



補聴器 — 補聴器の最近の進歩 —

水足 邦雄¹⁾²⁾

IRYO Vol. 62 No. 5 (302-305) 2008

キーワード：補聴器，雑音抑制，オープンフィッティング，ワイヤレス通信

はじめに

慢性感音難聴に対してはこれまでのところさまざまな基礎研究が行われているが、現時点で確立した有効な治療法はみつかっていない。そのため現在、一度感音難聴が固定してしまった場合には、高度難聴に対する人工内耳等を除くと、補聴器は会話によるコミュニケーションを補助するほぼ唯一のデバイスである。

近年の補聴器の進歩はめざましいものがあるが、特筆すべき技術革新は1992年のデジタル補聴器の登場であろう。コンピューター技術の進歩にともない実用化されたデジタル補聴器によって、従来のアナログ補聴器では不可能であったマルチチャンネルノンリニア増幅、雑音抑制と指向性機能の連携、フィードバック抑制技術とその応用であるオープンフィッティング、補聴器間・その他音響機器との通信などこれまでの補聴器の概念を覆すような機能がきわめて簡便に設定可能となった。今回は、最近のデジタル補聴器に付加されているこれらの技術のいくつかを紹介する。

雑音への対応

補聴器装用者の訴える不満で最も多いのが「雑音がうるさい」というものであり、これが補聴器を装用したくない最大の理由となっている¹⁾。とくにエアコンやファンの回転音など低周波数帯の、音圧変動の少ない定常雑音は補聴器装用者に大きな不快感を与える。従来のアナログ補聴器でも低周波数帯の出力を抑えることである程度の定常雑音抑制を行う機能を持った機種も存在したが、近年のデジタル補聴器ではより高度の雑音抑制を行うことができる。すなわち、入力された音声情報を周波数別に複数のバンドに分割し、それぞれの雑音成分と音声成分を解析・分離し雑音成分のみを抑制する機能が一般的となっている(図1)。さらに、指向性マイクロフォンを搭載した機種では、雑音成分の音源方向を感知し、その方向の入力感度を落とし、さらに目的とする会話音源の感度を上げることによって、さらに有効な雑音抑制を実現し騒音下での聞き取りの改善を図る機種も登場している²⁾。雑音抑制は、補聴器使用における快適さを決定する最も大きな要素であ

1) 慶應義塾大学医学部 耳鼻咽喉科 2) 国立病院機構 東京医療センター 臨床研究センター (感覚器センター) 聴覚平衡覚研究部

別刷請求先：水足邦雄 慶應義塾大学医学部 耳鼻咽喉科 〒160-8582 東京都新宿区信濃町35 (平成20年2月14日受付)

Series of Articles on Sensory Disorders 5

Progress in Hearing Aid

Kumio Mizutari

Key Words: hearing aid, noise reduction, open fitting, wireless communication

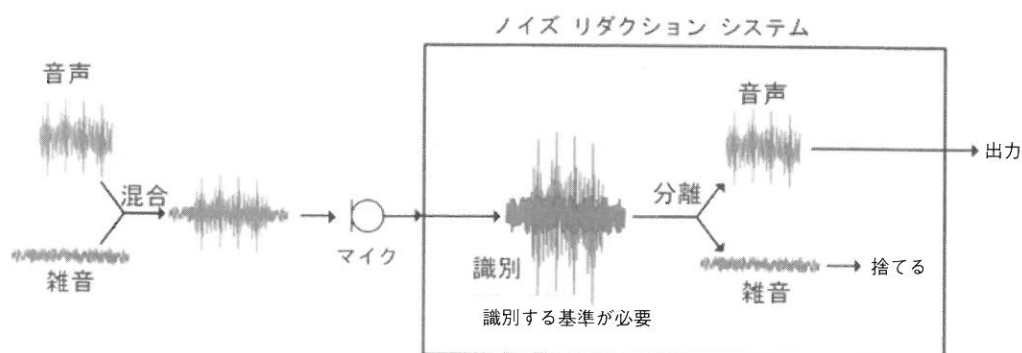


図1 雑音抑制の原理

補聴器に入力された音信号を雑音と音声に分離して音声信号のみを出力する。定常雑音については、かなり効率よく除去できることが多い。



図2 オープンフィッティング

外耳道に隙間の空いた耳栓を装着することにより、外耳道内に共鳴音がこもることがなく、さらに外部からの音も自然に鼓膜面まで到達するため、自然な装用感が得られる。

り、次々と新しい技術が登場している。しかし、補聴器装用時の環境によってある音が必要な音にもなり、雑音にもなり得るのは当然である（たとえば、道路脇の歩道で人と会話をしている時に車の通過する音は雑音であるが、横断歩道を渡っている時の向かってくる車の音は危険予知のために必要な音である）。このように、技術のみで解決し得ない部分については従来どおり、装用者に対する十分な装用指導で補うべきであることはいうまでもない。

オープンフィッティングと補聴器の小型化

補聴器は一部の例外を除き、当然のことながら外耳道に装着する。しかし、外耳道を閉鎖することは

補聴器装用においてきわめて大きな問題をおこす。健聴耳でも指や耳栓で外耳道を塞ぐと、自声が閉鎖した外耳道内で共鳴し、「音の響き」、「こもり」を実感できる。特に、外耳道内での共鳴は低音域の増強効果が強いため、比較的^た低音部分の聴力が保たれた補聴器装用者に、「樽の中でしゃべっている」、「自分の声が響きすぎる」などの訴えが多かった。補聴器を装用使用した患者の27%が閉塞感を理由に不満足、もしくは装用を中止したという報告もある³⁾。このような耳閉塞感を解消するため、近年デジタル技術を応用して登場したのが、オープンフィッティングである。これは文字どおり外耳道を閉鎖せずに補聴器を装用する概念である。すなわち、細い導音チューブの先端に外耳道を閉鎖しない耳栓を装着することにより、低音を逃がし耳閉塞感を防いでいる（図2）。また、耳穴式の補聴器やイヤモールドに大きなベント（通気口）を作製することによって同様の効果を得られるようにしたオープンフィッティング対応補聴器も多くなっている。オープンフィッティングを行う上で最大の技術的問題はハウリング対策である。ハウリングとは外耳道から漏れた音が補聴器のマイクにフィードバックされ増幅を繰り返すうち、補聴器の出力限界を超え「ピー」という不快な音を発する現象である。デジタル技術の進歩により補聴器から漏れた音を検出し、その逆位相の信号を補聴器の出力音に加えることにより、ハウリングを効率よく抑制することができるようになった。さらに、オープンフィッティングでは塞がっていない外耳道から補聴器を経由しない音も鼓膜面に到達するが、補聴器での信号処理速度が遅いと、元の音と補聴器で増幅した音に時間のずれが生じる



図3 小型補聴器の装用時外観

左：小型の耳掛け型補聴器、右：従来の耳穴式。

導音チューブも小さいため、耳掛け式の補聴器の方が目立たない。

ことになりエコーのかかったような聞こえ方になる（グループディレイ現象）。この発生を抑えるため、デジタル信号処理の高速化が行われ、現在市販されているオープンフィッティング対応補聴器の信号処理は約3.5ミリ秒ときわめて高速でグループディレイを実感しないようになっている。このようなオープンフィッティングの技術が補聴器本体の小型化と結びつき、最近ではきわめて小さく目立たない補聴器が登場している。小型の耳穴式補聴器と比較しても、ほとんど気がつかないようなデザインとなっており（図3）、軽度難聴者の装用比率が増え、出荷台数でも各国ともオープンフィッティングを含む耳掛け式が増えてきている。さらには、補聴器の小型化で電池スペースの小型化も検討され、充電式の補聴器も登場している（図4）。



図4 充電式補聴器

補聴器を携帯電話のように充電できる。これまで使っていた電池によってかかっていたコストも削減できる。

補聴器の通信機能

最近市販された補聴器の新機能のうち、「未来の機能」といわれていたものとして、ワイヤレス通信機能が挙げられる。これは、1) 両耳に装用した補聴器間で音源情報の通信を行い、音源の空間認知機能を高め、より高い指向性や雑音抑制機能を持たせる補聴器間通信と、2) 外部の機器とワイヤレス通信を行い携帯電話や音楽機器からの音情報が直接補聴器から出力される外部通信機能の2つに大別される。

裸耳の場合、音の強さの左右差によって音源の位置を同定するが、補聴器装用によって左右の音圧差が少なくなること、音源の定位が困難になる。本

来の音圧の差を補聴器でも再現するために、左右の補聴器が高速通信することで適切な音圧差を維持することができるようになる（図5）。さらには、指向性の強度や雑音抑制機能を左右で連動させることもできる。

一方、外部音響機器との通信は補聴器本体の他にストリーマー、もしくはヘッドセットといわれる外部入力用のオプションを使用することで可能となる。これらの通信には近年無線通信に汎用されている bluetooth という方式を使用しているため、携帯電話やポータブルミュージックプレーヤー等、さまざまな機器との接続が可能である（図6）。ワイヤレス通信によって転送された音は、補聴器によって装用者のちょうど聞きやすい音量で、かつ左右の難聴

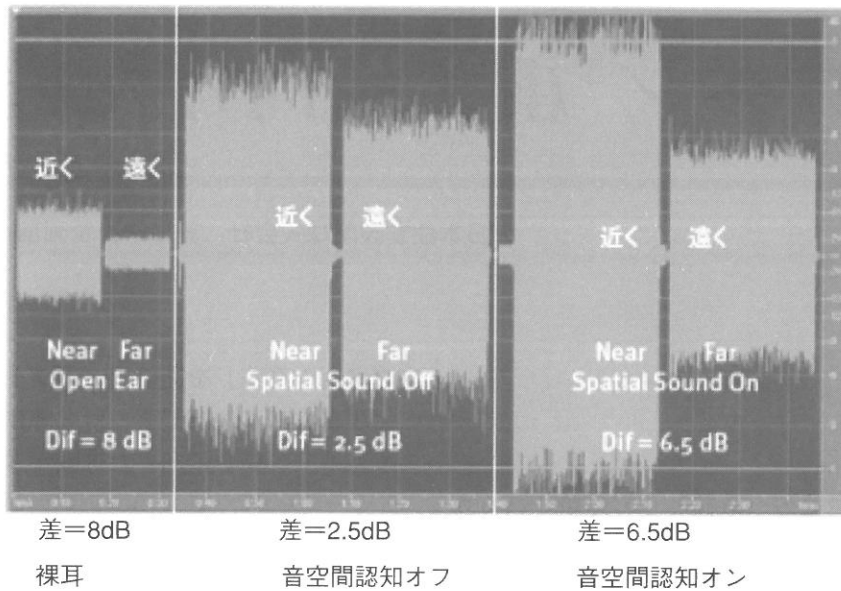


図5 補聴器間通信による音圧調整

左右の耳での音圧差によって音の方向感を認知するが、従来の補聴器では音の増幅により左右の音圧差が縮小し方向感の消失をきたしていた。両耳補聴器通信により、この音圧差を維持することによって、方向感の認知が容易となる。

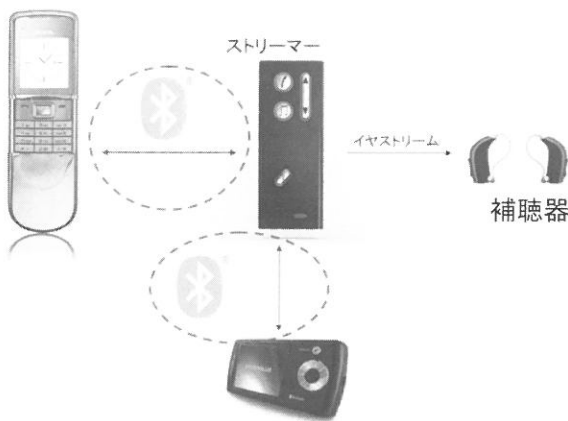


図6 外部機器との通信

従来補聴器の使用が困難であった携帯電話やポータブルミュージックプレーヤーと、ストリーマーを介して通信することで、補聴器に直接音信号を入力できる。これによって雑音のない、難聴の程度に応じた音が補聴器から出力される。

の程度が補正されて出力されるため、補聴器が苦手としていた携帯電話や音楽の聞き取りが改善する。これらの機種はまだ高価であり広く普及するには至っていないが、今後さらなる発展をする領域であると思われる。

最後に

近年のデジタル技術を背景にした補聴器の進歩について概説したが、あくまでも補聴器を難聴者に合わせた調整を行うのは人間である。いくら高度の技術があっても、難聴者の病態やコミュニケーション様式に合っていないければ、まったく意味のないものである。技術の進歩に合わせて、補聴器に関わる医療者のレベル向上が以前にも増して求められている時代であることを付け加えておく。

【文献】

- 1) Kochkin S, MarkeTrak V: Why my hearing aids are in the drawer: The Consumer's Perspective. The Hearing Journal, 2000, 53(2): 34-42.
- 2) Bentler RA, Egge JL, Tubbs JL et al. Quantification of directional benefit across different polar response patterns. J Am Acad Audiol 2004; 15: 649-59; quiz660.
- 3) Dillon H, Birtles G and Lovegrove R. Measuring the outcomes of a national rehabilitation program: Normative data for the Client Oriented Scale of Improvement (COSI) and the Hearing Aid User's Questionnaire (HAUQ). J Am Acad Audiol 1999; 10: 67-79.