

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 23 日現在

機関番号：82626

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25380997

研究課題名(和文)異なる感覚モダリティ・属性に共通した「時間」と「内容」の情報統合メカニズムの解明

研究課題名(英文) Investigating the mechanisms of binding "what" happened "when" in which common to different sensory modalities and attributes

研究代表者

藤崎 和香 (Fujisaki, Waka)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・人間情報研究部門・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) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、「時間」と「内容」の情報を適切に統合してダイナミックな知覚世界を成立させ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・属性間の特徴統合の時間周波数限界が2.5Hzときわめて低く、かつ感覚モダリティや属性の組み合わせに寄らず共通の値になることを発見した。本研究では、この感覚や属性の組み合わせによらない共通の時間限界が、「時間(いつ)」と「内容(何)」の情報を並列的に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、さまざまな課題を用いて検証した。

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 (around 2.5 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. We also examined the hypothesis that the limit reflect the common rate limit of a central mechanism that specifies "what" happens "when".

研究分野：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 視覚 聴覚 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呼び、多くの感覚が合わさった状態のことをマルチモーダルと呼ぶ。

私たちが日常生活で経験するイベントの多くはマルチモーダルなものである。例えば「紅茶を注いで飲む」というイベントを考えてみる。紅茶がカップに注がれる状態は視覚的に見ることができ、紅茶がカップに注がれるコポコポという音は聴覚的に聴くことができる。カップの重さや熱感、触覚や温熱感覚で知覚することができるし、紅茶が香りたつ様子は嗅覚で、口に含んだときの味は味覚でそれぞれ知覚することができる。

このように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所視される。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(上述の例では「紅茶を注いで飲む」)。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感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は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、さまざまな見地から検討を行った。

2. 研究の目的

本研究の目的は、「時間」と「内容」の情報を適切に統合してダイナミックな知覚世界を成立させ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・属性間の特徴統合の時間周波数限界が2.5Hzとかわめて低く、かつ感覚モダリティや属性の組み合わせに寄らず共通の値になることを発見した。本研究では、この感覚や属性の組み合わせによらない共通の時間限界が、「時間(いつ)」と「内容(何)」の情報を並列的に

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、「運動(ボタン押し)」という感覚・属性に共通した新たな指標を用いて検証するものである。感覚モダリティ間、視覚における属性間バインディングだけでなく、聴覚における属性間バインディングについても検討を行う。

3. 研究の方法

以下は視覚、聴覚、触覚刺激のそれぞれについて、単純反応時間と選択反応時間を調べた実験の結果について述べる。

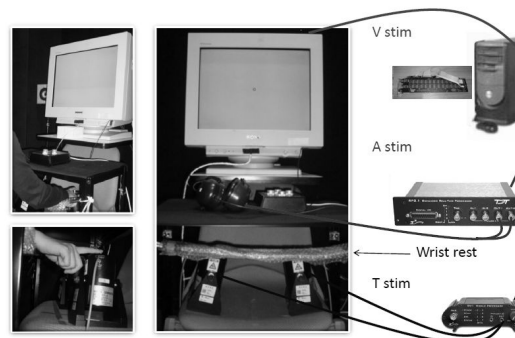


図1. 視覚、聴覚、触覚刺激呈示装置

実験装置

図1に実験セットアップを示す。すべての刺激はMatlabで制御した。視覚刺激はVST 2/5(Cambridge Research System)、聴覚刺激はTDT Basic Psychoacoustic Workstation (Tucker Davis Technologies)、触覚刺激はRM1 Real-time Mini Processor (Tucker Davis Technologies)を用いて作成した。視覚刺激はモニタ(Sony, GDM F500)、聴覚刺激はヘッドフォン(Sennheizer HAD 200)、触覚刺激は振動装置(511-A, EMIC)からそれぞれ被験者に呈示された。

実験刺激

視覚刺激3種(色、輝度、方位)、聴覚刺激1種(音高)、触覚刺激1種(左右の指への振動)を用いた。

実験課題:

実験の流れを図2に示す。

選択反応時間課題

視覚刺激: 赤が現れたらボタンを押し、緑が現れたら何もしないように教示した(もしくはその逆(緑でボタンを押し、赤でなにもしない)、輝度、方位についても同様とした。

聴覚刺激: 高い音が現れたらボタンを押し、低い音が現れたら何もしないように教示した(もしくはその逆)。

触覚刺激：右手の人さし指に振動を感じたら親指でボタンを押し、左手の人さし指に振動を感じたら何もしないように教示した（もしくはその逆）。

単純反応時間課題

視覚、聴覚、触覚の全ての刺激において、刺激が出現したらボタンを押すように教示した。（触覚刺激の場合のみ、親指でボタン押し）

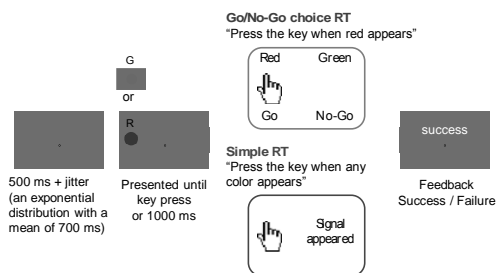


図 2 . 実験の流れ

4 . 研究成果

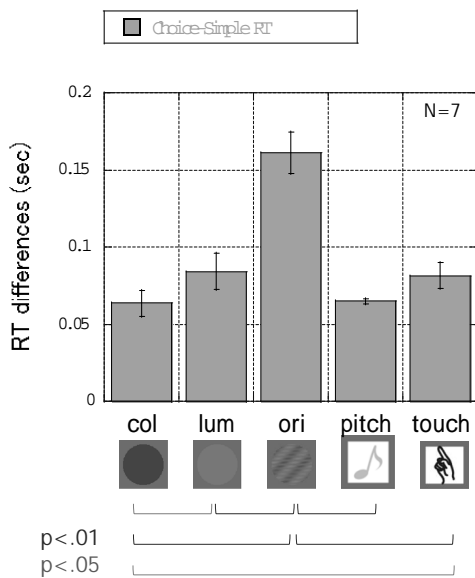


図 3 選択反応時間と単純反応時間の差分

刺激属性間で、選択反応時間と単純反応時間の差分に有意な差が見られた。選択反応時間と単純反応時間の差分は、その刺激が「何」であるかを知覚するのにかかる時間であると推測できる。本研究で用いた刺激においては、「方位」がどちら向きであるかの知覚に最も時間を要したことが伺える。それ以外の属性についても、選択反応時間と単純反応時間の差分はばらばらであった(例. 方位の場合、約 160 ms , 音高の場合、約 70 ms)。すなわち、「いつ (when)」と「何 (what)」を統合しなければならないバインディング課

題においてみられる約 2.5Hz という、感覚モダリティや感覚属性によらない共通の時間限界は、脳がその属性が「何」であるかを判断する時間限界によっては説明できないことが示された。

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 2 件)

1. Kanaya, S., Fujisaki, W., Nishida, S., Furukawa, S., & Yokosawa, K (2015) Effects of frequency separation and diotic/dichotic presentations on the alternation frequency limits in audition derived from a temporal phase discrimination task., Perception, 44, 198-214.
2. Kanaya, S., Kariya, K., & Fujisaki, W. (2016) Cross-modal correspondence between vision, audition, and touch in natural objects: an investigation of the perceptual properties of wood, Perception, 45(10), 1099-1114.

[学会発表](計 4 件)

1. 藤崎和香、氏家弘裕、遠藤博史 (2014/9/11) 遠隔食事介助場面における、遅延視覚フィードバックが介助者の動作に与える妨害効果, ヒューマンインターフェースシンポジウム 2014, 京都工芸繊維大、京都府、京都市、左京区
2. 金谷翔子、苅谷健司、藤崎和香 (2015/1/23), 視聴覚による木の質感知覚-高次質感判断における視覚と聴覚の重み付けについての検討- , 日本視覚学会冬季大会, 工学院大学、東京都、新宿区、西新宿

3. 藤崎和香 (2015/9/1) 多感覚による時間と質感の知覚、YPS 2015 (Young Perceptionists' Seminar), 多摩スポーツセンター、東京都、多摩市、東寺方

4. 藤崎和香 (2016/9/16) 視覚と聴覚における感覚フィードバック研究 時間遅延と質感変容, 日本バーチャルリアリティ学会VR心理学研究委員会オーガナイズドセッション「VR技術に資する多感覚統合の認知科学研究」, つくば国際会議場、茨城県、つくば市、竹園

〔図書〕(計 1 件)

1. 藤崎和香 (2013) 異種感覚統合、「福祉技術ハンドブック」, 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/編、朝倉書店

〔産業財産権〕

出願状況 (計 1 件)

名称：咀嚼感覚フィードバック装置

発明者：遠藤博史、藤崎和香、井野秀一

権利者：同上

種類：特許

番号：2014-228180

出願年月日：2014年11月10日

国内外の別：国内

〔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

国立研究開発法人産業技術総合研究所・人

間情報研究部門・主任研究員

藤崎和香 (Waka Fujisaki)

研究者番号：20509509