

発話明瞭度の評価が異なる話者の調音運動の差異*

☆小松梨華, 竹本浩典 (千葉工大), 能田由紀子, 前川喜久雄 (国語研)

1 はじめに

Rong & Green [1] は, 筋萎縮性側索硬化症による構音障害を有する話者を対象に, 舌と下顎の運動と発話明瞭度との関係を検討した。その結果, 舌の動きが制限されて下顎の動きとは独立した舌運動が失われていくことが, 発話明瞭度の低下に大きく関与していると報告した。この研究は, 舌の独立した運動が発話明瞭度に重要であることを示したが, 健常話者内における発話明瞭度の個人差と舌と下顎の運動の関係については検討されていない。

医師に構音の問題を指摘されていないが, 発話のしにくさを自覚している大学生・大学院生は約 30%存在している。その多くが「滑舌が悪い」と感じ, 発話時の舌の動きに違和感を覚えていると報告している[2]。そこで本研究では, 発話のしにくさを自覚し, かつ発話明瞭度の評価が低い話者と, そうでない話者が朗読文を読み上げた際の舌と下顎の調音運動を磁気センサシステム Wave [3]を用いて計測して分析したので報告する。

2 材料と方法

2.1 音声の収録と舌運動の観測

実験参加者は, 医師から構音に問題を指摘されたことのない日本人成人 4 名(男性 1 名: M01, 女性 3 名: F01~F03)である。このうち, M01 と F02 の 2 名は発話のしにくさを自覚していた。実験参加者は Wave の 3 つのセンサ T1, T2, T3 を舌上に, LI を下顎中切歯に設置し, (Fig.1 参照), 国立国語研究所の防音室内でイソップ童話の「北風と太陽」(7 文, 342 音素)を本人にとって普通の速さで 5 回朗読した。朗読中のセンサの座標は 100 Hz のフレームレートで記録し, 音声は Sony のコンデンサーマイクロホン c-357(サンプリング周波数 22 kHz, 量子化ビット数 16 bit)で録音した。なお, Wave では口蓋形状は得られないため, 上顎の歯列と口蓋の形状を歯科用印象材

で採取し, その形状を光学スキャナで計測して Wave の座標系に写像した[4]。

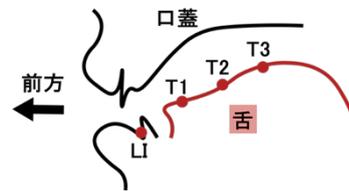


Fig. 1 Wave の各センサの位置

2.2 発話明瞭度などの主観評価

聴覚に問題のない 18 名の学生が収録された 20 の音声を聴取し, 発話明瞭度 (7 段階評価), 発話自然さ, 理解しやすさ (9 段階評価) の 3 指標を用いて評価した。これらの評価指標は, Murali ら[5]において医療用マスクの有無や発話スタイルの違いによる影響を調査するために用いられた尺度に基づいており, 明瞭度・自然さ・理解しやすさを包括的に捉えることが可能である。

2.3 センサ軌跡の面積と重心

各センサの軌跡を正中矢状断面へ正射影して凸包領域を求め, 面積と重心を算出した[6]。次に, 2.1 節で述べた上顎の光学スキャナの計測データから, 左右の中切歯の外側の 2 点を結ぶ線分の midpoint Pa, 左右の第 1 大臼歯の外側の 2 点 P3, P4 から成る三角形の面積 S を求め, 凸包領域の面積を除いて正規化した[7]。

2.4 下顎の動きを除去した舌運動の角度分析

Wave では全てのセンサの位置がサンプリング周期ごとに同時に計測されている。T1~T3 と LI センサの全ての軌跡を正中矢状断面に投影し, その面上におけるあるサンプリング周期から次のサンプリング周期までの移動ベクトルを \vec{v}_{T_i} ($i = 1, 2, 3$), \vec{v}_{LI} とおく。舌は下顎に載っているため, \vec{v}_{T_i} には下顎の変位の影響が含まれていると考えられる。そこで, 下顎の動きをキャンセルした移動ベクトルを \vec{u}_{T_i} とすると, $\vec{u}_{T_i} = \vec{v}_{T_i} - \vec{v}_{LI}$ と考えられる。舌と下顎の運動方向の違いを検討する

* Differences in articulatory movements between speakers with different speech intelligibility ratings, by KOMATSU, Rika, TAKEMOTO, Hironori (Chiba Institute of Technology), NOTA, Yukiko, and MAEKAWA, Kikuo (NINJAL).

ために、 \vec{u}_{T_i} と \vec{v}_{LI} のなす角 θ をサンプリング周期ごとに求め、0-45°, 45-90°, 90-135°, 135-180°の4区間に分類し、各区間に含まれるデータの比率を求めた。

3 結果と考察

3.1 発話明瞭度などの主観評価

Table 1 は話者ごとに読み上げた5文中で総合評価スコアが最も高かった音声の結果を示す。総合評価が良い順に、F01, F03, F02, M01となった。

Table 1 主観評価スコア (総合評価順)

	発話明瞭度	発話自然さ	理解しやすさ	総合評価
F01	5.61	6.94	7.78	7.22
F03	4.94	6.94	7.44	6.79
F02	4.83	6.72	7.06	6.55
M01	4.50	6.83	6.67	6.30

3.2 センサ軌跡の面積

Fig.2 は話者ごとに各センサの軌跡を正中矢状断面へ正射影した凸包領域、Table 2 は正規化した凸包面積を示す。発話明瞭度などの主観評価のスコアが高かった F01 と F03 は、スコアの低かった F02 と M01 に比べて LI の凸包面積が大きい傾向が見られた。これは、主観評価の高い話者では下顎を大きく動かしていることを示唆している。

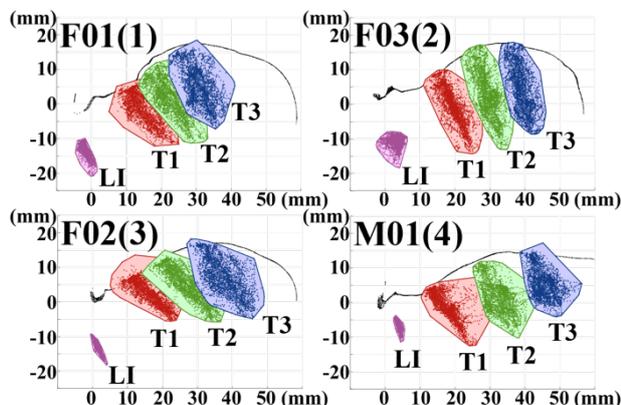


Fig. 2 センサ軌跡 (括弧内は評価順位)

Table 2 正規化したセンサ軌跡の面積 (括弧内は評価順位)

F01 (1)				F03 (2)			
LI	T1	T2	T3	LI	T1	T2	T3
0.17	1.18	1.32	1.33	0.43	1.84	1.94	1.66
F02 (3)				M01 (4)			
LI	T1	T2	T3	LI	T1	T2	T3
0.11	2.03	2.07	2.38	0.09	1.76	1.75	1.58

3.3 角度分析の分布結果

Table 3 は、 \vec{u}_{T_i} と \vec{v}_{LI} のなす角 θ を4つの区間(0-45°, 45-90°, 90-135°, 135-180°)に分類し、その分布の比率を示したものである。0-45°の比率は、発話明瞭度などの主観評価のスコアが高かった F01 と F03 では15%前後と低く、スコアが低かった F02 と M01 では27%前後と高かった。これは、スコアが高かった話者では、下顎の移動方向と舌の移動方向が独立する傾向が高いことを示唆する。

Table 3 θ の分布の比率 (%)

		0-45°	45-90°	90-135°	135-180°
F01	T1	17	20	25	38
	T2	17	21	25	37
	T3	15	19	27	39
F03	T1	17	19	27	37
	T2	16	19	29	36
	T3	15	18	27	41
F02	T1	27	19	19	35
	T2	29	20	17	34
	T3	25	21	21	33
M01	T1	30	23	21	26
	T2	27	24	22	27
	T3	24	22	23	31

4 まとめ

本研究では、発話のしにくさを自覚し、かつ発話明瞭度などの主観評価が低い話者と、そうでない話者が朗読文を読み上げた際の舌と下顎の調音運動を Wave で計測した。その結果、主観評価が高い話者では、下顎の動きが大きく、下顎の運動方向と舌の運動方向が独立している傾向が見られ、先行研究[1]の結果と一致した。今後の課題の一つとして、下顎を大きく動かすことが舌の運動に与える影響などについて追及する必要がある。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 24K00071 の助成を受けた。本研究に参加して頂いたすべての方々から感謝する。

参考文献

- [1] Rong P., Green J.R., J. Speech Lang. Hear. Res., 62 (8S), 3085-3103, 2019.
- [2] 北村他, 日本音響学会誌, 75(3), 188-124, 2019.
- [3] 北村達也, 日本音響学会誌, 71(10), 526-531, 2015.
- [4] Nota *et al.*, JASA Express Lett. 4, 015201, 2024.
- [5] Murali *et al.*, J. Indian Speech Lang. Hear. Assoc., 37 (2), 51-60, 2023.
- [6] Lee, J., & Bell, M., American Journal of Speech-Language Pathology, 27 (3), 996-1009, 2018.
- [7] Stone *et al.*, Proc. Int. Congr. Phonetic Sci., 18 (1), 724, 2015.