

學位審查報告書

(ふりがな)	こうのいけ なほ
氏 名	鴻池 菜保
学位（専攻分野）	博 士 （ 理 学 ）
学 位 記 番 号	理 博 第 号
学 位 授 与 の 日 付	平成 年 月 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理学研究科 生物科学 専攻
(学位論文題目)	
霊長類のリズム情報処理メカニズムの解明	
論 文 調 査 委 員	(主査) 宮地 重弘 准教授 中村 克樹 教授 古市 剛史 教授

理 学 研 究 科

(続 紙 1)

京都大学	博士 (理 学)	氏 名	鴻池 菜保
論文題目	霊長類のリズム情報処理メカニズムの解明		
(論文内容の要旨) リズムは音楽の基本的な要素であるばかりでなく、発話や、スポーツを含むさまざまな身体を用いる作業においても重要である。 本論文では、霊長類におけるリズム情報処理について、1) ヒトのリズムワーキングメモリに関わる脳機能、および2) ヒト以外の霊長類としてニホンザルのリズムカルな運動における行動特性、という2つの観点から検討した。 1) については、リズムのワーキングメモリに関わる神経機構を明らかにするため、健常被験者が聴覚および視覚リズムを覚えて再現するワーキングメモリ課題を用いて、リズム記銘期、保持期、想起期の脳活動を機能的MRIで計測・解析した。その結果、提示刺激のモダリティ（視覚または聴覚）に関わらず、下前頭回、頭頂葉皮質および小脳がリズム記銘期および想起期に強く活動することが明らかになった。過去の研究でリズム情報処理との関係が注目されていた前頭葉補足運動野は、とくに想起期に強い活動を示した。保持期には、弱いながらも、上記の全ての領域で賦活が確認された。以上から、ヒトのリズムワーキングメモリには特定の感覚モダリティにかかわらず前頭葉—頭頂葉—小脳の運動システムがダイナミックに関与していることが示めされた。 2) については、一定間隔で提示される手掛かり刺激にしたがって連続的にボタン押しを行なう課題を2頭のニホンザルに訓練し、リズムカルな反復連続運動のタイミング制御に関わるサルの行動特性を調べた。運動リズム制御における手掛かり刺激の間隔（すなわちボタン押し間隔）の影響を調べるため、600ミリ秒から1500ミリ秒までの異なる長さの刺激間隔を用いて等間隔ボタン押し課題を訓練した。また、比較のため、ランダムなタイミングで提示される手掛かり刺激に反応してボタンを押す課題（ランダム課題）も訓練した。その結果、1秒以下の短い間隔の等間隔ボタン押し課題では、ランダム課題の場合と比べて反応時間が有意に短縮した。それに対し、1秒を超える長い間隔の等間隔ボタン押し課題では、このような反応時間の短縮は見られなかった。これまでのヒトを対象にした研究により、運動リズム・タイミングの制御においては2つの神経システムが関わっており、とくに1秒以下の短い時間間隔についてはより自動的なシステムが、それを超える長い時間間隔の処理にはより意識的なシステムが重要である可能性が示唆されているが、本研究により、サルにおいても1秒以下の時間間隔とそれを超える時間間隔の処理にことなるシステムが関わっている可能性を示唆された。 本研究により、ヒトのリズム情報処理に関わる各脳領域のダイナミックな活動パターンが明らかになった。また、より詳細な神経生理学的研究のため、サルをモデル動物として研究する可能性が開かれた。			

(続 紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

「リズム」は、音楽をはじめ人間のさまざまな活動において重要な要素であり、その認知過程についての心理学的研究は少なくない。また、近年は、リズム情報処理に関連するヒトの脳活動についての研究も進みつつある。しかしながら、これまでの研究では、リズムの認知、記憶、再現など、リズムに関わる複数の過程が十分に切り分けられておらず、また、適切な対照実験が用いられなかったため、測定された脳活動がリズムに特異的なものかどうかは必ずしも明確でなかった。また、リズム情報の処理には、脳内の複数の領域が関わり、その神経活動はミリ秒単位でダイナミックに変化すると考えられる。そのようなリズム情報処理に関わる脳機能をさらに詳細に研究するには、ヒトに近縁の動物を対象に、電気生理学、薬物の微量注入等の、時間分解能、空間分解能に優れる実験方法を用いることが重要である。しかしながら、ヒト以外の霊長類を対象にしたリズム認知、運動リズム制御の研究は現在までほとんど行われていない。

申請者はリズム情報処理の脳内過程を明らかにするため、ヒトを対象に機能的MRIを用いた実験を行なうとともに、サルにリズム運動を訓練し、その行動を解析した。

ヒトを対象にした研究では、健常被験者がリズムワーキングメモリ課題を行なっている間の脳活動を機能的MRIによって測定した。この際、視覚または聴覚刺激によるサンプルリズムの提示期間、遅延期間、ボタン押しによるリズム再現期間を含む完全試行の他に、サンプル提示直後、または遅延期間の直後に中断する不完全試行を含めることにより、リズム認知、記憶の保持、運動によるリズムの再現の3つの過程に関わる脳活動を分離した。さらに、刺激のリズムではなく回数を記憶する対照課題を用いることにより、リズム特異的な脳活動を検出した。その結果、リズム情報処理に関わる下前頭回、頭頂葉皮質、小脳、内側前頭葉皮質などのダイナミックな活動変化を明らかにすることに成功した。とくに、これまであまり注目されてこなかった頭頂葉皮質のリズム情報処理における重要性を明らかにした点は注目に値する。

サルを対象とした研究では、LEDの点滅に合わせてボタンを押す課題を2頭のニホンザルに訓練し、ランダムな時間間隔でボタンを押す場合と一定のリズムでボタンを押す場合での反応時間等の行動指標を比較、解析した。その結果、サルも運動リズムを学習することが可能であること、間隔が1秒以下の「速い」リズムは学習が容易だが、より間隔の長い「遅い」リズムの学習は困難であることを見いだした。さらに、ヒトと異なり、聴覚刺激のみによるリズムの学習が困難であることを見いだした。これらの知見は、今後サルをモデル動物としてリズム情報処理メカニズムの研究を進める上で非常に重要な知見である。

よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成24年8月9日論文内容とそれに関連した口頭試問を行なった。その結果合格と認めた。

要旨公開可能日： 年 月 日以降