

# スペース重力波アンテナ DECIGO計画(30) 設計・計画

物理学会  
2011年4月

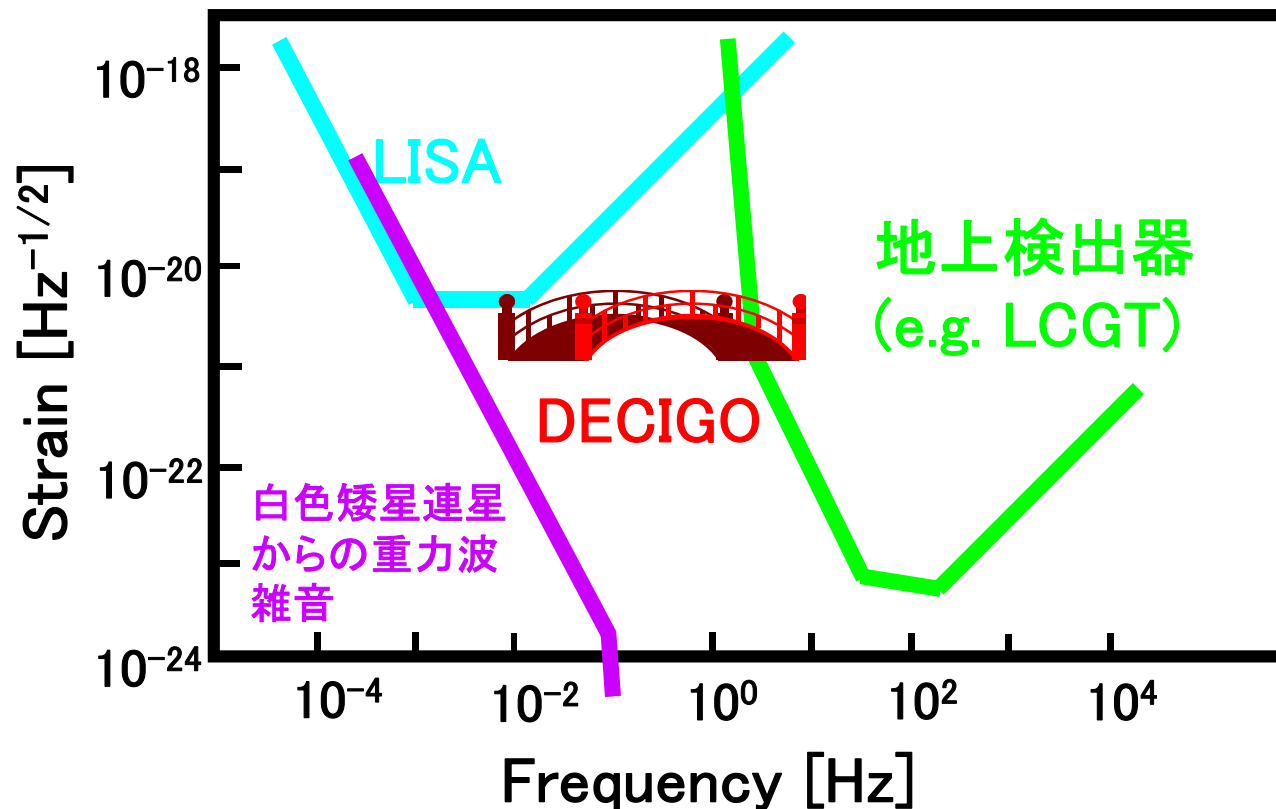
東大宇宙線研<sup>A</sup>, 国立天文台<sup>B</sup>, 京大理<sup>C</sup>, 法大工<sup>D</sup>, 東大理<sup>E</sup>, JAXA-ISAS<sup>F</sup>, 東大ビッグバン<sup>G</sup>, 阪市大理<sup>H</sup>, 京大基研<sup>I</sup>, NASA<sup>J</sup>, KEK<sup>K</sup>, 早大理工<sup>L</sup>, 弘前大理工<sup>M</sup>, Caltech<sup>N</sup>, 東大地球研<sup>O</sup>, 産総研<sup>P</sup>, 東大天文<sup>Q</sup>, 名大理<sup>R</sup>, NICT<sup>S</sup>, Univ. of Wisconsin<sup>T</sup>, 近大理工<sup>U</sup>, 電通大レーザー研<sup>V</sup>, JAXA<sup>W</sup>, お茶大人間文化<sup>X</sup>, 東経大経営<sup>Y</sup>, 理研<sup>Z</sup>, 東大総合文化<sup>AA</sup>, 新潟大工<sup>AB</sup>, 新潟大自然研<sup>AC</sup>, 近大KLC<sup>AD</sup>, AEP<sup>AE</sup>, JST<sup>AF</sup>, 高工本研<sup>AG</sup>, パーミンガム大<sup>AH</sup>, ぐんま天文台<sup>AI</sup>, 広大理<sup>AJ</sup>, Liverpool JMU<sup>AK</sup>, 立教大理<sup>AL</sup>, 京大人環<sup>AM</sup>, ニース天文台<sup>AN</sup>, 大工大情報<sup>AO</sup>, 高専研<sup>AP</sup>, Univ. Tuebingen<sup>AQ</sup>, 日大<sup>AR</sup>, 山梨英和<sup>AS</sup>, 東大数物<sup>AT</sup>, 阪大理<sup>AU</sup>, 日大文理<sup>AV</sup>, 東工大AW<sup>AW</sup>, 東工大理<sup>AX</sup>, 無所属<sup>AY</sup>, 東工大AZ<sup>AZ</sup>, RIT<sup>BA</sup>, 防衛大<sup>BB</sup>, 日生大産<sup>BC</sup>, RRI<sup>BD</sup>, 東北大理<sup>BE</sup>, 東海大工<sup>BF</sup>, JAXA-ISPEC<sup>BG</sup>, 東大新領域<sup>BH</sup>, 京大生研<sup>BI</sup>, INFN Padova<sup>BJ</sup>

川村静児<sup>A, B</sup>, 安真正樹<sup>C</sup>, 瀬戸直樹<sup>C</sup>, 佐藤修一<sup>D</sup>, 中村卓史<sup>C</sup>, 堀野公夫<sup>C</sup>, 船木一希<sup>F</sup>, 横山順一<sup>G</sup>, 神田風行<sup>H</sup>, 田中貴浩<sup>I</sup>, 沼田健司<sup>J</sup>, 高島禮<sup>K</sup>, 井岡邦仁<sup>K</sup>, 青柳巧介<sup>L</sup>, 我妻一博<sup>B</sup>, 阿久津智忠<sup>B</sup>, 浅田秀樹<sup>M</sup>, 藤生洋一<sup>E</sup>, 新井宏二<sup>N</sup>, 新谷昌人<sup>O</sup>, 池上健<sup>P</sup>, 石川毅彦<sup>P</sup>, 石崎秀博<sup>B</sup>, 石嶺自晃治<sup>E</sup>, 石原秀樹<sup>H</sup>, 和泉亮<sup>Q</sup>, 市来淳真<sup>R</sup>, 伊東宏之<sup>S</sup>, 伊藤洋介<sup>T</sup>, 井上開輝<sup>U</sup>, 上田院俊<sup>B</sup>, 植田豪一<sup>V</sup>, 歌島昌由<sup>AW</sup>, 江原悠美子<sup>X</sup>, 榎基宏<sup>Y</sup>, 我崎俊一<sup>Z</sup>, 江里口良治<sup>AA</sup>, 大石義輔子<sup>AB</sup>, 大河正志<sup>AB</sup>, 大橋正徳<sup>AN</sup>, 大原謙一<sup>AC</sup>, 大淵喜之<sup>AB</sup>, 岡田健志<sup>AE</sup>, 岡田剛夫<sup>B</sup>, 河島信樹<sup>AD</sup>, 川部史子<sup>AE</sup>, 河野功<sup>AW</sup>, 木内健太<sup>AI</sup>, 岸本直子<sup>AF</sup>, 國中均<sup>AE</sup>, 國森裕生<sup>SA</sup>, 黒田和明<sup>AN</sup>, 黒柳幸子<sup>AA</sup>, 小泉宏之<sup>AP</sup>, 洪錦官<sup>AP</sup>, 都利範<sup>AG</sup>, 殿山涉<sup>AE</sup>, 吉山圭以子<sup>AH</sup>, 古在由秀<sup>AI</sup>, 小島康史<sup>AI</sup>, 面武慶<sup>BA</sup>, 小林史歩<sup>AK</sup>, 西條統之<sup>AL</sup>, 齊藤達<sup>AE</sup>, 坂井真一郎<sup>AF</sup>, 阪上雅昭<sup>AM</sup>, 阪田隆帆<sup>AN</sup>, 佐合紀親<sup>AI</sup>, 佐々木郎<sup>AI</sup>, 佐藤孝<sup>AB</sup>, 薬田大<sup>AI</sup>, 正田重八<sup>AE</sup>, 真貝寿明<sup>AO</sup>, 杉山直<sup>AR</sup>, 鈴木理恵子<sup>AX</sup>, 諏訪雄大<sup>AI</sup>, 宗谷健太郎<sup>AP</sup>, 招谷元<sup>AQ</sup>, 高野忠<sup>AR</sup>, 高橋定<sup>AE</sup>, 高橋慶太郎<sup>AR</sup>, 高橋忠幸<sup>AE</sup>, 高橋弘敏<sup>AS</sup>, 高橋史宣<sup>AT</sup>, 高橋信一<sup>AM</sup>, 高橋電太郎<sup>AL</sup>, 高森昭光<sup>AO</sup>, 田越秀行<sup>AC</sup>, 田代寛之<sup>CA</sup>, 田中伸幸<sup>BA</sup>, 谷口敬介<sup>AA</sup>, 梅家寛史<sup>AG</sup>, 千葉剛<sup>AV</sup>, 陳たか<sup>Q</sup>, 辻川信二<sup>AW</sup>, 常定秀高<sup>AX</sup>, 豊嶋守生<sup>AS</sup>, 鳥居泰男<sup>BA</sup>, 内藤敏夫<sup>AY</sup>, 中尾寛一<sup>AH</sup>, 中澤知洋<sup>EA</sup>, 中須寛真<sup>AZ</sup>, 中野寛之<sup>BA</sup>, 長野重夫<sup>SA</sup>, 中村廉二<sup>BA</sup>, 中山宣典<sup>BB</sup>, 西澤寛志<sup>AI</sup>, 西田真里奈<sup>AX</sup>, 西山和孝<sup>AI</sup>, 丹羽佳人<sup>AZ</sup>, 能見大河<sup>AZ</sup>, 橋本樹明<sup>AE</sup>, 堀山和夫<sup>BA</sup>, 原田知広<sup>AL</sup>, 定田涉<sup>AU</sup>, 総本寛朗<sup>BC</sup>, 平林久<sup>AY</sup>, 平松尚志<sup>AI</sup>, 福嶋美津広<sup>BA</sup>, 藤田龍一<sup>BD</sup>, 藤本真克<sup>BA</sup>, 二間瀬敏史<sup>BE</sup>, 細川瑞彦<sup>SA</sup>, 黒澤秀之<sup>BF</sup>, 前田一<sup>AL</sup>, 松原英雄<sup>AF</sup>, 松本伸之<sup>EA</sup>, 道村唯太<sup>EA</sup>, 宮川治<sup>AA</sup>, 宮本寛平<sup>AL</sup>, 三代木伸二<sup>AA</sup>, 向山信治<sup>AT</sup>, 武者清<sup>VA</sup>, 森澤理之<sup>CA</sup>, 森本聡子<sup>BG</sup>, 森脇成典<sup>BB</sup>, 八木純外<sup>CA</sup>, 山川宏<sup>BI</sup>, 山崎利孝<sup>BA</sup>, 山元一広<sup>BJ</sup>, 吉田至順<sup>BE</sup>, 吉野敏彦<sup>AY</sup>, 柳智文<sup>AI</sup>, 若林野花<sup>AY</sup>

# DECIGOとは？

*Deci-hertz Interferometer Gravitational Wave Observatory*

- LISAと地上検出器の帯域のギャップを埋める
- 超高感度の実現が可能！



# 日本の重力波検出実験の流れ

まずは、

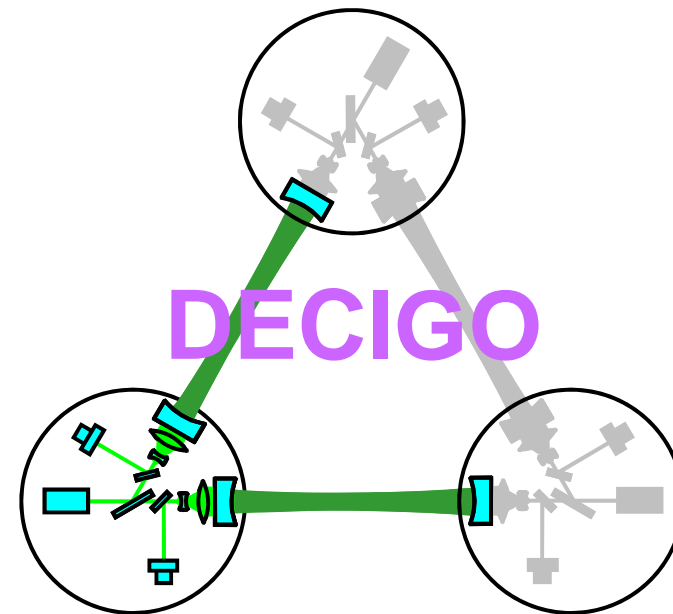
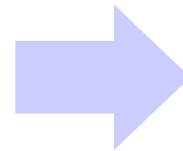
LCGTで重力波初検出  
重力波天文学の創成



LCGTで重力波検出技術の熟成

次に、

DECIGOで重力波の頻繁な検出  
重力波天文学の発展



その技術をDECIGO に応用

# 予備概念設計

## 光共振器を使って感度を高める

アーム長: 1000 km

ミラー直径: 1 m

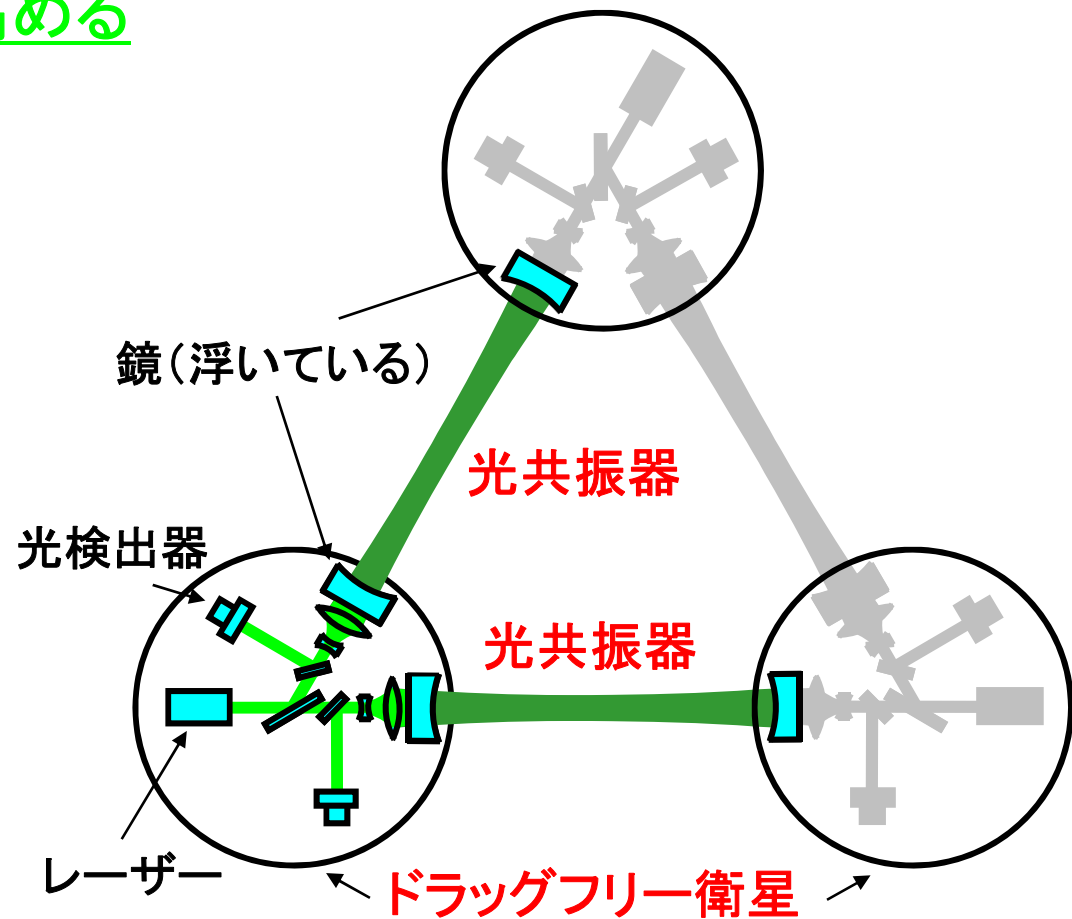
レーザー波長: 532 nm

フィネス: 10

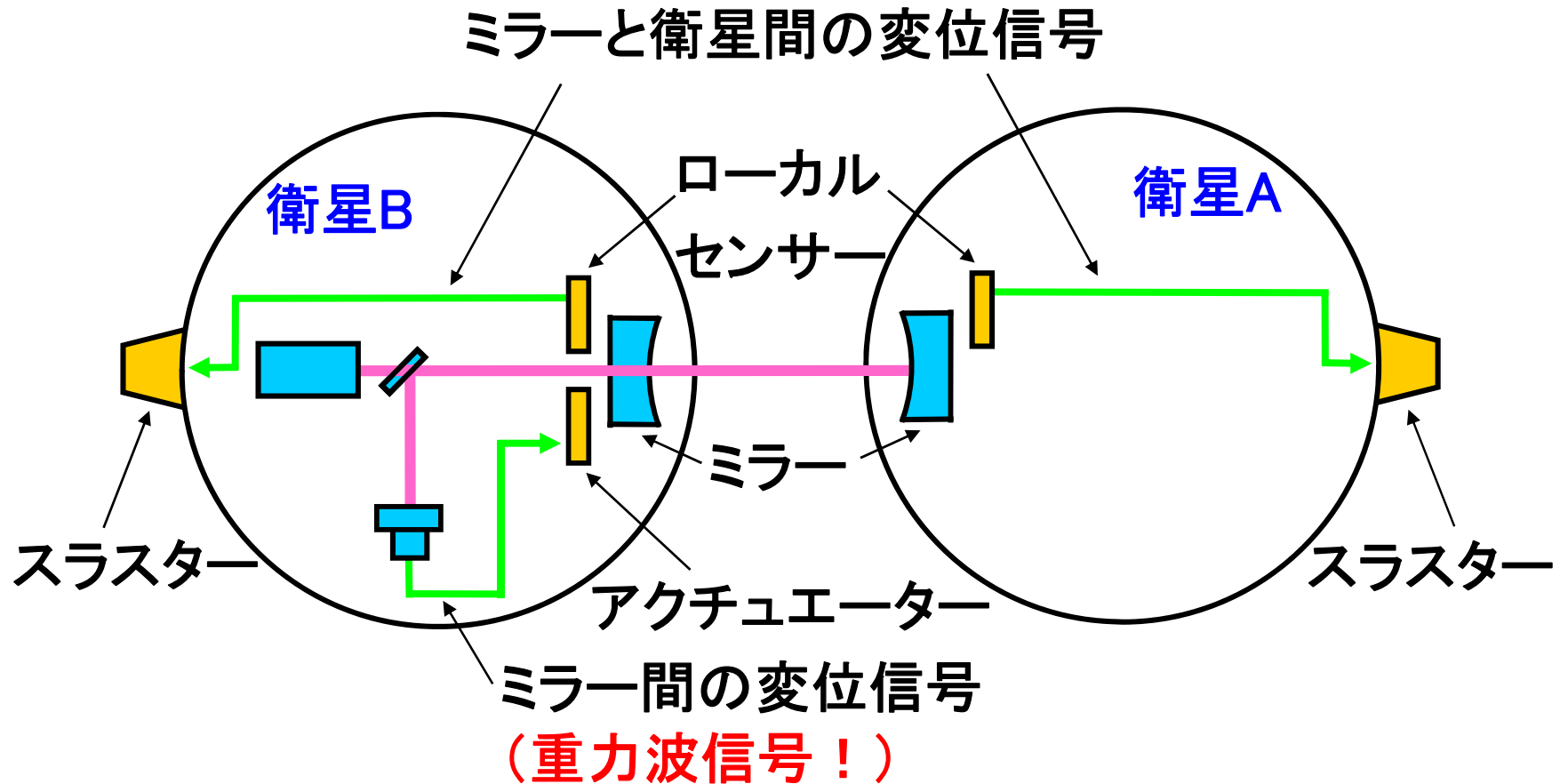
レーザーパワー: 10 W

ミラー質量: 100 kg

干渉計3台で1クラスター

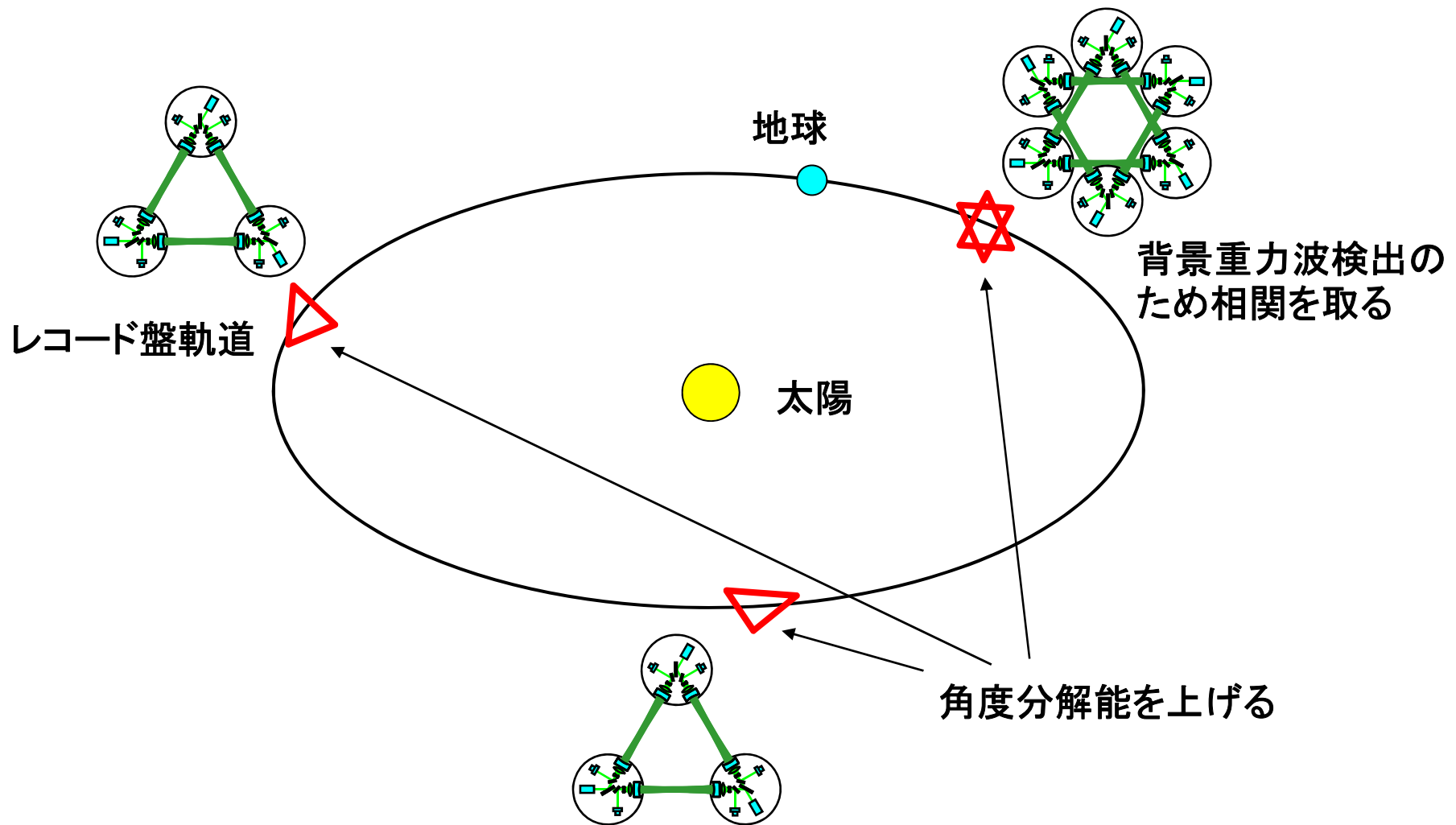


# ドラッグフリー衛星と干渉計制御





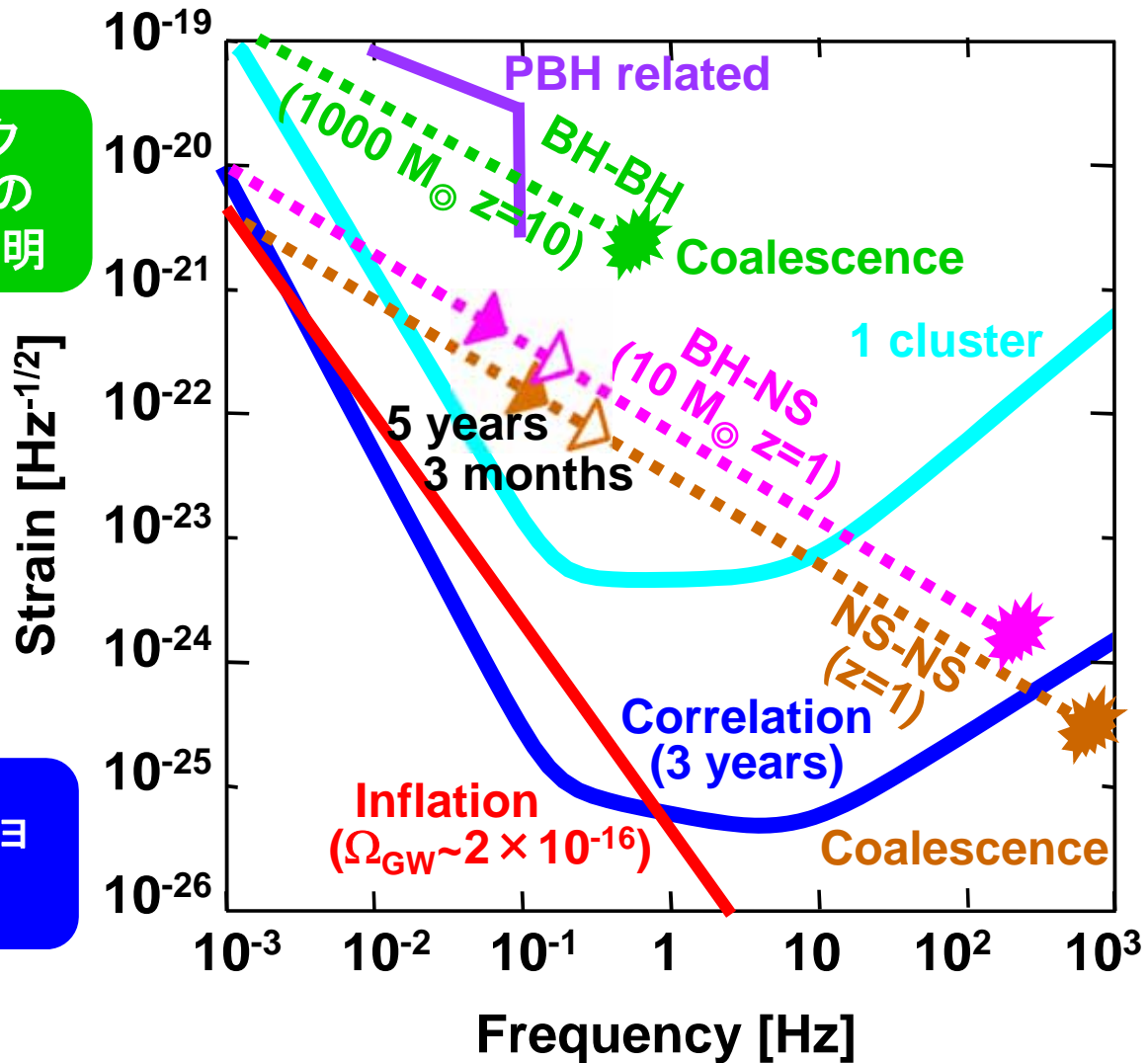
# 軌道とコンステレーション(案)



# DECIGOの目標感度と得られるサイエンス

巨大ブラックホール形成のメカニズム解明

インフレーションの検証

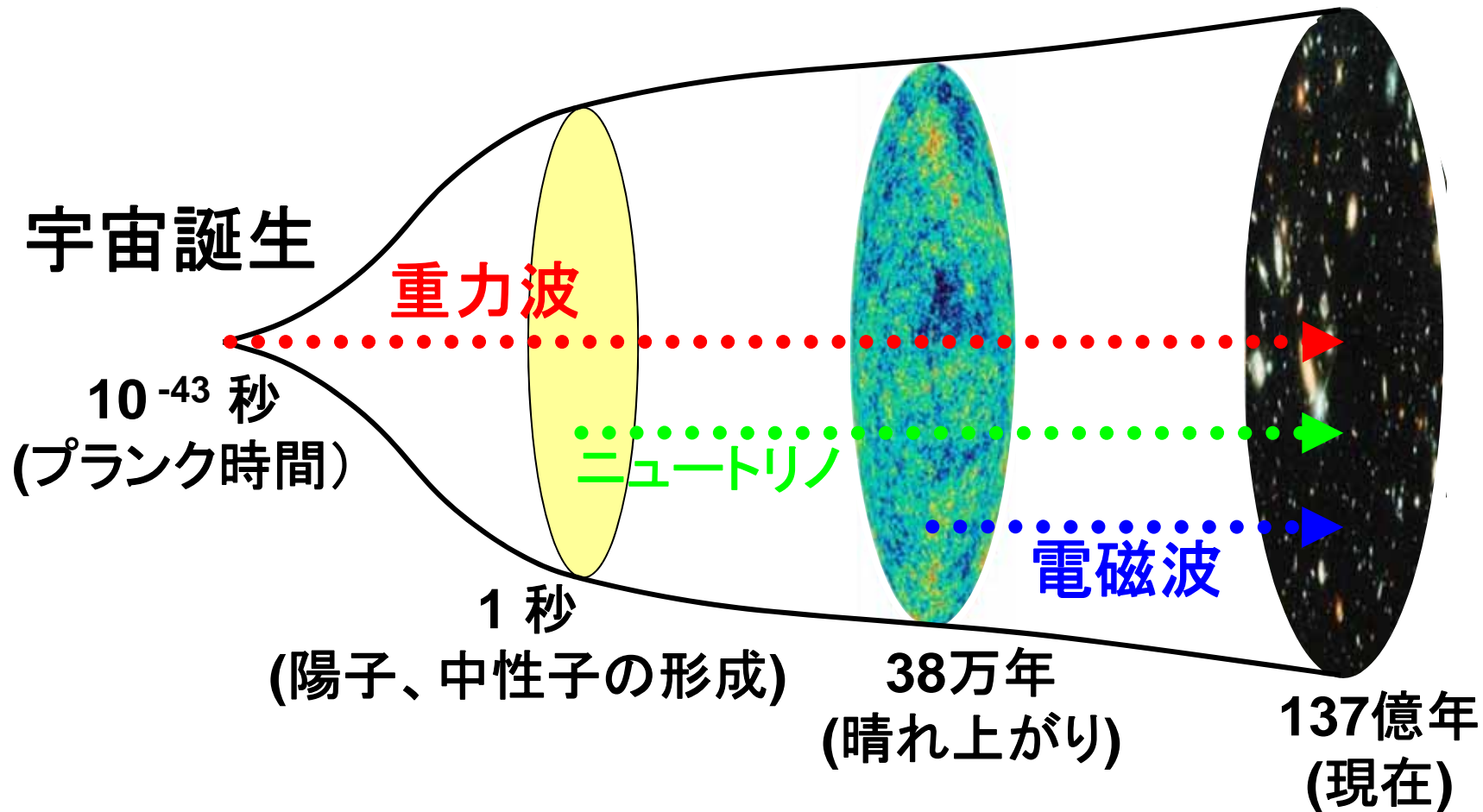


ダークマターの探索

一般相対性理論の検証

宇宙膨張加速の計測

# 重力波で宇宙の産声を聞く



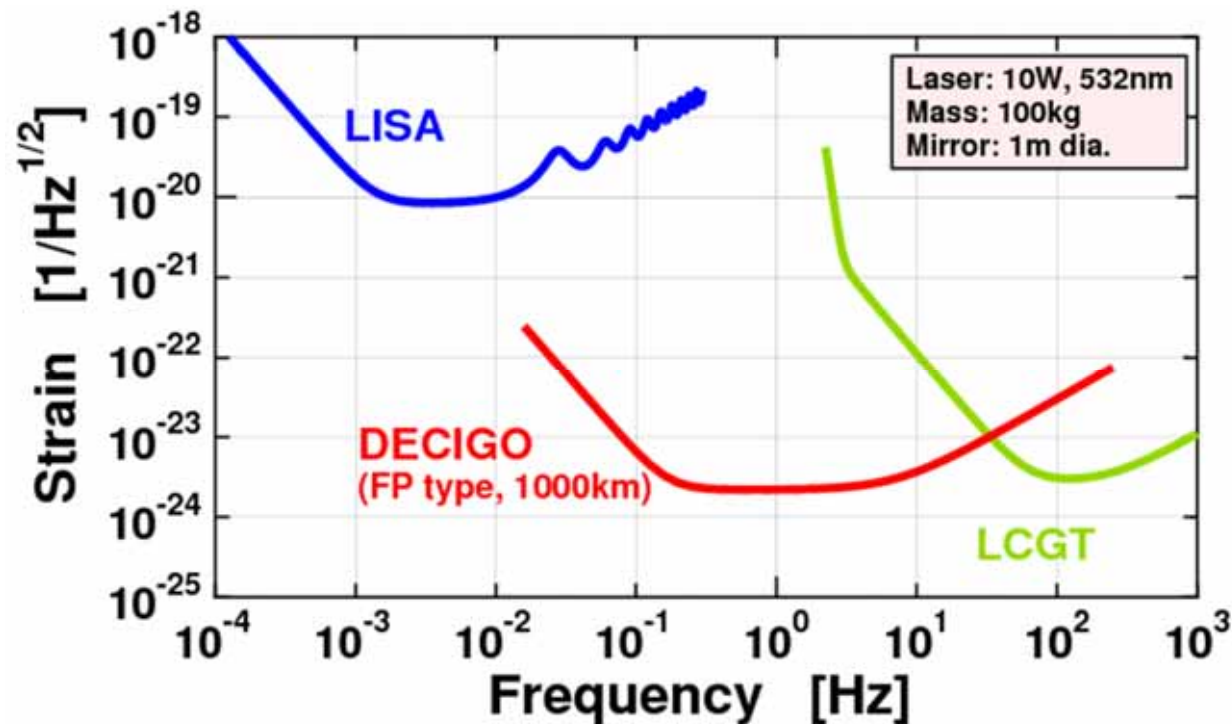


# DECIGO最大の目的

- インフレーション(宇宙誕生後 $10^{-35}$ 秒後)の直接観測
  - インフレーション存在の実証
  - インフレーションモデルの正否の判断
  - パリティの破れの検証
  - テンソル、スカラー、ベクトルモードの分離
  - などなど
- 成功すればノーベル賞確実

# 力の雑音とセンサーノイズに対するリクワイアメント (LISA, LCGTとの比較)

- 力の雑音: LISAより50倍厳しい
  - ストレインでほぼ同じ, 距離: 1/5000, 鏡の質量: 100
- センサーノイズ: LCGTより30倍ゆるい
  - ストレインでほぼ同じ, ストーレッジタイム: 30)



# 感度を上げる必要性

- インフレーションからの重力波をより確実に受けるには感度を数倍上げる必要がある？
- パラメターの最適化が必要
  - 感度の向上と技術的難しさの評価が必要
    - ・ 基線長: 長くすると、ストレインに対しては得だが、光のロスが大きくなる
    - ・ 鏡のサイズ: 大きくすると光のロスを小さくできる
    - ・ 鏡の質量: 大きくすると輻射圧雑音を低減できる

# ロードマップ

	2009	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
ミッション	<p>R&amp;D 製作 → <b>SWIM</b> → R&amp;D 製作 → <b>DICIGOパスファインダー (DPF)</b> → R&amp;D 製作 → <b>Pre-DECIGO</b> → R&amp;D 製作 → <b>DECIGO</b></p>																				
目的	要素技術の実証試験						最小限のスペックで 重力波検出 衛星間共振器の実現						重力波天文学の発展								
スコープ	衛星1台 アーム1本						衛星3台 干渉計1台						衛星3台 干渉計3台 ×4クラスター								

# まとめ

- DECIGOにより、重力波天文学が大きく発展することが期待できる。
- DPFの打ち上げが最重要なステップ
- そのために各研究機関で開発を行っている
- 小型科学衛星3号機にぜひとも採択されたい