

平成 21 年 5 月 1 日現在

研究種目：若手研究（スタートアップ）

研究期間：2007～2008

課題番号：19890126

研究課題名（和文）

骨導超音波に対応した歯科騒音低減デバイス開発を目指した研究

研究課題名（英文）

Development of a device to decrease dental noise including bone-conducted ultrasound.

研究代表者

山田 朋美（YAMADA TOMOMI）

大阪大学・大学院歯学研究科・助教

研究者番号：70452448

研究成果の概要：

歯科における切削騒音が患者に不快感を与えている現状改善のために、本研究課題では、①歯科切削騒音の超音波領域を含む音響特性の把握すること、②主観的な印象である不快感に与する音響物理要因について解明することを目的に研究を行った。その結果騒音レベルの低減だけでは対策として不十分であることを示し、音響パラメータであるシャープネスや変動強度への対策が歯科切削音による不快感軽減に必要不可欠であることを示した。これらの成果は今後効果的な新規デバイス開発に応用できるものである。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,320,000	0	1,320,000
2008年度	1,340,000	402,000	1,742,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,660,000	402,000	3,062,000

研究分野：医歯野薬学

科研費の分科・細目：保存治療系歯学

キーワード：歯学，タービン，騒音，高周波

1. 研究開始当初の背景

歯科治療における器具機械である歯科用ハンドピースの切削音は、受診者に不快感を抱かせるだけでなく不安感をも与えていることを確認した研究代表者は、歯科医師としての臨床経験の中で歯科受診者の不快感の軽減のためには、歯科診療室における音対策が必要であると考えに至った。

一般に、不快感と騒音レベルとの間には

良い対応が見られ、等価騒音レベル (L_{Aeq}) を評価法として用いた環境基準などが定められている。しかしながら、これまで、歯科切削機器に関する検討は十分行われておらず、タービン音における音響学的特徴や音響物理量と不快感の関係は明らかにされていない。

そこで、本研究において、広帯域周波数解析や音響物理量計測と印象評価実験を組み

合わせて、歯科タービン音における音響学的特徴や音響物理量と不快感との関係因子の解明を試みた。

2. 研究の目的

(1) 歯科治療機器から放射される空中超音波の音圧レベルおよび機種による特徴や相違を把握することを目的に広帯域周波数解析を行う。

(2) タービン音の等価騒音レベル、Zwicker Loudness, sharpness および fluctuation strength を計測し、種々のタービン音の音響特徴を把握する。

(3) 被験者を用いたタービン音の印象評価実験を行い、タービン音の主観的印象と種々の音質評価パラメータとの関係について統計的に検討する。

以上の実験により、不快感低減のための音質改善の手がかりを得ることを目的とし、将来的に歯科騒音低減デバイス開発を目指す。

3. 研究の方法

本研究の遂行に際しては、事前に大阪大学歯学部附属病院および大学院歯学研究科の倫理委員会にその研究目的ならびに方法について申請し承認を得たうえで実施した。また、ボランティア全員に対して研究目的・内容に関する十分なインフォームド・コンセントを行い、同意を得られた対象者のみを被験者とした。

(1) 歯科治療機器放射音の騒音レベル測定および広帯域周波数解析

各種のエアタービンハンドピースおよびスケーラ合計 18 機種を対象とし、大阪大学歯学部附属病院診療室において、診療時間外の可能な限り静かな環境で計測を実施した。ハンドピースヘッド部より 30 cm の位置にマイクロホンを設置した。1/4 インチコンデンサマイクロホン (UC-29, リオン, 周波数補正特性 20~100,000 Hz) および騒音計 (NA-40, リオン, 2~70,000 Hz) を用いて 20 kHz までの A 特性音圧レベルおよび 70 kHz までの Flat での音圧レベルを測定した。さらに、騒音解析装置 (SA-78, リオン) を用いて FFT 解析 (高速フーリエ変換) (サンプリング周波数: 2024) を行い周波数特性を求めた。また、変動音の解析を行うために、サンプリング周波数 96kHz, 24 bit 量子化にて音源を DAT (R-4, エディロール) に収録した後、Personal computer に取り込み音響解析ソフトを用いて空転音および 5 秒間の切削音に対し FFT 解析 (サンプリング周波数: 2024) を行い 48.5 kHz までの周波数特性を求めた。

(2) タービン音の音響物理量の計測

① 呈示音作成

大阪大学歯学部附属病院診療室にてタービン音の収録を行った。タービンヘッド部より 30 cm の距離に 1/4 インチコンデンサマイクロホンを設置し DAT レコーダー (DTC-ZA5ES, Sony) にて可聴域の音を収録した。各タービンの空転音および切削音を原音とし、全体ならびに特徴周波数成分を 10~15 dB 減衰するなど、各刺激 5 秒となる 40 の呈示音を作成し実験に用いた。

② 呈示音の音響物理量の計測

各呈示音の等価騒音レベル (L_{Aeq}) を騒音計 (OnoSokki, LA1250) により求めた。Zwicker Loudness (sone), sharpness (acum) および fluctuation strength (vacil) は音質評価ソフト (B&K 7698, 5265) により算出した。変動音への適応として、20 ms 毎のラウドネスレベルのエネルギー平均値である modified loudness level (LLz) (phon) を求めた。

(3) タービン音の印象評価実験

① 被験者

被験者は、正常な聴力をもつ 20 名 (男性 9 名, 女性 11 名, 平均年齢 23.6 歳) とした。

② 教示

大阪大学人間科学研究科に設置された防音室において、SD 法を用いた印象評価実験を行った。ヘッドホン (STAX) を介し呈示する音に対し、15 対の形容詞尺度を用いて 7 段階で評価してもらった。実験は、被験者ごとに 2 回実施した。実験後、被験者の歯科治療に対する意識についてアンケート調査を加えた。

③ 解析

音響物理量と評価実験結果について統計ソフト (SPSS) にて解析した。

4. 研究成果

(1) 歯科治療機器放射音の騒音レベル測定および広帯域周波数解析

14 機種の歯科用エアタービンハンドピース、2 機種のエアスケーラおよび 2 機種の超音波スケーラにおける無負荷での A 特性音圧レベルの騒音レベルを測定した。その結果、歯科用高速エアタービンハンドピースの A 特性音圧レベルは 62~75.5 dB(A)、エアスケーラの音圧レベルはそれぞれ 80 dB(A)、70 dB(A)、超音波スケーラでは 66 dB(A)、67 dB(A) であった (図 1)。

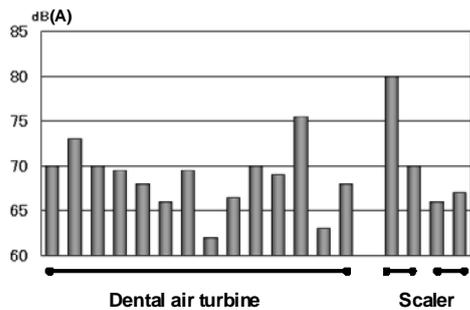


図1 A 特性音圧レベル

切削音をFFT解析した結果得られた平均パワースペクトルおよび最大パワースペクトルを図2に示した。切削音のパワーレベルは35 kHzで98 dB SPLであった。全体のパワースペクトルにおける超音波成分の比率は可聴成分よりも大きかった。無負荷時に認められる卓越したスペクトルが切削時には移動して見える。同様の突出したスペクトルの移動が12機種の高速度タービンハンドピースにおいて認められた。切削による負荷がかかり回転数が減少することによって考えられる。図3にエアスケーラの48.5 kHzまでのFFT解析の一例を示す。これらの解析の結果、すべての高速エアタービンハンドピース

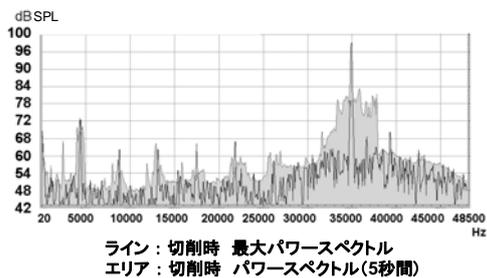


図2 タービンのFFT解析結果

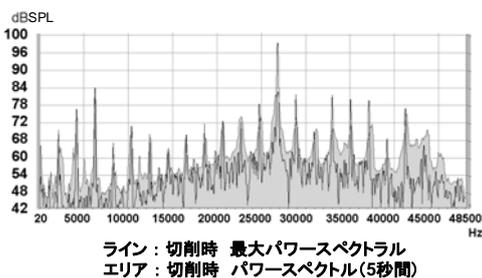


図3 エアスケーラのFFT解析結果及びスケーラで可聴域を超えた高周波が放射されていることが確認され、超音波領域の不快感への関与の可能性からも、可聴域に加えて超音波域に対する検討が必要であることが示された。

(2)タービン音の音響物理量の計測

音響パラメータであるLLzと L_{Aeq} の間には強い相関($r=0.864$, $P<0.001$)が認められたが、LLzとsharpnessとの間には相関を認めなかった($r=0.124$, $P=0.452$) (図4)。LLzとfluctuation strengthの間にも相関は認めなかった($r=0.215$, $P=0.188$)。

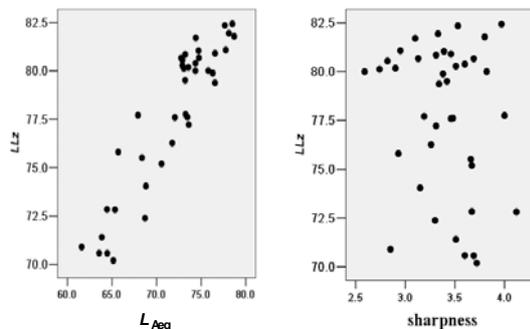


図4 音響パラメータの相関

(3)等価騒音レベルと印象

L_{Aeq} を変化させた提示音を用いた印象評価実験の結果、「大きい」「騒々しい」と評価された音が、騒音レベルの低減に伴い「小さい」や「静かな」といった評価へとほぼ一定に変化した。「不快および金属性因子」となる形容詞尺度の評価変化量は、大きさを表す「迫力因子」の変化量に比べて非常に小さいことがわかった (図5)。特定の特徴周波数の減衰では印象の変化がほとんど無い場合があることを示した。音の大きさは、騒音レベルを65dBまで低減すると小さい音として評価されることや、不快でない音にするためには、空回転(無負荷条件)では60dB以下に、切削音では35dBまで低減しなければ印象の変化が認められない例があることが分かった。

(4)音響パラメータと印象

LLzと形容詞尺度との相関を検討した結果、「小さい」および「静か」との間に0.939および0.828の強い相関を認めた($P<0.001$)。音の大きさは L_{Aeq} と同様にLLzでも予測できることが分かった。LLzと「不快な」「嫌な」といった不快因子との相関は0.569、0.567と小さく、このパラメータのみでの予測は十分ではないことがわかった。

高音域や特定の周波数レベルの高い成分を含む交通騒音の場合、 L_{Aeq} だけではなくISO532Bに基づくラウドネスレベルを用いるあるいはシャープネスと組み合わせたComfort Index (CI)が種々の交通騒音の主観的な不快感とかなりよい対応が見られる。

$$CI = 1/10L_{Aeq} + \text{sharpness}$$

タービン音についてCIによる解析したところ、 L_{Aeq} やLLzを用いたCIと不快な印象は良い対応となった。さらにCIにfluctuation

strength を加えた CI_{mod} モデルを作成し解析したところ、より高い適合が認められる結果となった (表 1)。これらのパラメータの軽減によって不快感を軽減できる可能性が示された。

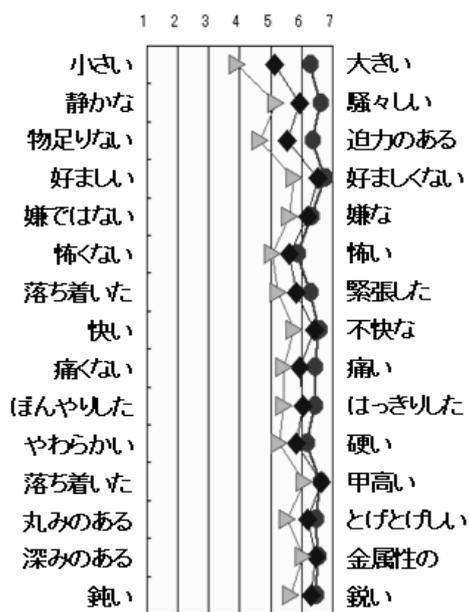


図 5 印象評価スネークプロット

	$LLz/10+Sharpness+FS$
pleasing - unpleasing	0.838**
dislike - not dislike	0.865**
fearful - not fearful	0.853**
tense - relaxed	0.835**
unpleasant - pleasant	0.865**
painful - not painful	0.846**

Significant level **: $P < 0.00$

表 1 CI_{mod} モデル式との相関

(5) まとめ

本研究では、広帯域周波数解析や音響物理量計測と印象評価実験を組み合わせることで不快感に関与する音響物理量を明らかにした。これらの研究成果により、騒音レベルの低減だけでは対策として不十分であることを示した。シャープネスや変動強度への対策が歯科切削音による不快感軽減に必要不可欠であることを示した。これらの成果は今後効果的な新規デバイス開発に応用できるものである。

また、計測したすべてのタービンおよびスケラから広帯域の音成分が発生していることを明らかにした。この結果、超音波域の気導および骨導における知覚への関与について明らかにする必要性が明確となり、超音

波域の骨導音の計測モデルの確立し骨導知覚を解明することが今後の課題である。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 5 件)

- ①山田朋美, 桑野園子, 恵比須繁之: 歯科タービン音の印象に関与する音質評価パラメータに関する研究. 日本音響学会講演論文集, 1025-1026. (2009).
- ②山田朋美: 歯科医療機器から発生する超高周波音一歯科切削騒音による不快感の低減をめざして一, 日本音響学会誌, 65, 52-57. (2009).
- ③I. Yamada, S. Kuwano and S. Ebisu: Effect of the Sound Level and Frequency Characteristics on the Impression of the Sound of Dental Air Turbine, Proceedings of Inter-Noise2008, in08_134, 1-9, (2008).
- ④山田朋美, 桑野園子, 恵比須繁之: 歯科タービン音の音質改善に関する研究. 日本音響学会講演論文集, 1005-1006. (2008).
- ⑤山田朋美, 恵比須繁之: 歯科治療機器放射音の広帯域周波数解析. 日本音響学会聴覚研究会資料, 37, H-2007-129, 743-747, (2007).

[学会発表] (計 5 件)

- ①山田朋美, 桑野園子, 恵比須繁之: 歯科タービン音の印象に関与する音質評価パラメータに関する研究. 日本音響学会, 2009年3月19日, 東京.
- ②山田朋美, 桑野園子, 恵比須繁之: 歯科における切削騒音低減デバイス開発のための音質解析. 日本歯科保存学会, 2008年11月6日, 富山.
- ③I. Yamada, S. Kuwano and S. Ebisu, "Effect of the Sound Level and Frequency Characteristics on the Impression of the Sound of Dental Air Turbine," The Organizing Committee of the 37th International Congress On Noise Control Engineering, Oct. 27, 2008, Shanghai, China.
- ④山田朋美, 桑野園子, 恵比須繁之: 歯科タービン音の音質改善に関する研究. 日本音響学会, 2008年3月18日, 千葉.
- ⑤山田朋美, 恵比須繁之: 歯科治療機器放射音の広帯域周波数解析, 日本音響学会聴覚研究会, 2007年11月20日, つくば.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山田 朋美 (YAMADA TOMOMI)
大阪大学・大学院歯学研究科・助教
研究者番号: 70452448

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者
該当者なし