

Shaped Pupil を用いたコロナグラフ

熊木公亮（日本大学M2、国立天文台）

西川 淳（国立天文台、総研大、Astrobiology Center）

藤井紫麻見（日本大学）

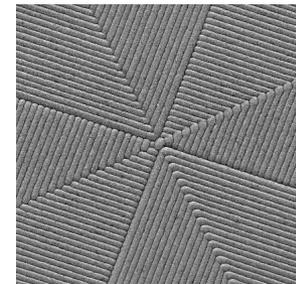
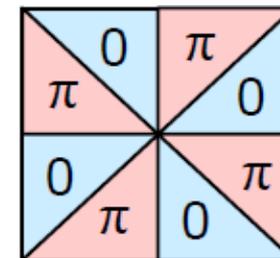
村上尚史（北海道大学）

■ 高コントラストコロナグラフ(直接撮像光学系)

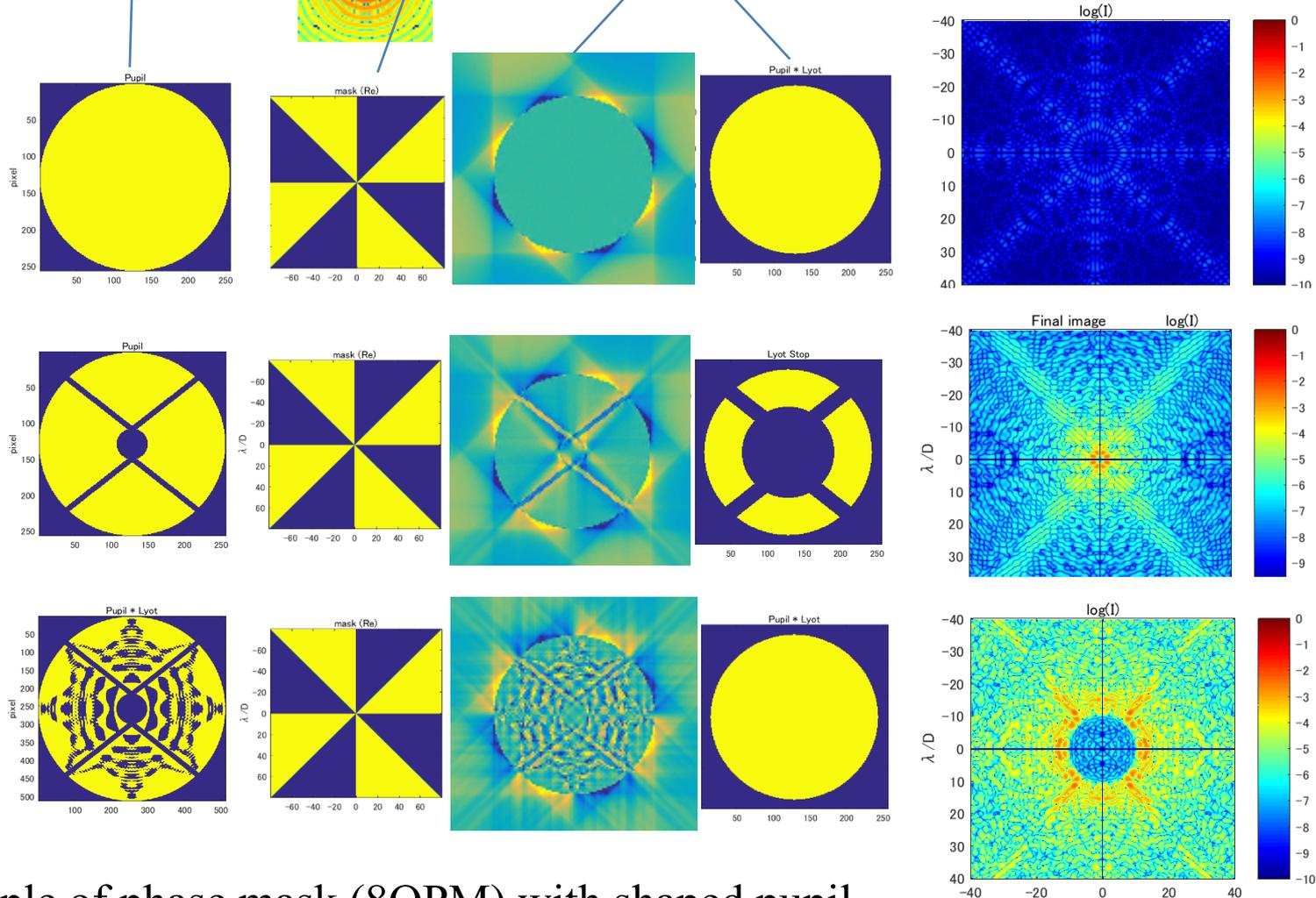
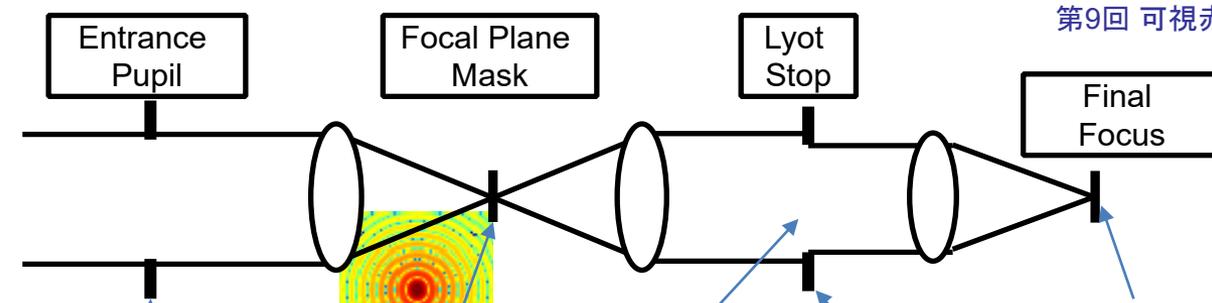
- 系外惑星の光を分光しキャラクター化を行う
- 回折や干渉を用いて主星の光を抑制する
 - 中心星近傍からやや遠方まで高コントラストを実現する
- ◆ 多様な形式
 - 焦点面位相マスク (JWST, HabEx)
 - 焦点面強度変調 (WFIRST(強度+位相変調で補助))
 - 瞳面強度変調[Shaped Pupil, Apodization] (WFIRST)
- 副鏡遮蔽のある望遠鏡では、形式の複合化が進んでいる

■ フォトニック結晶波長板による位相マスク

- 国内に優れた企業がある(株)フォトニックラティス
- 単体では単一波長または単一偏光のみ有効
- 2偏光+広帯域化の開発が進行中
 - (4次) 8分割位相マスク⇒
- 6次(12n分割)化も必要



参考 Nishikawa+20
SPIE 11447-254

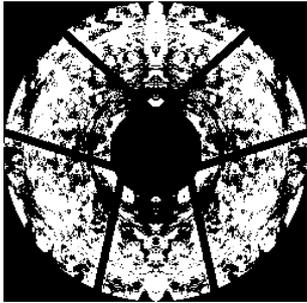
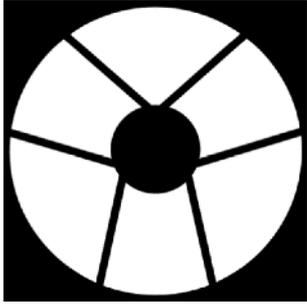


Principle of phase mask (8OPM) with shaped pupil

これまでの計算

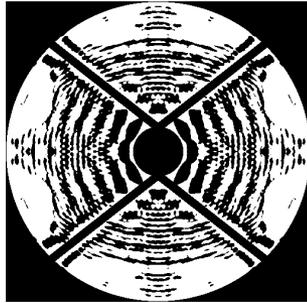
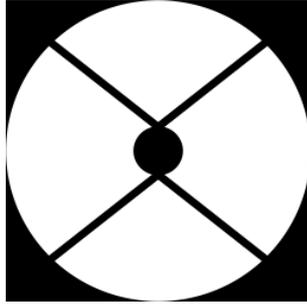
参考 Nishikawa+20SPIE 11447-254

WFIRST



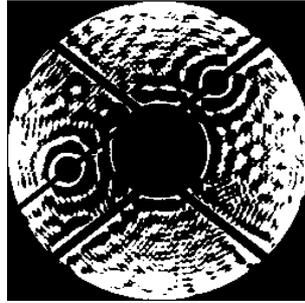
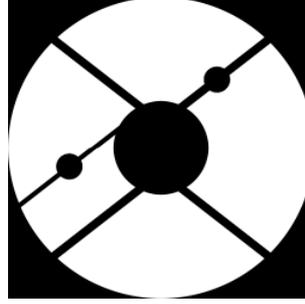
T=60%

Subaru



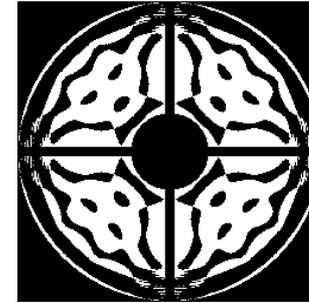
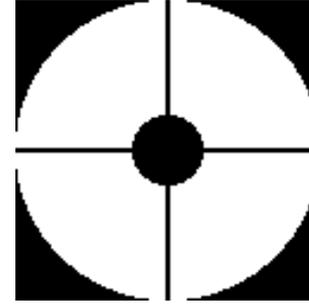
65%

SCE_xAO



50%

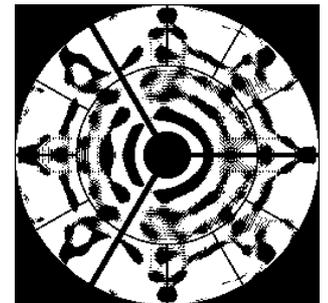
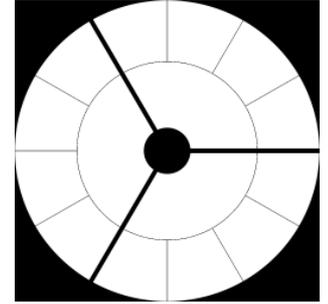
WSOUV他



47%

(位相マスク無し)

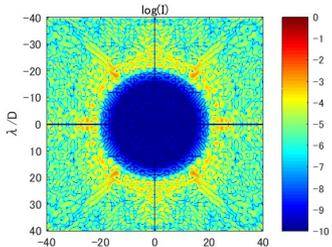
OST(2)



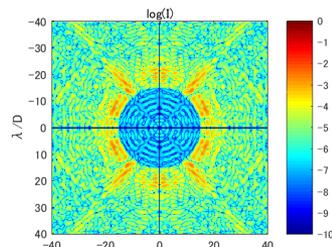
68%

目標コントラスト

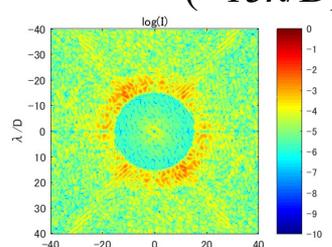
$1E-10$ ($<20\lambda/D$)



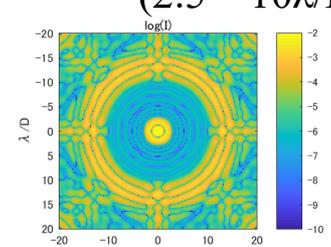
$1E-7$ ($<15\lambda/D$)



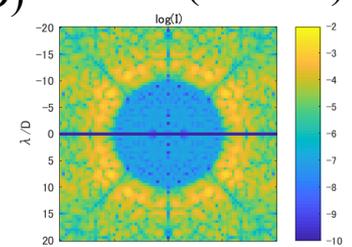
$1E-4 \sim -6$ ($<15\lambda/D$)



$1E-4 \sim -6$ ($2.5 \sim 10\lambda/D$)



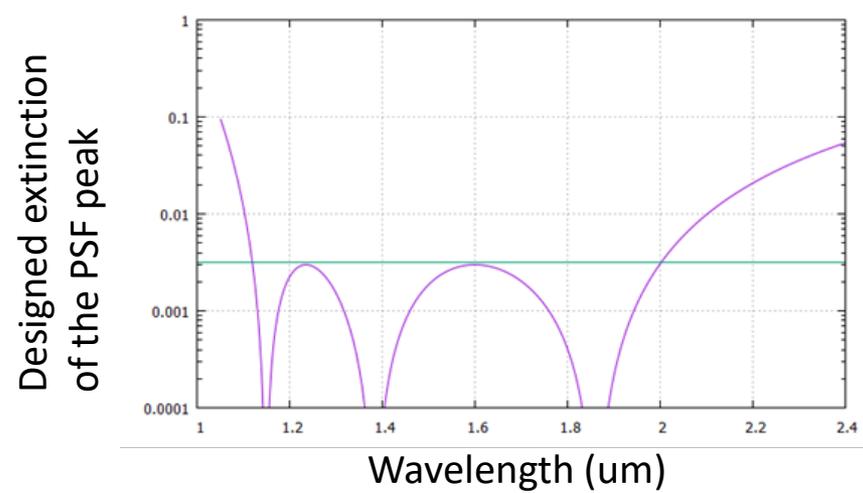
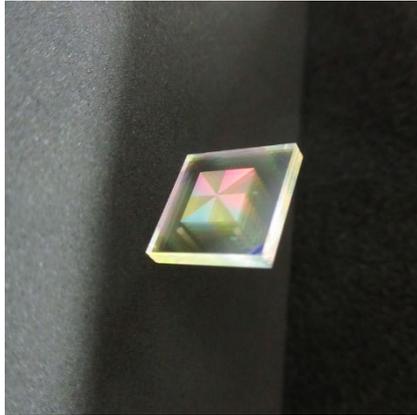
$1E-7$ ($<10\lambda/D$)



Subaru SCExAO へ搭載進行中

参考 Nishikawa+20SPIE 11447-254

● 赤外広帯域 phase mask (3-Layer 8OPM)

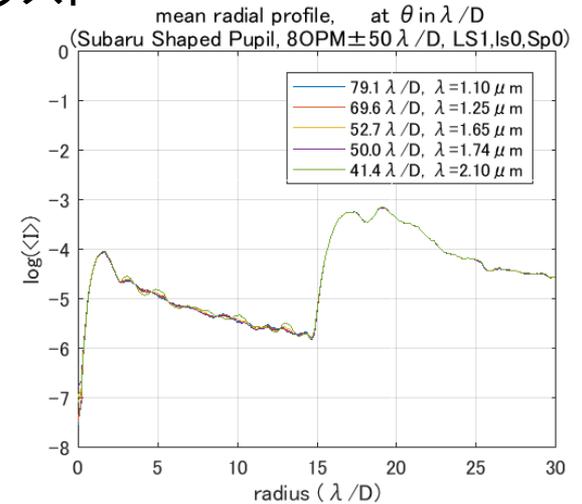
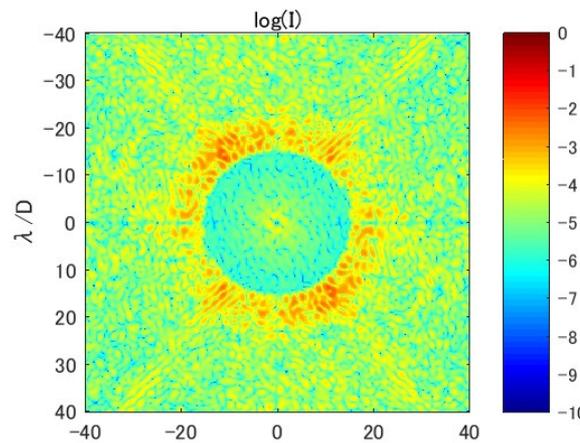


● Shaped Pupil



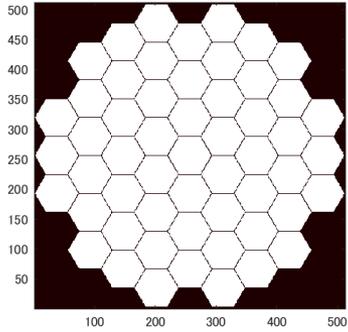
(T= 0.508)

設計コントラスト

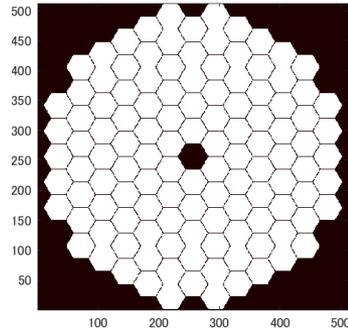


今回取り組んだ計算

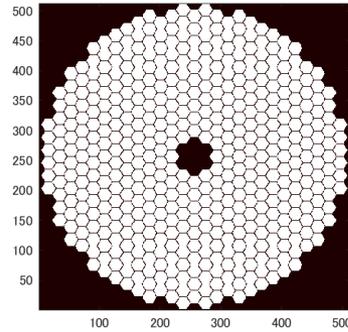
LUVOIR-B



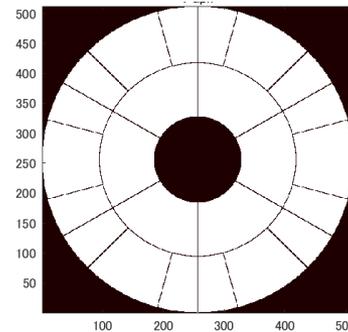
LUVOIR-A



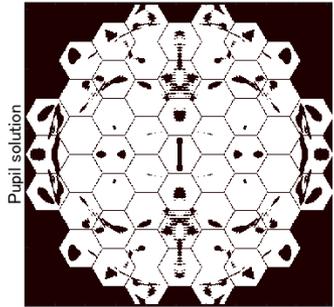
TMT



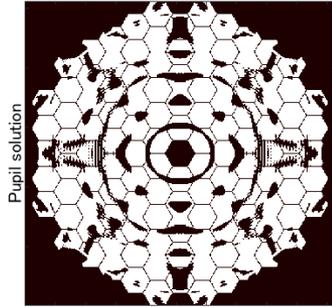
Seimei



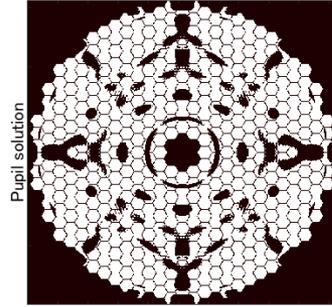
参考 Nishikawa+20
SPIE 11447-254



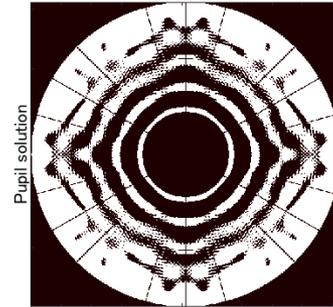
T=72%



74%



76%



66%

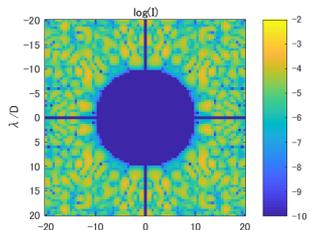
⇒ 透過率低下要因

- 副鏡遮蔽
- 外周が円でない
- 太いスパイダー
- セグメント境界

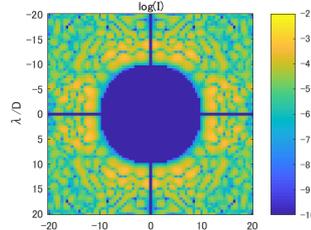
- 観測領域
- 目標コントラスト

目標コントラスト(<math><10\lambda/D</math>)

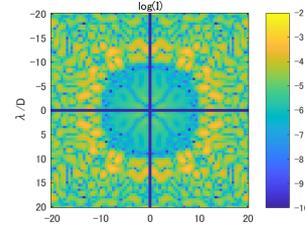
1E-10



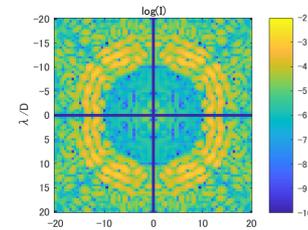
1E-10



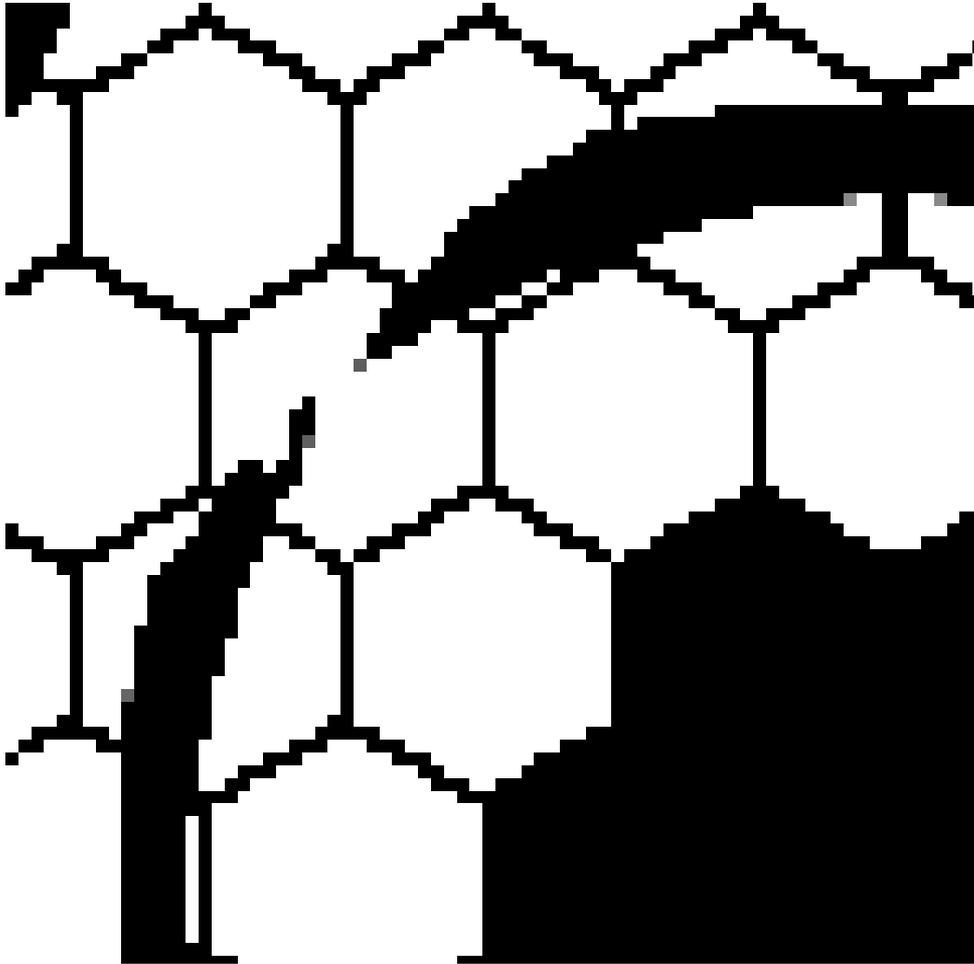
1E-4~6



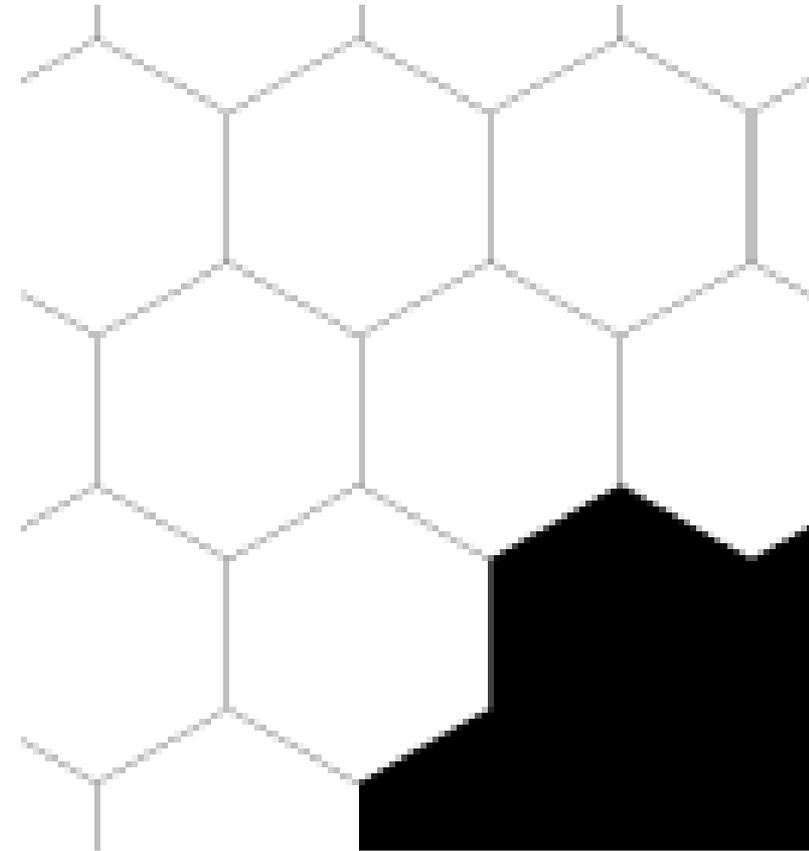
1E-4~6



TMTでは
瞳面分解能512x512で、1ピクセル6cm
1セグメントが22x22ピクセル程度



瞳面分解1024x1024で、1ピクセル3cm
1セグメントが43x43ピクセル程度



■ 計算上の課題

- 瞳面分解能不足
- 6次の12n分割位相マスクでの計算
(8分割までは誤差が小さい)

■ 位相マスク製作上の課題

- 可視光帯域用マスクの広帯域化(1E-10コントラスト対応)
- 12n分割位相マスク