

クラスタ分析を用いた顎運動主方向の抽出による顎運動解析

3S-7

許光¹, 品川 嘉久¹, 国井 利泰², 指宿真澄³
東京大学¹, 会津大学², フィフティリミテッド・カンパニー³

1 はじめに

顎運動の咀嚼機能に対する影響は咀嚼メカニズムの解明に不可欠な要因となっている。咀嚼機能に関わる顎運動は個人差と食物の種類などによって千差万別の運動パターンを示し、その解析は簡単ではない。

これまで顎運動の解析は様々な測度で行なわれていた。それは主に顎運動の大局的な軌跡と移動量、下顎の回転量に注目するものであり[3]、これらの方法では顎運動を直接局所的な動きである咀嚼機能と結びつけることができなかった。

そこで本研究では、顎運動の方向に注目し、顎運動と咀嚼機能を対応させた。まず、正常な咀嚼機能をもつ被験者の顎運動を測定し、顎運動の各時点での局所的な方向を求める。次に、顎運動の方向空間で、クラスタ分析を行ない、各クラスタの重心を主方向と定義する。最後に、各主方向を咀嚼機能に対応させ、顎運動の各時点の運動方向と主方向の対応関係から顎運動を咀嚼機能に直接対応させる。

この方法を用いると顎運動と咀嚼機能を直接対応させることにより、咀嚼に対する顎運動の影響が容易に解析できる。

2 顎運動の測定

顎運動の測定は六自由度測定方法で行なわれた。六自由度測定方法とは、下顎を剛体とみなしたとき、顎運動を上顎に対する下顎の三次元空間での相対位置と回転角で表す方法である。この測定方法で測定された顎運動データを用いると、下顎の任意の点の三次元空間での位置が得られる。[5]

上顎座標系は生体咬合平面座標系をとる。上顎で切歯点と左右第一大臼歯中心窩で決められる平

面を咬合平面という。生体咬合平面座標系は右手系直交座標系で、上顎の左右第一大臼歯中心窩を結ぶ線分の midpoint より上顎の切歯点への方向を X 軸の正の方向、右第一大臼歯中心窩より左第一大臼歯中心窩への方向を Y 軸の正の方向、咬合平面上向きの法線ベクトルの方向を Z 軸の方向とし、原点は咬合嵌合位時、下顎の切歯点の位置に置く。下顎座標系も同じ方法で設定する。ただし、下顎座標系は下顎の固定されたものと考え、下顎運動に従い移動するものとする。

50Hz のサンプリング速度で下顎運動を測定し、各時点での下顎の切歯点の座標 (x, y, z) と下顎の回転角 (η_x, η_y, η_z) を得る。下顎の回転角については、下顎に設定した Y' 軸を基準とし、 η_x は下顎座標系 Y' 軸と上顎座標系の XY 平面間の角度をとり、 η_z は下顎座標系の Y' 軸を XY 平面に正射影した直線と上顎座標系の Y 軸間の角度をとり、 η_y は下顎座標系の Y' 軸の回りの回転量とする。測定機器にはデジタル方式顎運動測定器 MM-JI-E((株)松風)を用いた。

3 主方向の抽出

3.1 主方向の定義

顎運動の方向は三次元空間での単位ベクトルで表し、方向ベクトルと Z 軸との角度 ϕ 、方向ベクトルの XY 平面への正射影と X 軸の角度 θ のペア (ϕ, θ) で極座標表示する。ここで、 $\phi \in [0, \pi]$ 、 $\theta \in [0, 2\pi]$ である。この二つの角度が張る二次元空間 $\Phi\Theta$ 平面でクラスタ分析を行ない、得られた各クラスタの重心を主方向と定義する。

3.2 クラスタ分析

クラスタ分析は重心法で行なう。重心法は各クラスタの点が重心にあるもの考え、クラスタ間の距離は重心間の三次元空間におけるユークリッド距離と考える。手順は次のとおりである。

Analysis of Jaw Movement by Extraction of the Main Directions Using Cluster Analysis

Xu Guang¹, Yoshihisa Shinagawa¹, Toshiyasu L. Kunii² and Masumi Ibusuki³

The University of Tokyo¹, The University of Aizu², Fifty Limited Company³

1. まず、顎運動の各時点での方向ベクトルを求める。その集合を $\{(\phi_i, \theta_i) \mid i \in [1, n]\}$ とする。ここで、 n は、測定された顎位の数である。この集合は最初のクラスタの集合の集合 C_0 となりクラスタの数は n となる。
2. 最小距離をもつ二つのクラスタを融合して、新しいクラスタを作って、クラスタ集合を更新する。
3. 任意のクラスタ間の距離がある閾値より大きくなるまでクラスタの融合操作を繰り返す。
4. 最後に得られたクラスタの集合で各クラスタの重心を求める。この重心からなる集合を主方向の集合とする。

4 主方向と咀嚼機能

上記の方法により被験者のガム咀嚼時の顎運動に対して下顎切歯点の主方向抽出を行ない、その結果を図1に示した。

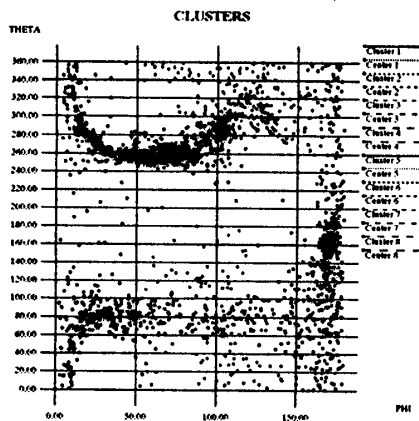


図 1: $\Phi\theta$ 平面でのクラスタ

5 顎運動と咀嚼機能

顎運動を咀嚼機能に対応させた結果は図2に示した。クラスタ C_3 と C_4 に対応する主方向は咀嚼の第4相に関わるものと考えられる。

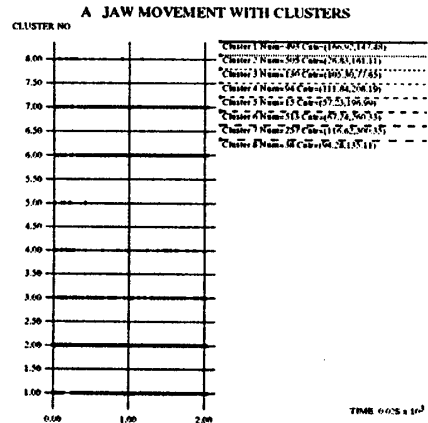


図 2: 顎運動と主方向

6 結論と将来課題

本研究では、クラスタ分析により、咀嚼機能に対応する顎運動の主方向を抽出を行なった。主方向の抽出によって、顎運動を直接咀嚼機能に結びつけることが容易になり、咀嚼に対する顎運動の影響を明らかにした。

今後は、この結果を用いて顎運動と歯冠に形態の関係について調べる予定である。

参考文献

- [1] 奥野忠一、久米均、芳賀敏郎、吉澤正: 多変量解析法, pp.391-411, 日科技連 (1971).
- [2] 奥野忠一、芳賀敏郎、矢島敬二、奥野千恵子、橋本茂司、古川陽子: 続多変量解析法, pp.207-237, 日科技連 (1976).
- [3] 中野雅徳、上田龍太郎、大井啓司、坂東永一: 顎運動の三次元解析, 3. 顎運動測定 of 臨床応用, 補綴臨床, Vol.26, No.5 (1993.9).
- [4] 鈴木温: デジタル方式下顎運動測定器による下顎限界運動の6自由度解析, 補綴誌, J.Jpn.Prostodont.Soc, 31, pp.712-725 (1987).
- [5] 藤村哲也、坂東永一: デジタル方式顎運動測定器の開発, 補綴誌, J.Jpn.Prostodont.Soc, 35, pp.830-842 (1991).