



## 2019 年度 助成 海外調査研究終了報告書 ※ゴシック文字で記入下さい。

渡航目的	2019年10月21-25日に開催される70th International Astronautical Congressに参加し、申請者の発表及び宇宙工学分野の最新研究について調査するため。
渡航日程と海外での成果(発表・調査など)	<p>今回の海外渡航は10月20日に中部国際空港よりワシントンD.C.へ移動し、21日-25日で70th International Astronautical Congress(IAC)に参加し、26日にワシントンD.C.を発ち、27日に帰国した。70th IACでは自分の研究成果についてプレゼンテーションを行ったほか、様々なセッションに参加し、特に宇宙機ダイナミクスに関する近年の研究動向について調査を行い、様々な知見を得ることができた。</p> <p>申請者は70th IACにて行われた47th Student Conferenceにて、「A Fuel-free and Agile Attitude Maneuver of Space Membrane Structures Using Electromagnetic Force in LEO」と題して申請者の研究成果の発表を行った。セッションでは約20名が参加し、約10分間のプレゼンテーションを行い、参加者からの質疑応答と議論を行った。</p> <p>一方で申請者は様々なセッションに参加し、専門分野である宇宙機ダイナミクスに関する近年の研究動向について調査を行った。Orbit Dynamicsのセッションでは、特に惑星間における宇宙機の軌道ダイナミクス及び制御手法について調査を行った。具体的な研究例として、まずnon-Keplerian orbitにおける宇宙機の最終ランデブー・ドッキングについて、その姿勢軌道の6自由度についてモデル化を行い、制御を行っている研究や、惑星間での低推力推進を想定した軌道制御手法の構築、さらにハミルトニアンを用いた運動方程式を用いた、四体問題における宇宙機軌道ダイナミクスを行った研究などがあつた。Attitude Dynamicsのセッションでは、通常剛体衛星の姿勢制御に関する研究の他、近年非常に注目を集めている柔軟構造物や大型構造物を有した宇宙機の姿勢制御に関する研究も多数あつた。具体的な研究例としては、SWOTミッションにおけるAttitude and Orbit Control System (AOCS)に関する研究や姿勢制御アクチュエータの振動による、大型構造物を有する衛星の姿勢運動に対する影響を、大型構造物のヒンジ部の進展により抑制する手法の研究、また宇宙展開膜構造物のような柔軟構造物のモデル化や、大型伸展構造物を有する衛星の、構造物振動を抑制しながらの衛星姿勢制御に関する研究があつた。さらにGuidance, Navigation, and Controlに関するセッションでは、人工衛星の重心位置が人工衛星の運動に与える影響に関する研究や、衛星ソフトウェアのプログラミング手法に関する研究について調査した。</p>
研究内容の概要	<p>近年、軽量で大面積を付与できる宇宙展開膜面構造物(以下膜構造)の小型衛星への適用が注目を集めており、大型太陽電池やデオービット機構といった利用が期待されている。これらの利用法では膜構造の姿勢変更手法が必要不可欠である。従来衛星では中心衛星の姿勢変更を用いた手法やRCDを用いた手法が利用されているが、前者には膜構造に振動を励起しデバイス効率を下げる、後者には姿勢変更にかかる時間がかかるといった課題が存在した。本研究では電磁力を用いた膜構造姿勢変更手法を提案する。本手法は膜構造の外周に電線を配置し、地磁場と電流との干渉により生じる電磁力を膜辺にかけることにより姿勢変更を達成する。この手法ではRCDを用いた手法より強い電磁力を膜辺にかけることができるため、高速かつ振動抑制可能な姿勢変更手法となることが期待される。そのため本研究では提案手法における姿勢変更の高速性と生じる振動を評価することを研究目的とする。</p> <p>検討では、まず衛星姿勢と膜構造のダイナミクスのモデル化を行った。膜構造のモデル化にはFEMを用いた。しかしFEMは自由度が非常に多く、計算に時間がかかる。そのためFEMにモード変換を行うことにより、膜構造運動を振動モードの重ね合わせで表す拘束モードモデルへ変換し、その後衛星ダイナミクスを含めてもう一度モード変換を施すことにより、非拘束モードモデルを得、これをダイナミクスモデルとした。その後、得られたモデルを用いて数値シミュレーションを行い、提案手法の評価を行った。本検討では、一辺1 mの立方体形状をした衛星筐体に14 m四方の膜構造が取り付けられている人工衛星の姿勢変更シミュレーションを行った。また、姿勢制御にはPD制御を用いた。シミュレーションを行った結果、非拘束モードモデルの剛体モードが減衰した一方、柔軟モードが励起し減衰しなかった。また衛星姿勢角は8時間で9.5度の姿勢変更を達成した一方、膜構造の角に最大40 cmの振動が残った。以上より、提案手法により高速姿勢変更の達成が確認できたが、振動抑制は達成されなかった。この一つの原因としてシンプルなPD制御を用いたことがあげられると考えられ、今後の予定としてより保守的な制御則を利用していくことを検討する。また提案手法は1つの電流ループでのみ制御を行っており、制御入力が多いため、今後電流ループを増やすことによる制御入力の増加についても検討していく。</p>

提出期限:帰国後すみやかに助成金の「必要経費使途明細書」領収書(原本)と合わせて提出下さい。