

## 重心動搖の意義と計測方法

### Meaning of Barycentric Position and Measurement Method

長谷まり子, 太田裕治

Mariko HASE, Yuji OHTA

お茶の水女子大学院 ライフサイエンス専攻

#### 1. はじめに

確率共振は生命・地球における現象・ヒトの脳活動からはじまり・アルツハイマー病の改善・摂食・嚥下障害の緩和・老人の重心バランスの改善において現在注目されているメカニズムである。確率共振を医工学・福祉工学的に利用し高齢化社会を支援するデバイスの開発をおこなうことを目指とし、本稿では重心動搖を中心とした基礎的事項・実験を解説することとする。

#### 2. 重心動搖計測の意義

重心動搖計は直立姿勢時における足底圧の垂直作用力を変換器で検出し、足圧中心の動搖を電気信号変化として出力する足圧検出装置のことである。めまい・平衡障害を身体の揺れ方として捉え揺れの速さ・方向性・集中度合いをコンピューター解析することで症状の客観評価をおこなうとともに、病巣診断にも役立てることができる。

一般的にはふらつき・めまいを訴える高齢者は多いため客観的なふらつきの検査としてこの検査をおこなう。ヒトは「平衡機能」の働きにより直立したり、歩いたり走ったりという動作をスムーズに行うことができる。目でみたものの情報(視覚)や耳の置くの内耳にある「前庭」や「半規管」というここで得られ

た信号が、大脳・小脳などの中枢神経系で制御され骨格系に命令が出されて姿勢を保つことができる。

#### 3. 姿勢制御のメカニズム

姿勢制御は外乱に対して姿勢を維持するための姿勢反射と、上肢などの身体の一部の随意運動を達成するために無意識的に調節される姿勢調節に分けられる。

- 姿勢反射 脳幹からの網様体脊髄路により伸筋が持続的に活動することで立位が保持されるが重心の移動は脳によって常にモニターされている。外乱に対しては、下肢遠位の関節から頸部の順に反射により姿勢の修正が行われ、重心の乱れが抑えられる。

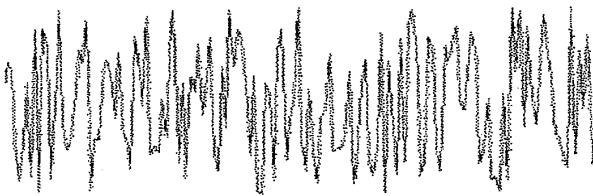
#### • 随意運動遂行時の姿勢制御

随意運動により姿勢の乱れが生じることがあらかじめ予測できる状況では、フィードバック機構による姿勢反射が働く以前にフィードフォワード的に姿勢調節がなされる。

#### 4. Noise とは

**white noise :** 確率共振を医工学的・福祉工学的に応用している先行研究において、J.J.Collins(Boston University)が実験方法において生体に与えているノイズ、white noise を利用している。White noise とは不規則に上

下に振動する波のことである。



(出典: Wikipedia 参照)

上記の図が白色ノイズである。フーリエ変換を行いパワースペクトルとすると全ての周波数で同じ強度となる。この全ての周波数を均等に含んだという意味が白色とよばれるゆえんである。ここで、パワースペクトルとはある周波数が含まれている割合を示す。実際上は正規乱数をホワイトノイズとして利用する。このとき、ガウス性も満たすのでホワイトガウスノイズとなる。

**ピンクノイズ**: ホワイトノイズに  $-3 \text{ dB/oct}$  の低域通過フィルタを通したもの。周波数を横軸にエネルギーを縦軸にとりピンクノイズをグラフ化するとピンクノイズは高い周波数帯域に行くにつれて右下がりのグラフになる。(周波数に反比例して高い周波数の音ほど弱くなるような音のこと。 ( $1/f$  雑音)

**オクターブバンドノイズ**: ピンクノイズに対してある特定の 1 オクターブの周波数帯のエネルギーをとりだした信号のこと。

## 5. 重心動搖 COP の算出方法

圧力センサ (NEC 三栄株式会社, 定格容量 1 kN) を重心動搖計の正三角

形箇所に合せるように配置する。PCD 300A (KYOWA 製) のハードデバイス及びソフトウェアを PC 上でたちあげる。開眼・閉眼で重心動搖計上で静止しサンプリング周波数 100Hz, データ数 10000 で 100 秒間収録する。計測データをエクセル解析し COP (Center Of Pressure) を算出する。重心動搖計の変位距離換算方法としては増幅された電圧信号を座標位置に換算する。

Y 軸まわりのモーメントは  $P_x = M \times (P_3 - P_2) \dots 1$  X 軸まわりのモーメントは  $P_y = L \times P_1 - L_0 \times (P_2 + P_3) \dots 2$  体重  $P$  と  $P_1, P_2, P_3$  の荷重関係は  $P = P_1 + P_2 + P_3 \dots 3$  ゆえに変位 X, Y は 1, 2, 3 式より  
 $X = \{M \times (P_3 - P_2)\} / (P_1 + P_2 + P_3)$   
 $Y = L \times P_1 - L_0 \times (P_2 + P_3) / (P_1 + P_2 + P_3)$  となる。X, Y の数値より Open Office org.において軌跡を描く。

## 6. 感覚・神経

感覚受容器は、刺激に対する感覚情報を中枢神経系 (CNS) に与える。感覚情報はいろいろな方法で符号化される。この符号化された情報は脊髄白質中の上行性感覚伝導路を通り脳に伝達されここで処理されて知覚される。

## 参考文献

- 1) James J. Collins. Noise is the key to restoring the body's sense of Equilibrium IEEE pectrum NA 37-41 2005