

保 存 用

I S S N 0386-5878

土木研究所資料第3482号

## 土 木 研 究 所 資 料

道路走行シミュレータの開発と運用について

平成9年3月

建設省土木研究所  
道路部道路研究室

Copyright ©1997 by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

## 道路走行シミュレータの開発と運用について

|       |       |   |     |       |
|-------|-------|---|-----|-------|
| 道 路 部 | 部     | 長 | 中 村 | 亮     |
| 道路研究室 | 室     | 長 | 山 田 | 晴 利   |
|       | 室     | 長 | 上 田 | 敏*1   |
|       | 主任研究員 |   | 日 置 | 洋 平*2 |
|       | 研 究 員 |   | 池 原 | 圭 一   |
|       | 交流研究員 |   | 黒 田 | 昭 一*3 |
|       | 交流研究員 |   | 桑 原 | 陽 介*4 |
|       | 交流研究員 |   | 寺 西 | 盛 広*5 |
|       | 交流研究員 |   | 是 友 | 修 二*6 |

### 要 旨

建設省土木研究所では、コンピュータグラフィックス画像により、模擬走行環境を創り出す道路走行シミュレータの開発を行い、新たな実験手法の確立を目指した研究を進めてきた。

本報告書では、これまでの道路走行シミュレータの開発、運用についてとりまとめる。

また、操作が複雑な道路走行シミュレータを、誰もが簡単に操作できるようにするための操作マニュアルを添付し、今後の運用に資するものとする。

キーワード：道路，運転特性

\*1：現 高度道路交通システム研究室室長

\*2：現 日本道路公団東京第一管理局技術部交通技術課課長代理

\*3：交流研究員在職期間（平成4年6月～5年3月）

\*4：交流研究員在職期間（平成5年4月～7年3月）

\*5：交流研究員在職期間（平成7年4月～8年3月）

\*6：交流研究員在職期間（平成7年4月～9年3月）

## —目次—

|      |                         |    |
|------|-------------------------|----|
| 第1章  | 道路走行シミュレータの開発           | 1  |
| 1.1  | 開発経緯                    | 1  |
| 1.2  | システムの概要                 | 2  |
| 第2章  | 道路走行シミュレータの運用           | 9  |
| 2.1  | 運用範囲                    | 9  |
| 2.2  | 道路走行シミュレータを用いた実験方法      | 10 |
| 2.3  | 実験環境                    | 13 |
| 第3章  | 道路走行シミュレータを用いた実験事例      | 15 |
| 3.1  | 道路走行シミュレータの再現性評価の実験     | 16 |
| 3.2  | 避走挙動に関する実験              | 21 |
| 3.3  | 制動反応時間に関する実験            | 28 |
| 3.4  | 道路構造評価に関する実験            | 37 |
| 3.5  | 車載ディスプレイ情報が運転に及ぼす影響評価実験 | 46 |
| 3.6  | 霧中ガイドライトシステムに関する評価実験    | 55 |
| 第4章  | 道路走行シミュレータの課題           | 70 |
| 4.1  | システム上の課題                | 70 |
| 4.2  | 実験上の課題                  | 73 |
| 4.3  | 今後の対応                   | 74 |
| 参考文献 |                         | 75 |

# 第1章 道路走行シミュレータの開発

## 1.1 開発経緯

高度経済成長以降、自動車交通は着実に増大してきており、それに伴う高速道路の延伸、一般国道の二次改築などで、より安全で快適に走行できる道路の整備が望まれている。また、高速走行が可能な道路の需要、高齢化社会の到来による高齢者ドライバーの増加などの社会情勢に対応して、道路構造基準が見直される状況にある。こうした状況において土木研究所では、実車を用いた走行実験から、道路構造などの評価を行ってきたが、実車実験では、被験者の安全性や実験条件の再現性の問題から、データ収集に制約を受けるケースが多い。そのため、これまでの実車実験のノウハウやデータを生かし、仮想空間を用いた新たな実験手法の確立を目指して、道路走行シミュレータの研究開発が始まった。

平成2年～6年の5年間に行われた道路走行シミュレータの開発経緯を以下に示す。

表-1.1 道路走行シミュレータの開発経緯

| 全体研究計画のフロー |                                                                     | 調査研究の概要                                                                                                                              |
|------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2年度        | <p>本体の基礎データ調査、関連プログラムの開発</p> <p>①車両の基礎データ収集</p> <p>②プログラム開発</p>     | <p>①車両挙動及び車内環境(騒音、振動)に関する基礎データの収集</p> <p>②関連プログラムの開発(車両運動、車内振動、車内騒音)</p> <p>③中央処理用の演算装置の設置</p>                                       |
|            |                                                                     |                                                                                                                                      |
| 3年度        | <p>④プログラムの改良及び妥当性の検討</p> <p>⑤実験用コースデータ作成</p> <p>⑥画像装置、音響装置、振動装置</p> | <p>④関連プログラムの改良及び妥当性の検討(車両運動、車内振動、車内騒音)</p> <p>⑤基本的なコースデータの作成(直線路、曲線路、縦横断路)</p> <p>⑥画像装置、音響装置、振動装置の設置</p>                             |
|            |                                                                     |                                                                                                                                      |
| 4年度        | <p>⑦実験用コースデータ作成</p> <p>⑧実験の評価手法に関する検討</p> <p>⑨データベース作成装置</p>        | <p>⑦実道を再現したコースデータの作成(東名高速)</p> <p>⑧実験の評価手法に関する検討及び実験の方向性に関する検討</p> <p>⑨データベース作成装置の開発</p>                                             |
|            |                                                                     |                                                                                                                                      |
| 5年度        | <p>⑩実験用コースデータ作成</p> <p>⑪効果検証実験</p> <p>⑫計測記録装置</p> <p>⑬ステアリング反力</p>  | <p>⑩効果検証の実験を行うためのコースデータの作成</p> <p>⑪計測記録装置、ステアリング反力の効果検証実験を実施</p> <p>⑫運転操作データ、車両運動データ等を計測するための装置を開発</p> <p>⑬ステアリング反力を再現するための装置を設置</p> |
|            |                                                                     |                                                                                                                                      |
| 6年度        | <p>⑭データベース作成装置の改良</p> <p>⑮計測記録装置の機能追加</p> <p>⑯改良効果検証、とりまとめ</p>      | <p>⑭データベース作成装置の改良・機能追加</p> <p>⑮計測記録装置の操作性を向上するための機能追加</p> <p>⑯改良の効果を検証。また、今後の実験の方向性等を踏まえ、初期的実験を実施</p>                                |
|            |                                                                     |                                                                                                                                      |

## 1. 2 システムの概要

### 1.2.1 全体構成

道路走行シミュレータは、模擬運転席系、車両運動計算系、画像発生表示系、音響発生系、制御卓系、データベース作成系、計測記録系の7つの機能部からなる。

これらは、被験者の運転操作（ハンドル、アクセル等）に反応して、画像化された道路環境を微少計算周期によって更新する、運転操作型シミュレータの基本部である。

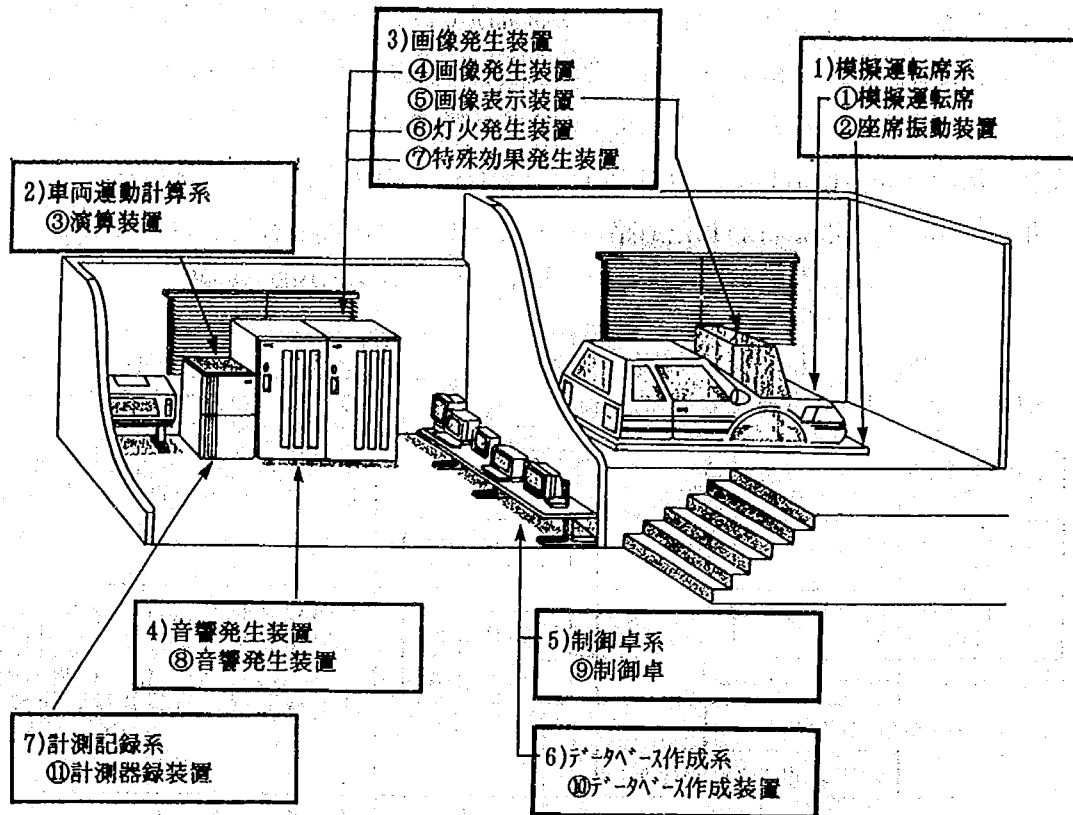


図-1. 1 道路走行シミュレータの全体構成

表-1.2 各機器の概略機能

| 構 成          | 機 器                     | 概 略 機 能                                                                                          |
|--------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) 模擬運転席系    | ①模擬運転席<br>(実車両を改造)      | ・ 作動模擬 (ハンドル, ブレーキ, アクセル, 方向指示器等)<br>・ 計器表示 (速度計, 回転数計等)                                         |
|              | ②座席振動装置                 | ・ 10~30Hz程度の振動模擬                                                                                 |
| 2) 車両運動計算系   | ③演算装置                   | ・ 道路状況, 運転操作に応じた車両運転模擬<br>・ 車両運動計算周期1/30秒, 遅延時間150ms<br>・ データベース容量5,000平面                        |
| 3) 画像発生表示系   | ④画像発生装置                 | ・ 画像更新1/30秒<br>・ 画面表示能力500平面<br>・ 他車4台程度発生可能                                                     |
|              | ⑤画像表示装置<br>(無限遠結像CRT方式) | ・ 視野角 H40° × V30°<br>・ 輝度 4ft・L(=13.7cd/m <sup>2</sup> )<br>・ 走査線 1,000×1,280画素/画面<br>(解像度約3分程度) |
|              | ⑥灯火発生装置                 | ・ 昼間, 薄暮, 夜間を再現可能                                                                                |
|              | ⑦特殊効果発生装置               | ・ テクスチャー模様付加                                                                                     |
| 4) 音響発生系     | ⑧音響発生装置                 | ・ エンジン音, ブレーキ音<br>・ 50Hz~3kHz, 100dB程度                                                           |
| 5) 制御卓系      | ⑨制御卓                    | ・ システム全体の制御機能, 監視機能, 緊急停止機能<br>・ 任意時刻の画像再生およびプレイバック機能                                            |
| 6) データベース作成系 | ⑩データベース作成装置             | ・ データベースの作成および変更を行う装置                                                                            |
| 7) 計測記録系     | ⑪計測記録装置                 | ・ 運転操作データ, 車両運動データ, 運転者の生理データを記録。                                                                |

### 1.2.2 基本機能

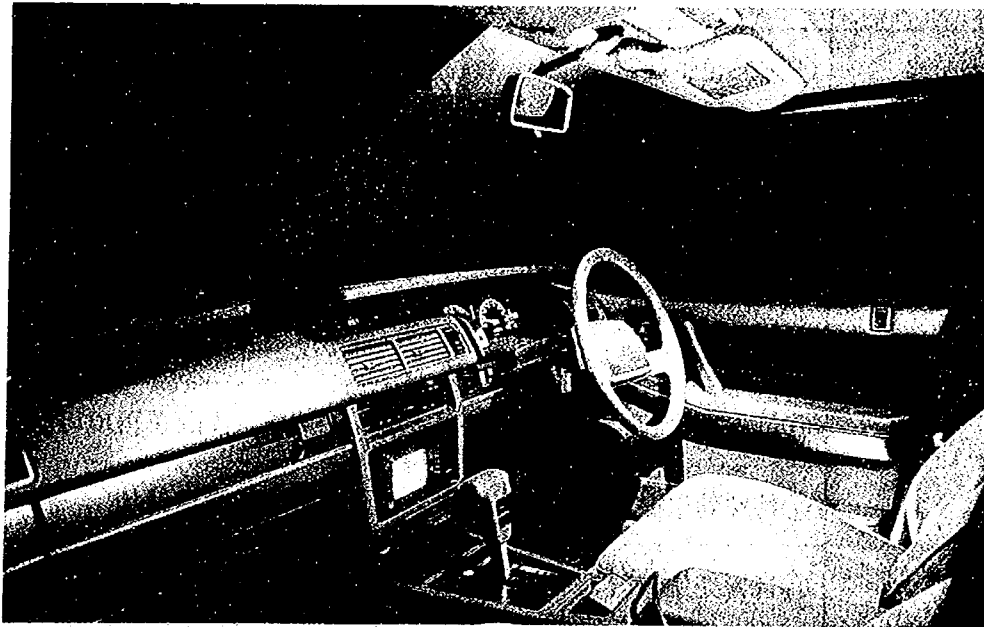
道路走行シミュレータの機能系別の基本性能を以下に示す。

#### 1) 模擬運転席系

以下に示すように、運転席は実車を改造したもので、内部構造は実車と同じ仕様である。また、車内の各機器（速度計、エンジン回転数計、方向指示器等）は、実車と同じ働きをする。

ステアリングシステムには、走行速度とハンドル角速度から操舵反力を計算し、ドライバーにハンドルの重さを体感させる車速感応式操舵反力発生装置を装備している。なお、ハンドルの重さは、4段階の切り換えが可能である。

また、ドライバーに対して走行中の加減速度の再現を行う動揺装置は存在しないが、模擬運転席下部には座席振動装置が設置されており、10～30Hz程度で振動を再現できる。



写真－1. 1 模擬運転席の内部装備

#### 2) 車両運動計算系

道路走行シミュレータでは、車両の運動計算をリアルタイムで行う必要がある。このため車両の運動をモデル化し、演算装置で線形方程式を演算処理している。車両の運動モデルは標準的な6自由度モデル（X，Y，Z，ロール，ピッチ，ヨー）であり、計算サイクルは約33msである。したがって運動モデルの精密さと処理速度が、コンピュータグラフィック上の車両の動きに大きな影響を与えることになる。

既設の演算装置には、以前フライトシミュレータに利用されていたスーパーミニコンピュータを使っており、ドライバーの運転操作が前方画面上で再現されるまでの遅れ時間は約150ms以内である。

### 3) 画像発生表示系

視覚情報は自動車の運転操作において最も依存度の高い外部情報であるため、画像発生装置は道路走行シミュレータの現実性を高める上で重要である。画像発生システムは、道路環境変更の融通性や再現性に優れているCGI (Computer Graphics Image) 方式がとられている。

画像発生は、演算装置からの制御信号およびデータベース情報をもとに、画像表示を行うための種々の処理を行う。さらに速度感、画像のリアリティーを高めるためのテクスチャー、灯火などの処理を同時に行っている。なお、テクスチャーは舗装、空、背景、野原などに付加できる。

画像更新周期は30Hz (表示画像1フレームが1/30秒で変化) で、定常的な動画として知覚される。

画像では、天候 (晴れ、雨、曇り、霧、雪)、時間帯 (昼間、薄暮、夜間) を変化させることができ、霧の視程距離を任意に変更できる。また、他車両を4台まで発生させることができる。

写真-1、2はドライバーから見える前方画像である。画面の位置及び大きさは、高速走行時のドライバーの中心視野角 (H-40° x V-30°) をカバーできるように設置されている。

モニターは、解像度が1,000x1,280画素/画面の高解像度のモニターを使用し、無限遠結像方式により遠近感のある画像を提供する。

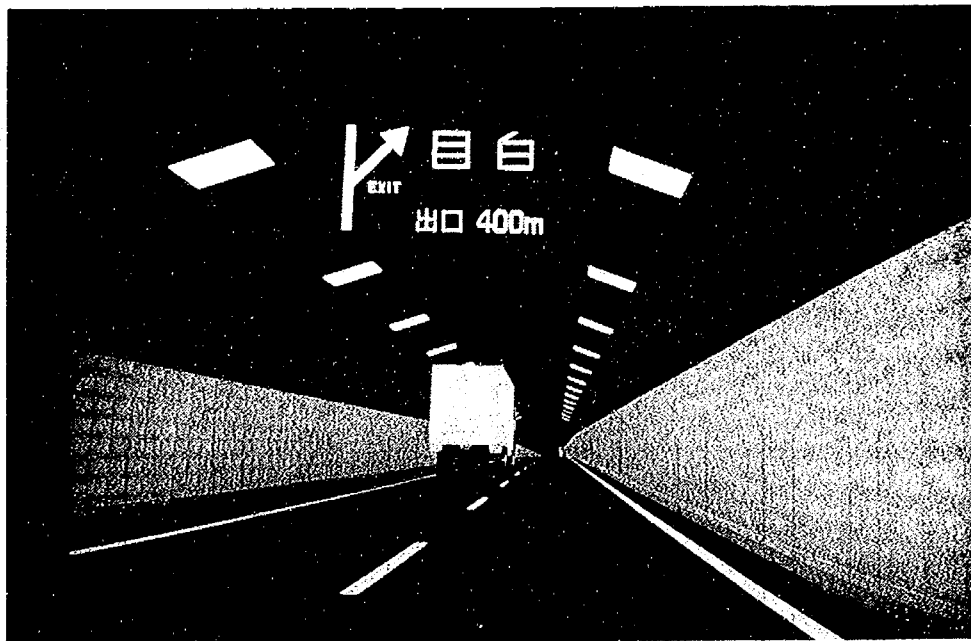


写真-1. 2 運転席から見える前方画像

### 4) 音響発生系

走行速度とエンジン回転数からエンジン音、風切り音が再現できる。これらは、実車両から測定した音を補間処理して再生している。

### 5) 制御卓系

自動車の走行速度やエンジン回転数等の走行状態を表示し、走行条件の設定・変更やデータの記録・再生を行うシステムである。

## 6) データベース作成系

データベース作成装置は、走行コースを作成・編集するためのCADシステムである。

コースは主に、高速道路の単路部が対象であり、次のような施設構成からなる。

- ☐ 車道 (片側3車線まで作成可能)
- ☐ 中央帯
- ☐ 路肩 (保護路肩も含む)
- ☐ ガードレール (高さ、大きさ、支柱間隔は自由に設定可能)
- ☐ 立木 (植樹の位置、高さを任意に設定可能)
- ☐ 側壁 (擁壁・遮音壁として、位置、高さなどを任意に設定可能)

走行コースは、図-1.2に示すような層構成をなしており、それぞれデータベースとして蓄積されている。具体的には、道路構造令に準拠したイメージの道路を作成できる。各道路施設は、自由にその形状(幅、位置、高さ等)を設定でき、幅員や道路施設に関する様々な実験に対応できる。蓄積された各データベースは、制御卓からの操作に応じて選択できる。

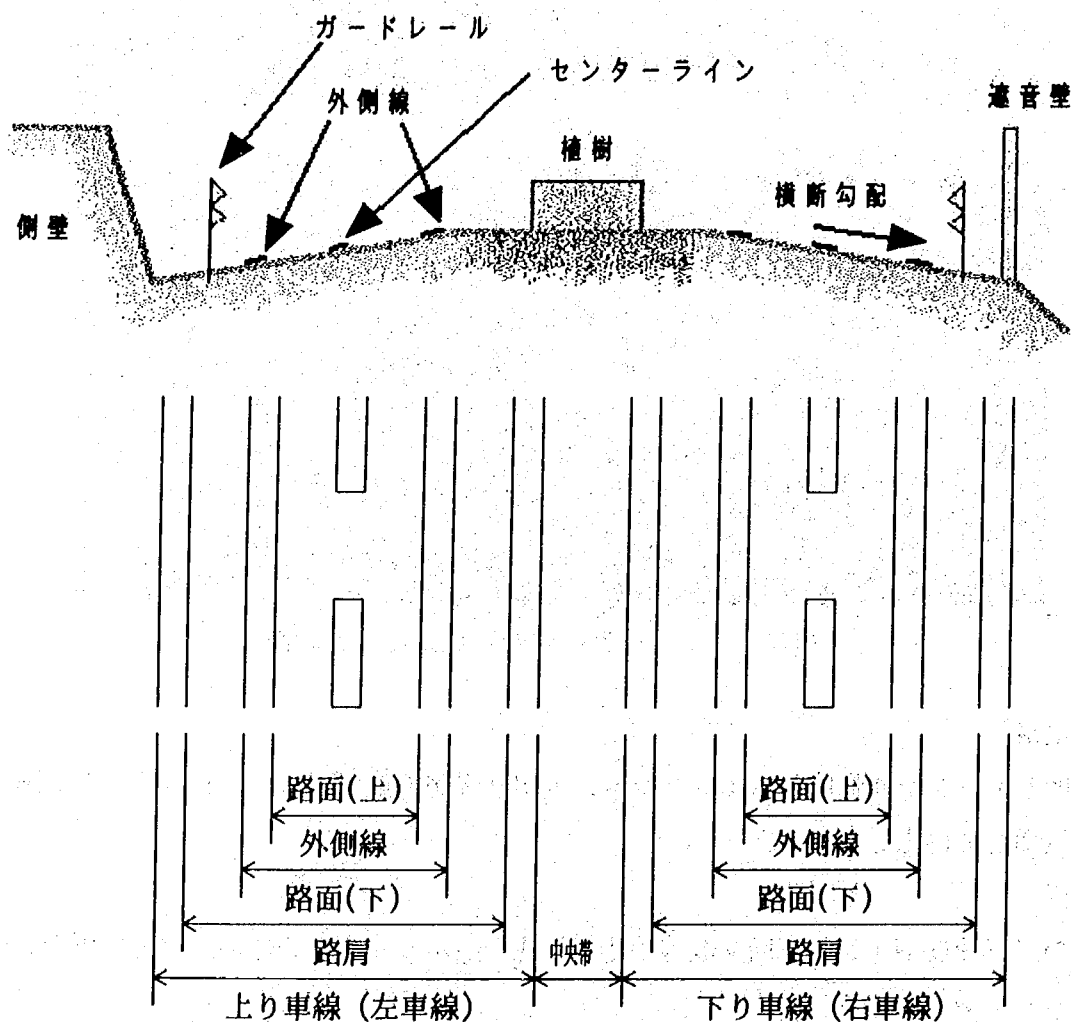


図-1.2 データベース上での道路横断構成

データベース作成プログラムは、表-1. 3のように13の基本ソフトウェアから構成されている。

表-1. 3 基本ソフトウェア一覧表

| 項番 | プログラム名                    | コマンド名          | 機能                                           |
|----|---------------------------|----------------|----------------------------------------------|
| 1  | ポイントデータ<br>入力プログラム        | STUP<br>(UP)   | 平面およびライトを構成するポイントの座標値の入力、修正                  |
| 2  | 平面データ<br>入力プログラム          | STUS<br>(US)   | 平面を構成するポイント、色、プライオリティ等のデータの入力、修正             |
| 3  | ライトデータ<br>入力プログラム         | STUL<br>(UL)   | ライトを構成するポイント、色、プライオリティ等のデータの入力、修正            |
| 4  | ライブラリーデータ<br>プリントアウトプログラム | STPR<br>(PR)   | ポイント、平面、ライトの各データにおける、座標、カラー、プライオリティをプリンターに出力 |
| 5  | マージプログラム                  | STMG<br>(MG)   | 標識データ等の基本ライブラリーを結合して、新規の結合ライブラリーデータを作成       |
| 6  | カラーデータ<br>入力プログラム         | STCO<br>(CO)   | 各平面のカラーデータを入力                                |
| 7  | テクスチャーデータ<br>入力プログラム      | STTX<br>(TX)   | 平面のテクスチャーデータ等の入力                             |
| 8  | リンクプログラム                  | STLN3<br>(LN3) | データベースを構成するライブラリーを結合して1つのデータベースを作成           |
| 9  | 道路情報データ<br>入力プログラム        | STRD2<br>(RD2) | 道路走行及び実験時の計測等に必要データの入力                       |
| 10 | デジタイザー<br>入力プログラム         | STDI<br>(DI)   | デジタイザーよりライブラリーのポイントおよび平面の入力、修正               |
| 11 | グラフィックディスプレイ<br>プログラム     | STCA4<br>(CA4) | 平面およびライトデータについて、拡大・縮小表示、追加、変更、削除などの処理を行う     |
| 12 | 高度計算プログラム                 | STSL<br>(SL)   | 平面、ライトデータに地形データに合った高さを計算する                   |
| 13 | ライブラリー属性ファイル<br>変更プログラム   | STLM<br>(LM)   | 平面データに登録してある属性ファイル（テクスチャー平面、道路距離選択情報）の変更     |

(注) ( ) 内は、コマンド名の略語

## 7) 計測記録系

道路構造や景観あるいは新技術に対するヒューマンマシン評価などを行うために必要なデータの計測が可能である。計測データ項目は、車両運動データ、運転操作データのほか、外部からの信号を入力するための計測記録用のインターフェイスが用意されており、生理学的データの記録も可能である。これらは従来までの実車走行実験や自動車性能試験から、あらゆる走行に対応できるように、多数の計測データが用意されている。

表-1. 4 計測データ一覧

|          |                                        |
|----------|----------------------------------------|
| 走行状況データ  | 走行速度、加減速度、ロール角、ピッチ角、ヨー角                |
| 走行位置データ  | 走行距離、走行位置、走行位置座標 (X, Y, Z), 方位角        |
| 車両操作データ  | アクセル踏量、ブレーキ踏量、ステアリング角、ステアリング角速度        |
| 人間生理データ  | 心拍数、皮膚電位反応、その他3種類のデータを計測可能             |
| サブモードデータ | サブモード（他車走行データ、車両運動データ等）の70項目より15項目選択可能 |

## 第2章 道路走行シミュレータの運用

### 2.1 運用範囲

土木研究所の道路走行シミュレータの運用範囲は、以下のように大きく3つに分類できる。

#### 1) 道路幾何構造に関する実験

従来、試験走路や実道において行われてきた道路線形や幅員、視距などに関する実験で、特に被験者の安全確保や実験条件の再現に困難な実験をシミュレータにより行う。高齢ドライバーや女性ドライバー等の従来実験に加わらなかったドライバーの運転挙動の調査、線形の組み合わせに関する調査、高速走行におけるドライバーの運転挙動の調査等が考えられる。こうした実験は、実車走行実験のみではデータの収集が困難であったが、道路走行シミュレータを用いると補足的・段階的に活用できる。

#### 2) 計画道路の事前評価に関する実験

計画道路の景観評価、長大トンネルの照明・舗装の色や流出入部構造などのドライバーへの心理的影響評価などに利用できる。また供用中の道路をシミュレータで再現してみて、運転挙動の比較実験を行い、道路改良する上での問題点の抽出などに役立てることもできる。他に施工の各段階での予測や完成後の維持管理においても、塗装塗り替え時の色決め等にも利用できる。

#### 3) 新しい道路交通技術に関する実験

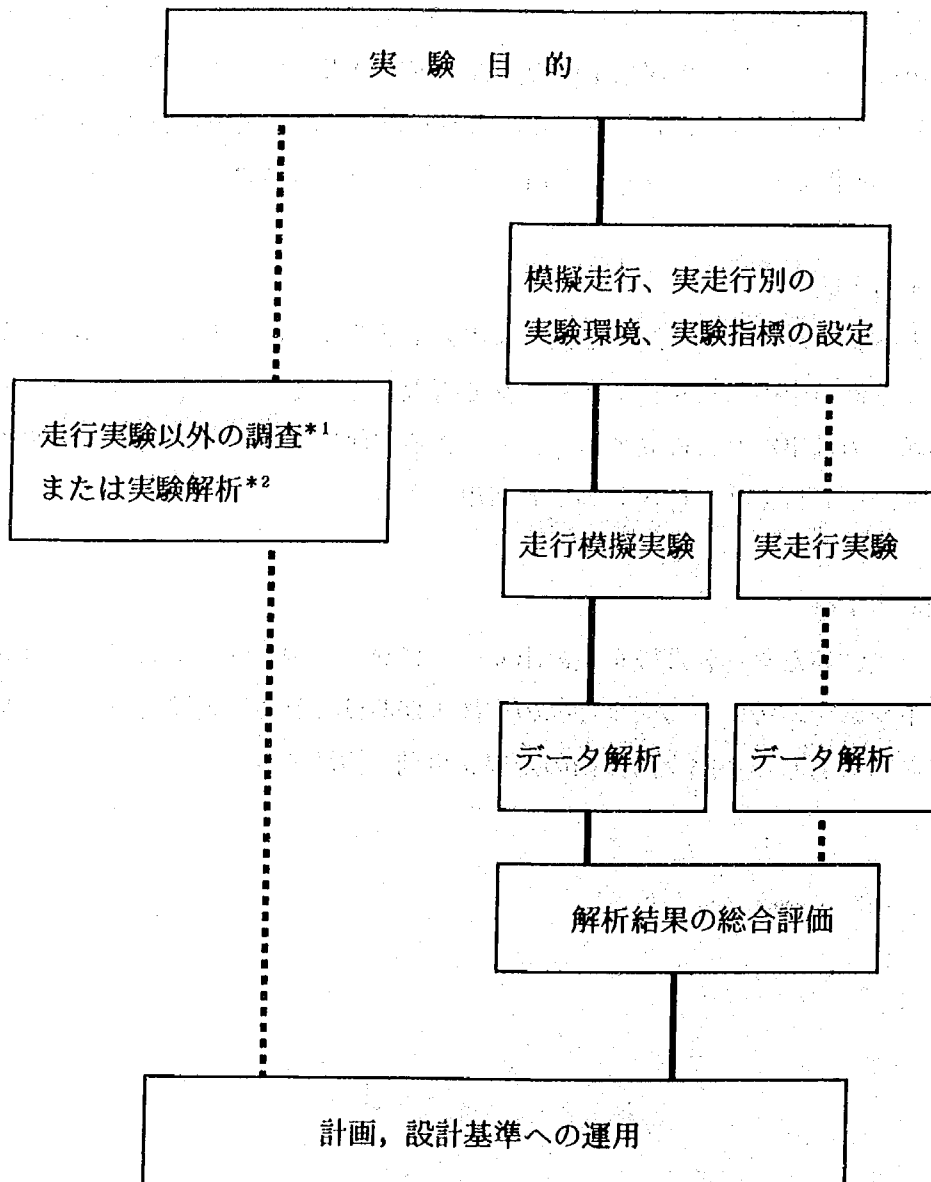
新しい道路交通技術によって、新たな運転環境を生み出すことになる。例えば、ナビゲーションシステムの高度化、ガイドライトシステム等による安全運転の支援等があげられる。道路走行シミュレータを用いることによって、これらの新しい道路交通技術の効果を事前に検証できる。

## 2. 2 道路走行シミュレータを用いた実験方法

道路走行シミュレータを用いた実験の方法として、以下が考えられる。

### 1) 並行利用法：道路走行シミュレータ＋実車

ある実験目的を多角的な観点から解析を行う必要のある場合、実走行と並行して道路走行シミュレータを用いた走行模擬実験を行い、実走行実験を補完する。

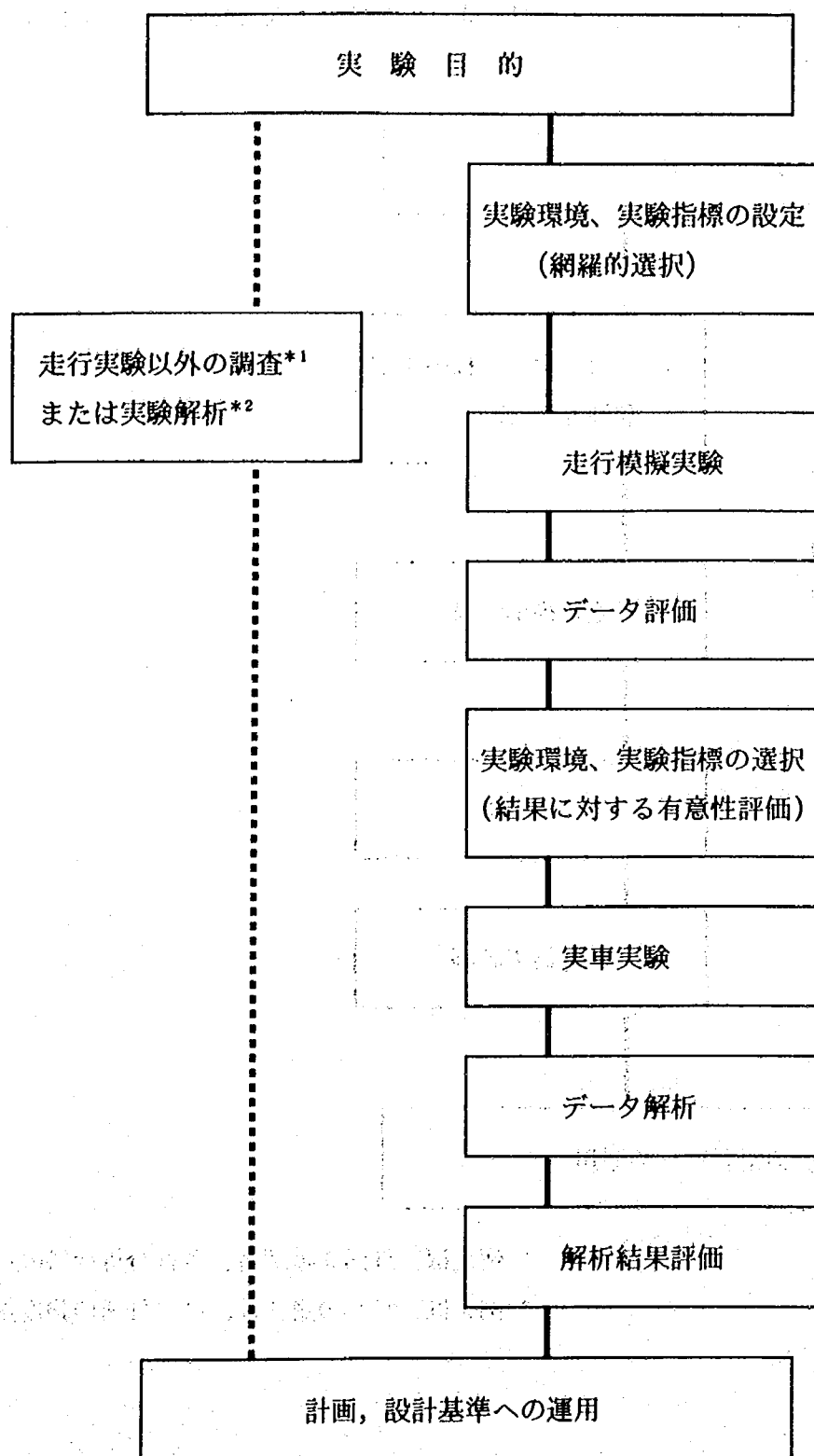


\*1例えば、外国文献調査、各種分析モデルの適用等

\*2例えば、舗装の耐久性、ガードレールの強度試験等

## 2) 段階利用法：道路走行シミュレータ→実車

ある実験目的に対して実験環境または実験指標の選択を行う目的で、道路走行シミュレータによる走行模擬実験と、実車による実走行実験を段階的に行う。



\*1例えば、外国文献調査、各種分析モデルの適用等

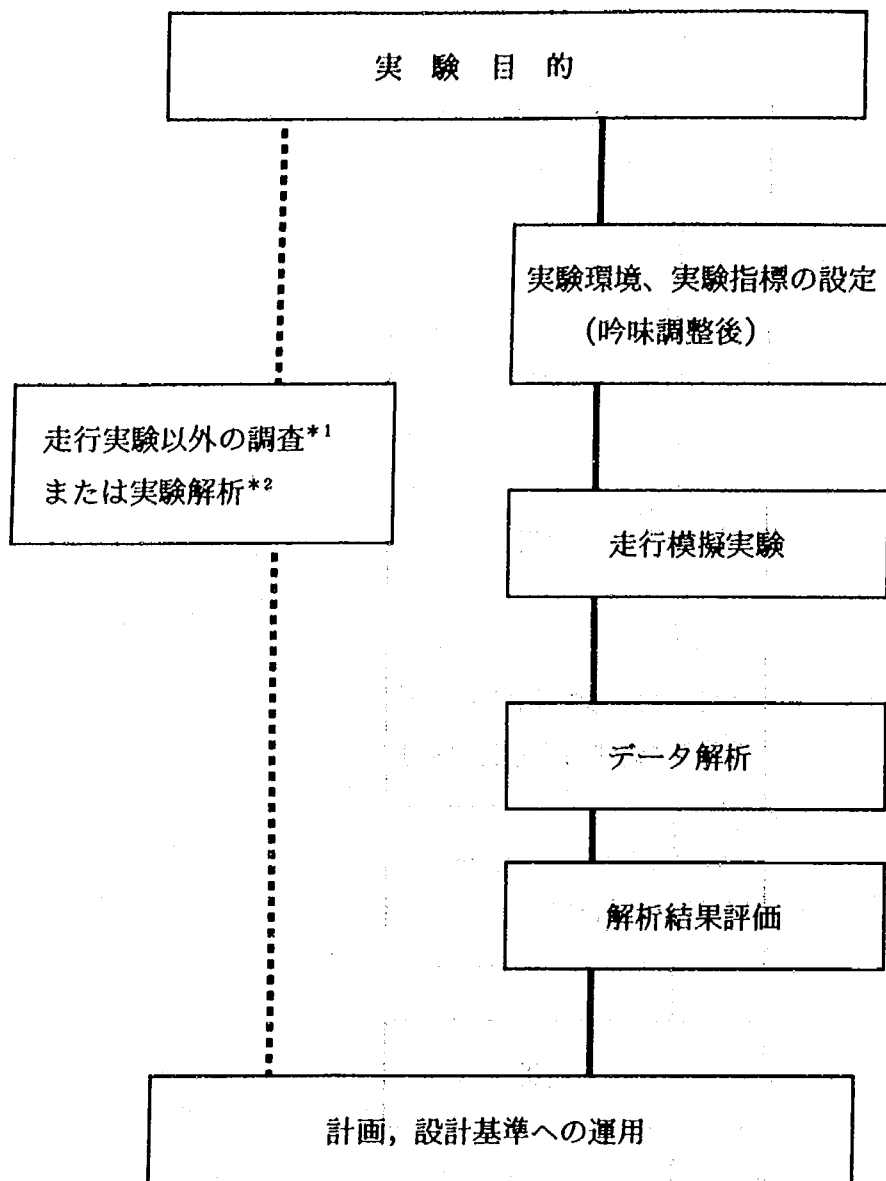
\*2例えば、舗装の耐久性、ガードレールの強度試験等

### 3) シミュレータ単独利用法：道路走行シミュレータのみの利用

走行模擬実験で得られるデータを最大限に利用して解析をおこない、その結果を設計基準として運用する（この場合、対象実験の実験環境及び実験指標の慎重な吟味・選択が必要となる）。

また、景観の快適性、標識・前方物体等の視認安全性、走行安全性の評価またはチェックを行う。

特に、計画段階の事前評価に関する実験に適している。



\*1例えば、外国文献調査、各種分析モデルの適用等

\*2例えば、舗装の耐久性、ガードレールの強度試験等

## 2.3 実験環境

### 2.3.1 評価指標

道路走行時に運転者が反応する特性を表す指標（反応特性指標）は、「①走行物理反応値（フィジカルレスポンス）」、「②走行生理反応値（メンタルレスポンス）」の2つに分けられる。

運転被験者によるシミュレータ走行を実施することで、道路幾何構造を中心に様々な知覚要因の操作設定を行い、その反応特性指標の計測をおこなう。

#### ①走行物理反応値（フィジカルレスポンス）

道路走行時に運転者が車両に対して与える反応特性値を走行物理反応値（フィジカルデータ）と呼び、具体的には以下があげられる。

- ・ 走行軌跡
- ・ 速度状況、縦・横加速度
- ・ ヨー、ロール、ピッチ状況
- ・ アクセル、ブレーキ踏量
- ・ ハンドル回転角                      e t c

#### ②走行生理反応値（メンタルレスポンス）

走行時に運転者の五体に現れる反応を走行生理反応値（メンタルデータ）と呼ぶ。

運転者が外部の諸環境条件の刺激に反応して動作を行う現象を考察する場合、外部条件と運転者との相関関係を把握することを目的として、次のような人間工学的指標が一般に用いられる。

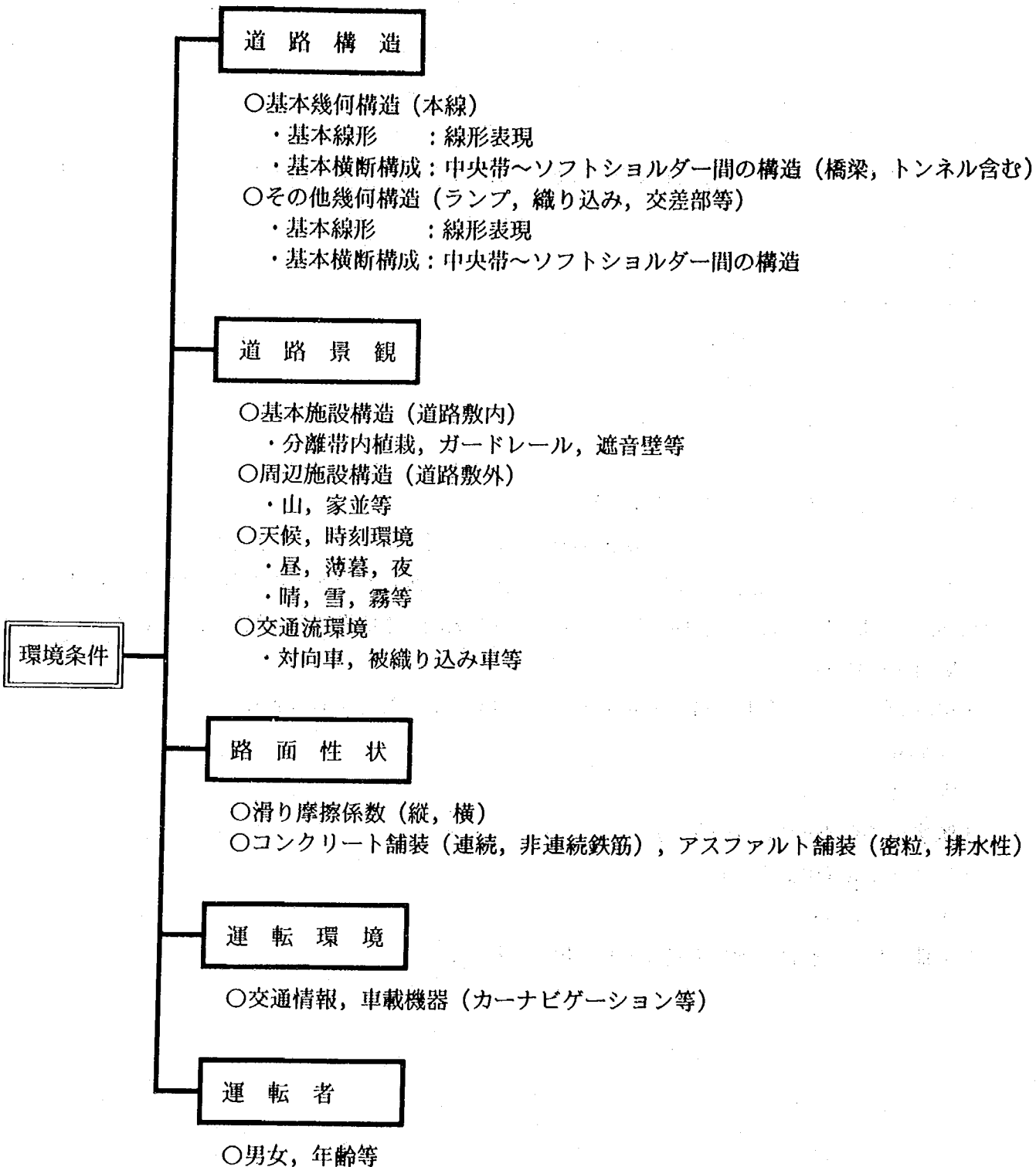
- ・ 脈拍（心電図）
- ・ 皮膚電気抵抗（GSR: Galvanic Skin Response）
- ・ 筋電図
- ・ 呼吸数
- ・ 眼移（アイマークレコーダー）
- ・ フリッカ値（中枢疲労）
- ・ アンケート調査

この他として、脳波・血圧も指標として用いられる。

## 2.3.2 道路走行シミュレータ実験における環境設定

### 1) 道路走行環境の設定

道路走行シミュレータを、道路走行環境を作成する要素毎に5つのカテゴリーに分ける。



実走行環境も、この4つのカテゴリー中の各環境要素の組合せで構成されていることから、本走行シミュレータにおいても、視覚による反応効果を考慮して、実験解析の目的に見合った適切な環境要素の組合せとパターン分類を行うことが必要になってくる。

### 第3章 道路走行シミュレータを用いた実験事例

道路走行シミュレータを用いた実験事例は、以下に示すとおりである。

表－3. 1 実験事例一覧

| 実験事例名                        | 運用範囲            | 実験方法   |
|------------------------------|-----------------|--------|
| 3. 1 道路走行シミュレータの正当性評価の実験     | 道路幾何構造に関する実験    | 並行利用方法 |
| 3. 2 避走挙動に関する実験              | 道路幾何構造に関する実験    | 並行利用方法 |
| 3. 3 制動反応時間に関する実験            | 道路幾何構造に関する実験    | 並行利用方法 |
| 3. 4 道路構造評価に関する調査            | 道路幾何構造に関する実験    | 単独利用方法 |
| 3. 5 車載ディスプレイ情報が運転に及ぼす影響評価実験 | 新しい道路交通技術に関する実験 | 単独利用方法 |
| 3. 6 霧中ガイドライトシステムに関する調査      | 新しい道路交通技術に関する実験 | 段階利用方法 |

### 3.1 道路走行シミュレータの再現性評価の実験

#### 3.1.1 実験概要

道路走行シミュレータを本格的な実験に応用していくために、実車との比較により、道路走行シミュレータの再現性の評価を行った。実験は2種類で、車線変更時のシフト率（＝シフト距離／車線変更距離）と反応時間・行動時間について実車との比較を行った。

#### 3.1.2 車線変更時のシフト率の正当性評価に関する実験

##### 1) 実験方法

試験走路（3 @ 3.75m = 11.25m）直線部の中央車線を指定速度で走行させ、追い越しをイメージした車線変更を行った。被験者には、車線変更の方法は指示せず、安全に感じる普段のどおりの運転で車線変更を行っていただいた。

##### 2) 実験条件

実験条件を表-3.2に整理する。

表-3.2 実験条件

|        | 道路走行シミュレータ      | 実車 (2000CC)         |
|--------|-----------------|---------------------|
| 走行速度   | 60, 80, 100km/h | 40, 60, 80, 100km/h |
| 被験者数   | 5人              | 12人                 |
| 車線変更方向 | 左右交互            | 左～右, 右～左            |

### 3) 実験結果と考察

走行速度とシフト率の関係を図-3. 1に示す。シフト率は次式で計算される。

$$\text{シフト率} = W/L$$

W : シフト距離 (車線変更に要した横断距離)

L : 車線変更距離 (車線変更に要した縦断距離)

道路走行シミュレータは、実車とほぼ同じ傾向を示している。比較的単純な車線変更程度の運転挙動は、ほぼ忠実にシミュレートされていることがわかる。速度が上がるにつれて左側車線変更時のシフト率に差が見られるのは、ハンドル中立軸のズレによるものと考えられる。

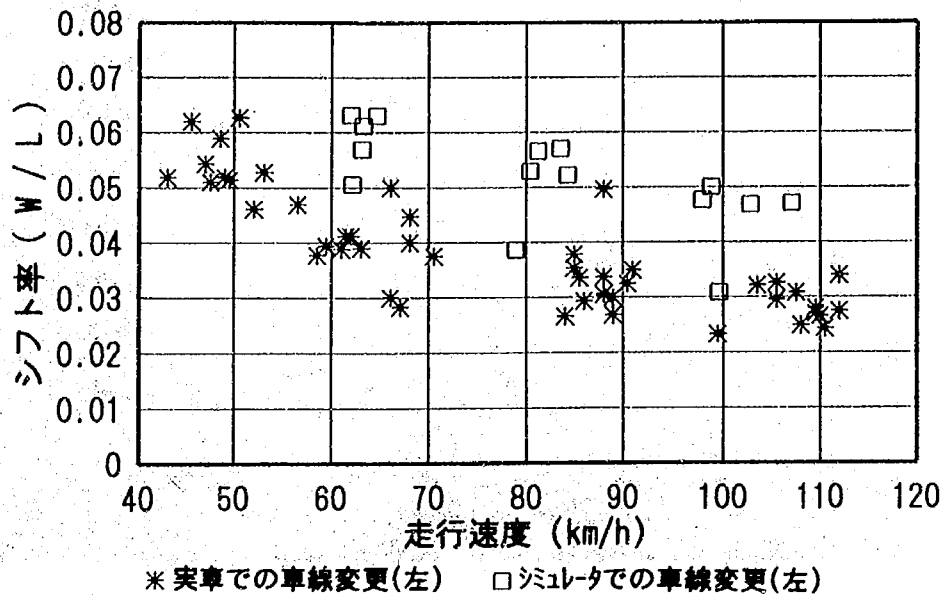


図-3. 1 (a) 車線変更時 (左側) の走行速度とシフト率

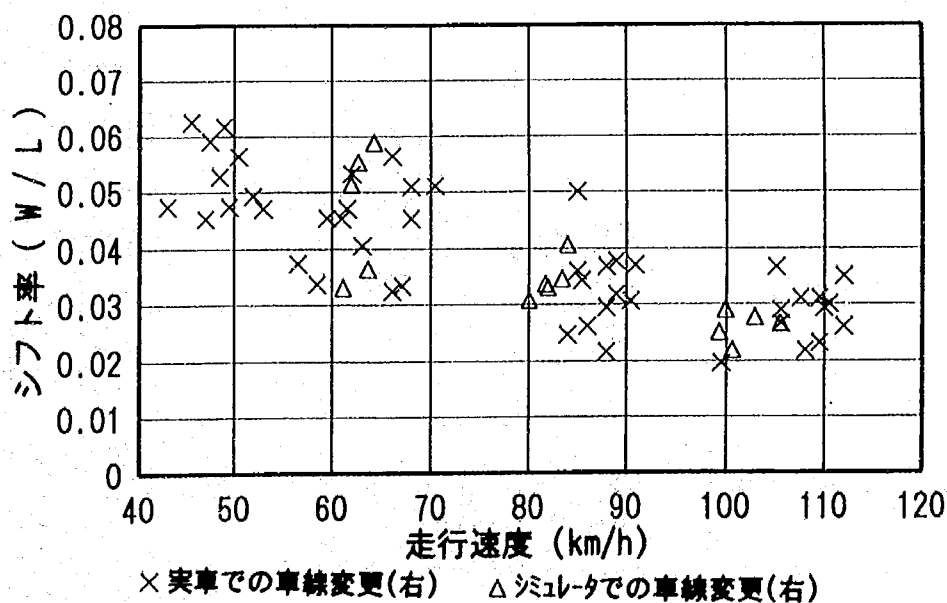


図-3. 1 (b) 車線変更時 (右側) の走行速度とシフト率

### 3.1.3 車線変更時の反応時間・行動時間の正当性評価に関する実験

#### 1) 実験方法

土木研究所の試験走路を模擬したコース（添付資料参照）を指定した速度（ $V=40, 60, 80\text{km/h}$ の3種類）で走行させ、走行にしたがい左右どちらかの路肩部に、写真-3.1のような黄色の発光体を発生させた。被験者には発光体の発生した側へ方向指示器を点灯し車線変更を行っていただいた。以上の操作を7回繰り返し、反応時間と行動時間の平均値を比較した。

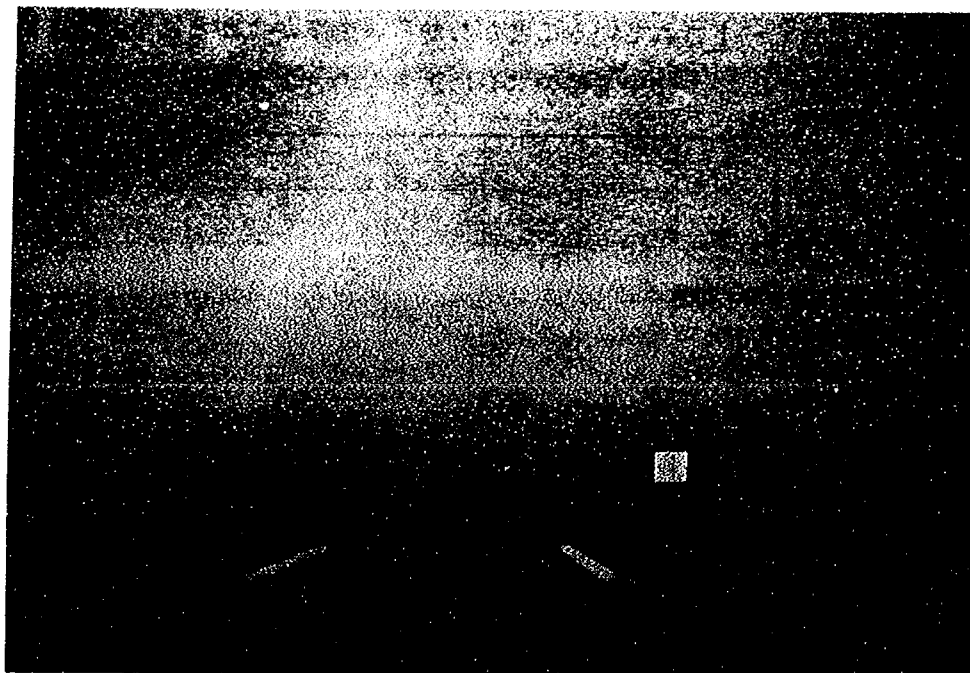


写真-3.1 黄色の発光体の発生状況（車線変更開始の合図）

## 2) 実験条件

### ①反応時間・行動時間の定義

黄色の発光体の発生から方向指示器の点灯までを反応時間、方向指示器の点灯から車線変更までを行動時間とした。また、シフトした距離が2.8m未満の場合の行動時間は、シフトした距離が最大となるまでの時間とした。

### ②被験者属性と走行速度

表－3. 3 に走行速度別の被験者数を示す。高齢者は55歳以上、非高齢者は20～40歳とした。

表－3. 3 走行速度別の被験者数

| 速度<br>(km/h) | 被験者数     |           |
|--------------|----------|-----------|
|              | 非高齢者     | 高齢者       |
| 40           | ○<br>9   | ○<br>10   |
| 60           | ○<br>9   | ○<br>10   |
| 80           | ●<br>9/9 | ●<br>10/8 |
| 延べ<br>走行回数   | 74       |           |

注) 上段; ●は男女被験者を、○男性被験者のみ

を対象にした実験

下段; 男性被験者数/女性被験者数

### 3) 実験結果と考察

モーションベースのない道路走行シミュレータでは、実車運転との相違が実験上の問題になるが、この種の反応実験は視覚情報をもとに瞬間的に反応するため、図-3.2, 図-3.3のように、シミュレータと実車ではほぼ同じ結果を得た。また、速度差による変化も同様な傾向となっている。つまり、ドライバーの視覚的情報に対する反応や評価には有効であることがわかった。

しかし、複雑な交通状況や急激な加減速などを伴う実験については、シミュレータ結果の妥当性を随時検証する必要があると考えられる。

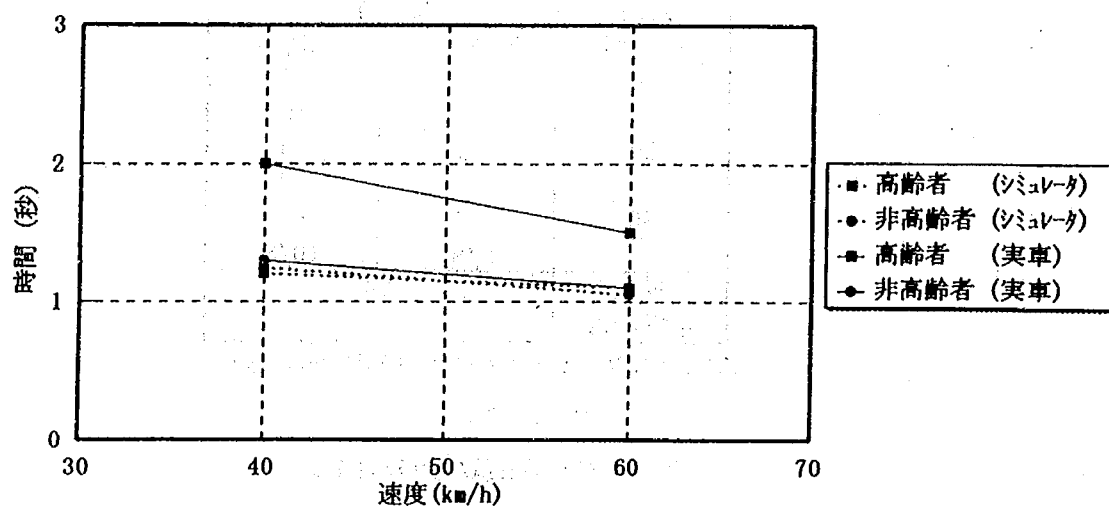


図-3.2 反応時間の比較

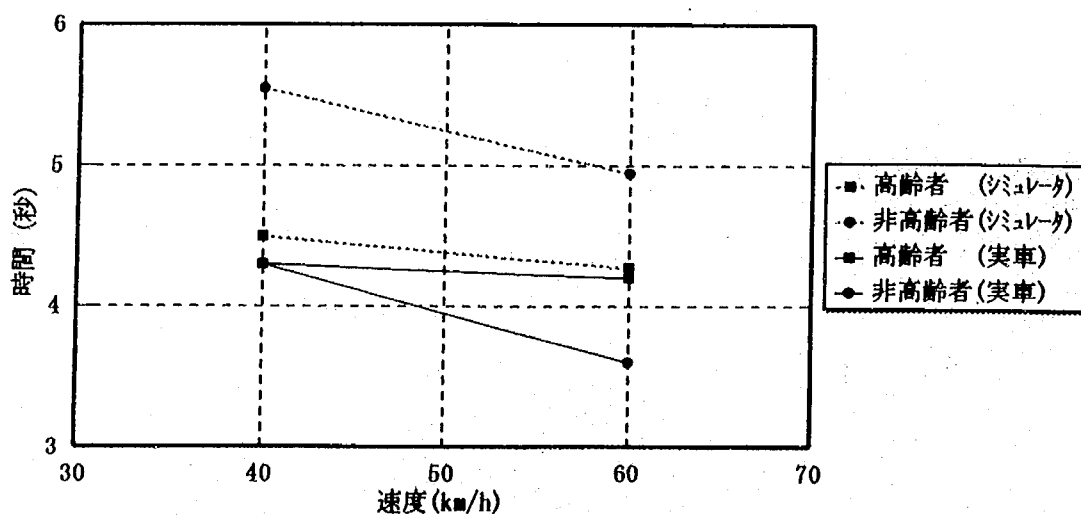


図-3.3 行動時間の比較

### 3.2 避走挙動に関する実験

#### 3.2.1 実験概要

本避走挙動実験において、対象とする走行速度は 140Km/hである。この速度は道路構造令には規定されていない速度であるが、自動車の高速化を考えると、140Km/h以上の走行サービスを提供する高規格道路が、今後供用されていくと予想される。

本避走挙動実験は、「道路構造令の解説と運用」の視距の考え方である「制動停止距離」における高速域(140Km/h以上)での適用性を検証する基礎資料を得るために行った。

従来の「視距＝制動停止」という安全側の概念に対して、一部「視距＝避走」の概念が適用できれば、安全視距における最適な道路構造の計画が可能になるのではと提案するものである。

“避走”の概念「小さな障害物であれば、必ずしも停止または減速せずによけて通過する」

#### 3.2.2 実験条件

実験における被験者は、実車実験が9人、道路走行シミュレータ実験が6人であった。

計測したデータ及び計測方法は、表－3.4のとおりである。

表－3.4 実験条件

| 計測データ       | 単位                      | 計測方法             |                                                      |
|-------------|-------------------------|------------------|------------------------------------------------------|
|             |                         | 実車実験             | 走行模擬実験                                               |
| 縦断、横断面内走行位置 | m                       | 路面上でマーキングにより読みとり | (X, Y, Z) 標示データ出力<br><最小1/30秒間隔>                     |
| 速度<br>縦横加速度 | m/s<br>m/s <sup>2</sup> | ペン書きオシログラフ出力     | V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> 標示データ出力<br><最小1/30秒間隔> |
| ハンドル角       | deg                     | ペン書きオシログラフ出力     | ハンドル角データ出力<br><最小1/30秒間隔>                            |

### 3.2.3 実験方法

図-3.4に示すように、試験車が障害物(20cm立方体, 灰色, 反射率30%)を避けるために、車線境界線を車両のほぼ中央で跨いで避けて走行する状態を避走走行として実験を行った。なお、避走に要する距離は予め100mと設定した。また、実車実験については土木研究所試験走路において試験車両を用いて行った結果を用いた。

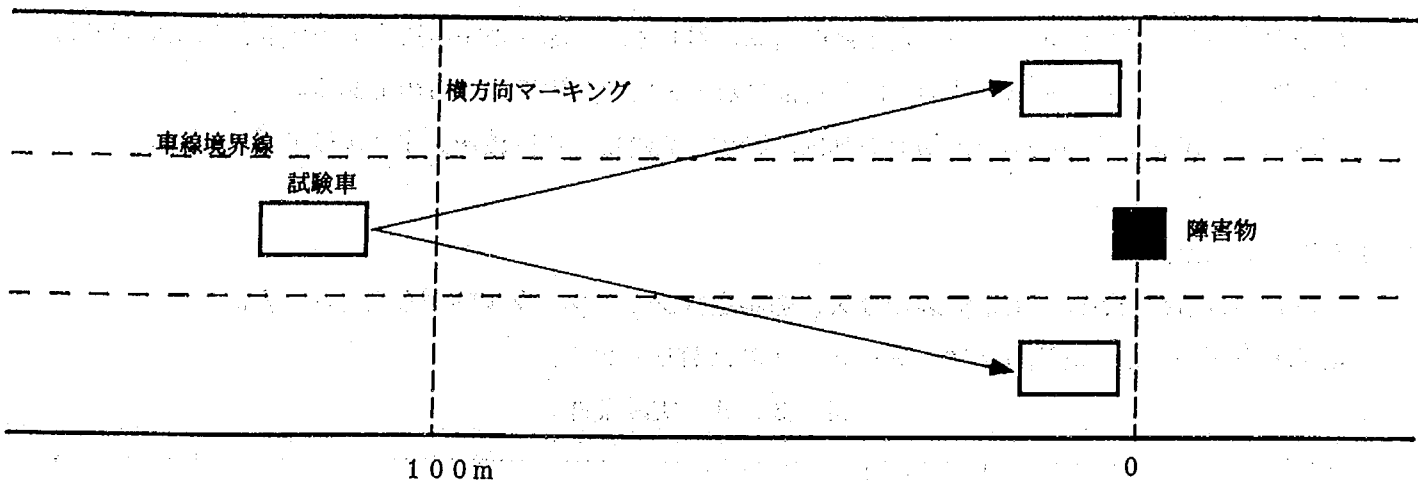


図-3.4 実験方法

### 3.2.4 実験結果及び考察

図-3.5に示すように、避走挙動は車線変更と同様の走行軌跡になると考えられるため、ここでは、車線境界線を跨ぐまでの横移行量(D)と避走距離(L)を実車及び道路走行シミュレータについてそれぞれ集計し、比較する。

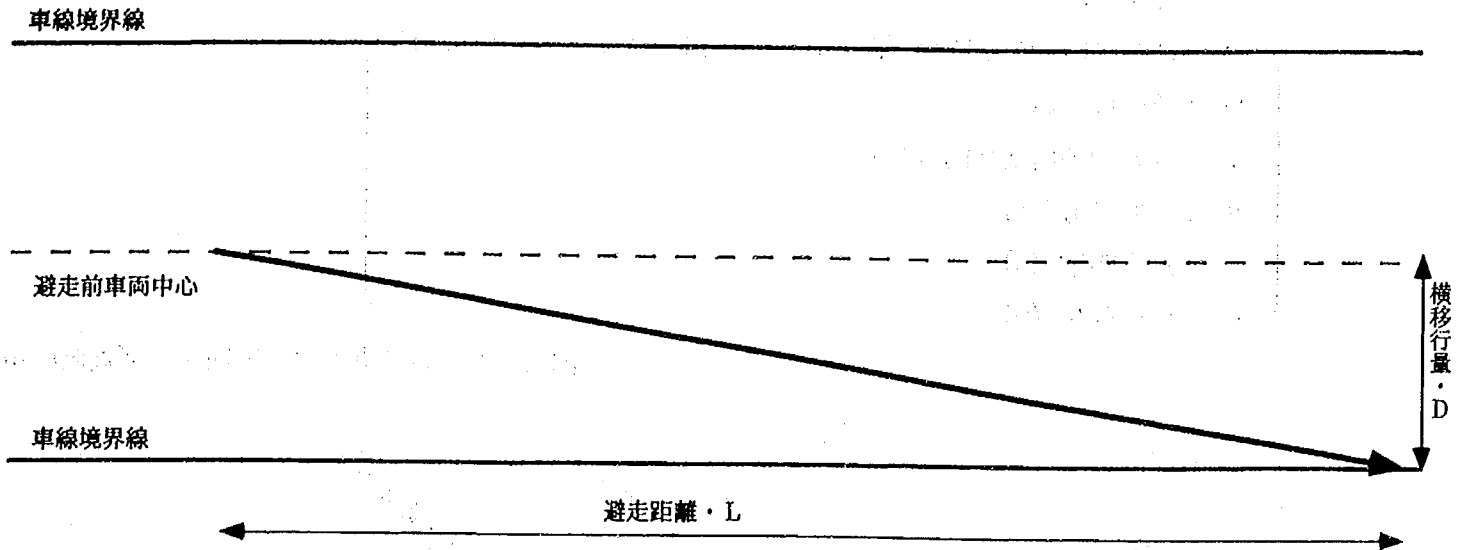


図-3.5 横移行量と避走距離

道路走行シミュレータによる実験で得られた集計データをもとに、模擬性能をマクロ的に検証することとし、ここでは次の2つのステップに分けて検証を行う。

・検証ステップ-1: [車両運動計算機能の検証]

避走時に発生する最大加速度( $a_{max}$ )について理論式と比較することで、土木研究所の道路走行シミュレータの車両運動計算機能の検証を行う。なお、本検証ステップにおけるデータは、あらかじめ一車線分(3.75m)の車線変更を運転に無理のない延長(200m程度)で模擬走行して実測した結果を使用した。

・検証ステップ-2: [模擬機能のマクロ的検証]

避走距離(L)と移行量( $\Delta W$ )の関係を実車実験と道路走行シミュレータ実験の場合とで比較し、その結果及び今後の実験解析の可能性や方向性について考察する。

# 1) 検証ステップー 1

避走時において、理論的に導かれる式は次のとおりである。

横 向 加 速 度： $a = v \cdot d\psi/dt = 2\pi \cdot D/T^2 \sin^2(\pi t/T)$

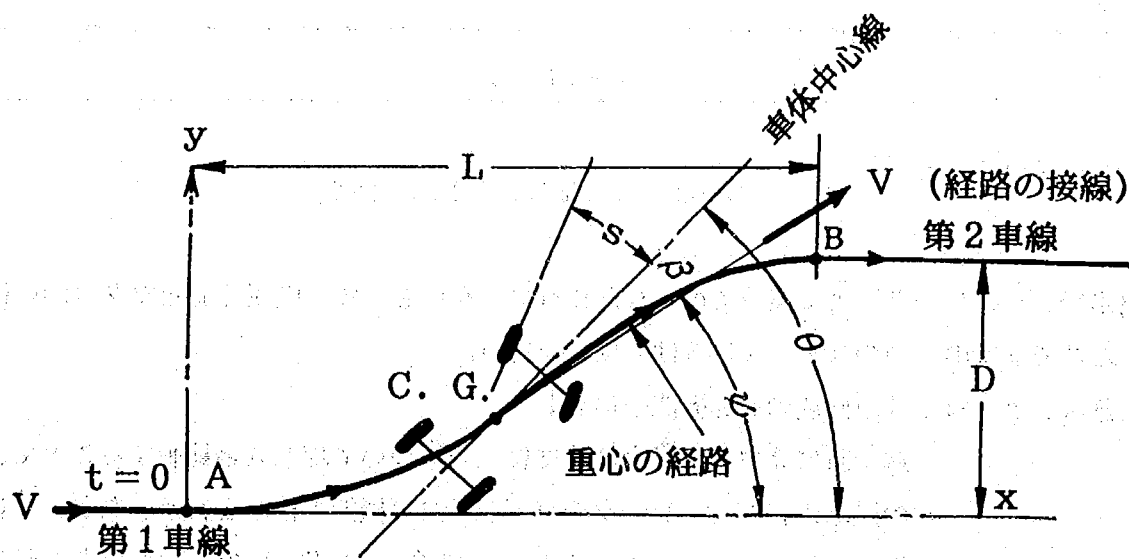
最大横向加速度： $a_{max} = 2\pi D \cdot v^2/L^2 \quad [t/T=1/4, 3/4]$

最 大 進 路 角： $\psi_m = 2D/L \quad [t/T=1/4, 3/4]$

乗り移り距離： $L = VT$

- $\psi$  : 任意の時間の進路角 (曲線ABの接線がx軸となす角(deg))
- $\psi_m$  :  $\psi$ の最大値
- $T$  : AB間の所要時間 (S)
- $V$  : 速度 (m/s)
- $L$  : 避走距離 (m)
- $D$  : 横移動量 (m)

出典：基礎自動車工学－後期編－／近藤政市



図－3.6 車線乗り移り運動の理論的考察図

以上から、 $V=140\text{km/h}$ の場合の避走距離（ $L$ ）と最大横方向加速度（ $a_{\max}$ ）の関係の理論上のグラフと、実測値（極値が計測された実験のみ）のプロットを図-3.7に合わせて示す。

ここで路面とタイヤの間の摩擦係数である横すべり摩擦係数は、横方向加速度の大きさを重力加速度 $g$ の単位で表わせるため図-3.7の横軸に併用した。

これにより、避走時に路面から受ける摩擦抵抗の度合いが把握できる。

図-3.7より、道路走行シミュレータ計測値が理論値曲線にほぼ一致しているのがわかる。さらに、「道路構造令の解説と運用」において、人間が自動車で走行中に快適に受ける最大の横方向加速度としている $0.15g$ 以下に最大横方向加速度が分布している。このことから、土木研究所の道路走行シミュレータにおける加速度計算機能は精度上問題はないと言える。

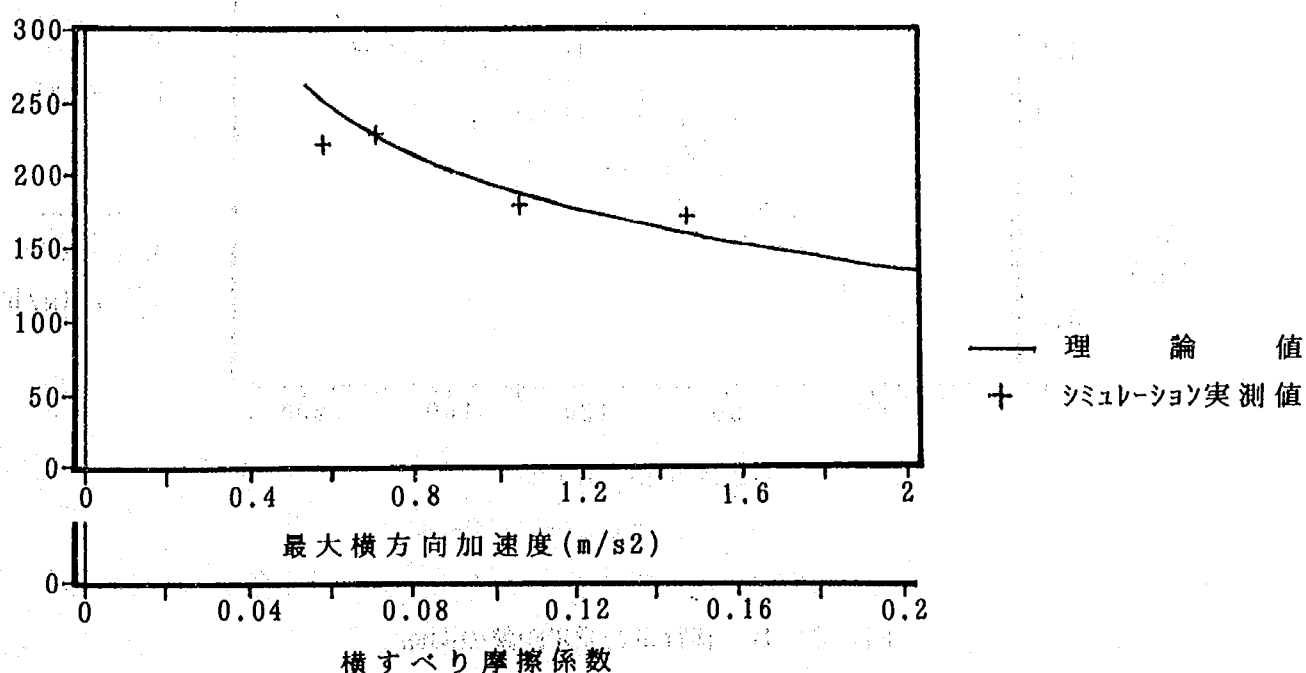


図-3.7 避走距離と最大横方向加速度の関係

## 2) 検証ステップ-2

避走時の横移行量と避走距離の関係を、実車実験及び道路走行シミュレータ実験の場合について合わせて示したものを図-3.8に示す。また、「道路構造令の解説と運用」で設計速度60km/h以上（地方部）の平面交差点におけるシフト長の基準算定で用いられている算式（ $v \cdot \Delta w / 2$ ）も合わせて直線で表している。これは、平面交差点における本線シフトは、「後方車を気にする必要がない」、「比較的急なシフトを行う」と考えられることから、障害物を避けるためにシフトする行為に近いものと仮定したためである。

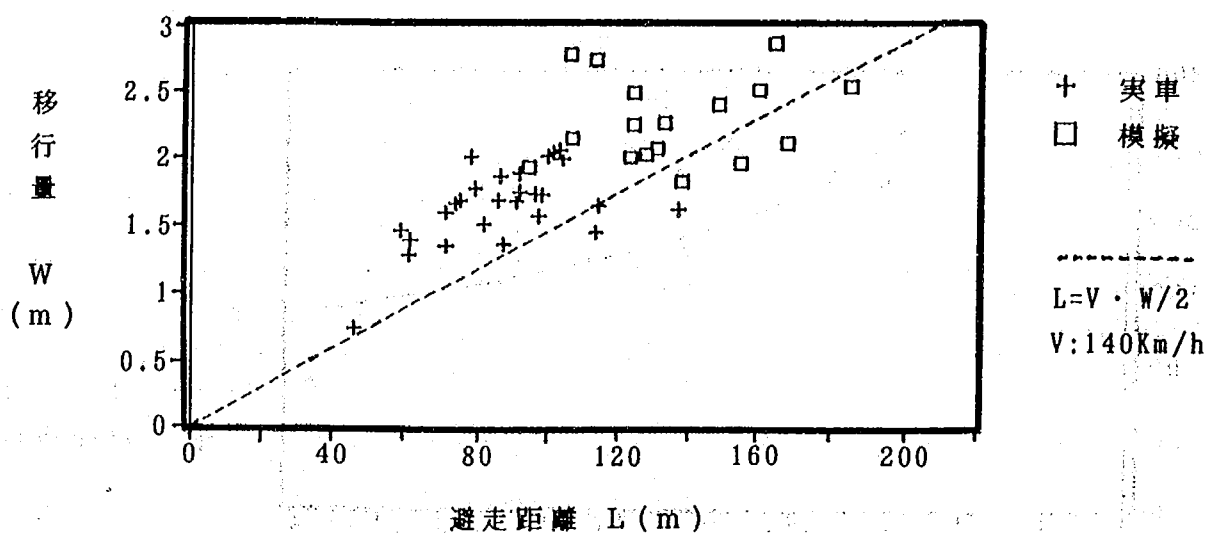


図-3.8 移行量と避走距離の関係

この図を次の3つの角度から観察し、その考察を記す。

観察1：実車実験及び道路走行シミュレータ実験それぞれにおける避走距離と移行量の相関関係

考察：実車及び道路走行シミュレータ実験における避走距離を $X(m)$ 、横移行量を $Y(m)$ とした直線回帰式は、それぞれ次のようになる。

実車実験： $Y=0.00766X+0.96623$  ( $r=0.52573$ )

道路走行シミュレータ実験： $Y=0.00210X+1.98078$  ( $r=0.16376$ )

道路走行シミュレータ実験に比べ、実車実験の方に高い相関がみられる。しかし、これはデータ数の差によるものと考えられ、道路走行シミュレータ実験のデータを増やせば両実験の相関の程度は近似してくるであろう。

いずれにせよ、避走距離と移行量の関係は相関を吟味する性質の関係ではなく、そのバラツキ範囲の程度（上限，下限）により包括的關係を把握することが望ましい。

観察2：避走距離と移行量の関係プロット群における実車と模擬の差異

考察：移行量の平均値が実車実験が1.63mに対して、道路走行シミュレータ実験が2.26mと大きく、またバラツキの範囲もグラフ上、ほぼ同エリアでずれを生じているように見える。これは、この実験の時には道路走行シミュレータのハンドル操作反力（サーボ機能）がなかったことによる直進安定性のなさから生じたふらつきによるものと思われる。

観察3：シフト長算定基準式 ( $V \cdot \Delta W / 2$ ) の妥当性

考察：実車実験及び道路走行シミュレータ実験によるプロット群の大部分が基準算定式線よりグラフ上で左にあることから、幾何構造（シフトテーパー長）は設計速度140Km/hにおいても安全側に設計されることが考えられる。

総合的考察：今回、道路走行シミュレータにおいて障害物を意識した車線乗り移り実験という、あまり横加速度に左右されない（視覚的要素に多く依存した）反応挙動に対しての検証を行った。その結果、避走距離と移行量の相関関係も今後実験を重ねていくと実車とシミュレータとの相関の程度が近似していくと考えられる。

また、シフト長算定基準式は、高速域（140km/h以上）においても適用できると考えられる。

### 3.3 制動反応時間に関する実験

#### 3.3.1 実験概要

制動反応時間に関する実験は、現実的な交通状況へ適用できる反応時間の計測を目的とした。

被験者の安全を確保するため、事前に反応行動が指示された警戒下における実車実験に対して、ここでは、道路走行シミュレータを用いて危険な運転状況でのドライバーの反応挙動を計測した。

道路走行シミュレータを利用して反応時間の計測を行うメリットは、以下のとおりである。

- ☐ 障害事象の条件を自由に変更できる
- ☐ 安全に驚愕状況を再現できる
- ☐ 同一条件で実験を繰り返すことができる
- ☐ 微少な反応時間の違いを計測できる

ここでは道路走行シミュレータで走行している際に、不意にあらわれる障害物に対する反応時間の計測を行った。また、比較のために、障害物の発生を被験者に事前に知らせておいたときの反応時間の計測を行った。前者を実験A、後者を実験Bとした。

なお、「道路構造令の解説と運用」に準じ、反応時間は、障害物を発見した後運転者がブレーキを踏むかどうか判断する判断時間と判断してからブレーキを踏むまでの反動時間の合計とした。

反応時間 = 判断時間 + 反動時間

(2.5秒) (1.5秒) (1.0秒)

( ) 内の値は「道路構造令の解説と運用」で設定されている値である

### 3.3.2 実験条件

#### 1) 被験者属性と走行速度

表-3.5に走行速度別の被験者数を高齢者（55歳以上）と非高齢者（20～40歳）に分けて示す。

実験A, Bの比較は速度80km/hを基準とした。これは高速道路の走行をイメージして、沿道条件や交差点などの影響要因を取り除き、比較的単純な走行環境での反応時間の計測を目的にしたためである。

また、速度差による反応時間の違いを観測するため、実験Bの男性被験者により一般道をイメージした40km/hと、高速道路をイメージした120km/hの走行速度での反応時間を計測した。

表-3.5 走行速度別の被験者数

| 速度<br>(km/h) | 実験A      |          | 実験B      |          |
|--------------|----------|----------|----------|----------|
|              | 非高齢者     | 高齢者      | 非高齢者     | 高齢者      |
| 40           |          |          | ○<br>9   | ○<br>8   |
| 60           |          |          |          |          |
| 80           | ●<br>9/9 | ●<br>8/8 | ●<br>9/9 | ●<br>8/8 |
| 120          |          |          | ○<br>9   | ○<br>8   |
| 延べ<br>走行回数   | 34       |          | 68       |          |

注) 上段：●は男女被験者を、○は男性被験者のみを対象にした実験

下段：男性被験者数/女性被験者数

#### 2) 障害物

進行走路上にある障害物をドライバーが発見するまでの時間は、障害物の大きさ、色、形、距離等に関係する。

ここでは故障車を想定し、自動車大（1.7m×1.4m×4.7m）の障害物を自車先方90mで発生させた。

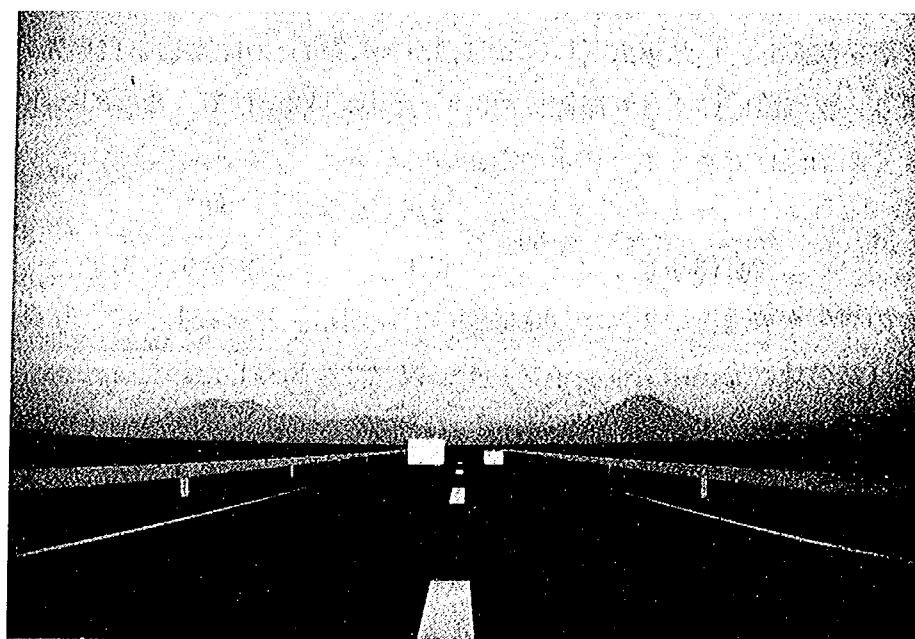
これは次式より、乾燥路面のすべり摩擦係数0.8と反応時間2.5秒で、速度80km/hで走行中に障害物にぶつかることなく制動停止できるように求めた距離である。

$$D = \frac{V}{3.6} t + \frac{V^2}{2gf(3.6)^2} = 80 \times \frac{2.5}{3.6} + \frac{80^2}{2 \times 9.8 \times 0.8 \times 3.6^2} = 87.05 = 90\text{m}$$

また「障害物の発生＝被験者の視認＝反応時間の計測開始」となるように、写真-3.2, 3.3のような蛍光色柄（黄色地に赤色のストライプ）で、視認性を高くした。



写真－3．2 実験Aの障害物発生状況



写真－3．3 実験Bの障害物発生状況

### 3) 計測項目

制動反応挙動に関する実験は、ドライバーが障害物に遭遇したときの反応挙動を評価するものである。

ドライバーは外部の諸条件に対応しながら走行しているが、このようなドライバーの外部環境の刺激に反応した動作を考えたとき、外部の条件とドライバーの内部環境における反応との相関関係を把握するため、反応時間について計測した。

#### ・ 反応時間

実験A, Bでの反応時間は、障害物が画像発生してからドライバーがアクセルペダルを解放しブレーキペダルを踏み始めるまでの時間と定義した。

計測方法はシミュレータで計測されるデータ行数を利用し、反応挙動が行われている間のデータ行数に計測記録周期(66.6msec)をかけ合わせ算出した。しかしこの場合、障害物の発生を合図するトリガー位置を実験車が通過してから障害物が画面上に発生するまでのタイムラグと、ドライバーが実際にアクセルを解放しブレーキを踏み始めてからシミュレータに計測記録されるまでのタイムラグがあるため、こうした遅延時間を差し引いた。

### 3.3.3 実験方法

実験A, B別に実験方法を示す。

#### 1) 実験A：不意打ち時の反応時間に関する実験

被験者には、事前に障害物の発生を教えず、一般道（片側2車線，設計速度 $V=80\text{km/h}$ ，他走行車なし）を模したコースを指定速度（概ね $V=80\text{km/h}$ ）で走行していただいた。2分程度の走行でコースに馴れたと思われる頃、被験者が“本当に驚く”ように障害物を突然発生させた。

その時の障害物の発生からブレーキを踏み始めるまでの時間を、不意打ち時の反応時間 $T_A$ として計測した。

#### 2) 実験B：警戒時の反応時間に関する実験

直線コースを指定した速度（ $V=40, 80, 120\text{km/h}$ の3種類）で走行させ、走行にしたがい道路上に障害物（タイヤ大，乗用車大，大型車大の3種類）をランダムに発生させた。

被験者は障害物を回避しながら走行するが、最後にコース全幅をふさぐように障害物を発生させ、制動停止をせざるを得ない状態にした。

その時の障害物の発生からブレーキを踏み始めるまでの時間を、警戒時の反応時間 $T_B$ として計測した。

### 3.3.4 実験結果と考察

「道路構造令の解説と運用」で規定されている制動反応と整合をとるため、障害物の画像発生からドライバーがブレーキを踏むかどうか判断する時間を判断時間、判断してからブレーキを踏むまでの時間を反動時間とした。

反応時間は、判断時間と反動時間を合計したもので、障害物の発生からブレーキの踏み始めまでの時間である。

実験結果を以下のような視点からまとめる。

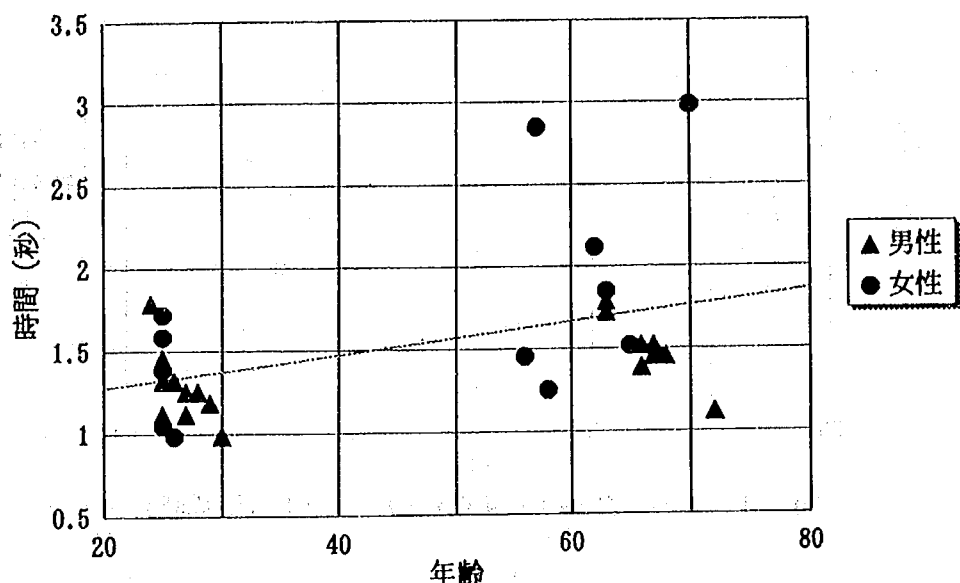
- 1) 不意打ち時の反応時間
- 2) 警戒時の反応時間
- 3) 驚愕による反応遅れについて
- 4) 走行速度と反応時間の関係

### 1) 不意打ち時の反応時間

被験者に対し、事前に障害物の発生を教えないことで、不意打ち時の反応時間を得ることができる。これは、「道路構造令の解説と運用」で想定される制動挙動時の運転状況に近い。このことから、「道路構造令の解説と運用」で設定されている値を検証する。

年齢別反応時間のプロットを図-3.9に、属性別の反応時間の平均値と標準偏差を表-3.6に示す。

被験者全体の反応時間の平均値は1.52秒である。これは「道路構造令の解説と運用」で設定されている2.5秒に対し50%以上の余裕を含んでいる。長距離走行時の疲労感、単調感による反応時間の遅れは考えられるが、約1秒までの遅れはカバーできる余裕を含んでいる。「道路構造令の解説と運用」で設定されている値はこうした状況も含め、ほぼ妥当であるといえる。



## 2) 警戒時の反応時間について

実験Bは事前に障害物の発生を認知しており、それに対処できるよう警戒している。このため、実験Aに比べて単純な反応となる。これは、従来の実車実験で行っていた条件に近く、ある信号に対して一定の反応をあらかじめ指示し、反応行動を行わせる実験と同類である。

実験結果（走行速度  $V=80\text{km/h}$ ）は属性別・条件別に相対評価し、図-3.10および表-3.7に示す。

被験者全体の反応時間の平均値は1.11秒であり、前述した不意打ち時の反応時間に比べ、0.42秒短くなっている。

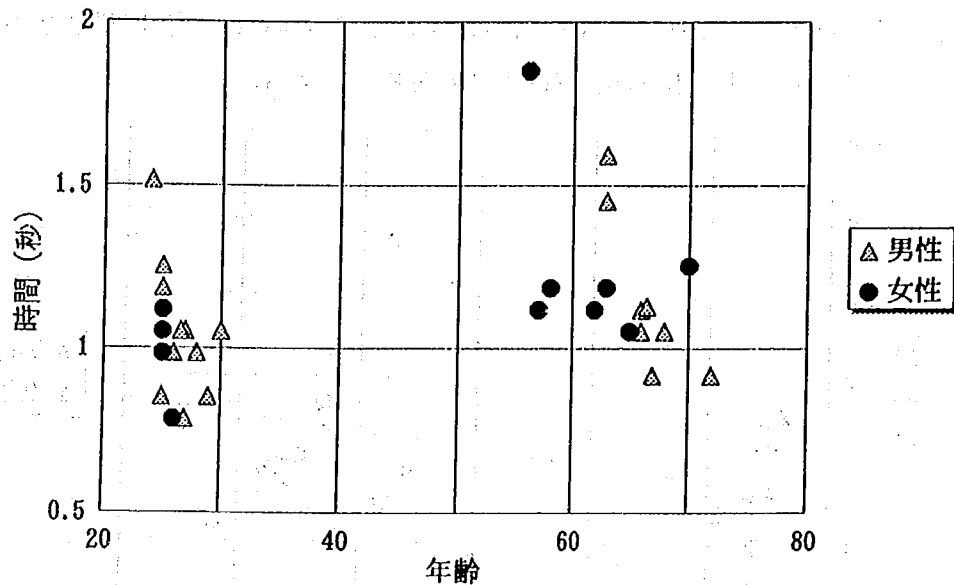


図-3.10 年齢別反応時間のプロット（警戒時）

表-3.7 平均値と標準偏差S（実験B;  $V=80\text{km/h}$ ）

| 属性           | 判断T  | Sj   | 反動T  | Sm   | 反応T  | Sr   |
|--------------|------|------|------|------|------|------|
| 非高齢者・男性（9人）  | 0.80 | 0.12 | 0.25 | 0.13 | 1.05 | 0.21 |
| 非高齢者・女性（9人）  | 0.66 | 0.08 | 0.35 | 0.11 | 1.01 | 0.11 |
| 非高齢者・全体（18人） | 0.75 | 0.12 | 0.29 | 0.13 | 1.03 | 0.18 |
| 高齢者・男性（8人）   | 0.77 | 0.13 | 0.34 | 0.12 | 1.13 | 0.24 |
| 高齢者・女性（8人）   | 0.89 | 0.26 | 0.36 | 0.09 | 1.25 | 0.25 |
| 高齢者・全体（16人）  | 0.83 | 0.21 | 0.35 | 0.11 | 1.18 | 0.25 |
| 被験者・全体（34人）  | 0.78 | 0.18 | 0.32 | 0.12 | 1.11 | 0.23 |

### 3) 驚愕による反応遅れについて

実験A, Bの結果を図-3. 11に示す。

図-3. 11から、実験AとBの判断時間（障害物を発見した後ブレーキを踏むかどうかを判断（アクセルを解放するまでの時間）にあまり差が無いことから、ドライバーは障害物の認識と同時にアクセルを緩め（その間0.8～1.0秒で属性間の差は少ない）、エンジンプレーキの状態（その間0.4～1.0秒で属性間の差は大きい）で回避挙動の選択・判断を行い、その後ブレーキペダルを踏んでいるようである。

実験AとBの反応時間を比較すると、アクセル解放からブレーキ踏み始めまでの時間のうちの約半分は判断をしている時間と考えられる。

図-3. 11の（）の値は、実験Aの反応時間から実験Bの反応時間を差し引いた値であり、純粹に判断に要している時間と考えられる。被験者全体平均は、「道路構造令の解説と運用」で設定されている1.5秒に対する余裕が少なく、女性高齢者ではこれを超えている。実験Aの障害物発生状況は現実に近いが、交通状況、運転状況は比較的単純な状況を模擬しているため、現実にはここで得られた値以上の判断時間を要すると考えられ、さらに詳細な調査が望まれる。

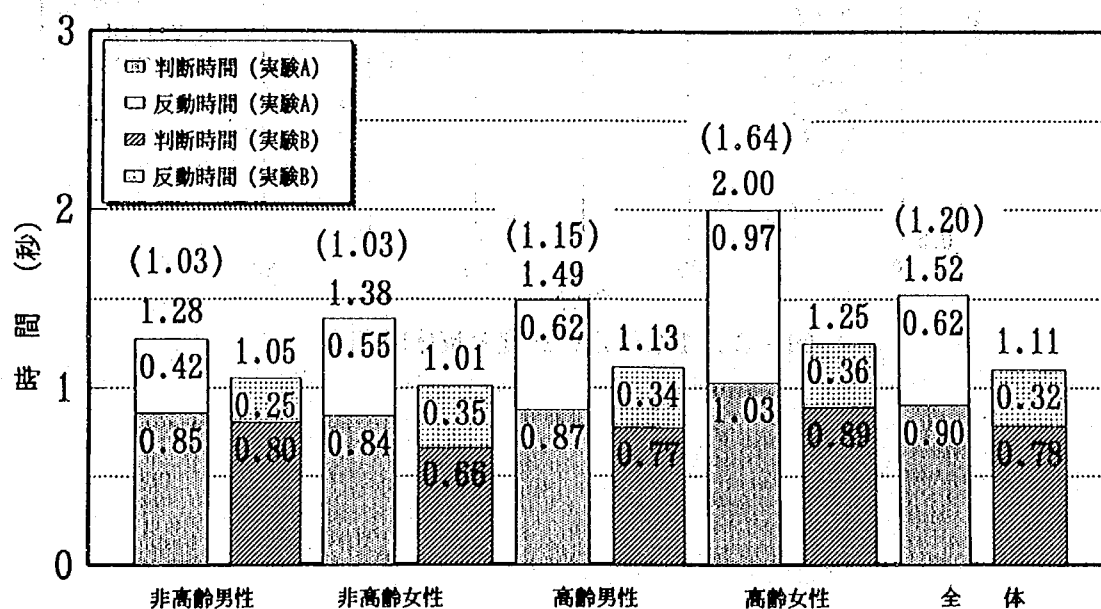


図-3. 11 不意打ち時（実験A）と警戒時（実験B）の反応時間

#### 4) 走行速度と反応時間の関係

実験Bの結果から、低速 ( $V=40\text{km/h}$ )、中速 ( $V=80\text{km/h}$ )、高速 ( $V=120\text{km/h}$ ) の速度域で反応時間を比較する。実験結果は図-3. 12に示すとおりである。

結果的に速度が高くなるほど反応時間は短くなる傾向が見られるが、これは実験を40km/h, 80km/h, 120km/hの速度順で行ったため、実験への”馴れ”が生じたものと思われる。

走行速度が高速になるほど反応時間は短くなると考えられているが、これは高速走行による前方視野角の縮小、緊張度・集中度の向上が、結果的に反応を早める原因と言われている。しかし、長時間の高速走行による疲労や速度感の麻痺などのドライバーの肉体的条件変化や、ドライバーの個人差、運転条件や交通条件による反応時間の違いに比べて、速度差による反応時間の違いは極めて小さいと考えられる。

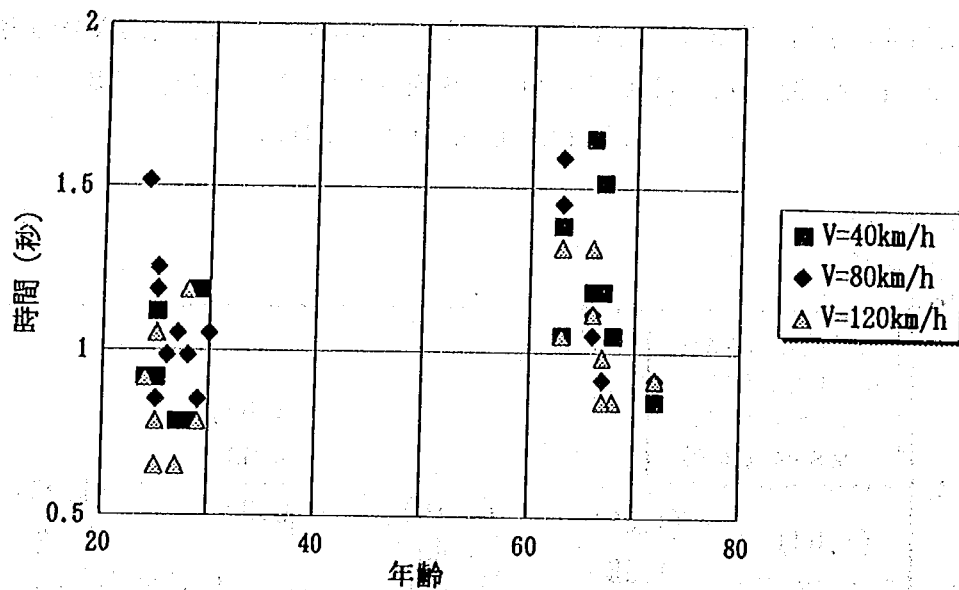


図-3. 12 走行速度と反応時間

### 3.4 道路構造評価に関する実験

#### 3.4.1 実験概要

道路構造令には、最小曲線半径、最急縦断勾配等が定められているが、これらの組み合わせについては明確には言及されておらず、設計者の判断に委ねられているのが現状である。

本実験では、道路線形の主要なパラメータである曲線半径と縦断線形の組み合わせが走行速度や走行特性に与える影響について評価を行う。また、道路走行シミュレータの基本的な特性を把握するため、速度感覚、走行位置の感覚についても検証を行った。

#### 3.4.2 実験条件

##### 1) 実験コース諸元

###### ①曲線半径

設計速度80km/hにおける最小曲線半径である280m、設計速度100km/hにおける最小曲線半径である460m、設計速度100km/hにおける最小曲線半径の望ましい値である700mの3種類とした。

###### ②縦断勾配

縦断勾配なしの0%、設計速度100km/hにおける縦断勾配の規定値の最大値である-3%、設計速度100km/hにおける縦断勾配の特例値の最大値である-6%の3種類とした。

###### ③横断面構成

横断面構成は、走行車線と追越車線の片側2車線道路とした。車線幅員についてはすべて3.5mとし、路肩幅員については設計最低幅員とし、設計速度80km/hのコースについては左側1.75m、右側0.75mとした。同様に、設計速度100km/hのコースについては左側2.5m、右側1.25mとした。

###### ④横断勾配、最大片勾配

横断勾配は2%とした。最大片勾配は6%とし、クロソイド区間全長ですりつけを行った。

###### ⑤緩和曲線長（クロソイド）

各設計速度における最低値を用いた。設計速度80km/hのコースについては70m、設計速度100km/hのコースについては85mとした。

###### ⑥曲線長

緩和曲線長の2倍をとり、設計速度80km/hのコースについては140m、設計速度100km/hのコースについては170mとした。どちらも設計速度で走行した場合、走行時間は約6秒となる。

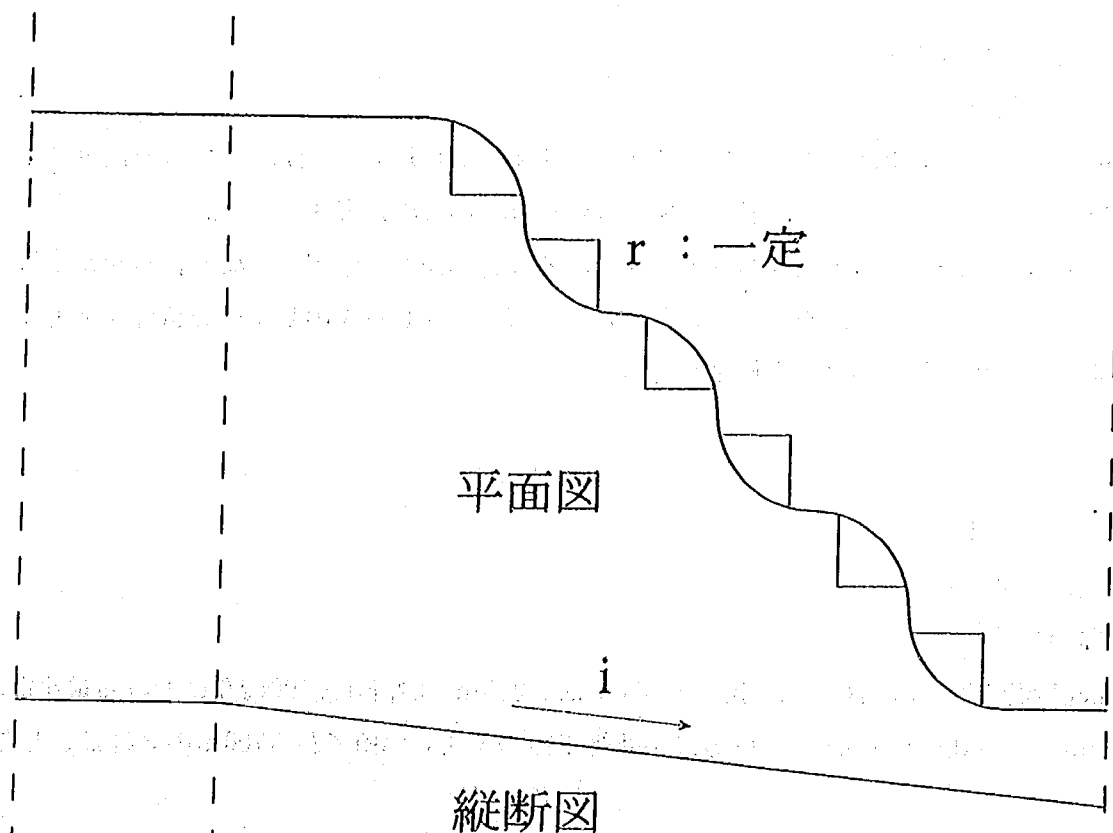


図-3.13 実験コースのイメージ

表-3.8 実験条件の組み合わせ

|            | 曲線半径(m)         |    |    |                  |    |    |                 |    |    | 備 考         |
|------------|-----------------|----|----|------------------|----|----|-----------------|----|----|-------------|
|            | 280             |    |    | 460              |    |    | 700             |    |    |             |
| 設計速度(km/h) | 80              |    |    | 100              |    |    | 100             |    |    |             |
| 縦断勾配(%)    | 0               | -3 | -6 | 0                | -3 | -6 | 0               | -3 | -6 | 一定勾配        |
| 片勾配(%)     | 6               |    |    | 6                |    |    | 6               |    |    | 最大片勾配       |
| 幅員(m)      | 1.75+2×3.5+0.75 |    |    | 2.50+2×3.50+1.25 |    |    | 2.5+2×3.50+1.25 |    |    | 路肩+車道+車道+路肩 |
| 円曲線長(m)    | 140             |    |    | 170              |    |    | 170             |    |    | 6秒走行        |
| 緩和曲線長(m)   | 70              |    |    | 85               |    |    | 85              |    |    | 最小緩和曲線長     |
| 曲線個数(個)    | 6               |    |    | 6                |    |    | 6               |    |    |             |
| 上流側直線長(m)  | 500             |    |    | 1000             |    |    | 1000            |    |    |             |
| 下流側直線長(m)  | 300             |    |    | 300              |    |    | 300             |    |    |             |
| 全延長(m)     | 2530            |    |    | 3390             |    |    | 3390            |    |    |             |

・平面線形については起点部は直線とし、中間部は円曲線をS型クロソイド曲線で結ぶ線形とするが、シミュレータのCADの性能上、クロソイド間に10mの直線を挿入してある

## 2) 走行環境

走行環境は、以下のとおりとした。

時間帯：昼

天 候：晴れ

他 車：他車は模擬せず単独走行の状態とした

## 3) 被験者属性

本実験では、年齢層による差をみるため、表－3．9に示すような被験者によって実験を行った。つまり、免許保有者の平均年齢（男性43歳「H 4年12月末現在」）を考慮して、40歳代の人を平均的な運転挙動を示す年齢層と想定し、この年代を中心に男性6人を選定した。また、若年層として20歳代を中心に6名（ただし、女性1人を含む）を選定した。

表－3．9 被験者の構成

| 年齢   | 壮年層 | 若年層 | 備考      |
|------|-----|-----|---------|
| 20歳代 | －   | 5人  | 女性1人を含む |
| 30歳代 | 1人  | 1人  |         |
| 40歳代 | 4人  | －   |         |
| 50歳代 | 1人  | －   |         |

## 4) 計測項目

以下の項目について、サンプリング間隔1秒で連続計測を行った。

- ・ 走行速度
- ・ 走行位置：車線中心線と車両中心とのずれ
- ・ 走行距離
- ・ 所要時間
- ・ ハンドル角
- ・ アクセル踏量
- ・ ブレーキ踏量

### 3.4.3 調査方法

9種類のコースを3回ずつ合計27回の走行を行った。3回の走行内容は、練習走行、被験者の判断による線形に見合った安全と思われる速度での走行、設計速度による走行（以下、それぞれ「練習走行」、「自由走行」、「設計走行」と示す）である。それらの走行は、以下の目的のもとに行った。

練習走行：道路線形と道路走行シミュレータでの運転に慣れるための走行。

走行中は道路走行シミュレータの速度感覚を検証するため、スピードメータを隠した状態で速度の聞き取りを行った。

自由走行：本実験の目的を果たすための主たる走行であり、道路線形に見合った速度で走行することにより、速度と線形要素との関係を検証するための走行。

設計走行：自由走行による走行結果と比較するための設計速度による走行。

通常走行での走行位置等を測定し、道路走行シミュレータの基本的な特性を検証した。

### 3.4.4 調査結果

#### 1) 道路走行シミュレータの基本特性

##### ①速度感覚

道路走行シミュレータで得られている速度の感覚を検証するため、練習走行の結果から、聞き取りによる速度（体感速度）と実際の速度（実速度）との関係を、図-3.14、図-3.15に整理した。

体感速度と実速度との相関は、全データで相関係数が0.843であった。また実験を繰り返すことによる慣れの度合は、1回目の走行に限っては、相関係数が小さいが、それ以降は全データの相関係数程度となっている。このことから、道路走行シミュレータの実験においては、2～3回程度の練習走行が必要であるといえる。

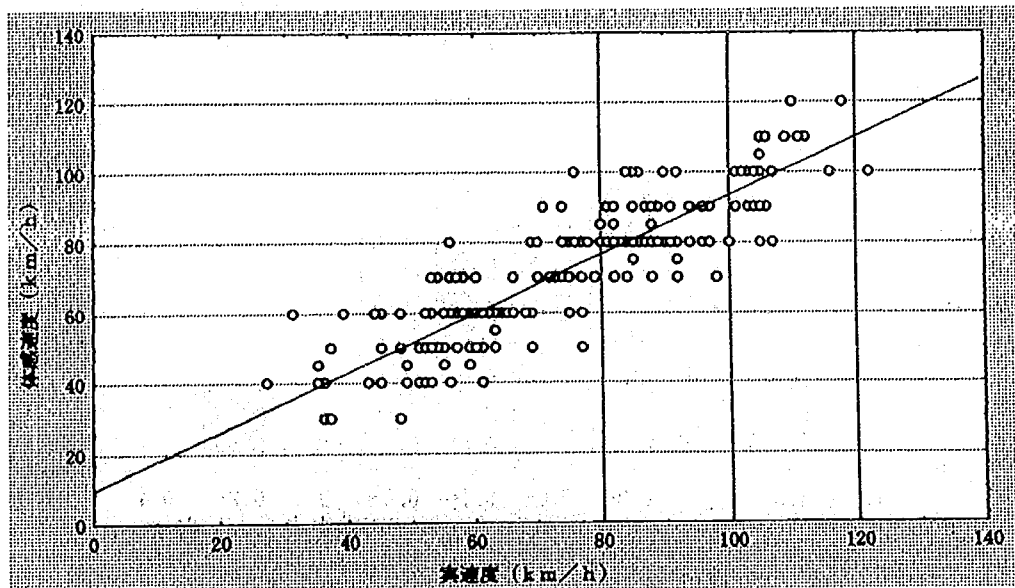


図-3.14 体感速度と実速度との相関（全データ）

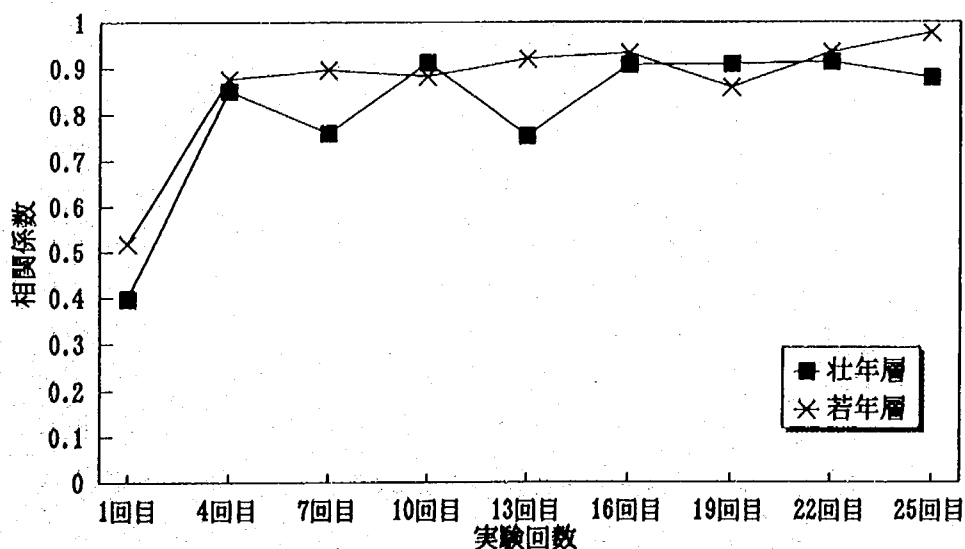


図-3.15 実験回数毎の相関

## ②走行位置の感覚

通常状態における道路走行シミュレータの走行位置（車線中心線から車両の中心までのずれ）を検証するため、設計走行の直線部のみの走行結果から、走行位置の分布を図-3.16に示す。

その結果、走行位置の分布は、やや左よりになることがわかった。これは、画像を映し出すモニターの視野角（H40°×S30°）や設置位置（運転席前方）の関係から、車線内のおさまり具合や左側の側方感覚が十分に得られないためだと思われる。

このことから、現在の道路走行シミュレータで横方向の感覚を重視して検証するような実験（例えば幅員などを決める実験）を行う場合には、十分な検討が必要である。

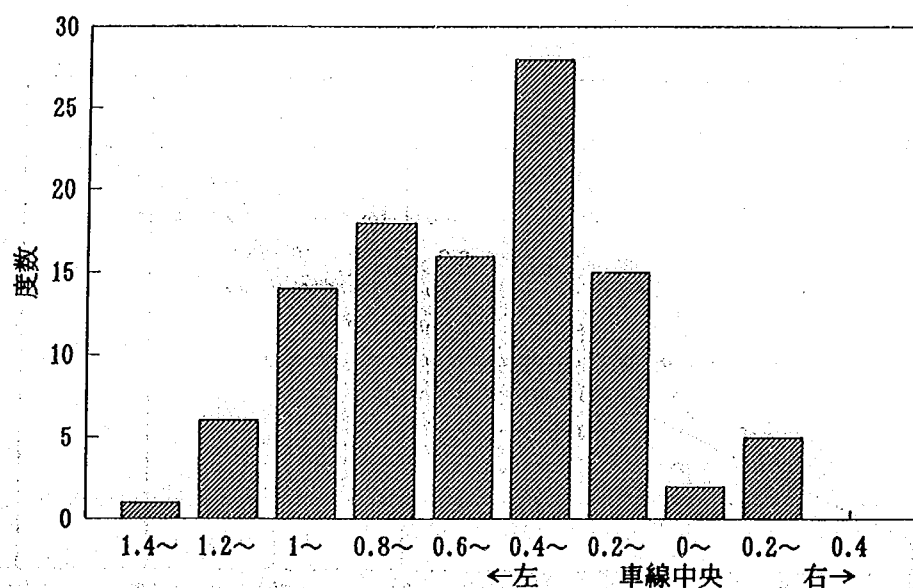


図-3.16 走行位置の度数分布

## 2) 道路線形実験の結果

自由走行と設計走行の結果から、走行に影響を与えられと考えられる要因（年齢層、曲線半径、縦断勾配、カーブ方向）と走行結果（速度、走行位置）との分散分析の結果を表-3. 10に示す。

表-3. 10 分散分析結果

1-年齢層, 2-曲線半径, 3-縦断勾配, 4-カーブ方向

| 要 因     | F 値         |                    |                    | 自由度             |              |
|---------|-------------|--------------------|--------------------|-----------------|--------------|
|         | 走行速度<br>$V$ | 走行位置<br>自由走行 $W_f$ | 走行位置<br>設計走行 $W_d$ | $V, W_f$<br>の場合 | $W_d$<br>の場合 |
| 1       | 669.698**   | 6.566*             | 28.365**           | (1,597)         | (1,600)      |
| 2       | 41.687**    | 1.827              | 0.001              | (2,597)         | (2,600)      |
| 3       | 20.492**    | 0.722              | 3.115*             | (2,597)         | (2,600)      |
| 4       | 6.138*      | 109.948**          | 30.668**           | (1,597)         | (1,600)      |
| 1*2     | 3.582*      | 2.006              | 0.139              | (2,597)         | (2,600)      |
| 1*3     | 3.722*      | 0.119              | 0.894              | (2,597)         | (2,600)      |
| 2*3     | 5.801**     | 2.151              | 0.630              | (4,597)         | (4,600)      |
| 1*4     | 0.722       | 10.453**           | 2.754              | (1,597)         | (1,600)      |
| 2*4     | 0.012       | 8.944**            | 7.131**            | (2,597)         | (2,600)      |
| 3*4     | 0.109       | 1.090              | 0.009              | (2,597)         | (2,600)      |
| 1*2*3   | 3.221*      | 1.712              | 3.242*             | (4,597)         | (4,600)      |
| 1*2*4   | 0.116       | 0.782              | 0.106              | (2,597)         | (2,600)      |
| 1*3*4   | 0.255       | 0.384              | 1.018              | (2,597)         | (2,600)      |
| 2*3*4   | 0.212       | 0.487              | 0.233              | (4,597)         | (4,600)      |
| 1*2*3*4 | 0.024       | 0.191              | 0.546              | (4,597)         | (4,600)      |

\*:p<.05 \*\* :p<.01

### ①曲線部の走行位置の考察

自由走行、設計走行ともに最も有意差がみられるのは、カーブ方向の違いであった。この傾向は、曲線半径との交互作用にもみられ、図-3. 17に示すように、カーブの内側を走ろうとしている意識がみられる。

またその傾向は、曲線半径が小さくなるほど顕著にみられ、実車走行による実現象によくあった結果であるといえる。年齢層でも有意差がみられるが、これは前述の走行位置の左よりの傾向が壮年層に顕著に現れているためである。

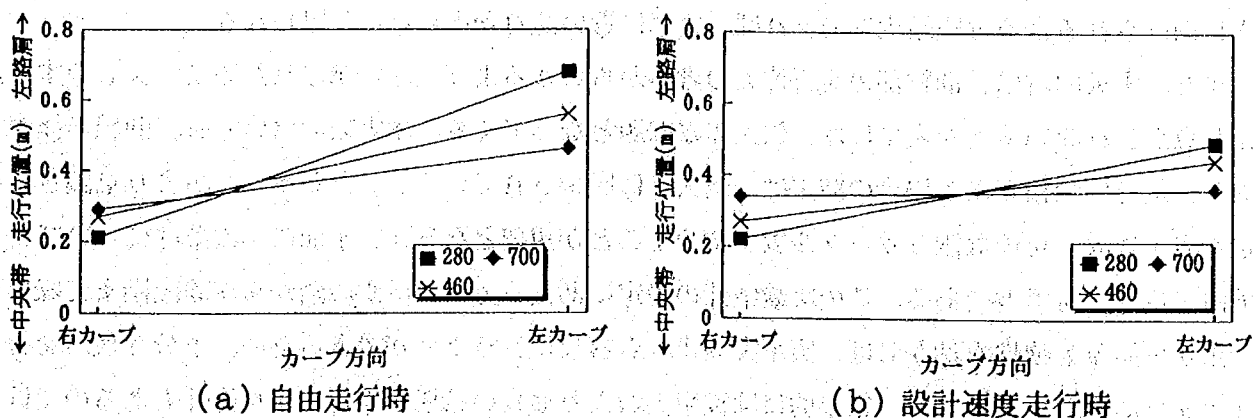


図-3. 17 曲線半径とカーブ方向別の走行位置

## ②線形要素の組み合わせと走行速度の考察

自由走行の速度での有意差は、全ての要因、ほとんどの交互作用でみることができた。特に年齢層では、より大きな有意差がみられるため、ここでは壮年層と若年層に分けて考察を行う。

図-3. 18に、年齢層毎に曲線半径と縦断勾配の違いによる速度の関係を示す。

壮年層と若年層では平均速度で20km/h程度の開きがあり、壮年層は設計速度程度かまたはそれにみない速度、若年層は設計速度を10~20km/h上回る速度で走行していた。全体の傾向としては、曲線半径が最小規定値(280m, 460m)の場合は、速度が抑制されており、一方の望ましい規定値(700m)では、常識的な速度での走行が行われていると思われ、道路線形に見合った傾向があまりみられなかった。

また、縦断勾配は、速度にあまり影響しないが、設計速度100km/hでやむを得ない場合に適用される規定値(-6%)に限っては、曲線半径の望ましい規定値(700m)の条件で速度の増加傾向がみられた。このことから、走行に余裕のある平面線形で道路構造令の推奨規定を上回る縦断勾配区間(下り勾配に限る)では、速度の増加を招く恐れがあると言える。

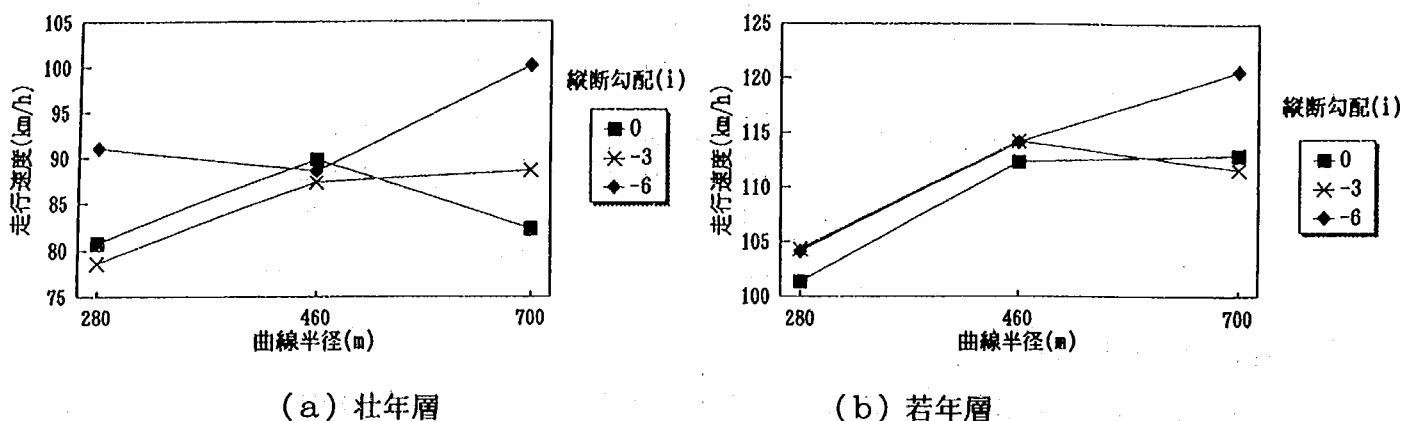


図-3. 18 曲線半径と縦断勾配の組み合わせと走行速度

## 3) 道路走行シミュレータの適用性

道路構造を評価するような実験への適用については、走行中の加速度を再現できないことから急激な運転操作を伴うような実験は行えないが、今回の道路線形を評価する実験のように、運転者の視点が遠方に向けられるような実験内容であれば、実車に近い感覚が得られると思われる。

また、実験内容は、曲線部の走行位置の考察からわかるように、意識された変量は表しやすいが、あまり意識されない変量を表すには、個人差が問題となってくる。本実験においても、曲線半径が大きくなり、走行に余裕がある場合の結果は、個人差に影響されている。したがって、あまり意識されない変量を表すには、可能な限りサンプル数を増やすことが重要となるが、事前に実験条件について、十分に検討することも重要である。この実験条件の設定にあたっては、計画段階から実験段階まで繰り返して利用が可能な柔軟性を活かせば、実車実験よりも容易に行うことができるため、十分な検討を行うことが可能である。それにより、結果的には実車実験よりも良い結果をもたらす可能性もあるのではないかとと思われる。

#### 4) 今後の課題

本実験は、道路構造令の規定内で、曲線半径と縦断勾配の組み合わせと走行速度との関係について検討を行った。今後は、本実験条件に縦断勾配の折れ点や下り勾配長などの条件を加えることによって、サグ部の走行特性を明らかにし、渋滞現象の検討へ発展させる予定である。

また、道路走行シミュレータの適用性については、本実験結果のように、運転者の視点が遠方に向けられ、運転中に急激な加速度を生じないような実験内容であれば、実車のような感覚が得られると思われる。

ただし、道路走行シミュレータによる走行位置は、実車とやや異なる点もみられることから、今後の実験を計画する際は、この点を十分に考慮に入れることが必要である。

### 3.5 車載ディスプレイ情報が運転に及ぼす影響評価実験

#### 3.5.1 実験概要

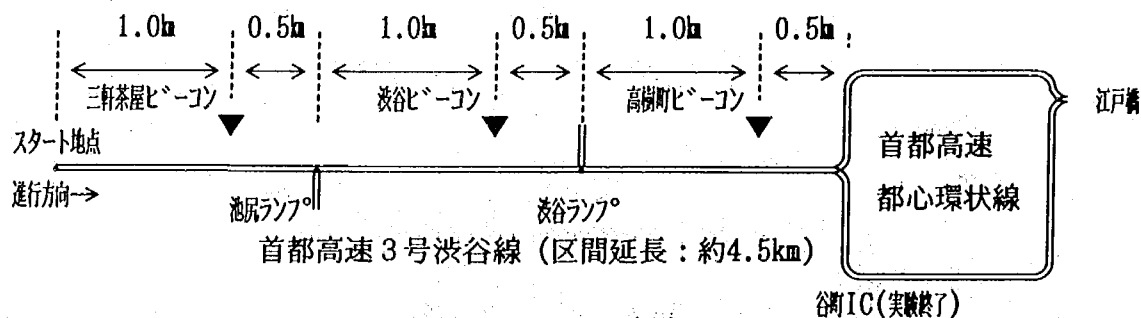
自車位置検知のナビゲーションシステムは、1995年において国内で100万台以上が出回っており、今後も確実に普及していくと予想されている。また、路側に設けられたビーコンから走行車両の車載ディスプレイに交通情報や緊急情報などをリアルタイムに映し出すVICS (Vehicle Information & Communication System) は、首都高速3号渋谷線で試験運用された後、平成8年度には本格的なサービスが開始された。しかし、VICSによって車載ディスプレイの操作や情報認識などのドライバーの動作も必然的に多くなる。

ここでは、VICSを利用する際に、車載ディスプレイを操作・視認しながら運転することが、運転に与える影響を調査し、適切な提供情報量を検討するため、道路走行シミュレータを用いて実験を行った。

#### 3.5.2 実験条件

##### 1) 実験用コース

実験用コースは、首都高速3号渋谷線（上り車線）を模擬したコースとした（図-3.19）。被験者は三軒茶屋ランプを出発して江戸橋ランプに向かった。また首都高の渋滞を模擬して写真-3.4のような前方走行車（走行車線、追い越し車線に一台ずつ発生）のノロノロ運転（平均時速30km/h）により、常にアクセル、ブレーキなどの操作が必要な状況にした。





写真－ 3. 4 実験状況（追従走行の状況）

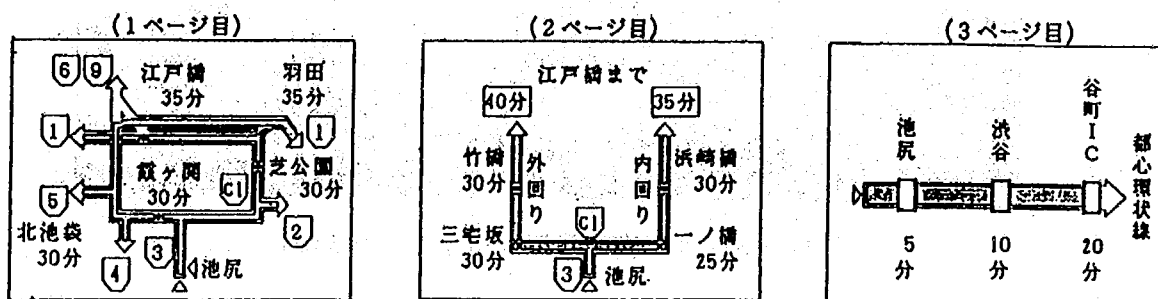
## 2) 画面表示情報

画面表示情報は、道路走行シミュレータから出力される走行距離データを、車載ディスプレイ制御パソコンで認識させ、ランプ手前の仮想ビーコン位置で発生させることとした。

送信データをあらかじめ制御パソコンで設定し、車載ディスプレイに映し出される情報画面は、交通情報画面と乱数列画面とした。

情報画面は、実際に首都高速3号渋谷線に設置されているビーコンから受信できる情報と同様なフォーマットとした。この実験で提供される情報は所要時間、行先案内、駐車場情報の3つであるが、実際は所要時間のみが必要な情報になる。その他の情報はダミー情報のため、被験者はディスプレイユニットのキー操作により必要な情報を呼び出す操作をしなければならないこととした。

### 所要時間



### 行先案内

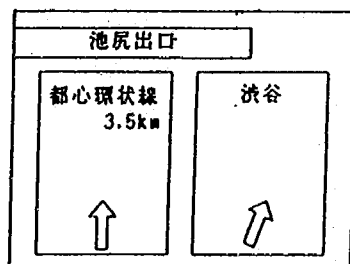
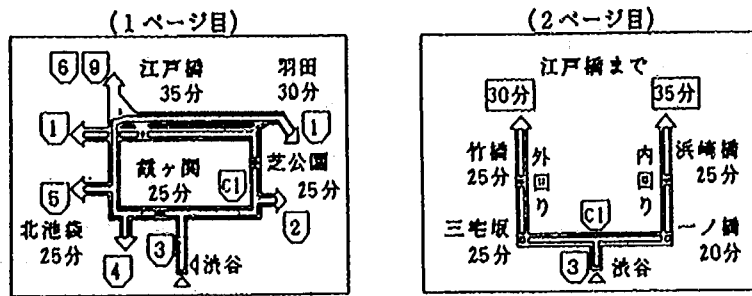
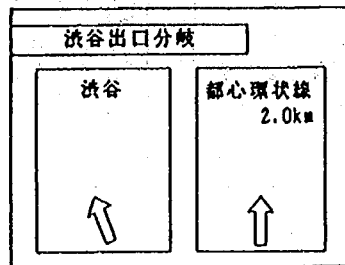


図-3.20 三軒茶屋ランプ手前の交通情報画面

所要時間



行先案内



駐車場

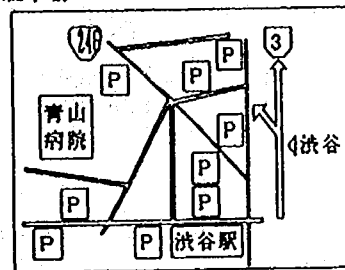
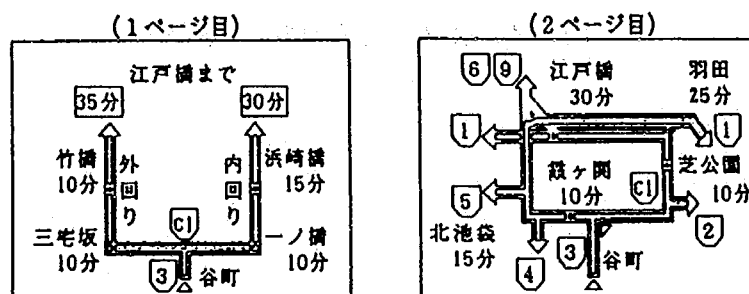


図-3.21 渋谷ランプ手前の交通情報画面

所要時間



行先案内

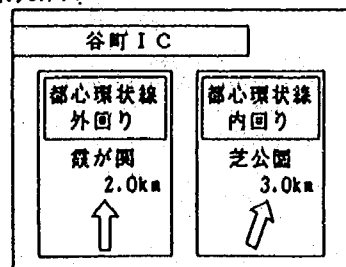


図-3.22 高樹町ランプ手前の交通情報画面

乱数列画面には、1画面に5桁の乱数列を10個表示させた。乱数列が10個、20個、30個の3種類の表示モードを設け、1回の実験で1つの表示モードが利用されることとした。乱数列は最初の仮想ピーコンを通過した時点で、車載ディスプレイに送信させた。また20個、30個の表示モードは、キー操作で1画面ずつ切り替える操作を必要とした。

- ・画面背景：白
- ・5桁数字：全角、黒
- ・付番数字：半角、黒地白抜き

10個表示

1~10表示画面

|          |       |           |       |
|----------|-------|-----------|-------|
| <b>1</b> | 36579 | <b>6</b>  | 37048 |
| <b>2</b> | 37260 | <b>7</b>  | 02579 |
| <b>3</b> | 16531 | <b>8</b>  | 34502 |
| <b>4</b> | 34942 | <b>9</b>  | 13864 |
| <b>5</b> | 84951 | <b>10</b> | 68024 |

20個表示 (2画面分割)

1~10表示画面

|          |       |           |       |
|----------|-------|-----------|-------|
| <b>1</b> | 13561 | <b>6</b>  | 06273 |
| <b>2</b> | 24943 | <b>7</b>  | 15926 |
| <b>3</b> | 15948 | <b>8</b>  | 46831 |
| <b>4</b> | 84073 | <b>9</b>  | 34942 |
| <b>5</b> | 97520 | <b>10</b> | 84951 |

11~20表示画面

|           |       |           |       |
|-----------|-------|-----------|-------|
| <b>11</b> | 90274 | <b>16</b> | 92556 |
| <b>12</b> | 56198 | <b>17</b> | 23432 |
| <b>13</b> | 36579 | <b>18</b> | 09182 |
| <b>14</b> | 37260 | <b>19</b> | 56473 |
| <b>15</b> | 16531 | <b>20</b> | 91824 |

30個表示 (3画面分割)

1~10表示画面

|          |       |           |       |
|----------|-------|-----------|-------|
| <b>1</b> | 13561 | <b>6</b>  | 97531 |
| <b>2</b> | 24943 | <b>7</b>  | 57913 |
| <b>3</b> | 15948 | <b>8</b>  | 35791 |
| <b>4</b> | 84073 | <b>9</b>  | 68791 |
| <b>5</b> | 97520 | <b>10</b> | 43982 |

11~20表示画面

|           |       |           |       |
|-----------|-------|-----------|-------|
| <b>11</b> | 90274 | <b>16</b> | 02468 |
| <b>12</b> | 56198 | <b>17</b> | 42086 |
| <b>13</b> | 06273 | <b>18</b> | 20864 |
| <b>14</b> | 15926 | <b>19</b> | 20543 |
| <b>15</b> | 46831 | <b>20</b> | 17605 |

21~30表示画面

|           |       |           |       |
|-----------|-------|-----------|-------|
| <b>21</b> | 36579 | <b>26</b> | 98125 |
| <b>22</b> | 37260 | <b>27</b> | 34251 |
| <b>23</b> | 16531 | <b>28</b> | 03145 |
| <b>24</b> | 34942 | <b>29</b> | 45318 |
| <b>25</b> | 84951 | <b>30</b> | 34568 |

図-3. 23 乱数列の表示画面

#### 4) 被験者属性

被験者は、男女各10名とした。

#### 5) 計測項目

□車 両 挙 動：走行位置，車間距離

□生理データ：心拍数，皮膚電気抵抗（GSR）

被験者の注視位置（アイマークレコーダによる。写真－3．5 参照）



写真－3．5 アイマークレコーダの装着

### 3.5.3 実験方法

道路走行シミュレータのセンターコンソールに設けられたVICS対応型車載ディスプレイ（写真－3.6参照）で交通情報（VICS情報）を読みとりながら、首都高速3号渋谷線の模擬コースを走行した。さらに、同じコースで車載ディスプレイに表示される乱数列を音読しながら走行した。交通情報提供時と乱数列音読時の車両挙動の比較を行い、交通情報の乱数列による定量評価を行った。



写真－3.6 センターコンソールに設置された車載ディスプレイ

#### 1) 実験A

実験Aは車載ディスプレイからの情報が、ドライバーに与える影響についての定性的評価を目的とした。まず、コースを情報なしで走行する（実験A1）。次に図－3.20～図－3.22に示したような車載ディスプレイ情報を頼りに、江戸橋ランプまでの旅行時間を逐次確認しながら走行した。最終的に被験者が環状線入口の谷町インターチェンジで、内回りか外回りかを選択した時点で実験を終了した（実験A2）。

#### 2) 実験B

実験Bは、実験A2に使った車載ディスプレイ情報を乱数列で定量的に評価することを目的とした。車載ディスプレイに5桁の乱数列を表示し、それを音読しながら実験Aと同様のコースを走行した。10個、20個、30個の各表示モードでの走行を、それぞれ実験B1、実験B2、実験B3とした。

実験A2と実験B1～B3の視認時間、走行位置、車間距離等の結果を比較し、情報画面の情報量を5桁の乱数列の個数により定量化を試みた。

### 3.5.4 実験結果および考察

#### 1) 実験A

情報提供をしない時（実験A 1）と情報提供をした時（実験A 2）との走行結果から、以下の比較を行う。

##### ・走行位置

車道中心線と車両の中心とのずれの標準偏差をみると、情報提供をしない時は0.327m、情報提供をした時は0.533mで、情報提供をしたときの方が大きい。

##### ・車間距離

車間距離の平均値をみると、情報提供をしていない時は41.696m、情報提供をした時は48.145mである。また、車間距離の標準偏差をみると、情報提供をしない時は23.533m、情報提供をした時は30.375mである。

情報提供をした時は、情報提供をしない時に比べ車間距離が長くなり、車間変動が大きくなる傾向にある。これは、情報提供時にはディスプレイに気を取られ追突を起こすのを避けるため、被験者が安全な車間距離を取るように調整しているためだと考えられる。

表－3．1 1 車間距離の平均値と標準偏差

|          | 情報なし   | 情報あり   |
|----------|--------|--------|
| 平均値 (m)  | 41.696 | 48.143 |
| 標準偏差 (m) | 23.533 | 30.375 |

##### ・心拍数

被験者毎に、実験時の心拍数に対する平常時の心拍数の比を算出し、その平均値を求めた。

その結果、情報提供をしない時は1.093、情報提供をした時は1.095で、情報提供による差はみられない。

##### ・GSR（皮膚電気抵抗）

GSRの平均値は、情報提供をしない時は7.00回、情報提供をした時は7.64回で、情報提供をした方が多い。

## ・視線解析

アイカメラによる視線解析の結果を、表－3. 12に示す。

走行時間464秒のうち、16.9%の78.3秒が車載ディスプレイの視認に費やされている。

表－3. 12 視線解析結果（被験者数10名の平均）

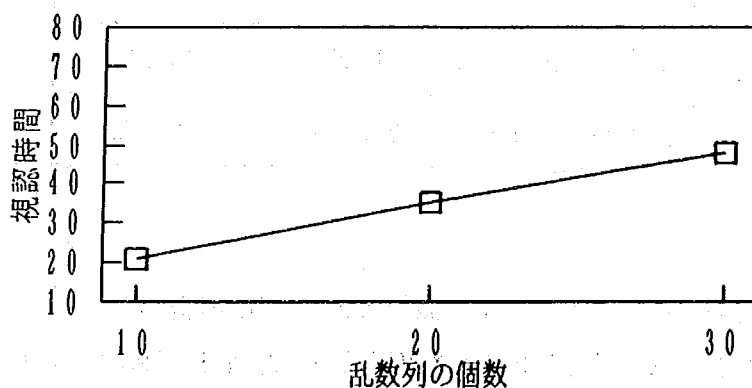
| 注視回数（回） | 注視時間（秒） | 走行時間（秒） | 注視比率(A/B%) |
|---------|---------|---------|------------|
| 55.8    | 78.3    | 464     | 16.9       |

## 2) 実験B

実験Bにおいて、文字数が増加した場合の運転挙動に与える影響を視認時間でみると、乱数列の個数が10個、20個、30個と増加するにつれて、ほぼ直線的に上昇する（図－3. 24）。

そこで、実験Bにおける視認時間と乱数列の個数の関係を直線で回帰し、実験Aで得られた注視時間78.3秒が乱数列の個数にして何個に相当するかを計算した。その結果、表－3. 13に示すように約52個という値を得た。

このため、実験Bにおいて採用した30個までの乱数の数では、走行挙動に影響を与えるには至らないことがわかったため、今後は乱数列の個数を増やし、走行中にドライバーが読める上限の文字数を確認する必要がある。



図－3. 24 乱数列の個数と車載ディスプレイ視認時間との関係

表－3. 13 視認時間と推定乱数列の個数

| 種類 | 注視時間（秒） |       |       | 1次回帰式             | 注視時間<br>実験A<br>(秒) | 推定<br>乱数列数<br>(個) |
|----|---------|-------|-------|-------------------|--------------------|-------------------|
|    | 実験B 1   | 実験B 2 | 実験B 3 |                   |                    |                   |
| 全体 | 20.66   | 35.39 | 48.05 | $Y=1.3695X+7.312$ | 78.32              | 51.8              |
| 男性 | 22.22   | 35.66 | 50.87 | $Y=1.4328X+7.59$  | 85.79              | 54.6              |
| 女性 | 19.10   | 35.13 | 45.23 | $Y=1.3062X+7.03$  | 70.84              | 48.9              |

### 3.6 霧中ガイドライトシステムに関する評価実験

#### 3.6.1 実験概要

関越自動車道や上信越自動車道等の山岳部の高速道路では、濃霧による通行止めが多発し、通行止め時間が長時間になるため、交通・物流の遮断が生じ、大きな損失を与えている。平成7年（1月～12月）のデータによると、高速道路では霧により延べ238回、1,640時間の通行止めが生じている。

こうした霧のための通行止めを防ぐため、これまでであれば通行止めの状態となる霧の中でも安全な走行が可能となる霧中ガイドライトシステムの開発が、平成5年より検討されている。

霧中ガイドライトシステムとは、霧発生下において、発光体により路肩位置、道路線形、前方走行車の存在等をドライバーに知らせるシステムである。

本実験では、道路走行シミュレータ上で霧を発生させ、霧中ガイドライトシステムが有る場合と無い場合とで走行状態等を比較し、システムの有効性及び機能評価を行った。

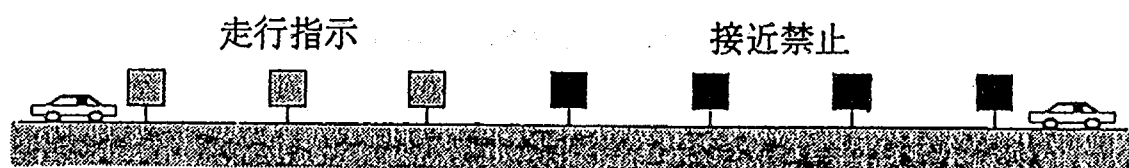
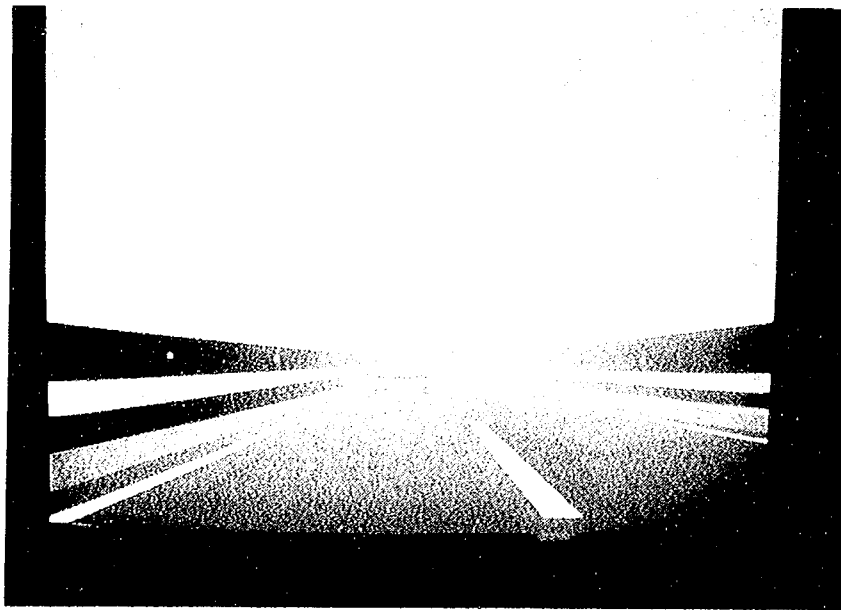


図-3.25 霧中ガイドライトシステム機能概要



写真－３．７ 実道での霧発生状況（関越自動車道沼田地区）



写真－３．８ 道路走行シミュレータ画面上での霧中ガイドライトシステム

### 3.6.2 実験条件

#### 1) 実験パターン

実験パターンは、以下の3パターンとした。

- ・霧無／霧中ガイドライトシステム無走行
- ・霧有／霧中ガイドライトシステム無走行
- ・霧有／霧中ガイドライトシステム有走行

#### 2) 時間帯

昼とした。

#### 3) 道路構造

道路は片側2車線とし、延長は6.5kmとした。

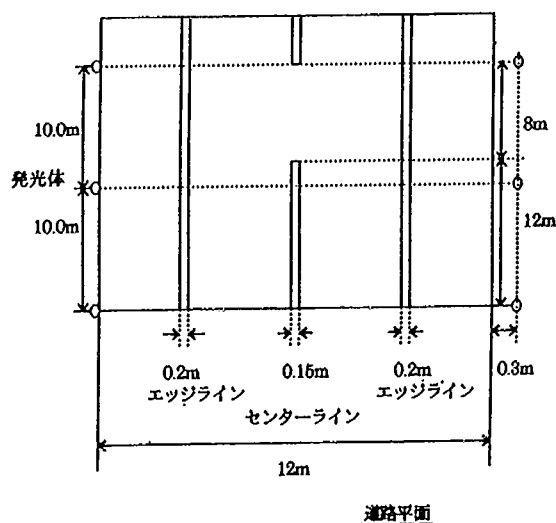
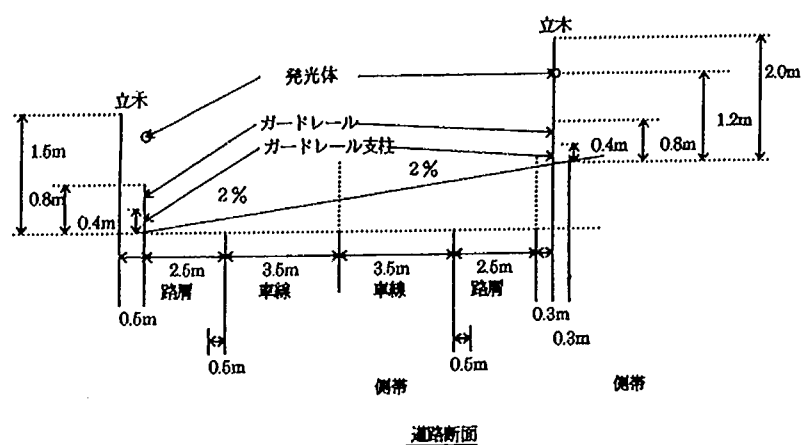


図-3.26 実験コースの道路構造

#### 4) 発光体設置位置

システムを車線毎に機能させるため、走行車線では路肩、追い越し車線では中央帯に設置することとし、設置間隔は10m、設置高さは1.2mとした。

#### 5) 発光体発光パターン

発光体は、基本的に緑色に点灯させ視線誘導を促し、前方走行車が自車の50m先になった車線では、赤色に変わるようにした。

なお、発光体が赤色に点灯しているときは、自車の前方50m先に前方走行車が走行していることを、発光体が赤色に点滅しているときは、自車の前方50m先に前方走行車が停止していることを表すこととした。

#### 6) 視程距離

過去的高速道路の通行止め時の視程距離から50mとした。

#### 7) 自車走行パターン

自車の走行速度は、高速道路を走行する場合の最低速度である50km/hとした。

走行車線を走行し、車線変更は行わないこととした。

システム作動下での走行では、発光体が赤色に発光している区間には進入しないこととした。

#### 8) 先行車走行パターン

先行車は、追い越し車線、走行車線ともに1台を同時に走行させることとし、その走行パターンは、霧発生時のあらゆる走行パターンを考慮して以下とした。

- ・ 追い越し車線：一定速度走行 (35km/h)
- ・ 走行車線：停止、低速走行 (40km/h→20km/h→停止→20km/h→40km/h)

#### 9) 被験者数

24名とした。

### 3.6.3 実験方法

以下の走行手順に従い、走行実験を行う。なお、①～③については順序による影響を生じさせないため、被験者毎に順序を変えた。

データは、各走行時の位置（自車、前方走行車）、走行速度、ブレーキ及びアクセル踏量をサンプリング間隔1秒で連続計測を行った。

#### ①事前準備及び慣熟走行

霧無／システム無のコースを走行する。

走行中に衝突や路外逸脱事故が発生した場合は、その発生内容と位置を記録する。

#### ②システム無での走行

視程距離50mの霧を発生させ、システム無のコースを走行する。

走行中に衝突や路外逸脱事故が発生した場合は、その発生内容と位置を記録する。

#### ③システム作動下での走行

霧中ガイドライトシステムの機能及び走行形態を説明後、視程距離50mの霧を発生させ、システム有のコースを走行する。

走行中に衝突や路外逸脱事故が発生した場合は、その発生内容と位置を記録し、走行実験を終了する。

#### ④霧中ガイドライトシステムの機能に関するアンケート調査の実施

実験を終了した被験者に対し、霧中ガイドライトシステムに関するアンケート調査を実施する。アンケートの内容は、以下とした。

- ・霧中ガイドライトシステムの機能、効果
- ・ドライバーの霧中ガイドライトシステムの必要性

### 3.6.4 実験結果と考察

項目別に霧発生下で、霧中ガイドライトシステムが無い場合と有る場合とを比較し、霧中ガイドライトシステムが走行に与える効果を検討する。

#### 1) 追突・逸脱

霧発生下で追突は、霧中ガイドライトシステムが無い場合で5回、有る場合で3回と、霧中ガイドライトシステムが有ることで追突回数が減少している。

また、霧発生下で逸脱は、霧中ガイドライトシステムが無い場合で2回発生しているが、霧中ガイドライトシステムが有る場合では1度も発生していない。

以上より霧中ガイドライトシステムには事故防止効果があることがわかる。

表-3.14 追突・逸脱回数

|      | 霧無/GL無 | 霧有/GL無 | 霧有/GL有 |
|------|--------|--------|--------|
| 追突回数 | なし     | 5回     | 3回     |
| 逸脱回数 | なし     | 2回     | なし     |

## 2) 前方車発見後の車間距離

自車が前方車を発見した後の車間距離の変動をみる。

ここでは、車間距離を5m毎のランク（23ランク）に分け、ランク毎の発生頻度を以下の式で算出した。

$$\text{車間距離ランク別発生頻度} = \text{車間距離ランク別発生時間（秒）} / \text{走行時間（秒）}$$

被験者全体の結果を図-3.27に示す。

発生頻度が最も高いのは、霧中ガイドライトシステムが無い場合で25～30m、霧中ガイドライトシステムが有る場合で110m以上である。霧中ガイドライトシステムが有る場合は、被験者が、赤色発光体と緑色発光体の境界を、視程距離50mの限界付近において走行したため、車間距離110m以上が多くなったものと考えられる。

次に、霧発生下での車間距離50m区間（発光体が赤に点灯・点滅する区間）を危険区間として、車間距離が50m未満の発生頻度をみる。

車間距離が50m未満の発生頻度は、霧中ガイドライトシステムが無い場合は、62.0%であるのに対し、霧中ガイドライトシステムが有る場合では5.3%である。

以上のことから、霧中ガイドライトシステムによって、ドライバーは安全な車間距離を保って走行ができることがわかる。

表-3.15 前方走行車発見後の車間距離ランク別発生頻度

|           | 霧無/GL無            | 霧有/GL無            | 霧有/GL有            |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 最大発生範囲    | 20～25m<br>(13.9%) | 25～30m<br>(12.2%) | 110m以上<br>(37.0%) |
| 50m未満発生頻度 | 59.9%             | 62.0%             | 5.3%              |
| 50m以上発生頻度 | 40.1%             | 38.0%             | 94.7%             |

実験パターン別車間距離の発生頻度（総合）

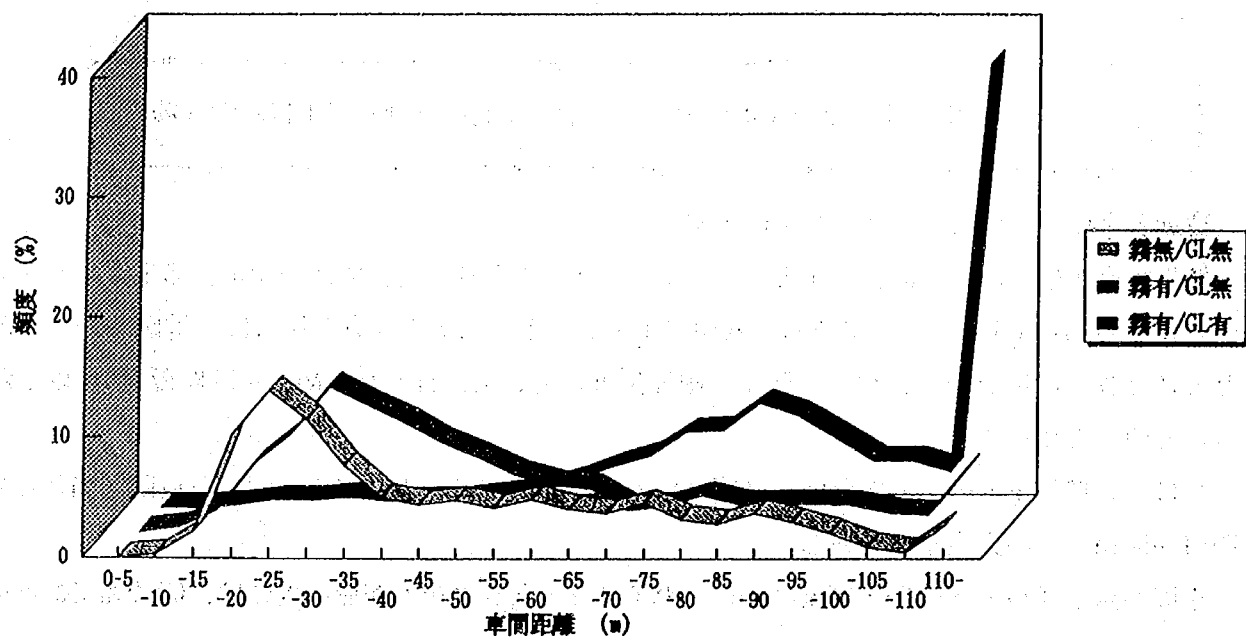


図-3.27

|                      |                      |                      |                      |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 実験パターン別車間距離の発生頻度（総合） | 実験パターン別車間距離の発生頻度（総合） | 実験パターン別車間距離の発生頻度（総合） | 実験パターン別車間距離の発生頻度（総合） |
| （注）（注）（注）（注）         | （注）（注）（注）（注）         | （注）（注）（注）（注）         | （注）（注）（注）（注）         |
| （注）（注）（注）（注）         | （注）（注）（注）（注）         | （注）（注）（注）（注）         | （注）（注）（注）（注）         |
| （注）（注）（注）（注）         | （注）（注）（注）（注）         | （注）（注）（注）（注）         | （注）（注）（注）（注）         |
| （注）（注）（注）（注）         | （注）（注）（注）（注）         | （注）（注）（注）（注）         | （注）（注）（注）（注）         |
| （注）（注）（注）（注）         | （注）（注）（注）（注）         | （注）（注）（注）（注）         | （注）（注）（注）（注）         |
| （注）（注）（注）（注）         | （注）（注）（注）（注）         | （注）（注）（注）（注）         | （注）（注）（注）（注）         |
| （注）（注）（注）（注）         | （注）（注）（注）（注）         | （注）（注）（注）（注）         | （注）（注）（注）（注）         |

### 3) アクセル踏量

アクセル踏量は、アクセルの踏みしろに対し、何%アクセルを踏み込んだかを示すもので、以下の式で算出した。

$$\text{アクセル踏量}(\%) = \text{アクセルを踏み込んだ量}(\text{cm}) / \text{アクセルの踏みしろ}(\text{cm})$$

被験者毎の最大アクセル踏量(%)を10%毎にランク分けし、ランク毎の被験者数を実験パターン別にみる。

霧発生下では、霧中ガイドライトシステムが無い場合では90~100%、霧中ガイドライトシステムがある場合で70~80%の被験者が多く、霧中ガイドライトシステムによるアクセル踏量の差はあまり見られない。

表-3.16 ランク別最多発生最大アクセル踏量

|                      | 霧無/GL無                                   | 霧有/GL無              | 霧有/GL有             |
|----------------------|------------------------------------------|---------------------|--------------------|
| 最多発生<br>最大アクセル<br>踏量 | 30~40%<br>60~70%<br>90~100%<br>(各3人/15人) | 90~100%<br>(6人/15人) | 70~80%<br>(7人/15人) |

# 最大アクセル踏量の発生頻度（総合）

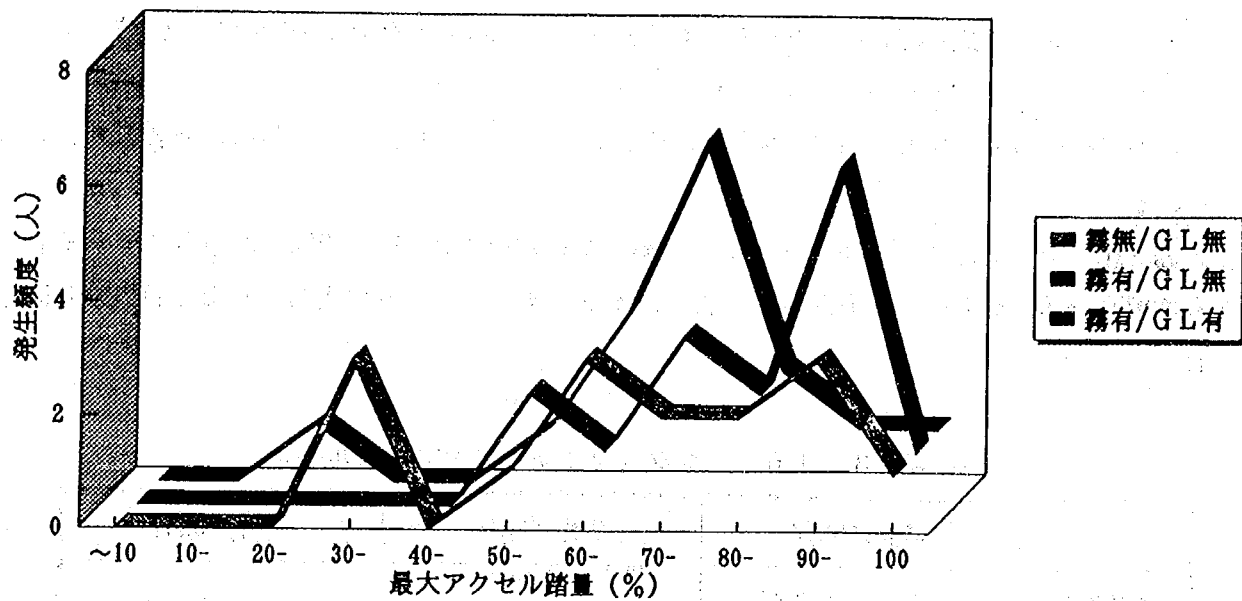


図-3.28

#### 4) ブレーキ踏量・回数

ブレーキ踏量は、ブレーキの踏みしろにたいし何％ブレーキを踏み込んだかを示すもので、以下の式で算出した。

$$\text{ブレーキ踏量}(\%) = \text{ブレーキを踏み込んだ量}(\text{cm}) / \text{ブレーキの踏みしろ}(\text{cm})$$

被験者全体での平均最大ブレーキ踏量を実験パターン別にみると、どのパターンでも平均最大ブレーキ踏量は100％であり、被験者全員が1度はフルブレーキをかけているのがわかる。

次にブレーキ回数をみる。全ブレーキ回数を実験パターン別にみると、霧発生下でシステムが無い場合は4回、システムがある場合は6回の被験者が最も多い。

また、フルブレーキ回数を実験パターン別にみると、霧発生下でシステムが無い場合は4回、システムが有る場合は3，4回の被験者が多く、霧中ガイドライトシステムによるフルブレーキ回数の差はみられない。

表－3．17 最多発生ブレーキ踏量・回数

|           |            | 霧無／GL無             | 霧有／GL無         | 霧有／GL有             |
|-----------|------------|--------------------|----------------|--------------------|
| ブレーキ踏量・回数 | 平均最大踏量     | 100.0%             | 100.0%         | 100.0%             |
|           | 最多発生全ブレーキ  | 7回<br>(5人／15人)     | 4回<br>(3人／15人) | 6回<br>(6人／15人)     |
|           | 最多発生フルブレーキ | 4, 5回<br>(各5人／15人) | 4回<br>(5人／15人) | 3, 4回<br>(各4人／15人) |

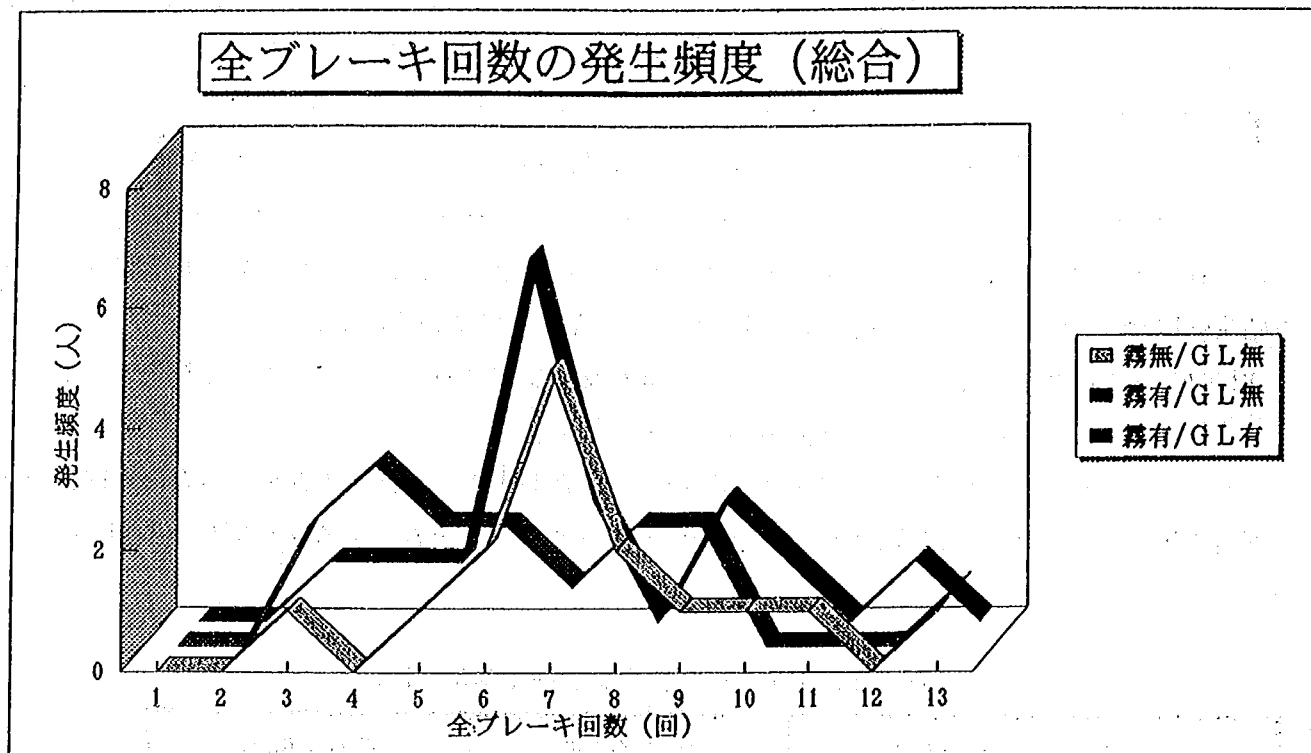


図-3. 29

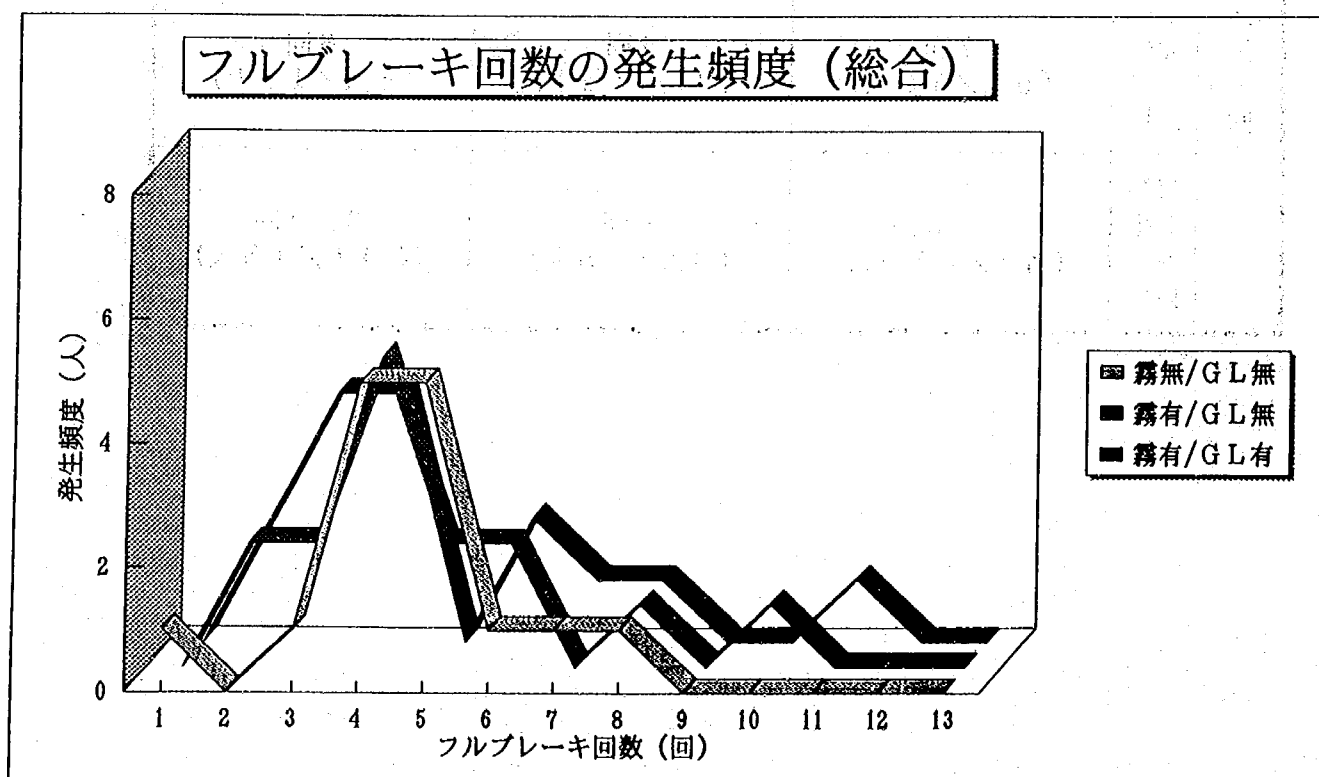


図-3. 30

## 5) アンケート調査結果

霧中ガイドライトシステムによって霧の中で走りやすくなったと答えた被験者は、全体の約6割であり、その主な理由は「前方走行車へ追突する心配が減った」であった。霧中ガイドライトシステム改良の提案では、「赤色点灯区間の範囲を長くする」、「発光体を車線中心に設置する」等があげられた。

逆に、霧中ガイドライトシステムによって変わらない、走りにくくなったと答えた被験者は全体の約4割で、その主な理由は、「発光体に気を取られ前方不注意になった」であり、発光体の設置位置に問題があると考えられる。

また、霧中ガイドライトシステムを使って霧の中で走りやすくなったと答えた被験者、変わらない、走りにくくなったと答えた全被験者の91.7%が、霧中ガイドライトシステムが道路に設置された際には利用すると答えた。

霧中ガイドライトシステムによって走りやすくなった（約6割）

〈主な理由〉

- ・「前方の車へ追突する心配が減った」：50.0%

〈霧中ガイドライトの改良部の提案〉

- ・「赤色点灯区間の範囲を長くする」：23.8%
- ・「発光体を車線中心に設置する」：14.3%

霧中ガイドライトシステムによって変わらない、走りにくくなった（約4割）

〈主な理由〉

- ・「発光体に気を取られ前方不注意になった」：35.7%

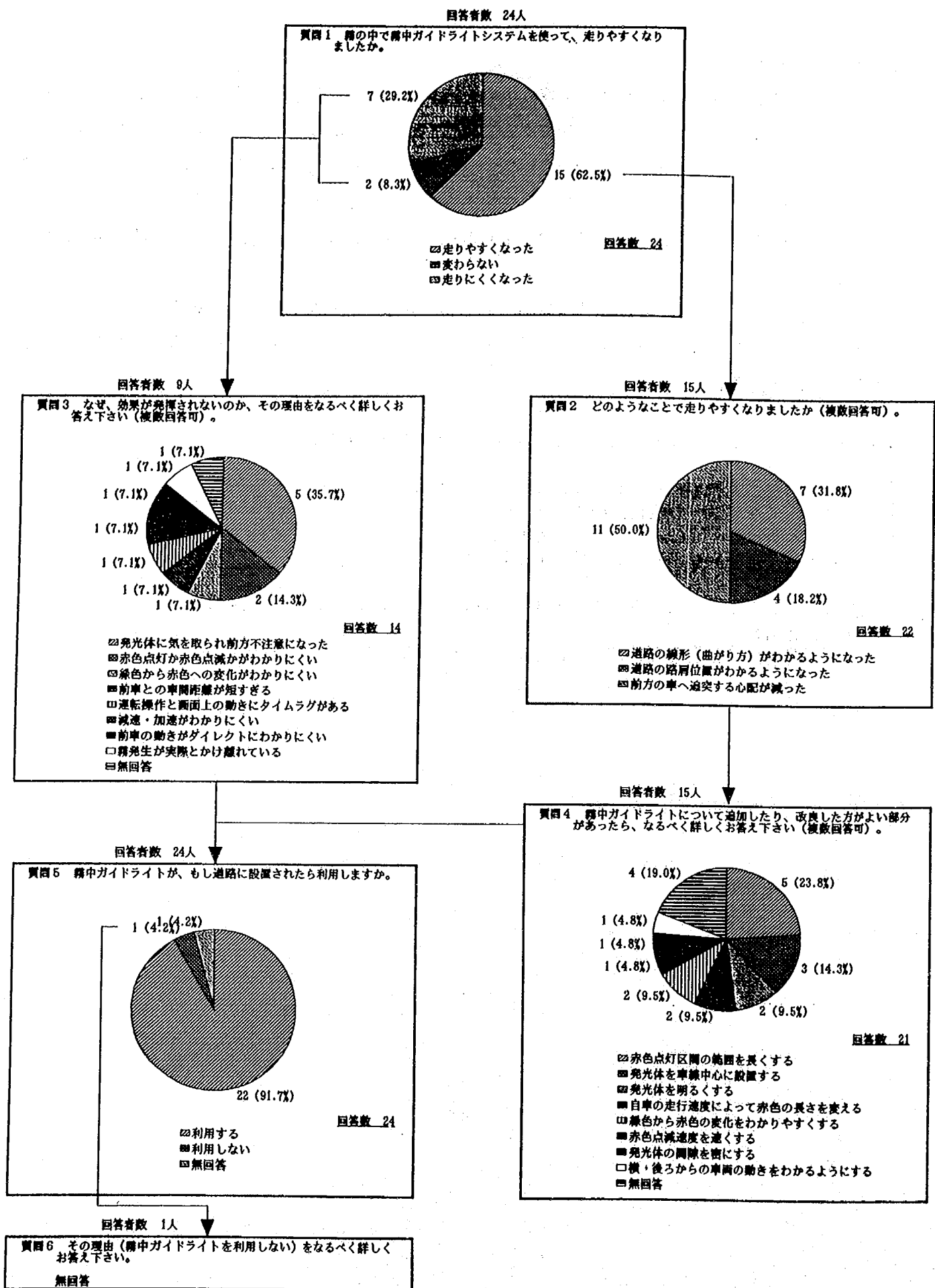


図-3.31 アンケート調査結果

## 6) まとめ

本実験においては、霧中ガイドライトシステムによって通行止めとなる霧発生下（視程距離50m）で、走行することができるかどうか、また、走行車にどのような影響を与えるか等を検証した。

その結果として以下があげられる。

○視程距離50mの霧の中でも霧中ガイドライトシステムを用いることで安全に走行できることがわかった。

- ・被験者の約6割が「前方の車へ追突する心配が減った」等の理由で走行しやすくなったと回答している。
- ・追突・逸脱防止効果がある。
- ・安全な車間距離の維持ができる。

○霧中ガイドライトシステムの需要は高いが、現段階では改良の余地があることがわかった。

9割以上の被験者が霧中ガイドライトシステムが道路に設置されれば利用すると回答している。ただし、検討を要する点として主に以下をあげていた。

- ・赤色点灯区間の範囲を長くする。
- ・発光体を路側ではなく車線中心に設置する。
- ・発光体に気を取られ前方不注意になる。

霧中ガイドライトシステムは霧の中で有効で、霧中ガイドライトシステムを用いることで、通行止めの霧の中でも走行が可能になることがわかった。

今後は、さらに霧の中での走行快適性を高めるために、発光体の適切な設置場所，設置間隔，発光パターン等を検討していく必要がある。

## 第4章 道路走行シミュレータの課題

### 4.1 システム上の課題

土木研究所の道路走行シミュレータのシステム上の課題を以下に示す。

#### 4.1.1 画像に対する課題

土木研究所の道路走行シミュレータでは、以下に示すような画像に対する課題が生じている。

##### 1) テクスチャの増加

コンピュータグラフィックスを作成する際には、コンピュータがストックしている平面パターンを物体表面に貼り付けて、その物体を路面や側壁のように見せる手法を用いる。この平面パターン（表面模様）をテクスチャという。

土木研究所の道路走行シミュレータでは、テクスチャを付加する平面数の容量が限定されているため、忠実に道路景観を表現するのが困難である。

画像をより現実近づけるために、より多くのテクスチャのストックと設定数の増加が必要である。

##### 2) シェーディング機能の付加

光と陰で、平面のどの部分がどのような色、どのような明るさに見えるか判断し、その色を塗る作業をシェーディングという。

土木研究所の道路走行シミュレータでは、コンピュータの容量不足によってこの作業が行えず、同一色の物体については、どの方向からみても色、明るさが同一になってしまいリアルさに欠けてしまう。

このため、土木研究所の道路走行シミュレータにもシェーディング機能を付加することで、実車の運転景観に近づける必要がある。

##### 3) 平面の容量の増加

土木研究所の道路走行シミュレータは、平面の容量が5,000個／コースである。コース（主に曲線部）を緻密に作成しようとするると多くの平面が必要となり、それだけ延長が短くなってしまう。特に、市街地内の道路を作成する場合は、沿道の建築物等も作成するため、より延長が短くなってしまう。

通常作成しているコース延長は、2～6 km程度であり、多数の線形が絡み合った長区間道路線形の検討が行えない。

また、平面数が多くなると、走行中に画像更新やデータ計測が遅れるケースが生じる。

土木研究所の道路走行シミュレータの適用範囲を拡げるためにも、平面の容量を増やす必要がある。

#### 4.1.2 モーションベースに対する課題

モーションベースとは、自動車を運転中の加速度や回転感覚などの運動感覚を運転者に伝える装置である。これによって道路走行シミュレータの臨場感を増すことができる。

モーションベースの形態としては、2自由度（ピッチ、ロール）、3自由度（上下、ピッチ、ロール）、6自由度（上下、左右、前後、ピッチ、ロール、ヨー）が代表的で、さらにスライド、旋回を組み合わせることにより種々のバリエーションが生じる。

今後実験の運用範囲を拡大するには、モーションベースの設置が必要である。

##### 1) 2自由度モーションベース

ピッチ、ロール（または前後スライドとピッチ）の2自由度をもつシステムで、アミューズメント施設などに利用されることが多いモーションシステムである。

##### 2) 3自由度モーションベース

3本のシリンダーにより、上下動、ピッチ、ロールの3自由度を可能にしたものである。

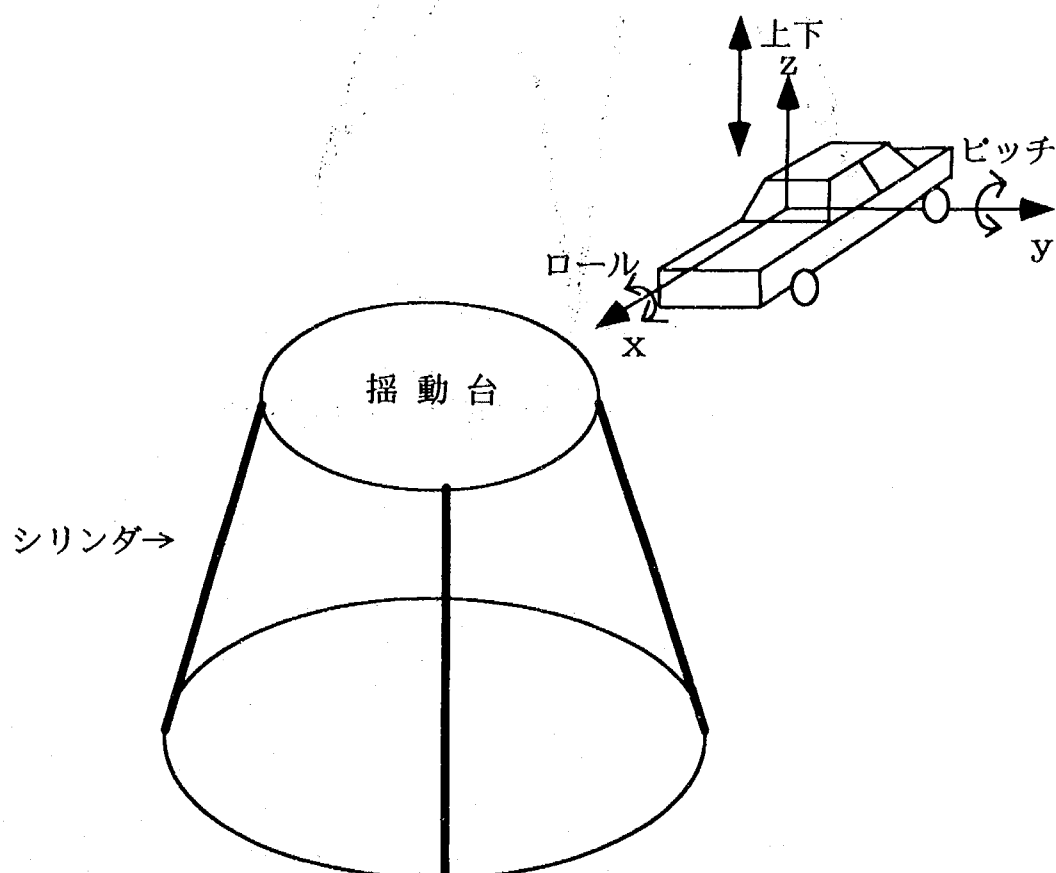


図-1.5 3自由度モーションベース

### 3) 6自由度モーションベース

6本のシリンダの長さのみで上部ベースの姿勢を完全に制御できるものであり、上下（ヒープ），左右（スウェイ），前後（サージ），ピッチ，ロール，ヨーの6自由度をもつ。

このタイプのモーションベースは航空機，自動車，船舶の運転シミュレーションに多く使用されている。

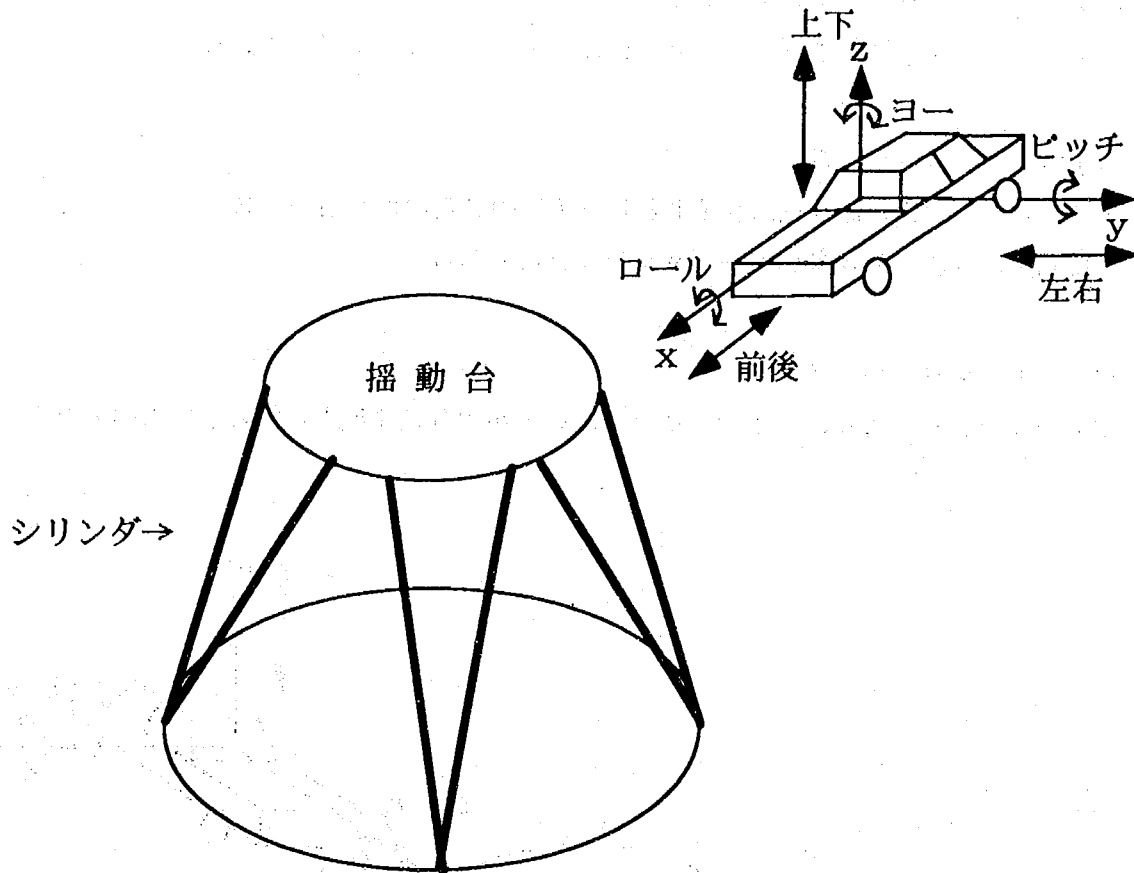


図-1. 6 6自由度モーションベース

## 4.2 実験上の課題

### 4.2.1 被験者の心理状態

道路走行シミュレータでは、安全に実験が行えるため、被験者の制約などの問題は少ないが、シミュレータという特殊環境下での実験に対し、被験者がどれほど現実感を感じながら走行するかが問題になる。

シミュレータであるとの認識から過度に安心するため、被験者に対し実施者の意図する心理的環境を再現できないことがある。また、生理データは、被験者間の個人差や疲労・精神状態などの影響が大きい。

こういった影響を小さくするため、被験者数を多くすることが必要になる。

### 4.2.2 高齢被験者の高速走行

高齢者は、通常高速走行する機会が少ないため、シミュレータにおいても100km/h以上の高速走行を行うのが難しい場合がある。こういった際には、慣熟走行を行うことで対応している。

### 4.2.3 アイカメラの使用

ドライバーの視点位置を観測するアイカメラには、「装着に時間がかかる」、「30分以上の使用ができない」、「眼鏡をかけた人には不適」、「装着時の圧迫感がある」などの問題がある。

今後は、土木研究所で使用しているアイカメラのように頭部に装着するものではなく、眼鏡型のアイカメラのように圧迫感のないものを使用し、装着に対する問題点を解消する必要がある。

### 4.2.4 シミュレータ酔い

実車で経験している感覚と、シミュレータから得られる感覚に矛盾を感じる場合に、ドライバーにシミュレータ酔いが生じる。感覚とは、視覚と体を感じる加速度感のことで、シミュレータの体感情報を実車と同じにすれば、シミュレータ酔いの発生は予防できるものと考えられる。

視覚については、自車の運動の状態を目から得られるために、必要な地平線や沿道風景などが正常な遠近感や位置関係をもって表示されれば十分である。

若者ほどシミュレータ酔いを感じやすく、高齢になるほど感じにくようである。また、自動車の運転を職業にしているような運転経験に富む人ほどシミュレータに酔いやすい傾向にある。

土木研究所の道路走行シミュレータは、モーションベースがないことや狭小な画面のため、シミュレータ酔いを起こしやすい。特に、急激な加減速・横加速を感じるような道路を走行すると、シミュレータ酔いになりやすい。また、長時間の走行でストレスが蓄積するケースもあるため、適宜休憩をとる必要がある。

#### 4. 3 今後の対応

土木研究所の道路走行シミュレータの画像では、実車との運転環境のギャップが生じる。このため、被験者の心理に「シミュレータである」という意識が生じ、実車で走行とは異なった走行を行ってしまうことがある。また、実車とシミュレータ画像の間のギャップが大きくなると、ドライバーがシミュレータ酔いを起こすことがある。

今後は、モーションベースにより加速度をドライバーに伝えることや、側方、後方に画像表示を行うことなどで、道路走行シミュレータでの運転環境をより実車で運転環境に近づけていく必要がある。

また、道路走行シミュレータのコンピュータの容量を増大させることでテクスチャーの増加、シェーディングの付加、平面数の増加等が可能となる。このため、コンピュータの容量の増大を行い、実車の運転環境に近づける必要がある。

コンピュータグラフィックスの技術は、基本的には人間の目での見え方を再現する技術である。目に見えるものは物体が発する光であり、光のふるまいのシミュレーションを行っていることになる。しかし、光のふるまいを完璧にコンピュータで再現することは難しい。このため、今後はコンピュータでどこまでシミュレーションできるのかという判断を行うことも必要になってくる。

## 参考文献

1. (社)日本道路協会：道路構造令の解説と運用、昭和58年(1983年)
2. 岩崎征人ほか：Sカーブ区間における自動車の走行挙動、土木計画学研究講演集No.17、1995年
3. 道路広報センター：ゆとりある生活空間づくりに向けて、1993年
4. D.クレベルスベルクほか：交通心理学、1990年
5. 百名盛之：人間・機械系のシミュレーションー航空機の場合ー、人間工学Vol.4、No.3、1968年
6. 近藤政市：基礎自動車工学ー後期編ー、養賢堂、1981年
7. 日経CG：CADの基礎知識、日経BP社

## 道路走行シミュレータの操作マニュアル

# 目 次

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 1. 道路走行シミュレータの起動・停止 .....         | 1  |
| 1.1 起動方法 .....                    | 1  |
| 1.2 停止方法 .....                    | 3  |
| 2. データベース（実験用コース）作成の概略手順 .....    | 4  |
| 2.1 道路形状データの作成 .....              | 5  |
| 2.2 ブロックの設定 .....                 | 10 |
| 2.3 道路施設データの作成，ライブラリデータの登録 .....  | 11 |
| 2.4 道路隣接情報データ作成 .....             | 18 |
| 2.5 テキスチャファイル作成 .....             | 19 |
| 2.6 平面ナンバーのチェック .....             | 20 |
| 2.7 リンクリストの作成 .....               | 21 |
| 2.8 リンク処理 .....                   | 22 |
| 2.9 シーン情報データの作成 .....             | 22 |
| 2.10 画像発生 .....                   | 22 |
| 2.11 初期設定 .....                   | 23 |
| 2.12 画像作動 .....                   | 24 |
| 3. データ計測記録方法及び計測記録装置の取り扱い方法 ..... | 25 |
| 3.1 MT（磁気テープ）へのデータ計測記録手順 .....    | 25 |
| 3.2 FD（フロッピーディスク）へのデータ転送手順 .....  | 26 |
| 3.3 MTの取り扱い方法 .....               | 27 |

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 4. その他の便利な機能 .....                          | 29 |
| 4.1 CADディスプレイでのデータベース作成作業 .....             | 29 |
| 4.2 コマンドバッファ機能 .....                        | 29 |
| 4.3 カーデータの確認方法 .....                        | 29 |
| 4.4 作成したコースを制御卓で確認する方法 .....                | 30 |
| 4.5 LODの設定値を修正する方法 .....                    | 31 |
| 4.6 映像定数ファイルデータをオンライン中に変更する方法 .....         | 32 |
| 4.7 ハードディスクの空き容量を確認する方法 .....               | 32 |
| <br>5. 車載ナビゲーション・システム操作方法 .....             | 33 |
| <br>6. 霧中ナビゲーションシステムプログラム操作方法 .....         | 34 |
| 6.1 霧中ナビゲーションシステム用映像発生プログラム操作手順 .....       | 34 |
| 6.2 霧中ナビゲーションデータ設定プログラム操作手順 .....           | 34 |
| <br>7. トラブルなどの対処方法 .....                    | 36 |
| 7.1 他車が道路施設に透ける場合 .....                     | 36 |
| 7.2 ガードレールと立木が透ける場合 .....                   | 36 |
| 7.3 他車コースデータの作成上の注意点 .....                  | 36 |
| 7.4 自車位置検知のための平面の該当ブロックの修正方法 .....          | 36 |
| 7.5 コース上に自車の走行にあわせて、突然障害物を自車前に発生させる方法 ..... | 37 |
| 7.6 演算装置の遅延時間の加味 .....                      | 38 |
| 7.7 映像プログラムが正常に起動しない場合 .....                | 39 |
| <br>【LODとは？】 .....                          | 6  |
| 【操作上でのその他注意事項】 .....                        | 8  |
| 【他のコースの施設データファイルを流用する方法】 .....              | 15 |
| 【CADで平面線形を確認する方法】 .....                     | 15 |
| 【ボリュームマネージャーの使用方法】 .....                    | 16 |
| 【STLM2.Cコマンドを使ってLODの修正を行う方法】 .....          | 19 |
| 【必要な平面のデータを印刷する方法】 .....                    | 20 |
| 【演算装置プログラムの操作方法】 .....                      | 20 |
| 【リクエスト作成時によく使うコマンド】 .....                   | 21 |

《巻末資料》

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 主要コメント一覧表 .....         | 41 |
| リンクリスト作成時のコメント一覧表 ..... | 42 |
| ライブラリファイル一覧表 .....      | 43 |
| 計測記録データ .....           | 44 |
| 計測記録データ一覧表 .....        | 45 |

## 1. 道路走行シミュレータの起動・停止

以下に、道路走行シミュレータの起動・停止方法を示す。なお、太字の部分は入力文字を示す。

### 1.1 起動方法

□計算機室2（車体がある部屋）の電源を投入

注）温度調節のため、必ず部屋のエアコンを作動させること。

□計算機室1（演算装置のある部屋）の電源を投入

注）温度調節のため、必ず部屋のエアコンを作動させること。

□ハンドル反力装置の電源投入

①操舵反力制御装置の200Vブレーカ→100Vブレーカの順にスイッチオン

注）電源を切る時も200Vブレーカ→100Vブレーカの順でスイッチオフ

②操舵反力パソコンで操舵反力プログラムの起動コマンド入力

A : ¥ > GA RETURNキー

□制御卓パソコンのAC分配機の電源を投入

□演算装置の電源を投入（同時に、MT・プリンターの電源も入る）

①演算装置前面上部のスイッチオン

②ハードディスクパネルのスタートランプ（緑色）の点滅が点灯に変わるのを待ち、プロテクトスイッチ（赤色）をオフにする。

□ハンドル反力装置の起動確認。

制御器ランプが「RUN」になっていることを確認する。「STOP」のままの時は計測記録装置用インターフェイスボードのリセットスイッチを上を押して、約1分後に「RUN」になるのを待ち、次の操作に移る。

□演算装置コンソールで、F7キー→F8キー→F9キー→F10キー→F11キー→日付入力（ex:1995年4月4日の10:18の場合は「04/04/95,10:18」）→RETURNキー（2回）→プリンター作動停止後→F14キー→F12キー→RETURNキー（以下<CR>と記述）の順でキー操作

□演算装置コンソールで映像プログラムの起動コマンド入力

TSM>USER HVI4A <CR>

TSM>GA <CR>

→霧中ガイドライトシステムを発生させる場合はA : ¥ > GD <CR>

□制御卓パソコンで起動コマンド入力

A : ¥ > GA <CR>

☐ 音響発生装置パソコンで起動コマンド入力

A: ¥>GA <CR>

☐ CG画像が発生するのを待つ。

## 1. 2 停止方法

□ハンドル反力装置でESCキーを押し、プログラムを終了させる。

□音響発生装置パソコンのF10キー（終了）を押す。

A: ♪が表示されることを確認

□制御卓パソコンのF10キー（終了）を押す。

A: ♪が表示されることを確認

□演算装置コンソールでコマンド入力

TSM>GAKILL <CR>

TSM>HALT <CR>

／／プロンプトが表示されることを確認

□ハードディスクパネルのプロテクトスイッチ（赤色）をオンにする。赤色ランプの点灯を確認。

□ハンドル反力制御装置の200Vブレーカ→100Vブレーカの順にスイッチオフ。

注) 操舵反力パソコンの電源は入れっぱなしにしておく。

□演算装置前面上部のスイッチオフ

□制御卓パソコンのAC分配機の電源を切る。

□計算機室1（演算装置のある部屋）の電源を切る。

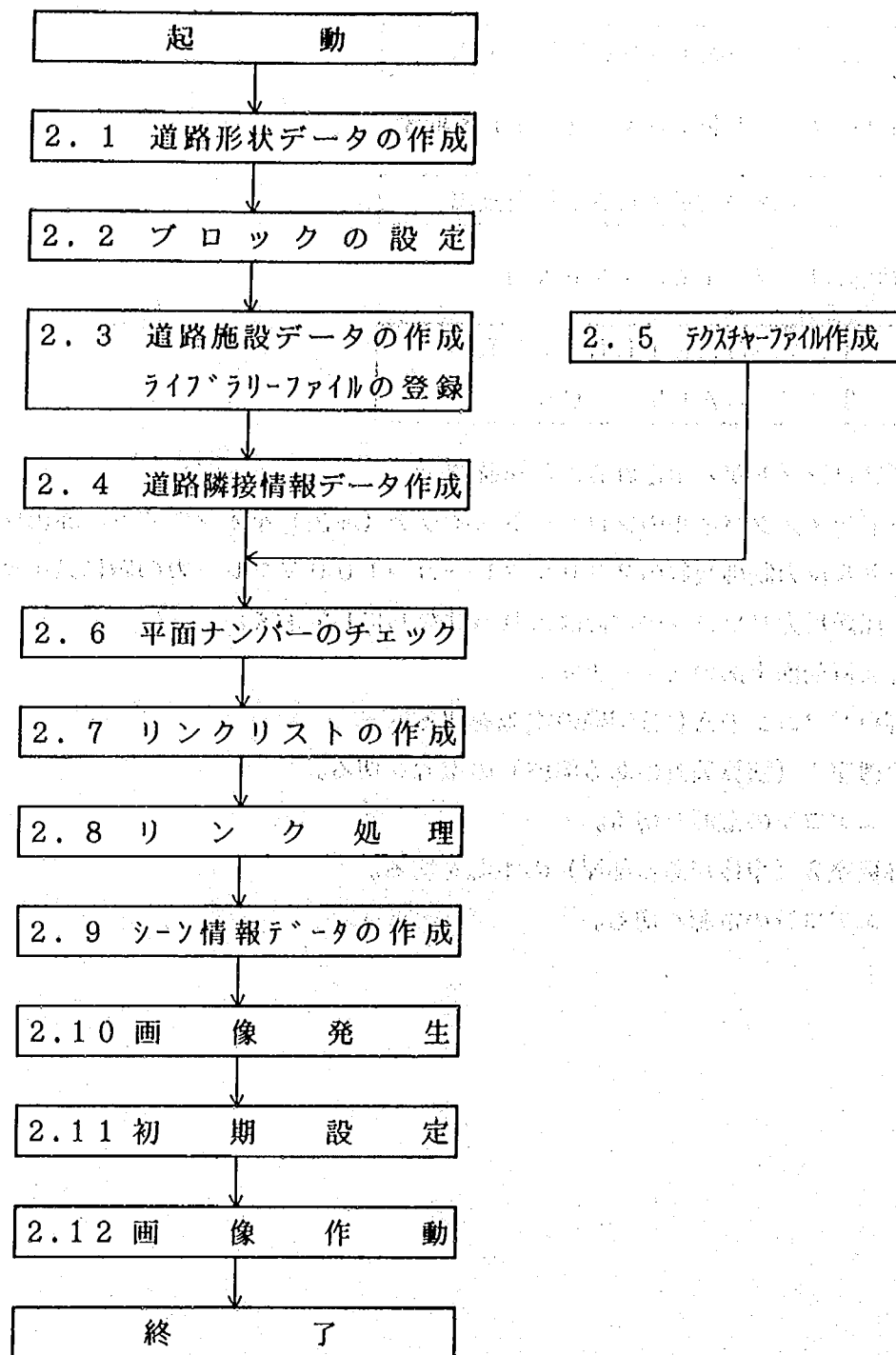
注) エアコンの電源を切る。

□計算機室2（車体がある部屋）の電源を切る。

注) エアコンの電源を切る。

## 2. データベース（実験用コース）作成の概略手順：線形作成

実験用コースは、以下のフローチャートに従って作成することができる。



以下に示す作業の詳細は、道路走行模擬装置製作ソフトウェア取扱説明書を参考にする。なお太字の部分は入力文字を示す。

## 2. 1 道路形状データの作成

### ①データベース作成装置の起動

#### □CADディスプレイの起動

「1. 1 起動方法」を参考に起動を行う。

(演算装置コンソールに)

TSM>USER HVI4A <CR> まで入力したら、

TSM>STRS. C <CR> と入力する。

注) この時、映像プログラムを起動させると、処理速度が遅くなるため、起動コマンド (GA) の入力を行わない。

データベース作成装置の起動コマンド (STRS. C) は、日本道路公団設計要領 (第4集幾何構造・休憩施設) の片勾配のすりつけ方法 (車線数 に応じた片勾配の摺り付け長 (-2→+2%の時) の設定) に準拠した道路を作成するときのフォーマット (右欄に車線数の入力欄がある) を呼び出す。

注) TSM>STRS1. Cを入力すると、クロソイド全長で片勾配をすりつける場合のフォーマット (右端に車線数の入力欄がない) が呼び出される。

#### □LOD LEVELの設定

各施設LODの初期値設定を行う。初期値を変更するときは、該当道路施設でLODコマンドの番号 (1～7) を入力しRETURNキー。変更しないときは、RETURNキー。

注) リンクリスト作成時にLODコマンド設定すると、そちらの方が優先される。

#### □CAD STARTと画面表示されたら、CADディスプレイでの操作に移る。

### 【LODとは？】

平面（ポリゴン）の画面表示容量には限界があるため、遠方の見えないところの平面を表示しないで演算装置に負担をかけないようにするための平面の発生距離を選択指定するコマンド。LODコマンドの番号とその設定距離については、データベース作成装置製作ソフトウェア取扱説明書「3.13 平面距離選択情報の作成方法」の表を参照。

注1) LODの設定距離は、平面の長さより長くする。

注2) 平面の容量5,000個/コース（データベース作成装置製作ソフトウェア取扱説明書表「1.1 データベース作成仕様一覧」7P参照）を超えると、リンク処理時にSHAPE BUFFER OVERFLOWのメッセージが表示される。

(CADディスプレイで)

| 道路形状作成メニュー |                   |
|------------|-------------------|
| 1.         | 道路形状データ作成         |
| 2.         | ブロック選択の情報         |
| 3.         | 道路施設作成メニュー (上り車線) |
| 4.         | 道路施設作成メニュー (下り車線) |
| 5.         | 印字                |
| 0.         | 終了                |

②「1. 道路形状データ作成」を選択する。

| 道路形状作成メニュー |    |    |    |    |    |        |    |         |             |             |     |
|------------|----|----|----|----|----|--------|----|---------|-------------|-------------|-----|
| 基本データファイル: |    |    |    |    |    | 道路起点高: |    |         |             |             |     |
| NO         | 形状 | 距離 | 間隔 | 半径 | 方向 | 縦断曲線範囲 |    | 縦断<br>% | 横断上り<br>%→% | 横断下り<br>%→% | 車線数 |
|            |    |    |    |    |    | 始点     | 終点 |         |             |             |     |
| 1          |    |    |    |    |    |        |    |         |             |             |     |
| 2          |    |    |    |    |    |        |    |         |             |             |     |
| 3          |    |    |    |    |    |        |    |         |             |             |     |
| 4          |    |    |    |    |    |        |    |         |             |             |     |
| 5          |    |    |    |    |    |        |    |         |             |             |     |
| ⋮          |    |    |    |    |    |        |    |         |             |             |     |
| ⋮          |    |    |    |    |    |        |    |         |             |             |     |
| ⋮          |    |    |    |    |    |        |    |         |             |             |     |

□「道路形状作成メニューの基本データファイル」にファイル名 (6文字まで) を入力

1995年2月2日に作成を始めたら、ファイル名「950202」とするとわかりやすい。

□道路起点高の入力

注) コース全体を通して道路高さが0m以下にならないように起点高を決める。例えば作成コースが上り勾配のみとか、フラットなコースで横断勾配が0%の場合は「0」でもよい。

□「形状」で平面線形要素 (1. 直線、2. クロソイド、3. 円) を選択する。

□「距離」は各線形要素の長さ (最大9999.9m) を入力する。

注) 平面・縦断・横断勾配の組合せから、1つの線形要素をいくつかに分けて入力することもある。

□「間隔」は1平面（ポリゴン）の長さのこと。以下を参考に設定する。

注1）間隔（m）＜LODの設定値（m）×2（1.5倍以下の長さにするのが望ましい）

注2）間隔の設定においてはコース全体で1つの施設の平面数が約130以下になるようにする。

注3）「距離」を割り切れない「間隔」を入力してもよい。

注4）短い間隔で設定すると、平面数が増えて画像更新が遅れたり、使用可能ポリゴン数（255）をオーバーすることがある。

注5）間隔を大きくし、コース全体の平面数を少なくする方がよいが、小さな曲線・クロソイド（曲率半径1,000m以下）のときは、適宜その間隔を短く設定して滑らかな曲線にするとよい。直線の間隔は最大200～300mほどにするとよい。

注6）ここで平面数が多くなっても、リンクリスト作成時に平面（SHAPE NUMBER）をカットすれば良い。

□「半径」は曲線・クロソイドのときに、その線形要素終端の曲率半径を入力する。

注1）続く線形要素が直線のときは、0を入力するか何も入れない（→キーを押す）。

注2）片勾配のすり付けなどで、ひとつのクロソイドをいくつかに分けないといけないときは、そのセグメント終端の曲率半径を入力する。

注3）カーブ、クロソイドの場合、距離が140mなら間隔は14m程度が望ましい。

□「方向」は曲線・クロソイドの曲がる方向（左・右）を選択する。

□「縦断曲線範囲」は縦断曲線長を入力する。

注）折点より始点側と終点側の長さを入力する。対称形のときは同じ値を入力する。

□「横断上り」は上り路線（ここでは左側路線）の横断勾配（片勾配）の値を入力する。「横断下り」は下り路線（ここでは右側車線）の横断勾配（片勾配）の値を入力する。

注）入力値は-9.9～10.0%の範囲

□「車線数」は片側の車線数（1～3）を入力する。

□セーブ終了はENDキー

（要注意）入力は慎重に、セーブはこまめに！！

#### 【操作上でのその他注意事項】

□行の入力はINSキー、削除はDELキーで行う。

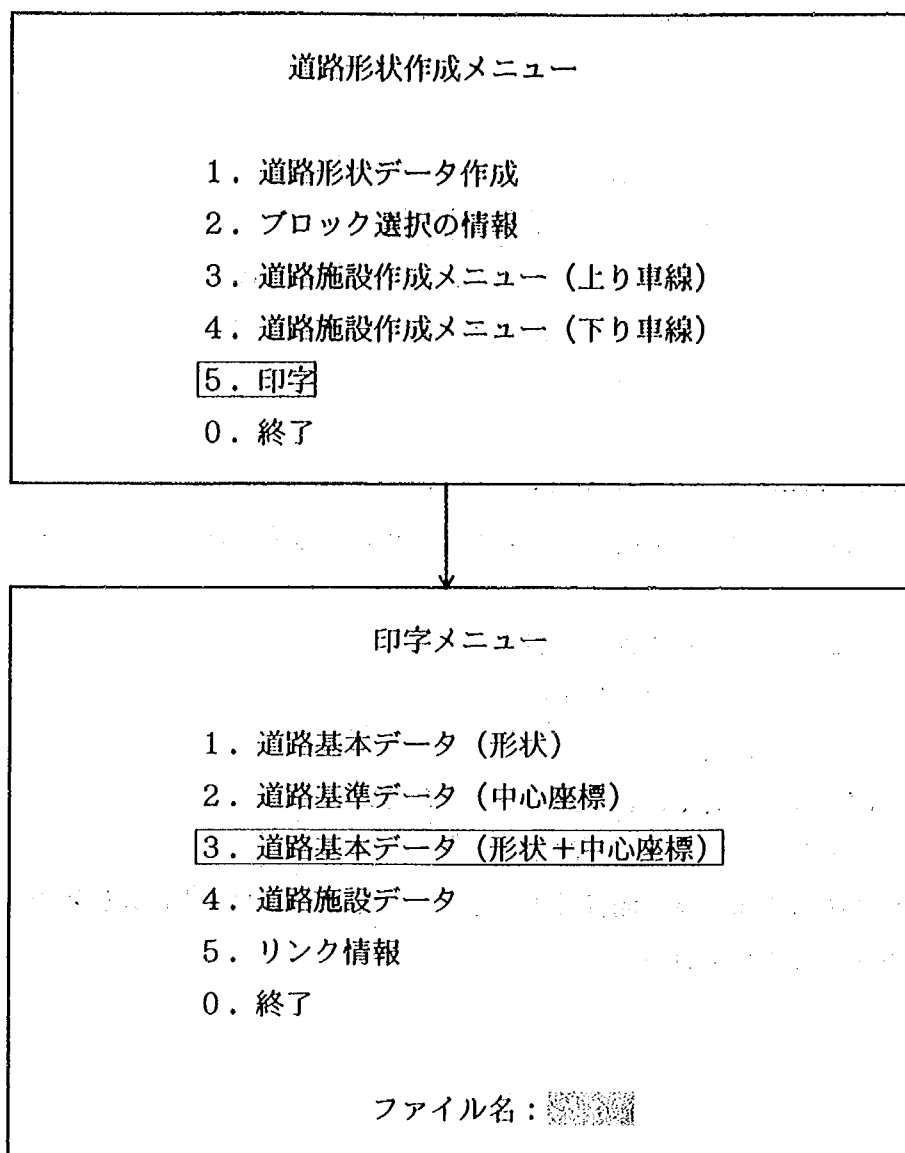
□道路形状作成メニューが長くなる時は途中で一度SAVE（ENDキーを押すだけ）しておく。

□警告音「ピー」がなる時は、その時点で道路形状が判定不能なので、その欄をとばして次の欄にデータを入力し、再度確認の上入力する

□次ページ、前ページのキーが作動しない時は、ENDキーで一度セーブしなおす

### ③道路基本データの印字

「道路形状作成メニュー」で「5. 印字→3. 道路基本データ（形状+中心座標）」を選択。



□基本データファイル名（例. 950202）を入力し、RETURNキーで印刷が始まる。ここでプリントされたものが、次のブロック選択での資料となる。

## 2. 2 ブロックの設定

「道路形状作成メニュー」で「2. ブロック選択の情報」を選択。

### 道路形状作成メニュー

1. 道路形状データ作成
2. **ブロック選択の情報**
3. 道路施設作成メニュー（上り車線）
4. 道路施設作成メニュー（下り車線）
5. 印字
0. 終了

☐ブロック分割で、平面曲線部や凸形縦断曲線部で本来見えない遠方道路をCG上で表示しないように設定する。

☐ブロック数は、30ブロック／コース以内に設定する。

☐縦断折点（凸部）では、必ずブロック分割する。

☐直線部は1ブロック500m以内とする。

☐微調整・修正は、実際にコースを走行し確認した上で行う。

☐ブロック分割の設定後ENDキーでセーブ終了

注) ブロック設定位置の入力番号は平面番号のこと。このため、ブロック設定位置の「終了」と次の行の「開始」の位置番号は1つずれる。

## 2.3 道路施設データの作成, ライブラリーデータの登録

①「道路形状作成メニュー」で「3. 道路施設作成メニュー（上り車線）」を選択する。

下り車線（中央分離帯で分離された対向車線）が必要なとき、「4. 道路施設作成メニュー（下り車線）」も同様に作成していく。

### 道路形状作成メニュー

1. 道路形状データ作成
2. ブロック選択の情報
3. 道路施設作成メニュー（上り車線）
4. 道路施設作成メニュー（下り車線）
5. 印字
0. 終了

②「道路施設作成メニュー」から作成する道路施設の番号（1～9）を選択する

### 道路施設作成メニュー

- |               |               |
|---------------|---------------|
| 1. 路肩データ      | 6. ガードレール（支柱） |
| 2. 路面データ      | 7. 立木データ      |
| 3. エッジラインデータ  | 8. 側壁データ      |
| 4. センターラインデータ | 9. 中央帯データ     |
| 5. ガードレールデータ  | 0. 終了         |

以下の順に道路施設データを入力していく。

□「基本データファイル」にファイル名(ex. 950202)を入力

□「施設データファイル」にファイル名(6文字以内)入力

注1) 施設データファイル名は、表の名前である。ライブラリーファイル名と混同しないようにする。

注2) 例えば、路肩データのファイル名は\*10S、路面データのファイル名は\*20S(\*は作成コースによりA~Zにするとよい)のように設定すると覚えやすい。

□「ブロック設定位置」は、例えばコース全長で同じ横断面構成なら「開始」に1を「終了」にコースの最終ポイントを入力すればよい。つまり1行のみの入力で終わる。

注1) 「道路基本データの印字」でプリントした中心座標値を参考に入力する。

注2) 「POINT BUFFER OVERFLOW」のエラーメッセージがでるときは、施設データファイルを二つに分ける。

□「道路幅」は、道路中心線からの離れの長さをm単位で入力する。

注1) データベース作成装置製作ソフトウェア取扱説明書「路面道路構成図」(34P)を参照。

注2) 入力値の小数第2位以下は四捨五入で表示されるが、プログラム計算はされている。

□「接続」は通常「1. する」を選択する。

□「センターライン」の「ライン間隔」はセンターラインの中心間距離、「幅」はセンターライン幅の1/2値を入力する。

□「ガードレールデータ」の「施設間隔」は平面数を減らしたいときに入力。「カードレール支柱」の「上辺高さ」はビームと重ならないように設定する。

注) ガードレール(ビーム)の施設間隔は平面数、直径は30cm位、支柱間隔は4m位が望ましい。

□「ライブラリーファイル登録」は、リンクリスト作成に使用するファイル名を入力する。

注1) 例えば、路肩データのファイル名は\*10L、路面データのファイル名は\*20L(\*を作成コースによりA~Zに変えると管理しやすい)のようなファイル名にしておくと、施設データファイル名と対比できて覚えやすい。Sは施設、Lはライブラリーを意味する。

注2) ライブラリーファイル名、施設データファイル名の上3文字はデータ管理のために変える。データ数が多い時、演算計算においてファイルを分割管理するので、上3文字は同じ文字にしない。

□「テクスチャー面の設定」に必要なファイルを作成しておく。

例) 路肩の施設データファイルを流用して、ライブラリーファイル名「LM071」のファイルをもうひとつ作成(わかりやすいように、\_\_部はSTLM2、CのLM、\_\_部はシーン番号とした)。

注) シーン番号 = (データベースNO-1) × 10 + (コースNO-1) × 3 + 時間帯NO

データベース作成装置製作ソフトウェア取扱説明書「道路情報データ入力プログラム操作手順」22Pを参照

□「3. 終了」を選択する。

道路施設データ（路肩，路面，エッジライン，中央帯）

基本データファイル：

道路起点高：

| N<br>0 | ブロック設定位置 |    | 道路幅<br>(右) | 道路幅<br>(左) | 接<br>続 |
|--------|----------|----|------------|------------|--------|
|        | 開始       | 終了 |            |            |        |
| 1      |          |    |            |            |        |
| 2      |          |    |            |            |        |
| 3      |          |    |            |            |        |
| 4      |          |    |            |            |        |
| 5      |          |    |            |            |        |
| ・      |          |    |            |            |        |
| ・      |          |    |            |            |        |
| ・      |          |    |            |            |        |

ライブラリファイル登録：

道路施設データ（ガードレール，立木，側壁）

基本データファイル：

道路起点高：

| N<br>0 | ブロック設定位置 |    | 上辺<br>位置 | 下辺<br>位置 | 上辺<br>高さ | 下辺<br>高さ | 施設<br>間隔 | 接<br>続 |
|--------|----------|----|----------|----------|----------|----------|----------|--------|
|        | 開始       | 終了 |          |          |          |          |          |        |
| 1      |          |    |          |          |          |          |          |        |
| 2      |          |    |          |          |          |          |          |        |
| 3      |          |    |          |          |          |          |          |        |
| 4      |          |    |          |          |          |          |          |        |
| 5      |          |    |          |          |          |          |          |        |
| ・      |          |    |          |          |          |          |          |        |
| ・      |          |    |          |          |          |          |          |        |
| ・      |          |    |          |          |          |          |          |        |

ライブラリファイル登録：

道路施設データ（センターライン）

基本データファイル：

道路起点高：

| N<br>0 | ブロック設定位置 |    | ライン | ライン | ライン | ライン |
|--------|----------|----|-----|-----|-----|-----|
|        | 開始       | 終了 | 幅   | 長さ  | 位置  | 間隔  |
| 1      |          |    |     |     |     |     |
| 2      |          |    |     |     |     |     |
| 3      |          |    |     |     |     |     |
| 4      |          |    |     |     |     |     |
| 5      |          |    |     |     |     |     |
| .      |          |    |     |     |     |     |

ライブラリファイル登録：

道路施設データ（ガードレール支柱）

基本データファイル：

道路起点高：

| N<br>0 | ブロック設定位置 |    | 上辺 | 下辺 | 支柱      | 上辺 | 下辺 | 施設 | 接 |
|--------|----------|----|----|----|---------|----|----|----|---|
|        | 開始       | 終了 | 位置 | 位置 | の<br>間隔 | 高さ | 高さ | 間隔 | 続 |
| 1      |          |    |    |    |         |    |    |    |   |
| 2      |          |    |    |    |         |    |    |    |   |
| 3      |          |    |    |    |         |    |    |    |   |
| 4      |          |    |    |    |         |    |    |    |   |
| 5      |          |    |    |    |         |    |    |    |   |
| .      |          |    |    |    |         |    |    |    |   |

ライブラリファイル登録：

【他のコースの施設データファイルを流用する方法】

□演算装置コンソールにコマンド入力

```
TSM>USER__HCAD1 <CR> (HCAD1のディレクトリーへ変換。HCAD1の代わりにC1でも可。)  
TSM>VOLM <CR> (ボリュームマネージャーの呼び出し)  
VOL>COPY__I10S__M10S <CR> (I10S:コピー元のファイル名の例)  
                                (M10S:コピーしたファイル名の例)  
VOL>X <CR> (ボリュームマネージャーの終了)  
TSM>USER__HVI4A <CR> (HVI4Aのディレクトリーに戻る。代わりにC4でも可)
```

道路施設作成メニューの施設データファイル名に、例えばM10Sを入力すれば、I10S(コピー元のファイル)のデータが呼び出され、それを適宜変更してM10Lでセーブすれば流用できる。

□ライブラリーファイルを一覧する方法

```
TSM>VOLM <CR> (ボリュームマネージャーの呼び出し)  
VOL>LOG_@SYSTEM (MP. 4) M*L01. MPL <CR>  
                        ファイル名 拡張子  
VOL>X <CR>
```

※ファイル名を「M\*L01」とすると、「Mで始まって、L01で終わるファイル」を一覧することができる。

【CADで平面線形を確認する方法】

□路肩等の施設データファイルを作成しないと見られない。演算装置コンソールでコマンド入力。

```
TSM>STCA4. C <CR>
```

□タブレットを使って (CADディスプレイの指示に従って操作する)

- ①タブレット上の作業エリア (3点) を押さえる
- ②ファイル名 (例えば路肩形状を見たいなら「M10L」) を入力
- ③立体かどうか聞いてくるので、「N」を入力
- ④ほかは「END」を選択
- ⑤フローチャートでDISPLAY→UPDATE→SHAPE/LIGHT→RETURNを押さえていく
- ⑥CADディスプレイに平面線形が表示される
- ⑦「ZOOM」を押して、線形をチェックする。
- ⑧ATTENTIONを押さえると、CADが終了 (確認のみの時) する

注) JOB ENDはセーブ・終了の時に押さえる

## 【ボリュームマネジャーの使用方法】

「道路走行模擬装置システムソフトウェア取扱説明書2」の「第3章ボリュームマネージャー」を参照する。

### ③リンク情報の印字

道路形状作成メニュー「5. 印字」→印字メニュー「5. リンク情報」を選択

TSM>STRS.Cで道路形状作成メニューを呼び出す。

リンクリスト作成に必要なデータを印刷しておく。

☐ファイル名に道路施設ライブラリーファイル名を入力する。

注1) 路肩(\*10L)、車線境界線(\*40L,\*40L01)、ガードレール支柱(\*60L,\*60L01)の3つのライブラリーファイルを印刷しておけばよい。

注2) ファイル名はライブラリーファイル名を入力する。1つの施設で平面数が400以上になるときは、ライブラリーファイル名に「01」をつけたファイル名(例えばM40L01)も印刷しておく。  
平面数が400を越えた場合、コンピュータが「01」をつけたファイルを作成しておいてくれる。

## 2. 4 道路隣接情報データ作成：平面をつないで処理するデータ

(演算装置コンソールに)

□TSM>STRD2. C <CR>

```
SELECT NO:1 「1:ROAD DATE CONVERT」の選択
                (→車が暴走した時に、リセットするための座標値を覚え込ませる。)
ROAD INFORMATION FILE NAME      ?**ROAD071<CR>
                (  は決まった接頭辞、 はシーン番号の例)
ROAD DATE FILE NAME (LIBLALY)   ?**M10L <CR>
                (  路肩のライブラリーファイル名の入力例)
ROAD DATE FILE NAME (LIBLALY)   ?**END <CR>
                (終了)

SELECT NO:3 「3:ADJOINING SHAPE INPUT」の選択
                (→ポイントのデータ座標をつないで、平面を決める。)
ROAD INFORMATION FILE NAME      ?**ROAD071<CR>
                (  は決まった接頭辞、 はシーン番号の例)
METHOD (1:AUTO, 2:MANUAL/END)   ? : 1 <CR>
                (基本的に1:AUTOを選択)
METHOD (1:AUTO, 2:MANUAL/END)   ? : END <CR>
                (終了)

SELECT NO:9 <CR>
                「9:ROAD CENTER POINT DATE INPUT」の選択
                (→走行時、走行距離を計算させるために座標を計算機に覚え込ませる。)
SCENE NO. (×××/END)            ?**071 <CR>
                (シーン番号の入力例)
KEIJYOU FILE NAME               ?**950202 <CR>
                (基本データファイル名(日付)の入力例)

SELECT NO:0 <CR> 「0:END」の選択
```

注1) 「5:OCCUOUTATION DATE INPUT」は、下り車線も作るときに中央分離帯の立木到下り車線の施設が透けないようにオカルテーションを設定するメニュー。

注2) 「7:ROADSOLID BLOCK DATE INPUT」は、ブロックに対応させるメニュー。また、立木を立体扱いするときに、立体(ここでは、建物、トンネル、橋梁等)を該当ブロックに対応させる。

## 2. 5 テクスチャファイル作成

各ブロックで、路面のテクスチャ面の傾きを設定する。

各ブロックの標準平面（基本的にはブロック中央付近の平面）を、そのブロックの代表テクスチャ平面として登録すると、ブロック内の他の平面のテクスチャの傾きがそれに同じ角度で設定される。特に縦断曲線部の設定には注意する。

（演算装置コンソールに）

□TSM>STLM2.C <CR>

|                                           |                                         |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------|
| FILE NAME                                 | ***LMO71 <CR><br>(ライブラリファイルの入力例)        |
| ENTER MENU COMMAND                        | ***SL <CR>                              |
| SLOPE NO. INPUT COMMAND (SLOPE/CLEAR/END) | ***SL <CR>                              |
| SLOPE SHAPE NO. (0-200/END)               | ***1<br>(順次ブロック番号を入力していく)               |
| OBJECT NO. (N, N/N, ALL/END)              | ***SHAPE NUMBERを入力していく<br>(ブロック中央の平面番号) |
| SLOPE NO. INPUT COMMAND (SLOPE/CLEAR/END) | ***SL <CR>                              |
| SLOPE SHAPE NO. (0-200/END)               | ***2 <CR>                               |
| OBJECT NO. (N, N/N, ALL/END)              | ***SHAPE NUMBER <CR><br>(ブロック中央の平面番号)   |
| .                                         | .                                       |
| SLOPE NO. INPUT COMMAND (SLOPE/CLEAR/END) | ***SL <CR>                              |
| SLOPE SHAPE NO. (0-200/END)               | ***N <CR><br>(最後のブロック番号を入力)             |
| OBJECT NO. (N, N/N, ALL/END)              | ***SHAPE NUMBER <CR><br>(ブロック中央の平面番号)   |
| SLOPE NO. INPUT COMMAND (SLOPE/CLEAR/END) | ***END <CR>                             |
| ENTER MENU COMMAND                        | ***END <CR>                             |
| FILE NAME                                 | ***END <CR>                             |

注) 「ブロックの中央の平面番号」は「リンク情報の印字」の路肩ライブラリの印字結果を参考に、各ブロック中央付近の平面番号を選択する。

### 【STLM2.Cコマンドを使ってLODの修正を行う方法】

|                    |            |
|--------------------|------------|
| ENTER MENU COMMAND | ***LO <CR> |
|--------------------|------------|

を選択して、後は上と同様な方法で設定していく。

【必要な平面のデータを印刷する方法】

□演算装置コンソール画面にコマンドを入力。

TSM>STPR2.C <CR>

FILE NAME:ライブラリーファイル名 <CR>

□画面に従い入力すると平面データ（カラー番号，ポイント番号，LODレベルなど）が印刷される。

注1) 1つのライブラリーファイルで、400平面までしか印刷されないの、それ以上の平面数の時は、ライブラリーファイル名に「01」をつけたファイル名（例えばM10L01）を入力すると印字される。

注2) 車線境界線、ガードレール支柱のライブラリーデータの印字は、ブロック分割の確認などに使う。

【演算装置プリンタの操作方法】

プリンタで印刷されたものを取り出す方法

□「ON LINE」ボタン（一番上の黄色ボタン）を一度押しOFF LINE（液晶画面でOFF LINEと表示）にする。

□「TOP OF FORM」ボタンを押し、用紙を必要なだけ送り出す。「PAPER ADVANCE」ボタンを押すと、少しずつ押し出される。

□「ON LINE」ボタン（一番上の黄色ボタン）を押し、ON LINE（液晶画面でON LINEと表示）にする。

2.6 平面ナンバーのチェック

2.3の③の資料を参考に、各施設のブロック毎に該当する平面ナンバーをチェックする。

## 2.7 リンクリストの作成

(演算装置コンソールに)

```
TSM>EDIT_AA <CR>
EDT>USE_MA.T*** <CR>
(MA.T*** (は決まった接頭辞、はシーン番号を示す)のファイルを読み出す。例えばMA.T071)
```

□事例を参考にリンクリストを作成していく

注1) リンクリストのブロック番号は道路施設毎に割り当ててある。データベース作成装置製作ソフトウェア取扱説明書「表2. 2-1ブロック番号使用基準」15Pを参照。

注2) 内側(中心線側)のガードレールは立木のブロック(181~210)で設定する。

注3) リンクリスト上でLODを設定する時は、平面ファイル毎にFILの後ろに書き込む。

注4) 「\*」で始まる行はプログラム上無視されるので、コメント行などになる。

注5) スペースキー→RETURNキーで改行される。

□リンクリストのセーブ方法

```
EDT>STO_MA.T*** <CR>
SCRATCH=Nで「Y」を入力
EDT>X <CR>
```

注) リンクリスト作成前に、STO\_MA.T\*\*\*のファイル名を代え、まずセーブしておく。

### 【リンクリスト作成時によく使うコマンド】

|                                |                             |
|--------------------------------|-----------------------------|
| EDT>MOD_N/M                    | (N行からM行の修正)→ex:「1/L」だと1~最後  |
| EDT>COL_N                      | (N行の後に、行を追加)                |
| EDT>NUM                        | (行追加した後に、番号をふり直す)           |
| EDT>LIST_N/L                   | (N行からLastまでの行を一覧)           |
| EDT>PRINT                      | (リンクリストを印刷)                 |
| EDT>STO_MA.T***                | (リンクリストをファイル名「MA.T***」でセーブ) |
| EDT>DEL_N/M                    | (N行からM行を削除)                 |
| EDT>COP_N/M_TO_N.01            | (N行からM行をN.01行以降にコピー)        |
| EDT>CHA_/FIL_*1*\\FIL_*2*\\ALL | (ファイル*1*を*2*に変更)            |

注) 道路走行模擬装置製作ソフトウェア取扱説明書にEDITコマンドについての説明があるため、その他のコマンドについては、そちらを参考。

次に移るときは、スペースキー、RETURNキー、RETURNキーのみだとEDITに戻る。

頭に\*がついた行は読まれない。

## 2.8 リンク処理

```
TSM>STLNL. C <CR> (STLN. C コマンドでも可)
PLEASE INPUT DATE FILE NAME **MA. T*** <CR>
                                     (シーン番号。例えば071)
PLEASE INPUT PRINT MOOD (ALL/ERROR/NONE) **ER <CR>
                                     (基本的にERRORを選択)
DO YOU NEED ATTRIBUTE DATE? (Y/N) **N <CR>
                                     (基本的にNを選択)
TACHI KI WO 3-D TEXTURE TO SURUKA? (Y/N) **N <CR>
                                     (立木テクスチャーを付加するときは「Y」を選択)
SOKUHEKI WO 3-D TEXTURE TO SURUKA? (Y/N) **N <CR>
                                     (側壁テクスチャーを付加するときは「Y」を選択)
```

## 2.9 シーン情報データの作成

```
TSM>STSN2. C
SCENE DATE FILE CONVERT TASK
DBCN. T
**SCENE NO. (xxx/END) ? **071 (例) <CR>
```

## 2.10 画像発生

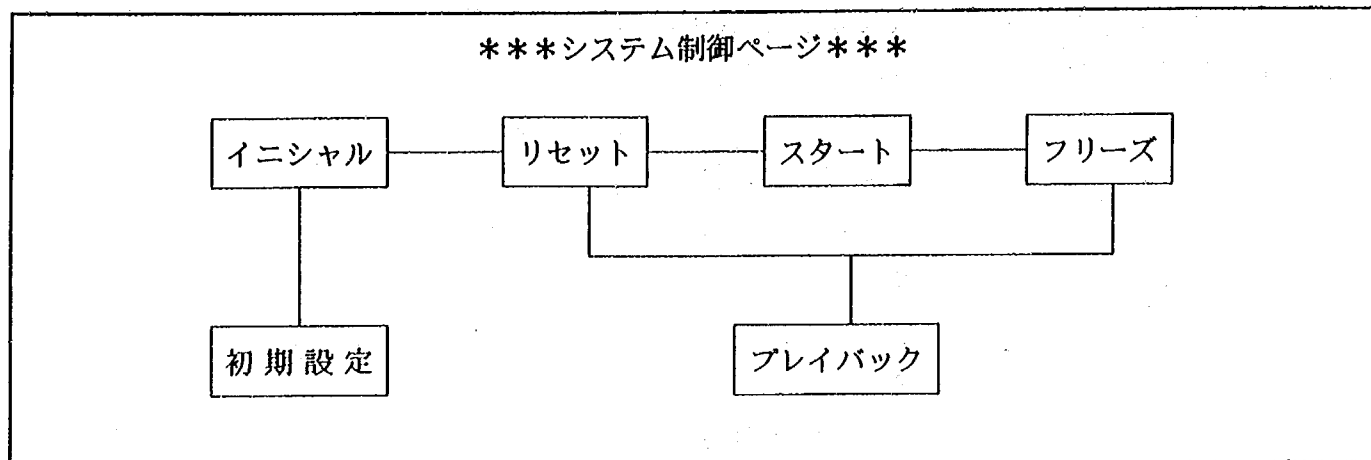
□映像プログラムの起動コマンド入力。

```
TSM>GA <CR>
```

## 2.11 初期設定

□画像の初期設定を行う。

制御卓画面で「初期設定」を選択し、画像の初期値を入力する。



初期設定ページからシステム制御ページへは f・9  
で戻る。

\*\*\*初期設定ページ\*\*\*

|                         |                                                                                          |                                                                                              |                  |                                                                              |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 接続指定                    | 映像発生装置：ワライ<br>音響発生装置：ワライ<br>座席振動台：ワライ<br>計測記録装置：ワライ                                      | 環境条件                                                                                         | 天候<br>視程距離<br>横風 | 晴<br>30000M<br>0M/秒                                                          |
| スタート位置                  | 上り下り選択 上り<br>X = -0.3M<br>Y = 1.0M<br>Z = 0.5M<br>方位 = 90.0度<br>ピッチ = 0.0度<br>ロール = 0.0度 | 他車選択<br>1：乗用車1<br>2：乗用車2<br>3：乗用車3<br>4：乗用車4<br>5：トラック1<br>6：トラック2<br>7：バス<br>8：乗用車8<br>0：オフ |                  | コース1：0<br>コース2：0<br>コース3：0<br>コース4：0<br>コース5：0<br>コース6：0<br>コース7：0<br>コース8：0 |
| 道路種別<br>時間帯<br>データベース番号 | 1<br>昼<br>1番                                                                             | 街路照明<br>走行音種別                                                                                |                  | 1<br>アスファルト                                                                  |

初期設定の変更は、変更したい部分にカーソルを移動し、RETURNキーを押してから入力を行う。  
RETURNキーを押した後に表示される内容を、項目毎にあげる。

データを入力して下さい  
(すべてにこのように表示される)

映像発生装置 (0 : ㊦, 1 : ㊧) =

音響発生装置 (0 : ㊦, 1 : ㊧) =

座席振動台 (0 : ㊦, 1 : ㊧) =

計測記録装置 (0 : ㊦, 1 : ㊧) =

上り下り選択 (0 : 上り, 1 : 下り)

X =

Y =

Z =

方位 (0~360度) =

ピッチ (-180~180度) =

ロール (-180~180度) =

道路種別 (1~3) =

時間帯 (1 : 昼, 2 : 薄暮, 3 : 夜) =

データベース番号 (1~10) =

天候 (1 : 晴, 2 : 曇, 3 : 霧, 4 : 雨, 5 : 雪) =

視程距離 =

横風 =

コース1 =

・

・

・

「他車選択」のなか (1~8) から選択

他車の設定については、「操作手順」の「17.他車制御データ設定プログラム」「18.他車データ設定プログラム」を参照

コース8 =

街路照明 (0 : ㊦, 1 : ㊧) =

走行音種別 (0 : アスファルト, 1 : コンクリート) =

## 2. 1 2 画像作動

f・9キーを押し、「初期設定ページ」から「システム制御ページ」にかえ、「スタート」を選択する。

### 3. データ計測記録方法及び計測記録装置の取り扱い方法

#### 3.1 MT (磁気テープ) へのデータ計測記録手順

##### □MTのセット

演算装置の磁気テープ装置にMTをセットし、LOAD (左端) を押す。MTの作動が終わったら、ON LINE (左から2つ目) を押す。

##### □演算装置コンソールに下記の手順で入力

|                                       |                                      |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| TSM>KIROKU. C <CR>                    | 計測記録コマンドの入力                          |
| MENU BANGOU NYURYOKU=1->6 <CR>        | 「6.KEISOKU KIROKU DETA FILE LOAD」の選択 |
| LOAD FILE NAME=***** <CR>             | ファイル名を入力。                            |
| MENU BANGOU NYURYOKU=1->1 <CR>        | 「1.HIKENSYAMEI」の選択                   |
| HIKENSYAMEI=AA->YK <CR>               | 被検者名「YK」(2文字のイニシャル)を入力               |
| MENU BANGOU NYURYOKU=1->2 <CR>        | 「2.SAMPLING SYUKI」の選択                |
| LOAD FILE NAME=3 <CR>                 |                                      |
| サンプリング 周期(1/30秒の倍数値。「3」なら約0.1秒になる)を入力 |                                      |
| MENU BANGOU NYURYOKU=1->3 <CR>        | 「3.JIKKEN BANGOU」の選択                 |
| JIKKEN BANGOU=AAA->123 <CR>           | 実験番号 (3文字) の入力例                      |

計測記録の準備終了。

注1) 計測記録項目に自車のヨー (選択番号57), 自車の座標値 (選択番号68~70) を選択していないと、走行距離, 走行位置, 方位角が計測されないの、これらは常に計測項目に設定しておく。

注2) 画面に表示されている計測記録データを換えたいとき

|                                |                                         |
|--------------------------------|-----------------------------------------|
| MENU BANGOU NYURYOKU=1->4 <CR> | 「4.KEISOKU KIROKU DETA FILE SAKUSEI」の選択 |
| DATE BANGOU 1=0->** <CR>       | 計測データ一覧表を参考に選択番号を入力。<br>そのままの時は<CR>     |
| DATE BANGOU 35=0->** <CR>      | 計測データ一覧表を参考に選択番号を入力。<br>そのままの時は<CR>     |

注3) 画面にある計測記録データをファイル保存したいとき

|                                |                                      |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| MENU BANGOU NYURYOKU=1->5 <CR> | 「5.KEISOKU KIROKU DATA FILE SAVE」の選択 |
| LOAD FILE NAME=CHECK1 <CR>     | ファイル名「CHECK1(例)」(6文字まで)を入力           |

注3) 計測記録データ一覧表は、巻末資料に掲載している。

□制御卓パソコン（右端）での操作

被験者の走行中に、F1キー（収録オン）で計測が開始され、F2キー（収録オフ）で計測が終了する。

注）同じ計測項目で実験を繰り返すときは、コンソールで被験者名と実験番号を逐次替える。

3. 2 FD（フロッピーディスク）へのデータ転送手順

□制御卓右端のパソコンにFDをセットする

□転送元のMTを演算装置の磁気テープ装置にセットする

□制御卓のパソコンをMS-DOS画面に戻し、以下の操作を行う

①A: ¥SAISEI <CR>

再生コマンドの入力

②ドライブ番号（FDが入っているドライブ；B～D）を選択

注）Aドライブにはプログラムがインストールされているので、選択しないように注意

③FD出力パターン番号（1～4）を入力

注）FD出力パターン番号とは、計測記録収録メニューで選んだ35項目のデータのうち、FDに転送するデータの組み合わせ番号で、以下のような組み合わせになっている。

FD出力パターン1はデータ番号1～6

FD出力パターン2はデータ番号1～12

FD出力パターン3はデータ番号1～23

FD出力パターン4はデータ番号1～35

□次に演算装置コンソールでの操作

①TSM>SAISEI.C <CR>

再生コマンドの入力

②メニュー画面が表示される。

③MENU BANGOU NYURYOKU=1->1

「1. JIKKEN BANGOU」を選択。

④JIKKEN BANGO=AAA->123

計測記録メニューで設定した実験番号（例123）を入力。

実験番号を入力するとヘッダ情報が表示される。

⑤MENU BANGOU NYURYOKU=1->2

「2. KEIKAJIKAN」を選択。

⑥KEIKAJIKAN=HH:MM:SS->00:00:00 MTに収録されたデータのうち収録オンからの経過時間を入力。

通常「00:00:00」

⑦MENU BANGOU NYURYOKU=1->3

「3. DATE SU」を選択。

⑧DATE SU=AAAA->8000

FDに落とすデータ数（行数）を入力。通常「8000」にする。

⑨MENU BANGOU NYURYOKU=1->4

「4. FD SYUTURYOKU KAISI」を選択。

上記によって、MTからFDへの転送がはじまる。

注）実験毎に、必要なデータがきちんと記録されているか、また記録されたデータが正しいかチェックするように。過信は禁物。

### □MTの取り出し

RESET (右端) を押し、次にREWIND (右から2つ目) を押す。作動終了後MTを取り出す。

### □テキストファイルの確認

|          |      |                  |
|----------|------|------------------|
| A: ¥B: ¥ | <CR> | (Bドライブに変換)       |
| B: ¥MI   | <CR> | (マイフェスの呼び出し)     |
| ファイル選択   |      | (見たいテキストファイルを選択) |

## 3. 3 MTの取り扱い方法

### □MTのセット

### □ハードディスクの検索

|         |      |   |            |
|---------|------|---|------------|
| TSM>WHO | <CR> | → | ディレクトリーの表示 |
|---------|------|---|------------|

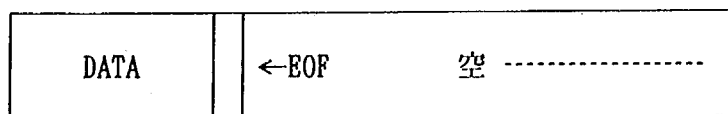
### □MTへのセーブ

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| TSM>VOLM T                       | <CR> |
| VOL>SAVE@SYSTEM (HVI 4A) ROAD*** | <CR> |
| ***にシーン番号を入力すれば、そのシーン番号がセーブされる。  |      |

### □MTの検索

|           |      |         |
|-----------|------|---------|
| VOL>REW   | <CR> | MTの巻戻し  |
| VOL>LOG I | <CR> | 内容の表示   |
| VOL>SKIP  | <CR> | EOFをとばす |

ここからSAVE



LOG I

SKIP

□MTからハードディスクへの呼出

```
VOL>RES@* (*) ROAD021. 93035 @SYSTEM(HVI4A)*<CR>
```

呼出番号

行き先

□HCAD1にセーブされているものを印刷する

```
TSM>AS SLO TO SLO <CR>
```

```
TSM>VOLM <CR>
```

```
VOL>LOG* <CR>
```

```
VOL>X <CR> 終了
```

□MTにセーブされているファイル名の一覧を印刷する。

```
TSM>KPRINT. C <CR>
```

□MTにセーブされているものを印刷する

```
TSM>AS SLO TO SLO <CR>
```

```
TSM>VOLM T <CR>
```

```
VOL>LOG I <CR>
```

```
VOL>X <CR> 終了
```

## 4. その他の便利な機能

### 4.1 CADディスプレイでのデータベース作成作業

```
CTRL + E      キーを押す
ENTER YOUR OUNERNAME : CGI01
RETERN        キーを押す

      |
      |
      |      通常システム操作
      |
      |
TSM>X <CR>    終了
```

注) 演算装置で動作中のプログラムは、呼び出しできない。

### 4.2 コマンドバッファ機能

```
CTRL + J      前に入力したコマンドに戻す
CTRL + K      次に入力したコマンドにする
```

### 4.3 カラーデータの確認方法

(※この方法は仕様書及びマニュアルに明記されていないため、操作取扱い等の責任は当事者にあるため注意すること。)

```
TSM>CGT <CR>

CGT>COL ***, , , <CR>      カラーNOで指定した平面の確認を行う
      カラーNO

CGT>***, ***, ***, *** <CR> カラーNOで指定した平面のRGB
      カラーNO, R , G , B      の変更確認を行う
                                設定はカラーデータ入力プログラムで
                                行う
```

#### 4. 4 作成したコースを制御卓で確認する方法

(※この方法は仕様書及びマニュアルに明記されていない操作のため、操作取扱い等の責任は当事者となるので注意すること。)

□システムプログラムの呼び出し

```
TSM>CGT <CR>
CGT>D 1 <CR>
CGT>SCEN ** <CR>
          シーンNO
```

□視点位置を指定する方法 (座標指定)

```
CGT>X *** <CR>
CGT>Y *** <CR>
CGT>HDG *** <CR>
CGT>Z *** <CR>
```

□任意に視点位置を変える操作方法

```
CGT>SHIFT <CR>
SHIFT>U <CR> (上方移動)
SHIFT>D <CR> (下方移動)
SHIFT>J <CR> (左方移動)
SHIFT>H <CR> (右方移動)
SHIFT>0 <CR> (視点中心線の設定終了)
```

視点中心線の設定をまず行う

次にテンキー操作 (2, 4, 6, 8のキーを利用) で視点中心線を移動していく

```
      ↑
      8
    ←4   6→
      2
      ↓
SHIFT>E <CR> 終了
```

□操作終了

```
CGT>D 0 <CR>
CGT>END <CR>
TSM>
```

#### 4. 5 LODの設定値を修正する方法

(要注意) LODの初期設定が行われている映像定数ファイルの内容を変更すると、それまでに作成したコースに影響するので、定数変更時には定数ファイル名を替えてセーブすること。

(演算装置コンソールに)

TSM>EDIT\_AA <CR>

(エディターへ)

EDT>USE\_MP.DOKEN <CR>

:

(MP. は接頭辞、DOKENは映像定数ファイルの例)

エディターコマンドを使って修正

(LODの設定データは1025～1129行にある。値はLOD距離の2乗値を入力。)

:

EDT>STO\_MP.DOKEN <CR> (映像定数ファイルのセーブ)

EDT>X <CR>

(エディターの終了)

← 同じファイル

TSM>STCS.C <CR>

(コンバートコマンド)

EXECUTION COMMAND(INPUT/PRINT/END) ?\*\*INP <CR> (コンバートの選択)

FILE NAME ?\*\*MP.DOKEN <CR> (ソースファイルの変更) ←

EXECUTION COMMAND (INPUT/PRINT/END) ?\*\*END<CR>

注) 先頭文字が「C」の行はコメント行、また行の途中の「\*」以降はコメント扱いになる。

映像定数ファイル一覧表

| LOD | 距離       |           |          |  |  |  |
|-----|----------|-----------|----------|--|--|--|
|     | MP.DOKEN | MP.KURODA | MP.IKE01 |  |  |  |
| 1   |          |           | 230      |  |  |  |
| 2   |          |           | 100      |  |  |  |
| 3   |          |           | 50       |  |  |  |
| 4   |          |           | 150      |  |  |  |
| 5   |          |           | 75       |  |  |  |
| 6   |          |           | 125      |  |  |  |
| 7   |          |           | 350      |  |  |  |
| 作成日 |          |           | H7.2.27  |  |  |  |

#### 4. 6 映像定数ファイルデータをオンライン中に変更する方法

□オンラインプログラムを起動する。

□演算装置コンソールに下記操作にてデータを変更する。

```
TSM>CGT <CR>
CGT>RACS_XXX, ΔΔΔ <CR>
CGT>END <CR>
```

注) XXXはアドレス、ΔΔΔは数値である。

例) アドレス162のデータの値を350.5にする。

```
TSM>CGT <CR>
CGT>RACS_162, 350.5 <CR>
CGT>END <CR>
```

#### 4. 7 ハードディスクの空き容量を確認する方法

```
TSM>!STATUS_VOL
```

(演算装置コンソールで)

|        |        |          |          |       |
|--------|--------|----------|----------|-------|
| SYSTEM | DM0800 | 00535617 | 00050724 | (表示例) |
|        | デバイスNO | 全容量      | 残りの容量    |       |

注) 残りの容量が全容量の1/10以下になると、勝手にリセットになったり、ワークファイルが作成できなくなることがあるため、空き容量が少なくなったらハードディスクを整理する。

## 5. 車載ナビゲーション・システム操作方法

□起動：車載ナビゲーションシステム用のコンピュータの電源を入れる

→この時、車載ディスプレイの電源は、ON, OFFのどちらでもよい。

□メニュー画面でナビ情報を選択する。

矢印キー + RETURNキー OR F1～F6 で選択できる。

□走行開始

制御卓パソコンでリセットした時点でナビ・システムの走行距離データが $r1=0$ になる。

→実験開始前に一度制御卓パソコンでスタートからリセットにするとよい。

□メニュー画面の呼び戻し：ESC + SPACEキー

□走行毎に2)～4)の繰り返し

□F6で終了 + 電源OFF

## 6. 霧中ガイドライトシステムプログラム操作方法

### 6. 1 霧中ガイドライトシステム用映像発生プログラム操作手順

システムプログラム

を発生させる。

□システムプログラムの呼び出し

(演算装置コンソールに)

```
TSM>USER HVI4A <CR>
```

```
TSM>GD <CR>
```

### 6. 2 霧中ガイドライトデータ設定プログラム操作手順

霧中ガイドライトの表示個数, 点滅周期, 視認可能距離を設定する。

□起動方法

(演算装置コンソールに)

```
TSM>USER HVI4A <CR>
```

```
TSM>GDST. C <CR>
```

□データ設定方法

①メニュー画面の表示

```
*** GUIDE LIGHT DATA SETTEI ***
```

```
** MENU BANNGOU **
```

```
1. HYOUJI KOSUU
```

```
2. TENMETU SYUUKI
```

```
3. SININN KANOU KYORI
```

```
EN. END
```

```
MENU BANNGOU NYUURYOKU
```

②表示間隔の入力

```
MENU BANGOU NYUURYOKU = 1 -> 1 <CR>
```

```
HYOUJI KOSUU = 5 -> 5 <CR>
```

5~20 (個) の範囲で指定

③点滅周期の入力

MENU BANGOU NYUURYOKU = 1 -> 2 <CR>

TENMETU SYUUKI = 1.0 -> ~~XXXX.X~~ <CR>

0.0から3600.0 (秒) の範囲で指定

④視認可能距離

MENU BANGOU NYUURYOKU = 1 -> 3 <CR>

SININN KANOU KYORI = 1000 -> XXXX <CR>

⑤終了

MENU BANGOU NYUURYOKU = 1 -> EN <CR>

TSM>

## 7. トラブルなどの対処方法

### 7. 1 他車が道路施設に透ける場合

□STRD2. Cで、プログラムをかける平面ファイルがうまく該当ブロックにのっていない。

→確認方法：①F1 (HOLD SCREEN) OR CTRL+E でSHOW (各種データの確認ができるコマンド) 画面になるため、そこでチェックする。

②STRD2. C 2. ROAD DATA PRINT + SHAPE + ALL + SMALL でブロック確認。

### 7. 2 ガードレールと立木が透ける場合

リンクリストでブロック番号の設定が違うために起こる。

→ブロックのプライオリティーが、平面のプライオリティーに優先される。

自車位置に近いブロックの方がプライオリティーは高く、そのブロックの内で平面プライオリティーの順位が設定されている。

### 7. 3 他車コースデータの作成上の注意点

□ウインカーデータや下り車線トリガーデータは省略できないのでダミーデータを入力しておく。

### 7. 4 自車位置検知のための平面の該当ブロックの修正方法

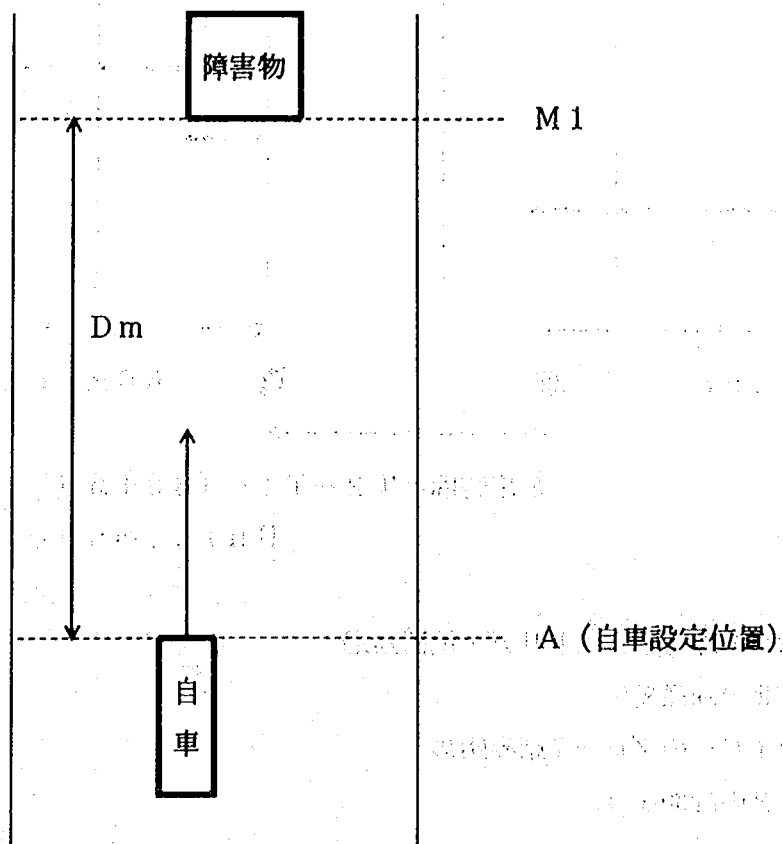
□STLM2. C + BK (BLOCK NUMBER INPUT) で修正可能。

## 7. 5 コース上に自車の走行にあわせて、突然障害物を自車前に発生させる方法

□リンクリストにCDIコマンドで以下のように設定する。

F I L    \* \* \* \*

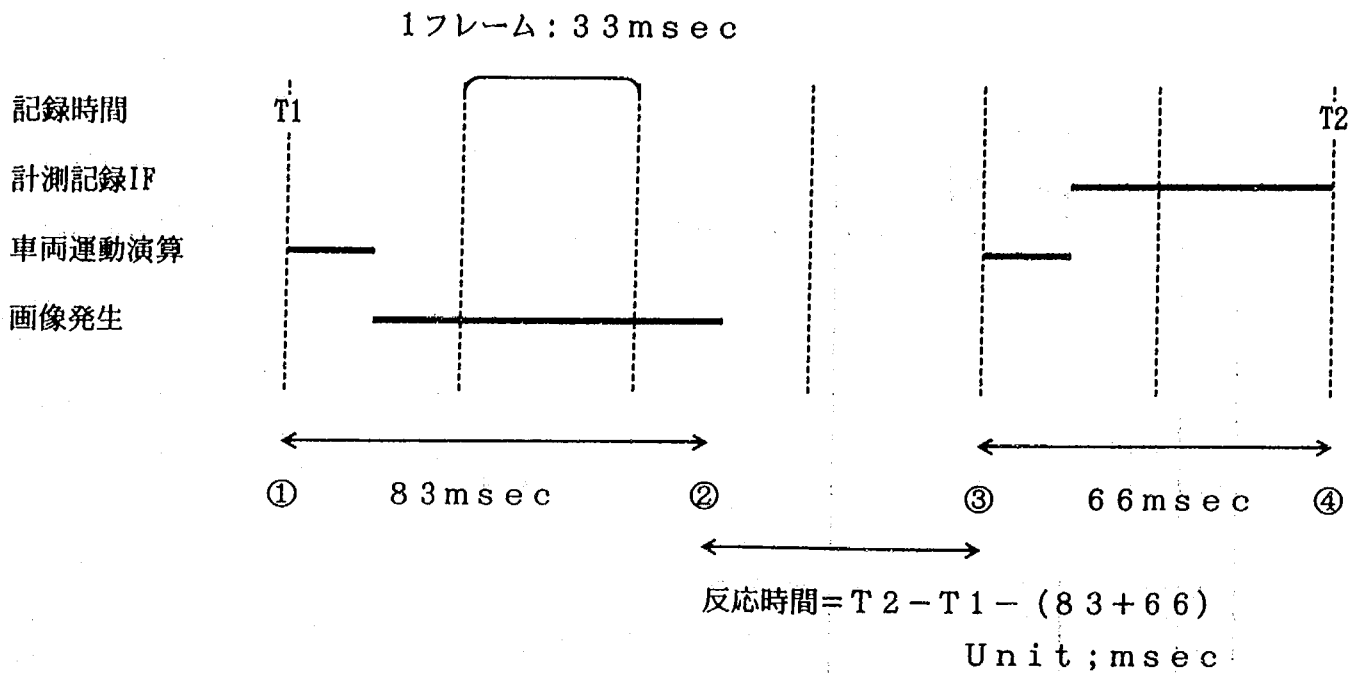
C D I    \* \* \* \*    (=Dm)



## 7. 6 演算装置の遅延時間の加味

ドライバーの反応時間を計算するには、コンピュータの遅延時間をデータ整理上どう加味すれば良いか？

(答) タイムチャートで表すと、以下のような遅れがある。ただし基本周期は  $30\text{Hz} = 33\text{ms}$  毎である。



ここで、①実験車の障害物発生トリガー位置通過

②障害物の画像発生

③ドライバーのブレーキ踏み始め

④データの計測記録

## 7. 7 映像プログラムが正常に起動しない場合

下記に示す手順で再起動させる。それでも正常に起動しない場合は①および②を実施して「GA」で再起動させる。

### □映像プログラムの再起動

(演算装置コンソールに)

```
TSM>GAKILL <CR>
TSM>GA <CR>
```

### □音響発生装置のリセット

#### ①ソフトのリセット

```
TSM>GAKILL <CR>
TSM>TAHI. C <CR>
TEST MODE (A:AUTO.....) =A                →M<CR>
      ↓
ENTER NO OF MENU (.....) =1                →<CR>
PRINT OUT OF RESULT (.....) =N             →<CR>
ACCESS MODE (.....) =C                     →<CR>
CHANNEL NO (.....) =1                      →<CR>
TOP OF ADDRESS (.....) =$0                 →<CR>
NUMBER OF TRANSFER WORD (....) =$10000       →<CR>
WRITE DATA PATTERN (.....) =R            →<CR>
REPEAT (.....) =N                          →<CR>
      ⋮
ENTER OF FOR MODE (E=EXIT) E                 <CR>
      ⋮
ENTER NO OF MENU                            =1                →E<CR>
TEST MODE (.....) =A                        →E<CR>

TSM>GA <CR>
```

## ②ハードのリセット

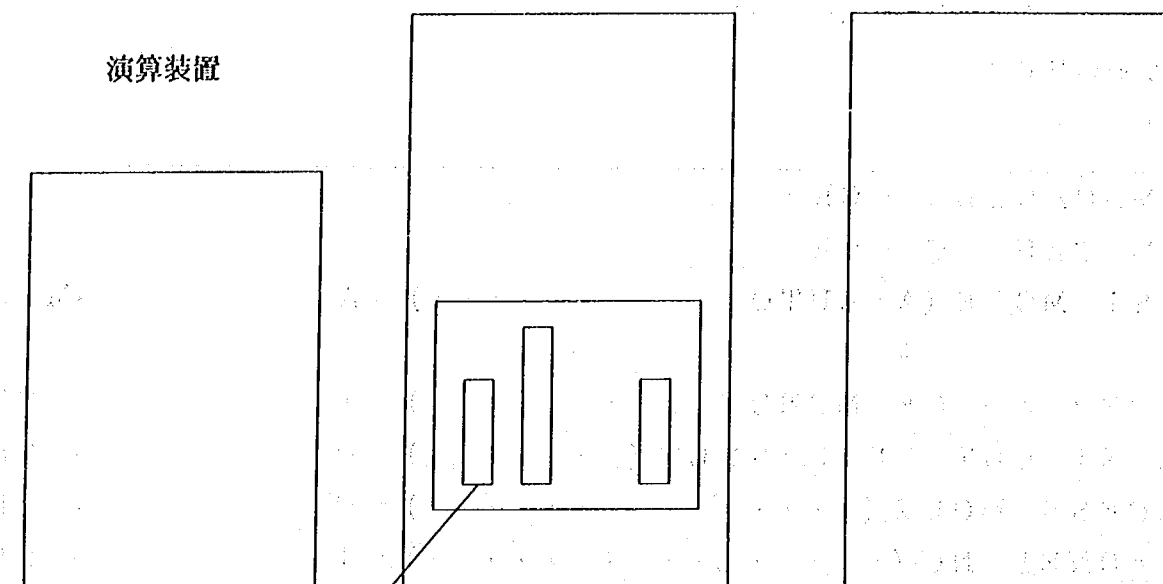
TSM>GAKILL <CR>

をコンソール画面で入力後、音響発生装置内の下記スイッチを上にあげることでハードウェアをリセットする。

音響発生装置

画像発生装置

演算装置



一番左側基板

RUNランプ→

♂  
♂  
○

←一番上のスイッチを上にあげる。(スイッチは、手をはなすと自動的に下に戻る。)  
このあとRUNランプが緑色に点灯することを確認。

□  
□

コネクタがついている

## <<卷末資料>>

主 要 コ マ ン ド 一 覧 表

| コ マ ン ド        | 内 容                  |
|----------------|----------------------|
| TSM>USER HVI4A | 操作開始                 |
| TSM>GA         | 画像発生（演算装置とモニターを接続）   |
| TSM>GAKILL     | 画像停止（演算装置とモニター接続を解除） |
| TSM>HALT       | 開始，終了                |
| TSM>STRS.C     | 日本道路公団設計要領に準じたデータを作成 |
| TSM>STRS1.C    | 道路構造令に準じたデータを作成      |
| TSM>STRD2.C    | リンクデータ作成             |
| TSM>STLM2.C    | テクスチャー設定             |
| TSM>STPR2.C    | 必要な平面のデータを印刷         |
| TSM>EDIT AA    | リンクリスト作成             |
| TSM>STLNL.C    | リンク処理                |

リンクリスト作成時のコマンド一覧表

| コ マ ン ド                      | 内 容             |
|------------------------------|-----------------|
| EDT>USE MA. T***             | ファイル (***) を開く  |
| EDT>MOD N/M                  | N~M行まで修正        |
| EDT>COL N                    | N行の後に行を追加       |
| EDT>NUM                      | 行追加後、番号をふり直す    |
| EDT>LIST N/M                 | N~M行まで一覧        |
| EDT>PRINT                    | リンクリスト印刷        |
| EDT>STO MA. T***             | リンクリストセーブ       |
| EDT>DEL N/M                  | N~M行まで削除        |
| EDT>COP N/M TO N.01          | N~M行をN.01行以後に追加 |
| EDT>CHA \FIL *1*\FIL *2*\ALL | ファイル名*1*を*2*に変更 |
| EDT>X                        | 終了              |

ライブラリファイル一覧表

|           |      |
|-----------|------|
| 路肩        | 10 L |
| 路面上部      | 20 L |
| 路面下部      | 21 L |
| エッジライン    | 30 L |
| センターライン1  | 40 L |
| センターライン2  | 41 L |
| ガードレールビーム | 50 L |
| ガードレール支柱  | 60 L |
| 立木        | 70 L |
| 側壁        | 80 L |
| 中央帯       | 90 L |

## 計測記録データ

| アドレス | バイト数 | 項目                   | 備考 |
|------|------|----------------------|----|
| 1    | 4    | 計測記録データ一覧表より選択されたデータ | ①  |
| }    | }    | }                    | }  |
| 6    | 4    | 計測記録データ一覧表より選択されたデータ | ①  |
| 7    | 4    | 計測記録データ一覧表より選択されたデータ | ②  |
| }    | }    | }                    | }  |
| 12   | 4    | 計測記録データ一覧表より選択されたデータ | ②  |
| 13   | 4    | 計測記録データ一覧表より選択されたデータ | ③  |
| }    | }    | }                    | }  |
| 23   | 4    | 計測記録データ一覧表より選択されたデータ | ③  |
| 24   | 4    | 計測記録データ一覧表より選択されたデータ | ④  |
| }    | }    | }                    | }  |
| 35   | 4    | 計測記録データ一覧表より選択されたデータ | ④  |

F D 出力パターン 1 = ①  
 F D 出力パターン 2 = ① + ②  
 F D 出力パターン 3 = ① + ② + ③  
 F D 出力パターン 4 = ① + ② + ③ + ④

計測データ一覧表 (1 / 4)

| 選択番号 | 外ハ | バイト数 | 内 容                   | 単位   |
|------|----|------|-----------------------|------|
| 1    | 1  | 4    | 他車1走行状況データ1 (X座標)     | m    |
|      | 2  |      | 他車1走行状況データ2 (y座標)     | m    |
|      | 3  |      | 他車1走行状況データ3 (z座標)     | m    |
|      | 4  |      | 他車1走行状況データ4 (走行距離)    | m    |
|      | 5  |      | 他車1走行状況データ5 (走行速度)    | km/h |
|      | 6  |      | 他車1走行状況データ6 (走行位置)    | m    |
| 2    | 7  | 4    | 他車1走行状況データ7 (ブレーキソフ°) |      |
| 3    | 8  | 4    | 他車1走行状況データ8 (予備)      |      |
| 4    | 9  | 4    | 他車2走行状況データ1 (X座標)     | m    |
|      | 10 | 4    | 他車2走行状況データ2 (y座標)     | m    |
|      | 11 | 4    | 他車2走行状況データ3 (z座標)     | m    |
|      | 12 | 4    | 他車2走行状況データ4 (走行距離)    | m    |
|      | 13 | 4    | 他車2走行状況データ5 (走行速度)    | km/h |
|      | 14 | 4    | 他車2走行状況データ6 (走行位置)    | m    |
| 5    | 15 | 4    | 他車2走行状況データ7 (ブレーキソフ°) |      |
| 6    | 16 | 4    | 他車2走行状況データ8 (予備)      |      |
| 7    | 17 | 4    | 他車3走行状況データ1 (X座標)     | m    |
|      | 18 | 4    | 他車3走行状況データ2 (y座標)     | m    |
|      | 19 | 4    | 他車3走行状況データ3 (z座標)     | m    |
|      | 20 | 4    | 他車3走行状況データ4 (走行距離)    | m    |
|      | 21 | 4    | 他車3走行状況データ5 (走行速度)    | km/h |
|      | 22 | 4    | 他車3走行状況データ6 (走行位置)    | m    |
| 8    | 23 | 4    | 他車3走行状況データ7 (ブレーキソフ°) |      |
| 9    | 24 | 4    | 他車3走行状況データ8 (予備)      |      |

計測データ一覧表 (2/4)

| 選択番号 | アドレス                             | バイト数 | 内 容                                                                                                                           | 単位                            |
|------|----------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 10   | 25<br>26<br>27<br>28<br>29<br>30 | 4    | 他車4走行状況データ1 (X座標)<br>他車4走行状況データ2 (Y座標)<br>他車4走行状況データ3 (Z座標)<br>他車4走行状況データ4 (走行距離)<br>他車4走行状況データ5 (走行速度)<br>他車4走行状況データ6 (走行位置) | m<br>m<br>m<br>m<br>km/h<br>m |
| 11   | 31                               | 4    | 他車4走行状況データ7 (ブレーキOFF°)                                                                                                        |                               |
| 12   | 32                               | 4    | 他車4走行状況データ8 (予備)                                                                                                              |                               |
| 13   | 33                               | 4    | 走行状況データ1 (振動データ)                                                                                                              | v                             |
| 14   | 34                               | 4    | 走行状況データ2 (ヘッドライト)                                                                                                             |                               |
| 15   | 35                               | 4    | 走行状況データ3 (ブレーキ音)                                                                                                              |                               |
| 16   | 36                               | 4    | 車両運動データ1 (右側実舵角)                                                                                                              | rad                           |
| 17   | 37                               | 4    | 車両運動データ2 (左側実舵角)                                                                                                              | rad                           |
| 18   | 38                               | 4    | 車両運動データ3 (横滑り角1)                                                                                                              | rad                           |
| 19   | 39                               | 4    | 車両運動データ4 (横滑り角2)                                                                                                              | rad                           |
| 20   | 40                               | 4    | 車両運動データ5 (横滑り角3)                                                                                                              | rad                           |
| 21   | 41                               | 4    | 車両運動データ6 (横滑り角4)                                                                                                              | rad                           |
| 22   | 42                               | 4    | 車両運動データ7 (コナリクフォース1)                                                                                                          | kgf                           |
| 23   | 43                               | 4    | 車両運動データ8 (コナリクフォース2)                                                                                                          | kgf                           |
| 24   | 44                               | 4    | 車両運動データ9 (コナリクフォース3)                                                                                                          | kgf                           |
| 25   | 45                               | 4    | 車両運動データ10 (コナリクフォース4)                                                                                                         | kgf                           |
| 26   | 46                               | 4    | 車両運動データ11 (前輪左合力)                                                                                                             | kgf                           |
| 27   | 47                               | 4    | 車両運動データ12 (前輪右合力)                                                                                                             | kgf                           |
| 28   | 48                               | 4    | 車両運動データ13 (後輪左合力)                                                                                                             | kgf                           |
| 29   | 49                               | 4    | 車両運動データ14 (後輪右合力)                                                                                                             | kgf                           |
| 30   | 50                               | 4    | 車両運動データ15 (エンジン回転数)                                                                                                           | rpm                           |

計測データ一覧表 (3 / 4)

| 選択番号 | アドレス | バイト数 | 内 容             | 単位                 |
|------|------|------|-----------------|--------------------|
| 3 1  | 5 1  | 4    | マーカデータ 1        |                    |
| 3 2  | 5 2  | 4    | マーカデータ 2        |                    |
| 3 3  | 5 3  | 4    | マーカデータ 3        |                    |
| 3 4  | 5 4  | 4    | 対地加速度の x 軸方向の成分 | m/s <sup>2</sup>   |
| 3 5  | 5 5  | 4    | 対地加速度の y 軸方向の成分 | m/s <sup>2</sup>   |
| 3 6  | 5 6  | 4    | 対地速度の x 軸方向の成分  | m/s                |
| 3 7  | 5 7  | 4    | 対地速度の y 軸方向の成分  | m/s                |
| 3 8  | 5 8  | 4    | x 軸回りの角加速度      | rad/s <sup>2</sup> |
| 3 9  | 5 9  | 4    | y 軸回りの角加速度      | rad/s <sup>2</sup> |
| 4 0  | 6 0  | 4    | z 軸回りの角加速度      | rad/s <sup>2</sup> |
| 4 1  | 6 1  | 4    | x 軸回りの角速度       | rad/s              |
| 4 2  | 6 2  | 4    | y 軸回りの角速度       | rad/s              |
| 4 3  | 6 3  | 4    | z 軸回りの角速度       | rad/s              |
| 4 4  | 6 4  | 4    | 前後輪荷重の変動量       | kgf                |
| 4 5  | 6 5  | 4    | 左右輪荷重の変動量       | kgf                |
| 4 6  | 6 6  | 4    | 予備 1            |                    |
| 4 7  | 6 7  | 4    | 予備 2            |                    |
| 4 8  | 6 8  | 4    | 予備 3            |                    |
| 4 9  | 6 9  | 4    | 予備 4            |                    |
| 5 0  | 7 0  | 4    | 計測時間 (絶対時間)     | ms                 |

計測データ一覧表 (4 / 4)

| 選択番号 | アドレス | バイト数 | 内 容                 | 単位               |
|------|------|------|---------------------|------------------|
| 5 1  | 7 1  | 4    | 走行状況データ 1 (走行距離)    | m                |
| 5 2  | 7 2  | 4    | 走行状況データ 2 (走行速度)    | km/h             |
| 5 3  | 7 3  | 4    | 走行状況データ 3 (走行位置)    | m                |
| 5 4  | 7 4  | 4    | 走行状況データ 4 (走行加減速度)  | m/s <sup>2</sup> |
| 5 5  | 7 5  | 4    | 走行状況データ 5 (ロール)     | rad              |
| 5 6  | 7 6  | 4    | 走行状況データ 6 (ピッチ)     | rad              |
| 5 7  | 7 7  | 4    | 走行状況データ 7 (ヨー)      | rad              |
| 5 8  | 7 8  | 4    | 走行状況データ 8 (方位角)     | rad              |
| 5 9  | 7 9  | 4    | 車両操作データ 1 (ハンドル角)   | deg              |
| 6 0  | 8 0  | 4    | 車両操作データ 2 (ハンドル角速度) | rad/s            |
| 6 1  | 8 1  | 4    | 車両操作データ 3 (アクセル踏量)  | mm               |
| 6 2  | 8 2  | 4    | 車両操作データ 4 (ブレーキ踏量)  | mm               |
| 6 3  | 8 3  | 4    | 人間生理データ 1 (心拍数)     | v                |
| 6 4  | 8 4  | 4    | 人間生理データ 2 (皮膚電位反応)  | v                |
| 6 5  | 8 5  | 4    | 人間生理データ 3 (予備)      | v                |
| 6 6  | 8 6  | 4    | 人間生理データ 4 (予備)      | v                |
| 6 7  | 8 7  | 4    | 人間生理データ 5 (予備)      | v                |
| 6 8  | 8 8  | 4    | 自転車位置データ 1 (x座標)    | m                |
| 6 9  | 8 9  | 4    | 自転車位置データ 2 (y座標)    | m                |
| 7 0  | 9 0  | 4    | 自転車位置データ 3 (z座標)    | m                |