

音声解析による脊柱マニピュレーション評価の可能性

栗原 雄一* (富士フイルム株式会社) 佐々木 空 (リガーレ・カイロプラクティック)
森山 剛 (東京工芸大学)

Evaluation of Spinal Manipulation by Quantifying Vocal Changes
Yuichi Kurihara*(Fujifilm Co.), Hiroshi Sasaki (Ligare Chiropractic),
Tsuyoshi Moriyama (Tokyo Polytechnic University)

Out of four steps of production process of human speech, i.e., 1) exhalation, 2) excitation of vocal folds, 3) articulation, and 4) emission to the air, exhalation is affected by both the capability of pushing air outside of lung and the shape of the trachea. Spinal manipulation by chiropractic is supposed to fix the posture of a person and may improve the performance of exhalation. We calculated several speech parameters with respect to the vocal quality both before and after spine manipulation and evaluated the changes.

キーワード：音声解析，脊柱マニピュレーション，可視化，カイロプラクティック，姿勢矯正
(Keywords: speech analysis, spinal manipulation, visualization, chiropractic, posture correction)

1. 背景

音声の発生メカニズムを考慮すると、解析により発生源の状態を知ることができる。既存技術として、発声内容の解析により、発話者のストレス状態を知る技術が実用化されており^[1]、一般ユーザ向けのソフトウェアに対する需要も高い^[2]。

そこで、身体(主に脊柱(=「背骨」))の状態を物理的に修整する手技体系である、カイロプラクティック(以下、カイロ)に注目した。カイロの代表的な手技として「脊柱マニピュレーション(以下、SpM)」がある。SpMにより深部の筋連携が改善したと思われる事例(腹筋群のフィードフォワードが正確になる、腕の位置の再現が正確になる)などが報告されており、身体状態を改善する治療法として注目を集めている。しかし、カイロの効果を定量化するための統一的な指標は確立されていない。そこで、導入の手間を少なくして、データを集積・解析することで、有用な指標を検討するために、比較的導入が容易な音声解析による指標検討を試みた。

2. カイロが発声機能と姿勢に及ぼす効果

発声機構のうち、カイロによる身体状態変化によって影響を受けるプロセスを指摘し、カイロの効果評価に有効な音

声特徴量に関して述べる。

〈2・1〉 SpMにより生じる身体状態変化 SpMを施すことにより生じる身体状態変化のうち、今回関連する可能性が高いと思われる要素は以下の3つである：「F. a. 脊柱の接続改善」「F. b. 疼痛の消失」「F. c. 緊張の消失」

これらの要素の関連性を図示した(表.1 参照)。

〈2・2〉 カイロに影響を受ける音声生成プロセス 音声は、呼気の生成に始まり、声帯音源の生成、声道による調音を経て空気中に放射される。このうち、カイロ、特にSpMによって影響を受けるのは、主に呼気の生成プロセスである。そして、呼気生成プロセスの特性は、「F.1. 吐出特性」と「F.2. 経路形状」に分けて考えられる。

(1) 吐出特性 吐出特性は、肺から気管へ空気を吐き出す量の時間変化に関する特性を表し、関連する身体特徴としては「F.1-1. 肺活量」「F.1-2. 横隔膜など関連筋」が挙げられる。これらの身体特徴は、音声のパワーの時間変化を観測することで推定できると考える。

(2) 経路形状 経路形状は、肺から吐き出された空気が通過する空間的領域(経路)の形状を表す。関連する身体特徴として「F.2-1. 気道の形状」「F.2-2. 声帯の状態」「F.2-3. 頭蓋形状や開口状態など頭部の空間的状态」「F.2-4. 全身の緊張状態」などが影響を与えると想定した。

表.1 音声の決定要因とカイロの身体状態変化による影響（想定）

		a. 脊柱の接続改善	b. 疼痛の消失	c. 緊張の消失
1. 吐出特性	1-1. 肺活量	大	中	大
	1-2. 関連筋	中	中	中
2. 経路形状	2-1. 気道形状	大	小	中
	2-2. 声帯状態	中	中	中
	2-3. 頭部状態	中	小	小
	2-4. 全身緊張	中	大	大

3. 算出する音声特徴量と身体特徴量

〈3・1〉 音声特徴量 発声の安定度を求めるために母音のロングトーンの統計量(jitter 及び shimmer)を求める。また、呼吸筋及び表情筋の能力を求めるために、破裂音及び摩擦音部の長さ及び平均パワーを求める。

〈3・2〉 身体特徴量 姿勢を判断するために、身体に5つのマーカーを設定し、各マーカーから算出される角度を身体特徴量とし、以って姿勢判断の基準とする。詳細は4章を参照。

4 実験条件

パイロットスタディとして、一人の被験者(32歳男性、身長173cm、体重84kg)の音声を受録し、また姿勢を撮影して、各々について特徴量を算出した。

〈4・1〉 音声収録に関する条件

発声時の姿勢は、肩幅程度に両足を開き、リラックス状態となるようにした。録音にはICレコーダーにステレオマイク(ZOOM社 H6にマイクカプセルXYH-6を接続したもの)を使用した。マイクの設置位置は高さ150cm、被験者正面から80cmに設定した。また、被験者には、母音を長く伸ばして発音するもの(ロングトーン用)と、破裂音と摩擦音を多く含むもの(滑舌用)を原稿として読ませた。収録した音声のうち前者を読んだものをロングトーン部、後者を読んだものを滑舌部と呼ぶこととする。

なお、発話技術の巧拙により状態判定に差異が生じないよう、ボイストレーニングや発音矯正をしない条件での発話を録音した。収録した音声に関して、3章で述べた音声特徴量を算出した。

〈4・2〉 姿勢撮影に関する条件

被験者の身体に7箇所のマーカー(左乳様突起、左肩峰、左大転子、左外踝、第7頸椎棘突起、胸骨下端、第12胸椎棘突起)を貼付した。3章で記載の通り、これらのマーカーから角度を算出する。なお、算出にはPhotoshop CS3(Adobe Systems, Inc.)を使用した。

被験者が素足でリラックスした状態で立位を30秒間保持した後、側面からの姿勢を撮影した。撮影距離は左外踝から180cm、高さは左大転子の位置に設定した。

乳様突起-第7頸椎棘突起-水平線のなす角度をAとし、脊柱に対する頭部前傾姿勢の指標とした。A角が少ない値で

あるほど、より強い頭部前傾姿勢を示唆する。胸骨下端-第12胸椎棘突起-水平線のなす角度をBとし、胸郭前傾姿勢の指標とした。B角が少ない値であるほどより強い胸郭前傾姿勢を示唆する。また、肩峰-大転子-外踝のなす角度をC、大転子-外踝-垂線のなす角度をDとし、骨盤帯の前方シフトの基準とした(図.4.2.1)。

〈4・3〉 実施した介入

脊柱触診と姿勢評価によって検出された椎間関節の可動域減少箇所に対しSpMを合計で約15分実施した。

第5胸椎左回旋制限、第8胸椎右回旋制限、第3腰椎右回旋制限、左腸骨伸展制限、右腸骨屈曲制限、第2頸椎左回旋/右屈曲制限に対し、高速低振幅のSpMを腹臥位または側臥位にて実施した。また、脊柱起立筋群、腸腰筋、大胸筋に対する軟部組織緩和操作を実施した。

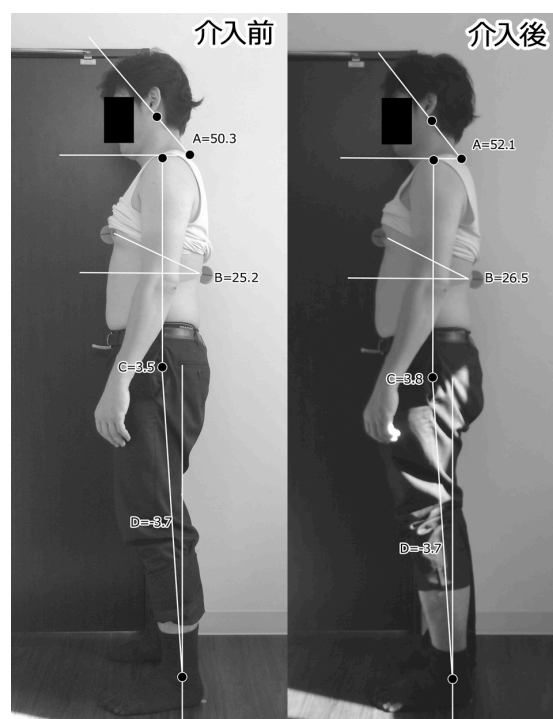


図 4.2.1 介入前後の姿勢とマーカー間の角度 (左が介入前、右が介入後。各マーカーの位置は黒丸で強調し、マーカーを結ぶ直線及び水平線、垂線は白の直線で示した)

5. 結果と考察

〈5・1〉収録した音声の解析結果と考察

音声解析ツール Praat を用いて、ロングトーン部に関しては、ピッチ (jitter) やパワー (shimmer)、発声の安定度 (Harmonics-to-noise-ratio) を求めた。滑舌部に関しては、有声部の無声フレーム率や、途切れフレーム数、途切れ度、ピッチの平均値や標準偏差、最小値及び最大値を求めた。その結果、ロングトーン部については介入前後での目立った変化は見られなかったが、滑舌部については、無声フレーム率が減少したり (図.5.1.1)、ピッチの標準偏差が減少したり (図 5.1.2) する傾向が見られた。前者は、姿勢の改善により呼吸が声道へ通じやすくなり、子音の発音による呼吸の不連続が母音の連続性に及ぼす影響を軽減したと考えられる (感覚的には、母音がより連続して発音されているように聴こえる)。その結果、発音が連続して途切れ箇所前後のピッチのギャップを生ずる箇所が減少することにより、後者の結果につながったと考えられる。

〈5・2〉撮影した姿勢の解析結果と考察

各マーカー間の角度の介入前後の変化を以下に示す。A 角は介入前 50.3°、介入後 52.1°であり、1.8° 後傾方向の変化が見られた。B 角は介入前 25.2°、介入後 26.5°と 1.3° 後傾方向の変化が見られた。C 角は介入前 3.5°、介入後 3.8°であった。D 角は介入前後で 3.7°と不変であった(表.5.2.1)。

姿勢分析の結果から、SpM による介入後に頭部はより外踝を通る重心線により近い位置での保持がなされている。一般的に理想的な姿勢は乳様突起、肩峰、第 3 腰椎椎体、大転子が、外踝を通る垂線上に配置されているものとされており、姿勢保持に使用される筋の等尺性収縮が最小限になる。また、胸郭と頭部の前傾姿勢の改善が見られるが、これらは発声における気道の形状にも影響を与える要素である。

D 角に変化が見られなかったように骨盤前方シフトによる体重保持戦略は同様に観察されたが、C 角にもほとんど変化が見られないことから、スウェイバック (骨盤前方移動を強調させた擬似的な上体の直立) を伴わない状態での胸郭・頭部の直立方向の変化が観察された。このことから、立位における胸腰部、腹壁の筋群のコントロールの変化が介入後に起こっていることが示唆される。

6. まとめと今後の課題

カイロプラクティックの脊柱マニピュレーションによる効果を、クランケの発声をもとに定量化できる可能性を示唆することができた。この可能性の有効性を確認するために、今後は被験者数を増やし、統計的にも有意であることを示したい。

さらに、表 1 で示した、介入による身体状態変化と、音声との影響度を明らかにすることで、クランケの状態に最適な施術を選択するための指標を明らかにしたい。

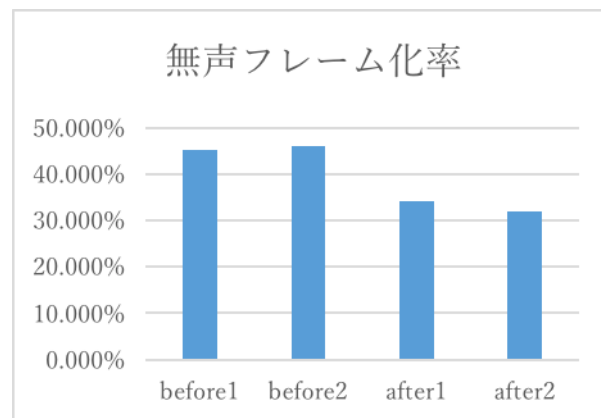


図.5.1.1 滑舌部の有声部の無声フレーム化率

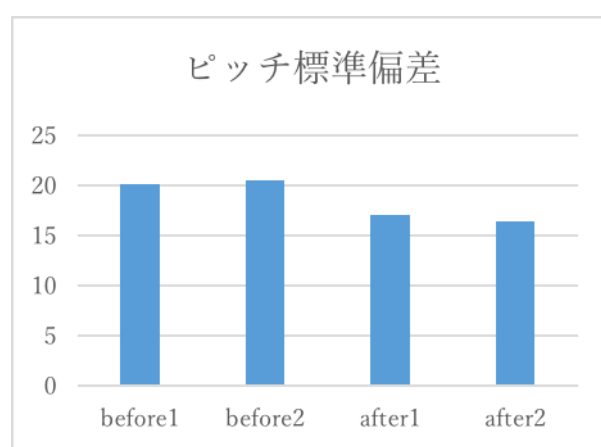


図.5.1.2 滑舌部のピッチの標準偏差

表.5.2.1 介入前後の各角度の値と差分

	介入前	介入後	Δ
A	50.3°	52.1°	1.8°
B	25.2°	26.5°	1.3°
C	3.5°	3.8°	0.3°
D	3.7°	3.7°	0°

文 献

- (1) 松尾 直司ら: “非言語情報を基にしたストレス状態検出の検討(音声・言語・音響教育, 一般)”, 電子情報通信学会技術研究報告, SP, 音声 111(97), 29-33, (2011)
- (2) モバイル向けアプリ「MYMOSIS」
https://play.google.com/store/apps/details?id=com.medical_pst.mimosys_nursing&hl=ja