

氏 名	張 楠 (ZHANG NAN)		
授与した学位	博 士		
専攻分野の名称	統合科学		
学位授与番号	博甲第	7 1 6 5	号
学位授与の日付	2 0 2 4 年	9 月	2 5 日
学位授与の要件	ヘルスシステム統合科学研究科                     ヘルスシステム統合科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)		
学位論文の題目	The neural substrates of motion inhibitory control during Go/No-Go response inhibition task (Go/No-Go 課題を用いた運動抑制の神経基盤の解明)		
論文審査委員	教授 紀和 利彦	教授 楊 家家	准教授 高橋 智
学位論文内容の要旨			
<p>Chapter 1: Response inhibition is crucial for effective cognitive control, enabling individuals to suppress behavioral responses in various contexts. This study centers on the Go/No-Go task, a widely adopted method for assessing response inhibition, using event-related potentials (ERPs) to explore its neural underpinnings. Despite existing research, the impact of varying Go/No-Go ratios on neural mechanisms remains unclear. This research aims to fill this gap by investigating how different ratios affect response inhibition and associated brain activity, aiming for a deeper understanding of cognitive and neural processes.</p> <p>Chapter 2: In the behavioral experiment, participants performed the Go/No-Go task under varying inter-stimulus intervals (ISIs) and Go/No-Go ratios. Increasing the proportion of No-Go trials led to slower response times, indicating heightened difficulty and increased demands on inhibitory control. These findings underscore the role of Go/No-Go ratio in modulating task difficulty and the effectiveness of response inhibition.</p> <p>Chapter 3: The ERP experiment involved recording EEG data from participants performing the Go/No-Go task to investigate neural correlates of response inhibition. ERP findings showed that higher proportions of No-Go trials were associated with reduced inhibition, as reflected in changes in the NoGo-P3 component. Specifically, decreased amplitude and increased latency of the NoGo-P3 indicated less efficient inhibition under more challenging task conditions. These results highlight the critical role of Go/No-Go ratio in shaping neural mechanisms underlying response inhibition.</p> <p>Chapter 4: Complex network analysis provides a comprehensive approach to understanding brain activity during response inhibition tasks. By analyzing EEG data using metrics such as coherence and global network properties, this chapter explores how different brain regions interact and coordinate. Such analysis reveals the dynamic nature of neural processes involved in response inhibition, complementing traditional ERP methods and offering a broader perspective on brain connectivity and information flow during cognitive tasks.</p> <p>Chapter 5: This study contributes to our understanding of response inhibition by demonstrating that varying Go/No-Go ratios significantly influence task performance and neural activity. Both behavioral and ERP experiments consistently showed that increasing proportions of No-Go trials lead to slower response times and reduced NoGo-P3 amplitude, indicating greater difficulty in inhibitory control. Complex network analysis further revealed intricate patterns of brain connectivity underlying response inhibition, highlighting the interactive nature of neural processes. Overall, these findings deepen our knowledge of how task parameters modulate cognitive and neural dynamics in response inhibition tasks.</p>			

## 論文審査結果の要旨

ヒトの手は、物を掴むという基本的な動作から楽器を演奏するなどの巧みの技能に至るまで、5本指が器用に動かすことができる。このような手指の運動は、大脳皮質の低次運動野から全脳の各領域に至る過程で階層的な情報処理によって遂行されている。近年、脳波を用いた事象関連電位（ERP）法などの脳機能計測技術が進歩し、ヒトの運動制御に関わる全脳処理ネットワークが解明されつつあるが、不明な点はまだ多くある。本研究では、運動を抑制する過程を研究対象とし、手指の運動制御に関わる脳機能の解明を目指している。

本研究は、典型的なGo/No-Go課題と呼ばれる運動の有無（有:Go、無:No-Go）を反応とした刺激弁別課題を用いて、運動抑制過程の脳機能を調べることにした。実験は、まず実験参加者に画面を注視してもらい、右手にジョイスティックを握ってもらった。次に、画面中心に矢印（上下左右の4方向から一つ）が表示された500ms後に、二つ目の矢印が表示される。実験参加者には、二つの矢印が同じ方向の場合に矢印方向にジョイスティックのレバーを倒すように指示し、方向が異なる場合にレバーを動かさないように指示した。このレバーを動かさない場合（No-Go）を運動抑制条件と定義し、ERP解析を行った。その結果、大脳皮質の中心前回にある運動野付近において、二つ目の矢印が提示されてから約150ms後に運動抑制に関する脳活動が見られ、それが800msまで持続したことを確認した。従って、運動を抑制する過程は一過性の脳活動による実現されたものではなく、No-Goの条件と判断できてから持続的な活動が必要であると考えられる。前述の研究成果は、Brain Science誌に1報が掲載され、複数の国内国際学会において発表した。現在、同じデータを用いた全脳ネットワーク解析が完了し、雑誌投稿の準備を進めている。

以上のことより、本論文は学術上および医工学上貢献するところが多い。よって本論文は、博士（統合科学）の学位として価値あるものと認める。