

老人性難聴は誰にでも起こりうる現象

人は年を取ると、だんだん音が聞こえづらくなっていきます。以前は、脳の機能の低下により、音は聞き取っていても、それを聞き分けたり理解する能力が衰えることが原因とも思われていました。最近では、耳の機能の低下も原因のひとつではないかといわれるようになってきています。音は、簡単に言うと空気の振動ですが、人はこの振動を耳たぶで集め、耳の穴で増強させ、鼓膜を振動させて中耳に伝えます。中耳の奥には蝸牛カタツムリという器官があり、そこには毛の生えた細胞がびっしりと並んでいて、その毛が音の振動を電気信号に変えて脳に伝達しています。ところが、年齢とともにその毛が衰えていってしまうのです。毛がショボショボになり、伝わってきた振動を上手く拾えなくなるといったイメージです。これが老人性難聴といわれるものです。一般に、年を取ると耳が遠くなる、といわれる現象です。実は、この蝸牛に

ある有毛細胞は、人が生まれた時が最もびっしりと並んでいると考えられます。赤ちゃんの時と、その後を正確に比較したデータはありませんが、幼稚園児と小学生を比べると、明らかに幼稚園児の方が有毛細胞は元気で、したがって、聴力も優れているのです。つまり、蝸牛の有毛細胞の衰えは老化現象のひとつであり、老人性難聴は、進行に個人差はあっても、誰にでも起こる現象であるといえます。

補聴器はなぜ普及しないのか？

老人性難聴の特徴は、急に聞こえが悪くなるのではなく、だんだんと聞きづらくなること、そして、まず、高い音が聞こえなくなる、似た音域の音が分別できなくなる、早口の言葉が聞き取れなくなる、大きな音はいままでのように聞き取れるが小さい音が聞き取れなくなる、といった点が挙げられます。難聴を補助する道具として、補聴器がありますが、あまり普及していないのが現状です。自分は難聴者だと思

News & Opinion

効果的な高齢者用補聴器を目指して、1/100秒の壁に挑む

いま日本では、4人に1人が65歳以上の高齢者という高齢社会を迎えています。高齢者が安全に快適に暮らすためには、加齢とともに低下する身体の機能を補助する仕組みが必要です。そのひとつに、補聴器の開発があります。実用的な補聴器を目指す研究に、本学の理工学部も取り組んでいます。



村上 隆啓 Takahiro Murakami

明治大学 理工学部 専任講師
【研究分野】知覚情報処理・知能ロボティクス
【研究テーマ】聴覚に基づくデジタル信号処理、周期信号の周波数推定、アレーアンテナ技術の広帯域信号への応用、Phase Vocoderの老人向けアプリケーションへの応用
【主な著書・論文】
Hiroki Takahashi and Takahiro Murakami, "The largest Cramer-Rao Lower Bound for variance estimation of acoustic signals", 5th ASA/ASJ (2016).
Takahiro Murakami and Yoshihisa Ishida, "Generalized sliding discrete Fourier transform", IEICE Trans. Fundamentals, Vol.E99-A, No.1 (2016).
Takahiro Murakami, Hiroyuki Yamagishi, and Yoshihisa Ishida, "Minimum length of a signal for fundamental frequency estimation and its application", IEICE Trans. Fundamentals, Vol.E98-A, No.9 (2015).
高橋浩貴、村上隆啓、"補聴器における遅延時間の許容量の評価"、電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会 (2015).

う65歳以上の人で、補聴器を所有しているのは15%程度だというデータもあります。補聴器を使わない大きな理由は、補聴器をつけてもあまり効果が感じられないからだといえます。例えば、ひとりでテレビを見ている時は補聴器をつけると聞きやすいが、さまざまな音がある外に出ると、相変わらず聞きづらかったり、ときには、うるさすぎるのでつけない方がよいというのです。それは、メガネと比較するとわかりやすいのですが、一般的に、目が悪いというのは、光を取り入れて伝える目の水晶体の機能が悪くなるからで、それを脳に伝える網膜は衰えていません。そこで、メガネを使って取り入れる光を補正するわけです。ところが、老人性難聴の場合、音を取り入れて伝える耳の機能は衰えておらず、取り入れた音



音響遅延発生装置でのテスト

を拾い上げて脳に伝える蝸牛の有毛細胞が衰えているのです。そこで、補聴器は、デジタル信号処理の技術を使い、ある程度機能している有毛細胞が音を拾い上げやすくなるようにさまざまな工夫をしているのです。しかし、小さな音が聞こえてうるさくならず、似た音域の音が分別できて、早口も聞き取れるという、老人性難聴の特徴を全て補助するのは、非常に難しいのです。メガネによって視力を復元するのと同じく、補聴器で元の聴力を復元するのは不可能ともいわれています。しかし、デジタル信号処理の技術は進歩しています。老人性難聴に適した、より快適な補聴器を開発する取り組みはさまざまな形で進行しています。

補聴器のデジタル信号処理の時間をどう設定するか

例えば、音の高さを変えずに音の速度を変えろという技術は早くから研究が進んでおり、1990年代頃にはある程度技術が確立されました。すでに、高齢者向けの携帯電話や、電子楽

器などで実用化されています。この技術によって、人の声を聞き取りやすい速度に変えたり、老人性難聴で聞こえなくなる高い音を聞き取れる音域に変えることも可能です。ところが、こうした技術を補聴器に取り入れる場合、問題があります。1/100秒の壁といわれるものです。入ってきた音と出ていく音に時間差があると違和感が



生じるため、その遅延を1/100秒以内に抑えなくてはならないというのです。実は、目で見ている映像と音のズレはそれほど気になりません。テレビの撮影などでは、マイクの位置などによって映像と音の時間にズレが生じるため、技術の人が調整しているというのですが、それほどシビアではないそうです。ところが、自分が喋っている音が遅れて聞こえると、非常に違和感や混乱を感じるようになります。「人々を笑わせ、そして考えさせてくれる研究」に対して与えられるイグ・ノーベル賞という世界的な賞がありますが、2012年に日本人の研究者が「スピーチ・ジャマー」という装置を作って受賞しました。これは、自分が喋った声が3/10秒遅れて聞こえる装置で、これを使ってスピーチをしようとする、スピーチができなくなってしまうのです。3/10秒の遅延で喋れなくなるほどの混乱が生じるのですが、補聴器の場合は違和感なく使うために、1/100秒以内に抑えることが暗黙のルールになっているわけ

す。しかし、デジタル信号処理を行う場合、長いデータが入れば入るほど、できることが広がります。例えば、近い周波数を分別する場合、1/100秒だと100 Hz離れていないと分別できません。成人の男性の声は、だいたい80 Hzから160 Hzくらいなので、これでは分別の効果は実感できません。これが、5/100秒の時間があると、理論上20 Hz離れているものを分別できるようにになります。男性の声が複数していても、聞き分けられる可能性が期待できるようになります。同時に、聞き取れない高音を聞き取れる音域に変え、早口を聞き取りやすい速度に変え、大きい音はうるさく感じさせずに小さい音は聞き取りやすくする。こうした老人性難聴の特徴を同時に補助する性能も、処理する時間があればあるほど、高めることができます。

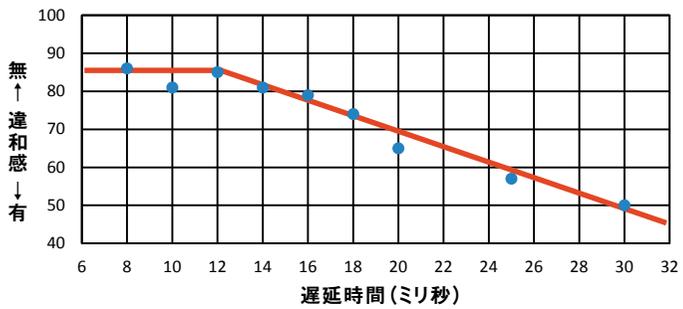
しかし、補聴器を使っている人が違和感を感じるのであれば、1/100秒以上の遅延は論外です。ところが、私は高齢者の方から調査データを取らせていただいているのですが、高齢

者は音の遅延をそれほど気にしていないのではないかという現象を見ることがあります。そこで、十数人の方々からデータを取らせていただいたところ、学生から取ったデータと比べて、明らかに遅延が気にならないというスコアが取れました。もっと大量のデータを取り、高齢者がどこまで遅延を許容できるかがわかれば、高齢者専用の補聴器として、性能を大幅に向上させたものができないのではないかと思っております。

**認知症の予防に
なることに期待をこめて**

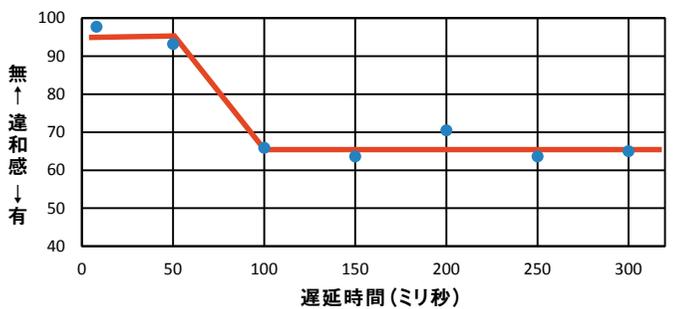
私の「知能信号処理研究室」は、国の科学研究費助成事業のリハビリテーション科学・福祉工学の項目で対象研究となり、研究費の補助が受けられることになりました。高齢化社会が進む日本にとって、高齢者の生活の向上につながる取り組みは重要になっているからだと思います。老人性難聴の人たちにとって効果が実感できる補聴器ができれば、生活を快適にするだけでな

20歳代の被験者による
遅延時間の許容量の調査(2014年度)



く、認知症の発症を低くすることもできるかもしれません。アメリカのデータですが、認知症の発症者の割合は、老人性難聴の人とそうでない人とは、明らかに差があります。音が聞こえにくくなると、人と会ったりお喋りするの嫌になってくるため、ひとりで過

75歳~95歳の被験者による
遅延時間の許容量の調査(2015年度)



ごすようになり、生活に刺激がなくなるからかもしれません。まずは、老人性難聴の人たちに効果的な補聴器を開発し、補聴器を使うことが当たり前になることを目指し、それが、認知症の予防につながっていくことに期待をこめて、研究を進めています。