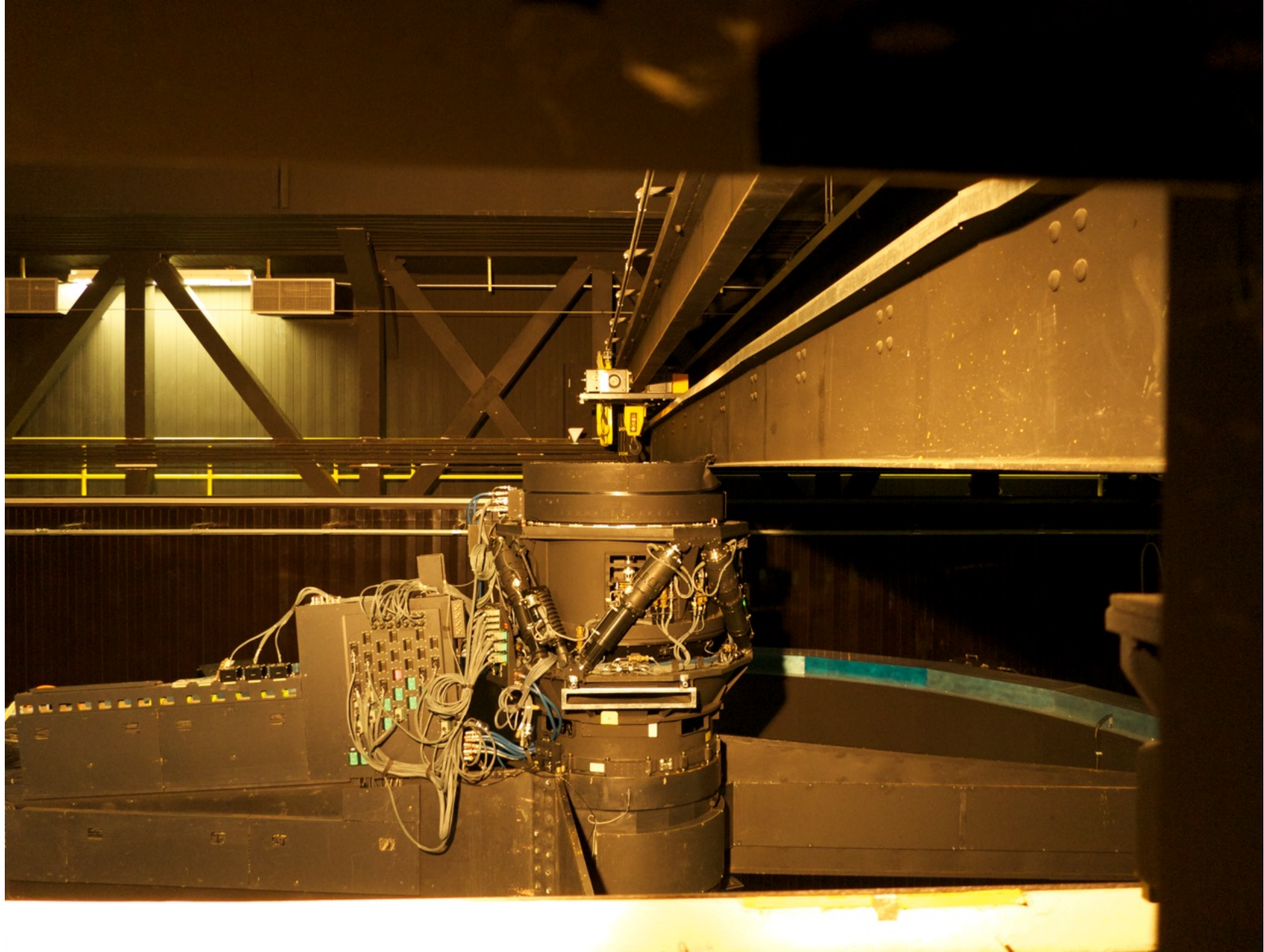


# HSC開発から学んだこと

宮崎 聡、HSC開発組一同



# トップスクリーンとの衝突

- ・ 2013/02/05 早朝 試験観測終了後
- ・ HSC取り外し作業に備えて、アクチュエーターを伸長した状態にセットしようとしたところ、アクチュエーターにアラームが発生
- ・ パワーサイクルのためにドームに人が行った。
- ・ 暗かったため、オペレーターにドームを閉めて、ライトをつけるよう指示。
- ・ オペレーターは、通常の手順として、トップスクリーンを閉じた（ドームから望遠鏡にものが落下することを防ぐため）
- ・ 衝突  $m = 6.2 \text{ [ton]}$   $v = 20 \text{ [cm/sec]}$

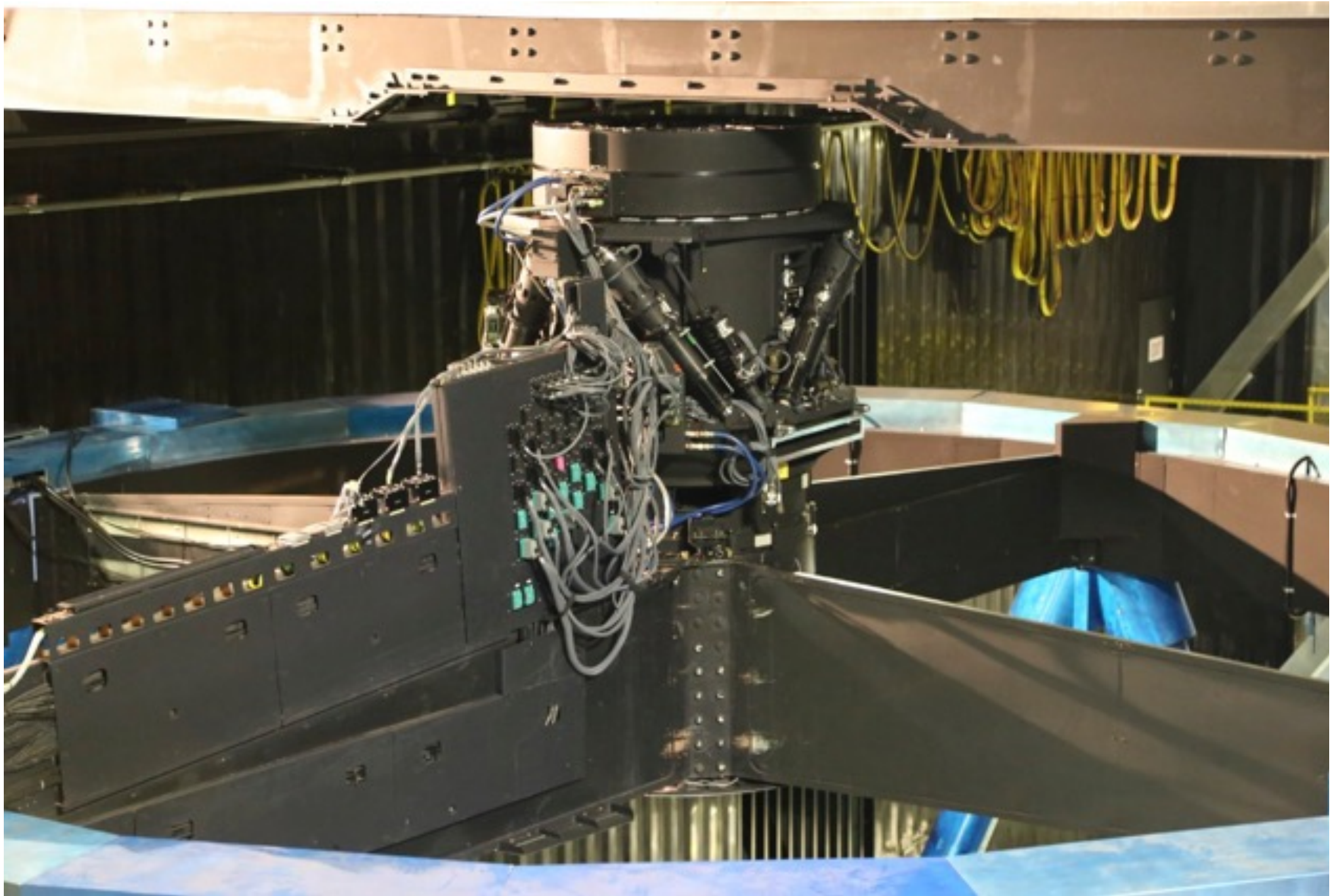
# トップスクリーンとの衝突

## 原因

- ・ **HSC**はいろいろなところがギリギリに作ってあった。
- ・ アクチュエータ伸長時に、トップスクリーンが干渉することは、知られていたが、ソフトウェアのインターロックは作られていなかった。
- ・ アクチュエータのアラームの解決に、気を取られた。
- ・ ライトの点灯を指示した人は、ドームを閉じる際、ウィンドスクリーンが動くことは知らなかった。





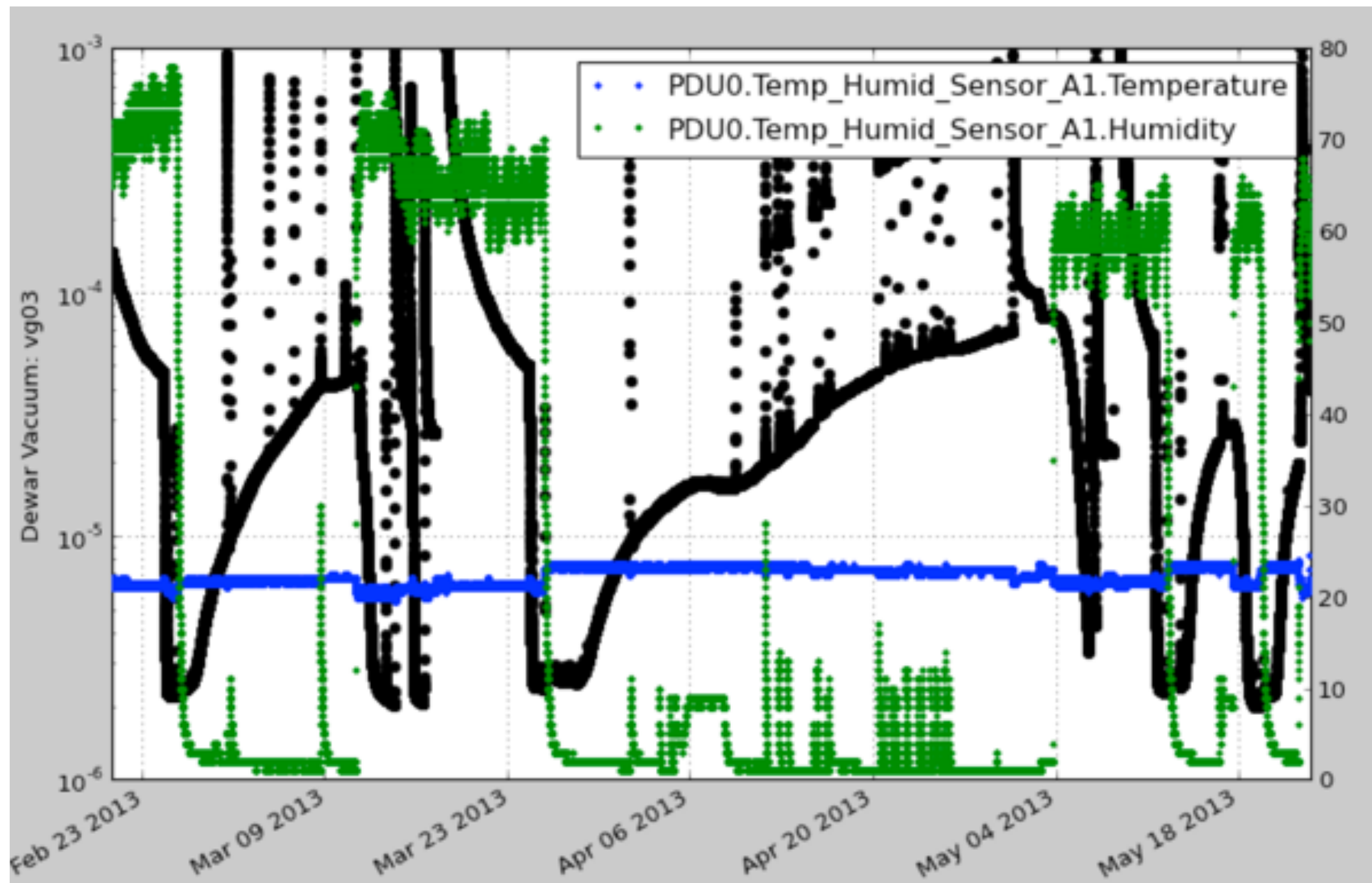


# トップスクリーンとの衝突

## 教訓

可能性のあることは、いつか必ず起こる





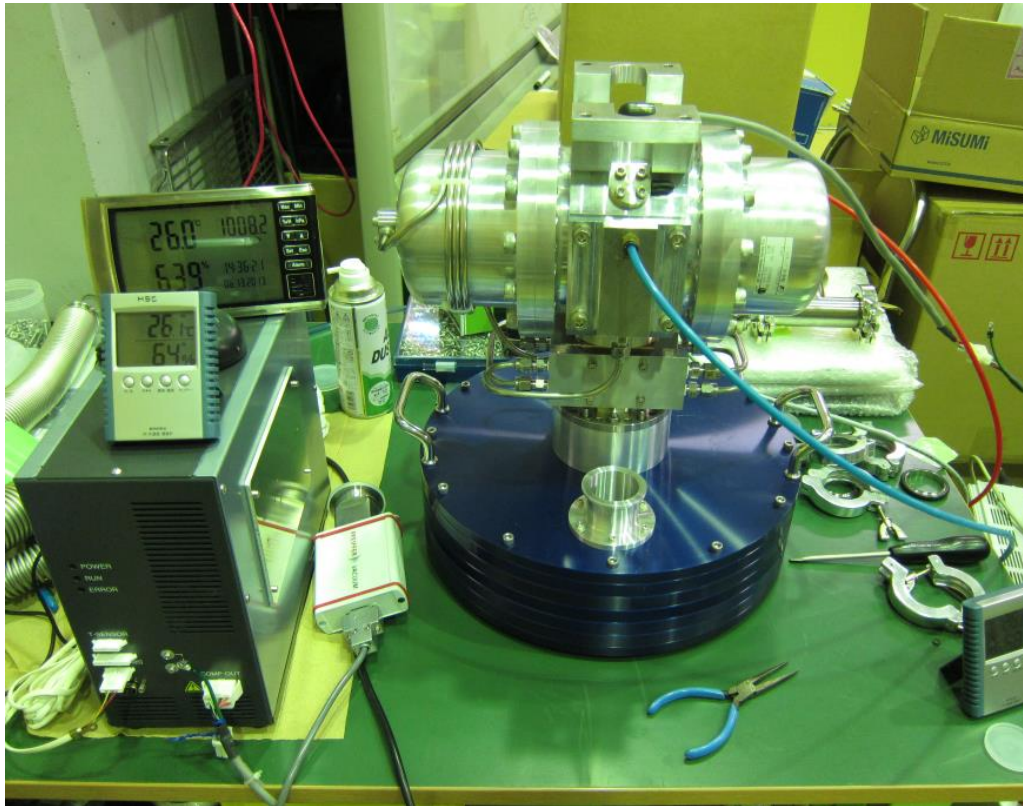
# デュワ-の真空漏れ

## 症状

- ・ 湿度が**10 %**以下になると、真空漏れが発生
- ・ 組み立て試験を行った場所の湿度が**10 %**以下になることはなく、山頂に持ち込むまで気づかなかった。







Anodized



No Anodization

# デュワ-の真空漏れ

## 原因

- ・ O-リング溝にアルマイト加工をしてしまい、かつ、真空グリスを塗布していなかった。
- ・ 高真空の世界ではグリスは使わない（らしい）
- ・ アルマイト加工は表面にマイクロクラックを生じる。
- ・ 湿度が高い時は、水分子がクラックを塞いでいるが、湿度が下がると、供給が絶たれて、穴が空く。

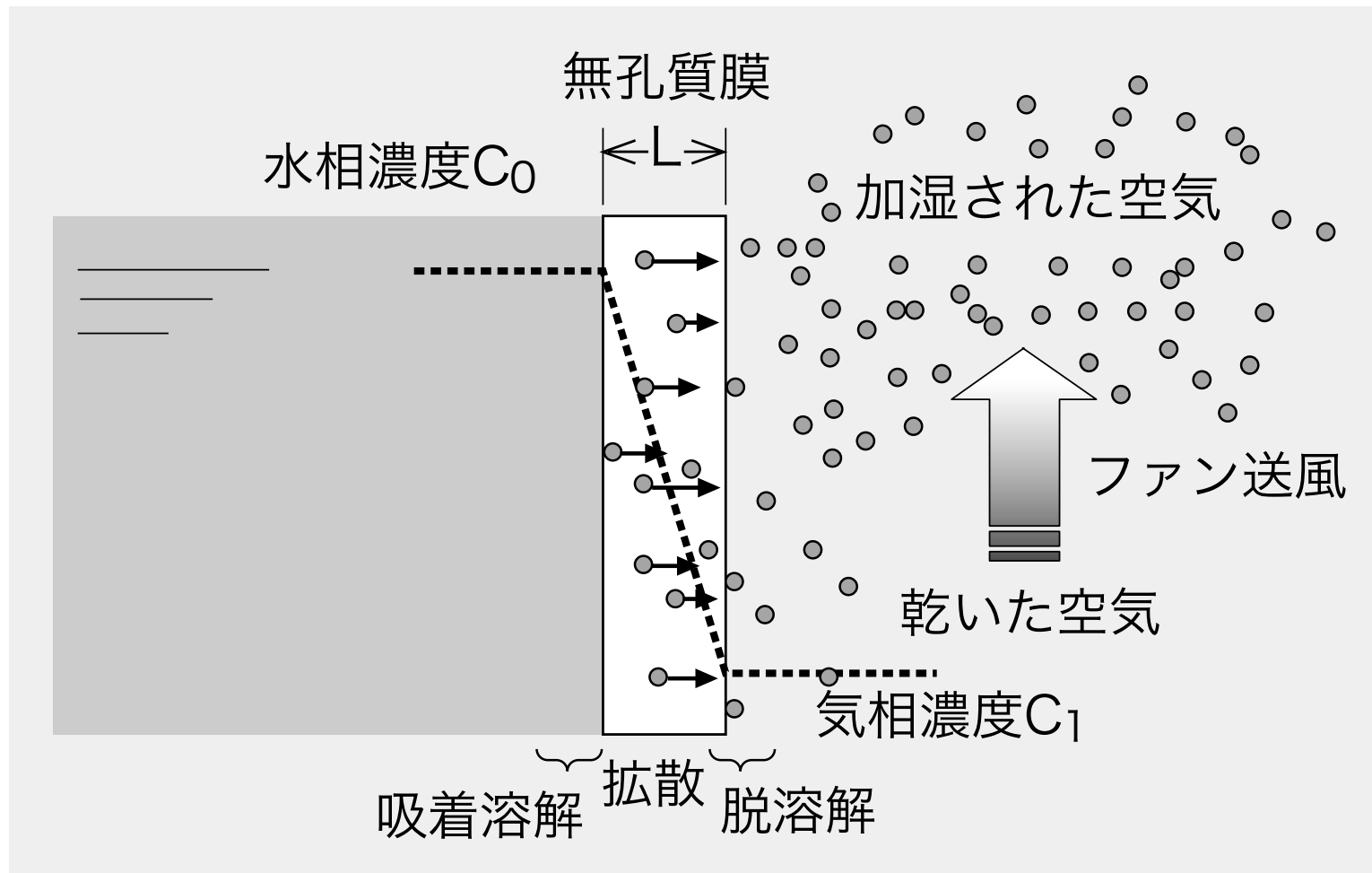
# デュワ-の真空漏れ

## 対策

- ・ 湿度が低い時に加湿することとした
- ・ 外部から湿度の高い空気を供給する案は、配管中の結露の恐れがあるため、却下されてしまった。
- ・ カメラの中で加湿空気を作らなければならなくなった

# デュワールの真空漏れ

## 対策案 1 透湿性のある膜を使う (宮崎)

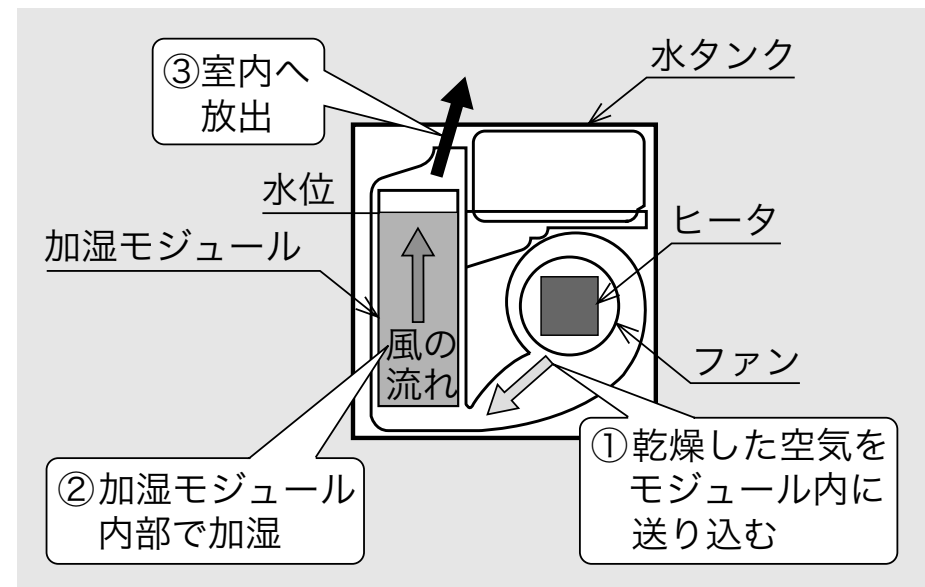




# デュワーの真空漏れ

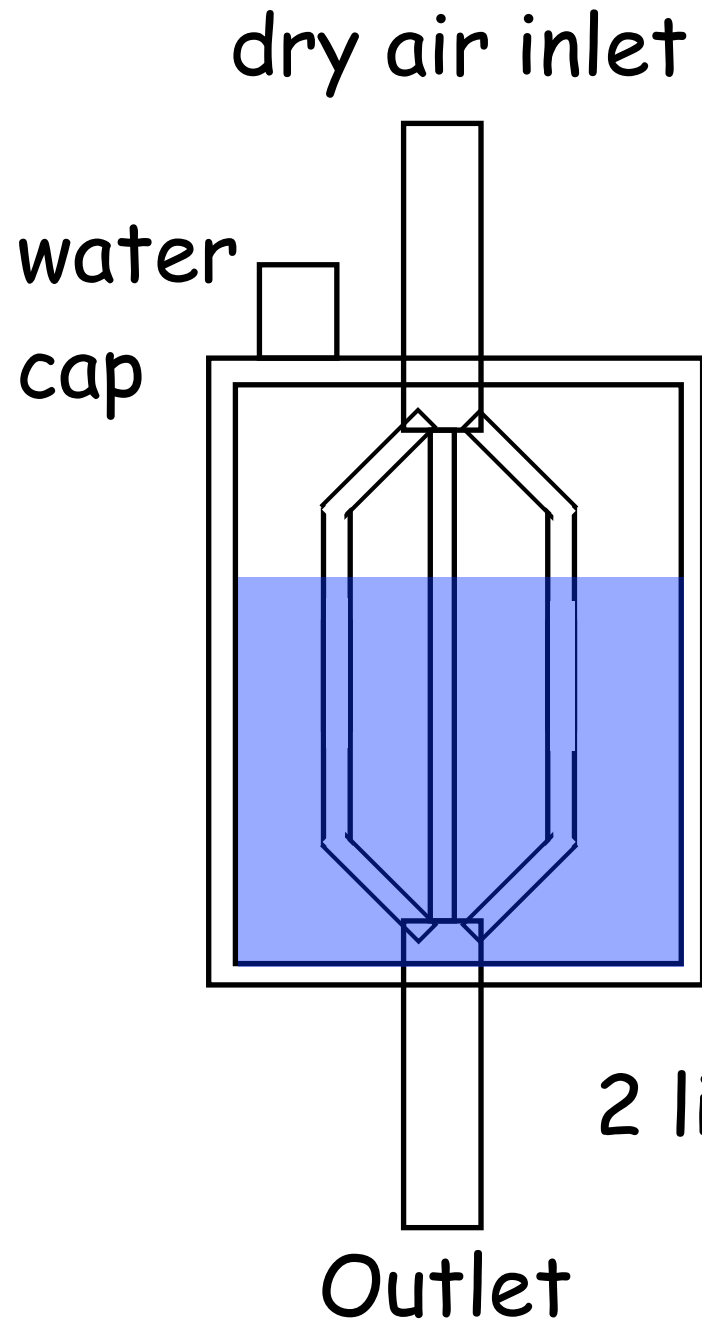
## 対策案 1 透湿性のある膜を使う

三菱重工製 ナノミスト





# Prototyping

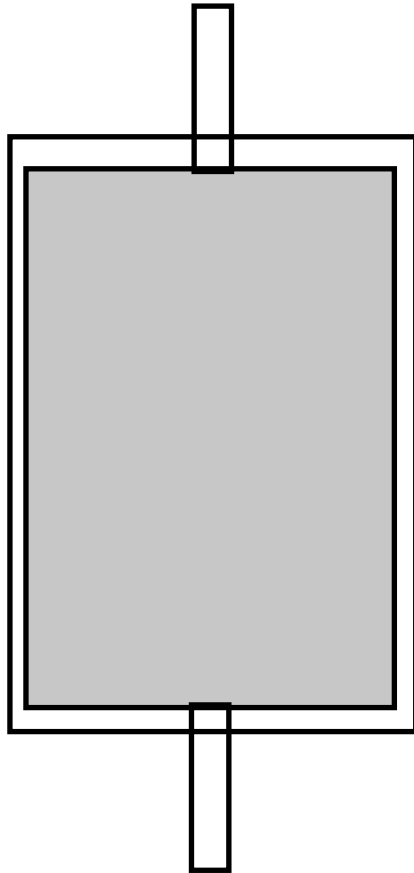


to learn:

- Air/Water Temperature Dependence
- Durability of the tube

# デュワーの真空漏れ

## 対策案 2          シリカゲルを使う(川野元)

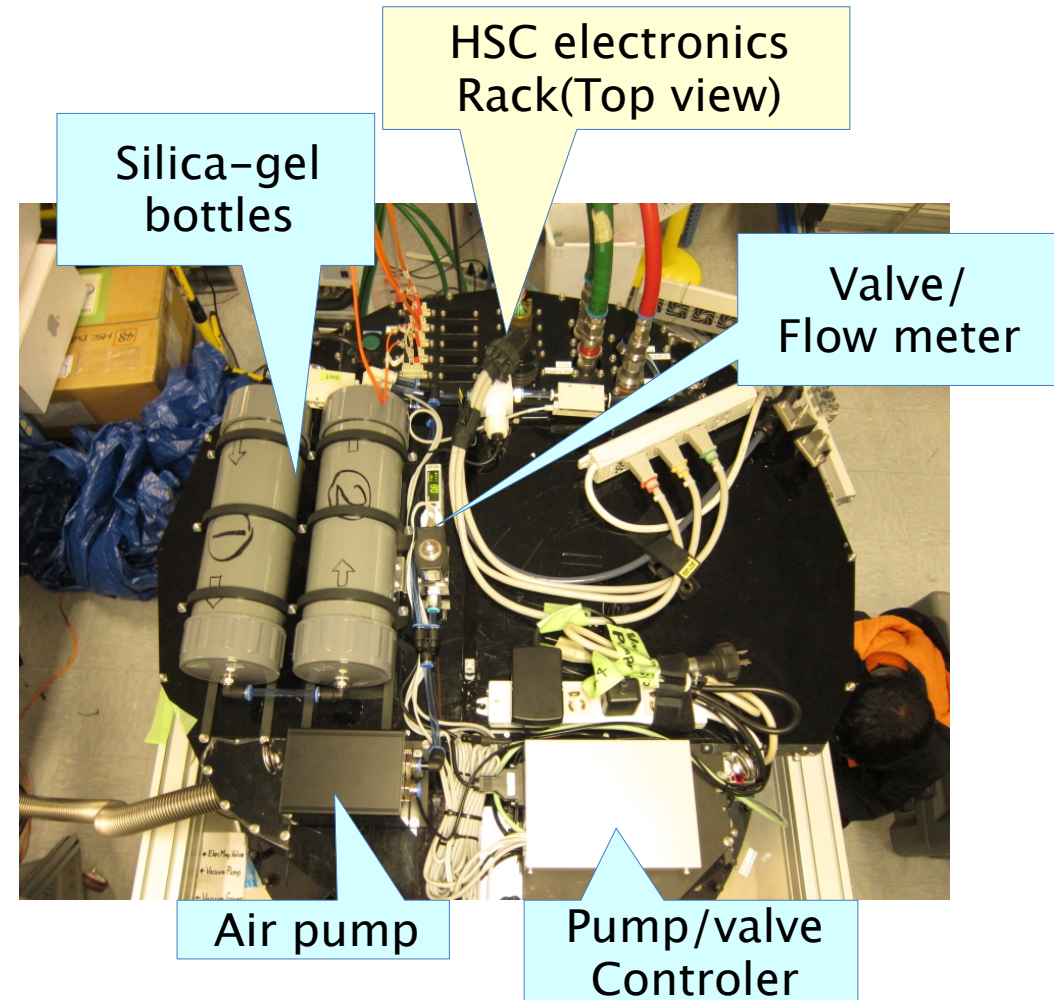


- ・ B型シリカゲル
- ・ 床下などにまいて、湿度調節材として使われる
- ・ RH > 60 %の高湿度になると、水をチャージ
- ・ 低湿度時に放出



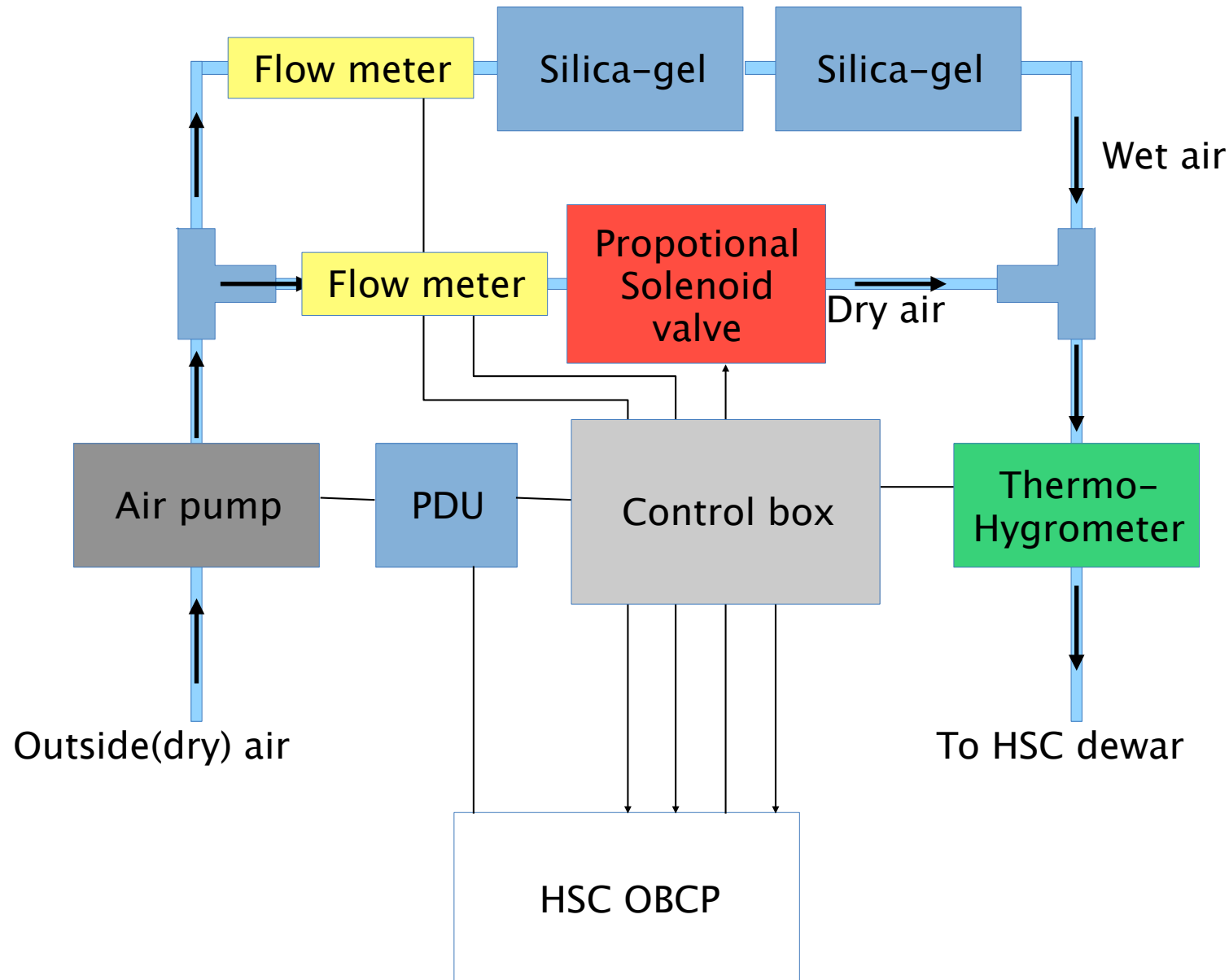
# Humidifier for HSC Dewar

- 1.3kg silica-gel for  $\text{H}_2\text{O}$  reservoir
  - Contain  $\sim 1\text{kg}$   $\text{H}_2\text{O}$
  - Supply  $\sim 280\text{m}^3$  RH30% air @  $10^\circ\text{C}$
  - Keep flowing 3L/min RH30% air for  $\sim 60$  days
  - Works well in sub-zero environment (tested in thermostat chamber at Mitaka)





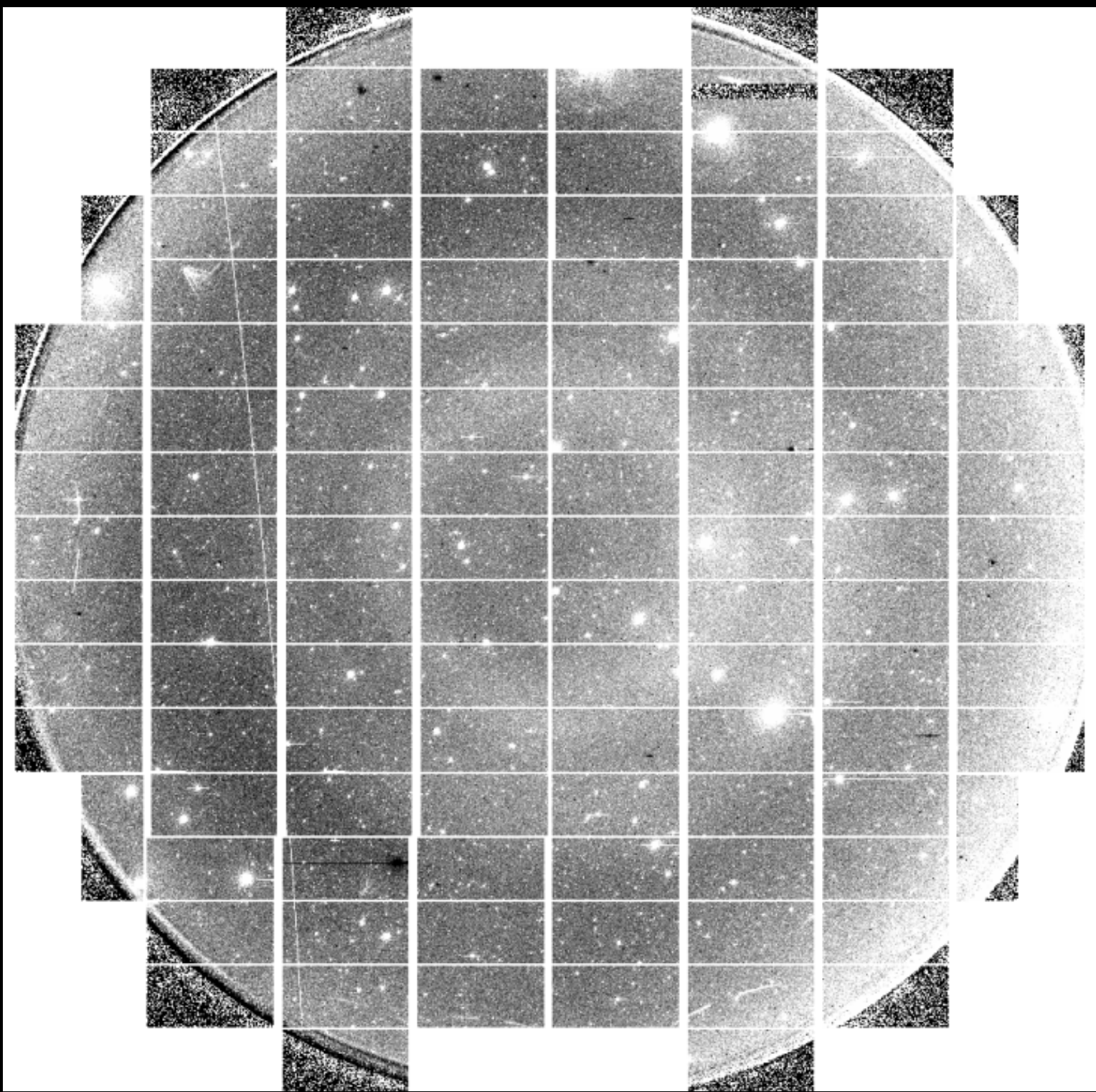
# Humidifier for HSC Dewar



# デュワ-の真空漏れ

## 教訓

環境試験を念入りに行うべし



# 迷光

## 症状

- ・ 積分時間の異なる **Twilight Flat** 2枚を割り算するとリング状のパターンが出現した。
- ・ ドームフラット同士の割り算ではリングは見えない。
- ・ サイエンス積分をドームフラットで割ってもリングが出た
- ・ フィルター毎にパターンが異なる。

## 推定

- ・ ドーム内に迷光源がある？

# 迷光

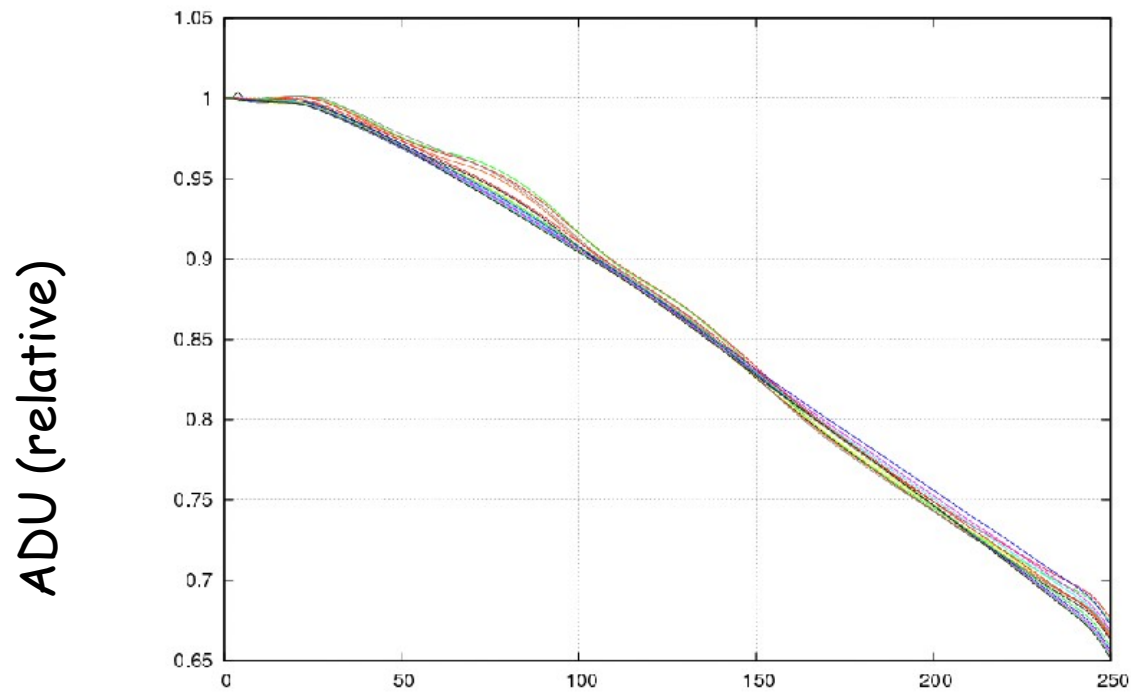


図 9: 16 ショット分のフラット形状データ。横軸は半径、縦軸は相対強度。

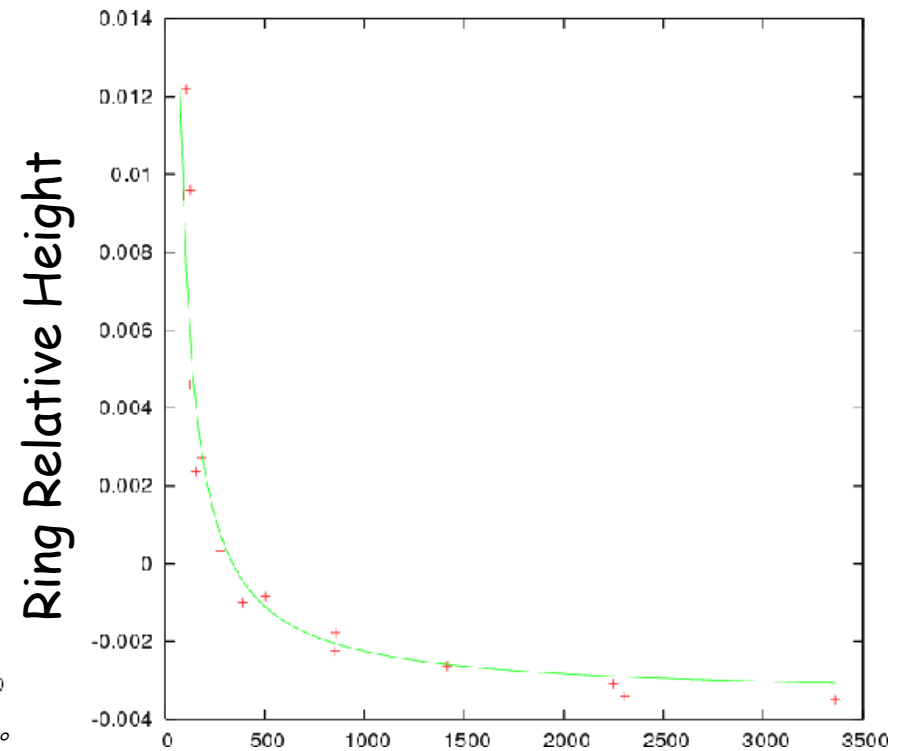


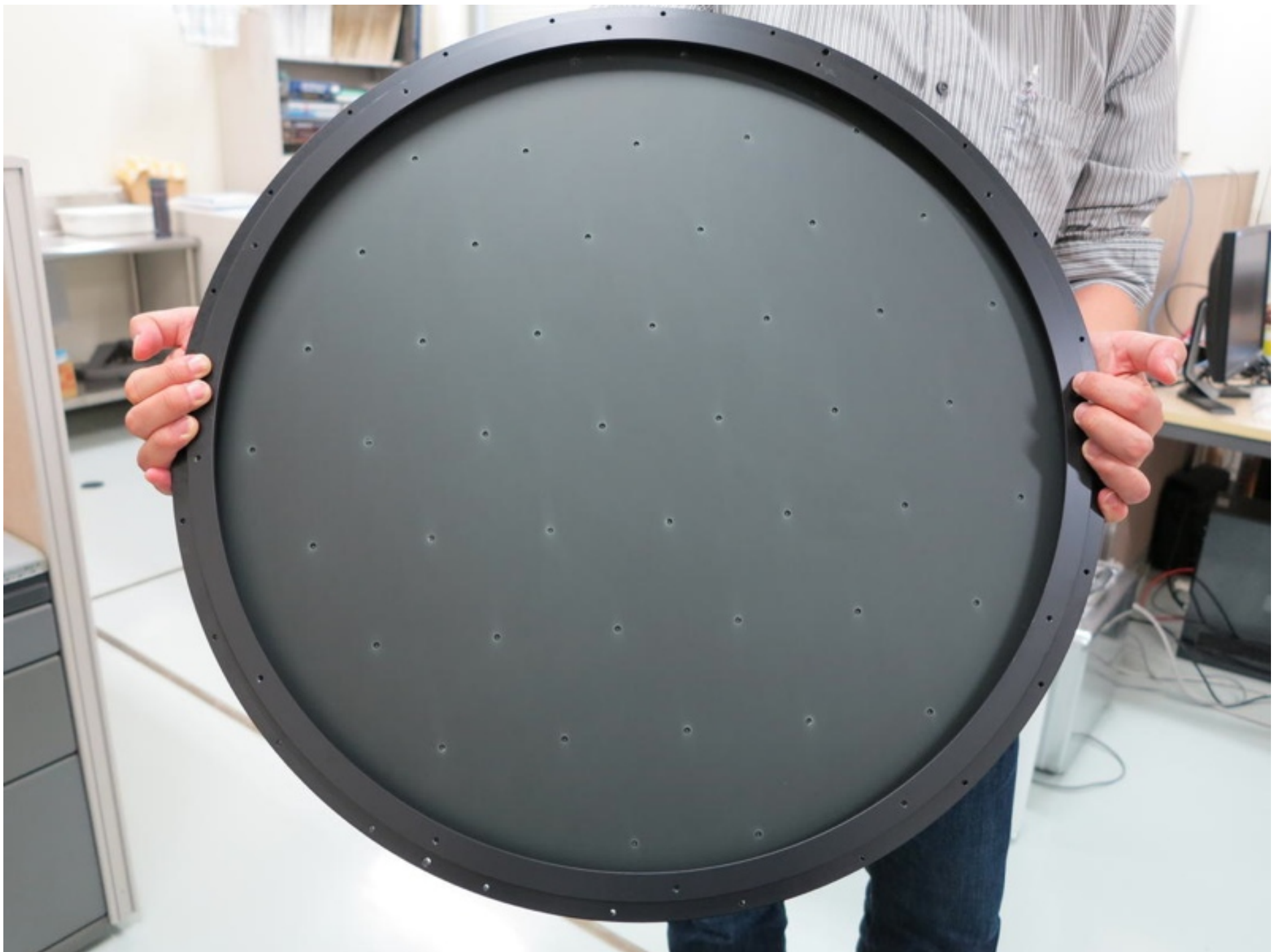
図 10:  $r=80\text{mm}$  の構造の高さとスカイの明るさの関係

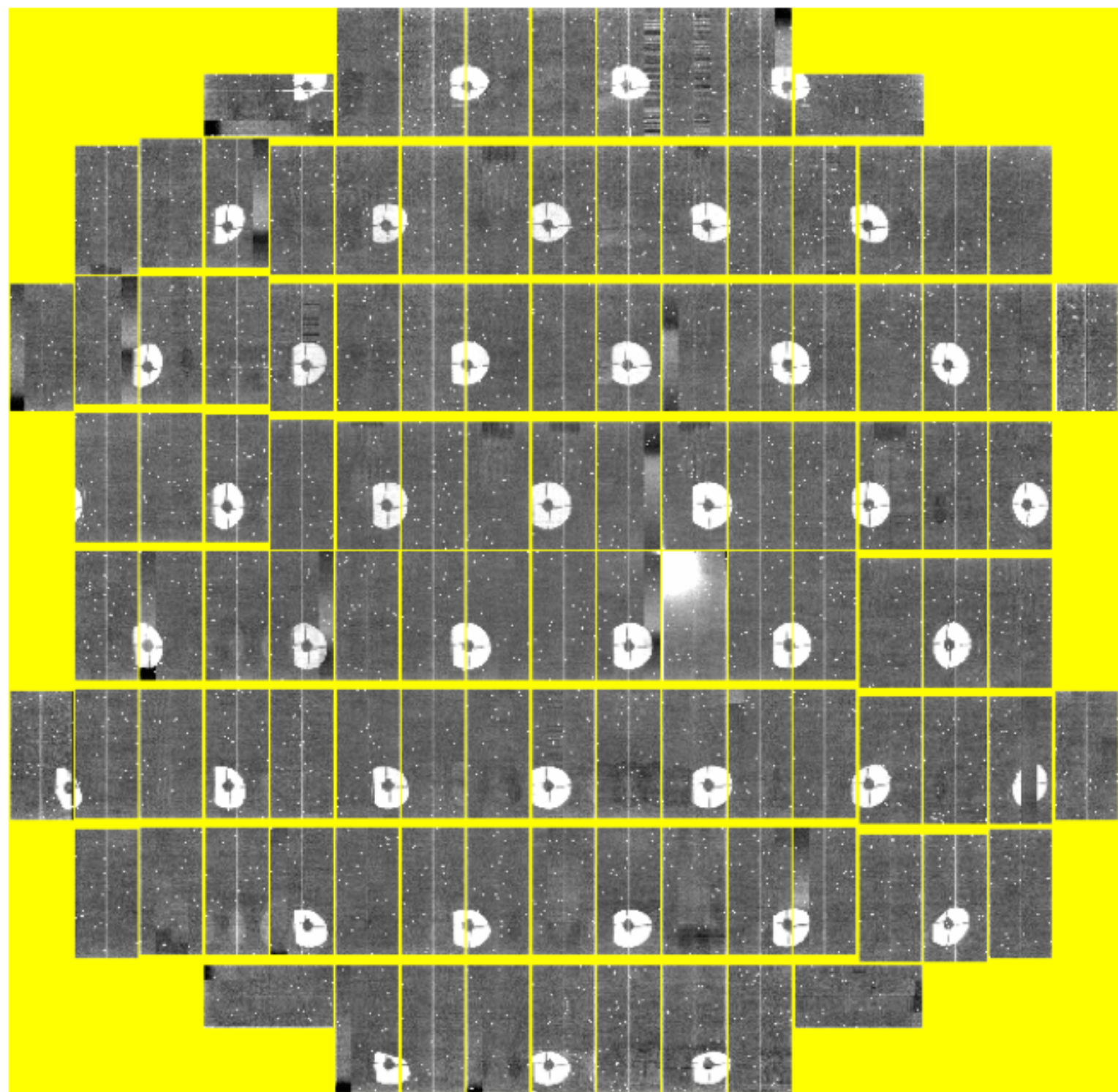
distance from the center

sky brightness (ADU/sec)

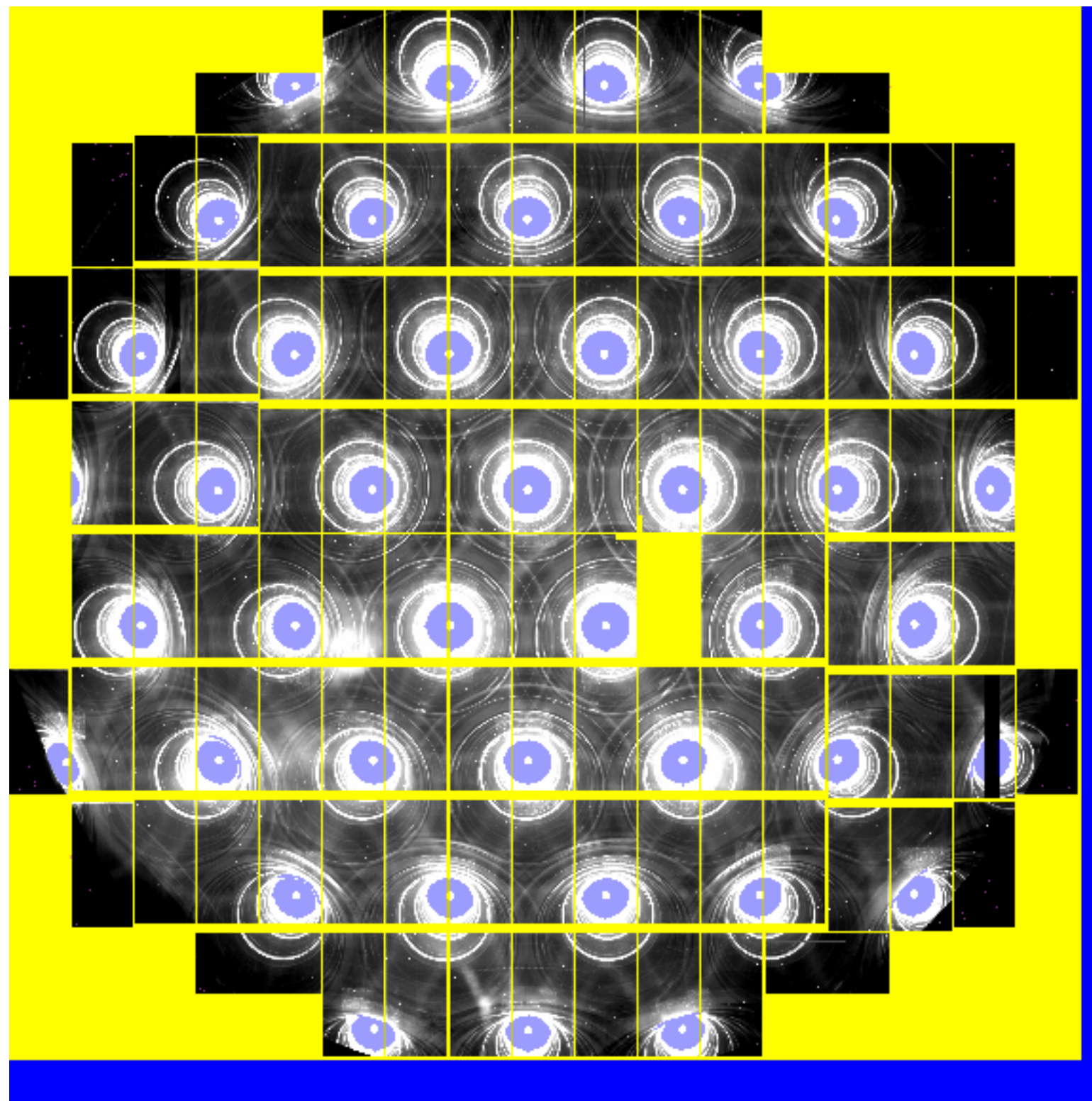
何か一定の明るさの迷光源があることを示唆





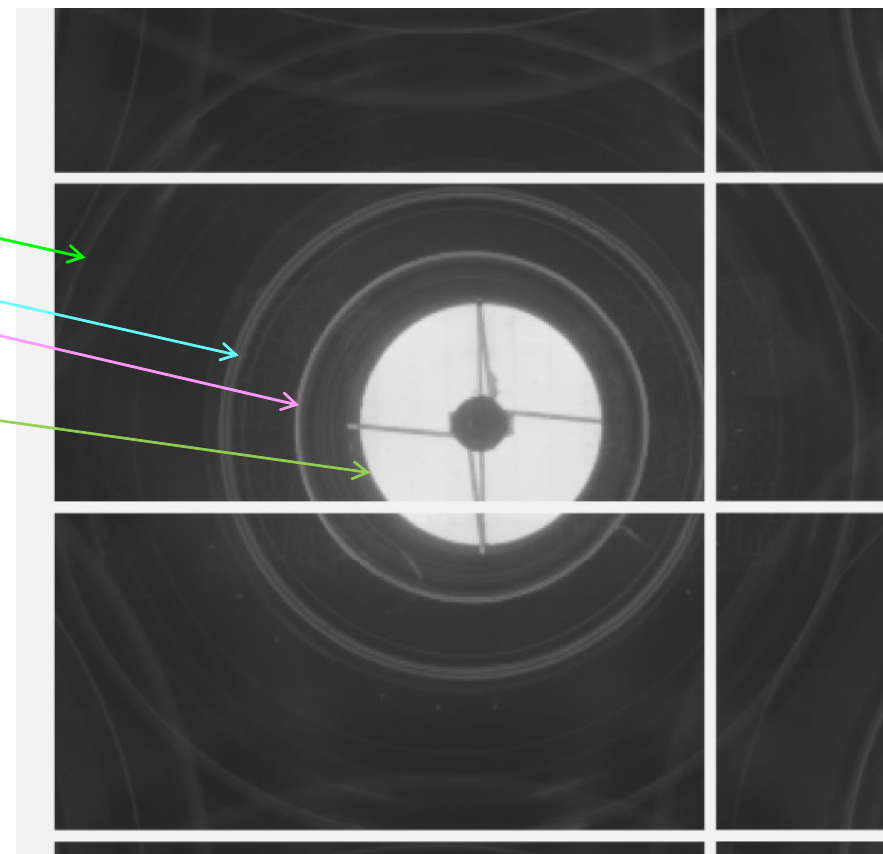
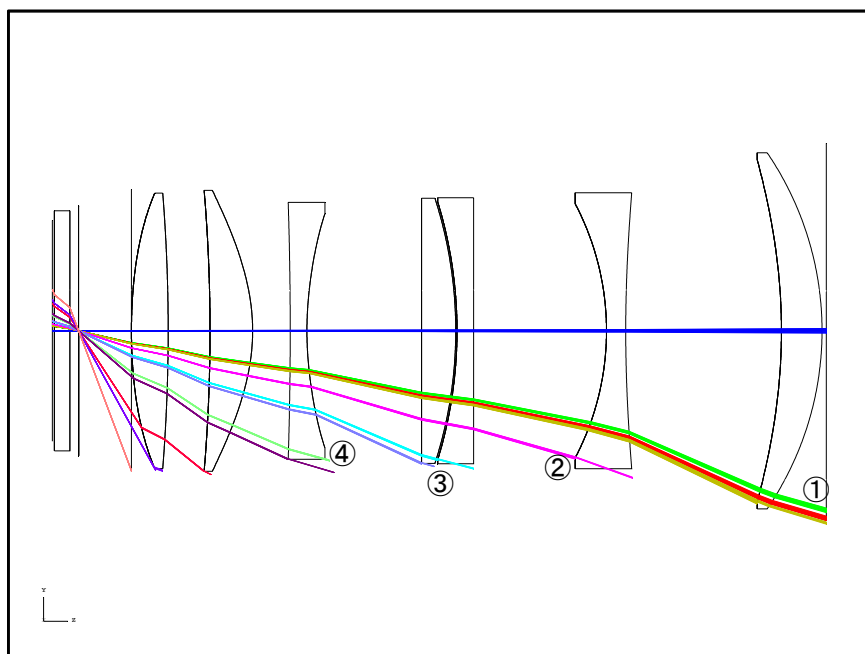






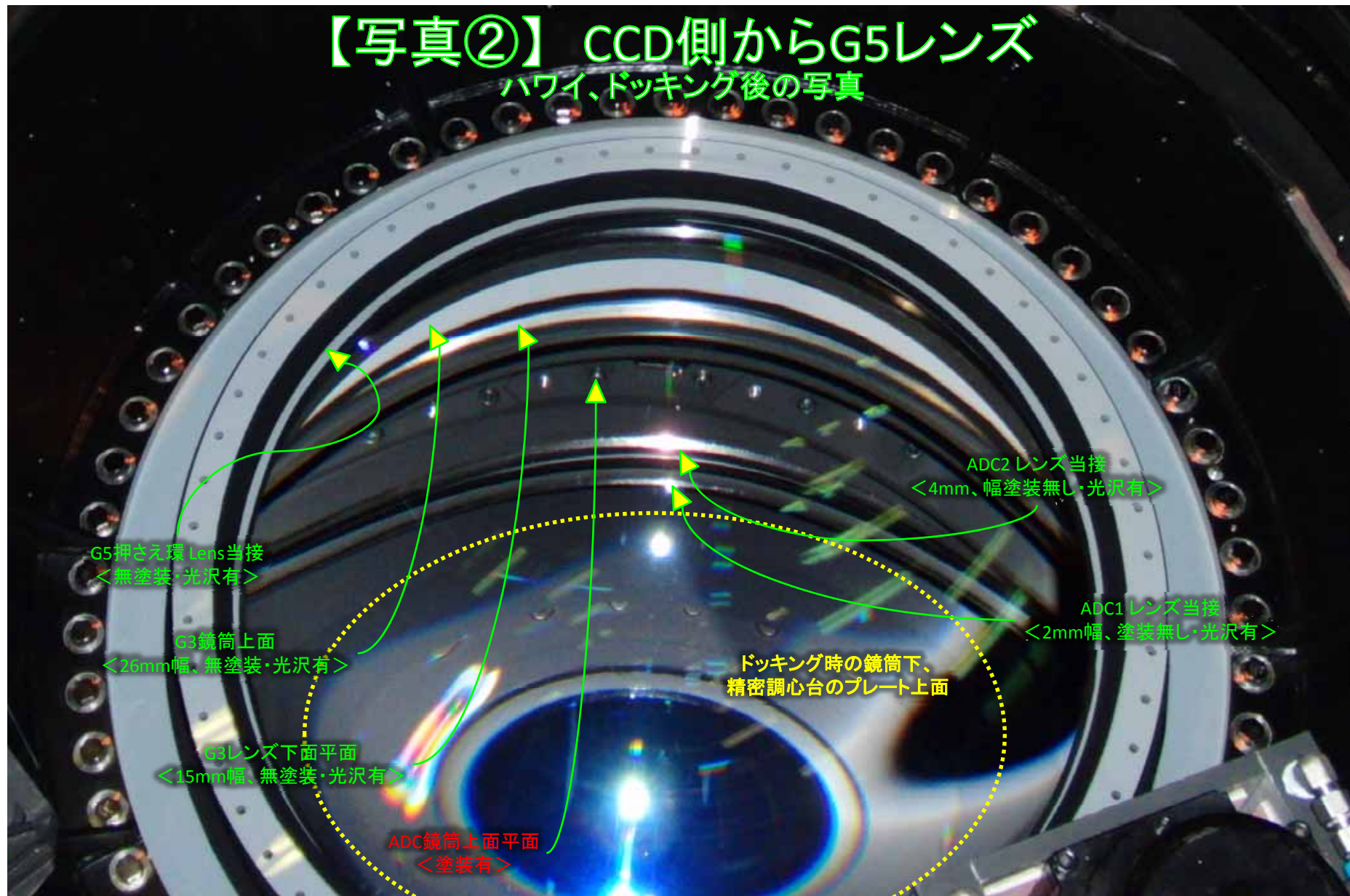
# 迷光

	直径(mm)	CCD面上像直径 (中心光線の計算値)	CCD面上像直径 (Centerピンホール 画像で定規で計測)
G5R2外周エッジ	661.0	149.96	
G4R2外周エッジ	674.0	132.34	
G3R2外周エッジ	616.0	82.38	
G3R1外周エッジ	616.0	75.26	76.9
ADC2R2外周エッジ	636.0	49.18	
ADC1R2研磨面エッジ	618.0	46.30	47.5
G2R2研磨面エッジ	609.3	33.06	33.1
G1R2研磨面エッジ	821.3	25.06	
フード内端	900.0	24.32	
主鏡外端	8300.0	23.26	23.1



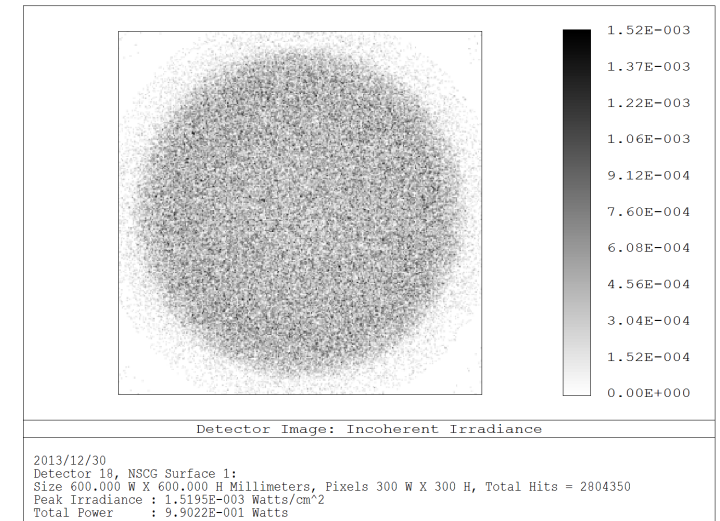
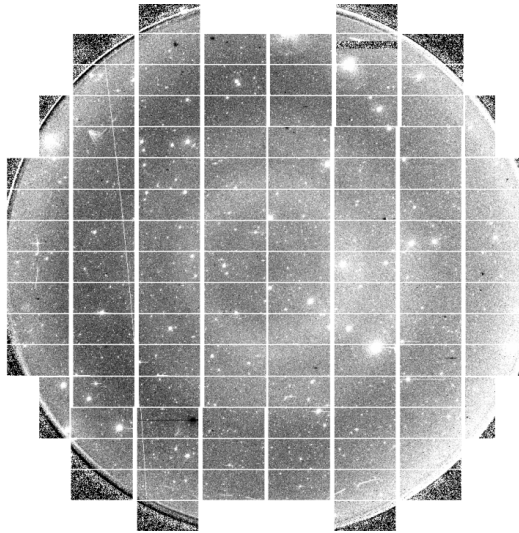


# 迷光



レンズセルの未塗装部 光源はピンホール膜での反射

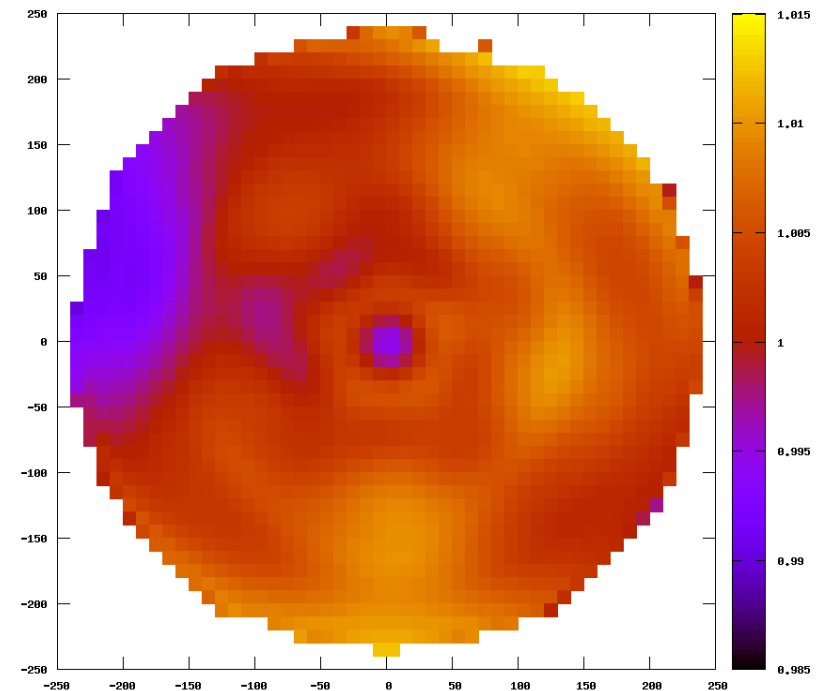
# 迷光



- ・ 鏡筒の未塗装部を光源にしても、得られているリング状のパターンを、光学計算で再現することができなかった・・・
- ・ ドームを閉じ、フラットランプを点灯せずに積分してもリングが見えた。ただし、サイエンス積分に見られた光量の1/20。迷光源はドームの外????
- ・ フィルター毎にパターンが異なるということは、フィルターに問題があるのではないか、、、ということにようやく思い当たる

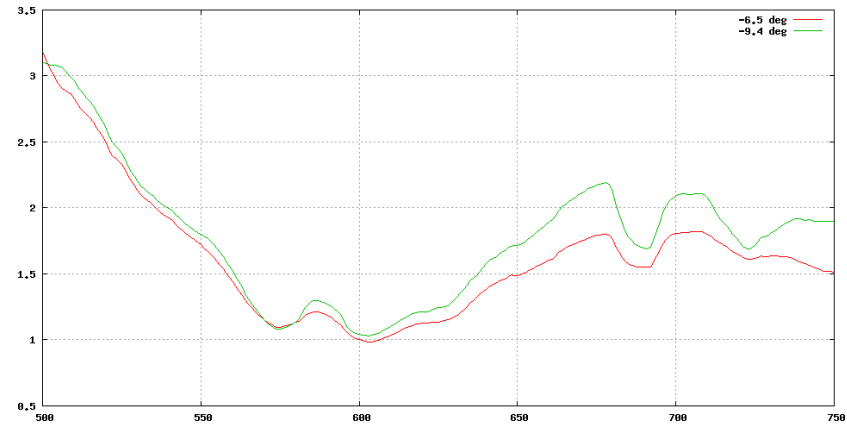
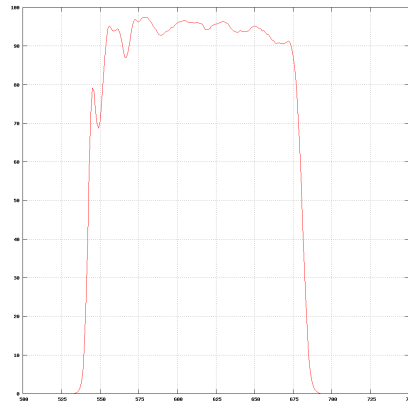
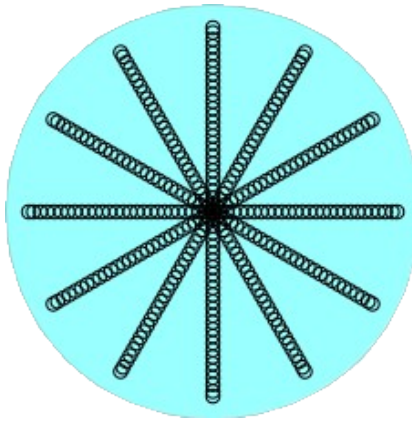
# 迷光

- エンジニアリンググレードのrフィルター(ENG-r1)をハワイに持ち込み、観測してみたところ、HSC-rと異なるパターンが見えた！ → フィルター起因であることが確定
- 2014/02/04 evening
  - (1) 18:39:03.308 exptime=2sec
    - altitude of the sun  $\sim -6.2\text{deg}$
  - (2) 18:52:43.307 exptime=37sec
    - altitude of the sun  $\sim -9.4\text{deg}$
- (2) / (1) shows a pattern of rotational symmetry of order 5
  - Amplitude  $\sim 1\%$



# 迷光

- フィルターの場合により、透過曲線が異なる(cut off, Tpeak ...)
- Twilight skyのspectrumは時々刻々変わる。

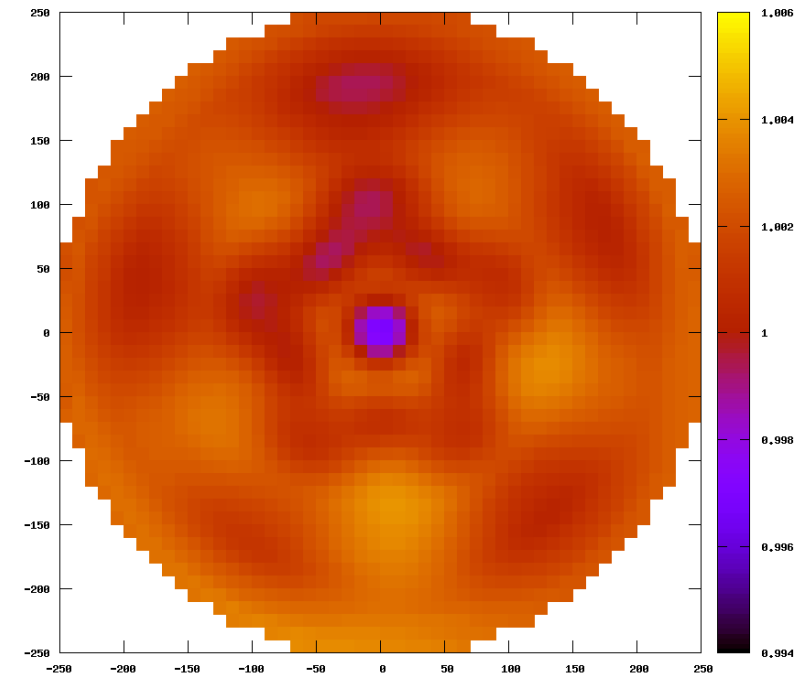


- 336 data points
  - dr=10mm, dt=30deg
  - 500-750nm, dl=1nm
  - measurement time ~ 18hours
    - ~3 min for a data point
    - ~600nm is the most sensitive range

- Twilight spectra from Patat et. al (2006 A&A 455,385)
  - From figure 9
  - -9.4 data is smoothed to match -6.5 data (moving average width = 13 nm)

# 迷光

- Convolve measured filter response function and spectrum of twilight for each sun altitude angle
- Zernike polynomial is used for interpolation to make complete image
- Two images are constructed using different spectrum of twilight
- The ratio of images is very similar to the real data (ratio of twilight images)
- Change of twilight spectrum may bring some weird pattern on image if filter transmission curve is not uniform



空のスペクトルとフィルターの特性をconvolve  
して画像を再構築すると、観測を再現



# 迷光

## 教訓

よく考えてから冷静に行動しましょう

# ドームフラット

- ・ グローバルな傾きがある。



g-band

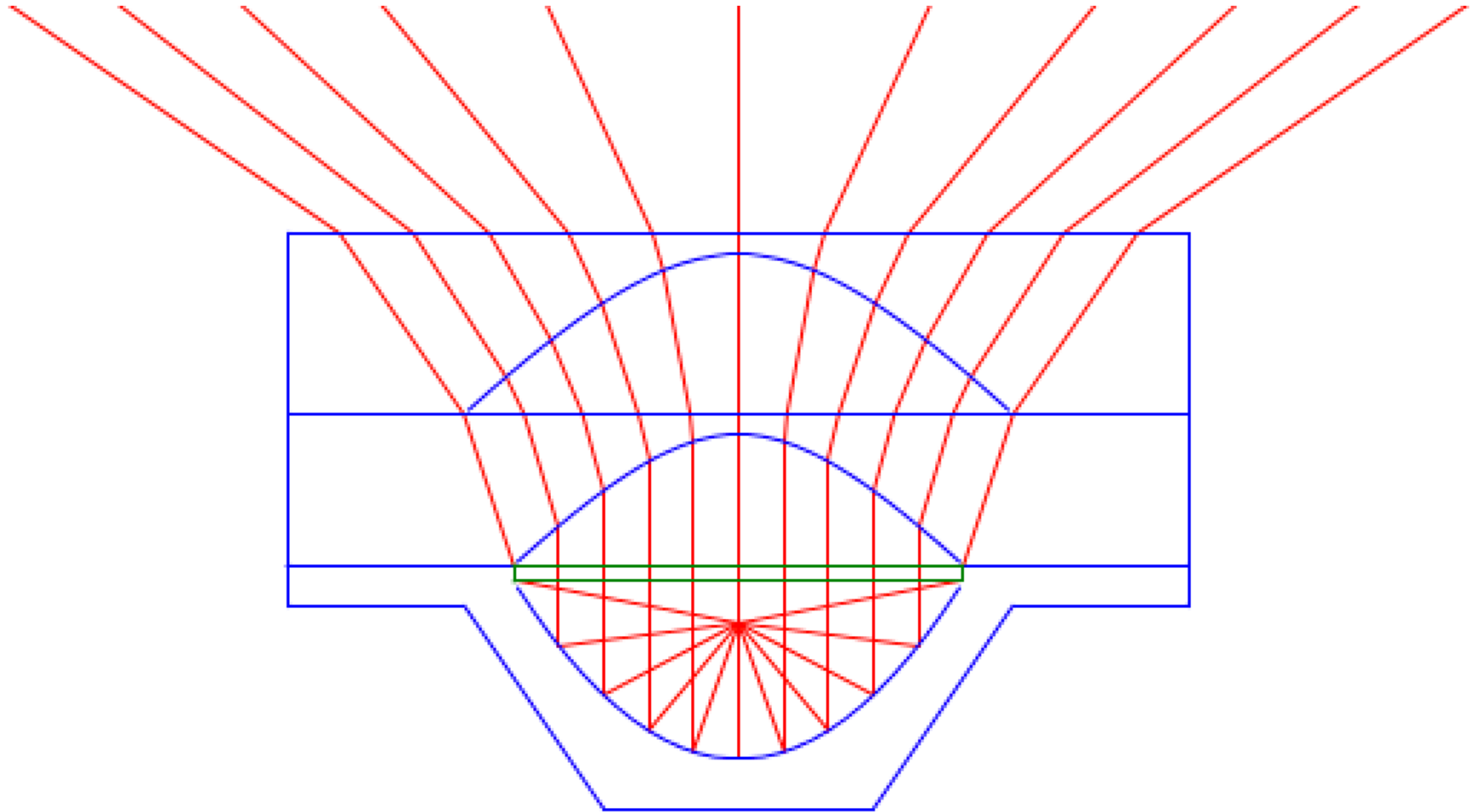
# ドームフラット

- ・ 4つあるフラットランプのひとつが切れかけていて、暗かった。
- ・ **HSC**は、鏡筒によるケラレがあり、ケラレの場所は、視野位置に依存する。
- ・ フラットパネルのどこを見るかが変わる

スクリーン照明の非一様性をそのまま拾ってしまう  
複数光源のフラットは使えない（ランプの寿命が異なるから）

# ドームフラット

## 単一光源のランプモジュール



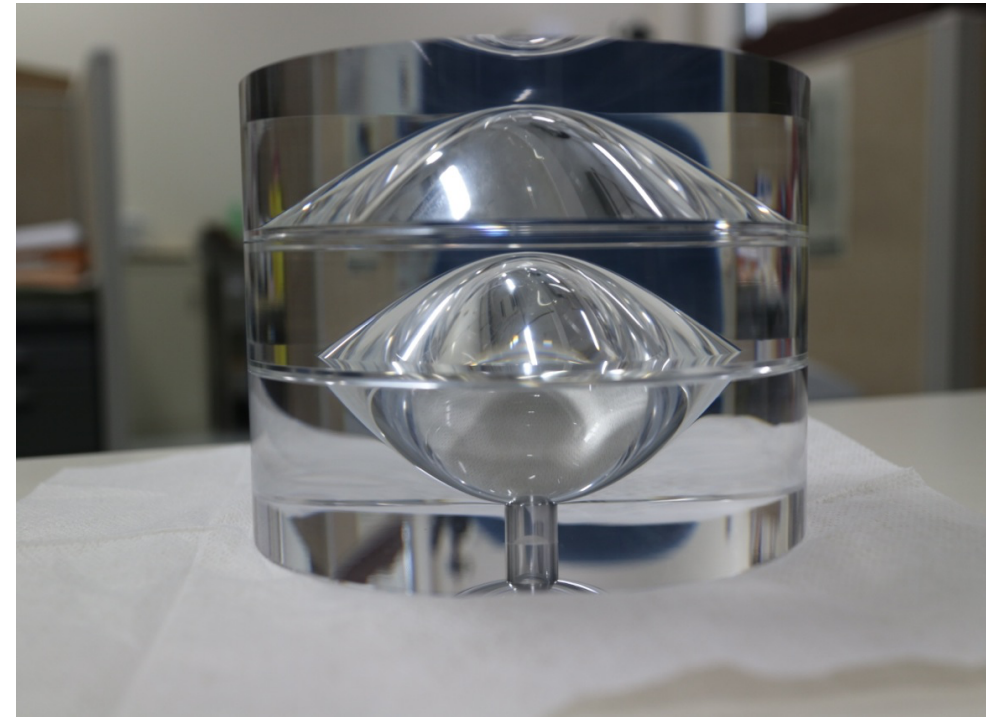
# ドームフラット

単一光源のランプモジュール

アクリル製



ミラー



アセンブリー

2015夏にHSCの天板の上に設置予定



# 魔の2014年6月

**Yutaka Komiya**

宛先： 宮崎聡 <satoshi@naoj.org>, Fumiaki Nakata, Yousuke Utsumi, 川野元聡, Furusawa Hisanori

返信先： 小宮山裕

HSCトラブル

2014年6月22日 9:40

[詳細情報を隠す](#)  
[受信 - Subaru \(Google\)](#)

---

HSC観測組の皆様、

6/21早朝ChillerBが停止し、冷却水が止まりました。

かけてあるはずだったアラームが効かず、

冷却水が流れないまま冷凍機の運転が続きました。

冷凍機本体温度は最高90°C程度まで上がってしまいましたが、

その後は少量ながら（間欠的に？）冷却水が来ていたようで、

50°C位での運転が続いていました。

このような温度での運転は初めてのことで、

高熱の影響（冷却水配管が熱で変形したり、継ぎ手部が

熱サイクルで緩む、など）が懸念されたので、

念のため冷却水を切って、デュワーを取り出して

## 魔の2014年6月

6/21 チラーBの冷却水が止まり冷凍機温度上昇

6/24 HSCを望遠鏡に搭載後、シャッターが不調

Absolute Encoderの電池切れが原因

6/25 HSCを望遠鏡から外してもらう

6/26 HSCを望遠鏡に再搭載後、音モニターから異音

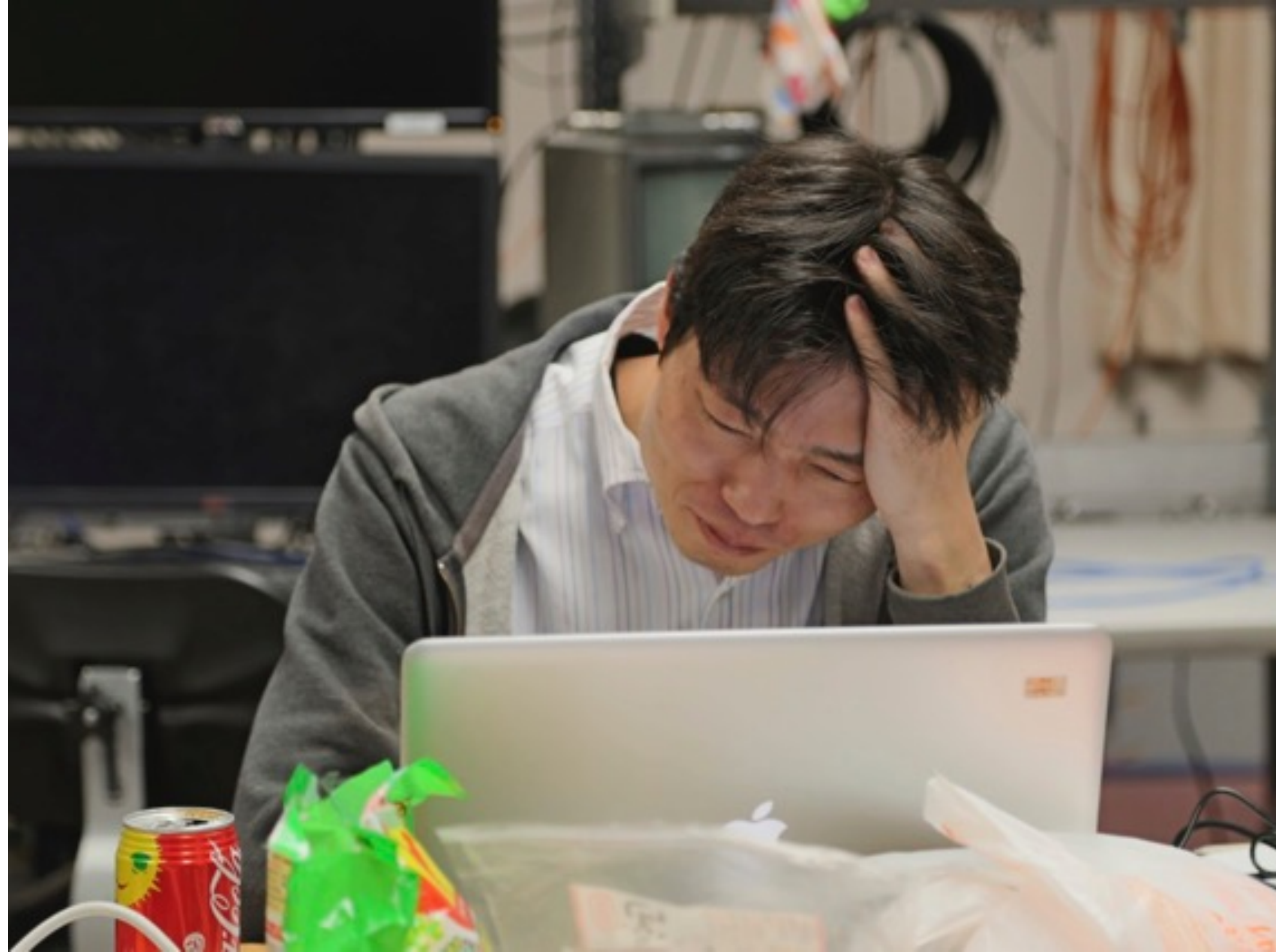
6/27 再度取り外し後、調査でM4 x 10 mmの落下ネジを発見

HSCの制御計算機(obcp)の電源が故障

# 魔の2014年6月

6/23	6/24	6/25	6/26	6/27	6/28	6/29	6/30	7/1	7/2	7/3	7/4	7/5	7/6	7/7
OU	OU	OU	UH	OU	SSP	OU	OU	OU	OU	Eng	Eng	Eng	Eng	Eng
○	○/-	-	-	-	-	-	○	○	○	*	*	*	*	○

- ×: Dome closed all night
- △: Dome closed occasionally
- : Normal Observation
- \* : Cloudy (but humidity low)
- : Instrument Trouble



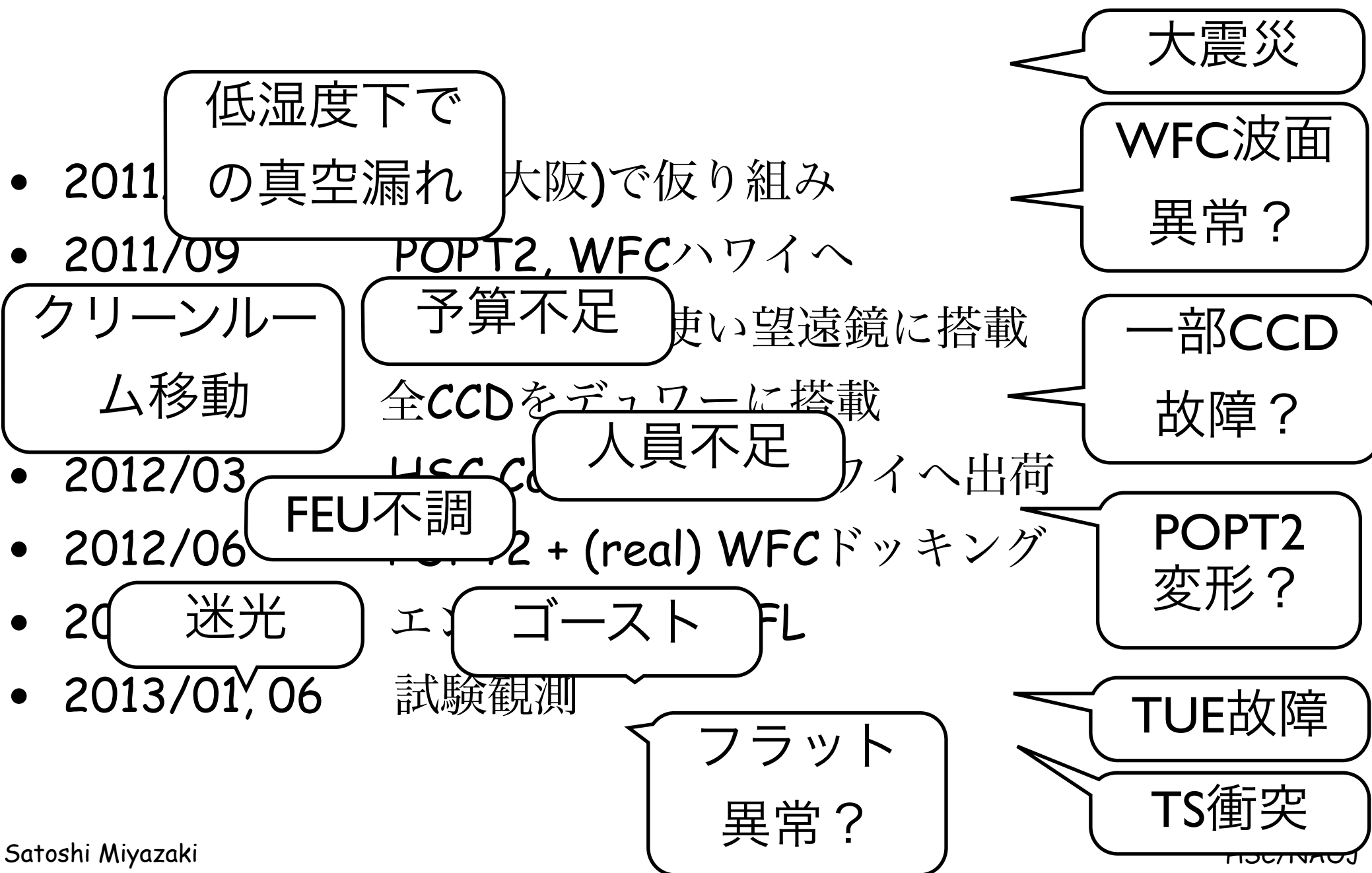
# 魔の2014年6月

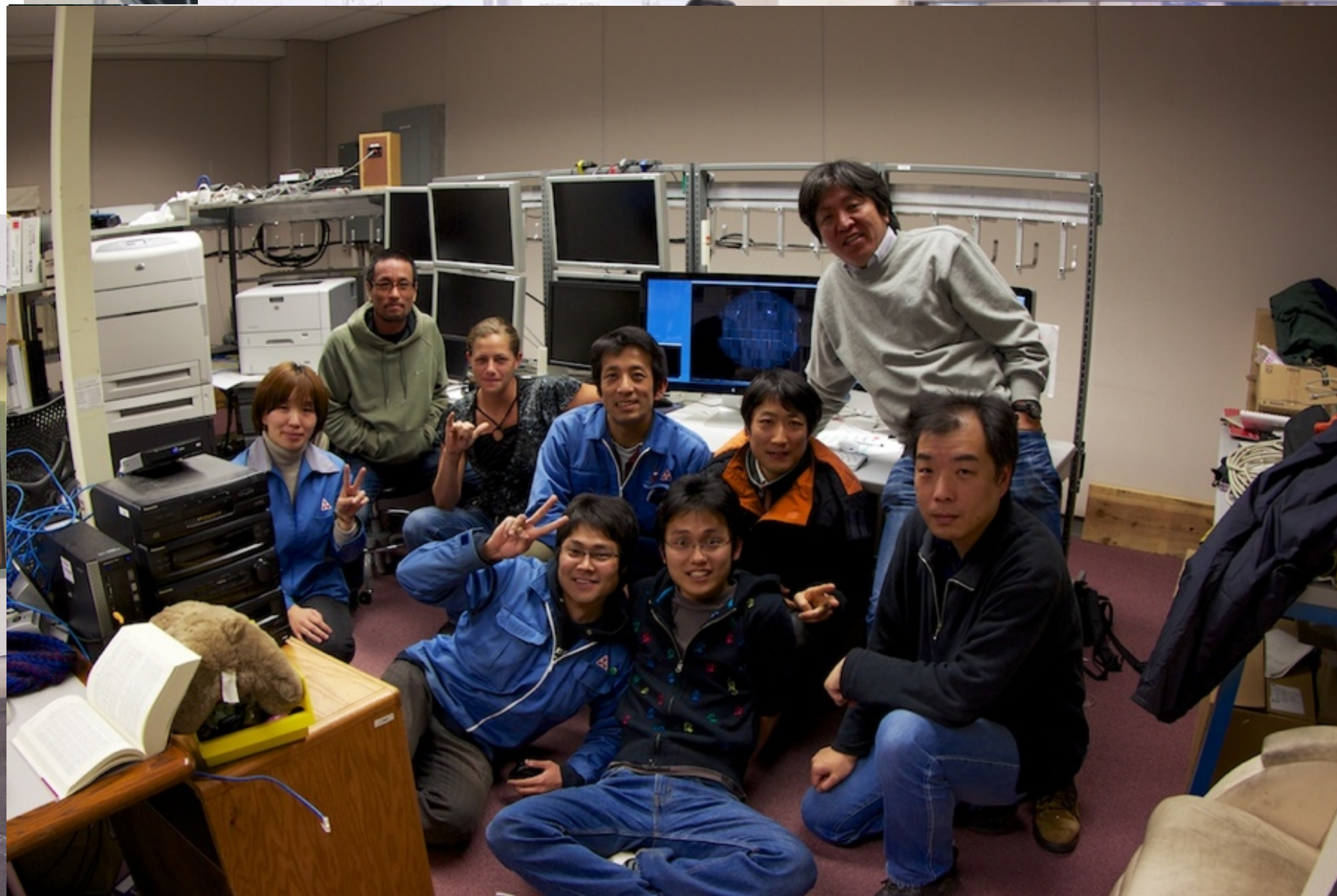
## 教訓

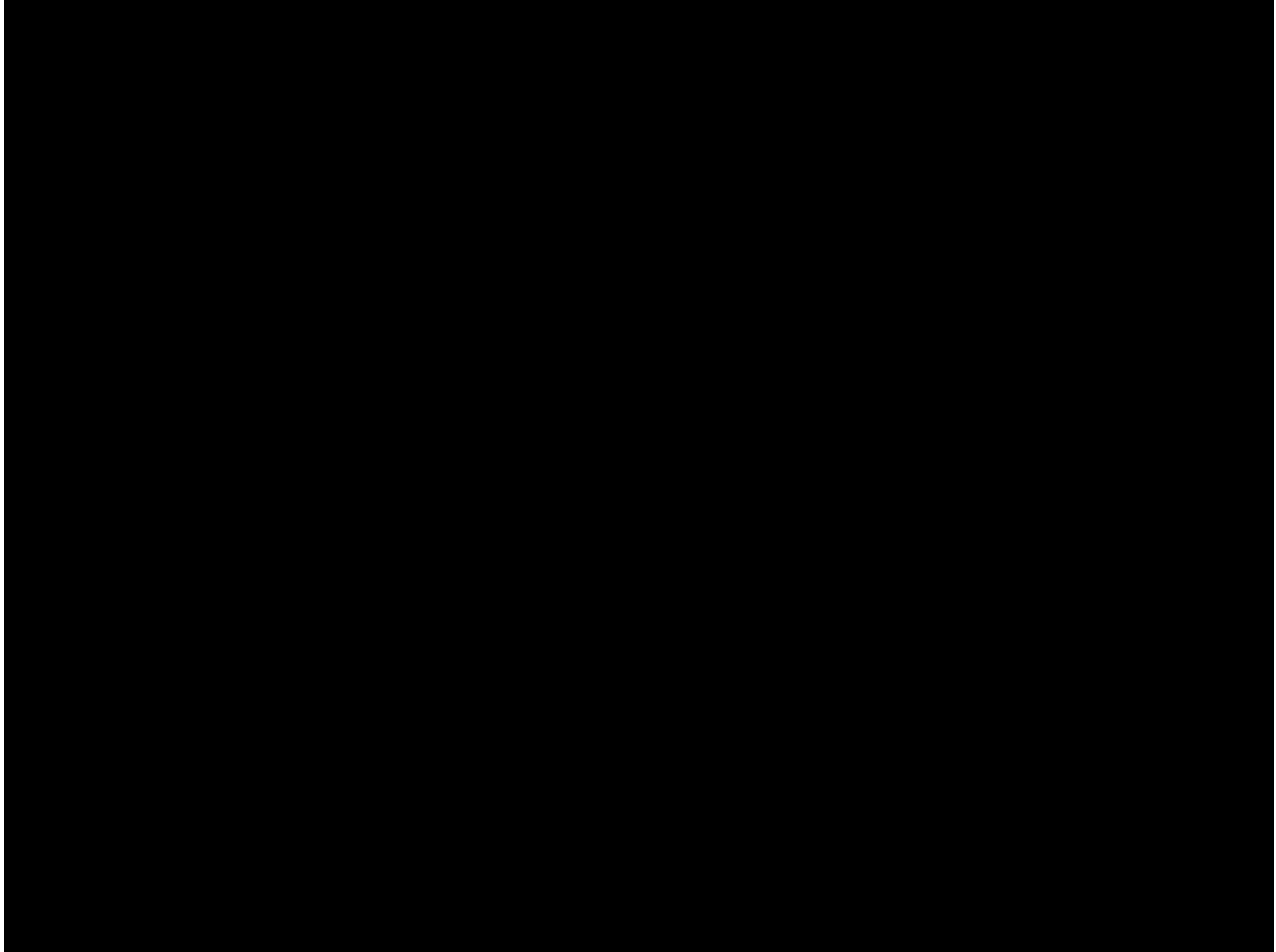
トラブルは忘れた頃にまとめてやってくる



# First Lightへの道







# 学んだこと

- ・ 製作組メンバーの創意工夫と結束で数々のトラブルを乗り越えることができた。
- ・ ハワイ観測所の現場スタッフの方々の支えがなかったら、**HSC**は完成しなかった。

本当にありがとうございました。

これからも（何かあるかもしれないので、）

よろしく願いいたします。



