

重力波天文学と宇宙ロボット



重力波観測プロジェクト
月面レーザー干渉計
建設中
宇宙のさざ波を聴く

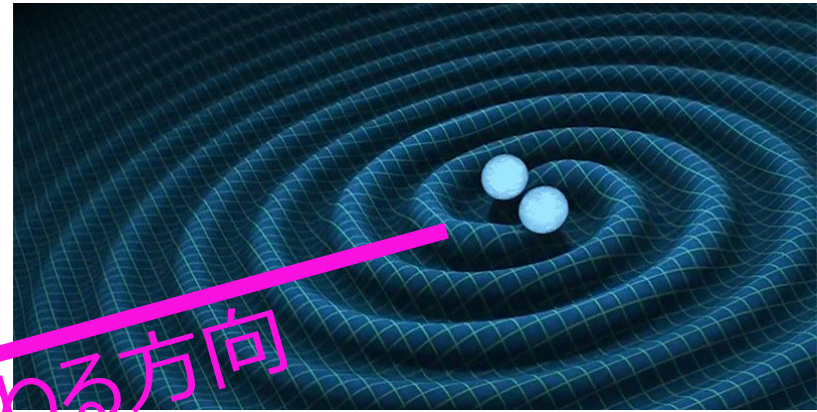


道村唯太

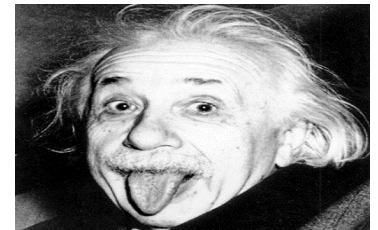
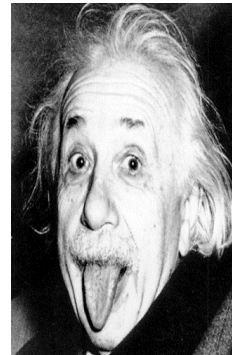
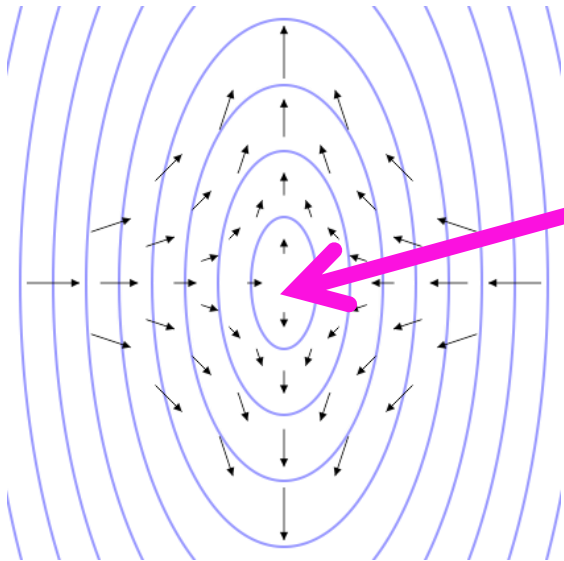
東京大学 大学院理学系研究科附属
ビッグバン宇宙国際研究センター
michimura@resceu.s.u-tokyo.ac.jp

重力波とは？

- 光速で伝わる**時空のさざ波**
- 1915年にアインシュタインが予言
- 2015年にアメリカのLIGOが連星ブラックホール合体からの重力波を**初検出**
- 現在までに**300例**近く検出

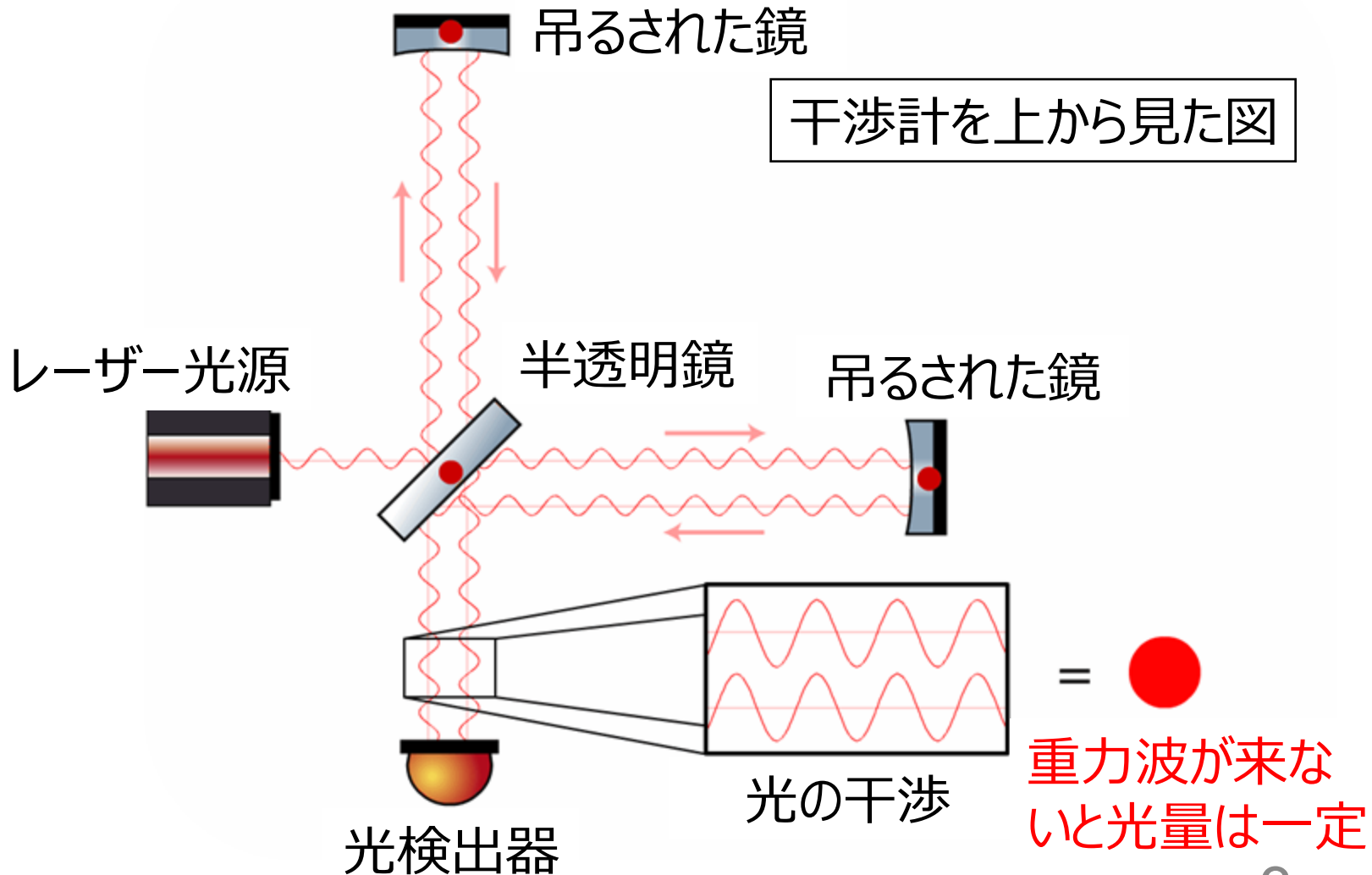


重力波の伝わる方向



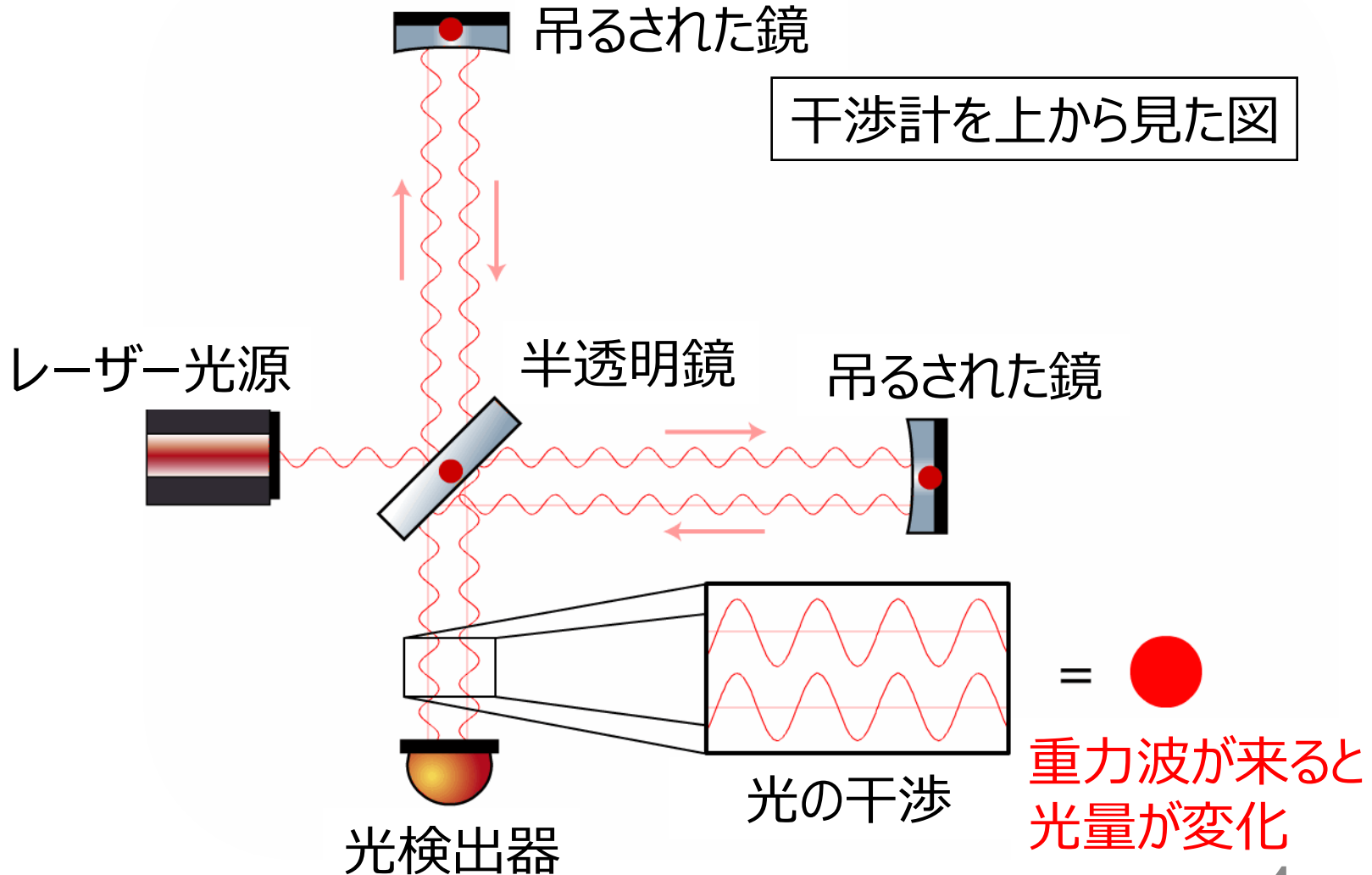
レーザー干渉計型重力波検出器

- 両腕の長さの差を干渉縞の変化として測定



レーザー干渉計型重力波検出器

- 両腕の長さの差を干渉縞の変化として測定



国際重力波観測ネットワーク



大型低温重力波望遠鏡KAGRA

- 2010年にプロジェクトスタート
- 愛称: かぐら(神岡 + gravitational wave)
- 岐阜県飛騨市にある
- 14ヶ国、~130研究機関、~420名

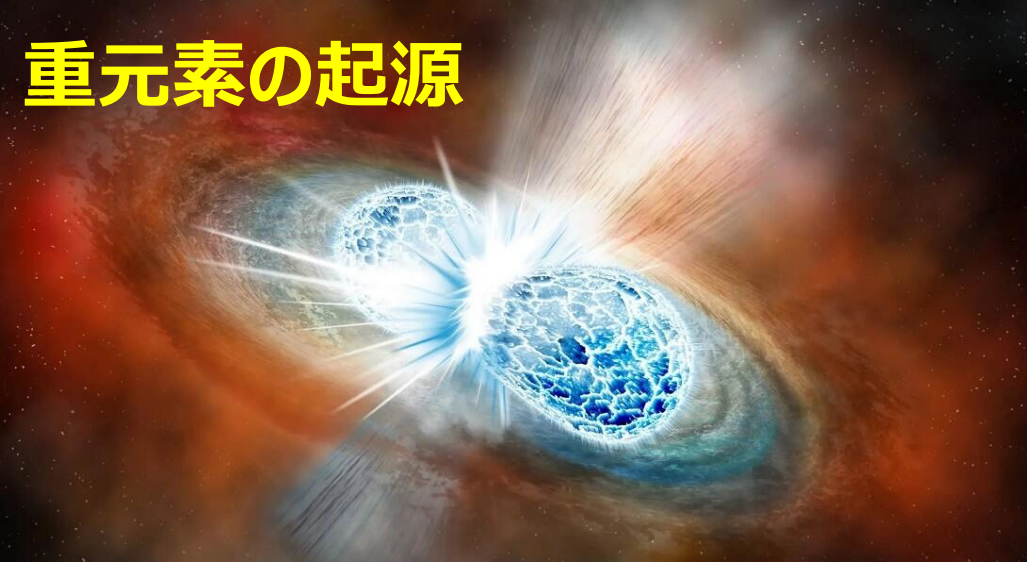


プロジェクト代表:
梶田隆章

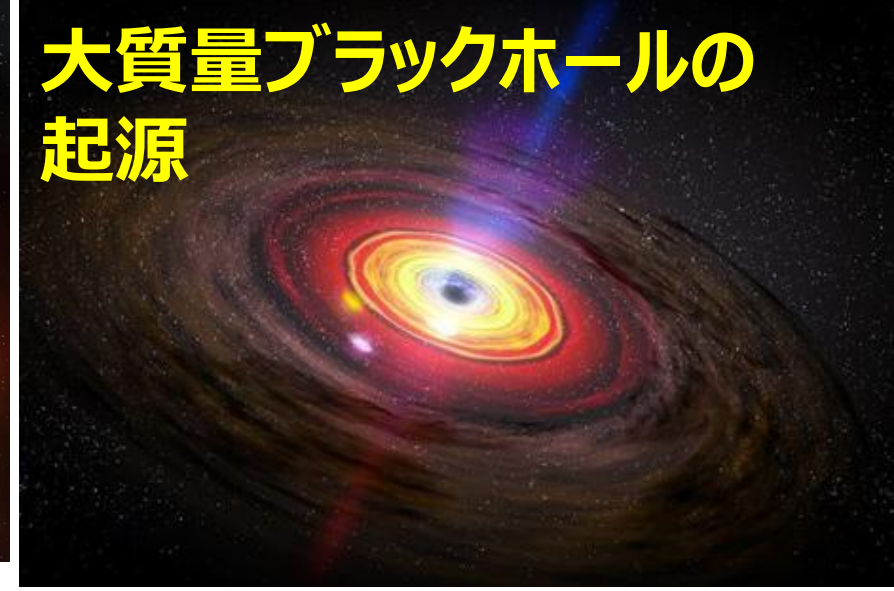


重力波観測でなにがわかるのか？

重元素の起源



大質量ブラックホールの起源

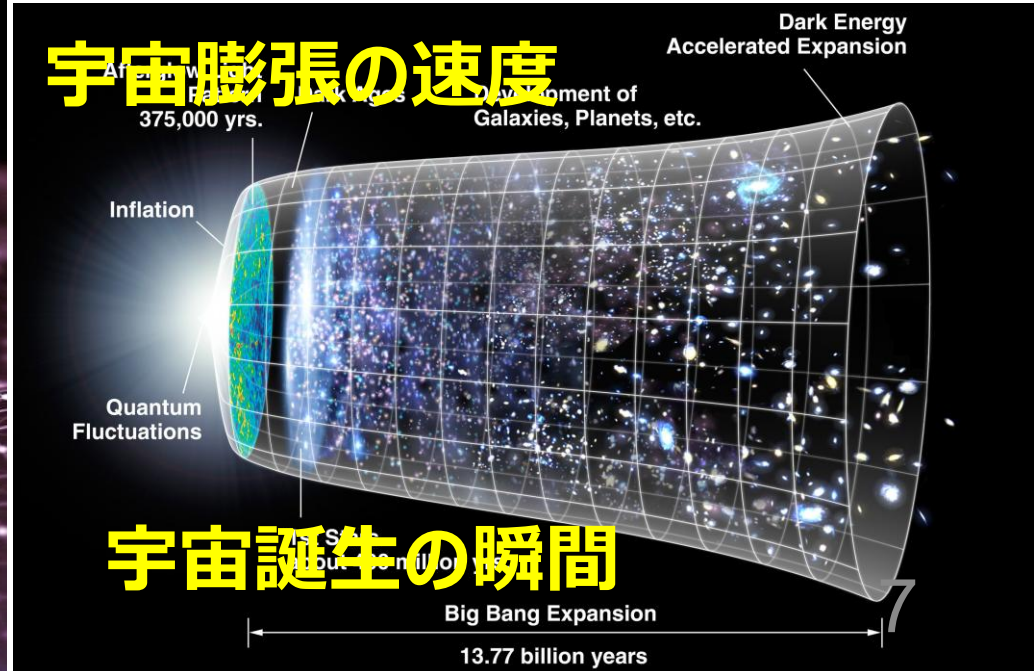


重力理論の検証



光では見えない何か??

宇宙膨張の速度



宇宙誕生の瞬間

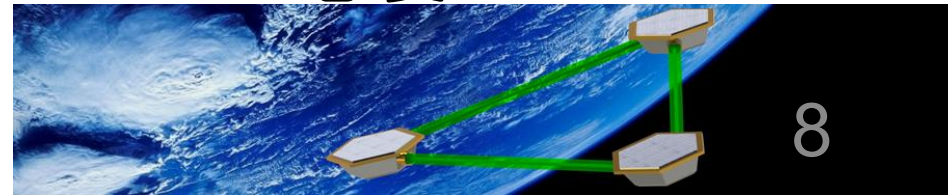
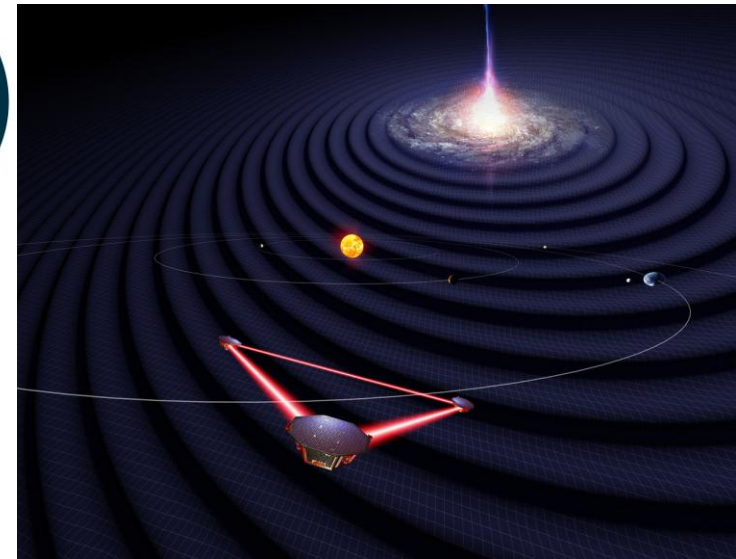
宇宙重力波望遠鏡計画

- 地上ではレーザー干渉計の大きさは数10 kmが**限界**
- また、**地面振動**から10 Hz以下の感度向上が困難

→ 宇宙重力波望遠鏡

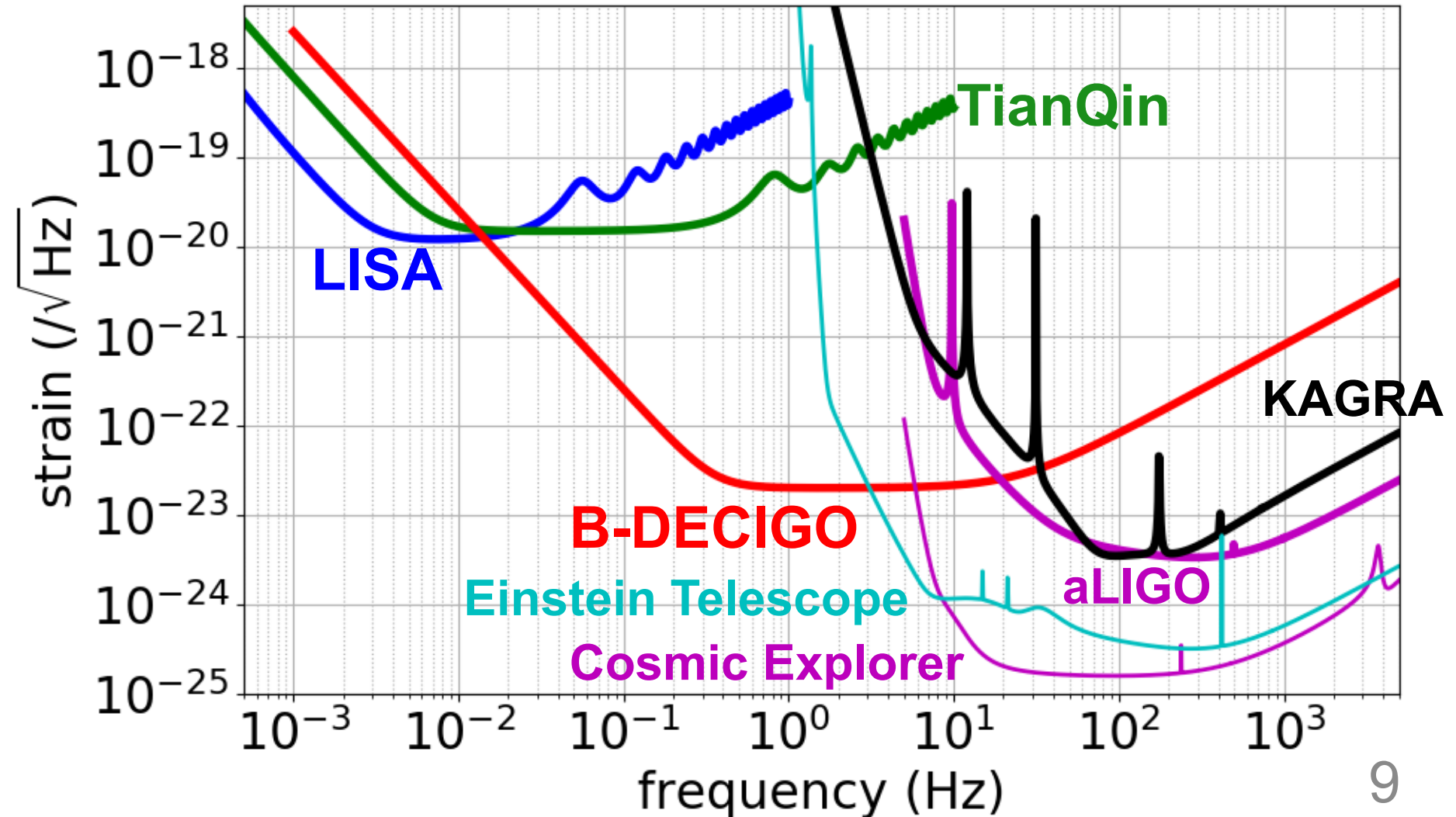


- LISA(りさ): 1-10 mHzに感度
 - ヨーロッパ主導
 - **2030年代中盤**に打ち上げ予定
 - 2016年にはLISA Pathfinderでの**実証実験に成功**
 - 中国にも同様の計画: **TianQin** (天琴), **Taiji** (太極)
- DECIGO(でさいご): 0.1-10 Hzに感度
 - 日本、2030年代目指す
 - **SILVIA**計画推進中

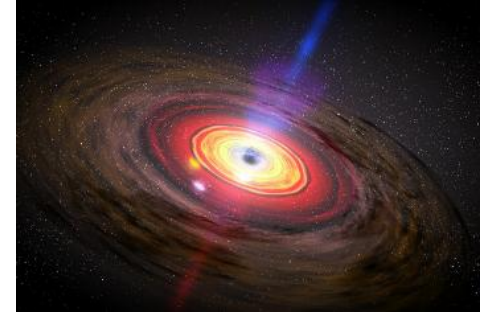


地上と宇宙の感度の比較

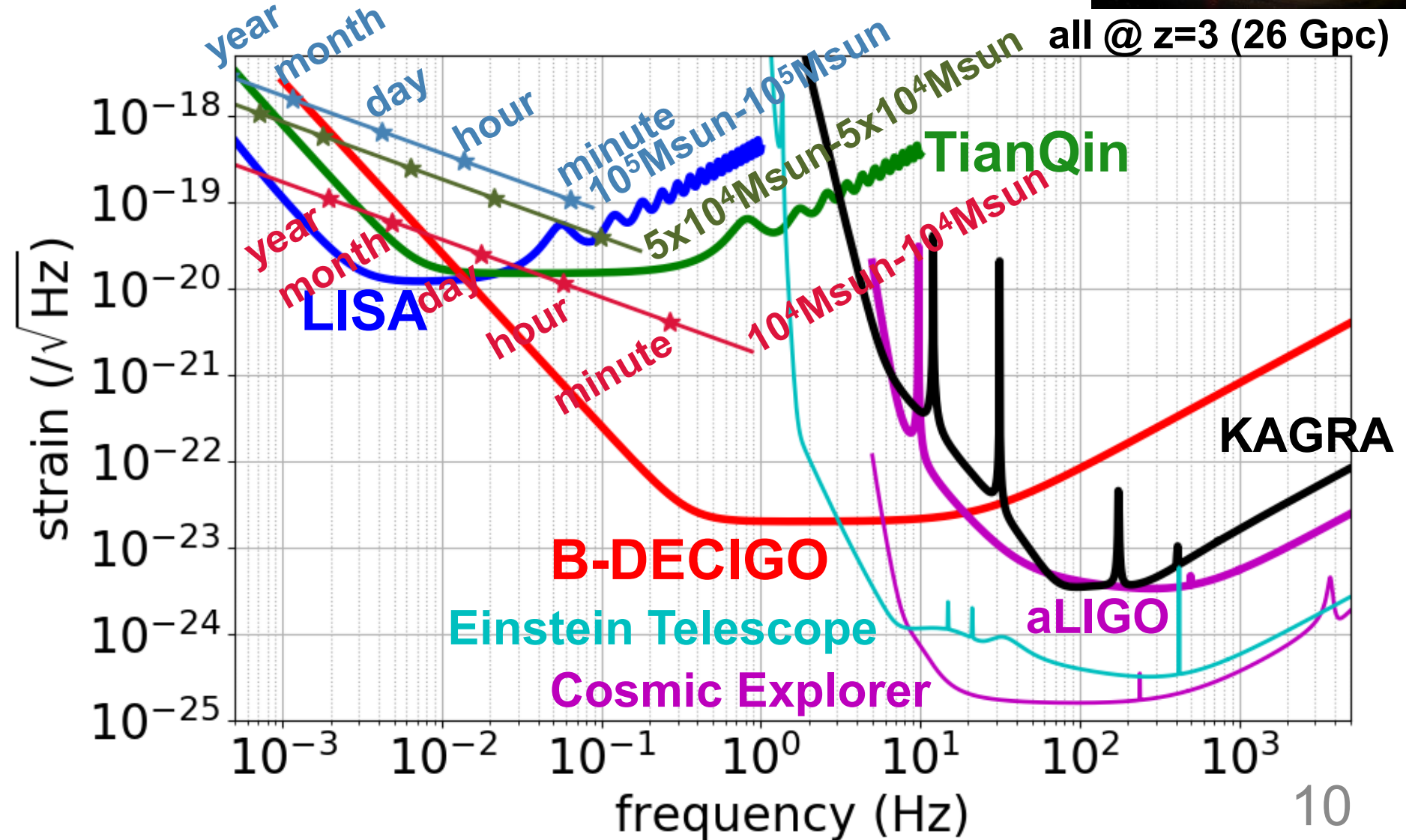
- 宇宙では地上に比べて低周波数帯に感度を持つ



超大質量ブラックホール

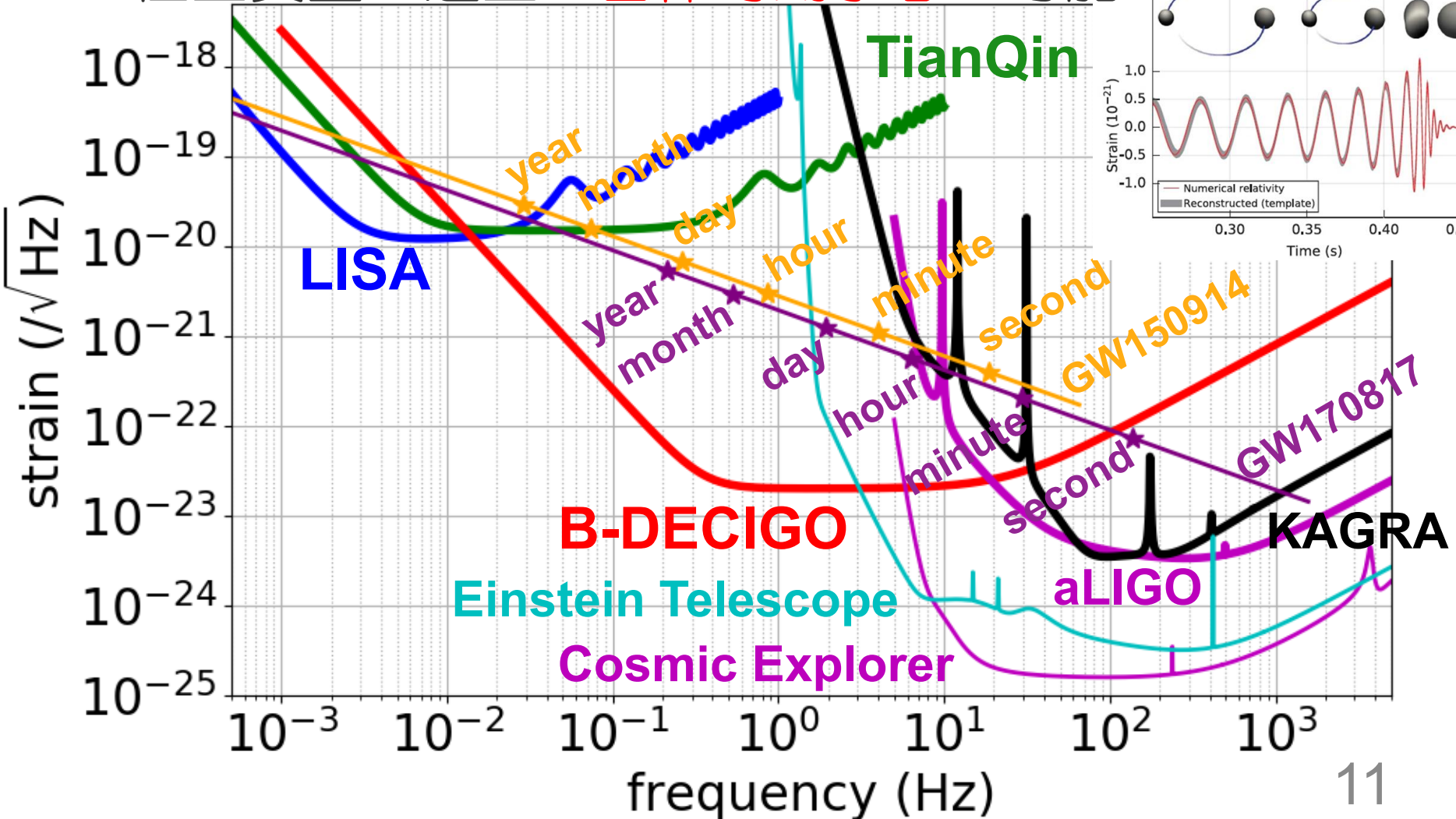
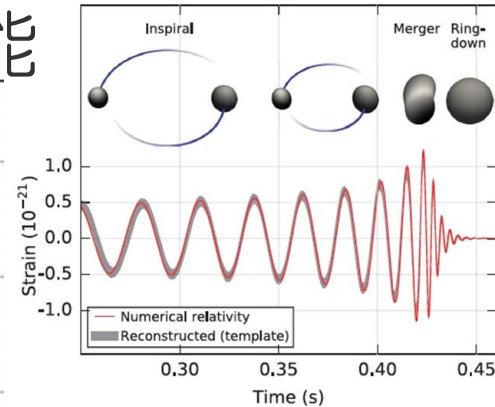


- LISAが得意



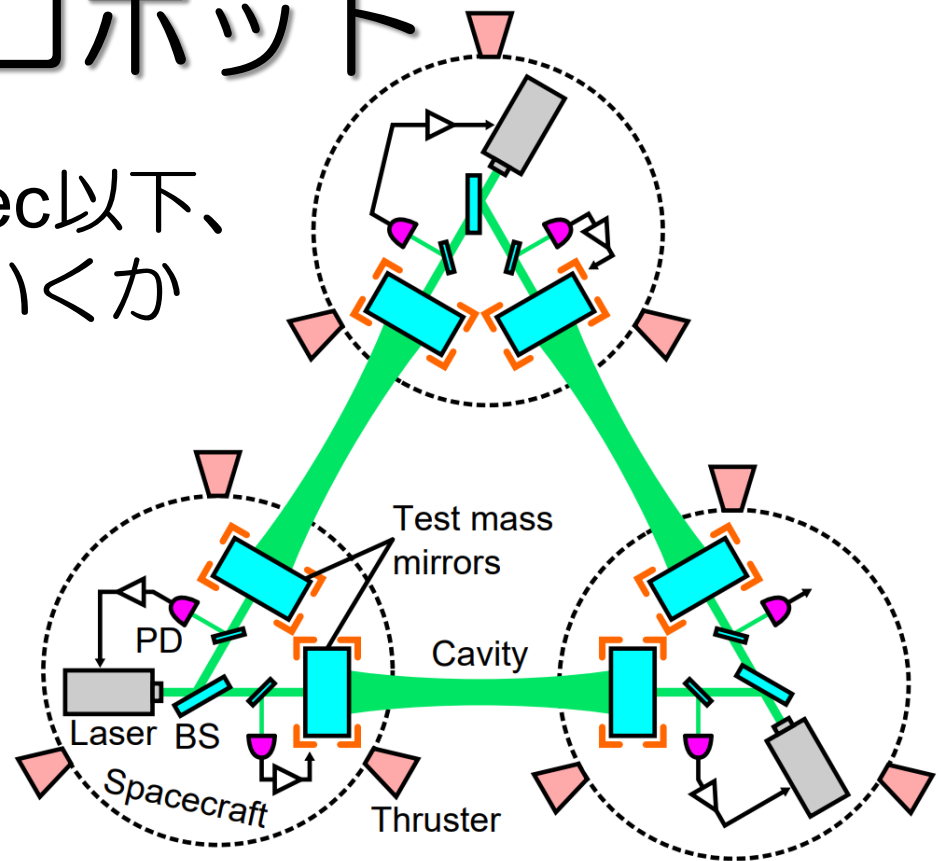
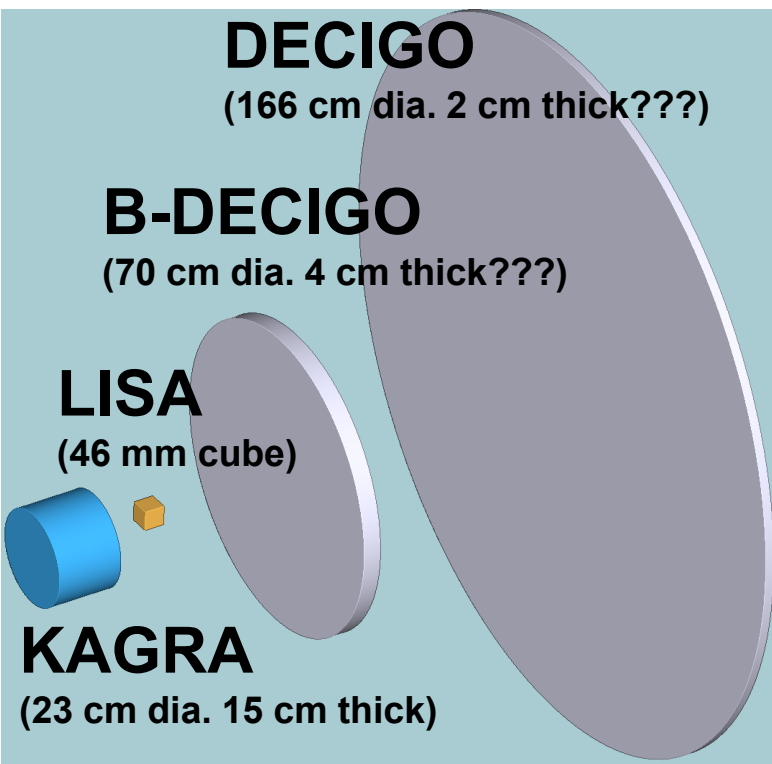
多波長重力波観測

- DECIGOにより中間質量ブラックホールの合体や恒星質量の連星の合体時刻予想が可能

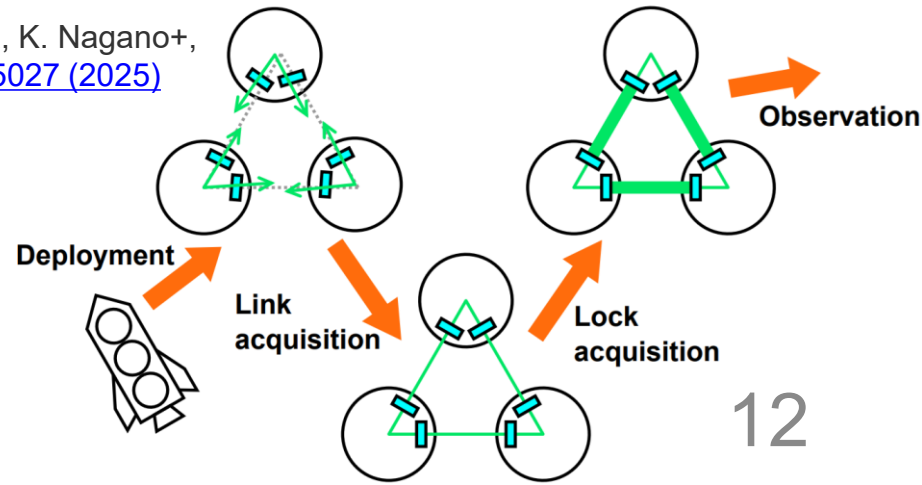


DECIGOと宇宙ロボット

- 軌道投入してからum/sec以下、 μrad 以下にどう持っていくか
- 鏡のクランプリリース
- 大きな鏡 などなど...

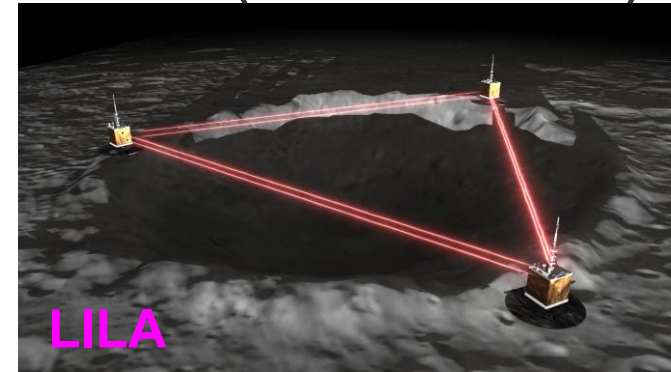


Y. Michimura, K. Nagano+,
[CQG 42, 225027 \(2025\)](#)



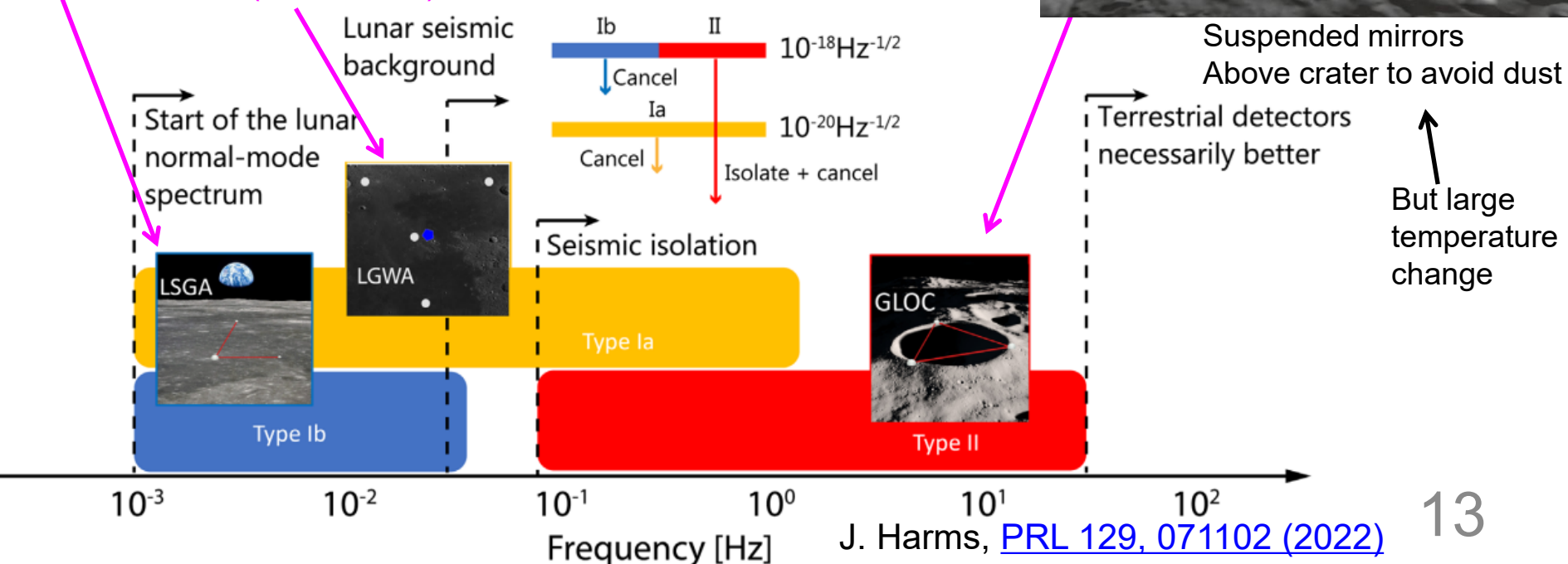
月面重力波望遠鏡

- 月を共振型重力波望遠鏡として使う ($10^{-3} \sim 10^{-1}$ Hz)
- または、月面にレーザー干渉計を作る ($10^{-1} \sim 10$ Hz)



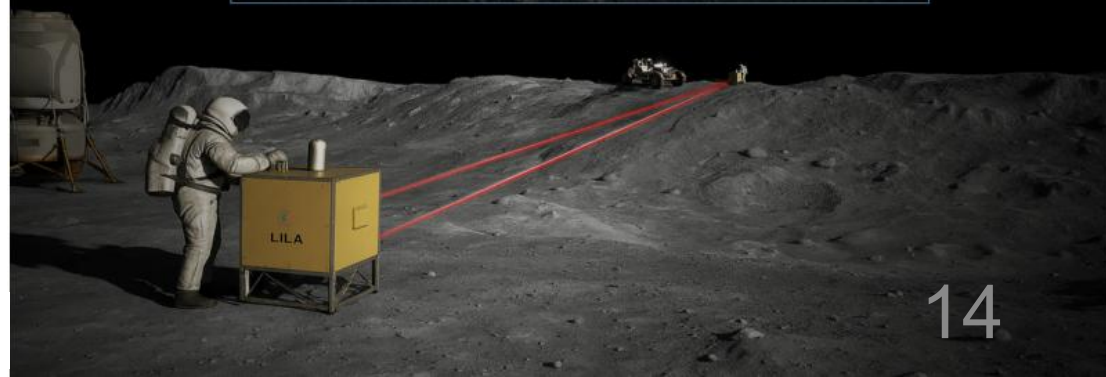
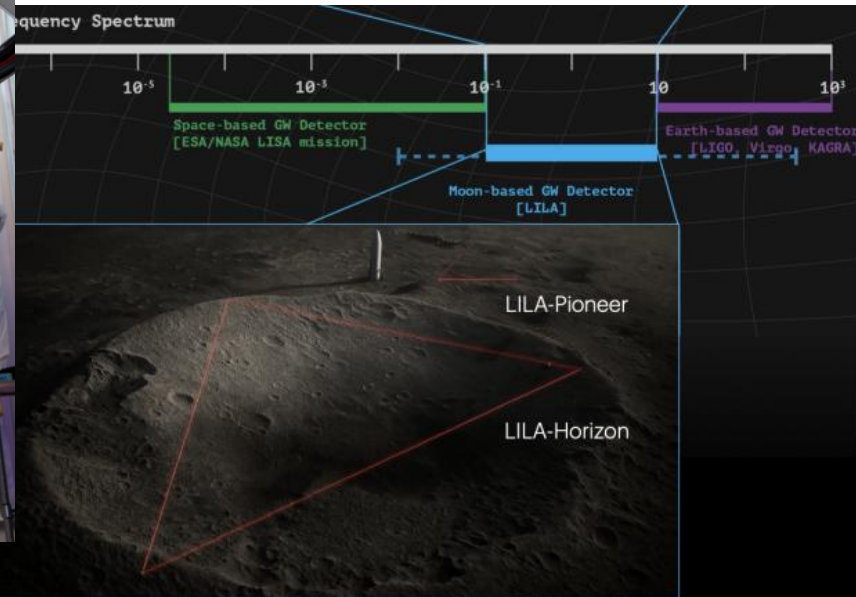
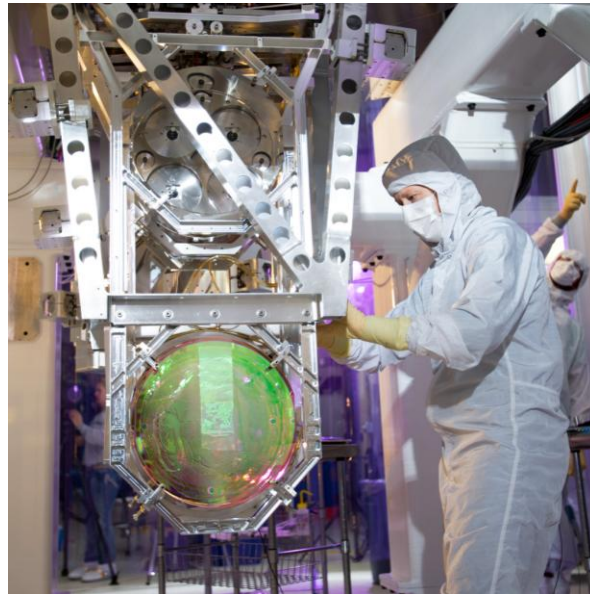
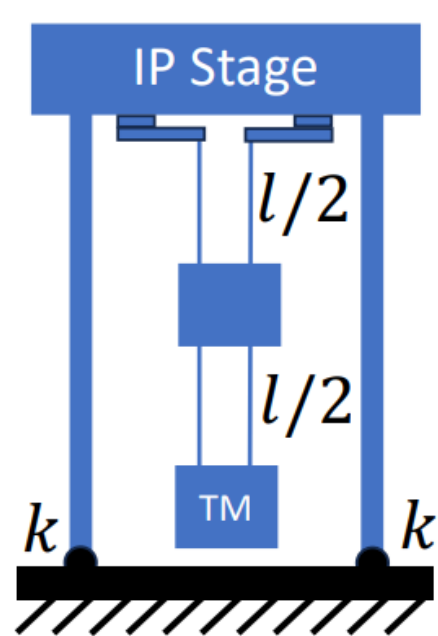
laser-interferometric measurement of seismic strain
(Weber bar)

Array of seismometers
(Weber bar)



月面重力波望遠鏡と宇宙ロボット

- 月面に地震計、レーザー干渉計を設置、微調整するには人間やロボットの的なものが必要？



B. N. Shapiro,
[arXiv:2512.11268](https://arxiv.org/abs/2512.11268)

K. Jani+, [arXiv:2508.11631](https://arxiv.org/abs/2508.11631)