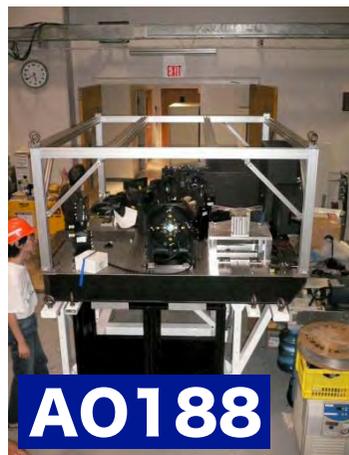




HiCIAOの現状とデータ解析

神鳥 亮、田村元秀 (国立天文台) 、SEEDS/HiCIAO/AO188 チーム



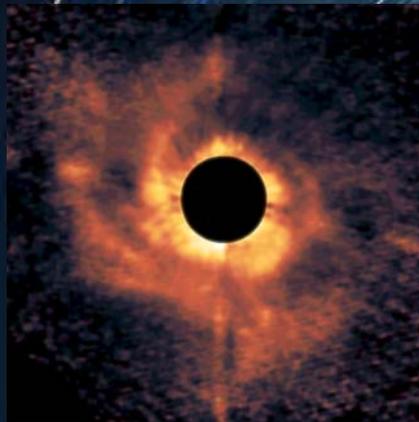
本日の発表内容

- (1) HiCIAO, SEEDSプロジェクトの概要と経緯**
- (2) プロジェクトの研究体制**
- (3) 解析ソフトウェアの現状と解析の実際**
- (4) これまでの成果と今後のスケジュール**

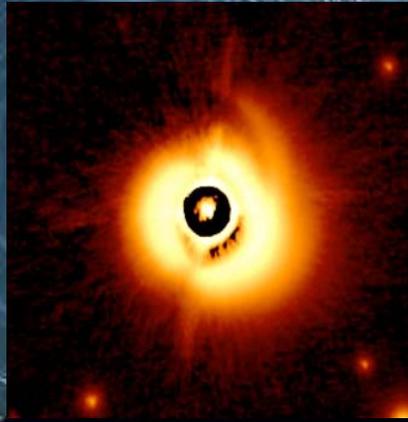
すばるによるAOコロナグラフ観測 (2001-)

◆ CIAO + 36素子AO (@カセグレン)

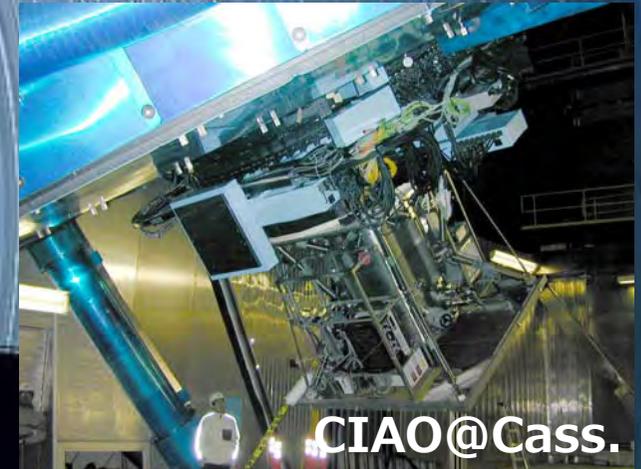
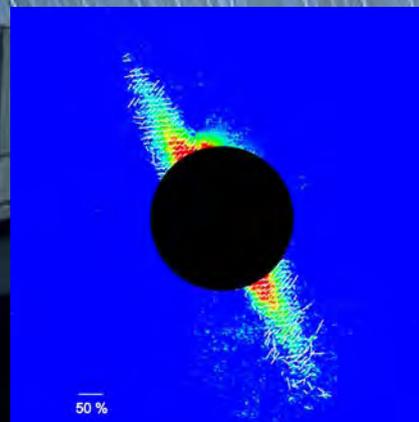
★ 8m望遠鏡での初めての冷却コロナグラフ装置



原始惑星系円盤の
詳細構造と多様性



超低質量伴星の
検出

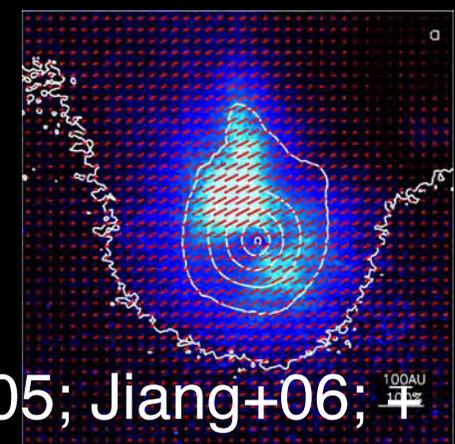
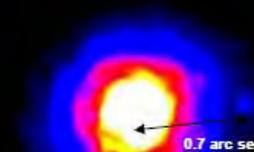
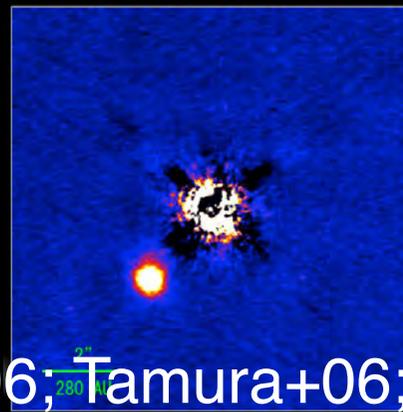


CIAO@Cass.

大質量原始星の
星周構造の解明



Fukagawa+04,+06; Tamura+06; Kudo+07; Itoh+05; Jiang+06;



すばるでの代表的成果（2～5年前まで）

◆ Disk - morphological diversity of protoplanetary disks

- ★ **AB Aur:** spiral structure in protoplanetary (PP) disk revealed (Fukagawa et al. 2004; the best cited Subaru paper in Galactic category of that year – 50 citations – because of its implication of planetary formation

すばるでの惑星探査の現在：

☆補償光学のアップグレード (**A036 -> A0188**)

☆新しいコロナグラフ装置 (**CIAO -> HiCIAO**)

- 従来より1桁向上した性能での高コントラスト観測
- 5年計画の長期プロジェクト

◆ Ex

- ★ **DH Tau and GQ Lup:** "boundary objects" between planets and brown dwarfs around T Tauri stars discovered (Itoh et al. 2005; Neuhauser et al. 2005).

◆ Massive stars - evidence for formation by accretion

- ★ **BN and 4 others:** Ubiquity of compact disks around massive (at least up to ~10 Mo) YSOs (Jiang et al. 2005, 2007).

HiCIAOの概要

Nasmyth platform



Telescope

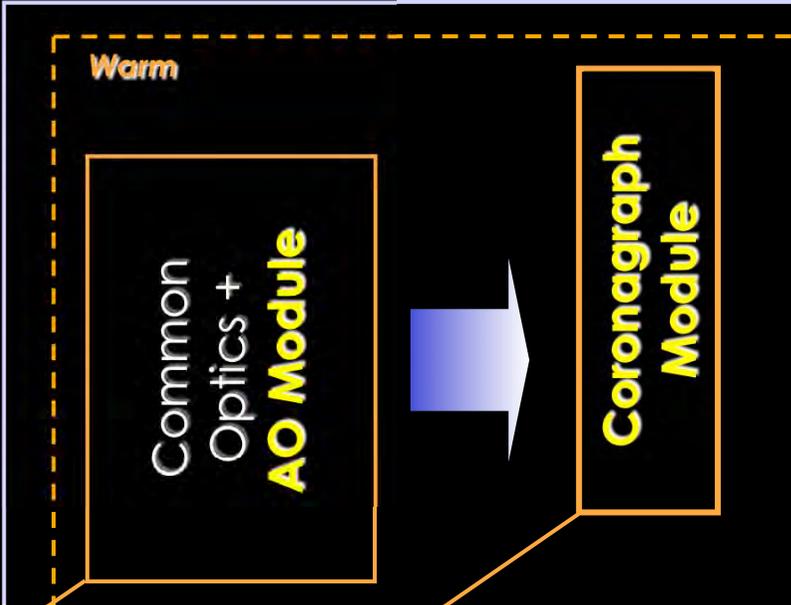
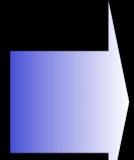
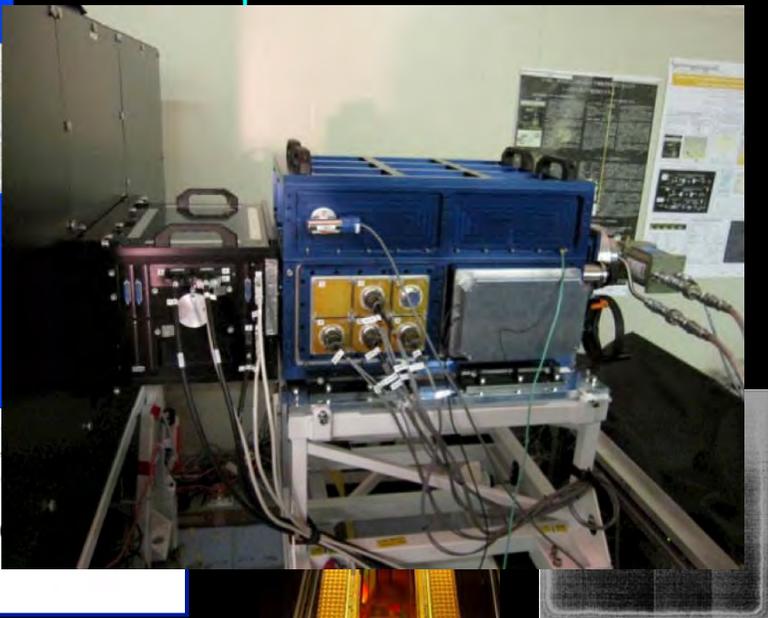
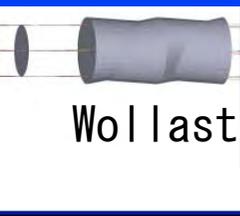
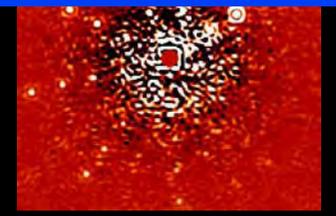
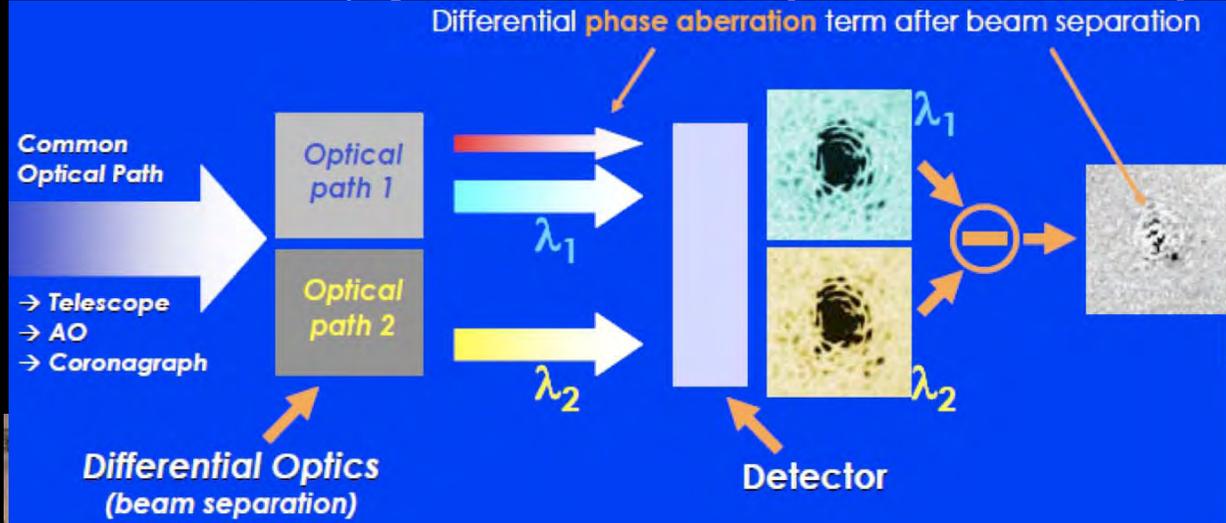


Table 1.1 Specification Table

Wavelength	0.85 – 2.50 μm
Observing modes	DI, PDI, SDI, + ADI With or without occulting mask
Spatial resolution	0."03 (J), 0."04 (H), 0."06 (K)
Strehl ratio	0.2 (J), 0.3 (H), 0.5 (K)
Field of view	20" x 20" (DI) 20" x 10" (PDI) 5" x 5" (SDI)
Contrast	$10^{-5.5}$ at 1", 10^{-4} at 0."1*
Pixel scale	0."01 pixel ⁻¹
Occulting mask	Semi-transmissive, hard edged
Lyot stop	Hard edged, continuous rotation, spider blocking
Filters	Y, J, H, K (DI and PDI) CH ₄ , [FeII], H ₂ (SDI) ND

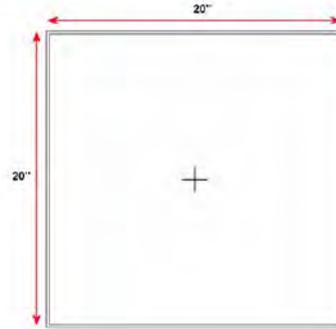
* SDI with coronagraph



観測モード

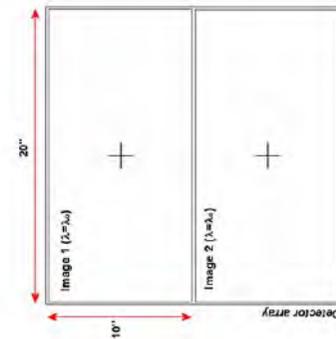
DI

(1) FOV for the **Direct Imaging mode** (the cross marks the center of the field)



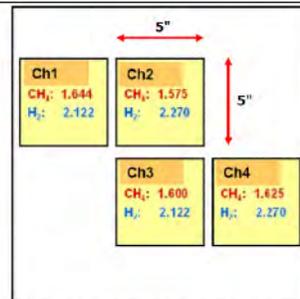
PDI

(2) Layout and FOV for the two images in single Wollaston **PDI mode**.



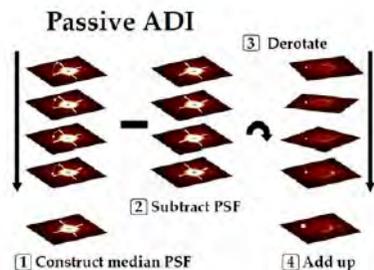
SDI

(3) Layout and FOV for the four images in dual Wollaston **SDI mode**. Wavelength in each channel can be selectable in each run, if necessary.



ADI

(4) Concept of (passive) **ADI mode**.



DI (Direct Imaging) mode

- 単純撮像 (20"x20")

PDI (Polarization Differential) mode

- Single Wollaston

SDI (Spectral Differential) mode

- Double Wollaston

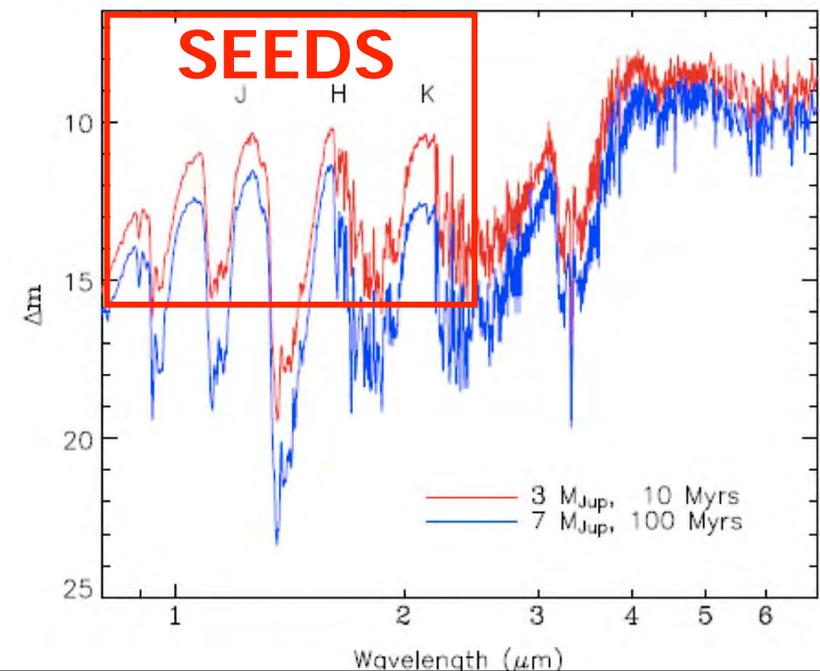
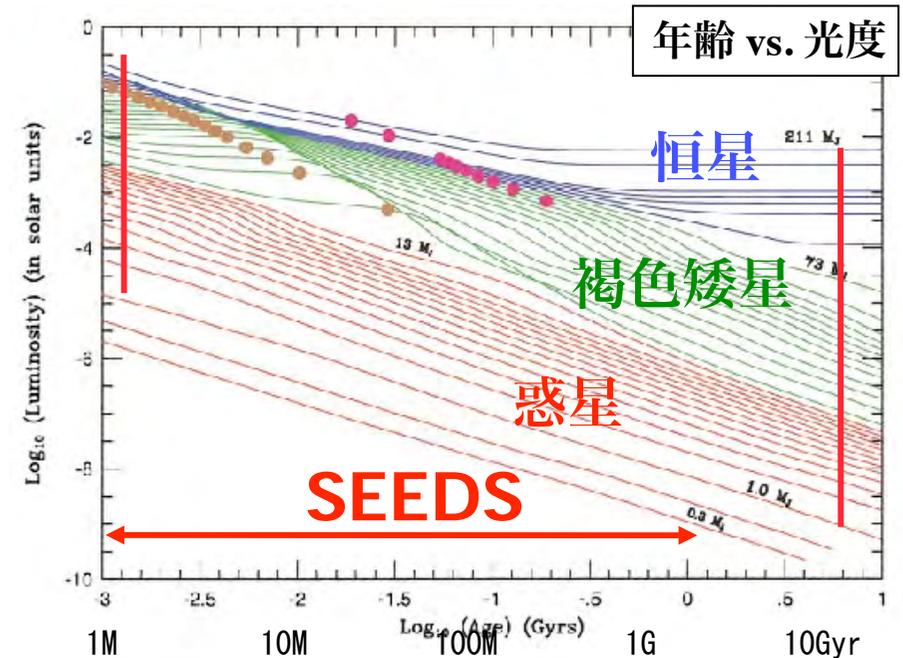
ADI (Angular Differential) mode

- 視野回転を利用した角度差分撮像

- DI, PDI, SDIとの組み合わせ

SEEDSプロジェクト

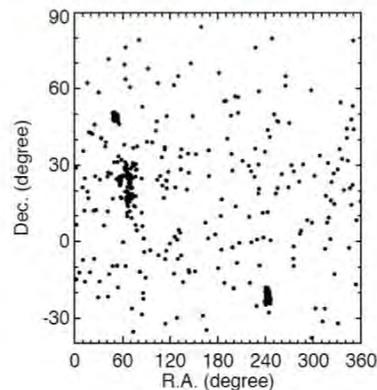
- すばる望遠鏡/HiCIAO/AO188を用いた系外惑星・原始惑星系/デブリ円盤の探査
- 5年間の長期プロジェクト (120夜/ ~500天体, すばる戦略枠の最初の採択課題)
- **科学的目的**
 - (直接撮像による) 系外惑星の検出・統計
→ 惑星形成・進化メカニズムへの制限
 - 原始惑星系/デブリ円盤の進化
 - 惑星と星周円盤の進化との結びつき
- **直接撮像の意義**
 - 惑星の存在の直接的証拠
 - 惑星候補天体の軌道、カラー、スペクトル情報
→ 質量、温度、(大気)組成
 - 星周円盤の情報も同時に得られる
 - 円盤物理量の進化と惑星形成を結びつける
 - 若い天体、主星からある程度離れた天体に対して感度が高い ⇔ RV法 (OLDかつ内側の天体に感度) と相補的なパラメータ空間の探査



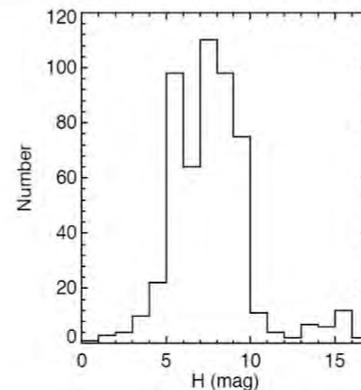
ターゲット・カテゴリ

Category	Planet searches (in methane SDI/ADI mode)			Disk Searches (in PDI mode)		Total number
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	
	SFR YSOs	Open cluster & Moving Group	Nearby stars	Protoplanetary disks	Debris disks	
	22	100	140-27	130	70	567
		several MGS		sources	sample	

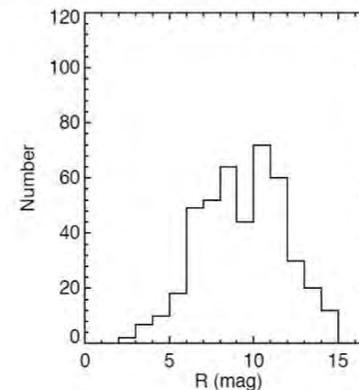
- **近傍 (< 140 pc) の若い太陽型星の外側領域**
(軌道長半径~10-100 AU) を周回する**self-luminousな巨大ガス惑星** (~1-13 M_J)



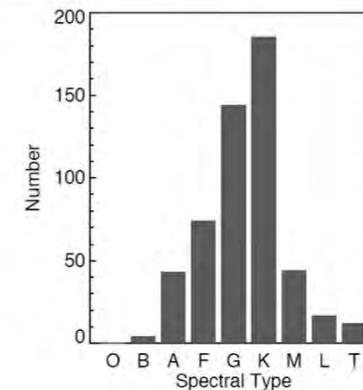
RA-DEC



H-mag



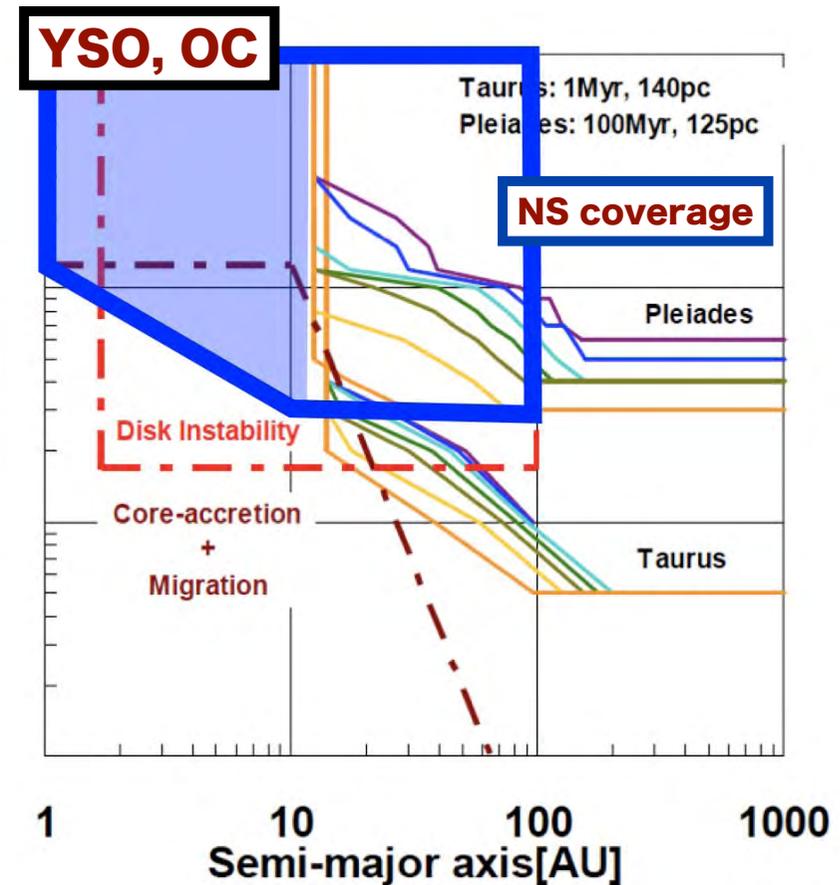
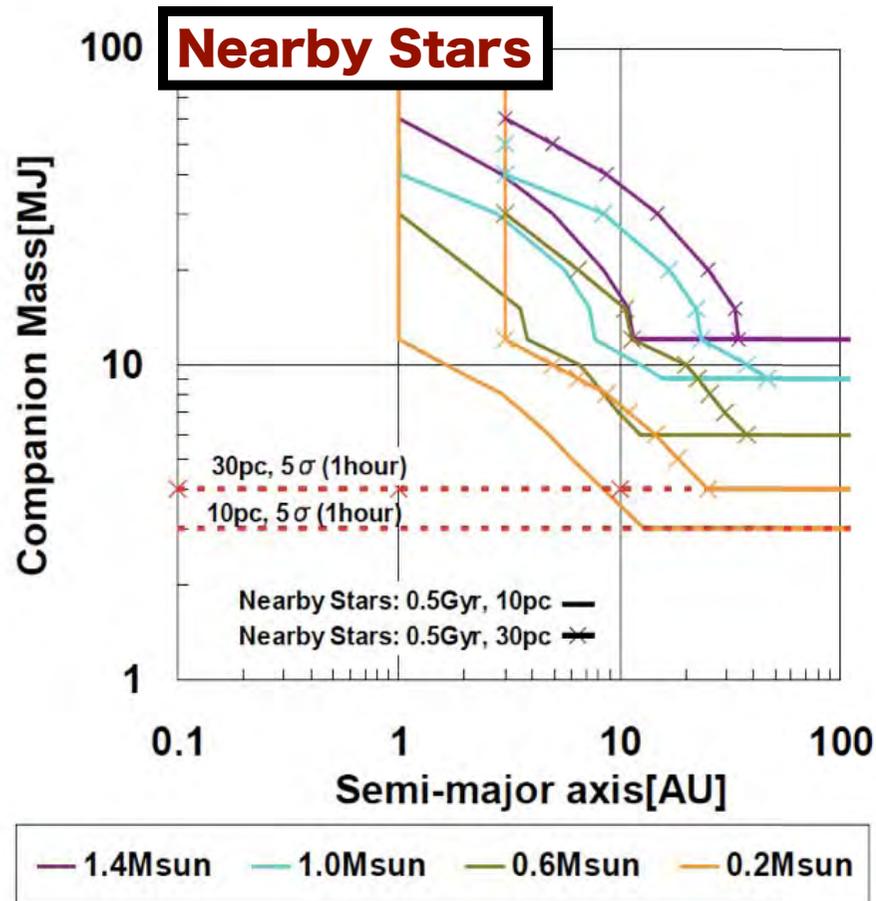
R-mag



Sp-Type

Feasibility

Category	Expected Planet Detection Performance	
YSOs	>2 M _J for >15 AU	>0.5 M _J for >100 AU
Open Clusters	>5 M _J for >12 AU	>3 M _J for >30 AU
Nearby Stars	>10 M _J for a few AU	>1 M _J for >25 AU



- すべてのカテゴリにおいて惑星質量のコンパニオンの検出が可能 (HiCIAO性能シミュレーションに基づく見積もり)

パフォーマンスの評価

MASKS/ MODES	0.15"	0.3"	0.5"	1"	1.2"	1.5"
DI(H)	---	(-4.14)	(-4.51)	(-5.46)	(-5.7)	(-6.09)
DI(K)	---	(-4.45)	(-4.62)	(-5.60)	(-5.7)	(-6.09)
SDI(H)	-3.94	-4.26	-4.65	-5.32	-5.42	---
ADI(H)	---	-3.7	-4.3	-5.4	-5.6	-6.0
ADI(K)	---	-4.3	-4.7	-5.5	-5.7	-6.0
PDI(H)	-4.0	-4.6	-4.8	-5.8	-6.0	-6.1
CS(H)	-3.70	-4.0	-4.5	-5.2	-5.4	~-5.7
CIAO(K)	---	---	---	---	-4.3	~-4.7

HiCIAO PV report (09 Sep)

それぞれの観測モードで実測した
コントラスト値

シミュレーションで得られた
コントラスト値

Spectra

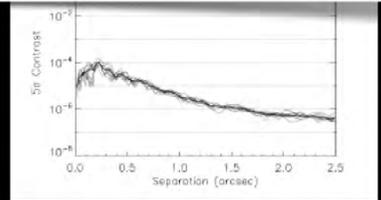
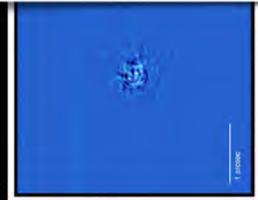
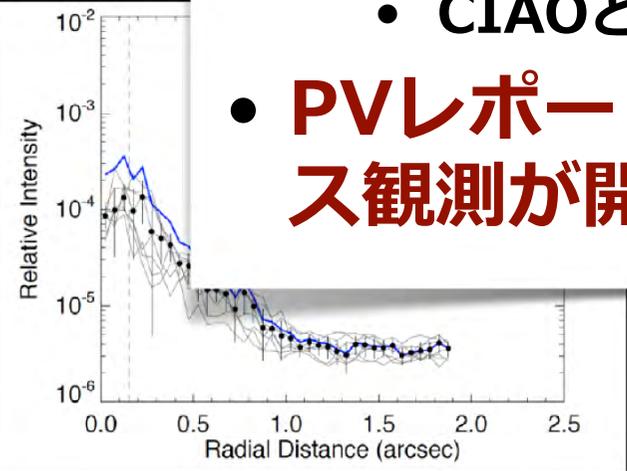
- ◆ Suitable s
- ◆ Highest c

● 予測通りのコントラスト性能

- シミュレーション結果と一致
- CIAOと比べて1桁以上の改善

● PVレポート審査を経てSEEDSサイエンス観測が開始 (2009年10月末-)

ng (ADI)

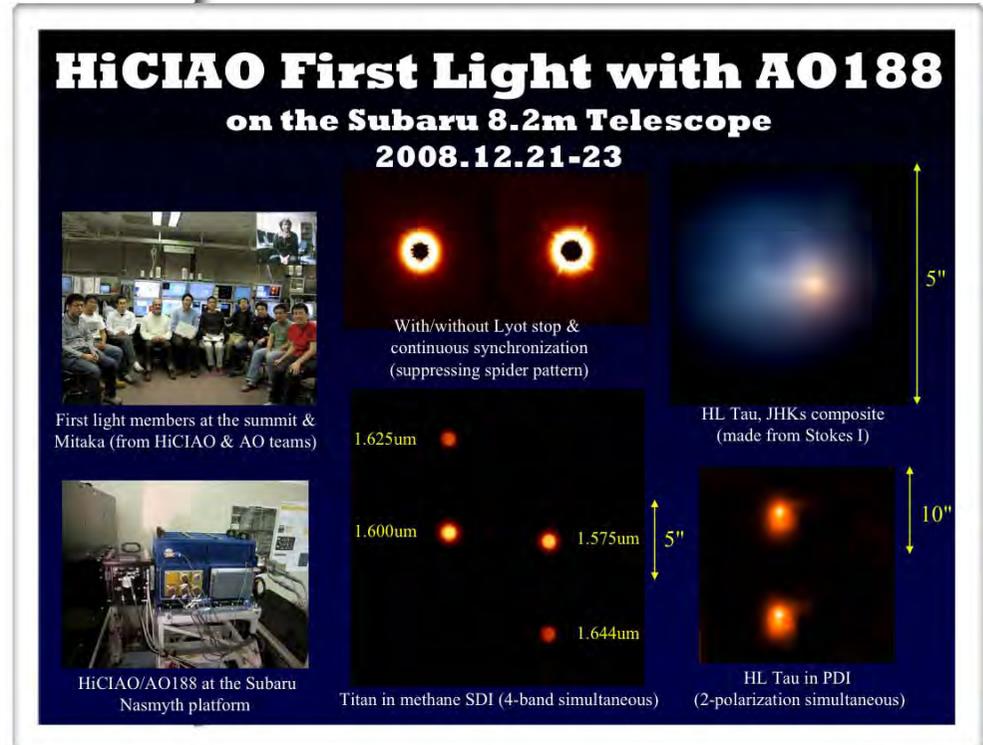


Center of the final image from H band ADI observations of 1RXS1609. The bright spot on the upper right is the 8 MJ planet discovered by Lafrenière et al. (2008). The similarly bright spot on the lower left is a background star.

SEEDSのこれまで

SEEDSプロジェクト年表

- 2004年 9月** HiCIAO検討開始 (特定領域)
2005年 9月 HiCIAO PDR
2006年 2月 HiCIAO CDR
2007年 7月 SEEDSプロポーザル提出・審査通過
2007年12月 ファーストライト (w/o AO188)
2008年 2月 第1回SEEDS WORKSHOP
2008年 3月 SEEDSプロポーザル採択
2008年12月 ファーストライト (w/ AO188)
2009年 1月 第2回SEEDS WORKSHOP
2009年 2月 第2回HiCIAO試験観測
2009年 3月 Exoplanet Workshop in Kona
2009年 5月 第3回HiCIAO試験観測
2009年 8月 第4回HiCIAO試験観測
2009年 9月 HiCIAO PV Report提出
 SACによるSEEDSプロジェクト承認
2009年10月 第1回SEEDSサイエンス観測
2009年12月 GJ 758を周回する惑星候補天体の直接撮像PR
 (初投稿論文: Thalmann+2009 ApJL)
2009年12月 第2回SEEDSサイエンス観測
2010年 1月 第3回SEEDS WORKSHOP
2010年 1月 第3回SEEDSサイエンス観測
2010年 2月 第4回SEEDSサイエンス観測 (キャンセル)



SEEDSサイエンス観測の進捗

●サイエンス観測 (計3回/10夜)

- 2009年: 10/30 - 11/1 ⁽³⁾, 12/22 - 12/25 ⁽⁴⁾
- 2010年: 1/22 - 1/24 ⁽³⁾

カテゴリー	天体数	観測モード		
		ADI(DI)	PDI	SDI
Debris Disk	8	5	4	0
YSO	11	1	11	0
Open Cluster	9	7	2	0
Moving Group	11	11	0	0
Nearby Star	20	18	1	1
TOTAL	58	42	18	1

※ 有効積分時間が20 min未満の天体 : 23/58 (~40%)

※ Nearby Starは8つのサブカテゴリ(Chromospheric age, Kinematic age, Planet-host stars, TPF/SPICA samples, High-mass stars, M dwarfs, Brown dwarfs, White dwarfs)を持つため初期の観測天体数が多い。

SEEDSメンバー体制

●106名 (国内外の計29機関 / 海外は13機関から:37名)

- **PI:** Tamura,M. (NAOJ) **Co-PI:** Usuda,T., Takami,H. (NAOJ/Subaru)
- **Co-Is:** NAOJ Fukue,T. Hashimoto,J. Iye,M. Kandori,R. Kokubo,E. Kudo,T. Kusakabe,N. Matsuo,T. Miyama,S. Morino,J. Narita,N. Nishikawa,J. Sato,M. Suto,H. Takeda,Y. Watanabe,J. Yamashita,T. (Subaru) Egnér,S. Frantz Fujiyoshi,T. Guyon,O. Hayano,Y. Hayashi,M. Ishii,M. Pyo,T.S. Takato,N. Terada,H. Usuda,S.K. Yutani,M. (ALMA) Saito,M. Tsukagoshi,T. Ukita,N. Kawabe,R. Univ. of Air Kaifu,N. Hokkaido Univ. Baba,N. Tohoku Univ. Kitamura,M. Tsukamoto,A. Yamada,T. Ibaraki Univ. Momose,M. Okamoto,Y. Riken Ebizuka,N. Univ. of Tokyo Kuzuhara,M. Sakon,I. GUAS Mayama,S. Suenaga,T. Takahashi,Y. Univ. of Tokyo Ueno,M. TiTECH Ida,S. Sato,B. JAXA/ISAS Enya,K. Kataza,H. Makitsubo,H. Nakagawa,T. Kanagawa Univ. Honda,M. Nagoya Univ. Inutsuka,S. Nagashima,A. Otsubo,T. Sumi,T. Yamamoto,K. Nagoya City Univ. Sugitani,K. Osaka Univ. Fukagawa,M. Shibai,H. Kyoto Univ. Muto,K. Kobe Univ. Hioki,T. Itoh,Y. Oasa,Y. TMT Suzuki,R. ASIAA Karr,J. Ohashi,N. Takami,M. Univ. of Hawaii (IfA) Hodapp,K. Princeton Dressing,C. Kasdin,J. Knapp,G.R. McElwain,M. Shen,Y. Spergel,D. Turner,E.L. Vanderbei,R. Blake,C. CSIC-INTA (Spain) Moro-Martin,A. NASA/Goddard Grady,C. NASA/JPL Serabyn,E. Univ. of Washington Wisniewski,J. Univ. of Toronto Janson,M. MPIA Brandner,W. Carson,J. Feldt,M. Goldman,B. Goto,M. Henning,T. Launhardt,R. Roccatagliata,V. Setiawan,J. Thalmann,C. Westfälische Wilhelms-Universität Mann,I. Univ. of Nice Abe,L. Univ. of Hertfordshire Gledhill,T. Hough,J.H. Lucas,P.W. Russian Academy of Sciences Tavrov,A.V.

SEEDSへの参加に興味のある方は PI (田村元秀 NAOJ, motohide.tamura@nao.ac.jp)までご連絡ください。

情報共有・議論の体制

ターゲットDB (in prep)

Wiki Flow C

・ウィキによる情報共有

- 装置情報、データ解析・パイプライン情報、観測進捗・観測データクイックルック、各カテゴリでの議論・ターゲット情報

・議論の体制

- SEEDS Workshop (1-2回/年)
- SEEDS全体会 (all-category meeting/TV会議)
- 各天体カテゴリでの個別会議
- 装置グループ会議 (毎週)

・SEEDSヘルプデスクMLの設置

The screenshot shows a MySQL database interface with a table list and a Wiki page. The table list includes columns for Table, View Drop Alter, Search, and Size. The Wiki page shows the SEEDS-YSO FrontPage with a list of categories and a link to the SEEDS Project: ALL category.

Table	View Drop Alter	Search	Size
TABLES			0 bytes
TABLE_CONSTRAINTS			0 bytes
TABLE_PRIVILEGES			0 bytes
TRIGGERS			1024 bytes
USER_PRIVILEGES			0 bytes
NEW			1024 bytes

SEEDS-YSO FrontPage

- SEEDS Project: ALL category
- SEEDS Project: YSO
- SEEDS Project: YSO
- SEEDS Project: YSO

Each category Wiki/ftp site

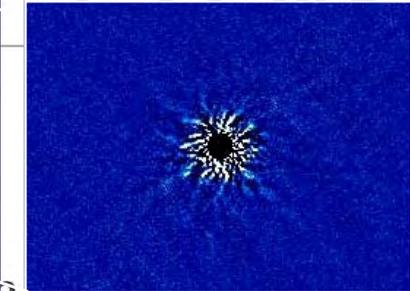
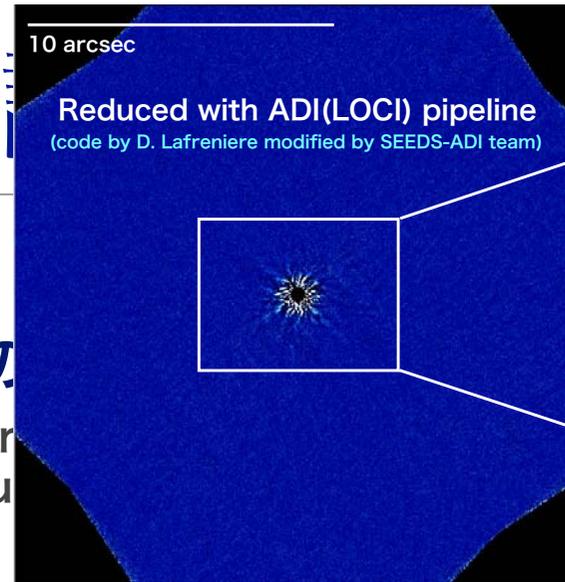
Each ID per category

観測から解析

の体制

・ターゲット選定

- 各ターゲットカテゴリ内での
 - ✓ YSO (田村・工藤・橋本+), Debris Disk (松尾+), Moving Group (松尾+), etc. (sub-category chiefs)



・観測計画策定

- 装置チームとカテゴリチーフによる試案

・観測データ取得～成果の取りまとめ

- 観測データ・アーカイブ

✓ STARS, 三鷹・プリンストン・MPIA専用

- 観測データのクイックルック解析データ

✓ 三鷹の専用サーバで公開

- メンバーからの解析申請(Lol: Letter of Intent)の受付

- 合議での解析担当者決定

- データのデリバリー・本解析の実行と議論・論文化

SEEDS Quick Look and data Request						
Young Stellar Object						
Thumbnail	Object Name	Obs. date (HST)	mode/band	Exp. time	Lol	
1. ■	AB Aur	2009 Oct. 30	PDI/H	20 min	Lol: J. Hashimoto, M. Fukagawa	
2. ■	AB Aur	2009 Oct. 31	PDI/J	20 min	Lol: M. Fukagawa	
3. ■	AB Aur	2009 Oct. 31	PDI/K	8 min	Lol: M. Fukagawa	
4. ■	DL Tau	2009 Nov. 1	PDI/H	22 min.		
5. ■	DM Tau	2009 Nov. 1	PDI/H	32 min.		
6. ■	DN Tau	2009 Dec. 22	PD+ADI/H	12 min.		
7. ■	AA Tau	2009 Dec. 22	PDI/H	47 min.		
8. ■	DM Tau	2009 Dec. 23	PD+ADI/H	32.9 min.		
9. ■	UX Tau	2009 Dec. 23	PDI/H	44 min.		

解析ソフトウェアの現状

・パイプラインの整備状況

- **ADIパイプライン** (LOCIアルゴリズム: Lafreniere+2007)

✓ **開発環境** : IDL

✓ **配布済み**。過去に5回のワークショップ (神鳥)

- **PDIパイプライン**

✓ **開発環境** : IRAF+C (※LOCI解析 -> IDL版)

✓ **配布開始**。内部向けワークショップ終了 (橋本)

- **SDIパイプライン**

✓ **開発環境** : IRAF (IDL版もあり)

✓ **未配布**。次期試験観測後にリリース (森野・神鳥・日下部)

解析ソフトウェアの現状

・パイプラインの整備状況

- ADIパイプライン (LOCIアルゴリズム: Lafreniere+2007)

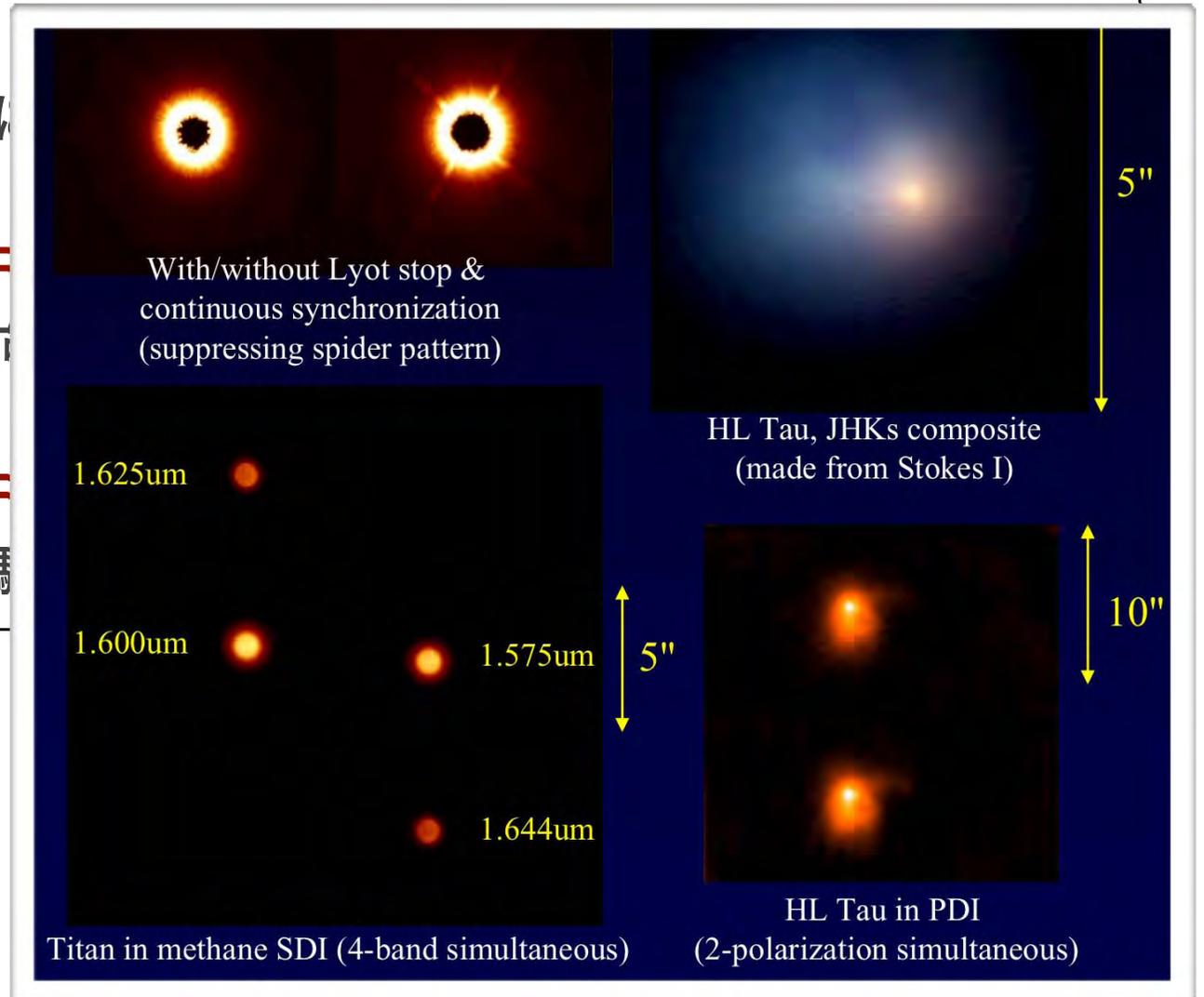
- ✓ 開発環境: IDL
- ✓ 配布済み。過去に

- PDIパイプライン

- ✓ 開発環境: IRAF
- ✓ 配布開始。内部

- SDIパイプライン

- ✓ 開発環境: IRAF
- ✓ 未配布。次期試



HiCIAOデータ解析：DI+ADI

Angular Differential Imaging (角度差分撮像法)

- 安定したPSFを得るため瞳面を固定して観測する (スカイは回転)

イメージローテータは、通常観測ではSKYを追尾。ADI観測時はPUPILを追尾 (PSF固定。視野は回転)。

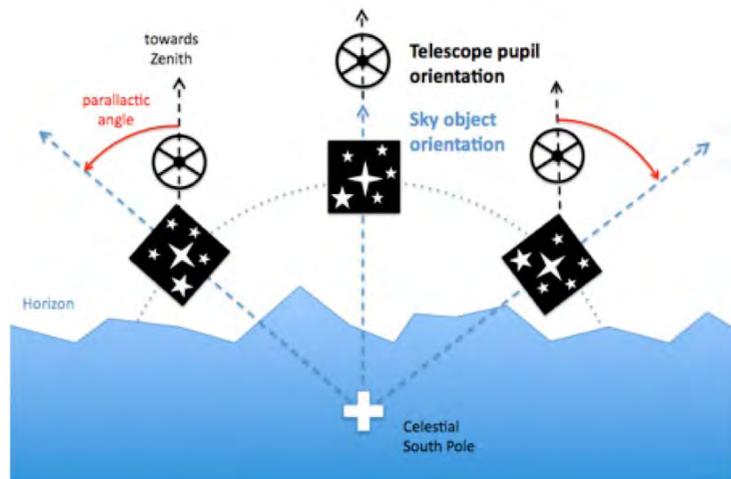
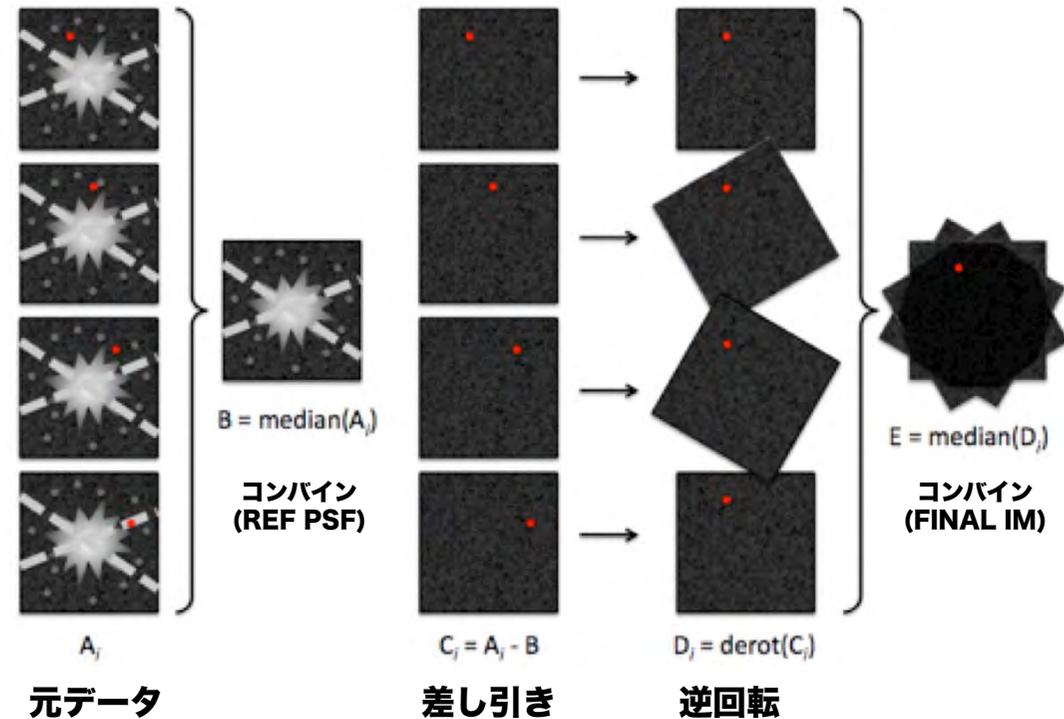


Figure by C.Thalmann

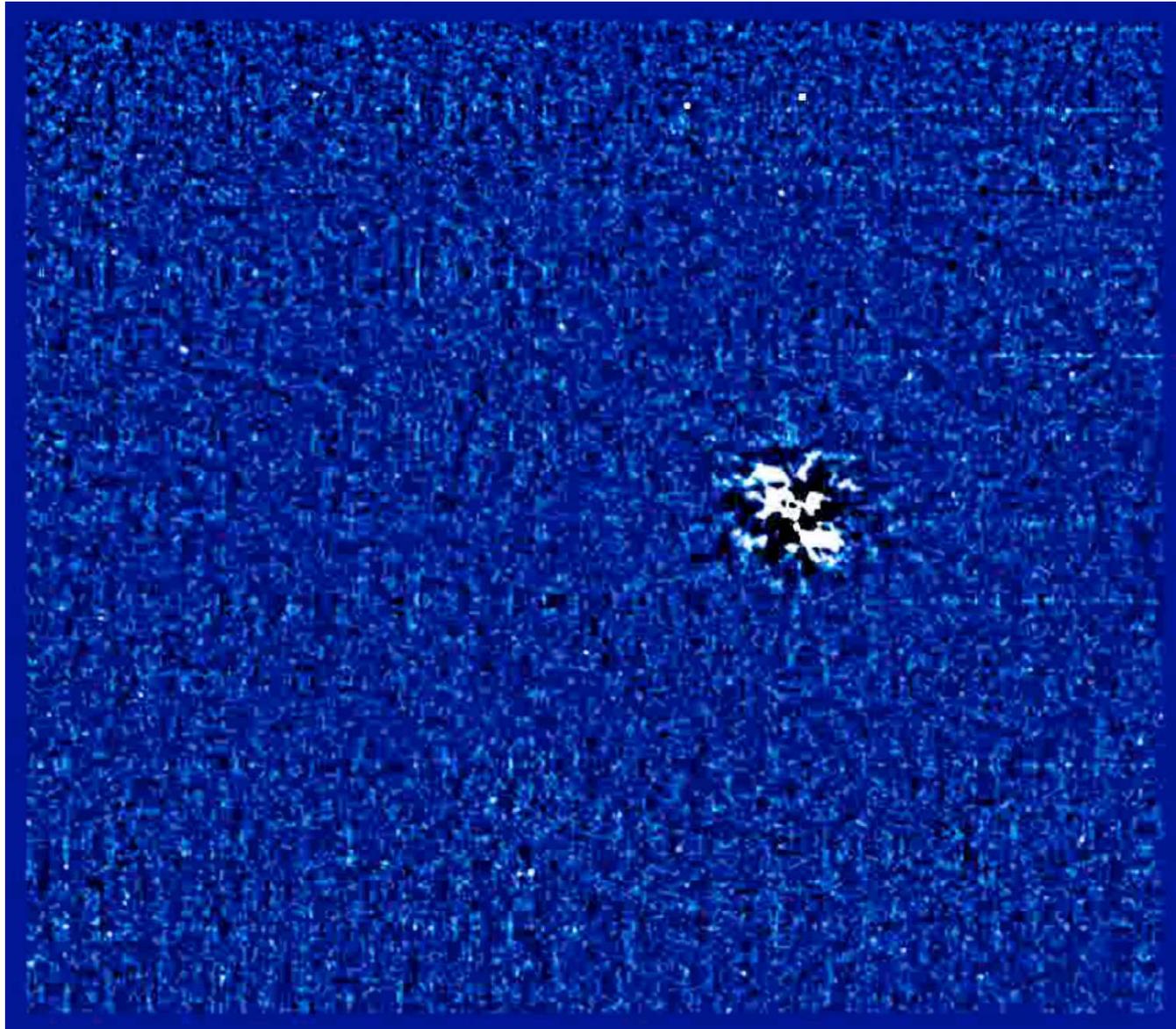


$$I_1(t_1, \theta_1), I_2(t_2, \theta_2), I_3(t_3, \theta_3), \dots, I_n(t_n, \theta_n) \quad (6)$$

$$I_i^D = I_i - \text{median}(I_1, I_2, I_3, \dots, I_n). \quad (7)$$

(7)で生成した全画像 I_i^D をderotateした上でmedian combine --> 最終画像

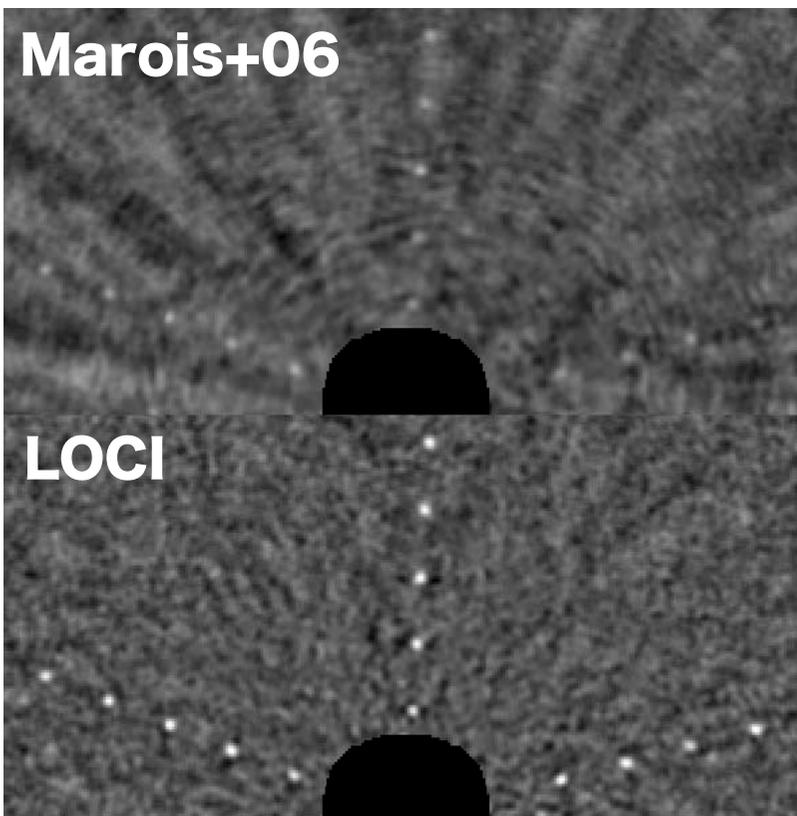
ADI観測データの例



LOCIアルゴリズム

• **L**ocally **O**ptimized **C**ombination of **I**mages

- Lafreniere et al. (2007): 系外惑星の直接撮像探査での標準的ADI解析手法になった。
 - ✓ 単に平均的なPSFを差し引くのでは、スペックルのローカルな変動、時間的な変動を除去できない。



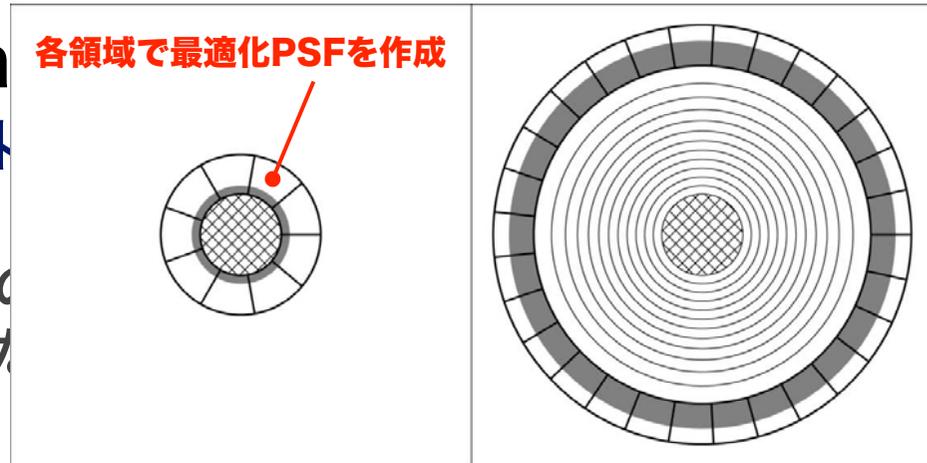
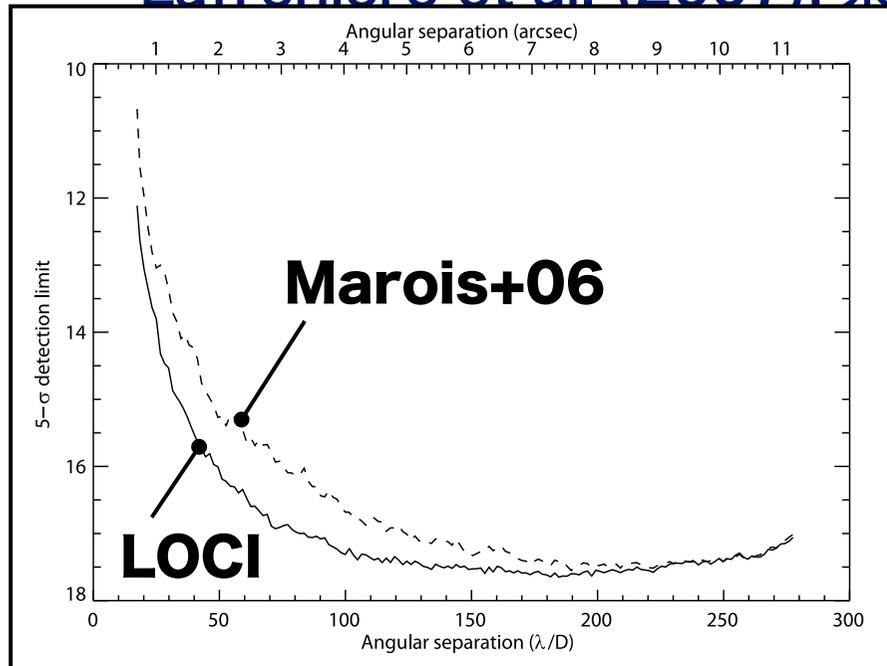
メディアンPSFの差し引き後に、領域を円環分割。各円環領域で作成したレファレンスPSFをさらに差し引き。

LOCI

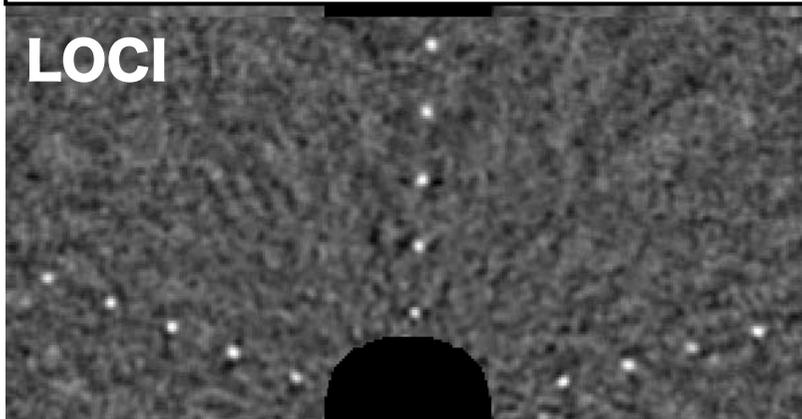
半径・方位角方向に分割された各領域でローカルなレファレンスPSFを（残差が最小になるように Linear Combinationで最適化して）作成し、差し引く。

LOCIアルゴリズム

- **Locally Optimized Com**
- Lafreniere et al. (2007): 系外



ディアンPSFの差し引き後に、領域を円環分
。各円環領域で作成したレファレンスPSFをさ
に差し引き。



LOCI

半径・方位角方向に分割された各領域でローカルなレファレンスPSFを（残差が最小になるように Linear Combinationで最適化して）作成し、差し引く。

ADIパイプライン・フローチャート

電子ログ作成 (mkobslog)

マスター・ダーク (mkalldarks)

マスター・フラット (mkallflats)

LOCIパラメータ設定 (newobs)

ストライプ除去 (destripe_alt4)

ダーク・フラット補正、ディストーション補正、中心星センタリング・レジストレーション (reduc_sat_alt)

ラディアルプロファイル差引 (filtseq)

LOCI差分 (subadi)

人工ソースを埋め込んだLOCI処理によるフラックス欠損測定 (partial_sub)

S/Nマップ作成 (snmap.idl)

pipeline parameter file

```

NAME = 'GJ758' /
RA = 290.891719170 /RA, equinox J2000, epoch J2000
DEC = 33.2219661100 /DEC, equinox J2000, epoch J2000
RA_HMS = '19:23:34.01' /RA, equinox J2000, epoch J2000
DEC_DMS = '+33:13:19.1' /DEC, equinox J2000, epoch J2000
PMRA = 82.0400 /Proper motion RA [*cos(DEC)], mas/yr
EPMRA = 0.540000 /Error on PMRA
PMDEC = 162.920 /Proper motion DEC, mas/yr
EPMDEC = 0.520000 /Error on PMDEC
PLX = 64.5400 /Parallax, mas
EPLX = 0.600000 /Error on parallax, mas
HMAG = 4.74300 /H magnitude, ZMAG
EHMAG = 0.0960000 /Error on HMAG
OBSDATE = '2009-08-06' /Observation date
CENREF = 0 /Number of file to use as ref for centering
PROCDIR = './proc/' /Subdirectory to put processed files
RSAT = -1.00000 /PSF saturation radius
FWHM = 4.00000 /PSF FWHM in pixels
NFWHM = 0.750000 /Min displacement for sub, in # of PSF FWHM
DELTAR = '5.,50.,120.,1.' /Width of subtraction annuli, LOCI
NA = 300.000 /Area of optimization regions, LOCI
GEOM = 1.00000 /Geometry of optimization regions, LOCI
RAPER = -1.00000 /Photometry aperture radius in pixels
FPEAK = -1.00000 /Peak PSF flux in aperture of radius raper
END
  
```



ADIパイプライン・フローチャート

電子ログ作成 (mkobslog)

マスター・ダーク (mkalldarks)

マスター・フラット (mkallflats)



LOCIパラメータ設定 (newobs)



ストライプ除去 (destripe_alt4)

ダーク・フラット補正、ディストーション補正、中心星センタリング・レジストレーション (reduc_sat_alt)



ラディアルプロファイル差引 (filtseq)



LOCI差分 (subadi)



人工ソースを埋め込んだLOCI処理によるフラックス欠損測定 (partial_sub)



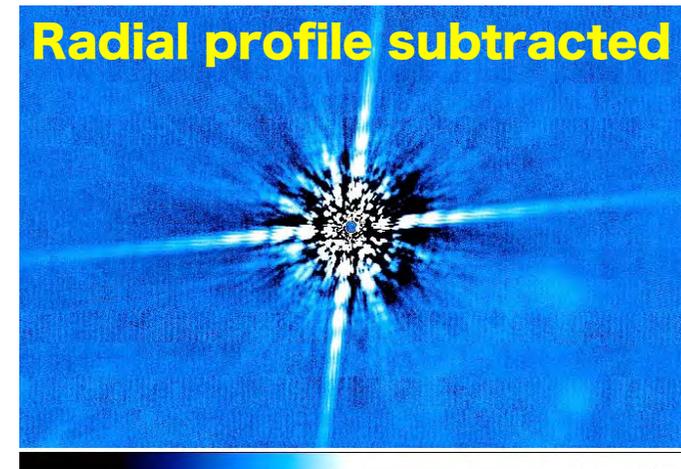
S/Nマップ作成 (snmap.idl)

**DARK,FLAT,Distortion
Centering, Registration**



1E+04 2E+04 4E+0

Radial profile subtracted



5000 10000 20000 3500

ADIパイプライン・フローチャート

電子ログ作成 (mkobslog)

マスター・ダーク (mkalldarks)

マスター・フラット (mkallflats)



LOCIパラメータ設定 (newobs)



ストライプ除去 (destripe_alt4)

ダーク・フラット補正、ディストーション補正、中心星センタリング・レジストレーション (reduc_sat_alt)



ラディアルプロファイル差引 (filtseq)



LOCI差分 (subadi)

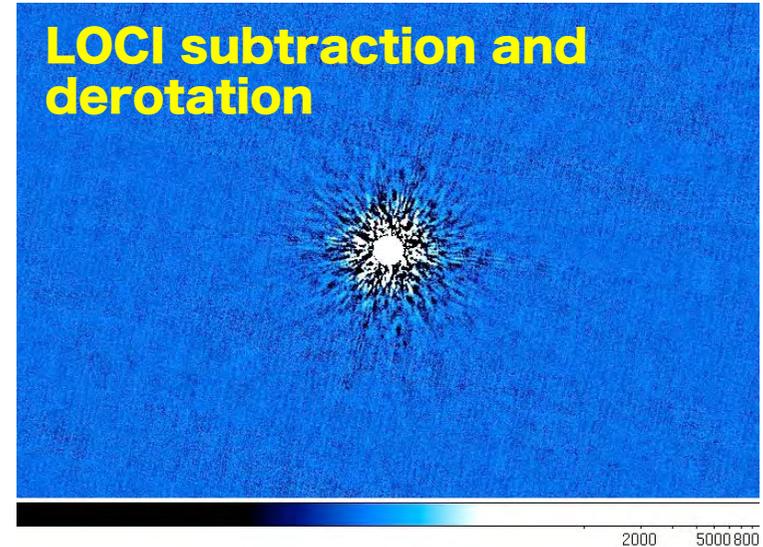


人工ソースを埋め込んだLOCI処理によるフラックス欠損測定 (partial_sub)

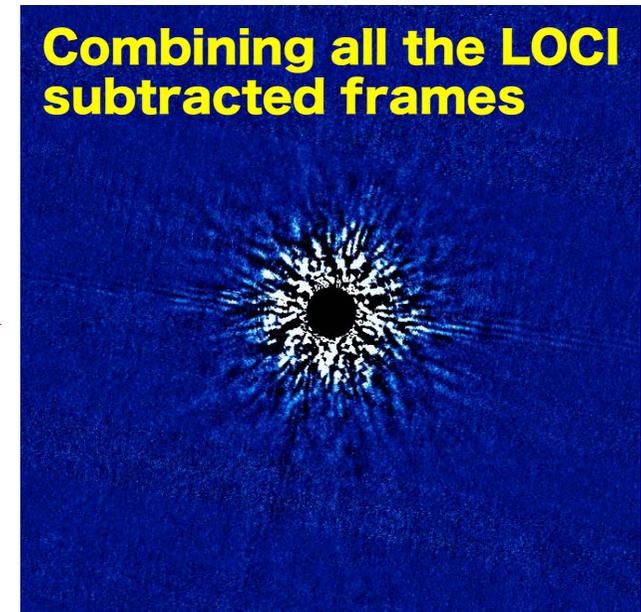


S/Nマップ作成 (snmap.idl)

LOCI subtraction and derotation



Combining all the LOCI subtracted frames



ADIパイプライン・フローチャート

電子ログ作成 (mkobslog)

マスター・ダーク (mkalldarks)

マスター・フラット (mkallflats)



LOCIパラメータ設定 (newobs)



ストライプ除去 (destripe_alt4)

ダーク・フラット補正、ディストーション補正、中心星センタリング・レジストレーション (reduc_sat_alt)



ラディアルプロファイル差引 (filtseq)



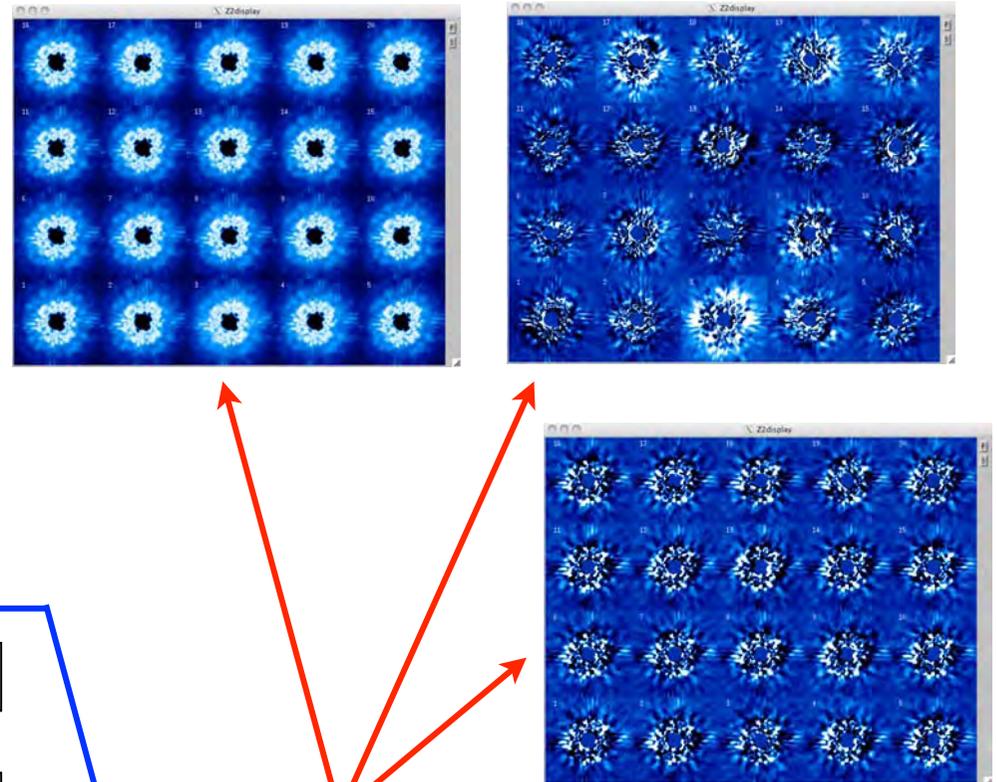
LOCI差分 (subadi)



人工ソースを埋め込んだLOCI処理によるフラックス欠損測定 (partial_sub)



S/Nマップ作成 (snmap.idl)



Quickly check each frame
(inspect_frames_alt)

ADIパイプライン・フローチャート

電子ログ作成 (mkobslog)

マスター・ダーク (mkalldarks)

マスター・フラット (mkallflats)



LOCIパラメータ設定 (newobs)



ストライプ除去 (destripe_alt4)

ダーク・フラット補正、ディストーション補正、中心星センタリング・レジストレーション (reduc_sat_alt)



ラディアルプロファイル差引 (filtseq)



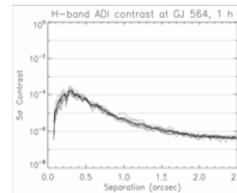
LOCI差分 (subadi)



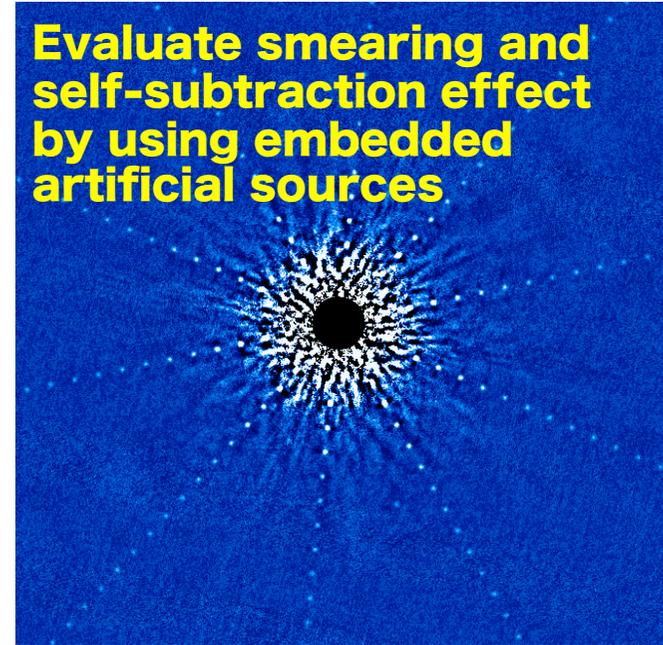
人工ソースを埋め込んだLOCI処理によるフラックス欠損測定 (partial_sub)



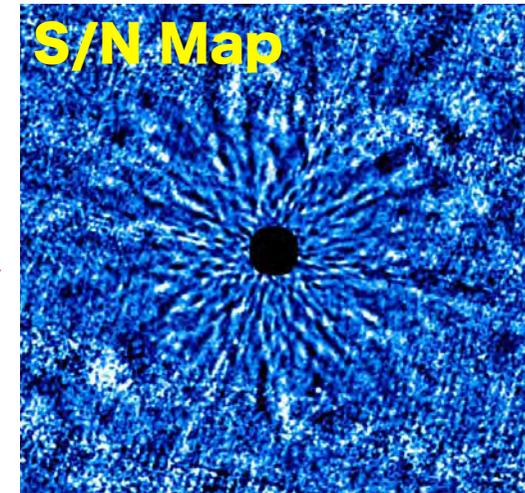
S/Nマップ作成 (snmap.idl)



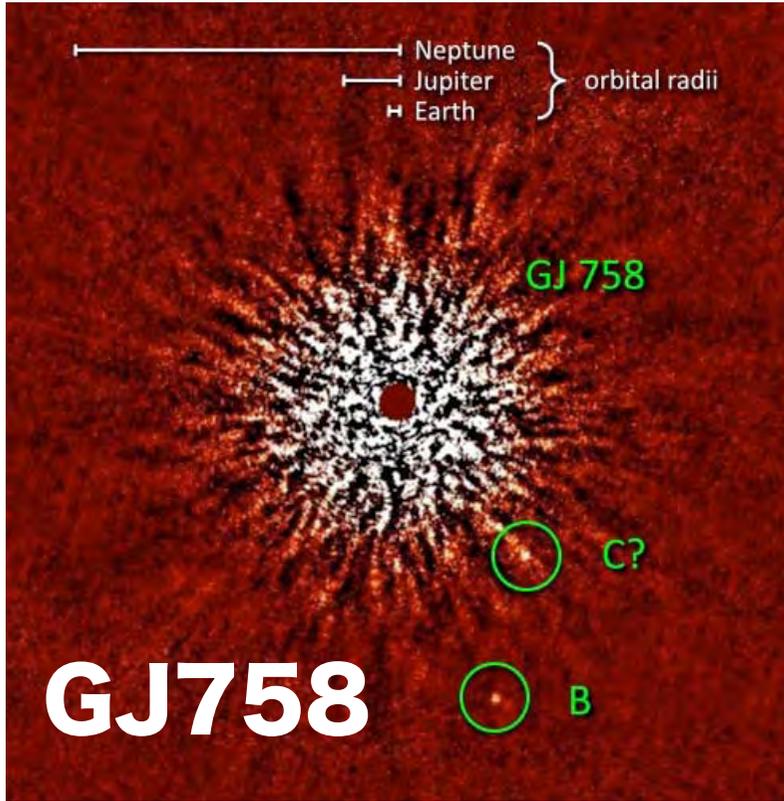
Evaluate smearing and self-subtraction effect by using embedded artificial sources



S/N Map



SEEDSのこれまでの成果

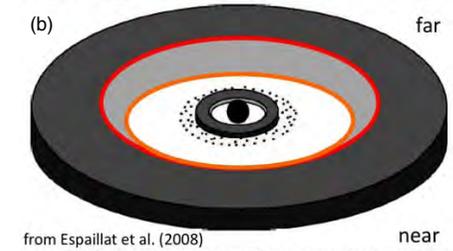
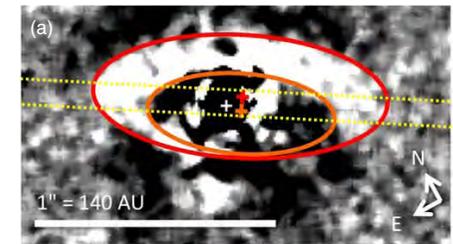


GJ758 : Thalmann et al. 2009, ApJL, 707, 123

HAT-P-7 : Narita et al. 2010, PASJ, 62, 779

LkCa15 : Thalmann et al. 2010, ApJL, 718, 87

AB Aur : Hashimoto et al. Nature, Submitted



LkCa15



まとめと今後のスケジュール

1999

2009

~2020

・まとめ

- SEEDS: すばる戦略枠 (5年間・120夜・500天体の観測)
- 2009年10月からサイエンス観測が開始
- これまでに10夜 (3期間)、58天体の観測
- 3本の投稿論文(GJ758,HAT-P-7,LkCa15)、1本投稿中(AB Aur)
- データ処理パイプラインの完成と配布・ワークショップ (ADI, PDI, +SDI)

・今後のスケジュール

- AO復旧までは、サイエンスデータの解析と成果取りまとめに集中
 - 惑星候補天体のフォローアップ (過去データ、他の装置)
- サイエンス観測再開への準備

・サイエンス観測・エンジニアリング観測が11月末より再開

- 11/29(ENG), 11/30-12/2(SEEDS), 1/24(ENG/SEEDS), 1/27-31(SEEDS)

・装置

- HiCIAO@Hilo

- アップグレード・室内実験、次期エンジニアリング準備

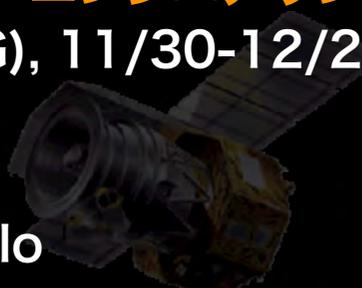
- 新しいマスク・フィルタ、光学素子評価、検出器調整、などの項目

Ground



TMT 30m

Space



JTPF 3.5m