

## 検査タスクが皮質脳波に与える影響の解析

佐々木結衣（金沢大学大学院）・久保守（金沢大学）・吉識賢志（金沢大学）

木下雅史（金沢大学）・佐藤賢二（金沢大学）

## 1. 研究背景・目的

金沢大学脳神経外科では、覚醒下の患者に対し検査タスクを行い複数箇所の皮質脳波を測定しながら腫瘍摘出等を行う覚醒下手術を実施している。この手術法で得られた脳波データを解析することはタスク実行に必要な脳機能の局在解明につながる。

本研究では空間認知を測るタスクとして線分二等分検査を行った場合の脳波データ(約 4 分間の内数秒のタスクが 5 回実施された際の電極 16 か所の測定データ)を用いて、脳波がタスクにどのような影響を受けているかを解析することを目的とした。

## 2. 研究内容

解析の手法として、①周波数成分の抽出、②類似波形のクラスタリング、③検査状態の分類を行った。

①について、時点  $t$  を含めた過去 500 フレームを窓関数にかけた後、高速フーリエ変換 (FFT) を用いて  $t$  における波形を 1~250Hz の成分に分解した。検査実施中の数秒内で  $t$  を 1 フレームずつずらして FFT で変換した結果を時点毎にプロットし、5 回の検査それぞれについて animated GIF の動画にまとめた。

②について、検査 5 回を含めた 217 秒分のデータを 1 秒ごとに切り出し、各特徴の平均が 0、分散が 1 になるよう標準化したデータに対して、階層型クラスタリングを行った。距離としてユークリッド距離を用い、連結法についてはウォード法を用いた。

③について、クラスタリングに用いた 1 秒間の波形それぞれに検査状態のラベル(検査 1~5 または検査外の 6 種)を付与し、 $k$  分割交差検証を行った。分割方法は、16 電極全てのデータを使ってラベルの種類が均等になるよう 10 分割した場合と、15 の電極で学習し残り 1 つの電極でテストするよう 16 分割した場合の 2 パターンとした。学習器にはサポートベクターマシンを用いた。

## 3. 実験結果

図 1 に周波数抽出結果の GIF の一部を示す。検査時間内に特徴的な周波数変化を目視で探した結果、一部電極で 100~150Hz 帯の増減が確認できた。次に、図 2 にクラスタリング結果のデンドログラムを示す。併記してある上段のカラーバーは、波形の時刻  $t$  を表すヒートマップを表している(検査 1 の開始前と検査 5 の終了後は白色)。一方、下段のカラーバーは電極の ID 番号 (1~16) を表している。クラスタリングの結果、複数電極の同じ時点の波形で構成されるクラスターや、同じ電極の異なる時点の波形で構成されるクラスターが形成されることが分かった。これは、電極間において波形が伝播する可能性や、異なる時点の検査において類似した波形が現れる可能性を示している。

類似検査状態の分類の結果については、全電極を用いた 10 分割交差検証では 96.6% を超える正解率を達成した。一方、電極ごとに 16 分割交差検証を行った場合、平均すると同程度の正解率が得られたが、テストに用いる電極によって正解率にばらつきがあった。特に電極 4 をテストに用いた場合、他より 6% 以上低い 85.7% という正解率になることが分かった。

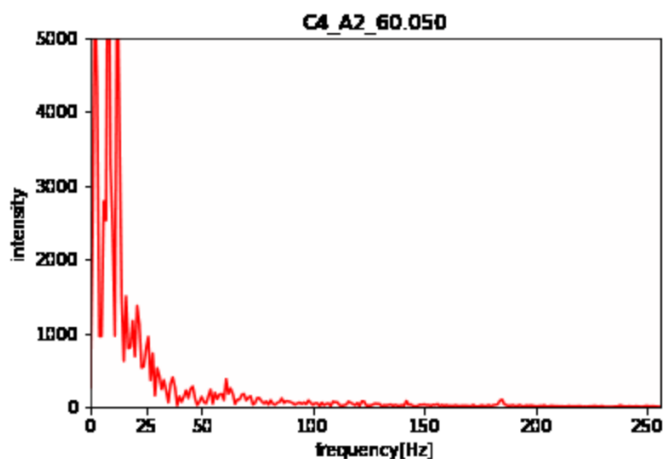


図 1. 周波数特性グラフ例

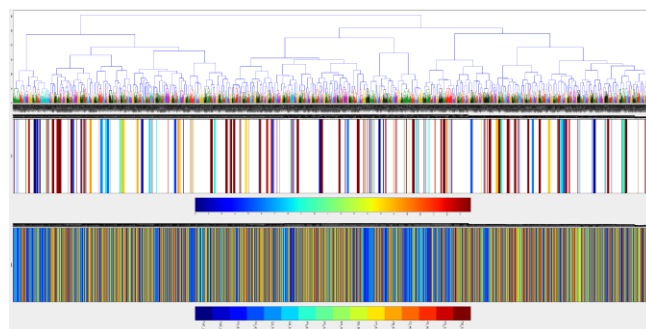


図 2. クラスタリング結果

## 4. まとめ

本研究では時間周波数特性や検査状態の分類によりタスクが皮質脳波に与える影響の解析を行った。検査時間内に一部電極で波形が変化すること、同一時点の複数電極や同一電極の複数時点の波形が集まったクラスターが見られること、波形データから 96% 程度の正解率で 5 回の検査および検査外の分類を行えることが分かった。今後の課題として、より短時間で切り出した波形群でのクラスタリングの実施や、周波数成分を用いた検査状態の分類の実施などがあげられる。