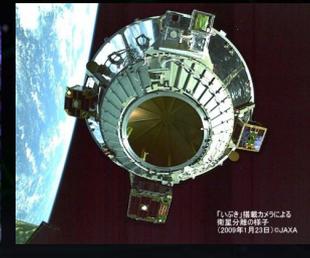
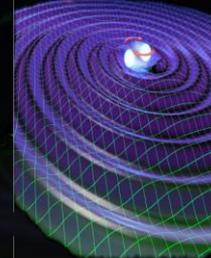
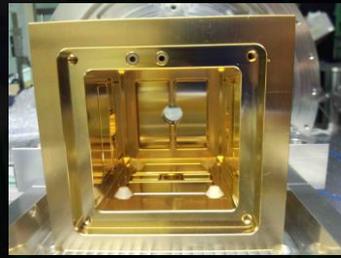
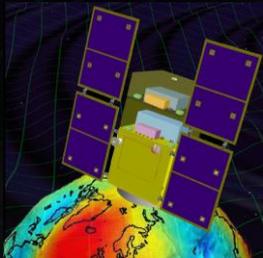


DECIGO / DPF

安東 正樹 (東京大学 / 国立天文台)

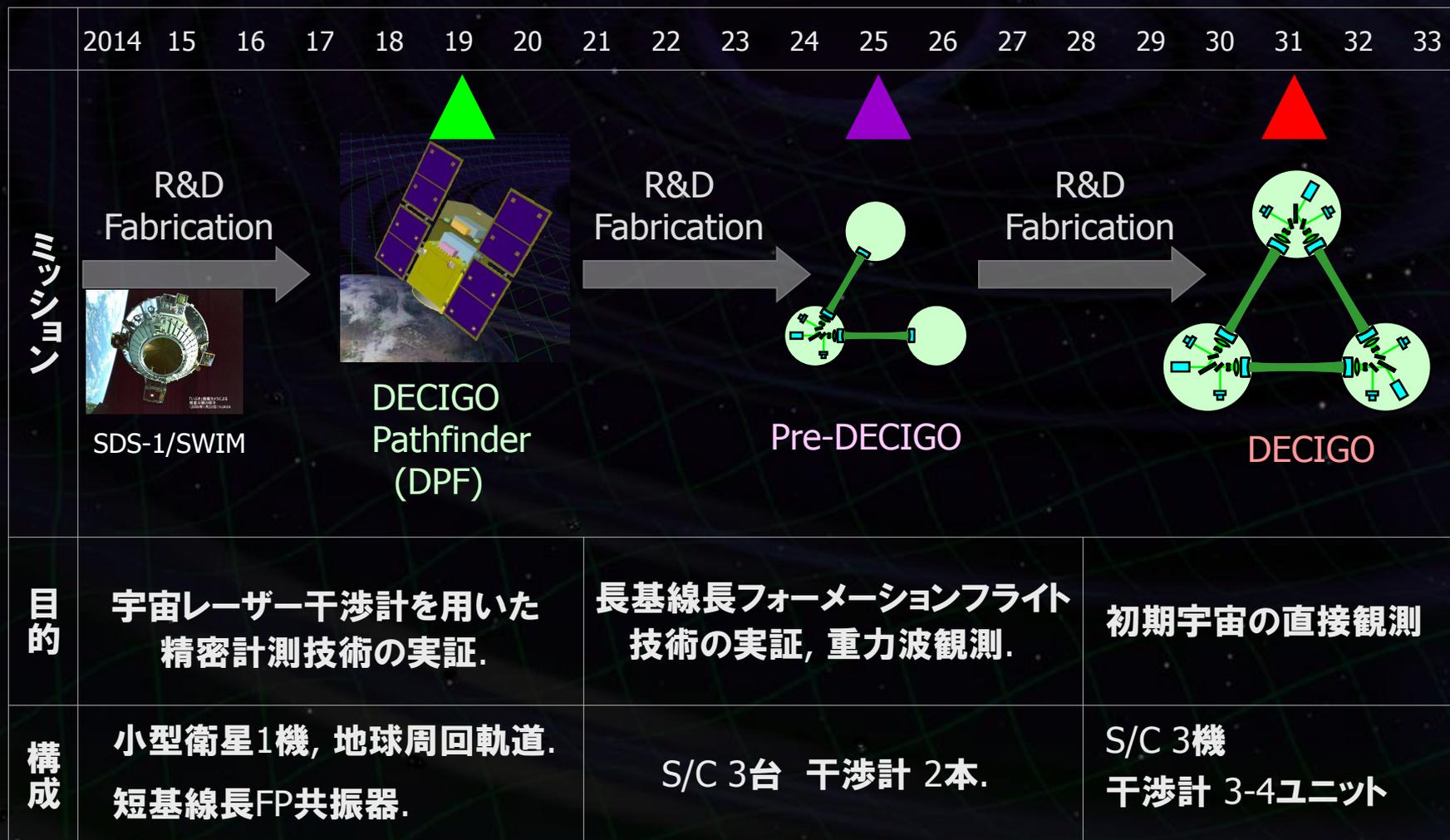
DECIGO/DPF collaboration



- CRCでは、
「CRC将来計画シンポジウム」 (2010年9月16日)
「宇宙線分野の現状と将来計画」 (2011年6月)
などで、DECIGO/DPFについての講演・記載があった。
- 2014年3月, 7月のCRCタウンミーティングでも紹介した。
→ JAXA イプシロン搭載宇宙ミッション落選の報告。
- 今回は, それまでの経緯と, この半年での進展
 - DECIGOに向けた戦略の再策定.
 - 宇宙科学ロードマップへの対応.について紹介する。

以前までのDECIGOロードマップ

Figure: S.Kawamura



- DECIGOは非常に大きな科学的価値をもつ計画である。
- その実現に向け DPF → Pre-DECIGO → DECIGO
というロードマップを立て、推進してきた。
- 昨年度、DPFがJAXAイプシロン搭載宇宙ミッションに落選した
ことを受けて、戦略の再構築を進めてきた。
- 新戦略
 - DPFで実証する予定であった技術は、他の手段で実証。
 - JAXA中型ミッションとしてPre-DECIGO (仮) の実現を目指す。
 - その後にDECIGOの実現を目指す。

- DECIGOの意義
- DPFミッション選定の経緯
- 周辺の状況
- DECIGO実現へ向けた戦略

DECIGOの科学的意義

KAGRA と DECIGO



KAGRA (~2017)

Ground-based Detector

→ 高周波数の重力波イベント

目標: 重力波の検出, 天文学

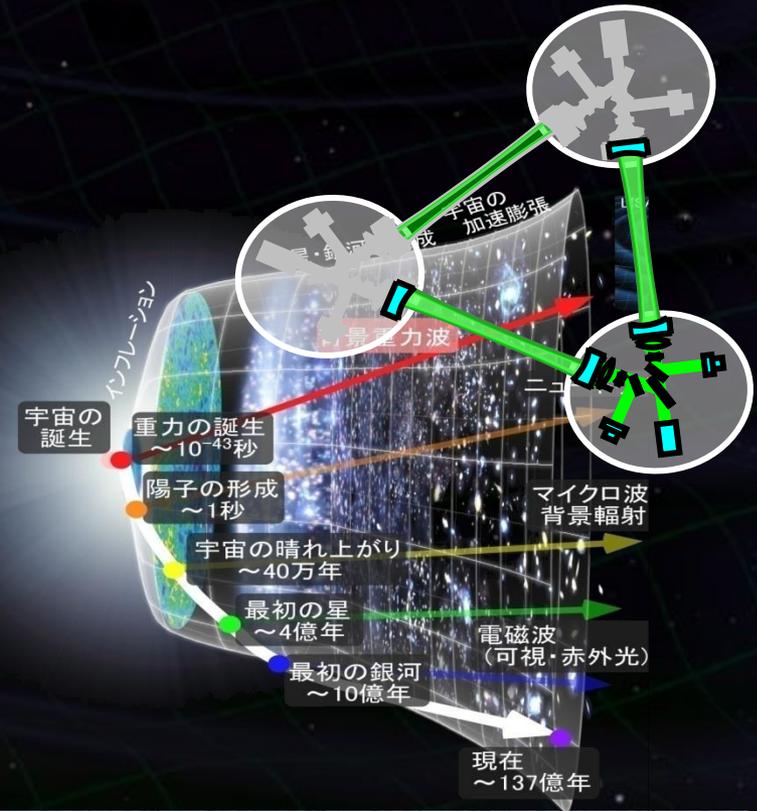


DECIGO (~2027)

Space observatory

→ 低周波数の重力波

目標: 重力波天文学の展開



宇宙重力波望遠鏡 DECIGO



DECIGO (DECI-hertz interferometer
Gravitational wave Observatory)

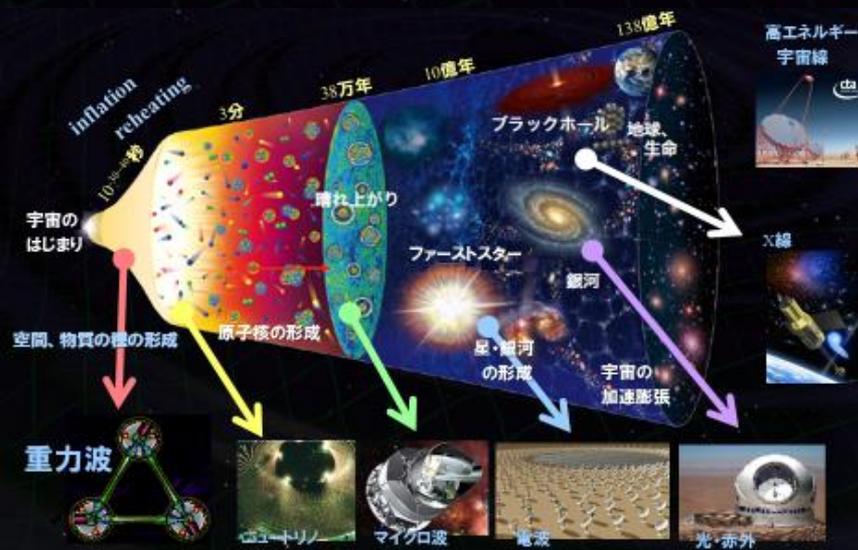
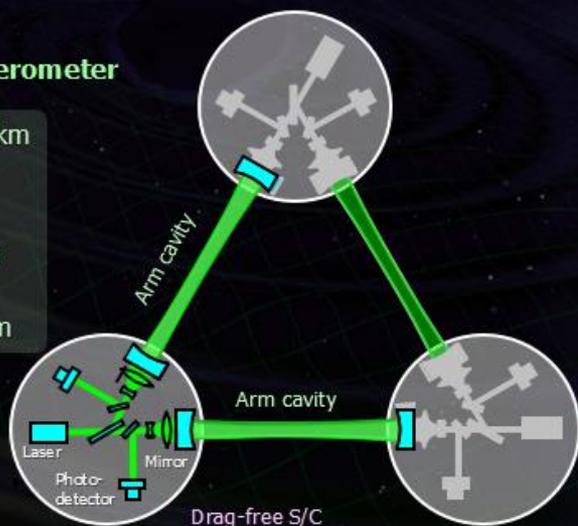
宇宙のはじまりを直接観測する。

**ビッグバン宇宙論において、空間・物質の種が、
いかに形成されたかを観測によって解き明かす。**

Interferometer Unit:
Differential FP interferometer

Arm length: 1000 km
Finesse: 10
Mirror diameter: 1 m
Mirror mass: 100 kg
Laser power: 10 W
Laser wavelength: 532 nm

S/C: drag free
3 interferometers



背景画: 福井康雄監修「宇宙史を物理学で読み解く
-素粒子から物質・生命まで」(名古屋大学出版会)より

インフレーションの重力波観測

BICEP2, (POLARBEAR,...)

マイクロ波望遠鏡を用いた
宇宙背景放射 B-mode偏光
成分の観測.

DECIGO, (KAGRA, aLIGO,...)

重力波望遠鏡を用いた
宇宙背景重力波の観測.

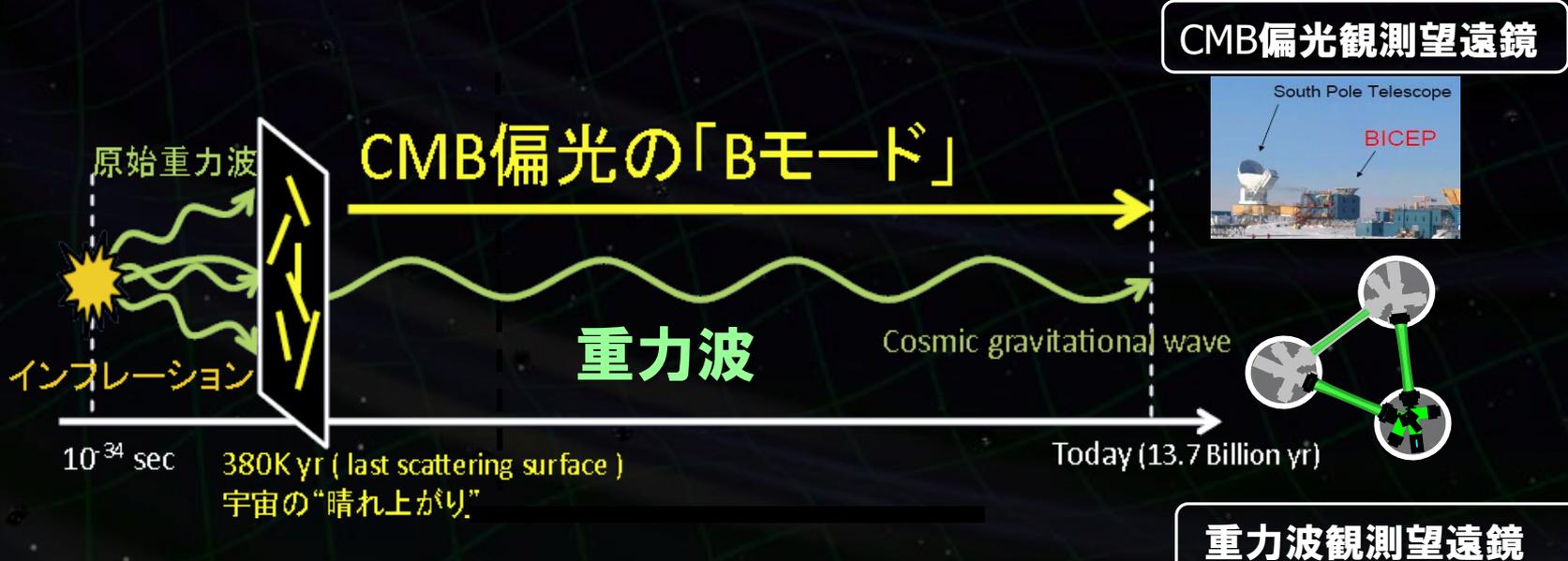
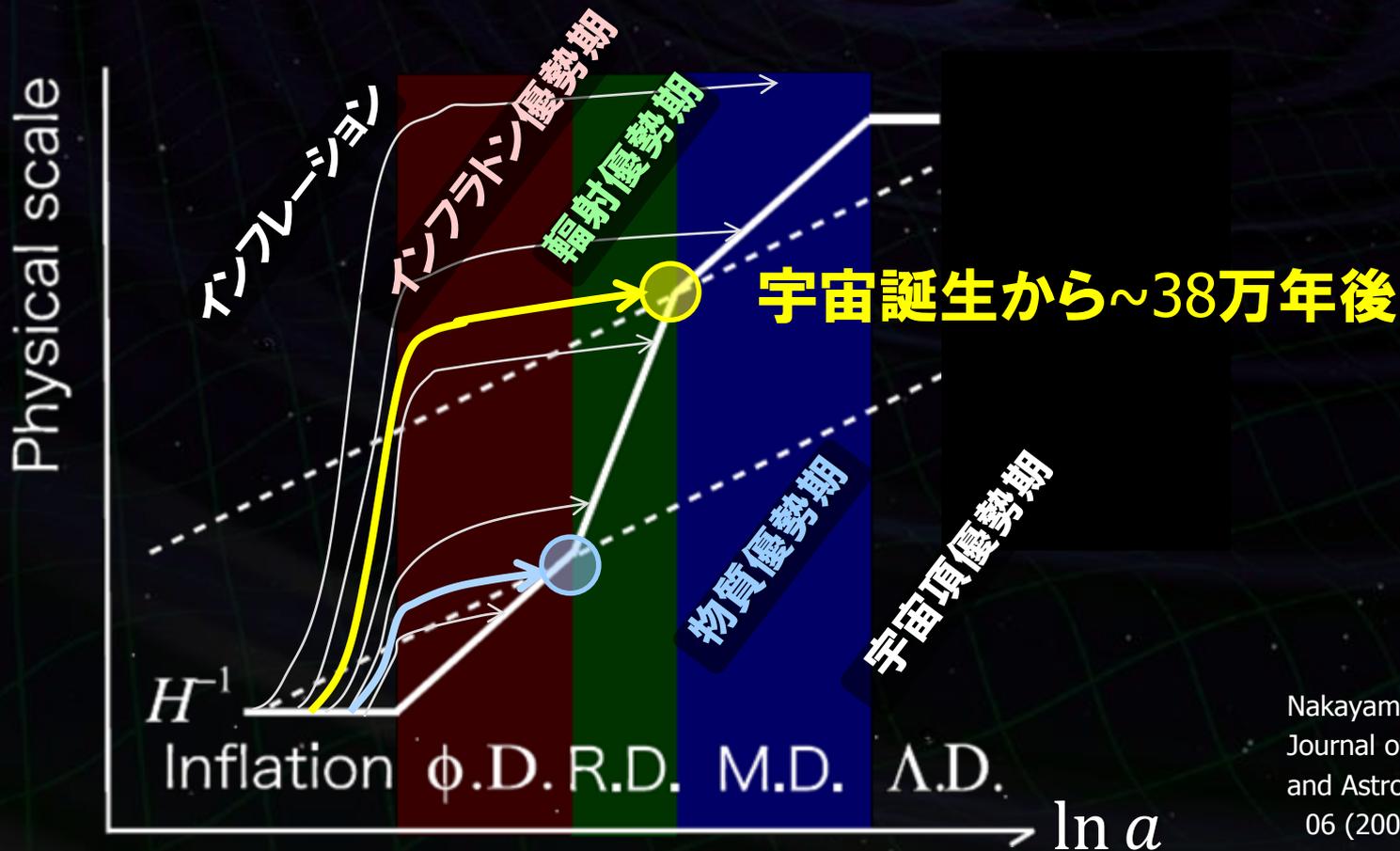


図: 田島氏談話会資料より(2011 京都大学)

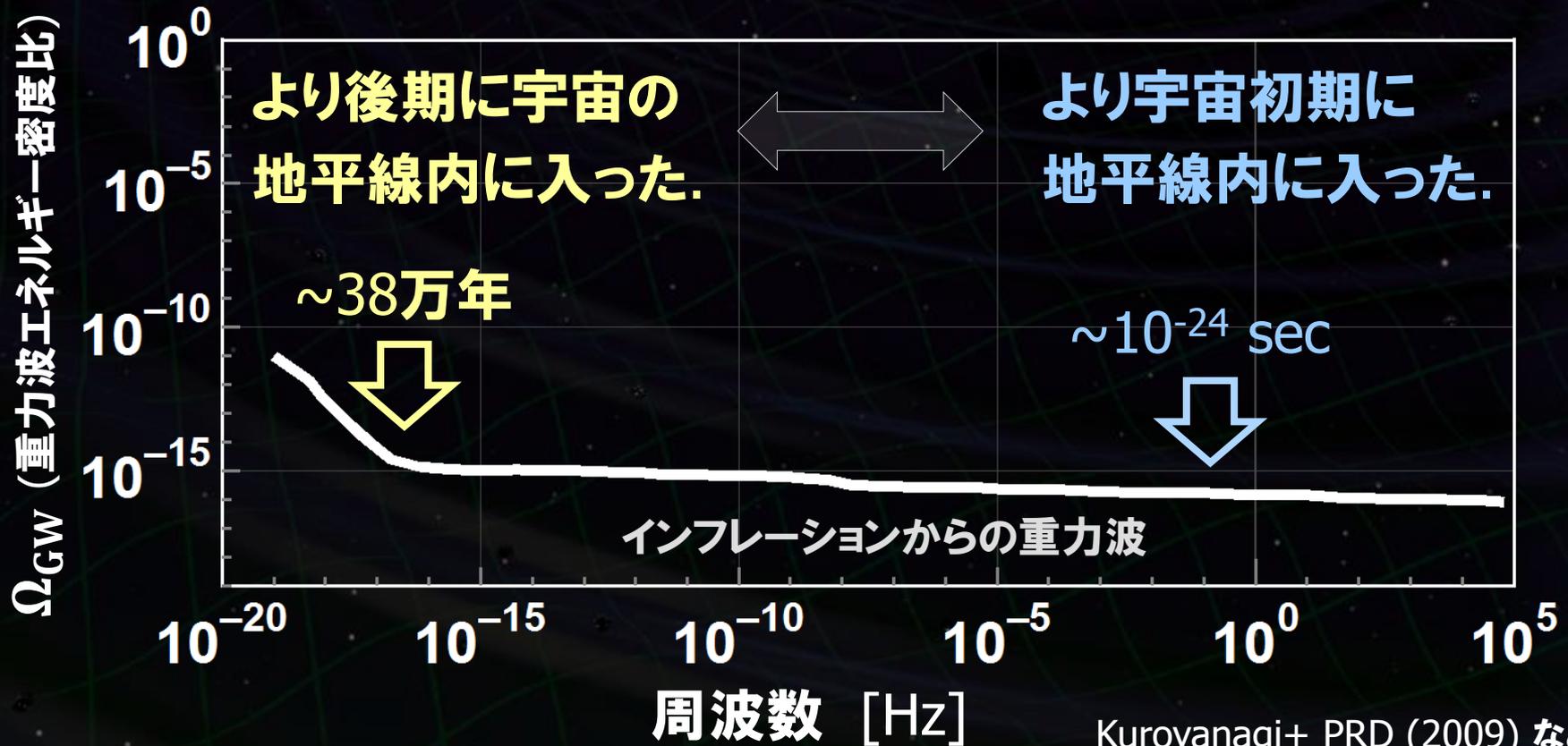
インフレーションからの重力波

計量の量子揺らぎとして生成 → 初期に生成された重力波ほど、長くインフレーションで引き延ばされ、最近に宇宙の地平線内へ。



Nakayama+,
Journal of Cosmology
and Astroparticle Physics
06 (2008) 020.

初期に地平線内入ってきた重力波ほど高周波.



重力波のエネルギー密度比

重力波のエネルギー密度

$$\Omega_{\text{GW}}(f) = \frac{1}{\rho_c} \frac{d\rho_{\text{GW}}(f)}{d \ln f}$$

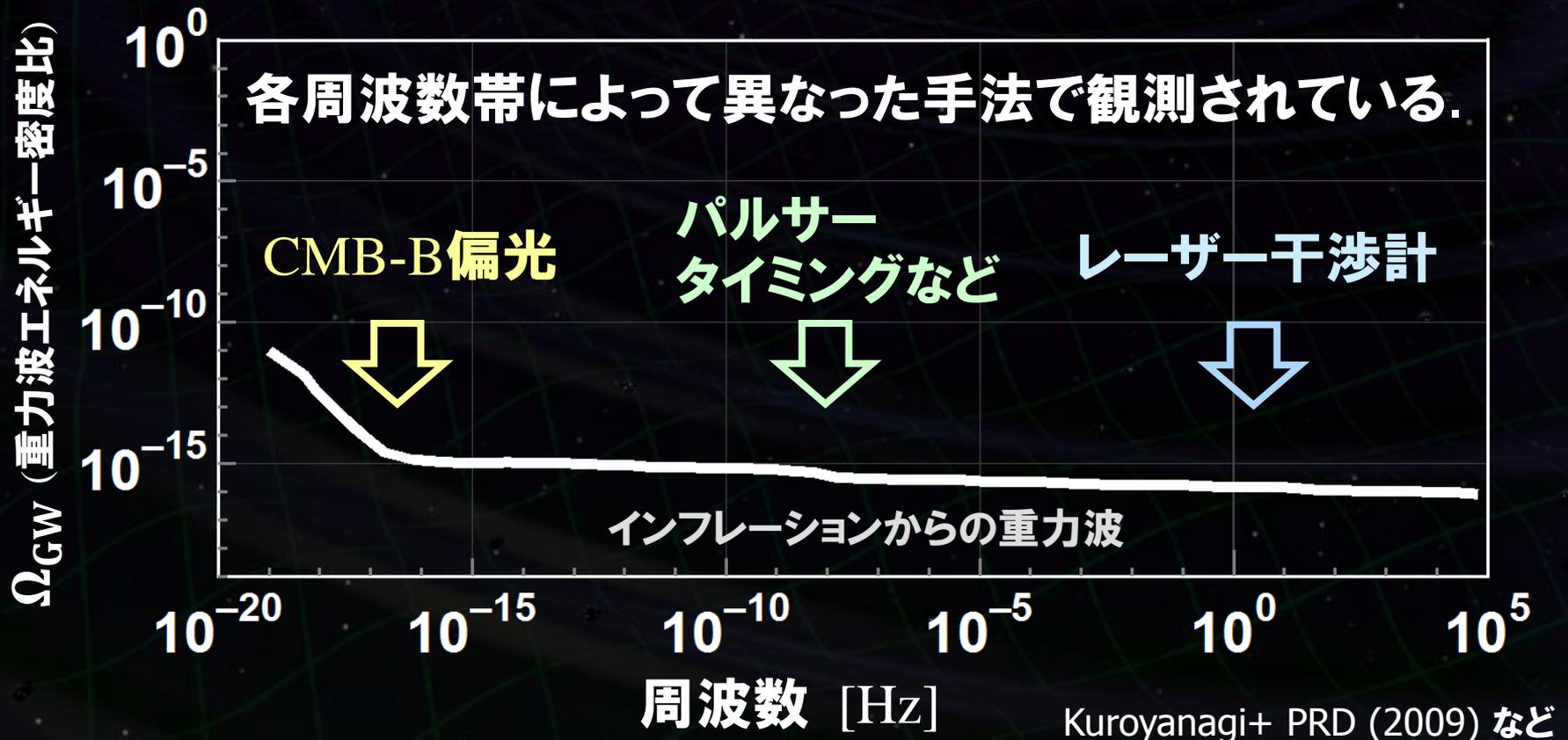
宇宙の臨界密度

等価な重力波振幅

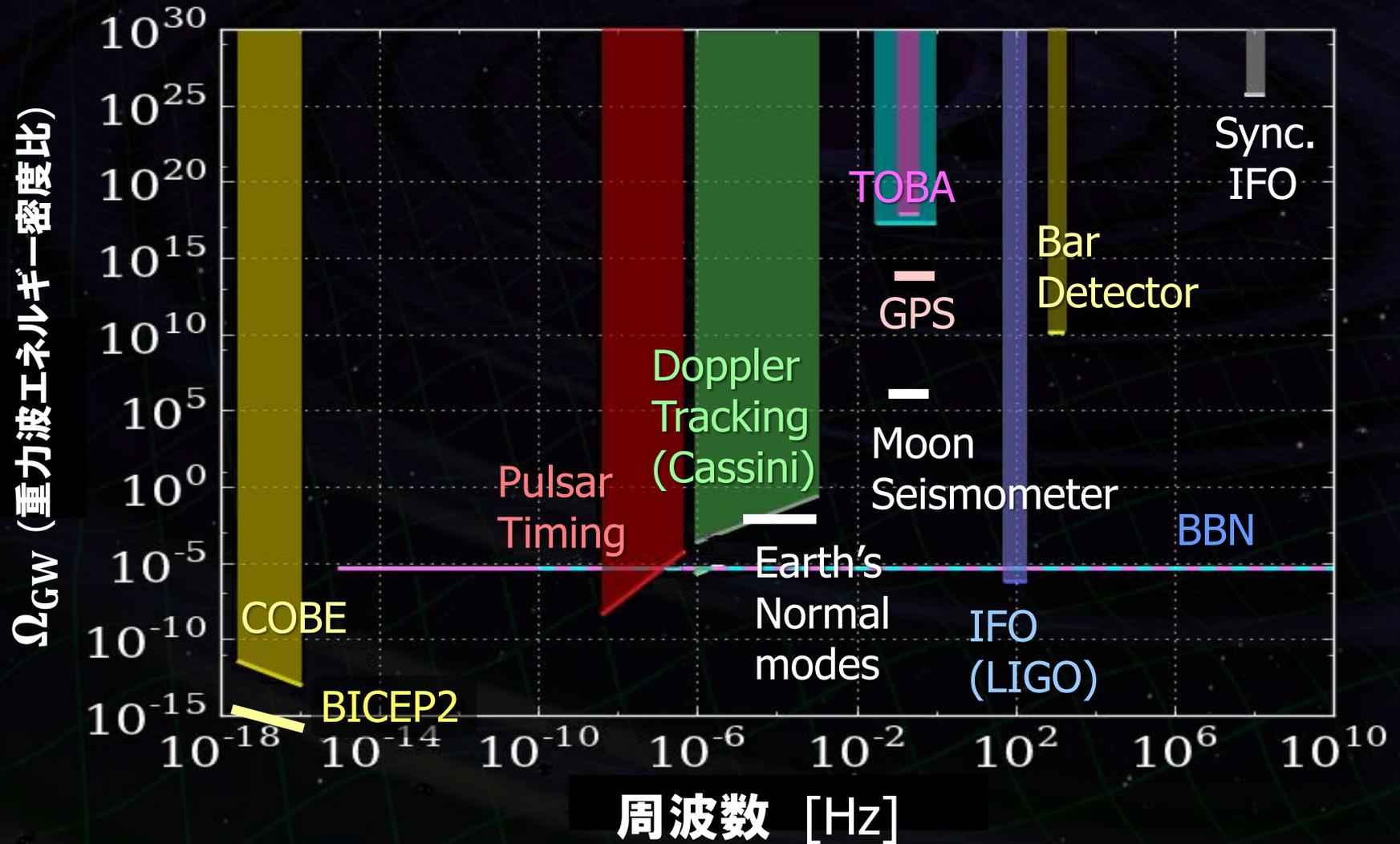
ハッブル定数


$$\tilde{h}_{\text{GW}}^2(f) = \frac{3H_0^2}{10\pi^2 f^3} \Omega_{\text{GW}}(f)$$

地平線内に入った重力波は、宇宙膨張とともに発展。
→ スペクトルの形は、**宇宙進化の情報**を持っている。



背景重力波探査の現状



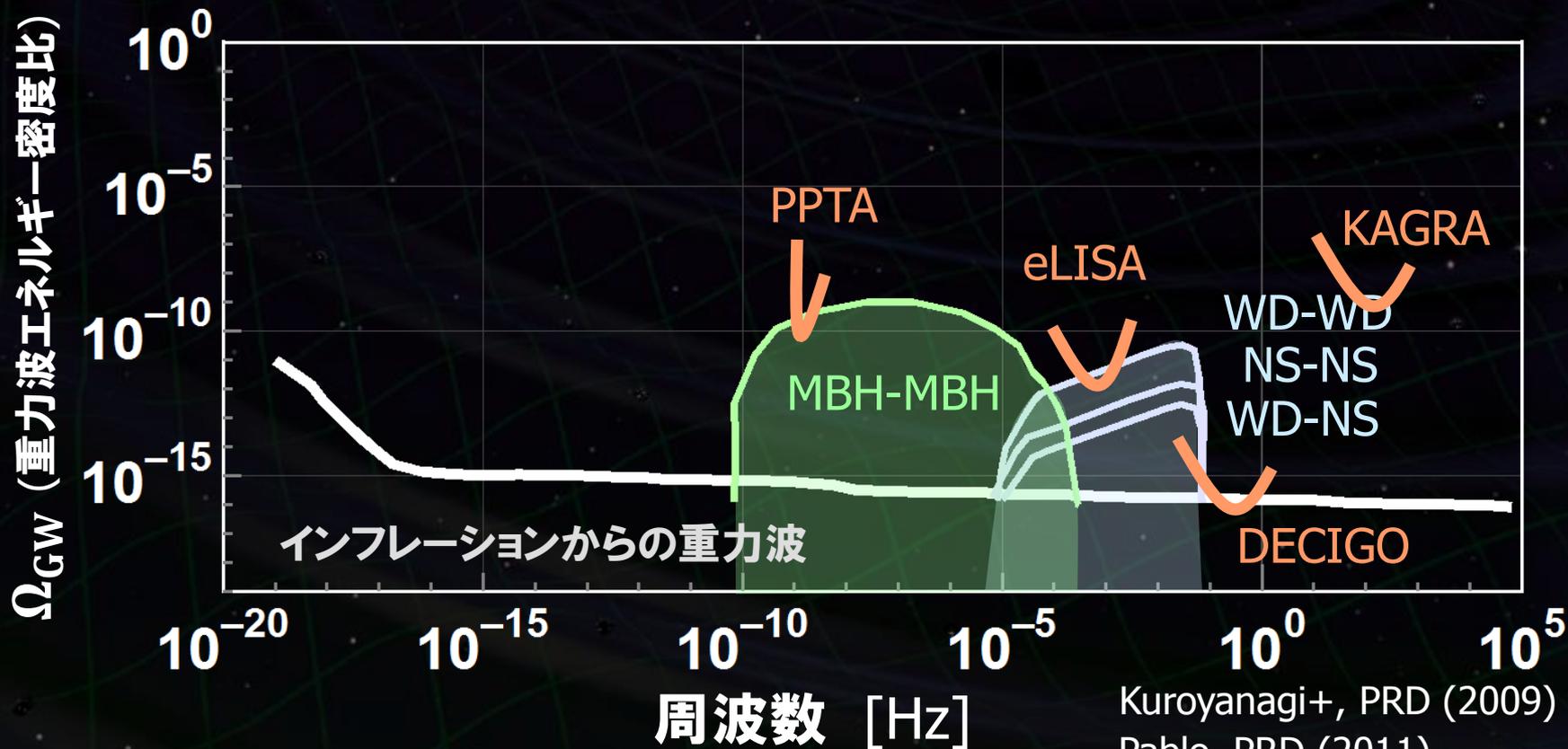
原図 : Shoda+, PRD (2013)

フォアグラウンド重力波

多くの連星系からの重力波 → 分離できない.

⇒ $10^{-10} - 0.1$ Hzの周波数帯で,

原始重力波観測に対する **Foreground雑音** となる.



Kuroyanagi+, PRD (2009)
Pablo, PRD (2011)

$$\tilde{h}_{\text{GW}}^2(f) = \frac{3H_0^2}{10\pi^2 f^3} \Omega_{\text{GW}}(f)$$



高周波数では振幅は小さくなる

- さまざまな周波数帯で原始重力波観測を観測することで宇宙の進化の情報を得ることが可能.
- インフレーションからの重力波観測には低周波数が有利.
- 0.1Hz以下の周波数帯では, フォアグラウンド重力波が存在.



インフレーションからの重力波観測には,
0.1 -1 Hzの周波数帯が良い.

$$\Omega_{GW} \sim 10^{-16} - 10^{-15}$$
$$\rightarrow \tilde{h}_{GW} \sim 10^{-24} \text{ Hz}^{-1/2} (@ 0.1\text{Hz})$$

- 重力波 – 強い透過力を持ち, 初期宇宙の情報を伝える.
- スペクトルの形 : 初期揺らぎ + 宇宙進化の歴史.



CMB Bモード偏光から
もある程度推定可能.

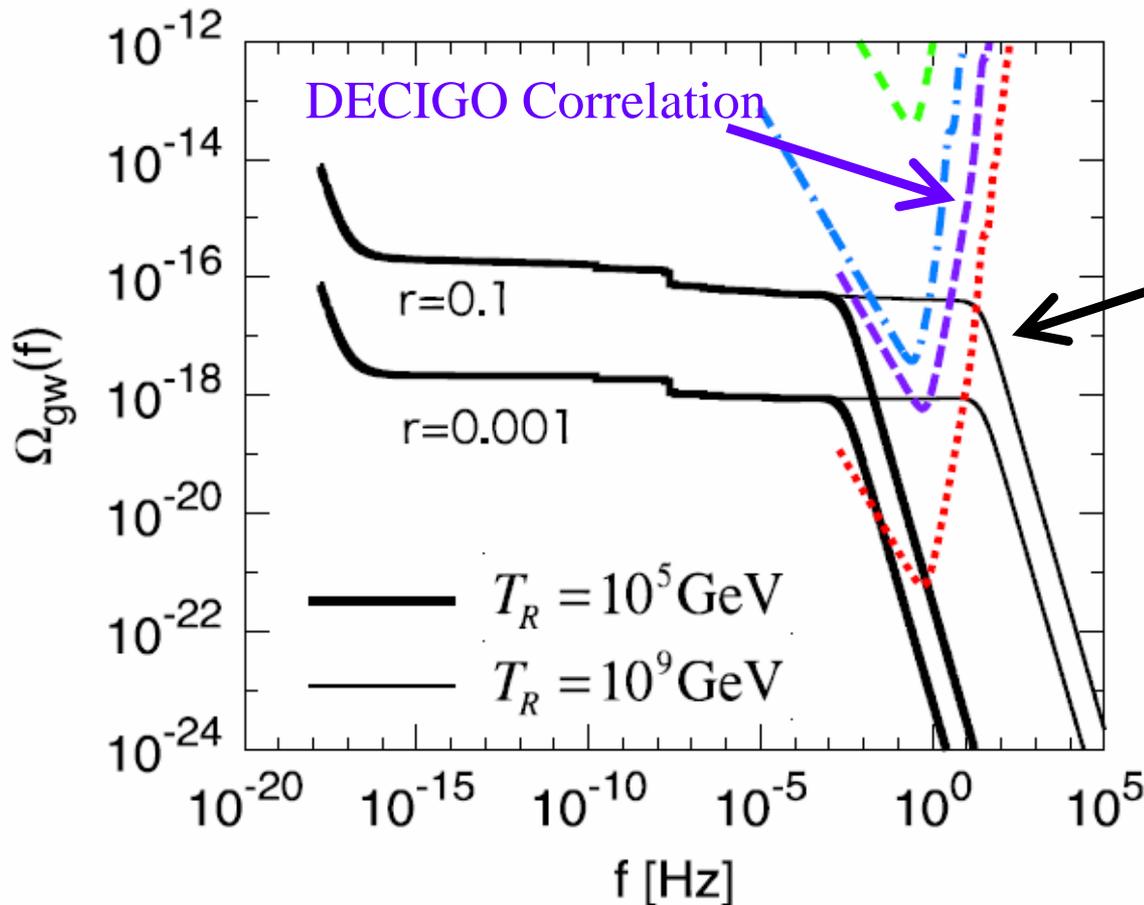
観測周波数と宇宙の時代が対応.
高周波数 → より初期宇宙の情報.
- Reheating温度(物質の種の形成)
- 宇宙の熱進化史

⇒ インフレーション期とBBN期の間の情報
→ CMB-B偏光観測と相補的な観測.

GW from Inflation

Energy density \propto Tensor-Scalar Ratio (r).

Power spectrum : Evolution history of the Universe.



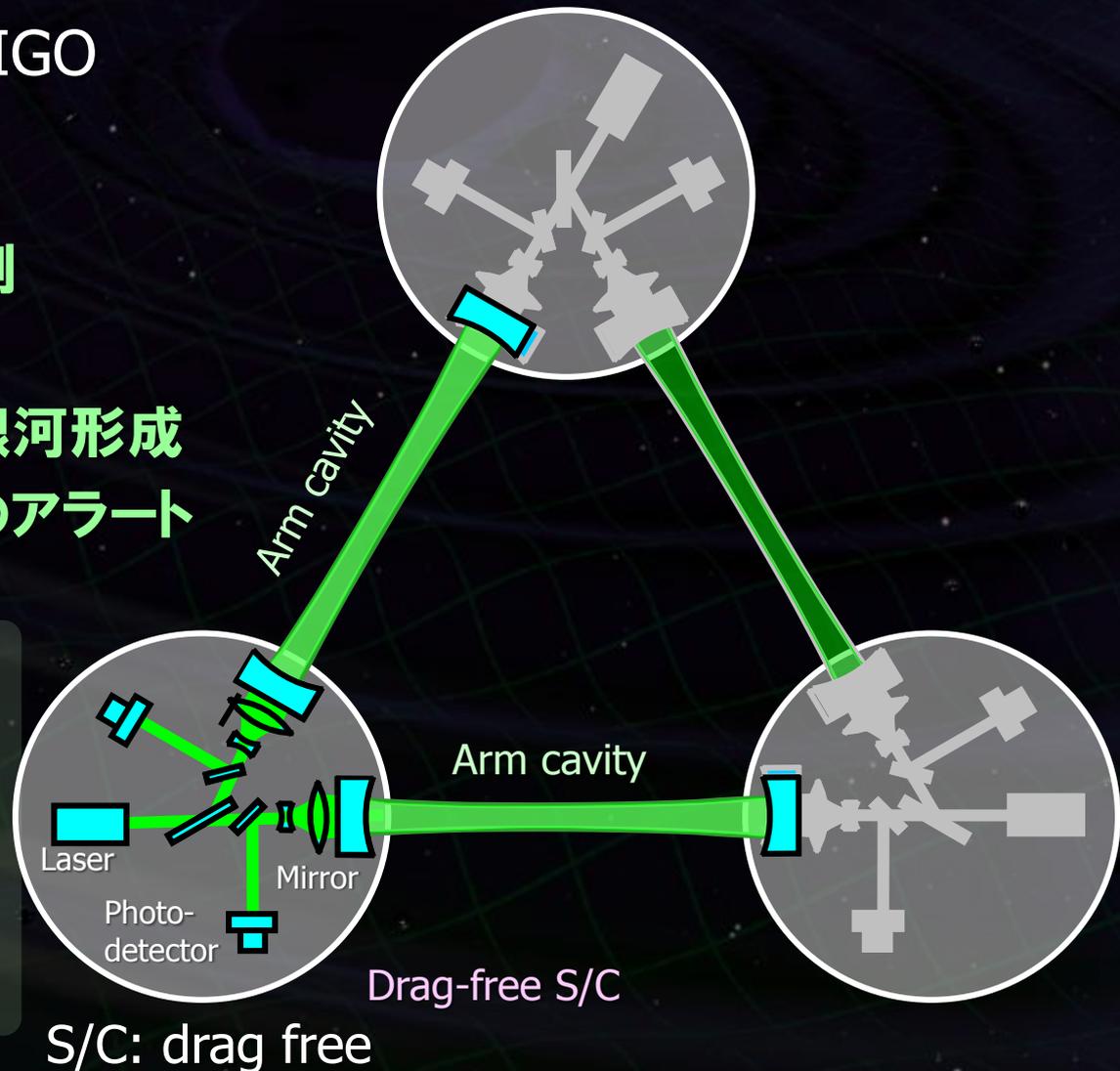
- Spectrum Power.
→ Energy scale of inflation
- Cut-off freq.
→ Energy scale of Reheating

Nakayama+,
Journal of Cosmology
and Astroparticle Physics
06 (2008) 020.

宇宙重力波望遠鏡 DECIGO

- 初期宇宙の直接観測
- 遠方中性子星連星観測
→ 宇宙論パラメータ
- 中間質量BH合体 → 銀河形成
- 地上重力波望遠鏡へのアラート

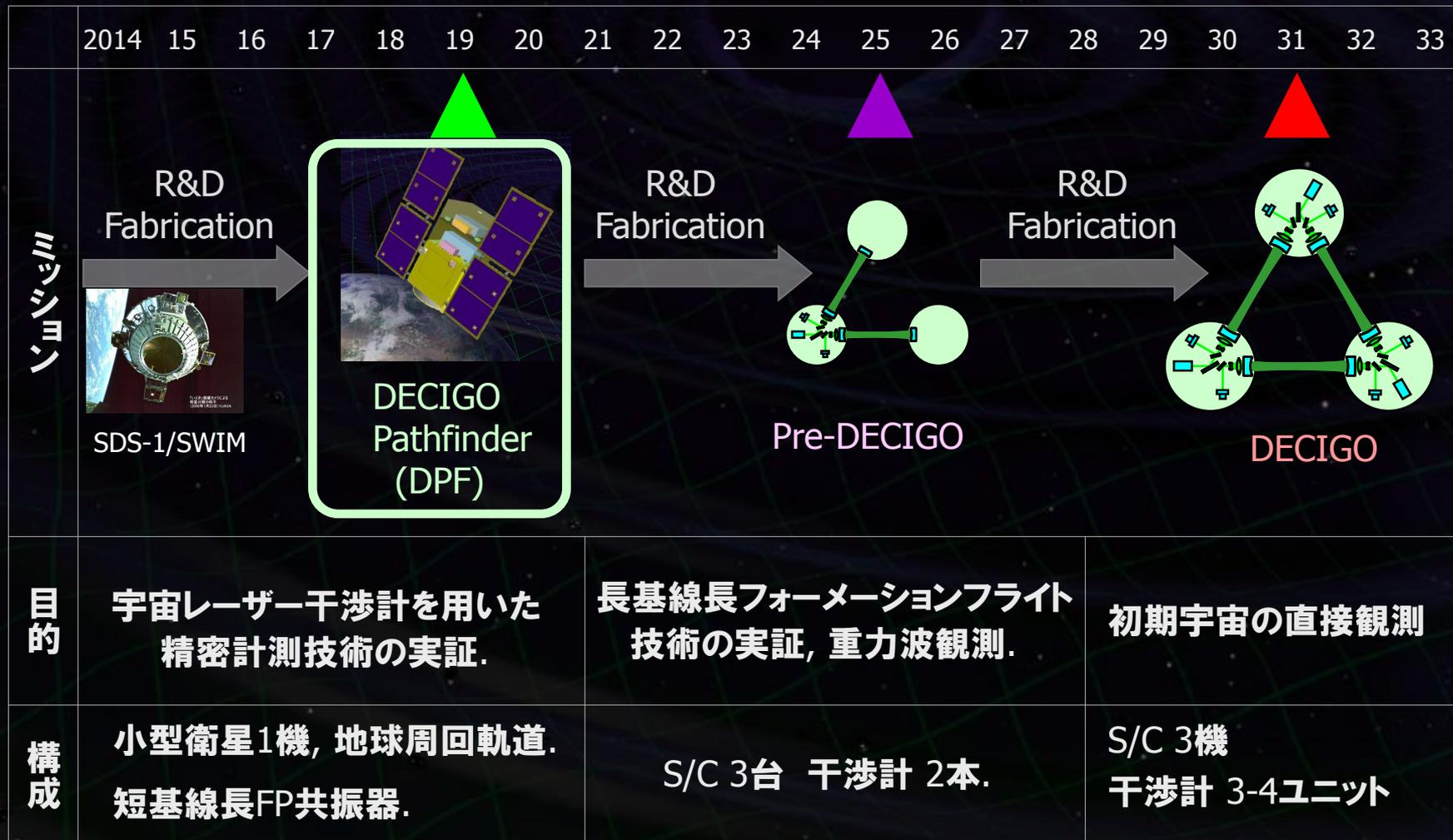
Arm length:	1000 km
Finesse:	10
Mirror diameter:	1 m
Mirror mass:	100 kg
Laser power:	10 W
Laser wavelength:	532 nm



DPF概要とミッション選定の経緯

以前までのDECIGOロードマップ

Figure: S.Kawamura



• DECIGOで必要とされる先端技術

(1) レーザー干渉計による精密計測技術.

宇宙空間において、レーザー干渉計を用いた精密変動計測・外乱除去が行われた例はない。

⇒ DPFによる宇宙実証.

(2) 長基線長の精密フォーメーションフライト技術.

基線長1000km規模でのフォーメーションフライトが行われた例はない。

⇒ Pre-DECIGOによる宇宙実証.

DECIGOパスファインダー (DPF)

将来の宇宙重力波望遠鏡DECIGOのための前哨衛星

1機の衛星で可能な宇宙実証をおこなう

→ DECIGOのみならず、宇宙・無重力環境
利用のための先端宇宙技術の確立。



小型衛星 1 機 (重量 400kg)
地球周回軌道 (高度 500km)

イプシロン搭載小型ミッション としての実現を目指す。

Earth Image: ESA

DPFシステム概要

DPF Payload

Size : 950mm cube
Weight : 220kg
Power : 150W
Data Rate: 800kbps
Mission thruster x10

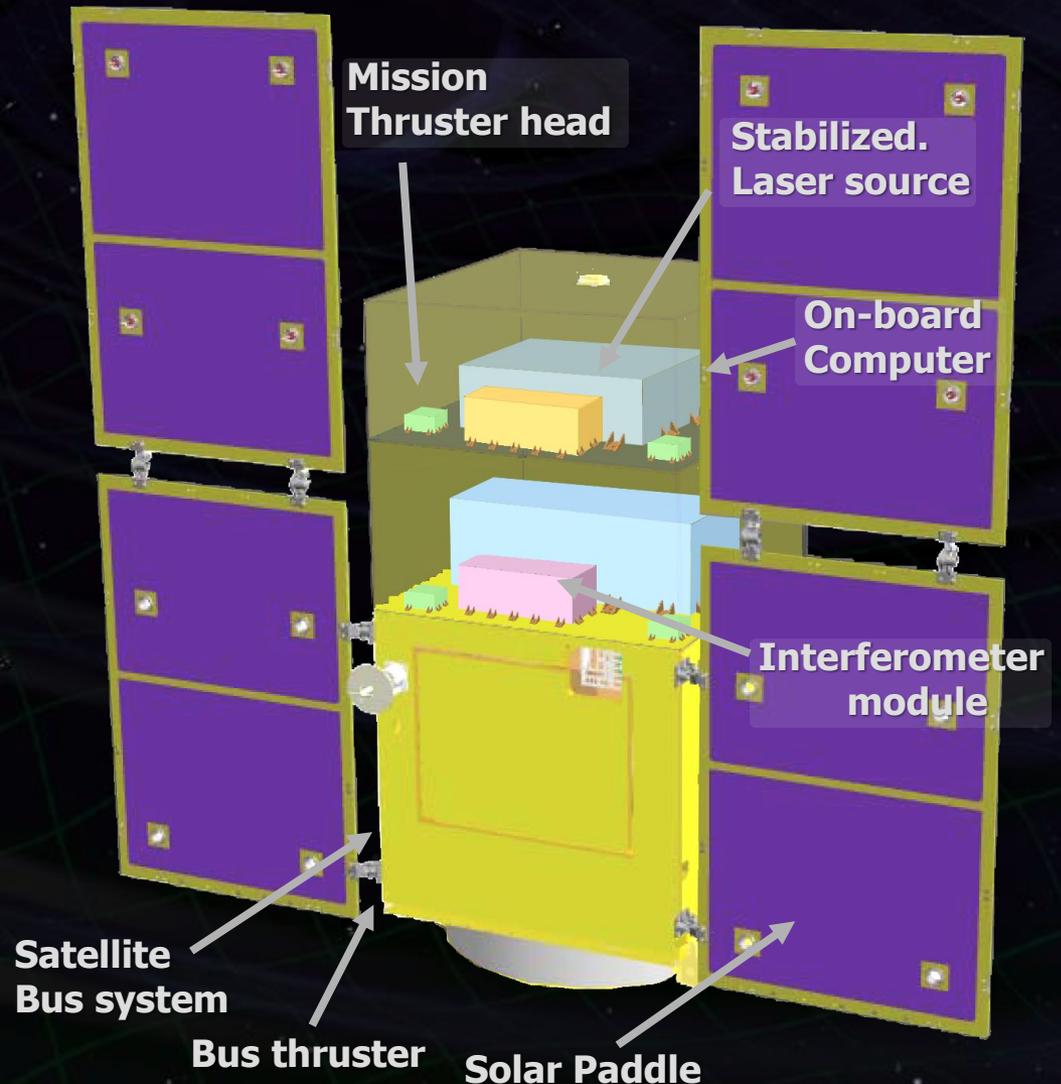
Power Supply
SpW Comm.



Satellite Bus

(‘Standard bus’ system)

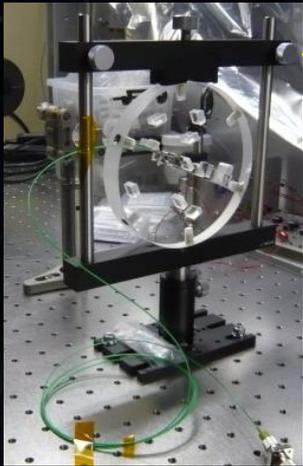
Size :
950x950x1100mm
Weight : 230kg
SAP : 960W
Battery: 50AH
Downlink : 2Mbps
DR: 1GByte
1N Thrusters x 4



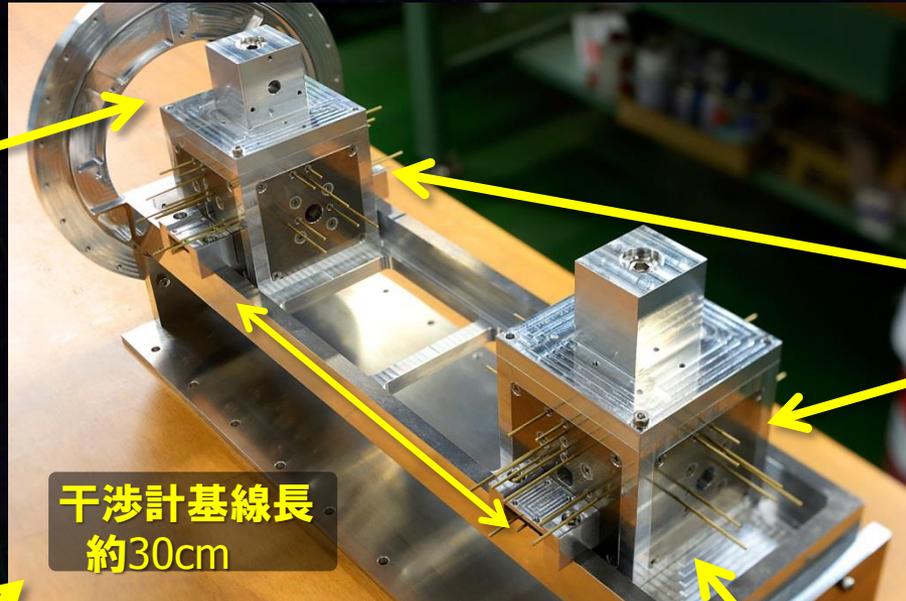
干渉計モジュール

入出射光学系

シリケートボンディングにより一体化



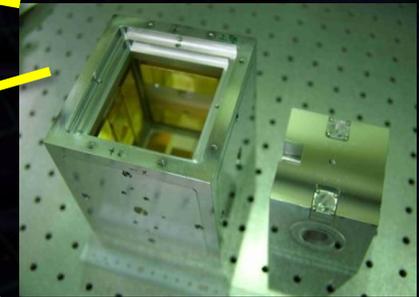
干渉計モジュール



干渉計基線長
約30cm

試験マスモジュール

試験マス、静電センサ・アクチュエータ、ローンチロック



4分割RF フォトディテクタ

4分割PD + 復調回路
干渉計基線長・角度の変動を取得



SpW信号処理・ 制御ボード

SpW FPGA +
16bit AD/DA
干渉計の制御



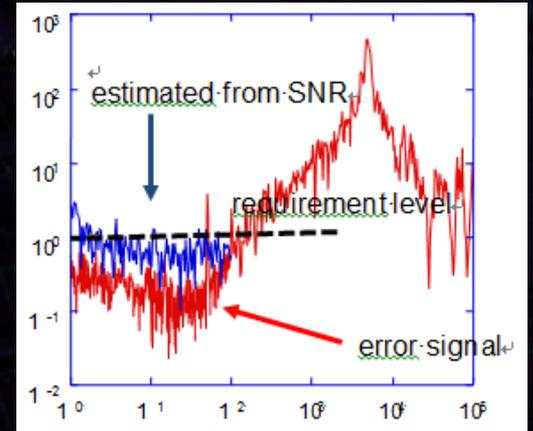
周波数安定化モジュール

・周波数安定化モジュールBBM1 (~2011, 電通大)

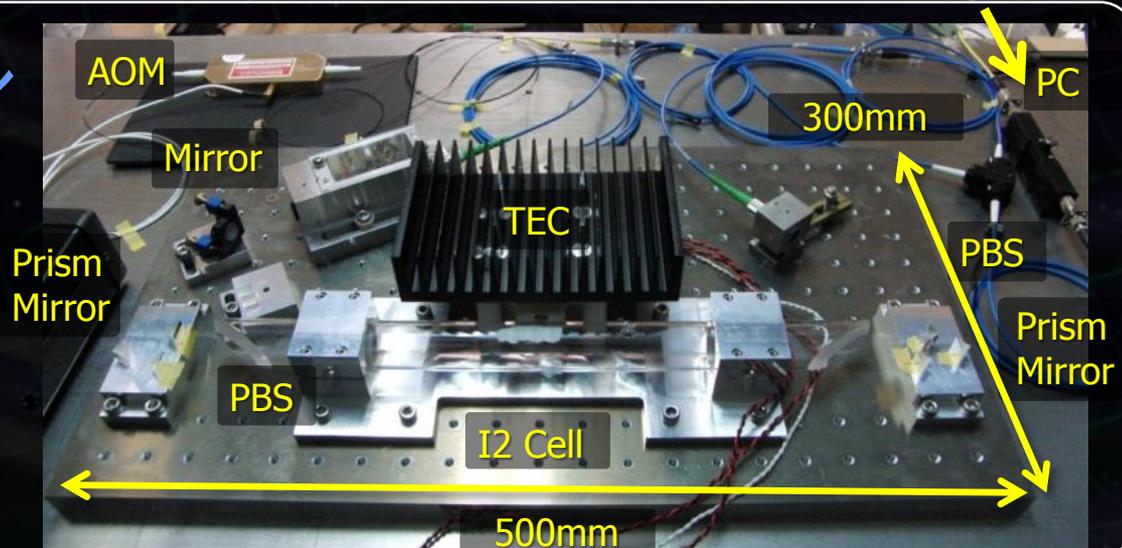
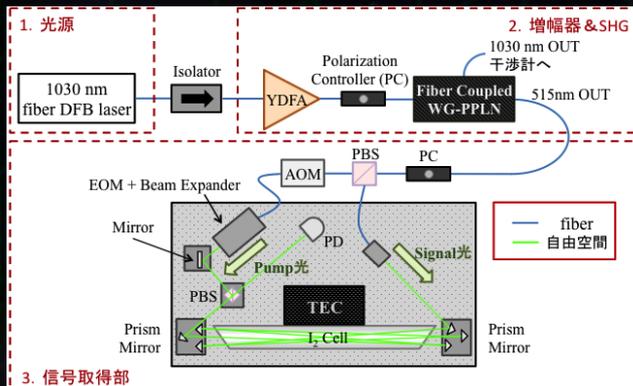
- ヨウ素セルを用いた周波数安定化.
- 安定度要求 ($0.5 \text{ Hz}/\text{Hz}^{1/2}$)を満たす.

・周波数安定化モジュールBBM2 (電通大)

- ファイバ素子を用い, 小型・軽量・堅牢化.
- SpWデジタル制御ボードによる動作.



レーザー周波数安定化モジュール



SWIMによる宇宙実証



Photo:
JAXA

SDS-1搭載のSWIM (Space wire demonstration module)

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



「いぶき」搭載カメラによる
衛星分解の様子
(2009年1月23日) ©JAXA

SpaceCube2: Space-qualified Computer

CPU: HR5000
(64bit, 33MHz)

System Memory:
2MB Flash Memory
4MB Burst SRAM
4MB Asynch. SRAM
Data Recorder:
1GB SDRAM
1GB Flash Memory
SpW: 3ch

Size: 71 x 221 x 171
Weight: 1.9 kg
Power: 7W



Photo by JAXA

SWIMmn : User Module

Processor test board
GW+Acc. sensor
FPGA board
DAC 16bit x 8 ch
ADC 16bit x 4 ch
→ 32 ch by MPX
Torsion Antenna x2
~47g test mass

Data Rate : 380kbps
Size: 124 x 224 x 174
Weight: 3.5 kg
Power: ~7W

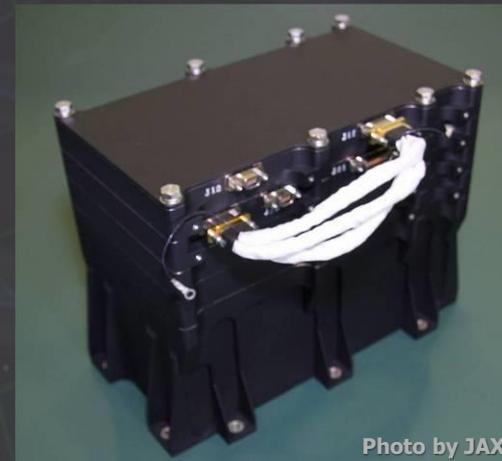


Photo by JAXA

SDS-1
Bus System

Power +28V
RS422 for CMD/TLM
GPS signal

Power ±15V, +5V
SpW x2 for CMD/TLM

JAXAのイプシロン搭載小型衛星

1号機 ひさき (SPRINT-A) (2013年)

UV望遠鏡による惑星観測

2号機 ERG (SPRINT-B) (~2015/16年)

地球周辺の磁気圏観測



DPF: 小型科学衛星3号機 を目指していた

2014年の公募では落選.



SPRINT-A/EXCEED 想像図(池下尊裕氏作)

小型科学衛星1号機 SPRINT-A/EXCEED



Epsilon Rocket Booster
Photo by JAXA

DPFミッション選定後の進展

- DPFミッション選定の経緯
- 周辺の状況
- DECIGOの戦略検討・議論

DPFミッション選定後の検討

- JAXA・イプシロン搭載小型計画に応募していた。
 - 2014年2月末締め切り。
 - 理学4ミッション (光赤外, X線, 重力波, 月科学)
工学3ミッション の応募。
 - 選定の流れ：
 - 第1段階: 理学委員会, 工学委員会でそれぞれ0-2を選定。
 - 第2段階: 宇宙研のサポートにより洗練させ, 再提出。
 - 理学委員会, 工学委員会でそれぞれ0-1を選定。
 - 第3段階: JAXA内での議論を受け, 0-1ミッションを選定。



4/28 DPFは第1段階で落選 (光赤外, 月科学が選ばれた.)
→ その後, 理学ミッションは選ばれず。

評価結果：原始重力波の直接観測という DECIGO 計画の目的は明確であり、その科学的価値は高い。 DPF 計画はその実現へ向けた 1 ステップとなると考えられる。ただし、DECIGO 計画あるいは DECIGO のサイエンスをどのように実現するのか、国際協力の可能性も含めた長期戦略を立てた上で DPF を進めることが不可欠であるかどうかを慎重に検討する必要があるが、そうした検討は未だ十分でない。また、我が国の重力波観測研究として進行中の KAGRA 計画と並行して DPF を確実に成功させるための研究開発組織の検討が十分な具体性を持ってなされていない。 さらに、DPF がもたらす地球重力場観測データについては、これまでに得られているデータと比較した地球科学的な視点からのアドバンテージがコストに対して十分に高くないという指摘があった。以上の理由により、第 1 段階審査において DPF はイプシロン 3 号機搭載小型衛星として採択できないとの結論を得た。 一方、前述の通り、DECIGO 計画の科学的重要性は高く評価されることから、本ミッション提案に含まれる技術実証の要素について、相乗りミッション等を利用した技術実証の可能性も含めてその実現のために多角的な検討を継続して進めることを期待したい。

- **DPFミッションの意義・位置づけ.**
 - DPFのミッション目標設定が適切か? サイエンス/コスト.
 - DPFの技術がどのようにDECIGOにつながるのか?
- **DECIGOデザインの適切さ.**
 - 科学的意義とそれに対するデザイン.
 - 何をどこまで明らかにするのか?
- **衛星規模の検討.**
 - より小型のミッションの組み合わせは可能か?
 - DPFではなく、Pre-DECIGOを目指す可能性は?
- **コミュニティ**
 - KAGRAとの関係.
 - 海外との協力, 役割分担, 日本が開発を行う意義.

• **時間の経過**. DECIGOロードマップとDPFのコンセプトができてから約9年が経過し、状況が変化してきている.

- **KAGRAの開始 (2010-)** → コミュニティでの位置づけ.
- **JAXA内での位置づけ**. 小型ミッション → 中核ミッション.
- LISAの状況変化.

一貫した説明を繰り返すことで、JAXAに対する重力波分野のプレゼンスは大幅に向上した. その一方で、当初のコンセプトを大幅に変更するタイミングを逸してきた.

• DECIGOのミッション検討

DECIGOの科学的意義をより整理して明確化し切れなかった。また、DECIGOの設計は当初のPre-Conceptual Designからあまり進んでいない。DPFに必要な技術を明確に定義できなかった。→ DECIGOミッションの再定義。

• 組織体制

KAGRAとの関係を指摘され続けてきたが、根本的な解決はできなかった。→ DPF WGと組織体制の再設定。

• ロードマップ

DPF, Pre-DECIGOの流れの再設定。技術実証ミッションとして行う可能性、小型ミッションの機会の模索。

周辺(宇宙科学・重力波)の状況

- * 国内の重力波・宇宙線コミュニティ
- * JAXA/宇宙科学コミュニティ
- * 国際重力波分野の国際情勢

KAGRA と DECIGO



KAGRA (~2017)

Ground-based Detector

→ 高周波数の重力波イベント

目標: 重力波の検出, 天文学

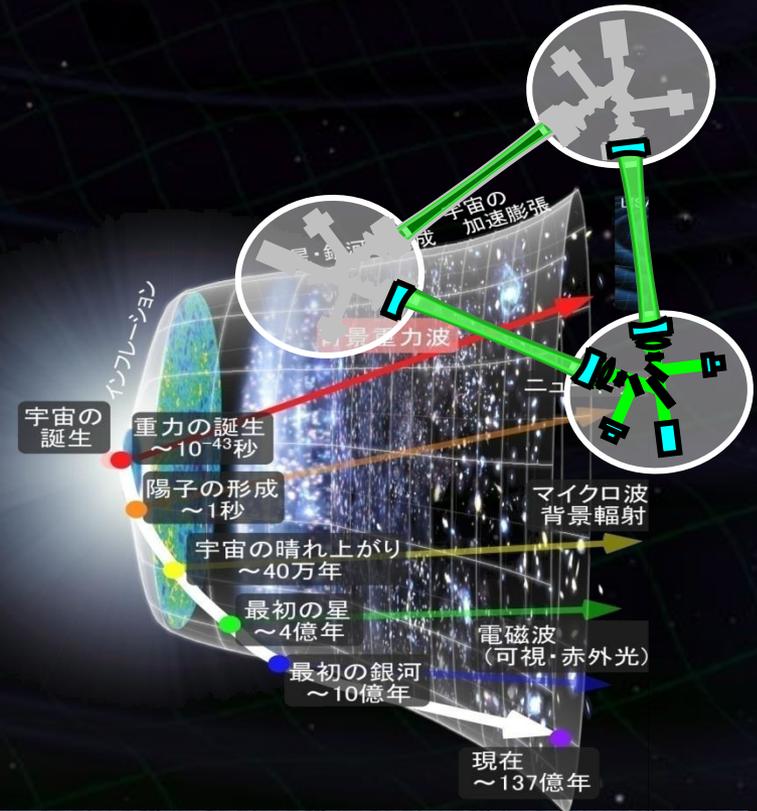


DECIGO (~2027)

Space observatory

→ 低周波数の重力波

目標: 重力波天文学の展開



・2014年5月8日 東京大学にて、
シンポジウム「宇宙科学・探査
ロードマップと各分野の将来計画」
が開催された。

各コミュニティの代表が将来計画
を取りまとめて紹介。

→「宇宙での基礎物理学」の枠で、
DECIGO/DPFとEUSOが紹介
された。

シンポジウム「宇宙科学・探査ロードマップと各分野の将来計画」プログラム

日時：2014年5月8日(木) 13:00-19:00

場所：東京大学本郷キャンパス 理学部4号館2階 1220号室

1. はじめに

13:00-13:05 シンポジウムの開催趣旨 (牧島宇宙理学委員長)

2. イプシロンを用いた小型計画の今後について (座長:久保田工学委員会幹事)

13:05-13:20 イプシロンロケットの将来計画 (徳留准教授)

13:20-13:45 小型衛星による探査の将来計画 (今村准教授)

13:45-13:55 質疑応答

3. 宇宙理学分野の将来計画 (座長:海老沢理学委員会幹事)

13:55-14:15 X線・ガンマ線天文学 (玉川高宇連運営委員長)

14:15-14:35 光赤外線天文学 (山田宇宙理学委員)

14:35-14:55 宇宙電波 (山本宇宙理学委員)

14:55-15:10 惑星間プラズマ (藤本宇宙理学委員)

15:10-15:25 惑星探査 (渡邊宇宙理学委員)

15:25-15:45 太陽 (原宇宙理学委員)

15:45-16:00 休憩

(座長:上野理学委員会幹事)

16:00-16:20 宇宙での基礎物理学 (野崎宇宙理学委員)

16:20-16:40 宇宙生物学 (山岸宇宙理学委員)

4. 宇宙工学分野の将来計画 (座長:小川工学委員会幹事)

16:40-17:10 宇宙輸送・航行工学 (森田宇宙工学委員)

17:10-17:40 宇宙機システム工学 (橋本宇宙工学委員)

5. 宇宙環境利用科学の将来計画 (座長:小川工学委員会幹事)

17:40-18:00 宇宙環境利用科学 (稲富宇宙環境利用科学委員会幹事)

6. 全体討論 (司会:牧島理学委員長、山川工学委員長)

18:00-19:00

テーマ:「戦略的に実施する中型計画」、イプシロンを駆使する「公募型小型計画」、
「多様な小規模プロジェクト群」をいかに使い分けるか?

7. まとめ (常田所長)

- 広いコミュニティでは CRC に所属.
 - DECIGOは、CRC将来計画の中に位置づけられている。
(2030年代までのロードマップに記載)
 - DPFは、2014.3, 7のCRCタウンミーティングなどでも議論.
- 国内重力波コミュニティ : JGWC (注1)
 - コンセンサス:
「まずKAGRAにより重力波初検出を行い、
その後DECIGOで天文学として展開する。」
 - 地上望遠鏡とは異なった観測時期、目指すサイエンス(注2).

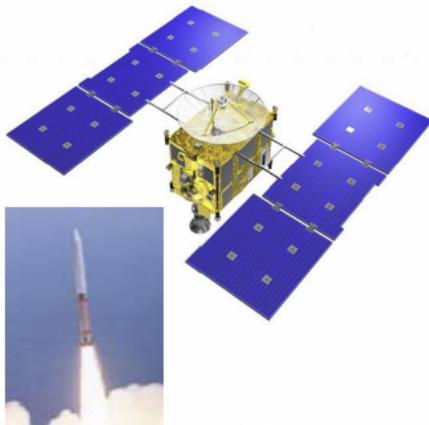
*注1 JGWC : Japan Gravitational Wave Communityの略.

*注2 観測周波数に応じて異なった観測対象になる. 電磁波観測における 電波-光赤外-X線などの関係と同じ.

内閣府・宇宙政策委員会・宇宙科学・探査部会 資料より (2013年9月19日)

Ⅲ. 今後の宇宙科学・探査プロジェクトの推進方策

宇宙科学における宇宙理工学各分野の今後のプロジェクト実行の戦略に基づき、厳しいリソース制約の中、従来目指してきた大型化の実現よりも、中型以下の規模をメインストリームとし、中型(H2クラスで打ち上げを想定)、小型(イプシロンで打ち上げを想定)、および多様な小規模プロジェクトの3クラスのカテゴリーに分けて実施する。



2000年代前半までの
典型的な科学衛星ミッション
M-Vロケットによる打ち上げ

戦略的に実施する中型計画(300億程度)
世界第一級の成果創出を目指し、各分野のフラッグ
シップ的なミッションを日本がリーダーとして実施する。
多様な形態の国際協力を前提。

公募型小型計画(100-150億規模)
高頻度な成果創出を目指し、機動的かつ挑戦的に実施
する小型ミッション。地球周回/深宇宙ミッションを機動的
に実施。現行小型衛星計画から得られた経験等を活か
し、衛星・探査機の高度化による軽量高機能化に取り組
む。等価な規模の多様なプロジェクトも含む。

多様な小規模プロジェクト群(10億/年程度)
海外ミッションへのジュニアパートナーとしての参加、海外
も含めた衛星・小型ロケット・気球など飛翔機会への参
加、小型飛翔機会の創出、ISSを利用した科学研究など、
多様な機会を最大に活用し成果創出を最大化する。

Mission Plan by JAXA



From file submitted to the government by ISAS/JAXA

(内閣府・宇宙政策委員会・宇宙科学・探査部会 2013年9月19日)

分類	ミッション・事業名称	状況	第2期中期計画				第3期中期計画				第4期中期計画				第5期中期計画				備考			
			FY20	FY21	FY22	FY23	FY25	FY26	FY27	FY28	FY30	FY31	FY32	FY33	FY35	FY36	FY37	FY38				
戦略的に実施する 中型計画	はやぶさ2	開発中	▲PJ準備 ▲PJ移行		▲打上				▲小惑星到着 ▲地球帰還													
	ASTRO-H	開発中	▲PJ移行 ▲PDR ▲COR1-2		▲打上				...													
	将来計画 (仮称:M1-M4) 4年に1回AO発出 開発期間6年 (5~7年)	計画中			☆公募(AO)	▲PJ移行		▲打上										FY2021(20-22)▲				
									☆公募(AO)	▲PJ移行		▲打上							FY2025(26-28)▲			
公募型 小型計画	惑星分光衛星衛星	開発中	▲SOR/PJ移行		▲打上				...													
	ジオスペース探査衛星	開発中	▲MDR/SOR ▲RSP ▲SDR ▲POR		▲打上				...													
	BepiColombo	開発中	▲COR		▲打上				▲打上				▲水星到着									
	将来計画 (仮称:S1-S7) 2年に1回AO発出 開発期間4年	計画中			☆公募(AO)	▲PJ移行		▲打上										FY2019▲				
多様な小規模 プロジェクト群		計画中			☆公募(AO)	▲PJ移行		▲打上										FY2020▲				
					☆公募(AO)	▲PJ移行		▲打上										FY2022▲				
					☆公募(AO)	▲PJ移行		▲打上										FY2024▲				
基盤的 活動費	学術研究・実験等 軌道上衛星の運用 宇宙科学施設維持	継続的に 実施中	<p>計画決定</p> <p>再探査探査の状況に応じて、随時AO発出・計画決定・実行する。</p> <p>将来のミッション創出につながる学術研究・実験等の推進や衛星運用、施設維持の実施に必要な活動費。従前より効率化努力を行って来たところ。更なる効率的な執行に努める。</p>																			

平成 26 年 12 月 26 日

宇宙理学委員会研究班員
宇宙工学委員会研究班員
宇宙環境利用科学委員会研究班員 各位

宇宙航空研究開発機構
宇宙科学研究所
所長 常田 佐久

研究領域の目標・戦略・工程表提供のお願い

宇宙科学研究所は、研究委員会(宇宙理学委員会・宇宙工学委員会・宇宙環境利用科学委員会)の協力のもと、今後 20 年を見据えた戦略的な宇宙科学・探査のロードマップ策定作業を進めています。昨年、平成 25 年 9 月 19 日には、HIIA クラスのロケットを念頭においた戦略的中型計画、小型科学衛星の

提出していただいた目標・戦略・工程表は、今年度募集いたします戦略的中型計画および小規模プロジェクトの評価・選定の際の参考文献とすると共に、今後20年の宇宙科学・探査ロードマップの策定のための源泉資料として分析と評価をさせていただきます。策定された今後20年の宇宙科学・探査ロードマップは、今後の研究開発の取り組みの重点化の根拠となる予定です。

2014年5月のLISAシンポジウムでは、国際戦略・協力についての特別セッションが複数設けられるなど、活発な議論がされている。

•ESA

- LISA Pathfinderは 2015年9月に打ち上げ予定。
- NASAが手を引いたのち、ESA単独ミッションとして eLISAが提案されていた。腕の数、基線長などdescopeでコスト削減。
- L3 (2034年) として重力波ミッションが選定されている。
eLISA方式が有力ではあるが、必ずしもその方式に限らない。
- eLISAグループは、L3より早期の実現と、構成を元に戻すことを目指し、国際協力の可能性を模索。
~200億円規模と言っている → NASA, 中国, 日本。

- ESA GOAT (Gravitational-wave Observatory Advisory Team)
 - L3ミッション実現へ向け, サイエンス目標やロードマップの議論.
 - サイエンス, 実現方式の検討.
 - メンバー : ESA参加国 + NASA
オブザーバ : NASA, JAXA
 - 今後1年半程度で結論を出す.
 - 9月にkick-off telecon, 10月, 12月にParisでMeeting.
→ 次回 2015年 3月

• NASA

- NASA主導ミッションとしての重力波ミッションの可能性を模索。
→ 妥当な解は見つかっていない。
- eLISAへの部分参加と、主導ミッションの両方の可能性を検討。
- 日本との国際協力も視野(?)。

• 中国

- ウーハンの重力研究所を中心に急激に立ち上がりつつある。
- eLISAへの参加, GRACE的なミッションの実現など, 多くの可能性を模索している。

• 日本

- DPF落選後の戦略検討中。DECIGOの最短での実現を目指す。
現時点では、国際協力に対しては立場を明確にしていない。

・地上重力波望遠鏡

- 米国 aLIGO : 2014.5 リビングストンの干渉計の全体動作を実現. → 2015年に初期観測を行う. 2018年頃までに重力波の初検出が実現される可能性は十分にある.
- 欧州 VIRGO : インストール進行中.
入射光学系の動作が実現されている.
- 日本 KAGRA : 施設整備が完了しつつある.
2014年10月から本格的なインストール開始.
2015年12月に初期観測運転.
2017年 bKAGRA最初の観測.

DECIGOの戦略検討



• 今後の見通し

- 少なくとも今後3-5年間程度は, KAGRAを最優先とする状況が変化することはない. → 今回の落選理由を考慮すると, **次機イプシロンミッションに採択される可能性は低い.**
- DPFの構成は, 長年の一連のミッション検討における歴史的経緯を引きずっている部分もあり, 必ずしも洗練されていない.

⇒ DECIGOに向けた戦略の**見直しが必要.**

• DPF提案の落選後, DECIGO運営会等で戦略議論

- 開催会議 :

* 5/15 (リモート), 6/16 (京大), 9/24 (京大).

* その他 各タスクチーム検討会.

- 議論内容

* DECIGOのサイエンス検討. 設計.

* 中型ミッションとしての Pre-DECIGO (サイエンス, 設計).

* 小型ミッションとしてのDPF検討 (工学ミッション).

* 相乗りミッション機会等の模索.

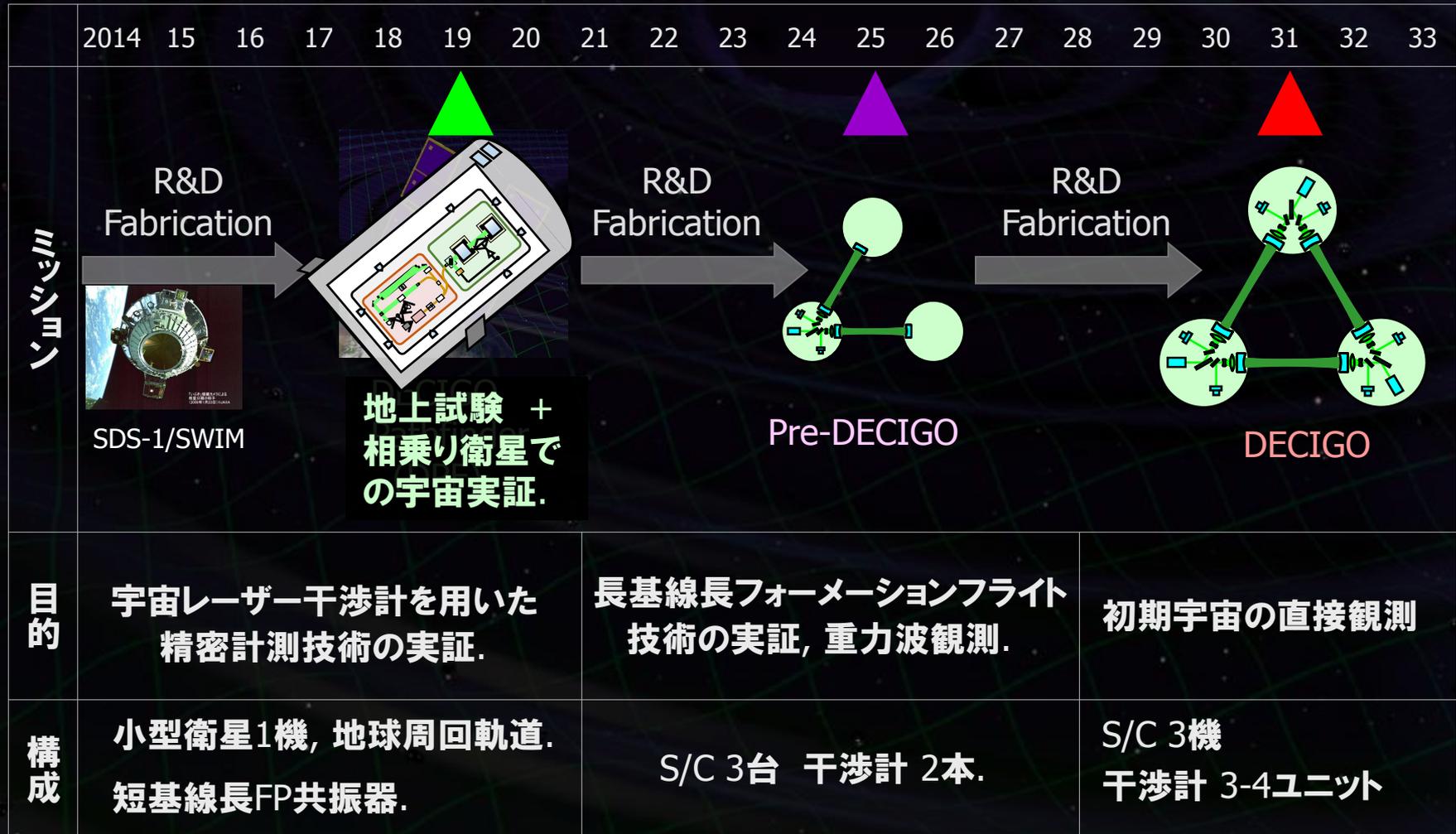
* DECIGOロードマップ検討. DPF方針. DECIGO/DPF体制.

* 国際協力方針. 科研費・開発経費方針.

➡ 2014年10月 DECIGOコラボレーション全体で議論.

DECIGO実現へのロードマップ

Figure: S.Kawamura



- **今後5年程度**: 理学/技術実証衛星としてのDPFの段階はスキップ.
 - 根幹技術は個々に技術成熟度向上をはかる (~5年).
 - 相乗り衛星等の機会の模索.
 - 航空機実験などによる実証, 環境試験.
- **今後10年程度**: Pre-DECIGO(仮)の実現を目指す.
 - 重力波観測を目的としたサイエンスミッション.
 - DECIGOの1/10スケール.
 - JAXA中型ミッション (300億円). 国際協力の可能性.
- **その後**, DECIGOの実現を目指す.
 - 初期宇宙の観測をミッション目標とする.
 - そのためのミッション要求・システム要求の明確化必要.
 - 国際協力戦略は要検討.

• DPF体制

- JAXA宇宙理学委員会：WG整理の議論進展に応じて対応。
DPF WGは、継続/終了審査を受け、Pre-DECIGO(仮)に相当するWGとして再定義。名称等、理学委員会との相談必要。
- DECIGO組織体制：未定。

• 国際協力体制：

- まず国内単独での実現を検討（～1年）。
- その後、国際協力の方策を模索。

• 研究費・科研費方針：

- 中村(京都大) 基盤(A)を中核として申請。
- より小規模なものはそれぞれ検討。

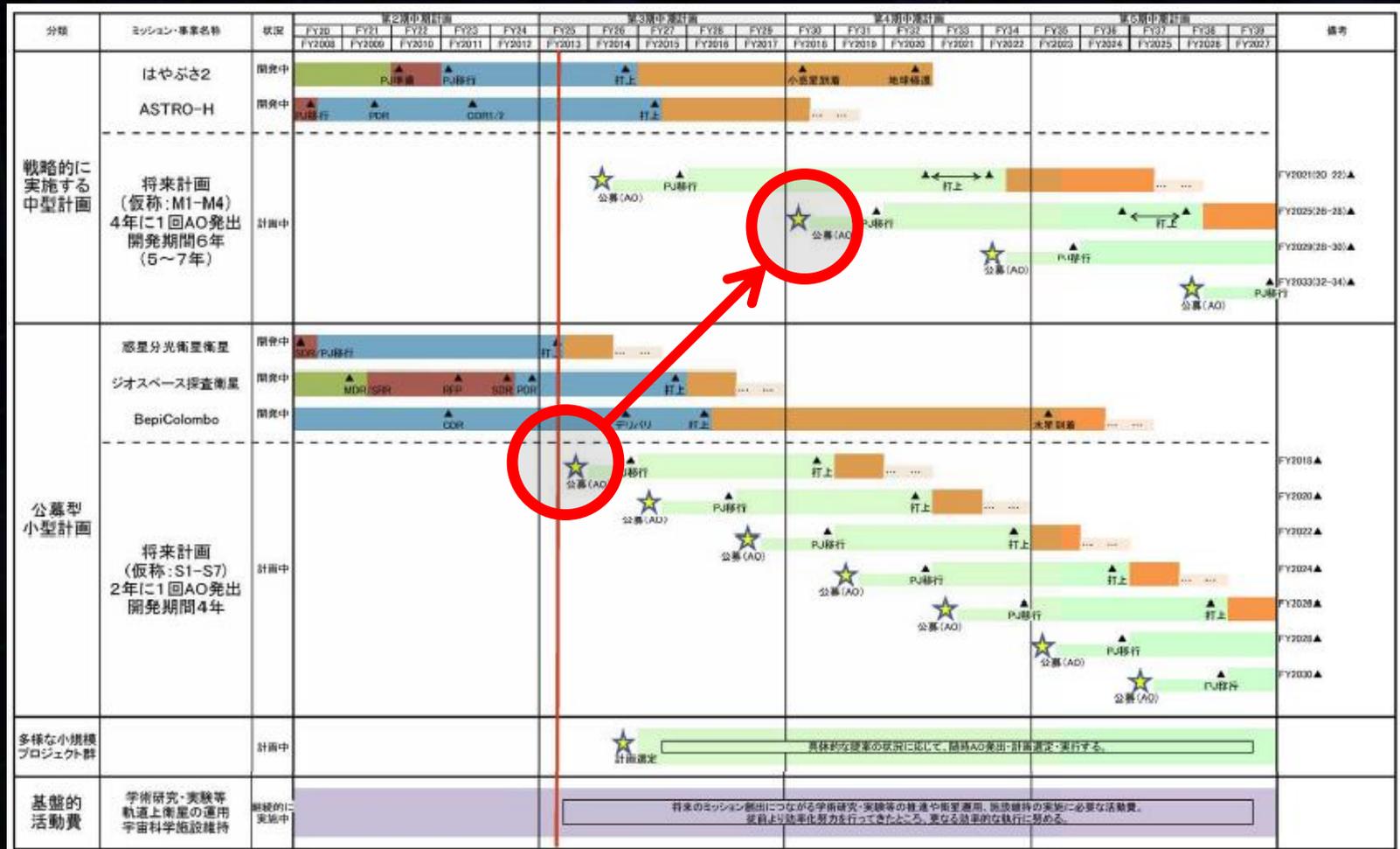
- **搭載機器要素と目標** → TRLの向上, 経験の蓄積
 - 試験マスモジュール: 重力場観測, 無重力制御, 外力雑音評価.
 - 干渉計: レーザー干渉計による精密測距.
 - 安定化レーザー光源: 宇宙実証. 宇宙での最も安定な光源.
 - ドラッグフリー: 衛星低擾乱化のデモ.
 - 低雑音スラスタ: 推力雑音・可変推力制御などの実証.
- **相乗り機会の可能性**
 - 機会: 月・惑星探査ミッション, H-II, こうのとり, 外国
 - 衛星: SDS?, ほどよし衛星, 大学衛星, MHI衛星, HTV, 外国.
 - その他: 高高度大気球, 航空機.

Mission Plan by JAXA



From file submitted to the government by ISAS/JAXA

(内閣府・宇宙政策委員会・宇宙科学・探査部会 2013年9月19日).

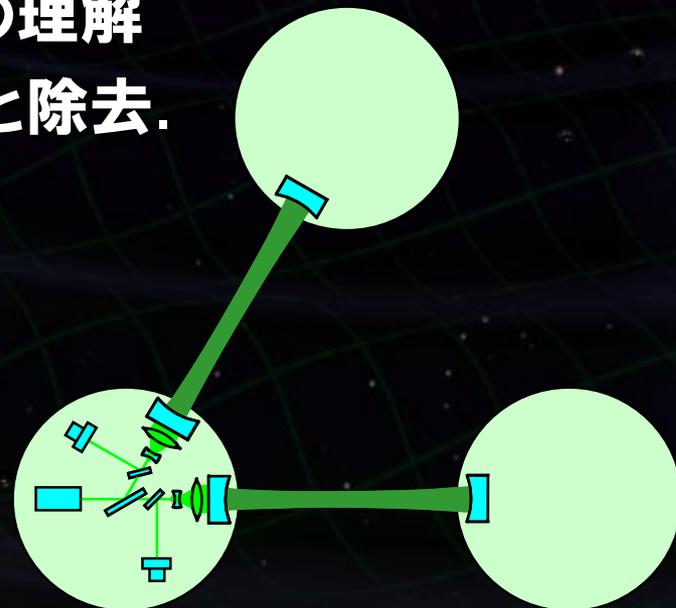


• 科学的目標 (検討中)

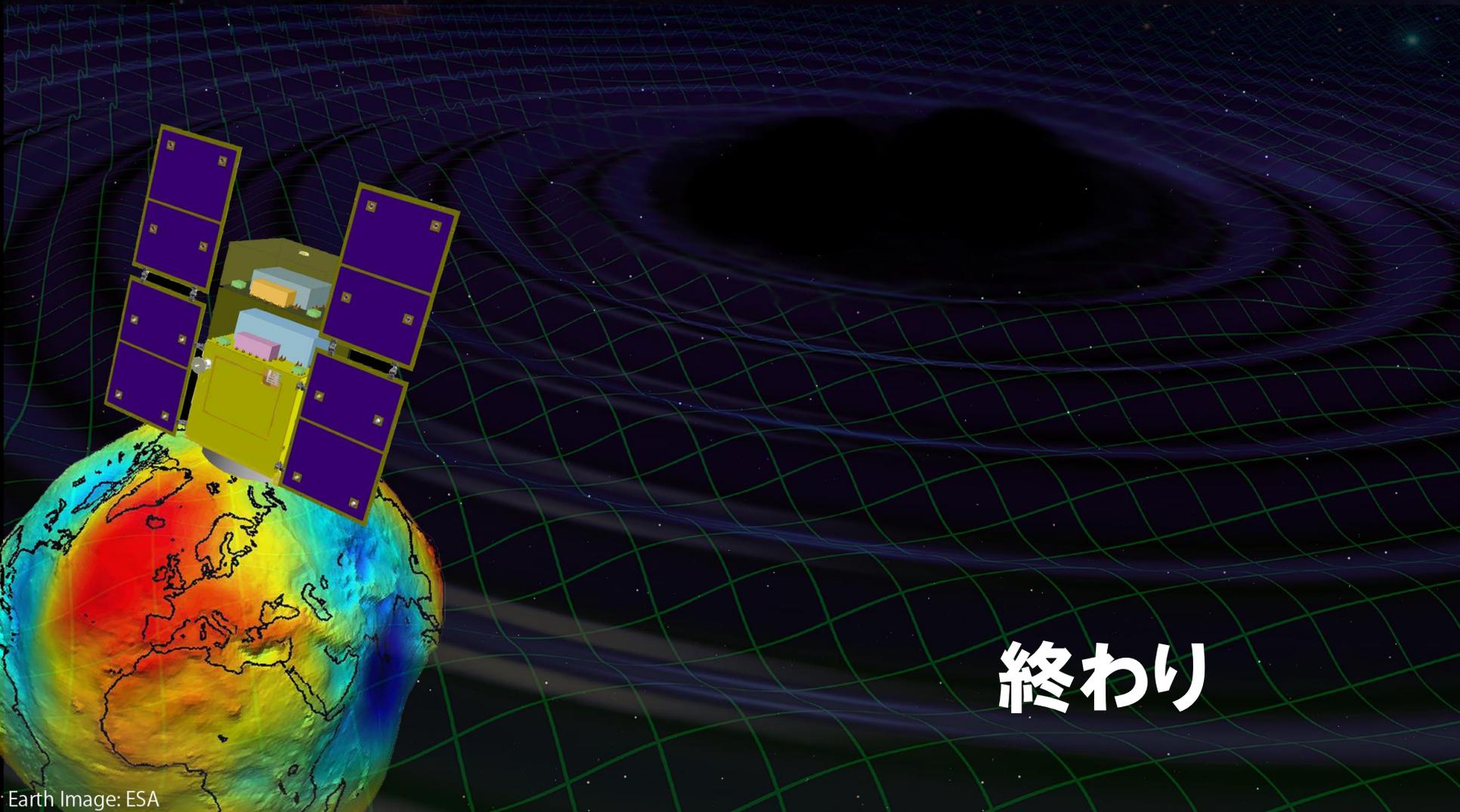
- 宇宙の時空構造と銀河形成の解明.
中間質量BH連星合体の観測.
- 地上重力波望遠鏡との共同観測.
連星中性子星の位置特定, 合体時刻の予測.
- DECIGOへ向けたフォアグラウンドの理解
連星中性子星のパラメータ推定と除去.

• 目標感度・構成 (検討中)

- DECIGOの1/10程度の感度.
→ 基線長 100km, 光源1W,
鏡口径 300mm



- DECIGOは非常に大きな科学的価値をもつ計画である。
- その実現に向け DPF → Pre-DECIGO → DECIGO
というロードマップを立て、推進してきた。
- 昨年度、DPF/JAXAイプシロン搭載宇宙ミッションに落選した
ことを受けて、戦略の再構築を進めてきた。
- **新戦略**
 - DPFで実証する予定であった技術は、他の手段で実証。
 - * 地上BBM/EM開発。航空機実験。
 - * 相乗りミッションでの宇宙実証。
 - JAXA中型ミッションとしてPre-DECIGO (仮) の実現を目指す。
 - * 最短で2018年ミッション提案 → 2026-27年実現。
 - その後にDECIGOの実現を目指す。



終わり

Earth Image: ESA