

立教大学学術推進特別重点資金 (立教SFR)

大学院生研究

2012年度研究成果報告書

研究科名	立教大学大学院 現代心理学 研究科 心理学 専攻		
研究代表者	在籍研究科・専攻・学年	氏名	
	現代心理学研究科・心理学専攻・博士課程後期課程3年	井手 正和	印
指導教員	所属・職名	氏名	
	現代心理学部・准教授	日高 聡太	印
自然・人文・社会の別	自然 ・ <input type="checkbox"/> 人文 <input checked="" type="checkbox"/> ・ 社会	個人・共同の別	<input type="checkbox"/> 個人 <input checked="" type="checkbox"/> 共同 名
研究課題名	自己身体拡張対象となる視覚刺激と触覚刺激との間の同時性判断範囲は拡張するか？		
研究組織	在籍研究科・専攻・学年	氏名	
	現代心理学研究科・心理学専攻・博士課程後期課程3年	井手 正和	
研究期間	2012 年度		
研究経費	200 千円 (実績額又は執行額)		

研究の概要 (200~300字で記入、図・グラフ等は使用しないこと。)

人は環境内の情報を秩序正しく順序づけることで、安定した知覚世界を構築する。我々が情報を順序づける際の処理過程に関しては時間順序判断 (Temporal order judgment; TOJ) 課題を用いて検討されてきた。とりわけ目 (視覚) と皮膚 (触覚) に提示された刺激を順序づけるのに要する時間は最大 80ms 程度だと報告されている。これに関連し、手画像を提示した状況ではこの時間が増大する可能性が示唆されている。しかし、この可能性について直接 TOJ 課題を用いた検討は行われてこなかったため、本研究では手画像提示が TOJ に与える影響を検討した。その結果、自身の手の角度と一致した手画像を提示した時のみ、手画像上の視覚刺激と実際の手に対する触覚刺激に関する TOJ が不正確になることが明らかになった。このことは、手画像があたかも自分の手であるかのように視触覚刺激が統合された結果、両刺激を区別することが困難となり、時間的弁別さえ正確に行えなくなったことを示唆する。

キーワード (研究内容をよく表しているものを3項目以内で記入。)

[時間順序判断] [視触覚間統合] [自己身体知覚]

研究成果の概要 (図・グラフ等は使用しないこと。)**1. 手画像の提示が視触覚間の時間順序判断に与える影響について (研究発表 1, 3)****背景:**

外界に存在する多種多様な情報は私達の感覚器官を通して入力され、そうした情報は脳内で秩序正しく統合されることによって、安定した知覚世界を形成する。こうした知覚において重要なことは、情報が与えられた時間をいかに正確に順序づけることができるかということである。この問題に関しては時間順序判断 (TOJ) 課題を用いて検討されてきた。この課題では、2つの刺激がいくつかの段階の時間間隔とともに提示され (例えば光と振動)、参加者はどちらの刺激が先に提示されたかを判断する。この判断の正確さを表す指標として一般的に丁度可知差異 (Just noticeable difference; JND) が用いられ、JND の値が大きければ大きいほど刺激の TOJ が正確ではないということを意味する。従来の視覚刺激と触覚刺激を使用した際の TOJ 課題では、視覚刺激として LED の光やディスプレイ上のしみ (ガウシアンブロップ) などが用いられ、およそ JND は 20ms から 80ms の間で報告されてきた (Fujisaki and Nishida, 2009; Hirsh and Sherrick, 1961)。こうした先行研究の報告と矛盾する結果が、視触覚刺激の統合によって生じるラバーハンド錯覚の研究で示唆されている (Shimada et al., 2009)。ラバーハンド錯覚とは参加者が自分の手を見ることができない状態で、マネキンの手 (以後ラバーハンド) と実際の手を刺激し続けることで、あたかも触られている感覚がラバーハンド上で刺激提示されている位置から生じているように感じられる現象である。Shimada et al. (2009) はラバーハンドへの刺激 (視覚刺激) と実際の手への刺激 (触覚刺激) が 300ms ずれていても錯覚が生じることを示した。この現象は視触覚刺激のずれが知覚されていない状況下で生じる現象であるため (Armel and Ramachandran, 2003; Ehrsson et al., 2004; Tsakiris and Haggard, 2005)、TOJ 課題で単純な視覚刺激を提示した場合、このずれが最大 80ms ほどで知覚可能であるという報告とは大きく食い違う。

しかし、手画像の提示が視触覚の時間的なずれの知覚を低下させるということについては、実際に刺激間の時間的処理の精度を測定できるような課題で検討されていない。したがって、本研究では **TOJ 課題**を用い、手画像の提示が視触覚刺激の時間的な弁別を変化させるかについて検討した。

【実験 1: 手画像の提示が視触覚間の TOJ に与える影響】**方法:**

参加者は顎台で頭部を固定した状態でディスプレイを観察し、手は振動を発生するアタッチャブルスピーカーが取り付けられた箱の上においた。視覚刺激はディスプレイ中央の注視点の左側 (視角 5°) の位置に提示した円刺激、触覚刺激は人差し指への振動であり、ともに 10ms 提示された。ディスプレイ上には以下の 3 つのうちいずれかの画像が提示されていた: 参加者の手と同じ方向を向いた手画像 (Forward-hand)、参加者の手とは逆方向を向いた手画像 (Inverse-hand)、順方向の手画像と同じ方向を向いた矢印画像 (Arrow) であった。また、画像が提示されない条件 (Baseline) を設けた。円刺激の位置は Forward-hand の指先の位置に対応し、全ての画像条件で一貫した位置に提示された。視覚刺激 (円刺激) と触覚刺激 (振動) の提示の時間間隔 (stimulus onset asynchrony; SOA) は 8 段階であった (± 40 , ± 80 , ± 160 , and ± 320 ms; マイナスの値は視覚刺激が先、プラスの値は触覚刺激であったことを意味する)。参加者はどちらの刺激が先に提示されたかをキー押しで判断した。したがって、実験は画像条件 (4) \times 視触覚刺激の時間間隔 (8) \times 繰り返し (20) で合計 640 試行実施された。実験は 45 分ほどであった。

結果と考察:

画像条件ごとに SOA に対する“触覚刺激が先”という判断の割合を心理物理曲線にあてはめた上で JND を算出した。更に、各画像条件の JND から Baseline 条件の JND を引き、画像を提示することによる効果量を算出した。Forward-hand, Inverse-hand, Arrow それぞれの画像条件間の JND を比較した結果、Forward-hand 条件はその他の条件より JND が大きく、TOJ が正確ではなくなることを示された。したがって、自分の手と順方向の手画像を提示すると、視触覚刺激の順序付けが曖昧になる。

研究成果の概要 つづき**【実験2：手画像の提示が視聴覚間のTOJに与える影響】**

実験1の結果は、順方向の手画像を提示したことによって注意が画像に向き、円刺激に対する注意が阻害されたことに起因する可能性が考えられる。この可能性について検討するため、実験2では手画像の提示が視聴覚間のTOJを変化させるかを検討した。もし、注意が影響しているのであれば、視聴覚刺激によるTOJでも視触覚刺激の時と同様にJNDが大きくなると予想される。

方法：

聴覚刺激はヘッドフォンから発生させたホワイトノイズを使用した(10ms)。参加者は円刺激とホワイトノイズのどちらが先に提示されたかをキー押しで判断した。実験状況、画像条件、SOA、試行回数などは全て実験1と同様であった。

結果と考察：

実験1と同じ手続きで“聴覚刺激が先”という判断の割合からJNDを算出し、各画像条件のJNDからBaselineのJNDを引くことで画像提示による効果量を算出した。画像条件間のJNDを比較した結果、視聴覚間では条件間にJNDの差が見られないことが明らかになった。

総合考察：

先行研究は手画像を提示することで視触覚間の時間的弁別が不明瞭になる可能性を示唆していた。しかし、このことは実際に視触覚情報の時間的処理側面を測定できる課題で検討されてこなかったため、本研究ではTOJ課題を用いてこの可能性を検討した。その結果、自分の手と同じ方向を向いた手画像を提示した時だけ、視触覚間のTOJが正確に行えなくなることが明らかになった。また、この効果は視聴覚間のTOJでは見られなかったため、単純な注意の影響では説明できないことが分かった。

Igarashi et al. (2004) は手画像の指先と実際の手の指先の一致した位置に視触覚刺激を提示した時、触覚刺激の検出が促進されることを示した。更に、この効果は手画像が関節の可動範囲内で回転した状態で提示された時だけ見られた。Ide (2013) はラバーハンド錯覚におけるラバーハンドの角度の効果を精緻に検討したところ、ラバーハンドが時計回りで $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 、 315° で提示された場合に限り、錯覚が生起することを明らかにした(研究発表2)。このことから、視触覚間の統合には手刺激の“解剖学的妥当性(anatomical plausibility)”が影響するとした。したがって、本研究結果でも**自身の手の角度と手画像の角度が一致していることが視触覚間の統合において重要な役割を果たしたと考えられる。**

TOJでは判断を求められる2刺激が同一位置から提示された場合、判断が不正確になりJNDが大きくなることが知られている(Spence et al., 2003)。更に、実際には同一位置でなくても、1つにまとまって知覚される物理的には2つの部位で構成された視覚刺激に関してもこの効果が生じる(Nicol and Shore, 2007)。本研究でも、視覚刺激と触覚刺激は空間的に離れて提示されていたものの、**手画像を提示することで、触覚刺激がディスプレイ上の視覚刺激に統合して知覚された可能性がある。**もしそうであれば、視触覚刺激を空間的に区別することが困難になり、順序付けさえも正確に行えなくなったものと解釈できる。

Iriki et al. (1996) は、サルの頭頂葉に自身の手に対する視覚刺激と触覚刺激の両者によって活性化する細胞が存在することを発見した。更に、この細胞はディスプレイ上の自身の手を観察しながら餌を獲得する訓練をした後では、モニター上の手画像に対する視覚刺激の提示によっても活性化する(Iriki et al., 2001)。したがって、あたかもモニター上の手画像を自身の手であるかのように視触覚細胞は賦活するようになる。このことは、本研究で触覚刺激がディスプレイ上の視覚刺激と統合して処理されている可能性に神経科学的証拠を提示する。

本研究結果から、自身の関節可動域内の手画像を提示した場合のみ、視触覚間のTOJが変化することが初めて証明された。この結果は、**手画像があたかも自身の手であるかのように脳内で視触覚刺激は統合され、このことが両刺激の区別を困難にし、時間的な弁別さえも不正確にしたということを示唆する。**

※この(様式2)に記入の成果の公表を見合わせる必要がある場合は、その理由及び差し控え期間等を記入した調書(A4縦型横書き1枚・自由様式)を添付すること。

研究発表 (研究によって得られた研究経過・成果を発表した①～④について、該当するものを記入してください。該当するものが多い場合は主要なものを抜粋してください。)

- ①雑誌論文 (著者名、論文標題、雑誌名、巻号、発行年、ページ)
- ②図書 (著者名、出版社、書名、発行年、総ページ数)
- ③シンポジウム・公開講演会等の開催 (会名、開催日、開催場所)
- ④その他 (学会発表、研究報告書の印刷等)

①雑誌論文

・査読あり

1. Ide, M., & Hidaka, S. Visual presentation of hand image modulates visuo-tactile temporal order judgment. *Experimental Brain Research*. (accepted pending revision).
2. Ide, M. The effect of “anatomical plausibility” of hand angle on the rubber hand illusion. *Perception*, 42, 2013, pp103-111.

④その他

・学会発表

3. ○井手正和. 往復する筆刺激によるラバーハンド・イリュージョン発生装置. 第4回多感覚研究会, 茨木, (2013年1月).
4. ○井手正和, 日高聡太. 手画像の提示が視触覚間の時間順序判断に及ぼす効果. 日本基礎心理学会, 九州, (2012年11月).