

## 超小型車両のアクティブノイズコントロール

(生体情報による車内快適性に関する実験的検討)

## Active Noise Control Using Giant Magnetostrictive Actuator

(Comfort Evaluation by the Measurement of Brain Waves)

- 石塚公平（東海大）      加藤太朗（東海大）  
 加藤英晃（東海大）      成田正敬（東海大）  
 森山裕幸（東海大）

Kohei ISHIZUKA, Tokai University  
 Taro KATO, Tokai University  
 Hideaki KATO, Tokai University  
 Takayoshi NARITA, Tokyo University  
 Hiroyuki MORIYAMA, Tokai University

**Abstract:** In these years, study on noise reduction has been recently increasing in the pursuit of improved ride comfort. While the micro-compact electric vehicle does not generate an engine sound, road and wind noise cause interior noise, and have a large impact on user comfort in the interior space. In this study, we propose a system whereby giant magnetostrictive actuator is installed on the front window of a micro-compact electric vehicle to actively cut interface vibration noise, i.e., road noise, transmitted to the interior of the vehicle and we aim to reduce the noise level in an interior of a vehicle using this proposed active noise control system. Also, we studied fundamental consideration of masking. In this report on the study about basic study of evaluate the vehicle interior comfort by using living body information by measuring the brain waves of the crew.

**Key Words:** Active Noise Control, Giant Magnetostrictive Actuator, Brain Wave

## 1. 緒言

近年，一人から二人乗り用の超小型電気自動車が開発，販売されており，近距離移動の新たなモビリティツールとして普及が進められている．超小型電気自動車の問題点の一つとして車内のエンジン音がないためロードノイズや風切り音が車内騒音となり，車内空間快適性に多大な影響を与えていることが挙げられる．最近ではアクティブ・ノイズ・コントロール（以下 ANC）を使用した車内騒音低減の実用<sup>(1)</sup>やマスキング効果を用いた室内空間の快適性に関する研究<sup>(2)</sup>が進められているが，車内快適性には乗員の乗り心地感覚を除外して論ずることは極めて難しい．

そこで本報告では超小型電気自動車の窓ガラスに超磁歪アクチュエータを設置し，車内に透過されるロードノイズなどの騒音を境界面振動によりアクティブに遮音するシステム<sup>(3)</sup>を応用し車内騒音制御やマスキング効果による乗り心地向上の基礎検討として乗員の脳波測定による快適性評価と乗員の好みの車内環境の傾向について実験的検討を行った．

## 2. 騒音環境下での快適性に関する実験

## 2.1 実験装置

本検討では Fig. 1 に示す超小型電気自動車のフロントガラス部に超磁歪アクチュエータ (Fig. 2) を設置し壁面振動を利用した ANC による車内快適性を乗員の脳波を測定し評価した．ANC システムの構成を Fig. 3 に示す．

## 2.2 脳波測定による車内快適性評価

脳波測定は Fig. 4 に示す脳波計（株式会社脳波開発研究所製アルファテック IV）を使用し，快適性の評価は脳波全体に対する  $\alpha$  波の割合を  $\alpha$  波の出現率を評価指標として用いた<sup>(4)</sup>．

実験では車内に被験者がフロントウィンドウ向きに開眼



Fig. 1 Micro-compact electric vehicle



Fig. 2 Giant magnetostrictive actuator

安静状態で座り (1) 制御時，(2) 200 Hz の単一周波数に対して制御をせず被験者の好みの音楽を超磁歪アクチュエ

ータより出力した場合（マスキング）の2種類で行った。

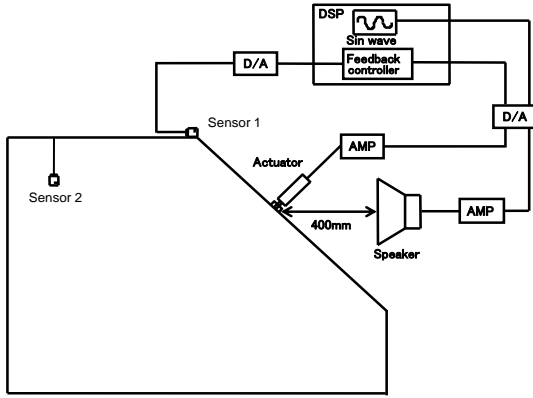


Fig. 3 Control system by using a micro-compact electric vehicle



(a) The appearance of the device



(b) State when using electroencephalograph

Fig. 4 Electroencephalograph

200 Hz 単一の騒音は車外に設置したスピーカより出力し車内の音圧レベルが 70 dB 程度となるように設定した。また、脳波測定を行う際、消音効果は毎回被験者の耳の位置に騒音計を置き、毎回 12 dB 程度の消音効果があることを確認している。脳波測定時間は各音刺激 3 分間とし各測定は 10 分間以上の休息を挟んで実施した。被験者は男子大学生および大学院生計 10 名で実施した。本実験に関しては東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会にて承認を得ている。

### 2.3 実験結果

Fig. 5 に 2 種の実験を各 3 分間ずつ行い測定した脳波算出した  $\alpha$  波出現率を示す。リラックス状態を表す  $\alpha$  波の出現率が最も高い車室内環境がその被験者にとっての快適な空間であると考えられる。Fig. 5 のグループ A は 200 Hz 単一の騒音を制御した時にリラックスした被験者の  $\alpha$  波出現率の平均値、同図グループ B はマスキングした時にリラッ

クスした被験者の  $\alpha$  波出現率の平均値である。同図より被

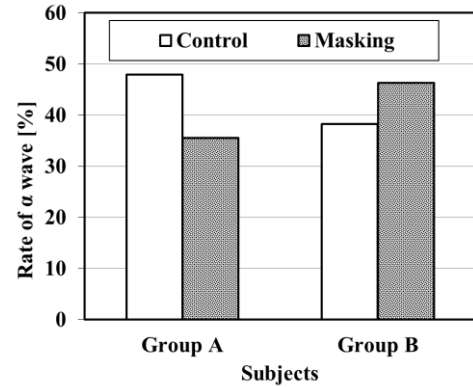


Fig. 5 The rate of  $\alpha$  wave appearance in EEG each subjects due to the difference interior noise condition (Group A: Relax in the control, Group B: Relax in the masking)

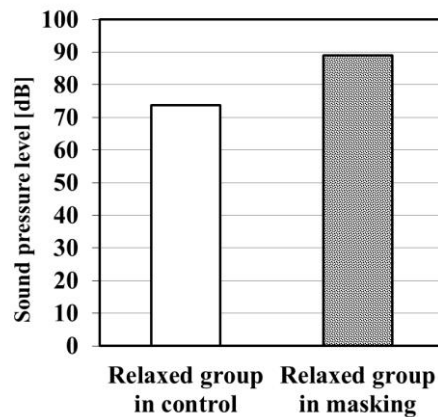


Fig.6 Result of loudness

験者によってリラックスできる車内環境に違いがあり、その人の好みに車内環境を整えることが快適性に繋がることが確認できた。

Fig. 6 に被験者が限界と感じた音圧レベルを騒音制御時にリラックスした 10 名の平均値およびマスキング時でリラックスした 8 名の平均値として示す。同図よりマスキングでリラックスした被験者の平均値は消音でリラックスした被験者の平均値よりも全ての周波数で音圧レベルが大きくなることが分かった。これより消音でリラックスする被験者は音圧レベルに対する感度が高く不快に感じやすい傾向にあると考えられる。

### 3. 結言

本報告では超小型電気自動車における超磁歪アクチュエータを用いた車室内快適性向上を目的とし、乗員の生体情報である脳波を測定結果から快適性評価を行った。その結果、被験者の好みによって快適な環境は異なり、騒音低減が必ずしも車内快適性に繋がるとは言えない事が実験的に確認できた。

### 参考文献

- (1) A. Gonzalez, M. Ferrer, M.de Diego, G. Pinero, J.J. Garcia-Bonito, Journal of Sound and Vibration 265, (2003), 663-679.
- (2) 生藤, 辻川, 中山, 西浦, 電子情報通信学会誌, 96-8, (2013), 511-519.
- (3) T. Kato, R. Suzuki, H. Kato, S. Hasegawa, Y. Oshinoya, International Power Electronics Conference 2014, (2014).
- (4) 福原, 日本騒音制御工学会誌, 13-4, (1989), 224-228.