

特集2 ディサースリアの治療の重要論文を読む：治療の時代

抄訳▶

パーキンソン病における遅延聴覚フィードバック (DAF) による発話速度の調節：2 例の症例報告

DAF Speech Rate Modification in Parkinson's Disease : A Report of Two Cases

Wayne R. Hanson, E. Jeffrey Metter

(Clinical Dysarthria, College-Hill Press, pp231-251, 1983 より抄訳)

訳：中山慧悟

Keigo Nakayama

はじめに

パーキンソン病によって生じる発話障害は運動低下性ディサースリアの一形態で (Darley, Aronson, and Brown, 1969), 発話速度の変動がほかのディサースリアタイプと異なる。ディサースリアを有する場合, 発話速度が正常話者よりも遅いことが一般的であるが, 運動低下性ディサースリアの場合, 発話速度が正常な例や正常よりも遅いもしくは速い例がある (Canter, 1963; Darley et al., 1969). 病態生理学的機序としては特定の神経・筋コントロールのシグナルの加速と減衰による可能性が示唆されている (Netsell, Daniel and Ceesia, 1975).

発話速度が速いと十分な口腔構音器官を十分に動かさず不正確な構音となり, 言語訓練が難しいことが多い。このような患者に訓練を行う場合は, 発話速度の調節と各構音器官の十分な動作が目的になる。この訓練法では, 構音の正確度や精度が向上し, 発話明瞭度が改善する可能性がある。しかしながら, 訓練場面以外への改善効果の般化はあまりみられていない (Sarno, 1968).

声量低下は運動低下性ディサースリアの症状として多くの論文で報告されており (Canter, 1963; Boshes, 1966; Sarno, 1968; Espir and Rose, 1970), 臨床においても発話速度が速いパーキンソン病患者の声量は小さいことが多い。Darley らは発話速度を低下させることで声量の問題を同

時に改善できる可能性があることを示しており (Darley, Aronson, and Brown, 1975), また Netsell ら (1975) はパーキンソン病患者に大きな声で話すよう指示したところ, 発話速度が低下し, 構音がより正確になったと報告している。

遅延聴覚フィードバック (delayed auditory feedback : DAF) は先行研究が報告されて以来, 運動低下性ディサースリアの発話速度調節方法として次第に注目されるようになった (Hanson and Drake, 1976). DAF は構音やプロソディーに有益な効果を示し, 構音時間だけでなく, 声量やピッチ, プロソディーにも影響を及ぼす可能性があるとして報告されている (Rosenbek and Lapointe, 1978). DAF を用いた発話速度調節訓練の目標は, 機器からの段階的な離脱 (日常生活への般化) であるが, 発話に改善がみられた場合は, DAF の継続使用を試してみることを提唱している。

1980 年にわれわれは, 運動低下性ディサースリアを有する進行性核上性麻痺患者における発話速度, 声量, および発話明瞭度に対する DAF の効果について報告した (Hanson and Metter, 1980). DAF (100 msec) を使用することで, 発話速度の低下や声量増加, 発話明瞭度の改善がみられた。

この患者の臨床症状がパーキンソン病と類似していたことから, われわれはパーキンソン病患者の中にも, このような介入によって同様の効果が得られるのではないかと考えた。本研究の目的は運動低下性ディサースリアを有する

国立研究開発法人国立精神・神経医療研究センター病院 身体リハビリテーション部

[連絡先] 中山慧悟：国立研究開発法人国立精神・神経医療研究センター病院 身体リハビリテーション部 (〒187-8551 東京都小平市小川東町 4-1-1)

TEL : 042-341-2711 FAX : 042-346-2126 E-mail : stnakayama@ncnp.go.jp

パーキンソン病患者2例における発話に対する DAF の効果を報告することである。

方法

1. 対象

各患者はパーキンソン病のための全般的な障害評価 (Webster Rating Scale) といった神経学的検査を受けた。研究期間中、両者の抗パーキンソン病薬の投与に変更はなく、聴力検査は正常であった。

【患者 A】

58 歳男性。罹病期間 3 年。重症度は軽度で、固縮や振戦はなく、歩行や姿勢は正常であった。軽度の寡動と小書字、仮面様顔貌を認めた。

運動低下性ディサースリアは重度で、声量低下、発話速度の速さ、発話明瞭度の低下を認めた。また、声の高さと強さの単調性を認めた。発症 1 年後に言語療法を開始し、約 9 カ月間訓練を受けていたが、訓練場面以外への般化はみられなかった。

【患者 B】

56 歳女性。罹病期間 9 年。重症度は中等度～重度で、頸部および肩に固縮、また両上肢に安静時振戦を認めた。両手には中等度の寡動があり、重度の小字症であった。歩行距離の低下、首下がり、仮面様顔貌も認めた。

運動低下性ディサースリアは軽度で、抑場の低下、声量低下、不正確な子音を認め、発話明瞭度が低下していた。なお、この患者は本研究の前に言語療法を受けていなかった。

2. 手技

本研究で使用された DAF の装置については、われわれの先行研究に詳しく記載されている (Hanson and Metter, 1980)。この装置は患者の口元のマイクから音声信号を受信し、遅延時間は使用者が選択 (20~200 msec 単位で選択)、その後イヤホンに音が出力される小型の電池式装置である。音量コントロールが付いており、シャツやブラウスのポケットに入れて持ち運ぶことができる。DAF の使用時と未使用時で録音した発話サンプルを用いて、発話速度、声量、基本周波数、発話明瞭度、/a/ の最長発声持続時間を測定した。患者は必要に応じて毎日 DAF を使用し、3 カ月間利用した。録音は訓練開始時点から 1 カ月ごとに 3 カ月間行われ、合計 4 回の録音を実施された。

発話サンプルの内容は「Grandfather Passage」の音読 (Darley et al., 1975)、約 1 分間の会話「The Job Task」(Williams, Darley and Spriesterbach, 1978)、/a/ の最長発声持続時間とした。録音は防音室 (IAC モデル 403A) で行い、隣の部屋に配置した Ampex 社のテープレコーダ (AF 600II) につなげたマイク (Electrovoice Model RE-15) の前で行った。口からマイクまでの距離は 8 インチとした。

DAF 使用時の音量レベルと遅延時間 (150 msec) は両患者とも同じで、この設定を全ての録音に使用した。

3. 発話速度の測定

音読課題「Grandfather Passage」の発話速度については、1 分あたりの単語数 (words per minute : WPM) で測定した。それぞれの朗読における発話単語数を音読に要した秒数で割り、その数に 60 を掛けて算出した。

会話課題については、Williams ら (1978) が記載した式 <発話時間 ÷ (発話時間における文の長さ / 1 文あたりの単語数) を使用して、文章の発話速度 (WPM) を求めた。各サンプルの発話速度の合計を総文章数で割り、1 分当たりの平均発話速度を算出した。会話における平均発話速度は、休止や非発話区間を除いた実際の発話速度に近いとされている。

しかしながら患者 A では、発話速度が非常に速いことで個々の単語を区別できず、WPM を算出できなかった。

4. 声量の測定

発話サンプルを高速レベルレコーダー (Bruel and Kjaer Model 2305) で再生し、平均音圧レベル (dB) を算出した。

5. 基本周波数の測定

発話サンプルを、基本周波数を自動抽出するマイクロプロセッサ制御式の基本周波数分析器 (Pitch Analyzer [PM 301], Voice Identification, Inc.) で再生し、基本周波数の平均値と標準偏差を算出した。

6. 発話明瞭度の測定

発話明瞭度は、評価者が各発話サンプルを評価して中央値を算出した。評価には等間隔法の 7 段階尺度を用い、1 を正常、7 を重度とした (Darley et al., 1969)。評価には各患者の発話サンプル 16 個 (音読 8 個、会話 8 個) と、信頼性測定用の再現サンプル 6 個を用い、患者ごとに 3 人の言語聴覚士が評価した。発話サンプルの評価者内一致度は 97% で、1 回目と 2 回目の相関は $r = 0.96$ であった。再現サンプルにおける最も低い評価者内一致率は 92% であった。

結果

【患者 A】

音読と会話課題の発話サンプルを分析した結果を示す。正常聴覚フィードバック (normal auditory feedback : NAF) および DAF で得られた測定値を、対応のある t 検定で比較した。

音読課題における健常者の発話速度中央値は 170 WPM であり (Fairbanks, 1960)、Canter (1963) は 140~219 WPM、Boshes (1955) は 160~205 WPM と報告している。患者 A における NAF 使用時の発話速度は、各回とも正常範囲を超えており、平均で 249 WPM であった。一方 DAF (150 msec) 使用時の平均は 134 WPM で、各回とも NAF

使用時よりも発話速度が有意に低下し ($t = 9.49$, $df = 3$, $p < 0.01$), 健常者の発話速度よりもわずかに遅かった (Canter, 1963). この効果は訓練初日から継続してみられた. しかしながら, 3カ月後においても, DAF 未使用時の発話速度が低下するといった般化はみられず, NAF 使用時の発話速度は速いまだだった.

前述したとおり, 会話課題における NAF 使用時の発話速度は算出されなかった. われわれの臨床上の印象としては, DAF を用いるとすぐさま効果が表れ, 発話速度の低下が生じた. 会話課題における正常話者の発話速度に関する報告は非常に少ないが, 大学生の即興発話の平均発話速度は 209 WPM と報告されている (Kelly and Steer, 1949). 患者 A の DAF 使用時の平均発話速度は 166 WPM で, 訓練初日から 3カ月間ずっと効果があった.

患者 A の訓練開始時点の音量は, 臨床場面における印象と同様に, 音読課題における NAF 使用時の平均音量は 66.3 dB と, パーキンソン病群と健常対照者群における最低音圧レベル (72.0 dB) よりも小さかった (Canter, 1963). DAF (150 msec) 使用時の平均音量は 77.3 dB で, 有意に音量が増加していた ($t = 7.59$, $p < 0.01$). 会話課題における平均音量においても NAF 使用時 68.9 dB, DAF 使用時 73.1 dB と増加した ($t = 9.06$, $p < 0.01$). 音読課題と会話課題の平均音量は同程度であった.

音読課題における NAF 使用時の平均基本周波数は 116.5 Hz と, Canter (1963) の報告 (129 Hz) や, Krammermeier の報告 (130.4 Hz) よりも低く (Krammermeier, 1969), DAF 使用時では 126.8 Hz であった. 会話課題では NAF 使用時 123.5 Hz, DAF 使用時 133.5 Hz であった. 音読課題・会話課題ともに NAF 使用時と DAF 使用時に有意な差はなかった ($p > 0.05$).

音読課題における発話明瞭度は, NAF 使用時の平均中央値 5.75 で, DAF 使用時 2.50 と有意な改善がみられた ($t = 12.99$, $p < 0.01$). 会話課題においても NAF 使用時 6.50, DAF 使用時 3.00 と有意な差がみられた ($t = 12.12$, $p < 0.01$).

Darley ら (1975) は, 母音の最長発声持続時間は発話のための呼吸補助を評価する方法になりえることを示している. パーキンソン病患者では最長発声持続時間の中央値が 9.5 秒と健常者よりも低下していることが報告されている (Canter, 1963). 一方でパーキンソン病患者の発声時間は平均 20.5 秒であるとする, やや相反する報告もある (Kreul, 1972). 患者 A の /a/ の発声時間は, NAF 使用時平均 24.9 秒, DAF 使用時平均 27.7 秒であり, 正常範囲と考えられた. また, DAF による影響はないものと思われた.

【患者 B】

患者 B はパーキンソン病の発症後, 発話がだんだん速くなることを訴えていた. 発話が速いという臨床上の印象は

本研究のデータでも示され, 音読課題における NAF 使用時の平均発話速度は 183.25 WPM と, 正常範囲を超えていた (Canter, 1963; Fairbank 1960). Canter の対象は男性であり, 患者 B は女性であったが, 音読や会話課題の発話速度に男女間の有意な差はないと報告されている (Johnson, 1961). 音読課題における DAF 使用時の平均発話速度は 137.25 WPM であり, NAF 使用時に比べて発話速度は有意に低下した ($t = 4.67$, $p < 0.05$).

会話課題においても NAF 使用時の 238.8 WPM に対し, DAF 使用時は 166.8 WPM と有意に発話速度が低下した ($t = 3.29$, $p < 0.05$). DAF 未使用時の発話速度は速いまだであった.

平均音量は 1 課題を除いて, DAF 使用時の方が NAF 使用時よりも大きかった. 音読課題における平均音量は NAF 使用時 75.5 dB, DAF 使用時 77.8 dB, 会話課題では NAF 使用時 76.5 dB, DAF 使用時 79.8 dB であり, 音読課題のみ有意な増加がみられた ($t = 4.75$, $p < 0.05$). NAF 使用時・DAF 使用時ともに正常範囲 (72.0~89.5 dB) であった (Canter, 1963).

平均基本周波数は音読課題において NAF 使用時 194.5 Hz, DAF 使用時 207.0 Hz であり, NAF 使用時に比して DAF 使用時で有意に高くなることを示した ($t = 10.50$, $p < 0.01$). 会話課題では NAF 使用時 194.5 Hz, DAF 使用時 202.3 Hz とやや増加したが有意な差はなかった. なお, 50代健常女性 (非喫煙者) の平均基本周波数は 199.3 Hz と報告されている (Stoicheff, 1981).

音読課題における発話明瞭度は NAF 使用時 2.75, DAF 使用時 1.50 と 1 回目の録音を除いて改善していた. 音読課題よりも会話課題のほうが明瞭度は低下しており, 会話課題における発話明瞭度は NAF 使用時 3.50, DAF 使用時 2.25 と DAF の使用により有意に改善していた ($t = 4.99$, $p < 0.05$).

患者 B と同年齢の女性健常者の最長発声持続時間は約 15 秒であり, 高齢女性 (平均年齢 70.8 歳) の最長発声持続時間は平均 14.6 秒であったと報告されている (Kreul, 1972). また健常若年群 (平均年齢 21 歳) の平均は 18.2 秒であったとされる一方で, パーキンソン病患者群 (平均年齢 55.8 歳) の平均発声持続時間が 20.5 秒である点は興味深い. 患者 B の NAF 使用時の平均最長発声時間は 5.9 秒で, DAF 使用時は 6.45 秒であった. 発声時間に DAF の影響はないと考えられた.

考 察

一般的に発話速度は, 話す長さや休止時間によって変化する (Minifie, 1973). DAF を使用すると構音時間と休止時間が長くなることで発話速度が低下するとされている

(Burke, 1975). 本研究ではパーキンソン病患者が DAF によって発話速度が著明に低下することを示した。

さらに DAF の影響を示すため、「Grandfather Passage」のフレーズを各患者が話したときの結果を下記に示した。これは“A long flowing beard clings to his chin”（彼のあごには長く伸びたひげが生えている）というフレーズで、DAF 使用時と未使用時の発話サンプルを使用し、各フレーズの総発話時間と、フレーズ内の構音時間と休止時間を測定した。解析によって、構音時間と休止時間と増加の程度が明らかになった。

患者 A の場合、NAF 使用時のフレーズは圧縮され、フレーズ最後の単語の前に休止がある以外は明確な区切りがみられなかった。この区切りのない発話と単調な基本周波数のパターンは“blurring”（不鮮明）と名づけられた韻律障害に類似しており（Kent, 1979）、DAF 使用時では区切りが明確になっていた。

患者 B の場合、NAF 使用時と DAF 使用時ともに明確な区切りと休止がみられた。ここで興味深いのは DAF では構音時間と休止時間がほぼ比例して増加していることである。DAF 使用時の総構音時間は 1,480 msec から 2,480 msec まで増加し、総休止時間は 530 msec から 900 msec まで増加した。

また DAF による相対振幅と基本周波数の増大も明らかになった。時間・周波数・強度といった超分節的要素を分析することで、プロソディーの特徴を特定できる可能性が示唆された。

これらの両者の結果から、DAF を使用することでそれぞれの生理的努力のレベルが高まることが示唆された。生理的努力の増加が発話に与える影響は多岐にわたる。例えば努力の増加に伴って、声量や基本周波数が上昇することがある。また子音生成時に構音器官が構音点に接する力が増加することもある。この力の増大は、筋骨格系に対する神経信号強度の影響である可能性が高いことが示唆されている（Netsell, 1973）。

また Netsell ら（1975）らは、パーキンソン病患者に大きな声で話すよう指示すると、口輪筋の活動電位の振幅と持続時間が上昇し、加速現象が抑制されることを報告している。声の大きさに伴う生理的努力の増加が、加速現象に関与している神経フィードバック回路を何らかの形で無効化もしくは抑制化している可能性がある」と理論づけている。

推測にはなるが、神経フィードバックの制御に DAF の使用によるタイムラグが挿入されることで、フィードバックをより効率的に監視できるようになるだけでなく、発話努力を高めるために必要な神経信号の強度を高めることができたのではないかと。

Mysak は、DAF によって発話速度が低下することで、聴覚センサーシステムの制御機能を効率的に実行するため

の時間が確保できるのではないかと考えている（Mysak, 1976）。また DAF では自分の発話を遮ることで、音声出力の際に触覚・運動感覚性フィードバックに、より集中させることができる可能性があることも示している。しかしながら、DAF 使用時の発話努力は増大していたが、未使用時への般化はみられなかった。

発話における生理的補助が適切かどうかを図る指標の一つに母音の最長発声持続時間が挙げられる。Canter はパーキンソン病患者を対象とした研究で、母音発声持続時間が全体的な発話の適切さと相関していることを示した（Canter, 1965）。

本研究における 2 例では、母音/a/の発声時間は発話の適切さの予測因子としては乏しく、パーキンソン病の重症度とも関連していなかった。患者 A の場合、重症度は最も軽度であり最長発声持続時間は 24.9 秒と正常であったが、ディサースリアは重度であった。患者 B の場合は、重症度は中等度～重度で最長発声持続時間は 5.9 秒と低下していたが、ディサースリアは軽度であった。

しかし両者に共通していたのは、発話速度をコントロールできていない点であった。

パーキンソン病患者の特徴として、ピッチの変動性が低下していることが報告されており、これが単調な発話の要因の一つと考えられている（Canter, 1963）。そのため本研究では基本周波数の標準偏差も比較した。患者 B における標準偏差は、音読課題/会話課題でそれぞれ、NAF 使用時 22.5 Hz/16.5 Hz、DAF 使用時 23.5 Hz/22.5 Hz であり、NAF 使用時と DAF 使用時で大きな差はなかった。だが患者 A では NAF 使用時 12.5 Hz/12.5 Hz、DAF 使用時 39.0 Hz/34.5 Hz と顕著な差があり、課題ごとに平均基本周波数の標準偏差が増大した。これらのデータの詳細な分析は行わなかった。

DAF を運動低下性ディサースリアの患者にどのように活用するかは、患者のニーズを慎重に評価したうえで、言語聴覚士が個別に判断しなければならない。

パーキンソン病の患者によっては発話速度が速く、声が小さいために発話明瞭度が低い方がいるが、そのような場合、治療の選択肢は非常に制限される可能性がある。

適切に DAF を活用するためには、携帯型装置を使った試用期間が必要となるだろう。徐々に DAF から離脱させ、発声機能の改善を維持することができれば、最適な結果が得られると推測される。

神経変性疾患に伴う言語障害を適切に管理するためには、患者のニーズを定期的に評価し、ニーズの変化に合わせて介入方法も変化させる必要がある。

例えば患者 A の場合、従来の言語療法では効果が見られなかったため、DAF を使用したところ発話明瞭度が改善した。研究終了後も DAF の使用を許可したが、効果が

なかったとして、彼は使用を中止し、数週以内に機器を返却した。その後何カ月も来院しなかったが、再来院したときには発話を含むパーキンソン症状が悪化していた。現在彼はコミュニケーション支援機器として、DAF（自宅用デスクトップモデル）と携帯型プリントアウト機器を併せて使用している。

患者Bの場合、携帯型DAFに満足して使い続けている。彼女はDAFを使用することで発話速度が遅くなるほうが、速い状態よりも望ましいと話し、夫もこれに同意見である。評価としては発話明瞭度の改善はわずかであったが、本人と夫にとっては重要な利益があったと認識している。

文 献

- Boshes B : Voice change in Parkinsonism. *Journal of Neurosurgery, Supplement* 24 : 286-288, 1966.
- Burke : Susceptibility to delayed auditory feedback and dependence on auditory or oral sensory feedback. *Journal of Communicative Disorders*, 8 : 75-98, 1975.
- Canter G : Speech characteristics of patients with Parkinson's disease : I . Intensity, pitch, and duration. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 28 : 221-229, 1963.
- Canter G : Speech characteristics of patients with Parkinson's disease : III. Articulation diadochokinesis, and overall speech adequacy. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 30 : 217-224, 1965.
- Darley F, Aronson A, Brown J : Differential diagnostic patterns of dysarthria. *Journal of Speech and Hearing Research*, 12 : 246-269, 1969.
- Darley F, Aronson A, Brown J : Motor speech disorders. Philadelphia : WB Saunders Co., 1975.
- Espir M, Rose F : The basic neurology of speech. Philadelphia : FA David Co., 1970.
- Fairbanks G : Voice and articulation drillbook (2nd ed). New York : Harper, 1960.
- Hanson W, Drake P : The use of delayed auditory feedback in the treatment of Parkinsonian dysarthria. Presentation to the American Speech-Language-Hearing Association Convention, Houston, 1976.
- Hanson W, Metter E : DAF as instrumental treatment for dysarthria in progressive supranuclear palsy : A case report. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 45 : 268-276, 1980.
- Johnson W : Measurement of oral reading and speaking rate and disfluency of adult male and female stutterers and non-stutterers. *Journal of Speech and Hearing Disorders Monograph*, (7) : 1-20, 1961.
- Krammermeier M : A comparison of phonatory phenomena among groups of neurologically impaired speakers. Doctoral dissertation, University of Minnesota, 1969.
- Kelly J, Steer M : Revised concept of rate. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 14 : 222-226, 1949.
- Kent R : Prosodic disturbance and neurologic lesion. paper presented to the American Speech-Language-Hearing Association convention, Atlanta, 1979.
- Kreul E : Neuromuscular control examination (NMC) for Parkinsonism : Vowel prolongations and diadochokinetic and reading rates. *Journal of Speech and Hearing Research*, 15 : 72-83, 1972.
- Minifie F : Speech acoustics. In Minifie F, Hixon T, Williams F (Eds). Normal aspects of speech hearing and language. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, 1973.
- Mysak E : Pathologies of speech systems. Baltimore : Williams & Wilkins, 1976.
- Netsell R : Speech physiology. In Minifie F, Hixon T, Williams F (Eds). Normal aspects of speech, hearing, and language. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, 1973.
- Netsell R, Daniel B, Celesia G : Acceleration and weakness in Parkinsonian dysarthria. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 40 : 170-178, 1975.
- Rosenbek J, LaPointe L : Dysarthria : Description, diagnosis and treatment. In John D (Ed). Clinical management of neurogenic communication disorders. Boston : Little, Brown & Co., 1978.
- Sarno M : Speech impairment in Parkinson's disease. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, 49 : 269-275, 1968.
- Stoicheff M : Speaking fundamental frequency characteristics of nonsmoking female adults. *Journal of Speech and Hearing Research*, 24 : 437-440, 1981.
- Williams D, Darley F, Spriesterbach D : Appraisal of rate and fluency. In Darley F, Spriesterbach (Eds). Diagnostic methods in speech pathology (2nd ed), New York : Harper & Row, 1978.