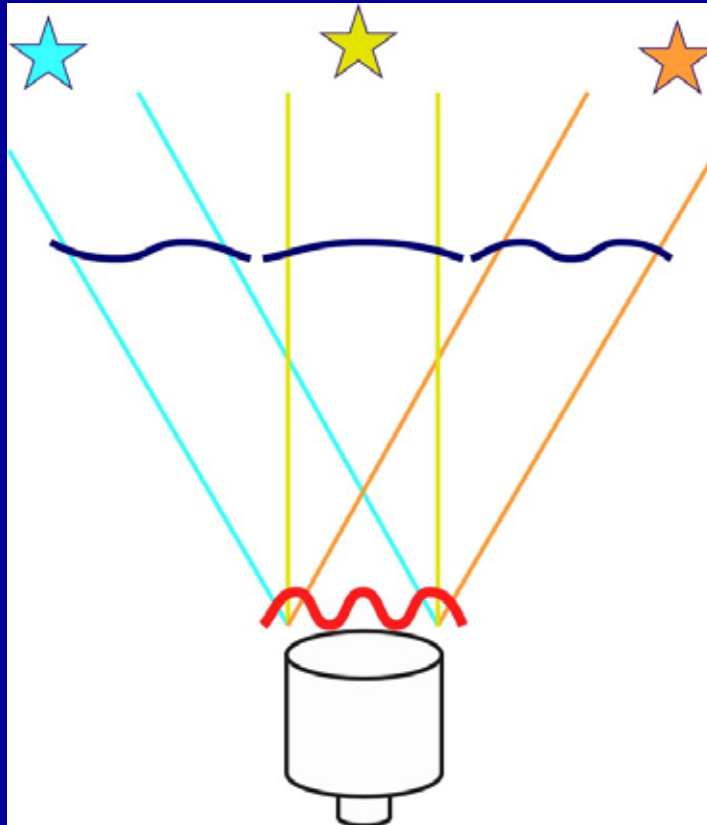


GLAOに関する調査

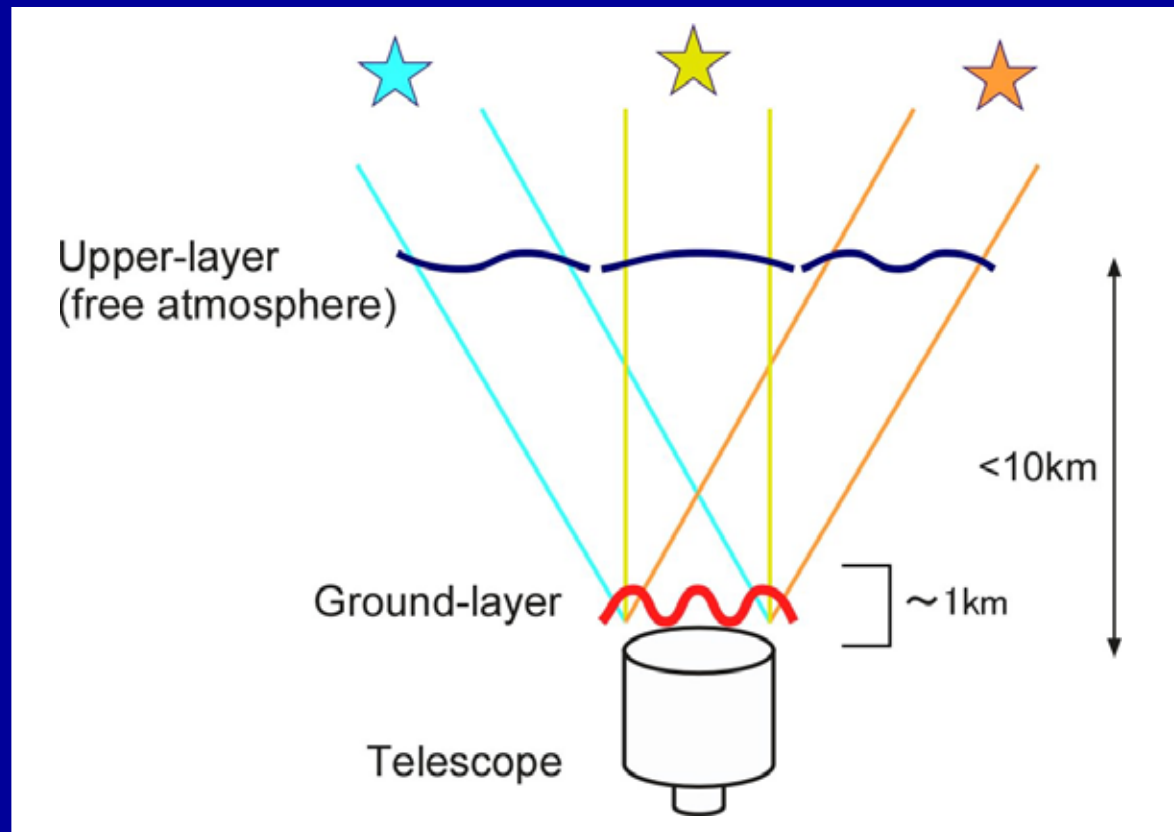


Shin Oya (Subaru Telescope)

今回の話

- GLAO : Ground-Layer AOとは
- 文献調査
「シーイング0.5"が0.3"」になるだけなのか?
- すばる+TMT

GLAOとは



- 利点: 広い視野のGSを使え、広い視野が補正される
- 欠点: 高層大気の方は補正されない

ゆらぎの検出方式

- 検出器

実用を考えると2次元検出器にするべき
L3CCD (APDアレイ)

- 波面計測方式

SH,PS,(CS)

- GL抽出分解方式

star-oriented / layer-oriented

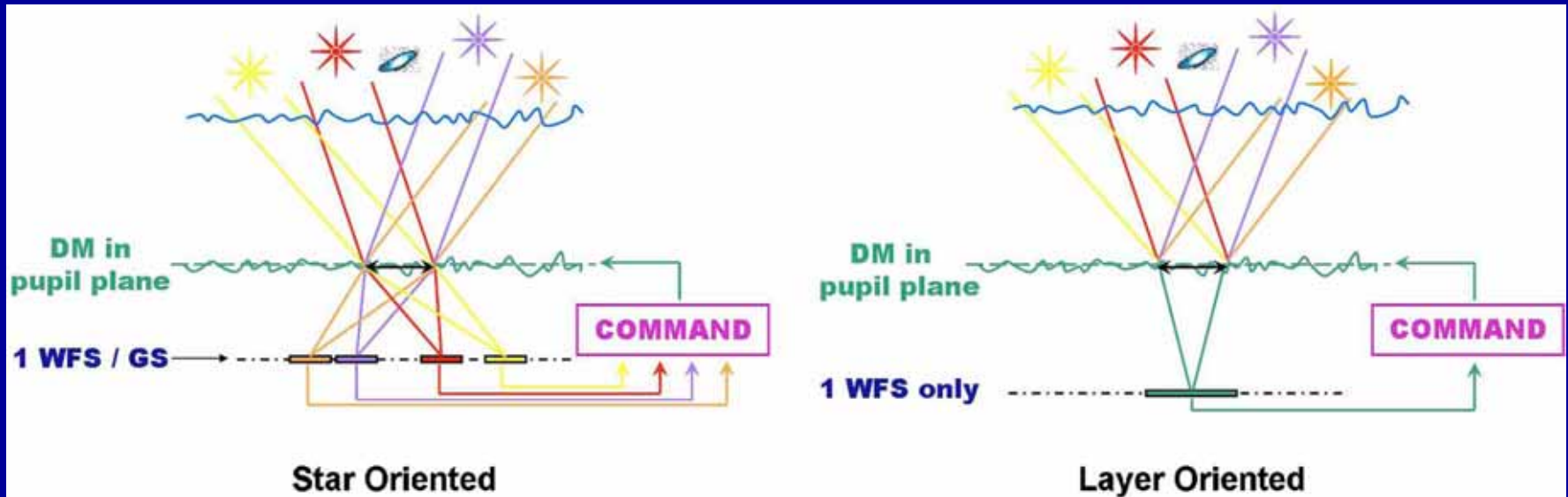
各波面に「共通」な部分がGL成分

複数の星からの波面を計測して「平均」する

star-oriented: 電氣的(計算機)

layer-oriented: 光學的(検出器上)

star-oriented / layer-oriented



情報はGSの数だけ取れるが、読み出しノイズはGSの数だけ増える

読み出しノイズは一つ分だが、光学的に加算したときに個々のGSに対するゆらぎの情報は失われる

最適化すれば、得られる成果にあまり差はないとの説もある

Nicolle et al.(2006),JOSAA,23,2233

その他

- 波面補正
 - 可変副鏡(DSM)
- レーザー
 - 明るさが均一
 - 配置が均等
 - sky-coverageが広がる(TT-NGSが必要)
 - アクイジションの位置が決まる(焦点方向の補正は必要)

SubaruではLGSの性能評価が終了するまではNGSのみでも使えることが前提
- GLAOはMCAOの一つのモード
 - MCAOに関しては、Ragazzoni et al.(2002),A&A,396,731

他望遠鏡のGLAO計画

Baranec et al.(2007),ApJ,661,1332のイントロ等参照

- VLT: DSM, 4LGS+1NGS
 - GLACSI(MUSE:1'), GLAAL(HAWK-I:7.5')
- Gemini North: LGS, DSM
- LBT: DSM, 16 NGS
 - MCAO NIRVANA (GLAO mode)
- SOAR(4.1m): 1 Rayleigh mulit LGS+NGS
 - SAM(3')
- MMT(6.5m): DSM, 5 Rayleigh LGS
 - the first closed loop of GLAO in 2007?

シーイングデータ

Simulationの精度を上げるために重要

- Cerro Pachon (Gemini -S, 1998, 4 season)
- 43回のバルーンデータ
- 分解能:6m、高度:<5km

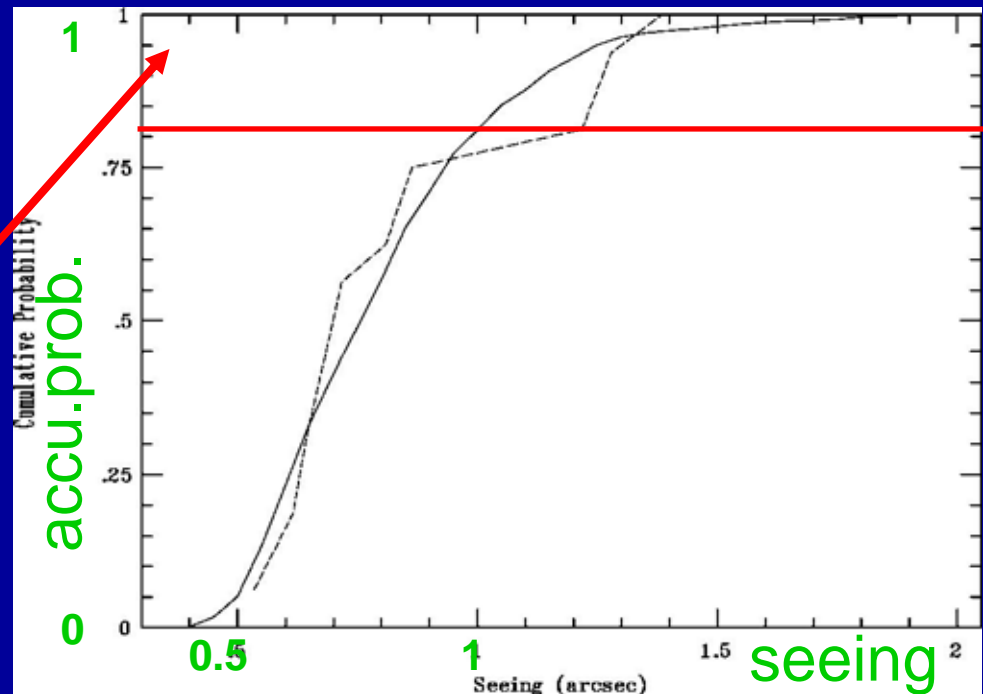
Andersen et al.(2006),PASP,118,1574

INTEGRATED TURBULENCE $J = \int C_n^2 dh$ FOR "GOOD," "TYPICAL," AND "BAD" GROUND AND FREE ATMOSPHERES

Altitude (m)	Good J ($10^{-14} \text{ m}^{1/3}$)	Typical J ($10^{-14} \text{ m}^{1/3}$)	Bad J ($10^{-14} \text{ m}^{1/3}$)
(1)	(2)	(3)	(4)
0	9.26	7.04	13.8
25	1.83	2.25	10.8
50	0.574	1.35	15.3
100	0.362	1.24	15.8
200	0.614	1.99	10.3
400	0.960	2.87	6.46
800	1.18	3.02	7.29
1600	0.913	1.75	6.77
3600	32.0
5500	...	17.0	...
8400	9.00

NOTE.— Altitudes >3 km are considered "free."

25% 50% 25%

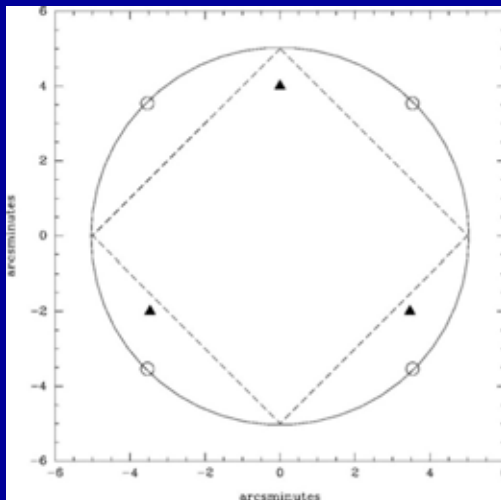


予想される性能

8mの望遠鏡でどの程度の性能ができるか？

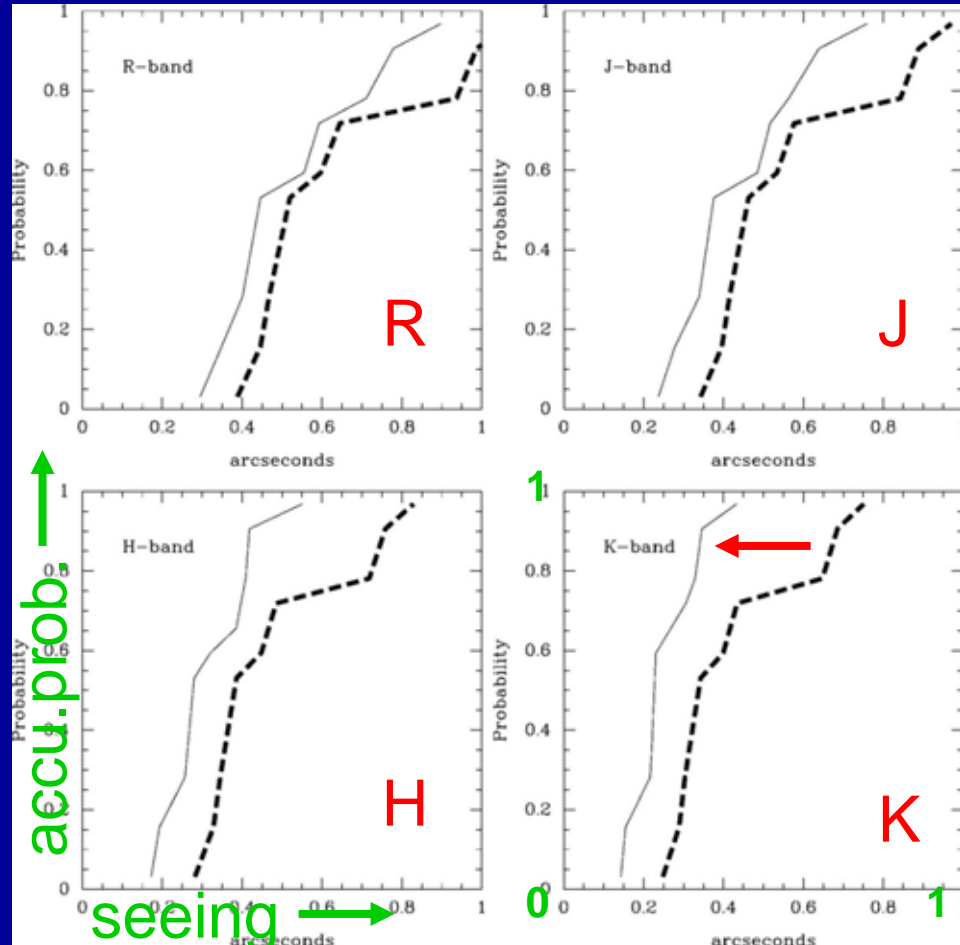
- 7' X 7' FOV, 4LGS(V ~ 13)+3TT-NGS(V<15)
- WFS: 10x10 SH, SO
- DM: 77DOF

白丸: LGS
黒三角: NGS
円: 10'
四角: FOV



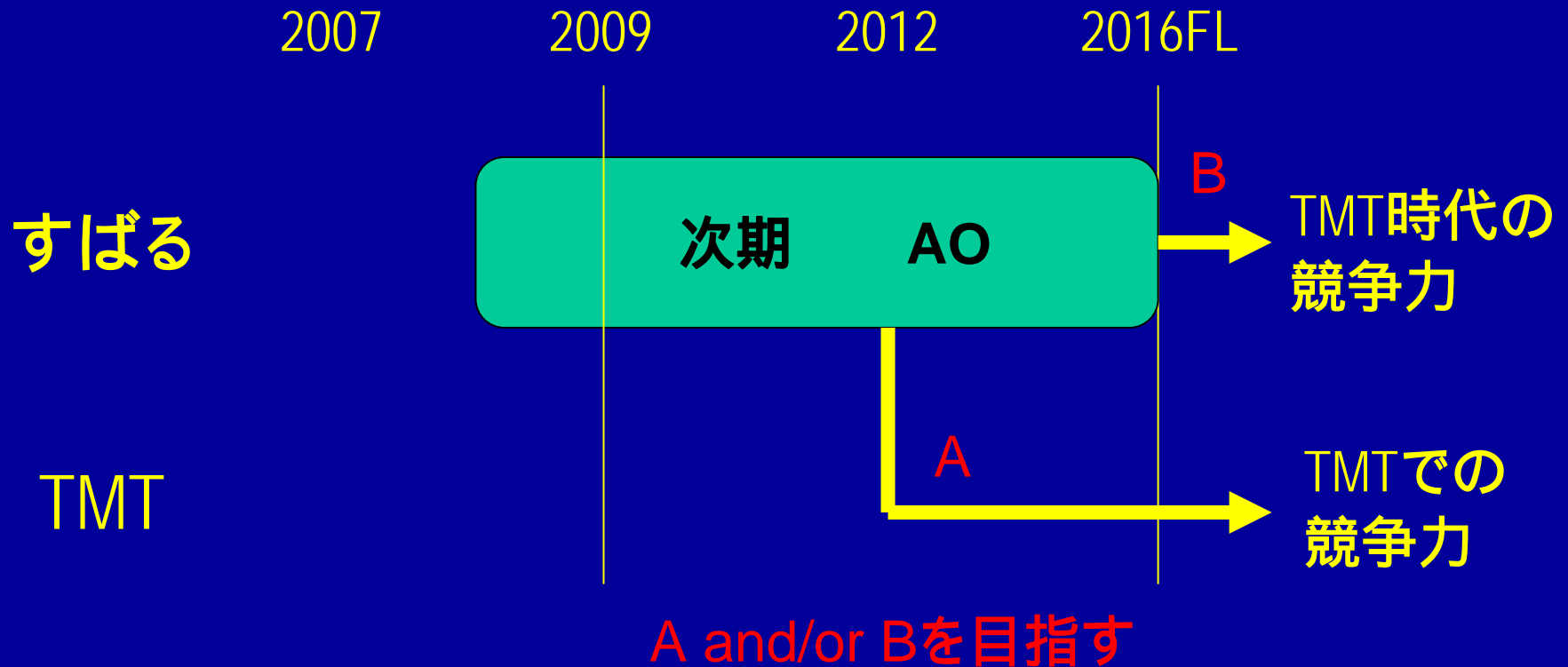
- シーイングが悪い時に有効 (シーイング統計依存)
- 可視でも多少効果あり

Andersen et al.(2006),PASP,118,1574



すばる + TMT

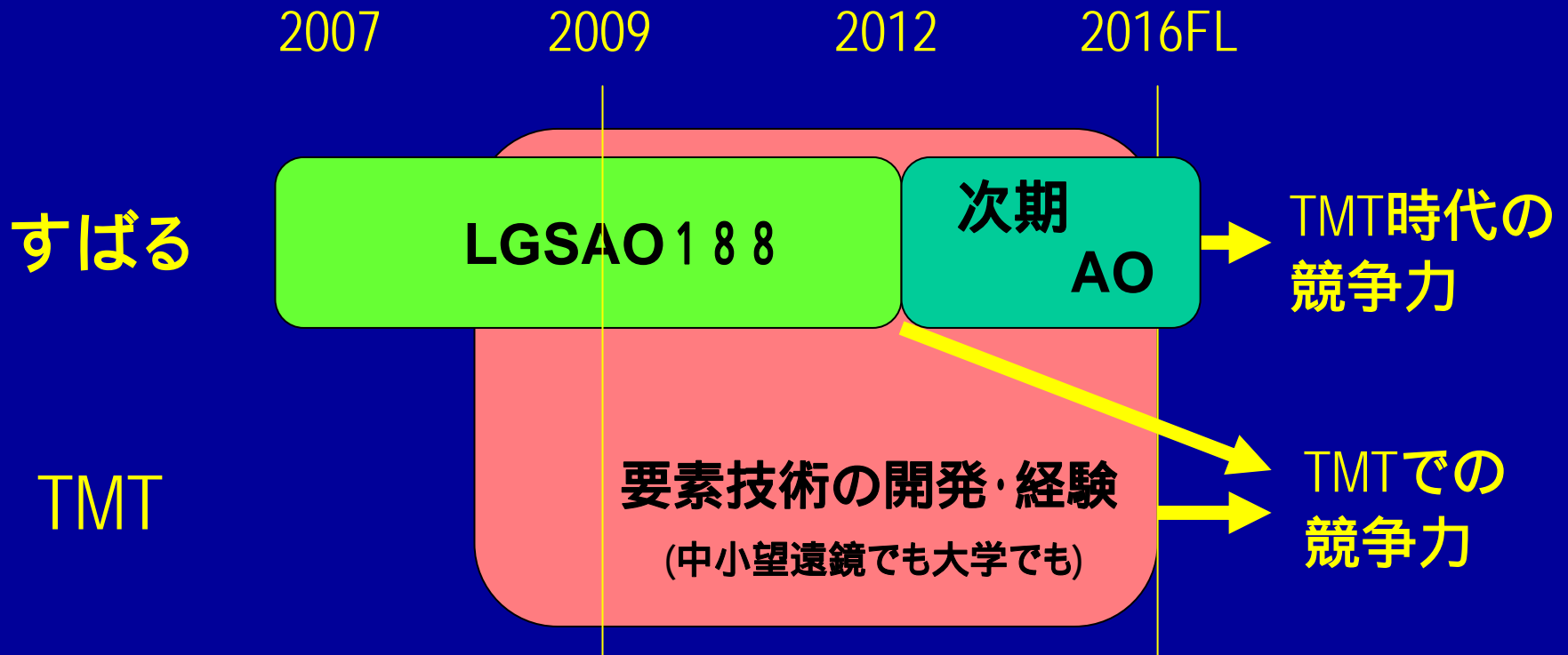
前回の話



注意: 口径が違うので同じ方式のAOでも要求される技術は異なるかも

すばる + TMT

現状を踏まえて個人的に考えると...



基本的に AOは要素技術の組み合わせたアプリケーションサイエンスケースが重要

要素技術

GLAOに限らず、次世代AOに求められる

- ・WFS: 2次元検出器

多素子あるいは複数のWFSを用いるために必要
L3CCD / APD array

- ・DM: MEM以外にも、低次でストロークが大きいもの

単一 大口径(DSM)、安価量産型(MOAO)
これまでの経験を活かすためにもピエゾのバイモルフ/ユニモルフ型で

- ・ゆらぎ層計測技術: 高度別

視野を広げるタイプの場合には必須
高度が異なる層の風速を考慮した予測制御の可能性

- ・多天体化: 複数のGSを導入するオプトメカ、ソフト

複数のGSの信号の最適な制御(重み付け)
WFS,DMは量産できるよう、簡易・安価である必要

GLTT

AO36-AOLのスペースに波面センサを入れて
赤外副鏡のTT機能を制御する

広視野が必要な観測をする領域では明るい星が少ないので
感度を上げるという意味もある

今ある資産の有効活用(TT副鏡、AO36)
実際にデータを取得しながら開発を進める

まず、1WFSで単純なTT制御

次に、多天体化

- star-orientedなら複数のWFS
- layer-orientedなら複数のピックアップ鏡

GLTTで獲得できる要素技術

以下、 緑: 獲得できる 赤: 獲得できない 黄色: 状況による

- ・WFS: 2次元検出器
- ・DM: 低次でストロークが大きいもの
(可変副鏡)
- ・ゆらぎ層計測技術: 高度別
star-oriented / layer-oriented
- ・多天体化: 複数のGSを導入するオプトメカ、ソフト
複数のGSの信号の最適な制御(重み付け)
WFS,DMは量産できるよう、簡易・安価である必要

検討するべき点

もちろんまだまだあるとは思いますが...

- TT補正の効果の検証
 - シミュレーション(MaunaKeaのシーイングデータ)
 - IRM2-TTの実測データ
- オプトメカ
 - 多天体導入システム
 - BS : AOLの位置だと空間的には分けられない
 - Field flattner
- AO36-AOLのスペースの確認

気を付けるべき点

もちろんまだまだあるとは思いますが...

- シミュレーション

 - 月の背景光の影響(赤外線観測は月があるのが普通)

- AO36-AOLへのアクセス

 - 中心の穴から人が入れるように、できれば外側からもアクセスできるようにする

 - CSにつける錘は、ステップをつけるなどして作業台にする

AG/SH層と一体化して改造するのがベスト

- 実証実験

 - システムをCSフランジに入れる前にNsIRで試験

可変副鏡をどうするか？

波面センサとは独立な、オプションと考えるべき

• どのような方針にするか？

- ELT側から見て日本に可変形鏡を任せたいとなるポイントは？
 - 独自の技術(あるいは改良)
 - コピーをより安く、より早く

個人的には、多額の予算を企業に丸投げするよりは、独自の技術を追求するべきではと思う。しかし時間が掛かる...

- 今後の8m望遠鏡の「標準装備」として作る？
 - すばるの場合、簡易に着脱ができ、頻繁な交換を安全に行える必要がある

まとめ

GLAOの前にGLTTを試みるのはどうか？

- 要素技術の開発

大型予算あるいはどの方式のAO(サイエンスケース)を採用するかに関わらず地道に進めるべき

- 現在ある資産の有効活用

- TT副鏡

- AO36: 場所とシステムの再利用

- 実際にデータを取得しながらの開発