

# 筋電・筋音のフラクタル次元と疲労の関連性に関する研究

長岡技術科学大学 カオス・フラクタル情報数理工学研究室 川崎 光

## 研究背景

筋肉が疲労した状態でトレーニングを行いつつすぎると怪我やオーバートレーニング症候群につながる  
オーバートレーニング症候群とは<sup>[1]</sup>

- ・疲労回復が遅くなり思うように力が入らなくなる
- ・肉体の過剰酷使により発症
- ・発見が遅れやすく重症になるほど回復が遅くなる

➡ **早期発見に筋肉疲労の定量化が重要**

先行研究では...

- ・筋肉組織が疲労すると筋電に含まれる平均周波数が低下する<sup>[2]</sup>
- ・負荷をかけると筋電信号のフラクタル次元値が低下し、筋音信号のフラクタル次元は増加する<sup>[3]</sup>

➡ **異なる種類の負荷測定はされていない**

## 研究目的

負荷の種類を変えたときの筋電・筋音信号のフラクタル次元値と疲労の関連性を調べる

### 研究の意義

オーバートレーニング症候群の早期発見に繋げアスリートのパフォーマンスを高い状態で保つ

### 研究の新規性

負荷の種類を複数用意し使用筋肉部位による差異を調べる

## 解析手法

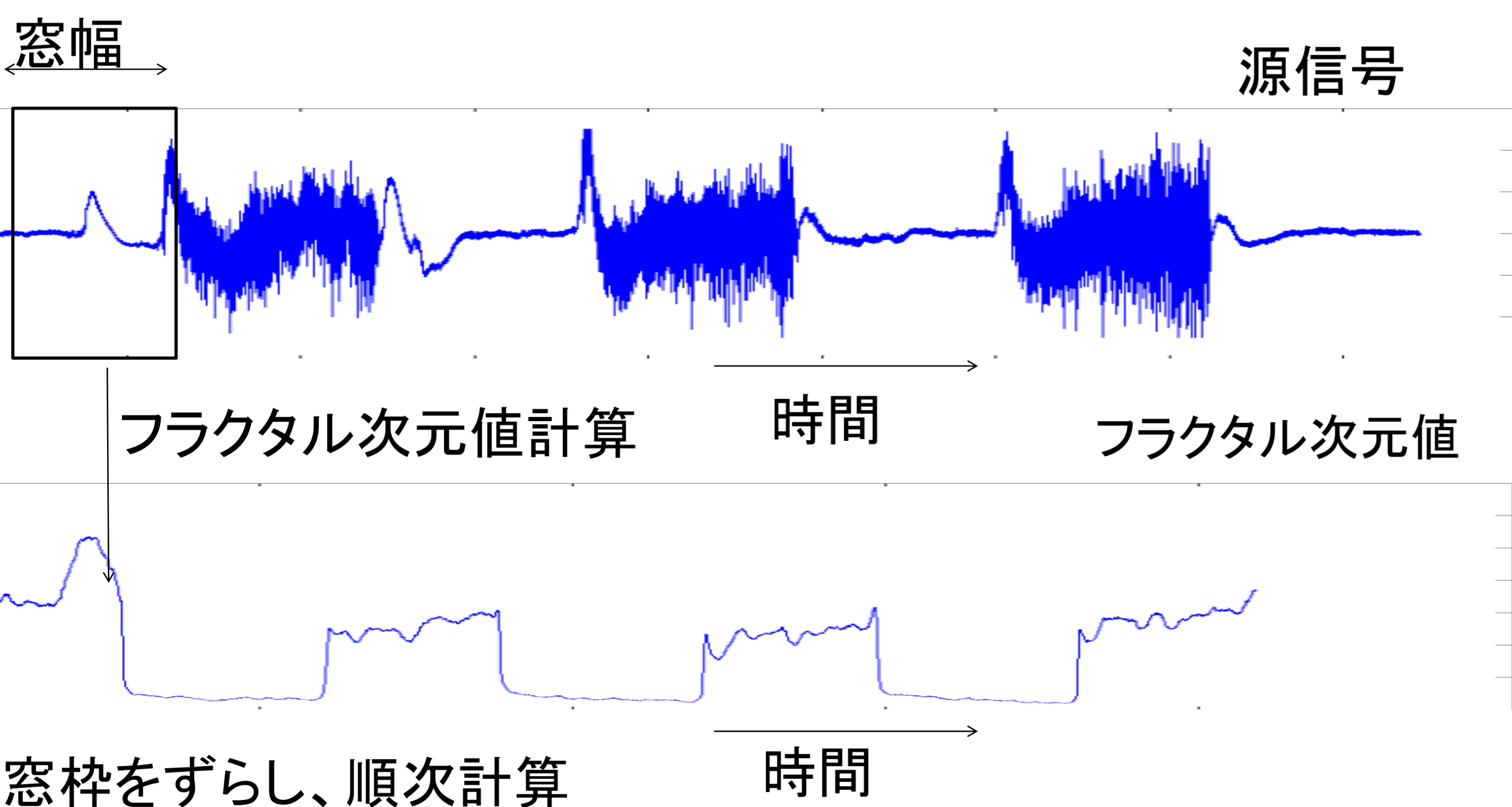
SPV:Scaling Property of Variance<sup>[4]</sup>

$$H = \frac{1}{2} \frac{\Delta \log(|f(t + \tau) - f(t)|^2)}{\Delta \log|\tau|} \quad \begin{array}{l} f(t) : \text{源信号} \\ \tau : \text{遅れ時間} \\ H : \text{Hurst指数} \end{array}$$

Hurst指数Hからフラクタル次元Dを求める

$$D = 2 - H \quad (1 \leq D \leq 2)$$

時間依存型フラクタル次元解析



## 実験方法

筋電計測にはPolymateV(AP5148)を使用  
筋音計測には筋音計(MPS110)をPolymateVに接続し使用  
被験者数は3名



PolymateV(AP5148)  
ミュキ技研製



筋音計(MPS110)  
メディセンス製

PolymateVの設定

サンプリング周波数	8000[Hz]
HPF	OFF
LPF	OFF
NotchFilter	OFF

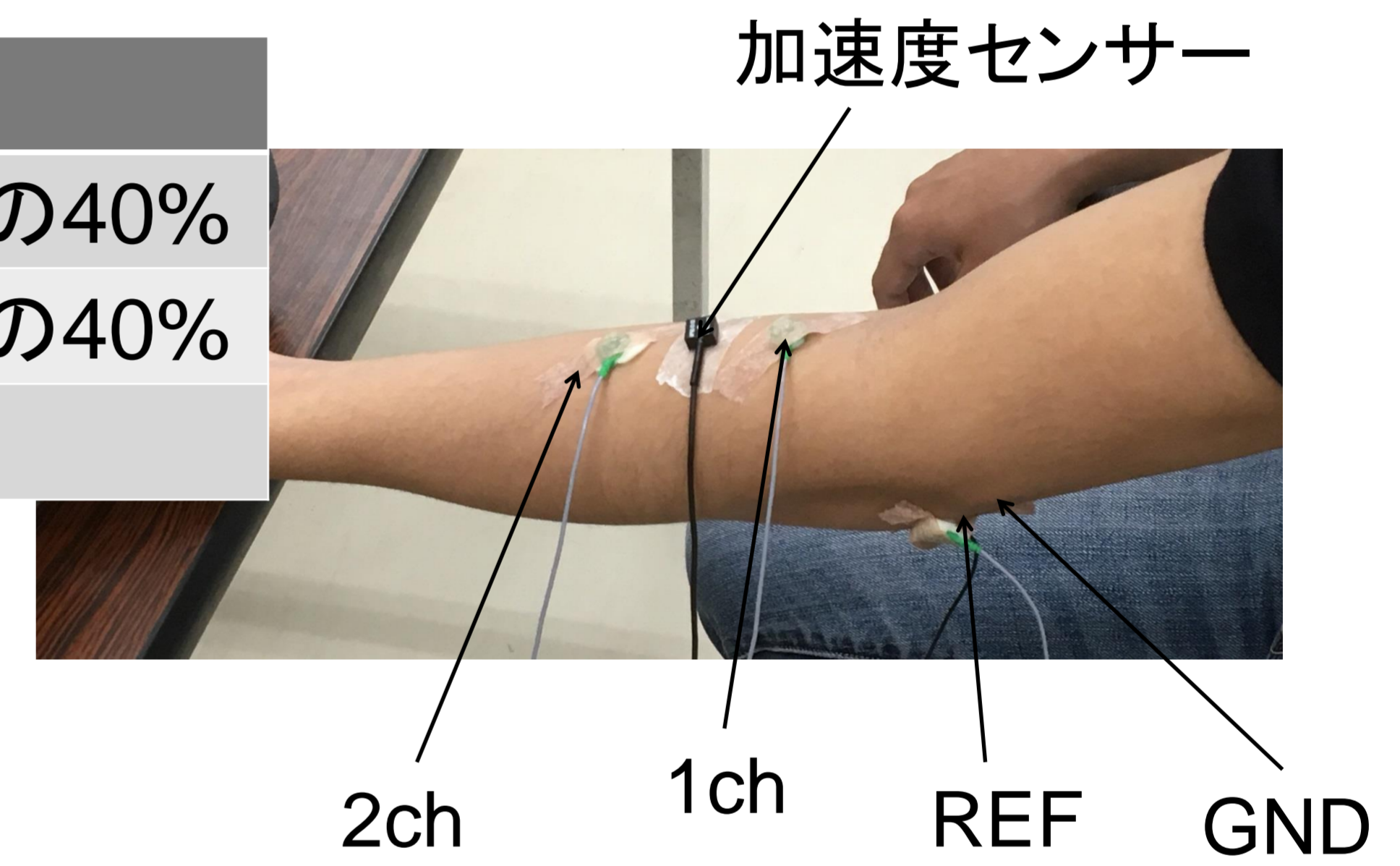
筋音計の設定(ソフトフィルタ)

ヘッドアンプ感度	1倍
本体HPF	0.1[Hz]
本体LPF	1000[Hz]
本体GAIN	10倍

## 実験プロトコル

脱力(30s) 負荷(30s) 脱力(30s) 負荷(30s) 脱力(30s) 負荷(30s) 脱力(30s)

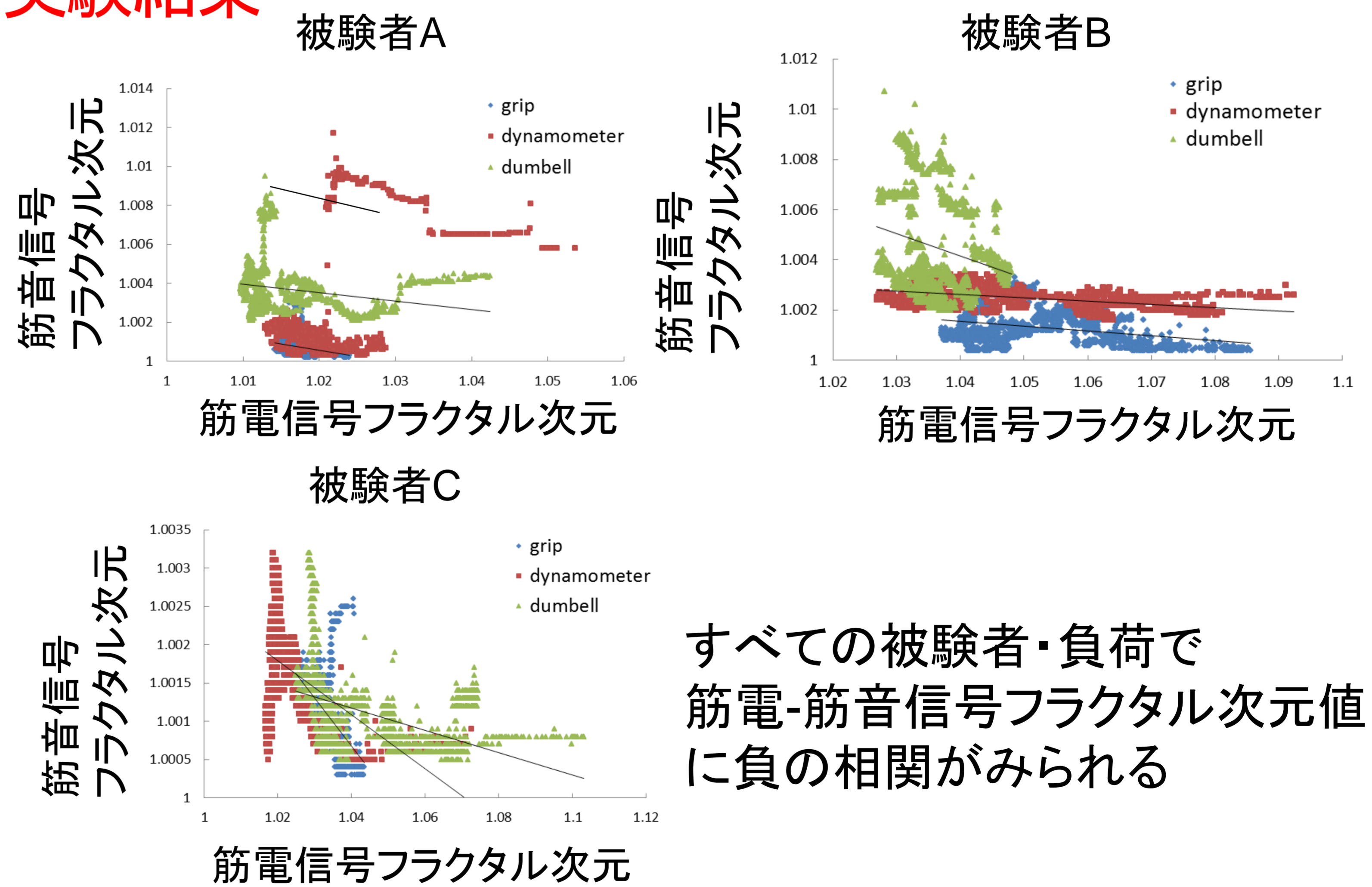
負荷の種類	強度
グリップ	最大握力の40%
握力計	最大握力の40%
ダンベル	5kg



フラクタル次元の解析条件

$\tau=1,2$   
窓幅 2[s]  
窓ずらし幅 0.01[s]

## 実験結果



## 考察・まとめ

- ・筋電信号のフラクタル次元は減少傾向
- ・筋音信号のフラクタル次元は増加傾向
- ・筋電信号フラクタル次元-筋音信号フラクタル次元間に負の相関

異なる負荷タスクにおいてもフラクタル次元値を用いることで同様に疲労を定量化できる

## 今後の課題

- ・被験者数を増やし、データの再現性を確かめる
- ・腕以外の箇所での負荷タスクで複数被験者による検討を行う

### 参考文献

- [1] 白山正人, "オーバートレーニング症候群", 日本体力医学会, 1996年
- [2] 木塚朝博, 増田正, 木竜徹, 佐渡山重兵, "表面筋電図", 東京電機大学出版社, p59-60, 2009年
- [3] 角田拓也, 中川匡弘 "筋音のフラクタル性とその応用に関する研究", 長岡技術科学大学大学院修士論文, p40-42, 2016年
- [4] 中川匡弘, "カオス・フラクタル感性情報工学", 日刊工業新聞社, p174-175, 2010年