

共同利用観測装置の計画. I

泉浦秀行

2013-03-12

はじめに

共同利用観測装置を考えるにあたっての観点

1. 3.8m望遠鏡の機能的特徴を活かす
2. 3.8m望遠鏡の地理的特徴を活かす
3. 自然(環境)条件を活かす(合わせる)
4. 188cm望遠鏡共同利用との接続性を持たす
5. 汎用性を持たす
6. 先進性を持たす
7. これまでの経験を活かす
8. サイエンスターゲットを設定する

1. 3.8m望遠鏡の機能的特徴を活かす

- 当面は、大学占有時間における特化プロジェクトに譲る

2. 地理的特徴を活かす

地の利:

- 国内で(まだ)治安が良い、アクセスが良い(東京駅から5時間、京都駅から2時間半、鹿児島中央駅から4時間半)、
- 食堂(賄い)がある、言語が日本語、近くに医療機関がある
- 地球上の経度と緯度の組み合わせで見て特色ある位置にある、国内で最高級の夜間晴天率、国内で最高級のシーイング
- 観測装置や望遠鏡の小規模の開発を支えることのできる工業系の企業・業者が近くにある
- 透明度の良い日には天の川が肉眼で見える程度には空が暗い

地の不利:

- 可視で空が明るい、赤外で水蒸気が多い、シーイングが1秒角程度、晴天率が50%程度、測光夜が少ない(<20%以下)
- 透明度が高くない、黄砂・汚染物質の移流(中国人民共和国が近い)
- 一晩の中での天候安定性が高くない
- 北半球には、緯度的には、競合する望遠鏡が数多くある。

3. 自然(環境)条件を活かす

- 夜間の半分は暗夜、半分は明夜
- 必ず明夜でも機能する観測装置が要る
 - 可視高分散分光
 - 近赤外線観測全般
 - 今後の中心は高分散分光か？
 - 91cmWFCとの連携を考えると低中分散分光か？
- 暗夜
 - 可視広帯域撮像、可視低分散分光
 - 分光オプション: 多天体、IFU、ファイバーバンドル、etc.

5. 汎用性

- より多くの(人の)需要を満たせるもの
 - 一歩間違えると生産性の低い凡庸な装置
 - そもそも需要があるのか? → 需要調査?
 - 需要は装置の力で作り出す(せる)ものか?
 - 需要は世界の状況を見て掘り起こすものか?

6. 先進性

- 一歩間違えると潰しの利かない装置
 - 今までにない(他に類を見ない)機能
 - 撮像系: 波長域、感度、視野、フィルター
 - 分光系: 波長域、感度、分解能、帯域幅、天体数
 - 偏光系:
 - 高コントラスト系:
 - AOを前提とするかどうか?

7. これまでの経験を活かす

- 過去の経験に頼るのはよくないが...
- ロングモニター、大規模サーベイを並行して進めて行く運用
- 観測者ごと、観測課題ごとに夜を割り当てるのではなく、毎夜複数の観測課題が時間とともに切り替わって遂行されていく形態
- 突発を含むあらゆる天体の分光モニターを目指すべきだろう
- すでに系外惑星探索の視線速度モニター観測では実行し始めている

8. サイエンスターゲットを設定する

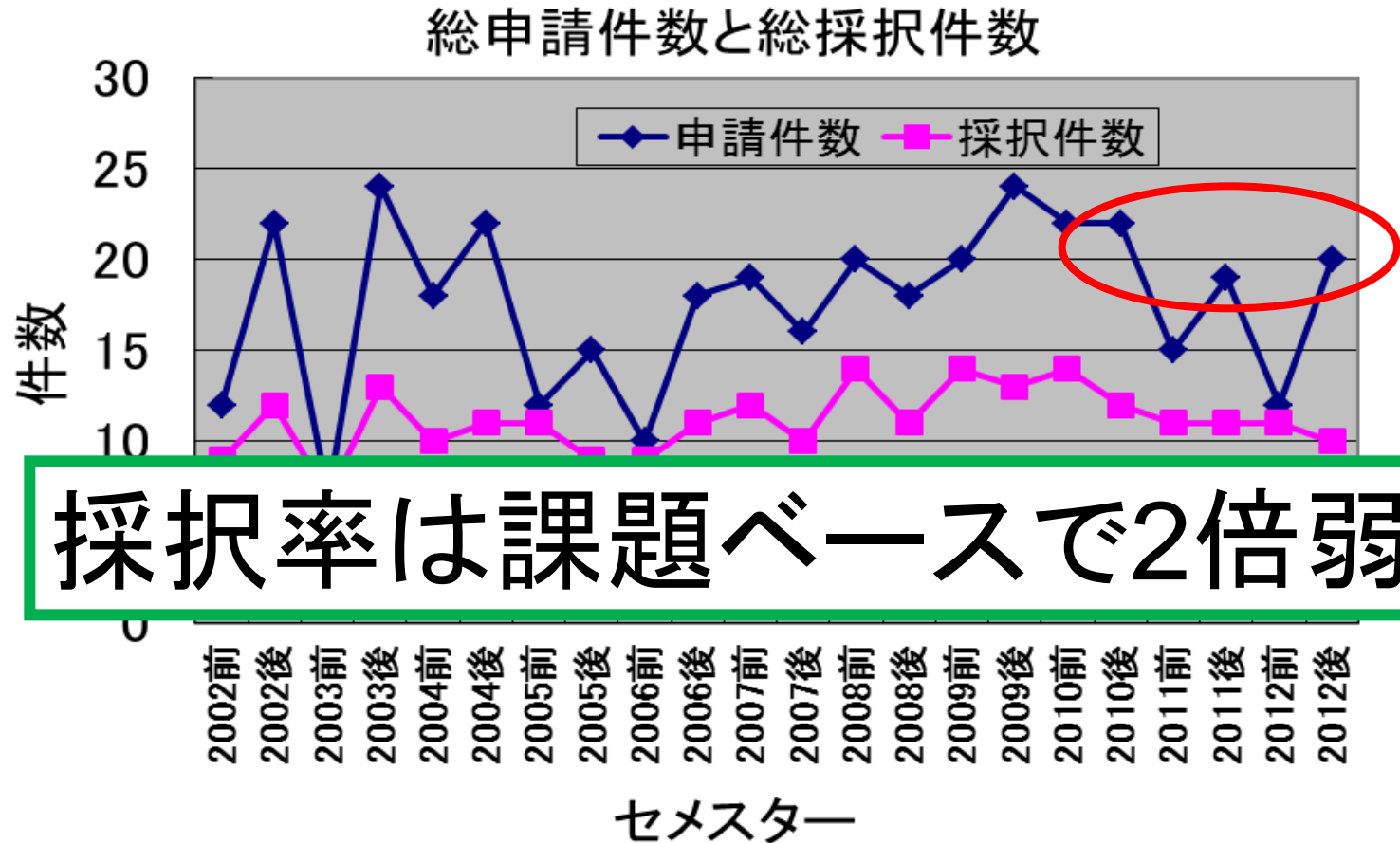
- 今回は深く議論しない。
- 次回以降のワークショップに譲る。

4. 188cm望遠鏡共同利用との 接続性を持たす

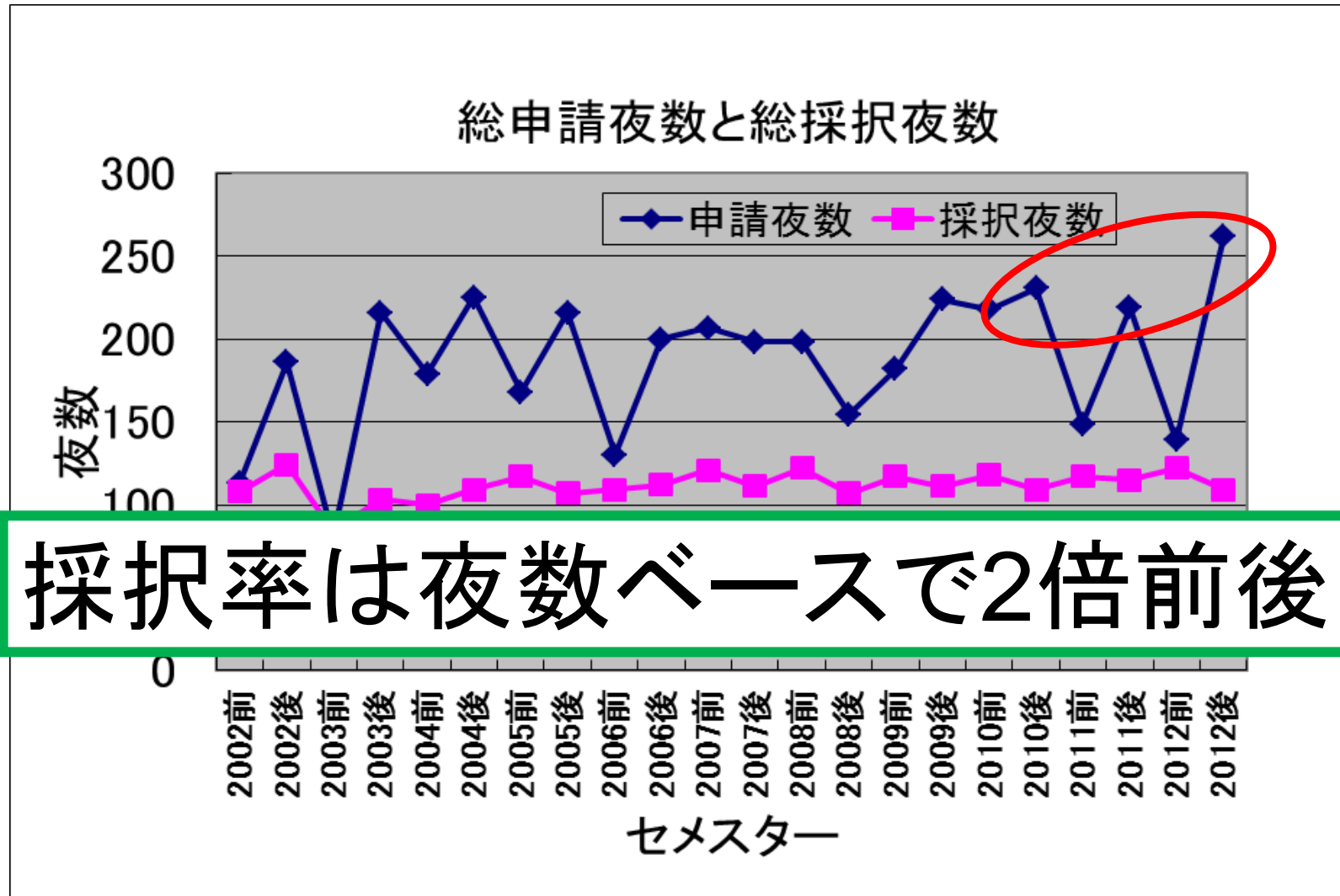
現在の共同利用観測装置

- 188cm望遠鏡
 - 可視高分散分光 HIDES
 - 近赤外低分散分光&撮像 ISLE
 - 可視低分散分光&撮像 KOOLS
- 最近の共同利用の状況
 - 次以降のスライド
- 光赤外線大学間連携事業(共同利用ではないが)

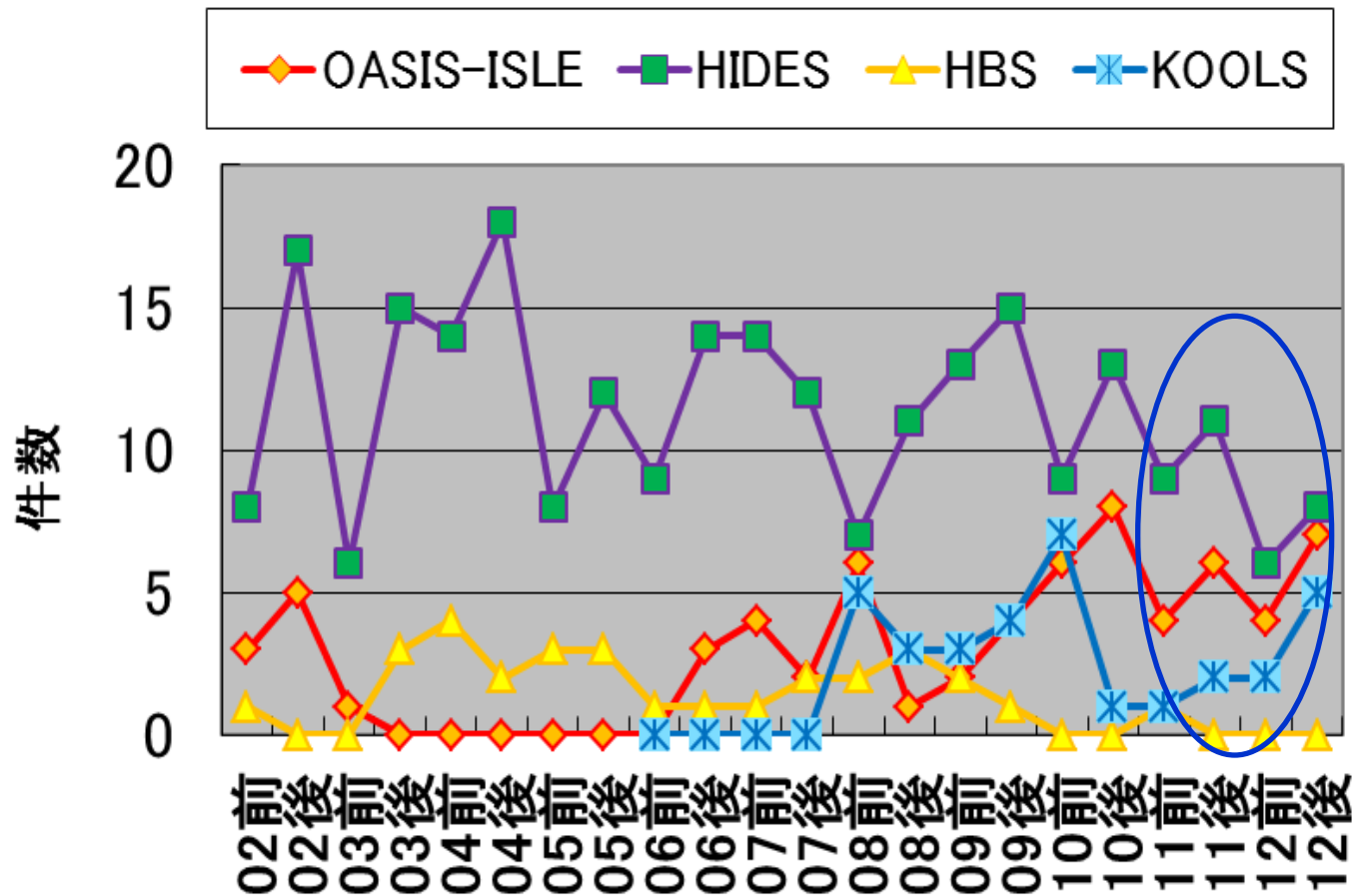
共同利用採択状況



共同利用採択状況(夜数)



共同利用申請状況(装置別)



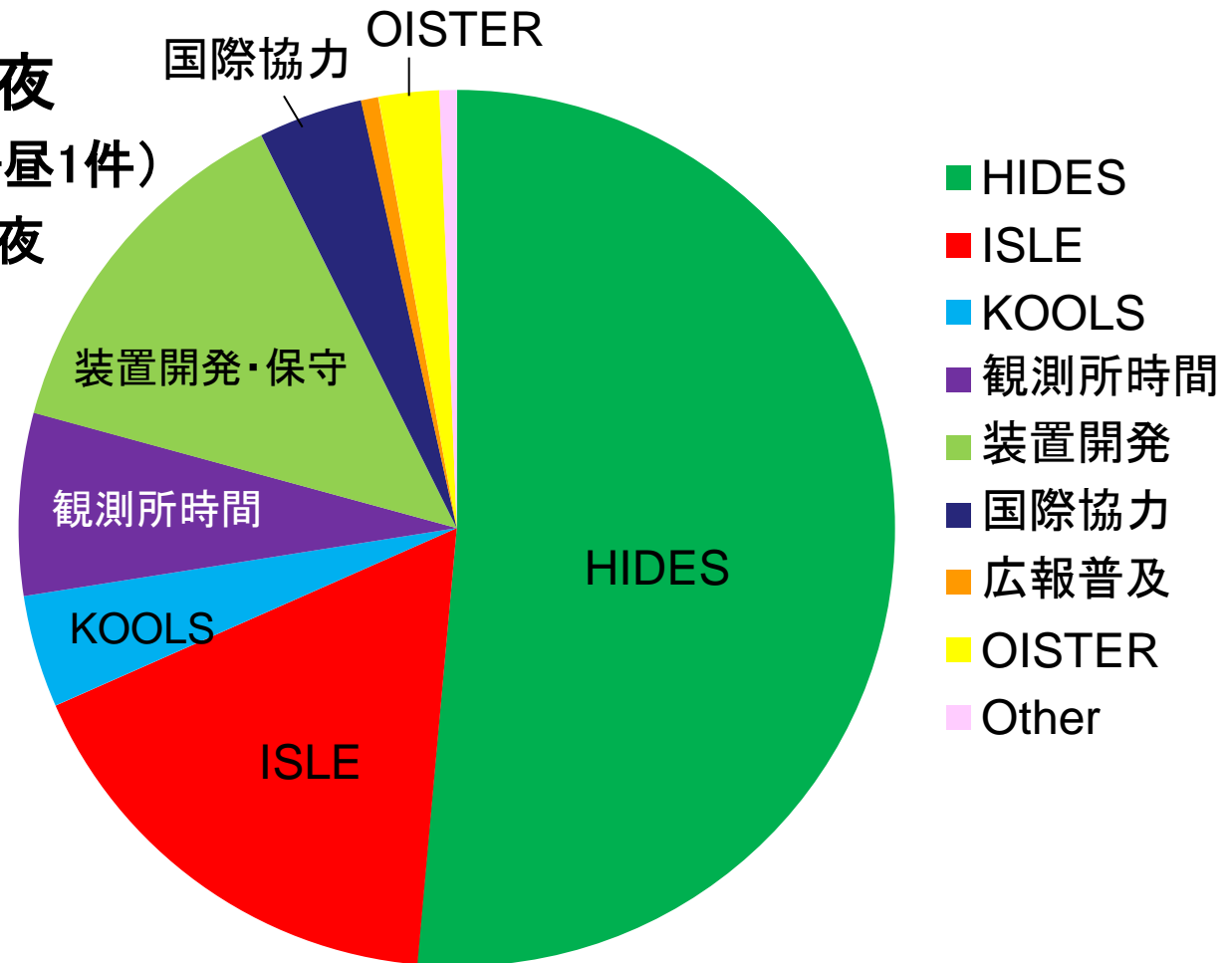
HIDESが長らく使い込まれてきたが漸減傾向、ISLEは高精度相対測光性能が認知され急増、KOOLSはユーザー層が増加傾向の気配。

188cm望遠鏡共同利用

(2011年後期～2012年前期)



- 総運用夜数313夜
- 共同利用夜数 227夜
- 一般延べ20件150夜(+昼1件)
- プロジェクト延べ2件77夜
 - 佐藤文(III)
 - HIDES-S, -F
 - 2011B 40夜
 - 2012A 37夜



Planet Name	Stellar Sp. Type	Stellar Mass (M_{\odot})	Stellar Radius (R_{\odot})	Planetary Mass (M_{JUP})	Semi-major Axis (AU)	Eccentricity	([Fe/H] (dex))	備考
HD 119445 b	G6 III	3.9	20.5	37.6	1.71	0.08	+0.04	OA0, BOAO
o Uma b	G4 II-III	3.1	14.1	4.1	3.9	0.13	-0.09	OA0
v Oph b	K0 III	3.0	15.1	24	1.9	0.13	+0.13	OA0
v Oph c								
HD 175679 b								glong
ϵ Tau b								
11 Com b								glong
HD 180314 b								AO
75 Cet b								
H								
8								
1								
H								
ξ Aql b	K0 III	2.2	12	2.8	0.68	0	-0.18	OA0
14 And b	K0 III	2.2	11	4.8	0.83	0	-0.24	OA0
o CrB b	K0 III	2.1	10.5	1.5	0.83	0.19	-0.29	OA0
HD 81688 b	K0 III-IV	2.1	13	2.7	0.81	0	-0.34	OA0
HD 173416 b	G8 III	2.0	13.5	2.7	1.2	0.21	-0.22	OA0, Xinglong
HD 145457 b	K0 III	1.9	9.9	2.9	0.76	0.11	-0.14	Subaru, OA0
6 Lyn b	K0 IV	1.7	5.2	2.4	2.2	0.13	-0.13	OA0
HD 4732 b	K0 IV	1.7	5.4	2.4	1.19	0.13	+0.00	OA0, AAT
HD 4732 c	K0 IV	1.7	5.4	2.4	4.6	0.23	+0.00	OA0, AAT
HD 210702 b	K1 IV	1.7	5.1	1.9	1.2	0.17	+0.01	OA0
HD 5608 b	K0 IV	1.6	5.5	1.4	1.9	0.19	+0.06	OA0
κ CrB b	K0 IV	1.5	5.0	1.6	2.6	0.09	+0.10	OA0 16
HD 167042 b	K1 IV	1.5	4.5	1.6	1.3	0.10	+0.00	OA0

プロジェクト観測

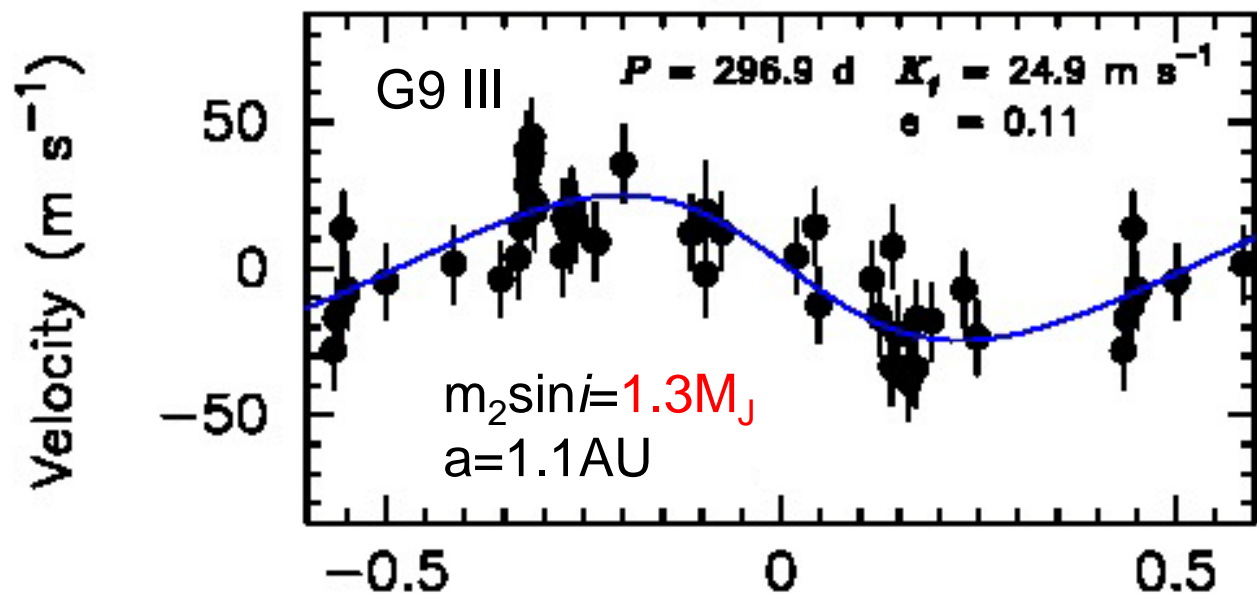
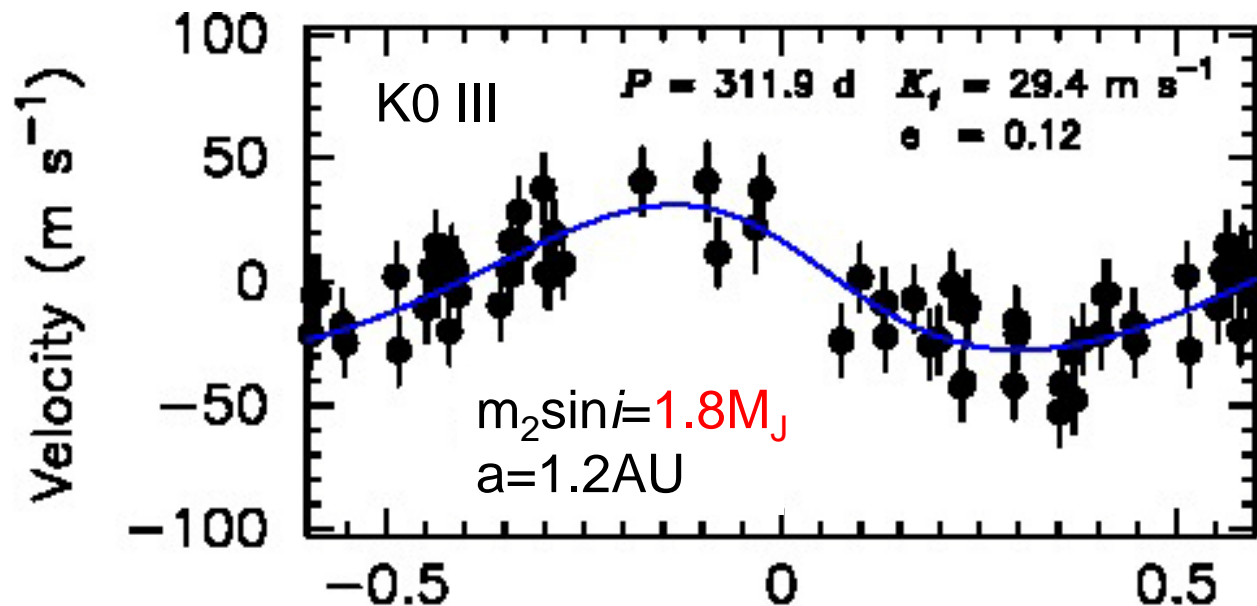
20個の惑星と6個の褐色矮星を発見(2012年11月末現在)
 現在知られている巨星周りの惑星の約半数に相当

低質量惑星候補

巨星は脈動によるRV変動のため低質量惑星($<2M_J$)を検出しにくい

多数の密なデータ取得によって巨星周りの低質量惑星領域を新たに開拓
→より正確な巨大惑星頻度の導出

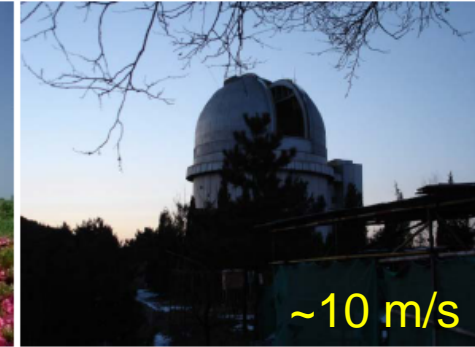
※*Kepler*でも巨星周りの低質量惑星検出は難しい
高頻度RV観測が有効



共同利用+国際協力 → EAPSNET

(East-Asian Planet Search Network for G-Giants)

- Okayama 1.88m tel., Japan
 - 300 GK giants ($V < 6$), since 2001
 - 9 planets and 1 brown dwarf
 - New 3 yr-project started in 2010 (-2012)
- Xinglong 2.16m tel., China & Okayama
 - 100 GK giants ($V \sim 6$), since 2005
 - 1 planet and 1 brown dwarf
 - Liu, Wang, Zhao et al.
- Bohyunsan 1.8m tel., Korea & Okayama
 - 140 GK giants ($V < 6.5$), since 2005
 - 1 brown dwarf
 - Omiya, Han, Lee et al.
- Subaru 8.2m tel., Japan & EAPSNET
 - >200 GK giants ($6.5 < V < 7$), since 2006
 - 1 planet and 1 brown dwarf
 - Japan-China-Korea collaboration
- TUBITAK 1.5m tel., Turkey, **Russia**
 - 50 GK giants ($V \sim 6.5$), since 2008
 - Selim, Mesut, Bikmaev et al.

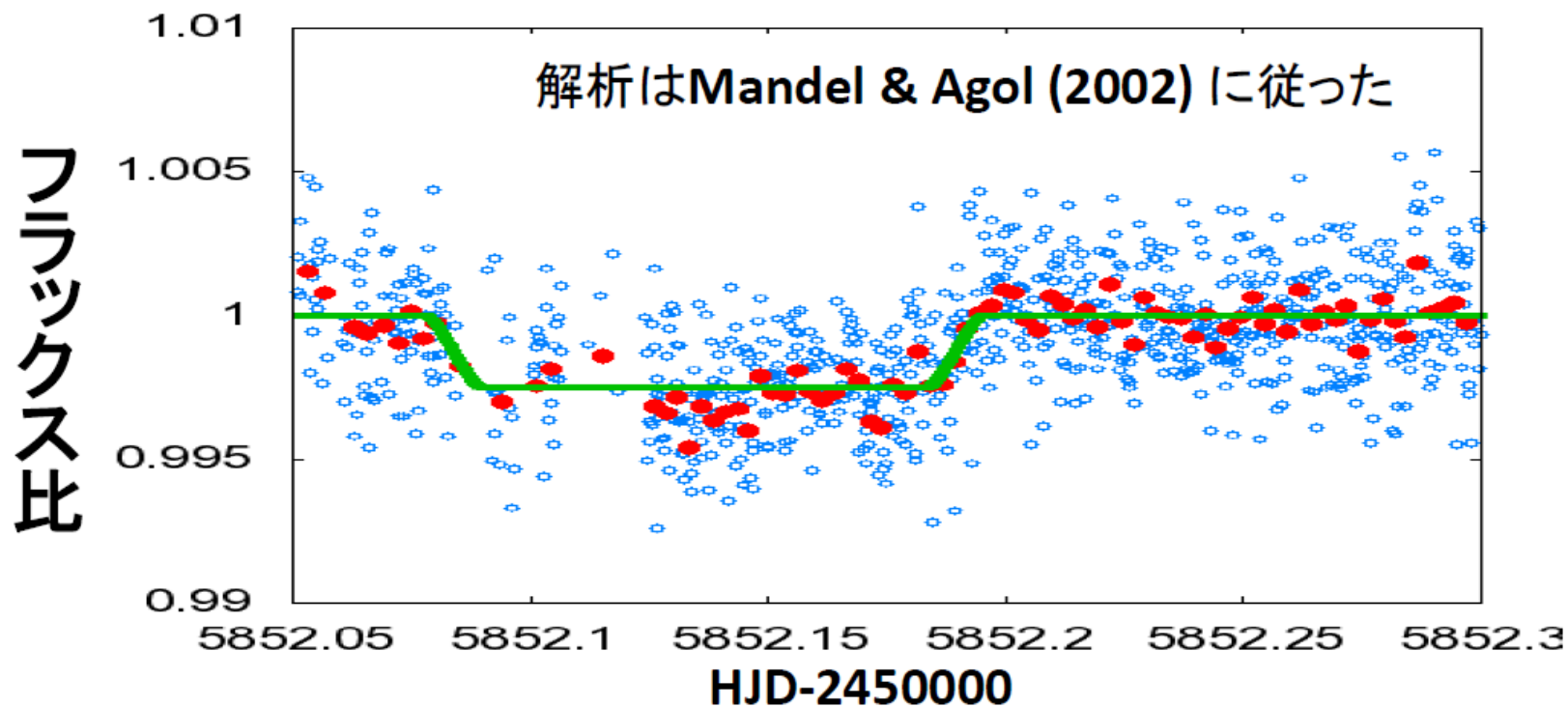


Total : 650個

Goal:
~100 planets
from 1000 stars

ISLEによるKsバンドでのWASP-33bの第二食検出

ISLE撮像観測による系外惑星トランジット研究の夜明



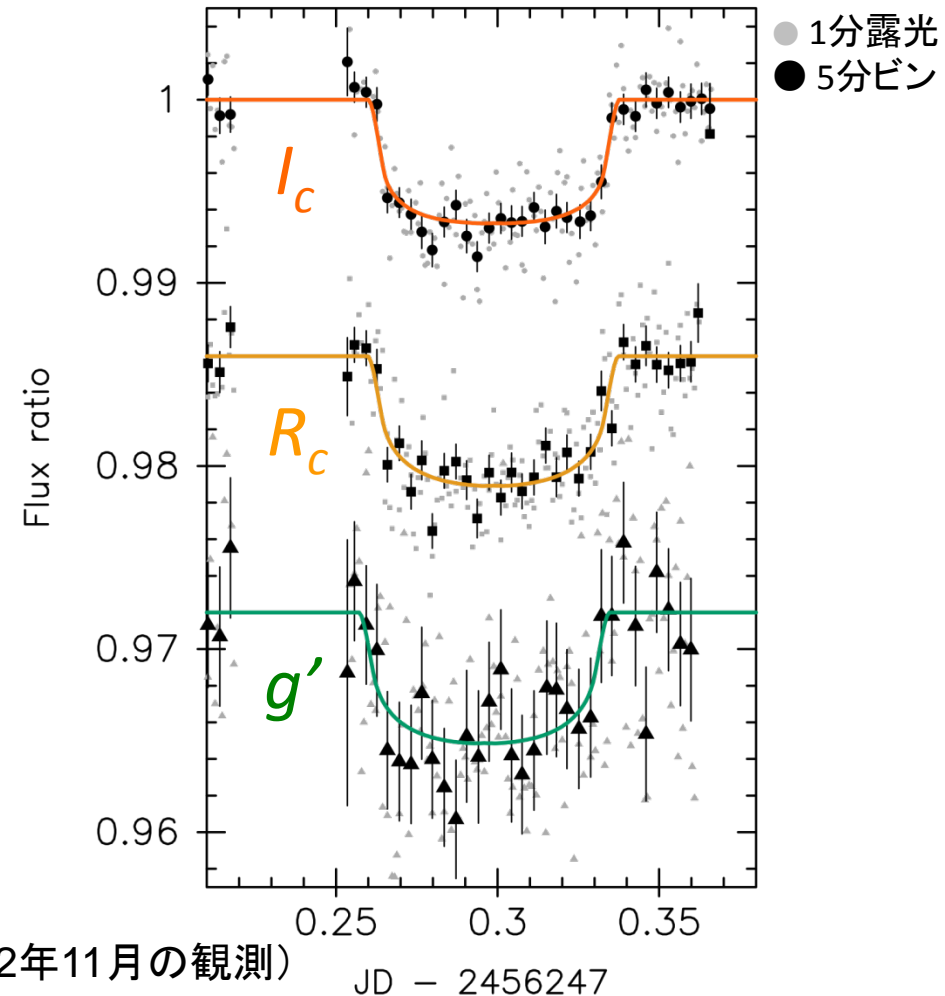
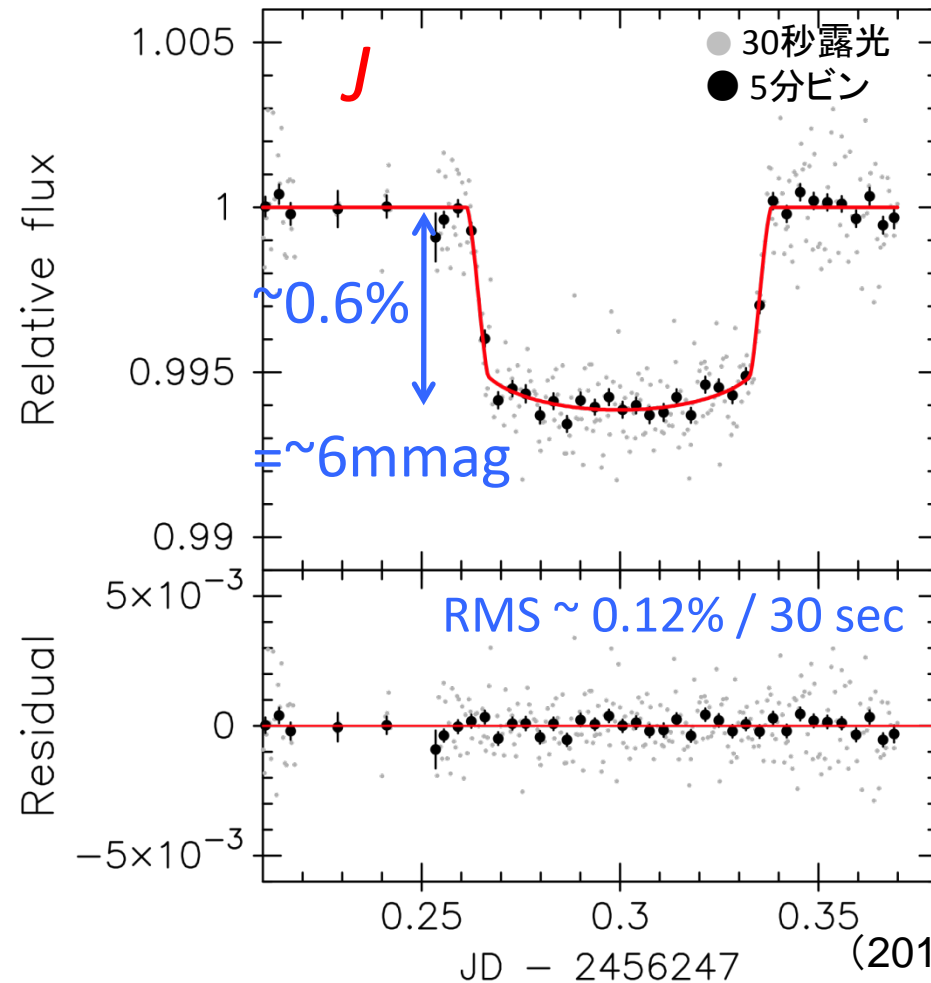
- 減光率: $0.249 \pm 0.031\%$ (8σ で検出) = 2.5mmag
- 中心時刻: 5852.13660 ± 0.001 HJD (+2450000)
- 継続時間: 0.1173 ± 0.0013 day (168.91 ± 1.87 min)

(大貫ほか、2012、2012年度岡山ユーザーズミーティング)

天王星質量トランジット惑星の4色同時測光観測

188cm望遠鏡 / ISLE (近赤外)

50cm望遠鏡 / 3色カメラ(可視)



- 天王星クラスの惑星での可視+赤外同時観測は初
- 岡山観測所で低質量惑星の大気組成研究が可能

光赤外線大学間連携事業成果

- 赤外分光機能は貴重

将来の共同利用観測装置

- 188cm望遠鏡共同利用による研究の継続性
 - 可視高分散分光
 - 近赤外低分散分光 & 撮像
 - 可視低分散分光 & 撮像
- これまでプロダクティビティと今後への期待
 - 可視高分散分光を優先??
 - ファイバーフィードの技術実証は済んでいる。
 - 可視高分散分光の下地は整っている。

HIDESのファイバーリンク系開発：性能向上

装置の特徴—前光学系 & HIDES-F—

- HIDESは入射光学系として、スリット、HE-mode、HR-mode(開発中) 3つのモードをもっている。

スリット：クーデ焦点にスリットマスクを置く従来の方式

ロングスリットモードに対応、イメージローテータを備える

スリット長さ、幅は連続的に変えることができる

スループット(@550nm) 最大4%(平均的にはその半分未満)

高波長分解能では効率が下がる($R \sim 61,000 =$ 視野0.76秒角)

HE-mode：カセグレン焦点から、光ファイバーで光を導く

イメージスライサーを用い、視野2.7秒角 ϕ で $R \sim 52,000$

スループット(@550nm) 最大9%(平均的にはその半分)

赤クロスディスパーザーでは $\lambda > 440\text{nm}$ のみ観測可能

ファイバーモーダルノイズに注意 for $\text{SNR} > 1,500$

HR-mode(開発中)：カセグレン焦点から、光ファイバーで光を導く

イメージスライサーを用い、視野1.5秒角 ϕ で $R \sim 100,000$

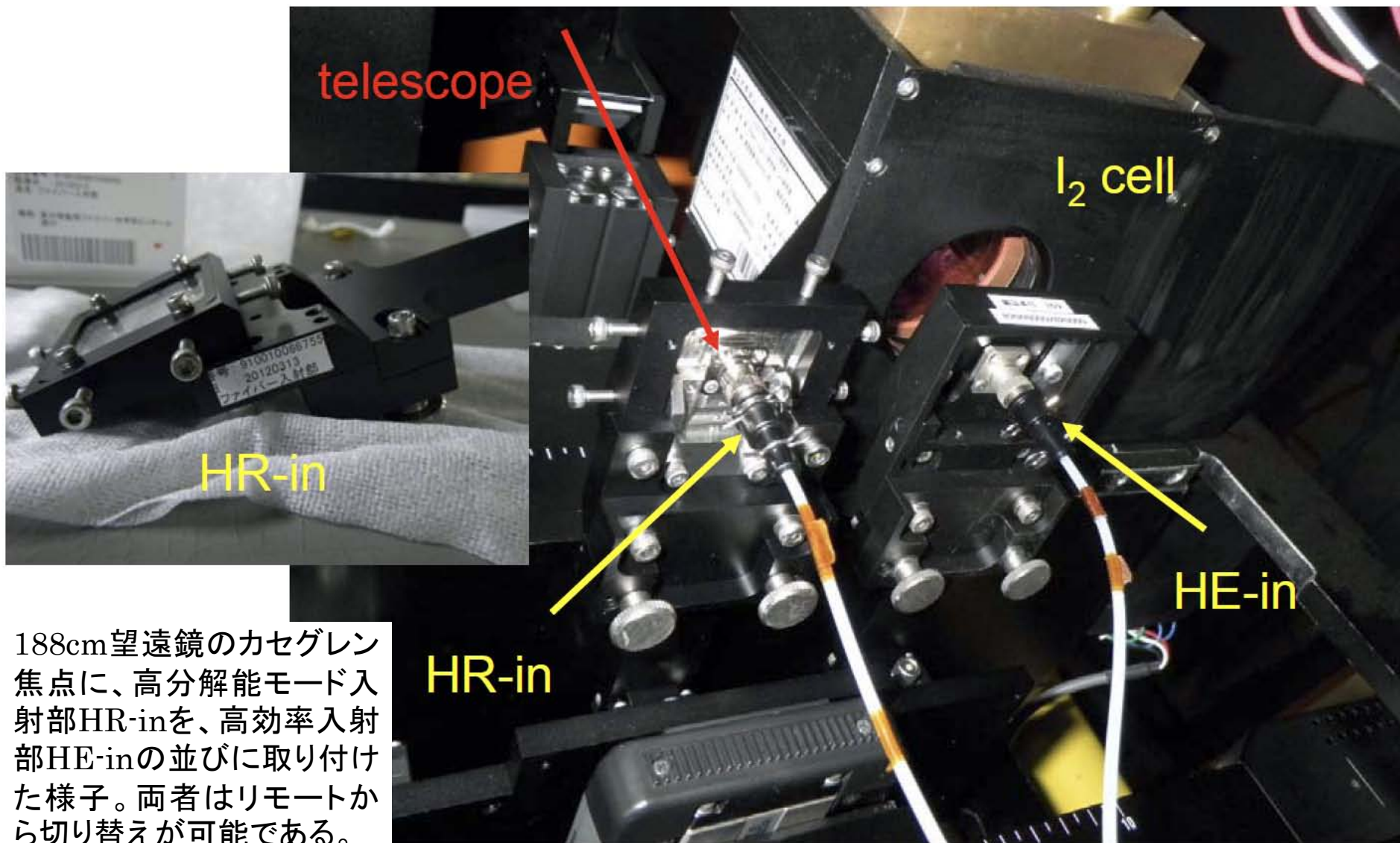
赤クロスディスパーザーでは $\lambda > 430\text{nm}$ のみ観測可能

ファイバーモーダルノイズに注意 for $\text{SNR} > 1,000$

HE-modeとは数分で切換可能

(神戸ほか2012、2012年度岡山ユーザーズミーティング集録)

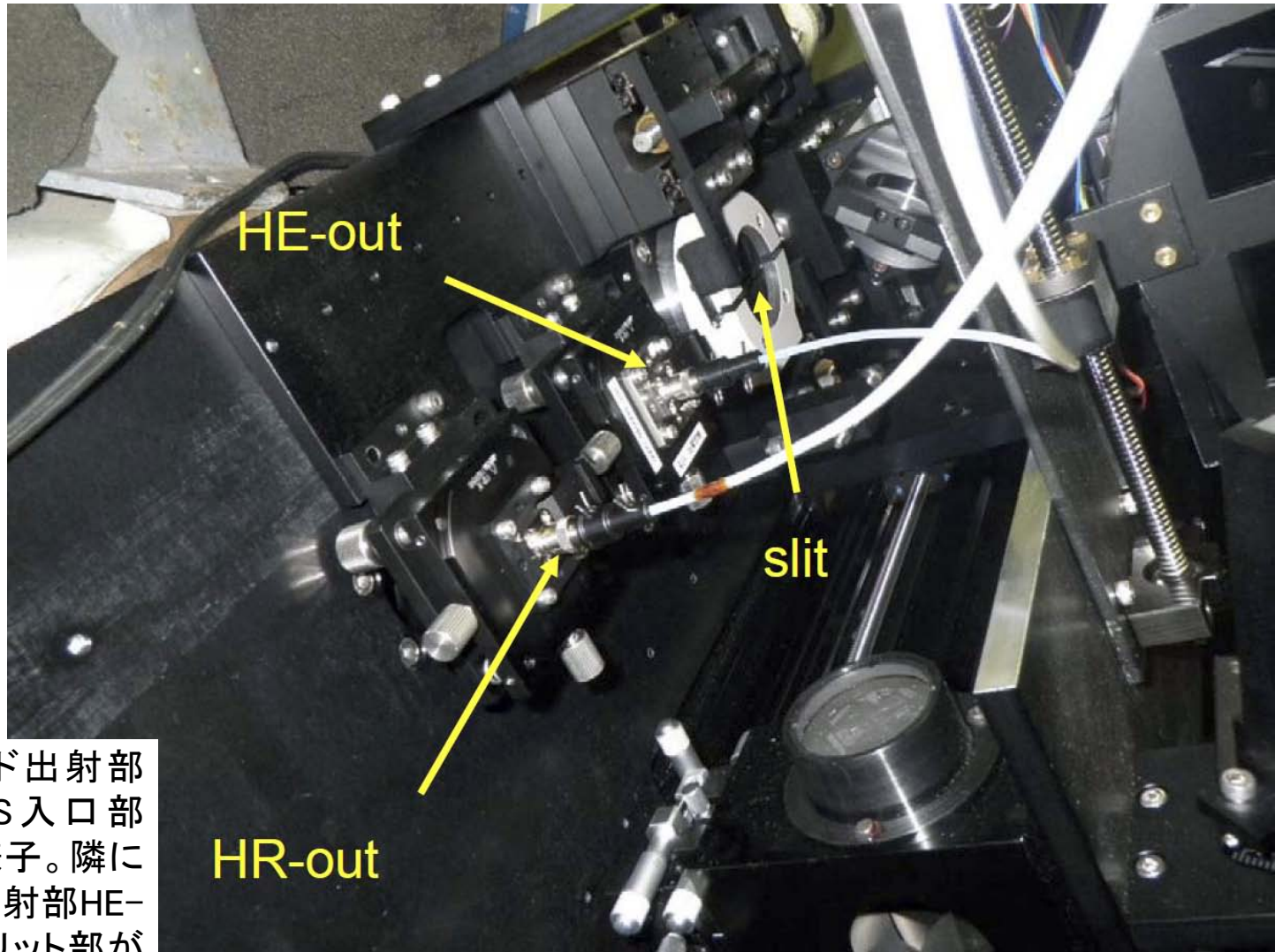
ファイバーフィード系入射部



188cm望遠鏡のカセグレン焦点に、高分解能モード入射部HR-inを、高効率入射部HE-inの並びに取り付けた様子。両者はリモートから切り替えが可能である。

(神戸ほか2012、2012年度岡山ユーズミーティング集録)

ファイバーフィード系出射部



高分解能モード出射部HR-outをHIDES入口部に取り付けた様子。隣に高効率モード出射部HE-outと従来のスリット部があり、リモートから切り替えが可能である。

(神戸ほか2012、2012年度岡山ユーザーズミーティング集録)

標準的装置1： 紫外 & 可視高分散分光器

- 世界的な成果を出すには観測時間の集中投資、ロングモニターの推進へ(神戸氏講演へ)
- 太陽周期活動アナログ
- 恒星周期活動、系外惑星探索のいずれにも彩層輝線モニターが有効ではないか？
- 450nm付近で分け、それより短波長側(輝線モニター)と長波長側(ヨードセル)で、検出器も光学素子も異なるものを使い、最適化する。

近未来の需要創出源

OAOWFC(91cm望遠鏡)

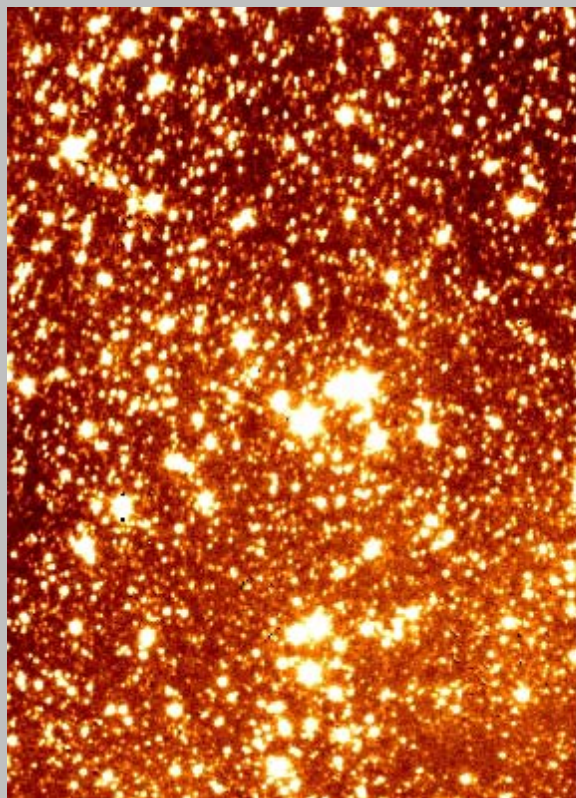


銀河面($l=60, b=0$) Ks-band

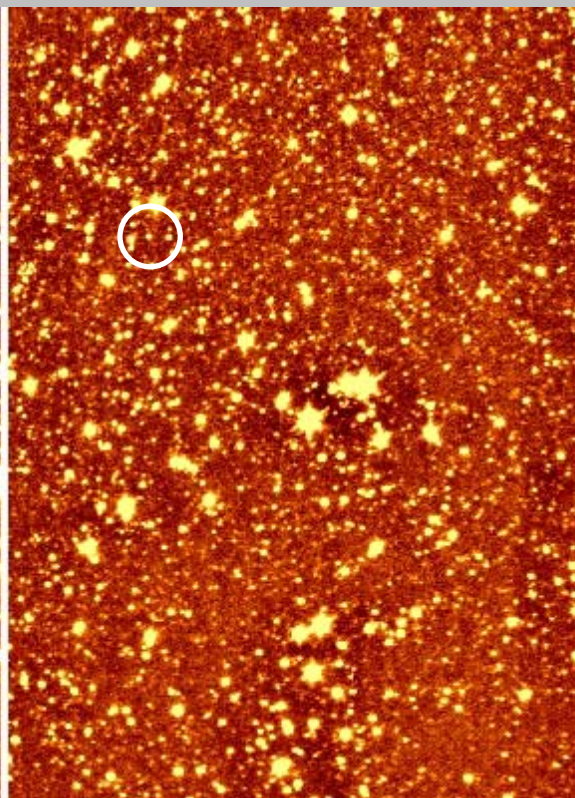
平成23年12月から平成24年2月まで、
 $L=60, 90, 120, 150, 180, 210$ ($B=0$) を試験撮像。

← 16 arcmin →

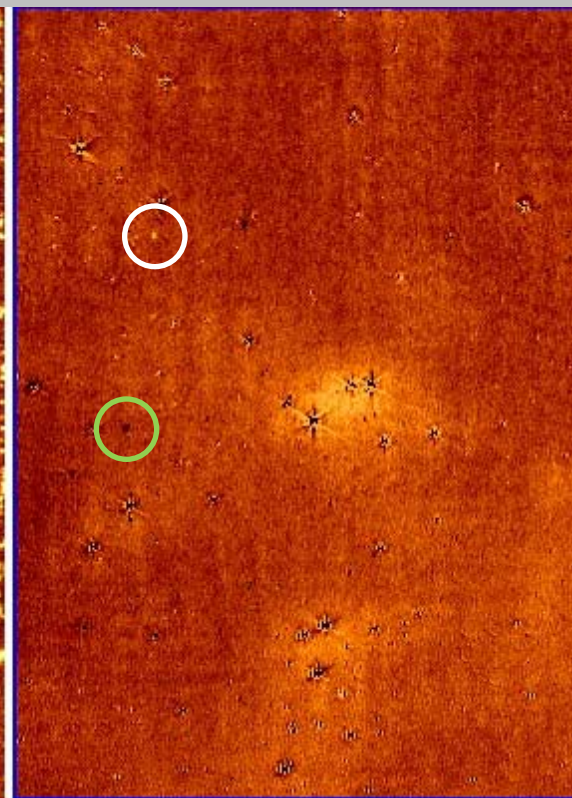
22 arcmin



2011/12/09



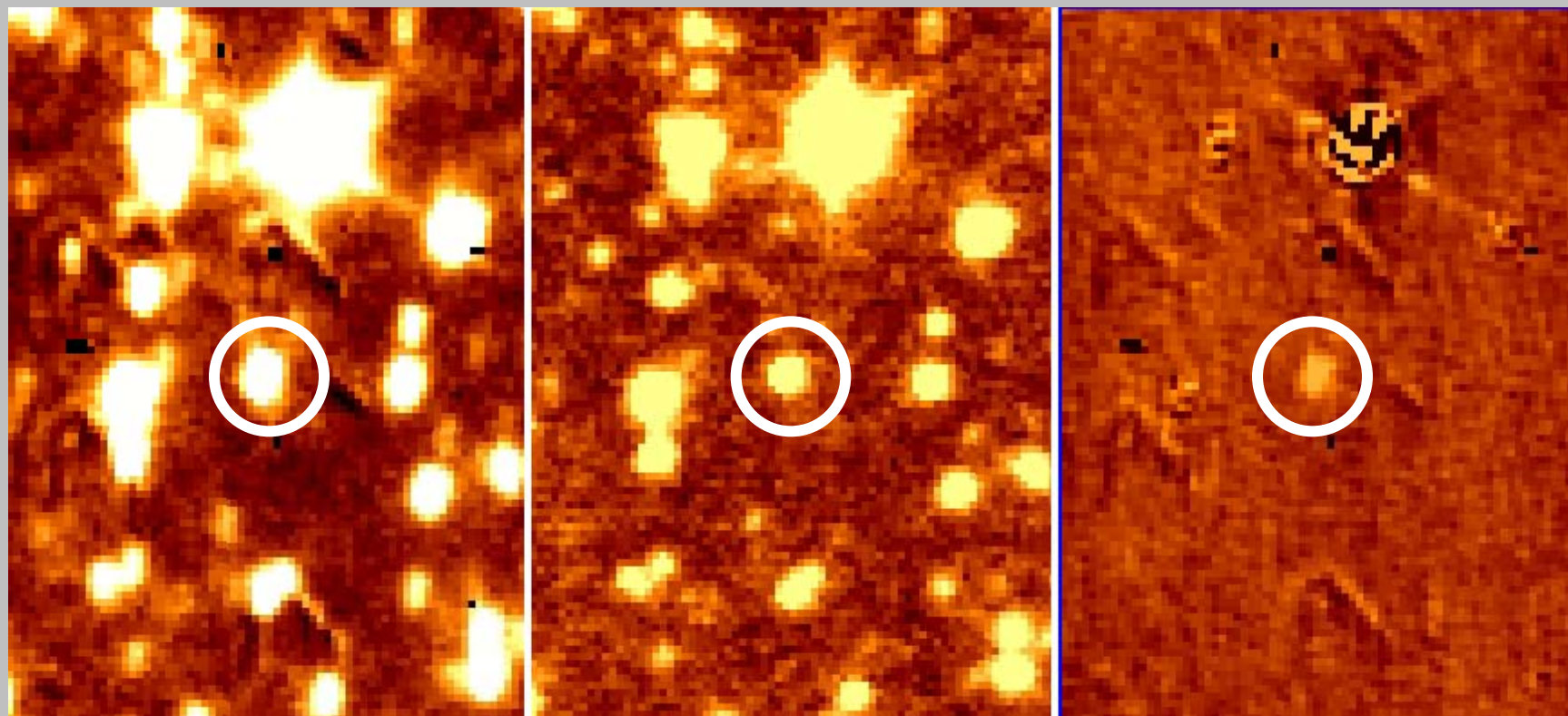
2012/01/11



差し引き画像

新変光星候補天体 1

RA, DEC= 19:44:41.19, +23:58:56.9 (J2000)



2011/12/09

2012/01/11

差し引き画像

標準的装置2: 可視&近赤外低分散分光

- サーベイで見つかってくる正体不明の天体
- 分光による探査

UH88 & UKIRT 日本時間TACの経験

- 撮像のファシリティー、測光カタログ、画像データベースは既にある程度存在する
- 日本の研究者コミュニティには赤外分光機能が不足しているとの印象
- 特にUKIRTの分光機能が使えなくなって人気が下がったとの印象
- 近赤外の中分散から高分散の分光機能の需要の可能性がある
- ただし、そういった方面の課題でも、口径3.8mでは、既にモニター観測なくしては、一線の研究になり得ない時期に来ているだろう。

先進的共同利用観測装置

- 以上を**非**論理的にまとめると、
- 何かの天体の近赤外線高分散分光モニターが特徴ある観測機能、観測課題となる可能性がある
- 当然サイエンスを十分に詰めないといけない
 - 系外惑星研究？
 - 低温度星研究？（キットピークFTSでさんざんやられた？）
 - 爆発天体研究？

焦点面情報

以下、

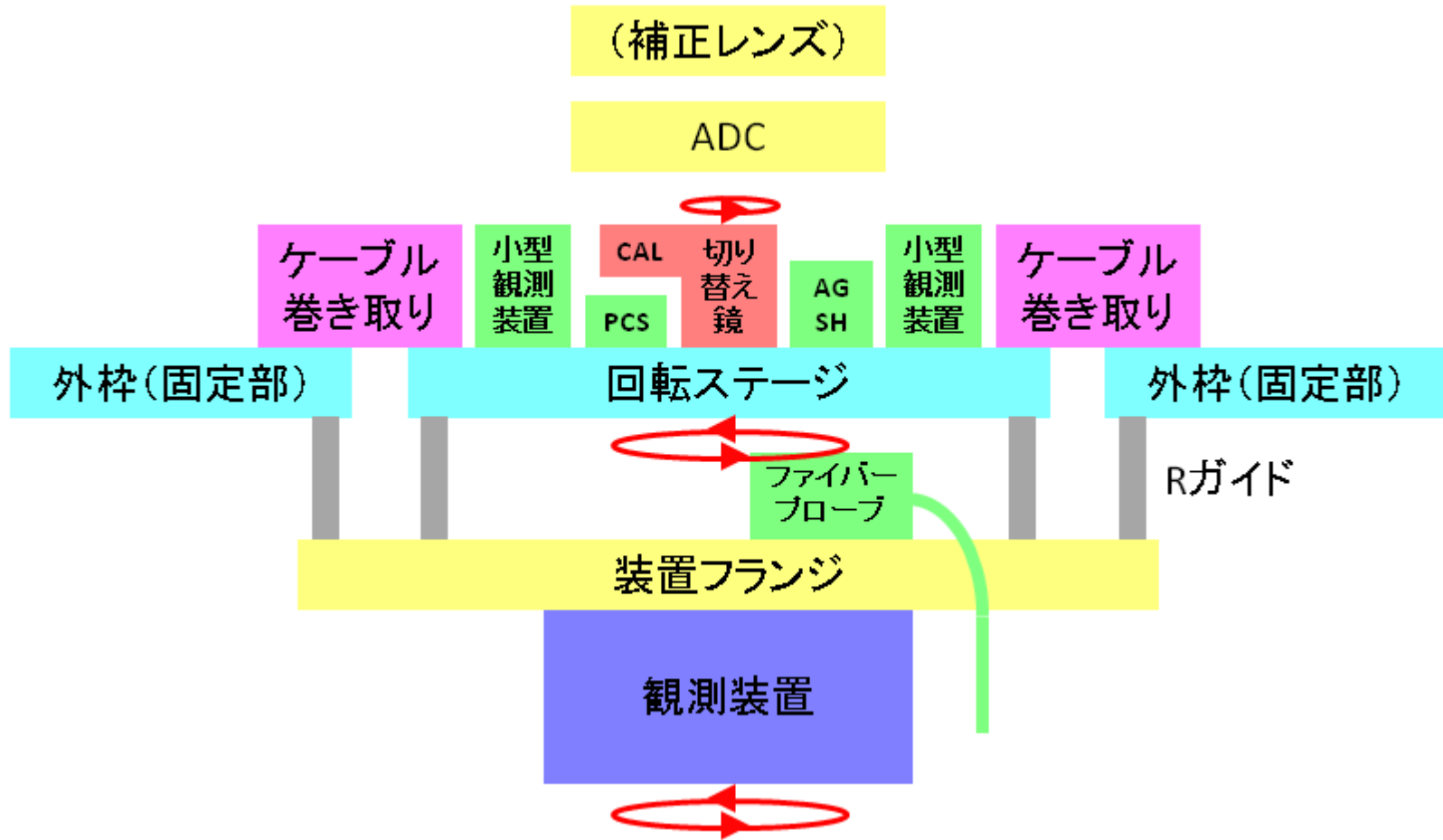
<http://www.kusastro.kyoto-u.ac.jp/~iwamuro/Kyoto3m/focus.html>

(京大岩室さんホームページ)から引用

- 主鏡口径: 3.78m
- 焦点: ナスミス焦点 × 2
- 合成焦点比: F/6
- 焦点スケール: 110 μ m/1"
- 視野: 補正レンズなし12' (ϕ 8cm)、補正レンズあり1° (ϕ 40cm)
- 1h, S/N=5, 効率50%, ϕ 1".5 測光の場合、限界等級は R=25.0, H=21.7

焦点面の取り合い状況

(京大岩室さんホームページ)から引用



共同利用観測装置から見て

- 二つのナスミス焦点のうち一つを集中的に利用
- 第三鏡は光軸周りを迅速に回転させられる？
- 二つか三つの装置を短時間で切り替えられるようにするのが現実的と思われる。
- 観測装置の取り付けIFの場所を増やすために、ベントカセグレン焦点も検討の余地が(必要性が)かなりある。

人材と資金

- 次回のワークショップに譲る。

まとめ

- 共同利用観測装置の第一回私(試)案
 - 紫外 & 可視高分散分光器
 - 近赤外線高分散分光器
 - 可視 & 近赤外低分散分光器

大学連合岡山観測センター

- いろいろな大学がいろいろな観測施設を設置
- A大学10cm、B大学30cm、C大学50cm、
D&E大学1m、大学連合1.5m、.....
- リモート制御
- それぞれが特徴ある科学目標や教育目標
- さっと作って、さっと始めて、さっと成果を出す