日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2017年06月10日採択

申請者氏名	**和泉究 (会員番号 5858)**
連絡先住所	〒 99352-0159 PO BOX 159, Richland, WA, USA
所属機関	LIGO Hanford Observatory (California Institute of Technology)
職あるいは学年	研究員
任期 (再任昇格条件)	6年 (再任不可)
渡航目的	共同研究及び招待発表
講演・観測・研究題目	Precision Laser Interferometry for Observation of Gravitational Waves
渡航先 (期間)	NASA Goddard Space Flight Center(2017年8月6日〜8月9日)

まず始めに今回渡航を援助して下さった早川幸男基金およびその関係者の皆様、並びに訪問受け入れを快諾して下さった沼田健司氏（NASA/GSFC）に感謝の意を述べます。有難うございました。様々な最先端の宇宙レーザー技術に触れることができ、良い意味でカルチャーショックを経験できました。

本渡航は私が単身で NASA Goddard Space Flight Center (GSFC) に3日間滞在し、GSFC の研究者と幅広く学術交流するものである。具体的には次の2つの事柄を行なった：（1）宇宙空間での精密レーザー計測技術開発、特に重力波観測への応用について意見交換および共同研究課題の模索、（2）招待発表を通じた地上のレーザー干渉計型重力波検出器で使われる精密レーザー干渉技術の紹介。本渡航中、複数人から GSFC に再度立ち寄るよう声をかけてもらったことからも窺えるように、学術交流という点において非常に実りのあるものとなった。以下、2つの具体項目についてその内容と成果を述べる。

1. 宇宙空間レーザー技術ついて意見交換と共同研究の模索– 当初予定していた Laser and Electro-Optics Branch（部局554）での学術交流に加えて、今回は LISA (Laser Interferometer Space Antenna) の実験グループリーダーである Jeff Livas 氏のご厚意により、Gravitational Astrophysics Laboratory（部局663）でも視察・交流をさせていただいた。

部局554は20名程度のスタッフで構成されており、地球惑星科学に即した研究を中心に研究開発を行なっている。したがってリモートセンシングやレンジングと言った宇宙空間からの地球惑星環境調査に必要となるレーザー技術が最たるテーマとなっている。また地球惑星科学への応用に留まらず、例えば沼田氏は LISA のレーザー光源開発も同時に行なっている。今回視察した実験テーマを列挙すると;NPRO 型の LISA レーザー開発、ダイオードレーザー型の LISA 用バックアップレーザー開発、LISA レーザーの周波数安定化実験、惑星大気中にレーザーを打ち込みその吸収スペクトルからメタンのアバンダンスを計測する光学機器開発、同様に CO_2 のアバンダンスを測定する光学機器開発、氷に覆われた惑星部位の高度観測のためのレーザー高度計開発、レーザーレンジングにテレコミュニケーション技術を導

入した新しい絶対距離測定法の試験、である。個人的に驚いたのは、ほぼ全ての実験がファイバ光学系で組まれている点である。ファイバ光学系はコンパクトで軽量な実験構成が可能なため、重量・サイズに厳しい宇宙実験と親和性が高い。これは私がこれまで携わってきた地上重力波検出器実験と大きく異なる。またファイバ光学系は通信技術の発達に後押しされる形で需要が拡大しており、多様な装置が比較的安価に手に入ると言う。部局554の研究者からは最先端レーザー技術を牽引するという気概を感じたこともあり、今後部局554と共同研究するにはまずファイバ光学系に代表される最先端技術に精通する必要があると感じた。

部局663は15名程度のグループであり、そのうちの複数人は実験・解析の面からLISAの研究開発を行なっている。NASAがLISA計画に復帰することを受け、現在この実験グループは規模の拡大を図っている。現在実験を担当しているのは5名前後で、次に示す3つの実験を主に行なっている。第一にLISA用角度センサの試験、第二に光共振器を用いたレーザー光源周波数安定化実験、そしてLISAで使うレーザー集光・発散のための凹面・凸面鏡系の迷光評価実験である。実際のLISAではレーザーを1.5×10^6 km伝搬させるため、地上の実験室では当然フルサイズでの実験は不可能である。また地球重力の効果も地上試験を難しくする。そのため地上での試験は、必要となる要素のある部分だけを実験するという形をとらざるをえなく、捻りの効いたアイディアが肝要となると言う。したがって部局663との共同研究を提案するには、ユニークな実験の着想が必要であると感じた。

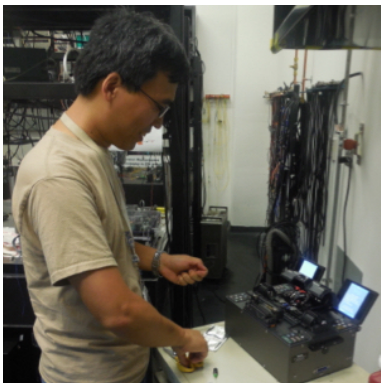

図 1: 光ファイバ融着をデモンストレートする沼田健司氏(NASA/GSFC)。

2. 招待発表(LIGOでのレーザーを使った精密制御技術) 招待発表では部局554と663から合わせて20名程度が参加するなか、私が現在LIGOで使われているレーザーを使った最新の精密制御技術を紹介した。上述のようにレーザー干渉計以外を専門としている参加者も大勢いるため、この日は細かいところは極力減らし、主にLIGOなど地上重力波検出器で行われている光共振器の精密制御に焦点をしぼり、そこで使われる技術を取り上げた。1時間程度の登壇中頻繁に質問をもらい、結果的には用意したスライドを全て消化できないという面目無い事態を初めて経験した。とりわけGuangning Yang氏からは幾度となく質問をもらい、発表後も引き続き議論をさせてもらった。彼が研究開発するレーザー絶対距離測定装置に近い分野であったためか、非常に興味を持ってもらえた。

終わりに–今回の渡航で自らの未熟さを再認識した一方で、強烈に探究心を掻き立てられた。私は今年の9月より研究の場をJAXA宇宙科学研究所に移し、今回得た知識・人脈を活用しながらスペース重力波検出器のフィジィビリティスタディを強く推進していく予定である。