

# KAGRAの低温加速度計の開発

東京大学 理学系研究科天文学専攻 チン タン 陳 聃

山元一広、川村静児、鈴木敏一、内山隆、大内正己、

KAGRA Collaboration

物理学会@京都産業大学

2012/9/11

# 目次

- 概要
- 目的：KAGRAの冷却シールドの振動測定
- 方法：Michelson干渉計
- 常温・常圧での振動測定試験
- これからの予定
- まとめ

# 目次

- 概要

- 目的：KAGRAの冷却シールドの振動測定
- 方法：Michelson干渉計
- 常温・常圧での振動測定試験
- これからの予定
- まとめ

# 概要

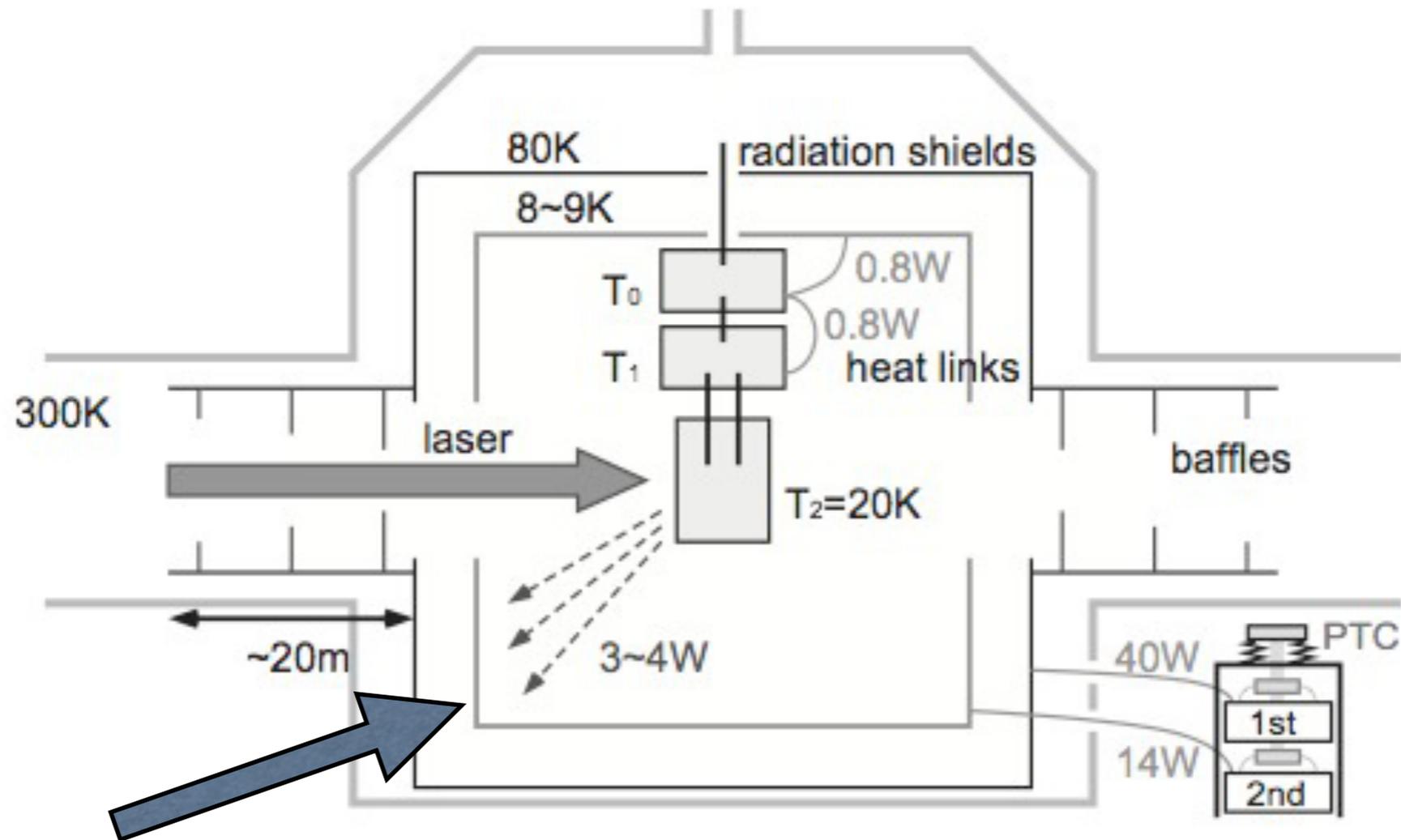
- 大型低温重力波望遠鏡KAGRAでは熱雑音低減のために主要となる鏡を冷やす計画である。
- 鏡と物理的につながる冷却シールドの振動測定を行う予定である。
- 本発表では常温・常圧下での加速度計の試験を行った。
- 本加速度計は $10^{-11}\text{m}/\text{rtHz}@100\text{Hz}$ の感度を持つ。
- 低温・低気圧対応への準備

# 目次

- 概要
- 目的：KAGRAの冷却シールドの振動測定
- 方法：Michelson干渉計
- 常温・常圧での振動測定試験
- これからの予定
- まとめ

# 目的

KAGRAの冷却シールドの振動測定を行う。



冷却シールドの振動はヒートリンク伝いに鏡まで伝わる可能性がある。

そこで冷凍機をつけた状態での冷却シールドの振動測定を行いたい。

本番の試験は今年12月に行う予定。

# 目的

本番の振動測定までの流れ

常温・常圧での加速度計試験

真空槽などの準備が  
進められている

低温(10K)・真空( $10^{-4}$ Pa)試験

KAGRA冷却シールドの振動測定(10K,  $10^{-7}$ Pa)

# 目的

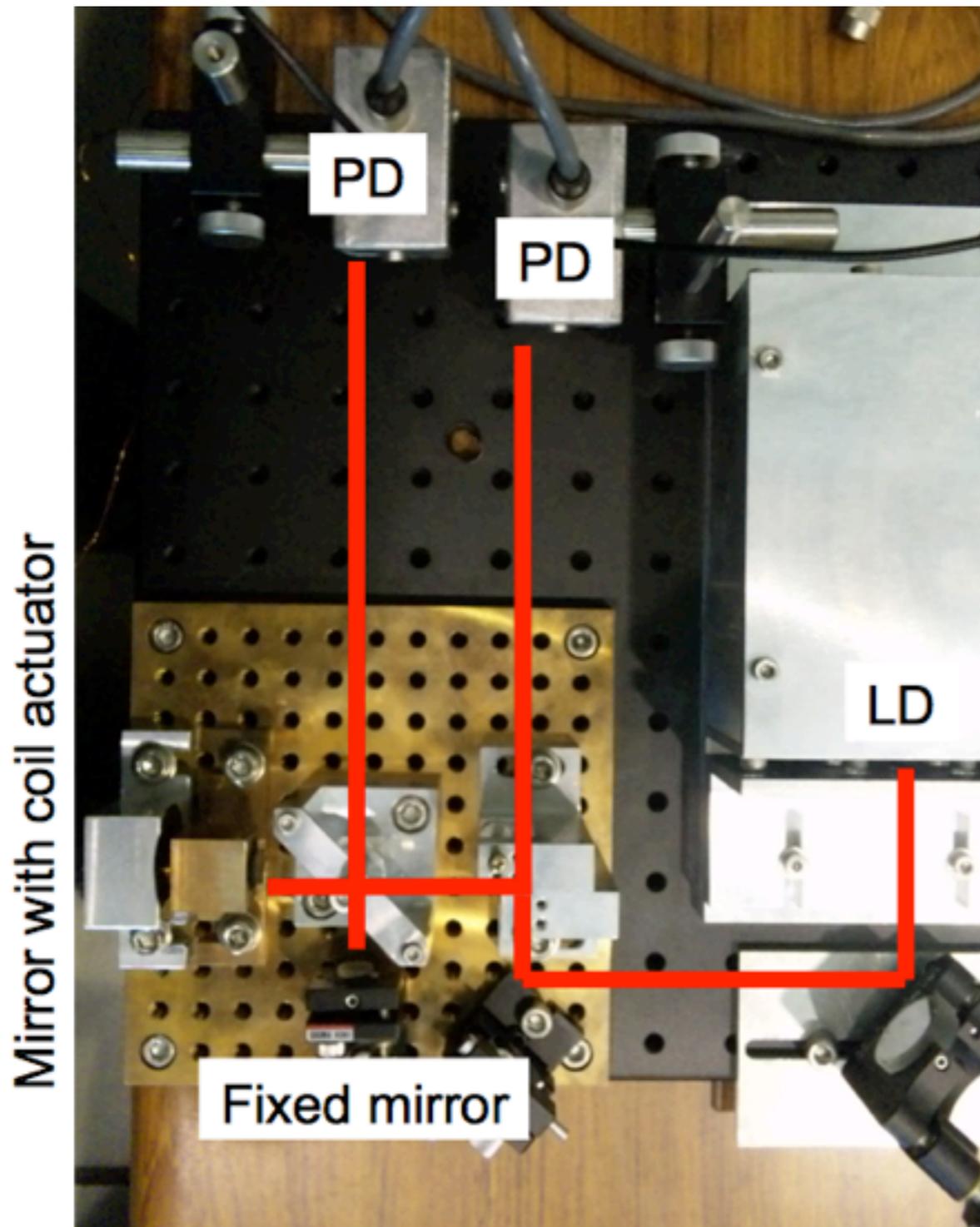
常温・常圧での加速度計試験

地面振動レベル( $\sim 10^{-7} \text{m}/\sqrt{\text{Hz}}/f^2$ )のはかれる  
加速度計を組み地面振動の測定を試みる。

# 目次

- 概要
- 目的：KAGRAの冷却シールドの振動測定
- 方法：Michelson干渉計
- 常温・常圧での振動測定試験
- これからの予定
- まとめ

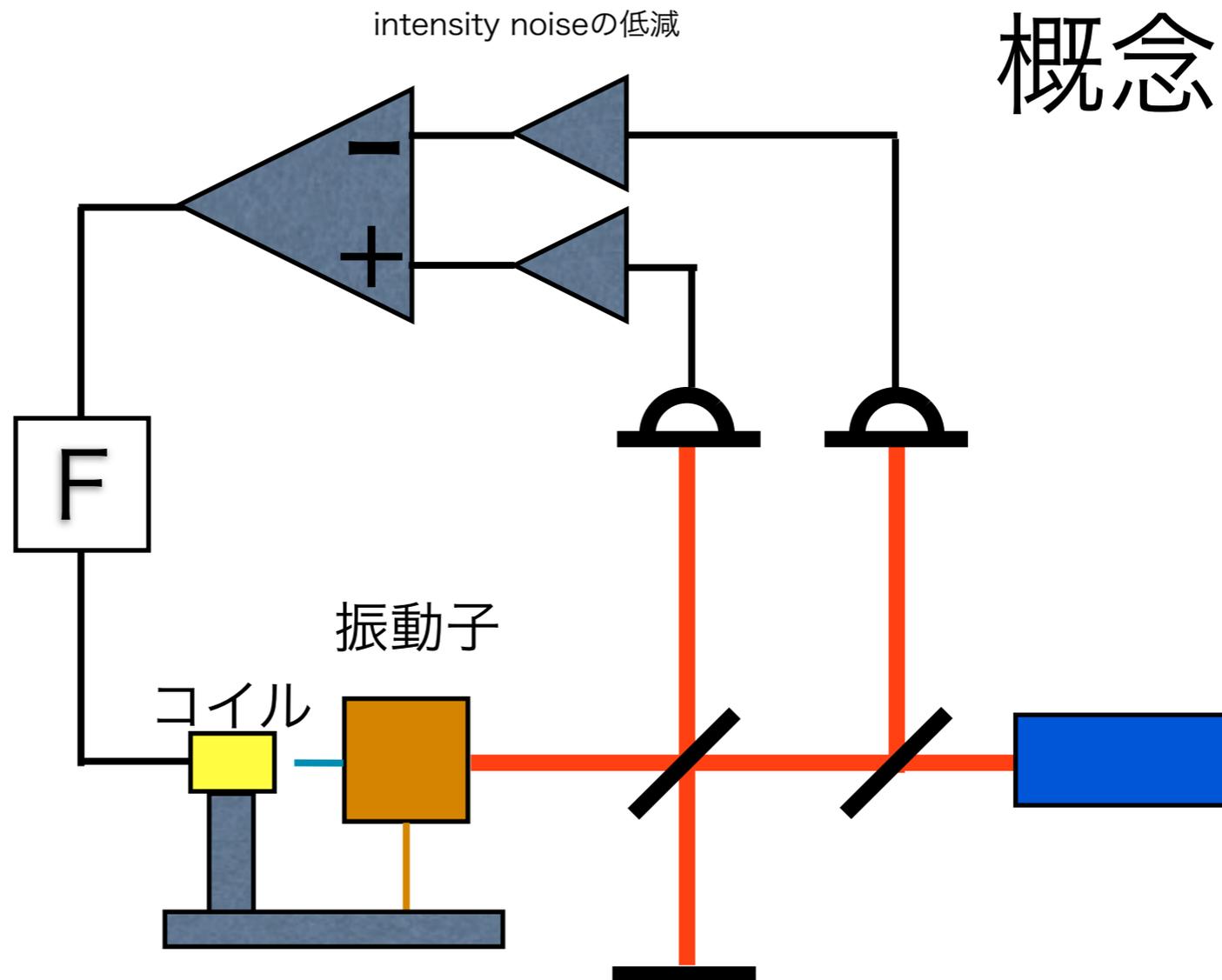
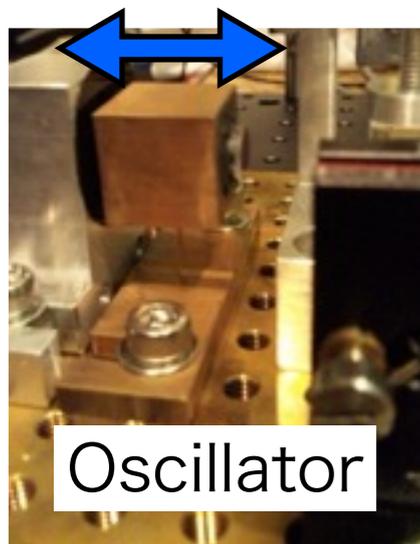
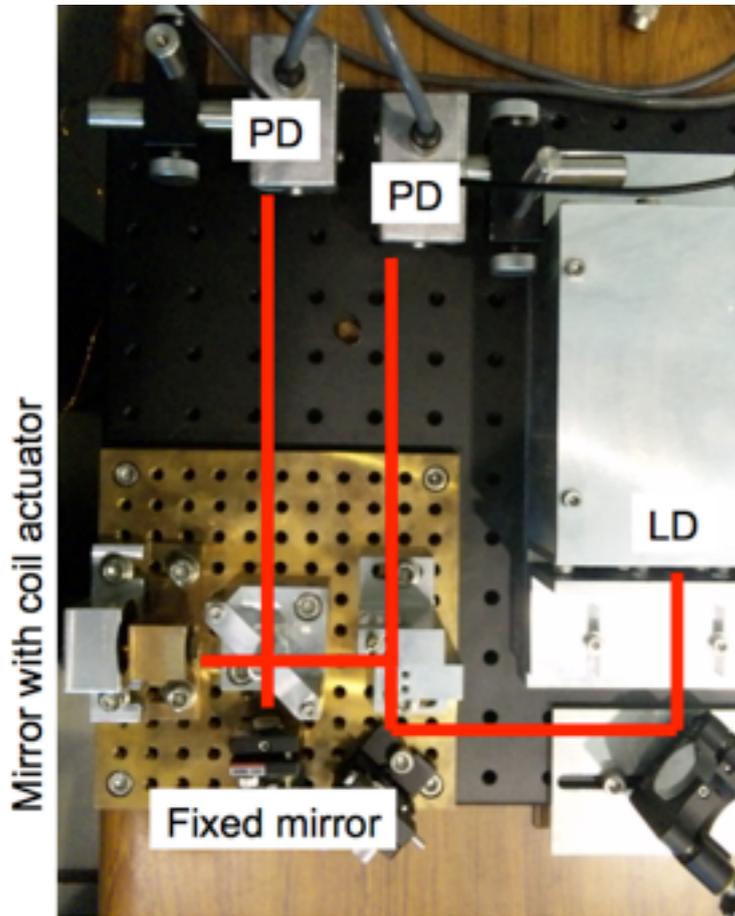
# 方法



Michelson干渉計を使用して振動の測定を行う。  
(測定する自由度は水平方向1つ)

# 方法

## 概念図



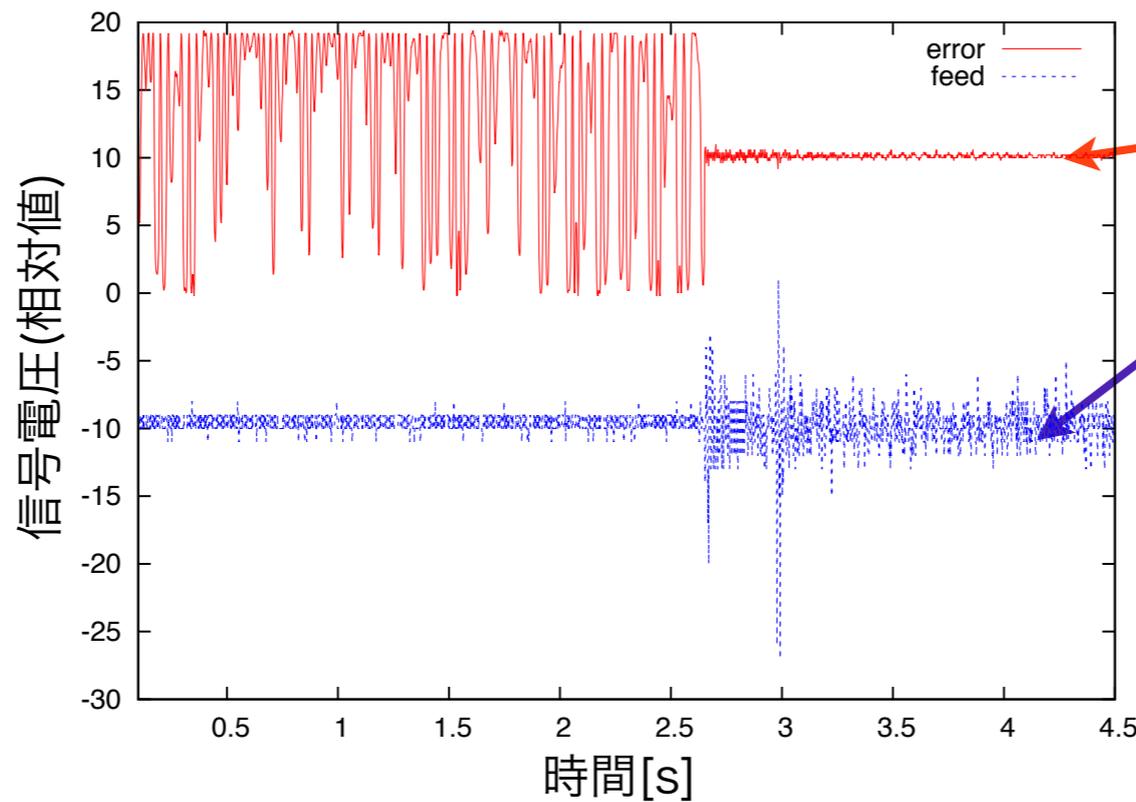
干渉計の片腕は振動子になっており、干渉計の制御信号から地面振動を知ることができる。

# 目次

- 概要
- 目的：KAGRAの冷却シールドの振動測定
- 方法：Michelson干渉計
- 常温・常圧での振動測定試験
- これからの予定
- まとめ

# 常温・常圧での振動測定試験

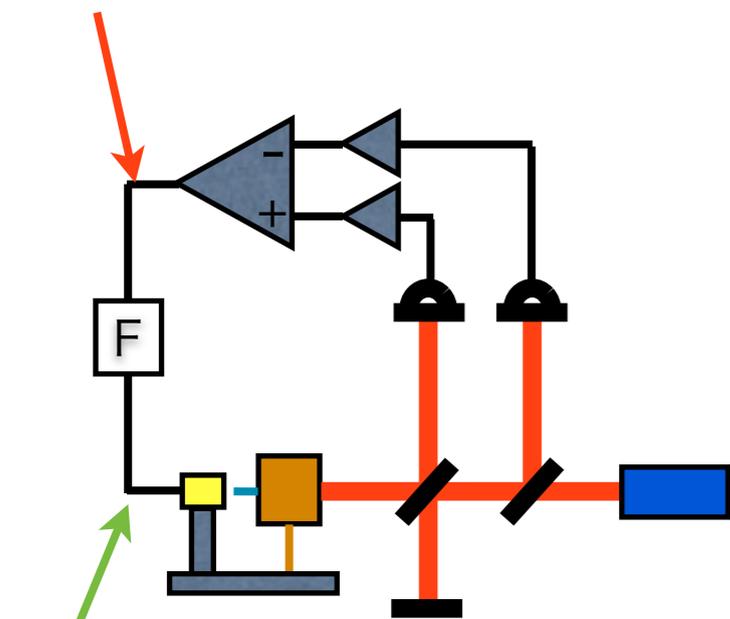
## Michelson干渉計の制御



エラー信号

フィードバック信号

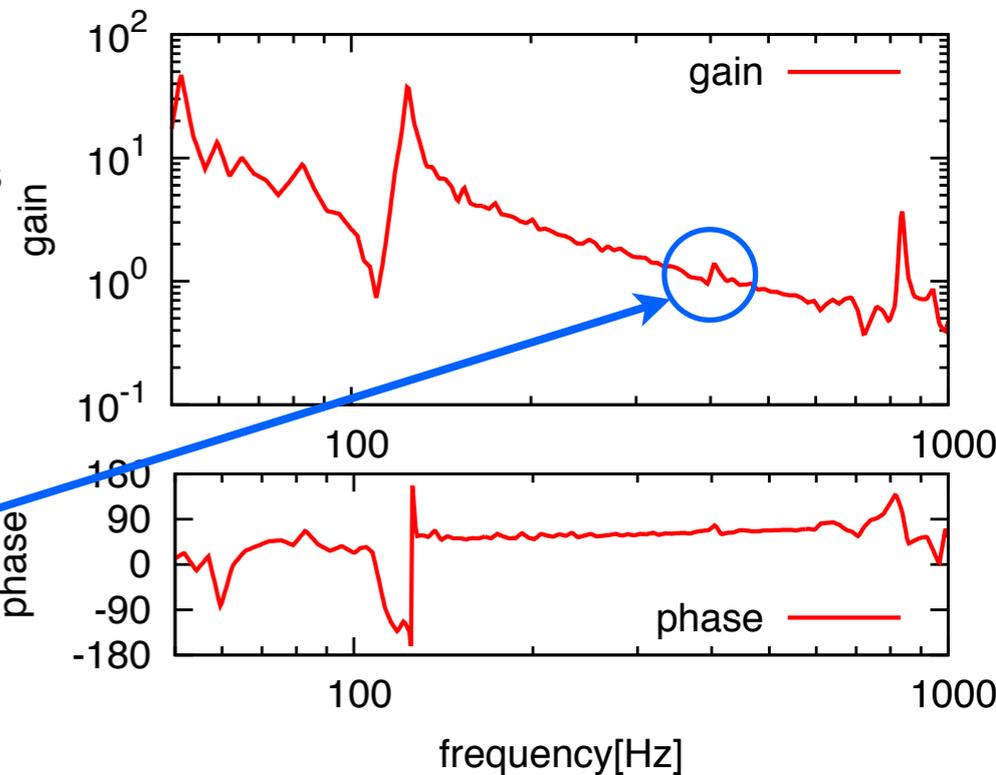
エラー信号



フィードバック信号

干渉計出力と制御信号

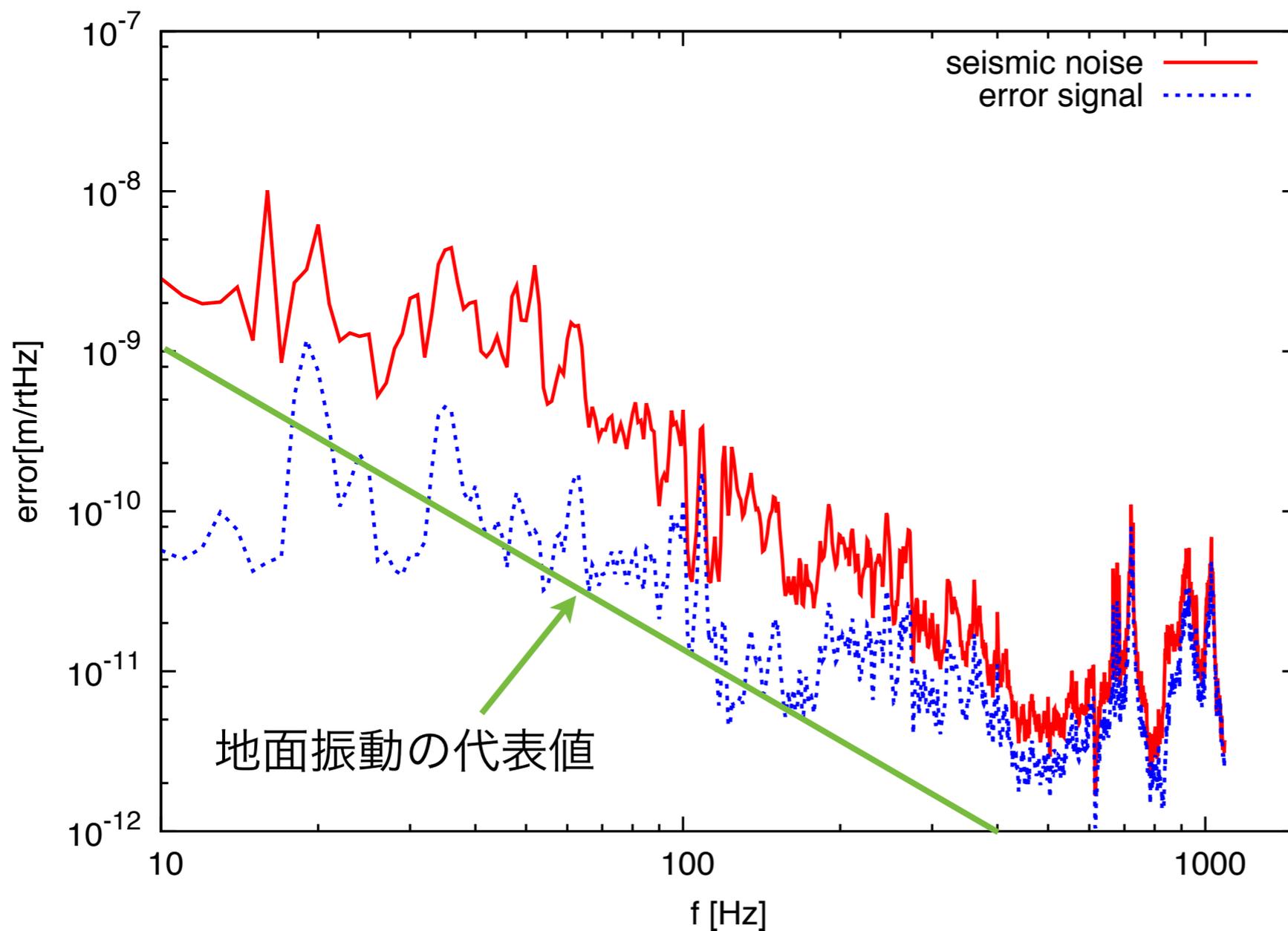
UGF~400Hz



Open loop伝達関数 13

# 常温・常圧での振動測定試験

## 地面振動の測定@実験室



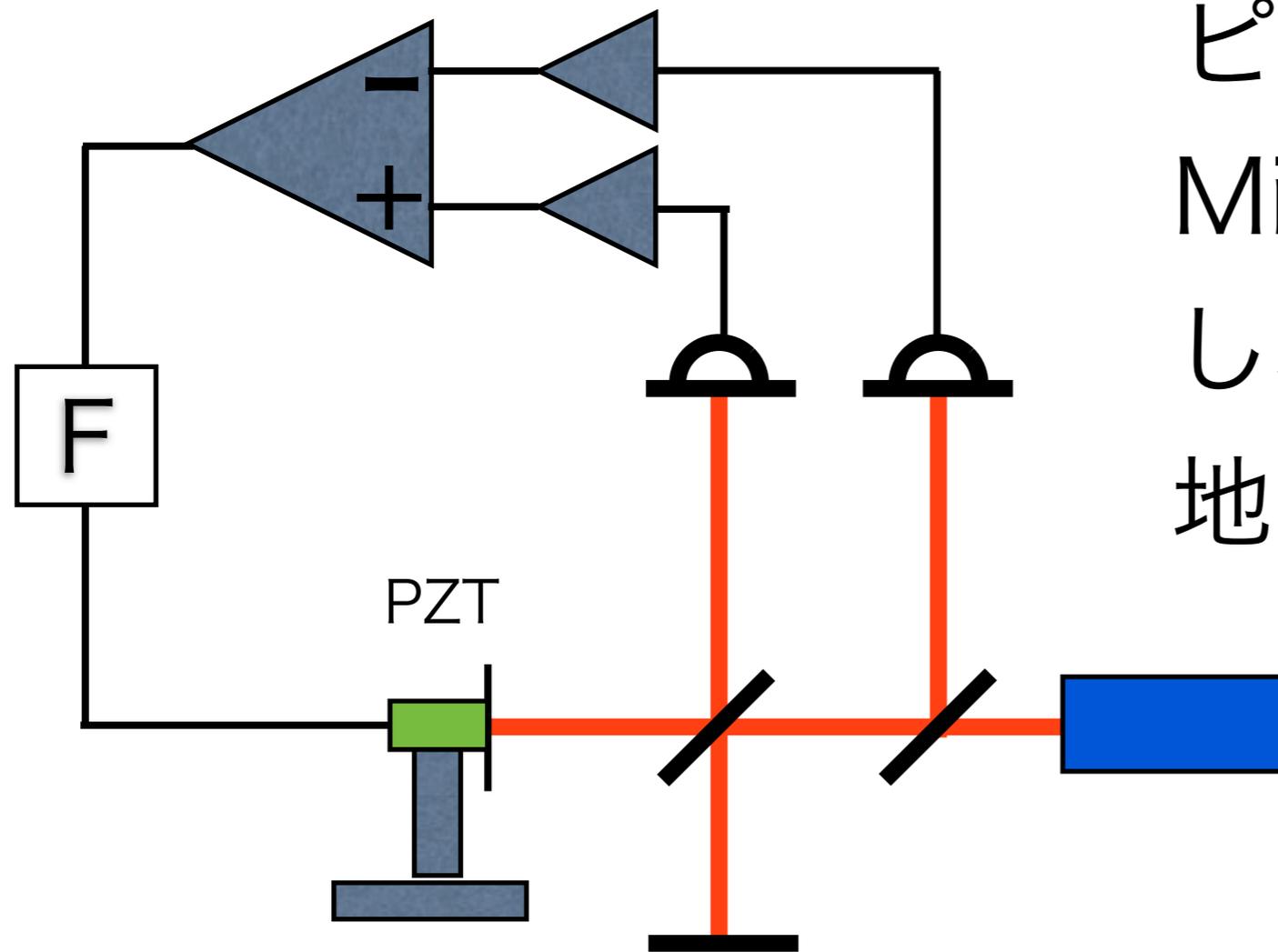
よく言われる地面振動と近い。

リオンの加速度計のデータと比べたい

# 常温・常圧での振動測定試験

感度の測定：測定方法

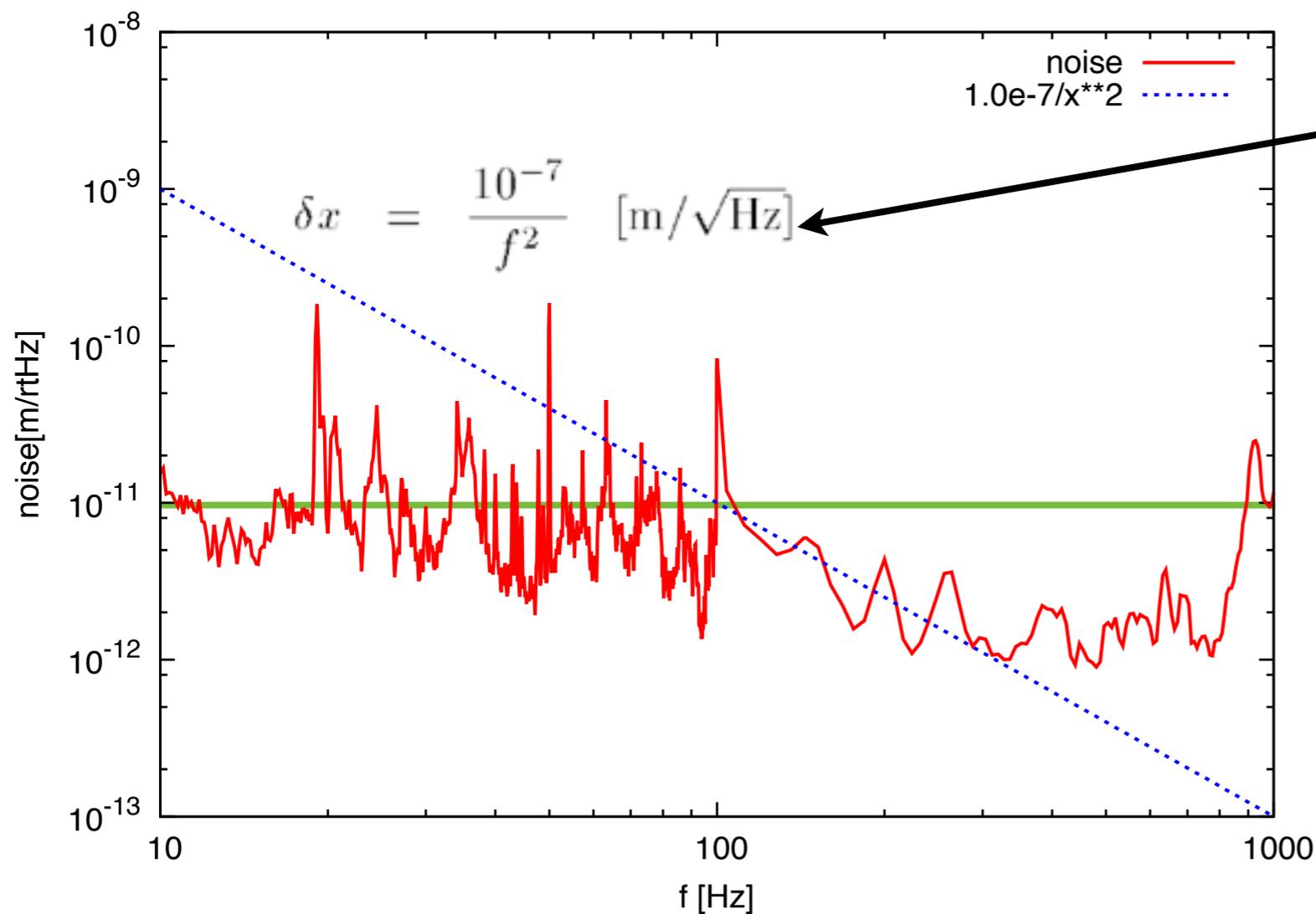
ピエゾ素子を使用して、  
Michelson干渉計を制御し、  
制御信号から雑音を  
地面振動相当に変換する



概念図

# 常温・常圧での振動測定試験

## 感度の測定



想定している地面振動

$10^{-11} \text{ m/rtHz}$

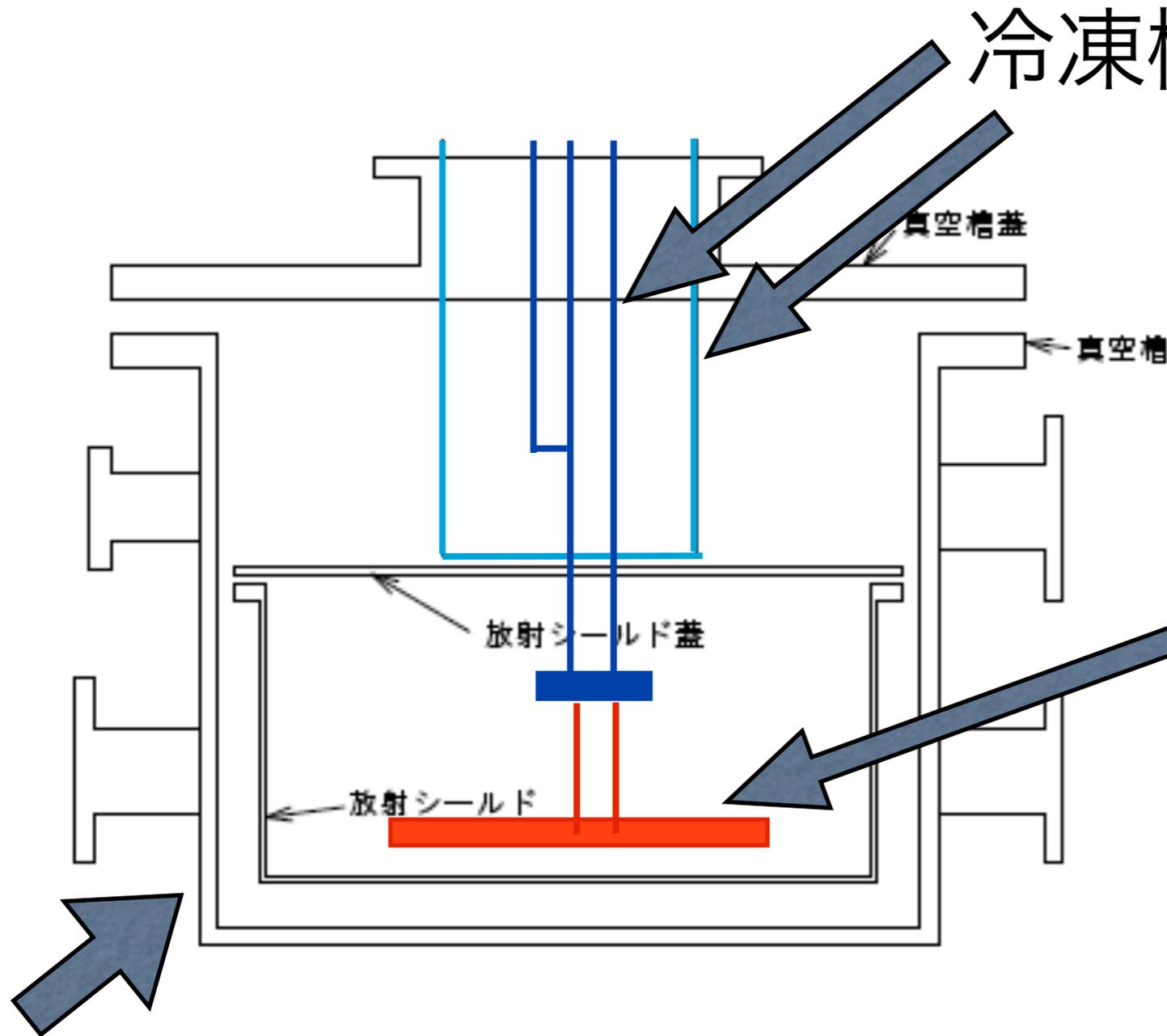
100Hzまでなら想定している地面振動の測定ができる。

# 目次

- 概要
- 目的：KAGRAの冷却シールドの振動測定
- 方法：Michelson干渉計
- 常温・常圧での振動測定試験
- これからの予定
- まとめ

# これからの予定

冷凍機につながっている



加速度計がここに載る予定

このような真空槽と放射シールドを用意して低温試験を行う。<sub>18</sub>

# 目次

- 概要
- 目的：KAGRAの冷却シールドの振動測定
- 方法：Michelson干渉計
- 常温・常圧での振動測定試験
- これからの予定
- まとめ

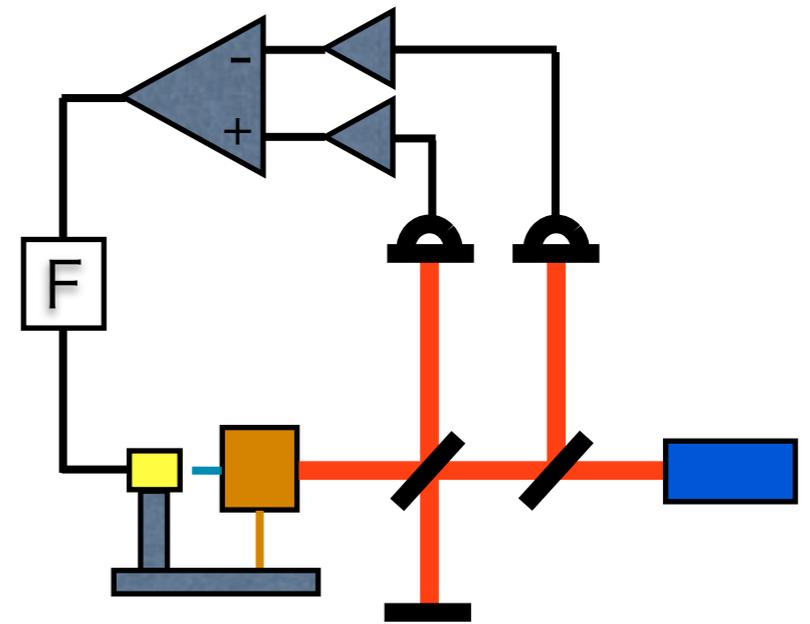
# まとめ

- KAGRAの冷却シールドの振動測定を行うための加速度計の開発を行っている。
- 常温・常圧での試験を行い、動作の確認ができた。
- 低温・真空での試験の準備をしている。
- シールドの振動測定は12月に行う予定。

# present status

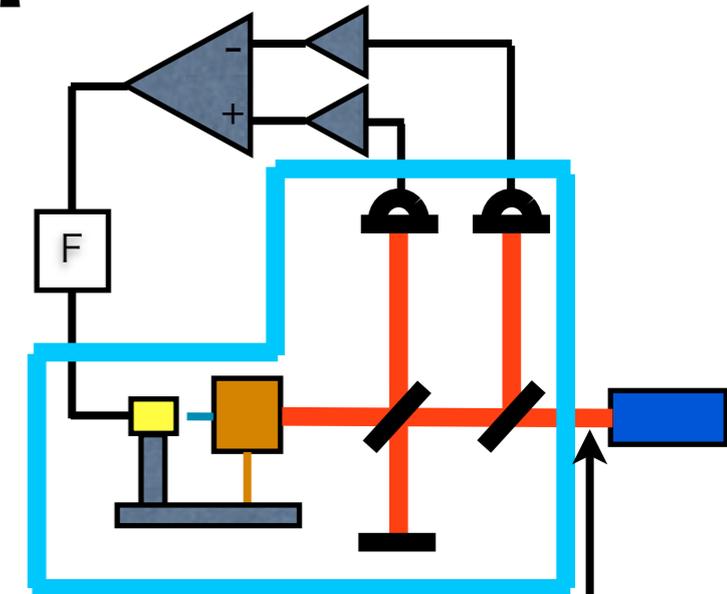
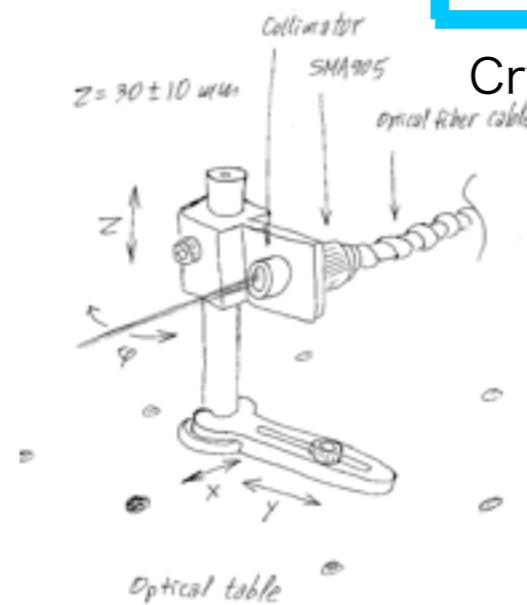
I will report this four contents.

- optical fiber
- cooling test
- circuit
- fix with radiation shield



# Optical fiber

UHV & Cryogenic



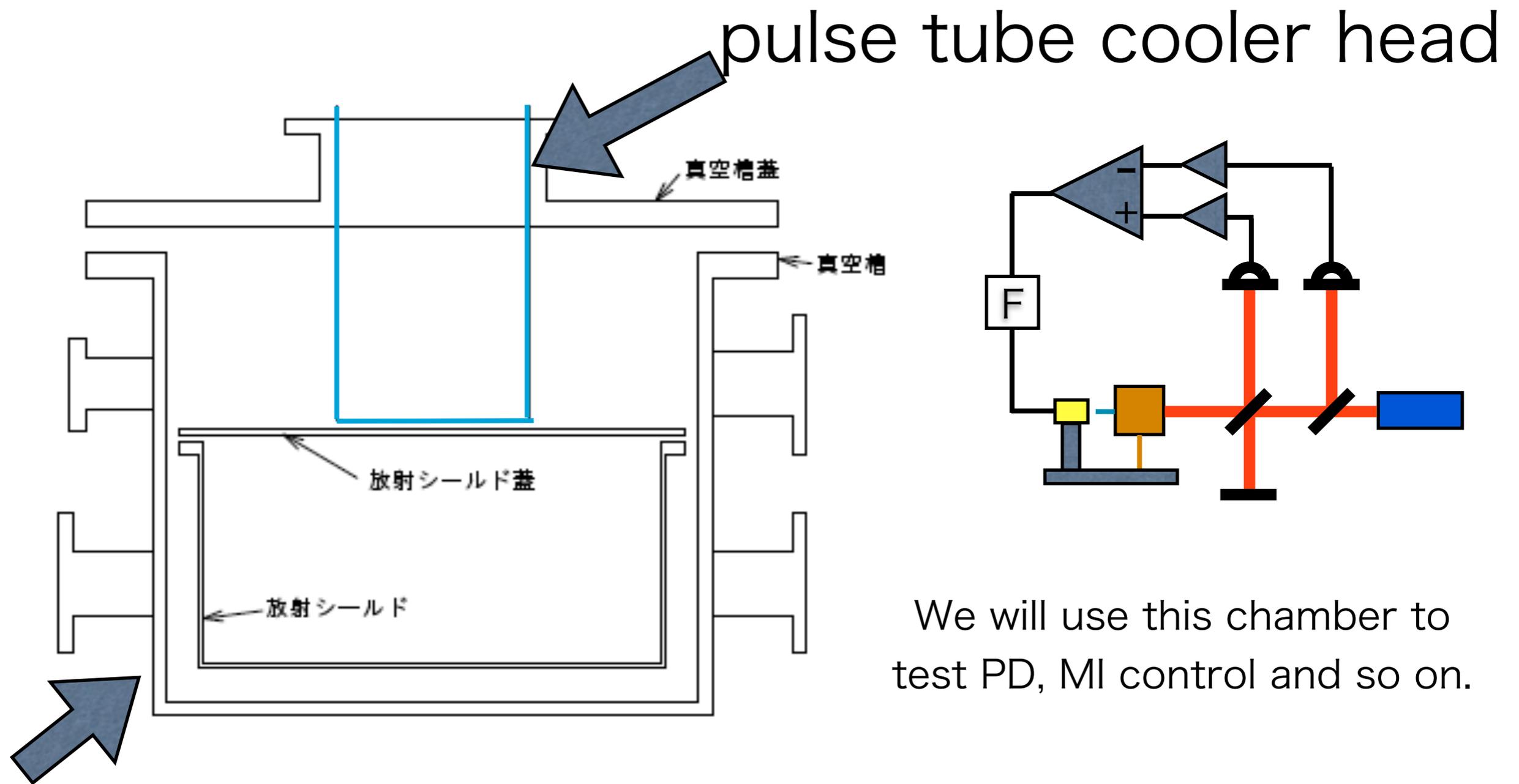
Cryogenic

Optical  
fiber

The core of the optical fiber is made of quartz covered with stainless.

The maker named VYTEK gave me an estimate sheet yesterday.

# Cooling test

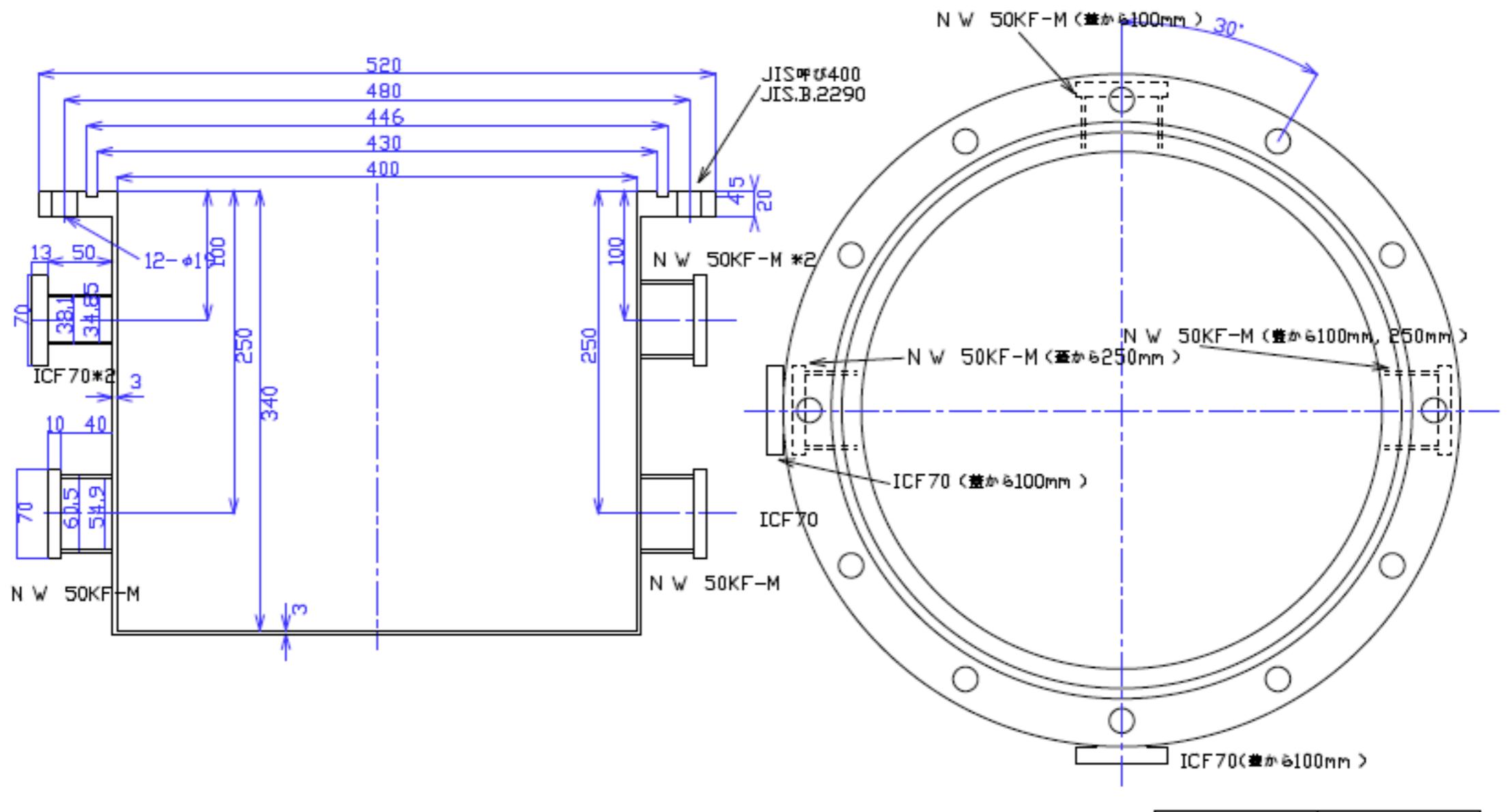


We will use this chamber to test PD, MI control and so on.

We will make this chamber and radiation shield.

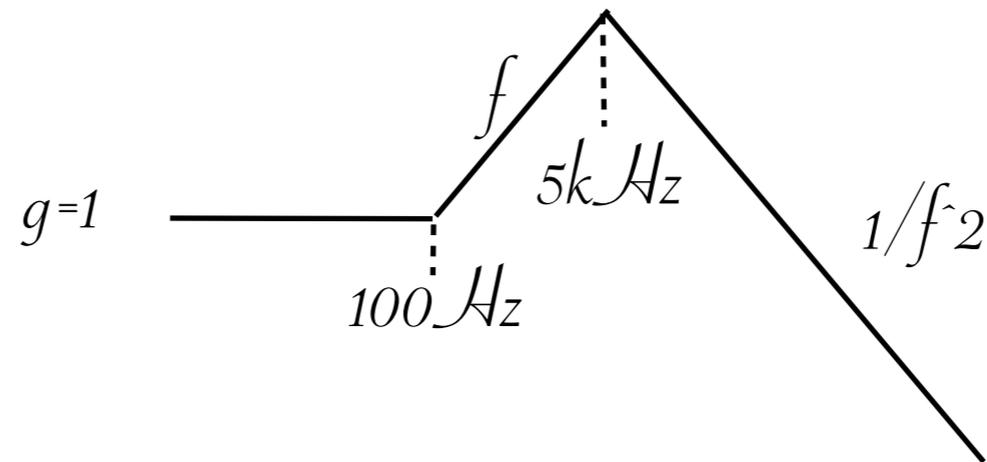
# Cooling test

example

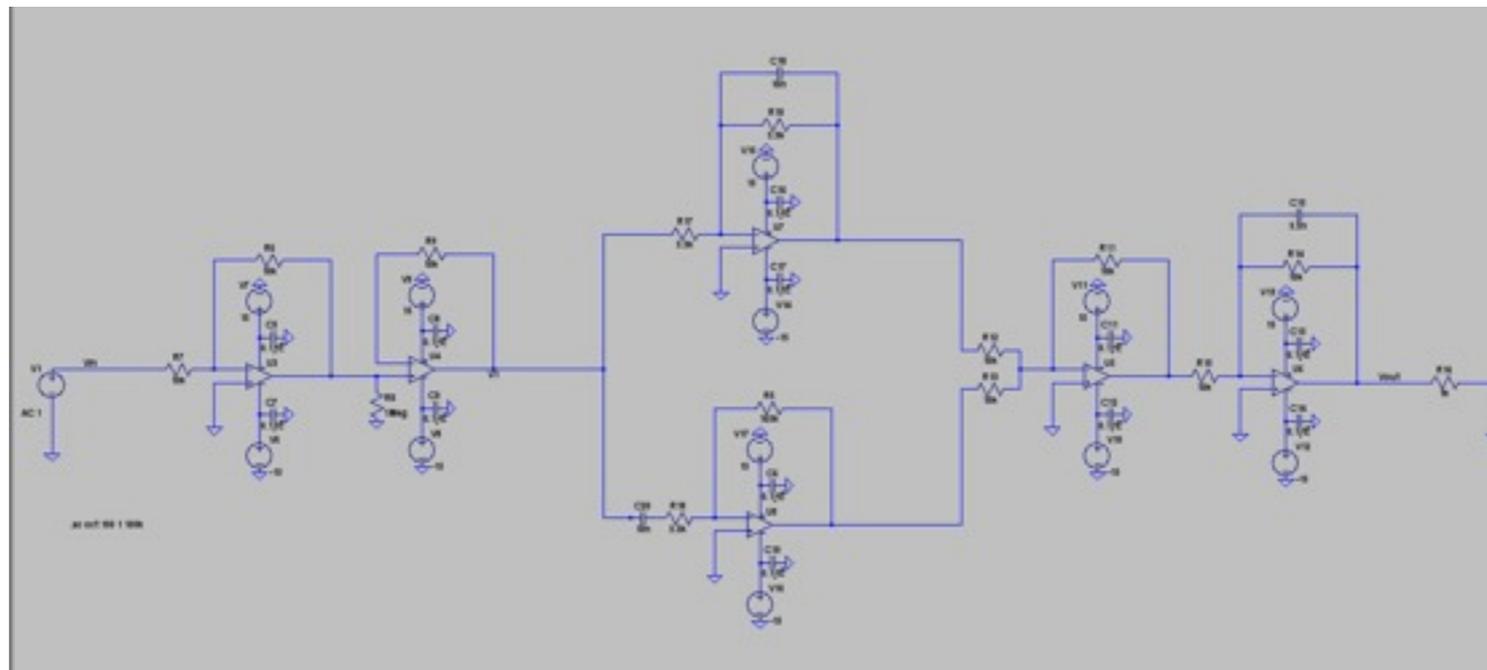


I have already written the designs

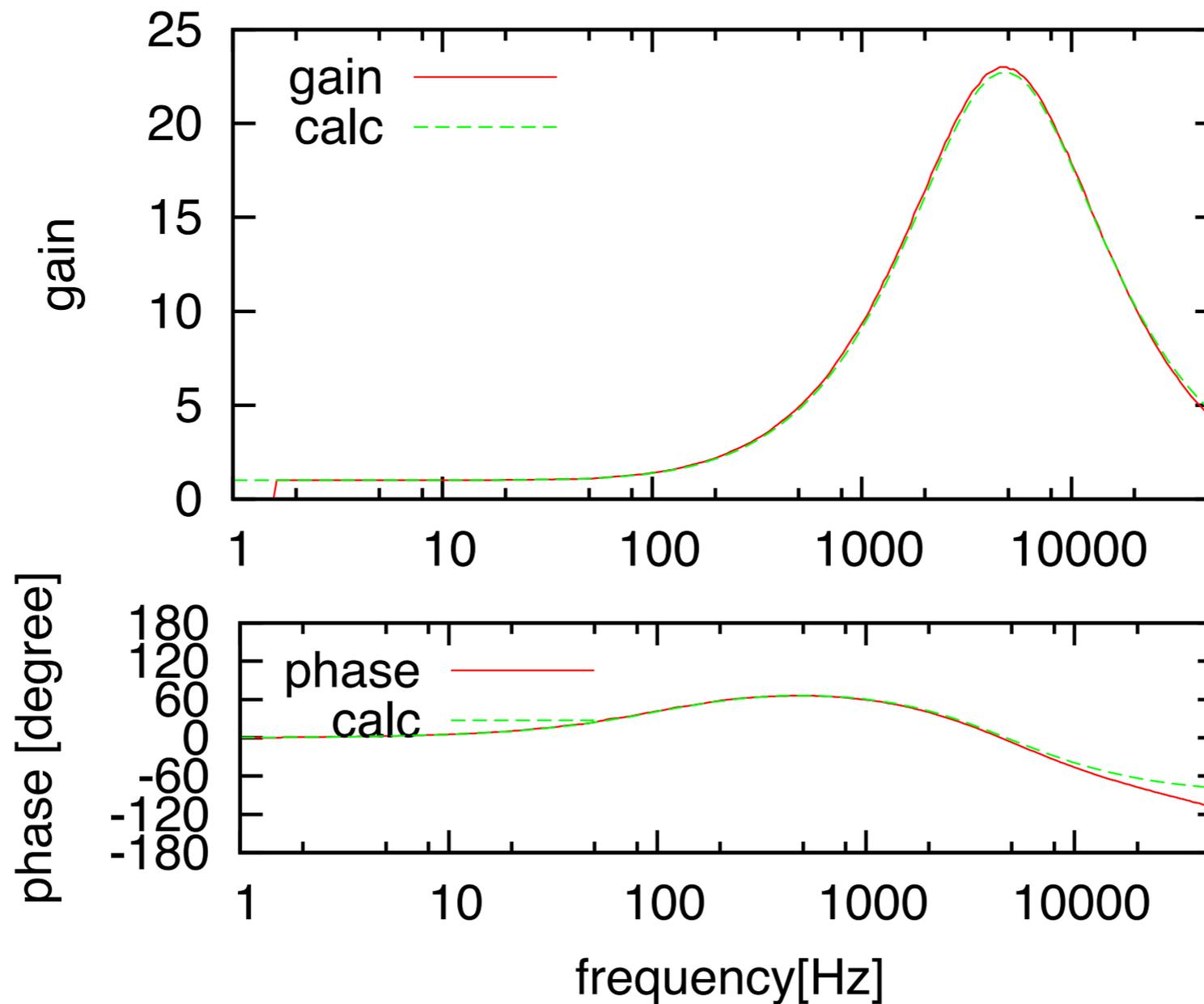
# Circuit



The UGF of the open loop will be between  $100\text{ Hz}$  and  $5\text{ kHz}$ .



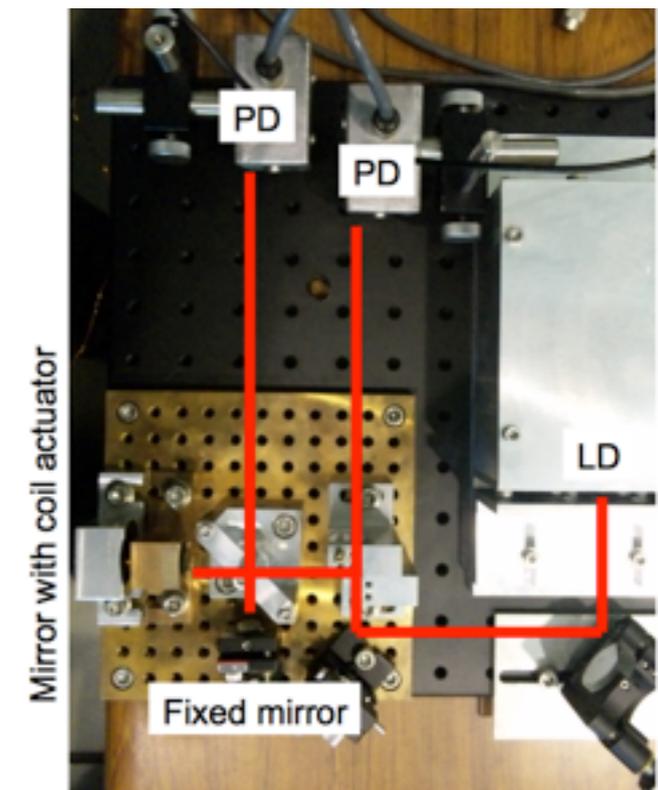
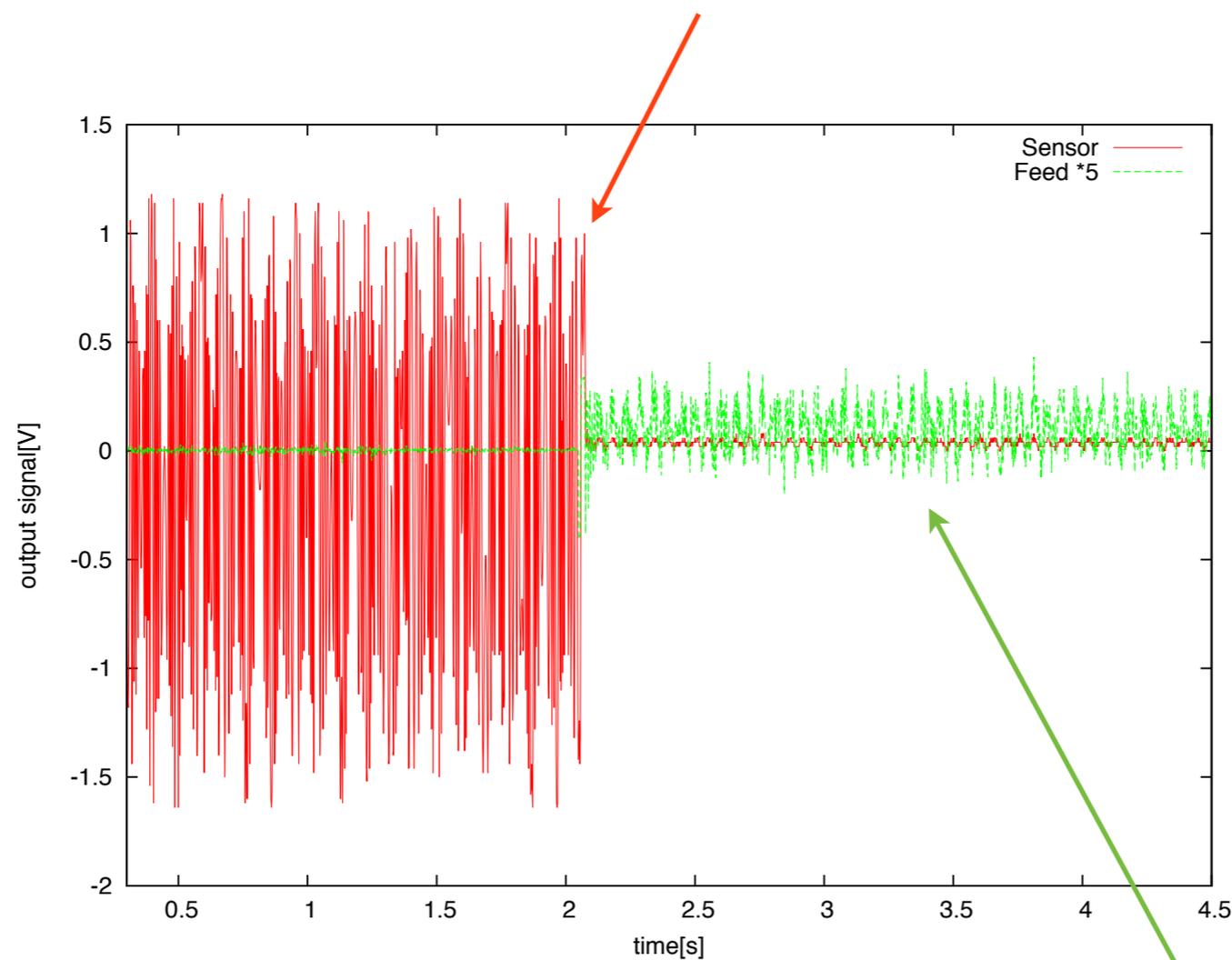
# Circuit test



The filter circuit worked as expected.

# Circuit test

*The output signal from sensor (MI)*

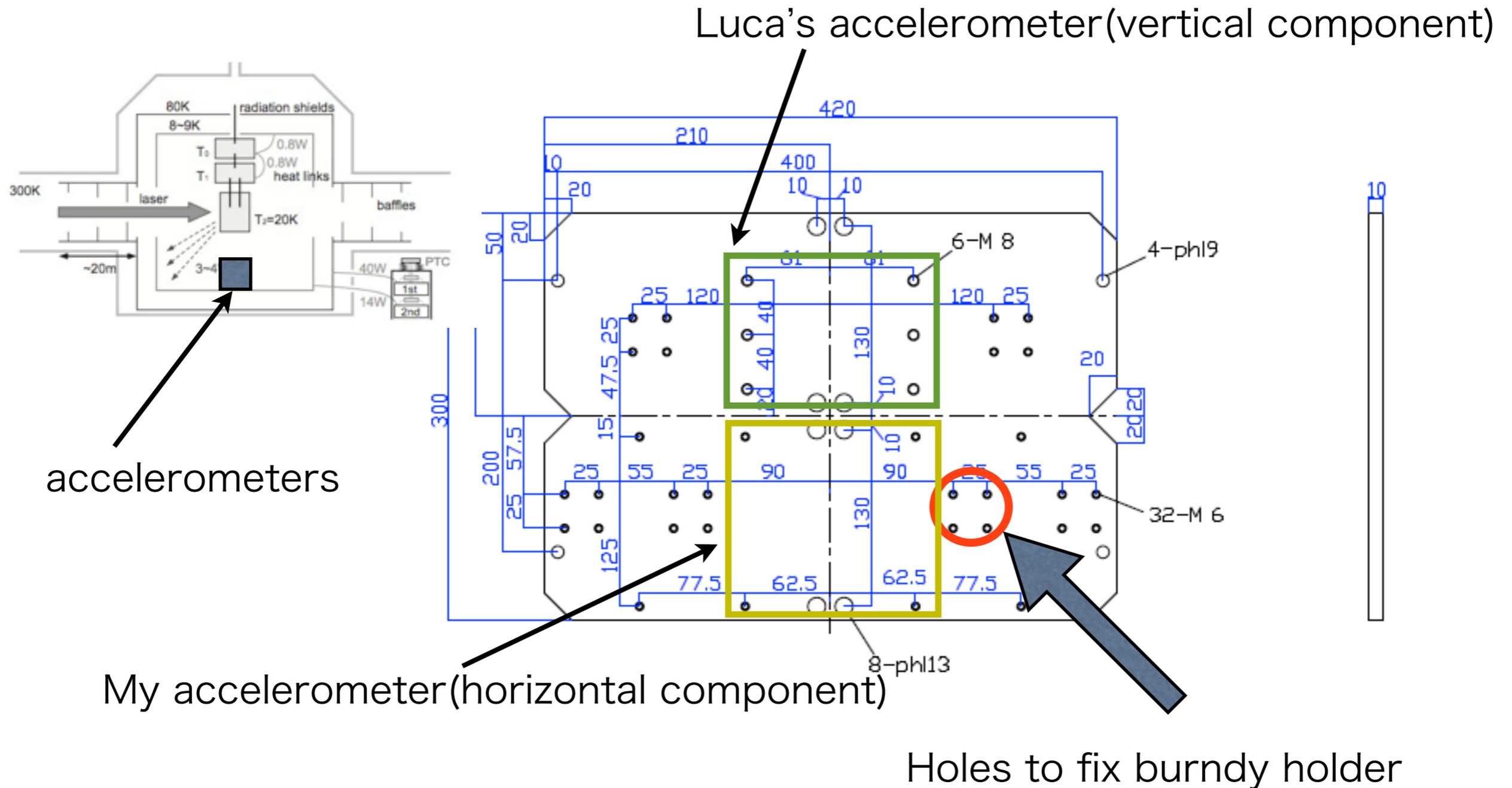


*Feedback signal*

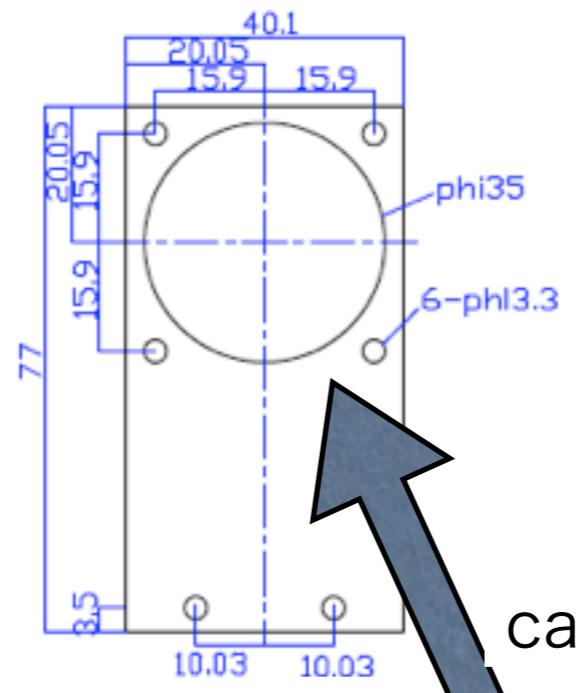
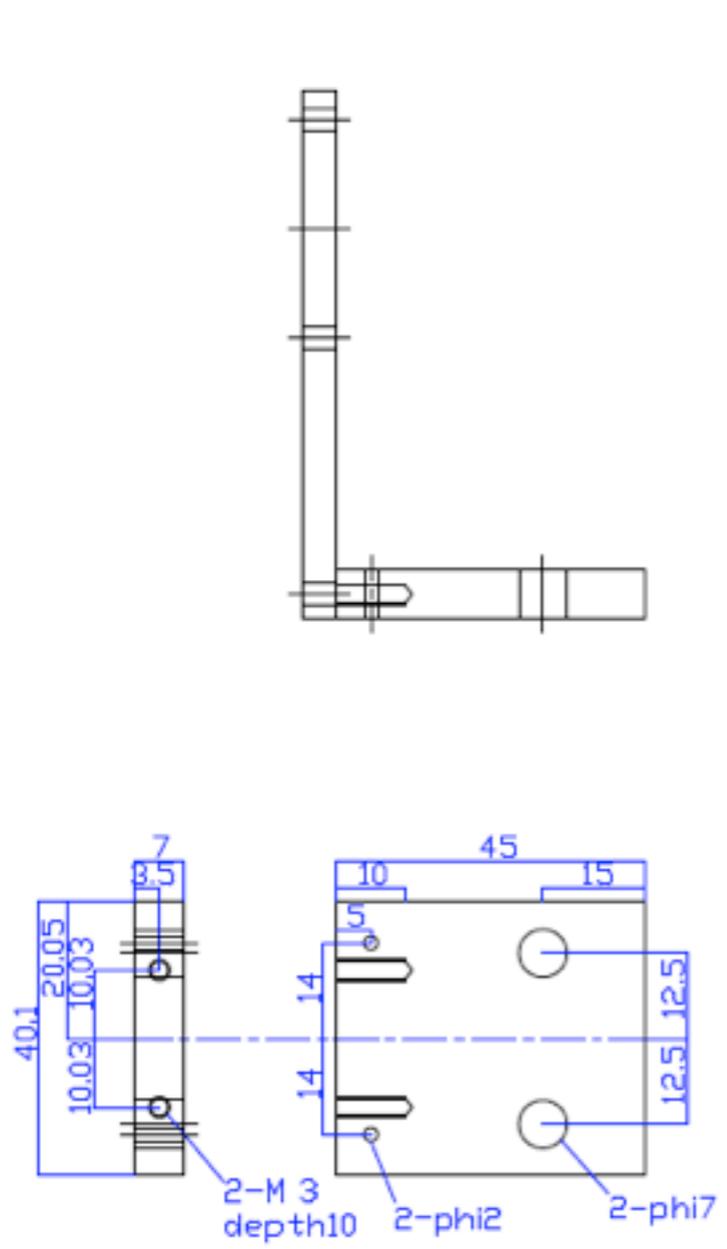
I tried locking the MI in air.

# Fix with radiation shield

(The design of the baseplate.)



# fix with radiation shield



The connector of the cable will be inserted here.

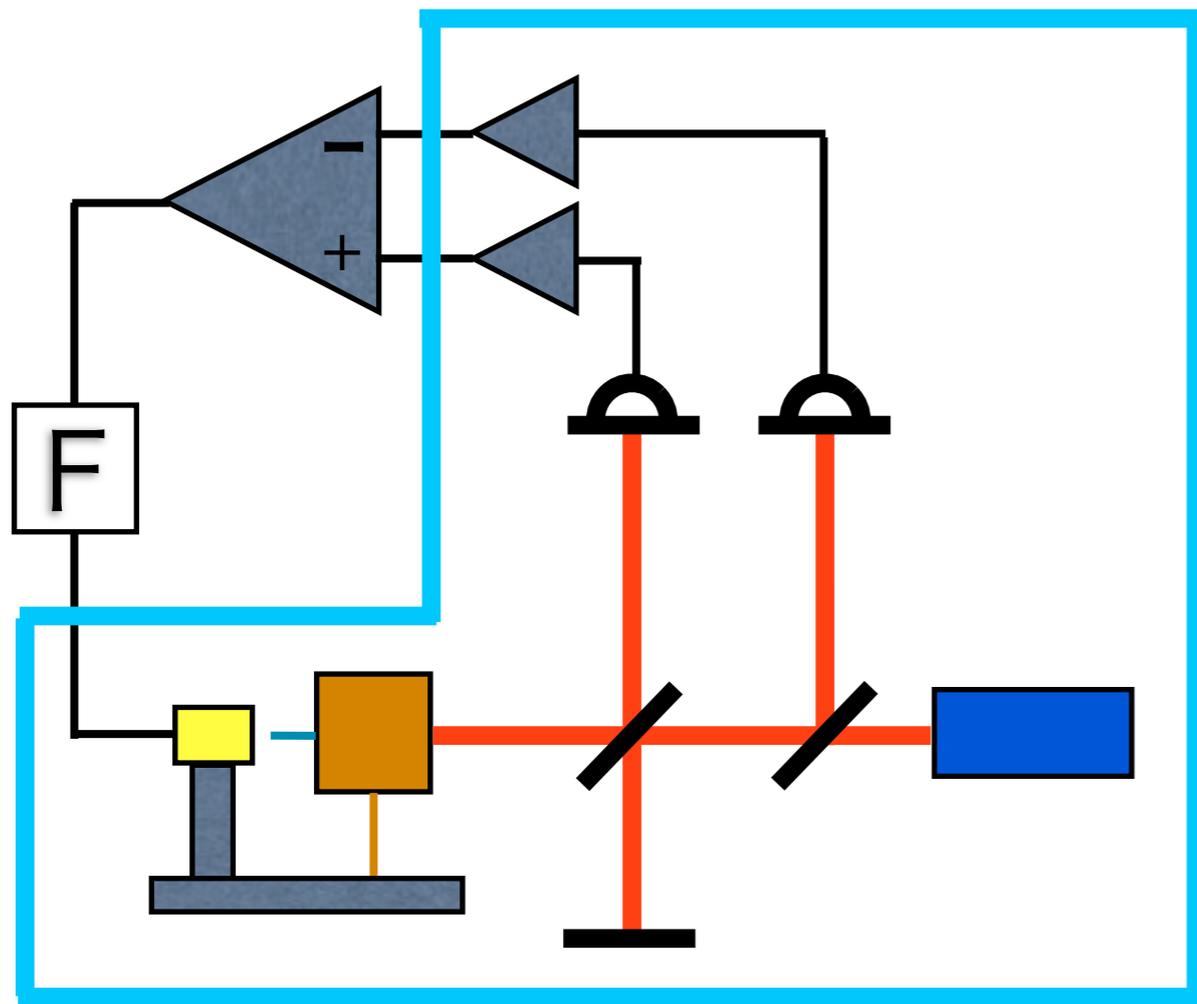


Burndy holder v.2	2012/7/25
Scale = 1/1	Dan Chen

# Future work

- Order the chamber
- Order the baseplate and burndy holder
- Order optical fibers

# Method

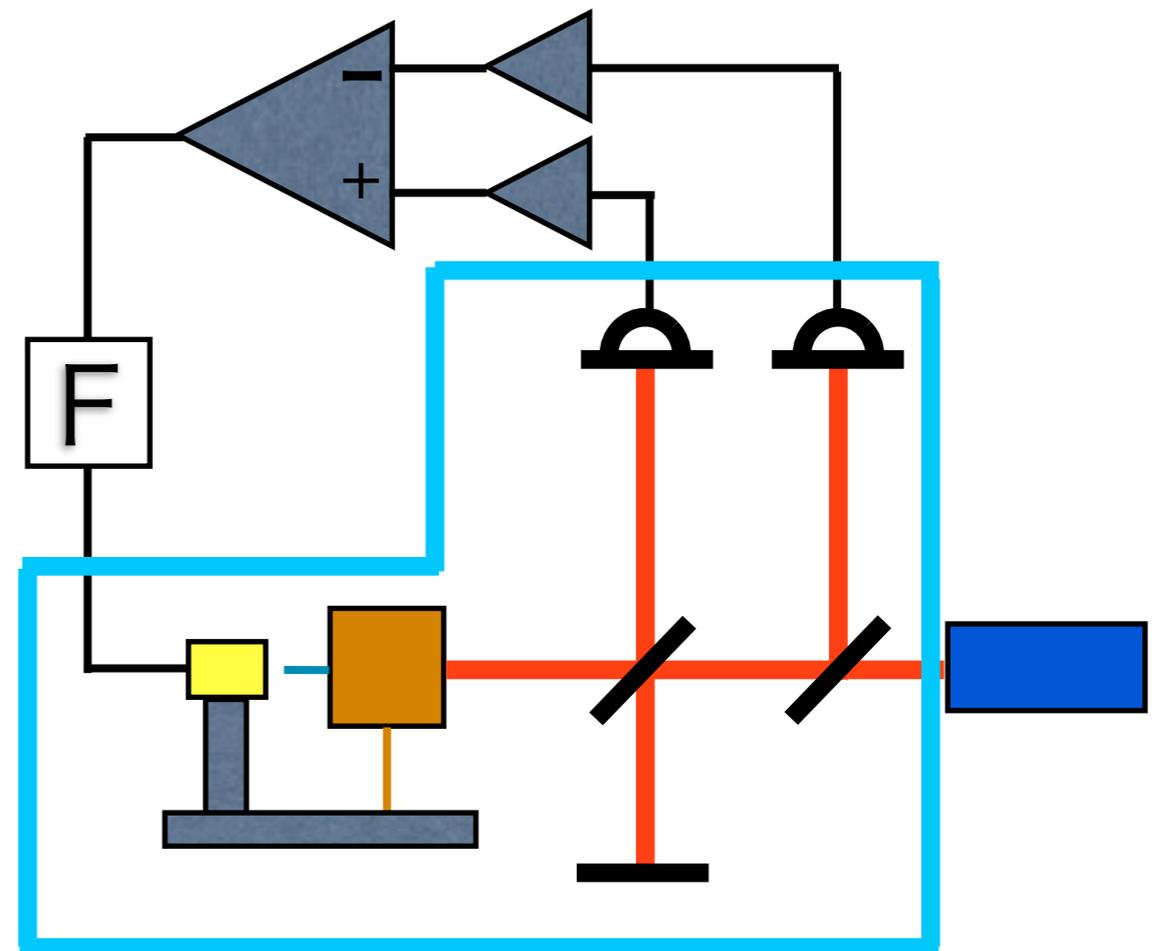


Cryogenic

Challenging

We will prepare both of the configurations.

(The priority of right one is higher)



Cryogenic

The easiest