

# 7-4 水星探査衛星搭載電界観測用 デジタルローパスフィルタの設計

電磁波工学研究室  
0112040 笹本 和希

## 1. 研究目的

国際水星探査計画「Bepi Colombo」において水星磁気圏探査衛星 (MMO:Mercury Magnetospheric Orbiter) が2012年に打ち上げられる予定である。MMOには、DC~32Hzの超低周波帯の電界を観測する電界観測装置 (EFD:Electric Field Detector) が搭載される。32Hz以下の電界を観測するため、EFDにはローパスフィルタ (LPF:Low Pass Filter) が必要である。このLPFをアナログ素子を用いて設計した場合、水星近傍での温度変化により利得 - 周波数特性が変化する可能性がある。本研究ではEFDに用いられる温度変化に影響を受けないデジタルLPFをFPGAを用いて設計する。

## 2. LPFの設計仕様

本研究ではLPFの通過域を0~32Hz、減衰域を32~64Hzとし、31次、63次、80次、127次のデジタルLPFを設計する。

## 3. デジタルフィルタの評価方法

設計したデジタルLPFのプログラムをパラレルケーブルを使い、FPGAボードへ送り込む。パーソナルコンピュータで正弦波を作り、シリアル通信を用いて信号をFPGAボードに入力する。デジタルLPFによりフィルタリングされた信号を再びシリアル通信でパーソナルコンピュータに戻す。そして入力波形の絶対値と出力波形の絶対値を測り、周波数毎の減衰率を求め、各フィルタの利得 - 周波数特性を得る。

## 4. 評価結果

図1は $f_s$ (サンプリング周波数)を固定し、デジタルLPFの次数を変化させた時の利得 - 周波数特性である。次数を変化させても減衰率はほぼ同じになった。図2はLPFの次数を固定し、 $f_s$ を変化させた時の利得 - 周波数特性である。 $f_s$ を変えることによって、減衰域での減衰の仕方に変化がみられた。 $f_s$ を低く設定した場合は、急激に減衰するが、減衰域に入ってもしばらく減衰は始まらない。逆に $f_s$ を高く設定した場合は、減衰域に入るとすぐに減衰を始めるが、急激な

減衰は得られない。これはカットオフ周波数に対して $f_s$ が大きすぎると減衰特性が悪くなるという、インパルス応答の特性のためである。減衰域に入りすぐに減衰を始め、かつ64Hzで最も減衰していることから、本実験で設計した中で最も適切なLPFは次数:80、 $f_s$ :400Hzと言える。また、設計したすべてのLPFが直線位相であることを確認した。

## 5. 今後の課題

本研究では評価システムの制限から、振幅を符号1bit、整数5bitの振幅で表される正弦波を入力信号としたため、減衰率を-36dBまでしか見ることが出来なかった。今後は、評価システムを改善しより大きな減衰率を確認できるように、信号の送受信プログラムを修正する必要がある。

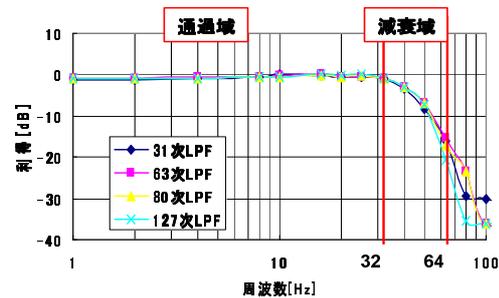


図1: 試作のデジタルLPFの利得 - 周波数特性 ( $f_s$ :800Hz、減衰域:32Hz~64Hzに固定)

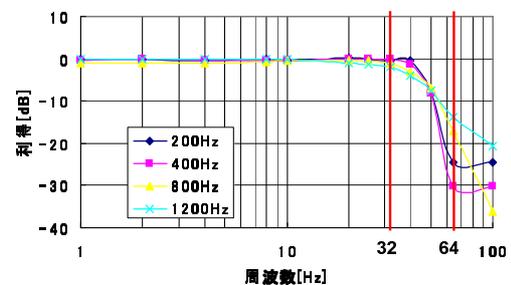


図2: 試作のデジタルLPFの利得 - 周波数特性 (次数:80、減衰域 32~64Hzに固定)