

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 8 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2011

課題番号：22700274

研究課題名（和文）

視覚・触覚・運動による運動主体感の感覚統合に関する研究

研究課題名（英文）

Experimental Study of Agency feeling by Sensory Integration of Vision, Tactile and Motion

研究代表者

飯塚 博幸 (IIZUKA HIROYUKI)

大阪大学・大学院情報科学研究科・助教

研究者番号：30396832

研究成果の概要（和文）：自己と他者の違いについて運動主体間を用いることで焦点を当てる。動作を行っている主体が自分であるという運動主体感が視覚と触覚と運動の感覚の統合においてどのように形成されているのかを明らかにすることを目的とし、他者にくすぐられるとくすぐりたいが、自分で自分をくすぐることはできないことを利用する。結果として視覚刺激を操作することで自分でくすぐっているにも関わらず、くすぐったくなることを示し、運動主体感の生起について明らかにした。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study is to clarify how the distinction of self- (sense of agency, SOA) and other-produced behavior can be synthesized and recognized in multisensory integration as our cognitive processes. To address this issue, we use tickling paradigm that it is hard for us to tickle ourselves. In our hypothesis, integration of vision, proprioception, and motor commands forms the SOA and disintegration causes the breakdown the SOA, which causes the feeling of others, producing tickling sensation even by tickling oneself. This hypothesis was tested.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2011 年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：認知科学

科研費の分科・細目：情報学・認知科学

キーワード：運動主体感・エージェンシー・感覚統合・くすぐり

1. 研究開始当初の背景

自己と他者の身体の違いの認識には2つあるといわれている。1つは身体保持感と呼ば

れ、特定の部位が自分の身体の一部に属しているという感覚である。これと区別されるもう1つの感覚として運動主体感がある。運動主体感は自分の身体を動かすときにその運

動を自分が行っているという感覚である。

ラバーハンドイリュージョンの実験では、被験者に対してゴム手袋に触れる視覚刺激と、それと同時に触覚刺激を手を与えてやると、自分の手であるという身体保持感がそのゴム手袋に生じることがわかっている。同様の方法で、幽体離脱をしているという感覚も生起するという実験があり、サイエンスや格の高い論文誌に掲載されるなど国際的にも注目を集めている。これらは身体保持感を視覚と触覚の観点から研究するものであり、視覚と触覚刺激が矛盾なく統合されると、ゴム手やマネキンを自分の身体のように感じるということがわかっている。

触覚と運動の観点からの運動主体感に関する研究は Blakemore らによってくすぐりを利用することで行われている(Blakemore ら, 1998)。当然、自分で自分をくすぐったとしてもくすぐったくはない。ある特殊な機械を用いて自分の運動を 200ms 以上遅らせるとくすぐったさが増していくことがわかっている。これは自分の運動が触覚刺激として入力されるのが遅れることによってその運動の運動主体感が喪失し、くすぐたくなっていると考えられている。

しかし、この運動主体感と身体保持感の代表的な研究の流れはそれぞれ 2 種のモダリティ間での運動主体感と身体保持感の生成に関して行われているが、視覚、触覚、運動の 3 つの観点からは研究されていない。唯一 3 つのモダリティにおいて示唆的な研究に、Lecuyer らの発見した Pseudo-Haptic (擬似触覚) という現象を利用した研究があり、ここでは、視覚と運動に矛盾を与えると触覚を感じるということがわかっている(大野ら, 2007)。実験では手の運動を映している映像を加工し突然時間遅れを与えると、外部から力を与えられていないにも関わらず手の運動の軌道は変化し、“なにかに動かされた”、“なにかがまとわりついた”、“引き戻された”という擬似触覚が生じる。この研究では 3 つの感覚統合が相互に密接に関連していることはわかるが、運動主体感に関して 3 つの感覚統合を直接的に扱った研究はない。

2. 研究の目的

自己の運動に対して自分が自分の身体を動かしていると感じる運動主体感(エージェンシー)が生起するかどうかによってくすぐったさが変わることを利用して、視覚・触覚・運動の感覚統合に各モダリティでの時間遅れを入れることで部分的に矛盾を与えたときに、それらの感覚が保持され得るのか、もしくは、消失してしまうのか、を明らかにし、その感覚統合プロセスを明らかにするこ

とを目的とする。具体的には、バーチャルリアリティやヒューマンインタフェースの技術を利用することで視覚・触覚・運動に時間遅れを入れた実験を可能とする。視覚にはビデオシースルーHMD(ヘッドマウントディスプレイ)を用いる。これはHMDを通して、本来直接目で見るべき世界をそのままHMDに映し世界を見る方法である。自分で自分の腕をくすぐるのを見ている場合、HMDを通してそれを見ているために、その視覚情報を加工し遅らせることができる。運動主体感は複数のモダリティが融合されることによって形成されていると考えられる。視覚刺激、触覚刺激、運動の 3 つの感覚を実験的に操作することで、自分が身体を動かしているという運動主体感の維持と崩壊(他者の運動と解釈される)を調べ、運動主体感の感覚統合プロセスを視覚、触覚、運動の観点から明らかにする。

3. 研究の方法

自己の運動に対して運動主体感があるかどうかによってくすぐったさが変わることを利用して、視覚・触覚・運動の感覚統合に各モダリティでの時間遅れを入れることで部分的に矛盾を与えたときに、それらの感覚が保持され得るのか、もしくは、消失してしまうのか、を明らかにし、その感覚統合プロセスを明らかにする。具体的には、視覚にはビデオシースルーHMD(ヘッドマウントディスプレイ)を用いる(図1)。自分で自分の腕をくすぐるのを見ている場合、HMDを通してそれを見ているために、その視覚情報を加工し遅らせる。

被験者は 3 種類の異なる方法でくすぐられる。(1) なぞり動作を左腕に接触することなく自分で行う(N: No touch 条件, コントロール)(2) 自分でなぞり動作を行う(S: Self 条件)(3) 実験者がなぞり動作を行う(Ot: Other 条件)。この 3 種の条件に対して、視覚情報を加工して遅らせ、視覚と運動と触覚に齟齬を与えた場合と齟齬がない場合でのくすぐったさの生起を比較する。

結果の計測には、運動主体感が保持しえているかどうかを客観的に判断するためにここではくすぐったさを使う。そして、皮膚抵抗を測ることでそのくすぐったさの計測を行う。このくすぐったさの主観評価と客観評価を使って、自己の運動に対してくすぐたくなるのか(他者の介在)、それとも、くすぐたくならないのか(運動主体感の保持)を明らかにする。



図1 実験装置

くすぐりによる身体応答計測のための GSR の他に、主観的くすぐったさを被験者に評価する。実験開始前に、実験者によって実験と同様の動作によりなぞり動作を行い、そのときのくすぐったさを 5 として記憶させ、1 を全くくすぐったくないとしたときの 10 段階でのくすぐったさを各試行後に報告させる。くすぐったさの主観的報告では、実験中の数値に対する一貫性を保つように矯正する。

4. 研究成果

主観的くすぐったさにおいて自分でくすぐっているにもかかわらず、視覚映像を時間遅れさせることでくすぐったさが大きく変化し、増強することがわかった。図1にその結果を示す。グラフでは○が時間遅れ無し、×が時間遅れ有りを示し、N, S, Ot で No touch, Self, Other 条件を示している。左腕に接触することのない No touch 条件ではくすぐったさは「全くくすぐったくない」の 1 もしくは 2 程度になった。自分でくすぐる Self 条件での時間遅れ有り無しを比較すると、くすぐったさの主観評価が上がっていることがわかる。この上昇は、実験者がなぞり動作を行う場合にも見られた。この主観評価をフリードマン検定によって検定した結果、(S)<(S-D), (Ot)<(Ot-D) という有意な差が見られ、(S-D)と(Ot), (S-D)と(Ot-D)との間に有意な差は見られなかった(-D は時間遅れ有り条件を示す)。つまり、時間遅れありでの自分でなぞり動作を行った時のくすぐったさは時間遅れ無しで他人が行った時のくすぐったさと同等であり、自分でなぞり動作を行ったときに時間遅れが入るとよりくすぐたくなることが分かった。

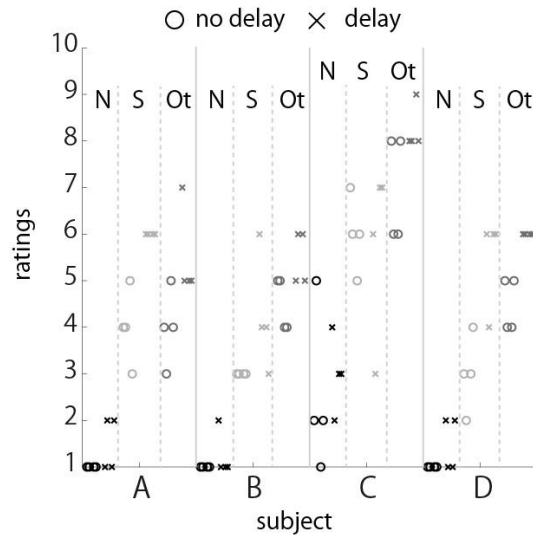


図2 くすぐったさの主観評価(N:No touch, S:Self, Ot:Other 条件, ○と×で時間遅れあり/なしを示す)

また、なぞり動作を行っている時の GSR の変化の結果を図3に示す。くすぐったさは身体の情動反応の一部であり、GSR によりくすぐったさが計測可能であると考えられたが、No touch の時間遅れ無しの状態でも反応がみられてしまい、くすぐったさの主観評価の強さと相関があるようには見られない。しかし、時間遅れ有り条件で自分でなぞり動作を行った場合にはなぞり動作後に GSR に強い反応が見られる。動作後の波形のピーク値を用いて ANOVA で検定を行った結果、(S-D)条件のみ他の条件と有意な差が見られた。

実験結果より、時間遅れを入れた場合に主観報告において自分でなぞり動作を行っているにもかかわらず、くすぐったさが増していることがわかった。これは Pseudo-Haptics での実験で確認されていたように、自分で動作を行っている最中にその動作が遅れていく映像を見せられると、自分で動作の変更を行うが、その動作変更に伴うその動作主体を自分ではなく外的な要因として主観報告していたのと同様に、時間遅れによって自分のなぞり動作の中に時間遅れが生じることによって、自分で動かしているという運動主体感が喪失もしくは弱まったのではないかと考えられる。よって、自分で動かしているにも関わらず、くすぐったさが増したと考えられる。

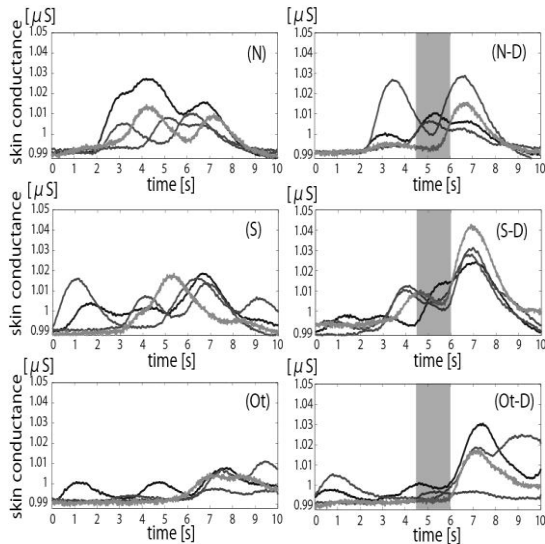


図3 皮膚抵抗の変化(-D は時間遅れ有りの条件,灰色 間)

この結果は、くすぐりを用いた Blakemore による先行研究に近いものであるが、以下の点で異なる。Blakemore らの実験では、視覚情報を遮断した状態で自己の運動に対して時間遅れのある触覚情報が与えられる。時間遅れが増大すると自己との乖離が大きくなり、自己運動（体性感覚）から予測される触覚情報の予測と実際の触覚情報に差が生まれ、くすぐったさを生んでいるとしている。しかし、我々の結果では、自己運動から予測される触覚情報と実際の触覚情報に差がないにも関わらず、くすぐったさを生んでいる。我々の実験において変調が与えられているのは視覚情報のみである。つまり、運動と触覚に加え視覚情報を含んだ感覚統合において、運動主体感は生成されており、その視覚情報に変調が加わったが故に、くすぐったさを増していると考えられる。これらは、くすぐったさに関わる運動主体感の議論において、自己運動とそのときの触覚のずれがくすぐったさの感覚を生じるとする従来研究に対して、自己運動とそのときの触覚にずれが生じなくても、視覚の整合性が崩れるだけでくすぐったくなることを新たに示す結果となる。つまり、身体を自分で動かしているという運動主体感は視覚、触覚、体性感覚（運動）の統合が関係する現象であるといえる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 3 件)

[1]飯塚博幸, 安藤英由樹, 前田太郎, 視覚刺激操作による自己運動主体感の喪失, 電子情報通信学会, ヒューマン情報処理研究会, 2012, 2, 9, 沖縄, 日本

[2]Hirovuki Iizuka, Hideyuki Ando, Taro Maeda, Self-produced tickle sensation by manipulating visual feedback, 12th International Multisensory Research Forum, 2011, 10, 19, Fukuoka, Japan

[3]Hirovuki Iizuka, Shin Okamoto, Hiroki Kawasaki, Hideyuki Ando, Taro Maeda, Experimental Study of Distinction between Self- and Other- Produced Behaviour in Tickle Sensation, 12th International Conference on the Synthesis and Simulation of Living Systems, 2010, 8, 20, Odense, Denmark

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

飯塚 博幸 (IIZUKA HIROYUKI)

大阪大学・大学院情報科学研究科・助教

研究者番号: 30396832