

2012年度 中央大学共同研究費 ー研究報告書ー

研究代表者	所属機関	理工学部		2012年度助成額
	氏名	戸井 武司		3,298 (千円)
	NAME	Takeshi Toi		
研究課題名	和文	生体情報を利用した音の暴露時間経過による認知特性モデリング	研究期間	2011年度 ～2012年度
	英文	Modeling of the perception characteristics of sound according to the exposure time using the physiological information		

1. 研究組織

	研究代表者及び研究分担者		役割分担	備考
	氏名	所属機関/部局/職		
1	戸井 武司	中央大学・理工学部・教授	研究総括	研究代表者
2	大久保 信行	中央大学・理工学部・教授	構造設計変更時に関する研究	研究分担者
3	前田 修	サウンドデザインラボ合同会社・代表社員	音刺激の選定、実験用音の作成	学外研究分担者
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
合計		3 名		

2. 研究の概要（背景・目的・研究計画・内容および成果 和文 1000 字程度、英文 100word 程度）

（和文）

研究背景と目的：

最近では音質への期待が高くなっており、快適な音環境を創生する快音設計には人間の認知に基づいたアプローチが必要である。人間の聴覚は常に外部刺激にさらされているため、聞いた瞬間の評価よりも長時間暴露された場合の影響や生体反応を考慮することが必要である。このような長時間反応は無意識に発生することが多く、従来の物理量と設問調査による評価方法では適切な音のデザインに限界がある。

そこで本研究では、長時間暴露される音に対する対象者の感覚や生体反応を正しく評価する方法を検討する。また、長時間音を聞くことになる様々な場合に、適切な認知特性モデルを作成し、音のデザインに適用する。また、実空間での適切な音環境提供のため、音環境のモニタリング方法と音のデザインおよび音場制御法を提案する。

研究計画・内容および研究成果：

- (1) 音響刺激による生体反応評価のためのデータの収集方法の検討
 - A. 生体情報の取得方法の検討と適用シナリオ作成：様々な生体情報の測定法を調査し、音との関連性や有効な情報を獲得する方法を検討した。その結果、呼吸の揺らぎ、心電図、光トポグラフィ (NIRS) などで音に対する反応が把握できることが分かった。これらを、事務空間、生活空間、車室内空間の音環境改善のために適用手法を検討した。（研究成果：B1, B3）
 - B. 音環境のモニタリングと音場制御法の検討：騒音条件に合わせた可変ビームフォーミング方法を提案した。また、逆問題方法に基づく音場制御法を検討し、実空間に適用するためのシステム構成法を提案した。（研究成果：A1, A2）
- (2) 長時間暴露音に対する認知特性モデリングと音のデザイン
 - A. 音の認知特性モデル作成：長時間音に暴露される様々な場面での音の認知特性モデルを作成し、音デザインに活用した。その結果、事務空間での MFP や多くの家電製品で使わせる箱型構造に対し、ストレスを低減できる音のデザインが可能となった。また、複合刺激の影響を考慮した自動車走行音の聴覚モデルの提案や空調による体感温度の影響が把握できた。（研究成果：A3, B2, B4~B8）
 - B. 音環境の制御法の適用：(1) B の結果を車室内の多領域音場制御に適用し、対象者が必要とされる音環境を選択的に提供する方法を検討した。（研究成果：B9）

（英文）

Background: Recently, the expectation on the sound quality is increased thus the perception based approaches has been necessary for a comfortable sound design. Because the auditory system of human is exposed to external stimuli all the time, it is required to concern not only the evaluation of instant feeling, but also the reaction to long-time exposure. These are usually unconscious reaction in many cases therefore the conventional approaches based on the sound pressure level and questionnaire surveys have limitations for the appropriate sound design.

Objective: In this study, the sound evaluation method is investigated for the proper evaluation of a physiological reaction to the long-time sound exposure. Moreover, the perception models of reaction are constructed for various situations under the long-time noise exposure and it is applied to sound design processes. In addition, the sound field monitoring and control method is suggested to offer an appropriate sound condition in a real situation.

Research plan, contents & related results:

- (1) Investigation of measurement methods to evaluate the physiological reaction to sound stimuli
 - A. Investigation of acquisition methods for physiological information & its application method: The methods to measure the physiological information are investigated and the relation with sound stimuli and the method to extract useful information are considered. As a result, it is found that the respiration fluctuation, electrocardiogram, concentration of Oxy-Hb in brain have close relation with the reaction to sound stimuli. Based on the result, the process to improve the sound condition in an office, a home, and a vehicle interior is considered. (Related outcome: B1, B3)
 - B. Investigation of sound field monitoring & control: The modified beamforming method is suggested to optimize the beam characteristic adjust to the noise condition in the sound field. Moreover, the conditioning method of sound source array system was considered to apply the sound field control method using inverse approach. (Related outcome: A1, A2)
- (2) Modeling of auditory perception for long-time exposure & sound design
 - A. Modeling of auditory perception: The perception models of sound are constructed for various situations and applied to sound design. As a result, the comfortable sound conditions inducing low stress are achieved for MFP in office, box-type structure adopted in many types of home appliance. Moreover, the auditory model of vehicle driving sound and change of sensory temperature are suggested with a combined stimuli of audio and vision. (Related outcome: A3, B2, B4~B8)
 - B. Application of sound field control: Based on the result of (1)B, the multi-zone control method is applied to achieve the different sound condition for selected areas. (Related outcome: B9)

3. おもな発表論文等（予定を含む）

<p>【学術論文】（著者名、論文題目、誌名、査読の有無、巻号、頁、発行年月）</p>
<p>A1. W.-H. Cho, J.-G. Ih, and T. Toi, Effective positioning of sources for sound field rendering using the inverse approach with a loudspeaker array, will submitted to Journal of Sound and Vibration, 2013. (査読有)</p>
<p>A2. W.-H. Cho, J.-G. Ih, T. Katsumata, and T. Toi, An effective method of positioning sound absorbing patches on enclosure walls concerning the specified position of source and observation points, will submitted to Journal of the Acoustical Society of America, 2013. (査読有)</p>
<p>A3. 山口雅夫, 白方翔, 戸井武司, 精密情報機器の快音設計と音質安定化手法の開発 — 過渡音のばらつきが聴感に与える影響評価 —, 日本音響学会論文集, 2013. (査読有)</p>
<p>【学会発表】（発表者名、発表題目、学会名、開催地、開催年月）</p>
<p>B1. M. Yamaguchi, M. Moritani, K. Hanawa, W.-H. Cho, T. Toi, Evaluation of the effect of rhythmical sound on compatibility by using physiological information, Proc. of Internoise 2012, CD-ROM, New York City, USA, 2012.</p>
<p>B2. A. Arimitsu, W.-H. Cho, T. Toi, Sound design of industrial products based on the preferred matching between visual and auditory sensation, Proc. of 19th International Congress on Sound and Vibration, CD-ROM, Vilnius, Lithuania, 2012.</p>
<p>B3. 森谷政紀, 山口雅夫, 戸井武司, 主観的および客観的な音質評価を用いた機械稼働音の快適性評価, 日本音響学会春季研究発表会, 1153-1154, 2013.</p>
<p>B4. 有光哲彦, 吉田実穂, 戸井武司, 音環境および色環境による体感温度の影響把握, 日本音響学会春季研究発表会, 1561-1562, 2013.</p>
<p>B5. 渡邊泰英, 有光哲彦, 戸井武司, 視聴覚情報および運転動作を考慮した自動車走行音の聴覚モデル構築, 日本音響学会春季研究発表会, 1537-1538, 2013.</p>
<p>B6. 澤智裕, 有光哲彦, 戸井武司, 色彩を考慮した箱型構造物のドア閉まり音のサウンドデザイン, 日本音響学会春季研究発表会, 1555-1558, 2013.</p>
<p>B7. 藤沼潔, 有光哲彦, 戸井武司, 医療施設における音環境アンケート, 日本音響学会春季研究発表会, 1533-1534, 2013.</p>
<p>B8. 相澤快, 有光哲彦, 穂垣周三, 徳永智彦, 戸井武司, 視覚と聴覚に基づく自動車トリム打音の快音化, 自動車技術会秋季学術講演会, 20125521, 109-12, 1-6, 2012.</p>
<p>B9. 柳館直成, 曹浣豪, 戸井武司, 領域に応じた自動車車室内の音場制御, 自動車技術会秋季学術講演会, 20125548, 109-12, 15-18, 2012.</p>
<p>【図 書】（著者名、出版社名、書名、刊行年）</p>
<p>なし</p>
<p>【その他】（知的財産権、ニュースリリース等）</p>
<p>なし</p>