

音声分析によるマスク着用時のコミュニケーション方法についての検討

佐藤成美* 山内さつき** 高林範子*** 石井裕****

要旨 本研究の目的は、マスク着用による音声への影響と話し手の音声の特徴が聞き手の聞き易さにどう影響しているかを、音声分析により明らかにすることである。音声実験では、被験者6名に日常生活会話と同程度に話す「標準音声」、大きく・はっきり・ゆっくりと、を意識して話す「明確音声」をマスク非着用時と着用時で録音した。次に聴取実験では、別の被験者10名に録音した音声を聞かせ、どちらが聞き易いか【声の大きさ・声の高さ・話す速度・間隔・アクセント】を基準に評価させた。その結果、マスク着用時の「標準音声」と「明確音声」の声の大きさには、有意な差は認められなかった。これは、マスク着用により発声が妨げられたことによるものと考えられた。また、聞き易い音声とは声の大きさだけではなく、抑揚をつけ話す速度も遅くすることが聞き易い音声にとって必要な項目であり、マスク着用時の円滑なコミュニケーションに繋がるといふ示唆が得られた。

キーワード：マスク、音声分析、コミュニケーション

1. 緒言

病院内では、感染予防のため常にマスクを着用し患者と関わることが多い。しかし、著者自身、患者と接するときに、本当に私の表情を認識してもらえているのか、マスクを着用しない方が言葉を伝えることが容易ではないかと感じる場面が多かった。マスク着用によって顔の大部分を隠してしまうことにより、表情認知やコミュニケーションに影響しないだろうか、マスク着用時のコミュニケーション方法について疑問を感じていた。

先行研究では、患者はマスクを着用している看護師に対して、「仕事ができる」、「信頼できる」、「清潔感がある」など肯定的なイメージがある一方で、「忙しそうで話しにくい」、「冷たい」などといった否定的なイメージがあり、「表情を目や声から読み取るしかなく、分かりにくい」というコミュニケーションの特徴や「会話をしていないと無表情にも見えた」という表情認知の特徴が明らかとなった（掘ら、2001）。目元から笑顔と無表情の認識・推測はできるが、完全に表情を確認できていないことが不安や緊張感を生み出している（屋久ら、2009）。「喜

び」の特徴は、顔の下部、下瞼の両方、「悲しみ」の特徴は、眉・目・口に現れるため、マスク着用により、顔の下部や口の情報が遮断されても、目・眉から表情の情報を得ることができるため表情を誤認知することが少ない。一方、「真顔」「嫌悪」の重要な手がかりは口元に現れるため、マスク着用時に表情を誤認知することが多い（田辺ら、2009）。このことから、患者はマスクを着用している看護師の表情を目や眉でしか読み取れず、表情認知の妨げとなっていると言える。

また、「声がこもって聞き取りにくい」など、特に難聴者にとってはマスク着用がスムーズな会話を阻害するひとつの要因となっている（掘ら、2001）。このような「マスクをしていると聞き取りにくい」という患者の訴えの背景には、マスク着用により、声が小さくなると同時に、口の動き・表情が読み取りにくく視覚的な非言語的コミュニケーションが遮断されていることがある（藤原ら、2006）。

以上のように、看護師のマスク着用による表情認知・コミュニケーションの面で患者に及ぼす影響が

*岡山大学病院

**岡山県美作保健所勝英支所

***岡山県立大学保健福祉学部看護学科

****岡山県立大学情報工学部情報システム工学科

〒700-8558 岡山県岡山市北区鹿田町2-5-1

〒707-0045 岡山県美作市入田291-2

〒719-1197 岡山県総社市窪木111

〒719-1197 岡山県総社市窪木111

明らかとなり、マスク着用時のコミュニケーション方法としては、笑顔で接することは患者に良い印象を与えること、また、普段より大きめの声で話すなどの配慮が必要であることが明らかとなっている。しかし、その他具体的な方法を論じている文献は確認できなかった。

そこで、本研究では、音声分析を行い、マスク着用が音声にどの程度影響しているのか、また、話し手の音声の特徴（声の大きさ・声の高さ・話す速度・間隔・アクセント）が聞き手の聞き易さにどう影響しているのかを明らかにすることを目的とする。

II. 用語の操作的定義

1. 声の高さ：基本周波数 (fundamental frequency : F0) ^{*1} で表わされる。空気の振動回数の多少、単位をヘルツ (Hz) で表わす。

^{*1} 基本的周波数 (F0)：声帯の開閉運動時に送り出される空気のかたまりの数

2. 声の大きさ：空気の圧力変動、単位をデシベル (dB) で表わす。

3. 話す速度：1秒あたりのモーラ^{*2}数、単位をモーラ/秒で表わす。

^{*2} モーラ：日本語のリズムを作る単位 拍

例)「ジャケット」の場合、「じゃ」「け」「っ」「と」で4モーラを数える。

III. 方法

1. 音声実験

- 1) 音声実験期間：2011年10月13日

- 2) 実験対象：発音器官に異常が認められず、同意の得られたA大学の女子学生3名・男子学生3名（年齢18～22歳）。

- 3) 実験環境：図1・2は、実験環境を示したものである。実験場所は、騒音のないA大学の看護学科共同実験室を使用し、被験者のマイクロフォン (audio-technica/ATW-R107-100) への発声音をトランスミッター (audio-technica/ATW-T107) を経由してパソコン (NEC PC - LL750WG6W) に録音した。被験者の口唇から約70cmのところへ入力に使用するマイクロフォンとぬいぐるみを設置した (図1・2)。エドワード・ホールは相手の気持ちや察しながら、個人的関心や関係を話し合うことのできる距離は45～120cmであると述べているため (エドワード.T.ホール、1996)、マイクロ



図1 実験場面

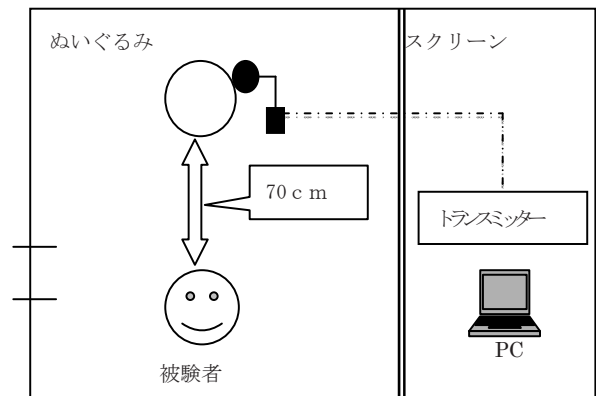


図2 実験の概略図

フォンの設置は70cmとした。

- 4) 実験方法：被験者が発声する文章（以下、被験語）には、音声認識装置により認識率低下の認められた（三村ら、1999）両唇音（上下の唇で調音される子音「ま」「も」）を含み、基本周波パターンを抽出しやすくするため、音声振動を伴う母音または有声子音で構成した短文「犬の名前はモモである（いぬのなまえはももである）」を採用した。

各被験者に対して、被験語の発声の指示として、「日常会話時と同程度に（以下、標準音声）」と「大きく・はっきり・ゆっくりと、を意識して（以下、明確音声）」の2種類を提示し、マスク非着用時とマスク着用時の発声を録音した。標準音声のマスク非着用と着用、明確音声のマスク非着用と着用の順で各3回ずつ録音した。発声順序は、明確音声を発声した後に標準音声を発声した場合、標準音声の声の大きさ・話す速度・間隔に影響を及ぼし、正確な標準音声の発声ができないのではないかと考え、前記のように決めた。なお、実験に使用したマスクは、病院で比較的多く用いられているディスポーザブルマスク（クー・

メディカル・ジャパン株式会社/SMEW)を用いた。

2. 聴取実験

- 1) 聴取実験期間: 2011年10月24日・26日
- 2) 実験対象: 聴覚に異常が認められず、音声実験被験者と面識のない同意の得られたA大学の女子学生5名・男子学生5名(年齢18~22歳)。
- 3) 実験音声: 音声データは、音声編集ソフトウェア(Sound Engine)を使用し、音声実験で得られた各3回の音声データから2回目を抽出し、提示音声とした。
- 4) 実験方法: 聴取実験は、聞き直しの許されない環境で対比較によって行った。実験場所として騒音のないA大学の看護学科共同実験室を使用した。

被験者には、密閉型ヘッドホン(SONY MDR-570LP)を介して2つの音声を順に提示し、どちらがより聞き易いかを評価させた。提示する音声は、音声実験で得られた全被験者(6名)のマスク着用時の音声を使用した。まず、各被験者の標準音声と明確音声の順で比較した6組と先後を逆にして比較した6組の合計12組を提示し、1分程度の休憩時間を設けた。続いて、各被験者の明確音声を比較した15組と先後を逆にした15組の合計30組を提示した。その際、先行音声と後続音声のどちらが聞き易いかを評価用紙に記入させた。また同時に、聞き易さの判断基準を【声の大きさ・声の高さ・話す速度・間隔・アクセント】の5項目から選択させた。また、自由記述欄も用意し、5項目以外での評価基準についても回答を求めた。提示する音声対は、12組と30組の合計42組の音声対をランダムな順序で提示するものとし、提示音圧は65dBとした。

3. 分析方法

1) 音声データ

音声編集ソフトウェア(Sound Engine)を使用し、音声実験で得られた各3回の音声データから2回目を抽出したのち、音声解析ソフトウェア(Wave Surfer /KTH)を用いてデータをそれぞれ分析し、1/100秒毎Excel2007に入力した。

2) 統計解析

音声実験の声の高さ(基本周波数)、声の大き

さ、話す速度(モーラ数)の平均値を従属変数とし、発話方法の要因:2条件(標準・明確)×マスクの要因:2条件(非着用・着用)の2元配置の分散分析を行った。有意性が認められた場合、下位検定として、ボンフェローニの多重比較補正をした対応のあるt検定をそれぞれ行った。なお、すべての検定における有意水準 α は0.05とした。聴取実験の各被験者の標準音声と明確音声対(全12組)の評価結果についてはカイ二乗検定、明確音声対(全30組)の評価結果については、Bradley - Terryモデルを使用し推定を行った。

4. 倫理的配慮

実験に際して事前に被験者に目的・方法を口頭と文章で説明した。録音されたデータは研究者以外の目に触れないこと、匿名性の保護、研究への参加や回答は自由であり、拒否した場合も不利益を受けないこと、得られたデータを研究以外の目的で使用しないこと等を保障した。これらを説明後文書による同意を得た。

IV. 結果

1. 音声実験結果

音声実験で得られた各被験者の音声を抽出し、声の高さ(基本周波数)、声の大きさ、話す速度(モーラ数)を求めた結果を表1に示す。

1) 音声の男女の比較

通常時の音声(マスク非着用・標準音声)の声の高さ(基本周波数)の平均値は男性が110.77Hz、女性が238.49Hzであった。声の大きさは、男性21.24dB、女性23.82dBであった。

2) 発話方法(標準・明確)とマスク着用の有無による音声の比較

(1) 声の高さ(基本周波数)

標準音声の声の高さ(基本周波数)の平均値は、マスク非着用は 174.83 ± 72.70 Hz、マスク着用時では 175.50 ± 75.52 Hzであった。また、明確音声では、マスク非着用時は 180.50 ± 71.32 Hz、マスク着用時では 185.50 ± 77.23 Hzであった。マスク非着用時の声の高さ(基本周波数)の平均値は、標準音声は 174.83 ± 72.70 Hz、明確音声では 180.50 ± 71.32 Hzであった。また、マスク着用時では、標準音声は 175.50 ± 75.52 Hz、明確音声では 185.50 ± 77.23 Hzであった。声の高さ(基本周

波数)の平均値の差を、2元配置分散分析で検討した結果、発話方法(標準・明確)の主効果は有意傾向であった($F_{(1, 5)} = 4.23$, $P = 0.095$)。また、マスク(非着用・着用)の主効果($F_{(1, 5)} = 1.09$, $P > 0.1$, n.s.)、および交互作用は有意ではなかった($F_{(1, 5)} = 0.94$, $P > 0.1$, n.s.)(表2参照)。

(2) 声の大きさ

標準音声の声の大きさの平均値は、マスク非着

用時は 22.66 ± 4.03 dB、マスク着用時では 21.50 ± 3.98 dBであった。また、明確音声では、マスク非着用時は 26.82 ± 5.23 dB、マスク着用時では 26.00 ± 6.22 dBであった。マスク非着用時の声の大きさの平均値は、標準音声は 22.66 ± 4.03 dB、明確音声では 26.83 ± 5.23 dBであった。また、マスク着用時では、標準音声は 21.50 ± 3.98 dB、明確音声では 26.00 ± 6.22 dBであった。声の大きさにおい

表1 音声データ

| 条件 | | | | | 声の高さ（基本周波数） | | | 声の大きさ 平均値(dB) | 話す速度 (モーラ数) |
|----|----|------|-----|----|-------------|-----------------------|----------------------|------------------|----------------|
| | 性別 | 発声指示 | マスク | | 平均値(Hz) | 変動幅(Hz) ^{※1} | 変動率(%) ^{※2} | | |
| A | 女性 | 標準音声 | 非着用 | A1 | 270.03 | 146.55 | 0.54 | 28.58 | 3.91 |
| | | | 着用 | A2 | 275.75 | 146.17 | 0.53 | 27.21 | 6.22 |
| | | 明確音声 | 非着用 | A3 | 284.34 | 134.95 | 0.47 | 34.12 | 4.71 |
| | | | 着用 | A4 | 299.62 | 160.2 | 0.53 | 32.45 | 5.38 |
| B | 女性 | 標準音声 | 非着用 | B1 | 227.7 | 101.85 | 0.45 | 19.89 | 4.71 |
| | | | 着用 | B2 | 242.6 | 53.66 | 0.22 | 21.41 | 6.78 |
| | | 明確音声 | 非着用 | B3 | 232.52 | 60.38 | 0.26 | 24.27 | 4.15 |
| | | | 着用 | B4 | 239.6 | 62.93 | 0.26 | 26.05 | 5.69 |
| C | 男性 | 標準音声 | 非着用 | C1 | 112.69 | 33.16 | 0.29 | 23.15 | 4.98 |
| | | | 着用 | C2 | 109.11 | 42.57 | 0.39 | 22.84 | 8.00 |
| | | 明確音声 | 非着用 | C3 | 113.03 | 55.83 | 0.49 | 25.9 | 5.29 |
| | | | 着用 | C4 | 116.3 | 39.88 | 0.34 | 26.22 | 7.14 |
| D | 男性 | 標準音声 | 非着用 | D1 | 94.98 | 37.73 | 0.4 | 23.96 | 3.07 |
| | | | 着用 | D2 | 95.44 | 22.64 | 0.24 | 20.04 | 6.12 |
| | | 明確音声 | 非着用 | D3 | 116.41 | 64.38 | 0.55 | 32.02 | 2.55 |
| | | | 着用 | D4 | 115.11 | 46.45 | 0.4 | 33.32 | 9.16 |
| E | 男性 | 標準音声 | 非着用 | E1 | 124.65 | 32.21 | 0.26 | 16.62 | 2.55 |
| | | | 着用 | E2 | 95.44 | 22.64 | 0.24 | 15.15 | 9.45 |
| | | 明確音声 | 非着用 | E3 | 116.41 | 64.45 | 0.55 | 19.5 | 5.48 |
| | | | 着用 | E4 | 115.11 | 46.45 | 0.4 | 16.48 | 9.45 |
| F | 女性 | 標準音声 | 非着用 | F1 | 217.75 | 148.92 | 0.68 | 22.98 | 3.95 |
| | | | 着用 | F2 | 202.46 | 164.01 | 0.81 | 22.93 | 7.45 |
| | | 明確音声 | 非着用 | F3 | 206.64 | 213.89 | 0.97 | 25.09 | 2.86 |
| | | | 着用 | F4 | 213.44 | 179.34 | 0.84 | 23.18 | 5.04 |

※1 基本周波数の変動幅：最大値と最小値の差

※2 基本周波数の変動率：変動幅を平均値で割った値

でも同様の検定を行った結果、発話方法（標準・明確）の主効果は有意であった（ $F_{(1, 5)} = 9.91$ 、 $P = 0.025$ ）が、マスク（非着用・着用）の主効果（ $F_{(1, 5)} = 2.40$ 、 $P > 0.1$, n.s.）、および交互作用は有意ではなかった（ $F_{(1, 5)} = 0.10$ 、 $P > 0.1$, n.s.）。下位検定の結果、マスク非着用時において標準音声条件よりも明確音声条件の方が音の大きさが有意に大きかった（ $P=0.02$ ）（表2参照）。

（3）話す速度（モーラ数）

標準音声の話す速度は、マスク非着用時は 3.92

± 0.82 モーラ、マスク着用時では 7.42 ± 1.47 モーラであった。また、明確音声ではマスク非着用時は 4.68 ± 1.92 モーラ、マスク着用時では 6.83 ± 1.83 モーラであった。マスク非着用時の話す速度は、標準音声は 3.92 ± 0.82 モーラ、明確音声では 4.68 ± 1.92 モーラであった。また、マスク着用時では、標準音声は 7.42 ± 1.47 モーラ、明確音声では 6.83 ± 1.83 モーラであった。話す速度においても同様の検定を行った結果、発話方法（標準・明確）の主効果は有意ではなかった（ $F_{(1,$

表2 発話方法（標準・明確）とマスク着用の有無による音声分析結果

平均値

[SD]

| | | 声の高さ（Hz） | 声の大きさ（dB） | 話す速度（モーラ） |
|--------|--------|----------|-----------|-----------|
| 標準音声 | マスク非着用 | 174.83 | 22.66 | 3.92 |
| | | [72.70] | [4.03] | [0.82] |
| | マスク着用 | 175.50 | 21.50 | 7.42 |
| | | [75.52] | [3.98] | [1.47] |
| P 値 | | n. s. | n. s. | 0.02 * |
| 明確音声 | マスク着用 | 180.50 | 26.82 | 4.68 |
| | | [71.32] | [5.23] | [1.92] |
| | マスク着用 | 185.50 | 26.00 | 6.83 |
| | | [77.23] | [6.22] | [1.83] |
| P 値 | | n. s. | n. s. | n. s. |
| マスク非着用 | 標準音声 | 174.83 | 22.66 | 3.92 |
| | | [72.70] | [4.03] | [0.82] |
| | 明確音声 | 180.50 | 26.83 | 4.68 |
| | | [71.32] | [5.23] | [1.92] |
| P 値 | | n. s. | 0.02 * | n. s. |
| マスク着用 | 標準音声 | 175.50 | 21.50 | 7.42 |
| | | [75.52] | [3.98] | [1.47] |
| | 明確音声 | 185.50 | 26.00 | 6.83 |
| | | [77.23] | [6.22] | [1.83] |
| P 値 | | n. s. | n. s. | n. s. |

注）2 元配置分散分析および対応のある t 検定 * : $P < 0.05$ n. s. : not significant

$\text{)} = 0.02, P > 0.1, \text{n.s.})$ が、マスク（非着用・着用）の主効果は有意であった ($F_{(1, 5)} = 31.07, P = 0.003$)。また、交互作用は有意ではなかった ($F_{(1, 5)} = 1.33, P > 0.1, \text{n.s.}$)。下位検定の結果、標準音声時においてマスク非着用条件よりもマスク着用条件の方が話す速度が有意に速かった ($P = 0.02$) (表2参照)。

(4) 間隔

被験語中における間隔は、F 以外には見られなかった。F の音声データに注目すると、マスク非着用時の標準音声では 0.04 秒、明確音声では 0.09 秒、マスク着用時の明確音声では、0.44 秒の被験語中に間隔があることが認められた。

2. 聴取実験結果

1) マスク着用時の標準音声と明確音声における評価の比較

音声実験で得られたマスク着用時の標準音声と明確音声を順に提示し、どちらがより聞き易いかを評価させた結果を図3に示す。この評価結果をカイ二乗検定し、P 値を求めた。その結果、B～F については $P = 0.00 < 0.01$ より有意な差が認められ、標準音声よりも明確音声のほうが聞き易いと評価された。また、被験者 A～F における聞き易いとした評価基準結果を図4、各被験者の評価基準結果を図5に示す。評価基準として、【声

の大きさ】と【話す速度】が多く選ばれた。

2) マスク着用時の明確音声における評価結果

マスク着用時の明確音声対 (A4・B4・C4・D4・E4・F4) の一対比較に基づく評価結果を定量的に示すために、(1)式により求められる Bradley-Terry モデルを用いて各明確音声の強さ π を最尤推定した。結果を表3に示す。 π_i は i の強さ、すなわち明確音声の聞き易さを示している。なお、モデルは適合度検定及び尤度比検定において棄却されず、強さ π の妥当性が保証された。

$$P_{ij} = \frac{\pi_i}{(\pi_i + \pi_j)} \quad (1)$$

$$\sum_i^n \pi_i = \text{const.} (=100)$$

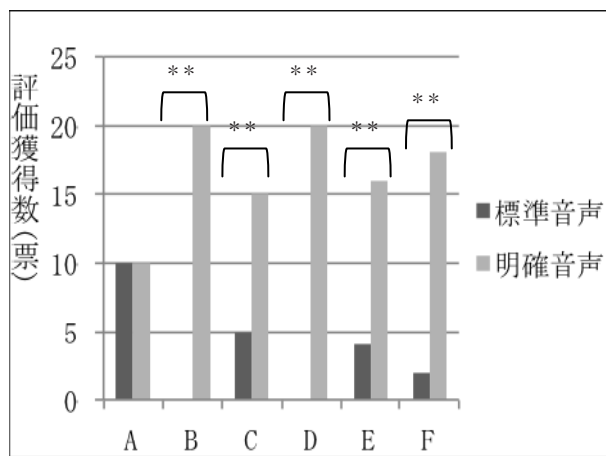
(π_i : i の強さの量、 P_{ij} : i が j に勝つ確率)

Bradley-Terry モデルにより得られた強さ π を図6に示す。この結果から、マスク着用時の明確音声として F4 の音声最も聞き易いと評価されており、その有効性が示された。

3) F4 と E4 における音声の特徴

最も評価の高かった F4 と最も評価の低かった E4 における音声の特徴を分析比較した。F4 と E4 の声の高さ（基本周波数）と話す速度の特徴を比較したものを図7に示す。縦軸は声の高さ（基本周波数）の平均値 (Hz)、横軸は話す速度 (秒) を表している。まず、F4 と E4 における声の高さ（基本周波数）、声の大きさについて対応のない t 検定を行った。結果を表4に示す。声の高さ（基本周波数）、声の大きさの平均値ともに $P = 0.00 < 0.01$ より有意な差が認められた。F4 は E4 よりも声の高さ、大きさともに上回っていることが示された。

また、図5より F4 は評価基準として【間隔】が最も多く選ばれている。F4 には被験語中に 0.44 秒の間があったが、E4 には間はなかった。次に F4 が高評価を得た評価基準として、【アクセント】が選ばれている。表1に示す F4 の変動率は 0.84% であり、E4 の変動率の 0.4% よりも 0.44% 高かった。よって、最も評価の高かった F4 の音声の特徴として、声の高さが高い、声の大きさが



注) カイ二乗検定 ** : $P < 0.01$

図3 マスク着用時の標準音声と明確音声における評価結果

大きい、十分な間隔と抑揚がとれていることが挙げられる。これは、マスク着用時の聞き易いとき

れる明確音声の特徴であるといえる。

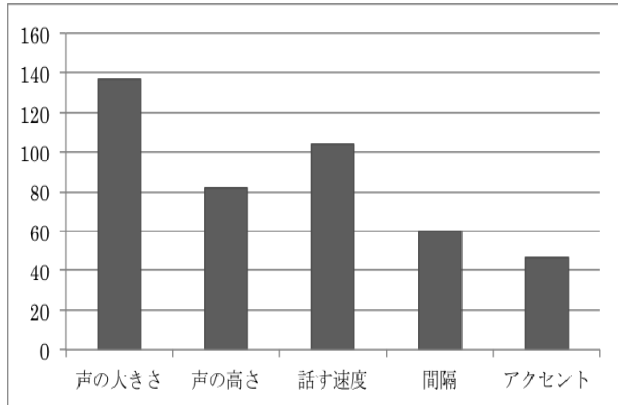


図4 被験者 A～F における評価基準結果

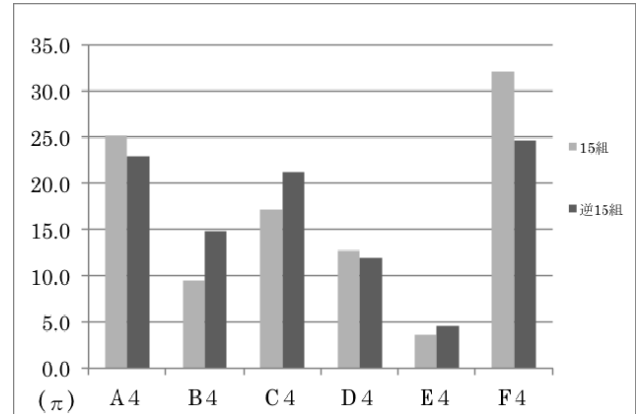


図6 Bradley-Terry モデルにより得られた強さ π

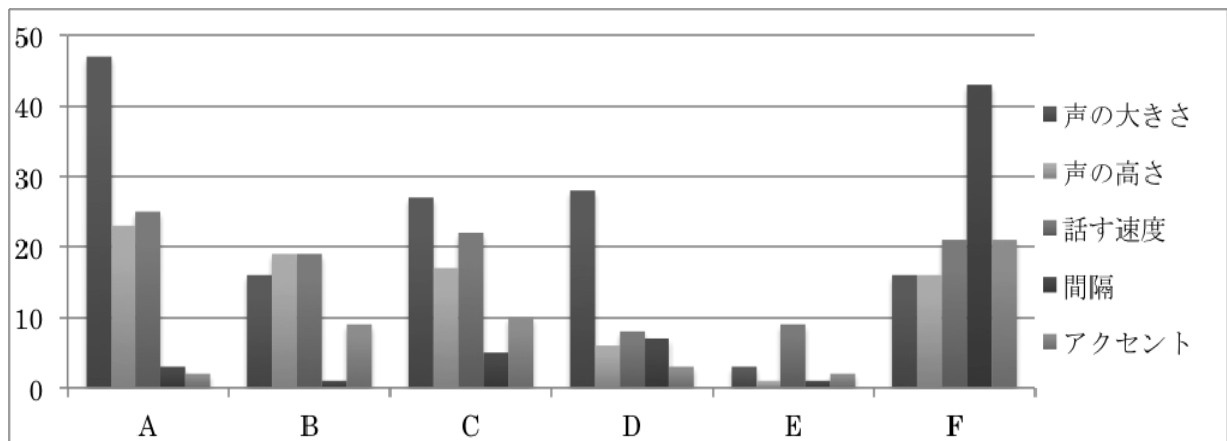


図5 各被験者の評価基準結果

表3 マスク着用時の明確音声対の評価結果 (Bradley-Terry) 15組 / 逆15組

| i \ j | A | B | C | D | E | F | total | π | 順位 |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|---------|---------------|-------|
| A | | 6 / 5 | 7 / 6 | 7 / 8 | 9 / 8 | 4 / 4 | 33 / 31 | 25.12 / 22.87 | 2 / 2 |
| B | 4 / 5 | | 3 / 4 | 5 / 5 | 7 / 7 | 1 / 4 | 20 / 25 | 9.39 / 14.81 | 5 / 4 |
| C | 3 / 4 | 7 / 6 | | 4 / 7 | 10 / 9 | 5 / 4 | 29 / 30 | 17.13 / 21.25 | 3 / 3 |
| D | 3 / 2 | 5 / 5 | 6 / 3 | | 7 / 8 | 3 / 4 | 24 / 22 | 12.71 / 11.92 | 4 / 5 |
| E | 1 / 2 | 3 / 3 | 0 / 1 | 3 / 2 | | 1 / 2 | 8 / 10 | 3.61 / 4.50 | 6 / 6 |
| F | 6 / 6 | 9 / 6 | 5 / 6 | 7 / 6 | 9 / 8 | | 36 / 32 | 32.03 / 24.64 | 1 / 1 |

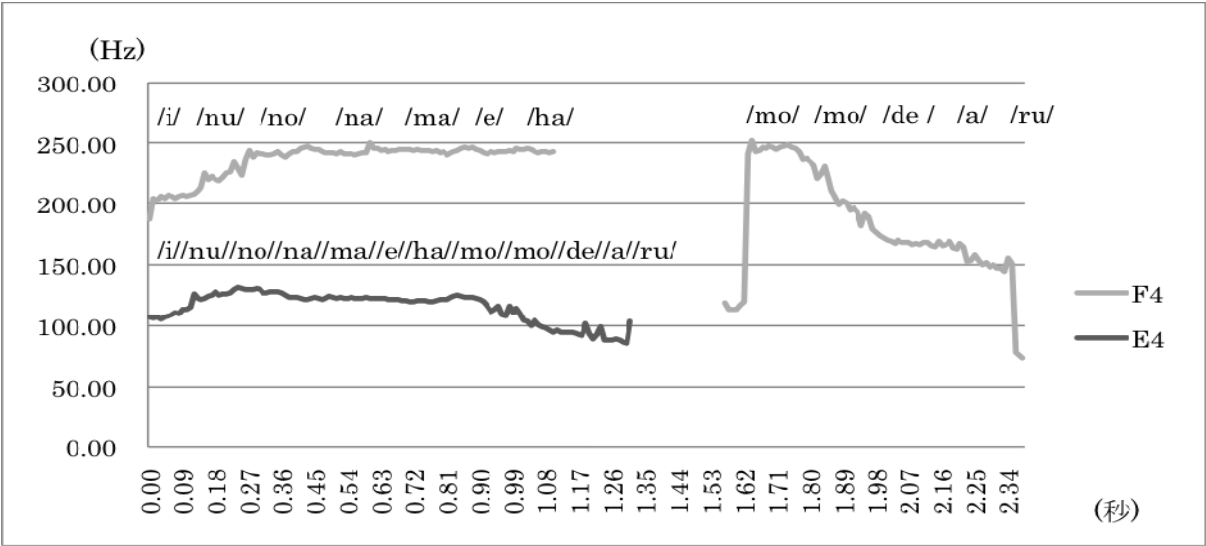


図 7 E4 と F4 の声の高さ（基本周波数）と話す速度の特徴比較

表 4 F4 と E4 における音声の特徴

| | 声の高さ (Hz) | | 声の大きさ (dB) | |
|-----|-----------|----|------------|----|
| F4 | 213.44 | | 23.18 | |
| E4 | 115.11 | | 16.48 | |
| P 値 | 0.00 | ** | 0.00 | ** |

注) 対応のない t 検定 **: $P < 0.01$

V. 考察

音声実験で得られた音声データの分析を行った結果、マスク着用が音声に及ぼす影響として表 2 の結果より、マスクを着用することによって話す速度が速くなるという結果が得られた。今回、明確音声を発声した後に標準音声を発声した場合、標準音声の声の大きさ・話す速度・間隔などに影響を及ぼし、正確な標準音声の発声ができないのではないかと考え、標準音声のマスク非着用と着用、明確音声のマスク非着用と着用のように発声順序を決めた。マスク非着用、マスク着用の順に発声したため、後に発声したマスク着用時の方に「慣れ」が生じ話す速度が速くなったと推測できる。これは、発声した順序による効果が働いたためと考えられる。

また、標準音声と明確音声間で比較を行った結果、マスク非着用時において、標準音声と明確音声の声の大きさでは有意な差が認められた。しかし、マスク着用時では有意な差は認められなかった。そ

の理由として、非着用時と同じように明確音声の発声時に大きな声を出しても、マスクを着用することにより、声の大きさが妨げられた被験者もいたことが推測できる。

次に、聴取実験で得られたマスク着用時の標準音声と明確音声における聞き易さの評価を分析した結果、図 3 に示す通り被験者 B～F においては、標準音声よりも明確音声の方が聞き易いという評価を得た。また、図 4 に示す被験者全体の明確音声における評価基準として【声の大きさ】【話す速度】が多く選ばれていた。このことから、明確音声の発声条件である「大きく・はっきり・ゆっくりと」を意識した発声の方が、相手は聞き易いと感じることが明らかとなった。しかし、図 3 に示すように A において、標準音声と明確音声で聞き易さに差が見られなかった。この理由として、B～F においては、表 1 に示すように明確音声は標準音声よりも変動率が高いのに対して、A では変動率に変化が見られ

なかったためではないかと考えられる。このことから、聞き易い音声は、変動率の高さ、つまり、抑揚の大きさが影響していると考えられる。

また、「大きく・はっきり・ゆっくりと」を意識した発声をしたとしても、表1よりAのように声の高さ（基本周波数）・声の大きさの平均値の上昇、話す速度の低速化が認められた者もいれば、Bのように声の大きさのみに上昇が認められた者もいた。このことから、明確音声を発声することは、声の大きさ、話す速度や間隔の取り方、抑揚など人それぞれに重視する点が異なるということが推測された。よって、明確音声を発声する際にはより具体的な方法を示していく必要があると考えられる。

さらに、先行研究では、マスク着用時のコミュニケーション方法として、「大きめの声で話す」などの配慮が必要であること（藤原ら、2006）が論じられているが、聴取実験で一番聞き易いと評価されたF4の声の大きさは、23.14dBであり、これは6人中5番目に大きい声であった。つまり、声が大きければ大きいほど聞き易いというわけではないといえる。また、被験語中において十分な間隔があったこと、そして、変動率が最も高く、抑揚があったことが、F4の音声の特徴である。聴取実験においても、被験者のF4の評価基準によると、【間隔】と【アクセント】が多く選ばれていた。よって、聞き易いとされる発声とは、声の大きさに加え、文中の間隔や声の抑揚も大きく影響してくるといえる。

その他マスク着用が音声に及ぼす影響としては、得られた音声データの分析では明らかにすることができなかった。このことより、マスク着用がコミュニケーションの妨げとなっているのは、発声される音声に原因があるというよりも、先行研究のように、口の動き・表情が読み取りにくく視覚的な非言語的コミュニケーションが遮断されている（藤原ら、2006）ことが大きな原因となっているためではないかと考える。最近では、顔・表情を隠さず自然なコミュニケーションが可能とされる透明なマスクの開発応用が進められているが、ウイルス防御等の実証研究等も含めて医療現場での活用が期待される。

また、今回の聴取実験の被験者は、聴覚に異常のない学生であり、騒音のない実験環境と密閉型ヘッドホンを使用し、聴くことだけに集中できる環境で行った。しかし、実際の臨床現場では、環境音や対話時の看護師と患者の距離、体勢、知覚機能などコ

ミュニケーションの妨げとなる様々な因子が存在していると考えられる。今後の課題として、これらの因子を考慮し、マスク着用時のコミュニケーション方法についてさらに検討していく必要がある。

以上より、先行研究ではマスク着用時のコミュニケーション方法として、普段より大きめの声で話すなどの配慮が必要である（藤原ら、2006）ことが明らかとなっていたが、今回の研究ではそれに加えて、抑揚を大きくし、話す速度もゆっくりすることがより聞き易い発声をするために重要であり、これがマスク着用時の円滑なコミュニケーションに繋がると考えられる。

VI. 結論

1. 標準音声と明確音声間で比較を行った結果、マスク非着用時の明確音声における声の大きさの平均値では有意な差が認められたが、マスク着用時には、有意な差が認められなかった。これは、非着用時と同じように明確音声発声時に大きな声を出しても、マスクを着用することによって、発声が妨げられたためと考えられる。

2. 「大きく・はっきり・ゆっくりと」を意識した発声をしたとしても、被験者によって声の高さ（基本周波数）・声の大きさの平均値の上昇、話す速度の低速化が見られる者もいれば、声の大きさのみに上昇が認められた者もいた。よって、明確音声を発声することは、声の大きさ、発話速度や間隔の取り方、抑揚など人それぞれに重視する点が異なることが示された。

3. 聴取実験で一番聞き易いと評価された被験者の声の大きさは、6人中5番目に大きい声であった。つまり、声が大きければ大きいほど聞き易いというわけではないといえる。また、被験語中において十分な間隔があったこと、そして、変動率が最も高く、抑揚があったことが、この被験者の音声の特徴であり、評価基準でも、【間隔】と【アクセント】が多く選ばれていた。よって、聞き易いとされる発声とは声の大きさに加え、文中の間隔や声の抑揚も大きく影響することが示された。

付記

本研究を行うに当たり、ご協力頂きました学生の皆様に感謝致します。また、データ収集・分析に当たりご尽力を頂いた、岡山県立大学情報工学部ヒューマンインタフェース研究室の皆様、保健福祉学部澤田陽一先生にお礼申し上げます。

文献

- 1) WR., A., Bradley, M., E., Terry. (1952).
Rank analysis of incomplete block designs,
Biometrika. Vol.39:324-352
- 2) 藤原厚子, 大河内律子, 榊原かおり, 良木弥生 (2006). 患者と看護師の声の関係 会話音量の測定を試みて. 西尾市民病院紀要, 17 (1) : 116-118.
- 3) エドワード.T.ホール (1996). 日高敏隆, 佐藤信行 (1970). かくれた次元. みすず書房
- 4) 堀めぐみ, 佐々木八重, 森脇三重子 (2001).
ICUに勤務する看護婦のマスク常用が患者に及ぼす影響 識別・イメージ・情緒の視点から. 日本看護学会論文集 / 成人看護 I, 1347-8192 (31) : 92-94.
- 5) 三村真一, 松井浩, 宇野光乗, 萩野芳, 村上昌之, 倉知正和, 藤井輝久 (1999). 歯科用マスク装着時の音声分析. 日本補綴歯科学会雑誌 / 特別号, 43 (101) : 137.
- 6) 野村光江, 富城智子, 竹本智子, 城由香利, 鈴木二三子, 方岡愛, 富田ひとみ, 池田ひとみ, 池田宏子, 吉川左紀子 (2009). N95 マスクと患者—看護師間のコミュニケーション質問紙調査による検討. 国立病院総合医学会講演抄録集, 63 : 766.
- 7) 野村光江, 富城智子, 竹本智子, 城由香利, 鈴木二三子, 方岡愛, 富田ひとみ, 池田ひとみ, 池田宏子, 吉川左紀子 (2009). マスク使用と患者—看護師間コミュニケーション. 電子情報通信学会技術研究報告, 109 (27) : 29-33.
- 8) 屋久裕介, 田中裕二 (2009). 表情刺激が生体に及ぼす影響 表情とマスク着用の影響について. 日本看護技術学会学術集会講演抄録集, 8 : 60.
- 9) 田辺かおる, 西沢義子 (2009). 医療者のマスク装着による表情認知の実態. 看護技術学会雑誌, 32 (3) : 285.
- 10) 豊納前, 岩城護 (2002). 一話者の話し方の違

いによる基本周波数パターンと音声の聞きやすさの関係について. 電子情報通信学会技術研究報告, 102 (247) : 7-12.

The examination of communication method while wearing a medical mask using voice analysis

NARUMI SATO*, SATSUKI YAMAUCHI**, NORIKO TAKABAYASHI***,
YUTAKA ISHII****

**Okayama University Hospital 2-5-1, Sikata-cho, Kita-ku, Okayama-shi, Okayama 700-8558, JAPAN*

***Shoei branch office of Mimasaka public health center, 291-2nyuta, mimasaka-shi, Okayama 707-0045, JAPAN*

****Department of Nursing Science, Faculty of Health and Welfare Science, Okayama Prefectural University
111Kuboki, Soja-shi, Okayama 719-1197, JAPAN*

*****Faculty of Computer Science and Systems Engineering, Okayama Prefectural University 111Kuboki, Soja-shi, Okayama 719-1197, JAPAN*

Abstract This study was made to reveal the impact on voice while wearing a medical mask and how it will effect on the listenability for the listener by the characteristics of the voice from the speaker. In voice test, “standard voice” which was at the same extent as daily conversation level, and “articulate voice” which consciously vocalized to be more loudly, clearly and slowly, made by six research participants while wearing a medical mask and unmasked had been recorded. At the next hearing test, the other ten participants had heard two types of recoded voices, and evaluated which one was comparatively listenable based on “volume of voice, tone of voice, pace of speech, interval and an accent.” The result shows that there was no significant difference at the volume of voice between “standard voice” and “articulate voice” while wearing a medical mask. It is conceivable that the speech had been obstructed because of wearing a medical mask. It is also suggested that not only the volume of voice but also the action of intonating words and speak more slowly, were the essential elements for the listenability, and they could lead to smoother communication while wearing a medical mask.

Keyword : medical mask, voice analysis, communication