

視線運動による画像認識プロセスの解析

Analysis of Image Recognition Process on Eye Tracking Data

前田雄佐¹ 大澤幸生²

Yusuke Maeda, and Yukio Ohsawa

¹ 東京大学工学系研究科システム量子工学専攻

² 東京大学工学系研究科システム創成学専攻

東京都文京区本郷 7-3-1 (ohsawa@q.t.u-tokyo.ac.jp)

1. 導入

昔から「目は口ほどに物を言う」というように、人が物を見て、その内容を認識する際には「何か」があることを無意識の内に人は認識してきた。本研究は視線の運動が人の画像認識プロセスに深く関わりがあるという事実を解析・検証することを目的とする。先行研究から、人間の眼は物を見る際、大まかには注視とサッカードと呼ばれる高速の運動を繰り返すことが知られている[1]。また、マーケティング科学の分野では、人が買い物において商品を限られた時間で選定する際、注意がどのように向いてゆくかについて視点運動計測を用いた研究がなされている[2]。

また、言うまでもなく認知科学の分野においては人の認識過程において視線が重要な役割を持つことが理解され[3]、そして問題を解決する際に画像情報を見て人が洞察を得る際の視線の動きに着目した研究がなされてきた[4]。われわれは、人が一見して理解できないものを理解しようとして見る際には洞察的な思考が介在しており、ここに特定の眼球運動が存在するものと考えており、これまでに関連する現象を捉えてきた[5]。

本研究は、人が画像情報を認識する際に起こる特定の眼球運動と画像の意味についての洞察的な理解との関係を解析する。これは「画像の認識過程や問題解決における高次の意味理解は、視線運動においてどのように現れるか」という疑問に対して解析的にアプローチするものであり、実用的な目的としては効率的に広告メッセージを消費者に伝え、内容を印象に留める方法の実現を狙っている。

2. 画像認識過程における洞察的な視点運動の観察実験

実験方法の説明に入る前に実験器具について説明をする。視線の計測は(株)竹井機器工業の Free View を用いて行った。この計測器では、1 フレーム $\Delta=1/30[\text{sec}]$ という時間分解能で眼球の運動を計測することができる。視点の移動は、白目と黒目の輝点の相対距離により測定され、角度で測定される。

実験は 2 段階で行った。第 1 段階として「人が画像を認識し、何かしらの意味理解に達する」

われわれの考える、人間の洞察的な画像理解のプロセスとは、

- () 最初の注視：被験者が一目で理解できるものから理解を開始
- () 搜索視点：被験者が想像・推察を行うために必要な情報を得る走査のために視点が動く(実験中の被験者のコメントによれば、この時点ではより簡単なものを見る傾向がある)。
- () 補助線の出現：被験者があらかじめ知っている情報と視認した情報の統合が行われ()で見出した対象の複数の性質を繋ぐように視点が動き出す(この軌跡を思考のための「補助線」と呼ぶ)。
- () 注視点のシフト：それまでの視認内容から得た気づきをもとに、新しい考え・想像と新しい視点から対象を見るようになる(洞察の発生)。

という()-()からなるものである。

以下、この洞察過程を観察するにふさわしい題材として、一見して意味が分からないがある瞬間に見る者が意味内容の理解に到達するであろうと考えられるものを選んだ。

まず実験 1 では、画像としてピカソの抽象画を用いた。この実験は、人が一見して理解しにくい静止した画像を見る際に、洞察が起こる前後の視線の運動が特定のパターンを描くことを仮説とした。解析は視線の運動を計測すると同時に、想像・推察・理解など考えた内容を話してもらいプロトコル分析を行った。実験 2 では、高度なデザインセンスを駆使して作られたが故に上記の条件を満たすことになった商品広告ポスターを選び、実験 1 とは異なる方法(後述)による分析を行った。

2.1. 実験 1 概要

視認対象：抽象画(woman on the chair : ピカソ画)

視認時間-被験者数：5 分・10 名、1 分・30 名

解析方法：視線データ分析、プロトコル分析

本研究では、被験者が達した画像理解内容が正しいかどうかは重視しない。重要なのは、理解内容の正確さはどうあれ「ある結論に達した発話がさ

れる前後で、視線が特定の動きをする」ことをデータから証明することである。この第1段階では、この視線の特定の動きと人が洞察を得た際の発話データを同期して収集し比較することを目標とした。

2.2.実験2概要

視認対象：広告の画像シーケンス(5枚1組)

画像シーケンス1：日常的に目にする物

画像シーケンス2：女性と商品

画像シーケンス3：デジタルカメラの広告

視認時間：広告1枚に対し10秒

解析方法：視線データ、アンケート(当日と7日後)

被験者数：21名(1・2)、27名(3)

第2段階(実験2)で、視認対象として、広告ポスターを使用したのは、一般に洞察が必要であるほど難解だと思われることが多い題材であるからである。われわれは、あそこに見る者に伝えたいメッセージが潜む限り、そのメッセージがある程度高度であれば芸術であれ商品であれ理解には洞察が必要であると考えている。

ここで用いた商品広告などのポスターは普段から人が何気なく目にしてはいるが、長時間じっくりと見ることは少ない。しかし、それにも関わらず、昔から有効なマーケティングの一手段として使われてきた。

そこで、10秒という短い時間で、「人が広告のメッセージを認識する際には、実験1におけるサッカードを伴う補助線を描くような眼球の運動が起こっている」という仮説を立て、その検証のために実験を行った。

ここでは、上述のとおり、テーマの違う2種類の広告スライドを視認する実験と、デジタルカメラの広告5種類を視認する実験を、3つの画像シーケンスに分けて行った。1つの画像シーケンス(広告5枚)毎に、視認した広告のうちで覚えていることを視認直後にフリーアンサーで書き出してもらうことによって実験を行った。また、実験の1週間後に同様のアンケートに答えてもらった。

画像シーケンス1としては日常目にするもので構成されており、あらかじめ被験者の予備知識として、画像の名称や特徴がインプットされているものを選んだ。これは画像の認識が容易であれば、広告メッセージを理解することが容易であると予想したためである。

画像シーケンス2は女性+商品という組み合わせで構成されているものを選んだ。これは広告間の構図による差異を観察する意図である。また、1,2の画像シーケンスは被験者に極力文字を読

ませず、画像情報のみから、広告メッセージの理解をしてもらう目的で、文字が小さなものや外国語のものを選択した。

画像シーケンス3は日本のデジタルカメラの広告を使用した。選定の基準は、タレント・メーカー名・キャッチコピー・商品名が明記されていることである。これは被験者が画像情報を言葉にする際に、評価を明確にする狙いがある。

被験者にはまず事前アンケートをとり、その後に画像シーケンス1,2の広告スライドを視認してもらった。1つの画像シーケンス毎に視認直後にフリーアンサー型式で視認した広告のうちで覚えていることを記入してもらった。また、実験の1週間後に同様のフリーアンサー型式のアンケートに答えてもらった。この過程を、画像シーケンス3のデジタルカメラの広告にも適用した。

3. 実験結果

3.1 実験1の結果

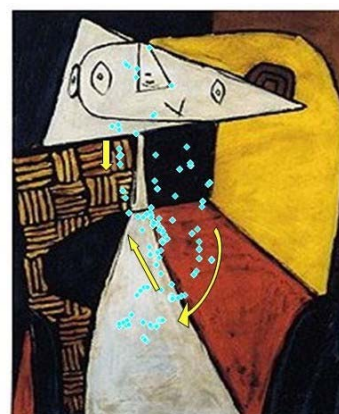
視認時間5分・被験者10名の実験結果から、本研究における眼球の運動を以下のように定義した。

サッカード運動：500[deg/sec]以上の速度の運動
注視：2フレーム以上の間、同じ点を見ている状態

この実験からサッカードが生じる前後で、10人すべての被験者が絵に対する一つの結論を発話した。また、これは10人全員が1分以内に1回目の洞察を得たことから2度目の同実験では、視認時間を1分間として行った。

図1は被験者が図の右にある発話内容の発話中に計測された視線の運動である。サッカードが生じ、高速で2フレームの間に視線が動いた直後、急速に減速し、10~40[deg/sec]ほどの速度で、ラインを描いた(矢印部)。

図1で、小さな点は1フレームの視点、黄色の矢印はサッカードが発生し描いた線、「発話内容」プロトコル分析での被験者の発話において提示された概念をそれぞれ表している。



発話内容

- ・赤い部分は床
- ・真ん中の白いのは人の胴体
- ・木目の床

図1：実験1結果

このようにサッカードが生じ、高速で視線が動いた直後、急速に減速して 10~40[deg/sec]ほどの速度で視線運動が描くラインを本研究では簡単に「サッカードライン」と呼ぶ。

サッカードラインが、人が洞察を得た際に起こる視線の独特の運動であることが、この後にデータから示唆される。サッカードラインの多くは画像情報内の視認すべき個所をまたいで描かれることが多い。これは被験者が画像情報を系統的に捉え、一つの視認すべき個所に対し一つの解釈に至るために、画像情報を比較しているとわれわれは捉えている。

3.2 実験 2 の結果

実験 2 では、視認時間を 10 秒にしたことにより、人の視線運動に以下の特定の動きが見られた。

サッカードライン：眼球がサッカード運動を生じ、その後、急速に減速して線を描く運動。

散開運動：視線が洞察のプロセス()の段階に入り、洞察に必要な情報を集めるように動く。本研究では 10 秒間に 10 回以上の 3[deg]以上の移動が行われることを「散開運動」と定義した。

図 2 に画像シーケンス 1・2 における実験結果として、サッカードラインと画像情報の言語化、散開運動と広告の内容把握の相関を示す。ここで言語化とは、被験者が画像情報について解釈・理解をアンケート中で単語または文章で記述できていることである。

図 2 で「ライン」とはサッカードラインが生じた被験者の人数、「言語化」とは実験直後のアンケートで画像情報の言語化が生じた被験者の人数を表す。また、「言語化(長)」は 1 週間後のアンケートにおける画像情報の言語化が生じた被験者数である。

図 2 から分かることは、実験でサッカードラインが生じている広告は直後のアンケートで広告内容を言語化できた被験者が多く、1 週間後のアンケートでも言語化できている被験者が多い。

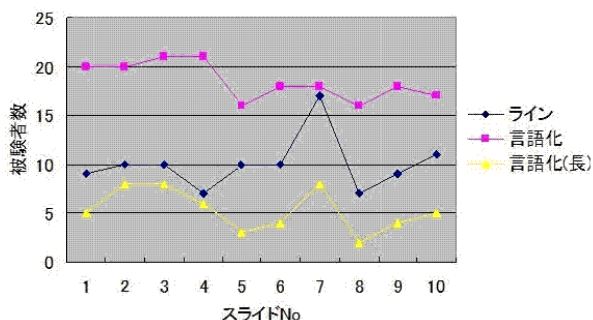


図 2：サッカードラインと言語化

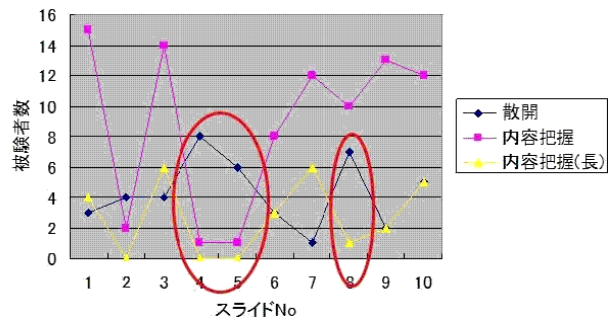


図 3：視線の散開と内容把握

このことから、サッカードラインが人の洞察に関連していて、1 週間経っていても広告ポスターの画像を記憶に残すほどの印象を被験者に与えていることが示唆される。

図 3 における定義

- ・ 散開：散開運動が生じた被験者の人数
- ・ 内容把握：実験直後のアンケートにおける広告の内容把握者の人数
- ・ 内容把握(長)：1 週間後のアンケートにおける広告の内容把握者の人数

図 3 では、赤い楕円で囲まれた部分に注目して頂きたい。ここで理解されるのは散開運動が生じることが多い広告ポスターでは、1 週間後アンケートでの内容把握者が極端に少ないということである。

散開運動は 10 秒という短い時間で、広告内容を把握できず、洞察のプロセス()の段階で情報を探している内に制限時間が来てしまうことが原因と考えられる。しかし、実験直後のアンケートでは広告内容を記憶している被験者も少なからずいた。

ところが、1 週間後のアンケートでは散開運動を生じた被験者が多かった広告の内容を記憶している被験者は 21 名中わずか 1 名だけであった。

このことから、見る時間が限られている広告においては、ポスター内の見る箇所が極端に多いものは、見た直後は印象が強くても、1 週間も経てば、ほとんどの人が内容を忘れてしまうことが理解される。

次に画像シーケンス 3 による実験結果を示す。

図 4 における定義

- ・ サッカード：サッカードラインの発生総数
- ・ 直後：実験後アンケートの言語化回数
- ・ 1 週間後：1 週間後アンケートの言語化回数

この画像シーケンス 3 の実験ではアンケートにおける言語化を明確に定量するため、商品名・メーカー名・キャッチコピー・タレント・色・構図の 6 項目に対して、被験者に回答させた。

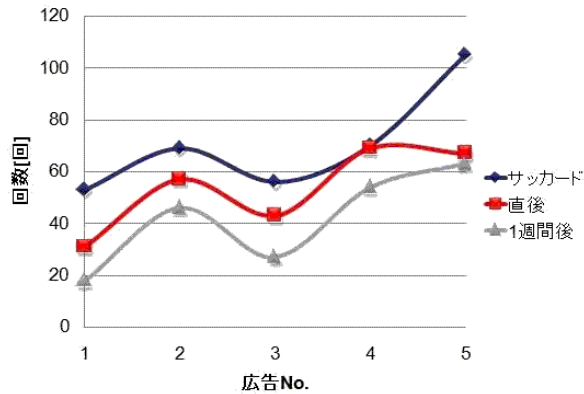


図 4：サッカードラインと言語化

上図のサッカードと 1 週間後の曲線に注目しよう。サッカードラインの総数と被験者が画像情報を言語化した回数には、明らかな相関性が見取れるこれにより、画像シーケンス 1・2 で得られたサッカードラインと 1 週間後の画像情報の言語化における相関関係の正当性が理解される。

以上から、サッカードラインを伴い、人が認識した画像情報は人の認識レベルで言語化が行われ、長期間にわたり記憶に印象づけられることが分かる。

4. 結論

群間比較や分析には課題が残るが、被験者の多くがサッカードラインを描いた広告ポスターは直後・1 週間後の両アンケートにおいて、理解を示す文章と相当精度で一致している兆候が見られた。

被験者が画像情報を系統的に捉えることで、広告ポスター内にある視認すべき個所をつないでいるサッカードラインは、認識の意味レベルで、画像情報の理解を反映している。

本研究は根底にある神経・脳反応の分析には言及しない。しかし、ここに示したような傾向はマーケティングなどの分野でも重要性を持つ。ひとつ例を挙げれば、広告主は広告のメッセージがその画像によって消費者へ効率よく伝わるかどうか識別できるからである。

参考文献

- [1]Martinez-Conde, S., et al., The role of fixational eye movements in visual perception, *Nature Reviews Neuroscience* 5, 229-240 (2004)
- [2]Pieters, R., Warlop, L., "Visual Attention during Brand Choice: The Impact of Time Pressure and Task Motivation," *Int'l J. of Research in Marketing*, 16 (1), 1-16 (1999)
- [3]Salvucci, DD., Anderson, JR., Tracing eye movement protocols with cognitive process models, *Proc. annual conf. of the cognitive science soc.*,

923-928 (1998)

[4]Terai, H., Miwa, K., Insight problem solving from the viewpoint of constraint relaxation using eye movement analysis. *Proc. Int'l conf. cognitive science*, 671-676 (2003)

[5]Ohsawa, Y., Maeda, Y., Eyes Draw Auxiliary Lines before Insight Moment, *Proc. IEEE Int'l Conf. Systems, Man, and Cybernetics* (2007)