

機関番号：82626

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2010

課題番号：21730606

研究課題名（和文）異なる感覚モダリティ間・属性間の時間比較を可能にする
脳内情報処理機構の解明研究課題名（英文）Separate temporal limits of cross-attribute processing revealed by
binding and synchrony judgments

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・研究員

研究者番号：20509509

研究成果の概要（和文）：本研究では感覚モダリティをまたいだ場合と（視覚，聴覚，触覚），モダリティはまたがないが属性をまたいだ場合（色，輝度，方位）について，同期・非同期弁別課題とバインディング課題の両方を行って，対応付けの時間限界を比較した．結果は同期・非同期弁別課題とバインディング課題との明瞭な乖離を示した．同期・非同期弁別課題ではモダリティの組み合わせによって時間限界が異なり，視聴覚，視触覚の対応付けの時間限界が約4Hz となったのに対し，聴触覚の対応付けの時間限界は約10 Hz となった．一方でバインディング課題では，属性をまたぐ場合，モダリティをまたぐ場合を問わず，対応付けの時間限界は約2.5Hz とほぼ一定になった．これらの結果は属性やモダリティをまたがった時間バインディングにおいて「時間(when)」と「内容(what)」の情報がいったんばらばらに処理されたのちに、比較的高次の汎用メカニズムで統合されることを示唆している。

研究成果の概要（英文）：This study compared synchrony-asynchrony discrimination thresholds and the upper limits of temporal binding between audio-visual (AV), visuo-tactile (VT), and audio-tactile (AT) combinations. The results show that the temporal resolution of synchrony perception was similar for AV and VT (approximately 4 Hz), but significantly higher for AT (approximately 10 Hz). However, the upper limits of cross-attribute temporal binding were surprisingly similar for any combination of visual, auditory and tactile attributes (approximately 2.5 Hz). These findings suggest that cross-attribute temporal binding is mediated by a slow central process that combines separately processed 'what' and 'when' properties of a single event.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：マルチモダリティ、同時性知覚、同期・非同期弁別課題、バインディング課題

1. 研究開始当初の背景
時間的な同期性は異なる感覚モダリティ間の情報を統合して一体感のある知覚世界を

構築するための重要な手がかりである。たとえばマガーク効果(McGurk & MacDonald, 1976)や二重フラッシュ錯覚(Shams et al.,

2000)、反発誘導効果(Sekular et al., 1997)などよく知られたマルチモダリティの錯覚現象においても、時間的な同期性は統合の成否を決定する重要な制約条件となっている。しかしながら人間の脳が、物理的・生物学的な時間のずれや、誤対応、組み合わせの爆発といったさまざまな困難を乗り越えてどのように異なる感覚モダリティ間の時間比較を実現しているのかという根本的な謎については未解明である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、物理的・生物学的な時間のずれや、誤対応、組み合わせの爆発など、さまざまな困難を乗り越えて異なる感覚モダリティ間の時間比較を可能にしている人間の脳内情報処理機構を、心理物理学の実験手法を用いて解明することである。感覚モダリティや属性をまたがった時間比較についての先行研究においては、これまでバインディング課題 (e.g., Moutoussis & Zeki, 1997; Holcombe & Cavanagh 2001; Arnold 2005; Bartels & Zeki 2006; Amano et al. 2007; Holcombe & Judson 2007) や同期・非同期弁別課題 (e.g., Van de Par & Kohlrausch 2000; Fujisaki et al. 2005; 2007) が用いられてきた。しかしこの2つの課題を直接比較したものはなく、先行研究で得られている時間限界が、課題の違いなのか、比較する刺激属性の組み合わせの違いなのかを切り分けることができていなかった。そこで本研究では、バインディング課題と同期・非同期弁別課題の時間限界について、さまざまな属性やモダリティの組み合わせを用いて、同一被験者による実験を行い、包括的かつシステムティックな比較を行うことを目的とする。

3. 研究の方法

本研究では、バインディング課題と同期・非同期弁別課題の時間限界を、さまざまな属性やモダリティの組み合わせについて比較する。図1、図2にバインディング課題と同期・非同期弁別課題の例を示す。

バインディング課題では、各シーケンスには2つの属性値の交替刺激を用いる (例えば視覚刺激として赤と緑の交替を用いて、聴覚刺激として低い音と高い音の交替を用いるというように)。交替のタイミングは各シーケンスで常に同期しているが、属性値のペアリングの位相が異なる。被験者の課題は、どの属性値とどの属性値が同期していたかを答えるというものである (例えば低い音と赤、高い音と緑が同期しているか、あるいはその逆であるというように)。

同期・非同期弁別課題では、各シーケンスには周期的に繰り返すパルス列を用いる (例えば視覚刺激としてフリッカー、聴覚刺

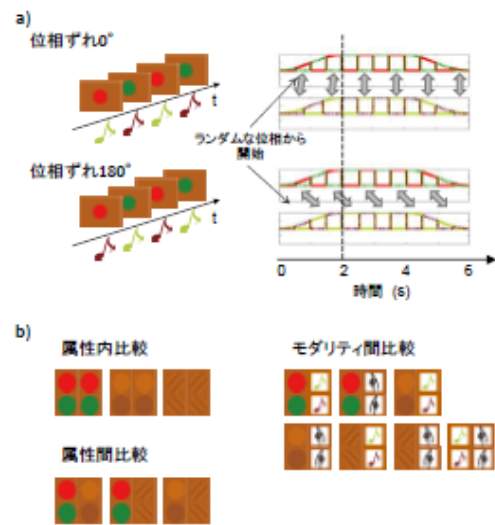


図1. a) バインディング課題の刺激例、b) 属性内比較、属性間比較、モダリティ間比較の組み合わせ (13通り)

激としてフラッターを用いるというように)。被験者の課題は、二つのシーケンスのパルスのタイミング (例えば視覚のフリッカーと聴覚のフラッター) が同期していたか否かを答えるというものである。

視覚刺激はCRT モニタから、聴覚刺激はヘッドフォンから、触覚刺激は二つの振動装置から提示される。各刺激シーケンスは6秒とし、オンセットとオフセットに2秒のコサイン窓をかける。二つのシーケンスの位相はランダムなところから開始し、最初の2秒間でターゲット位相 (0° もしくは180°) に到達するようにする。

バインディング課題では、3種類の視覚属性 (色、輝度、方位)、1種類の聴覚属性 (音高)、1種類の触覚属性 (振動刺激の提示位置) の計5通りのシーケンス、13通りの組み合わせを用いる (図1 b 参照)。各刺激シーケンスは矩形波で変調する。すなわち1周期で二つの属性 (例えば赤と緑) が出現するようにする。

同期・非同期弁別課題では、上記の3種類の視覚刺激より方位を抜いた2通りに各1通りの聴覚刺激、触覚刺激を加えた4通りのシーケンス、計8通りの組み合わせを用いる (図2 b 参照)。

バインディング課題、同期・非同期弁別課題ともに、変調周波数を1-16 Hz まで変化させて、それぞれの課題の時間周波数限界 (閾

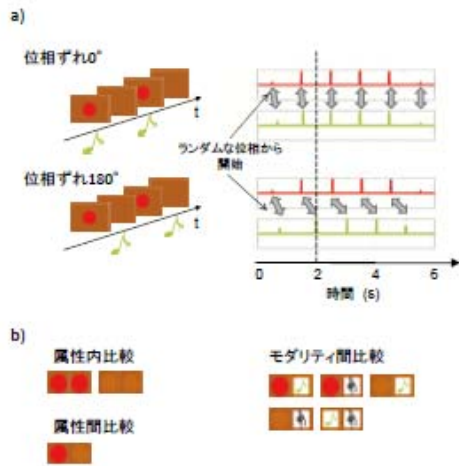


図 2. a) 同期・非同期弁別課題の刺激例、b) 属性内比較、属性間比較、モダリティ間比較の組み合わせ (8 通り)

値) を求める。

4. 研究成果

図 3 に被験者 9 名の結果の幾何平均を示す。横軸が各属性、モダリティの組み合わせ、縦軸が時間周波数限界を示す。白の四角がバインディング課題の結果、黒の円が同期・非同期弁別課題の結果を示したものである。

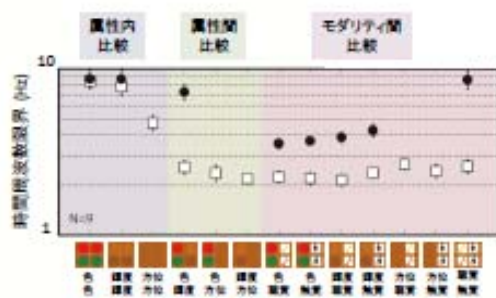


図 3. バインディング課題と同期・非同期弁別課題の時間周波数限界

実験の結果、バインディング課題の場合は、属性をまたぐ場合、モダリティをまたぐ場合を問わず、対応付けの時間限界が約 2.5Hz とほぼ一定となった。一方で同期・非同期弁別課題の場合は、属性の組み合わせによって時

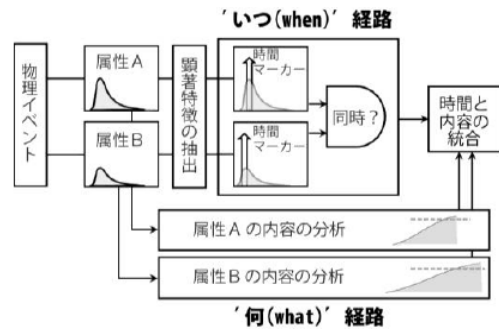


図 4. 感覚モダリティ間、属性間の統合における、「いつ (when)」経路と「何 (what)」経路の並列処理モデル

間周波数限界が異なり、色と輝度の組み合わせ、および聴触覚の組み合わせで他の組み合わせよりも時間周波数限界が高くなった。

少なくとも本研究で検討した限りにおいて、バインディング課題の 2-3 Hz の時間限界は極めて頑健であり、刺激強度、刺激波形、聴覚刺激の属性、刺激の空間位置などを変えた追加実験を行っても、バインディング課題の約 2.5 Hz という低い時間限界は変わらなかった。

これらの結果を踏まえて、属性やモダリティをまたがった時間バインディングにおいて「時間」と「内容」の情報があったんばらばらに処理されたのちに統合されるというモデルを提案した (図 4)。

知覚研究ではこれまで「どこ (where)」経路と「何(what)」経路が並列処理されていると考えられてきたが (Mishkin et al., 1983)、さらに近年、「いつ (when)」経路も分かれているのではないかと議論が始まっている (Battelli et al., 2007)。本研究の成果は、「いつ (when)」と「何 (what)」の情報が並列処理されていることの心理物理的な証拠を示したものであると考えられる。

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 2 件)

- ① Fujisaki, W & Nishida, S (2010). A common perceptual temporal limit of binding synchronous inputs across different sensory attributes and modalities, Proceedings of the Royal Society of London B: Biological

Sciences, 277(1692):2281-90. Epub 2010 Mar 24. 査読あり

- ② Fujisaki, W & Nishida, S (2009). Audio-tactile superiority over visuo-tactile and audio-visual combinations in temporal resolution of synchrony perception, *Experimental Brain Research*, 198(2-3):245-59. 査読あり

[学会発表] (計 3 件)

- ① Fujisaki, W. & Nishida, S. (17, June, 2010). Critical crowding frequency is not dependent on stimulus attribute and modality, Annual meeting of the International Multisensory Research Forum, Liverpool, UK
- ② Nishida, S. & Fujisaki, W. (8, May, 2010). The common 2-3Hz limit of binding synchronous signals across different sensory attributes reveals a slow universal temporal binding process, Vision Sciences Society meeting, Naples (Florida), USA
- ③ Fujisaki, W. & Nishida, S. (19, Sep, 2009). Separate temporal limits of cross-attribute processing revealed by binding and synchrony judgments, NIPS international workshop for scientific study of consciousness, Okazaki, Japan

[その他]

招待・依頼講演

- ① 藤崎和香 (2011/3/5) 視・聴・触覚間の同期知覚、および遅延視覚フィードバックが人間の行為に与える妨害効果, 日本認知科学会「パターン認識と知覚モデル(P&P)」研究分科会, 産業技術総合研究所臨界副都心センター
- ② 藤崎和香 (2010年8月) 異なる感覚モダリティ間・感覚属性間の同期知覚における複数の時間限界、玉川大学研究所若手の会談話会、玉川大学

ホームページ等

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

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤崎 和香 (WAKA FUJISAKI)
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・研究員
研究者番号：20509509

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連携研究者

該当なし