

# 食行動データベースを用いた口腔機能の分析と評価

盧 優梨<sup>†</sup> 森野 智子<sup>‡</sup> 鈴木 桂子<sup>‡</sup> 山本 智美<sup>‡</sup> 西田 昌史<sup>†</sup> 西村 雅史<sup>†</sup>

静岡大学情報学部情報科学科<sup>†</sup> 静岡県立大学短期大学部歯科衛生学科<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

口腔機能の低下は高齢者の健康寿命に大きく影響することが知られている。ここでの口腔機能とは主に咀嚼・嚥下・口腔内環境のことを指す。口腔機能の低下によって引き起こる症状の1つとして誤嚥がある。高齢者は加齢による咀嚼や嚥下機能の低下により誤嚥を引き起こしやすく、これが原因で誤嚥性肺炎に罹る可能性がある。

そこで健康維持の観点から重要とされる咀嚼と嚥下に着目し、食事音を用いた咀嚼や嚥下の自動推定システムの開発が行われている。中村ら[1]はCTCとAttentionを併用したモデルを使用することにより、咽喉マイクで収録した食事音を用いて嚥下や咀嚼、左右及び前方の咀嚼位置を自動検出するシステムを構築した。

これらを踏まえ、収録した食事音から得られる咀嚼・嚥下の回数や摂食時間などを利用することで、食事行動の質や口腔機能の低下度を判断できる指標として使えるのではないかと考えた。本研究では、若年者や高齢者を対象に口腔機能評価を行うとともに、多数の食事音を収録して咀嚼や嚥下を半自動抽出し、データベースを構築した。また、このデータベースを分析することで、咀嚼回数や嚥下時間といった自動抽出可能な特徴量が、簡便な口腔機能評価指標となり得ることを確認した。

## 2. データベースの設計と構築

30名の男子大学生と20名の65歳以上である男性の義歯装着高齢者を対象にデータ収集を行った。構築するデータベースの内容としては、歯科衛生士による口腔機能精密検査の結果、多チャンネル収録での食事音、口唇画像、そして学生に関しては自己申告で収集した左右咀嚼位置のラベルを、高齢者に関しては口唇画像を基に人手で付与した咀嚼位置及び嚥下区間のラベルデータである。

まず日本歯科医学会が平成30年3月に発表した口腔機能精密検査[2]を参考に臨床経験5年以上の歯科衛生士による口腔機能評価を行った。口腔水分計を使用した口腔粘膜湿潤度、残存歯数、オーラルディアドコキネシスによる舌口唇運動機能検査、舌圧測定機による舌圧検査、グミゼリーを使用した咀嚼能力検査、握力計を使用した口唇閉鎖力検査、視診による舌苔の付着程度検査、質問紙EAT-10を用いた嚥下スクリーニング検査、咀嚼主観満足度調査、以上の合計9項目の評価を実施した。

次に食事音の収録を行った。大学生の被験者には唾液や水、ゼリー、クラッカー(リッツ)、千切りキャベツ、ガムをそれぞれ食べてもらい、その際に発生する咀嚼音及び嚥下音を収録した。また高齢者の被験者には千切りキャベツとクラッカーを義歯装着時と義歯未装着時に食べてもらい、同様に咀嚼音及び嚥下音を収録した。

収録方法としては、皮膚接触型マイクを用いた多チャン

ネル収録によって嚥下音・咀嚼音を収集した。皮膚接触型マイクとは首元の咽喉周辺に装着し、生体の振動を直接取得する特殊なマイクである。皮膚接触型マイクの装着例を以下の図1に示す。嚥下音の産生位置による特徴の違いを捉えるため、食道入口部の上下にマイクを配置した。また左右咀嚼位置による音の特徴を捉えるため、左右の耳下部にもそれぞれマイクを配置した。これら合計4chの皮膚接触型マイクに加え、胸元にピンマイクと口元に接話マイクを装着してもらい、合計6チャンネルのマイクを用いて摂食時における嚥下音及び咀嚼音を収集した。また皮膚接触型マイクによる収録の際、口の動きの観察や後に行うラベル付け作業のために被験者の口唇画像を録画した。



図1：皮膚接触型マイクの装着例

最後に収集した咀嚼音や嚥下音についてラベル付けを行った。若年者についてはキーボード入力によって咀嚼や嚥下を行うタイミングで前左右の咀嚼位置や嚥下情報を入力してもらい、それを基に目視確認によって開始終了時刻も含めた正確なラベル付けを行った。また高齢者については口唇画像を利用して、目視で咀嚼位置や嚥下を推定したラベルを付けた。以上より、大学生に関して咀嚼は18,712回(左:9,350回、右:8,235回、前:1,127回)、嚥下は2,333回のデータが得られた。また高齢者に関して咀嚼は5,325回(左:1,083回、右:1,030回、前:220回、左右両方:2,992回)、嚥下は249回のデータが得られた。

## 4. 分析結果

構築したデータベースを用いて、若年者と高齢者それぞれの咀嚼回数と嚥下継続時間について差異を調査する。ここでの嚥下継続時間とは、1回の摂食時に行われた嚥下の合計時間のことを指す。また口腔機能精密検査の9項目のうち咀嚼回数との関連性が考えられる3項目の評価と咀嚼回数の関連性を調査する。具体的にはグミゼリーによる咀嚼能力検査、口腔粘膜湿潤度、舌圧検査それぞれを数値により2グループに分け、咀嚼回数について比較する。なお有意水準は0.05とする。また若年者に関しては低評価者がおらず、どの項目においても有意差がみられなかったことから、今回は高齢者に関してのみ分析結果を記載する。

### 4-1. 若年者と高齢者における咀嚼回数の比較

キャベツとクラッカーそれぞれにおいて、若年者と高齢者それぞれの咀嚼回数を、t検定を用いて比較した。大学生と高齢者のキャベツ・クラッカー摂食時における咀嚼回数の平均と標準偏差を以下の表1、2に示す。

Analysis and Evaluation of Oral Function Using the Eating Behavior Database

<sup>†</sup>Yuri Ro, Masafumi Nishida, Masafumi, Nishimura, Shizuoka University

<sup>‡</sup>Tomoko Morino, Keiko Suzuki, Tomomi Yamamoto, University of Shizuoka, Junior College

表 1: キャベツ摂食時の咀嚼回数の平均と標準偏差(回)

	平均	標準偏差
大学生	47	20
高齢者(義歯装着時)	70	38
高齢者(義歯未装着時)	99	57

表 2: クラッカー摂食時の咀嚼回数の平均と標準偏差(回)

	平均	標準偏差
大学生	29	12
高齢者(義歯装着時)	47	22
高齢者(義歯未装着時)	51	21

キャベツについて、学生と義歯装着時の高齢者 ( $p=0.014$ )、学生と義歯未装着時の高齢者 ( $p<<0.01$ ) のどちらでも有意差がみられた。またクラッカーについて、学生と義歯装着時の高齢者 ( $p<<0.01$ )、学生と義歯未装着時の高齢者 ( $p<<0.01$ ) のどちらでも有意差がみられた。

以上のことから、高齢者はキャベツ・クラッカー摂食時に、若年者よりも咀嚼回数が増加することが分かった。

#### 4-2. 若年者と高齢者における嚥下継続時間の比較

キャベツとクラッカーそれぞれにおいて、若年者と高齢者それぞれの嚥下継続時間を、 $t$  検定を用いて比較した。大学生と高齢者のキャベツ・クラッカー摂食時における嚥下継続時間の平均と標準偏差を表 3、4 に示す。

表 3: キャベツ摂食時の嚥下継続時間の平均と標準偏差(秒)

	平均	標準偏差
大学生	1.049	0.659
高齢者(義歯装着時)	1.218	0.835
高齢者(義歯未装着時)	1.406	0.815

表 4: クラッカー摂食時の嚥下継続時間の平均と標準偏差(秒)

	平均	標準偏差
大学生	0.940	0.396
高齢者(義歯装着時)	0.603	0.243
高齢者(義歯未装着時)	0.637	0.213

キャベツについて学生と義歯装着時の高齢者 ( $p=0.875$ )、学生と義歯未装着時の高齢者 ( $p=0.311$ ) のどちらでも有意差はみられなかった。またクラッカーについては学生と義歯装着時の高齢者 ( $p<<0.01$ )、学生と義歯未装着時の高齢者 ( $p<<0.01$ ) のどちらでも有意差がみられた。

以上のことから、高齢者はクラッカー摂食時に、若年者よりも嚥下継続時間が短くなることが分かった。

#### 4-3. 咀嚼回数と「グミゼリーによる咀嚼能力検査」

口腔機能精密検査の 9 項目のうち、咀嚼回数との関連性が高いと考えられるのは「グミゼリーによる咀嚼能力検査」である。そこでグミゼリーのスコアより、義歯装着時に咀嚼能力低下が見られた群とそれ以外の群として、3 点以上と 3 点未満の 2 グループに分けて対応のない  $t$  検定を行った。以下の表 5 は各グループの咀嚼回数の平均と標準偏差、 $p$  値を示したものである。

義歯未装着時の高齢者のキャベツについて、3 点未満のグループと 3 点以上のグループとの間で有意差がみられ

た。このことから、キャベツ摂食時にはグミゼリースコアが低い、つまり咀嚼能力が低いほど咀嚼回数が増えることが分かった。キャベツはクラッカーとは違い唾液の影響を受けにくく、また高齢者にとって食べにくい食材である。クラッカーでは有意差がみられなかったことから、キャベツのような唾液などの影響を受けにくい食材に関しては、咀嚼回数を調べることで従来のグミゼリーによる評価の代わりとして用いることができるのではないかと考えた。

表 5: 高齢者(義歯未装着時)のキャベツ・クラッカー摂食時の口腔機能低下者とそうでない人の咀嚼回数の比較(回)

	3 点以上 平均±標準偏差	3 点未満 平均±標準偏差	$p$ 値
キャベツ	79±47	136±60	0.030
クラッカー	47±21	57±21	0.354

#### 4-4. 咀嚼回数と「舌圧」、「口腔粘膜湿度」

口腔機能精密検査の 9 項目のうち「グミゼリーによる咀嚼能力検査」以外に咀嚼回数と関連性が考えられる項目と咀嚼回数についても調査した。まず口腔機能精密検査で行った評価項目のうち「口腔粘膜湿度」の値がカットオフ値の 26.0 未満と 28.0 以上の 2 グループに分け、対応のない  $t$  検定を行った。その結果、高齢者(義歯装着時)について、キャベツ ( $p=0.035$ ) で有意差がみられ、クラッカー ( $p=0.736$ ) で有意差はみられなかった。

また評価項目のうち「舌圧」の値がカットオフ値の 30.0kPa 未満と 40.0kPa 以上の 2 グループに分けて対応のない  $t$  検定を行った。その結果、高齢者(義歯未装着時)について、キャベツ ( $p=0.202$ ) で有意差はみられず、クラッカー ( $p=0.027$ ) で有意差がみられた。

以上から咀嚼回数には「グミゼリーによる咀嚼能力検査」以外にも「口腔粘膜湿度」や「舌圧」との関連性も考えられることが分かった。

#### 5. おわりに

本研究では、咀嚼及び嚥下のデータベースの構築と分析を目指し、合計 6 チャンネルのマイクを用いたデータ収集と口腔機能評価を行った。分析の結果、高齢者は若年者よりも咀嚼回数が増えること、高齢者はクラッカー摂食時に若年者よりも嚥下継続時間が短くなることが分かった。また高齢者は義歯未装着時にキャベツを食べる際、グミゼリースコアが低いほど咀嚼回数が増えることが分かり、キャベツのような食材に関しては従来の「グミゼリーによる咀嚼能力検査」の代わりとして咀嚼回数を利用できるのではないかとということが示唆できた。

#### 謝辞

在籍時にデータベースの構築を行った野口拓見氏に感謝します。また、本研究は JSPS 科研費 18H03260 の助成を受けたものです。

#### 参考文献

- [1] 中村亮裕、斎藤隆仁、池田大造、太田賢、峰野博史、西村雅史: CTC と Attention の併用による咀嚼と嚥下の自動検出、情報処理学会第 82 回全国大会 (2019)
- [2] 口腔機能低下症に関する基本的な考え方、日本歯科医学会 (2018)  
<[https://www.jads.jp/basic/pdf/document\\_02.pdf](https://www.jads.jp/basic/pdf/document_02.pdf)> (2020 年 4 月 10 日取得)。