

重力波天文学へのみち

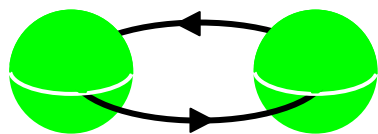
「次世代天文学 — 大型観測装置とサイエンス —」
シンポジウム

2004年12月25日
@東京大学

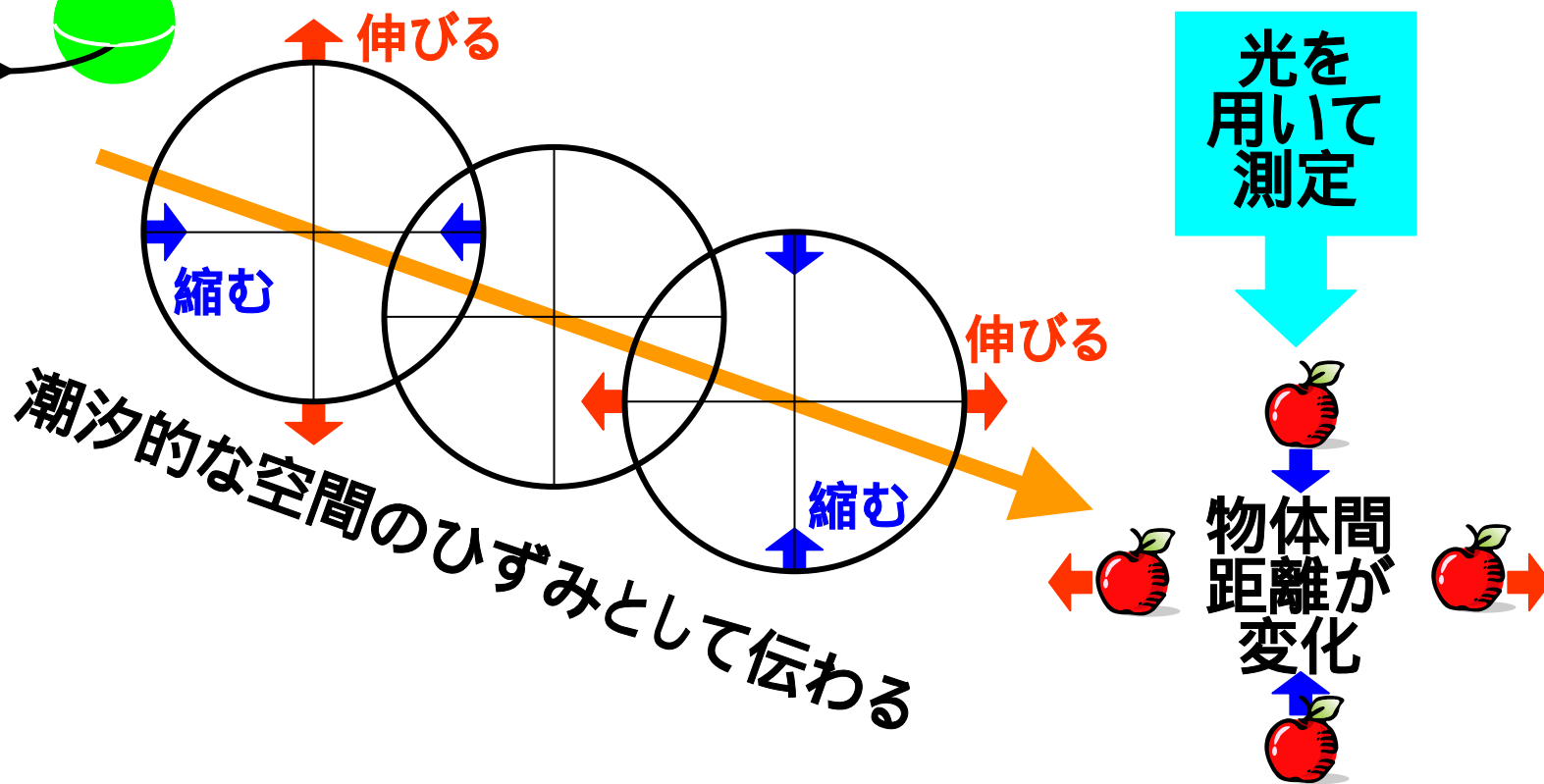
国立天文台
川村静児

重力波とその検出

高速で運動する
物体から放射



まだ検出されていない！



重力波を出す天体現象

- 中性子星やブラックホールの連星運動とその合体
- 超新星爆発
- パルサー
- 宇宙初期
- 未知なる天体

多波長重力波天文学

周波数	重力波源の質量 (連星合体)	特性	計画
1mHz以下	$10^8 M$ 以上	超長距離 自然光源	パルサータイミング
1mHz-10Hz	$100 M$ - $10^8 M$	スペース 人工衛星	LISA(米・欧) DECIGO(日)
10Hz-10kHz	$0.1 M$ - $100 M$	アーム長: 数km 地上で可能	LCGT(日) LIGO(米) EURO(欧)
10kHz以上	$0.1 M$ 以下	高出力・短波長光源 量子非破壊計測	検討中

LCGT

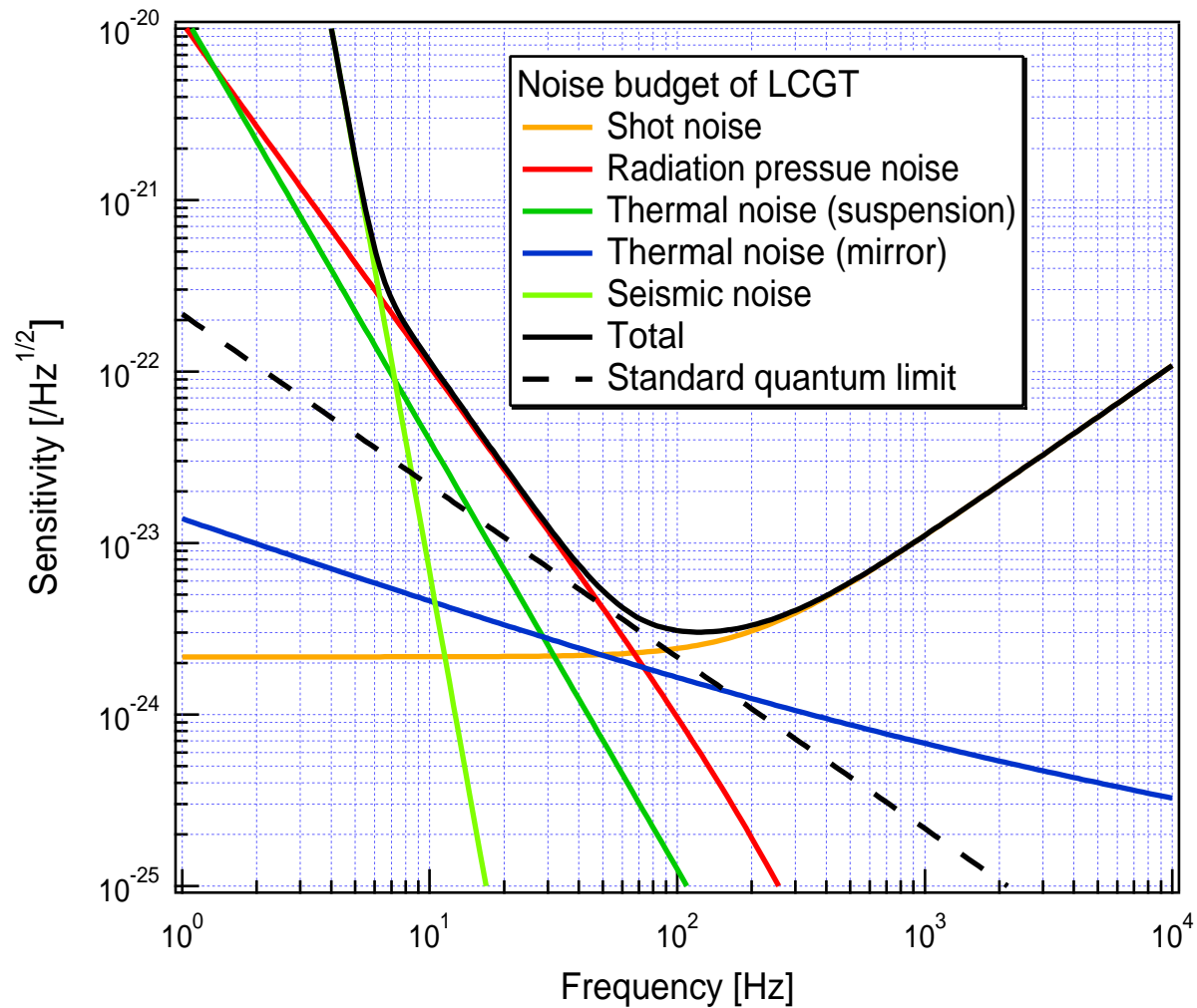
(Large-scale Cryogenic Gravitational-wave Telescope)

- 日本の重力波検出の中心的将来(非常に近い将来)計画
- 主たる目標: 200Mpc離れた連星中性子星合体からの重力波を $S/N=10$ で検出(1年に数個)
- ホスト機関: 宇宙線研究所
- 2006年度の概算要求に向けて資料作成中

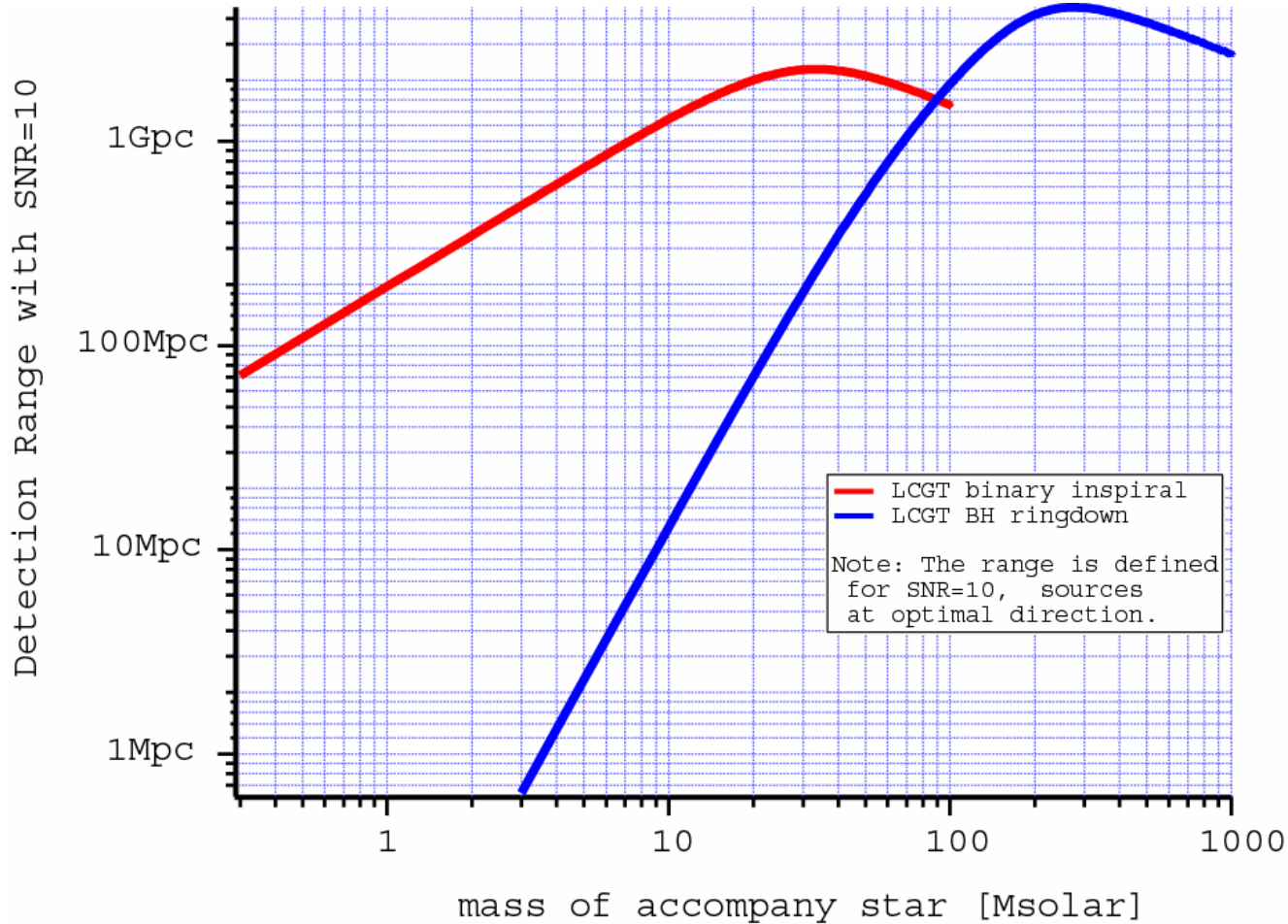
LCGTの特徴

- アーム長: **3km**
- **神岡のトンネル内**に設置 地面振動が最初から小さい(特に低周波)
- ミラーの**低温化** 熱雑音の低減
- 超高防振システム 地面振動の除去
- 100Wレーザー & レゾナント・サイドバンド・エクストラクション法 量子雑音の最適化
- 1つの真空装置に干渉計を2台設置して相関を取る
実質感度の向上、ストカスティックな重力波に対しても感度を持つ

LCGTの目標感度



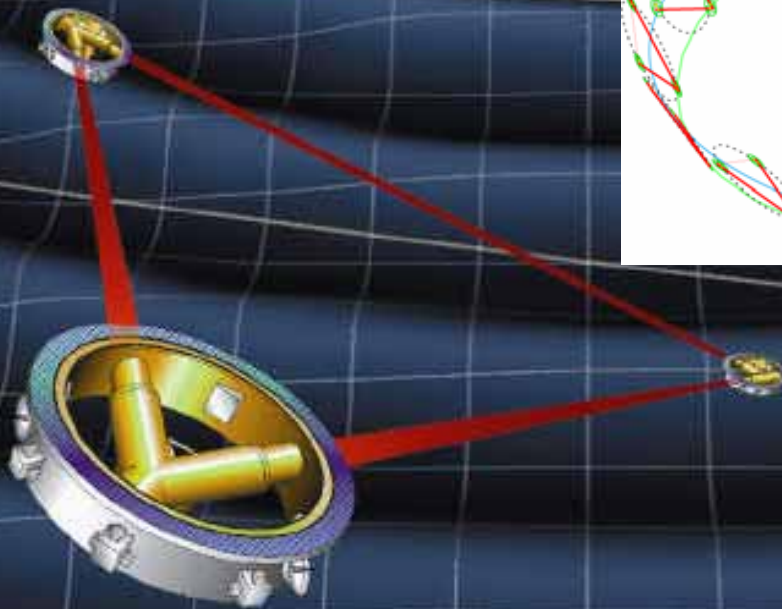
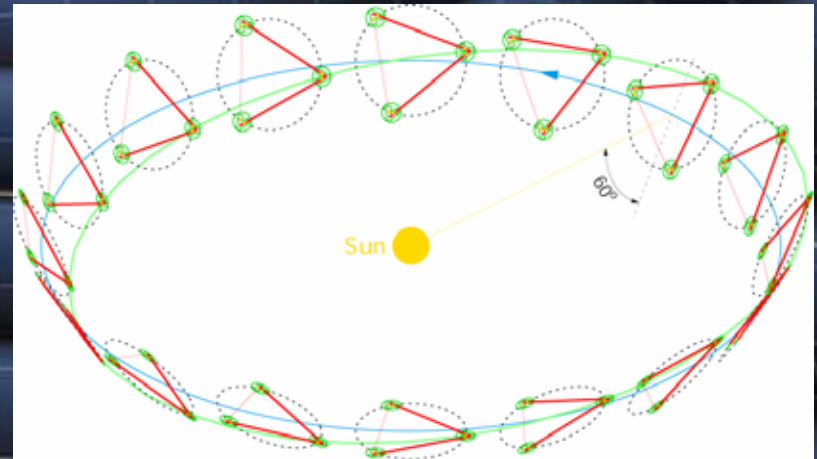
LCGTで検出可能な重力波源の距離



LISA

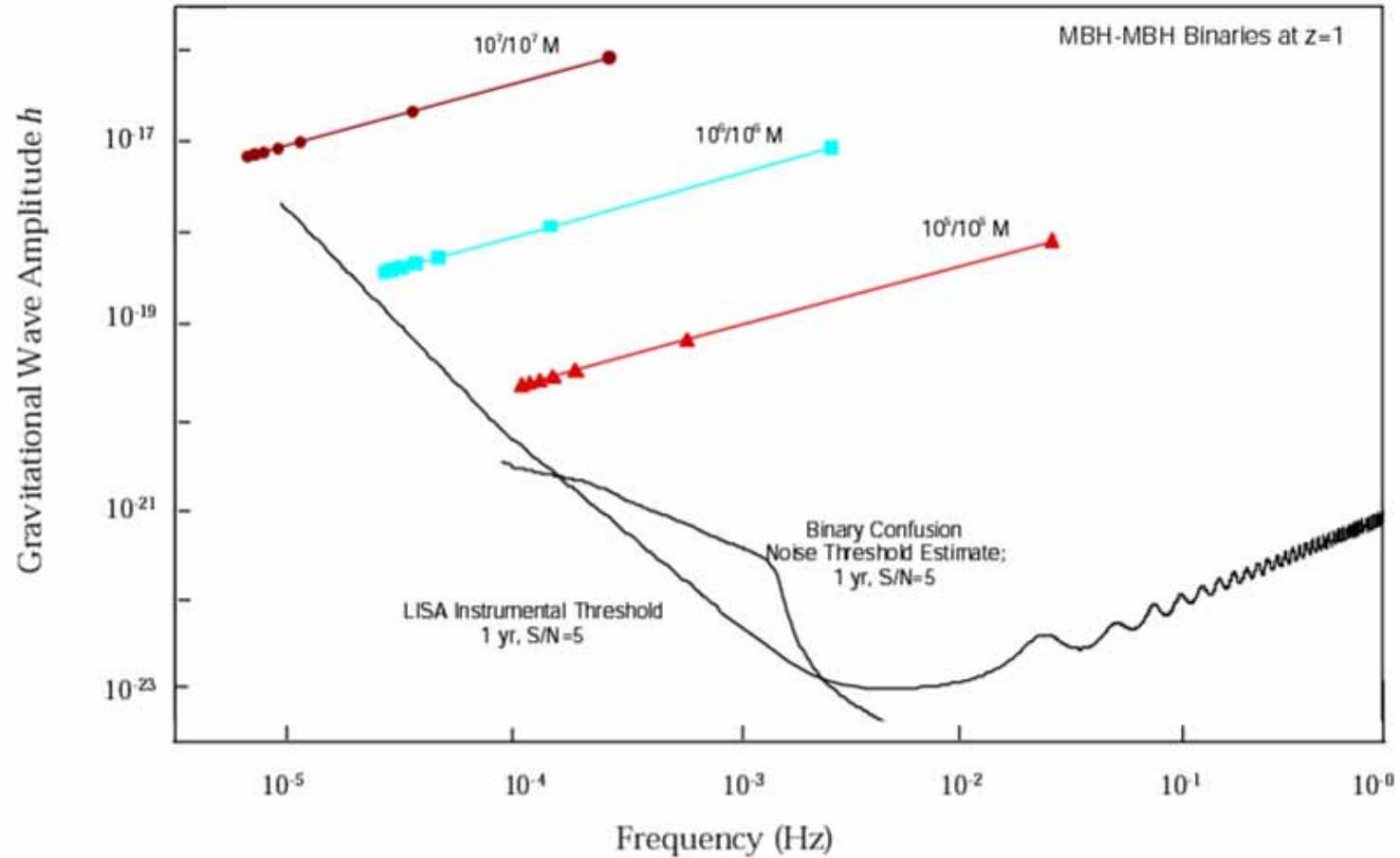
(Laser Interferometer Space Antenna)

- NASAとESAの共同計画
- 1mHz ~ 10mHzを狙うスペース重力波アンテナ
- 2011年打ち上げ予定





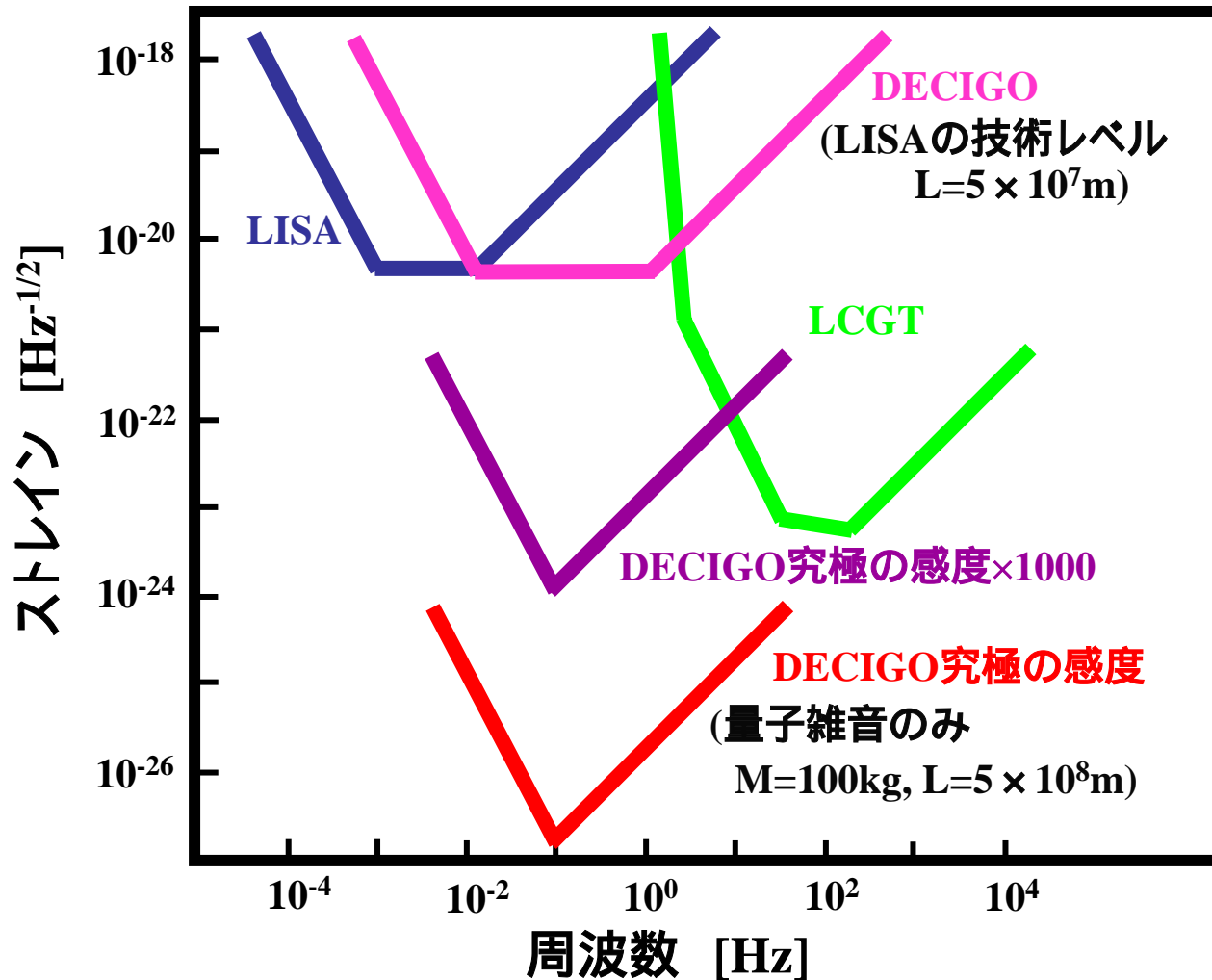
Massive Black Holes in Merging Galaxies



DECIGO

- **短距離型スペース重力波アンテナ**
- **目標:地上干渉計(10Hz ~ 10kHz)とLISA(0.3mHz ~ 30mHz)のはざまの周波数(10mHz ~ 10Hz)の重力波検出**
 - * LISAの帯域から出て行った連星からの重力波の検出
 - * 地上干渉計の帯域に入る前の連星からの重力波の検出
 - * 宇宙初期からの重力波
 - * 宇宙の膨張加速度の直接計測、他
- **アーム長:5万km ~ 50万km(より短距離のものも検討中)**
- **有利な点:この帯域では白色矮星連星などからの重力波雑音が小さい**
- **技術:LISAの技術をさらに高める**

DECIGOの感度例



現実的な目標感度は、得られる科学的成果とフィージビリティとの兼ね合いで決まる。検討中。

まとめ

- LCGTにより重力波が検出される
- LCGTの予算獲得に向けての努力を続けていく
- DECIGOの検討を引き続き行い、より多くのR&Dをスタートさせる
- 超高周波の重力波検出への検討と基礎実験をスタートさせる