

京大岡山3.8 m望遠鏡計画 分割鏡エッジセンサの開発

京都大学 理学研究科 修士1回生

河端 洋人

2013年度 岡山UM

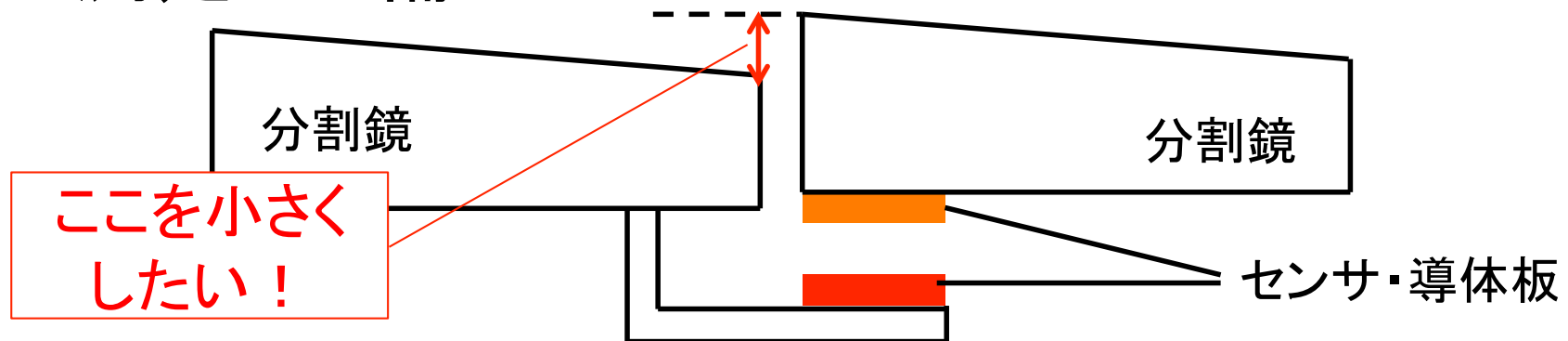
分割鏡制御

主鏡には分割鏡を使用

・・・18枚の扇形セグメント

熱膨張や振動、仰角に応じた支持部の歪みにより、焦点がずれる

→分割鏡の境界にセンサを取り付け、ずれを測定して補正



センサの仕組み

- LC回路に電流を流し、発振周波数を測定
- 発振周波数 f は、平面コイルを含むセンサ面と導体板の間の距離 d に依存 ($L = L(d)$)

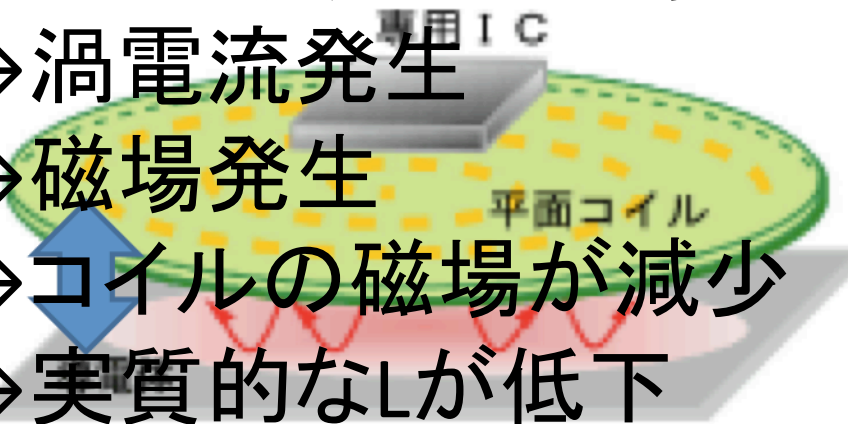
DS2001センサ(日本システム開発)
コイルを貫く磁束が変化

→ 渦電流発生

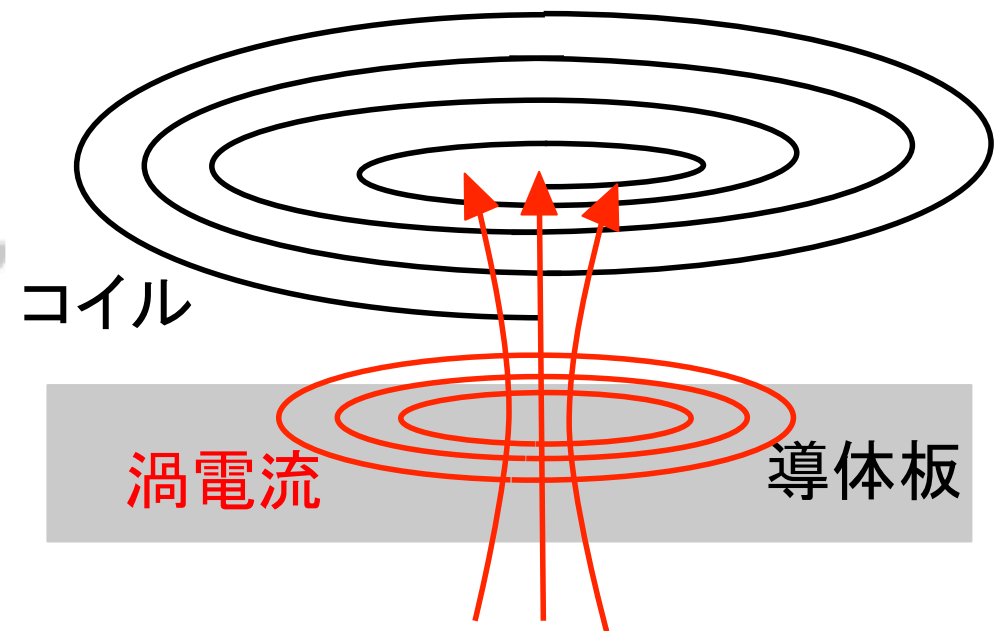
→ 磁場発生

→ コイルの磁場が減少

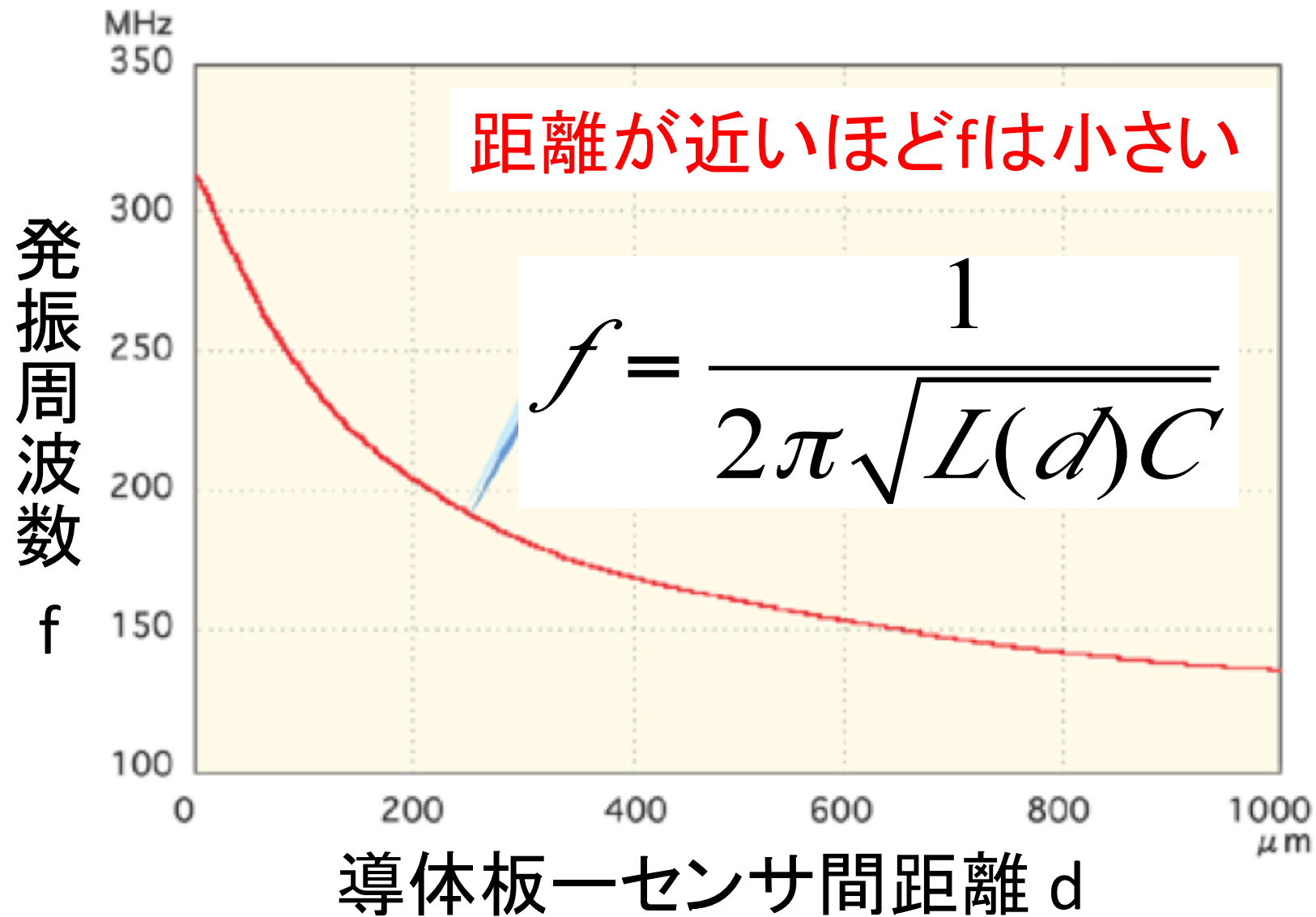
→ 実質的なLが低下



動作原理



センサの仕組み

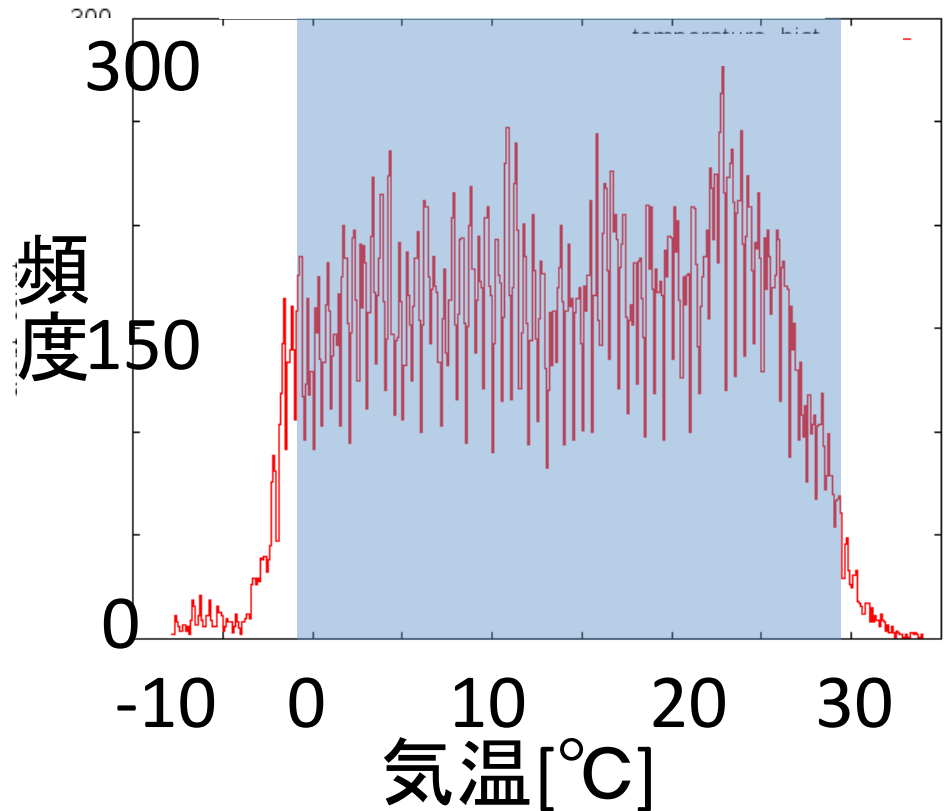


センサの環境依存性

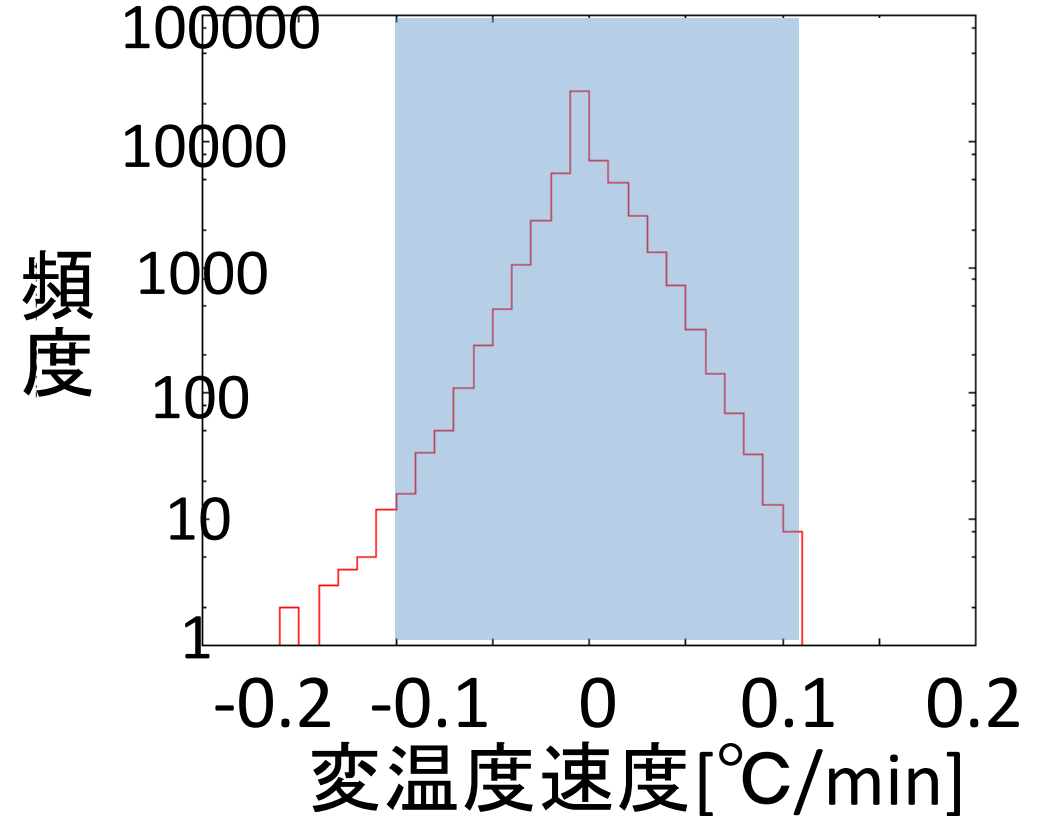
- センサのふるまいには温度や湿度による特性がある
←環境の変化によってコイルや導体板、空気の性質が変化
- 岡山観測所の環境下で安定性 50nm/10h を要求

岡山観測所の気温環境

気温ヒストグラム



変温速度[°C/min]ヒストグラム



岡山天体観測所の1年間の気候データを解析

変温幅0°C~30°C 最大変温速度1°C/10min

昨年度までの研究

方法

センサ面・導体板間の距離を低熱膨張ガラスで固定し、計測距離一定で温度を変化させ、センサの発振数変化を測定

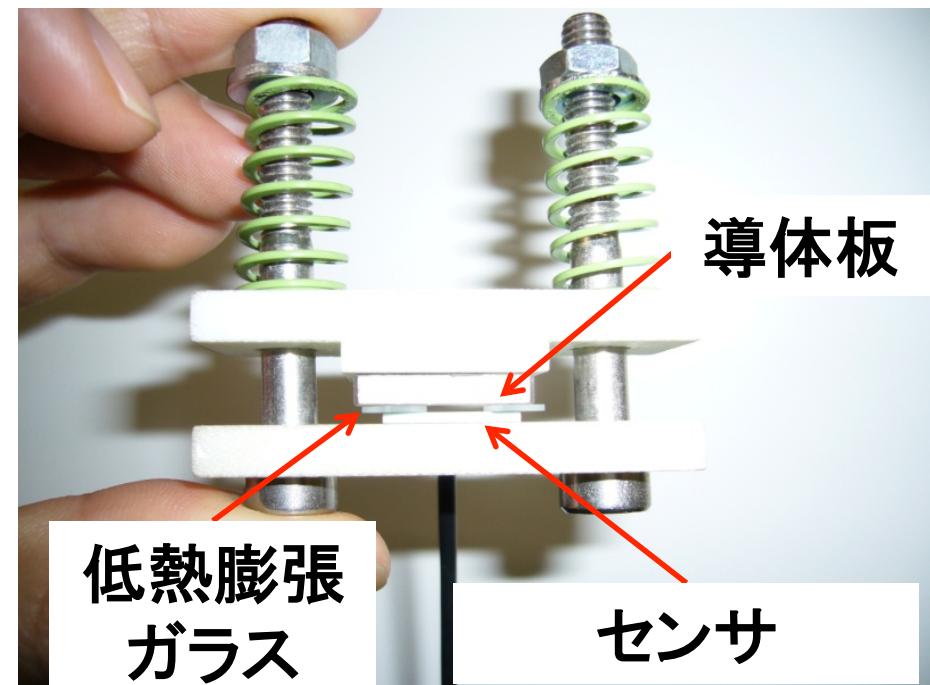
※2つのセンサA, Bを使って実験(共にDS2001)

- 実験1: 広温度域での安定性

1°C/hour、温度範囲20°C

- 実験2: 温度の急変に対する安定性

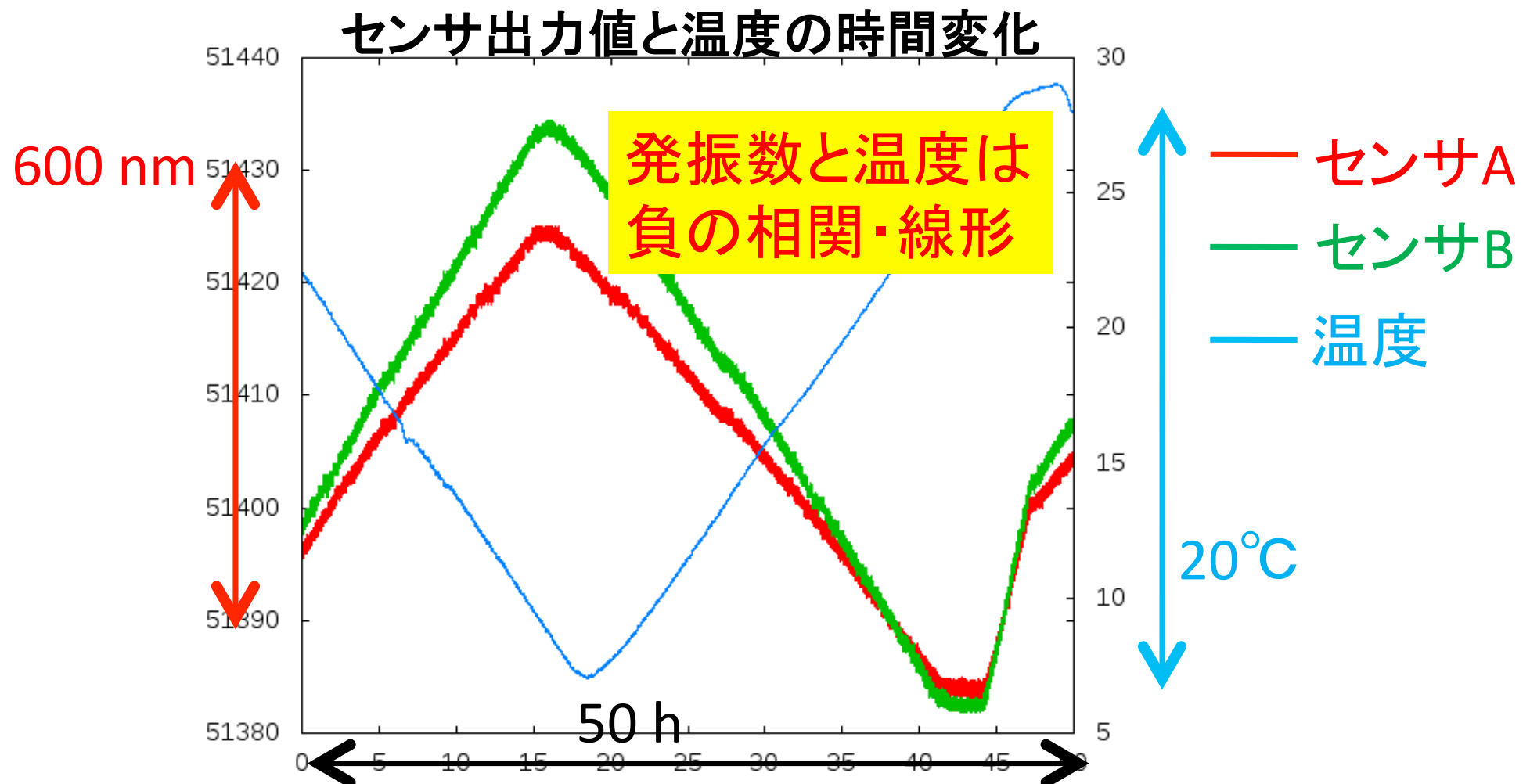
1°C/10min、温度範囲5°C



昨年度までの研究

実験1 (1°C/hour、温度範囲20°C)

実験結果

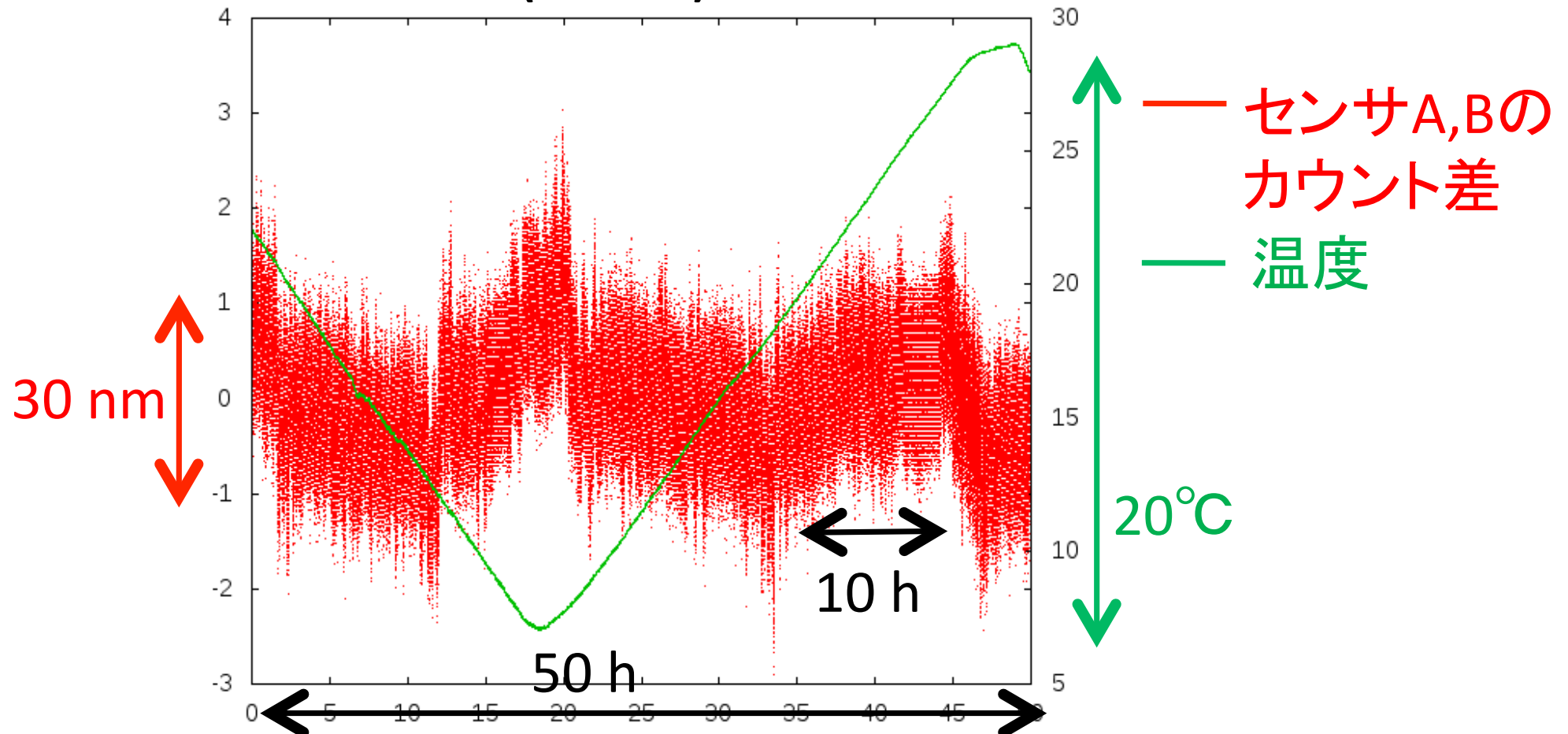


昨年度までの研究

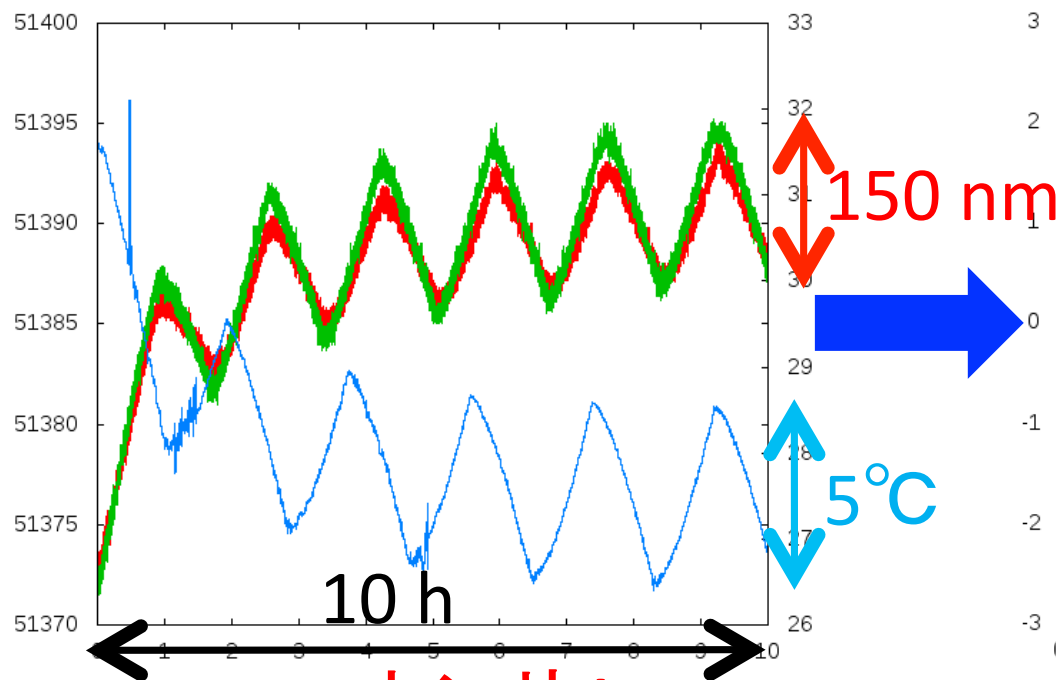
実験1 (1°C/hour、温度範囲20°C)

センサBをリファレンスとしてセンサAの値を補正

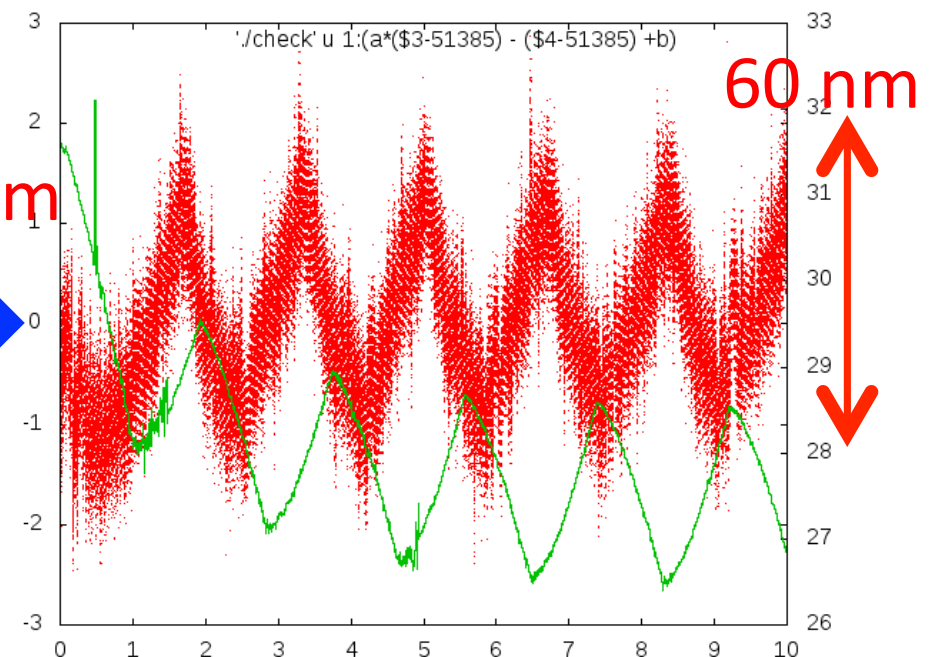
センサ出力値(補正後)と温度の時間変化



昨年度までの研究
実験2 (1°C/10min、温度範囲5°C)
実験1同様、センサBをリファレンスとして
センサAの値を補正



— センサA
— センサB
— 温度



— センサA,Bのカウント差
— 温度

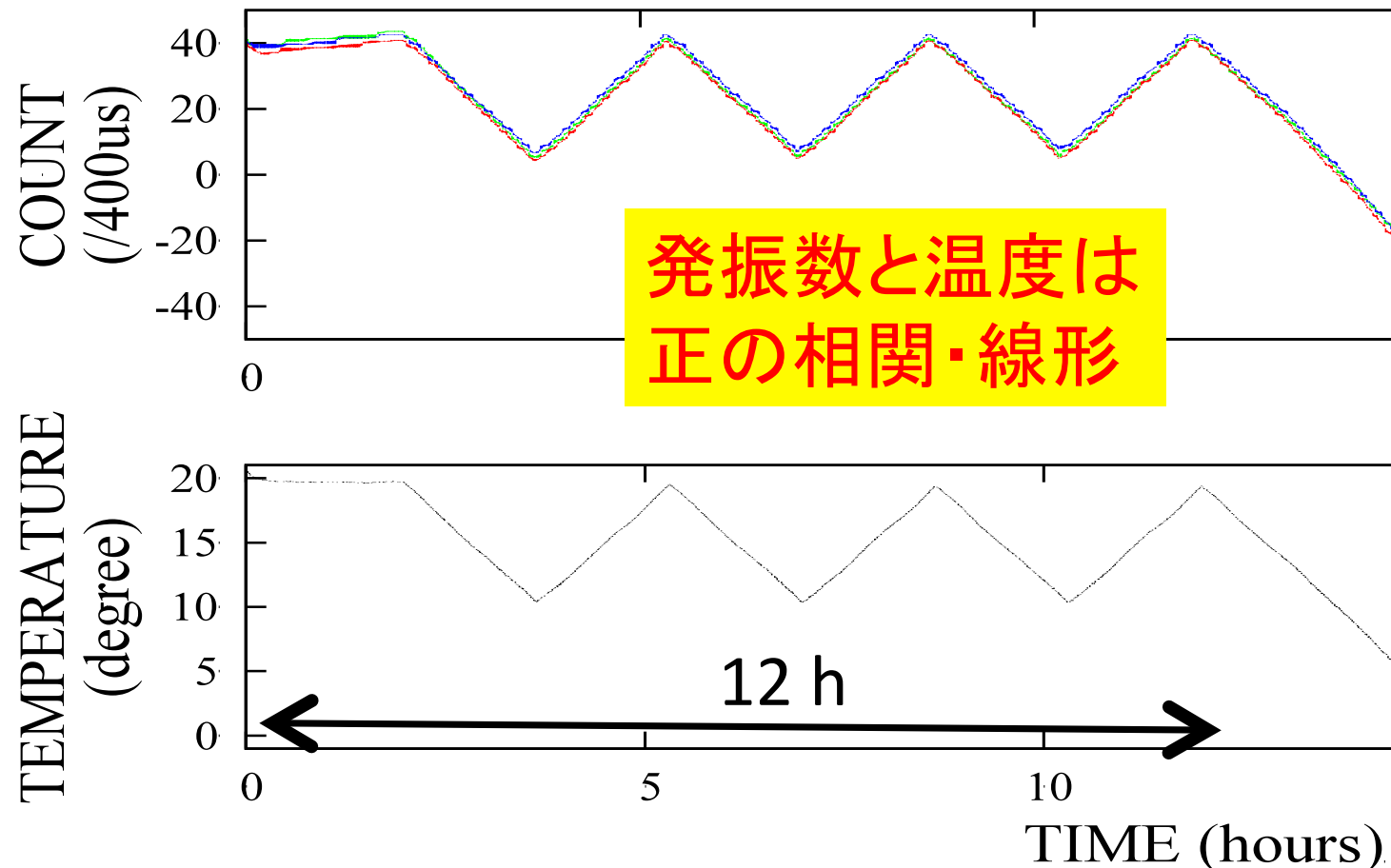
昨年度までの研究 まとめ

- 一つのセンサをリファレンスとすることにより、安定性が大きく向上した
- 広い温度範囲での安定性は目標を満たした
- 急速な温度変化に関してはもう少し精度が要求される

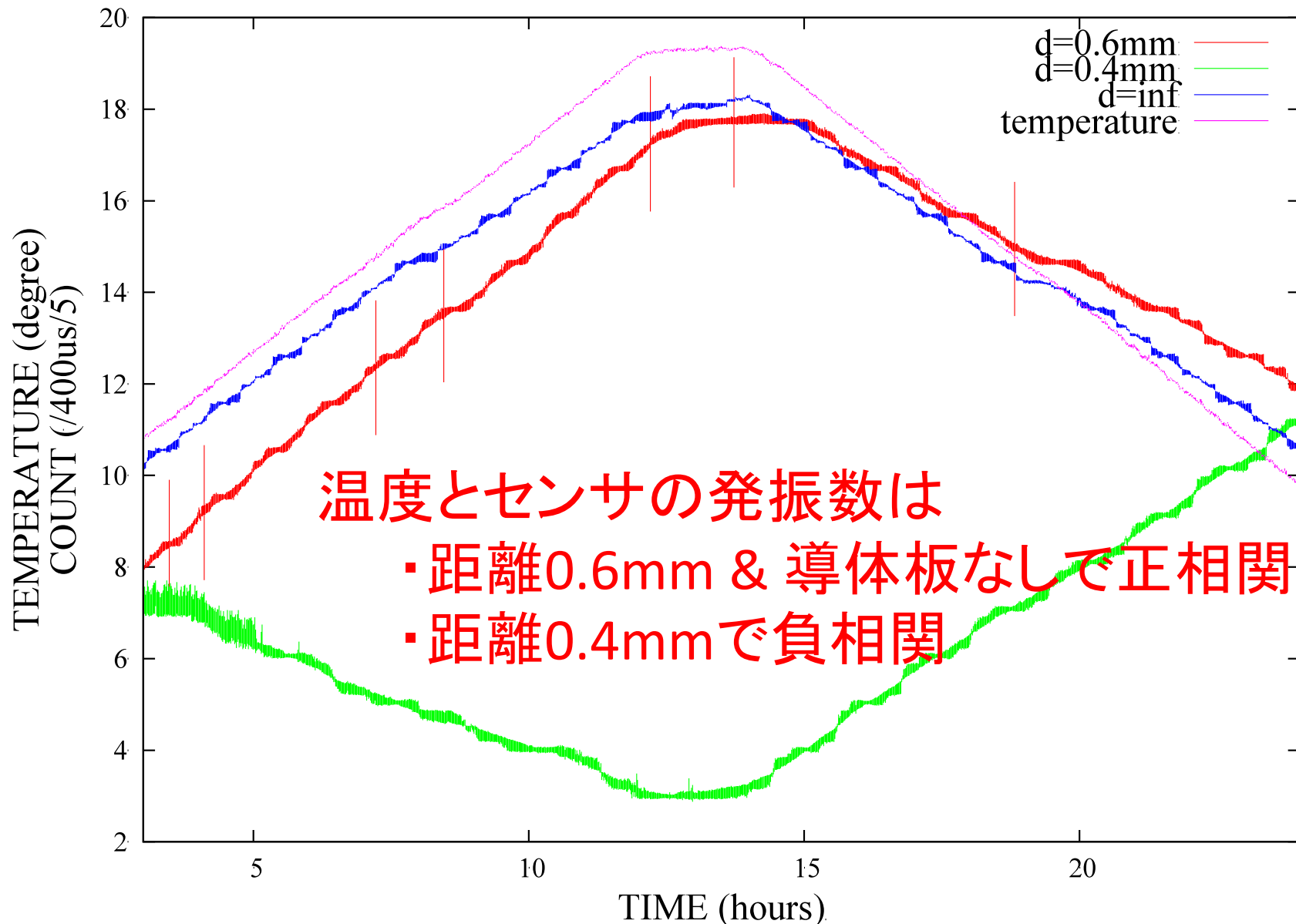
温度特性は一樣か？

～導体板なしでの温度特性～

導体板による要素を除いた温度特性を調べるため、同様の実験を導体板なしでおこなった



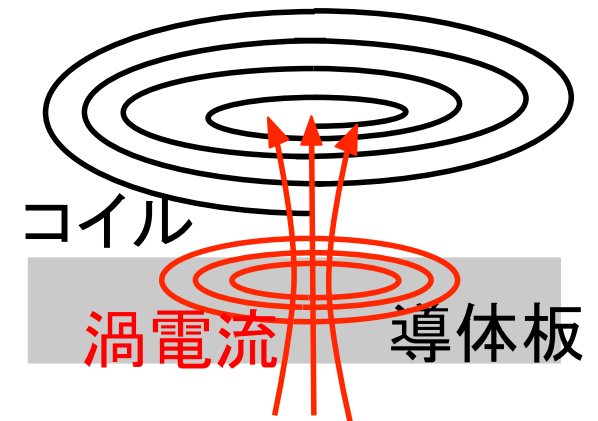
温度特性は一樣か？ ～距離を変えたときの温度相関～



相関が逆転する原因

- 導体までの距離が大きいとき、
温度 $\nearrow$ $\rightarrow$ 空気の密度 $\searrow$ $\rightarrow$ 空気の誘電率 $\searrow$
 $\rightarrow$ コイルの浮遊容量 $\searrow$ $\rightarrow$ 発振数 $\nearrow$

正相関



- 導体までの距離が小さいとき、
温度 $\nearrow$ $\rightarrow$ 導体の抵抗 $\nearrow$ $\rightarrow$ 渦電流 $\searrow$
 $\rightarrow$ 渦電流磁場 $\searrow$ $\rightarrow$ 実質的インダクタンス $\nearrow$
 $\rightarrow$ 発振数 $\searrow$

負相関

まとめ

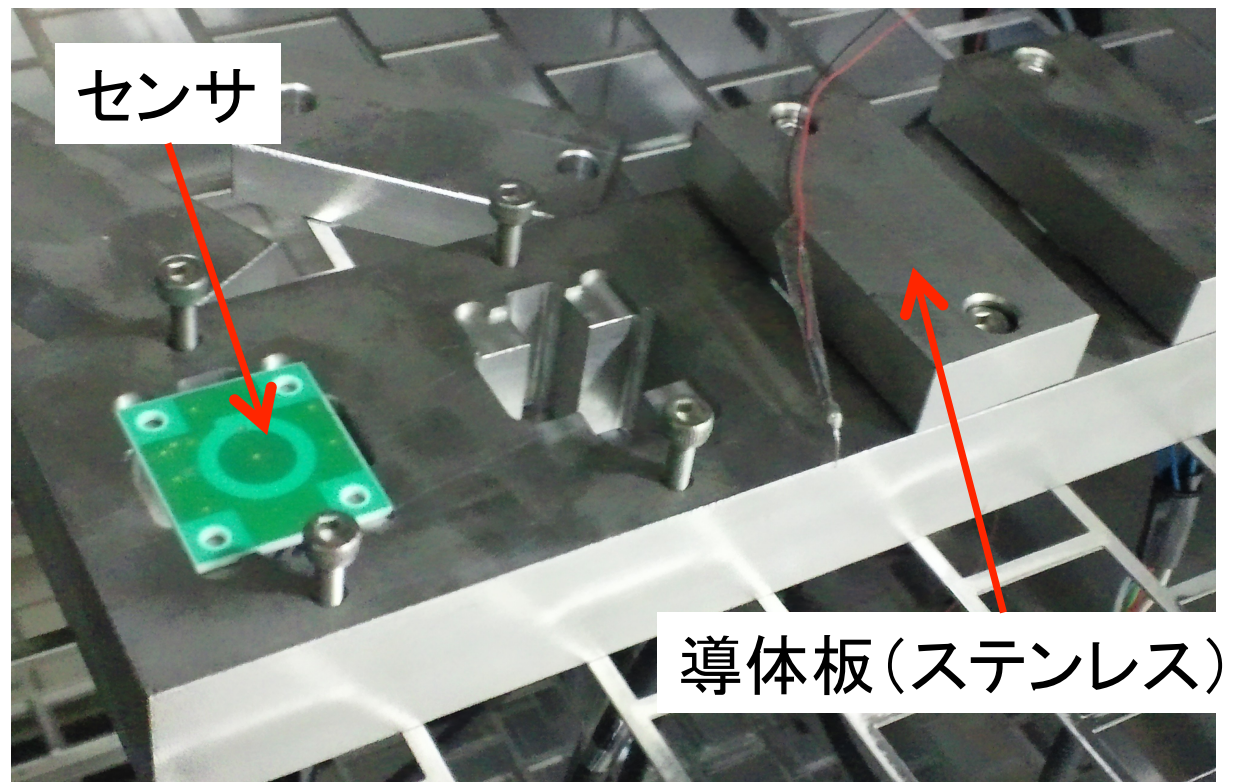
岡山3.8 m望遠鏡の2015年first lightを目指し、
分割鏡のずれを測定するセンサを開発中

研究の現状

- 1つのセンサをリファレンスとする方法で温度特性が大幅に補償可能
- 導体板ーセンサ間の距離により温度相関が逆転
→導体板の抵抗やコイルの浮遊容量が原因か

用いた治具

- ステンレス製
- 上向きにセンサを設置し、低熱膨張ガラス・
導体板をのせて実験
- 下側の穴から
ケーブルを通す



導体板なしでの温度特性

