

新型重力波検出器TOBAによる 背景重力波探査

東京大学 理学系研究科

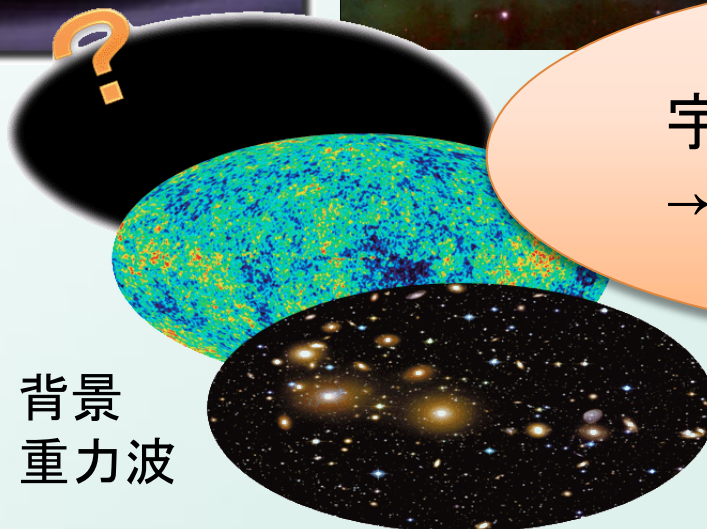
正田亜八香

国立天文台^A、KEK素核研^B

安東正樹^A、岡田健志、石徹白晃治^B、穀山涉
麻生洋一、坪野公夫

重力波

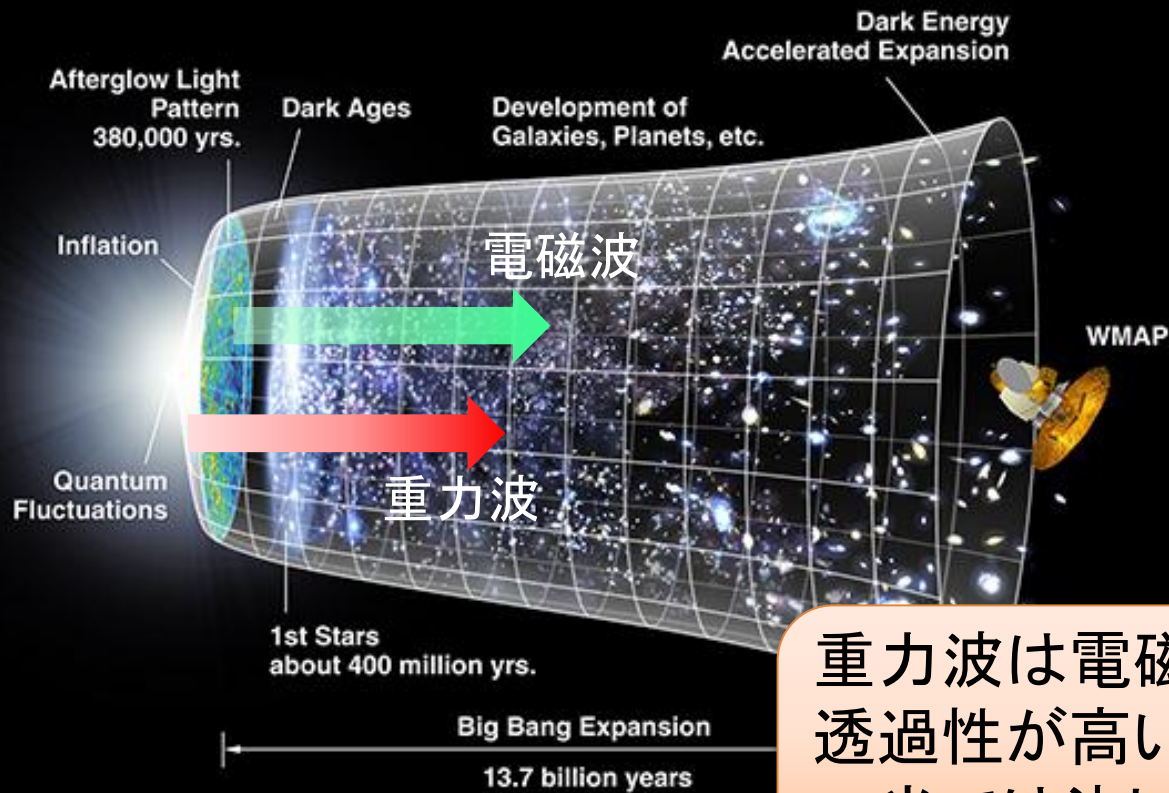
巨大天体の高速運動によって生み出される時空の歪み



宇宙を見る新しい手段
→新しい天文学の創設

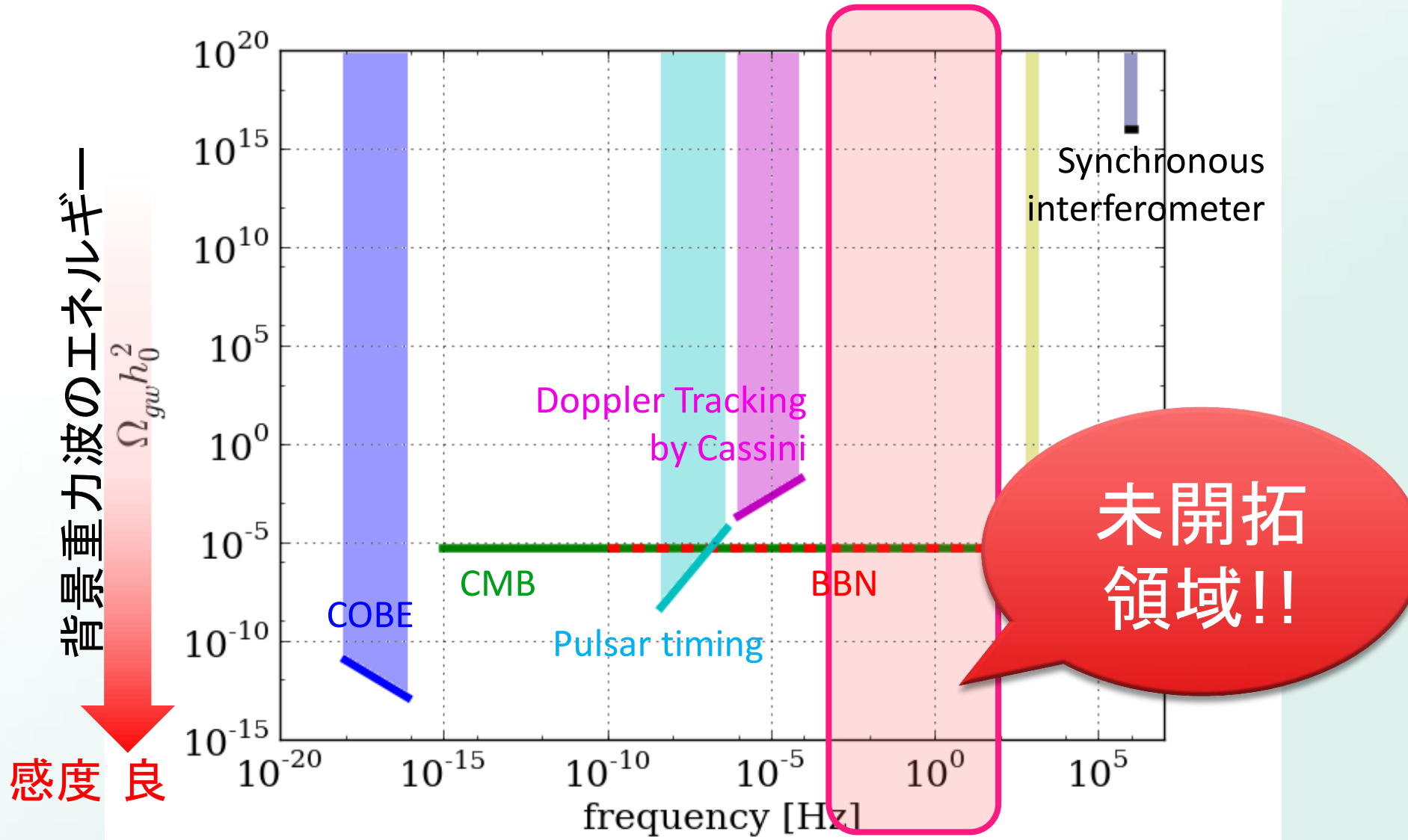
背景重力波

CMBより過去の宇宙へ



重力波は電磁波より
透過性が高い
＝光では決して見えない
世界が見える！

これまでの観測

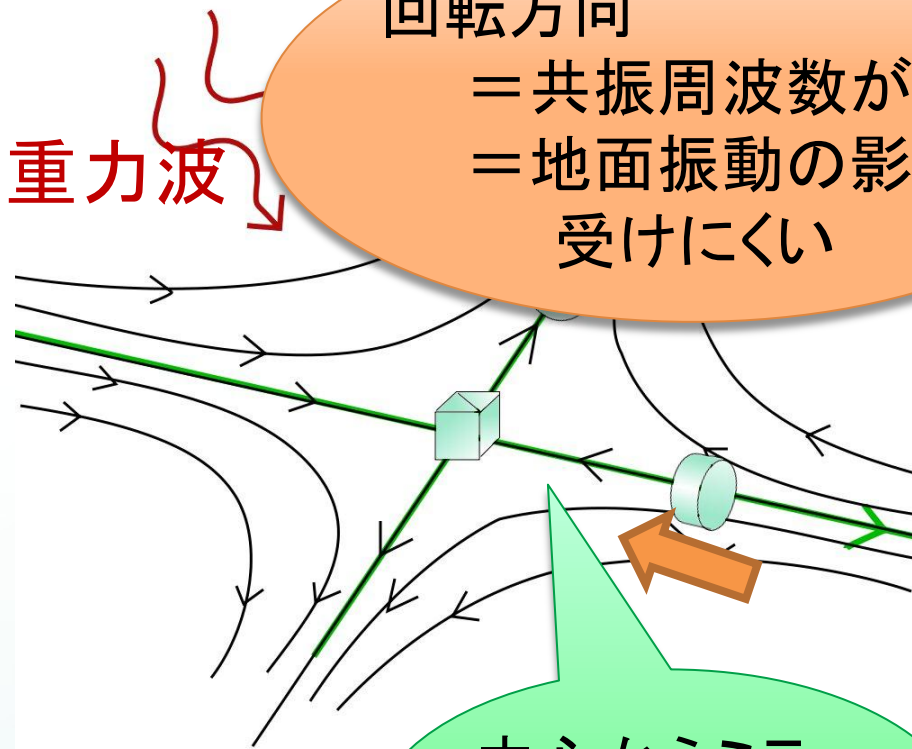


Torsion-bar Antenna

レーザー干渉計

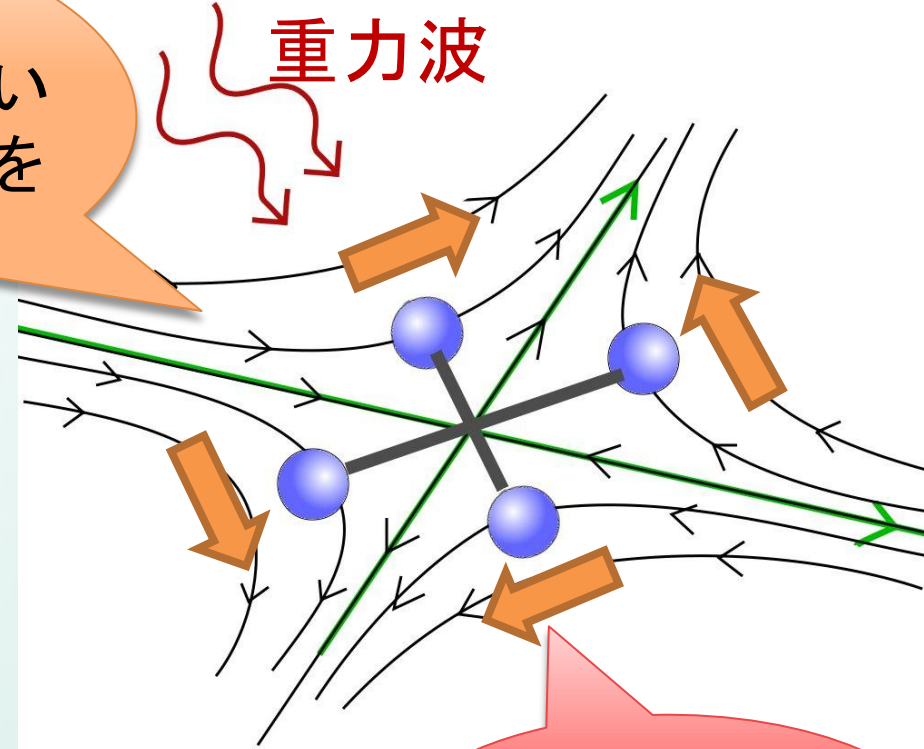
TOBA

回転方向
= 共振周波数が低い
= 地面振動の影響を受けにくい



中心からミラー
までの距離変動
を見る

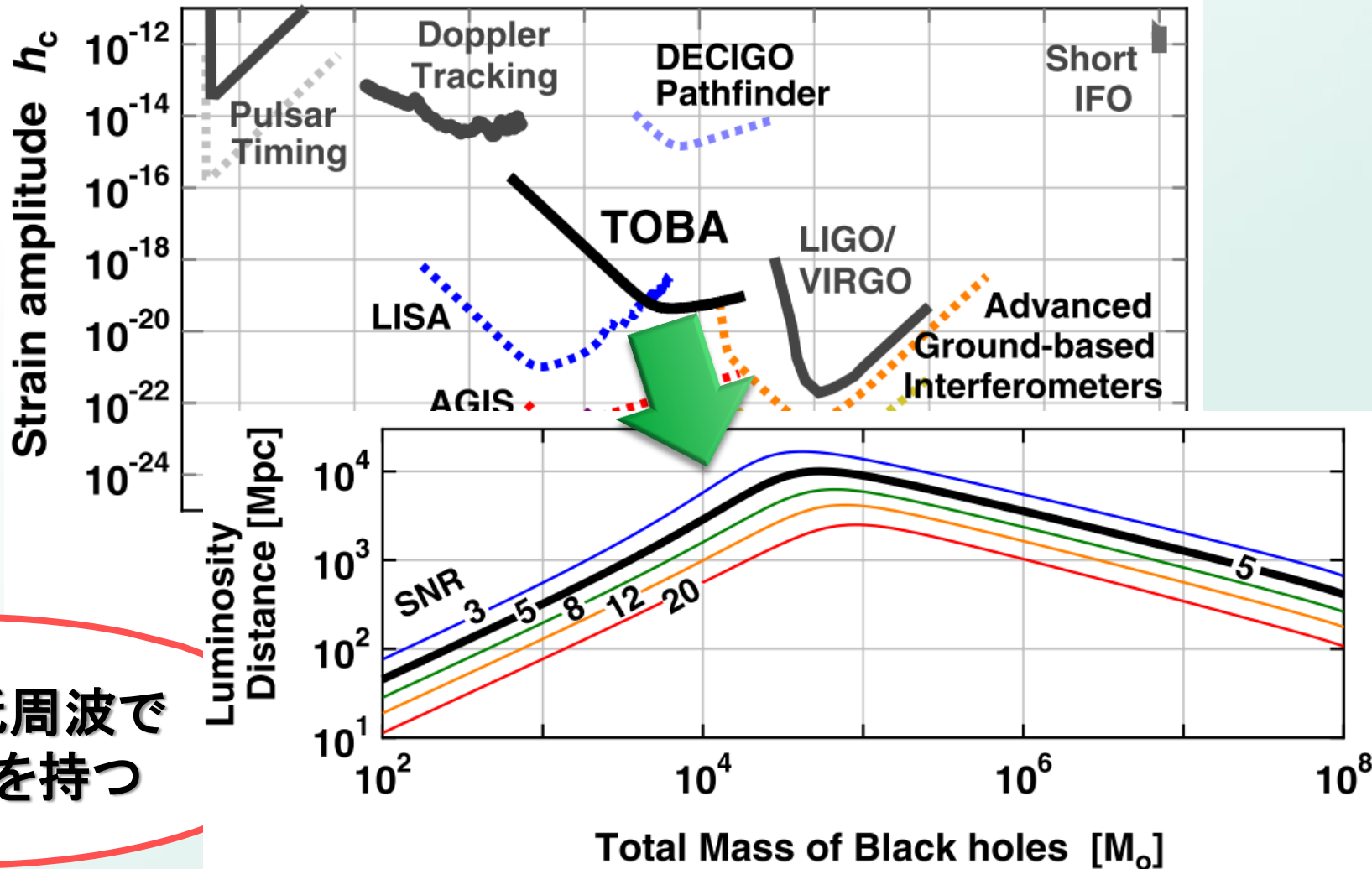
重力波



質点の差動回転
を見る

TOBAの感度

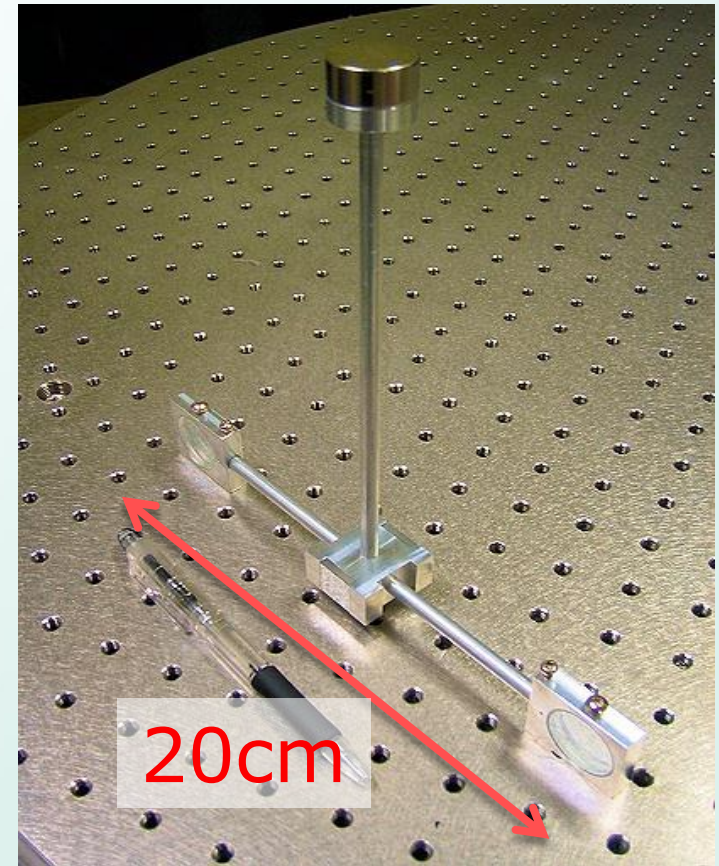
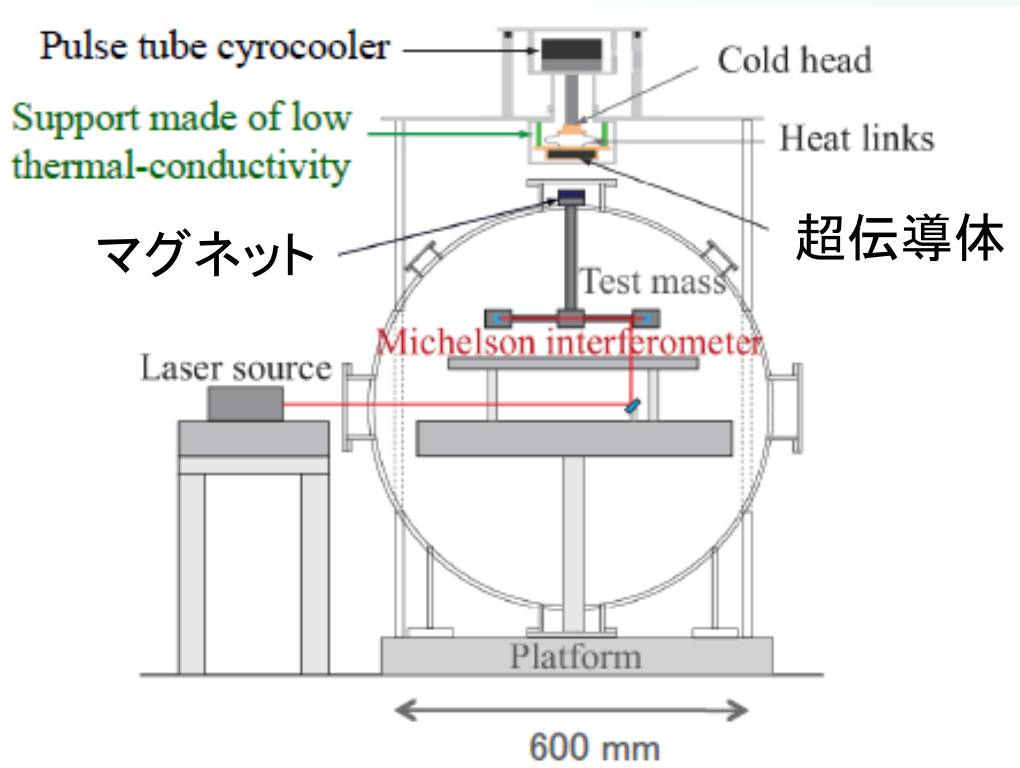
長さ10mの棒を使用した例



地上でも低周波で
良い感度を持つ

Prototype TOBA

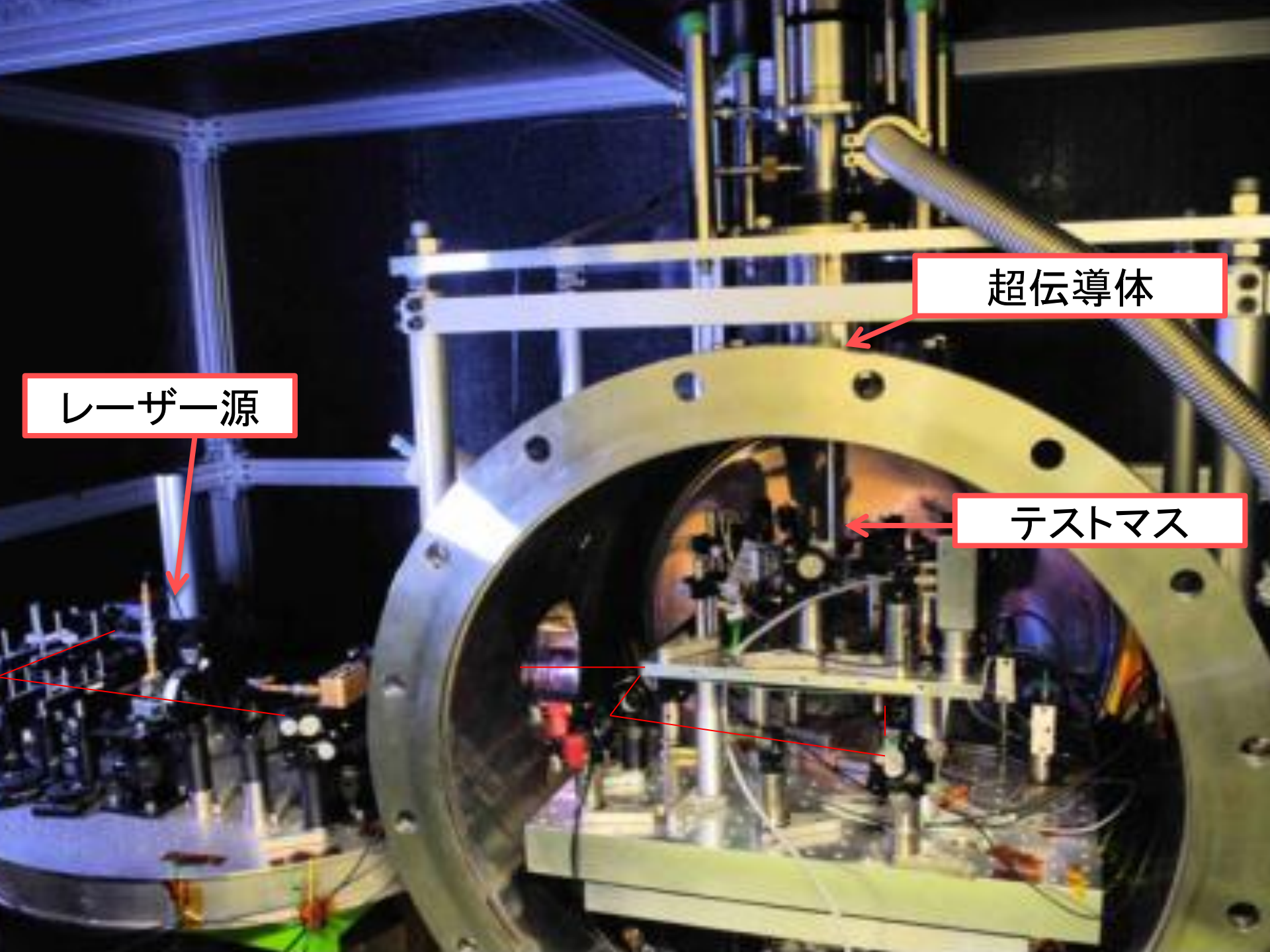
- 回転する棒の長さ: 20 cm
- 超伝導のピン止め効果によって浮上



レーザー源

超伝導体

テストマス



同時観測

検出器1台で背景重力波を検出するのは難しい

全てのノイズを考慮し、それでも残る信号がある事を言わなければならない。現実的には不可能。



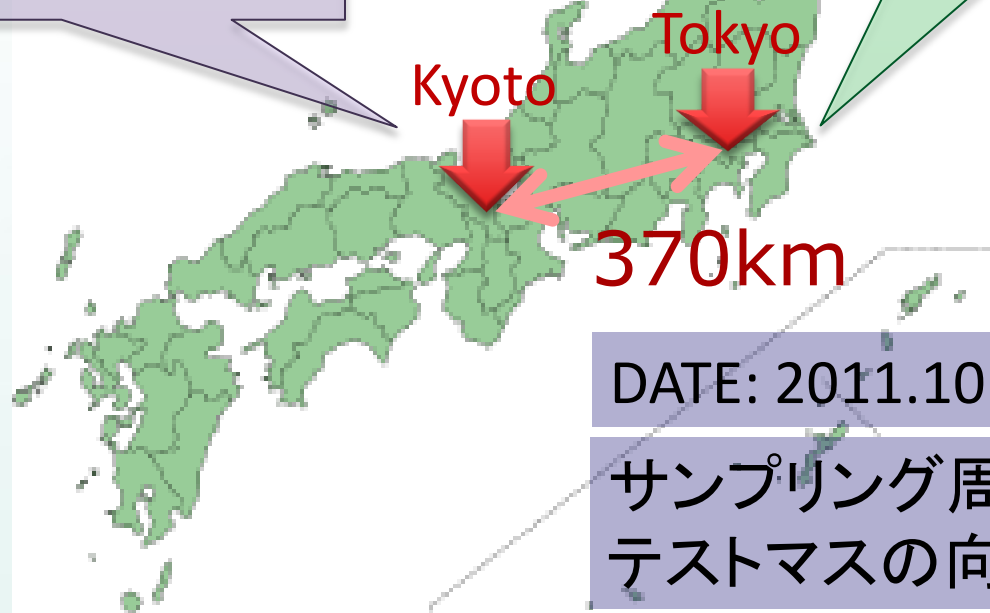
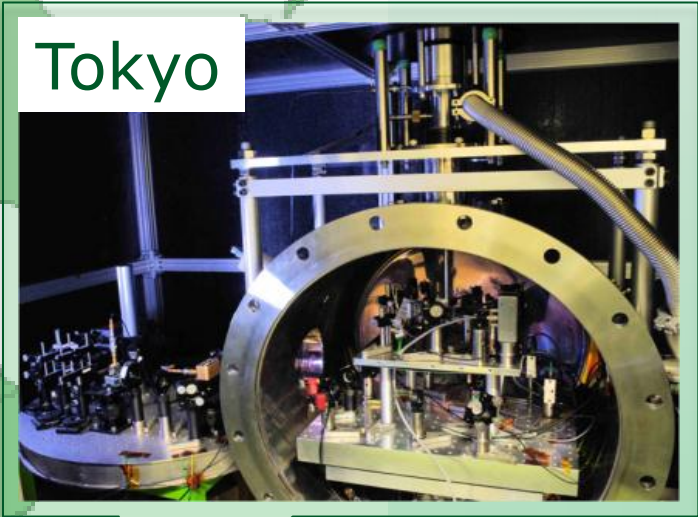
同時観測・相関解析

2台以上での同時観測データの相関をとる事で、同相に入る重力波信号を効率的に検出できる。観測時間を伸ばすことでS/Nが更に向上。



東京大学・京都大学の2ヶ所で、TOBAを用いた同時観測・相関解析

同時観測



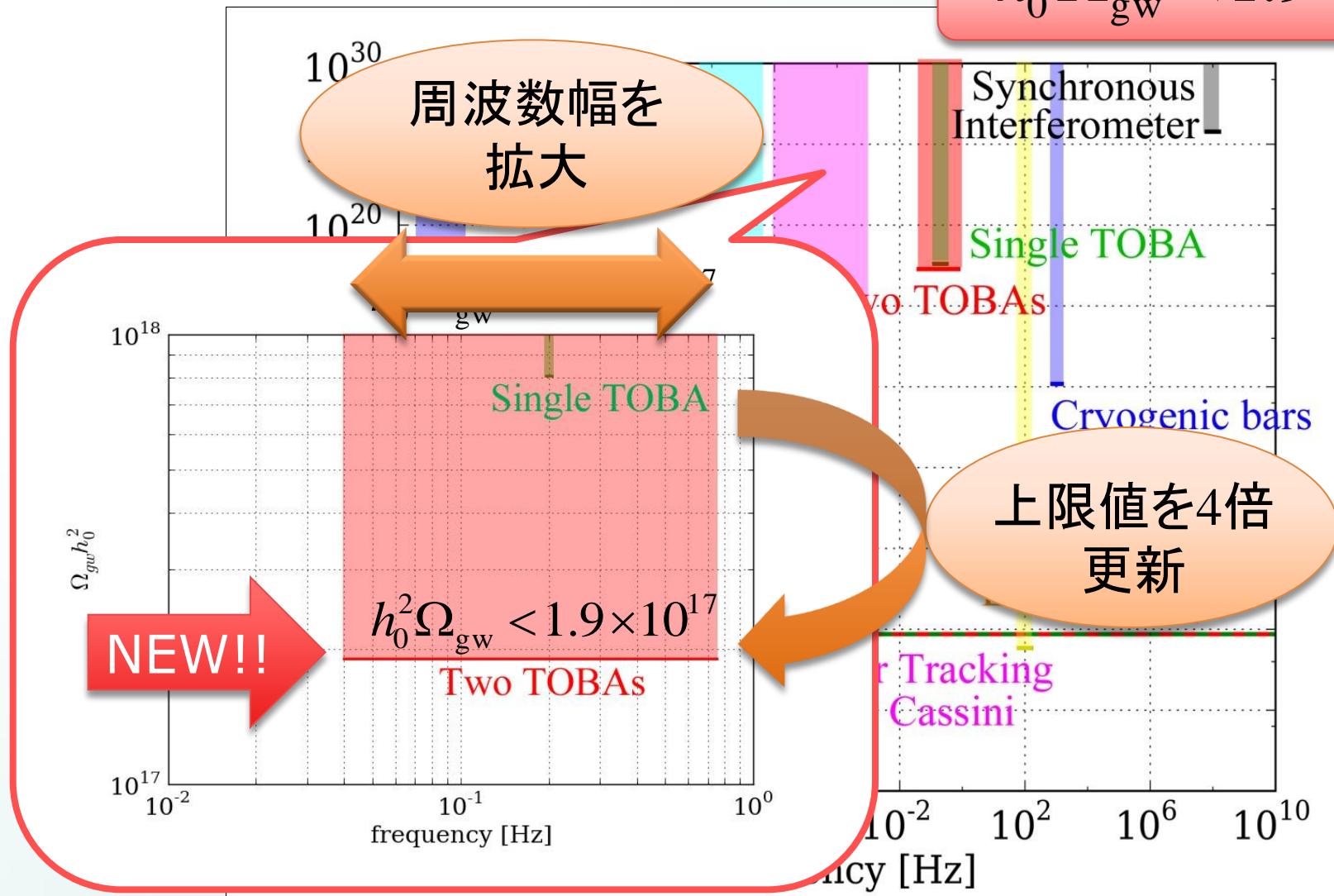
DATE: 2011.10.29. 21:37 ~ 翌7:34

サンプリング周波数: 500 Hz,
テストマスの向き: 南北

解析結果

信号検出は無し

$$h_0^2 \Omega_{\text{gw}} < 1.9 \times 10^{17}$$



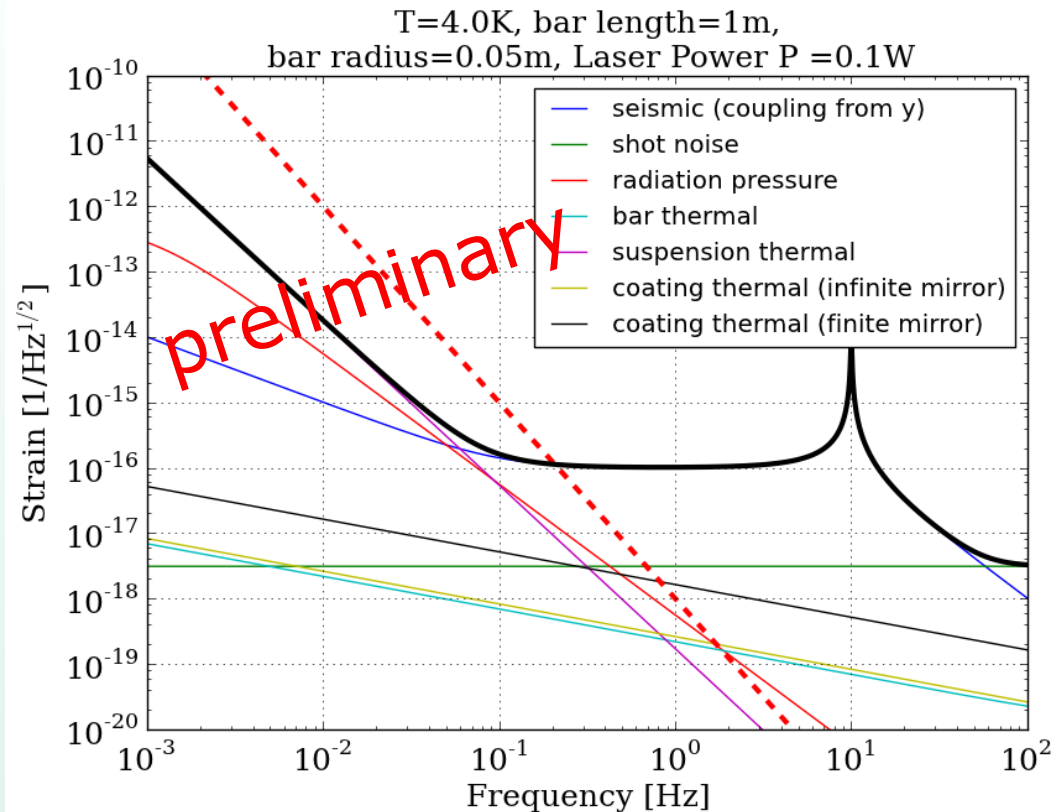
Middle-scaled TOBA

感度向上に必要な技術検証の為の中型TOBAを検討・開発中！

- 1m scaleの棒
- 低温化
(熱雑音低減)
- 干渉計の改良

現在の感度を約8桁向上を目指す(約10Mpc先が見える)

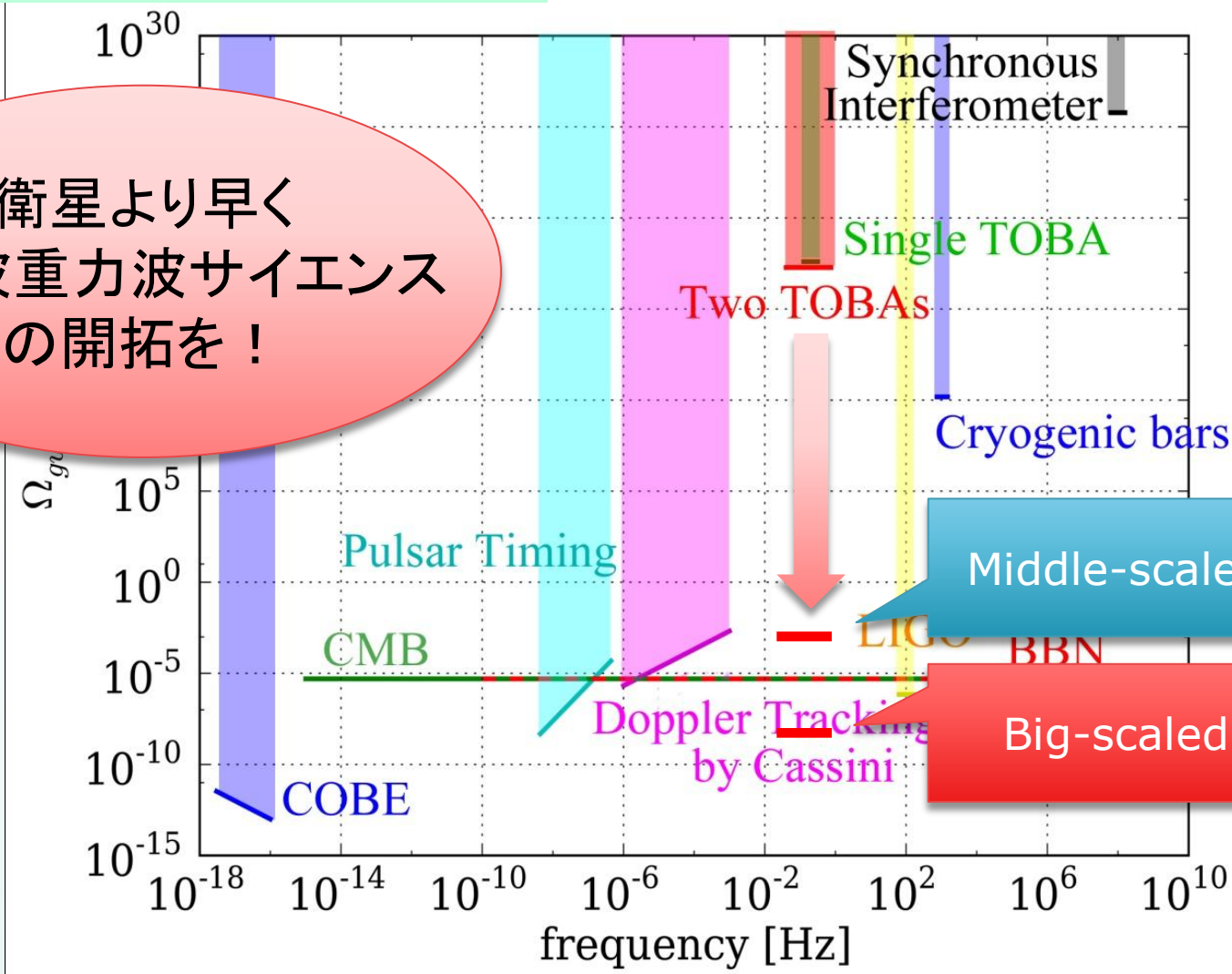
- BH-BH binary
- KAGRAとの低温技術の互換
- KAGRAの低周波雑音低減



Future TOBA

10m TOBAを使用した場合

衛星より早く
低周波重力波サイエンス
の開拓を！



Middle-scaled TOBA

Big-scaled TOBA