



Title	最小ジャークモデルによる成人の食物粉碎時における下顎運動の数理モデリング
Author(s)	藤井, 美穂
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42466
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	藤 井 美 穂
博士の専攻分野の名称	博 士 (歯 学)
学 位 記 番 号	第 1 6 1 4 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 13 年 3 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 歯学研究科歯学臨床系専攻
学 位 論 文 名	最小ジャークモデルによる成人の食物粉碎時における下顎運動の数理モデリング
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 高田 健治 (副査) 教 授 野首 孝祠 助教授 莊村 泰治 講 師 瑞森 崇弘

論 文 内 容 の 要 旨

[目的]

チューインガム咀嚼時の下顎運動の垂直成分は、最小ジャークモデルにより説明できることが知られている。しかし、このモデルが三次元空間内の下顎運動に適用できるのかどうか、またチューインガム以外の粘弾性の高い食物を咀嚼する時の下顎運動を説明できるか否かについては不明である。さらに、過去にモデルの構築に用いられた境界条件は、運動の始点と終点の二点のみであり、このような二点の境界条件を用いたモデリングでは、その運動軌跡は直線に近づく。そのため、食物咀嚼時の下顎運動のように、直線的な運動軌跡を妨げる障害物（食物）が存在する条件下の運動をモデリングする際には、始点と終点との間に経由点（via-point）を設定し、それを境界条件に加えた最小ジャークモデルを用いることが望ましい。

本研究の目的は、(1)物性の異なる二種類の食物（チューインガムとグミゼリー）について、食物粉碎時における三次元空間内の下顎運動を対象として、via-point を境界条件に加えた最小ジャークモデルを構築すること、(2)そのモデルが下顎運動を適切に予測するのか否かを検討すること、さらに、(3)そのモデルが食物の物性に応じた咀嚼時の下顎運動パターンの特徴を抽出できるのか否かを明らかにすることにある。

[被検者ならびに研究方法]

正常咬合を有し、顎口腔機能に異常な臨床所見を認めない成人男性 9 名（平均年齢 25 歳 6 カ月；標準偏差 14 カ月）を被検者とした。

被検食品にはチューインガム（15mm×30mm×1mm、重さ：2g、Bloom 力：80g、以下、ガムと記す）とグミゼリー（20mm×20mm×8mm、重さ：5g、Bloom 力：633g、以下、ゼリーと記す）を用いた。マンディブラキネジオグラフを用いて、各被検者の三次元空間内における下顎中切歯点の運動軌跡を 20 咀嚼サイクル記録した。各咀嚼サイクルの側方成分（x）、前後成分（y）、垂直成分（z）の時系列データを、節点を 10ms 間隔においた三次のスプライン関数（ $x(t)$ 、 $y(t)$ 、 $z(t)$ ）を用いて近似し、三次元空間内における接線速度関数（TV（t））と接線加速度関数（TA（t））を求めた（以下、スプライン関数より求めた軌跡および接線速度を、それぞれ測定軌跡および測定速度と記す）。次に、スプライン関数データを開口相、閉口相および咬合相に分割し、閉口相をさらに加速相と減速相に分割した。減速相と咬合相をあわせて、食物粉碎相と定義した。

食物粉碎時における下顎運動を対象としたモデリングでは、via-point を咬合相開始時刻における下顎の位置に設

定し、最小ジャークモデル ($X_{mjc}(t)$ 、 $Y_{mjc}(t)$ 、 $Z_{mjc}(t)$) を構築し、さらに接線速度関数 ($TV_{mjc}(t)$)、接線加速度関数 ($TAmjc(t)$)、ジャーク関数 ($TJ_{mjc}(t)$)、ジャークコストを求めた。境界条件として、食物粉碎相開始点、via-point (咬合相開始点)、食物粉碎相終了点を用いた (以下、最小ジャークモデルより求めた軌跡および接線速度を、それぞれ予測軌跡、予測速度と記す)。

食物粉碎相における下顎運動が最小ジャークモデルを用いて適切に予測されるのかどうかを検討するために、180咀嚼サイクルについて、測定速度と予測速度との間の決定係数 (R^2)、および測定軌跡と予測軌跡との間の平均絶対誤差を求めた。さらに、モデルが食物の物性に応じた咀嚼時の下顎運動パターンの特徴を抽出できるのか否かを明らかにするため、二種類の被検食品間で、それぞれのモデルから求めたジャークコスト、予測速度、予測軌跡の各成分について比較した。

[研究成績]

ガム咀嚼時とゼリー咀嚼時において、測定速度と予測速度との間の決定係数はそれぞれ0.882、0.846であり、また測定軌跡と予測軌跡との間の平均絶対誤差は、それぞれ0.84mm、0.92mmであった。

ゼリー咀嚼モデルのジャークコスト ($1.4 \times 10^2 \text{ m}^2$) は、ガム咀嚼モデルのジャークコスト ($1.1 \times 10^2 \text{ m}^2$) と比較して、有意に大きかった ($p < 0.01$)。ゼリー咀嚼ではガム咀嚼と比較し、減速相における予測速度は有意に大きかった ($p < 0.01$)。また、ゼリー咀嚼モデルではガム咀嚼モデルと比較し、下顎の減速相における後方への偏位と、減速相前半における外側への偏位が、それぞれ有意に大きかった ($p < 0.01$)。咬合相においては、いずれのパラメータについても、有意の差は認められなかった。

[結論]

ガム咀嚼、ゼリー咀嚼のいずれにおいても、食物粉碎相における三次元空間内の下顎運動を適切に予測する最適制御モデルとして、本研究で構築した最小ジャークモデルの有効性が明らかとなった。さらに、この最小ジャークモデルは食物の物性に応じた咀嚼時の下顎運動パターンの特徴を抽出できることが示唆された。

論文審査の結果の要旨

本研究は、物性の異なるチューインガムとグミゼリーを用いて、(1) via-point を境界条件に加えた最小ジャークモデルにより、食物粉碎時における三次元空間内の下顎運動は説明され得るのか、また、(2) 最小ジャークモデルは食物の物性に応じた咀嚼時の下顎運動パターンの特徴を検出し得るのかについて、成人正常咬合者を対象として、検討したものである。その結果、チューインガム咀嚼、グミゼリー咀嚼のいずれにおいても、食物粉碎時における三次元空間内の下顎運動は、via-point を境界条件に加えた最小ジャークモデルで適切に予測されることが明らかとなった。このことから、食物粉碎時における三次元空間内の下顎運動の最適制御モデルとして、最小ジャークモデルの有効性が明らかとなった。また、最小ジャークモデルは、食物の物性に応じた咀嚼時の下顎運動パターンの特徴を検出することが明らかとなった。

以上の業績は、咀嚼時における下顎の運動制御学的特性を理解する上で、重要な知見と考えられる。よって、博士(歯学)の学位請求に値するものと認める。