NZ61cm望遠鏡に搭載する
紫外・可視・近赤外同時撮像装置ATEAの開発

大阪大学M1　奥本祐生

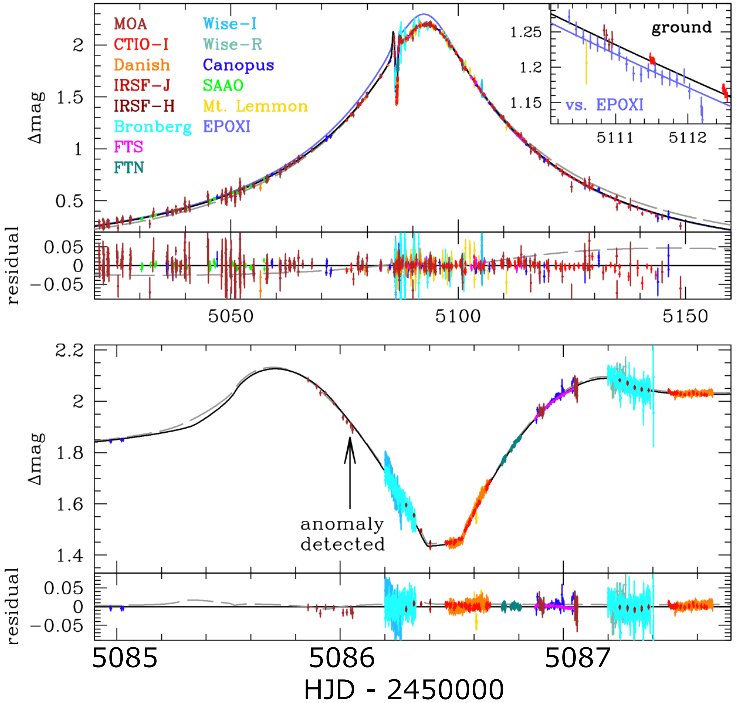
鈴木大介、山響（大阪大学）、都築俊宏（国立天文台）

Index

- 開発背景
- 開発目的
- 3バンド同時撮像装置ATEAの設計
- エラーバジェットと公差解析
- まとめと今後の展望

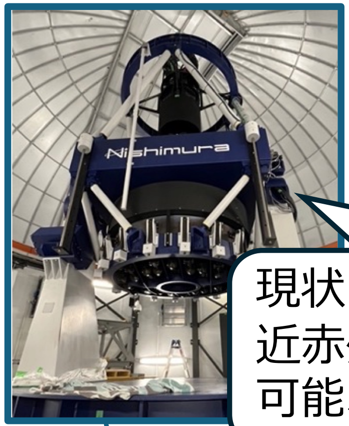
本研究の目的

重力マイクロレンズ法による系外惑星探査



MOA-2009-BLG-266

PRIME望遠鏡
@南アフリカ



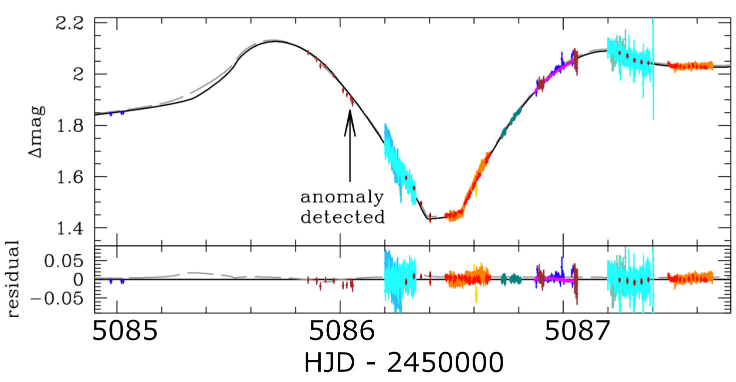
<u>世界初</u>の銀河系中心方向の
広視野近赤外線
重力マイクロレンズサーベイ

現状・・・
近赤外線でのファローアップ観測が
可能な望遠鏡があまりない

本研究の目的

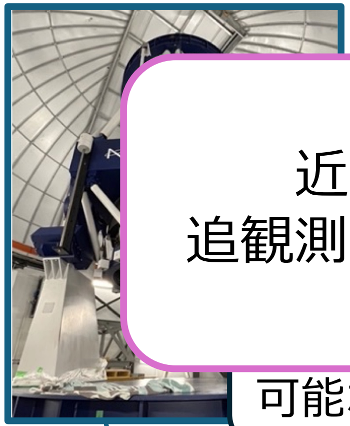
重力マイクロレンズ法による系外惑星探査

タイムスケールの短い
惑星シグナルのデータの
間を埋める



MOA-2009-BLG-266

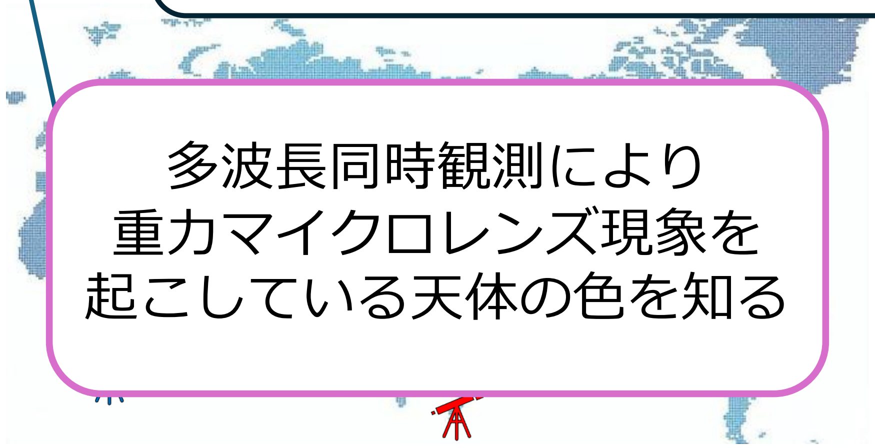
PRIME望遠鏡
@南アフリカ



世界初の銀河系中心方向の
イ

近赤外線領域での
追観測が可能な装置の開発

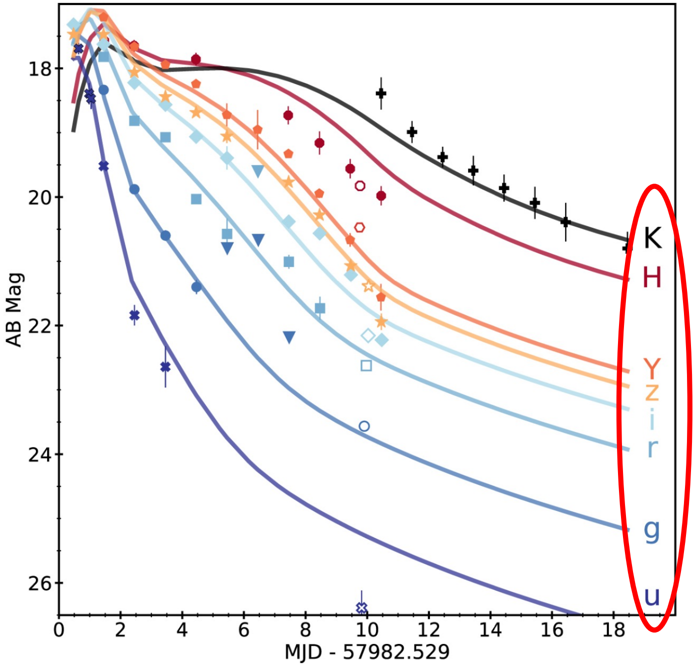
測が
可能な望遠鏡があまりない



多波長同時観測により
重力マイクロレンズ現象を
起こしている天体の色を知る

本研究の目的

GW170817の明るさの変化

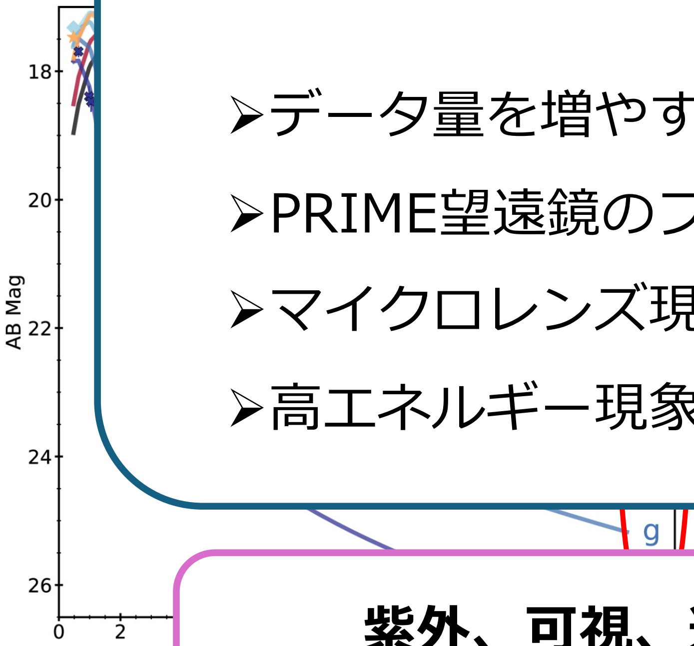


Cowperthwaite +17

重力波イベントのような
高エネルギー現象を多波長で観測

紫外線~赤外線まで広波長帯
に及ぶ光が観測される

本研究の目的



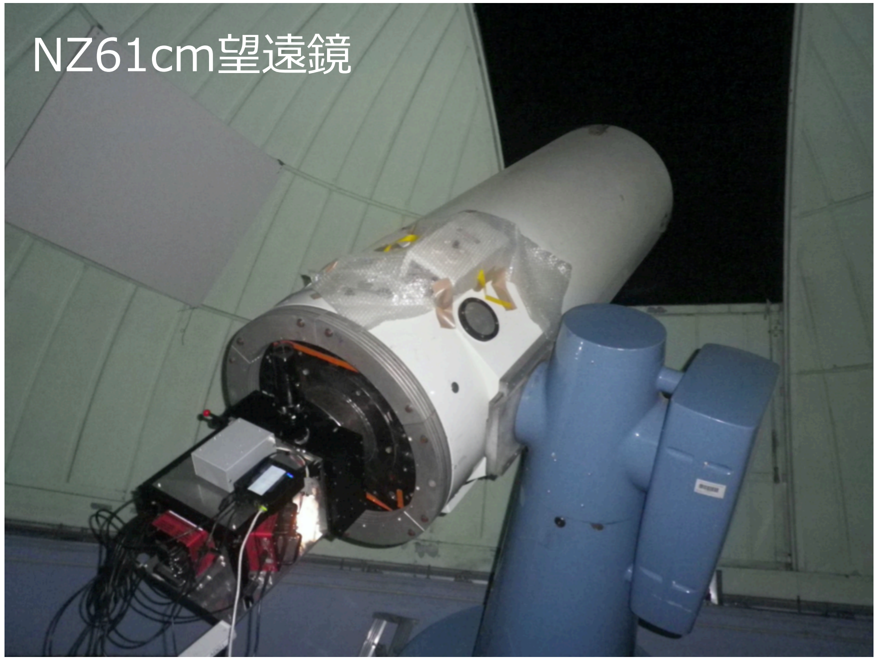
まとめると、、、

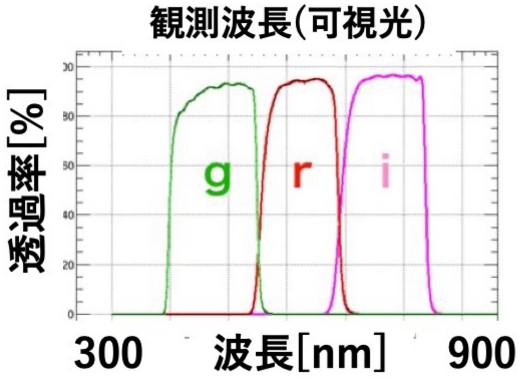
- ➢データ量を増やすことでデータの間を埋める
- ➢PRIME望遠鏡のフォローアップ観測
- ➢マイクロレンズ現象を起こした天体の色を知る
- ➢高エネルギー現象の紫外、可視、近赤外線観測

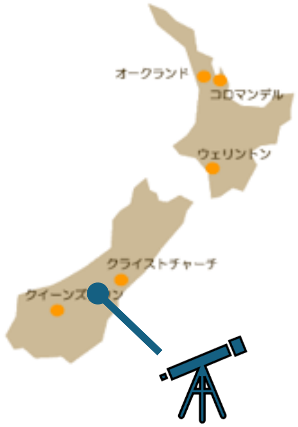
<u>紫外、可視、近赤外線同時観測装置ATEA</u>を
NZ61cm望遠鏡に導入する

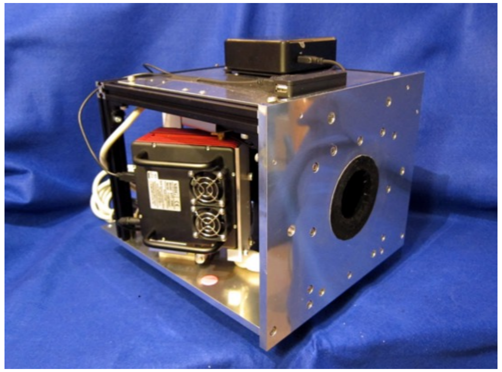
NZ61cm望遠鏡

口径　　　：61cm
F値　　　：13.5
形式　　　：リッチー・クレチアン式
場所　　　：ニュージーランド Mt.John天文台
観測波長：g , r , i –band









NZ61cm望遠鏡に搭載されている
3バンド同時撮像カメラTRIPOLE5

Index

- 開発背景
- 開発目的
- 3バンド同時撮像装置ATEAの設計
- エラーバジェットと公差解析
- まとめと今後の展望

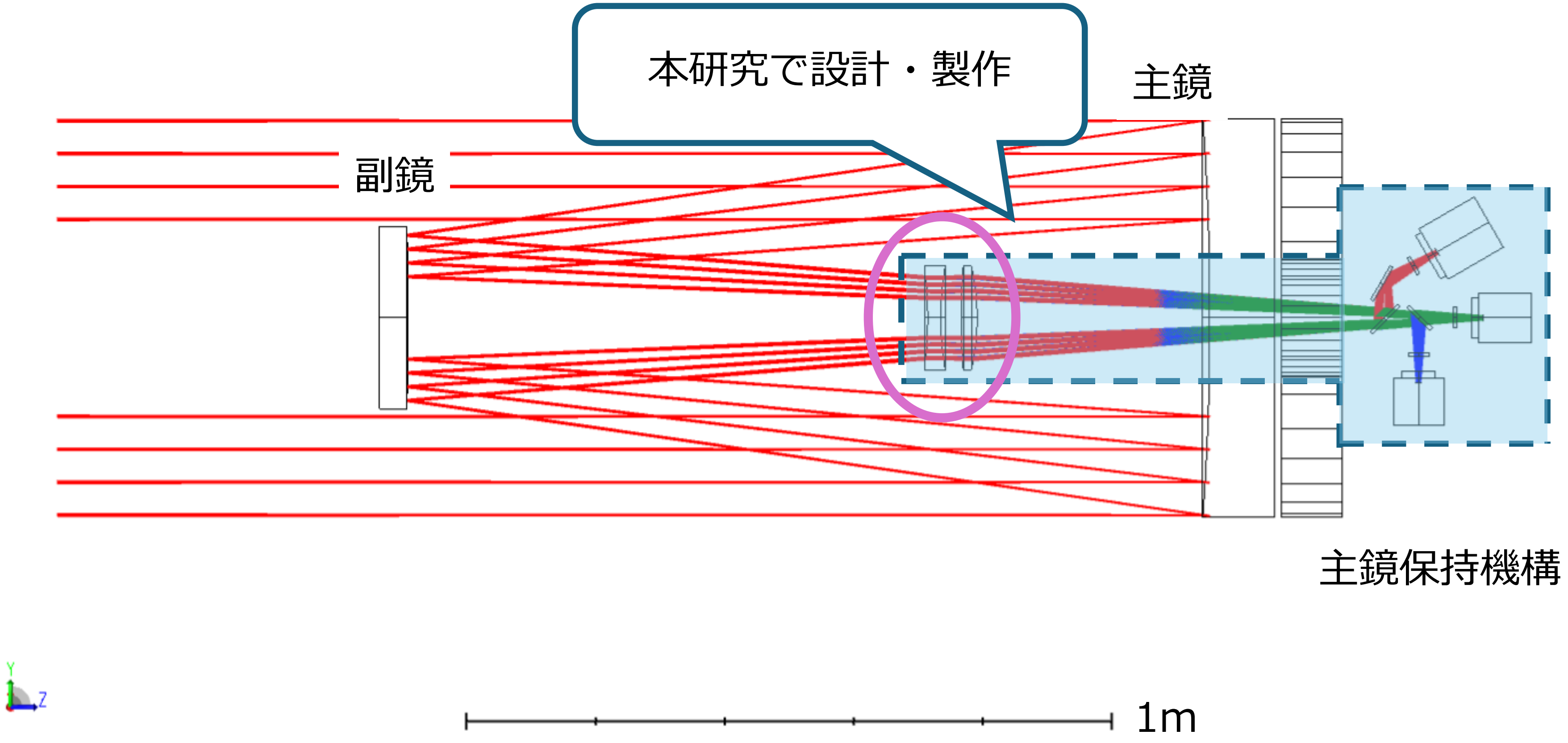
ATEA (Aotearoa Triple-band Equipment for Astrophysics)

設計仕様	紫外線	可視光	近赤外線
観測波長	300-400nm	700-930nm	1170-1330nm
ピクセルスケール	0.35″/pixel(仮)	0.2″/pixel(仮)	0.27″/pixel
視野	5.83×4.68[$arcmin^2$]		
F値	F/6.25(望遠鏡+ATEA)		
環境圧力	1atm		
環境温度	5±5℃		
結像性能 (RMSスポット半径)	0.4″		

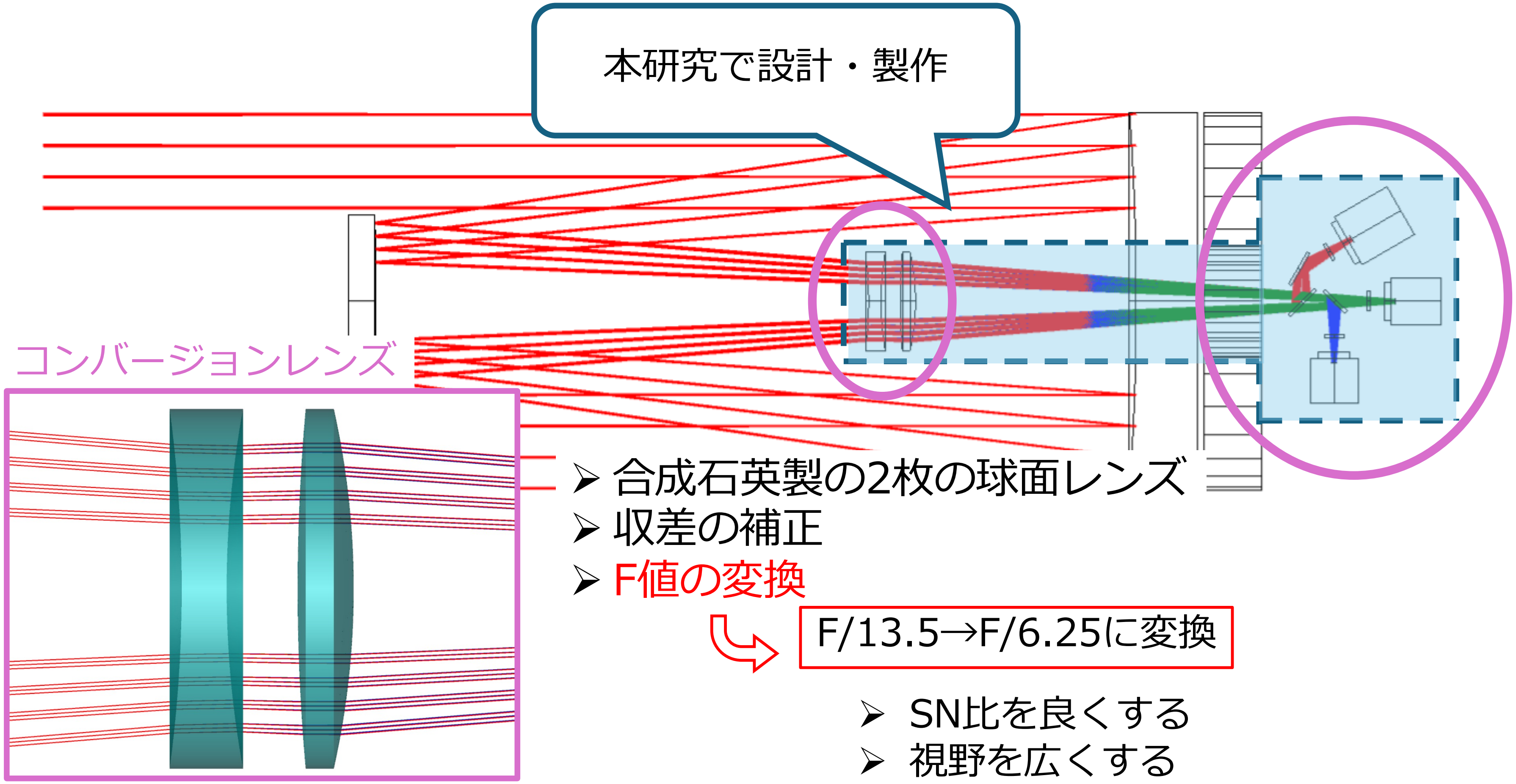
使用予定の検出器の
最小視野

収差を含めてスポットが
Mt.Johnのseeing 1.5″
を十分下回るように設定

ATEA (Aotearoa Triple-band Equipment for Astrophysics)



ATEA (Aotearoa Triple-band Equipment for Astrophysics)

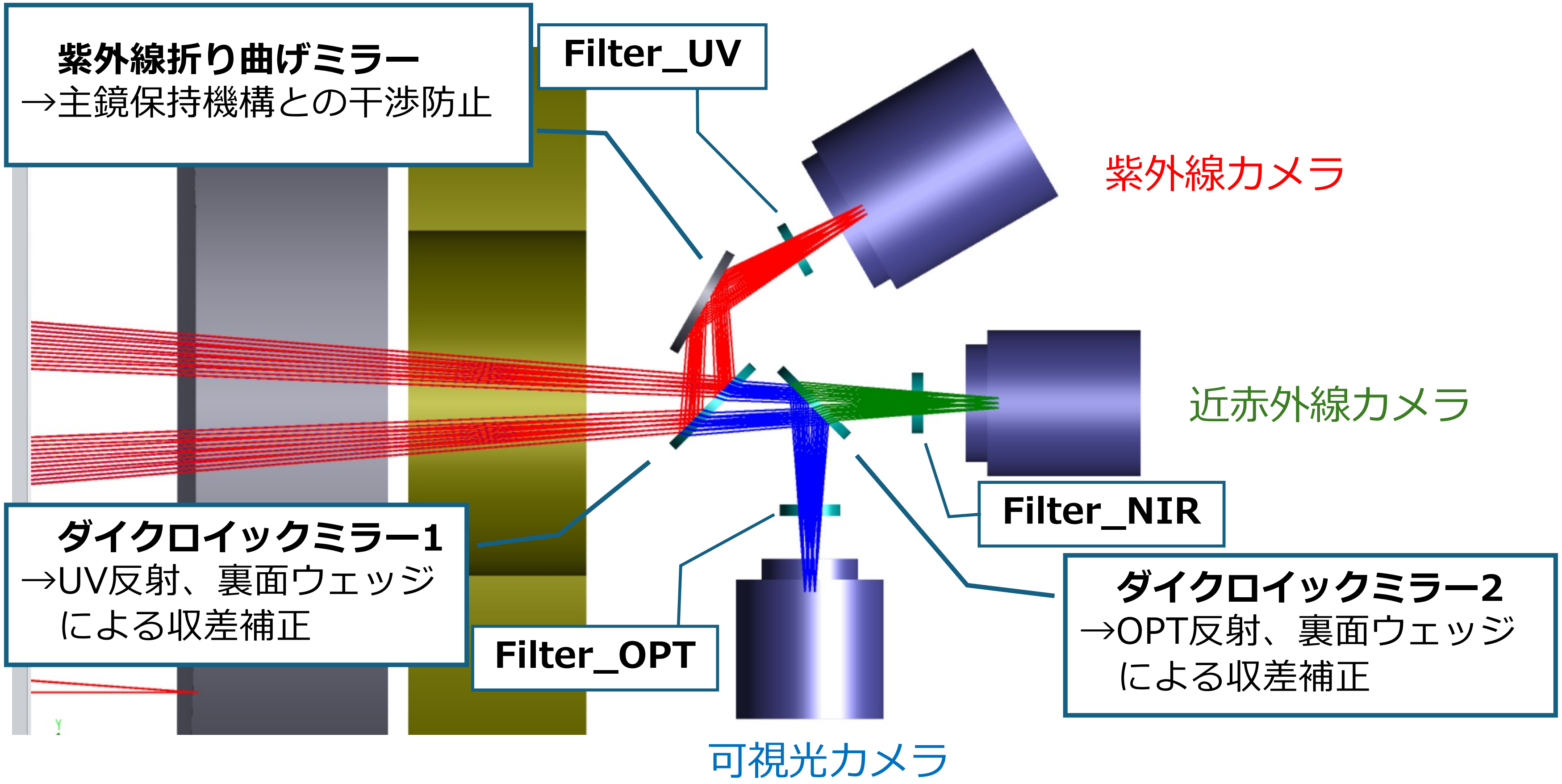


- 合成石英製の2枚の球面レンズ
- 収差の補正
- F値の変換

F/13.5→F/6.25に変換

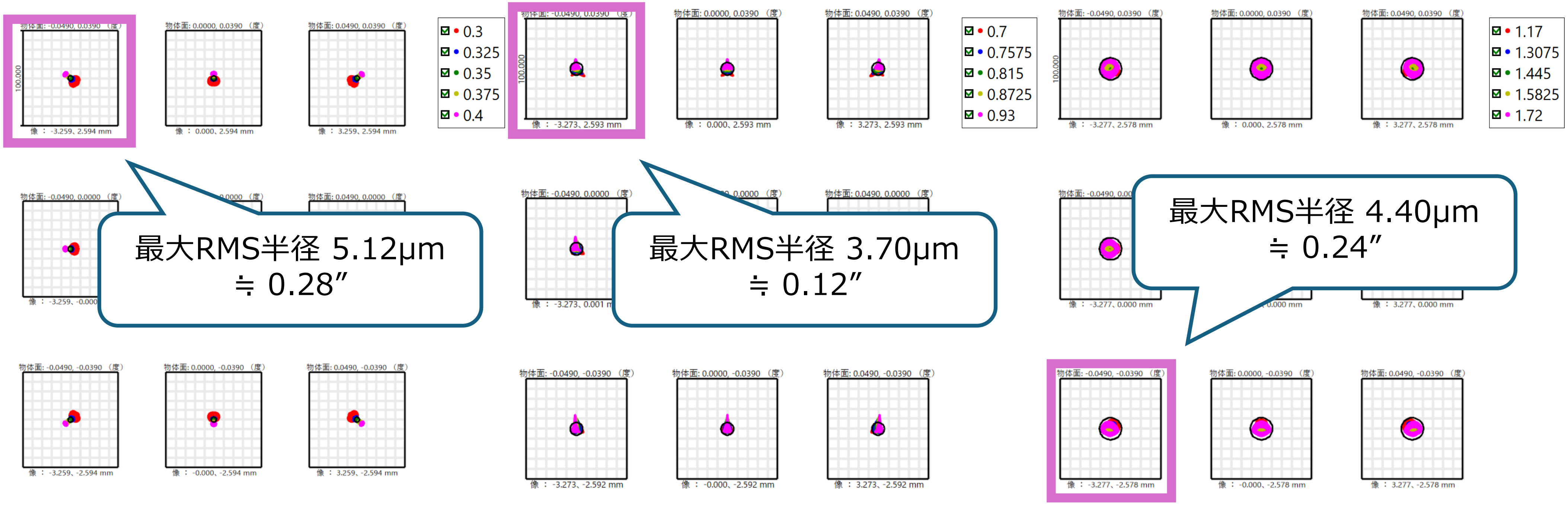
- SN比を良くする
- 視野を広くする

ATEA (Aotearoa Triple-band Equipment for Astrophysics)



結像性能(ZEMAXによる解析結果)

Spot Diagram@結像面



紫外線領域　可視光領域　近赤外線領域

この段階で全channelで設計仕様0.4″を下回る

Index

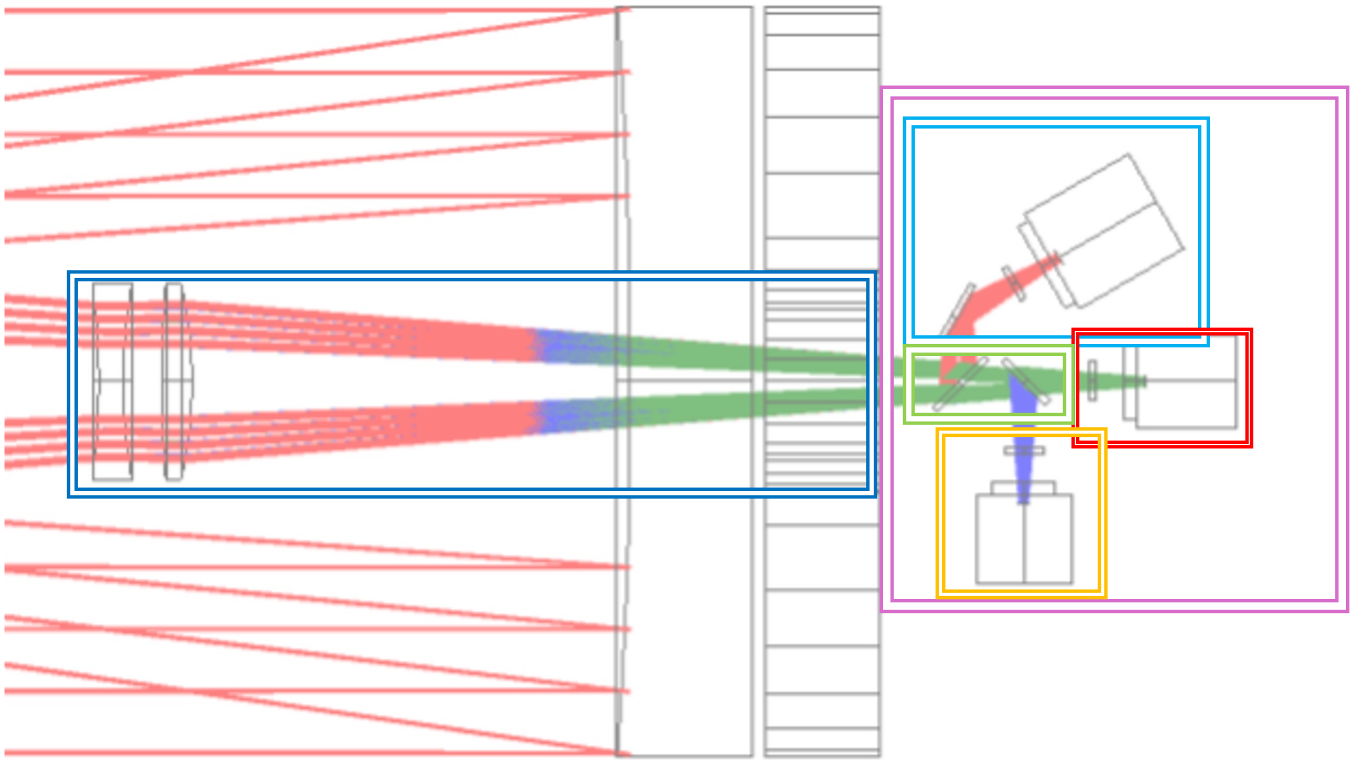
- 開発背景
- 開発目的
- 3バンド同時撮像装置ATEAの設計
- エラーバジェットと公差解析
- まとめと今後の展望

現時点でのエラーバジェット

大分類	中分類	Value (UV)	Value (OPT)	Value (NIR)
設計	望遠鏡＋ATEAの性能	0.28	0.12	0.24
面精度	製造誤差	0.199	0.210	0.151
組み立て誤差	光学調整後のノミナル性能からの性能変化	0.1(仮)	0.1(仮)	0.1(仮)
調整残差の影響	調整機構の調整ピッチ残差の影響	0.05	0.05	0.05
その他	指向・振動・環境変化等による誤差	0.05	0.05	0.05
Total optical resolution		0.364	0.271	0.309
Specification		0.4	0.4	0.4
Margin to 0.4arcsec		0.036	0.129	0.091

単位は[“]

公差解析 組み立て誤差の計算



設計した光学素子を
左図のようにユニット化
↓
各光学素子、その各面、各ユニット
が持ちうる設置誤差・製造誤差を
書き出した公差表を作成
↓
それらが最終的にスポットに
及ぼす影響をZEMAXで計算

現在取り組み中

現時点でのエラーバジェット

大分類	中分類	Value (UV)	Value (OPT)	Value (NIR)
設計	望遠鏡＋ATEAの性能	0.28	0.12	0.
面精度	製造誤差	0.199	0.210	0.151
組み立て誤差	光学調整後のノミナル性能からの性能変化	0.1(仮)	0.1(仮)	0.1(仮)
調整残差の影響	調整機構の調整ピッチ残差の影響	0.05	0.05	0.05
その他	指向・振動・環境変化等による誤差	0.05	0.05	0.05
Total optical resolution		0.364	0.271	0.309
Specification		0.4	0.4	0.4
Margin to 0.4arcsec		0.036	0.129	0.091

現在解析中

現在の光学設計で仕様を満たすか検討中

まとめと今後の展望

まとめ

紫外・可視・近赤外線同時撮像装置ATEAの設計を行っており、設計段階で仕様性能0.4″を満たしている。現在は実現に向けて公差解析を行っている最中である。

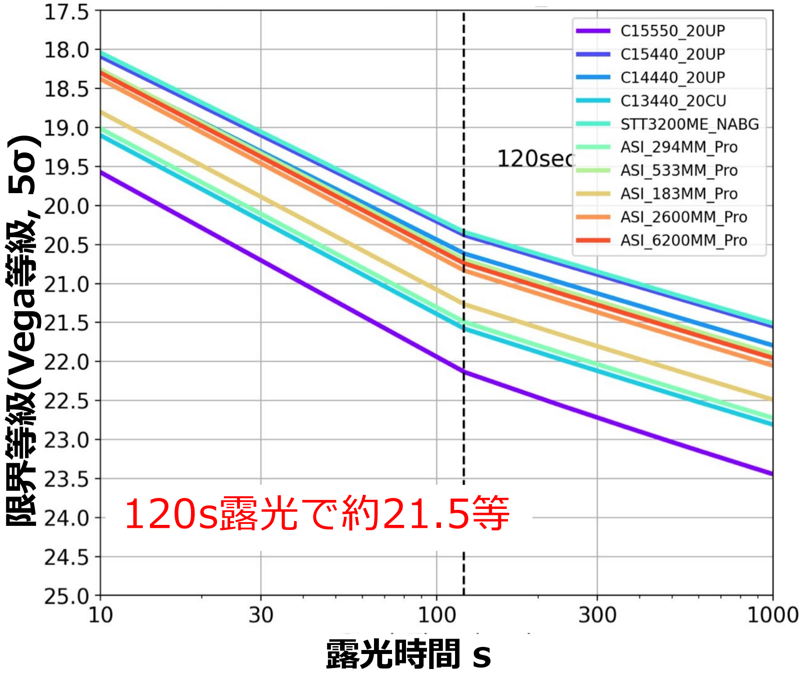
今後の予定

- 2024年度　　　：光学系、各ユニットの設計完了
- 2025年度前半　：各光学素子・ユニット等の作成(OPT,NIR)
- 2025年度8月頃：NZ61cm望遠鏡へのインストール(OPT,NIR)、テスト観測
- 2026年度以降　：UVチャンネルの追加

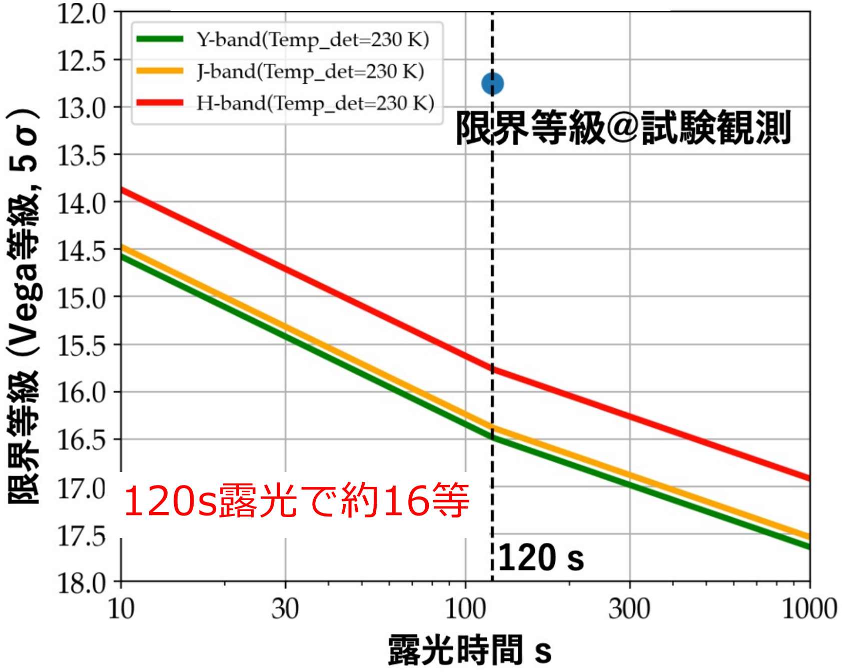
Development of ATEA is supported by the JSPS KAKENHI (JP24H01811) and by Advanced Technology Center (ATC) of NAOJ.

Appendix　カメラについて

	紫外線(購入予定)	可視光(購入予定)	近赤外線
カメラ	QHY2020	ASI533MMPro	QHY990
Pixel Scale[“/pixel]	0.35	0.2	0.27



可視光領域



近赤外線領域

Appendix　面精度について

面精度劣化要因	面精度	RMS半径変化[“](例)
研磨面精度	λ/8	0.034
コーティングによる面精度劣化	λ/20	0.014
保持による面精度劣化	λ/10	0.027
環境による面精度劣化	λ/20	0.014

面の種類	RMS半径変化[“]
L1_S1	0.048
L1_S2	0.048
L2_S1	0.048
L2_S2	0.048
DM1_S1	0.159
Fil_S1	0.051
Fil_S2	0.051

※特に反射面が面精度劣化に大きく
影響を与えている