地上値（工場での実験値）によるもので傾きは点線と異なる。



第 3 図 磁場 0 方位からの回転角対出力特性

次に Z 成分も含めた仕様を表 1 にかける。

表 1 地磁気姿勢計の仕様

磁場測定範囲	H, Z 成分共	$\pm 50,000r$
磁場測定精度	H, Z 成分共	$\pm 1\%$ 以下 (0~40℃)
CN用出力電圧		$\pm 5V / \pm 10^\circ$
応答速度		100msec 以下
消費電力		+ 18 V 50mA 以下 - 18 V 20mA 以下
寸 法	電気部	125×111×45H
	センサ部	(Z) 36×20×52H (H) 42×20×27H
重 量	電気部	0.8 kg 以下
	センサ部	0.2kg 以下

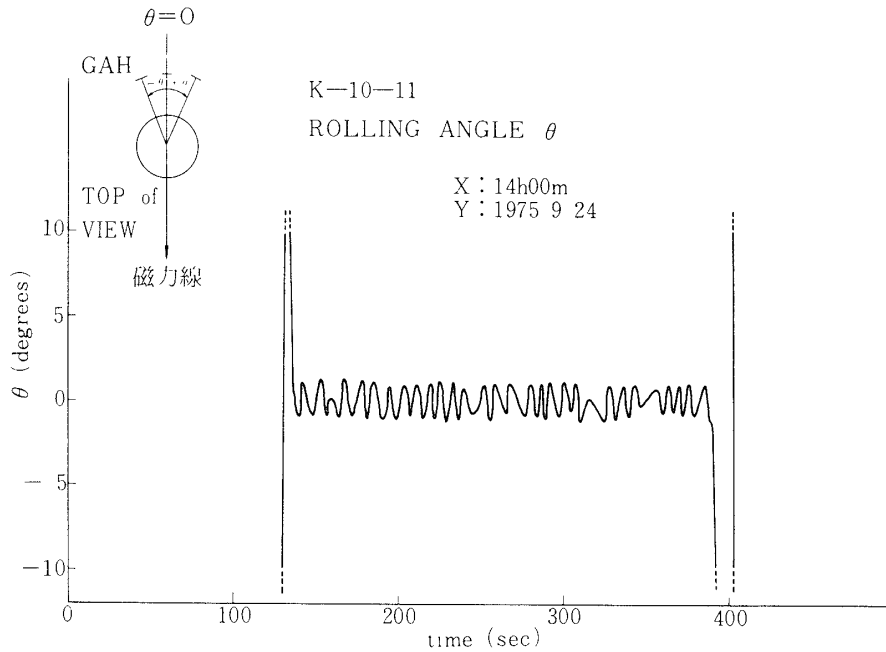
### 3. 結 果

K-10-11号機は 1975 年 9 月 24 日 14 時 00 分 (JST) に打上げられ、打上後約 130 秒から GA 出力が姿勢安定制御装置へ送られ予定通りロール制御が行なわれた。GAH によるロール姿勢解析結果を第 4 図に示す。たて軸は GAH センサを伸展した伸展部が磁力線の子午面に一致した時 (H センサは伸展部の「うで」と直交しているから、H 成分方向が磁力線子午面と直角になった時) を  $0^\circ$  とし、ロケット先端から見て時計廻りを +, 反時計廻りを - としてある。結果は図の如く  $0 \pm 1^\circ$  の範囲でロール制御がなされていることを示している。

### 4. 姿勢計の較正

実際の磁場の H センサ成分が 0 の方位とセンサ出力が示す 0 方位がどれだけずれているかを知るため、KSC において打上前に測定が実施された。

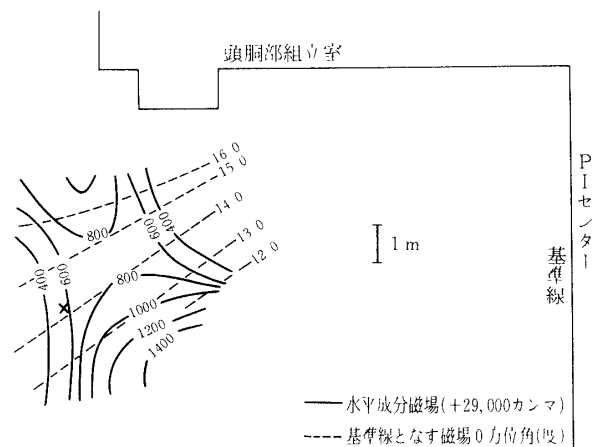
ロケットの頭胴部をセンサ伸展した状態で KSC 頭胴部組立室付近の野外に出して行なわ



第4図 K-10-11号地磁気姿勢

れた。その付近での磁場の分布状態はあらかじめサーベイされ、最も磁氣的安定の良い地点にロケットを置いた。第5図はセンサの高さに相当する地上107cmでの磁場の水平成分の強さ及び基準線（PIセンタ壁面に平行な方向の線を基準とした。）からの水平磁場の0方向の角度分布を示す。この図中のX印の位置にGAセンサが来る様にロケットを置き、ロケットをロール方向に回転してセンサ出力を測定した。この地点での垂直方向の磁場は水平成分で10cm当り100ガンマ以下、方位は0.1°の変化量であった。

GAセンサ表面に小さなミラーを、取付角度精度5分以下で接着し、センサ出力0の方向を探がして、その方位と磁場サーベイによる水平成分0の方位とのずれをトランシットによる三角測量で求めた。その結果、ロケットや搭載機器による0方位のずれは約4.5°であり、各搭載機器のON-OFFによる影響は無視出来た。



第5図 KSC頭胴部組立案付近の水平磁場分希 (地上107cm)

## 5. 今後の問題点

今回の実験は観測の要請により、ロケットロール軸制御を行なうための信号としてGAHセンサ出力を用いた初めての実験であったが、科学観測方法が高度化して来た近年では、このような制御にGA出力を利用したり、機上処理のためにGA出力を使うと云った方法が今後増加すると考えられる。そのためGAとしての問題点を改良、解決しなければならないが、その問題点の主なものを簡単に挙げる。

### 1) センサの伸展部構造

この種の目的でのGAセンサは伸展することが必要と考えるが、伸展機構がしっかりしていなくてはならない。また、伸展以前の姿勢検出のため、格納時のセンサ位置と方向も検出可能になる様考えねばならない。

### 2) GA較正方法

較正はセンサに取付けられたミラーでの野外光学測定であったが、野外実施が不可能な場合やミラー法以外の方法も考えねばならない。

### 3) 高精度化

GAによる磁場の電氣的0検出は、かなり精度良く出来得るが、 $1^\circ$ 以下の高精度の場合はセンサの伸展機構の精度はもちろん、外乱磁場の交流成分も含めて較正しなければならない。

また、H成分のみならず二軸制御、例えば沿磁力線制御などにGA出力を利用する場合には、較正方法が複雑になる。

以上の如くこの種の目的でのGAは、大別して伸展機構と較正方法の二点が重要なポイントである。

## 6. あとがき

GAとして初めての利用方法であったことや、現地での野外較正等の作業があり、各方面の方々の協力を得ました。特にGA出力に関しては東口先生、研究室の方方、頭胴部の回転台の作製や較正に際しては小田先生及び研究室の方方、更にKSCでの野外較正では小田実験主任、ロケット班はじめ実験班の方方の御協力を得ましたことを厚く感謝致します。

1976年10月15日