

# 日本の短距離型重力波ス ペースアンテナの意義と可 能性について

2001 年 11 月 22 日

第 4 回フォーメーションフライト研究会

@宇宙科学研究所

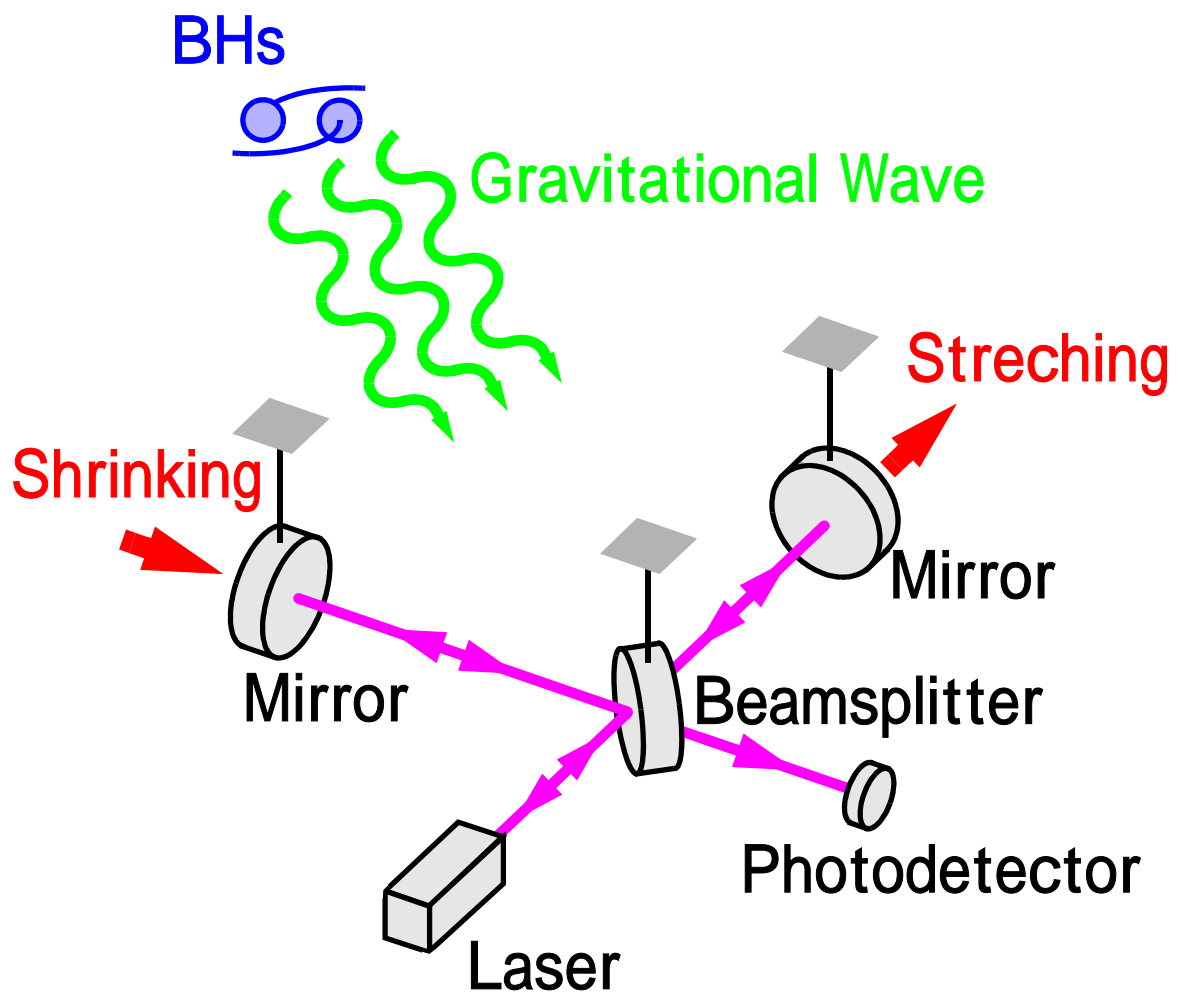
川村静児

国立天文台

# 内容

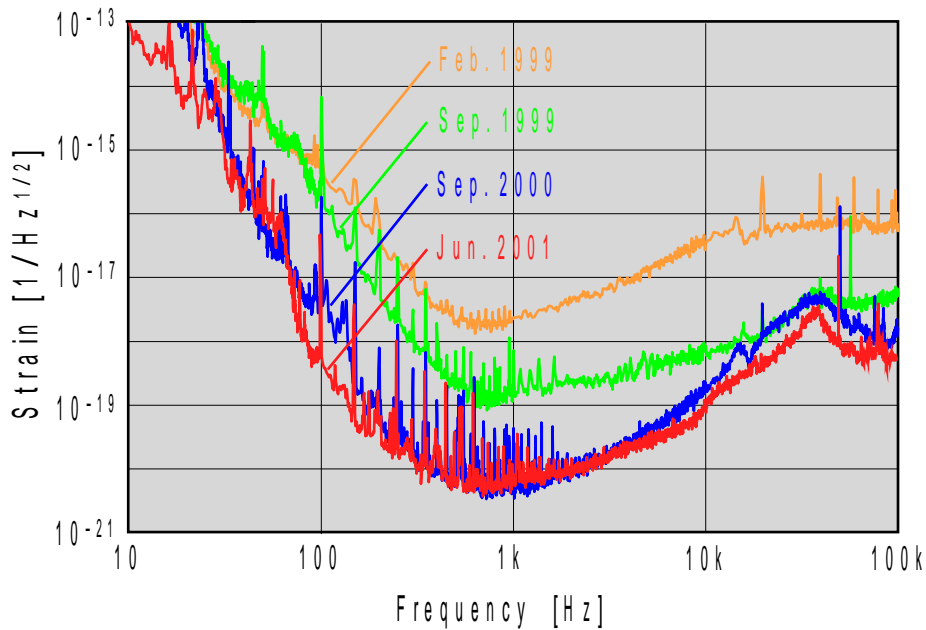
- 1 . 重力波検出実験 - TAMA300 から LISA までの簡単なレビュー
- 2 . 日本のスペース重力波アンテナの可能性
- 3 . 短距離型スペース重力波アンテナ
  - ・ 目的
  - ・ 感度と必要な技術
- 4 . まとめ

# Detection of GWs Using Laser Interferometer



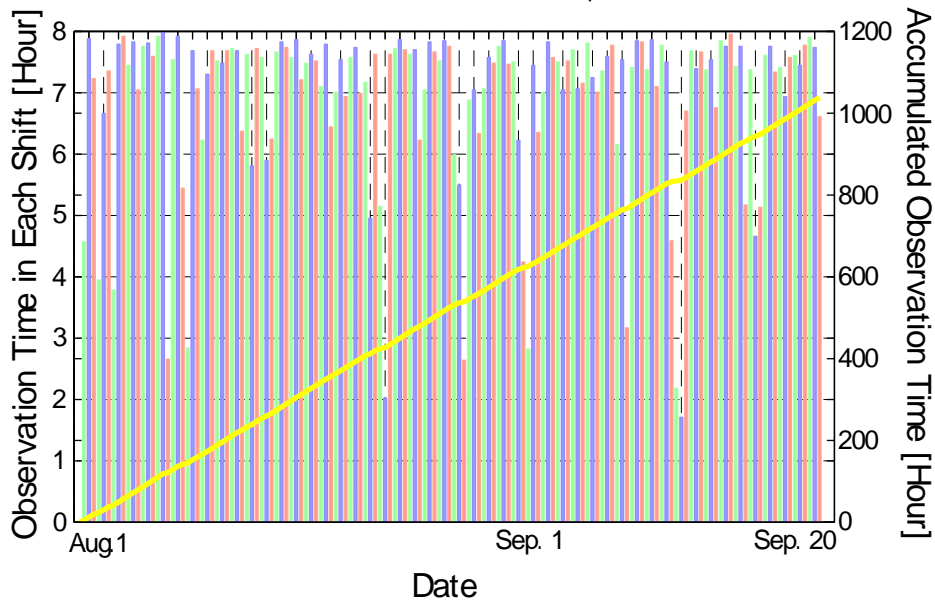
# 2000年夏： 世界最高感度達成

Evolution of Sensitivity of TAMA 300



# 2001年夏： 前人未到の1000時間観測達成

Observation Summary



# なぜスペースか？

## 低周波の重力波検出のため

地面振動がない、重力場勾配が小さい

ミラーの変位雑音が小さい

アーム長が長くとれる

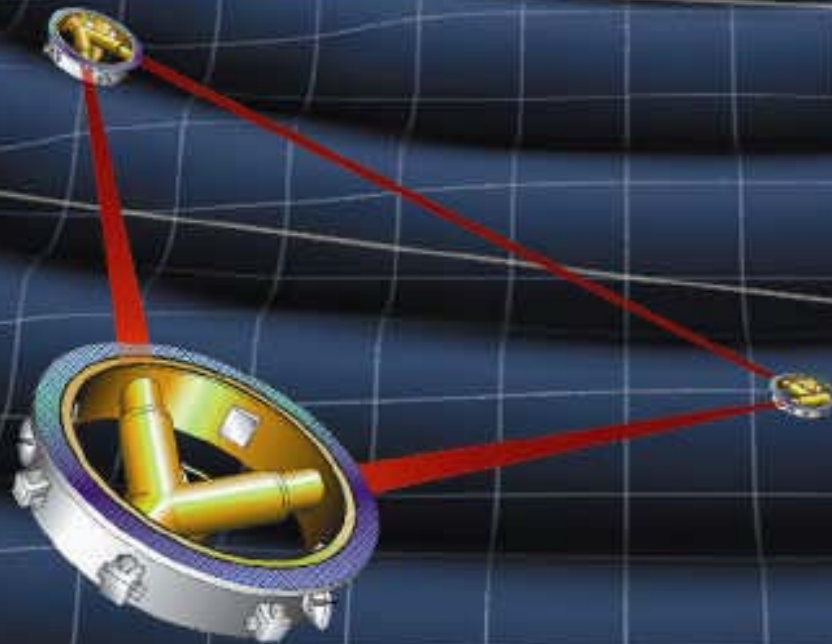
ミラーの変位雑音の影響小さい

したがって低周波領域で感度がよい

ただし高周波領域は感度が悪化

# LISA

Laser Interferometer  
Space Antenna



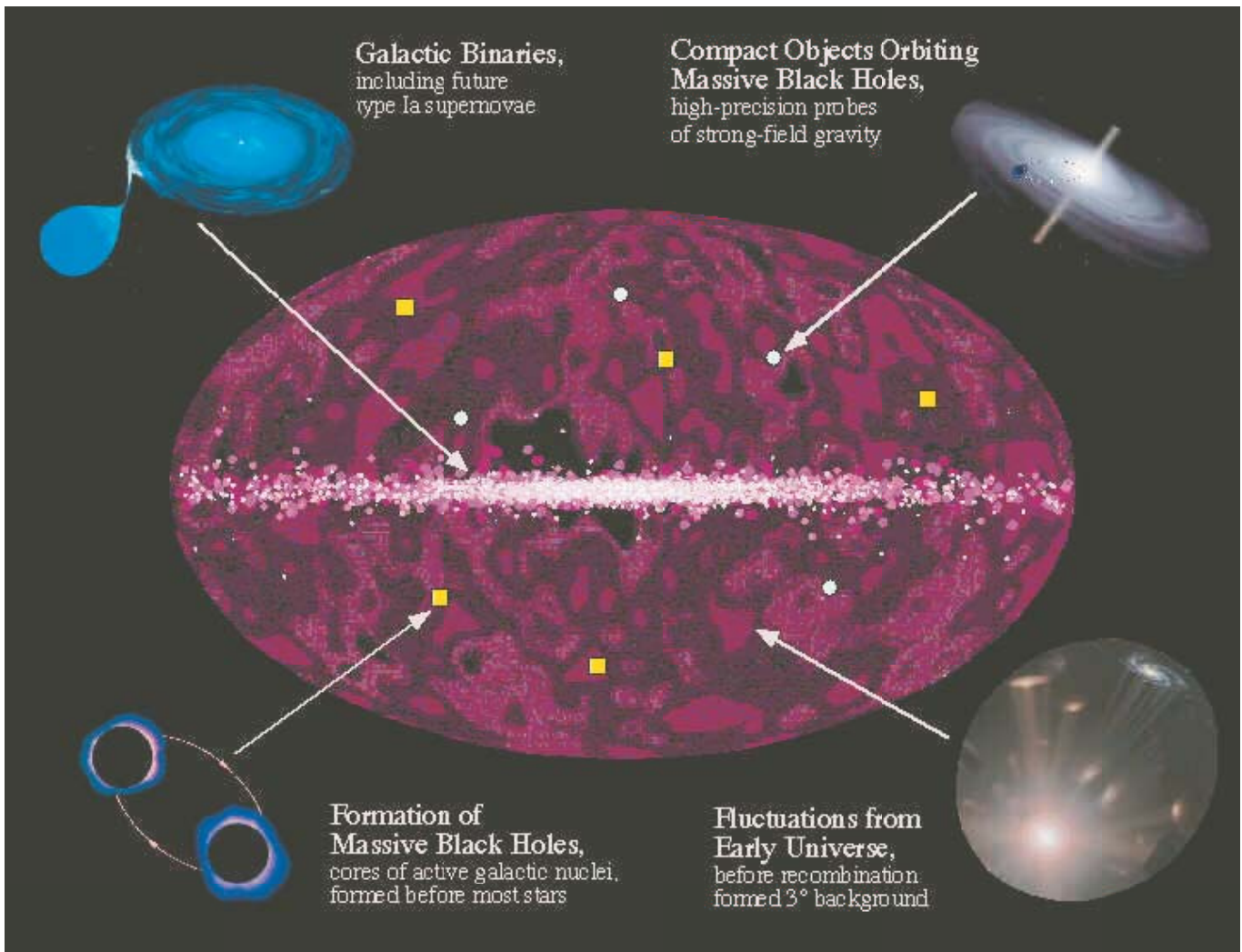
<http://lisa.jpl.nasa.gov>

23 June 2000

# LISAのねらう重力波源

我々の銀河内にある各種連星

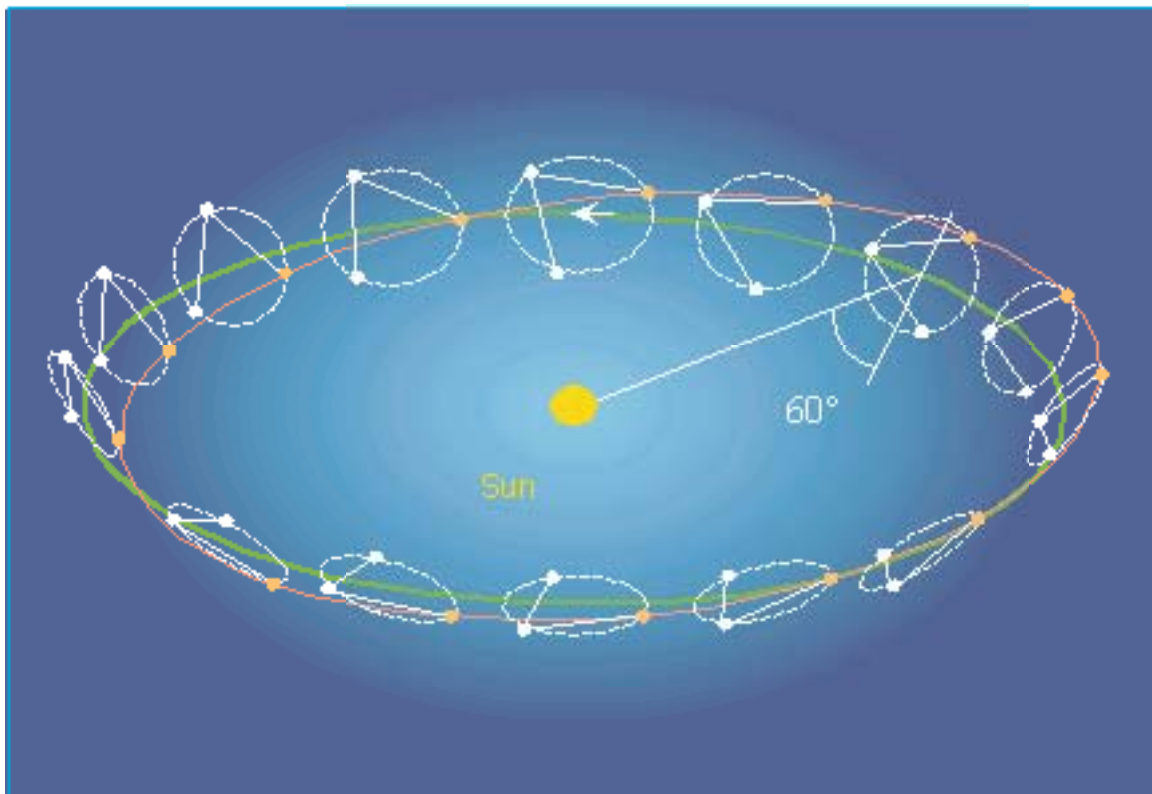
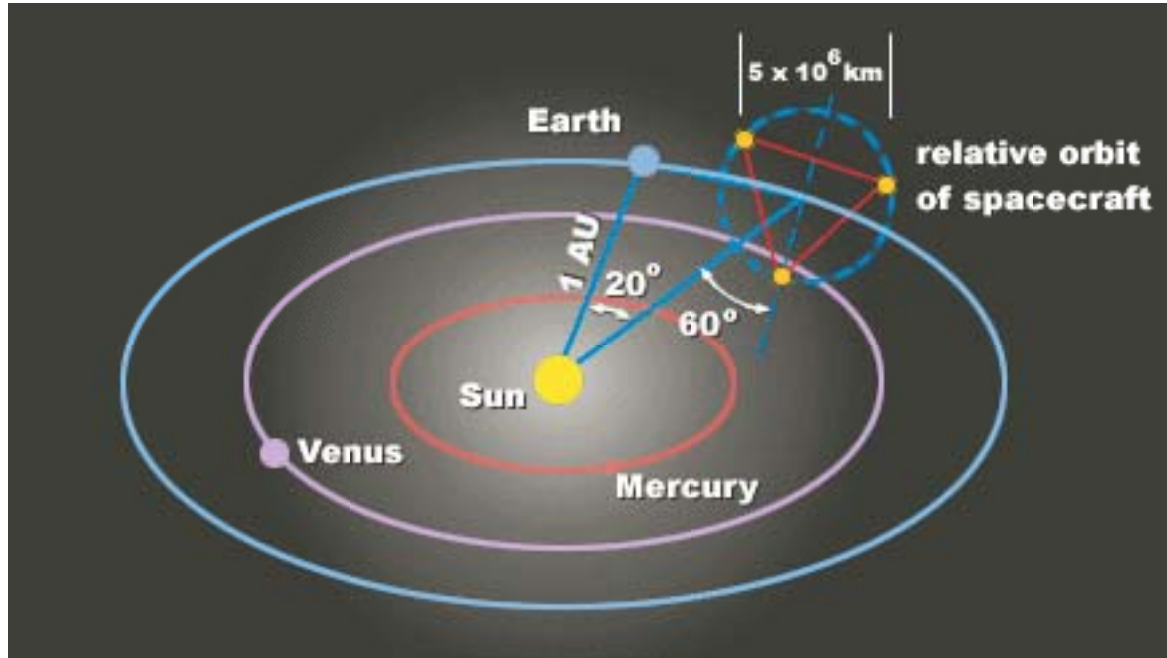
MBHのまわりを回る高密度星



MBH連星とその合体

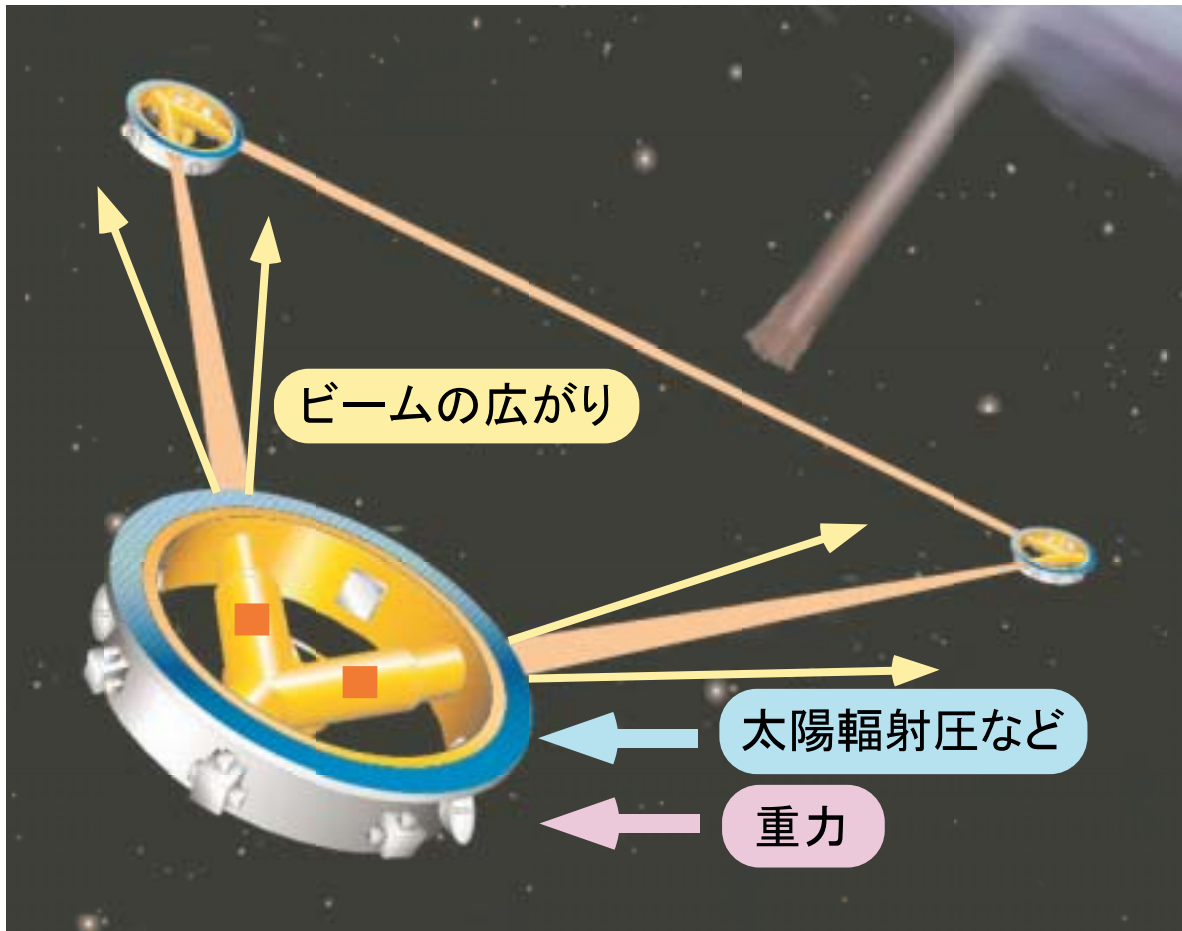
宇宙初期からの重力波

# LISAの軌道



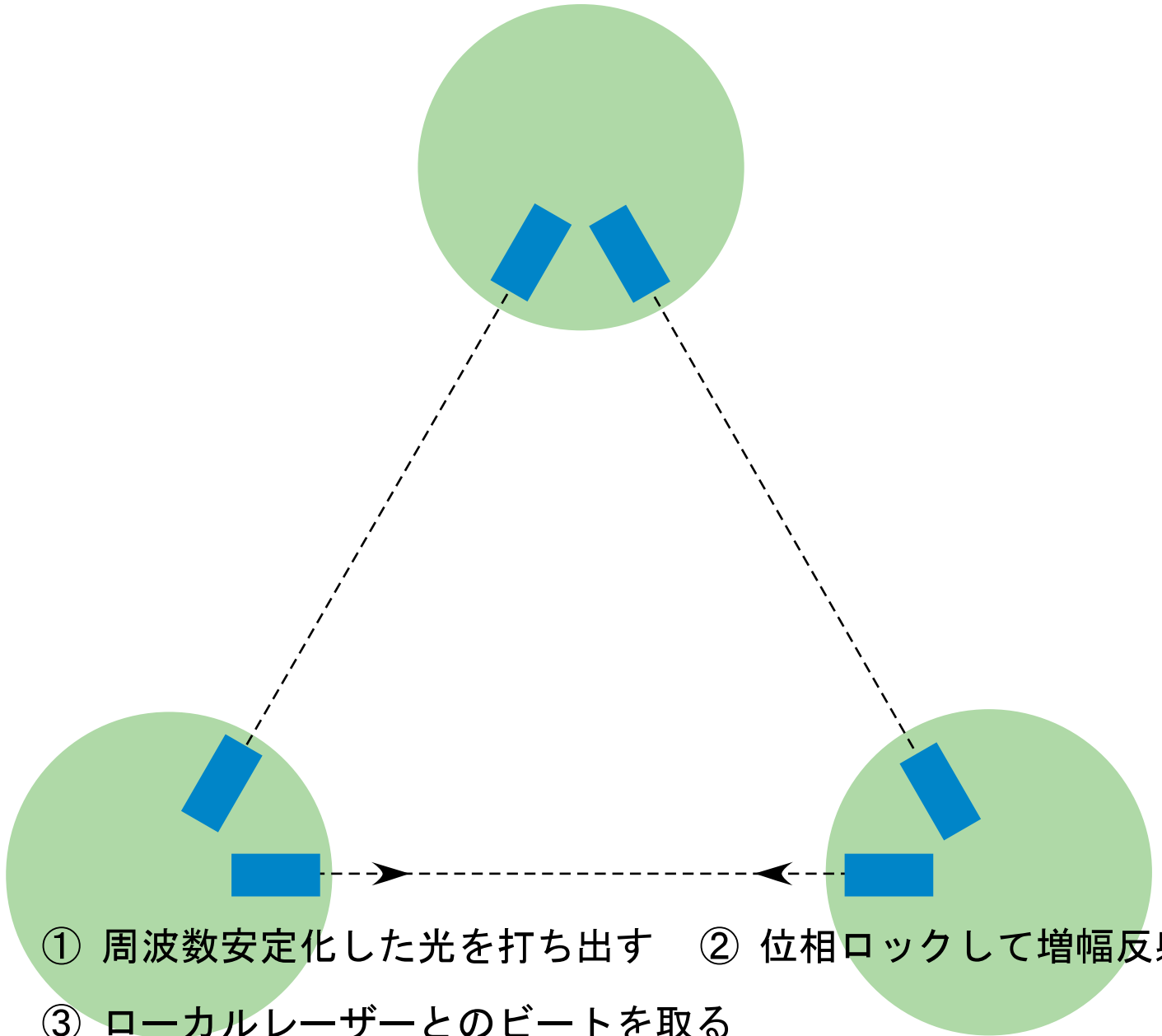


# LISAの構成



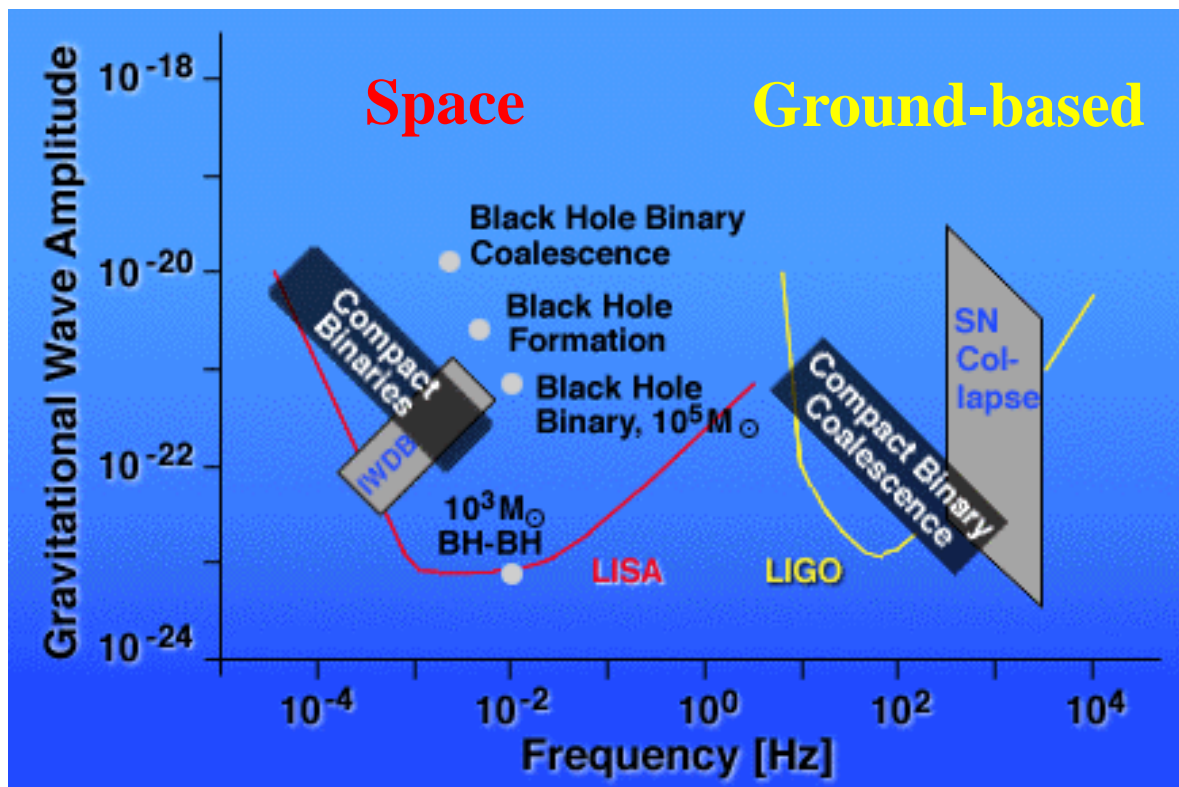
- ドラッグフリー
- 位相を合わせて増幅反射
- ヘテロダイン検出

# LISAの測距技術



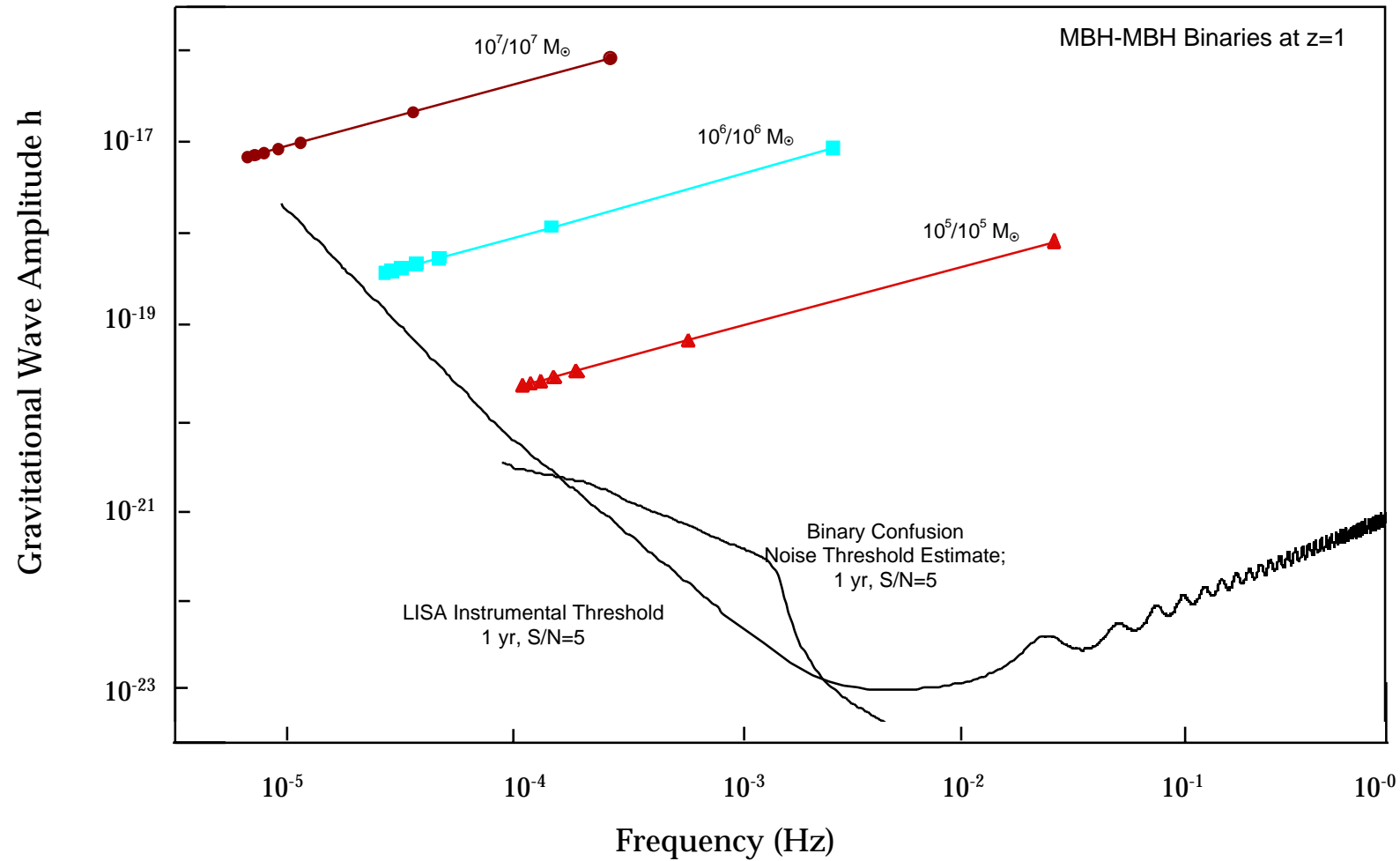
- ① 周波数安定化した光を打ち出す
- ② 位相ロックして増幅反射
- ③ ローカルレーザーとのビートを取る
- ④ 超安定発振器でビートダウンしてから位相検出

# Ground-based Antenna and Space Antenna





# Massive Black Holes in Merging Galaxies



# 日本の取るべき道は？

## 1. LISA に参加

日本に何ができるか？  
時すでに遅し？

## 2. 短距離型スペースアンテナ

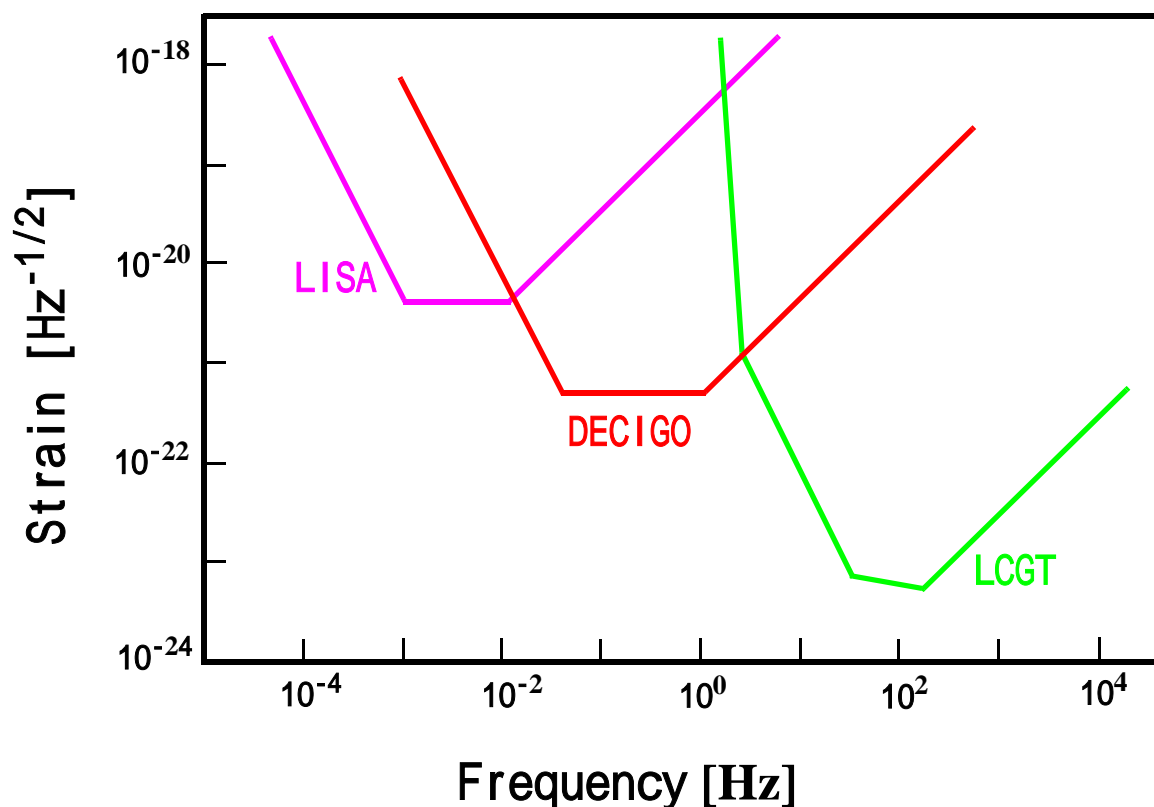
地上と LISA との狭間を狙う！  
NS-NS 合体の前兆  
中間質量の星の合体  
未知なる天体

## 3. 長距離型スペースアンテナ

宇宙初期からの重力波  
SMBH の合体前  
各種連星からの重力波  
未知なる天体

## 4. なにもしない

# 短距離型スペース重力波アンテナの感度



## スペック

基線長 : 5 万 km (LISA の 100 分の 1)

レーザーパワー : 10W (LISA の 10 倍)

集光径 : 1m (LISA の 3 倍)

変位雑音 : LISA と同程度

# 短距離型スペース 重力波アンテナの特徴

LISA と比べて :

基線長が短いため、

- ・ 受光パワーが高くフェイスクロック増幅が容易
- ・ 重力による相対位置の変化が小さくヘテロダイン検出が容易

地球周回軌道であれば、

- ・ 打ち上げや初期配置が容易
- ・ 地上との通信システムが容易
- ・ 地球の重力場の変動を受けやすい

# 国立天文台将来計画 (スペース重力波アンテナ) ワーキンググループ

国立天文台**将来計画委員会**主催の**第1回**  
**将来計画シンポジウム**にて**日本のス**  
**ペース重力波アンテナ計画**の可能性を発表

その後**将来計画委員会**にて将来計画の4  
つの候補の1つとして**ワーキンググルー**  
**プの発足**を決定

現在、メンバー募集中（交渉中）：

宇宙科学研究所  
通信総合研究所  
地球計測グループ  
重力波理論グループ  
TAMA/LCGT グループ  
など



# まとめ

1. **地上の重力波アンテナ**は、人類初の重力波検出に向かって順調に動き始めている。**数年後には重力波検出**、そしてその後さらに感度が高められ、**最終的には重力波天文学の創成**へと繋がるであろう。

2. **LISA 計画**は2010年ころの打ち上げをめざして、**多分承認される**であろう。LISAに必要な技術はその多くが今後の開発を必要とするが、成功の暁には、**重力波検出が保証されている**だけでなく、**重要な天体現象に関わる重力波の検出**がされる可能性がある。

3. 地上検出器において先導的な役割を果たしてきた日本であるが、現在のところスペース・アンテナに関しては遅れをとっている。**短距離型スペースアンテナ**などを含めて**日本で何が実現可能かの検討**を行なう必要がある。