

# KAGRA検出器における 音響雑音の影響

14aK106-9

東京大学宇宙線研究所

田中大生, KAGRA collaboration

# 目次

- KAGRA
- Physical Environmental Monitor (PEM)
- 雑音評価実験
- 雑音評価測定①、②、③
- まとめと今後

# KAGRA

## ■ レーザー干渉計型重力波検出器<sup>[\*]</sup>

- 基線長 : 3km
- 地下 : 200 m
- 極低温 : 20 K



<https://gwcenter.icrr.u-tokyo.ac.jp/wp-content/uploads/2018/08/Overview.png>

## ■ 現在の状況

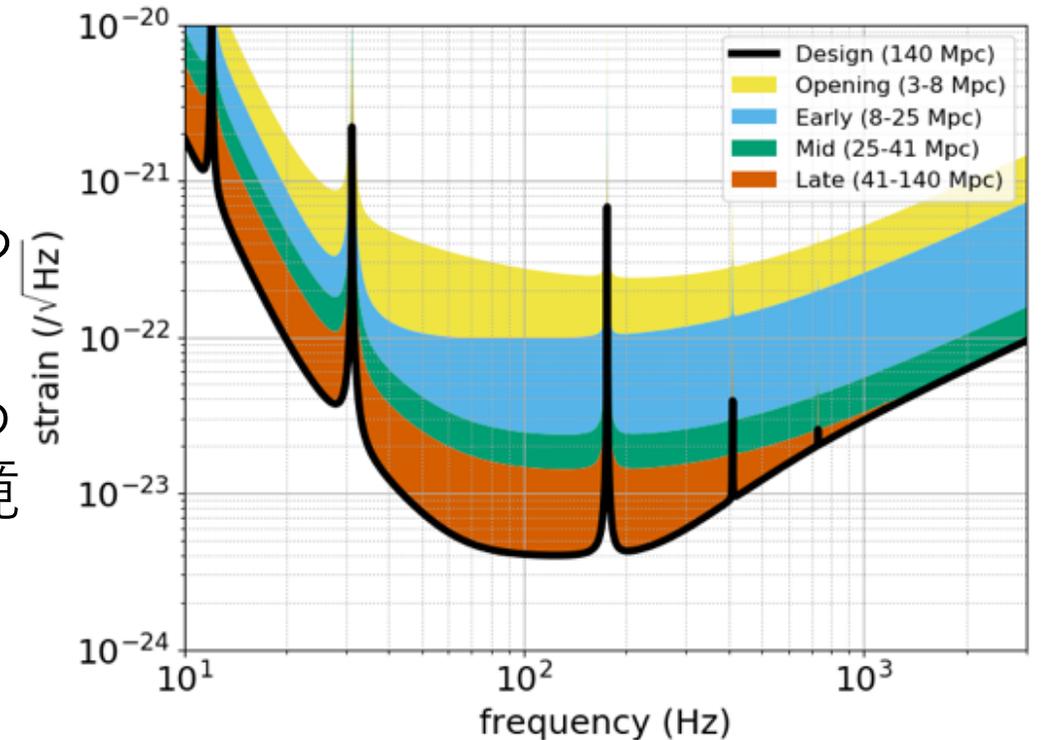
- 干渉計制御の調整
- 秋からのLIGO, Virgoとの同時観測に向けて感度向上

[\*] Prog. Theor. Exp. Phys. 2018, 013F01

# KAGRA

## ■感度向上

- KAGRAのデザイン上減らすことの出来ない原理雑音以外の、散乱光雑音や回路の雑音、環境雑音を減らす必要がある
- それぞれの雑音について、対処するグループが存在するが、今回は環境雑音について発表する



Living Rev Relativ (2018) 21:3, Fig.1

# Physical Environmental Monitor (PEM)

## ■雑音の特徴付け

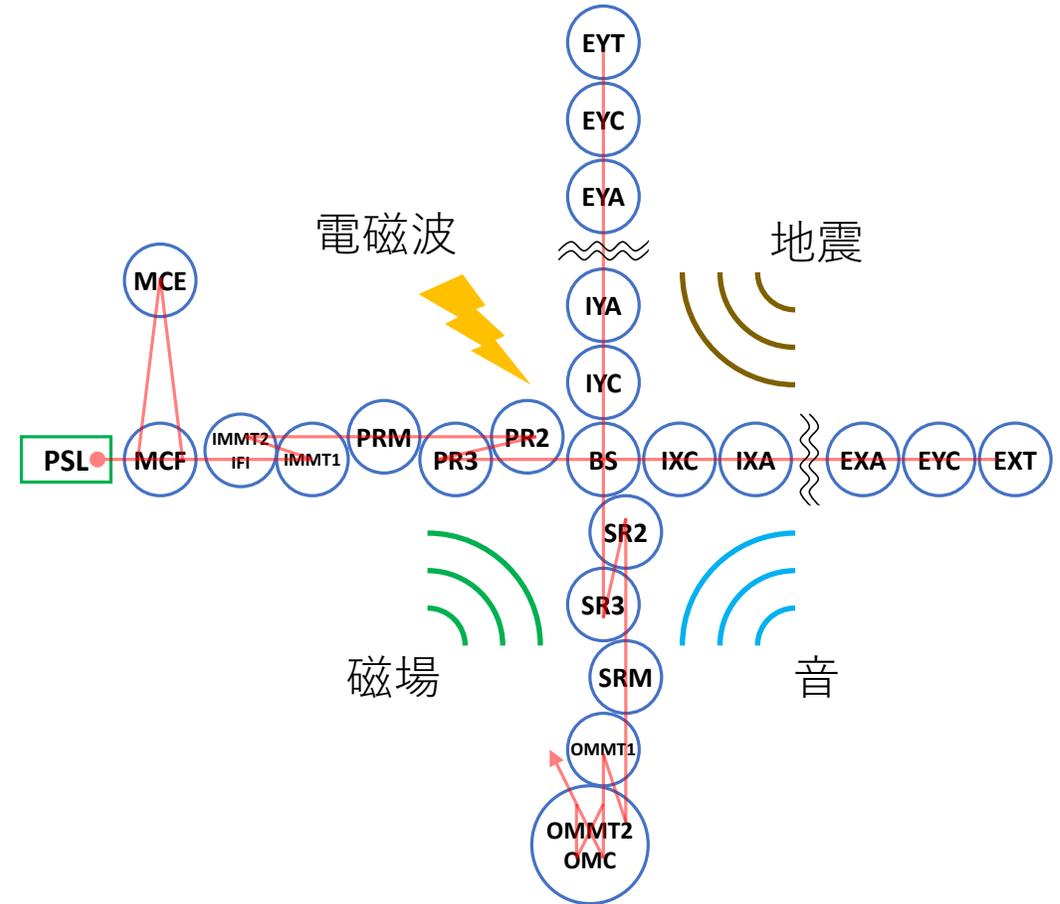
- 環境雑音とKAGRA内の諸装置とのカップリングの調査

## ■環境雑音注入試験

- シェイカーやスピーカーやコイルを用いて雑音を注入

## ■環境モニターデータの data quality flagへの提案

- 環境モニターデータを探索パイプラインへの適用により信号誤認率の削減

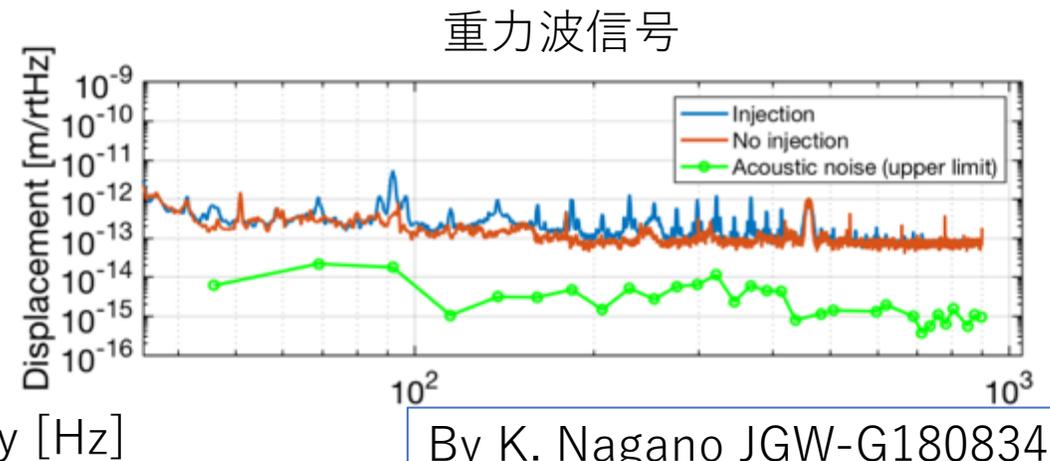
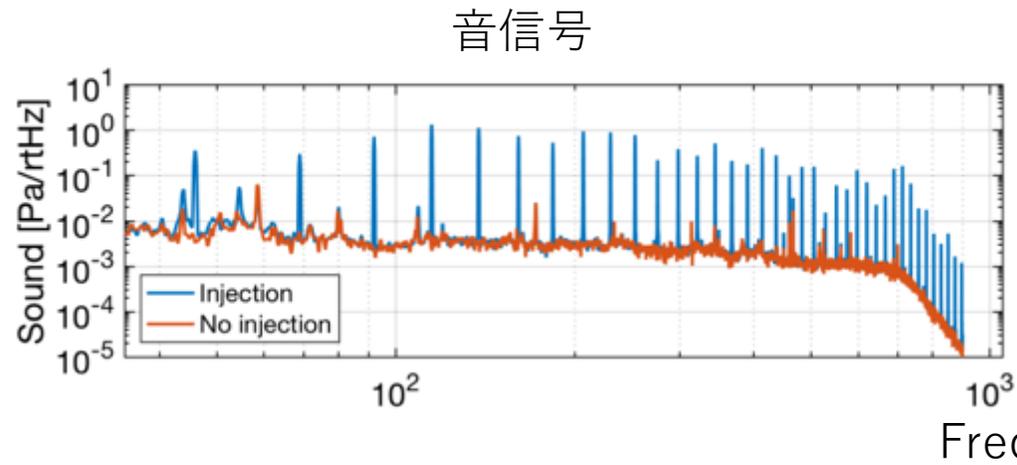


KAGRAの様々な機器について周辺環境（地震、音、磁場、電磁波、温度、湿度など）が影響を与える

# Physical Environmental Monitor (PEM)

## ■環境とのカップリング

- 環境信号は干涉計の諸装置に実際にカップリングし、環境雑音として検出される
- 音は様々な機器を揺らし環境雑音として検出される



By K. Nagano JGW-G1808341

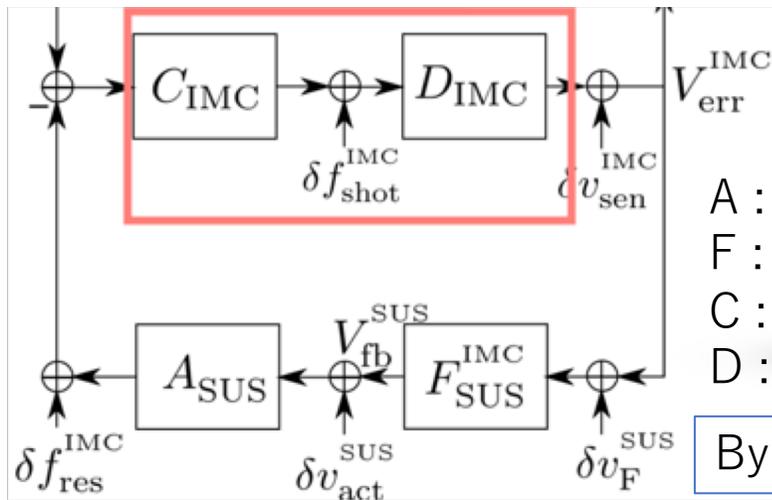
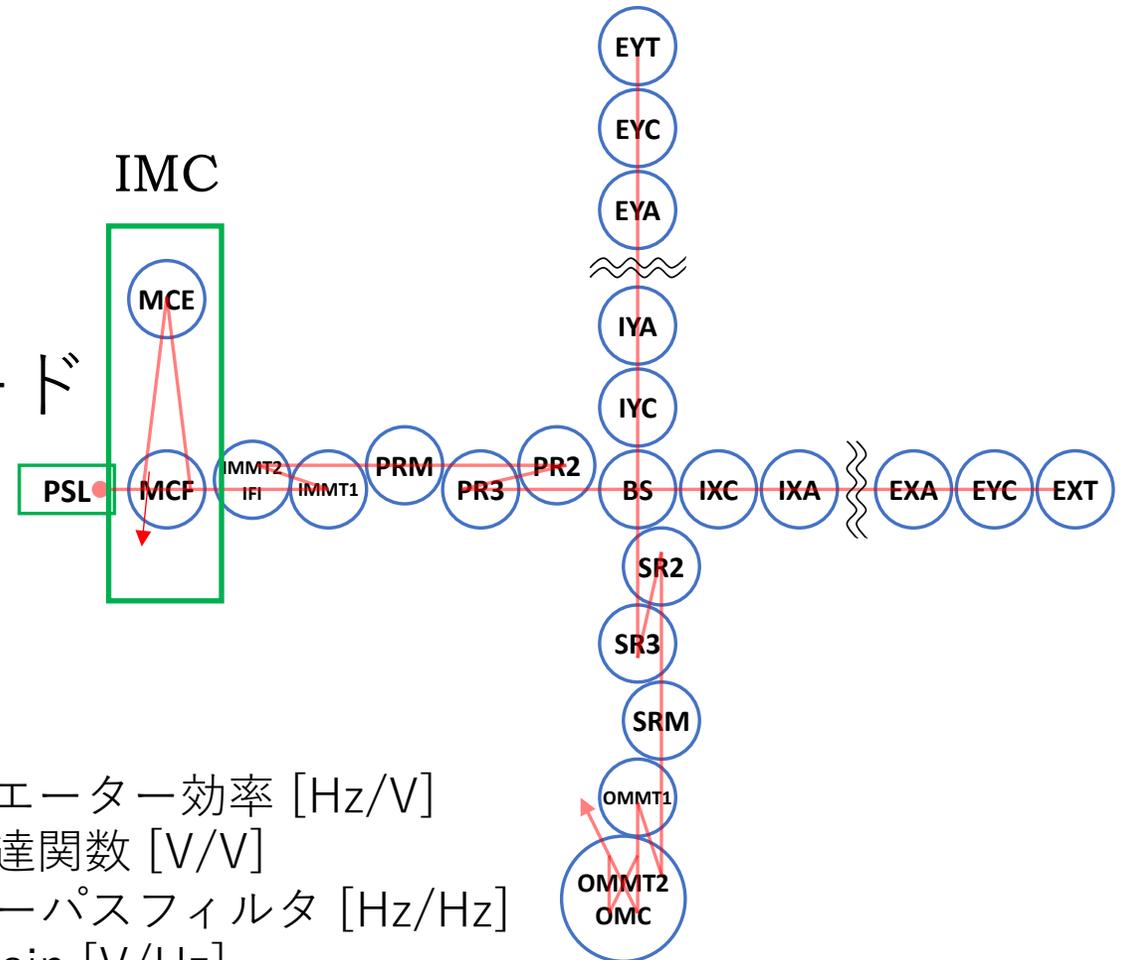
諸装置の雑音レベルの要求値を上回る可能性がある  
環境雑音は出来るだけ除去しなければならない

# 雑音評価実験

■今回はInput Mode Cleaner (IMC) で実験を行なった

■IMCの役割

- 入射レーザーから gaussian モードの光のみを通す
- 周波数の安定化



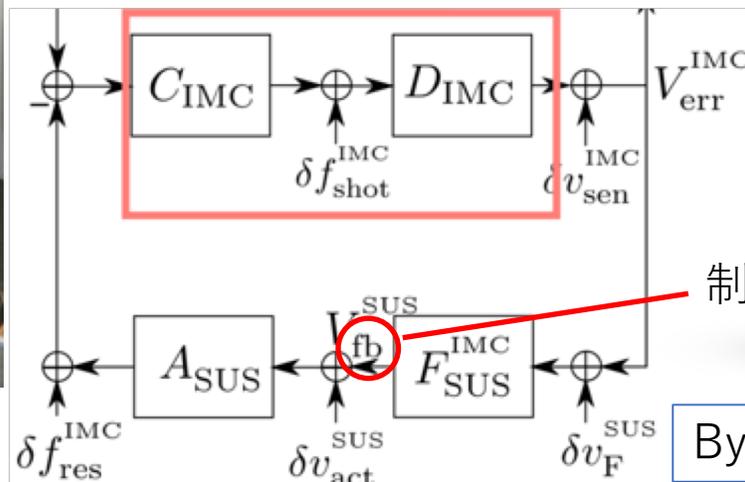
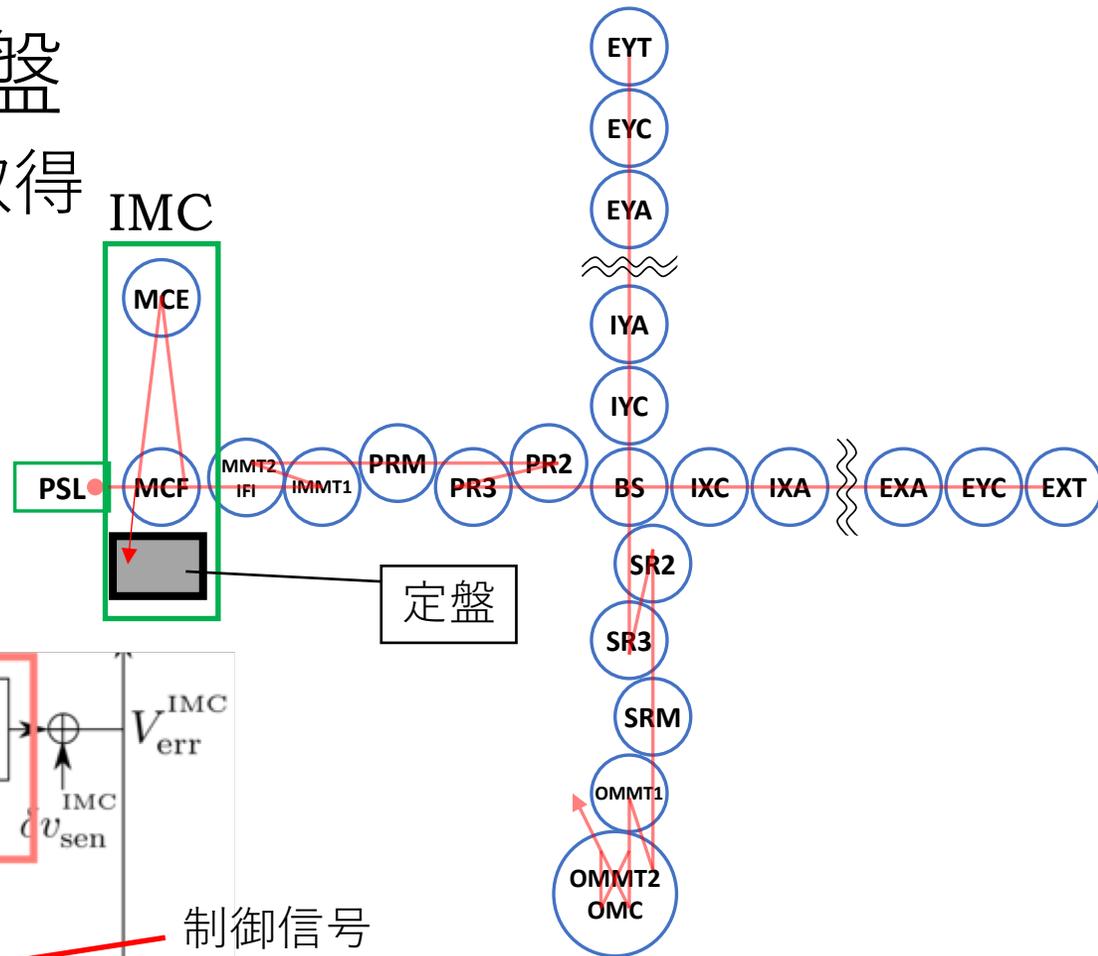
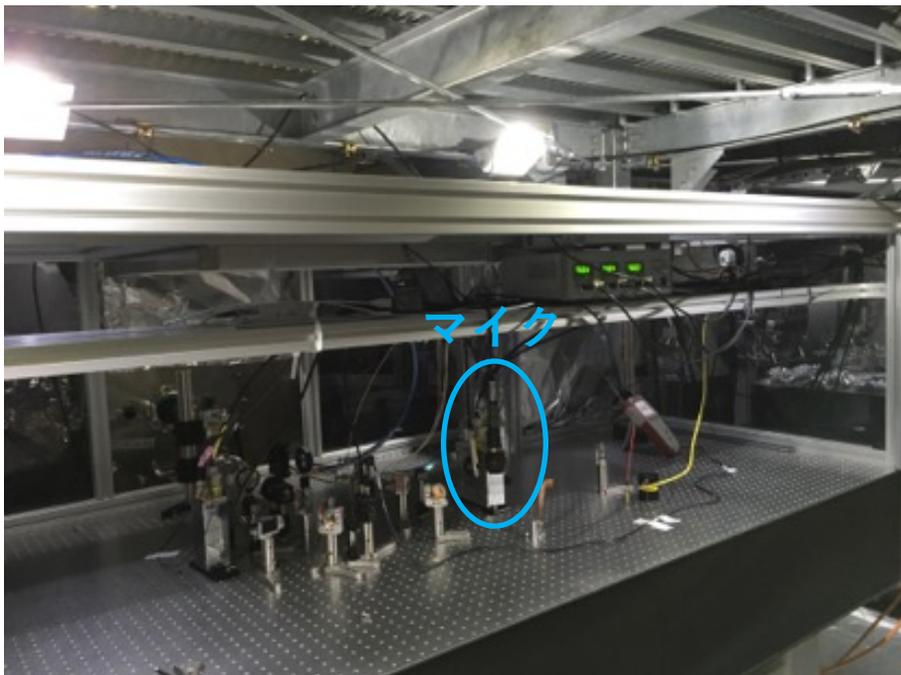
A : アクチュエーター効率 [Hz/V]  
F : サーボ伝達関数 [V/V]  
C : 共振器ローパスフィルタ [Hz/Hz]  
D : Optical gain [V/Hz]

By M. Nakano JGW-G1707575

# 雑音評価実験

## ■IMCの制御信号を取得する定盤

- IMCのキャビティ長の制御信号の取得
- マイクを設置し音信号の取得



By M. Nakano JGW-G1707575

# 雑音評価測定①

## ■IMCカバーの設置

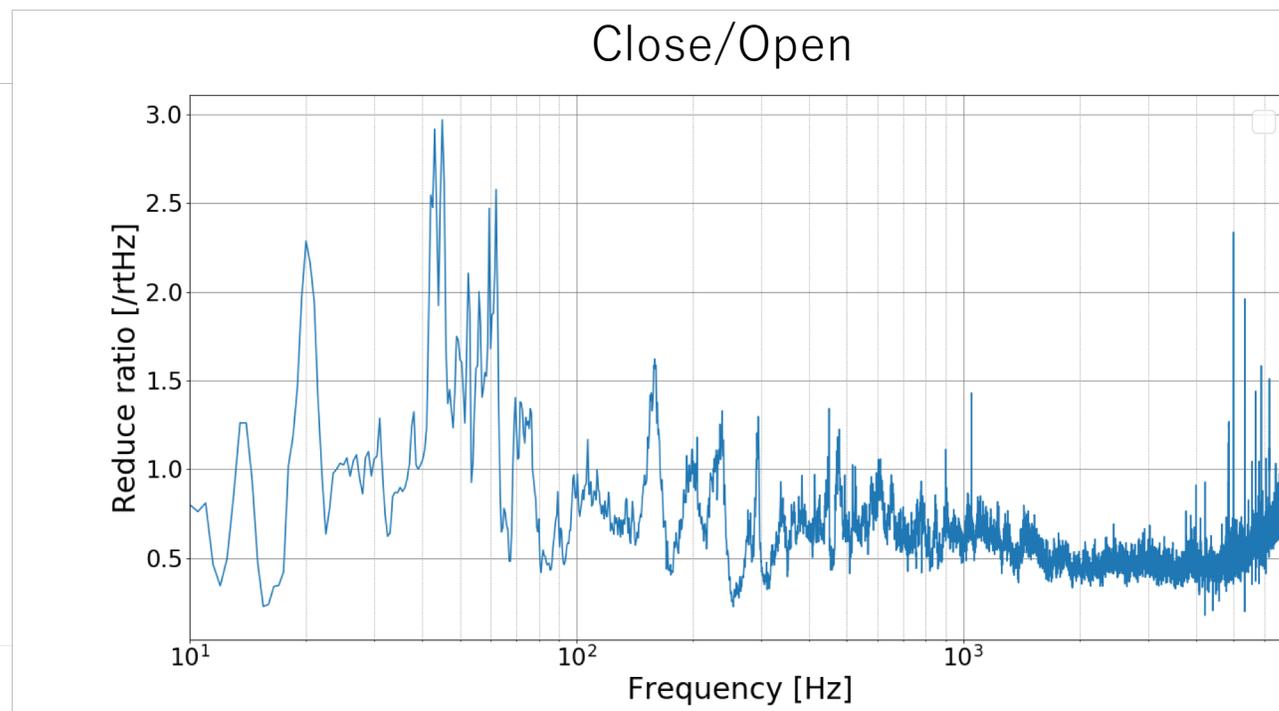
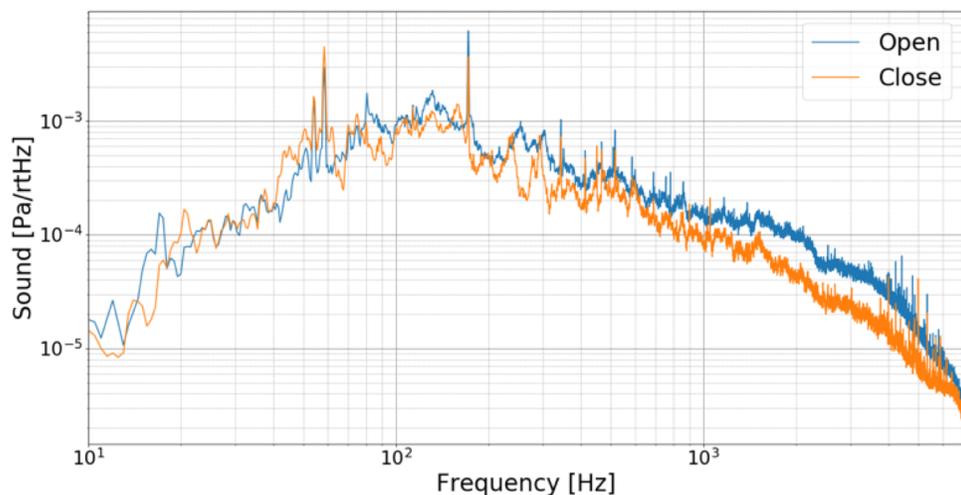
- 主に防塵目的のカバーであるが防音効果を期待してカバーの隙間を埋めた
- カバーの扉を開けた状態と閉めた状態で測定を行なった



# 雑音評価測定①

## ■IMCカバーの設置

- おおよそ100 Hz以上では音を減らすことができています

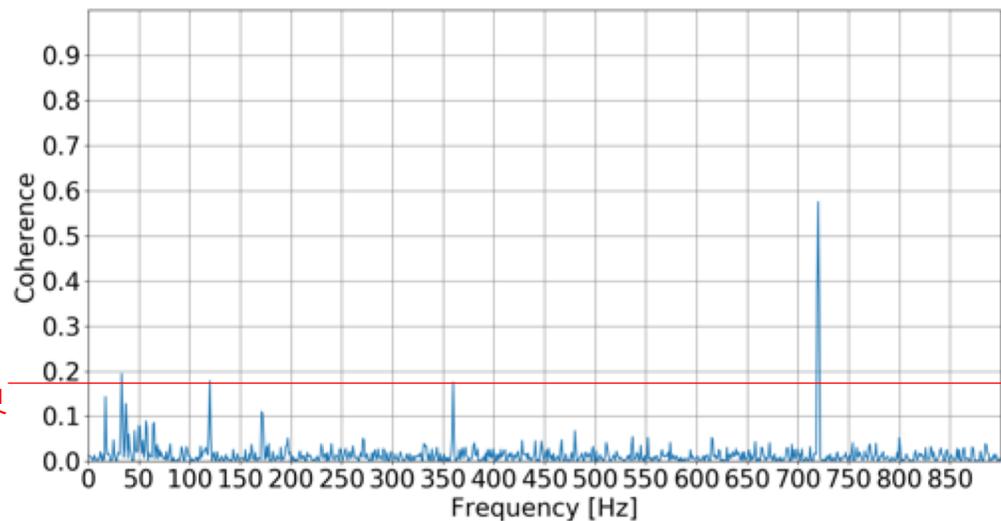


# 雑音評価測定②

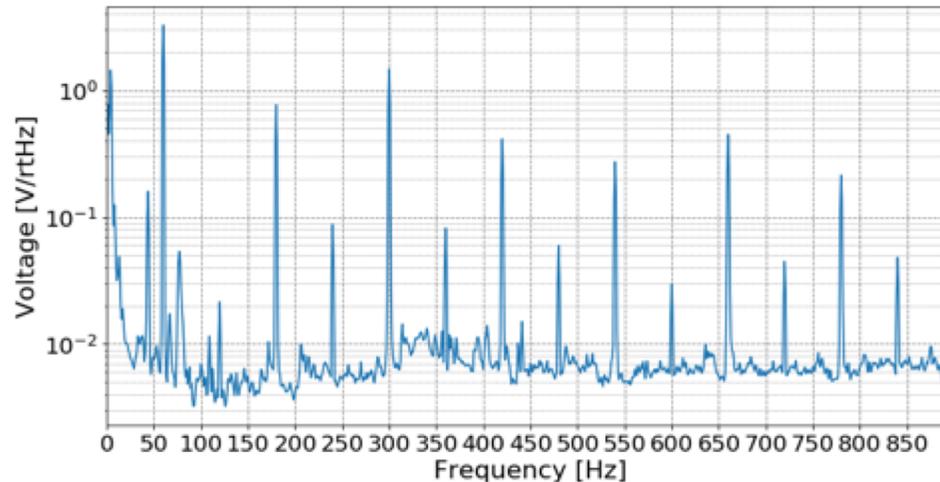
## ■ コヒーレンスのある周波数の雑音探索

- 音と制御信号に高いコヒーレンス音響とIMCの多くの信号とで720 Hzに高いコヒーレンスが見つかった。

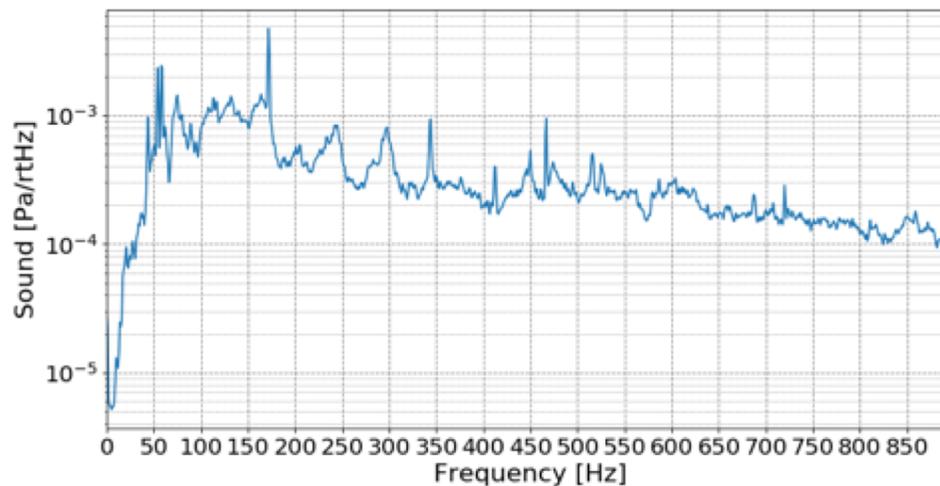
$$\text{コヒーレンス: } \gamma_{xy}^2(\omega) = \frac{|X^*(\omega)Y(\omega)|^2}{X^*(\omega)X(\omega) \times Y^*(\omega)Y(\omega)}$$



IMCの制御信号:  $X(\omega)$



マイクの信号:  $Y(\omega)$



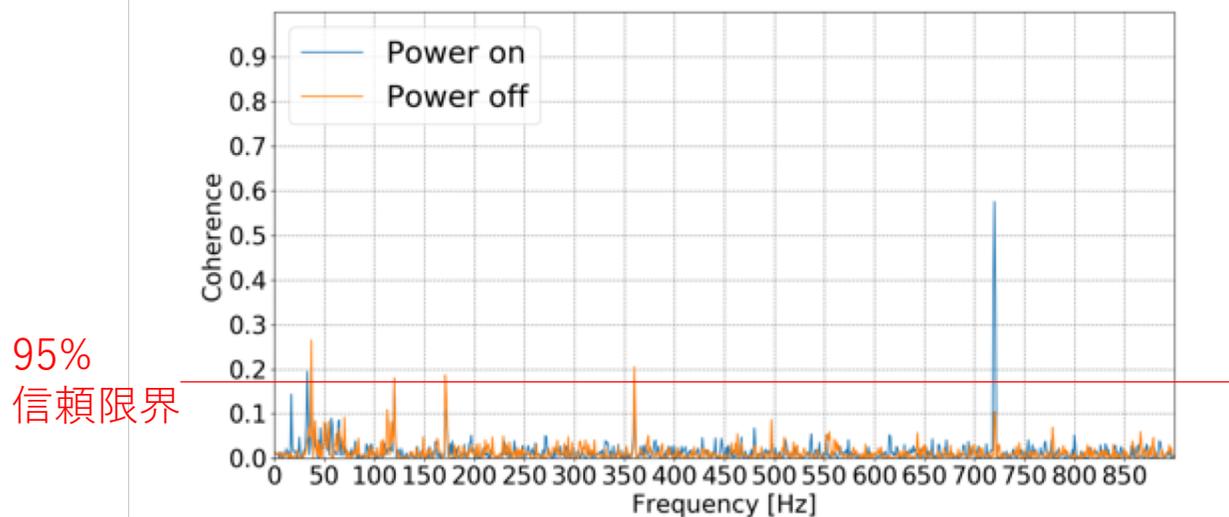
# 雑音評価測定②

## ■コヒーレンスのある周波数の雑音探索

- 720Hz に高いコヒーレンス

音響とIMCの多くの信号とで720 Hzに高いコヒーレンスが見つかった。

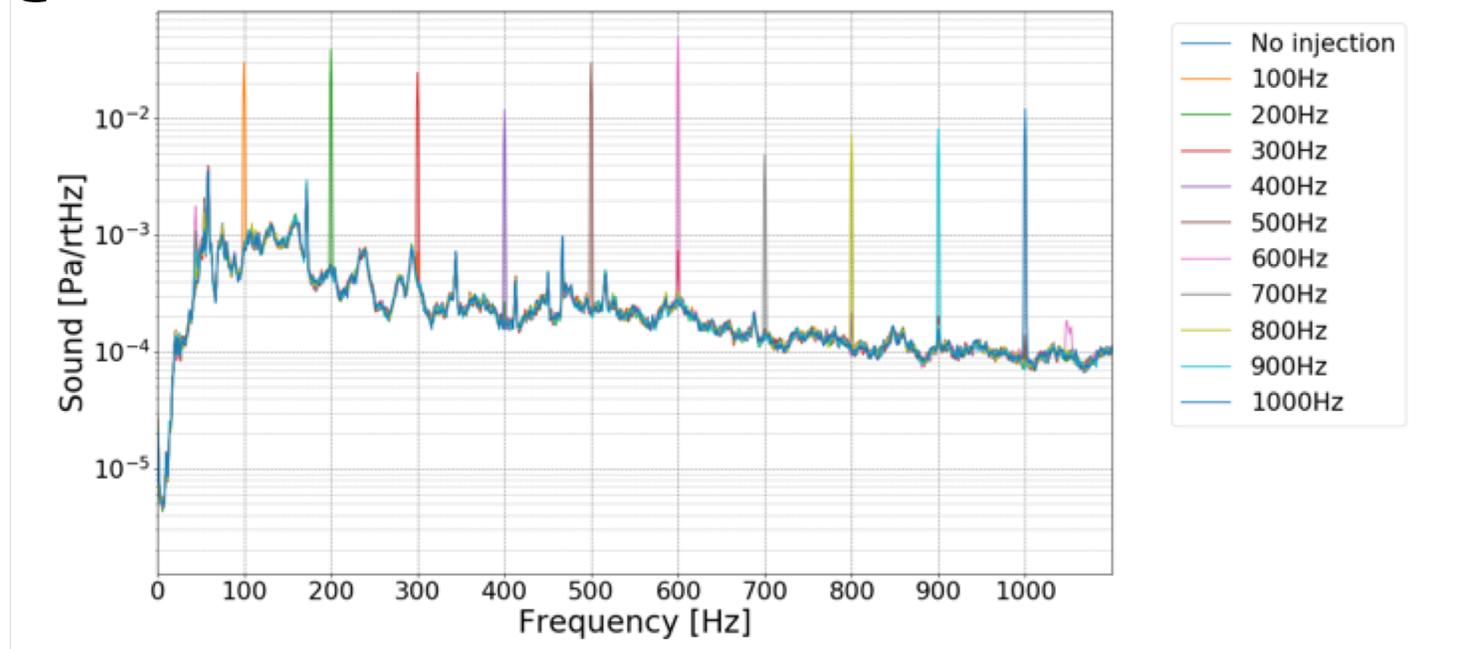
周りの装置で720 Hzの音を出しているものが無いか調べたところ、送風機が720 Hzの音を出していることが判明した。



# 雑音評価測定③

## ■雑音注入試験によるカップリングの評価

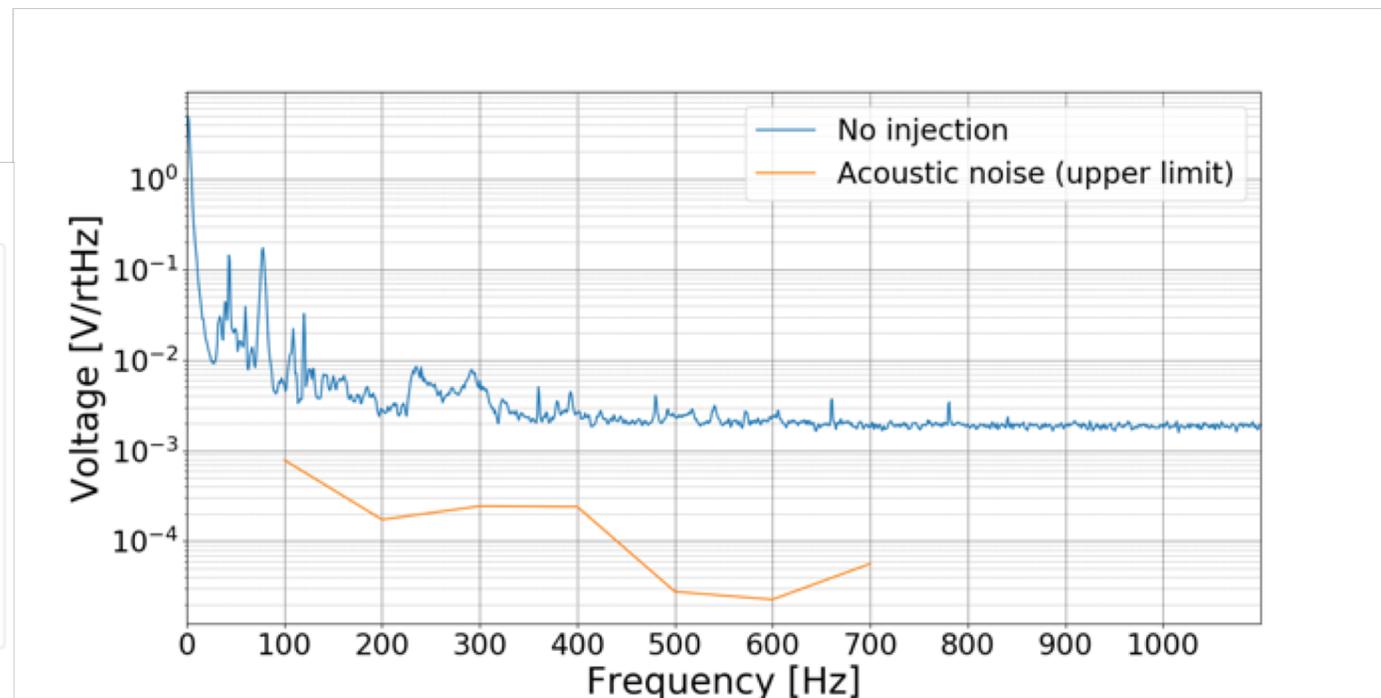
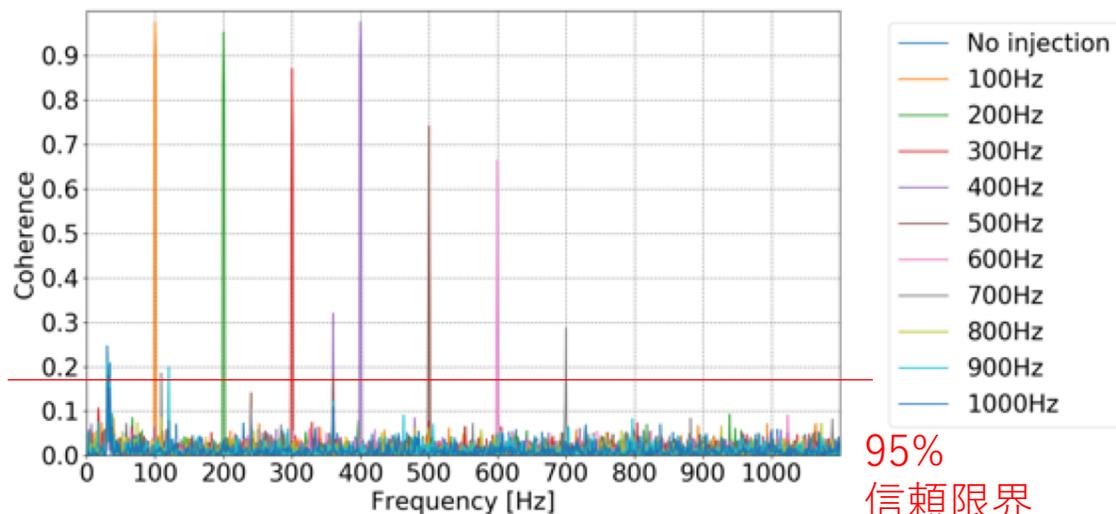
- 音響の様々な信号に対する影響を調べるためにIMCに音響注入試験を行なった
- 100~1000 Hzで100 Hz毎の周波数をスピーカーでIMCに向かって音を注入した



# 雑音評価測定③

## ■雑音注入試験によるカップリングの評価

- 800 Hz以上の音は十分なコヒーレンスが出ておらずほとんどカップリングしていなかった



# まとめと今後

## ■定盤カバー

- 防塵のほか100 Hz以上で遮音効果がある

## ■送風機

- コヒーレンス解析で雑音源の特定ができた
- 同様の解析手法を用いて他の雑音源の特定を行う

## ■IMCに置ける音響カップリング

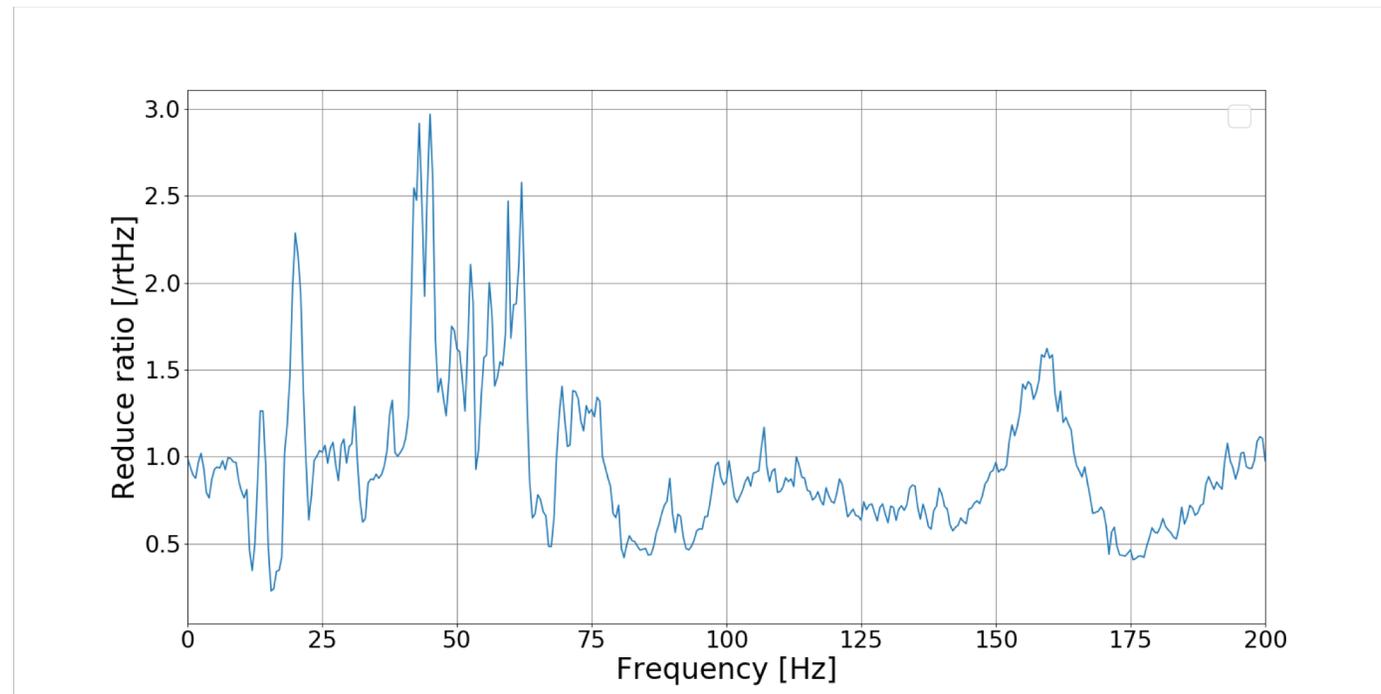
- IMCにおける音響カップリングの評価ができた
- 他の干渉計のシステムのカップリングを調べる

ご静聴ありがとうございました

# 雑音評価測定①

## ■IMCカバーの設置

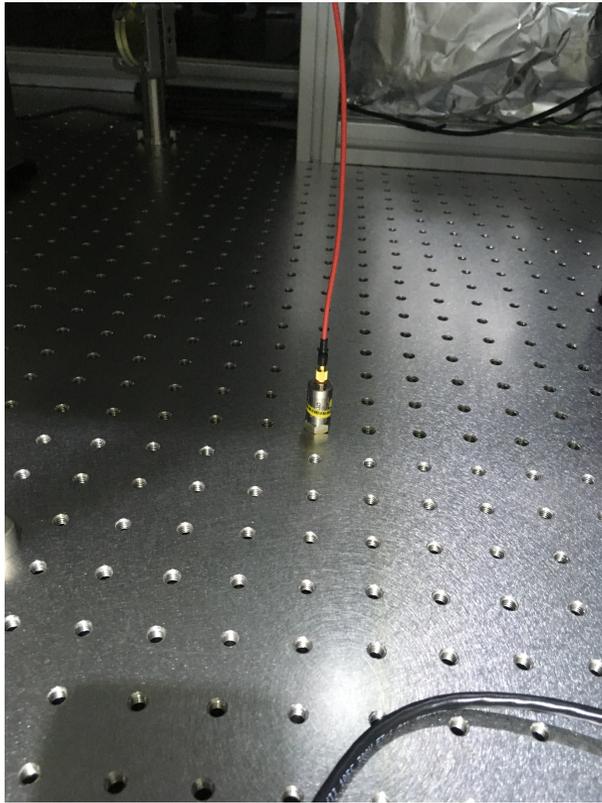
- おおよそ0-200 Hzでピークらしきものがいくらか存在する



# 雑音評価測定extra

## ■GRAND

- 加速度計のgrand loop



# 雑音評価測定extra

## ■ GRAND

- 加速度計のgrand loop

