

DECIGO Pathfinder向けプロトタイプ干渉計実験

道村唯太*、麻生洋一 (東大理)、石徹白晃治 (KEK素核研)、佐藤修一 (法大工)、安東正樹 (京大理)、阿久津智忠 (国立天文台)、上田暁俊 (国立天文台)、川村静児 (東大宇宙線研/国立天文台)、坪野公夫 (東大理)

*東京大学大学院 理学系研究科 物理学専攻 坪野研究室
Email: michimura@granite.phys.s.u-tokyo.ac.jp

概要: DECIGO Pathfinder (DPF) はJAXA小型科学衛星シリーズの候補として提案されている小型重力波観測衛星である。DPFは宇宙空間重力波望遠鏡DECIGOの衛星シリーズ第1弾であり、1機の衛星内に、安定化レーザー光源とドラッグフリー制御によって非接触保持された2つの鏡を搭載する。この2つの鏡は共振器長30cmのFabry-Perot (FP) 共振器を構成し、その共振器長変動から0.1-1Hzの周波数帯域における重力波観測を行うとともに、地球重力場観測や宇宙における精密計測技術の実証を行う。

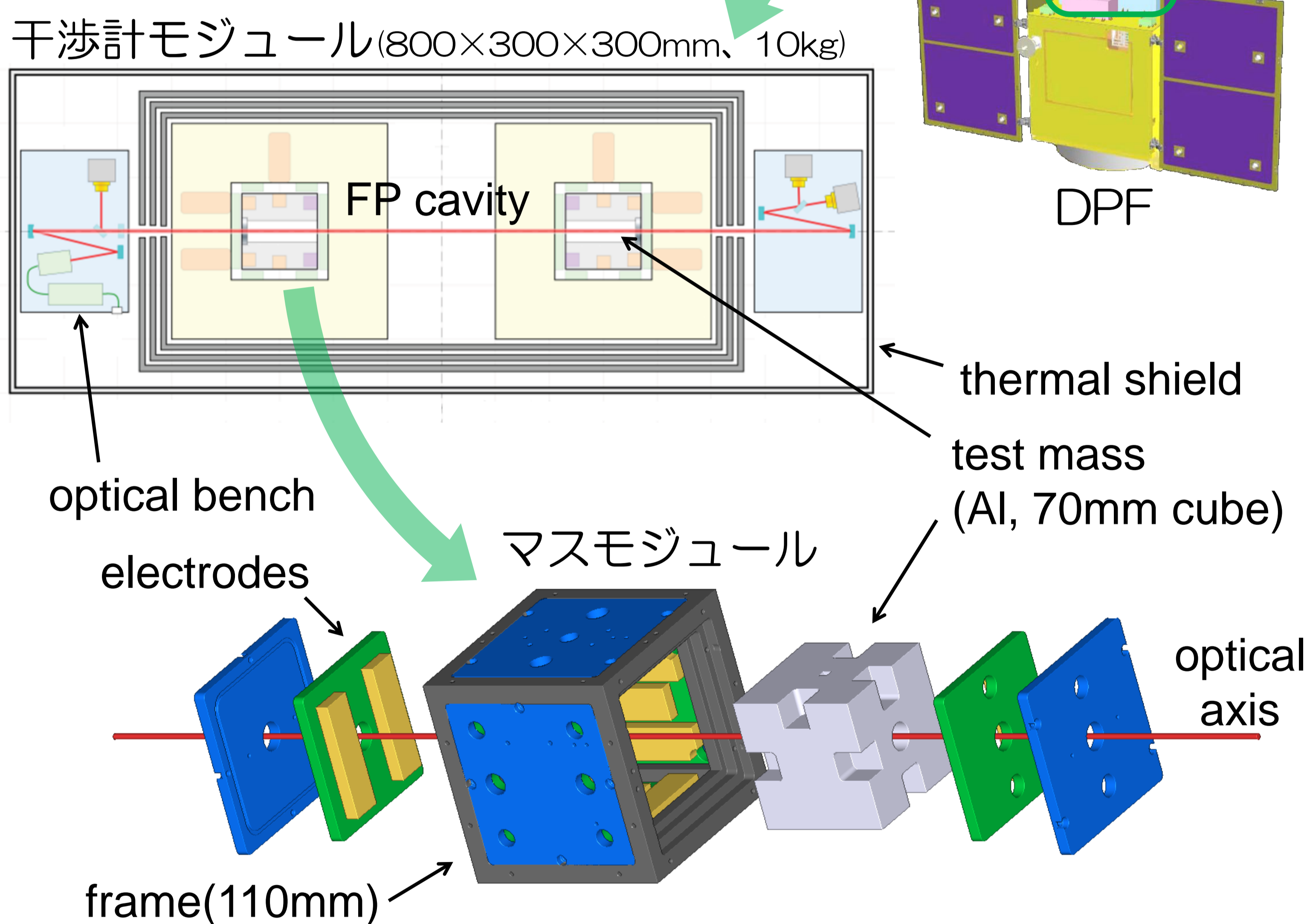
我々は今回、DPFに搭載される干渉計モジュールのbreadboard modelを開発し、地上における動作試験を行った。実験はモノリシックな入射光学系と、鏡のついた2つの懸架試験マスによりFP共振器を構成して行い、衛星向けを意識して開発されたセンサー回路やFPGAを利用した共振器長制御やマスの姿勢制御に成功した。

目的: DPFと同様の構成とスケールでFP干渉計を作り、干渉計制御の原理実証と問題の洗い出しをすること。地上試験のため試験マスは懸架し、そのために形状を少し変えた。また、アクチュエータとしては静電型より簡単なコイルマグネットを用い、マスモジュール化はしない。

結論: DPFと同様の構成でFP干渉計の全5自由度制御に成功し、原理実証ができた。また、入射光学系や回路に改良の余地が見つかった。今後は他に、懸架をせずに行える落下実験や静電アクチュエータを用いた制御の実証、真空中での実験による感度評価などを行う。

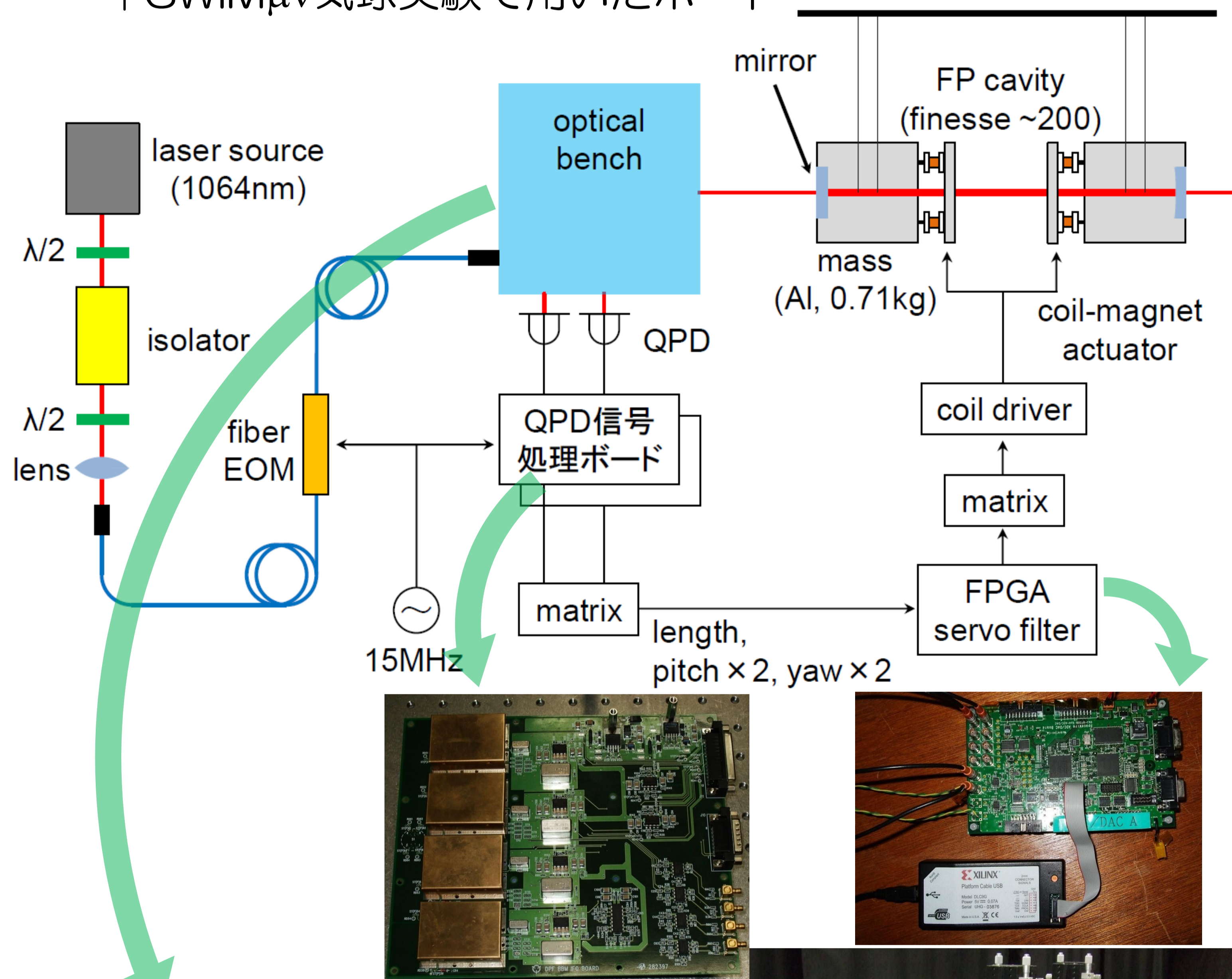
1. DPF干渉計モジュール

- 鏡のついた2つの試験マスによりFP共振器を構成
- 試験マスの6方を電極版で囲む
→静電アクチュエータにより共振器長、姿勢を制御



2. BBM実験装置

- 試験マスは4本のワイヤで懸架
- 15MHzで位相変調をかけたレーザー光をFP共振器に入射
- Pound-Drever-Hall法により共振器長、Wave Front Sensorにより反射光から2つの鏡の姿勢情報を得る
- アクチュエータはコイルマグネットを用いる
- FPGAを用いたデジタル制御 (PD制御)
↑ SWIM μ v気球実験で用いたボード

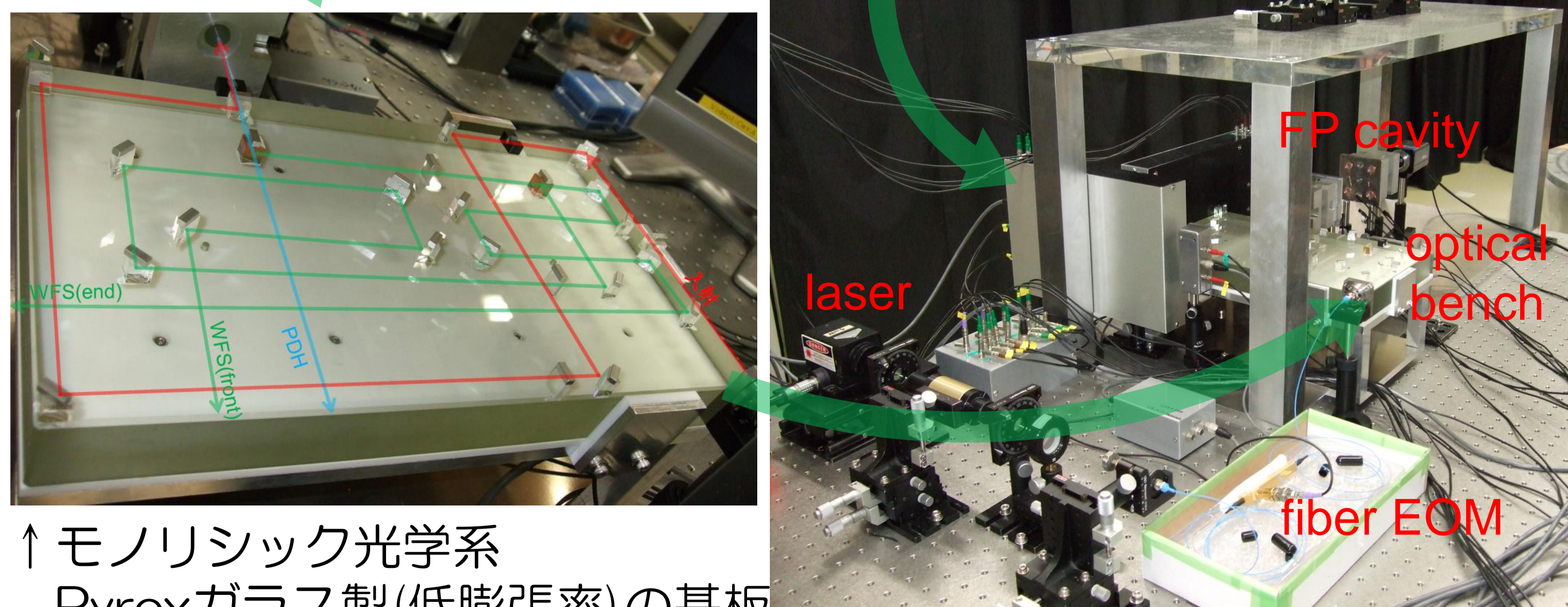
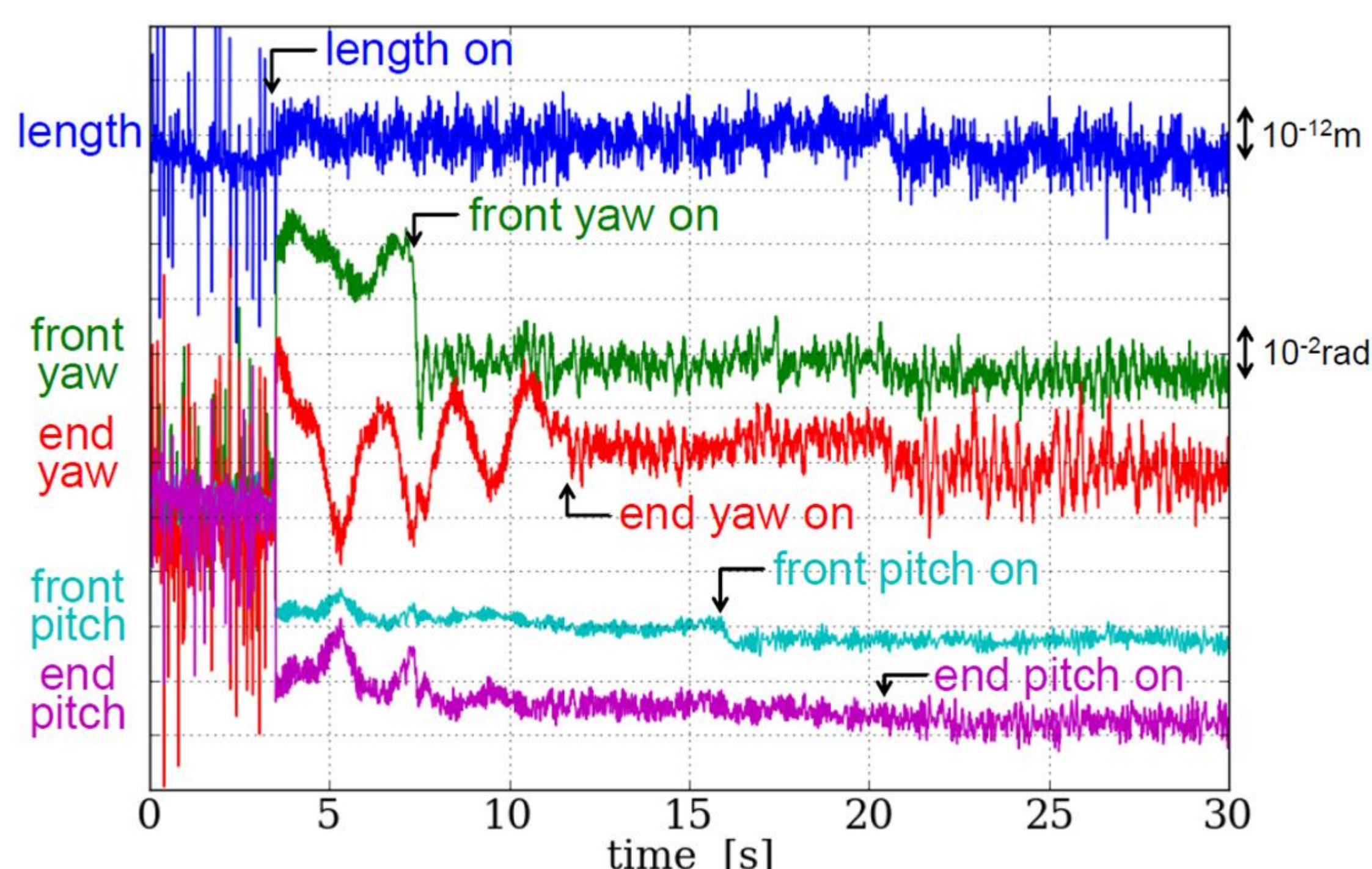


3. 制御実験の結果

- 全5自由度の制御に成功
↑共振器長、2つの鏡それぞれのpitchとyaw

制御帯域

	length	pitch	yaw
UGF	1 kHz	8 Hz	7 Hz
phase margin	35 deg	10 deg	10 deg



↑モノリシック光学系
Pyrexガラス製(低膨張率)の基板にモードマッチングやGouy位相調整のための光学素子をシリケートボンディング

透過光モニター→
(制御によりTEM₀₀モードが見えている)

