

風力発電施設近傍の局所環境における インフラサウンド観測と生体情報センシングの比較

Comparison between infrasound and biological information sensings in outside local environment near wind power farm

1205074 吉永 真章 (宇宙地球探査システム研究室)
(指導教員 山本 真行 教授)

1. はじめに

近年、地球温暖化や大気汚染、燃料枯渇などの問題により、再生可能エネルギーへの転換が急ピッチで図られており、太陽光発電や風力発電が身近なものとなった。風力発電では風のエネルギーを電気エネルギーに変換し、発電する際、発電機による可聴音のほか、ヒトの耳には聞こえない20 Hz以下のインフラサウンドが発生することが分かっている。風力発電所周辺の住人から風力発電音に関する苦情が寄せられることも報告されており、可聴音から超低周波音領域の圧力波がヒトに及ぼす影響についても研究がある[1]。インフラサウンドは認知することが難しく、知らずに暴露され続けると健康を害する可能性も否定できないため、研究調査が急務である。

2. 目的

風力発電音の可聴音成分及び可聴周波数下限(20 Hz)以下のインフラサウンド成分をヒトに暴露した際の認知状態を見るため、可搬型の生体情報センシングシステムを開発し、それを用いて風力発電所近傍でのセンシングを行い、得られたデータから風力発電施設から発生するインフラサウンドがヒトに及ぼす影響について考察することを目的とする。

3. システム開発

本研究では、風力発電所近傍において生体情報を計測するため、携帯性があり、尚且つ安価なシステム構成を目指した。製作したシステムを図1、センシング状況の画面の例を図2に示す。ヒトの生理作用の評価研究においては2種類以上の生体情報センシングを併用するのが慣例であるため、本研究では比較的安価で携帯性のある脈波センサと脳波計を採用した。脈波センサのデータをA/D変換するために専用ICとRaspberry Pi 2 Model Bを用い収録装置を製作した。脈波データはRaspberry Pi経由でPCに送信され、脳波データはBluetooth接続により、PCに直接送信される。PCに送信されたデータはMATLABを用いて製作したプログラムでロギングされる。

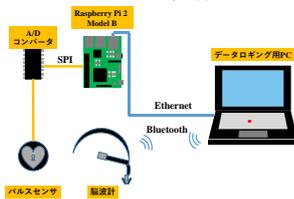


図1 システム構成図



図2 センシング画面

4. 脳波・脈波の解析方法

本研究では、可搬型簡易脳波計を用いて、脳波センシングを行った。脳波解析に関しては、簡易脳波計を用いたリラクゼーション効果の研究手法を採用した[2]。 G_θ 、 G_α 、 G_β は θ 、 α 、 β 波のパワースペクトルで全パワースペクトルに対する比率を考慮する。 $k_\theta = 0.5$ 、 $k_\alpha = 1$ 、 $k_\beta = 1$ を θ 、 α 、 β 波に対する重み係数とすると、 $R = ((k_\theta G_\theta + k_\alpha G_\alpha) / (k_\theta G_\theta + k_\alpha G_\alpha + k_\beta G_\beta))$ でリラクセス度Rを算出できる。

また、脈波のストレス値算出は脈波のピーク間の時間を縦軸にプロットし、横軸にデータ時間をとるRRIグラフをパワースペクトル解析することでストレス値を算出できる。LF(0.05~0.15 Hz)とHF(0.15~0.4 Hz)の周波数帯に対してLF/HFの比率から交感神経の興奮度を表すことができる[3]。

5. 実験

実験は、製作したシステムでロギングしたデータからストレス傾向を見ることができると確認する屋内実験と、風力発電施設近傍での屋外実験を行った。

被験者に製作したシステムとアイマスクを装着してもらい、椅子に座った状態で安静にしてもらい生体センシングを行った。アイマスクにより瞬き等によるアーチファクトの混入を低減できる。ヒトには他人に近づかれて不快に感じるパーソナルエリアがあるため、大衆領域よりも速い3.5 m以上離れて実験した。実験タスクは安静・暗算(2桁の加算)状態の2種類であり、それぞれ5分間ずつセンシングし、これを2セット行った。暗算は一定間隔で録音した音声をスピーカーから流し、答えを頭の中で思い浮かべてもらうように説明した。

屋内実験同様の状態で実験を行った。本研究では、リラクセス効果があるホワイトノイズを5分間暴露した時のデータと、その後安静状態の5分間のデータを2セットセンシングした。尚、ホワイトノイズ暴露はイヤホンから暴露した。実験は風力発電施設が近傍にある甬喜ヶ峰森林公園(発電施設から500 m地点)と施設がない芸西天文学習館で行った。

6. 結果

製作したシステムは正常に動作したが、ストレス傾向を個々のデータから見出すことは難しかった。しかし、図3に示すように被験者全員のストレス比率を平均することでストレス傾向を見ることができると分かった。屋外実験の両観測地点での生体情報からは大きなストレス変動は確認できなかった。また、ホワイトノイズ暴露により、初期統制(平準化)を行い、その後のストレス変動を見ることで環境音によるストレスを見る目的であったが、ホワイトノイズ暴露時の方が、ストレス値が高いことが分かった。

インフラサウンドセンサのデータを確認したところ、芸西天文学習館に比べ、甬喜ヶ峰森林公園は0.6 Hz以下の周波数帯で30~40 dBほど高いことが解析によって分かった。

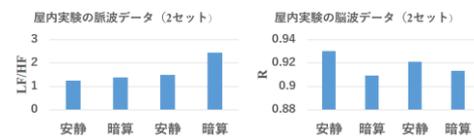


図3 安静・暗算時における脈波と脳波のストレス傾向

7. 結論

製作したシステムは屋外実験で問題なく動作し、ロギングすることができた。また、ロギングしたデータを解析すると実験協力者全体におけるストレス傾向を見ることができると示唆できたが、屋外実験では風車による明確な生体ストレス反応の有無判定には至らなかった。

参考文献

- [1] 風力発電施設から発生する騒音等の評価に関する検討会, 2016年11月.
- [2] 一井亮介, 脳波特徴解析に基づくリラクゼーションサウンド生成システムに関する研究, 2011.
- [3] 松本佳昭, 森信彰, 三田尻涼, 江鐘偉, 心拍のゆらぎによる精神的ストレス評価法に関する研究, 2010.