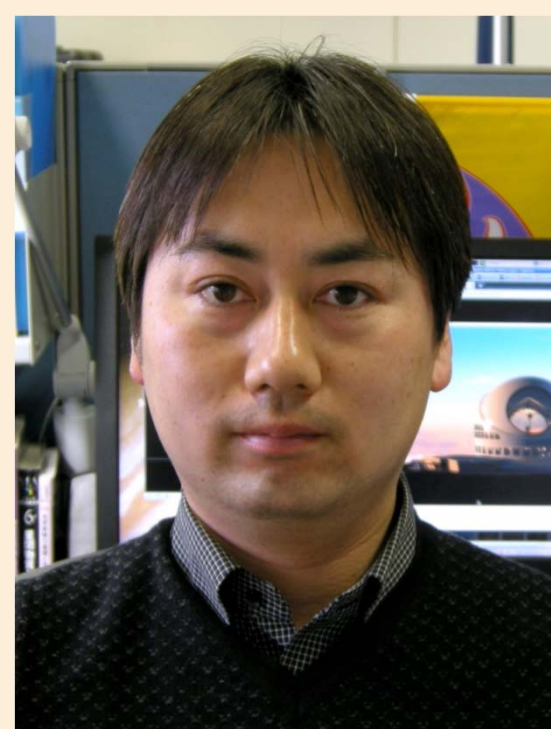


可視赤外線同時撮像装置HONIRの 光学系セットアップ

2011年度岡山ユーザーズミーティング
(第22回光赤外ユーザーズミーティング)



秋田谷 洋 (広島大学・宇宙科学センター)

akitaya@hiroshima-u.ac.jp

先本清志、原尾達也、宮本久嗣(広島大学)、山下卓也(国立天文台)、川端弘治、吉田道利、小松智之(広島大学)、中屋秀彦、中島亜紗美(国立天文台)、大杉節、植村誠、山中雅之、上原岳士、笹田真人、深沢泰司(広島大学)

(1) はじめに

可視赤外線同時撮像装置 HONIR (おにーる) は、広島大学を中心に開発製作を進めているかなた望遠鏡用の次期主力観測装置である(本UM; 先本ほかポスター参照)。2009年度に実施したファーストライト観測に引き続き、今年度(2011年度)に再度の望遠鏡装着・観測を行うべく、各種準備を進めている。

ここでは、2011年4月以降の開発製作活動のうち、光学系に関する主要な項目となる

- ・常温環境での光学系設置・撮像試験
 - ・ダイクロイックミラーの分光透過率・反射率測定
- について報告する。

(2) 室温環境での光学系試験

HONIRの光学素子(図1)はすべて、真空冷却デューワー内で85Kに冷却して用いる。そのため、冷却前の室温状態において正しく素子を配置・固定しておく必要がある。

我々は、以下の手順にて、設置公差を満たすように室温状態の光学定盤上に各光学素子を設置した。

1. 各光学素子を「キリ穴中心固定法」(図2)を用いることで、光学定盤上に高精度で仮設置する。
2. 装置入射窓から装置内に向けてレーザー光を入射して固定する。
3. 入射窓付近に半透鏡を設置する。
4. 調整対象のレンズ筒前面に「中心穴が加工された円盤」、もしくは「平面鏡」を設置する。レーザー光が円盤の中心穴を通り、かつ平面鏡で正対反射されるようにレンズを設置・固定する。
5. これらを入射窓側の素子から順に実施する(図3)。

また、室温時の装置入射側の像点位置(冷却時の望遠鏡焦点に対して約12mm望遠鏡寄りの点)にピンホール群マスクを設置し、室温状態においてCCD検出器上でピンホール群の撮像を行い、光学計算から予想されるスポット像と同等の像が得られるかどうかを確認した(図4-7)。

結果として、すべてのピンホール像で計算と測定の完全な一致が見られたわけではないものの、一部のスポットでは両者の良い一致が見られ(図7; spot#2, #9)、像の広がりや傾向や程度には両者間で似た振る舞いがみられた。これらから、室温状態における可視波長帯光路の主要光学素子は、おおむね設計通りに配置できていると思われる。

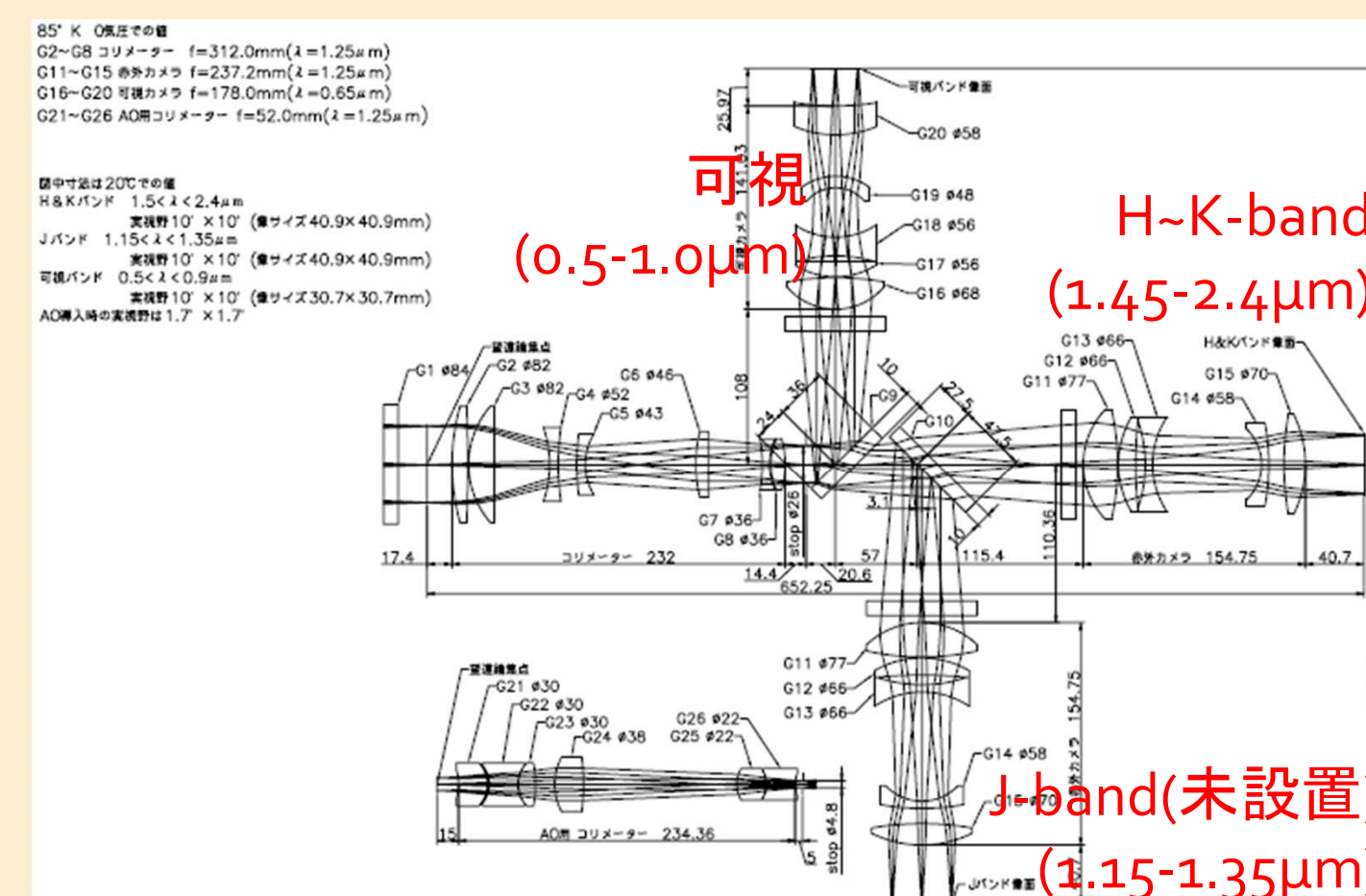


図1: HONIR光学設計

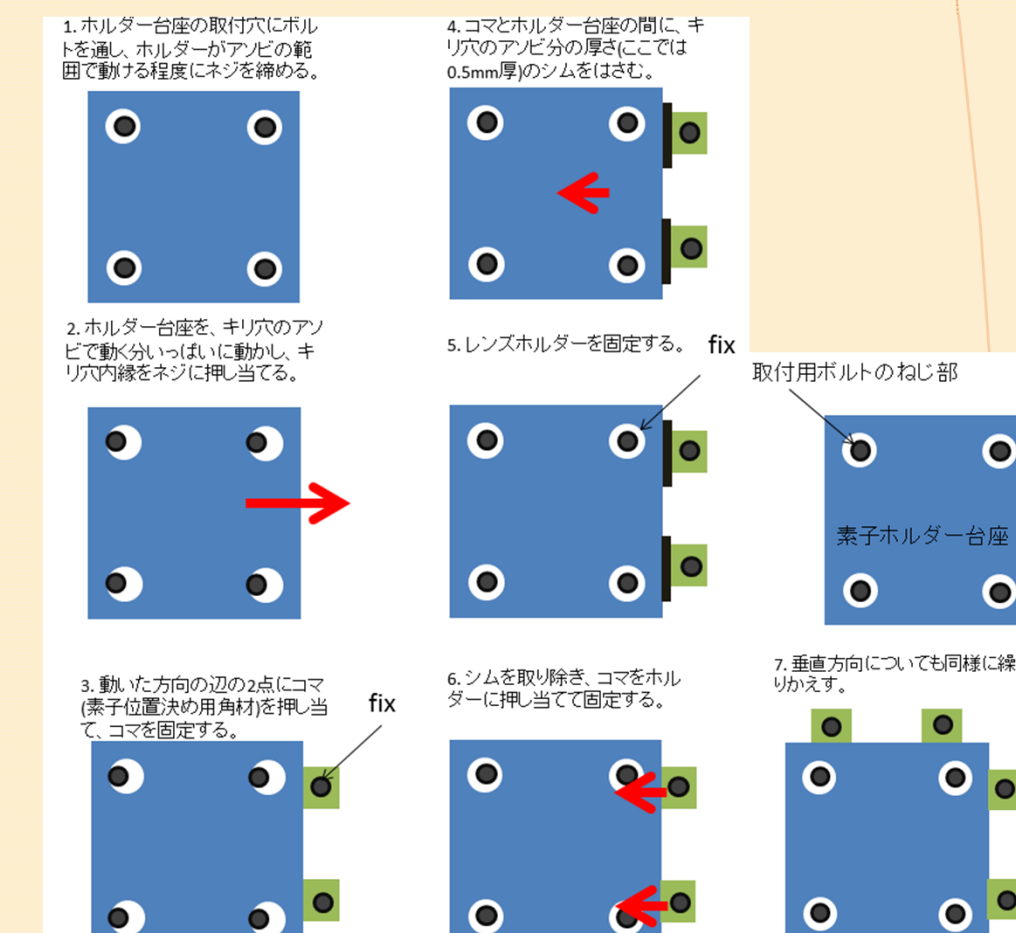


図2: キリ穴中心固定法

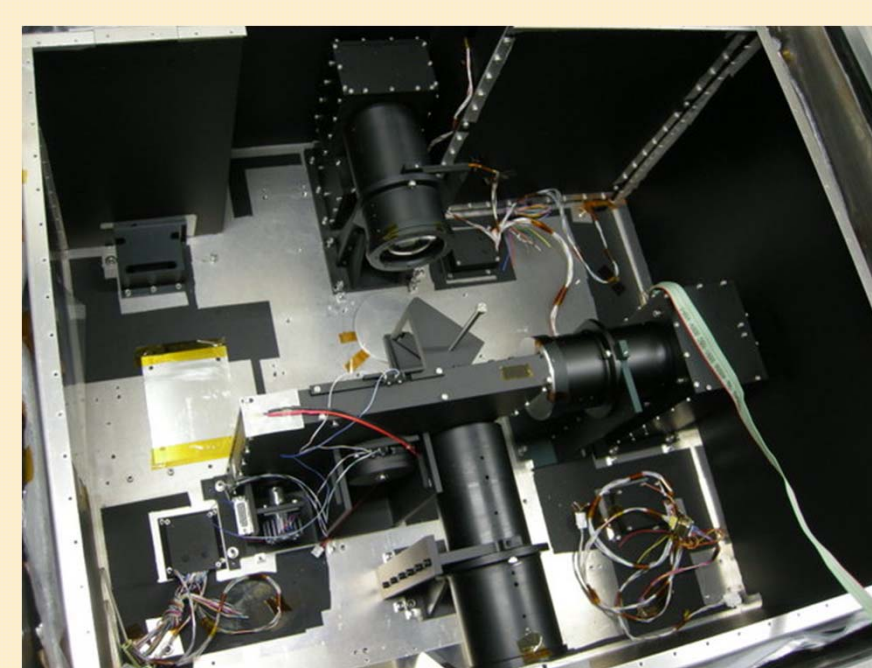


図3: 光学調整中のHONIR筐体内

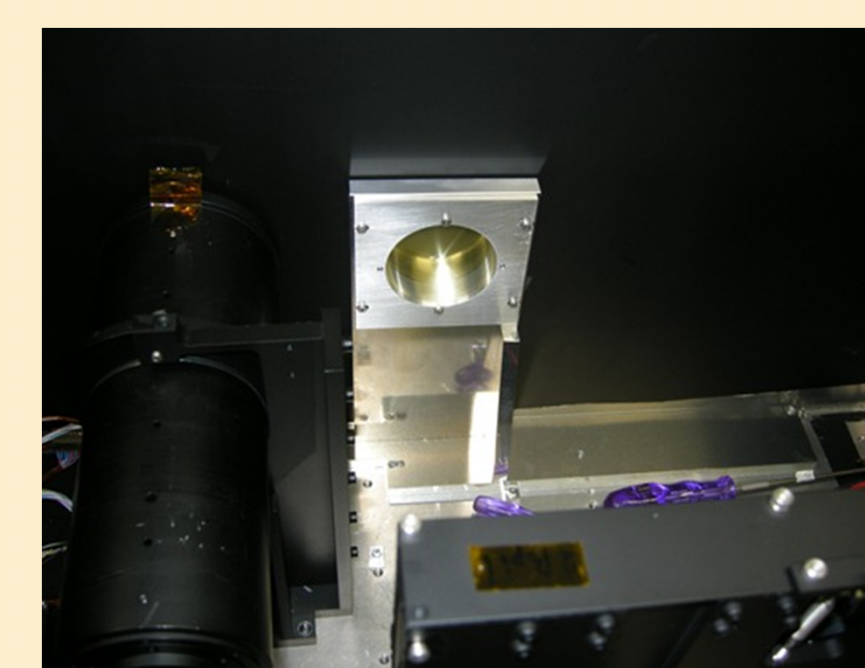


図4: ピンホール群マスク

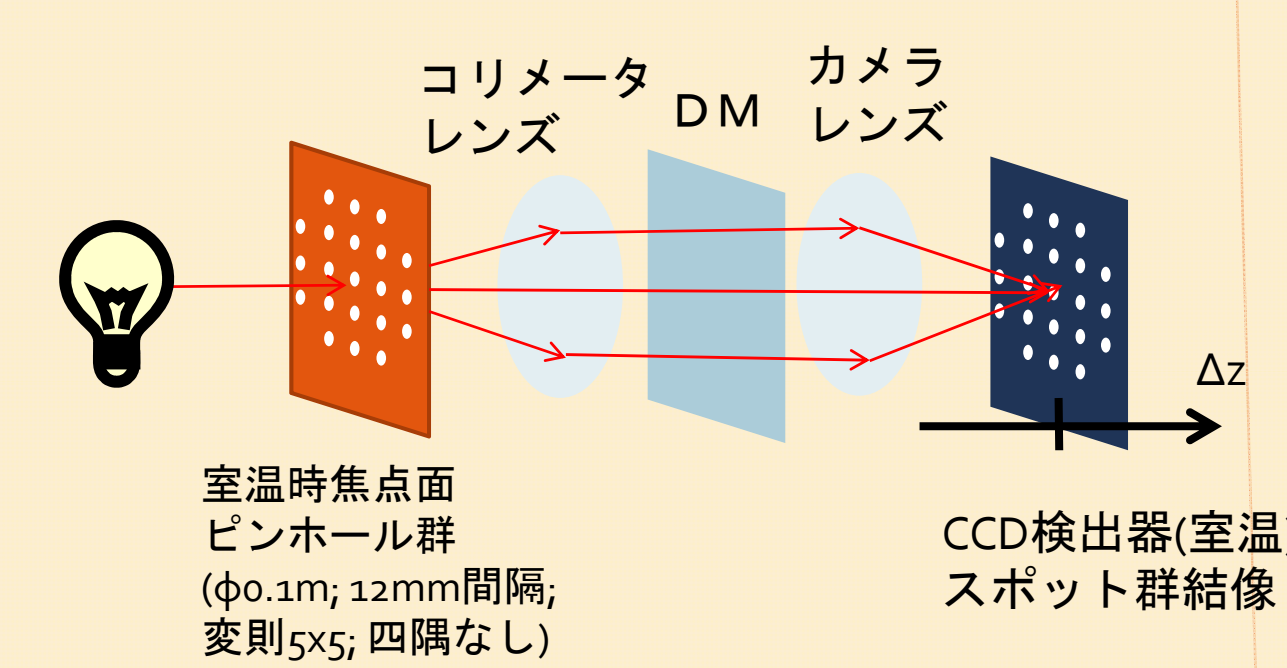


図5: ピンホール群撮像の概念

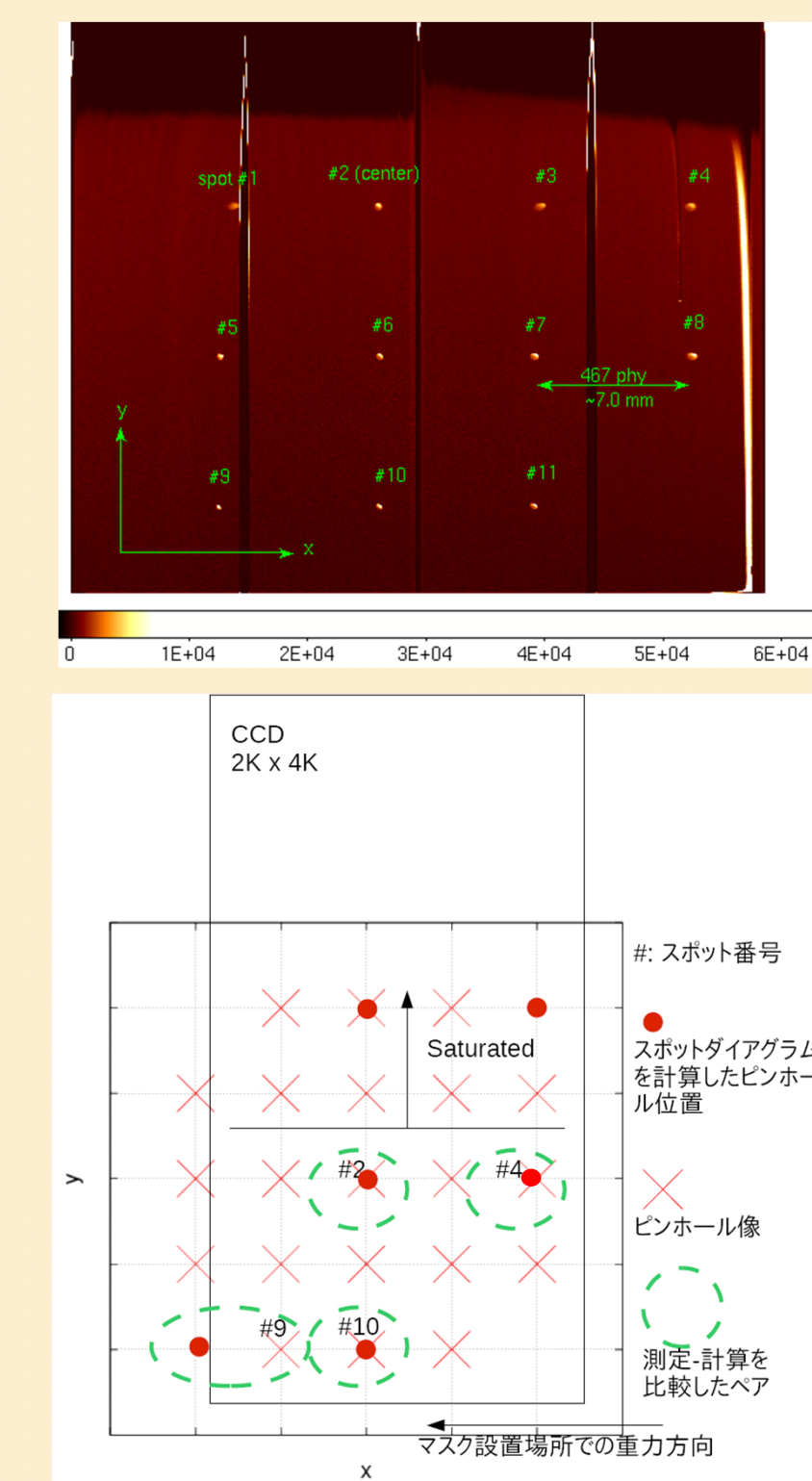


図6: ピンホール群撮像例(上)とピンホール位置説明図(下)

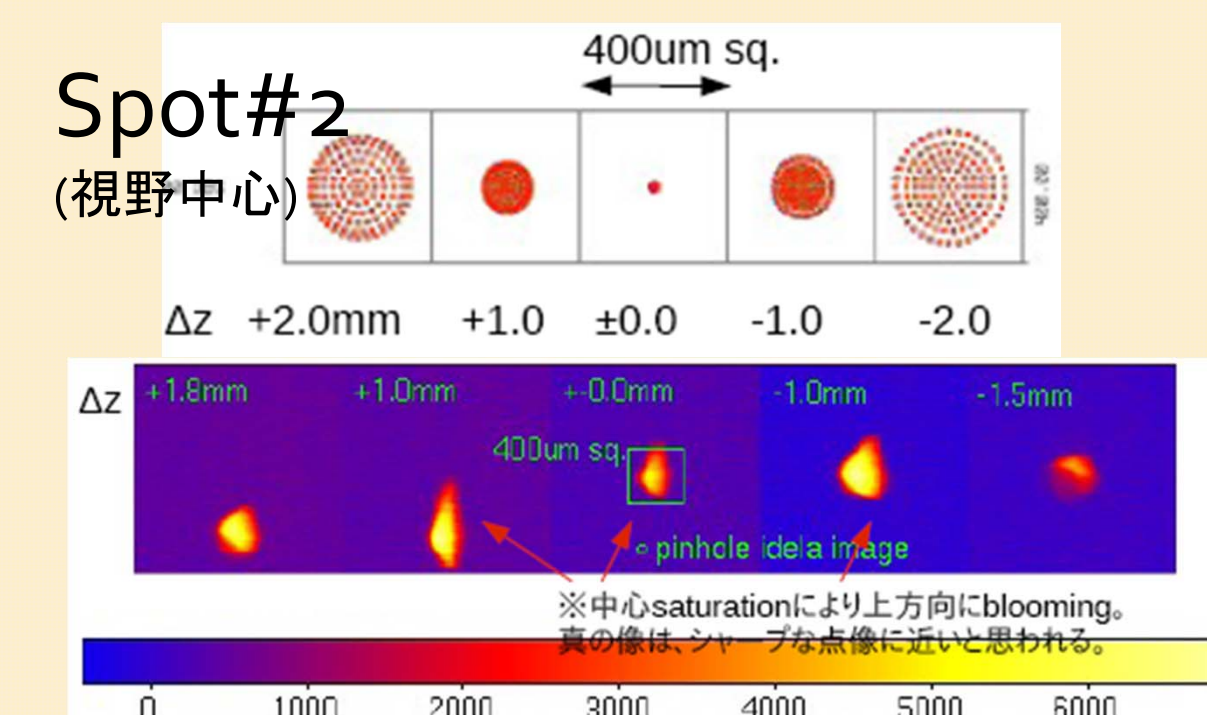
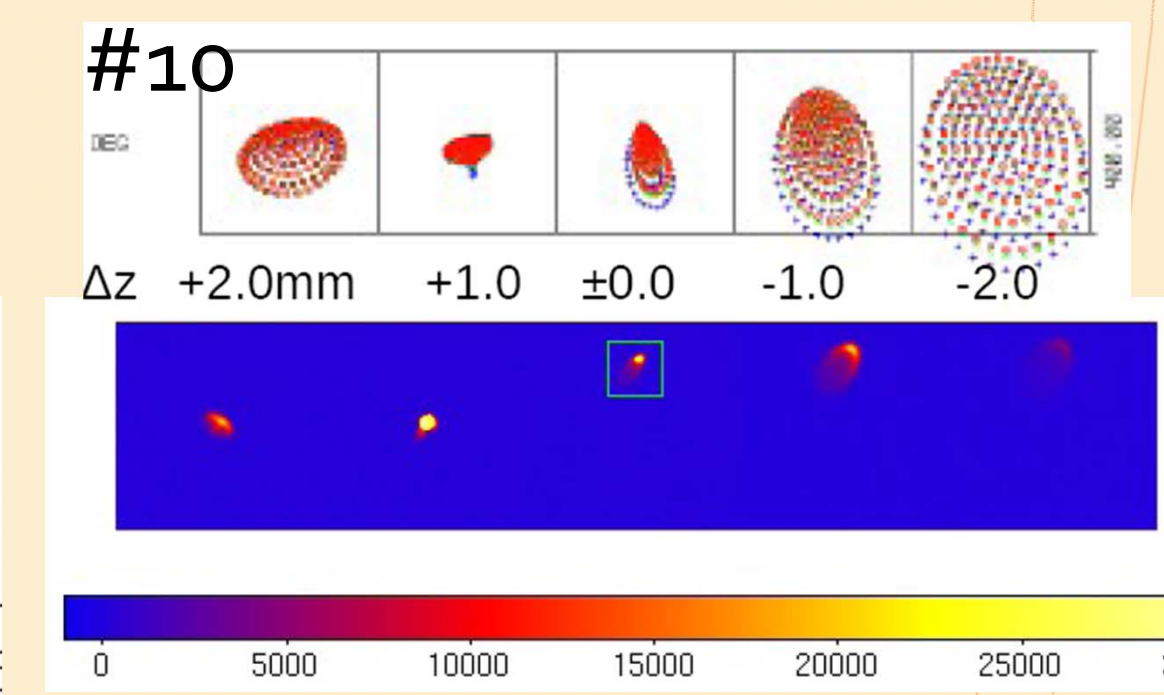
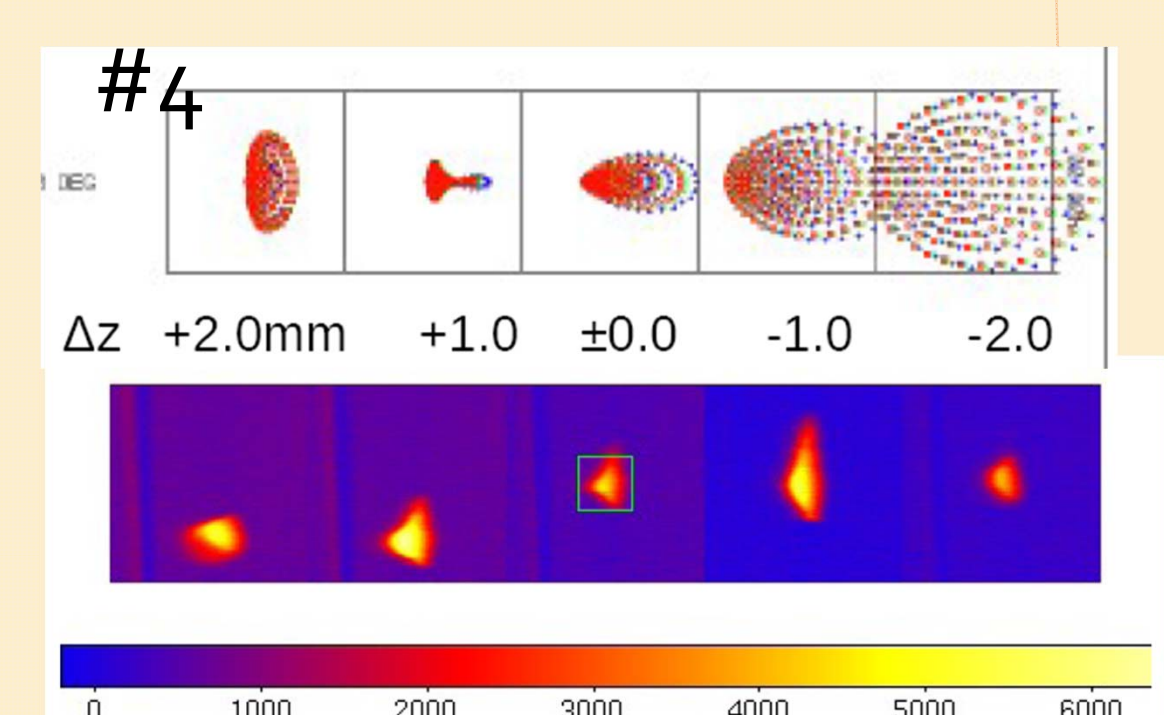


図7: 4つのピンホール位置に対する、スポット像計算(上段)とピンホール像撮像(下段)の比較。検出器位置 Δz を変化させた($\Delta z=0$ がベストフォーカス位置)。(※計算と撮像では Δz が完全には一致していない場合あり。最も近い条件のものを比較した)



(3) ダイクロイックミラーの分光透過率・反射率測定

HONIRで用いる主要な光学素子の効率を正しく把握することを目的として、ダイクロイックミラー(DM) 2種(表1)の冷却下における分光透過率(光路に対して45度傾けて設置)、室温における分光反射率(45°反射)、および、V-band filter(5°傾けて設置)の冷却下透過率を測定した。

測定には、国立天文台先端技術センター(ATC)分光光度計UV-3100 PCを用いた。素子の冷却には、ATC常備の液体窒素冷却コールドヘッド付きデューワー蓋、および、冷却素子分光透過率測定用真空冷却デューワー式(UC Irvine 東谷氏製作)を用いた(図8-10)。

測定された効率を図11-13に示す。主要な結果は以下の通りである。

- ・各光学素子の透過率・反射率は要求仕様をほぼ満たしている。(ただし、可視-赤外分離DMの短波長側反射率で若干仕様を下回る効率を示す。V-band波長帯の短波長側で効率の減少となる)
- ・各素子とも分光透過率は温度に対してほとんど変化しない。
- ・冷却・昇温による素子本体やコーティングの外傷は生じなかった。

各素子とも冷却下のHONIR内で用いる上で、ほぼ問題ない効率を有している。

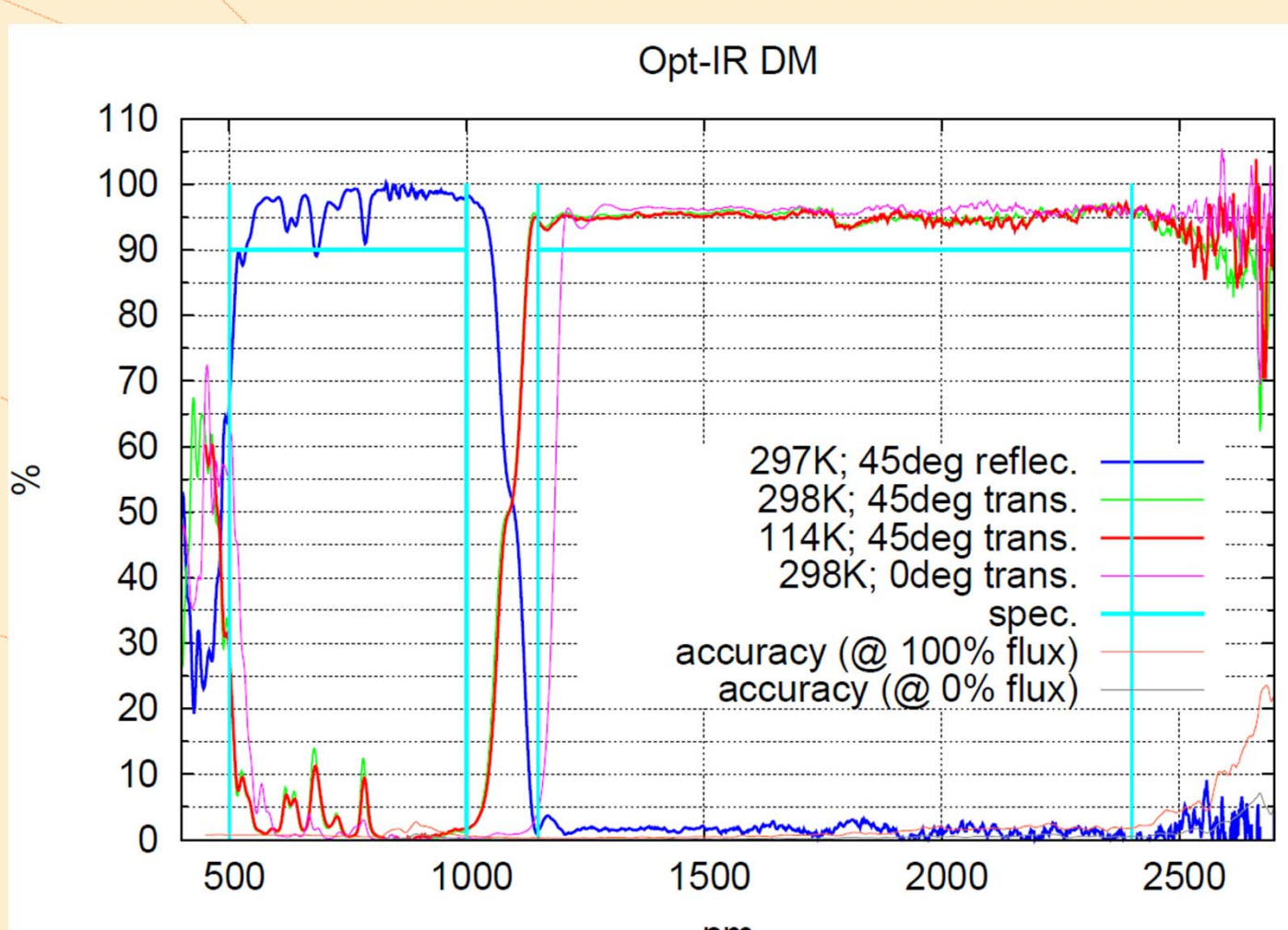


図11: 可視-赤外分離DMの分光透過率・反射率。室温・45°反射率(青)、室温・45°透過率(緑)、冷却・45°透過率(赤)、および、室温・0°(光路に正対)透過率(桃)。要求仕様値(水色線)、100%光および0%光に対する装置測定精度(それぞれ橙・灰)。

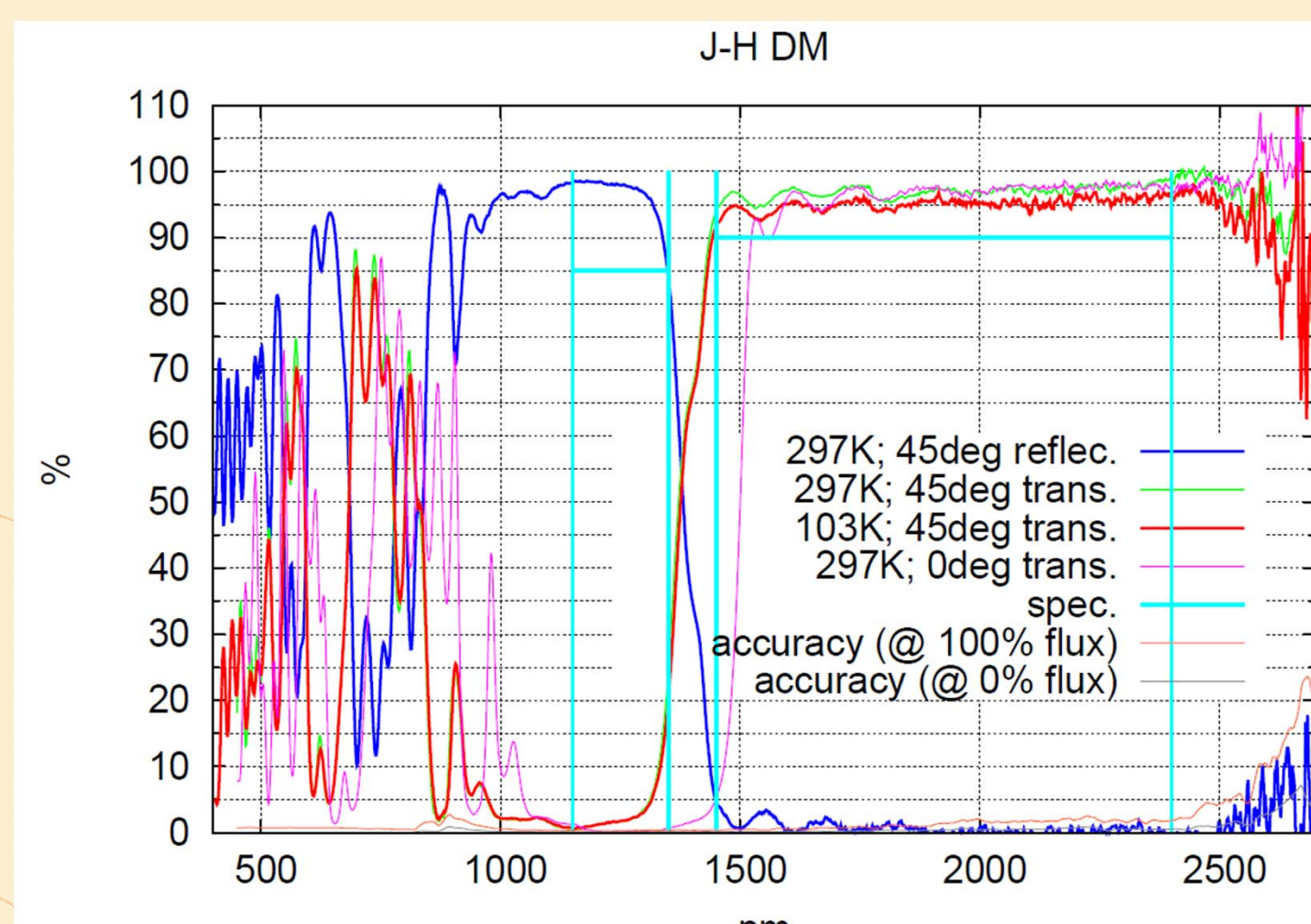


図12: J-H分離DMの分光透過率・反射率(図11と同様)。

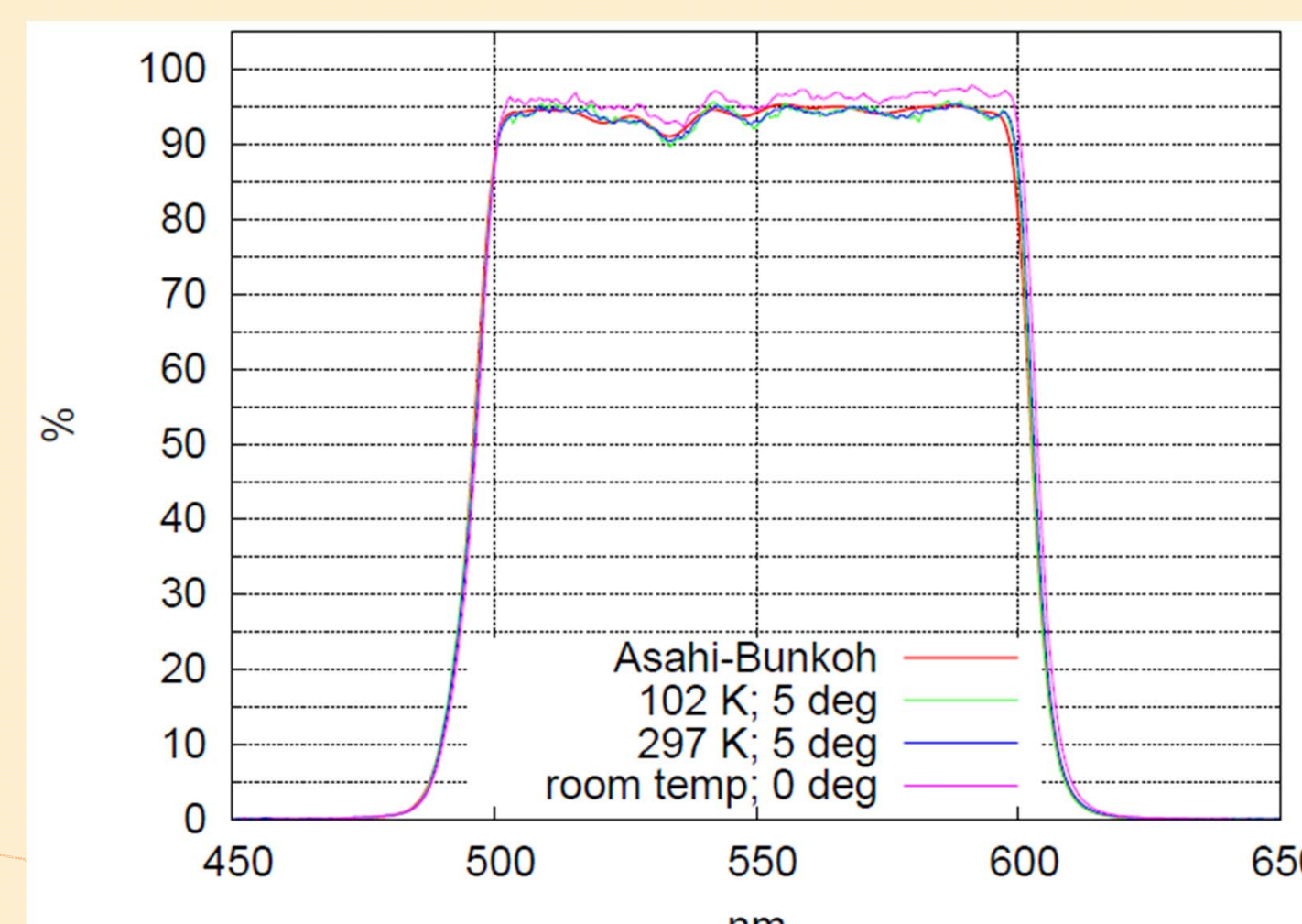


図13: V-band filterの分光透過率。約100K冷却・5°設置時透過率(緑)、室温・5°設置時透過率(青)、および、室温・0°設置時透過率(桃)。製作メーカー(朝日分光)による独自測定値(赤)。

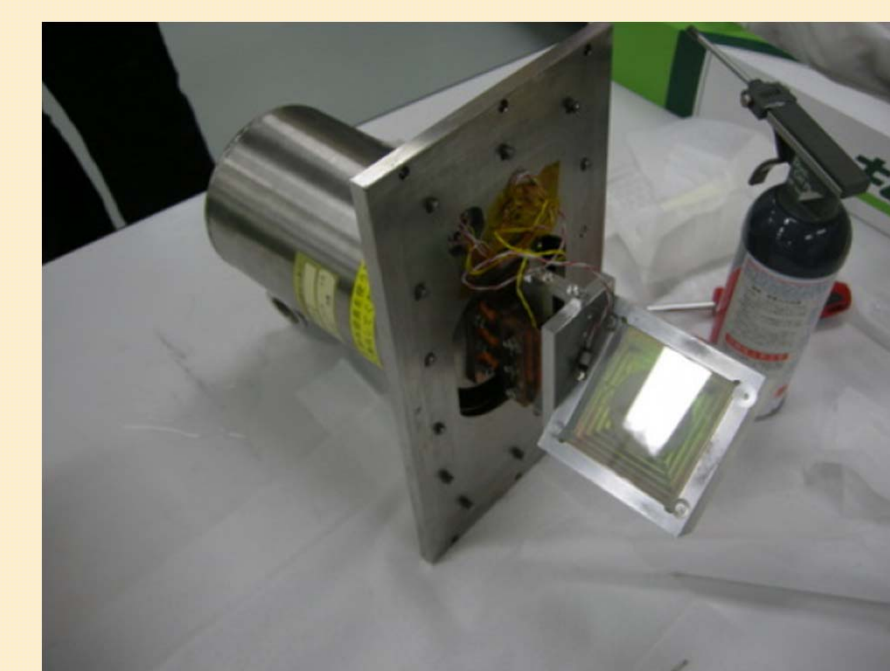


図8: 冷却デューワー内に設置したJ-H分離DM

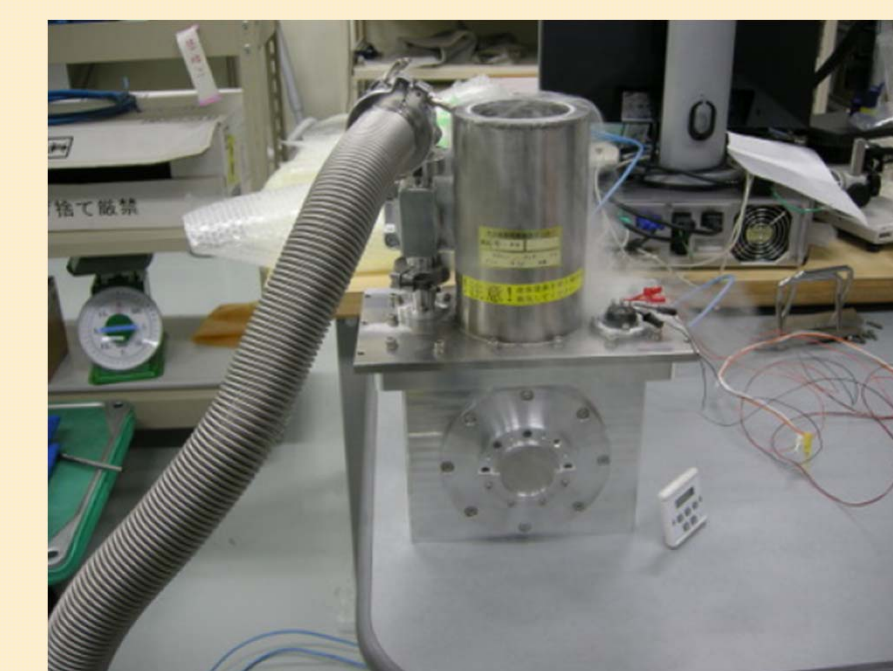


図9: 液体窒素を用いた素子の冷却

表1: ダイクロイックミラー仕様

素子	波長帯 (nm)	仕様値
可視-赤外分離 DM	500-1000	反射率 90% 以上
	1000-1150	切り替わり
	1150-2400	透過率 90% 以上
J-H 分離 DM	1150-1350	反射率 85% 以上
	1350-1450	切り替わり
	1450-2400	透過率 90% 以上

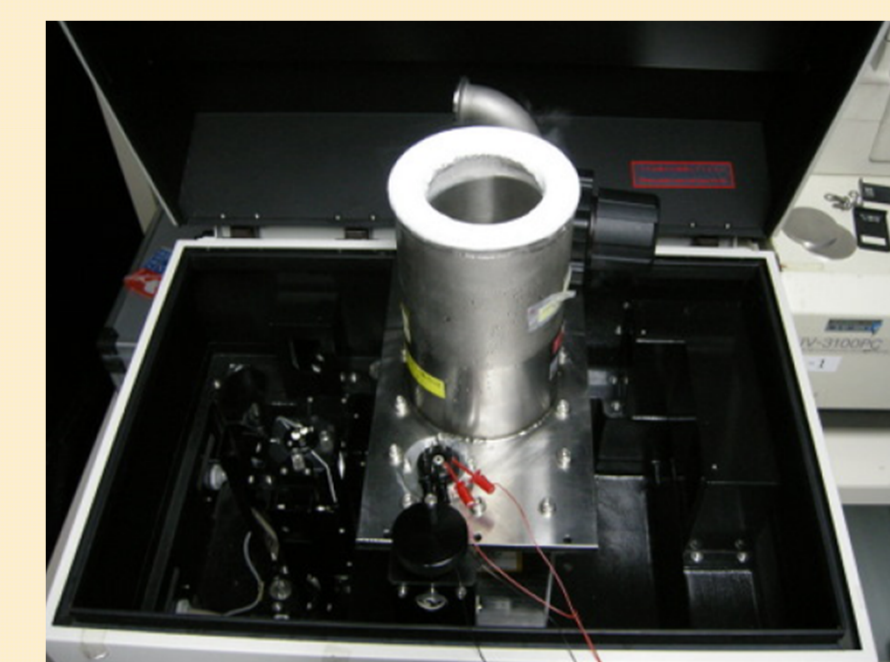


図10: 分光光度計に設置した冷却デューワー

(4) 今後の方針

これまでの光学調整により、常温下で可能な範囲の精度にて主要な光学素子の設置を概ね完了した。8月後半に、現状にて素子を固定した上で装置を冷却する。そして、冷却時の望遠鏡焦点相当位置に配するピンホール群を撮像し、冷却下における光学性能を評価する。

その後、課題の洗い出し・対応を行った上で、望遠鏡に装着しての再観測を目指す。