

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：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23730720

研究課題名(和文) 時間的同期に基づいた異種感覚モダリティ間・属性間の情報統合メカニズムの解明

研究課題名(英文) Temporal frequency limits of cross-modal and cross-attribute binding.

研究代表者

藤崎 和香 (Fujisaki, Waka)

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：20509509

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円、(間接経費) 1,020,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は異種感覚モダリティ間・属性間の情報を統合して一体感のある知覚世界を作り上げている人間の脳の論理を心理物理学の実験手法を用いて解明することである。我々は近年、感覚モダリティ間、属性間のバインディング課題の時間周波数限界が感覚モダリティや属性の組み合わせに寄らず約2.5 Hzになることを発見した。このモダリティや属性に共通の時間限界が、時間と内容の情報を並列処理したのちに統合するという脳の戦略を反映したものではないかという仮説を検証するために、さまざまな実験を行った。また感覚運動間の時間的な対応付けのメカニズムを探るため、自分の行為とその感覚フィードバックの時間遅れについて検討した。

研究成果の概要(英文)：When a physical event occurs, the event is separately processed in the brain by different sensory channels such as vision, audition, and touch. Even within one single modality for example vision, there are many channels for different attributes such as luminance, color, shape, and motion. Our brain has to integrate the signals coming from different sensory channels in order to create a coherent perception of the event. Recently we found that the upper limits of cross-attribute binding were surprisingly similar for any combination of visual, auditory and tactile attributes (2-3 Hz). In this study, in human psychophysical experiments, we further examined how combinations of modalities and attributes affect the temporal frequency limit of synchrony-based binding. Besides this, we investigated what amount of delay brings about maximal impairment under delayed visual feedback and whether a critical interval, such as that in audition, also exists in vision.

研究分野：心理学

科研費の分科・細目：実験心理学

キーワード：同時性知覚 バインディング 時間-特徴統合 異種感覚モダリティ 視聴触覚

1. 研究開始当初の背景

視覚、聴覚、触覚などのことを感覚モダリティとよび、多くの感覚が合わさった状態をマルチモーダルとよぶ。

私たちが日常生活で経験するイベントの多くは、元来、マルチモーダルなものである。しかしながら、マルチモーダルなイベントについての情報は、我々の知覚系において、目から入力される情報は視覚系、耳から入力される情報は聴覚系、手や指から入力される情報は触覚系によってというように、いったんばらばらに処理される。したがって我々の脳が一体感のある知覚世界を作り上げるためには、入力段階でいったんばらばらに処理した各感覚モダリティの情報を適切に統合しなければならない。しかしながら人間の脳が、どのように異なる感覚モダリティ間の情報を結びつけて一体感のある知覚世界を構築しているのかという謎については、現在も良くわかっていない。

私たちの知覚世界はたくさんの感覚情報に満ちている。そのなかから正しい組み合わせを選び出して対応付けを行い、一体感のある知覚世界を構築している脳の方略とは、果たしてどのようなものなのだろうか。

時間的な同期性は、空間的一致性ととも、異なる感覚モダリティを対応付けるための、極めて重要な手がかりであると考えられる。同じイベントに由来する各感覚情報は、通常、同じ時空間位置を共有すると考えられるからである。しかしながら、今度は、人間の脳がどのように感覚モダリティ間の時間関係(同時か同時でないかなど)を判断しているのかということが大きな問題となる。そこで、本研究では、人間がどのように異なる感覚モダリティ間、感覚属性間、感覚運動間の時間ずれを知覚しているのかという問題について、さまざまな角度から検討を行った。

2. 研究の目的

本研究の目的は異種感覚モダリティ間・属性間の情報を統合して一体感のある知覚世界を作り上げている人間の脳の論理を心理物理学の実験手法を用いて解明することである。我々は近年、感覚モダリティ間、属性間のバインディング課題の時間周波数限界が感覚モダリティや属性の組み合わせに寄らず約 2.5 Hz になることを発見した (Fujisaki & Nishida, 2010)。このモダリティや属性に共通の時間限界が、時間と内容の情報を並列処理したのちに統合するという脳の戦略を反映したものではないかという仮説を検証するために、「感覚間・属性間の時間-特徴統合課題」を中心とした、さまざまな課題を行って検討を行った。また、感覚間だけでなく、感覚運動間の時間的な対応付けのメカニズムを探るため、自分の行為とその感覚フィードバックの時間遅れについて検討を行った。

3. 研究の方法

以下は既に成果が論文に掲載されている、Fujisaki (2012)について述べる。

遅延視覚フィードバックにおける妨害効果
—ペグボード課題を用いた検討—

実験セットアップ

机の上にペグボード (The standard grooved pegboard apparatus, Lafayette Instruments model 32025) を置き、被験者から見えないように黒い布を巻いた段ボールで囲った。被験者の顎の下にカメラを置き、



図1. 実験セットアップ (Fujisaki, 2012 より転載)

被験者は、直接机の上を見ることはできないが、カメラに移された作業空間を、正面のモニターで見ることができた。

課題：モニターに呈示する画像を、遅延装置を使って、120 ms から 2120 ms まで 16 ステップで変化させて、ペグボード課題 (手先の巧緻性を測定する課題) を行い、視覚遅延フィードバックの関数として課題成績がどのように変化するかを調べた。被験者の課題は、1 分間に、できるだけたくさんペグを刺すというものであった。被験者には、左上から順番にペグを刺すように教示された。またペグや右手の指で穴の位置を探ったりせずに、視覚情報を使って、課題を行うように教示された。

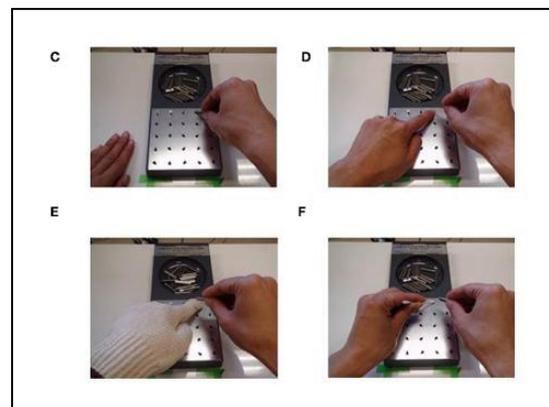


図2. 4 種類の実験条件 (Fujisaki, 2012 より転載)

実験条件は以下の4種類であった。

1. 右手のみ条件
2. 左手あり条件 (左手でペグボードの穴の位置を探る良い条件)
3. 左手手袋条件 (手袋をはめることによって、左手から得られる空間情報の精度が悪くなる)
4. 左手道具条件 (指の代わりに綿棒で穴の位置を探る良い条件。直接指で触るよりも、左手から得られる空間情報の精度が悪くなる)

4. 研究成果

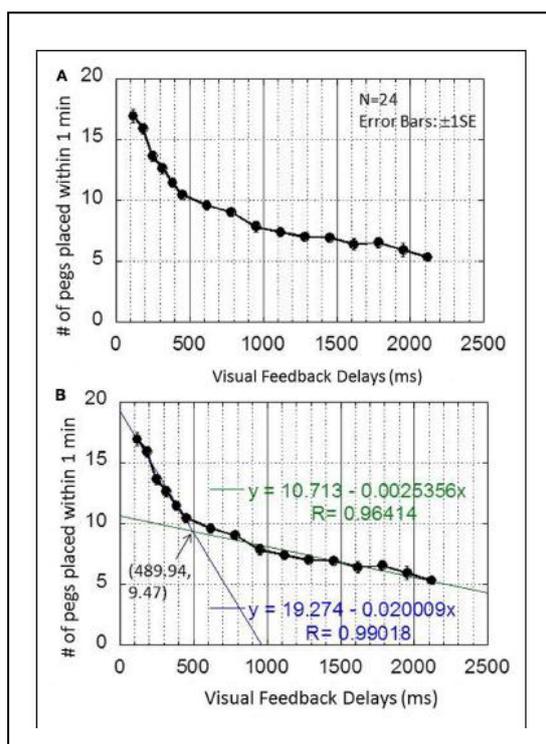


図3. 実験1の結果 (Fujisaki, 2012 より転載)

実験1の結果、ペグボード課題の成績は、遅延約490msまで急峻に低下したのち測定限界の2120msまで緩やかに低下することが示された。図3に結果を示す。

続いての実験(2-4)では、正しい空間位置の情報を触覚フィードバックを返すことによって補正しながら同様の課題を行った。その結果、最初の実験でみられていた緩やかに低下する成分が消失し、成績は約300msまで急峻に落ちた後、ほぼフラットになることが示された。

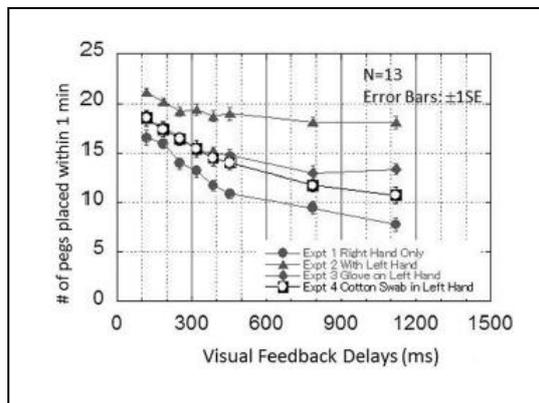


図4. 実験1、2、3、4の結果を重ねて表示したもの。空間位置の情報を左手で補正すると、実験1でみられていた緩やかに低下する成分が消失することが見て取れる。

これらの結果は遅延視覚フィードバックの妨害効果には数百msまでの急峻な成績低下に関わる主に時間のずれに関係した機構と、すべての時間ずれにおけるゆるやかな成績低下に関わる主に空間のずれに関係した機構の2種類が関与していることを示唆している。

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 1 件)

1. Fujisaki, W. (2012) Effects of delayed visual feedback on Grooved Pegboard test performance., *Frontiers in Psychology*, 3:61. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00061

[学会発表] (計 9 件)

1. Fujisaki, W. & Nishida, S. (Oct, 2011). Sensory attribute identification time cannot explain the common temporal limit of binding different attributes and modalities, Annual meeting of the International Multisensory Research Forum, Fukuoka, Japan
2. Kanaya, S., Fujisaki, W., Nishida, S. & Yokosawa, K. (May, 15, 2012). Temporal frequency limits for within- and cross-attribute binding in vision and audition, Vision Sciences Society meeting, Naples (Florida), USA

3. 藤崎和香 (2012年1月) 遅延視覚フィードバックにおける2種類の妨害効果, 日本視覚学会 2012年冬季大会, 工学院大学
4. 藤崎和香 (2013/3/11) 時間的同期に基づいた異種感覚モダリティ間・属性間の情報統合, 「第12回感性学研究会」, 九州大学
5. 金谷翔子, 藤崎和香, 西田眞也, 古川茂人, 横澤一彦 (2013/3/14) 聴覚モジュール内、モジュール間の対応付けの時間限界の比較, 日本音響学会春季発表会、東京工科大学
6. 藤崎和香 (2013/9/21) 感覚間、感覚運動間の同時性知覚と環境適応、日本心理学会 第77会公募シンポジウム「多感覚統合機能の行動神経科学: ヒト適応向上に寄与する脳機能」、札幌コンベンションセンター
7. Kanaya, S., Fujisaki, W., Nishida, S. Furukawa, S. & Yokosawa, K. (May, 13, 2013). Comparisons of temporal frequency limits for cross-attribute binding tasks in vision and audition, Vision Sciences Society meeting, Naples (Florida), USA
8. 藤崎和香 (2013/4/23) 異種感覚モダリティ間の同時性知覚, 「第14回心理学研究室セミナー」, 東京大学
9. 藤崎和香 (2014/3/24) 自分の行為とその感覚フィードバックとの時間ずれによる妨害効果, 第二回充実生活を実現する術のための脳と心と身のメカニズムワークショップー行為主体感から行為充足感へー (ヒューマンライフテクノロジー研究部門主催ワークショップ), 産業技術総合研究所つくばセンター

[図書] (計 2 件)

1. 藤崎和香 (2012) 同時性の知覚、石口彰／監修、池田まさみ／編著「認知心理学演習 日常行動と認知心理学」、第二章、オーム社
2. Fujisaki, W., Kitazawa, S., & Nishida, S. (2012) Multisensory Timing, In Stain et al. Eds, "The New Handbook of Multisensory Processes", MIT Press.

[その他]

ホームページ等

<https://staff.aist.go.jp/w-fujisaki/Research.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤崎 和香 (フジサキ ワカ)

研究者番号 : 20509509