

大型低温重力波望遠鏡KAGRA プロジェクトの現状

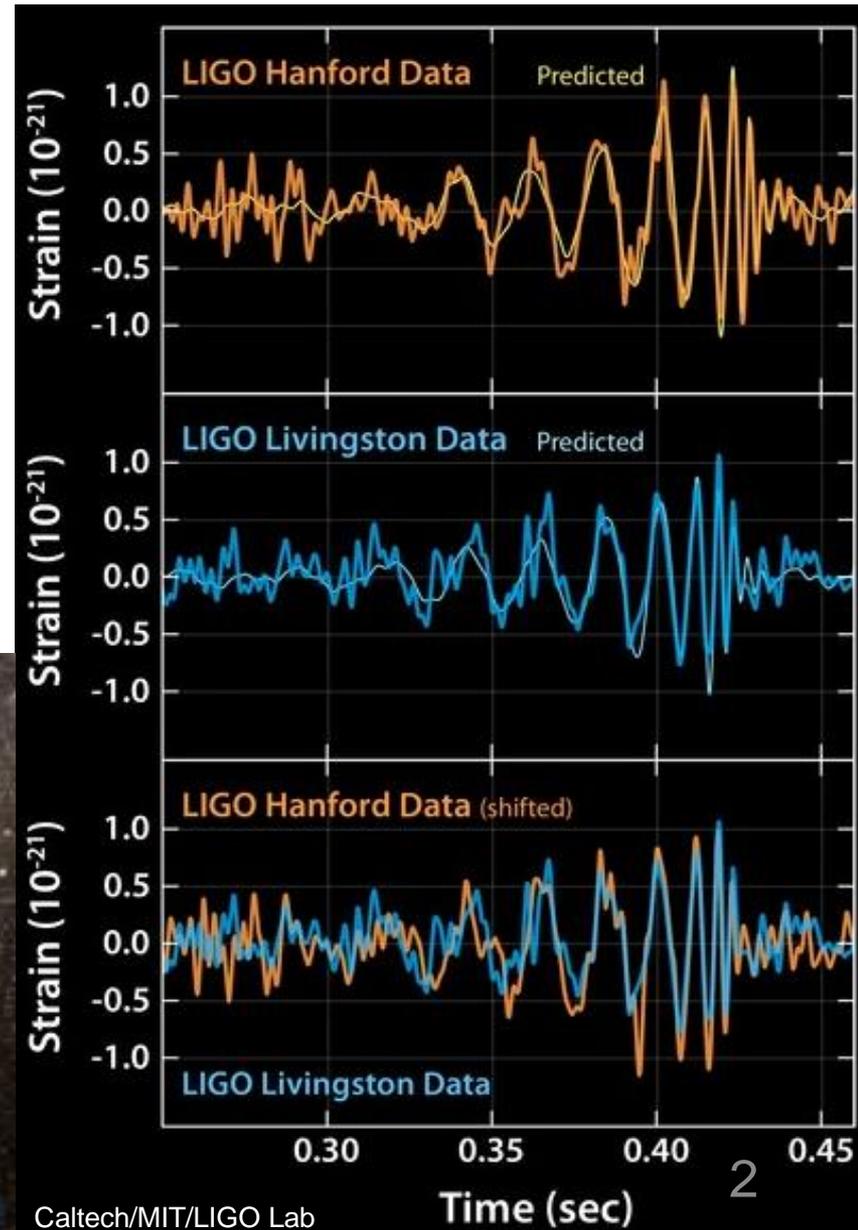
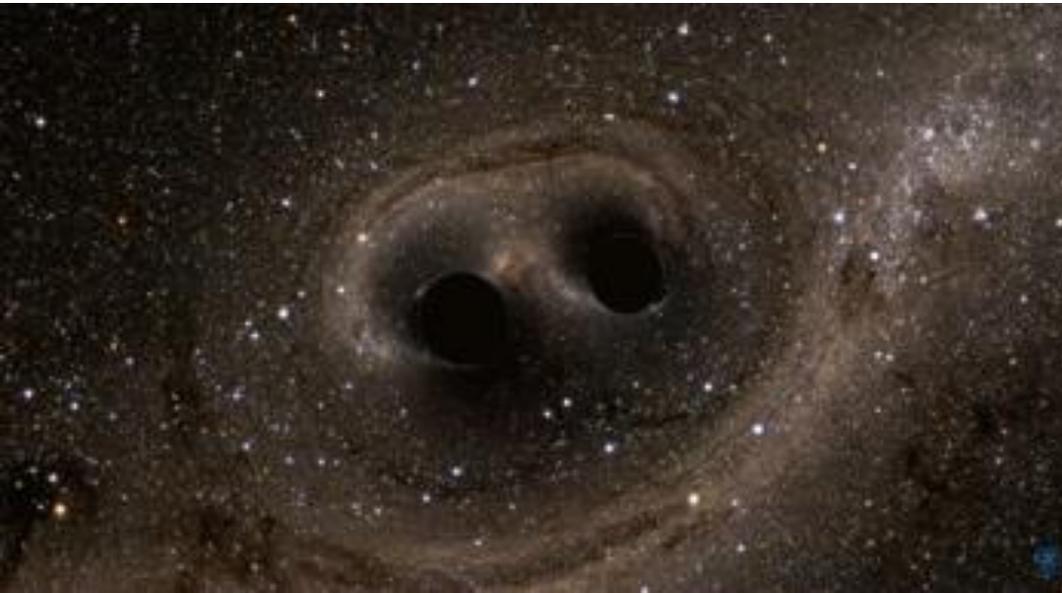
道村唯太

東京大学 大学院理学系研究科 物理学専攻

for the KAGRA Collaboration

重力波天文学の幕開け

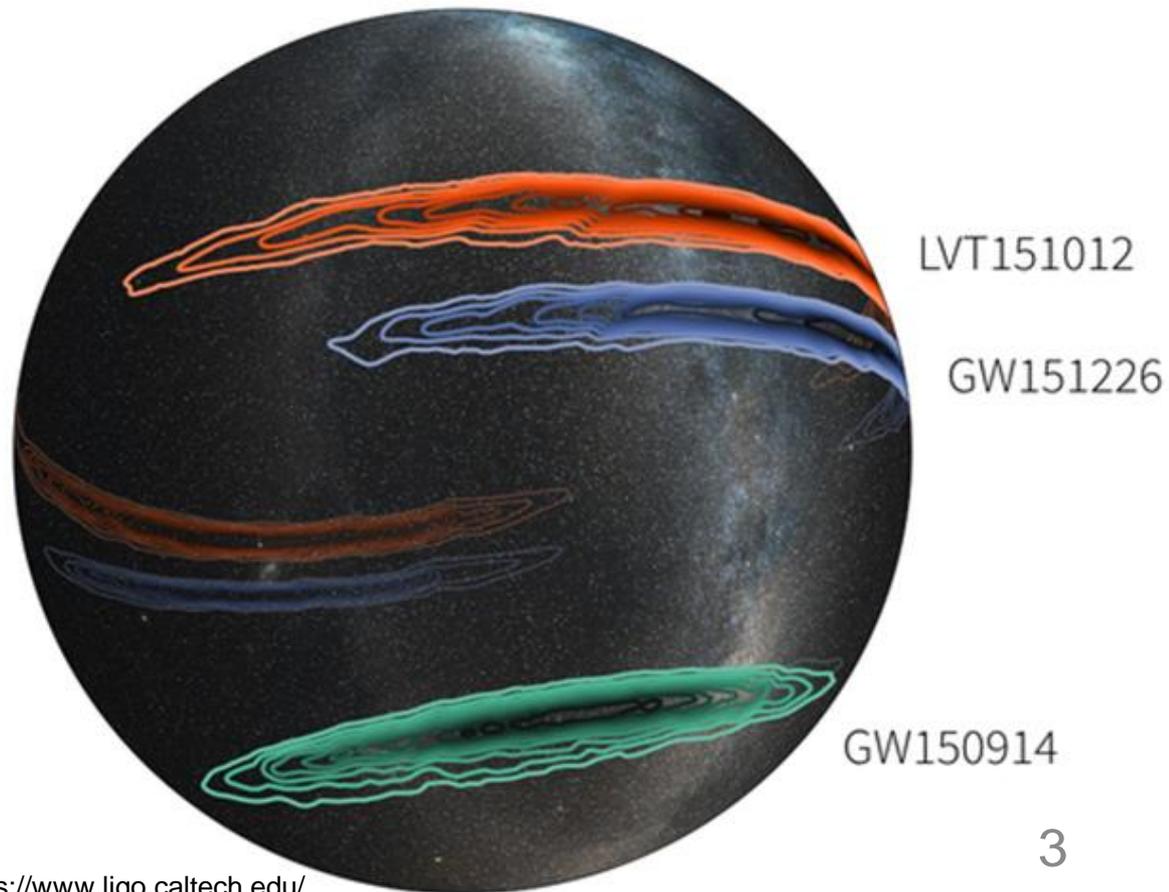
- 2015年9月14日 アメリカの2台のAdvanced LIGO 望遠鏡が重力波を初検出
- 連星ブラックホールからの重力波
36 M_{\odot} & 29 M_{\odot}



わからなかったこと

- $10 M_{\odot}$ を超える重たい連星ブラックホールの**起源**
- 重力波源の**位置** (数百平方度)
- ブラックホール**準固有振動**のより詳細な確認
などなど

- 3台以上による
よりたくさんの方
よりSNRの高い
検出が必要



重力波の国際観測ネットワーク

- 世界中で建設中、感度向上中

Advanced LIGO
(preparing for O2)



Advanced LIGO



KAGRA
(construction)



GEO-HF
(operation)



Advanced Virgo
(construction)



LIGO-India (approved)



大型低温重力波望遠鏡KAGRA

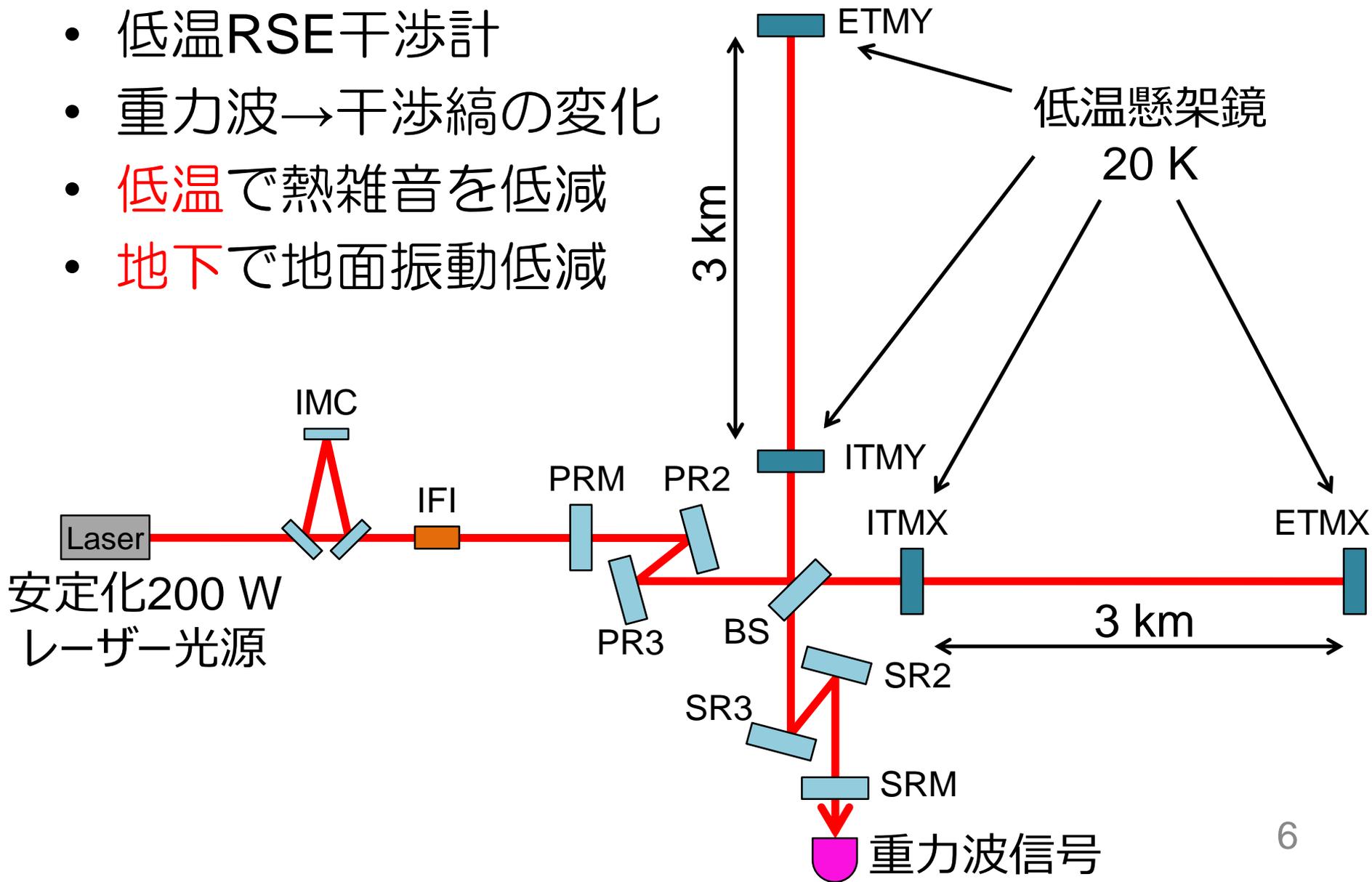
- 岐阜県 神岡鉱山地下に建設中
- 片腕 3km L字型レーザー干渉計
- 低温と地下建設

KAGRA



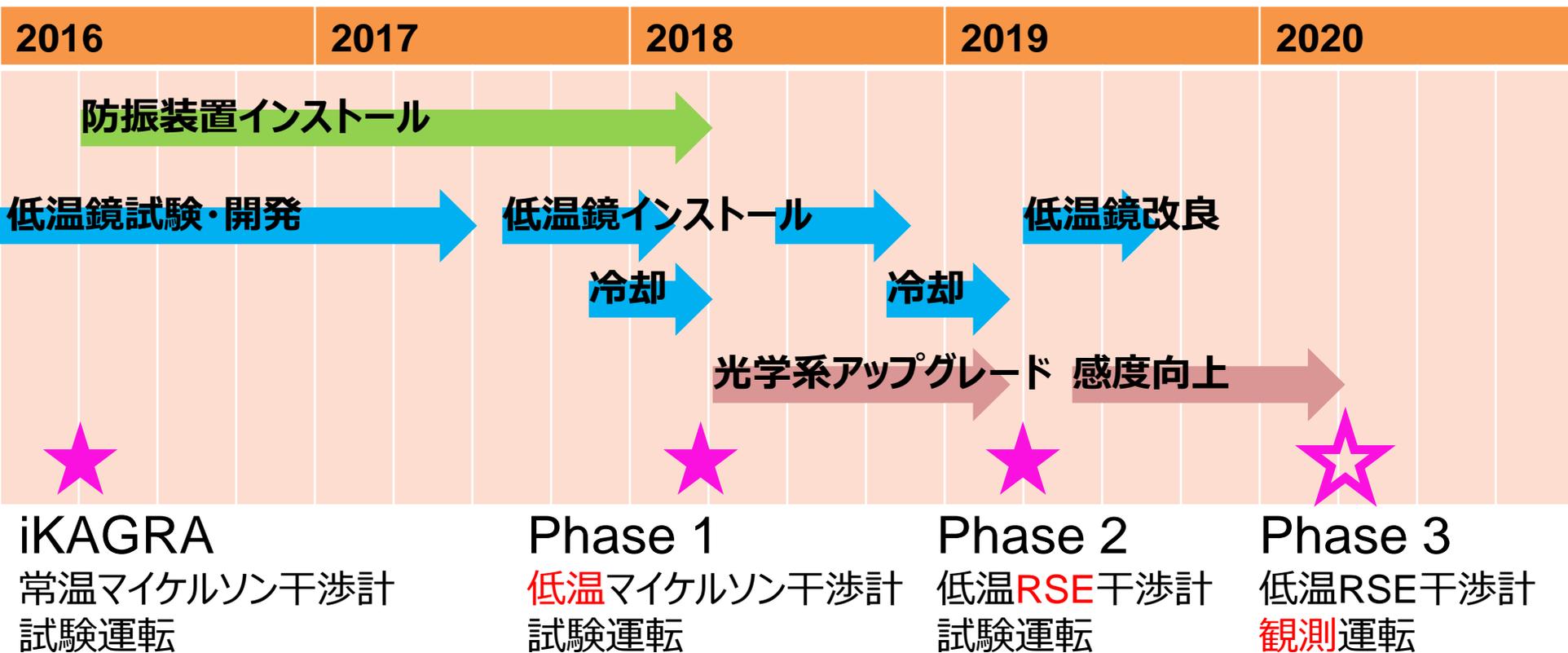
KAGRAの干渉計構成

- 低温RSE干渉計
- 重力波→干渉縞の変化
- 低温で熱雑音を低減
- 地下で地面振動低減



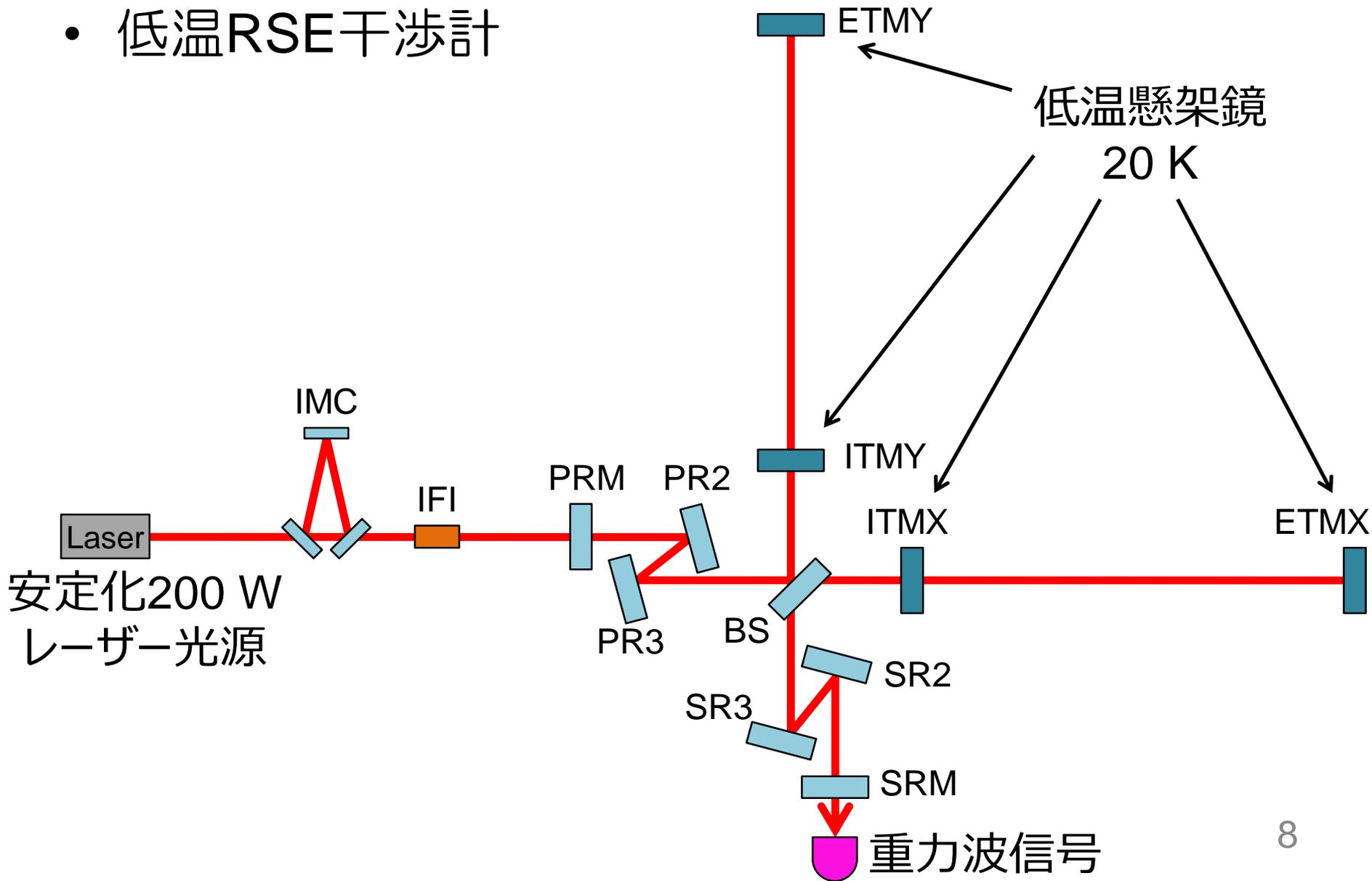
KAGRAのロードマップ

- 段階的な開発
- 現状: 常温試験運転を終了
低温運転に向けて開発中



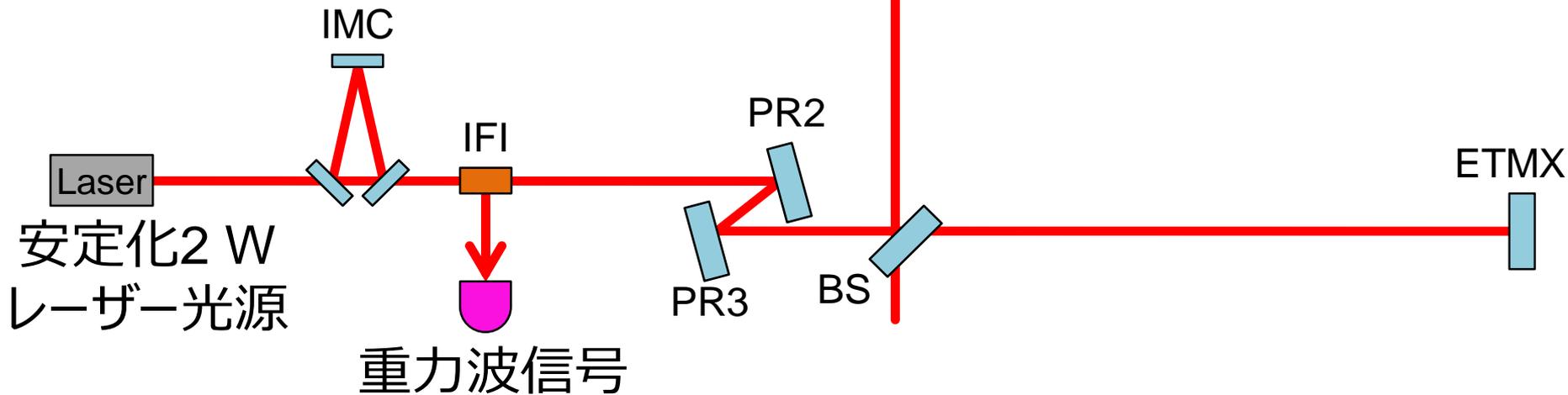
KAGRAの干渉計構成

- 低温RSE干渉計



iKAGRAの干渉計構成

- 常温マイケルソン干渉計
- 低パワー光源
- 簡易な光学系
- 簡易な防振系



iKAGRA試験運転

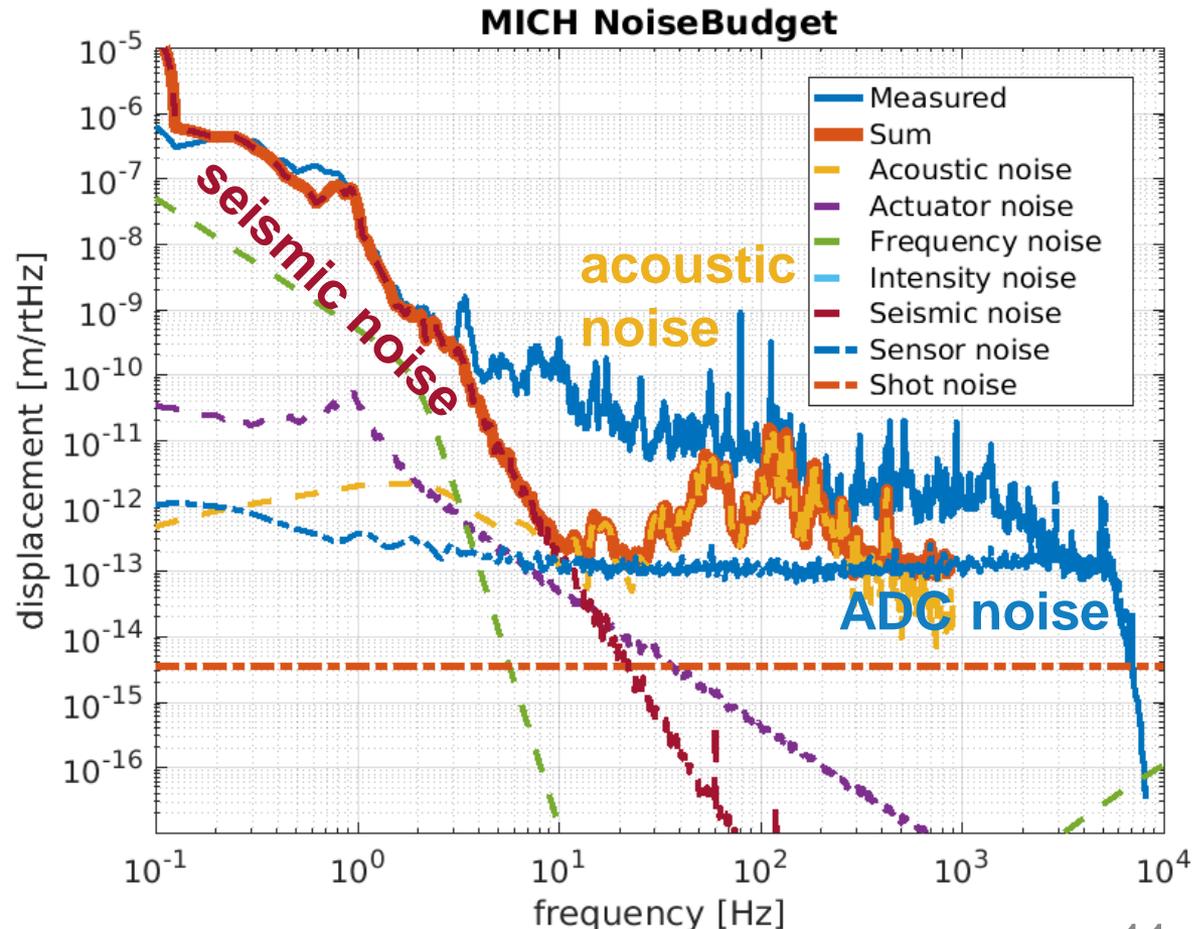
- 2016年3月25日9:00 から 3月31日17:00
2016年4月11日9:00 から 4月25日17:00 の2期間
- 目的:
 - 片腕3kmに及ぶ真空槽・ダクトのレイアウト確認
 - 制御系、データ取得・転送・解析系の試験
 - 観測体制の確立
 - 地下の環境
データの取得
 - km級干渉計運転
の感覚をつかむ



iKAGRAの感度

- $\sim 3e-15$ /rtHz @ 100 Hz
- 地面振動、音響雑音、ADC雑音で制限

- 雑音源の特定に成功
- 極めて悪いがbKAGRAでは全て低減可能

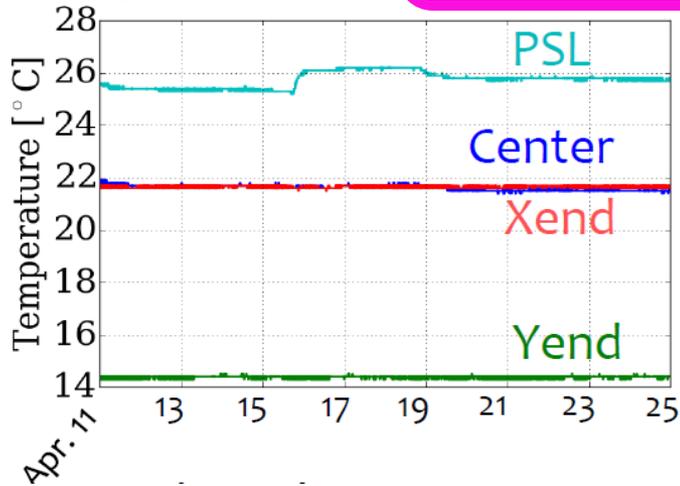


環境データ

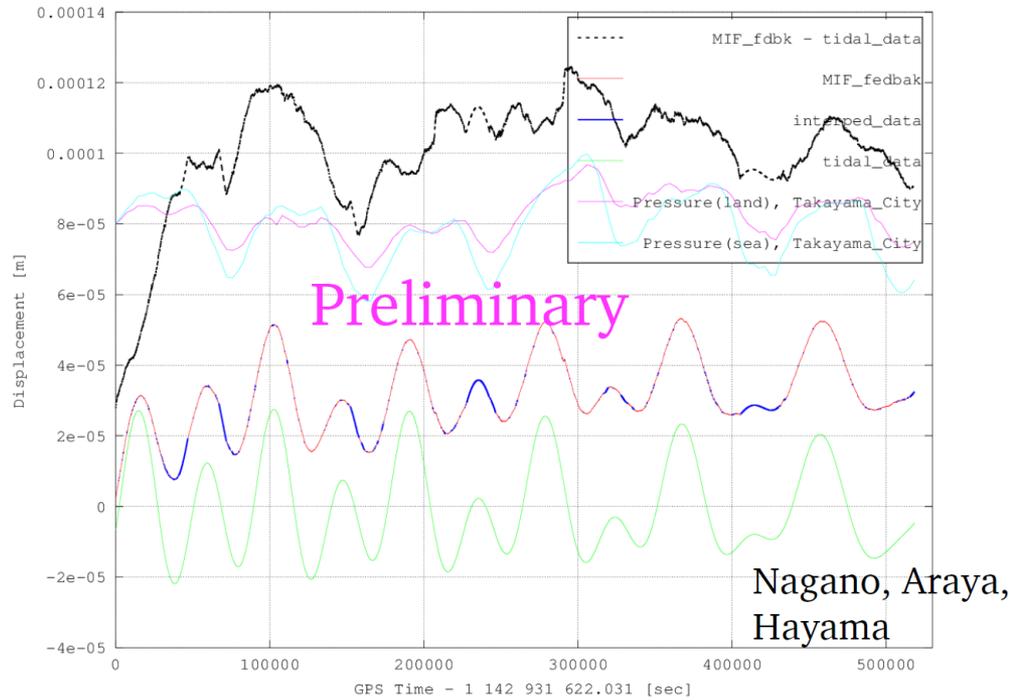
- KAGRAの特殊な環境
の評価

干渉計診断
24aSR-3

Temperature



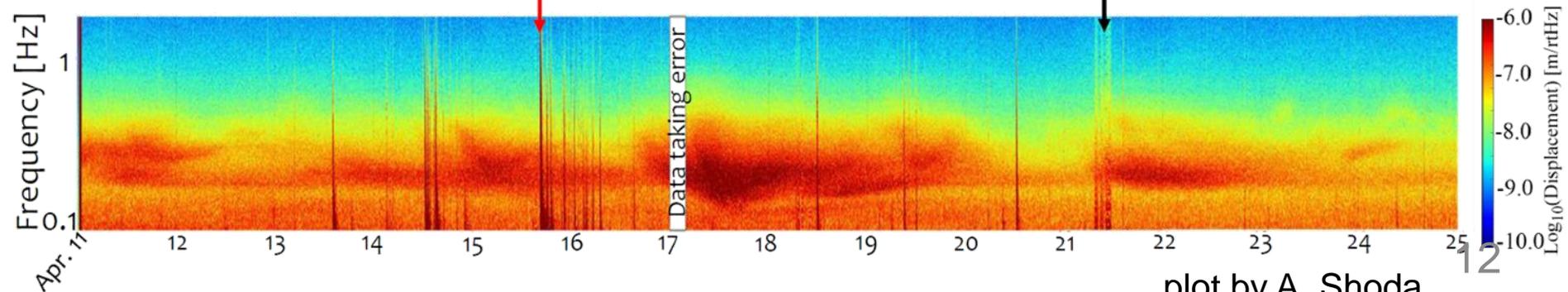
Tidal distortion



Seismic noise

Kumamoto earthquake (M5.7)

Data taking error



データ転送・解析

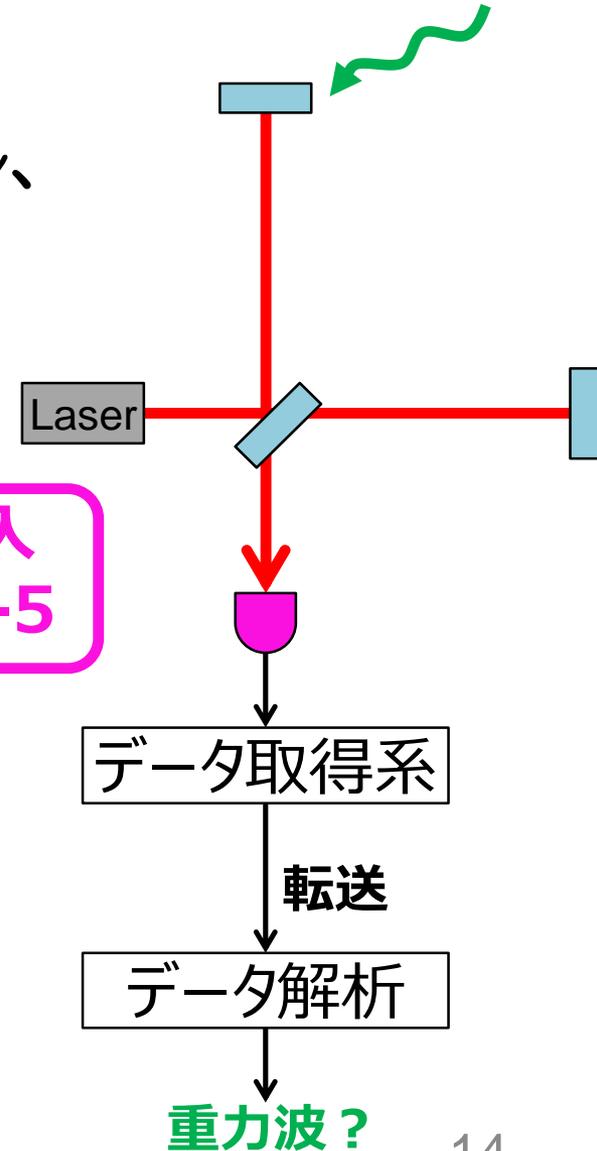
- リアルタイム転送 (遅延時間~3秒、~200 MB/sec)
東大宇宙線研(柏)
大阪市大
- オフライン転送
Academia Sinica
(台湾)
KISTI (韓国)
- 合計7.5 TBのデータ
重力波信号
環境信号
各種モニタ信号



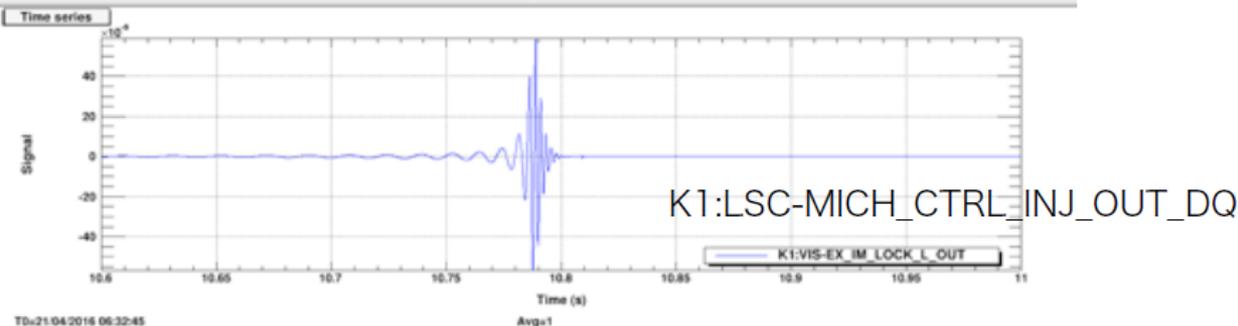
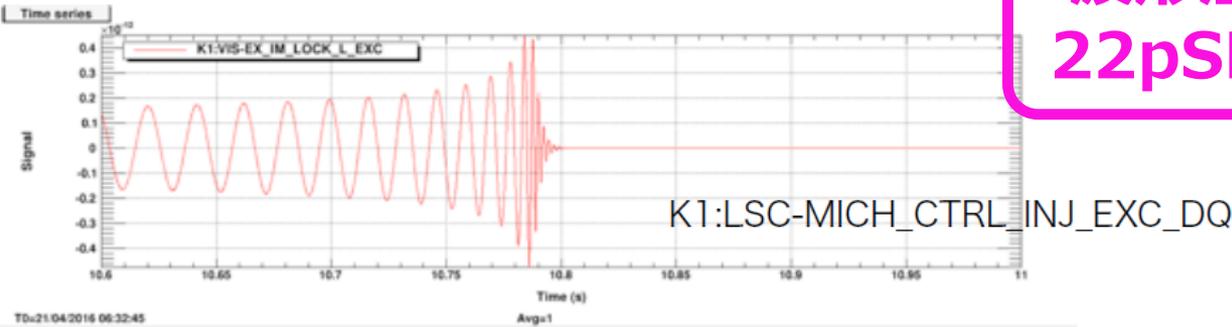
重力波信号の注入テスト

- 試験運転終了直後
- 生成した重力波波形で鏡を揺らし、信号を注入
- 干渉計から解析系までの重要な end-to-end test

波形注入



波形注入
22pSR-5



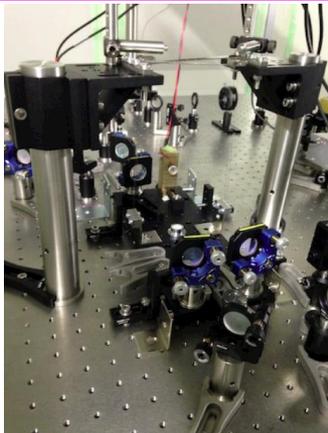
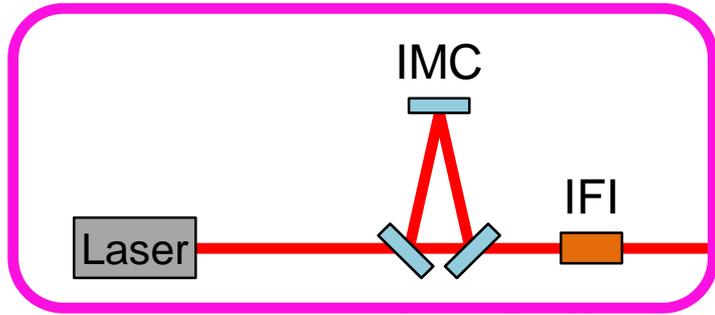
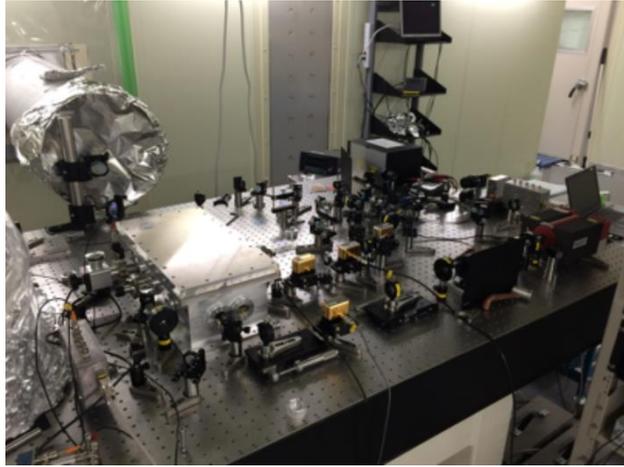
まとめと現状

- 2016年3月 iKAGRA試験運転に成功
常温マイケルソン干渉計
- レイアウトの確認、環境データの取得、観測体制の確認ができた
- 制御系やデータ取得・転送系もうまく行った
- bKAGRAに役立つデータ・経験が得られた
- 重力波データ解析、環境データ解析が進行中

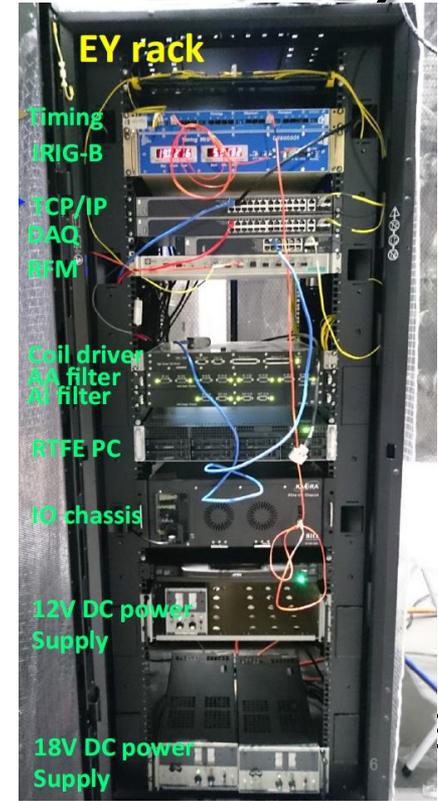
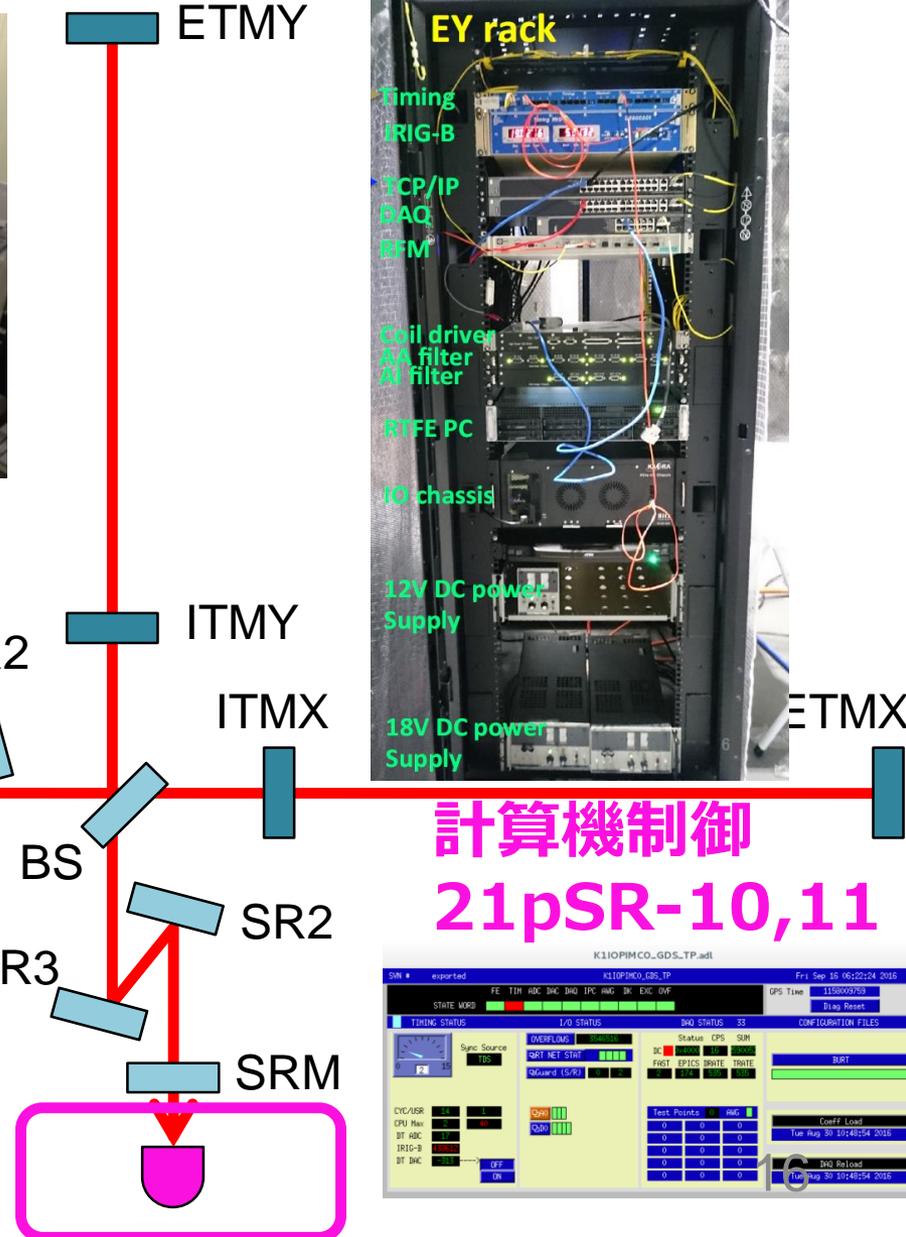
- 現在、低温運転に向けた開発を進めている
→ 詳細は関連講演で

KAGRA関連講演(全てSR会場)

入射光学系
21pSR-7



出射光学系
21pSR-8,9

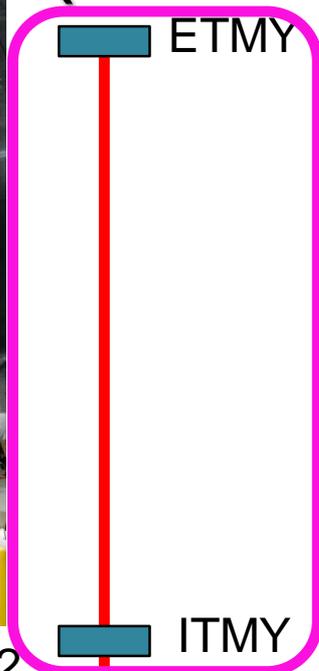
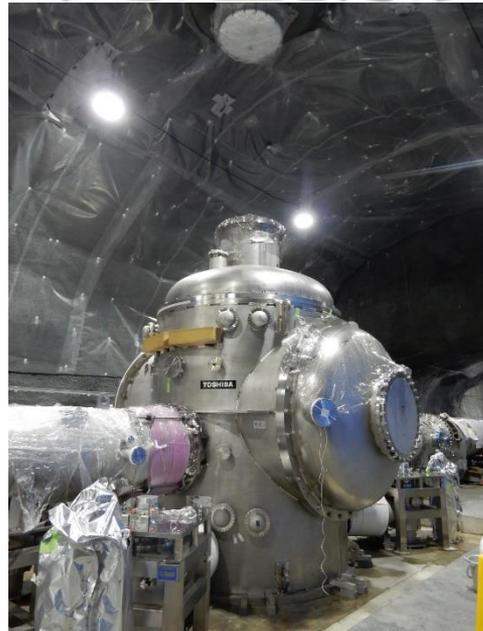


計算機制御
21pSR-10,11

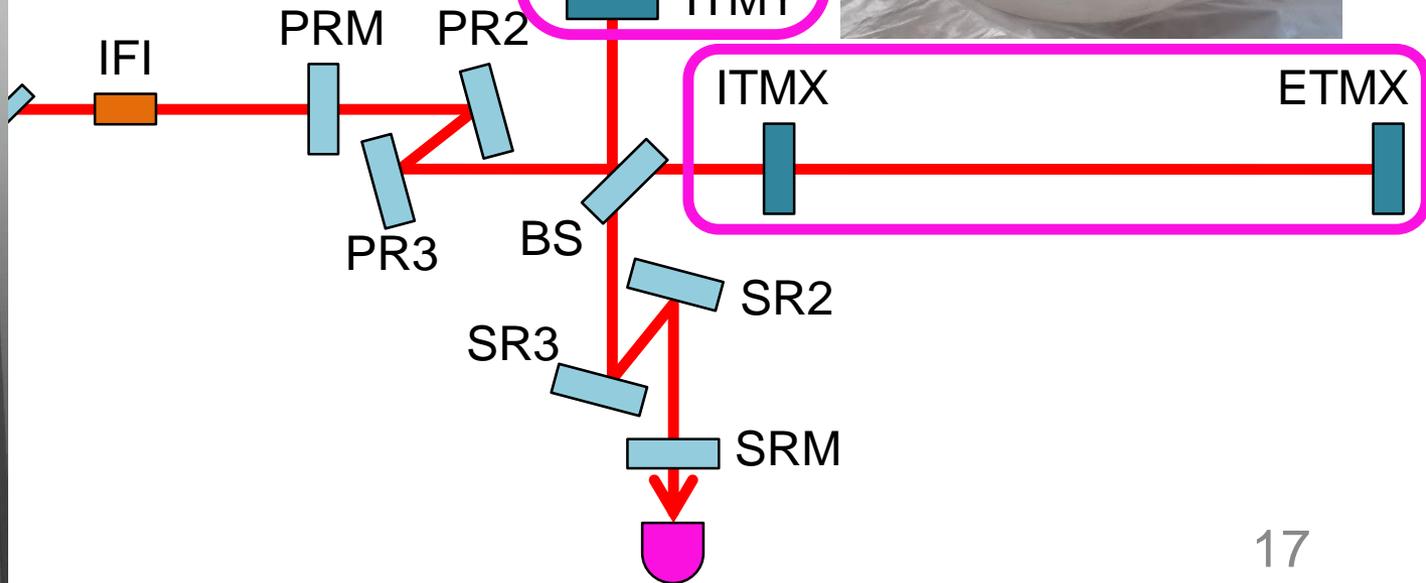


KAGRA関連講演(全てSR会場)

低温系
22aSR-1~6



鏡
22aSR-7
24aSR-1



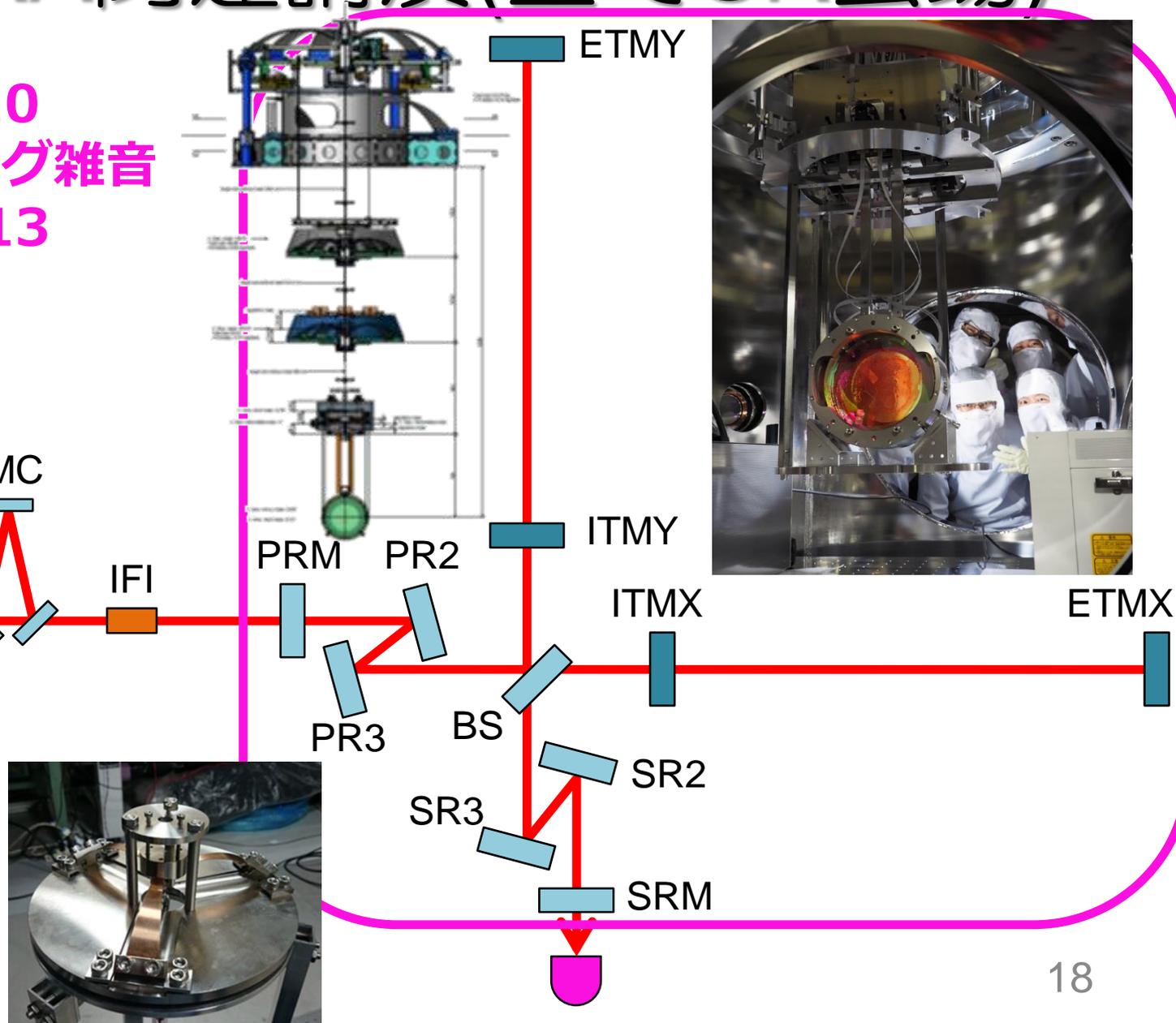
KAGRA関連講演(全てSR会場)

鏡の防振

22aSR-8~10

クラッキング雑音

22aSR-12,13



KAGRA関連講演(全てSR会場)

地物干渉計
22aSR-11



ETMY

量子雑音低減
22pSR-13,14

