

脳波のゆらぎ特性と道路走行性の関係

信州大学工学部 正員 奥谷 巖
 信州大学大学院 学生員 ○鈴木 範夫
 信州大学大学院 真鍋 昌彦

1. はじめに

自動車交通事故発生原因を調べてみるとその要因は、道路状況、天候状況、運転者の精神状態等現代社会の繁雑さを物語る様々なものが挙げられ複雑至極である。そこで我々は、時々刻々と変化する交通状況を、視覚的、聴覚的、あるいは触覚的に認知し、判断・行動している人間自身の生体的情報である運転時の脳波（人間の思考、行動、情動面、自律機能を統御する最高の中枢である脳での活動結果）を定量的にとらえ、道路環境との関係を、被験者20名、実験道路区間43区間において調べてみたところ、直線あるいは見通しの良い道路区間に較べて、カーブあるいは見通しの悪い道路区間において、 α 波（安静時に多くみられ、生体的に刺激を受けると減衰するとされる脳波）の出現が概して低調である結果を得た。この様な経験からリラックス運転時における α 波の優位な出現に視座を据え、更にその特性を解明するべく、昨今、快適性との関係で注目されている“周波数ゆらぎ”を指標として道路走行性を検討できないものかと考えた。

2. 周波数ゆらぎ特性

我々が今回注目した周波数ゆらぎは、いわゆる“ $1/f$ ゆらぎ”と呼ばれ、生体となじむゆらぎ、あるいは快適感を伴うゆらぎとして多くの家電機器に应用され始めているものである。 $1/f$ ゆらぎは次の様な統計的性質に対して名付けられたゆらぎである。ゆらぎ量（ P_w ）の対数値を縦軸、ゆらぎ周波数（ f ）の対数値を横軸にとってスペクトルを描くと、 $1/f$ ゆらぎは、ゆらぎ周波数の低下にともなってゆらぎ量が逆比例してほぼ-1の傾きで増加する傾向（ $\log P_w = -\log f$ ）を示す（図2.1参照）。

通常、ゆらぎが全くランダムに生起するのであれば、解析可能な周波数の範囲でそのパワー量は、周波数に無関係に一定値を示すが、観測されたゆらぎにある種のリズム性が存在する場合は、ゆらぎ量に増減が認められる。 $1/f$ ゆらぎはこうしたゆらぎの一種である。

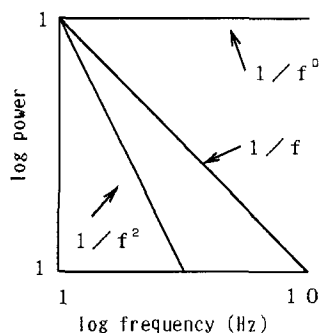


図2.1 ゆらぎのパワースペクトルの模式図
 $1/f^0$, $1/f$, $1/f^2$ はそれぞれスペクトルの傾斜を特徴づける。

3. 脳波計測方法

電極装着部位は、国際脳波学会連合標準電極配置法に基づき、正中前頭部（Fz）、正中中心部（Cz）、正中頭頂部（Pz）とし、基準電極は左耳たぶ（A1）、ボディアースは額（FPz）である。前出3部位は、感情や情緒、理解や認識に関わる部位と認められている。脳波は、基準電極である左耳たぶとの電位差を持って、脳電位とし、これを生体ポリグラフ装置（脳波計）において増幅し、データレコーダに磁気記録

する。なお、電源として12Vバッテリーを使用した。

4. 脳波の周波数ゆらぎ情報の抽出

カセットテープに磁気記録された脳波を、24dB/octのローパス、ハイパスフィルタからなる帯域パスフィルタ(5~15Hz)に通し、電氣的に α 波成分を含む分析対象周波数成分を実験対象道路区間毎に抽出し、A/D変換を介してコンピュータに転送し、フロッピーディスクにフィルタ通過波形データを記録する。さらに、このフィルタ通過波形データにおいて、ゼロ交差法を用いて基線に対して負電位から正電位の方へ横切る点(時刻)を順次求める。

5. ゆらぎ情報の処理

4で求めた時刻データから逐次、ゼロ交差点間隔(1サイクル)ごとの時間(周期)を計算し、逆数をとることによって周波数の点過程時系列に変換する。その変動を縦軸、時間経過を横軸にとり各道路区間における α 波の周波数ゆらぎとする。

次に、動的処理法として、スペクトル法を用いて α 波の周波数ゆらぎの特性を検討する。

各道路区間におけるゼロ交差点時刻データをいくつかの単位時間に分割し、その時間内で改めて一定周期で各点をサンプリングする。それを基本単位にFFT法により、スペクトル解析することによって、ゆらぎ周波数に対するパワー量(ゆらぎ量)を算出する。この手続きは、スペクトル解析において、 α 波の周波数を点過程に変換してその変化をプロットした場合、各点が生起する時間間隔は一定でないことから、サンプル長と、実際のサンプル長の時間にずれが生じるのを避けるために行う。具体的には、次のような手順で周波数の点過程時系列を導く。

Z_n : n回目のゼロ交差時刻

S : サンプリング周期

m : 序数

S_m : m番目のサンプリング時刻($S \times m$)

F_m : m番目にサンプリングする周波数

$\max(Z_n)$: 時刻 S_m までの Z_n の最大値

ある時刻 S_m での周波数 F_m を決定するには、

$$S_{m-1} < \max(Z_n) \leq S_m < Z_{n+1} \text{ の条件のもとで、 } F_m = 1 / \{ Z_{n+1} - \max(Z_n) \}$$

によって、 F_m を決定する。

6. おわりに

現時点においては、分析結果を得ていないが、道路構成条件(曲率半径、幅員等)においてあらかじめ分類された区間ごとに α 波の周波数リズムのゆらぎを選別し、道路走行条件に対応して α 波のゆらぎ特性が変化(例えば、気分がよく、リラックス状態と考えられる道路上では α 波の周波数変動に周期的ゆらぎリズム($1/f$ に近い特性)がみられ、逆に不快と思われる道路上ではこの特性が崩れる。)していることを期待している。

更に、道路構成条件での分類はせず、 α 波のゆらぎ特性から分類して、その特性に従属する道路構成条件が存在するのか、存在するとすればいかなるものかを抽出してみたい。なお、それらのことを含めて、分析結果等については、講演時にて発表する。

参考文献

- 1) 吉田倫幸: 脳波のゆらぎ計測と快適評価, 日本音響学会誌46巻11号, 1990
- 2) 安久正紘, 大口國臣: 人に快適感を与える $1/f$ ゆらぎとその家電機器への応用, 電気学会誌113巻1月号, 1993