

ATC 施設利用・共同開発研究 成果報告書

国立天文台先端技術センター センター長 野 口 卓 殿

下記のとおり施設利用の成果を報告します。

ふりがな： 代表者氏名： 小谷隆行	③所属機関，部局： アストロバイオロジーセンター・太陽系外惑星探査プロジェクト室
研究課題名： TMT における地球型系外惑星探査装置 (SEIT)のための新方式分光器の実証実験	
利用期間：H29 年 04 月 01 日 ～ H30 年 03 月 31 日	
利用者リスト 小谷隆行、細川晃、河原創、村上尚史、松尾太郎、田村元秀	
研究開発の成果（ATC 施設利用との関連を具体的に記述してください。） 本研究の目標は、高分散・高効率かつ空間分解能を持つ、時間定常なフーリエ分光器を実証することである。従来のフーリエ分光に必要な光路長スキャンミラーを、平面鏡を階段状に配置したものに置き換え、高い波長分解能を達成することが目的である。この実証実験を ATC 光学実験室で行った。 フーリエ分光器の波長分解能は、スキャンできる最大光路長に比例している。高分散化に必要な長い光路長を確保するには、光路長スキャン用階段ミラーの多段化が必須である。これまでは 2 つのミラーをわずかにずらして並べることで対応していたが、この手法は多段化に限界があり、高分散化に必要な 10 段以上には対応できない。そのため本研究では、一つのアルミブロックを超精密加工機により階段状に加工することで、30 段の階段状ミラーを製作した。この階段ミラーを用いた ATC 光学実験室での光学実験の概略図と光学定盤の写真を図 1 に示す。図 2 は、この実験光学系により得られた白色干渉縞の例である。使用する階段ミラーの段が異なると、光路長差により白色干渉縞の出現位置が異なるが、これをデータ処理により結合し、連続した干渉縞を得ることができる。この処理を 28 段分行うことで、原理的には 1 枚の鏡の 28 倍の波長分解能を得ることができる。 図 3 は、使用する階段ミラーの段数と最終的に得られた波長分解能の関係を示す。まず、段数を増やすと 9 段程度までは波長分解能が向上していることがわかる。しかしそれ以降は段数を増やしても波長分解能は向上しないことがわかった。これには以下のような原因で生じていることがわかった。 1) 干渉縞を接続する際に、不連続的に接続されている部分がある。2) 各階段ミラーの傾きが微妙に異なるため、干渉縞のサンプリング間隔が変化している。3) ミラー面が平面でないことにより、干渉縞のサンプリングが一定間隔ではない。 これらの要因がどの程度寄与しているかを詳しく調べた結果、1)、2) についてはある程度影響があり、データ処理により改善できることを示した。ただし、波長分解能の改善という意味では、大きくは影響しなかった。これは図 3 の緑（補正前）と赤（補正後）のプロットに示されている。そのため、最も影響が大きいのはミラー面が平面でないこと（面粗さ）により干渉縞のサンプリング間隔が一定でないことである、という結論を得た。今回はこの面粗さの補正は行わなかったが、Zygo 干渉計などであらかじめ精密な面形状を測定し面形状を補正することで、影響を低減することが可能であると思われる。 今後の実証実験は、1) 面粗さの補正により、28 段分の階段を使用した際に波長分解能が向上することを確認するということと 2) 光ファイバーと像反転光学系による空間分解能の付与、を目標とする。2 を実現することでスペクトルと空間情報を分離できるため、空間情報を保持しつつ高分散分光が可能になり、非常にユニークな装置となり得る。	

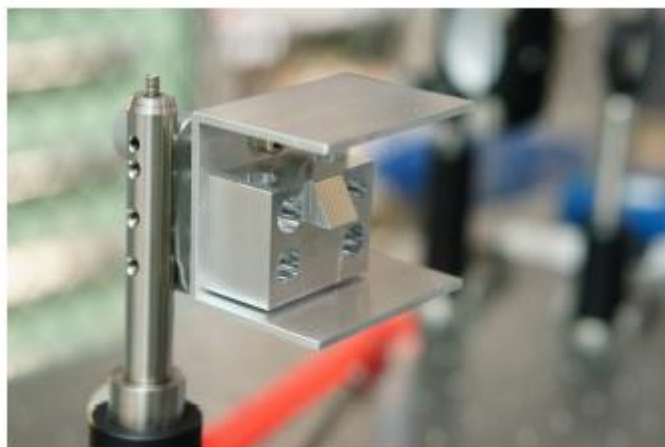
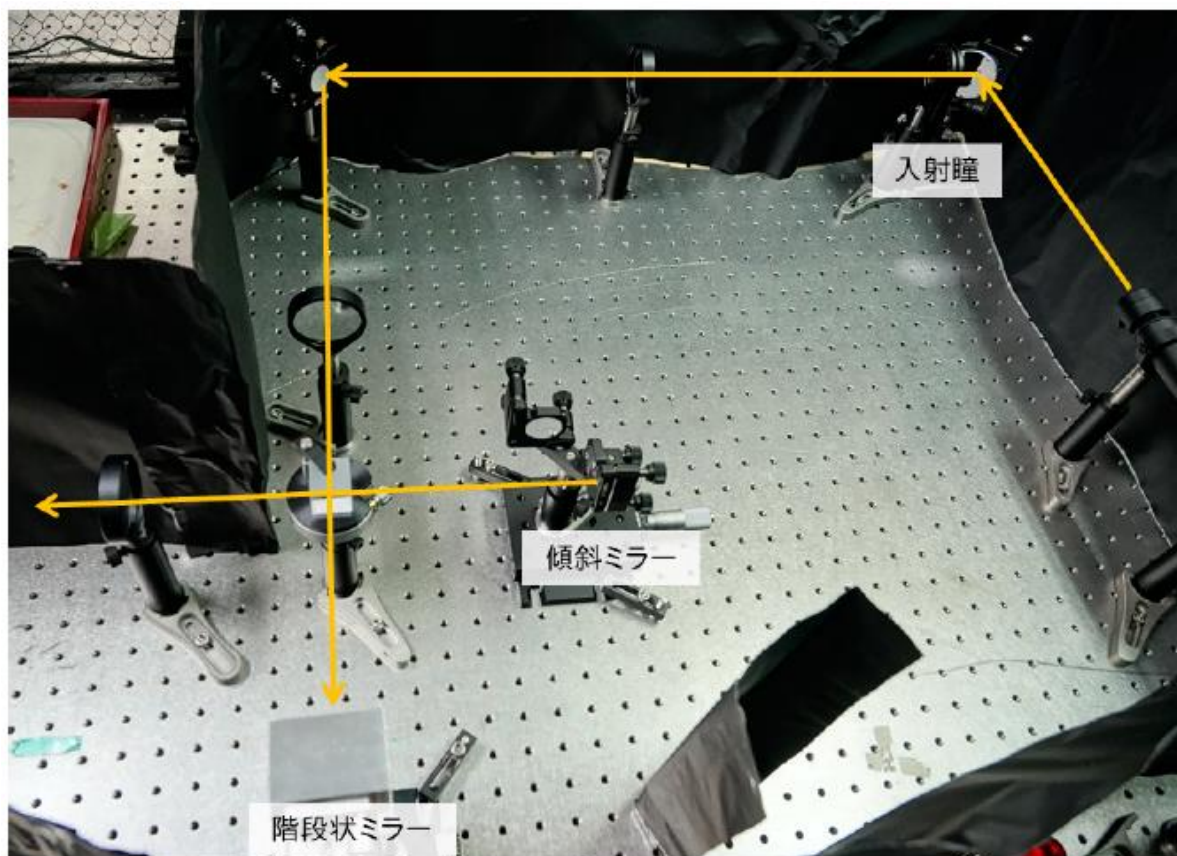
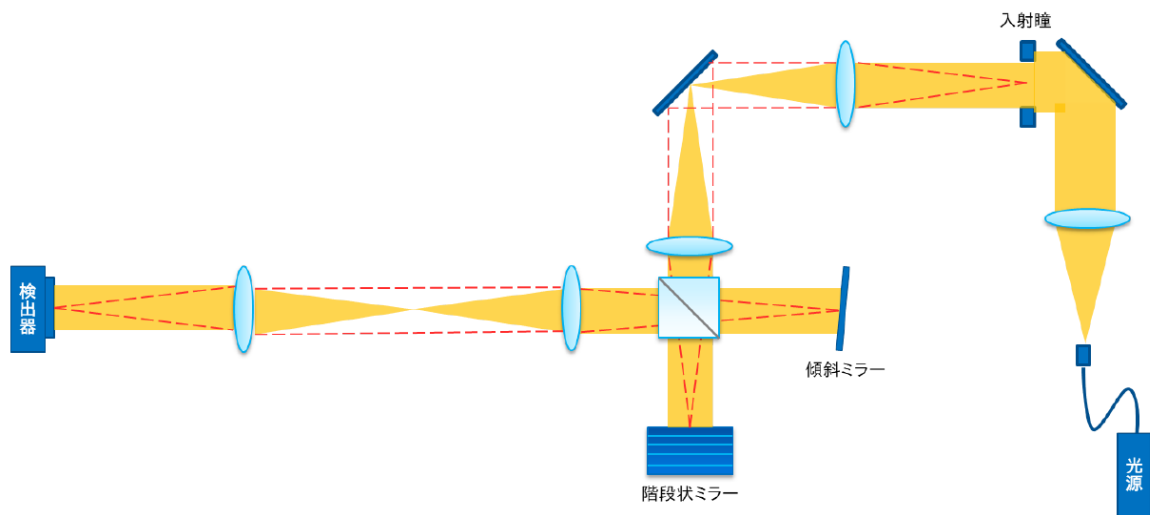


図1：(上) 固定式フーリエ分光器光学系の概略図。(中) ATC 光学実験室での実験光学系の写真。(下) 製作した階段ミラーの写真（細川晃 研究中間レポートより）

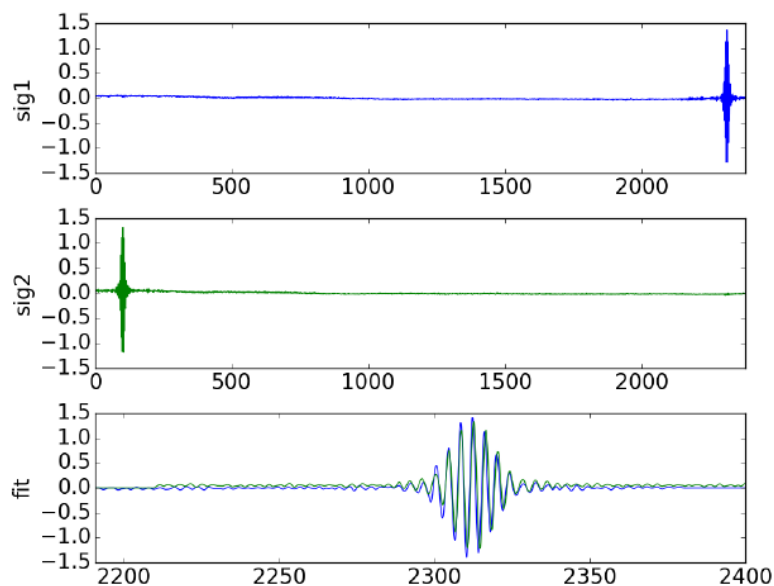


図2：得られた白色干渉縞とその接続例。上2つは隣合う段でそれぞれ得られた干渉縞、下は結合した干渉縞。右は2次元化画像上の白色干渉縞（細川晃 研究中間レポートより）

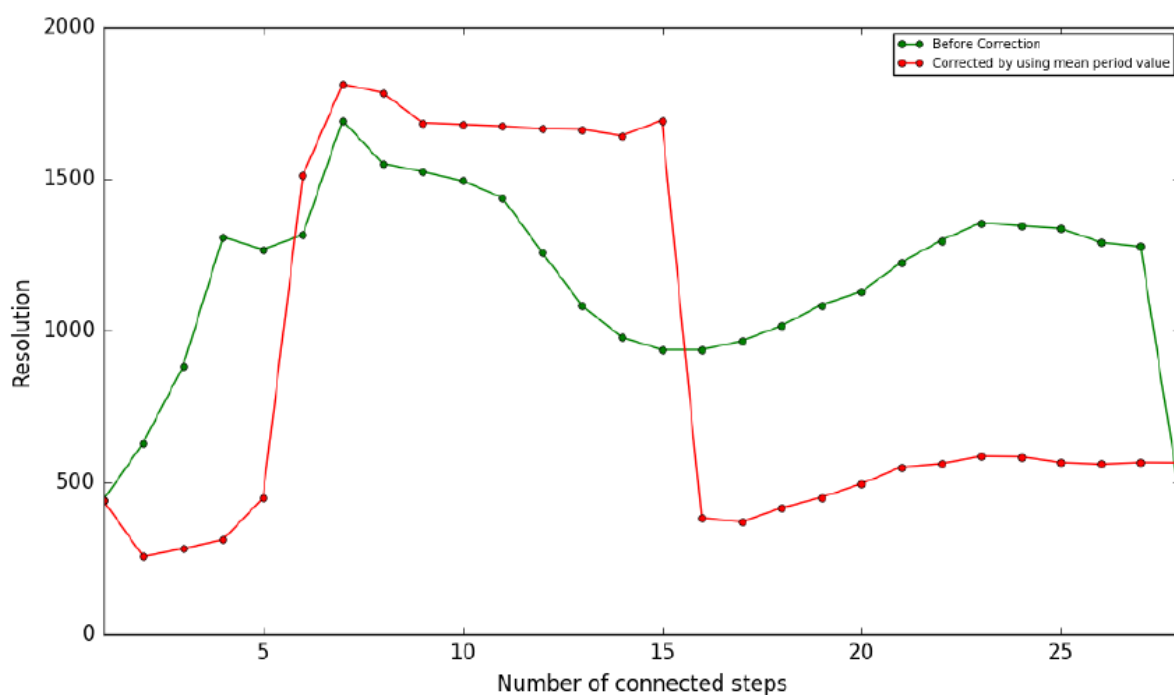


図3：結合する段数と波長分解能の関係。緑は干渉縞の不連続性などの補正を行わないもの、赤は補正後のデータ（細川晃 研究中間レポートより）

施設利用が謝辞等に記された学术论文など（資料を添付してください。）

細川 晃、総合研究大学院大学・研究中間レポート「固定式フーリエ分光法を応用した高分散分光器の開発」、2018年3月

先端技術センターの利用設備・実験室等の利用した物品を具体的に記入してください。マシンショップへ依頼したリスト・利用した測定器・CAD等について記入してください。)

- ・光学実験室の光学定盤上で固定式フーリエ分光法の光学実験を行った。
- ・マシンショップに階段ミラーのアルミホルダーの加工を依頼した。

先端技術センターの施設への要望等ありましたら、記入してください。