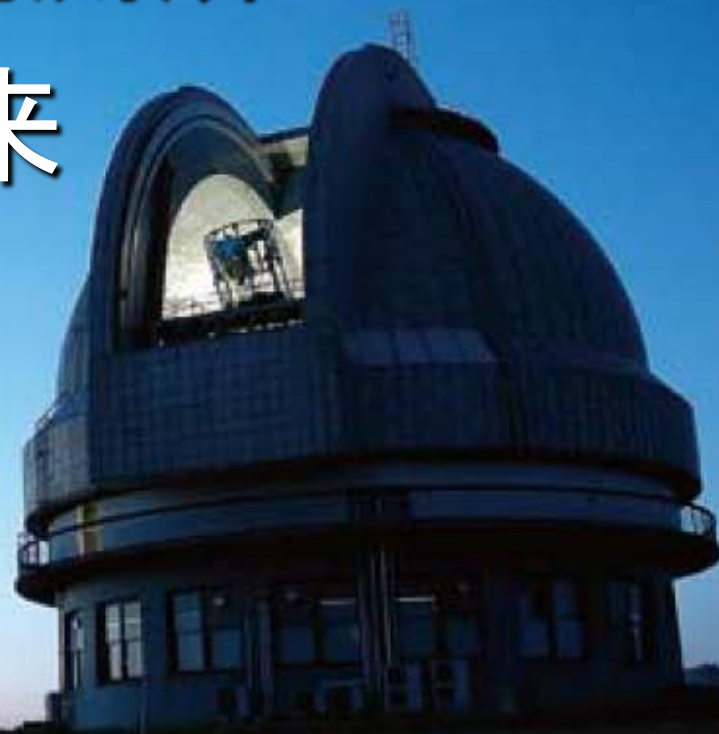




国立天文台 岡山天体物理観測所の 現状と将来

泉浦秀行
国立天文台
岡山天体物理観測所



立地と観測環境

・良く晴れる

・晴天率40%(国内最高レベル)

・昼だけでなく夜も晴れる(昼よりも夜に晴れる)

・雨の後の立ち直りが早い

・そこそこ空が暗い

・肉眼で天の川が見える

・シーイングが良い

・0.6" ~ 2.0" (平均1.5")

・自然災害が少ない(地震、台風、大雨など)

・2011.03.11以降、本日までに有感地震3回

岡山天体物理観測所

188cm
反射望遠鏡

1960年開所
標高：372 [m]
経度：東経134.58 [度]
緯度：+34.56 [度]

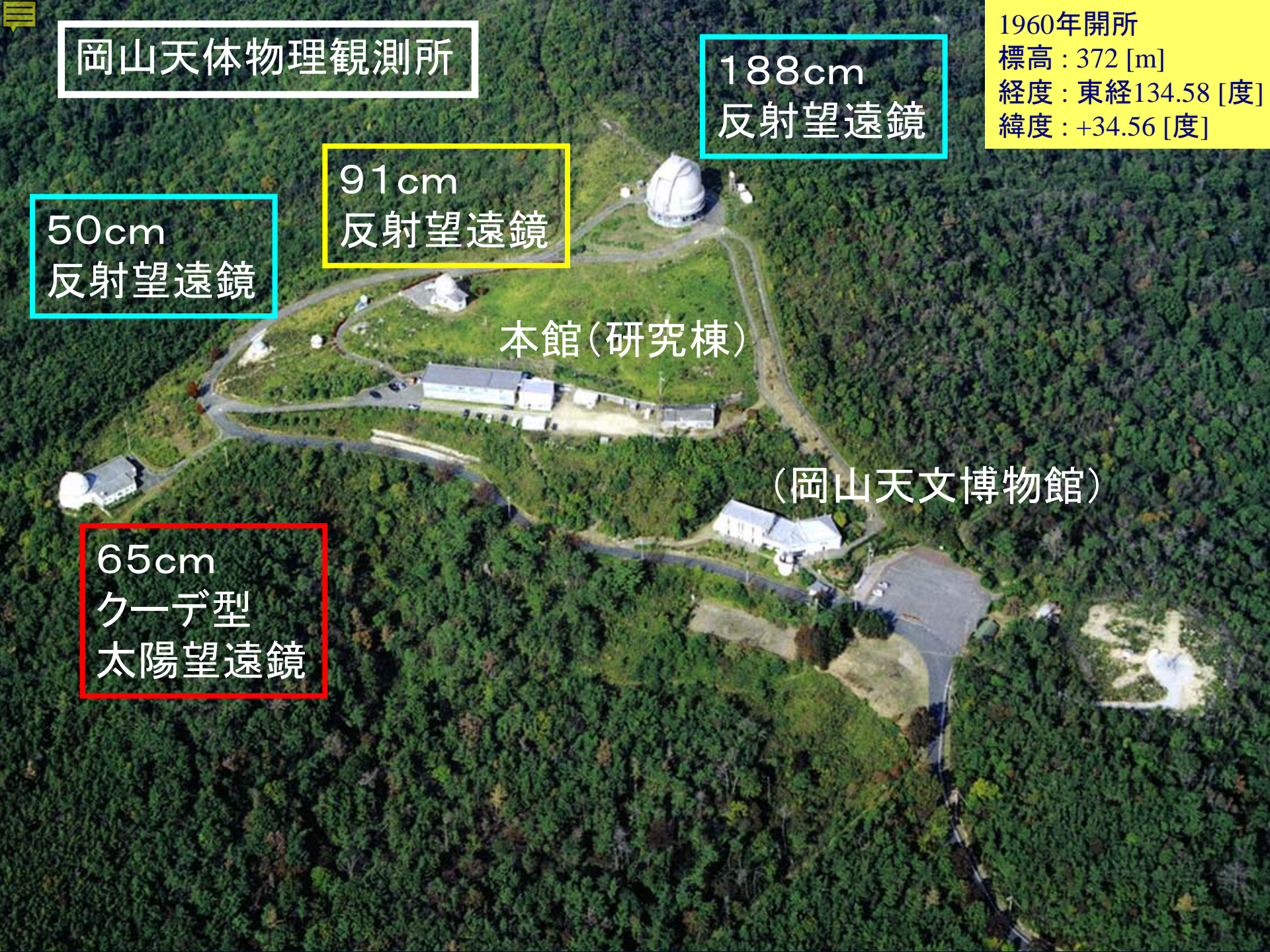
91cm
反射望遠鏡

50cm
反射望遠鏡

本館(研究棟)

(岡山天文博物館)

65cm
クーデ型
太陽望遠鏡

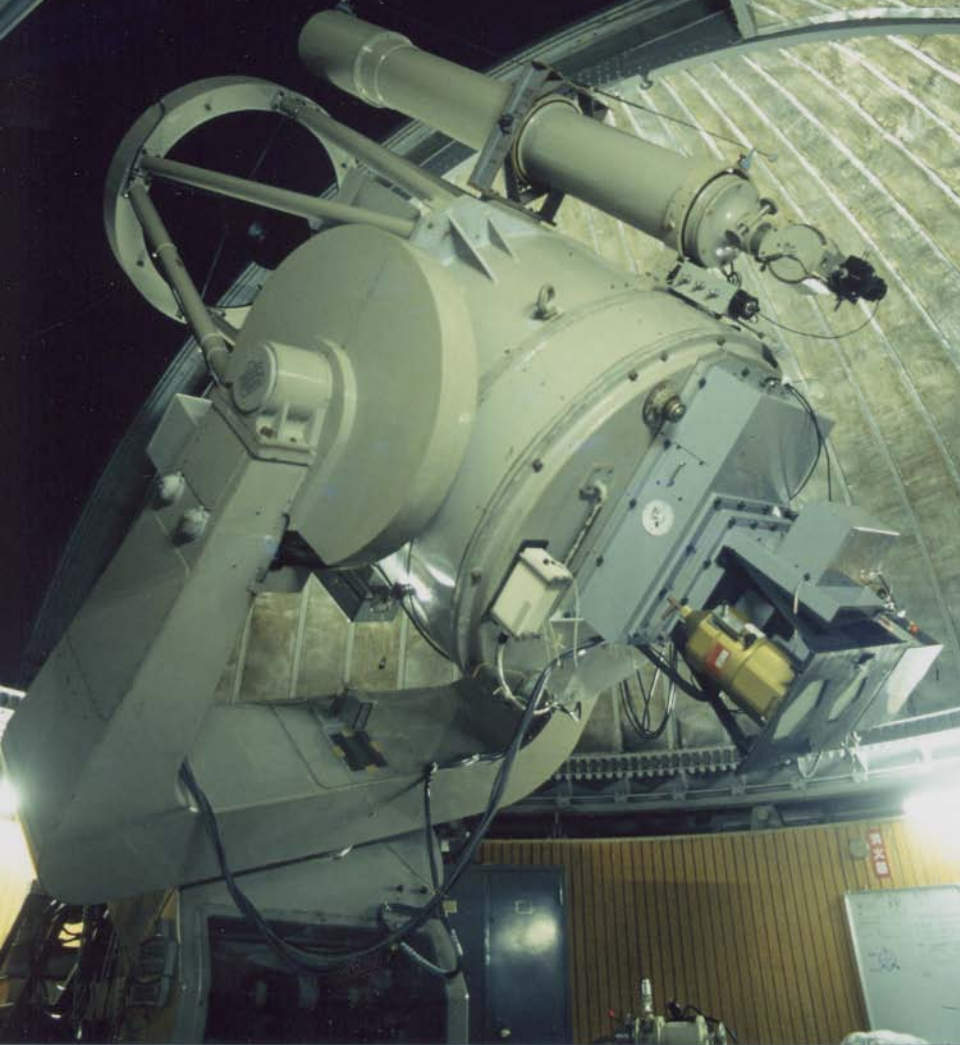




大学共同利用
年間約240日

188cm望遠鏡: GrubbParsons (UK)
ドーム: 基礎: 大成建設
: 上部構造: 石川島播磨

91cm望遠鏡
日本光学(現ニコン)
国産の大型天体
望遠鏡第1号



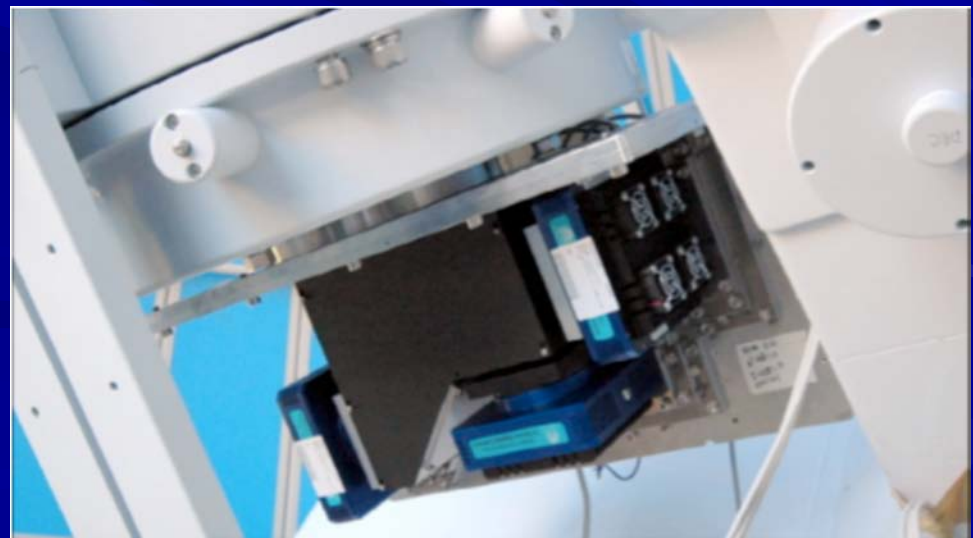
65cmクーデ型
太陽望遠鏡
日本光学(現ニコン)



ガンマ線バースト専用可視50cm望遠鏡



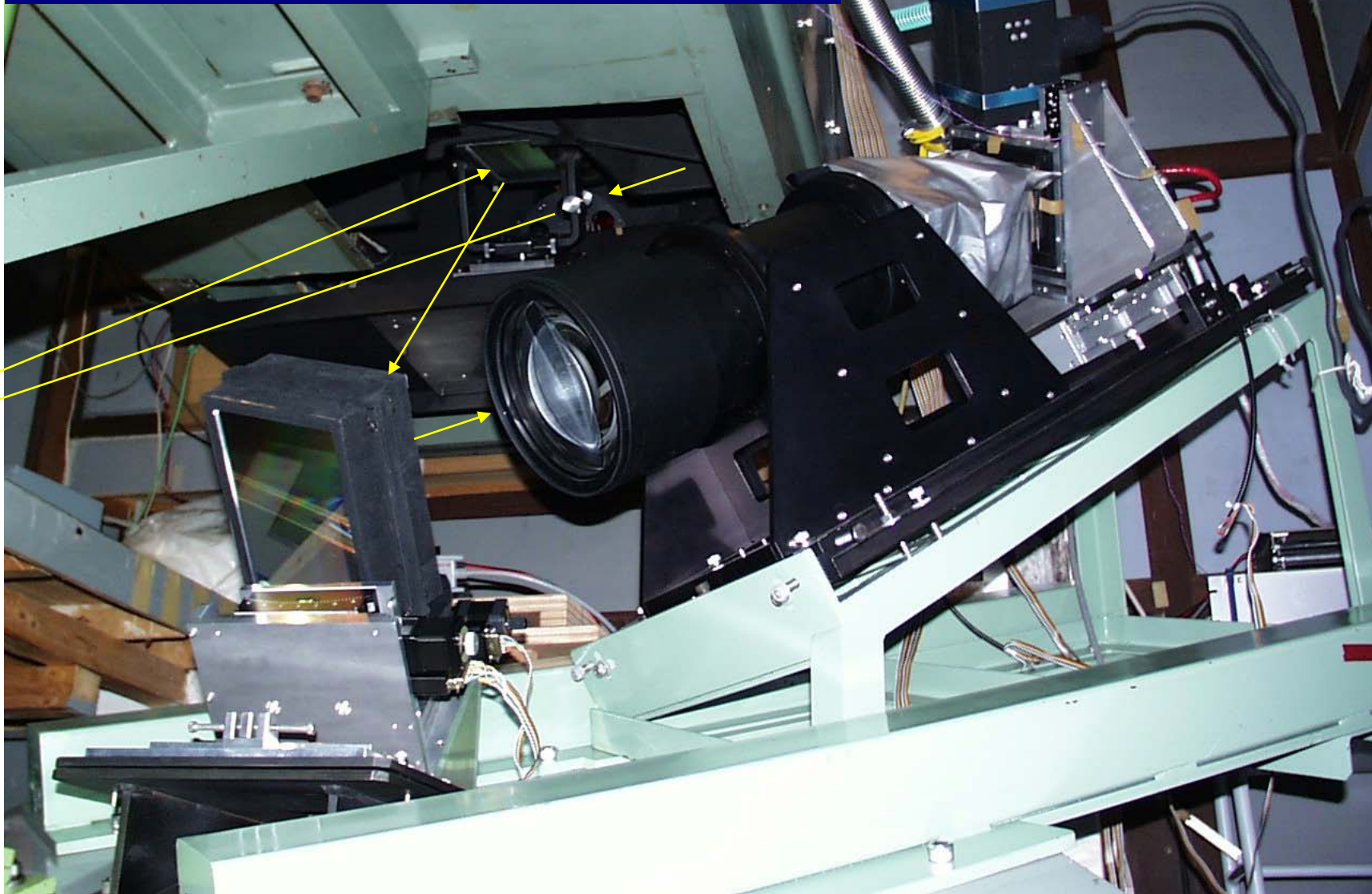
望遠鏡： 中央光学+OAO
光学系： クラシカルカセグレン
 +コマ収差補正レンズ
口径比： F/6.5
焦点スケール： 63.5 arcsec/mm
視野： 26 × 26 arcmin²
指向速度： 8.6 deg. / sec
フィルター： g'、Rc、Ic
検出器： Apogee社 U6



188cm望遠鏡による天文学研究

- HIDES, ISLE, KOOLS
- 天体スペクトルの精密な測定による
 - 元素組成解析
 - 太陽系外惑星系の探索 (~50%)
 - 星震学
- 即時対応の観測 (光赤外大学間連携事業) による
 - 突発的天体現象の解明
 - ガンマ線バースト追観測による遠方宇宙探査
 - 激変星
- 天体の明るさの精密な測定による
 - 太陽系外惑星のトランジット観測

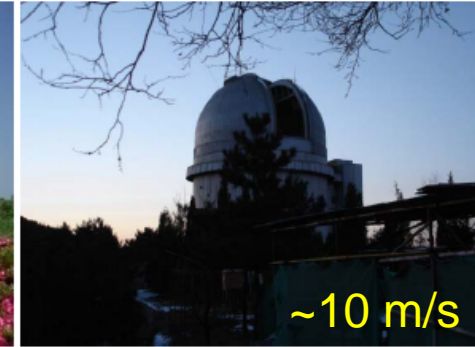
1997年から3年ほどかけて製作を進めた高分散エシェル分光器HIDES
10万色を見分ける能力を持つ。



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
 - ▣ 50 GK giants ($V \sim 6.5$), since 2008
 - ▣ Selim, Mesut, Bikmaev et al.



Goal:
~100 planets
from 1000 stars

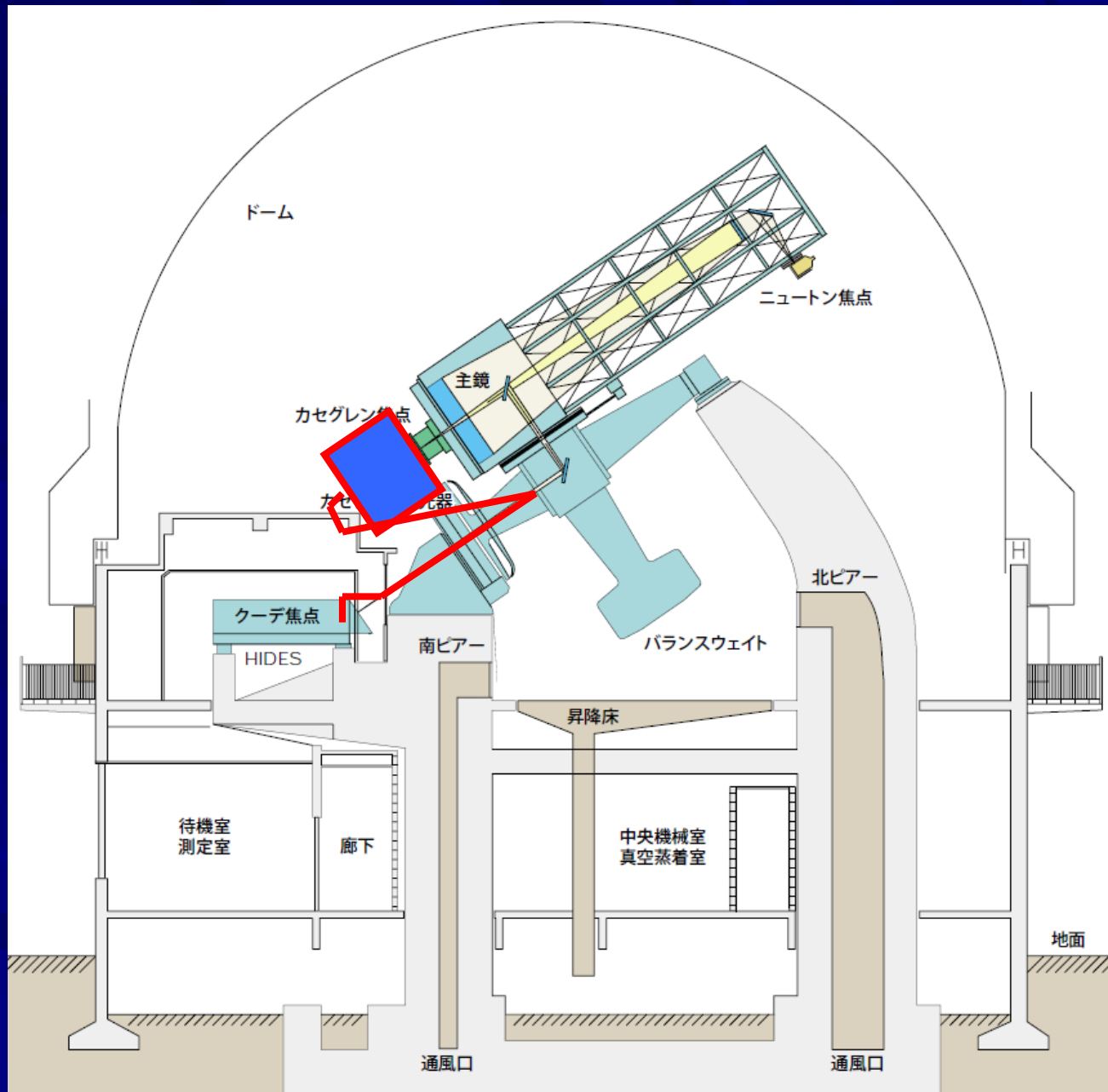
Discoveries from EAPSNET

16個発見
@2011/11末

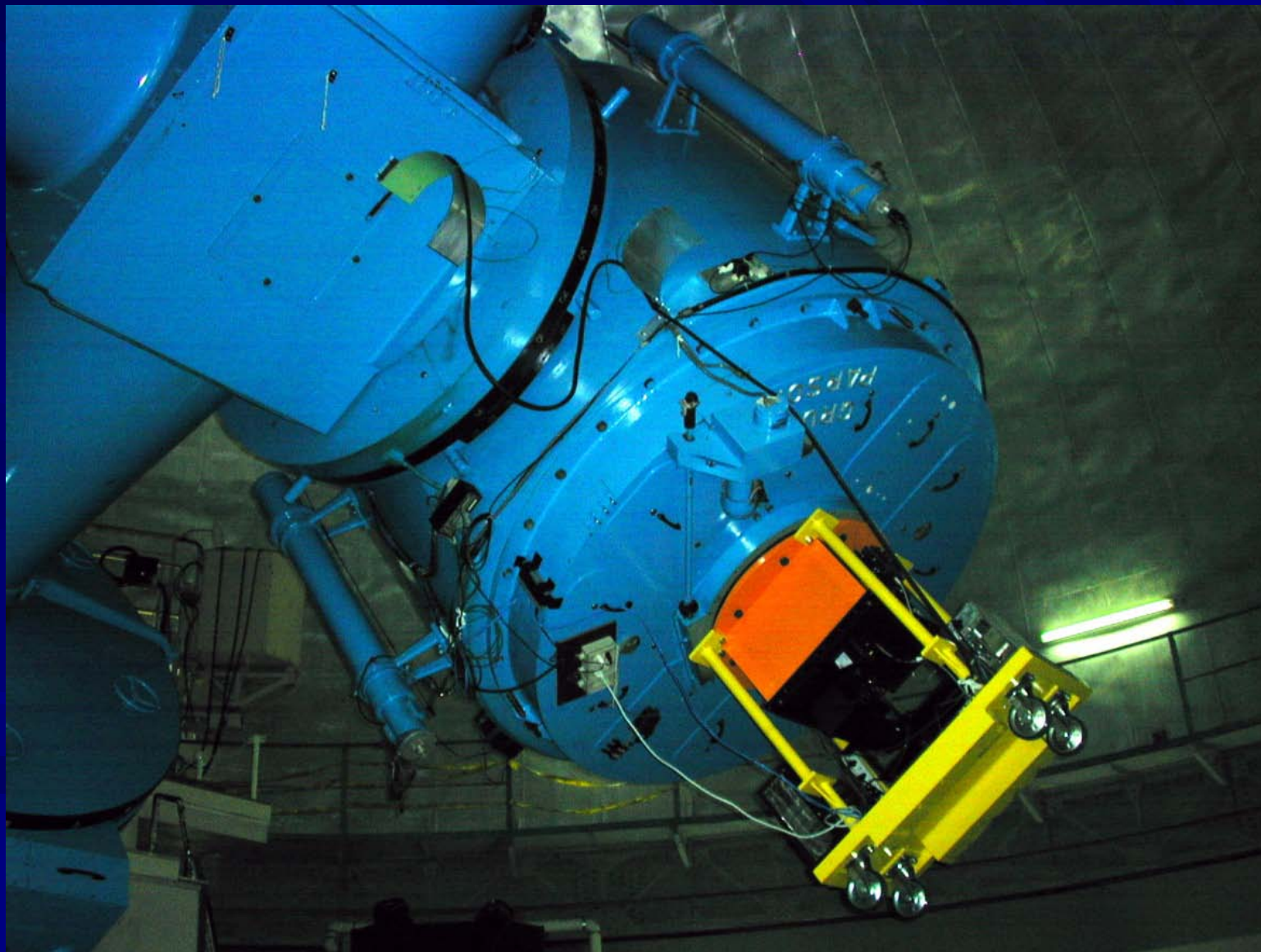
Star Name	Sp. Type	Stellar Mass (M_{\odot})	Stellar Radius (R_{\odot})	Planetary Mass (M_{JUP})	Semi-major Axis (AU)	Eccentricity	Metallicity ([Fe/H]) (dex)	備考
HD 119445	G6III	3.9	20.5	37.6	1.71	0.08	+0.04	OAO, BOAO
ϵ Tau	K0 III	2.7	13.7	7.6	1.93	0.15	+0.13	OAO
11 Com	G8 III	2.7	19	19.4	1.29	0.23	-0.28	OAO, Xinglong
HD 180314	K0 III	2.6	9.2	22	1.4	0.26	+0.20	Subaru, OAO
81 Cet	G5 III	2.4	11	5.3	2.5	0.21	+0.06	OAO
18 Del	G6 III	2.3	8.5	10.3	2.6	0.08	-0.05	OAO
HD 104985	G9 III	2.3	11	8.3	0.95	0.09	-0.35	OAO
ξ Aql	K0 III	2.2	12	2.8	0.68	0	-0.18	OAO
14 And	K0 III	2.2	11	4.8	0.83	0	-0.24	OAO
HD 81688	K0 III-IV	2.1	13	2.7	0.81	0	-0.34	OAO
HD 173416	G8 III	2.0	13.5	2.7	1.2	0.21	-0.22	OAO, Xinglong
HD145457	K0 III	1.9	9.9	2.9	0.76	0.11	-0.14	Subaru, OAO
6 Lyn	K0 IV	1.7	5.2	2.4	2.2	0.13	-0.13	OAO
HD 167042	K1 IV	1.5	4.5	1.6	1.3	0.10	+0.00	OAO

HD100655 G9III 2.4 9.3 1.7 0.76 0.085 +0.15 OAO, BOAO

HD175679 G8III 2.7 11.6 37.3 3.36 0.378 -0.14 OAO, Xinglong

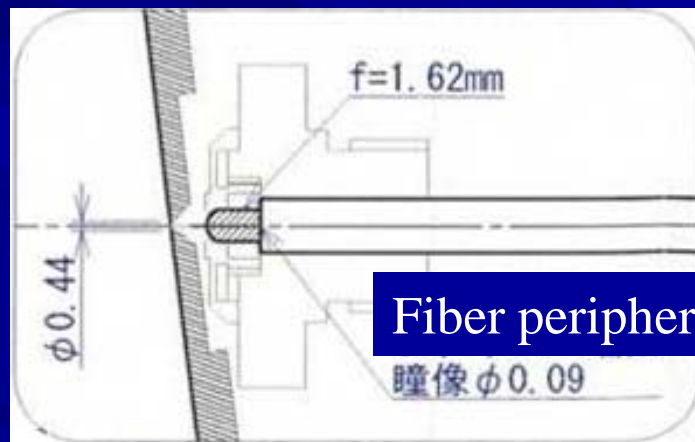
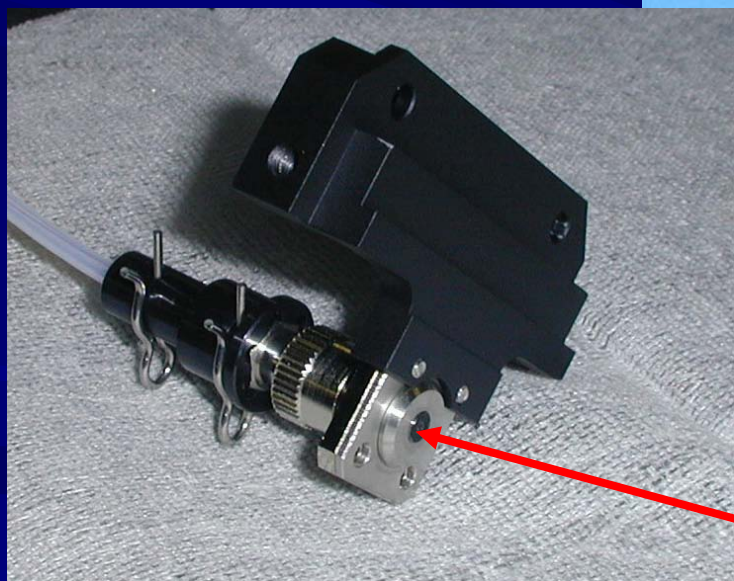
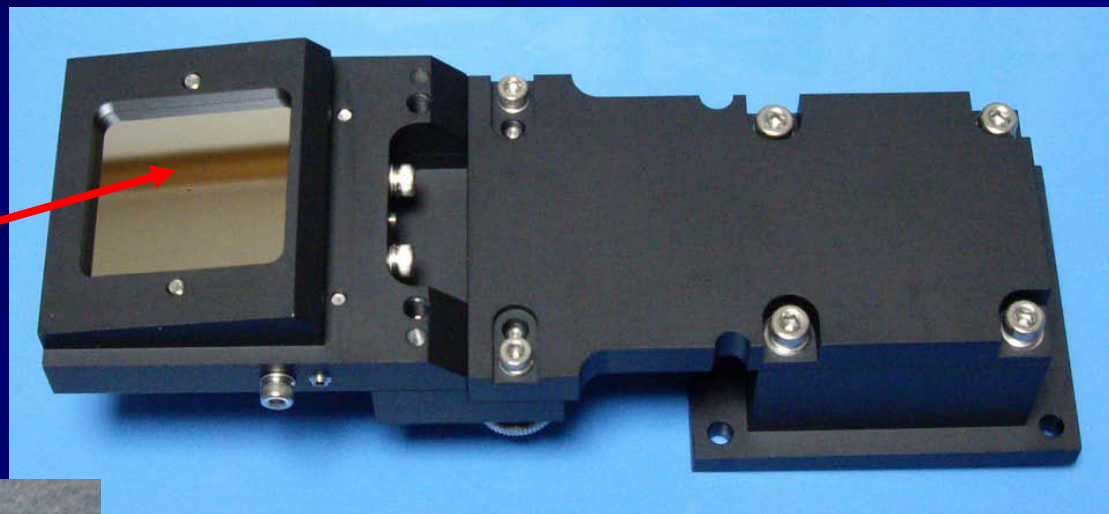
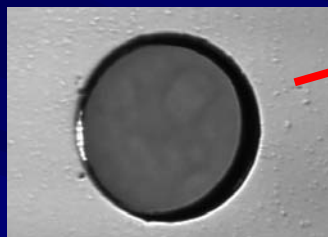


Cassegrain fiber input unit



高効率ファイバーフィード系入射部

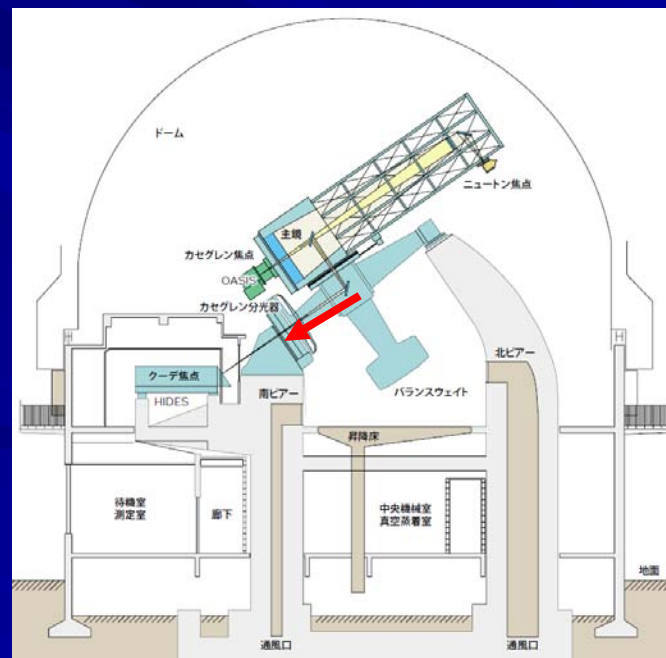
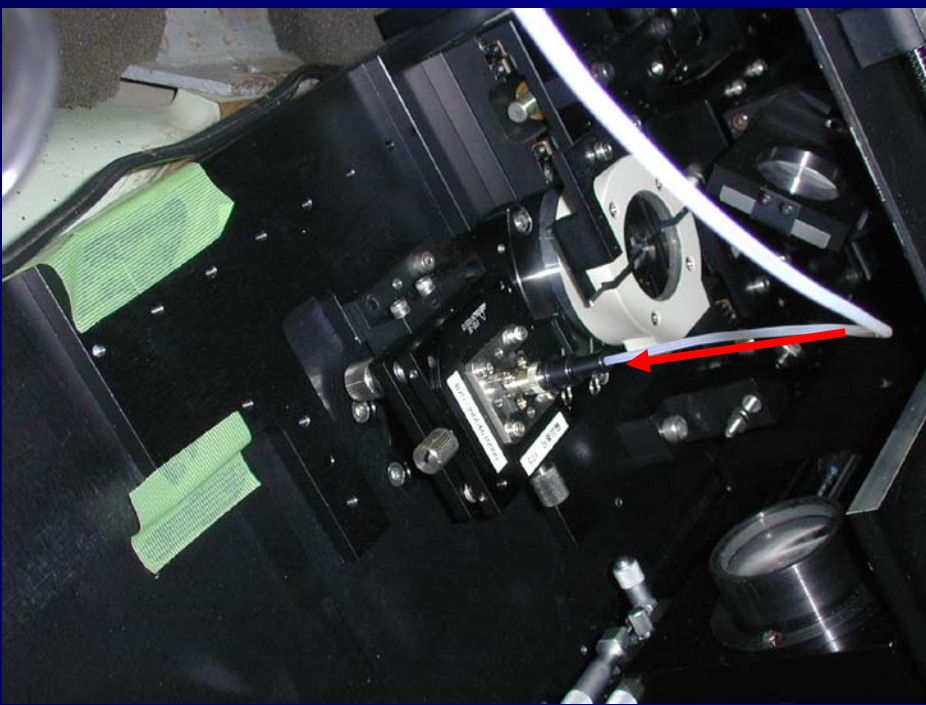
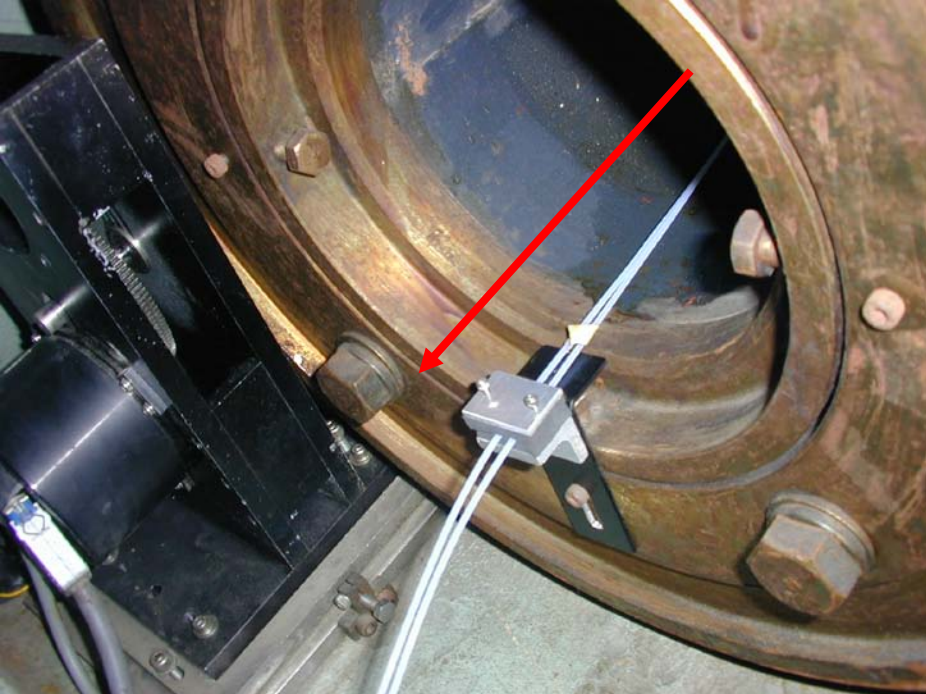
~440 μm



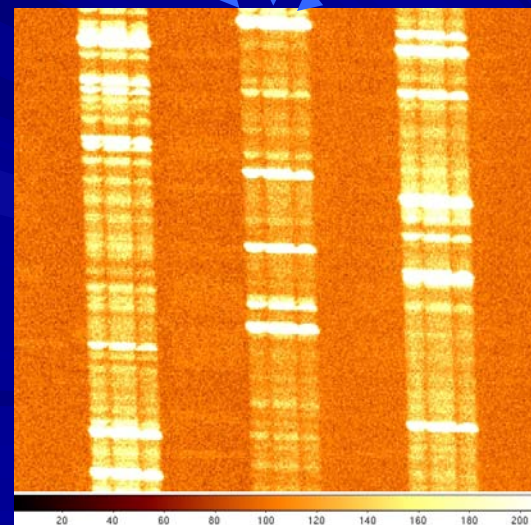
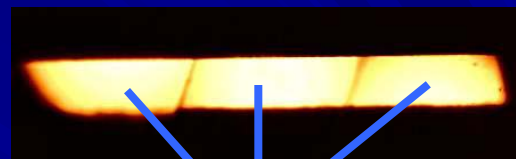
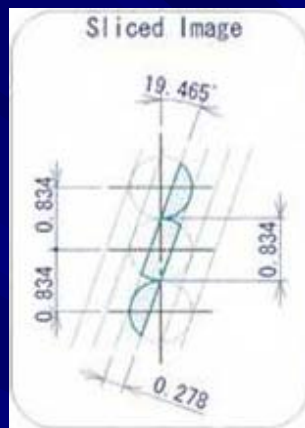
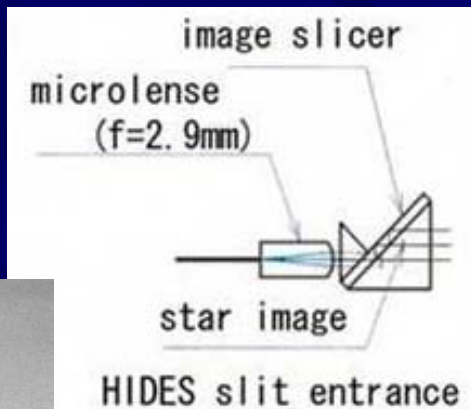
Fiber peripheral

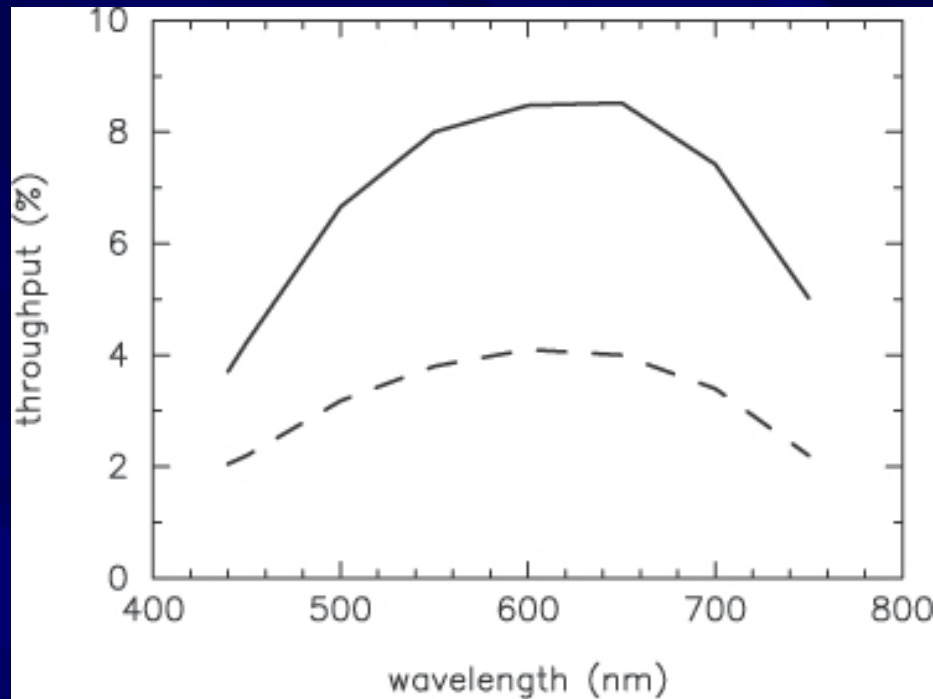
瞳像φ0.09

microlens

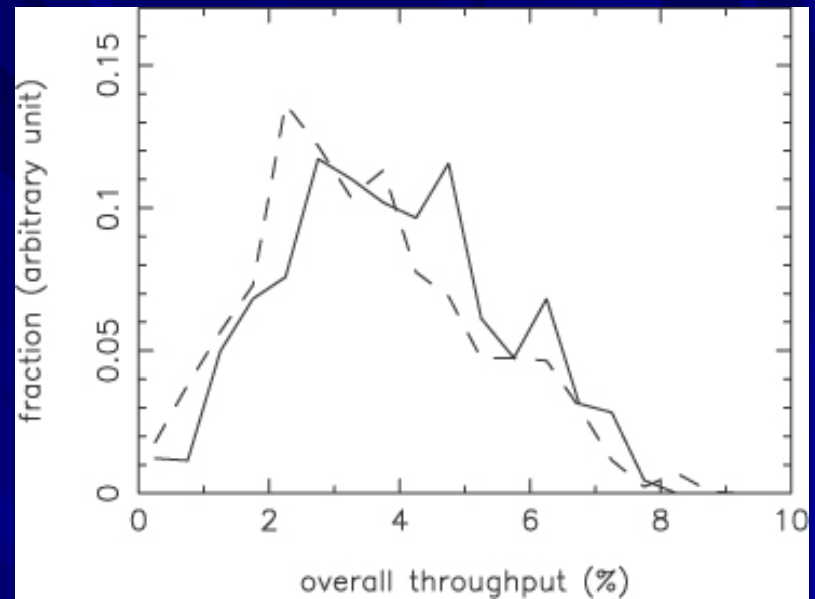


高効率ファイバーフィード系出射部

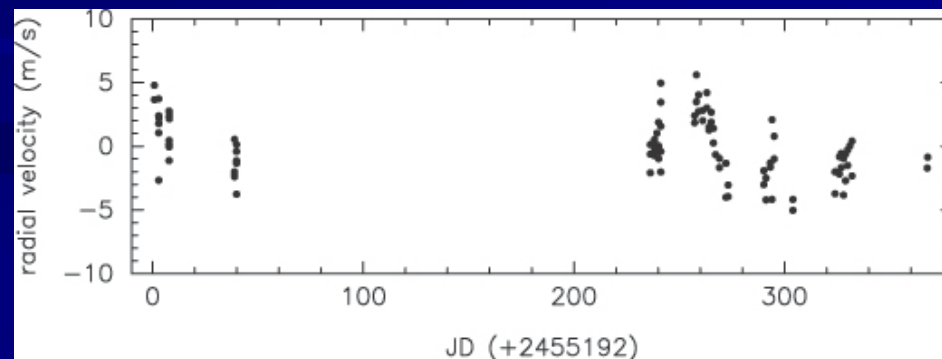




スリット観測とファイバー観測の最大スループット(全ての影響込み)の比較。実線は、ファイバー、破線はスリット(webマニュアル)。



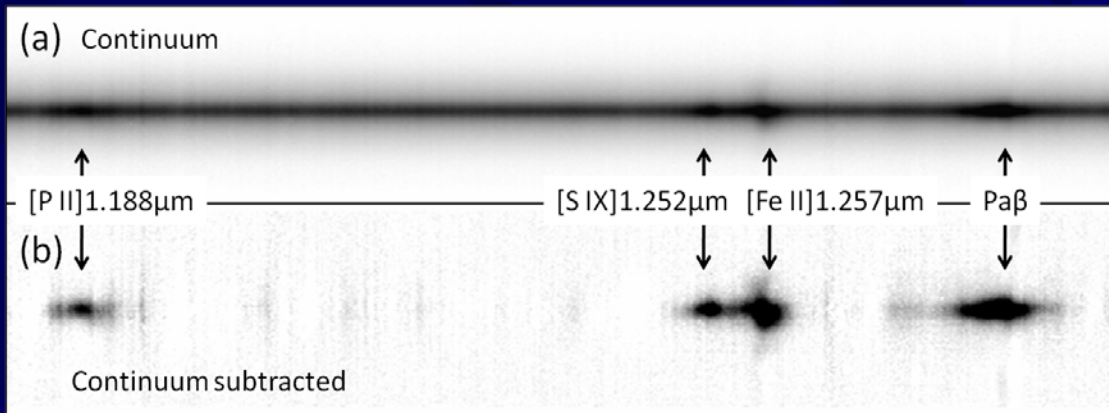
HIDES-Fによる実際の観測でのスループットの分布。数ヶ月にわたってモニタ観測した2つの星の例。



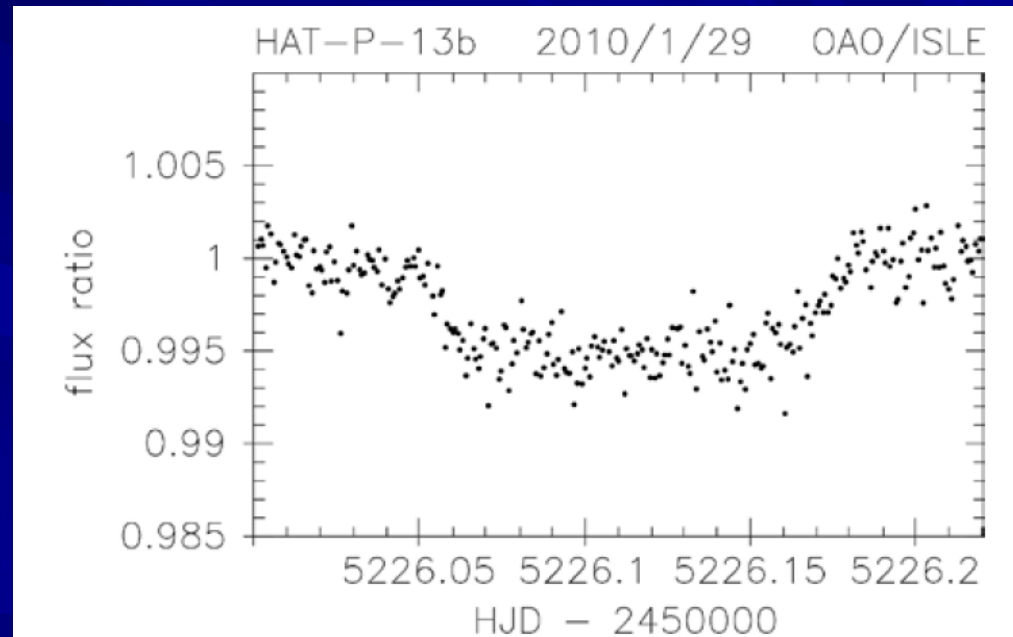
視線速度が比較的安定している太陽型星の、約1年間にわたるモニター観測の様子。 $\sigma \sim 2$ m/sの精度が出ていることが確認された。(短期的には ~ 1 m/s)

ISLE (Near-infrared camera and spectrograph)





ISLE がとらえた NGC1068 の J-band スペクトル。長尾透氏と橋本哲也氏の厚意による。



ISLE がとらえた HAT-P-13b のトランジット。食外域で求めた測光精度は0.9 ミリ等級である。成田憲保氏と福井暁彦氏の厚意による。

KOOLS (可視低分散分光撮像装置) 2010B~2011A

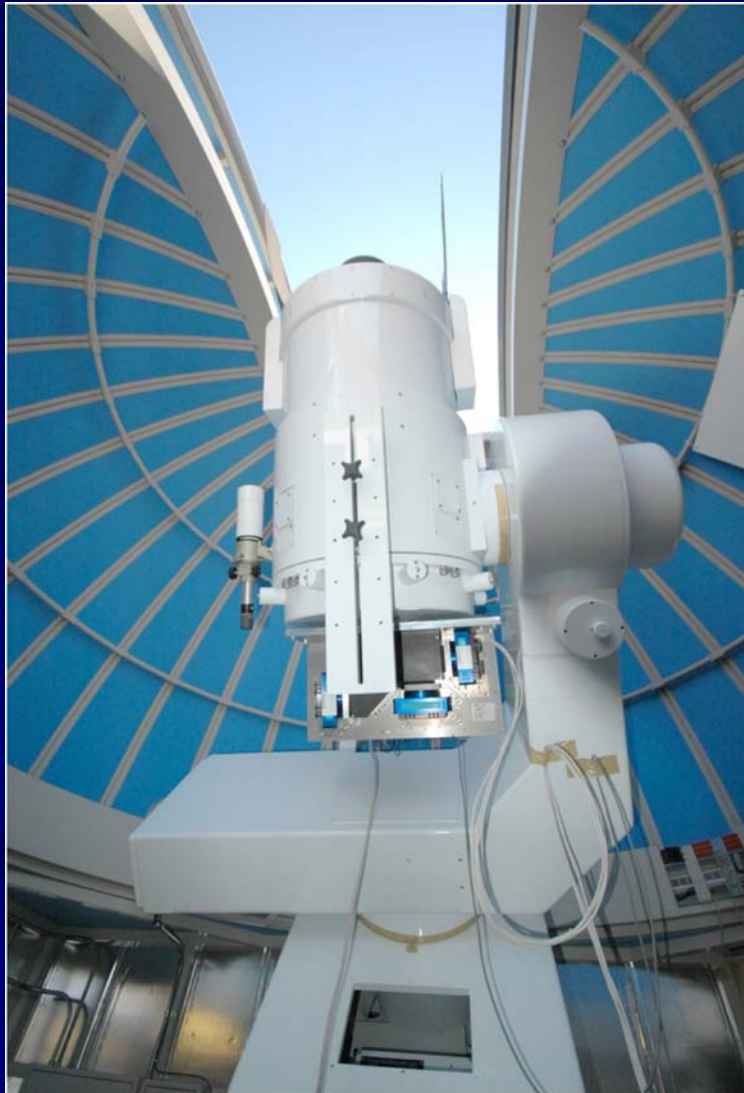
■ 共同利用状況

- 共同利用実績: 1課題 3夜 (全26課題 226夜)
- KOOLS利用率: 1%
- 面分光機能の検討(見合わせ中)
 - マルチファイバー+マイクロレンズアレイ

■ 2010B~2011A期の申し込み数の減少

- 装置運用担当者の不在が影響か?
- 装置性能は今のところ維持されている

ガンマ線バースト専用可視50cm望遠鏡



望遠鏡： 中央光学+OAO
光学系： クラシカルカセグレン
 +コマ収差補正レンズ
口径比： F/6.5
焦点スケール： 63.5 arcsec/mm
視野： 26 × 26 arcmin²
指向速度： 8.6 deg. / sec
フィルター： g'、Rc、Ic
検出器： Apogee社 U6



将来

?

今後の計画

- 65cm 再利用？置き換え？
- 188cm 半自動惑星探索機能(科研費)
- 新3.8m 望遠鏡開発とドーム建設

- 91cm 近赤外線広視野時系列撮像サーベイ
- 10cm? 明るい星モニター望遠鏡
- その他 外部望遠鏡受け入れ(例:東工大30cm)
- 50cm 現状維持(3色同時、自動観測)

65cm望遠鏡

■ ドーム・建物

– 実験室等に有効利用中

■ 望遠鏡

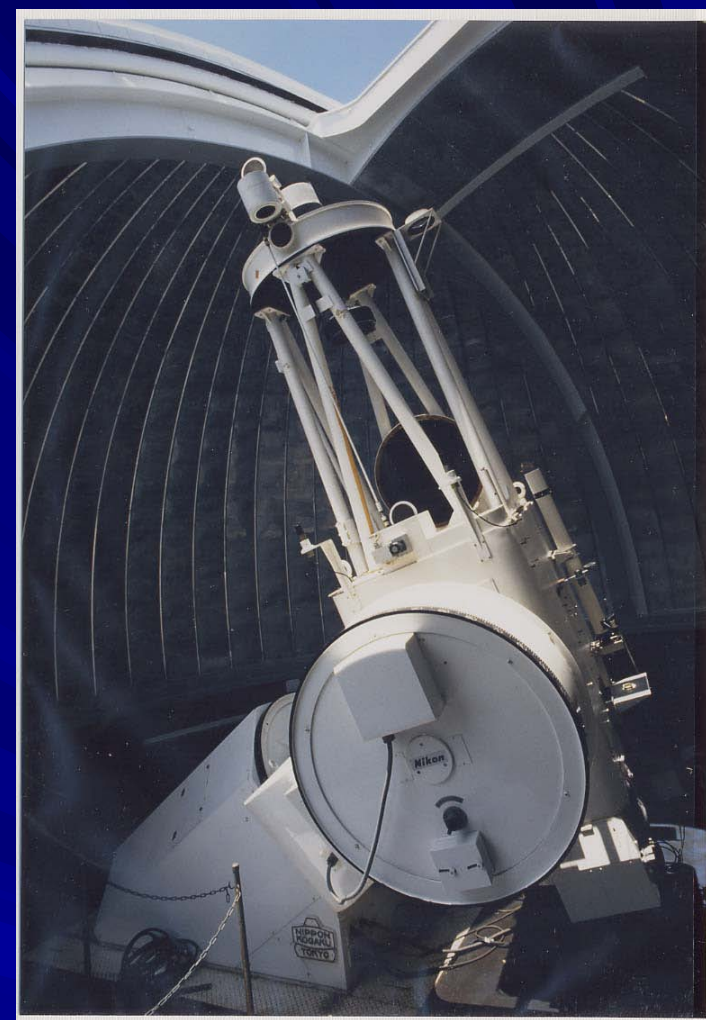
– そのまま再利用？

– 別の望遠鏡に置き換え？

■ 装置

– リトロ型グレーティング分光器再利用？

– 新装置開発？



いずれにしても外部資金が必要

188cm望遠鏡

■ 望遠鏡

- 制御系改修（平成24年度下半期の見込み）
 - 自動化率の向上による観測効率の向上
 - 大規模観測に必要なマンパワーの敷居を下げる

■ 装置

- HIDES
 - ファイバーフィード系開発
 - High Efficiency mode（R=5万、共同利用中）
 - High resolution mode（R=9万、開発中）
 - CCD更新（青高感度化、赤高感度化）
- 統合型新装置？

岡山天体物理観測所

188cm
反射望遠鏡

1960年開所
標高：372 [m]
経度：東経134.58 [度]
緯度：+34.56 [度]

91cm
反射望遠鏡

50cm
反射望遠鏡

本館(研究棟)

(岡山天文博物館)

65cm
クーデ型
太陽望遠鏡

3.8m望遠鏡
建設予定地

サイト

日本は晴天率や夜空の明るさ、大気揺らぎの大きさの点から世界的に見て天体観測に優れた場所ではありません。しかし、日本周辺には口径3mを越える中～大口径クラスの望遠鏡が殆んど無く、突如増光して1日程度で非常に暗くなってしまうような突発天体が日本上空付近で発生した場合には、詳しい観測が行えないのが現状です。また、すばる望遠鏡で行なうサイエンスの基礎を固め、国内での天文学者養成の為に中口径クラスの望遠鏡が国内に是非とも必要です。

日本周辺の口径3m以上の望遠鏡

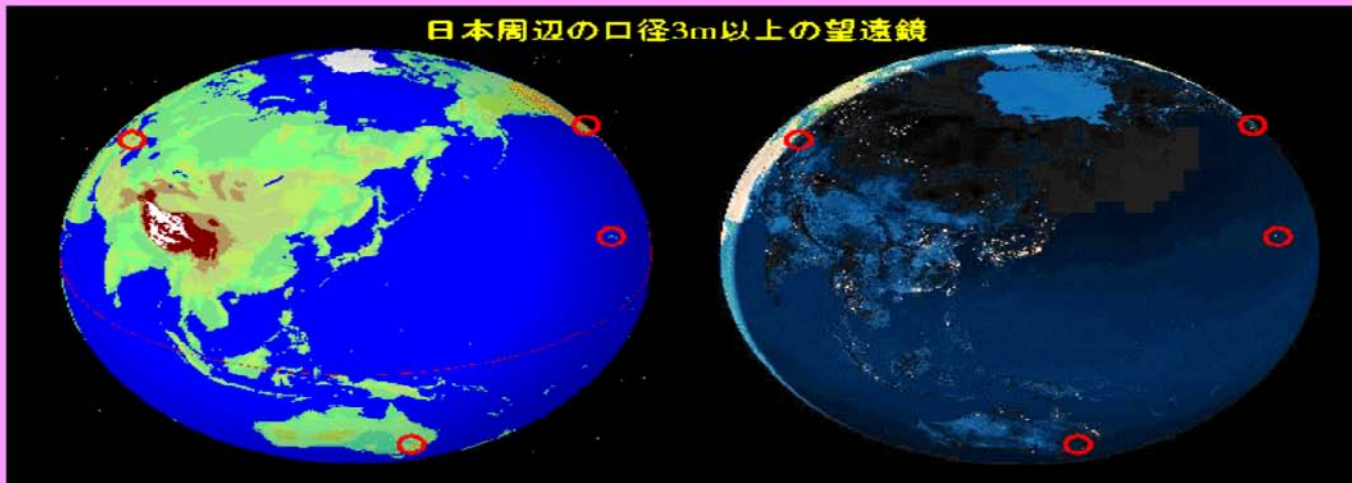


図2.6 日本周辺の口径3m以上の望遠鏡。日本周辺は空白域にあたる。

突発天体现象	変光時間	コメント
ガンマ線バースト	数秒～数十日	未だ起源は謎。残光観測が正体究明に重要。
ブラックホール連星	数日～数か月	ブラックホールを含む連星系。X線新星を含む。
超新星	数日～数か月	恒星の終末の大爆発。
激変星	数秒～数十日	白色矮星を含む連星系。新星、矮新星など。
フレア星	数秒～数日	太陽フレアと同様のフレア。巨大なものもある。
原始星・Tタウリ星	数秒～数日	主系列星になる前の星のフレア。

研削鏡 : 精密な砥石で鏡面を
ガラス塊から削り出す

複合鏡 : 18枚の鏡を合成して
一枚の大きな鏡を作る

軽量架台 : トラス構造の高度軸を
持たない軽い架台

以上の特徴を持つハイテク望遠鏡

表5.2 光学系の主な諸元

	第1ナスミス焦点	第2ナスミス焦点
焦点距離	22.69m	22.66m
F比	6.00	5.99
ナスミス引き出し量	1000mm	1006mm
視野	10' ϕ	1° ϕ
プレートスケール	9".09/mm	9".10/mm
広視野補正光学系	なし	あり
ADC	あり	なし

3.8m望遠鏡

■ ドーム

- 設計 名古屋大、OAO

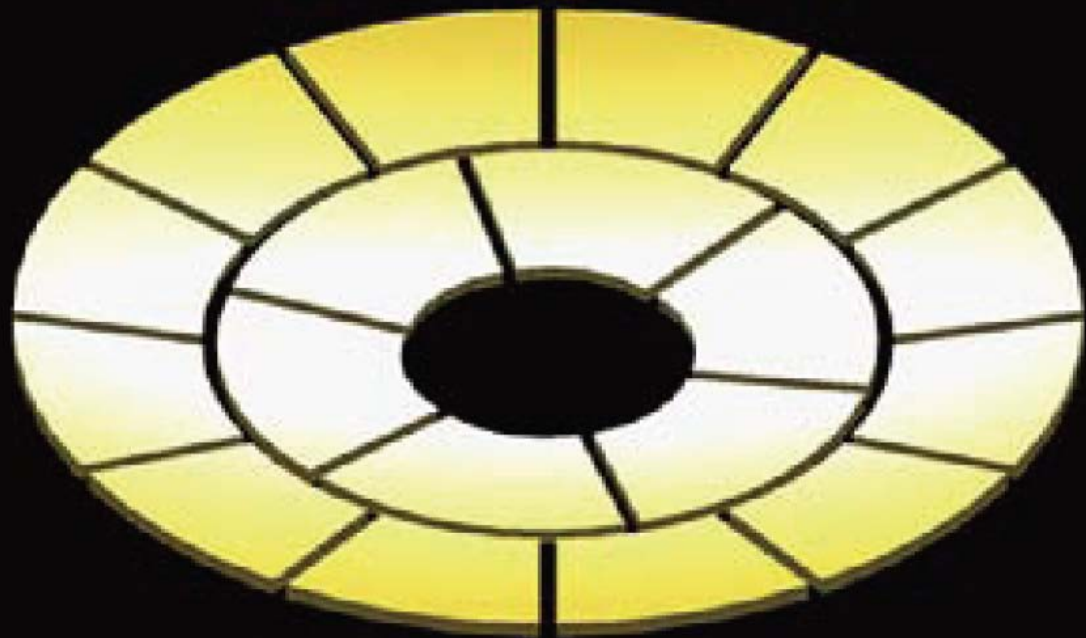
■ 望遠鏡

- 鏡面製作技術 ナノオプトニクスエナジー
- 鏡面支持 京都大
- 架台 名古屋大

■ 装置

- 高速測光・分光器
- 可視・近赤外同時面分光装置
- 可視近赤外線撮像装置
- 可視高分散分光器 (OAO?)

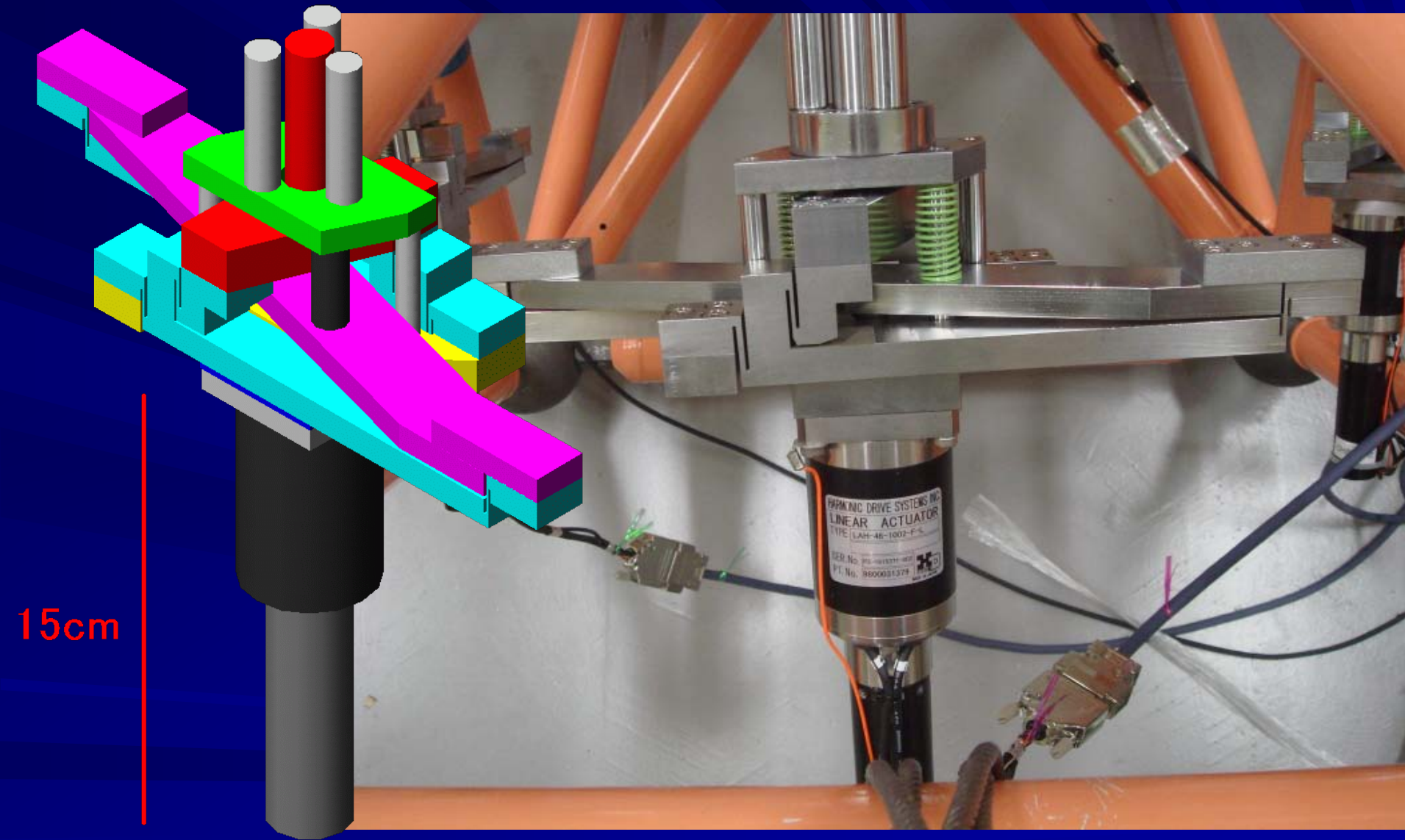
図2.1 研削による反射鏡の製作。扇形の鏡を、左の黒いボックス中で高速回転している砥石で削って、高精度面に仕上げていく。(岡山3.8m新技術光学赤外線望遠鏡計画書)



セグメント鏡：
軸外し非球面



鏡面支持機構の実験(京大岩室史英氏web pageより)



鏡面支持調整機構の実験(京大岩室史英氏web pageより)

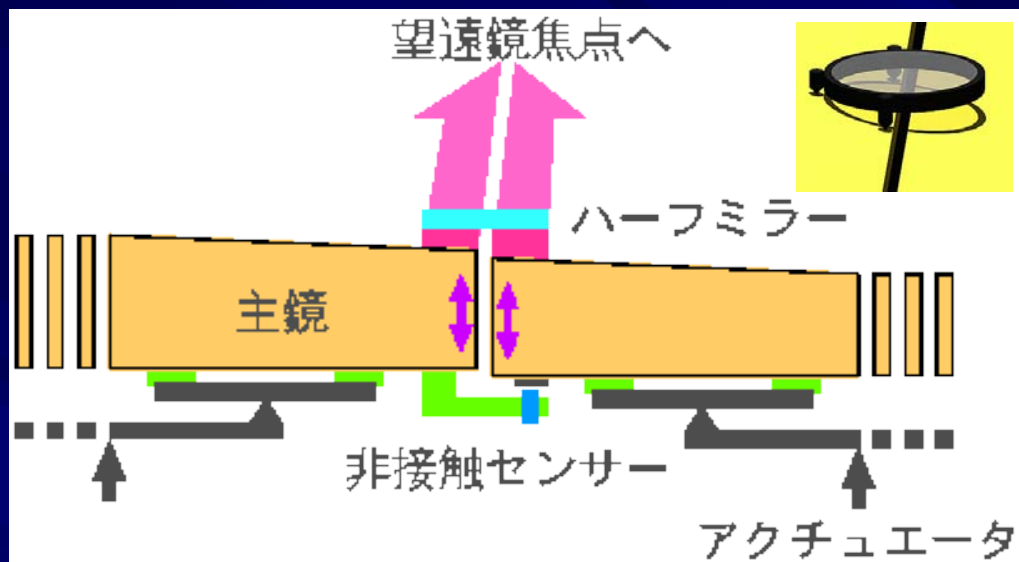


図5.28 自己位相測定の方法。
 焦点から照射した光の一部をハーフミラーで戻すことで2鏡面での干渉を調べる。

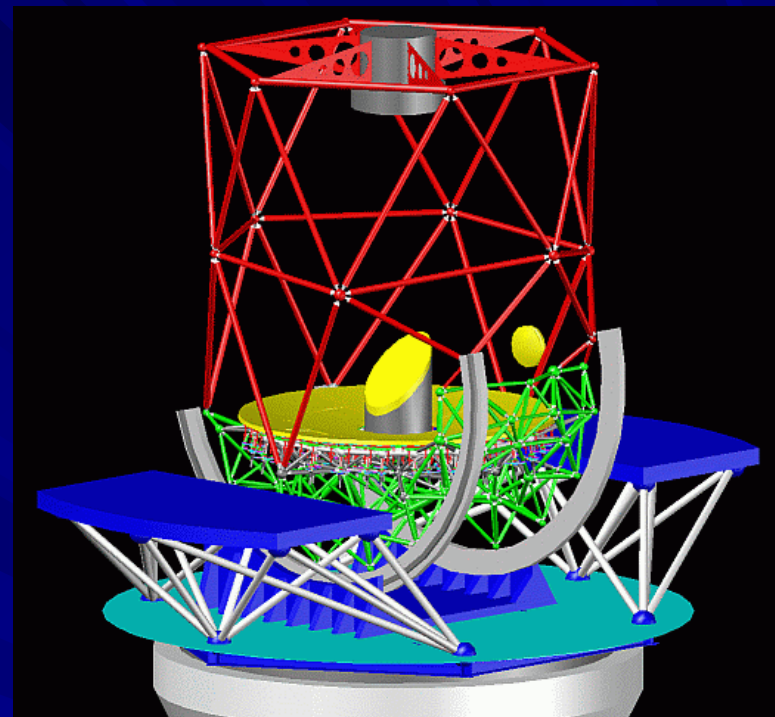


図5.10 軽量架台。
 センタセクションが無く、主鏡セルを背面から直接支持する。

岡山3.8m新技術 光学赤外線望遠鏡計画



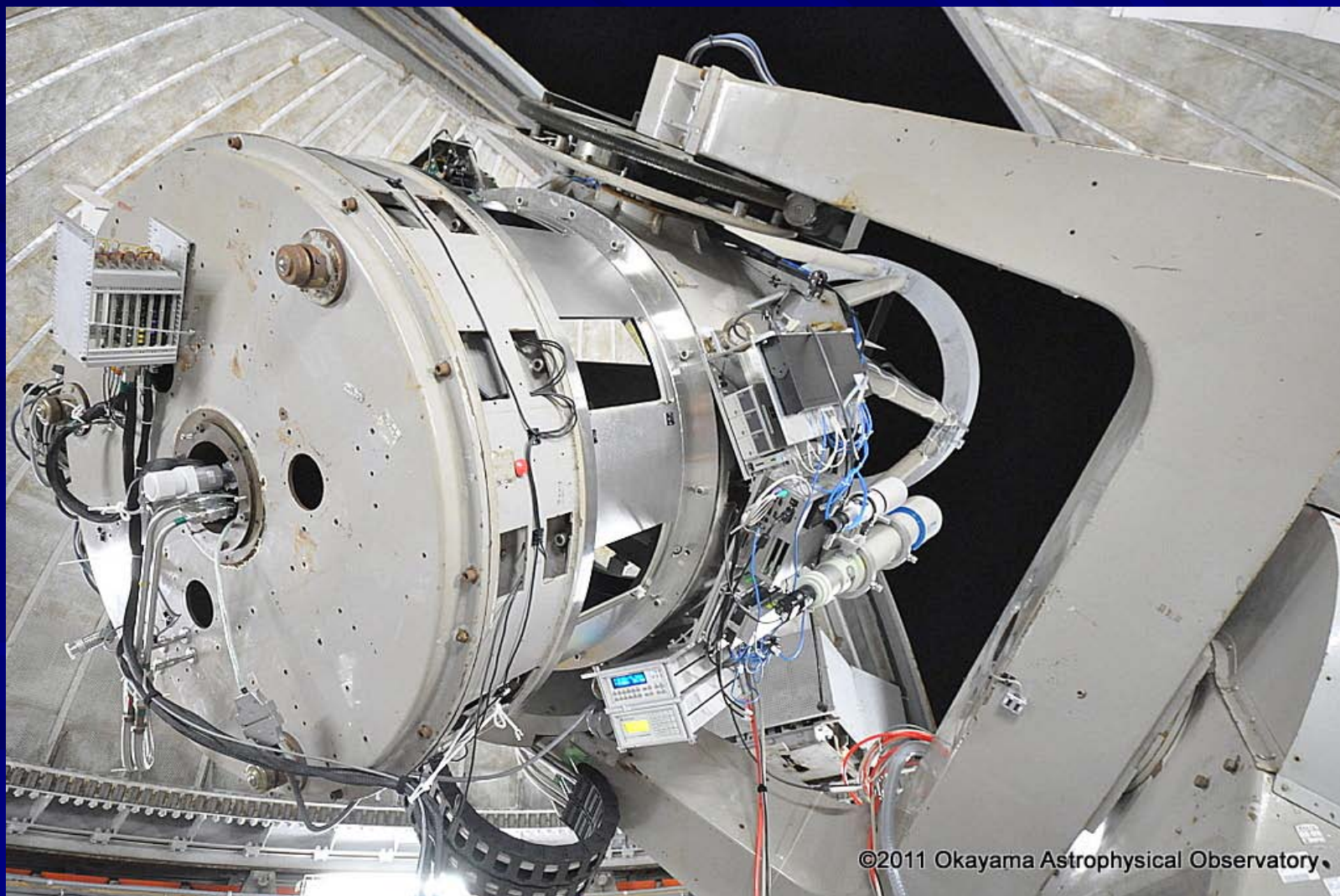
トラス構造軽量架台@名古屋大学

91cm望遠鏡=OAOWFC



©2011 Okayama Astrophysical Observatory

OAOWFC の外観

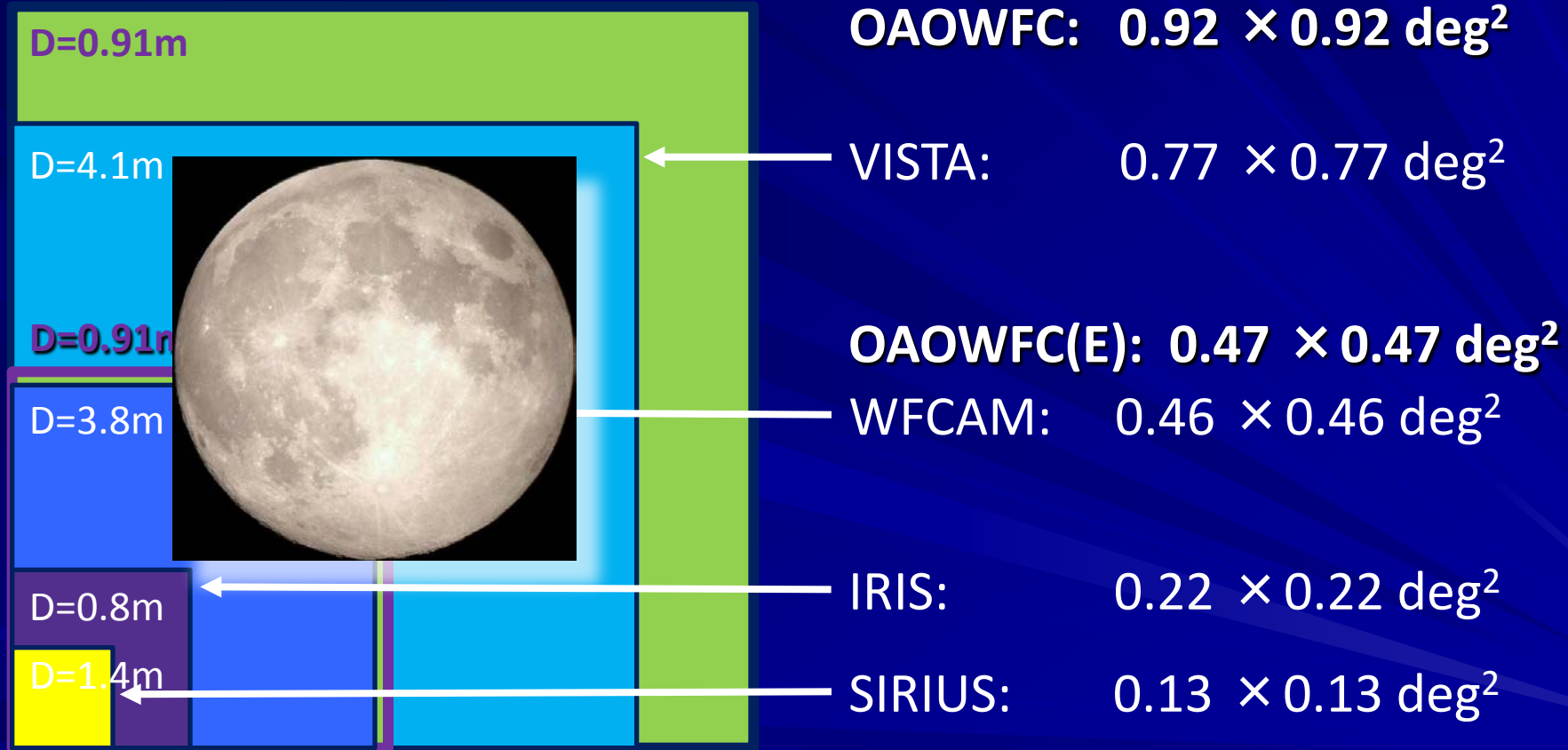


OAOWFC: クライオスタート



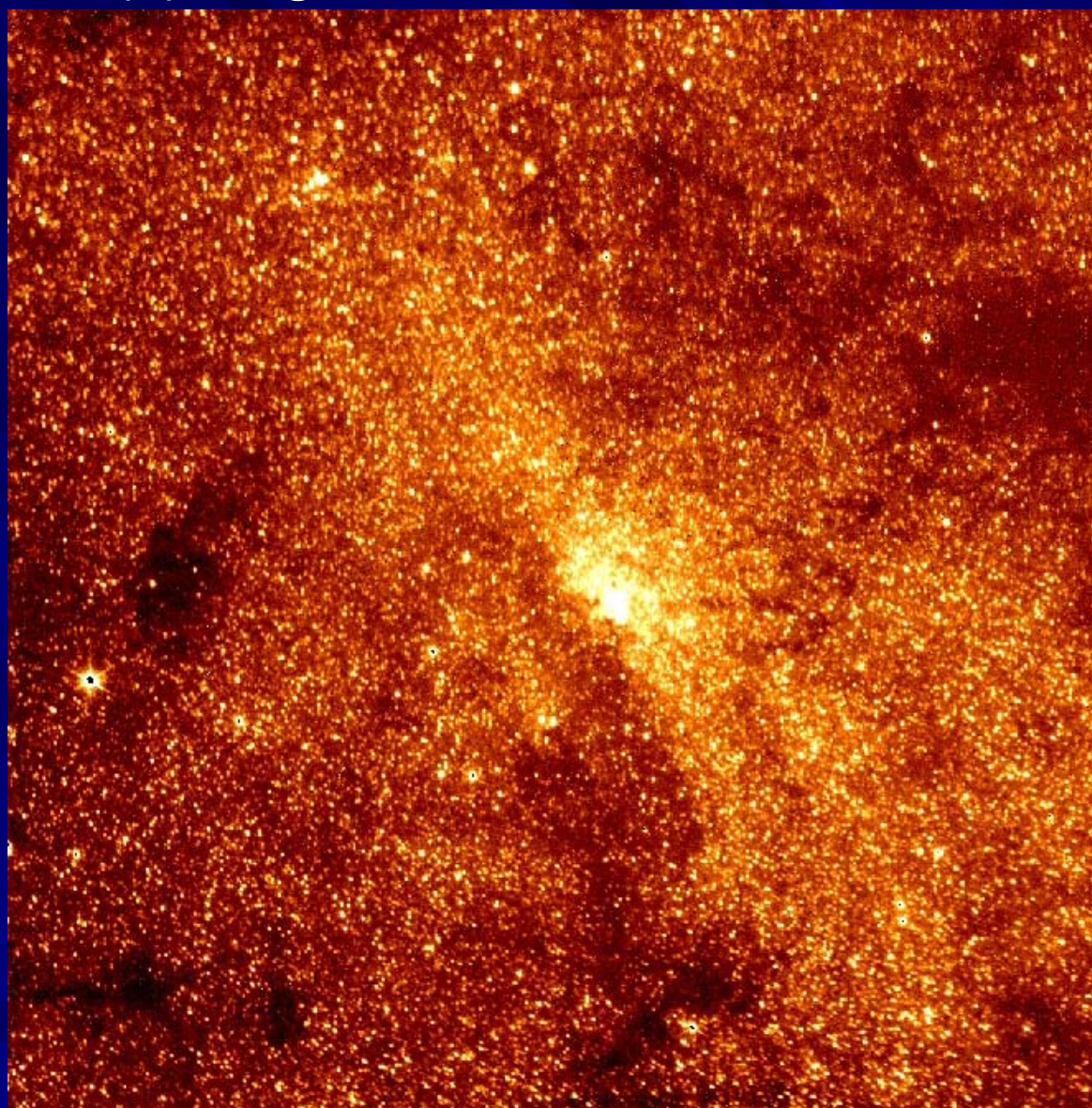
主要な広視野近赤外カメラの視野

単色、1 shot あたり



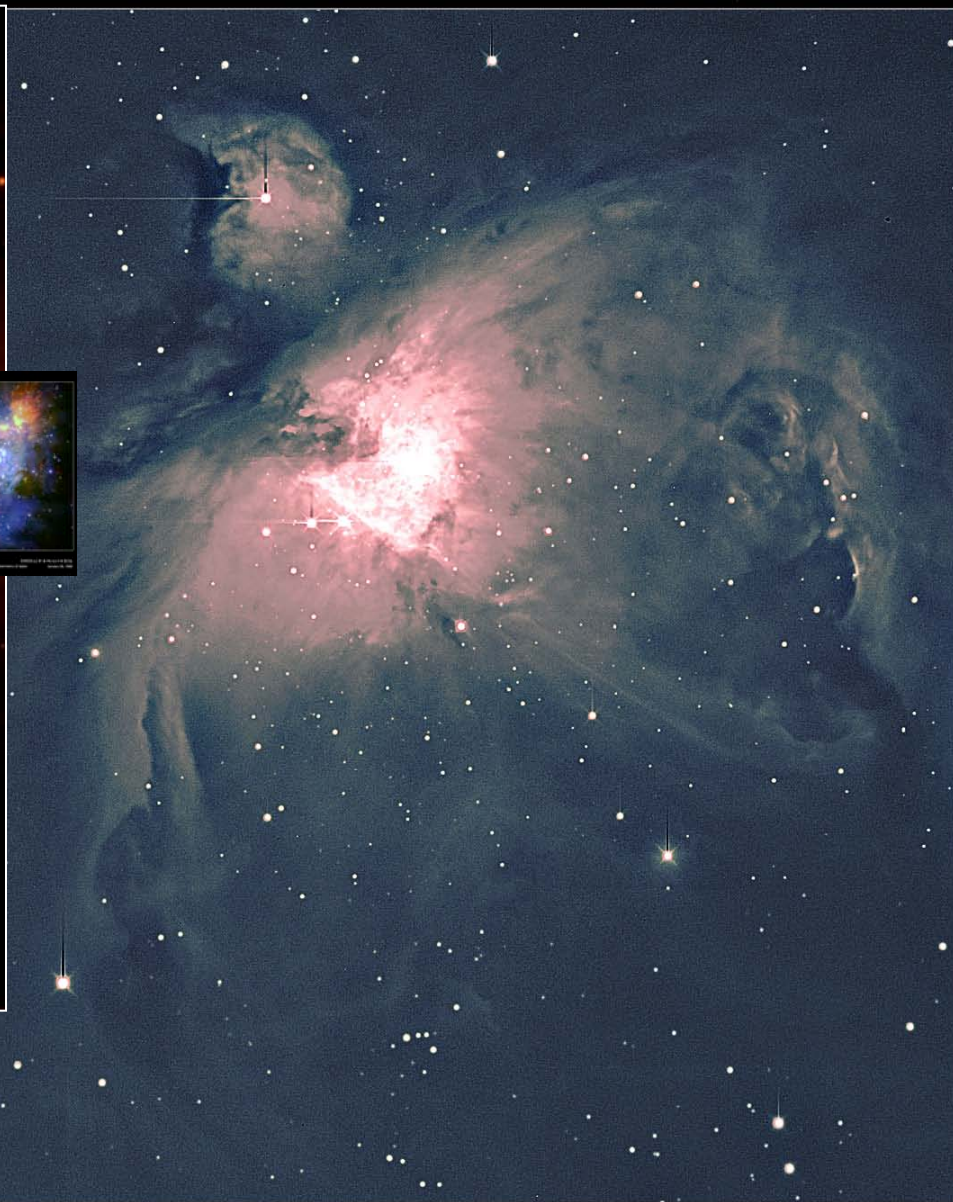
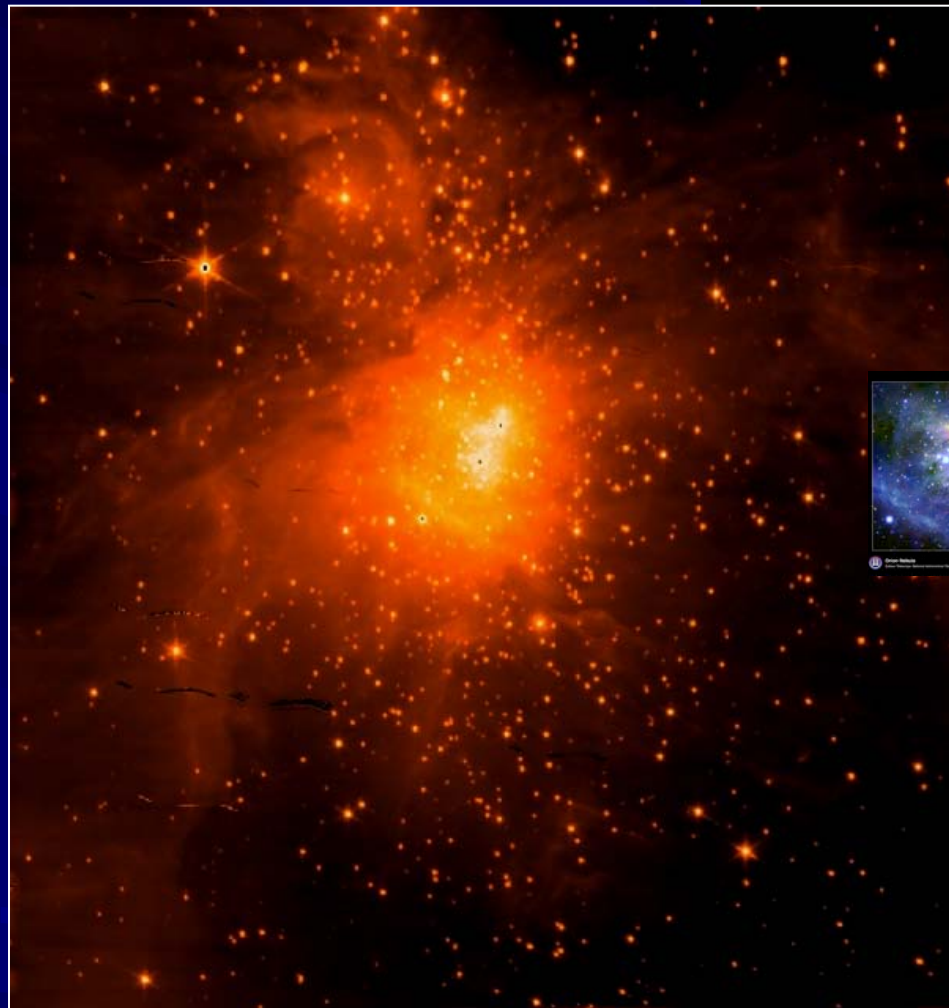
OAOWFC の視野は近赤外域で世界最大

OAOWFC(E) image of the Galactic Center Ks-band, exp=10s



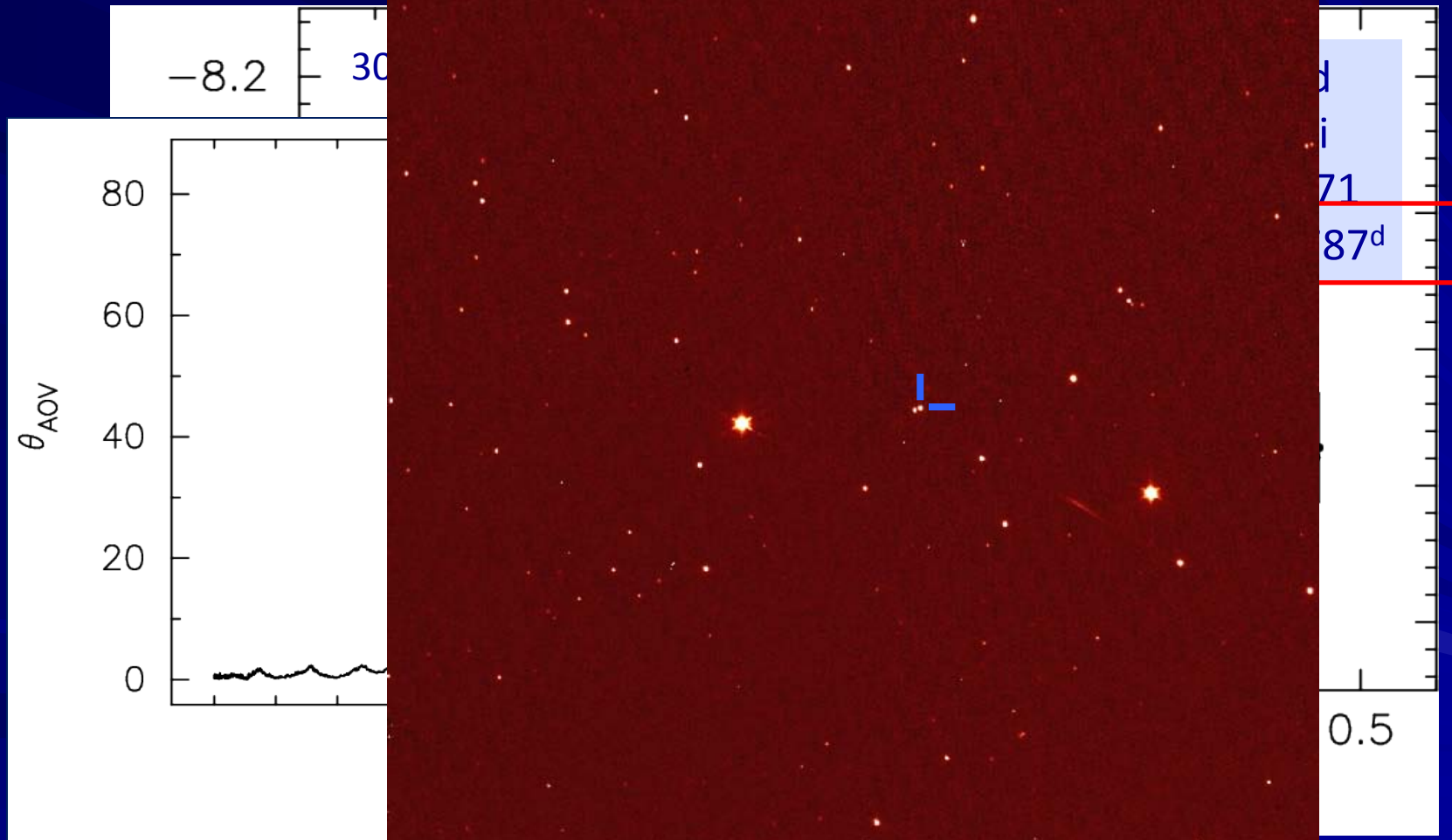
28.5 arcmin

28.5 arcmin

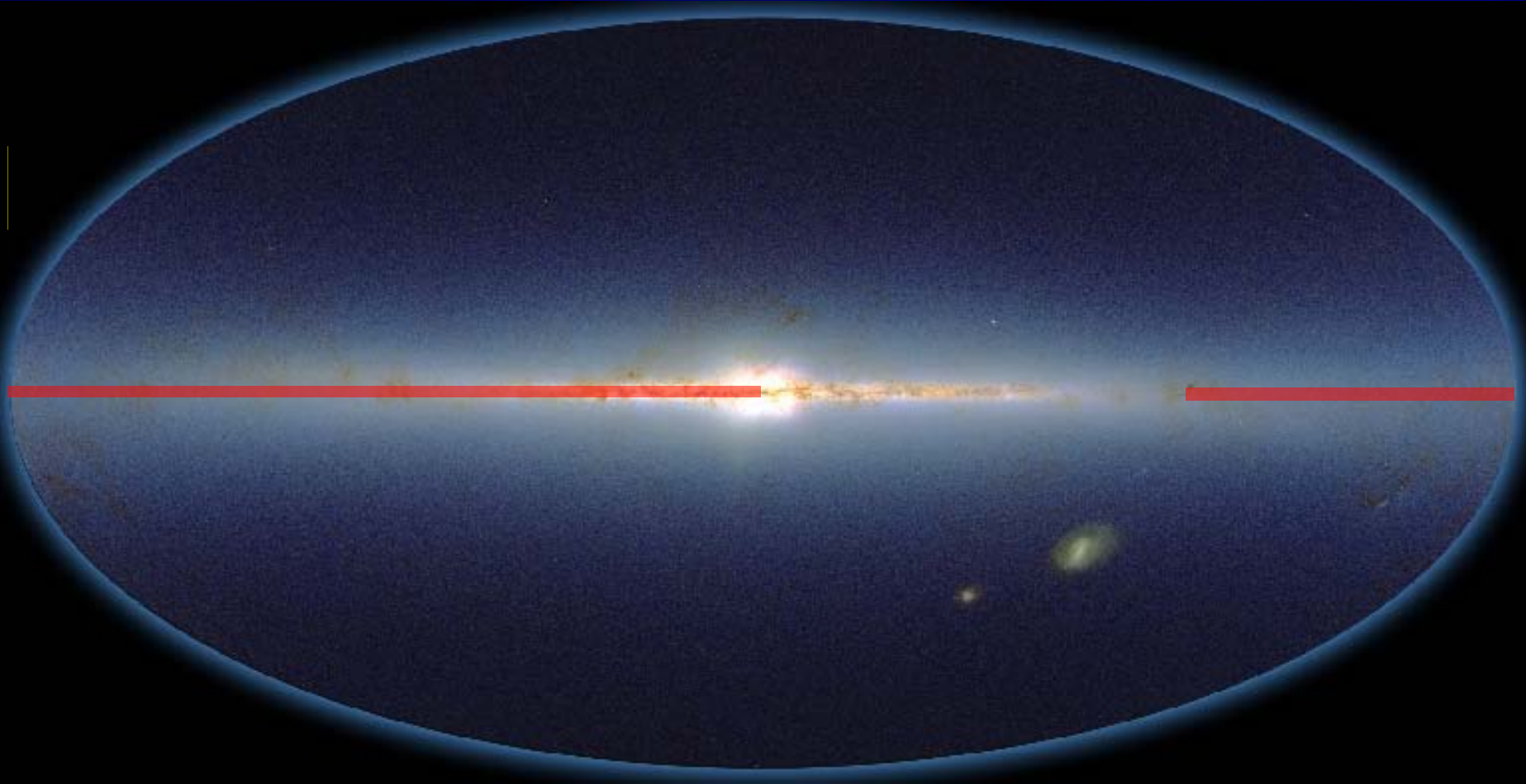


OAOWFC(E) image of
M42 in Ks-band

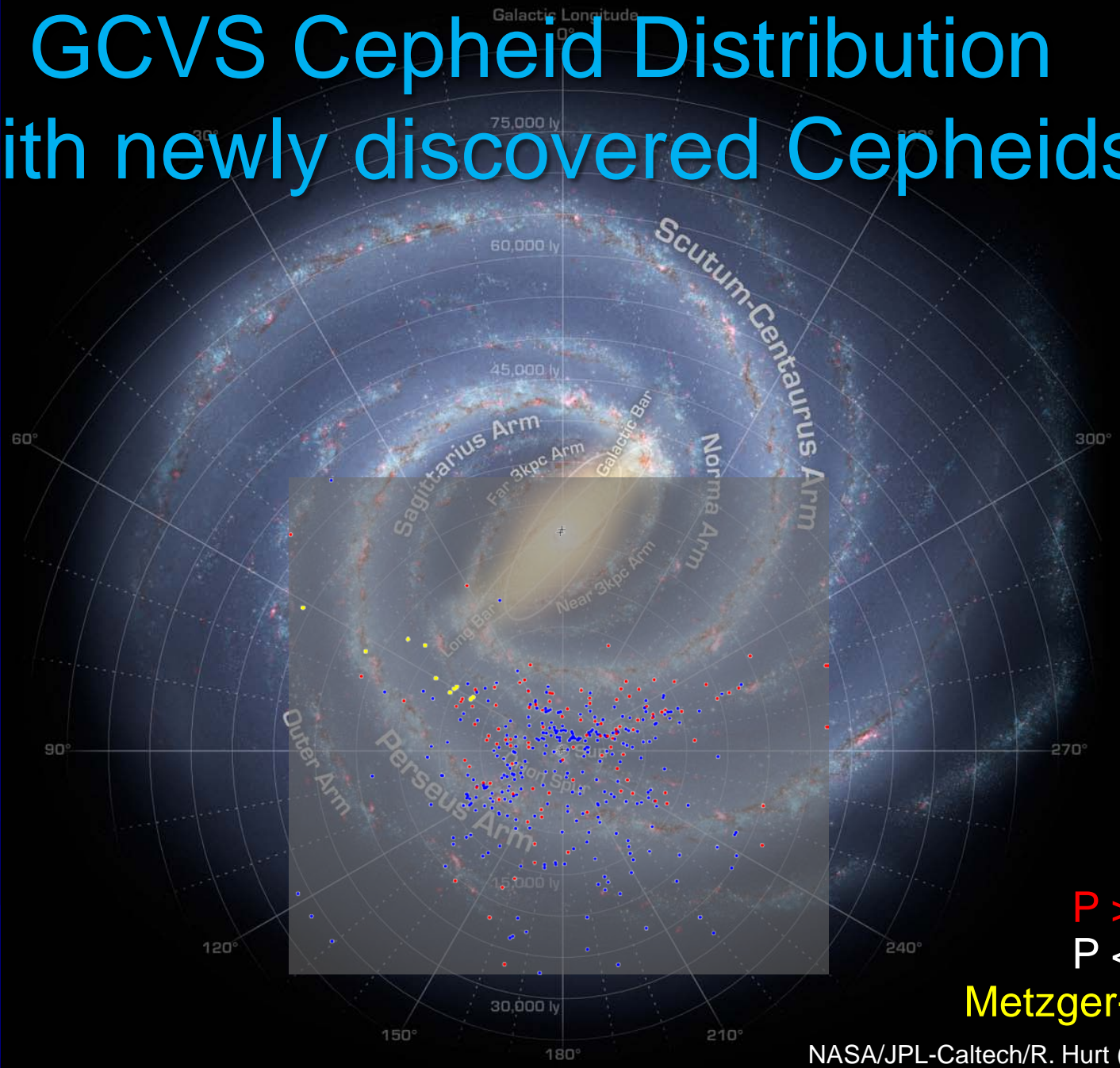
OAOWFC(E) photometry of GP Andromedae in .I-band



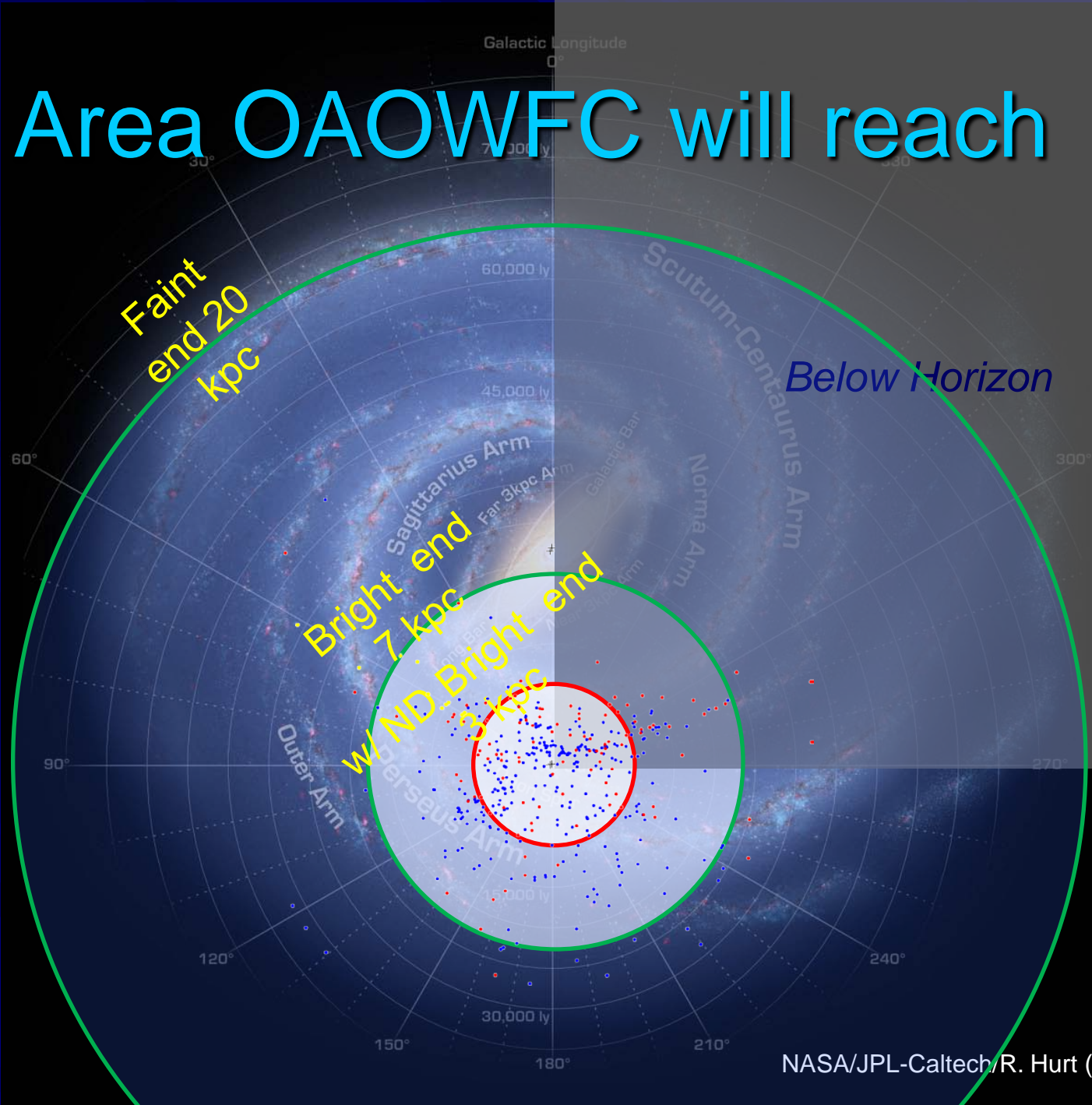
OAOWFCのサーベイ領域



GCVS Cepheid Distribution with newly discovered Cepheids



Area OAOWFC will reach



岡山天体物理観測所

188cm
反射望遠鏡

1960年開所
標高：372 [m]
経度：東経134.58 [度]
緯度：+34.56 [度]

91cm
反射望遠鏡

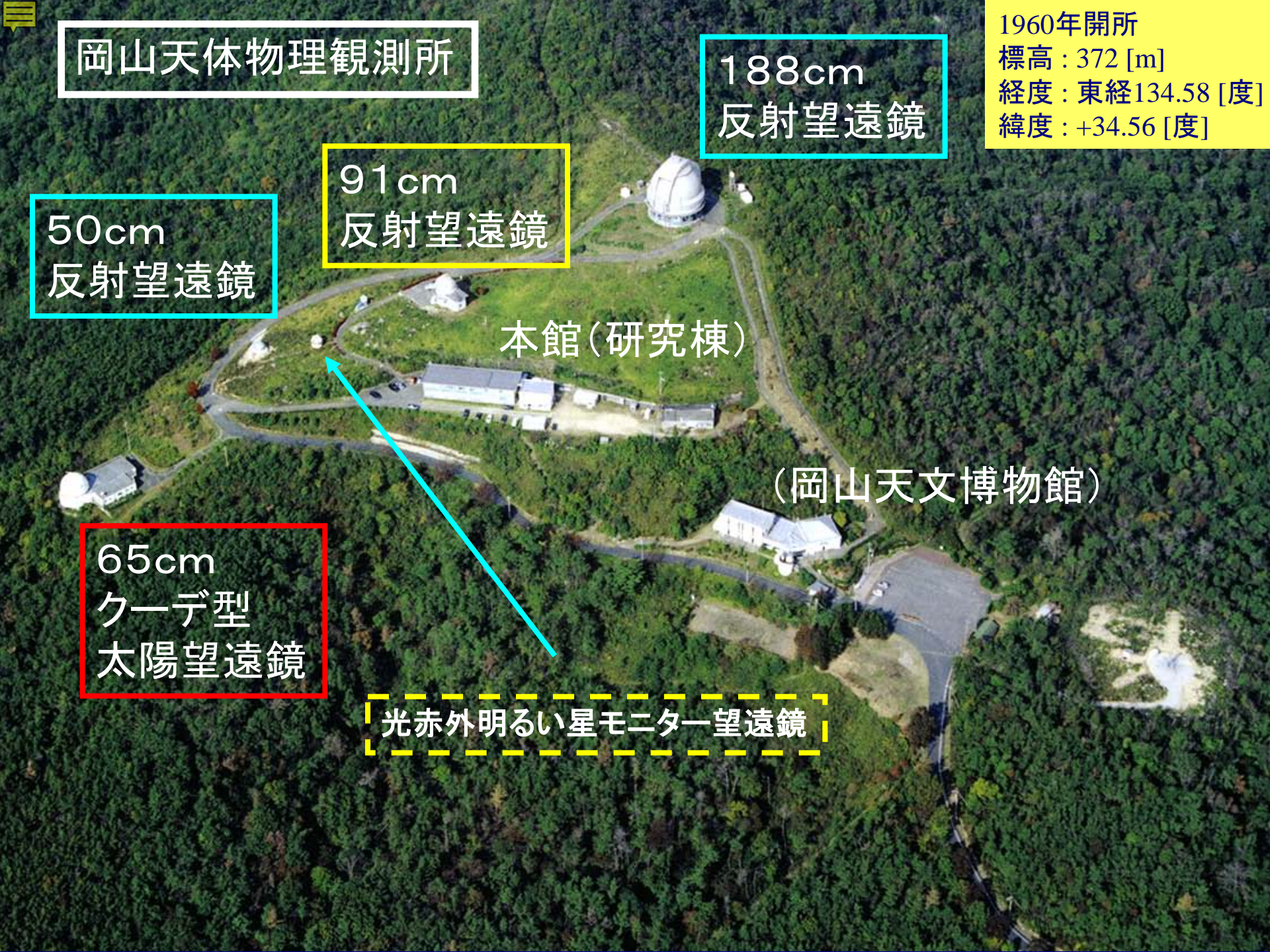
50cm
反射望遠鏡

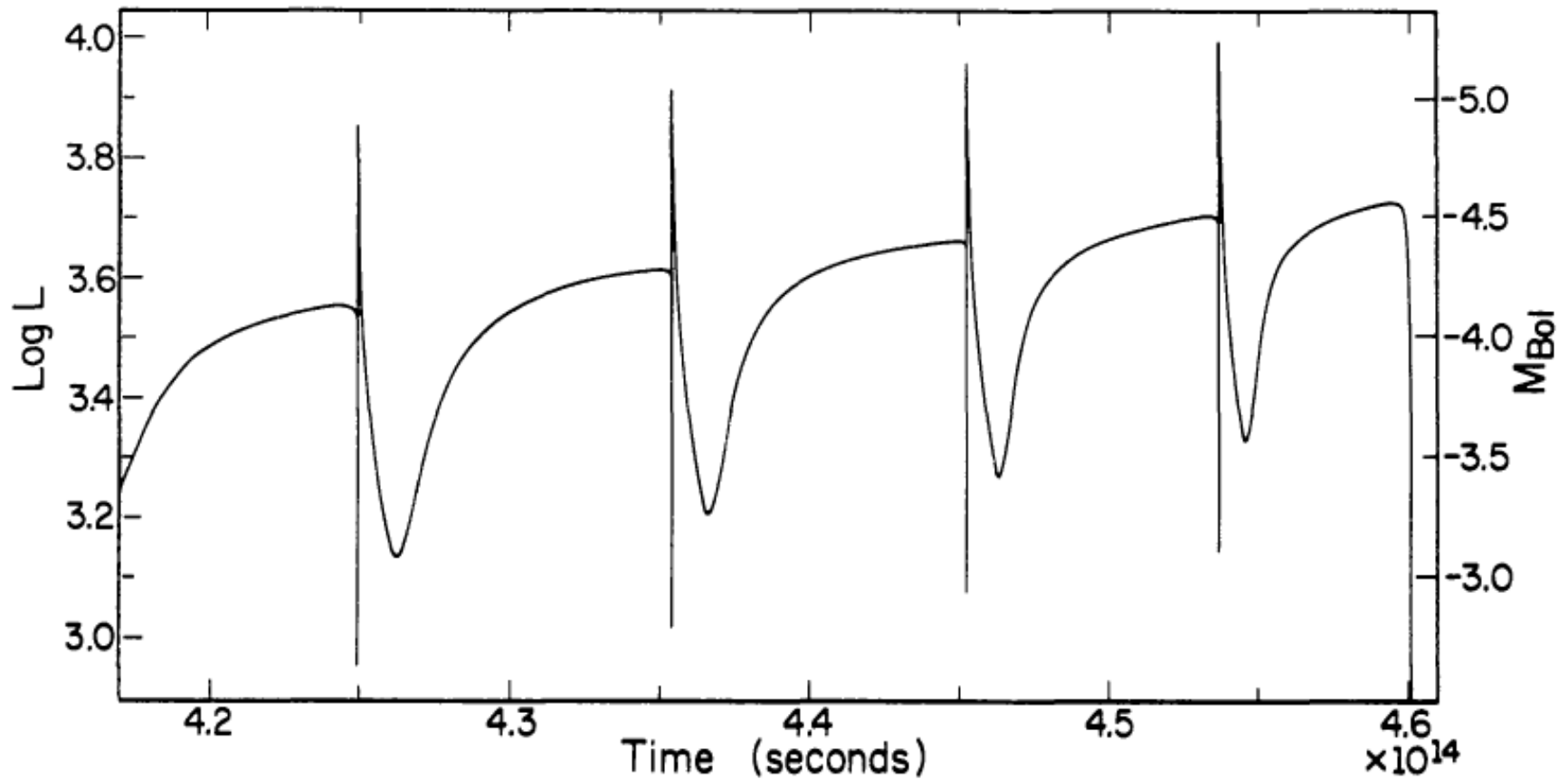
本館(研究棟)

(岡山天文博物館)

65cm
クーデ型
太陽望遠鏡

光赤外明るい星モニタ一望遠鏡

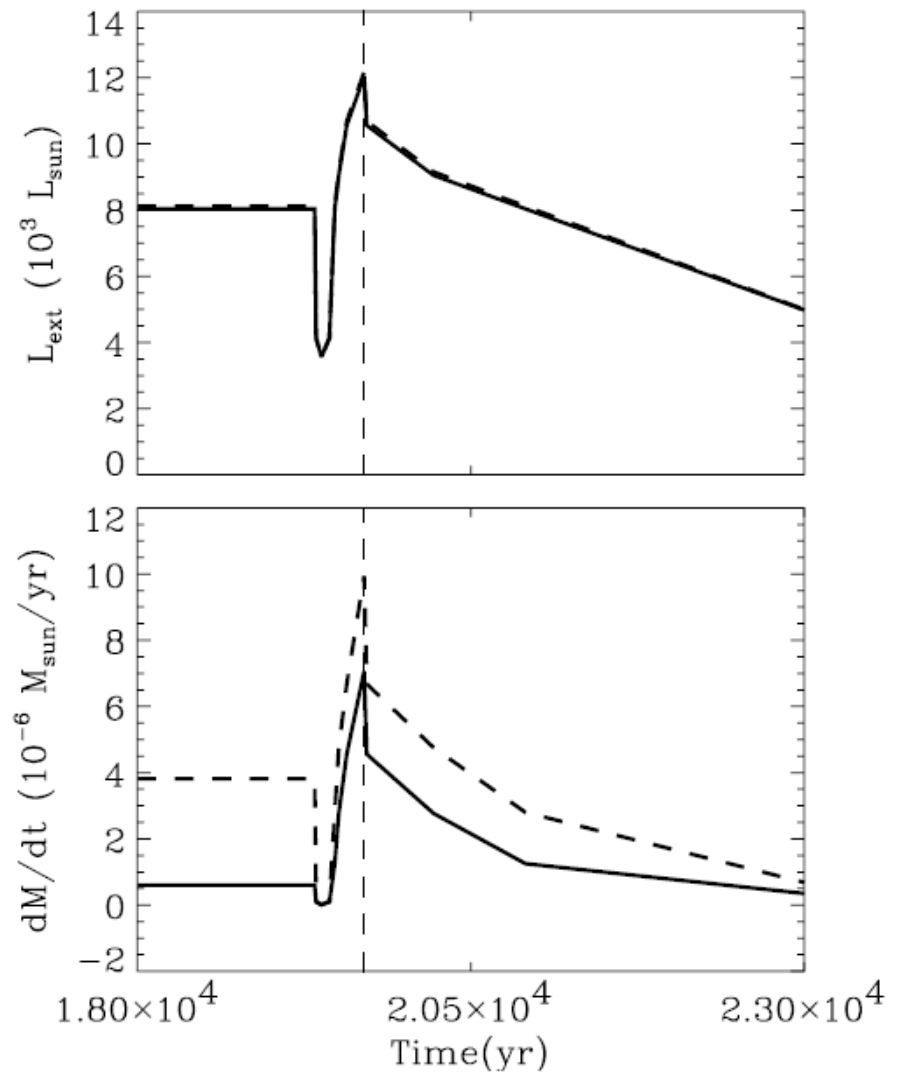
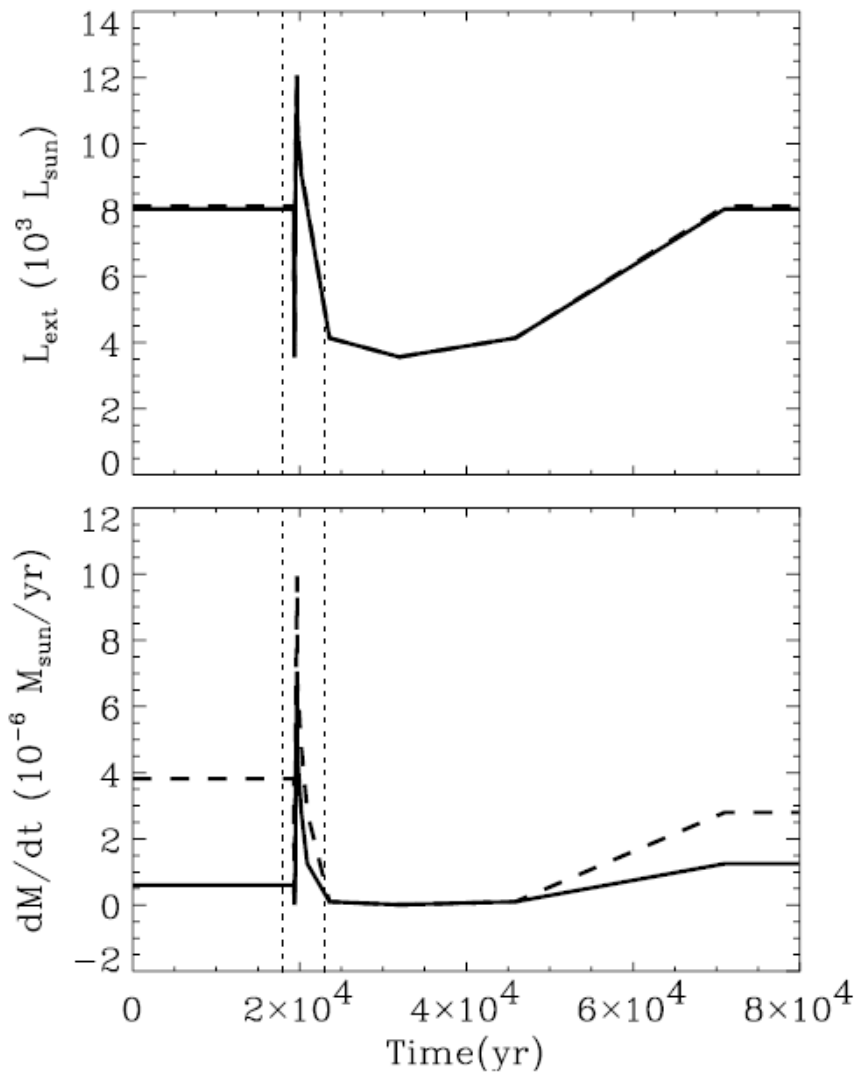




JP-793

Figure 4 Surface luminosity (in solar units) as a function of time in a model of mass $0.6 M_{\odot}$, and initial composition $(Y, Z) = (0.25, 0.001)$.

Iben & Renzini 1983



Mattsson+ (2007, AA, 470, 339)
 Solar Metallicity, ZAMS Mass: 2 Msun
 Total Mass: 1.22 Msun
 Core Mass: 0.59 Msun

Piston velocity
 4 km/s -----
 6 km/s - - - -

He (core/shell) flashを見出す

■ He shell flash

- 100年で元の1/2から1/4の明るさになり、100年で元の2倍の明るさになり、徐々に元の1/2の明るさになっていく。
- AGB星寿命 $10^5 \sim 10^6$ 年に対しフラッシュ継続時間が約100年 → 1,000~10,000のAGB星を数十年間見ていると、徐々に暗くなる、あるいは、徐々に明るくなる星が1個見つかるだろう。
- フラッシュに伴う質量放出現象の変遷を、現代の観測技術によりつぶさに観察することで、質量放出現象の正確な記述とその物理機構の理解が大きく進むはず。
- AGB星のHeシェルフラッシュの捕捉は、質量放出現象研究にブレークスルーをもたらす可能性がある。

■ He core flash

- 観測的にどのように見えるのか？

