

「高機能小型人工衛星によるリモートセンシングシステムの研究」 Remote Sensing System by High-performance Micro Satellite

研究代表者: 高橋 芳浩¹

宮崎 康行², 三枝 健二¹, 内山 賢治², 細野 裕行¹, 佐伯 勝敏¹, 根来 均³, 望月 寛¹, 浅井 朋彦³, 今池 健¹
(アドバイザー: 高野 忠¹・藤井 裕矩²)

本研究では仮想ミッションとして「小型人工衛星を用いた地震探知システム」を設定し、本ミッションに必要な衛星システムの構築を目的とする。本目的達成のために具体的には次に示すような研究を推進し、小型人工衛星の高機能化、高信頼性化を進める。

- ・岩盤崩壊時に発生する電磁波観測による地震探知システムの検討
- ・本ミッションに必要な人工衛星システムの検討
- ・高性能マイクロ波受信アンテナの開発
- ・GPS を利用した小型人工衛星の飛行姿勢センシング技術
- ・小型人工衛星の姿勢・軌道制御技術
- ・耐宇宙環境性電子デバイスおよび電子回路技術

以下に各研究内容の概要を示す。

地震探知システムの検討

大地震発生の数日前に、人工衛星において電磁波(マイクロ波)が受信されることが報告されている。この電磁波は岩盤の崩壊時に発生するものと考えられるが、その周波数分布や地中伝搬メカニズムなどは不明な点が多い。そこで本研究では、実際に各種岩石の崩壊実験を行い、発生する電磁波について評価を行い、人工衛星における電磁波観測による地震探知の可能性について検討を行う。

人工衛星システムの検討

小型人工衛星は、比較的安価な費用で、かつ短期間で開発が可能であるという利点を有している。そこで本研究では、一辺30～50cm 角、重量数10kg 程度の小型衛星を想定し、ミッション達成に必要な搭載機器などについて検討を行う。また、岩盤崩壊時に発生する電磁波の強度は弱く、かつ発生時間は短時間であると考えられる。よって、この電磁波を監視する衛星は低軌道で運用する必要があり、また常時観測を行うためには複数の衛星運用が必要であると予想される。そこで、常時観測可能な最適運用軌道、最小運用機体数についても検討を行う。

高性能マイクロ波受信アンテナの開発

低軌道衛星において、広範囲の地点から到来する電磁波を高分解能で測定するためには、アンテナのビーム走査が必須となる。アンテナ姿勢を維持したままビーム走査が可能なアンテナとして、アクティブ・フェーズド・アレイ・アンテナが実用されているが、給電素子数が多い事などから軽量化が困難である。そこで本研究では、アンテナ性能を保持しつつ、給電素子数を削減可能な、小型・軽量アクティブ・フェーズド・アレイ・アンテナの開発を行い、小型衛星搭載の可能性について検討を行う。

飛行姿勢のセンシングおよび制御技術

地表の常時観測を行う際には、衛星の姿勢制御が必要になると考えられる。しかし小型人工衛星においては、大型衛星システムに比べ搭載機器が制約されることにより、飛行姿勢のセンシングや制御が困難である。現在の小型人工衛星において、能動的に姿勢を制御する機構を搭載している例は少なく、また搭載した場合でも、安定した姿勢制御を達成できていないのが実情である。そこで本研究では、GPSを利用した姿勢センシングについて着目し、要求される位置測定精度、アンテナ間の距離、および必要となる受信システムなどについて検討を行う。

一方、姿勢および軌道制御のための推進力発生装置として、本研究ではプラズマジェットエンジンについて検討を行う。本エンジンは、推進剤を電氣的にプラズマ状態とし、これを加速排出することにより得られる推進力を用いるものであり、推進力が大きい反面、消費電力が大きいという欠点を有する。そこで、衛星搭載太陽電池による発生電力で駆動可能な、低消費電力・超小型プラズマジェットエンジンの実現に向けて研究を行う。また、姿勢・軌道制御のために最適な設置位置・噴射方向についても検討を行う。本推進機構を用いた場合、地磁気などの制約を受けることなく、ほぼ自由に姿勢制御が可能になると考えられ、小型人工衛星の飛躍的な高機能化が達成できる。

電子デバイスおよび電子回路技術

人工衛星内の情報処理においてコンピュータシステムなどの電子回路は必要不可欠となる。ただし宇宙環境は放射線環境であり、放射線照射による電子デバイスの特性劣化や回路誤動作が問題となる。特に小型衛星の場合、その開発費の制約から基本的に地上民生部品を使用することが多く、高エネルギー粒子照射時に発生する過渡電流による誤動作や、運用時間の経過に伴うデバイスの電氣的特性劣化は顕著であると予想される。そこで、多重冗長系や誤り訂正符号技術などを用いた耐放射線性向上について検討を行う。ただしこれらの技術は信頼性確保のために回

路規模を大きくする必要があり、衛星搭載重量の増大を伴う。一方、本プロジェクトメンバーが提案している人工知能回路は、信号パルスの時系列応答を情報とした回路構成となっており、優れた耐環境性を有するものと考えられる。そこで本研究では、人工知能回路の耐放射線性を評価し、衛星搭載回路への適用についても検討を行う。

大地震が頻発する我が国において、地震探知は国民生活の安全確保において非常に重要である一方、人工衛星を用いたマイクロ波リモートセンシングによる地震探知システムについては例を見ない。本研究予算では、衛星の打ち上げは不可能であるが、本研究により開発する高機能・高信頼性小型衛星システム、およびその要素技術の蓄積は、今後の大型プロジェクト提案において大きな武器になるものとする。

また、岩盤崩壊時に発生する電磁波の解析、小型軽量かつ高性能なアクティブ・フェーズド・アレイ・アンテナ、超小型プラズマジェットエンジン、生体回路の人工衛星搭載 などは、新規性、独創性に優れた研究であり、学術的にも大きな貢献を果たすものとする。

1: 電子情報工学科 2: 航空宇宙工学科 3: 物理学科