

# 近赤外線分光撮像装置SWIMS 検出器保管用セットアップ



東京大学天文学教育研究センター修士1年 小早川 大 (Email: yutaka\_k@ioa.s.u-tokyo.ac.jp)

本原 顕太郎, 小西 真広, 高橋 英則, 館内 謙, 北川 祐太郎, 藤堂 颯哉, 加藤 夏子 (東大 TAO/SWIMS チーム)

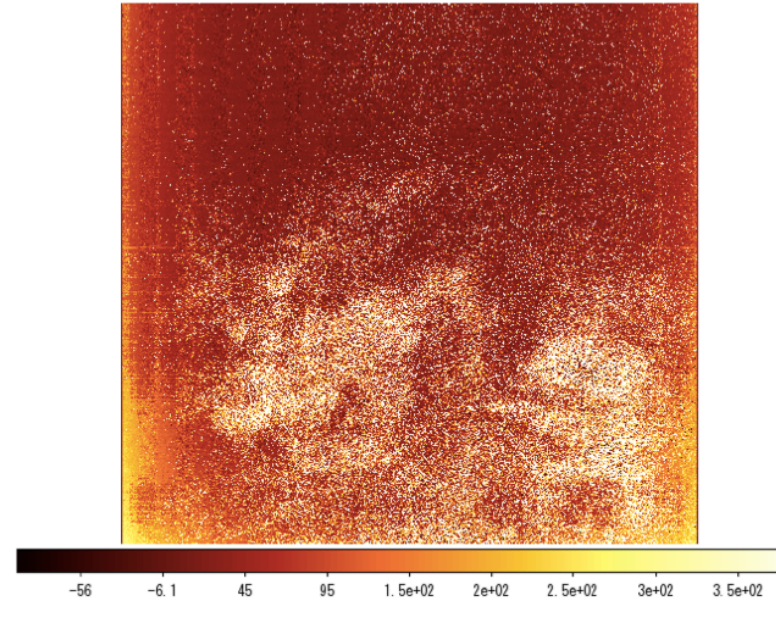
## 製作目的：SWIMS搭載予定のHAWAII-2RG検出器を真空冷却環境で保管し、性能劣化を防ぐ

### 概要

#### ■動機

- SWIMS用のHAWAII-2RG(H2RG)検出器4個の内1個でhot pixelの急激な増加を確認
- 原因はIndium bumpでのAuIn<sub>2</sub>合金の形成であり、進行を防ぐには真空冷却環境で保存する必要がある\*
- 問題の個体以外でも反応が起きる可能性があるため、保有する全ての検出器を長期間真空冷却状態に維持できる装置を作る必要性が生じた

HotPixelの割合 (2014年10月時点)  
 over 10 e-/sec/pix : 31%  
 over 50 e-/sec/pix : 18%  
 over 100e-/sec/pix : 12%



\*: JWST Detector Degradation Failure Review Board (2011) より

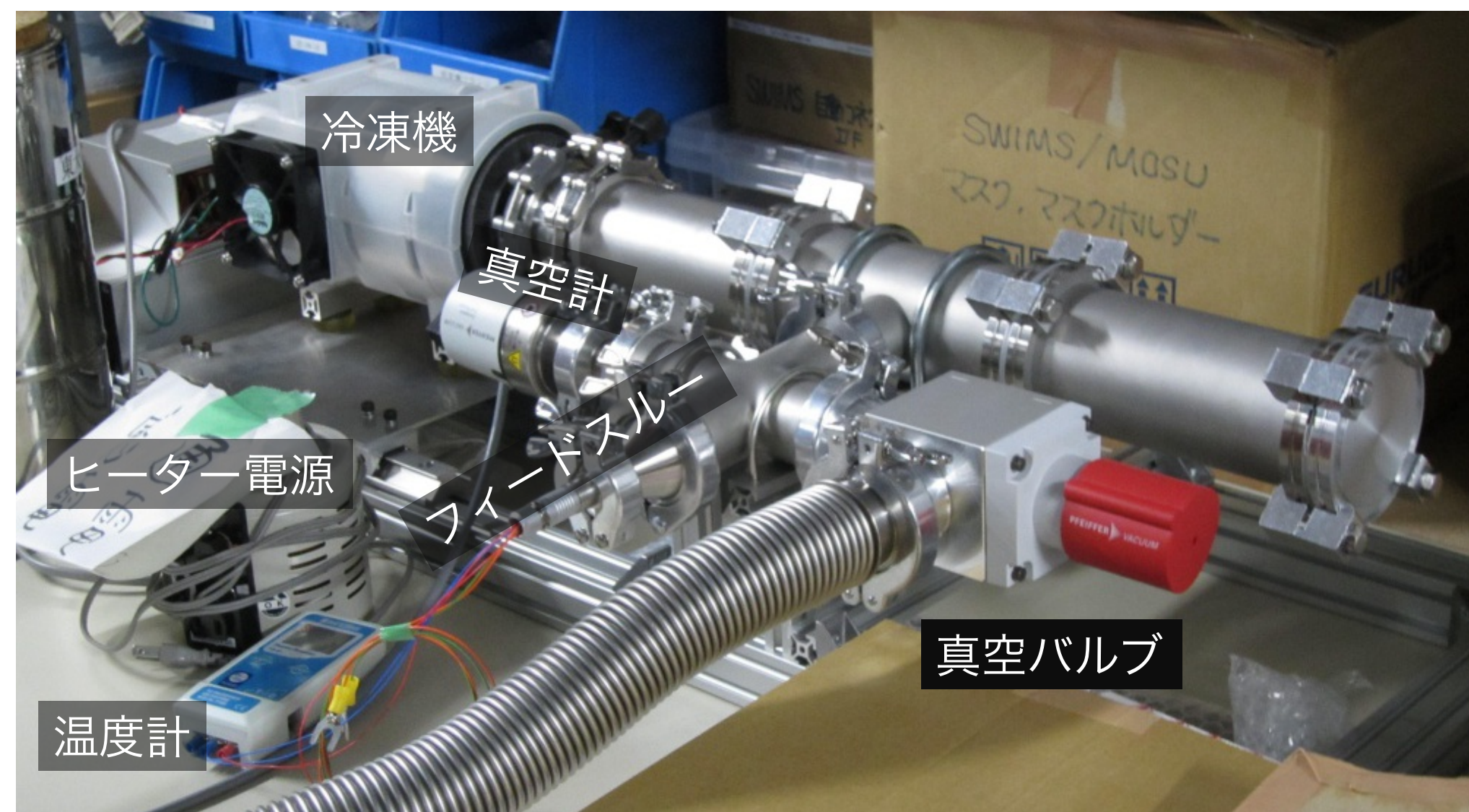
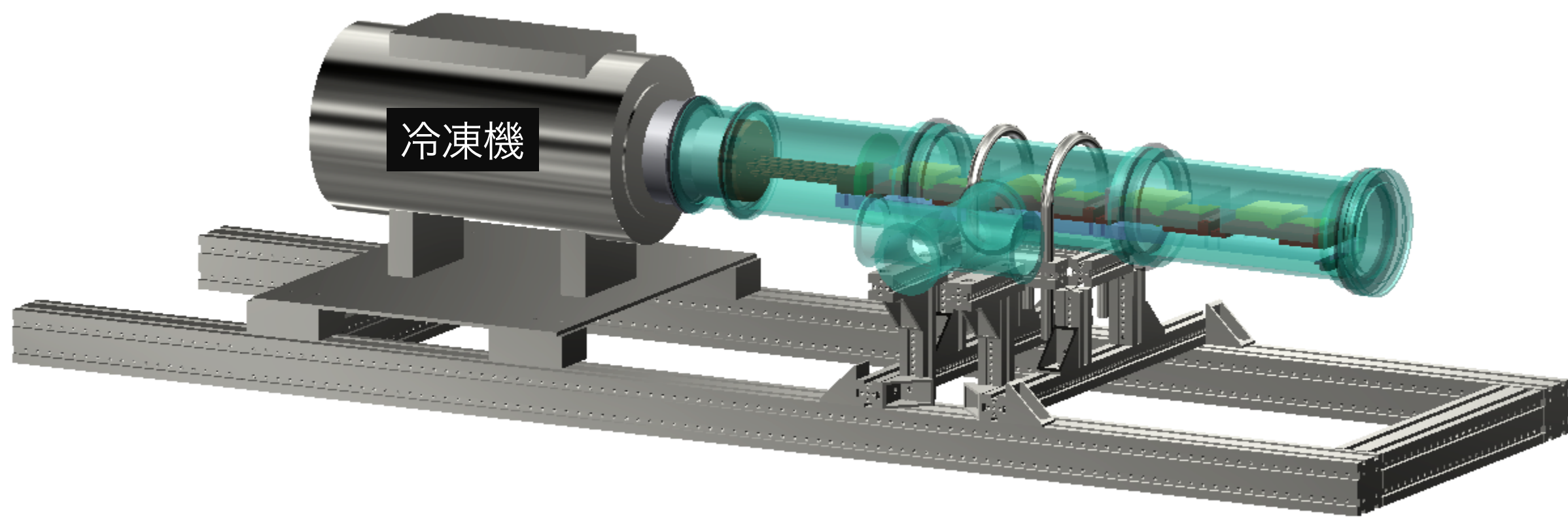
#### ■必要スペック

冷却温度	真空度	真空度保持期間
-50°C	1×10 <sup>-3</sup> Torr	3ヶ月

### 方法

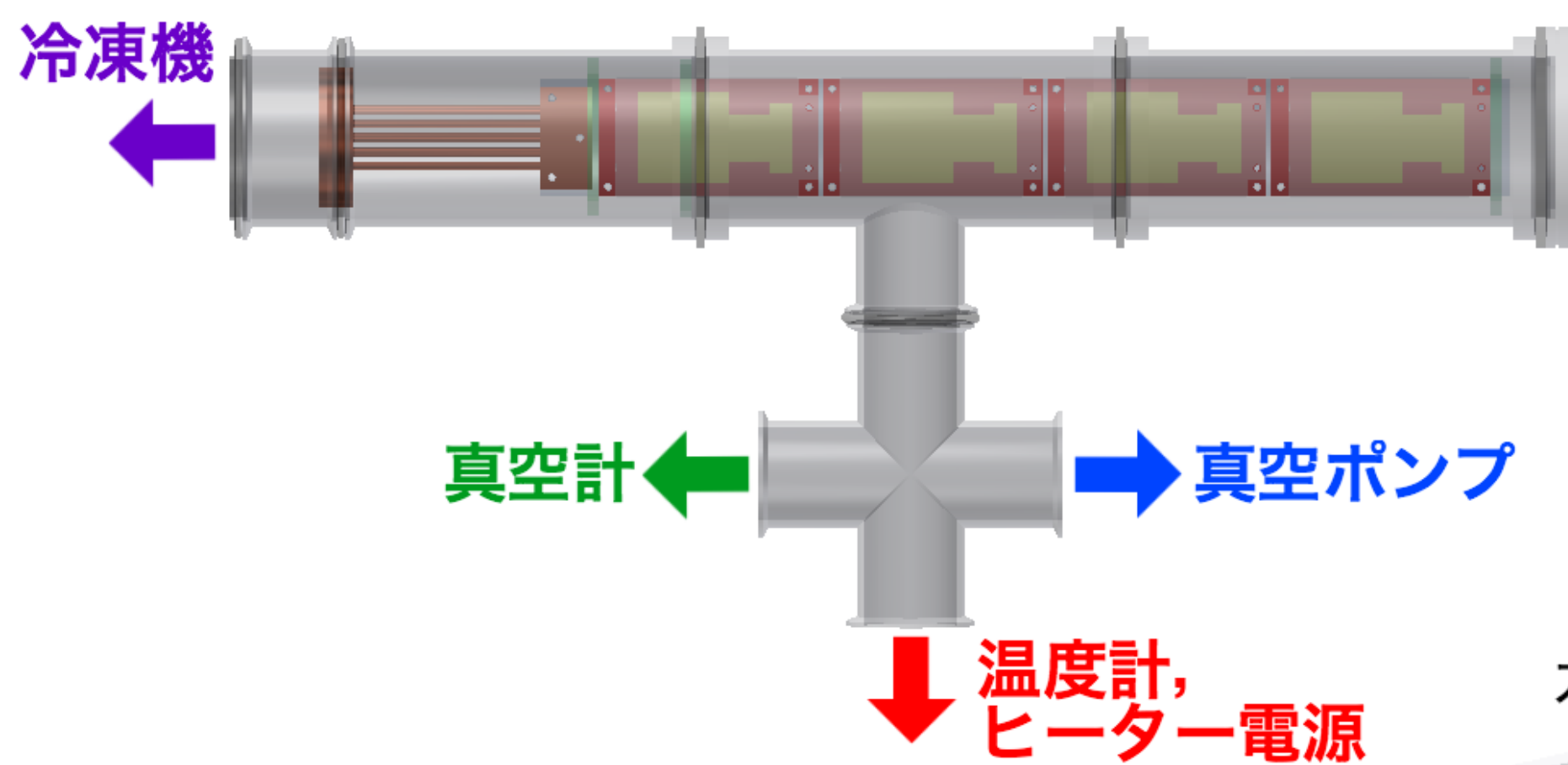
#### ■保管容器全体

- ISO-K/KF規格, 内径Φ70mmステンレス配管の内部に検出器4個をまとめて保管する
- 冷凍機はFPSCモジュールを使用し、配管に接続できている



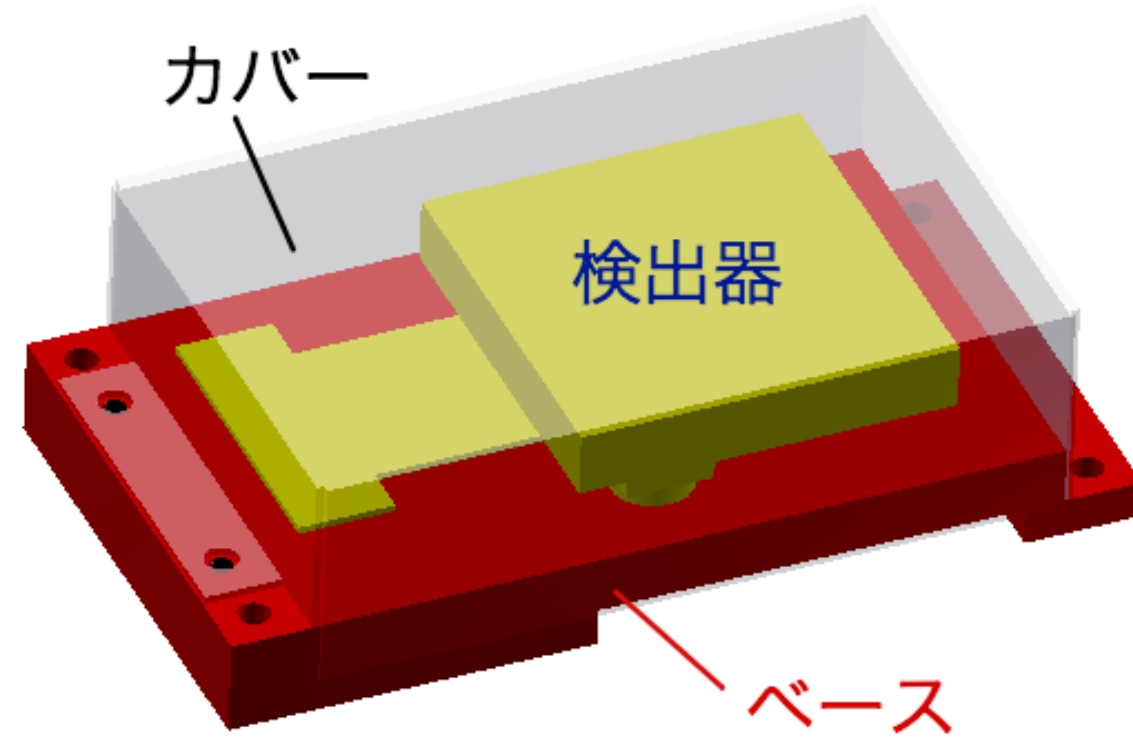
#### ■配管レイアウト

- 内部コンポーネントを入れるための配管(長さ~550mm)の片側に冷凍機を接続する
- 真空引きと真空計測、温度計と昇温ヒーターの配線用にΦ70mmのT字管中央部にクロス管を接続



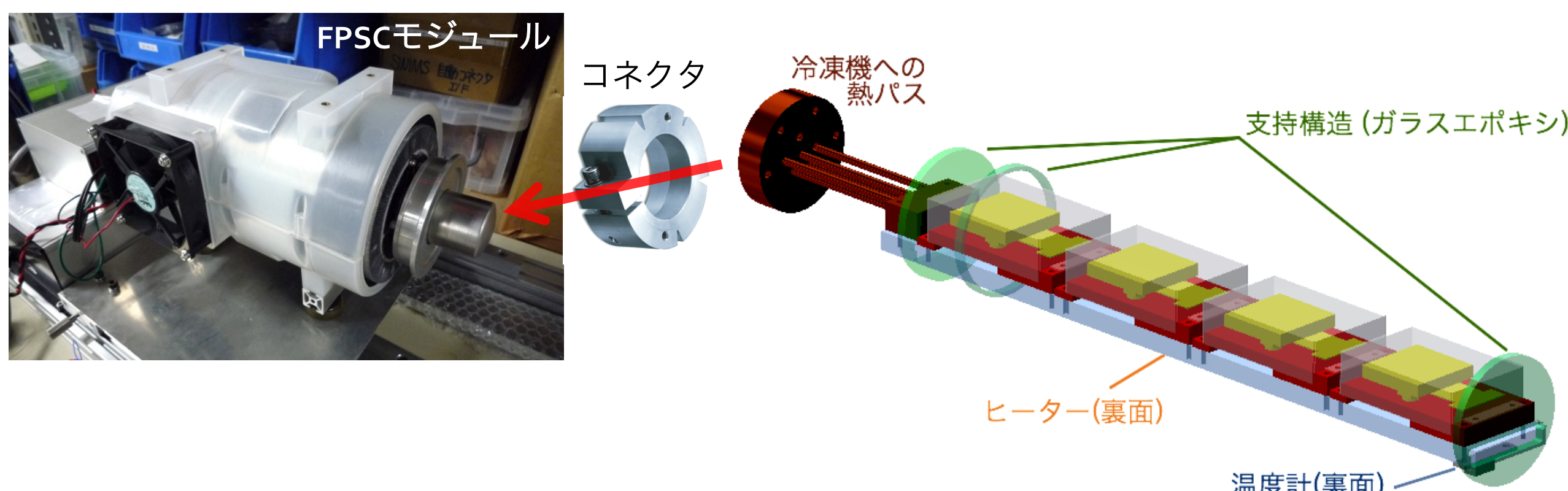
#### ■検出器の固定

- 右図のようなアルミ製のユニットに検出器を固定
- ベース部は冷却時の底面の熱伝導を確保し、カバーは物理的な接触から検出器を保護



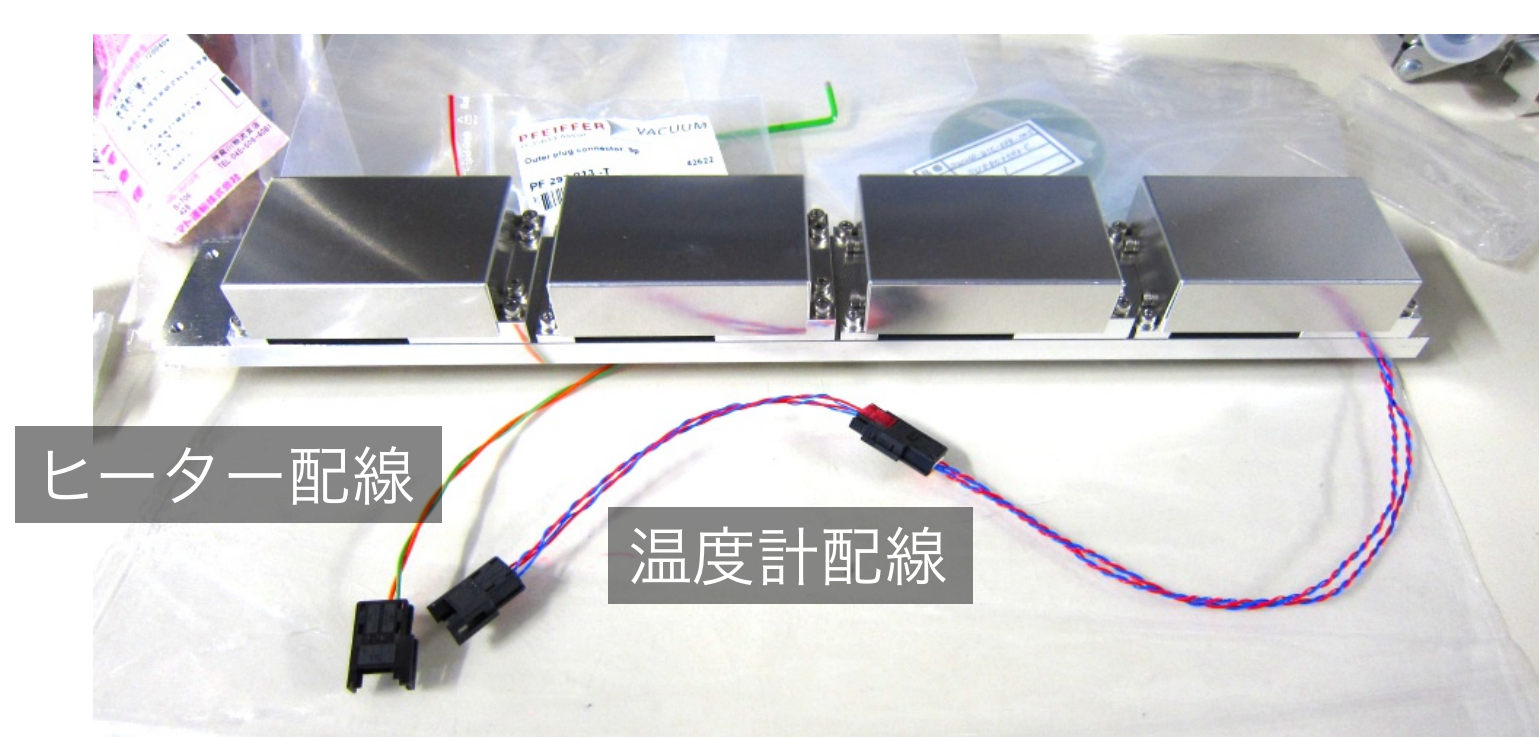
#### ■冷凍機への熱的接続

- 4つのユニットをアルミ製のボードに並べ、5本の銅ケーブルで冷凍機に熱接続する
- ケーブルは無酸素銅製の固定金具に高温のハンダで溶融(合金)させて接続されている
- 配管内部のコンポーネントは熱伝導率の小さいガラスエポキシ樹脂の板で支持する



#### ■温度計とヒーター

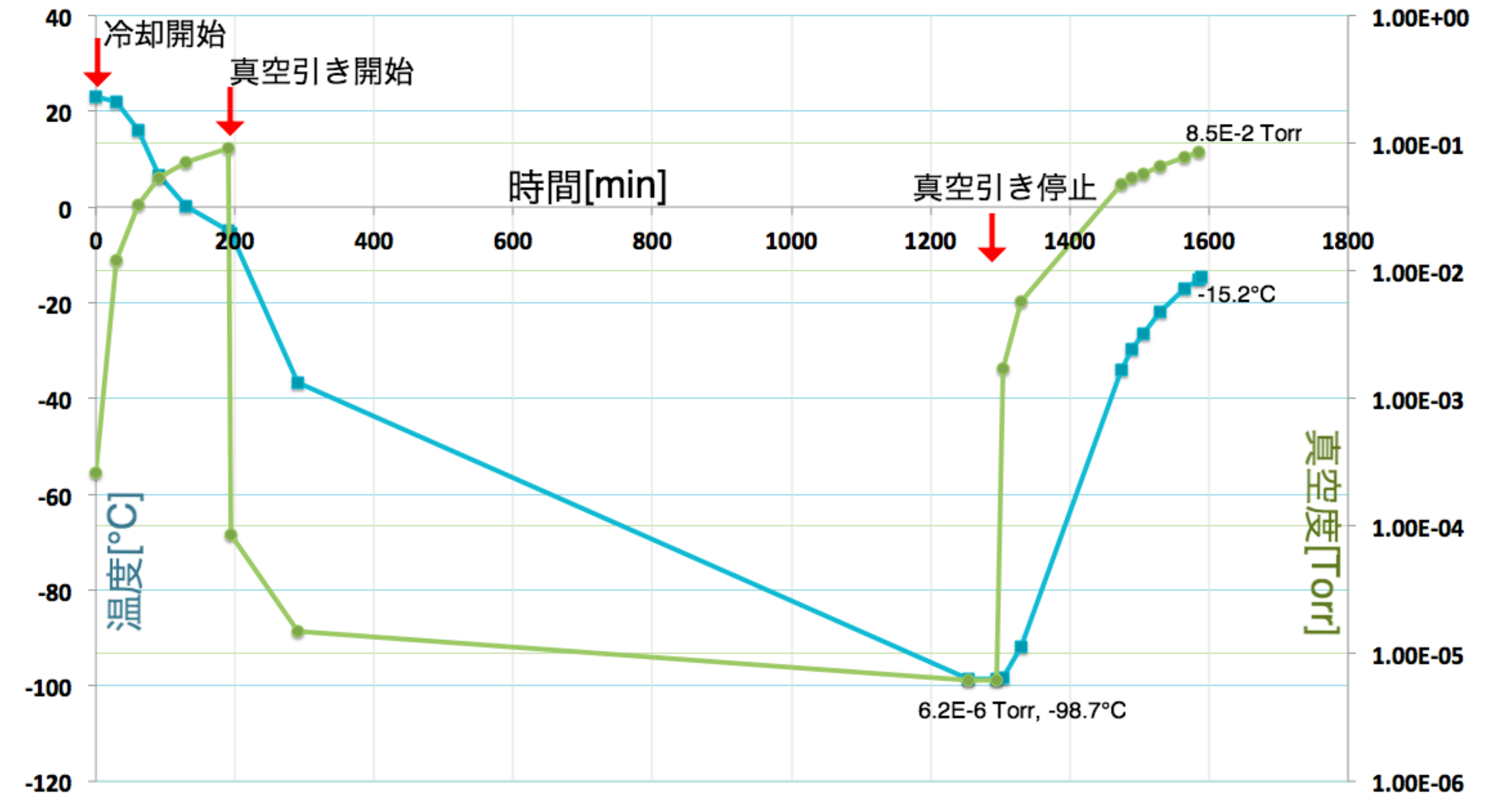
- 温度の計測はPt100Ω素子を使用、市販の温度計でデータを記録
- 昇温用のヒーターは1.5kΩの固定抵抗を使用
- 温度計素子とヒーターへの配線はフィードスルーを介して容器外から電気的に接続する



### 結果

#### ①真空冷却

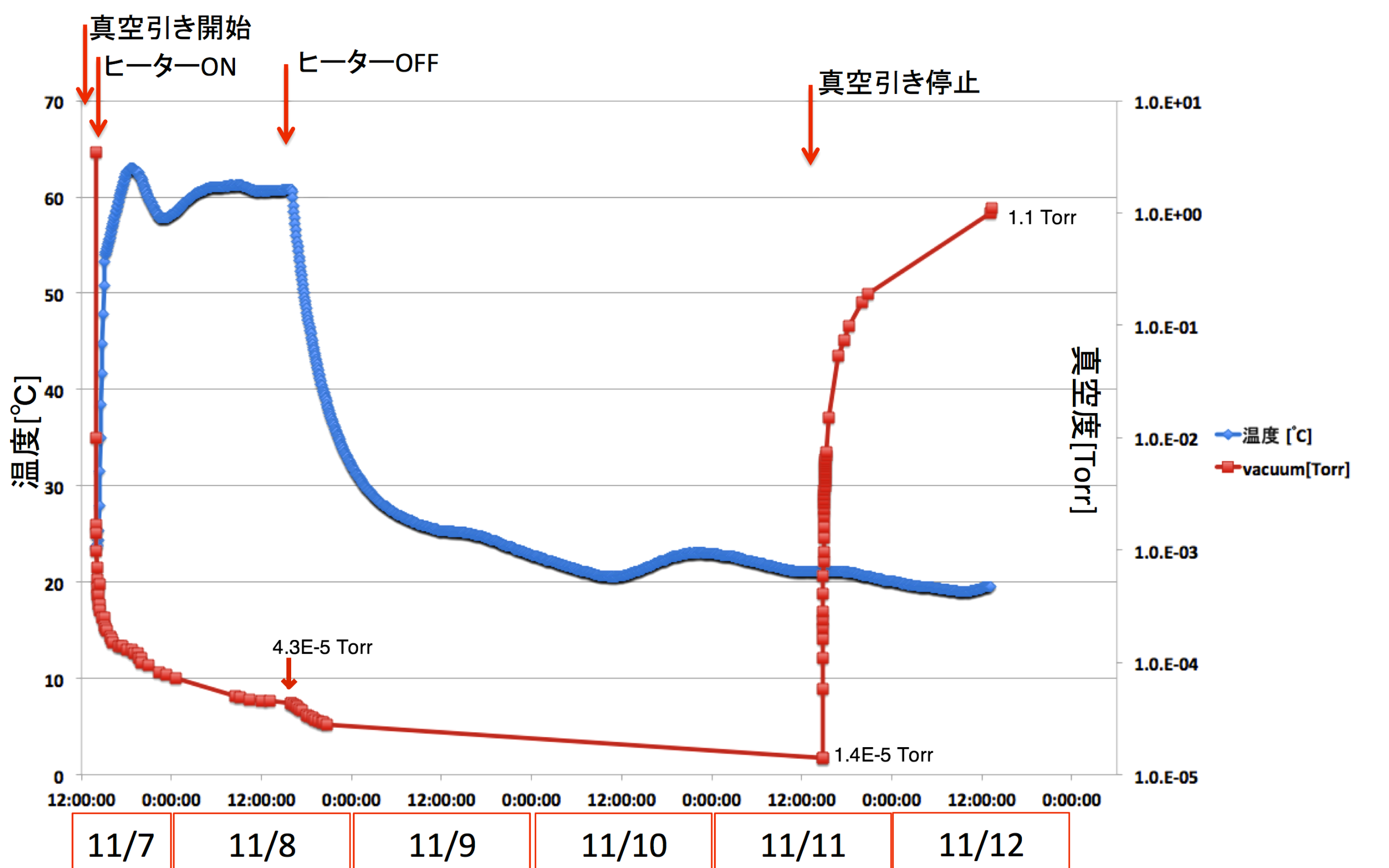
- 装置が組み上がったので、まずは検出器無しで真空冷却を実施し、性能を確かめた



→真空バルブを閉じると真空度が急激に悪化、-40°C以下での運用では少なくとも10<sup>-3</sup>Torr以下の真空度を長期間保持する必要があると考えられるため、不十分である

#### ②ベーキング 60°C

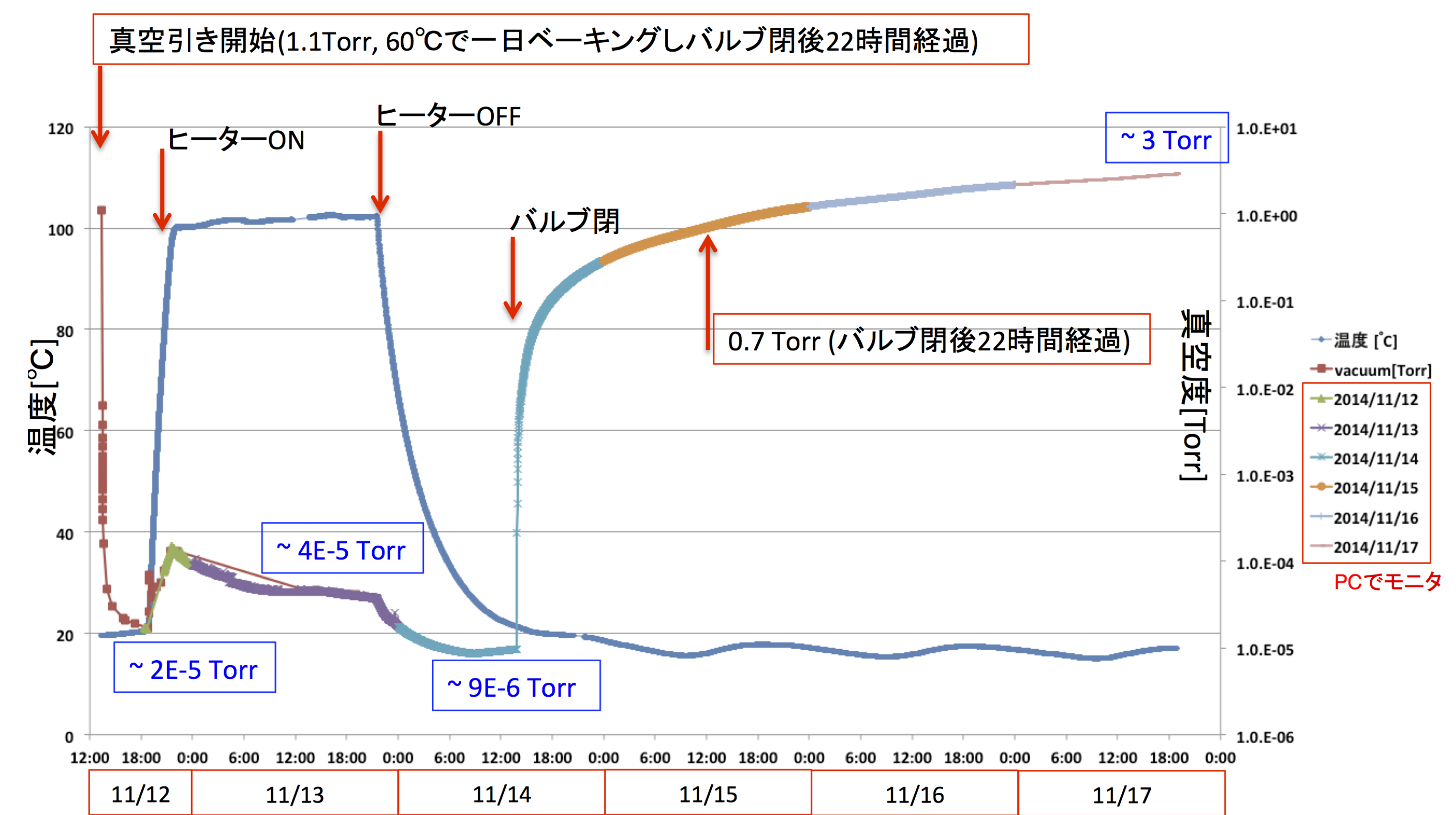
- 真空度悪化の原因をまずはアウトガスであると考え、昇温ヒーターにより内部コンポーネントを60°Cでベーキングした
- 真空引き停止後約1日(22時間)経過した時点の真空度：1.1 Torr
- 配管接合部にエタノールをかけても真空度に全く影響が無く、そこでのリークは無いと考えている



→真空引き停止後、再び真空度が急激に悪化、さらに高温でベーキングして変化を見る

#### ③ベーキング 100°C

- 加熱温度を100°Cに変更し一晩加熱、加熱後と真空引き停止後の真空度の変化を観察
- 真空引き停止後約1日(22時間)経過した時点の真空度：0.7 Torr



→60°Cの場合より若干改善(?)したがまだ不足、内部コンポーネントだけでなく配管のベーキングが必要か

### 結論および今後の作業

#### ■結論

- 冷却中に真空引きを停止すると必要温度-50°C以下に保てず、約5時間で-15°Cに上昇
- 真空引き停止後3ヶ月間、真空度を1×10<sup>-3</sup> Torrに保持する必要があるが、ベーキング後も常温であったとはいえ約1日で1 Torrに達してしまった

#### ■今後の作業

- 配管にヒーターを巻いてベーキングし、内部コンポーネントのみの場合と比較
- 再度真空冷却をし、要求を満たすかを検証
- 真空度の問題が解決した後は実際に検出器を入れて運転