

KAGRA オーバービュー

平成28年度東京大学宇宙線研究所共同利用研究成果発表会

12月10日(土) @東大宇宙線研

川村静児(東大宇宙線研) on behalf of KAGRAコラボレーション

平成28年度 重力波 共同利用研究費 (F01とりまとめ執行分) 2016.12.7現在

												(千円)		
番号	予算申請者		課題名		予算			支出			残高			
					物品	旅費	予算計	物品	旅費	支出計	物品(残)	旅費(残)	残高計	
F01	東京大学	川村 静児	大型低温重力波望遠鏡に関する研究(VI)	継続	0	400	400							
F02	東京大学	三代木 伸二	重力波望遠鏡における電磁波散乱・伝搬シミュレーション IV	継続	100	100	200							
F03	高エネルギー加速器研究機構	木村 誠宏	超低振動冷凍機の開発	継続	50	200	250							
F04	高エネルギー加速器研究機構	都丸 隆行	高性能極低温鏡制御系の開発	継続	300	200	500							
F05	東京大学	山元 一広	大型低温重力波望遠鏡(KAGRA)の低温懸架系の研究	継続	350	50	400							
F06	東京大学	廣瀬 榮一	KAGRA用超低損失サファイアミラーの開発	新規	200	100	300							
F07	核融合科学研究所	高田 卓	マイクロ波加熱を用いたサファイアの極低温物性の改善	新規	150	150	300							
F08	産業技術総合研究所	尾藤 洋一	重力波検出器用大型鏡の絶対形状計測に関する研究6	継続	200	20	220							
F09	高エネルギー加速器研究機構	鈴木 敏一	シリケート接合の固化環境制御による工程短縮の研究	新規	200	150	350							
F10	国立天文台	高橋 竜太郎	KAGRAのための低周波防振装置の研究	継続	150	150	300							
F11	富山大学	松島 房和	KAGRAにおけるレーザー強度安定化のためのR&D	継続	200	200	400							
F12	新潟大学	佐藤 孝	KAGRAのモードクリーナーにおけるレーザー光のセンタリング技術の開発	新規	200	200	400							
F13	東京工業大学	宗宮 健太郎	KAGRAのためのアウトプットモードクリーナー開発	継続	0	150	150							
F14	東京大学	宮川 治	KAGRAの制御と自動運転	新規	0	300	300							
F15	長岡技術科学大学	高橋 弘毅	KAGRA坑内デジタルラック用環境モニターシステムの構築	新規	0	150	150							
F16	大阪市立大学	神田 展行	KAGRAデータ転送・保管系の構築(2)	継続	0	500	500							
F17	大阪市立大学	田越 秀行	KAGRA検出器のデータ解析の研究(II)	継続	500	300	800							
					2,600	3,320	5,920	2,460	1,532	3,992	140	1,788	1,928	

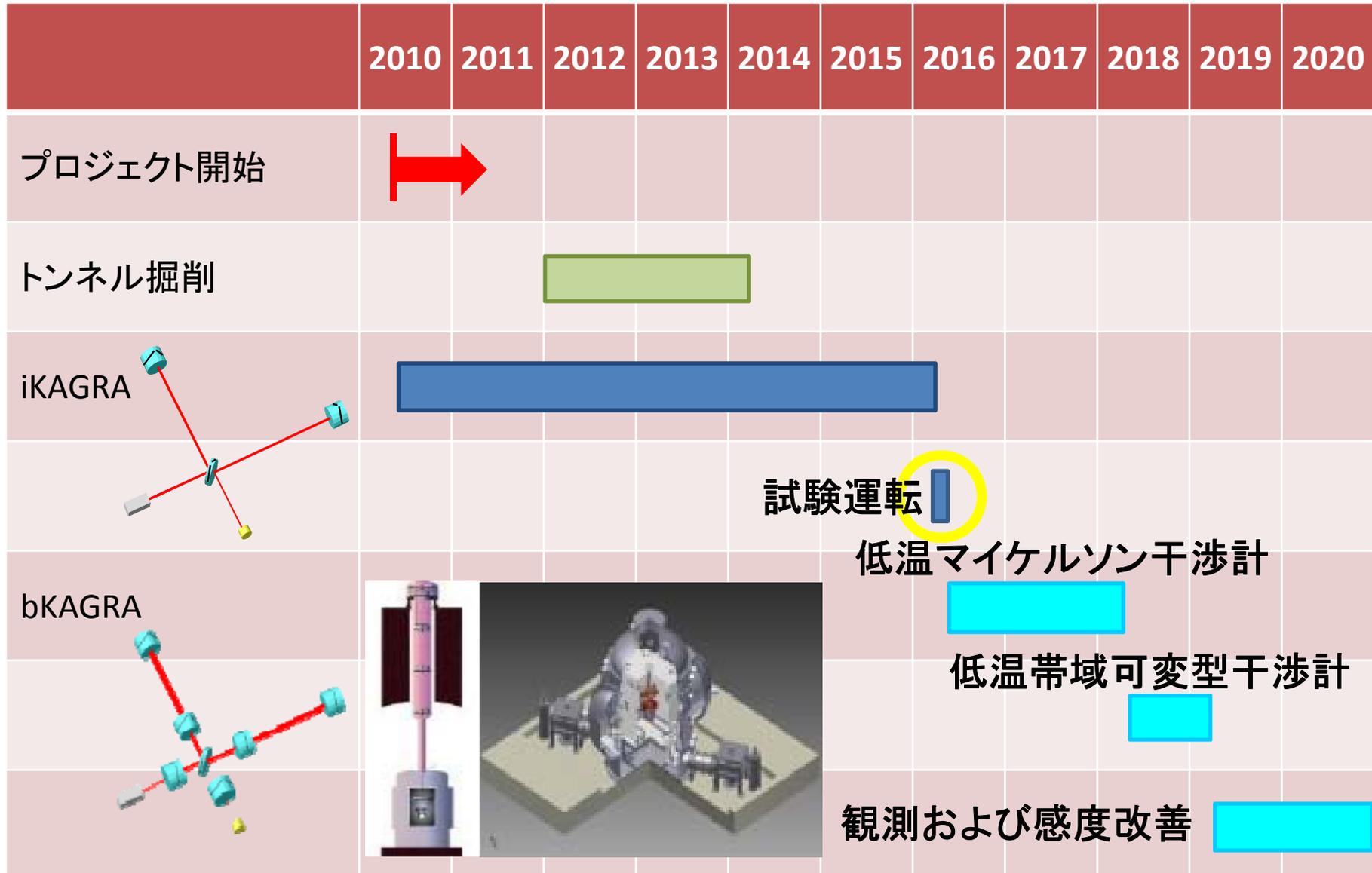
今日の発表

- KAGRA オーバービュー
川村静児(東大宇宙線研)
- KAGRA防振系
高橋竜太郎(国立天文台)
- KAGRA低温系
都丸隆行(KEK)
- KAGRA検出器のデータ解析の研究(II)
田越秀行(大阪市立大学)

オーバービュー:話の内容

- iKAGRAの試験運転
- その後の進展
- スケジュール

iKAGRAの試験運転



iKAGRA試験運転まとめ

- 期間

- 1期目 : 2016.3.25-3.31
- 2期目 : 2016.4.11-4.25

- 干渉計

- 3 km マイケルソン干渉計(一部、真空)

- ロックタイプ

- 1期目 : ミッドFRINGEロック
- 2期目 : RF変調・復調、ダークFRINGEロック

- 典型的感度

- 1期目 : $3 \times 10^{-15} \text{ Hz}^{-1/2} @ 100 \text{ Hz}$
- 2期目 : $6 \times 10^{-16} \text{ Hz}^{-1/2} @ 100 \text{ Hz}$

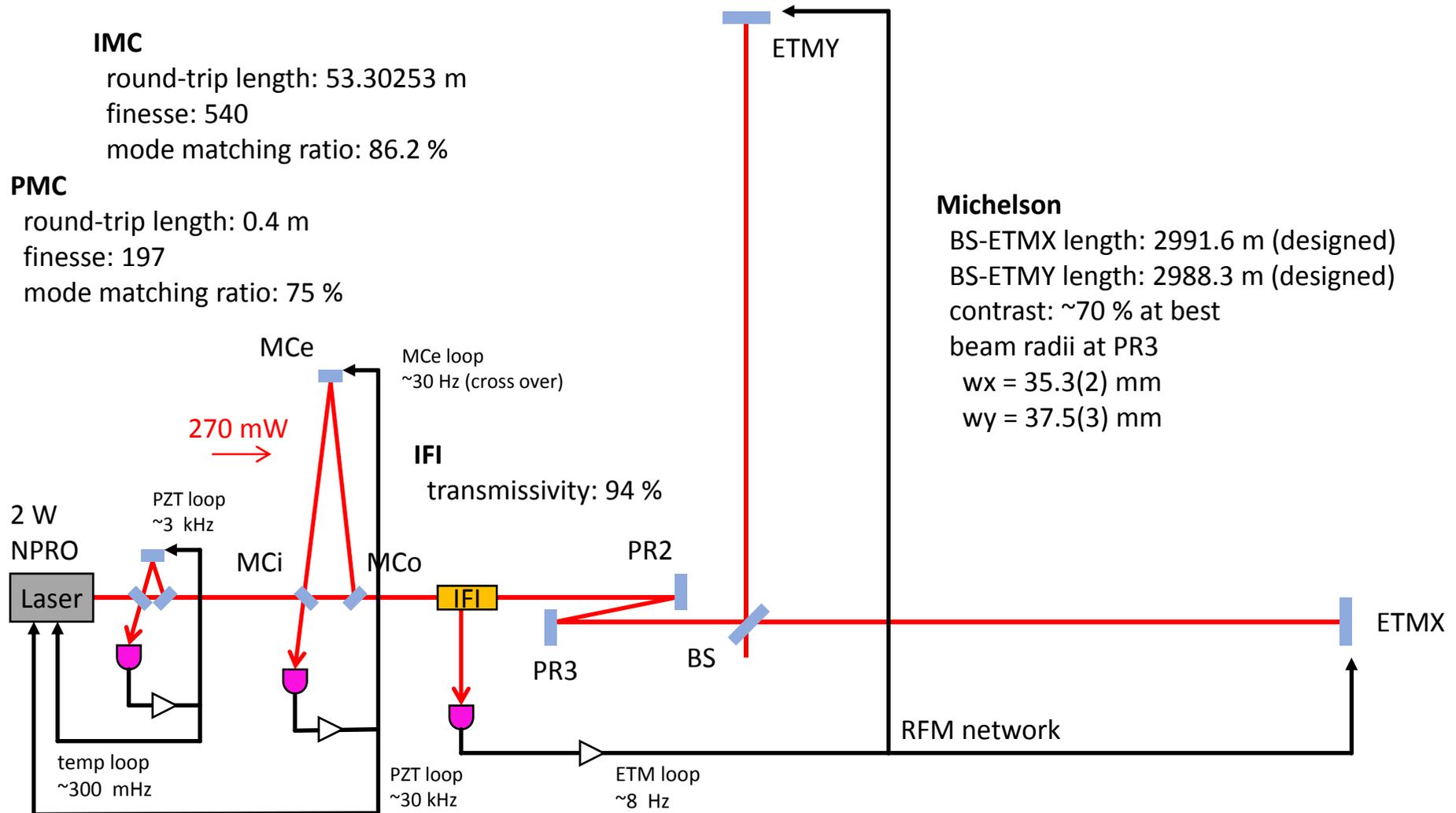
- 稼働率

- 1期目 : 85.2 %
- 2期目 : 90.4 %

* 稼働率 = (ロック時間)/(全期間)

干渉計(第2期)

- RF変調・復調、ダークフリンジロック, UGF ~ 94 Hz



鏡懸架システム

• 熔融石英、常温

M_{Ci}, M_{Co}, M_{Ce}

Type-C (double pendulum with stacks)
x config magnets
95.95 mm dia, 29.5 mm thick
RoC = 37.33 m

PR3

Type-Bp' (double pendulum)
250 mm dia, 100 mm thick
RoC = 24.92 m
TM stage was fixed
IM stage has 6 OSEMs

ETMY

ETMX, ETMY (TAMA PRM)

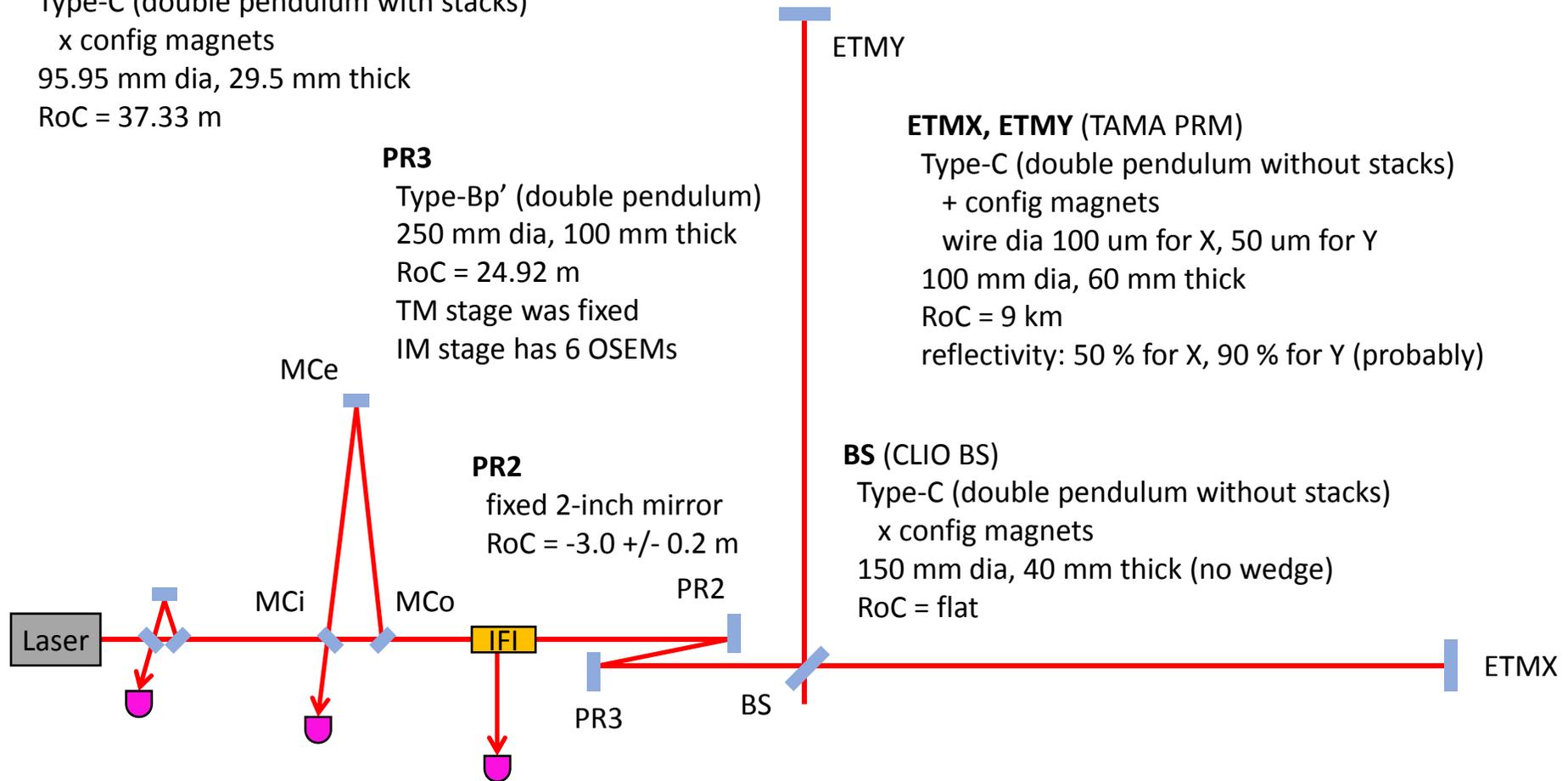
Type-C (double pendulum without stacks)
+ config magnets
wire dia 100 μ m for X, 50 μ m for Y
100 mm dia, 60 mm thick
RoC = 9 km
reflectivity: 50 % for X, 90 % for Y (probably)

PR2

fixed 2-inch mirror
RoC = -3.0 +/- 0.2 m

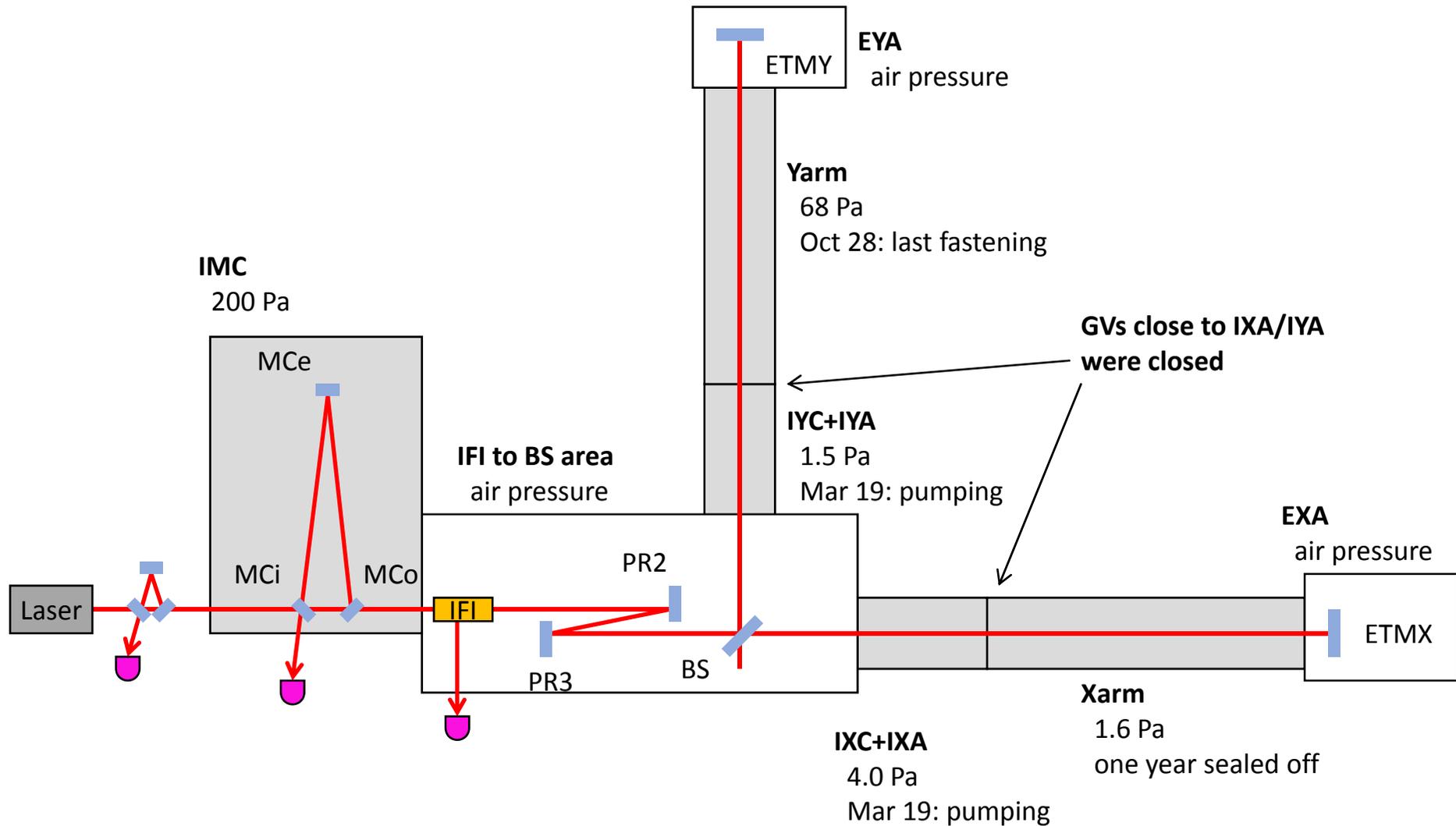
BS (CLIO BS)

Type-C (double pendulum without stacks)
x config magnets
150 mm dia, 40 mm thick (no wedge)
RoC = flat



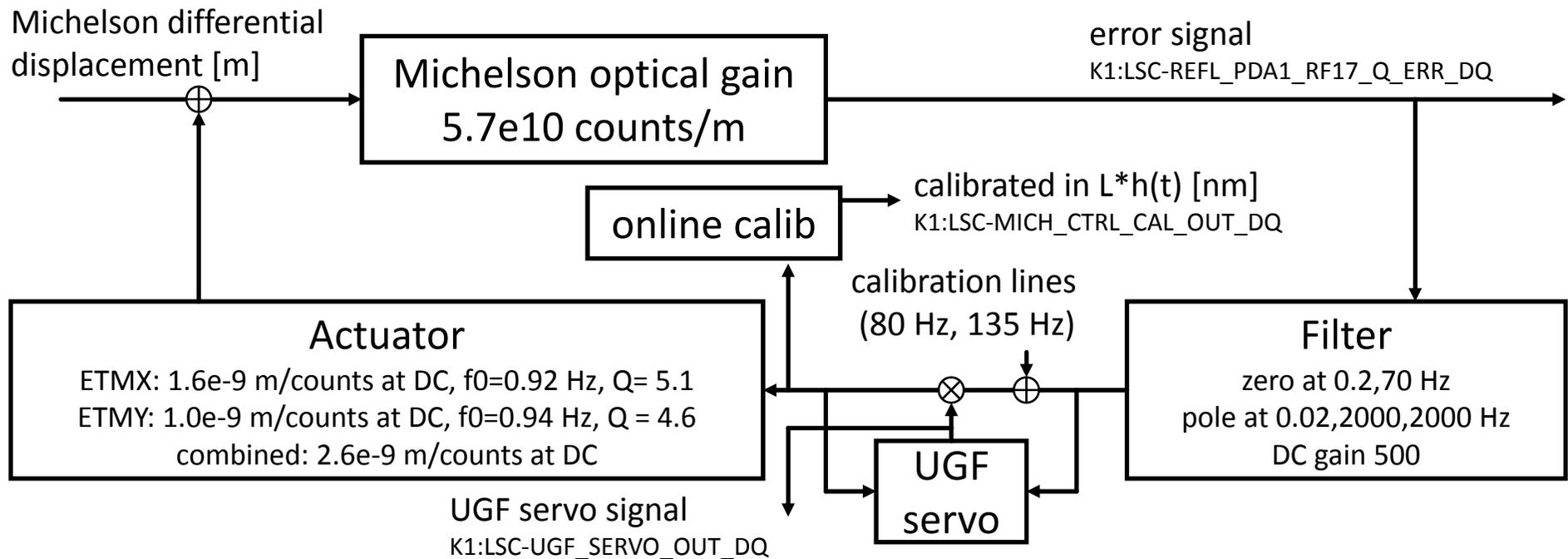
真空

• IMCと真空パイプのみ真空

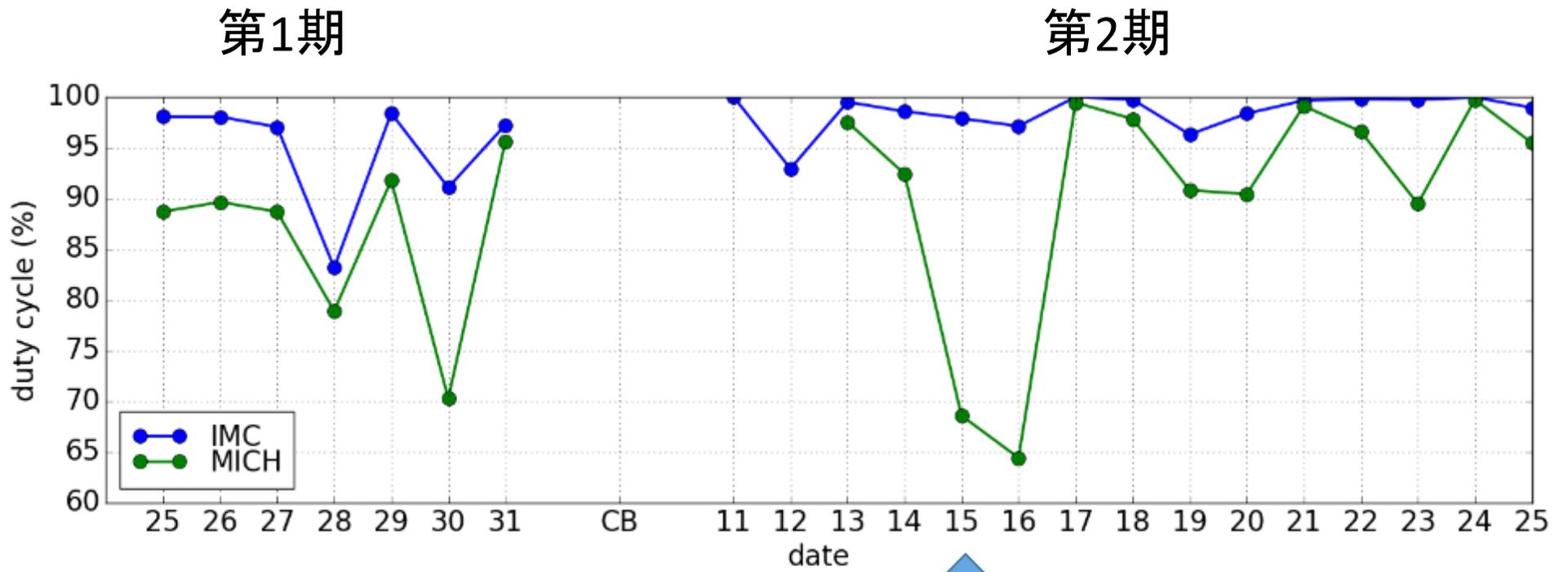


キャリブレーション

- キャリブレーション:
 - 80 Hz (UGFサーボ)
 - 135 Hz (ループゲインモニター)

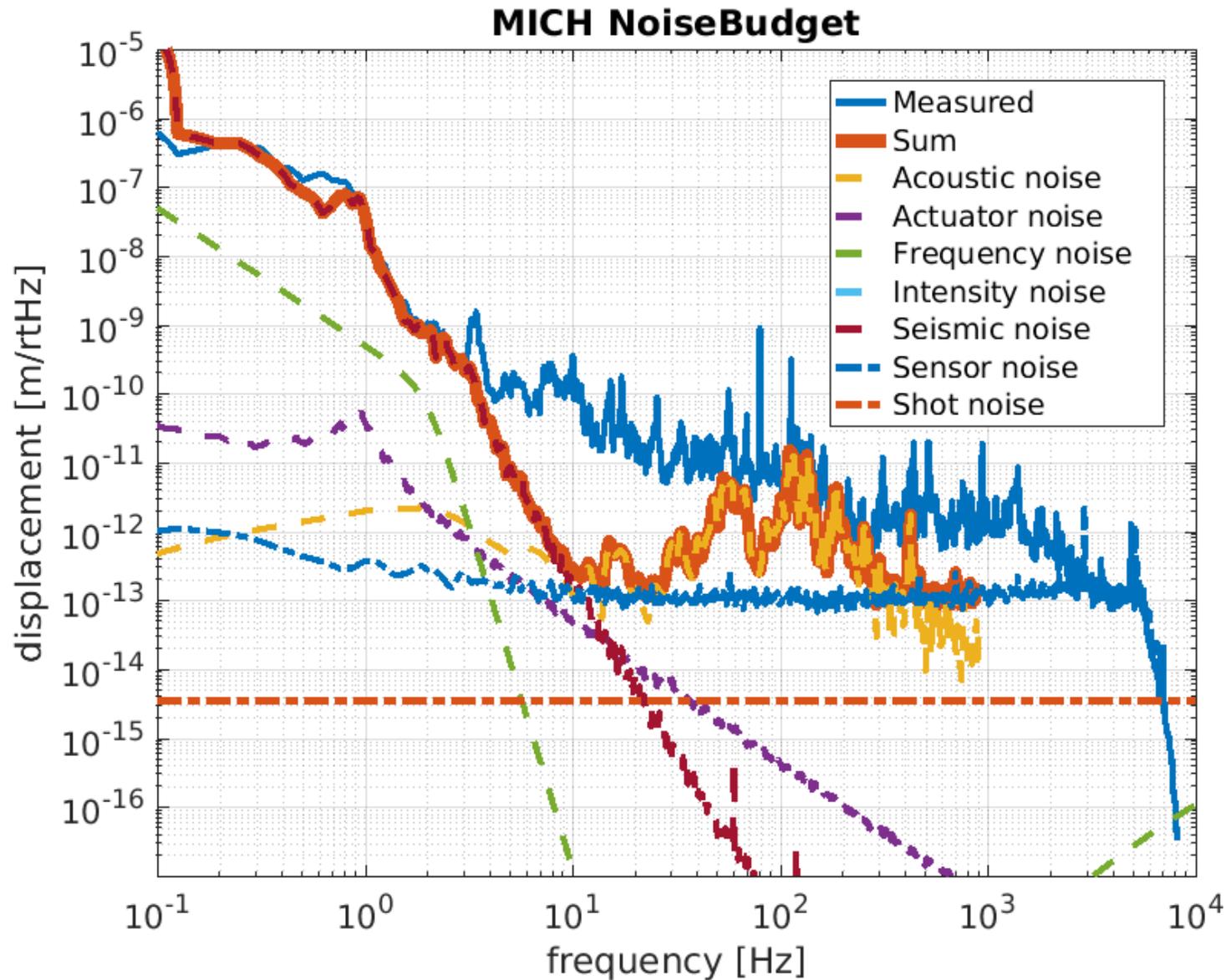


稼働率



熊本地震

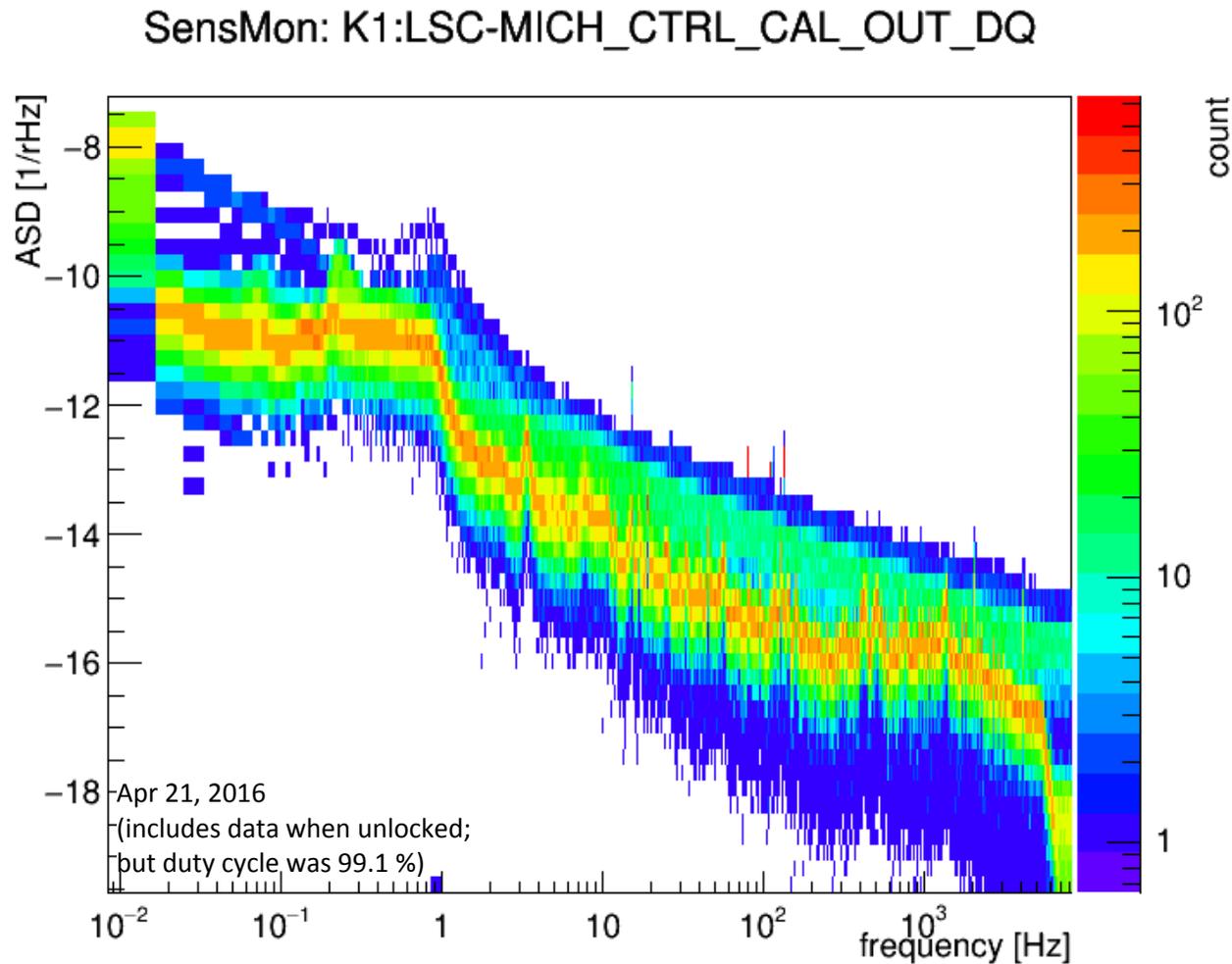
感度と雑音評価(第2期)



インスパイラルレンジ

- 約4.2 pc

- 1.4Msun-1.4Msun 中性子星連星の合体からの重力波 (4/21の平均値)



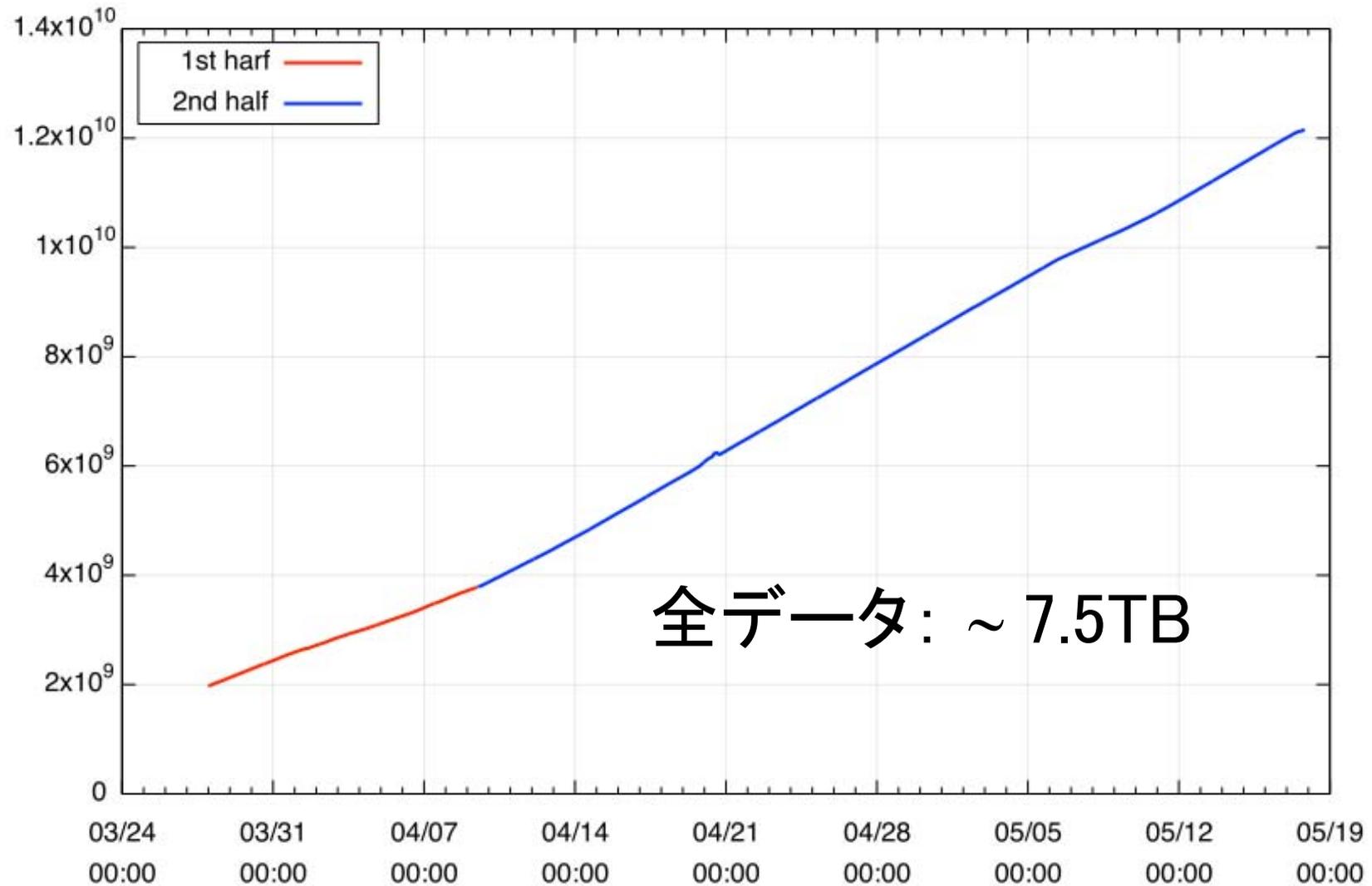
転送速度

全データに対して

- トンネル内 → 解析研究棟: ~ 0.3 sec
- トンネル内 → 宇宙線研(柏): ~ 2.5 sec
- トンネル内 → 大阪市大: ~ 3 sec

データ量

iKAGRA : Disk usage = Cumulative amount of data



		安全・干渉計エキスパートシフト Safety and interferometer expert shift						観測シフト Observational shift												
		深夜シフト Midnight shift (1:00-9:00)		昼シフト Day shift (9:00-17:10)		準夜シフト Twilight shift (17:10-1:00)		深夜シフト Midnight shift (1:00-9:00)				昼シフト Day shift (9:00-17:10)				準夜シフト Twilight shift (17:10-1:00)				
日付 date		担当機関 Insti tute		担当者 person		担当機関 Insti tute		担当者 person		担当機関 Institute		担当者 person		担当機関 Institute		担当者 person				
前半	2016/3/15			ICRR		KEK								富山大理		長岡技大		東工大		阪市大理
	2016/3/16	NAOJ		KEK		ICRR		東大理物		産総研			RESCEU		長岡技大		東工大		阪市大理	
	2016/3/17	ICRR		NAOJ		KEK		東大理物		産総研			RESCEU		長岡技大		東工大		阪市大理	
	2016/3/18	NAOJ		ICRR		NAOJ		東大理物		産総研			RESCEU		長岡技大		東工大		阪市大理	
	2016/3/19	ICRR		NAOJ		ICRR		東大理物		産総研			RESCEU		長岡技大		東工大		阪市大理	
	2016/3/20	NAOJ		ICRR		NAOJ		東大理物					RESCEU		長岡技大		東工大		阪市大理	
	2016/3/21	ICRR		NAOJ		ICRR		東大理物					RESCEU		長岡技大		東工大		阪市大理	
	2016/3/22	NAOJ		ICRR		NAOJ		東大理物		富山大工			RESCEU		長岡技大		東工大		阪市大理	
	2016/3/23	KEK		NAOJ		ICRR		東大理物		富山大工			京大基研		法政大理工		東工大		阪市大理	
	2016/3/24	ICRR		KEK		NAOJ		東大理物		富山大工			京大基研		法政大理工		東工大		阪市大理	
	2016/3/25	NAOJ		ICRR		KEK		東大理物		富山大工			京大基研		法政大理工		東工大		阪市大理	
	2016/3/26	ICRR		NAOJ		ICRR		東大理物		富山大工			京大基研		法政大理工		東工大		阪市大理	
	2016/3/27	NAOJ		ICRR		NAOJ		東大理物		富山大工			京大基研		法政大理工		東工大		阪市大理	
	2016/3/28	ICRR		NAOJ		ICRR		東大理物		富山大工			京大基研		法政大理工				阪市大理	
	2016/3/29	NAOJ		ICRR		NAOJ		東大理物		富山大工			東北大理		法政大理工				阪市大理	
	2016/3/30	KEK		NAOJ		ICRR		東大理物		富山大工			東北大理		法政大理工				阪市大理	
	2016/3/31	ICRR		KEK						富山大工			東北大理		法政大理工					
後半	2016/4/11			NAOJ		KEK							電通大		東大工		新潟大理		富山大理	
	2016/4/12	NAOJ		ICRR		NAOJ		阪市大理					電通大		東大工		新潟大理		富山大理	
	2016/4/13	ICRR		NAOJ		ICRR		阪市大理					電通大		東大工		新潟大理		富山大理	
	2016/4/14	NAOJ		ICRR		NAOJ		阪市大理					電通大		東大工		新潟大理		富山大理	
	2016/4/15	ICRR		NAOJ		ICRR		阪市大理					電通大		東大工		新潟大理		富山大理	
	2016/4/16	KEK		ICRR		NAOJ		阪市大理					電通大		東大工		新潟大理		富山大理	
	2016/4/17	NAOJ		KEK		ICRR		阪市大理					電通大		東大工		新潟大理		富山大理	
	2016/4/18	ICRR		NAOJ		KEK		阪市大理		新潟大工			電通大		京大理		新潟大理		富山大理	
	2016/4/19	NAOJ		ICRR		NAOJ		阪市大理		新潟大工			電通大		京大理				富山大理	
	2016/4/20	ICRR		NAOJ		ICRR		阪市大理		新潟大工					京大理				富山大理	
	2016/4/21	NAOJ		ICRR		NAOJ		阪市大理		新潟大工					京大理				富山大理	
	2016/4/22	ICRR		NAOJ		ICRR		東大地震研		新潟大工					京大理				富山大理	
	2016/4/23	KEK		ICRR		NAOJ		東大地震研		新潟大工					京大理				富山大理	
	2016/4/24	NAOJ		KEK		ICRR		東大地震研		新潟大工					京大理				富山大理	
	2016/4/25	ICRR		NAOJ				東大地震研		新潟大工					京大理					

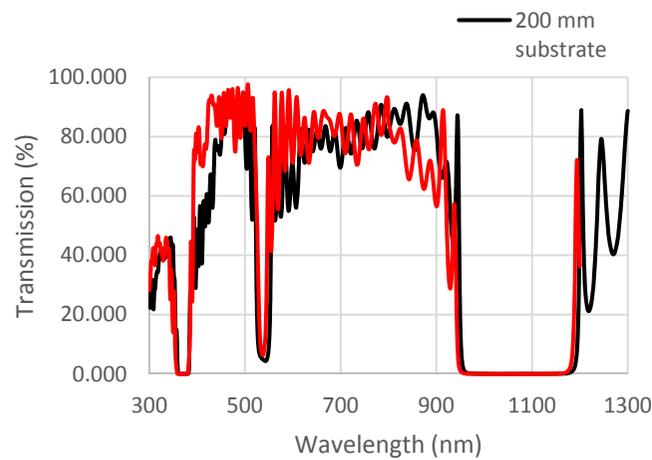
入出射光学系と主干涉計

- **モードクリーナー**
 - 磁石のとれたモードクリーナー鏡の取出し、再接着、再インストレーション
 - モードクリーナーのアライメント(大気中)
- **bKAGRA用安定化レーザーの開発**
 - プリモードクリーナーと周波数安定化システム: 設計ほぼ完了
 - 強度安定化システム: 開発中
- **モードマッチングテレスコープ鏡のサスペンションシステム**
 - 設計完了、製作中
- **変調周波数の決定**

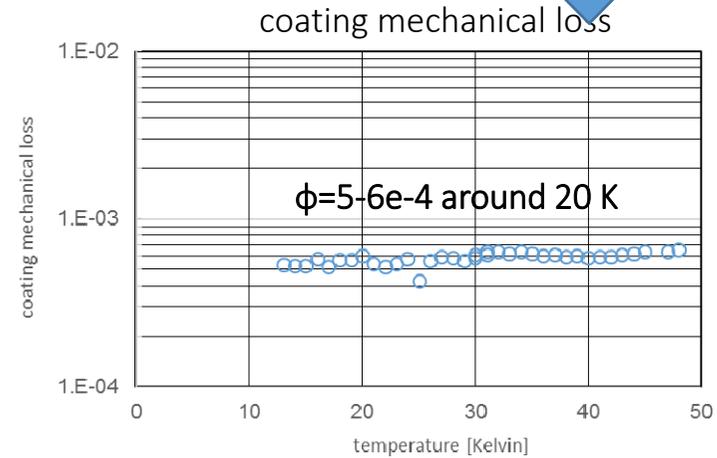
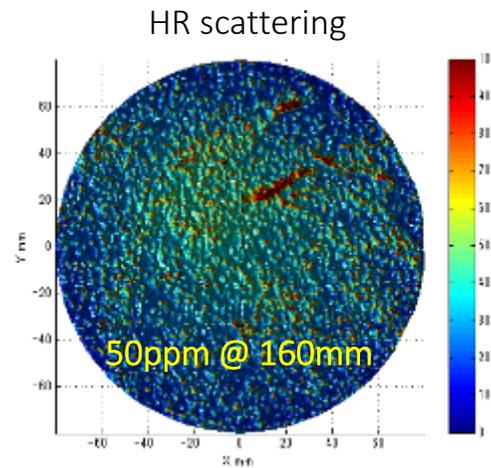
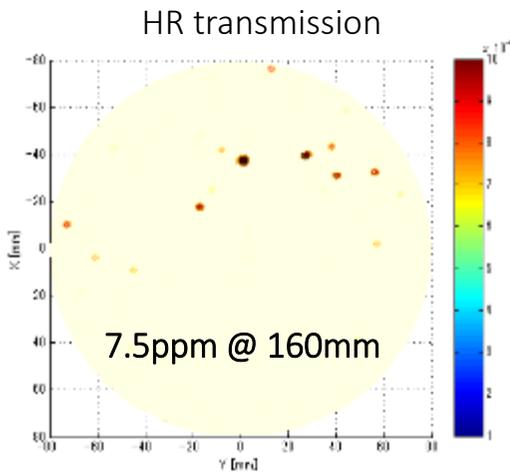
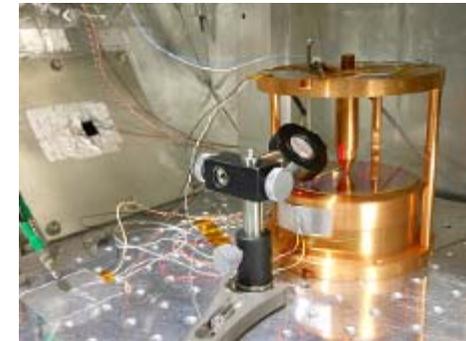
サファイアミラーコーティング

- KAGRA用ミラーコーティング(42層誘電体)の仕様を満足することを確認
- 散乱に関しては研磨面の影響で正当な評価ができなかったため、本番で確認する
- コーティング機械損失は20ケルビン付近でピークは存在せず、32層コーティング結果を裏付けた

仕様	実測	
HR		
transmission @ 1064nm	5ppm < T < 10ppm	✓
transmission @ 532nm	6%	✓
absorption	1ppm	✓
scattering	10ppm	✓
AR		
reflectivity @ 1064nm	< 50ppm	✓
reflectivity @ 532nm	< 5%	✓



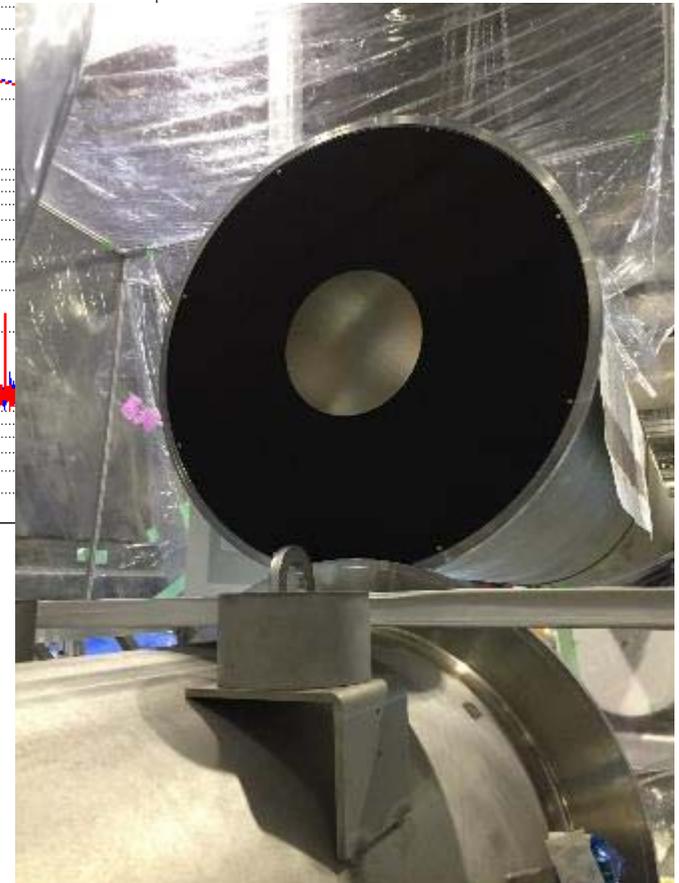
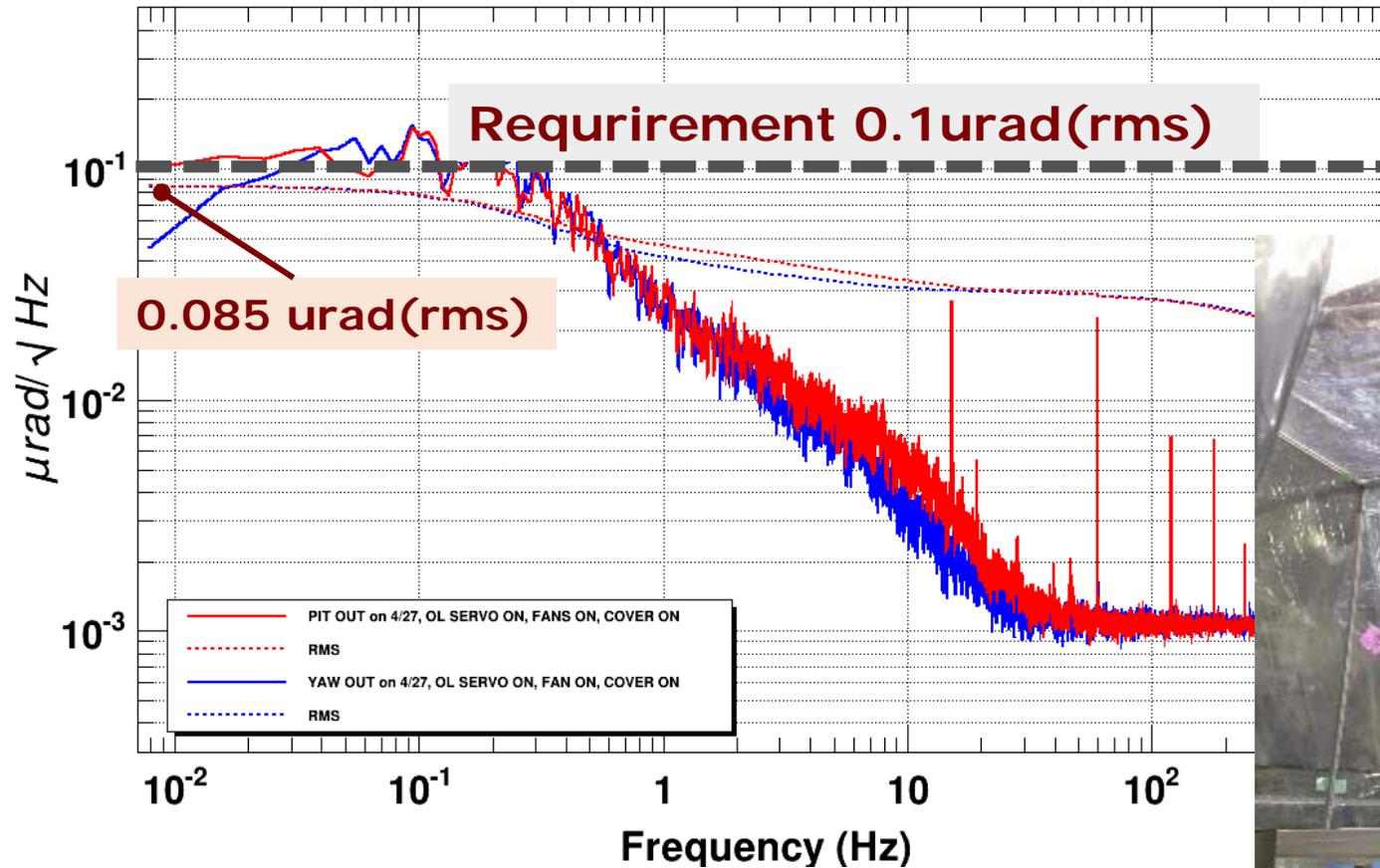
100mmサファイア板の上にコーティングを施した機械損失測定セットアップ



i鏡のローカル姿勢センサー(optical lever)の性能。
要求値を達成している。↓

補助光学系

Oplev signals at iKAGRA EndX



bKAGRAフェイズになって: 大型バッフルなどのインストール。
BS 隔壁バッフル($\phi 1000$)インストール中→

データ転送・保管系の構築

主な成果:

KAGRAデータ転送系の構築、稼働

-KAGRAサイト→地上の解析棟→柏、→大阪市大のデータ転送を実現

-転送ソフトウェアはKAGRA内で作成 (no black box!)

-KAGRAサイト→柏: ~2.5秒, →大阪市大: ~3秒の低遅延送信を達成

-現在も連続的に稼働中

コラボレーション内でのデータ配送

-台湾でTier-1 ミラーを開始 (現状では、大阪市大もTier-1と同じデータを保持)

-韓国にiKAGRAデータを転送、保管

-iKAGRAの探索用データセット(主干渉信号較正データ)を、東大RESCEU、新潟大、長岡技大に保存

KAGRA主データ保管装置の仕様策定、調達

-2.4 PiB のデータ保管システムの仕様策定を行った。

-今年度末に稼働予定。

