

# 重力波検出器とモードクリーナー

道村唯太

東京大学大学院理学系研究科物理学専攻

安東研究室

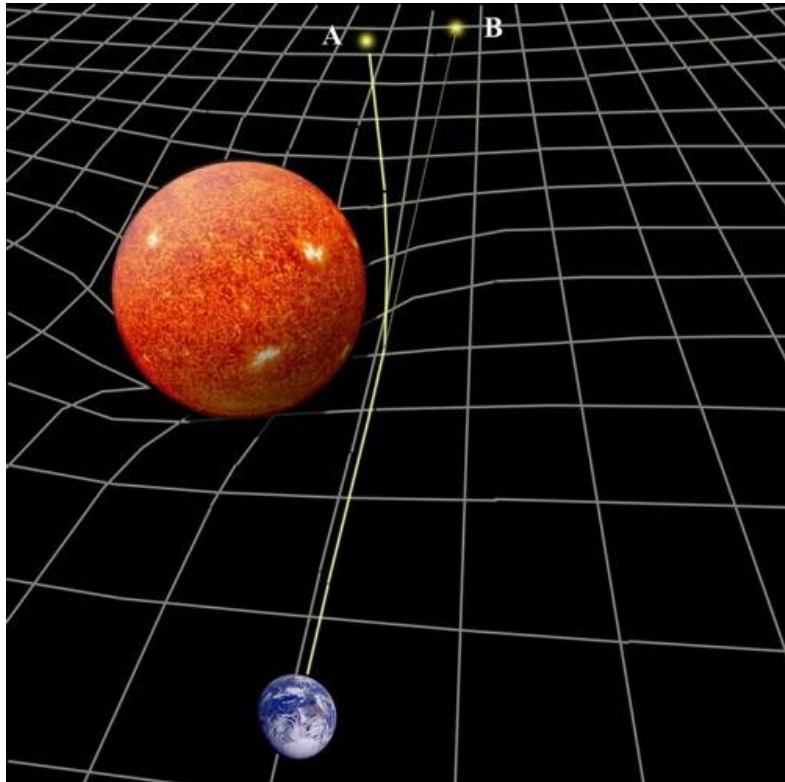
# 今回お話ししたいこと

- 重力波とレーザー干渉計型検出器の紹介
- モードクリーナーの役割と、新潟大学の担当
- 干渉計信号取得の基礎
  
- ガウシアンビーム光学
- ビームの高次モード
- Pound-Drever-Hall法
- Wavefront sensor
- 三角共振器のアライメント計算
  
- 今後の進め方の打ち合せ

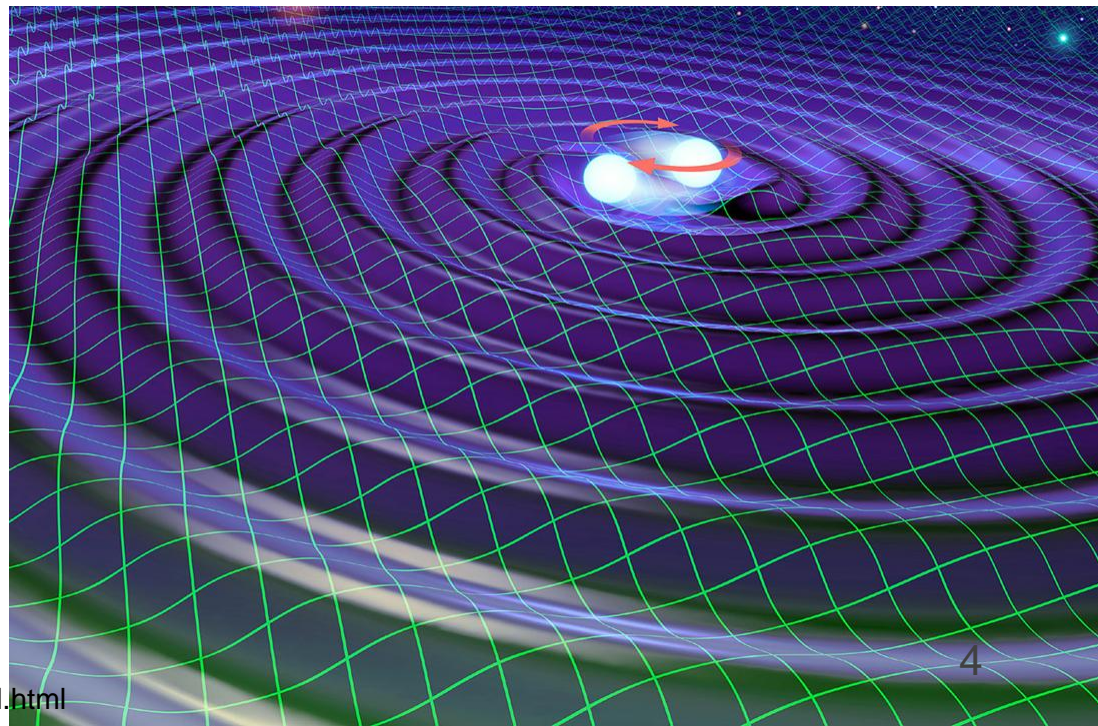
# 重力波検出器

# 重力波とは

- 光速で伝播する時空の歪み
- Einsteinが一般相対性理論から予言
- まだ誰も直接検出に成功していない  
空間の歪みが $10^{-21}$ と非常に小さい

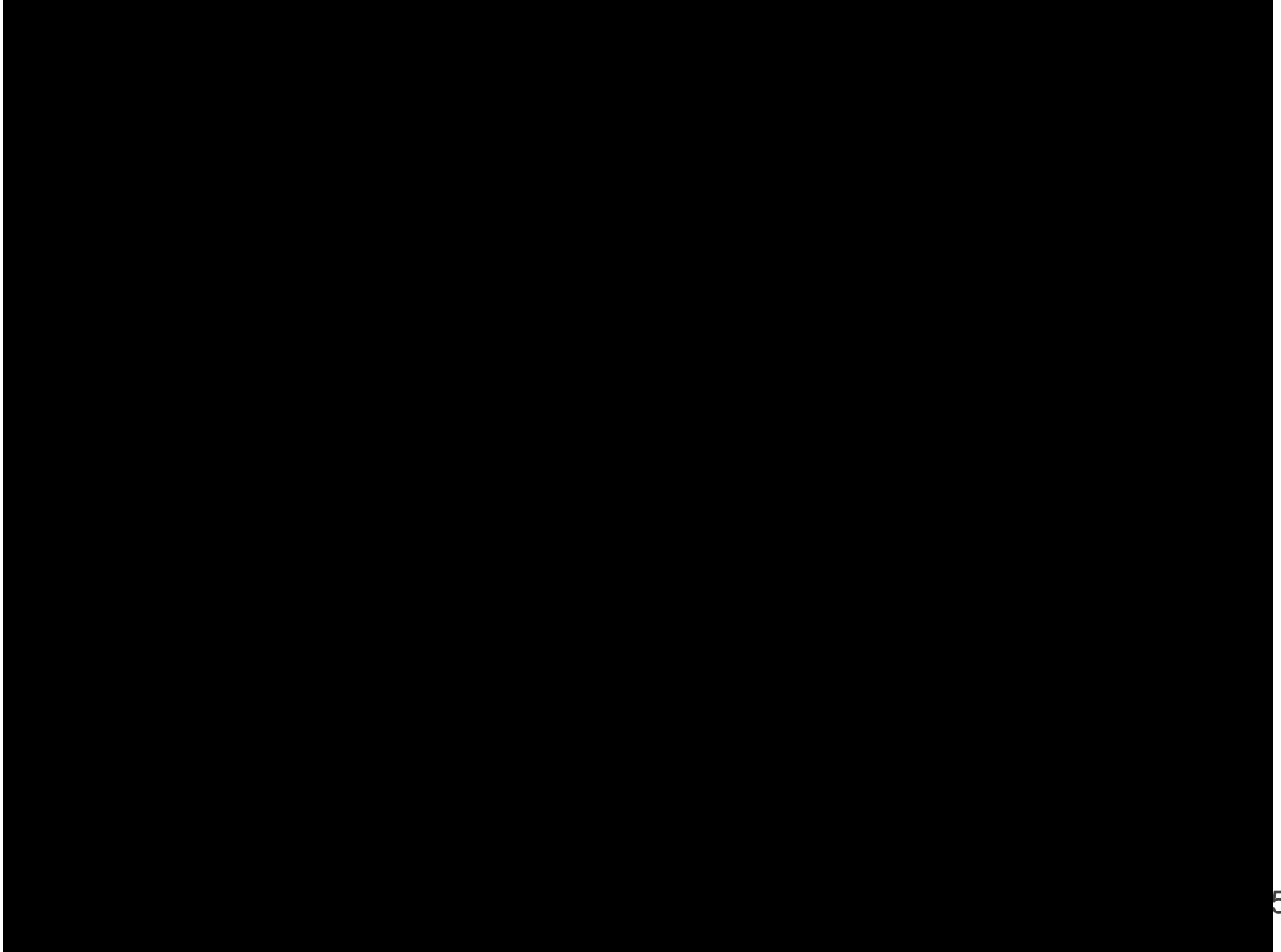


CG/KAGAYA



# 動画

CG/KAGAYA

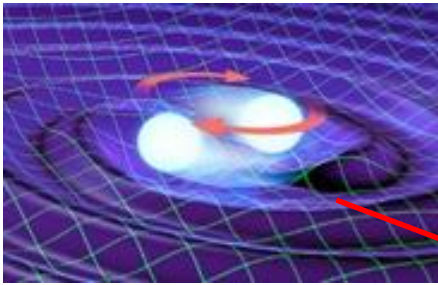


# 重力波天文学

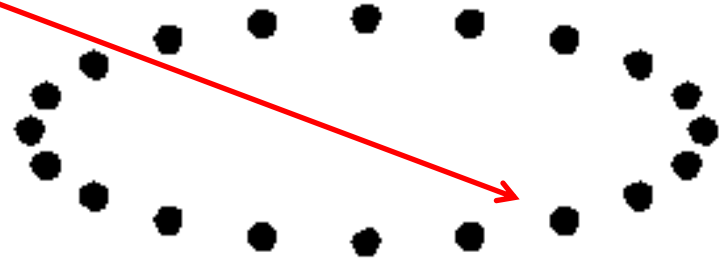
- 主な重力波源
  - 連星中性子星の合体
  - ブラックホール連星の合体
  - 超新星爆発
  - 初期宇宙・インフレーション
- 「光」では見えないものが見える
  - 重力波天文学の創成

# 重力波検出の原理

- 重力波が来ると物体間の距離が変わる  
→ レーザー干渉計で測る



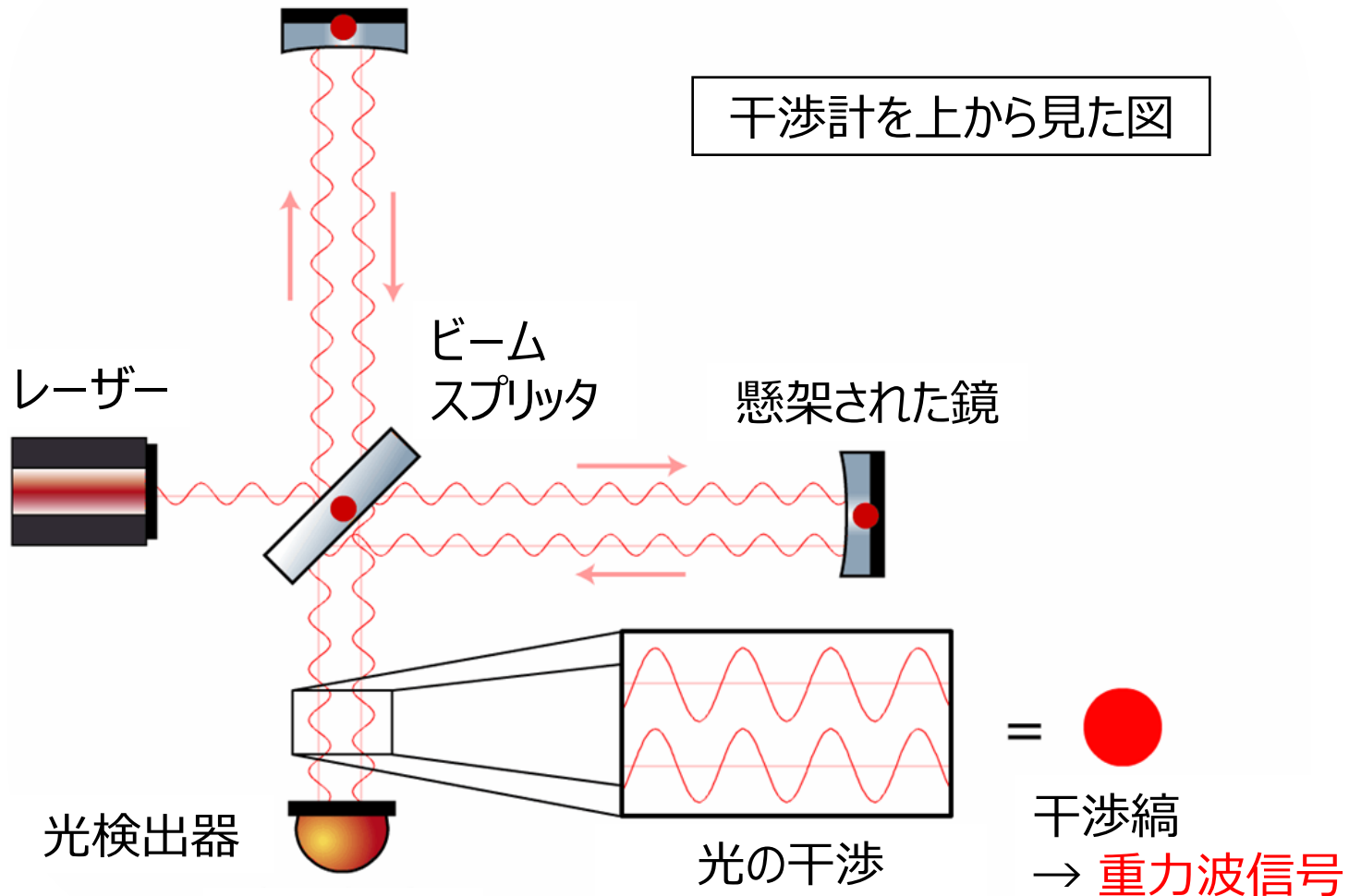
重力波



CG/ATSUSHI

# レーザー干渉計型重力波検出器

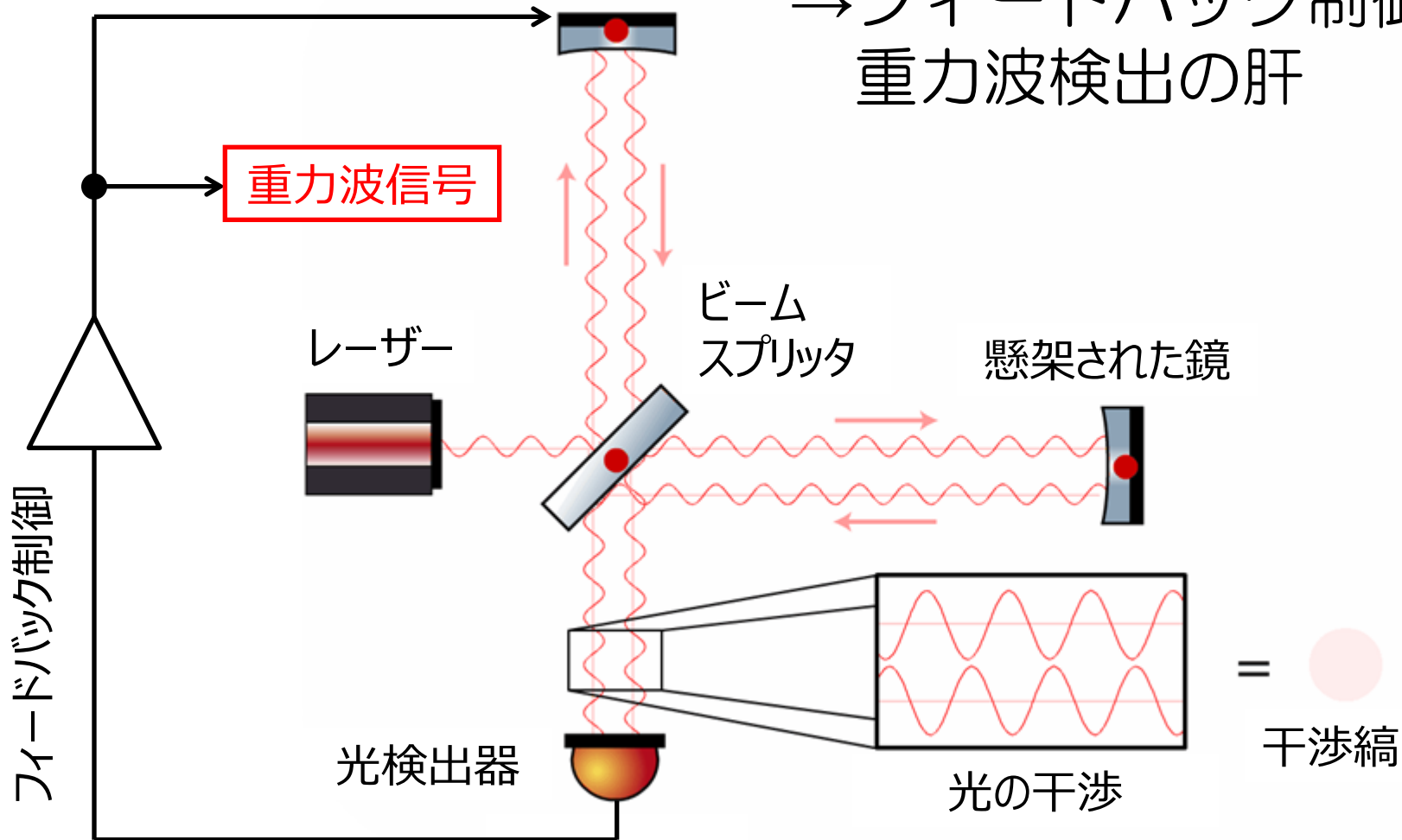
- Michelson干渉計が基本





# レーザー干渉計の制御

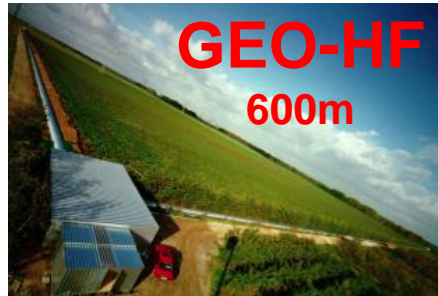
- 干渉縞が変化しないよう鏡の位置を制御  
→フィードバック制御が重力波検出の肝



# 世界の重力波検出器

- 「第2世代干渉計」が各地で建設中
- 約5年後観測開始予定 重力波の初検出

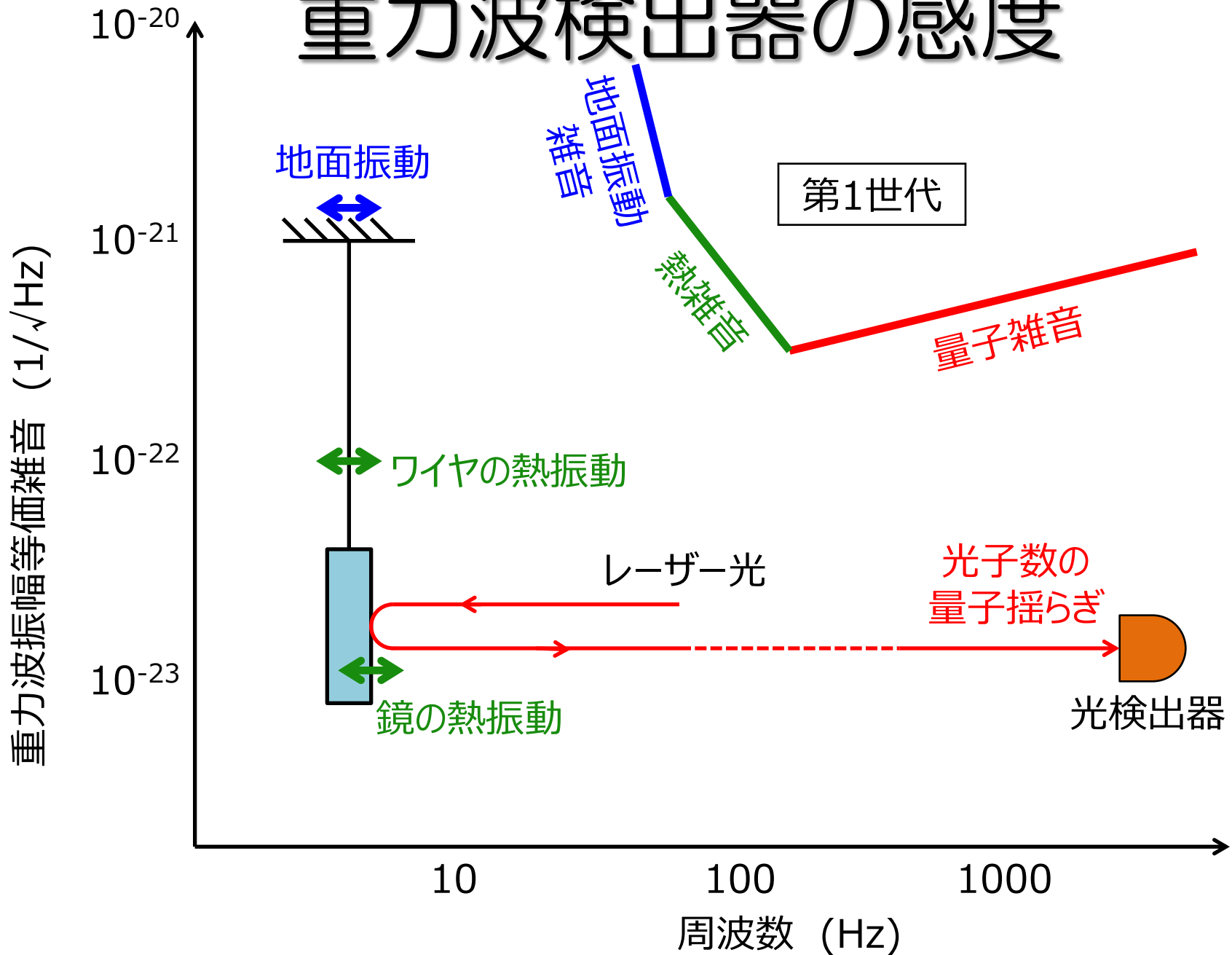
**aLIGO 4km**



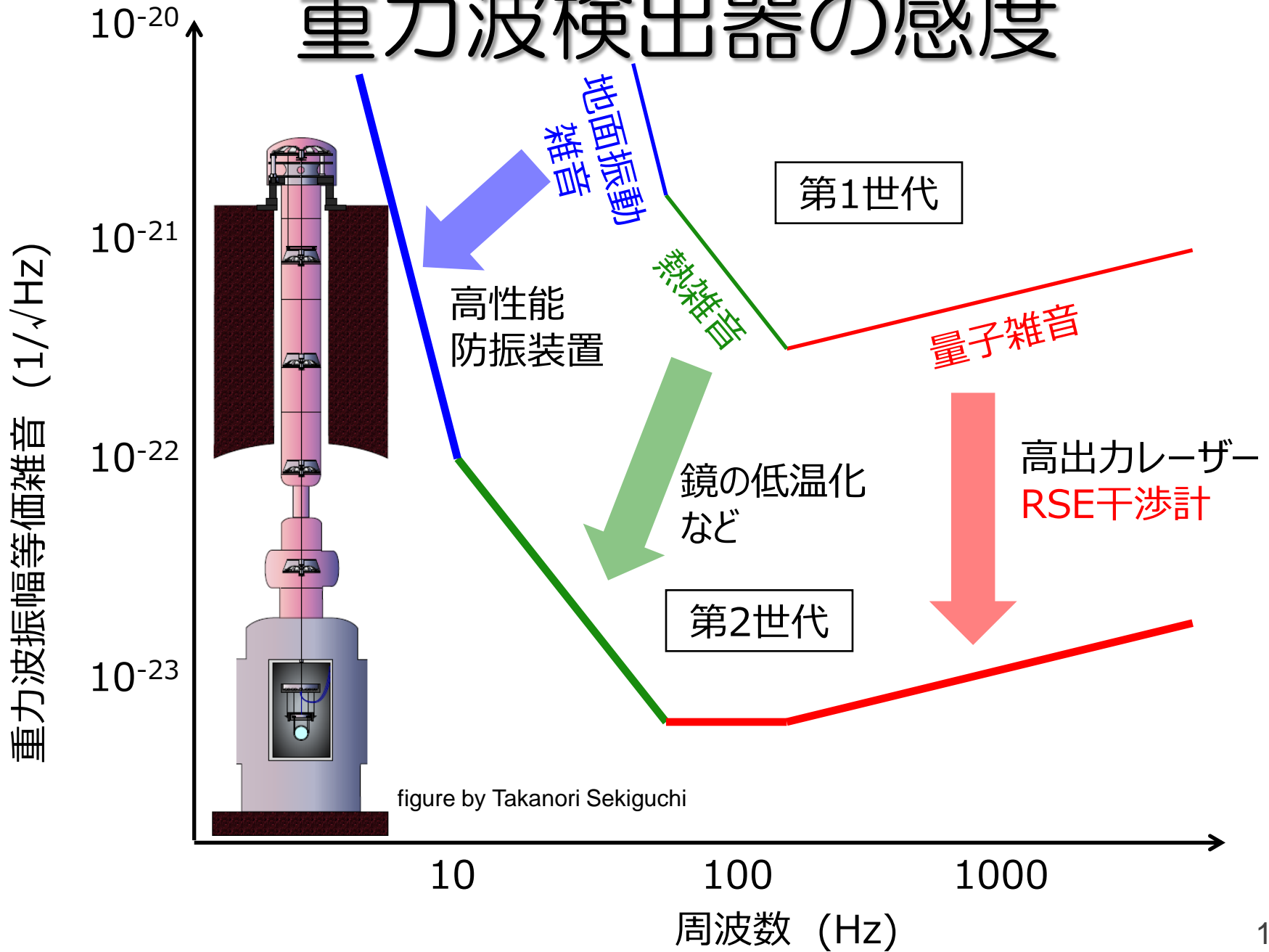
**LIGO-India**



# 重力波検出器の感度

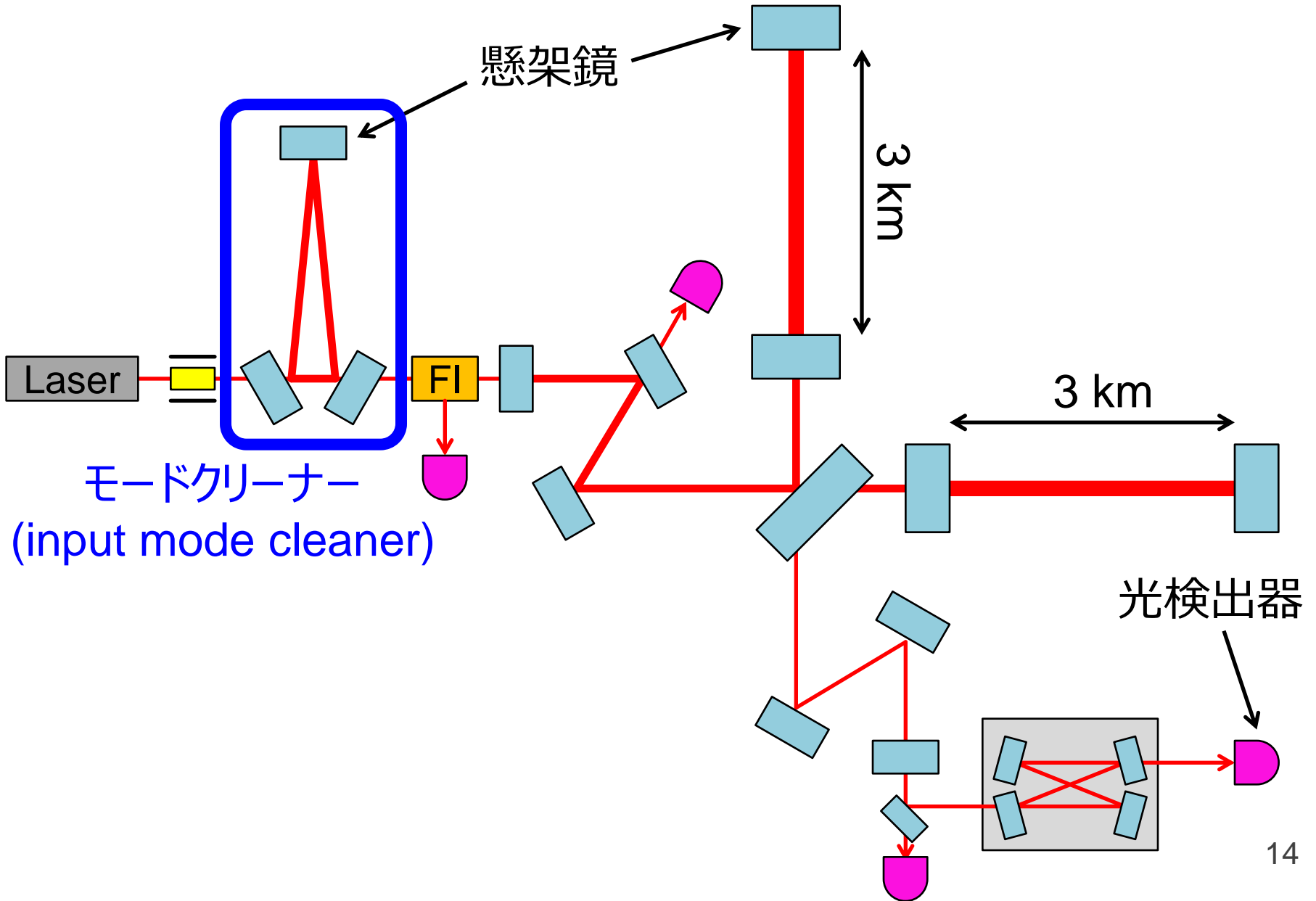


# 重力波検出器の感度



モードクリーナー

# KAGRAの干渉計構成



# モードクリーナーの役割

- 高次モードの除去
- レーザーの周波数安定化
- RF強度雑音の低減
- ビームジッター雑音の低減

# 皆さんにやっていただきたいこと

- モードクリーナーを構成する鏡が傾いたときに、光軸がどう変化するのかの計算
- これにより、WFS(wavefront sensor)の信号がどれだけ出るかを計算
- できればPMCも



# 三角共振器の光軸

- 鏡が傾くと、光軸が傾く

