

高感度近赤外線高分散分光器WINERED 分光スペクトル像に見られるゴースト光の対策

京都産業大学 理学研究科 修士1年

竹内智美



目次

1. イントロダクション
 - WINEREDとは
 - ゴースト問題
2. ゴーストの特徴
3. ゴースト光路の同定
4. 光学設計
5. まとめと今後

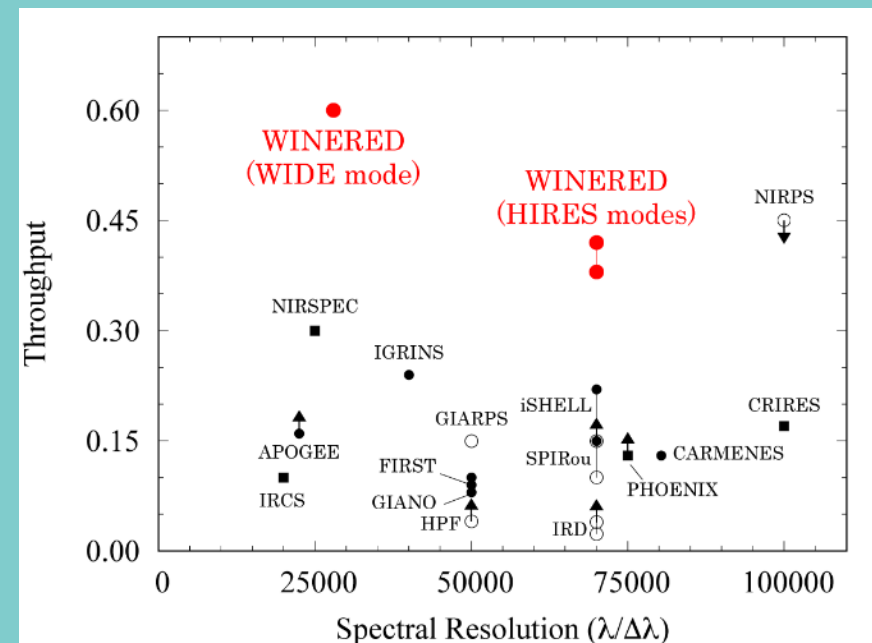
1. イントロダクション WINEREDとは

- 京都産業大学神山天文台赤外線高分散ラボ(=LiH)で開発された**超高感度の近赤外線(z,Y,J-bands)高分散分光器**
- ラス・カンパナス天文台(チリ)の**マゼラン望遠鏡**(口径6.5m)への移設を進めている



	Wide mode	Hires-Y mode	Hires-J mode
波長域[μm]	0.9~1.35	0.96~1.11	1.14~1.35
波長分解能(λ/Δλ)	28,000	70,000	
スループット	>0.5	>0.4	
限界等級 J[mag]	16.4*	15.1*	
装置サイズ[mm ³]	1750[L] × 1070[W] × 500[H]		
環境温度[K]	270~300		

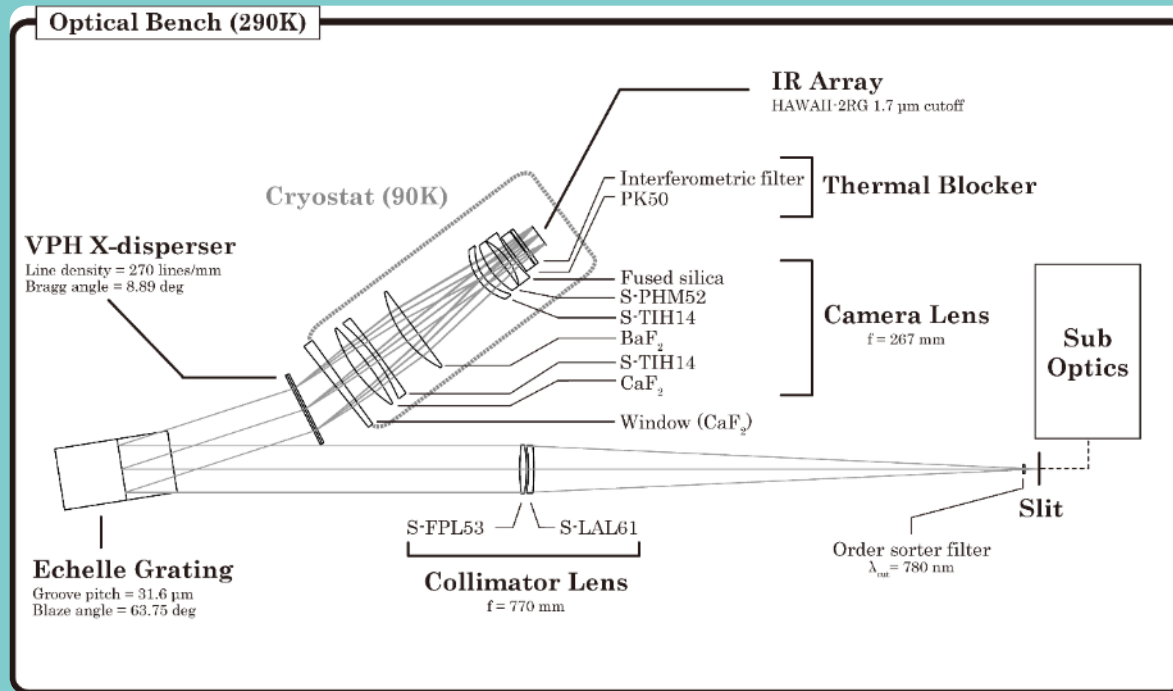
*NTT(3.6m 望遠鏡)に装着して、8時間積分、S/N=30の場合。



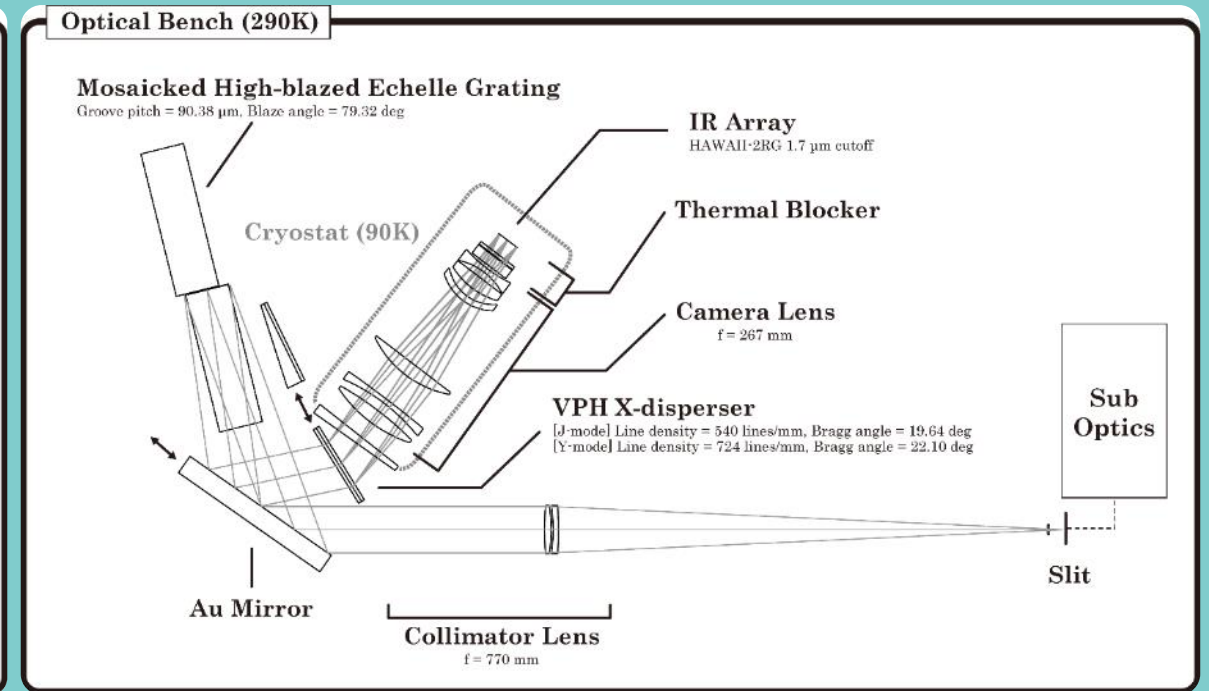
(Ikeda+2020)

1. イントロダクション WINEREDとは

Wide mode (R=28,000)



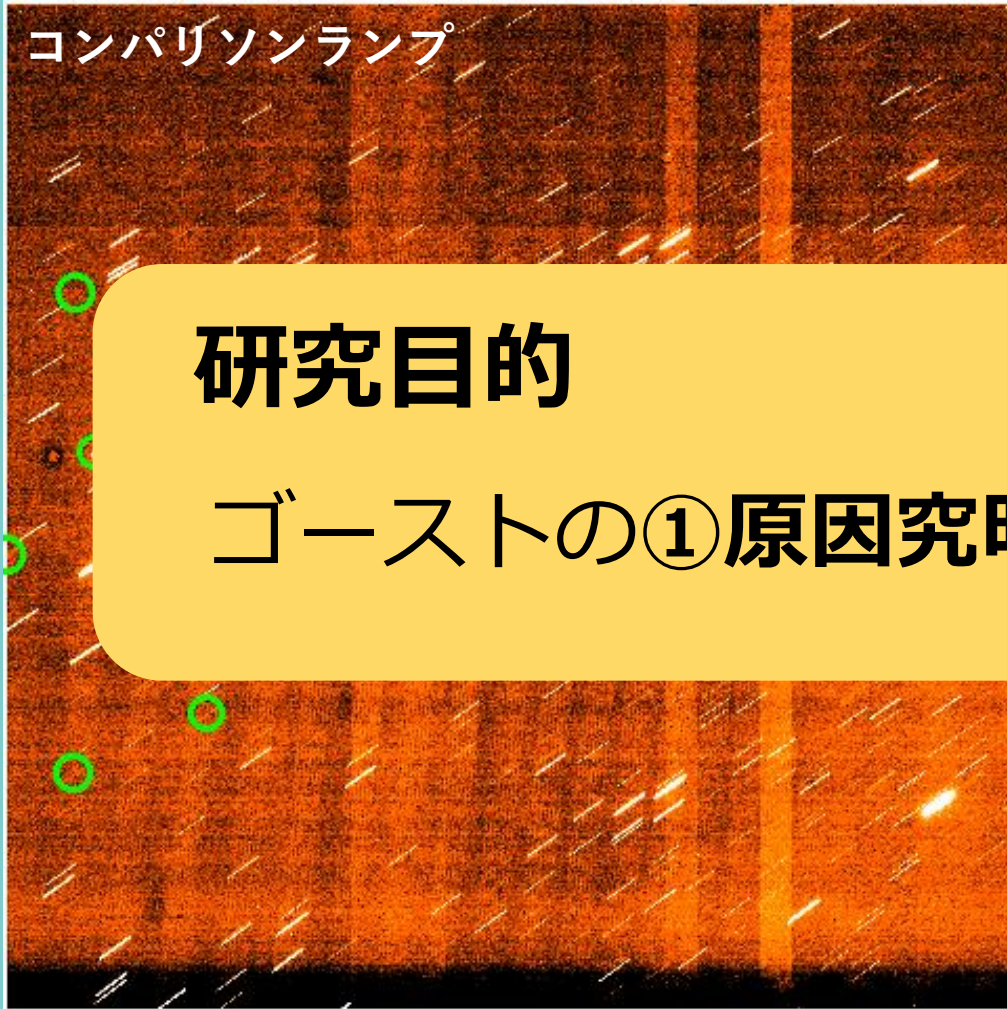
Hires-Y & J modes (R=70,000)



1. イントロダクション ゴースト問題

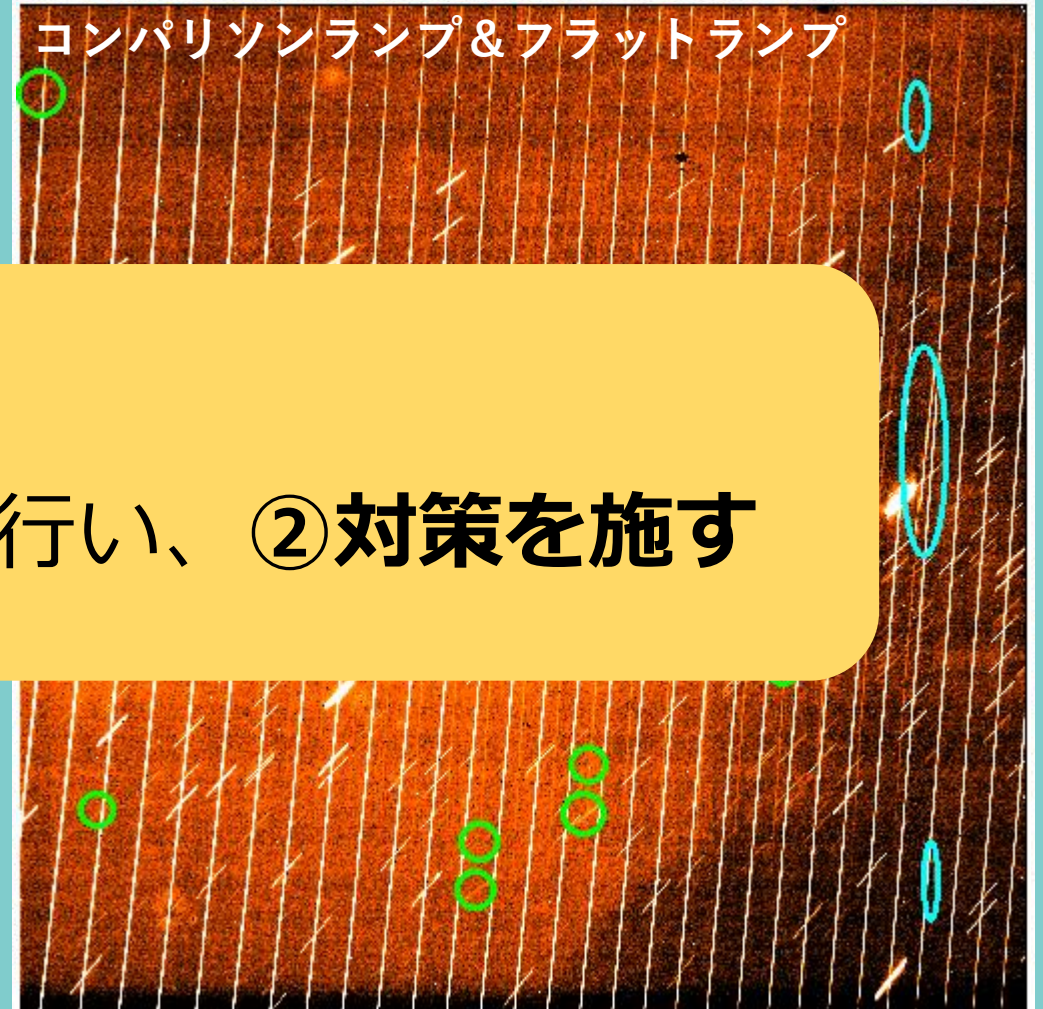
Wide mode

コンパリソンプ



Hires-Y mode

コンパリソンプ&フラットランプ

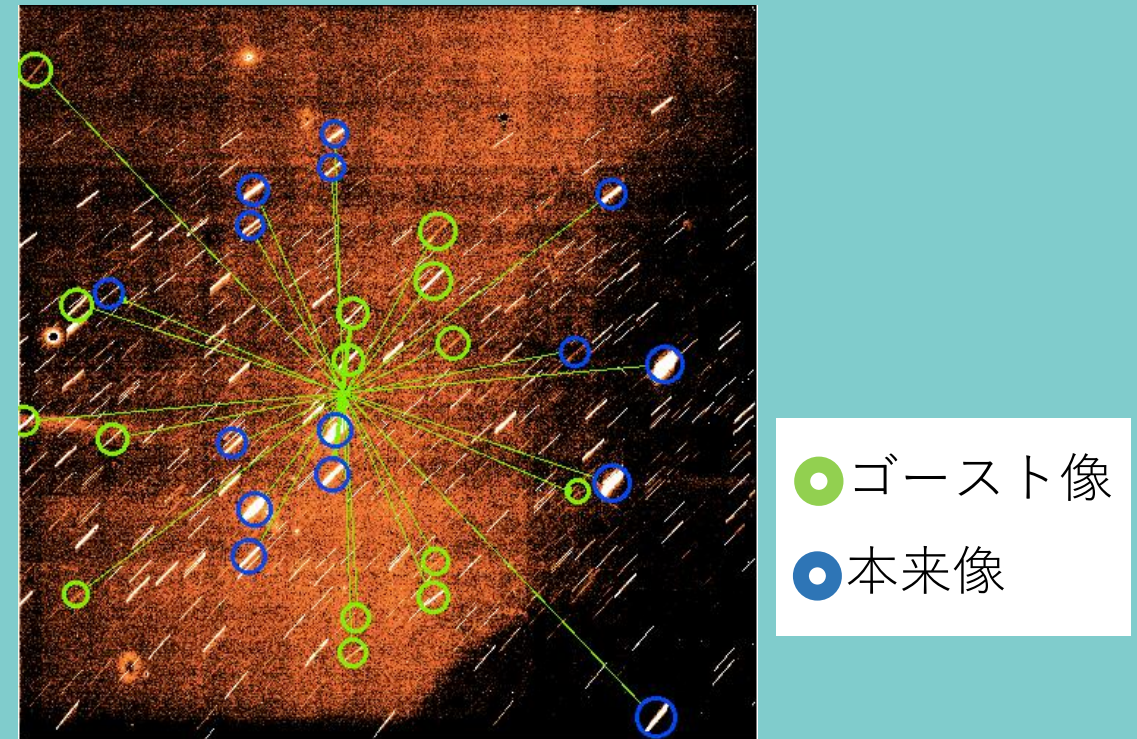
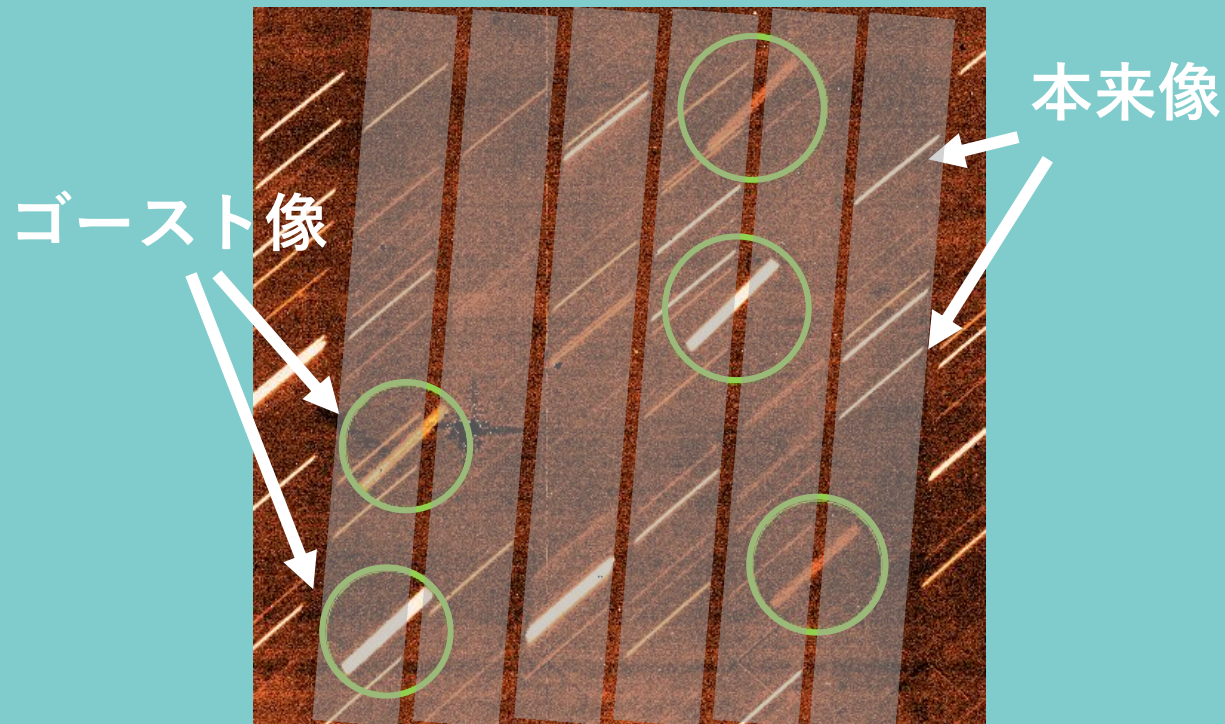


研究目的

ゴーストの①原因究明を行い、②対策を施す

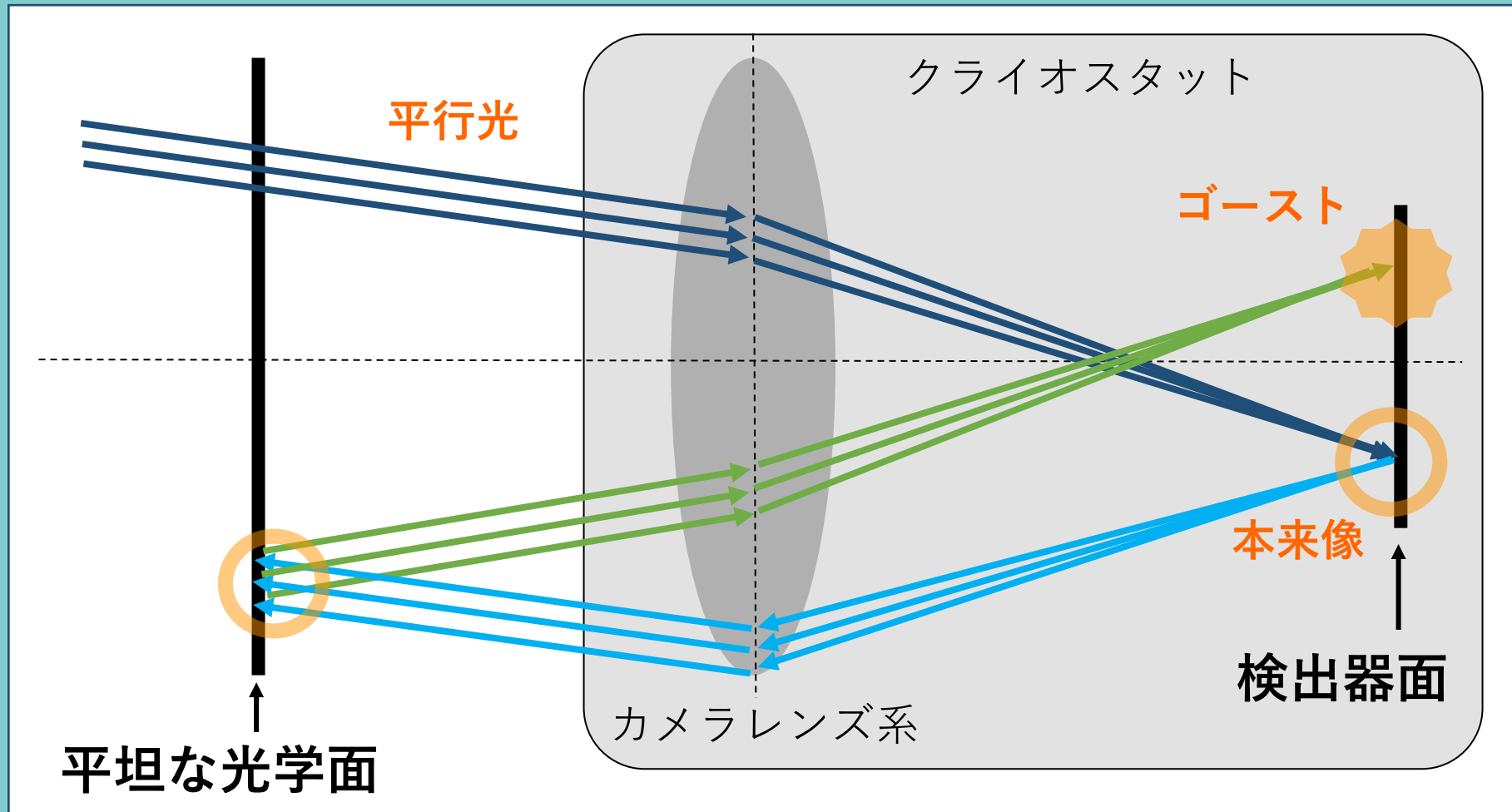
2. ゴーストの特徴

1. シャープに結像
2. 特定の点を中心にしてゴースト像と本来像が回転対称になっている
3. 相対強度は $I_g/I_o = (0.3 - 1.07) \times 10^{-2}$



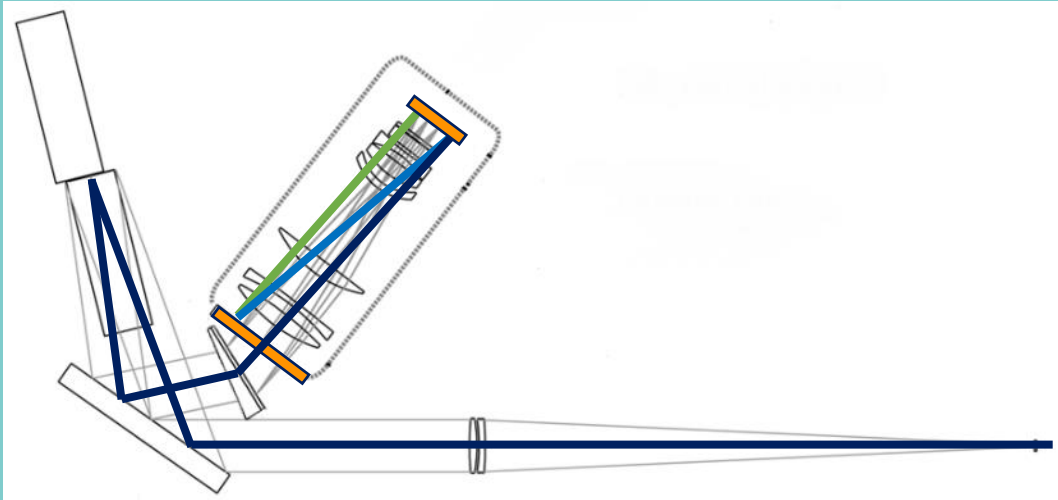
3. ゴースト光路の同定

ゴーストの特徴から考えられる条件

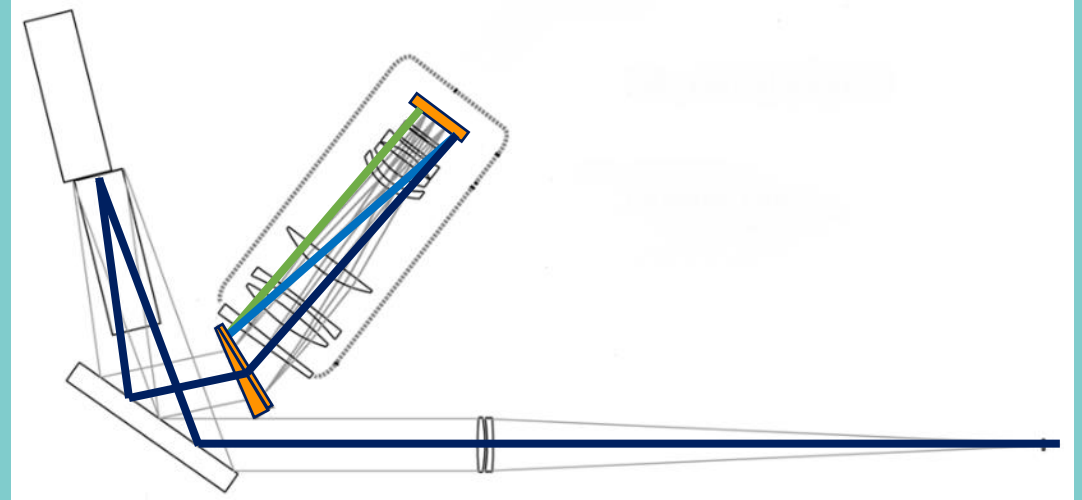


3. ゴースト光路の同定

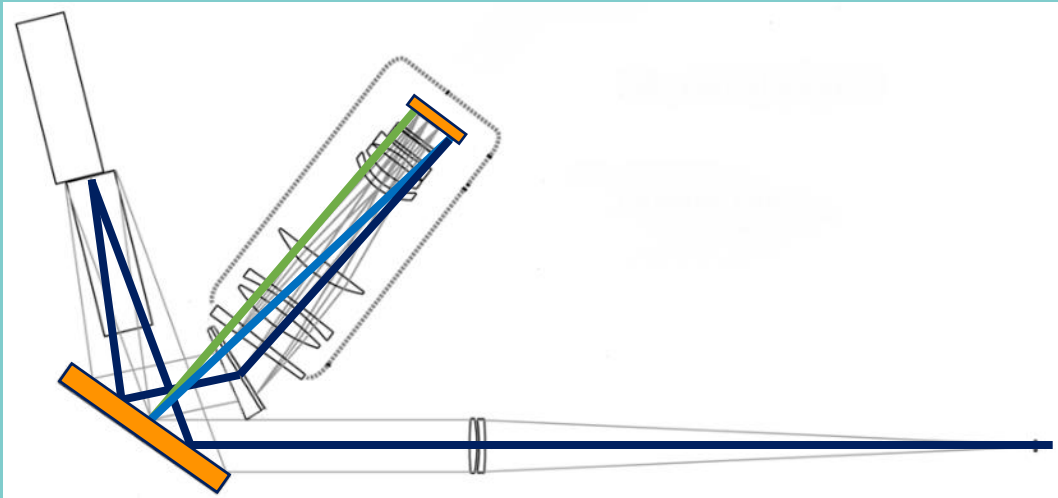
①クライオスタットウィンドウ



②VPH回折面（1次回折光）



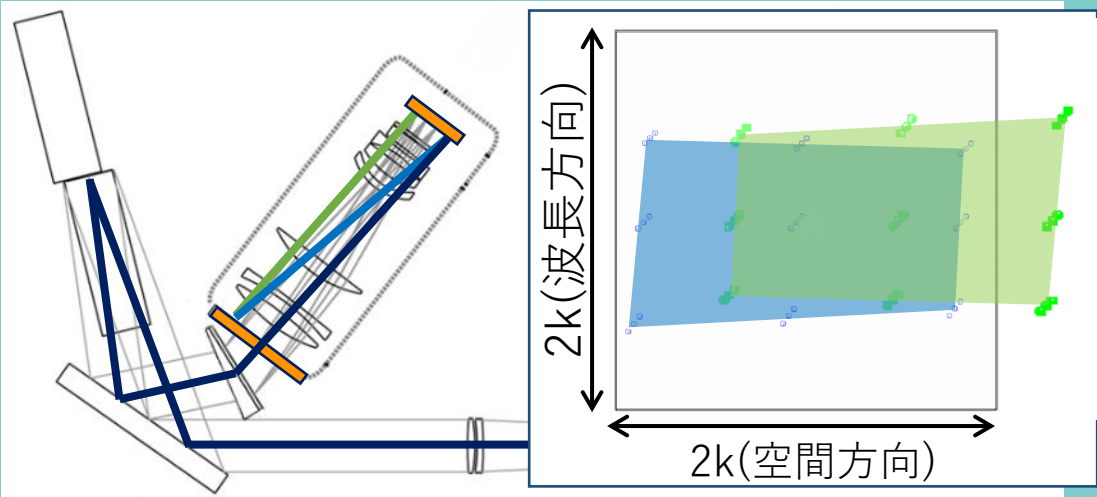
③フォールドミラー



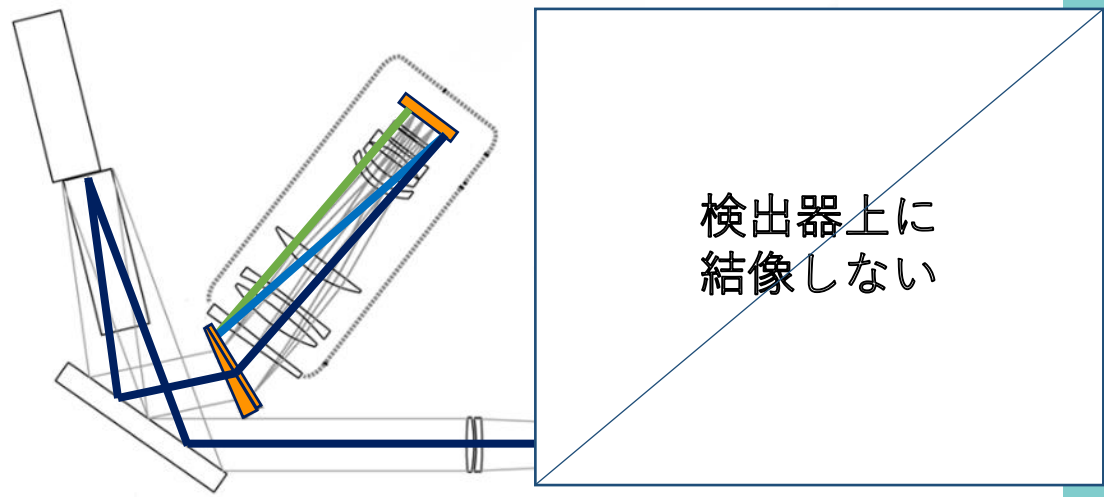
- 光線追跡ソフトウェアで再現した検出器上の
ゴースト像分布
- 各光学素子の効率から推定した**ゴースト光量**

3. ゴースト光路の同定

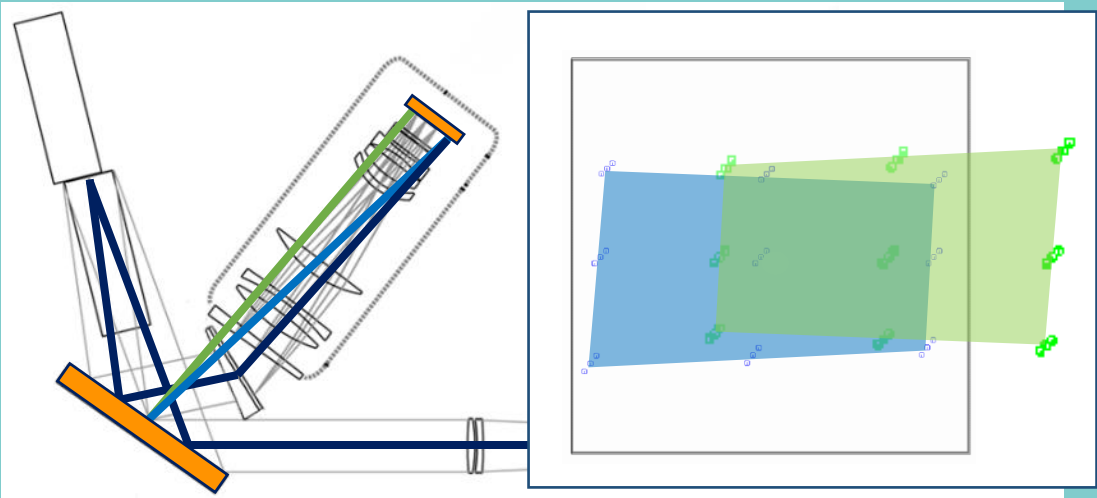
①クライオスタットウインドウ



②VPH回折面（1次回折光）



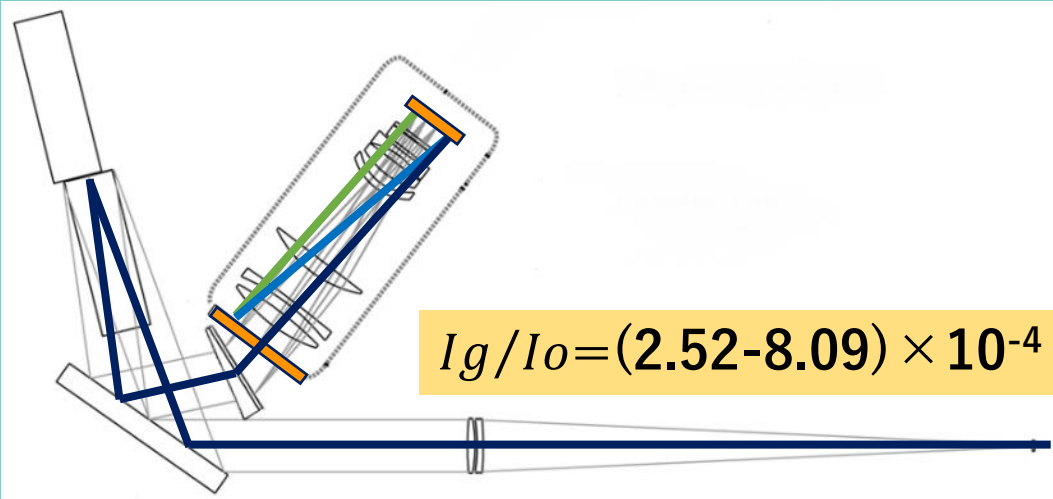
③フォールドミラー



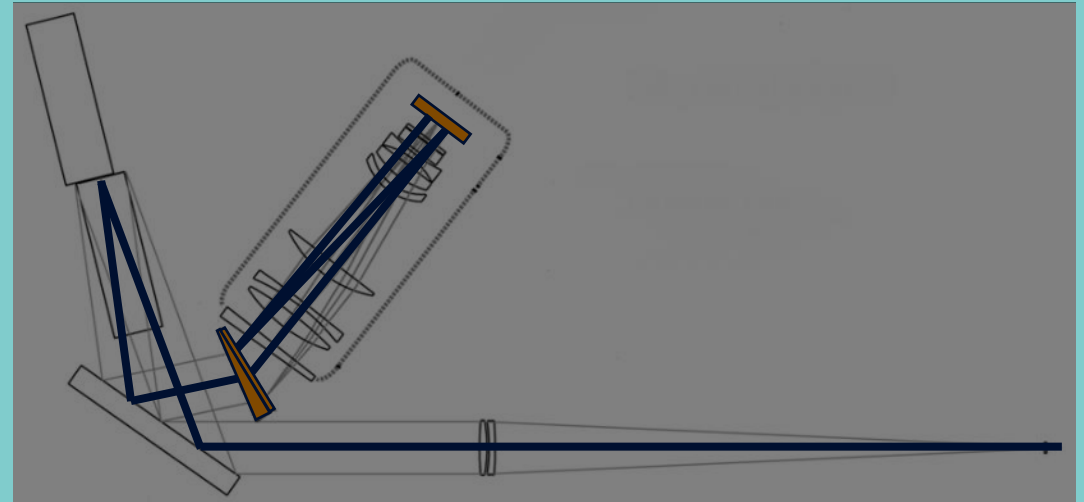
ゴースト像分布		ゴースト光量(I_g/I_o)
		$(0.3-1.07) \times 10^{-2}$

3. ゴースト光路の同定

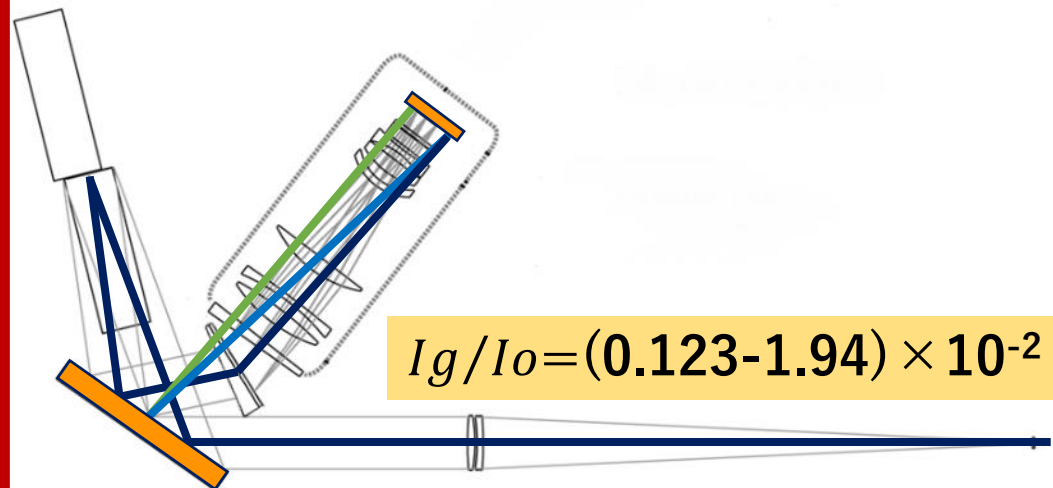
①クライオスタットウインドウ



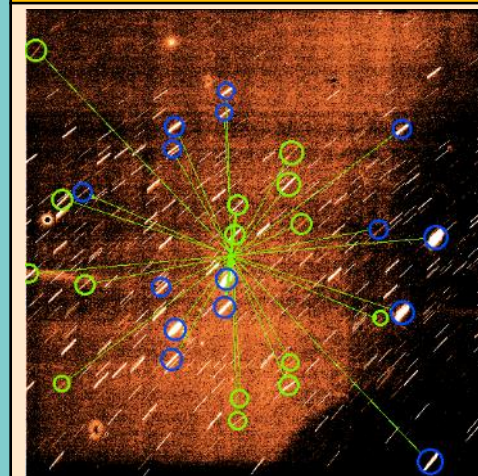
②VPH回折面 (1次回折光)



③フォールドミラー



ゴースト像分布

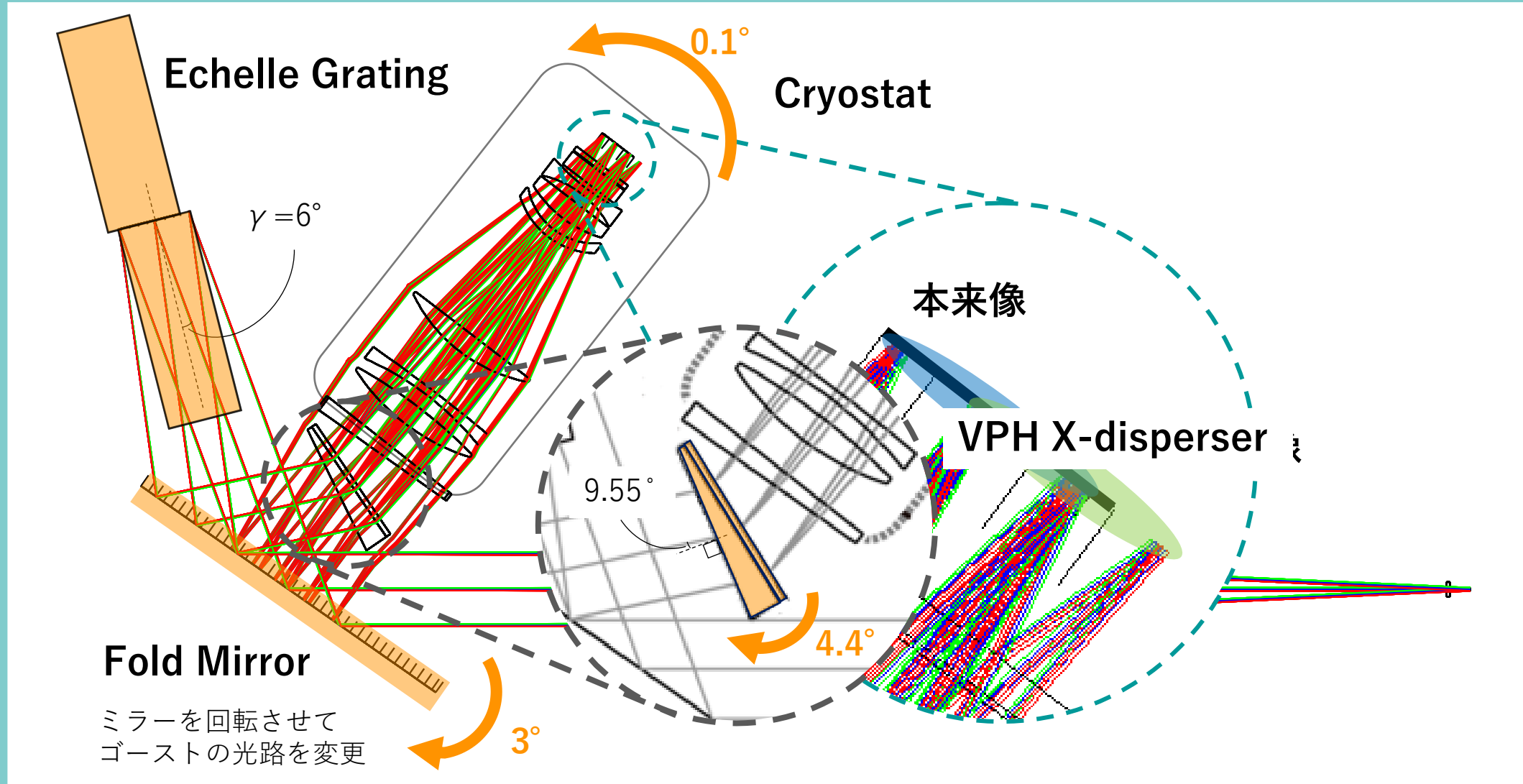


ゴースト光量(I_g/I_o)

$$(0.3-1.07) \times 10^{-2}$$

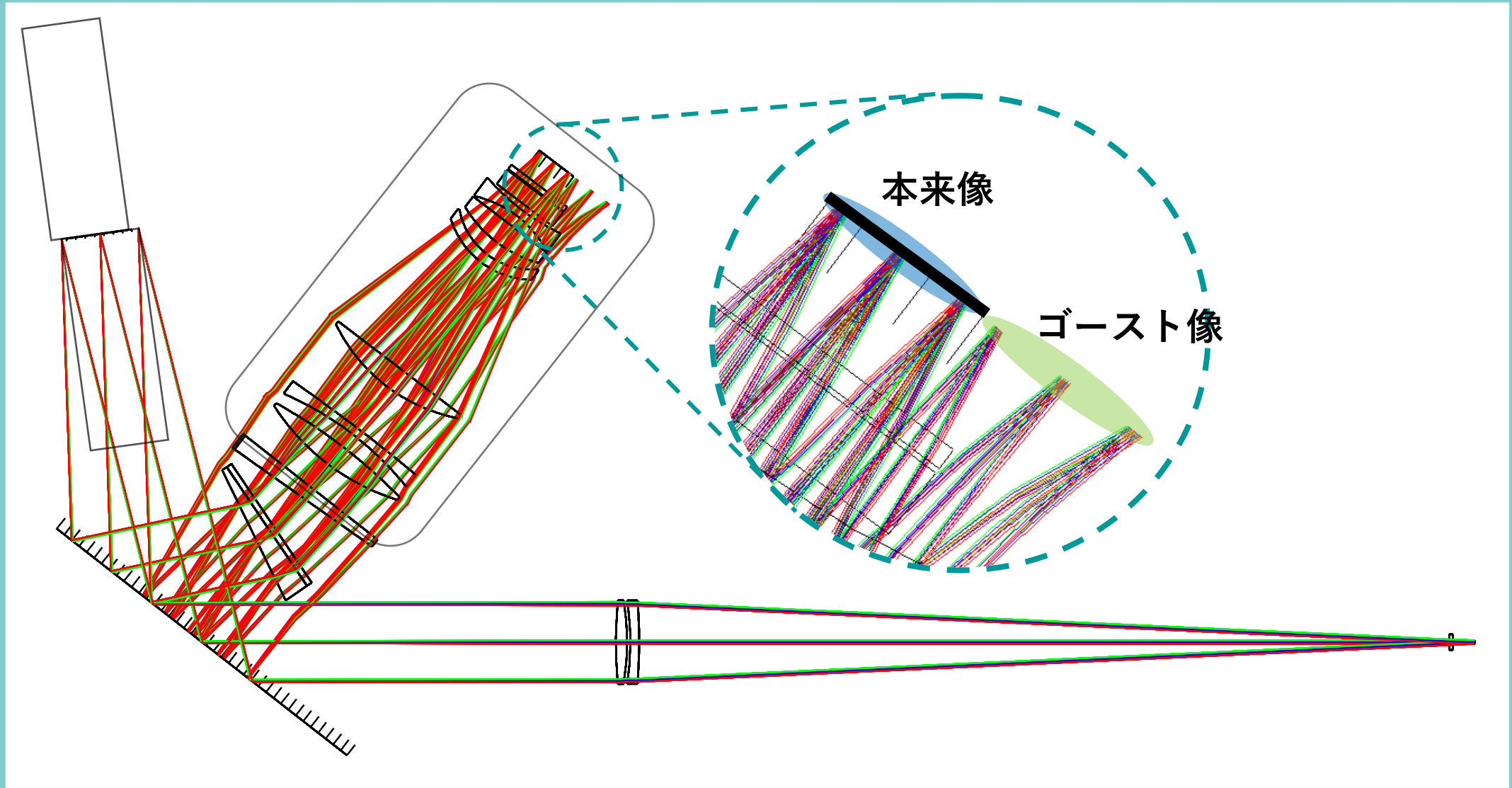
4. 光学設計

光線追跡再配置によるさまざまな対策光路の再現



4. 光学設計

光学系の再配置によるゴーストの対策



4. 光学設計

対策前

対策後

m=159
1.114 μm

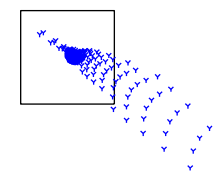
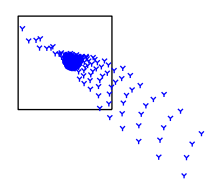
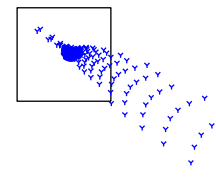
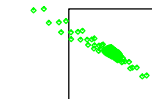
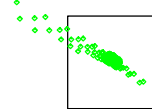
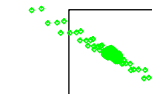
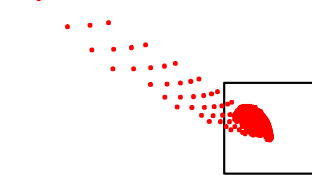
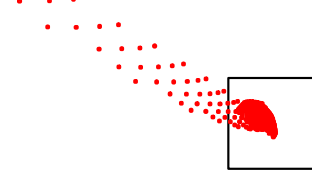
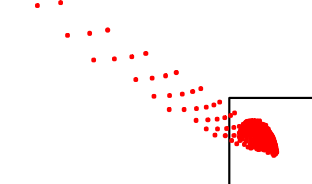
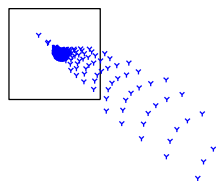
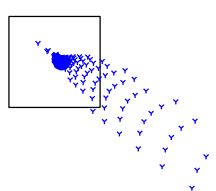
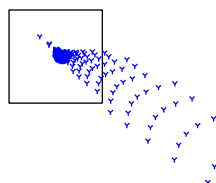
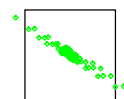
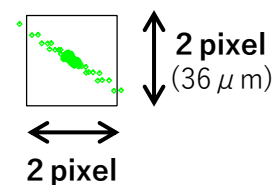
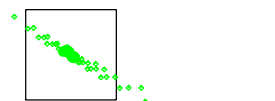
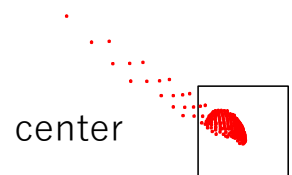
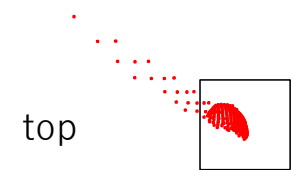
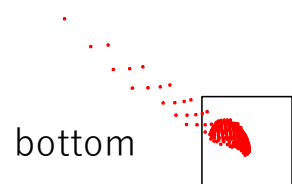
m=170
1.039 μm

m=183
0.957 μm

m=159
1.114 μm

m=170
1.039 μm

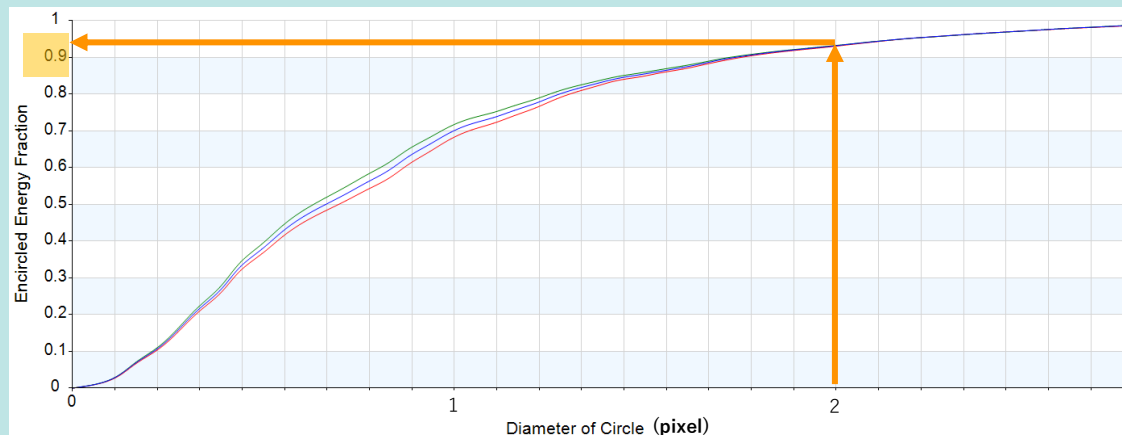
m=183
0.957 μm



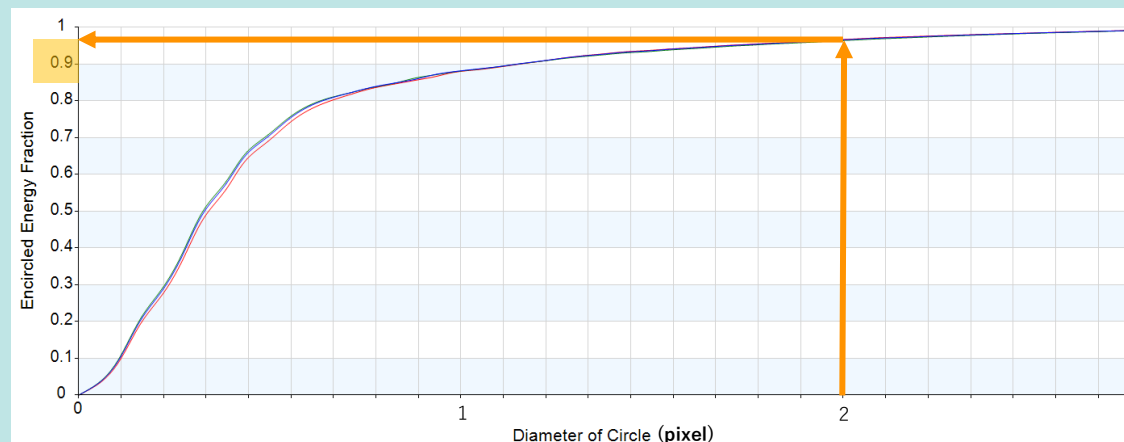
4. 光学設計

- エンサークルドエネルギー

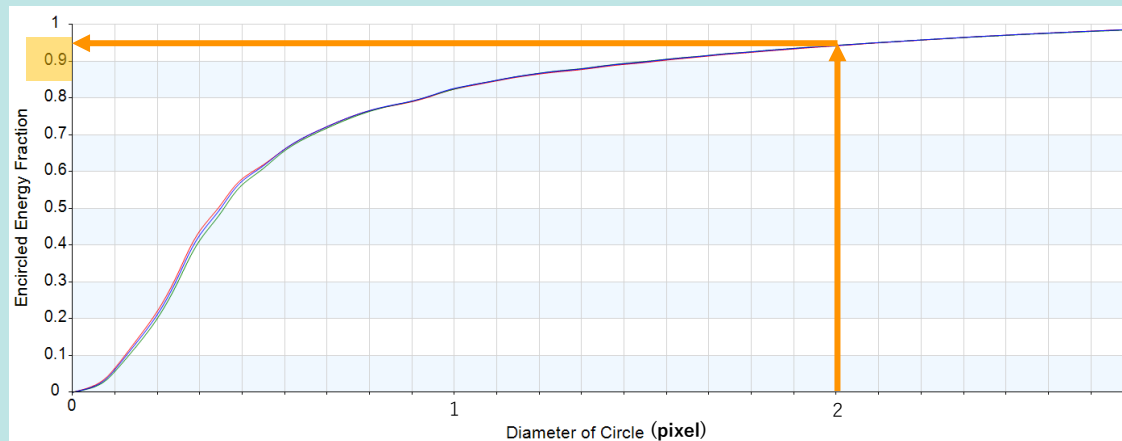
m=159 1.114 μm



m=170 1.039 μm



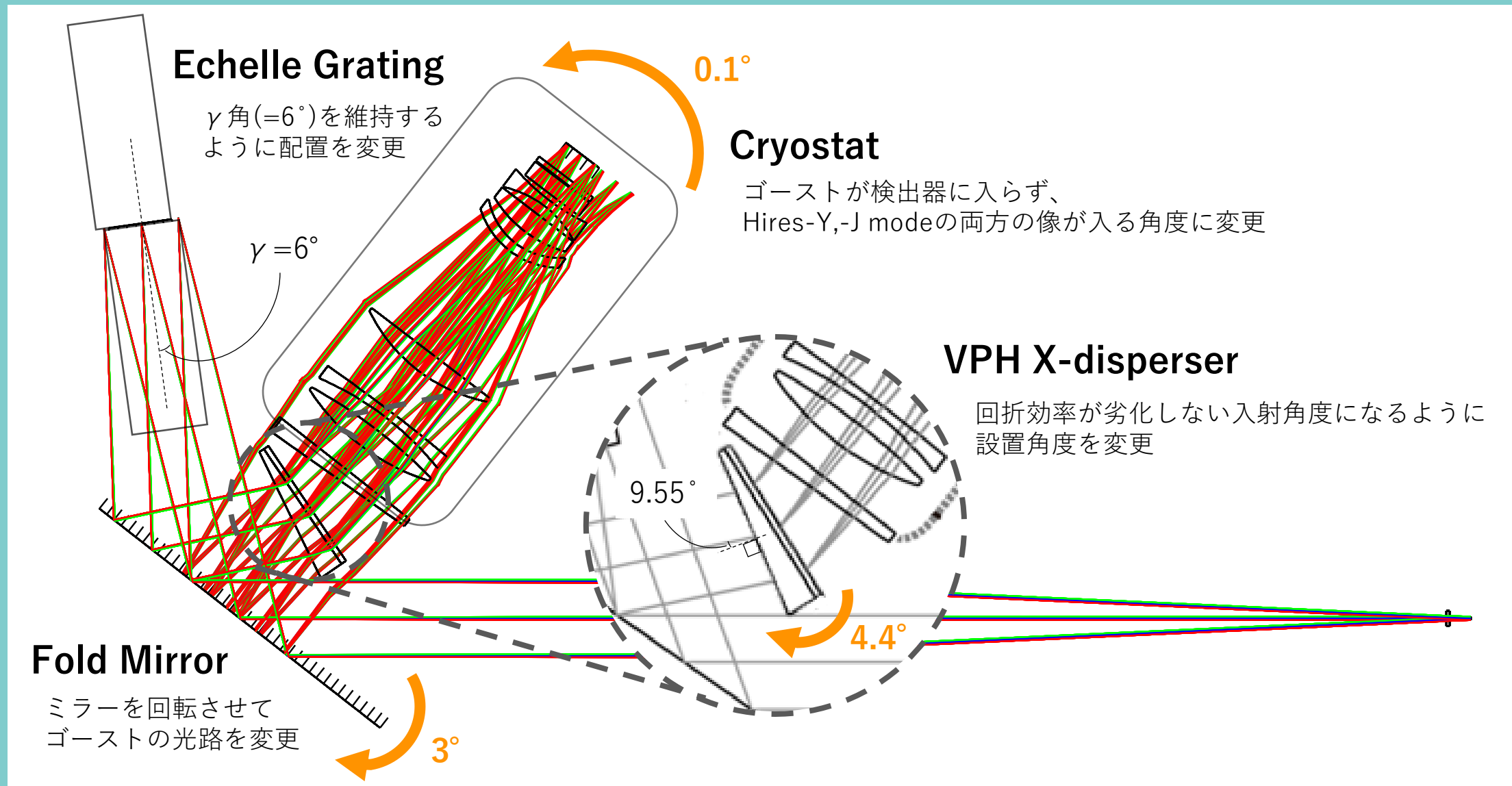
m=183 0.957 μm



- スループット

対策前	対策後
0.38~0.40	0.38~0.39

4. 光学設計



5. まとめと今後

- WINEREDは神山天文台で開発した**超高感度赤外線高分散分光器**である。
- Wide modeとHires-Y modeに**2種類のゴースト**が見られている。
- 1種類のゴースト(Hires-Y mode)については、検証の結果「**検出器とフォールドミラー**」での反射で生じていることが分かった。
- フォールドミラーの回転、エシエル回折格子とVPHとクライオスタットの再配置によって、**光学性能(結像性能とスループット)**を維持しつつ、**ゴーストを検出器外へ逃がせる**ことを示した。

今後は…

- 機械設計
- 部品製作
- 実機への組み込み・検証実験

各モード変換を自動で行えるような機構も検討中