

東京大学大学院新領域創成科学研究科

複雑理工学専攻

平成 24 年度

修士論文

心理物理学的手法と脳磁図を用いた
クロスモーダル同時性知覚に関する研究
(A study on cross-modal synchronous
perception using psychophysics and
magnetoencephalography)

2013 年 3 月提出

指導教員 武田 常広 教授

47-116095 岡 和諭希

Abstract

ヒトは視覚、聴覚、触覚など様々なモダリティから周囲の環境情報を絶えず取得している。得られた情報は属性（視覚では色や輝度など）ごとに分解・処理されたのち、再統合される。ヒトが一体感のある世界を知覚するためには、分解・処理された様々な情報の海から正しい情報の組み合わせを選択し再統合する必要がある。脳は主に二つの手がかりを用いてこの統合を行っていると考えられている。一つは取得した情報の「空間的な一致性」であり、もう一つは「時間的な一致性」、すなわち「同時性」である。空間的な一致性を手がかりとした統合に関しては、これまでに多くの研究がなされ得られた知見も多い。一方で、同時性を手がかりとした統合に関しては、情報の入力時刻をどのように比較し、処理しているかなど、よくわかっていない部分が多い。

同時性を比較する機構（以下、同時性比較器と呼ぶ）の重要な特性の一つである時間周波数特性を調べる手法として、二つの繰り返し刺激の同位相・逆位相を弁別出来る限界の時間周波数を測定する同時性判断タスクがある。先行研究では、異なるモダリティに属する刺激の組合せでこの手法を用いたところ、視覚-触覚、視覚-聴覚刺激の組合せでは約 4Hz であるのに対し、聴覚-触覚刺激の組合せでは約 9Hz という結果を得た (Fujisaki & Nishida 2010)。

本研究の目的は、異なるモダリティに属する刺激の組合せにおける時間周波数限界に差が生じている原因を探るという切り口で、同時性判断処理機構の構造に迫ることである。そのために、時間周波数限界の差を説明できる仮説を 2 つ立て、そのうちの 1 つを 2 章で検証した。その仮説は、刺激の組合せによらず共通の比較器が存在し、高時間周波数刺激においてのみ視覚刺激のボトムアップ信号の強度が弱まるというものである。高時間周波数では視覚のボトムアップ信号が弱まり、比較器への視覚信号の入力が減弱するために、視覚刺激を含む刺激の組合せでは時間周波数限界が低くなったのではないかと考えた。この仮説を検証するために、三種類の時間周波数を持つ視覚、聴覚、触覚刺激をランダムに呈示したときのピーク強度を MEG を用いて計測した。視覚刺激はフラッシュ、聴覚刺激はビープ音、触覚刺激はピエゾ刺激を用いた。その結果、高時間周波数刺激においては視覚誘発反応の減衰が認められたものの、刺激を与える前の状態からは有意に賦活していることがわかった。このことから、視覚の単独刺激のボトムアップ信号の寄与のみでは時間周波数限界の差を説明できないことが示唆された。

続いて、3 章ではもう一方の仮説の検証を行った。すなわち、異なる刺激の組合せで共通の比較器が存在すると仮定したときに予想できる 2 点目として、同時性判断関連反応は、刺激の組合せによらず同じ場所で賦活すると考えられる。

そこで、2Hz 及び 5Hz の視覚-聴覚，視覚-触覚，聴覚-触覚の同位相，逆位相刺激をランダムに提示し，被験者が同時か否かの判断を行っている際の MEG 応答を計測した．使用した各モダリティ刺激は 2 章で使用したものと同様である．その結果，同位相・逆位相刺激間の活動差は，刺激の組合せによって異なる領域に観察された．特に，聴覚-触覚刺激の組合せでは 2Hz と 5Hz で同位置に活動差が見られた．これらはモダリティの組合せごとに異なる比較器が存在し，視覚-触覚，視覚-聴覚比較器に比べて聴覚-触覚比較器の時間周波数限界が高いことを示唆している．

以上二つの実験から，情報統合の重要な手がかりとなる同時性の比較機構は刺激の組み合わせにより異なる場所に存在し，聴覚-触覚の組合せを処理する比較器の性能が高い可能性が示された．

キーワード：MEG，脳磁計，同時性，マルチモーダル，クロスモーダル，情報統合