

## 論文審査の結果の要旨

学位申請者 外山 竹弥

本論文は、「物理音響的手法における耳鳴軽減システムの研究」と題し、新しい耳鳴り治療の試みとして、物理音響的手法により、耳鳴りに対してその逆位相音を負荷することで耳鳴りを抑制することを試みたものである。この手法は現在の耳鳴り治療には例を見ないものであり、2007年に日本聴覚医学会、2009年には耳鳴りと難聴の研究会で提案を行った。本論文の背景では、現在耳鳴りに悩む患者さんが非常に多いことを挙げ、その治療法において有効性の確立されたものが存在しないことや、多くの民間療法がある現状を述べ、次に、耳鳴りとは何なのか、その病態や原因となる疾患、耳鳴りの種類などにも触れている。また現在主流となっている治療法の効果や、その問題点などに触れ、本研究の目的とする治療法の独自性と、従来の治療法との比較や、その期待される効果について述べている。次に本研究における手法の効果を検証する目的で予備試験を実施している。そこでは末梢性耳鳴りと中枢性耳鳴りを想定した2種類の仮想耳鳴りモデルを設定しその有効性を検証することを試みた。仮想の既知音源を耳鳴りと仮定し、その逆位相音を印加し蝸牛から脳幹までの神経興奮反応を加算平均し検証した。予備試験の結果では、内耳蝸牛内で2音が合成された場合に位相差のない音と位相差がある音の比較で変化が生じることが確認された。これは、この手法が末梢性耳鳴りに効果がある可能性を示唆するものである。次に申請者は、実際に耳鳴りを有する被験者に協力を求め、本手法による試験を行い実際の効果について検証した。本研究は北里大学倫理審査委員会承認後、被験者の同意を得て行われた。この試験は10名の被験者に対して実施された。試験実施前後の耳鳴り評価指標を比較したところ、減少に有意傾向があることが確認された。近年、近似した手法による逆位相音負荷による耳鳴り治療の報告があるが、本研究の特徴は音印加を骨伝導によって行っていることである。これにより、もし患者に中耳障害等が合併していても必要以上に大きな音を準備する必要がなく患者の負担も軽減される。また試験中も耳を塞がないために会話等が可能となり、患者に閉塞感を与えることもない。また、本研究では耳鳴り音の同定に詳細な周波数を追跡する。また、位相角の情報を被験者に視覚的にカラーパネルの色変化で提示できるシステムを採用し、耳鳴軽減に効果的な色を検索することで位相角の同定を可能としている。これらも他の報告にない本研究の特徴である。このように本研究における耳鳴軽減システムは非常に強い独自性を有し、その効果も十分に期待できるものである。この試行は医学的には有効な治療法のない耳鳴りに悩む人にとって朗報となり、眼鏡や補聴器同様に一般的に広く使用可能であり産業的にも効果が期待される。また本研究は基本的な物理現象を応用して耳鳴りを軽減させることを目的とするため、他の治療機器に比して安価なシステムの構築・製品化が可能である。よって、本論文は工学上及び工業上貢献するところが大きく、博士（工学）の学位論文として十分な価値を有するものと認める。

審査委員主査 福本 一朗

