

運転者教育用四輪車シミュレータ

樋泉史彦*

運転者教育用四輪車シミュレータは、その主要構成部品である映像装置の技術的進歩に伴い、問題点を徐々に解消すると同時に新たな利用分野も生み出しつつある。警察を始め、利用者は広範囲にわたっているが、その利用目的は、シミュレータによる運転上の特徴抽出と危険体験を基に、均質な安全運転教育を行うという点で、ほぼ共通している。また、運用面では、短時間で多人数が処理できるものが、利用者より要望されている。

今後、シミュレータの進歩に伴い、従来のような実車や座学の置き換えではなく、独立した一つの世界として、シミュレータによる運転者教育理論の確立が必要と思われる。

Passenger Car Driving Simulator for Driver Education

Fumihiko HIIZUMI*

With the technological advances being achieved in image generating equipment—the principal component of the passenger car driving simulator—problem areas of the simulator are gradually being overcome and new uses being discovered. Branching out from law enforcement organizations, use of the simulator has spread to a broad range of organizations. However, though these groups are quite diverse, they share a common goal: to employ the simulator to construct an objective driver safety education program based on an understanding of the principal characteristics of driving and potentially hazardous situations encountered therein. Moreover, from the practical standpoint, many users have requested a simulator be constructed that permits use by numerous students within a short time period.

With the progress in simulator technology expected in the coming years, I believe we must conceive of the simulator not in terms of being merely a substitute for familiarizing oneself with the car or for learning correct driver posture, but as the basis for the establishment of a driver education theory through the use of the simulator as an independent education system.

1. はじめに

我が国における運転者教育用四輪車シミュレータ(以下シミュレータ)の使用実績は、全国の警察で行政処分者講習用として利用されている診断用模擬運転装置を始めとして、30年近くにおよぶ。

そこで、その間の技術的な進歩の推移と、その結果がもたらした利用内容の変化を、利用者側の状況と対応させたかたちで述べてみたい。

2. シミュレータ開発の流れ

シミュレータの用途、役割等は、その技術的な水準とコストにより規定される性格を持つ。そして、運転者自らの目で車外の道路状況を読みとり、運転を行うシミュレータにあっては、主として計器を中心とした情報により操縦を行う航空機のものとして、模擬視界装置が大きな位置を占める。

そこで、模擬視界装置に利用される主な映像方式の変遷を核に、我が国におけるシミュレータ開発の流れを以下に述べる。

2-1 第一世代(映像:映画方式)

16mm、35mm等の映像フィルムで撮影した道路情景を映像として用いるもので、テレビ技術が手軽に

*三菱プレジジョン(株)営業本部シミュレータ・情報システム営業部自動車シミュレータ課主幹 Engineer,
Mitsubishi Precision Co., Ltd.
原稿受理 1992年3月23日

利用出来る以前は、事実上唯一の方式であった。

35mm以上のフィルムは、理論上、人間の正常な視力を満足させる解像度を持ち^{1,2)}その結果、シミュレータの映像としてみた場合、次のような長所を有する。

- ・ 運転者が運転中に必要とする極めて多岐かつ詳細な視界情報、すなわち距離感をはじめとして、はるか前方の道路状況、歩行者の年齢、性別、視線方向等が提示可能

したがって映画方式は視界情報に対する運転者の反応を研究したり、その取り方を教育するためには優れている。

反面、運用面、そして、原理的に次のような短所を持つ。

- ・ フィルムの劣化による鮮明度の低下、誤操作による破損等が起こり易い
- ・ 運転操作に対応して映像を変化させるクロズドループシステムは不可能

したがって、追い越し等、他車と自車との相関位置関係を認識する研究、教育等には不向きである。

日本において実用化されたものとしては、事故または違反により自動車運転免許証の停止処分を受けた者に対する講習、すなわち、行政処分者講習向けに作られた診断用模擬運転装置があげられる。

この装置は、シネスコ・サイズの16mm映画映像を見ながら、最大30台程度の模擬運転席に座った運転者が、各自運転した内容を所要所で記録、映像内容と対比して危険予測の有無、その個癖等を指摘し教育しようとするものである。

その原型は、アメリカのIPDEシミュレータ (P.107、長山論文参照) にあるが、これから免許を取得しようとしている高校生を対象とした同シミュレータとは異なり、すでに免許取得済みの運転者を多量に、かつ短時間で処理することを目的に警察庁が企画、昭和42年当社が製品名DC-

1000として開発したものである (Fig.1 以下型番Dは、全て当社製品を示す)。

2-2 第二世代 (映像：ビデオテープ方式)

1970年代に入り、コスト的にはビデオ技術の利用が可能となったが、技術的にみて当時のビデオ記録・再生規格であるUマチック規格の性能 (映像の密度が35mmフィルムに比較して約1/8、16mmフィルムに比較して約1/2) は、道路情景を精緻に表現するには不十分といった状況であった。しかし、多人数同時処理を前提とした診断用模擬運転装置の場合、映画方式は前述した短所に加えて、

- ・ 座席位置によってスクリーンをみこむ画角と視線方向が異なるため、距離感、速度感が異なり、かつ、進行方向に違和感が伴う
- ・ 前方の座席では画角が大きくなるため酔い易い
- ・ 暗い部屋での講習には問題が多い

等の問題点もあったため、1979年以降、映像をビデオテープによるものとした診断用模擬運転装置DC-2000が利用されるようになった。

ビデオテープ方式には、多人数同時処理を前提とした運用の場合、映画方式に比べて、次のような長所が認められる。

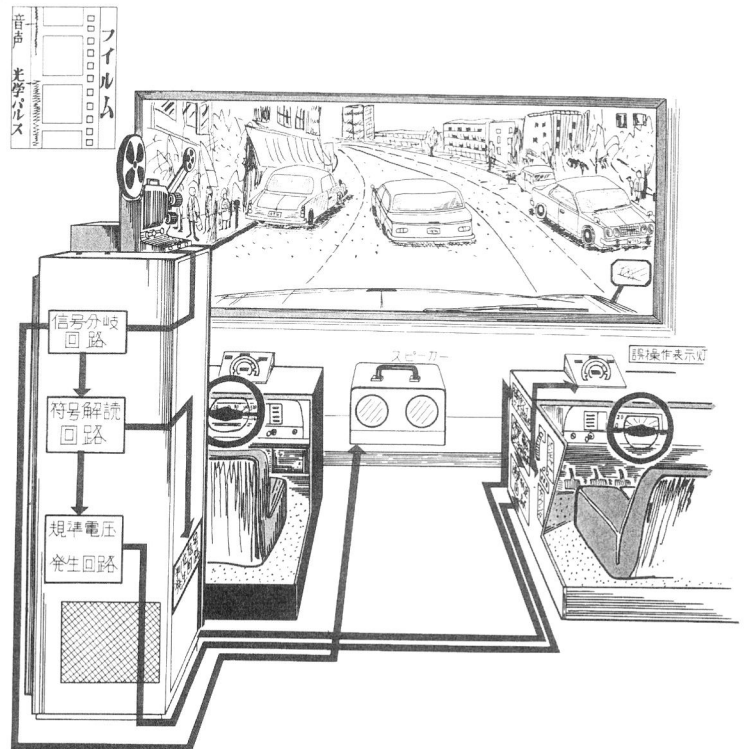


Fig.1 DC-1000

- ・ 座席位置による距離感、速度感、進行方向の違和感が無い
- ・ 必要以上に画角が大きくならないため、酔い症状の発生が低減する
- ・ 部屋を明るくすることが出来るため、運用がしやすい
- ・ テープの取扱いが簡単で破損の危険性が少ない

2-3 第三世代(映像：レーザー・ディスク方式)

ビデオテープ方式の問題点を解決し、さらにより利用しやすいものとして、レーザー・ディスク(以下LD)があげられる。

LDは、そこに記録された映像信号の読み取りが非接触で行われるため、ディスクにダメージを与えることなく、静止、スロー、倍速等の特殊再生、あるいは、ごく短時間で任意の画面をランダムに頭出しすることが可能であり、かつ、寿命も半永久的という特長を持つ。また、映像の密度も16mmフィルムなみで従来のUマチック規格を凌ぐ。

技術的、コスト的に、LDの利用が容易となった1980年代後半の時点で、診断用模擬運転装置もビデオ・ディスクを使用したDC-3000となり現在に至っている(Fig.2)。

LDの導入により、従来には無い診断・教育手法が可能になった。それらの事例を以下に示す。

- ・ 同一ディスクに記録されている複数の道路映像の選択、組み合わせをソフト・ウェアで行うことが出来るため、運転者ごとに教材シナリオの展開を変える
- ・ 特殊再生機能を活かして、重要場面の解説を行う
- ・ 同様に倍速、スロー等の特殊再生機能を活かし、見かけ上、運転者の運転操作内容(ギヤを切り換えアクセルを踏み込む、ブレーキを踏む等)に



Fig.2 DC-3000

じた速度で映像が変化する速度可変システムにより、走行速度に関連した模擬体験をさせる(走行速度と急停止距離の関係等)

2-4 第四世代(映像：コンピュータ・グラフィックス方式、ハイビジョン・レーザー・ディスク方式)

1980年代以降の急速な電子技術の進歩、特に集積回路(IC)の進歩により、従来は主としてコスト上の要因から運転者教育には利用出来なかった新技術の活用が可能となった。コンピュータ・グラフィックス(以下CG)とハイビジョン・レーザー・ディスク(以下HLD)である。

CGは、コンピュータにより創り出される映像の総称であり、シミュレータ用模擬視界として利用されるのは通常3次元CGである。3次元CGは、コンピュータに3次元空間の座標データ・ベースを持ち、ある座標位置から見た視線方向の視野角内に入る情景を透視図法的に計算し、実際に目でみたと同じ形状で表現するものである。データ・ベースに道路や建物の座標を定義し、視点位置を運転席の運転者の目の位置、視線を車の前方方向とし、車の動きに対応できるようにリアルタイムで演算を行えば、車の動きに応じた前方情景が映像として表示される。

運転者教育用として実用化されたものの代表例としては、警察庁が中心となって開発されたシミュレータDS-5000があげられる(Fig.3)。

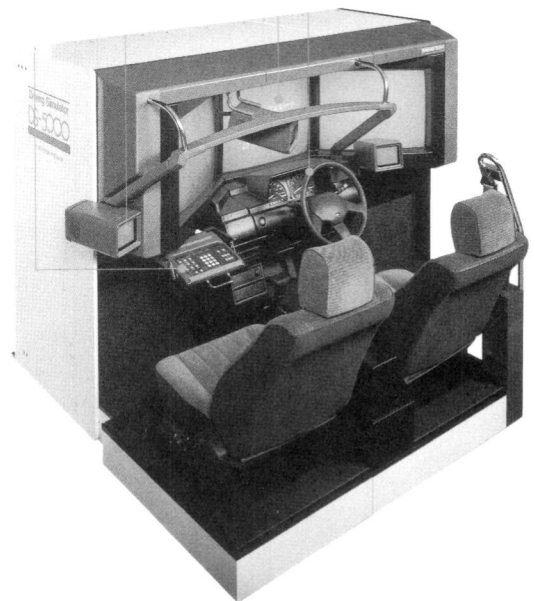


Fig.3 DS-5000

CG方式のシミュレータが持つ最大の長所は、次の点にある。

- ・速度、方向が運転者自らの意志で自由に換えられる

その結果、先行車との車間距離を調節させ、他車と自車の相対位置関係を認識させる教育・訓練等が可能になった。

また、次の様な長所も併せ持ち、従来の映画、ビデオ映像によるものとは違った形で運転者教育を行うことが出来るようになった。

- ・運転内容をコンピュータが記録、運転席や俯瞰等さまざまな視点位置からの映像として再生可能であり、運転終了後、再生される映像を見ながら運転内容の検証を行うことが出来る (Fig. 4)
- ・実景の撮影によるものでは実現しにくい各種の事故を体験させることが出来る (Fig. 5)

反面、次の様な問題点を持つ。

- ・個々人で異なる膨大な数の運転パターンをコンピュータで評価するのが難しく、実車による教育・訓練と同じくインストラクタの同乗教育を基本にカリキュラムを組まざるを得ない
- ・その結果、教育内容にバラツキを生じる可能性が存在する
- ・個々人により所要時間が異なる等の理由から、多人数を同時に処理出来ない
- ・現在のCGレベルでは歩行者の年齢、視線方向、表情等、複雑かつ微妙な道路情報の表示が不可能であり、それら、緻密な映像情報を基にした危険予測教育が行えない

そこで、それらの問題点を補完し、かつ、従来以上に質の高い教育を目指したものがHLDの映像を用いたシミュレータである。

ハイビジョンテレビは、映像の密度が従来の4~5倍以上ある新規格であり、35mm映画フィルムによるものと同様である。正常な人間の視力を満足させることが出来る画質を有する。

撮影済みの道路映像を使用するところから来る長所・短所は従来の映画・ビデオ方式によるものと同じであるが、

従来のものに比較して、それぞれ次のような長所を持つ。

- 1) 映画方式と比較して

- ・取扱いが簡単でかつ破損、消耗の恐れが少ない
- ・任意の映像を瞬時に頭だし出来る
- ・静止、スロー等の特殊再生が出来る

- 2) 従来のビデオ方式と比べて

- ・解像度、色の再現性があるに優れており、ほぼ正常な視力を満足させるため、運転者の視線が実際の運転時と同じ遠方を見るようになる

上記の特長を併せ持つ結果、可能となった授業展開の一例を示す。

- ・模擬運転中、道路情景から何を読み取りどのような運転をしようとしているのか、すなわち、心の働かせ方を口にして報告する。(従来のビデオ映像では解像度が低く、運転者が、自車近くの道路状況しか把握出来ないため、心の働かせ方を報告

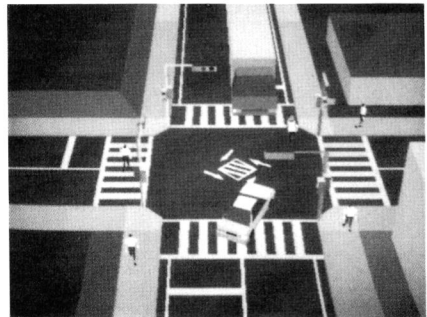
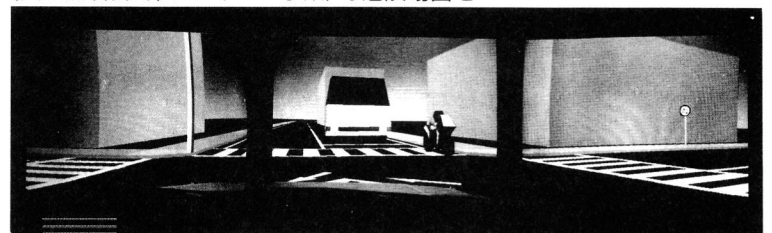


Fig. 4 俯瞰映像例

(交差点右折時、サンキュー事故)の危険場面を



他車(対向トラック)視点で再生

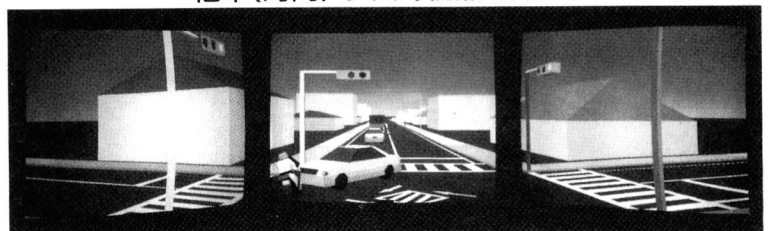


Fig. 5 事故映像例

するのに必要な時間的余裕がない)

- ・必要に応じて、重要な道路場面を瞬時に映し出し、静止、スロー等の特殊再生を活用して解説する。(映画方式では不可能)

実際に使用されているものとしては、特殊法人自動車安全運転センター安全運転中央研修所のコメンタリー・ドライブ・シミュレータDCH-3000が挙げられる。

3. 四輪シミュレータの現状

3-1 主な利用者と利用状況

1) 都道府県警察

ビデオテープ、LD両方式の診断用模擬運転装置が、中期、長期の行政処分者講習用として、北海道から沖縄まで、全ての都道府県警察で利用されている。

また、同じ装置が、一般企業よりの委託教育、高



Fig. 6 コメンタリー・ドライブ・シミュレータ DCH-3000運転席部

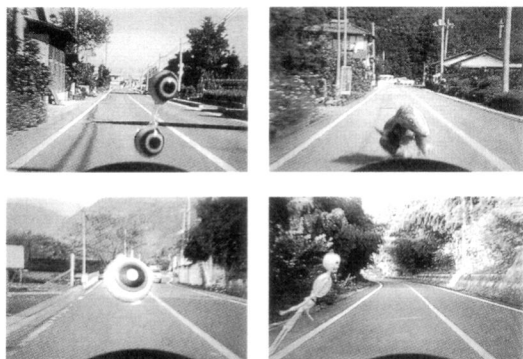


Fig. 7 ブレーキ反応体験装置映像例(障害物のバリエーション)

齢者学級等に活用されている例もある。

2) 自動車安全センター

前述のHLD方式シミュレータを利用した授業がカリキュラムに組み込まれ、主として言語報告(コメンタリー)法、ディスカッション法等の教育手法により、活用されている(Fig. 6)。

3) 教習所

従来は、ビデオテープ方式のシミュレータを用いて第一段階の教育の一部(運転機器操作方法等)を行うものが主であったが、CG方式のシミュレータの完成後は、同方式のものがより高度な教育機器として利用され始めている。

4) 交通公園、科学館等

交通公園、科学館等の、主として児童、生徒を対象とした施設では、いかにして彼らの興味を引きつけるか、すなわち、好奇心と遊び心をくすぐって教育するかが大きな課題である。その点、彼らのあこがれであり、興味の対象でありながら、まだ運転することの出来ない自動車のシミュレータは、極めて合目的な性格を持つ。

実際に導入されているものは、予算、運転の容易さ等の理由からLD方式のものが主であるが、いたずらや怪我に対する配慮を加える必要が有るなど、大人向けのものとは違った側面を持つ。

また、短時間で出来るだけ多くの数をこなせることも重要である(Fig. 7)。

5) 一般企業

シミュレータを導入して運転者教育を行っているのは、輸送、運輸関連企業とその業界団体、損害保険会社、そして電力、通信といった公共性の強い企業と、多岐にわたる。

また、導入されているシミュレータの種類も、導入時期、使用目的、予算枠等の理由から、映画方式、ビデオテープ方式、LD方式、CG方式と種々のものが存在する。

教育の対象者は、運転を業務とするもののほか、通勤に車を使用する者が含まれる場合も多い。

近年では、勤務の合間を縫って教育を受ける運転者の都合を考え、研修所等に集めるのではなく、シミュレータを積載したバスで事業所を巡回するものも多くなってきている。(Fig. 8)。

3-2 利用者側の意見と問題点

現在のシミュレータ利用目的は、大別すると次の様なものとなる。

- ・危険予測能力や危険な運転習慣を診断・指摘し、

その結果を基に指導・教育する

- ・事故その他、危険な場面をシミュレータ上で危険を伴うことなく体験させ、安全運転を指向する心の育成を図る

- ・診断・教育の偏差を少なくする

上記の目的を持つ利用者側から寄せられる、シミュレータに対する代表的な意見とその問題点を次に示す。

【意見 1】

実際の車と同じではない。

【問題点 1】

現在のシミュレータは、従来のものに比較して、かなりのところまで実際の車の運転状況を模擬出来るようになってきたが、以下に示す通り、全ての条件を満足させるまでの技術レベルには至っていない。

- ・映像のリアルさ緻密さを求めて実景を撮影したものを使用すると、走行速度、コース等、運転の自由度が得られない
- ・運転の自由度実現のためにCG映像を使用すると、映像のリアルさ緻密さが犠牲になるのみならず、映像の動きと一致した体感が欲求される

しかし、問題の本質は、現在の技術やコストの限界ではなく、運転者教育用にシミュレータを利用する際、明確な位置づけがなされていない場合が多いということにある。すなわち、利用目的から、シミュレータのどのような機能・性能が実車や座学によるものより優れており、それをどう活用するかという点を明らかにすべきである。

以下に、目的別利用例を示す。

- ・道路上の危険情報の収集・処理についての診断・教育が主目的であれば、実景を撮影した映像で対

応は可能

- ・他車と自車相互の最善な位置関係を教育・訓練するのであればCG映像の利用により対応可能

【意見 2】

短時間で多人数を処理出来るものが欲しい。

2、3名から数十名にいたる対象者をいずれの場合も、出来れば10~20分程度、長くとも30分以内で処理出来るものにして欲しいというのが利用者側の最大公約数的意見である。

【問題点 2】

処理人数についての問題点は、次の通り。

- ・シミュレータの、主としてハード・ウェア、ソフト・ウェアにどれだけの金額、設置スペースを割くことが可能であるかが鍵であり、利用者側の問題が主となる

一方、所要時間については、シミュレータ上で実施される診断・教育プログラムすなわち教材の問題となる。具体的な問題点を次に示す。

- ・全般的に、利用者側がシミュレータ教材に求める診断・教育内容は、広範囲かつ高度なものが多く、しかも、実車によるものでは考えられない短時間で対応しなければならない（米国の高校におけるシミュレータを利用した運転教育は、16時限以上の時間をかけて行われている）

上記問題の解決のためには、教材の対象者を限定する、診断・教育内容を絞り込む等の対応はもとより、シミュレータの機能・性能を最大限に活かした効果的な診断・教育手法の開発が課題となる。

4. 今後の課題

前述の通り、シミュレータは、我が国における運

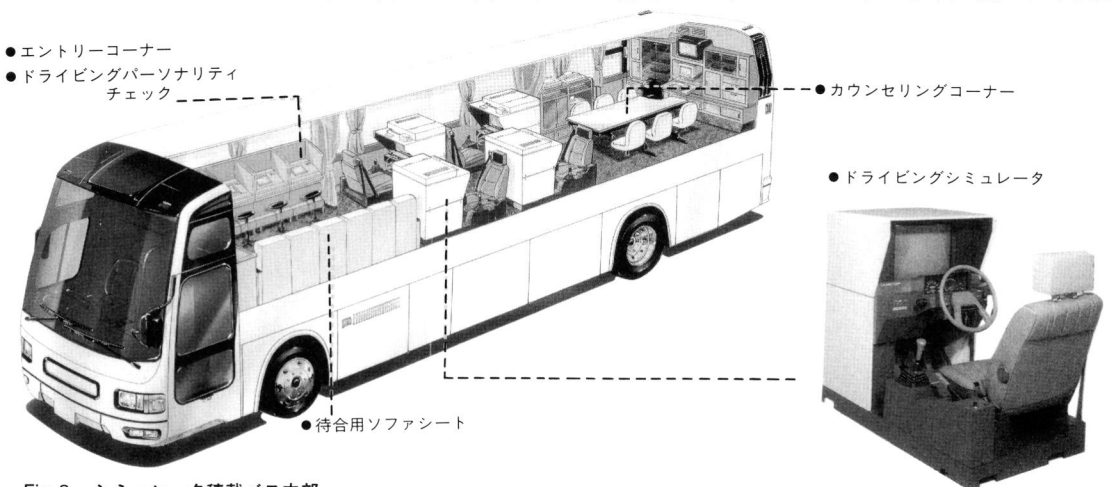


Fig. 8 シミュレータ積載バス内部

転者教育用ツールとして確固とした地位を占めつつあるが、より有効なものとして活用されるために検討が必要な課題を以下に挙げる。

4-1 シミュレータを組み込んだ運転者教育の体系化

従来の運転者教育体系は、実車と座学を組み合わせたものを基本としており、必ずしもシミュレータとの組み合わせが考慮されているわけではない。

そこで、シミュレータを組み込んだ形で運転者教育の体系化を図る。同体系の中では、座学、シミュレータ、実車の各構成要素がそれぞれの長所、短所を補完しあう形で位置づけられる。

以下に、具体例を示す。

- ・危険場面に遭遇した場合の対応方法を、座学により教育する
- ・その後、シミュレータにより同一の危険場면을体験させ、運転者の反射的な反応が座学で学んだ通りのものであったかどうか検証する

4-2 シミュレータによる運転者教育理論の確立

従来、シミュレータでの運転者教育は、運用の効率化、危険の回避といった面で、実車の代替的位置

づけが主であり、開発側も利用者側もいかにして実車に近づけるかが課題であった。

しかし、シミュレータが技術的に進歩し、少しずつ実車に近づく中で明らかになってきたことは、教育内容によっては、実車や座学では、なし得ない手法により、効果的な運転者教育が行えるということである。

したがって、今後は、シミュレータを単に実車や座学の置き換えとするのではなく、それらとは違う、独立した一つの世界として位置づけ、有効に活用するための基盤、すなわち、シミュレータによる運転者教育理論の確立が必要と思われる。

参考文献

- 1) 日本コダック(株)5245イーストマンEXRカラーネガティブフィルム説明書
- 2) 日本コダック(株)5384カラープリントフィルム説明書