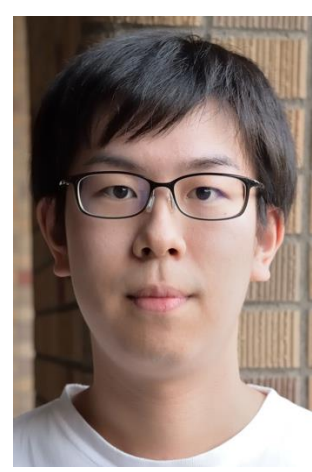


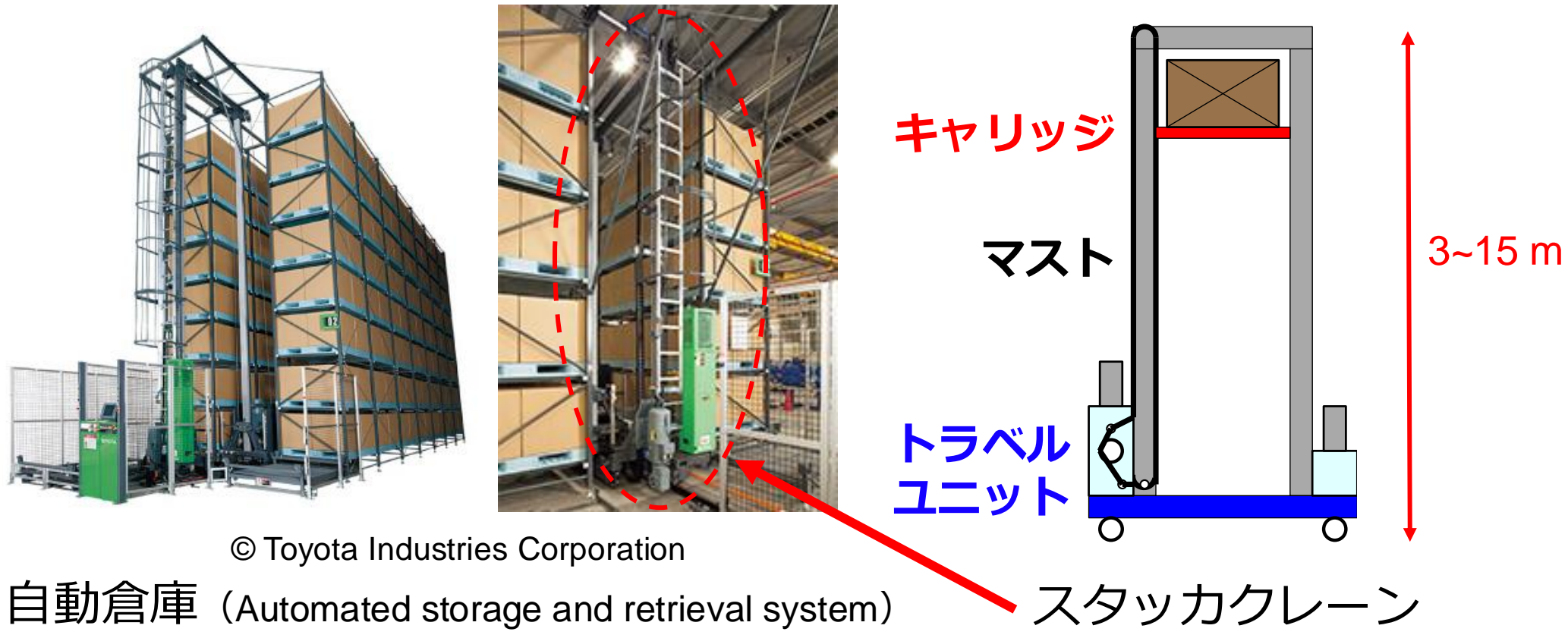
スタッククレーンのための アクティブマスダンパを用いた振動抑制制御

東京大学 古関・大西研究室
浜中 清貴, 大西 亘, 古関 隆章



スタッククレーンとは

物流需要増加により自動倉庫 (AS/RS) の導入が拡大



© Toyota Industries Corporation

自動倉庫 (Automated storage and retrieval system)

スタッククレーン

要求事項

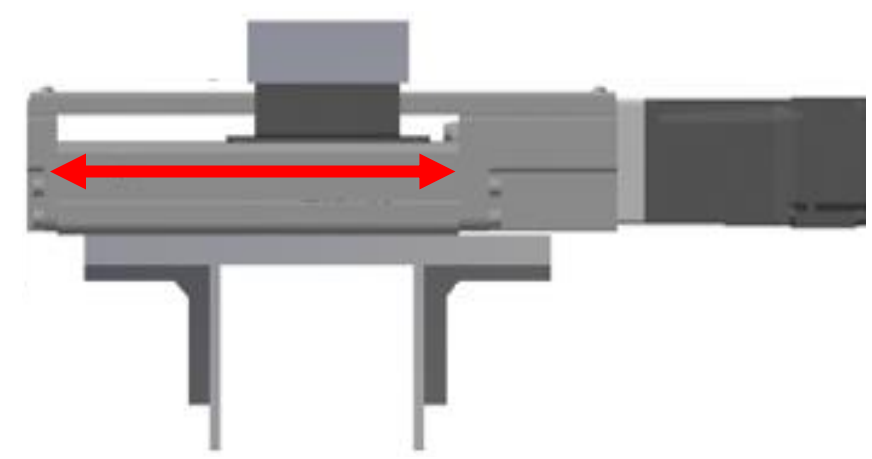
高速なオペレーション = タクトタイムの短縮

どのようにタクトタイムを短縮するか

- ① 目標位置までの移動時間を短縮
→ 高速度・高加速度運転
共振の励起 → タクトタイム短縮??
- ② 振動抑制制御の導入
→ 振動抑制による **タクトタイム短縮の達成**

どのように振動抑制制御を導入するか

アクティブマスダンパ (AMD)



マスの能動的な振動
→ 振動を相殺

e.g.) 高層ビル, 産業機械架台

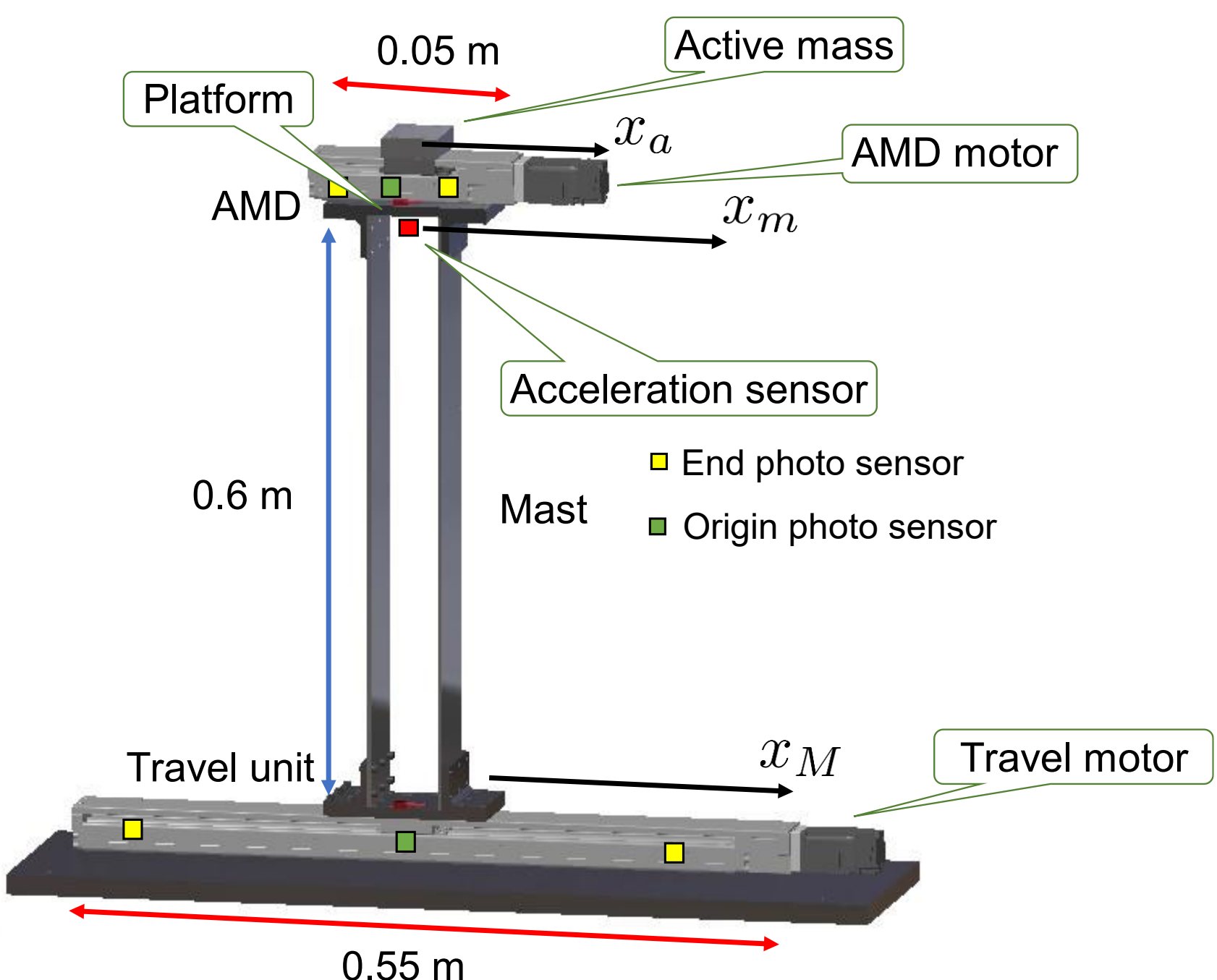
研究概要

AMDをスタッククレーンに応用

- ・ 過度な動作軌道整形を防止
- ・ 残留振動整定時間を短縮

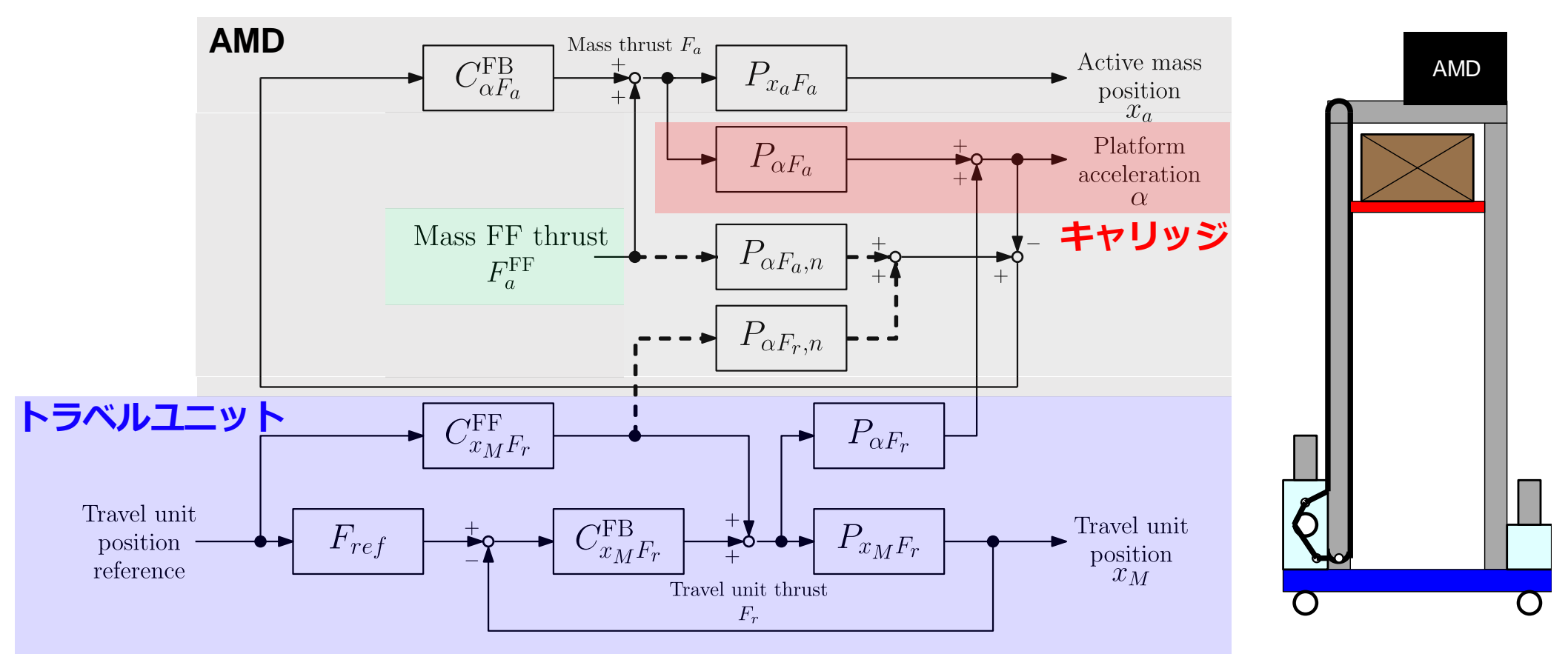
スタッククレーンを **高速かつ振動なく** 動作させる
→ スタッククレーンの **高さ** と **動作速度** 間トレードオフの性能向上

スタッククレーンのテストベンチ機



仮定: **キャリッジ**は頂上部 (上台) に固定

AMDの提案加速度フィードフォワード制御



アクティブマス
FF推力の導出

AMD
アクティブマス
FF推力

ノミナルモデル
逆応答

キャリッジ

理想加速度軌道

AMDにより
生じる加速度

移動により
生じる加速度

2階微分

位置指令軌道

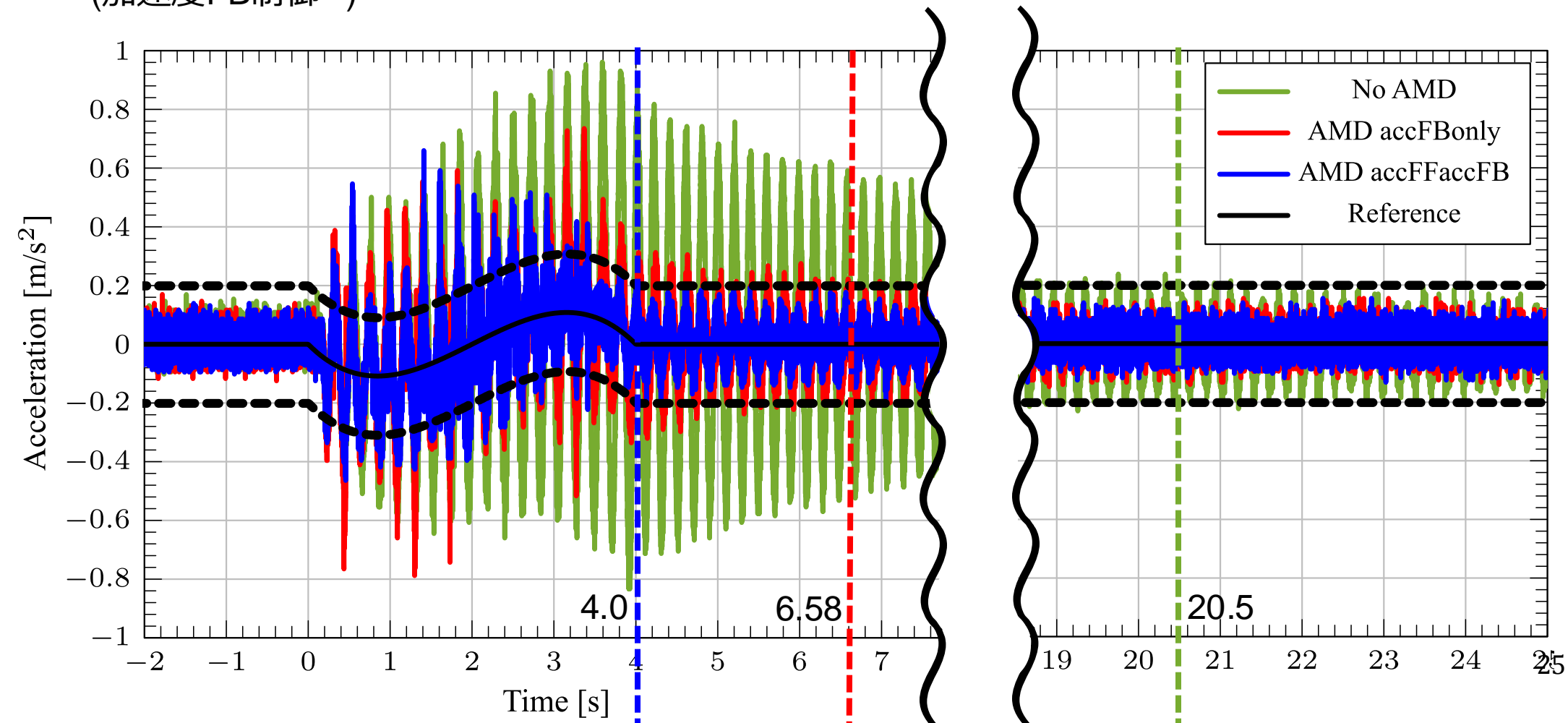
トラベルユニット

事前に
決定される

ノミナルモデル
応答

従来手法と提案手法における上台加速度の比較

(加速度FB制御^[1])



タクトタイム

減少率 **従来加速度FB + 提案加速度FF** **-80%**

従来
加速度FB **-68%**

AMDなし

タクトタイム: $t = 4.0$ sよりも後に上台加速度が ± 0.2 m/s²の範囲に入る時間

振動振幅の減少 + 振動整定時間の短縮
→ **タクトタイムの大幅な短縮を達成!**

今後の展望

- AMDの制約条件を陽に考慮した制御系設計
アクティブマス重量 / マスストローク長
- **キャリッジ位置変動への対応**
制御系改善 + テストベンチ機の改造

参考文献

[1] Y.-G. Zheng, J.-W. Huang, Y.-H. Sun, and J.-Q. Sun, "Building Vibration Control by Active Mass Damper With Delayed Acceleration Feedback: Multi-Objective Optimal Design and Experimental Validation," *Journal of Vibration and Acoustics*, vol. 140, no. 4, p. 041002, 02 2018.