

# 聴覚刺激及びリズムの周期性が運動主体感に与える影響の評価 Evaluation of the Effect of Sound and Periodicity on Sense of Agency

○松本 倫実<sup>1</sup>, 濱崎 峻資<sup>1</sup>, 前田 貴記<sup>2</sup>, 加藤 元一郎<sup>2</sup>, 山川 博司<sup>1</sup>, 高草木 薫<sup>1,3</sup>, 山下 淳<sup>1</sup>, 浅間 一<sup>1</sup>  
1. 東京大学, 2. 慶應義塾大学, 3. 旭川医科大学

○Satomi MATSUMOTO<sup>1</sup>, Shunsuke HAMASAKI<sup>1</sup>, Takaki MAEDA<sup>2</sup>, Motoichiro KATO<sup>2</sup>,  
Hiroshi YAMAKAWA<sup>1</sup>, Kaoru TAKAKUSAKI<sup>1,3</sup>, Atsushi YAMASHITA<sup>1</sup> and Hajime ASAMA<sup>1</sup>  
1. The University of Tokyo, 2. Keio University, 3. Asahikawa Medical University

## 1. 序論

科学技術の発達により機械化が進んでいる日常生活において、人間が快適に暮らすためには使いやすいインタフェースを開発することが重要である。そのためには操縦者と機械の同調感すなわち運動主体感 (SoA: Sense of Agency) が失われにくい仕組みの開発が必要である。操作と同時に音を与えた場合には、与えなかった場合に比べ視覚遅延の検出感度が低くなることが知られているが<sup>1)</sup>, SoA については未調査である。そこで本研究では操作と視覚フィードバックがずれる状況下において、操作に同期した単発音, 周期性を持つ連続音 (リズム) がそれぞれ SoA へ与える影響を評価した。

## 2. 提案手法

### 2.1 単発音が SoA に与える影響の調査手法 (単発音の実験)

「身体動作に同期した聴覚刺激を与えた方が、視覚情報の遅延が大きくても SoA を感じやすい」という仮説を立て、それを検証することを目的とする。

実験 1: ウィンドウ上を四角形が下方から上方へ移動し、途中で四角形の色が変化する。それを合図に被験者が素早くキーを押すと、四角形が瞬間的に上方にジャンプするが、そのタイミングは操作と同時の場合と操作に遅延する場合がある。それぞれについて、被験者は自分自身が四角形を飛ばしたと感じたかを Yes, No の 2 択で回答する。四角形の挙動について、遅延を 0~1000 ms の範囲で 50 ms 毎に 21 通り設定する。

実験 2: 被験者がキーを押した瞬間に単発音を与える条件下で実験 1 と同様の実験を行う。

### 2.2 周期性を持つ連続音が SoA に与える影響の調査手法 (連続音の実験)

「周期性のある連続音に同期させた身体運動を行った場合、単発音に同期させる場合よりも、遅延時間が短い場合には SoA が高まり、遅延時間が長い場合には SoA が低下する」という仮説の検証を目的とする。

被験者がメトロノームにあわせた打鍵を開始すると暫くして四角形がウィンドウ下方より現れ上方へと移動していく。途中でメトロノームの音が消えるが、被験者は今までと同様のテンポでキーを叩き続け、その 4 拍後の打鍵と同時に音が鳴り、四角形が瞬間的に上方にジャンプする。タイミングは同時の場合と遅延する場合があり、2.1 の実験同様 SoA の有無を被験者に回答させる。

## 3. 実験方法

単発音の実験では 20~30 代の健常者 15 名, 連続音の実験では別途 20 代の健常者 15 名を被験者とした。本実験は東京大学大学院工学系研究科倫理委員会の承認を受け、被験者全員のインフォームドコンセントを得て実施された。

## 4. 結果と考察

被験者が Yes と回答した割合と視覚遅れの関係を Fig. 1 に示す。グラフ横軸は身体動作に対する視覚情報の遅延時間、縦軸は SoA を感じた割合 (15 人の平均) を示している。実線と破線はそれぞれ単発音の実験における実験 1 (音なし) と実験 2 (音あり) の結果を示し、鎖線は連続音の実験の結果を表す。

### 4.1 単発音が運動主体感に与える影響の評価実験

SoA の感じ方が曖昧になる視覚遅延 300 ms において<sup>2)</sup>, 聴覚刺激の有無で単純主効果が確認され、仮説は立証された ( $F=16.16, p=0.0001 < 0.05$ )。

### 4.2 周期性を持つ連続音の影響の評価実験

周期性を持つ連続音を与えた場合、単発音を与えた場合と比較し SoA を感じにくい結果となり、600 ms のテンポを与えた結果と単発音での結果の間に有意傾向が見られた ( $F=3.282, p=0.092 < 0.10$ )。ゆえに仮説は誤りであり、「遅延時間の長さに関係なく全体的に」SoA が低下することが示された。これは周期性により動作が自動化され意志が薄れた結果 SoA が低下したためと考察できる。

## 5. 結論

本研究では、操作と視覚フィードバックの間に時間的矛盾があった場合、SoA は動作と同時に単発音を与えると感じやすくなり、周期的な連続音を与えると感じにくくなることが明らかになった。

今後の展望として、周期的な連続音のバリエーションを拡大して調査し具体的なインタフェース設計案を構築すれば、より快適な機械と人間の共同社会の実現に繋がることが期待される。

## 6. 参考文献

- 1) 樋田 浩一, 浅井 康平, 上野 佳奈子, 鶴田 総太郎, 視聴覚と運動の非同時性判断に関する研究. 第 28 回日本認知科学会予稿論文集 2010; 482-485.
- 2) T. Maeda, K. Takahata, T. Muramatsu, A. Koreki, S. Iwashita, M. Mimura and M. Kato, Reduced Sense of Agency in Chronic Schizophrenia with Predominant Negative Symptoms. *Psychiatry Research* 2013; 209: 386-392.

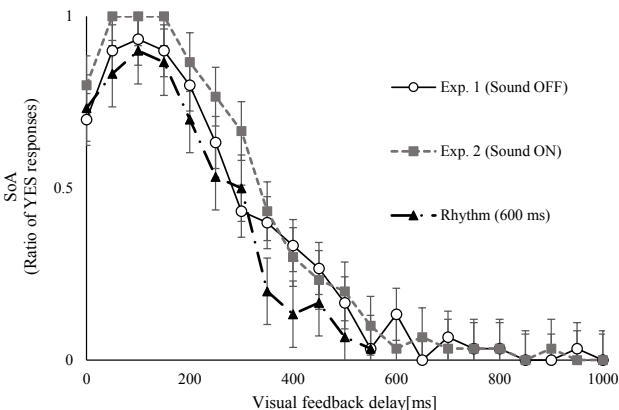


Fig. 1 単発音の実験結果