

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 10 日現在

機関番号：32422

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26540147

研究課題名(和文)新感覚の萌芽 - 「空気覚」の創造とその心理・生理的影響 -

研究課題名(英文)Development and psychophysical characteristics of "air-sensation"

研究代表者

三井 実(MINORU, MITSUI)

ものづくり大学・技能工学部・准教授

研究者番号：70535377

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究プロジェクトは、空気を媒体とした物理的刺激により生じる、まったく新しい感覚「空気覚」の創造・開発を目的とする。人間が音として認識はしないが、身体全体で感じる、空気に包みこまれるような感覚に該当する。まず、空気流発生装置の構築を行った。次にこの装置で人間を刺激し、新しい感覚の絶対閾・弁別閾を調べ、空気覚の解像度を明らかにした。更に生体計測実験および、感性評価実験を行った。これらのプロセスにより心理・生理の関係及び反応モデル・感性モデルの構築を行い、空気覚に対する人間の反応の仕組みを解明する。

以上により、空気流発生装置の基礎が構築され、それを用いた人間の空気覚特性が明らかになった。

研究成果の概要(英文)：This research project aims development and clarifying characteristics of a completely new sensation "air-sensation". It is not detected by human as sound, but be aware as a sense of enclosing in the air. First, we constructed an air flow generator. Next, we stimulated humans with this device, examined the absolute threshold and discrimination threshold of new sensation, and clarified the resolution of "air-sensation". Furthermore, biometric experiments and sensibility evaluation experiments were carried out. Through these processes, we clarify psychophysical characteristics of air-sensation, reaction model and sensibility model, and clarify the mechanism of human reaction to air perception. As a result, we clarified the foundation of the air flow generator was constructed and the aerodynamic characteristics of humans.

研究分野：電気電子回路，音響工学，感性工学

キーワード：新感覚「空気覚」 認知モデル 感性モデル 空気流 Air Media Technology

1. 研究開始当初の背景

本研究では、空気を媒体とした物理的刺激により生じる、まったく新しい感覚「空気覚」の創造・開発を目的とした。我々は、高品位オーディオ装置 Extra HI System M(日本学術振興会 未来開拓学術研究推進事業 JSPS - RFTF97P00601 にて開発)を用いて、音楽再生における「ふっと身体全体が包まれる空気の動き」である“空気感”の再現を行ってきた。その中で、音楽再生の高忠実性が向上すると、人間が音として認識はしないが、身体全体で違いを感じる空気場(空気感)が再現される結果を得た。超低周波数を含んだ空気場の再現を行うと、新しいメディアやコンテンツとなる可能性が高いことを感じていた。

超低周波数の空気振動は騒音として扱われることが多く、その研究分野では、安全・安心の基準が主な対象であり、空気振動を積極的に利用しているわけではない。体感音響振動に関する研究分野では、空気振動を積極的に利用しており、音楽療法において一定の成果は報告されているが、物理・心理・生理の各関係性に基づく研究開発ではない。また、圧縮空気をユーザに局所的に当てる「AIREAL」が開発されたが、これは既存感覚(風覚)のVR技術であり、身体全体で感じる空気場を再現するものではなかった。

そこで本研究により、空気覚のという新たな感覚の創造と開発により、感覚の軸が1次元増える。これに伴い、新たなメディアの確立と既存メディアにおける大胆な発想の作品が生まれるであろう。さらには、福祉・医療への応用展開を検討する。感性分野の発展に寄与する。

2. 研究の目的

可聴周波数以下の空気振動、直流・インパルス状の空気流(うず流)といった各状態の空気流発生装置の構築を行う。次に、この装置で人間を刺激し、新しい感覚の絶対閾と弁別閾を調べることで、空気覚の解像度が判明する。更に生体計測実験および、感性評価実験を行う。これにより心理・生理の関係及び反応モデル・感性モデルの構築を行い、空気覚に対する人間の反応の仕組みを解明する。更には空気流の刺激を複合的に行った際の心理整理評価も行う。最後に空気覚の応用例を検討する。

3. 研究の方法

まず、空気流発生装置の開発を行った。本研究で刺激に用いる空気流の種類は、低周波数の空気振動、インパルス状空気流(うず流)、直流空気流の3種である。まず単一の空気流が発生できるように各部の開発を行う。低周波数空気流発生部は、ダイナミックスピーカを用いて構成する(図1)。これは科学実験における空気砲で見られる原理と同様で、立方体の一面に穴が開いており、残りの5面にダイ

ナミックスピーカを取り付け、それぞれに同期した信号入力することにより、空気を振動させる。インパルス空気流発生部は上記構造を小さくしたものである。単一の空気流発生装置の開発後、単一空気流発生装置を同軸上に組み合わせて、複合空気流発生装置の開発を行う。そのため、空気流発生装置は少なくとも3台製作する。空気流発生装置は、この後の測定・心理評価の結果により適宜改善を行う。

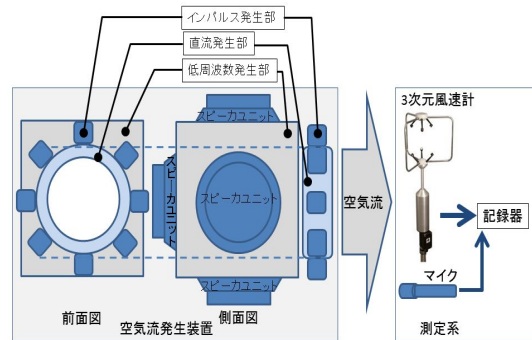


図1：空気流発生装置と測定系

単一空気流発生装置を構築次第、主観評価実験を行う。ここでは、空気流刺激に対しての主観的認知特性として、絶対閾、弁別閾を明らかにする。これらは空気流の周波数・感度、強度・感度の特性である。この実験により、空気流刺激に対する感覚特性の基礎データを得る。

さらに、単一空気流刺激時に体性評価語を用いた感性評価実験を実施する。この実験で人間が空気流を「どう感じたか」が判明し、空気覚の感性モデルを構築できる。

4. 研究成果

空気流発生装置は空気砲の原理を用いて実装した。立方体の5面にダイナミックスピーカを配置し、残りの1面を前方として空気穴を開けたものである(図2:設計図,図3実装した装置)。数種類の信号(ステップ信号、正弦波)を入力し空気流を発生させる。ステップ信号入力時には、出力として、渦輪状の空気流が発生する。また、正弦波入力時には、開口部の面積、筐体の体積、ダイナミックスピーカが押し出す空気の体積が関係した共振周波数に近い正弦波により、扇風機のような風が発生することがわかった。

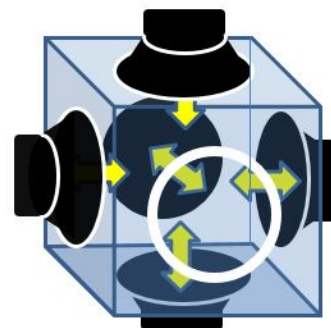


図2：空気流発生装置の設計図

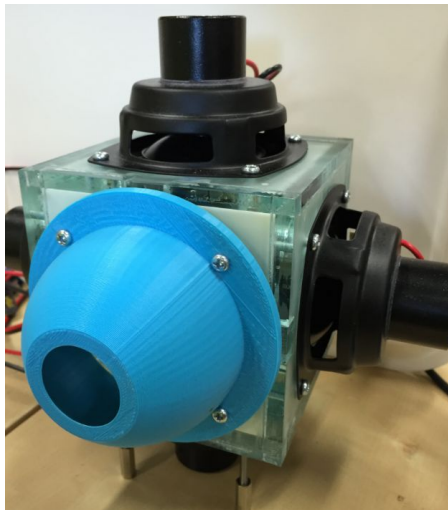


図 3 : 実装した空気流発生装置

そこで、数種類の空気流を人間に刺激として提示したときの感覚特性や、感性特性について、主観評価実験や、感応評価実験を行った。その結果、空気流刺激の種類、提示順、提示部位などの変化により空気流の認知特性も変化することがわかった。また、各波形の刺激の音圧の実効値は正弦波入力時が高く、ステップ入力時は低いのに対して、感覚量はステップ入力刺激提示時に大きかった。すなわち、ステップ信号による空気流は認知伝達効率が良いことが示唆された。

また、空気流発生装置の駆動部に対して、新しい方式のスピーカの開発が必要となったため試作を行った。ダイナミックスピーカによる空気流の発生は、アンプ部に大電力が必要になり、アンプおよび電源の構築に非常に苦労した。量産や応用を考慮し、電力の要らない方式を考案する必要があった。このため、駆動に電流が必要ない圧電振動素子を利用した新しいスピーカ方式（図 4）を考案した。現在特許を申請準備中であり、2016 年 7 月中には申請予定である。

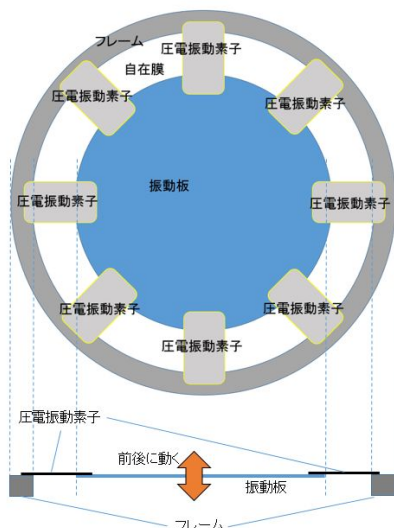


図 4 : 発案した新しい電気・振動変換装置

5 . 主な発表論文等 〔雑誌論文〕(計 2 件)

H.Takahashi, S.Bando, K.Oiwa, A.Nozawa, T.Ishikawa and M.Mitsui, "Measurement of psychophysical quantities of air-flow stimulus", IEEJ TEEE C, Vol. 12 No.S1 SUPPLEMENT 2017

高橋陽香, 坂東静, 大岩孝輔, 野澤昭雄, 石川智治, 三井実: "空気流刺激の認知特性評価," 電気学会論文誌 C(採録決定)

〔学会発表〕(計 10 件)

三浦健人, 石川智治, 糸井川高穂, 三井実, 野澤昭雄: "多様な空気流刺激に対する感性評価及び生理反応 -被験者の性別及び身体部位における相違-", 第 12 回日本感性工学会春季大会, 1B-01, 2017, 上田安子服飾専門学校 .

高橋陽香, 坂東静, 大岩孝輔, 野澤昭雄, 石川智治, 三井実: "空気流刺激の認知特性評価", 平成 28 年 電気学会 電子・情報・システム部門大会, 2016, 神戸大学六甲第二キャンパス .

三浦健人, 石川智治, 三井実, 高橋陽香, 坂東静, 野澤昭雄: "感性支援を志向した空気流発生装置の心理・生理的效果", 第 11 回日本感性工学会春季大会, 2016, 神戸国際会議場

三浦健人, 石川智治, 三井実, 野澤昭雄: "周波数の異なる空気流が感性評価に与える影響", 第 18 回日本感性工学会, E66, 2016, 日本女子大学目白キャンパス .

三浦健人, 石川智治, 三井実, 野澤昭雄: "周波数の異なる空気流が心理・生理評価に与える影響", 生命ソフトウェア&感性工房合同シンポジウム 2016, 福岡工業大学 .

三浦健人: "周波数の異なる空気流が感性評価に与える影響", 第 13 回学生&企業研究発表会, 2016, 宇都宮共和大学 宇都宮シテイキャンパス .

三浦健人, 石川智治, 三井実, 高橋陽香, 坂東静, 野澤昭雄, "空気流発生装置に対する心理・生理的評価", 日本感性工学会第 17 回年次大会, 2015, 文化学園大学新都心キャンパス

高橋陽香, 坂東静, 野澤昭雄, 石川智治, 三井実, "空気流刺激に対する心理物理計測", IEEE IM-09 主催 2015 年度 第 2 回学生発表会, IEEE_IM-S15-07, 2015, 日本大学船橋キャンパス .

山崎剛，三井実，“圧電素子を用いたデザインフリースピーカの研究開発”，日本感性工学会大会，2015，京都女子大学．

橋本賢一，三井実，野澤昭雄，石川智治，“Air Media Technologyのための空気覚刺激装置の開発と評価”，2014年日本度感性工学会大会，2014，中央大学後楽園キャンパス．

〔産業財産権〕

出願状況（計1件）

出願準備中（7月中に出願予定）

出願は“圧電素子を用いた電気・機械振動変換方式”の予定

6．研究組織

(1)研究代表者

三井 実 (MITSUI Minoru)

ものづくり大学・技能工芸学部・准教授

研究者番号：70535377

(2)研究分担者

野澤 昭雄 (NOZAWA Akio)

青山学院大学・理工学部・准教授

研究者番号：70348465

石川 智治 (ISHIKAWA Tomoharu)

宇都宮大学・工学(系)研究科(研究院)・
准教授

研究者番号：90343186