

仮想現実での視線情報を用いた 商品作動ギミックによる関心の変化

松田 滉生^{†1}

青山学院大学^{†1}

ロペズギヨーム^{†2}

青山学院大学^{†2}

1. はじめに

近年、日本では EC サイトを利用した商品の購入が急激に増加しており、今や多くの消費者がインターネットを活用した買い物を日常生活の一部として受け入れている。統計局が実施した調査によると、ネットショッピングの利用率や支出額は年々増加傾向にあり、その成長は新型コロナウイルス感染症の拡大による生活様式の変化とも相まって一層加速している[1]。特に外出を控える生活が推奨された2020年以降、食品や生活必需品の購入においてもネットショッピングを利用する人々が急増し、EC市場の拡大に拍車をかけたとされている。さらに、店舗で実物を確認せずにインターネットだけで商品を購入することに抵抗がない消費者も増加している。2021年の調査では、その割合が約50%に達し、従来の「商品を直接手に取って確認したい」という購買行動の変化を示している[2]。の背景には、商品の写真や動画、レビューなどのデジタルコンテンツの進化が挙げられる。これにより、消費者は実物を確認しなくても商品の品質や性能をある程度把握できるようになり、購買の意思決定がオンラインで完結するケースが増えている。

一方で、ネットショッピングにはまだ課題も残されている。総務省が実施した調査によると、ネットショッピングを利用しない理由として「実物を見てから購入したい」という回答が多く挙げられており、これがEC市場のさらなる成長を妨げる一因となっている[3]。特に高額商品やサイズが重要な商品(家具、衣類、電化製品)においては、購入前に実物を確認したいというニーズが根強く存在している。また、商品の写真や説明が実物と異なる場合、消費者の期待を裏切る結果となり、返品や交換の増加につながる可能性も指摘されている。以上のように、ネットショッピングの利用率や支出額は確実に増加しているが、同時にその利便性と実物確認の重要性という、相反する要素が存在していることが分かる。これらの課題を解決するためには、消費者が安心して購入できる環境を整備することが必要だ。

例えば、商品の詳細を分かりやすく伝えるための高品質な写真や動画、拡張現実(AR)や仮想現実(VR)を活用した視覚的な確認手段の導入が期待されている。

以上より、ネットショッピングは利便性の向上により多

くの支持を得ている一方で、実物を確認できないことによる購買意欲の低下という課題を抱えている。この問題を克服することで、さらに多くの消費者がネットショッピングを活用し、EC市場の発展が進むと考えられる。

2. 関連研究

本章では、VRや消費行動の変化に関する研究について述べる。ネットショップにおける商品の提示形式が消費者の選択や購買意欲に与える影響を検討した[4]。特に「暗示的動き(Implied Motion)」を表す静止画に注目し、其の効果とメカニズムを議論している。視覚刺激が消費者の注意や判断に及ぼす影響は広く研究されてきたが、従来は静的な商品画像やビデオなどの動的提示が中心だった。本研究は、静止画が持つ暗示的な動きが消費者行動に与える影響を実証的に検証した点で新規性がある。「暗示的動き」とは、静止画でありながら動きが感じられる視覚的特性を指し、視覚システムによる運動の想像と再現によって生じる。これにより、消費者は商品使用の場面や効果を鮮明に想像しやすくなり、購買意欲や商品態度に影響を受ける。仮説を検証するため、Yahoo!クラウドソーシングで実験を実施。200名の20代~60代の一般消費者に、動的な画像と静的な画像(図2-1)を提示し、質問に回答してもらった。結果として、暗示的動きを表す静止画は消費者に運動を知覚させ、心的イメージの鮮明さを高め、購買意欲や商品態度を向上させることが確認された。さらに、静止画はビデオやVRに比べて制作コストが低く、ネットショップにおける実用性が高いと考えられる。

Verification of a Feedback Method for Promoting Blinking Eyes in Video Viewing

^{†1} KOUKI MATSUDA, Aoyama Gakuin University

^{†2} GUILLAUME LOPEZ, Aoyama Gakuin University



図 2-1：暗示的動きの画像と静的な商品写真

落合は視線情報に基づいた嗜好分析から商品を推薦する VR システムを提案している[5]。コンビニエンスストアを想定したワールドを作成し、カップ麺を 33 種類用意しユーザーの興味や嗜好分析を視線情報とアンケート評価で行った結果、注視時間からユーザーの興味や嗜好を判断することが可能だと考えられた。

中島らは、百貨店におけるアイトラッキングデバイスを用いた購買行動の評価を行った[6]。非計画購買は、店舗滞在時間や顧客特性に影響されることが示唆されている。本研究では、多層階の百貨店を対象に、Tobii 社のアイトラッキングデバイスを装着した被験者に 1 時間の自由なショッピングを行わせ、視線データや滞在時間を記録した。さらに、購買目的や訪店歴のアンケートデータを収集し、非計画購買の発生要因を分析した。LOOCV によるモデル評価とランダムフォレストを用いた分析の結果、実店舗嗜好や滞在時間が非計画購買に影響を与えることが明らかとなった。特に、滞在時間が 1500 秒を超えると非計画購買が増加し、2000 秒を超えると購買意欲が減少する傾向が確認された。この結果から、実店舗への関心が高い消費者ほど非計画購買を行いやすいことが示唆され、アイトラッキングデバイスを活用した視線情報の収集が購買行動の予測・分析に有効であることが実証された。

3. システムの概要

本節では本研究で提案する仮想現実において、視線情報を用いた商品作動ギミックの概要について述べる。動的な動きが分かりやすいように本研究では家電製品を 3D モデルとして使用する。ヘッドマウントディスプレイを用いた仮想現実上に家電量販店をイメージしたワールドを作成し、Pupil Neon[7]を Meta Quest3[8] に取り付け視線情報を読み取り、注目が集まっているオブジェクトのみをアニメーションで動くようにシステムを作成。家電量販店に直接行くのではなく仮想現実上で動的な動きを見ることによる興味の向上や変化を図ることを目的としたシステムである。

図 3-1 に提案システムの全体図を示す。被験者はヘッドマウントディスプレイを装着し、VR 空間上で家電製品を見る

ことができる。視線情報によってポインターが移動し、図 3-2 のように視覚的にどこに注目しているのかわかりやすくするために、ポインターから赤色で ray を表示させた。



図 3-1：家電量販店をイメージしたワールドの様子



図 3-2：ray が飛んでいる様子

またアニメーションの設定として、炊飯器は開閉の動作、扇風機は首を振る動作、電子レンジは扉の開閉が行えるようにアニメーションを作成してあり、動的な動きを直感的に理解できるようにした。

3.1 動的な 3D モデルの作成方法

3D モデルには、Unity 上の Asset を使うのではなく、現実世界にある電化製品を使うことでより現実世界をイメージできるようにした。現実世界の電化製品を 3D モデルに変更するために Toolbox AI 社が出しているスマートフォン向けアプリケーションの Scaniverse-3DScanner[9]を使用した。使用したスマートフォンは Apple 社が出している iPhone 14 を使用した。図 3-3 のように現実世界の家電を机の上などに置き、アプリケーションを起動して全方位を読み取ることで 3D モデルを作成した。



図 3-4：3D モデルの読み取り方

3.2 システム開発に利用した開発プラットフォーム

オーム

本開発には Unity Technologies が提供する Unity[10]を用いた。Unity は無料で利用可能なゲームエンジンであり、作成したプロジェクトは Android や PC, HMD など様々な環境にビルド可能である。また、様々なユーザーが作成したアセットがアセットストアから利用可能となっており、短期間での開発が可能である。本システムは HMD 上で動作するため、HMD 上のあらゆるセンサ情報を扱えるようにする拡張パッケージ (OpenXR) を導入した。本システムは 1 人で Meta Quest を装着し椅子または立った状態で仮想現実内の電化製品を見る。

3.3 視線情報計測

本研究では、視線情報の取得のために Pupil Labs 社が出す Pupil Neon を使用した。Pupil Neon を利用することで VR 空間に存在する 3D オブジェクトに対してユーザーの視線情報が計測できる。ユーザーの左右の眼下にそれぞれ小型カメラを設置して、ユーザーの眼球運動と VR 空間にある注視点をキャリブレーションすることで、VR 空間においてユーザーの視線情報を取得することができる。

ユーザーの視線方向に ray を飛ばすことで、ray が電化製品に衝突した時に、商品を見たと判定することができる。この視線情報を利用して、ユーザーがどの商品を見たのか、商品は何秒間見ていたのかなどのデータを取得することができる。1 秒以上の視線の停止を注目として VR 上でも判定できると分かっているため、これを使い電化製品に注目 (1 秒以上) が集められた時アニメーションが動きだすように設計した。Pupil Neon とスマートフォンを接続し、Pupil Labs 社の Neon Companion を使い、視線がどこを向いているのかの測定と接続を行い、python で動かした。

視線情報の計測を実装するため、図 3-5 のように Meta Quest3 と Pupil Neon を接続し仮想空間上 (Unity) で視線情報を読み取り Pupil Neon に情報を送り、データ化された視線情報から注目時間によってアニメーションを再生した。コンソールから api を Pupil Neon に送り、視線情報をコンソールに返して MQTT ブローカーにパブリッシュし、VR に送る。

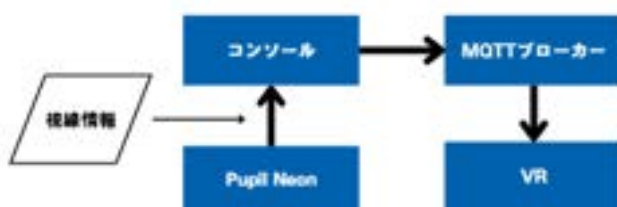


図 3-5：視線情報計測と共有の仕組みの概要図

4. モデルの動的な動きの有無による評価実験

4.1 実験目的

本研究の目的は、本システムを利用する際のシステムの

有用性や、ユーザーがどのように感じるかを検証することである。具体的には、ユーザーの興味や嗜好、体験を通じた感じ方がどのように変化するかを分析し、それらの変化に基づいてシステムの有効性を評価する。また、以下の 3 つのパターンに基づいて比較を行い、各パターンがユーザー体験に与える影響を検証する。静止、モデルが動かない場合常時動作、モデルが常に動いている場合注視動作、視線情報によってモデルが動く場合。これらの比較を通じて、視線情報を活用した動的なインタラクションがユーザーの興味喚起や体験の質に与える効果を明らかにし、システム設計における有用性の評価を行うことを目指す。

4.2 実験概要

被験者 10 人に図 4-1 の Meta Quest3 に Pupil Labs を取り付けたヘッドマウントディスプレイを装着してもらう。



図 4-1：ヘッドマウントディスプレイ

4.3 実験方法

本研究では、3 つの異なる VR 環境を用いて、被験者に電化製品 (炊飯器、電子レンジ、扇風機) を観察・比較してもらい、それぞれの場合でエンゲージメントに与える影響を評価した。以下に実験の手順を示す。各 VR 環境は以下の 3 つのパターンで構成される。

- ・ 静止: 3D モデルが動かない静止状態。
- ・ 常時動作: 3D モデルが常に動き続ける状態。
- ・ 注視動作: 被験者の視線情報に基づき、注目している 3D モデルのみが動く状態。

この時各実験参加者には 3 つのパターンの VR 環境を体験してもらうが、順序効果を排除するために、体験順序をランダムに設定した。被験者には事前に、3 パターンの環境で電化製品の観察・比較を行った後にアンケートに回答してもらうことを伝えた。また、それぞれのパターンの具体的な違いには明示せず、観察を自然に行ってもらうように促した。各被験者には 3 つの VR 環境を順番に体験してもらい、それぞれの環境で電化製品を観察した。観察時間は被験者に委ね、十分に観察したと感じた時点で次の環境に移行す

るようにした。

4.4 評価方法

4.4.1 エンゲージメント評価

本実験では、各 VR 環境でのユーザーの利用時間をエンゲージメントの定量的な指標として定義した。具体的には、各環境の体験開始から終了までの時間 (秒) を計測し、その値を比較することでエンゲージメントの違いを評価した。被験者が各 VR 環境で観察を開始した時点でタイマーを開始し、観察を終了した時点でタイマーを停止することで、利用時間を記録した。各環境での利用時間は被験者が自由に決定できるようにし、無理のない形で自然な観察行動が得られるよう配慮した。記録した利用時間を環境ごとに集計し、平均利用時間や標準偏差を算出した。また、各パターンにおけるエンゲージメントの違いを統計的手法を用いて比較した。定量的な評価に加えて、被験者にはアンケートを通じて主観的な感想や各環境に対する満足度を回答してもらった。これにより、定量的評価と主観的な意見の相関を分析し、視線連動型インタラクション (注視動作) の有効性を検証した。

4.4.2 アンケート評価

本研究では、3 つの異なる VR 環境に対する被験者の主観的な評価を収集するため、アンケートを実施した。アンケート評価の目的は、VR 環境の違いが被験者の興味や使用イメージ形成、さらには購買意欲に与える影響を明らかにすることである。特に視線情報によって動く環境 (注視動作) が、他の環境 (動かない場合、動き続ける場合) と比較して、より高い興味や購買意欲を引き出すかどうかを検証した。アンケートは以下の設問で構成されており、それぞれの質問に対する回答を数値化し、定量的に分析した。

- ・ 設問 1: 興味がわいたか。
- ・ 設問 2: 扇風機が暑さを軽減してくれると感じたか。
- ・ 設問 3: 炊飯器でご飯を炊くイメージができたか。
- ・ 設問 4: 電子レンジでものを温めるイメージができたか。

設問 1 は、各 VR 環境がどの程度ユーザーの興味を引いたかを評価する設問。被験者には、VR 環境の動きや視覚的な特徴が興味を引くかどうかを直感的に回答してもらった。

設問 2~4 では、モデルの視覚的な表現が、利用場面の具体性にどのように影響を与えるかを検証した。評価方法として設問 1~4 は各設問に対して、被験者には 1~10 の範囲で数値評価を行ってもらった。1: 全くそう思わない 10: 非常にそう思うこの評価方法により、各設問に対する回答を数値化し、VR 環境ごとの違いを明確に把握することが可能となった。

5. 実験結果と考察

5.1 エンゲージメント評価考察

本節ではエンゲージメントの評価結果および考察を述べる。表 5-1 に 3 パターンそれぞれの平均利用時間と標準偏

差を示す。

表 5-1: 各パターンの平均利用時間と標準偏差

パターン	平均利用時間 (秒)	標準偏差 (秒)	有意差
静止: 3D モデルが動かない状態	20.684	9.213	あり
常時動作: 3D モデルが常に動き続ける状態	32.518	15.684	あり
注視動作: 視線情報に基づき動作する状態	45.018	12.872	—

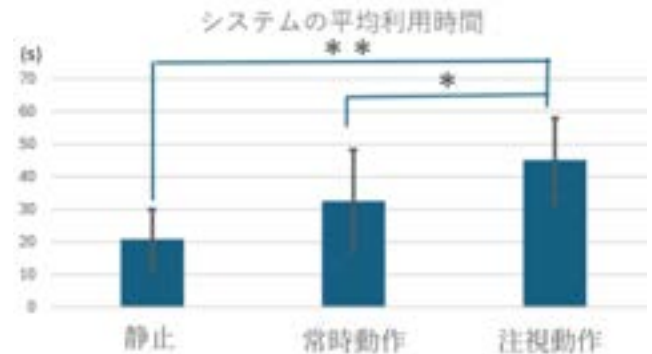


図 5-1: 平均利用時間の有意差

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

他の項目については有意差なし

図 5-1 から、視線情報に基づき動作する注視動作が最も長い平均利用時間 (45.018 秒) を示し、エンゲージメントが他の 2 つのパターンと比較して有意に高いことが分かった。静止状態と注視動作がもっとも有意な差を示し、注視動作の有意性を示しました。さらに、標準偏差の値から、各パターンにおける観察時間のばらつきを評価しました。静止および注視動作は、比較的安定したばらつきを示した一方で、常時動作は標準偏差が最も大きく (15.684 秒)、被験者による観察時間の個人差が大きいために示唆されました。これらの結果は、視線情報を活用する動的なインタラクションがユーザの興味を持続させ、観察行動を促進する効果があることを示しています。視線情報によって動作する注視動作では、被験者が長時間観察を続ける傾向が見られ、インタラクションのパーソナライズ効果が興味を向上させる可能性が示唆されます。

一方、常に動き続ける常時動作では観察時間が静止より長いものの、標準偏差が大きく、被験者間での評価が分かれる結果となりました。これは、動き続ける状態が一部の被験者にとって過剰な刺激や情報過多として認識された可能性を示しています。常に止まっている静止状態は、他のパターンに比べてエンゲージメントが低く、ユーザが積極的に関与する機会が限られていると考えられます。このことは、動的インタラクションがユーザの興味喚起に与える重要な役割を強調しています。

5.2 アンケート評価および考察

本節ではアンケート評価の結果とその考察を述べる。本研究では、3 つの異なる VR 環境 (「静止」、「常時動作」、「注視動作」) における被験者の主観的な評価をアンケートを

通じて収集し、興味関心、使用イメージ形成について定量的に分析した。アンケート結果の数値化に基づく分析の結果、注視動作が他の 2 つの環境と比較して、被験者の興味、イメージ形成において最も高いスコアを示した。この章では、各設問の詳細な結果を示し、T 検定による有意差の検証とともに、その考察を展開する。

設問 1. 興味がわいたかでは、VR 環境がどの程度ユーザの興味を引いたかを評価した。以下の表 5-2 に示す通り、注視動作は平均スコア 6.7 で、他のパターンと比較して最も高い評価を得た。

表 5-2：設問 1 における興味関心のスコア比較

パターン	平均値	p 値	有意差
静止	1.9	$p < 0.01$	あり
常時動作	5.0	$p < 0.05$	あり
注視動作	6.7	—	—

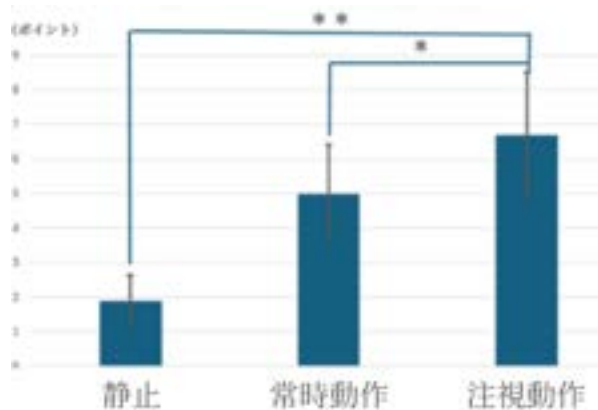


図 5-2：興味関心の有意差

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

他の項目については有意差なし

T 検定の結果、注視動作は静止と比較して非常に高い有意な差を示した ($p < 0.01$)。また、常時動作と比較したときも ($p < 0.05$) 有意な差があることが明らかとなった。興味関心の差として段階的に静止<常時動作<注視動作の順でスコアが上がり主観的なアンケート評価でも注視動作が有意であることが分かった。

設問 2 ではそれぞれ扇風機、炊飯器、電子レンジの使用イメージ形成を測定した。まず扇風機について示す。T 検定の結果として図 5-3 のように、注視動作は静止と比較して有意な差が検出されたが、常時動作とは有意差はないと検出された。

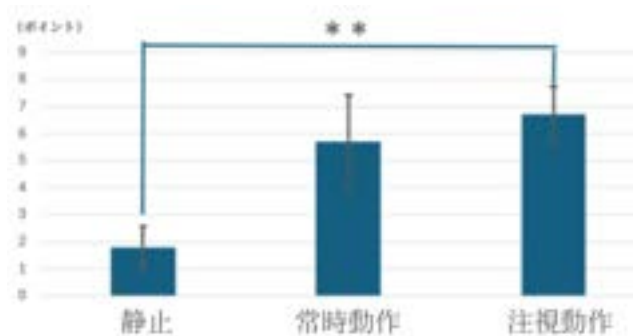


図 5-3: 扇風機の使用イメージの比較

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

他の項目については有意差なし

次に炊飯器について示す。

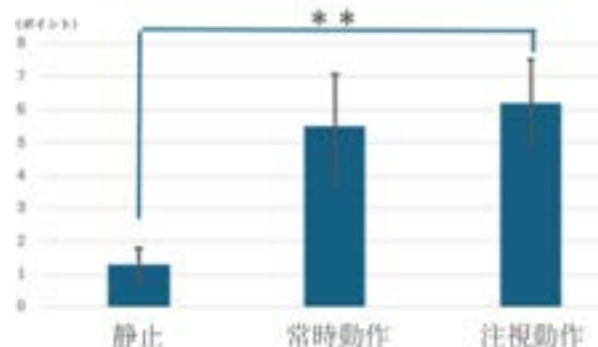


図 5-4: 炊飯器の使用イメージの比較

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

他の項目については有意差なし

T 検定の結果として図 5-4 のように、扇風機と同じように注視動作は静止と比較して有意な差が検出されたが、常時動作とは有意差はないと検出された。

最後に電子レンジについて示す。

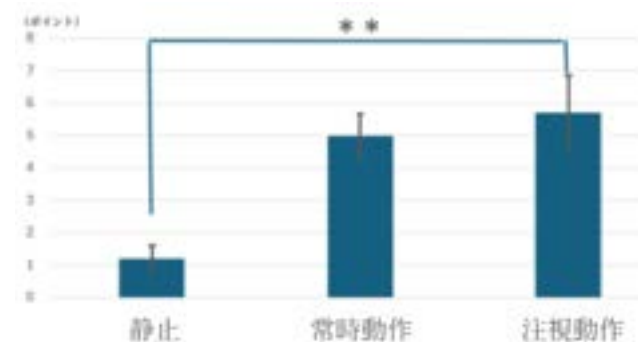


図 5-5: 電子レンジの使用イメージの比較

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

他の項目については有意差なし

T 検定の結果として図 5-5 のように、注視動作は静止と比較して有意な差が検出されたが、常時動作とは有意差はないと検出された。この 3 つの図から静止では動きがないため、視覚的な刺激が不足し、製品の利用イメージが付かず想像しにくい、常時動作と注視動作では同じように動きをみることができるため、視覚的な刺激の差がないため、有

意な差がなかったと考えられる。

5.3 考察

本章ではシステムを用いた評価実験結果とその考察について述べた。それぞれのパターンでエンゲージメントの評価とアンケート評価を行い比較を行った。常時動作、注視動作のような動的インタラクションがユーザの興味や使用イメージの形成において極めて効果的であることを示した。定量的なエンゲージメント評価では視線情報に基づいて動作する注視動作がもっとも有意性がありユーザの関心を長引かせ引き出す効果があると示された。視線情報を用いることで、ユーザ体験を個別化し、長時間のエンゲージメントを維持できる可能性が示唆された。

6. 実験結果と考察

6.1 まとめ

本研究ではネットショッピングで購入する前に実物を見られるようにするために、仮想現実上で 3D モデルを表示し動的な動きがあることで興味関心が変わるかを提案した。視線情報を活用して、注目しているモデルのみが動くシステムを作成し、動き続ける場合、動かない場合の 3 パターンでエンゲージメント評価とアンケート評価を行った。エンゲージメント評価では注視動作での平均利用時間が静止

状態の 2 倍近く長く、利用者の興味を最も引いていたと考えられる。アンケート評価では 3D モデルが静止状態と注視動作が非常に有意な差を示し、常時動作とも有意な差を示した。本システムの使用により、現実世界で家電量販店に行く前に仮想現実上で動きのある 3D モデルを先に見ることで興味を掻き立てて、使用するイメージを想像させることができ、興味を持たせることができると明らかになった。

6.2 今後の展望

システムの改善点として、商品が一方向しか見れず 360 度見ることができないこと、音などの視覚以外のフィードバックがないため没入感にかけてしまっていること、商品との距離があり近くに寄せられなかったことが挙げられる。システムを考えたとき、家電量販店で商品を持ち上げることはないと考えてしまい、単方向からのアニメーションのみ作成してしまったが、仮想現実という環境を最大限に利用できていなかったと感じる。また、扇風機の音や電子レンジの音などの聴覚的フィードバックも実装することで、より没入感を与えて興味をより掻き立てることができたのではと考えられる。以上にあげられる課題を解決し実装することで、より没入感があり興味関心に影響を与えられるシステムが完成できると考えているため、本システムを発展させていきたい。

参考文献

- [1] 家計消費状況調査結果の概況.
://www.stat.go.jp/data/joukyou/2022ar/gaikyou/pdf/gk01.pdf
- [2] NRI メディアフォーラム：第 322 回 NRI メディアフォーラム (2021). <https://www.nri.com/-/media/Corporate/jp/Files/PDF/knowledge/report/cc/mediaforum/2021/forum322.pdf?la=ja-JP&hash=396365B469B39B585BCE5A74CD340308B02D63F2%EF%BC%89>.
- [3] 総務省：平成 27 年インターネットショッピングの利用状況 (2015).
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/html/nc122400.html>.
- [4] 張 テイテイ：ネットショップにおける暗示的動きを表す静止画が消費者行動に与える影響，経営論集 (2023).
- [5] 落合拓朗 藤田智 益子宗星野准一：視線情報に基づいた嗜好分析から商品推薦を行う VR ショッピングシステム，IPJS SIG Technical Report, Vol. 2019-HCI-184, No. 3 (2019).
- [6] 中島仁大竹恒平：百貨店におけるアイトラッキングデバイスをを用いた購買行動の評価，第 86 回全国大会講演論文集 437 - 438, Vol. 1 (2024).
- [7] Pupil Neon. PupilLabs 社，<https://pupil-labs.com/>. (Accessed on 1/8/2025)
- [8] Meta Quest3. Meta 社，<https://www.meta.com/jp/quest/quest-3/>. (Accessed on 1/8/2024).
- [9] Scaniverse-3D Scanner. Toolbox AI 社，<https://scaniverse.com/>. (Accessed on 1/8/2024).
- [10] Unity. Unity Technologies. , <https://unity.com/ja>. (Accessed on 1/8/2024).