

研究題目	骨導超音波補聴器による非言語・パラ言語情報の知覚に関する研究	報告書作成者	籠宮隆之
研究従事者	籠宮隆之		
研究目的	<p>筆者らの所属する研究グループでは、骨伝導と超音波を利用した新型補聴器である骨導超音波補聴器を開発している。本補聴器は、音声で振幅変調した超音波を骨伝導で呈示(骨導超音波)することにより、聴覚を得るものである。骨導超音波により呈示された音声は、通常の補聴器では音声を知覚できない重度感音性難聴者にも知覚可能である。</p> <p>一方、重度感音性難聴者に対する音声呈示手段として人工内耳が広く用いられている。人工内耳とは、入力された音声を信号処理により周波数分解し、内耳の蝸牛内に埋め込んだ電極から聴神経に電気刺激として呈示することにより、聴覚を与えるものである。</p> <p>これまで人工内耳の音声伝達能力に関しては様々な報告がされている。それによれば、分節音や単語情報のなどの言語情報の伝達は比較的良好であることが報告されている。しかし、音声言語では話者の感情、話者が誰であるか、などの非言語・パラ言語情報も伝達されており、音声によるコミュニケーションをより豊かなものとしている。しかし、人工内耳では、上記のような非言語・パラ言語情報の伝達に問題があることが報告されている。</p> <p>これに対し、骨導超音波補聴器に関しては言語情報伝達能力については検討されているものの、非言語・パラ言語情報の伝達については検討されてこなかった。骨導超音波補聴器が非言語・パラ言語情報を適切に伝達できれば、重度感音性難聴者にとってより豊かな音声コミュニケーションを行える手段となりうる。そこで、本研究では骨導超音波補聴器の非言語・パラ言語情報伝達性能を検証した。特に、人工内耳による音声聴取と比較することにより、両者にどのような長所・短所があるかを明らかにすることを目的とした。ただし、ただし、同一被験者による骨導超音波補聴器と人工内耳の聴取傾向を比較することは困難なため、人工内耳のシミュレータを用いた。</p>		

研究内容

骨導超音波補聴器と人工内耳シミュレータとの非言語・パラ言語情報の伝達性能を比較検討した。非言語・パラ言語情報のうち、本研究では話者識別に関わる情報の伝達性能、および話者の発話意図の伝達性能を検討した。

発話意図伝達性能の評価

「そうですか」という文は、発話の仕方により「感心」「落胆」「疑念」など、さまざまな意図を表現できる。このような発話意図の弁別が骨導超音波補聴器で正しく伝達できるかを聴取実験により検証した。「感心」「落胆」「疑念」「無関心」「中立」「強調」の 6 つの発話意図を込めて発話された「そうですか」「あれですか」「あなたですか」の 3 センテンスを聴取させ、それぞれの発話がどのような意図で発話されたかを同定させた。ヘッドホンによる原音声の聴取、ヘッドホンによる人工内耳シミュレータ音の聴取、骨導超音波補聴器による聴取の 3 条件で同一のタスクを試行した。反応傾向は多次元尺度構成法を用いて分析された。その結果、骨導超音波補聴器、ならびに人工内耳シミュレータ音においても、概ね気導音と同様の反応傾向が示された。これは、骨導超音波補聴器や人工内耳でも話者の意図情報が伝達可能であることを示している。

話者識別情報伝達性能の評価

発話者を識別する手掛かりには、話し方、使用語彙、声の高さ、フォルマント空間など、さまざまな要因が挙げられている。このうち、声の高さ(F0)とフォルマント空間が骨導超音波補聴器ならびに人工内耳シミュレータ音では発話者識別の手掛かりとなるかを検討した。F0 とフォルマント情報を操作した音声を 2 つずつ連続して聴取させ、その 2 つの音声の話者が同一人物と思われるかを判断させた。本実験においても、ヘッドホンによる原音声の聴取、ヘッドホンによる人工内耳シミュレータ音の聴取、骨導超音波補聴器による聴取の 3 条件で同一のタスクを試行した。反応傾向は多次元尺度構成法を用いて分析された。その結果、気導音では主にフォルマント空間情報を利用して話者を識別していることが分かった。一方、人工内耳シミュレータ音では、F0 を手掛かりとして話者を識別していた。これは、人工内耳シミュレータ音ではフォルマント空間情報の聴取が困難であり、F0 を手掛かりにせざるを得なかったためであると考えられる。これに対し、骨導超音波補聴器では、気導音に比べて劣るものの、フォルマント空間情報も話者識別に利用していることが確認された。この結果から、骨導超音波補聴器では人工内耳よりもより健聴者に近い話者識別ができる可能性が示された。

研究概要報告書

(3 / 3)

<p>研究のポイント</p>	<p>これまで、骨導超音波補聴器に限らず、一般の補聴器や人工内耳などの聴覚補助器の音声伝達性能に関する評価には、語音明瞭度(単音の聞き取り正答率)や単語了解度(単語の聞き取り正答率)などが広く用いられてきた。これらの評価によって得られる情報は、文字でも書ける言語情報の伝達性能である。しかし、音声言語では話者の感情や態度、話者が誰であるか、などの文字では表現できない非言語・パラ言語情報も伝達される。これらの非言語・パラ言語情報は音声言語によるコミュニケーションをより豊かにしているものであり、聴覚補助器が伝達しなければならない情報である。そこで、本研究では非言語・パラ言語情報の伝達性能という観点から骨導超音波補聴器と人工内耳を比較することを試みた。</p>
<p>研究結果</p>	<p>本研究の結果から、骨導超音波補聴器でも気導音と同様に発話意図情報の伝達が可能であることが分かった。ただし、音声の強弱によって区別されるような発話意図の識別には問題があった。また、発話者識別に関わる情報の伝達性能については、人工内耳より優れていると示唆された</p> <p>上記の結果に加えて、本研究により、骨導超音波補聴器の性能を分かりやすく説明することが可能となった。これまでは骨導超音波補聴器の性能については時間分解能、周波数分解能、語音明瞭度、単語明瞭度などの数値指標を用いて表現されてきた。しかし、これらの数値指標では音声コミュニケーションでどのような利点・問題点があるのかイメージしづらい。本研究の成果により「話者が誰であるか聞き取れます。また、発話者の意図も伝達できます。しかし、強調しているかどうかの区別は難しいかもしれません」等の分かりやすい言葉で骨導超音波補聴器の性能を表現できるようになった。</p>
<p>今後の課題</p>	<p>本研究では、合成音声や実験用に収録した音声を使用した。また、聴取環境も防音室であった。そこで、より自然な環境での非言語・パラ言語情報の伝達性能を評価する必要がある。</p> <p>また、非言語・パラ言語情報の伝達という観点から聴覚補助器を評価することにより、分かりやすい言葉で骨導補聴器を評価することが可能となった。しかし、この手法は骨導超音波補聴器だけでなく、他の聴覚補助器の評価にも応用できる。そこで、本研究の成果を活かし、聴覚補助器の性能を分かりやすい言葉で表現するための手法を開発していきたい。</p>

骨導超音波補聴器について

一般に、周波数 20kHz 以上の音は人間には聴取できないため、超音波と呼ばれている。しかし、超音波を骨伝導で呈示した際には聴取可能である。この骨伝導で呈示された超音波を骨導超音波と呼んでいる。骨導超音波は健聴者だけでなく、一部の感音性難聴者も聴取できることが知られている。

さらに、音声で振幅変調した骨導超音波を呈示した際には、原音声の情報が伝達できる。この振幅変調した骨導超音波を用いて筆者らの研究グループでは骨導超音波補聴器を開発している (図 1)。



図 1. 骨導超音波補聴器

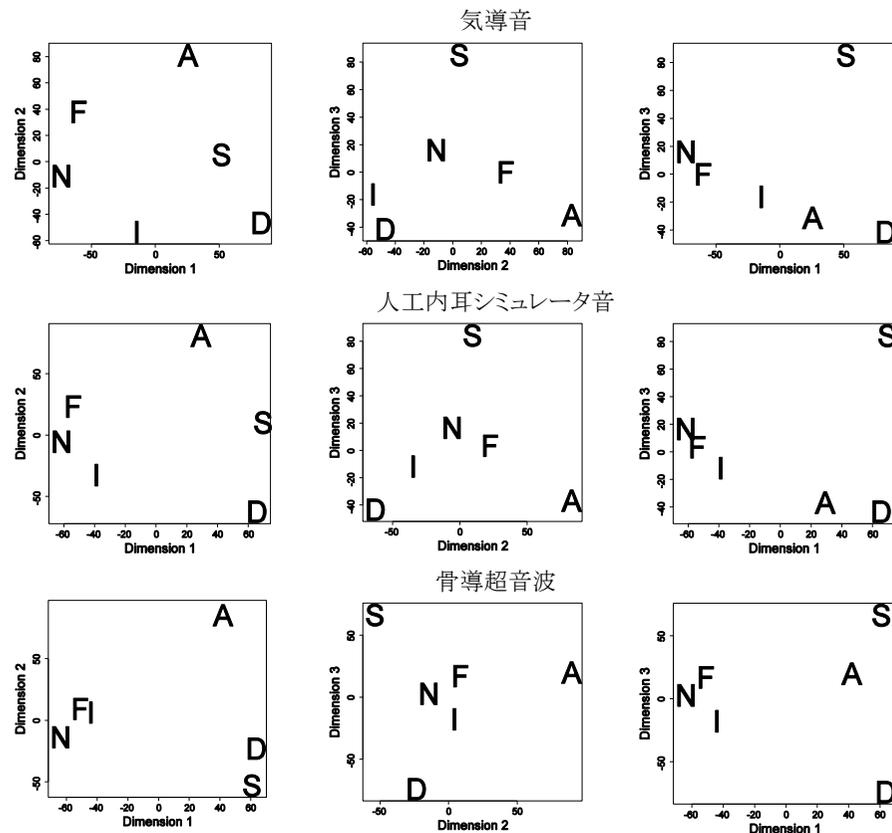


図 2. 発話意図同定実験結果の MDS による布置

発話意図伝達性能の評価

「そうですか」という文は、発話の仕方により「落胆」「感心」「疑念」などの発話意図を伝達できる。ただし、人工内耳などの聴覚補助器を利用した場合、このような発話意図の聴取に困難があると報告されている。そこで、本研究では骨導超音波補聴器によって上記のような話者の発話意図が伝達できるかどうかを検証した。

実験は、「感心(A)」「落胆(D)」「疑念(S)」「無関心(I)」「中立(N)」「強調(F)」の6つの発話意図を込めて発話された音声の発話意図を同定するものであった。また、骨導超音波補聴器による発話意図の聴取が通常の聴取(気導音)および人工内耳と比べた場合にどのような特性を持っているのかを調べるため、聴取実験は気導音、人工内耳シミュレータ音、骨導超音波の3条件で試行された。

その結果、気導音に比べて劣るものの、人工内耳シミュレータ音とはほぼ同様の同定率であった。また、全体的な反応傾向は人工内耳シミュレータ音、骨導超音波ともに気導音と同様の傾向を示していた(図 2)。

このことは、骨導超音波においても人工内耳と同程度に発話意図の伝達が可能であることを示している。

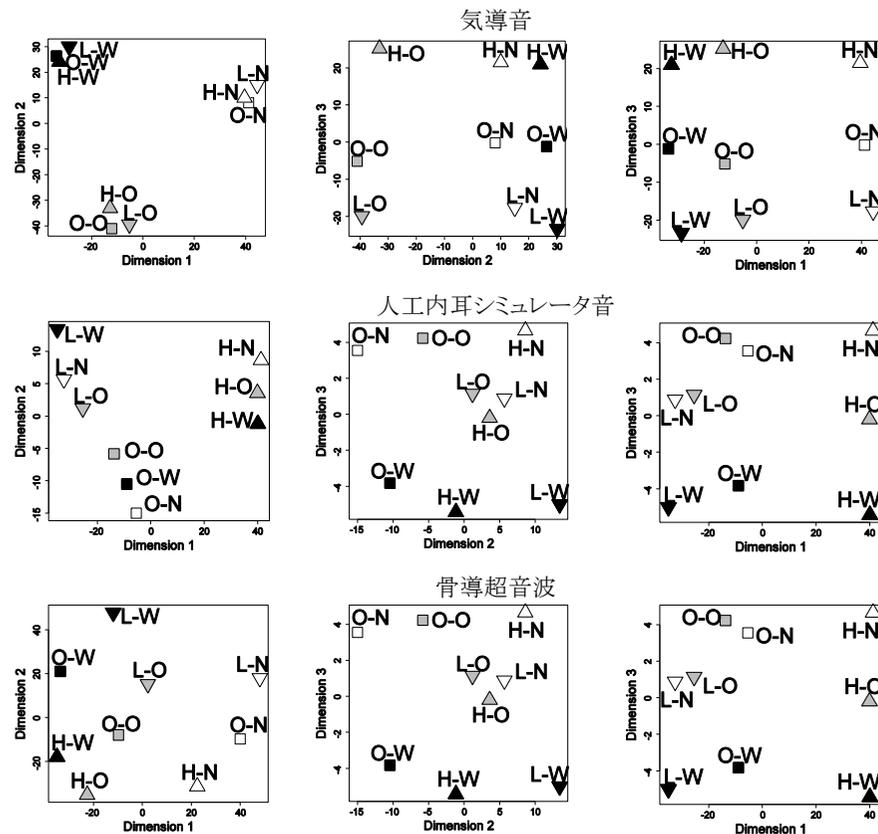


図 3. 話者識別実験結果の MDS による布置. L は F0 を下げたもの, H は F0 を上げたもの, N はフォルマント空間を狭めたもの, W はフォルマント空間を広げたもの, O はフォルマント空間, F0 それぞれが元のものであることを示す.

話者識別情報伝達性能の評価

発話者を識別する手掛かりには、話し方、使用語彙、声の高さ、フォルマント空間など、さまざまな要因が挙げられている。このうち、声の高さ(F0)とフォルマント空間が骨導超音波補聴器ならびに人工内耳シミュレータ音では発話者識別の手掛かりとなるかを検討した。F0 とフォルマント情報を操作した音声を 2 つずつ連続して聴取させ、その 2 つの音声の話者が同一人物と思われるかを判断させた。本実験においても、ヘッドホンによる原音声の聴取、ヘッドホンによる人工内耳シミュレータ音の聴取、骨導超音波補聴器による聴取の 3 条件で同一のタスクを試行した。反応傾向は多次元尺度構成法を用いて分析された。その結果、気導音では主にフォルマント空間情報を利用して話者を識別していることが分かった。一方、人工内耳シミュレータ音では、F0 を手掛かりとして話者を識別していた。これは、人工内耳シミュレータ音ではフォルマント空間情報の聴取が困難であり、F0 を手掛かりにせざるを得なかったためであると考えられる。これに対し、骨導超音波補聴器では、気導音に比べて劣るものの、フォルマント空間情報も話者識別に利用していることが確認された。この結果から、骨導超音波補聴器では人工内耳よりもより健聴者に近い話者識別ができる可能性が示された。