

Directional Information Flow from Phase Transfer Entropy in Working Memory Processing

王, 瑞敏

<https://hdl.handle.net/2324/4060008>

出版情報 : Kyushu University, 2019, 博士 (システム生命科学) , 課程博士

バージョン :

権利関係 : Public access to the fulltext file is restricted for unavoidable reason (3)

氏 名	王 瑞敏
論 文 名	Directional Information Flow from Phase Transfer Entropy in Working Memory Processing (ワーキングメモリ処理における位相移動エントロピーを用いた方向情報フロー)
論文調査委員	主 査 九州大学 教授 伊良皆 啓治 副 査 九州大学(システム生命科学府) 教授 ローレンス・ヨハン 副 査 九州大学(システム情報科学府) 教授 森 周司

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

ワーキングメモリー (WM: Working Memory) とは、情報を一時的に保持して同時に処理するための能力のことを指し、学習や意思決定に関与する重要なものである。近年の fMRI や脳磁図、脳波などの脳機能イメージングにおける機能的接続性を用いた脳情報解析技術の進歩に伴い、WM を必要とする認知プロセスと脳内ネットワークの関連性を調べる研究がなされている。しかし、これまでの研究には2つの問題点が存在している。一つは、ネットワーク解析手法の信頼性である。これまで、様々なネットワーク解析手法が提案されているが、これらの手法をどの問題に適用するのが有効であるかきちんと検証されていない。もう一つは、WM 状態とコントロール状態の2つの状態における脳活動のみを比較して議論されている点である。この2つの状態の比較では、WM 状態時に観測されたネットワークが、WM 以外の要因によって形成された可能性を排除できず、WM とネットワーク形成の関連性をはっきりと示すことはできない。

本論文では、WM 処理における方向情報フローの特徴、その役割を調べるために、位相移動エントロピー (PTE: Phase Transfer Entropy) を用いて脳波の方向情報フローを算出し、安静、注視、WM 時の情報の符号化、及び、情報維持の4つの状態におけるネットワークを比較した。その結果、4つの状態すべてにおいて、前頭部から後頭部のシータ波の情報フローと、後頭部から前頭部のアルファ波の情報フローで構成される情報フローループが観測された。4つの状態では、各方向情報フローの強さが異なっていたことより、中央実行系、内省的注意、WM の維持、及び純音処理等の各種認知プロセスと方向情報フローの関連性を明らかにした。

さらに、方向情報フローと認知能力の関連性について調べた結果、WM の維持状態において、頭頂部から前頭頂部へのアルファ波の情報フローの強さが WM 容量に比例して変動することが観測された。このことより、頭頂部から前頭頂部へのアルファ波の情報フローの強さは、長期間の情報保持と強い関連性があることを明らかにした。

以上、本研究で得られた結果は、WM 処理における脳内情報ネットワーク解析において、PTE で算出された情報フローが有効であることを明らかにするとともに、脳神経疾患の診断への応用や脳機能イメージングにおける個人差検出において PTE 応用の理論的基礎を提供するものであり、価値ある業績であると認められる。

よって、本研究者は博士 (システム生命科学) の学位の資格があるものと認められる。