

余剰肢の身体化が自己身体の注意資源配分に与える影響

高尾 優一 【知覚認知脳情報研究室】

Effects of Supernumerary Limb Embodiment on the Allocation of Attentional Resources

TAKAO, Yuichi 【Perceptual and Cognitive Brain Information Processing Lab.】

1 はじめに

拡張身体として余剰肢を追加した際には視野内に映る手の視覚刺激が増加することになる。注意資源が有限であるという研究結果 [1]、身体の視覚刺激が注意を誘発するという研究結果 [2] から、自己身体に向けられていた注意資源が自己身体と余剰肢に再配分される可能性が考えられる。そこで本研究では、余剰肢が自己身体に向けられている注意資源の再配分に及ぼす影響、及びその際の余剰肢の身体化の影響を明らかにすることを目的とする。実験では VR 空間内で、足で操作する余剰手と手で操作する自己身体を手がかり刺激として呈示し、目標刺激の検出課題を行った。

2 実験 1

4つの手を同時に操作する作業を想定し、固視点周辺に4つの手アバタを手がかりとして配置した。

2.1 実験参加者、実験装置及び呈示刺激

参加者は正常な視力（矯正含む）を有する右利きの大学生 23 名であった。実験には HTC 社のヘッドマウントディスプレイ（HMD）の VIVE Pro と、参加者の手足の位置を取得する VIVE Tracker を使用した。両手足で操作する4つの手アバタはトラッカーの動きに連動して動き、足で操作する余剰手は実空間で足が床に触れた際に VR 空間で机に触れるように机の高さ分上方向にずらして呈示した。検出課題は図 1 に示す位置に手アバタを配置した状態で行った。目標刺激は視角約 2.86 deg の正方形の刺激であり、目標刺激が呈示される可能性がある4箇所のうち1つに呈示した。

2.2 実験条件

余剰手の身体化条件として身体化あり条件、身体化なし条件、非表示条件を設定した。身体化あり条件は余剰手を足で操作し身体化する条件であり、両手両足で4つの手アバタを操作した。身体化なし条件は余剰手を足で身体化しない条件であり、両手で2つの手アバタを操作し、自分では操作できない手が2つ呈示された。非表示条件は余剰手を呈示しない条件であり、自分で操作可能な2つの手アバタのみが呈示された。条件間で自己身体を手がかりとした場合の反応時間を比較し、余剰手の

身体化が自己身体の注意資源に与える影響を検討した。

2.3 実験手続き

実験は3日間に分けて行い、1日に1条件の実験を3セット行った。条件の順番は参加者間でカウンターバランスを取った。1セットは、手アバタの身体化後に検出課題を32試行行うこととした。検出課題毎に手アバタの配置を変更し、アバタの配置が反応時間に与える影響を統制した。また、目標刺激と手アバタとの距離を統制するため、配置変更後に手アバタを一度非表示にし、正しい座標に配置した手アバタを呈示した。手アバタを切り替える際には、位置がずれることで特定の手アバタに注意が誘発されないよう、0.2秒間の白色のブランク画面を挿入した。

検出課題は配置変更後に机中心の固視点を見ることで開始され、1.5秒から3秒後に目標刺激を呈示した（図 1）。参加者は、目標刺激が呈示された方向に HMD を装着した頭部をできるだけ早く正確に動かすことで回答した。反応時間は、目標刺激が呈示された時点を0秒とし、参加者が固視点から視線（HMDの向き）を2.4deg 移動させるまでの時間として定義した。

2.4 結果

余剰手の身体化条件において、手がかりが自己身体の場合と余剰手の場合の反応時間を図 2 に示す。反応時間に対して身体化条件×手がかりを要因とする対応ありの2要因分散分析を行った結果、身体化の要因は有意ではなかったが ($p > .05$)、手がかりの要因が有意であり ($F(1, 22) = 4.48, p = .046, \eta_G^2 = 0.001$)、自己身体側に目標刺激が呈示された場合より、自己身体以外の側に呈示された場合の反応時間のほうが短いことが示された。また交互作用は有意ではなかった ($p > .05$)。

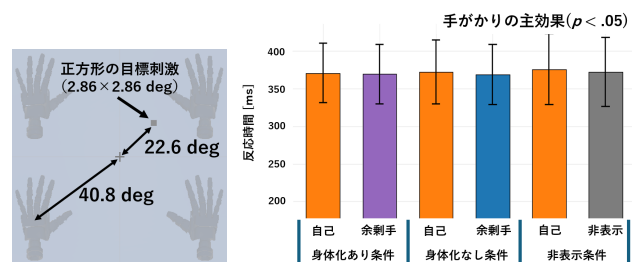


図 1: 視覚刺激呈示

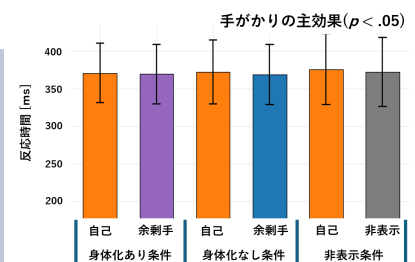


図 2: 実験 1 反応時間

2.5 考察

余剰手の身体化の程度にかかわらず、手がかりが自己身体の場合より余剰手の場合の反応時間が有意に短くなった。これは目標刺激呈示までの待機時間が長く、自己身体に向いていた注意が移動した後に復帰抑制が生じたためと考えられる。実験結果から、余剰手の身体化は注意の配分には影響を及ぼさないこと、VR空間上のアバタによる自己身体においても注意配分に影響を及ぼすことが示唆された。また、手アバタの視覚刺激は自己身体と余剰手で同じであったことから、注意資源配分に視覚刺激以外の効果が影響を及ぼすことが示唆された。

3 実験2

余剰手と自己身体の差を明確にするため、目標刺激が呈示される可能性がある領域を2箇所を設定した。

3.1 実験参加者、実験装置及び呈示刺激

実験2の参加者は正常な視力（矯正含む）を有する右利きの大学生21名であった。視覚刺激の呈示及び手アバタの操作には実験1と同じ装置を使用した。実験には図3に示すように手に接続した腕が4本存在するアバタを使用した。検出課題は図4に示す位置に手アバタを配置した状態で行った。



図3: 4本腕のアバタ

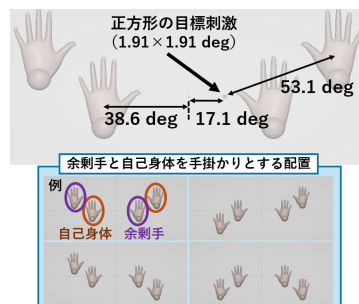


図4: 視覚刺激呈示

3.2 実験条件

余剰手の身体化条件として、実験1と同様に身体化あり条件、身体化なし条件を設定した。手がかりが呈示されてから目標刺激が呈示されるまでの時間（SOA）を、先行研究[2]と同じ値の200 ms、先行研究[3]を参考に復帰抑制が生じる値の1500 ms、復帰抑制が終了する値の3000 msの3水準設定した。

3.3 実験手続き

実験は2日間に分けて行い、1日毎に1条件の実験を4セット行った。条件の順番は参加者間でカウンターバランスを取った。1セットは、手アバタの身体化後に検出課題を36試行行うこととした。実験1と同様に、アバタの配置が反応時間に与える影響と目標刺激から手アバタまでの距離を統制した。セットの途中で鏡を呈示し、参加者が操作している4本の腕を持つアバタを視認させる課題を2回行った。これは、参加者が操作している4本の腕を持つアバタを視認することで、余剰手が自己身体として知覚されやすくなることを目的とした。

検出課題は手アバタを手がかりとする課題であるため、ブランク呈示後の正しい座標に配置した手アバタを呈示した（手アバタを手がかりとして呈示した）タイミングを0秒とした。図4に示す位置に目標刺激を呈示し、3水準のSOAのいずれかをランダムに設定した。反応時間は参加者が固視点から視線（HMDの向き）を2.4 deg移動させるまでの時間として定義した。

3.4 結果

身体化条件において、手がかりが自己身体と余剰手の場合のSOAごとの反応時間を図5に示す。反応時間に対して身体化条件×手がかり×SOAを要因とする対応ありの3要因分散分析を行った結果、SOAに有意差が見られたが（ $F(1.67, 33.49) = 48.47, p = .000, \eta_G^2 = 0.10$ ）、手がかり条件間による有意な差は見られず、身体化条件間にも有意な差は見られなかった（ $p > .05$ ）。また交互作用も有意ではなかった（ $p > .05$ ）。

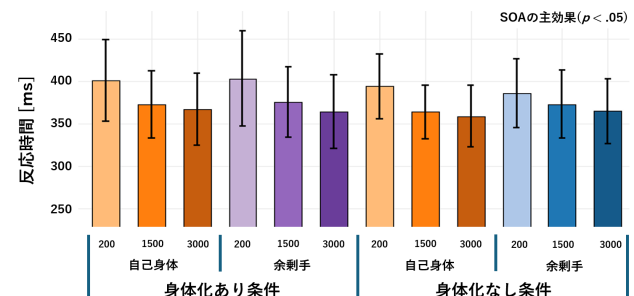


図5: 余剰手と自己身体を手がかりとした反応時間

3.5 考察

SOAによる効果のみが認められ、手がかりによる効果及び余剰手の身体化条件による効果はいずれも認められなかった。この結果から、ブランクにより一度リセットされた注意が手がかり周辺へ再配分されるまでに時間を要すること、2つの手がかりでは検出パフォーマンスに影響を及ぼすほど注意資源配分に差が生じないことが考えられる。このことから、注意を誘発する対象が少ない場合には、自己身体と反応時間に差が生じない程度の注意資源が余剰手にも配分される可能性がある。

4 まとめ

余剰手の身体化は自己身体への注意資源配分を変化させるほどの影響を及ぼさなかったと考えられる。一方で、本実験の結果は、注意資源配分が視覚刺激以外の要因によっても調整され得ること、及び余剰手に対しても一定の注意資源が配分されることを示している。

参考文献

- [1] Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Prentice-Hall.
- [2] Reed, C. L., Grubb, R. C., & Steele, C. (2006). Hands up: Attentional prioritization of space near the hand. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32(1), 166–177.
- [3] Samuel, A. G., & Kat, D. (2003). Inhibition of return: A graphical meta-analysis of its time course and an empirical test of its temporal and spatial properties. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10, 897–906.