

# 自動車走行音に関する教材製作の試み\*

鈴木 拓也<sup>1)</sup> 吉田 昌央<sup>2)</sup> 齋藤 健<sup>3)</sup> 川村 貴裕<sup>4)</sup>

## Trial of Teaching Material Production about Vehicle Traveling Sound

Takuya Suzuki Masao Yoshida Ken Saito Takahiro Kawamura

There are various types of sounds emitted from vehicles, but the explanations only by textbooks and verbal method will make a difference in the educational effect related to discrimination of abnormal sounds. Therefore, I tried to make a teaching material that can recognize the noise by letting it distinguish the sound emitted from a vehicle. As a result, it was clarified that the degree of understanding of pattern noise and wind noise is higher than that of abnormal noise such as piston slap sound, and the degree of understanding increases in proportion to the driving frequency and maintenance history.

**KEY WORDS: Noise, Pattern Noise, Sound Source Search Technology, Engineering Education, Maintenance (B3)**

### 1. 緒言

自動車の技術革新は目覚ましく、走行中の静粛性は格段に向上した。近年では、エンジンの更なる改良およびハイブリッドや電気自動車などの普及により、音の静粛化が進んだため、走行中の音は一層ユーザにとって、気になるものとなった。しかし、走行音には、使用の目的や環境により、多様な種類が存在する。本学の整備実習においては自動車の診断、点検、分解、組立、修理、調整等を主に実施している。しかし、このような音に関する内容は教科書や口頭による説明では理解が難しく、学生ごとの教育効果に差があると考えられる。

そこで、実習において自動車の走行音に着目し、2種類のタイヤを用意し、音の判別能力について調査した。また、使用環境を変え、走行により発生する音の違いを耳で体感させ、異音を認知できる教材製作を試みた。さらに、実習終了後に実施した音の理解度テストにて教育効果を検証したのでここに報告する。

### 2. 教材制作

自動車の走行音として、ロード・ノイズ、タイヤのパターン・ノイズ、ボンネット内のエンジン音および排気音等さま

ざまな音があり、走行中にはすべての音の合成音として室内音が運転者に聞こえる。これらの走行音の中で、エンジン音や排気音は実習中に聞く機会が多い。また、ロード・ノイズについても運転中に学生自身が体感できる。しかし、タイヤのパターン・ノイズは異なるタイヤでの違いについて聞く機会が少なく、体感することが難しいと思われる。

そこで、同一車種に異なる2種類のタイヤを用意し、実習で体感させることとした。また、パターン・ノイズ、エンジンルームでの音、走行中の室内音およびマフラーからの排気音について指向性マイクを用いて録音し、実習最終日に実施する音の理解度テストで音源として利用した。

#### 2.1. 対象学生および対象車種

愛知工科大学自動車短期大学 2019年度2年次後期開講の自動車工学実習IVにて103名の学生を対象に実施した。実習では4~5名を1グループとして指導した。

音源の録音対象として使用した車両は、実習車両のMAZDA DEMIO (DBA-DE3FS)とした。パターン・ノイズの比較に使用したタイヤを図1に示す。タイヤはノーマル装着タイヤであるTOYO製と韓国KUMHO製のスポーツタイヤを用いた。

#### 2.2. 教育方法

音について考えさせる前に、整備の現場にて、ユーザが訴える苦情としてどのようなものがあるのかについてグループ内でディスカッションを行った。これらの意見をまとめさせ、発表する形式をとったことで、さまざまな苦情が挙げられた。

\*2020年9月14日受理。

第52回全国自動車短期大学協会研究発表会において発表。

1)・2)・3)・4) 愛知工科大学自動車短期大学

(443-0047 愛知県蒲郡市西迫町馬乗 50-2)

その中でも、現場でもっとも多い苦情が音であると説明し、どのような音の苦情が多いか、あるいは、自身で感じたことがあるかを考えさせた。

そして、走行中の異音をもっとも多いことを説明し、走行音の中で、装着タイヤの違いから発生するパターン・ノイズがどのような音なのかを2種類のタイヤで体感させた。実際に道路上にてパターン・ノイズを聞かせるのは難しいため、図2に示す走行性能試験機を使用して無負荷で走行試験を実施した。低速、中速、高速における2種類のタイヤによる音の違いを体感させ、パターンによる音の違いを説明した。さらに、走行試験後にどのようにしてタイヤの静粛性を図っているのかについて図3に示す気柱管共鳴装置を用いて説明した。

### 3. 理解度テスト

音の理解度テストの実施風景を図4に示す。テストは問題文をスクリーンに投影し、アンプスピーカにて各設問の音を流し、該当する音を図5の回答項目から選ばせた。



(a) TOYO 製 185/55 R 15 82 V (b) KUMHO 製 205/40 ZR 17 84 Y

Fig. 1 テストタイヤ



Fig. 2 走行性能試験機



Fig. 3 気柱管共鳴装置



Fig. 4 音の理解度テスト実施風景

次の質問でもっとも近いと思うものにマークしなさい。

|                               |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 【1】MTの運転免許証を取得してから何ヶ月経過しましたか？ | 未取得                   | 0~5ヶ月                 | 6~11ヶ月                | 12~17ヶ月               | 18~23ヶ月               | 24ヶ月以上                |
|                               | <input type="radio"/> |

|                             |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 【2】あなたはクルマをどれくらいの頻度で運転しますか？ | まったく運転しない             | 半年に数回                 | 月に数回                  | 週に数回                  | ほぼ毎日                  |
|                             | <input type="radio"/> |

|                                    |                       |                       |                       |                       |                       |
|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 【3】大学以外でクルマを整備（日常点検も含む）したことはありますか？ | ある                    | ない                    |                       |                       |                       |
|                                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |                       |                       |                       |
| 「ある」と答えた人だけに質問します。それはどれくらいの頻度ですか？  | 年に数回                  | 半年に数回                 | 月に数回                  | 週に数回                  | ほぼ毎日                  |
|                                    | <input type="radio"/> |

|                             |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 【4】クルマのエンジン音にどの程度、興味がありますか？ | 非常に興味がある              | 少し興味がある               | あまり興味がない              | まったく興味がない             |
|                             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

|                                      |                       |                       |                       |         |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------|
| 【5】クルマを運転中に気になる異音（異常な音）を感じたことはありますか？ | ある                    | ない                    |                       |         |
|                                      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |                       |         |
| 「ある」と答えた人だけに質問します。それはどこから聞こえましたか？    | エンジンルーム               | 車内                    | トランク                  | (複数選択可) |
|                                      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |         |

★次の音を聴いて、車両のどの箇所で録音した音なのかを選んで、マークしなさい。

|     |                       |                       |                       |                       |
|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|     | エンジンルーム               | タイヤ付近                 | マフラー出口                | 室内音                   |
| 【A】 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 【B】 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 【C】 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 【D】 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

▼次の音を聴いて、どのエンジン音なのかを選んで、マークしなさい。

|     |                       |                       |                       |                       |
|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|     | ピストン・スラップ音            | インジェクタ音               | 電動ファン音                | 吸排気バルブ着座音             |
| 【イ】 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 【ロ】 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 【ハ】 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 【ニ】 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

◆通常走行時に発生する次の音について、何の音なのかを選んで、マークしなさい。

|     |                       |                       |                       |
|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|     | ロード・ノイズ               | ロード・アリの風切り音           | パターン・ノイズ              |
| 【a】 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 【b】 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 【c】 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Fig. 5 回答項目

### 3.1. 運転経歴

車両とどのように関わってきたのかが音の理解度にも影響すると考えられる。このため、図5の【1】～【5】に示す運転免許取得暦、運転頻度、整備暦、エンジン音への興味の有無および運転中に異音を感じた有無の5項目（以下、運転経歴）を調査した。

### 3.2. 音の理解度テスト

車両のどの箇所から発生する音なのかを判別させるために、図5の★～◆に示す車両の各発生場所における音（以下、発生場所）、エンジン各部から発生する音（以下、エンジン音）および走行時に発生する音（以下、走行音）について音源を準備した。

発生場所は、「エンジンルーム」、「タイヤ付近」、「マフラー出口」、「室内音」について出題した。

エンジン音は、「ピストン・スラップ音」、「インジェクタ音」、「電動ファン音」、「吸排気バルブ着座音」について出題した。

走行音は、「ロード・ノイズ」、「ロッド・アンテナ風切り音」、「パターン・ノイズ」について出題した。なお、音源については実習車両を用いて録音したが、「ロッド・アンテナ風切り音」、「ロード・ノイズ」については改訂版くるまの擬音調査報告<sup>(1)</sup>の音源を使用した。

## 4. テスト結果および考察

対象とする学生のうち回答不備による無効回答が3名だったことから有効解答数は100名となった。

### 4.1. 運転経歴

運転免許取得暦を図6に示す。「18～23ヶ月」と「24ヶ月以上」を合わせると48%、「未取得」が9%であったことから、90%以上の学生が免許を取得していた。

運転頻度を図7に示す。「ほぼ毎日」が54%であることから、半数以上の学生が毎日自由に使用できる車両を保有していると思われる。しかし、「まったく運転しない」が14%であった。

整備歴を図8に示す。「ない」が39%であることから、本学以外で整備したことがある学生は61%であり、頻度に差はあるものの整備に興味を持っていることが分かる。

エンジン音への興味の有無を図9に示す。「非常に興味がある」と「少し興味がある」を合わせると77%であり、エンジン音への興味が高いことが伺える。

運転中に異音感じた有無を図10に示す。「感じたことはある」が54%であったことから、半数以上の学生が何らかの異音を感じていた。

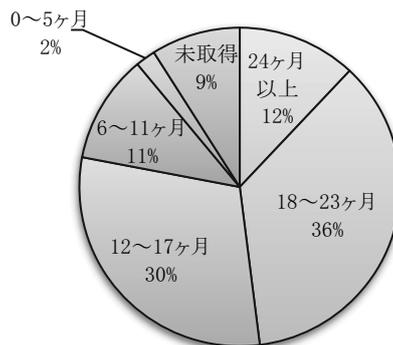


Fig. 6 運転免許取得暦

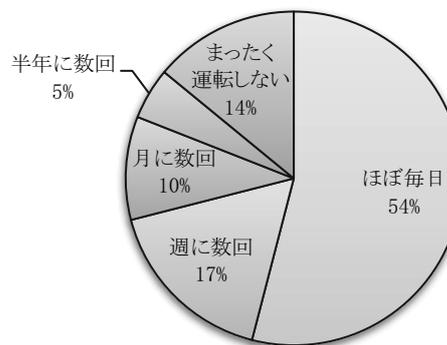


Fig. 7 運転頻度

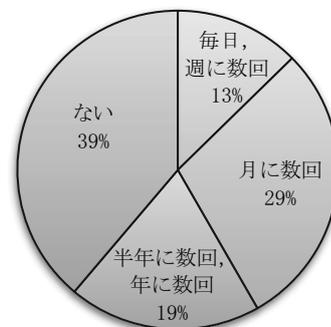


Fig. 8 整備暦

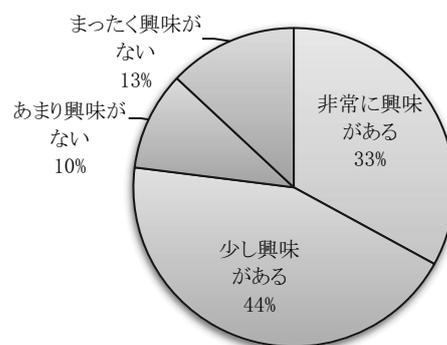


Fig. 9 エンジン音への興味の有無

#### 4.2. 音の理解度

発生場所、エンジン音および走行音に関する各設問の正答率を図 11 に示す。発生場所については、常に運転中に聞く「室内音」の正答率が高く 90%であった。その他の音も 70%程度までの正答率のため、理解していると思われる。エンジン音については、「電動ファン」の正答率が高いが、その他は 40%以下と低い。これは実習で聞く機会が少なく、特に「ピストン・スラップ音」は判別が難しいため、正答率が低下したと考えられる。走行音については、いずれも 70%以上と高い正答率であり、容易に判別できたと思われる。

#### 4.3. 運転経歴と音の理解度との関係

発生場所、エンジン音、走行音およびこれらの平均値（以下、平均値）と運転経歴との関係について検討した。運転頻度別における音の理解度の正答率を図 12 に示す。発生場所、エンジン音については運転頻度が高いほど、正答率も向上する。しかし、走行音については「ほぼ毎日」の正答率が低いことから毎日運転することで慣れにより走行音に関しては判別能力が低下すると思われる。

整備暦別における音の理解度の正答率を図 13 に示す。発生場所、エンジン音および平均値については整備の頻度が高いほど正答率は高くなるが、走行音については整備暦とは関係しない。

エンジン音への興味別における音の理解度の正答率を図 14 に示す。エンジン音に興味があるほど平均値の正答率が高いが、エンジン音については「非常に興味がある」、「少し興味がある」よりも、「あまり興味がない」の正答率が高い。エンジン音に興味があっても判別できるわけではないということが分かる。

運転中に異音を感じた有無別における音の理解度の正答率を図 15 に示す。「感じたことはある」の正答率はいずれも高く、異音を感じている学生は音に敏感であることが伺える。

運転中に異音を感じた学生のうち異音が聞こえた場所別の人数を図 16 に示す。異音については「エンジンルーム」からがもっとも多く、「トランク」からがもっとも少ない。

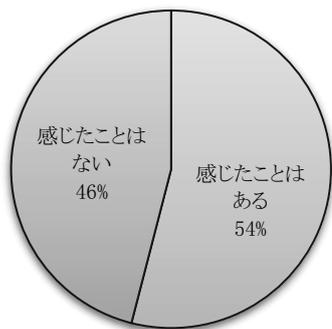


Fig. 10 運転中に異音を感じた有無

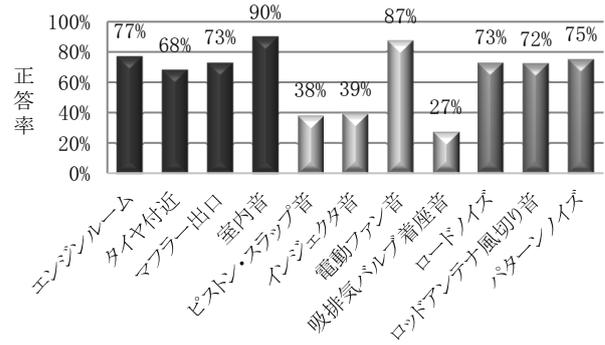


Fig. 11 全体の正答率

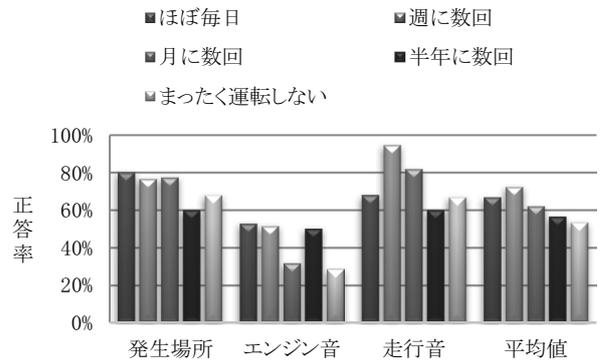


Fig. 12 運転頻度別における音の理解度

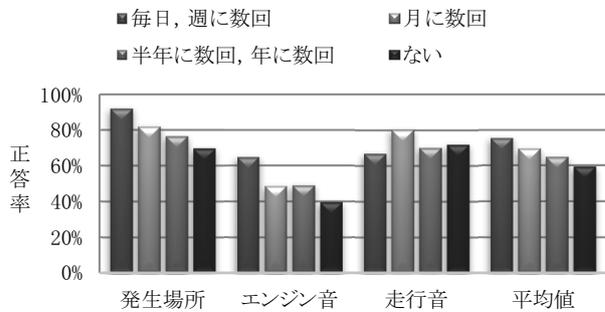


Fig. 13 整備暦別における音の理解度

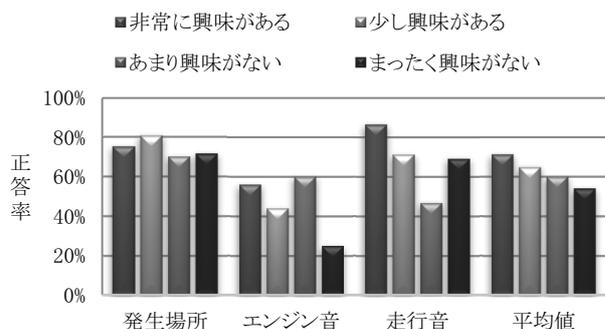


Fig. 14 エンジン音への興味の有無別における音の理解度

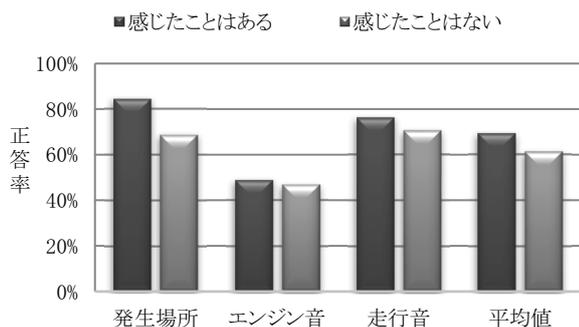


Fig. 15 運転中に異音を感じた有無別における音の理解度

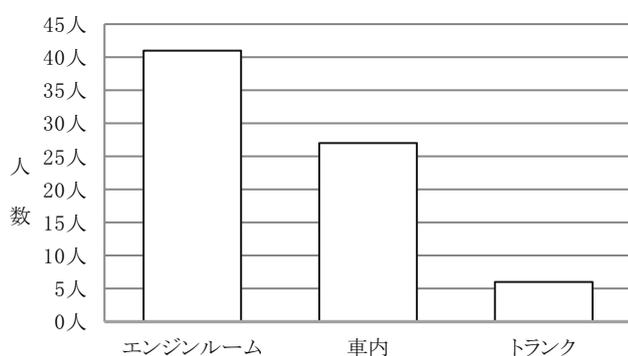


Fig. 16 運転中に異音が聞こえた場所

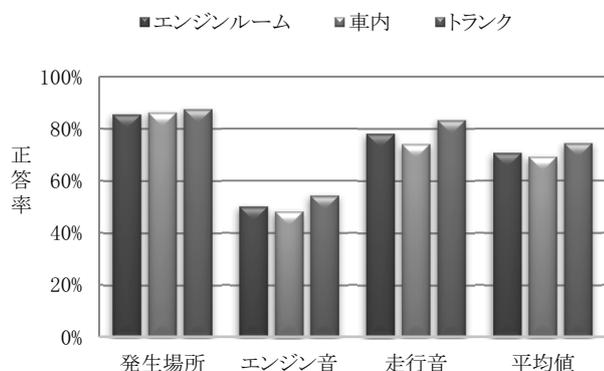


Fig. 17 運転中に異音が聞こえた場所別における音の理解度

運転中に異音が聞こえた場所別における音の理解度の正答率を図 17 に示す。いずれも「トランク」の正答率が高いが、場所別における正答率に大きな差はない。

## 5. まとめ

自動車の走行音について着目し、異音を認知できる教材製作を試み、音の理解度テストにて教育効果を検証した。発生場所については、2 年間の実習での知識や整備経験にて理解

が進んでいることが分かった。エンジン音については理解度が低く、「ピストン・スラップ音」などの異音については体感させることができておらず、認知できていない。走行音については、テスト前に異なる 2 種類のタイヤによるパターン・ノイズの違いを実習にて体感させたことと、ロッド・アンテナの風切り音が比較的わかりやすい音であったため正答率が高かった。音について敏感か否かによって判別能力に個人差はあるが、整備歴に相関することから経験や知識によっても向上すると思われる。今後の課題としては、より意識して音を体感させることで判別能力を高めていくことが必要であると感じた。

## 謝 辞

本研究の遂行にあたり、一般財団法人 東京自動車技術普及協会より研究助成をいただいたことをここに記して、感謝の意を表します。

## 参 考 文 献

- (1) 自動車技術会振動騒音部門委員会：改訂版くるまの擬音調査報告，東京，自動車技術会，1994，150p.
- (2) 横井雅之：自動車整備士養成教育における音のトレーニング，一般財団法人 東京自動車技術普及協会，平成 25 年度懸賞論文，p.1-6 (2013)