

5. エンタテインメントの 評価と脳科学



片寄晴弘 (関西学院大学) 川島隆太 (東北大学)
藤井叙人 (関西学院大学) 池田純起 (東北大学)

「楽しさを測る」って難しい？

エンタテインメントコンピューティング (EC) 領域に限らず、科学技術の研究領域において「評価」は研究の実効性や効用を裏付けるものとしてきわめて重要である。ゲーム AI の勝率や実行速度など、この領域においても物理的に計測し得る指標が評価尺度として利用されてきた一方で、「人を楽しませる」というエンタテインメントの語彙自体に込められた意味からすれば、ユーザに「楽しさ」をどのレベルまで提供できたかを捉えていくことが本質的な評価となる。

「楽しさ」の測定と一言でいっても簡単なことではない。ヒトの感じ方の測定が課題となる領域として、情報系であれば、ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) 領域、専門領域としては心理学があるが、「楽しさ」は、「使い勝手のよさ」、あるいは、「明るさ・暗さ」に比べ、一般性を仮定することが困難な主観性の高い概念である。EC 研究領域の研究、特に、制作されたシステムの評価の一環として、これまでに、質問紙によって「楽しさ」に代表される主観的意見を測定する試みが多数なされてきた。しかし、反証可能性の条件が確保されているかという視点では、大きな課題が残されている。一方で、生理指標を用いてヒトの精神状態を捉えていこうというアプローチがある。生理指標を利用するものについては、1) 画像処理、あるいは、筋電位によって「笑い」のセンシングをしようとするもの、2) 自律神経系、すなわち、交感神経、副交感神経系の支配状況を脈波や発汗等によって捉えようとするもの、3) 脳機能を直接的に観測していこうとするものの3つのアプローチに大別される。こ

のうち3) については、2000年以降、大きく計測技術が進展し、EC 領域の評価研究においても大きな進展が期待されている。

以下、本稿では、脳機能の代表的な計測手法、生理指標計測に基づく EC 研究の潮流について紹介し、最後に、今後、EC 研究の評価技術がどのように展開していくかについて展望する。

脳活動計測技術

脳が活動する過程を段階的に説明すると、最初に神経細胞が電気・化学的に活動した後 (一次信号)、その活動に伴って酸素代謝や糖代謝といった代謝活動が生じ (二次信号)、代謝活動によって消費される酸素や糖を神経細胞に供給するために局所脳血流が増加する (三次信号)、という流れをたどる。ヒトの脳活動は、ほとんどの場合、脳に不可逆的な変化を与えない非侵襲的手法で計測される。非侵襲的脳計測には主に一次信号と三次信号を計測する方法があり、よく用いられるのは、脳波 (EEG)、機能的磁気共鳴画像 (fMRI)、近赤外分光計測 (NIRS) である。

❖ EEG

EEG は一次信号に相当する脳の電氣的活動によって生じる頭皮上の電位差を計測する方法で、この電位差は大脳皮質表面にある多数の錐体細胞が同期的に発火した結果生じるものである。EEG は時間解像度が優れており、短い時間スケールで揺らぐ認知・知覚情報を捉えることができる。最近では、計測信号から10種類程度の情動を識別することも可能である。EEG は体動による筋電や眼球運動による

眼電位などが計測信号のノイズ源になる。そのため、計測中には実験参加者の体動や眼球運動を制限する必要がある。

❖ fMRI

fMRI は三次信号に相当する血中のヘモグロビン濃度変化を計測する方法である。fMRI は脳の電氣的活動を直接捉えているわけではないが、空間解像度が優れており、計測される信号の時空間的なパターンには、人間の複雑な認知・知覚情報が表現されている。EEG と同様に、情動を計測信号から読み取ることも可能である。欠点として、体の自由度はほとんどなく、人間の実生活に近い環境での計測は難しい。

脳の神経繊維中に含まれる水分子の拡散の方向と大きさを定量的に評価し画像化したものを拡散テンソル画像 (DTI) と呼び、MRI で取得することができる。DTI は白質を介した領域間の結合を評価するのに適しており、fMRI と組み合わせることで、構造と機能の両方から脳を調べることができる。

❖ NIRS

NIRS は fMRI と同様で、三次信号に相当する脳血流変化を計測する方法であるが、頭蓋直下の皮質表層血流を計測するため、fMRI のように脳の深部の計測はできない。NIRS は fMRI や EEG と比較して、体の動きの制限が緩いため、実生活に近い環境で計測ができ、情動の識別も可能である。また、複数の人の脳活動を同時に計測できるため、集団での社会的なヒトの脳機能を調べる際にも用いられる¹⁾。

EC 研究における生理指標活用の潮流

EC 領域における生理指標活用の目的の1つは、ヒトの精神状態を実時間で監視し、現在の精神状



図-1 携帯型 NIRS (HOT-1000)
(A) NIRS 正面および計測用スマートフォン, (B) NIRS 背面, (C) 装着図,
(D) スマートフォンの計測画面

態に合うようなコンテンツを提供することである。たとえば、ゲーム中のプレイヤーの生体情報 (心拍数、皮膚コンダクタンス) を使って、ゲームステージを変化させるようにした研究がある²⁾。また、脳活動からユーザの集中力や情動を自動的に評価し、それらに合わせてゲームの環境を動的に変化させるという技術の開発も進んでいる³⁾。前述の NIRS は、1人でも計測可能なほど簡易で安価なものの開発が進んでいる (図-1)。近い将来、NIRS が実生活で利用されるようになることを踏まえ、エンタテインメントの質の評価に関係した脳研究の最新状況を紹介する。

❖ 安静時脳活動からのニーズの推定

エンタテインメントに対するユーザニーズの把握という目的に対しては、主観的意見や購買行動データの収集と分析が実施されることが多いが、ユーザが、実際にどのようなエンタテインメントを期待しているのかは、自身でも分からない、あるいは、言語化できないということが少なくない。この問題の解決に向けて、脳活動計測の応用が考えられる。

従来の脳研究では、認知課題を行っている際の脳活動を調べることに主眼がおかれていたが、最近の



脳研究では、何も認知課題を課していない安静状態の脳活動（安静時脳活動）に注目が集まっており、安静時脳活動は事前に行った認知タスクに影響を受けることが明らかになりつつある⁴⁾。

❖脳同調からの集団ユーザ体験の評価

最近の脳研究において注目が集まっている研究対象の1つに、複数の実験参加者が協調的に活動しているときの脳機能の同調性を検討していこうとするものがある。最近の研究によれば、互いの脳活動の揺らぎが同調するほど協調作業の成績が向上し、脳の同調度と会話の成功が関係していると報告されている。これらは、HCI領域に関連したタスクベースにおける知見であるが、エンタテインメント領域、特に、集団体験において、脳の同調度は、「楽しさ」の内観に対応した主要生理指標として利用できる可能性がある。

「楽しさを測る」のこれから

本稿では、最近の脳活動計測技術を中心に、「楽しさ」を測るための技術状況について紹介した。冒頭でも述べたように、「楽しさ」を測ることは簡単ではない。「笑い」が検出できたらよいというものでもない。「楽しさ」の持つさまざまな側面を多角的な観点から理解し、評価の際には、適切な評価項目を定め、必要に応じ、複数の評価手法を併用していくことが求められよう。加えて、本領域のさらなる発展に向けては、評価実験の結果を比較・検証し得る枠組みを確保しておくことが不可欠である。これら、EC領域の評価に関連して、今後、重点的に取り組んでいくべきテーマについて整理する。

❖「楽しさ」の質的分類と評価尺度の構成

EC領域において制作されたシステムの評価を目的として、これまでも「楽しさ」に関するさまざまな形容詞が利用されてきたが、現状で、学術的な統制はほとんどなされていない。関連する信頼度の高い尺度としては、Mihaly Csikszentmihalyi (チ

クセントミハイ) が提唱した「フロー」の心理的測定を目的として構成されたフロー尺度⁵⁾があるが、没入、集中度合いの測定を目的としたものであり、利用には注意が必要である。複数のゲームジャンルのユーザ体験の比較を行った意欲的な研究としては文献6)が挙げられるが、ここで使われている評価語は必ずしもしっかりとした尺度構成に基づいたものではない。エンタテインメントの種類によっても「楽しさ」の質が異なるということを踏まえ、精緻な尺度構成を行っていくことはこの領域における重要度の高い課題の1つである。

❖脳活動計測データの活用

前章で紹介したように、最近の脳活動計測の成果として、安静時脳活動に着目したニーズ推定、脳同調からの集団ユーザ体験のアセスメントが実現できるようになりつつある。

ゲームプレイインターバルにおける安静時脳活動を捉えることによって、プレイヤーが潜在的にどのようなゲームの進行を期待しているかを推定し、その状況に応じて、コンテンツの内容や進行を制御するといった応用が考えられる。

SNSゲームの趨勢、あるいは、「人狼」の盛り上がりからうかがわれるように、現在のEC領域においては、社会性を伴ったインタラクションが重要な切り口の1つとなりつつある。

脳同調からの集団ユーザ体験のセンシングは、これらの切り口に対するアセスメントの手段、あるいは、インタラクションチャンネルの1つとして大きな期待がかかる(図-2)。

❖反証可能性確保に関する領域としての取り組み

心理学実験に基づく主観的意見の測定にせよ、脳機能計測にせよ、学術として重要なことは、成果の積み上げである。具体的には、研究同士を比較するための枠組みの確保、追試を行うための条件を領域として醸成していくことが不可欠である。この領域においては、実験参加者については、「初

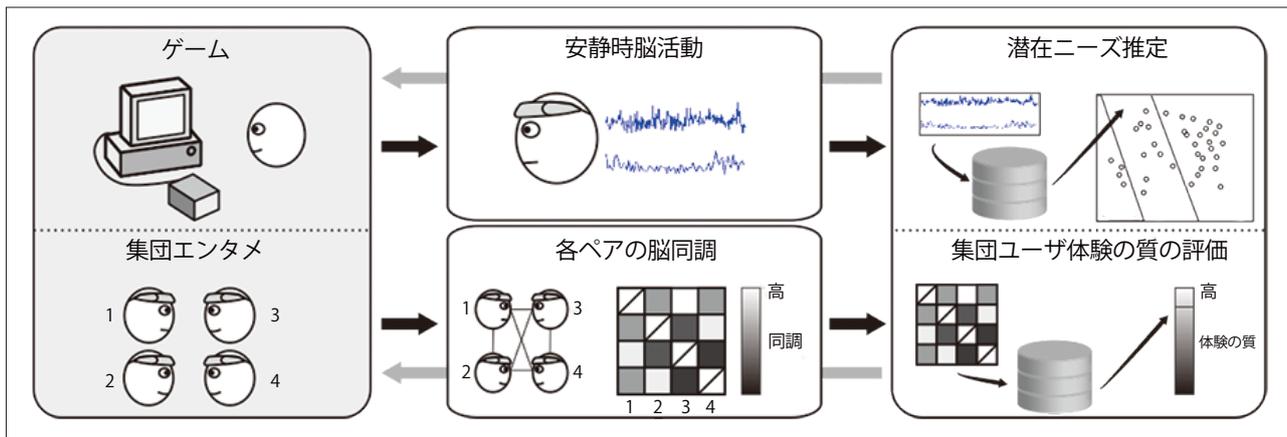


図-2 エンタテインメントにおける脳活動計測の応用

級者」, 「中級者」, 「上級者」などのくくりで分けられることが多いが, これだけでは, 明らかに不十分である. 評価者の熟練度 (「未経験者」 「類似経験のありなし」 「熟達者」 など), 知識量 (ゲーム全般の汎用的な知識やジャンルに特化した技術など), 嗜好するゲームジャンルによっても評価結果が大きく異なってくる事が確認されている. 標準的に使用し得る尺度の構成に加えて, これら, 追試や比較に必要となる基礎データを領域として共有していくことが求められる^{☆1}.

参考文献

- 1) Nozawa, T., Sasaki, Y. and Kawashima, R., et al. : Interpersonal Frontopolar Neural Synchronization in Group Communication: An Exploration Toward fNIRS Hyperscanning of Natural Interactions, *Neuroimage*, Vol.133, pp.484-497 (2016).
- 2) Nacke, L., Kalyn, M. and Lough, C., et al. : Biofeedback Game Design: Using Direct and Indirect Physiological Control to Enhance Game Interaction, *Proc. SIGCHI*, pp.103-112 (2011).
- 3) Ahn, M., Lee, M. and Choi, J., et al. : A Review of Brain-Computer Interface Games and an Opinion Survey from Researchers, Developers and Users, *Sensors (Basel)*, Vol.14, No.8, pp.14601-14633 (2014).

☆1 本会では, ビデオ付き論文 (論文メディア) 発刊が試行されている. 「体験」系の学術領域として, 論文メディアが活用されていくことを期待したい.

- 4) Guidotti, R., Del, G. C. and Baldassarre, A., et al. : Visual Learning Induces Changes in Resting-State fMRI Multivariate Pattern of Information, *The Journal of Neuroscience*, Vol.35, pp.9786-9798 (2015).
- 5) Jackson, S. A. and Eklund, R. C. : Assessing Flow in Physical Activity: The Flow State Scale-2 and Dispositional Flow Scale-2, *Journal of Sport and Exercise Psychology*, Vol.24, pp.133-150 (2002).
- 6) Maruyama, Y., Masoodian, M. and Rogers, B. : A Survey of Japanese Gamers' Ratings of Experience Elements for Different Game Genres, *Proc. 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, No.7 (2011).

(2016年9月6日受付)

片寄晴弘 (正会員) ■ katayose@kwansei.ac.jp

1986年大阪大学基礎工学部卒業. 1991年同大学院博士後期課程修了. 工学博士. 2002年関西学院大学理工学部助教授, 2003年より同教授. 2014~2016年本会メディア知能情報(MI)領域担当理事.

川島隆太 ■ ryuta@tohoku.ac.jp

東北大学加齢医学研究所教授. 1985年同大医学部卒業. 1989年同大学院医学研究科修了. カロリンスカ研究所客員研究員等を経て2006年より現職. 専門は認知科学, 脳機能イメージング学.

藤井叙人 (正会員) ■ nobuto@kwansei.ac.jp

2016年関西学院大学大学院理工学研究科博士後期課程修了. 博士(工学). 同年同大学院 博士研究員.

池田純起 ■ shigeyuki.ikeda.e2@tohoku.ac.jp

2014年奈良先端科学技術大学院大学 博士(工学). 同年東北大学加齢医学研究所研究員. 2015年同研究所助教.