

New destriping method and the detection limit for planets around HD 23863

大阪大学大学院 理学研究科 宇宙地球科学専攻 博士前期課程 1 回

小西美穂子

共同研究者：

松尾 太郎(国立天文台)・芝井 広・深川 美里・山本 広大(大阪大学)・伊藤 洋一・谷井 良子
(神戸大学)・下浦 美那(大阪大学・現 IHI)・SEEDS/HiCIAO/AO188/Subaru team

概要：

SEEDS (Strategic Exploration of Exoplanets and Disks with Subaru) は、すばる望遠鏡の HiCIAO/AO188 を用いて系外惑星探査とその形成過程解明を目的とするプロジェクトである。我々（散開星団チーム）は Pleiades のメンバー星を対象に選んだ。これによって系外惑星存在割合の統計的に議論が可能になる。本発表では、Pleiades 星団のメンバーである HD 23863 の解析結果を報告する。観測は ADI (Angular Differential Imaging) モード、H バンド($1.6 \mu\text{m}$)で行った。取得した画像は 87 枚、積分時間は合計で 1200 秒、視野回転角は 46.6 度である。解析ではまず、アレイの読み出し時に生じるストライプ状パターンを高精度で除去する必要がある。中心星のマスクやストライプ除去の順番を工夫した新たなストライプ除去法を適用した。次に独自の方法で ADI 解析を行い、惑星の有無と検出限界を調べた。解析の結果、HD 23863 周辺には伴星・惑星は検出されなかった。検出限界は 21.4 等である。Baraffe et al. (2003) の進化モデルに従えば 7.2 木星質量に対応する。また他の天体での解析結果も合わせて報告する。

イントロダクション：

SEEDS(Strategic Exploration of Exoplanets and Disks with Subaru)はすばる望遠鏡にとりつけられた、高コントラストコロナグラフ装置 HiCIAO と補償光学 AO188 を用いて系外惑星や円盤の直接撮像を行い、その進化過程を解明することを目的としているプロジェクトである。SEEDS はその目的ごとに様々なカテゴリに分かれている。我々 OC (Open Cluster) category は、散開星団プレアデスのメンバー星を観測対象として、主星から比較的遠方の惑星の存在率・質量分布に制限をつけることを目的としている。プレアデスは、年齢が円盤消失後にあたる 100[Myr] で、距離が 125[pc]と一定であるため、これらの目的を統計的に議論することに適している。本研究では、プレアデスのメンバー星 HD 23863 の解析のうち、ストライプ除去と検出限界について報告する。HD 23863 は、スペクトル型が A7V、H 等級が 7.599[mag]、総積分時間 1200[sec]、観測モードが ADI(Angular Differential Imaging)で視野回転が $46.6[^\circ]$ で観測されている。

ストライプ除去：

HiCIAO ではアレイの読み出しの際に画像にストライプ状のノイズが生じる。これを厳密に除去する必要がある。今まで行われていた方法の以下の点を改良して新たなストライプ除去法を開発した。

	今までの方法	新しい方法
マスク領域	中心星	中心星 + スパイダー
ストライプ除去順番	横ストライプ → 縦ストライプ	横ストライプを粗く除去 → 縦ストライプ → 横ストライプ精密に除去
ストライプ参照画像	バッドピクセルを考慮しない	バッドピクセルを除いて作成

表1：ストライプ除去法の比較

*ウォームピクセルを考慮したダーク画像の作成

*ストライプ除去から、ダーク・フラット補正、宇宙線除去などの一次処理を自動化

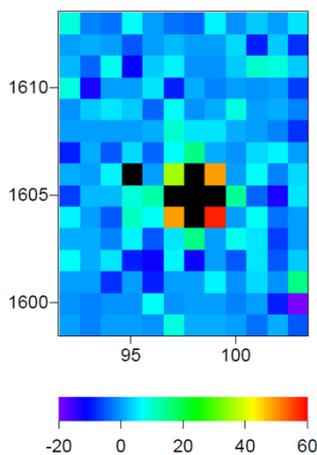


図1：ウォームピクセル

ホットピクセルの周りに少し値の大きなピクセルが見られる。これをダーク画像で補正する。

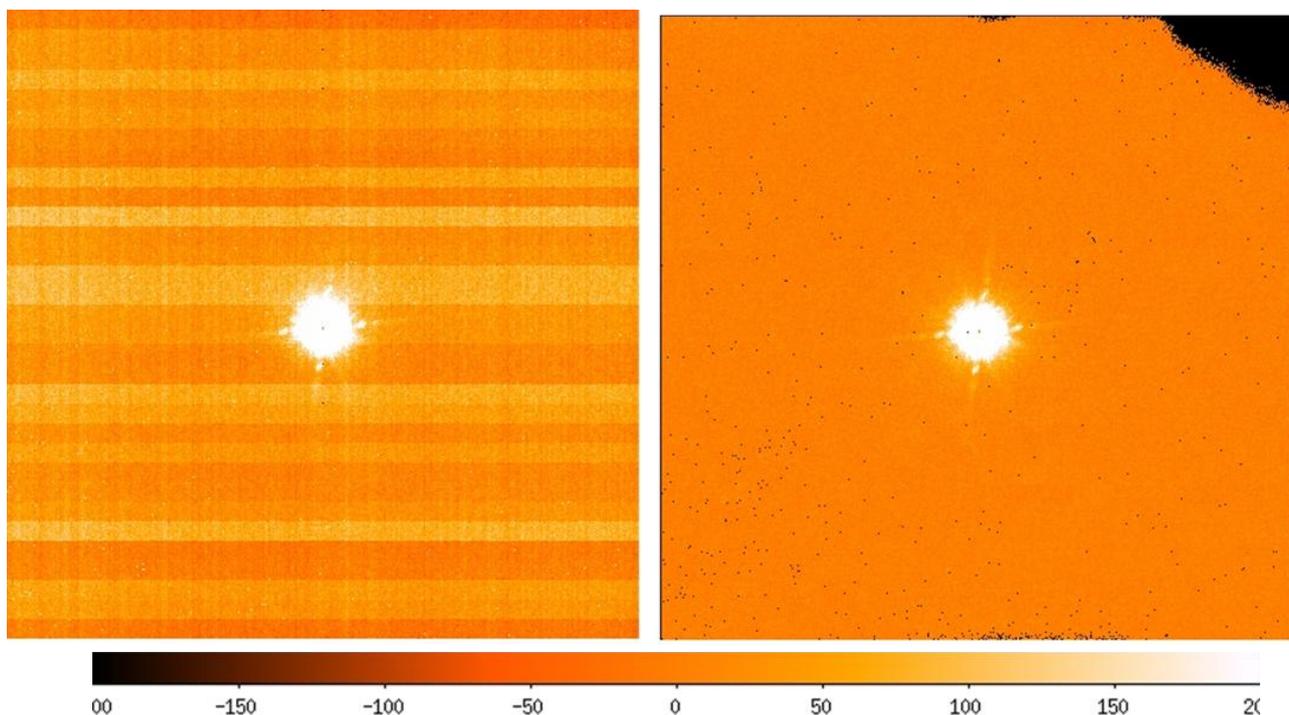


図2：ストライプ除去の結果（生画像→ストライプ除去後の画像）

HD 23863 の解析：

OC-ADI 処理中の、中心位置合わせ及び、ハローやスペckルを差し引くための参照画像の作成方法を計 6 種類の方法で行って比較した。特に目立った違いは得られなかったが、光学系構造や処理時間を考慮すると、V が適切である。

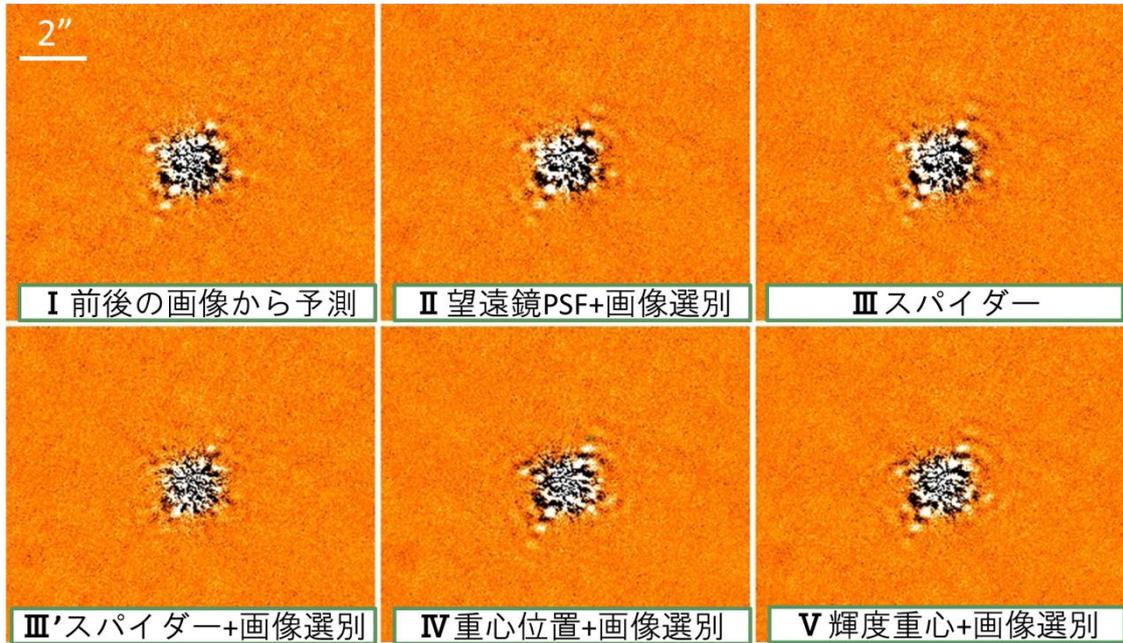


図3：ADI 解析後の最終画像

また、検出限界の評価も行った。まず、最終画像に FWHM 程度のガウシアンフィルタをかける。2 秒角以遠の遠方で FWHM と同じ大きさの開口で測光を行う。近接箇所でもこれと同じ作業を行い、それらの標準偏差を 1σ のノイズとする。検出限界は 5σ で評価する。測光の直径を変えてみると、FWHM 程度が適当であることが分かる（表 2 参照）。

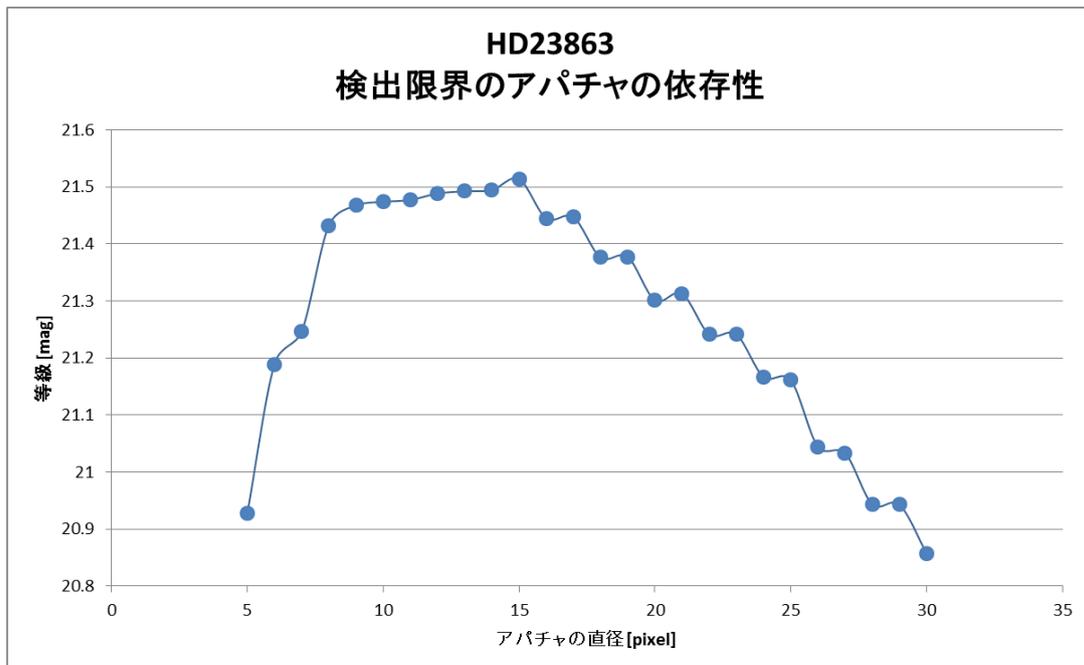


表2：検出限界のアパチャ依存性

まとめ・今後の展望：

新たな処理方法により、高精度（17[ADUrms]）かつ短時間でストライプ除去が行えるようになった。HD 23863 の 1 秒角以遠に伴星・惑星候補は検出されなかった。検出限界は 2 秒角以遠で 21.5[mag]である。これは、Baraffe et al.(2003)の進化モデルに従うと 7.2[木星質量]に相当する。

今後、人工天体の埋め込みによって処理中の Flux 減少の評価を行う。また、観測されている天体の外側の検出限界をきちんと見積もり、OC category のサイエンス目的を達成していく。

引用・参考：

Baraffe et al. (2003)

Lafrenière, D., et al. (2007)

Marois et al. (2006)

「ストライプ除去について」神鳥亮
2010 年度天文学会年会発表（山本広大）