

# 修士論文

## ドライビング・シミュレータ酔 抑制法の研究

平成 22 年度修了  
三重大学大学院工学研究科  
博士前期課程 情報工学専攻

王 星



## 要旨

**[目的]** 近年、自動車のドライビング・シミュレータが普及し、自動車学校や運転者講習などで用いられている。しかし、シミュレータを操作すると乗物酔いが生じ、特に運転経験の豊富な人ほどシミュレータ酔を起し易い。本研究では、シミュレータ酔を抑制するために、二つの実験を行った。

**[実験 I]** 自動車の加減速に応じて座席をピッチさせるモーション(揺動)及び走行中の車体振動を模擬した振動を付加し、シミュレータ酔に与える効果を検討した。被験者には、運転経験豊富なプロドライバ 6 名、運転初心者 10 名及び免許未取得者 12 名を用いた。モーションベースにより被験者に揺動(ピッチ運動)及び振動をそれぞれ付加した場合としなかった場合の 4 種類の条件下で運転を行わせた。運転中に感じる「現実感」、「走行感」及び「快適さ」を Scheffé の一対比較法を用いて被験者に評価させた。その結果、運転経験の異なる 3 群のいずれにおいても、揺動や振動を加えると現実感と走行感は有意に上昇した。快適さは、プロドライバでは振動を加えると上昇したが、揺動を付加すると低下した。運転初心者では、振動や揺動を加えると、快適さがわずかに上昇した。免許未取得者では、揺動を加えても快適さはほとんど変化しなかったが、振動を付加すると有意に低下した。

**[実験 II]** シミュレータに呈示する映像の中で、路面(水平面)、建造物(垂直面)及びサイド周辺がシミュレータ酔にどのように関わるかを調べるために、以下の 5 通りにシミュレータ画面を遮蔽して、運転させた。1.画面の下部 40%(路面)を遮蔽、2.画面の上部 40%(建造物)を遮蔽、3.左右両端の 20%ずつ(サイド周辺)を遮蔽、4.画面の上部と下部 20%ずつを遮蔽、5.画面を遮蔽しない。被験者には 20 歳前後の健康な男性 6 名を用いた。試行終了時に「不快感」、「走行感」、「運転し難さ」を 0~4 の 5 段階で評価値を答えさせた。また、運転の所要時間、右左折時の速度及び軌跡の正確さを計測した。その結果、路面やサイド周辺を遮蔽すると運転し難くなり、走行感が低下する一方で不快感は上昇した。遮蔽条件に関わらず、運転の所要時間、右左折時の速度と軌跡の正確さには有意差が見られなかった。

**[結論]** ドライバの運転経験に合わせて、ドライバには振動付加、初心者には揺動と振動付加、免許未取得者には揺動付加が、不快を軽減する効果が得た。路面、サイドの周辺はシミュレータ酔の原因と言えなかった。

# 目次

<b>第1章 序論</b> .....	1
1.1 はじめに.....	1
1.2 本研究の目的.....	1
<b>第2章 ドライビング・シミュレータ酔い</b> .....	2
2.1 ドライビング・シミュレータ酔い.....	2
2.2 感覚矛盾説.....	2
<b>第3章 実験Ⅰ</b> .....	3
3.1 実験方法.....	3
3.1.1 被験者.....	3
3.1.2 実験装置.....	3
3.1.3 運転コース及び刺激条件.....	4
3.1.4 手順及び計測法.....	4
3.2 結果.....	5
3.2.1 実験後の酔い.....	5
3.2.2 プロドライバの実験結果.....	6
3.2.3 運転初心者の実験結果.....	7
3.2.4 免許未取得者の実験結果.....	8
3.3 考察.....	9
<b>第4章 実験Ⅱ</b> .....	10
4.1 実験方法.....	10
4.1.1 被験者.....	10
4.1.2 実験装置.....	10
4.1.3 走行コース及び刺激条件.....	10
4.1.4 計測法及び実験手順.....	12
4.2 結果.....	14
4.2.1 主観項目の実験結果.....	14
4.2.2 客観項目の実験結果.....	15
4.3 考察.....	16
<b>謝辞</b> .....	17
<b>参考文献</b> .....	18

# 第1章 序論

---

---

## 1.1 はじめに

一般的に乗り物酔いと呼ばれる動揺病(motion sickness)とは、船、馬車、鉄道、自動車、航空機などの交通機関が発達する中においても変わらず存在しつづけており、小児から大人に至るまで多くの人々に耐え難い苦痛を与えている。

近年、自動車のドライビング・シミュレータが普及し、自動車学校や運転者講習などで用いられている。しかし、シミュレータを操作すると乗物酔いが生じ、シミュレータ酔と呼ばれている。特に運転経験の豊富な人ほどシミュレータ酔を起こし易いため<sup>[1]</sup>、高齢者や違反者などを対象とした安全運転講習での弊害が大きい。

ドライビング・シミュレータ酔を発症させる原因として、一般的に『感覚矛盾説』が知られている<sup>[2]</sup>。感覚矛盾説によると、前庭器官情報(半規管、耳石器)、視覚情報(視器)、体性感覚情報(自己受容器)からの情報が矛盾することより、動揺病が発症すると考えられている。シミュレータを運転すると、前庭器官は座席により刺激(揺動と振動)を受ける。しかし、視覚器官はディスプレイを注視することにより座席の動きの情報を感知できない。そのため、前庭器官と視覚器官の間で競合が生じ、シミュレータ酔を発症すると考えられている。

## 1.2 本研究の目的

普及型のシミュレータにモーション機能を加えることで、不快を軽減する効果が期待されている。本研究では、自動車の加減速に応じて座席をピッチさせるモーション(揺動)及び走行中の車体振動を模擬した振動を付加し、「現実感」、「走行感」及び「快適さ」を測定して、揺動や振動がシミュレータ酔に与える効果を検討した。また、シミュレータに呈示する映像の中で、路面(水平面)、建造物(垂直面)及びサイド周辺がシミュレータ酔にどのように関わるかを調べた。

## 第2章 ドライビング・シミュレータ酔い

---

---

### 2.1 ドライビング・シミュレータ酔

シミュレータ酔いは実車とシミュレータの運転感覚に差異があることから生じるといわれている。運転中、シミュレータ酔の発症メカニズムは感覚矛盾説により説明できる。視覚器官は、ディスプレイを注視しているため、画面上での動きによる刺激を受ける。これより、視覚情報と平衡感覚情報の間に競合が生じ、動揺病が発症すると考えられる。

### 2.2 感覚矛盾説

ドライビング・シミュレータ酔の発症原因として様々な説が唱えられているが、感覚矛盾説が最も有力な説だと考えられている。観察者が視覚刺激を受けベクションを知覚した際、観察者自身は静止している状態である。この時、視覚情報には観察者自身が移動しているという情報が与えられているが、前庭感覚器官、体性感覚器官に対しては自身が静止しているという情報が与えられている。このように、自己身体運動を司る、視覚、前庭、体性のそれぞれの器官に異なった情報が与えられることによって、各感覚器官からの情報を統合する際に矛盾が生じ、その感覚の混乱によって、吐き気等の不快症状を引き起こす。これが感覚矛盾説である。

## 第 3 章 実験 I

### 3.1 実験方法

#### 3.1.1 被験者

被験者は健康な運転経験が豊富なプロドライバ 6 名、運転免許を取得して 2 年未満運転初心者 10 名、免許未取得者 12 名で、実験前に実験の主旨・内容、手順、評価方法を説明し、書面による承諾を得た上で実験を行った。承諾を得る上で被験者に確認したのは、

- 実験中に動揺病が生じ不快感が伴う可能性が予見される。
- 被験者の希望により、実験への参加を延期あるいは中断できる。
- 実験を続行できないと感じた時はいつでも中断できる。
- プライバシーのなど保護であった。

実験中に被験者の不快感が高まり、これ以上実験が続けられない状態になった場合はすぐに停車し、実験を中断した。

なお、本実験は、三重大学院工学研究科・工学部実験倫理委員会の承認を得て実施した。

#### 3.1.2 実験装置

ドライビング・シミュレータには、(株)日立ケーイーシステムズ製「アクセスマスターNew AM2330」を使用した。このシミュレータには、モーション機能を付加することが備わっている。運転走行時のアクセル、ブレーキ操作に応じて、座席を前後に揺れさせる。衝突や追突等の事故が発生した場合に座席もすばやく前傾させる。走行中の振動を再現する機能がある(座席とハンドル)。また、表示装置は 42 型液晶テレビ×1 台を使用した。運転操作に連動して、走行エンジン音・衝突音・縁石接触音を発生する。走行音模擬装置は 4ch サラウンドを出力する。



図 3.1 日立ケーイーシステムズ  
アクセス マスターNew AM2330



図 3.2 シミュレータの座席

### 3.1.3 運転コース及び刺激条件

運転コースはカーブの多い山道で、トンネルが複数あり、一部に無舗装区間を有するものとした。日中晴天下に運転するものとし、自車の前後および対向車線に乗用車、トラック、バイクを走行させた。1回の運転時間が約3分となるようにコースの距離を設定した。揺動及び振動をそれぞれ付加した場合としなかった場合の4種類の条件下で、上記のコースを運転させた。なお、安全運転講習など使用を想定しているため、スピードの出し過ぎや無理な追い越し等の危険行為を犯さないように注意した。



図 3.3 実験コースの例

ここで、揺動とは座席を加減速に応じて座席の前後揺動。振動とは実車を運転する時、車体振動を模擬した振動。4種類の条件は以下のようにとした。

- [1] なし：座席に揺動も振動も付加しない。
- [2] 揺動：加減速に応じたピッチ運動を付加する。
- [3] 振動：車体振動を模擬した振動を付加する。
- [4] 振動+揺動：とは振動と前後揺動を付加する。

### 3.1.4 手順及び計測法

4種類の条件下での運転を各1回ずつ行わせて、これを1セッションとした。1回の実験で4セッションを実施して計12回の比較を行わせた。ドライビング・シミュレータの運転時に感じる「現実感」、「走行感」および「快適さ」をSchefféの一対比較法を用いて計測した。ここで、「現実感」とは実際に自動車に乗っているような感覚、「走行感」とは車で走って前方に進んでいるような感覚、「快適さ」とはドライビング・シミュレータで運転している時の心地良さ・気持ち悪くなさのことと定義した。4条件下でドライビング・シミュレータを順次運転させ、1回目の運転と2回目の運転、2回目の運転と3回目の運転、という



ように連続する運転の間で上記 3 項目について比較させ、その差異を-2~+2 の 5 段階の序数尺度で答えさせた。同一刺激で生じる各感覚が心理的連続体上で正規分布し、かつ任意の 2 刺激間での比較が同一の尺度 (-2~+2) で評定されると仮定して、範疇判断の法則および比較判断の法則に基づいて「現実感」、「走行感」及び「快適さ」を距離尺度化した。

## 3.2 結果

### 3.2.1 実験後の酔い

被験者人数に関して、プロドライバ 6 名の被験者で 22 回の実験を実施したが、その内 4 名 6 回の実験で被験者はシミュレータ酔による不快感を催した。3 名の被験者は初回の実験でシミュレータ酔を生じ、実験回数を重ねると軽減したが、1 名は 3 回目の実験で初めて不快感を催した。シミュレータ酔を生じた 6 回の実験の内、実験終了時点で 4 回は軽度の不快感、1 回は中程度の不快感であったが、1 回の実験では重度の不快感のために実験を中断した。初心者 10 名の被験者で 30 回の実験を実施したが、その中 5 人が 6 回の実験で被験者はシミュレータ酔による不快感を催した。未取得者は 12 人中で 1 人が酔いました。

被験者は、一人 3、4 回実験を行って、1 回、2 回目に不快を生じて、3 回、4 回目に正常に終わり場合が存在する (図 3.4) 経験豊富なプロドライバは運転初心者、免許未取得者より、運転経験が豊富のため、シミュレータと実車の相違を良く感じるのので、シミュレータ酔を起し易いと考えられる。

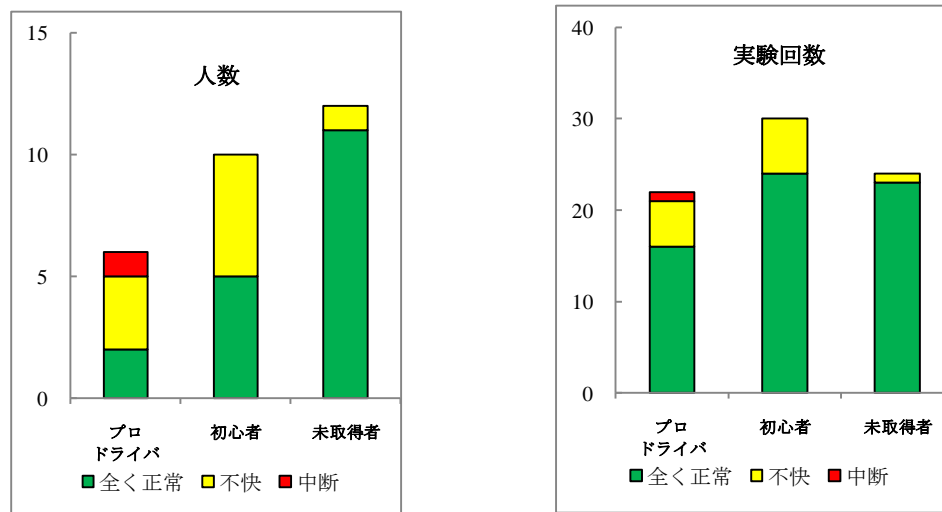


図 3.4 酔いの発生

### 3.2.2 プロドライバの実験結果

距離尺度で表現した現実感、走行感及び快適さは図 3.5 に示す。

#### 現実感 (図 3.5-a)

モーションを与えない時に比べ、自動車の加減速に応じた揺動を加えると現実感が増し、車体振動を模擬した振動を与えると現実感はより高まった。揺動のみを加えた条件に比べ、振動も付加した条件ではさらに高い現実感が得られた。なお、揺動付加と振動付加、振動付加と両モーション付加との間には、統計的有意差が得られるには至らなかった ( $p > 0.05$ )。

#### 走行感 (図 3.5-b)

モーションを与えない時に比べ、揺動を加えると走行感が増す傾向が見られたが、統計的有意差は得られなかった。一方、振動を与えると走行感はより高まり、モーションなしに比べて有意に高い結果が得られた。振動に加えて揺動を付加すると走行感はさらに高い結果となったが、振動のみを加えた条件との間には統計的有意差は得られなかった。

#### 快適さ (図 3.5-c)

前述のように、多くの被験者がシミュレータ酔を起こしており、不快感を「負の快適さ」として評価することになった。モーションを与えない時に比べて、揺動を加えると快適さが低下する傾向が見られ、これに振動も加えると快適さはさらに低下した。一方、振動のみを加えると快適さが上昇する傾向が得られたが、統計的有意差が得られるには至らなかった。

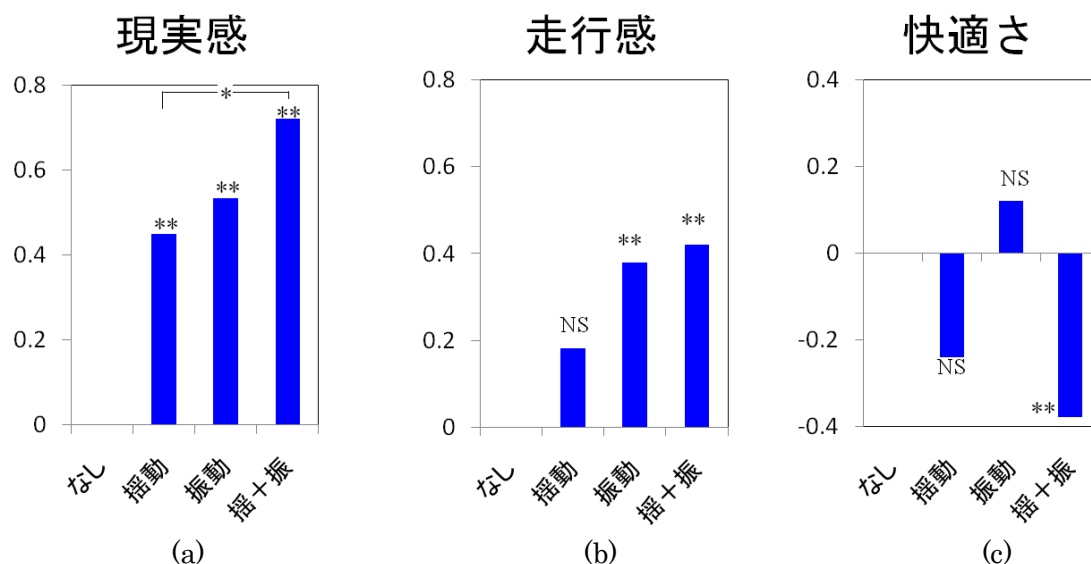


図 3.5 プロドライバの実験結果

\*: 有意差 5%

\*\* : 有意差 1%

NS : 有意差なし

### 3.2.3 運転初心者の実験結果

#### 現実感 (図 3.6-a)

モーションを与えない時に比べ、自動車の加減速に応じた揺動と車体振動を模擬した振動を与えると現実感が高まった。揺動のみを加えた条件に比べ、振動も付加した条件ではさらに高い現実感が得られた。なお、揺動付加と振動付加、振動付加と両モーション付加との間には、統計的有意差が得られた。

#### 走行感 (図 3.6-b)

モーションを与えない時に比べ、振動と揺動を加えると走行感が増す傾向が見られ、統計的有意差は得られた。一方、振動を与えると走行感はより高まり、モーションなしに比べて有意に高い結果が得られた。振動に加えて揺動を付加すると走行感はさらに高い結果となった。

#### 快適さ (図 3.6-c)

モーションを与えない時に比べ、振動を加えると、現実感、走行感が増したが、快適さは低下することなく、むしろ少々上昇した。振動では違和感を生じることなく、走行感が向上し、快適さが増したと考えられる。

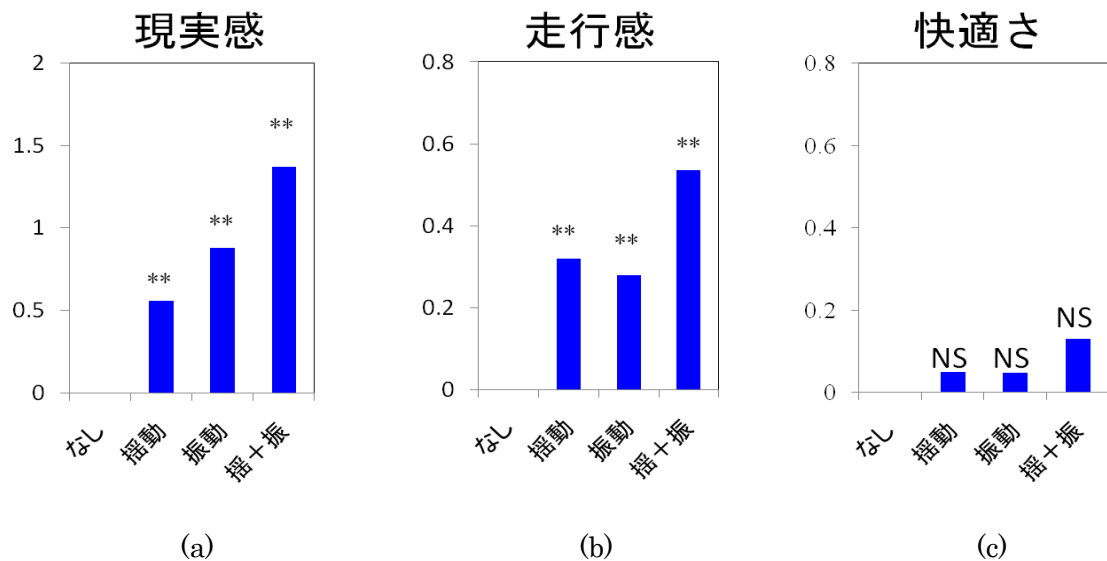


図 3.6 運転初心者の実験結果

\*\* : 有意差 1%  
NS : 有意差なし

### 3.2.4 免許未取得者の実験結果

#### 現実感 (図 3.7-a)

運転初心者と同様に、モーションを与えない時に比べ、自動車の加減速に応じた揺動と車体振動を模擬した振動を与えると現実感が高まった。揺動のみを加えた条件に比べ、振動も付加した条件ではさらに高い現実感が得られた。なお、揺動付加と振動付加、振動付加と両モーション付加との間には、統計的有意差が得られた。

#### 走行感 (図 3.7-b)

モーションを与えない時に比べて、振動と揺動を加えると走行感が増す傾向が見られ、統計的有意差は得られなかった。一方、振動を与えると走行感はより高まり、モーションなしに比べ、有意に高い結果が得られた。振動に加えて揺動を付加すると走行感はさらに高い結果が得られた。

#### 快適さ (図 3.7-c)

プロドライバーや初心者と同様に、揺動や振動を加えると、現実感と走行感が上昇した。一方、快適さに関しては、振動を加えると、低下した。また、揺動を加えると、わずかに低下する結果が得られたが、統計的に有意ではなかった。全体として未取得者は酔うほどの不快にはなることはほとんどないという結果になった。

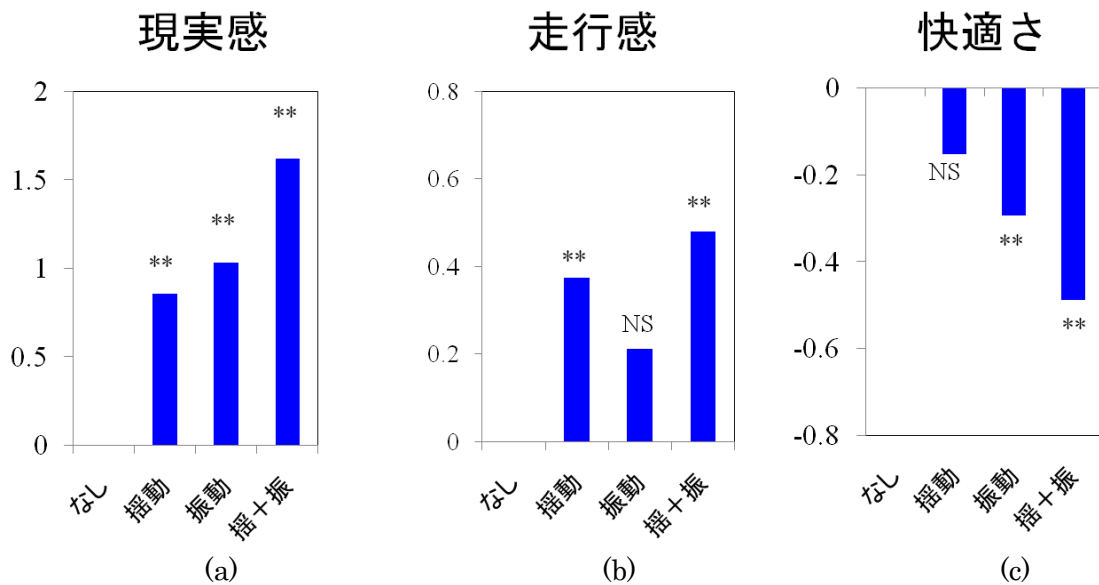


図 3.7 免許未取得者の実験結果

\*\* : 有意差 1%

NS : 有意差なし

### 3.3 考察

シミュレータ酔は模擬された刺激が実車で加わる刺激と異なることが原因であり、実車経験の豊富な人ほど両者の相違を知覚して酔い易いと考えられている<sup>[1]</sup>。

仮想環境の中でドライビング・シミュレータを運転した時、「臨場感」が増すと VR 酔が強まり、「楽しさ」が増すと VR 酔が低減することが報告されている<sup>[3]</sup>。

本実験で与えた揺動は前後方向の加速度を正確に模擬するものではなかったが、現実感を高める効果が得られた。プロドライバに関して、走行感も高まる傾向が見られたが、快適さは低下する結果となった。さらに振動も付加して現実感が一層高まると、快適さは有意に低下した。実車で感じる加速度感覚と相違するために違和感が発生し、シミュレータ酔を誘起することになったものと思われる。一方、車体振動を模擬した振動を加えると、揺動付加よりも顕著に現実感および走行感が向上した。また、揺動付加と異なり、快適さも向上する傾向が見られた。揺動が現実感を高める一方で違和感をもたらすのに対し、振動は違和感を感じさせることなく現実感や走行感を高めるためであろうと考えられる。

運転経験の異なる 3 群のいずれにおいても、揺動や振動を加えると現実感と走行感は有意に上昇した。一方、快適さについては、プロドライバでは振動を加えると幾分上昇したが、揺動を付加すると低下した。実車で経験する加速度との相違を感じるものが原因と考えられる。運転初心者では、振動や揺動を加えても有意差は得られなかったが、快適さがわずかに上昇した。運転者初心者と未取得者は実車経験が乏しいために、実車とシミュレータの相違に気付かず、違和感を感じなかったと考えられる。免許未取得者では、揺動を加えても快適さはほとんど低下しなかったが、振動を付加すると有意に低下した。一方、経験が乏しい、未取得者は振動が邪魔なモーションと感じられたため、単純に振動が快適さを低下させたと考えられる。ただし、酔いではない。

以上の結果から、経験豊富なドライバの安全運転講習や高齢者講習などには振動付加、初心者の安全運転講習や違反者講習などには揺動と振動付加、免許未取得者の自動車学校教習などには揺動付加が、快適さを損なうことなくドライビング・シミュレータのリアリティを高めることに有効であると考えられる。

## 第 4 章 実験 II

実験 II はシミュレータに呈示する映像の中で、路面(水平面)、建造物(垂直面)及びサイド周辺がシミュレータ酔にどのように関わるかを調べた。

### 4.1 実験方法

#### 4.1.1 被験者

被験者には 22-26 歳健康な男性 6 名で、実験前に実験の主旨・内容、手順、評価方法を説明し、書面による承諾を得た上で実験を行った。承諾を得る上で被験者に確認したのは、

- 実験中に動揺病が生じ不快感が伴う可能性が予見される。
- 被験者の希望により、実験への参加を延期あるいは中断できる。
- 実験を続行できないと感じた時はいつでも中断できる。
- プライバシーなどの保護であった。

実験中に被験者の不快感が高まり、これ以上実験が続けられない状態になった場合はすぐに停車し、実験を中断した。

なお、本実験は、三重大学院工学研究科・工学部実験倫理委員会の承認を得て実施した。

#### 4.1.2 実験装置

ドライビング・シミュレータには、(株)日立ケーイーシステムズ製「アクセスマスターNew AM2330」を使用した。表示装置は、29 型カラーCRT×3 台を使用した(長さ 53cm×幅 40cm)。視野角:水平 120°、視点距離 88-92cm、運転操作に連動し、走行エンジン音・衝突音・縁石接触音を発生する。モーション機能を使用せず、本実験を実施した。また、タッチパネル付き TFT モニターを利用し、被験者の運転状況(速度など)を監視することができる。

#### 4.1.3 走行コース及び刺激条件

走行コースは日中晴天下の市街地で、車線数(片側)1 車線または 2 車線があり、自車の前後及び対向車線に車はなく、信号による停車はない。コースエリアは約 0.6km×0.22km、全コースの長さは 1.48km となる。1 回の走行中に交差点で左折 5 回、右折 3 回を行う。1 回の運転時間には約 3 分を要するものとする。教習などでの使用を想定しているため、危険行為を犯さないように注意する。コースの仕方は図 4.2 に示す。

視覚刺激の条件として

- [1] 画面の下 40%(路面)を遮蔽(水平面)
- [2] 画面の上 40%(建造物)を遮蔽
- [3] 左右両端の 20%ずつ(サイド周辺)を遮蔽(垂直面)
- [4] 画面の上部と下部 20%ずつを遮蔽(対照条件)
- [5] 遮蔽しない

の五つの条件下で実験を行った。条件ごとの試行数は 15 回。実際に、実験に用いた映像呈示のカーブ時の刺激条件を図 4.3～図 4.7 に示す。

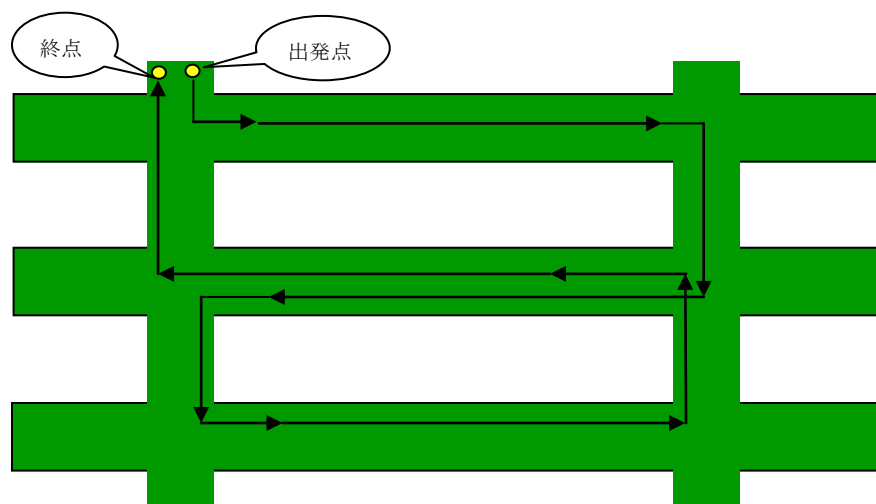


図 4.2 走行のルート

#### 4.1.4 計測法及び実験手順

5種類の条件下での運転を各1回ずつ行わせて、これを1セッションとした。セッション間に3分の休憩時間を取り、1回の実験で3セッションを実施して計15回の評価を行わせる。ドライビング・シミュレータの運転する時に感じる「不快感」、「走行感」及び「運転し易さ」を用いて計測した。ここで、「不快感」とはシミュレータを運転し終わった時の気持ち悪さ、「走行感」とは実車で走行しているような感覚の強さ、「運転し難さ」とは視野に関する運転のし易さのことと定義した。運転終了直後に上記3項目について0~4の5段階の序数尺度で評価させた。また、運転の所要時間、右左折時の速度及び軌跡の正確さを計測した。軌跡の正確さは0~4の5段階の序数尺度で評価させた。



図 4.3 画面の下 40% (路面)を遮蔽



図 4.4 画面の上 40%(建造物)を遮蔽



図 4.5 左右両端の 20% ずつ (サイド周辺)を遮蔽





図 4.6 画面の上部と下部 20%ずつを遮蔽



図 4.7 遮蔽しない

## 4.2 結果

### 4.2.1 主観項目の実験結果

各運転条件下で、評価された不快感、走行感と運転し難さの平均値を図 4.1 に示す。

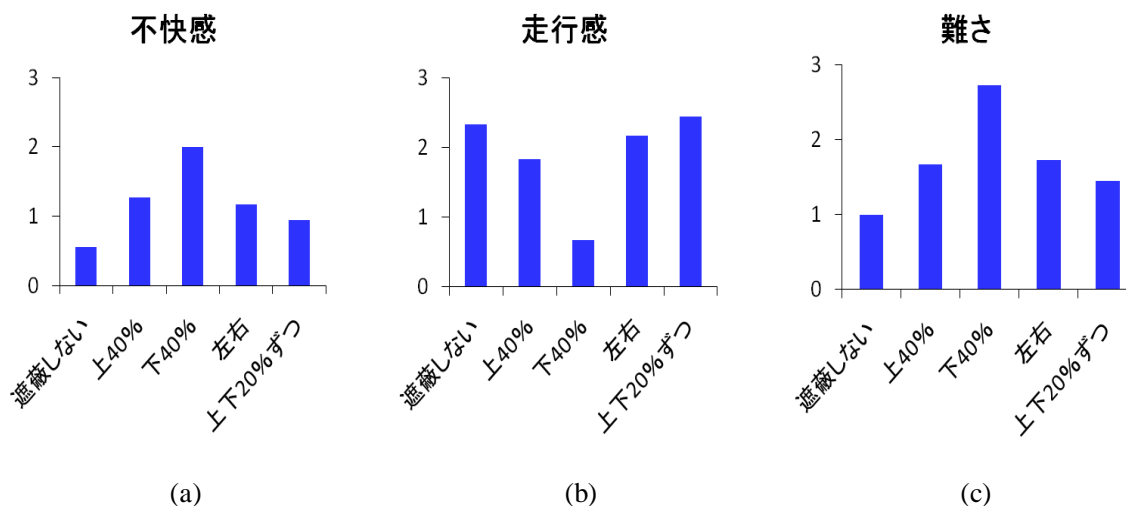


図 4.1 主観項目の実験結果

不快感の平均を取ったグラフを図 4.1 (a) に示す。画面の下 40%を遮蔽の刺激では、不快感を強く感じた。酔を生じた原因として運転中で被験者は路面を見えないため、カーブを曲がる時に水平面の回転感覚を与えられなかったことが考えられる。画面の下 40%或は左右両端を遮蔽すると、被験者はやや不快感を生じた。遮蔽なしと画面の上下 20%ずつを遮蔽の場合はほとんど不快感を生じなかった。左右両端を遮蔽すると、被験者はカーブを曲がる時に垂直面の回転感覚を与えられなかったため、酔を生じたと考えられる。

走行感の平均を取ったグラフを図 4.1 (b) に示す。画面の下 40%を遮蔽すると、走行感他の条件と比べて低かった。その他の条件は、走行感に対して大きな差を見られなかった。

運転し難さの平均を取ったグラフを図 4.1 (c) に示す。画面の下 40%を遮蔽して、運転し難さを上昇した。両端の左右 20%ずつを遮蔽する場合も運転し難さを他の運転条件を比べ上昇した。この二つの遮蔽方法では、被験者は路面、サイド周辺が見えなくなり、重要な視覚情報を得られなかったため、運転し難かったと考えられる。

## 4.2.2 客観項目の実験結果

各運転条件下で、左右折の速度、運転所要時間及び軌跡の正確さの平均値を図 4.2 に示す。

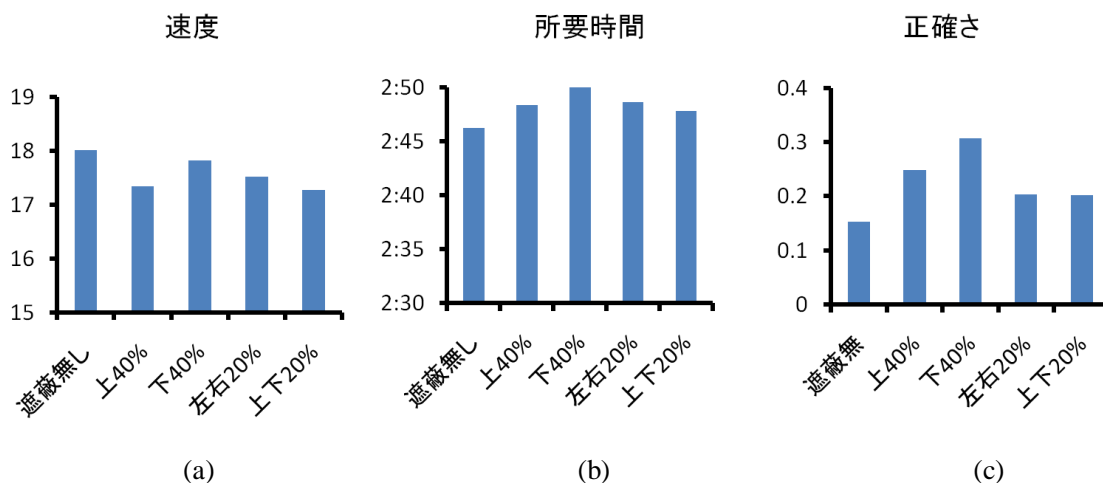


図 4.2 客観項目の実験結果

右折の速度の平均を取ったグラフを図 4.2 (a) に示す。五つの条件下での結果を比べて見ると、両端左右の 20% ずつ及び画面の下 40% を遮蔽時に運転し難いため、速度は多少落ちたが、五つの条件の間は統計的に有意差を見られなかった。

運転所要時間の平均を取ったグラフを図 4.2 (b) に示す。両端左右の 20% ずつ及び画面の下 40% を遮蔽時に、他の条件と比べると、運転所要時間は長かったが、いずれの条件においても統計的に有意差を得るには至らなかった。

軌跡の正確さの平均を取ったグラフを図 4.2 (c) に示す。縦軸が値の大きいものほど被験者の軌跡は正しくないを示す。図 4.2 (c) に示すように、画面の下 40% を遮蔽時に、被験者は運転し難くなり、事故の発生も他の運転条件より多くなってしまった。

関連項目、全 6 項目の相関係数、以下に示す。

	不快感	走行感	難しさ	時間	正確さ	速度
不快感		-0.627	0.728	0.123	0.175	-0.001
走行感			-0.531	-0.090	-0.295	0.068
難しさ				0.009	0.268	0.004
時間					0.121	0.116
正確さ						0.209
速度						

図 4.3 各評価項目の相関

「不快感」と「運転のし難さ」には強い正の相関があり、「不快感」と「走行感」にはやや強い負の相関がある。「走行感」と「運転し難さ」にもやや強い負の相関がある。これらの相関係数から、「走行感」の減少、「不快感」は上昇しなり、「運転し難さ」に関して操作も難しくなった。

### 4.3 考察

シミュレータ酔は呈示した映像の刺激（路面、左右両端の周辺）と実際の運転視覚が大きく異なることが原因であると考えられている。本実験では、カーブが多い市街地で被験者に走行させた。このコースの中には連続 4 回の左折があり、一方向の回転は酔の発症がし易い可能性もあると考えられる。五つの条件で実験を行った不快感の推移が類似していることから、視覚に酔を誘発することができる可能性が挙げられる。一方、本実験では、座席にアクセルやブレーキ操作による動きを付加しないので、運転終了時に停車する際、体感感覚と視覚感覚に不一致、一時的な酔を発症し易くなる。このことが、不快感と走行感の評価値に対して、一定程度の影響を与えることが考えられる。

路面（水平面）やサイド周辺（垂直面）はシミュレータ酔の原因と考えられ、運転中にその部分の映像を隠し、シミュレータ酔を抑制することをできると思う。しかし、本実験の結果を見る限り、効果は見られなかった。

また、シミュレータの画面を隠すと、被験者たちは遮蔽なしの時により、運転をし難くなって、事故をしないように運転する傾向にあった。そのため、軌跡の正確さは大きな差が至られなかったと考えられる。左右折の速度、運転所要時間、軌跡の正確さにも有意的な差が見られなかった。原因としては、被験者は同じなコースに運転させ、コースを慣れた可能性もある。

ドライビング・シミュレータの呈示した映像は遠近感が乏しいため、被験者は運転する時注目する映像コンテンツと実車を運転する時が違い、不快感が上昇し、運転難しさも上昇した。今後は、ドライビング・シミュレータ映像の遠近感の問題について、遠近感が得られる 3D の映像を作成する。

## 謝辞

---

---

本研究を行うに当たって、有益なご指導、助言を頂いた井須尚紀教授には心から深く感謝します。井須尚紀教授には、留學生活と研究を支えて、充実した留學生活を送らせていただきました。また、本論文の執筆に伴い、有益なご指導を頂きました、河合敦夫准教授、並びに吉永みゆき事務官に心より感謝します。お忙しいところ、副査を御引き受け下さった野呂雄一准教授に深く感謝します。

多大な不快感が伴うにも関わらず貴重な時間を割いて実験にご協力いただきました被験者の方々に深く感謝いたします。さらには研究で忙しい中、嫌な顔せずに予備実験の被験者としてご協力いただき、さらにはこの三年間を忘れられない思い出としてくれた研究室の先輩、同輩にも心より感謝いたします。特に、研究を共に行った奥田翔氏、小澤惇一氏、百瀬智英氏に深く感謝します。

最後に、大学院まで進学させて頂き、様々な面でいつも支えてくれた両親、家族に心から感謝します。

## 参考文献

---

---

- [1] Crowley JS, Simulator sickness: a problem for army aviation, *Aviat Space Environ Med* 58: 355-357 (1987)
- [2] Graybiel A, et al, Diagnostic criteria for grading the severity of acute motion sickness, *Aerospace Med* 39: 453-455 (1968)
- [3] 丹後俊郎；新版医学への統計学，朝倉出版，pp53-57, 1993