



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

■ レーザー干渉計型重力波検出器^[*]

- 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>

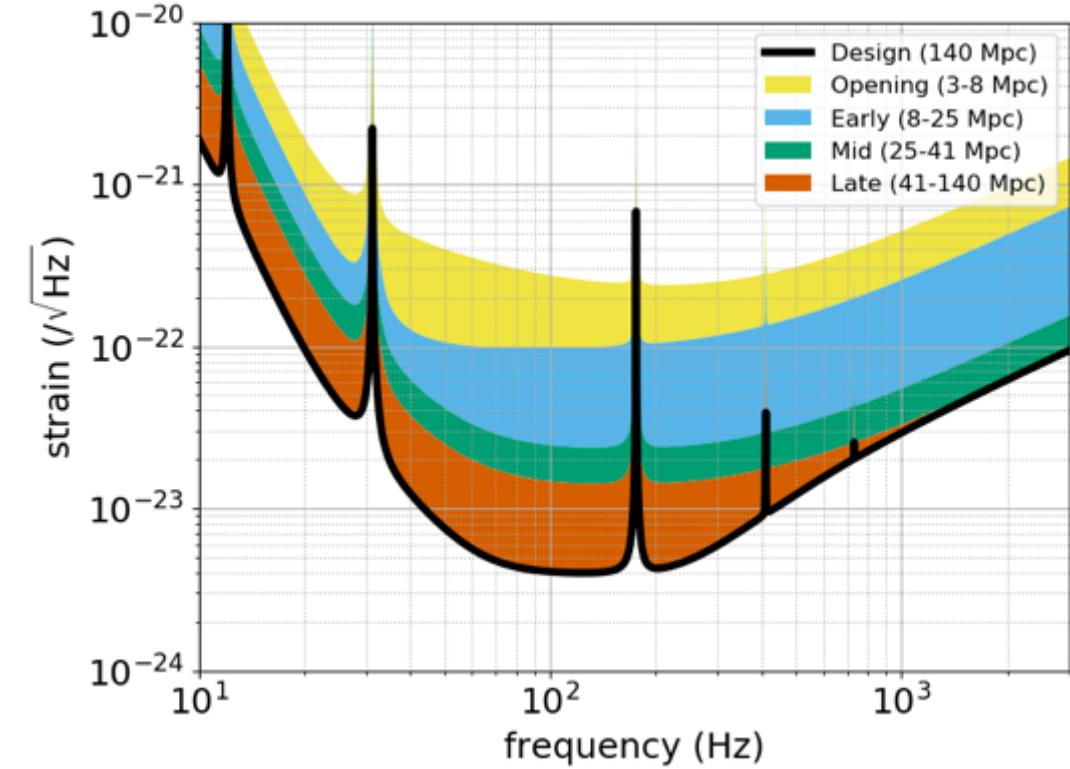
■ 現在の状況

- 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

■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、散乱光雑音や電源雑音、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



Physical Environmental Monitor (PEM)

■雑音の特徴付け

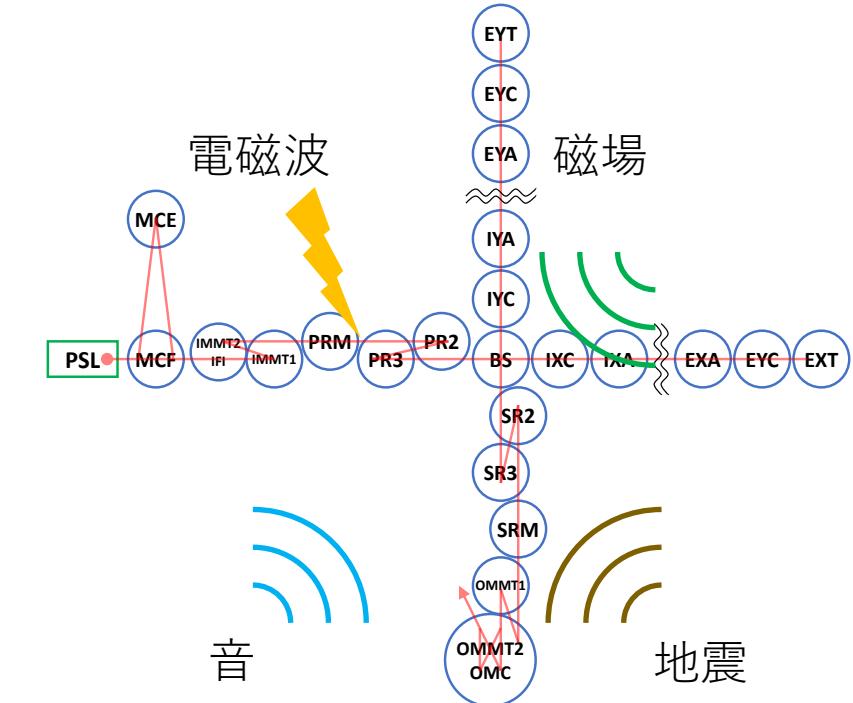
- 環境雑音とKAGRA内の諸装置とのカップリングの調査

■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

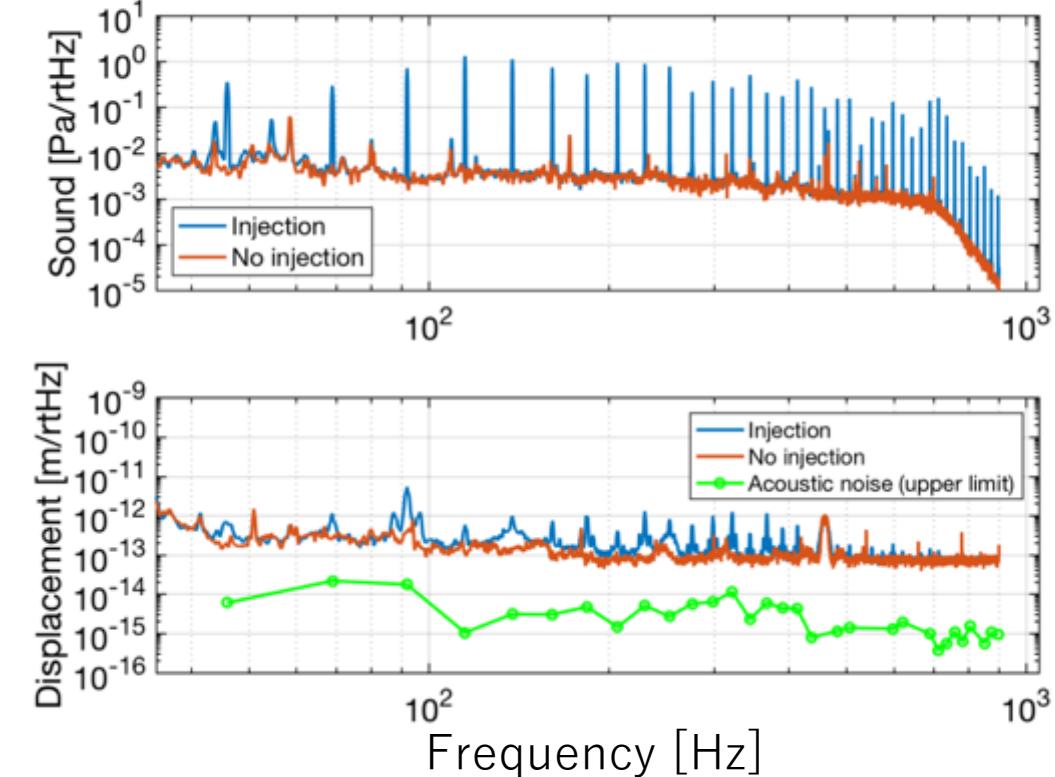


KAGRAの様々な機器について周辺環境（地震、音、磁場、電磁波、温度、湿度など）が影響を与える

Physical Environmental Monitor (PEM)

■環境とのカップリング

- ・環境信号は干渉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



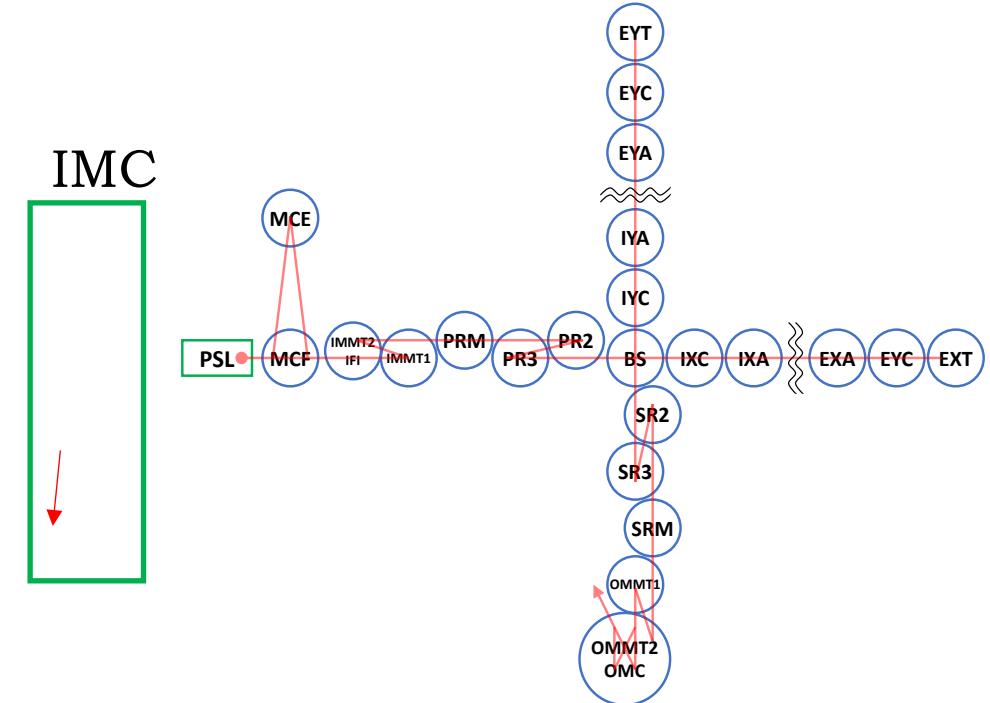
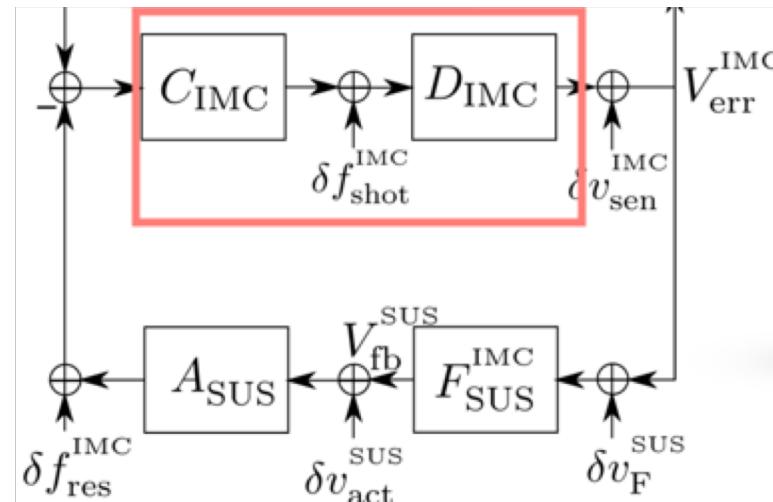
諸装置の雑音レベルの要求値を上回る可能性がある
環境雑音は出来るだけ除去しなければならない

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、位置

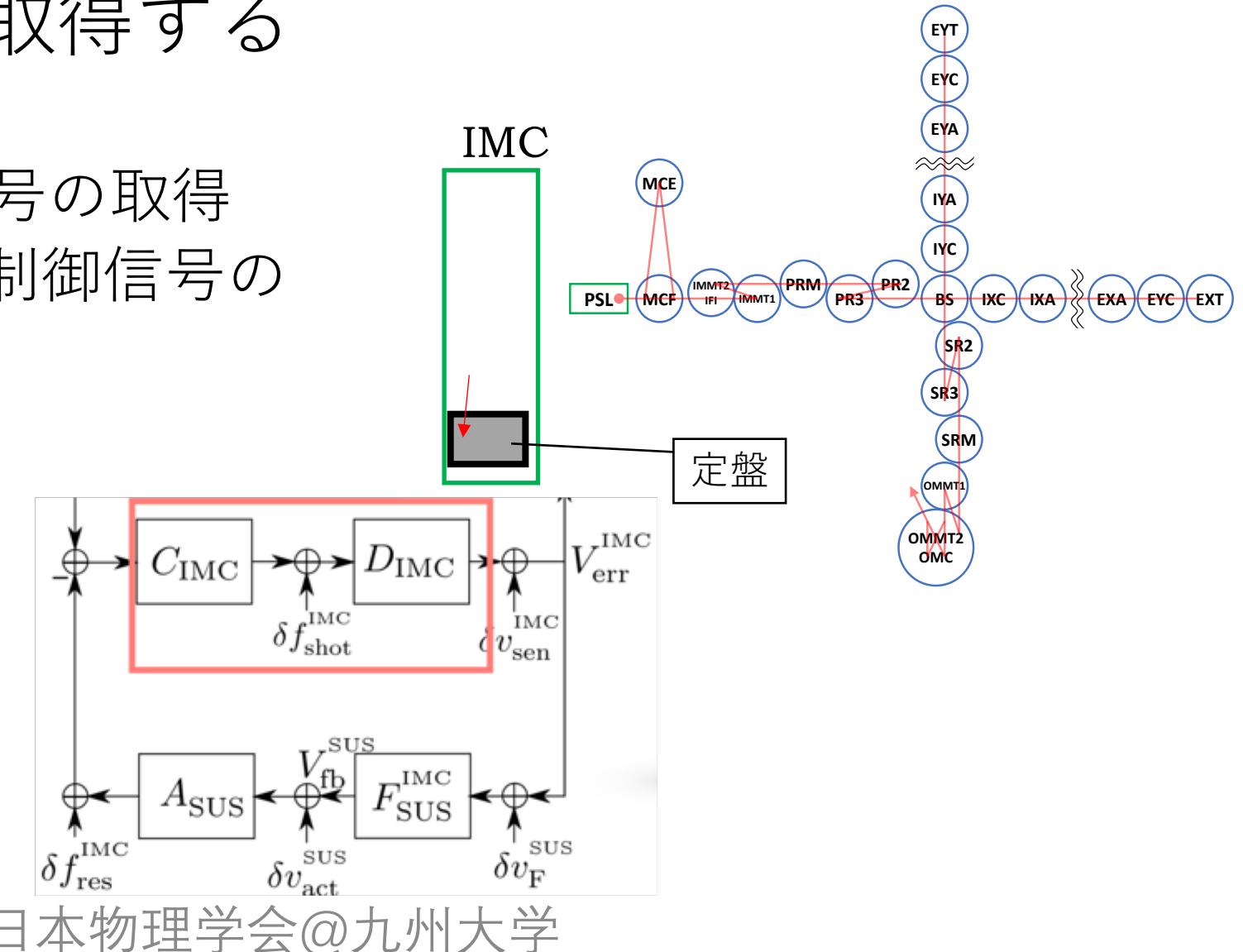
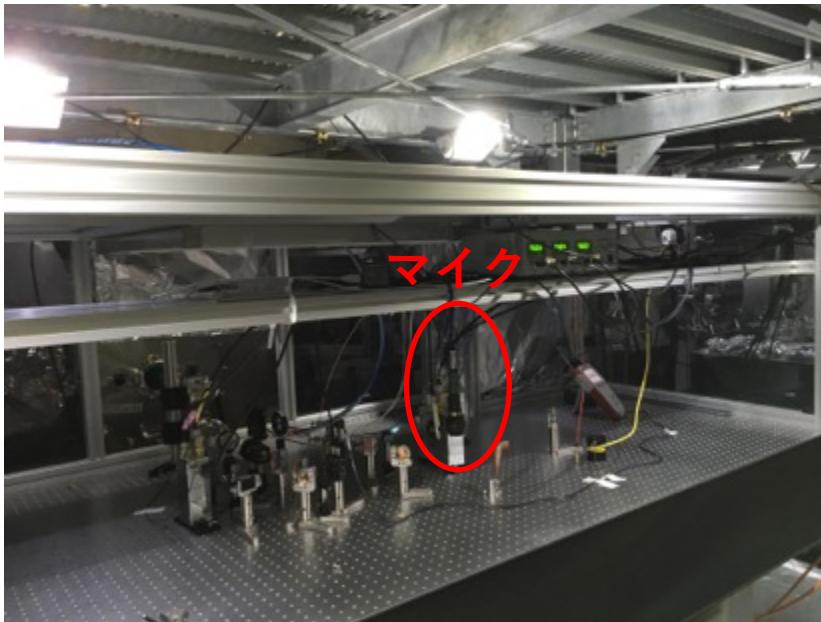
- 入射レーザーからガウシアンモードの光のみを通す
- 周波数の安定化



雑音評価実験

■IMCの制御信号を取得する定盤

- マイクを設置し音信号の取得
- IMCのキャビティの制御信号の取得



雑音評価測定①

■IMCカバーの設置

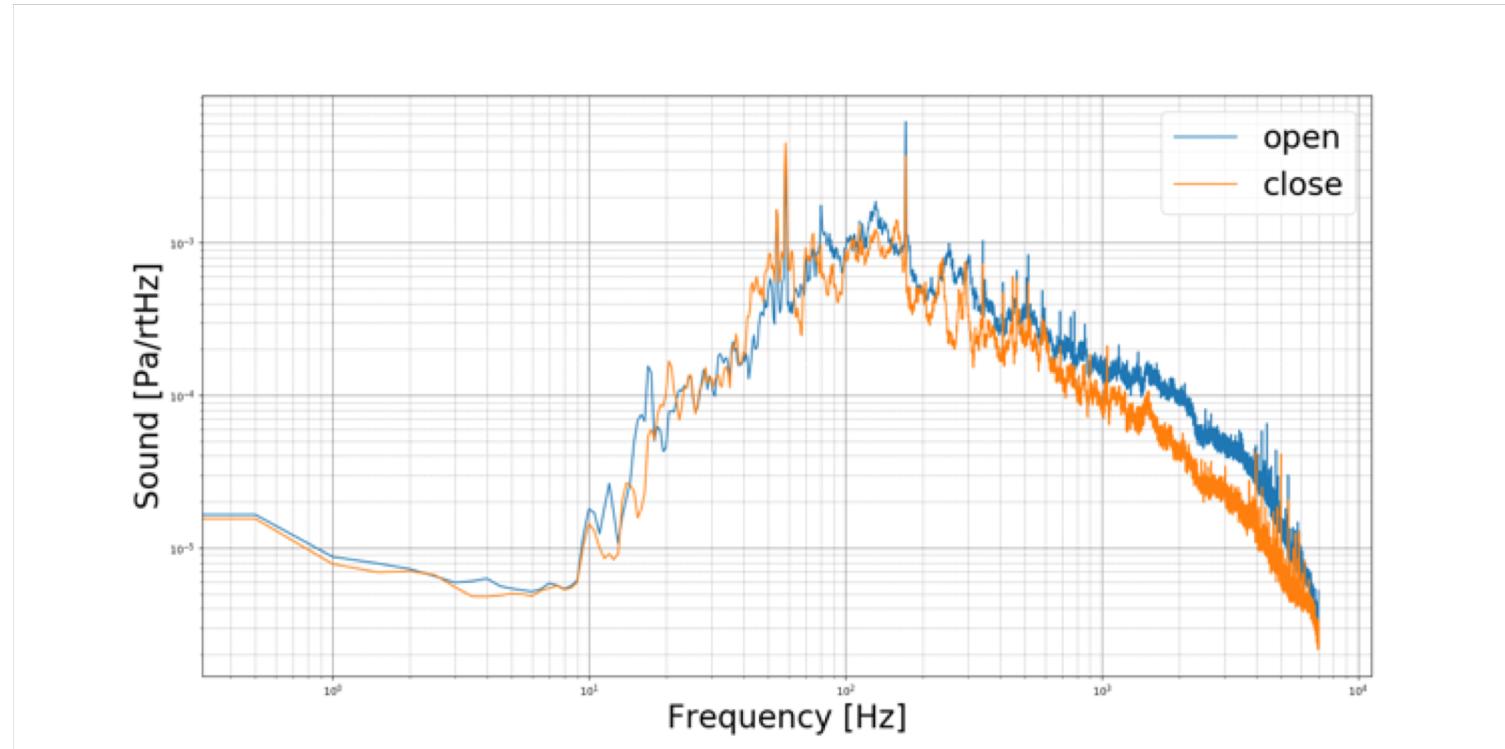
- 主に防塵目的のカバーであるが防音効果を期待してカバーの隙間を埋めた
- カバーの扉を開けた状態と閉めた状態で測定を行なった



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る

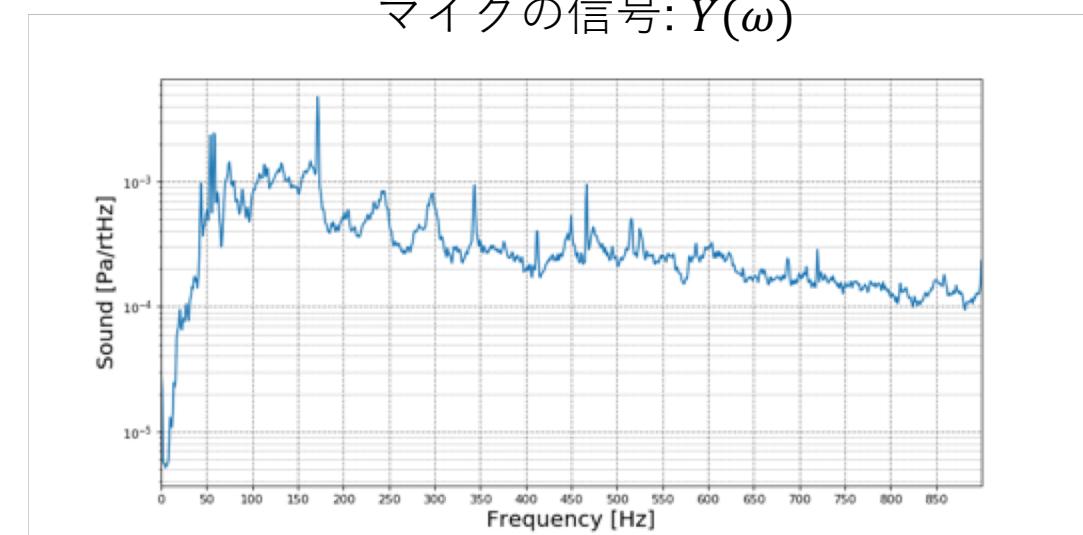
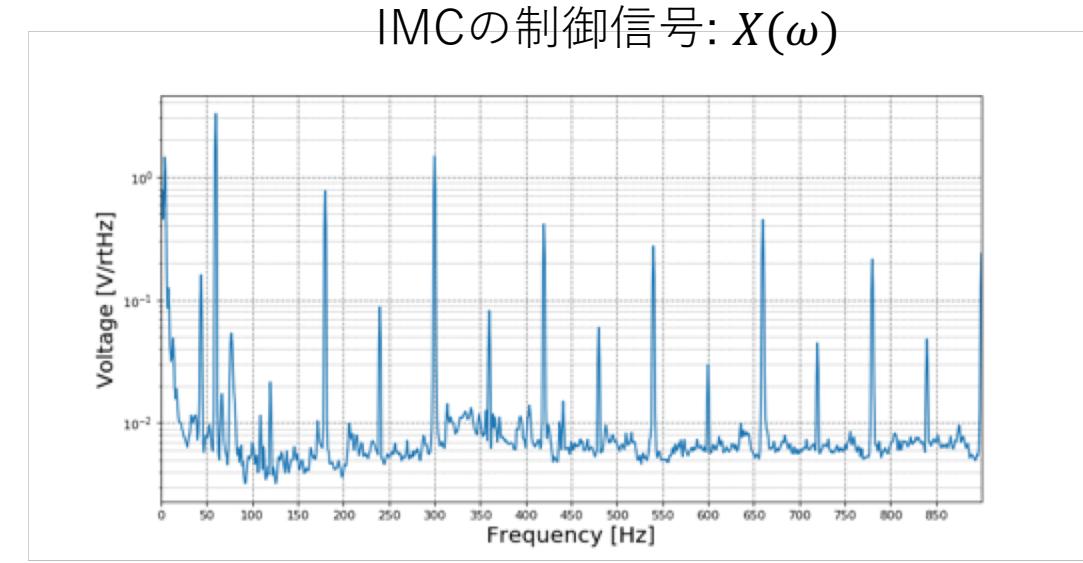
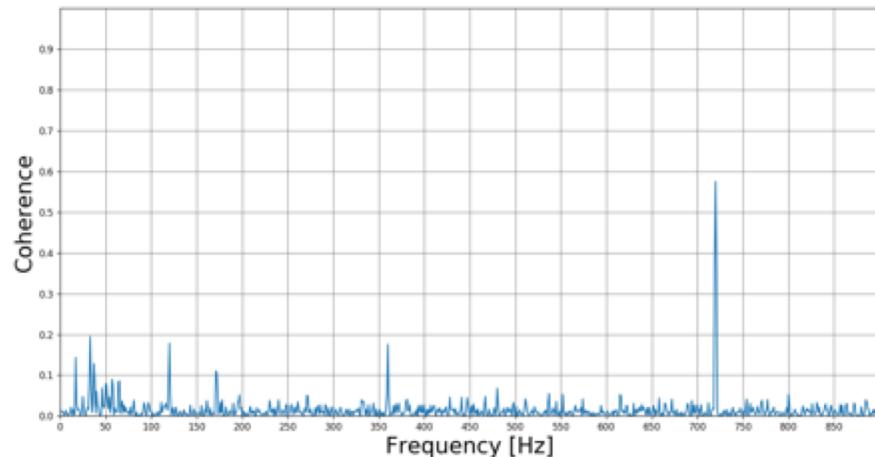


雑音評価測定②

■ 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。

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



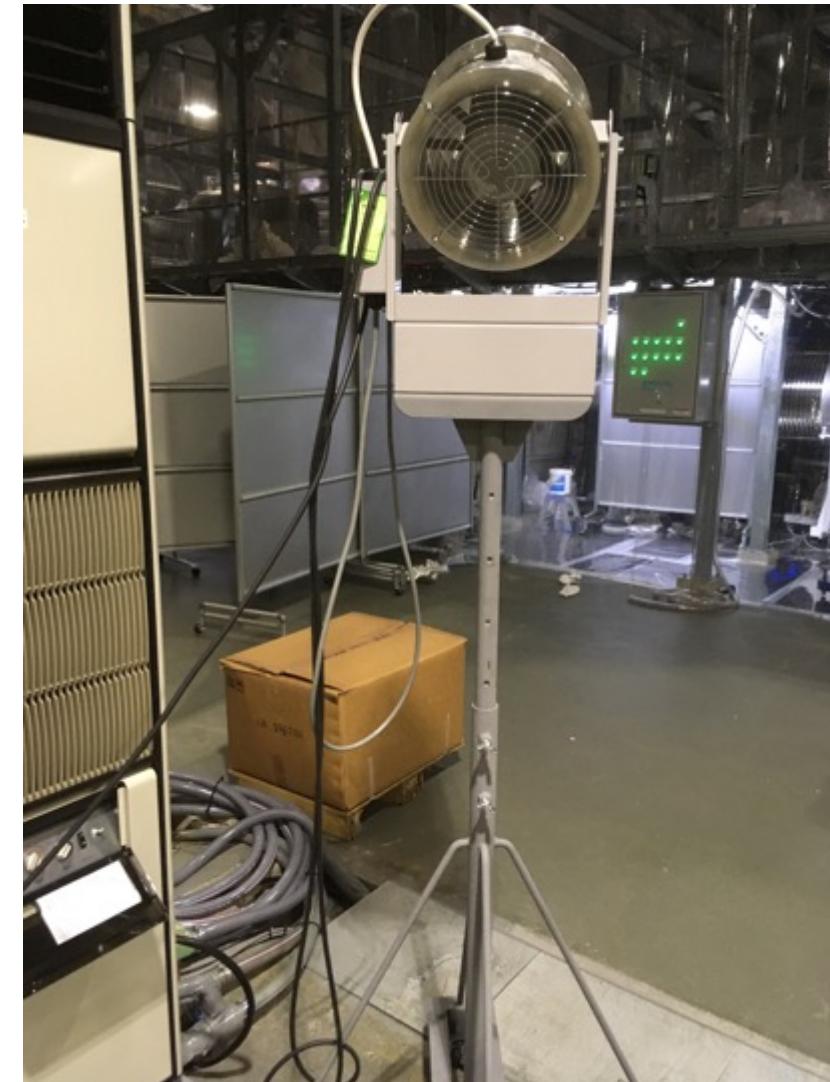
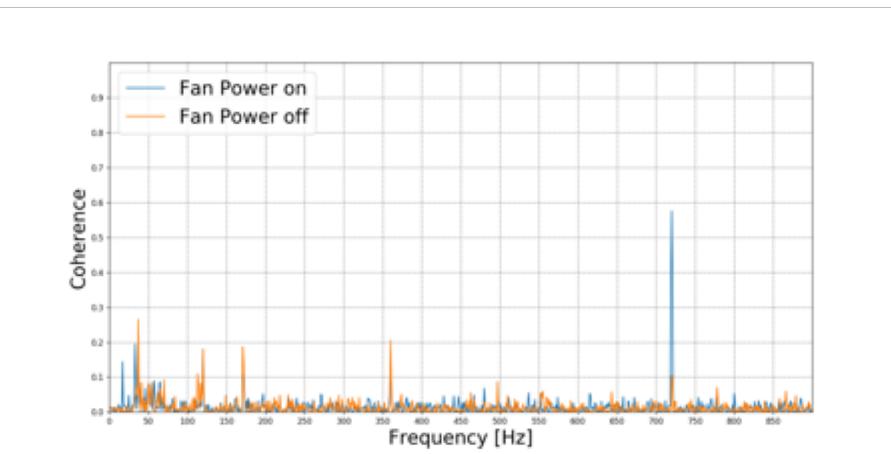
雑音評価測定②

■ 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。

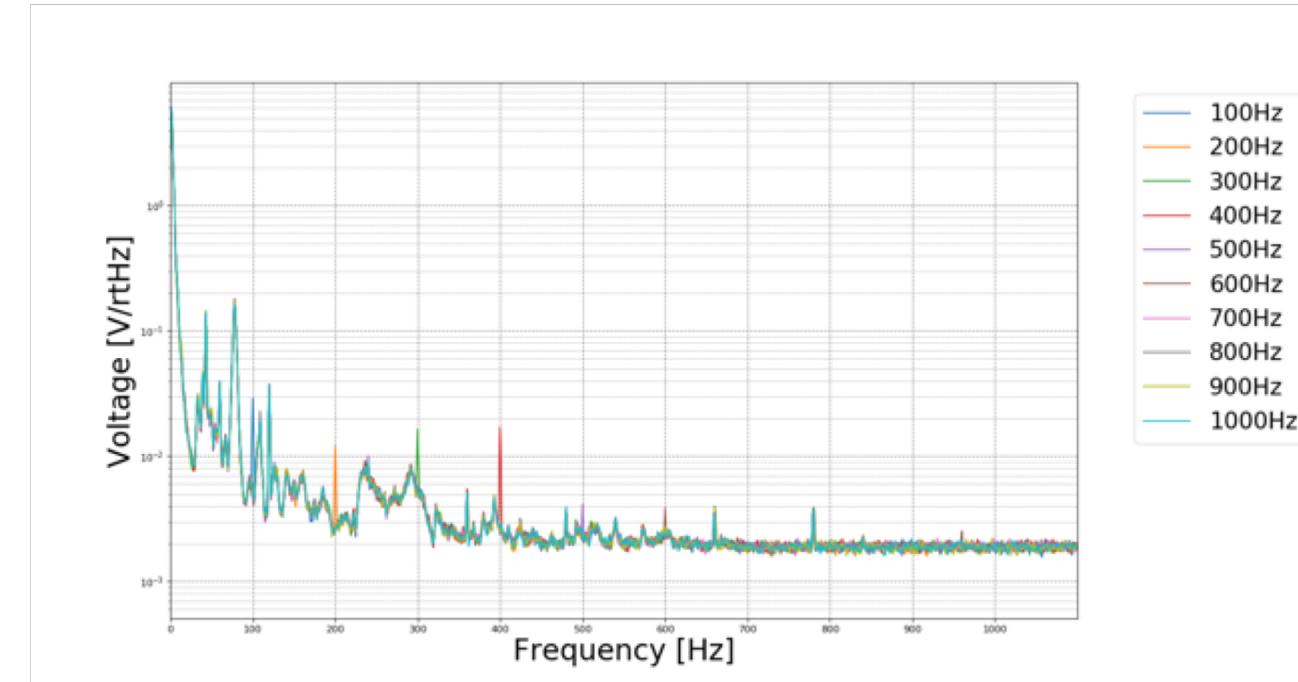
周りの装置で720 Hzの音を出しているものが無いか調べたところ、送風機が720 Hzの音を出していることが判明した。



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

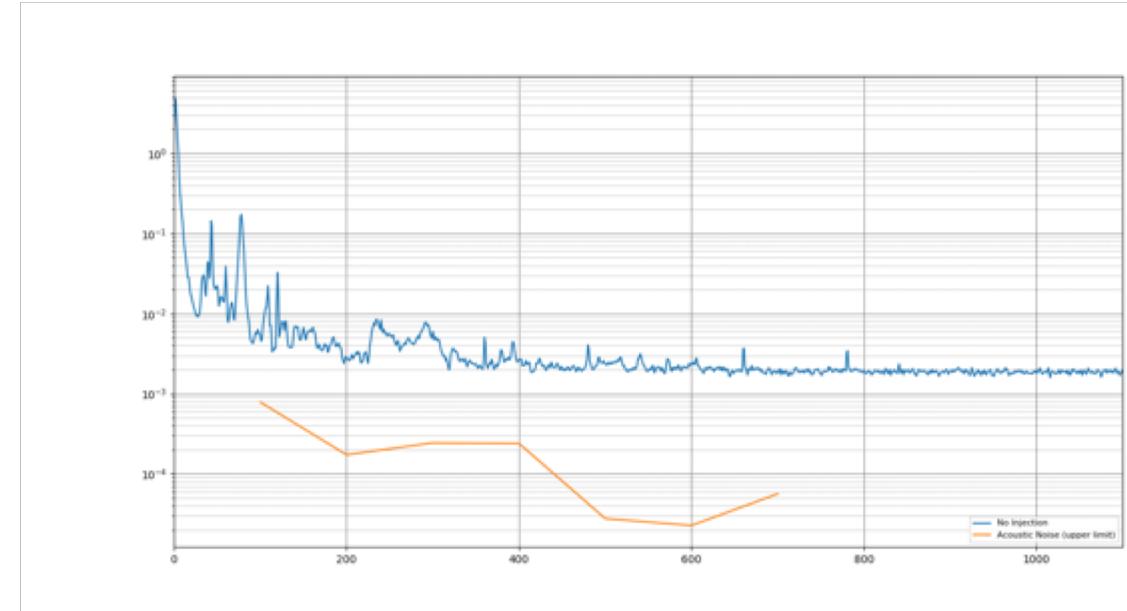
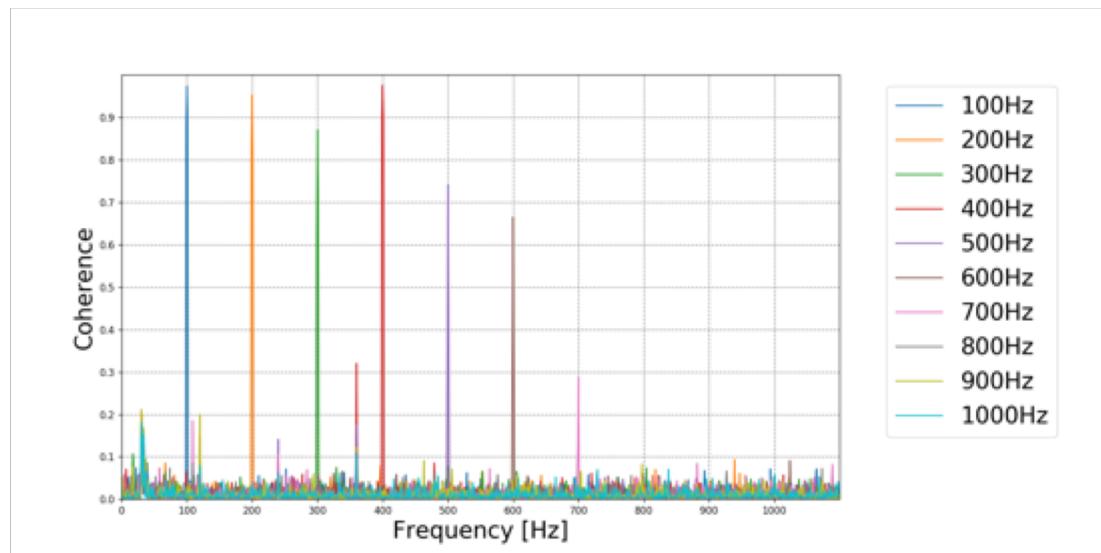
- 音響の様々な信号に対する影響を調べるためにIMCに音響注入試験を行なった
- 100~1000 Hzで100 Hz毎の周波数をスピーカーでIMCに向かって音を注入した



雑音評価測定③

■ 雜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