

脳のリズムネットワークの機能と回復メカニズム

国立研究開発法人理化学研究所 脳神経科学研究センター CBS-トヨタ連携センター 脳リズム情報処理連携ユニット ユニッリダー 北城 圭一

二つのリズム、周波数が異なる振動が相互作用しあう結果、振動のリズムが完全に一致する現象を振動同期という。この同期現象を17世紀にはじめて発見したのはオランダのホイヘンスである。ホイヘンスは振り子時計の発明者であり、並べて柱に掛けた弱い力の相互作用がある二つの振り子時計が、条件によってはリズムが完全にロックする振動同期が起きることを発見した。このような同期現象は物理現象として普遍的にみられるが、物理系のみではなく、例えば多数のホタルの発光の同期、カエルの鳴き声のような生物系、さらには、ヒトでも複数人の間での行動上の同期現象が報告されている。

一方、ヒトの脳を脳波で計測するとリズムミットな振動活動が見られることが知られている。さらには、視覚皮質と前頭皮質のような離れた脳の領野間での脳波の振動同期が脳機能と関連して観察されることも知られている。我々のグループはこれまで、脳の振動同期が脳の知覚、運動、記憶等のさまざまな機能のための情報処理の基盤となっていると考え、研究を進めてきた。具体的には脳の情報処理を担う大域的なリズムネットワークが脳波の振動同期により生成されていると考えている。

また、近年、脳のリズム現象、特に振動同期と各種の疾病との関連も研究されている。例えば、統合失調症患者では、白黒二値の顔画像認知時に健常者では観察される30-40Hz前後のガンマ波での大域的な振動同期が低下しており、認知能力も低下していることが報告されている。

一方、課題時の脳活動のみではなく、安静時の脳活動も機能的に重要な役割を果たしていることが解明されつつある。そこで我々は、脳卒

中患者の脳波の安静時の脳波の振動同期様相の解析により、特に半球間の振動同期度が脳卒中患者では低下していることを発見した。さらに同期の不全度は特に食事・更衣・移動・排泄・整容・入浴等のADL（日常生活動作）の指標であるFIM（Functional Independence Measure）と高い相関を示すことを報告した。

古典的な見方だと脳卒中は脳梗塞または脳出血により、脳の機能的なモジュール、例えば、運動野や視覚野などが損傷を受けることにより特異的な病態が起きる。例えば、運動野が損傷を受けると、運動機能が低下し、視覚野が損傷を受けると、視覚機能に不全が起きるということはある程度は確認されている。しかし、我々の研究では損傷の位置や大きさの影響を統計的に取り除いた場合でも、半球間同期ネットワークの不全が直接FIMに影響を及ぼすという結果が得られ、これをサポートする他のグループの研究も増えている。つまり、脳卒中は、機能的なモジュールの損傷以外に、ネットワークの不全、ネットワーク病という側面があり、大域的な脳波リズムの振動同期ネットワークの解析によりネットワークの不全度が定量化できるといえる。

それでは、損傷した脳のリズムネットワークを回復、あるいはより不全とならないように維持するにはどうしたらよいのか？脳の電気刺激、磁気刺激手法等を利用したニューロリハビリテーション手法が最先端研究である。我々は特に脳のリズム現象に着目し、バイパスネットワークを作るニューロリハビリテーション新規手法を研究している。このようなリズムネットワークの観点からの脳機能の回復、維持について議論を行いたい。