

重力波望遠鏡KAGRAにおける 主干涉計制御

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

大型低温重力波望遠鏡KAGRA

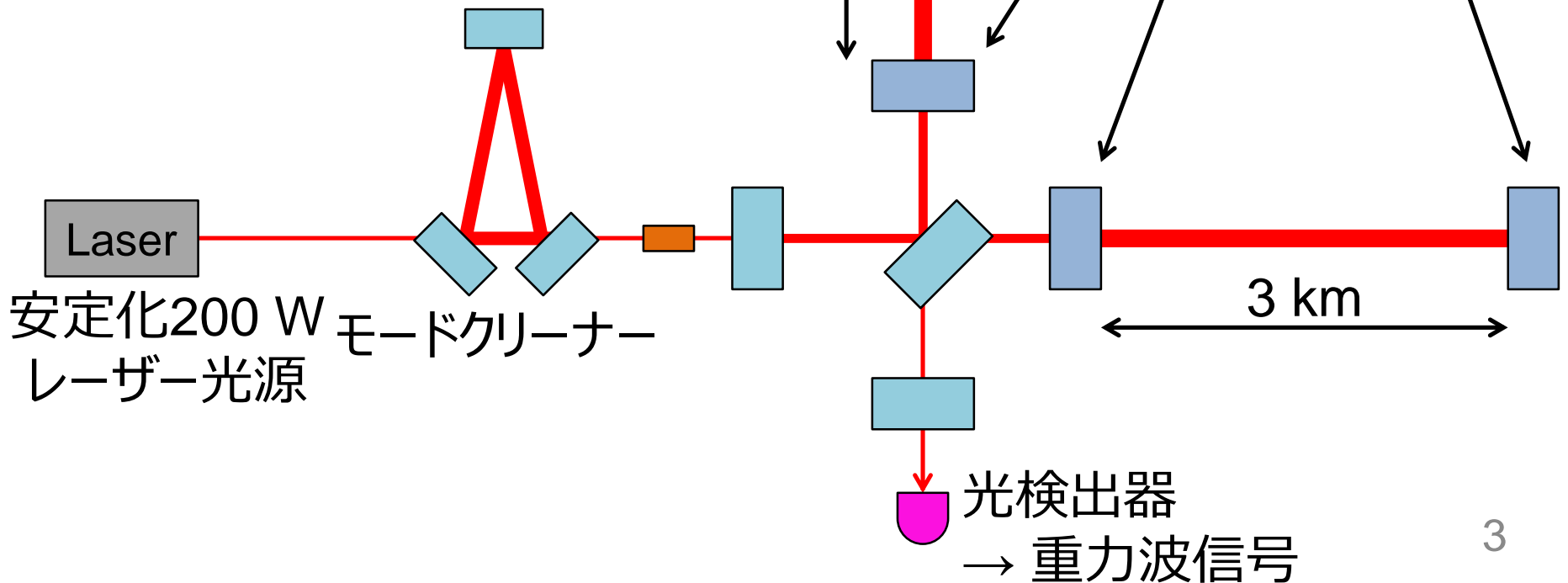
- 岐阜県 神岡鉱山地下に建設中
- 2016年3月末 試験運転開始予定
- 2018年3月に低温運転開始予定
- 片腕 3km

KAGRA



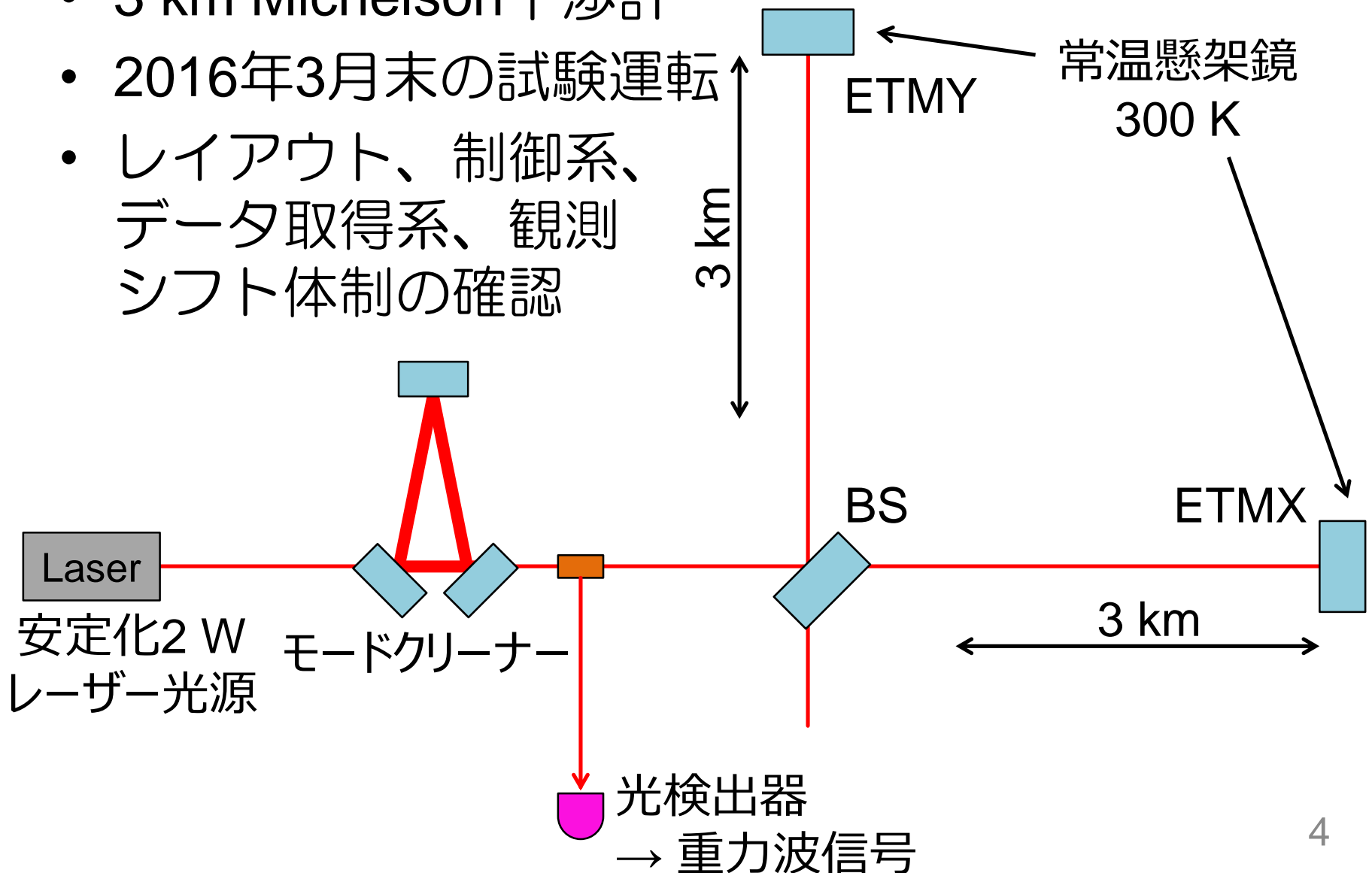
KAGRAの干渉計構成

- RSE干渉計
- 超高真空
- 鏡の低温化
- 高性能防振
- 量子非破壊計測



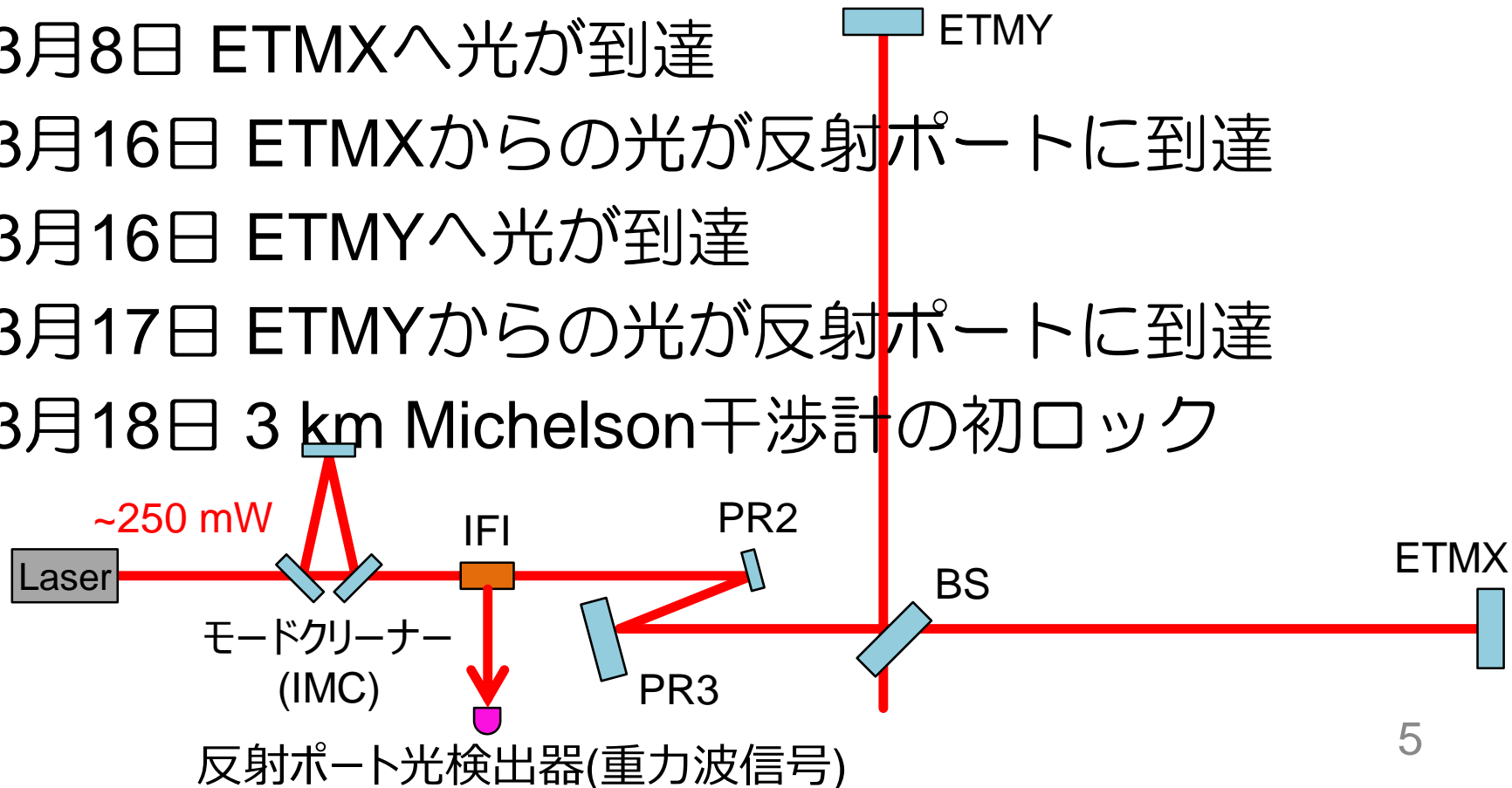
iKAGRAの干渉計構成

- 3 km Michelson干渉計
- 2016年3月末の試験運転
- レイアウト、制御系、データ取得系、観測シフト体制の確認



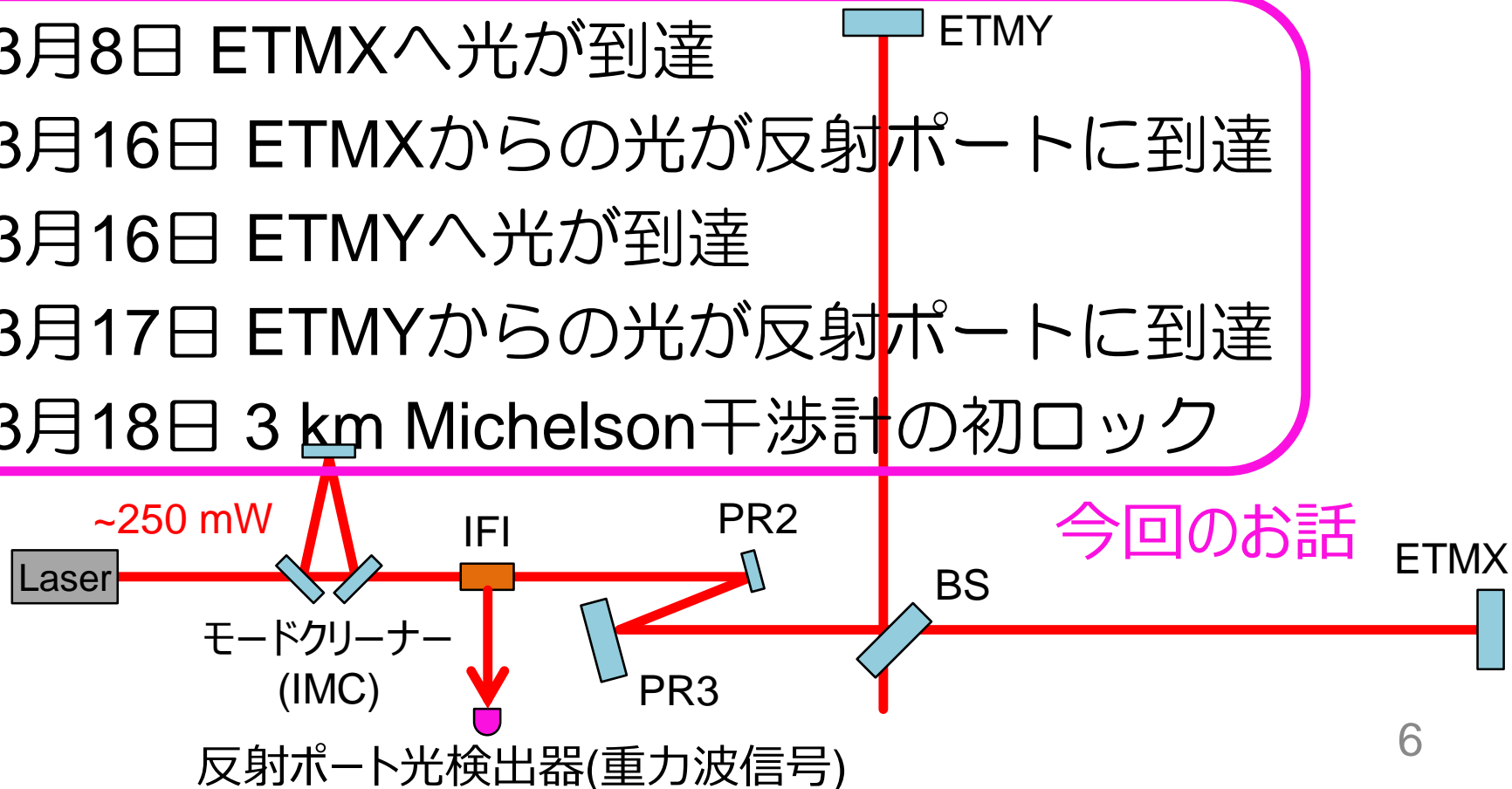
iKAGRA干涉計開発の現状

- 12月11日 IMCの初期アライメント完了
- 1月17日 IMCの制御達成(高フィネスで)
- 2月25日 主干涉計の全鏡の真空槽への導入完了
- 3月8日 ETMXへ光が到達
- 3月16日 ETMXからの光が反射ポートに到達
- 3月16日 ETMYへ光が到達
- 3月17日 ETMYからの光が反射ポートに到達
- 3月18日 3 km Michelson干涉計の初ロック



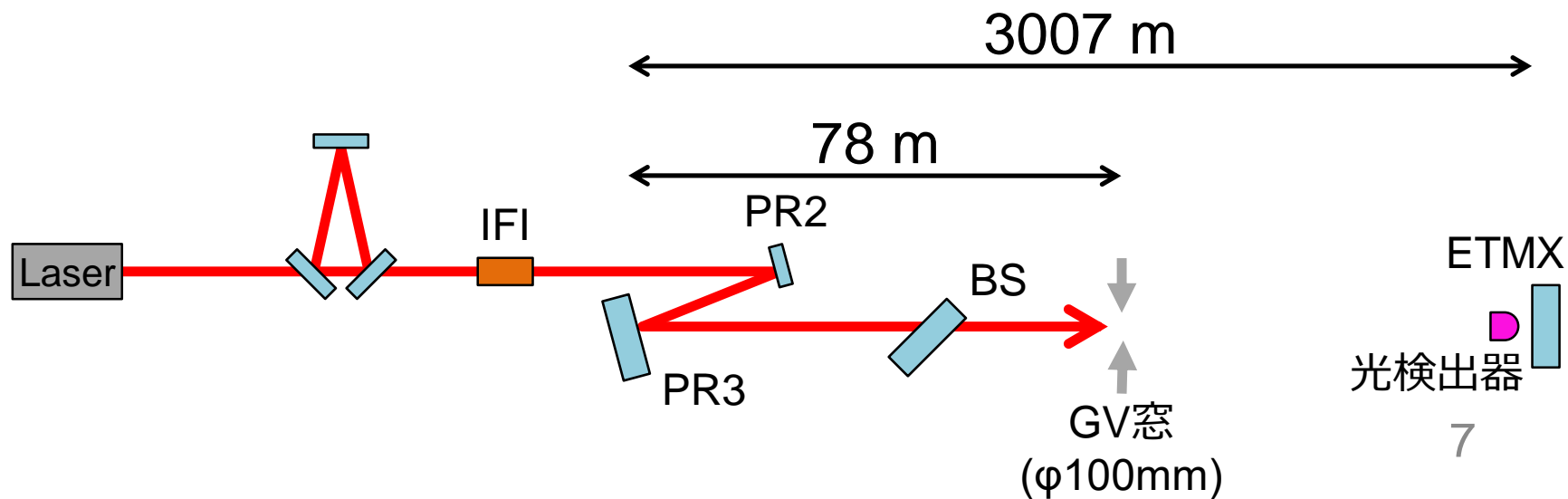
iKAGRA干涉計開発の現状

- 12月11日 IMCの初期アラインメント完了
- 1月17日 IMCの制御達成(高フィネスで)
- 2月25日 主干涉計の全鏡の真空槽への導入完了
- 3月8日 ETMXへ光が到達
- 3月16日 ETMXからの光が反射ポートに到達
- 3月16日 ETMYへ光が到達
- 3月17日 ETMYからの光が反射ポートに到達
- 3月18日 3 km Michelson干涉計の初ロック



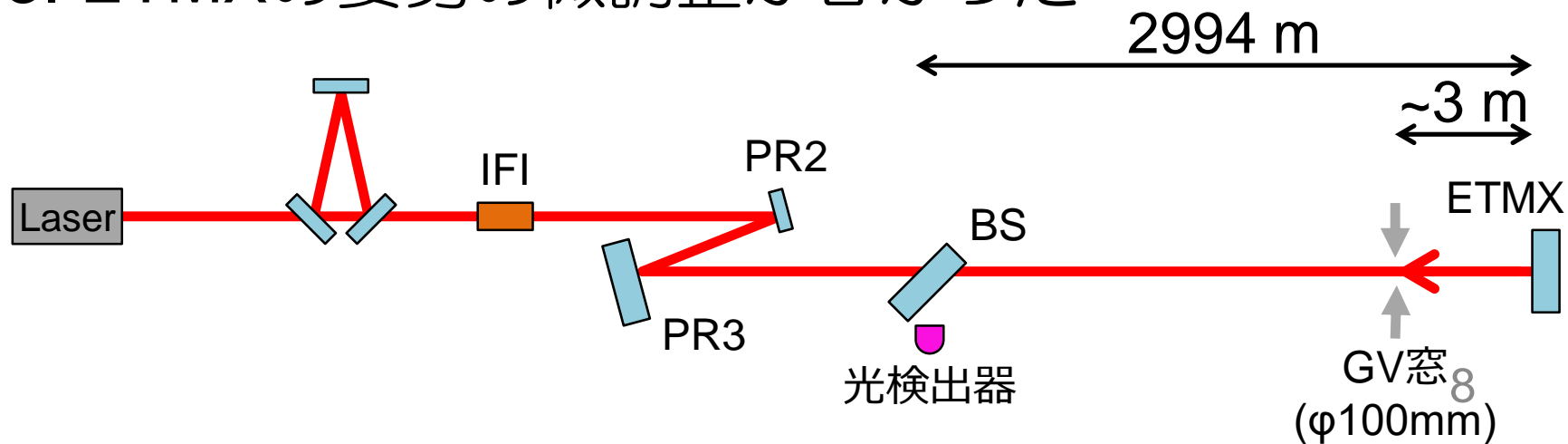
ETMXへのアライメント

- 78 m先のゲートバルブ窓を通るようにPR3の姿勢を微調整
- 100 urad程度のPR3の自然のyaw揺れにより、ETMXの前に置かれた光検出器で反応を確認
- さらにPR3 pitchを100 urad程度調整し、ETMXでの光量を最大化



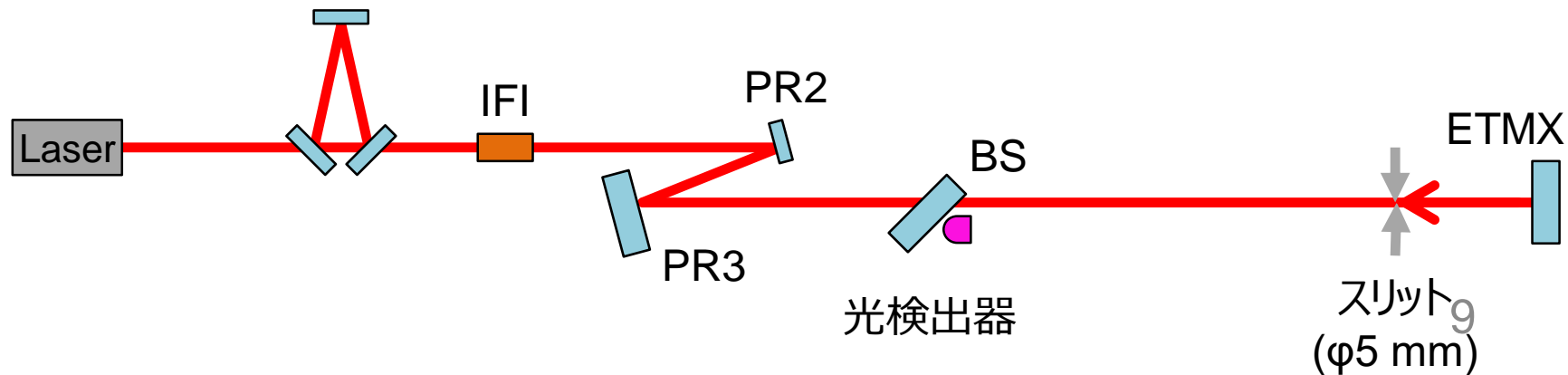
ETMX反射光のアライメント

- 反射光が~3 m先のゲートバルブ窓を通るようにETMXの姿勢を微調整
- ETMXの姿勢を1 mrad x 1 mrad程度スイープするもBSで光が見つからず
- 考えられた問題点
 1. 光検出器のバックグラウンドが大きかった
 2. BSでビームがクリップしていた
 3. ETMXの姿勢の微調整が甘かった



ETMX反射光のアライメント

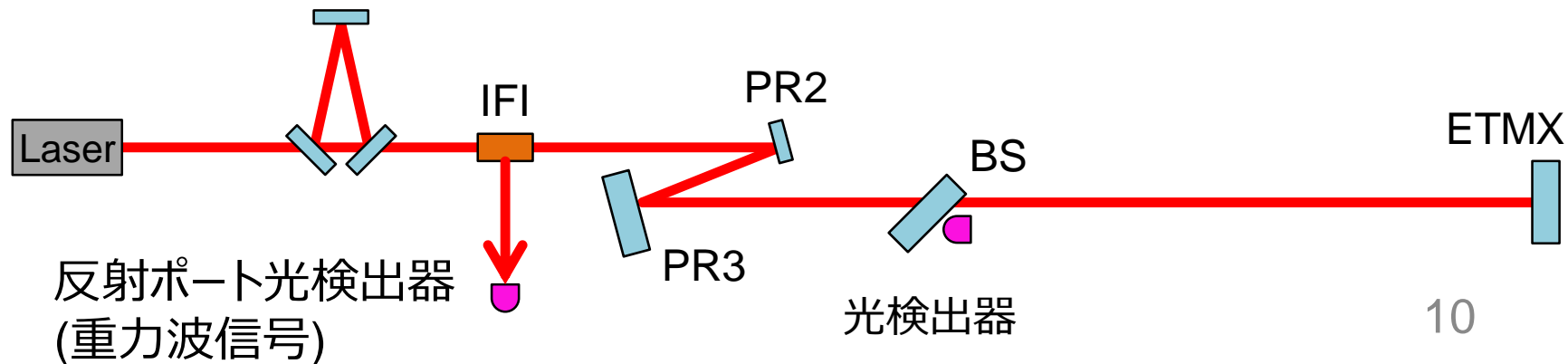
- 1. Y側からの散乱光を避けるため、光検出器をX側に向けた
- 2. PR3ではなく、BSを信じてPR3でのビームの位置を中心からずらし、BSで ETMY センタリングした
- 3. ETMXの姿勢をスリットを使って再度微調整
GV窓 $\phi 100\text{mm}$ に対し、スリットは $\phi 5\text{mm}$
- また、スイープのレンジを増やすためにコイルドライバを改造したり、光でこのビーム径を広げてレンジを増やしたりした



ETMX反射光のアライメント

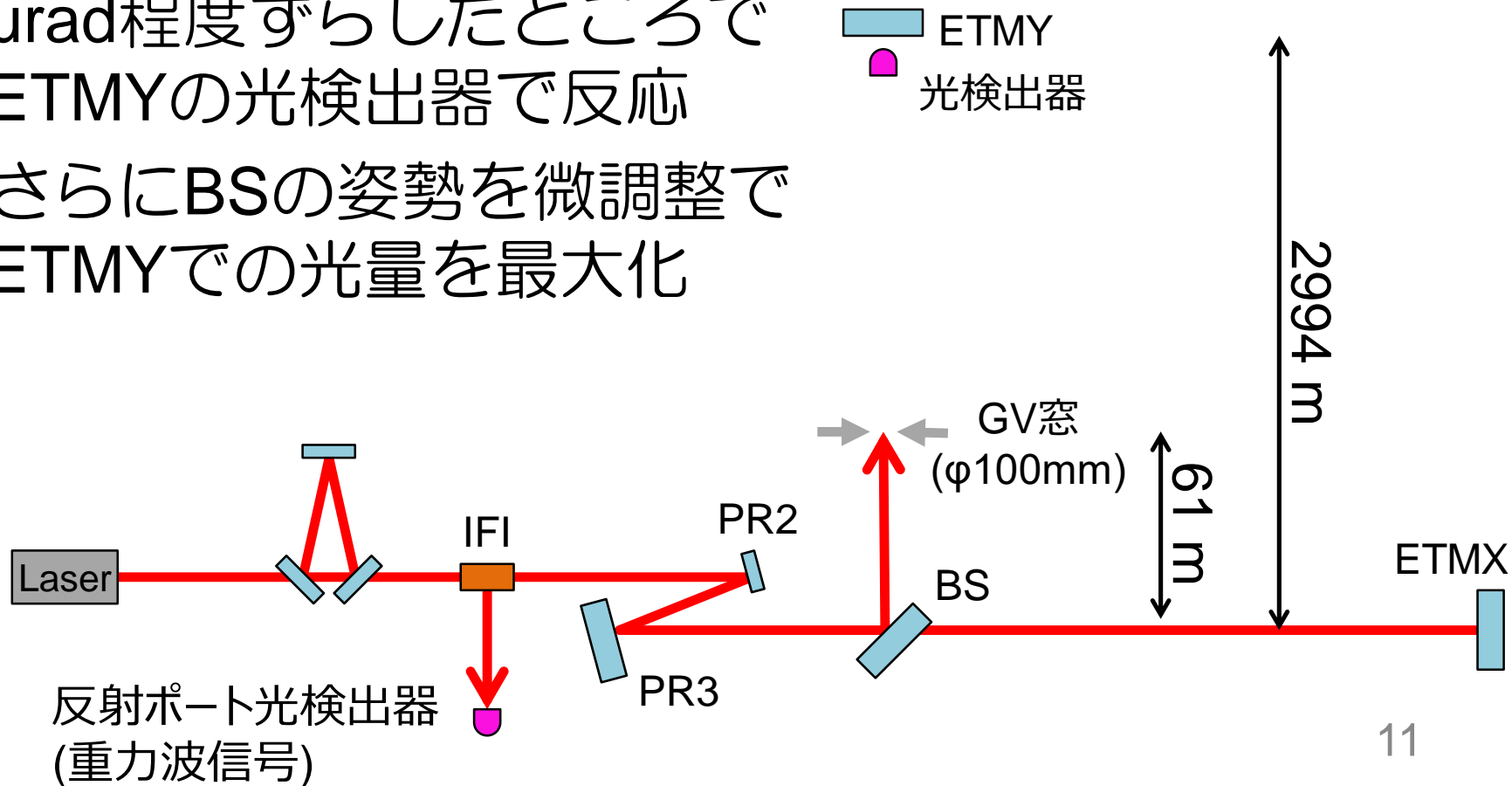
- ETMXの姿勢をスイープし、pitchとyawともに90 uradずらしたところで光検出器に反応
- 反射ポートでもETMXからの光を確認
(0.1 mW程度)

ETMY



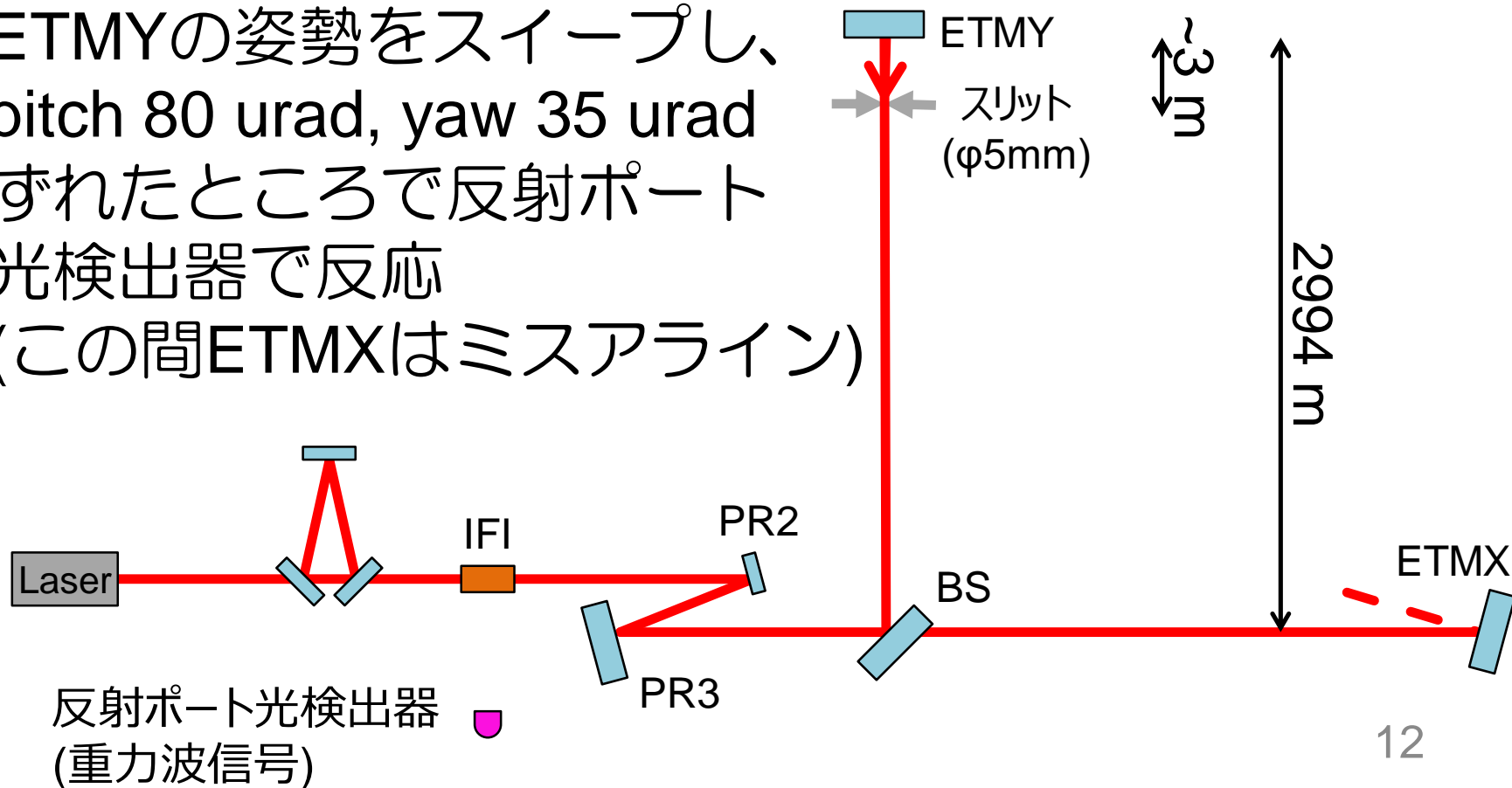
ETMYへのアライメント

- 61 m先のゲートバルブ窓を通るようにBSの姿勢を微調整
- BSの姿勢をスイープし、pitchとyawともに150 urad程度ずらしたところでETMYの光検出器で反応
- さらにBSの姿勢を微調整でETMYでの光量を最大化



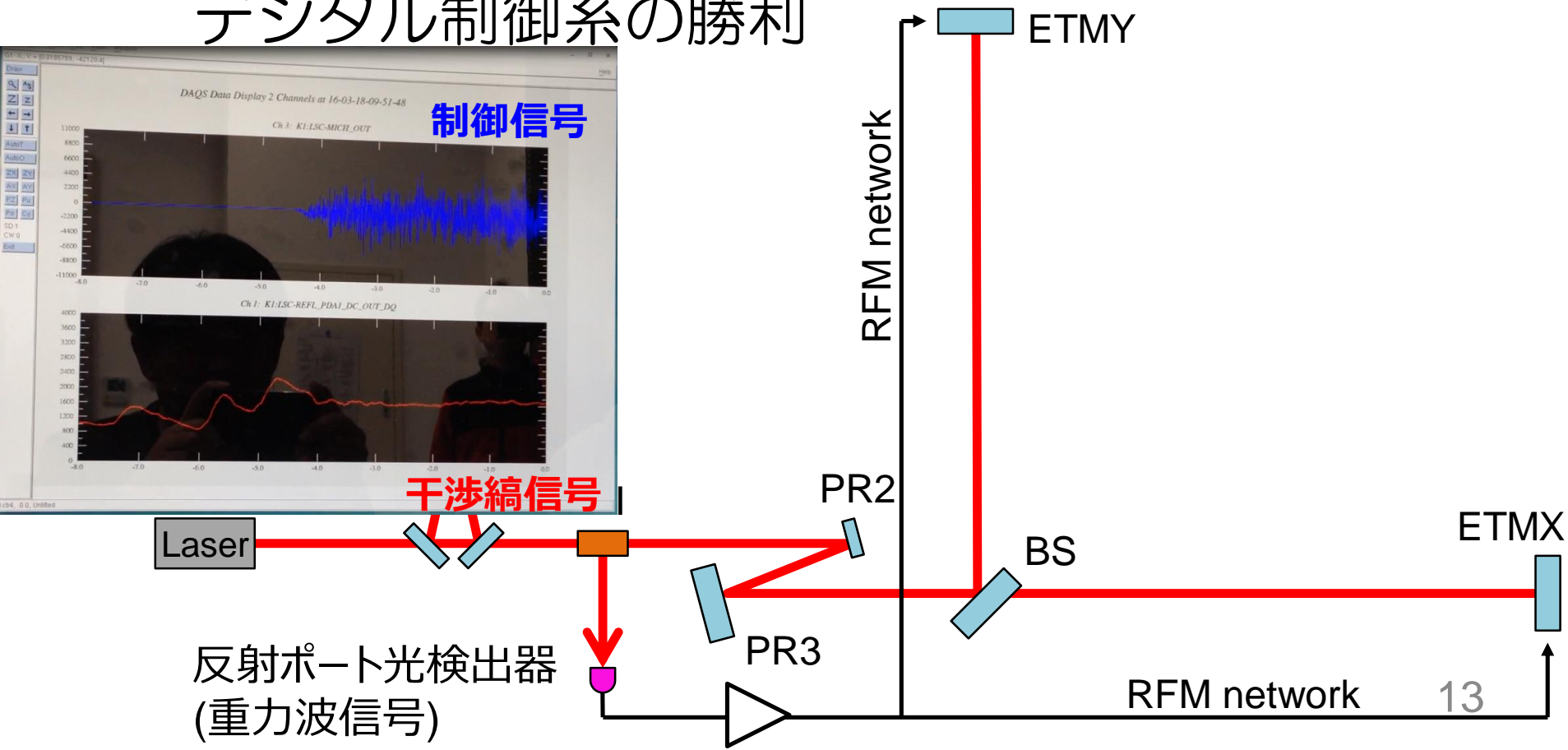
ETMY反射光のアライメント

- ETMXと同様
- 反射光が~3 m先のスリットを通るようにETMYの姿勢を微調整
- ETMYの姿勢をスイープし、pitch 80 urad, yaw 35 urad ずれたところで反射ポート光検出器で反応 (この間ETMXはミスアライン)



Michelson干渉計の制御

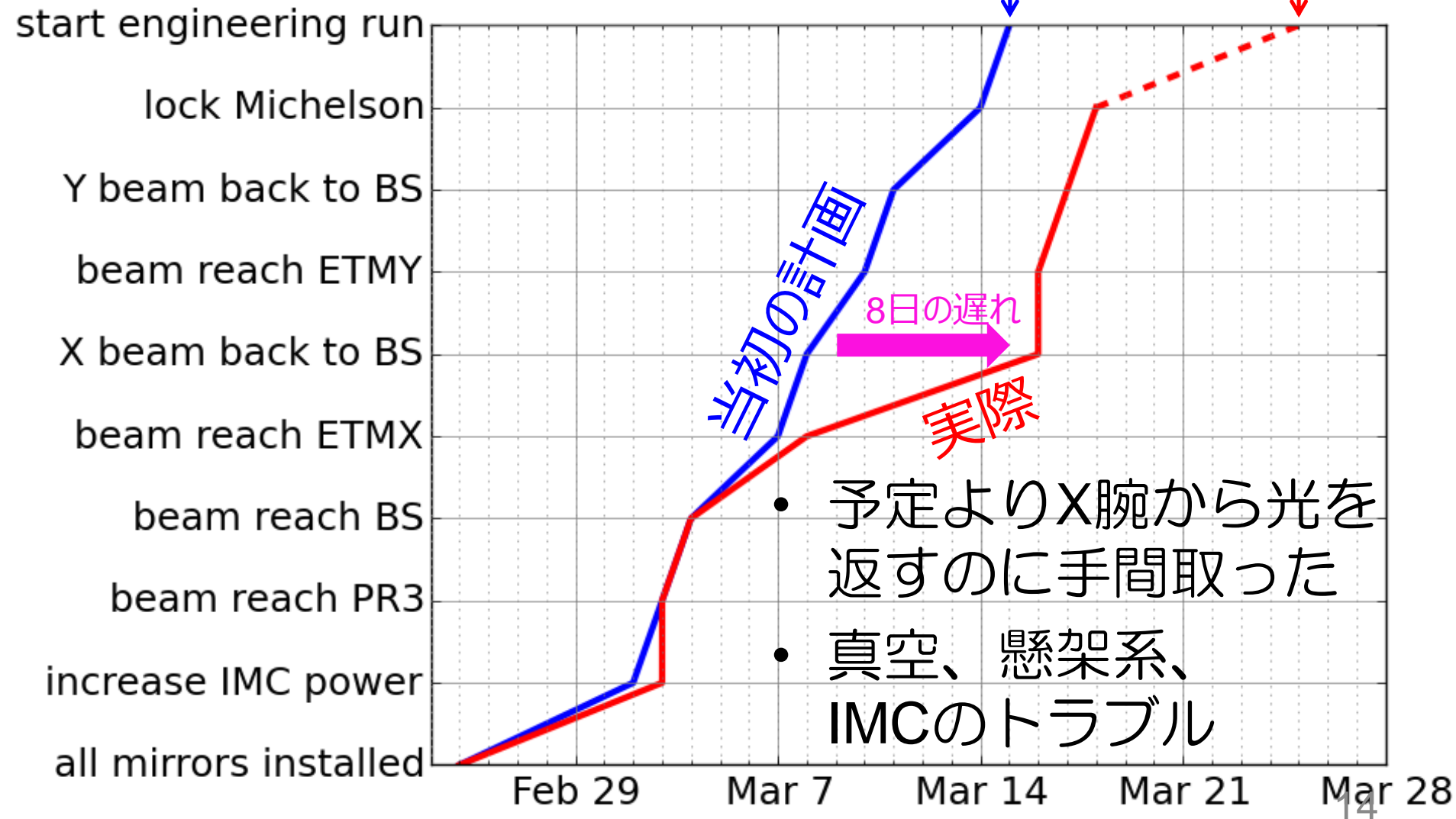
- 反射ポートの干渉縞信号を使って、3 km先のETMX/Yのコイルにフィードバック
- 干渉縞の確認からわずか1日(全鏡の導入から3週間)デジタル制御系の勝利



当初の計画と実際

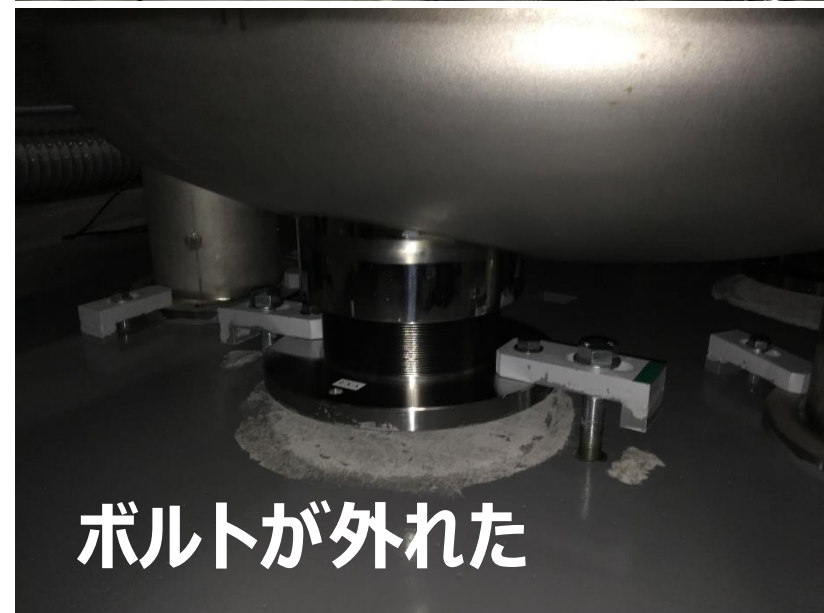
当初の試験運転開始予定日 3/15

現在の試験運転
開始予定日 3/25 ?



さまざまなトラブル

- ETMXコイル用のケーブルが外れてた
- IMC用のRF PDの電源ケーブル、制御回路用のケーブルが外れてた
トラブルシュートに時間がかかる
- 真空排気中にベースプレートが上昇(アンカーのボルト緩み) などなど
- bKAGRAへの経験



まとめ

- 大型低温重力波望遠鏡KAGRAは目下建設中
2016年3月末から試験運転開始予定(iKAGRA)
2018年3月から低温運転開始予定
- iKAGRA主干涉計の初期アライメントが完了
- 3 km Michelson干涉計の初制御に成功
- 日々の進捗状況は誰でも
klogで確認できます
<http://klog.icrr.u-tokyo.ac.jp/osl/>
- 主干涉計コミッショニングに
参加して下さった神岡、
シフトのみなさま、ありがとう
ございました これからも
よろしくお願いいたします

