

視覚情報探索時の発見的気づきに伴う主観的体験の基礎付け

石川 哲朗^{1,3,4,a)} 戸嶋 真弓² ビクトルス・ガルカビス² 茂木 健一郎⁴ 神門 典子^{1,2,b)}

概要：視覚情報探索において、何かを発見したという気づきが重要な役割を果たすと考えられる。情報発見に伴う強烈な気づきは、洞察問題解決という文脈で捉えることができる。ここで、洞察とは、突然、はっきりとそれが容易に正しい答えであると強く確信され、嬉しさなどのポジティブな感情を伴う現象で、このような主観的体験をアハ体験と呼ぶ。視覚認知の分野では、ダルメシアンやダレンバハの牛のような何が隠されているのか分からない不鮮明な隠し絵が、知覚された瞬間にアハ体験を生じる刺激として有名である。近年、このような刺激をモーフィングにより作成する技術が著者らによって開発され、隠し絵に伴うアハ体験を実験室で再現することを可能にした。この手法を応用し、隠し絵の認識に関する実験を実施した。多観点から評価された主観的評価の探索的因子分析により、アハ体験は情動的因子と知覚に関する判断を表すと見なせる二つの因子から構成されることが示唆された。画像が時間とともに鮮明になり元の情報が徐々に開示されて行くと、ある瞬間に突然、はっきり鮮明にオブジェクトが知覚されたことに驚きつつも、それまで未知であった情報を見つけたと気付いて確信し、分かって嬉しかったり面白かったりして、誰か他の人にも薦めたいくなるというように、気づきに伴い豊かな主観的体験を体験するということが分かった。このような正答試行のときの推薦度がアハ体験の指標となり得るという発見は、本研究で得られた新たな知見である。

1. はじめに

情報探索行動において、従来の考え方では、もともと見つけようとしていたもの、すなわち、探そうと意図していたものが見つかったかどうかという観点において捉えられることが多かった。しかし、セレンディピティーのように、たとえば探索的検索において見られるようにもともと探していたものとは違うものを見つけたり、時には、情報探索行動を行っているときには探索者本人にも何を探しているのかが分からず、何かを見つけた後に意図を後付けしたりするような状況も考えられる。このような場合には、何かを発見した「気づき」という主観的体験が伴う。このような主観的体験は情報探索の一プロセスと見なすことができる。

ここで、「主観的」とは、探索者の意識に上るということの意味し、本来、本人以外は知ることができないという私

秘性を持つことから、客観的に扱うことはできない。これを現象的意識と呼び、どのようにして意識体験が生まれるかという謎は、「難しい問題」と言われている。しかし、一方で、言語報告や主観的評価は客観的に科学的に分析することが可能で、その結果から、探索者がどのような主観を持っていたか、すなわち意識的な質的体験をしていたかを推測することはできる。そこで本研究では、認知科学的なアプローチから発見的気づきがどのように起こるのかという視座から情報探索の解明を試みるものである。

歴史的に有名な気づきの例として、王冠の真贋を確かめる方法を模索していたアルキメデスが、風呂に入っているときに浮力の原理に気が付いて、喜びと興奮のあまり裸のまま外の通りに飛び出して、「ユリイカ (Eureka = I have found (it)!)」と二度叫んだという逸話がある。これに因んで、創造的なひらめきの瞬間は、ユリイカ・モーメントと呼ばれる。また同時に、洞察 (insight) による問題解決の典型的な事例であるとも考えられる。ここで、洞察とは、(1) 突然生じ、(2) 理解が容易で、(3) ポジティブな情動を引き起こし、(4) 真実らしさと確信度が高いという4つの特性によって特徴付けられるとする理論がある [1]。洞察におけるこのような主観的、および情動的な側面は、アハ体験 (Aha! experience) という用語で表現される [2]。

視覚認知の分野においては、高コントラストなために被

¹ 国立情報学研究所
National Institute of Informatics

² 総合研究大学院大学
The Graduate University for Advanced Studies

³ 東京工業大学
Tokyo Institute of Technology

⁴ ソニーコンピュータサイエンス研究所
Sony Computer Science Laboratories, Inc.

a) iskw@nii.ac.jp

b) kando@nii.ac.jp

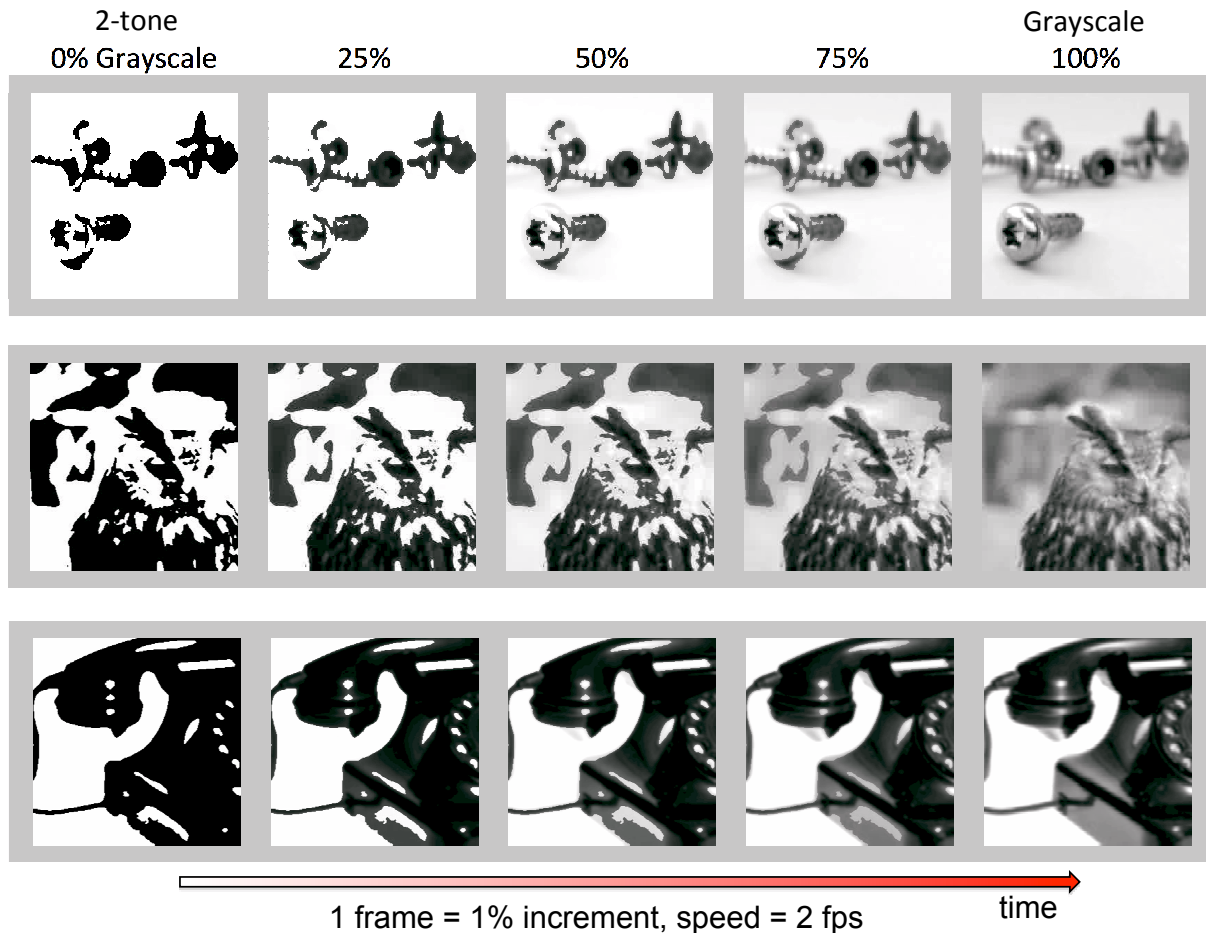


図 1 モーフィング動画刺激の例 (正答は脚注に記す *1)

写体が曖昧となった白黒写真である，ダルメシアン [3] やダレンバッハの牛 [4] の隠し絵が発見的な気づきをもたらす例としてよく知られており，ナイーブな観察者が最初に見たときには知覚するのが難しい．しかし，これらの画像に何が隠されているのか一度気付くと，急速な知覚学習が生じ，気付く前の分からなかった状態に戻ることが難しくなる [5][6]．この学習による記憶は長期間持続し，ユリイカ効果 [7] や視覚的一発学習 [8][9] とも呼ばれている．

このような隠し絵知覚の神経基盤としては，脳の広範囲のネットワークにおいて約 40Hz にピークを持つガンマ帯の周波数で数百ミリ秒間だけ脳波形が揃う位相同期の状態になり，その後すぐに脱同期する [10][11] ことが知られている．ここで，関与する脳部位として，記憶テンプレート処理などに関わる頭頂皮質 [8] や，三次元形状知覚などに関わる側頭皮質 [6][12]，情動との結び付きが深い扁桃体 [13] などの脳領域が挙げられる．

分かった答えの妥当性や確からしさをじっくり吟味などせず，それが確かに正答であると確信できるという性質は，メタ認知（認識についての認識，知っているということを知っていることなど）と呼ばれる能力と関連する．低次の視覚刺激弁別課題における内観的な精度（メタ認知の

能力）は背外側前頭前皮質の機能と関係し [14]，メタ認知の個人差は前部前頭前皮質の体積と相関する [15]．洞察における確信度の高さにも，これらの脳領域が関わることが示唆される．しかし，隠し絵知覚に洞察が伴う場合の，答えが分かった瞬間の主観的，情動的反応の認知基盤や背後にある神経活動そのものについては未解明な部分が多い．

そこで，隠し絵に何が隠されているのかということを探索して推測しなければならない場合に，答えが見つかったと人間が思ったときにどのような主観的な評価がなされるのかを調べる認知実験を行った．

従来，隠し絵として有名なものはダルメシアン [3] やダレンバッハの牛 [4] などほんの数枚しか存在せず，その性質を実験的に解明するのが困難であった．しかし，近年，著者ら [9] は，モーフィングにより隠し絵を作成する新たな手法を提案した．この手法を応用して隠し絵を大量に作成し，その中から実験に適したものを選んで用いることができるようになった．

今回の実験では，次の 10 項目の主観評定：推薦度 (WTR: willingness to recommend)，驚き，面白さ，突然性，嬉しさ，確信度，鮮明さ，立体性，誤認識度，舌端現象 (TOT:

*1 図 1 の正答は上段より順に，ネジ，フクロウ，電話である．

tip-of-the-tongue phenomenon, 分かっているのに名前だけがでて来ない状態)と、発見的気付きとの関連性を調べた。各項目の具体的な質問文については表1に記載する。これらは、洞察に伴うアハ体験のときに生起するとされる4つの特徴:(1)急に答えに気付く,(2)それが答えであると容易に理解できる,(3)ポジティブな情動をもたらす,(4)答えを強く確信する [1][2], を反映すると予想される項目を選んだ。すなわち,(1)に関連した驚きや突然性,(2)に関連して, 答えと判断する根拠となり得る立体性や鮮明さ, また, 正しい認識を阻害するような要因 (distractor) を表す誤認識度や, 正しく認識できていても言語化に失敗する状態である舌端現象,(3)に関連して, 分かることの面白さや分かった嬉しさ, その結果として誰かと同じ体験を共有したくなるという度合いを表す推薦度,(4)はつきり分かったという確信度, がアハ体験の指標となるのではないかと予想した。これ以外にも関連する可能性のある指標が複数考えられるが, あまり質問数を増やしすぎると認知負荷が高くなりすぎたり, 回答中に印象が薄れたりする恐れもあり, この10項目に絞った。また, 客観的指標としては, 回答時間 (RT) を計測し, 正答率を算出した。これらの指標について探索的因子分析によって背後にある因子構造を精査した。

2. 実験方法

2.1 参加者

本研究は国立情報学研究所の倫理委員会による承認の下で実施された。24名(男性12人, 女性12人)の学部生, もしくは大学院生(平均±SD年齢: 24±7歳)がインフォームド・コンセントを受け, 書面による同意の上で実験に参加した。すべての参加者は正常な視力ないしは矯正視力を有し, 左利き一人を除く全員の利き手は右手であった。

2.2 刺激

実験で用いた視覚刺激の作成方法は先行研究 [9] に則った。ここで刺激とは心理学や認知科学の用語で, 参加者にある反応を引き起こさせるために与えるもの(例えば, パプロフの犬にとってのベルの音)を意味し, 特に本研究では参加者に呈示する映像を指す。親近性の高いオブジェクト [16] が写った24枚のグレースケール写真(300×300ピクセル)を認識できなくなるようにぼかしをかけてから二値化する。このようにして得られた白黒二値画像はムーニー・オブジェクトと呼ばれる [17][18]。次に, ムーニー・オブジェクトと二値化前のぼかしたグレースケールの原画をモーフィングし, 中間状態の画像を生成する。これらを繋ぎ合わせ, 原画比率0%から100%まで1%刻みで徐々に変化する101フレームの動画を得る(図1)。1フレームの呈示時間は500ミリ秒で, 各動画は50.5秒の長さである。刺激画像(視角: 12.5°×12.5°)は灰色を背景として,

表1 主観評定に用いた質問紙表

項目名		
英略記	日本語	質問項目
WTR	推薦度	誰かにこの画像を見せたいとどれくらい思いますか?
Surprise	驚き	答えにどれくらい驚きがありましたか?
Fun	面白さ	この問題はどれくらい面白かったですか?
Sudden	突然性	答えがどれくらい突然分かりましたか?
Delight	嬉しさ	答えが分かってどれくらい嬉しいですか?
Sure	確信度	答えをどれくらい確信していますか?
Vivid	鮮明さ	答えがどれくらい鮮明に見えましたか?
3D	立体性	答えがどれくらい立体的に見えましたか?
FA	誤認識度	答えと違うものに見えていたことがどれくらいありましたか?
TOT	舌端現象	答えが分かるけど名前だけがでてこないことはどれくらいありましたか?

17インチ Tobii T60 ディスプレイ (Tobii Technology) 上に呈示された。実験中に計測された視線データについてはここでは扱わず, 稿を改める。また, 図1に例示した画像以外の刺激については, 紙幅の関係で掲載を割愛する。

2.3 2.3 実験手続き

課題は隠し絵の中に隠されたオブジェクトを探し出して認識することである。参加者はディスプレイから約60cm離れるように楽な姿勢で着席して実験に臨んだ。各試行はマウスのクリックにより開始し, 自己ペースで次の試行に進む前に休憩を取ることができた。課題は練習セッション4試行と実験セッション20試行からなる。練習セッションの後, 課題について分からないことや疑問点などがなければ確認して必要があれば補足説明をした上で, 実験セッションを開始した。試行が始まると500ミリ秒間の固視点(“+”)の呈示後, モーフィング動画が2フレーム/秒の一定速度で再生される。参加者は答えが分かったらマウスをクリックして動画を停止させ, 次の指示を待つよう求められる。停止したフレームは3秒間呈示された後, ディスプレイから消える。もしマウスがクリックされずに動画が最後まで再生された場合は, 最終フレームがさらに3秒間呈示されてから消える(時間切れ)。

画像が消えて画面に「何が見えましたか?」という質問が表示されたら, 参加者は画像に写っていたオブジェクトの名前を口頭で回答する。引き続き, 10項目の質問紙(表1)に対してそれぞれ, 0~5の選択肢からなる6件法で, 質問文の内容に当てはまる度合いが高い場合は大きな数字, 低い場合は低い数字となるようにディスプレイ上のラジオボックスをクリックして回答させた。この際, 選択肢ごとに程度を表す形容詞や副詞を用いた言語的な記述は与えず, 当てはまると感じる程度の度合いを0~5の数値

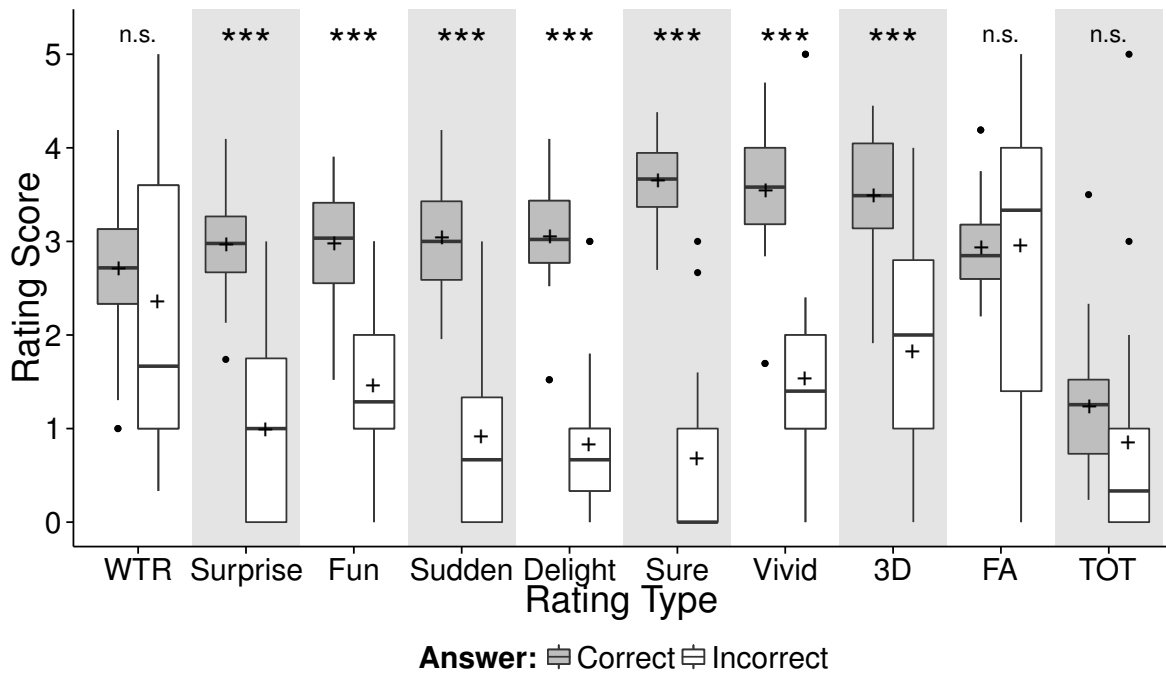


図2 各主観評定の正答と誤答での比較。各箱ヒゲ図は、平均 (+)、中央値 (箱内の太線)、四分位数 (箱の両端)、箱の上/下端から四分位範囲の1.5倍以内にある最大/最小値 (ヒゲの上端/下端)、その範囲外の外れ値 (•) を表す。***: $p < 1.0e-5$, n.s.: not significant

の大小により判断させた。この主観評定の10項目が質問される順番は擬似乱数化されていた。刺激動画の呈示される順番も参加者間でカウンターバランスが取られていた。

全体の刺激数が少ないため、練習セッションでの試行と実験セッションでの試行を区別せずに両方のデータを合わせて解析を行った。正答の判定は、画像中の主たるオブジェクトを指す類義語が言語報告中に含まれているかどうかに基づいて行った。例えば、ある画像に対して、「ハイヒール」、「靴のかかと」、「パンプス」というように、参加者によって異なる単語を用いた回答が得られたが、それらはどれも正答と見なした。

3. 結果

平均 ±SD では、全ての刺激のうち $91.7 \pm 8.2\%$ の刺激 (22.0 ± 1.97 本の動画) が正しく認識された。回答時間 (RT) は正答した場合は 36.0 ± 4.3 秒で、不正解か正解にたどり着かなかった場合は 32.3 ± 9.0 秒であった。正解試行と不正解 (時間切れを含む) 試行を比較すると、推薦度 ($p = 0.34$)、誤認識度 ($p = 0.95$) および、舌端現象 ($p = 0.25$) 以外の主観評定において、正答の場合にそうではない場合よりもより当てはまる度合いが高い (すべての $ps < 1.0 \times 10^{-5}$, 両側 t 検定) という評価がなされた (図2)。

これ以降は正答試行のデータのみを解析の対象とする。課題成績、すなわち、RTと正答率 (図表中では Correct と

略記する) を刺激毎に算出し、これらと10項目の主観評定との間の相関分析を行ったところ、正の相関を示す組み合わせが多く見られ、負の相関を示す組み合わせは、RTと確信度、RTと立体性、RTと正答率、および、確信度と舌端現象の4パターンのみであった。また、RTと正の相関を示したものは、誤認識度のみであった (表2)。

観測変数の背後にある潜在変数を明らかにするため、探索的因子分析を行った。ここで、因子分析とは、多変量データを相関関係の強さによってグループ分けし、背後にある少数の共通する潜在因子を見出すための分析方法である。さらに、因子分析は因子構造についてあらかじめ立てた仮説を検証する目的で行う確証的因子分析と、データから探索的に因子を抽出するための探索的因子分析の二種類に区分される。今回は後者を適用する。

探索的因子分析を展開するには、最初に因子数を決定する必要がある。因子が持つ情報量 (因子寄与) は、もともとの変数の分散がどの程度説明されたか (図3右縦軸) によって測られ、これは相関係数行列 (表2) の固有値の大きさ (図3左縦軸) に対応する。固有値をその大きさの順に並べたスクリープロット (図3) から、第1因子はそれ以外の因子の2倍以上の分散を説明することが分かる。グラフの概形から因子数を見積もるスクリーテストは、急激な落ち込みがなだらかなる手前までの因子の寄与が大きいと考える。これに従うと、3因子モデルが妥当そうであ

表 2 主観評定とパフォーマンスとの相関分析 (ピアソン相関係数)

	WTR	Surprise	Fun	Sudden	Delight	Sure	Vivid	3D	Correct	FA	RT
WTR											
Surprise	.83 ^b										
Fun	.88 ^b	.82 ^b									
Sudden	.84 ^b	.84 ^b	.91 ^b								
Delight	.81 ^b	.73 ^b	.91 ^b	.88 ^b							
Sure	.52 [‡]	.44 [‡]	.65 ^b	.66 ^b	.82 ^b						
Vivid	.59 [‡]	.59 [‡]	.74 ^b	.77 ^b	.80 ^b	.84 ^b					
3D	.49 [‡]	.47 [‡]	.68 ^b	.68 ^b	.66 ^b	.72 ^b	.84 ^b				
Correct	.24	.22	.38	.45 [‡]	.39	.49 [‡]	.48 [‡]	.49 [‡]			
FA	.47 [‡]	.74 ^b	.38	.46 [‡]	.24	-.12	.14	.01	-.18		
RT	.11	.26	-.05	-.03	-.26	-.56 [‡]	-.35	-.42 [‡]	-.48 [‡]	.74 ^b	
TOT	-.13	-.12	-.19	-.11	-.37	-.53 [‡]	-.12	-.09	-.16	.15	.30

‡: $p < .05$, †: $p < .01$, b: $p < .001$. Significant values highlighted by shading

表 3 3 因子構造における因子負荷と共通性

	ML1	ML2	ML3	h^2
WTR	0.84	0.33	0.00	0.79
Surprise	0.80	0.56	-0.06	0.92
Fun	0.94	0.18	-0.01	0.89
Sudden	0.97	0.20	0.08	0.93
Delight	0.91	0.01	-0.15	0.92
Sure	0.73	-0.36	-0.27	0.91
Vivid	0.90	-0.21	0.15	0.82
3D	0.80	-0.30	0.18	0.70
Correct	0.47	-0.35	0.04	0.35
FA	0.34	0.90	0.01	0.89
RT	-0.18	0.87	0.04	0.83
TOT	0.01	0.04	0.99	1.00

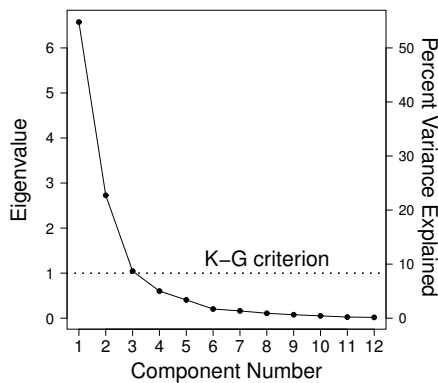


図 3 因子数を決定するためのスクリープロット

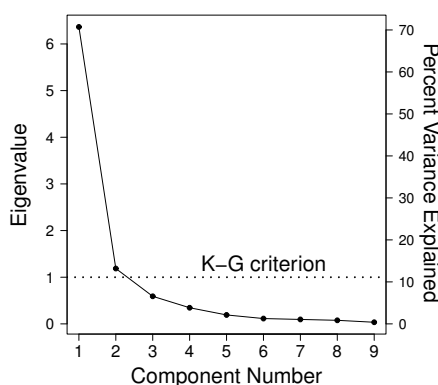


図 4 第 1 因子の下位構造を調べるスクリープロット

表 4 第 1 因子を構成する 2 下位因子構造

	ml1	ml2	h^2
WTR	0.99	-0.08	0.87
Surprise	0.96	-0.11	0.79
Fun	0.81	0.21	0.94
Sudden	0.75	0.27	0.90
Delight	0.58	0.45	0.90
Sure	-0.05	0.94	0.83
Vivid	0.10	0.86	0.87
3D	0.03	0.83	0.72
Correct	-0.09	0.60	0.30

る。また、Kaiser-Guttman (K-G) 基準では、1.0 以上の固有値の数を因子数とする。この K-G 基準に照らしても、因子の数は 3 が妥当であるので、3 因子モデルを採用する。因子分析を多変量データの次元圧縮という観点から捉え

ると、データをよく特徴付ける軸 (座標系=因子) を探すことに当たる。このとき回転の不定性があり、また、因子間の相関が 0 であると仮定する直交軸と因子間に相関を認める斜交軸のどちらを選ぶかという自由度もある。心理学

的に得られた因子同士が互いに無相関であるという状況は考えにくいので最近では斜交軸が選択されることが多く、ここでもその慣習に従う。そこで、斜交回転として一般的に利用されるプロマックス法を用いる。

各変数に対して3因子モデルを適用した場合に最尤推定された因子負荷 (ML1, ML2, ML3 はそれぞれ第1, 第2, 第3因子に対応する) と共通性 (h^2) を表3に示す。ここで、因子負荷とは因子が観測変数に与える影響の大きさを表す量で、-1から+1の値を取る。相関係数と同様に解釈することができて、因子負荷の符号から観測変数に与える影響の正負が読み取れる。また、共通性 (h^2) とは、抽出された因子によってある変数が説明される割合を示す。

次に、主因子の中に下位構造があるかどうかを調べるため、第1因子との関連性の強い9変数に対してさらなる因子分析を行った。スクリーテストとK-G基準(図4)の結果は一致して、第1因子には2つの下位因子 (ml1とml2) が存在することを示唆する(表4)。

結果を図解するため、第1因子と第2因子の因子負荷を図5に示す。ここで、図中のマーカーとして、第1因子に関連の強いものを三角形、第2因子の影響の強いものを四角形(■)、第3因子に関わるもの(図の平面と直交する軸で表現される)を丸印(●)で図示した。また、第1因子の下位構造である下位因子1 (ml1), または下位因子2 (ml2) により関連するものをそれぞれ▲と▼で区別すると、下位因子1 (▲) は第2因子と正に相関する一方で、下位因子2 (▼) は第2因子と負に相関することが分かる。

第1因子 (ML1) の因子負荷の高い(図5中で右側にある)変数群は、アハ体験を特徴付けるものとして解釈できるので「アハ体験 (Aha! experience)」と名付けた。また、第2因子 (ML2) はRTや誤認識度の高さと正の相関が強く、確信度や正答率とは負の相関を持つことから、正答への到達がどれくらい難しかったかを表すと解釈できるので、「課題の難易度 (Task difficulty)」と命名した。

4. 考察

10項目の主観評定のうち7項目において、正答試行のときに有意に高い評価がなされた(図2)ことから、正解にたどり着いたときに参加者は主観的に強い気付きの感覚を持ったことが伺える。実験において、刺激の中に突然、鮮明かつ立体的な物体を発見したので驚き、はつきり確信を持てる答えが分かったことが嬉しくて面白いというような体験を生じさせることに成功したことが示唆される。ただし、推薦度、誤認識度、舌端現象が生じたかどうかについては、正答と誤答の間で差が見られなかった。

誰か他の人にもこの刺激を見せてみたいとどれくらい思うかという項目に関連して、マーケティング研究の分野では製品の満足度と口コミ (word-of-mouth) の生成の間に関連性があることが知られている。口コミの頻度は満足

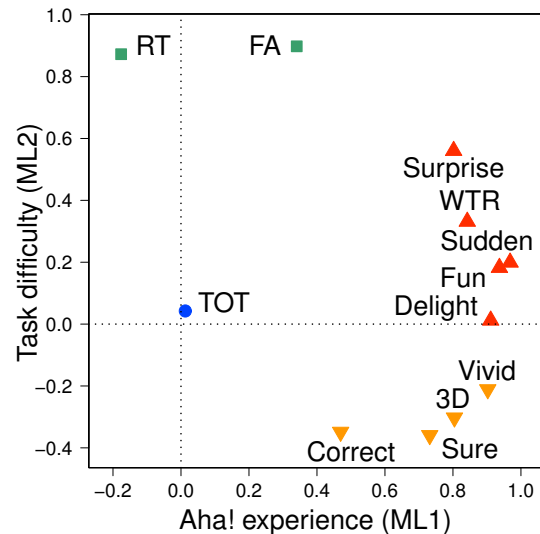


図5 第1因子-第2因子平面上に布置された観測変数の因子負荷 (下位因子により形・色分け)

度に対してU字型の関数となる。すなわち、口コミ反応は非常に満足したときだけでなく、非常に不満足な場合にも高頻度で生じる[19]。もし、正答が満足感を与え、納得できる回答に到達できなかったことが不満足感をもたらしたのなら、どちらの場合でも誰かに広めたいのは自然な結果と言えるかもしれない。実験後の報告では、自分が解けたと思えた問題だけでなく、解けなかったか自信のない問題についても他の人が解けるかどうかを知りたいので出題してみたいというようなフィードバックがあった。認知的不協和理論[20]によれば、人間はこの問題が解けなかったのは自分の能力不足ではなく、そもそも他の人でも解けないような難しい問題だったからではないかと合理化するような思考様式を取ることがあるとする。正答にたどり着くと実感できなかった場合に他の人の反応を見てみたいというのは、他の人も解けないのを見て安心したいという心理が働いた可能性がある。

答えと違うものがどれくらい見えたかという誤認識度と舌端現象について正答試行かどうかに関わらず差が見られなかったのは、これらが解答を得るよりも前の認知プロセスに関係していて、最終的な回答そのものと直接結びつくとは限らないことが原因であると考えられる。

因子分析により得られた因子を解釈すると、第1因子はアハ体験、第2因子は課題の難易度と見なすことができるのではないかと考えられる。別の見方をすれば、前者は答えが分かった瞬間もしくはその後生じる主観的体験の質を表し、後者は答えが分かるまでの状態に関連する変数であると言える。舌端現象については、他の因子とはどちらかと言えば独立した現象であった。また、第1因子の下位構造である下位因子1はアハ体験の情動的な側面、下位因

子2は知覚に関する、より客観的な判断を反映していると考えられる。

誰かにどれくらい解かせてみたいかという推薦度の指標は、これまで気付きや洞察の研究においてあまり注目されて来なかった要因である。どのようなときに新しいアイデアが推薦されて人々の間に伝播するかを調べた研究によれば、推薦する側の人間の腹側線条体などの脳の報酬系の活動の高さと推薦が成功して相手によく伝わるということが分かっている [21]。このことから類推すると、問題の答えが分かって嬉しいとか面白いといったポジティブな情動が報酬となった場合、その問題を誰かに推薦したいという欲求を生じさせたことが示唆される。知覚した隠し絵を1週間後まで覚えているかどうかという記憶成績と相関する扁桃体 [13] は情動を司るばかりでなく、報酬系とも結び付きが強く、今回見出された情動的因子の神経基盤として考えられる有力候補のひとつである。

また、この因子が実際に情動的であると言えるかどうかを確かめるためには、生理的な身体反応を伴うかどうかを調査する必要がある。実際、洞察を伴う問題解決の際には、瞳孔径、皮膚電気抵抗、視線の関心領域 (area of interest) に変化が見られたという報告 [22] がある。言語的な洞察問題の場合には、解けたという回答がなされるよりも8秒前に脳波のガンマ帯の活動が上がる一方、6秒前にベータ帯の活動が下がるという報告 [23] もある。参加者が意識的に気付く前の段階から生理指標や同期的な神経活動に何らかの変化が認められるのならば、この情報を情報検索における適合フィードバックなどに応用することが考えられる。

5. おわりに

人間が何か情報を探して見つけるという一連の過程において、「欲しい情報が見つかったと思えるかどうか」を最終的に決定するのは探索者の主観である。特に、答え(目標地点)が唯一に定まらなかったり、客観的な正解が存在しなかったりするようなオープンエンドな課題においては、探索者自身が、何かを見つけたと気付くことのみならず、これが求めていた答えであると分かる、すなわち、自分の探すものが何であったかという気付きを得ることも重要となるであろう。そのような意味において、主観的評価が情報発見の糸口になっているのではないかと思われる。本研究では、そのような気付きの中でも、突然訪れた発見による強い気付きを伴う洞察やアハ体験と呼ばれる現象を扱った。何が隠されているのかという情報が不足している不鮮明な画像を認識しようと試みる状況において、画像が時間とともに鮮明になり元の情報が徐々に開示されて行くと、ある瞬間に突然、はっきり鮮明にオブジェクトが知覚されたことに驚きつつも、それまで未知であった情報を見つけたと気付いて確信し、分かって嬉しかったり面白かったりして、誰か他の人にも薦めたいくなるというように、気付き

に伴い豊かな主観的な体験をするということが分かった。

参加者は、隠し絵の中から何かを探し出さなければならないという課題を与えられるため、課題を遂行するために、少なくとも、「何かを探そうとする意図」は持つはずである。しかし、探すべき目標物についての指示を与えられないため、何を探しているかは分からず、特定の意図や探索欲求を持つことが困難な状況である。特定の何か思い浮かべたものを探そうとしているうちに、(誤認識か正しい認識かに関わらず)それとは別の何かを発見するような状況も考えられる。また、見つけた後になって初めて、それが探すべきものであったと気付く場合もあるだろう。それらははじめに述べたように、まさに探索的検索を行っているときの状況に近いと言える。今回得られた発見の気付きに伴う主観評価は、見つけたものがあらかじめ想定していなかったものであったとしても、自分が欲しかったものが確かにそれであるとはっきり気付いたときの人間の特徴的な反応のひとつであると考えられ、情報検索を行っている際にも今回と同様な指標を計測しておけば、潜在的/顕在的な適合フィードバックに応用することが可能である。このような認知神経科学に基づく基礎的な研究と、さらに応用的な情報探索行動や情報検索の分野との間に橋渡しをすることが、双方の分野のさらなる発展のために不可欠であろう。

謝辞 本研究は、国立情報学研究所の特別共同利用研究員受け入れ制度を用いた共同研究により実現した。また、本研究の一部は、科学研究費補助金による助成を受けた。

参考文献

- [1] Topolinski, S., Reber, R.: Gaining insight into the “Aha” experience. *Curr Dir Psychol Sci*. Vol.19, No.6, pp.402-405 (2010).
- [2] Gick, M.L., Lockhart, R.S.: Cognitive and affective components of insight. In: Sternberg, R.J., Davidson, J.E. (eds.) *The nature of insight*, pp.197-228. MIT Press, Cambridge (1995).
- [3] Dallenbach, K.M.: A picture puzzle with a new principle of concealment. *Am J Psychol*. Vol.64, pp.431-433 (1951).
- [4] Gregory, R.L.: *The intelligent eye*, Weidenfeld & Nicolson, London (1970).
- [5] Tovee, M.J., Rolls, E.T., Ramachandran, V.S.: Rapid visual learning in neurones of the primate temporal visual cortex. *Neuroreport*, Vol.7, No.15-17, pp.2757-2760 (1996).
- [6] Dolan, R.J., Fink, G.R., Rolls, E., Booth, M., Holmes, A., Frackowiak, R.S., Friston, K.J.: How the brain learns to see objects and faces in an impoverished context. *Nature*, Vol.389, pp.596-599 (1997).
- [7] Ahissar, M., Hochstein, S.: Task difficulty and the specificity of perceptual learning. *Nature*, Vol.387, pp.401-406 (1997).
- [8] Giovannelli, F., Silingardi, D., Borgheresi, A., Feurra, M., Amati, G., Pizzorusso, T., Viggiano, M.P., Zaccara, G., Berardi, N., Cincotta, M.: Involvement of the parietal cortex in perceptual learning (Eureka effect): an interference approach using rTMS. *Neuropsychologia*, Vol.48, No.6,

- pp.1807-1812 (2010).
- [9] Ishikawa, T., Mogi, K.: Visual one-shot learning as an 'anti-camouflage device': a novel morphing paradigm. *Cogn Neurodyn*. Vol.5, No.3, pp.231-239 (2011).
 - [10] Rodriguez, E., George, N., Lachaux, J.P., Martinerie, J., Renault, B., Varela, F.J.: Perception's shadow: long-distance synchronization of human brain activity. *Nature*, Vol.397, pp.430-433 (1999).
 - [11] Grützner, C., Uhlhaas, P.J., Genc, E., Kohler, A., Singer, W., Wibral, M.: Neuroelectromagnetic correlates of perceptual closure processes. *J Neurosci*. Vol.30, No.24, pp.8342-8352 (2010).
 - [12] Hegdé, J., Kersten, D.: A link between visual disambiguation and visual memory. *J Neurosci*. Vol.30, No.45, pp.15124-15133 (2010).
 - [13] Ludmer, R., Dudai, Y., Rubin, N.: Uncovering camouflage: amygdala activation predicts long-term memory of induced perceptual insight. *Neuron*, Vol.69, No.5, pp.1002-1014 (2011).
 - [14] Rounis, E., Maniscalco, B., Rothwell, J., Passingham, R., Lau, H.: Theta-burst transcranial magnetic stimulation to the prefrontal cortex impairs metacognitive visual awareness. *Cogn Neurosci*. Vol.1, pp.165-175 (2010).
 - [15] Fleming, S.M., Weil, R.S., Nagy, Z., Dolan, R.J., Rees, G.: Relating introspective accuracy to individual differences in brain structure. *Science*, Vol.329, pp.1541-1543 (2010).
 - [16] Snodgrass, J.G., Vanderwart, M.: A standardized set of 260 pictures: norms for name agreement, image agreement, familiarity, and visual complexity. *J Exp Psychol Hum Learn*. Vol.6, No.2, pp.174-215 (1980).
 - [17] Mooney, C.M., Ferguson, G.A.: A new closure test. *Can J Psychol*. Vol.5, No.3, pp.129-133 (1951).
 - [18] Mooney, C.M.: Age in the development of closure ability in children. *Can J psychol*. Vol.11, No.4, pp.219-226 (1957).
 - [19] Anderson, E.W.: Customer satisfaction and word of mouth. *J service research*, Vol.1, No.1, pp.5-17 (1998).
 - [20] Festinger, L.: *A theory of cognitive dissonance*, Stanford university press (1957).
 - [21] Falk, E.B., Morelli, S.A., Welborn, B.L., Dambacher, K., Lieberman, M.D.: Creating buzz: the neural correlates of effective message propagation. *Psychol Sci*. Vol.24, No.7, pp.1234-1242 (2013).
 - [22] Lindström, P., Gulz, A.: Catching Eureka on the Fly. In *AAAI Spring Symposium on Emotion, Personality, and Social Behavior*, pp.65-71 (2008).
 - [23] Sheth, B.R., Sandkühler, S., Bhattacharya, J.: Posterior Beta and anterior gamma oscillations predict cognitive insight. *J Cogn Neurosci*. Vol.21, No.7, pp.1269-1279 (2009).