

京大岡山3.8m望遠鏡 分割鏡間の段差計測における 位相カメラの技術開発

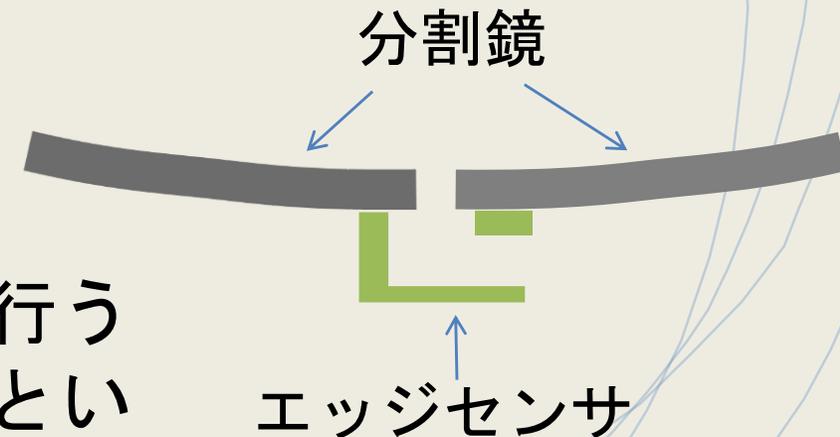
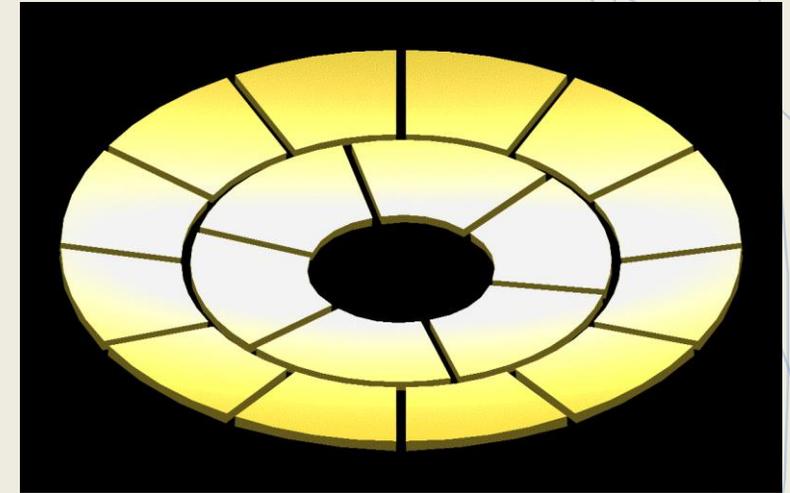
京都大学大学院宇宙物理学理教室

修士1回生 上野 忠美



分割鏡の段差計測

- 3.8m望遠鏡の主鏡は分割鏡
- 主鏡を一枚鏡として扱う
⇒分割鏡間の段差を小さくする
⇒そのためには段差計測が必要
- 観測時の段差計測はエッジセンサを使う
しかし、数日経つと原点がずれてしまう
- 定期的に段差を正確に計測し原点の補正を行う
⇒**位相カメラシステム**（以後位相カメラ）という方法を用いる
- 仕様目標は50nm程度の段差計測



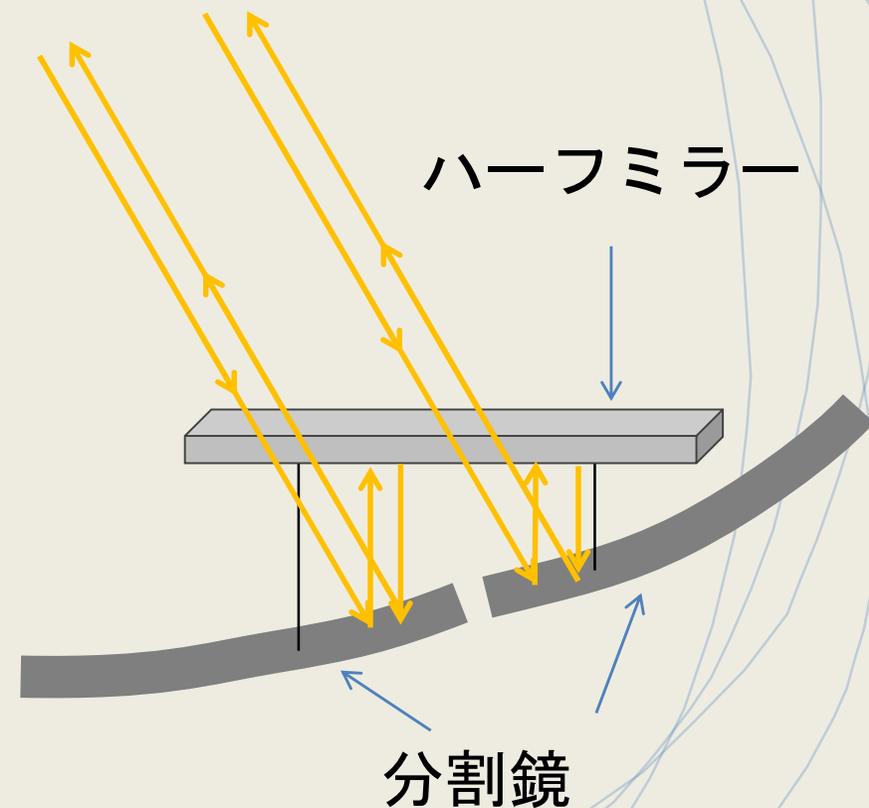
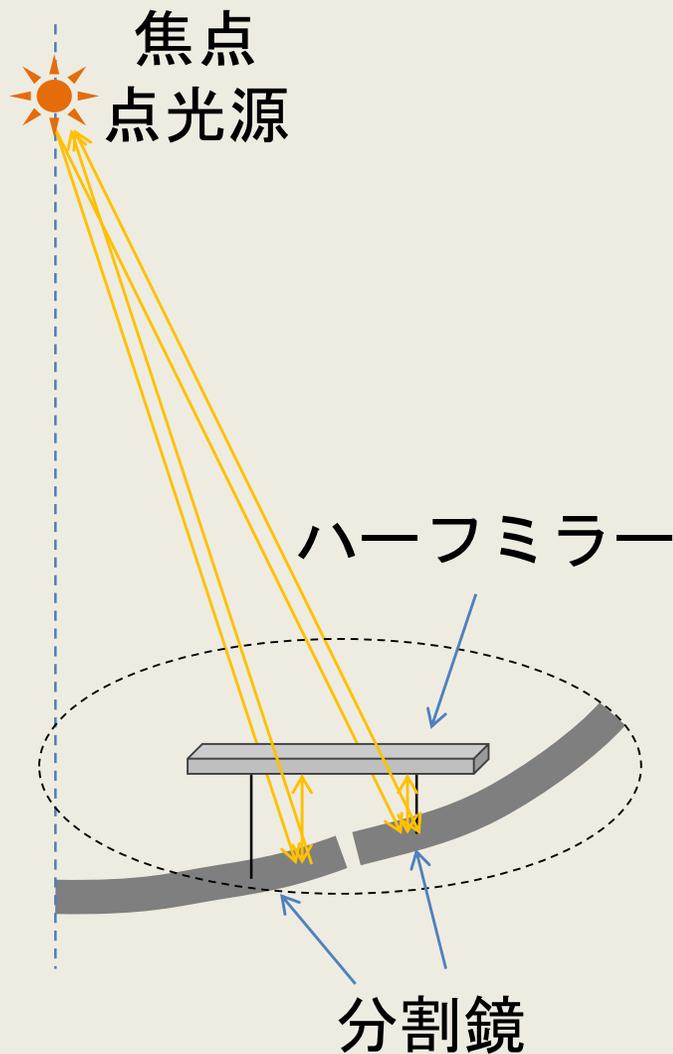
位相カメラ

光の干渉縞を読み取り、分割鏡の光軸方向の相対位置を光学的に確認するシステム

従来の方法は光源として星の光を干渉させて計測を行ってきたが、計測には時間が掛かり観測時間に影響する



計測を短時間でを行うために、光源にレーザーを用いた技術を開発中



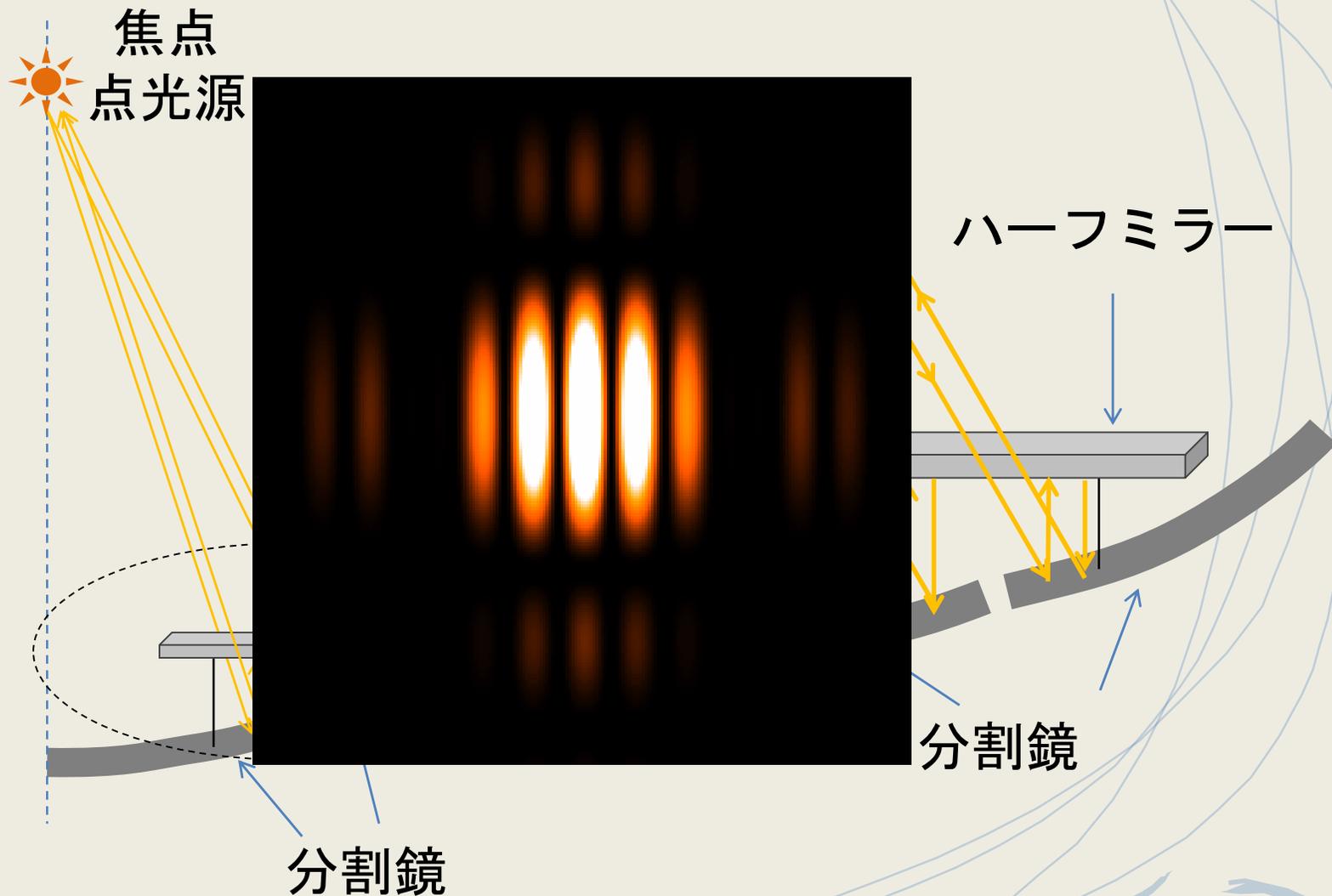
位相カメラ

光の干渉縞を読み取り、分割鏡の光軸方向の相対位置を光学的に確認するシステム

従来の方法は光源として星の光を干渉させて計測を行ってきたが、計測には時間が掛かり観測時間に影響する



計測を短時間でを行うために、光源にレーザーを用いた技術を開発中



動作確認の実験

実験目的

どこまで小さい段差を計測可能か確かめる

実験方法

1種類のレーザーで測定を行うと波の周期性から段差の計測値が定まらない

⇒実験ではレーザーを3種類使う

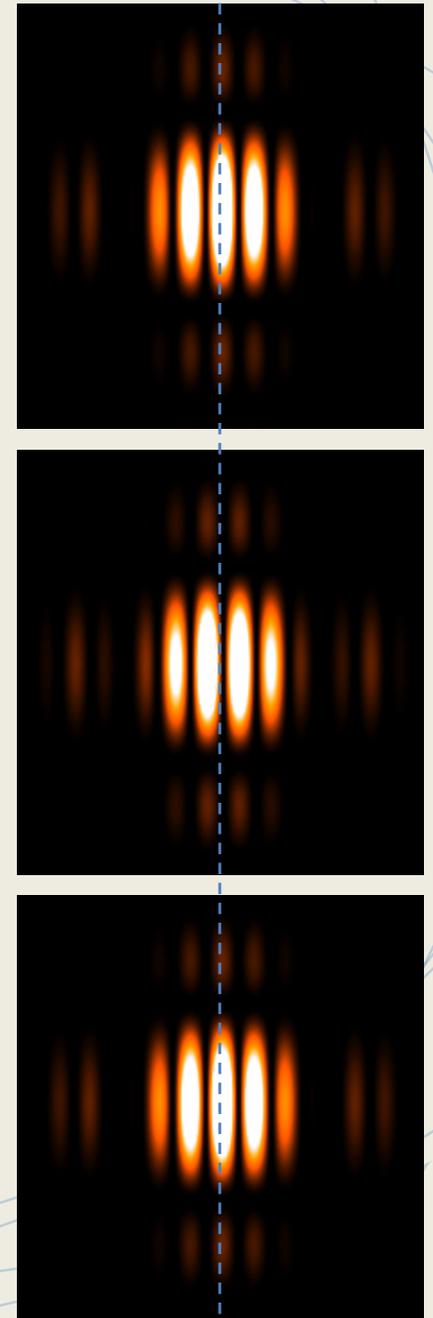
その中の一つは波長可変レーザーを用いる

レーザー名	波長
チューナブルダイオードレーザー (波長可変)	765-781nm
安定化ダイオードレーザー	808nm
He-Neガスレーザー	633nm

1位相以上ずれると不定性が現れる

半位相ずれる

半位相ずれる



動作確認の実験

実験目的

どこまで小さい段差を計測可能か確かめる

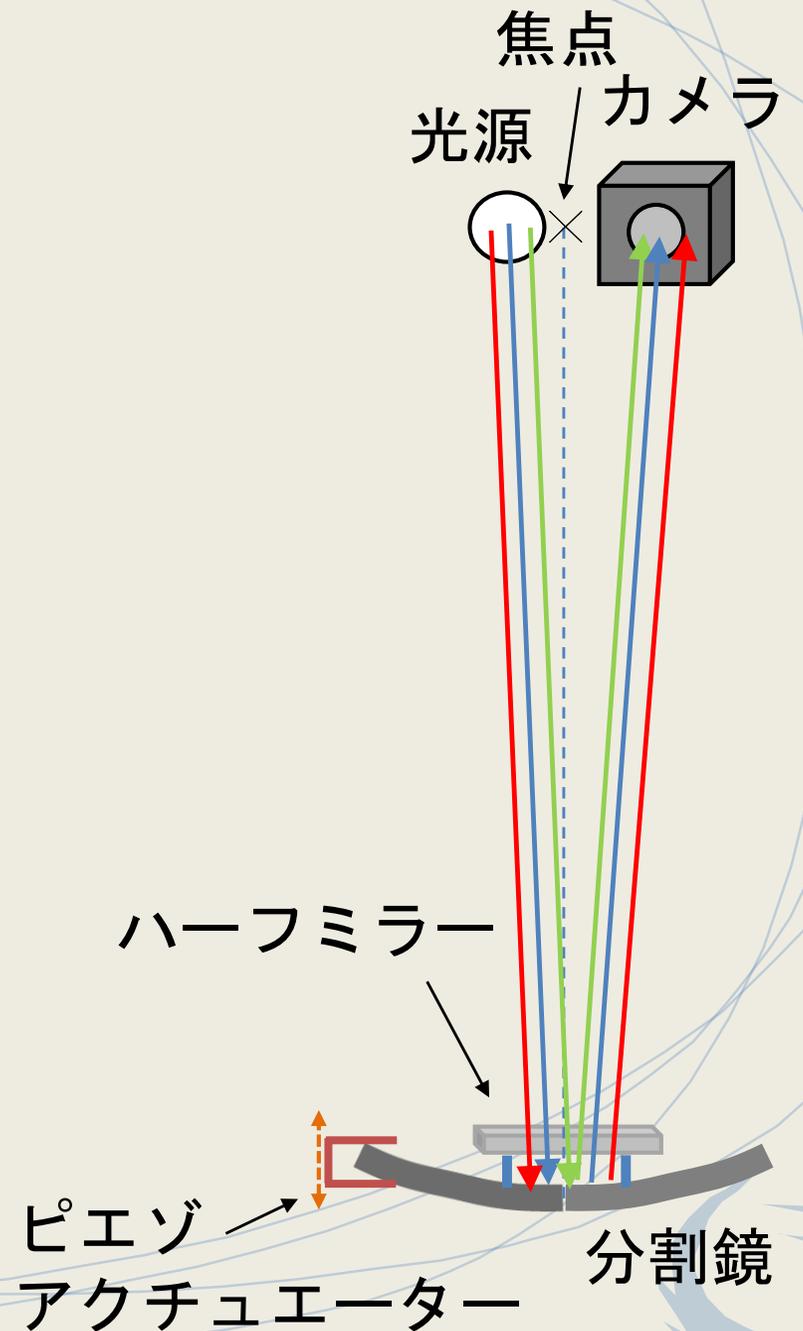
実験方法

1種類のレーザーで測定を行うと波の周期性から段差の計測値が定まらない

⇒実験ではレーザーを3種類使う

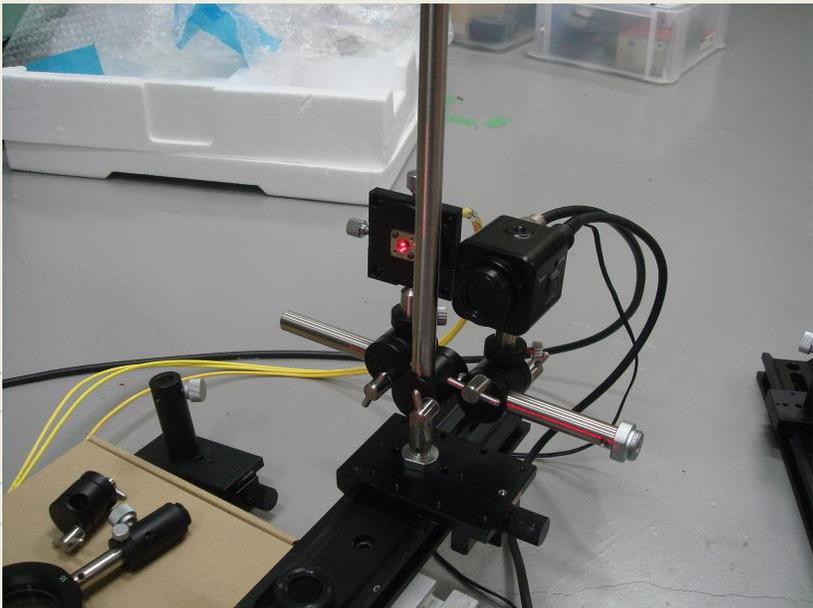
その中の一つは波長可変レーザーを用いる

レーザー名	波長
チューナブルダイオードレーザー (波長可変)	765-781nm
安定化ダイオードレーザー	808nm
He-Neガスレーザー	633nm

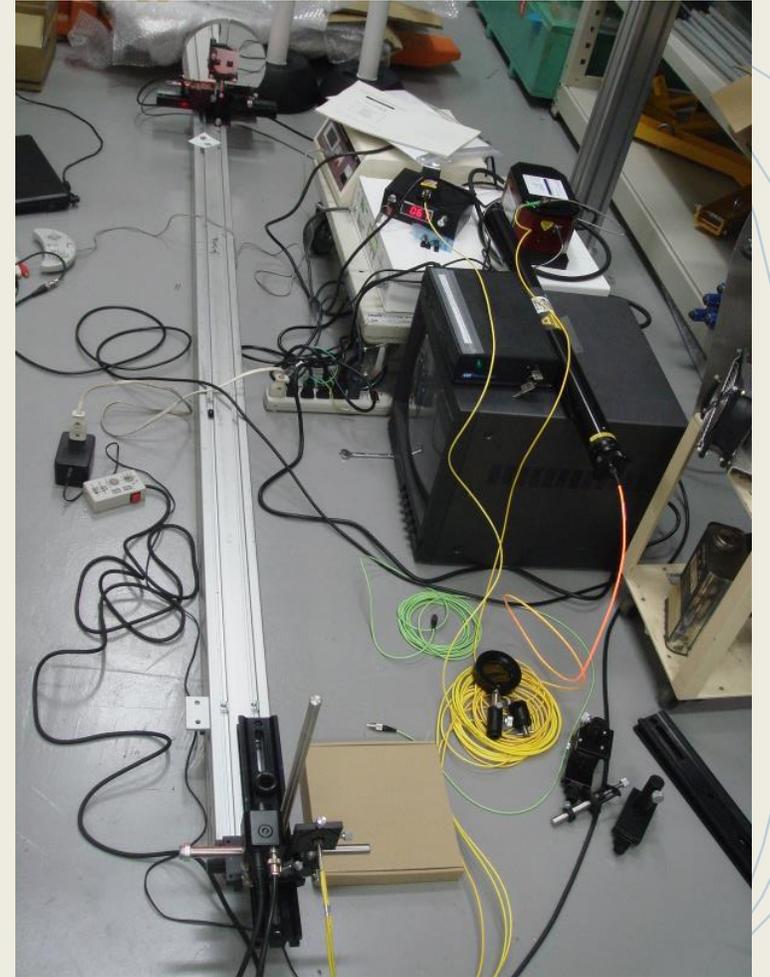


実験手順

- 波長可変レーザーで、各波長の周期性が一致する条件で不定性がなくなる範囲内に段差を**追い込む**
- 他の波長のレーザーも用いて**干渉縞をスキャン**
- スキャン画像から干渉縞のパターンを**解析**して段差を計測



光源とカメラは
焦点を挟んで対
称な位置に設置
される

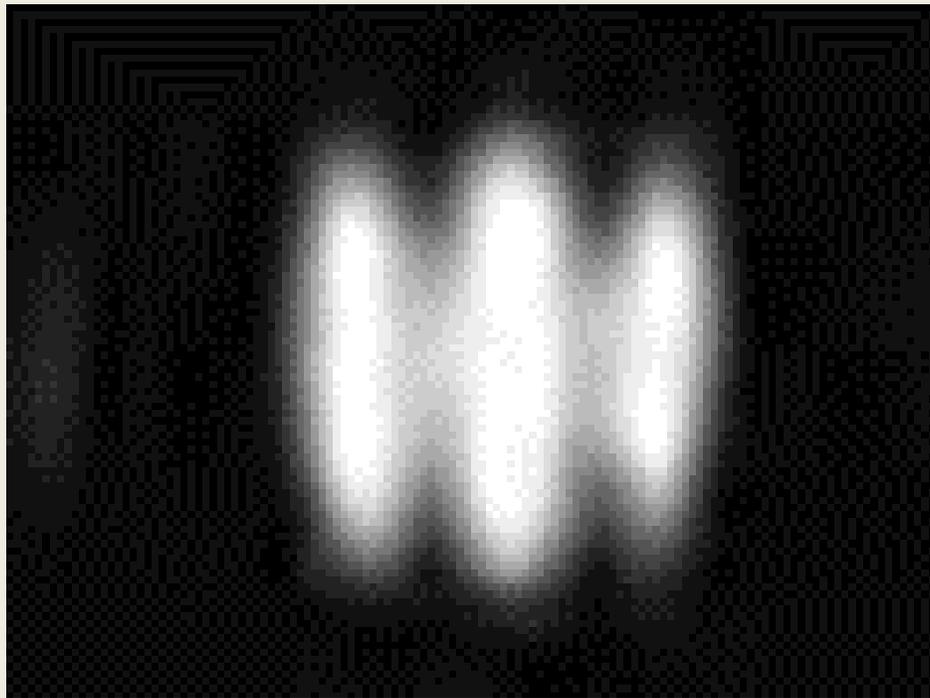


装置の全体図

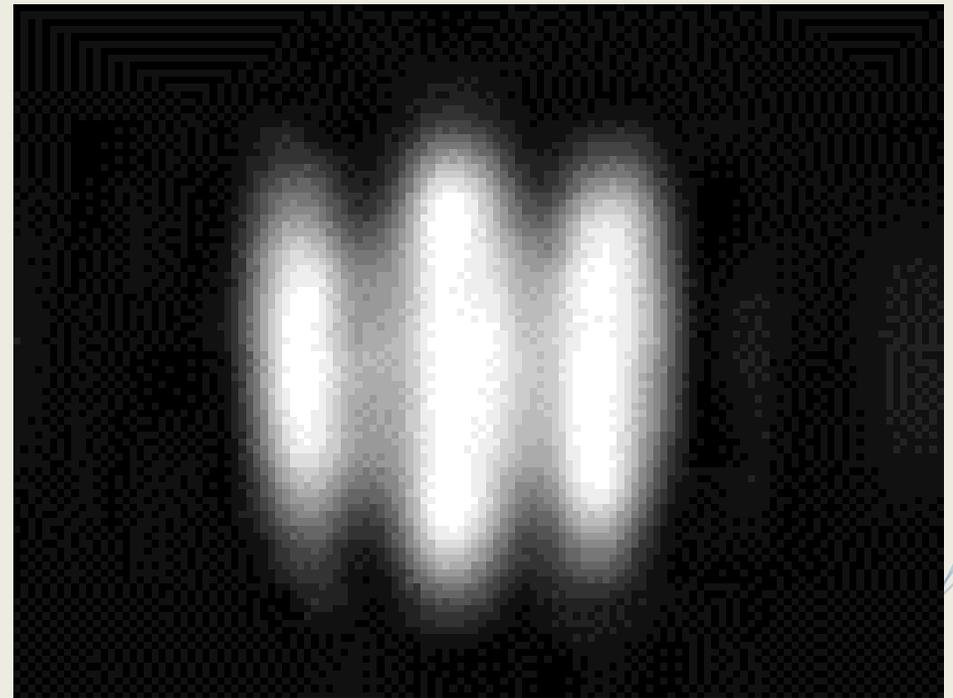
実験では焦点距離2mの分割鏡を用いて
位相カメラを使った段差計測を行った

段差追い込み確認の波長スキャン

段差 $5\mu\text{m}$ で波長 $765\rightarrow 781\rightarrow 765\text{nm}$



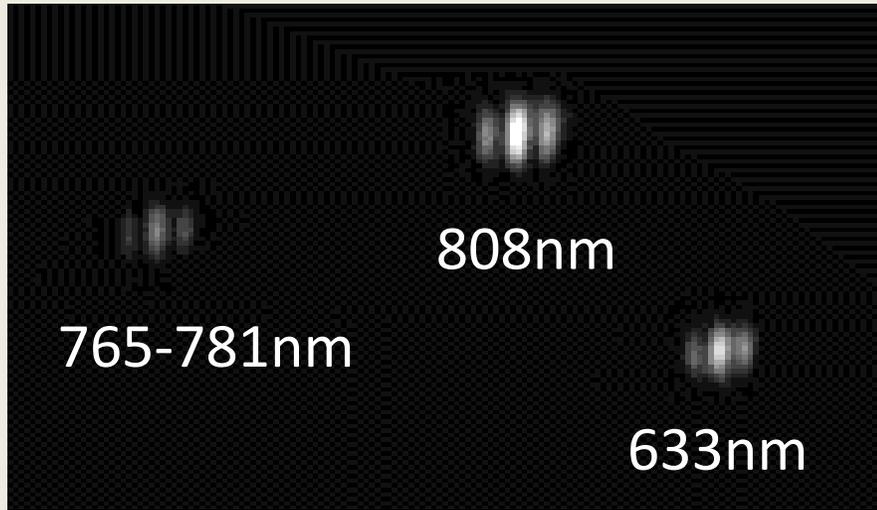
段差 $1\mu\text{m}$ で波長 $765\rightarrow 781\rightarrow 765\text{nm}$



波長可変レーザーを用いて段差を
 $1\mu\text{m}$ 程度まで追い込める



解析結果



808nmの波長に対して

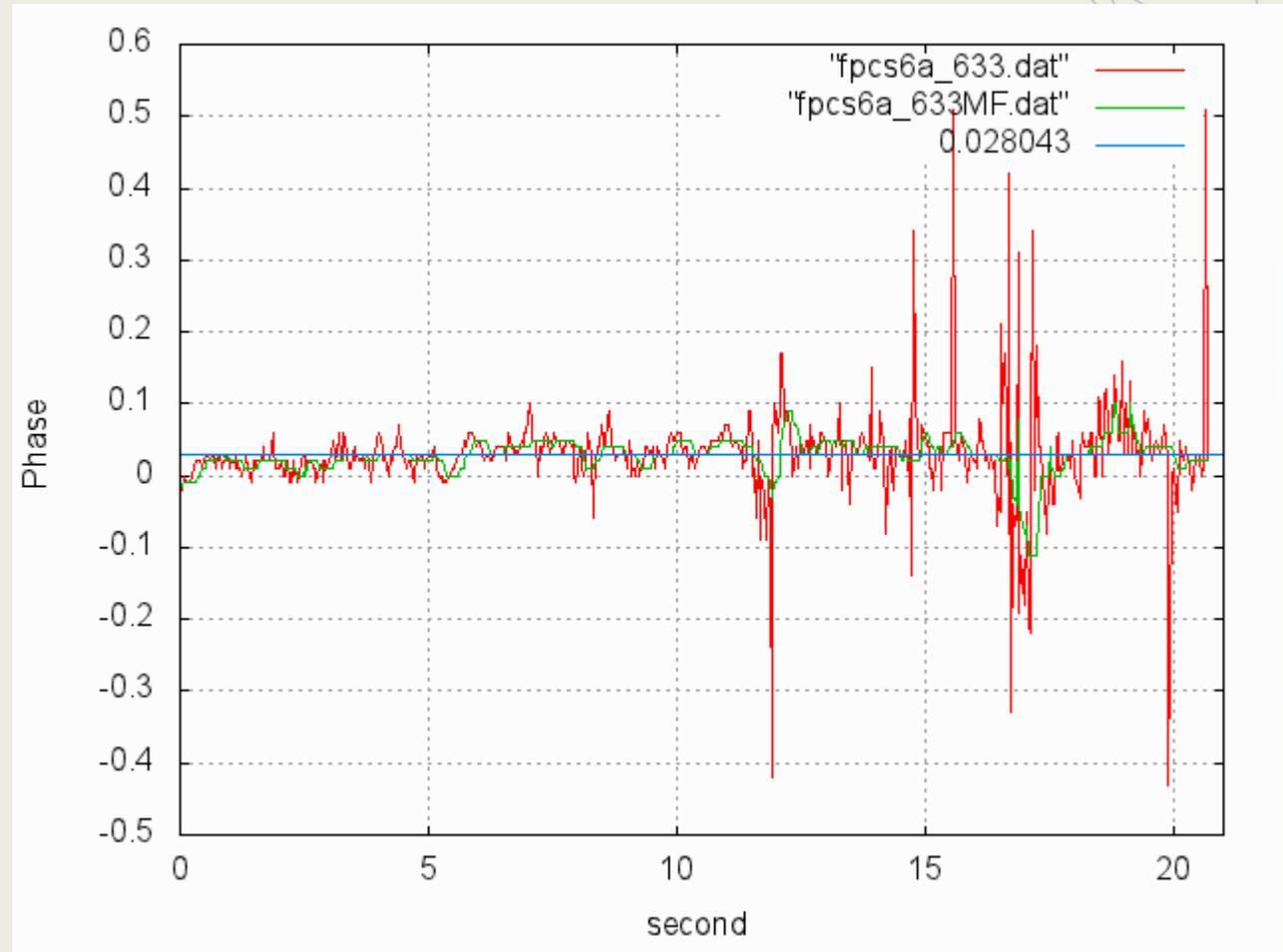
赤: 相対位相

緑: メジアンフィルター(MF)

青: MFの平均値

解析結果は**16nm**であった

しかし、ゆらぎなどの評価を無視している
⇒解析結果の妥当性を今後考えていきたい



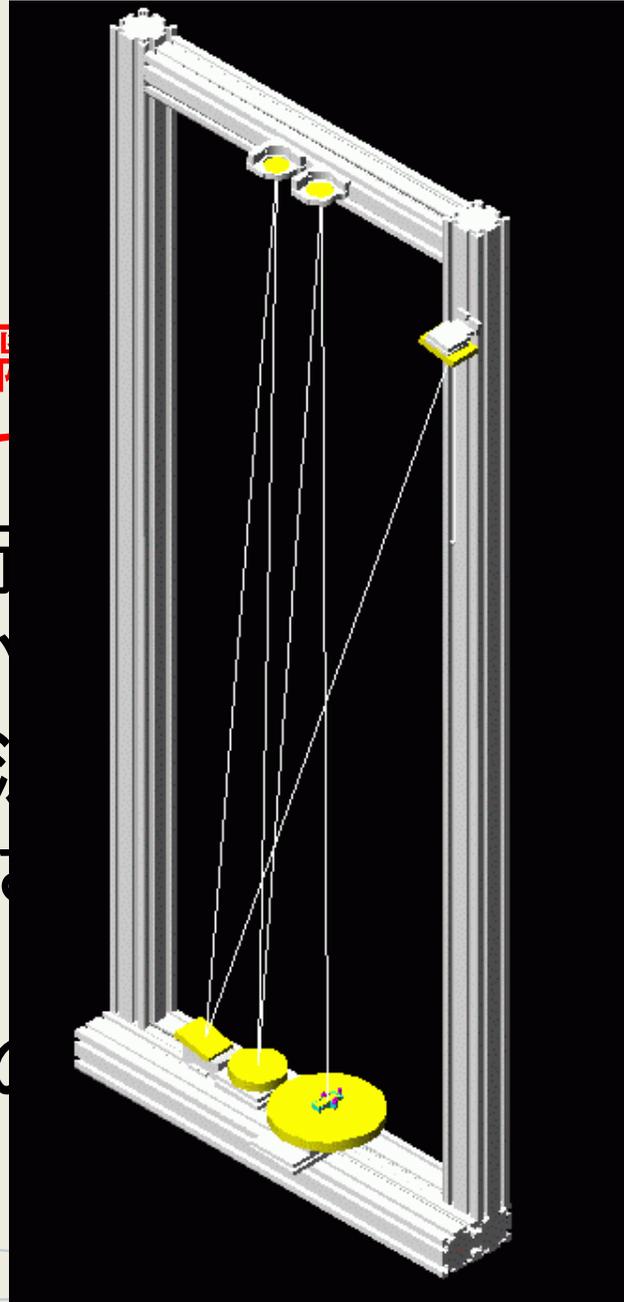
808nmに対する633nmの位相差

今後の課題と目標

- 3.8m望遠鏡の焦点距離10mでの位相カメラの動作確認
- リアルタイムで計測できる解析ソフト開発
- 現在2段階で測定を行っているが、測定速度を上げるため1段階で行えないかの検討
- 波長可変レーザーの波長変化の速度についての特性や波長変化による明るさ変化の特性を考慮した解析ソフトの開発
- 解析結果の評価基準の確立

今後の課題と目標

- 3.8m望遠鏡の焦点距離の高精度測定
- リアルタイムで計測データの解析
- 現在2段階で測定を行っていたため1段階で行えない
- 波長可変レーザーの波長変化による明るさの安定性の向上
- トの開発
- 解析結果の評価基準の確立



カメラの動作確認
ソフトの開発

測定速度を上げる

についての特徴や
考慮した解析ソフト



まとめ

- 京大では現在3.8m望遠鏡を建設予定
- 変位センサの原点補正に必要な正確な段差計測を位相カメラを使って行う
- 位相カメラとは光の干渉縞を読み取ることで、分割鏡の段差を計測するシステムである
- 新しい計測手法として光源にレーザーを用いる
- 実験結果は16nmまで計測できたが、結果の妥当性までは考慮していない

