

アイカメラ：デザイン評価に対する応用

吉本照子

日産自動車基礎研究所
〒237 横須賀市夏島町1

1. はじめに

アイカメラは、一般に、視野撮像装置および光源の眼による反射光の検出装置を頭に固定して眼球運動を測定し、視野映像に中心視の対象の位置をスーパーインポーズするためのカメラを示す。

開発初期のアイカメラは、頭部に固定する記録用カメラが重く、また、記録されたフィルムを手作業で解析する必要があったため、測定・解析両面で応用が困難であった。その後、光ファイバや小型カメラの適用によって軽量型アイカメラが開発されたこと、また、コンピュータの適用により解析が効率化されたことによって応用性が広がった。現在、国内ではリンバストラッキング法・角膜反射法によるアイカメラが商品化されており、中心視の対象の空間的分布にもとづいて、テレビ画像の見方¹⁾や自動車運転者の視野²⁾、望ましい道路標識³⁾等に関する知見をもたらしている。

今回は、自動車のインテリアデザイン評価という経時的に主観的判断基準が確立されていく課題にアイカメラ(角膜反射法型)を応用し、中心視の対象の経時変化から何を手がかりとして対象の特徴抽出および判断を行っているかという知見を得る可能性を報告する。

2. 角膜反射法型アイカメラの測定原理

角膜反射法は、検出範囲・検出精度が比較的すぐれており被験者もあまり限定されないため、応用性が高い方法である。しかし、頭が光源に対して相対的に動くとき大きな誤差が生じるという問題点がある⁴⁾。角膜反射法型アイカメラは、

この問題点を図1に示すように光源を頭に固定し、頭と光源の相対的な動きをなくすことによって解決しようというものである。したがって測定精度の向上および被験者の負担軽減のために、アイカメラの軽量化が技術課題であった。現在、この課題はほぼ解決されている。

図2に現在の角膜反射法型アイカメラの一例として、ナック社製EMR-600の測定原理を示す。EMR-600の特徴は、角膜反射像を楕円レンズの内面で反射させて鏡筒内のセンサで捉えることによって鏡筒が視野を遮ることなく、水平200度(従来は130度)の広い視野が確保されていることである。

3. アイカメラのデザイン評価に対する応用

3.1 デザイン評価の問題点と本研究のねらい

デザイン(商品の意図を表現するための色や形の組み合わせ)がどのようにユーザに受けとめられるかをしらべるために、心理学的評価法としてほぼ確立されたセマンティック・ディファレンシャル法(SD法)がよく用いられる。SD法は各刺激(物や言葉)について、図3のような多くの形容詞対で構成された尺度を被験者に評定させることによって、刺激が与えるイメージを分析するための方法である⁶⁾。

SD法の問題点は、図4に示すように各刺激に対する評価の再現性があまりよくないことである。図4のX、Y軸は1つの形容詞対『特徴がある-ない』について、『まったく特徴がない』を1、『非常に特徴がある』を7とする7段階尺度を用いて評価を行なった結果の一例を示す。この例では、自由回答法によって抽出した被験

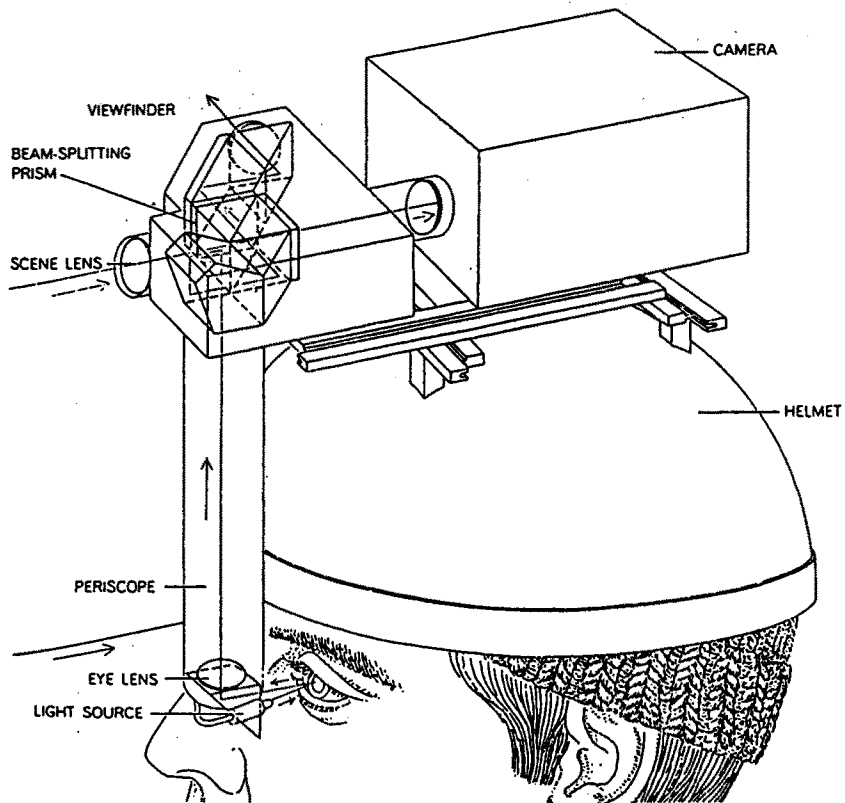


図1 初期の角膜反射型アイカメラ⁵⁾

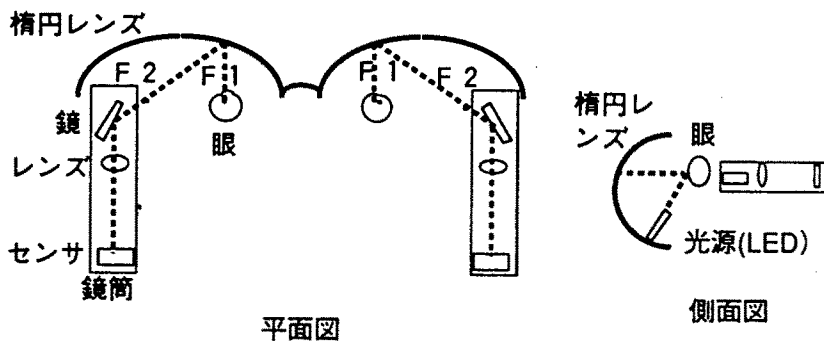


図2 現在の角膜反射法型アイカメラ(ナック社製 EMR-600)

眼の角膜が凸面鏡の役目を果たし、角膜背後にLEDの虚像(角膜反射像)をつくる。角膜表面で反射した光はこの虚像を第2の光源として進み、赤外線反射膜をコートした楕円レンズの内面および鏡筒の中の鏡で反射したのち、レンズを通して結像しセンサに捉えられる。したがって本装置による測定の鍵は楕円レンズの1つの焦点にLED虚像を置き、もう1つの焦点に鏡筒の光軸を合わせることである。

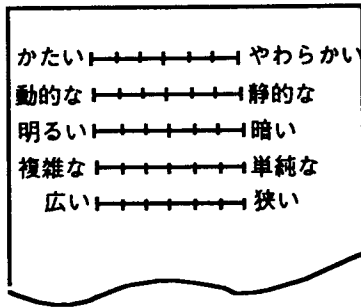


図3 SD法評価用紙

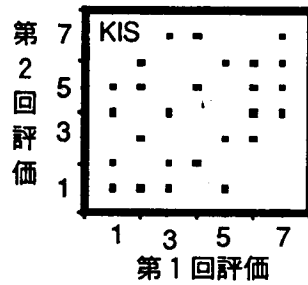


図4 SD法の形容詞対に対する評価の再現性

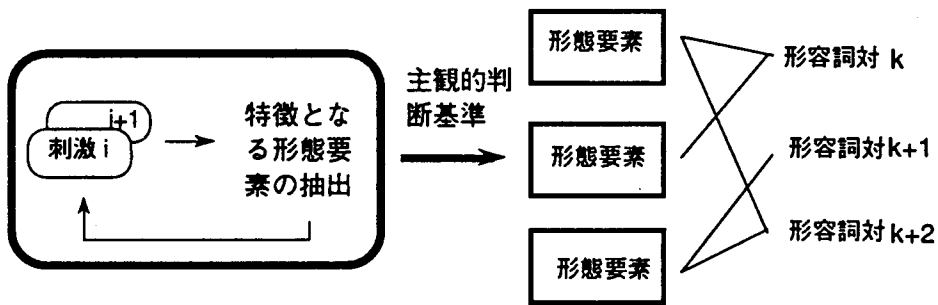


図5 SD法によるデザイン評価のモデル

者の主観的判断基準は第1回、第2回ともに「直線と曲線の割合」であり変化はみられなかったが、各刺激の特徴の有無に関する評価には逆転等の変化がみられた。

この問題点を図5に示すSD法評価のモデルによって考えると、刺激*i+1*の特徴抽出には刺激*i*までの特徴抽出がてがかりになっていることから、評価に際し特徴抽出のてがかりとなる刺激の変化が各刺激の評価に変化が生じる一因と考えられる。本研究のねらいは、SD法評価の解析にあたり、各刺激の評価に対する他の刺激の影響を捉える手段を見いだすことである。

3.2 アイカメラによるデザイン評価過程の検討

注視点移動は詳細に視覚情報を得るための注意の移動を示す。したがって3.1で述べた仮説において、刺激*i+1*および特徴抽出のてがかりとなる刺激に対する注視点移動には、共通のパターン、たとえば、ハンドル、シフトレバー、メー

タ等の対応する部品に対する注視点移動がみられるのではないかと考えられる。そこで、特徴抽出のてがかりとなりうる刺激を主観的類似性の大小の場合に分けて考え、アイカメラを用いてデザインの類似性判断および特徴抽出時の注視点移動をしらべた。

方法: 図6に測定装置のブロックダイアグラムを示し、図7に刺激(画像)の呈示条件を示す。刺激は2つの車のインテリア画像をランダムに組み合わせて呈示した。被験者は2つのインテリア画像の類似性判断および各画像の特徴抽出を行い、口頭で回答する。回答までの視線の動きを測定し、EMR-600解析ソフトウェアを用いて注視点の解析を行った。

結果: 固視条件における視点座標の標準偏差から1度以内のばらつき(3x標準偏差)の視点を注視点と定義し、2つの画像に対する注視点の変化を解析した結果を図8.1、図8.2に示す。

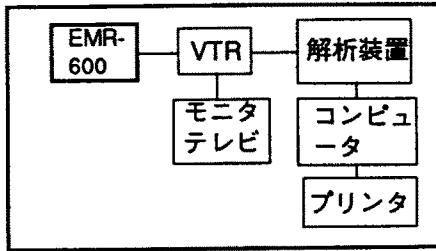


図6 装置のブロックダイアグラム

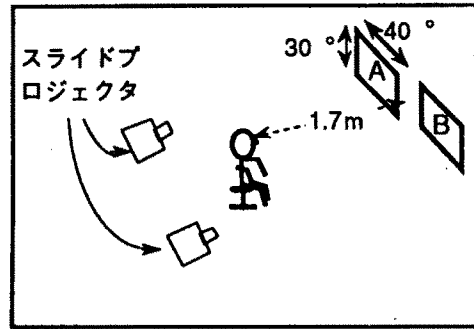


図7 画像の呈示条件

図8.1, 図8.2にはおのおの共通の画像(図8.1では画像31, 図8.2では画像3)を, 他の画像(図8.1では画像38, 11, 5, 図8.2では画像38, 43, 43)と比較した場合の注視画像の経時変化, 2つの画像の類似性判断および各画像から抽出された特徴を示す。

図8.1(a)では2つの画像を交互に注視し, 各画像に対する注視時間もあまり大きな違いがみられないのに対し, 観察開始後, 約3秒までの(b)(c)の見方は一方の画像をより長時間注視しており, (a)の見方とは違いがみられる。一方, 2つの画像の類似性は, (a)「非常によく似ている」, (b)(c)「まったく似ていない」と判断された。また, 共通に用いた画像31の特徴抽出に関し, (a)ではく吹き出しの形状に特徴>, (b)(c)<特徴なし>と変化がみられた。

図8.2(c)では図8.1(a)と同様, 2つの画像を交互に注視し, 各画像に対する注視時間にも大きな違いがみられないのに対し, 観察開始後, 約3秒までの(b)(c)の見方は(c)と異なり, 1つの画像を長時間注視したのち他の画像を注視している。一方, 2つの画像の類似性は, (a)「あまり似ていない」, (b)「まったく似ていない」, (c)「やや似ている」と判断された。しかし, 共通画像3の特徴抽出に関してはどの場合も<特徴がない>と判断され, 違いがみられなかった。

以上のように, 2画像の類似性と交互の注視点移動には対応がみられたが, 特徴抽出との対応は認められなかった。

考察: 図8.1(a), 図8.2(c)の2画像に対する交互の注視点移動は, 観察初期の注視によって得られた「2画像の類似性が高い」という予測にもとづき, 詳細な視覚情報を得て2画像の類似点を見いだすための注意の移動を示すのではないかと考えられる。

このように考えると図8.1(a)(b)(c)の結果は, 主観的類似性の大きさによって特徴抽出時の画像内における注意の移動が変化したため, 共通の画像31の特徴抽出が変化すると解釈することができる。

しかし, 図8.2(b)(c)の結果では, 同じ刺激対に対する主観的類似性の判断が変化しても, 各刺激の特徴抽出には変化がみられないことから, 3.1で述べた仮説の検証を行なうには, 今後, 多くの刺激の特徴抽出の安定性を検討しながら, 刺激間の影響をしらべることが必要と考えられる。

4. まとめ

自動車のデザイン評価は専門家を除くほとんどの被検者にとって, 主観的判断基準が経時的に確立されていく課題である。こうした課題において, 刺激相互の影響の有無を捉えながら被検者の主観的判断基準を抽出することは, 評価の信頼性を高めるために有効と考えられる。

今回の試みは, 画像によるデザイン評価にアイカメラを適用し, 視線の動きによって刺激相互の影響を捉えることにより, 特徴抽出の安定性すなわち評価の信頼性を予測しようというも

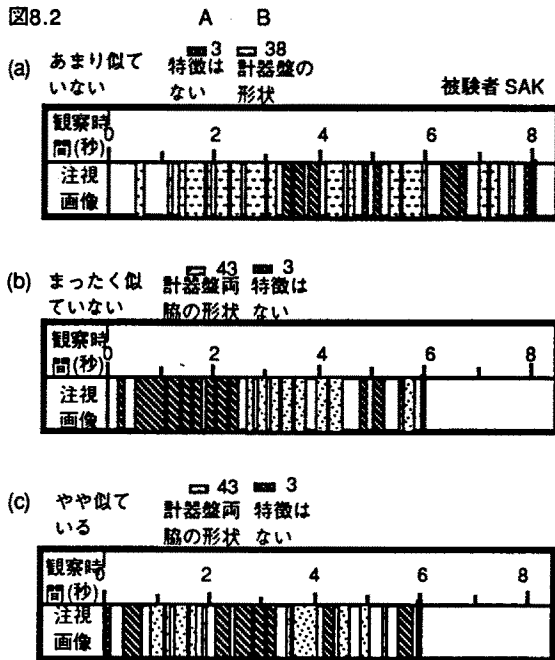
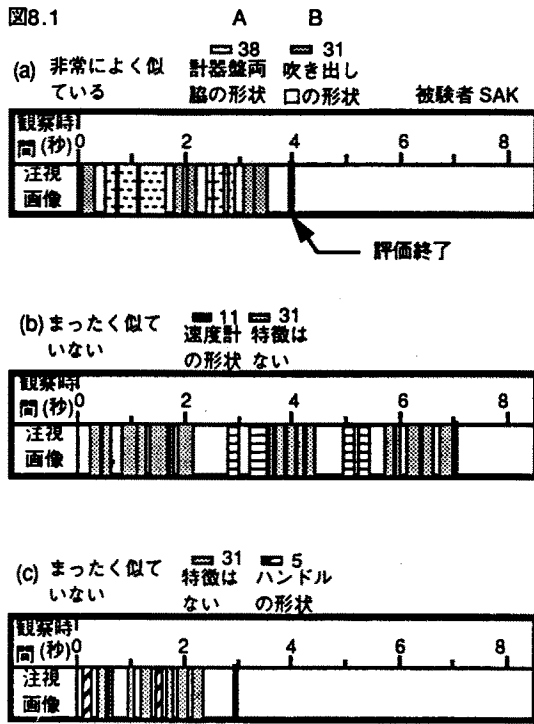


図8 類似性判断・特徴抽出時の注視画像の変化

各図の上のA, Bおよび数字(38, 31, 11, 5, 3, 43)は図7のA, Bの位置に呈示した画像の番号を示す。画像番号の下の記載は画像から抽出された特徴を示す。注視画像の欄は、A, Bどちらの画像を注視しているかが示されている。

のである。

検討の結果、視線の動きによって特徴抽出の安定性を予測することの可能性は確認できなかったが、交互の視線の動きを指標として、刺激の類似性に関する判断を予測しうる可能性を見いだした。このようなアイカメラによる測定法を心理的測定法と併用する（たとえばSD法評価に先立ち、刺激全体を観察する過程に適用する）ことは、デザイン評価における刺激相互の影響を解析するための一手段として、評価解析の信頼性向上に寄与するのではないかと考えられる。

5. アイカメラの応用における今後の課題

アイカメラを用いることによって中心視の対象が捉えられるが、中心視による情報処理内容⁷⁾や中心視と並行して情報処理が行われている周辺視の範囲、また中心視と周辺視に対する情報処理のバランス⁸⁾はあまり捉えられない。したがって眼球運動以外の生理的指標も併用し、視覚情報処理のモデルにもとづいて解析を行なうことが、アイカメラの応用における今後の課題である。

文 献

- 1) 山田光穂, 福田忠彦: 画像における注視点の定義と画像分析への応用. 電子通信学会論文誌, **J69-D9**, 1986.
- 2) 三浦利章: 高速走行における視野の問題. 昭和60年度日本交通科学協議会 大会論文集, 1985.
- 3) 萩原 亨, 加来照俊: 運転者の視点に関する研究. 自動車技術会 学術講演会前刷集, 901050, 213-216, 1990.
- 4) L. R. Young: Methods and designs: Survey of eye movement recording methods. *Behavior Research Methods and Instrumentation*, **7**, 397-429, 1975.
- 5) E. L. Thomas: Movements of the eye. *Scientific American*, **219**, No.8, 88-95, 1968.
- 6) 池田 央: 行動科学の方法. 東京大学出版会, 1971, p147.
- 7) A. Yagi, T. Okuno and J. Kitayama: Brain potentials associated with eye-fixation pauses during signal detection task. 22nd International Congress of Applied Psychology, Abstracts, P-ERG 28, 309, 1990.
- 8) 小島浩之, 畑田豊彦, 寺田啓治, 福原敏彦: 路上ひび割れパターン認識時の眼球探索特性. テレビジョン学会技術報告, **14**, 25-30, 1990.