

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Neural Mechanisms Underlying Performance Errors: A Functional Neuroimaging Approach
著者(和文)	大良宏樹
Author(English)	Hiroki Ora
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10099号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:三宅 美博,中村 清彦,豊泉 太郎,小池 康晴,葭田 貴子,宮崎 真
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10099号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	大良 宏樹		
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名
	主査	三宅 美博	教授		葭田 貴子	准教授
	審査員	中村 清彦	教授	審査員	宮崎 真	教授
		豊泉 太郎	連携准教授			
		小池 康晴	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文では、遂行エラーの神経メカニズムについての研究を報告している。具体的には、遂行エラーの直前の頭皮上脳波を計測し、遂行エラーが起きた場合とそうでない場合を比較することで、遂行エラーの背景にある神経メカニズムを明らかにしている。さらにその延長として、遂行エラーを単一試行で予知・検出する手法を提案しており、『Neural mechanisms underlying performance errors: a functional neuroimaging approach』と題して、英文7章より構成されている。

第1章「Introduction」及び第2章「Review of the literature」では、本研究の背景と問題、問題解決のための方針を述べている。具体的には、意図と異なった運動出力は、重大な事故を引き起こしうるヒューマン・エラーの原因の一つであると指摘している。特に、目標指向型行動における遂行エラーは深刻な結果を招く可能性があり、遂行エラーの神経メカニズムを解明することは、遂行エラーによる深刻な結果を未然に防ぐ可能性を切り開くことが期待され重要であると問題提起している。問題解決の方針として、脳活動の計測には時間分解能に優れた頭皮上脳波を採用し、遂行エラーの検出及び事前予知には高い性能を得るために、識別器として非線形サポートベクトルマシンを採用している。

第3章「Neural mechanisms underlying performance errors」では、視覚弁別課題遂行中の健常被験者の脳波を計測し、遂行エラーが起きた場合とそうでない場合を比較することで、遂行エラーの背景にある神経メカニズムを検討している。これまでに遂行エラーには前頭葉、頭頂葉及び感覚野の関与が報告されているが、その時間的な配置については、不明であることを指摘し、それを脳波実験によって研究している。遂行エラーを含む試行では、視覚刺激提示から約50ミリ秒で前頭部、約125ミリ秒で頭頂部、そして約160ミリ秒で後頭部に陰性電位の減少を報告している。この結果は、遂行エラーの直前には前頭-頭頂ネットワークから低次視覚野へのトップダウン信号が欠落していることを示唆していると述べている。

第4章「Single-trial detection of performance errors」では、エラー直後に生じる頭皮上の陰性電位を単一試行検出する手法を提案している。高い精度を得るために非線形サポートベクトルマシンを使用した識別器を使用し、ROC曲線によって提案手法を評価している。提案手法は先行研究よりも高い性能を示し、遂行エラーを高い精度で単一試行検出することに成功している。

第5章「Single-trial prediction of performance errors」では、3章で示された遂行エラーに関与する神経活動を、4章で提案した手法を使用することで、遂行エラーを事前に単一試行の生体信号から予知する手法を提案している。具体的には、遂行エラーが生じる直前の生体信号及び外界の事象から生成したトリガー信号から、その後遂行エラーが発生するかどうかをデコードすることに成功している。

第6章「General discussion」と第7章「Conclusion」では、前章までの成果をまとめ、さらに、遂行エラーを事前予知する手法の性能向上及び応用までの道筋についても検討している。また、このような応用からの観点から、基礎的な研究に関して新たな視点をもたらしうることを指摘している。そして、遂行エラーのメカニズムを解明し、それを応用することで、遂行エラーを事前に予知することで遂行エラーによる深刻な結果を回避する可能性を切り開いたと結論している。

以上を要するに本論文は、遂行エラーの神経ダイナミクスを明らかにし、その結果を遂行エラーの事前予知にまで適用したものであり、理学的貢献するところが極めて大きい。よって、本論文は、博士（理学）の学位論文として十分価値があるものと認められる。