

# 京大岡山3.8メートル新技術望遠鏡用 多点温度計の開発

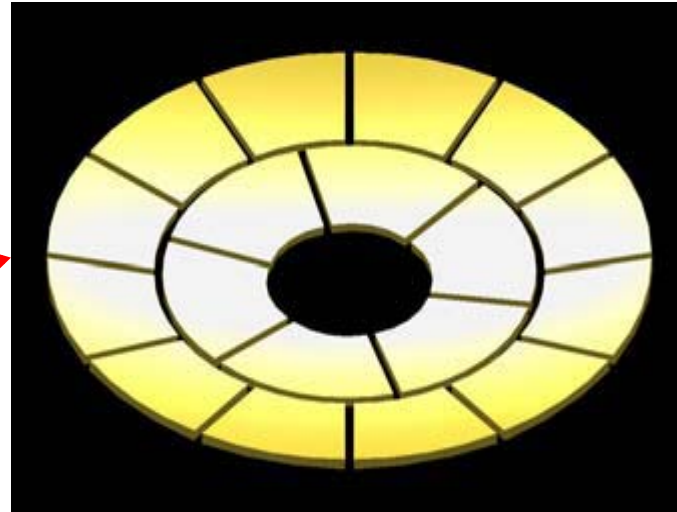
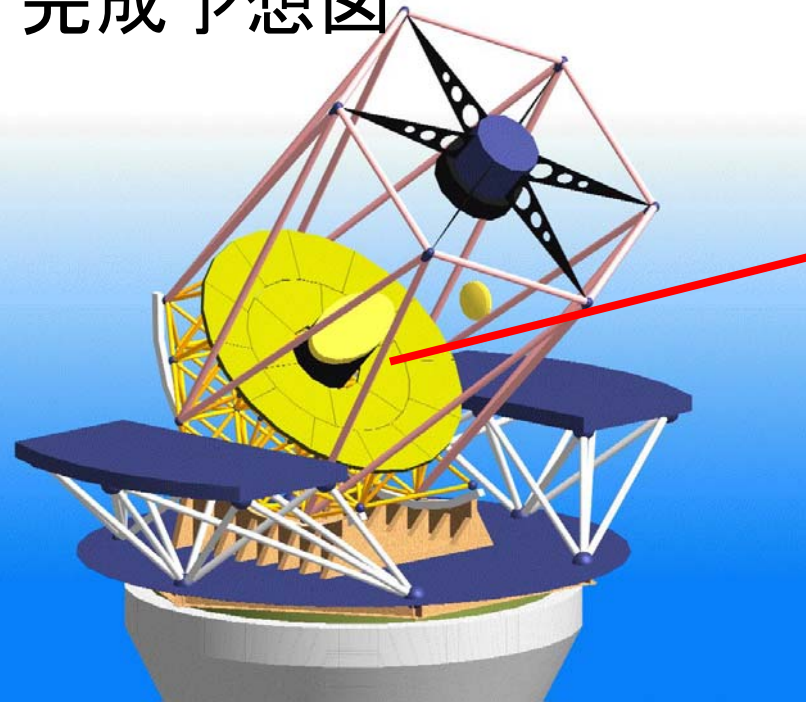
京都大学理学研究科宇宙物理学教室

M1

出口和弘

# 新望遠鏡の主鏡

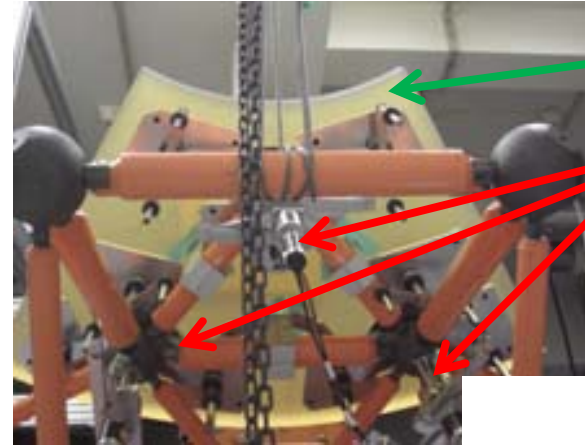
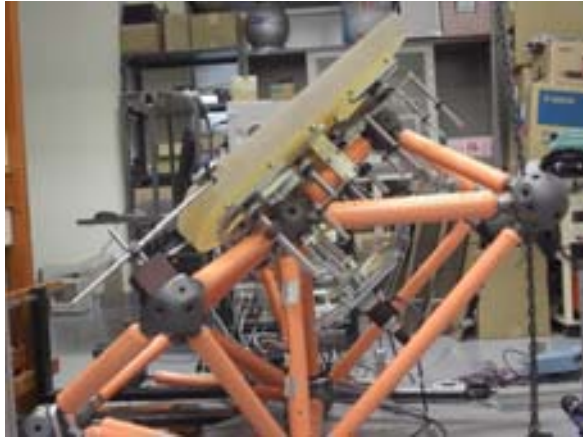
完成予想図



主鏡に18枚の扇型セグメント  
からなる分割鏡を採用

分割鏡が機能するにはセグメント間の段差を観測波長の  
1/10程度に抑える必要がある

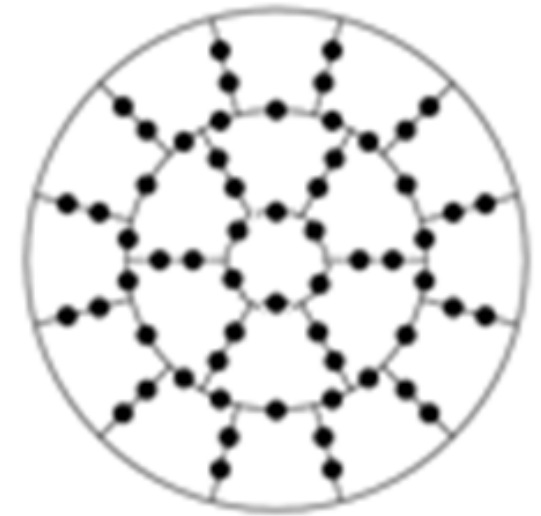
# セグメントの段差制御方法



セグメント

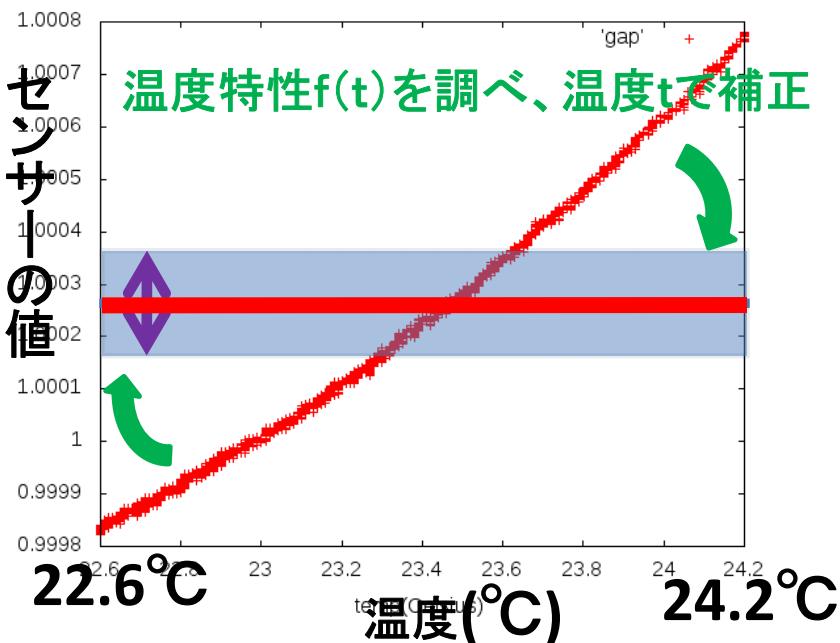
アクチュエータ

- セグメント背面3点にとりつけたアクチュエータを動かし、隣接するセグメントとの段差をなくす。
- セグメント間の段差はエッジセンサーにより読み取る。



セグメントと  
エッジセンサー位置  
(黒点)

# エッジセンサーの温度特性

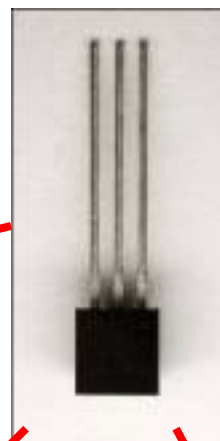


測定距離固定で温度変化させた  
場合のエッジセンサーの値

- ・距離が変化しなくても温度が変化すればセンサーの値は変わってしまう。
- ・温度変化を考えると、制御に要求される精度は達成できない。
- ・温度特性を各センサーの温度情報からセンサーの値を補正することで解決を目指す。

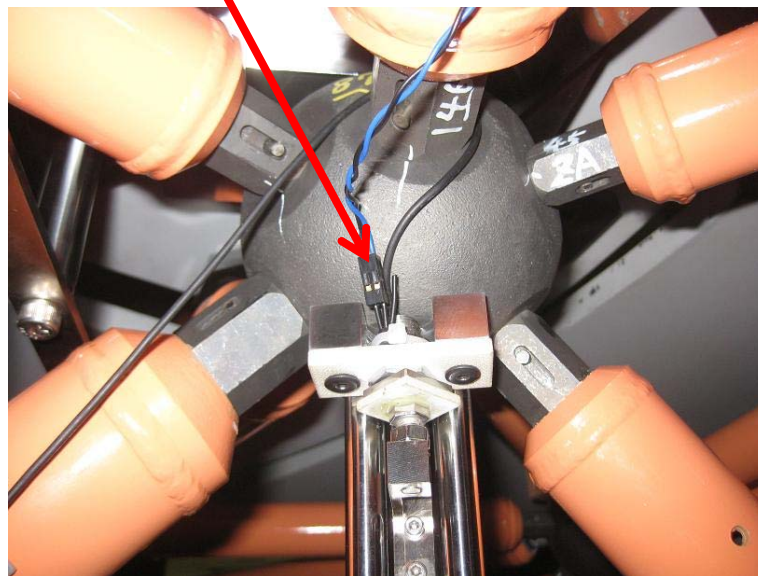
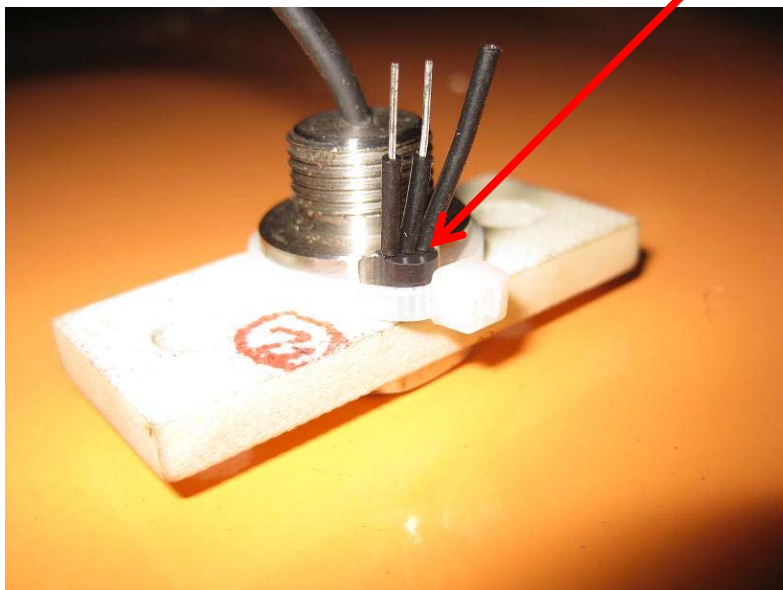
温度補正を行うためにすべてのセンサー(60個)と  
アクチュエータ(54個)に温度計をとりつける  
114カ所以上の温度を計る多点温度計を作成

# 使用した温度計



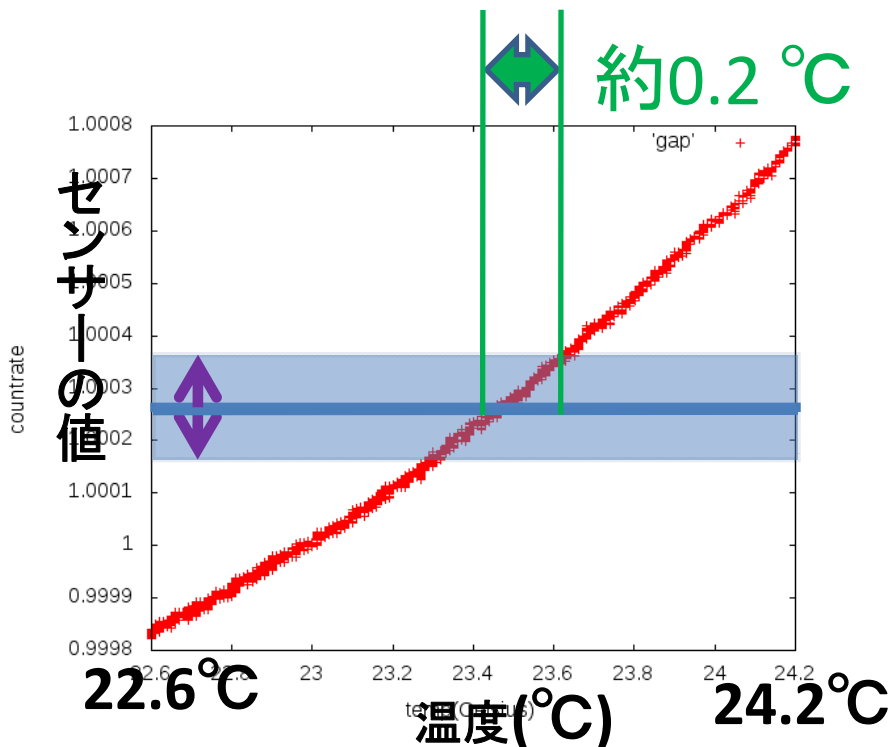
PCで制御できる分解能  
1/16°Cのデジタル温度計

信号線が電源線を兼ねる  
ので線二本で通信可能



# 温度計のキャリブレーション1

- 全ての温度計に対し精度 $0.1^{\circ}\text{C}$ を目標として個別にキャリブレーションを行った



測定距離固定で温度変化させた  
場合のエッジセンサーの値

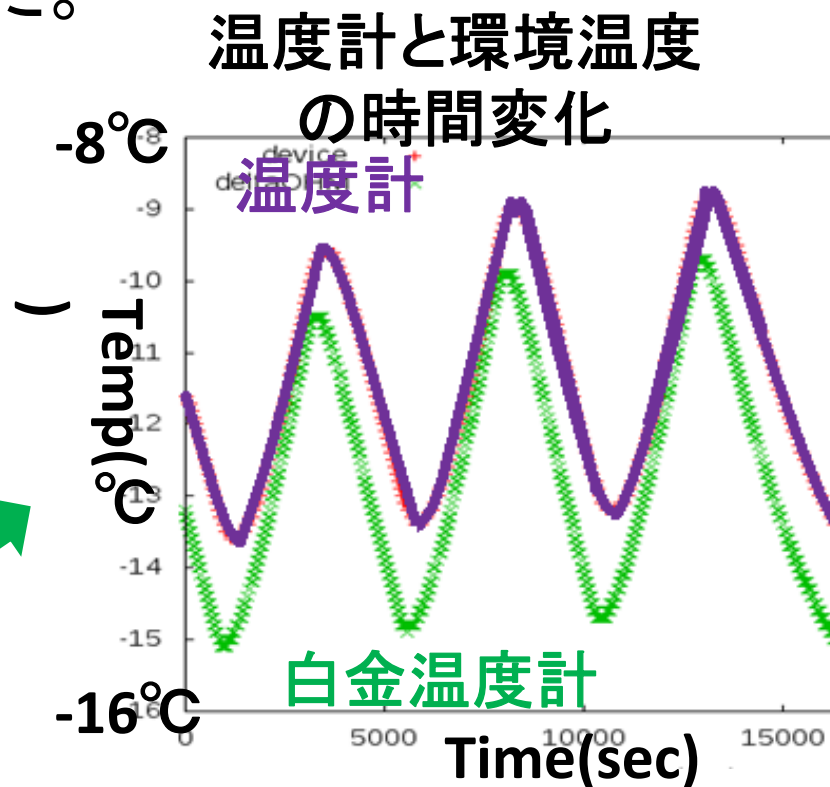
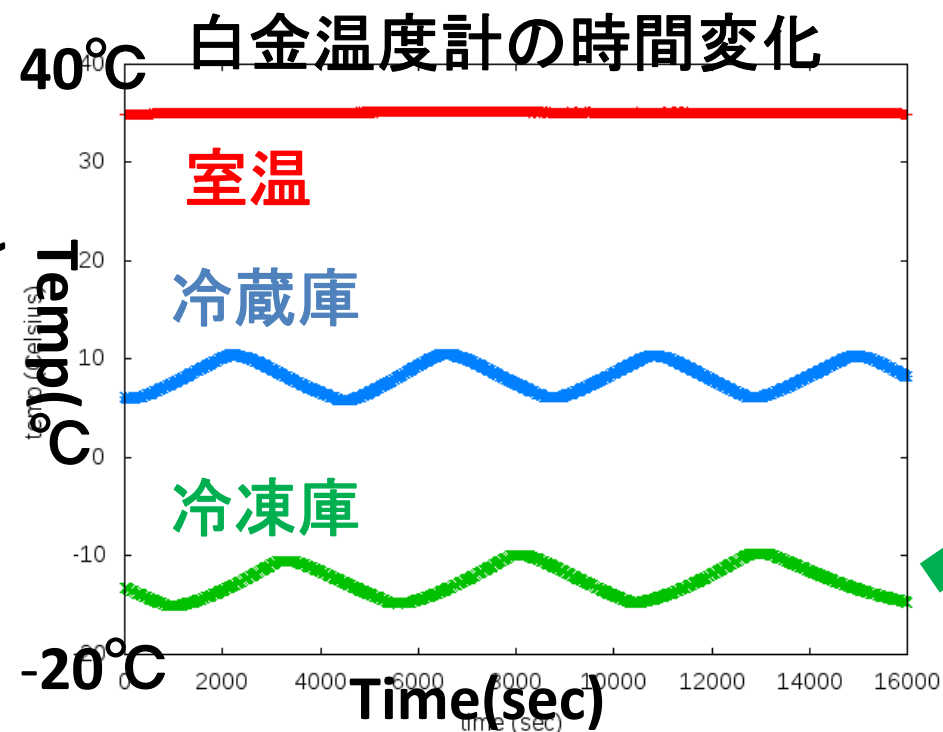


キャリブレーションに用いた  
白金抵抗温度計

精度 $0.1^{\circ}\text{C}$ を目標にキャリブレーション

# 温度計のキャリブレーション2

- 室内、冷蔵庫内、冷凍庫内の各環境でキャリブレーションを行った。



室温に比べ冷蔵庫と冷凍庫では  
温度変化が激しく

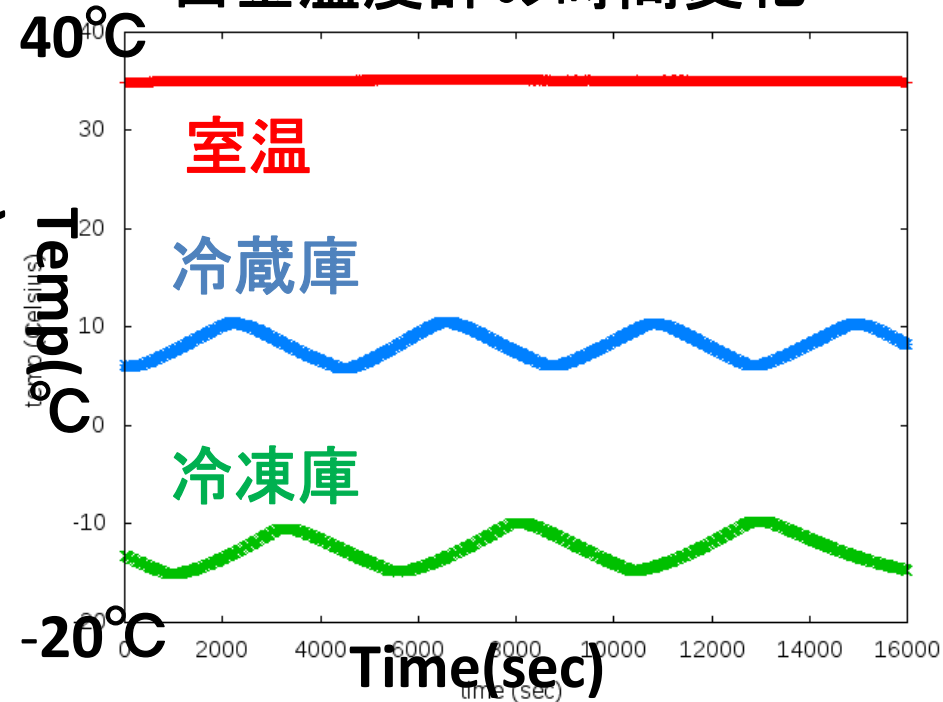
キャリブレーションに適さなかった

環境温度と温度計の間に  
タイムラグがある

# 温度計のキャリブレーション2

- 温度計を室内、冷蔵庫内、冷凍庫内の各環境でキャリブレーションを行った。

## 白金温度計の時間変化



温度安定のため熱容量の大きい物体で覆う、氷水で0°C付近で安定させるなど工夫を施した

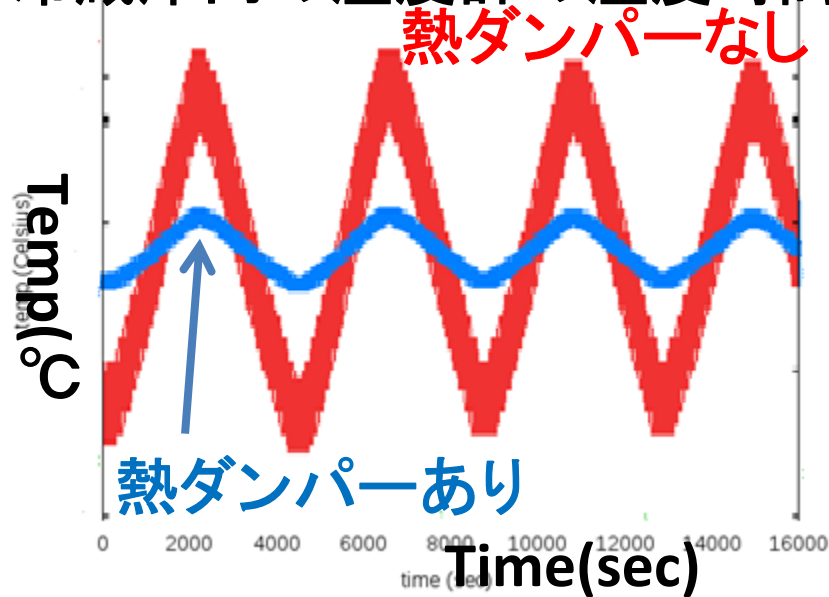
室温に比べ冷蔵庫と冷凍庫では温度変化が激しく  
キャリブレーションに適さなかった



# 温度計のキャリブレーション2

- 温度計を室内、冷蔵庫内、冷凍庫内の各環境でキャリブレーションを行った。

冷蔵庫内の温度計の温度時間変化



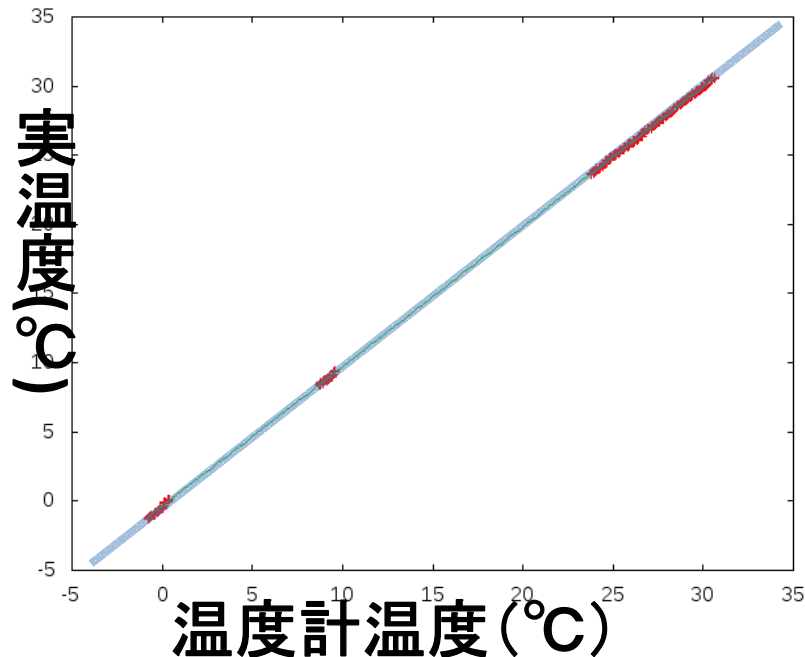
熱ダンパーなしの場合  
温度変動幅 $5.0^{\circ}\text{C}$

熱ダンパーありの場合  
温度変動幅 $0.3^{\circ}\text{C}$

# キャリブレーション結果

- 個別に得たデータでフィッティング

キャリブレーションデータ点  
とその近似曲線の一例



14個の温度計でデータを取り、それぞれフィッティングして温度の補正関数を求めた

- 個別キャリブレーション結果  
得られたデータ点の範囲内では14個中12個の温度計で精度 $0.2^{\circ}\text{C}$ となった  
最も誤差の大きい温度計では精度 $0.3^{\circ}\text{C}$ となった

- 課題  
 $0^{\circ}\text{C}$ 未満(冷凍庫)のデータがない

# まとめ・今後の課題

- 分割鏡ではセグメント間の段差をなくすことが重要だが、段差を計るセンサーには温度特性がある。センサーの温度特性を補正するために多点温度計を制作することにした。
- 室温・氷水以外の環境では温度を安定させることができなかったため、熱ダンパーや氷水などの工夫をした。
- キャリブレーションを行い、12個の温度計で誤差 $0.2^{\circ}\text{C}$ 以内となった。

課題：氷点下の温度データを加えてキャリブレーションを行う  
残る100個の温度計のキャリブレーション  
センサーに取り付け温度補正ができたことを確認する