次世代超大型望遠鏡構想をめぐって

家　正則(国立天文台)

- 光赤外天文学将来計画検討会の活動
- ＪＥＬＴ構想の検討

- 天文台の行うべき計画と大学計画
- 地上とスペース

＝＞コミュニティマスタープランの作成

学界、その周辺へのアピール

光赤外線天文学将来計画検討会活動

- 検討会結成（２００３年１月）：全体世話人（家）
  - サイエンス班(千葉班長)、
    - 杉山、児玉、和田、土居、小久保、茂山、
  - 地上望遠鏡班(家)、土居、本原、高見、臼田
    - ３０ｍＪＥＬＴ
  - スペース班(田村班長)、中川、郷田、山田
    - ＳＰＩＣＡ，ＪＡＳＭＩＮＥ，　ＪＴＰＦ
- 検討報告書のとりまとめ中

- 国立天文台内Aプロジェクトの立ち上げ
- スペース　宇宙理学委員会への提案
- 天文研連等コミュニティのバックアップ

光赤外天文学将来計画検討会検討報告書

- 1．序（検討会の位置づけ）
- 2．光赤外天文学の現在過去未来
  世界の動向、日本の実績、今後の課題
- 3．サイエンス班検討報告
  宇宙論、銀河、AGN、銀河系、星、惑星系、
- 4．地上班検討報告
  JELT構想、R&D
- 5．スペース班検討報告
  SPICA，　JASMINE，　JTPF
- 6．今後の進め方
  マスタープラン、国際協力、社会アピール、
- A．付録
  成果リスト、開発実績、各国財政、米欧ロードマップ、

光赤外マスタープラン

- 天文計画の多様性を訴えるだけではだめ。
- 全体ビジョンの中での位置づけの提示が必要
  京大計画はJELTにつながる
  ＴＡＯも装置開発で？
- スペース３計画は順序、ストーリが必要
  財布は地上とは別
- 必要予算年次計画（別紙）
- 体制の枠組み（ＪＡＸＡ／ＮＡＯＪ／Ｕｎｉｖｓ）
- 成果のFeed Back (社会へ、学会へ、財務へ)

Subaru Top-20 Refereed Papers of High Citation (As of August 13, 2004)

すばる論文ベスト2

Rank	First Author	Citation	Instruments	Journal	Title of the Paper
1	Hu, E..	75	OHS	ApJ,568,L75, 2002	A Redshift z=6.56 Galaxy behind the Cluster Abell 370
2	Mazzali,P.A.	51	FOCAS	ApJ, 572, L61,2002	The TypeIc Hypernova SN2002ap
3	Maihara, T.	39	CISCO	PASJ 53, 25, 2001	Subaru Deep Survey I. Near-Infrared Observations
4	Miyazaki,S.	33	Scam	PASJ,54,833,2002	Subaru Prime Focus Camera – Suprime-Cam
5	Kodama,T.	32	Scam	ApJ,562,L9, 2001	The Transformation of Galaxies within the Large-Scale Structure z=0.41 Cluster
6	Kodaira,K.	31	Scam/ FOCAS	PASJ,55,L17,2003	The Discovery of Two Lyman α Emitters beyond Redshift 6 in the Deep Field
7	Ouchi,M.	27	Scam	ApJ,582,60,2003	Subaru Deep Survey. II. Luminosity Functions of and Clustering Pr of LyA Emitters at z=4.86 in the Subaru Deep Field
8	Cowie,L..	25	CISCO	ApJ, 551, L9, 2001	Detecting High-Redshift Evolved Galaxies as the Hosts of Optically Hard X-ray sources.
9	Totani,T.	23	CISCO	ApJ, 559,592, 2001	Near-Infrared Faint Galaxies in the Subaru Deep Field: Comparing t with Observations for Galaxy Counts, Colors, and Size Distribution 24.5
9	Jewitt,D.	23	CISCO	AJ,122, 2099, 2001	Colors and Spec
9	Ajiki,M.	23	Scam	ApJ,576,L25,2002	A New High-Red
12	Kashikawa,N.	22	FOCAS	PASJ,54,819,2002	Telescope
13	Ouchi,M.	21	Scam	ApJ, 558, L83, 2001	Clustering prope Field
13	Martin,E.	21	IRCS	ApJ, 561, L195,2001	Four Brown Dwa
15	Kawabata,K.	20	FOCAS	ApJ,593,L19,2003	On the Spectrun 2003dh/GRB 03
16	Trentham,N.	19	Scam	MNRAS,335,712,2002	The faint end of
17	Totani,T.	18	CISCO	ApJ, 550, L137, 2001	Diffuse Extragala Subaru Deep Fie
17	Nakajima,T.	18	CISCO	PASJ, 52, 87, 2000	Near-Infrared S
17	Kashikawa,N.	18	Scam/ CISCO	AJ,125,53,2003	Subaru Deep Su Based on the Ph
20	Kawabata,K.	17	FOCAS	ApJ,580,L39,2002	Optical Spectrop Explosion
20	Noguchi,K.	17	HDS	PASJ,54,855,2002	High Dispersion Spectrograph (HDS) for the Subaru Telescope
20	Totani,T.	17	CISCO	ApJ, 558, L87,2001	Hyper Extremely Red Objects in the Subaru Deep Field: Evidence f Primordial Elliptical Galaxies in the Dusty Starburst Phase

一連の高赤方偏移銀河探査

超新星／ＧＲＢが二大成果。

さらに拡がりが期待される。

成果出版、引用の御願い・・

ＪＥＬＴ Concept　Studies

- すばる望遠鏡は今後３０年間運用。
- ＡＬＭＡ建設２０１１年まで、運用経費も。
- 次世代超大型構想ＴＭＴ（北米）、ＯＷＬ（欧）。
  国際協力の枠組構築の動きが活発化。
- 国立天文台プロジェクトと大学プロジェクト。
- 地上とスペースのマスタープラン。
- 法人化の中でこれらをうまく育むには。

ＪＥＬＴマイルストーン

- 光赤外将来計画検討会発足(2003/1)
- IAUGAXXV, ELTWG, Comm. 9 (2003、7/21, Sydney)
- 光赤外将来計画シンポI (8/21-22,三鷹)
- Backascog ELT WS (9/9-11,Sweden)
- すばるＵＭ＋光赤外将来計画シンポII(2004、1/20-22：,三鷹)
- OECD GSF(2003/12, Munchen)、(2004/4、ワシントン)、(2004/7、パリ)
- 法人化 (2004/4)
- ＳＰＩＥ (2004, 6/21-14，Glasgow)
- ＨＯＰ(2004/8)
- 光赤外将来計画検討報告書 (2004/秋)

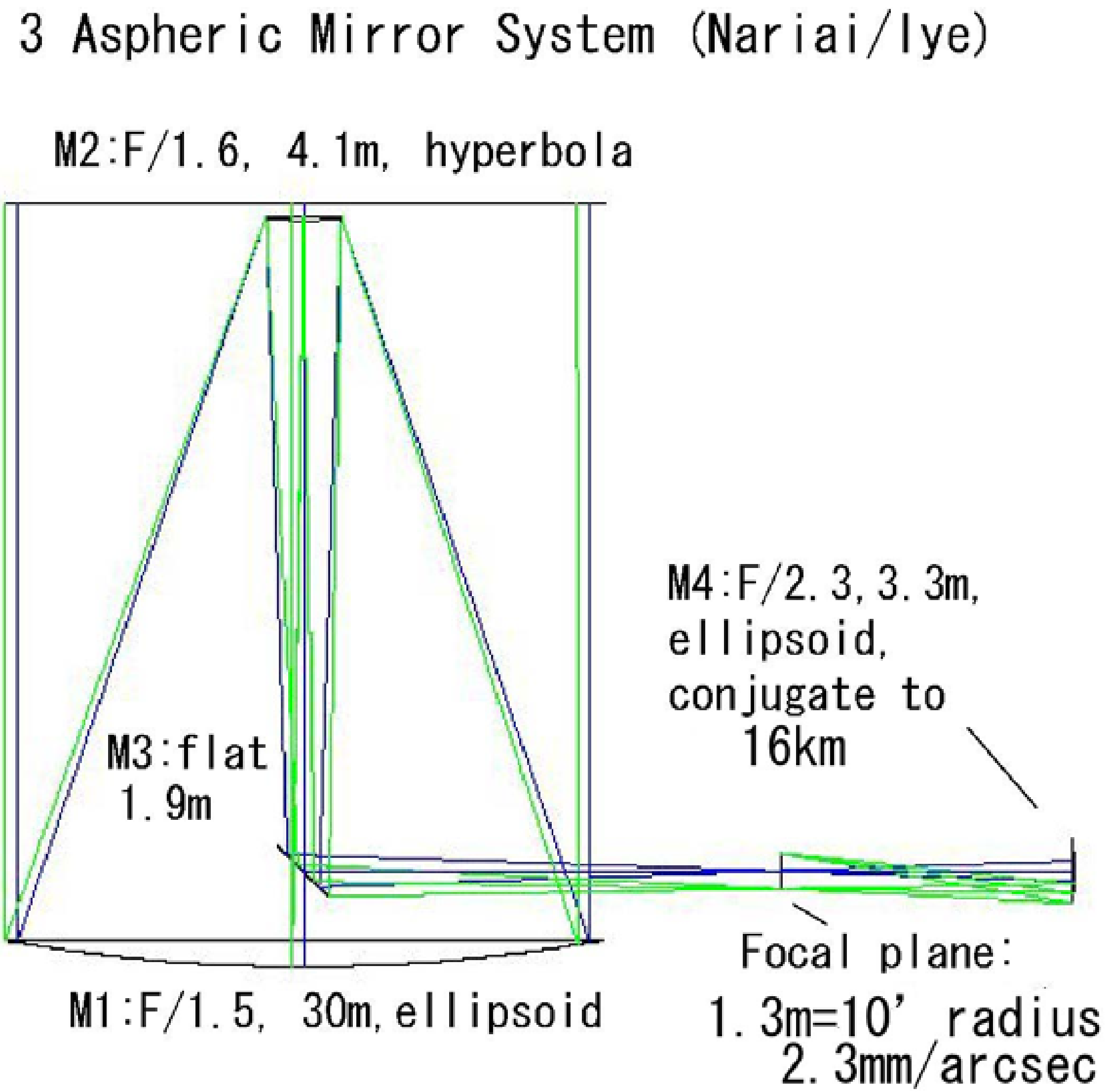
  ３本柱： セグメント開発、 新AO、ＥＬＴ用観測装置
- 研連ヒアリング(2004/9/28)
- 理論懇共催シンポ(2004/12末)
- 国立天文台準備室立ち上げ (2004/年末？)
- Ｒ＆Ｄは新たな競争的経費に･･

天文は核融合、高エネルギーに比べてバラバラ

Baseline Specification : Japan ELT

M1	**F/1.5, segmented 30m, CFRP/Glass/Ceramic :TBD**
M2, M4	**3 aspheric mirror system, adaptive M4?**
Foci	**Two Nasmyth foci, No aberration**
FOV	**10 arcmin radius half circle**
λ bands	**0.39-5 micron**
Instruments	**Opt Spectrograph, IR Spectrograph, Cameras..**
Enclosure	**Diameter < 90m**

Optics: 3 Asph. Mirror Telescope (Nariai/Iye)

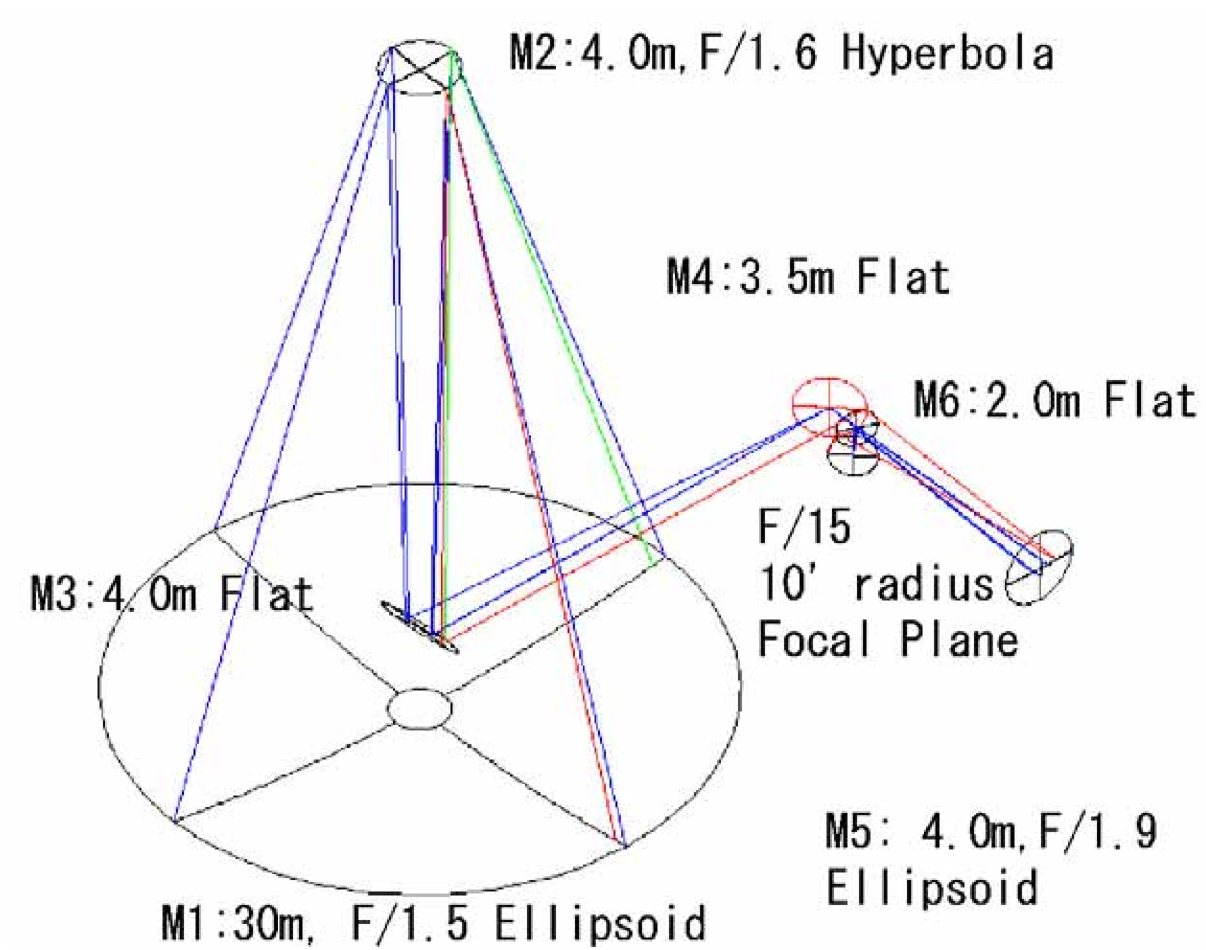


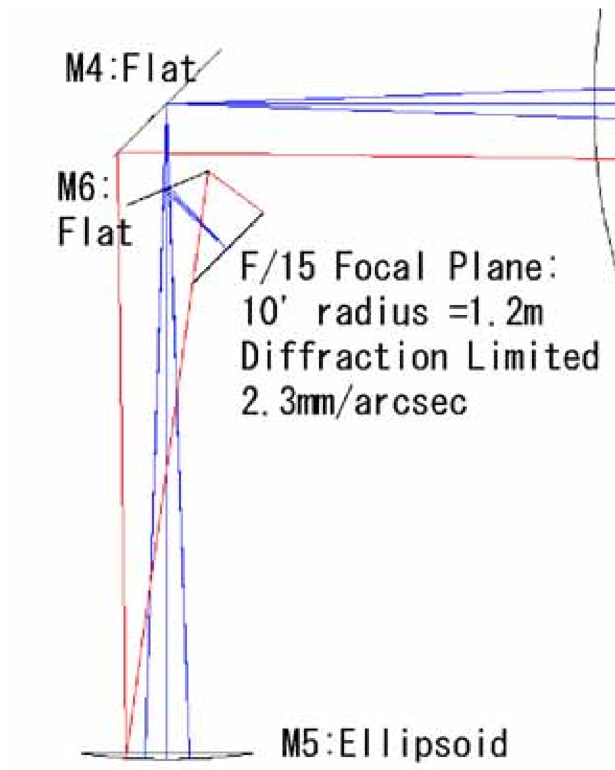
characteristics

/aberration free
/flat image plane
/M4 conjugate to 16km
/shorter telescope

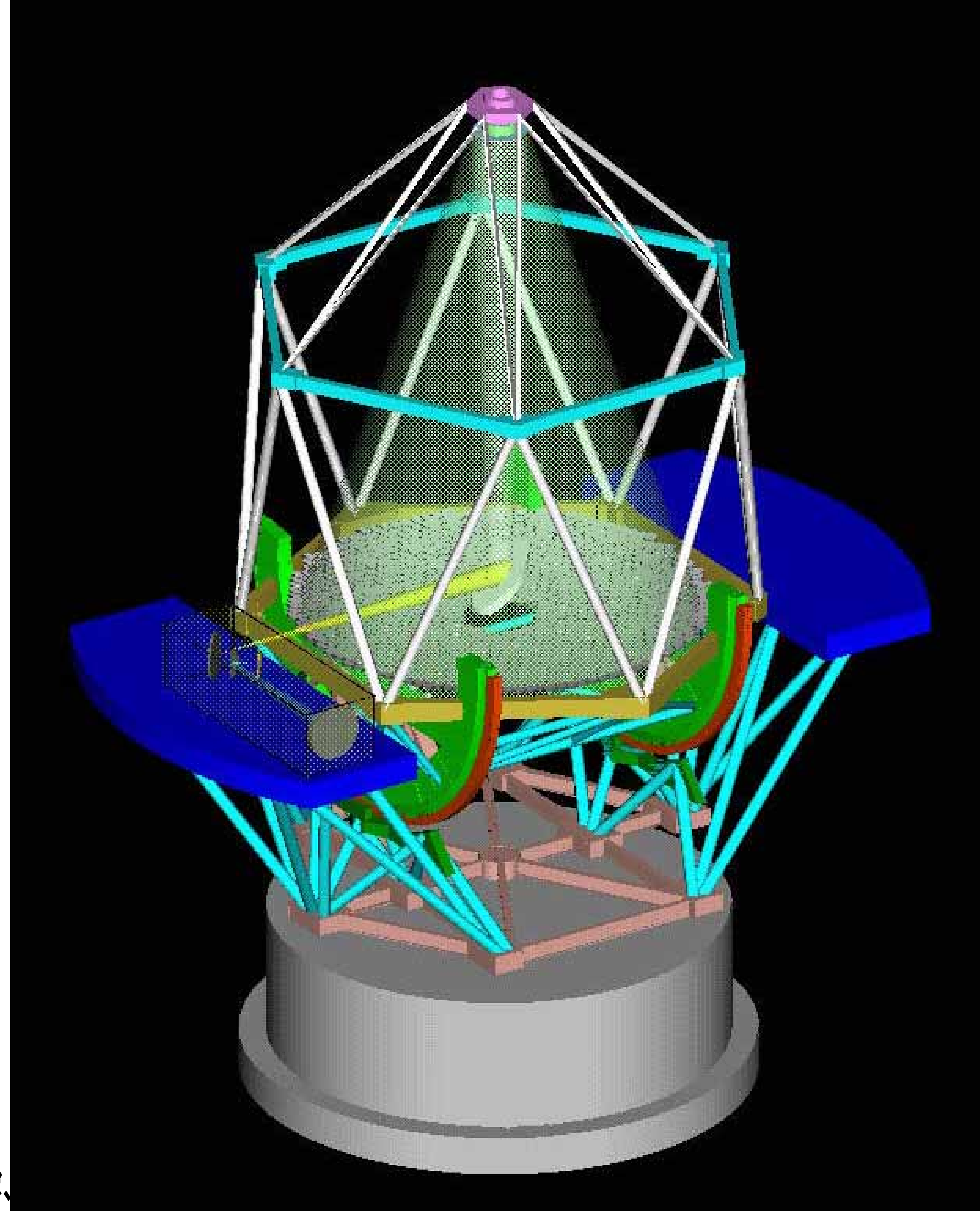
/two arms on each Nasmyth stage

JELT Optics Layout





JELT CAD モデル

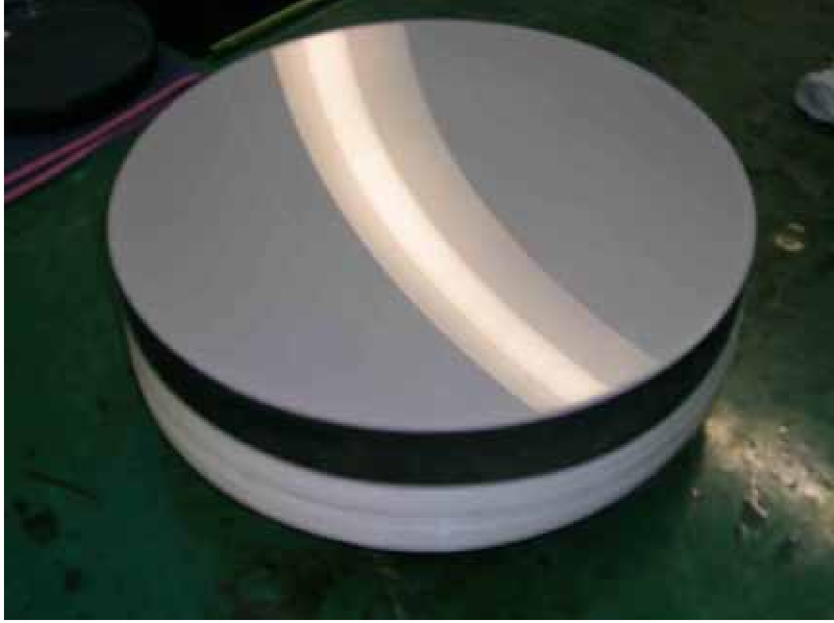


		Unit	CFRP	C/SiC	Glass	ZPF
Young modulus	E		120	400	90	150
Density	ρ	g/cm^3	1.5	2.65	2.53	2.54
CTE	α	ppm/K	0.03	2.6	0.02	0.02
Conductivity	Λ		50	125	1.6	5.3
Heat Capacity			-	-	820	800
Max Stress			800	175	80	240
Roughness rms		nm		7.4	1	4
Stiffness/mass	E/ρ		80	150	35	60
Thermal stability	Λ/α		1700	50	80	260
Size			< 2m	< 2m	<8m	<1m
Cost			low	high	high	medi

日本で開発された新セラミック素材ＺＰＦが武器になる・・・？

光天連シンポ、2004/8/25、家　正則

30cm ZPF ceramic honey-comb mirror

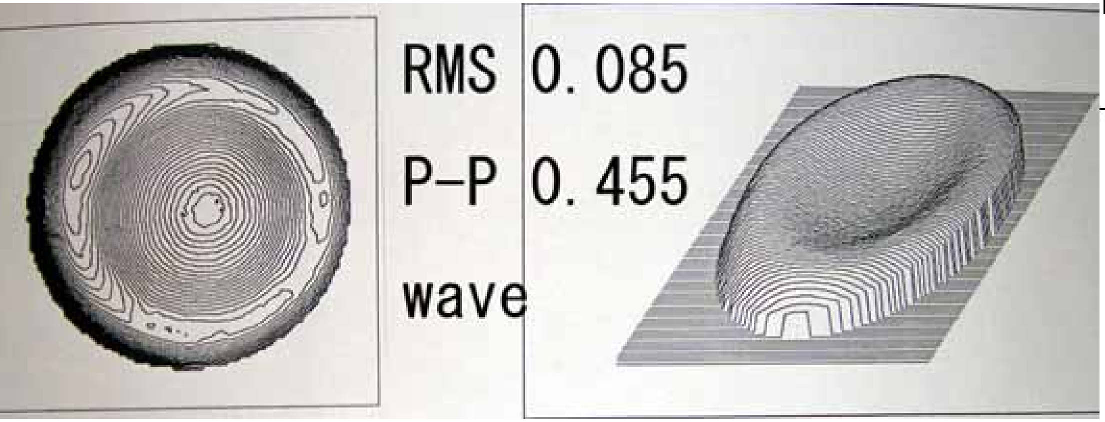


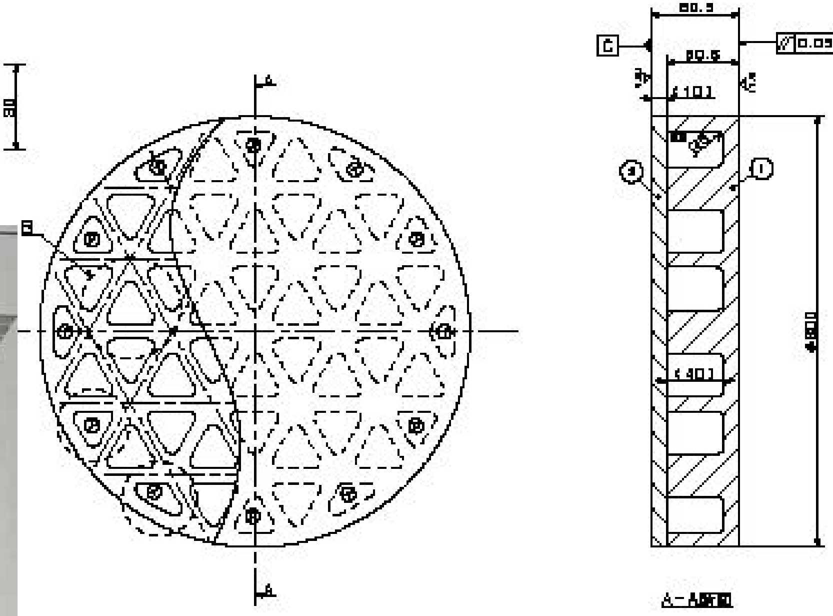
*light weight 2.4 => 1.7g/cm^3

*polished by Nikon to 1/12 λ

Promising new material for mirrors.

30cm鏡を使って見たい人？





High Precision Grinding Machine (Nagase Integrex)

Work stage up to 4mx2m!

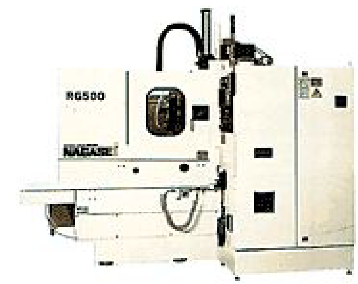
Friction free hydrostatic bearing => 10nm accuracy

Dynamic balancing of spinning tool

日本発の超高精度研削技術

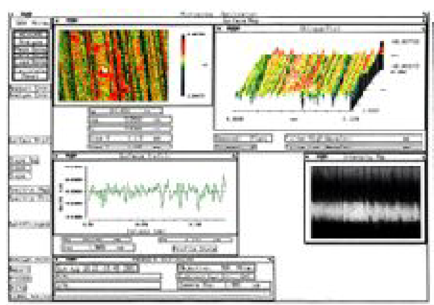
◆Rotary Mirror Grinding

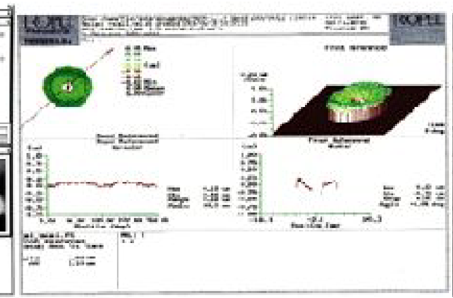
（Processing a CD Mold）

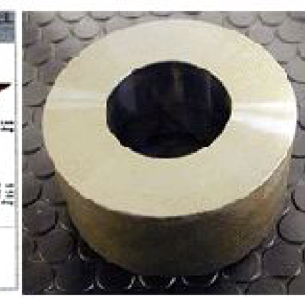


Roughness	Ry 58.248nm
	Ra 6.721nm
Flatness	0. 68μm

Super Precision
Rotary Forming Surface Grinder
RG-500







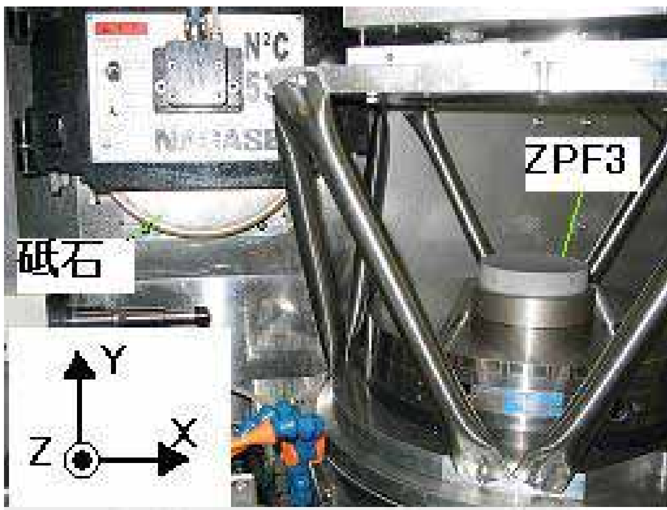
天連

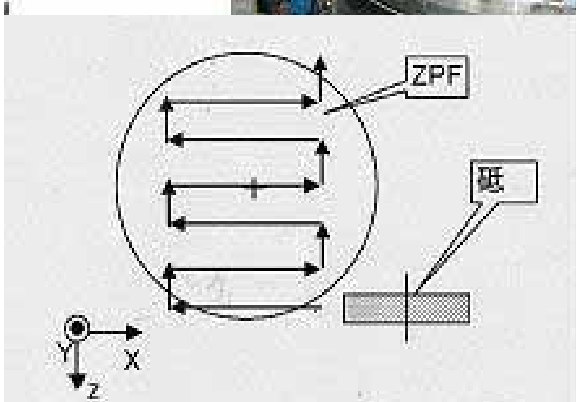
Processing Method	Mirror Grinding
Processing Time	20min (Machiing Allowance 5μm)
Material	SKH－51
Tool	NRX2500

NC Raster grinding

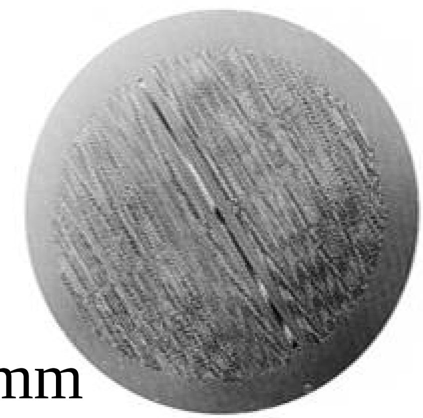
PRELIMINARY (Yamagata Inst. Tech.)

Apparently needs to optimize the grinding head shape, pitch, speed of raster

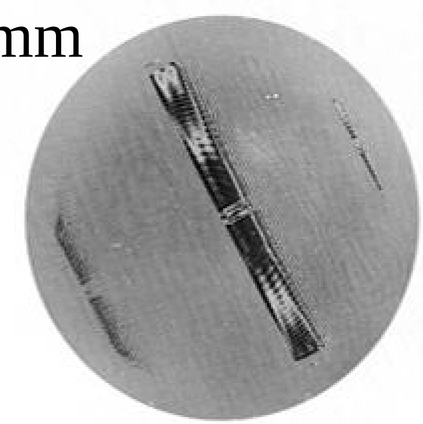




0.5mm



0.1mm



Laser Guide Star

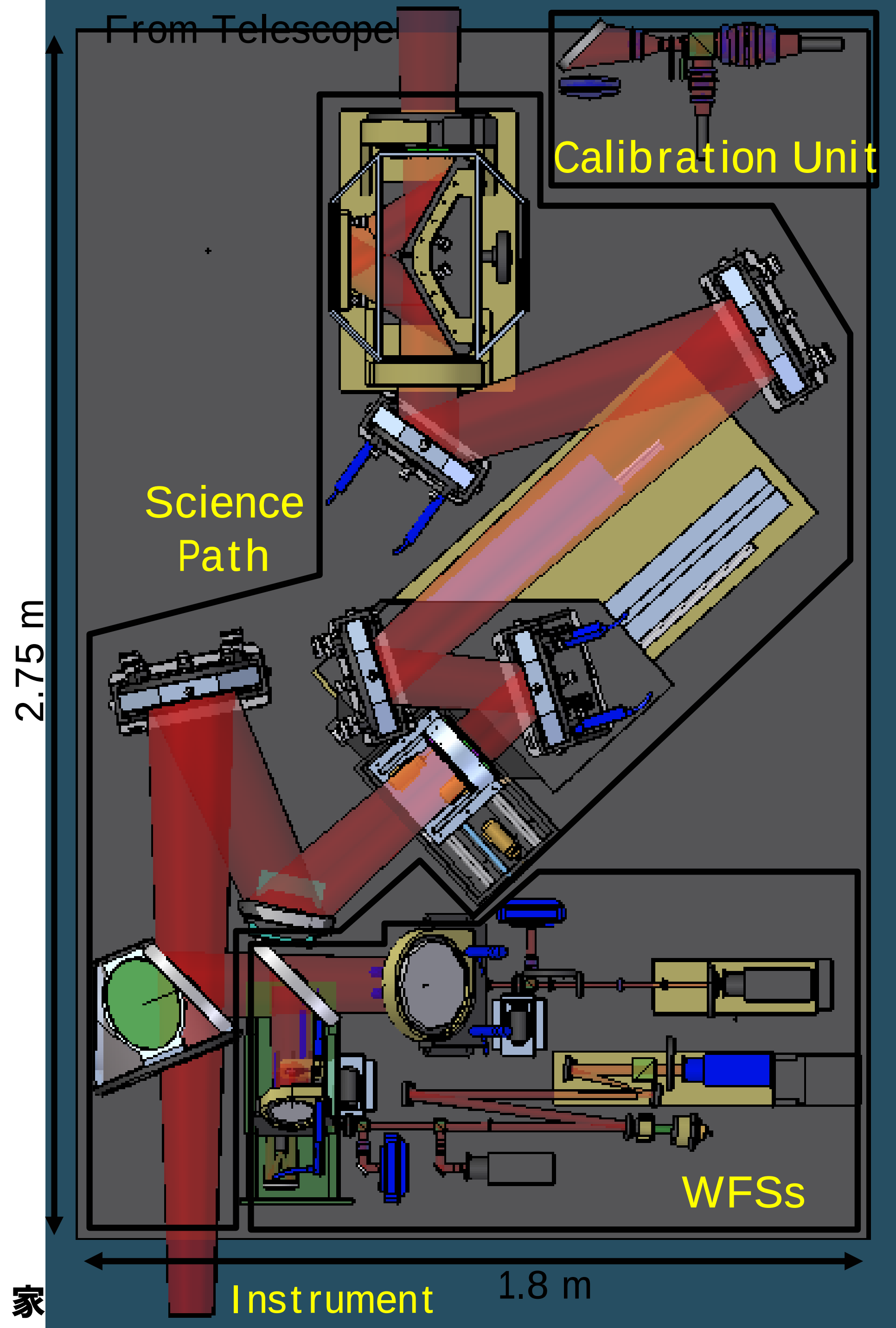
New AO Project

- New Subaru AO project
- 5 years special grant by MEXT~5M$
- Increased number of elements
  36 => 188(2006/2)
- Laser Guide Star to increase sky coverage

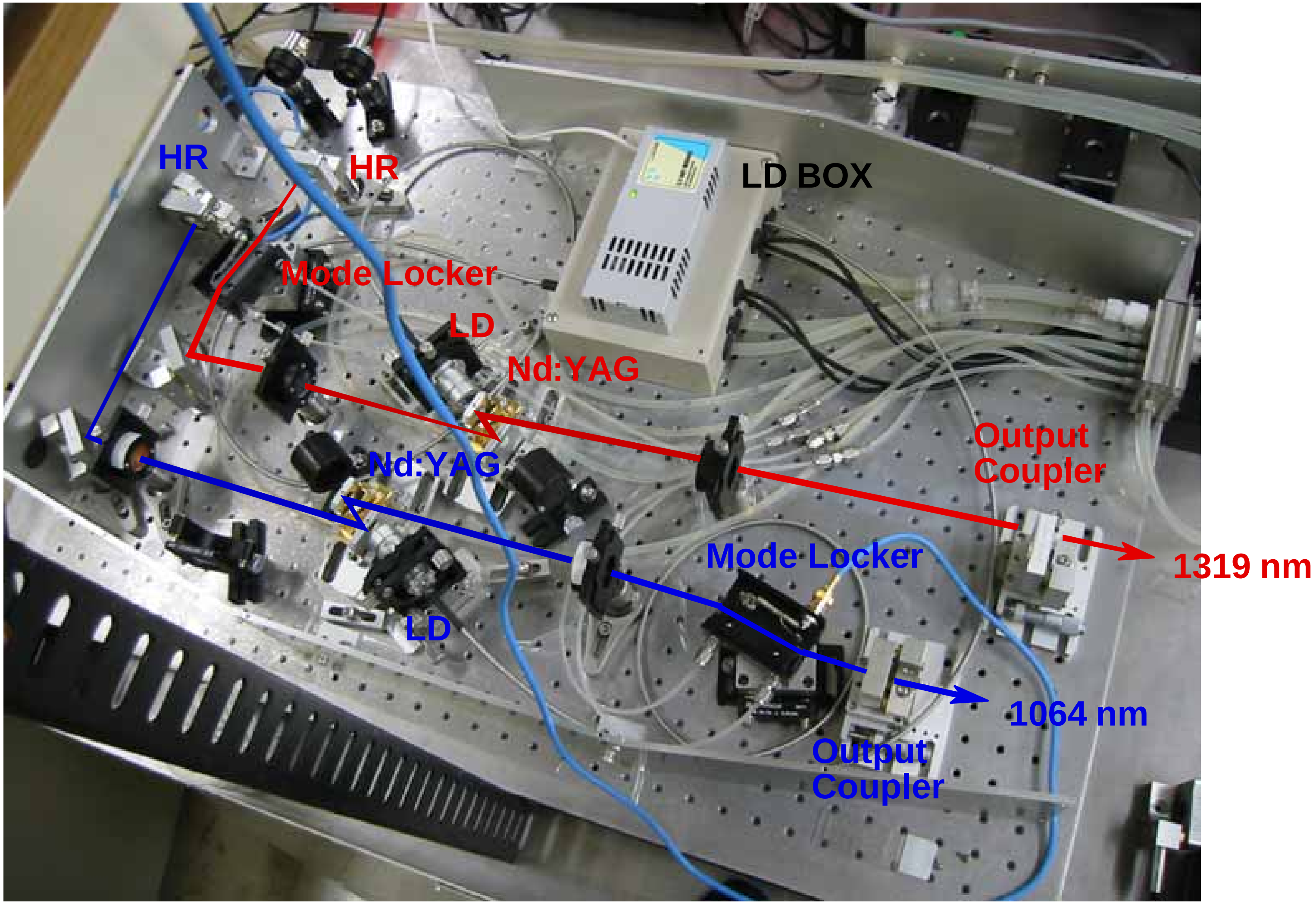
  1%=> 80%(2007/2)

AO Module: Optical Bench

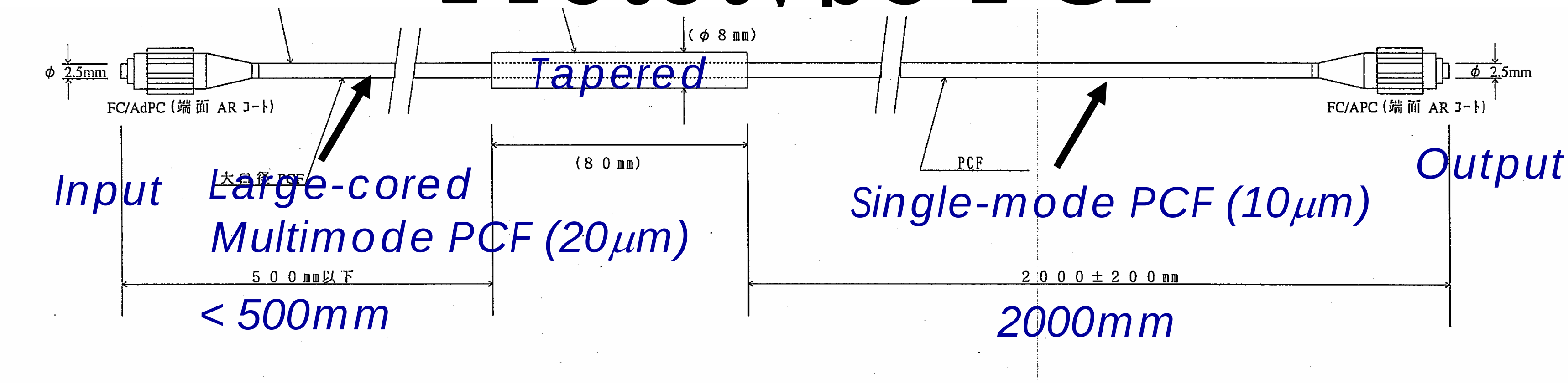
- On Nasmyth platform
- Optical bench size : 2.75 m x 1.8 m
- Three Major Parts
  - Science Path
  - WFSs
  - Calibration Unit

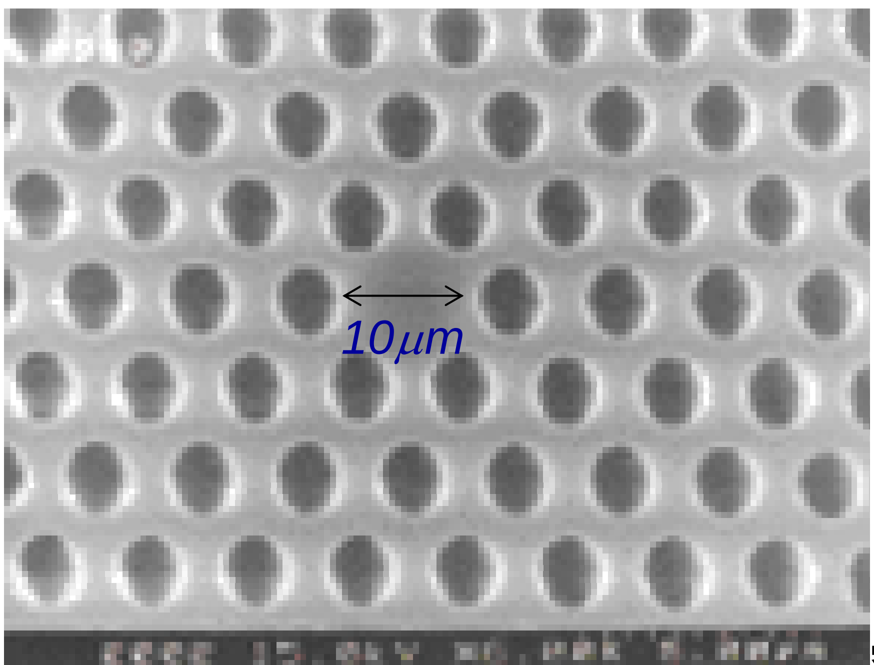


Mode locked Nd:YAG Laser



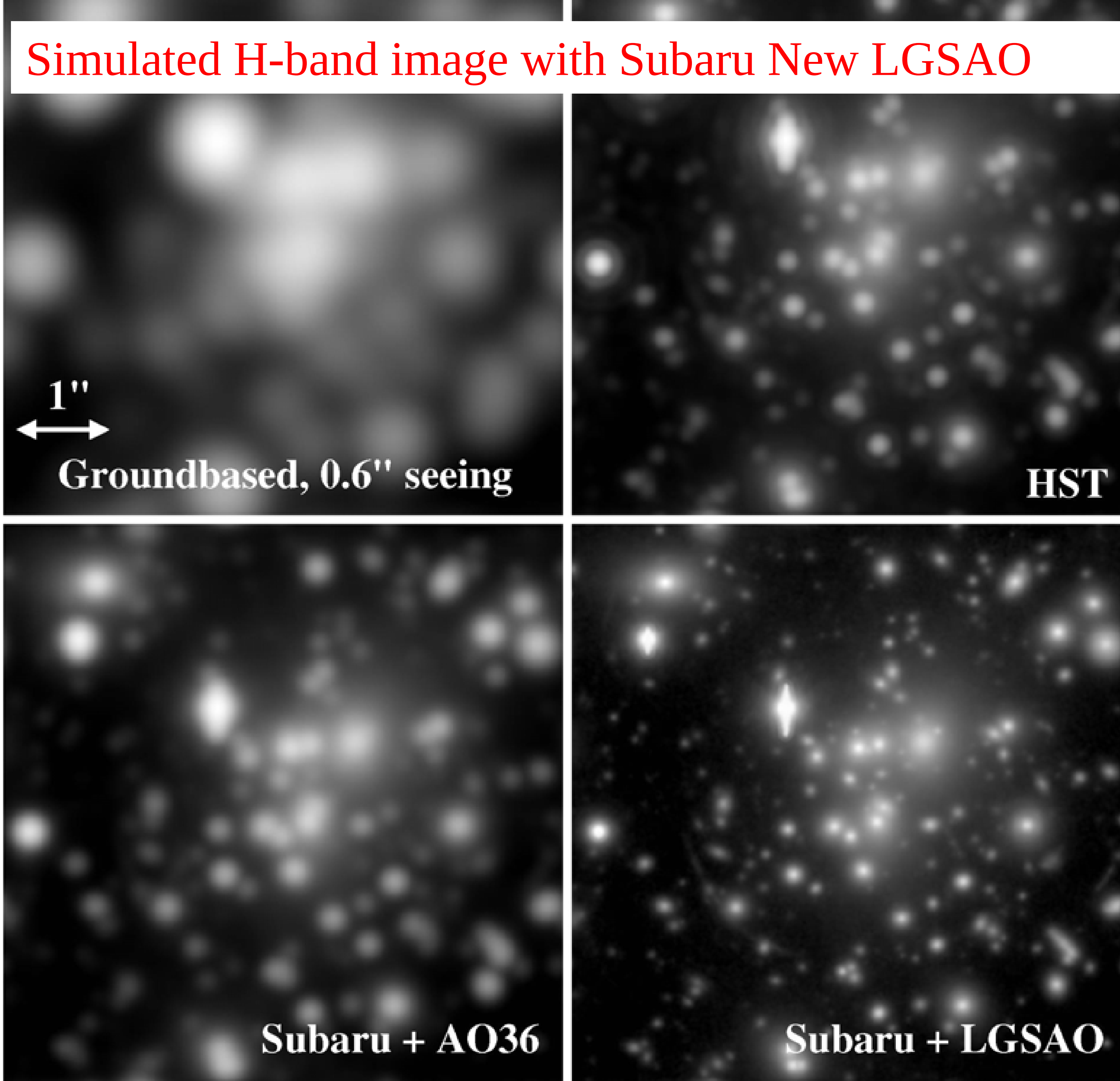
Prototype PCF





家

Simulated H-band image with Subaru New LGSAO



0.6“

0.1“

0.2“

0.06“

ELT観測装置構想具体化は もう一つ国際協力の道

- 日本のコミュニティのサイエンスをどちら
  向けるか？
- すばる観測装置製作グループの折角の実績
- 国立天文台、東大、京大、東北大、名大・・
  の力を結集したチーム編成・・・。
- 国際協力・棲み分け

ELT Plans

- **ESO： 100m OWL project**

  OverWhelmingly Large Telescope、Sph
- **USA (NSF) 50m GSMT (MAXAT)**

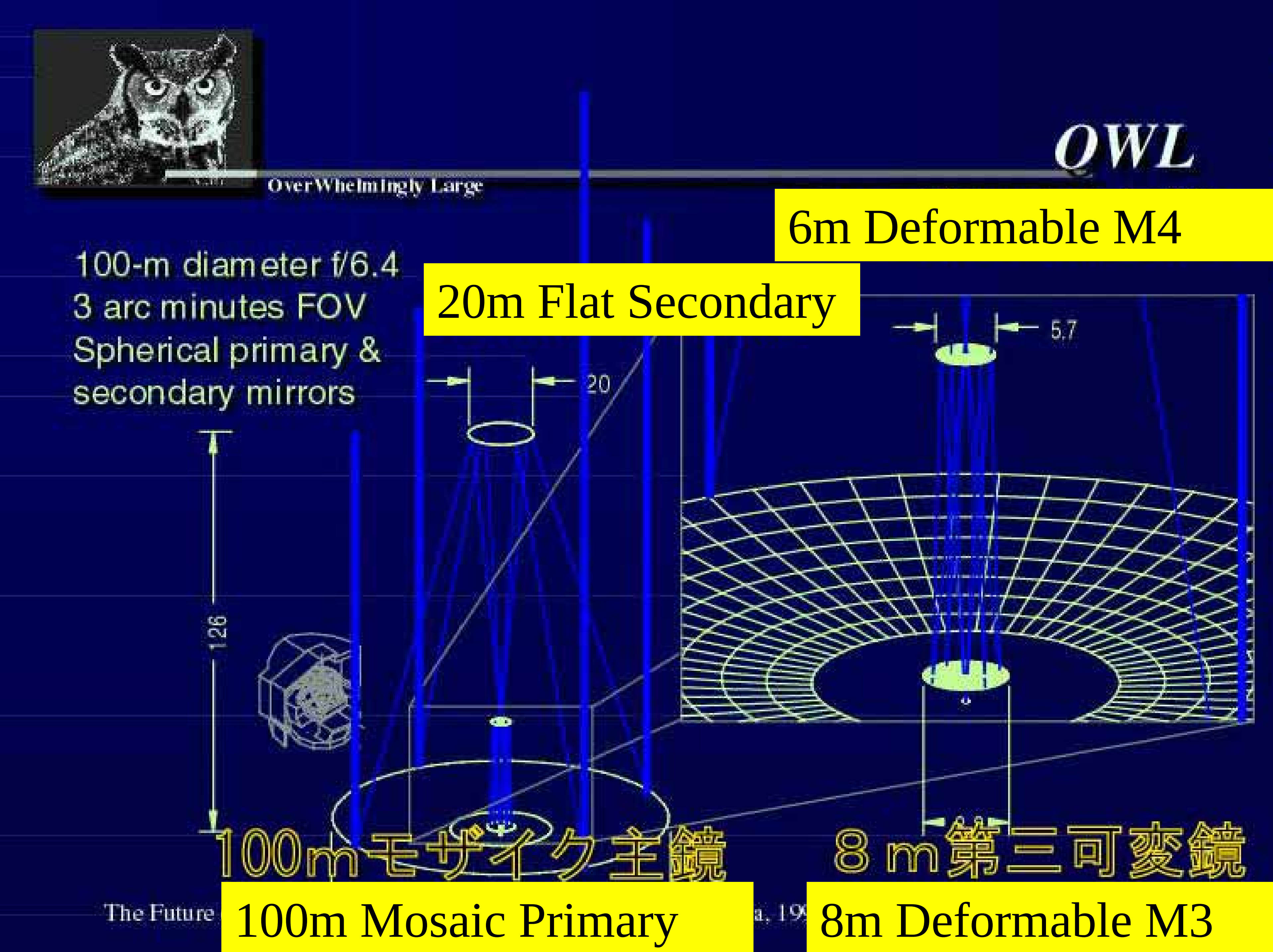
  Giant Segmented Mirror Telescope、Asph
- **California Univ. 30m CELT**

  California Extremely Large Telescope、Asph
- **Sweden 50m XLT、Sph**
- **Arizona 29m ELT、Asph**

- **Japan 30mJELT**

Thirty Meter Telescope

光天連シンポ、2004/8/25、**家　正則**



OWL
OverWhelmingly Large
6m Deformable M4
100-m diameter f/6.4
3 arc minutes FOV
Spherical primary &
secondary mirrors
20m Flat Secondary
20
5.7
126
100mモザイク主鏡
8 m第三可変鏡
The Future
a, 199
100m Mosaic Primary
8m Deformable M3

Merits of ExtremelyLargeTelescopes

Collecting Power： $A = D^2$

Image Area ： $s = D^{-2}$ (Diff.Lmt: $\theta = \lambda / D$)

Peak Intensity ： $A / s \propto D^4$

Background Intensity ： D^0

S／N ： D^2

Telescope Cost ： $D^{2.5}$ (10G¥=>1000G¥): Cut by 100

Source Confusion is not a problem (=>HDF、SDF)

5x10^{11} arcsec^2, ~10^{11}galaxies, confusion of confusion

Diffraction Limited Imaging with ELT is essential.