

# 26 二慣性系の減衰特性を可変とするセミアクティブダンパーカップリングの製作

Development of a semi-active-damper coupling for variable damping characteristics of two-inertia system

学籍番号: 15104190

氏名: 小林 諒也

指導教員: 小林 泰秀 准教授

Student ID: 15104190

Name: Ryoya Kobayashi

Supervisor: Yasuhide Kobayashi

## ABSTRACT

Two-inertia system is used a model of industrial machines such as rolling mills and robot arms. Industrial machines are progressing in weight reduction and increase operating speed. On the other hand, two-inertia system is more susceptible to disturbance torque. Accordingly disturbance suppression performance is deteriorating. For that reason, disturbance suppression control researches has proceeded in two-inertia system. However, research to control the axial torque of the two-inertia system has not proceeded. As an example of controlling the shaft torque, active method using an actuator can be mentioned. But this has a disadvantage that it is necessary to supply external energy. Therefore, we focused on the semi-active method that external energy is unnecessary and can change damping properties of the device. We produced semi-active-damper coupling(SADC) changing the damping characteristics of two-inertia system. This research showed that change the damping characteristics by applying SADC to two-inertia system.

### 研究目的

ACサーボモータ: 産業用機械の駆動部に用いられている

産業用機械の軽量化・高速化 ⇒ 高慣性比 = 低剛性

- ・外乱トルクの影響を受けやすい
- ・俊敏な動作での振動励起

問題点

---

#### 本研究

装置の減衰特性を可変とし、外乱抑制性能を向上させる新たな手法を提案

**【パッシブ方式】**  
軸トルクを熱エネルギー等に変換させ、取り出す  
➡ 利点○: 外部供給が不要  
欠点×: 特性の可変不可

**【セミアクティブ方式(提案法)】**  
電気エネルギーから機械的特性を変化させ制御  
➡ 外部エネルギーの供給が不必要  
自らのエネルギーで減衰特性を可変

◎セミアクティブ方式を基に軸の減衰を制御する  
⇒ 装置の減衰特性を電氣的に可変とするカップリングを提案

セミアクティブダンパーカップリング (SADC)

---

#### 研究目的

二慣性系の減衰特性を電氣的に可変とするSADCの製作を行い、その性能を評価する

### 製作装置と予備実験

駆動側

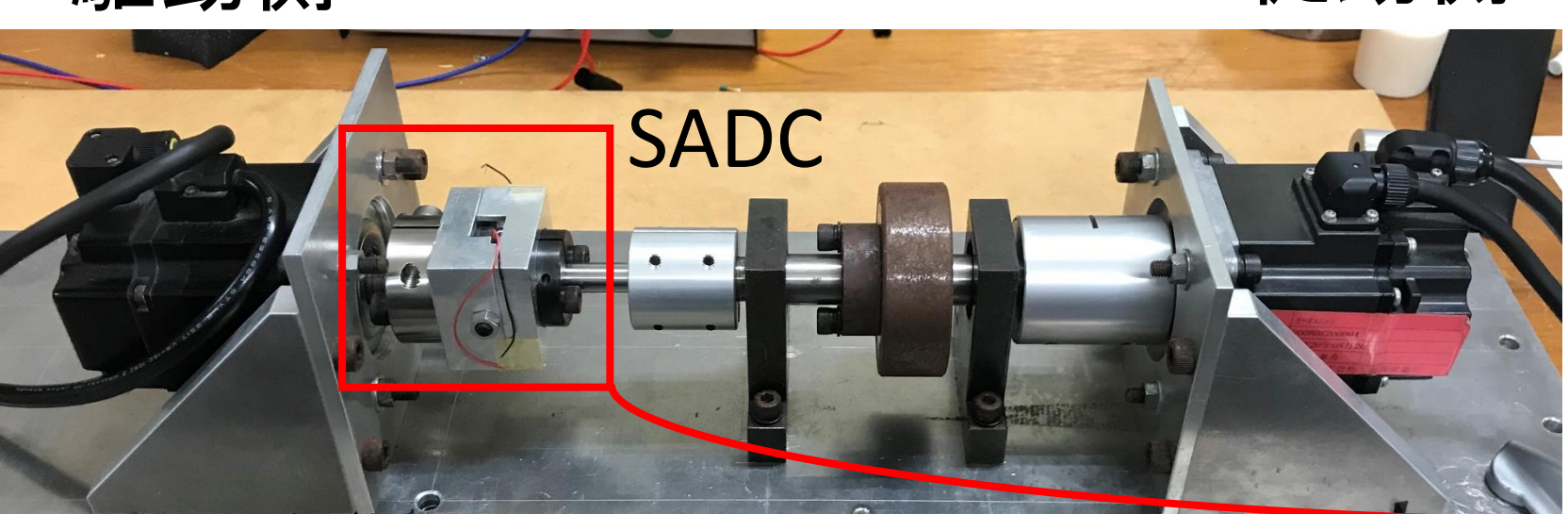


Fig.1 実験装置

従動側



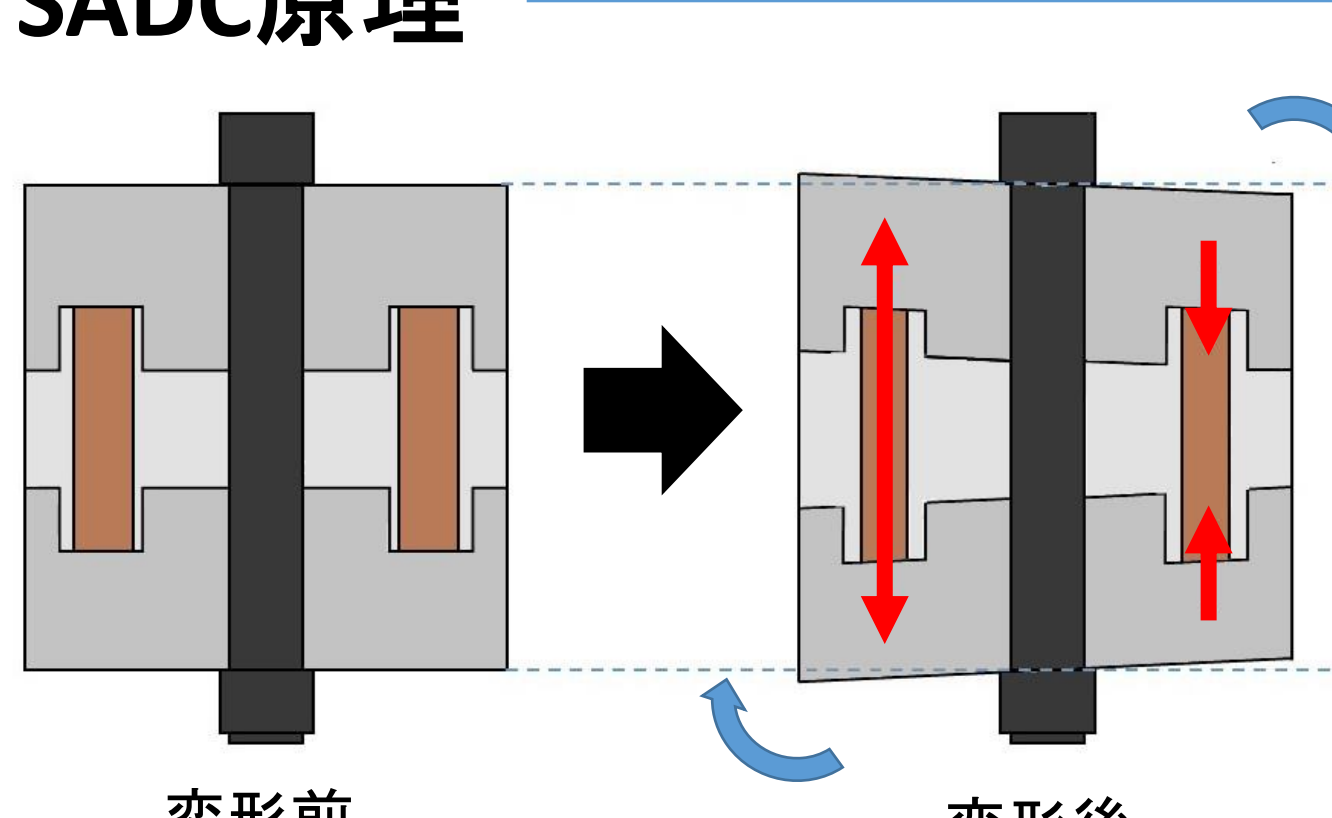
Fig.2 製作装置

実効変位	19.1(μm)
最大駆動電圧	DC150(V)

**装置概要**

- ・セットカラーを用いて軸部と接続
- ・L字アルミブロックを締結⇒カップリング
- ・カップリングによって圧電素子を上下方向に加圧

**SADC原理**



軸トルクを入力することで圧電素子に掛かる圧力を変化(Fig.3)  
 ⇓  
 二つの圧電素子は逆相となり伸縮して発電  
 ⇓  
 電気回路を調整して散逸量を変化  
 ⇓  
 装置の減衰特性が可変

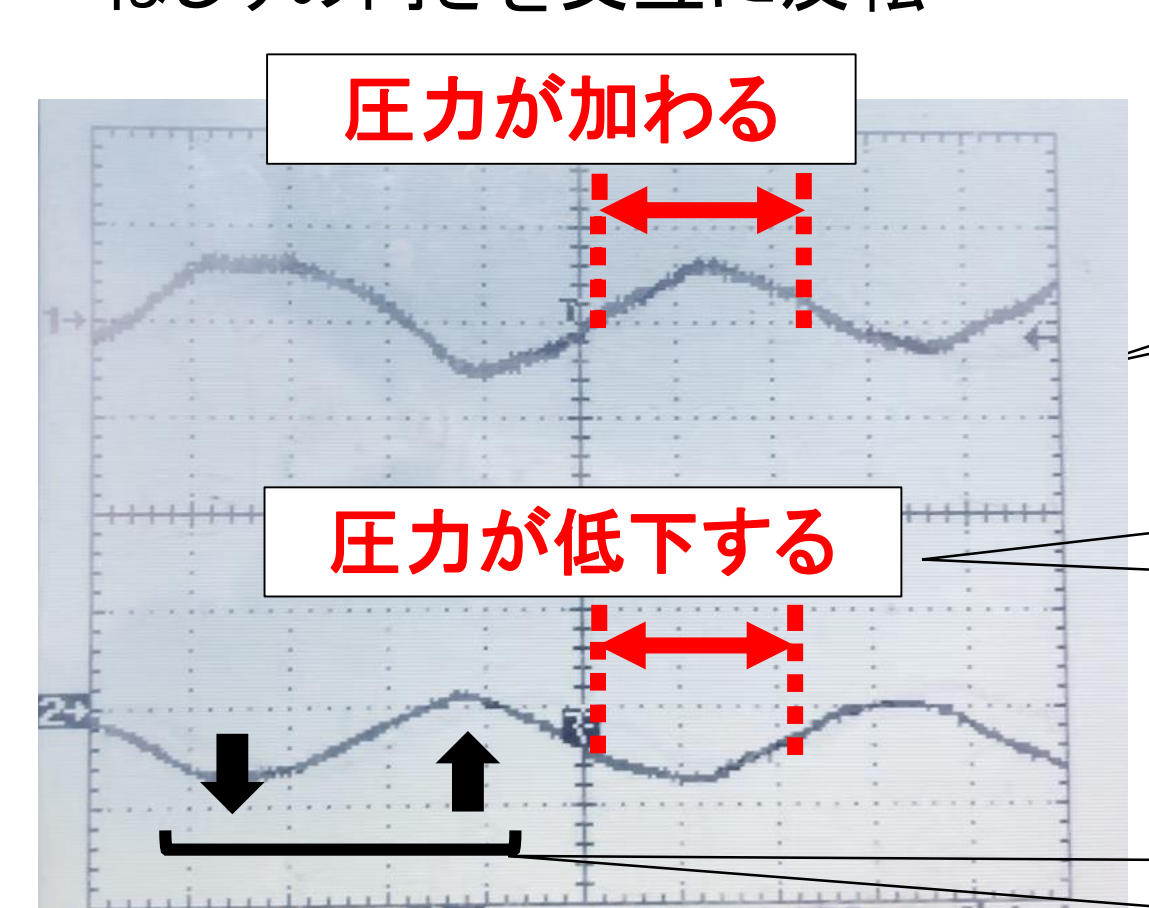
電気回路によって減衰特性が可変

●製作装置が想定通りに駆動するか確かめる予備実験を行った

**【予備実験】**

- ・手で軸にねじりを与えて実験
- ・ねじりの向きを交互に反転

➡ 軸にねじりを与えた際、圧電素子に電圧が生じているかをオシロスコープを用いて確認



圧力が加わる → 軸をねじることで電圧が発生

圧力が低下する → 装置の変形により圧電素子への与圧が変化し、電圧が逆相に生じている

ねじりの向きが反転すると電圧の凹凸も反転

⇒実験装置のねじりによって互いに電圧が逆相に生じることを確認

### 実験結果

加振周波数	10 (Hz)
中心回転速度	15 (rad/s)
待ち時間	1 (s)
計測時間	8 (s)

**【実験 I】時間応答を取得**

- ・駆動側(drive)と従動側(load)の応答を取得
- ・過渡応答を除くために待ち時間を設定

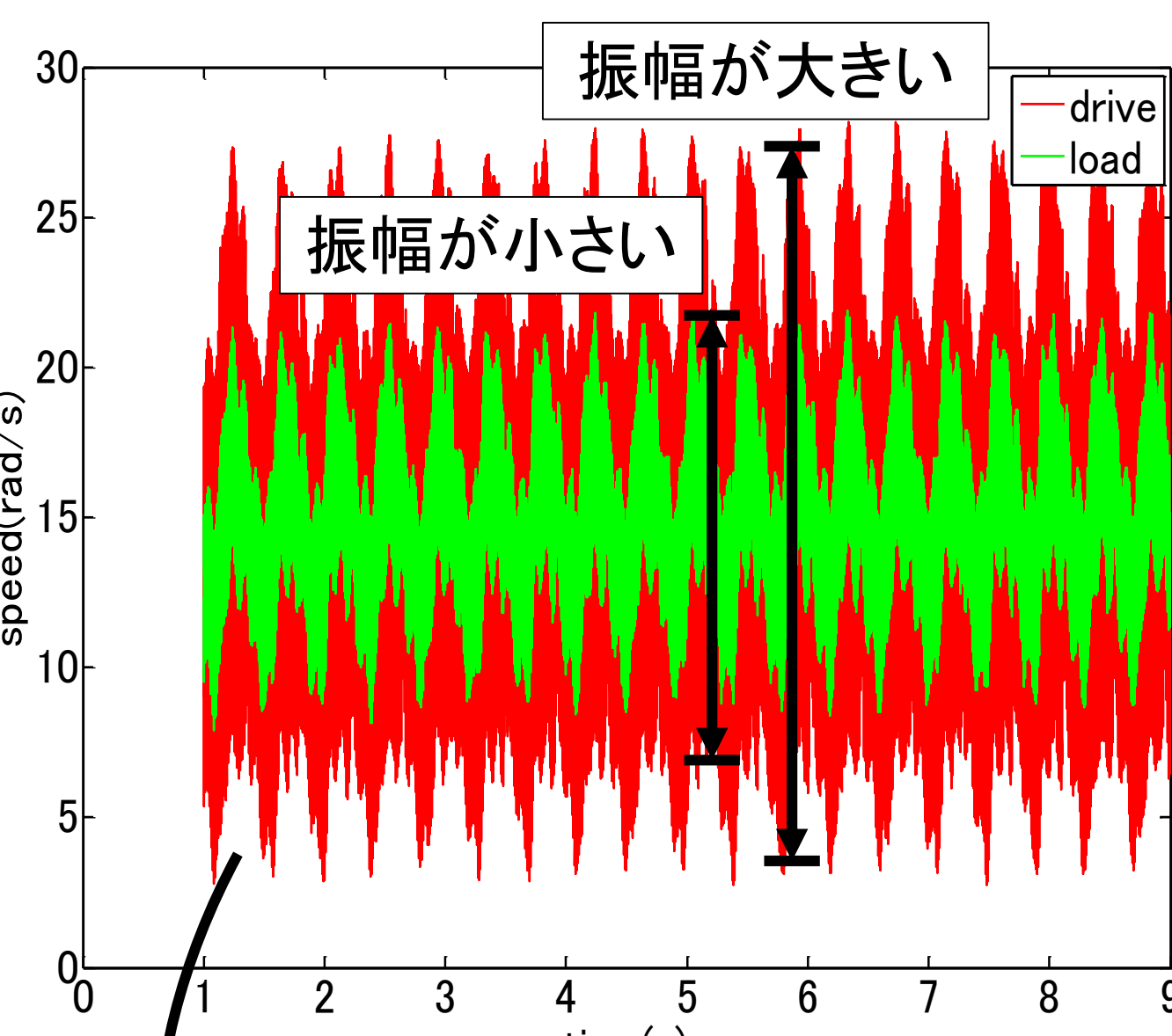


Fig.5 時間応答

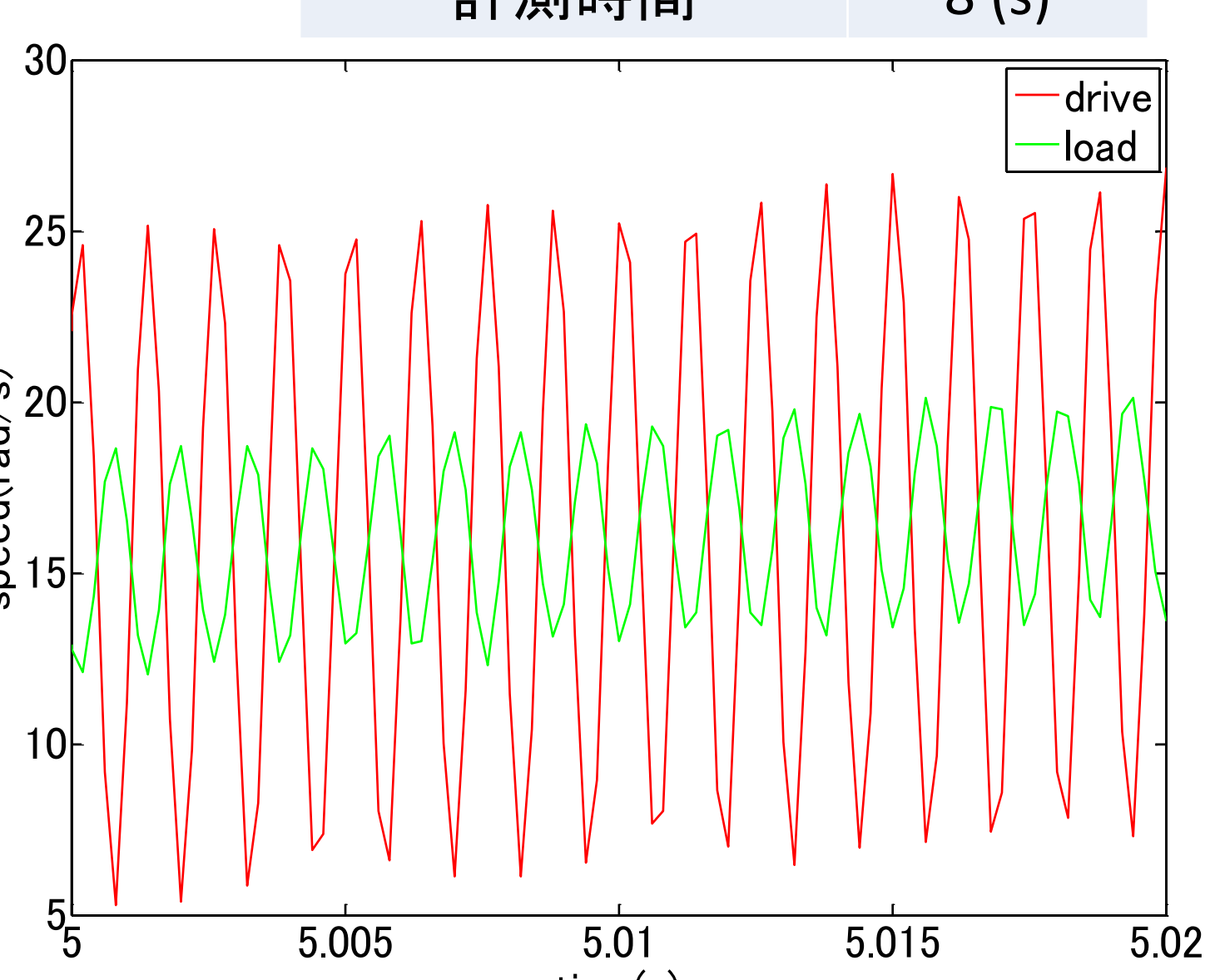


Fig.6 時間応答における共振部分

- ◆周期的に速度変動を繰り返す  
軸ずれが起こる回転角度で振幅が大きくなる = 回転同期による現象
- ◆駆動側と従動側の位相に着目(Fig.6)  
駆動側と従動側の振動は逆相 = 実験装置が共振している

実験装置にねじれが発生 ⇒ 減衰特性の変化期待

---

**【実験 II】電氣的な結線の違いで減衰特性を変化させる**

**実験装置の問題点**

- ・前実験の終了時からのインターバルによって値が変動
- ・実験を行うごとにボルトが緩み振動が小さくなる問題

**実験装置の解決策**

- ・前実験からの間隔を一定化(実験時は240sの間隔)
- ・実験前後で緩みがないか確認

・圧電素子を互いに結線(結線方法は全4種)して時間応答を取得

・並列接続(parallel)と開放(open)にしたときの駆動側の応答を比較(他データ割愛)

開放 (open)	結線しない
並列 (parallel)	同色で結線

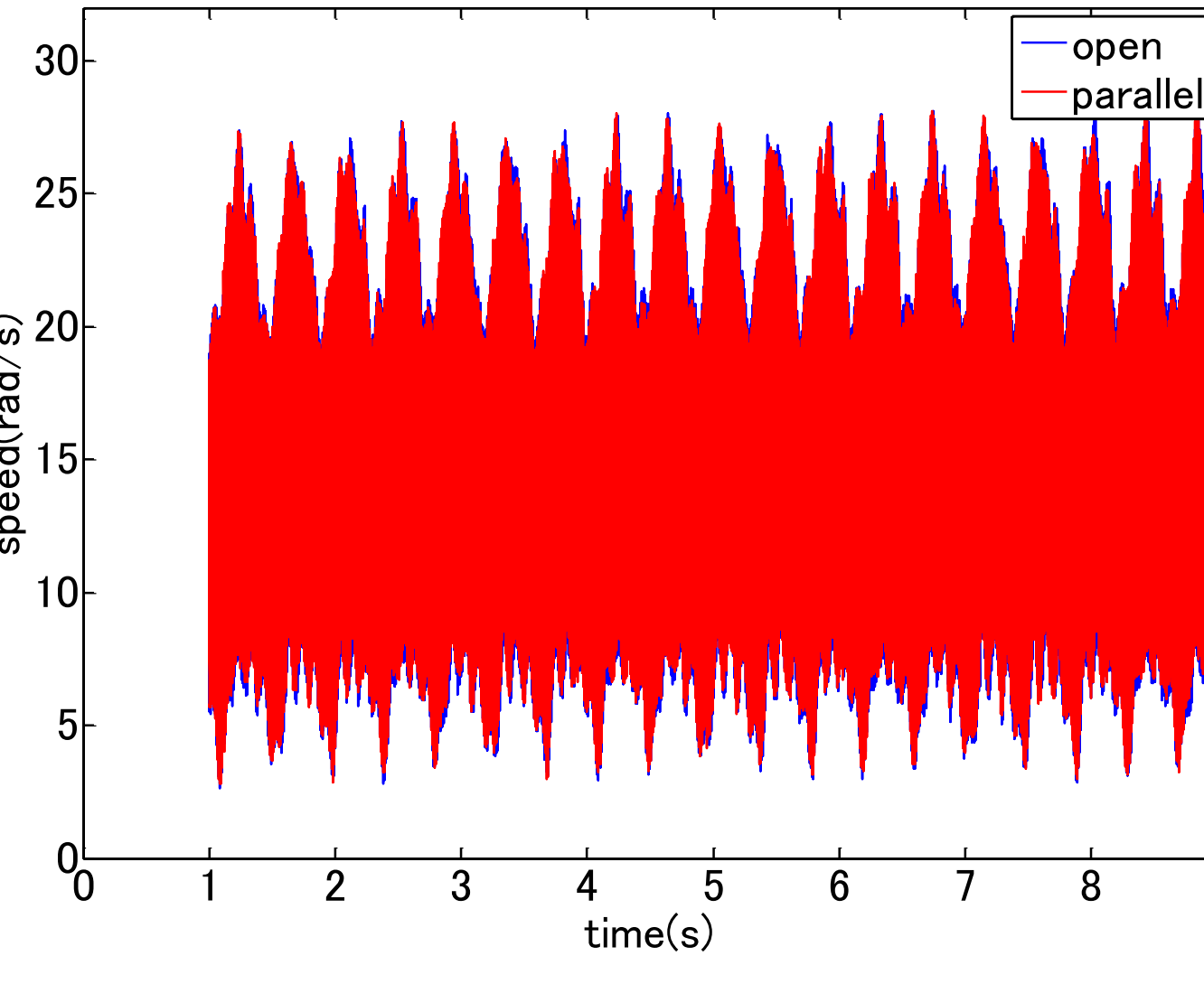


Fig.7 開放と並列接続における時間応答

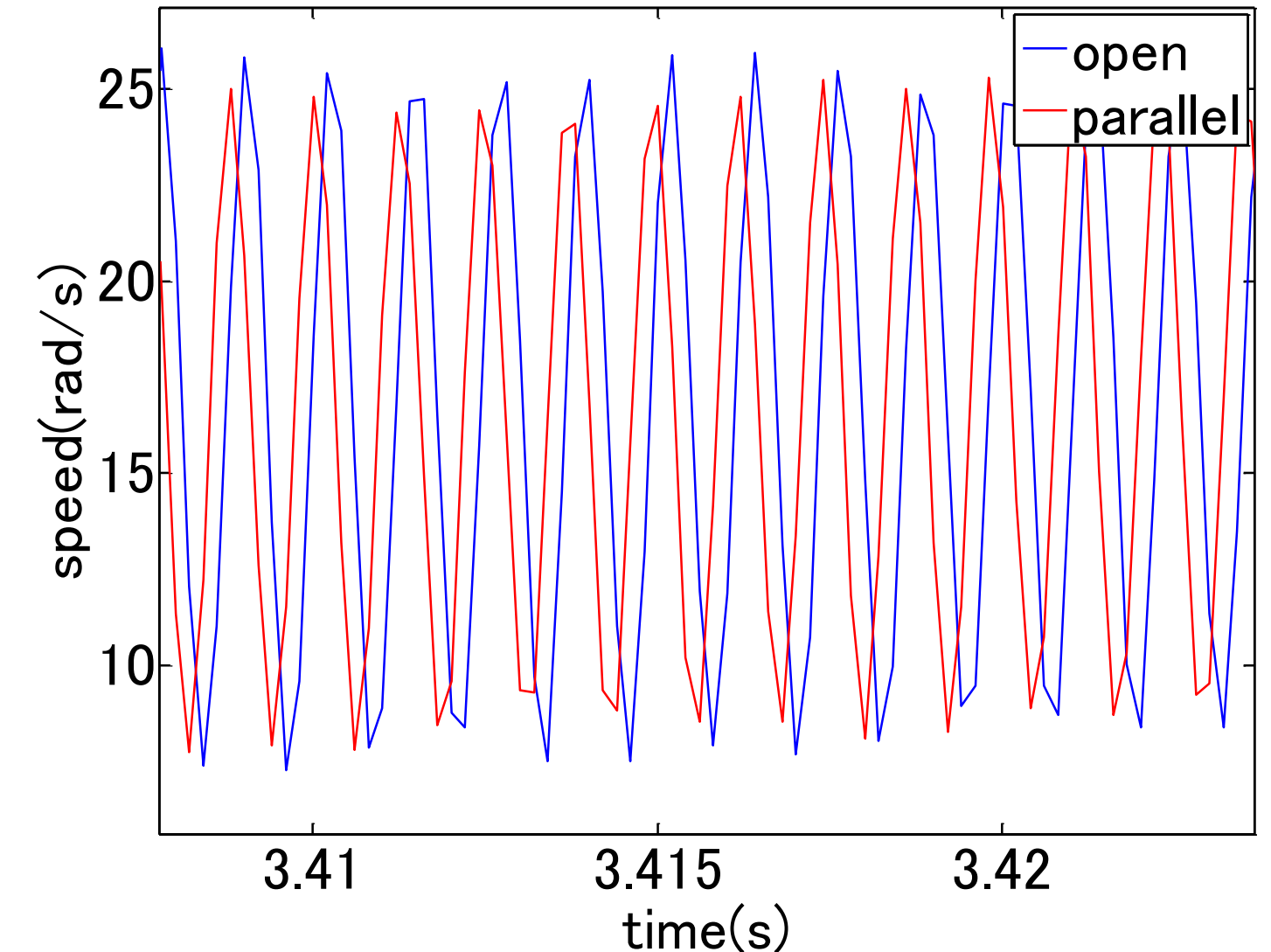


Fig.8 拡大図

- ◆全体的に開放時の振幅が大きい⇒並列接続では速度振幅を抑制
- 並列接続の方が先に行われた実験のため、緩みによって振動が抑制されたわけでない

有意差: 開放状態と並列状態の違いによるものと言える

SADCによって回転速度変動が抑制 ⇒ 減衰特性が変化した

### 結言

- ・ SADCを製作した
- ・ 電氣的な結線の違いで減衰特性が変化することを確認した

---

### 今後の課題

- ・ SADCを用いた外乱抑制
- ・ SADCの改良