

# KAGRA 用防振装置の開発 XVII (インストール)

**藤井善範**

**東京大学 理学系研究科 天文学専攻**

**国立天文台 重力波プロジェクト推進室**

高橋竜太郎, 正田亜八香, Fabian Pena Arellano, Mark Barton, 阿久津智忠, 平田直篤,  
石崎秀晴, 大淵喜之, 浦口史寛, 池之上文吾, 斎藤栄, 大石奈緒子,  
麻生洋一(国立天文台), 奥富弘基(総研大), Ettore Majorana(INFN Rome),  
Joris van Heijningen, 我妻一博(NIKHEF), Riccardo DeSalvo(Univ. Sannio),  
宮川治, 上泉真裕, 内山隆, 山元一広(東大宇宙線研), Raffaele Flaminio(国立天文台)

# Contents

## ◆ はじめに / KAGRA

### □ PR3 防振装置

### □ Installation @ 神岡KAGRAサイト

#### □ 組み立て

#### □ 干渉計での利用

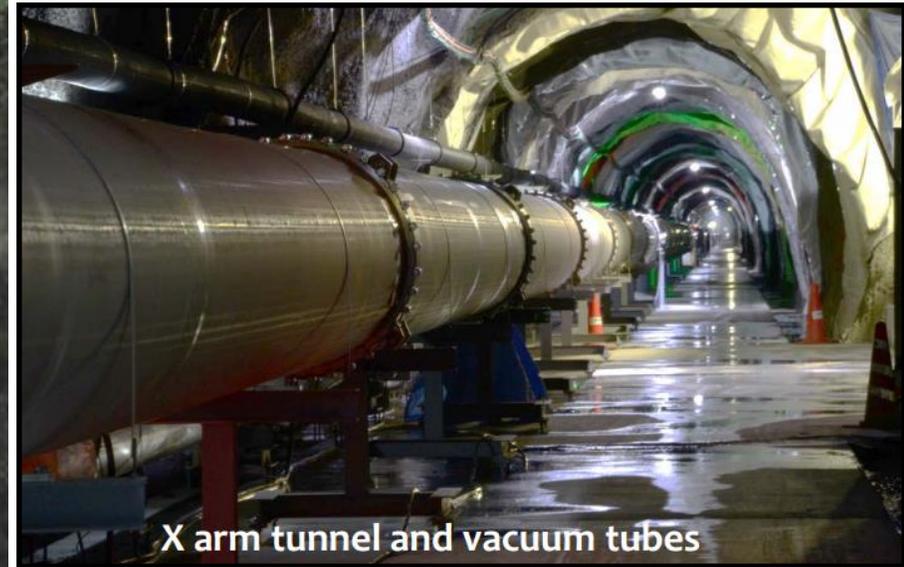
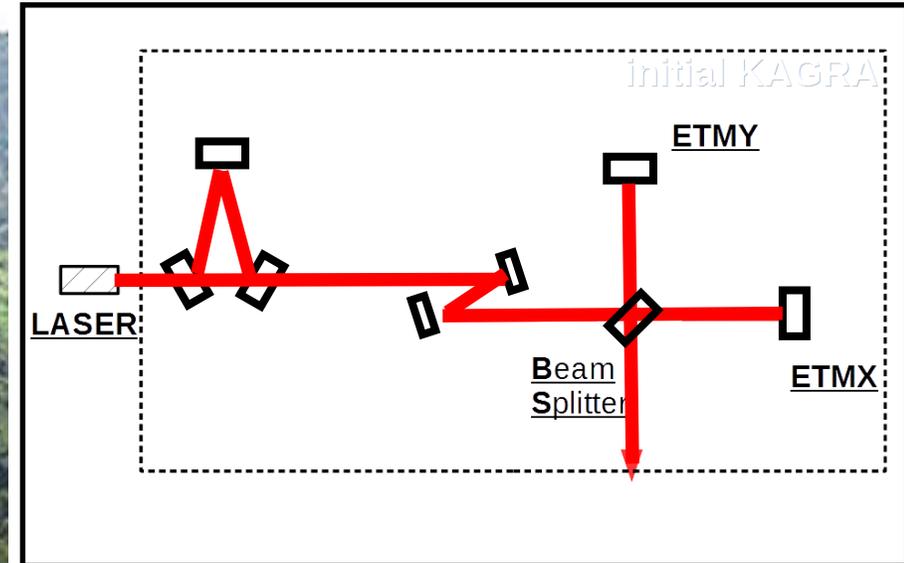
### □ まとめ

# ❖はじめに : KAGRA

## 大型低温重力波検出器 KAGRA

\* 2016年3月末に試運転開始予定  
( iKAGRA )

→ 3 km のマイケルソン干渉計

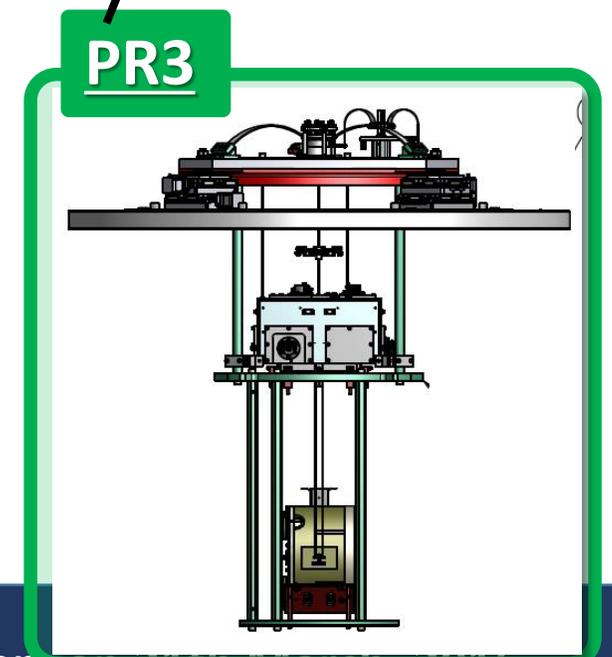
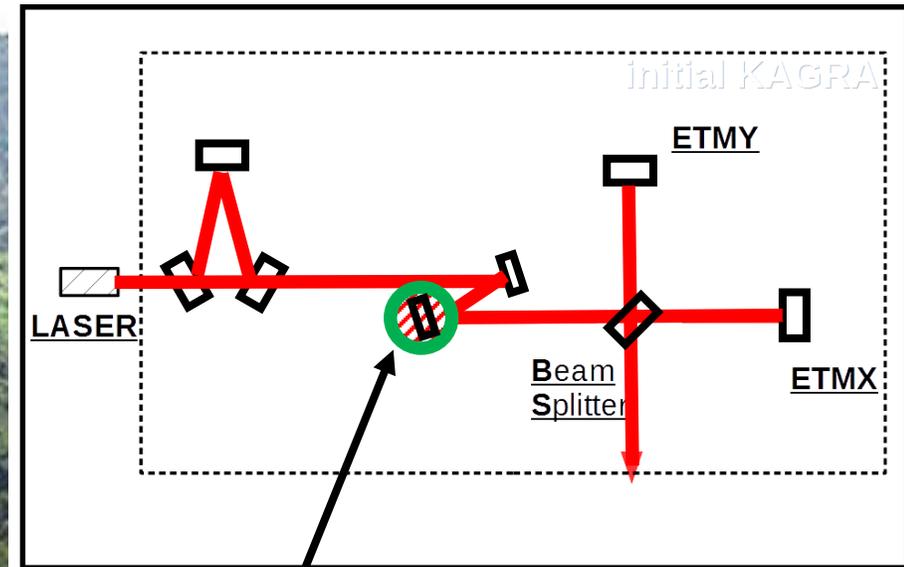


# ◆はじめに：KAGRA

今回は iKAGRA 干渉計の調整用鏡 PR3 の installation について。

目的：

- 1) 調整用鏡をインストール → 使用
- 2) KAGRAサイトでの防振装置のインストール手順の確認



# Contents

□ はじめに / KAGRA

◆ PR3 防振装置

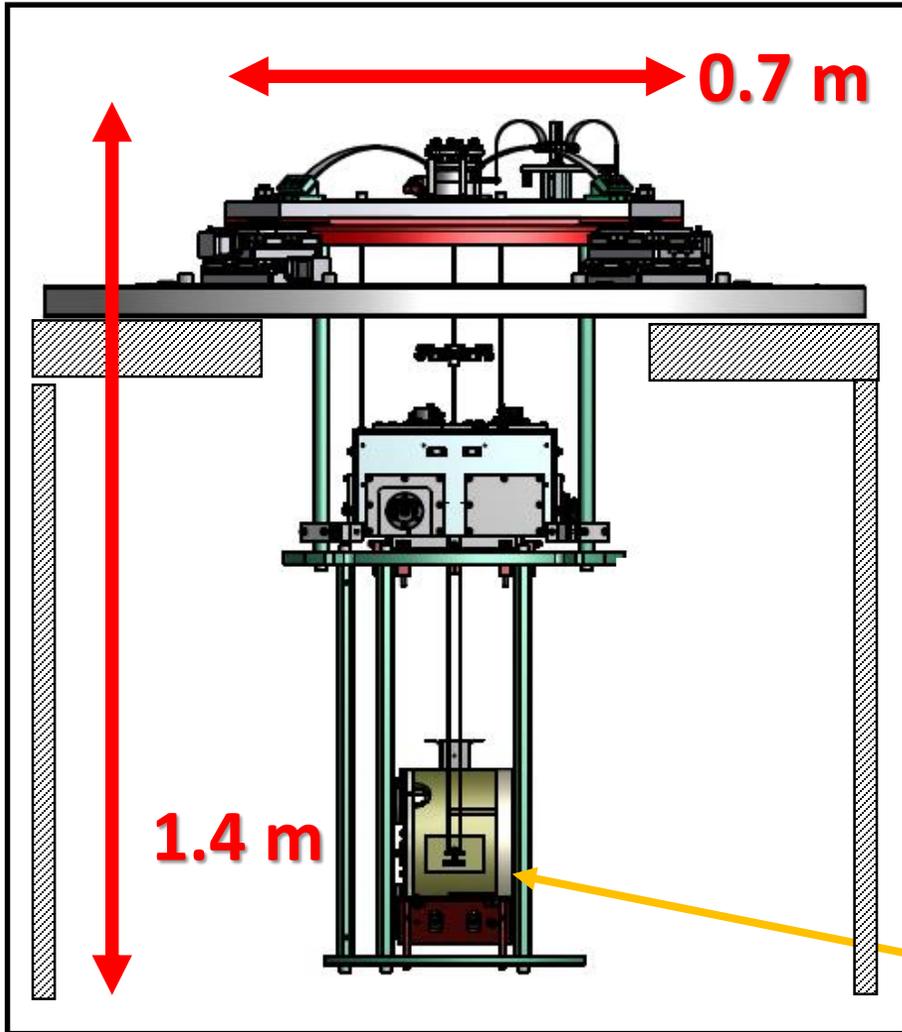
□ Installation @ 神岡KAGRAサイト

□ 組み立て

□ 干渉計での利用

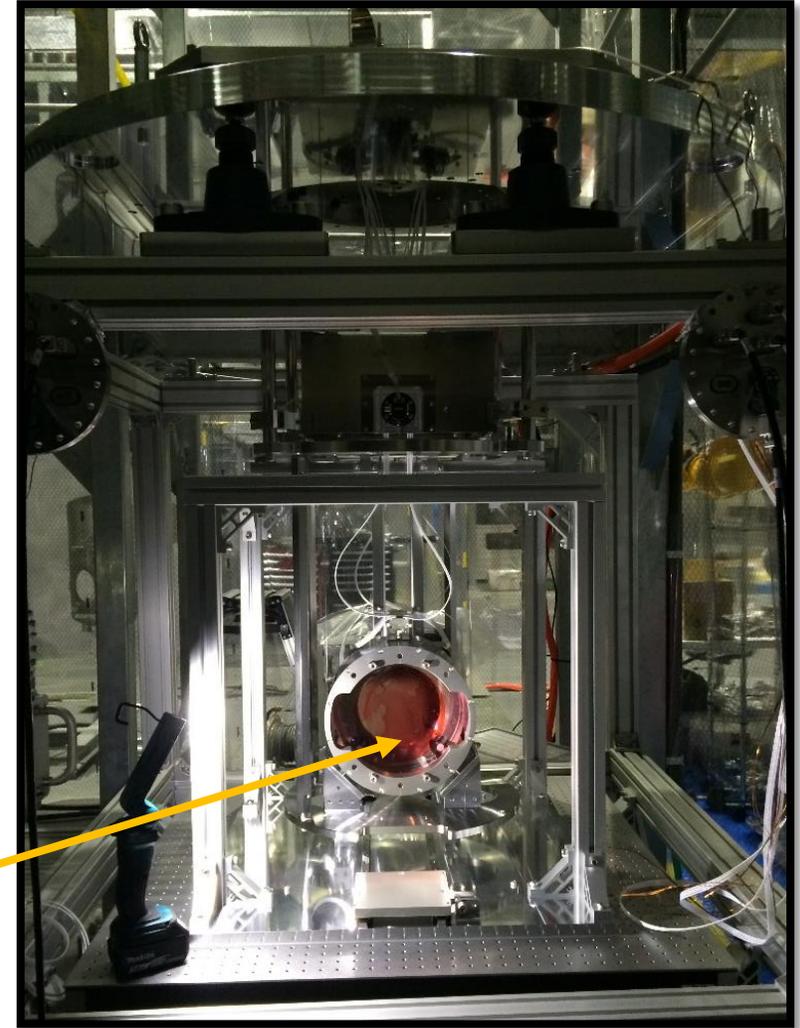
□ まとめ

# ◆ PR3 防振装置 / メカの構成

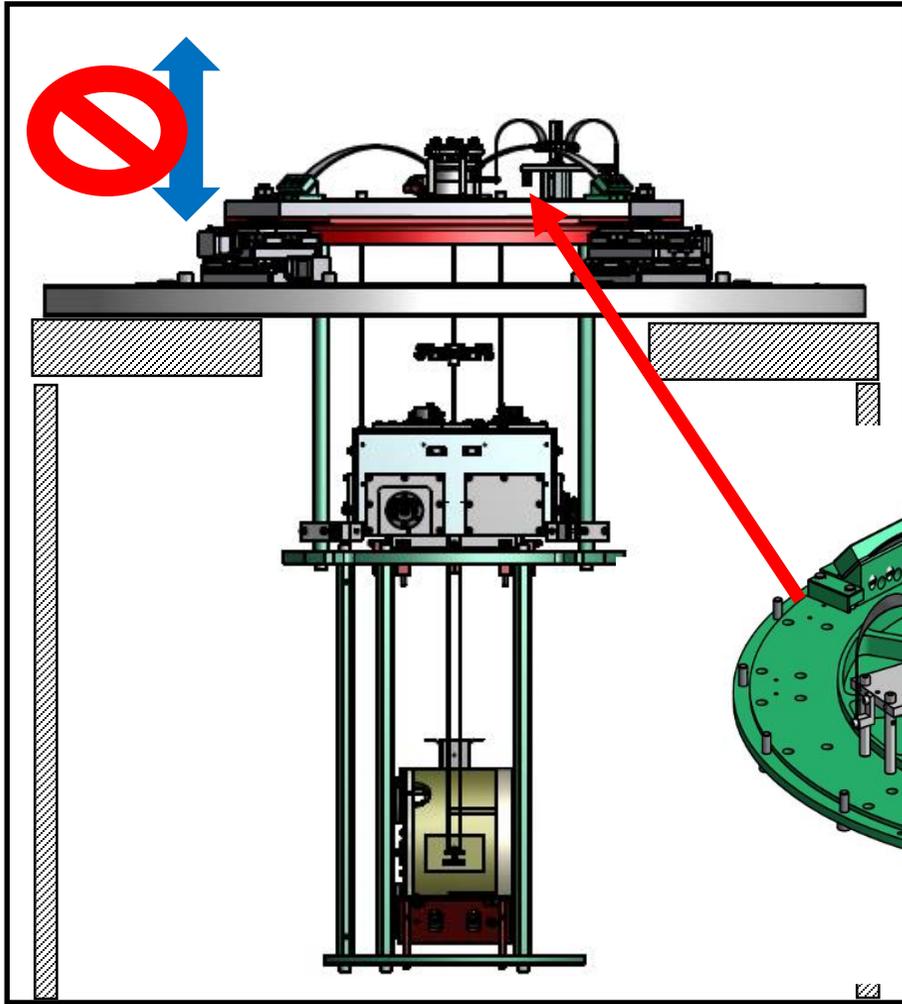


iKAGRA での  
PR3用 防振装置  
( TypeBp' )

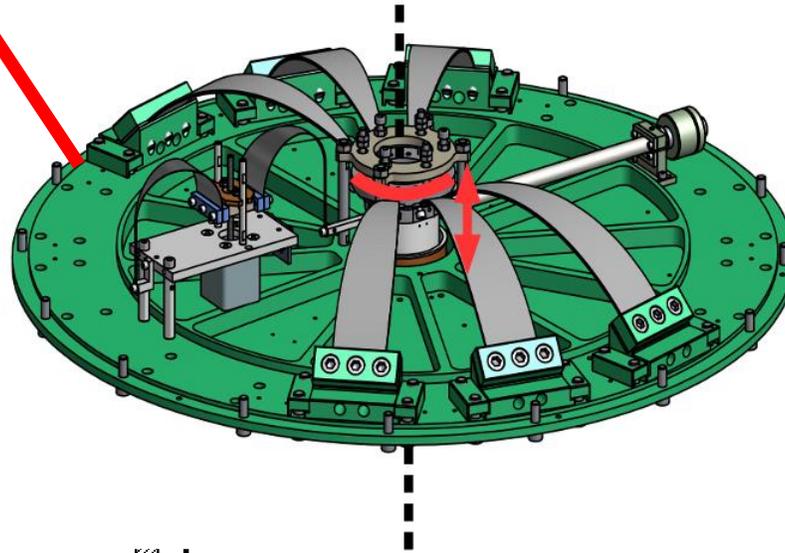
Mirror



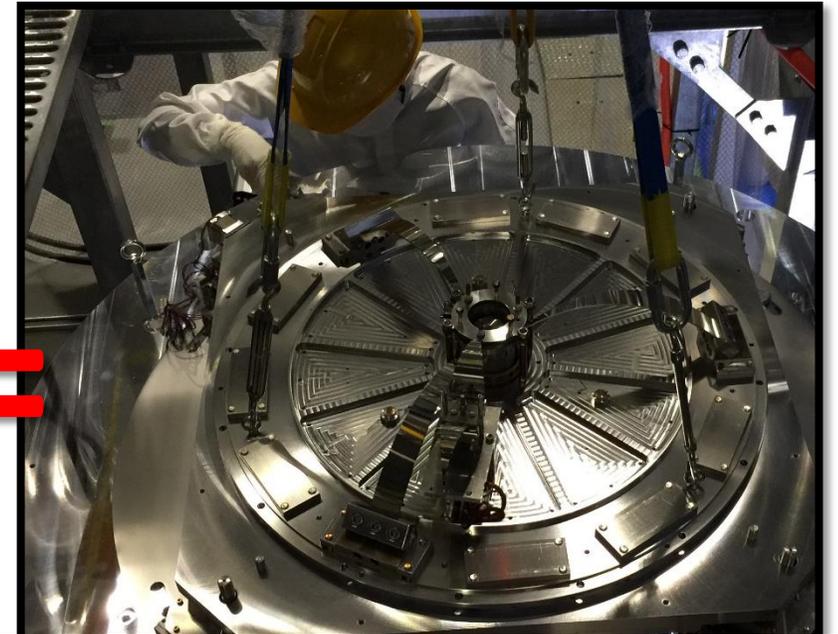
# ❖ PR3 防振装置 / メカの構成



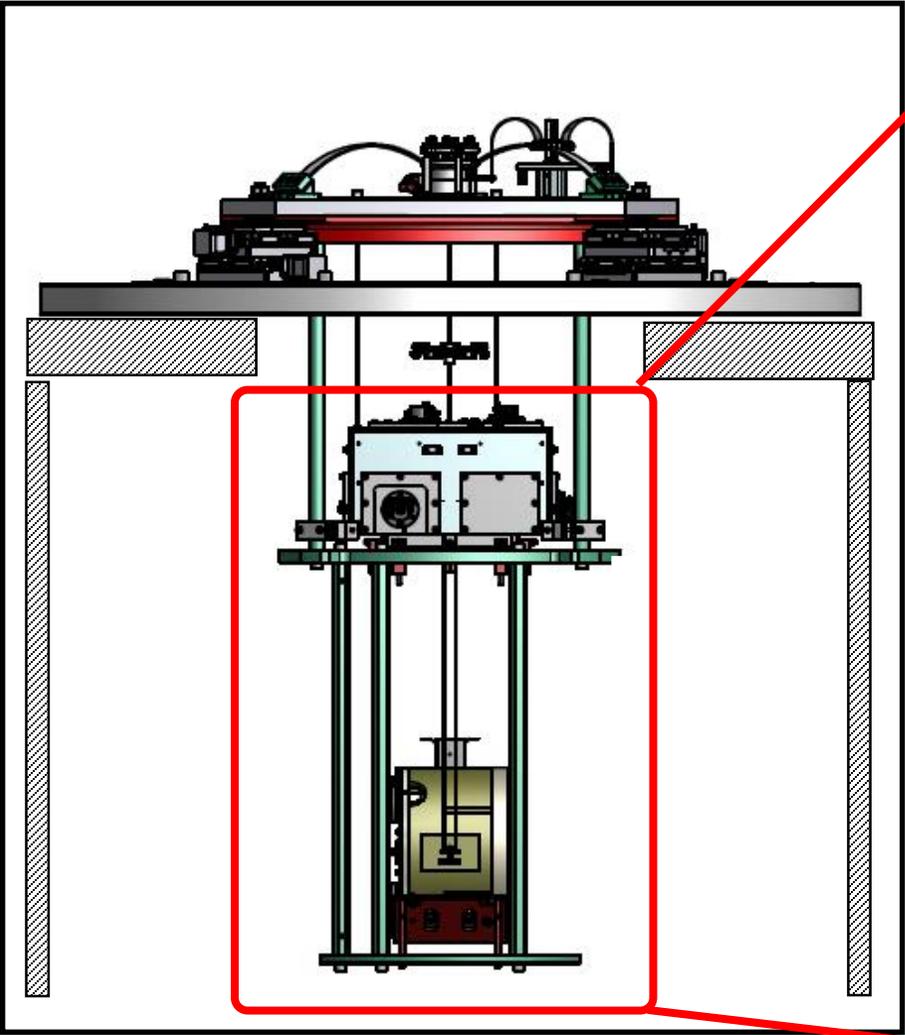
**Geometric Anti-Spring(GAS) Filter ;**  
**垂直方向の防振に必要。1 段使用**



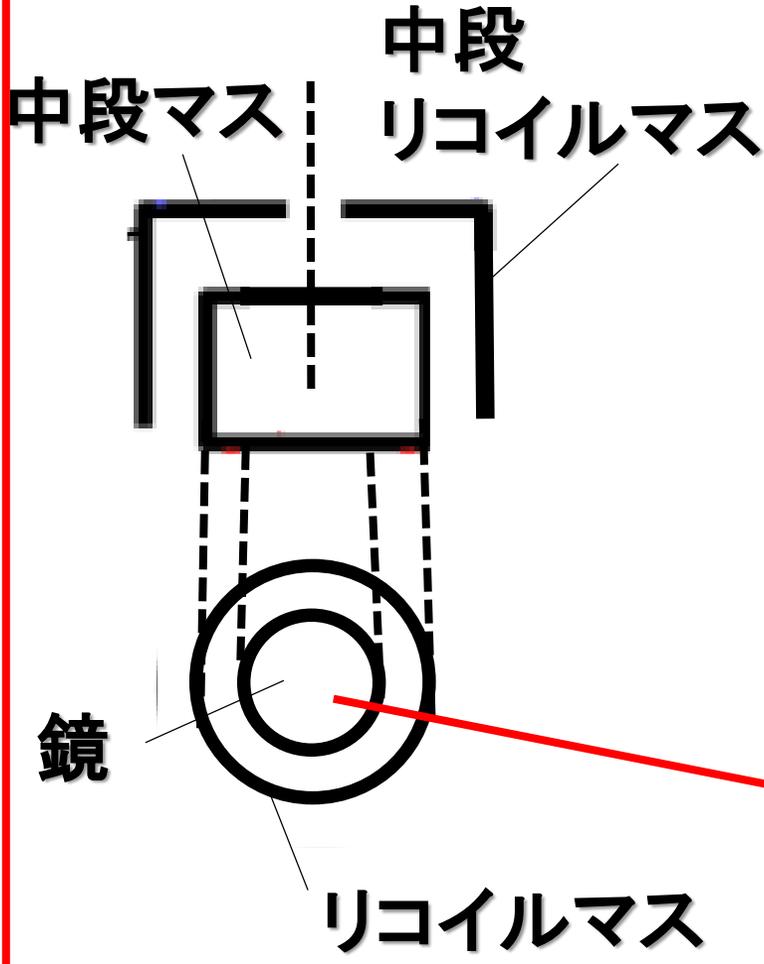
=  
=



# ◆ PR3 防振装置 / メカの構成



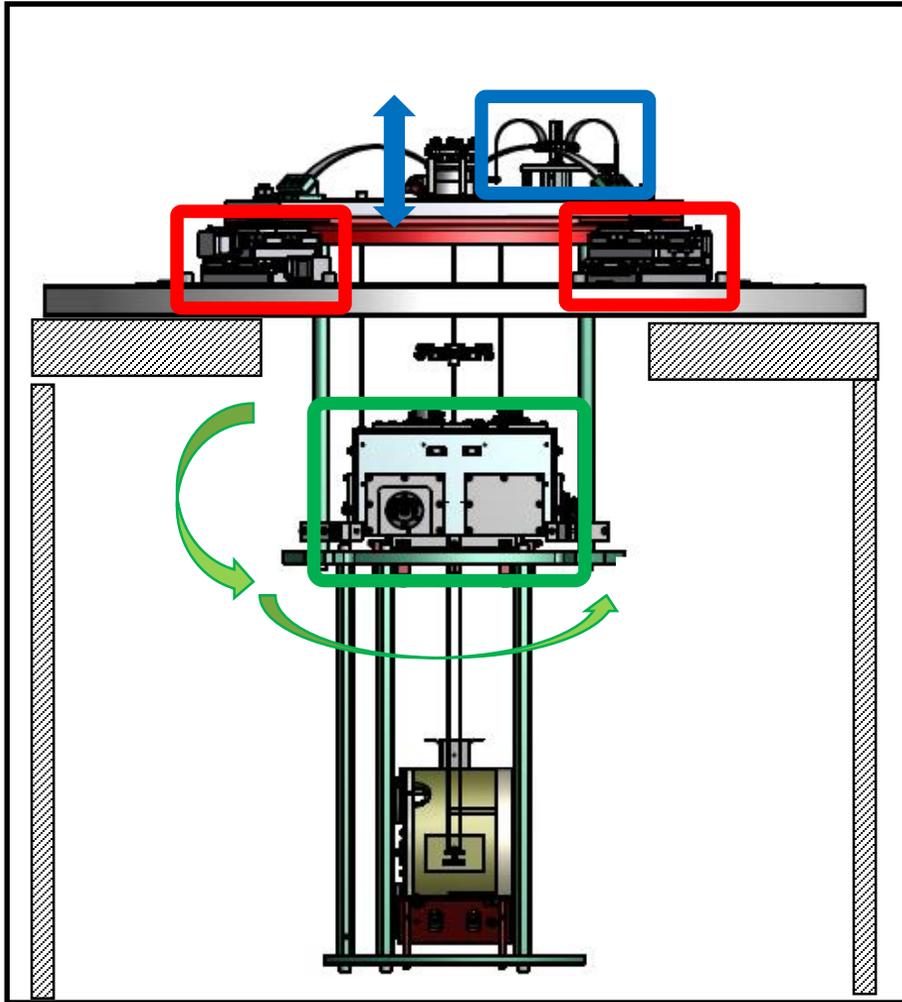
“Payload”



鏡とその覆いとの、  
相対的な傾きの  
微調整を行う。

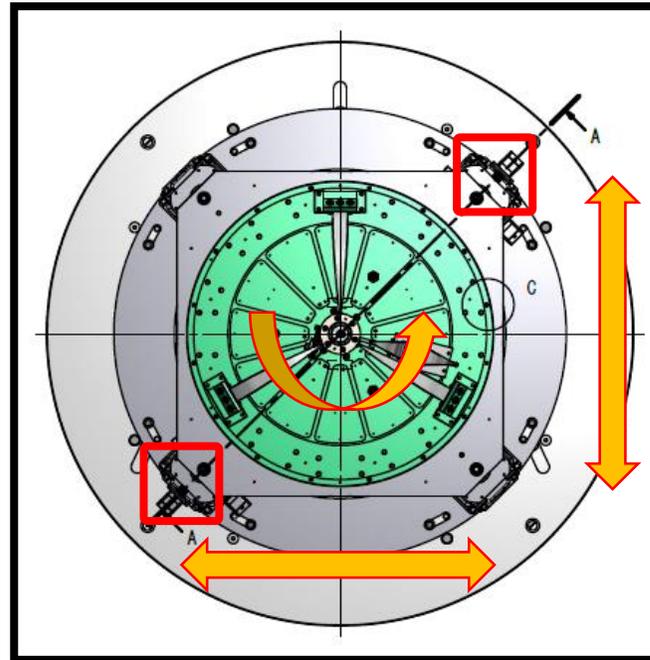
現在鏡は  
リコイルマスに  
固定。

# ◆ PR3 防振装置 / 初期アライメント機構



## “Traverser”

防振装置全体の  
並進2軸方向と  
垂直軸周りの回転方向



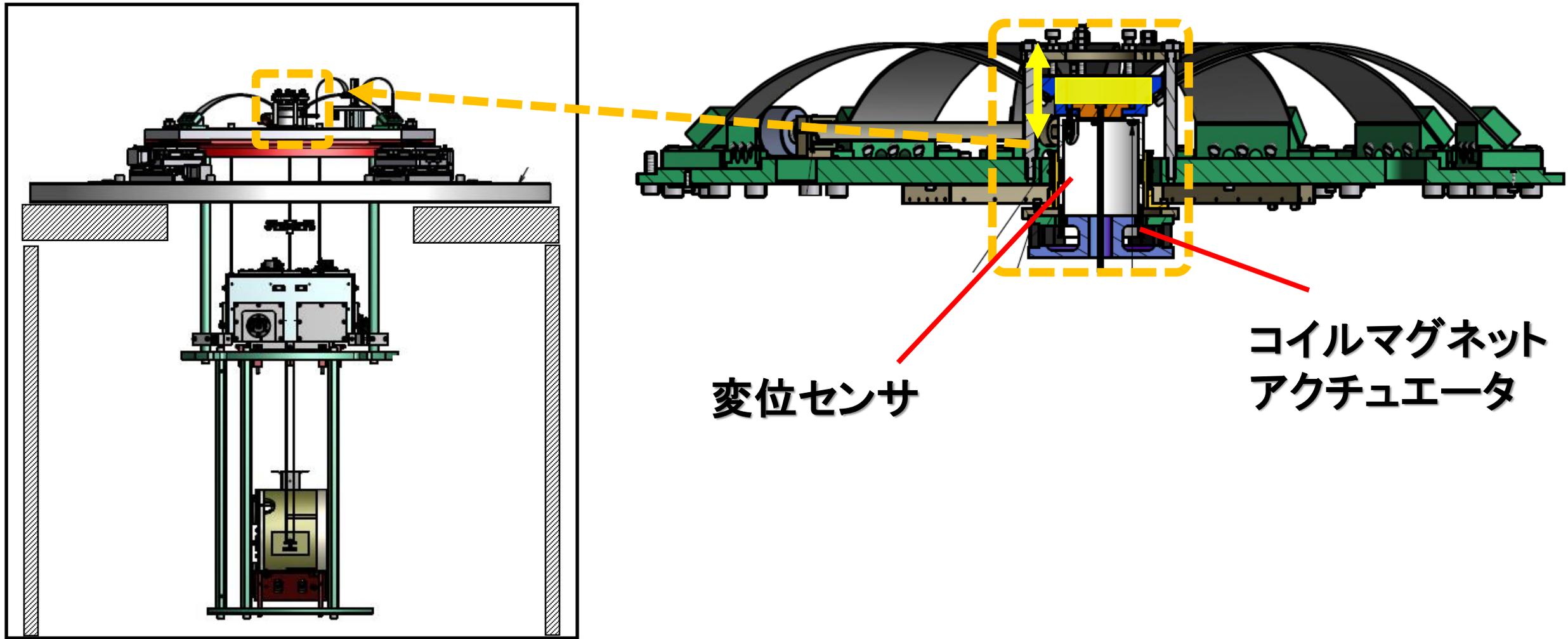
## “Fishing rod”

鏡の垂直軸方向

## DC tilt adjustment

中段マスの回転  
2方向

# ◆ PR3 防振装置 / センサ, アクチュエータ



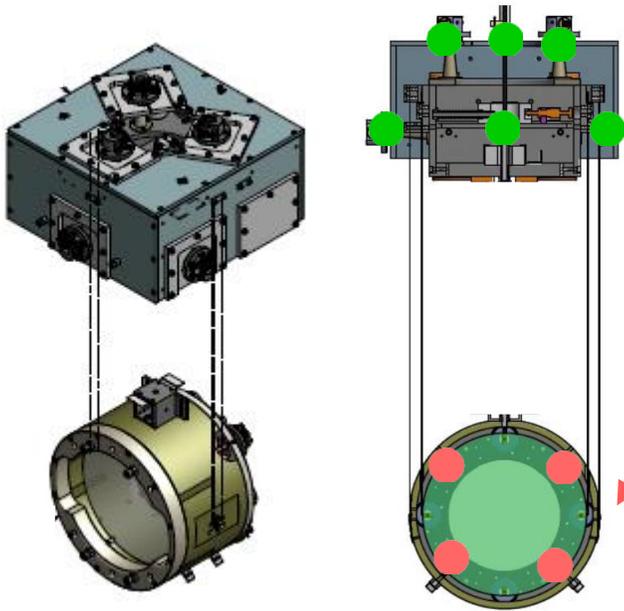
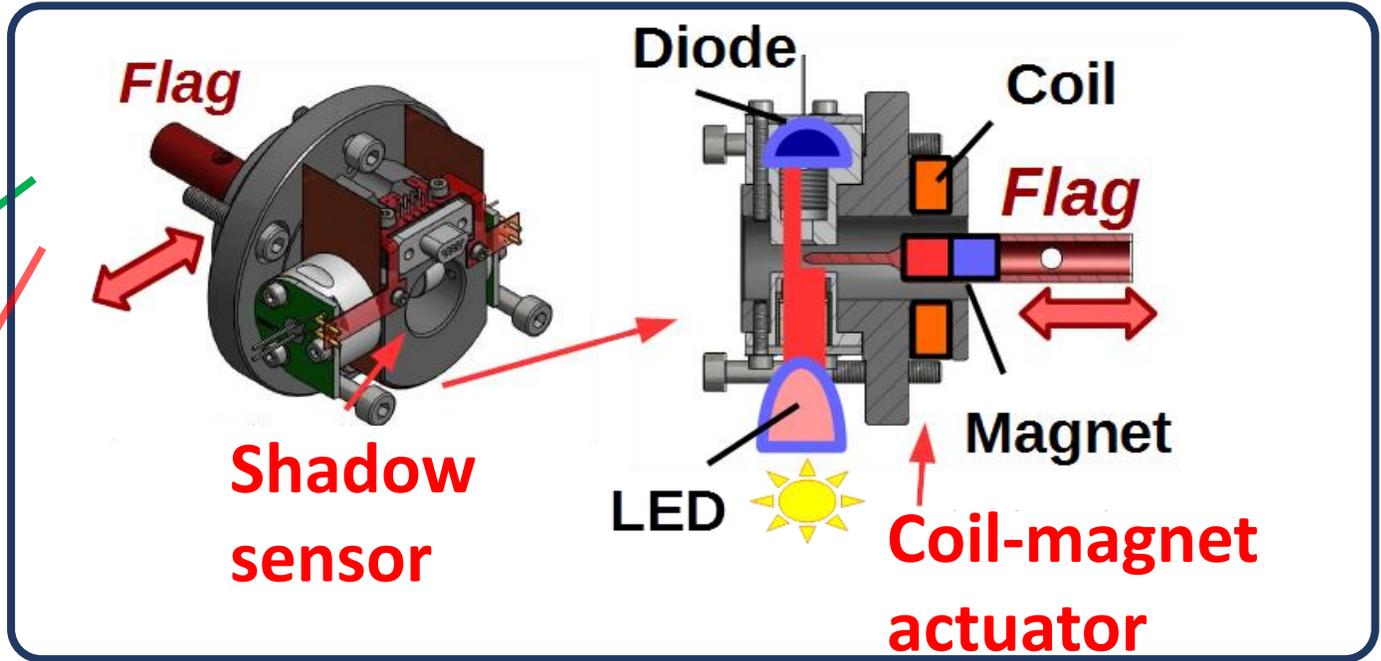
変位センサ

コイルマグネット  
アクチュエータ

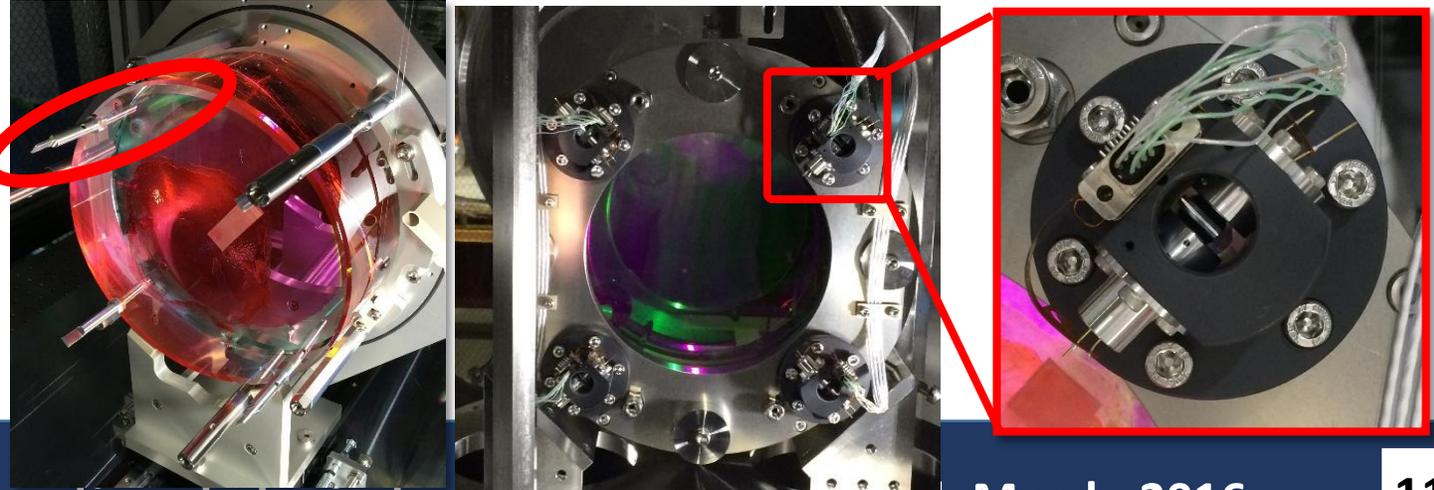
# ❖ PR3 防振装置 / センサ, アクチュエータ

Optical Sensors and Electro-Magnetic Actuators

→ シャドウセンサ & コイルマグネット アクチュエータ



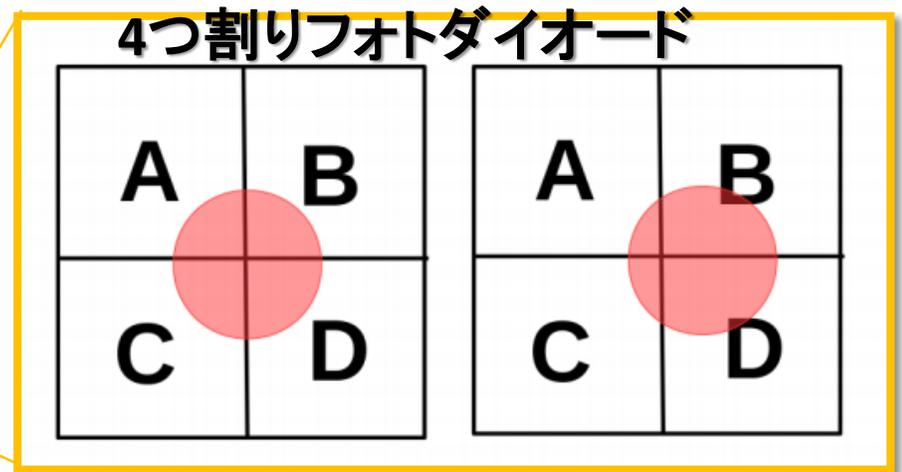
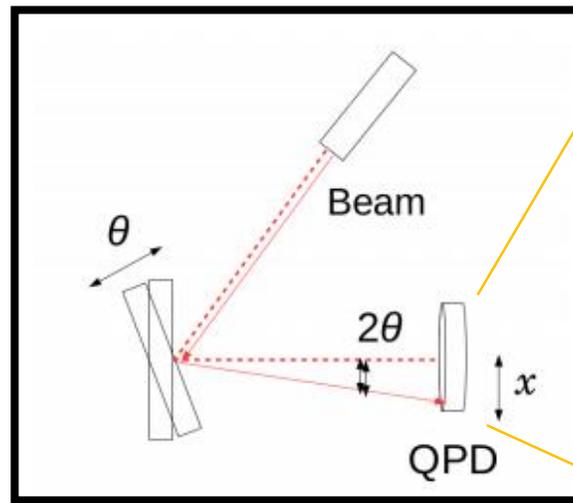
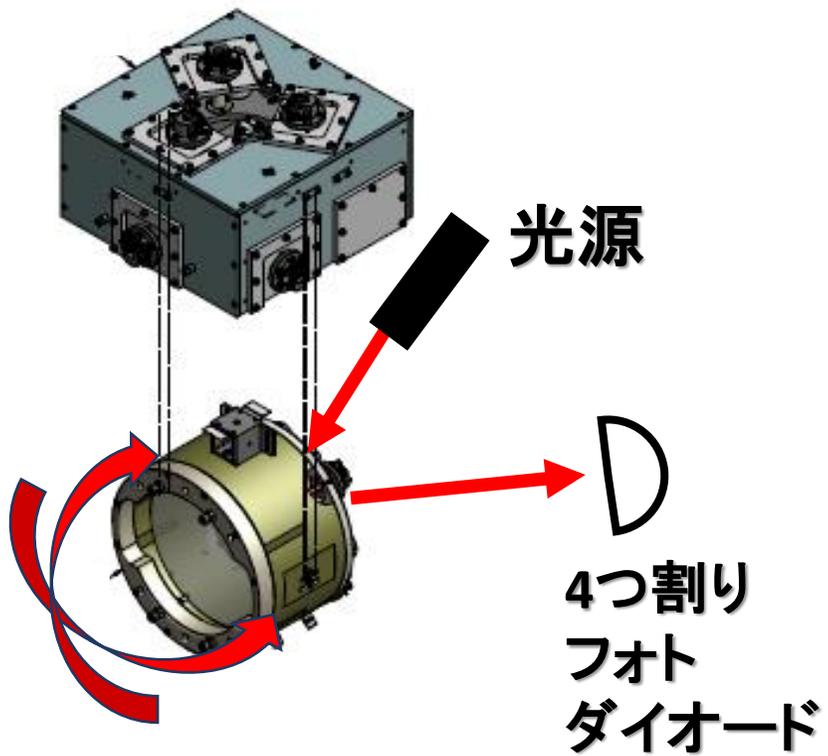
Flag



# ❖ PR3 防振装置 / センサ, アクチュエータ

光てこ ( **Optical Lever** ):

OSEM では見えない、  
鏡全体の回転を測定するためのセンサ



ビームスポットの変位 → 角度変化

# Contents

□ はじめに / KAGRA

□ PR3 防振装置

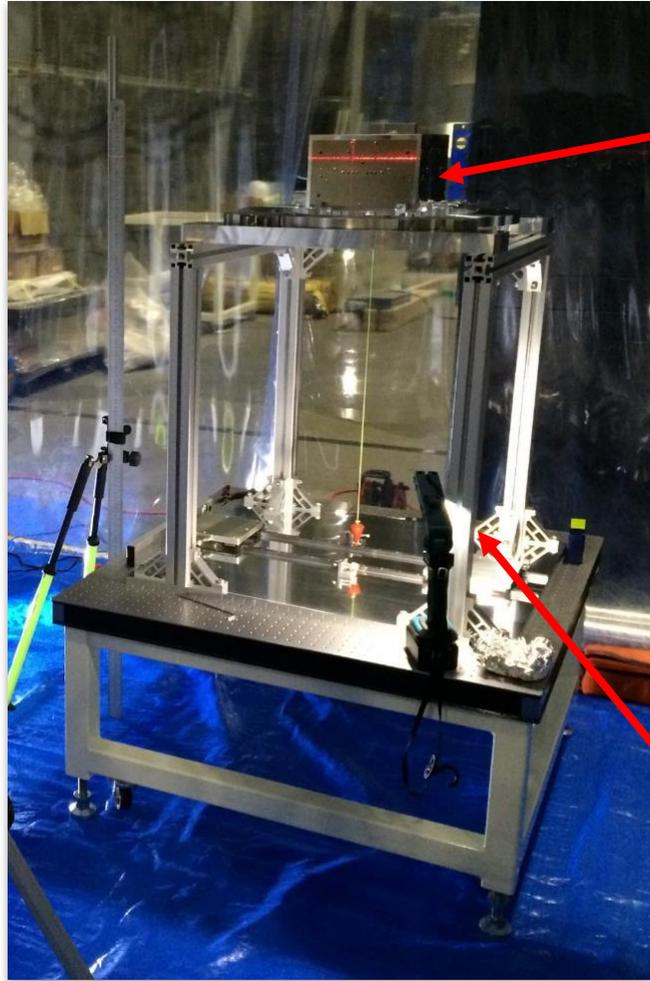
◆ Installation (@ 神岡KAGRAサイト)

◆ 組み立て

◆ 干渉計での利用

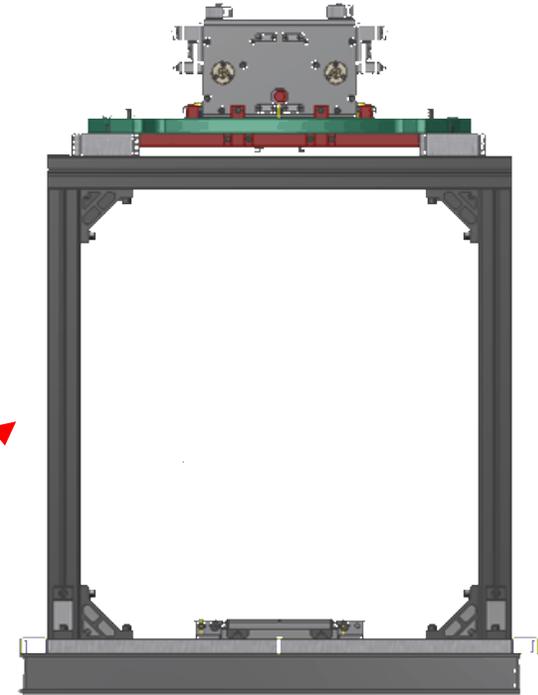
□ まとめ

# ❖ Installation / 組み立て

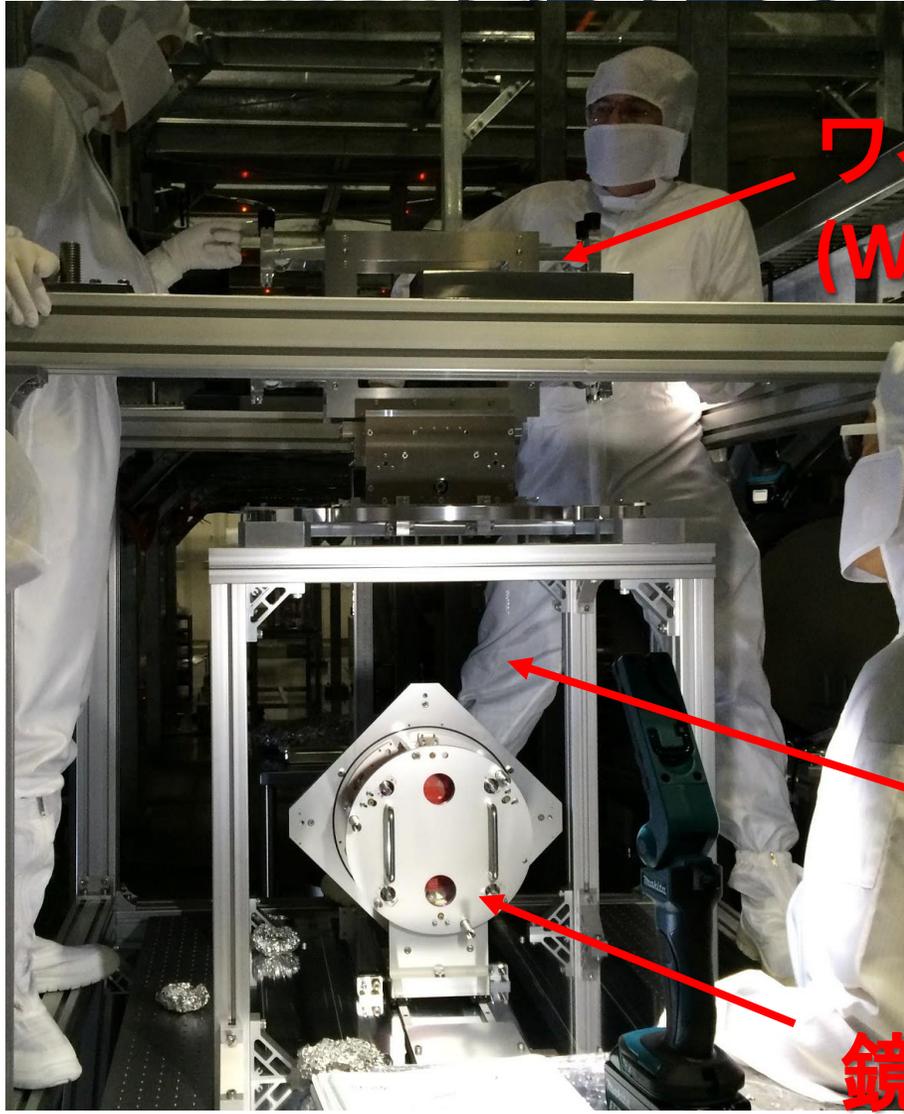


中段マス

鏡懸架用ジグ



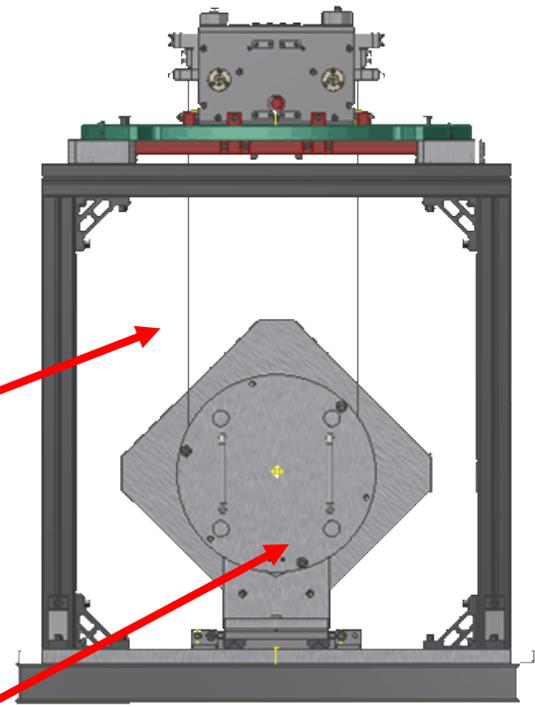
# ❖ Installation / 組み立て



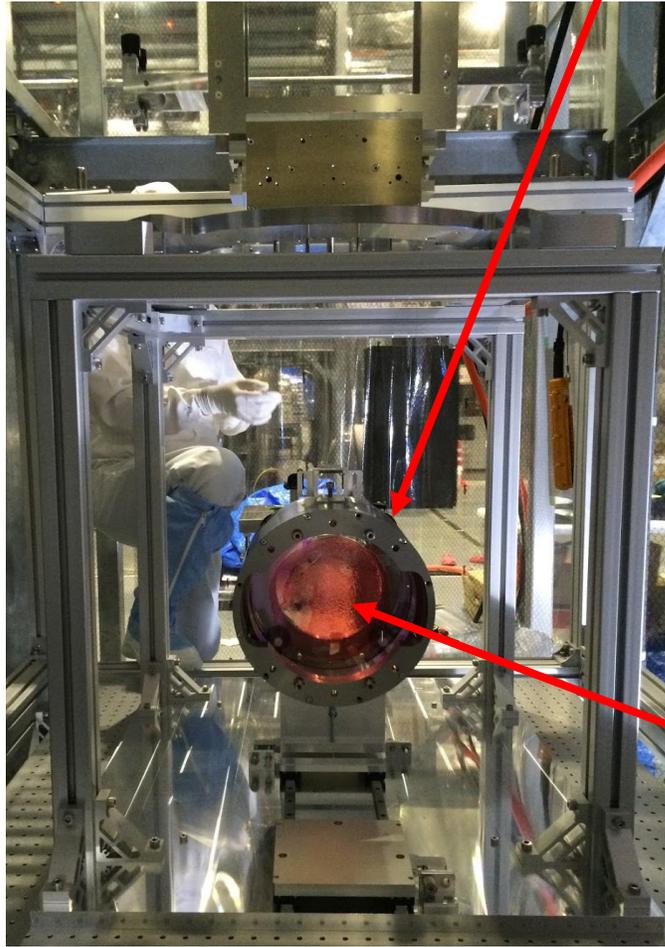
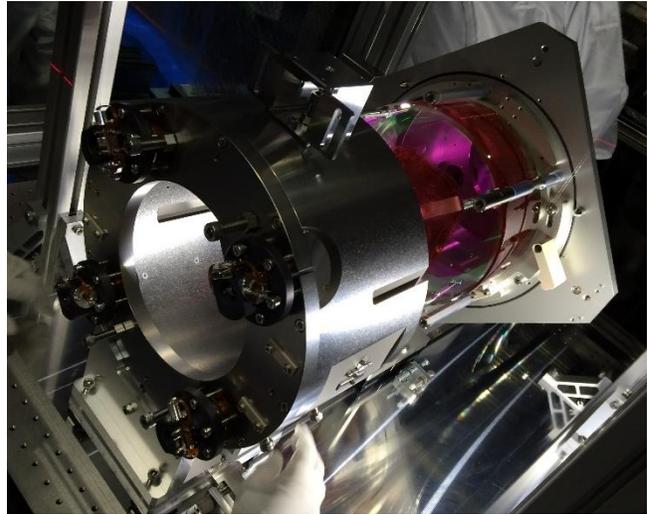
ワイヤ巻き付け用ジグ  
(Winch)

ワイヤ

鏡保護・梱包用ジグ

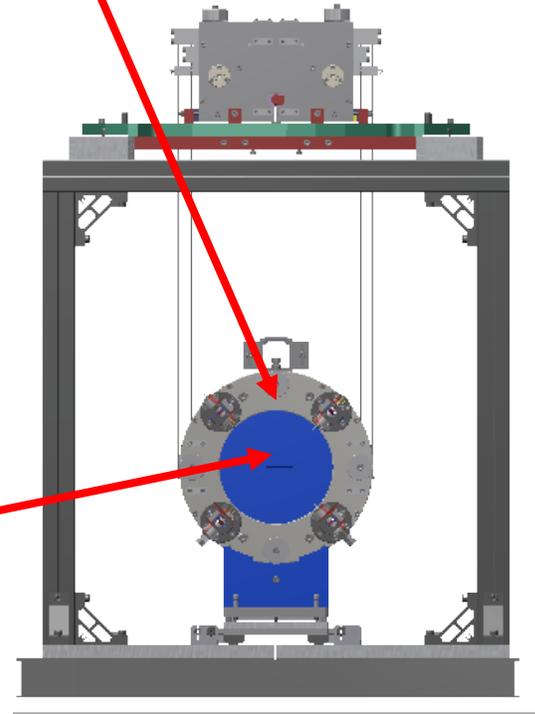


# ❖ Installation / 組み立て

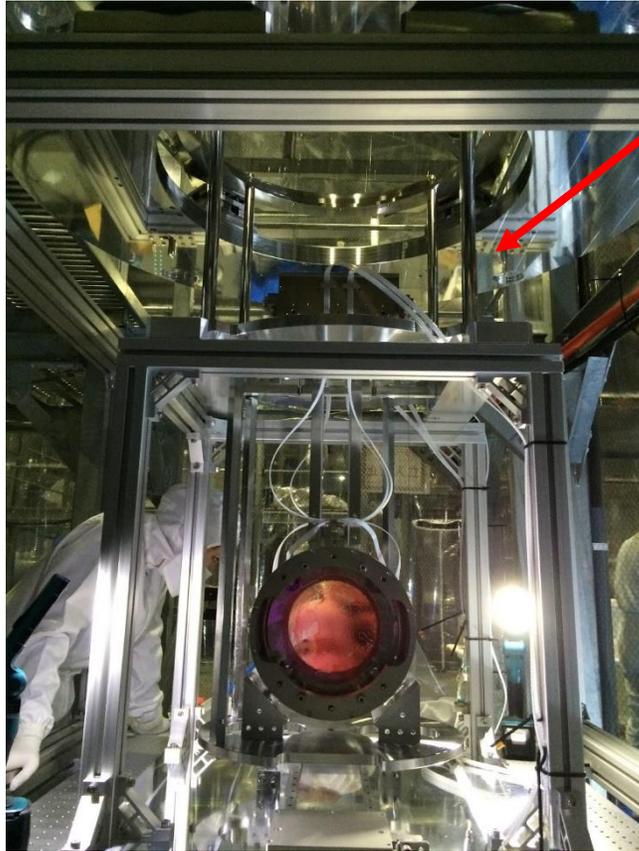


リコイルマス

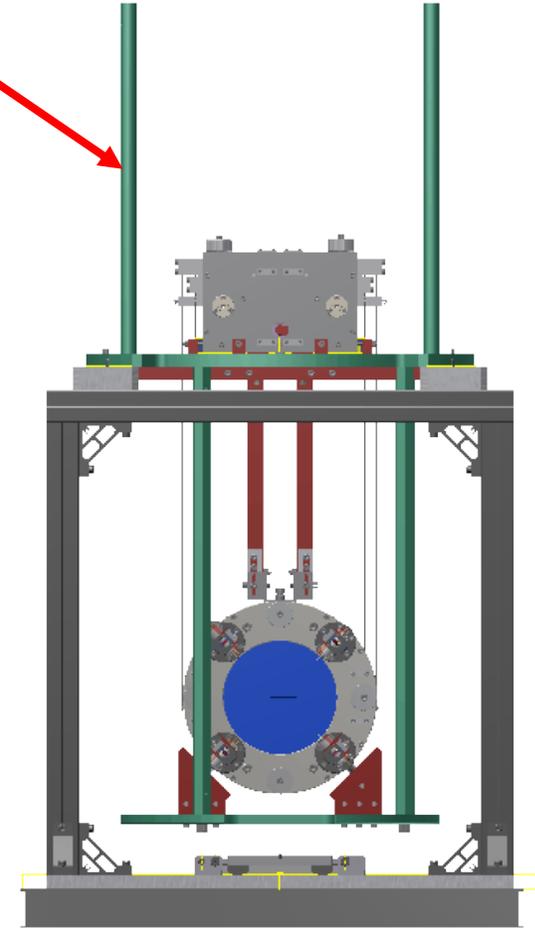
鏡



# ❖ Installation / 組み立て

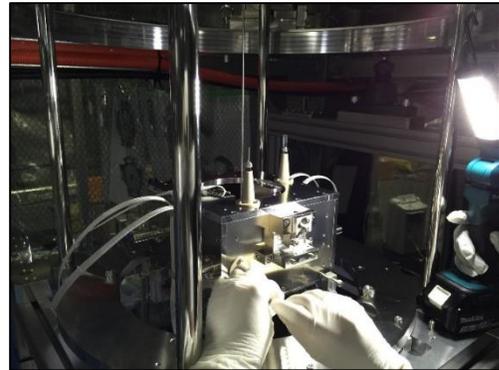
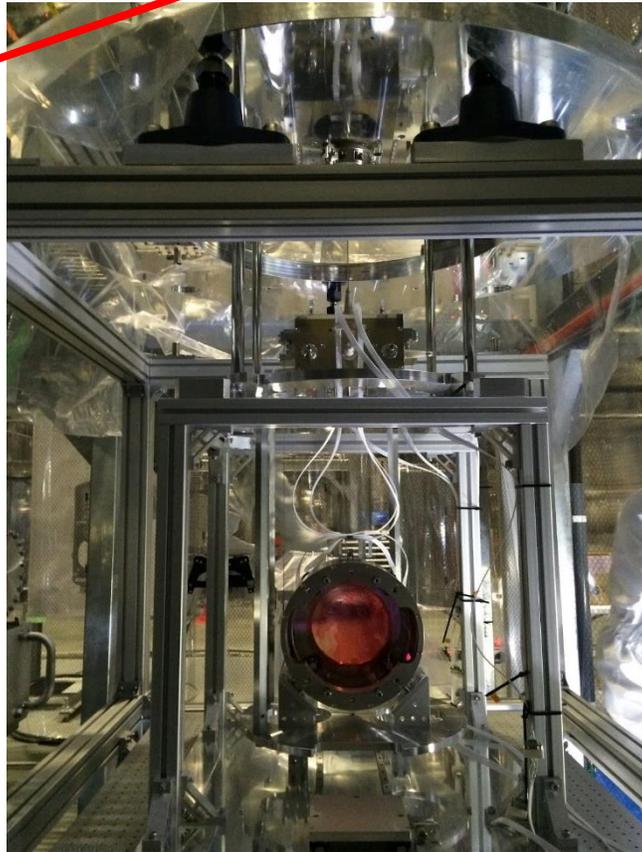
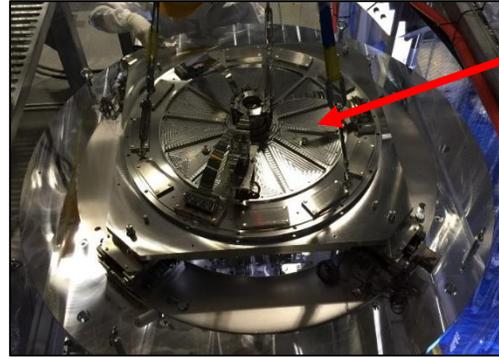
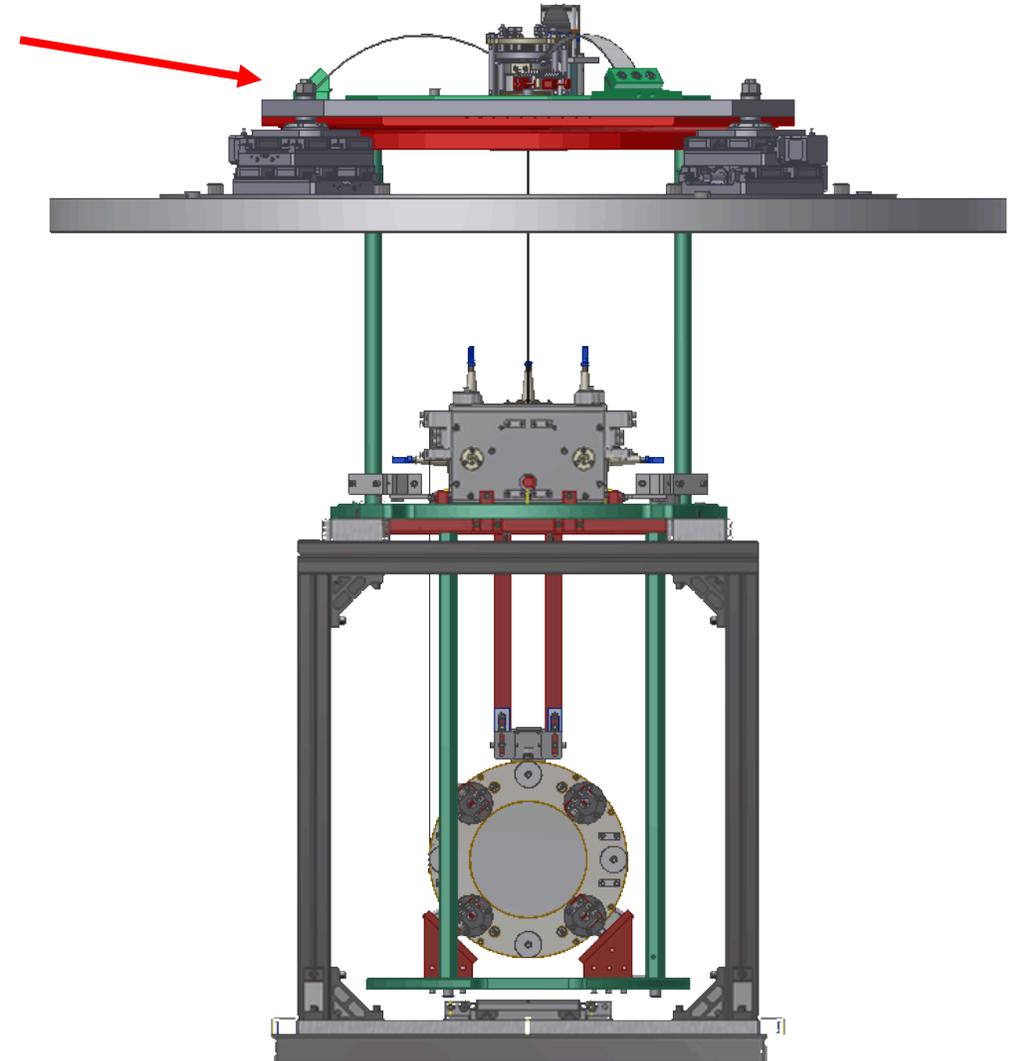


セキュリティ  
フレーム

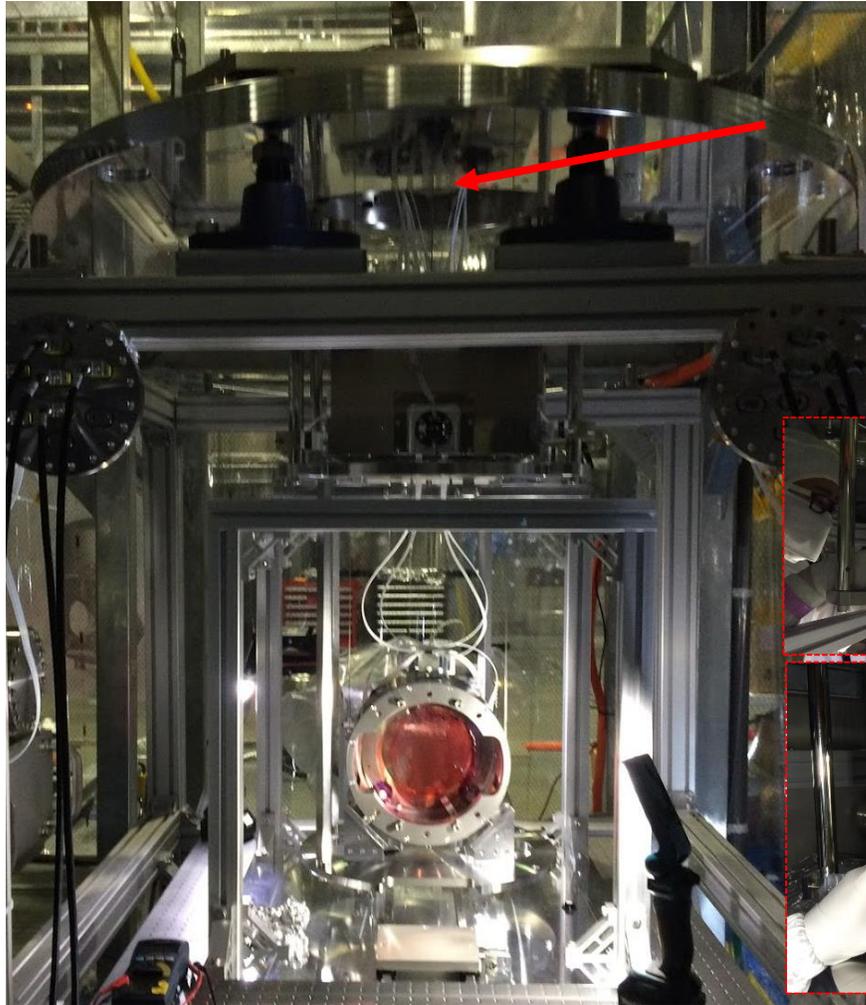


# ❖ Installation / 組み立て

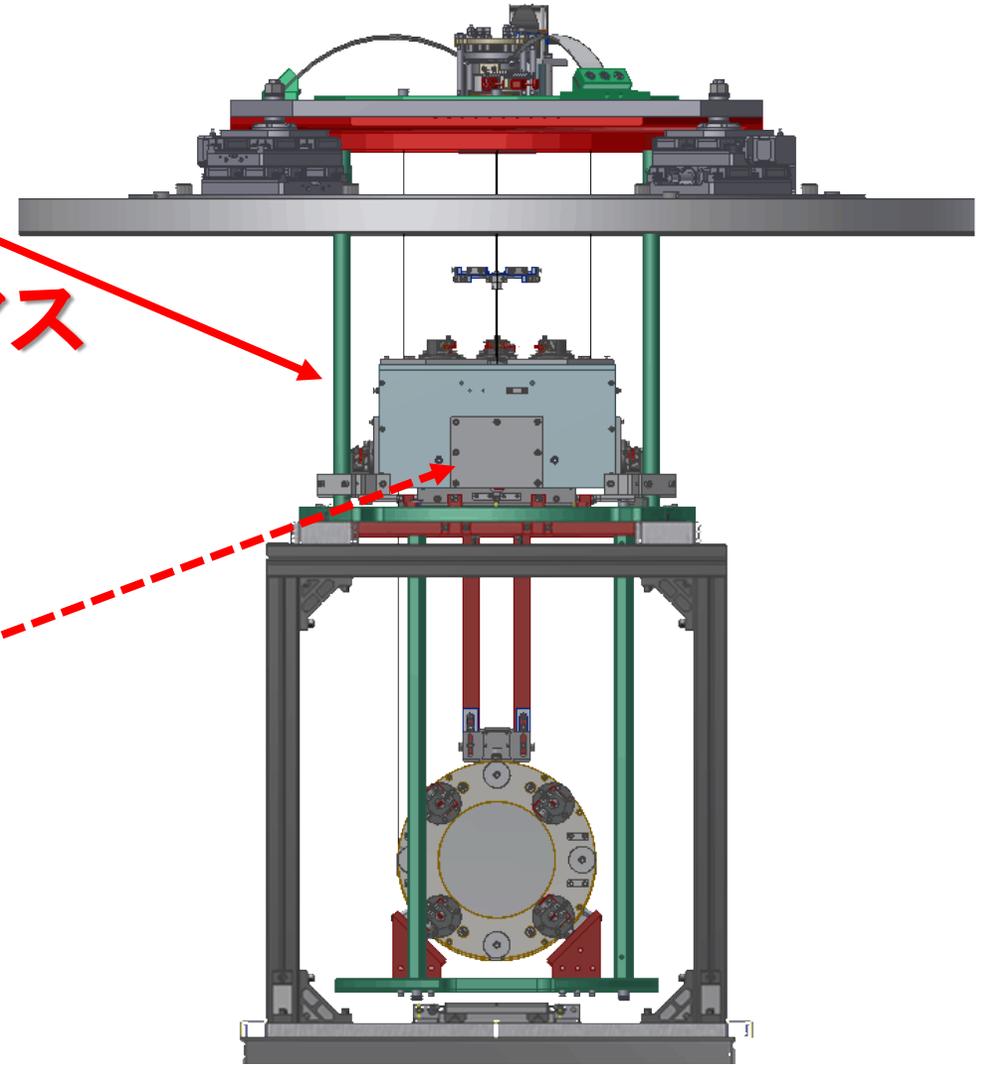
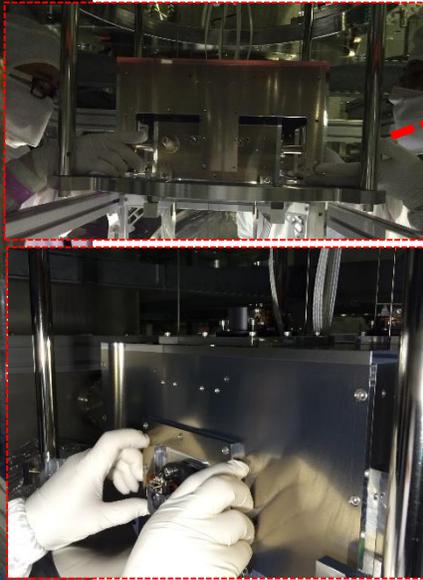
**GAS filter**



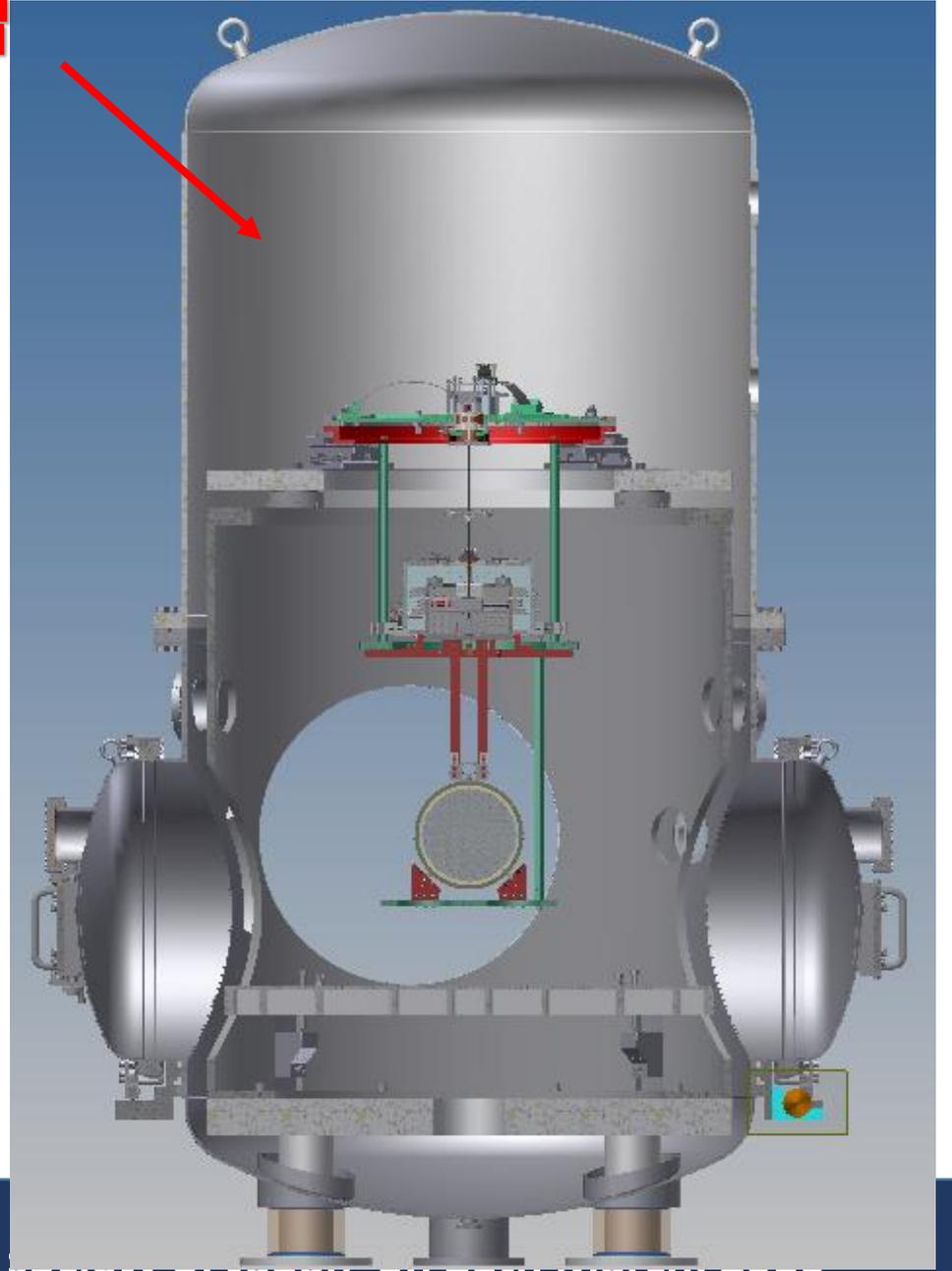
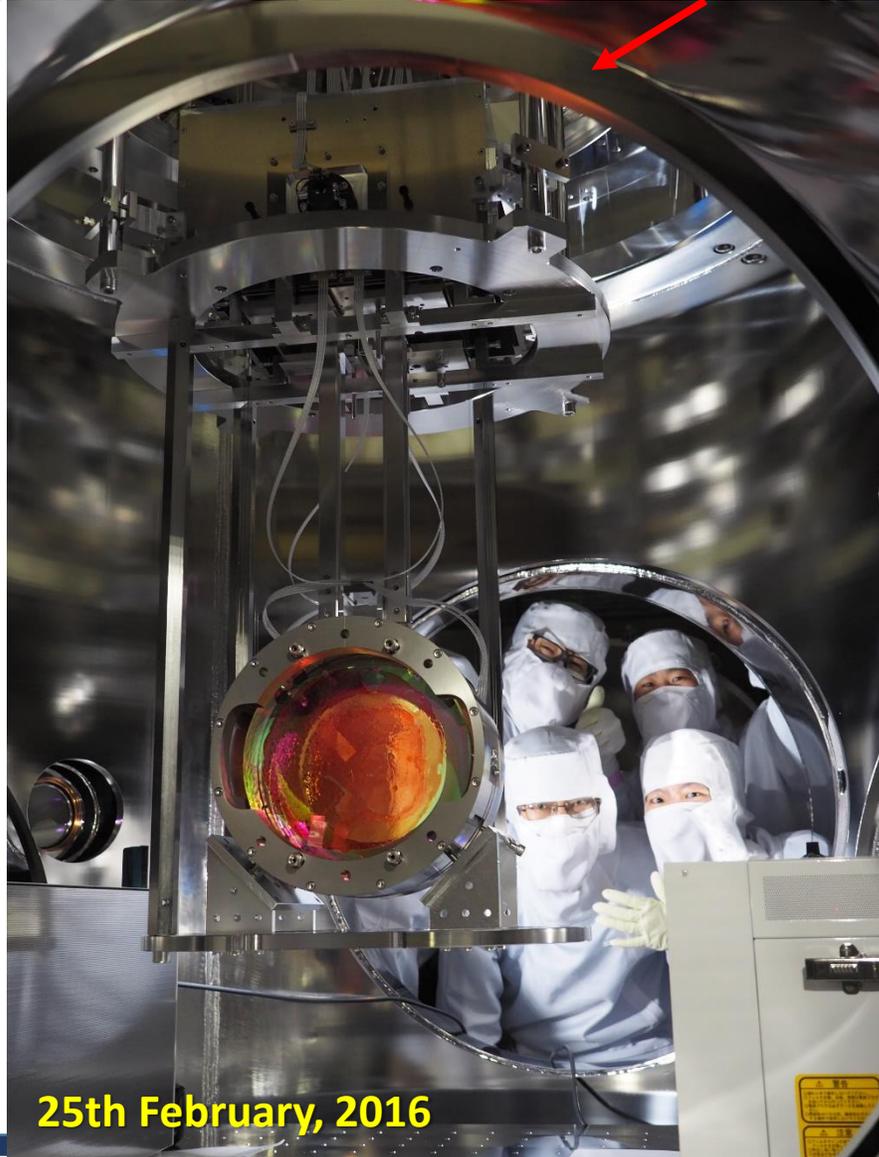
# ❖ Installation / 組み立て



中段  
リコイルマス



❖ Installation / 組み立て **真空槽**

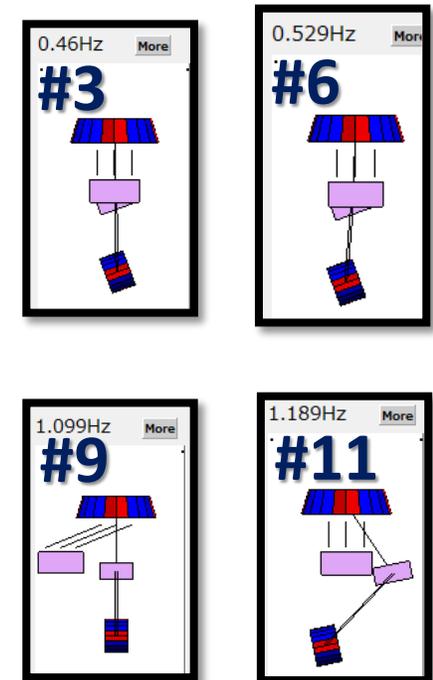
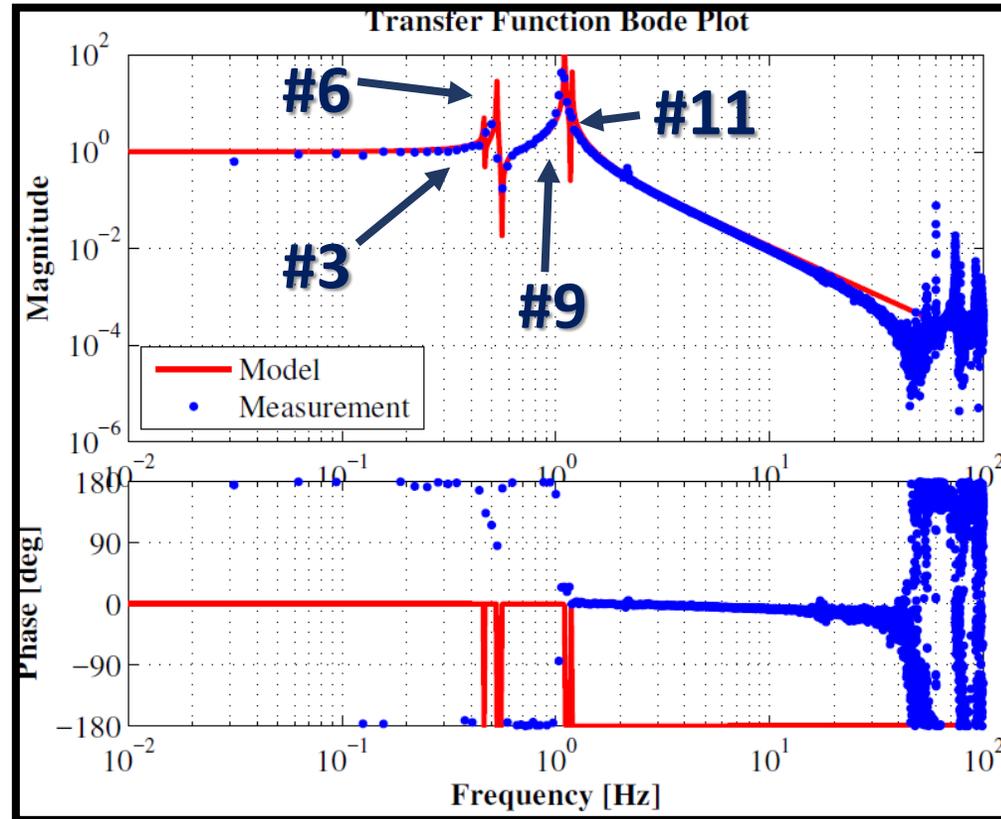
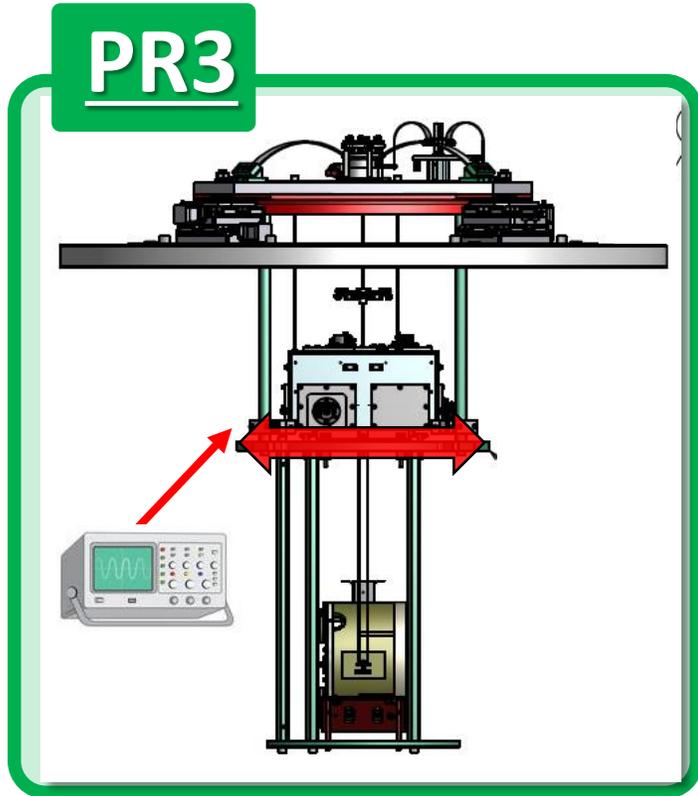


# ❖ Installation / 組み立て

\* PR3 鏡とその防振装置のインストール中 →

力変位伝達関数  
スペクトル  
etc

を測定。



適切に懸架されているかの確認。

## ❖ Installation / 作業の反省

Installation 手順 → ペイロード, GAS chain の組立の全体の流れはOK

\* ただし細かな懸念事項・課題は残る。→ 手順修正の可能性有。

### 1) 鏡のOSEM flag が折れやすい。

- ① 鏡やリコイルマスをジグに固定(またはリリース)するときの確認事項の見直し
- ② OSEM (flag) の形状の見直し

### 2) 懸架系の Q 値が低め。

- 別途 Q 値測定の後、 場合によっては要手順の見直し

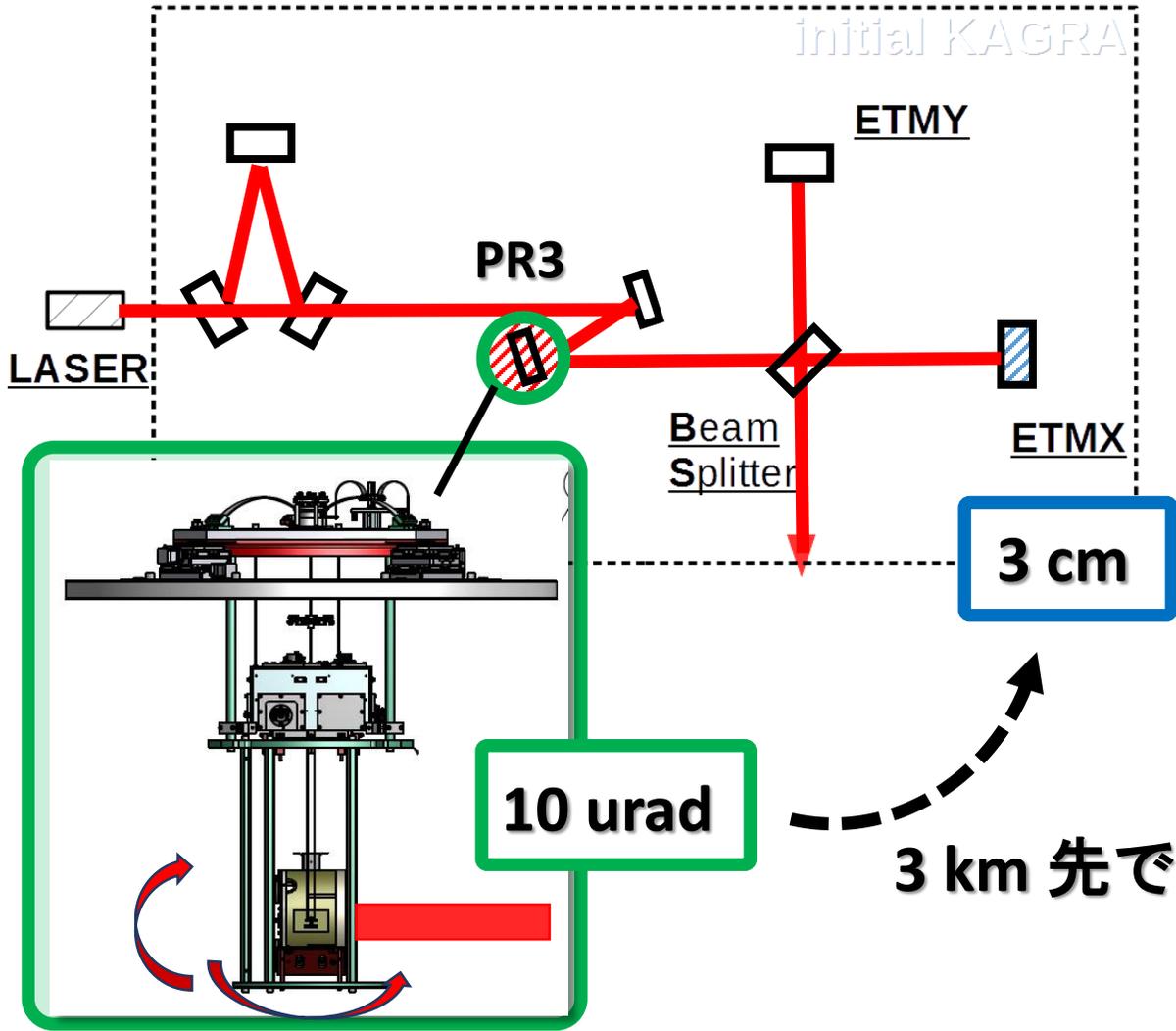
### 3) Wire のテンションの未調査

- wire の Violin mode の測定

### 4) 真空槽内での作業

# ◆ 干渉計での利用

## PR3 鏡 → 3 km 先に光を通すための調整用鏡



Traverser, picomotor : 初期アライメント  
↓  
中段マスのOSEM : ダンピング制御 + 鏡の姿勢の微調整

PR3 鏡が揺れる (振り子の共振)  
→ 3 km 先でビームスポットが大きく動く  
→ PR3 鏡が揺れない状態が必要  
→ 要PR3 のダンピング制御  
( 詳細 → 奥富 発表 )

# まとめ

- ❖ Installation 手順の確認を行った。
- ❖ iKAGRA干渉計のアライメント用の鏡(PR3鏡)とその防振装置を神岡KAGRAサイトにて組立てた。(2.25, 2016 に完了)
- ❖ その性能の確認と制御を実施。(→ 奥富 発表)

## Next step

- ❖ PR3防振装置の評価、修正
- ❖ Installation 手順の確立

**Thank you for your attention.**

# Back up