

南極望遠鏡 検出器コントローラ冷却実験

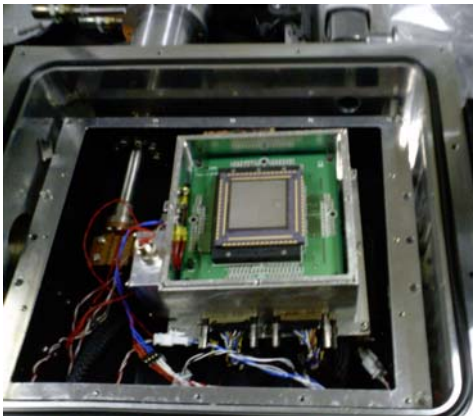
2007 / 01 / 18~26

目的

- ・ 南極の低温化で検出器コントローラが作動するか、画像を読み出せるかを調べる。
- ・ コントローラを発泡スチロールの箱で保護し、コントローラの電源による発熱とファンによる発熱により、 -80°C の環境下で箱の中が何度に保たれるかを調べる。

使用機器

- ・ 検出器コントローラ
- ・ 発泡スチロールの箱
- ・ Pt100J(温度測定のため)
- ・ KEYENCE NR(測定表示機器)
- ・ 冷凍庫



左：検出器を置くところ

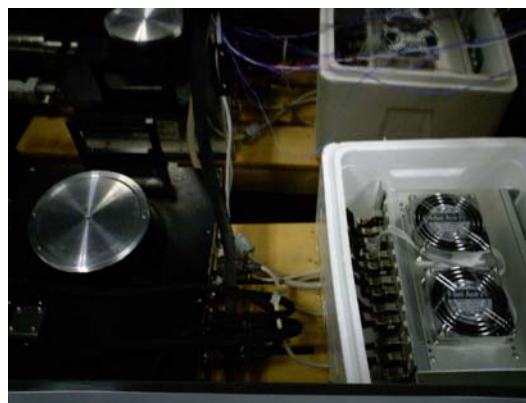


右：検出器コントローラ(ファンがついている)

～実験 1～ファンによる熱量を調べる

☆実験方法

- ・ 厚さ 2cm ほどの発泡スチロールの箱(八百屋さんなどでもらえる一般的なもの)に、検出器コントローラを入れる。
- ・ 電源などのコードを通せるように、箱の側面に窓を作る。
- ・ 検出器入れ(保護箱なし)と検出器コントローラ(発泡スチロールの箱に入っている)を冷凍庫に入れ、ファンを回して -80°C まで冷却、ファンの発生する熱量を調べる。
- ・ 温度が安定したらファンを止め、コントローラが -80°C になるまで冷やす。
- ・ -80°C 付近で安定したら、ファンを回し、極低温からでもファンが回るか、発生する熱量は同じかを調べる。



左：コードを通す窓(これに長方形の蓋がつく)

右：冷凍庫に入れた様子(発泡スチロールの箱は蓋をしめて冷却)

☆設定

KEYENCE：サンプリング周期 10 秒

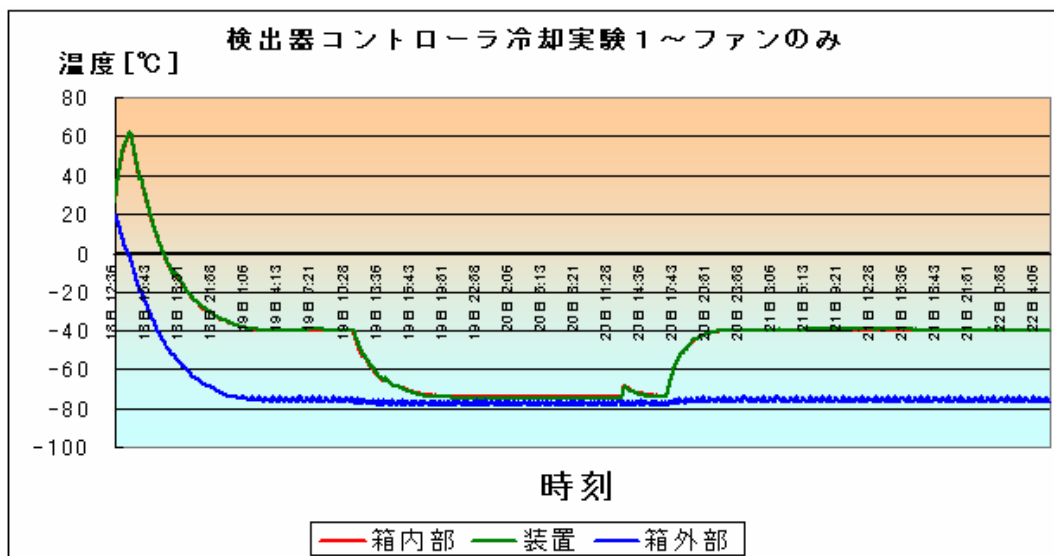
冷凍庫：室温 $\rightarrow -80^{\circ}\text{C} \rightarrow -80^{\circ}\text{C}$ を保つ (グラフの箱外部の温度を参照)

☆実験経過

日時	作業	ファン	備考
18 日 12:38	冷却開始	ON	コントローラ電源 ON
14:10	コントローラ電源 OFF	ON	発熱が大きかったため
18:23	画像取得可能	ON	一時電源 ON
19 日 11:14	ファン OFF	OFF	
20 日 12:36	ファン ON	ON	ファンを回すと変な音
12:52	ファン OFF	OFF	
16:56	ファン ON	ON	

☆実験結果

・温度変化



発泡スチロール箱内部と、内部の装置の温度はほぼ等しい。これらの温度は、

- 初め(18日 14:10 まで)は、コントローラの電源も ON のため温度が急上昇した。
- 電源 OFF 後は冷凍庫温度の低下とともに減少、ファンだけ回した状況では約 -40°C 。
- ファンを止めると冷凍庫温度と同じところ(約 -76°C)まで下がった。
- 約 -80°C でファンを再び回し始めると、しばらくファンが滑らかに回っていないであろう変な音がしたが、温度が上昇するとともに音がなくなり約 -40°C で安定した。



◎ファンは約 -80°C からでも作動できた。

◎発泡スチロールの箱の中はファンによる熱で $T = -40 - (-76) = 36^{\circ}\text{C}$ 環境より高く保たれた。

◎発泡スチロールの熱伝導率を $\kappa = 0.025$ (実験 2 参照) だとし、熱の移動は伝導によるものだけと考えると(実際は隙間が多いので対流の効果も大きいかもしれない)、

発泡スチロールの大きさ : $0.40\text{m} \times 0.315\text{m} \times 0.23\text{m}$

S (発泡スチロールの箱の表面積) = $0.5809 \text{ [m}^2\text{]}$

d (発泡スチロールの箱の厚さ) = 0.025 [m]

W (ファンの発熱量) = $\kappa \times S \times T \div d \doteq 21 \text{ [W]}$

～実験2～低温下の画像取得、コントローラ電源とファンで保たれる温度を調べる

☆実験方法

- ・ 実験1に引き続き実験する。
- ・ 低温下ファンだけ回し温度を安定させた状況で、コントローラの電源を入れる。その際画像取得可能か調べる。
- ・ 約-80℃の環境下、コントローラの電源とファンの発熱で箱の中が何度に保たれるか調べる。

☆設定

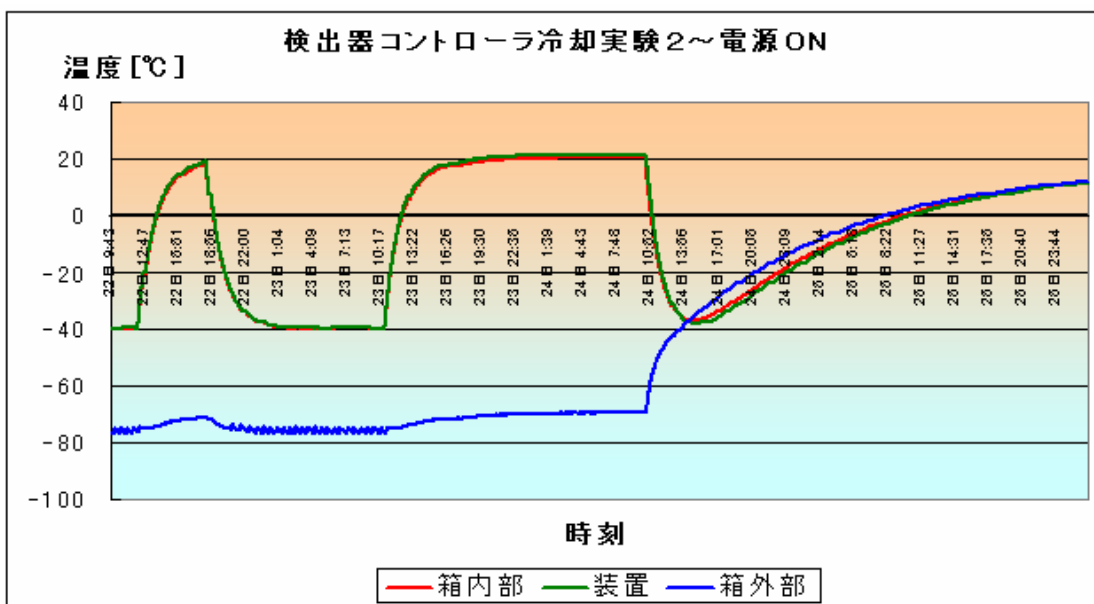
検出器コントローラの電源

-16V×0.604A 17V×1.203A 8V×0.07A 8V×0A 5.8V×0.757A

☆実験経過

日時	作業	電源	備考
22日 12:10	コントローラ電源 ON	ON	画像取得可能
18:20	電源 OFF(ファンは ON)	OFF	帰宅のため電源 OFF
23日 10:30	電源 ON	ON	
24日 10:17	電源、ファン、冷却 OFF	OFF	画像取得可能

☆実験結果



箱内部と装置の温度は、

- ファンだけ回していると、約 -40°C で保たれた。
- コントローラの電源も入れると、約 20°C で保たれた。



◎約 20°C でも約 -40°C の低温下でも画像取得は可能だった。

◎電源の総消費熱量は、

$$16 \times 0.604 + 17 \times 1.203 + 8 \times 0.07 + 8 \times 0 + 5.8 \times 0.757 = 35.0656 \text{ [W]}$$

(重油約 25kg/年)

◎ $W=35.0656$ 、 $T=21 - (-40)=61$ 、 $S=0.5809$ 、 $d=0.025$

として熱伝導率 κ を逆算すると、 $\kappa \doteq 0.025 \text{ [W/(m} \cdot \text{K)]}$

→実験 1 よりファンの熱量 $\doteq 21\text{W}$

⇒電源とファンの総熱量 $\doteq 56\text{W}$ (重油約 40kg/年)