自動車運転に必要な知識習得を効率化するための調査研究

新しいシステムのあり方に関する調査研究

昭和 63 年 3 月

自動車安全運転センター

ま　え　が　き

わが国における運転免許保有者数は、このところ毎年170万人程度の増加が続いており、昭和62年末現在で5,500万人を越えている。こうした車社会が進むなかにあって、交通事故発生件数は昭和52年を境にして漸増傾向にあり、昭和62年においては約59万件にも達し、これは昭和52年における約46万件の1.28倍にもあたる。

こうした交通事故発生件数の推移のなかにあって、運転者の免許取得後の経過年数と交通事故の発生率の関係をみると、いずれの年でもほぼ一定した傾向を示しており、免許取得後１年未満の運転者による交通事故件数の全事故件数に占める割合は、概ね10%で、これは免許取得後４年を経過した者の２倍近い割合になっている。

このような現状にあって、交通事故防止対策にかかる方法、内容についての議論や検討は、様々な方法からさらに盛んにかつ真剣に続けられていかねばならないが、その中で、最も基本的かつ重要なものの１つとして、免許取得前の教育や教習の方法とその内容にかかわるものを挙げねばならない。それは、免許取得後の運転経験年数が少ない、いわば初心運転者が惹起する交通事故の原因として、運転技量の未熟、運転の不慣れ、体験不足など、経験不足に関係するもののほかに、安全運転についての知識の欠如、理解不足など、免許取得前の教育や教習に関係するものが挙げられているからである。

本調査研究は、上述の現状を背景として進あられたもので、現在行われている自動車運転に必要な知識習得のための教育、教習方法の高度化、効率化に資するために、既に各種教育の場に導入されてきている視聴覚教育機器による教育の原理、方法論に、ここ数年来、急速な発展、普及が成されてきているマイクロ・エレクトロニクス技術、とりわけコンピュータ・グラフィックス技術などの新しい技術を付加、適用した、より効果的かつ効率的な教育、教習システムが開発できるかどうか、その可能性について検討したものである。

本調査研究に当たって終始ご指導、ご協力頂いた委員各位に深甚の謝意を表するものである。

昭和63年3月

自動車安全運転センター

理事長　　**今 泉 正 隆**

委　員　会　名　簿

警察庁交通局運転免許課	課　　長	滝　藤　浩　二
全日本指定自動車教習所協会連合会	事務局長	滝　澤　武　源
日本能率協会総合研究所	室　　長	高　嶺　一　男
社会システム研究所	代　　表	和久井　　博
長崎眼科医院	技　　師	加　藤　　勝
警察庁交通局運転免許課	理 事 官	小　西　　哲
警察庁交通局運転免許課	課長補佐	上　山　　武
警察庁交通局運転免許課	専 門 官	小　川　　剛
警察庁交通局運転免許課	係　　長	円城寺　重　憲
警察庁交通局運転免許課	係　　長	内　田　幸　満

自動車安全運転センター	理　　事	瀧　澤　　浩
自動車安全運転センター調査研究部	部　　長	中　野　秀　一
自動車安全運転センター調査研究部調査研究課	課　　長	齊　藤　　威
自動車安全運転センター調査研究部調査研究課	係　　長	山　口　卓　耶

目　　次

ま え が き

委員会名簿

第１章　調査研究の背景と目的……1

第２章　調査研究の概要……2

2－1　昨年度までの調査研究の概要……2

2－1－1　昭和６０年度における概要……2

2－1－2　昭和６１年度における概要……3

2－2　本年度の調査研究の概要……4

2－2－1　概説……4

2－2－2　教習内容の映像化の可能性の検討……4

2－2－3　映像化による教習システムの設計……5

2－2－4　教習システムの有用性に関する実験……5

第３章　教習内容の映像化の可能性の検討……8

3－1　概説……8

3－2　教習内容の映像化の可能性……10

3－2－1　各学科教習課程における学習目標……10

3－2－2　各学科教程の内容の映像化の可能性……13

第４章映像化による教習システムの設計……16

4－1　概説……16

4－2　教習システムの概要……16

4－3　教材作成システム……17

4－3－1　現状……17

4－3－2　教材作成システムの概要……18

4－3－3　コンピュータグラフィックス（ＣＧ）の概要……18

4－3－4　ワークステーション型ＣＧシステム（ＧＷＳ）……21

4－3－5　パソコン型ＣＧシステム……24

4－4　教習実施システム……26

4－4－1　概説……26

4－4－2　一斉教習システム……26
4－4－3　個別教習システム……28

第５章　教習システムの有用性に関する実験……30
5－1　概説……30
5－2　実験用教習システムの概要……31
5－2－1　映像記憶媒体……31
5－2－2　ハードウェア構成……33
5－2－3　ソフトウェア構成……33
5－3　実験用運転場面の設定……43
5－4実験方法と内容……60
5－4－1　概説……60
5－4－2　実験場所と実験期間……60
5－4－3　被験者……60
5－5　実験結果と考察……60
5－5－1　システムの総括的な評価……60
5－5－2　画像や映像の見やすさについての評価……64
5－5－3　音声（レーション）ついての評価……64
5－5－4　親しみやすさについての評価……67
5－5－5　教習内容の理解のしやすさについての評価……67
5－5－6　システムの利点についての評価……70

第６章　まとめ……72
6－1　教習内容の映像化の可能性……72
6－2　映像化による教習システム……73
6－3　教習システムの有用性に関する実験……73

第１章　調査研究の背景と目的

交通事故発生件数を運転免許取得後の経過年数の別に見ると、経過年数が１年未満のいわゆる初心運転者によるものが最も高く、全事故件数の約10%を占め、この割合は経過年数の増加とともに減少し、経過年数が４年以上５年未満のもので約5%となっている。このような傾向はここ10数年来ほとんど変っておらず、従って、運転免許取得前の教育や教習方法、並びに内容の改善、効率化、高度化等の努力が成されてきているにもかかわらず、まだまだ運転者にとっては、運転免許取得後の実際の交通場面での経験、体験によって獲得される安全運転のための要素が沢山あるものと考えられる。

このような統計的な傾向からみて、初心運転者の事故防止を抜本的に図る上で、免許取得前の教育、とりわけ実際の交通場面での経験、体験を通じて学ぶのと可能なかぎり等価な要素、事項についての教育の実施を図ることは最も重要かつ基本となるものであると考えられる。しかしながら、現状における教育は、教習時間、機材、施設等の制約上やむをえないという事情があるものの、大量の受講者群を対象とした、教則本に基づく講義を主体とするものが一般的であり、自動車運転に必要な知識の教育方法として、必ずしも万全とは言い難い。それは、受講者の年令差、性差、能力差などに対応した教育や現実の交通場面を想定した教育には限界があるためである。

本研究は、上記のような現状を背景として、学校教育等に活用されてきている視聴覚教育機器等による教育の原理、方法論を母体として、これに最近における急速な発展、普及が見られるマイクロ・エレクトロニクス技術、とりわけコンピュータ・グラフィックス技術などの新しい技術を付加、組み合わせて、自動車運転に必要な知識習得教育へ応用することにより、より効果的かつ効率的な教育システムが開発できるかどうか、その可能性を検討することを目的とするものである。

第２章　調査研究の概要

2－1　昨年度までの調査研究の概要

本調査研究は、昭和60年度を初年度とする3ケ年計画で行っているものであるが、昨年度までの調査研究の概要をまとめると、以下のとおりである。

2－2－1　昭和60年度における概要

教育機器（システム）の現状把握に焦点を当て、国内における教育機器（システム）の方式、構成、構造、原理、方法等に関する文献並びに技術的水準についての調査を行うとともに、これらのシステムによる教育に際して、基本的に問題となる教育現場における情報の伝達機構についての知見を得るための情報伝達実験を行っている。

これらの概要をまとめると、以下のとおりである。

（１）教育機器（システム）の現状に関して

わが国における教育機器（システム）の現状として、実際の教育現場で用いられているものを主体として、既存文献をもとにまとめ、次のように整理している。

ⓐ　わが国での教育機器を利用した教育は、学校教育等における視聴覚教育諸機材を利用した教育に代表され、現状においては極く日常的かつ広範に普及している。これらの視聴覚教育諸機材の種類は多く、教育現場での用いられ方はもとより、それらの組み合わせによるシステムは、目的、状況に応じて非常に多岐多様になっている。なお、これらの教育機器による教育効果については、いずれの方法、システムによるものについても高く評価されている。

ⓑ　このような教育機器について工業技術的な側面からみると、コンピュータ技術を中心とする電子工業技術の急速な進展を背景として、従来にはみられなかった発展を遂げている。すなわち、これらの技術の導入により、多岐多様に渡る受講者に対応した教育システムが実現されるとともに、ハードウェアの効率的かつ効果的な構成と運用による教育効果の向上、さらにはソフトウェアの柔軟的な特性による教育内容の多様化と適用性の向上など、従来には考えられなかった飛躍的な発展が遂げられている。

（２）情報伝達実験に関して

教育システムによる知識教育においては、一般に、大量の受講者を対象とした教習内容の一方的提示にならざるを得ない場合が多い。したがって、そのようなシステム構築に当たっては、その基本的要件として、一方的な情報伝達の場における情報の理解にかかわる特性とその機構について、予め十分に把握しておく必要がある。

情報伝達実験は、このような意図から行なったものである。実験では、指定自動車教習

所の路上教習を終了した501名の教習生を被験者とし、図形や文字などの情報を0.5～6.0秒間提示した後、提示されたものと同一のものを答案の中から選択記入させることにより行った。

主な結果は、以下のとおりである。

① 性による情報伝達能に差は認められない。

② 意味のある文字の列を提示した場合の方が、単なる図形や記号の並びや、あるいは意味のない文字の列を提示した場合に比べ、情報の伝達効率が高く、学習としての反復効果も高い。

③ 30歳以上の高年齢層群では、伝達情報内容に急激な変化があった場合に、情報伝達能が一時的に低下する傾向が見られる。

2－1－2 昭和61年度における概要

同時に大量の受験者を対象とする自動車運転免許試験における映像による学科試験システムにかかる現状技術水準についての調査を行うとともに、実用システム化、主として映像化に伴う問題点の抽出とその解決策並びに教習効果の評価を検討するための実験を行っている。

これらの概要をまとめると、以下のとおりである。

（1）映像による学科試験システムにかかる現状技術に関して

わが国における映像による教習、教育システムの現状技術について、既存文献並びに既存システム調査をもとにまとめ、映像による教習、あるいは教育システムの特徴について、次のように整理している。

① 大量の受講者、受験者を同時に扱えるため、効率的な運用が期待でき、また、小人数の担当者で公正、円滑な試験の実施と事後処理の円滑化が可能である。

② 受講者、受験者個々に不公平となる要素を取り除くことが可能である。

③ 映像投影機器として、現状のAV機器のうち、高輝度ブラウン管を使用する投影型TV装置（自発光型）と光源を他に持つアイドホールTV投影装置の二機種が有力なものとして考えられるが、画像品質、対人員数等を勘案すると、後者の方がやや優れている。

（2）映像化した学科試験問題の提示実験に関して

映像による学科試験システムについての実用化に当たっては、映像化に伴う問題点とその解決策について予め検討しておかなければならないし、またそれによる効果について予め検討しておく必要がある。

映像化した学科試験問題の提示実験は、このような意図から行ったものである。実験では、指定自動車教習所の卒業試験に合格した510名の教習生を被験者とし、予めCD-ROM（コンパクトディスク・リードオンリー・メモリー）に収録した一問当たり2～8枚の静止画からなるナレーション付きの文章問題に回答させた場合の結果と、ビデオ収録した同一問題に回答させた場合の結果とを比較することにより行った。

実験結果として確認された主な事項は、以下のとおりである。

① 画像構成により問題内容の理解に大きな差が生ずる。ただし、音声情報によってその差を補完することが可能である。

② ナレーションは、話しことばによるものでなければ、問題理解に支障が生ずる場合がある。また、画像との同期が重要である。

③ CD-ROMによる問題提示は、問題の見返しが自由に行える点では、従来のペーパーによる方法と等価である。しかし、同様な問題を多様にかつ自由に設定できる点では、ペーパーによる方法よりも優位である。

2－2 本年度の調査研究の概要

2－2－1 概説

本調査研究は、学校教育等に活用されてきている視聴覚教育機器等による教育の原理、方法論を母体として、これに最近における急速な発展、普及が見られるマイクロ・エレクトロニクス技術、とりわけコンピュータ・グラフィックス技術などの新しい技術を付加、組み合わせて、自動車運転に必要な知識習得教育に応用できないものかどうか、その可能性を検討することを目的として、昭和60年度を初年度とする３ケ年計画で行ってきたものである。

昨年度までには、各種教育システムの現状についての調査、並びに映像手段を用いた教育システムの現状についての調査を行うとともに、これらシステムの「自動車運転に必要な知識習得面」への適用の可能性について、主として、機器ハード面からの検討を行ってきている。本年度は、最終年度として、これまでの成果を基盤として、本調査研究をまとめるべく以下の各事項についての研究を行っている。

① 教習内容の映像化の可能性の検討

② 映像化による教習システムの設計

③ 映像化による教習システムの有用性についての実験

2－2－2 教習内容の映像化の可能性の検討

自動車教習所における運転者教育は、学科教習と技能教習の２つに大別されるが、このうちの学科教習について、警察庁で制定している「指定自動車教習所教習課程表」をもとに、各学教習課程における学習目標、狙いをレビューし、それらの中で、映像化の可能性のある部分があるかどうかについて検討した。

その結果、現状の学科教習において使用されているＯＨＰ、スライド、映画、ビデオなどの視聴覚教材によっても、既に様々な教習効果が上げられてきているが、コンピュータ・グラフィックス技術などを導入した、新しい教習システムが開発されたならば、現状よりさらに広範囲の教習課程において、より効果的な教習が可能になるであろうことが明らかになった。

それらの教習課程の中で、特に注目されるのは、「教程2：信号に従うこと」「教程5：安

全な発進」「教程6：車の通行するところ、緊急自動車の優先」「教程8：歩行者などの保護、初心運転者の保護」「教程9：安全な速度と車間距離」「教程10：進路変更、横断など」「教程11：追い越しなど」「教程12：交差点の通り方」「教程16、17：高速自動車国道及び自動車専用道での運転」「教程27：坂道、カーブなどでの運転」「教程28：夜間、雨の日の運転」などである。

これらの教程の教習を新しい教習システムで行うと、どのような場合（時）に、どのような場所（部分）に、どのような内容の危険が潜んでいるか、またそのような危険を防止するためには、どのような運転行動をすべきであるかについて、運転席からみた場景とともに、それぞれのポイントとなる部分を強調し、かつ臨場感のある動画（例えば、高速自動車国道での運転の場合は、運転速度に応じた動きのある画像）として提示しながら、場合によっては画像の動きを止め、また場合によっては逆方向（時間を戻す）に動かして説明することなどができ、従って、現状よりさらに効果的な教習が可能となる。

2－2－3　映像化による学習システムの設計

現状における技術水準からして、その製作が可能である学習システムのうち、現実の教習現場のニーズから理想的であると考えられるものの構成についての設計を行った。

設計された教習システムは、教材の作成から実際の教習までを行えるもので、機能上から、教習作成システムと教習実施システムの2つに分類されている。

教材作成システムは、教習所の教材作成室等、教材を準備するための場所に設置されるものとして、コンピュータ・グラフィックス技術を母体として設計されたもので、使用するコンピュータの規模、性能から、ワークステーション型ＣＧ（コンピュータ・グラフィックス）システムとパソコン型ＣＧシステムの２つに分類されている。これらのシステムによれば、実際の交通場面、運転場面と同じような臨場感のある場面の作成とともに、場面の中で教習ポイントとなる部分を強調し、直接関係のない部分を省略しシンプル化した画像の作成が可能で、また、入力データの準備に労力を要するが動きのあるアニメーション的な画像の作成も可能である。

教習実施システムは、教材作成システムで作成された教材（記憶媒体に記憶されている）の内容を、講師が受講生に映像、提示しながら説明を加えて教習をすすめるためのものであり、教習の目的、機能上から、一斉教習型と個別教習型の2つに分類されている。これらのシステムによれば受講者自身がパソコンを操作し、反応を示さないかぎり先に進めないような教習をしたり、各教習生の進度や反応に沿った教習を進めていくことが可能である。

2－2－4教習システムの有用性についての実験

上記のように設計された教習システムが、実際の現場で受け入れられるかどうかは、画像作成や修正の容易性、作成画像の臨場感、運用の容易性などの、システムを用いる立場からの評価も関わっているが、それらの評価の前に、実際の受講生にとっての馴染みやすさ、理解のしやすさなどの受講生側からの感覚的な評価が基本かつ重要であると考えられ、これを明らかに

することを目的とした実験を行った。

実験は、本来、設計された教習システムを作成し、それを用いて行うべきであるが、時間的、費用的な制約のために、便宜上、それと同等の画像が得られる実験システムを作成し、それにより行うこととした。

実験システムは、汎用パソコンを本体として、追記型光ディスク、テープ・レコーダー、CRTモニターで構成し、実験の対象となる交通場面は、それぞれの交通場面を時間的に前後する2～4の場面に分解したうえ、それぞれの絵を手書きにより作成し、記憶媒体に記憶するとともに、それぞれの場面に対応した説明を専門家によるナレーションとして録音することにより作成した。なお、実験の対象として設定された交通場面は、信号交差点での直進、右折、発進時、停止時、無信号交差点での右折などの7項目、16場面からなるものである。

実験は、指定自動車教習所の所定の教習を終了し、卒業検定に合格した者307名（男性142名、女性165名）を対象として、上記のように設定されたナレーション付きの実験用場面を実験システムのCRTディスプレイを通じて被験者に提示するとともに聴講させ、その感覚的な意見についてアンケートに回答してもらうという形式により行った。

実験結果のうち、主要なものは次のとおりである。

① システムの総括的な評価として、従来の教習方法と実験システムによる教習方法との比較回答結果をみると、総じて「従来の方法とあまり変わらない」とした回答が多いものの、従来の方法との対比では「このシステムの方がわかりやすい」とした回答が「従来の方法の方がわかりやすい」とした回答を上回っており、従って、このシステムに対する受講生の受けは良いものと云える。

② 画像や映像の見やすさについての評価として、画面の大きさについては、「小さい」とした回答が圧倒的に高くなっているが、これは実験装置の設定上の問題で、システムの本質的な欠点であるとは考えられず、また、映像の色や形については、「見やすい」とした回答が圧倒的に高くなっており、従って、このシステムの「画像や映像の見やすさ」という観点からの受講生の評価は高いものと云える。

③ 音声（ナレーション）についての評価として、音の大きさについては、「よく聞き取れた」とした回答が圧倒的に高くなっており、また、ナレーションの意味については、「わかりやすい」とした回答が圧倒的に高くなっており、従って、このシステムの「音声（ナレーション）の聞き取りやすさ、わかりやすさ」という観点からの受講生の評価は高いものと云える。

④ 親しみやすさについての評価については、総じて、システムの総括的な評価と関連があり、総括的な評価を「このシステムの方がわかりやすい」とした場合には、「おもしろいと思った」「なじみやすかった」とした回答が高くなっており、従って、「親しみやすさ」という観点からの受講生の評価は、システムの総括的な評価を支配する要素の

１つになっているものと考えられる。

⑤　教習内容の理解のしやすさについても、総じて、システムの総括的な評価と関連があり、従って、これもシステムの総括的な評価を支配する要素の１つになっているものと考えられる。

⑥　システムの利点についての評価は、「運転席から確認できない交通の状況が良くわかる」「段階的に進むので自分で考えながら理解できる」「実際の交通場面と違って場面によけいなものがなく、単純化しているのでわかりやすい」などに集約される。しかしながら、「その他」の感想の中には、「もっと動きがある方がわかりやすい」「ナレーションが単調すぎる」などのシステムの欠点を指摘した意見があり、今後のシステムの実用化に当たって、このような点についての十分なる配慮が必要である。

第３章　教習内容の映像化の可能性の検討

3－1　概説

指定自動車教習所における運転者教育は、学科教習と技能教習の2つに大別される。このうちの学科教習は、運転に関する知識や交通場面での状況把握と潜在的な危険について理解させるとともに、社会的な協調性を養成することにより、技能教習の効果をより推進させるものでなければならない。

このような指定自動車教習所における学科教習は、警察庁で制定している「指定自動車教習所教習課程表」の学科教習課程表に基づいて実施されているところであり、この課程表には、運転に当たって知っておかねばならないこと、理解しておかなければならない知識などを30時限に区分した上、それぞれの教習項目、教習細目及び教習要点が示されているが、それらの内的整合性は万全で、カリキュラム自体の問題点は見られないものと云える。

このように体系的に定められ、それに基づいて実施されている現行の学科教習によって、運転者育成という所期の目的は達成され、なおまた所定の効果が上げられてきているのが現状であるが、このような状況にあってもなお、教習時限数を始めとする諸々の制約条件下というやむを得ない事情があるものの、現状の学科教習には次のような問題が内在していると云わざるを得ない。

① 危険の予測等運転に不可欠の教習が不足している。

学科教習の時限数は30時限であり、このうちの20時限、即ち３分の２が法令のために当てられているが、安全に自動車を運転するためには、交通ルールをよく理解していなければならないことから、やむを得ないところであろう。しかしながら安全運転の知識として不可欠な危険の予測等運転に必要な情報についての教習が十分行われているとはいえない。

② 自動車運転に直結したいわゆる実技学科が十分行われていない。

学科教習の中で、特に、実際の運転行動をとるとき必要不可欠な知識についての教習が必要であるが、現行では不十分である。特に、例えば交通の流れの中における運転、夜間の視認性、コーナリング、急ブレーキ、スリップ、危険の回避等について、実地の要素をもった学科教習をすることが必要であろう。

③ 現物や器材を用いた教習が行われていない。

学科教習の多くは、教室で行われるが、学科教習のうち、重要なものについては、現物や教育器材等を用いた教習を行う必要があるが、現行の教習では、やや不　十分といえる。そのため、教習項目に適した視聴覚教材、シミュレータ等による教習を行う必要がある。

指定自動車教習所においては、新規免許取得者の94%以上にも及ぶ初心運転者の教育を担っているわけであるが、近年における交通事故を見ると、運転免許取得後１年未満の、いわゆる初心運転者の事故が目立っており、それらの要因として、交通現場の潜在的な危険の予知や、次に生

ずる状況の読みとそれに対応した判断の不足など、慣熟性の不足に起因しているものが挙げられている。実際の運転行動は、時々刻々と変化する交通状況に対して、自己の置かれている立場を正しく認識した上で、それまでに蓄積された知識や経験に基づいた状況の認知と予測及び判断の結果として起こされるものであり、ここで、過去に学習した知識や運転の体験が運転行動の重要な要素となっており、認知、予測、判断の各過程において、間違った情報を収集したり、予測する能力のレベルが低かったりすると必然的に違反・事故の危険性が高くなるものである。

従って、初心運転者の教育の中で最も重要なことは、単に車を操縦するテクニックを教育するのではなく、危険な交通環境に直面したとき、臨機応変、かつ安全にそれぞれの事象に対処できるようにするために、実際の交通場面からとらえた情報のなかで必要なものを正しく、素早くとらえて、次の行動を引き起こす認知力、予知能力、判断力等を高めるための養成をすることである。

すなわち、学科教習のあり方としては、単に条文や文章の意味を理解させるのではなく、なぜ正しい運転行動をしなければならないかという行動の意味を理解させ、ただ知識として知っているだけでなく、実際の運転場面に置かれたときに自ら正しい運転行動が自然に取れるような育成に重きを置くべきである。

そのためには、

- 実際の動く場面をみせる16ミリ映画
- それを静止した場面としてみせるスライド
- 要点だけを図表化してみせるＯＨＰ

などを組み合わせて、運転席からみた状態を現出させつつ、交通の状況及び場面を観察する力、危険を予測する力、そこで自分はどうしなければならないかを判断する力を養成することが大切である。

また、運転行動に密接に関連した教習過程の教習にあたっては、教室内での教習のみならず、実際の交差点等の現場において、危険な運転行動や交通パートナーとのかかわりあい等を、第三者の立場から観察、判断させることも効果的であると思料される。

多くの指定自動車教習所は、学科教習において運転行動に密着した交通場面での分析力（潜在的危険の発見や予測）とそれに対応する判断力（いかに行動するかの判断）を養成するために、視聴覚教材を使用するなど様々な方法で効果を挙げているところであるが、このような方法による効果をさらに高めるために、実際の交通場面と同じような時々刻々と変化する臨場感のある運転場面を教習生に提示し、それぞれの場面で、どのような行動を取るべきかを問い、そして考えさせながら、より一層、実態的な教習を行うことができるコンピュータ・グラフィックス等の新しい技術を導入したシステムの開発が必要であると考えられる。

ここでは、このような新しい映像化システムが開発されることを前提として、現状における学科教習のうち、これらの新しいシステムで効果的な教習が期待される教習項目とその内容につい

て検討することとする。

3－2　教習内容の映像化の可能性

3－2－1　各学科教習課程における学習目標

現状において実施されている学科教習での各教習課程別の学習目標を概説すると、次のとおりである。

（教程１）運転者の心得

① 道路交通法の存在理由、必要性、目的について理解させ、さ細なルール違反が運転者自身のみでなく社会的にもどのような損害となるかを説明し、遵守精神の心構えを育てる。

② 運転者には、くるま社会の一員として、モラルと責任について理解させる。

③ 認知、判断、操作からなる運転操作の基本について説明し、認知のために必要な人間の生理的な要件、正しい判断をするための基礎知識の必要性について理解させる。

（教程２）信号に従うこと

① 交通信号の種類には、信号によるもの、警察官や交通巡視員が行う手信号等があり、これらの信号が示す意味と対応する行動を理解させる。

② また、信号に従って通行する場合でも、信号を守らない車両などがあることや、歩行者などの交通弱者に対する保護について理解させる。

（教程３）標識、標示に従うこと及び警察官の指示に従うこと

① 道路標識と道路標示の種類と様式及びこれらが表示されている場所における運転行動について理解させる。

② また、警察官の指示があるときは、それに従わなければならないことを理解させる。

（教程４）運転にあたっての注意

① 運転免許の種類と、これにより運転することができる自動車を説明し、特に無免許運転の禁止、仮免許による同乗指導者なしの路上練習の禁止に重点を置いた説明をする。

② 免許を受けた者は、酒気帯び運転、疲労運転、整備不良車運転など絶対に行ってはならないことを説明し、これらは交通ルール以前の問題であることを理解させる。また、交通公害についても触れる。

③ 免許証の携帯など、車を運転する場合に必要な注意事項について理解させる。

④ 共同危険行為の禁止について簡単にふれる。

（教程５）安全な発進

① 自動車を運転する場合の服装、運転姿勢、シートベルトの装着について説明し、これらが安全運転の基本であることを理解させる。

② 発進にあたって必要な合図、安全確認について日常の習慣として身につけさせる。

③　二輪車の特性について理解させる。

（教程６）車の通行するところ、緊急自動車の優先など

①　自動車の通行すべき場所とルールについて理解させる。

②　緊急自動車の優先及び路線バスの優先について、その必要性等について理解させる。

（教程７）車が通行してはいけないところなど

①　自動車の通行が禁止されている場所及びその理由について理解させる。

②　通常通行することができる場所でも、警察官の指示、交通の状況によって進入することができない交差点等があることを理解させる。

（教程８）歩行者などの保護、初心運転者の保護

①　歩行者など交通弱者に対する保護の重要性とその方法について理解させる。

②　初心運転者などの保護について触れる。

（教程９）安全な速度と車間距離

①　自動車の最高速度と安全速度について理解させる。

②　安全な車間距離のとり方について理解させる。

③　急ブレーキの危険性と正しいブレーキのかけ方について理解させる。

（教程１０）進路変更、横断など

①　行動変更の予告などの、他の交通利用者とのコミュニケーションは、正しい交通秩序を確保するためのルールであることを理解させる。

②　自動車が進路などを変える場合に、予告しないで急に行動をとると他の交通に迷惑をかけるばかりでなく、危険性が高く、事故の原因ともなることを理解させる。

（教程１１）追い越しなど

①　追い越しは、自車と対象車の距離や速度、前方及び後方追従車の距離、速度、さらには道路の状態等を瞬時に判断し、迅速に行わなければならないもので、最も熟練を要す運転行動であるため、１つ１つの運転手順を確実に行わねばならないことを理解させる。

②　追い越し禁止場所、割り込み禁止について、その原則を理解させる。

（教程12）交差点などの通り方

①　交差点は、２以上の道路が交わる部分であるため、単路にくらべて事故発生の危険が高いことについて理解させる。

②　交通整理のおこなわれていない交差点では、各方向からの交通が集中し、それらが同時に進入し、優先ルールがとっさに分からないこともあるので、そのような場合の措置、対応について理解させる。

③　交差点での行動ルールは複雑であるので、直進する場合、左折する場合、右折する場合、交差する他車がある場合のそれぞれについて説明し、そのような場合の対処方法を理解させる。

（教程１３）駐車と停車

① 駐車と停車の違い及び違法な駐車、停車は、交通の円滑な流れを阻害し、交通事故の原因にもなることを理解させる。

② 道路は、自分1人のものではないことを理解させる。

（教程１４））踏切、燈火

① 踏切を通過するときは､確実な一時停止と安全確認が必要であることを理解させるとともに、仮に踏切上で動かなくなった場合の措置について説明する。

② 燈火は､自分の運転に必要であるばかりでなく､自分の車の存在を他の交通に知らせるためのものであり、正しい操作が必要であることを理解させる。

（教程１５）乗車、積載、けん引

① 自動車の乗車、積載及びけん引についての方法とその特例などを理解させる。

② また、これらの方法に反することは、自動車の性能上や運転上に支障をきたし、事故などの危険性が高くなることを理解させる。

（教程１６、１７）高速自動車国道及び自動車専用道路での運転

① 高速道路は､一般道路の運転とは異なった運転方法が必要であることを理解させるとともに、これらの道路での走行ルールについてその原則を理解させる。

② 急ブレーキや急ハンドルの危険性を説明するとともに､高速運転時の特異な現象についても理解させる。

（教程１８）交通事故のとき、故障などのとき、応急処置

① 交通事故を起こした場合は､直ちに停止して負傷者の救護､事故の続発防止のための措置をとるとともに警察官への報告などの措置が必要であることを理解させる。

② また、負傷者に対する応急手当の方法について理解させる。

（教程１９）車の所有者などの心得、保険制度

① 車の保有車になったときの心得として､特に保険制度や車検制度の必要性とその概要について理解させる。

（教程２０）運転免許証など

① 運転免許証の記載事項変更届、更新及び行政処分の概要などについて理解させる。

（教程２１～２４）自動車の構i造に関係する事項

① 自動車の複雑、難解な構造の原理、理論でなく、運転者として必要な常識程度の取扱いや点検の方法について理解させる。

② また、自動車の仕組等のあらましなどについては、チャート、模型などにより説明するとともに､特に教程24の運転前点検などについては実習等により点検の箇所､方法､順序及び異常の見分け方について理解させる。

（教程２５）人間の感覚および判断能力と運転

① 人間の感覚と判断能力については、一般的な原則について説明し、この原則が安全運転上どのように影響するかを理解させる。

② 人間の感覚や判断能力は、各人の性格、コンディションによっても異なるので、各人の生理的機能または運転適性検査によって判明した性格特性に応じた運転をすることが必要であることを理解させる。

（教程２６）車に働く自然の力と運転など

① 自動車の運転に影響する自然の力についての常識的なことを理解させる。

② 交通公害とその影響について説明し､それを防止するための方法について理解させる。

（教程２７）坂道、カーブなどでの運転

① 坂道、カーブでの走行と一般通常走行との違いを説明し、自然の力と自動車の機能に及ぼす特異な影響について理解させる。

② 特に、連続する山道のカーブや曲がり角については、直前で減速したり、ブレーキを踏むことのないよう、あらかじめ「先を読む運転」の心構えが必要であることを理解させる。

（教程２８）夜間、雨の日の運転

① 夜間、雨の日などの特異現象について理解させる。

② 特に、夜間で雨の日は有効視界が著しく悪くなり、また停止距離は通常より著しく長くなるので、速度は、これに対応するようにセーブし、急ブレーキ、急ハンドルなどを行わないですむ運転行動をとらなければならないことを理解させる。

（教程２９）悪条件下の運転など、大地震などのとき、運転者の社会的責任と安全運転

① 雪道、濃霧、ぬかるみなど悪条件下において安全に走行するための心構えと基礎的知識を習得させるとともに、このような悪条件下では、慎重に運転行動をとらなければならないことを理解させる。

② 運転者の社会的責任と安全運転について理解させる。

（教程３０）事故の恐ろしさと悲惨さなど

① 事故の恐ろしさと悲惨さ及び結果の重大性を理解させる。

② 交通事故の代表的パターンとその防止要領を理解させる。

③ 実際の道路に潜在する危険性を予測した慎重な運転が必要であることを理解させる。

3－2－2 各学科教程の内容の映像化の可能性

前項で述べた学科教習の内容を大別すると、教程1から教程20までの「交通法令」、教程21から教程24までの「自動車の構造」、及び教程25から教程30までの「安全知識」の３つに分けることができるが、このような広範囲の内容の教習を、定あられた30時限内で効果的に行うためには、各教習課程の学習目標に沿った簡潔かつわかりやすい説明とポイントとなる部分を抽

出した重点的な説明が必要であるということは言及するまでもないが、なおその上に、視聴覚教材の積極的な利用など､その方法､手段についてもかなりの検討と工夫が必要となってくる。

人間の記憶は、視力によるものが75%、聴力によるものが13%といわれているが、このような視力による記憶の特性を積極的に利用した視聴覚教材による教習は、教本の内容の理解や記憶をより確かなものにする上で効果的であると云え、なおまた、教本のみでは説明しにくい複雑な交通状況などについて、容易にかつ効果的に提示し、説明することができる。

現在、学科教習において一般的に使用されている視聴覚教材としては、

・　ＯＨＰ、スライドなどによる静的画像
・　16ミリ映写機、ビデオなどによる動的画像
・　模型による実習

等があり、これらを利用した教習では、上述のような様々な効果をあげてきているところであるが、今後、次章で述べるようなコンピュータ・グラフィックス技術を導入した新たな教習システムが開発されるならば、実際の運転場面や交通状況と同等の画像を簡便に作成できるのみならず、それらの状況を任意の位置、角度から、任意の速度で教習生に提示することが可能となるため、現状よりさらに広範囲の教習課程においてより効果的な教習が可能になるものと期待される。

前項で述べた学科教習課程のいずれについても、新たなシステムの導入による映像化が考えられ、それによる教習効果が期待されるところであるが、その中でも、特に、注目されるものを列挙すると、次のようになる。

① 「教程2：信号に従うこと」「教程5：安全な発進」「教程6：車の通行するところ、緊急自動車の優先」「教程8：歩行者などの保護、初心運転者の保護」などの教程においては、どのような場合（時）に、どのような場所（部分）に、どのような内容の危険が潜んでいるか、またそのような危険を防止するためには、どのような運転行動をすべきかについて、それぞれのポイントとなる部分を強調した画像（場合によってはアニメーション的な動画）として提示しながら説明することにより現状より効果的な教習が可能となる。

② 「教程9：安全な速度と車間距離」「教程10：進路変更、横断など」「教程11：追い越しなど」「教程12：交差点の通り方」などの教程においても同様に、どのような場合（時）に、どのような場所（部分）に、どのような内容の危険が潜んでいるか、またそのような危険を防止するためには、どのような運転行動をすべきであるかについて、運転席からみた場景とともに、それぞれの目的に応じた任意の角度、任意の位置からの場景を、それぞれのポイントとなる部分を強調し、かつ臨場感のある動画として提示しながら、場合によっては画像の動きを止め、また場合によっては逆方向（時間を前に戻す）に動かして、説明することにより現状より効果的な教習が可能となる。

③　「教程16、17：高速自動車国道及び自動車専用道での運転」「教程27：坂道、カーブなどでの運転」「教程28：夜間、雨の日の運転」などの教程においても同様に、どのような場合（時）に、どのような場所（部分）に、どのような内容の危険が潜んでいるか、またそのような危険を防止するたあには、どのような運転行動をすべきであるかについて、運転席からみた場景とともに、それぞれの目的に応じた任意の角度、任意の位置からの場景を、それぞれのポイントとなる部分を強調し、かつ臨場感のある動画（例えば、高速自動車国道での運転の場合には、運転速度に応じた動きのある画像）として提示しながら、場合によっては画像の動きを止め、また場合によっては逆方向（時間を前に戻す）に動かして、説明することにより現状より効果的な教習が可能となる。

第４章　映像化による教習システムの設計

4－1　概説

前章では、自動車運転に必要な知識習得のために使われている教本や教材についての現状と問題点、並びに視聴覚教育諸機材等によるさらに進んだ映像化の可能性についての検討を行った。

その結果による映像化の可能性についてみると、現状においては、既に、教本や教材の一部については、映画やビデオあるいはＯＨＰ等の装置による映像化が成され、効果的な教育が実施されているが、それら装置の機能上の制約からしてやむをえないという事情があるものの、まだまだ映像化の可能性が残されていることが明らかとなった。しかしながら、このような現状は、このような教育面での研究開発が遅れていたという理由によるものではなく、むしろ、マイクロ・プロセッサー等に代表される電子技術等の飛躍的な発展が成されたために、これまでには考えられなかった、さらに高度な映像化が技術的に可能となったためであると解するべきである。

ここでは、このような現状において、開発することが可能と考えられる映像化による、いわば理想的なシステムについて検討し、その構成等の概要について述べることとする。なお、ここで述べる教習システムは、その検討に当たって次のような前提条件をおいている。

① 講師の行う教習を主として映像化された教材（画像）により支援するものであること。

② １クラス40～50名の受講者を対象とする一斉教習を主体とするが、これとともに、受講生個々の人を対象とする個別学習の要素も取り入れたものであること。

③ 画像の作成、記憶、修正（変更、更新）等は、講師が容易に行えるものであること。但し、これらは、教室内で教習時間中に行えなくとも良い。

④ 画像は、瞬時に表示できるものとし、また別の画像へのアクセスはランダムかつ迅速（１秒以内）に行えること。

⑤ 画像は、1～10画像をまとめて動画的に自動表示できるものであること。

4－2　教習システムの概要

現状における技術水準からして、その製作が可能である教習システムのうち、現実の教習現場のニーズから理想的であると考えられるシステムについて、その概要を述べる。

ここで教習システムというのは、教材の作成から実際の教習までを行えるシステムと定義するものとする。このように定義すると、教習システムは、その機能上から教材を作成し記憶媒体に記憶するまでの機能を司る、いわば教材作成システムと、記憶された記憶媒体を使用して講師が受講生に教材内容を提示しながら説明を加えて教習するための機能を司る、いわば教習実施システムとに大別される。

教材作成システムは、教習所の教材作成室等、教材を準備するための場所に設置されるものとするが、これを規模、性能上から分類すると、画像処理用高速コンピュータを用いたワークステ

ーション型ＣＧ（コンピュータ・グラフィックス）システムと、汎用のパソコンを用いたパソコン型ＣＧシステムの２つに分類される。

教習実施システムは、教習所の教室等、受講者に対する教習を行うための場所に設置されるものとするが、これを目的、機能上から分類すると、同一の教材で受講者を一斉に教習する一斉教習型と、受講者個々の進度に従って受講者を個別に教習する個別教習型の２つに分類される。

なお、図4－1は上述の教習システムについて、その構成を示したものである。

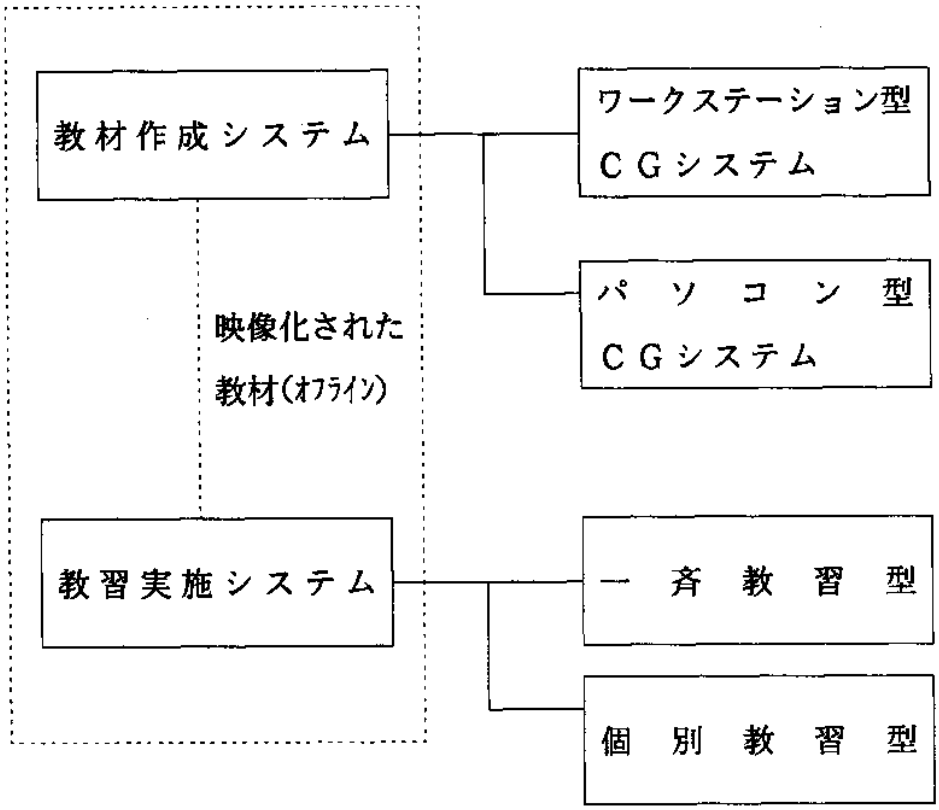


図4－1　教習システムの構成

4－3　教材作成システム

4－3－1　現状

学校教育や一般の企業内教育、さらには学会等で従来から使用されてきている映像化媒体としては、スライド、ＯＨＰ、映画等に代表されるが、これらの媒体の作成に当たってはそのために特別にシステム化された機械、装置が用いられているのではなく、一般に普及しているそれぞれ個別の汎用的な機械、装置が用いられている。それは、教材の作成過程が用途、目的により異なり、複雑、多岐にわたり、それを自動化するほどの機械、装置も整っていなかったことに起因しているものと思われる。

しかしながら、最近における電子機器、特にワードプロセッサーやパーソナル・コンピューター等の普及は、従来では考えられなかったような教材作成のシステム化の実現性を高めている。特に、最近におけるパソコンＣＡＩ（Computer Assisted Instruction、電算機支援授業方）の普及は著しく、図形等の教材を事前にかつ容易に作成することを可能にした電子機器の

普及、さらには、最近における光ディスクやCD－ROM等のいわばニューメディア記憶媒体の開発・普及は、その適用性を拡大してきている。

このような現状にあって、教材作成という観点から注目されてきているものとして、AV型（Audio Video Type）の教材作成システムが挙げられる。このシステムでの教材の作成は、写真や原稿等の教材のもととなる材料を編集した上で、ビデオ・カメラで撮影し、これらを説明用の音声とともにＶＴＲや光ディスクに記憶することにより行われる。しかしながら、このようなシステムは、単に、一方通行的な図表の説明を中心とするものに留まっているのが現状である。

4－3－2　教材作成システムの概要

自動車運転に必要な知識習得のための教習システムにおける教材の作成システムとしては、現実の交通場面、運転場面にできるかぎり近似した場面が作成でき、また運転操作と交通環境との関係や走行速度の違いによる運転感覚の違い等の、いわば臨場感のある場面の作成が望まれ、なおまた教習の目的に合致するよう、それぞれの場面での教習ポイントとなる部分を強調できるような場面が作成できることが望まれる。

上記のようなシステムとして､一部現状において用いられているＶＴＲを用いたシステム(実際の交通場面や運転場面をＶＴＲで撮影し、これを編集して教材を作成するシステム）を母体としてこれを高度化したシステムも考えられないことはないが、交通場面や運転場面などの状況を微妙にかつ自由自在に変更できるようなシステムにすることは、現状においては非常に難しい。この点において、ＣＧ（コンピュータ・グラフィックス）技術を母体としたシステムは、現状において実現の可能性にあるものとして注目すべきで、これによると、実際の交通場面、運転場面と同じような臨場感のある場面の作成とともに、場面の中で教習ポイントとなる部分を強調し、直接関係のない部分を省略しシンプル化した画像の作成が可能となる。ＣＧは未だ発展途上の技術であり、現状においては、動きのあるアニメーション的な画像の作成には膨大かつ複雑な入力データを必要とする点が若干問題であるが、ゲーム用のパソコン・プログラムのようにストーリーのある実際的な画像の作成が出来る点で優れており、今後各分野で採用され、急激に発展するものと思われる。

4－3－3　コンピュータ・グラフィックス（ＣＧ）の概要

（1）　ＣＧの動向

ＣＧ技術は、建造物や製品の形態、外観に重点をおく意匠などの分野を中心として、主として、デザイナーなどの作画作業を省力化して、自動的にプロッターなどに描画できるようにすることを意図して開発が始められ仁ものである。現在では、各種のアプリンケーション・プログラムが開発され、建物、自動車、航空機及び各種容器類などを任意の方向から眺めた場合の形態、外観が簡単に描画でき、それらの評価の効率化が可能となっている。なお、最近、このようなＣＧ技術は芸術の分野にも導入されつつあり、コンピュータ

・アートというような新しい分野としても定着しつつある。

プログラム技術に関してみると、平面的な描画のための２次元ＣＧでは各種統計表、グラフ及び地図などの作成のための彩色指定プログラムなどがあり、また立体的な描画のための３次元のものでは視点を変えて任意の方向や位置から眺めた場合の情景を描画するためのプログラムがある。このようなプログラムの国際的な基準としては、ＧＫＳ(Graphical-Kernel System：グラフィック核システム）があるが、現状においてはその細部について検討されているところである。

ＣＧとは異なるがCAD（Computer Aided Design）での規格化は、かなり進んでいる。ＣＡＤは工作機械の自動制御技術、即ちＮＣ（Numerical Control：数値制御）の標準プログラム、ＡＰＴ（Automatically Programmed Tools：数値制御プログラム）を基に細分化されており、最近では製品を自動生産するために必要な規格の検討が進められている。なお、現状ではＣＧとＣＡＤの規格は別個なものになっている。

従来からの３画面だけでの作画からでは対象物の外観を想定することが困難であったが、最近におけるＣＡＤの普及は、より複雑な対象物の作成に対する需要を醸し出し、任意の視点からの外観図の作成に対する必要性が高まってきている。このようなことを背景として、最近では部分的ではあるが、ＣＧとＣＡＤの両者間での互換性のあるプログラム・システムが作成されている例もでてきている。さらに今後、プログラムの標準規格化が進み、対象物の形状モデル、製品のモデルのデータが容易にＣＡＤからＣＧに引き渡され、パッケージ化されて取り扱われるようになれば、ＣＧの分野もＣＡＤの分野に追従して大幅に拡大されるものと思われる。

(2)　CGの手法

CGには大別して、２次元のものと３次元のものがある。２次元のCGでは、簡単なペインティング・プログラムからビジネス・グラフィックスの作成に使用されるものや、最近、特に盛んになってきているマッピング（地図の作成）プログラム等がある。

自動車の運転に必要な知識習得のための教材についても、簡単な静止画などで用が足りる場合には２次元ＣＧも有用な手法となるものと思われる。しかしながら、ＣＧの本来の特徴は３次元画像が簡単に作成できることであることからすると、３次元ＣＧを大いに利用していくべきである。３次元モデルとしては、ワイヤーモデル、サーフェースモデル及びソリッドモデル等があり、各々の用途に応じて使い分けられるようになっている。例えば、ワイヤーモデルでは立体形状を直線と曲線の組み合わせで立体感を持たせた角度で面や稜線を表現をしており、陰面や陰線もそのまま表示することができる。更にアニメーションに対しては、画面を動かした場合の状況を速く描画することができる。また、サーフェースモデルは陰面処理を行い表面の材質を正しく表現することに重点を置いており、ソリッドモデルは最も高度な表現として、重心の移動、視点の変更、遠近感の変更等も出来

るようになっている。なお、これらを描画するプログラムとしては、レイ・トレーシング、テクスチャマッピング、Zバッファー法等がある。

① レイ・トレーシング

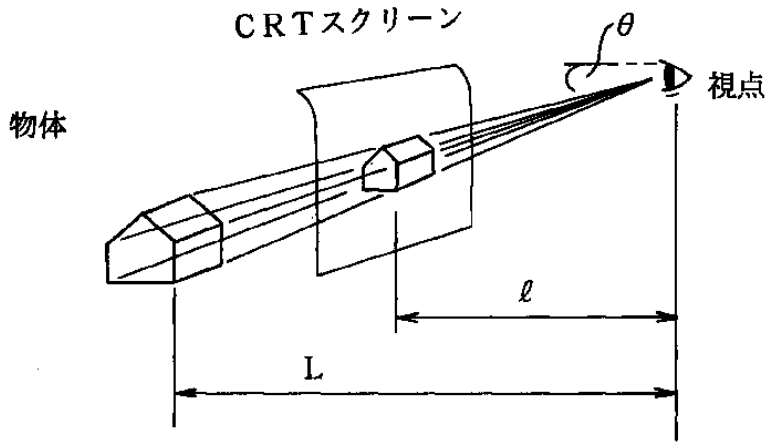


図4－2 レイ・トレーシングの例

レイ・トレーシングとは、図4－2のように視点からの光線を追跡することをいい、物体の表面で光がどのようになるかを計算して、その物体表面の見え方、様子をCRT画面に画像として表示する方法である。光線の計算回数は、例えば、512×512ピクセル（処理の1単位）の粒子化でCRTのスクリーンに表示するとすれば262,144回にもなる。実際の計算では、光線（各ピクセル）と物体との交点を求め、各ピクセルに対応する光線の反射、屈折、透過の割合を求めて輝度を計算した上、その強さに比例した表示の明るさを求め、なおまた物体以外の部分は背景色で処理する。

この方法は、計算量が多く処理速度が遅いのが欠点であるが、現実感のある綺麗な画面ができるのが長所である。なお、最近では、ハード、ソフトの両面から様々な改良、工夫が加えられ、高速化が計られている。

② テクスチャ・マッピング

テクスチャ・マッピングでは、物体表面の明暗、凹凸、模様などを、ピクセル毎に関数と対応させた、マッピングのパターンを作成した上、物体表面の法線方向の関数値が

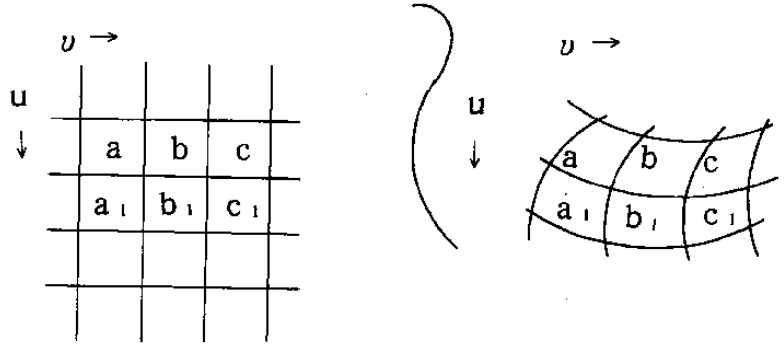


図4－3 テキスチャ・マッピングの例

ピクセル間でも連続して変化するようにして画像を作成する。この方法では、図4－3のような自由曲面は球面Bezier曲線などで区切るが、3角形で近似するのが一般的である。

③　Zバツファー法

ＣＲＴ画面をＸＹ軸からなる平面と対応させると、Ｚ軸は画面に奥行と対応することになるが、このZ座標を用いると、視点から物体の見える面と陰になる面を区別することができる。Zバッファーというのは陰面消去機能を備えるために必要なメモリバッファーである。この方法による陰面処理は高速かつ簡便という点で他の方法よりも優れており、またシェーディングにより立体感を出すことが可能である。なお、陰面処理にはスキャン・ライン法（通常のテレビの走査線と同じ方式）という方法もあるが、処理速度は速いが処理できる形状に制限があり、大量の形状データを処理するのが難しいといわれ、またレイ・トレーシングではピクセル単位の処理のために計算時間が非常に長くなってしまうという欠点がある。

(3)　CGを用いた教材作成システム

上記のコンピュータ・グラフィックス（ＣＧ）技術を母体とした教材の作成システムでは、自動車運転に必要な知識習得のための各種の運転場面について、そのポイントとなるいくつかの離散的な場面に分割し、それぞれの場面について教習ポイントを強調した画像化（所要入力データをもとにＣＧ技術で作成）を行った上、それらの離散的な画像を動きのあるアニメーション的な画像にするたあに、"中割り"（時間的に離散している画像間を補完した画像を自動的に作成すること）を行い、順次、光ディスクに記録していくことになる。

なお、画像化に際しての所要入力データは、道路、建物、信号等の固定的な３次元の環境データと、これと独立した自動車、人等の動的な３次元の交通データの２種類で、画像は、それら両データを用い、相互の位置関係と視点に基づいてＣＧ技術により作成することになる。

4－3－4　ワークステーション型CGシステム（GWS）

コンピュータ・グラフィックス（ＣＧ）に際しては、前述のレイ・トレーシング等のプログラムでの膨大な計算のために大型かつ高速コンピューターが必要であり、また画像の分解能の点からして高精細度のＣＲＴグラフィック・ターミナルが必要である。この点から、ＣＧに際しては従来から大型で高速かつ高精細度のＣＲＴグラフィック・ターミナルを有するコンピュータ・システムが用いられてきたが、汎用の大型機やスーパーコンピューターを用いても、画像処理には多くの時間を要していた。このため、最近では、画像処理用のハードを備えたエンジニアリング・ワークステーション型の高速コンピューター（32ビット以上）が開発、普及されてきており、これがＣＧのためのスタンド・アロン型（自立型：ホスト・コンピューターを

表 4－1　ワークステーション型ＣＧの事例[3)]

opt.オプション　std標準　int.整数　fit.小数点

メーカー	米アポロコンピュータ社	米ミニシス・グラフィック社	米ヒューレット・パッカード社
販売会社	日本アポロコンピュータ	バローズ	横河・ヒューレット・パッカード
製品名	DN590	GDI450	HP9000 MODEL825/SRX
ワークステーション			
ＣＰＵ	68020	68020	HP-PA
ＯＳ	UNIXバークレイ版4.2BSD	RTU-UNIX	HP-UX
主記憶容量	8M(std.)～16MB	4M(std.)～10MB	8M(std.)～48MB
ネットワーク	Ethernet,Domain	Ethernet,TCP/IP	IEEE802.3,Ethernet, など
使用可能言語	FTRN77,C,PASCAL,LSP,MANSAL	FORTRAN77,C,AGILE	FORTRAN77,C,Pascal,アセンブラ
グラフィック部			
ＣＲＴサイズ（インチ）	19	20	19
ＣＲＴ解像度	1280×1024	1024×768	1280×1024
表示可能色	1670万色	4096万色	1670万色
同時表示可能色	1670万色(std.)	256色(std.)	256色(std.)～1670色
座標定義空間	32bit fit.	32bit fit.	32bit fit.
メインＣＰＵ	独自 LSI	68020	独自 LSI
隠面消去 | Ｚバッファ精度	std. | 16bit	なし	std. | 24bit
コンスタント・シェーディング	std.	std.（予定）	std.
グロー・シェーディング	std.	std.（予定）	std.
フォン・シェーディング	std.	std.（予定）	std.
描画速度	不明	4万5000ベクター／秒	19万ショートベクター／秒
ショート・ベクターの定義	——	不明	30ピクセル
ビッキング | 速度	std.5000要素／秒以下	std.速度不明	std.19万ショートベクター／秒
ドラッキング	std.	std.	std.
ラバーバンド	std.	std.	std.
半透明表示	opt.（予定）	不可	std.
デプス・キューイング	opt.（予定）	不可	std.
ライン・スムージング	不可	不可	不可
サポート・ソフトウェア			
グラフィック・ライブラリ	GPR,GMR 3D	AGILE	CG-VDI,CORE,GKS
代表的なアプリケーション	AC/SO I,IDS,GEOMOD CALMA/DOM,ATRAS など	SURFACE SHADING FLAT PATTERNなど（＊1）	ANVIL-4000,BOXER, MOVIE BYU,DI-3000 など
標準価格	1470万円	998万円	1460万円
モデル価格	約2000万円	1316万円	3600万円
電源容量	＊1.	100V	200V
消費電流	＊1.	最大7.5A	最大15A(立ち上げ時)
備考	＊1.120Vと220Vの選択可。	＊1.アプリケーション・ソフトウェアはすべてUnis is－Graphtek製のみをサポート予定。	

メーカー	米シリコングラフィック社	日本電算機	米サンマイクロシステムズ社
販売会社	日本シリコングラフィック	日本電算機	伊藤忠テクノサイエンス
製品名	IRIS 4D/60	JCC-G10	Sun-3/260C
ワークステーション			
ＣＰＵ	R2000	WE32100	68020
ＯＳ	UNIX System V (3.0)	UNIX System V (3.1)	Sun OS
主記憶容量	4M(std.)～12MB	4M(std.)～16MB	8M(std.)～32MB
ネットワーク	Ethernet	Ethernet	Ethernet
使用可能言語	FOTRN77,C	FOTRN77,C,LISP	FOTRN77,C,LISP,ANSIなど
グラフィック部			
ＣＲＴサイズ（インチ）	19	20	19
ＣＲＴ解像度	1280×1024	1280×1024	1511×9000
表示可能色	1670万色	1670万色	1670万色
同時表示可能色	4096万色/1670万色/20(std)	16色(std.)～1670万色	256色(std.)
座標定義空間	32bit fit.	32bit fit.	32bit fit.
メインＣＰＵ	独自 LSI	68020/L/TMS 32C25	Am29116 など
隠面消去 | Ｚバッファ精度	pot.▲ | 12/24bit	std. | 24bit	opt.▲ | 8bit
コンスタント・シェーディング	std.	opt.▲	std.
グロー・シェーディング	std.	opt.▲	std.
フォン・シェーディング	不可	opt.▲	std.
描画速度	非公開	20万ショートベクター／秒	4万ショートベクター／秒
ショート・ベクターの定義	——	25ピクセル	5ピクセル
ビッキング | 速度	std.非公開	std.20ショートベクター／秒	std. 4万5千ショートベクター／秒
ドラッキング	std.	std.	opt.▲
ラバーバンド	std.	std.	opt.▲
半透明表示	std.	std.	不可
デプス・キューイング	std.	std.	不可
ライン・スムージング	不可	opt.▲	不可
サポート・ソフトウェア			
グラフィック・ライブラリ	GRAPHIC LIBRARY 2	GKS,JCC-Grahics	CORE,GKS,CGI
代表的なアプリケーション	ALIAS/I,ANSYS Amber,CASPARなど	なし	I-DEAS,ANVIL-5000, BOXER,DUCTなど
標準価格	1730万円	650万円	1258万円
モデル価格	約3000万円	約1300万円	2070万円
電源容量	100～125V	100V/125V	115V
消費電流	18～25A	7～20A	15～16A
備考	＊1.販売は住商エレクトロニクスとディジタルコンピュータ		

注）①リフレッシュ・レートは Sun だけ 66Hz ノンインタレース、ほかは 60Hz ノンインタレース

②モデル価格は標準構成に最大の主記憶容量と同時表示色、表中▲印のオプションを付加、入力機器をキーボード、タブレット（A4 判サイズ　カットまたはマウスに設定）

必要としない）のグラフィック・ワークステーション（システム）として利用できるようになった。

表4－1は、国内で販売されているグラフィック・ワークステーションの例を示したものであるが、それらの特徴的なところは以下のようである。

①アポロコンピュータ社のＤＮ590；

○メカニカル・エンジニアリング分野のアプリケーション・プログラムが約100本もあり、建築、化学、土木工学関係のプログラムも豊富である。

○代表的なソフトウェアとしては、アメリカン・チャネルズ社の「AC/SOLIDS」、エバンス・アンド・サザランド社の「ROMULUS」等がある。

②ヒューレット・パッカード社のＨＰ9000/825　SRX；

○ワークステーション部のCPU・HP-PAはRISC（Reduced Instruction Set Computer）LSIである

○演算、図形変換は同型の350SRXより2倍も速い。

○ソリッド・モデリングが容易で、MEシリーズ30、I-DEAS（SDRC社）をサポートする。

③シリコングラフィック社のIRIS-4D/60；

○CPU、R2000（8MHZ）はMIPS社製で、描画速度は300万ピクセル以上である。

○「ジオメトリ・エンジン」17ケ、「ジオメトリ・アクチュレータ」2ケのパイプライン配列がある。

○アプリケーション・ソフトウェアとしては、アニメーション用の「ALIAS/1」（加エリアスリサーチ社）、3次元機構解析用の「ANSYS」（米スワソン・アナライズ・システム社）など約100本がある。

④日本電算機のJCC-G10；

○CPU、WE32100及びTMS32C25は、それぞれMC68020を変更したものである。

○描画速度は200万ピクセル、オプション・プログラムとして、シェーディング、ラインスムージングなどがある。

⑤サンマイクロシステム社のSUN-3/260C；

○２次元の描画を標準とするが、オプションのGP^{+} を付加すると３次元描画が可能となる。

○３次元インタラクティブ機能（拡大/縮小、回転）がある。

○３次元ＣＡＤを主体としたアプリケーション・プログラムとして、「ANVIL－5000」（マニファクチャリング・アンド・コンサルティング・サービス社）、「SWANS」（米パフェック社）などがある。

図4－4は、このようなシステムの一般的な構成をブロック図として示したものであるが、このようなワークステーション型のシステムは後述のパソコン型のＣＧシステムと比較すると、かなり高価格である。従って、センター的な装置、運用をすることが望ましいであろう。

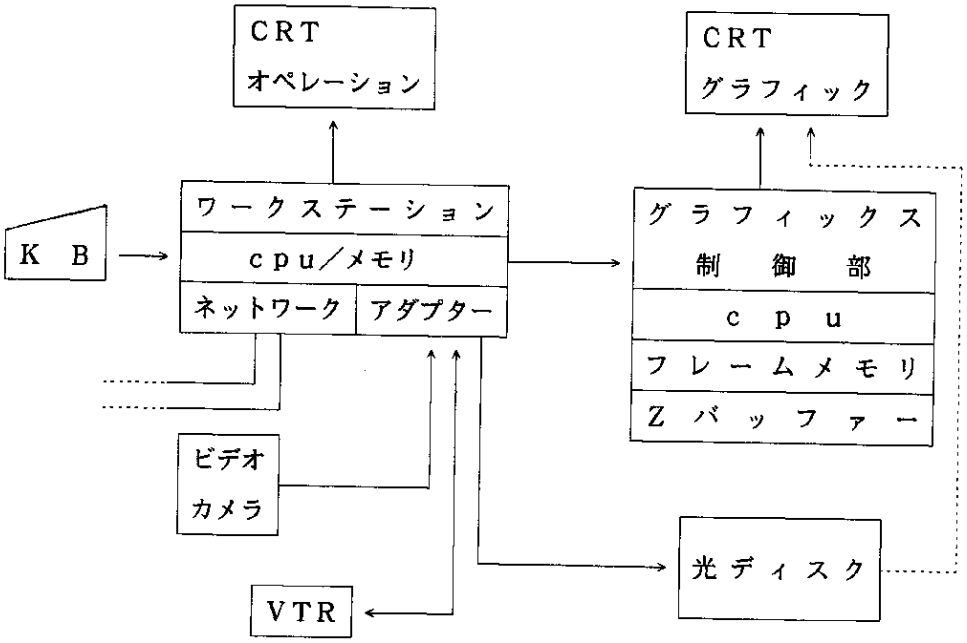


図4－4　ワークステーション型ＣＧシステムの一般的な構成

4－3－5　パソコン型ＣＧシステム

パーソナル・コンピューター（パソコン）の中でもかなり高度なグラフィック機能を有するものが数多くあるが、これらのパソコンのグラフィック機能、性能は、使用するプログラムに支配されている。

最近では、グラフィックの処理速度を上げて機能の向上を図るためにパソコンに演算用のプロセッサー（高速演算ユニット）とフレームバッファーを付加したものが使用されるようにな

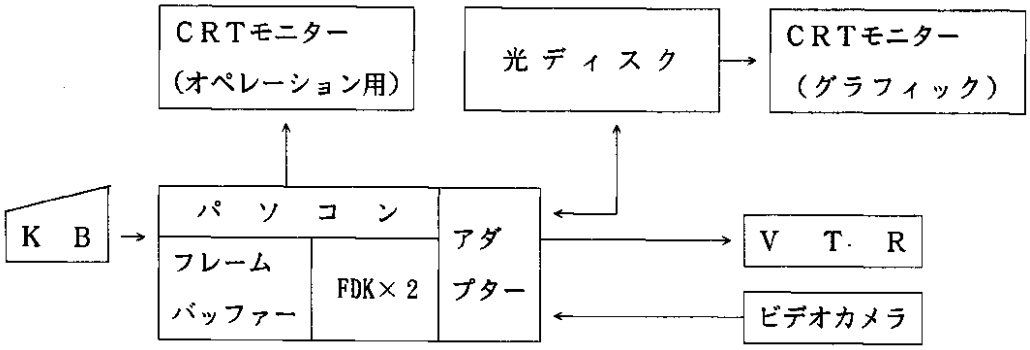


図4－5　パソコン型ＣＧシステムの一般的な構成

ってきている。図4－5はこのようなシステムの一般的な構成をブロック図として示したものである。なお、表4－2はこのようなシステムでのコンピュータ・グラフィックスの代表的なプログラムの種類を示したものである。また、図4－6は３次元レイ・トレーシング（３次元画像が実体的に見えるようにするたあの処理）を行う場合のプログラム操作フローを例示したものである。

表4－2　パソコン型ＣＧシステムの代表的なグラフィックス・プログラム

コンピュータグラフィックスプログラム		内　　訳
1.	３Ｄ　アニメーション・プログラム	立体的表現による動画を作成
2.	２Ｄ　ペイント・プログラム	２次元の画面に彩色指示
3.	変速３Ｄ　レイトレーシング・プログラム	イメージメモリ、高速演算ユニット等を使用して、通常物体への光の反射・透過・屈折などの径路に沿って計算結果を表示
4.	ＶＴＲ、他　Ｉ／Ｏ　コントロール	Ｉ／Ｏ部のコントロール・サブルーチン
5.	各種ユーティリティプログラム	画面の編集など、作成支援プログラム

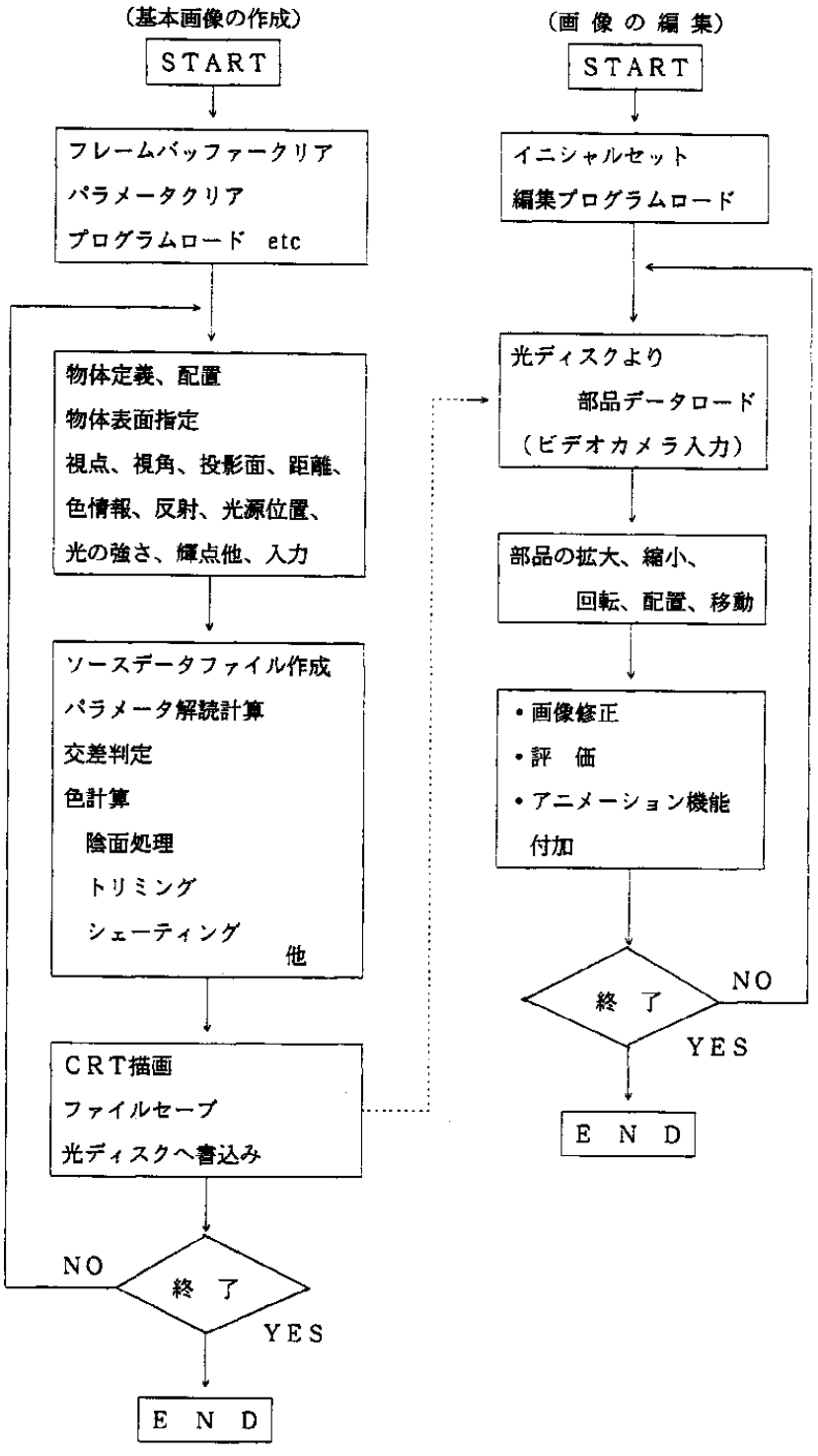


図4－6　３次元レイ・トレーシングを行う場合のプログラム操作フロー例

4－4　教育実施システム

4－4－1　概説

教習実施システムは、前述の教材作成システムで作成された教材（記憶媒体に記憶されている）の内容を、講師が受講生に映像、提示しながら説明を加えて教習をすすめるためのものであり、これを教習の目的、機能上から分類すると、前述のように一斉教習型と個別教習型の２つに大別される。

従来からの一斉教習においては、講師からの一方通行的な教習が多く、受講者にとってはどうしても受動的な学習形態となってしまうことが多かったように思われるが、最近では、例えばパソコンを利用した一斉教習システムのように、受講者自身がパソコンを操作し、反応を示さないかぎり、先に進めないようなものもできているし、また、同じくパソコンを利用した個別教習システムのように、各教習生の進度や反応に沿って学書を進めていくようなものもできている。

4－4－2　一斉教習システム

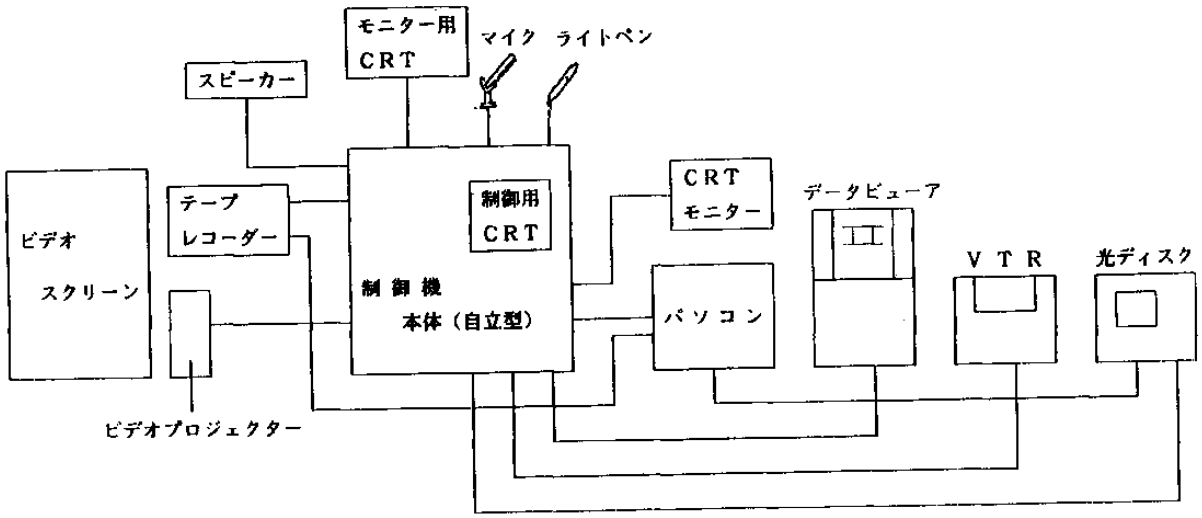


図4－7　一斉学習システムの代表的な構成

① 図4－7は、一斉学習システムの代表的な構成をブロック図として示したものである。この図のように、一斉学習システムでは、教材作成システムで作成した教材（記憶媒体に記憶されている）をビデオ・プロジェクター、ＣＲＴモニターなどにより映像化して提示するとともに、その他の教本やＯＨＰなどの教材もＶＴＲやデータビューアなどにより映像提示できるようになっている。

② 図4－8は、パソコンを利用したパソコン型一斉教習システムの代表的な構成をブロック図として示したものである。この図のように、パソコン型一斉教習システムは図4－7に示した一斉教習システムにブース・ユニットと受講者用パソコンを付加し、拡

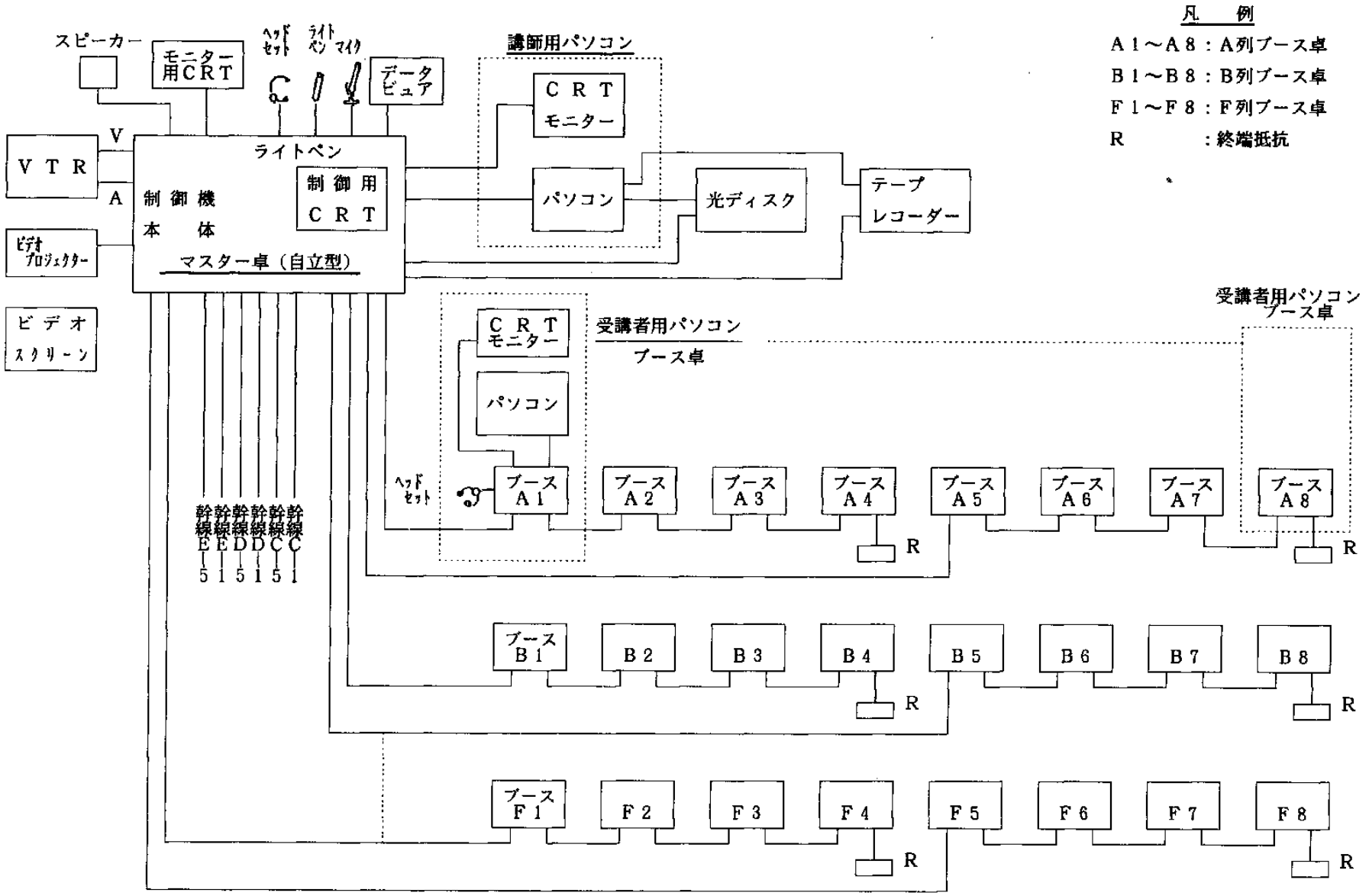


図 4－8　パソコン型一斉教習システムの代表的な構成

張したシステムである。

このようなシステムでは、講師は受講者とヘッドセットにより通話をしながら、個人別、グループ別及び受講者一斉のいずれかのモードを選択（ライトペンによりＣＲＴ画面上の該当メニューを指示する）して、モニター（受講者のパソコンＣＲＴ画面の内容を受信することにより調べる）またはオーバーライド（講師がその場で教材を選択して受講者に送信する）することができる。また、必要に応じてある特定の受講者のＣＲＴ画面の内容を全受講者に提示することもでき、従って、いわゆるモデルレッスンなども可能である。このようにパソコン型一斉教習システムでは、一斉学習といっても各受講者の進度を確認、観察しながら受講者個々に対応した教習を進めることができる。

4－4－3　個別教習システム

図4－9は、個別教習システムの代表的な構成をブロック図として示したものである。この図のように、個別教習システムは、前述のパソコン型一斉教習システムにネットワーク通信機能とビデオフロッピー（ＶＦＲ）並びに記憶ユニットを追加して拡張したものである。従って、このシステムでは、前述のパソコン型一斉教習システムの機能とともに、高速のデータ通信機能を有し、受講者のＶＦＲを含む教材の制御が可能である。

一般のＣＡＩでは、個別学習方式が主流となっており、講師と受講者の対話はパソコンを介して行われ、教材の提示とそれに対する反応などの学習経過は即時に分析され、受講者にフィードバックされるため、受講者の理解度に添った個人別の学習支援がリアルタイムで行えるのであるが、本個別教習システムは、これと同様の特長を有するものである。

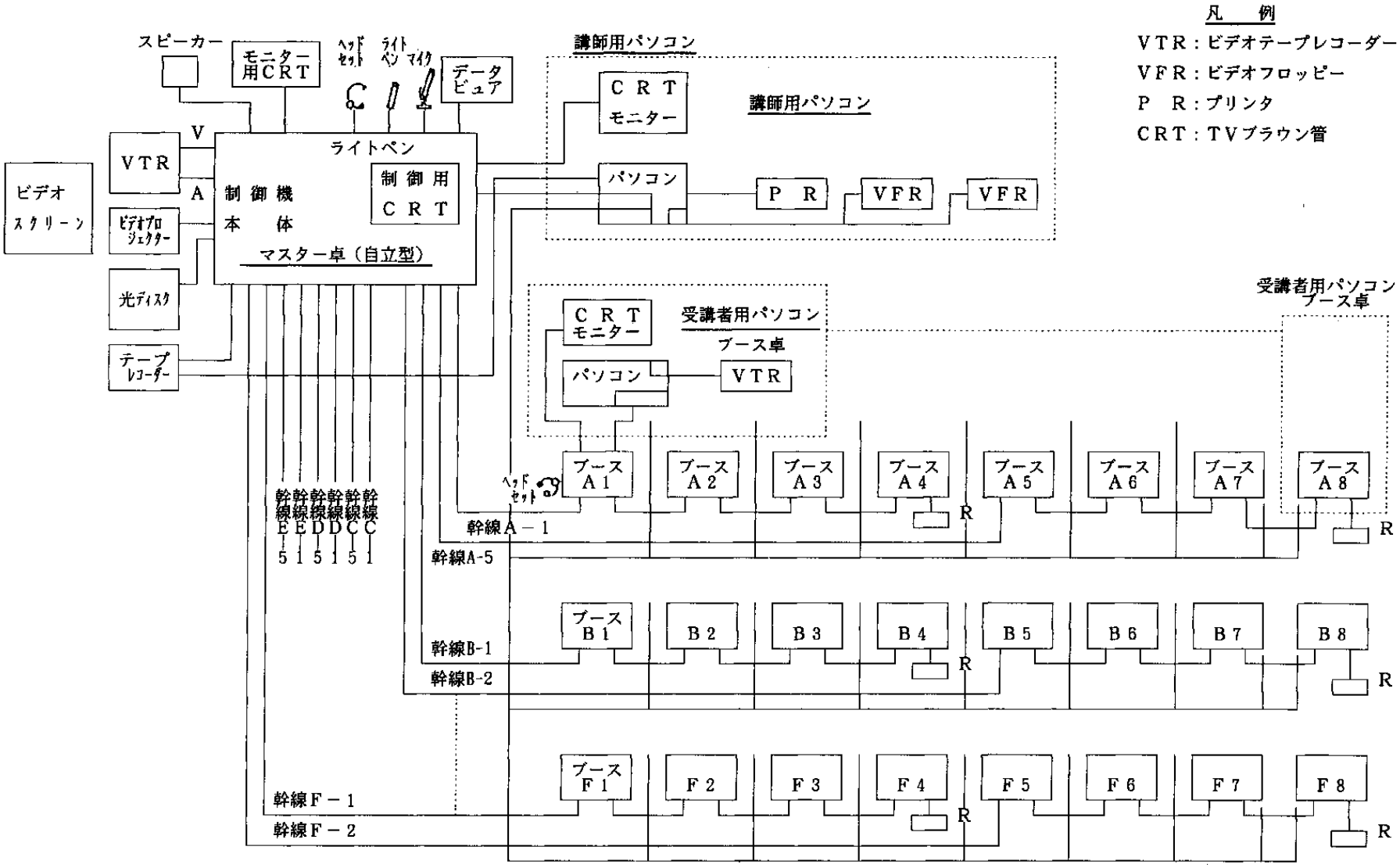


図 4－9　個別教習システムの代表的な構成

第５章　教習システムの有用性に関する実験

5－1　概説

前章で述べた映像化による教習システムは、現状における技術水準において製作が可能で、現実の教習現場のニーズから理想的であると考えられたものであり、そこでは、教習システムを、教材の作成から実際の教習までを行えるシステムと定義したうえ、これを機能上から、教材を作成し記憶媒体に記憶するまでの機能を司る教材作成システムと、記憶された記憶媒体を使用して講師が受講生に教材内容を提示しながら説明を加えて教習するための機能を司る教習実施システムの２つに分けている。

このような教習システムが、新たに開発されたならば、第４章で述べたように、実際の交通場面、運転場面と同じような臨場感のある場面の作成はもとより、場面の中で教習ポイントとなる部分を強調し、直接関係のない部分を省略しシンプル化した画像の作成が可能となり、また、これを任意の位置、角度からみた画面への変換や、任意の速度での動きのあるアニメーション的な画像として、受講生に提示することが可能となる。さらに、受講生の進度を確認、観察しながら教習を進めるなど、教習の目的に対応した自由度の高い教習が可能となる。

このようなシステムが、実際の現場で受け入れられるかどうかは、どの程度臨場感のある画像がどの程度容易に作成あるいは修正できるか、また運用（画像の視点を動かしたり、その速度を変えたりといった操作）がどの程度容易であるかといった、システムを用いる立場からの評価にも関わっているが、これらの評価の前に、実際の受講生にとってどの程度理解がし易く、違和感がなく、馴染みやすいものであるかどうか等についての、いわば、受講生の感覚的な評価が基本かつ重要であるものと考えられる。

そのために、前章で設計した教習システムの有用性についての検討として、受講者側からみた感覚的な評価を目的とした実験を行うこととした。

ところで、実験は、本来、前章で設計した教習システムを実際に作成し、それを用いて行うべきであるが、そのためには費用的にも、また時間的にも不可能であったため、便宜上、それと同等の画像が得られる実験用のシステムを作成し、それを用いて行うこととした。

表5－1は、前章で述べた教習システムと実験用システムの対応について概説したものである。同表のように、実験システムでは、教材作成については、実験の対象となる交通場面を時間的に前後する2～4の場面に分解したうえ、それぞれの場面についての絵を手書きにより作成しデータビューアを用いて記憶媒体（実験用として採用した追記型光ディスク）に書き込むとともに、それぞれの場面に対応した説明を専門家によるナレーションとしてテープレコーダーに録音した。また、教習に関しては、記憶媒体に書き込まれた交通場面の絵とそれに対応したナレーションを、パソコン、ＣＲＴモニター、テープレコーダーにより映像と音声を同期させて再生し、一斉教習の形態で提示した。

表5－1　教育システムと実験用システムの対応

比較項目＼システム		理想的教習システム	実験システム
教習シ作ス成テム	•教材内容	アニメーション	静止画連続提示
	•教材作成手法	CG	絵をデータビューアで入力
教習実施システム	一斉教育システム •教材映像提示 •教材音声提示 •その他の映像、音声提示	ビデオスクリーン テープレコーダー、スピーカー データビューア マイク（受講者用パソコンヘッドセット）	CRTモニター テープレコーダー、パソコン ———
	個別教育システム •教材映像提示 •教材音声提示 •教材内容記録	ビデオスクリーン、受講者用パソコン、ビデオフロッピーデータビューア、VTR テープレコーダー、マイク、スピーカー、ヘッドセット プリンター	———
映像記憶媒体		•光磁気ディスク •追記型光ディスク •DAT •CD－ROM	追記型光ディスク

5－2　実験用教習システムの概要

5－2－1映像記憶媒体

実験用教習システムの作成に当たって、映像記憶媒体の選定は、システムの全体的な構成を支配するほど重要な要素となる。ここでは、映像記憶媒体の選定に当たって、以下の条件を設定した。

① ＣＧで作成された教材を容易に書き込むことができ、また、ビデオスクリーンやパソコンのディスプレイ上に鮮明な画像として表示できること。

表5－2　代表的な記憶媒体一覧表

商品規格性能項目	ﾌﾛｯﾋﾟｰﾃﾞｨｽｸ	固定磁気ディスク			CD-ROM	追記型光ディスク				TQ-2600F	ﾋﾞﾃﾞｵﾌﾛｯﾋﾟｰ	VTR	光磁気ディスク		DAT
直径(mm)	130 (5.25″)	89 (3.5″)	130 (5.25″)	356 (14″)	120	130 (5.25″)	200 (8″)	300 (12″)	356 (14″)	200 (8″)	50 (2″)		130 (5.25″)	300 (12″)	
媒体可搬型	Y	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
記憶容量	1MB/枚	10～50 MB	10～100 MB	2.6GB/SP	0.54GB/面	0.1～0.5 GB/面	0.7GB/面	1.3～3.0 GB/面	4GB/面	24,000 フレーム	257ﾌﾚｰﾑ画	2H～6H	325MB/画	1GB/画	1GB/画
文書／画像／音声	文	文	文	文	文・画・音	画・音	画・音	画・音	画・音	画・音	画	画・音	文・画	画・音	画・音
データ記録難度	小	小	小	小	大	中	中	中	中	中	中	小	小	小	中
データ転送速度(/S)	30～60 KB	3～5 MB	5～10 MB	10～ MB	0.15 MB	0.3 MB	0.6 MB	0.2～0.5 MB	2.5 MB		0.5 フレーム		1 MB	360 KB	
平均アクセス時間 ランダムアクセス(ms)	200～300	40～100	20～40	24	300～500	120～200	250～300	250～500	85	500			100	80	
インタフェース	FDC	ST412 ST506	ESDI SCSI		SCSI (SASI)	SCSI	SCSI	SCSI	SCSI	RS-232C			SCSI	SCSI	SCSI
データ／映像信号	RGB	RGB	RGB	RGB	RGB	NTSC (RGB)	NTSC (RGB)	NTSC (RGB)	NTSC (RGB)	NTSC		NTSC			RGB
誤り率					$(10^{-12})^*$ (補正あり)	$(10^{-12})^*$ (補正あり)	$(10^{-12})^*$ (補正あり)	$(10^{-12})^*$ (補正あり)	$(10^{-12})^*$				$\sim10^{-5}$ (補正あり)	$\sim4\times10^{-5}$ (補正あり)	
装置価格(万円)	2		(～14, ｼｰｹﾞｰﾄTEC)		10以上 (I/F含20)	58～100	200	300		200	10	7～	100		30
装置規模	小	小	中	大	小	小	中	大	大	中	小	小	小	大	小
備考		・容量は追記型光ディスクの1/5～1/10. アクセスは4倍速い。		↑ IBM3380	・論理ﾌｫｰﾏｯﾄはHSF ・CD-I採用の方向	・読取速度はCD－ROMの2倍速い。 ・HSF採用の方向 ・媒体5.25″片面1万5千円以上、両面2万6千円以上 ・30画面／Sの切換で動画							・開発試作了 ・HSF採用の方向 ・商品化待ち ・媒体5.5～9万円		・開発試作完了 ・ｺﾋﾟｰ防止問題あり ・ｺﾝﾋﾟｭｰﾀ外部ﾒﾓﾘを試作中

表5－2は、現在、一般に使用されている記憶媒体及び近い将来に一般に使用できるようになるものと考えられている記憶媒体を一覧表として示したものである。同表の中から、上記の条件を満たす実験用システムの記憶媒体を選定すると、追記型光ディスク、光磁気ディスク、ＤＡＴ、及びＣＤ－ＲＯＭの４つになるが、これらのうち、光磁気ディスクとＤＡＴは、試作開発中のものであり、またＣＤ－ＲＯＭは映像の書き込みが簡単に行えないという欠点があったため、ここでは、実験用システムの記憶媒体として、追記型光ディスクを採用することとした。

5－2－2　ハードウェア構成

実験用システムのハードウェア構成として、図5-1は教材作成システムについての構成を、図5-2は教習実施システムの構成を、それぞれブロック図として示したものである。

これらの図のように、教材作成システムでは、手書きにより作成された絵をデータビューアに内蔵されている３管ビデオカメラにより撮影し、ＣＲＴモニター１の映像で確認しながら光ディスクに書き込むとともに、ＣＲＴモニター2に映像表示するという構成になっており、また教習実施システムでは、ＭＳＸ$_2$ パソコンを本体として用い、教材作成システムで作成された画像を光ディスク装置で、音声をテープレコーダーでそれぞれ再生し、ＣＲＴモニターに音声付で映像表示するという構成になっている。なお、映像の制御のためにキーボードが配されている。

5－2－3　ソフトウェア構成

実験用システムのソフトウェア構成として、図5－3(1)～図5－3(4)はシステムのプログラムをフローチャートとして示したものであり、また図5－4(1)～図5－4(2)は、図5－3(1)～(4)のプログラムのフローチャート中のモニター画面への表示の内容を示したものである。このプログラムによる教習の概要は、以下の通りである。

① 初期画面#１（図5-4(1)）が教習制御用のモニター画面（講師側）に表示されるとともに、初期画面#Aが受講者用モニター画面に表示される。ここで教習を開始する場合には教習制御用モニター画面上の"course"をキー入力し、教習前の調整の場合には画面上の"setup"をキー入力する。

② ①で“course”をキー入力すると、運転行動リスト#２（図5－4(1)）が教習制御用のモニター画面（講師側）に表示され、ここで“start”をキー入力すると、運転行動リスト#３（図5－4(1)）が教習制御用のモニター画面（講師側）に表示され、ここで任意の運転行動をキー入力すると、受講者用モニター画面に該当する運転行動のタイトル（図5－4(2)の#Ｂや#Ｃ）が表示され、それに続いて運転場面（図5－4(2)の#Ｅ）が音声とともに提示される。なお、教習制御用のモニター画面（講師側）#３（図5－4(1)）で“page”をキー入力すると、場面リスト#４（図5-4(1)）が教習制御用の

モニター画面（講師側）に表示され、任意の場面からの教習を行うことができる。

③　教習は、受講者用モニター画面に#Eが表示されて終了する。

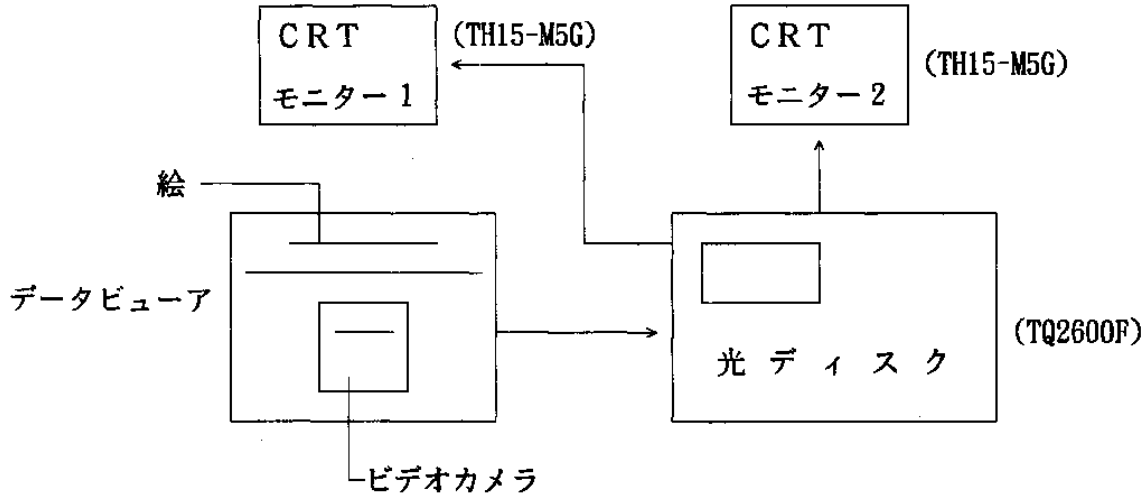


図5－1　教材作成システムの構成

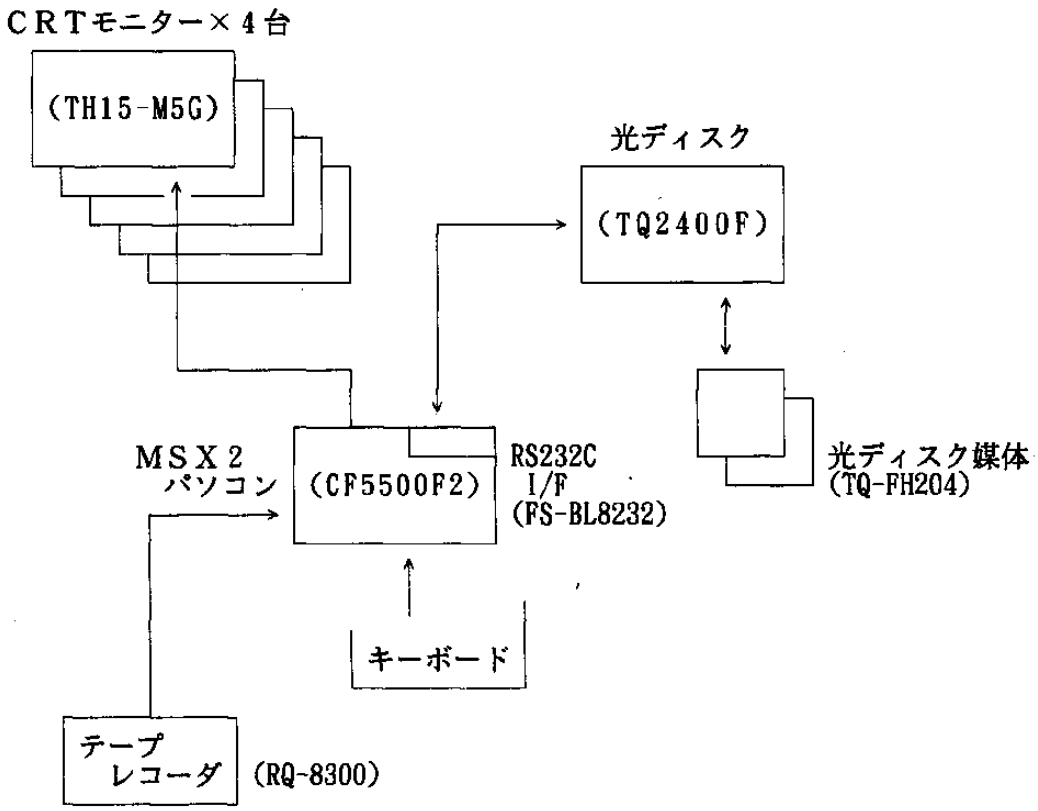


図5－2　教習実施システムの構成

教習実施システムの実験プログラムフローチャート図

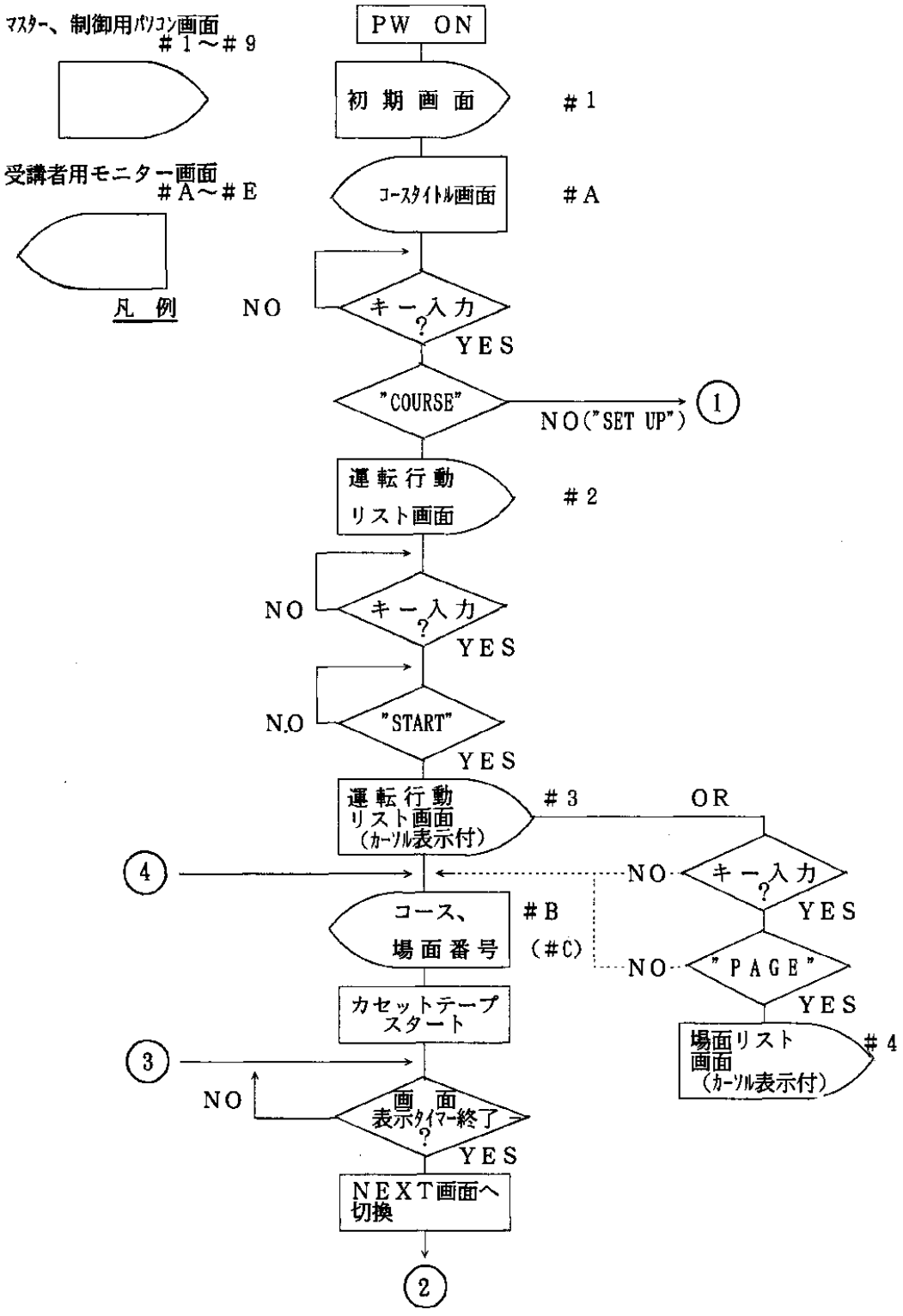


図5－3(1)　プログラム・フローチャート（その１）

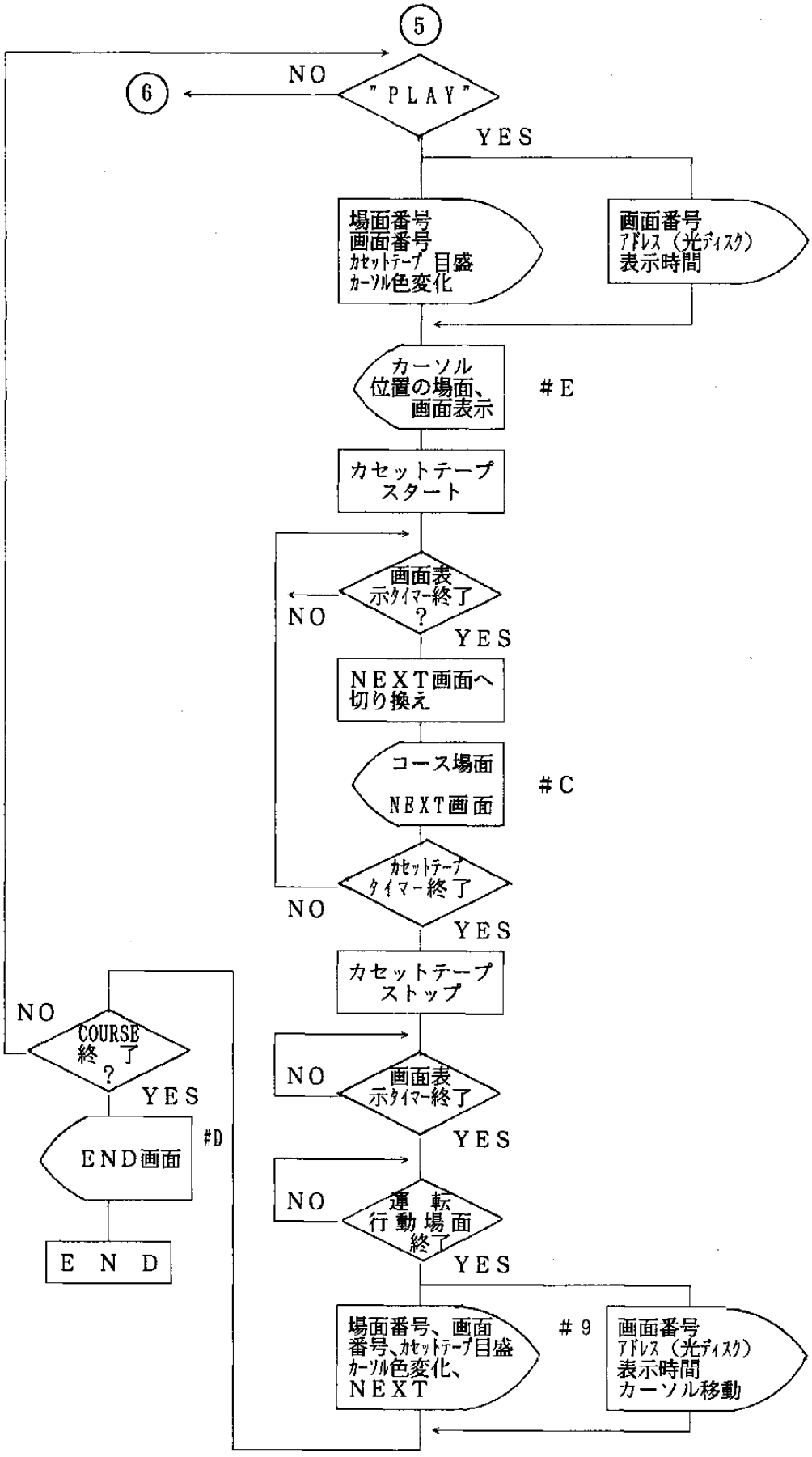


図5－3(2)　プログラム・フローチャート（その２）

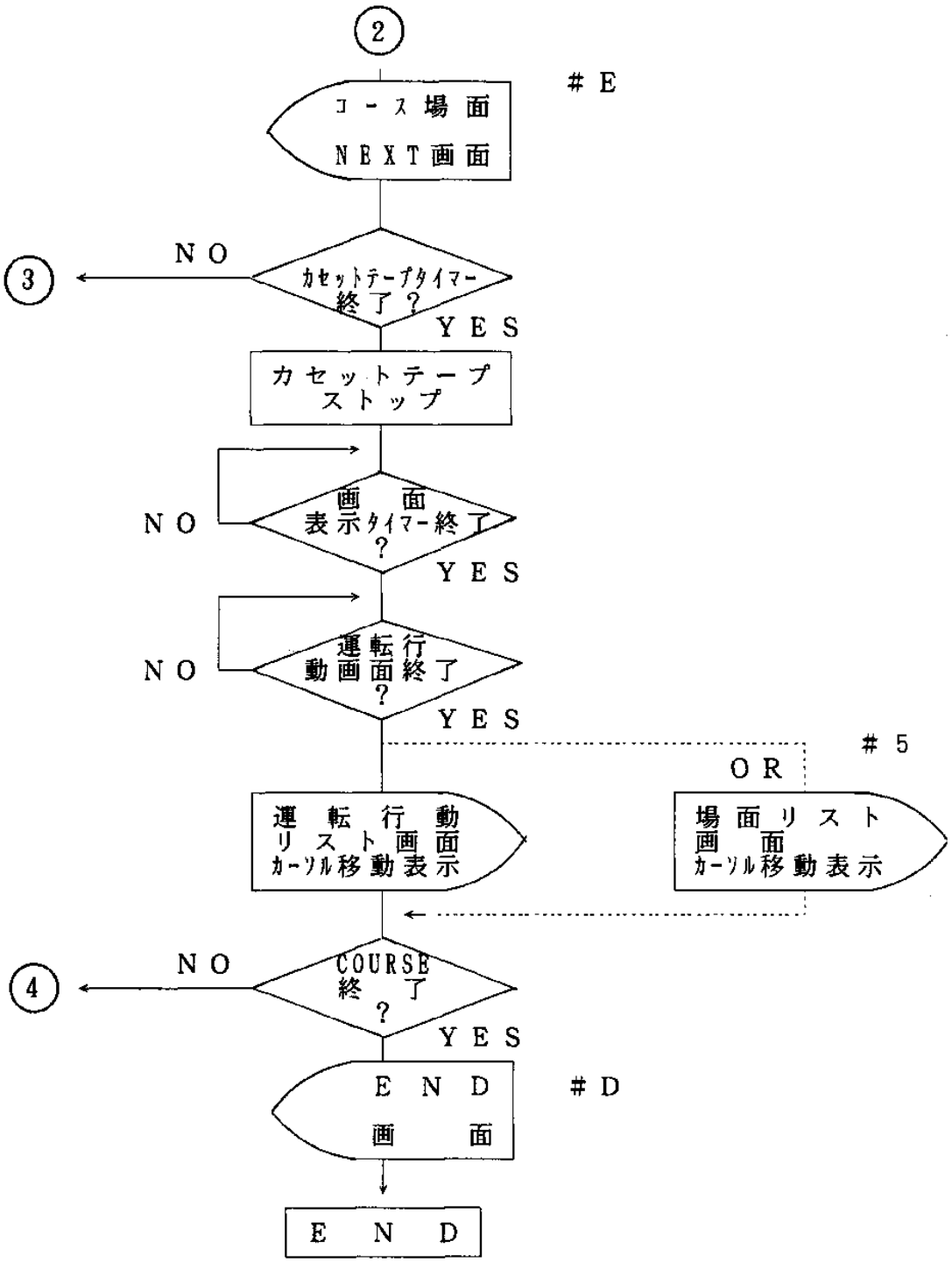


図5－3(3)　プログラム・フローチャート（その３）

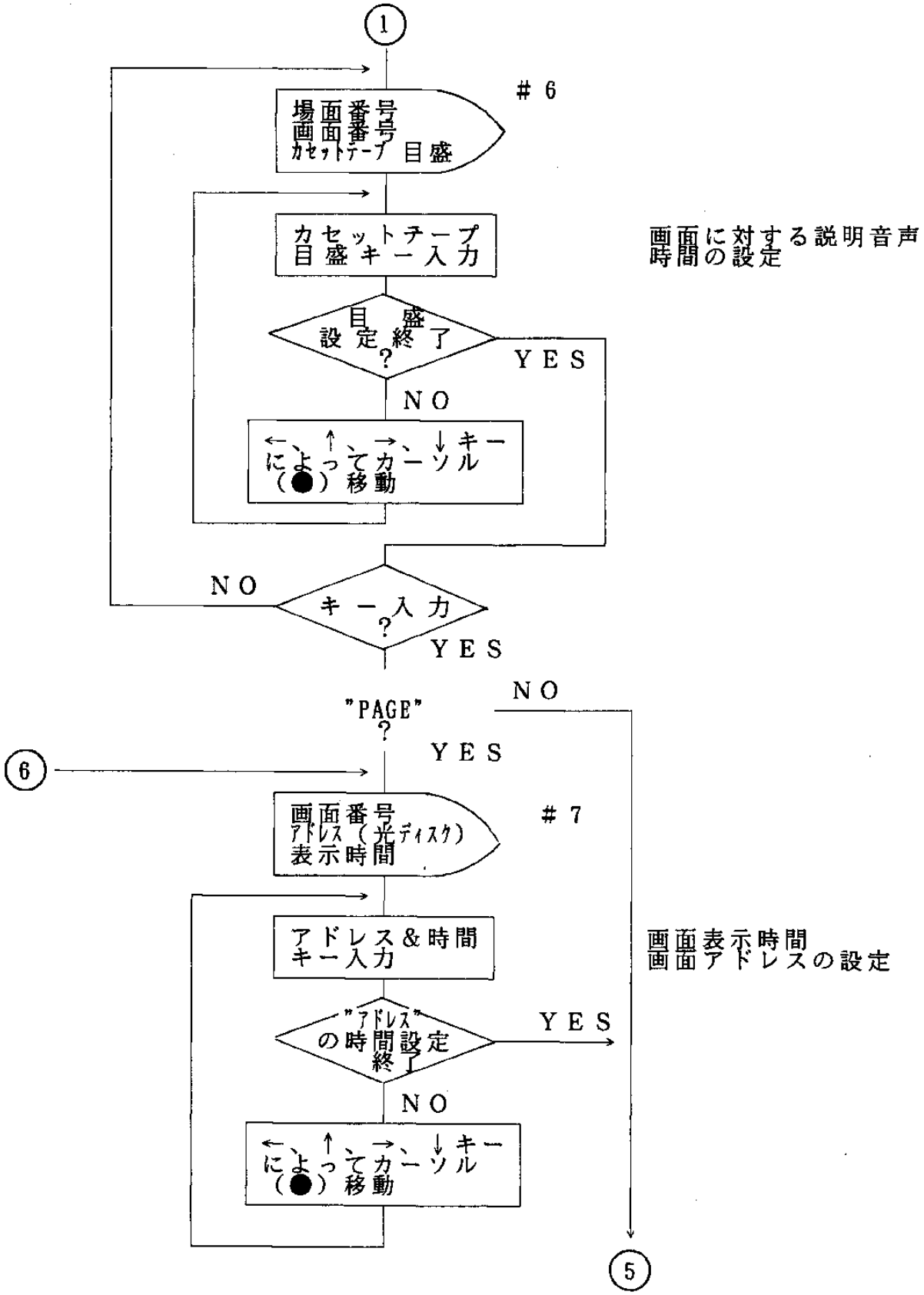


図5－3(4)　プログラム・フローチャート（その４）

画　面　内　容

＃１　初期画面

```
教習システム
自動車安全運転センター

COURSE SETUP
```

＃２　運転行動リスト

```
1．信号交差点での直進
2．信号交差点での右折
3．信号交差点での発信時
4．無信号交差点での停止時
5．無信号交差点での右折
6．単路を走行中
7．横断歩道のある単路
    START PAGE CSTOP END
```

＃３　運転行動リスト

```
■1．信号交差点での直進
  2．信号交差点での右折
  3．信号交差点での発信時
  4．無信号交差点での停止時
  5．無信号交差点での右折
  6．単路を走行中
  7．横断歩道のある単路
          PAGE CSTOP END
```

＃４　場面リスト

```
1．信号交差点での直進
■1．右折待ちの前車
  2．片側一車…
  3．左折する前車
          PAGE CSTOP END
```

＃５　場面リスト

```
1．信号交差点での直進
  1．右折待ちの前車
■2．片側一車…
  3．左折する前車
          PAGE CSTOP END
```

＃６　音声時間設定

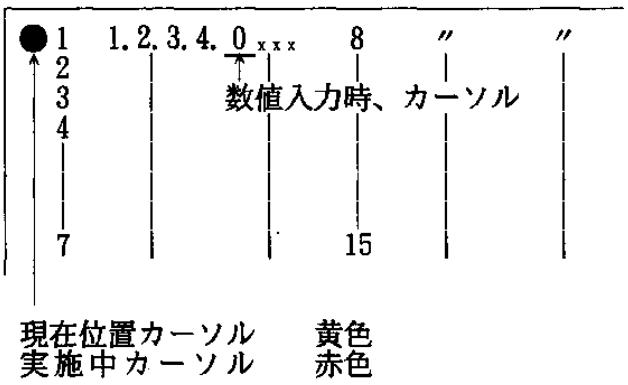
```
(画面)(画面No.)(ｶｾｯﾄﾃｰﾌﾟ目盛)   〃      〃

No.
1        1.2.3.4.   xxxx      8 ---------
2        5.6.7.8.   xxxx        |   |   |
3        9.10.11    xxxx        |   |   |
4                               |   |   |
|          |        |           |   |   |
|          |        |           |   |   |
|          |        |           |   |   |
7                              15

START   PLAY    PAGE        CSTOP    END
 NEXT
```

＃７　画面表示時間
　　画面アドレスの設定

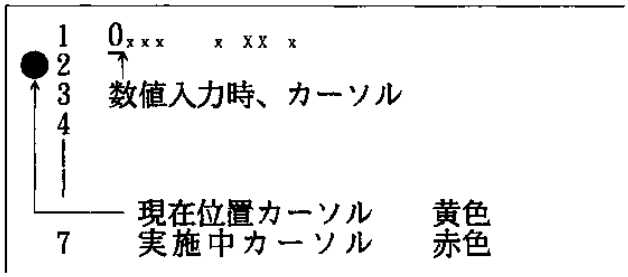
```
(画面)(ｱﾄﾞﾚｽ)(時間)    〃      〃      〃

No.
1    xxxx    x'xx.x     |       |       |
2    xxxx    x'xx.x     |       |       |
3    xxxx    x'xx.x     |       |       |
4    xxxx    x'xx.x     |       |       |
|     |        |        |       |       |
|     |        |        |       |       |
|     |        |        |       |       |
7                       15

NEXT PLAY    PAGE    CSTOP    END
```

図5－4(1)　モニタ画面への表示の内容（その１）

＃８　音声時間設定（実施、検査）



＃９　画面表示時間、アドレス設定（実施検査）



＃A

教習システム

自動車安全運転センター

＃B

１．信号交差点での直進
①

＃C

１．信号交差点での直進
②

＃D

お　わ　り

自動車安全運転センター

＃E

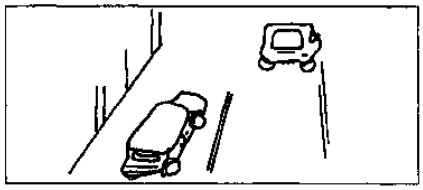


図5－4(2)　モニタ画面への表示の内容（その２）

表5－3　「危険予測と安全運転」（T．P・スライド使用の手続き）[7]で扱われている対象

対　象	車線数	信号	ね　ら　い	応　用　・　展　開
交差点の右折	片側一車	有り	対向車による死角	対向直進二輪車との衝突 右折先の歩行者との衝突 黄信号の場合
交差点の直進	片側一車	有り	前車の挙動 （前車が急に右折） （左後方の死角）	前車との衝突 左後方の二輪車との衝突 対向右折車との衝突 （具体的な運転行動）
交差点の左折	片側一車	有り	前車（右折待）による死角	左後方の二輪車との衝突 横断歩行者との衝突 対向右折二輪車との衝突 後続四輪車との衝突 黄信号の場合
交差点の直進 －見通し悪い	車線境界線無し	無し 規制なし	交差点における死角 駐停車両による死角	交差点での出合頭の衝突 駐停車両の死角にともなう衝突 対向四輪車との衝突
交差点での発進	片側一車	有り	青開始直前における危険要素	横断歩行者との衝突 交差点を通過する車との衝突 対向右折二輪車との衝突
単路 －駐停車両 －横断歩道	片側一車	無し	駐停車両の存在にかかわる危険要素	歩行者の飛び出しによる衝突 対向二輪車との衝突 駐停車両にかかわる衝突 （発進、ドア） 後続車との衝突

対　象	車線数	信号	ね　ら　い	応　用　・　展　開
単路 －対向車線が渋滞 －前車はタクシー	片側一車	無し	対向車線の渋滞にかかわる危険要素 タクシーへの追従にかかわる危険要素	歩行者の飛び出しによる衝突 急停止したタクシーとの衝突 後続二輪車、対向二輪車との衝突
単路（横断） －対向車線が渋滞	片側一車	無し	対向車線の渋滞にかかわる危険要素	対向車の死角を走る二輪車との衝突 歩道上の歩行者等との衝突
単路 －カーブ －駐車車両	片側一車	無し	道路線形（カーブ等）にかかわる危険要素 駐車車両による死角	対向車との衝突 歩行者の飛び出しによる衝突 駐停車両にかかわる衝突（発進、ドア） 速度の出し過ぎによる衝突
踏切	車線境界線無し	踏切	踏切通過にかかわる危険要素	列車との衝突 踏切内での脱輪
踏切	車線境界線無し	踏切	踏切内でのエンストに際しての緊急措置	マニュアル車の場合
交差点	片側一車	無し	緊急車の接近に際しての措置	一方通行道路の場合

表 5－4　「運転教本」[8] で比較的多くの図を用いて解説している教習項目

教習項目	テーマ	内容	教習項目	テーマ	内容
四輪車の視覚特性	四輪車と死角と二輪車	危険予測と防衛運転	運転中の歩行者等の保護	①歩車道の区分にない道路における歩行者等の保護 ②横断歩道等における歩行者等の保護 ③横断歩道等のない交差点等における歩行者等の保護 ④歩道等を横断する場合の歩行者等の保護 ⑤停止中の路面電車がある場合の乗客の保護 ⑥道路の左側部分に設けられた安全地帯における歩行者の保護 ⑦泥はね運転の禁止 ⑧目が見えない者等に対する保護	情報のとらえかた 判断のしかた 危険の予測
進路変更と交差点通過	①進路変更の時期および方法 ②右、左折の際の合図 ③対向直進・右折車の安全確認 ④信号に従った通過 ⑤見通しのきかない交差点の通過	進路変更とは・・ 進路変更するときの後者や側方の安全確認のしかた 進路変更するときの合図 右、左折の方法、時期と合図 右、左折するときの注意・・			
交通の状況に応じた運転	①通行区分 ②速度調整 ③追従および車間距離 ④行き違いおよび側方通過 ⑤制動の時期および方法 ⑥進路変更 ⑦追い越し ⑧追い越され ⑨徐行および一時停止 ⑩信号および道路標識・標示に従った運転 ⑪交差点の直進および右、左折 ⑫交差点における車両相互間の優先関係 ⑬緊急自動車等の優先	情報のとらえかた 判断のしかた 危険の予測	道路環境に応じた運転	①坂道における運転 ②踏切における運転 ③夜間における運転 ④降雨、降雪時における運転 ⑤悪路における運転	情報のとらえかた 判断のしかた 危険の予測
			運転装置の連係操作	道路交通の状況に応じた速度、ハンドル、ブレーキ等の連係操作	情報のとらえかた 判断のしかた 危険の予測

5－3　実験用運転場面の設定

現状における教習内容の映像化の可能生については、既に第3章で検討したが、それらは、総じて「どのような場合に（時）、どのような場所（部分）に、どのような内容の危険が潜んでいるか、またそのような危険を防止するためには、どのような運転行動をすべきであるか」といった、いわば「危険の予測とそれに対応した運転」についての効果的な教習に関係するものである。

また、現状で用いられている教材の代表例として、表5－3は「危険予測と安全運転」（T．P・スライド使用の手引）[7] で扱われている対象をまとめたものであり、また表5－4は「運転教本」[8]，）で比較的多くの図を用いて解説している教習項目をまとめたものであるが、これらについても上記と同様に、いわば「危険の予測とそれに対応した運転」についての効果的な教習を狙いとしたものと云える。

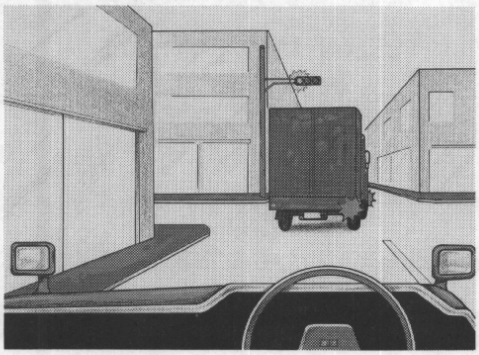
実験用の運転場面は、上述のような検討結果や現状を参考にして、以下の7項目、16場面として設定した。

(1)　信号交差点での直進
　①　右折待ち前車が死角に入る対向右折二輪車
　②　前車が右折待ち車、後車が死角に入る二輪車
　③　前車が左折車、死角に入る横断歩行者
(2)　信号交差点での右折
　④　対向直進車の死角に入る対向直進二輪車
　⑤　対向右折車の死角に入る対向直進二輪車
　⑥　対向車が渋滞している時に死角に入る対向直進二輪車
(3)　信号交差点での発進時
　⑦　交差側の捌け残りの車
(4)　信号交差点での停止時
　⑧　前車が大型貨物車で信号が死角
(5)　無信号交差点での右折
　⑨　細街路から優先道路に右折して出る場合
(6)　単路を歩行中
　⑩　前方に停車バス、死角に入る乗降者
　⑪　前方に駐車車両、進路変更する前車
　⑫　対向車が渋滞しているときの右横断
　⑬　渋滞列車の間から飛び出す二輪車、歩行者
(7)　横断歩道のある単路
　⑭　片側一車線で横断歩道の手前に停車車両
　⑮　片側二車線で隣の車線に停車車両
　⑯　横断中の幼児

なお、図5－5(1)～(16)は、ここで設定された上記16の実験用の運転場面についての絵をナレーションとともに示したものである。

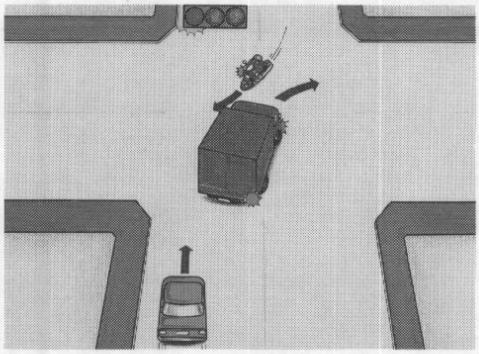
1. 信号交差点での直進

① 信号交差点をまっすぐ進むときの場面その１です。



・あなたの車は、信号のある交差点を、まっすぐ進もうとしています。信号は青です。あなたの前には右折しようとしているトラックがいます。

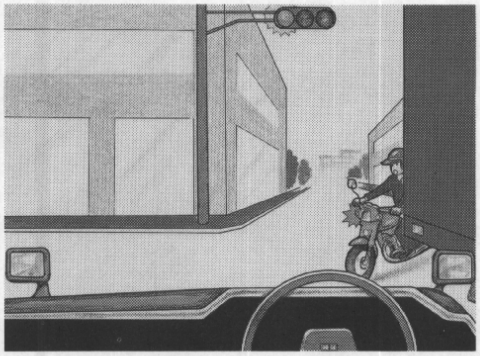
・このような時に注意するポイントは何でしょうか？
前のトラックの動きをとらえ、その左側を注意しながら進むことになりますが、それだけで十分でしょうか。



・これはいまの場面を別の角度から見たものです。
トラックの向う側には、反対方向からきて右折する二輪車がみえますが、前の運転席の位置からでは全くみえませんでした。

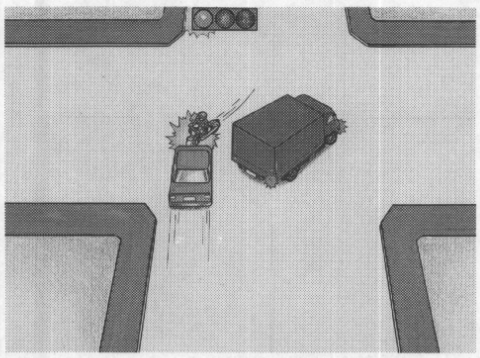
・このような状況は、ほんの一例です。実際の交通場面では、運転席からでは確認できない危険が沢山あります。

・みえないところに、いるかもしれない車両や歩行者などを予測し、それに対応できる運転を心掛けることが大切です。



・みえないところの危険の予測を怠ってそのまま進むと、このように、突然、トラックの陰から二輪車が現れることになります。

・こうなってからでは、手遅れです。ブレーキを踏んでも、ハンドルを切っても間に合いません。



・このような結果になったのは、当然です。

・たとえ青信号で交差点を通過することが出来るようなときであっても、このような見えないところに潜んでいる危険を予測していさえすれば、このような危険な交通事故は避けることが出来たのです。

図5－5（１）　実験用の運転場面（信号交差点での直進－その１）

1．信号交差点での直進

② 信号交差点をまっすぐ進むときの場面その２です。

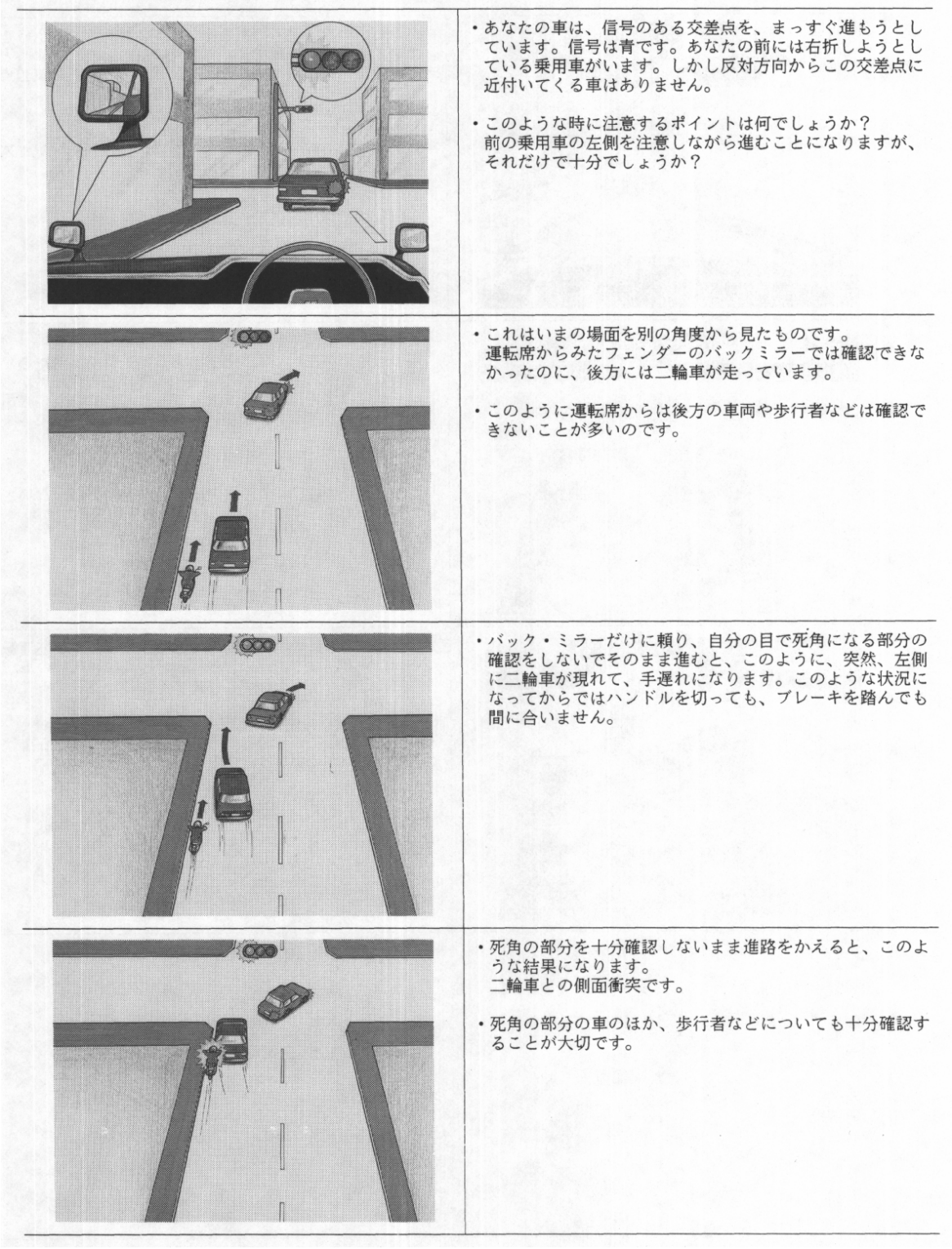
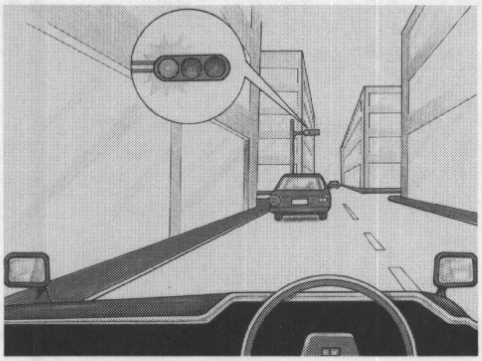


図5－5（２）　実験用の運転場面（信号交差点での直進－その２）

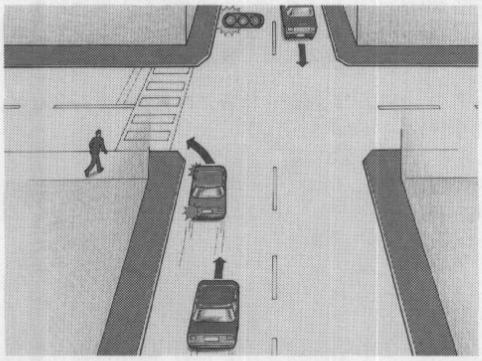
1．信号交差点での直進

③　信号交差点をまっすぐ進むときの場面その３です。



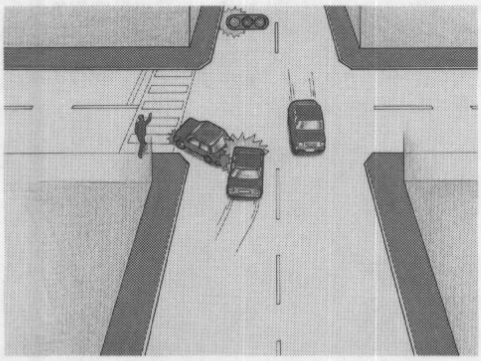
・あなたの車は、信号のある交差点を、まっすぐ進もうとしています。信号は青です。あなたの前には左折しようとしている乗用車がいます。そして反対方向からこの交差点に近付いてくる車は、まだかなり遠方です。

・このような時に注意するポイントは何でしょうか？
前の乗用車の動きに注意しながら進むだけで、一見なんの危険もなさそうですが、ほんとにそうでしょうか。



・これは今の場面を別の角度から見たものです。
前の乗用車が左折しようとするところに横断歩道があり、歩行者が横断しようとしています。前にみた運転席からのシーンでは全く確認できませんでしたし、また前の乗用車の運転席からでも、この歩行者を確認することはできません。

・これは、ほんの一例です。このように前の車のドライバーは、交差点の直前にくるまで歩行者などに気づかないことが多いのです。



・前の車の動きにいつでも対応できるように心掛けて運転していないと、このように、歩行者を目前にした前の車が、突然、急ブレーキをかけて停止するため、追突することになります。

・前の車の動きにいつでも直ちに対応できるように心掛けて運転していさえすれば避けることができた事故です。

図5－5（３）　実験用の運転場面（信号交差点での直進－その３）

2．信号交差点での右折

④　信号交差点で右にまがるときの場面その１です。

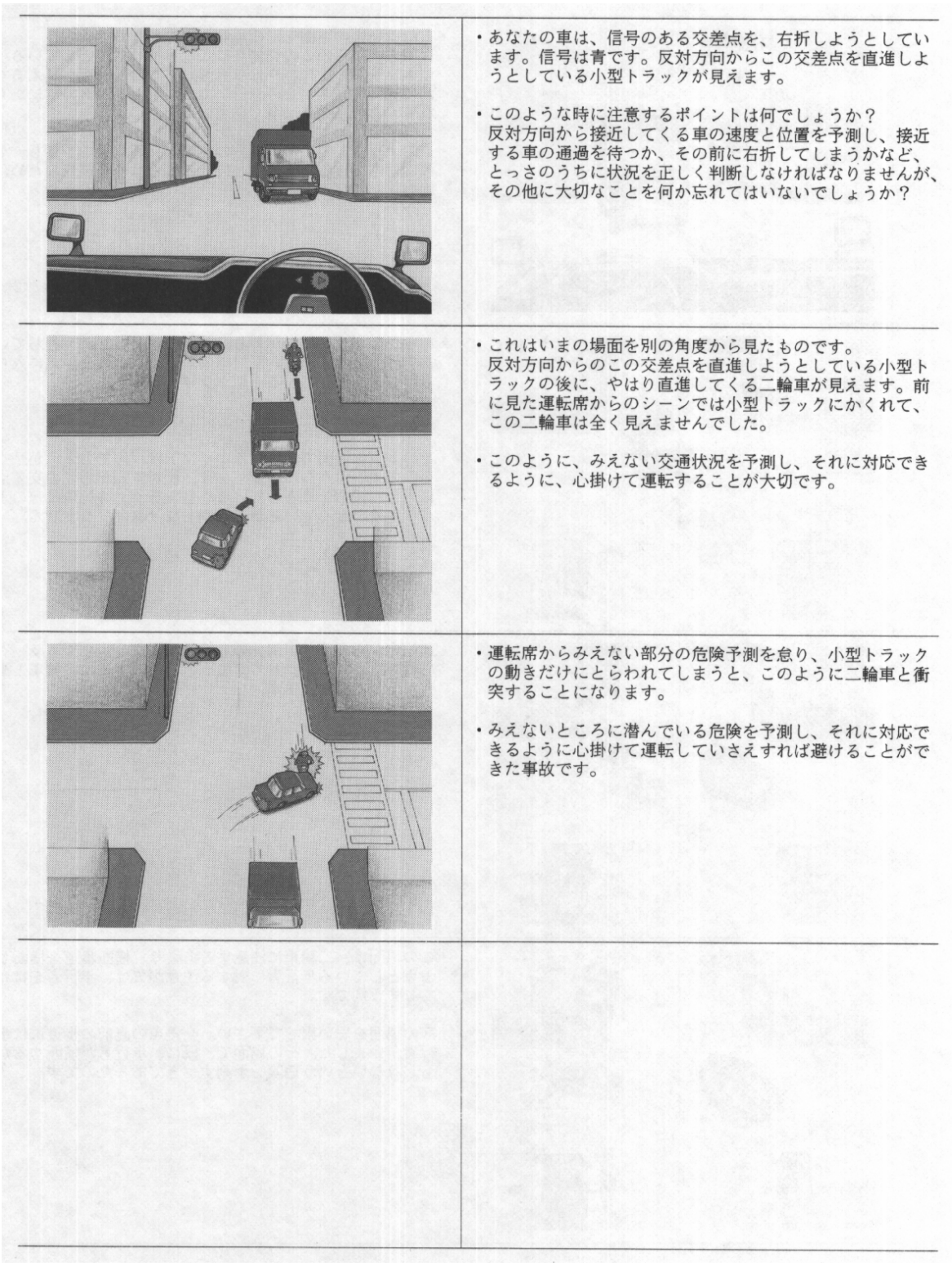


図5－5（４）　実験用の運転場面（信号交差点での右折－その１）

2．信号交差点での右折

⑤　信号交差点で右にまがるときの場面その２です。

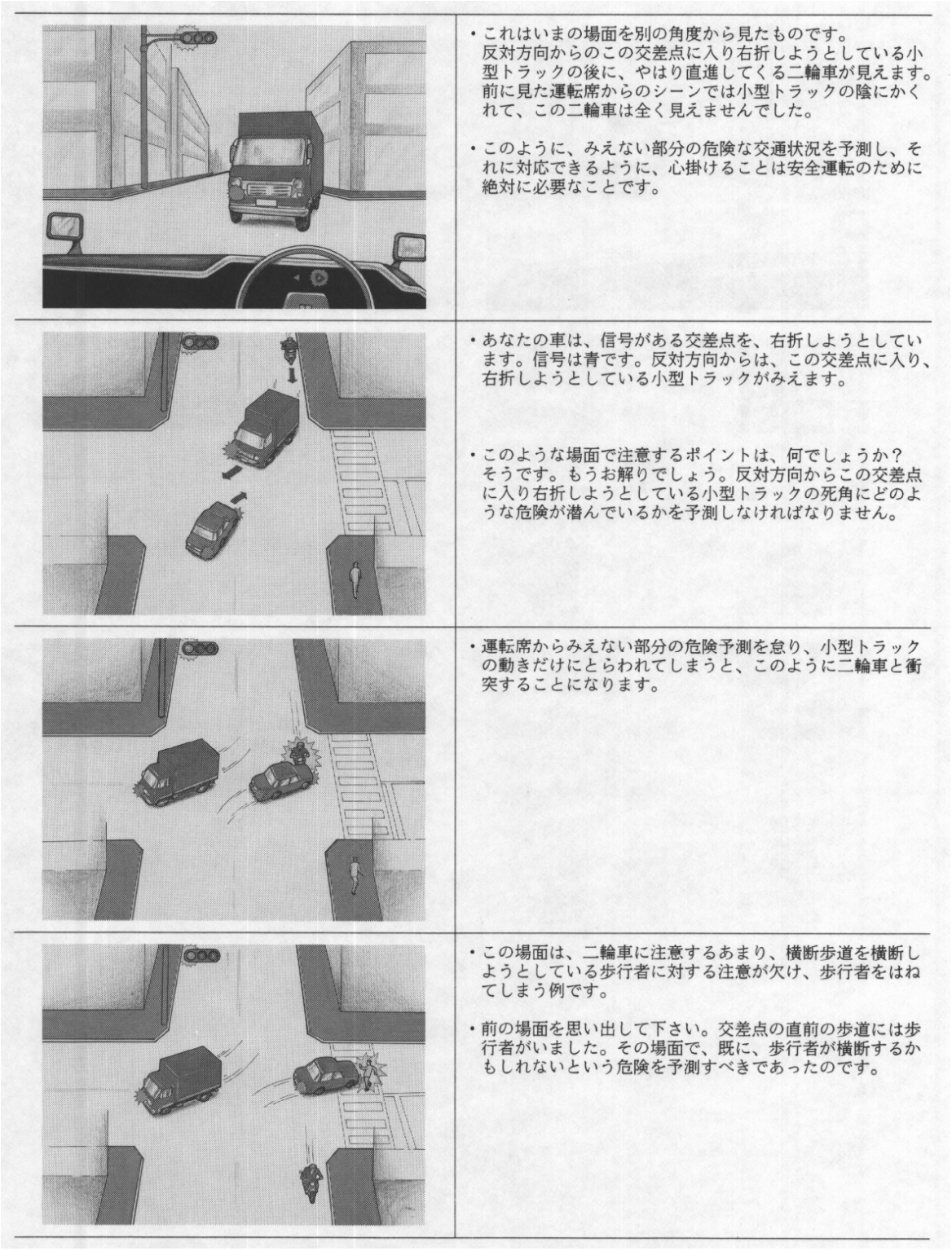
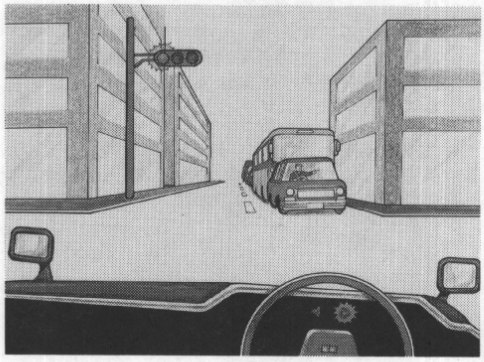


図5－5（５）　実験用の運転場面（信号交差点での右折－その２）

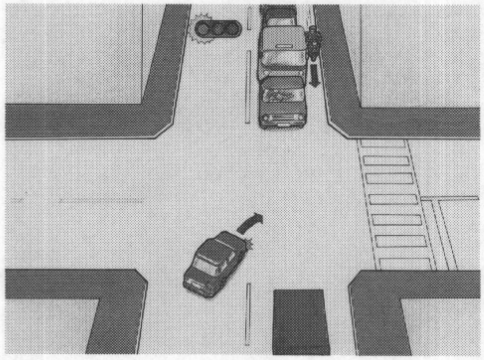
2．信号交差点での右折

⑥　信号交差点で右にまがるときの場面その３です。

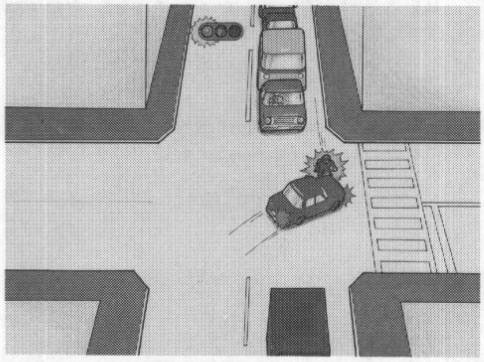


・あなたの車は、信号のある交差点を、右折しようとしています。信号は青です。反対方向からくる車は、混雑のために、ほとんど動いていません。
このとき、先頭に停止している乗用車のドライバーが、右折していいよと手で合図をしています。

・このような場面で注意するポイントは何でしょうか？
合図をしているドライバーは、この交差点の全ての交通状況を知って右折してもいいよと言っているのではありません。



・これはいまの場面を別の角度から見たものです。
反対方向の渋滞している車の列の右側をこちらに向かって接近している二輪車がいます。右折してもいいよと合図をしているドライバーは、この後ろから接近する二輪車のことに無関心である場合が多いのです。



・危険が潜んでいることを予測できないで、右折してもいいよというドライバーの合図を信じると、このように二輪車と衝突することになります。

・これがいわゆる「サンキュウ事故」です。
どのような交通状況であっても、自分の目で安全を確認することが大切です。

図5－5（６）　実験用の運転場面（信号交差点での右折－その３）

3．信号交差点での発進時

⑦　信号交差点で発進するときの場面です。

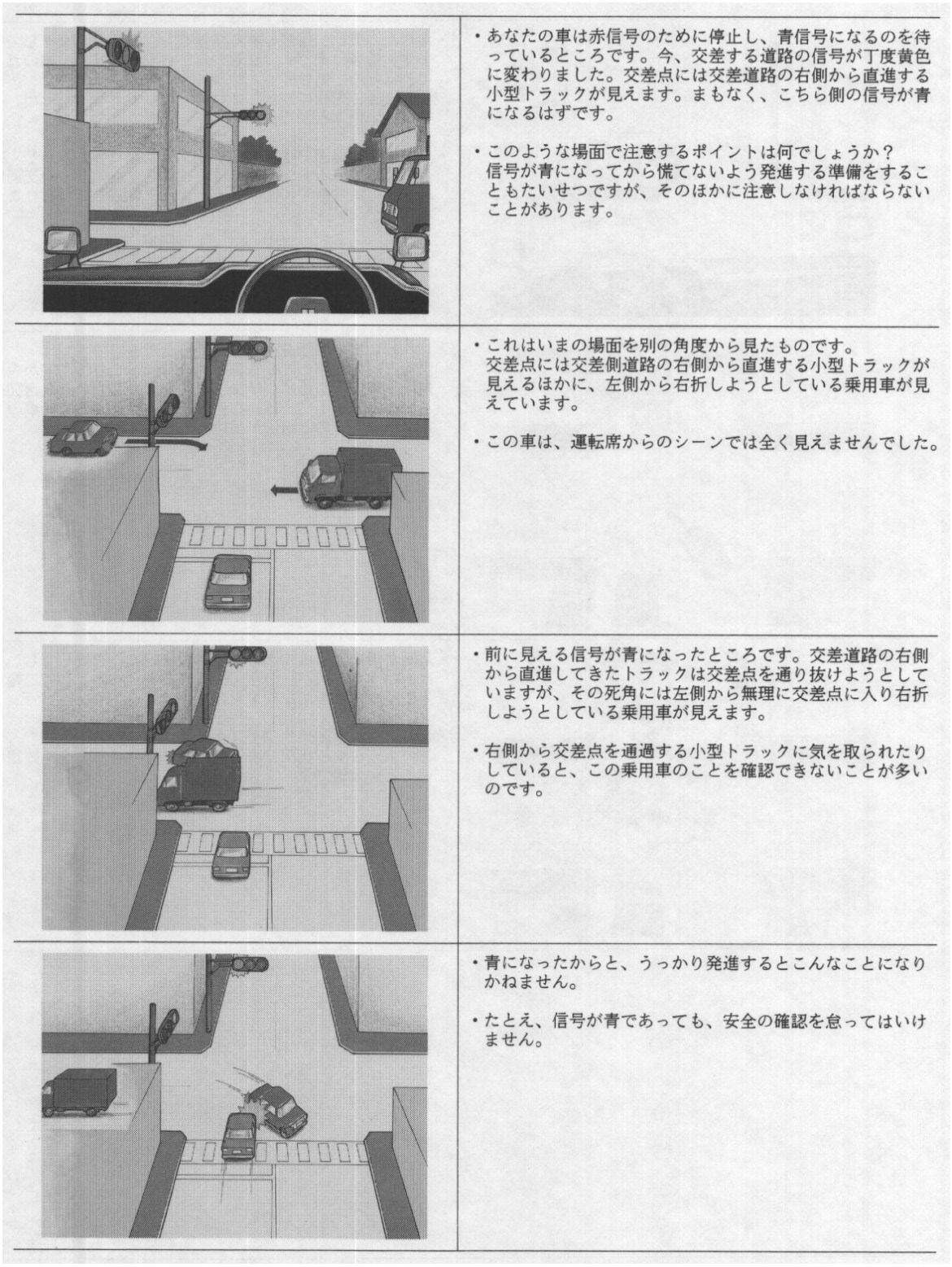
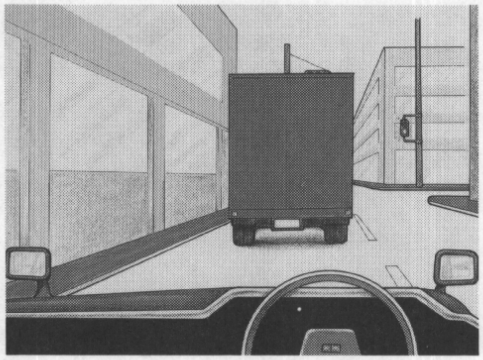


図5－5（７）　実験用の運転場面（信号交差点での発進時）

4．信号交差点での停止時

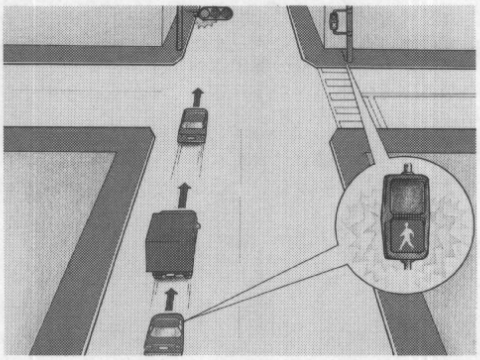
⑧　信号交差点で停止するときの場面です。



・あなたの車は、信号のある交差点に接近しています。

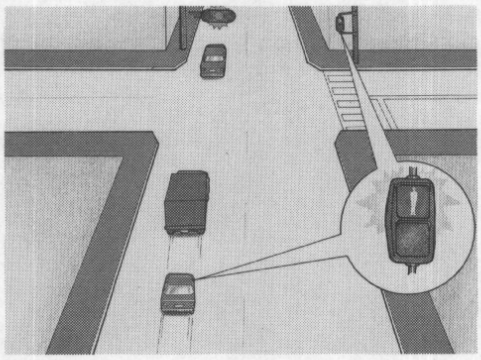
・前には大型トラックがいて、車両用の信号は見えません。しかし、右手に歩行者用の信号が見え、その青が点滅をしています。

・このような場面で注意するポイントは何でしょうか？



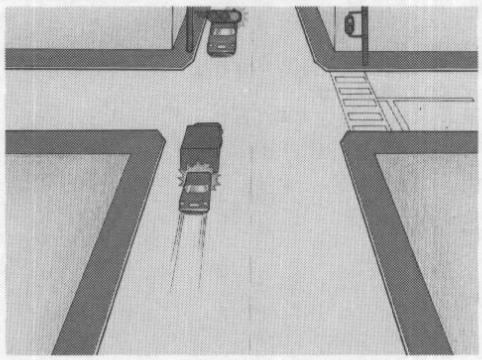
・これはいまの場面を別の角度から見たものです。歩行者用の信号は、青点滅をしていますが、車両用の信号はまだ青のままになっています。大型トラックのすぐ前には、乗用車が見えます。

・この乗用車がいることは、前の運転席からのシーンでは確認できませんでした。



・信号が黄色に変わったところです。大型トラックの前の乗用車はちょうど交差点を通過したところです。この状況では、大型トラックはそのまま進むか、それとも停止するのかは、あなたの車からは解りにくいはずです。

・このように前方の視界が妨げられている状況では、右手に見える歩行者用の信号が赤になっていることを確認するなどして、大型トラックがどのような動きをするかに注意することが大切です。



・注意が足りないと、このように大型トラックに追突してしまいます。

・このように大型車などのために、視界がさえぎられ信号や交通状況が確認できないような場合には、それに変わる手段、例えば、歩行者用の信号や前方の大型トラックの動きから、信号の状態や前方の交通状況を予測することが大切です。

図5－5（８）　実験用の運転場面（信号交差点での停止時）

5．無信号交差点での右折

⑨　無信号交差点で右にまがるときの場面です。

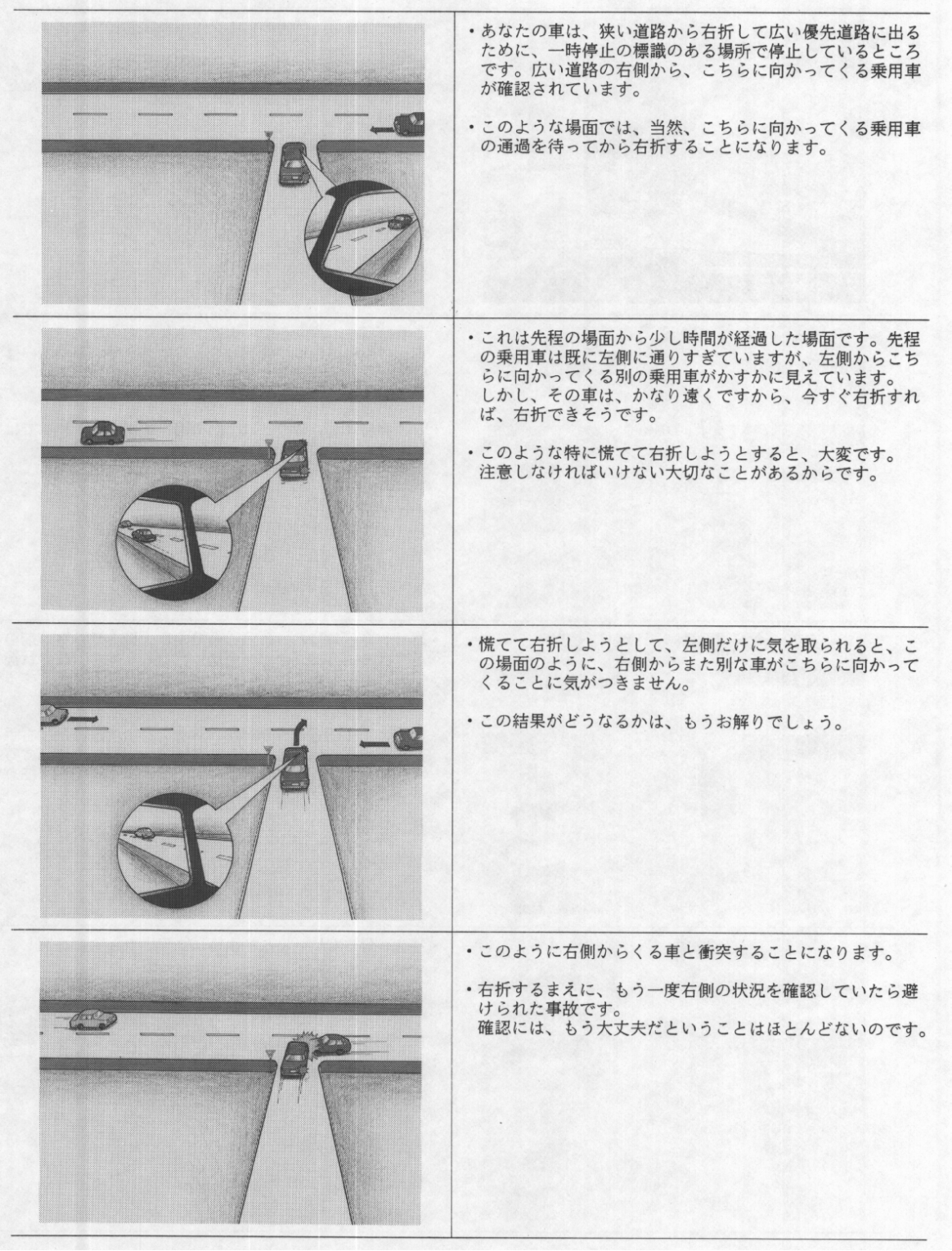
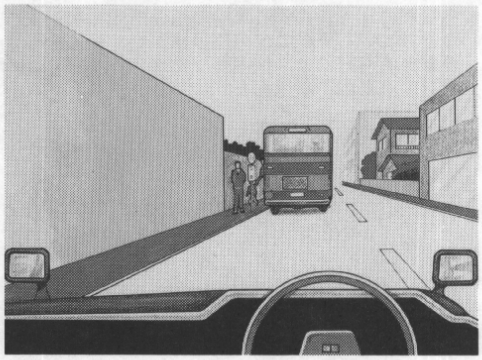


図5－5（９）　実験用の運転場面（無信号交差点での右折）

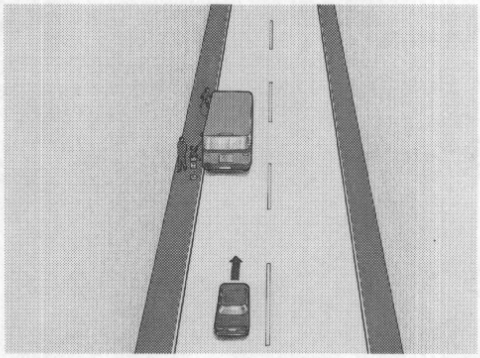
6．単路を走行中

⑩　単路を走行しているときの場面その１です。



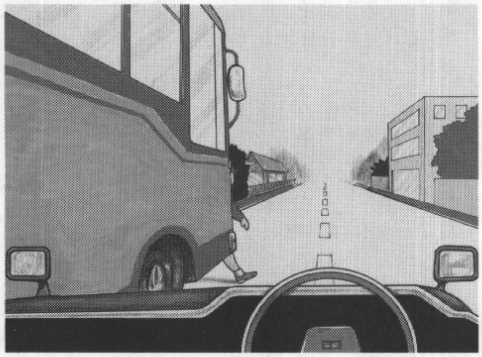
・あなたの車は、片側一車線の道路を走っています。あなたの前にはバスが止まっていて、バスから降りようとしている人の姿が見えます。

・このような時に注意するポイントは何でしょうか？



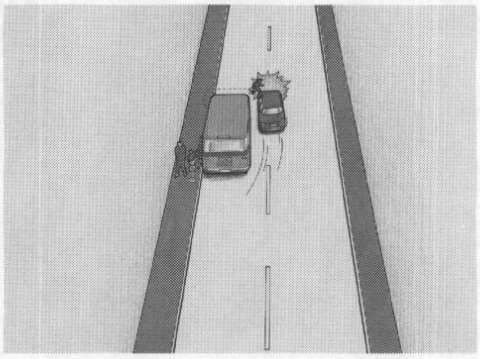
・これは、いまの場面を別の角度から見たものです。
バスの前の方には、バスから既に降りた人が道路を横断しようとしている様子が見えますが、前の運転席の位置からでは全く見えませんでした。

・これは、ほんの一例ですが、このように停車中のバスの付近には、運転席からでは確認できない危険が沢山あります。



・見えないところの危険の予測を怠ってそのまま進むと、このように、突然、バスの前から歩行者が現われることになります。

・このようになってからでは、手遅れです。ブレーキを踏んでも、ハンドルを切っても間に合いません。



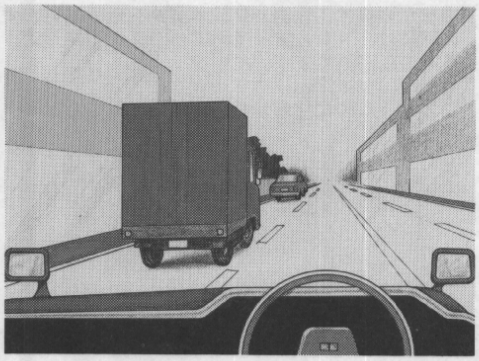
・このような結果になったのは、当然です。

・みえないところに潜んでいる危険を予測していさえすれば、このような交通事故は避けることが出来たのです。

図5－5（１０）　実験用の運転場面（単路を走行中－その１）

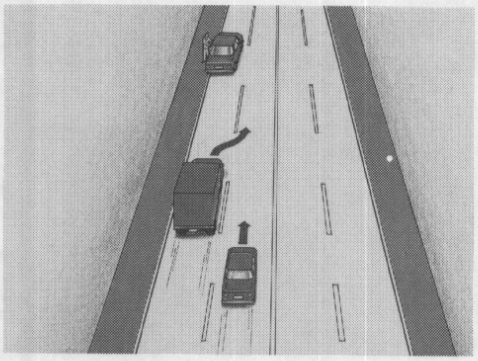
6．単路を走行中

⑪　単路を走行しているときの場面その２です。



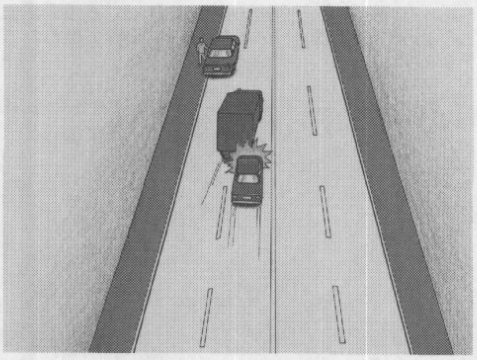
・あなたの車は、片側二車線の道路を走っています。あなたの走っている車線の前方には車がいません。しかし、左側の車線の前方には小型トラックが走っており、そのさらに前方には乗用車が見えます。

・このような時に注意するポイントは何でしょうか？



・これは、先程の場面から少し時間が経過した場面を別の角度から見たものです。左側車線の前方の小型トラックが急にこちらの車線に車線を変更しているところです。
よく見ると、そのさらに前方の乗用車のそばには人の姿が見えます。そうです、乗用車は駐車していたのです。

・こうなってからでは、もう間に合いません。



・ハンドルを切っても、ブレーキを踏んでも、このような追突を避けることはできません。

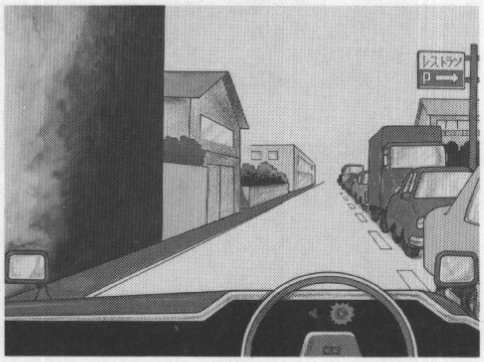
・例え、自分が走っている車線の前方に車がいなくても、隣の車線など周囲の交通状況には、いつも注意を払い、危険を早目に予測することが必要です。

・この場面では、前方の乗用車の動きから、その車が駐車していることと、そのために小型トラックが車線を変更する状況を早目に予測することが必要だったのです。

図5－5（１１）　実験用の運転場面（単路を走行中－その２）

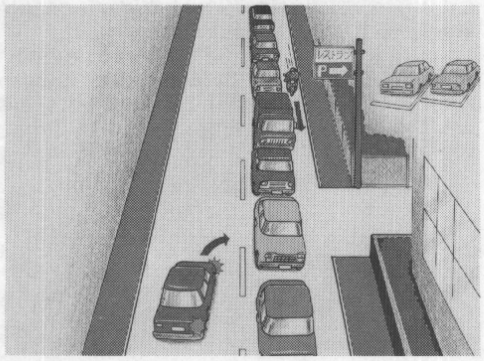
6．単路を走行中

⑫　単路を走行しているときの場面その３です。



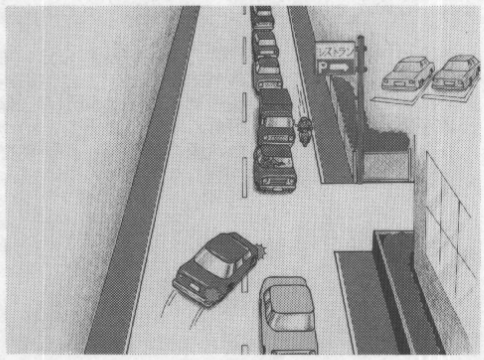
・あなたの車は、右側のレストランの駐車場に入ろうとしているところです。反対方向の交通が渋滞していますので、入れるようになるまで停止しているところです。

・このような時に注意するポイントは何でしょうか？



・これは、いまの場面を別の角度から見たものです。反対方向の渋滞している車の列の右側にこちらに向かっている二輪車が見えます。

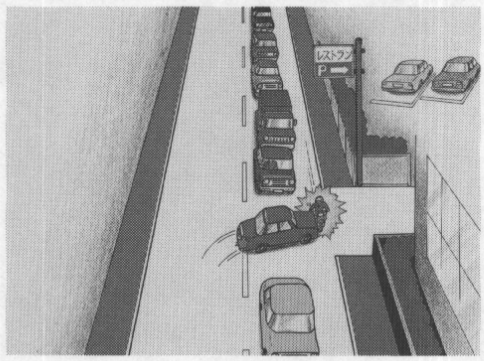
・この二輪車がいることは、前の運転席からのシーンでは確認出来ません。



・これは少し時間が経過してから、反対方向の渋滞している車両の列のなかに空きができて、右側の駐車場に入ることのできる状態になったところです。しかし、車の列の右側の二輪車は、まだ、こちらに向かっているところです。

・この二輪車のことを、あなたは運転席から確認することはできません。反対方向の渋滞している車列のなかのアズキ色の乗用車のドライバーは、どうぞと手を合図しています。

・ここで大切なことは、ドライバーの合図を信じきらないことです。「サンキュウ事故」のことを思いだしてください。



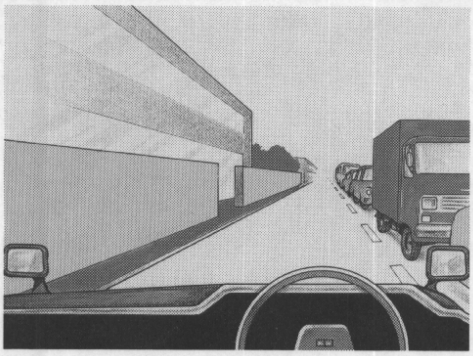
・ドライバーの合図を信じて、自らの安全の確認を怠ると、このように二輪車との衝突を避けられないことになります。

・何時でも、どんな状況でも、自分で自分の安全を確認することが大切です。

図5－5（１２）　実験用の運転場面（単路を走行中－その３）

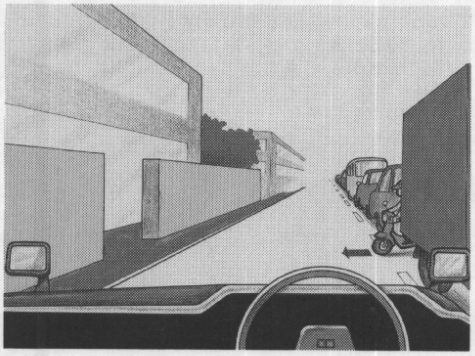
6．単路を走行中

⑬　単路を走行しているときの場面その４です。



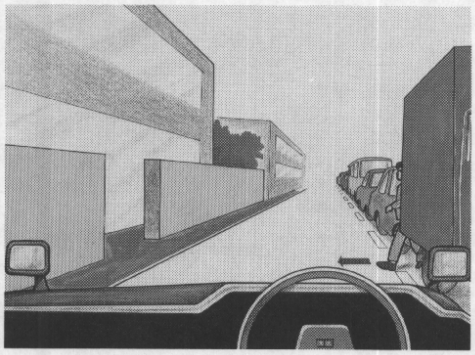
・あなたの車は、片側一車線の道路を走っているところです。
あなたの前方には車がなく、すいている状態ですので、自分の思うままの速度で走ることができます。
しかし、反対側の交通は渋滞し、ほとんど動かない状態です。

・このような時に注意するポイントは何でしょうか？



・このように、突然、反対側の渋滞車両の列の間から、二輪車が飛び出してくることがよくあります。

・反対方向の交通が渋滞しているときには、このようなことのあることを、予想し注意深く運転していないと事故を起こしてしまうことになります。



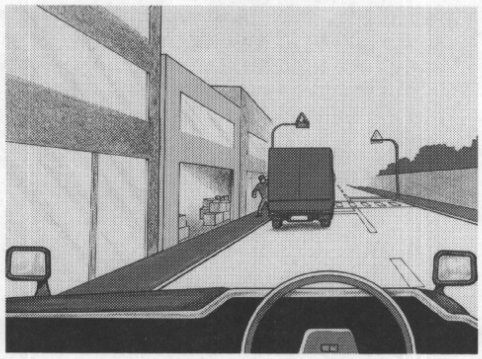
・また、このように、歩行者が突然出てくることもあります。

・これらの例のように、反対側の交通が渋滞している場合には、例え、自分の側の道路がすいていて、自由に走れる状態であっても、反対側の渋滞車両の列の間から二輪車や走行者が急に出てくることがあるということを、いつも頭に入れながら、それに応じた速度で走ることが必要です。

図5－5（１３）　実験用の運転場面（単路を走行中－その４）

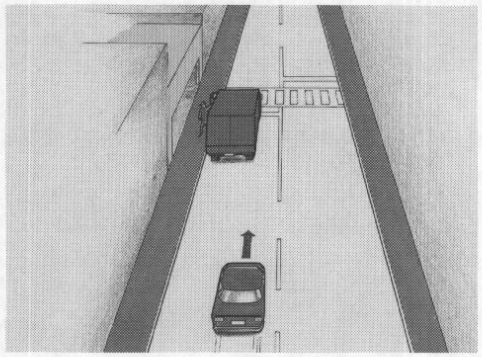
7. 横断歩道のある単路

⑭　横断歩道のある単路を走行しているときの場面その１です。



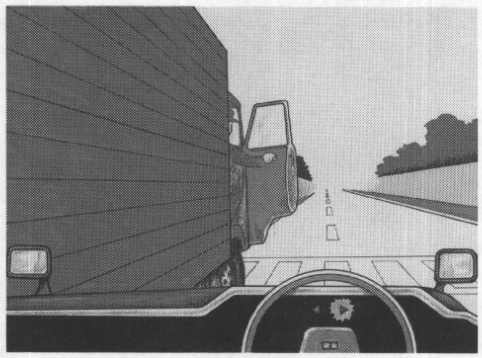
・あなたの車は、片側一車線の道路を走っています。前方には横断歩道があり、そ手前に小型トラックが停車しています。トラックの左側には人の姿が見えます。どうやら、左側の商店に品物を届けるところのようです。

・このような場面で注意するポイントは何でしょうか？



・これはいまの場面を別の角度から見たものです。
トラックの左側のドアが開き、人の姿が見えます。
反対側からこちらに向かってくる車は見えません。

・そこで、右側の反対側車線に少しはみ出して、トラックの右側を進むことになりますが、ここで大切なことは何でしょうか？



・そうです。このように、突然小型トラックの右側のドアが開くことがあるのです。このようになってからでは、もう遅いのです。

・これは、状況の観測と危険の予測が足りなかったことが原因です。先程の状況を思い出して下さい。そうです、トラックの左側はドアが開き、人の姿が見えましたが、右側のドアは開いていませんでした。この状況では、トラックが停止し、助手が降りた直後の状況と考える必要があったのです。

図5－5（１４）　実験用の運転場面（横断歩道のある単路－その１）

7. 横断歩道のある単路

⑮　横断歩道のある単路を走行しているときの場面その２です。

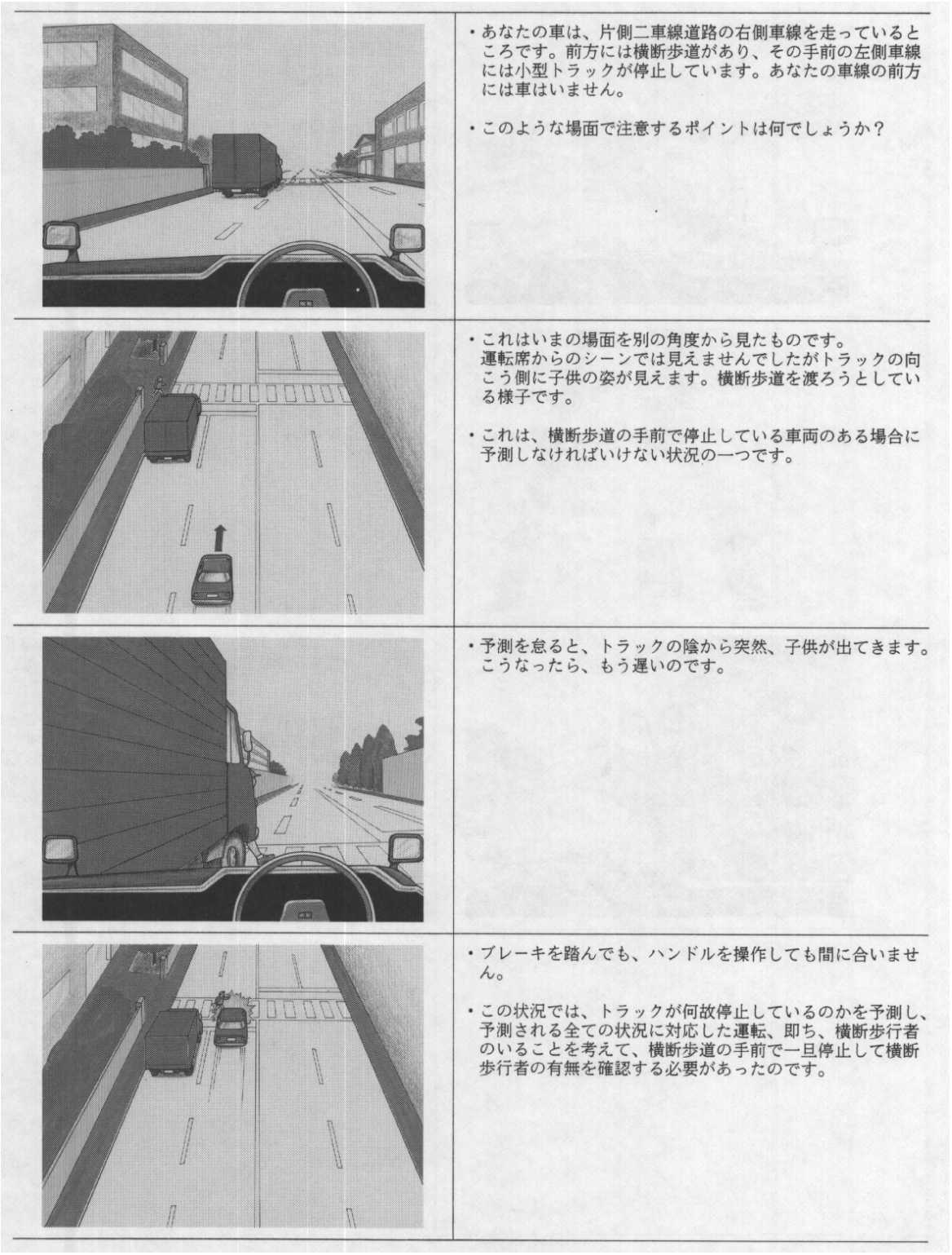
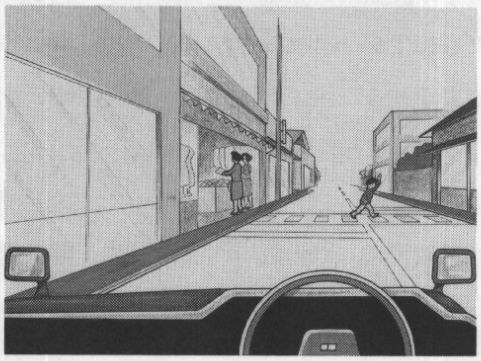


図5－5（１５）　実験用の運転場面（横断歩道のある単路－その２）

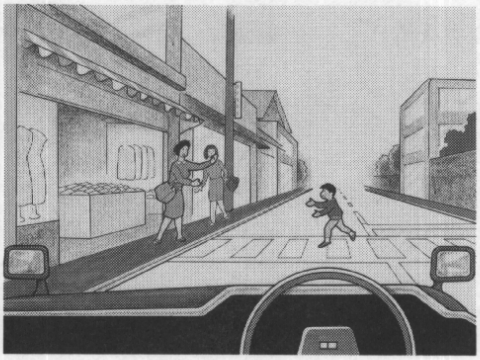
7．横断歩道のある単路

⑯　横断歩道のある単路を走行しているときの場面その3です。



・あなたの車は、片側一車線の道路を走っています。前方には車が見当たりませんが、遠方の横断歩道上を幼児が横断しているところです。幼児は、もう、横断歩道の半分ぐらいまで横断しています。車が横断歩道のところに行くまでには、幼児は完全に渡り切ると判断して、そのまま歩行することにしました。

・さて、この判断は正しいでしょうか？



・こんなことがあるのです。幼児は、左側の商店から出てきた母親を見つけて、急に横断歩道を引き返しました。
こうなってからでは、ブレーキを踏んでもハンドルを操作しても、もう間に合いません。

・横断歩道を横断中の歩行者、特に幼児や小学生の場合にはこんなことが多いのです。

・まさかと思うことも予測に入れて運転することが必要だったのです。

図5－5（１６）　実験用の運転場面（横断歩道のある単路－その３）

5－4　実験の方法と内容

5－4－1　概説

実験は､上記のように設定されたナレーション付きの実験用運転場面を実験用のシステムに録画、録音したうえ、それを図5－6に示すようにＣＲＴディスプレイを通して被験者に提示するとともに聴講させ、その感覚的な意見について表5－5に示すアンケート用紙に記入回答してもらうという形式によって行った。

5－4－2　実験場所と実験期間

実験場所は、大阪府公安委員会指定の「門真自動車教習所」（大阪府門真市）で、実験期間は、昭和63年1月22日から2月17日までの間であった。

5－4－3　被験者

被験者は、普通自動車教習課程において所定の教習を終了し、卒業検定に合格した者（教習所を卒業する者）とした。

表5－6　有効被験者数

性　別	年　齢　層　別			合　計
	20歳未満	25歳未満	25歳以上	
男　性	77 人	35 人	30 人	142人
女　性	45	83	37	165
計	122	118	67	307人

表5－6は、有効被験者数（アンケートの記入漏れなどの不備のなかった被験者数）を一覧表として示したものであるが、同表のように有効被験者数は、男性142名、女性165名の合計307名で、これを年齢層の別（20歳未満、20歳以上25歳未満、25歳以上の３分類）でみると、男性では20歳未満の者が約54%、女性では20歳以上25歳未満の者が約50%と比較的多く、また男性、女性とも25歳以上の者は約22%と少なかった。

5－5　実験結果と考察

5－5－1　システムの総括的な評価

図5－7は、システムの総括的な評価結果として、アンケートの質問５の回答結果を、性別、年齢層の別に示したものである。

同図によると、総じて「あまり変わらない」とした回答がかなりの割合（全体で約45%）を占めているが、従来の方法と今回の実験システムとの対比においては、男女いずれにおいても「このシステムの方がわかりやすい」とした回答が「従来の方法の方がわかりやすい」とした回答を上回っており、男性では前者が約38%、後者が約20%、女性では前者が約33%、後者が約19%となっている。また、年齢層別に「このシステムの方がわかりやすい」とした回答の割合をみると、男女いずれにおいても25歳以上の群において高く、男性においては約52%、女性

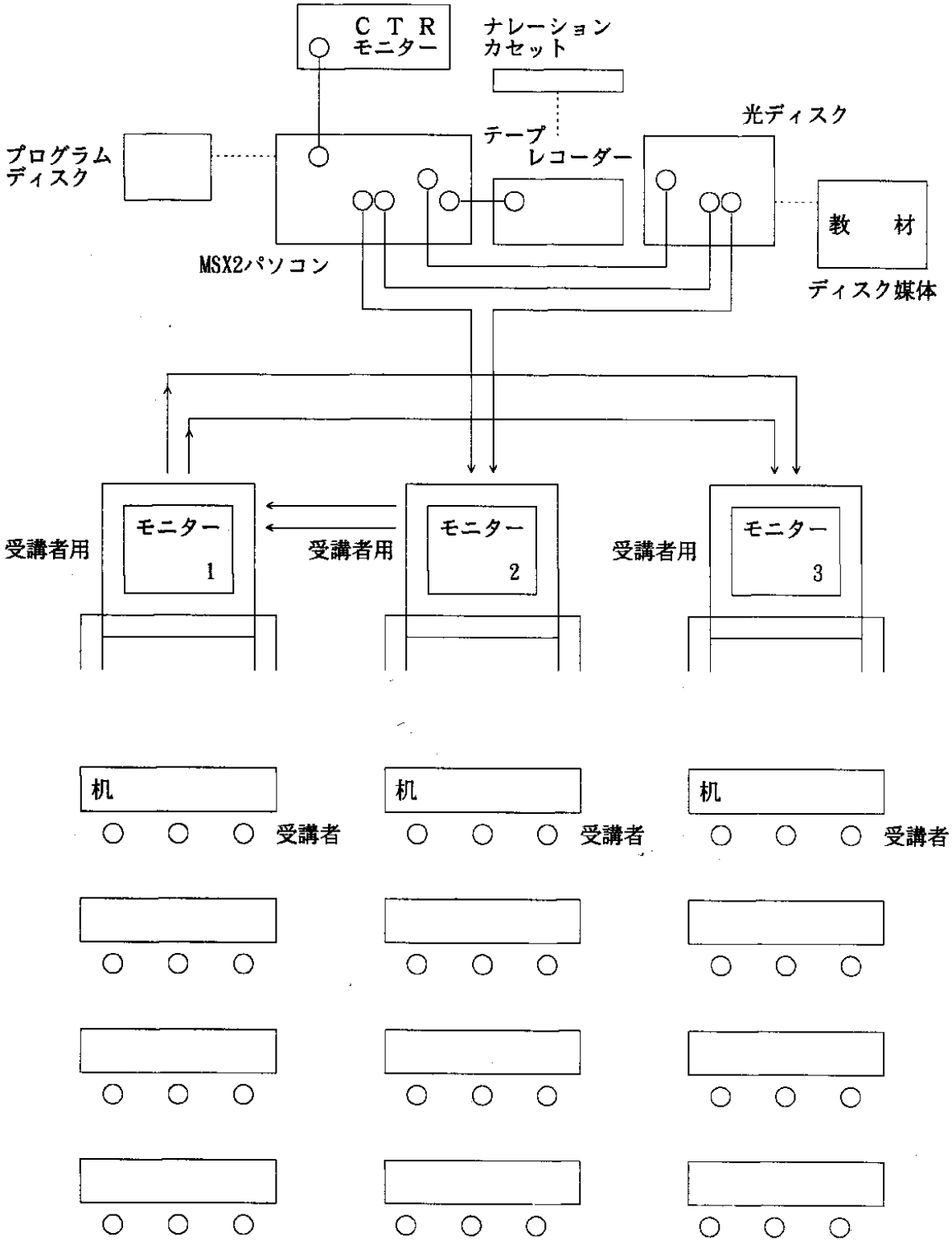


図5－6　実験システムの教習室配置図

表5－5　アンケート用紙

教習システムについてのアンケート

特殊法人自動車安全運転センター

本日は、実験にご協力頂き誠にありがとうございました。

この実験は、学科教習の中でも特に理解が難しく、また交通事故が発生しやすく危険な交差点などの交通場面を対象として、そこでの安全な通行方法を教習するための新しいシステムを評価するために行ったものです。

このシステムによる教習方法について、あなたはどのような印象をお持ちになりましたか。以下の各質問ごとに、あなたの印象に最も近いと思われるものを選んで、□内にレ印をつけてください

あなたの性別と年齢	・性別（男・女）・年齢（満　　歳）

質問１　画面や映像の見やすさについてはどうでしたか。

画面の大きさ　□　十分な大きさでる　□　小さい　□　ふつう

映像の色や形　□　見やすい　□　見にくい　□　ふつう

問題２　音声（ナレーション）についてはどうでしたか

音の大きさ　□　よく聞き取れた　□　聞き取れなかった　□　ふつう

ﾅﾚｰｼｮﾝの意味　□　わかりやすい　□　わかりにくい　□　ふつう

問題３　この教習方法の印象についてはどうでしたか。

おもしろい　□　おもしろいと思った　□　つまらないと思った　□　ふつう

なじみやすい　□　なじみやすかった　□　なじみやすくなかった□　ふつう

問題４　この教習方法で学習の内容は、よく理解できましたか。

□　よく理解できた　□　だいたい理解できた　□　よく理解できなかった

問題５　あなたが今まで受けた教習の方法（例えば、ビデオ、スライド、掛図等）と今回のシステムの方法を比較すると、どちらがわかりやすいと思いました。

□　このシステムの方がわかりやすい　□　従来の方法とあまり変わらない

□　従来の方法の方がわかりやすい

問題６　本システムのどのような点がよいと思いますか。

（あなたの考えに近いと思われるもの全てを答えください）

□　階段的に場面がすすむので、自分で考えながら理解できる。

□　運転席から確認できない交通の状況がよくわかる。

□　実際に運転しているような感じがする。

□　実際の交通場面とちがって、場面によけいなものがなく、単純化しているのでわかりやすい

□　そのほか［　（ご自由にお書きください）　］

問題７　他にご感想などがありましたらご自由にお書きください

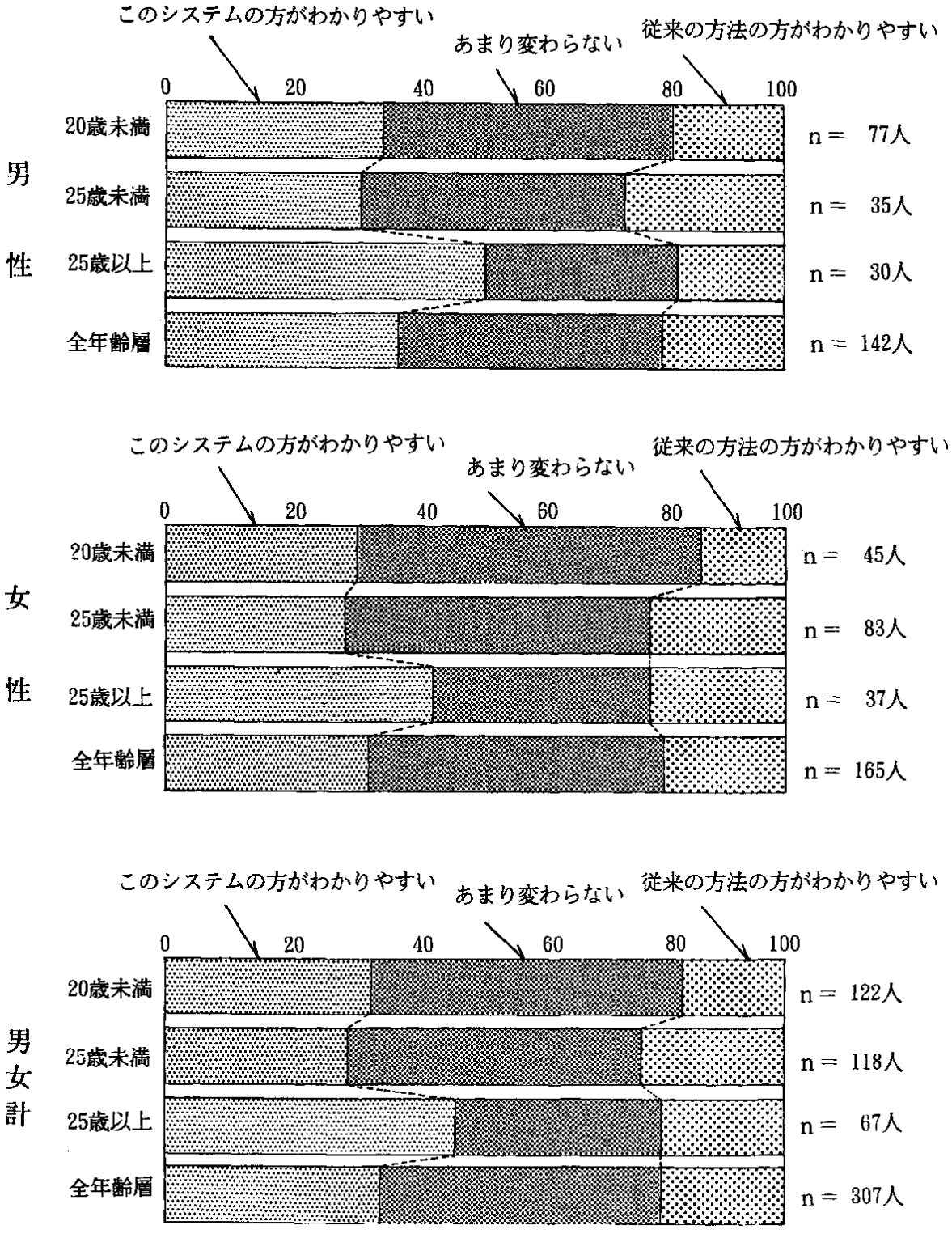


図5－7　システムの総括的な評価結果

においては約43%となっている。

総じて「あまり変わらない」とした回答が多いものの、従来の方法との対比では「このシステムの方がわかりやすい」とした回答が「従来の方法の方がわかりやすい」とした回答を上回っており、従って、このシステムに対する受講生の受けは良いものと云える。

5－5－2　画像や映像の見やすさについての評価

図5－8は、画像や映像の見やすさについての評価結果として、アンケートの質問１の回答結果を、システムの総括的な評価結果（質問５の回答結果）との関係として、性別に示したものである。

同図によると、先ず「画像の大きさ」については、男女いずれにおいても、システムの総括的な評価の如何によらず、「小さい」とした回答が圧倒的に高い割合（全体で約61%）となっており、実験に際して使用したＣＲＴモニターの大きさ（15インチ）の選定の誤りが反映された結果となっている。

次に「映像の色や形」については、男女いずれにおいても、システムの総括的な評価の如何によらず、「見やすい」とした回答が圧倒的に高い割合（全体で約69%）となっている。これをシステムの総括的な評価結果との関係でみると、「見やすい」とした回答の割合は、「このシステムの方がわかりやすい」とした回答の場合に最も高く(全体で約79%)、次いで「あまり変わらない」(全体で約68%)、「従来の方法の方がわかりやすい」(全体で約52%)の順に低くなっており、この傾向は女性より男性の方が顕著となっている。

総じて、画面の大きさについては、「小さい」とした回答が圧倒的に高くなっているものの、これは実験装置の設定上の問題で、システムの本質的な欠点であるとは考えられず、また、映像の色や形については、「見やすい」とした回答が圧倒的に高くなっており、従って、このシステムの「画像や映像の見やすさ」という観点からの受講生の評価は高いものと云える。

5－5－3　音声（ナレーション）についての評価

図5-9は、音声（ナレーション）についての評価結果として、アンケートの質問２の回答結果を、システムの総括的な評価結果（質問５の回答結）との関係として、性別に示したものである。

同図によると、先ず「音の大きさ」については、男女いずれにおいても、システムの総括的な評価の如何によらず、「よく聞き取れた」とした回答が圧倒的に高い割合（全体で約85%）となっている。これをシステムの総括的な評価結果との関係でみると、「よく聞き取れた」とした回答の割合は、「このシステムの方がわかりやすい」とした回答の場合に最も高く（全体で約90%）、次いで「あまり変わらない」（全体で約86%）、「従来の方法の方がわかりやすい」（全体で約77%）の順に若干ではあるが低くなっており、この傾向は女性より男性の方が顕著になっている。

次に「ナレーションの意味」については、男女いずれにおいても、システムの総括的な評価

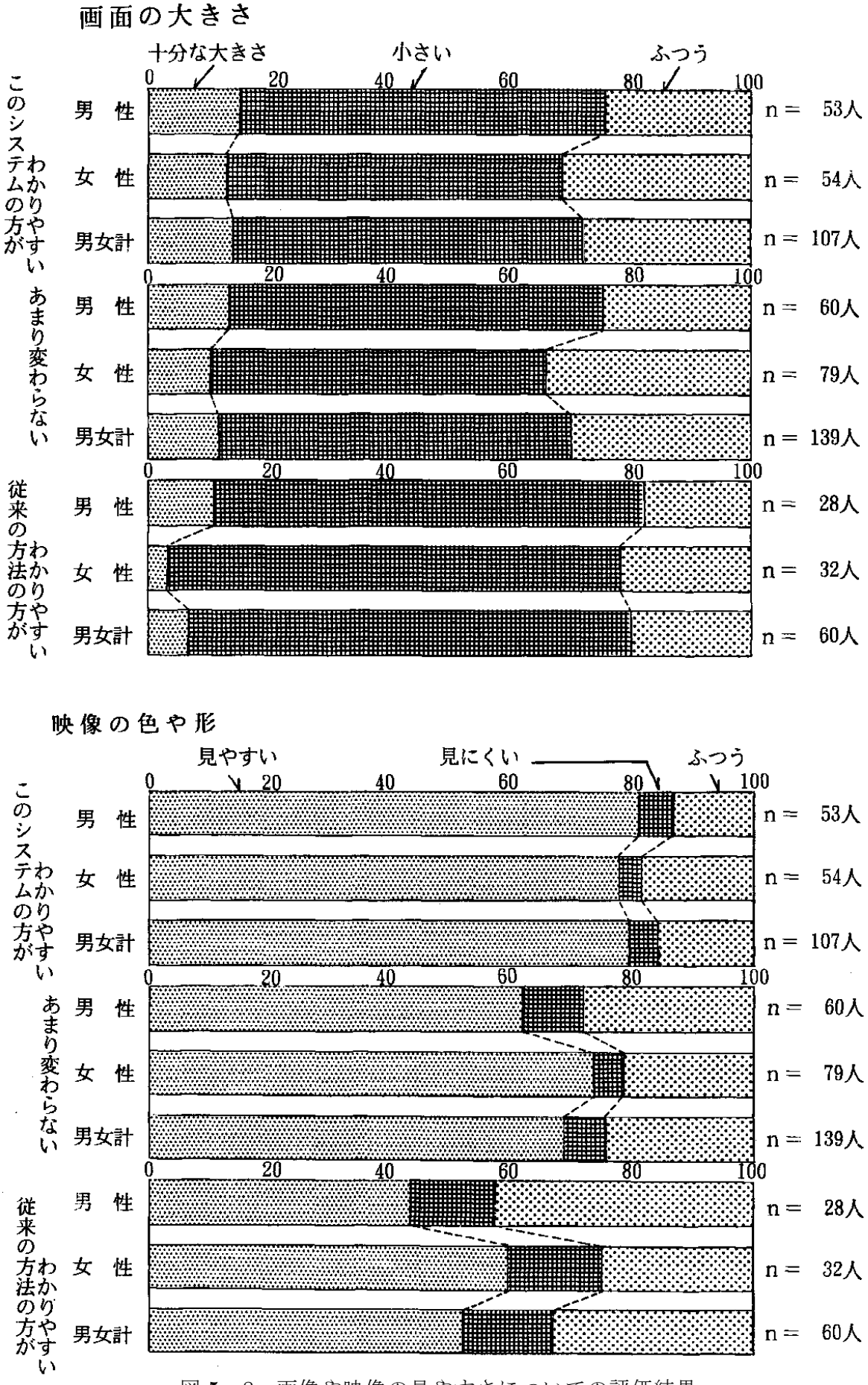


図 5－8　画像や映像の見やすさについての評価結果

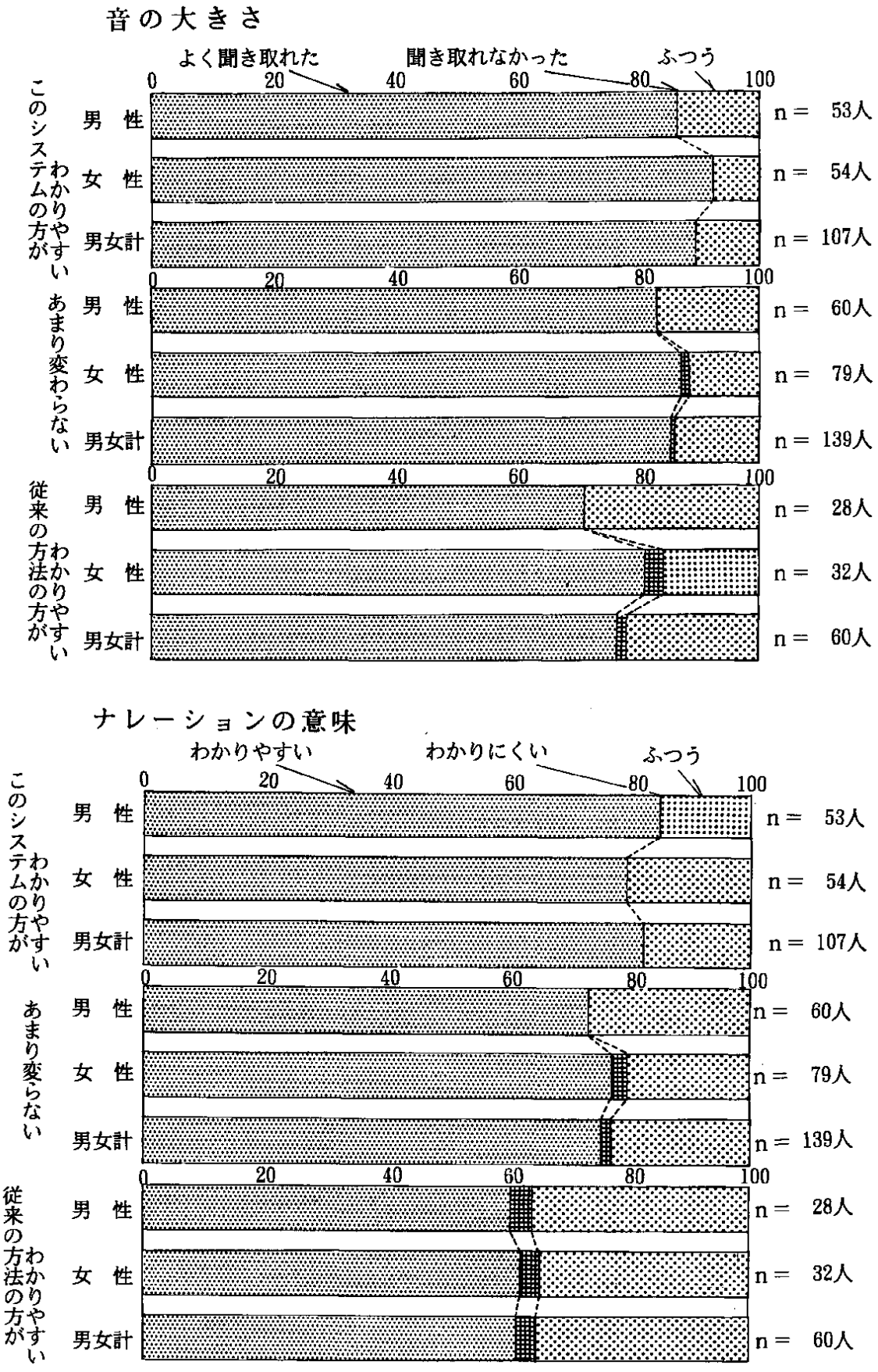


図5－9　音声（ナレーション）についての評価結果

の如何によらず、「わかりやすい」とした回答が圧倒的に高い割合（全体で約75%）となっている。これをシステムの総括的な評価結果との関係でみると、「わかりやすい」とした回答の割合は、「このシステムの方がわかりやすい」とした回答の場合に最も高く（全体で約82%）、次いで「あまり変わらない」（全体で約76%）、「従来の方法の方がわかりやすい」（全体で約62）の順に低くなっており、この傾向の男女による差はほとんどみられない。

総じて、音の大きさについては、「よく聞き取れた」とした回答が圧倒的に高くなっており、また、ナレーションの意味については、「わかりやすい」とした回答が圧倒的に高くなっており、従って、このシステムの「音声（ナレーション）の聞き取りやすさ、わかりやすさ」という観点からの受講生の評価は高いものと云える。

5－5－4　親しみやすさについての評価

図5－10は、教習方法の親しみやすさについての評価結果として、アンケートの質問３の回答結果を、システムの総括的な評価結果（質問５の回答結果）との関係として、性別に示したものである。

同図によると、先ず、おもしろさについては、総じて「ふつう」とした回答が多くなっており、特に、システムの総括的な評価を「あまり変わらない」とした場合の「ふっう」の割合は約82%にも達している。なお、システムの総括的な評価を「このシステムの方がわかりやすい」とした場合には、「おもしろいと思った」とした回答（全体で約35%）が「つまらないと思った」とした回答（全体で約11%）を上回っているのに対して、「従来の方法がわかりやすい」とした場合には、「つまらないと思った」とした回答（全体で約42%）が「おもしろいと思った」とした回答（全体で約5%）を上回っている。

次に、なじみやすさについての評価結果は、男女いずれにおいても、システムの総括的な評価結果と関連しており、システムの総括的な評価を「このシステムの方がわかりやすい」とした場合には、「なじみやすかった」とした回答（全体で約51%）が「なじみやすくなかった」とした回答（全体で約７%）を上回っているのに対して、「従来の方法の方がわかりやすい」とした場合には、「なじみやすくなかった」とした回答（全体で約40%）が「なじみやすかった」とした回答（全体で約13%）を上回っている。

総じて、親しみやすさについての評価はシステムの総括的な評価と関連があり、総括的な評価を「このシステムの方がわかりやすい」とした場合には、「おもしろいと思った」「なじみやすかった」とした回答が高くなっており、従って、「親しみやすさ」という観点からの受講生の評価は、システムの総括的な評価を支配する要素の１つになっているものと考えられる。

5－5－5　教習内容の理解めしやすさについての評価

図5－11は、教習内容の理解のしやすさについての評価結果として、アンケートの質問４の回答結果を、システムの総括的な評価結果（質問５の回答結果）との関係として、性別に示したものである。

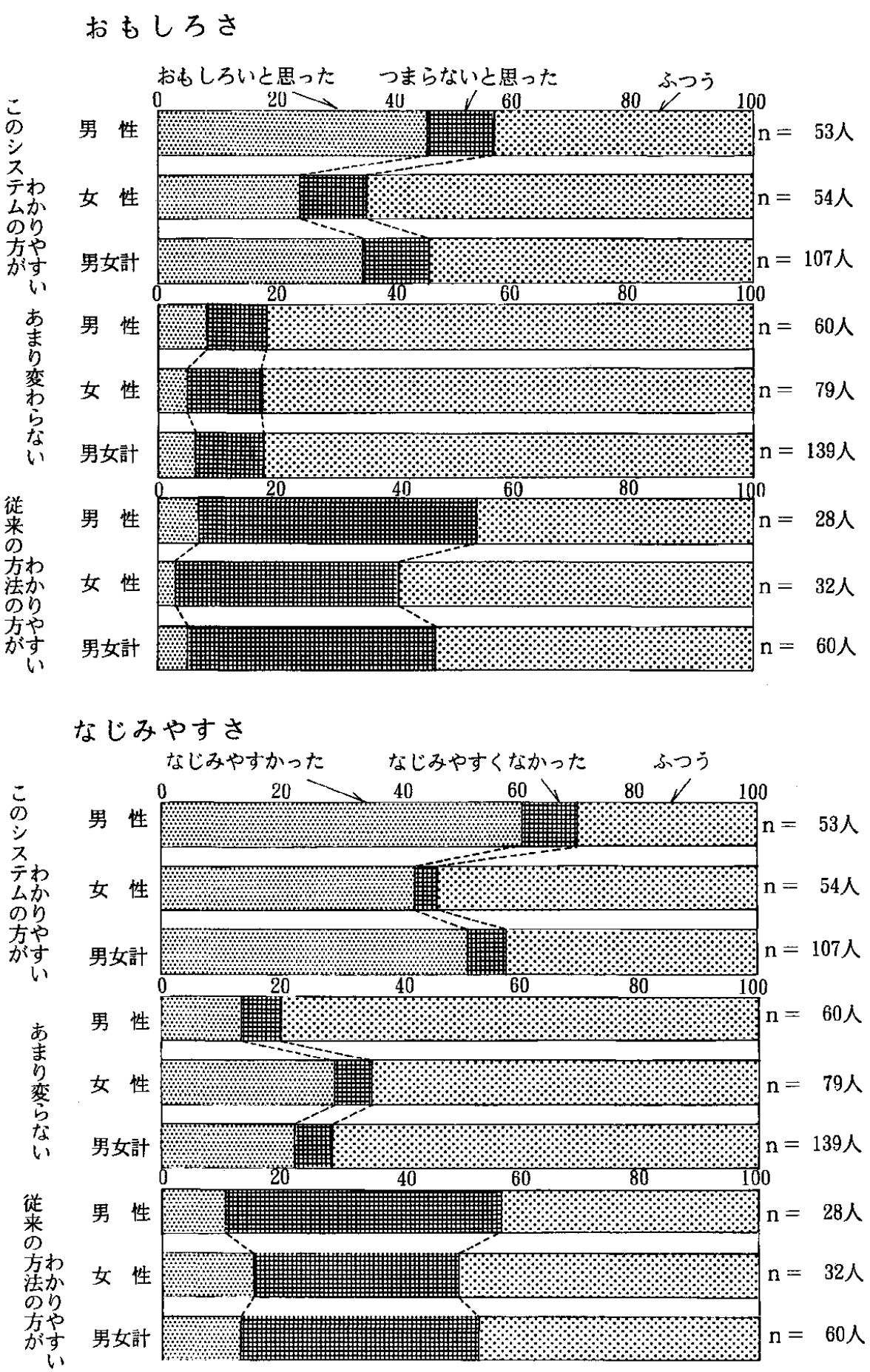


図5－10　教習方法の親しみやすさについての評価結果

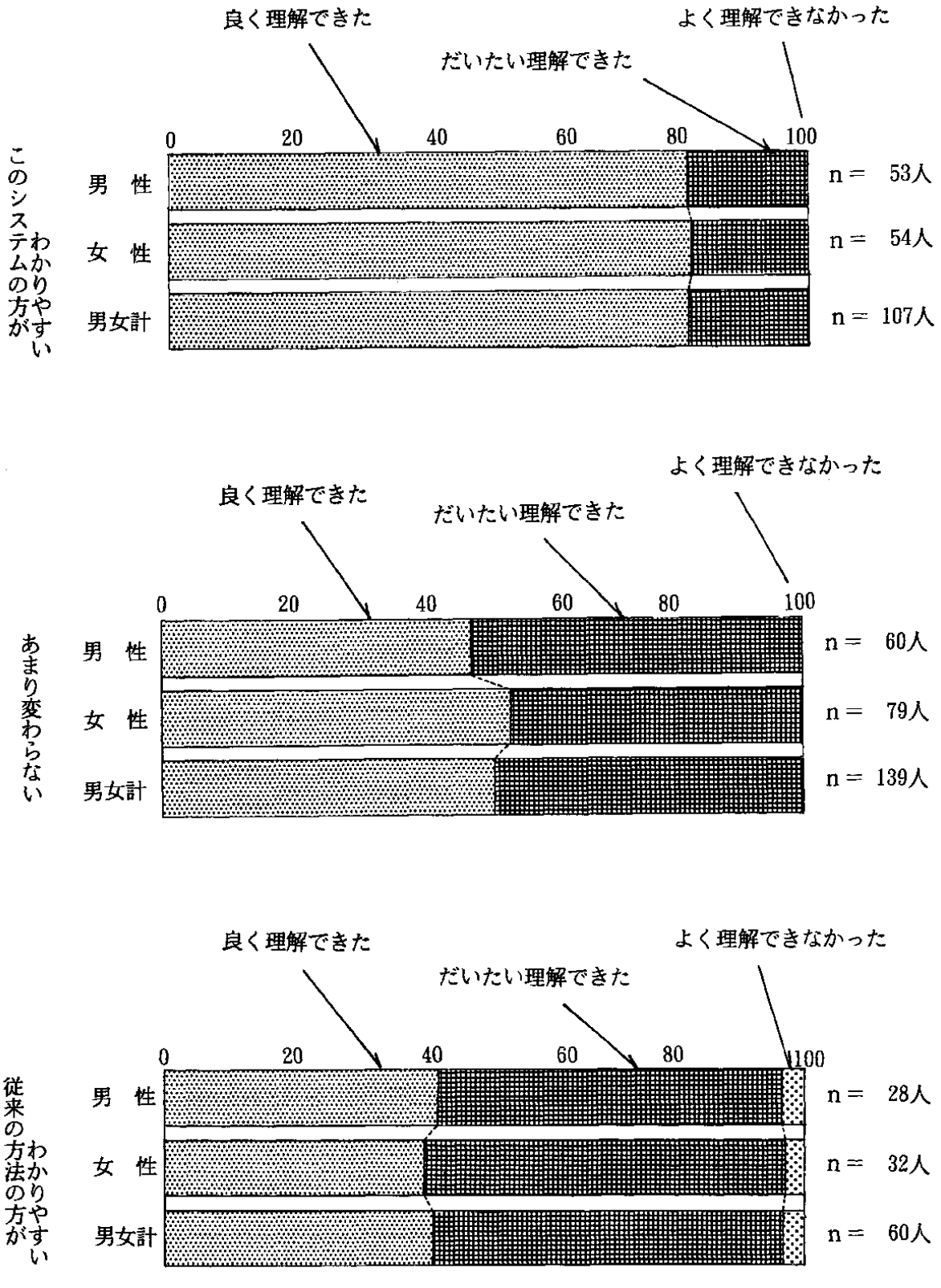


図5－11　教習内容の理解のしやすさについての評価結果

同図によると、教習内容のおもしろさについての評価結果は、男女いずれにおいても、システムの総括的な評価結果と関連しており、「良く理解できた」とした回答の割合は、システムの総括的な評価を「このシステムの方がわかりやすい」とした場合に最も高く（全体で約81%）、次いで「あまり変わらない」とした場合（全体で約52%）、「従来の方法の方がわかりやすい」とした場合（全体で約42%）の順に低くなっているのに対して、「だいたい理解できた」とした回答の割合は、システムの総括的な評価を「このシステムの方がわかりやすい」とした場合に低く、「従来の方法の方がわかりやすい」とした場合に高くなっている。

総じて、教習内容の理解のしやすさについての評価は、システムの総括的な評価と関連があり、それを支配する要素の1つになっているものと考えられる。

5－5－6　システムの利点についての評価

図5－12(1)は、システムの利点についての評価結果として、アンケートの質問６の回答結果を性別に示したものであり、また、図5－12(2)は、システムの総括的な評価結果（質問５の回答結果）との関係として示したものである。

同図(1)によると、男女いずれにおいても「運転席から確認できない交通の状況が良くわかる」とした回答が最も多く、男性では約40%、女性では約39%となっており、次いで男性では「実際の交通場面と違って場面によけいなものがなく、単純化しているのでわかりやすい」（約26%）、女性では「段階的に場面が進むので自分で考えながら理解できる」（約30%）の順となっている。

次に同図(2)によると、システムの総括的な評価を「このシステムの方がわかりやすい」あるいは「あまり変わらない」とした場合には、「運転席から確認できない交通の状況が良くわかる」とした回答（約37%と約45%）が「段階的に進むので自分で考えながら理解できる」とした回答（約28%と約25%）より比較的多いのに対して、「従来の方法の方がわかりやすい」とした場合には、「段階的に進むので自分で考えながら理解できる」とした回答（約31%）が「運転席から確認できない交通の状況が良くわかる」とした回答（約30%）とほぼ同じになっている。

総じて、システムの利点についてに評価は、「運転席から確認できない交通の状況が良くわかる」「段階的に進むので自分で考えながら理解できる」「実際の交通場面と違って場面によけいなものがなく、単純化しているのでわかりやすい」などに集約される。しかしながら、「その他」の感想の中には、「もっと動きがある方がわかりやすい」「ナレーションが単調すぎる」などのシステムの欠点を指摘した意見もあり、今後のシステムの実用化に当たって、このような点についての十分なる配慮が必要である。

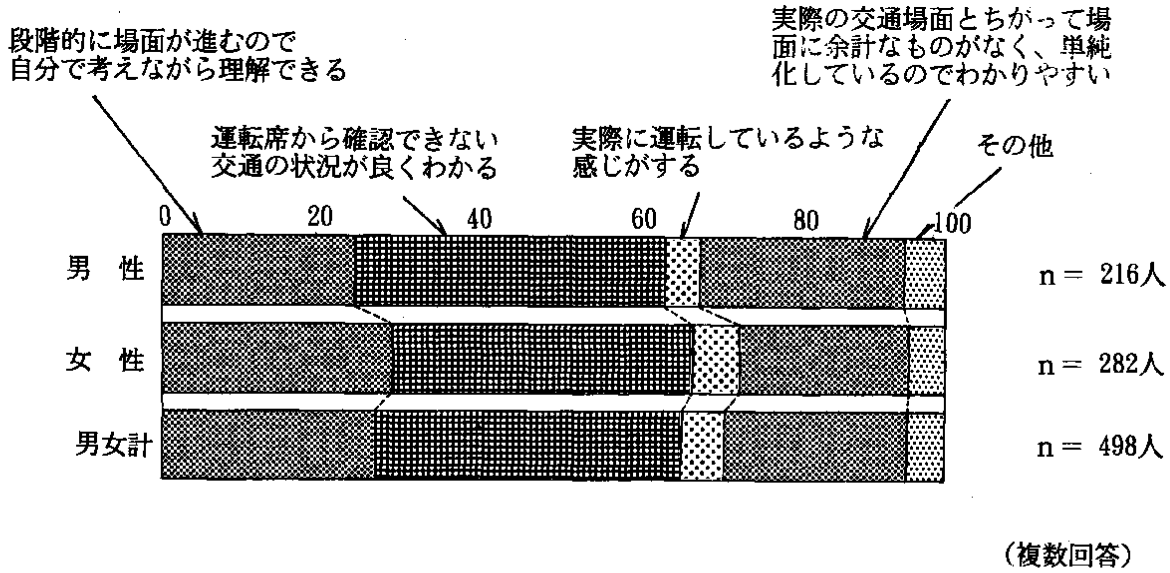


図 5－12（１）　システムの利用についての評価結果（性別）

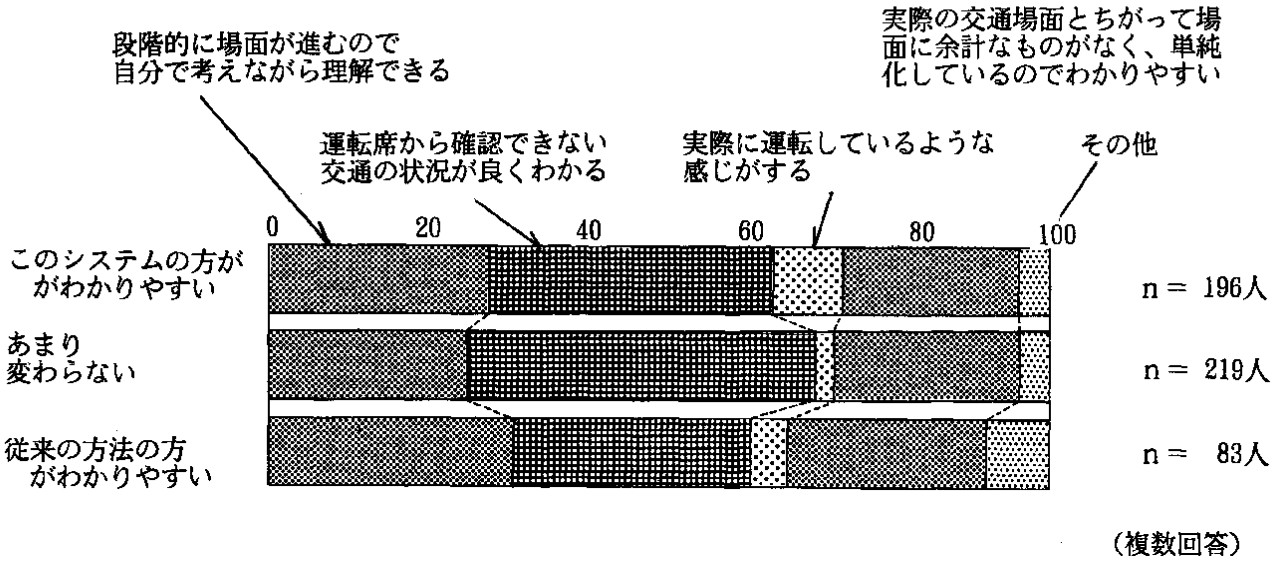


図5－12（２）システムの利点についての評価結果（総括的な評価結果別）

第6章　ま　と　め

本調査研究は、交通事故の発生状況からみて最も重大なものと考えられる初心運転者の事故防止対策の１つとして、免許取得前の教育、とりわけ実際の交通場面での経験、体験を通じて学ぶものと可能な限り等価な要素、事項についての教育の実現を意図して、学校教育等に活用されてきている視聴覚教育機器等による教育の原理、方法論を母体として、これに最近における急速な発展、普及が見られるマイクロ・エレクトロニクス技術、とりわけコンピュータ・グラフィックス技術などの新しい技術を付加、組み合わせて、自動車運転に必要な知識習得教育へ応用することにより、より効率的かつ効果的な教育システムが開発できるかどうか、その可能性を検討することを目的として、昭和60年度を初年度とす３ケ年計画で行ってきたものである。

昨年度までには、各種教育システムの現状についての調査、並びに映像手段を用いた教育システムの現状についての調査を行うとともに、これらのシステムの「自動車運転に必要な知識習得面」への適用の可能性について、主として、機器ハード面からの検討を行ってきている。

本年度は、最終年度として、これまでの成果を基盤として、本調査研究をまとめるべく、①教習内容の映像化の可能性の検討、②映像化による教習システムの設計、及び③映像化による教習システムの有用性についての実験の３つの項目についての研究を行っている。

6－1　教習内容の映像化の可能性の検討

自動車教習所における運転者教育は、学科教習と技能教習の２つに大別されるが、このうちの学科教習について、警察庁で制定している「指定自動車教習所課程表」をもとに、各学科教習課程における学習目標、狙いをレビューし、それらの中で、映像化の可能性のある部分があるかどうかについて検討した。

その結果、現状の学科教習において使用されているOHP、スライド、映画、ビデオなどの視聴覚教材によっても、既に様々な教習効果が挙げられてきているが、コンピュータ・グラフィックス技術などを導入した、新しい教習システムが開発されたならば、現状よりさらに広範囲の教習課程について、より効果的な教習が可能になるであろうことが明らかになった。

それらの教習課程の中で、特に注目されるものは、「教程2：信号に従うこと」「教程5：安全な発進」「教程6：車の通行するところ、緊急自動車の優先」「教程8：歩行者などの保護、初心運転者の保護」「教程9：安全な速度と車間距離」「教程10：進路変更、横断など」「教程11：追い越しなど」「教程12：交差点の通り方」「教程16、17：高速自動車国道及び自動車専用道での運転」「教程27：坂道、カーブなどでの運転」「教程28：夜間、雨の日の運転」などである。

これらの教程の教習を新しい教習システムで行うと、どのような場合（時）に、どのような場所（部分）に、どのような内容の危険が潜んでいるか、またそのような危険を防止するためには、

どのような運転行動をすべきであるかについて、運転席からみた場景とともに、それぞれのポイントとなる部分を強調し、かつ臨場感のある動画(例えば、高速自動車国道での運転の場合は、運転速度に応じた動きのある画像)として提示しながら、場合によっては画像の動きを止め、また場合によっては逆方向（時間を戻す）に動かして説明することなどができ、従って、現状よりさらに効果的な教習が可能となる。

6－2　映像化による教習システムの設計

現状における技術水準からして、その製作が可能である教習システムのうち、現実の教習現場のニーズから理想的であると考えられるものの構成についての設計を行った。

設計された教習システムは、教材の作成から実際の教習までを行えるもので、機能上から、教習作成システムと教習実施システムの2つに分類されている。

教材作成システムは、教習所の教材作成室等、教材を準備するたあの場所に設置されるものとして、コンピュータ・グラフィックス技術を母体として設計されたもので、使用するコンピューターの規模、性能から、ワークステーション型CG（コンピュータ・グラフィックス）システムとパソコン型ＣＧシステムの２つに分類されている。これらのシステムによれば、実際の交通場面、運転場面と同じような臨場感のある場面の作成とともに、場面の中で教習ポイントとなる部分を強調し、直接関係のない部分を省略しシンプル化した画像の作成が可能で、また、入力データの準備に労力を要するが動きのあるアニメーション的な画像の作成も可能である。

教習実施システムは、教材作成システムで作成された教材（記憶媒体に記憶されている）の内容を講師が受講生に映像、提示しながら説明を加えて教習をすすめるたあのものであり、教習の目的、機能上から、一斉教習型と個別教習型の２つに分類されている。これらのシステムによれば、受講者自身がパソコンを操作し、反応を示さないかぎり先に進めないような教習をしたり、各教習生の進度や反応に沿った教習を進めていくことが可能である。

6－3教習システムの有用性についての実験

上記のように設計された教習システムが、実際の現場で受け入れられるかどうかは、画像作成や修正の容易性、作成画像の臨場感、運用の容易性などの、システムを用いる立場からの評価も関わっているが、それらの評価の前に、実際の受講生にとっての馴染みやすさ、理解のしやすさなどの受講生側からの感覚的な評価が基本かつ重要であると考えられ､これを明らかにすることを目的とした実験を行った。

実験は、本来、設計された教習システムを作成し、それを用いて行うべきであるが、時間的、費用的な制約のために、便宜上、それと同等の画像が得られる実験システムを作成し、それにより行うこととした。

実験システムは、汎用パソコンを本体として、追記型光ディスク、テープ・レコーダー、ＣＲ

Ｔモニターで構成し、実験の対象となる交通場面は、それぞれの交通場面を時間的に前後する2～4の場面に分解したうえ、それぞれの絵を手書きにより作成し、記憶媒体に記憶するとともに、それぞれの場面に対応した説明を専門家によるナレーションとして録音することにより作成した。

なお、実験の対象として設定された交通場面は、信号交差点での直進、右折、発進時、停止時、無信号交差点での右折などの7項目、16場面からなるものである。

実験は、指定自動車教習所の所定の教習を終了し、卒業検定に合格した者307名(男性142名、女性165名)を対象として、上記のように設定されたナレーション付きの実験用場面を実験システムのＣＲＴディスプレイを通じて被験者に提示するとともに聴講させ、その感覚的な意見についてアンケートに回答してもらうという形式によりおこなった。

実験結果のうち、主要なものは次のとおりである。

① システムの総括的な評価として、従来の教習方法と実験システムによる教習方法との比較回答結果をみると、総じて「従来の方法とあまり変わらない」とした回答が多いものの、従来の方法との対比では「このシステムの方がわかりやすい」とした回答が「従来の方法の方がわかりやすい」とした回答を上回っており、従って、このシステムに対する受講生の受けは良いものと云える。

② 画像や映像の見やすさについての評価として、画面の大きさについては、「小さい」とした回答が圧倒的に高くなっているが、これは実験装置の設定上の問題で、システムの本質的な欠点であるとは考えられず、また、映像の色や形については、「見やすい」とした回答が圧倒的に高くなっており、従って、このシステムの「画像や映像の見やすさ」という観点からの受講生の評価は高いと云える。

③ 音声（ナレーション）についての評価として、音の大きさについては、「よく聞き取れた」とした回答が圧倒的に高くなっており、また、ナレーションの意味については、「わかりやすい」とした回答が圧倒的に高くなっており、従って、このシステムの「音声（ナレーション）の聞き取りやすさ、わかりやすさ」という観点からの受講生の評価は高いものと云える。

④ 親しみやすさについての評価については、総じて、システムの総括的な評価と関連があり、総括的な評価を「このシステムの方がわかりやすい」とした場合には、「おもしろいと思った」「なじみやすかった」とした回答が高くなっており、従って、「親しみやすさ」という観点からの受講生の評価は、システムの総括的な評価を支配する要素の１つになっているものと考えられる。

⑤ 教習内容の理解のしやすさについても、総じて、システムの総括的な評価と関連があり、従って、これもシステムの総括的な評価を支配する要素の１つになっているものと考えられる。

⑥ システムの利点についての評価は、「運転席から確認できない交通の状況が良くわかる」

「段階的に進むので自分で考えながら理解できる」「実際の交通場面と違って場面によけいなものがなく、単純化しているのでわかりやすい」などに集約される。しかしながら、「その他」の感想の中には、「もっと動きがある方がわかりやすい」「ナレーションが単調すぎる」などのシステムの欠点を指摘した意見があり、今後のシステムの実用化に当たって、このような点についての十分なる配慮が必要である。

参　考　文　献

1）自動車安全運転センター：自動車運転に必要な知識習得を効率化するための調査研究－システム構築のためのフィジビリティ・スタディー、昭和61年3月

2）自動車安全運転センター：自動車運転に必要な知識習得を効率化するたあの調査研究－システム実用化のための調査研究一、昭和62年3月

3）日経マグロウヒル：拡大するフルカラー・フレーム・バッファー市場、姿を現わした第２世代のグラフィック・パソコン、３次元ＧＷＳ　VS.3次元ＧＤＴ、西暦2000年のＣＧ世界、日経ＣＧ、1987年9、10月、1988年1月

4) Steven Hrrington : Computer Graphics – A programming approach一、McGrawhill、1987年

5）今間俊博、加藤俊明、稲陰正日彦：CG実験室、日経マグロウヒル

6）Astrodesign Inc. : Application Guide、1987年

7）全日本指定自動車教習所協会連合会：普通自動車学科教習、危険予測と安全運転－Ｔ．Ｐ・スライド使用の手引き一、昭和62年3月

8）中部日本自動車学校：絵で見る運転教本－セフティー・ドライバーをめざすー、発行No. 87-510-490