

# 令和2年度 未来研究ラボシステム 研究成果報告書

研究種目：個人研究

研究期間：令和 2年 10月～令和 3年 9月

研究課題名：表面筋電図および機能的電気刺激を用いた新しいバイオフィードバックシステムの研究

ラボ長

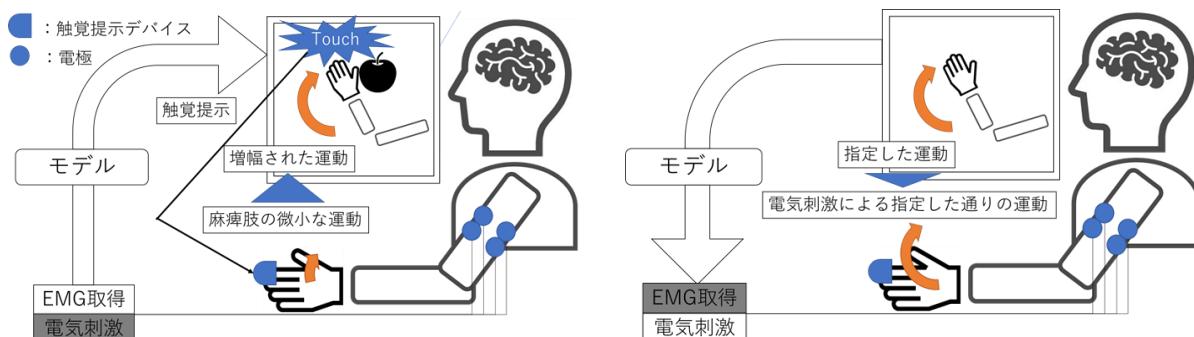
所属：機能創成専攻・機能デザイン領域

氏名：松居 和寛

## 研究成果

### 研究目的：

本研究は、これまで報告してきた、機能的電気刺激（FES）を用いてヒトの関節運動をモデル化する、という手法を用いて個人の神経筋骨格系（Neuromuscular skeletal system: NMSS）をモデル（NMSS モデル）として取得し、それを用いて直感的な筋電図（EMG）によるバイオフィードバック（EMG-BFB）を実現しようとするものである。直感的とはすなわち、EMG から運動を予測して表示できることを言う。当初は、仮想現実（VR）/拡張現実（AR）空間で、NMSS モデルを用いて EMG と FES をインタラクティブに結合させることを本研究の目的としていたが、より治療効果を向上させるために触覚提示機能も目的に追加した。提案システムのイメージを **Figure 1** に示す。



**Figure 1** 提案システムイメージ。左：麻痺患者から取得した微弱な EMG は増幅され、患者自身に個別化（パーソナライズ）された NMSS モデルを通して、将来的に獲得できるであろう運動を VR/AR 上で提示する。さらに VR/AR 上で対象物に触れた感覚をウェアラブル触覚提示デバイスでフィードバックする。右：VR/AR 上で運動を指定すると、パーソナライズされたモデルを通して、その運動を実現する電気刺激を生成し、電気刺激で筋収縮が励起され指定した通りの運動が体験できる。

### 当初計画：

以下 2 点を達成することを目標としていた。

- ・ EMG, FES で NMSS モデルを共用できる補正モデル導出手法の確立
- 補正モデル：FES に対する筋収縮特性と EMG に対する筋収縮特性は異なることが知られており、その差をキャンセルして FES で取得した NMSS モデルを EMG でも共用するためのモデル。

- ・システムのプロトタイプの開発
- モデリングユニット・・・NMSS モデルを簡便に取得できるユニット.
- 表示ユニット・・・AR/VR 空間上で四肢の運動を表示するユニット.

以上 2 点を達成して特許化することを目指しつつ、並行して医学系学会への積極的な参加を通じ、メディカル分野での協業パートナーを探す計画としていた。

#### 修正計画：

新型コロナウイルス感染拡大の影響を受け研究計画に若干の修正を加えた。  
参加を予定していた医学系学会がオンライン開催となり、思ったようなロビー活動が行えず、パートナー探しに難航した。その際障壁となったのが特許未出願故に発表を制限した点だったので、計画を修正し、特許出願を前倒しすることを目指した。当初計画でモデリングユニット開発に充てていた予算を特許出願費用に充てることとした。

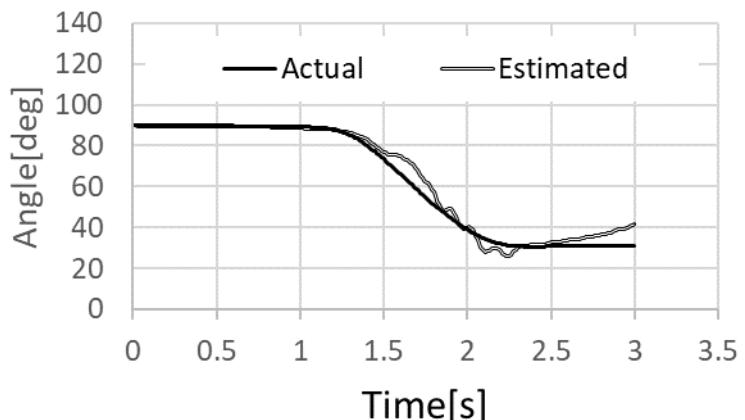
また、上記したように触覚提示デバイスの開発も新たに計画に加えた。

#### 得られた成果：

特許出願に際し、まずは NMSS モデルが EMG による運動予測にも利用できるのかを、パラメータは任意として補正モデルなしでシミュレーションにより検討した。結果を **Figure 2** に示す。パラメータは任意であるが実際に得られた角度と EMG から予測された角度が近しいことがわかる ( $R^2=0.98$ )。

この成果を実施例とし、下記「学会発表」成果 2. にある触覚提示デバイスも構成要素として特許出願完了した。また「学会発表」成果 1.

も簡便なモデリング手法案の 1 例として特許出願資料の記載に含めた。



**Figure 2** パラメータ任意の NMSS モデルを用いた EMG からの運動予測

#### 来年度の計画：

修正計画に基づき、モデリングユニット開発費用を特許出願に充て、かつ触覚提示デバイス開発費用も新たに必要になったため、外部資金を新たに獲得し、「補正モデル導出手法の確立」と「システムのプロトタイプの開発」を進める。また、特許出願完了したことにより、積極的に医学系学会で発表を行い、メディカル分野での協業パートナーを探していく。

**キーワード：**機能的電気刺激、表面筋電図、バイオフィードバック、ニューロリハビリテーション

## 研究経費（R2 年度）の内訳

備品費	消耗品費	旅費	謝金	その他	合計
円	224, 638 円	円	円	523, 328 円	747, 966 円

## 共同研究者等

(1) 共同研究者（氏名・所属）

なし

(2) 研究協力者（氏名・所属・学年（学生の場合））

永井 美和・機能創成専攻・D1

下城 拓真・機能創成専攻・M1

奥野 真輝・機能創成専攻・M1

Gong Shuogang・機能創成専攻・M1

## 発表論文等（令和 3 年 3 月 31 日現在）

[学会発表]

- 【査読有】永井美和, 松居和寛, 厚海慶太, 谷口和弘, 平井宏明, 西川敦. "協調的な機能的電気刺激を用いた中手指節関節運動のモデル化." 第 26 回ロボティクスシンポジア, 2021 年 3 月 16-17 日; オンライン開催: 5C3.
- 下城拓真, 松居和寛, 厚海慶太, 谷口和弘, 平井宏明, 西川敦. "ヒトの指腹部へ触覚提示を行うデバイスの開発と知覚の定量化." 第 38 回日本ロボット学会学術講演会, 2020 年 10 月 9-11 日; オンライン開催: 2I3-02.

[その他]

特許出願：特願 2021-36935. 出願日 2021 年 3 月 9 日.

## 外部資金獲得状況・申請状況

- 立石科学技術振興財団 研究助成（A）申請中

## 参考となるHP等

<http://hmc.me.es.osaka-u.ac.jp/>