

情報発見におけるポジティブおよび ネガティブな感情の分類と認知メカニズムの考察

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

概要: 画像認識課題において、画像を認識するのに役立つ情報を発見したときの反応にはいくつかの種類がある。新たな情報を獲得したときには、嬉しい、あるいは楽しいというようなポジティブな反応が見られることがあり、特にその強度が高い場合をアハ体験と呼ぶ。一方で、「これはすでに知っていたことである」というがっかり感や、「もっと早く気づくことができなかつたのか」という悔しさ、ときには、「まんまと騙された」というような、「してやられた感」など、ネガティブな反応も見られた。すなわち、情報を見つけることが必ずしもポジティブな感情をもたらすとは限らないことを見出した。そこで、情報発見に伴って誘引され得る感情の分類を試み、その背後にある認知メカニズムを考察する。

1. はじめに

情報探索・検索における感情の役割とは何であろうか。探索者 (e.g., 検索システムのユーザ) 側の視点に立ったときに、好嫌という感情 (もしくは情動) は適合度判定における、しばしば暗黙の基準のひとつではないだろうか。

人間を含む動物にとって快・不快という情動はもともと基本的な生物学的反応のひとつである。単細胞生物においてさえ見られる正・負の走性 (走光性, 走化性, 走熱性, 走電性など), すなわち、好きなものに近づき、嫌いなものから遠ざかるという運動による反応は快・不快という基本的な情動の原始的な形態であると考えられる。このような感覚-運動結合 (sensory-motor coupling) が生命 [1] や知覚 [2] の起源であるとする説がある。さらに、身体とその外界にある環境との相互作用を内的に模倣してシミュレーションできるような内部ループを獲得したことが情動や心 [3] または意識 [4] の起源であるという説もある。ここで、情動とは生理的・身体的な反応を伴う現象一般を指し、主観的な体験として意識に上る感情と区別されることがあ

る。たとえば、茂木 (2001) [5] では、『「感情」は、喜び、怒り、不安、悲しみ、愛、憎しみといった、主観的な感覚を表す (中略) 「情動」は、そのような主観的な感覚を含みながらも、無意識のうちの価値情報の判断、あるいは心拍数の変化や発汗などの自律神経系の作用、さらには表情の変化などの身体的反応も含む概念』と定義されている。これに従い、本稿でもこのような意味で用いることにする。ただし、英語では、emotion (emotional), affection (affective), feeling などの用語が情動、または感情を表すのに用いられるが、必ずしも厳密に訳し分けが行われているわけではなく、分野や論者によっても使用されるニュアンスや指し示す範囲がしばしば異なるので注意が必要である。

生理的・身体的な変化と感情はどちらが先に生じるのか、という問題は昔から議論の対象となって来た。すなわち、よく挙げられる例として、人は泣くから悲しいのか、それとも悲しいから泣くのか、という問いである。提唱者に因んで、前者をジェームズ・ランゲ説 (James-Lange theory)、後者をキャノン・バード説 (Cannon-Bard theory) と呼ぶ。この対立は鶏が先か卵が先かという因果性の問題と同様、どちらか一方が正しいとは一概には言い切れない性質の問いである。

認知科学の分野では近年、身体の状態や行為の置かれた文脈によって知覚や認識が左右されるような現象が多く見つかかり、身体化された認知 (embodied cognition) という考え方が見直され、注目を集めるようになった。熱いコーヒーカップを持って手が温まると、冷たいカップを持った人よりも相手を寛大で親切と判断したり、ギフトを自分に

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

ではなく友人に与えたりする [6]. また、重いバインダーに挟まれた履歴書は、軽いバインダーの場合よりも重要であると判断される傾向にある [7], [8]. すなわち、身体において知覚される物理的な温かさや重さが、心理的な心温かさや重要さに影響を与える。このことは、メタファーが身体を通して生まれたという理論 [9] と整合的である。

感情もこのような身体性 (embodiment) に根ざすとする、身体化された感情 (embodying emotion) という考え方もある [10], [11]. この実験では、ペンを2種類の方法で口にくわえながら漫画を読み、どれくらいおかしいか (funniness) を判断する。このとき、「イ」の発音をするときのような口の形でペンを横長にくわえるか、「ウ」の発音をするときのように口をすぼめてペンを細くくわえる。そうすると、前者の条件のときのほうが、より面白いと判断された。これは、ペンを横向きに口にくわえると自然に口角が上がって笑顔に近い表情になるため、ペンを縦にくわえて口がすぼまってつまらないときにする表情に近いときよりも、脳が面白いと判断したのではないかと解釈される。つまり、顔の表情が先にあつて、それにつられて感情を判断するということから、ジャームズ・ラング説を支持する結果となる。

このような顔の表情が感情を作るという視点を応用し、インタラクションに取り入れた例として、辻田と暦本 (2011) [12], [13] による happiness counter システムがある。これは、ユーザの作った笑顔を検知してフィードバックを与えることで笑顔表出を促進し、日常生活における感情状態の向上を支援するシステムである。彼女らは冷蔵庫の扉にこのシステムを実装し、ユーザが笑顔を作らないと冷蔵庫を開けにくくする装置を用いたユーザ実験を行い、笑顔表出の増加や感情の向上が認められたと報告している。

情動が生物学的に生存する上で重要である理由のひとつは、恐怖の場合に見られる「闘争か逃走か反応」(fight-or-flight response) のように敵対者と対峙するか危険を回避するかという重要な意思決定を迅速に行えるようにすることが適応的であったからであろう。より長期的には、ある行動が好ましい結果をもたらしたか否かを判断して学習する際に役に立ったと考えられる。感情を伴う体験は記憶に残りやすいとされる。特に非常に強烈な感情をもたらした出来事、たとえば、ジョン・F・ケネディ大統領の暗殺やアメリカ同時多発テロ事件 (9.11)、東日本大震災 (3.11) のような衝撃的な事件や災害は時間が経ってもはっきりと思い出される。このような鮮明な記憶はフラッシュ・バルブ記憶と呼ばれる [14]. このような鮮烈な記憶は、心的外傷後ストレス障害 (PTSD) などとの関連性も議論され臨床的な関心も高く、長らくネガティブな感情の伴う体験の記憶に関して研究されることが多かった。しかし、ポジティブな感情体験の場合でも同様にフラッシュ・バルブ記憶が生じ得るという報告が最近なされた [15].

記憶と感情とが結びつく別の現象としては、突然のひらめきにより問題が解決される洞察 (insight), またはその情動的側面を指すアハ体験 (Aha! experience) があり、同時にポジティブな感情が生じるとされる [16]. この体験は一度限りであったとしても長期記憶に定着し、気付く前の状態には戻れないという意味で一発学習とも呼ばれる [17], [18], [19]. アハ体験がポジティブな感情をもたらす理由は、認知処理が速やかであればあるほど、真実性や確信度が高まりポジティブな感情になるとする流暢性理論 (fluency theory) によって説明できるのではないかという説が提唱されている [20]. しかし、驚きはうれしさ (delight) だけでなく、場合によっては悔しさ (chagrin) のようなネガティブな反応が得られることもある [16] ということが示唆されているが、その詳細は明らかにはなっていない。そこで本研究では、発見的な気付きに伴い誘引される感情の性質を調査することを目的とする。

2. 実験手順

本研究は国立情報学研究所倫理委員会の承認を得て実施された。24名の学生 (男女12名ずつ、平均±SD年齢: 24±7歳) がインフォームド・コンセントに応じ、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、もしくは正常な矯正視力を有し、23名は右利き手、1名は左利き手であった。

参加者は24枚の視覚刺激 (隠し絵) を順に呈示され、その中に隠されているオブジェクトが何であるかを探索する認知課題を行った。ここで、隠し絵とはグレイスケール写真を劣化させて情報量を減らし、認識が困難になるように画像処理を施したものである [22], [23], [24], [25]. このような隠し絵知覚の神経基盤が精神的に研究されてきた [26], [27], [28], [29], [30]. 今回、実験で用いた隠し絵の作成方法は Ishikawa and Mogi (2011) [19] で提案されている手法を用いた。グレイスケール画像と二値画像をモーフィングで混合して、中間的な情報量の画像を作成する。そして、二値画像から徐々にオリジナルに向けて画像が復元する方向に変化する画像を繋ぐことによってモーフィング動画を得る。101フレームからなる画像群を1フレーム500msとすることで、一本が55.5sの長さの動画となる (図1)。参加者は再生された動画に写っているオブジェクトが分かったら、マウスをクリックして応答するように求められ、見えたオブジェクトの名前を口頭で報告の後、確信度や知覚に関する質問、および、感情に関する質問に対して、主観評定を6件法 (0-5) で回答した。

全24試行が終わったらしばらく休憩を挟んで、実験時の視線付きの画面キャプチャビデオをみながら、何を考えていたかを口頭で報告する刺激回想法を行い、その後実験に関するインタビューを行った。本報告では主に最後のインタビューで得られた発言から抽出された情報について分析

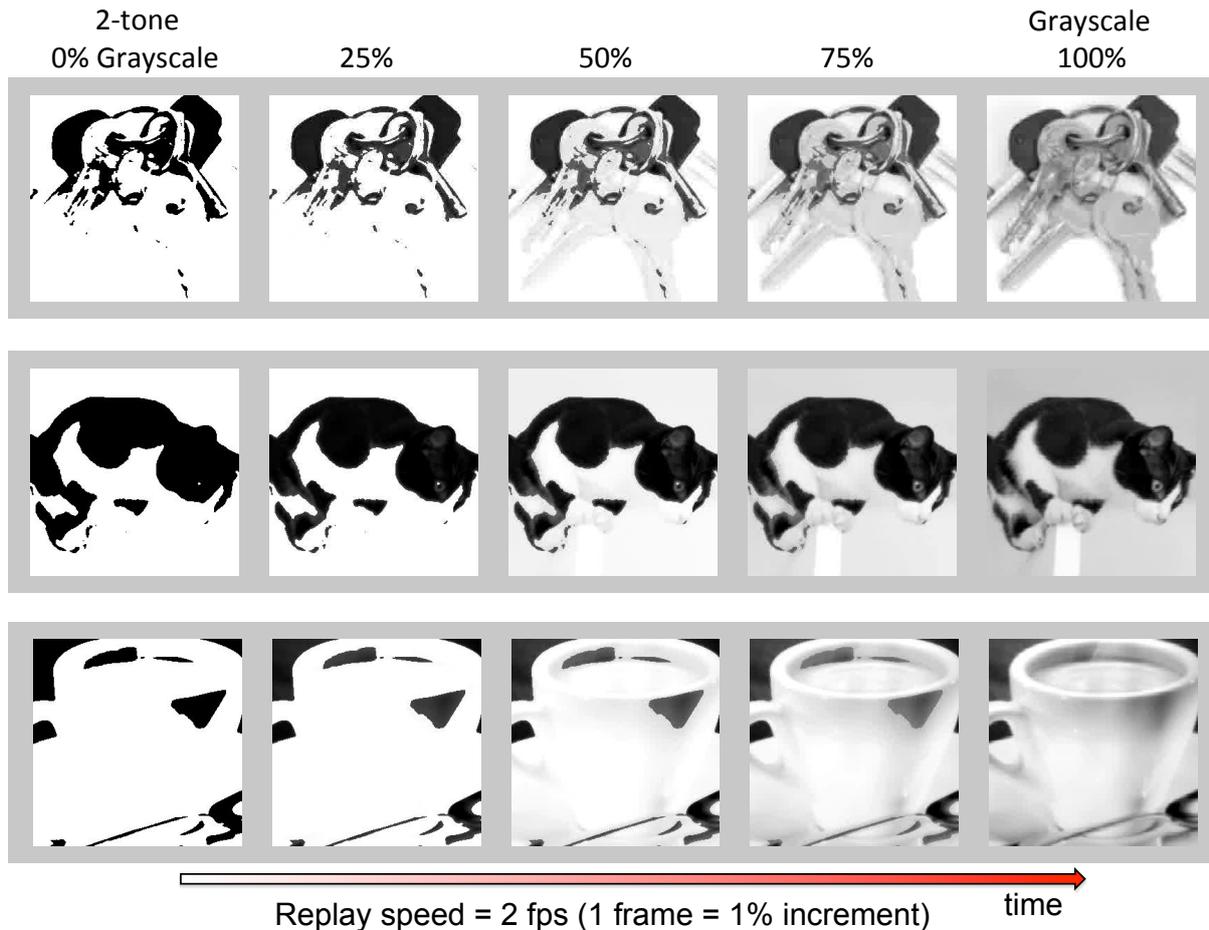


図1 視覚刺激の代表例 (写っているオブジェクトの名前は脚注に記す^{*1})

を試みる。主観評定や反応時間、正答率などの行動指標の詳細な分析結果はここでは扱わず、石川, et al. (2013)[21]を参照されたい。

3. 結果と考察

22人分の参加者のインタビューから、ポジティブおよびネガティブと思われるコメントを参加者1人につき最大3件ずつ抽出した結果を表1にまとめた。最後まで分からなかったり、分かったのにはっきりとは見えずモヤモヤが残ったり答えに納得が行かなかったりする場合にネガティブなコメントが見られる。これは予想通りの反応と言える。しかし、はっきり分かった場合でさえ、自分の予想や勘の通りでやっぱりそうだったかというがっかり感や予想外のことが起こらずおもしろくない、あるいは、もっと早く分からなかった自分に腹を立てたり、自分の認識が誤りであったと気付かされて「してやられた」という悔しさのようなネガティブな感情を持ったりすることが読み取れる。ただし、参加者によっては自分の予想通りの目星が当たったり、「やっぱり」そうだったと思えたりしたときに優越感を感じうれしいと思う場合もあるので、同じような状

況でもそれをネガティブに捉えるか、ポジティブに捉えるかには個人差があるようである。

一方、うれしいとかおもしろいといったポジティブな反応が得られたのは、先入観を覆されるような意外性のあるものや、突然わかるもの、びっくりさせられるもの、最初に想像がつかないような難しそうな問題が解けたときが多かった。中には、もっと早く解けなかった悔しさがまたおもしろいというアンビバレントな複合的な反応を示す参加者もいた。今回の実験では、回答時間を意識させるようなタイムプレッシャーや、なるべく誤答を避けるようにといった圧力はかけなかったため、参加者が自発的に回答するタイミングや最終的な答えを選ぶ自由が与えられていた。そのため、確証が得られずとも勘に近くてもよいから早く答えて優越感を感じたいと思う参加者もいれば、自信を持って答えられるまで画像がより鮮明になる動画刺激の最後の方まで見続けてから慎重に回答するという方略を取る参加者もいたことが考えられる。分からないことにイライラしてストレスを感じる、答えを間違うのが嫌である、最後まで解けなかったらどうしようという不安や焦りの感情はすべての参加者に共通して見られる反応ではないため、性格や行動特性などの個人差にも影響されて引き起こされ

*1 図1のオブジェクトは上段より順に、鍵、ネコ、カップである。

る反応かもしれない。ただし、ここでネガティブな反応と呼んでいるものにも良い面がある可能性は考えられる。たとえば、解けなかった悔しさや屈辱感、自分の能力を反省して問題点などを点検したり、次回同じような場面で同じことを繰り返さないよう行動を修正したり、あるいは、次こそはもっと上手くやろうというモチベーションにつながるということもあり得る。

4. おわりに

本実験前には、視覚情報探索において新たな情報を発見して、「気付き」を得ることは知識獲得の端緒となる第一歩目であり、基本的にうれしい、楽しい、あるいはおもしろいといったポジティブな反応をもたらすのではないかと仮定していた。しかし、実験後に自由口述によるインタビューを実施したところ、表1に見られるように、必ずしもポジティブと言えるものだけではなく、ネガティブなコメントも見受けられた。すなわち、ネガティブな反応とは、「これはすでに知っていたことである」というがっかり感や、「もっと早く気づくことができなかつたのか」という悔しさ、ときには、「まんまと騙された」というような、「してやられた感」などである。このような反応がどのような原因から誘引されるかについては、さらに詳細なテキスト解析や、視線計測や生理指標との関連性の検討、また、今回は調査項目に含めていなかったネガティブな反応に関する主観指標などを追加した実験による検証が必要であろう。情報探索行動におけるポジティブ、および今回見出されたようなネガティブな感情の果たす役割や意義について今後のさらなる研究の発展が望まれる。

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。ここに感謝の意を表す。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] 池上高志: 動きが生命をつくる—生命と意識への構成論的アプローチ。青土社 (2007)。
- [2] O'Regan, J.K., Noë, A.: A sensorimotor account of vision and visual consciousness. *Behavioral and brain sciences*, Vol.24, No.5, pp.939-972 (2001)。
- [3] Damasio, A.: *Self comes to mind: constructing the conscious brain*. Random House Digital, Inc. (2012)。
- [4] Humphrey, N.: *Soul dust: the magic of consciousness*. Princeton University Press (2011)。
- [5] 茂木健一郎: 心を生みだす脳のシステム—「私」というミステリー。日本放送出版協会 (2001)。
- [6] Williams, L.E., Bargh, J.A.: Experiencing physical warmth promotes interpersonal warmth. *Science*, Vol.322, pp.606-607 (2008)。
- [7] Jostmann, N.B., Lakens, D., Schubert, T.W.: Weight as an embodiment of importance. *Psychological Science*,

- Vol.20, No.9, pp.1169-1174 (2009)。
- [8] Ackerman, J.M., Nocera, C.C., Bargh, J.A.: Incidental haptic sensations influence social judgments and decisions. *Science*, Vol.328, pp.1712-1715. (2010)。
- [9] Lakoff, G., Johnson, M.: *Philosophy in the flesh: The embodied mind and its challenge to western thought*. Basic books (1999)。
- [10] Strack, F., Martin, L.L., Stepper, S.: Inhibiting and facilitating conditions of the human smile: a nonobtrusive test of the facial feedback hypothesis. *Journal of personality and social psychology*, Vol.54, No.5, pp.768-777 (1988)。
- [11] Niedenthal, P.M.: Embodying emotion. *Science*, Vol.316, pp.1002-1005 (2007)。
- [12] 辻田暉, 暦本 純一: 笑顔は人を幸せにするのか? 笑顔促進支援システム, 第19回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS 2011), 日本ソフトウェア学会研究会資料シリーズ, Vol.69, pp.96-101 (2011)。
- [13] Tsujita, H., Rekimoto, J.: Smiling Makes Us Happier: Enhancing Positive Mood and Communication with Smile-Encouraging Digital Appliances. In *Proceedings of 13th ACM International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp 2011)*, pp.1-10 (2011)。
- [14] Brown, R., Kulik, J.: Flashbulb memories. *Cognition*, Vol.5, No.1, pp.73-99 (1977)。
- [15] Kraha, A., Boals, A.: Why so negative? Positive flashbulb memories for a personal event. *Memory*, pp.1-8, published online: 24 May 2013 (*Epub ahead of print*)。
- [16] 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)。
- [17] 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)。
- [18] 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)。
- [19] 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)。
- [20] Topolinski, S., Reber, R.: Gaining insight into the "Aha" experience. *Curr Dir Psychol Sci*. Vol.19, No.6, pp.402-405 (2010)。
- [21] 石川哲朗, 戸嶋真弓, ビクトルス・ガルカビス, 茂木健一郎, 神門典子: 視覚情報探索時の発見的気付きに伴う主観的体験の基礎付け。第5回情報アクセスシンポジウム (IAS 2013), pp.1-8, 情報処理学会 (2013)。
- [22] Dallenbach, K.M.: A picture puzzle with a new principle of concealment. *Am J Psychol*. Vol.64, pp.431-433 (1951)。
- [23] Mooney, C.M., Ferguson, G.A.: A new closure test. *Can J Psychol*. Vol.5, No.3, pp.129-133 (1951)。
- [24] Mooney, C.M.: Age in the development of closure ability in children. *Can J psychol*. Vol.11, No.4, pp.219-226 (1957)。
- [25] Gregory, R.L.: *The intelligent eye*, Weidenfeld & Nicolson, London (1970)。
- [26] 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).
- [27] 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).
- [28] 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).
- [29] Hegdé, J., Kersten, D.: A link between visual disambiguation and visual memory. *J Neurosci*. Vol.30, No.45, pp.15124-15133 (2010).
- [30] 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).

表 1 インタビューから抽出されたポジティブなコメントとネガティブなコメント

ネガティブなコメント	ポジティブなコメント
<p>なんで見えてなかったのか 全然わからないときはやられた、ふにおちない ふにおちないときは答えがわかってもうれしくない</p>	<p>はっきりした目星があると先に見つけたという優越感 最初からわかっていたものが「やっぱり」というのがうれしい</p>
<p>難しいものはわからない 答えを知りたいという感じがしなかった わからないものは時間をかけてもわからない</p>	<p>最初のイメージと違うものがおもしろい 先入観が変わるとおもしろい 一部だけ写したものがわかるとうれしい いきなり答えがパッとわかるといきなりうれしい これかなとずっと思っているのよりうれしい</p>
<p>全体的に難しかった 簡単すぎても達成感がない</p>	<p>早く見つけられたものはうれしい 突然わかるのがおもしろい 難しいからつらいとは思わない</p>
<p>最初見ていたものと違ったとき難しい 最初思ったのと違ったとき、やられた！ 最初からわかっていたときは、おもしろくない</p>	<p>わからないのがわかるとおもしろい 別なものに見えていたのが突然わかるのがおもしろい ちょっと難しいくらいがいい 先入観をもたせるようなものがおもしろかった パッと見、違うもの（コントラスト）がおもしろい もっと解いてみたい</p>
<p>はじめは難しかった 風景の中に動物だとつまらない、衝撃がない はじめからわかっていたものは刺激的じゃなくおもしろくない 何だこれかよ、わからない自分に腹が立つ ストレスを感じる わからないことにイライラした</p>	<p>わかったときはこうなんだなとスッキリ 意外性、予想出来ないものがおもしろい 全然違うものが解けたり勘があたったときうれしい ものを拡大して画像の全体を使ったものはおもしろい 何だろうと思っていたら1つの物体だとおもしろい わからんわからんと悩んでて刺激的なジェットコースター</p>
<p>予想通りだと「わかってたんだぜ」と喜びはない あと少しで気付けた問題はくそーって思う いつまでたってもわからない 最後までわからないんじゃないかという焦り ふだん見ないものだとわからない</p>	<p>わかったときに「やった」 何枚かはおもしろかった わかったとき結構うれしかった 一気にあ、コレと思ったやつはおもしろかった それ（悔しさ）がまたおもしろい 形が浮き上がってきてびっくりする 答えがわかるとおもしろい びっくりしておもしろい 答えがわかるとうれしい 意外性がおもしろい</p>
<p>わからないとモヤッとした ひっかけのような問題は最終的にもわからない わからなかったらどうしよう 最後までわからないと引きずった感じでモヤモヤ 奥行きがいつまでもつかめないものは納得できないからおもしろくない わからないのはイライラ</p>	<p>早くわかるとうれしい 長い間見てわかったら達成感 途中くらいでわかるのはおもしろい ふだん見てない角度から見たのがおもしろい</p>
<p>わかりにくいやつは最後までわかりにくい 簡単なものはおもしろくない 変な風に認識していたものは「してやられた」 なんでそのとき自分が答えられなかったのか、ちっちゃいプライド 時間がかかりすぎると屈辱感しかない</p>	<p>おもしろいです（けど悔しさのほうが大きい）</p>
<p>言葉で表現できないとき不完全燃焼、モヤモヤ 難しくおもしろさに気付くのが大変 やっぱり、と思うときはおもしろくない 見えないと困った もどかしい感じ モヤモヤもどかしい</p>	<p>全然見当違いのところを見ていたとき、オッと気分が上がる 難しいとわかったときの喜びが大きい 意外なとき、全然違うものだとわかったときうれしい おもしろい わりと早い段階で来るとうれしかった 結構突然ひらめくやつはおもしろい 動物とかおもしろい モヤモヤがすっきりするとうれしい</p>
<p>集中力が切れた</p>	<p>なんとなく確信してわかったときうれしかった じっくり考えると満足感、到達感 本当に違うものに見えてすごいなって</p>
<p>「ああ」そんなに感動というよりは見えてきたという感じ 突然というよりじわじわかったという印象が強い</p>	<p>角度によって全然（見え方が）違うのはおもしろいと思った 難しいと思ったものがわかったらうれしさが大きい 想像してたのよりおもしろかった</p>
<p>思いつかないもどかしい感じはあったがひどくはない 間違っていたら嫌だな 「それはないでしょ」と思うものがあつた</p>	<p>パッとわかった方がうれしい 仕掛けはおもしろい 何これ？って出題してみたい</p>
<p>難しい、形が浮かび上がって来ない おもしろいんだけど集中力もたない</p>	<p>おもしろい 最初に想像がつかないものがわかるとおもしろい 大勢で当てっこしたらおもしろいと思う</p>

参加者ごとに区別できるように陰影をつけた。