

論文審査の結果の要旨

論文提出者氏名 村井 祐基

本論文は、人間が外界の出来事の時間長を知覚するメカニズムについて、心理物理学のおよび神経生理学的アプローチによって行った研究に関するものである。時間長の知覚は、言語理解や意思決定、運動制御といった様々な心的機能にとって重要な役割を果たしている。しかし、計時システムに入力される外界の時間情報は、感覚器の時空間分解能や意思決定の曖昧性に由来する様々なノイズを含んでいるため、脳は刺激入力のみならず、事前情報を手がかりとした時間長推定を行っている。本論文では、中心化傾向と呼ばれる錯覚現象を手がかりに、事前に呈示された時間情報が現在の時間情報処理に及ぼす影響と、その神経基盤について検討を行った。

本論文は4章から構成される。第1章ではまず時間情報処理に関する知見をまとめ、異なる時間スケールの時間情報は異なる心的機能及び神経機構に関連していることを示した。さらに、複数の時間長を混ぜて呈示すると刺激の時間長が事前に呈示した時間長の平均に近づいて感じられる中心化傾向と呼ばれる文脈依存的な時間長知覚現象を紹介し、事前情報に基づいて現在の刺激の時間長の知覚を適応的に調節する心理学的・神経科学的メカニズムについて問題提起を行った。

第2章では、中心化傾向の感覚モダリティおよび時間スケール依存性を心理物理学実験によって検討した。時間長知覚においては、1秒付近を境にミリ秒単位の時間長と秒単位の時間長では異なる神経機構が処理に関与していることが指摘されている。実験では、ミリ秒単位と秒単位の時間長について、視覚刺激と聴覚刺激に対する中心化傾向を定量化した結果、ミリ秒単位では視聴覚間で有意な中心化傾向の差が観察された一方、秒単位では視聴覚間で有意な差は観察されず、モダリティ間で中心化傾向に高い相関が観察された。さらに、ミリ秒単位では視聴覚間で刺激時間長に対する弁別感度を統制しても視聴覚間の差が残存したことから、ミリ秒単位の中心化傾向はモダリティ依存的に、秒単位の中心化傾向はモダリティ非依存的に生じることを明らかにした。従来の中心化傾向の心理物理研究は特定の感覚モダリティ・時間スケールに焦点をあてており、異なる感覚モダリティや時間スケール間で包括的に中心化傾向の定量的比較を行った点に本研究の新規性があるといえる。

第3章では、文脈依存的な時間長処理の神経基盤を機能的磁気共鳴画像法(fMRI)を用

いて検証した。実験では、被験者が呈示された視覚刺激の時間長を計時している際の脳活動を測定し、前後に呈示された時間長によって現在の刺激時間長に対する脳活動が変化するか否か検討した。結果として、まずミリ秒単位と秒単位で異なる脳内ネットワークが時間長処理に関与しているとする先行知見を改めて確認した。さらに、1秒付近の時間長を知覚する際には、ミリ秒単位と秒単位両方のネットワークが関与しており、事前にミリ秒単位の時間長が呈示された場合はミリ秒単位のネットワークが、事前に秒単位の時間長が呈示された場合は秒単位のネットワークの賦活が強まることを示した。このことは、1秒付近の時間長に対して二つの計時ネットワークが文脈に応じて協働的かつ可塑的に活動を調整していることを示唆しており、二つのネットワークが別個に時間情報処理を行っているとしてきた従来知見の再考を促すものといえる。

第4章では総合考察として、本論文において得られた知見の意義について他の研究知見との関係性に基いて議論し、類似する文脈依存的な時間長知覚現象との計算論的・神経メカニズム的比較を行った。さらに、時間長情報処理は数や物体の大きさといった他の知覚属性と脳内処理メカニズムを共有している点、中心化傾向が他の知覚属性においても報告されていることから、本論文で得られた知見が、時間長知覚に限らず広く知覚の最適化戦略の研究へと拡張できる可能性について議論した。

本審査会においては、本論文で発見された現象及び時間長知覚の神経メカニズムの新規性が高く評価された。それぞれの研究では明確な研究動機に基づいて緻密な手続きで実験が行われており、実験データの示す意味も明快である。審査委員の試問に対してはすべて適切な返答がなされ、参照文献の書式等軽微な点以外の改稿要求点は指摘されず、審査委員全員一致で本論文が合格とされた。

したがって、本論文は博士（学術）の学位を授与するに相応しいものと認定する。