

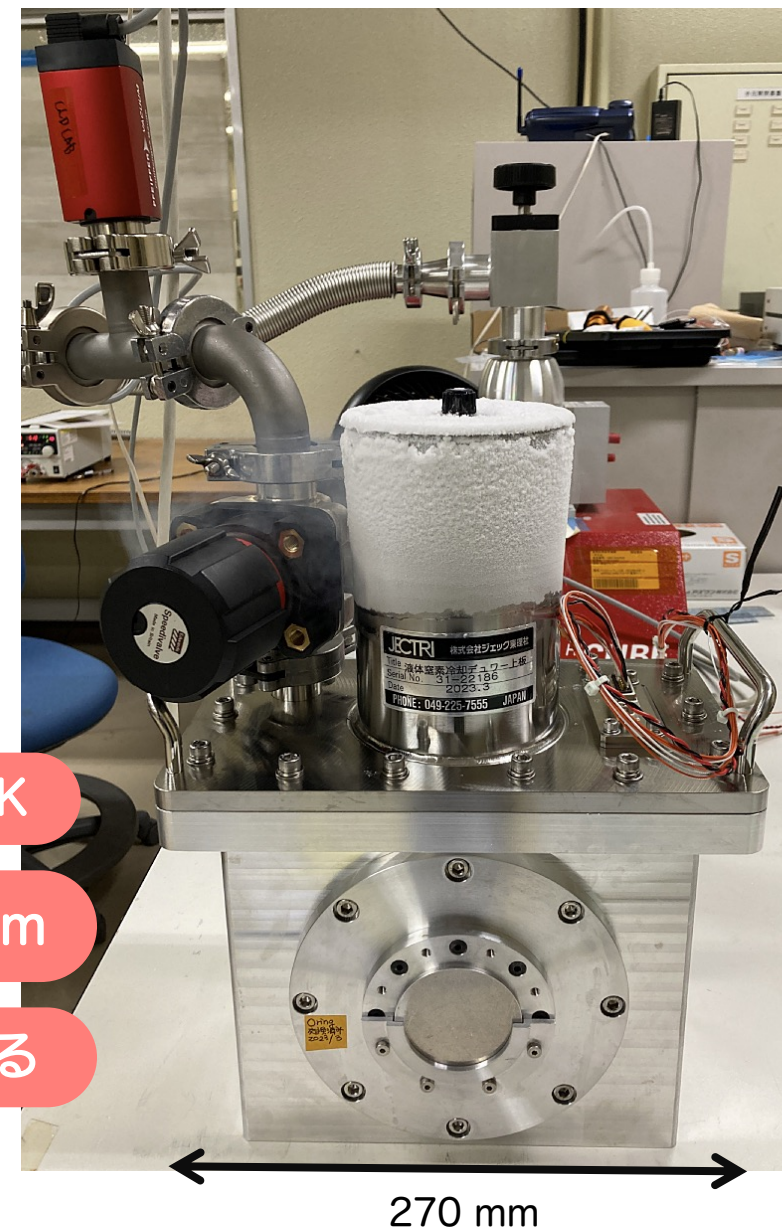
低温光学試験用デュワーの改良

国立天文台先端技術センター
東谷千比呂

1. 赤外線光学素子に低温試験が必要なワケ
2. 今回の改良報告

2009年の改良はJSPS科研費 特定領域研究（19047003）、
2023年の改良はATCの助成を受けたものです。

2024年1月19日第43回 天文学に関する技術シンポジウム

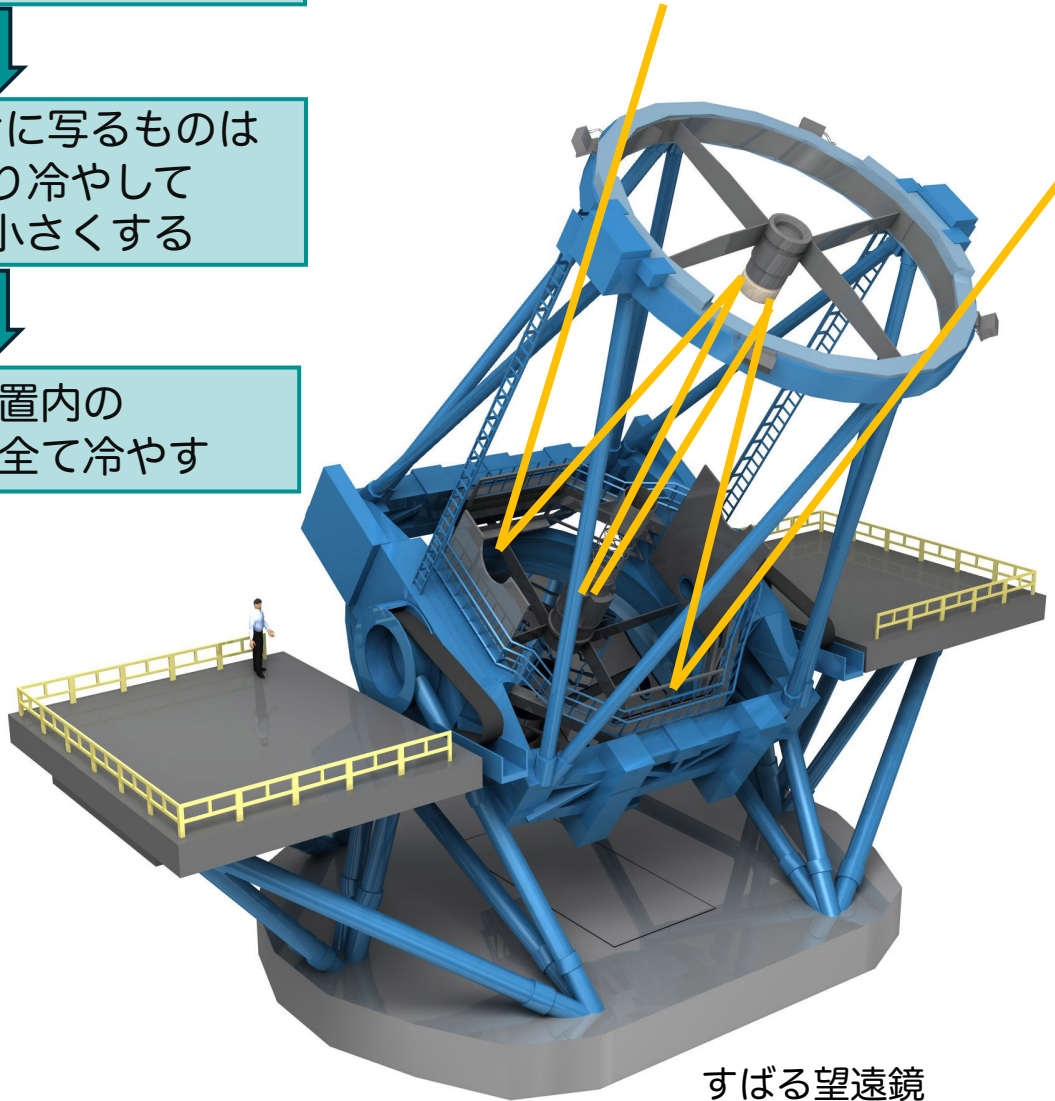


赤外線光学素子に低温試験が必要なワケ

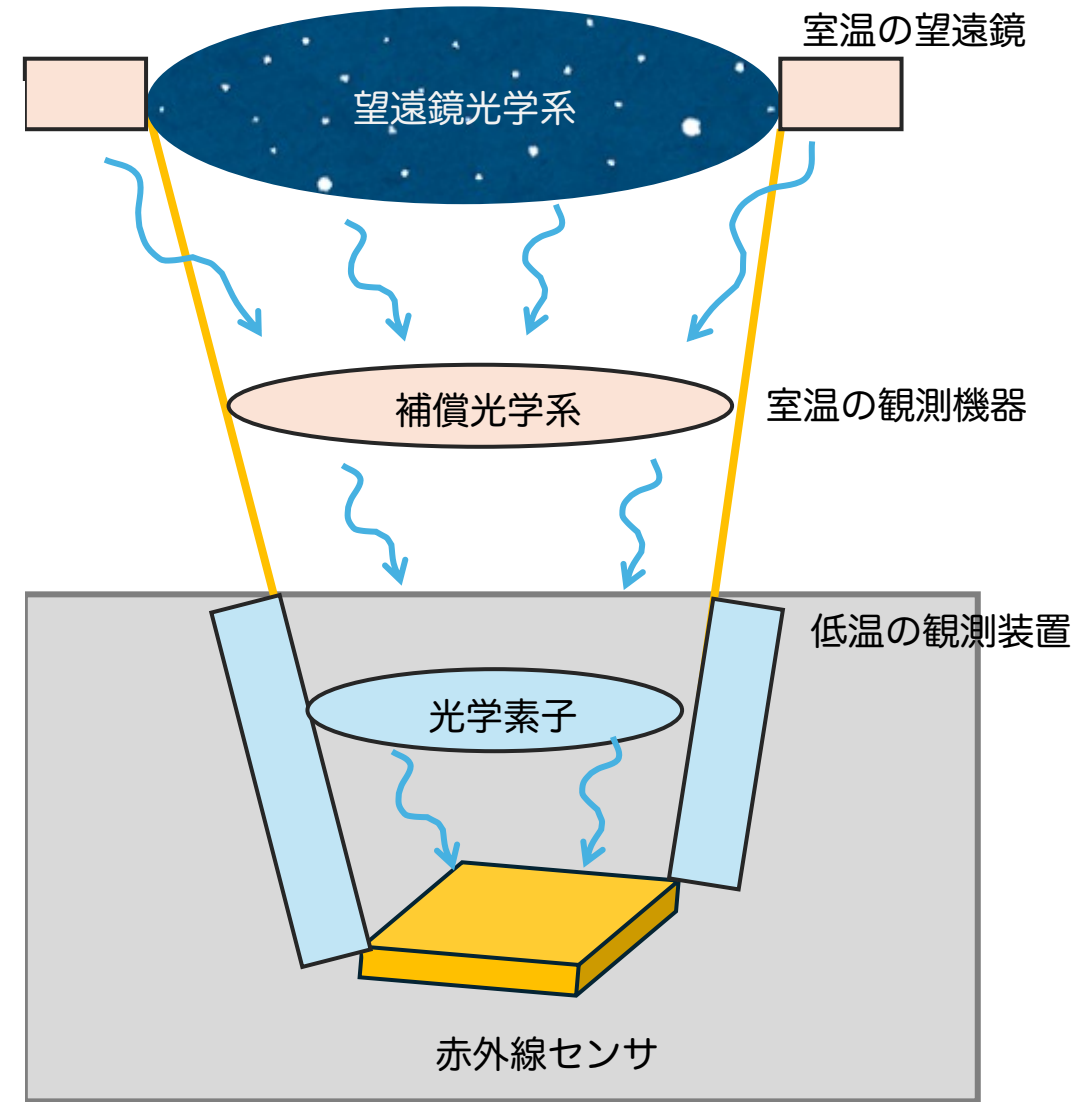
赤外線では温度のあるものは
全てノイズになる

赤外線センサに写るものは
可能な限り冷やして
ノイズを小さくする

観測装置内の
光学素子は全て冷やす



すばる望遠鏡

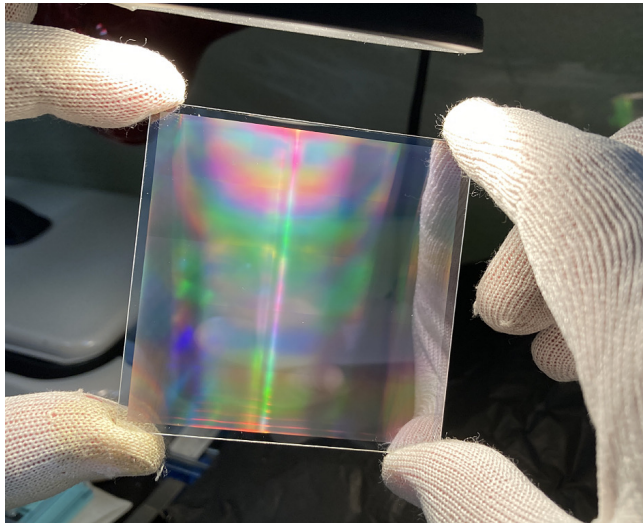


赤外線光学素子に低温試験が必要なワケ

装置の大型化とともに
光学素子サイズも大型化

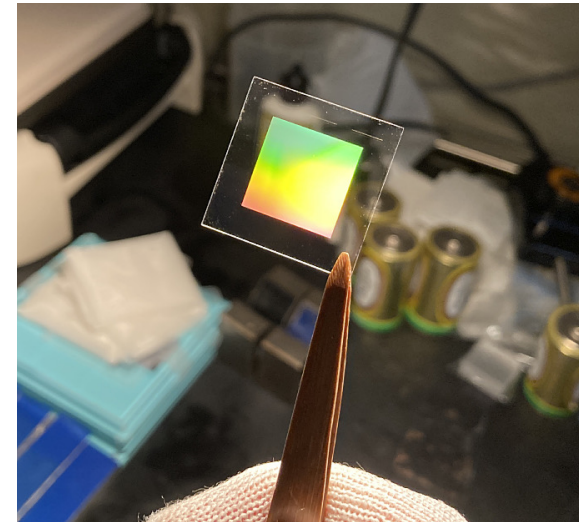
光学素子は必ず特注品

光学素子（本番品）

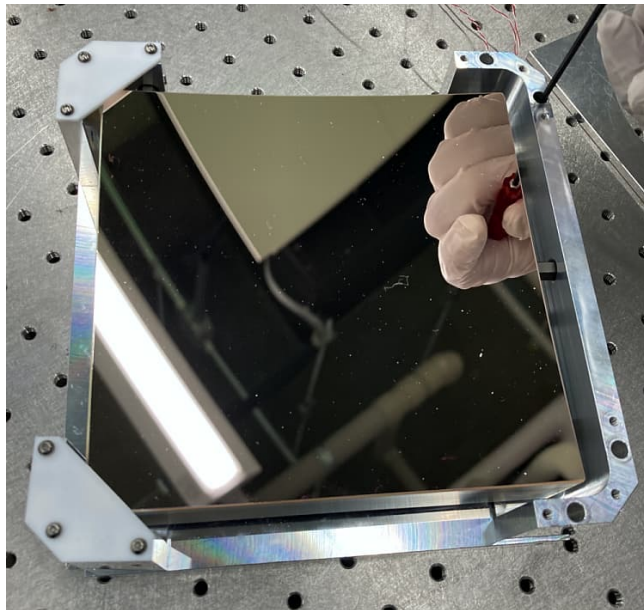
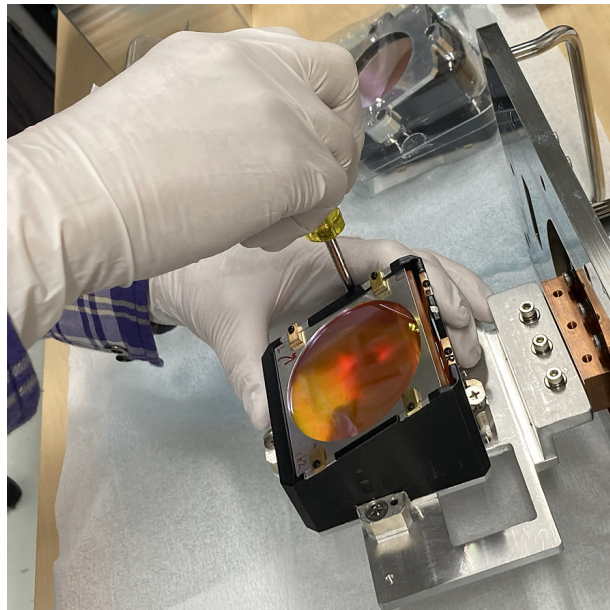


サイズ 50~100mm
特注
(Subaru/MOIRCS)

光学素子（テストピース）



サイズ10-30mm



サイズ >150mm
特注
(TMT/IRIS)

赤外線光学素子に低温試験が必要なワケ

冷やすと収縮する・変形する
(光学素子も、マウントも)

↓

レンズが割れる (白濁する)
コーティングが剥がれる
光学特性 (屈折率・透過率)
が変わる

↓

再設計・再製造の場合
甚大なコスト増
甚大なスケジュール遅延

冷却中に割れた本番品



匿名条件で開示許可いただきました

赤外線光学素子に低温試験が必要なワケ

事前の冷却試験が必須

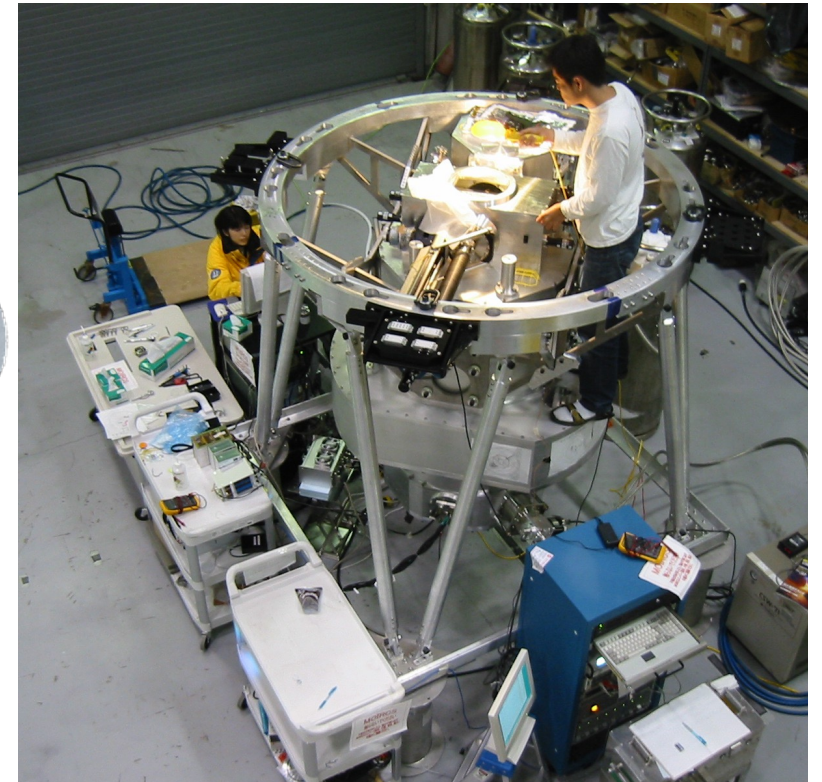
温度サイクル
(冷やして、温める)

低温での光学特性測定

本番装置で
冷やすのは大変。
冷やすだけで
1週間とか1か月とか、

単体冷却試験が必要
な状況は30年前から
変わっていない。
装置の大型化で今後
ますます需要がある。
でも利用頻度は少ない。

すばる望遠鏡の赤外線観測装置



赤外線観測装置に低温試験が必要なワケ

しかも単体での低温光学試験用デュワーは既にある。
30年くらい前から。

真空コネクタが廃盤品で配線が大変

温度センサはついてるが温度を読める機器がない

入れられる光学素子サイズが小さい（2009年に改修by東谷）

温調ができない（ヒータパワーが不十分・温調器がない）

デュワーの図面情報がない（改修しづらい）



改良

できる人が
できる時に

▶ 既存の機能

液体窒素で冷やせる・十分な真空が引ける

光が透過できる

▶ 改良する機能

温度・圧力がリアルタイムで見れる・ログを取れる

温度モニタ機器、真空表示器

温度調整ができる

液体窒素冷却に十分な定格のヒータ

共同利用で使いやすい

end-to-endで機器・配線を揃える

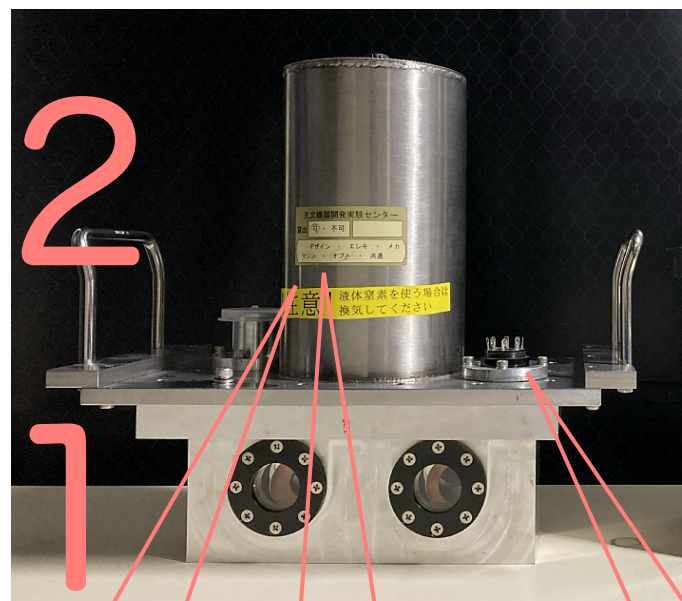
改修しやすい

改修・交換しやすい標準品の使用、図面提供

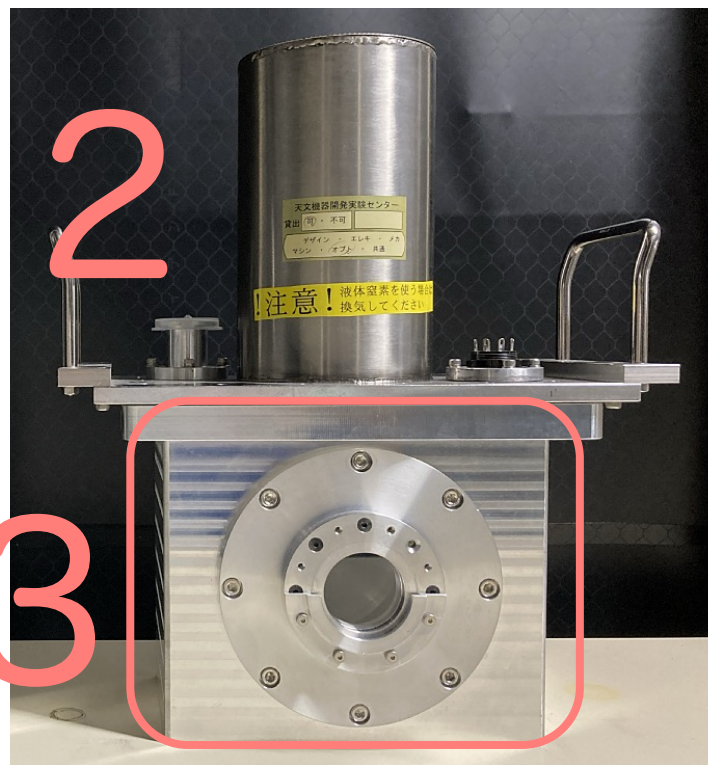
本番素子を試験できる

信頼性(各要素の素性・性能、ログ機能提供)

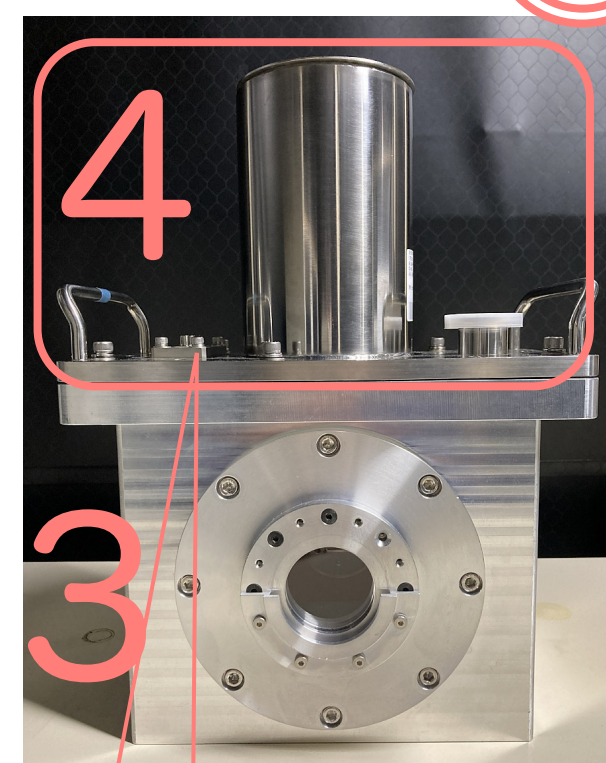
1993年頃



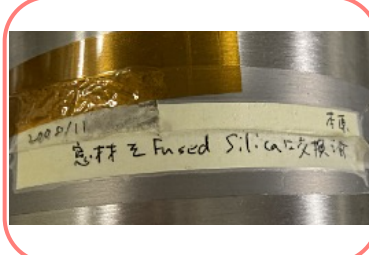
2009年頃



2023年頃



今回

大きな試料の
測定が可能に上部スリム化と
扱いやすい
インターフェース

新しいふた部分

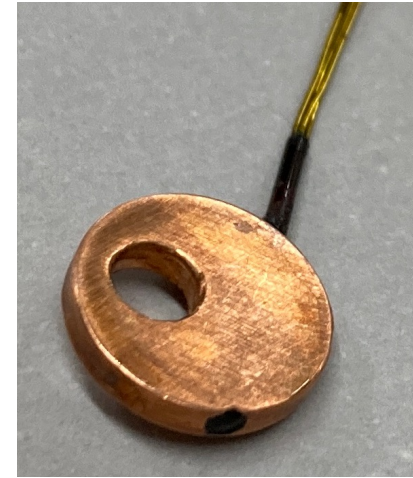


ヒータ



極低温用
カートリッジヒータ
25Ω100W

温度センサ



白金抵抗
JIS C 1604:2013
-196 ~ +20℃

温度コントローラ



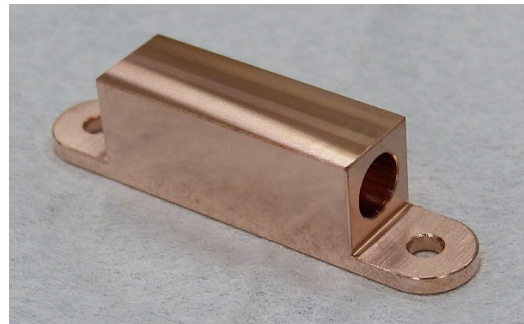
今年度
申請中

優先度低い…

コネクタ

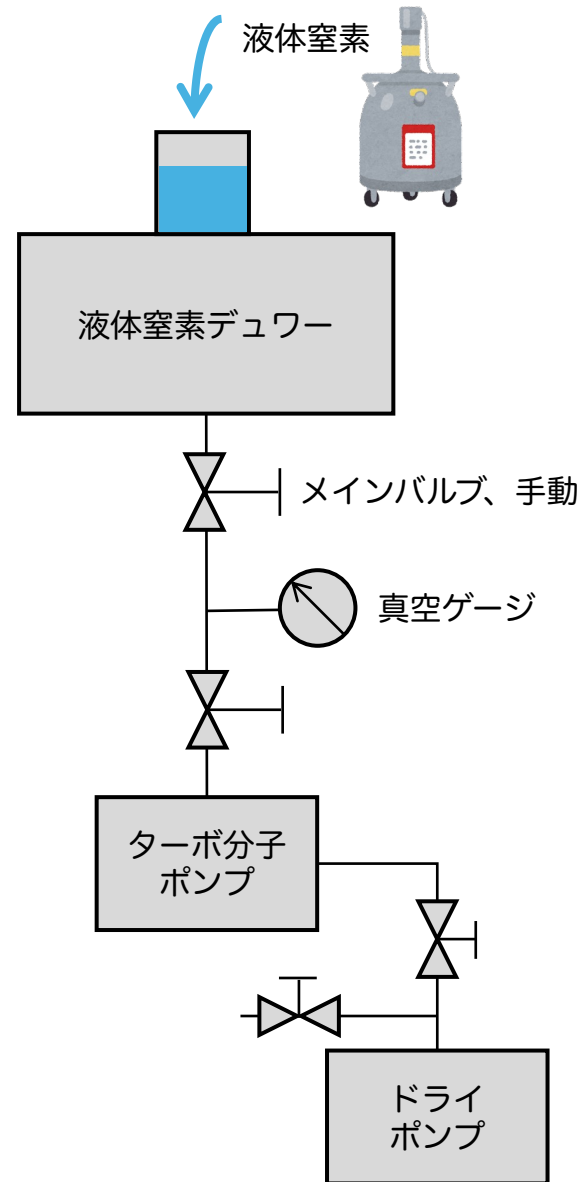


ヒータジグ

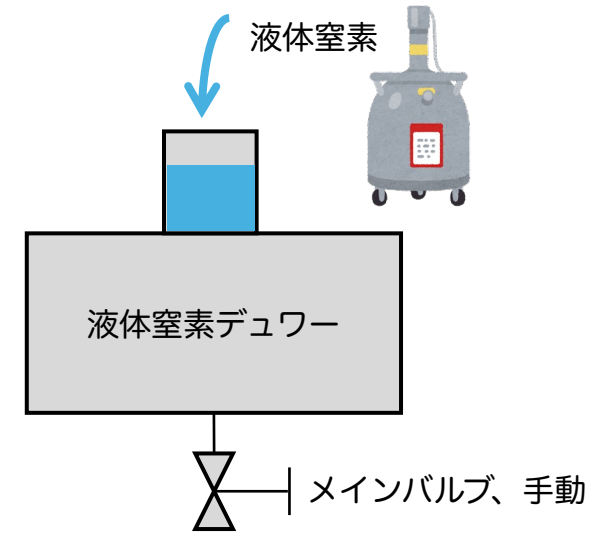


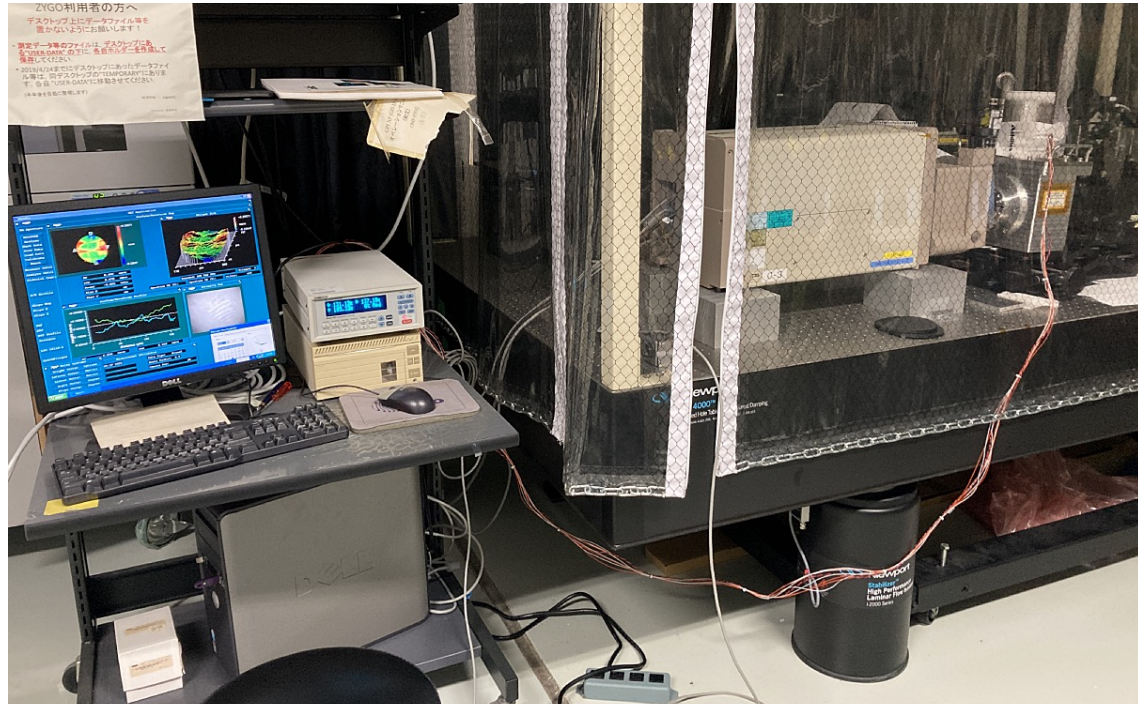
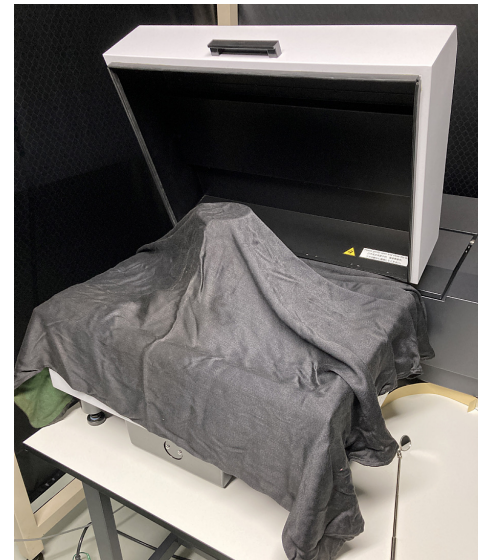
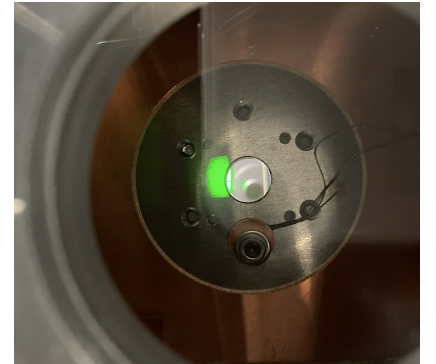
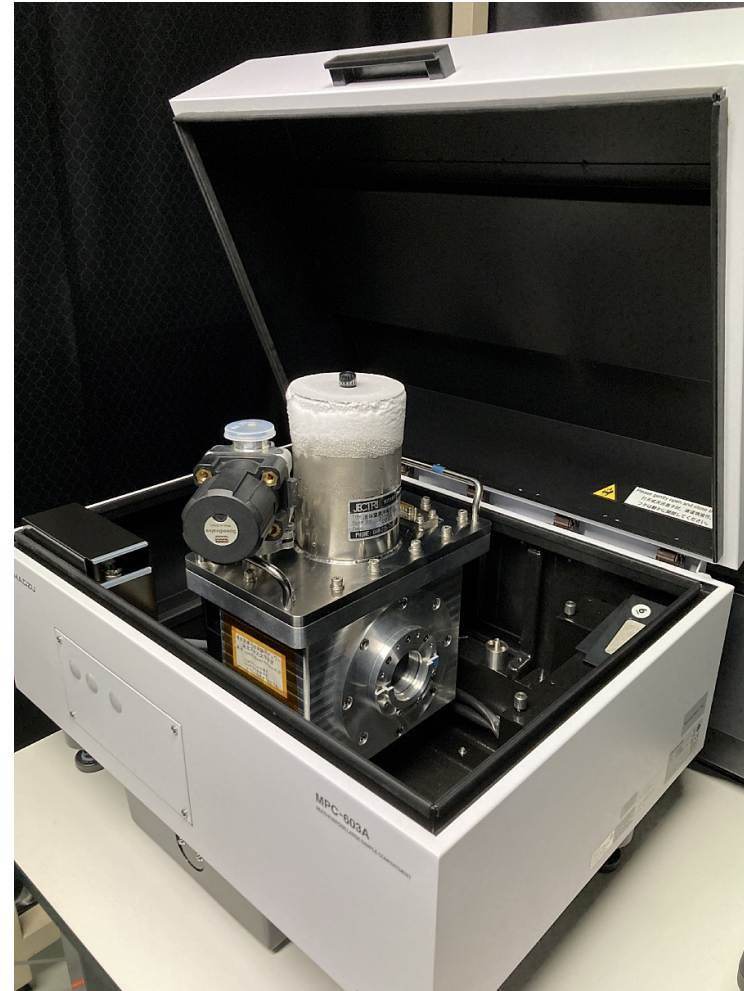


冷却サイクル時



測定時



波面誤差測定
Zygo透過率測定
分光光度計 185-3300nm
(2022年春に機種更新)

温度コントロール
なし

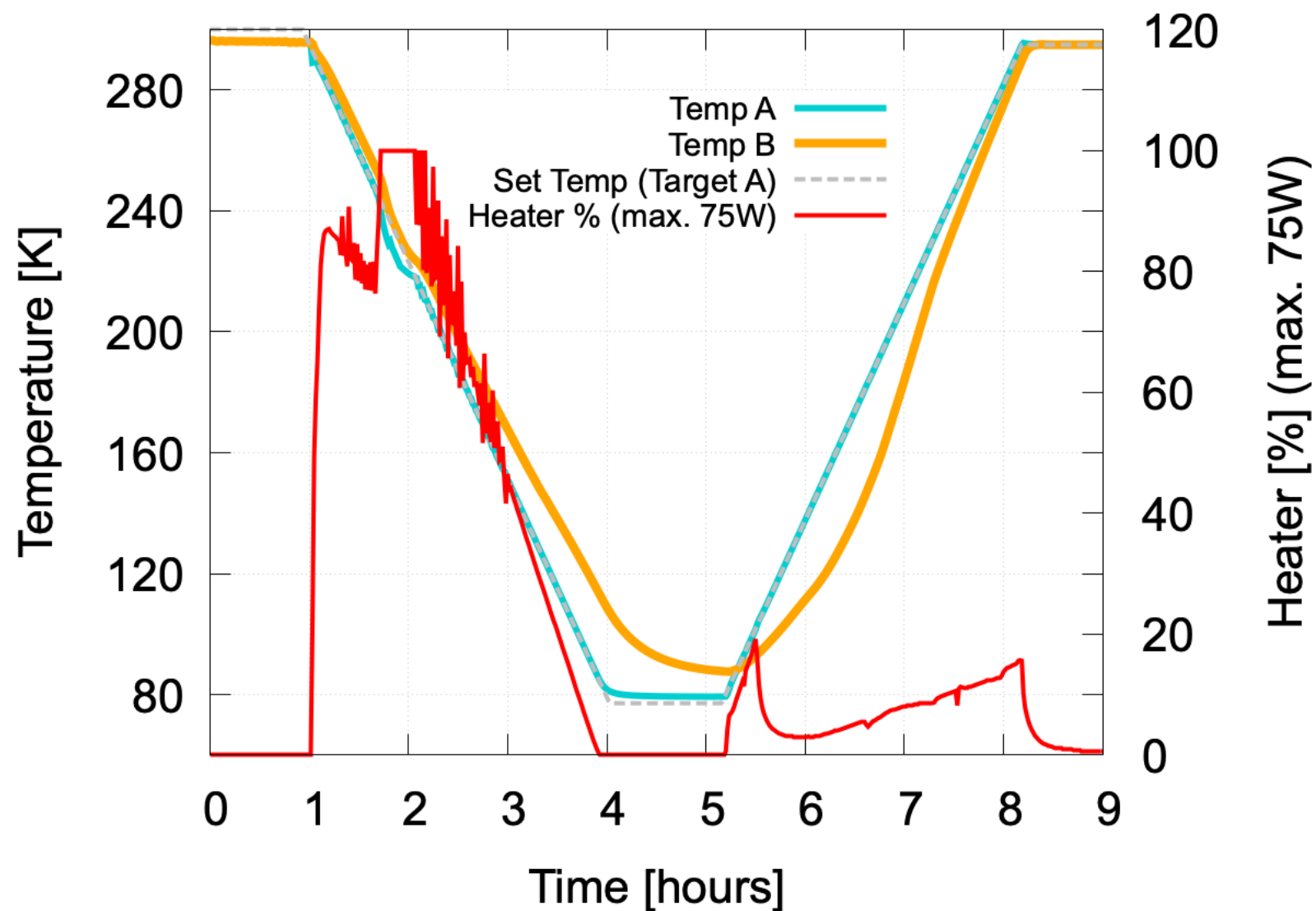
90分で80K到達
最初の30分は 6K/min



温度コントロール
あり

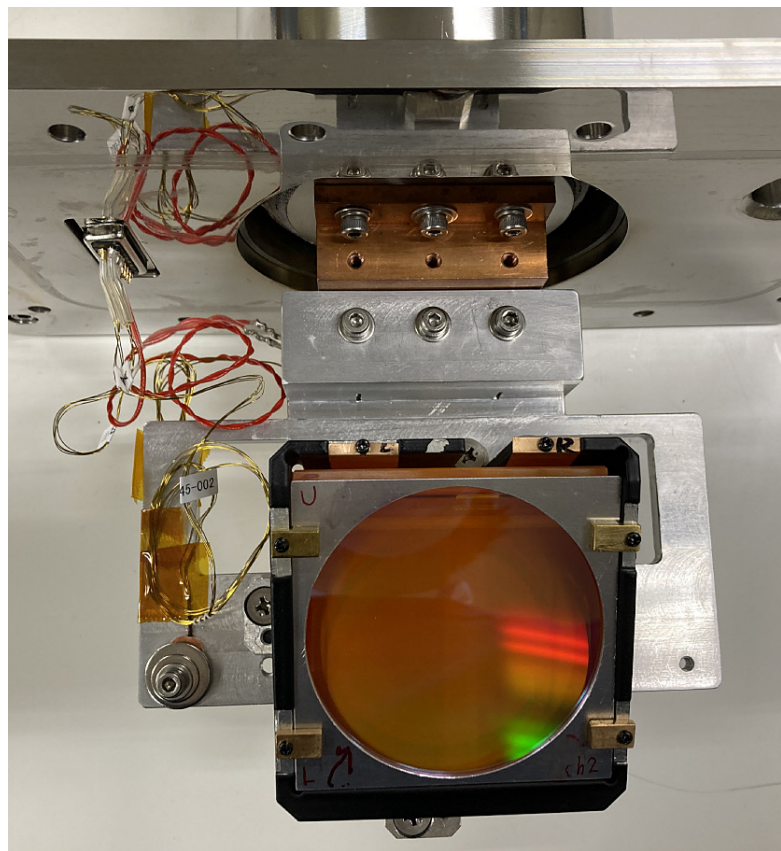
180分で80K到達
常に1.2 K/min

LN2 Cooling Cycle Test 1.2K/min (2023/4/26)



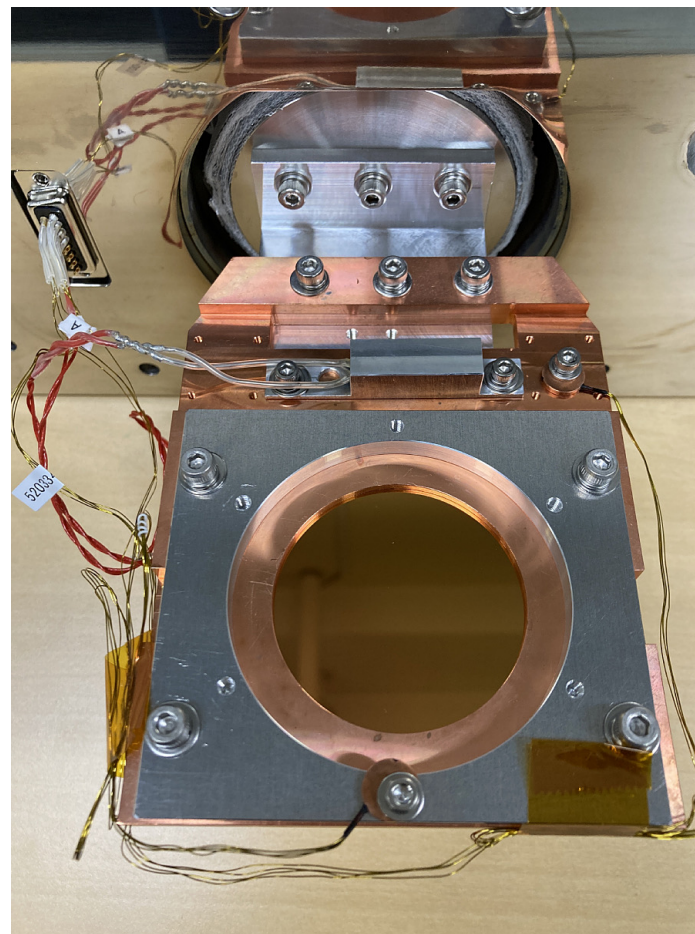
2023年3月
すばるグループ

近赤外線分散素子の
温度サイクル+低温波面誤差測定



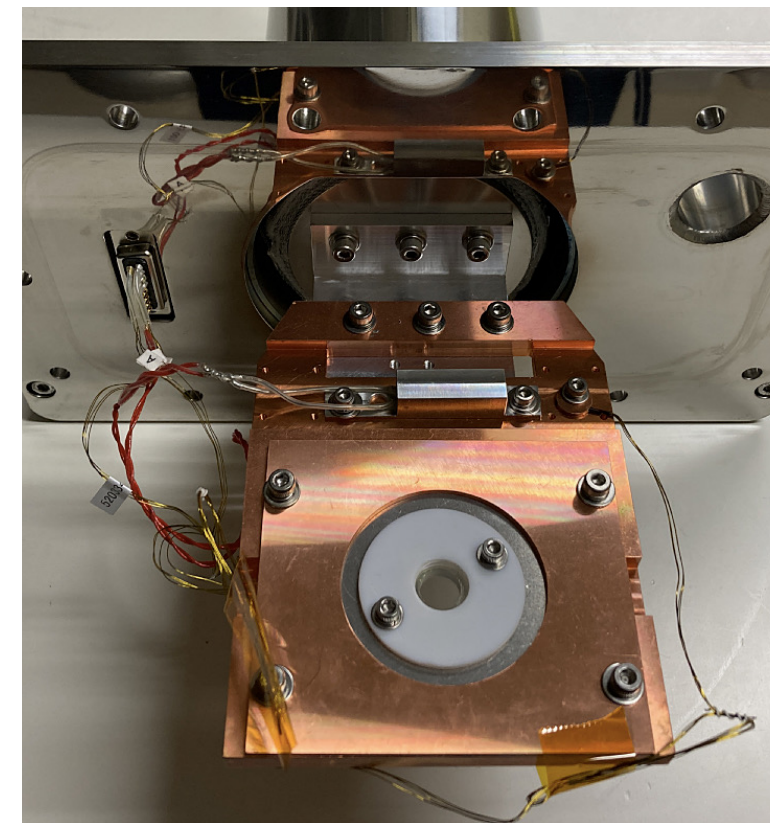
2023年5月
東北大グループ

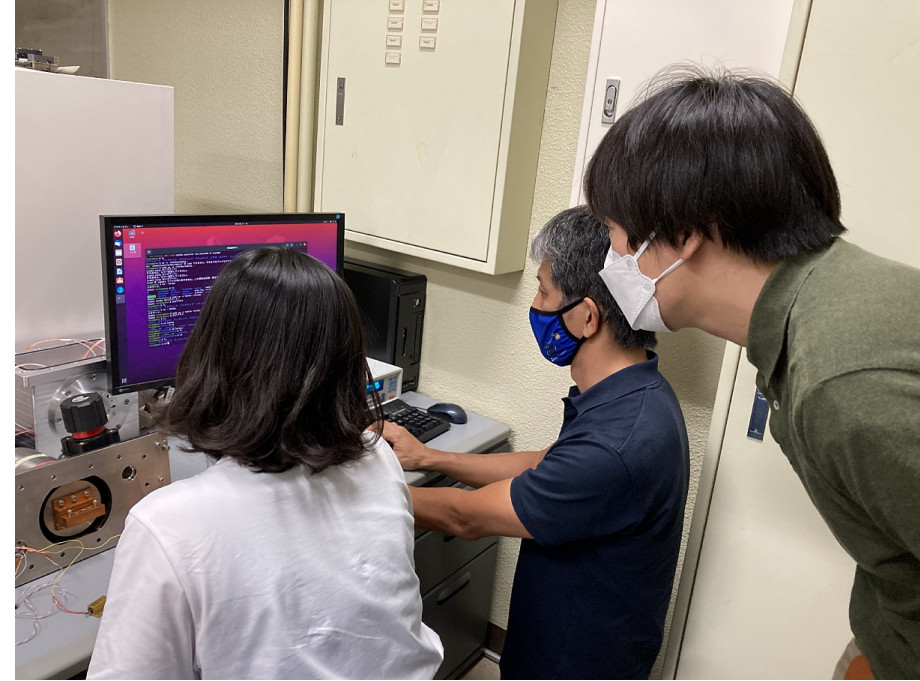
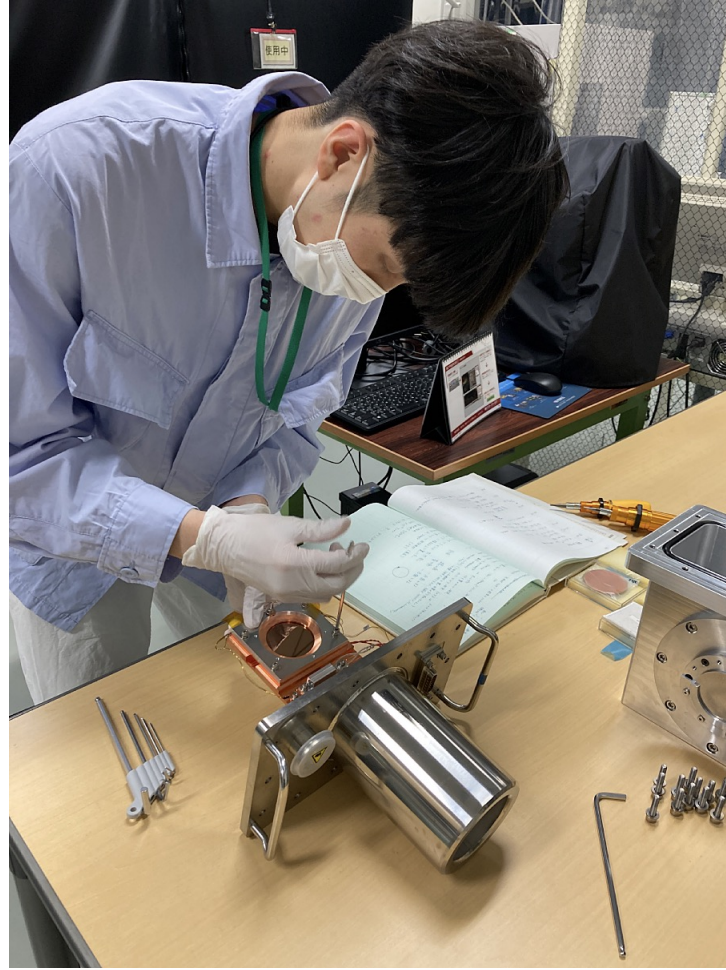
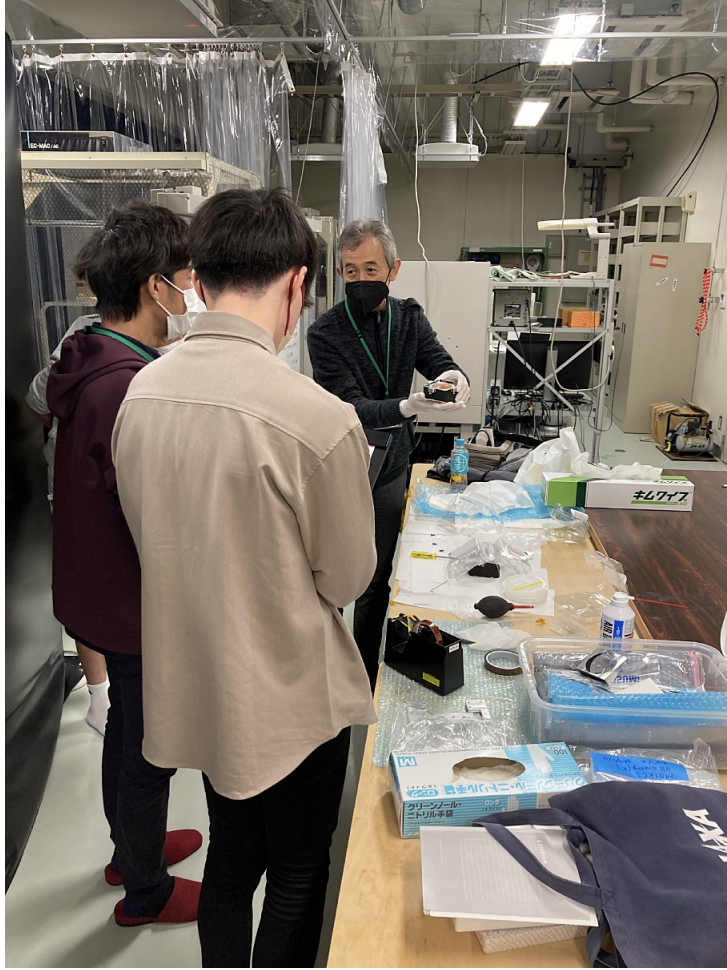
近赤外線フィルタの低温透過率測定



2023年5月
NINJAグループ

近赤外線反射コーティング材の
温度サイクル+低温透過率測定





オプトショップの低温光学試験デュワースの改修をしました。
今後も、用途に応じて改修してご活用ください。

真空コネクタが廃盤の激レアさんで配線が大変すぎる



汎用Dサブに更新

温度センサはついてるが温度を読める機器がない



今年度申請中
→技術シンポ後の2024年1月に購入済

入れられる光学素子サイズが小さい（2009年に改修by東谷）



温調ができない（ヒータパワーが不十分・温調器がない）



100Wヒータ導入済み
温調器購入済み

デュワースの図面情報がない（改修しづらい）



印刷図面
（ATCウェブへの公開めざす）



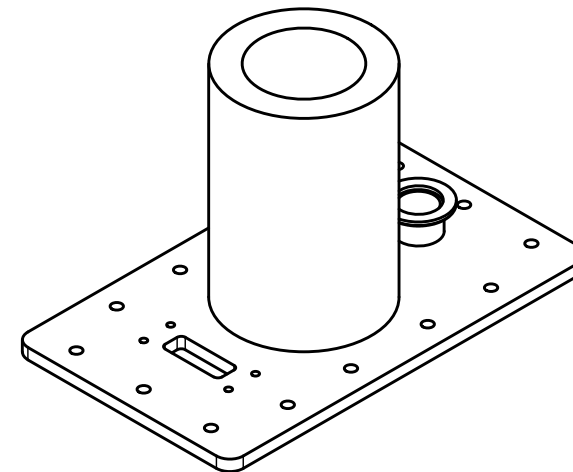
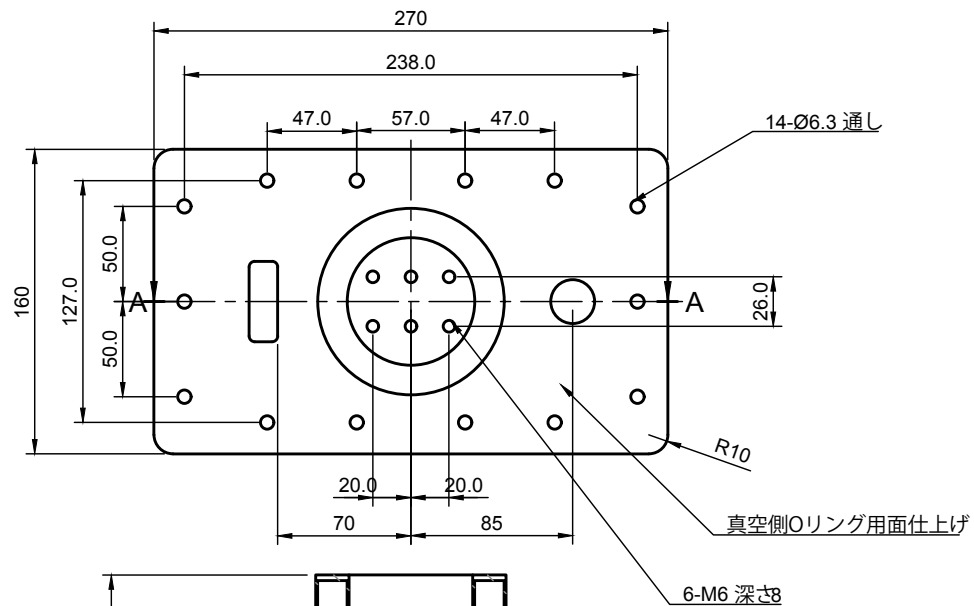
参考資料

ほとんどの物は、国立天文台先端技術センターのオプトショップで保管しています。
ご自由にお使いいただけます。適宜改良したり、センサや配線を変えていただくこともできます。

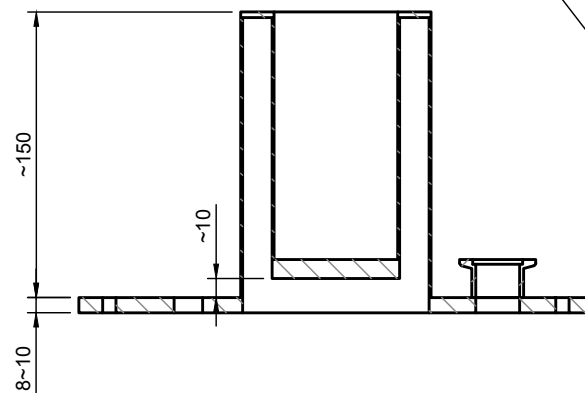
概念図（上板）

製造図面は本体の近くに置いておきます
2023年2月製造

真空側
(下面図)

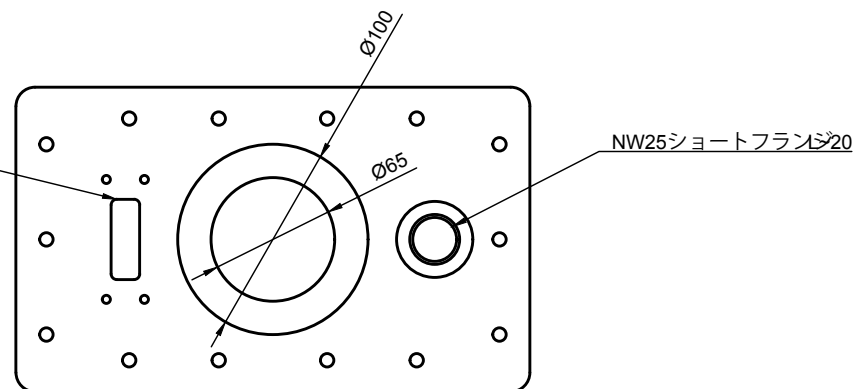


A-A



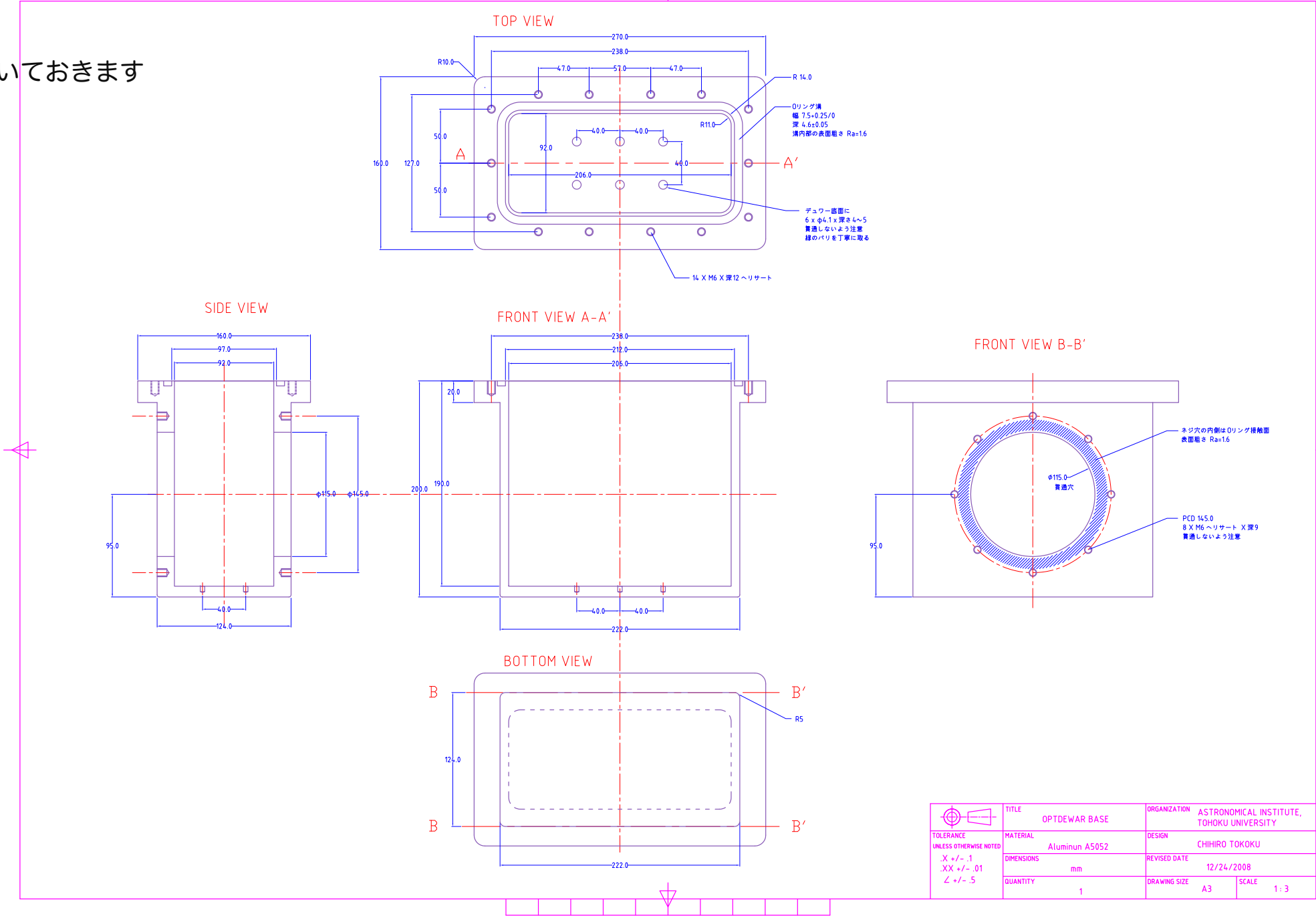
ハーメチックコネクタ
DDB-15PLWXY
別紙参照
ボルト穴は貫通しないこと

大気側
(上面図)

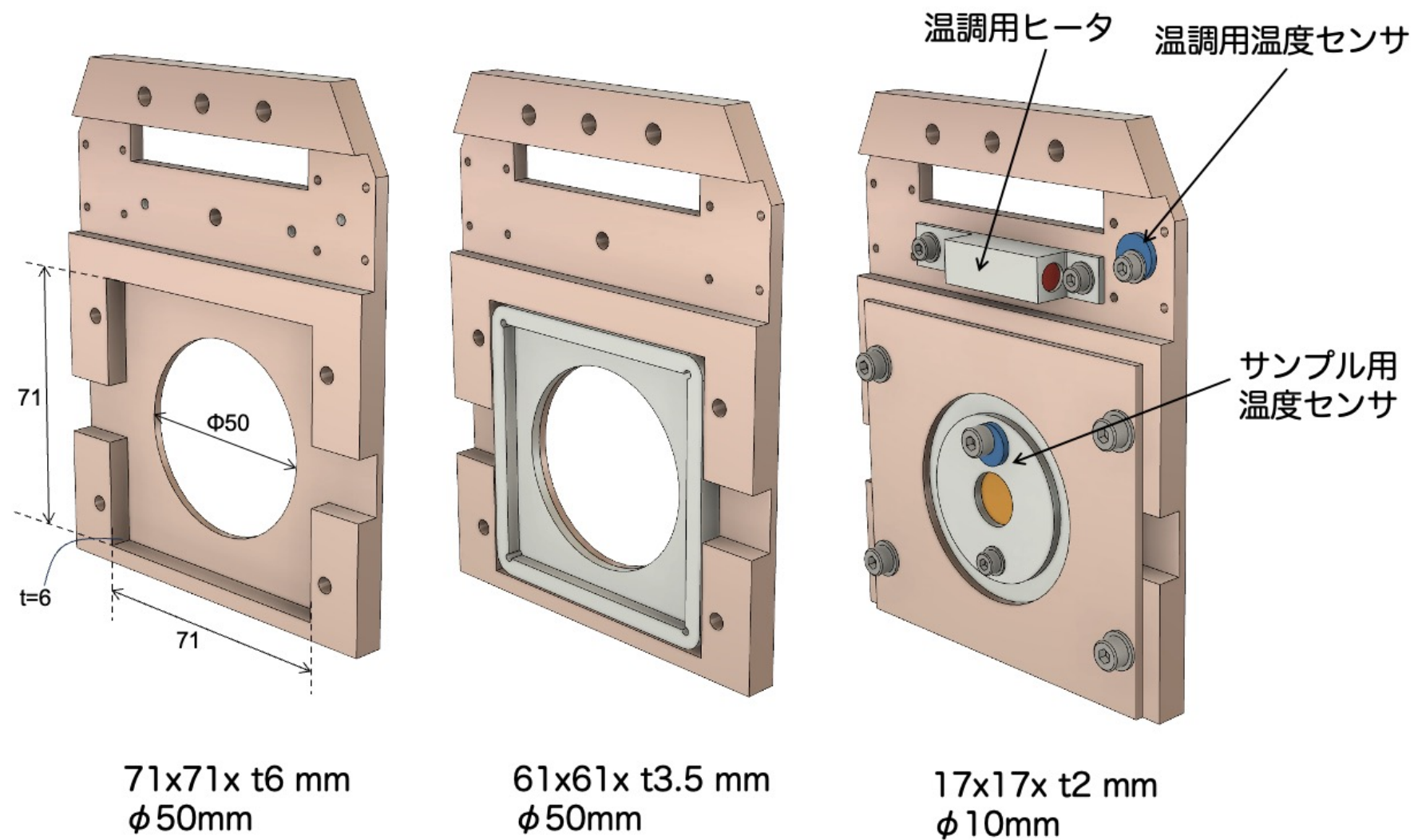


概念図（本体）

製造図面は本体の近くに置いておきます
2008年12月製造



サンプルホルダの例



配線図

2023年7月改定

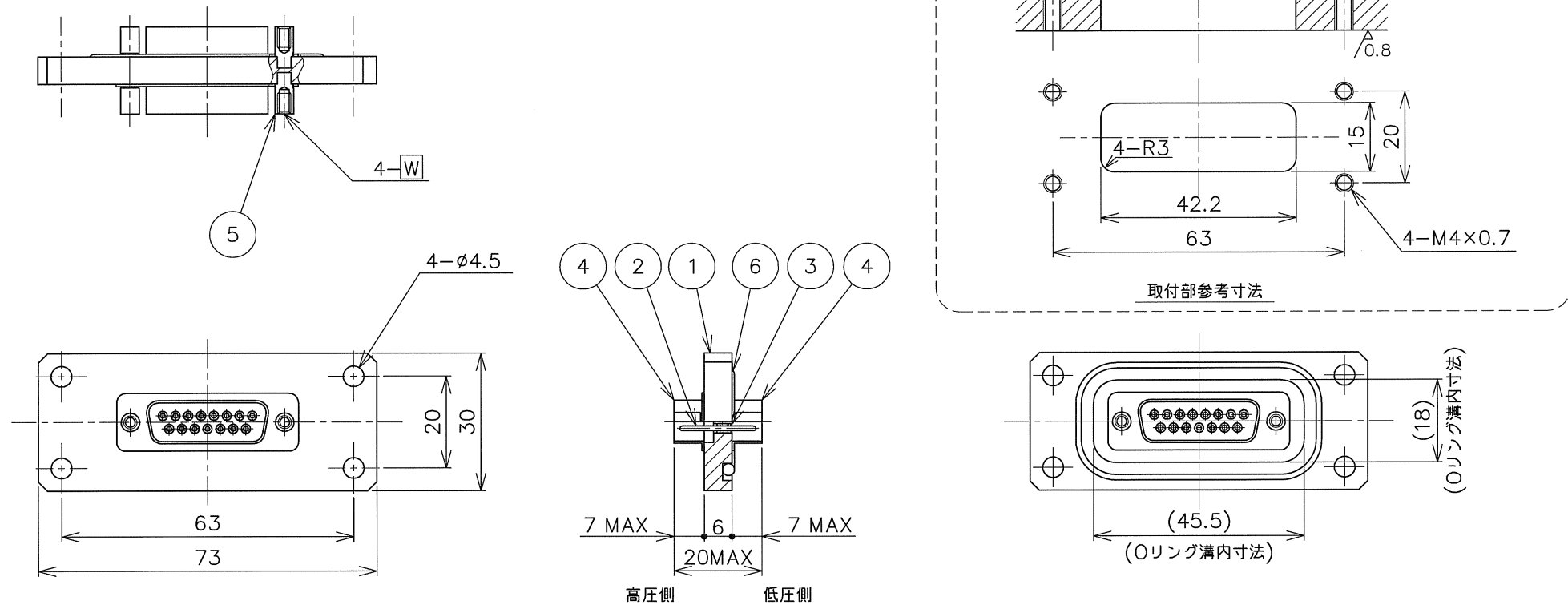
ATCオプトショップ 液体窒素デュワー 接続配線表					2023年7月31日更新					東谷(ATC)						
ID	種別	取付箇所	名称	線材(1)仕様	端子番号	線色	中継	線材(2)仕様	線色	真空側 端子 番号	コネクタ	大気側 端子 番号	線色	外部機器	ID	
T1	温度センサ	冷却端に近いジグ (液体窒素に近い側) M3ボルト締結	ネツシン表面ブロック型白金測 温抵抗体(NR-181-1510- 100S-1-500PLi-A-4-ムキダシ -Cu) S/N 5203345-001	センサ付リード線(PINi φ0.2 ポリイミド被覆線) L=500m	I+ (マーカ- A)	金	(なし)	(なし)	金	1	ダイトロン DDB15- PLM23 (15pin)	1	橙	温度 コントローラ A ※	T1	
					V+ (マーカ- A)	金	(なし)	(なし)	金	2		2	橙			
					I- (マーカ- なし)	金	(なし)	(なし)	金	3		3	白			
					V- (マーカ- なし)	金	(なし)	(なし)	金	4		4	白			
										5			5			
										6			6			
										7			7			
										8			8			
T2	温度センサ	供試体に近い側 M3ボルト締結	ネツシン表面ブロック型白金測 温抵抗体(NR-181-1510- 100S-1-500PLi-A-4-ムキダシ -Cu) S/N 5203345-002	センサ付リード線(PINi φ0.2 ポリイミド被覆線) L=500m	I+ (マーカ- A)	金	(なし)	(なし)	金	9		9	橙	温度 コントローラ B ※	T2	
					V+ (マーカ- A)	金	(なし)	(なし)	金	10		10	橙			
					I- (マーカ- なし)	金	(なし)	(なし)	金	11		11	白			
					V- (マーカ- なし)	金	(なし)	(なし)	金	12		12	白			
H1	ヒータ	冷却端に近いジグ M4x2個ボルト締結	Lakeshore カートリッジヒータ (HTR-25-100)	ヒータ付リード線(ニッケル φ0.635mm) L50.8mm	(区別なし)	赤	(なし)	(なし)	赤	13		13	赤	温度 コントローラ H1	H1	
					(区別なし)	赤	(なし)	(なし)	赤	14		14	黒			
										15			15			

※ Lakeshore335温度コントローラを使用し、チャンネルBを電圧モードに切り替えて、チャンネルAを75Wモードで使用するこゝと。

センサ類や配線は自由に置き換えて使うことができますが、その場合は新しいものを別途製作してください
(今ある配線は外して残してください)。

コネクタ仕様

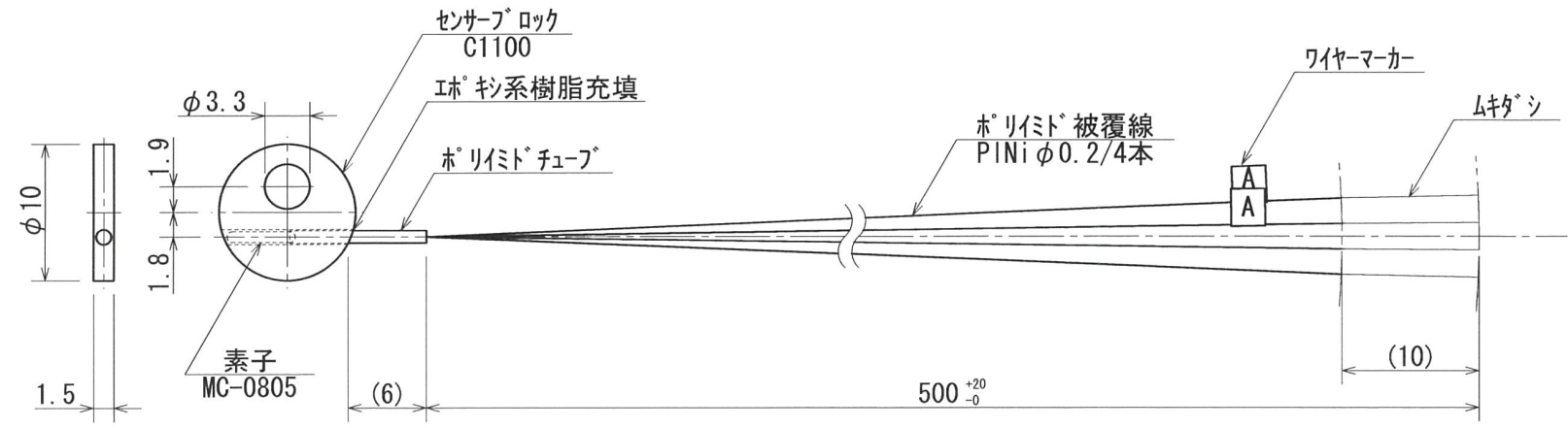
2023年1月購入（既製品）



ダイトロン ハーメチックコネクタDDシリーズ DDB-15PLWXY <https://www.daitron.co.jp/products/dd.html>

温度センサ仕様

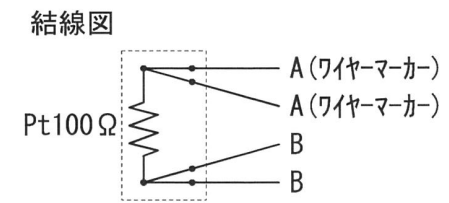
2023年1月購入（カスタム品）



素 子	Pt100Ω at, 0℃ MC-0805 (S)
測定電流	1 mA
許 容 差	JIS C 1604:2013 ※ JIS A 757 ±(0.15+0.002 t)
使用温度	-196~+20℃ △ (感温部に限る)
絶縁抵抗	DC100V100MΩ以上
導 線	4 線式
保護管材質	C1100

※ 識別色はJIS C 1604-1997を適用

△ 使用温度変更：0~+100℃→-196~+20℃



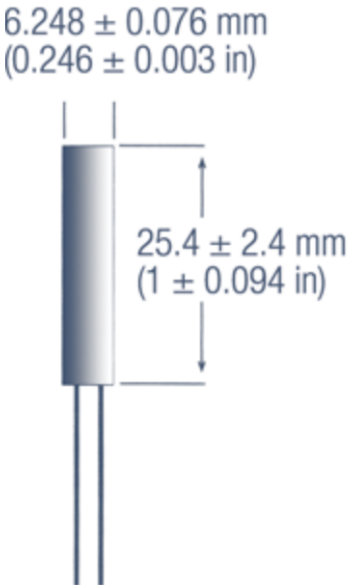
ヒータ仕様

2023年1月購入 (既製品)

Cartridge heaters

Case: INCOLOY® alloy 800
Diameter: 6.248 mm $\pm$ 0.076 mm (0.246 in $\pm$ 0.003 in) recommended to fit a hole of 6.35 mm (0.25 in)
Length: 25.4 mm (1 in)
Insulation between leads and case: Magnesium oxide**
Leads: Nickel, 0.635 mm (0.025 in) diameter $\times$ 50.8 mm (2 in) long

Part number	Length	V	Ω	W
HTR-50	25.4 $\pm$ 2.4 mm (1 $\pm$ 0.094 in)	50	50	50
HTR-25-100	25.4 $\pm$ 2.4 mm (1 $\pm$ 0.094 in)	50	25	100



*The nickel lead wires and INCOLOY (iron/nickel/chromium alloy) case make these heaters unsuitable for magnetically sensitive locations
**Dielectric strength of insulation is reduced when hot, forming leakage current

窓材仕様

2008年12月購入

No.	品 名	数 量
	品 番	品目コード
1	可視・近赤外用CaF2窓板 OPCF-60C05-4-3 【仕様】 サイズ：φ60(+0/-0.2) t=5(±0.2) 面精度：両面λ/4(有効エリア中心φ50以上) 材質：可視・近赤外用CaF2 平行度：3分以内 その他：S/D=60/40 2個一括ご注文時の価格となります。	2 個

シグマ光機 赤外用窓板 (CaF2) https://static.optosigma.com/ja/page_pdf/OPCFU OPCF.pdf

Ｏリング仕様

2008年12月購入（既製品）

同時に購入した予備Ｏリングが本体の近くにあります

		図番又は呼び番号	サイズ	材質硬度	ロット数
本体上部	1	G－190	189.3×5.7	NBR70	2
窓フランジ	2	G－120	119.4×3.1	NBR70	4
窓	3	P－50	49.7×3.5	NBR70	4

温度コントローラ

2024年1月購入



Lakeshore 2ch温度コントローラ 335型

<https://www.toyo.co.jp/material/products/detail/335.html>