

# 遅れのある装置でも 高性能かつ簡易な セミアクティブ制振の制御則

横浜国立大学 大学院環境情報研究院  
人工環境と情報部門 准教授 白石 俊彦

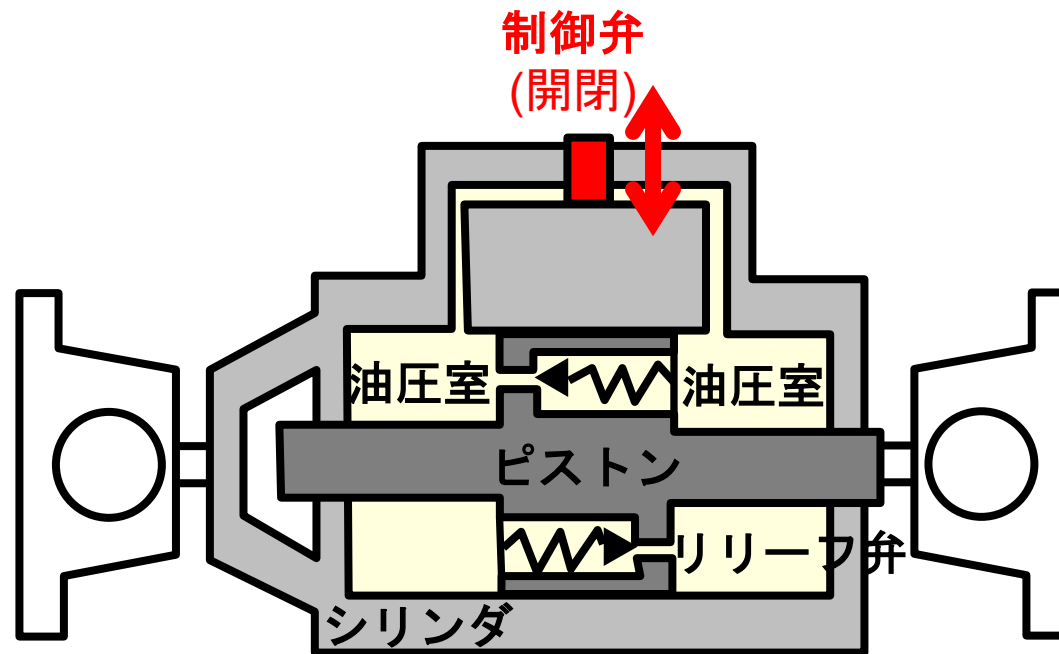
2022年6月9日

# セミアクティブ制振とは

	制振性能	消費エネルギー	フェールセーフ
パッシブ方式 (減衰の付与など)	△	◎	◎
アクティブ方式 (制御力の付与)	◎	×	×
セミアクティブ方式 (減衰や剛性を可変)	○	○	○

# セミアクティブ制振ダンパ

例えば、制御弁の開閉により、減衰特性を制御可能。  
実際の制御時には、**応答遅れ**あり。



# 従来技術とその問題点

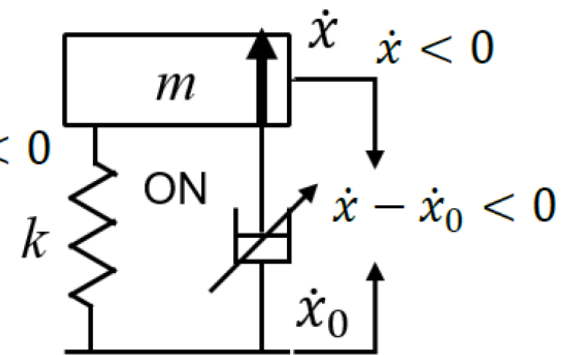
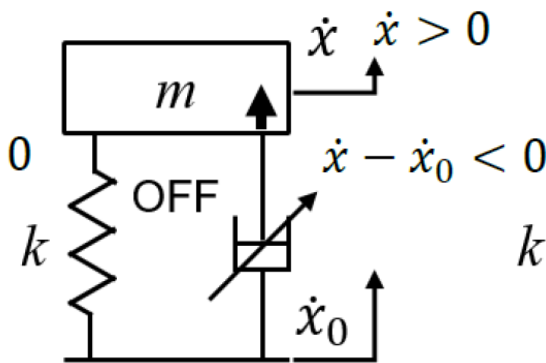
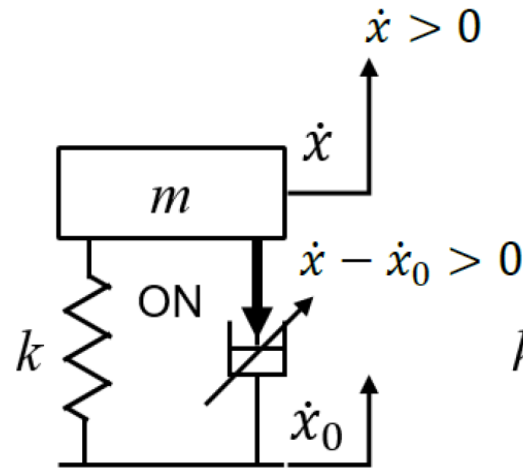
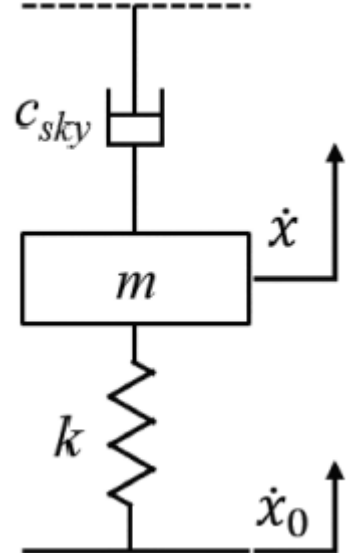
## ■ 擬似スカイフック制御則

スカイフックダンパを擬似的に実現.

装置のON-OFFの切り替えが頻繁で遅れの影響を受ける.

$$F = \begin{cases} F_{ON} , & \dot{x}(\dot{x} - \dot{x}_0) > 0, \\ F_{OFF} , & \dot{x}(\dot{x} - \dot{x}_0) \leq 0. \end{cases}$$

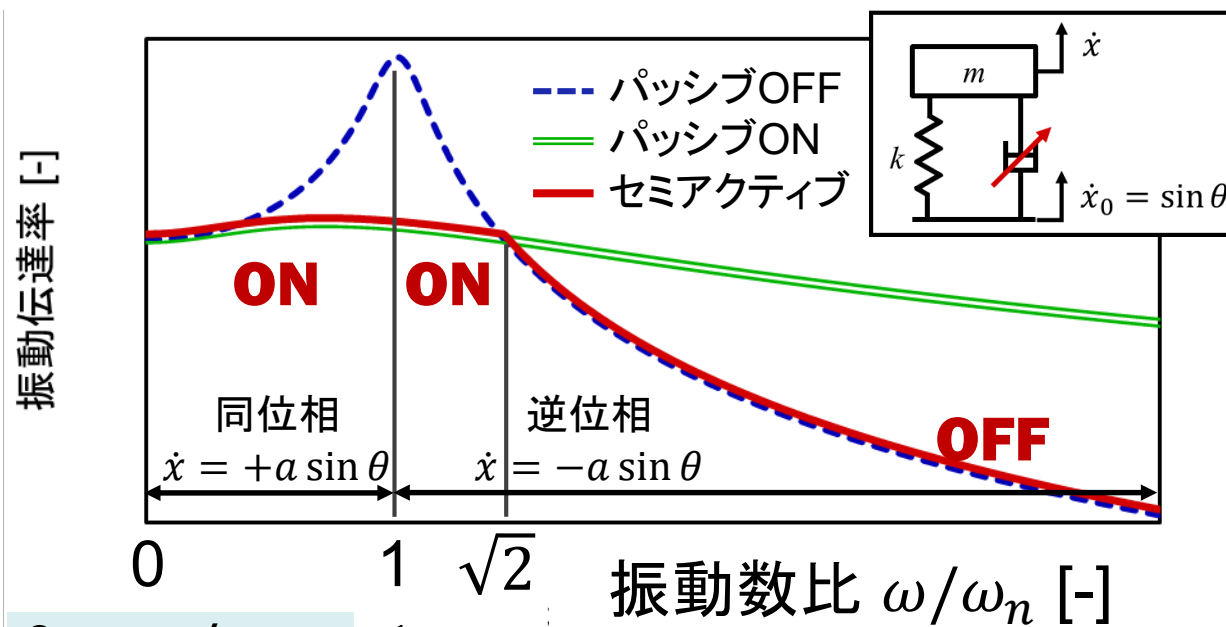
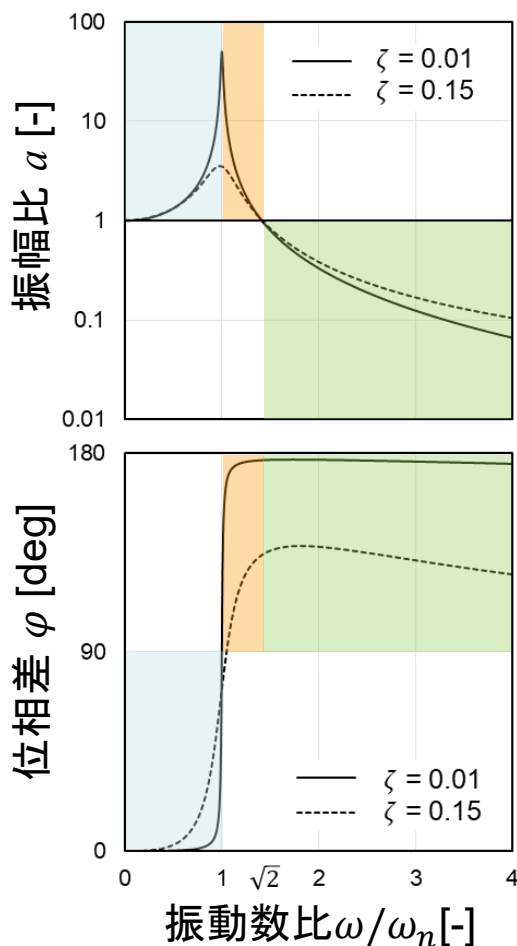
Inertial reference



# 新技術の制御則

■ パッシブ方式の減衰の高低のいいとこどりを

簡易な制御則で定式化  $F = \begin{cases} F_{ON}, & \dot{x}(\dot{x} + \dot{x}_0) > 0, \\ F_{OFF}, & \dot{x}(\dot{x} + \dot{x}_0) \leq 0. \end{cases}$



$0 < \omega/\omega_n < 1$

$\dot{x}(\dot{x} + \dot{x}_0) = a(a + 1) \sin^2 \theta \geq 0 \quad (\because a \geq 1)$

$1 \leq \omega/\omega_n \leq \sqrt{2}$

$\dot{x}(\dot{x} + \dot{x}_0) = a(a - 1) \sin^2 \theta \geq 0 \quad (\because a \geq 1)$

$\sqrt{2} < \omega/\omega_n$

$\dot{x}(\dot{x} + \dot{x}_0) = a(a - 1) \sin^2 \theta \leq 0 \quad (\because a < 1)$

減衰比  $\zeta$  構造物: 0.01 - 0.20  
自動車: 0.10 - 0.50

# 新技術の特徴・従来技術との比較

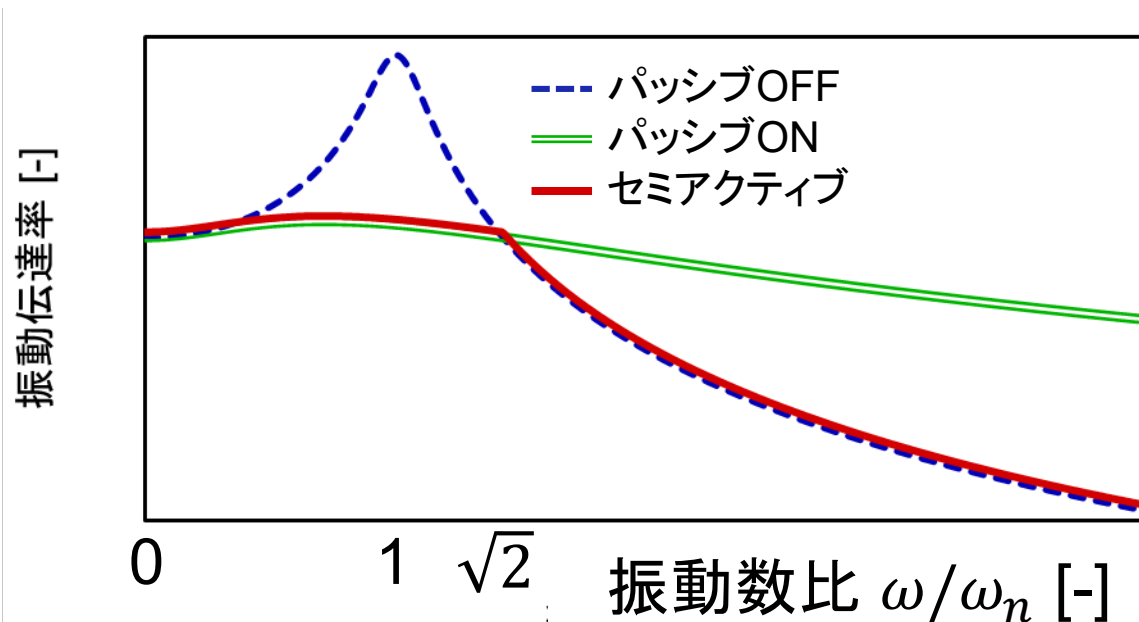
## ■装置の遅れがあっても制振性能大

ON-OFF切替頻度が少ないため.

## ■簡易な制御則

擬似スカイフック制御則と同様に簡易.

その他の手法だと, 複雑な制御が必要.



# 想定される用途

建築構造物の制振用のダンパ

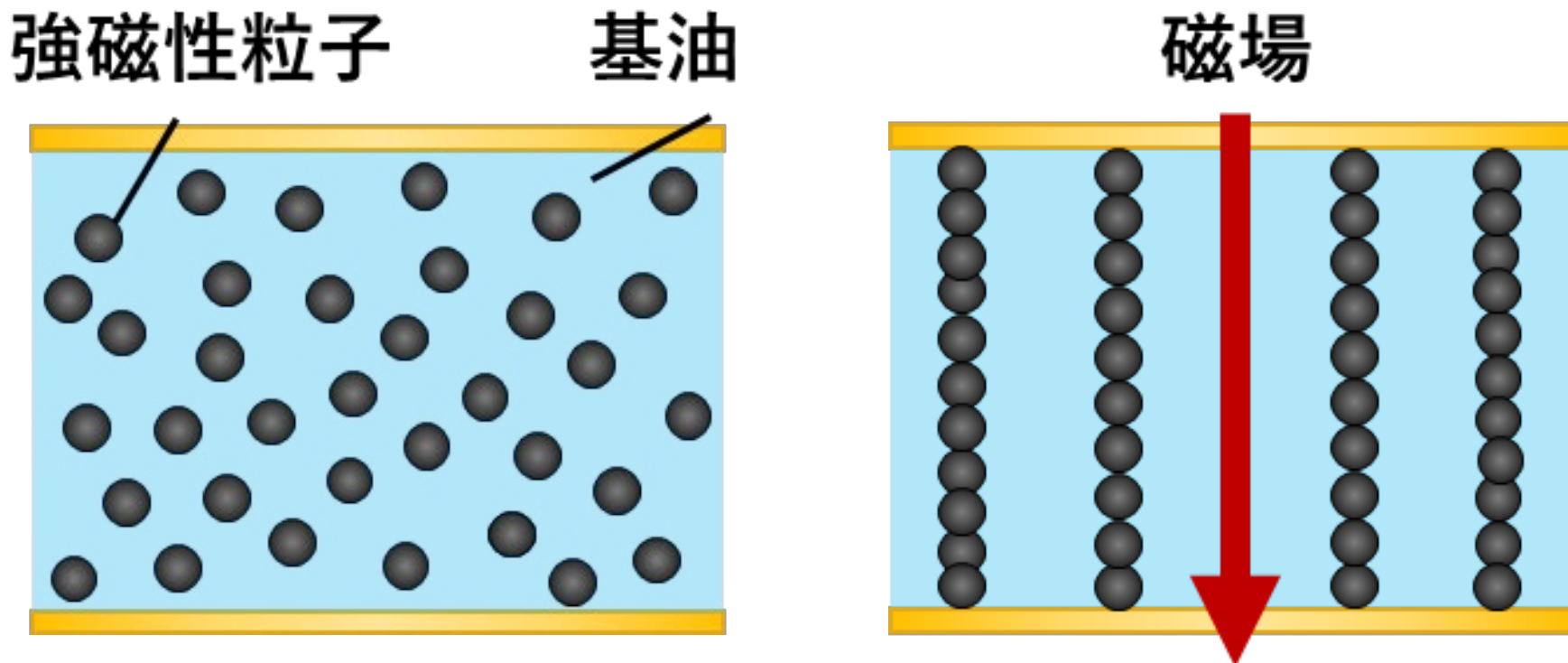
自動車のサスペンション用のショックアブソーバ

## ■実証例

せん断型磁気粘性グリースダンパによるセミアクティブ制振

# 磁気粘性流体(MR流体)

- 組成 基油に強磁性微粒子が分散した機能性流体
- 特性 磁場により, 瞬時に, 大幅な特性変化
- 応用 可変ダンパ, ブレーキ, バルブなど
- 課題 粒子沈殿・性能劣化, シール必要

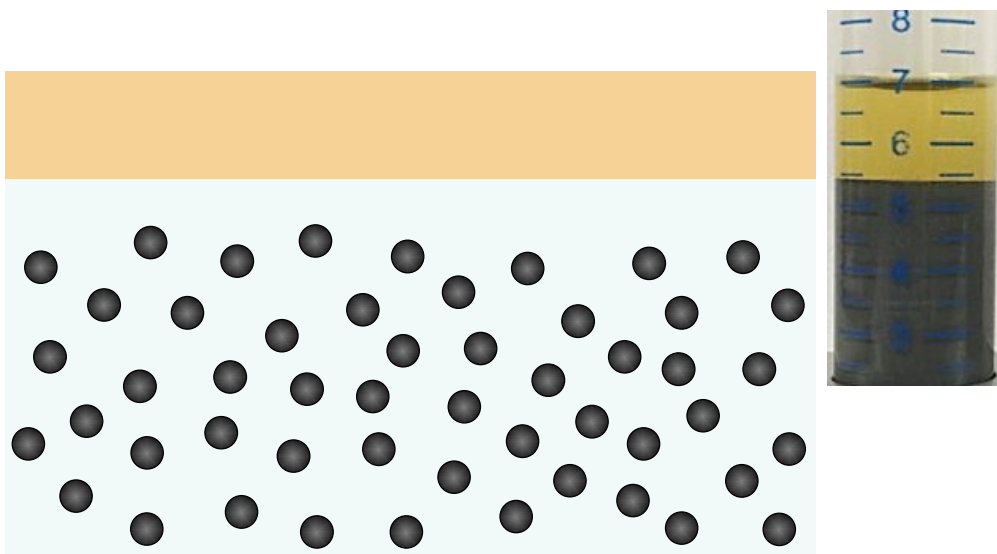




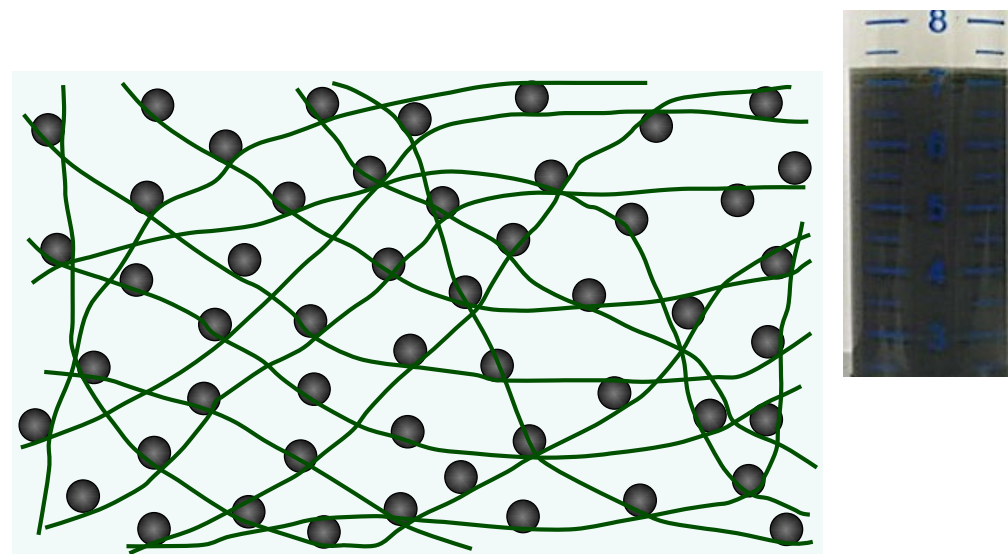
# 磁気粘性グリース (MRグリース)

## 解決策

基油に増ちょう剤の3次元網目構造を作成しグリース化, 粒子を保持(特願2011-250547).  
粒子沈殿回避・性能発揮, シール不要.



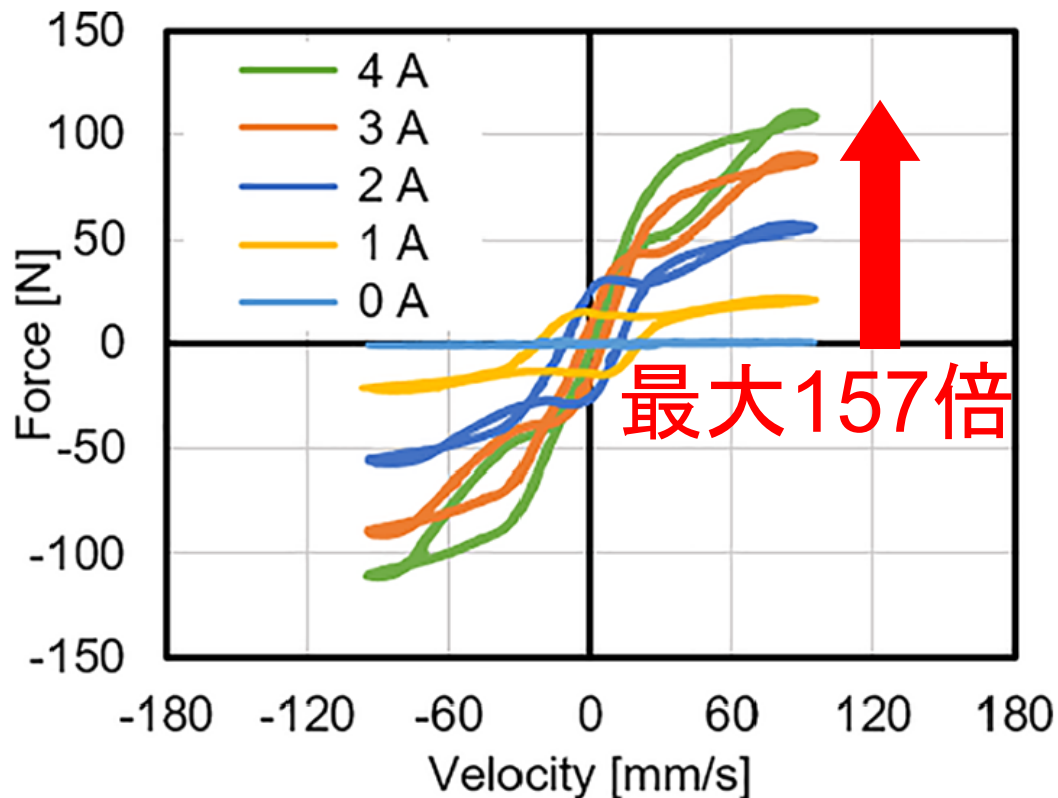
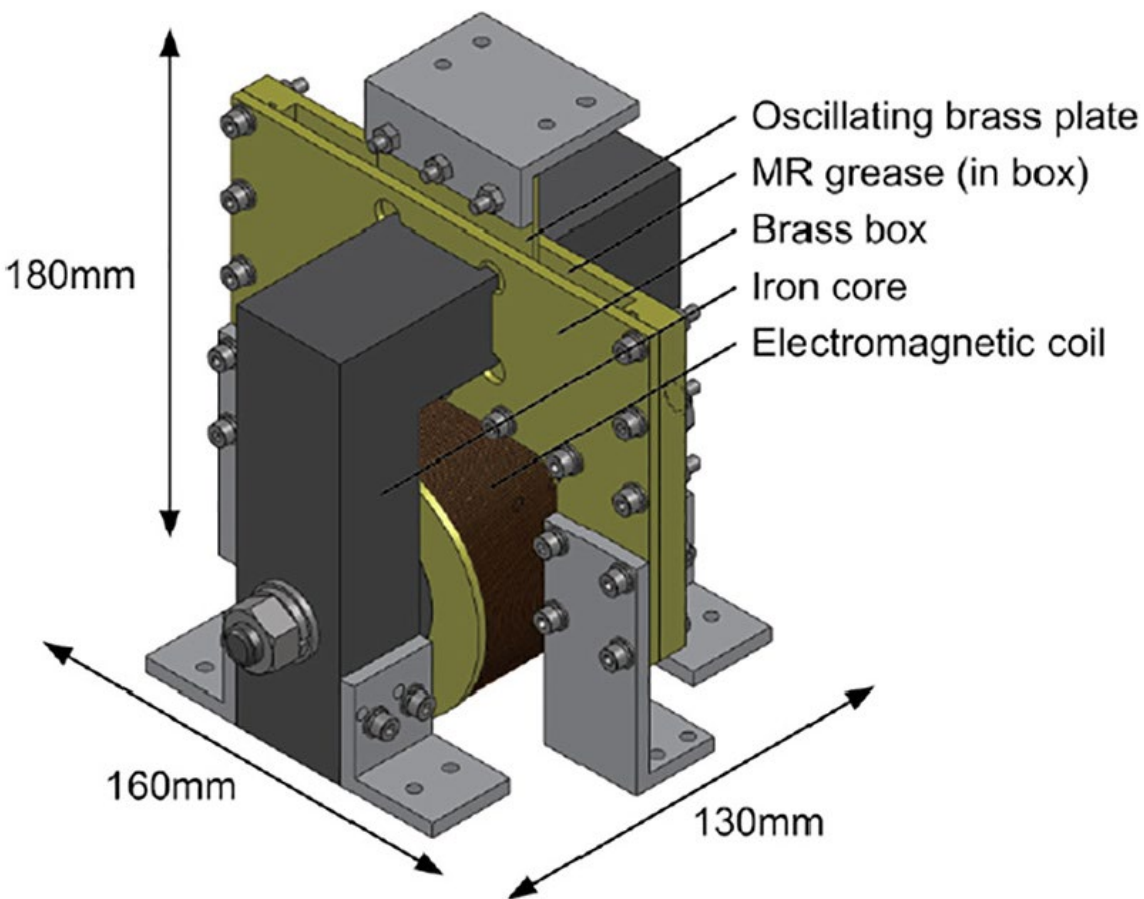
MR流体



MRグリース

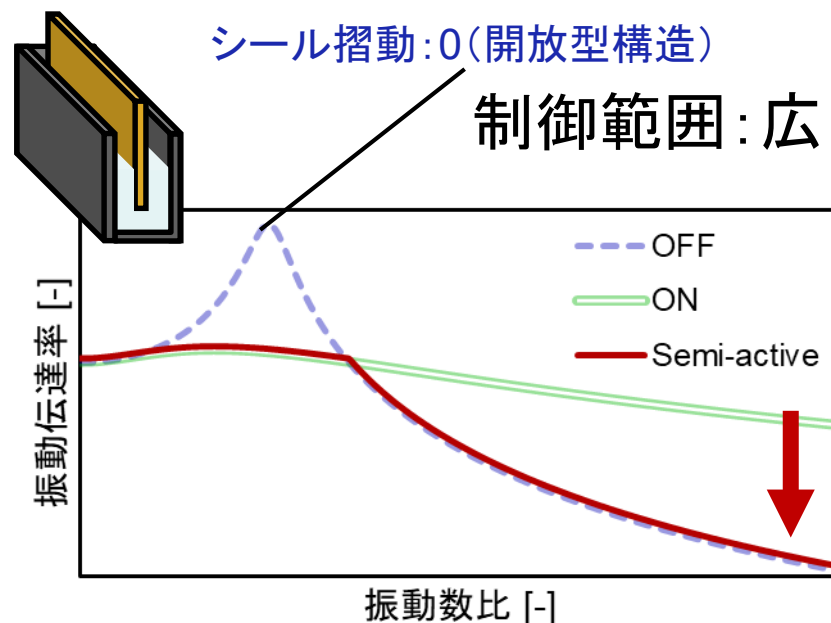
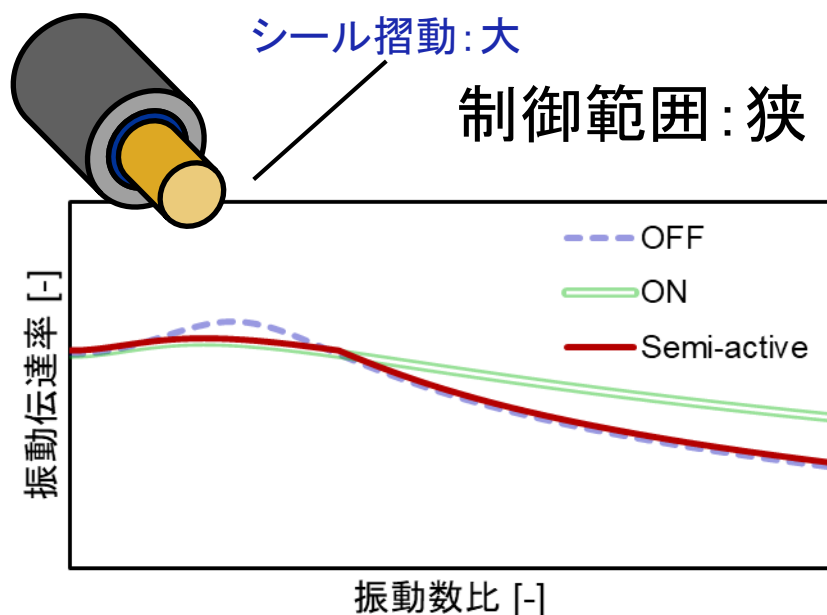
# せん断型MRグリースダンパ

MRグリースとせん断型ダンパを組み合わせて  
シール不要・摺動抵抗なし、**広い制御範囲**を実現。



# せん断型MRグリースダンパ

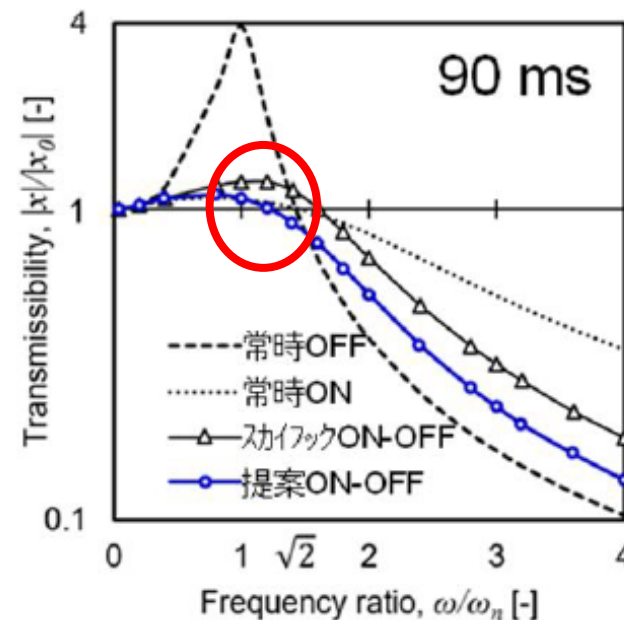
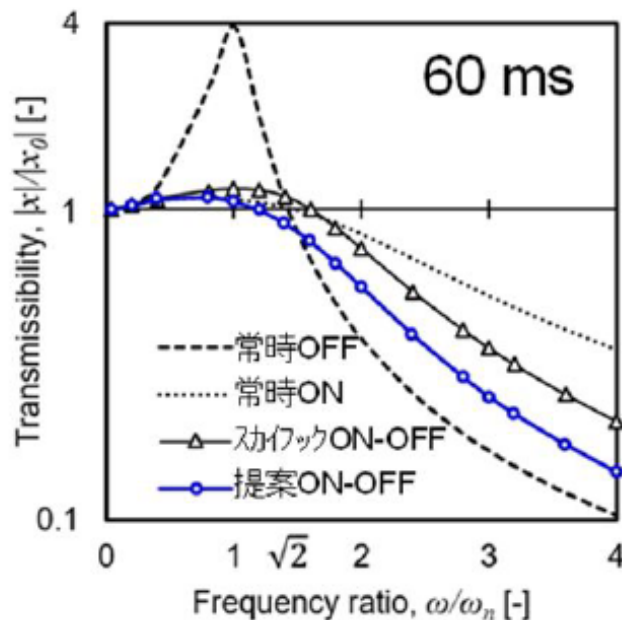
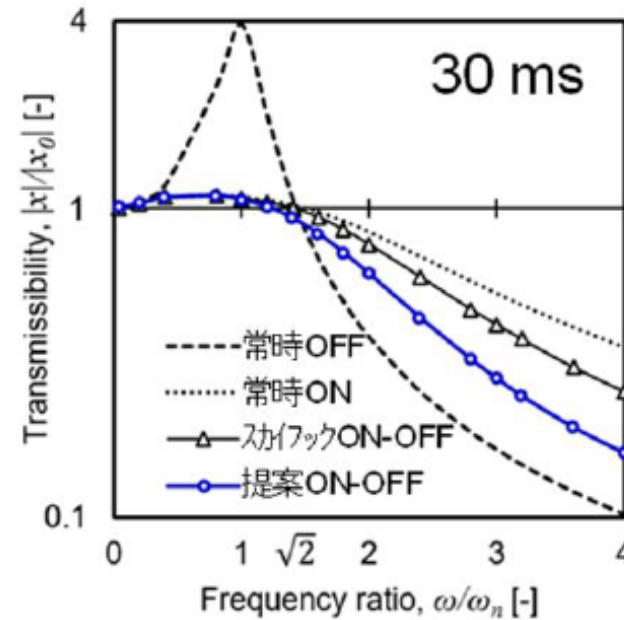
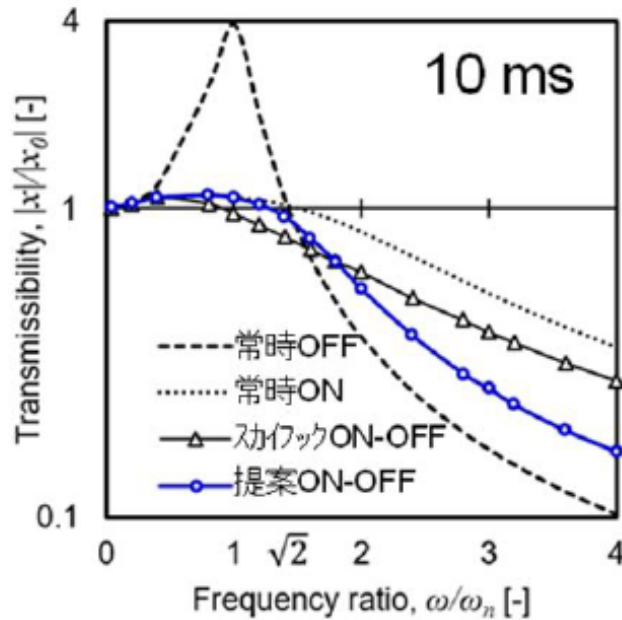
MRグリースとせん断型ダンパを組み合わせると  
シール不要・摺動抵抗なし、**広い制御範囲**を実現。





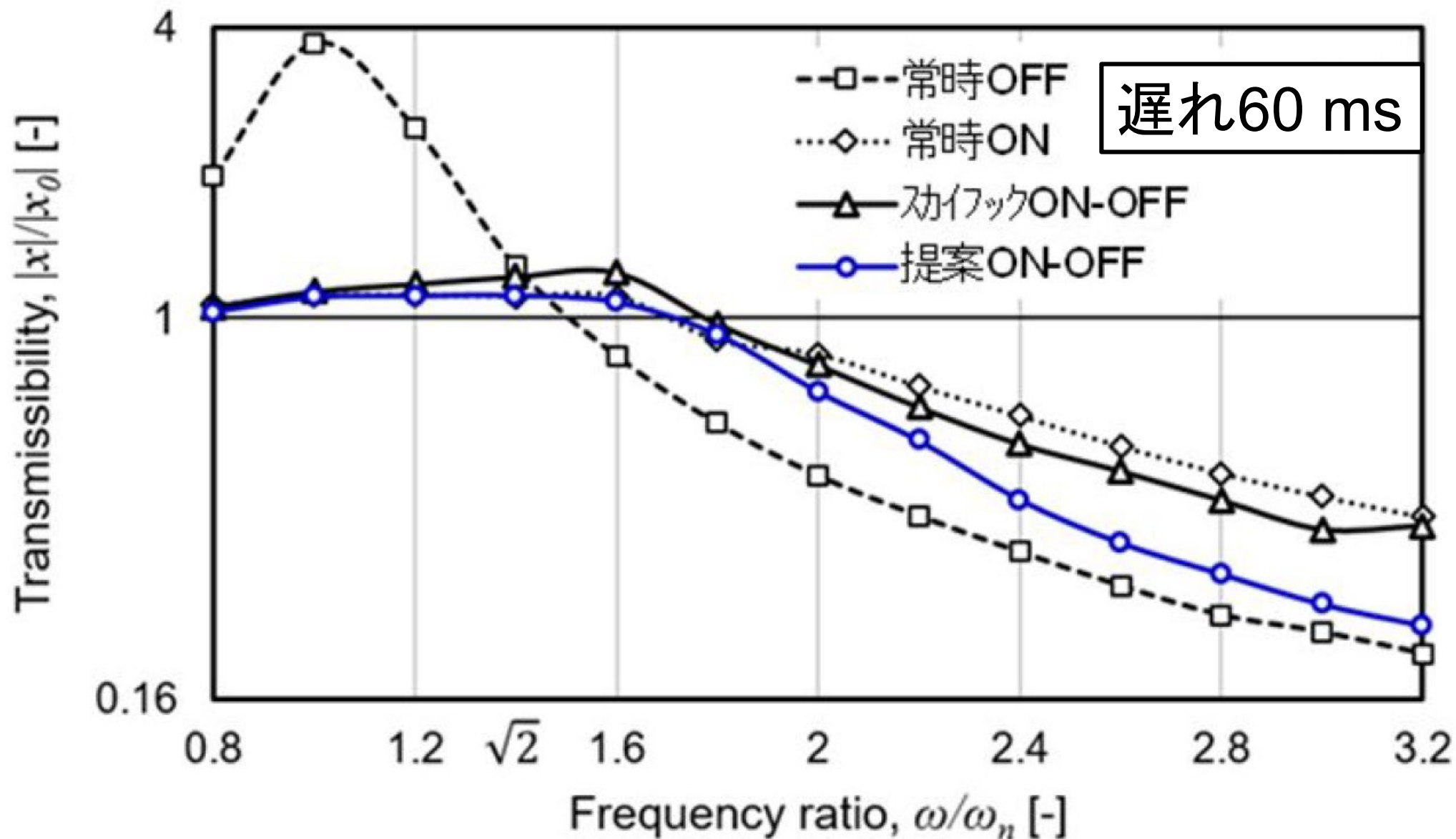
# シミュレーション結果

提案ON-OFF制御則は、装置の遅れが大きくても高制振性能。



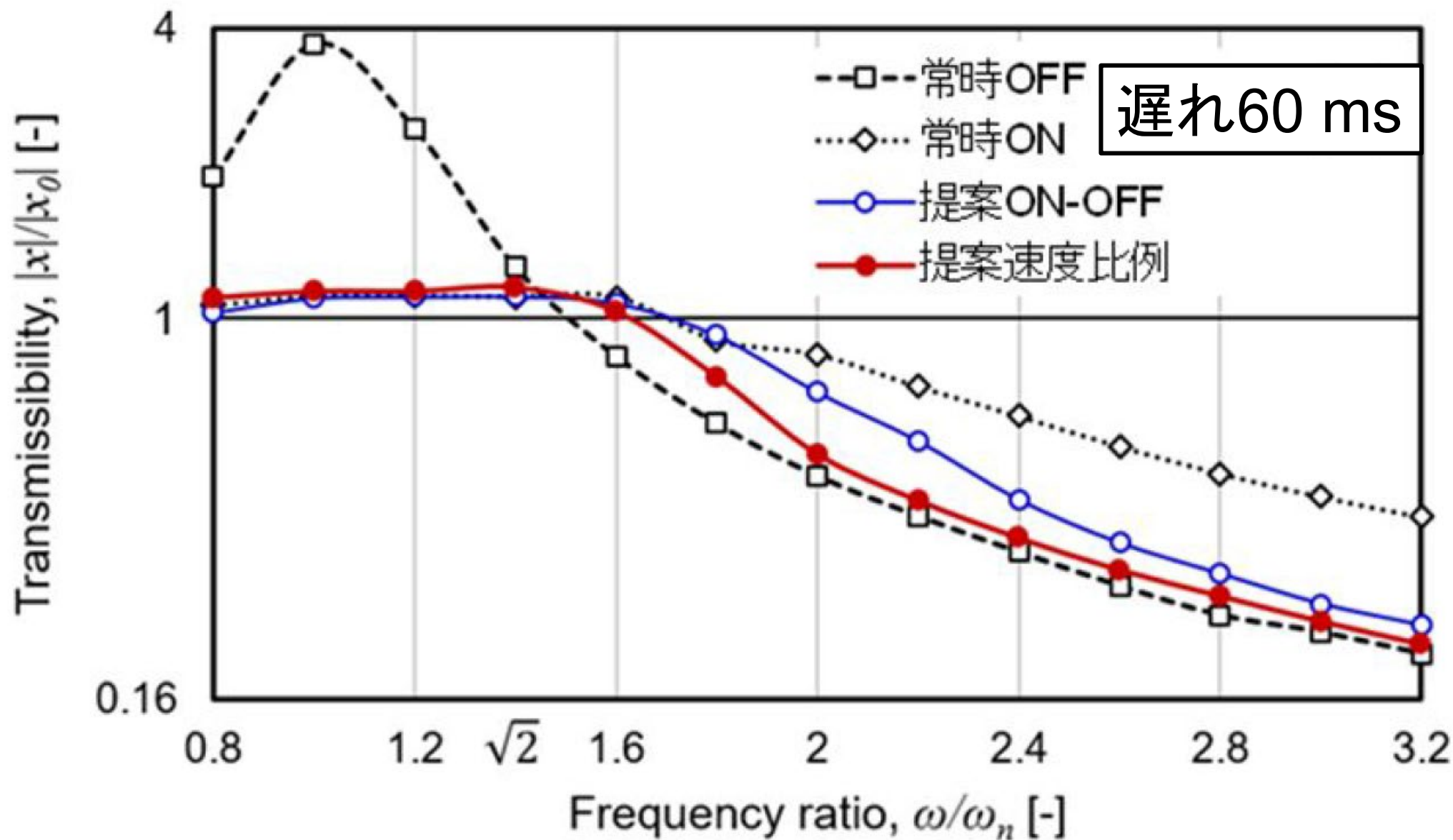
# 実験結果

提案ON-OFF制御則は，装置の遅れが大きくても高制振性能。



# 実験結果

提案速度比例制御則は、装置の遅れが大きくても高制振性能。



# 実用化に向けた課題

- 制御則では、構造物の減衰比が比較的小さい必要あり.
- 現在、建築構造物や自動車で見られる減衰比0.15の模型構造物に対して、単一振動数の正弦波加振で幅広い振動数域で有効性を実証済.
- 今後、さらに大きい減衰比での条件、地震波や路面入力のような実用的な加振条件において、シミュレーションおよび実験にて制御則の有効性を実証予定.



# 企業への期待

- 応答遅れのある装置でも高い制振性能かつ簡易.
- モデルベース開発やパラメータ調整など事前準備不要.
- 上記の理由より, この制御則は幅広く適用可能で, 機械・建築・土木など様々な分野の振動問題の解決に有効となり得る.

# 本技術に関する知的財産権

発明の名称 : 制振システム, 制振方法

出願番号 : 特願2021-148130

出願人 : 横浜国立大学

発明者 : 永松秀斗, 白石俊彦

# 産学連携の経歴

2009年-2010年	A社と共同研究
2010年-2014年	A社との成果を日米韓で出願
2011年	A社との成果物を発売
2008年-現在に至る	B社と共同研究・寄附金受入
2015年	B社との成果を出願
2016年	B社との成果を出願

# お問い合わせ先

横浜国立大学

研究推進機構 産学官連携推進部門

横尾 泰

TEL: 045-339-4452

FAX: 045-339-3057

e-mail: [sangaku-cd@ynu.ac.jp](mailto:sangaku-cd@ynu.ac.jp)