

188cm望遠鏡の改修効果の評価

福井 暁彦、泉浦秀行、黒田大介、神戸栄治、柳澤顕史、
筒井寛典、坂本彰弘、戸田博之、今田明、浮田信治、小矢野久、
沖田喜一、清水康広(岡山天体物理観測所)

2013.8.1

2013年度岡山(光赤外)ユーザーズミーティング

188cm望遠鏡改修と期待される効果

改修

- 駆動系更新
(不要ギア撤去、モータ更新)
- 制御系更新
(エンコーダ制御)
- 副鏡駆動系改修



黒田、筒井講演

性能向上

- 指向精度
- 指向時間
- 追尾精度
- 微小角移動
- フォーカス制御



本講演

観測成果

- 観測効率
- 観測精度
- 新規観測

指向精度

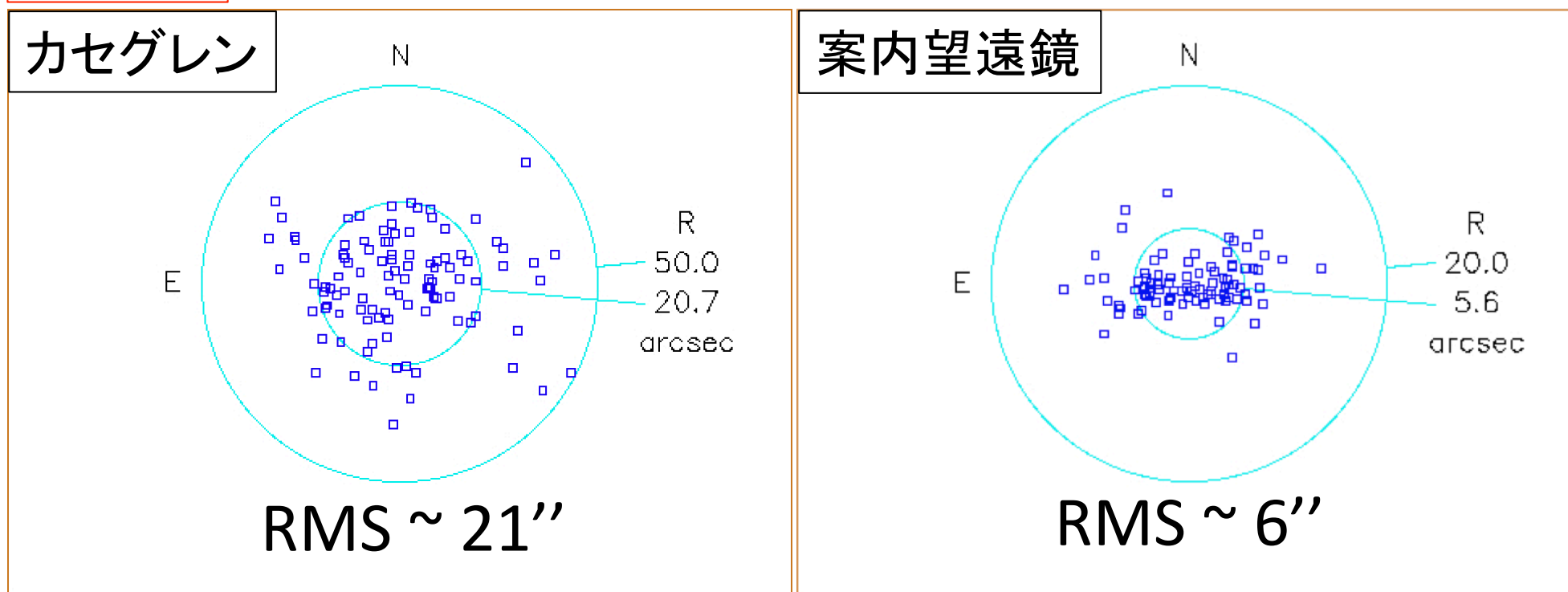
- 全天で100天体程度を導入し、望遠鏡指向解析 (Pointing Analysis, PA) を実施

案内望遠鏡



カセグレン焦点

改修前



- 改修前の指向精度は、カセグレンで~21''RMS、案内望遠鏡で~6''RMS
- 駆動系及び光学系由来の指向誤差が存在

指向精度

- 全天で100天体程度を導入し、望遠鏡指向解析 (Pointing Analysis, PA) を実施

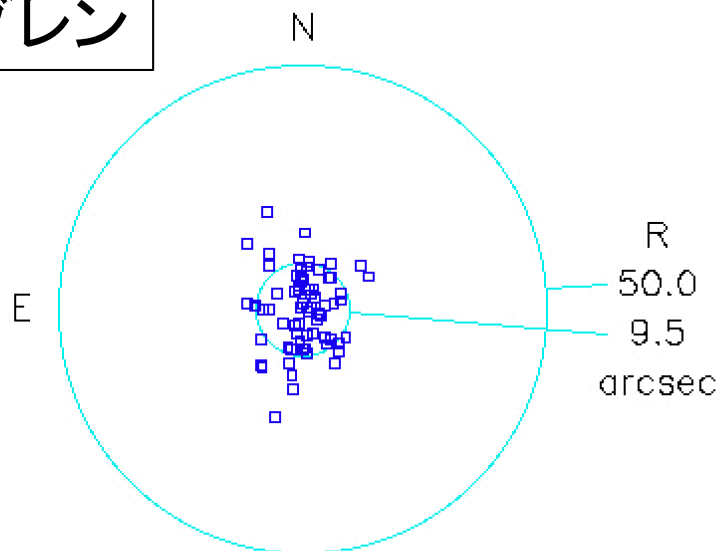
案内望遠鏡



カセグレン焦点

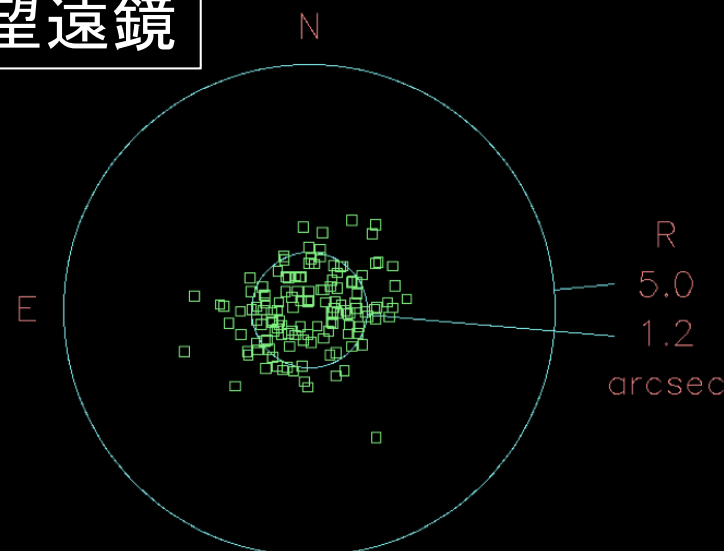
改修後

カセグレン



RMS ~ 9.5''

案内望遠鏡

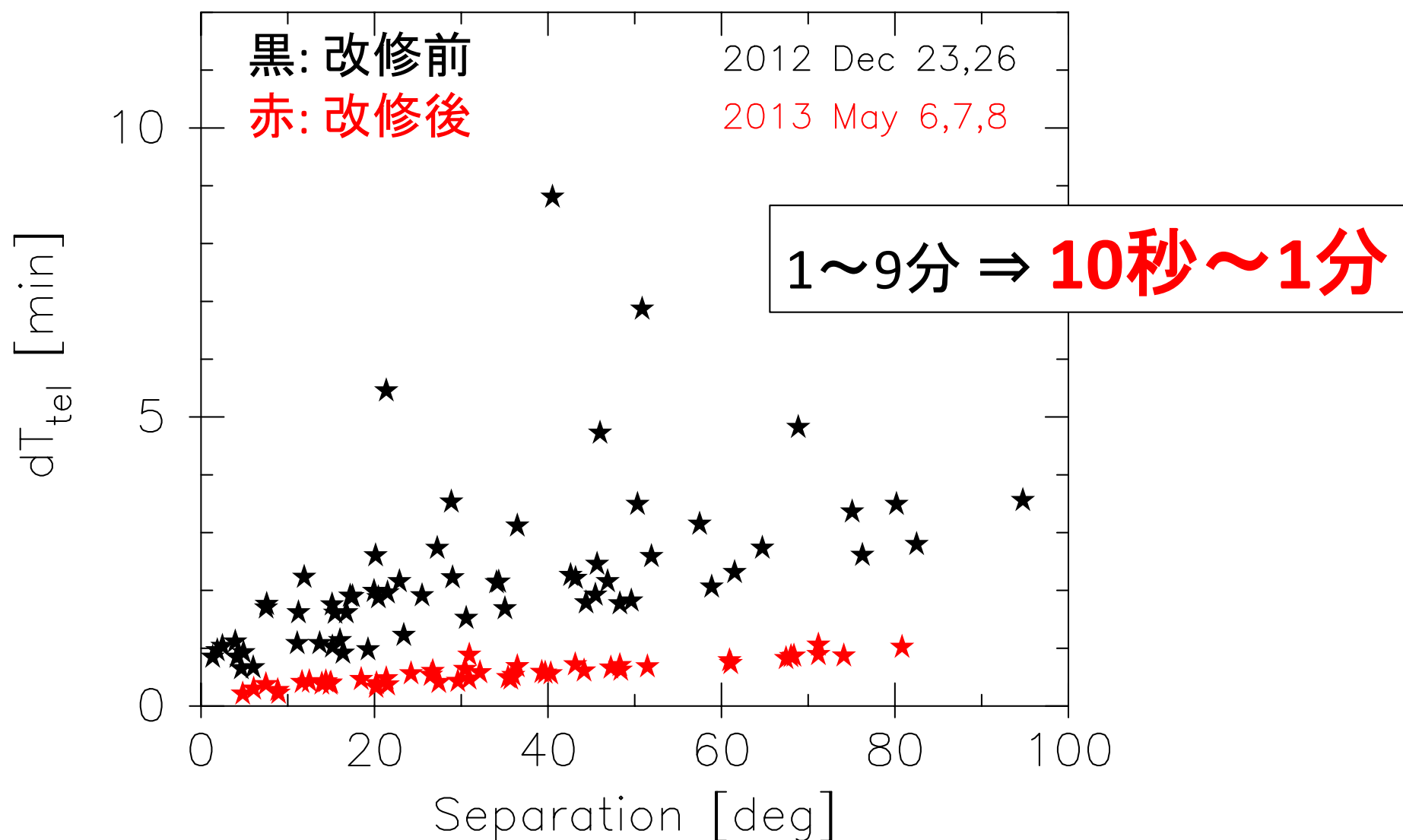


RMS ~ 1.2''

- 案内望遠鏡で1.2'' RMSを達成。駆動系由来の誤差はほぼ解消。
- カセグレン焦点でも大幅改善。光学系にまだ改善の余地(主鏡、副鏡ガタ)

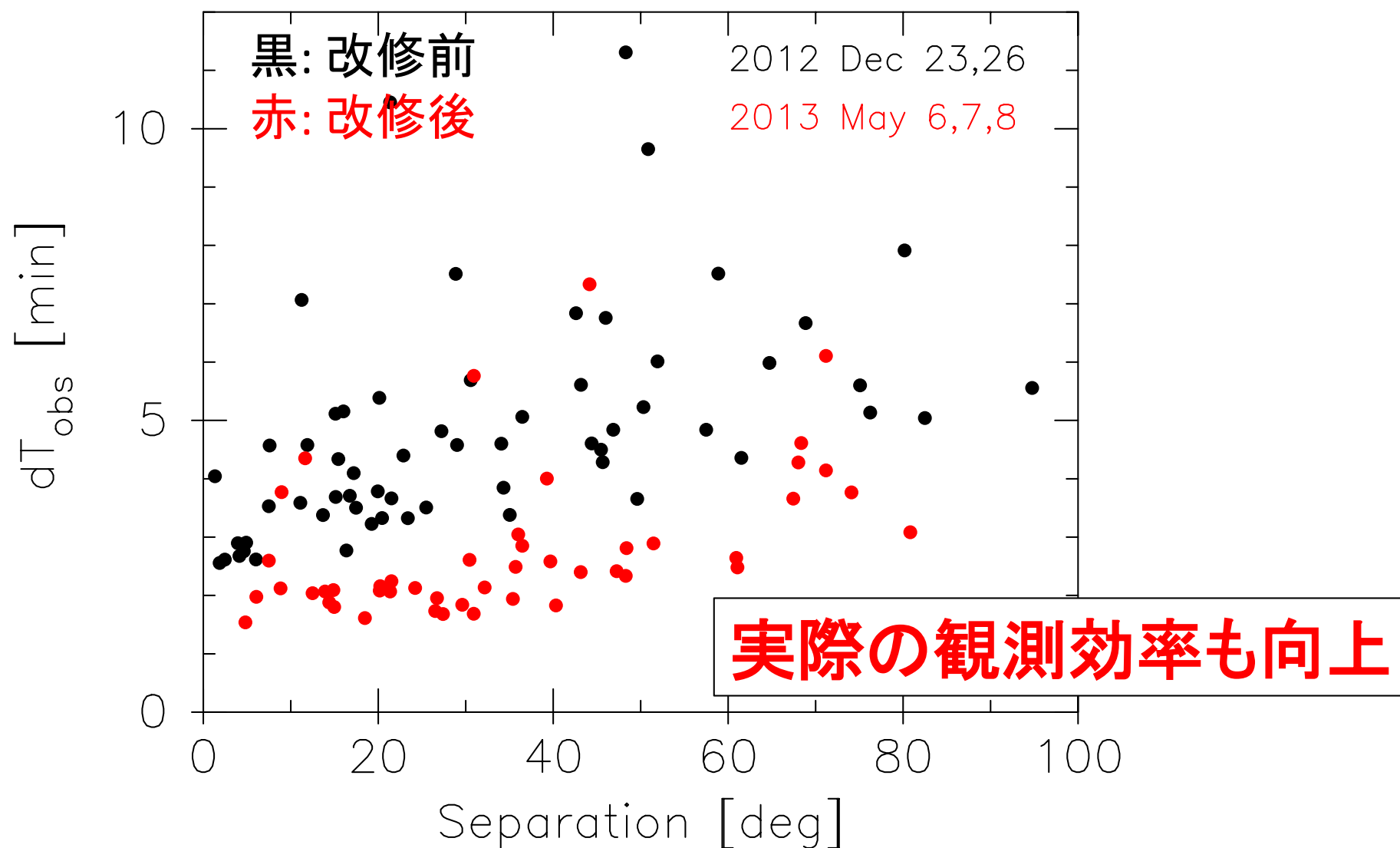
指向時間

- 望遠鏡の指向時間 (指向開始から終了までの時間) を改修前後で比較
 - HIDESスリットによる共同利用観測(視線速度探索)時のログを調査



指向時間

- 観測浪費時間(露光終了から次の露光開始までの時間)を比較
 - HIDESスリットによる共同利用観測(視線速度探索)時のデータヘッダを調査

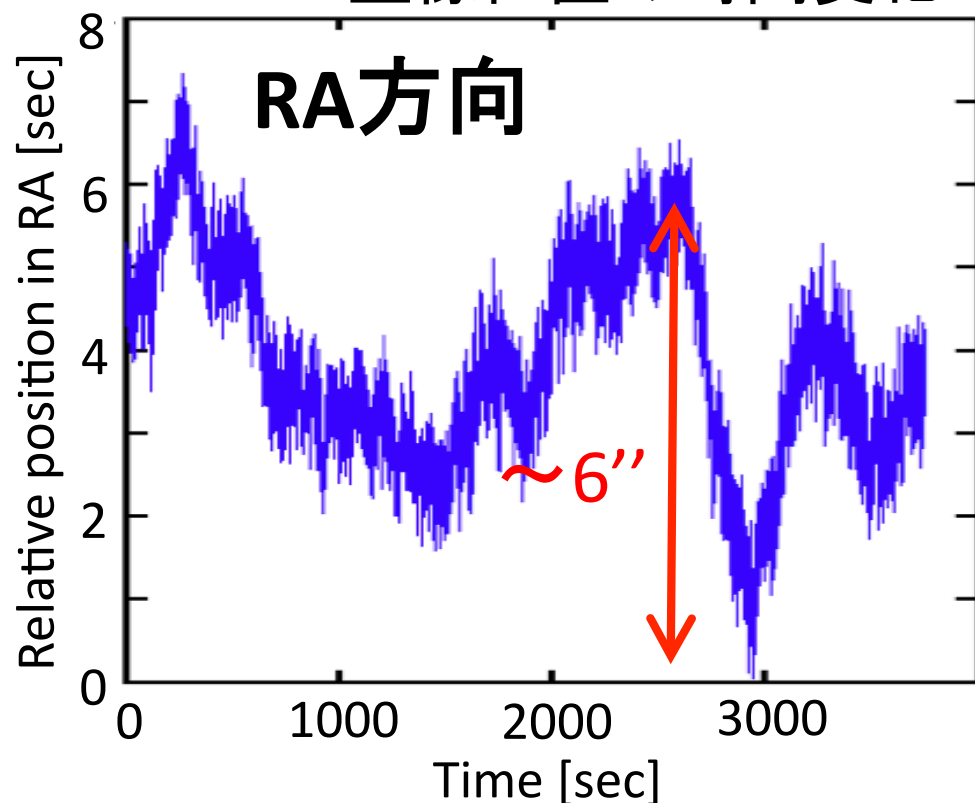


追尾精度

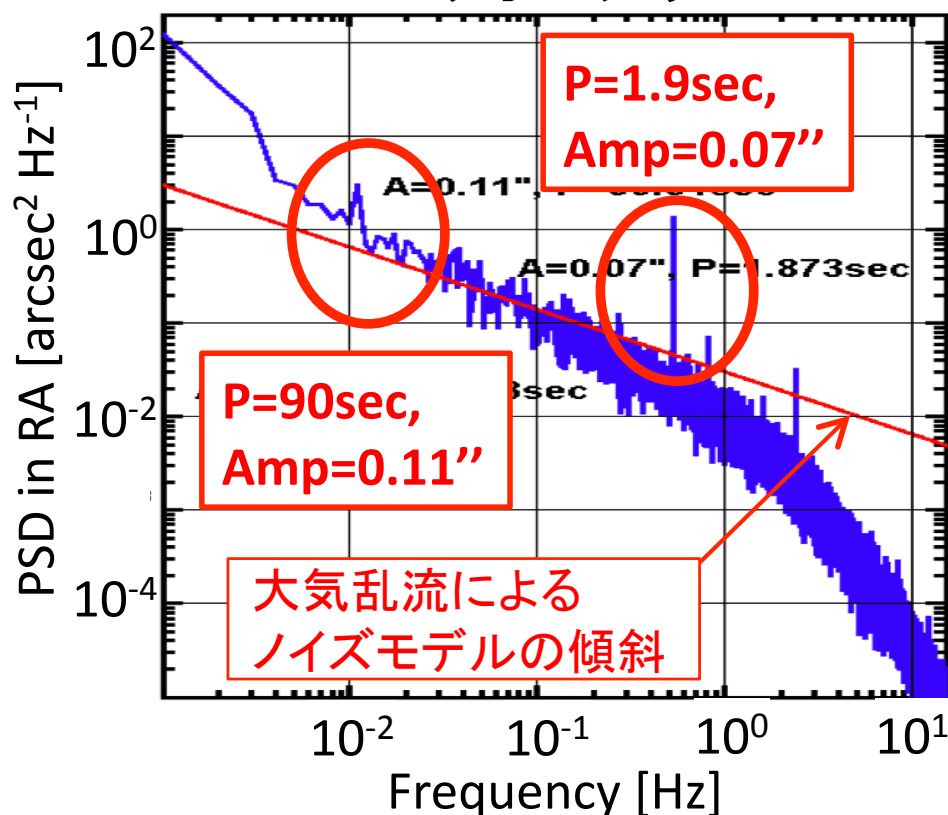
- ・ガイド無しで明るい星を追尾しながら30Hzで星像の変位を測定

改修前

星像位置の時間変化



ピリオドグラム



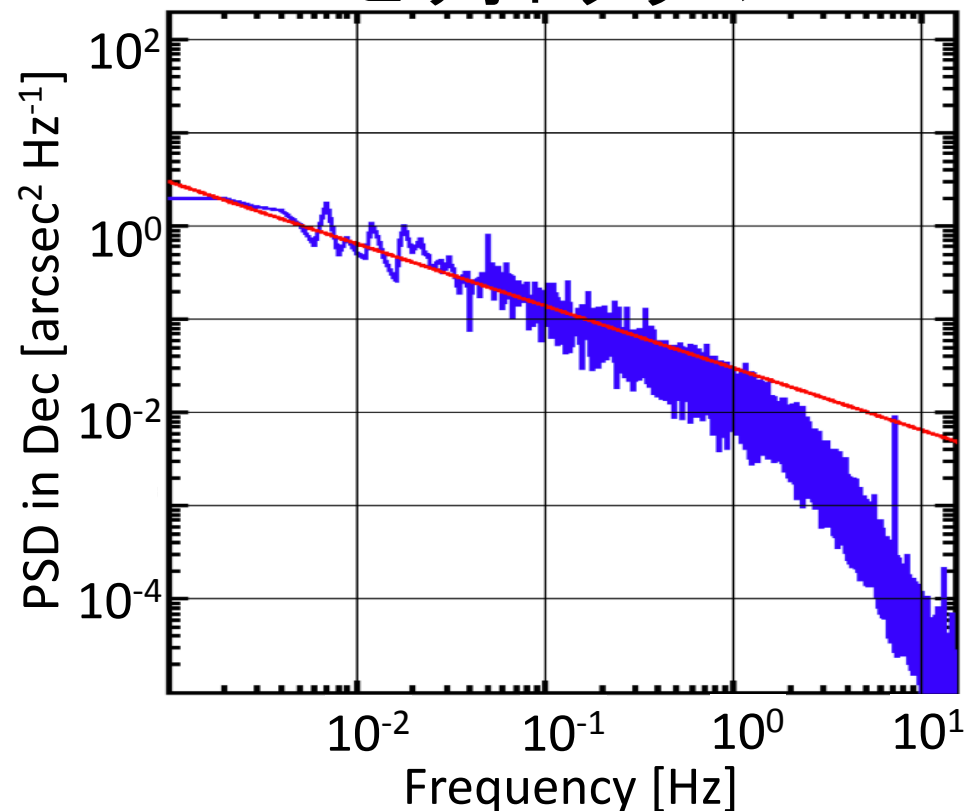
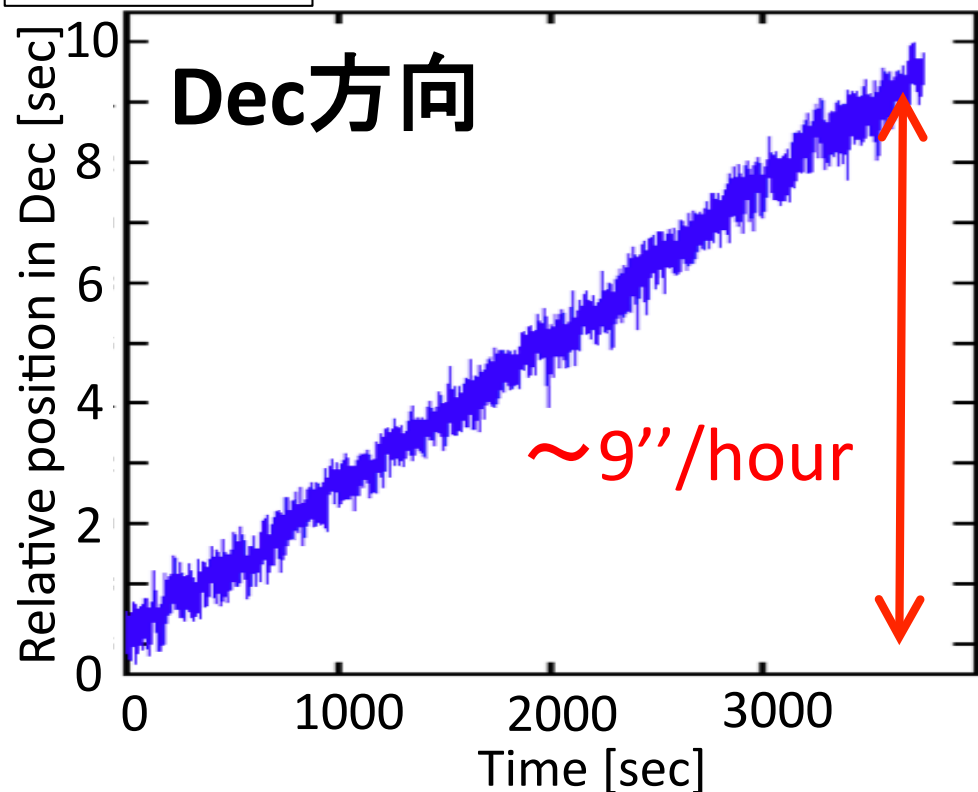
- ・RA方向に様々な周期・振幅の変動 → RA軸ギヤ系由来

追尾精度

改修前

星像位置の時間変化

ピリオドグラム



- Dec方向に“トレンド” → 望遠鏡のたわみ、鏡の変位など

今回の改修で

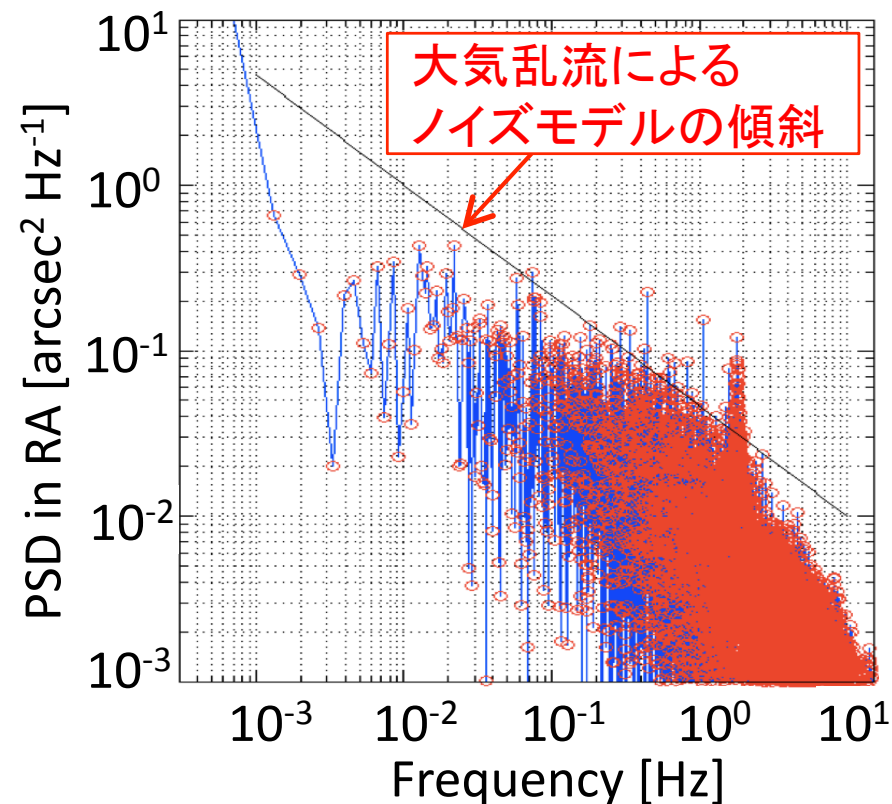
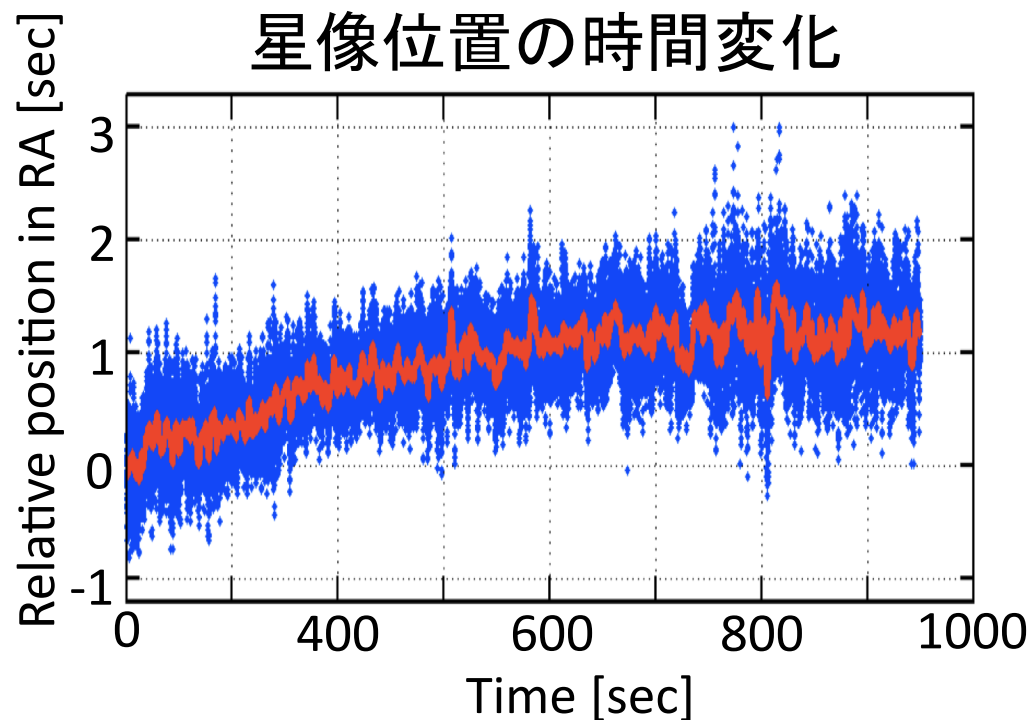
- RA軸関連の不要なギアを撤去
- 追尾を恒星時駆動から2軸エンコーダ制御に

追尾精度

改修後

RA方向

ピリオドグラム



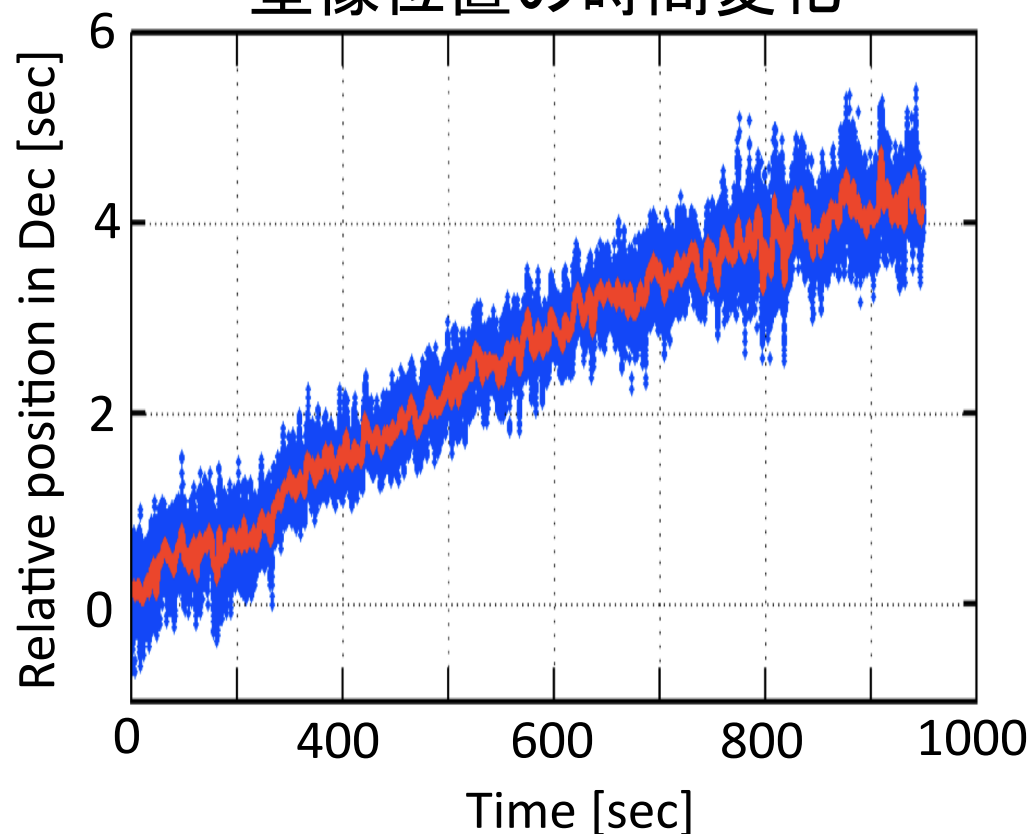
- RA方向の周期的な誤差が無くなり、追尾がスムーズに
- ドリフト(～1.2″/15分)が見られる

追尾精度

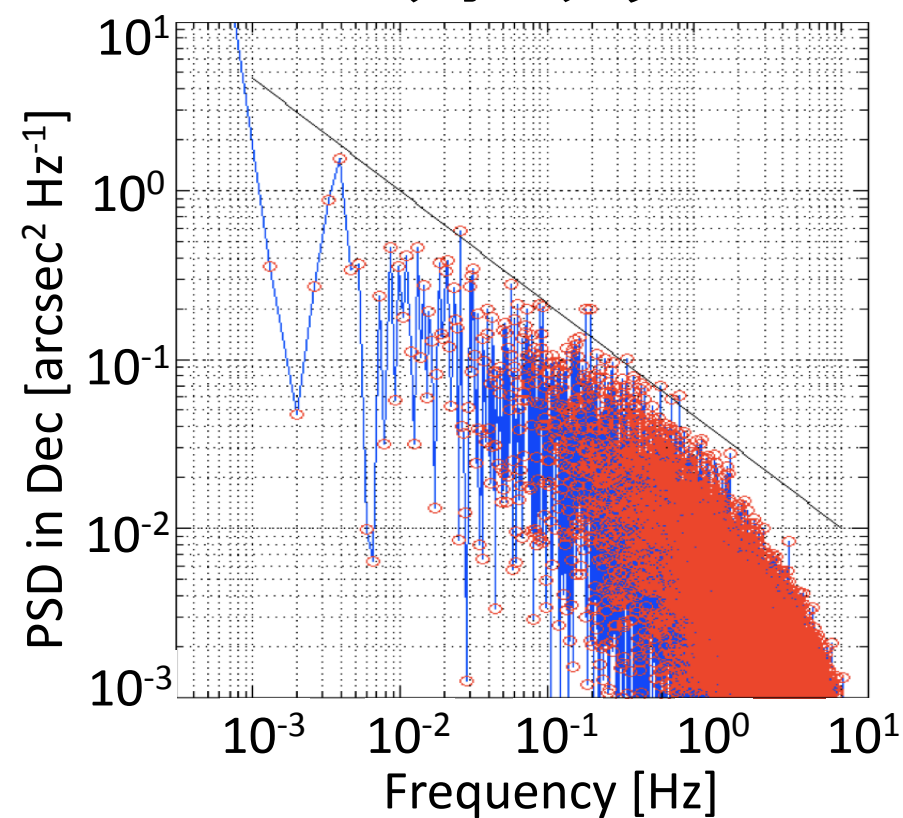
改修後

Dec方向

星像位置の時間変化



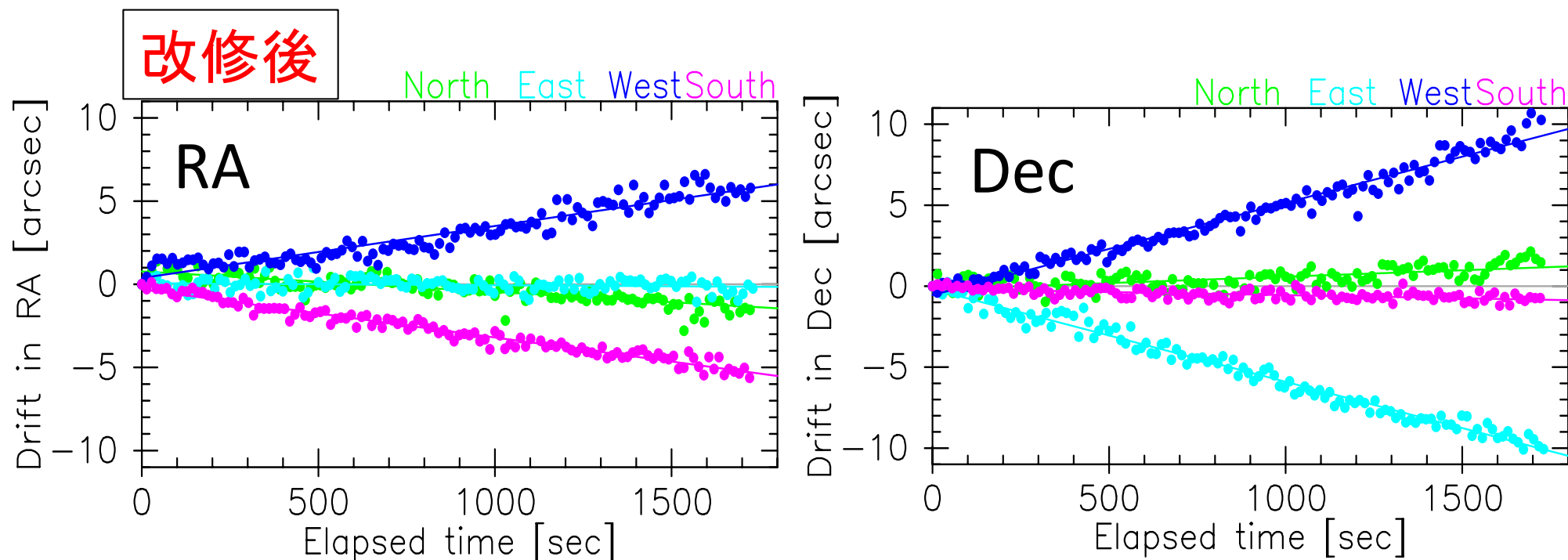
ピリオドグラム



- Dec方向にも大きなドリフト(～4″/15分)

追尾精度

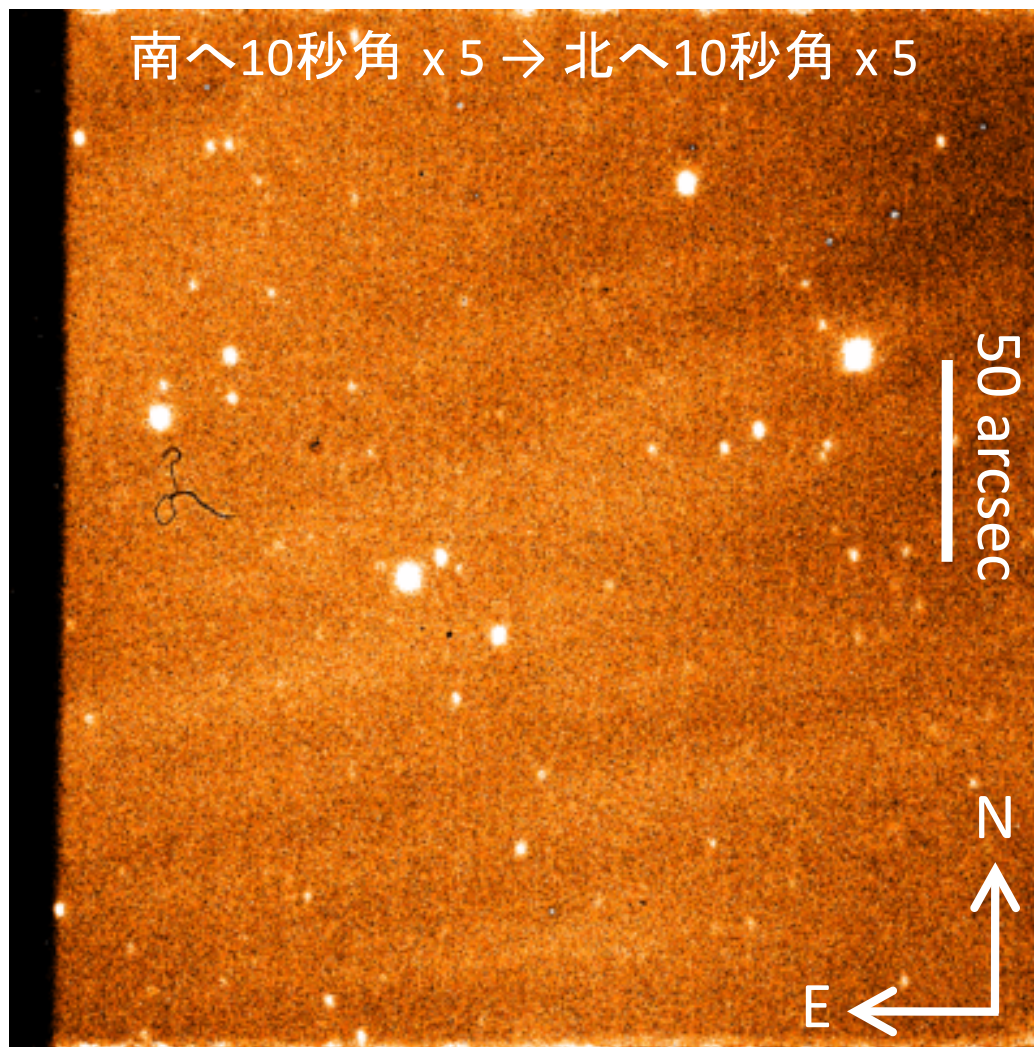
- さまざまな望遠鏡の姿勢(方角)で追尾試験



- 望遠鏡姿勢に依存して、**最大10''/30分のドリフト** (RA, Dec共)
⇒ 指向誤差の影響(追尾 = 瞬時瞬時の指向)
つまり、指向誤差(光学系由来)を小さく出来れば改善するはず
- オートガイドを使用する限り、観測への影響は限定的**

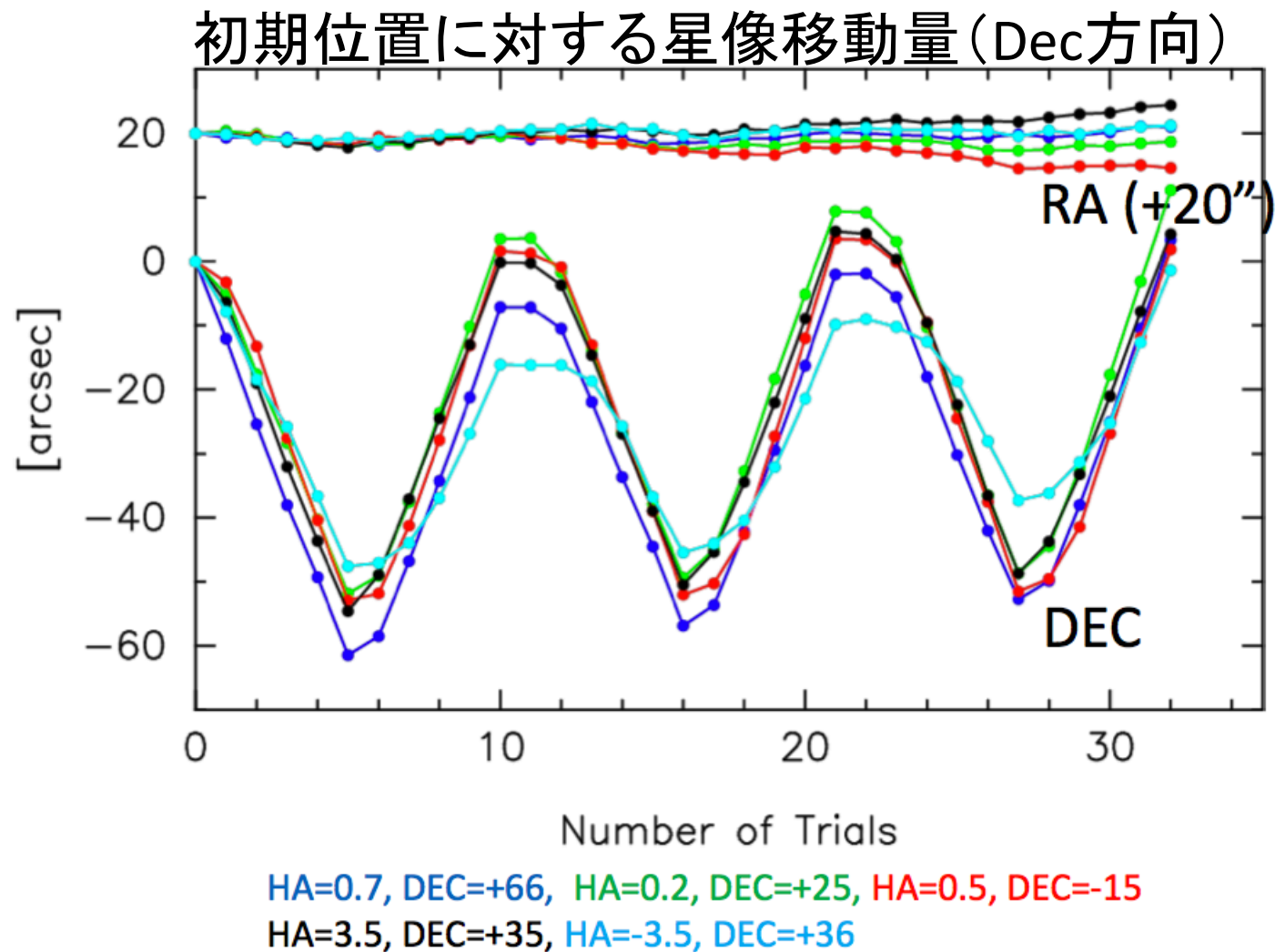
微小角移動精度

- 改修前、微駆動系による微小角移動の精度が低かった
 - パルス制御。特にDec方向でバックラッシュの影響が顕著。



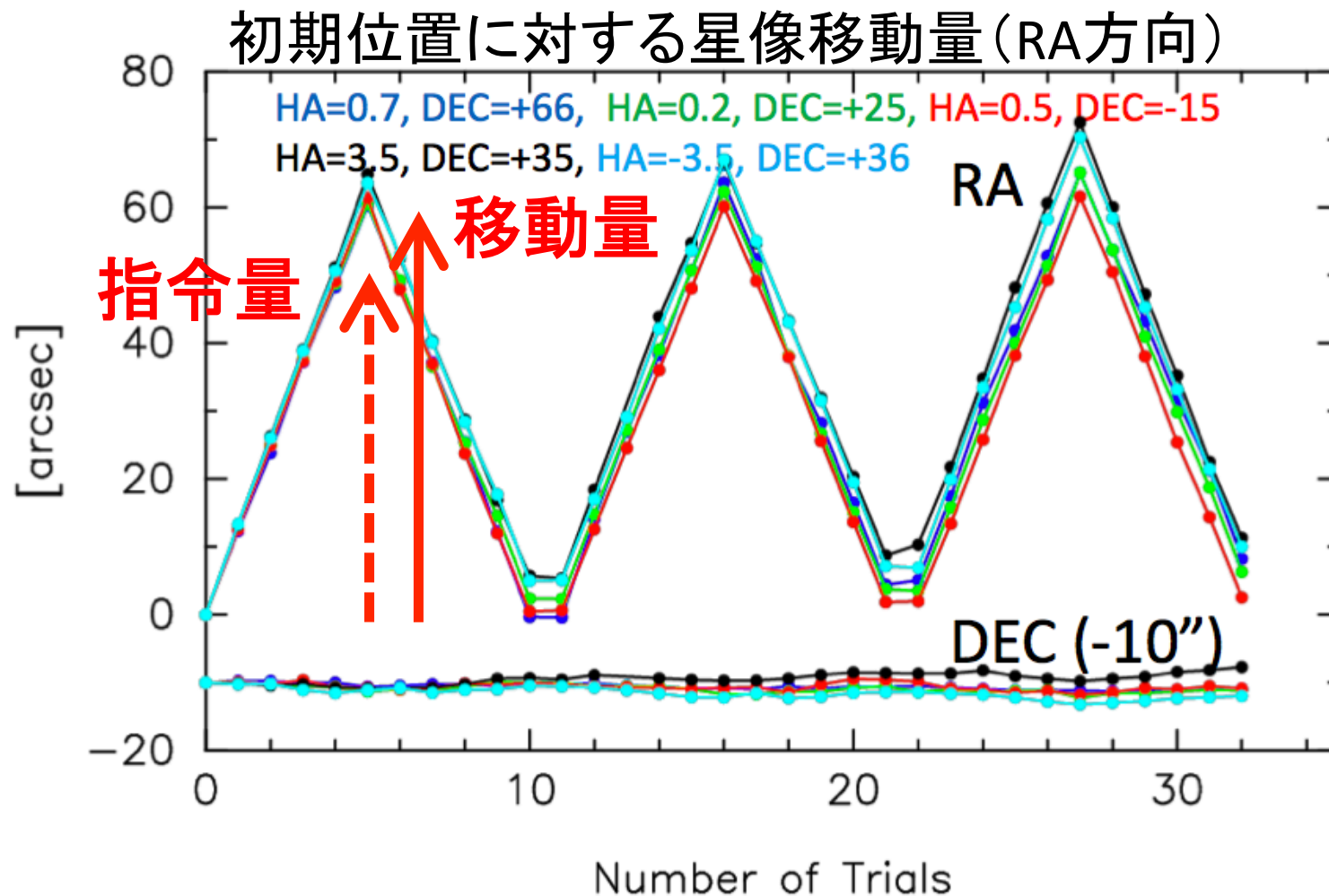
微小角移動精度

- 改修前、微駆動系による微小角移動の精度が低かった
 - パルス制御。特にDec方向でバックラッシュの影響が顕著。



微小角移動精度

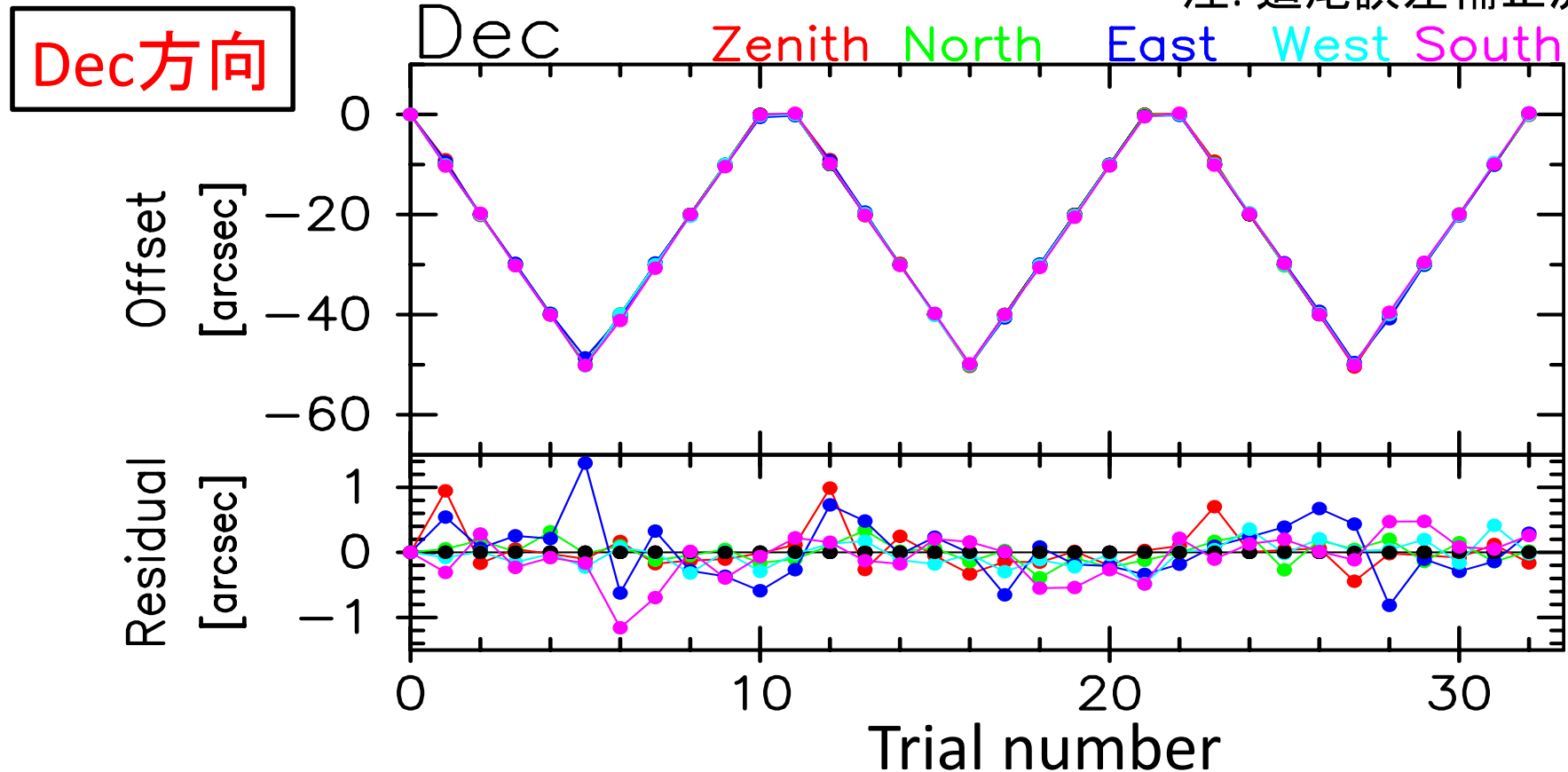
- 改修前、微駆動系による微小角移動の精度が低かった
 - パルス制御。特にDec方向でバックラッシュの影響が顕著。



微小角移動精度

改修で微駆動系を更新、パルス制御 ⇒ エンコーダ制御に変更

注: 追尾誤差補正済

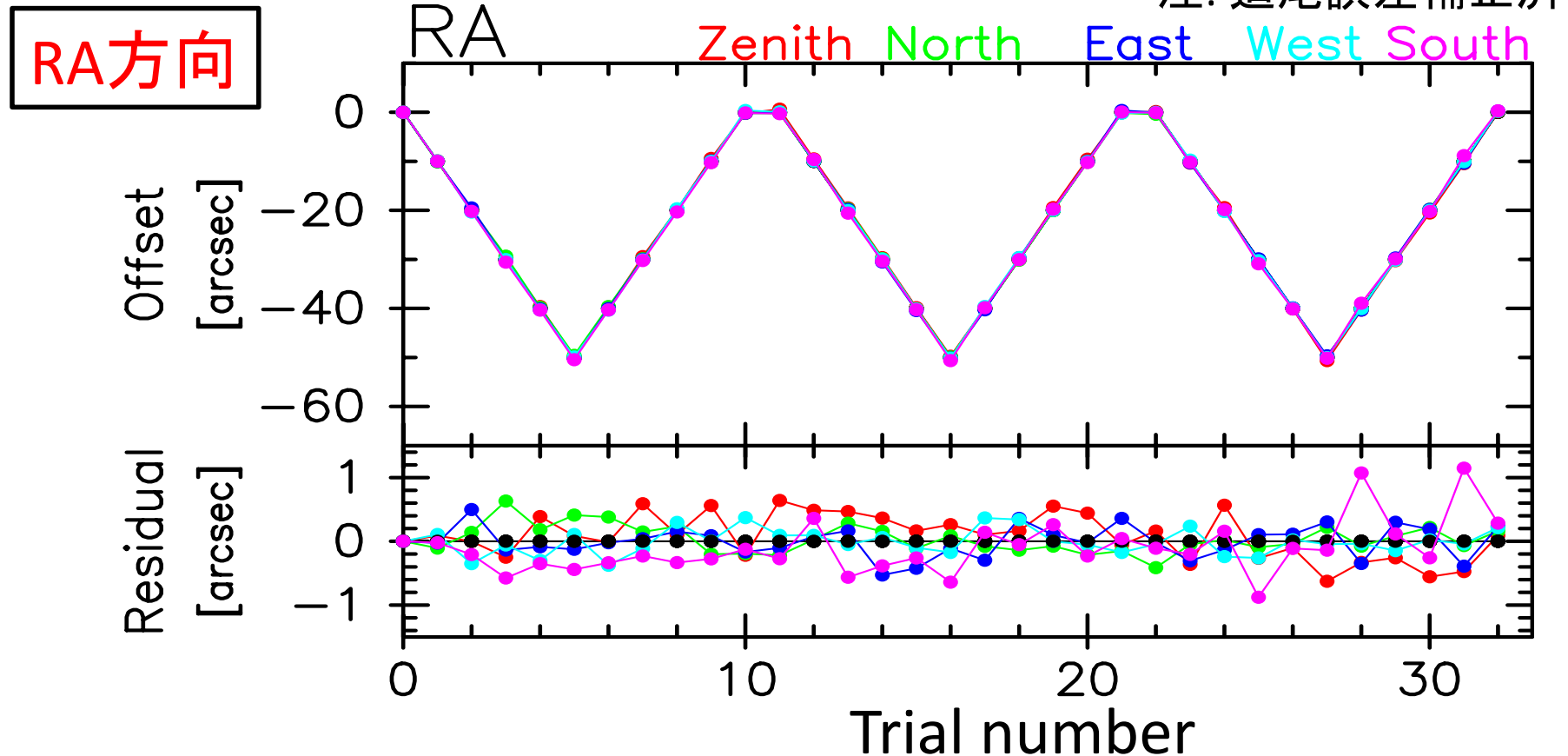


Dec, RA方向とも、微小角移動精度が大幅に改善
(指令値に対する誤差: $\sim 0.3''$ RMS)

微小角移動精度

改修で微駆動系を更新、パルス制御 ⇒ エンコーダ制御に変更

注: 追尾誤差補正済



Dec, RA方向とも、微小角移動精度が大幅に改善
(指令値に対する誤差: $\sim 0.3''$ RMS)

微小角移動精度



Dot matrix design: Izumiura,
Data acquisition: Yanagisawa

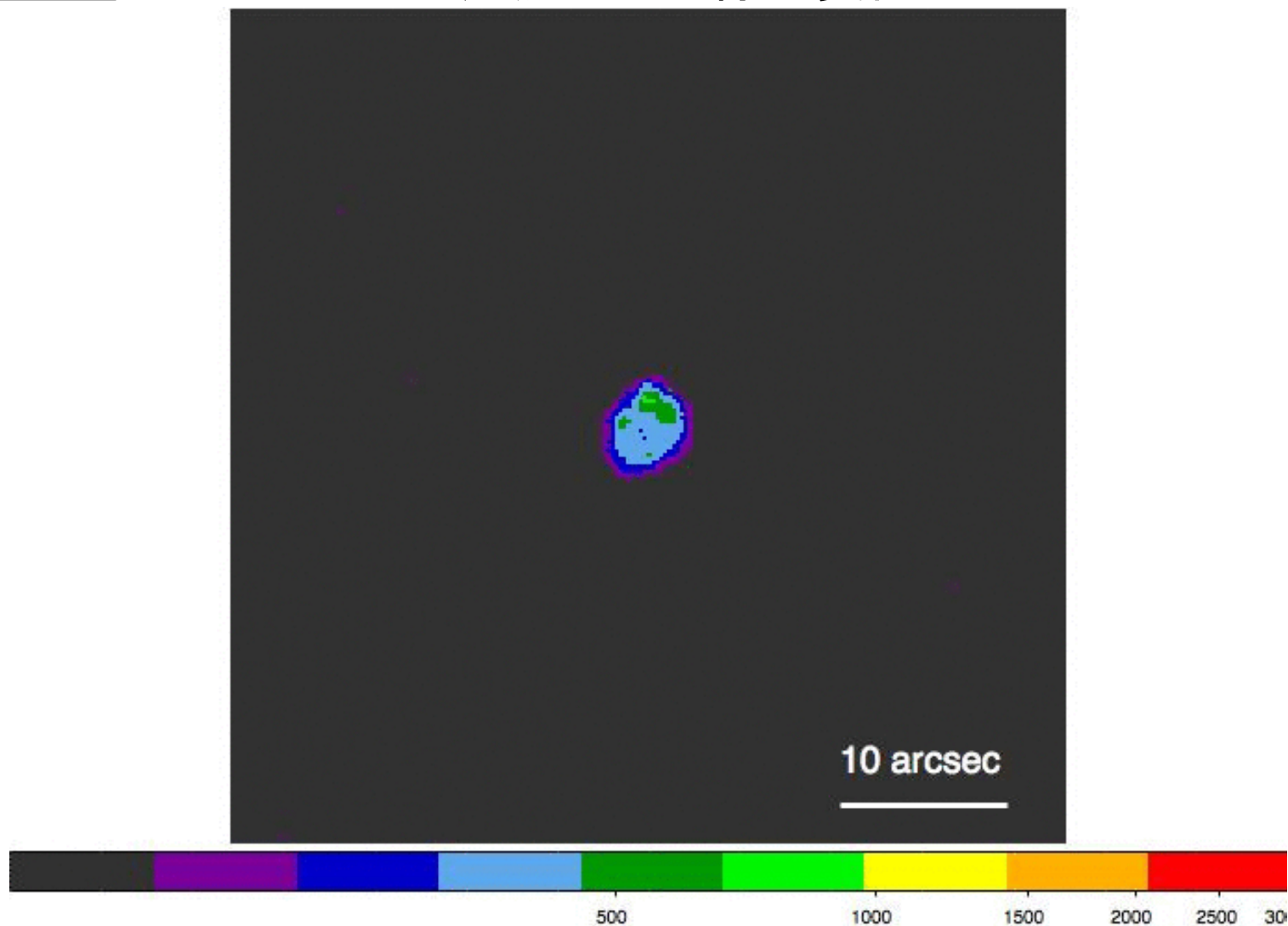
微小角移動精度

- 微小角移動の精度向上により期待される効果
 - スリット/ファイバーへの天体導入、視野微調整が容易に
 - これまではハンドセットを使用(熟練者でも数分程度を要した)
 - 指向 → 導入の2ステップで完了。観測効率が向上。
 - 将来的に自動スクリプト観測も可能
 - スリットを任意の方向に配置したNodding分光観測が可能
 - これまではRA方向にのみNoddingが可能
 - 広がりをもつ天体の任意方向の分光、2天体同時分光が可能
 - ガイド性能の向上
 - 分光観測時の光量ロスが低下
 - トランジット観測の測光精度向上

フォーカス制御

改修前

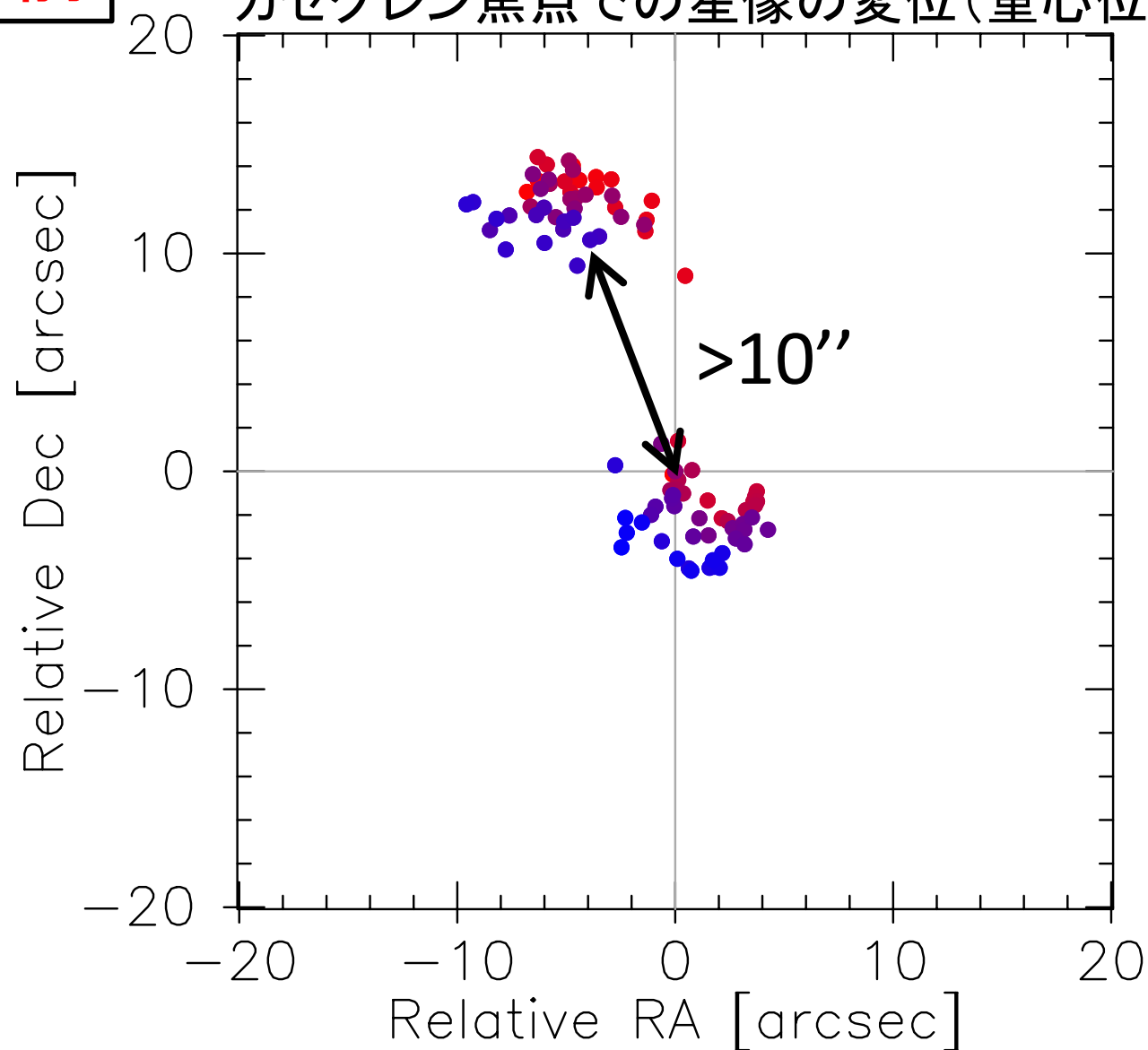
フォーカス調整(副鏡出し入れ)に伴う
カセグレン焦点での星像の変位



フォーカス制御

改修前

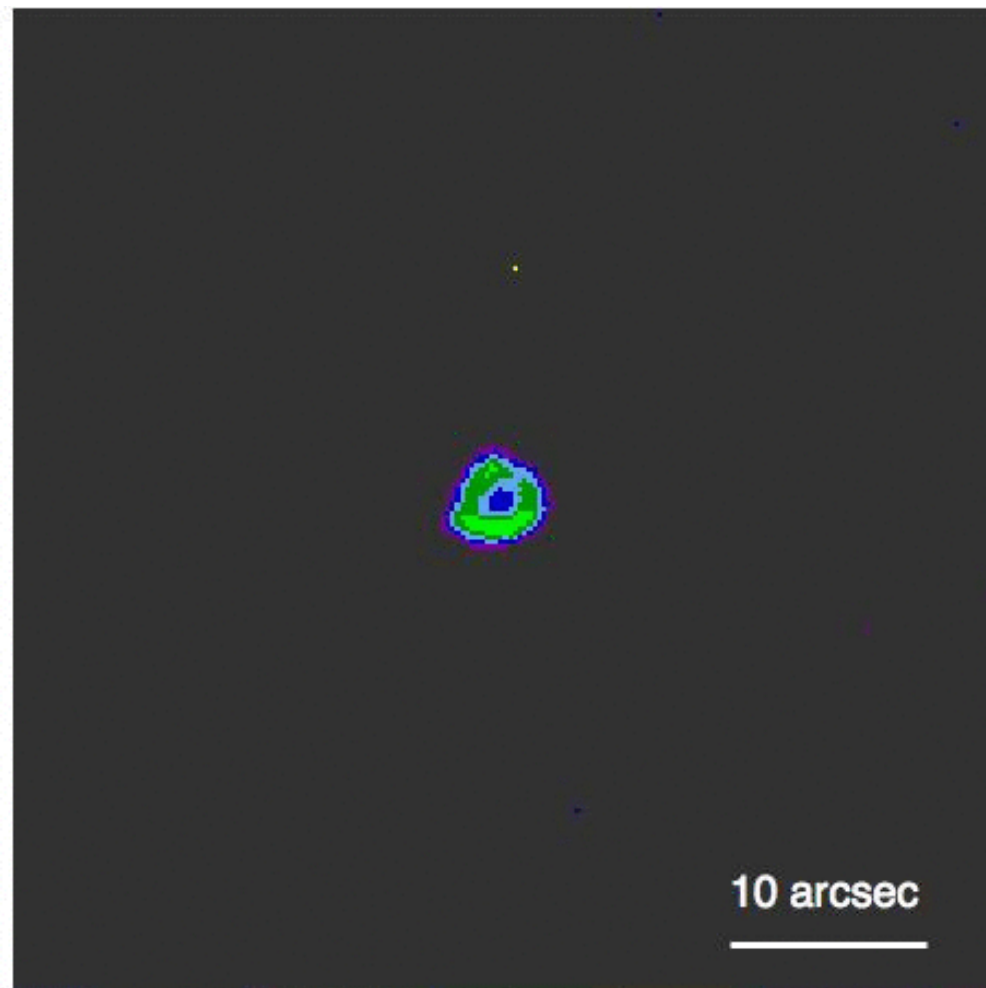
フォーカス調整(副鏡出し入れ)に伴う
カセグレン焦点での星像の変位(重心位置)



フォーカス制御

改修後

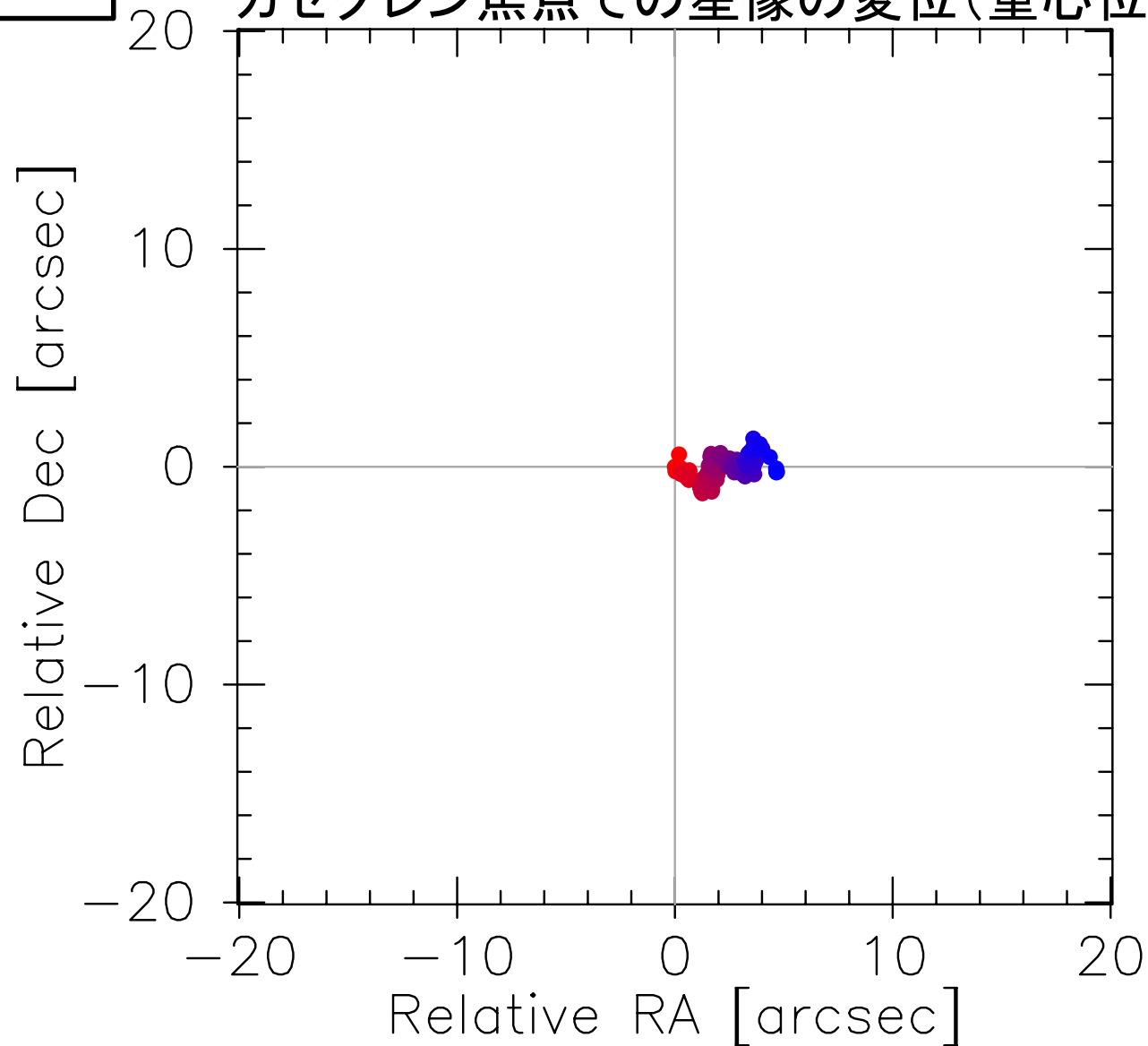
フォーカス調整(副鏡出し入れ)に伴う
カセグレン焦点での星像の変位



フォーカス制御

改修後

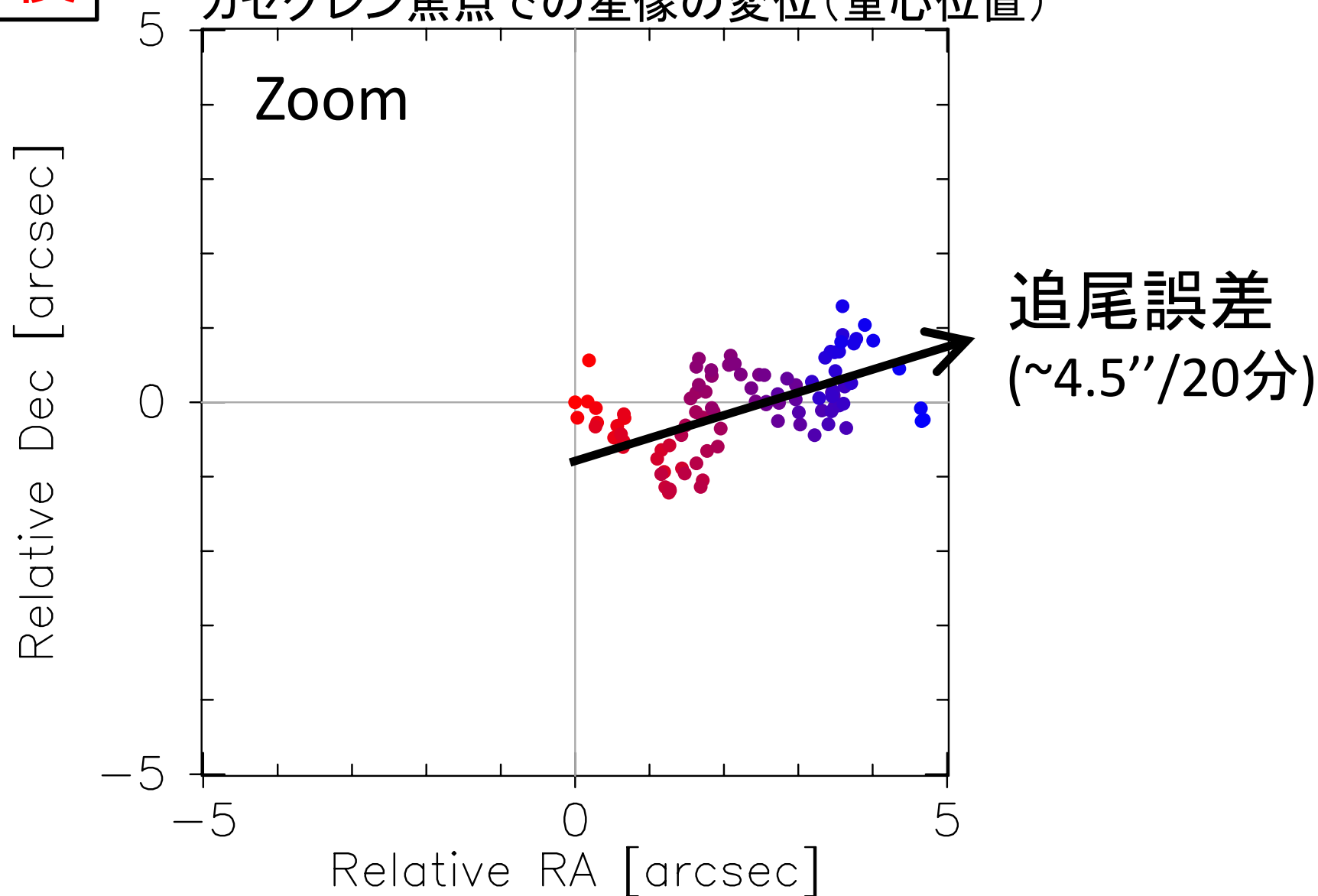
フォーカス調整(副鏡出し入れ)に伴う
カセグレン焦点での星像の変位(重心位置)



フォーカス制御

改修後

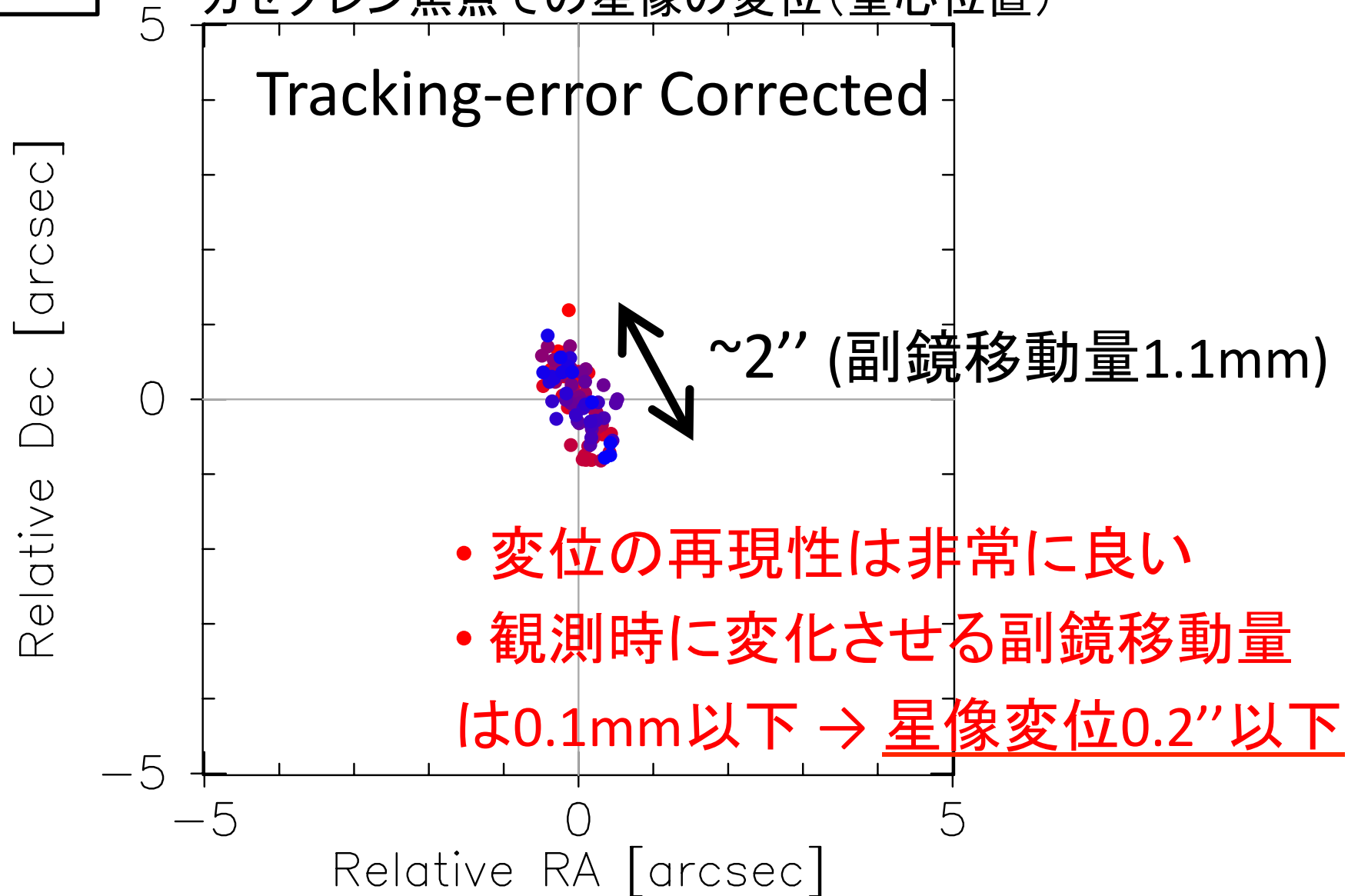
フォーカス調整(副鏡出し入れ)に伴う
カセグレン焦点での星像の変位(重心位置)



フォーカス制御

改修後

フォーカス調整(副鏡出し入れ)に伴う
カセグレン焦点での星像の変位(重心位置)



フォーカス制御

フォーカス制御の精度向上により期待される効果

- 露光中のフォーカス調整が可能
 - 長時間露光可
 - フォーカス自動調整機能（望遠鏡温度との相関）
- より詳細なフォーカス調整が可能
 - ベストフォーカスを得易い
 - PSFの安定化
 - トランジット測光精度の向上

まとめ

- 指向精度

- 案内望遠鏡: $6'' \Rightarrow 1.2'' \text{ RMS}$ 。駆動系由来の誤差はほぼ解消。
- カセグレン焦点: $21'' \Rightarrow 9.5'' \text{ RMS}$ 。光学系(副鏡、主鏡ガタ)に改善の余地。

- 指向時間

- 最大9分 $\Rightarrow$ 1分以内(離角 <80 度)に指向完了。観測効率が向上。

- 追尾精度

- RA方向の周期的誤差は解消
- 姿勢に依存して、最大 $10''/30$ 分のドリフト (RA, Decとも)。 $\Rightarrow$ 指向誤差起因。
 - オートガイドを使用する限り、観測への影響は微小。

- 微小角移動精度

- RA, Dec方向とも極めて高精度に駆動(約 $0.3'' \text{ RMS}$)
- 観測効率向上、ガイド性能向上など、観測へのさまざまな効果が期待

- フォーカス制御

- 副鏡出し入れに伴う星像の“飛び”が解消
- 副鏡駆動部の高い制御精度を実現(星像変位 $\sim 2''/1\text{mm}$)