



HOKKAIDO UNIVERSITY

北大惑星用補償光学系の開発の進捗状況



渡辺 誠, 合田周平, 仲本純平(北海道大), 大屋真(国立天文台)
e-mail: mwata@ep.sci.hokudai.ac.jp

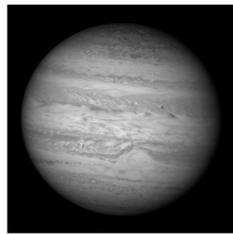
1. 概要

北海道大学では、北海道名寄市に設置した北大1.6 mピリカ望遠鏡に搭載するための**太陽系惑星観測用大気ゆらぎ補償光学系**を開発している。この補償光学系では、多層共役補償光学系(MCAO)により、木星サイズ程度の視野(50秒角)に渡って、可視光0.5-1.1 μm にて、0.4秒角の分解能の達成を目標としている。これまでに、AOの補正可能視野サイズを左右する大気ゆらぎ層の実効的な高度を調べるため、MASS-DIMMを用いた名寄サイトの大気擾乱高度プロファイルの測定を行ってきた(合田他: 2014年春季天文学会)。その結果を元に、AO補正性能の計算機シミュレーションを行った。

2. 惑星用補償光学系の構成案

波面測定(面光源用波面センサ)

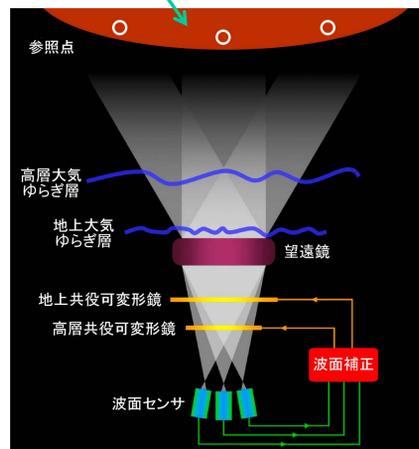
- 惑星自身を、波面参照光源とする。
- 木星、土星など模様のある惑星に対しては、シャックハルトマン方式にて縞模様を使った Correlation Trackingを行う。



惑星

波面補正(多層共役化)

- 複数の面光源用波面センサを用いて惑星像面の複数の視野位置に対する大気ゆらぎを測定し、それを共役高度の異なる複数の可変形鏡によって補正することで補正視野を広げる。
- 初期検討案として36素子程度の波面センサ3個と可変形鏡2個(それぞれ32素子、140素子程度)による構成(バンド幅数十Hz)を検討する。

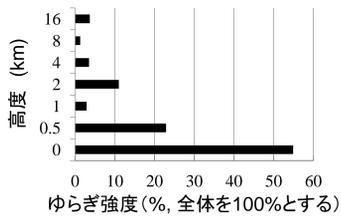


3. 性能シミュレーション

補償光学系の設計パラメータを決定するために、AOシミュレーションソフトウェアyao (Rigaut & Dam 2013)を用いて、以下の条件にて、性能シミュレーションを行った。簡単のために、ガイド星は明るい点源とした。

大気ゆらぎパラメータ

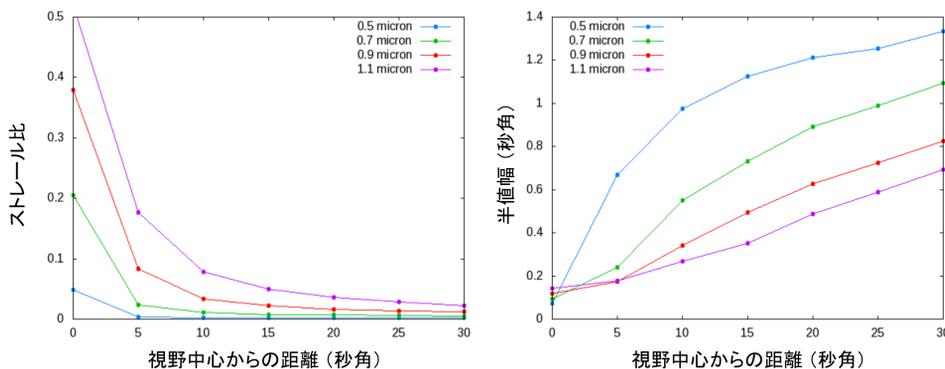
MASS-DIMMによる望遠鏡サイト(名寄)の実測値(平均値)を使用。
シーイング: 1.9秒角(0.5 μm)
ゆらぎ高度分布: 下図



補償光学系パラメータ(MCAO)

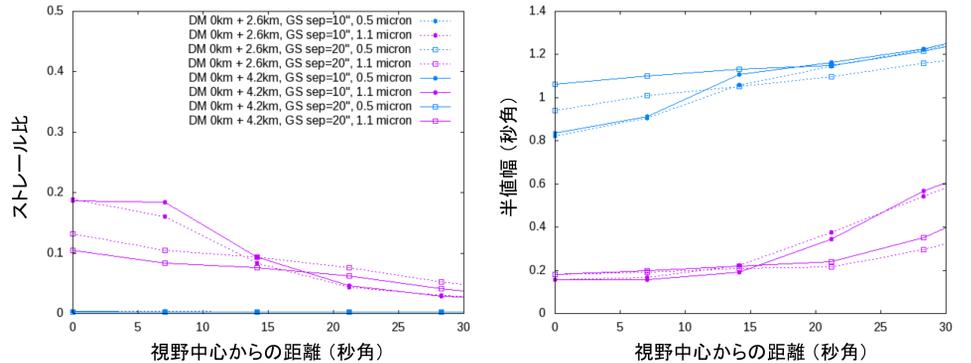
- 可変形鏡: 6x6素子, 9x9素子, 12x12素子, 17x17素子を、2枚または3枚
- 共役高度: DM 2枚構成の時 0と2.6km, または 0と4.2km
DM 3枚構成の時 0, 0.5, 2kmまたは0, 2.6, 6.4km
- 波面センサ: シャックハルトマン方式 (20素子, 48素子, または96素子)
- ガイド星: 5等級の自然星5個を十字に配置

DM1枚(12x12素子、0kmに共役、参考データ)

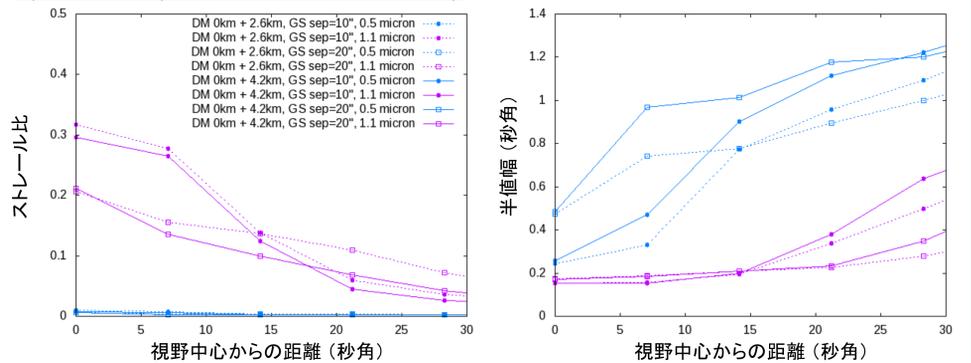


4. MCAO性能シミュレーション結果

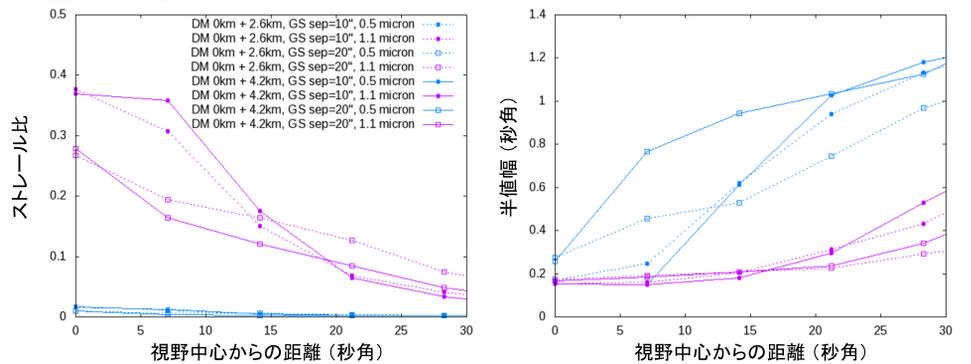
a) DM2枚(6x6素子 + 9x9素子)



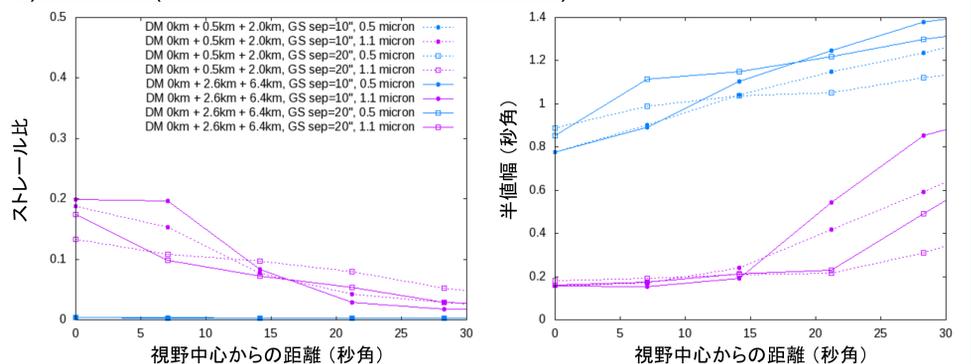
b) DM2枚(9x9素子 + 12x12素子)



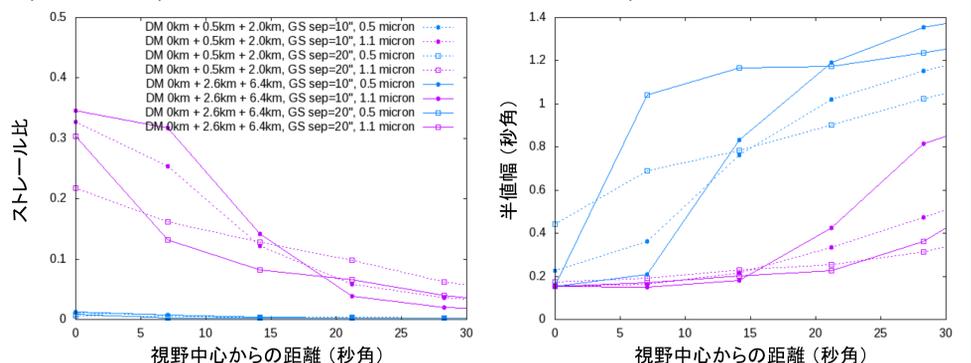
c) DM2枚(12x12素子 + 17x17素子)



d) DM3枚(6x6素子 + 9x9素子 + 9x9素子)



e) DM3枚(9x9素子 + 12x12素子 + 12x12素子)



5. まとめ

9x9素子と12x12素子のDMの組合せまたはそれ以上の素子数のDMであれば0.5 μm でも視野中心であれば半値幅0.4秒角程度の補正性能が得られることが分かった。この結果から、比較的多素子かつ安価で入手可能な140素子のMEMS DMを2枚用いた構成を検討することとした。