

令和 2 年度

## 在 外 研 究 員 報 告 書

所 属	理工学部 交通機械工学科		
職 名	准教授	氏 名	仙場淳彦
調査研究題目	宇宙用伸展式構造物の力学特性のモデル化と実験的同定理論構築 (Development of Modeling and Experimental Identification of Mechanical Characteristics for Extensible Space Structures)		
研究先国	米国	研究機関	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校
期間(西暦年)	2020 年 4 月 1 日 ~ 2021 年 3 月 27 日		
研究員の種類	長期支給研究員		

# 在外研究員報告書用紙

## 1. はじめに

次世代の宇宙天文衛星に要求される観測精度を実現するために、これまで以上に大型かつ高精度の観測システムが求められている。それを支える大型かつ高精度な伸展式光学架台を実現するためには、軌道上の静的・動的挙動を高精度に予測する技術が不可欠である。

そこで在外研究先である、イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校の Alexander Vakakis 先生, Lawrence Bergman 先生, 同大学博士課程院生の Jon Dewitt Dalisay 氏および本学修士課程の太田智己氏と共に、同大学の客員准教授として上記課題に取り組んだ。

## 2. 研究概要

伸展式光学架台に備わる伸展機構には、摺動部の摩擦やガタが存在し、本質的に非線形性を有するため、構造全体としては、局所的に非線形性を有する構造であり、局所非線形性のモデル化が重要な課題となる。また、10m クラスの大型伸展式トラスは数十段の大型構造となり、その数学モデルを軌道上で更新することを予め念頭に置くと、可能性限り低次のモデルであることが望ましい。

本研究では、ガタ部の摩擦による非線形性を表現可能な非線形モデルの構築とその実験データによるモデル精度向上を行うものである。特に、ガタ部の個数やガタの大きさ、方向などを含むモデルを構築し、宇宙空間で伸展式光学架台が受ける様々な擾乱源に対し、精度良い応答予測を提供することを目標とする。

## 3. 成果概要

本報告書を執筆している段階では、研究成果の公表前に当たるため、成果の詳細を説明することができず残念ではあるが、当初予定していた課題に対し、どの程度満足のできる結果が得られたか、また、どのような発展的な可能性を見出すことができたかについて概要を述べたいと思う。

まず、非線形モデル化手法については、自由度の高い伸展式トラスを適切に簡略化し、モデルの自由度を抑えることが重要であると考えていた。しかしながら、研究開始初期の議論の結果、まずは詳細な特性を表現できる非線形モデルの構築に専念することになった。そして、本学の実験室で取得してもらった実験データと参照し、試行錯誤によりモデル精度を向上させていった。その結果、実験データの非線形性を十分に表現できるモデル化に至ることができた。この検討の中で本学の太田氏には、研究遂行困難な状況にも関わらず、極めて精緻な実験を行って頂いた。得られた非線形モデルに基づき、様々な数値解析が可能になり、実験のように多くの労力を必要とせず、効率的な評価考察が可能となったことは、在外研究における最も大きな成果である。ただし、詳細なモデルであるがゆえ、実際の構造に対しては計算負荷が大きいため当初から課題として認識していたモデル低次元化は一層重要になるが、これについては現地で十分な取り組みができなかったため、今後の課題としたい。

上記の主要な成果に加え、想定外の成果について述べると、宇宙構造物の重要課題の一つである振動抑制において新たな知見も得られた。概要を述べると、滞在先の研究室で検討されてきた energy sink という考え方が応用できることに着目し、主に数値解析において、その有効性と可能性を確認することができた。この応用例については、将来の天文観測衛星の実現においても大きく貢献する可能性を秘めており、引き続き検討を重ねていきたいと考えている。

## 4. まとめ

今回の在外研究は、新型コロナウイルス感染症という未曾有の事態により、イリノイ大学キャンパスでの夢に見た華々しい研究活動は陰を潜めた。しかしながら、IT 技術の進歩により、遠隔会議が何の苦も無く可能となり、米国にいながら、日本の大学院生も含めた日米同時の研究打ち合わせを抵抗なく高頻度に行うことができた。その結果、渡米前に計画した自ら現地で実験を行うなどの研究計画の一部を断念したにも関わらず、関係各位の協力のおかげで期待した研究成果ならびに今後の国際共同研究の礎となりえる重要な知見を得ることができたことに心から感謝申し上げます。