

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

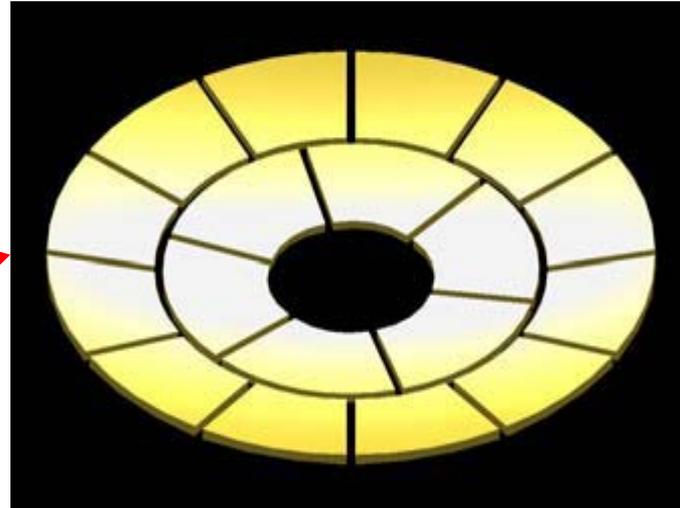
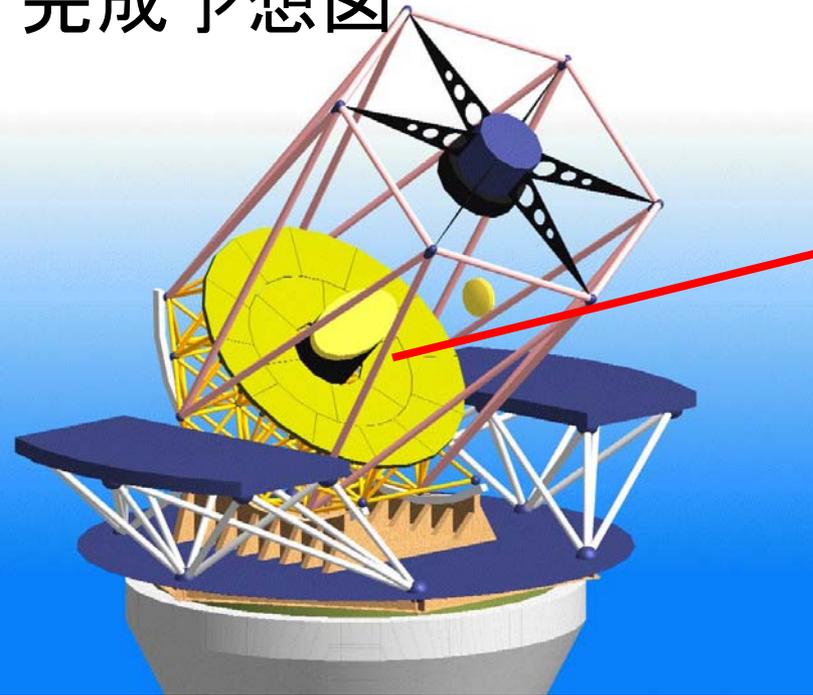
京都大学理学研究科宇宙物理学教室

M1

出口和弘

新望遠鏡の主鏡

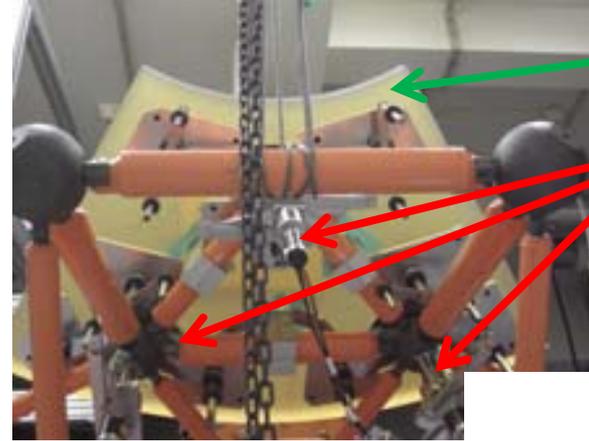
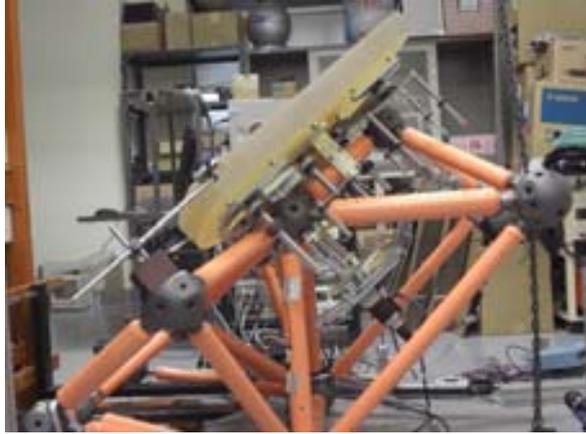
完成予想図



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

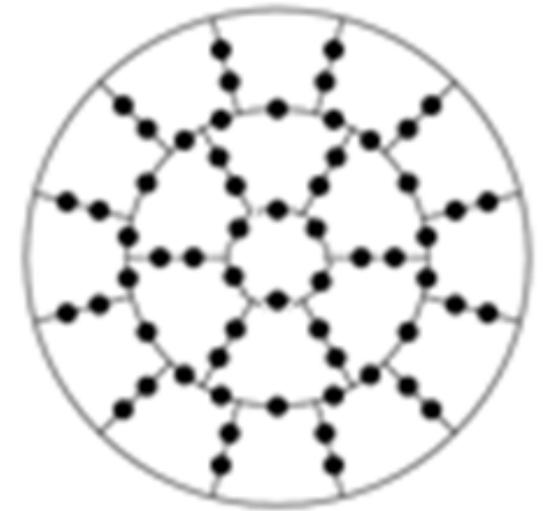
セグメントの段差制御方法



セグメント

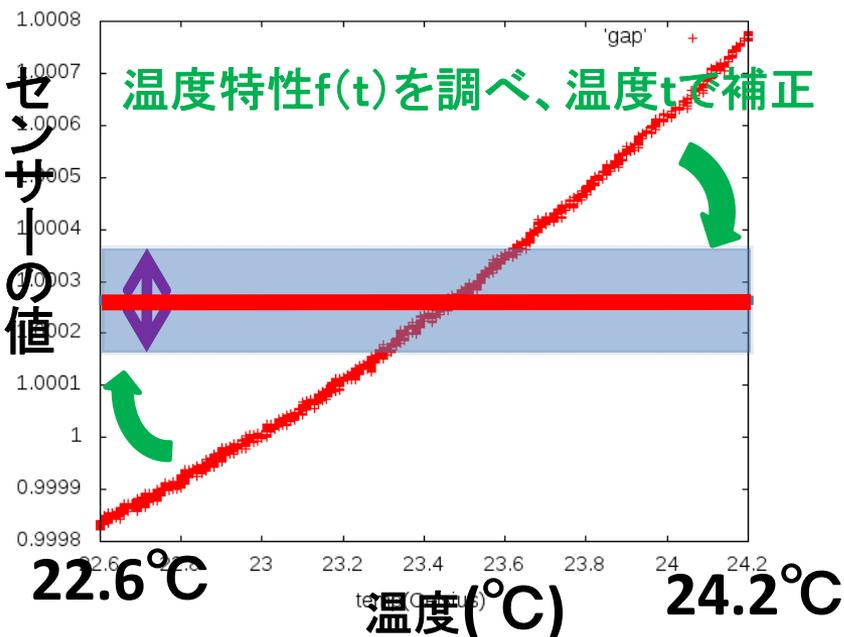
アクチュエータ

- 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

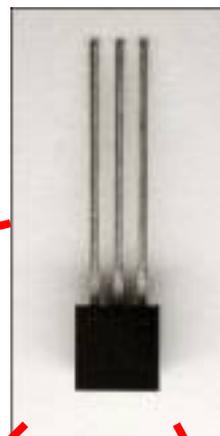


測定距離固定で温度変化させた
場合のエッジセンサーの値

- ・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。

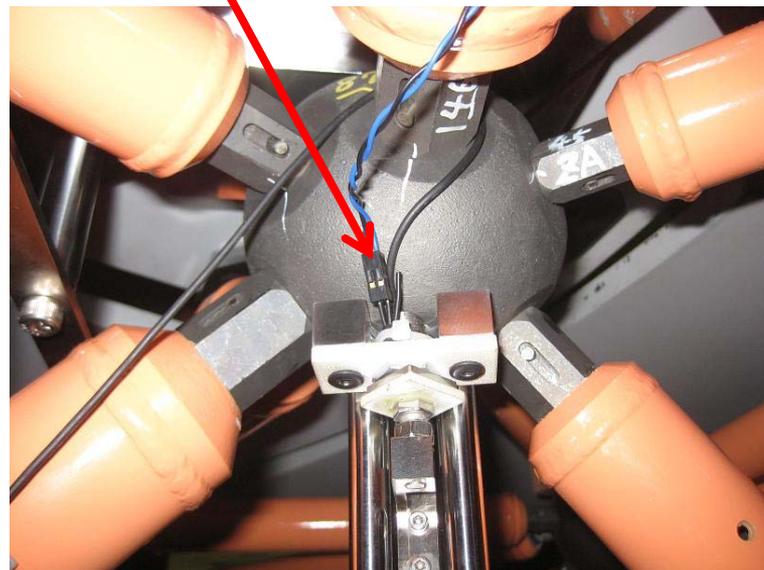
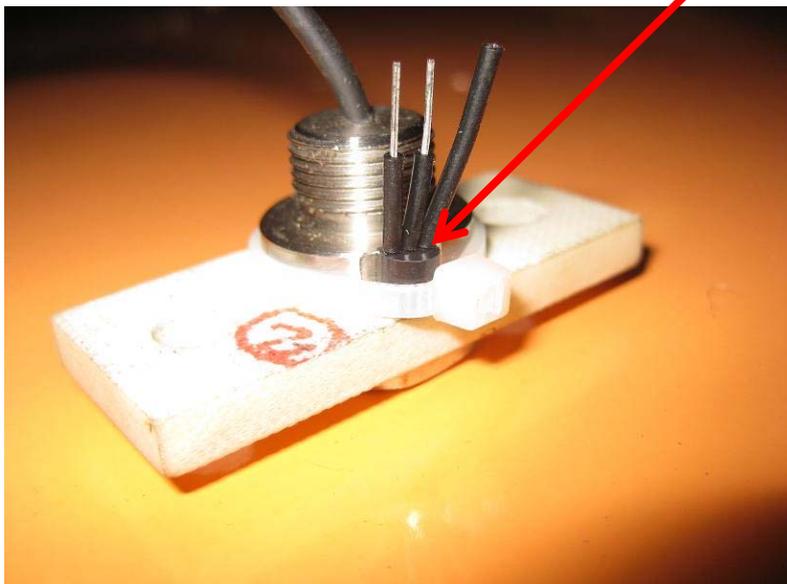
温度補正を行うためにすべてのセンサー(60個)と
アクチュエータ(54個)に温度計をとりつける
114カ所以上の温度を計る多点温度計を作成

使用した温度計



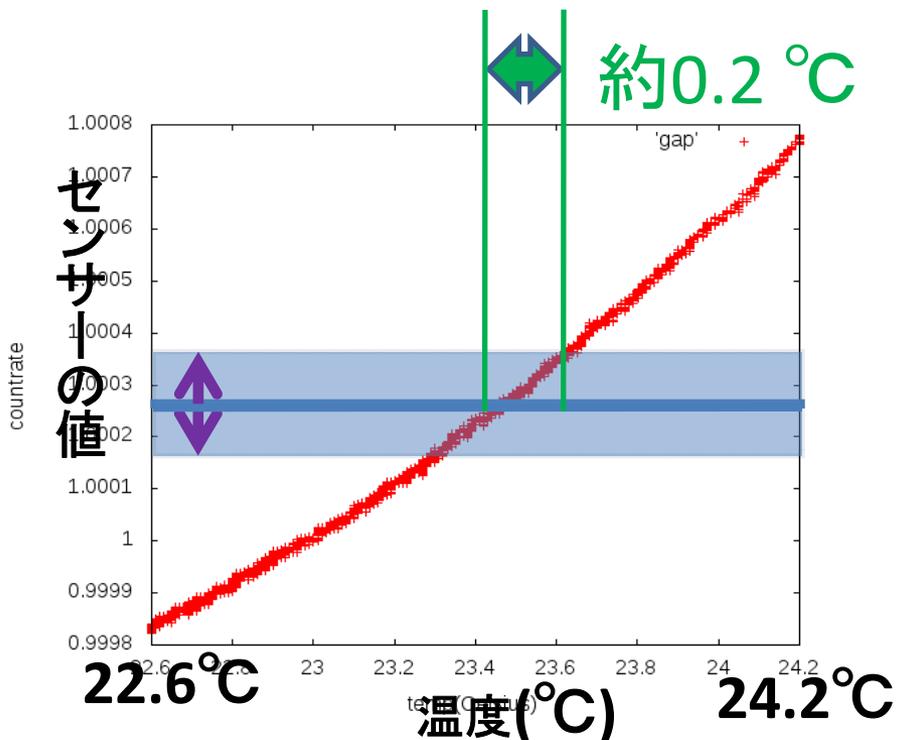
PCで制御できる分解能
1/16°Cのデジタル温度計

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°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

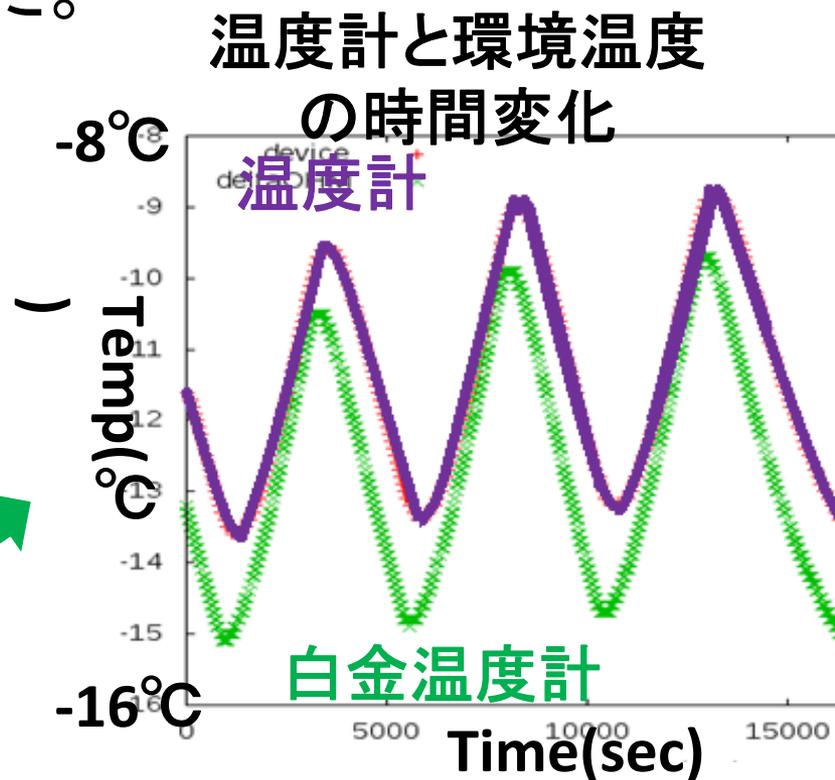
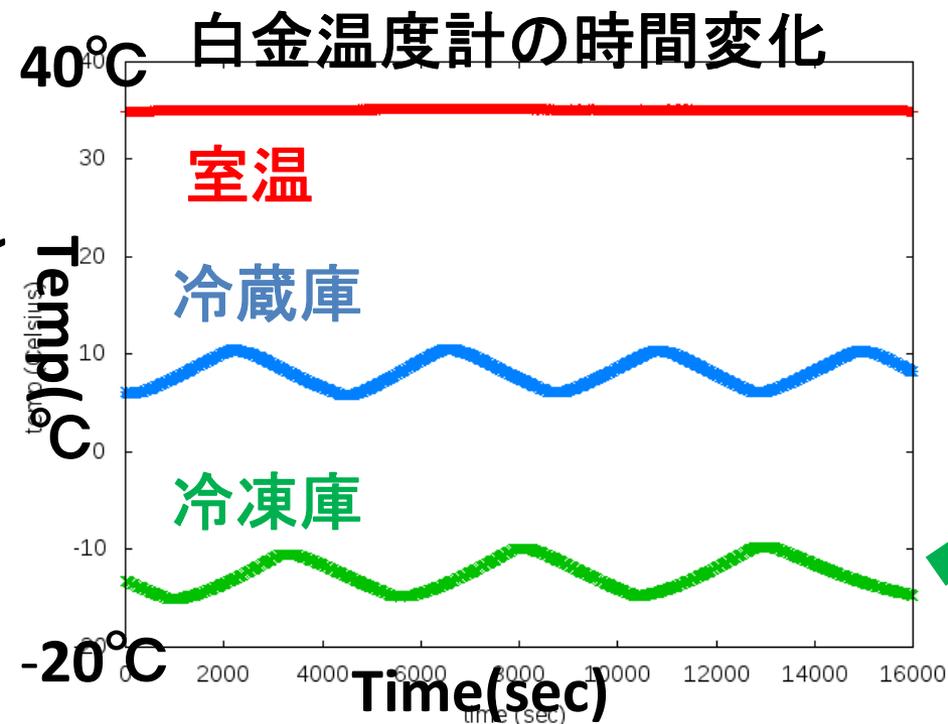


キャリブレーションに用いた
白金抵抗温度計

精度 0.1°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

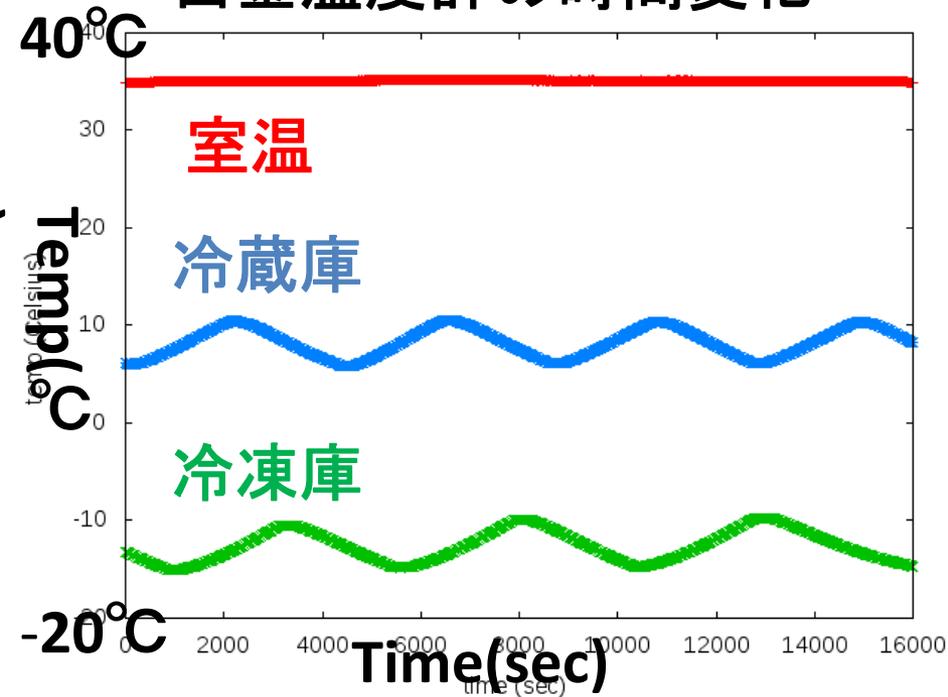
キャリブレーションに適さなかった

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



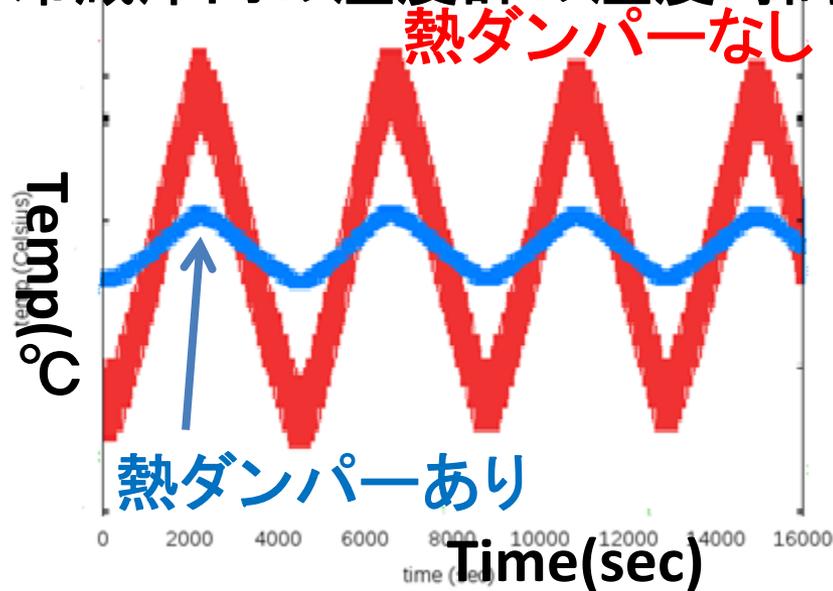
温度安定のため熱容量の大きい物体で覆う、氷水で0°C付近で安定させるなど工夫を施した

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



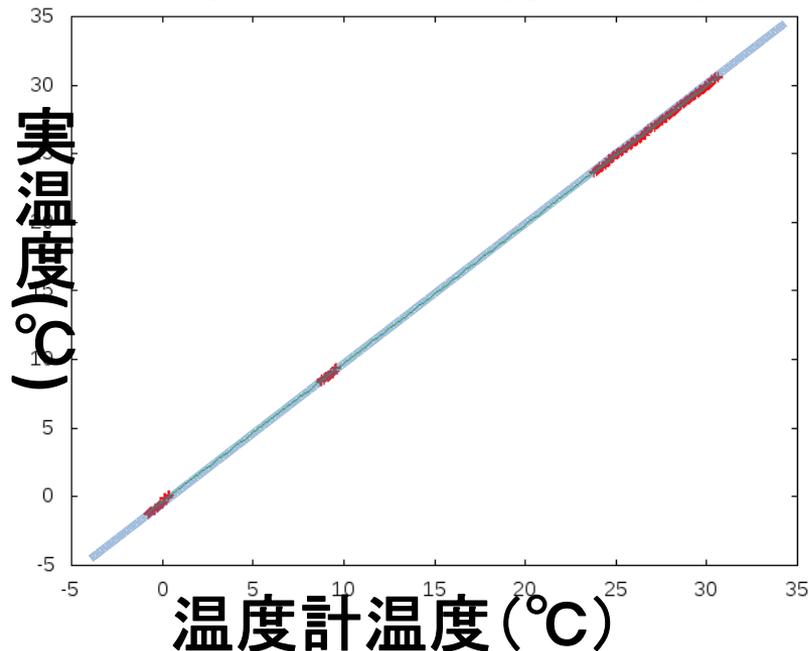
熱ダンパーなしの場合
温度変動幅5.0°C

熱ダンパーありの場合
温度変動幅0.3°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°C となった
最も誤差の大きい温度計では精度 0.3°C となった

- 課題
 0°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°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