

生体信号のもつ「複雑さ」を考慮した脳波解析手法の提案

○上原 賢祐 ・ 齊藤 俊 (山口大学大学院創成科学研究科)

近年、脳波の研究が医学や工学などの異なるフィールドで盛んに行われている。この脳波はヒトの心理状態や生理状態によって大きく影響されるため、てんかんなどの脳疾患の診断や、眠気や苛立ちなどヒトの状態を推定するといったことを可能とする。熟練されたお医者さんや技師の方は、脳波信号を直接目で見て、これらの病態や心理状態の推定にある知見を見出すことができる。しかしこのような経験則に基づく診断においては、しばしば誤診が確認されている。これは、脳波信号がもつ「複雑さ」が原因であり、脳波形から直接得られる情報のみでは判断が非常に難しいものである。一方、これまでの工学的な信号処理技術を用いた脳波解析としては、周波数分析や時系列分析といったようなことがなされる。これらは、特定の周波数における振幅やパワースペクトル（含有量）などが分析の主要項目であったが、「複雑さ」を考える上では、脳波形の変化の仕方自体にも眼を向ける必要がある。この「複雑さ」の理論に基づく定量解析によって、脳神経だけではなく生体システムそのものの生理学的意味の理解につながる可能性がある。

本報告では、脳波信号を解析するためのモデルおよび解析手法の紹介（図1）とそのモデルを使用してヒト脳波のリラックス状態とストレス状態に適用した結果（図2）を紹介する。

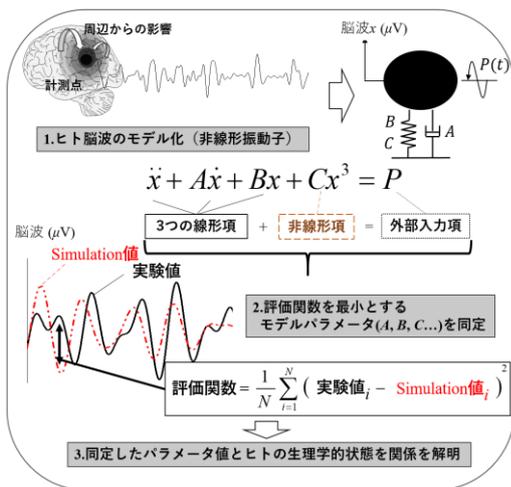


図1 提案するモデルと解析手法

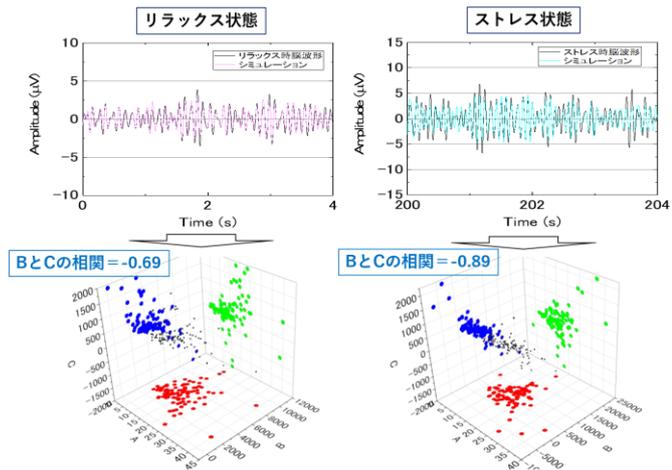


図2 リラックス時とストレス時の脳波解析結果

我々の提案する脳波モデルは、工学系の大学で習う一般初等数学で取り上げられる一自由度振動系の式 $\ddot{x} + A\dot{x} + Bx = 0$ に対し、左辺に「複雑さ」を表す非線形項 Cx^3 を、右辺に周辺脳波の影響を考慮した外部入力項 $P(t)$ を足した単純なモデルである。左辺について各係数は1秒ごとに図1に示した評価関数を最小とすように実験的に同定していく。図2は、リラックス時とストレス時の脳波に本モデルを適用して、各係数パラメータを同定した結果である。結果より前述したパラメータ同定を施すことによって、脳波の定量化を施すことができることを確認した。また、リラックス時に比べストレス時脳波においては、線形パラメータ B と「複雑さ」を表す非線形パラメータ C との間の相関が強まった。即ち、緊張度や集中度が高まるとこれまで乱雑に動いていた脳波形の「複雑さ」が小さくなり、ある傾向が出てくることが確認された。

文献

[1] 松浦雅人, “診断の補助となる臨床脳波検査”, 第49回日本臨床神経生理学学会 技術講習会, pp.11-22 (2006)