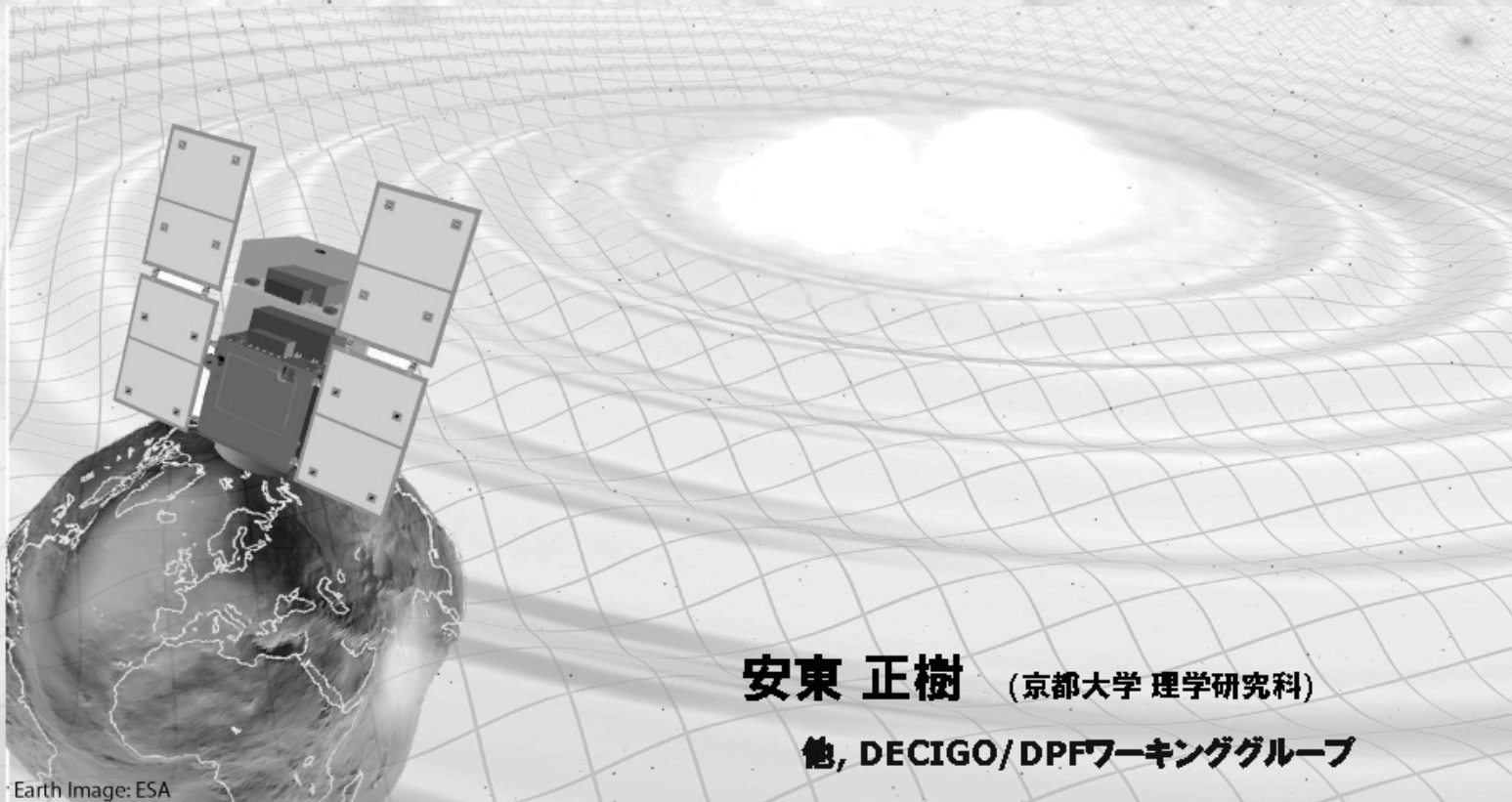


# DECIGO/DPFの概要



**安東 正樹** (京都大学 理学研究科)

他, DECIGO/DPFワーキンググループ

Earth Image: ESA

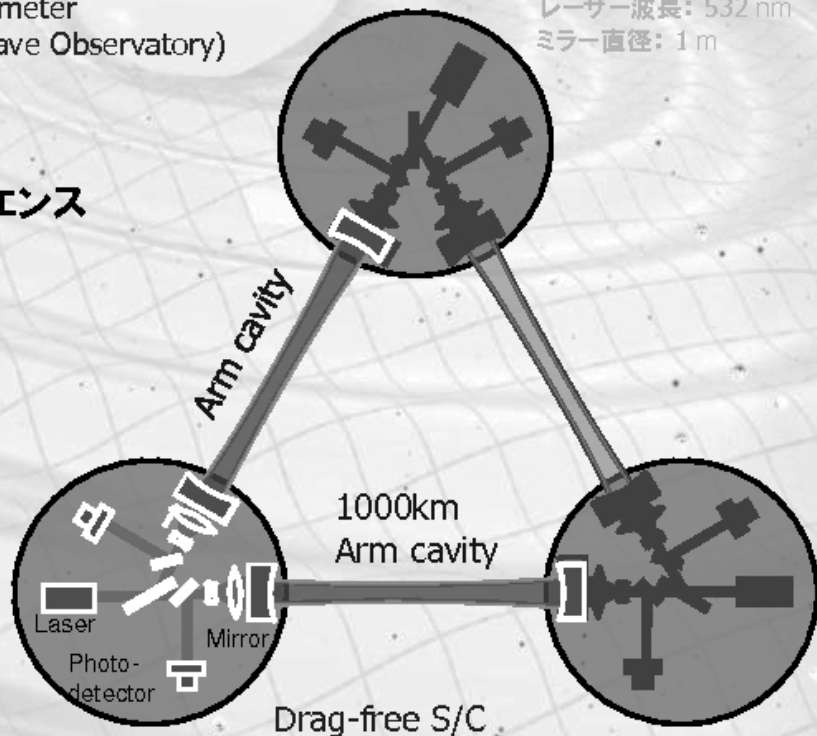
安東正樹, 川村静児, 瀬戸直樹, 中村卓史, 坪野公夫, 佐藤修一, 田中貴浩, 船木一幸, 沼田健司, 神田展行, 井岡邦仁, 高島健, 横山順一, 青柳巧介, 我妻一博, 阿久津智忠, 浅田秀樹, 麻生洋一, 新井宏二, 新谷昌人, 池上健, 石川毅彦, 石崎秀晴, 石徹白晃治, 石原秀樹, 和泉究, 市來淨與, 伊東宏之, 伊藤洋介, 井上開輝, 上田曉俊, 植田憲一, 歌島昌由, 江口智士, 江尻悠美子, 榎基宏, 戎崎俊一, 江里口良治, 大石奈緒子, 大河正志, 大橋正健, 大原謙一, 大淵喜之, 岡田健志, 岡田則夫, 河島信樹, 川添史子, 河野功, 木内建太, 岸本直子, 國中均, 國森裕生, 黒田和明, 黒柳幸子, 小泉宏之, 洪鋒雷, 郡和範, 穀山涉, 苔山圭以子, 古在由秀, 小嵐康史, 固武慶, 小林史歩, 西條統之, 齊藤遼, 坂井真一郎, 阪上雅昭, 阪田紫帆里, 佐合紀親, 佐々木節, 佐藤孝, 柴田大, 正田亜八香, 真貝寿明, 杉山直, 鈴木理恵子, 諏訪雄大, 宗宮健太郎, 祖谷元, 高野忠, 高橋走, 高橋慶太郎, 高橋忠幸, 高橋弘毅, 高橋史宣, 高橋龍一, 高橋竜太郎, 高森昭光, 田越秀行, 田代寛之, 田中伸幸, 谷口敬介, 樽家篤史, 千葉剛, 陳たん, 辻川信二, 常定芳基, 豊嶋守生, 鳥居泰男, 中尾憲一, 中澤知洋, 中須賀直一, 中野寛之, 長野重夫, 中村康二, 中山宜典, 西澤篤志, 西田恵里奈, 西山和孝, 丹羽佳人, 能見大河, 橋本樹明, 端山和大, 原田知広, 疋田涉, 姫本宣朗, 平林久, 平松尚志, 福嶋美津広, 藤田龍一, 藤本真克, 二間瀬敏史, 細川瑞彦, 堀澤秀之, 前田恵一, 松原英雄, 松本伸之, 道村唯太, 宮川治, 宮本雲平, 三代木伸二, 向山信治, 武者満, 森澤理之, 森本陸子, 森脇成典, 八木絢外, 山川宏, 山崎利孝, 山元一広, 吉田至順, 吉野泰造, 柳哲文, 若林野花

## DECIGO (DECI-hertz interferometer Gravitational wave Observatory)

光共振型マイケルソン干渉計  
アーム長: 1000 km  
レーザーパワー: 10 W  
レーザー波長: 532 nm  
ミラー直径: 1 m

宇宙重力波望遠鏡 (~2027)  
→ 他では得られない豊富なサイエンス

宇宙の成り立ちに関する知見  
インフレーションの直接観測  
ダークエネルギーの性質  
ダークマターの探査  
銀河形成に関する知見  
ブラックホール連星の観測  
宇宙の基本法則に関する知見

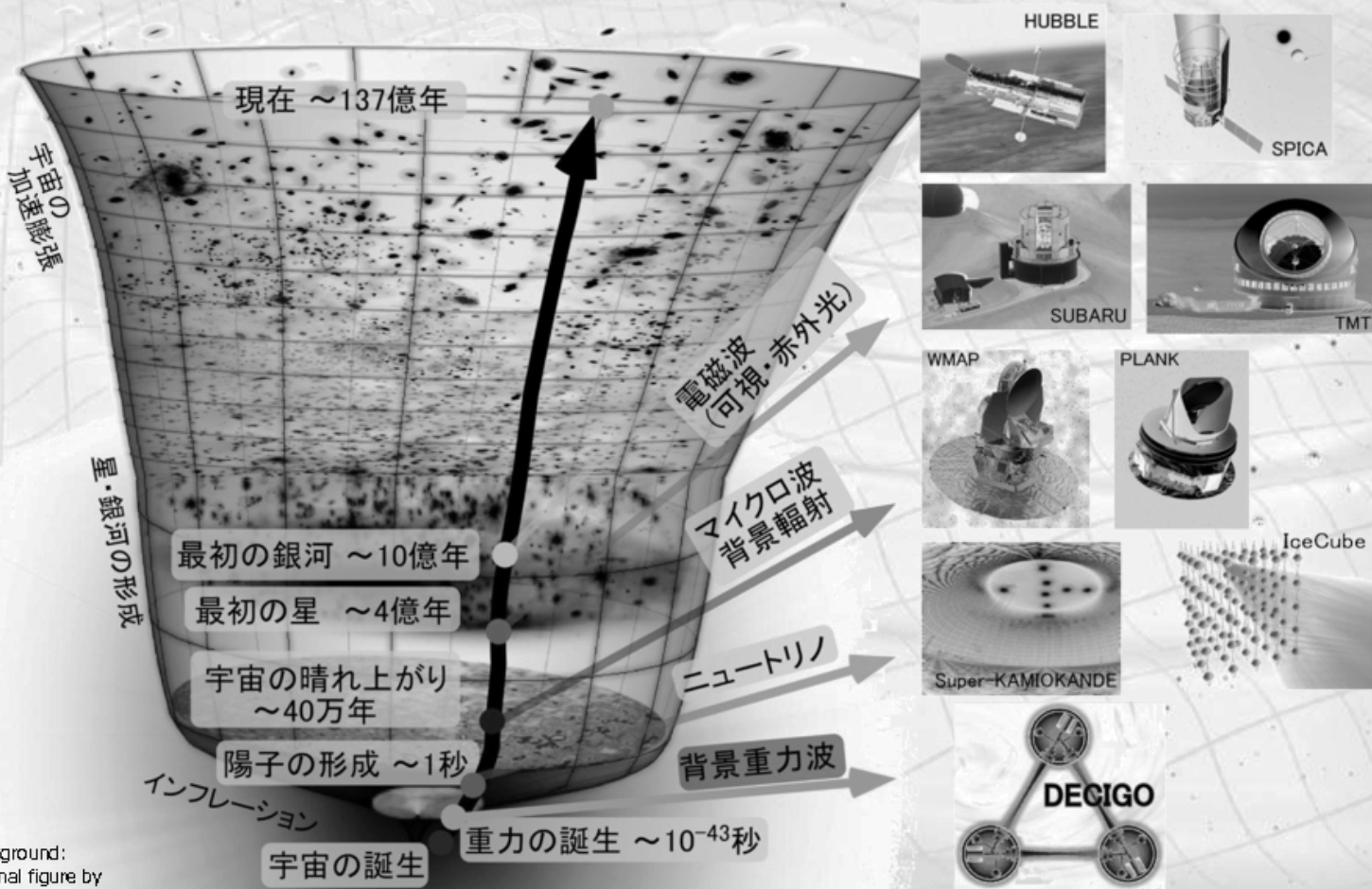


互いに1000km離れた3機のS/C  
非接触保持された鏡間距離を  
レーザー干渉計によって精密測距

太陽公転軌道  
最大4ユニットで相関をとる

# 初期宇宙の観測

DECIGO

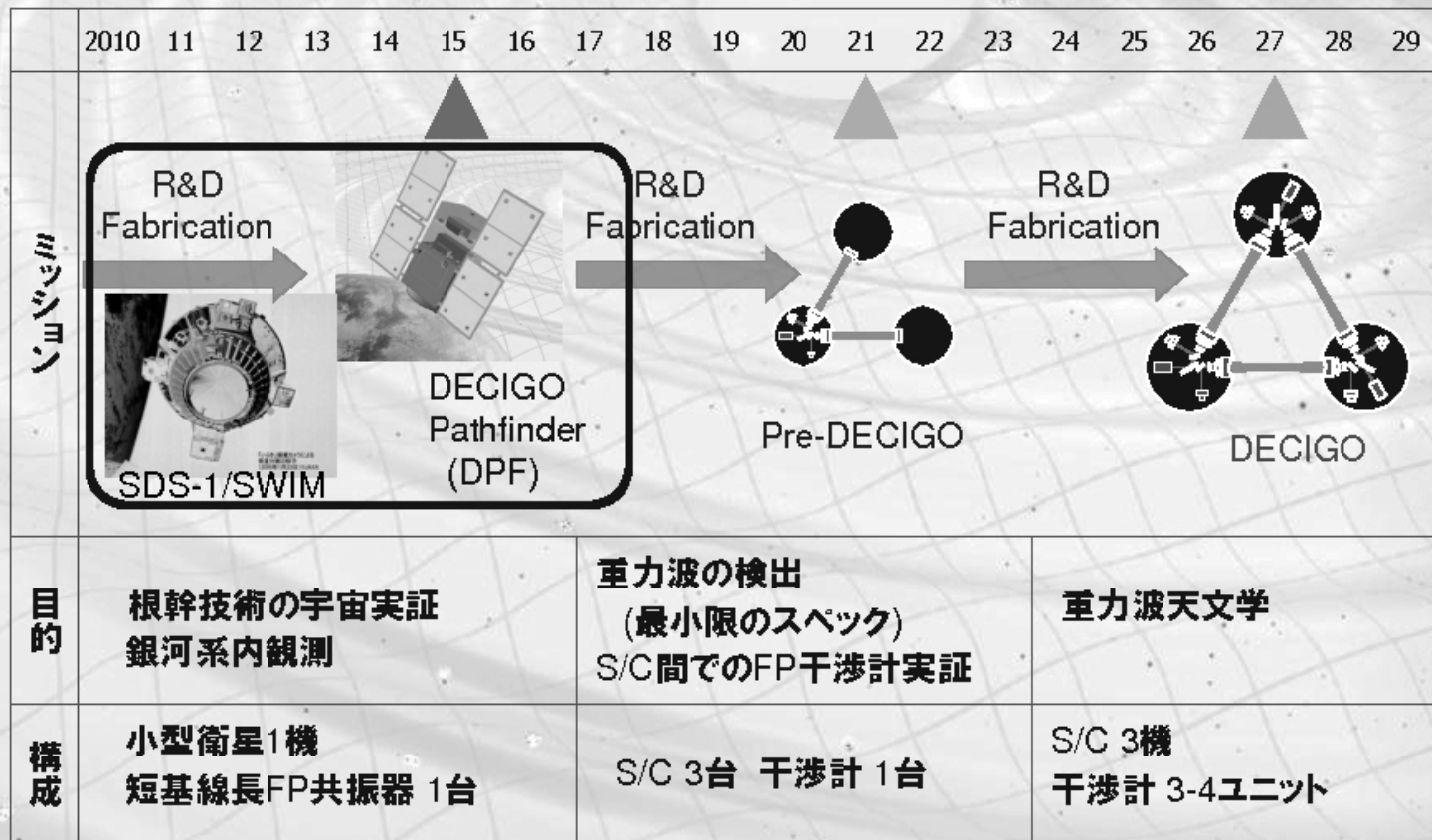


Background:  
original figure by  
NASA/WMAP Science Team



# DECIGOのロードマップ

Figure: S.Kawamura



## DECIGOバスマインダー (DPF)

DECIGOのための最初の前哨衛星

DECIGO : 基線長 1000kmの編隊飛行

→ DPF 1機の衛星 (基線長30cm干渉計)

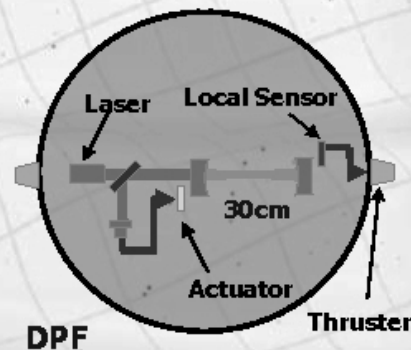
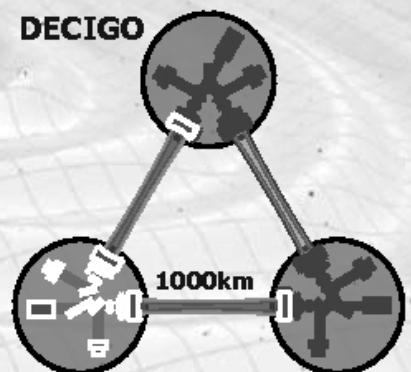
350kg級 小型衛星

地球周回軌道 (高度 500km)



## DECIGOの主要技術の宇宙実証

レーザー干渉計, 安定化レーザー光源,  
ドラッグフリーシステム、データ取得と解析



## DPFで実証される技術

## DECIGOで必要 とされる主要技術

FP干渉計の  
動作実証



$6 \times 10^{-16} \text{ m/Hz}^{1/2}$   
の変位感度

$4 \times 10^{-18} \text{ m/Hz}^{1/2}$   
の変位感度

$10^{-15} \text{ N/Hz}^{1/2}$   
の外力雑音

$10^{-17} \text{ N/Hz}^{1/2}$   
の外力雑音

基線長1000kmのFP干渉計  
宇宙における干渉計制御  
試験マスに対する外乱抑圧  
大型光学系の製作・制御

安定化レーザー  
光源の動作実証

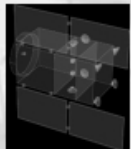


$0.5 \text{ Hz/Hz}^{1/2}$   
の周波数安定度

$0.5 \text{ Hz/Hz}^{1/2}$   
の周波数安定度

安定化レーザー光源による精密計測  
光源の周波数・強度安定化  
長基線長を利用した安定化制御

ドラッグフリー  
制御の実現

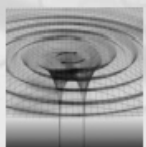


衛星変動安定度  
 $10^{-9} \text{ m/Hz}^{1/2}$

スラスタ雑音  
 $10^{-7} \text{ N/Hz}^{1/2}$

フォーメーションフライト  
安定な軌道の実現  
宇宙機間の距離制御  
ドラッグフリー制御  
低雑音スラスタ

重力波の観測

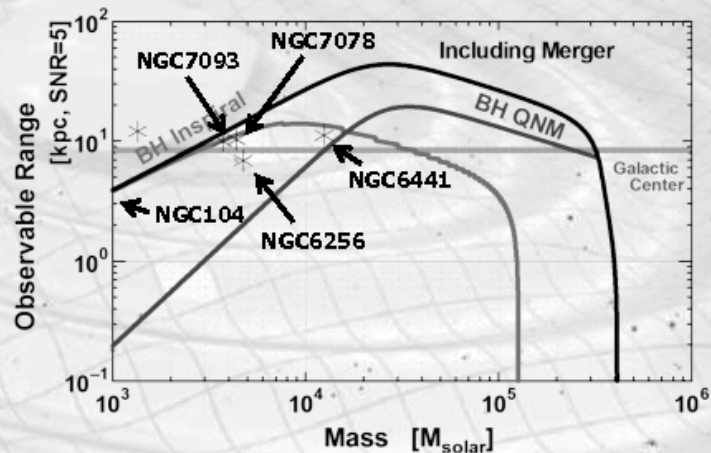


0.1 Hz帯の連続  
観測とデータ解析

観測運用  
時系列連続データの処理  
データの解析  
理論予測・他の観測との比較

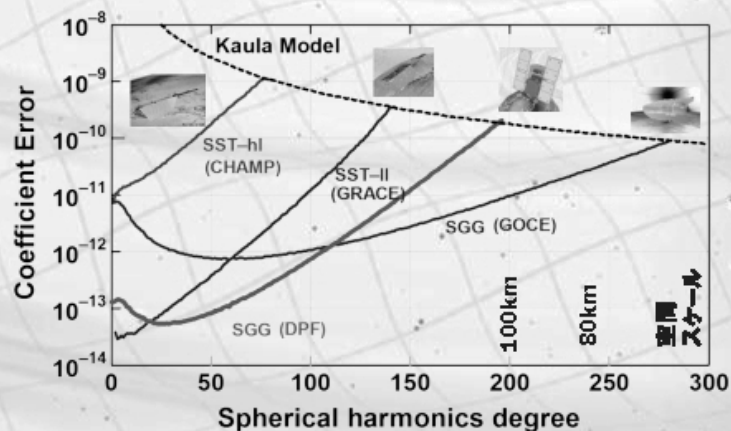
重力波により宇宙を見る  
 銀河系内のBH連星合体  
 → 巨大BH形成への知見.

DPFの感度では  
 ~30個の球状星団を観測可能



重力で地球を見る  
 地球重力場の観測  
 地球形状の計測  
 地球環境モニタ

他の海外ミッションに匹敵する感度  
 国際観測網への貢献, 独自の観測  
 (2012-2016に国際観測網にギャップ)



## DPF Payload

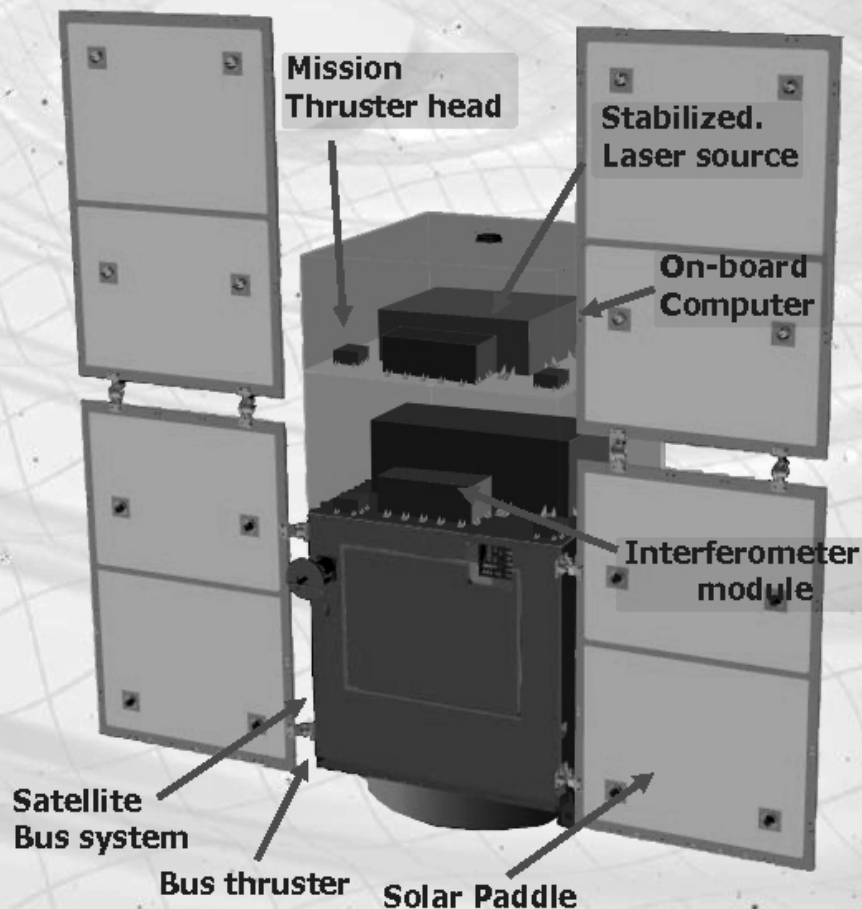
Size : 950mm cube  
Weight : 150kg  
Power : 130W  
Data Rate: 800kbps  
Mission thruster x12

Power Supply  
SpW Comm.

## Satellite Bus

('Standard bus' system)

Size :  
950x950x1100mm  
Weight : 200kg  
SAP : 960W  
Battery: 50AH  
Downlink : 2Mbps  
DR: 1GByte  
3N Thrusters x 4



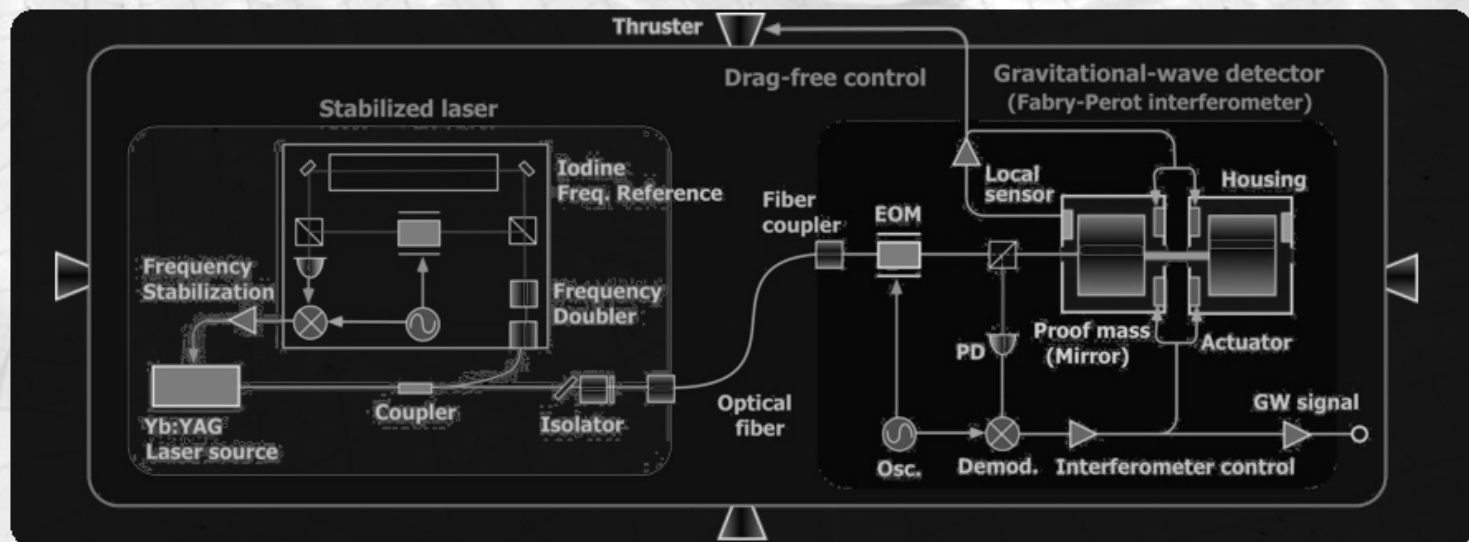
# DPFミッション機器構成

DECIGO

ミッション機器重量 : 150kg  
ミッション機器空間 : 95 cm立方

ドラッグフリー

ローカルセンサで相対変動検出  
→ スラスタにフィードバック



安定化レーザー光源  
Yb:YAGレーザー  
出力 25mW  
ヨウ素飽和吸収による  
周波数安定化

ファブリー・ペロー共振器  
フィネス : 100  
基線長 : 30cm  
試験マス : 質量 数kg  
PDH法により信号取得・制御



## JAXAの小型科学衛星シリーズの候補

標準衛星バス + 次期固体ロケットを利用して  
最低 3機の小型科学衛星 を打ち上げる計画

1号機 SPRINT-A/EXCEED (~2012年)

UV望遠鏡による惑星観測

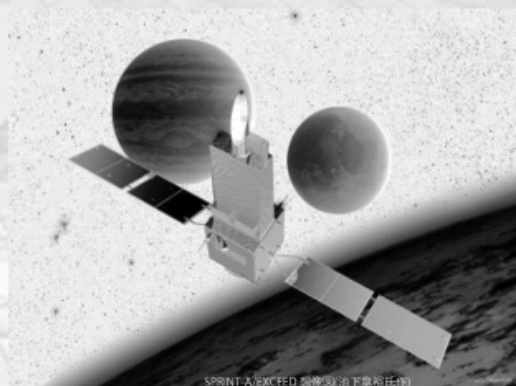
2号機 SPRINT-B/ERG (~2014/15年)

地球周辺の磁気圏観測



DPF: 小型科学衛星3号機 を目指す  
宇宙分野における新しいサイエンスの  
可能性として評価を受けている

打ち上げ目標: 2016/17年度



小型科学衛星1号機 SPRINT-A/EXCEED



Next-generation Solid rocket booster  
(M-V Follow-on, Fig. by JAXA)

# DPF スケジュール



2010

2011

2012

2013

2014

2015

2016



概念設計

BBM

EM / pFM

FM

衛星FM

総合試験

↑  
ミッション提案

TRL 4以上が必要

‘基本技術要素が同時に動作し、  
実証モデルとして性能を発揮し  
ていること’

↑  
コンポーネントFM完成

仕様を満たす  
各種環境試験に合格

# まとめ

## DECIGO : 独自の豊富な科学的成果

- 宇宙の始まりの直接観測
- ダークエネルギー
- 銀河形成

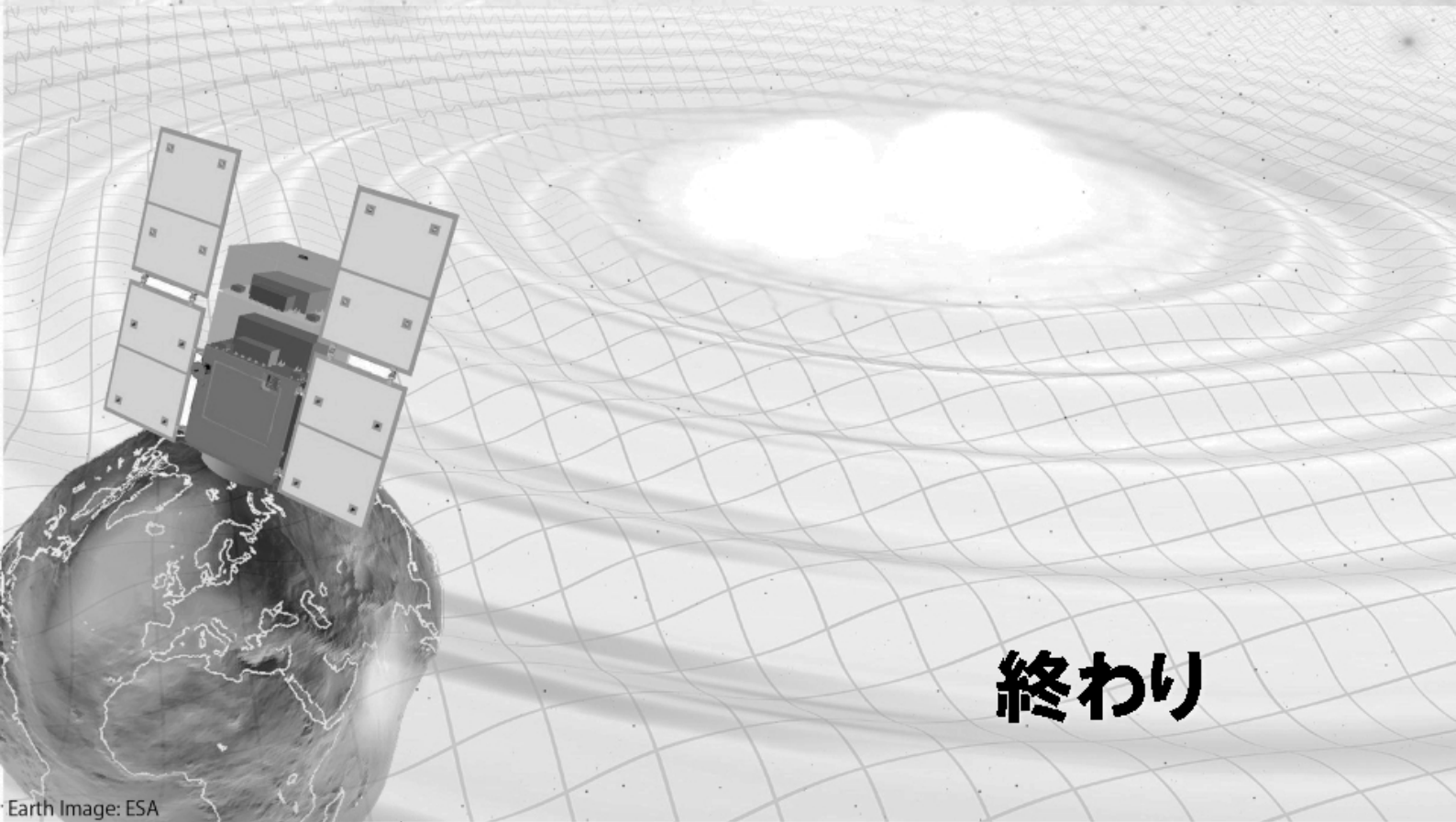
⇒ 将来必ず実現されるはず。

## DECIGO Pathfinder

- DECIGOのための最初の前哨衛星。
- 重力波による銀河系内の観測と、地球重力場観測。
- 搭載機器開発・衛星システム検討進行中。
- JAXA・小型科学衛星シリーズの候補。

## SWIM

- 重力波モジュールの宇宙実証  
→ 最初の「宇宙重力波検出器」



Earth Image: ESA