

# トリガーの抵抗制御による投げ銭時のユーザ体験向上手法の提案

釣部彩花<sup>†1</sup> 栗原渉<sup>†1</sup> 兼松祥央<sup>†1</sup> 松吉俊<sup>†1</sup> 安原広和<sup>†1</sup> 三上浩司<sup>†1</sup>

ライブ配信などの投げ銭は視聴者と配信者間でのコミュニケーションや画面上へのエフェクト表示、効果音再生など、ユーザ体験向上の支援がされている。しかし、他のユーザと同様のタイミングに投げ銭した場合、自身の投げ銭に対してのフィードバックが得られずにユーザ体験が損なわれてしまう問題がある。そこで、本手法ではゲームなどにおいてユーザ体験向上に利用されている触覚に着目し、投げ銭時のボタンの抵抗値や押す深さを金額ごとに変えることで、ユーザ各々にコンテンツを阻害せず、お金を投げている感覚の提示する手法を提案する。押しボタンの抵抗制御が可能である PlayStation5 DualSense を用いた実験用コンテンツにより、投げ銭時の触覚によって達成感が生まれる可能性が示された。

## 1. はじめに

2023 年は新型コロナウイルス感染症法上の位置づけが 5 類に移行され、経済社会活動が正常化した。アフターコロナの生活様式の中でも動画配信の視聴習慣が定着していることから動画配信市場は穏やかな成長が続いている[1]。ライブ配信は推し活の 1 つとしても根付いており、YouTube ライブやインスタライブ、TikTokLIVE などがある。ライブ配信サービスの特徴として視聴者と配信者との間でリアルタイムにやりとりができることが挙げられる。一部のコンテンツや贈るアイテムによって有料のアイテムもあり、課金が必要となる。物品を買う行為と異なる点はお金を払うことによって存在する物を得るわけではないことが大きな違いである。三菱 UFJ リサーチ&コンサルティングはライブ配信サービスに目を向けた調査をしている[2]。アンケート調査により、課金する動機は配信内容に満足したことや配信者に喜んでもらいたい、盛り上げたい人が半数以上いた。一方で他の人がアイテムを贈っていることにつられることや配信者に気づいて欲しいなど、人と競うことを目的として課金をしている人も 2 割程度いた。ライブ配信などで投げ銭をすることで視聴者と配信者間でのコミュニケーションがより生まれ、ユーザ体験が向上している。しかし、視聴者にとって配信者に有料アイテムを贈る時、気がつくと思った以上に多くの有料アイテムを贈っていることや後からそのアイテムをキャンセルできないことが問題とされている。動画配信サービス上においても課金・投げ銭の発生時に画面上へのエフェクト表示や効果音再生など、ユーザ体験向上の支援がされている。しかし、他のユーザと同様のタイミングに投げ銭した場合、自身の投げ銭に対してフィードバックが得られずにユーザ体験が損なわれてしまう問題がある。そこで本研究では、ユーザ各々にコンテンツを阻害せず、お金を投げている感覚を提示する。

ゲームの体験向上として没入感や存在感を与えるための触覚提示デバイスの研究は広く行われている。販売されているデバイスにも事例があり、PlayStation の PlayStation5

のコントローラーに搭載されている DualSense は抵抗感を与えることができ、シューティングゲームの銃のトリガーの重さが変わるなどリアルさを与えている[3]。

本研究ではゲームなどにおいてユーザ体験向上のために用いられる触覚に着目し、視覚的にコンテンツを阻害することなく、ユーザ各々に投げ銭の金額に応じた触感を付与することで投げ銭におけるユーザ体験の向上の手法を提案する。

## 2. 関連研究

操作感向上やゲームの没入感を与えることを目的とした触覚提示デバイスが多く提案されている。押下圧に着目し、スティックやボタン操作時の操作感の研究がある。宮上ら[4]は空気圧による力覚提示手法を用いて既存のゲームコントローラのアナログスティックに後付け可能な力覚提示システムを提案した。袋の膨張を変え、抵抗感を与えることができ、スティック入力をするとき抵抗を感じ、足が沼にとられ移動しにくい感覚を提示することを可能にした。田原ら[5]は押下圧とクリック感に焦点を当て、1 つのボタンに複数の押し心地を表現した。押下圧の変更には永久磁石同士の反発を用い、リニア振動アクチュエータで移動する。家電など操作者へのフィードバックを繊細かつ多彩にすることが可能となった。

また、重りを移動させ、感じさせる質量や物の形状を変化させるデバイスがある。木村ら[6]は把持部から錘までの距離をリンク機構とサーボモータを用いて増減させることにより、重量感覚を提示するデバイスを開発した。箱の中にボールを集めるゲームで実験し、デバイスを用いることで重量感覚の提示に成功し達成感が得られた。André Zenner ら[7]はさまざまなサイズや重さの仮想オブジェクトと対応しながら重量配分を変えることで、絶えず変化する知覚を強化する魅力的な動的な触覚フィードバック (DPHFDPHF) を提供し、リアルさや楽しさが増すことが明らかになった。質量だけでなく、接触時の感覚について

<sup>†1</sup> 東京工科大学  
Tokyo University of Technology.

変化させるデバイスがある。森ら[8]は VR 空間でワイヤー型力覚提示デバイスを用いて手部に触覚情報を提示することで、棒の先端が物体に接触した時の感覚を提供する手法を提案した。その結果、道具の長さが 50cm より短い場合には、実道具を持たなくても実道具使用時と同等の感覚や手応えが提供できることが示された。古堅[9]らは材質に応じた切断途中の抵抗提示と切断後の抵抗の喪失をコンテンツ映像に合わせて行い、ユーザーに対して切り抜く感覚を与えるデバイスの開発した。

ゲームだけでなくライブ配信のインタラクションとしても使われている。高見ら[10]はエッジを介した電気触覚を利用したスマートフォン上でのライブストリームインタラクションのための新たな方法を提案した。配信者と視聴者間のインタラクションはユーザーのコメントやエフェクトなどで限定されていたが、電気アレイからの電気刺激により、空間的な触覚を与えることができ、物理的な存在感をもたらすことを可能にした。

これらの先行研究より、クリック感や重量、接触時の動的变化は存在感や没入感を与えることが明らかになっている。コントローラーなどのデバイスを使うゲームにとどまらず、ライブ配信においても活用されている。本研究では押下時に抵抗を変え、お金の金額に応じた感覚を与える。存在感を与え、投げ銭をしている感覚を体験させる。

### 3. 提案手法

本研究が提案する手法には既存デバイスである PlayStation5 DualSense を用いた。L2R2 ボタン(以下「トリガー」)に内蔵されているアダプティブトリガーをプログラムで制御し、トリガーを引く時に力がかかる深さ(長さ)と力を変化させた。抵抗が始まる位置を Start (以下、「S」)、抵抗が終わる位置を End (以下、「E」)で表し、0 が最も深く、1 が最も浅い。同様にかかる力を Force (以下、「F」)で表し、1 が最も強く、0.1 が最も弱い。今回の実験では抵抗が無いトリガーを 1 種類、抵抗がありのトリガーを 11 種類用意した。制作したトリガーを図 1 に示す。トリガーが引かれ始めると、トリガーの種類・トリガーが最後まで引ききるまでの時間・次のトリガーが引かれるまでの時間を計測する。コンテンツ使用時、金額によって抵抗を変化させ、各金額の重さを感じさせる。

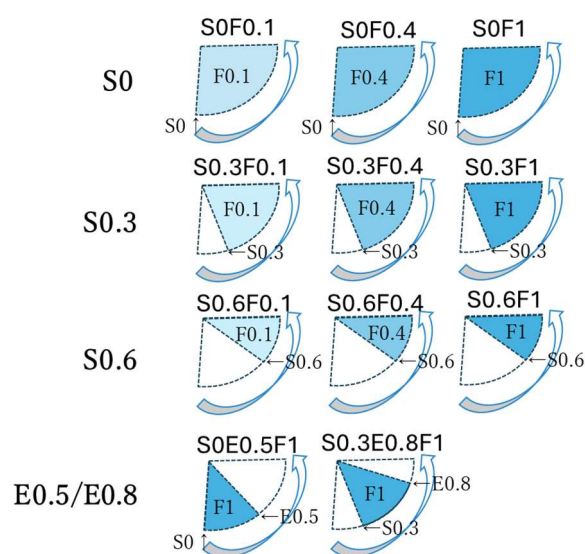


図 1 トリガーの種類

## 4. 実験方法

### 4.1 金額の感覚について

実験参加者は両手でコントローラーを持ち、トリガーに小指がかかるようにし、トリガーを引いてもらう。トリガーを引く回数は何度試してもらっても構わない。前述した 12 種類のトリガーの種類を組み合わせた 21 条件を無作為に提示する。トリガーの 21 条件を図 2 に示す。1 条件につき 2 つ提示する。1 つ目を 1000 円と仮定した時 2 つ目の金額の感覚を 0 から 10 万円の範囲で回答してもらう。抵抗が強くなると金額を高く感じると仮説を立てた。抵抗による金銭感覚の違いを明らかにするために共通のトリガーを含む組み合わせを用いて、感じた金額を比較する。触覚提示によっての金額への影響を図るため視覚情報は与えない。また、実験終了後に抵抗がある 11 種類の一覧から実験参加者の自由に選んで体験してもらい、最も金額が高いと感じたトリガーを回答してもらう。

ケース	1つ	2つ
0 抵抗なし	Start 0 抵抗0.1	
1 抵抗なし	Start 0 抵抗0.4	
2 抵抗なし	Start 0 抵抗 1	
3 Start 0 抵抗0.1	Start 0 抵抗0.4	
4 Start 0 抵抗0.1	Start 0 抵抗 1	
5 Start 0 抵抗0.4	Start 0 抵抗 1	
6 抵抗なし	Start0.3抵抗0.1	
7 抵抗なし	Start0.3抵抗0.4	
8 抵抗なし	Start0.3抵抗 1	
9 Start0.3抵抗0.1	Start0.3抵抗0.4	
10 Start0.3抵抗0.1	Start0.3抵抗 1	
11 Start0.3抵抗0.4	Start0.3抵抗 1	
12 抵抗なし	Start0.6抵抗0.1	
13 抵抗なし	Start0.6抵抗1	
14 Start0.6抵抗0.1	Start0.6抵抗1	
15 Start 0 抵抗 1	Start0.6抵抗1	
16 Start 0 抵抗 1	Start0End0.5抵抗1	
17 Start 0 抵抗 1	Start0.3End0.8抵抗1	
18 Start0.6抵抗1	Start0End0.5抵抗1	
19 Start0.6抵抗1	Start0.3End0.8抵抗1	
20 Start0End0.5抵抗1	Start0.3End0.8抵抗1	

図 2 トリガーの 21 条件

## 4.2 コンテンツについて

YouTube のスーパーチャット風のコンテンツを試遊してもらう。コンテンツ画面を図 3 に示す。トリガーの抵抗が全て無いものと金額によって抵抗が変わるものの 2 種類を体験させる。抵抗があるコンテンツは 200 円が抵抗なし、500 円が S0.3F0.1、1000 円が S0F0.1、2000 円が S0F0.4、5000 円が S0F1、10000 円が S0E0.5F1 のトリガーを用いる。順番による差が出ないように、実験参加者の半数は抵抗がないコンテンツを先に体験し、もう半数は抵抗があるコンテンツを先に体験する。仮想のお金ではあるが自身の体験として感じて欲しいため月に使えるお金が 10 万円あり、その中から食費や雑費を払いながら、好きなキャラクターに投げ銭をするという設定を設ける。実験参加者はいつでもコンテンツを辞めてよい。また、トリガーを最後まで引ききらなければ投げ銭はされない。金額が高くなるとトリガーの抵抗は強く、キャラクターの表情はにこやかに、紙吹雪の量も増える。投げた合計金額は常に表示されている。体験後に「抵抗がある時お金を投げている感覚があるか」、「抵抗ありの投げ銭をしている時に感じたこと、思ったこと」、「コンテンツを辞めた理由」をアンケートで記入してもらう。



図 3 実験用コンテンツ

## 5. 実験結果

実験は男女 17 人 (20 代男性 11 人, 20 代女性 4 人, 50 代男性 1 人, 50 代女性 1 人) に対して実施した。実験参加者のうち投げ銭経験者は 1 人であった。

### 5.1 金銭感覚について

トリガーを引き始めてから引ききるまでの時間を種類ごとに計測した平均値を表 1 に示す。図の橙色の背景部分は最後まで抵抗があり、図の緑色の背景部分は途中で抵抗が無くなるトリガーである。抵抗がない時が最も時間が短く、始まる位置が異なるトリガーごとに比較すると抵抗が強くなるほど時間は長い傾向にある。

表 1 トリガーを引ききるまでの平均時間 (s)

抵抗なし	0.102
S 0 F0.1	0.104
S 0 F0.4	0.176
S 0 F 1	0.161
S0.3F0.1	0.189
S0.3F0.4	0.214
S0.3F 1	0.301
S0.6F0.1	0.161
S0.6F1	0.263
S0E0.5F1	0.150
S0.3E0.8F1	0.348

抵抗が強くなると金額を高く感じると仮説を立てた。抵抗による金銭感覚の違いを明らかにするために共通のトリガーを含む組み合わせを用いて、感じた金額を比較した。抵抗がない時を基準の 1000 円とした時、抵抗がない時を組み合わせに含む 8 種類を比較した結果を図 4 に示す。有意水準 1% でウィルコクソン符号順位検定を実施したところ、有意な差がみられた。抵抗が始まる位置が同じトリガーを比較した時に有意差がみられたため、トリガーの深さが同じでも抵抗が異なることで感じる金額の違いが明らかになった。

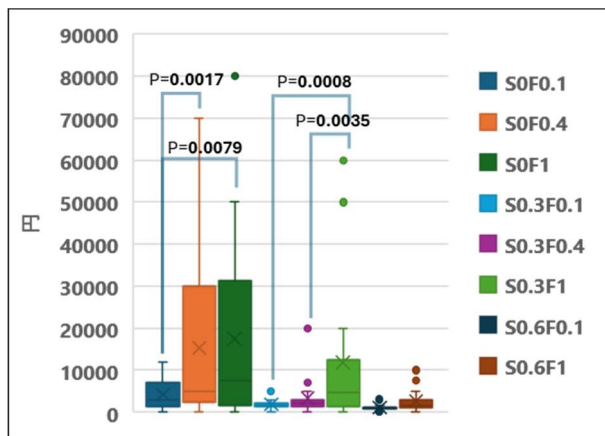


図 4 抵抗なしを基準とした時

S0 と S0.3 において抵抗が始まる位置が同じで抵抗のみ違うトリガーをそれぞれ比較した。結果、どちらも抵抗が大きいかを感じる金額が高くなった。仮説として抵抗が強くなる方が感じる金額が高くなることが明らかになった。

また、途中で抵抗が無くなる S0E0.5F1 と S0.3E0.8F1 において抵抗は同じ S0F1 を基準の 1000 円とした時、2 つとも平均値が 1000 円以上となった。S0.6F1 を基準の 1000 円とした時にも同様に、1000 円以上となった。2 つの条件とも S0E0.5F1 の方が感じる金額が高かった。これらより、抵抗なし<S0.6F1<S0F1<S0.3E0.8F1<S0E0.5F1 の順に金額が高く感じる傾向がある。実験後アンケートにて 11 種類のトリガーのうち金額が高く感じたトリガーを聞いた結果、8 人が S0F1、6 人が S0E0.5F1 と回答した。常時重いトリガーとは違う感触があり判別が難しいものの、途中で力が抜けると投げている感覚が増し、達成感や躊躇が生まれることがアンケートからみられた。抵抗の強さだけでなく引く深さが操作感と金額に影響を与えていることも明らかになった。

## 5.2 コンテンツについて

抵抗がある時と無い時で体験時間と投げ銭した金額について比較した。実験参加者毎のグラフであり、コンテンツに抵抗がないものを図 5、コンテンツに抵抗があるものを図 6 に示す。このグラフはコンテンツ体験時間と累計金額を表し、図の点は投げ銭の時間とその時点での累計金額を示す。点線が平均体験時間までの 10 秒毎の投げ銭平均値である。線が横に長いほどコンテンツ体験時間が長く、縦に長いほど使った金額が高い。線が垂直なほど短時間で高い金額を投げ、緩やかなほど長時間で低い金額を投げたことを表す。図 5 の赤色の人の場合、開始から 7 秒で 2000 円、その 8 秒後に 5000 円、さらに 10 秒後に 2000 円、その 7 秒後に 1000 円投げ銭したことを表しており、累計 10000 円を使い、開始から 31 秒でコンテンツを辞めたことを表す。

赤色の 2 本の実験参加者をみると、使っている金額はあ

まり変わらないが、体験時間としては抵抗があるコンテンツの方が長い。しかし、平均値を比較するとあまり差はみられなかった。実験の順序や個人差はあるが、体験時間が長い人が 9 人と体験時間にあまり影響を与えない傾向にあった。アンケートにて抵抗がある時お金（金額）を投げている感覚について聞いた結果を図 7 に示す。とても感じた人が 8 人と全体で見ても感じた人が多い。アンケートで抵抗がある時に投げ銭をして感じたことや思ったことを聞いたところ、「お金の重さを感じ投げている実感があって楽しい」、「貢いでいる感覚があって嬉しい」という意見があった。一方で「重いことで投げているのか冷静に考えられた」、「生活費の危機感を感じた」という躊躇いが生まれたという意見もあった。体験に臨場感や存在感を与えられたのではないかと考える。また、投げ銭を辞めた理由として予算はここまでだったからという意見が大半を占めていた。触覚提示より視覚情報の方が辞める要因になったと考えられる。

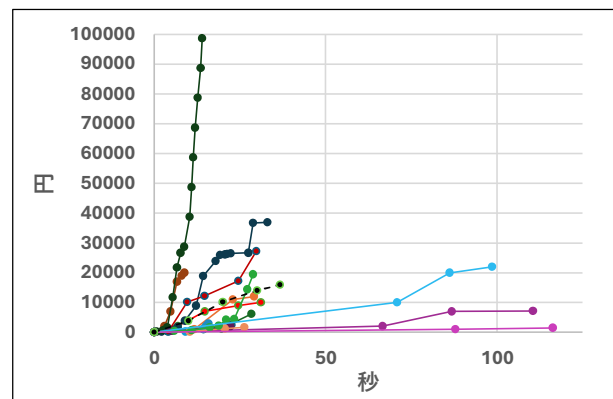


図 5 抵抗がない時のコンテンツ体験時間と投げ銭額

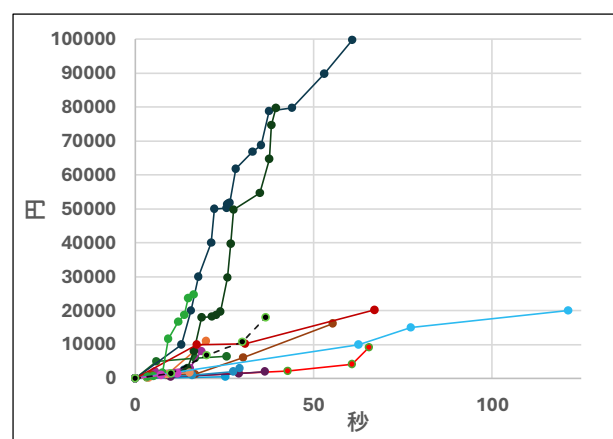


図 6 抵抗がある時のコンテンツ体験時間と投げ銭額



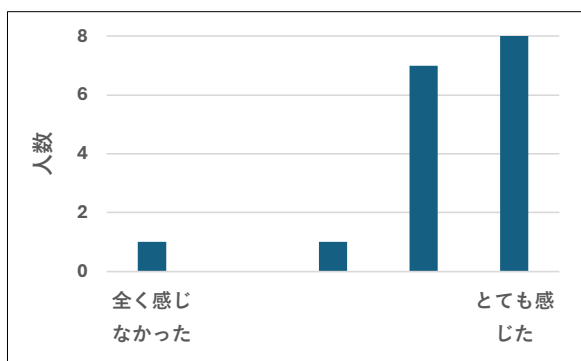


図 7 抵抗がある時お金を投げている感覚について

トリガーを引き始めてから引ききるまでの時間を抵抗がある時と抵抗がない時、コンテンツ外で比較した。結果を図 8 に示す。500 円と 2000 円の時、平均値を比較すると抵抗ありの方が抵抗なしより操作時間は長い。しかし、1000 円の時は抵抗なしの方が操作時間は長く、他 3 つの金額に関してはあまり変わらない結果となった。また 10000 円の時、平均値を比較すると抵抗ありと抵抗なしどちらにおいても、コンテンツ時の方がコンテンツ外より操作時間は短い。金額による法則はみられなかったが、コンテンツによって実験参加者に心理的影響があるのではないかと考える。

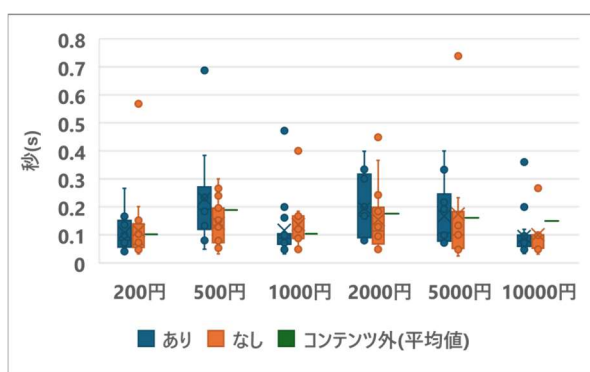


図 8 金額ごとの操作時間の分布

## 6. まとめと展望

本研究では投げ銭時のユーザ体験向上としてコンテンツを阻害せず、金額に応じたお金を投げている感覚を与えることを目的としている。金額に応じた触覚提示をトリガーの引く深さと抵抗を変えることで提案した。提案手法により抵抗が強い方が金額は高く感じるという仮説を立証でき、操作感の違いや体験の向上が数値とアンケートによって明らかになった。

体験の向上により達成感が強くみられた。一方で思考を促す手段としても有効である可能性が考えられる。今回の実験では使った金額を文字で表示していたため、視覚と触覚のどちらの情報が影響を与えたのか曖昧な部分がある。

思考を促すことに触覚提示が有効か検証する必要がある。また、トリガーを引き始めてから引ききる時間に何が影響しているのか今回の実験では明確にならなかった。追加アンケートや生体情報を用いて検証する必要がある。投げ銭経験者が今回 1 人だったため、経験者によって差が出るか明らかにするために、より実験参加者を増やす必要がある。

今回の提案手法は力を入れれば押せるような設計だった。今後ユーザの好みで抵抗や押す深さを変えられるデバイスの設計を検討している。一定の設定ではなく個人で設定ができることでより体験が向上すると考える。また、オンラインでのショッピング時など投げ銭時以外での活用も検討している。

## 参考文献

- 1) 一般財団法人デジタルコンテンツ協会, 動画配信市場調査レポート 2024, 一般財団法人デジタルコンテンツ協会 (2024).
- 2) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング, ライブ配信サービス (投げ銭等) の動向整理, 消費者庁 (2018).
- 3) PlayStation, DualSense ワイヤレスコントローラー \_ PS5 のための革新的なコントローラー, <https://www.playstation.com/ja-jp/accessories/dualsense-wireless-controller/>
- 4) 宮上昌大, 齋藤大雅, 金子征太郎, アナログスティックに後付け可能な力覚提示システムの提案, 研究報告エンタテインメントコンピューティング, Vol. 67, No. 13 (2023).
- 5) 田原和真, 塚田浩二, 動的に押し心地が変化する押しボタンの提案, WISS 2023: 第 31 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 (2023).
- 6) 木村尚斗, 船藏優弥, 鈴木裕也, 鈴木航平, 佐瀬一弥, 重心可変機構による連続的重量変化の提示を取り入れたゲーム開発, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2019 論文集, Vol. 2019, pp462-465 (2019).
- 7) André Zenner, Antonio Krüger, Shift: A Weight-Shifting Dynamic Passive Haptic Proxy to Enhance Object Perception in Virtual Reality, IEEE TRANSACTIONS ON VISUALIZATION AND COMPUTER GRAPHICS, VOL.23, NO.4 (2017).
- 8) 森海龍, 安藤雅行, 大津耕陽, 泉朋子, 実道具への装着を必要としないワイヤー型力覚提示デバイスによる仮想オブジェクトへの接触感の評価, 研究報告エンタテインメントコンピューティング, Vol. 68, No. 26 (2023).
- 9) 古堅耕太郎, 兼松祥央, 三上浩司, 材質の違いを考慮した切り抜いた感覚を与える力覚フィードバックデバイス, インタラクシオン 2020 論文集, pp629-632 (2020).
- 10) 高見太基, 齋藤大雅, 亀岡嵩幸, 梶本裕之, スマートフォン側面部電気刺激を用いたライブ配信における触覚インタラクションの検討, 研究報告エンタテインメントコンピューティング, Vol. 67, No. 12 (2023).