

大型低温重力波望遠鏡に関する研究

赤: 物品費
青: 旅費

G04: 大型低温重力波望遠鏡に関する研究(II)	黒田和明	0	350	千円
G01: 超狭線幅光源のための光共振器の開発	井戸哲也	0	80	
G02: 神岡での重力波観測(X I)	大橋正健	0	500	
G03: LCGTデータ解析の研究およびシステム検討(II)	神田展行	0	380	
G05: LCGTのための単結晶サファイア鏡懸架の開発(VIII)	鈴木敏一	800	100	
G06: LCGTにおける量子雑音と量子非破壊計測に関する研究	宗宮健太郎	0	200	
G07: 重力波検出器用大型鏡の絶対形状計測に関する研究2	高辻利之	400	20	
G08: 神岡重力波検出器 CLIO データの解析(III)	高橋弘毅	100	100	
G09: LCGTのための低周波防振装置の研究	高橋竜太郎	50	700	
G10: レーザー伸縮計と超伝導重力計の同時観測による地球の固有振動の研究	田村良明	0	150	
G12: LCGT用高品質サファイア結晶の評価装置の開発	三尾典克	636	54	
G14: 第三世代重力波望遠鏡を目指した低温シリコン鏡の研究(II)	三代木伸二	0	350	
G15: 大型低温重力波望遠鏡(LCGT)の低温懸架系の研究	山元一広	100	400	
G16: 超低振動冷凍機の開発	木村誠宏	300	250	

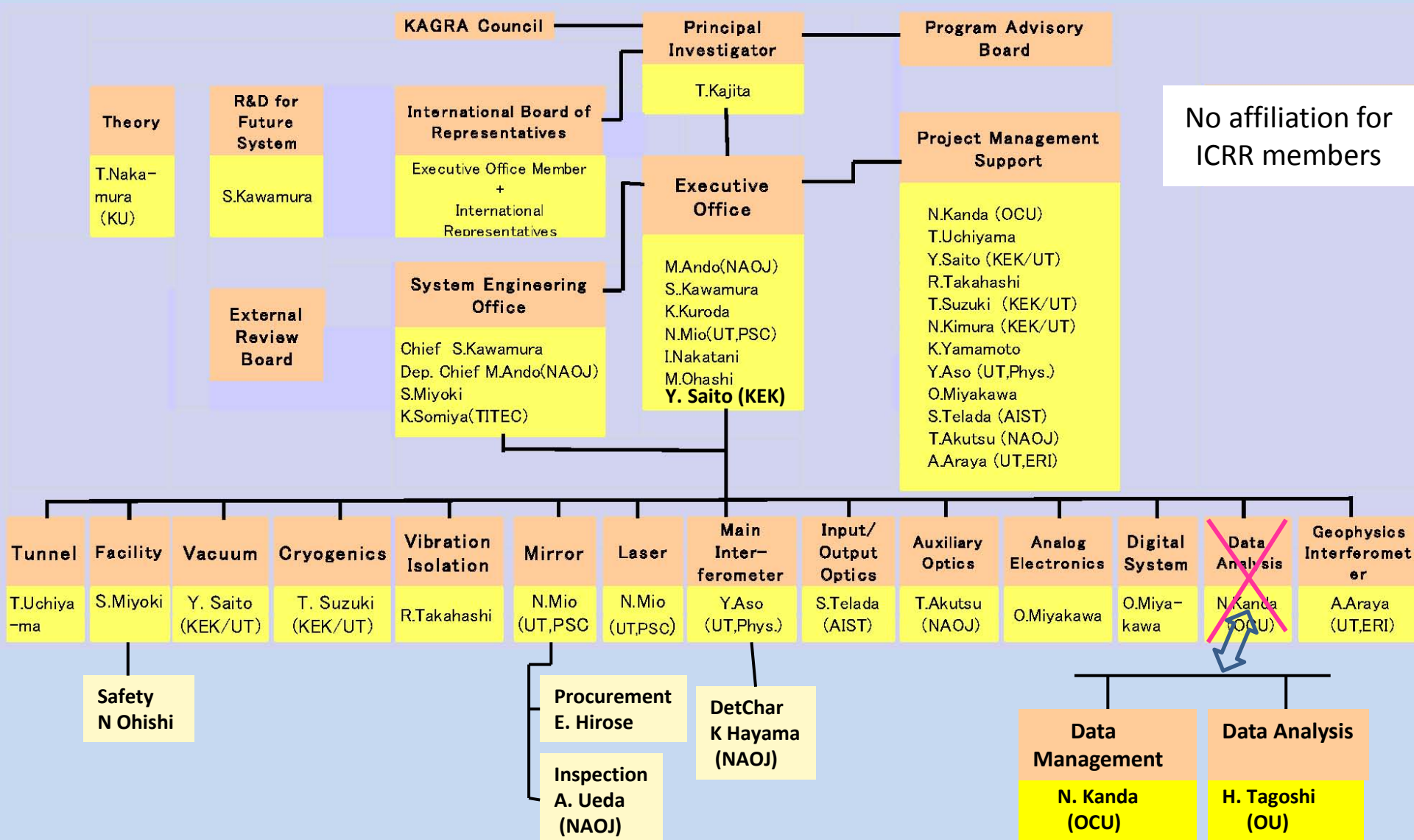
以上の他にKAGRA関連では新規報告の2件(G11:廣瀬、G13:宮川)がある。

G04: 大型低温重力波望遠鏡に関する研究-1

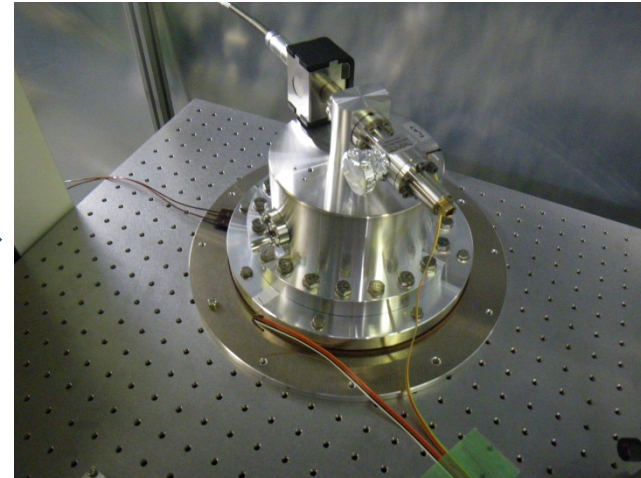
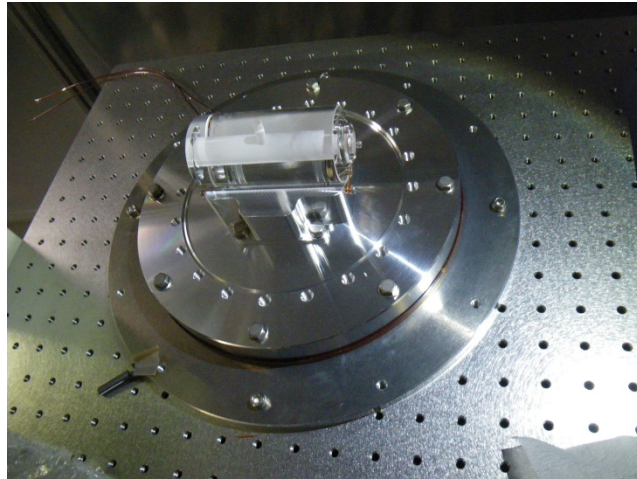
- KAGRA建設に向けた共同研究者の組織化
 - Collaboration Meetingの開催
 - Collaboration memberの誘致
- KAGRA建設に関わるサブシステムレベルでの共同研究の推進
 - 各種会議、ミーティングの支援
- KAGRA建設を推進する国際共同研究体制の整備
 - MOUの制定、国際ワークショップの開催

G04: 大型低温重力波望遠鏡に関する研究-2

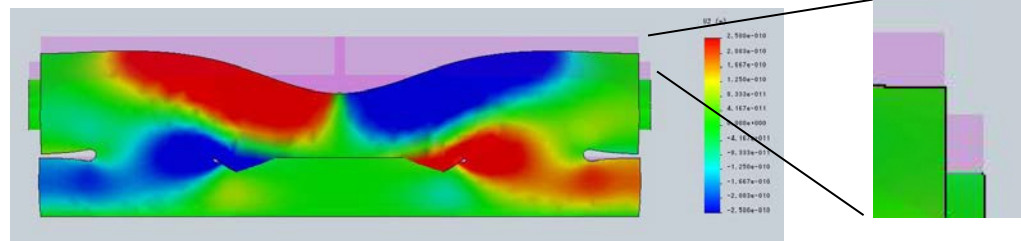
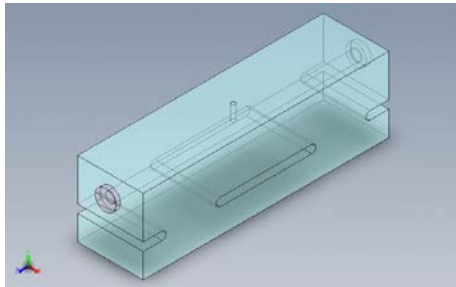
Manpower organization



G01: 超狭線幅光源のための光共振器の開発



- 熱処理によって均質化し、なおかつ零膨張温度を室温にシフトさせたULE材による共振器(共振器長10cm)を真空槽内にインストール. 真空ポンプ・温調の正常動作を確認.



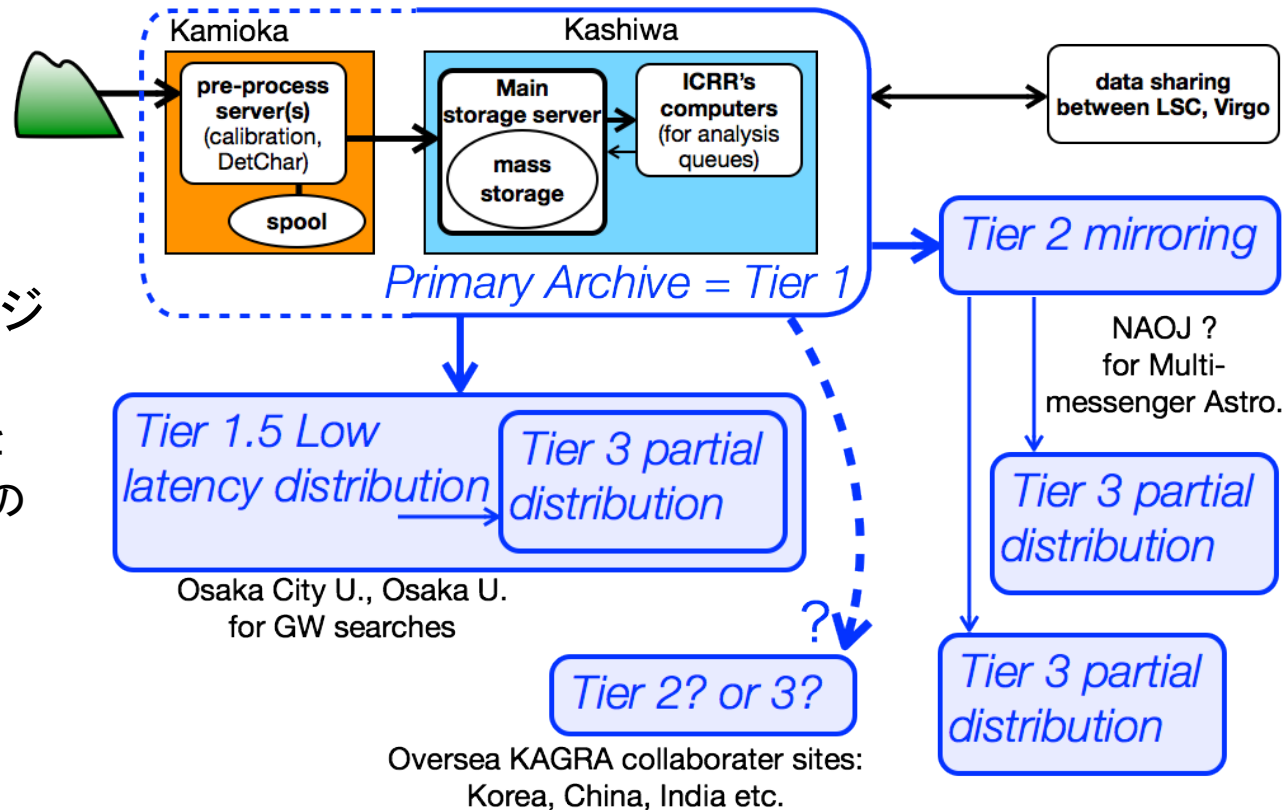
- 続いて30cm共振器を持ちこみこれをレファレンスとして、まず調質ULE材を基板とする共振器の熱雑音レベルを測定する予定.

● G02神岡での重力波観測(XI)

- 神岡低温地下レーザー干渉計CLIOを用いた研究です。
- CLIOによる鏡の冷却による熱雑音低減の実証実験の成果がPhysical Review Lettersに掲載されました。Phys. Rev. Lett. **108**, 141101 (2012).
- デジタル制御システムを用いた、KAGRA用データ取得システムおよび、データ解析システムの実証試験を目的として約一週間のデータ取得を行った。詳細は、G08の報告を参照。
- 4枚全ての鏡を冷却し、さらなる感度向上を実現するため、研究を継続しています。

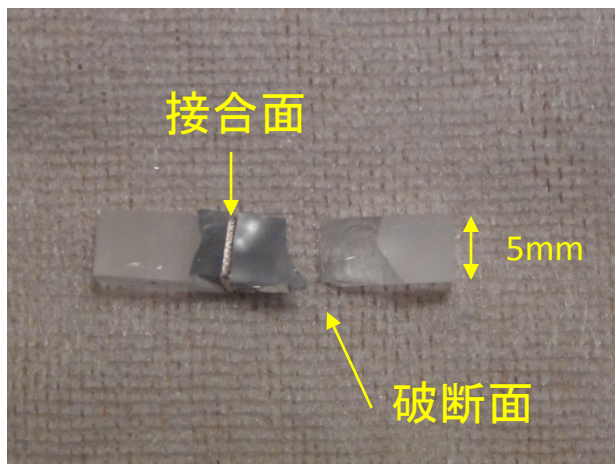
G03 : LCGTデータ解析の研究およびシステム検討 (II)

- 研究内容、目的: LCGT (KAGRA)のデータ解析の検討、解析手法や重力波から引き出せるサイエンスの研究、データ取得系のデザイン、など。
- トピックス・進展状況
 - KAGRAデータ転送系の概略デザイン(右)
 - low latency alert を目指すシステムを念頭に進行中。
 - データ解析のパッケージ検討・作成が進行中
 - LIGO等の事例を参考／と
 - りいれつつ、KAGRA独自の
 - 研究部分を検討中。

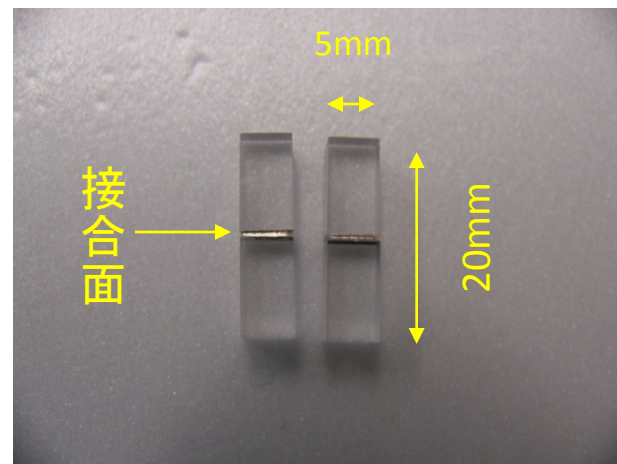


G05: LCGTのための単結晶サファイア鏡懸架の開発(VIII)

- 金属層を介在させる方法で2種類のサファイア接合サンプルを作成し4.2Kでの剪断強度を測定した。
 - 接合サンプルサイズ 5mm x 5mm x 20mm
 - 接合法 Mo-Mn法、超音波による表面活性化+In
- 4.2Kにおける剪断強度
 - Mo-Mn法 54.5 MPa 以上(母材が破断)
 - 超音波による表面活性化+In 19.2 MPa



Mo-Mn法による接合サンプルの破断

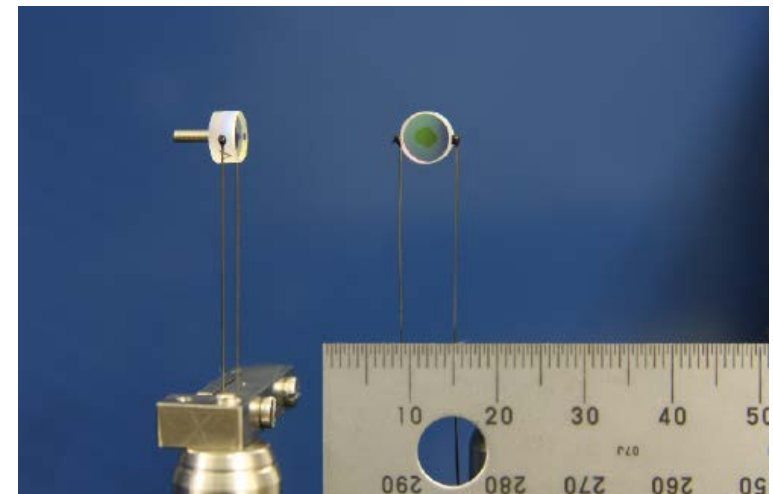
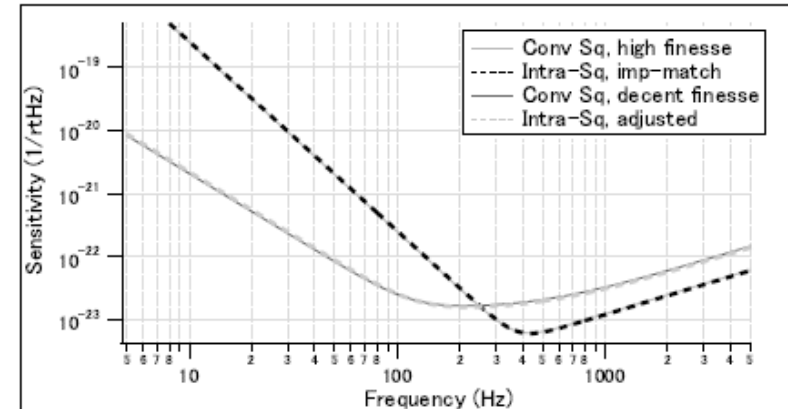


Mo-Mn法サファイア接合サンプル

G06: KAGRAの量子雑音研究

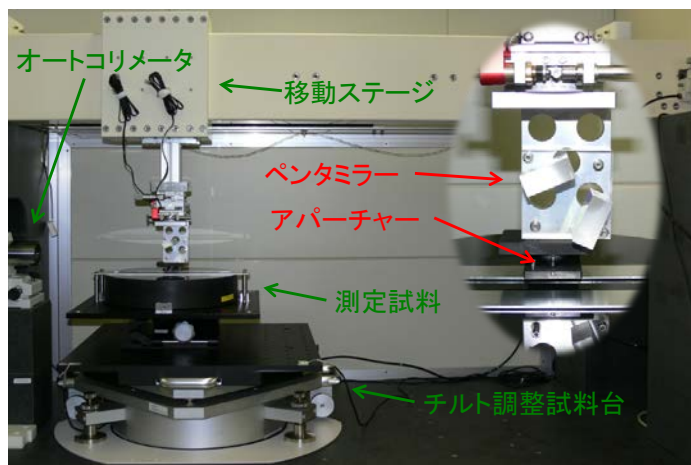
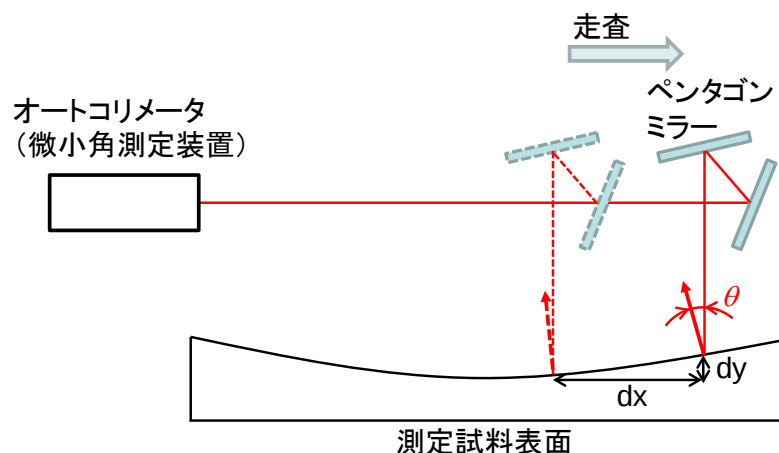
代表: 宗宮健太郎 (東工大)

- 弱測定 of 理論研究
 - 月1回のミーティング
 - カルテク理論グループとの共同研究
- イントラキャビティ
スクイーミング理論
 - KAGRAの将来的な感度向上
 - ショットノイズ軽減理論
- 100mg鏡干渉計実験
 - 光バネを用いた信号増幅検証実験
 - ドイツAEIグループとの共同研究



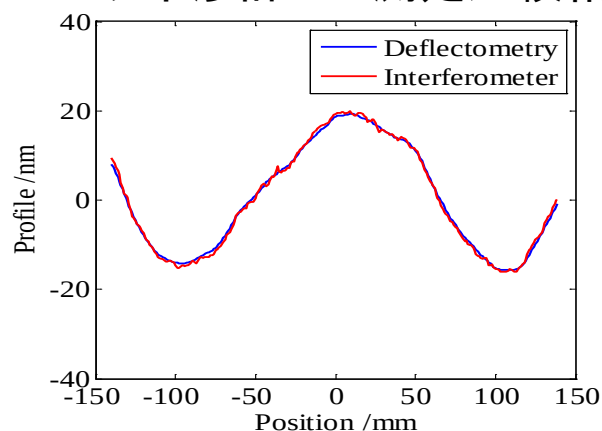
G07: 超高精度形状装置の開発

・局部傾斜角測定に基づく絶対形状測定装置



- 表面の微小な角度変化を測定し、平面形状を算出
- 参照面を必要としない絶対形状測定装置
- 高精度：
ナノメートルオーダ精度の絶対形状測定
- フィゾー干渉計の測定結果と1nmレベルで一致
- 曲面計測への展開

レーザ干渉計との測定比較結果

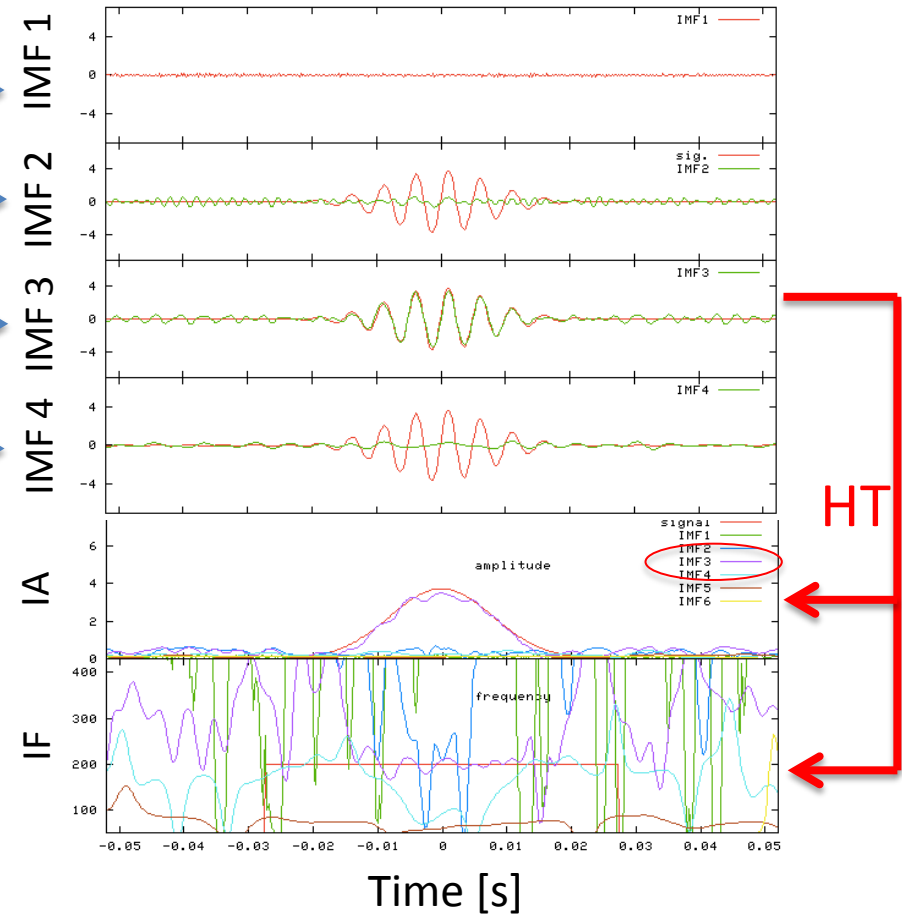
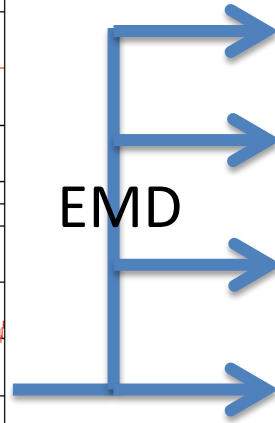
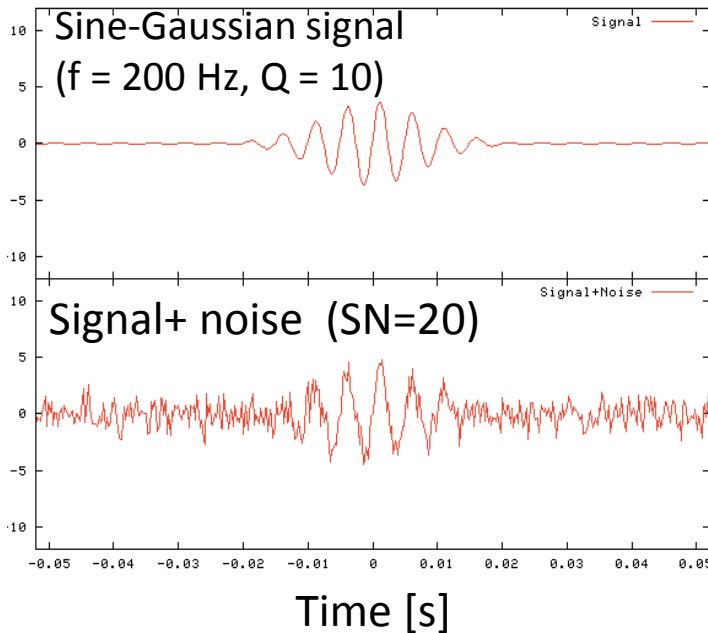


➡ ±1 nm以下の一緻度！

G08: New Analysis Method

Hilbert-Huang transform (HHT) (Huang et al. (1998)) :

(Empirical mode decomposition (EMD)) + (instantaneous amplitude (IA) and frequency (IF)) by Hilbert transform (HT)



- 2 papers in preparation
- Presentations in international conferences (GWPAW2012 and JGRG22)
- Presentations in JPS and ASJ meeting

Future works :

- a. Alert System using HHT for KAGRA
- b. Reconstruction of waveform using HHT for parameter estimation

G09: LCGTのための低周波防振装置の研究

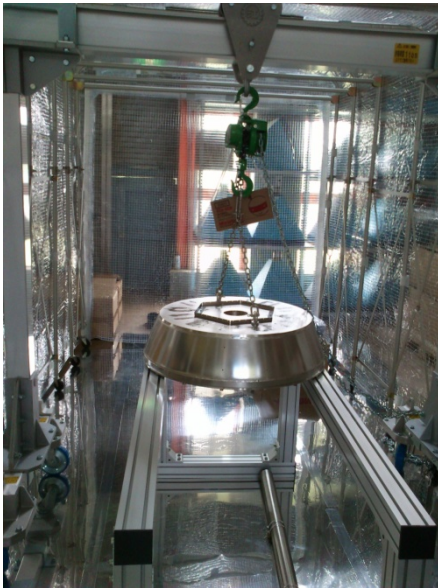
研究代表: 高橋竜太郎

研究目的

KAGRAで使用される低周波防振装置の性能を確認・評価し、そのハンドリングや制御を確立する。

成果

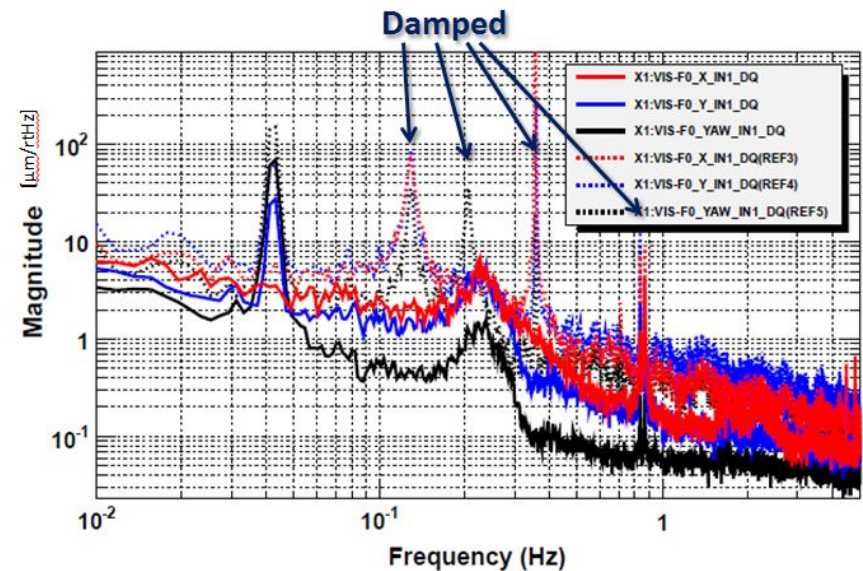
- Standard GAS filterの実機を明野観測所に設置されたクリーンブース内で最終調整。
- Pre-isolatorプロトタイプにLVDT、voice coil、電動スライダを取り付け、デジタルシステムを用いて制御の試験を行い、倒立振り子の共振などをダンプすることに成功。
- Payloadプロトタイプの製作を行い、そのアセンブリを開始。



明野観測所にけるGAS filterの調整

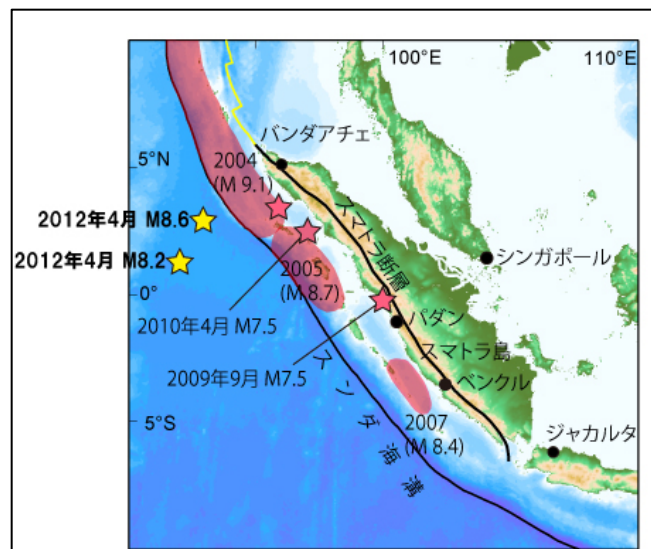


柏キャンパスにおけるPre-isolatorのプロトタイプ試験



LVDTとvoice coilを用いた倒立振り子の3自由度制御の結果

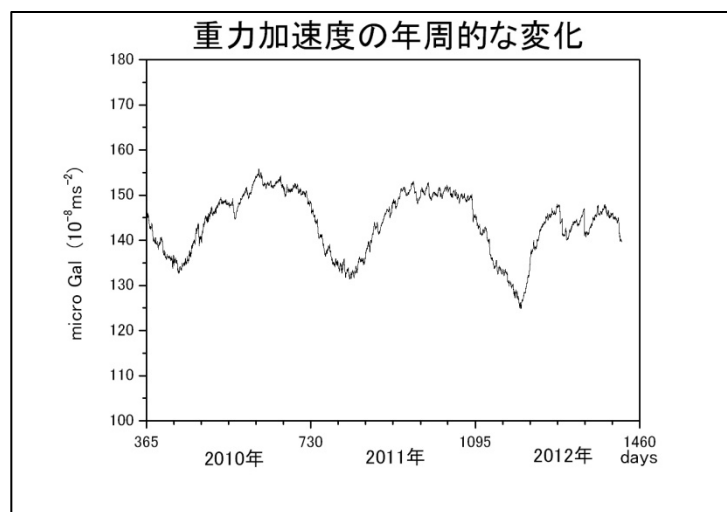
G10: 神岡における重力変化の観測



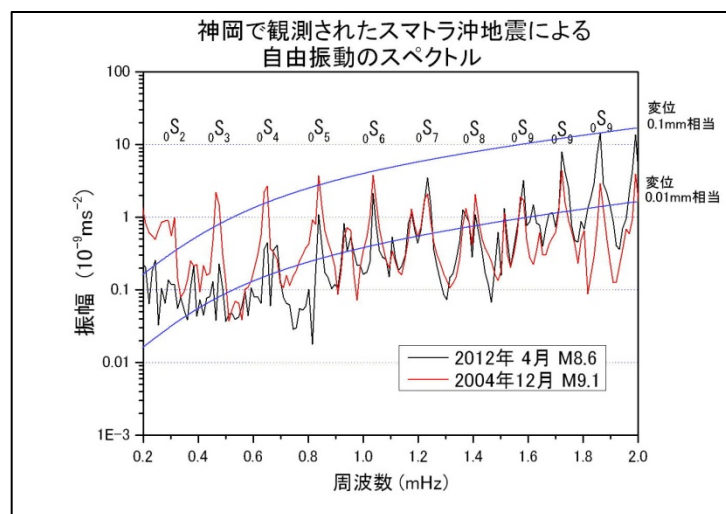
スマトラ沖地震

2004年12月 M9.1
プレート境界型
(逆断層型)
2012年 4月 M8.6
横ずれ断層型

(図は地震研究所による)



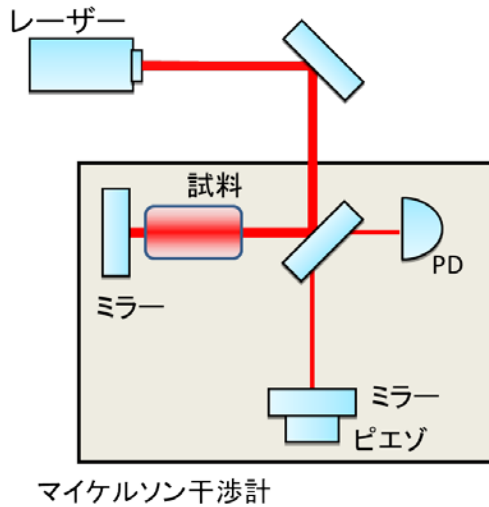
年周変化の原因は、積雪(重力減少)と地下水の移動(短期的には重力減少、長期的には重力増加)による。



2004年と2012年のスマトラ沖地震の比較では、マグニチュード、メカニズムの違いによる自由振動励起の大小のほか、長周期側での励起の差異が大きい。

G12: LCGT用高品質サファイア結晶の評価装置の開発

Michelson干渉計による吸収測定装置



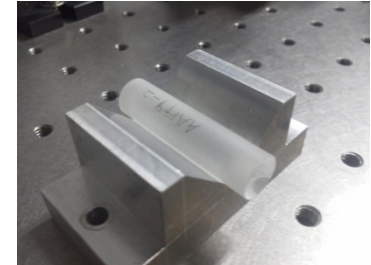
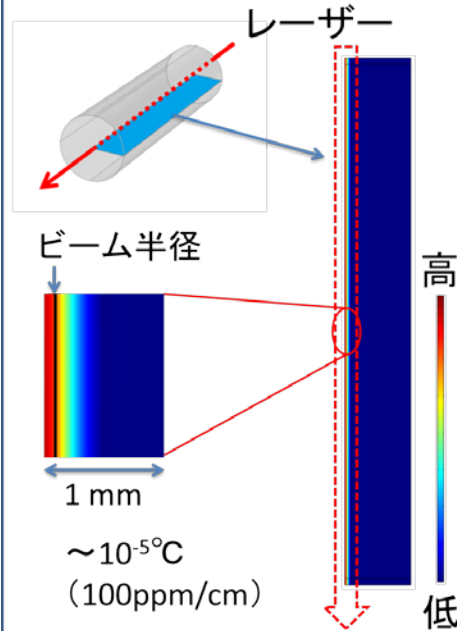
試料が光を吸収

試料の温度が変化

屈折率が変化
熱膨張

光路長が変化

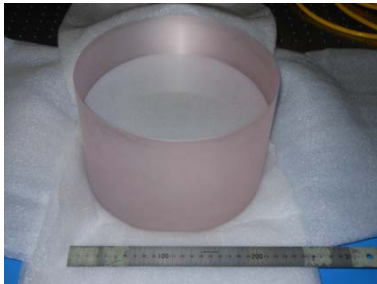
温度変化の分布



GT Advanced Technology社製の
11本のサンプルを測定

32 ~ 680 ppm/cm

- 大型鏡基材の評価装置を検討中



直径22cm
厚さ15cm
C軸結晶

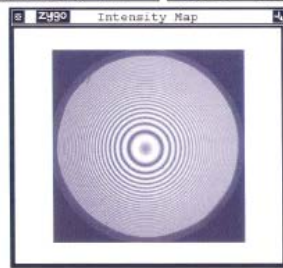
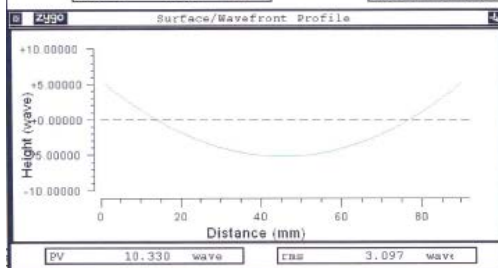
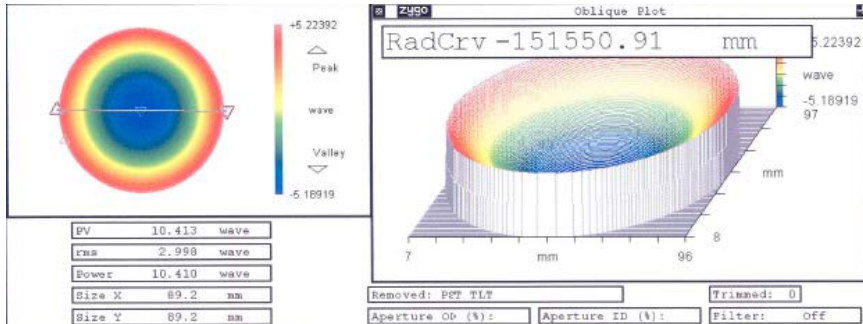
- ESRによる物性評価: 小野教授@富山大



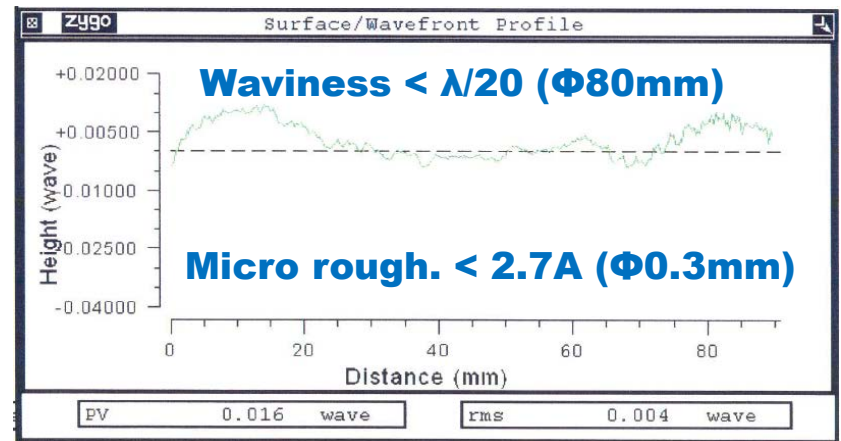
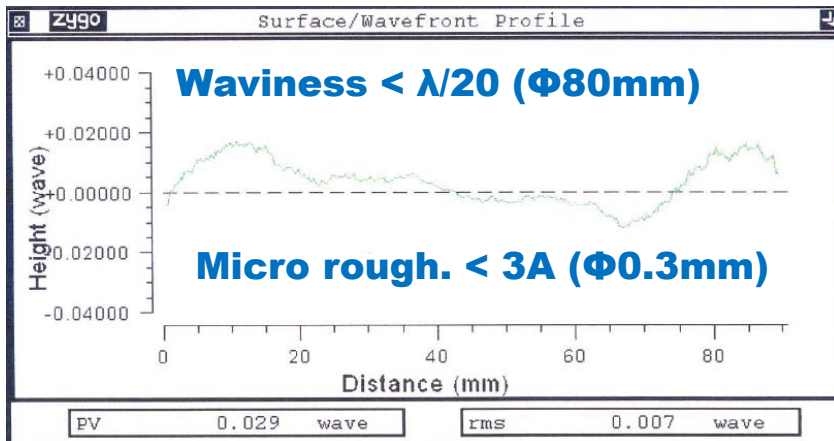
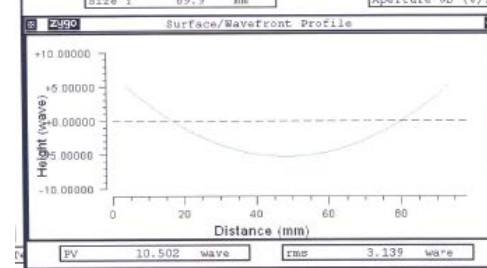
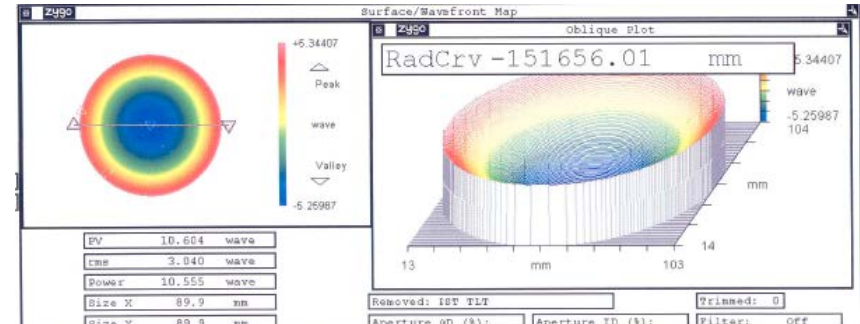
G14: Silicon Mirror R&Ds (page2)

Two silicon substrate polishing results

$R = 151.55 \text{ m}$



$R = 151.67 \text{ m}$

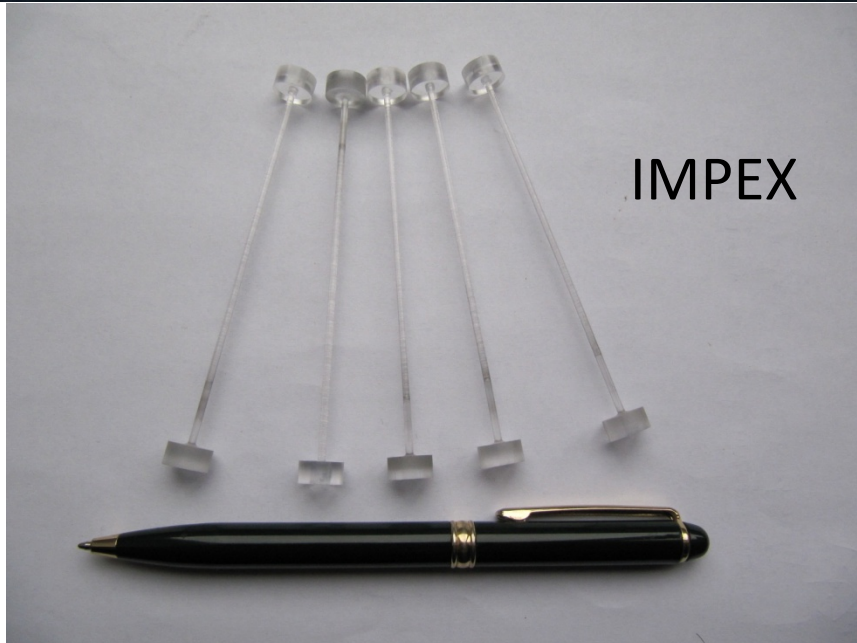


G15:KAGRA低温懸架系の研究

- 低温鏡を懸架するためのsapphire fiber with nail headの作成:ドイツのMoltechとIMPEXから作成可能との回答。
- 両社から既に納品。現在品質をチェック中。



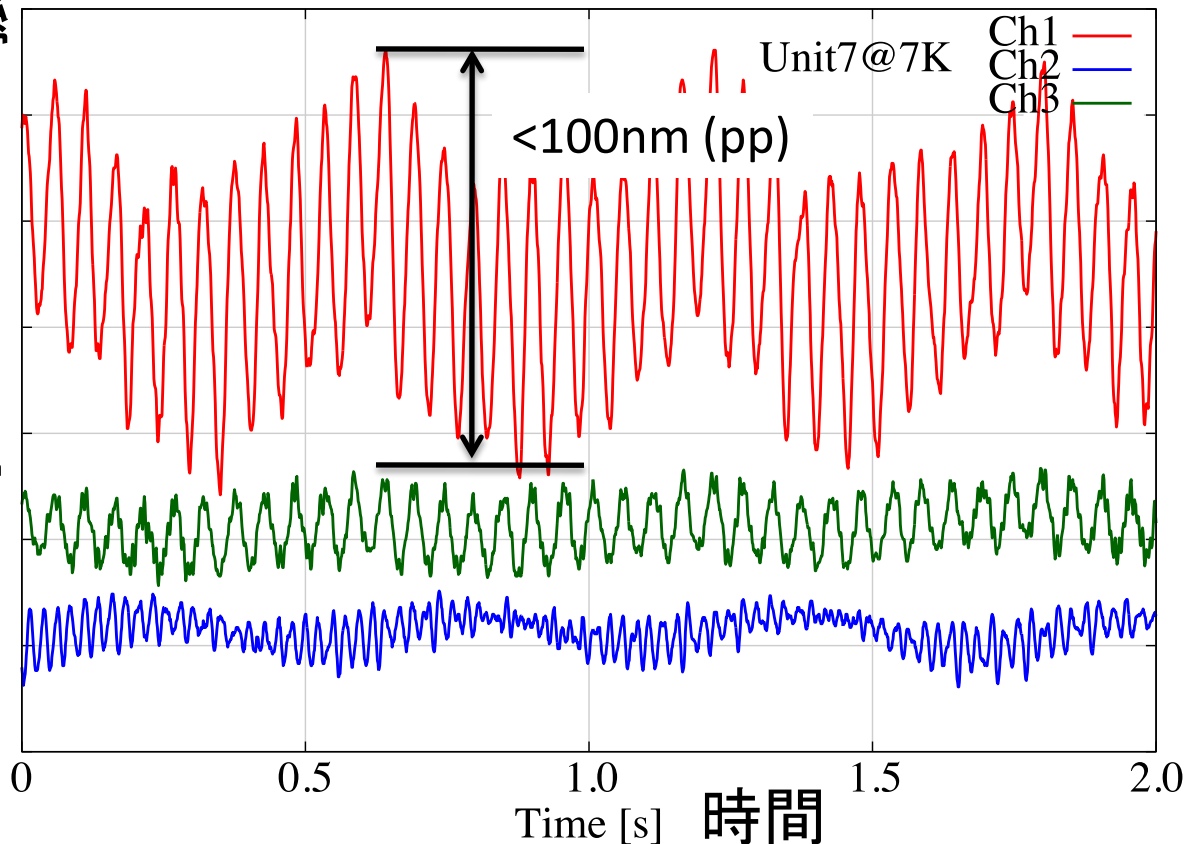
Moltech



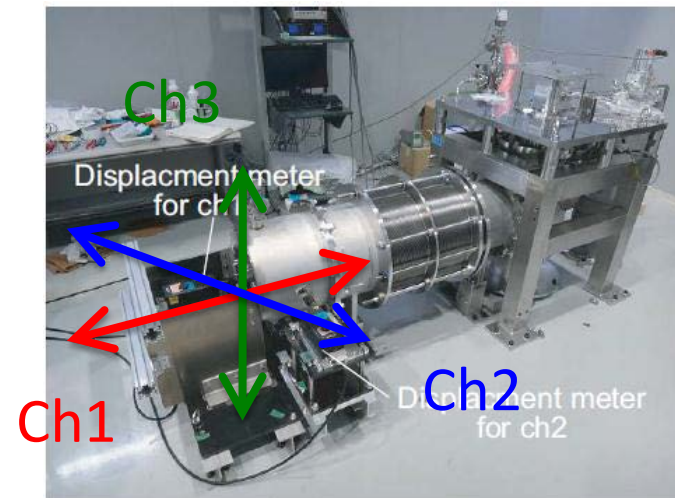
G16: 超低振動冷凍機の開発

- 冷却ステージの振動特性について 使用温度 (9 K) で目標の $<100\text{nm}$ (peak to peak) を確認した
- 最大変位は軸方向 (Ch1) の $<100\text{nm}$ (peak to peak)
冷凍能力は $35\text{W}/70\text{K}$, $2.5\text{W}/9\text{K}$ であった。

振
幅
相
対
変
位
($1\text{ dev} = 20\text{ nm}$)



Ch1 : 軸方向
Ch2 : 水平方向
Ch3 : 垂直方向



柏で実験中の冷凍機ユニット