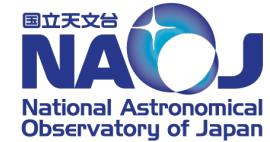


地上大型重力波検出器については
この後15:15より J会場
LCGT特別セッションにて

スペース重力波アンテナ DECIGO計画 (20)

阿久津智忠 (国立天文台)
ほか、DECIGO/DPFワーキンググループ

DECIGO/DPFメンバー



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, 神田辰行, 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, 上田暁俊, 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, 大渕喜之, 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, 高橋史宜, 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, 遠川信二, 常定芳基, 豊嶋守生, 鳥居泰男, 中尾憲一, 中澤知洋, 中須賀真一, 中野寛之, 長野重夫, 中村康二, 中山宣典, 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, 正田涉, 姫本宣朗, 平林久, 平松尚志, 福嶋美津広, 藤田龍一, 藤本眞克, 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, 森本睦子, 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

Slide by Ando

もくじ

- 概要
- DECIGO計画の紹介
- DECIGO計画の現状
- まとめ

概要 LCGTとDECIGO



地上の大型検出器
→高周波の重力波
目標: 重力波の検出、天文学



宇宙の検出器
→低周波の重力波
目標: 重力波天文学の展開

概要 LCGTとDECIGO



地上の大型検出器
→高周波の重力波
目標: 重力波の検出、天文学



宇宙の検出器
→低周波の重力波
目標: 重力波天文学の展開

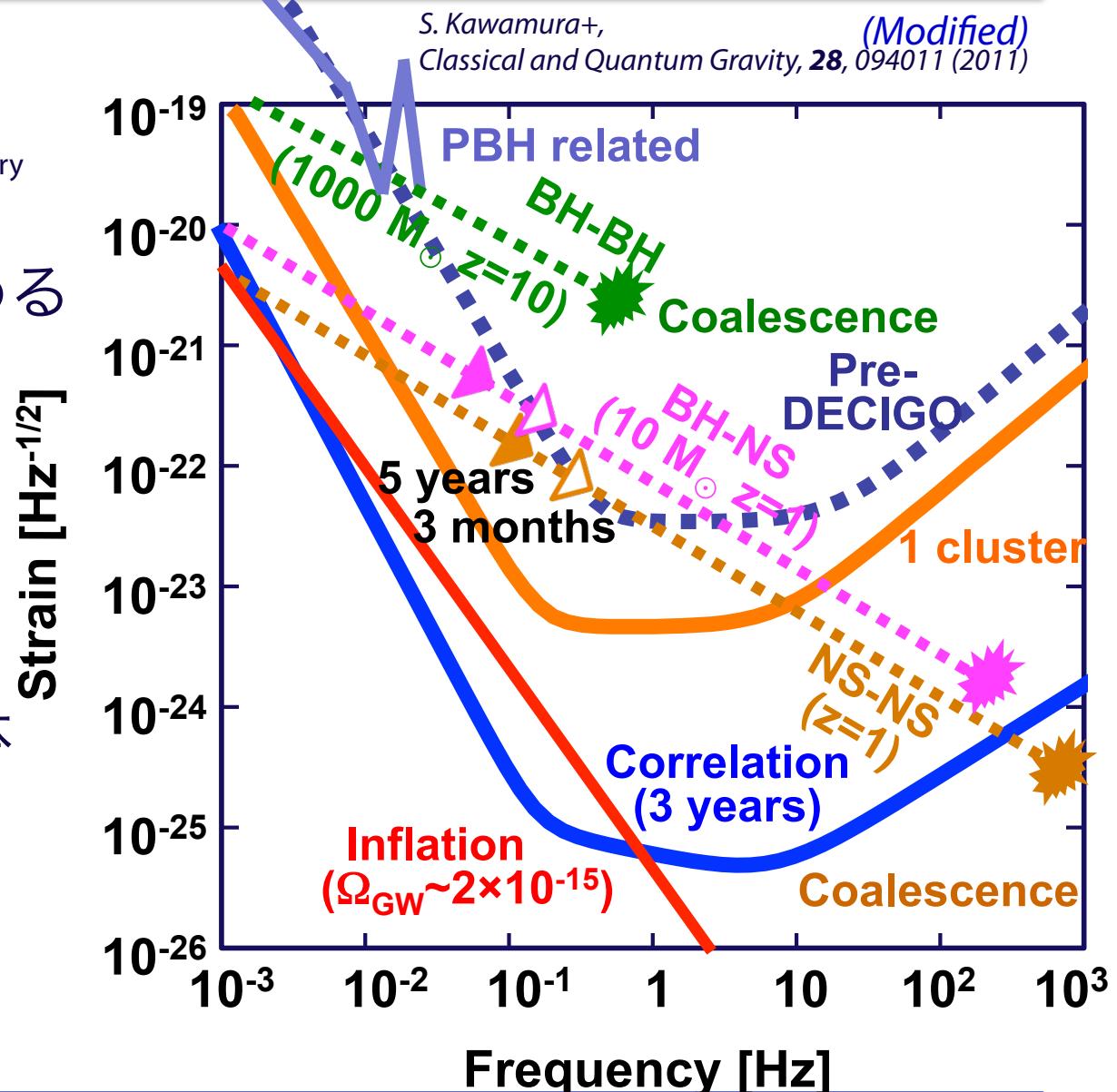
DECIGOの狙う重力波源

DECIGO

- DECI-hertz interferometer
Gravitational wave Observatory
- 宇宙重力波望遠鏡
 - LISAとLCGTのgapを埋める
(0.01~10Hz)

ターゲット重力波源

- 背景重力波
 - 中性子星連星
 - 中間質量BHの連星, 合体
 - などなど
- ほかでは得られない
豊富なサイエンス



初期宇宙の観測

Slide by Ando



Background:
original figure by
NASA/WMAP Science Team

DECIGOのサイエンス

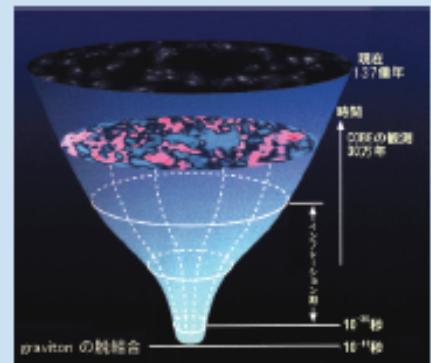
Slide by Nishizawa

インフレーション理論の検証

背景重力波の観測



- ・インフレーションの直接的証拠
- ・インフレーションモデルへの制限

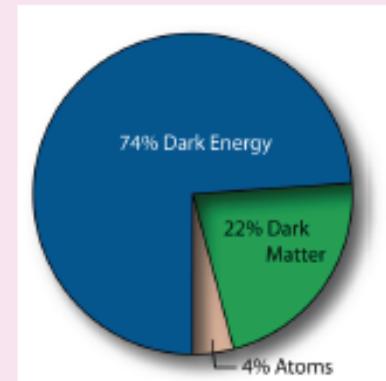


ダークエネルギー探査

複数のNS・BH連星 (標準音源)



- ・宇宙膨張率の精密測定
- ・非一様宇宙モデルの検証



重力理論の精密な検証

- ・重力波波形
- ・重力波偏極モード
- ・重力子の質量
- ・余剰次元の大きさ



修正重力理論
への制限

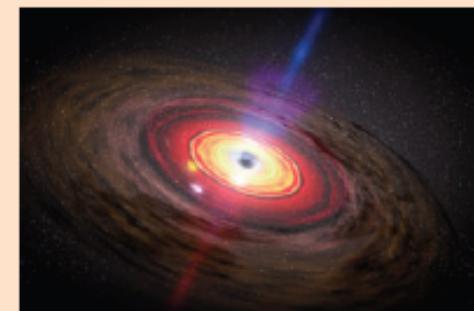


巨大BHの形成過程の解明

巨大BHからの 重力波の観測



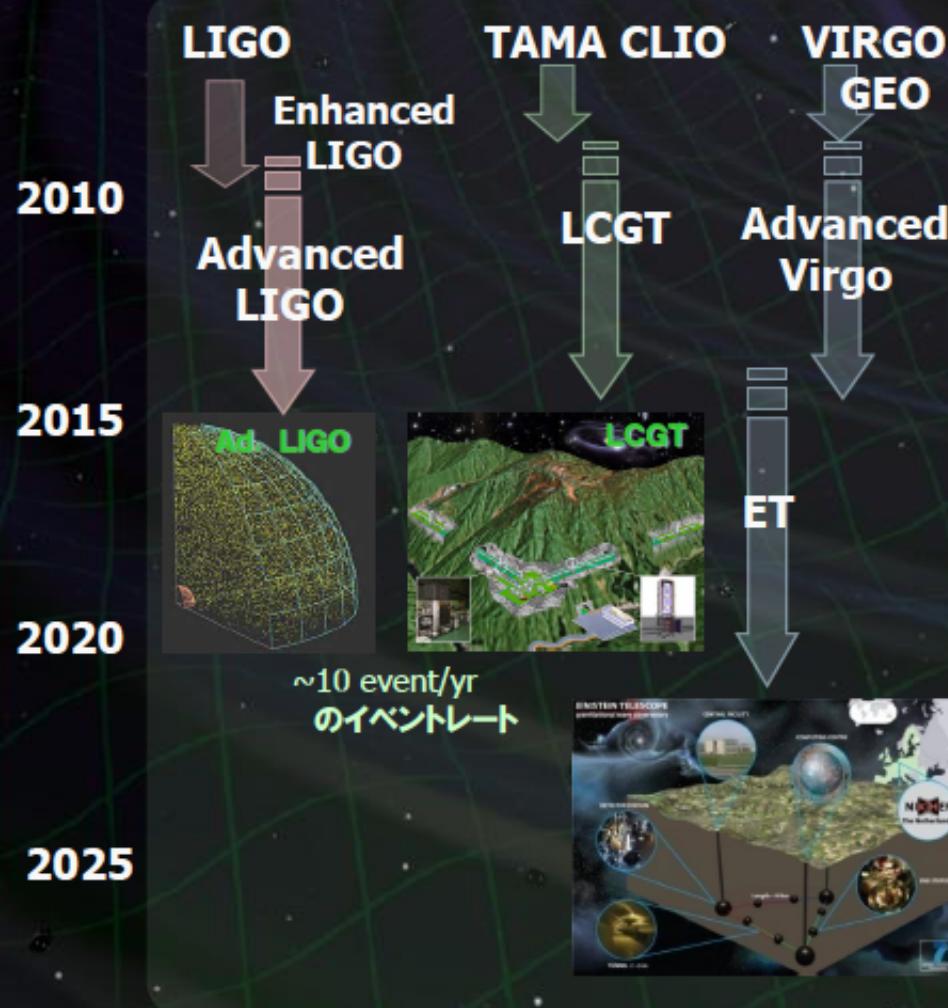
- ・BHの質量・赤方偏移分布
- ・降着円盤に関する知見



重力波天文学の roadmap

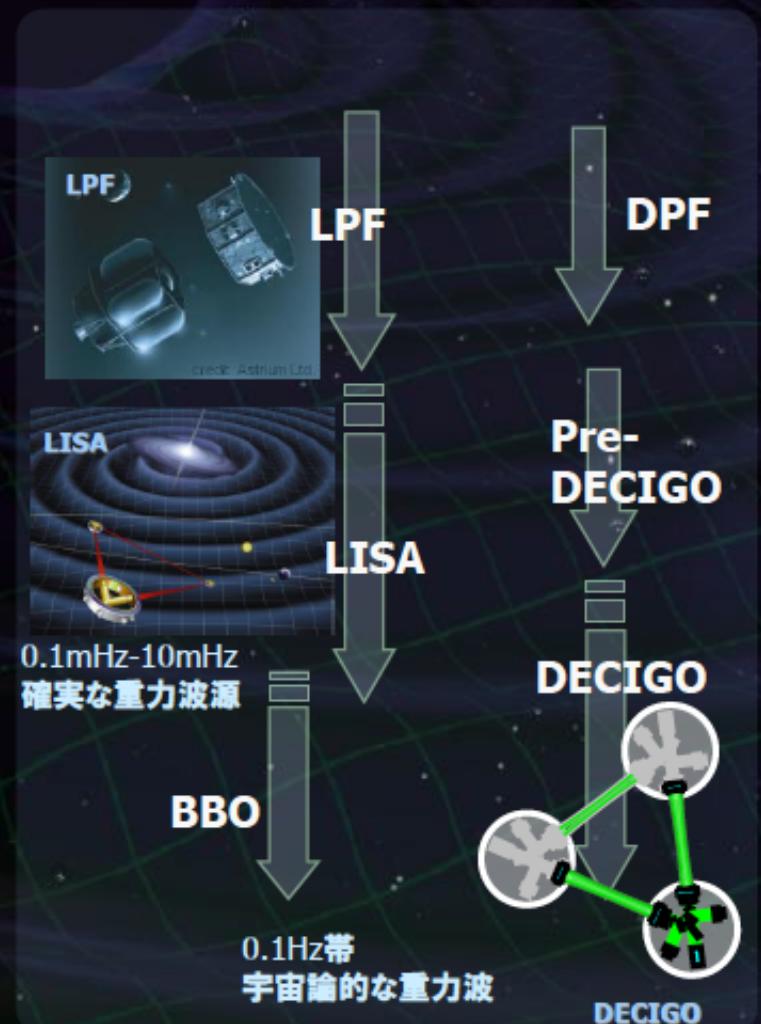
Slide by Ando 地上望遠鏡

より遠くを観測 (10Hz-1kHz)



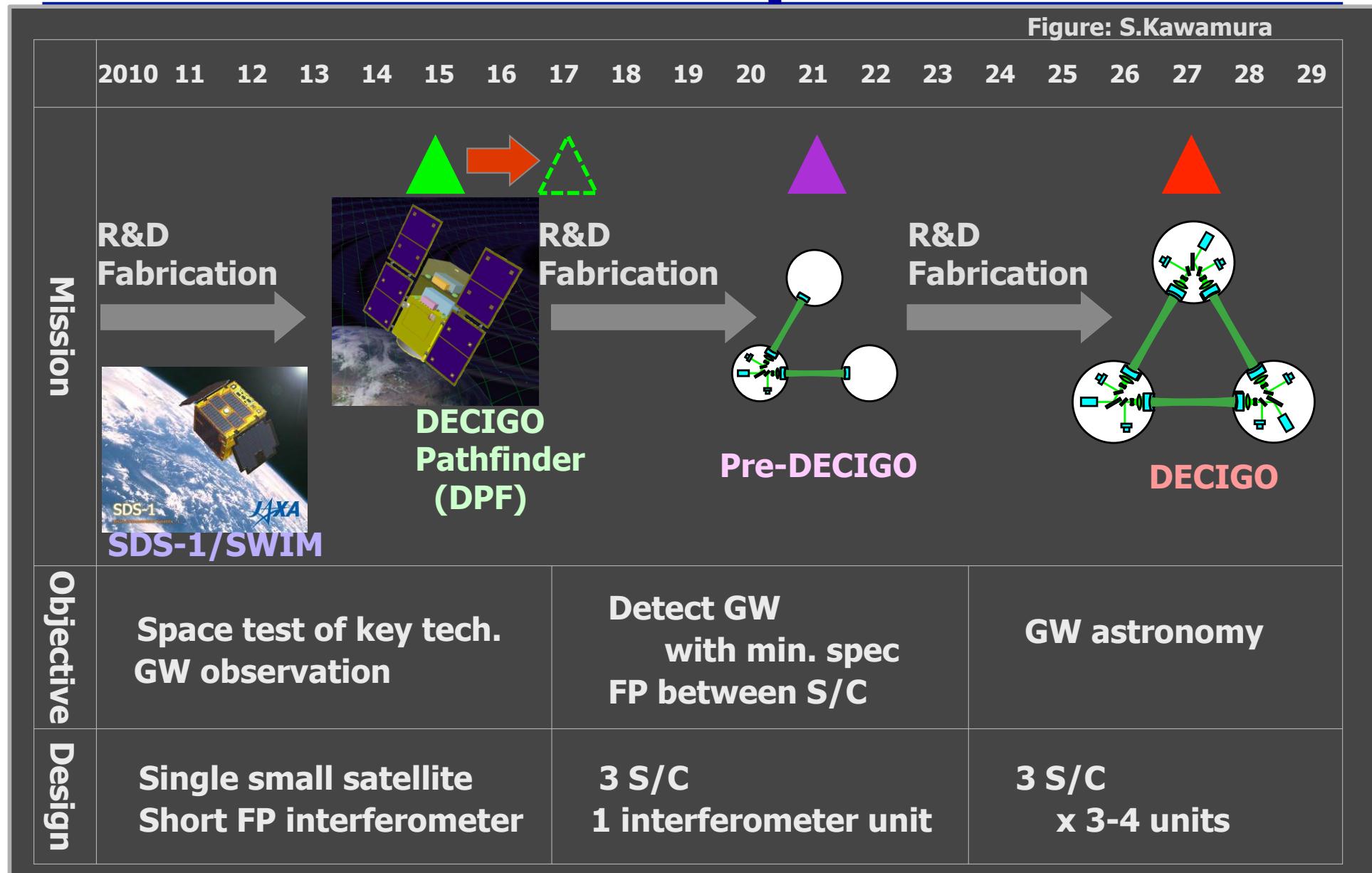
宇宙望遠鏡

低周波数帯の観測



DECIGO の roadmap

Figure: S.Kawamura



現状について

- DECIGOのデザイン (Conceptual)
- SWIM μ v
- DECIGO Pathfinder
- サポート・研究協力

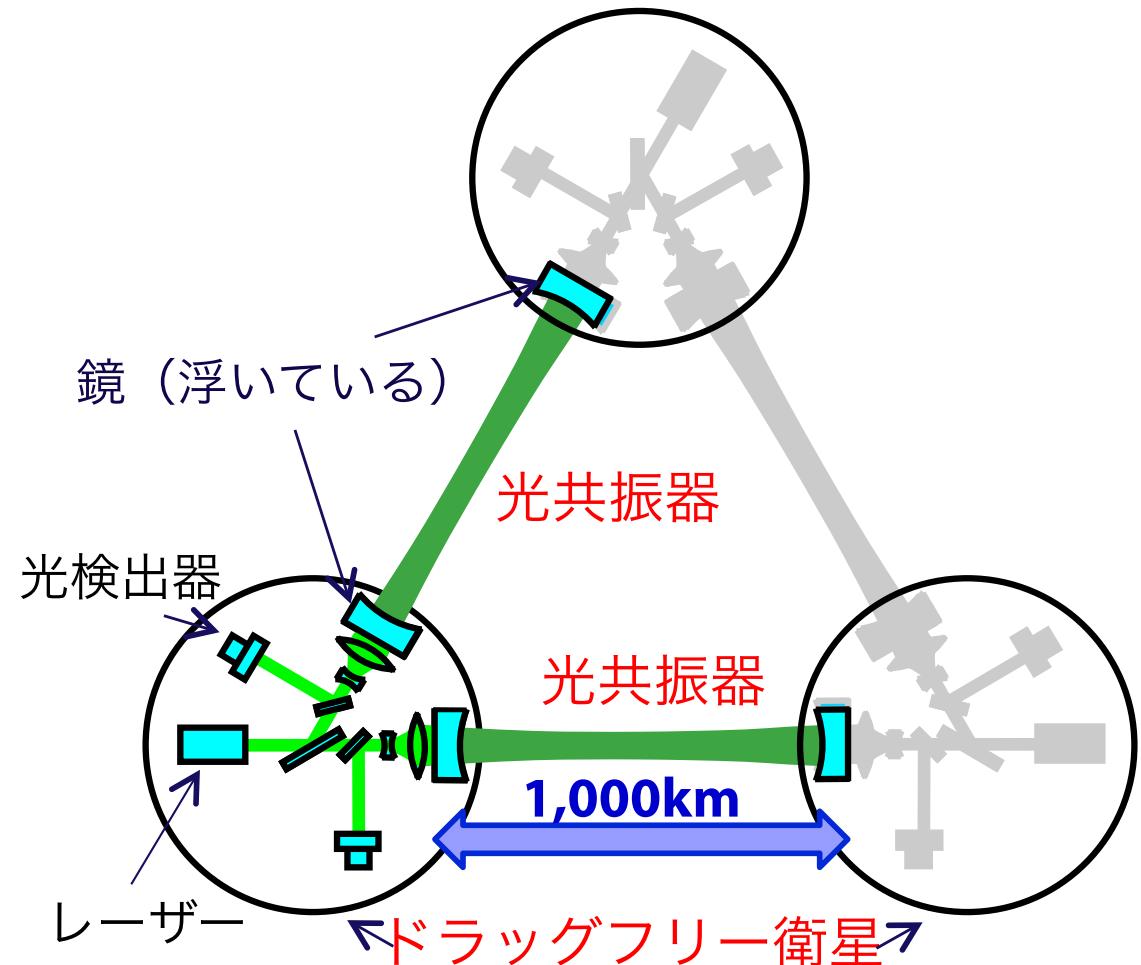
DECIGO (pre-conceptual)

Pre-Conceptual design

- アーム長1,000km
- ミラー直径 1m
- ミラー質量 100kg
- レーザー波長 532nm
- レーザーパワー 10W

高感度化のために

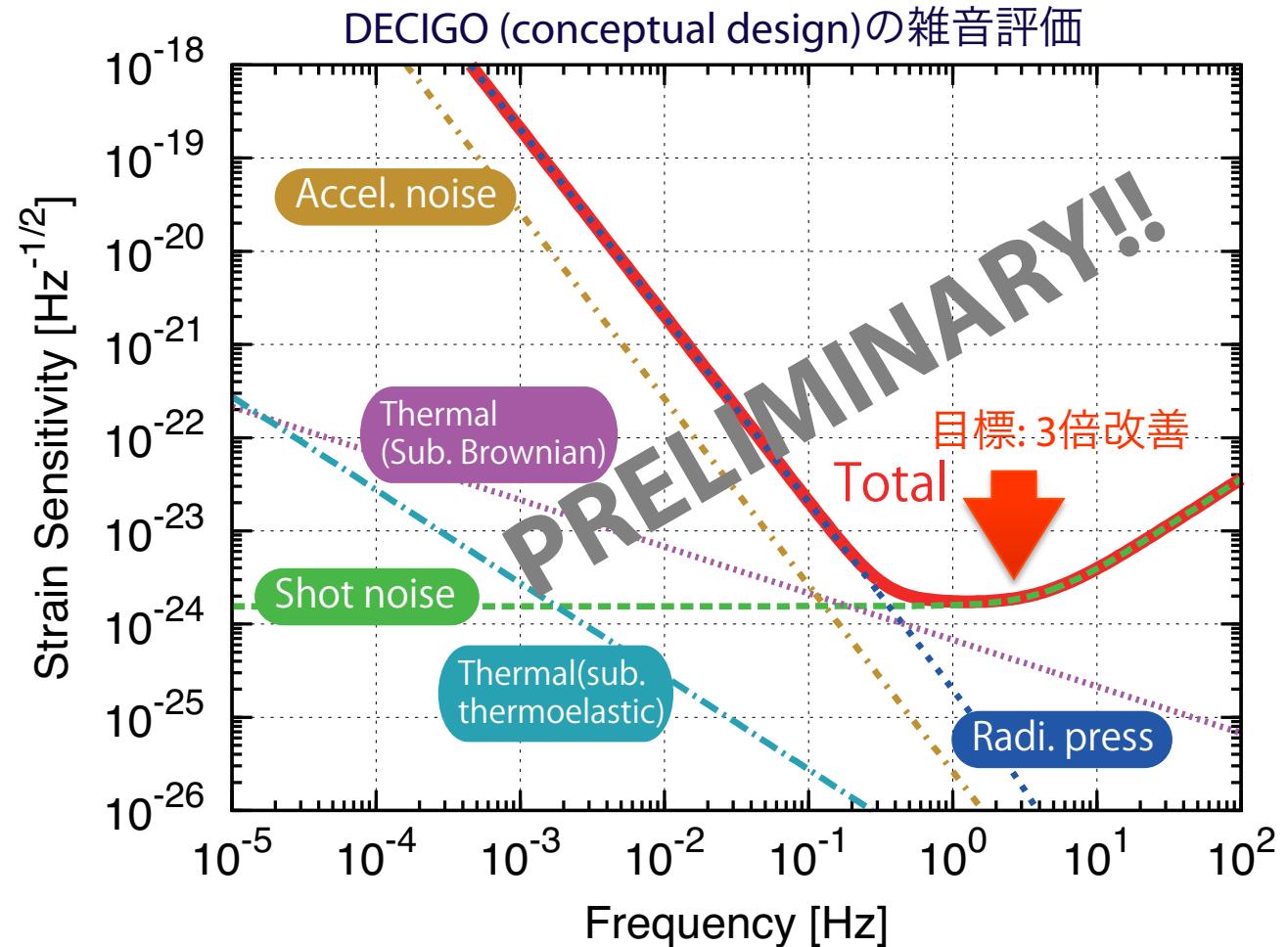
- 光共振器
→実効的にarm長さを伸ばす
- ドラッグフリー飛行
→防振



DECIGO の デザイン

Conceptual designの設定作業中
→各Parameterの微調整

Arm長さ
1,000km→1,500km?
Laserパワー
10W→30W?
・・・など



SWIMμv/SDS-1

超小型宇宙重力波検出器

2009年1月打ち上げ, 2010年9月運用停止

世界で最初の 宇宙重力波検出器

TAM: Torsion Antenna Module with free-falling test mass
(Size : 80mm cube, Weight : ~500g)

Test mass

~47g Aluminum, Surface polished
Small magnets for position control

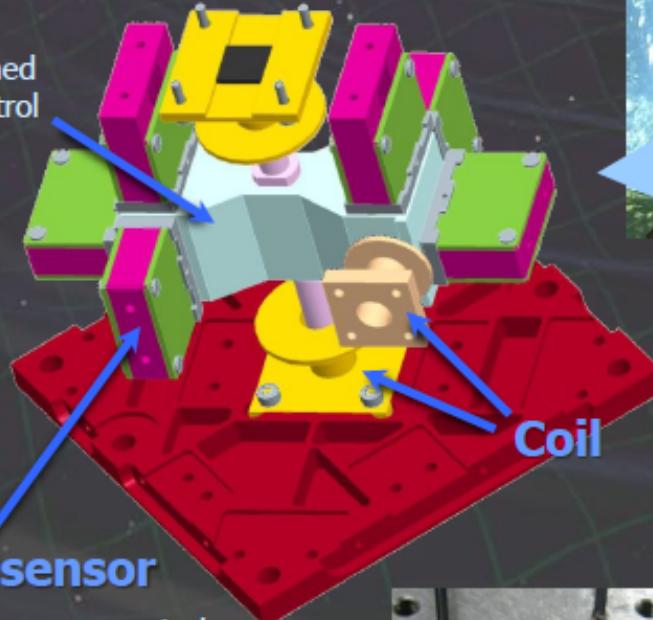


Photo sensor

Reflective-type optical displacement sensor
Separation to mass ~1mm
Sensitivity ~ 10^{-9} m/Hz $^{1/2}$
6 PSs to monitor mass motion

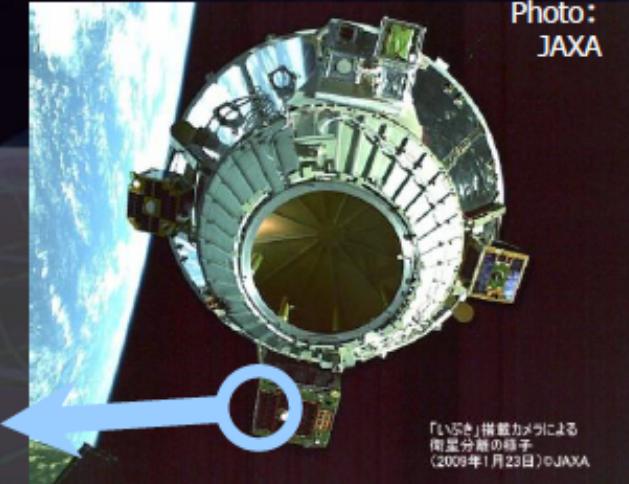
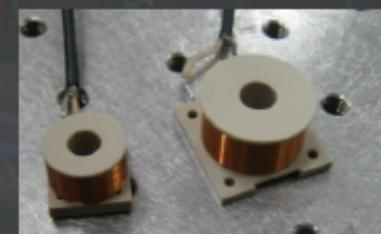
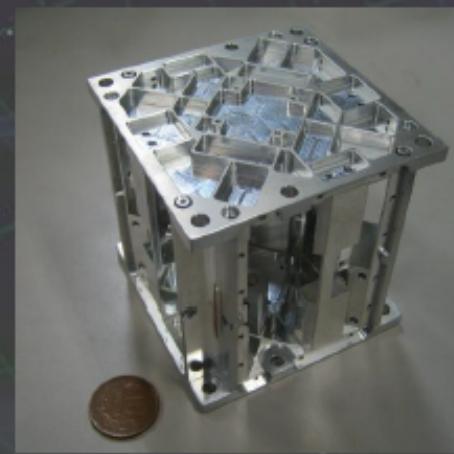


Photo:
JAXA

Slide by Ando, Kokuyama



SWIM μ vの観測運転

長時間データ取得

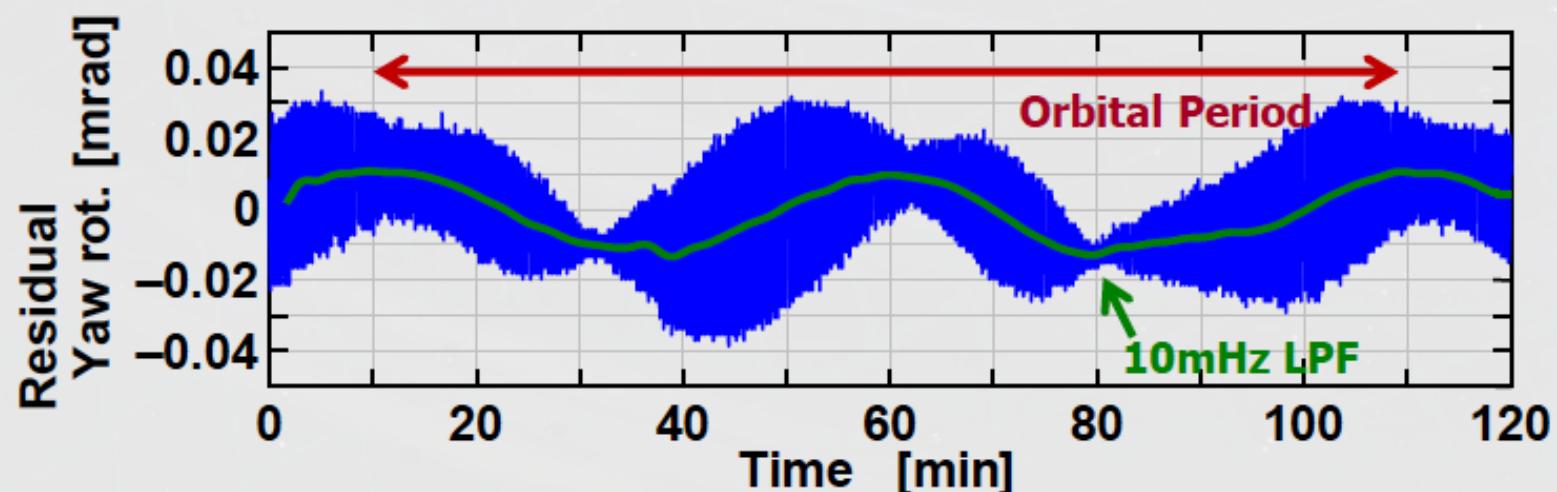
Jun 17, 2010 ~120 min.

July 15, 2010 ~240 min.

地上重力波検出器との同時観測運転

銀河中心方向に感度を持つよう姿勢決定

Slide by Ando, Kokuyama



観測運用は「平成22年度 飛翔体による宇宙科学観測支援経費」の支援を受けて実施されました。

DECIGO Pathfinder (DPF)

DPF Payload

Size : 950mm cube

Weight : 150kg

Power : 130W

Data Rate: 800kbps

Mission thruster x8

Power Supply
SpW Comm.

Satellite Bus

('Standard bus' system)

Size :

950x950x1100mm

Weight : 200kg

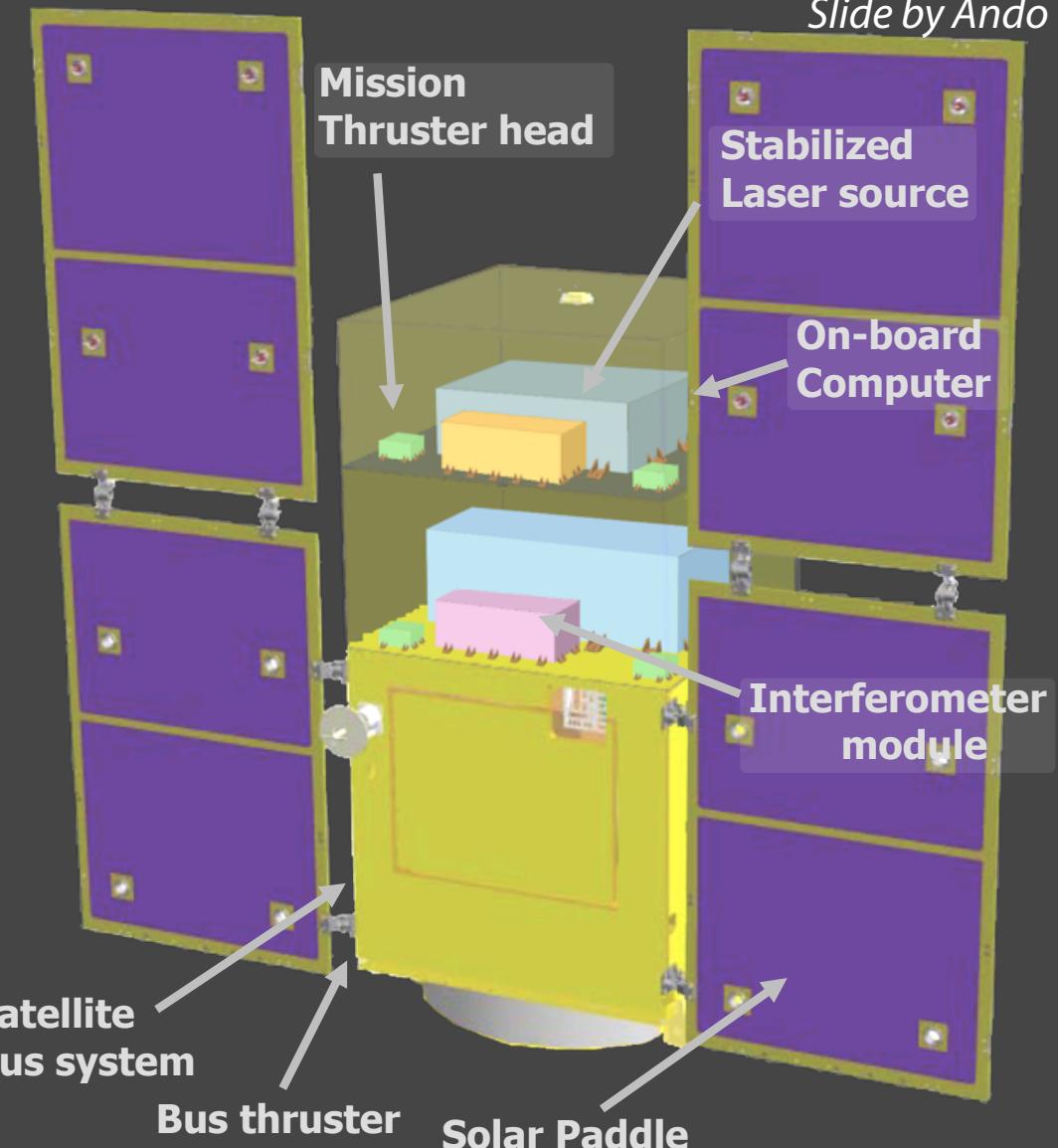
SAP : 960W

Battery: 50AH

Downlink : 2Mbps

DR: 1GByte

3N Thrusters x 4



DECIGOの根幹技術の実証

DPFで実証される技術

FP干渉計の動作実証



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

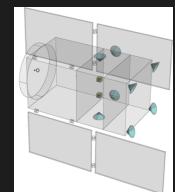
$10^{-15} \text{ N}/\text{Hz}^{1/2}$ の外力雑音

安定化レーザー光源の動作実証



$0.5 \text{ Hz}/\text{Hz}^{1/2}$ の周波数安定度

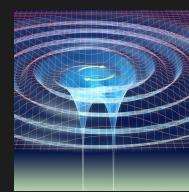
ドラッグフリー制御の実現



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

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

重力波の観測



0.1 Hz帯の連続観測とデータ解析

DECIGOで必要とされる主要技術 *Slide by Ando*

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

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

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

小型科学衛星3号機にむけて

Slide by Ando

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)

サポート・協力体制

- LISAとの協力関係

LISA/LPFの技術情報や経験の提供, LISA-DECIGO workshop (2008.11)

- スタンフォード大グループとの協力

DPFの帯電制御, DPF ドラッグフリーへの協力

- NASA/GSFCとの協力

光源の開発

GRACEとの共同観測検討

- JAXA研究開発本部・誘導制御グループとの協力

→ DECIGOのフォーメーションフライト, DPFのドラッグフリー制御への協力

- 東京大学ビッグバンセンター (RESCEU)

DECIGOを主要プロジェクトとしてサポート (2009.4-)

- 地球重力場観測グループ (京大理, 東大地震研, 地球研, NAOJ)

DPFでの観測, データ解析, 得られる科学的成果の検討

- 国立天文台 先端技術センター (ATC)

中核機関としての DECIGO/DPFサポート 議論開始

Slide by Ando

まとめ

■ DECIGO

- ◆ 豊富なサイエンス（初期宇宙の観測、ダークエネルギー探査、重力理論の検証etc）

■ DECIGO Pathfinder

- ◆ DECIGOにむけた重要なmilestone
- ◆ JAXA小型科学衛星3号機にむけたミッション提案活動

■ SWIM

- ◆ 世界初の宇宙重力波検出器
- ◆ データ解析中