

高齢化社会に適合する 補聴機能を備えた 『聴こえるメガネ』の提案

メガネ 2 1 上田聡
田口健一郎

平成 25 年 7 月 8 日版

< 目次 >

1. はじめに
- 2-1. 聴こえの仕組み
- 2-2. 難聴の種類
3. 補聴器の種類と長所・短所
- 4-1. Fit-Sound について
- 4-2. Fit-Sound の特徴
5. まとめ

1. はじめに

『補聴器』を取り巻く問題点とそれを克服するメガネ

「価格が高い」「良く聴こえない」「ピーピー、ハウリングがうるさい」
「雑音が大きい」「すぐ壊れる」「落として無くす」「取り扱いが難しい」etc・・・

『補聴器』は買う頻度が少なく、知識もそれほど無いことから、購入後に不満な点を挙げる人が多く見られ、消費者の方々にとってはマイナスイメージの多い商品かもしれません。

しかし、そんな補聴器もこれからの高齢化社会には無くてはならないものになっていきます。眼の衰えである「老眼」同様、人の声をよく聞き取れなくなる「難聴」は加齢とともにほとんどの方に起こる現象だからです。

実際ものづくりの現場や医療の分野などでは、高度な技術がありながら、ただ「見えないだけ」でなく「しっかり聴こえないだけ」でも、その力が埋もれてしまいます。

この現状を打破するために近日中に発売されるメガネの一つが、現在特許申請中の Fit-Sound です。

わが社が開発したリムレスフレーム「Fit」のテンプル（つる）の部分に音響機器を取り付ける、これまでの補聴器や集音器とは一線を画す今までに見た事の無い製品です。

以前の補聴器などは、集音部分が横もしくは後ろを向いていましたが、今回の音響機器は耳より前方に取り付けられ、集音部分が前に向いていますので、聴こえの良さが格段に増え、目線方向の音が確実に向上します。

また耳穴を塞がないイヤホンにより、自分の耳とスピーカー音を同時かつ両耳で得る仕組みですので、少音量の自然な音質で聴こえます。

しかも値段も安価に設定しますので、安くて良く見える、補聴機能を備えた「聴こえるメガネ」です。

この Fit-Sound は、両耳（と両眼）で若い頃のような「明瞭な聴力」を可能にするという、革命的なメガネになっています。

- ・なぜ、このメガネが斬新でこれまで商品化されなかったのか？
 - ・既存の補聴器の問題点は何か？
 - ・なぜ FIT-Sound はその問題点を解決できたのか？
- 以上の点を解説していくことで、今回の発明がいかに有効で、今後進む超高齢化社会において、聴こえ方を蘇らせるか。さらに、見た目にもおしゃれでスマートなメガネになるかを説明していきます。

2-1. 聴こえの仕組み

まず、聴こえの仕組みを簡単に解説します。

耳は大きく3つの部分に分けられます。

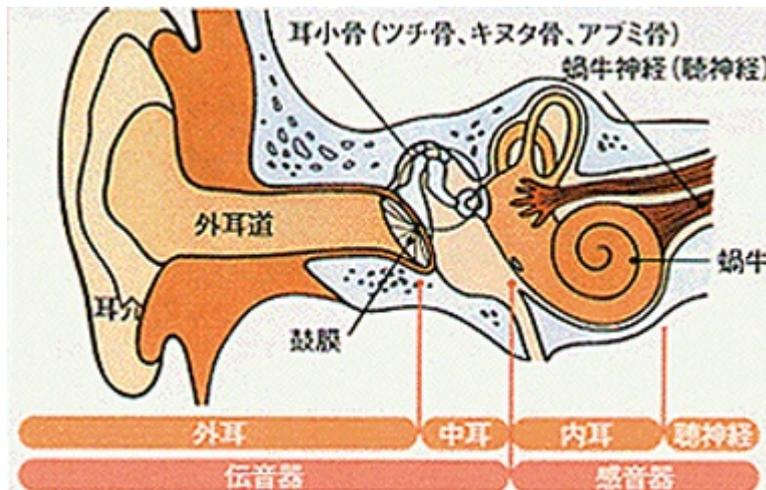
外耳（耳たぶも含む）：音を集めたり増幅したりします（特に高い音）

中耳：音を増幅します（鼓膜と耳小骨から蝸牛に伝わる過程で増幅されます）

内耳：音を分析し電気信号に変えて、聴神経に伝えます

かたつむりの形に似た『蝸牛』と呼ばれる部分で

音の高低などを判断します



外耳から入った音は、鼓膜に達し、耳小骨（ツチ骨・キヌタ骨・アブミ骨）を通して蝸牛に伝達されます。

蝸牛内部に並んだ有毛細胞が音の刺激を受け、脳に電気信号を送ります。

2-2. 難聴の種類

耳から脳までのあらゆる部分で難聴は起こりますが、難聴は大きく分けて2つあります。

伝音性難聴：外耳と中耳の障害

音を増幅する器官の障害のため、治療による聴力回復の可能性があります。
また補聴器によって音を増幅することで聴こえが良くなる可能性が高いのです。

感音性難聴：内耳の障害

蝸牛にある細胞が劣化、損傷することで起こる場合があります。
加齢によって現れる老人性難聴は高音部分から聞こえにくくなります。
突発性難聴（ストレスが一因とも言われるが原因はよく分かっていません）
騒音性難聴（特定の職業性の難聴とも言え、大きな音に長時間晒された時などに
発症することがあります）
遺伝性難聴（原因は分かりませんが、遺伝によって、成人から壮年にかけて
発症することがあります）
などがあります。

難聴になるのは、片耳、両耳の場合など様々です。
しかし片側が聴こえ難いだけでも、仕事や生活に支障をきたしてしまいます。

3. 補聴器の種類と長所・短所

補聴器を形状で分けると、
大きく分けて以下の4種類があります。

耳穴型（耳に入れて使う）

耳かけ型

ポケット型（ポケットラジオや携帯型音楽プレイヤーのような形状）

メガネ型補聴器（メガネに補聴器が付いている）

それぞれに長所と短所があり、短所は改良され、最新のものは聴こえが
良くなっていますが価格が高額になります。
ここで、それぞれの補聴器の長所・短所を以下に列挙しておきます。

耳穴型

長所・小さくて目立ちにくい。

- ・耳の中に入るのでメガネとの併用がしやすい。
- ・小さいため持ち運びなど取り扱いやすい。

短所・マイクが顔の側面向き（耳が横を向いているため）なので側面の音が拡大されやすい

- ・とても小さくできるが、小さくなりすぎて取り扱いにくい場合もある（音量調節や電池の交換など）
- ・機械が水に弱いため、耳だれのある方は故障の原因となる
- ・既製タイプは脱落して無くす場合がある。
- ・耳の型をとって製作するオーダーメイドタイプは、費用と時間が多くかかる。
- ・ハウリングやキンキン音・衝撃音・風切り音・環境騒音などの防止や環境に応じた機能変更などの付加価値により高値に成る。
- ・分離型は高価である。

耳かけ型

長所・耳穴型よりもハウリングが起きにくく、より大きな音をだしやすい。
（高度難聴の方にも対応しやすい）

- ・耳栓（耳に入る部分）を隙間の多いもの（オープンタイプ）にするとこもり感が少なくなる。
- ・レシーバー（音を出す部分）を本体から外に出し耳栓の中に収めた分離型は、鼓膜の近くで音が出るため明瞭感がある。

短所・マイク位置が耳の裏にあるので後方の音が拡大されやすい
（マイク位置が耳上になるものもあるが、耳の裏にくるものが多い）

- ・メガネとの併用が難しい（特に老眼鏡のような掛け外しが多いメガネ）
- ・ハウリングやキンキン音・衝撃音・風切り音・環境騒音などの防止や環境に応じた機能変更などの付加価値により高値に成る。
- ・小型のものもあるが、耳穴型よりも大きくなり、目立つのが嫌な方もおられる。

ポケット型

長所・マイク（音を拾う部分）とレシーバーの位置が離れており、ハウリングが起こりにくい。

- ・本体にマイクがついているものは本体を音源に近づけると音が大きく聞こえる。
- ・スイッチなどの操作を見ながらできる（操作が解りやすい）。

短所・耳穴型や耳掛け型に比べると断然大きく目立つ。

- ・集音部分（マイク）が本体にあるタイプは、本体をポケットに入れて使用するが、服がすれる音が入るなど、耳元で聞く場合と異なる不都合が生じる場合がある。

（耳の近くにマイクが付いているタイプもある。）

メガネ型補聴器（補聴器一体型メガネ）

長所・メガネと一体型なので併用が楽。

- ・メガネの耳にかかると部分が補聴器になっているため目立ちにくい。

短所・老若男女に合う多種多様なサイズやデザインなどを生産すると

メーカーは採算が取れないなどリスクが大きいいため、限られたデザインのものしかない。

- ・メガネのフィッティングの微調整が利かず、かけ心地が悪い場合がある。
- ・物によっては大きく太いので、好みが分かれる。

補聴器は小型化、ハウリング防止、会話のし易さなど、様々な機能を付けるためにデジタル化が進んでいます。

高性能なマイクロチップを使用することで価格も高値となります。

片耳だけで20万円や30万円といった補聴器も珍しくありません。

< デジタル補聴器とは >

補聴器はマイクで音を拾い電気信号に変換し、アンプで増幅し、レシーバーで音に戻して出すという仕組みになっています。

このアンプの部分に超小型のコンピューター＝マイクロチップを組み込み、入ってきた音の強さ、高低、などの要素を制御して増幅するのがデジタル補聴器です。

< 指向性とは >

特定の方向からの音がよく聞こえることで、

特定方向からの音を取り込みやすくしたマイクを組み込み、

或いは、複数のマイクからの信号をマイクロチップで

制御するなどして、主に会話をする時に

特定の方向の音を強調することで会話の聞き取りがしやすくなる機能です。

4-1. Fit-Sound について

Fit-Sound は従来の補聴器や集音器とは一線を画す、音響機器をメガネに取り付けた製品です。

その最大の特徴は、メガネのテンプル（つる）部分に本体を取り付けることにより、高性能なマイク（集音部分）を眼の位置まで前進させ、話し相手へ向けることで、相手の声を拡大するということです。

つまり、音の増幅を機械に頼るだけでなく、マイクの物理的な距離と向きで音を増幅するということです。

従来の補聴器には無いこの発想が革新的であり、この効果により、機械での音量の増幅を最小限に抑え、音割れが防げます。

また、前述したようにハウリング防止や指向性を論理的なマイクロチップに頼ると補聴器は高値になりますが、

「聴こえるメガネ」Fit-Soundでは、本体に付いている高性能なマイクを眼の位置に、耳にはスピーカー（音を出す部分）であるイヤホンを入れて聞くようにしますので、マイクとスピーカーを物理的に遠ざけることができます。

また、マイクの向きを変えることでハウリング防止や、指向性を高めることが安価に達成できました。

さらに会話のし易さも向上します。

従来の補聴器は、音を拡大する機能に着目したものでした。

勿論、音質調整機などで聴き易い音に加工するなどしていますが、

Fit-Sound の優れた点は、補聴器同様の機能を持つだけでなく、会話を大切に考えている点だと思います。

例えば、対話する場面をイメージして下さい。

耳の聴こえ難い方は少しでも聴こえるように耳の後ろに手を当て、耳を相手の方へ向けます。

そうすると話し相手の方を見ることは難しくなります。

Fit-Sound では相手を見ているままで音を大きく聞くことができます。
メガネを通して相手の口元を見ることで、理解度は格段に向上するはずです。
聴覚と視覚の両方を同時に補う（矯正する）ことで相手の言葉を理解しやすい状態を作ることができます。



開発中の Fit-Sound、本体の色はグレーになる予定。



「聴こえるメガネ」をかけたところ。本体はテンプルに隠れて側方からは見えない。

次の章で特徴を詳しく説明します。

4-2. Fit-Sound の特徴

ここで、Fit-Sound の特徴、聴こえの良さを詳しく説明します。

- 1、メガネに音響機器を装着
- 2、音源にマイクを近づける
- 3、マイクを音源に向ける
- 4、両耳で聴く
- 5、自分の耳でも聴く
- 6、唇の動きを読む
- 7、状況に応じた音量
- 8、咄嗟（とっさ）の音量アップ
- 9、マイクを斜め上方に傾ける
- 10、湿気の影響を受けにくい
- 11、無料体験システムの推進

1、メガネに音響機器を装着

先述しましたが、メガネのテンプル部分に本体を装着します。マイクは本体に取り付け先端の眼の位置まで前進させ、スピーカーはイヤホンで耳に入れます。

物理的にマイクとスピーカーを遠ざけることでハウリングを抑えます。また、メガネとの併用を前提としているため、落としにくく、紛失する心配が減りました。

ベースとなるメガネ = Fit がサイズ、デザイン、カラーなどを顔幅や好みに合わせて製作するオーダーメイドフレームなので、かけ心地も問題ありません。

2、音源にマイクを近づける

Fit-Sound 本体を耳よりも前に装着し、その中でも一番前にマイクを取り付けたため、通常の補聴器よりもマイクは音源に近い場所にあります。そうすることで音圧（大気圧の微小な圧力変動、音の大きさ）が上がり、大きく聞こえます。耳を近づけるのと同じことになります。

Fit-Sound は両耳装用なので、
単純計算ですが、1メートル離れた人と会話する時、
マイクが、相手の口元に近づきその方向を向くので、
片耳装用の耳掛け型補聴器より半分以下の音圧で聞こえます。

3、マイクを音源に向ける

マイクの位置は前方にあり、さらに前を向いて取り付けられています。
つまり、顔を向けた方の音を取り込みやすくなっています。
物理的にマイクの方角を前向きにしているため、
簡潔な構造でありながら指向性を高めることができます。

また、側面に遮音壁を設けることで側方からの雑音を抑制し、
指向性を高める一助としています。

マイクの向きと、側方の遮音壁とで顔を向けた方向の音を
聴こえやすくしています。

4、両耳で聴く

両耳で聞く = 「両耳聴」のメリットは、以下の点が主に挙げられます。

- ・両耳に入ってくる音の時間差や音量の違いを感知し、
その音源や方向性も認識し易くなります
- ・雑音と言葉の分離が可能になります
(音源を感知できることで騒音下でも会話が聞き取りやすくなります。)
- ・ステレオ効果により、音に立体感や臨場感が出ます
- ・左脳と右脳にバランスよく音が届きます

Fit-Sound は両耳装用を原則としていますので聴こえアップにつながります。
補聴器販売においても両耳装用は勧められてきましたが、

- ・価格が高くなる、
- ・耳穴型などでは両耳がふさがりやすいため、こもった感じになりやすい

などの理由で片耳装用の人もたくさんおられます。

Fit-Sound は両耳装用を原則としますので、
両耳聴の効果を生かすことができ、片耳使用よりも小さい音で使用しますから
耳の負担も軽減され、安全性も高いのです。

5、自分の耳でも聴く

Fit-Sound は音が出るスピーカー部分がオープンエアイヤホンになります。

このイヤホンは耳穴を塞いでしまうような形ではなく、
装着すると適度な隙間ができます。この隙間があることで耳閉感を防止します。
こもり感を少なくするために補聴器ができるだけ隙間を開けるのと同じで
この適度な隙間が快適な装用感につながります。

そして、この隙間を利用して、自分の耳の聴力も活用して聞くことができます。
これにより、自然な音質が得られます。

6、唇の動きを読む

「聴こえるメガネ」ならではの特徴で、メガネをかけて相手と向かい合うことで
発声者の唇を読んで言葉を察知することができます。
話す相手の口元が見えることは会話の聞き取りの向上に役立ちます。

7、状況に応じた音量

ボリュームがついていますので、状況に応じてボリューム調整できます。
本体上部についていますのでテンブルを親指で支えながら、
人差し指でボリューム調整を行いますから簡単操作が可能です。

ボリュームを調整する際には、最初に聞き耳のボリュームを上げていき、
少し聴こえる状態を確認したら反対側のボリュームを上げて
両耳の聞こえのバランスを調整します。

8、咄嗟（とっさ）の音量アップ

適度な隙間のあるオープンエアイヤホンですが、
指で押し込むことにより、大きな音で聞くことができます。
これは、物理的にスピーカーが近くなることで音圧が上がることで、

(単純計算で2mm近くなると14%程度音圧が上がります=大きく聞こえます)
隙間をふさぐことで周囲の環境音がカットされ低音がより聞こえやすくなる効果があります。

隙間があることによる快適性は減少しますが、ボリューム調整をする時間のない
咄嗟の音量アップに役立ちます。

9、マイクを斜め上方に傾ける

マイクは斜め上方に傾けて取り付けられています。

まっすぐ前向きに取り付けると自分の声はかなり大きく聞こえます。

補聴器・集音器を装用した時、自分の声も大きく聞こえるものですが、
あまりに大きく聞こえらうるとさく不快に感じる場合があります。

傾斜マイクにすることで自声音の拡大を防ぎます。

10、湿気の影響を受けにくい

耳穴型や耳掛け型問わず、補聴器は水(湿気)に弱いため、汗や耳だれなどで
故障する場合があります。

しかし、聞こえるメガネ Fit-Sound は音響機器本体を耳から遠ざけ、
できるだけ肌に触れないように装着できる利点があります。その上、
イヤホンも耳穴の奥までは入れず、適度な隙間があるため通気性が良く、
汗や耳だれが侵入しにくくなっています。

故障の原因を減らしています。

メガネ本体も、破損等あった場合でも、レンズ交換やパーツ交換が可能なので、
最小限のメンテナンス費用ですみます。

11、無料体験システムの推進

従来の補聴器・集音器と聴き比べて効果が確認できる方や
聞こえ不足で補聴器・集音器を検討されている方に対しては、
ご自身の生活環境で試聴して頂くために、「聞こえるメガネ Fit-Sound」の
無料貸出しを積極的に行い、性能に満足された方だけに
販売するシステムを採用していきます。

これにより、補聴器購入時に起こりがちな「慣れない・使えない」などの心配がなく、安心してご購入いただけるものと思っています。

このように、「聴こえるメガネ」Fit-Sound は画期的な発想によって聴こえが抜群に良くなっています。

さらに、マイクとスピーカーを遠ざけ操作性が良い大きさですので超小型化に必要な高額マイクロチップが不要であり、一般的な音響機器部品で生産しますから、安価で、かつ簡単に使用できます。

5.まとめ

Fit-Sound は、

これまでの補聴器や集音器などでは不可能だった位置（メガネ前部）に取り付けられたマイクが声の増幅と指向性を高めます。

また、耳穴を塞がないイヤホンにより、

スピーカーで出す音だけでなく、自分の聴力でも、

同時に、かつ両耳で聴くことが可能になり、少音量の自然な音質を維持できるという画期的な補聴機能を備えた「聴こえるメガネ」です。

話し相手の声を携帯ステレオで聴きながら、

自分の耳でも聞き、会話が楽しめるメガネになっています。

さらに、

Fit-Sound は、「両耳聴」をもたらし、快適な聴こえを

もたらすメガネになるのと同時に、

レンズのデザイン・サイズが自由で装飾テンブルが取り替えられ

「着替えるメガネ」が可能になるという

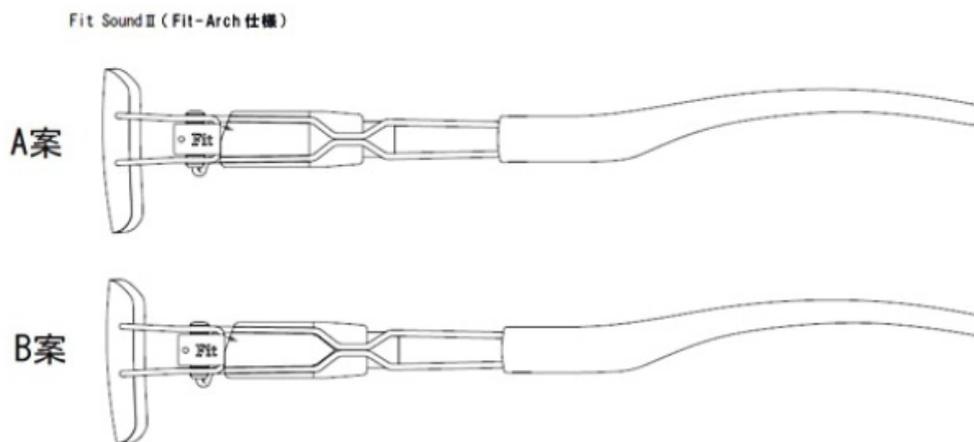
ファッション性も高い「聴こえるメガネ」になるはずです。

難聴の方の多くは、話し相手の顔を見ようとしなない場合が多いそうです。

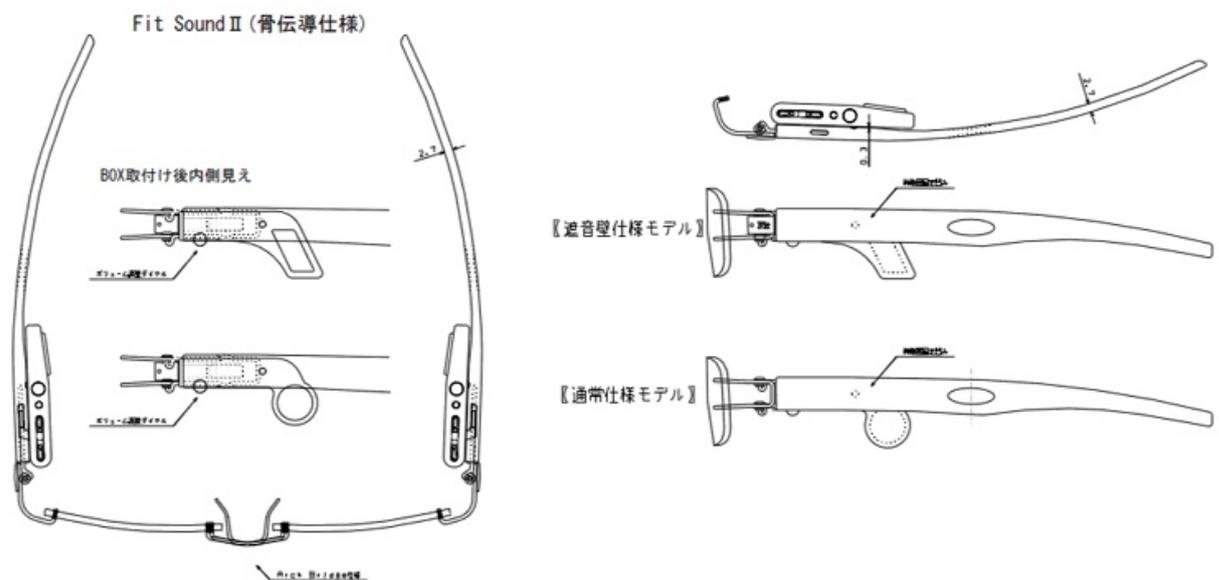
「聴こえるメガネ」をかけて、顔を上げ、対話が楽になることで
明るい笑顔を取り戻していただければ幸いです。

今後は、
メタルフレームにも取り付けられる方式や骨導タイプの Fit-Sound も
開発したいと考えています。

【メタルフレームタイプ 図案】



【骨導タイプ 図案】



以上のような効果を可能にできるメガネは、世界中どこを探しても
Fit シリーズしかありません。

メガネと併用して聴こえを改善したい、という方には
Fit-Sound が魅力的で有力な選択肢の一つになると確信しています。

以上から、
Fit-Sound が「高齢化社会に適合したメガネ」であるとして
この論文を発表させていただきました。