

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：82626

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24650143

研究課題名(和文)自己と他者の認識が感覚情報処理に与える影響 社会性と知覚の接点

研究課題名(英文)Effects of self-recognition on sensory information processing

研究代表者

山本 慎也(Yamamoto, Shinya)

独立行政法人産業技術総合研究所・ヒューマンライフテクノロジー研究部門・主任研究員

研究者番号：90371088

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円、(間接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：複数の感覚信号の統合・分離を脳がどのようにスイッチしているのだろうか？本研究課題では、時間知覚の観点からこの問題を解決することを試みた。まず、空間的一致性が感覚信号の情報統合に影響を与えるという仮説の検証を行い、空間一致性が情報統合に貢献することを示す結果を得た。次に、自己と他者の認識が感覚信号の情報統合の統合に影響を与えるという仮説の検証を試み、触覚と視覚の刺激がともに自己の身体に関連付けられている時に、主観的に同時と感じる確率が上昇する可能性を示す結果を得た。これらの結果を総合して、脳における感覚信号の統合と分離はそれらが単一の信号源から発しているかどうか依存していることを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：How does the brain switch between the integration and segregation of multiple sensory signals? We tried to answer the question in terms of temporal perception. First, we tested the hypothesis that the spatial congruency affects the integration. Participants were asked to judge the subjective temporal order of visual and tactile stimuli whose spatial locations were congruent or incongruent. Lag adaptation was observed in the congruent condition, while Bayesian calibration was observed in the incongruent condition. This suggests that the spatial congruency contributes to the integration. Second, we tested the hypothesis that the recognition of self and others affects the integration. We discovered that the probability of subjective simultaneity increases when visuotactile signals belong to the participant's own body. Taken together, the brain switches the integration and segregation depending on whether the sensory signals originate from a single source.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・認知科学

キーワード：脳認知科学

## 1. 研究開始当初の背景

異なる感覚種は、異なる受容器から信号の入力を受け、別々に処理が開始される。例えば、視覚は目から入力を受け、触覚は皮膚から入力を受ける。このような情報処理は、脳内における信号処理の経路も異なり、またその処理時間も異なることは、これまでの神経科学の研究において、さまざまな観点から調べられてきた。しかし、それらの異なる感覚信号の関係性を、脳がどのように処理しているかは、これまで未知の問題であった。

我々はこれまで、時間順序判断の学習という観点から、この問題にアプローチしてきた。近年、2種類の感覚信号に、系統的にどちらかが先行するような時間差を経験させると、時間順序判断が変化することが、明らかになってきた。例えば、視覚刺激と聴覚刺激の時間順序の判断をさせる際に、視覚刺激が先行する刺激ペアが多くなるように、刺激の時間差にバイアスをかけるような状況を考える。このようなバイアスのかかった刺激ペアを経験し続けると、本当は視覚刺激が先行であるにもかかわらず、同時に提示されたように感じるような知覚変化が生じる。このような頻繁に生じる時間差を無視するようになる知覚変化パターンは、ラグアダプテーションと呼ばれる (Fujisaki et al., 2004)。一方、右手に与えられた触覚刺激と左手に与えられた触覚刺激の時間順序の判断をさせる際に、右手先行の刺激ペアが多くなるようなバイアスがかかる状況では、ラグアダプテーションと逆の現象が観察された。この場合、同時に提示された刺激ペアを右手先行と感じるような知覚変化が生じる。このような、頻繁に生じる時間差に知覚されやすくなる知覚変化パターンは、ベイズ較正と呼ばれる (Miyazaki et al., 2006)。

このように、相反する2種類の様式が存在することを明らかになってきたが、これらは情報の統合と分離に対応している。頻繁に生じる時間差を無視するラグアダプテーションは、別々の信号を一体化するという観点から「情報統合」と対応付けられる。一方で、同時に生じた信号を頻繁に生じる時間差があるように知覚するベイズ較正は、信号を別々のものと扱うという観点から「情報分

離」と対応付けられる。このように、時間順序知覚の変化・学習を扱うことによって、統合や分離という複数の感覚信号の関係性の情報処理に踏み込むことが出来ることになる。

また、時間順序の判断の他に、同時性を判断するという状況が考えられる。もし2つの信号が統合する傾向にあれば、大きな時間差がある場合でも「同時」と判断する確率が上がりうるはずである。一方、これらの信号が分離する傾向にあれば、小さな時間差しかない場合でも「同時」と判断する確率は低いはずである。すなわち、同時性の窓が大きいか小さいかによって(すなわち同時と判断する確率が高いか低いかによって)2つの感覚信号が統合傾向にあるか分離傾向にあるか、検討することが可能であると考えられる。これを検証するためには、もともとの刺激の時間差にバイアスがないように(平均を0とし)、同時性の判断をさせることが必要であるが、情報の統合・分離の観点から、このような検証を明示的に行った例はほとんどなかった。

## 2. 研究の目的

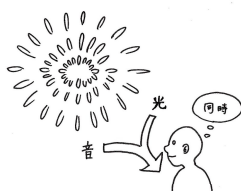
複数の感覚信号の統合・分離という真逆の操作を、脳がどのようにスイッチしているのだろうか?本研究課題では、時間順序の判断と同時性の判断という2つの観点から、この問題の解決を目指した。

まず、2種類の感覚情報が統合されるべき状況というのは、もともとそれらが単一のイベントから発生した場合である。逆に、別々のイベントとして生じた2種類の信号は分離されて処理されるべきであろう。そのような観点から、我々は、「2種類の信号が単一のイベントから生じた場合には統合し、別々のイベントから生じた場合には分離する」という仮説を立てた。

この仮説を検証するため、イベントの単一性に関して、特に2種類の観点を考えた。一つ目は「空間位置の一致性」である。単一イベントから生じた2種類の感覚信号は、空間的に1つの場所から発生すると考えられる。そこで、「信号源の空間位置が一致している状況では情報統合(ラグアダプテーション)が起こり、信号源の空間位置が一致していない状況では情報分離(ベイズ較正)が起こる」という可能性が考えられ、検証を試みた。(下図に視聴覚の時間順序判断におけるラグアダプテーションとベイズ較正の例を示す。)

次に、イベントの単一性に関する二つ目の観点として、より高次な認識である自己と他者の認識に着目した。自分の身体と他人の身体の間には明確な区別があり、いわゆる身体所有感(body ownership)が生じている。このことは一見、当たり前にも見えるが、右角回を磁気刺激することによって、幽体離脱体験を生じさせることなどから(Blanke et al., 2004)、身体所有感そのものが作り出されたものであることがわかる。このように、社会

ラグアダプテーション



1つのイベントの際は、音と光がまとめられて、同時と知覚される

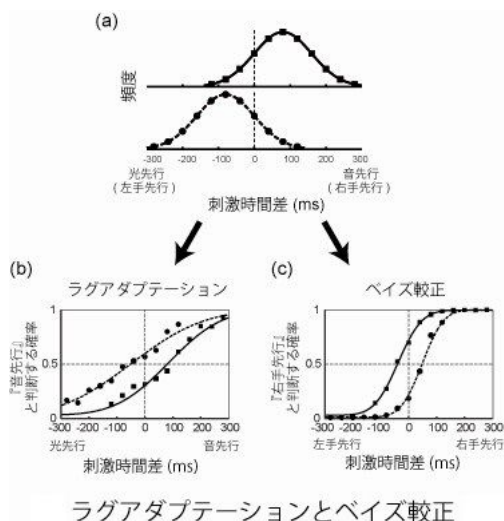
ベイズ較正



2つのイベントの際は、数学的に最適な方法で、順序を推定をしている

性にも関係する高次の認識である自己と他者の区別が、感覚信号の統合・分離に関係している可能性に着目した。このような観点から、「信号の発信源が自己であるか他者であるかに応じて、2種類の感覚信号が統合させるのか分離されるのか決定される」という仮説に基づき、検証を試みた。

上記のように、「空間位置の一致性」と「自己と他者の認識」という2つの観点から、順序判断や同時性判断という時間知覚に基づいて、感覚信号の統合・分離のメカニズムを解明することが、本研究課題の目的である。



ラグアダプテーションとバイズ較正

### 3. 研究の方法

実験は、空間位置の一致性に関する実験（実験1）と、自己と他者の認識に関する実験（実験2）の、2つから構成され、ともに視覚と触覚の刺激を用いた。

実験1では、信号源の空間位置の一致性と情報統合・分離の関係の検証を、視覚と触覚の時間順序判断を用いて試みた。被験者には、視覚刺激と触覚刺激が提示され、その順序を応えることを求めた。2刺激の時間差は、視覚先行刺激（あるいは触覚先行刺激）が多くなるように、その平均値にバイアスをかけた。また、空間一致条件では視覚刺激と触覚刺激をともに右手に提示し、空間不一致条件では視覚刺激を左手・触覚刺激を右手に提示した。すなわち、2条件の刺激時間差分布のバイアス（視覚先行・触覚先行）と、2条件の空間配置（空間一致条件・空間不一致条件）の、4条件で実験を行った。なお、被験者は視覚刺激を注視しており、受容器レベルでは、空間一致条件と空間不一致条件で、相同であった。

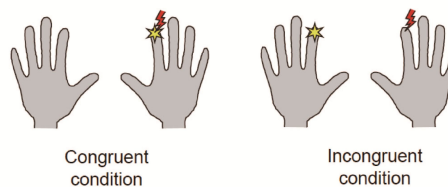
実験2では、自己と他者の認識と情報統合・分離の関係の検証を、視覚と触覚の同時性判断を用いて試みた。実験2では刺激の時間差にはバイアスを付けず、平均が0となるように設定した。被験者には視覚と触覚の刺

激が同時か非同時かを回答させた。刺激の配置に関して、自己条件と他者条件で実験を行った。自己条件では、自分の右手に視覚刺激と触覚刺激の両方を提示した。一方、他者条件では、自分の右手に触覚刺激を提示し、相手の右手に視覚刺激を提示した。なお、被験者は視覚刺激を注視しており、受容器レベルでは、空間一致条件と空間不一致条件で、相同であった。

### 4. 研究成果

実験1では、信号源の空間位置の一致性と時間順序判断の学習の関係を調べた。視覚と触覚の信号源が一致している条件（空間一致条件）では、ラグアダプテーションを生じる傾向にあった。一方、視覚と触覚の信号源が一致していない条件（空間不一致条件）では、バイズ較正が生じる傾向にあった。ラグアダプテーションは情報統合に、バイズ較正は情報分離に関係していると考えられる。すなわち、この結果は信号源の空間一致性が情報の統合に重要であることを示したものである。さらに時間順序判断の学習が、空間の一致性に依存して逆向きに变化することを示した、世界で初めての成果でもあり、空間と時間の情報表現のインターアクションという観点からも、興味深いものであった。

実験2では、自己と他者の認識と同時性の判断の関係を調べた。視覚と触覚がともに自分とリンクしている条件（自己条件）では、それぞれが自己と他者の別々にリンクしている条件（他者条件）に比べて、同時性の窓がわずかに広がった。この結果は、信号源が自己に起因するか他者に起因するかによって、感覚信号の統合が異なる可能性を示している。ただし、この違いは必ずしも大きなものではなく、時間順序判断を用いた実験系と同時性を用いた実験系の違いを反映しているのかもしれない。同時性の判断と時間順序の判断の関係性は、今後の解明が必要であろう。



### 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 5 件)

山本慎也、彦坂興秀 “尾状核尾部における情報統合と感覚運動変換” (2014) *Annual Review 神経* 2014, 92-99 査読無

Okihide Hikosaka, Shinya Yamamoto, Masaharu Yasuda, Hyoung F. Kim “Why

skill matters.” (2013) *Trends in Cognitive Sciences*, 17(9), 434-441 査読有

Shinya Yamamoto, Hyung F. Kim, Okihide Hikosaka “Reward value-contingent changes of visual responses in the primate caudate tail associated with a visuomotor skill.” (2013) *Journal of Neuroscience*, 33(27), 11227-11238

Shinya Yamamoto, Ilya E. Monosov, Masaharu Yasuda, Okihide Hikosaka “What and Where Information in the Caudate Tail Guides Saccades to Visual Objects.” (2012) *Journal of Neuroscience*, 32(32), 11005-11016 査読有

Shinya Yamamoto, Makoto Miyazaki, Takayuki Iwano, Shigeru Kitazawa “Bayesian Calibration of Simultaneity in Audiovisual Temporal Order Judgments.” (2012) *PLoS ONE*, 7(7): e40379. doi:10.1371/journal.pone.0040379 査読有

〔学会発表〕(計 9 件)

山本慎也、尾状核尾部：物体指向性サッカーとスキル形成、大阪大学生命機能研究科研究交流会(FBS コロキウム)、2013年9月18日、大阪

山本慎也、尾状核尾部における情報統合と感覚運動変換、生理学研究所研究会、2013年9月13日、岡崎

山本慎也、多感覚情報の統合と分離、生理学研究所研究会、2013年1月25日、岡崎

山本慎也、Integrating and segregating sensory information、脳と心のメカニズム第13回冬のワークショップ、2013年1月11日、ルスツ

黒江美穂、山本慎也、I like what you like! Effect of others' preference、脳と心のメカニズム第13回冬のワークショップ、2013年1月10日、ルスツ

山本慎也、Recalibration of multimodal temporal order due to prior experience、山口大学時間学特別国際セミナー、2012年12月9日、山口

山本慎也、Object-directed saccades: a role of the caudate tail、IMN(Institute of Movement Neuroscience) seminar、2012年10月25日、London

岡林亜紀、山本慎也、Sense of body ownership facilitates the integration of visuotactile signals originating from our own body、Society for Neuroscience Annual Meeting 2012、2012年10月15日、New Orleans

山本慎也、異なる速度の学習を実現する

脳内機構、生理学研究所研究会 2012年6月23日、岡崎

〔産業財産権〕

出願状況(計 1 件)

名称：撮水行動計測装置

発明者：山本慎也、山根茂、兎田幸司

権利者：独立行政法人産業技術総合研究所

種類：特許

番号：特願 2013-000790

出願年月日：2013年1月8日

国内外の別：国内

〔その他〕

ホームページ等

<https://staff.aist.go.jp/yamamoto-s/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山本 慎也 (YAMAMOTO, Shinya)

(独) 産業技術総合研究所・主任研究員

研究者番号：90371088