

# 周辺視への錯視図形提示によるコンテンツ視聴手法の提案

福地 翼<sup>†1</sup> 松井 啓司<sup>†1</sup> 中村 聡史<sup>†1</sup>

**概要:** PC 上での映像コンテンツ視聴の質は、ディスプレイのサイズや内蔵スピーカなど PC の性能に依存する。これを解決するには高品質のディスプレイやスピーカを準備する必要があるが、コストが増大するという問題点がある。そこで我々は、PC の制限の中で視聴体験を豊かにすることを目的とし、実際とは異なる知覚をもたらす錯視図形をコンテンツの周辺に提示することで、人の周辺視を刺激し、コンテンツの印象を変化させる手法を提案する。本稿では、映像コンテンツ視聴時に映像コンテンツ周辺へ錯視図形を複数種選定して提示する実験を実施することにより、コンテンツに対する印象がどのように変化するかを明らかにする。

**キーワード:** 錯覚, 周辺視野, 印象評価, 視聴体験拡張

## 1. はじめに

YouTube やニコニコ動画に代表される動画共有サイトの普及により、映像コンテンツに触れる機会が増え、映像コンテンツを手軽に楽しめるようになってきた。また、映像コンテンツが身近になったことで、それらをさらに楽しみたいというユーザのニーズも増加していると考えられる。視聴体験の質は大画面ディスプレイでの視聴や質の良いスピーカを利用することで向上するが、ディスプレイや高価なスピーカを用意するなどの手間とコストが増大するという問題がある。これらの方法によって視聴環境を整え、視聴体験の質を向上させたとしても、これでは動画共有サイトがもつ利点であるコンテンツ視聴の手軽さが失われてしまう。

視覚刺激が人に与える影響は大きい。例えば、自身が停車している電車に乗っているにも関わらず、対面の電車が動き出すことで視界が一定方向に動き、移動感を生じる視覚性自己運動感覚[1]は、視覚刺激が身体に影響を及ぼす身近な例のひとつであろう。また、この視覚性自己運動感覚を生じる視覚刺激を歩行中の被験者に提示することで進行方向を誘導できるという研究報告[2]もなされている。さらに、鳴海ら[3]によって視覚情報が味覚に少なからず影響をもたらすことが明らかになっている。このように視覚刺激が人の感覚に与える影響は大きく、映像コンテンツの視聴においても視覚刺激によって映像酔いを引き起こすなど視覚刺激が人に与える影響が大きいと言える。こうした視覚刺激が人間に及ぼす影響をうまく映像コンテンツの視聴に応用することで、視聴体験の質が向上すると期待される。

ここで、人間の視野には中心視野と周辺視野と呼ばれる2種類の視野が存在する。中心視野にあたる網膜部分には色覚や詳細な認識に優れている錐体細胞が多く分布しているため、中心視野は詳細な情報の認識に優れている。一方、周辺視野にあたる網膜部分には空間分解率の低い桿体細胞が多く分布しており、詳細な情報の認識や色覚には優れて

いないが、明度の知覚や運動の知覚に優れている。また、周辺視野は対象の全体像の素早い把握にも優れており、その処理は無意識下に行われるため疲労感が少なく、コンテンツの周辺に刺激が提示されていても意識が阻害されることなく刺激を認識・処理することが可能となる。つまり、映像の周辺に人間に対する刺激を提示することで映像体験の変容が可能であると期待される。

さて、ここで周辺視に提示する刺激については様々なものが考えられるが、我々は錯覚現象、特に錯視に注目する。錯視とは視覚刺激によって実際とは異なる知覚がもたらされる現象であり、先ほど述べた視覚性自己運動感覚も錯視の一種である。錯視は視覚的な刺激のみで人間に実際とは異なる知覚をもたらすことが可能であり、その応用には大きな可能性が感じられる。つまり、錯視を映像コンテンツの周辺に対して効果的に提示することで PC のような制限された視聴環境であっても周辺視での錯視により、別の知覚が与えられ、視聴体験を拡張することが可能になると考えられる。

そこで本稿では、周辺視の特性と錯覚現象の特性を組み合わせ、効果的に使用することで、PC のような制限された視聴環境においてもユーザの視聴体験を拡張する手法を提案する。また、提案手法を実装する前段階として映像コンテンツ視聴時に周辺視野に錯視図形を提示することでユーザのコンテンツに対する印象がどのように変化するかについて調査、分析を行う。

## 2. 関連研究

人間の視覚に関する研究はこれまでも多くなされてきた。福田[4][5]の研究では図形知覚と運動知覚における中心視野と周辺視野の特性の違いを分析しており、周辺視野は図形が複雑になると形を正しく認識できないが単純な図形であれば認識が可能であることが分かっている。また、運動知覚については周辺視野の方が素早く運動を知覚することができ、運動の幅も大きく知覚される。つまり、周辺視野が運動に対して中心視野より過敏に反応することが分か

<sup>†1</sup> 明治大学  
Meiji University

っている。Ajoyら[6]の研究では、この運動知覚の過敏さを考慮し、VR空間において前方を注視しながら移動しているユーザの視野角を狭めることでVR酔いを軽減する効果があると明らかにした。これは、運動を過敏に知覚する周辺視野への刺激提示が減少したことに起因していると言える。次に、錯覚と周辺視野の関係に注目する。寺内ら[7]の研究ではミュラー・リヤー錯視を用いた周辺視野と中心視野での錯覚効果の比較実験を行っており、錯覚に対して周辺視野が中心視野と同等もしくは過大に評価する傾向が見られている。このことから映像コンテンツ視聴中に運動知覚を促す錯視図形や奥行きを生み出す錯視図形を提示することで、錯視図形によってもたらされる知覚が映像コンテンツ内の運動や奥行きを過剰に評価させ、映像コンテンツの印象変化を促すと考えられる。

一方、視聴している映像コンテンツの周辺視野部分へ視覚的な刺激を提示することで、ユーザの体験を拡張するという研究もいくつかなされている。福地ら[8]は周辺視野部分にLEDによって、スポーツ映像に連動させた光刺激を与えることで、スポーツ映像の速度感増強を行うシステムを提案している。また、IllumiRoom[9]では、ゲームプレイ時のディスプレイ周辺の壁や床などに、ゲームに対応したコンテンツをプロジェクタから投影することで臨場感や迫力を増強する手法を実現している。我々の提案する手法もこれらの手法のようにユーザが視聴している映像コンテンツに連動した視覚刺激の提示を行うものであるが、先に述べた手法のように特別な出力装置を利用し、ディスプレイの外部に視覚刺激を提示しなくとも類似した効果を発揮すると考えている。

また、松井ら[10]は、PCに付属しているWebカメラによって現実世界を背景としてとりこみ、その中央にわずかに透過させた映像コンテンツを提示し、動画と連動したエフェクト、例えば水中映像であれば水の中を想起させるような水泡のエフェクトを背景映像に付加することでユーザの映像コンテンツに対する印象を変化させることに成功している。この手法は我々の提案する手法と考え方が似ているが、我々の提案する手法は周辺視野のもつ色覚に疎い特性や先ほど述べた周辺視野と錯覚効果の関係から色情報や複雑な運動を排除し、エフェクトを錯視図形に単純化することで、より簡易かつ映像コンテンツ視聴を極力阻害しない方法で視聴体験を拡張するという点で異なっている。

以上のように周辺視野にエフェクトを付与することで映像コンテンツの印象を変化させる研究や、映像表現に仮現現象などの錯覚を応用する例は多くあるが、周辺視野に錯視図形を提示することで後発的に映像コンテンツの印象を変化させる研究はなされていない。本研究は、特殊な出力装置を用いることや周辺視野を刺激するために複雑なエフェクトを用いることなく、比較的単純な錯視図形を用いることで映像コンテンツの印象変化を促し、コンテンツ視

聴をより豊かなものとすることを目指すものである。

### 3. 提案手法

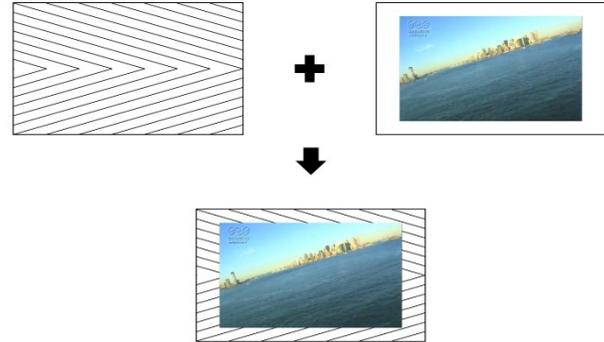


図1. システム構成図

本研究の目的は、1章でも述べたように映像コンテンツを視聴するユーザの視聴体験をより豊かにすることである。ここで、関連研究でも述べたように人間の視野には周辺視野と中心視野があり、周辺視野に視覚刺激を与えることで視聴体験を拡張する試みから周辺視野への視覚刺激によって映像コンテンツの印象変化を促す効果が得られている。一方で、福地らの手法やIllumiRoomではプロジェクタやLEDを使用した特殊な出力装置が必要であり、松井らの手法では複雑なエフェクトを用意する必要があるなど視聴体験を拡張するためのコストと手間があり、汎用性が低い。そこで、本研究では映像コンテンツを視聴するユーザの周辺視野に付与するエフェクトを単純化しつつも映像コンテンツに対するユーザの印象を変化させ、ユーザの視聴体験を豊かにすることを目指す。

ここで、単純化したエフェクトでは得られる効果を既存の手法と同等のものにすることは難しいと考えられる。そこで、実際とは異なる知覚をもたらす錯覚現象を利用する。すでに述べたように、錯視図形による錯覚効果は中心視野だけでなく周辺視野に対しても有効であることが判明している。そのため、映像コンテンツを視聴するユーザの周辺視野へ提示するエフェクトを錯視図形にすることで錯覚による映像コンテンツとは異なる知覚や同様の知覚を与えることにより、映像コンテンツから得られる知覚にズレや増幅をもたらすことが期待される。

また、周辺視野に提示する錯視図形は動的に変化するようにする。その理由は周辺視野の運動知覚に対する過敏さに起因しており、錯視エフェクトを動的にすることで周辺視野がエフェクトに対して過剰に反応し、錯覚の効果が増幅されると期待されるためである。さらに、錯視図形は基本的に一方向に対してしか錯覚を促すことができないが、錯視エフェクトを動的に変化させることで映像コンテンツに対して複数の方向の錯覚を与えることができ、映像コンテンツから得られる知覚の方向の変化に対応できると考え

られる。

このような映像と同期する錯視図形を周辺視へ提示することにより、映像コンテンツの変化が無意識的に強調され、迫力や臨場感、疾走感といった印象の変化を与えることが可能になることが期待される。

## 4. プロトタイプシステム

### 4.1 錯視図形の選定

錯視図形の種類は数多く、得られる効果も様々であり、すべてを網羅して分析することは難しい。そこで、前調査として著者が主観で選んだいくつかの錯視図形（エビングハウス錯視、カフェウォール錯視、グリッド錯視、ベクシオン錯視、オービンソン錯視、ツェルナー錯視、デルブーフ錯視、ミュラー・リヤー錯視）に対して数人に映像コンテンツ視聴時に周辺視野に錯視図形を提示した場合と何も提示しなかった場合の両方を見てもらい、映像コンテンツの印象が変化したように感じたものを挙げてもらった。その結果、評価が最も高かった、エビングハウス錯視（大きさ知覚）、ベクシオン錯視（運動知覚）、オービンソン錯視（奥行き・傾斜知覚）、グリッド錯視（広がり・奥行き知覚）という4つの錯視図形（図2）を選定した。

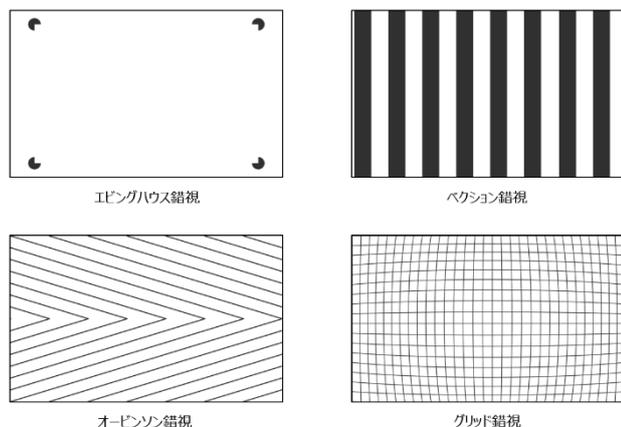


図2. 実装に用いる錯視

### 4.2 実装



図3. コンテンツへの錯視図形付与の様子

錯視図形の描画と錯視図形の付与方法は、図2に示す4つの錯視図形を背景として、その上から映像コンテンツを描画するようになっている（図3）。

プロトタイプシステムは、Processingを用いた。予め用意した錯視図形を背景として提示し、その上に映像コンテンツを表示するような形で実装した。なお、錯視図形は動的に変化させるが、映像コンテンツ内の運動知覚、奥行き知覚、大きさ知覚をすべて抽出し、それらの知覚を錯視図形の動き対応づけることは可能であるが、かなりの調整が必要になり、汎用的に評価できないと考えられる。そのため、変化量には既存の関数であるsin関数を用いる。選定理由は、映像コンテンツ内に現れる知覚は正と負の方向に変化しており、その両方向を一括して柔軟に表現できる点において、sin関数が本手法の試行に有効であると考えたためである。

### 4.3 エフェクトの適応例

図4は動画コンテンツへの錯視図形の適応例である。それぞれの錯視図形がもたらす錯覚と映像コンテンツの関係は下記の通りである。

図4(1)は動物が歩き回る様子を三人称視点で撮影した映像コンテンツに対して、大きさ知覚を促すエビングハウス錯視を提示することで大きさの知覚を変化させているものである。これにより遠近法の効果が働き、対象の接近や引きを促すことで、コンテンツへの関心・興味を促している。

図4(2)は飛行機から主観カメラで撮影した映像コンテンツに対して、傾斜や歪みの知覚を促すオービンソン錯視を提示することでカメラの移動・傾きによってもたらされる映像コンテンツの傾斜を増強している。それに加えて歪みを与えることで映像コンテンツから感じる知覚を歪ませ、コンテンツへの動揺・不安を促している。

図4(3)はジェットコースタに乗っている様子を主観カメラで撮影した映像コンテンツに対して、運動知覚を促すベクシオン錯視を提示することで運動感覚の知覚のブレ、増強を行っている。これによりユーザが映像コンテンツから感じる運動知覚を変化させ、コンテンツへの移動感・迫力感を促している。

図4(4)は移動する被写体の少ない風景を固定点カメラによって撮影した映像コンテンツに対して、グリッド錯視を提示することでユーザに広がり、奥行き等の知覚を与えているものである。これによりコンテンツへの感心を促している。

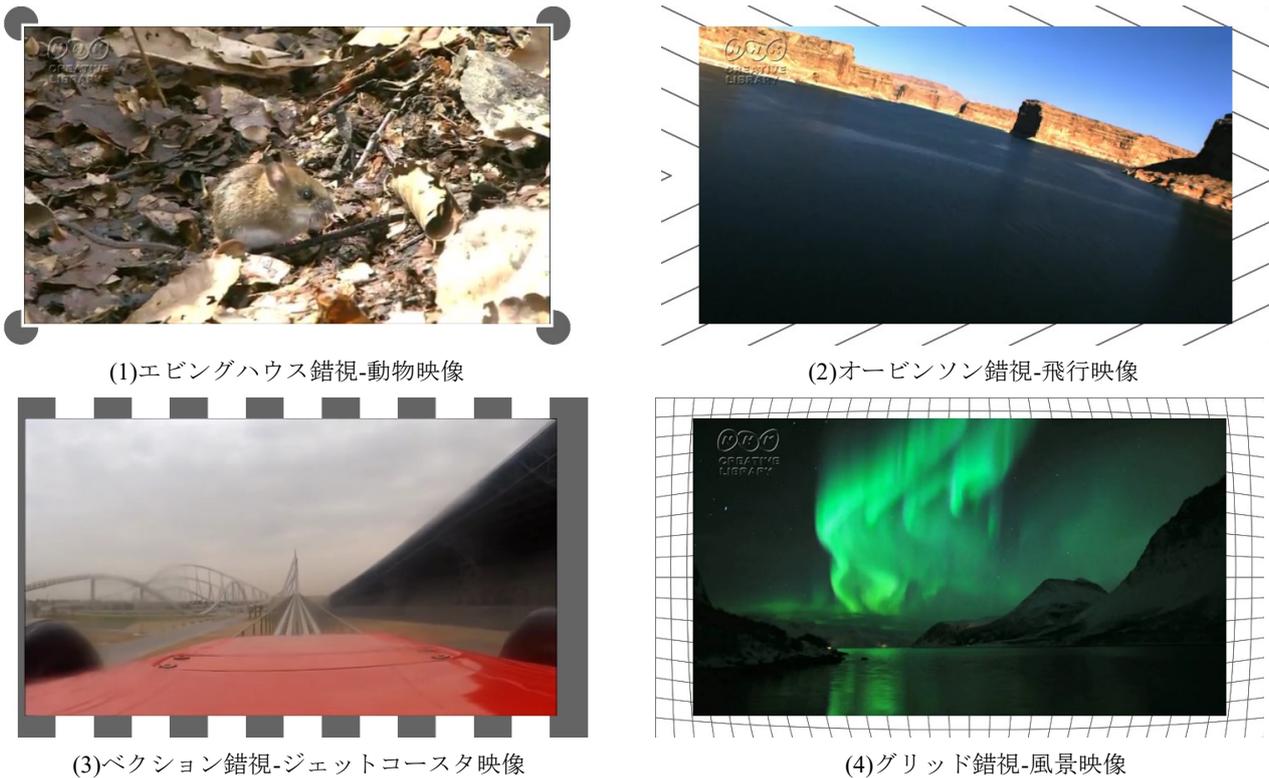


図 4. 錯視図形と映像の対応

## 5. 評価実験

### 5.1 実験目的

映像コンテンツの周辺部分に対して動的に変化する錯視図形を提示することで、ユーザがコンテンツに対して抱く印象がどのように変化するか、また得られる知覚の増幅がなされているかを実験により明らかにする。ここでは、単純に映像コンテンツを視聴した場合と、映像コンテンツの周辺部分に動的に変化する錯視図形を提示したものでどのように印象が変化するかを調査する。

### 5.2 実験手順

実験協力者は着席した状態で、ディスプレイ上に表示された映像を視聴する。映像は 4 章で述べたエフェクトに対応する下記の 4 種のパターンとした。

- ベクシオン錯視-ジェットコースタ映像
- グリッド錯視-風景映像
- エビングハウス錯視-動物映像
- オービンソン錯視-飛行映像

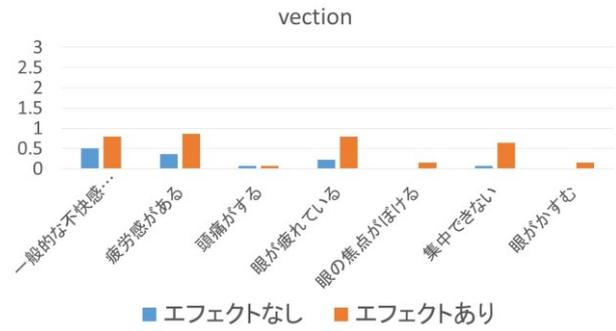
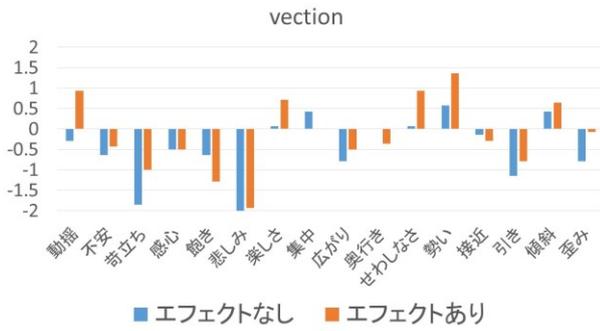
このそれぞれの錯視・映像の組について 2 種類ずつ、計 8 本の映像を用意した。また、映像と錯視の関係に限定するためすべての映像は無音とした。実験協力者はこの 8 本の映像を視聴する。このとき、それぞれの錯視ごとに 2 つの映像のどちらかを錯視提示あり、もう片方を錯視提示なしとして 8 本の映像の順番をランダムに提示する。なお、錯視図形なしの場合、周辺視野は白色の背景が表示されている。また、錯視図形の提示が映像コンテンツの視聴を阻

害していないことを確かめ、錯視提示による効果を客観的なデータとして分析するために Tobii EyeX を利用して実験協力者の視線情報を取得した。実験協力者の目とディスプレイの距離は視線検出が可能な約 30cm とし、普段実験協力者が動画コンテンツを視聴している状況と同じような環境を構築し、実験を行った。

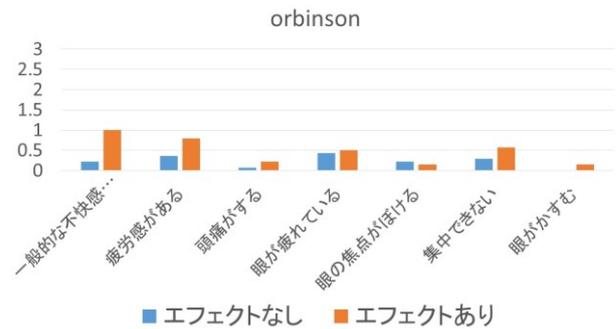
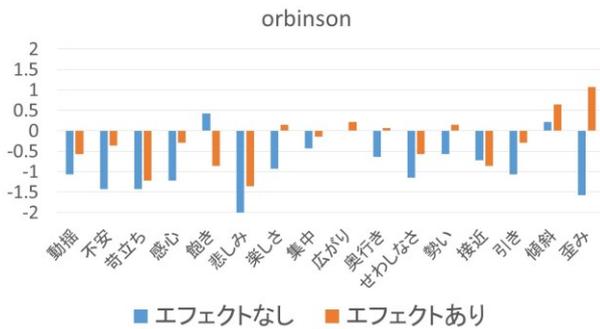
実験では実験協力者である 20 代の学生 14 名に対して、錯視の種類毎に 1 本ずつランダムに選択した錯視ありの映像 4 本と、選択されなかった他 4 本の映像を錯視なしの映像として用い、計 8 本すべての映像の順番をランダムにしたものを視聴してもらい、各コンテンツの視聴後、実験協力者にはアンケートに回答してもらった。印象に関するアンケートはプルチックの感情輪から 8 項目（動揺、不安、苛立ち、感心、飽き、悲しみ、楽しさ、集中）を 5 段階、知覚に関するアンケートを著者が考える錯視から得られると予想される知覚について 8 項目（広がり、奥行き、せわしなさ、勢い、接近、引き、傾斜、歪み）を 5 段階、疲労感に関するアンケートを SSQ（Simulator Sickness Questionnaire）から引用する眼球疲労について 7 項目を 4 段階、計 23 項目で構成するようにした。

### 5.3 実験結果

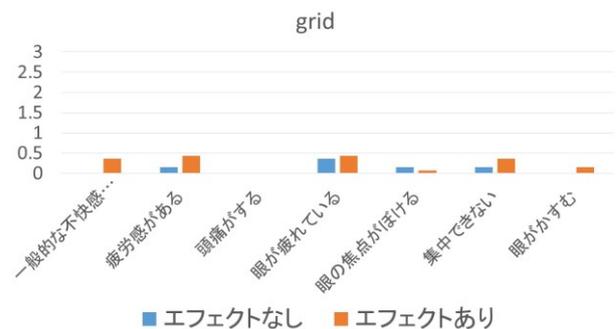
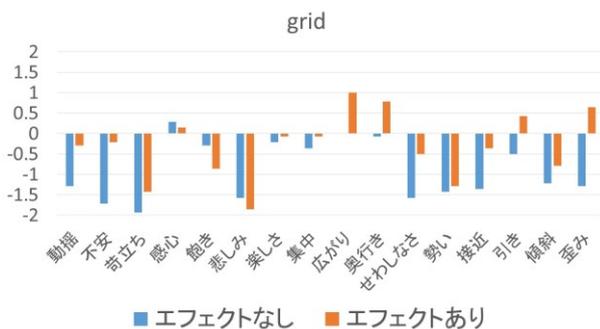
図 5 はアンケートの結果をまとめたものである。図の縦軸はアンケートのスコアであり、横軸にはアンケート項目が並んでいる。また、エフェクトの有無で色分けグラフ化している。なお、それぞれの項目は実験協力者が回答した値の平均値を示している（印象・知覚については 5 段階評



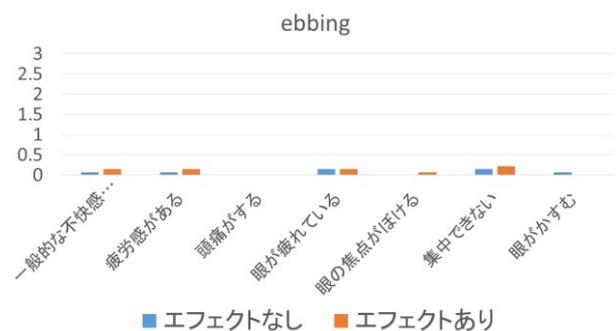
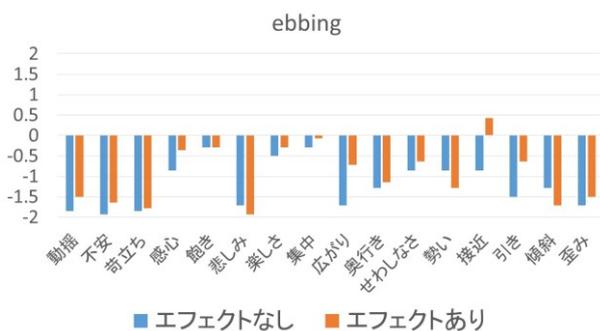
(1) ベクシヨウ錯視



(2) オービンソン錯視



(3) グリッド錯視



(4) エビングハウス錯視

図 5. アンケート結果 (左: 印象/知覚, 右: 疲労感)

価を-2~2に変換し、疲労感については4段階評価を0~3に変換している)。それぞれの結果について仮説と照らし合わせる。

ベクション錯視について、移動感が増幅されることで映像の迫力が増し、楽しさが増加するという仮説を立てていた。図5-(1)の結果を見ても印象における楽しさが増加していることが分かる。また、楽しさが増加したことで飽きが軽減されるという結果が得られた。さらに、動揺も増加傾向にあり、これは移動感が増幅されることによって、ジェットコースタに対する危機感が増したからと考えられる。一方、知覚に関しては勢い、せわしなさ、歪みが増加傾向にあり、疲労感に関するアンケートではすべての項目が増加傾向にあった。

オービンソン錯視について、傾斜、歪みを増加させることで不安、動揺が増加するという仮説を立てていた。図5-(2)の結果をみると不安、動揺、感心がわずかに増加していたがそれ以上に楽しさが増幅され、飽きは大幅に軽減されていた。これは飛行映像の傾斜、歪みが増幅されることでユーザの感じる危機感とうまく重なり、程よい緊張感となったからだと考えられる。知覚については全体的に増加傾向にあるが特に歪みが増幅されている。また、多少の疲労感、目の疲れが見られた。

グリッド錯視について、映像に対する広がりを知覚され風景映像を大きく認識することで没入感が得られ、映像に対する関心が増加するという仮説を立てていた。しかし、図5-(3)の結果を見ると関心は減少し、動揺、不安が増加傾

向にあり仮説とは大きく異なる結果が得られた。また、飽きが軽減されていることからユーザの動画に対する印象はわずかに変化していると考えられる。知覚に関しては仮説と異なり広がりや奥行き以外にも接近、引き、歪みなど多岐にわたって効果が見られた。また、錯視図形提示による疲労感ほとんど見られなかった。

エビングハウス錯視について、映像が大きく、もしくは小さく知覚されることで映像内の動物に対して接近や引きを感じることで感心が増幅されるという仮説を立てていた。しかし、図5-(4)の結果を見ると接近や引きを大きく知覚できたにも関わらず印象では感心がわずかに増加する程度であった。また、錯視図形提示による疲労感ほとんど見られなかった。

#### 5.4 視線分析

図6は14人の実験協力者の錯視図形提示の有無に対応した視線ログの値を経過時間毎に平均化し、可視化したものである。すべての錯視図形において錯視図形の有無によって視線が大きくずれることはなかった。ただし、オービンソン錯視(図6-(2))とグリッド錯視(図6-(3))では錯視図形を提示することで視線がわずかに中心に集まる傾向が見られた。また、図5のアンケート結果と照らし合わせると両錯視は共に奥行き感や集中が増加傾向にあった。このことから奥行き感や集中を感じる場合、視線は特定の場所に集中する傾向にあると考えられる。なお、本実験ではグリッド錯視によってもたらされる奥行き知覚は映像の中心に限定していたが、これを任意に変更することで視線誘導

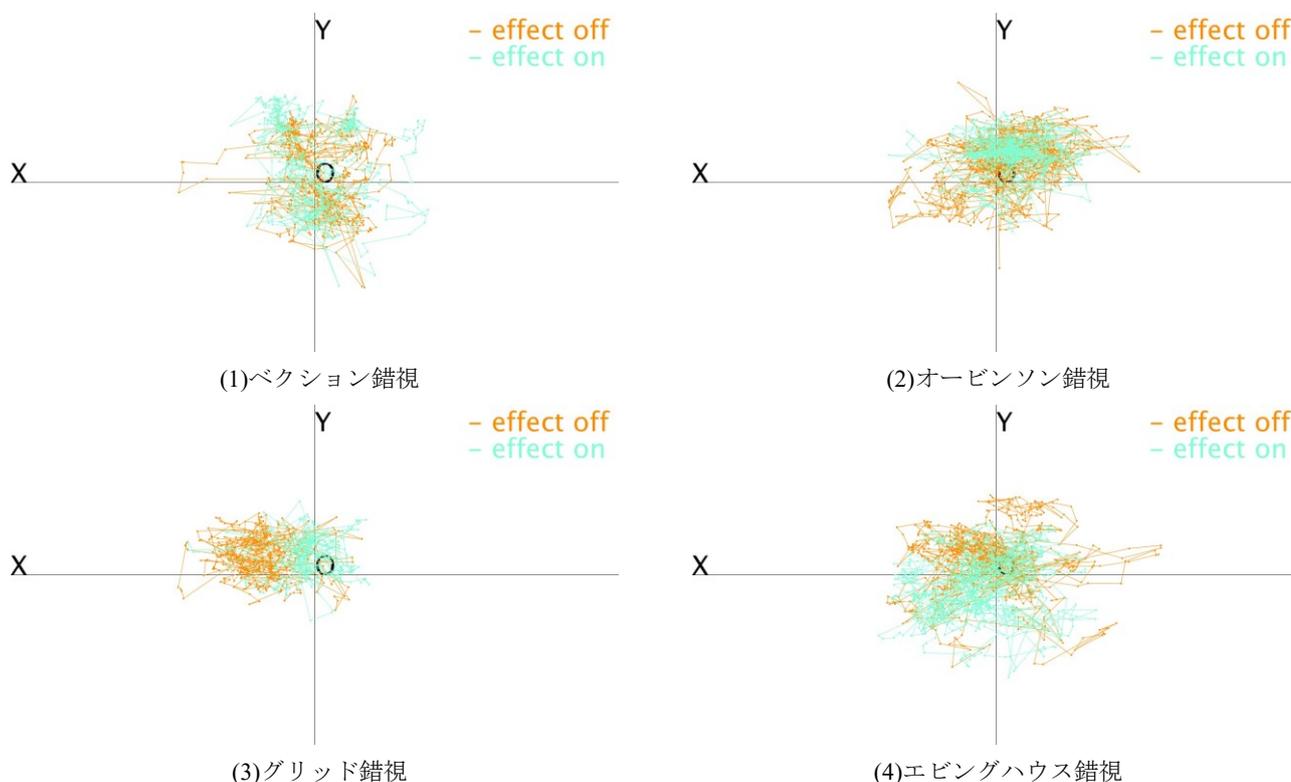
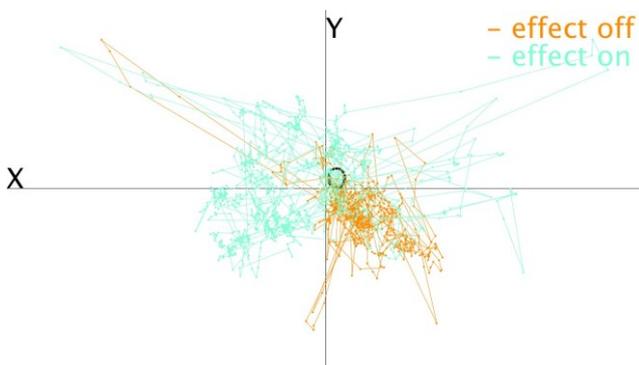
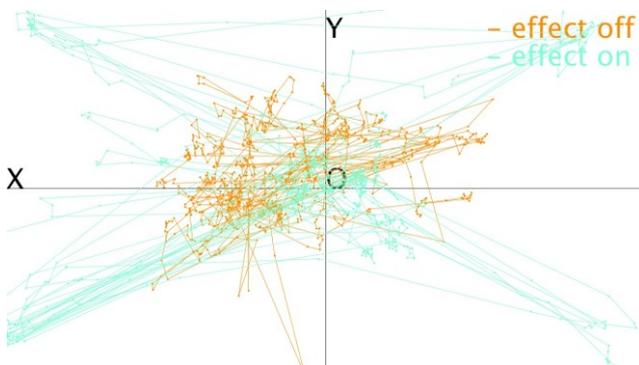


図6. 視線ログデータ (錯視あり: 緑色, 錯視なし: 橙色)

を行うことの可能性を示唆している。一方、ベクシオン錯視（図 6-(1)）とエビングハウス錯視（図 6-(4)）では、アンケートに共通の傾向は見られなかったが、錯視を提示することで視線がわずかに拡散する傾向が見られた。それぞれの錯視図形について、実験協力者ごとの個人差に着目すると、ベクシオン錯視、グリッド錯視、オービンソン錯視では大きな差はなかった。しかし、エビングハウス錯視では、一部の実験協力者において錯視図形を提示した際に錯視図形に視線が引っ張られてしまう傾向が見られた（図 7）。また、そのような傾向が見られた実験協力者は視線が安定している実験協力者に比べ、アンケート項目の集中を低く評価する傾向にあり、視聴体験の質が下がっていると考えられる。



(1)視線が安定している実験協力者



(2)視線が乱れた実験協力者

図 7. 視線ログの比較（エビングハウス錯視）

## 6. 考察

実験結果より、映像コンテンツを視聴する際に周辺視へと錯視図形を提示することで被験者の感じるコンテンツの印象が変化することが分かった。特に楽しさやその他の印象が増加傾向である一方で、飽きが軽減されていることはこの手法の有用性を示している。知覚についてもすべての錯視図形で何かしらの知覚が増幅されている。しかし、オービンソン錯視とベクシオン錯視では錯視の提示により視聴後の疲労感が増加していた。このことは、目的でも触れ

た視聴体験の質を落としてしまうものと考えられる。故に、疲労感を抑える手段を考慮する必要がある。具体的な方法としては、今回の実験では錯視図形を構成する線分の色や数は固定値としていた。線分の色を薄くすることや数を減らすことでこの疲労感を軽減されると考えられる。そこで、今後はコンテンツへの影響力の大きさ、ユーザへの疲労感の閾値を求め、錯視エフェクトの最適化に取り組む予定である。

すべての錯視図形において不安・動揺といった印象が増幅傾向にあった。これは、錯視図形を動的に変化させるために sin 波を利用したためだと考えられる。sin 波の周期的な揺れが動揺を呼び、不安につながったと考えられる。そこで今後は、錯視図形の動的変化を映像コンテンツに合わせることによる知覚の増強以外に、sin 波のようにユーザの印象を変化させることができる錯視図形の動的変化のパターンを考案し、効果の検証を行う予定である。

実験結果からグリッド錯視はほぼすべての知覚に対して増加傾向を示していた。つまり、今回使用した 4 つの錯視をグリッド錯視 1 つで表現できる可能性があることを示唆している。また、1 章でも述べたように我々が最も重要視することは現状の PC を活かしつつ、動画共有サイトの手軽さを損なわずに視聴体験を拡張することである。これを実現するためには大量の動画内の動作のパターンに対して、動的かつ動画に同期して動く必要がある。その場合、今回のように複数の錯視パターンを切り替える方法では動画に対して柔軟な対応ができない。グリッド錯視によって複数の錯視パターンを一括して表現できるようになればこの問題も解決すると期待される。

## 7. おわりに

本稿では映像コンテンツの周辺視野部分に動的に変化する錯視図形を提示することで、視聴体験の拡張を行うシステムを提案した。また、提案手法の前段階として錯視図形提示によるユーザのコンテンツ印象の変化に関する評価実験を行い、その有用性の検証を行い、問題点などについて整理した。さらに、動作パターンと印象変化の関係といった新たな着眼点を得ることができた。

今後は、本研究の実験で得られた知見を活かし、問題点を明確化できるよう細かいパラメータを変えた追加実験を行う予定である。また、考察で述べたように複数の錯視図形をグリッドによって、一括して表現できるようにする。そして、グリッドを用いて表現した錯視図形を提示した場合とそれぞれの錯視図形を提示した場合の印象変化を比較し、効果の差異の分析を行う。さらに事前に用意した映像だけではなく、動画共有サイトで配信されている不特定多数の動画に対しても本手法が利用できるような手法も実装予定である。

現在、提案手法の応用として、Songle API を用いて Web 上の音楽動画のサビ部分を抽出し、サビのタイミングで背景のグリッドが動作するような視聴システムの実装を行っており、ある程度の効果が見られることを確認している。また、サビ部分での変化に加え、音楽のテンポに合わせてグリッドを変化させる機能の実装、グリッドによる複数錯視図形の表現、sin 波以外の動作パターンの追加などを予定している。さらに、これら基本機能の実装を終えた段階で使用感に関する実験的な調査を行う予定である。

**謝辞** 本研究の一部は JST CREST の支援を受けたものである。また、Web 上で体験可能なシステムの開発に取り組んでいただいた明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科の又吉康綱君に謝意を表す。

## 参考文献

- [1] 市川真澄, 渡邊悟: 直立姿勢に対する視覚情報の影響, パイオメカニズム学会誌 vol.15, no.2 pp.59-64, (1991).
- [2] 吉川博美, 蜂須拓, 福島政期, 吉川正紘, 梶本裕之: ベクシオン場による歩行誘導手法の提案, 情報処理学会 インタラクシオン 2011, (2011).
- [3] 鳴海拓志, 佐藤宗彦, 谷川智洋, 広瀬通孝: 味覚ディスプレイに関する研究, IEICE Technical Report pp.331-316, (2010).
- [4] 福田忠彦: 運動知覚における中心視と周辺視の機能差, テレビジョン学会誌 33, pp.480-484, (1979).
- [5] 福田忠彦: 図形知覚における中心視と周辺視の機能差, テレビジョン学会誌 32, pp.492-498, (1978).
- [6] Ajoy S Fernndes, Steven K. Feiner: Combating VR Sickness through Subtle Dynamic Field-Of-View Modification, IEEE Symposium on 3D User Interfaces, pp.201-210, (2016).
- [7] 寺内妙, 浜口恵治: 周辺視の錯覚, 基礎心理学研究 vol.11 no.2 pp.119-122, (1991).
- [8] 中嶋慶輔, 福地健太郎: 周辺視野の動的知覚特性にもとづくスポーツ映像の速度感増強システム, IPSJ SIG Technical Report, vol.2013-HCI-152 No.8, (2013).
- [9] Brett R. Jones, Hrvoje Benko, Eyal Ofek, Andres D. Wilson: IllumiRoom: peripheral projected illusion for interactive experiences, Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2013), pp.869-878, (2013).
- [10] 松井啓司, 中村聡史, 大島遼: 周辺視へのエフェクト提示による動画視聴体験拡張, Entertainment Computing 2015 (2015).