



# Amaldi8について

- 世界中の各重力波観測器の現状や将来計画、データ解析や重力波源に関して最新の研究状況を報告し合い、情報交換や交流を行うことを目的として隔年で開催されている。

## — 今までの開催場所 —

Perth, Australia (2001)

Pisa, Italy (2003)

Okinawa, Japan (2005)

Sydney, Australia (2007) など

# 今回の開催場所: アメリカNY コロンビア大学



# いただいたお土産たち



# 会議形式

- 参加人数約320人
  - － 口頭発表約170人
  - － ポスターセッション163人

- 日本人参加者19人

(敬称略) 黒田、三尾、川村、佐藤、  
安東、麻生、佐合、端山、沼田、  
潮見、西澤、阪田、川添、我妻、  
大前、高橋走、森、穀山、若林



# 会議内容概要

- 第1世代重力波検出器の現状
- 宇宙重力波検出器の開発現状
- 重力波源の研究について
- データ解析方法の現状
- 第2世代重力波検出器の開発現状
- 第3世代重力波検出器の計画
- 重力波に関する教育、地域貢献活動

# 以下をピックアップして紹介

- ①Advanced-LIGOなどの第2世代重力波検出器の現状報告
- ②LISA-Pathfinderの現状報告

# ① 第2世代検出器について



# まず、第1世代の現状

## 第1世代の現状: 非常に良い

- 各機器の技術開発もかなり成熟した
- インフラ整備整った
- 目標感度に達した
- データ解析の方法の確立
- 観測からいくつかのupper limits を決めた

David Shoemaker さんの講演より抜粋

# 各世代について

## 第1.5世代

Virgo+ : 3km-arm

Enhanced LIGO : 2km-arm、4km-arm x2

## 第2世代

Advanced Virgo : 3km-arm

Advanced LIGO : 4km-arm x3

## 第2+世代

GEO-HF : 600m-arm

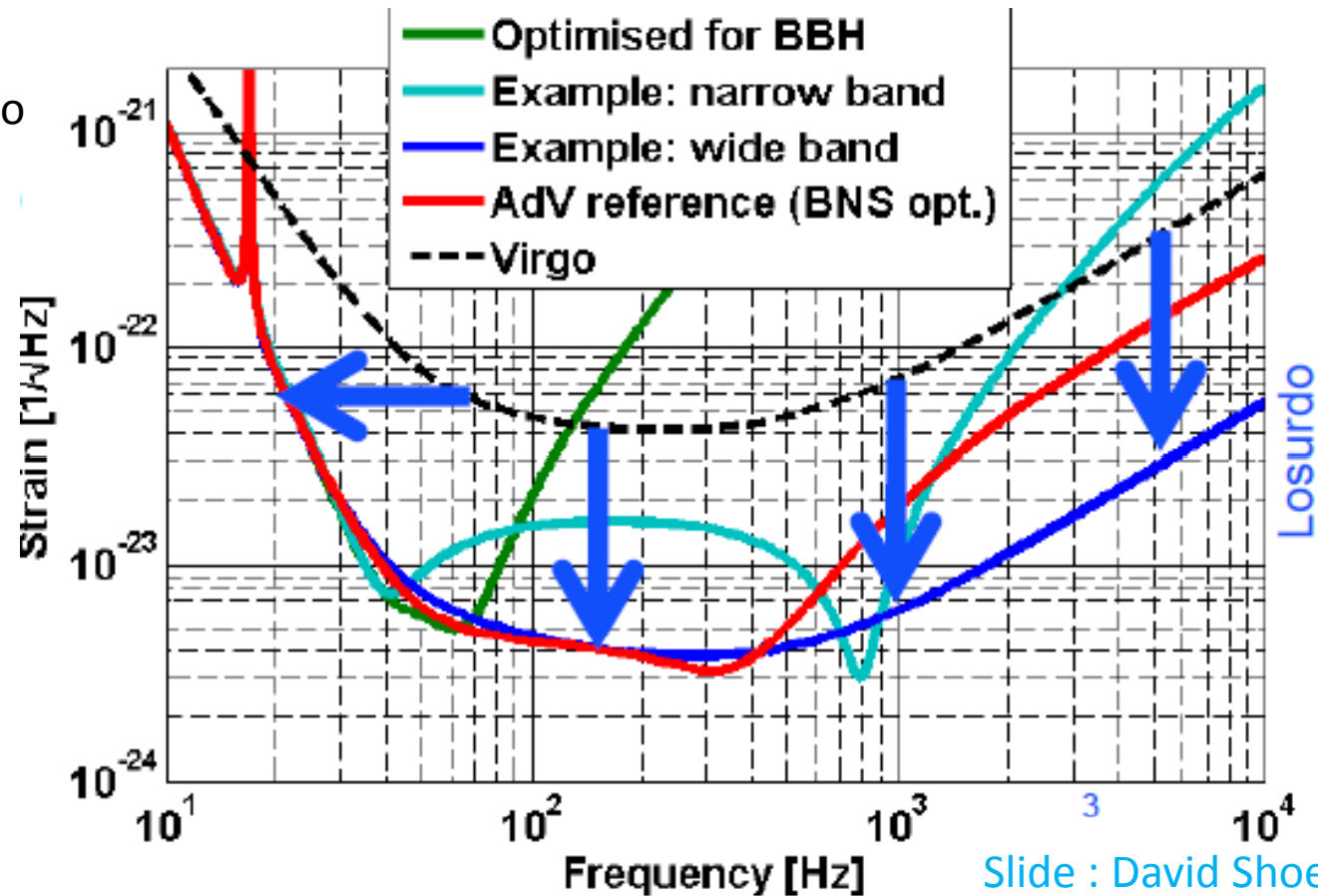
LCGT : 3km-arm

ACIGA : potential multi-km system in Australia

# 第2世代検出器での目標①

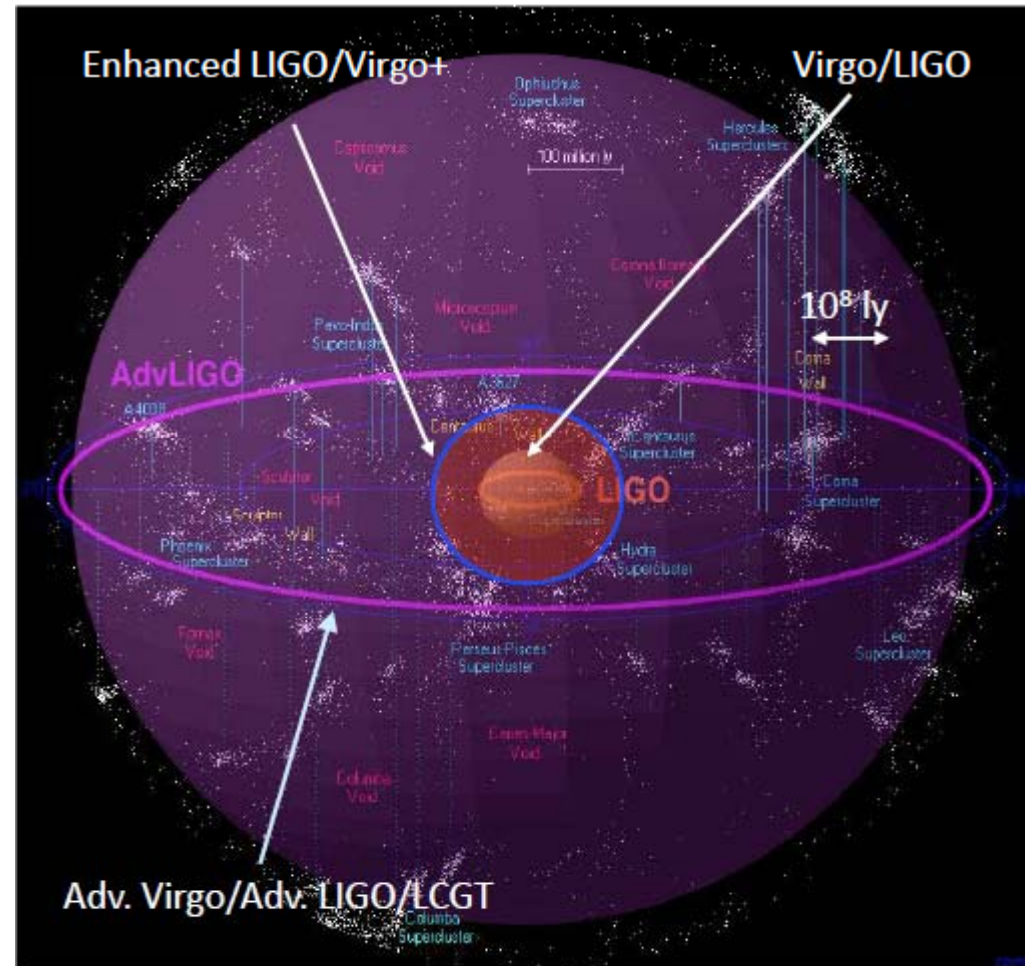
第1世代に比べて1桁以上感度を良くする

例 : Adv Virgo



## 第2世代検出器での目標②

- 感度が10倍良くなるので10倍遠くまで見られるようになる。
- つまりAdvLIGOはLIGOよりも1000倍の範囲を網羅でき、中性子連星であれば200Mpcまで見られる。

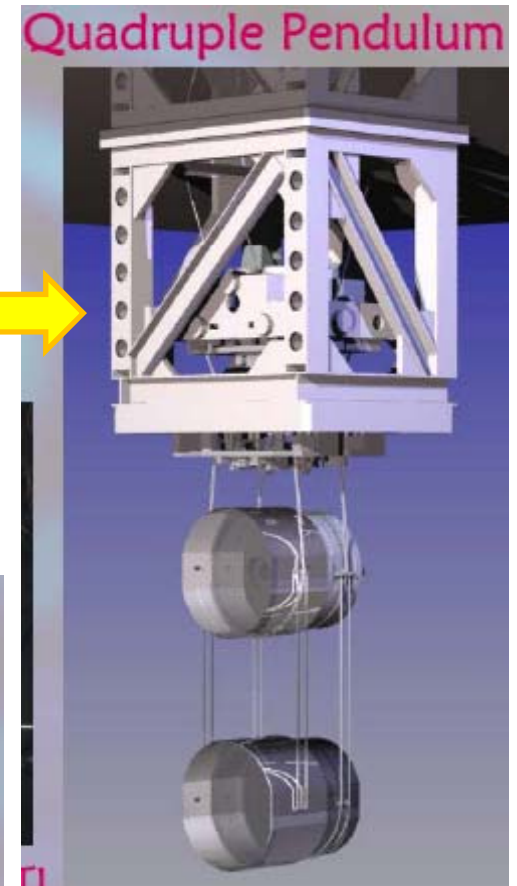


Credit: R.Powell, B.Berger

# 第1世代に比べて改良点は？①

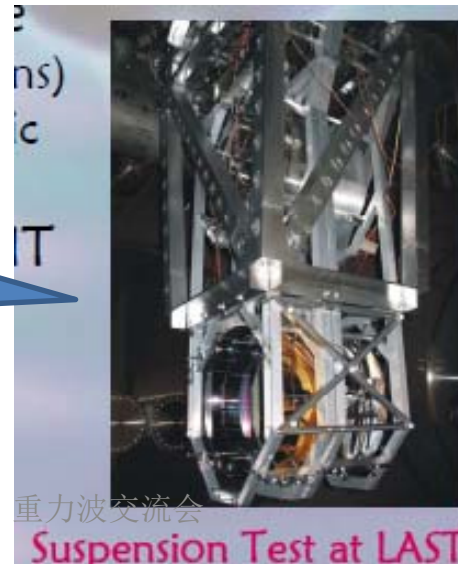
## —地面振動の防振①—

- 元々どの第1世代干渉計でも、一段や多段振り子で鏡を吊って防振している
- Advanced LIGOのQuadruple pendulum ( for test masses and beamsplitters) など
- Virgo+, Adv Virgo, LCGTでもそれぞれ開発している



Slide : Gregory Harry

MITのLASTIで試験中の  
Quadruple Pendulum



# 第1世代に比べて改良点は？②

## —地面振動の防振②—

### Adv LIGO の防振装置

2種類

・テストマスとビームスプリッター用のBSC →

・光学系用のHAM  
6自由度の3ステージ

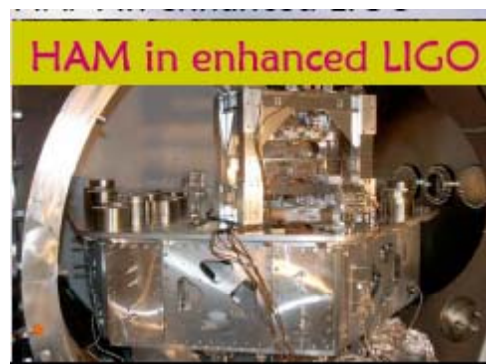
○プロトタイプ稼働中

- ・BSC : MITのLASTIにて
- ・HAM : enhanced LIGOにて

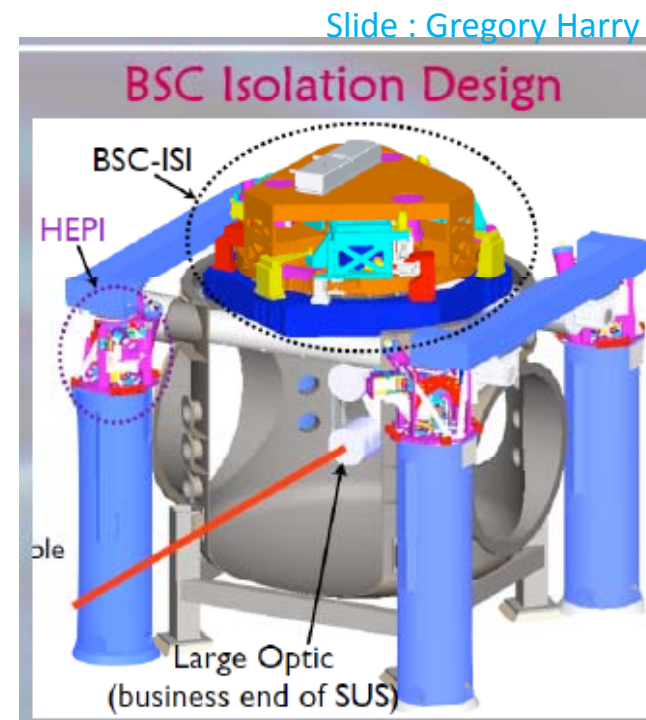
○実機組立予定

- ・HAM 2009年10月
- ・BSC 2010年7月

Yaka Wakabayashi

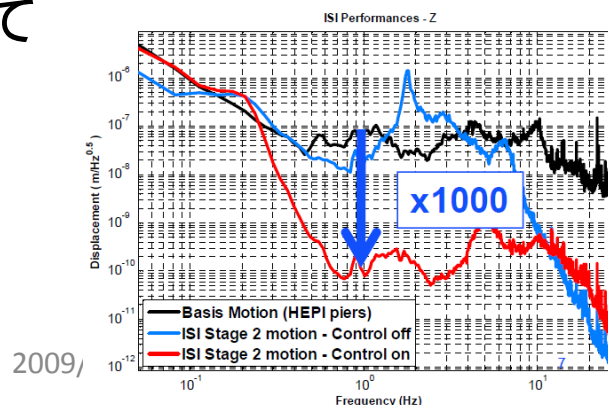


HAM in enhanced LIGO

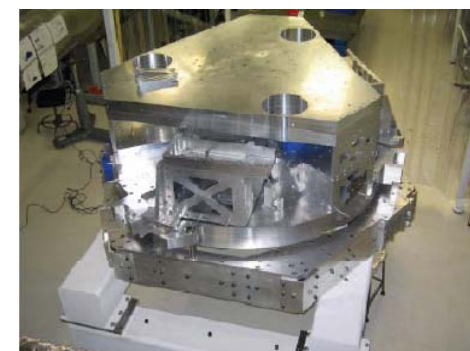


Slide : Gregory Harry

BSC Isolation Design



2009/

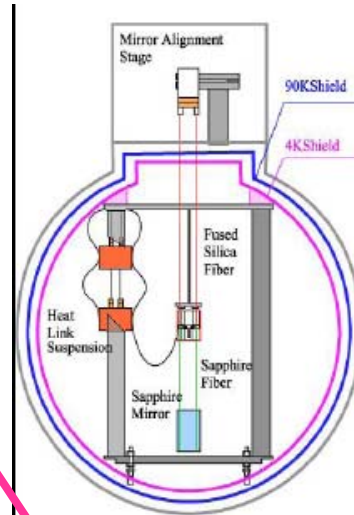


14

# 第1世代に比べて改良点は？③

## —熱雑音対策—

- LCGTでは鏡を20K冷却  
(振り子の熱雑音を低減)
- Fused Silica suspension fiber  
GEO600で主に開発
  - Adv LIGO, Adv Virgo でも同様のものを使用予定
  - Virgo+では、早ければ2009年に使用予定



Slide : Kuroda

Monolithic silica last stage  
– Dumbbell fibers (not ribbons)  
– Ears silicate bonded to optic  
– Fibers welded to ears  
Full testing in LASTI at MIT

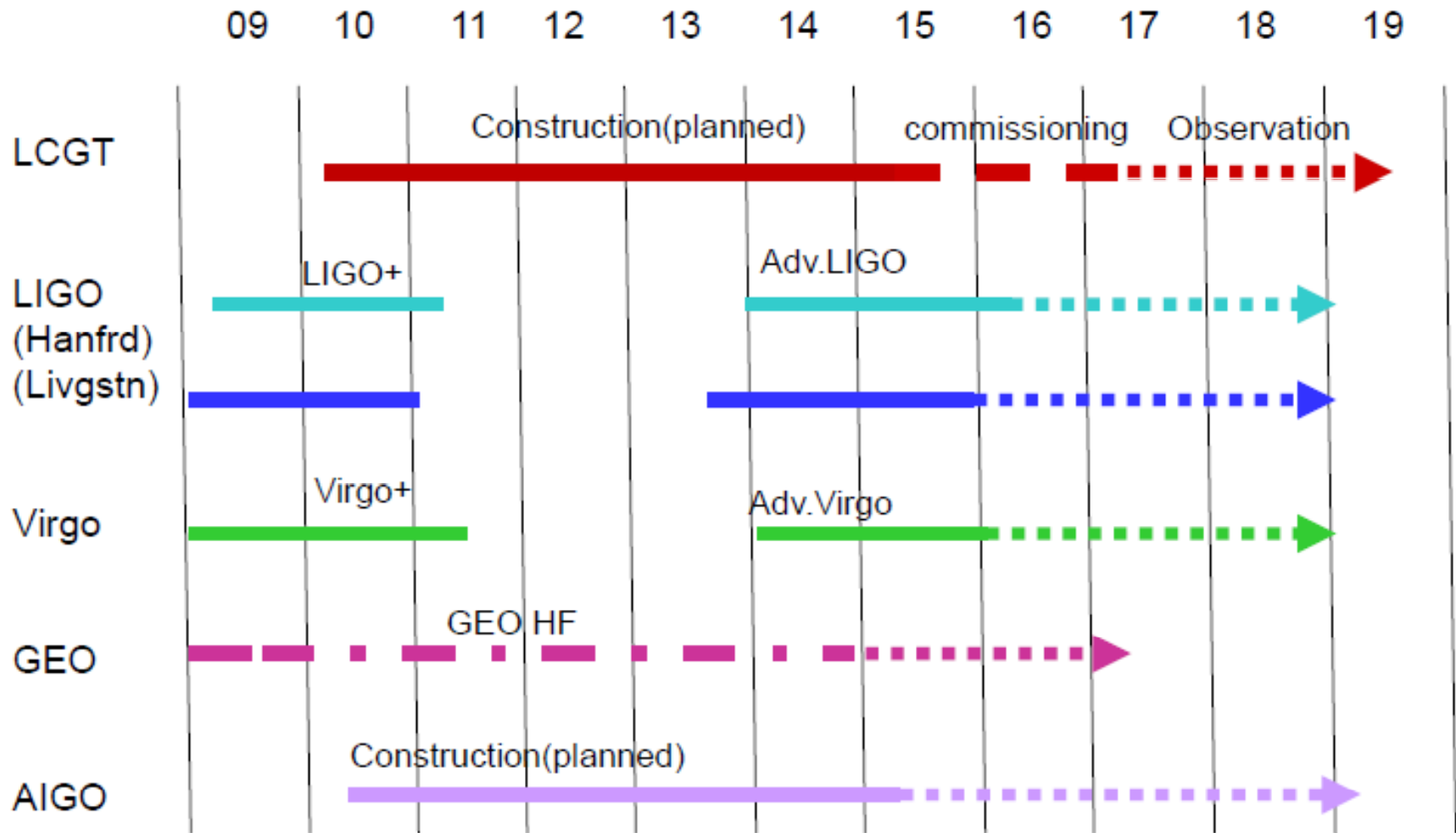
熔融石英で  
鏡のearの  
部分と接合



Welded Fiber-Ear

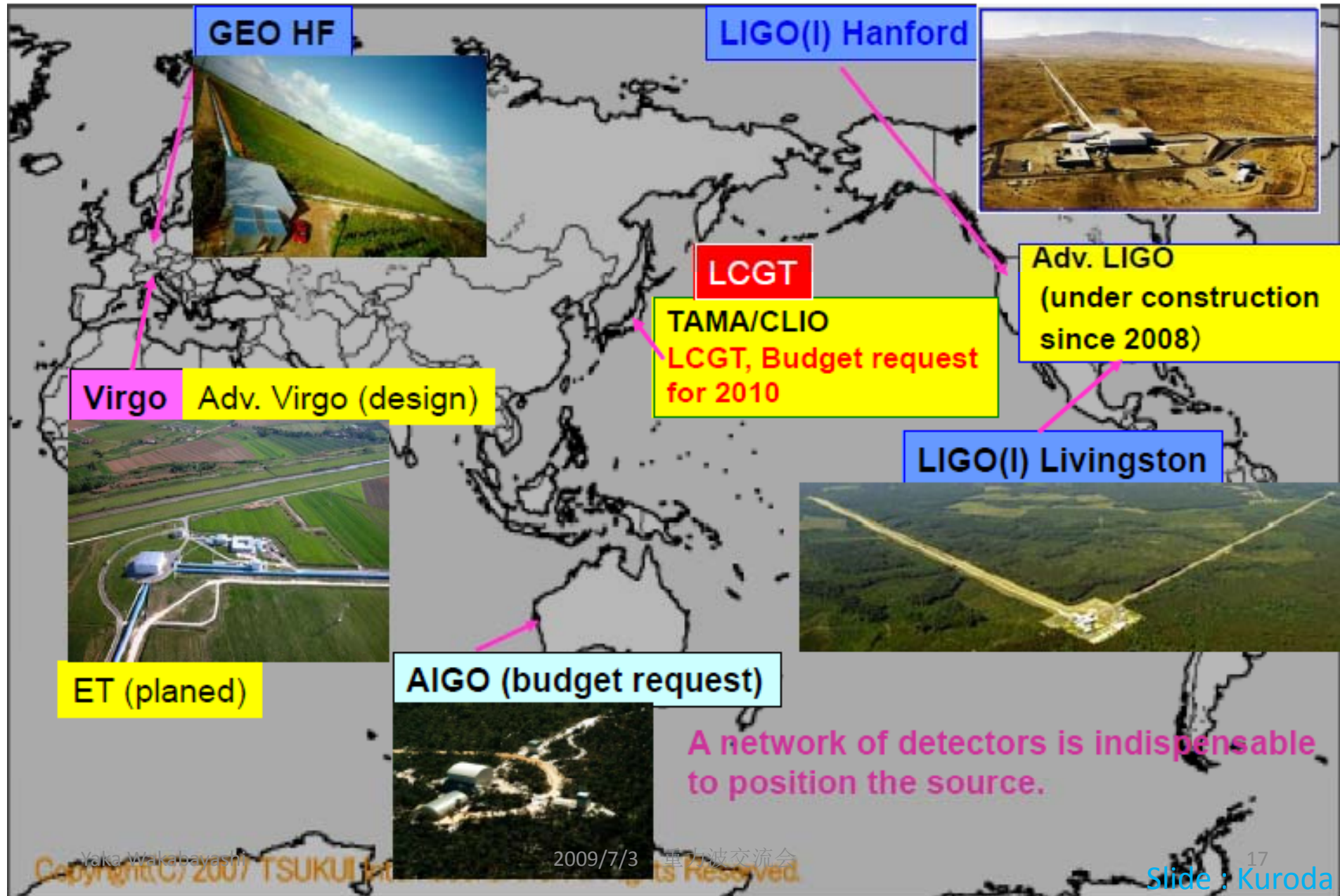
Su  
15

# 第2世代干渉計ロードマップ





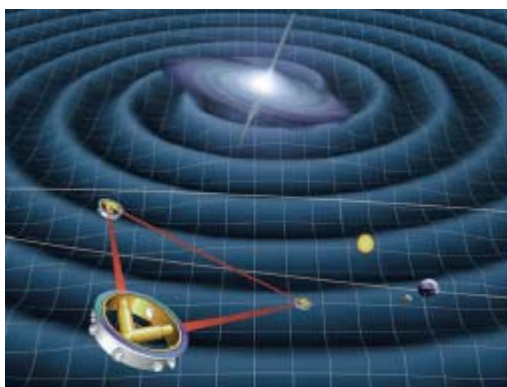
# Designed for World wide network of GW astronomy



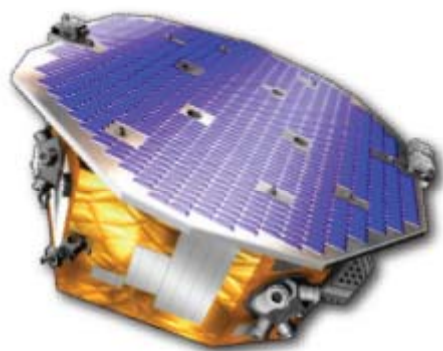
## ② LISA Pathfinder

# LISA

- LISAのスケジュール



LISA: 20XX年打ち上げ目標



LISA Pathfinder: 2011年打ち上げ予定

Slide : Paul McNamara

Yaka Wakabayashi

2009/7/3 重力波交流会

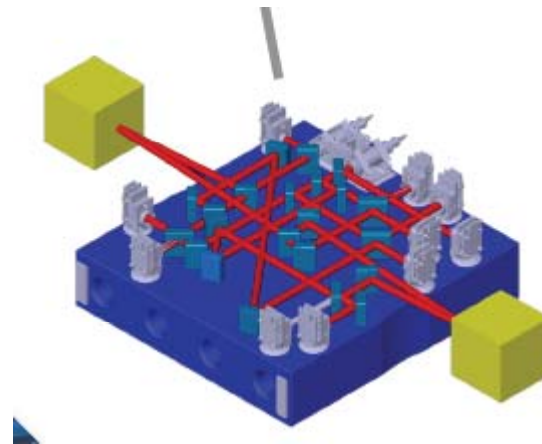
19

# LISA Pathfinder

- LISA PathfinderはLISAのための技術検証ミッション

LISA : 基線長500万km

LISA Pathfinder : 基線長数10cm (片腕だけの干渉計)



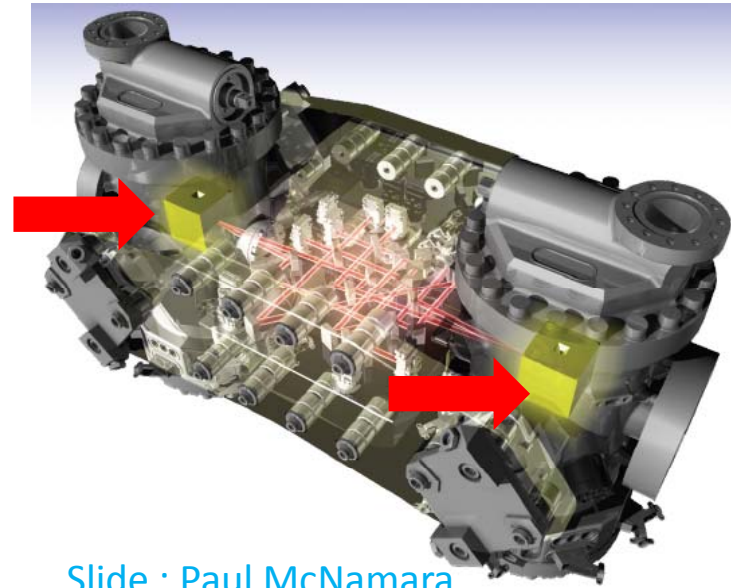
Slide : Paul McNamara

# LISA Pathfinder に要求される技術

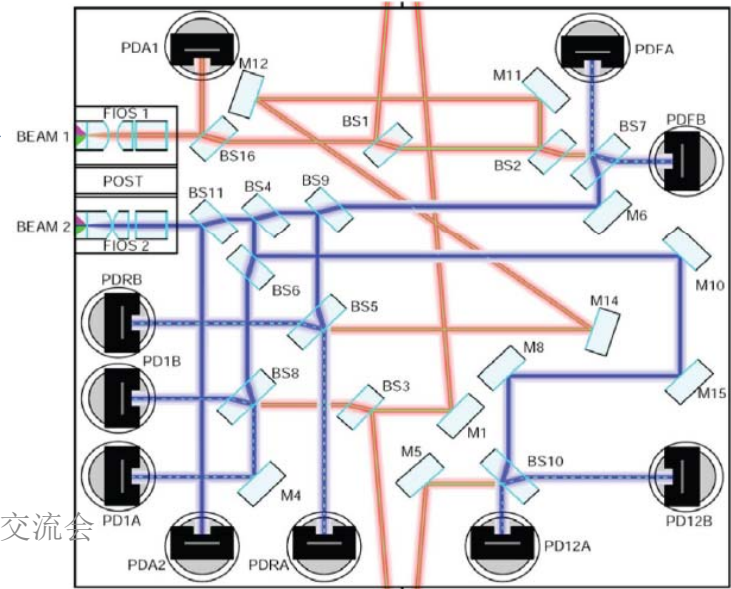
- spacecraftの**非接触Drag free 制御**
- Drag free制御するための**低雑音スラスタ**
- 非接触での**テストマスの放電**
- **重力場のキャンセル**
- 宇宙機同士の**精密位置決め**
- 宇宙機同士の**通信**
- **精密姿勢制御 など**

# LTP(LISA Technology Package)

- テストマスx2
- 基線方向にヘテロダインレーザー干渉計と、すべての面に静電容量センサがありテストマスの相対位置を測る
- 低膨張率の光学定盤に4つの干渉計がある



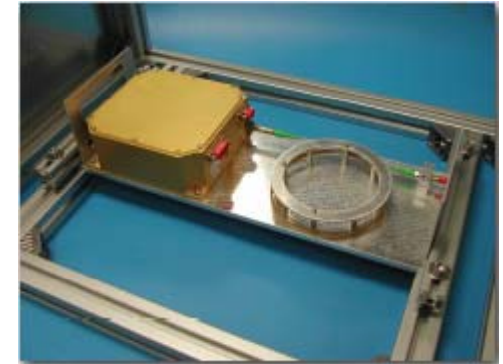
Slide : Paul McNamara



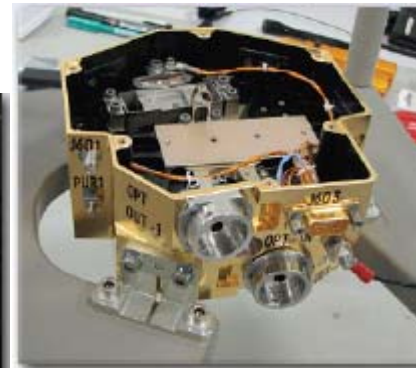
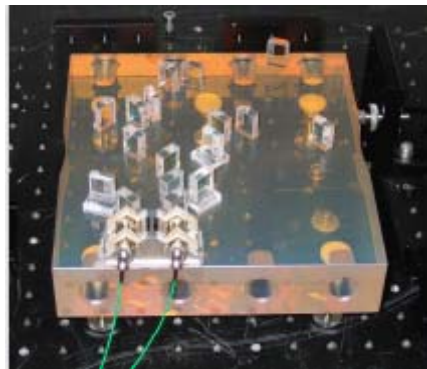
# Optical Metrology System

以下の4つのメインサブシステムで構成

- Reference Laser unit(?) →
- Acousto-Optic Modulator(?) →
- 光学定盤
- Phase-meter(?) →



Slide : Paul McNamara

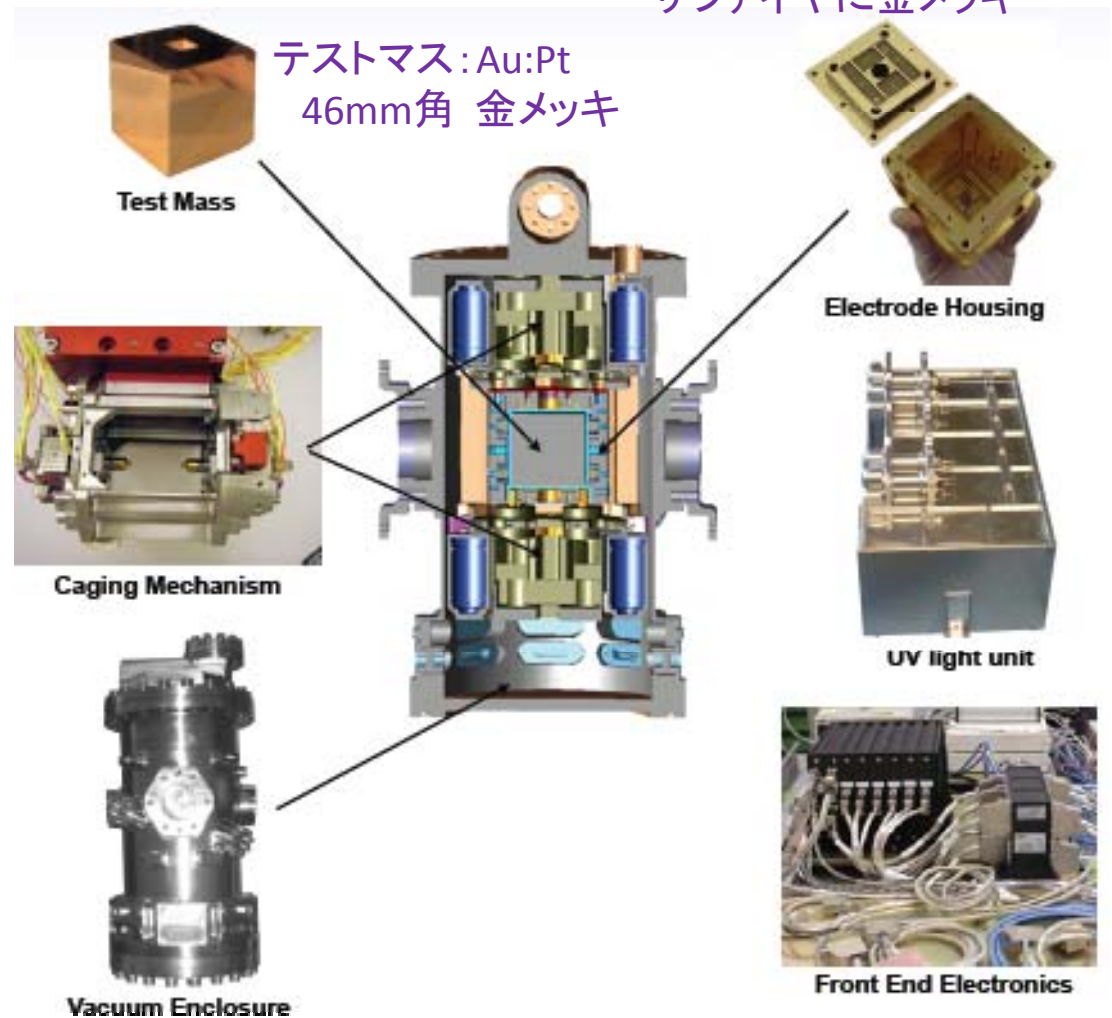


# 慣性センサユニット

電極板:  
サファイヤに金メッキ

## 6メインサブシステム

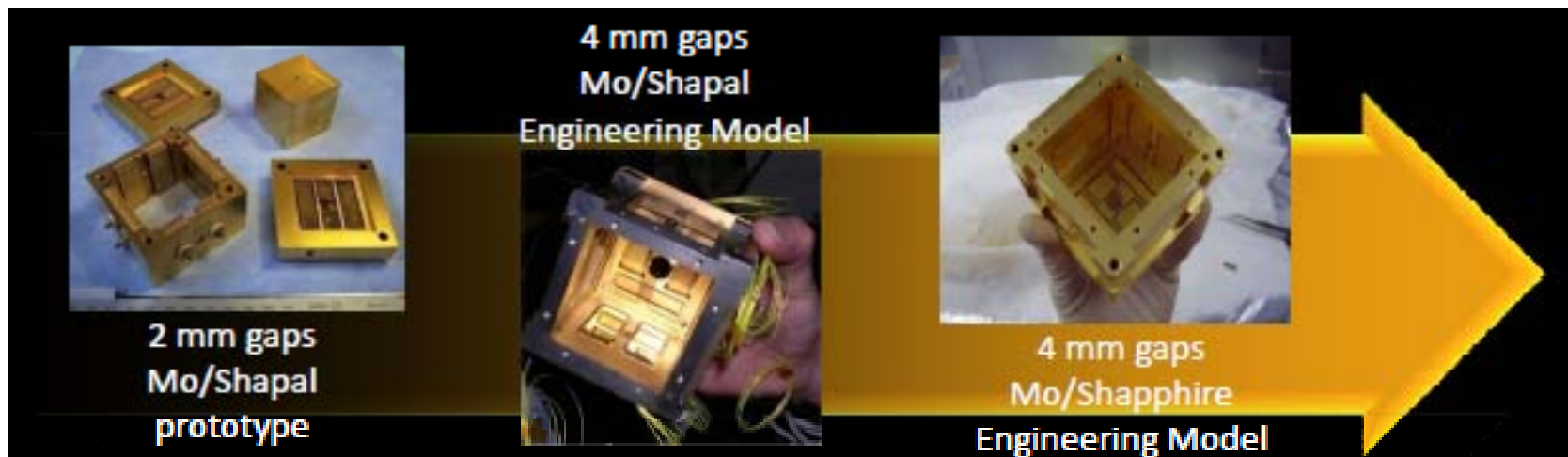
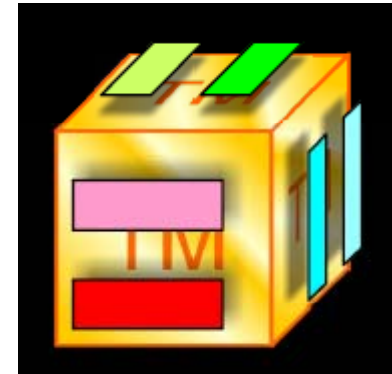
- テストマス
- Electrode Housing (EH)  
電極板とフレーム
- Caging mechanism  
(DPFでいう、ローンロック機構  
とクランプリリース機構)
- UV放電システム
- 真空ユニット
- Front end electronics(?)





# GRS(The Gravitational Reference Sensor)


- テストマスの位置を測って制御する
- GRSの構成要素
  - テストマス
  - Electrode Housing(EH): テストマスの6面全部に4mmのギャップのある電極板が張り付いたフレーム



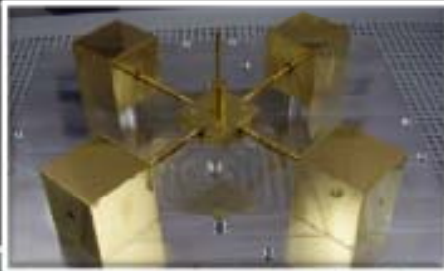
# GRS地上テスト(エンジニアリングモデル)

- Torsion pendulum で1自由度で性能試験

Torsion pendulums provides one "nearly free" degree of freedom to test the GRS

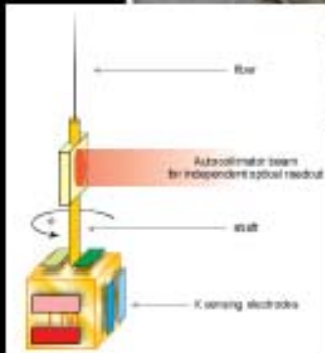


1TM  
回転

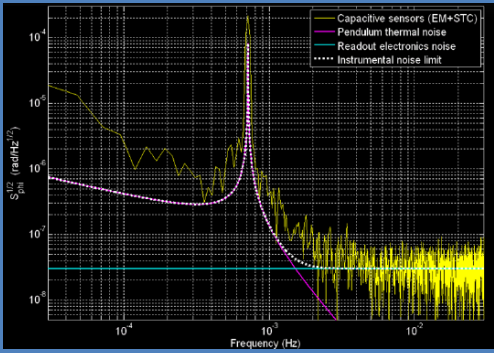


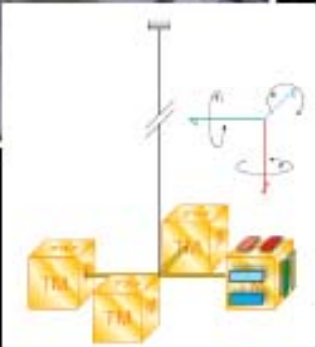
4TM  
並進

**Gravity Reference Sensor Engineering Model**



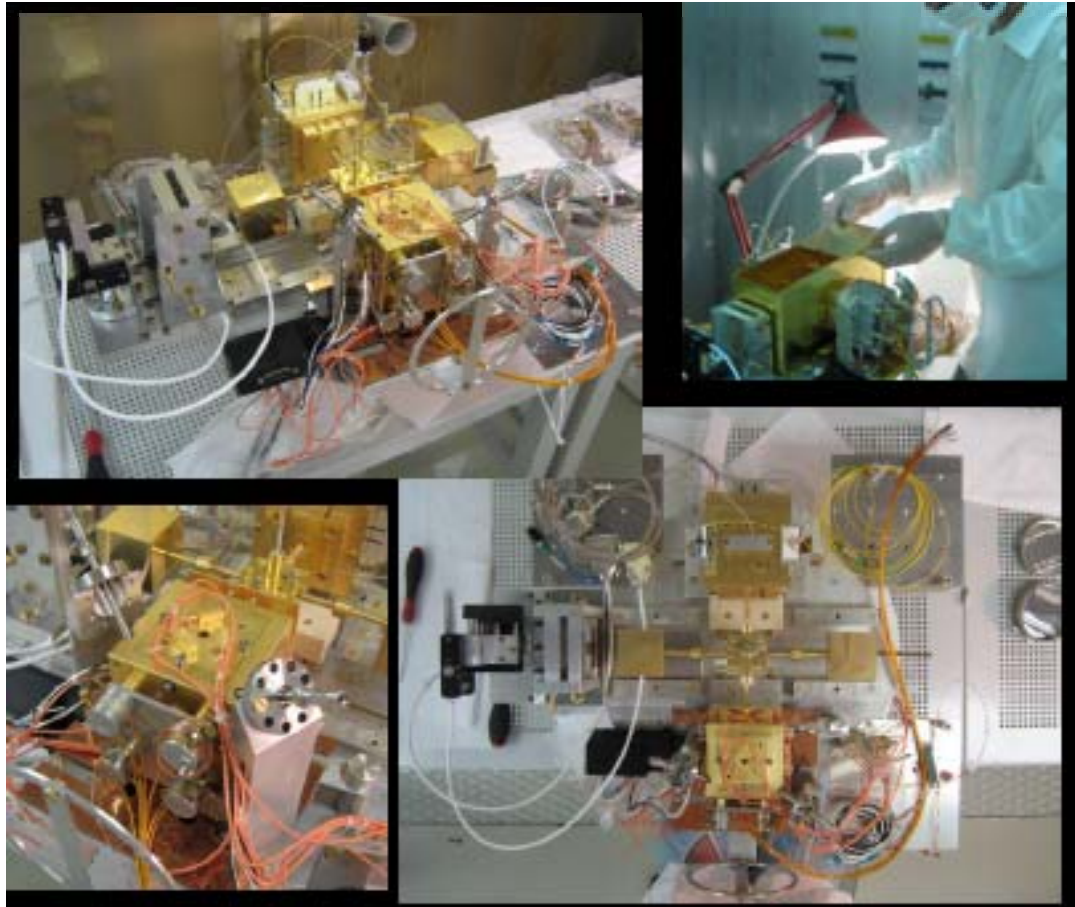
Pendulum Thermal noise, Readout electronics noise, などからSensorの upper limits がわかった





# GRS地上テスト(フライトモデル)

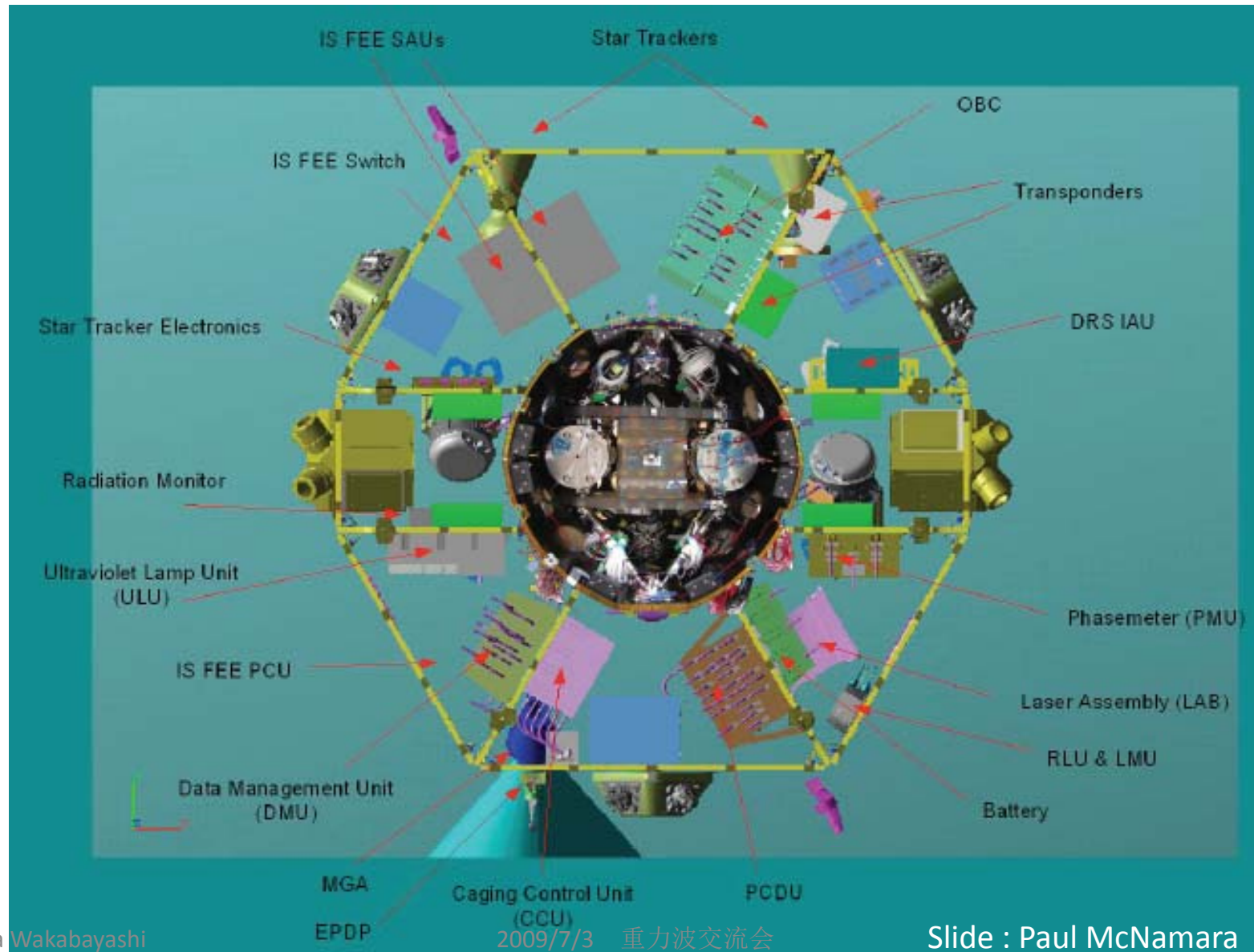
- フライトモデルのレプリカで卓上実験開始！



Slide : Giacomo Ciani

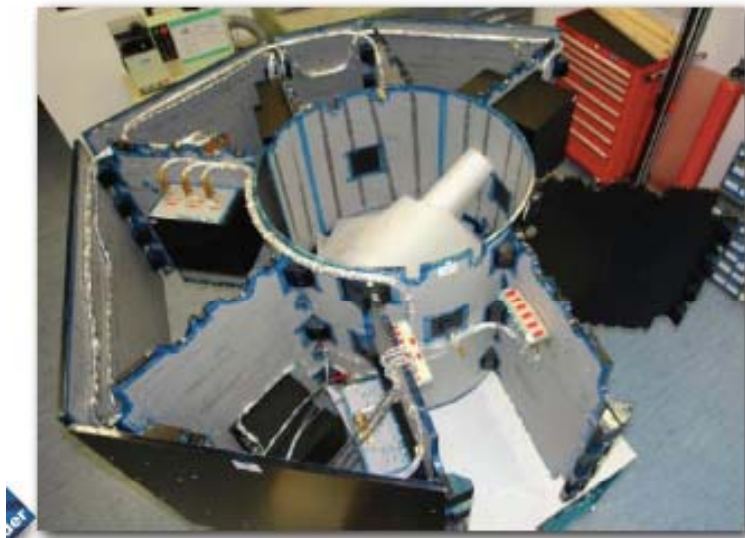
- 本物のフライトモデルは、2010年完成予定

# LISA Pathfinder全体

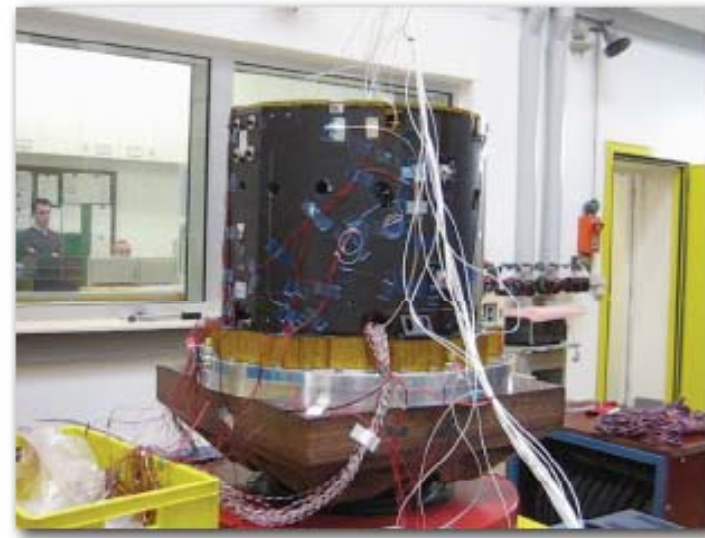


# LPF振動試験等の現状①

- 2007年にCritical Design Review(CDR)を通過
- LTP Core Assembly は振動試験通過(下の写真)
- 各ユニットのフライトモデルは今製作中orレプリカで試験中
- DFACS (Drag Free and Attitude Control System)もCDRを通過し、試験中



FM electrical harness check



LCA STM vibration test

# LPF振動試験等の現状②

以下の構造試験も通過

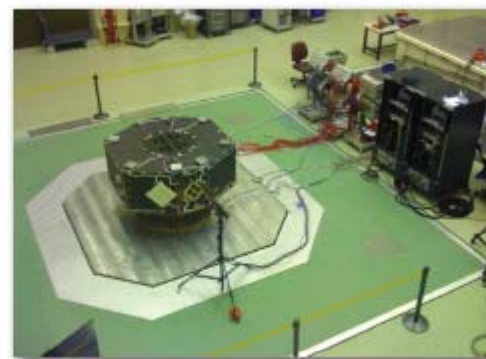
- 静的荷重
- 音響
- ロケットから切り離す際の衝撃
- Sine Dwell(?)



Yaka Wakabayashi



2009/7/3 重力波交流会



Slide : Paul McNamara

# Launcher

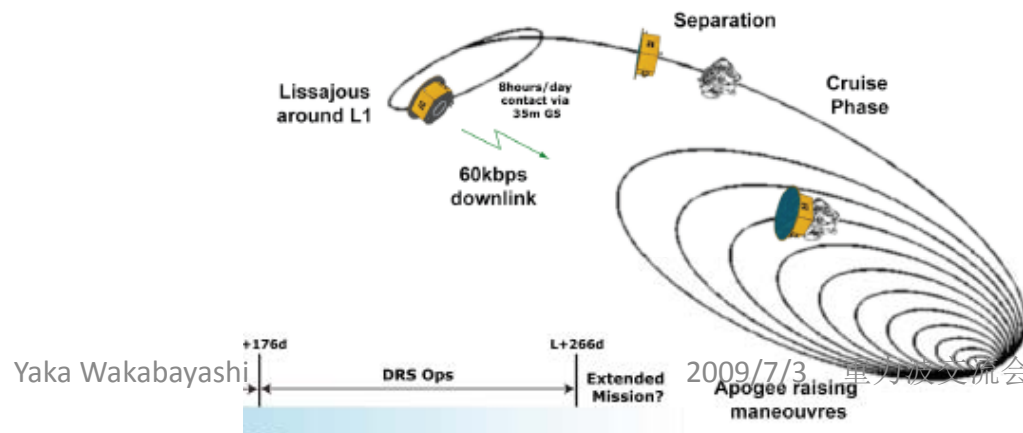
- 2011年中頃打ち上げ予定
- VEGA(ESAの新型ロケット、LPFが3号目)にて打ち上げ予定
- 最終的な軌道は50万x80万kmのL1付近
- ドイツのESOCにてオペレーション
- 1日8時間コンタクト可



Artists impression of VEGA launcher



VEGA main engine test



Slide : Paul McNamara

# 最後に

- 今回の会議のプレゼンテーションとポスターの資料はほとんど以下のAmaldi8のHPにおいてあるので興味のある方はどうぞ。

<http://sites.google.com/site/amaldi8project/>