

インタラクションを通じた 能動的知覚のための最適不整合の探求

本田 光^{1,a)} Scott Allen^{1,b)}

概要: 本研究は、現代のデジタル体験において排除されがちな不快や混乱を、ロジェ・カイヨワの定義する眩暈体験であるイリンクスとして再構築し、これをジャン・ピアジェの発生的認識論における認知的不均衡のトリガーとして用いることで、ユーザーの能動的な知覚を促進する手法を提案するものである。既存のHCI分野では、ユーザビリティの向上を目的として認知的摩擦を最小化する傾向が主流であるが、これはユーザーを受動的な同化のプロセスに留まらせる弊害を持つ。

本研究では、筆圧と視覚回転を連動させたドローイングシステムを開発し、京都精華大学内にて体験者の認知プロセスを検証した。実験の結果、本システムは体験者の既存の認知シマを揺るがし、強力な認知的不均衡を引き起こすことに成功した。筆圧の変化によって視界が崩壊するフィードバック構造は、一部の体験者には知覚の再構成を促す心地よい違和感として受容されたものの、多くの体験者にとっては制御不能なエラーとして処理され、早期の離脱や学習性無力感に近い反応を招く傾向が見られた。

本稿では、これらの多様な反応の分析を通じ、イリンクスを能動的な知覚へと昇華させるために必要な、ハントの提唱する最適不整合と、環境内のアフォーダンスの重要性について論じる。

1. はじめに

1.1 研究の背景

現代のインターフェースデザインおよびデジタル体験において、ユーザーに思考の負担をかけない摩擦のないデザインは、一種の黄金律として扱われてきた。Krugが提唱した「Don't Make Me Think」の原則 [1] に象徴されるように、ユーザーの不快感や混乱を排除し、直感的な操作性を追求することは、産業的な成功をもたらした一方で、ユーザーの認知プロセスを受動的なものへと固定化させている。

ジャン・ピアジェの発生的認識論によれば、人間の知能の発達と同化と調節による均衡化のプロセスであるとされる [2]。既存の現代的な体験デザインは、ユーザーが持つ既存の知識や習慣であるシマに情報を適合させる同化のみを促進し、シマそのものの変容を伴う調節の機会を奪っている可能性がある。ピアジェは、主体的な知覚や深い理解には、既存のシマでは対処できない認知的不均衡、すなわち外界からの攪乱が不可欠であると論じている。

1.2 研究の意義

では、デジタルメディアにおいて、ユーザーを受動的な

同化から能動的な調節へと移行させるための攪乱とは何か。本研究では、ロジェ・カイヨワが「遊びと人間」において提示したイリンクスに着目する。イリンクスとは、急速な回転や落下などがもたらす一時的に安定した知覚を破壊し、一種の官能的なパニックを呼び起こす体験である [3]。

この物理的・感覚的な安定の破壊こそが、ピアジェの言う認知的不均衡を強制的に引き起こす最も強力なトリガーとなり得ると考えられる。イリンクスによって既存の認知構造を一時的に無効化された主体は、平衡を取り戻すために環境を再探索し、新たな知覚の枠組みを構築しようとする。このプロセスこそが、本研究が目指す能動的知覚である。

1.3 先行研究との位置づけ

本研究の文脈においては以下の二つの方向性が挙げられる。

第一に、重田佑介による、《がそのもり》 [4] である。重田は動的なドット絵映像を上部から白紙の本へ投影し、白紙の本が動的な絵本に変化する体験を用いることで、物語世界への能動的な参加を見事に促している。本研究は、この重田が提示した視覚的な側面における能動的な体験の重要性を踏襲しつつ、そのアプローチを物語の享受から、身体的なイリンクスによる知覚の再構成へと置き換えること

¹ 京都精華大学

^{a)} h223t155@st.kyoto-seika.ac.jp

^{b)} scottallen@kyoto-seika.ac.jp

で、能動性の新たな側面を検証する位置づけにある。

第二に、小鷹理研による《ボディジェクト指向》[5]に見られる一連の研究である。小鷹は、固有感覚と視覚の不一致を利用して強烈なイリクスを提示しており、錯覚の生成強度やその手法において極めて重要な示唆を与えている。本研究では、この小鷹が提示した身体所有感の分離をもたらす強力なイリクス体験を基盤としつつ、その混乱状態を環境の再構成へと接続させるための能動的知覚の始動装置として発展的に位置づける点に独自性がある。

1.4 研究目的

本研究の目的は、デジタルメディアによって誘発されたイリクスによって、体験者の認知状態を強制的な不均衡へと導き、その解消プロセスを通じて、受動的な同化から能動的な調節への知覚の転換を促進することである。

2. 方法

2.1 対象者と環境

本実験は、京都精華大学内においてインタラクティブ展示形式で実施された。対象者は会場を訪れた不特定多数の来場者であり、年齢・性別は問わない。参加者に対して観察と簡易インタビューを行った。

2.2 使用機材

視覚と固有感覚の不一致を引き起こすため、以下のハードウェア構成を用いた。

- 計算機: MacBook Pro (Apple M2 Pro)
- 入力デバイス: ペンタブレット (One by Wacom)
- 映像入力: Web カメラ (Logicool Brio C1000s Ultra 4K HD 60fps) - 手元の撮影用
- 映像出力: 24 インチモニター (ASUS モニター Eye Care VA24EQSB)
- その他: カメラ固定用三脚, 照明

2.3 システムの実装と手続き

ソフトウェア開発環境には TouchDesigner を使用した。具体的な処理アルゴリズムは以下の通りである。

- (1) **映像取得:** 体験者の手元を真上から撮影し、リアルタイムでモニターに表示する。
- (2) **線描画と消失:** ペン入力に沿って線が描画される。なお、展示形式における画面の視認性を保つため、描画された線は一定時間が経過すると徐々にフェードアウトして消失する仕様とした。
- (3) **攪乱レイヤーの生成:** 取得した映像に対し、一定間隔 (1秒) で映像全体を回転させる処理を加えたレイヤーを生成する。
- (4) **筆圧連動アルゴリズム:** リアルタイムの非加工映像 (以下、非加工レイヤー) と回転処理を加えた (以下、

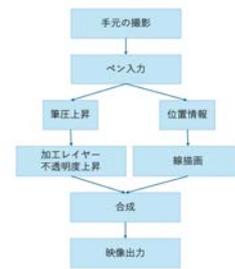


図 1 システム構成

加工レイヤー) をアルファブレンドによって合成する。この際、合成比率 (Alpha 値) はペンタブレットから取得した筆圧値 (0.0-1.0) に連動する。

- (5) **ロジック:** 筆圧が低い状態では非加工レイヤーが優位となるが、筆圧を高める (強く描く) ほど加工レイヤーの不透明度が上がり、筆圧の状態によって二つのレイヤーが激しく交差する。
- (6) **意図:** 連続的な書き込みによって筆圧が変化し、描画された線は常に表示されている状態で、非加工レイヤーと加工レイヤーが競合した結果、視界の崩壊を招くフィードバックループを構築する。

体験者には、このシステムを用いて自由に線や図形を描画するよう指示し、その様子を観察した。システム構成を図 1 に示す。

3. 結果

3.1 行動観察の結果

四角形などの単純な図形を描こうとした際、筆圧の上昇に伴い映像が交差するため、線の方向が定まらず、意図した図形が描けない現象が確認された。さらに多くの体験者は、視覚的な混乱に対して試行錯誤を繰り返す前に、数回の描画 (1~2 分程度) で体験を終了する傾向が見られた。一方で、描画行為よりも線が消えていく様子やモニター上の映像そのものに関心が向いてしまい、自身の身体感覚のズレには意識が向いていないと思われるケースも観察された。

3.2 インタビュー

体験後のインタビューでは、大きく分けて二つの傾向の報告が得られた。

第一に、混乱や戸惑いを示す報告である。「自分の感覚がおかしくなったようだ」「どう操作すればいいのかわからず、ただ混乱した」といった報告が得られた。

第二に、本研究が意図した知覚の変容を示唆する肯定的な報告である。「見えている手と動かしている手の感覚が乖離し、心地よい違和感を覚えた」「普段意識しない触覚と視覚のレイヤーが剥がれるような感覚があり、単なる描画ではなく、知覚の仕組みそのものを問いかける体験だと感



図 2 加工レイヤーが非加工レイヤーを視覚的に凌駕する瞬間の様子

じた」といった報告が得られた。

また、システム仕様に関する言及として、「錯覚よりも、描いた筆跡が古い方から消えてくる点に注目してしまった」という、注意の対象が身体性から視覚効果へと逸れていたことを示す報告も得られた。

4. 考察

4.1 最適不整合と能動的知覚の萌芽

実験において、一部の体験者から心地よい違和感や知覚のレイヤーが剥がれる体験といった報告が得られた事実は極めて重要である。これは、条件さえ整えば、デジタルイリックスが既存のシエマを揺るがし、能動的な知覚変容を誘発し得ることを実証している。

ハントらの提唱する最適不整合の観点に基づけば [6]、肯定的反応を示した体験者は、偶然にも自身の筆圧や認知特性がシステムの提示する攪乱強度と適合し、不整合を楽しめる領域に入れたと考えられる。彼らにとって、本システムは単なるエラーではなく、自己の感覚を再探索するための遊具として機能したと言える。

しかし、多くの体験者が早期離脱を選択したこともまた事実である。次節以降では、なぜ多くの体験者にとって不整合が最適化されなかったのか、その阻害要因を分析する。

4.2 視覚的優位性の逆転による運動制御の破綻

体験者が操作不能に陥った主要因は、筆圧に連動したアルファブレンドのメカニズムと、それによる基準の消失にあると考えられる。

描画行為において、黒く面積の小さいペンよりも、橙色で面積の大きい自分の手の方が、視覚的な情報量が圧倒的に多い。そのため、ユーザーは無意識のうちに手を主要な基準として運動を制御していると推測される。

本システムでは、筆圧の上昇に伴い基準であるはずの非加工レイヤーの透明度が下がり、加工レイヤーの不透明度が上がる設計となっていた。この連続的な変化の中で、視覚的な主張の強い加工レイヤーが、図 2 の様に実際の固有感覚と一致する非加工レイヤーを視覚的に凌駕する瞬間が発生する。

このとき、脳は視覚的に支配的な加工レイヤーを自分の



図 3 線が消失する瞬間の様子



図 4 一定間隔で回転する瞬間の様子

手として追跡しようとするが、実際の運動とは乖離しているため、即座に運動制御のループが破綻する。つまり、単なる感覚の混乱ではなく、視覚的ターゲットのジャックによる強制的な制御権の喪失が、体験者に強い不快感を与えたと考えられる。

4.3 情報の多重化と注意の散逸

カイヨワのイリックスが身体感覚への没入を伴うのに対し、本システムでは、体験者の注意がイリックス以外の要素によって阻害されていた可能性が高い。

特筆すべきは、図 3 に示された線の消失というシステム仕様の影響である。行動観察および内省報告において、消失していく線に注目してしまったという事例が確認された。本来、イリックスを引き起こすためには、注意が自身の身体に向けられる必要がある。しかし、画面上で動的に変化する線の消失という視覚的イベントが強力な注意の誘引対象となり、体験者の意識を身体内部の違和感から外部の視覚現象へと逸らしてしまった。

これに加え、図 4 に示された一定間隔での回転という不連続な変化も、体験者を没入状態から引き剥がす要因となった。これらの要因により、不整合が乗り越え可能な範囲を超え、結果として学習性無力感と構造的に類似した状態 [7] を招いたと結論付けられる。

5. 結論

本研究では、デジタルメディアを用いたイリックス体験が能動的な知覚プロセスに与える影響を検証するため、筆圧と視覚攪乱を連動させたドロ잉システムを構築し、検証を行った。

実験の結果、本システムは筆圧によるフィードバックを通じて強力な認知的不均衡を引き起こすことに成功した。その効果は二極化し、一部の体験者においては心地よい違和感を伴う能動的な知覚変容が確認された一方で、多くの体験者においては、視覚的優位性の逆転による制御喪失や、情報の多重化により、適応プロセスが阻害される結果

となった。

以上のことから、イリンクスを能動的な知覚の促進に活用するためには、単なる感覚的攪乱の実装だけでは不十分であることが明らかとなった。体験者が主体的に関与し続けるためには、混乱の強度が最適不整合の範囲内に制御されていること、およびユーザーの注意を身体感覚へと繋ぎ止めるための足場かけがデザインされていることが必要不可欠であると結論付けられる。

今後の展望としては、本研究で見出されたこれらのデザイン条件をシステム要件として組み込んだ、新たなイリンクス体験の実装が挙げられる。改良されたシステムを通じて、適度な攪乱が実際にユーザーの能動的な知覚変容をもたらすか否かを再検証することが、次なる課題である。

参考文献

- [1] Krug, S.: *Don't make me think! A common sense approach to Web usability*, Circle (2000).
- [2] ビアジェ, J.: 認知の構造—均衡化のメカニズム (芳賀純監訳), 誠信書房 (1976).
- [3] カイヨワ, R.: 遊びと人間 (多田道太郎・塚崎幹夫訳), 講談社学術文庫 (1990).
- [4] 重田佑介: がそのもり, <https://shigetayusuke.com/galleries/pixel-forest/> (accessed 2025-12-21).
- [5] 小鷹理研: ボディジェクト指向, https://lab.kenrikodaka.com/works/2018_bodiject/ (accessed 2025-12-21).
- [6] Hunt, J. McV.: *Intelligence and experience*, Ronald Press (1961).
- [7] Seligman, M. E. P.: *Helplessness: On depression, development, and death*, W. H. Freeman (1975).