

DPFのためのμN級スラストスタンドの開発

Development of μN level Thrust Stand for DECIGO Pathfinder

東浦孝典(法大工) 船木一幸(JAXA/ISAS) 大塩裕哉(JAXA/ISAS) 外岡学志(総研大) 佐藤修一(法大理工)

概要

宇宙重力波望遠鏡計画（DECIGO）の技術実証衛星であるDPFに搭載されるスラストの候補であるFEEPスラストの推力ノイズ計測のための計測システムを開発した。プロトタイプとなるスラストスタンドを構築し周波数領域における感度スペクトルを取得した。

スラストへの要求

DPFでは試験質量と宇宙機との相対変動をレーザー干渉計および静電型のローカルセンサーを用いて計測し、スラストへ連続的にフィードバック制御することによってドラッグフリー制御を成立させる。このとき、スラストの雑音は宇宙機を揺らし、さらには試験質量を揺らしてしまうと重力波の計測にとっても雑音となるため、スラストの雑音は十分小さい必要がある。

表1.スラストの仕様

要求項目	要求値
推力範囲	5-100μN 0.1-10μN
推力精度	0.1μN
推力ノイズ	0.1μN/ r Hz以下

スラストスタンドのモデル

ねじれ振り子を用いたスラストスタンドでは、ねじれ方向のみに自由度がある力学系を構築することが理想的であるが、実際には並進方向の自由度も持つことになる。

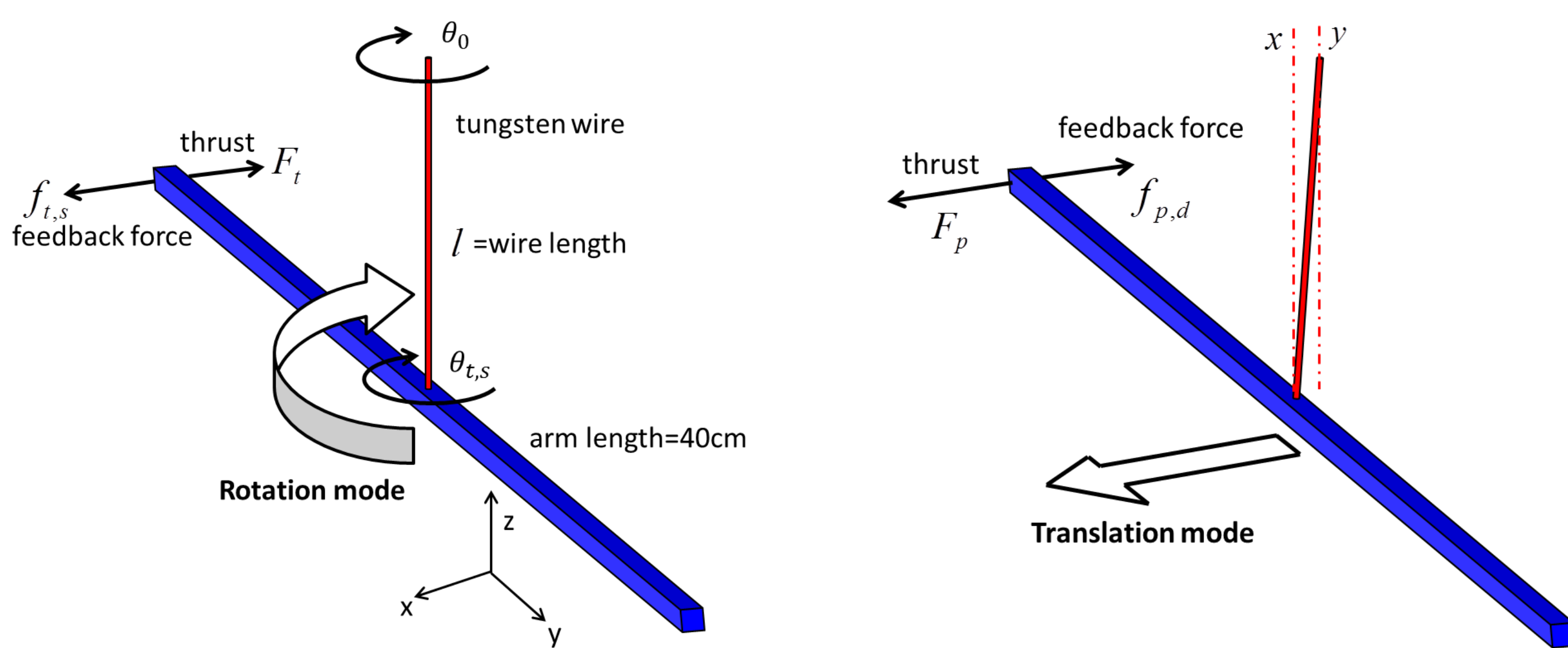


図1.スラストスタンドのモデル

ブロックダイアグラム

回転と並進方向の運動を考慮するとブロックダイアグラムは以下ようになる。これによりエラー信号を推力へ換算する補正因子が求まる。

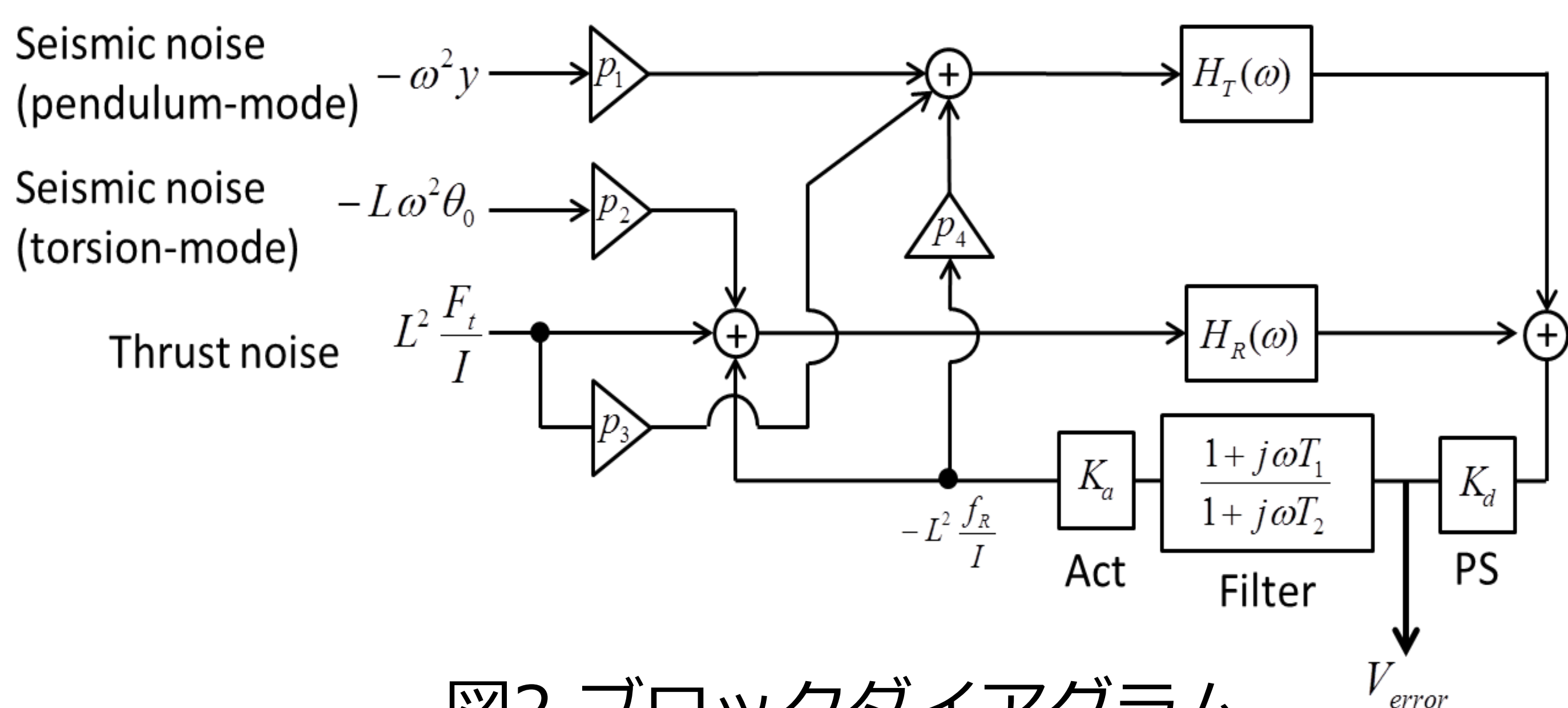


図2.ブロックダイアグラム

実験

実際に感度スペクトルを取得するため、以下の図3に示すスラストスタンドを構築し、実験を実施した。

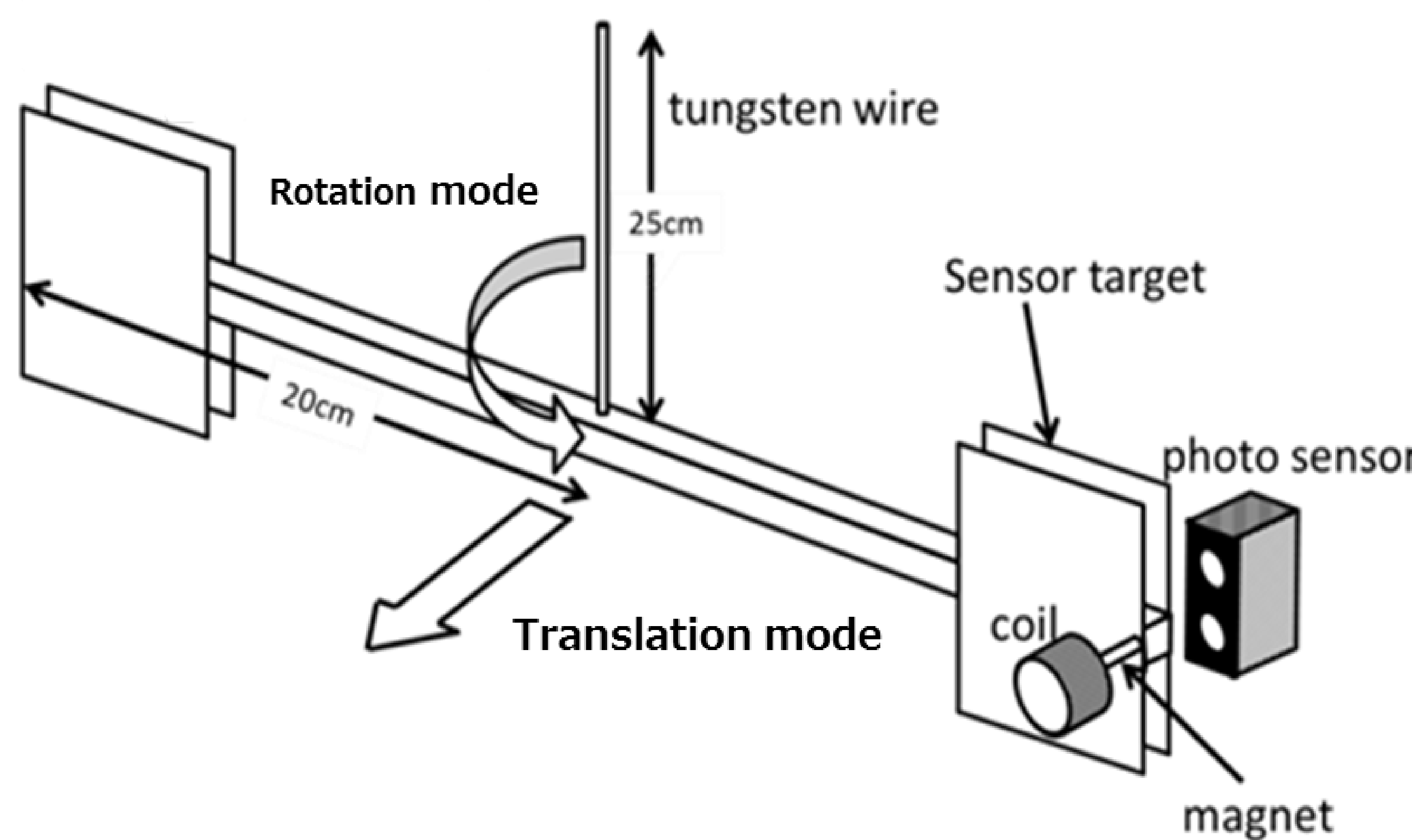


図3.プロトタイプスラストスタンド

実験の結果以下の感度スペクトルを得た。

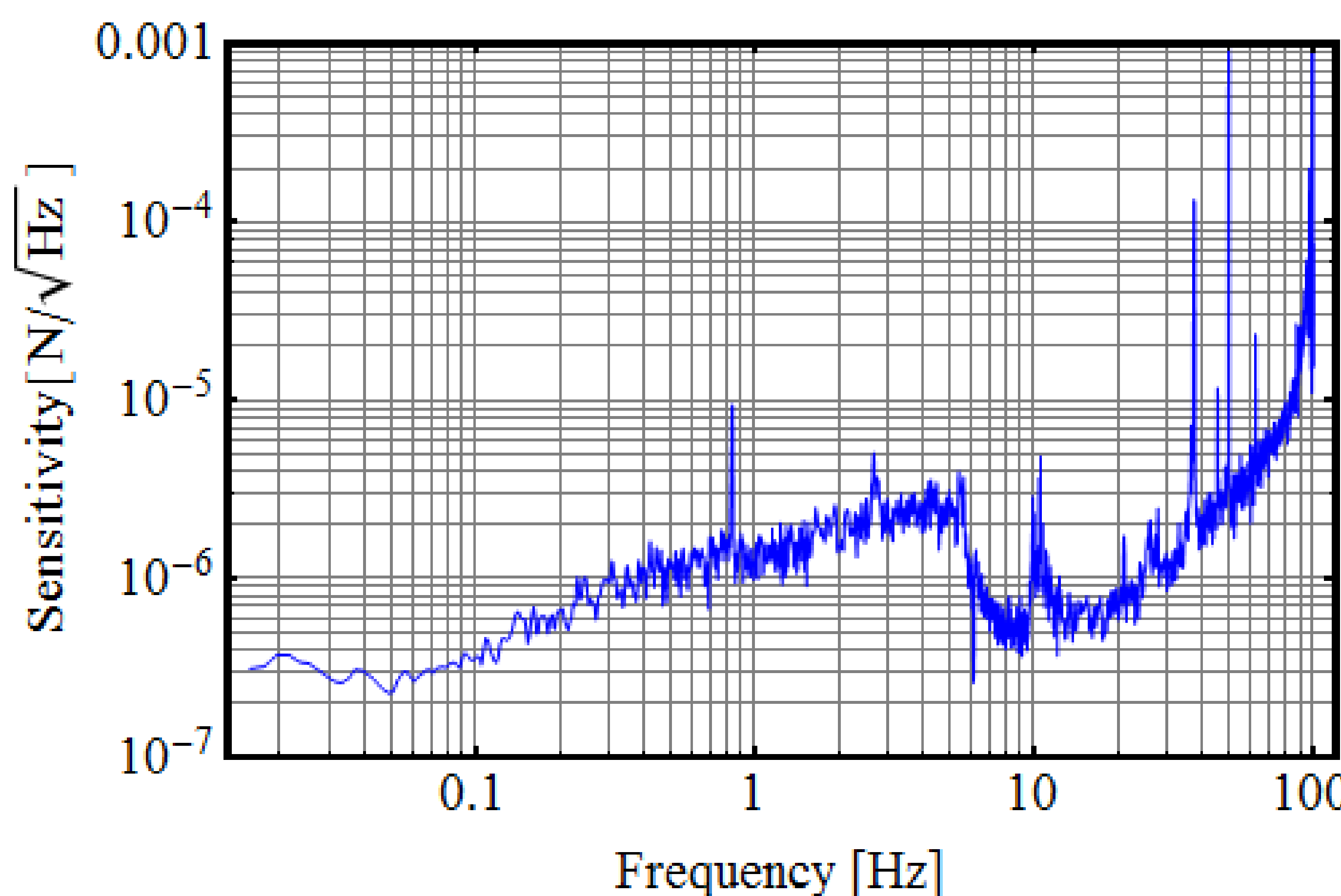


図4.感度スペクトル

この結果からFEEPの推力ノイズを計測するにはさらに一桁以上感度を向上させなければならないことが分かった。

今後の展開

0.1 [μN/√Hz]の感度を達成するために今後は計測系へ混入する地面振動の防振と、並進方向のカップリング効率を低下させる力学系を構築する。目標感度が達成され次第、レーザースラストでの試験計測を行いμNの計測が可能であることを実証しFEEPを搭載するスラストスタンドを構築する。