

ΔΣ変調方式デジタル-アナログ変換器を用いた高精度磁力計の開発

Development of high-resolution digital fluxgate magnetometer using delta-sigma DAC

井口 恭介^{1*}, 松岡 彩子¹

kyosuke Iguchi^{1*}, Ayako Matsuoka¹

¹宇宙研

¹ISAS/JAXA

フラックスゲート磁力計は高精度で小型・軽量・省電力であることから、地球や惑星磁気圏、惑星間空間の磁場観測を目的として科学衛星に搭載される。

本研究では、現在進行中の磁気圏探査衛星「SCOPE」に搭載されるフラックスゲート磁力計の開発を目標としている。今回はその実証試験として行う観測ロケットS310-40号機搭載磁力計の開発状況について発表する。

磁力計にはセンサからの検出信号をプロセッサで処理するデジタル方式を採用している。デジタル方式は1990年以降開発が進み、従来の方式に比べて小型、軽量化がなされ、経年変化や温度特性も改善された。

しかし、磁場の高分解能化と線形性の向上は未だ課題となっている。磁力計の磁場分解能は電気回路部のデジタル-アナログ変換器 (DAC: Digital to Analog Converter) の分解能に依存する。宇宙機用として承認されているDACの分解能は12ビットまでしかないので、これまでは高磁場分解能化が困難であった。

そこで、本研究では宇宙機で使用可能な部品のみを用いて高分解能なΔΣ変調方式DACを開発する。ロケット実験の要求から磁場分解能は約2 nT/ビットを目指す。この磁場分解能は±60000 nTレンジでDACの分解能が16ビットに相当する。

ΔΣ変調器は入力をパルス密度変調し、パルス密度から入力値を逆算(復調)できる仕組みになっている。復調は変調出力パルスをアナログローパスフィルタに通すことで可能となる。ΔΣ変調器は積分器、量子化器、遅延器からなり、マイクロコンピュータ程度の演算装置で簡単に構成できることも利点の一つである。

ΔΣ変調器のパラメータ設計結果から2次型ΔΣ変調器を採用し、オーバーサンプリングレートを637とした場合に約16ビットの分解能を得ることが、シミュレーションによって確認できた。また、パラメータ設計をもとに、FPGAと4次型アナログローパスフィルタでDACを試作し、分解能と線形性の評価を行っている。発表ではΔΣ変調器のパラメータ設計結果と試作したDACの性能評価結果を報告する。

キーワード: デジタル方式フラックスゲート磁力計, デジタルアナログ変換器, ΔΣ変調, SCOPE

Keywords: digital fluxgate magnetometer, digital to analog converter, delta-sigma modulator, SCOPE