

自動車運転中の視聴覚応答特性の検討 ～ 携帯電話使用に関する一考察 ～

皆川忠信、藤田京介、藤井学、
百瀬桂子、小宮一三

A study on the feature of audio-visual responses while driving a motorcar

Tadanobu Minagawa, Kyousuke Fujita, Manabu Fujii,
Keiko Momose, Kazumi Komiya

Abstract

This report presents an experimental study on the feature of audio-visual responses while driving a motorcar. Prolonged reaction time and narrower eye movement were observed than those when just listening human voice and nothing, when drivers talked with other people. This suggested that the conversation on portable phone affects the safety driving.

1 研究目的

近年、携帯電話の普及により、自動車運転中でも電話を掛ける人が多くなった。そのため事故も増加しており危険性が問いただされている。これは携帯電話の使用により、運転への注意力が阻害されているためと考えられる。そこで、本研究では自動車運転中の前方の景色をシミュレートしたコンピューターグラフィックス（以下 CG）を被験者に見てもらいながら、同時に耳から情報を与えた時の視線の動きや危険に対する反応時間を測定して、音声情報が人に与える影響を実験的に検討した。

2 実験方針

自動車運転中の前方の景色の CG を大型スクリーンに映して被験者に見てもらい、危険な場面を手元スイッチを押して反応してもらう。その時の視線の動きと危険に対する反応時間を測定する。この時同時に、3種類の音声情報、①

会話型（双方向）、②ラジオ放送（一方向）、③音声なし、を提示し、その測定結果について比較検討する。以下に具体的な実験装置、実験方法を示す。

3 実験装置

3.1 視線検出装置

本研究では、図1に示すように視線検出の原理に角膜反射方式の眼球運動検出方法を用いている。

角膜反射方式は、眼球にLEDなどの微少光源をあてると角膜表面の鏡面反射によって光源の虚像が生じる。これが眼球の上下左右の動きとともに同一方向へ移動することを利用したものである。

本研究で用いた視線検出装置では、被験者の眼球に近赤LEDをあてると共に二次元のイメージャを用いてこれを撮影し、この中からLE

Dの虚像を抽出してXY座標を求め、視線画像表示中に視点として表示を行っている。

また、実際には角膜は正確な球面ではない為、回施点の距離や移動が個人によって異なる。そこで、被験者が実際に見ている注視点と、視野カメラで撮影されたモニタ画像内の同じ点に視点表示を一致させる補修作業のキャリブレーションを行っている。

3. 2 視聴覚応答特性測定システム

被験者に視線検出装置を装着させ、大型スクリーンに映された映像を見てもらう。同時に3種類の音声情報をヘッドホンより聴講させて、反応時間と視線移動特性について測定する。

ブレーキランプは危険時の映像が映されたときの反応時間、サウンドインジゲータはヘッドホンから流れる音声情報と被験者の回答が表示され、ビデオカメラでそれらを撮影することにより、視線検出装置との同期をとることができる。図2に本システムの構成図を示す。

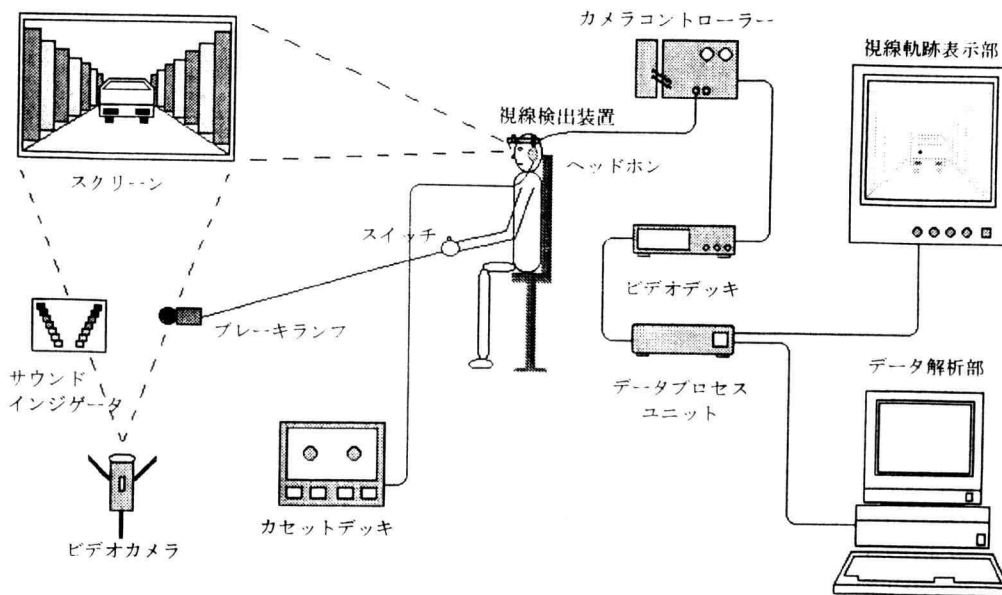


図2 視聴覚応答特性測定システム

4 実験方法

4. 1 視覚情報の設定

各被験者に対する条件を同じにするために、実験に用いる視覚情報の映像を3Dソフトウェアで作成した。

自動車運転中の映像は、以下のイベントの組み合わせにより、約1分の映像を用意した。危険な場面を表1に示す。

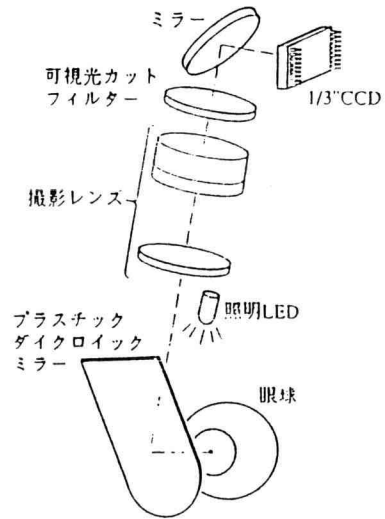


図1 角膜反射方式

表1 危険な場面

| パターン | 方向 | 速度・距離 | 備考 |
|--------|----|--------|--------|
| ①人飛び出し | 右 | 5.0m/s | 対向車通過後 |
| ②人横断 | 左 | 2.5m/s | 通行人 |
| ③急ブレーキ | 前方 | 10m | |
| ④人飛び出し | 右 | 5.0m/s | 死角より |
| ⑤人飛び出し | 左 | 5.0m/s | 死角より |

(40km/h 走行中)

4. 2 音声情報の設定

各被験者に対する条件を同じにするために実験にはあらかじめ作成しておいた音声情報を用いる。この音声情報は3種類あり、この3つの音声情報をそれぞれ「音声情報なし」、「一方向の音声情報」、「双方向の音声情報」と定義する。

・音声情報なし

「音声情報なし」とは、音声情報の有無の場合で差を比較するために音声を与えないものと定義する。実は被験者に音声を与えない状態で行う。

・一方向の音声情報

「一方向の音声情報」とは、音楽やラジオ放送の様な送信側からだけ一方的に情報を送り、受信側はその情報を受け取るだけのものと定義する。実験はカセットテープに録音したラジオ放送を被験者に与えている状態で行う。

・双方向の音声情報

「双方向の音声情報」とは携帯電話やPHSなどのような送信側と受信側が互いに情報の受信、送信が可能な物と定義する。実験はあらかじめ録音しておいた質問事項を被験者が聞いて、それに答えてもらいながら行う。この質問は、被験者が見ている映像の危険に合わせて出題される連想形式の質問事項で、被験者は聞こえてくる単語に対してそれに連想した事を答えるというものである。

4. 3 実験内容

4. 1に示した視覚情報を被験者に見てもらい同時に4. 2に示した音声情報を与えて下記の実験1, 2を行い、被験者に与える影響を比較、検討する。3種類の音声情報についてそれぞれ測定する。

- ・実験1：映像で提示された条件に対する視線移動の測定
- ・実験2：映像で提示された条件に対する反応時間の測定

被験者は18～23才の男9名、女1名である。

5. 実験結果と解析

5. 1 実験1

(1) 視線の動き

一被験者の視線の動きをCGの映像を元に、音声情報の違いによってどの様な動きをするのか比較検討する。また、これらのデータは危険（人の飛び出し、前方を走行している自動車の急ブレーキ）が始まる1秒前から危険が終了して1秒後までを解析時間とした。なお、図中の円は停留時間を表しており、円の大きさは停留時間に比例している。

CGを見ているときの視線の動きには、与える音声情報によって差が見られた。双方向の音声情報時では、円は小さく視線の動きもあまりなく、中央を注視している。一方向の音声情報時では、円は小さく視線もよく動いている。音声情報なしでは、一方向と同じく視線はよく動き円も小さい。

実験結果「音声情報の違いによる視線の動き」を図3（a：双方向の音声情報、b：一方向の音声情報、c：音声情報なし）に示す。

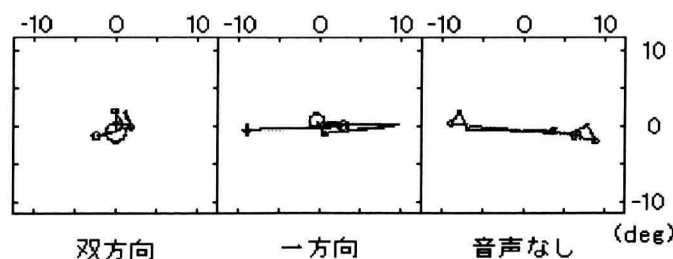


図3 音声情報を与えたときの視線の動き

(2) 視線の範囲

視線の範囲「音声情報の違いによる視線の範囲」を図4に示す。

また、この図は被験者の眼球からスクリーンまでの間でそれぞれの音声情報を与えた時の視線の範囲を図にしたものである。

音声情報なしでは15度、一方向では14度(外側)、双方向の音声情報では9度(内側)、音声情報なしと双方向の音声情報を与えたときの差は6度であった。なお、このデータは被験者10人の視線の動く範囲を平均したものである。

5.2 実験2

図5に被験者別反応時間を示す。これはすべてのCGの条件に対する反応時間の平均を被験者ごとに並べたものである。

また、図6に条件に対する平均反応時間を示す。これは被験者10人の平均値を条件ごとに並べたものである。

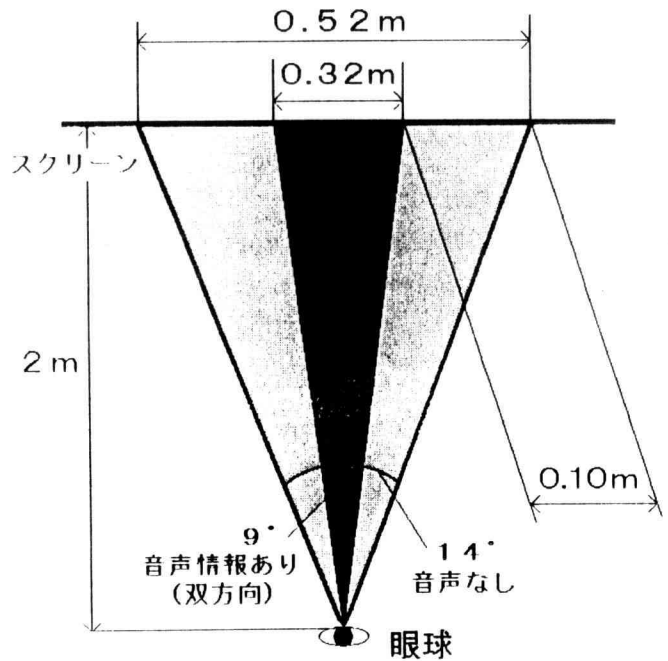


図4 音声情報の違いによる視野の範囲

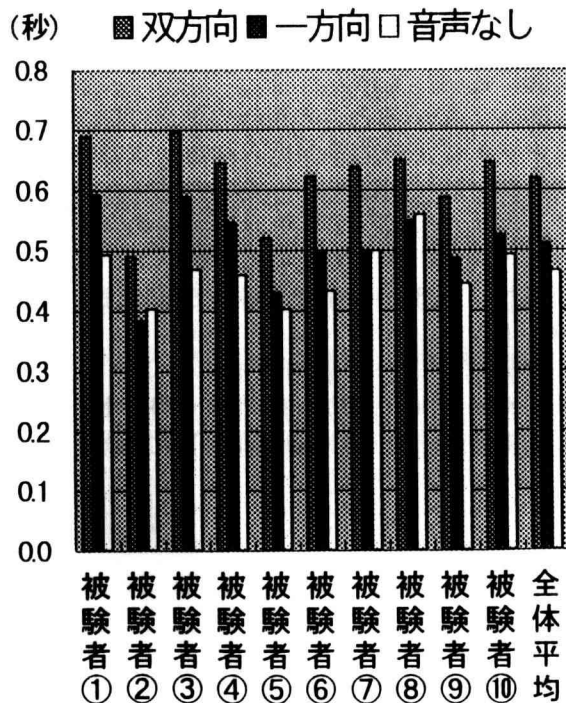


図5 被験者別反応時間

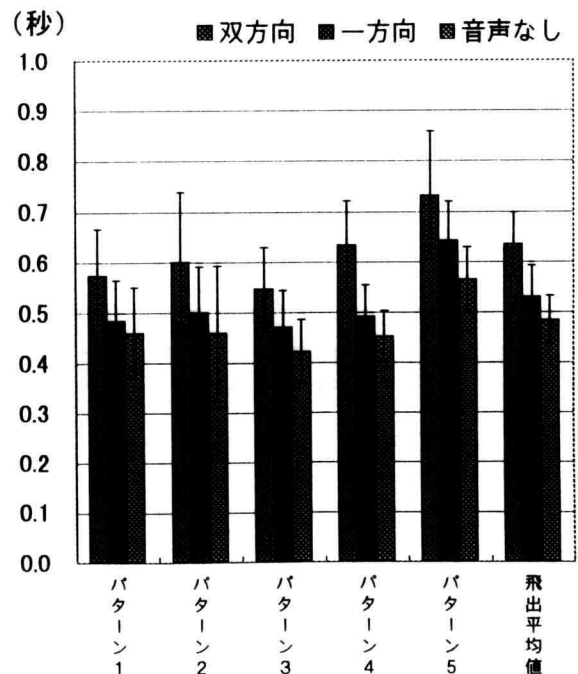


図6 条件別平均反応時間

6 まとめと今後の課題

自動車運転中の携帯電話の使用をモデル化するためのCGによる危険物体を作成し、同時に音声情報を与えたときの視線の動きと反応時間を測定した。その結果を以下にまとめる。

(1) CGを見ている時の視線の動きには、与える音声情報の違いによって差が見られた。双方向の音声情報を与えた場合には視線が中央に停留し、危険に対して視線が追っていないという傾向が見られた。また、一方向の音声情報を与えた場合と音声情報を与えない場合については両方とも視線がよく動いており、危険に対してもよく視線が追っているという傾向が見られ、被験者全体の約7割がこのような傾向を示した。

(2) CGを見ている時の視線の動く範囲には、与える音声情報の違いによって差が見られた。音声情報を与えない場合の視線の動く範囲は約15度、一方向の音声情報を与えた場合では約14度とほぼ変わらないが、これらに比べて双方向の音声情報を与えた場合では約9度となり、双方向の音声情報を与えた場合と音声情報を与えない場合とでは視線の動く範囲に約6度の差が見られた。

(3) CGを見ている時の危険に対する反応時間は与える音声情報の違いによって差が見られた。ほとんどの被験者が双方向の音声情報を与えた場合に一番反応時間が遅れる傾向が見られ、一方向の音声情報を与えた場合と音声情報を与えない場合についてはほとんど差は見られなかった。双方向の音声情報を与えた場合と音声情報を与えない場合の反応時間の差は平均で「追突」の場合約0.13秒、「飛び出し」の場合約0.15秒であった。

以上(1)～(3)より、携帯電話の様な双方向の音声情報が自動車運転中の人間の視覚部と危険に対する反応に悪影響が及ぼすことが明らかになった。

また、今後の課題として次のようなものが挙げられる。

- ・被験者の属性別データの収集
被験者を年齢、性別、免許の有無などの属性別データの収集を行う。
- ・実験条件の改善
音声情報や視覚情報をより実際に近い携帯電話での会話やリアルな交通事故などに再現した条件に改善を行う。
- ・事故を減らすシステムの検討
本実験データにもとづき事故を減らすシステムの検討を行う。例えば
 - ①自動車運転中に携帯電話の電波をキャッチしたら、人や車など危険を感知するセンサーが動作する装置の搭載
 - ②携帯電話の受信性能を向上させて、相手の声がよく聞き取れるようにする(相手の声が聞き取りにくいと、よく聞こうとして意識が耳に集中するため)

謝辞

御討論及び実験に御協力をいただきました本学小宮研究室の皆様へ感謝致します。

また、有益な御助言をいただきました本学安塚俊行教授に感謝致します。

参考文献

1. 塚田裕三 (同文書院)
「脳—化学はどこまで解明できたか」
2. 品川嘉也 (紀伊国屋書店)
「意識と脳」