

6-9 火星地表面における放電現象検出用交流磁界受信機の開発

石坂研究室

1115001 安宅祐香

1. はじめに

現在日本において火星着陸探査機による火星探査の計画が進行している。本研究では、次期火星着陸機探査に向けて、主にダストストーム発生時に放射すると予想される電磁波の到来方向を検出するための受信機を開発する。ここで電磁波の到来方向の推定には、磁界 2 成分、電界 1 成分が必要であるが、本研究では火星着陸機に搭載可能なループアンテナを用いて、磁界 2 成分の電磁波受信機を製作する。そして製作した受信機が電磁波の到来方向の推定に使用可能であることを検証する。

2. アンテナ部

受信機は大きく分けてアンテナ部、プリアンプ部、解析部の 3 つで構成される。

アンテナ部には、指向性が強く小型・軽量化が容易なループアンテナを用いる。図 1 は現在検討されている火星ローバーのイメージ図である。火星ローバーのマスト部には、スペースを最大限に活用でき、収納が容易であることから図中の白線で示す直角三角形型の展開式マスト一体型ループアンテナ 2 軸を垂直に配置する。製作したループアンテナは 2 軸ともに高さ 52cm、底辺 50cm、斜辺 72cm、ループ面積は 1300cm² である。

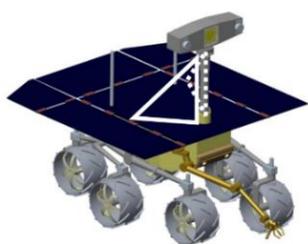


図 1 火星ローバーイメージ図

3. プリアンプ部

ループアンテナによって受信された信号はプリアンプに入力される。プリアンプには、1 つの外付け抵抗で利得が設定でき、広範囲の利得にわたって高い帯域幅を維持できる ANALOG DEVICES 社製のオペアンプ AMP02 と、60kHz の電波観測に適している Texas Instruments 社製の TL082 を用いる。本研究では、すべての回路製作において Altium Designer を用いて部品を配置し、基板加工機によって回路基板を製作した。プリアンプ 1 軸分の回路基板は 3cm×3cm と小型化することができた。製作したプリアンプは 1kHz~100kHz の周波数帯域で 79dB のフラットな利得を有している。

4. 解析部

解析部には狭帯域バンドパスフィルタ (BPF) を用いる。本研究では、雷検出用の 1kHzBPF と電波到来方向が推定可能か確認するため、発信源が特定できる標準電波を受信する 60kHzBPF の回路を製作した。なお 60kHzBPF を通った信号は絶対値検波回路を通過して出力される。

1kHzBPF には、中心周波数の精度が良く、Q 値も大きくすることができるバイカット型を採用した。オペアンプを用いることで、利得の減衰を抑えることができ、アクティブフィルタとすることで、中心周波数の調整を容易にしている。中心周波数は 1.09kHz、1.05kHz となり、利得はそれぞれ +12.776dB、+13.037dB である。60kHzBPF には、バイカッド型より高い周波数に対応できるフリーゲ型を採用した^[1]。図 2 は実際に製作した 2 つのうちひとつの 60kHzBPF の周波数特性である。図中の赤線は利得、青線は位相を示す。中心周波数は 60.5kHz、利得 -0.963dB である。もうひとつの 60kHzBPF の中心周波数は 61.6kHz、利得 -0.619dB である。

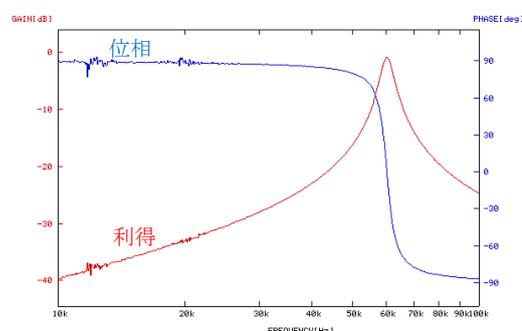


図 2 60kHzBPF の周波数特性

5. まとめ

本研究では、放電現象検出用の磁界成分 2 軸ループアンテナ方式の狭帯域受信機を開発した。60kHz 標準電波の方向探知を行い、実際に 60kHz 電波の到来方向を推定することができた。

今後の課題として、5kHz~30kHz の周波数成分が観測可能な受信機に改良し、より詳細な電磁波発生位置推定のために電界センサとの同時観測システムを構築する必要がある。また、さらに高性能で小型・省電力化な受信機を検討し、着陸機への狭帯域受信機搭載を目指す。

参考文献

[1]松井邦彦、OP アンプ活用 100 の実践ノウハウ、1999