

# 重力波望遠鏡KAGRAの 主干涉計制御設計II

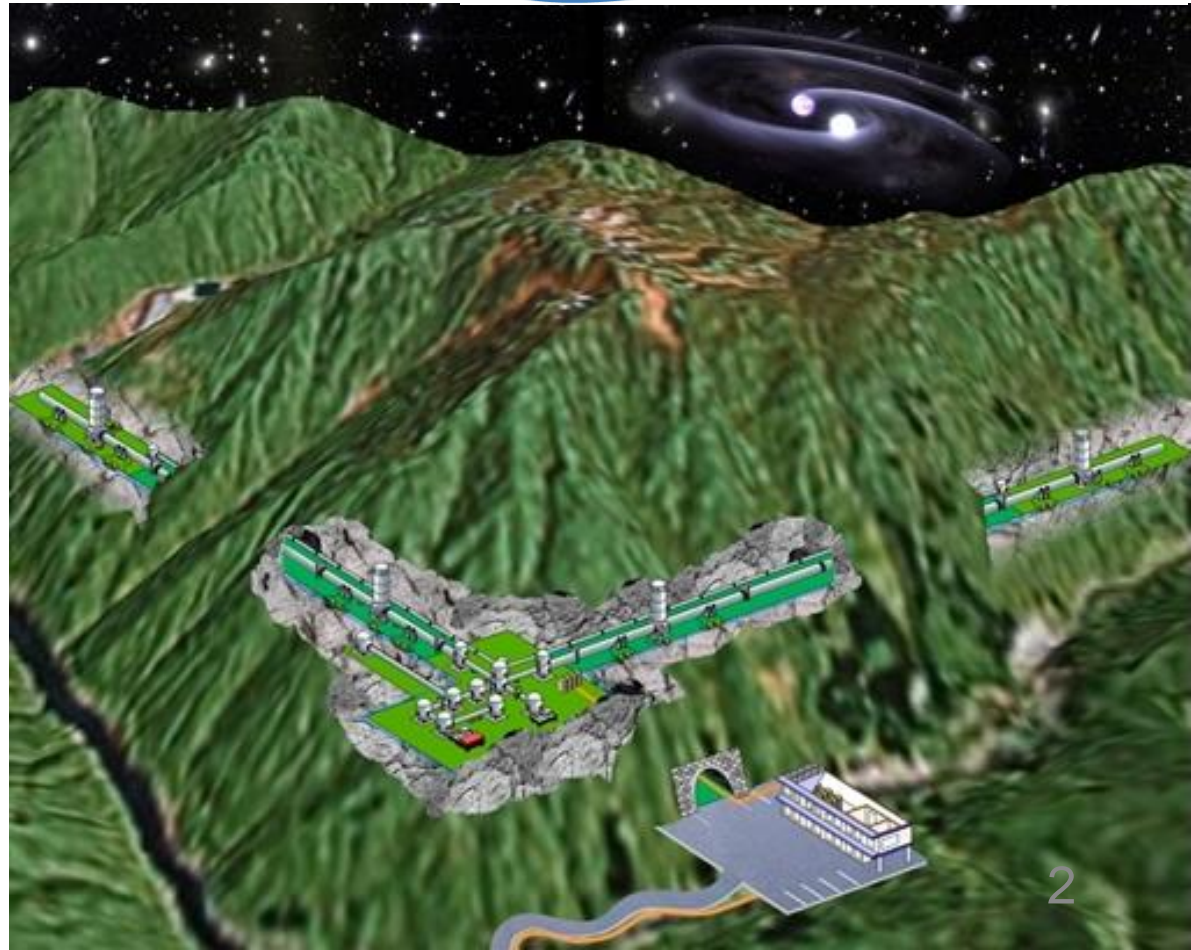
道村唯太

東京大学 大学院理学系研究科 物理学専攻

# 大型低温重力波望遠鏡KAGRA

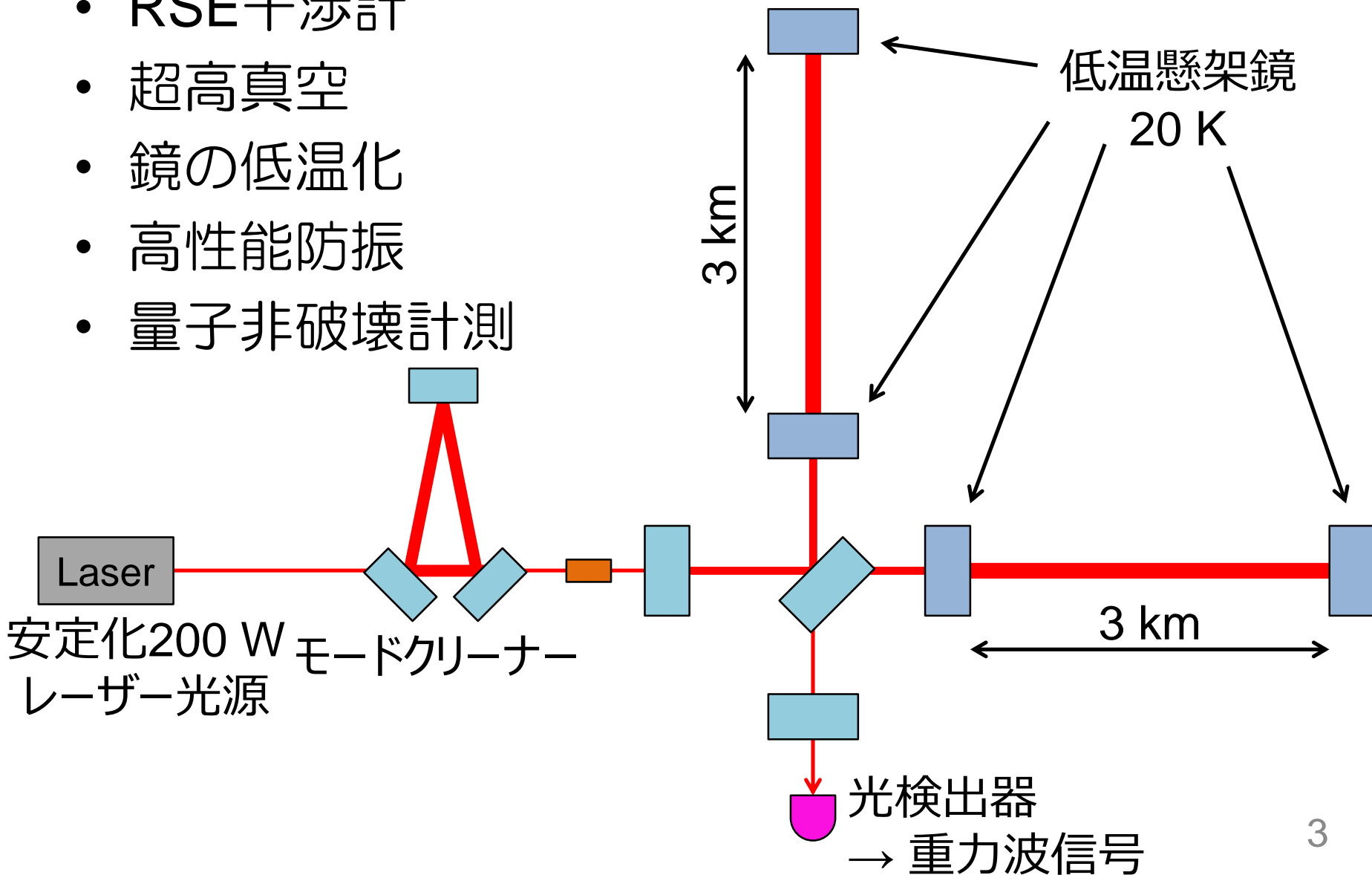
- 岐阜県 神岡鉱山地下に建設中
- 2015年末に試験  
運転開始予定
- 2017年末に本格  
運転開始予定
- 150 Mpc先の  
中性子星連星  
からの重力波

KAGRA



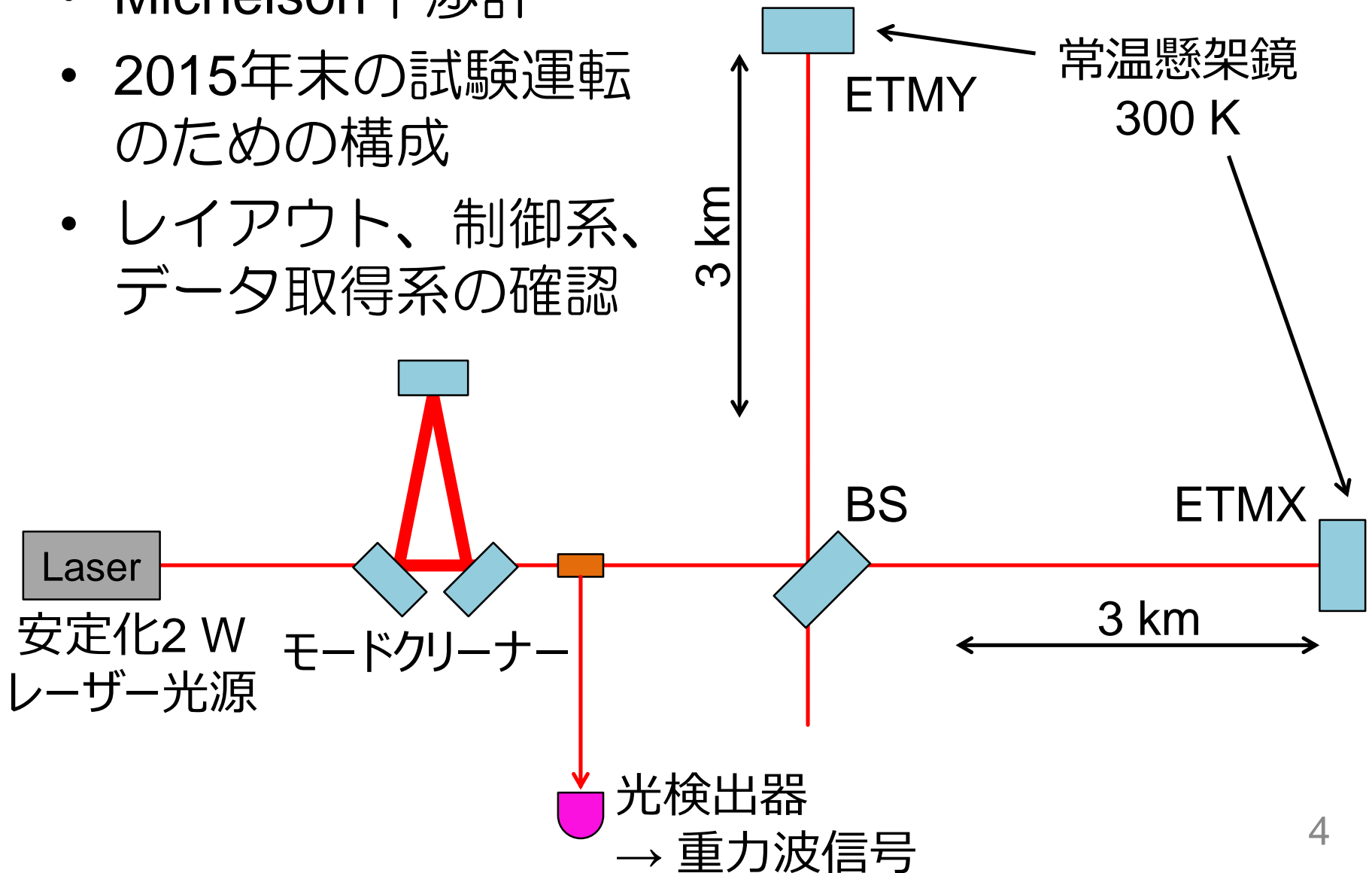
# KAGRAの干渉計構成

- 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

- Michelson干渉計
- 2015年末の試験運転のための構成
- レイアウト、制御系、データ取得系の確認



# 干渉計制御系の開発

- 高精度な重力波検出器として使うためには、鏡の位置の制御が必要
  - 信号取得のための出射光学系
  - アナログ回路
  - デジタル制御系
  - それらの配線
  - カメラなど干渉計モニタ
  - 干渉計シミュレーション
- の開発が必要

# 干渉計制御系の開発

- 高精度な重力波検出器として使うためには、鏡の位置の制御が必要 iKAGRA(2015年末の初期観測段階)における準備状況

- 信号取得のための出射光学系
- アナログ回路
- デジタル制御系
- それらの配線

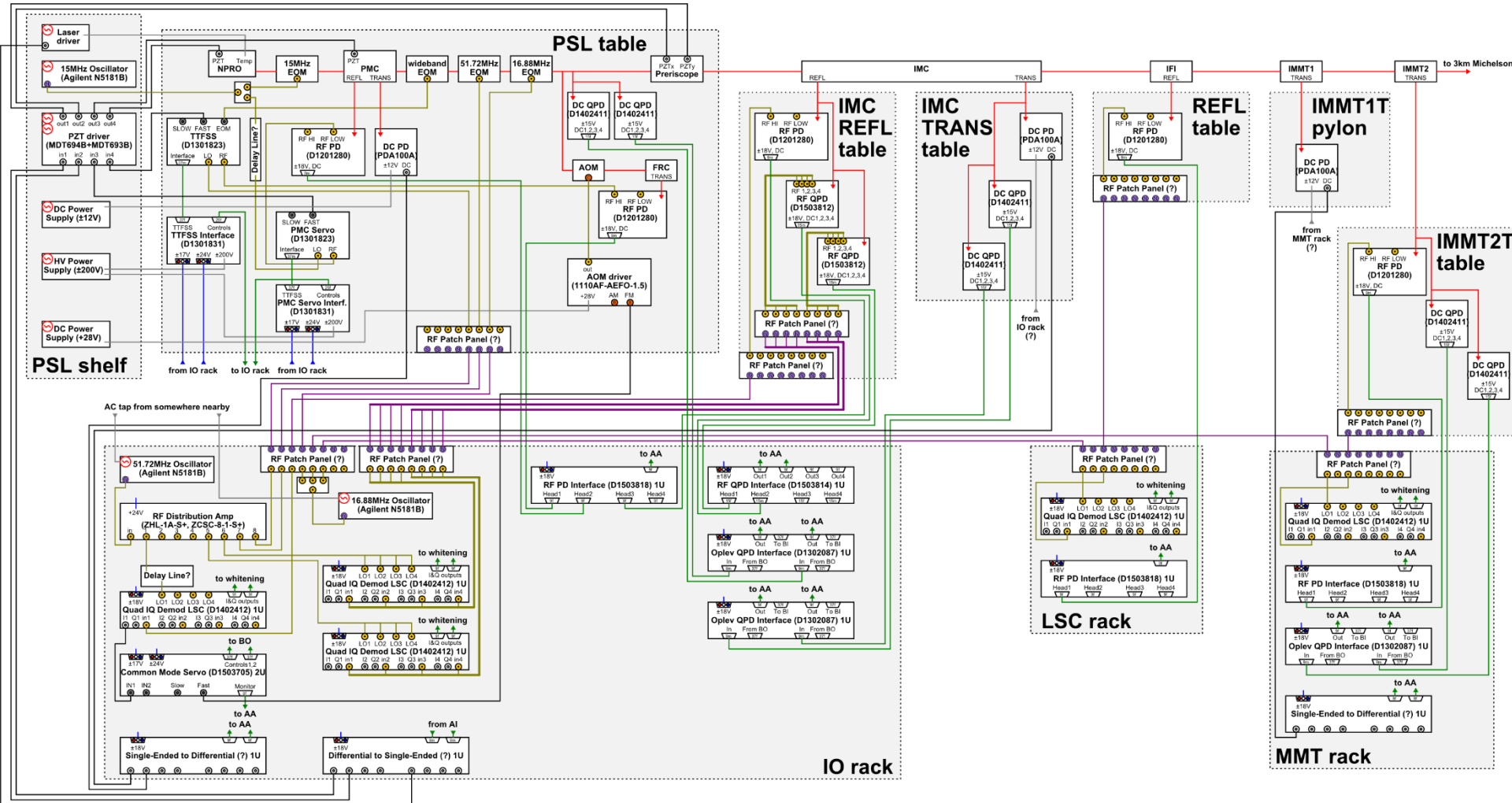
- カメラなど干渉計モニタ

- 干渉計シミュレーション

の開発が必要

bKAGRAに向けたシミュレーション

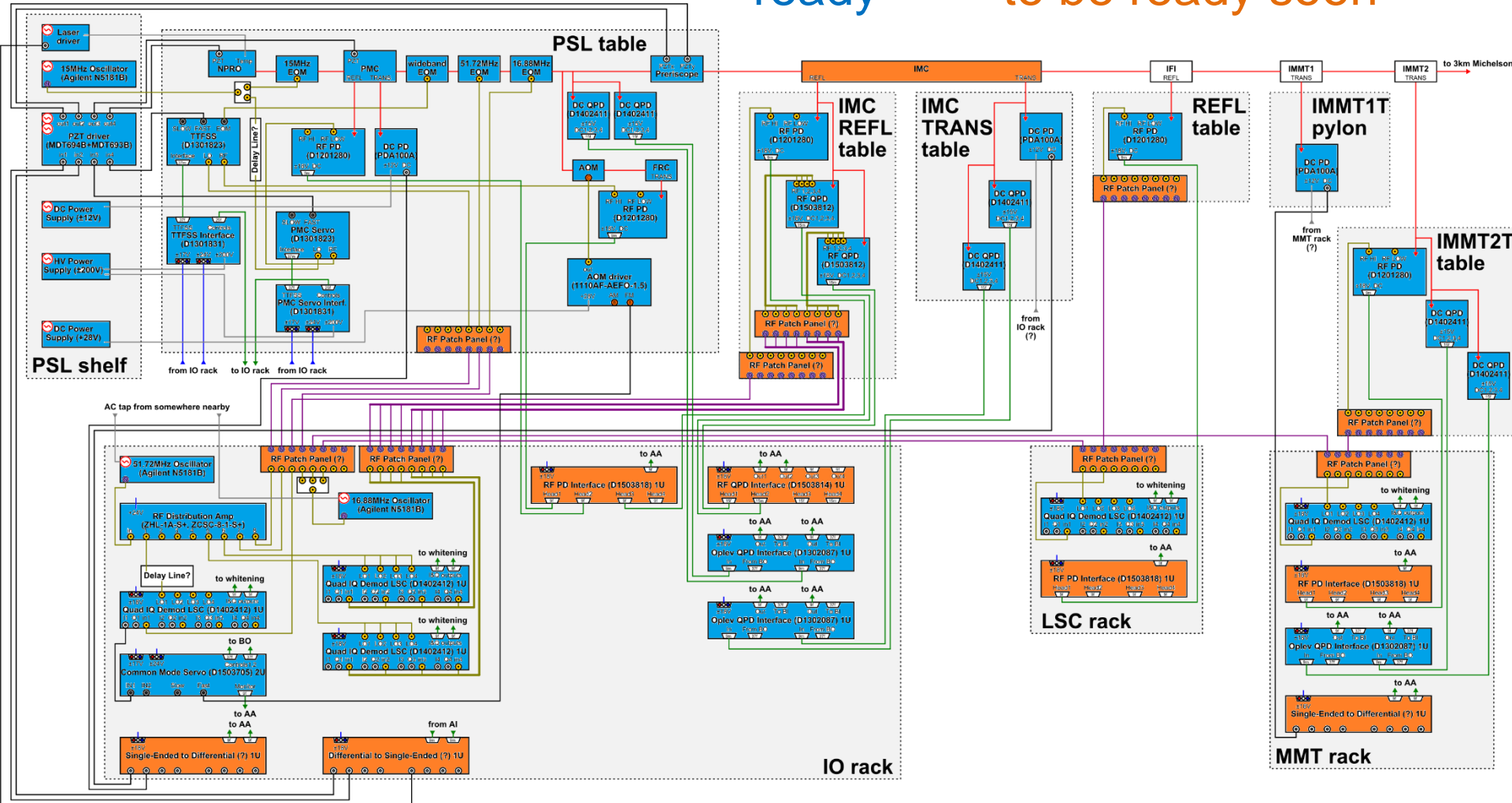
# iKAGRAの配線図



# iKAGRAの配線図

ready

to be ready soon

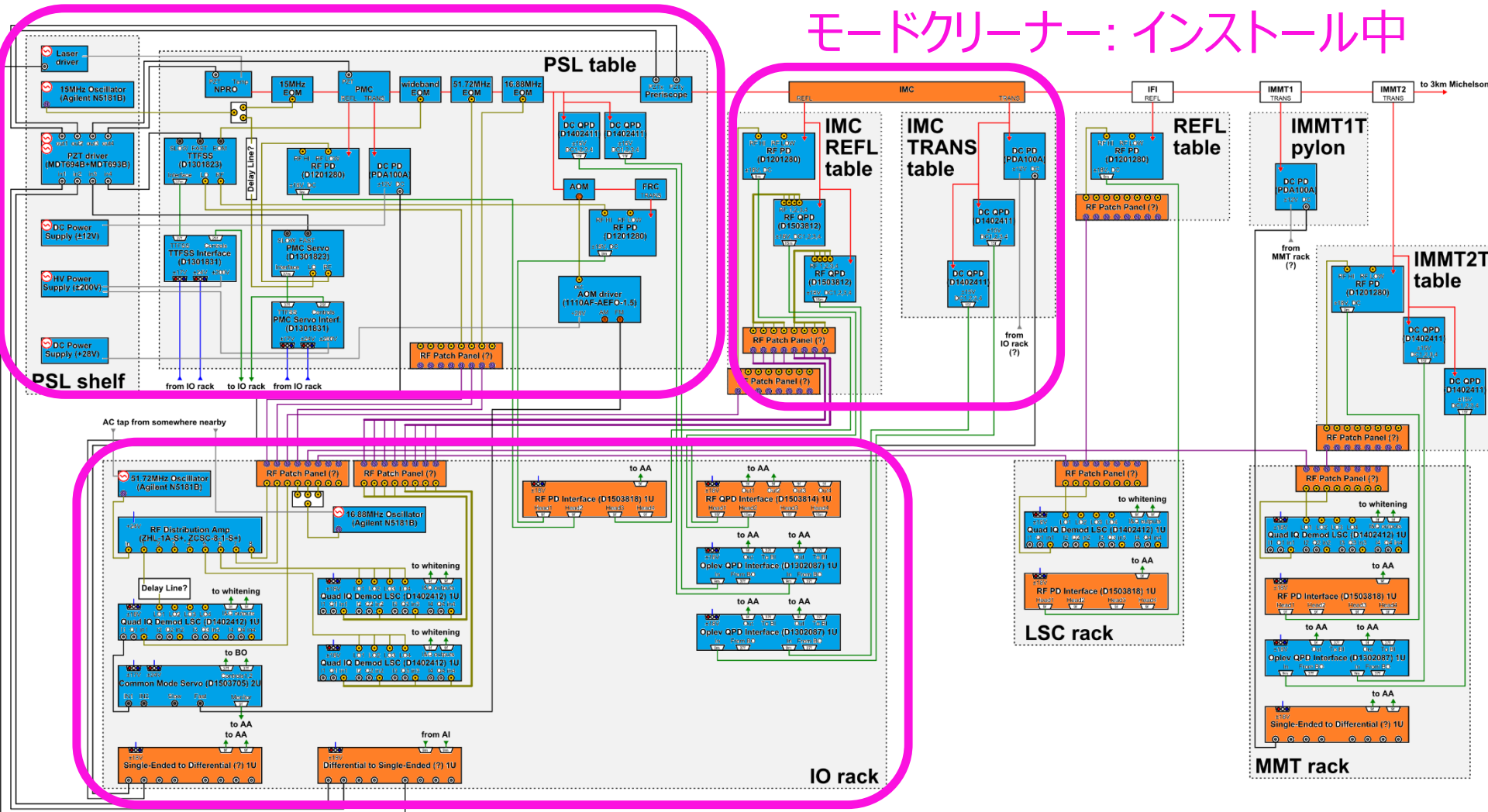




# iKAGRAの配線図

プレ安定化レーザー: 配線・光学系のテストほぼ完了

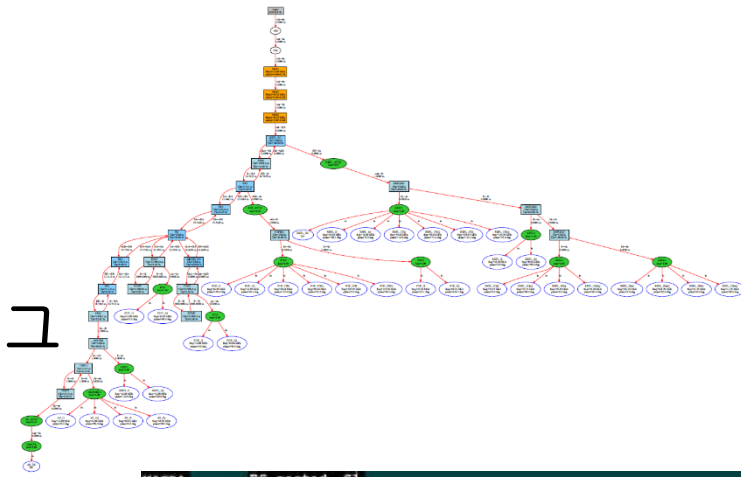
モードクリーナー: インストール中



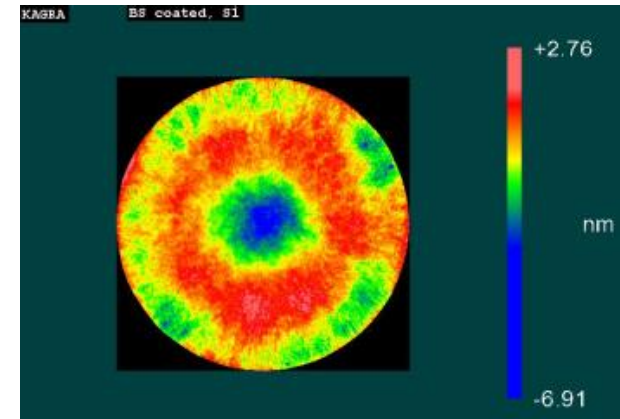
入射光学系回路ラック: 回路準備ほぼ完了 / 配線まだ

# 干渉計シミュレーションの話

- 干渉計の光学応答  
ツール: Optickle, FINESSE  
最終形に関しては完了  
途中段階における応答シミュレーションはまだ



- 鏡の品質の干渉計への影響  
ツール: FOGP13  
進行中

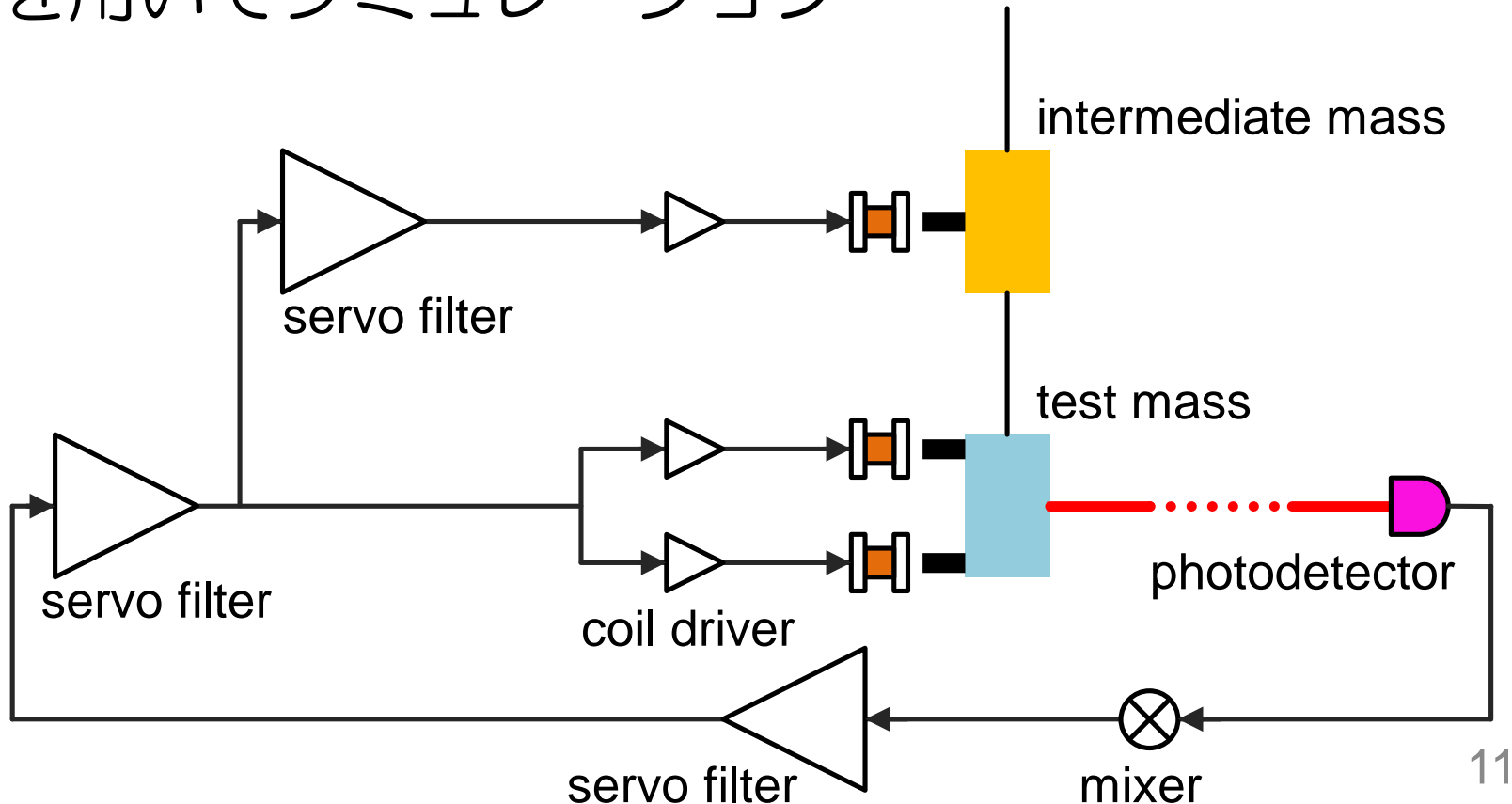


- 干渉計制御系の雑音見積り  
ツール: NoiseBudget  
進行中

→ 今回はこの話(特にアクチュエータ雑音)

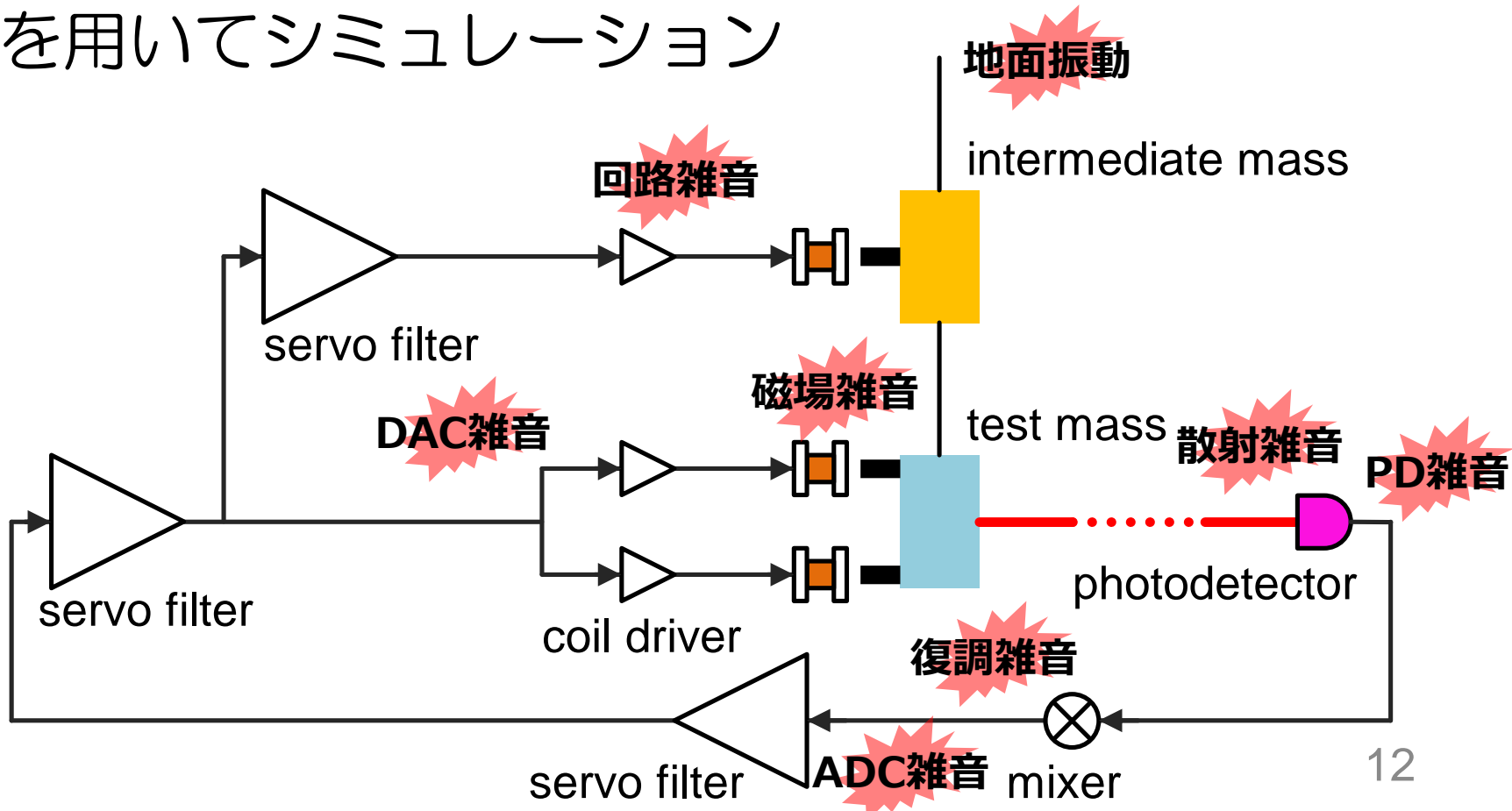
# 鏡の位置制御系

- 干渉計信号とコイル-マグネットアクチュエータを用いて鏡の位置を制御
- MITのChris Wipfが開発したNoiseBudgetツールを用いてシミュレーション



# 混入する雑音

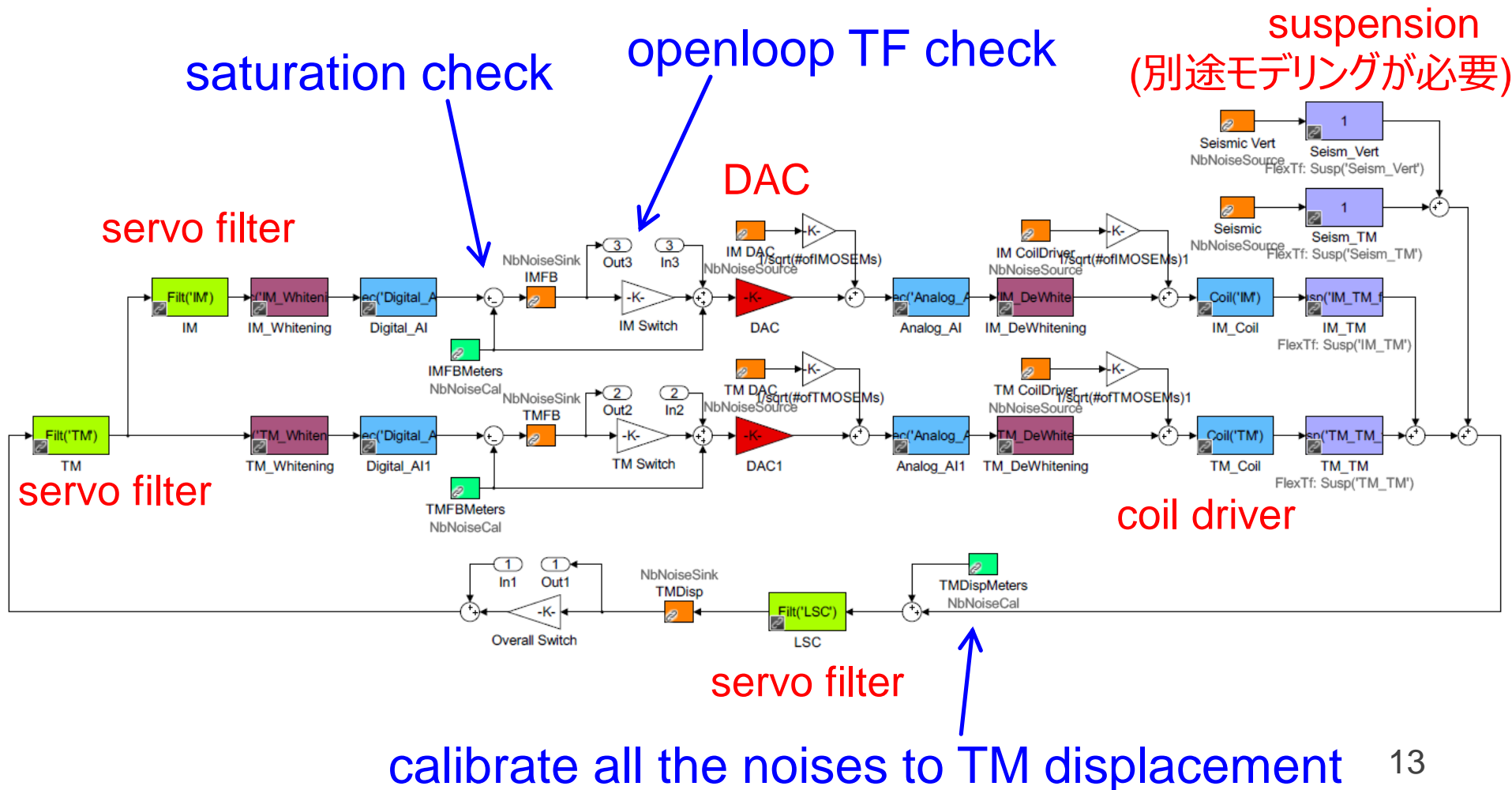
- 干渉計信号とコイル-マグネットアクチュエータを用いて鏡の位置を制御
- MITのChris Wipfが開発したNoiseBudgetツールを用いてシミュレーション



# モデル化

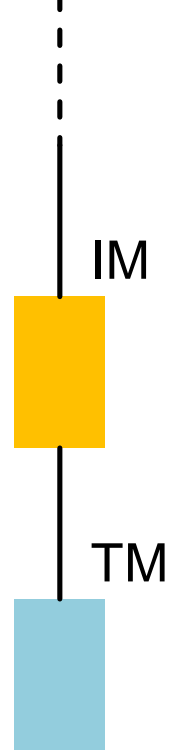
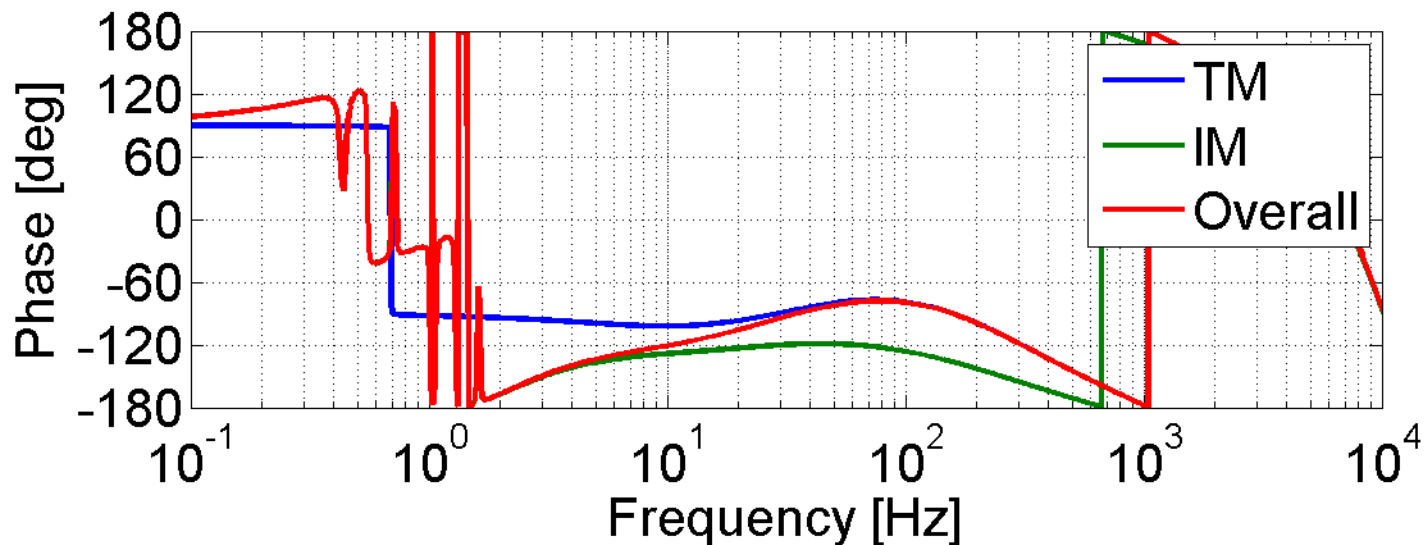
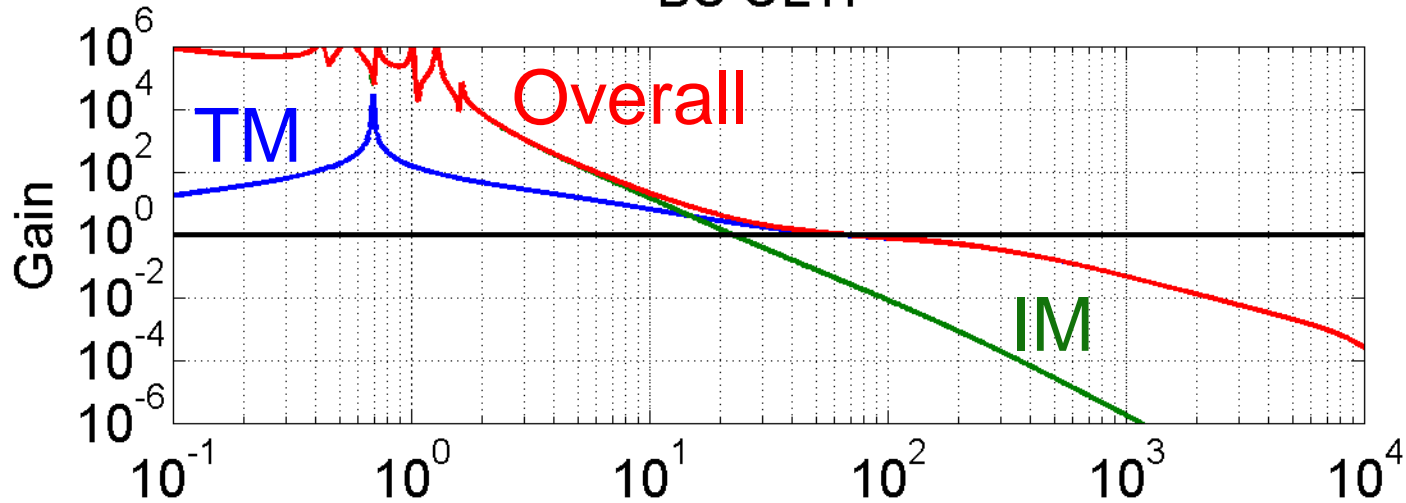


- Simulink NoiseBudgetによるモデル化
- 磁場雑音、センサ側の雑音はまだ入っていない



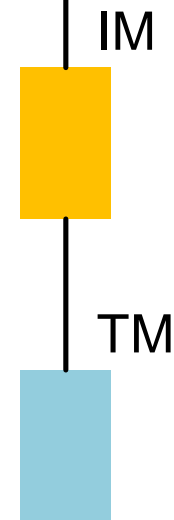
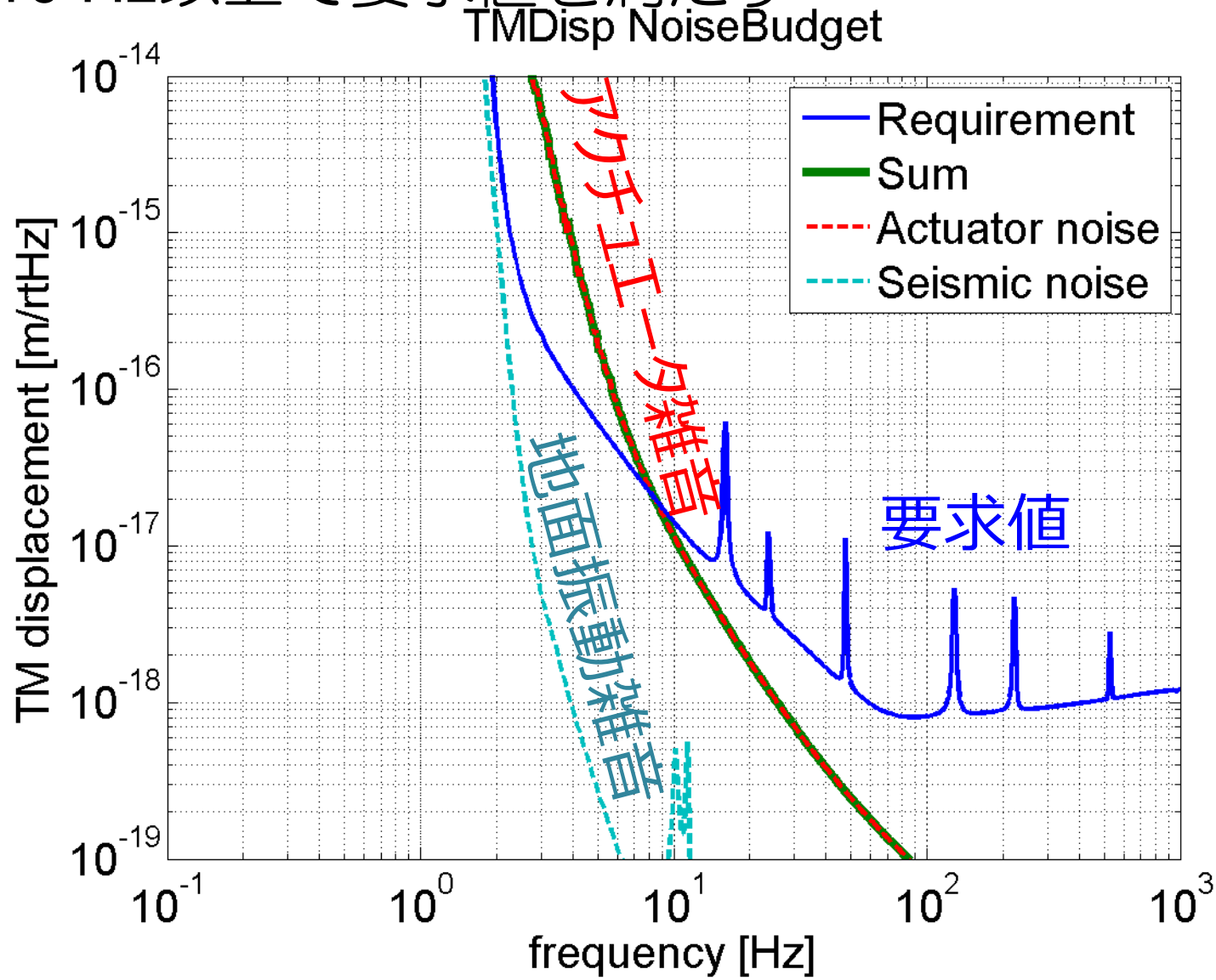
# 制御ループの設計(BS)

- 低周波はIM、高周波はTM  
BS OLTf



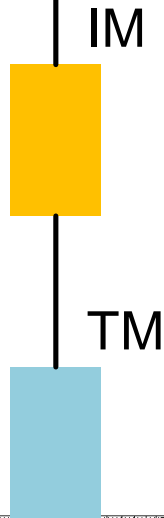
# 変位雑音の見積もり結果(BS)

- 10 Hz以上で要求値を満たす

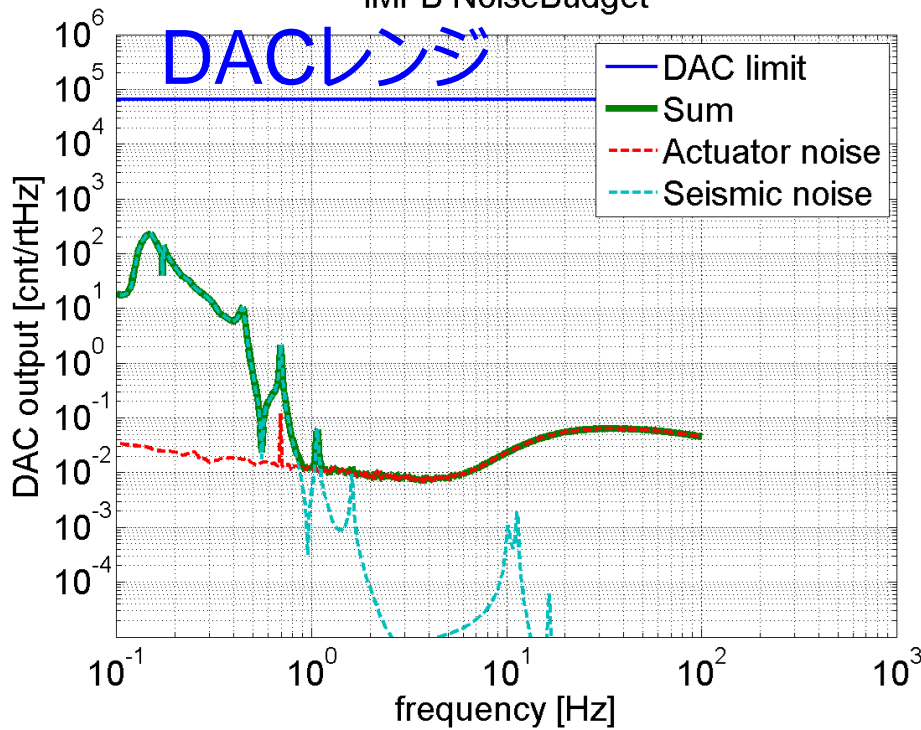


# レンジの確認(BS)

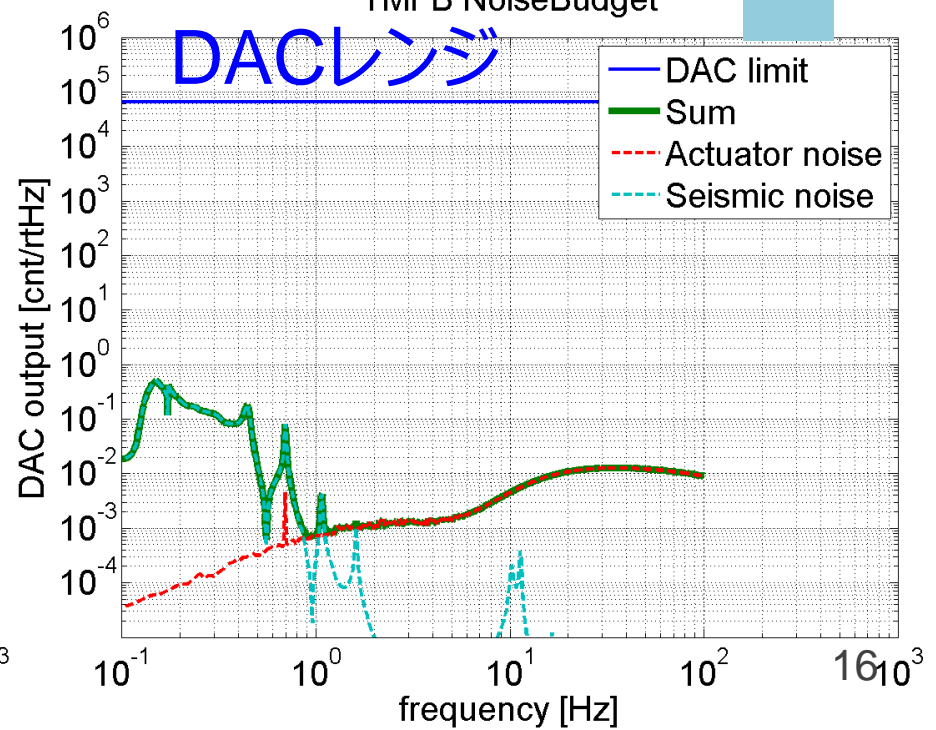
- DACのレンジを超えない  
→ アクチュエータをあと数桁弱くしてもよい(そうすればアクチュエータ雑音はさらに数桁下がる)



IMFB NoiseBudget



TMFB NoiseBudget





# 各鏡の変位雑音まとめ

- SR系に関しては効率を落とす必要あり
- 特に、磁場雑音を考え、磁石を小さくするかも

	タイプ	地面振動	アクチュ雑音	レンジ
IMC	C	OK	OK	OK
BS	B	OK	OK	OK
PRC	Bp	OK	OK	OK
SRC	B	OK	BAD	OK
ITM ETM	A	OK	TBD	TBD

# まとめ

- 大型低温重力波望遠鏡KAGRAは目下建設中  
2015年末に試験運転開始予定(iKAGRA)  
2017年に本格運転開始予定(bKAGRA)
- iKAGRAに向けた回路の準備はほぼ整った
- プレ安定化レーザーのテストほぼ完了、モードク  
リーナーのインストール間近
- アクチュエータ雑音を見積もった
- KAGRA SVNにあるので誰でも遊べます  
[https://granite.phys.s.u-tokyo.ac.jp/  
svn/LCGT/trunk/kagranoisebudget](https://granite.phys.s.u-tokyo.ac.jp/svn/LCGT/trunk/kagranoisebudget)