

脳血管障害による音声障害に対する ロンバル効果を用いた新しいアプローチ —ウエイトノイズ法について—

高橋 信雄 佐々木結花 高野智恵子
久永 欣哉 佐藤 智彦 木村 格

要旨 筆者らの提案による新しい音声治療法，ウエイトノイズ法についてそのプロトコルを解説し，適用対象，これまでに当院で得られた治療結果の概要，今後の展望等について述べる．本方法はロンバル効果を用いた発声訓練法で，両耳に35-55dBのウエイトノイズを負荷して音読や復唱を行う．当院ではこれまで脳血管障害により音声障害を呈した52例に対し本方法を適用したが，うち48例において日常会話での音声に改善が認められた．脳血管障害例は運動機能や精神機能の低下をとまなうことが多く，発声機能の低下に対する代表的アプローチとされるプッシング法や，努力発声を要求する方法の適用が困難な場合が多い．またマスクング法も，負荷されるマスクングノイズの不快感のため継続的な適用は困難である．ウエイトノイズ法では患者に大きな努力を強いることがなく，無理なく安全に訓練を導入，継続することができ，脳血管障害例に適用が容易であると考えられる．さらにノイズを負荷するとすぐに声量，声質の改善が得られるため，患者の訓練意欲を引き出すことができると考えられる．従来の訓練方法の適用が困難であった高次脳機能障害の症例，発声時の易疲労性のため訓練開始が困難であった一側性喉頭麻痺の症例の2症例をとりあげ，治療結果の概要を紹介する．
(キーワード：ウエイトノイズ法，ロンバル効果，音声障害，脳血管障害)

New Voice Treatment Applying Lombard Effect
for Hypofunctional Voice Disorder in Cerebrovascular Disease,
: Weighted Noise Voice Treatment and its Effectiveness

Nobuo Takahashi, Yuka Sasaki, Chieko Takano,
Kinya Hisanaga, Tomohiko Sato and Itaru Kimura

はじめに

当院臨床研究部では脳血管障害，神経筋疾患に起因する言語症状の治療法，評価法の研究を行っている．今回はその中から，筆者らの提案による新しい音声治療法，ウエイトノイズ法に関して解説する．

Lombard は，健聴者が発話している最中に，突然ノイズを聴覚的に負荷すると声量が増大することを報告した¹⁾²⁾．この現象はロンバル効果と呼ばれている．今日

では，ロンバル効果は声量が増大する現象だけでなく，声の基本周波数が上昇する現象も含むものとされている．

ロンバル効果の発現要因は今日でも明らかにされていないが，これまで聴覚フィードバックを重視する説¹⁾³⁾，コミュニケーション効果を重視する説⁴⁾⁵⁾が挙げられている．他にも，発達，学習の要因が関係していることを示唆する報告⁶⁾もみられる．

ロンバル効果は音声治療に適用できるとされており，今日では文献にも，マスクング法として紹介されている

国立病院機構宮城病院 リハビリテーション科 言語療法室

1) 国立病院機構宮城病院 神経内科

2) 国立病院機構宮城病院 リハビリテーション科

別刷請求先：高橋 信雄 国立病院機構宮城病院 リハビリテーション科 言語療法室

〒989-2202 宮城県亘理郡山元町高瀬字合戦原100

(平成17年8月2日受付)

(平成18年2月18日受理)

ことがある⁷⁾⁻¹¹⁾。マスクング法のプロトコルは文献により異なっているが、おおよそ次のように要約することができる。

「患者が会話や音読をしている最中に、突然マスクングノイズを聞かせる。患者はマスクングされた状態の方が良好な音声を出せることが多い。その音声を録音し、患者にフィードバックする。」

マスクング法は、脳血管障害に起因する気息性、無力性声質および声量低下の治療に有効とされており、音声治療、言語療法のテキスト等に紹介されている⁹⁾⁻¹³⁾。しかし、筆者らが検索した限りでは症例報告はなく、マスクング法は音声のリハビリテーションで用いられる主要な技法として認知されるには至っていないように思われる。その要因の一つには、マスクング法で主として用いられる90dB SPL (sound pressure level) のホワイトノイズは、両耳に負荷されると強い不快感をともなうことが挙げられる。すなわちマスクング法は本来的に、即効性は期待できるが持続的な適用は困難な方法であると考えられる。

脳血管障害例は運動機能や精神機能の低下をともなうことが多く、声門閉鎖不全に対する代表的アプローチとされるプッシング法や、リー・シルバーマン音声治療プログラム¹⁴⁾など努力発声を要求する方法の適用が困難な場合が多い。

筆者らはマスクング法の改良を試み、55dB程度の音量を上限とするノイズを用いるウエイトノイズ法を提案した¹⁵⁾⁻¹⁷⁾。本稿ではそのプロトコルを解説し、適応対象、これまでに当院で得られた治療結果の概要、今後の展望について述べる。

ウエイトノイズ法のプロトコル

1. 喉頭内視鏡検査

喉頭内視鏡検査を行い、喉頭所見を得る。

2. 聴覚管理

ノイズを聴覚的に負荷するため、事前に聴力検査を行い、さらに随時聴力のチェックを行う。

3. ノイズの選択 (種類と音量)

55dB程度を上限とするウエイトノイズを用いる。音声障害の改善につれて、ノイズの音量を徐々に下げてゆき、最終的にはノイズのない状態で良好な音声を得られることを目標とする。

当院ではオーディオメータ AA-61B (リオン製) から得られるウエイトノイズを用いている。

4. 課題の選択

ヘッドホンレシーバーを用いて患者の両耳にウエイト

ノイズを同時に負荷しながら、単語の復唱や文章朗読などの課題を行わせる。咳をすることができない症例では、ノイズを負荷して咳をする練習から開始する。音声障害が軽度の場合は、短文音読から開始する。音声障害の改善につれて、長いテキストへと課題を変えていく。原則的には、長いテキストで有響成分を一貫して保持可能となってからノイズ音量の操作を行う。しかし、言語認知機能の低下がみられる症例では長いテキストに移行することが困難な場合があり、そうした場合には症例が対応可能な長さのテキストを用いる。

訓練の流れを図1に示す。

5. 訓練時間と頻度

1回20分程度の訓練を週4回から5回行う。

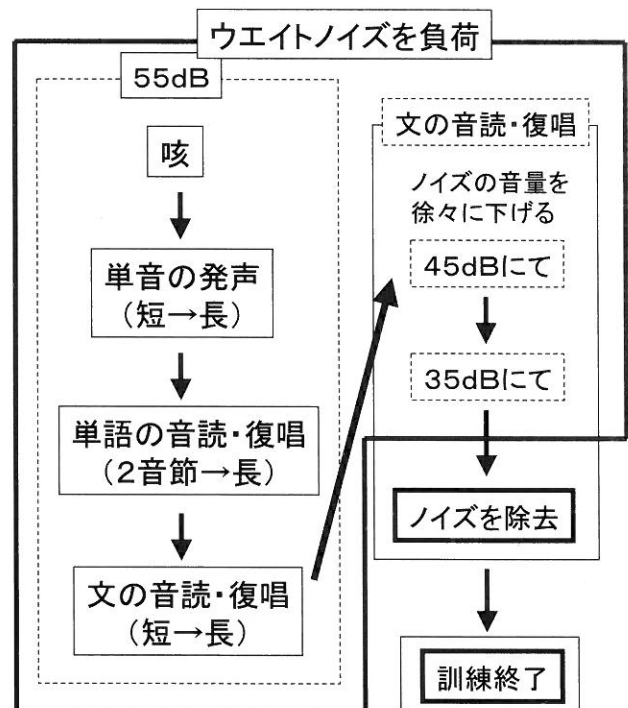


図1 ウエイトノイズ法のプロトコル (文献¹⁶⁾より改変)

ウエイトノイズ法の適用対象

脳血管障害を対象としたが、以下に示す症例は対象外とする。

- 1) 強い粗ざう性音声をともなう症例。
- 2) 声帯に一側喉頭麻痺を除く器質的変化が認められた症例。
- 3) 音声障害発症以前に声の濫用が認められた症例。
- 4) 聴覚障害のある症例。

表1 52例のプロフィール

No.	性	年齢	診断名	訓練期間 (日)	最長発声持続時間(秒)		音声の改善
					訓練開始時	訓練終了時	
1	男	48	くも膜下出血	150	—	—	+
2	男	52	左被殻出血	60	6.4	10.5	+
3	男	72	多発性脳梗塞(基底核・白質)	77	0.0	1.2	+
4	男	72	右中大脳動脈領域の広範な梗塞	155	0.0	1.0	+
5	女	70	左穿通枝領域の脳梗塞	89	7.2	12.0	+
6	男	70	左視床出血	37	0.0	0.3	+
7	女	53	左被殻出血	110	7.5	12.6	+
8	男	73	右被殻出血	71	0.0	1.6	+
9	男	78	多発性脳梗塞(基底核・白質), 左視床出血(陳旧性)	8	12.1	14.7	+
10	男	64	右視床出血, 陳旧性多発性脳梗塞(基底核・白質)	32	3.8	4.0	+
11	男	49	左被殻出血	179	19.5	13.2	-
12	男	68	小脳脳幹梗塞	146	5.0	8.2	+
13	女	53	外傷性くも膜下出血, 脳梁損傷	35	7.8	10.0	+
14	男	63	右前頭葉皮質下出血	68	0.0	4.0	+
15	男	49	左被殻出血	21	25.0	19.0	-
16	女	48	多発性脳梗塞(両側頭葉)	15	14.0	14.5	+
17	女	76	くも膜下出血	80	0.7	7.5	+
18	女	66	左視床出血	109	1.8	9.6	+
19	女	73	多発性脳梗塞(左内包・左放線冠)	41	4.0	6.0	+
20	男	66	脳梗塞(右中大脳動脈領域・左前頭葉白質)	36	5.5	8.0	+
21	男	81	脳幹梗塞	39	4.0	2.0	+
22	男	74	多発性脳梗塞(基底核・白質・橋左側)	89	0.2	10.0	+
23	男	68	多発性脳梗塞(基底核・白質)	11	17.0	25.5	+
24	男	74	脳幹梗塞	94	2.0	3.5	+
25	女	57	延髄左側梗塞, 左被殻出血後遺症	24	4.5	8.0	+
26	男	54	左被殻出血	67	3.0	6.1	+
27	男	65	右被殻出血	76	3.1	1.3	-
28	男	56	左皮質下梗塞	98	5.0	23.3	+
29	男	74	右中大脳動脈領域の梗塞	113	3.0	9.4	+
30	男	79	多発性脳梗塞(左放線冠・右中大脳動脈領域)	17	13.0	18.2	+
31	女	70	左視床出血	110	1.8	9.6	+
32	男	56	左視床出血	77	17.5	9.0	+
33	男	43	脳挫傷(白質)	27	30.0	30.0	+
34	男	42	脳梗塞(右放線冠), 左視床出血後遺症	84	20.0	13.0	+
35	男	67	左被殻出血	41	4.5	21.3	+
36	男	82	左前頭葉梗塞	24	1.2	3.0	+
37	男	71	右被殻出血	25	2.5	6.9	+
38	男	56	左内包梗塞	48	14.8	18.6	+
39	男	82	脳幹梗塞	26	7.2	7.6	+
40	男	60	多発性脳梗塞(基底核・白質)	27	6.7	10.2	+
41	男	82	右前頭葉梗塞	25	5.5	6.5	+
42	女	70	左被殻出血	70	6.5	9.4	+
43	男	67	多発性脳梗塞(基底核・白質)	65	3.5	6.8	+
44	男	65	左前頭葉梗塞	22	3.0	11.9	+
45	女	65	右橋出血	27	14.5	22.5	+
46	男	69	左前頭葉梗塞	29	8.7	10.0	+
47	男	60	脳梗塞(右放線冠・左内包前脚)	27	17.4	27.5	+
48	男	51	左被殻出血	71	5.5	17.5	+
49	男	70	右中大脳動脈領域の広範な梗塞	57	11.5	15.0	+
50	男	20	びまん性軸策損傷, 脳幹小脳出血	90	16.5	27.0	+
51	女	67	多発性脳梗塞(基底核・白質)	37	3.2	4.2	-
52	女	68	多発性脳梗塞(基底核・白質)	97	2.3	3.1	+

当院で得られた治療結果の概要

筆者らはこれまでに脳血管障害52例に対し本方法を適用し、そのうちの48例で音声の何らかの改善が認められた。本方法を適用した脳血管障害52例のプロフィールを表1に示した。

52例の中には、従来の訓練方法ではアプローチが困難であった症例も含まれている。

表1のNo. 1（以下症例1）は右前頭葉の広範な領域と左前頭葉内側面に病巣のあるくも膜下出血後遺症の症例である。本症例の音声障害は、軽度の声門閉鎖不全と精神症状に起因するものと考えられた。失語症状はみられず、失声状態ながら流暢かつ明瞭な発話にて意思伝達が可能であった。発症後3.5ヵ月時の初回評価では、会話音声はGRBAS尺度にてG(3)R(0)(0)B(3)A(3)S(0)と評価された。GRBAS尺度とは、音声を全体的な唸声度(Grade, G), 粗ざう性(Roughness, R), 気息性(Breathiness, B), 無力性(Asthenicity, A), 努力性(Straindness, S)の尺度を用いて表す聴覚印象による評価法である。それぞれ4段階で評価を行い、異常が強く感じられれば3, 全く感じられなければ0と評価する。

本症例は重度の左片麻痺, 感覚障害があり, プッシング法の適用は困難であった。また高次脳機能障害が認められ, 遂行機能障害が重度であったため課題に対して反応が得られない場面が多く, 努力発声を要求しても有響成分を含む音声は得られず失声状態のまま会話や課題に応じた。しかし55dBのウエイトノイズを負荷して短文音読を行わせると, 有響成分を含む気息性, 無力性の強い音声を得られた。4ヵ月の訓練を行い, 会話で十分な

声量を回復したが, 軽度の気息性声質が残存した。終了時の音声はG(1)R(0)B(1)A(0)S(0)と評価された。訓練開始時に比して著明な改善がみられたと考えられる。図2に症例1の音声サンプル「木曜日の天気」のサウンドスペクトログラムを示す。左と中央は初回評価時の音声である。左はノイズを負荷しない状態での音声で, 努力発声を要求しても有響成分が全く得られなかった。中央は55dBのウエイトノイズを負荷した状態での音声で, 有響成分が含まれていた。右は訓練終了時の音声で, ノイズを負荷しない状態での音声である。有響成分が含まれており, 訓練開始時に比して著明な改善がみられたと考えられる。筆者らは最長発声持続時間(maximum phonation time, MPT)の計測も試みたが, 呼気が十分残っているにもかかわらず2-3秒で持続発声をやめてしまうため, MPTに関する有効なデータは得られなかったが, サウンドスペクトログラムからも声門閉鎖不全が著明に改善していることが明らかである。

ウエイトノイズ法は運動機能障害, 高次脳機能障害を呈する症例1にも適用が可能であった。本方法では音声を改善させるための大きな努力を要求されないため, 本症例は訓練課題に対応しやすかったと考えられた。

また, 表1のNo.12(以下症例2)は, 小脳から脳幹部にかけて梗塞巣を認める小脳脳幹梗塞後遺症の症例であった。MRI画像および喉頭内視鏡検査の結果から, 疑核を含む領域の損傷に起因する左一側性喉頭麻痺と考えられた。声門閉鎖不全があり発話で疲労するため家族その他との会話はほとんどなく, 発症から2ヵ月間音声の改善はみられなかった。発症後2ヵ月での初回評価では, G(3)R(3)B(3)A(3)S(2)と評価された。会話音声にはお

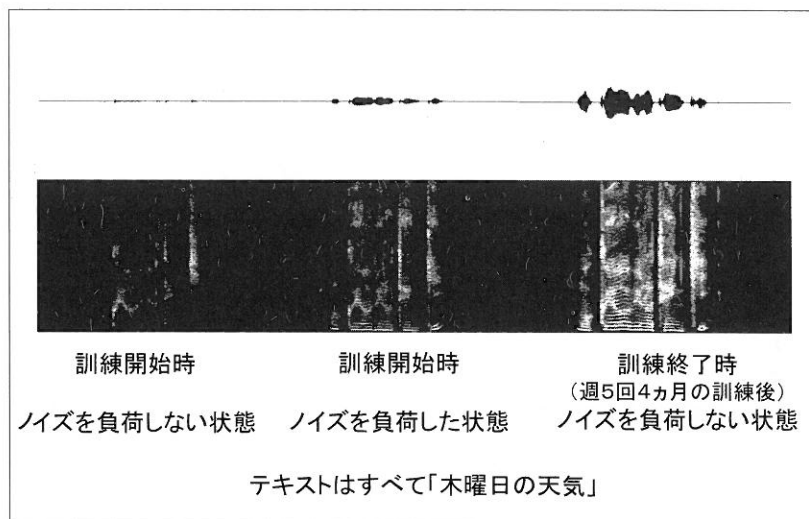


図2 症例1のサウンドスペクトrogram (文献¹⁶⁾より改変)

おむね有響成分が含まれていたが、発話の後半は失声状態となることが多かった。喉頭内視鏡による観察では、麻痺側声帯の固定位置は副正中位で可動性は認められなかった。麻痺側披裂軟骨の可動性も認められなかった。発声時の声帯レベルに明らかな左右差は認められなかった。健側声帯には明らかな運動機能障害は認められなかった。健側仮声帯の過内転がみられ、また発声時には健側声帯の過内転が認められたが、これらは努力発声に起因する生理的な代償と推察された。本症例の粗ざう性は喉頭の過緊張ではなく麻痺側声帯の不規則な振動に起因していると考えられ、また声帯ポリープなどの他の器質的異常がないことが確認されたため、本訓練方法の適用を試みることにした。また他院耳鼻科受診の結果、まずは発声訓練を行い、その後必要があれば音声外科手術を行う方針となった。

プッシング法の適用や努力発声の要求により声量、声質の一時的な改善がみられたが、左上下肢の失調、右上

下肢の麻痺がありプッシング法は対応が困難で、また努力発声も疲労のため訓練場面での持続的な適用は不可能と考えられた。55dBのウエイトノイズを負荷すると、努力発声を行わなくとも声量の増大が認められた。

5ヵ月間の訓練を行い、若干の声量低下が残存するものの有響成分は常に保たれるようになった。声質には粗ざう性、氣息性、無力性が残存したが、訓練終了時の音声はG(2)R(1)B(1)A(2)S(0)と評価され、訓練開始時に比してすべての尺度で改善がみられた。図3に症例2の音声の音響分析結果を示した。音声サンプル「木曜日の天気」のサウンドスペクトログラムでは、左と中央は初回評価時の音声である。左はノイズを負荷しない自然な状態での音声で、有響成分に乏しくエネルギーの小さい音声であった。中央は55dBのウエイトノイズを両耳に負荷した状態での音声で、声量の増大が認められた。右は訓練終了時の音声でノイズを負荷しない状態での音声であるが、すべての音節に有響成分が認められた。持続発声「エ

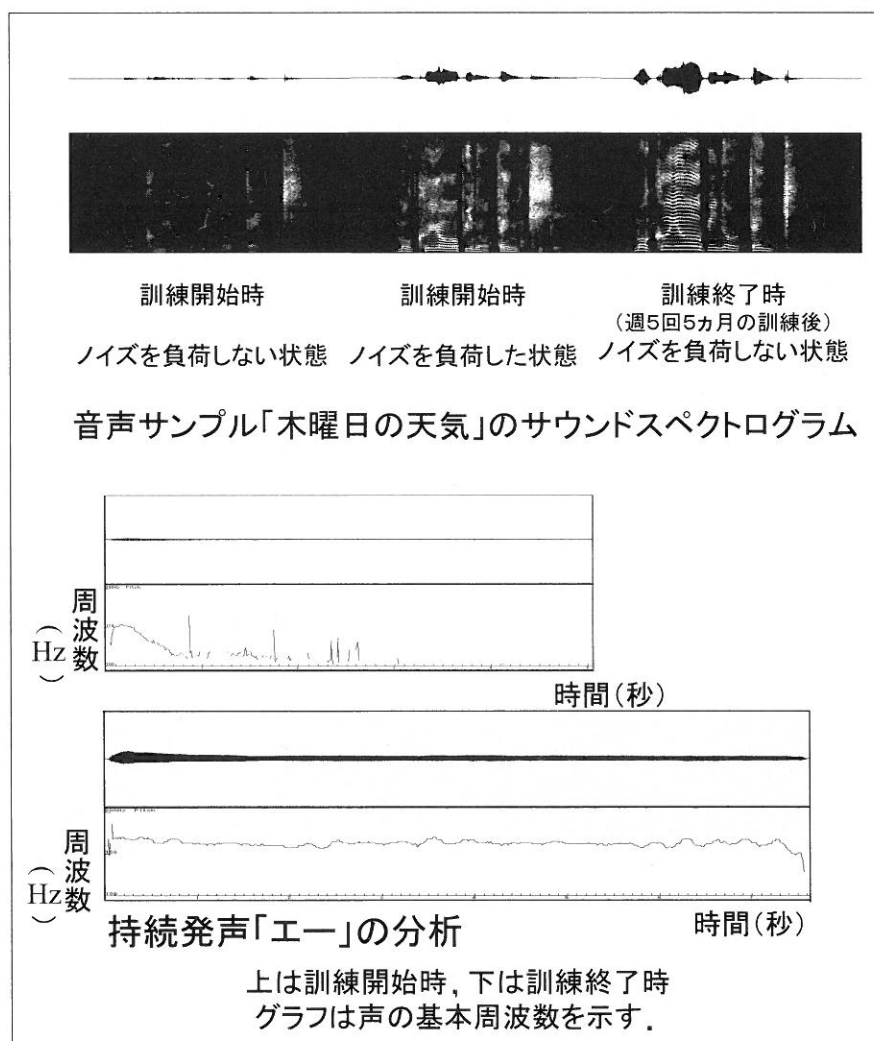


図3 症例2の音響分析結果 (文献¹⁷⁾より改変)

一」の分析では、初回評価では発声を開始してまもなく声の基本周波数が低下する現象がみられ、声量が小さく、MPTも5秒と短縮していた。訓練終了時では、MPTは延長したが正常値と比較するといまだ明らかに短縮しており日常生活に支障ある水準にとどまった。訓練開始時と比較すると声量が大きくなり、声の基本周波数の維持が可能となった。喉頭内視鏡による評価では、訓練開始時に比し健側声帯の過内転による代償により声門閉鎖不全の改善が、また仮声帯の過内転も改善傾向が認められた。他院耳鼻科受診の結果、音声の明らかな改善が認められたため、音声外科手術は行わない方針となった。

一側性喉頭麻痺では声門閉鎖不全に対する努力発声のため、発話動作により疲労しやすく、発話の機会が少なくなる場合がある。そうした症例には、発声訓練の場を提供することが重要と考えられる。ウエイトノイズ法では患者に過度な努力を強いることがなく、無理なく訓練を導入し継続することができたと考えられた。さらにノイズを負荷するとすぐに声量、声質の改善が得られたため、患者の訓練意欲を引き出すことができたと考えられる。

考 察

本方法は、氣息性、無力性声質や声量の低下をとともなう低緊張性音声障害を呈する症例に適用が可能な訓練法と考えられる。一方粗ざう性、努力性声質をとともなう過緊張性音声障害を呈する症例では、ノイズの負荷により粗ざう性、努力性の増悪が認められることがあり、本方法の適用は不適切と思われる。粗ざう性がみられる症例に対する本方法の適用に関しては、粗ざう性の原因を検討し、両側喉頭麻痺、その他器質的異常や喉頭の過緊張状態が認められないことを必ず確認した上で慎重に行うことが必要と考えられる。

本方法を用いて音読や復唱を繰り返すことにより、なぜ日常会話での音声に改善がみられるのかについては、現状では推測の域を出ないが、兼竹¹⁸⁾によれば、被験者が持続発声を行っている最中に突然クリック音を聞かせると、喉頭の筋電図に短潜時の電位変化が生じ、筋活動の亢進が生じる。筆者らの方法も発声中にノイズを聴覚的に負荷するという点で共通しており、こうした現象が有効な刺激となって音声機能が徐々に賦活化され、音声の改善が日常化される可能性があると思われる。

52例中4例で音声の改善が得られなかった原因は、現状では不明であるが、今後症例数を蓄積し今後の検討課題としたい。

今後の展望

筆者らはウエイトノイズ法をパーキンソン病、脊髄小脳変性症などの神経疾患に起因する音声障害例にも適用し、音声機能の維持、改善を図っている。これらについても今後報告していきたい。また治療方法としてだけでなく、コミュニケーション場面で活用できる発話補助システムとしての可能性にも着目している。現在、パーキンソン病例でみられる声量低下および発話速度の亢進に対し、本方法と遅延聴覚フィードバックを併用したシステムの適用を模索している。他機関の協力を得て、コミュニケーション場面で使用可能な携帯型発話補助装置の開発に着手している。

文 献

- 1) Lombard E: Le signe de l'élévation de la voix. Ann Maladies de L'Oreille et du Larynx 37: 2, 1911
- 2) Egan J: The Lombard Reflex. Arch Otol 94: 310-312, 1971
- 3) Black J: The effect of noise induced temporary deafness upon vocal intensity. Speech Monogr 18: 74-77, 1951
- 4) Lane H, Tranel B: The Lombard sign and the role of hearing in speech. JSHR 14: 677-709, 1971
- 5) Amazi D, Garber S: The Lombard sign as a function of age and task. JSHR 25: 581-585, 1982
- 6) Schultz C: The Lombard reflex as a test of vocal function. HNO 24: 200-204, 1976
- 7) Boone D, McFarlane S: The voice and voice therapy. Prentice Hall, New Jersey. 1988 (邦訳: 音声障害と音声治療. 廣瀬肇, 藤生雅子訳: 医歯薬出版, 東京, P176-178, 1992)
- 8) 裏川信夫: 音声障害. 言語聴覚療法 (日本言語療法士会), 協同医書出版, 東京, P131, 1992
- 9) 幸田純治: 音声障害の治療・音声リハビリテーション各論. 音声障害の診断と治療 (小池靖夫), 金原出版, 東京, P102, 1999
- 10) 福迫陽子: 麻痺性構音障害・声の訓練. 言語治療マニュアル (福迫陽子, 伊藤元信, 笹沼澄子), 医歯薬出版, 東京, P129, 1984
- 11) 藤原百合: 音声治療 (発声行動変容)・音声治療の手技. 音声障害 (荻安誠), 建帛社, 東京, P141, 2001
- 12) Lombard E, Baldenwech W: Traitement de quelques cas de mutitéhystérotraumatique par la pro-

- cédède la suppression de contrôle auditif de la voix (méthode de Lombard). Arch Med Pharm Milit 5 : 66, 1916-1917
- 13) Egan J : Use of the Lombard Response in Cases of Hysterical Aphonia. Arch Otol 101 : 557, 1975
- 14) Case J : Clinical Management of Voice Disorders 3rd ed. PRO-ED, Texas. 1996 (邦訳 : 音声障害のクリニカルマネジメント. 濱村真理, 溝尻源太郎, 熊倉勇美訳 : 医歯薬出版, 東京, P132, 2001)
- 15) 高橋信雄, 佐々木結花, 高橋博達ほか : 脳血管障害による音声障害に対するロンバール効果を利用した音声治療. 音声言語医 43 : 280-289, 2002
- 16) 高橋信雄, 佐々木結花, 高橋博達ほか : 運動機能障害及び高次脳機能障害を持つ失声例に対するウエイトノイズ法の適用. 音声言語医 45 : 23-29, 2004
- 17) 高橋信雄, 佐々木結花, 高野智恵子, ほか : 運動機能障害を伴う一側性喉頭麻痺例に対するウエイトノイズ法の適用. 音声言語医学 46 : 119-125, 2005
- 18) 兼竹博之 : ヒトの聴覚喉頭反射. 耳鼻臨床 80 : 313-327, 1987