

Pre-DECIGOの設計

佐藤修一（法政大理工）、奥富弘基（総研大）、有富尚紀、下田智文、安東正樹（東大理）、
 末正有、武者満（電通大レーザー研）、阿久津智忠（天文台）、瀬戸直樹、田中貴浩、
 中村卓史（京大理）、神田展行（阪市大）、DECIGOワーキンググループ

OBJECTIVE

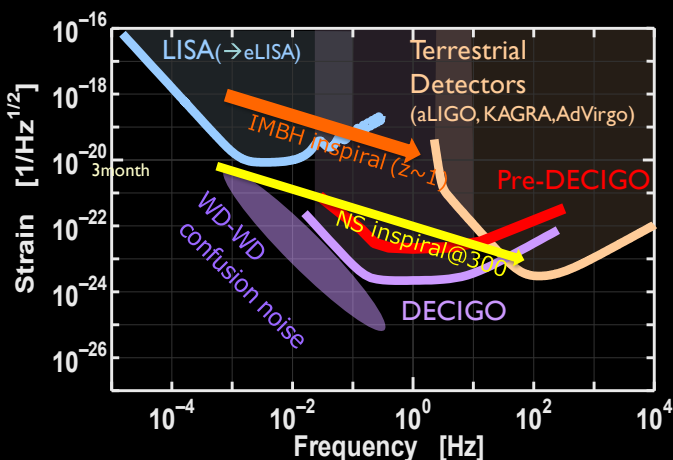
pre-DECIGO計画

宇宙干渉計型重力波天文台（DECI-hertz Interferometer Gravitational wave Observatory）は、宇宙空間に浮かぶ0.1~10Hzの周波数帯を狙う重力波検出器計画です。地上検出器であるKAGRAに続く日本の将来計画として推進されています。preDECIGOはDECIGO計画の前哨衛星であり、宇宙における重力波の初めての直接検出を目指すサイエンスミッションです。

サイエンス

宇宙機を用いたレーザー干渉計によって軌道上からDeci-Hz帯域の重力波を直接観測します。宇宙干渉計ならではのユニークな、かつ地上干渉計群・検出機群と相補的な観測情報を得ることによって宇宙の時空構造・銀河形成・高エネルギー天体現象などに関する知見を得ることがミッションの目的です。主なサイエンスターゲットは以下の3つです。

- ・連星中性子星合体現象の観測 ⇨ 確実な観測対象
- ・中間質量BH星合体の観測 ⇨ 独自の観測対象
- ・DECIGOへ向けたフォアグラウンドの理解 ⇨ 将来への知見

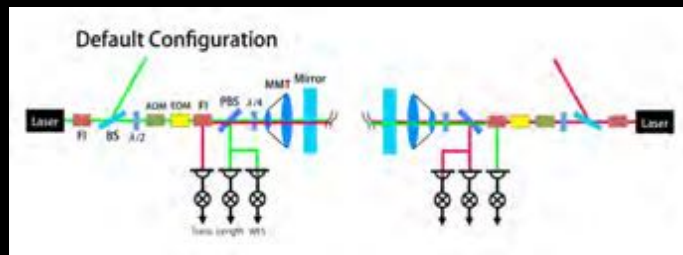


INTERFEROMETER

サブシステム：レーザー干渉計

宇宙機に搭載した試験質量を鏡として、基線長100kmのファブリーペロー（FP）共振器を構成します。主干渉計は以下のような構成とすることを検討しています。⇨関連ポスター参照

- ・干渉計方式：Differential FP interferometer
- ・冗長性のための宇宙機3基・干渉計3台構成
- ・ドラッグフリー制御・フォーメーションフライト制御された衛星
- ・分岐角60度の Differential FP interferometer
- ・2干渉計で共振器を共有：偏光で区別



LIGHT SOURCE

サブシステム：レーザー光源

レーザー干渉計に搭載するレーザー光源を開発しています。DPF向けの光源開発の延長としてpreDECIGO向けの高出力・高安定な光源を開発しています。ミッション要求を満たすためのシステム要求として以下を設定しています。⇨関連ポスター参照

- ・出力：1W（干渉計入射）
- ・周波数安定度：1Hz/√Hz @ 1Hz
- ・強度安定度：10⁻⁸ 1/√Hz @ 1Hz



CONCEPTUAL DESIGN

ミッション要求

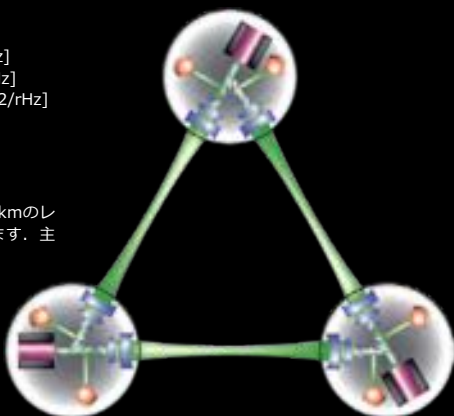
サイエンスを実現するために観測機器へは以下のような要求を設定します。干渉計の感度は全ての観測周波数領域で光の量子雑音レベルを想定しています。

- ・歪み感度：1.4x10⁻²³ [1/rHz]
- ・変位感度：1.4x10⁻¹⁸ [m/rHz]
- ・加速度雑音：5.1x10⁻¹⁸ [m/s²/rHz]
- ・運用期間：3 [yr] 以上

概念設計（検討中）

3機の宇宙機を用いて基線長100kmのレーザー干渉計を軌道上に構築します。主な諸元は以下を想定しています。

- ・波長λ = 515 10⁻⁹ [m]
- ・光源P = 1.0 [W]
- ・量子効率η = 0.9 [A/W]
- ・共振器周波数fc = 24.5 [Hz]
- ・共振器フィネスF = 30.6
- ・試験質量M = 30 [kg]
- ・基線長L = 100 [km]



DF/FF CONTROL

サブシステム：ドラッグフリー制御

ドラッグフリー衛星とは衛星の中に浮かぶ基準質量に対して、衛星全体の相対位置を制御することにより太陽輻射圧などの影響を受けずに、重力のみで運動する運用の形態を指します。基準質量そのものが観測対象となるような重力波検出器の場合には、宇宙機と試験マスとの相対位置情報をスラスラにフィードバック制御することによって宇宙機の受ける擾乱の試験マスへの影響を低減することができます。

サブシステム：フォーメーションフライト制御

複数の宇宙機がその相対的位置関係を適切に保ちつつ、協調的にミッションを実行する運用形態のことを指します。衛星の機能を分散して複数の衛星に持たせ、軌道上で適切に配置する事によって、全体として大型の高感度・高解像度の観測装置を実現します。preDECIGOでは3つの宇宙機を基線長100kmのほぼ正三角形に形状を維持した状態で運用します。

