

VR レースゲームでの動的なトンネリングによる 速度感と酔いの調査

萱場 大貴¹ 宮下 芳明¹

概要: 「VR 酔い」に効果的な対策として、視野角の範囲を制限するトンネリングという手法がある。一方で、特に主観視点の映像において、視野角が速度感に影響を与えることが知られている。本稿では、車が加速すれば視野角を狭め、減速すれば視野角が広がる VR レースゲームを開発した。これにより、疾走する体験を維持しつつ、酔いは軽減させるという「両立」を狙う。さらに、速度変化に対応する視野角変化量を実験で比較し、速度感と酔いへの影響を調査し、両立のための最適な視野角変化量を探った。

1. はじめに

近年、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) の普及により、バーチャルリアリティ (VR) は 360 度動画の視聴やゲームなどのエンタテインメントまで活用が広がり、敷居が低くなっている。一方で、HMD での VR 体験時に発生しやすい「VR 酔い」は VR 普及における大きな障壁となっている。

VR 酔いは、視覚情報による自己運動感覚であるベクシオンと、前庭感覚や体性感覚とのずれによって発生するとされている [1]。特に周辺視野はベクシオンを引き起こす視覚刺激に敏感である。そこで、VR 酔い対策として周辺視野の視覚情報を制限する「トンネリング」と呼ばれる手法が用いられている。その中で、VR 酔いを起こしやすいシーンにのみ視野角制限をする動的なトンネリングは Google Earth VR などの人気のあるコンテンツで使用されている [2]。

一方で、奥行きのある映像において、視野角は視聴者が受ける速度感に影響を与える。つまり VR 酔い対策に用いられるトンネリングでの視野角制限は、視聴者の速度感を低下させると予想される。これにより、レースゲームなどの爽快感を楽しむコンテンツのユーザ体験を損なう可能性があるが、トンネリングによる速度感への影響は調査されていない。

本稿では、動的なトンネリングによって車が加速すれば視野角が狭くなり、減速すれば視野角が広がる VR レースゲームを開発した。視野角を制限することで VR 酔いを抑制できるが、それによって速度感が低下すると予想さ

れる。そこで、ゲーム内の速度に対応する最適な視野角変化量を用いることによる、速度感の維持と酔い抑制の「両立」を本稿の目的とした。実験では 3 つの視野角変化量を比較し、トンネリングがプレイヤに与える速度感と酔いへの影響を調査した。実験の結果、いずれの条件においても実験参加者に酔いの症状が起きにくく、酔いやささについて評価をすることができなかった。一方で酔いを抑制できるが、速度感が低下すると予想された視野角変化量の大きい条件において、酔いの抑制と速度感の維持を両立できる可能性が示された。この結果はトンネリング特有の性質に由来すると考察されるが、詳細な原因についてはさらなる調査が必要である。

2. 関連研究

2.1 VR 酔い

VR 酔いとは、乗り物酔いに似た現象であり、めまい、吐き気、眠気、方向感覚の喪失など様々な症状を引き起こす [3]。成人の最大 67% が VR 酔いを経験することから、VR の普及を妨げる大きな要因であると考えられる。VR 酔いの原因について完全に解明されていないが、the eye movement theory や the sensory conflict theory という説が存在する [1]。前者は視覚情報のオプティカルフローなどによって発生する急速な眼球運動が酔いを引き起こすという説である。この解決策として、VR アプリケーションにおいて視覚上で固定されたオブジェクトであるレストフレームを表示するといった方法が用いられている [4]。

後者は視覚情報に由来する自己運動感覚であるベクシオンと、前庭感覚や体性感覚とのずれによって VR 酔いが引き起こされるという説であり、有力であるとされている。

¹ 明治大学

この対策として、モーションシミュレータや前庭電気刺激による前庭感覚、体性感覚の提示が存在するが、現在のところどちらもユーザが手軽に利用できるものではない。ソフトウェア上でのVR酔い対策として、オプティカルフローが大きいとき画面全体に対してぼかしを加える手法が提案されている [5]。他にも、ベクションを引き起こしやすいコントローラを用いたプレイヤーの移動を、連続的なものではなく瞬間移動で行う手法が存在する [6]。これらの手法はVR酔いを抑制する代わりに、ユーザ体験を損なうことが問題となっている。さらに他の手法として、視野角を制限するトンネリングが存在する。

2.2 トンネリング

VR酔いを引き起こす原因となるベクションは、視覚情報のオプティカルフローに由来する。特に人間の周辺視野は、オプティカルフローに敏感である [7]。そこで、画面の周辺部を隠し視野角を制限するトンネリングという手法が用いられている。これにより、周辺視野への視覚刺激を抑え、ベクションとそれに伴うVR酔いを抑制することができる [8]。しかし、トンネリングの使用は視聴者が受ける臨場感の低下につながり、VR体験の質を損なうと報告されている。そこで、VR酔いの起きやすい状況にのみ視野角を制限する、動的なトンネリング手法が提案されている [9][10]。この手法は人気のVRコンテンツであるGoogle Earth VRで、VR酔いを起こしにくいコンフォートモードとして用いられている [2]。他にも様々なVR酔い対策を手軽に実装できるようにレポジトリ化した研究において、トンネリングが用いられている [11]。以上のことから、トンネリングはVR酔いの対策として一般的なものであると考えられる。

視野角の変化によって、視覚情報のオプティカルフローが増減し、視聴者の感じる速度感が変化することが予想される。しかしこれまでの研究で、トンネリングによる視野角変化が視聴者の速度感に与える影響について調査されていない。

2.3 速度感に関する研究

速度感を制御するシステムとして、五十嵐らはスクロールによるページの移動速度に応じた自動的なズームインを提案した [12]。このシステムにより、スクロール時にコンテンツの見かけ上の速度が遅くなり、ユーザの目が追いつかずページの探索が困難になる問題を解決した。

他にも周辺視野がオプティカルフローに敏感である特性を利用し、周辺視野への視覚刺激の提示により、速度感を変化させる手法が考案されている。岡野らはLEDでの視覚刺激提示を行うウェアラブルな周辺視ディスプレイを開発した [13]。提案システムを用いることで、ルームランナーで走ったときの速度感が上昇することを確認し、さら

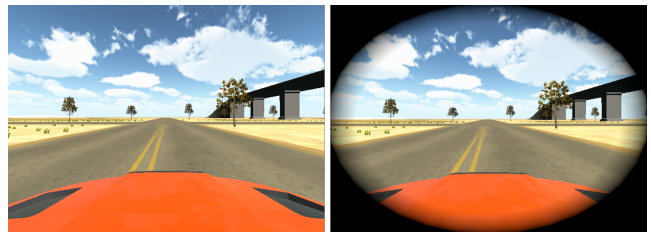


図 1 VR レースゲームのプレイ画面
右図はトンネリングを使用

に視覚刺激を提示する視野角による速度感の変化について調査を行った。山下らは、同様にLEDを使用した視覚刺激の提示により、現実世界での速度感を制御するデバイスを作成した [14]。実験により、オプティカルフローの速度によってユーザの受ける速度感も変化することを明らかにした。中嶋らはLEDアレイを使った光源装置をディスプレイの周辺部に設置し、映像視聴時の速度感を増強するシステムを開発した [15]。実験により、光源装置による視覚刺激の速度を変化させることで、主観視点のレース映像の速度感を変化させられることを確認した。さらに、スポーツ映像への応用について考察している。このように、周辺視野の視覚刺激は視聴者の速度感に影響を与えることが分かっている。

3. 実験システム

トンネリングによる動的な視野角制限ができるVRレースゲームをUnityで実装した。質感の高いテクスチャはVR酔いの抑制に効果があることから [16]、車はRealistic Car Kitで提供されるものを使用した [17]。プレイヤーは加減速や回転など、レースゲームにおける基本操作が可能である。また、画面下部に車の先端を描画することで、レストフレームによる酔いの抑制を狙った [4]。トンネリングに用いるエフェクトはVR Tunnelling Proで提供されるものを使用した [18]。車の速度が大きくなると、トンネリングによって視野角が狭くなりVR酔いを抑制できるシステムである。トンネリングによる視野角制限領域の境目にはぼかしを加え、プレイヤーの気をそらしにくくした。Oculus Quest 2でプレイするため、Oculus Integrationで提供される操作方法やヘッドトラッキングに対応したカメラを利用した [19]。プレイ画面をトンネリングの有無に分けて図 1 に示す。実験は本システムを使用して行った。

4. 実験

4.1 実験環境

参加者はOculus Quest 2を装着し、座位で実験を行った。操作はOculus Touchコントローラのスティックを使用して行った。実験者はOculus Quest 2のミラーリング機能を用いて、参加者が視聴している映像をPC画面で確認しながら実験を行った。

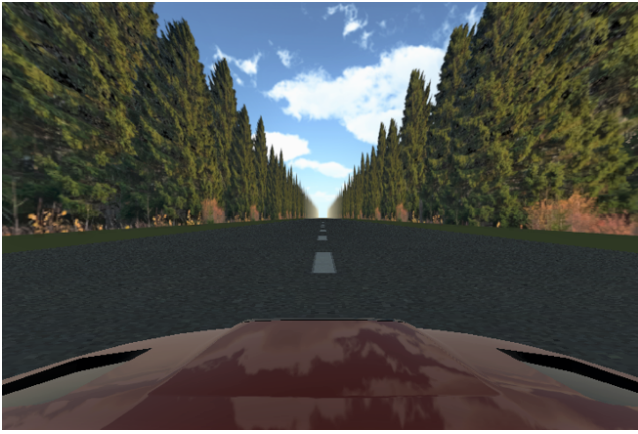


図 2 実験開始時の参加者の視点

VR 環境を図 2 に示す。速度感の評価のため、カーブのない一直線のコースとした。木々や道路のテクスチャは質感が高いことから、Kajaman's Roads で提供されるものを使用した [20]。画面奥には消失点が存在する。

4.2 実験デザイン

実験目的は、車の速度に対応して変化する視野角変化量をいくつか比較することで、VR 酔いの抑制と、速度感の維持が両立できる値を調査することである。そこで、実験参加者の VR 酔いと速度感を評価する。VR 酔いは、16 項目の質問群からなる The Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) を用いたアンケートで評価する [3]。速度感の評価は、基準刺激と比較したときの感覚量を口頭で回答するマグニチュード推定法を用いる。詳細な評価方法は次の節で説明する。

視野角条件について説明する。最大視野角は Oculus Quest 2 の水平視野角である 94° であり、比較する視野角条件の視野角変化量は $0.21^\circ /(\text{km/h})$, $0.14^\circ /(\text{km/h})$, $0.07^\circ /(\text{km/h})$ の 3 種類とした。以下、視野角条件をそれぞれ 0.21 条件, 0.14 条件, 0.07 条件と呼ぶ。図 4 に示すように、車の速度に応じて線形に視野角が狭くなり、最高速度に達したとき最小視野角となる。3 種類の視野角変化量は、最高速度に達したときの最小視野角が 50° , 65° , 80° になるように設計した。最小視野角のときの実験者の視点を図 3 に示す。 50° は Google Earth VR などの人気な VR コンテンツで使用される視野角である [2]。 80° は VR 体験が損なわれたと感じる最大視野角である [10]。 65° はこれらの中間値として設定した。実験は被験者内計画で行われ、参加者はすべての視野角条件を体験する。条件の提示順序はラテン方格法を用いて参加者ごとに割り当てた。

4.3 実験手順

実験参加者の体調が良好であることを確認し、さらに VR 酔いの症状によっては任意のタイミングで実験を終了できることを伝えた。次にノート PC のディスプレイで

VR 環境を見せながら、VR レースゲームの操作と実験内容について説明した。

SSQ に回答し、HMD を装着すると車の操作が始まる。参加者ごとの視点が速度感の評価に影響することを防ぐため、走行中は画面奥の消失点を見るように指示した。車の最高速度はゲーム内で定めた速度で 240km/h とし、このときトンネリングによって最小視野角となる。速度感の評価のため、 30km/h , 60km/h , 120km/h で加速が一時的に止まる。これらの値はウェーバー・フェヒナーの法則に基づき、各速度条件間において同程度の速度感の変化を感じられるように設計された。まず 30km/h のとき、実験参加者に現在の速度が 30km/h であることを口頭で伝え、速度感をおおよそ記憶できたときに合図させた。その後、再度車を加速させ 60km/h に達すると加速が止まる。ここで「今の速度は時速何キロメートルに感じるか」と質問し、具体的な数値で回答させた。同様に 120km/h , 240km/h のときに回答させ、最高速度である 240km/h での回答を終えたら速度感の評価は終了となる。HMD を外し、改めて SSQ に回答した。これを全視野角条件数である 3 回分を終えたら実験終了となる。条件間には少なくとも 10 分間の休憩を取り、VR 酔いの症状が続いていないことを口頭と、タスク前半の SSQ アンケートの結果から確認し、次の実験を開始した。

5. 実験結果

実験参加者は 20 代の男女 5 名 (男性 2 名, 女性 3 名) であり、裸眼またはコンタクトレンズを使用していた。以下に実験結果を示す。

5.1 VR 酔い

SSQ の合計スコアである SSQ-TS のスコアによって VR 酔いの評価を行った。実験参加者ごとの、実験前と実験後の SSQ-TS スコアの差を表 1 に、平均値と標準誤差を表 2 に示す。なお、SSQ-TS は酔いの症状が重いほどスコアが高くなる。

結果として、いずれの視野角条件においても同程度、かつ軽度の症状であった。また、実験参加者 5 名中 2 名は SSQ-TS スコアの差が 0 であり、酔いの症状が全く表れなかった。視野角変化量が小さいほど酔いのスコアが大きくなるという仮説に従っているのは実験参加者 C のみであり、今回の実験デザインでは VR 酔いについて評価するのは難しい。

5.2 速度感

マグニチュード推定法による評価により、回答値の個人差が大きかったため、参加者ごとに回答値を正規化した。基準の速度として提示した 30km/h を 0、回答値の最大値を 1 とした。また、 30km/h よりも小さい値を回答した場



図 3 各視野角条件の最小視野角の比較. 左から視野角 50°, 65°, 80°

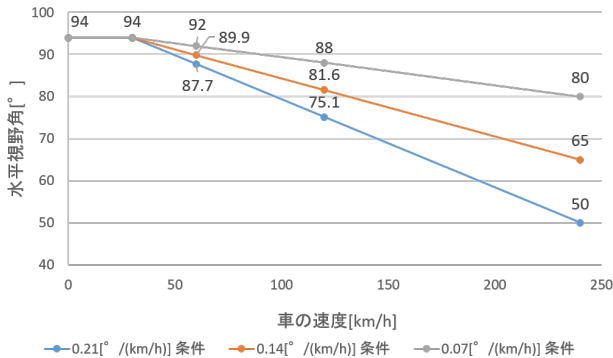


図 4 視野角条件ごとの視野角の推移

表 1 各実験参加者の SSQ-TS スコア

実験参加者	0.21 条件	0.14 条件	0.07 条件
参加者 A	3.74	3.74	0
参加者 B	0	0	0
参加者 C	11.22	14.96	18.7
参加者 D	0	0	0
参加者 E	7.48	3.74	3.74

表 2 視野角条件ごとの SSQ-TS スコアの平均値

視野角条件	SSQ-TS	標準誤差
0.21 条件	4.49	± 2.18
0.14 条件	4.49	± 2.75
0.07 条件	4.49	± 3.63

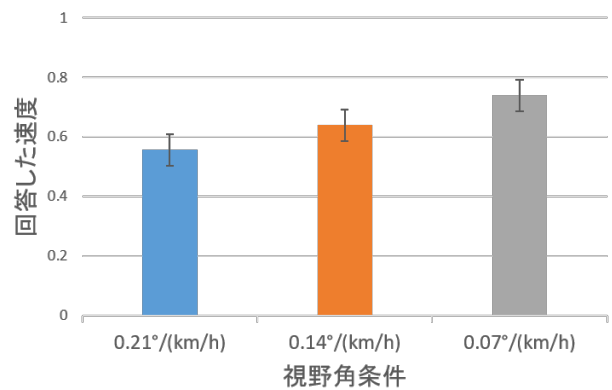


図 5 視野角条件ごとの正規化された速度感の平均値

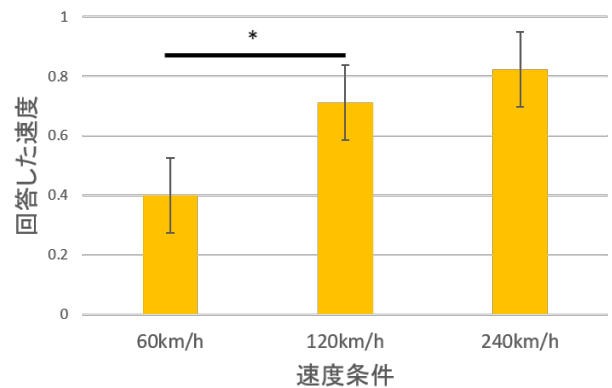


図 6 速度条件ごとの正規化された速度感の平均値

合はその値を 0 とした。視野角条件ごとの回答の平均値を図 5 に、速度条件ごとの回答の平均値を図 6 に示す。グラフ内のエラーバーは標準誤差を表す。二要因分散分析を行った結果、視野角条件 ($F(2,8)=4.87, p<0.05$), 速度条件 ($F(2,8)=28.11, p<0.001$) に主効果が見られた。および交互作用は見られず ($F(4,16)=1.22, p=0.32$), 車の加速に対する速度感の変化は視野角条件に影響されないことが分かった。Tukey の方法による多重比較を行った結果、速度条件 60km/h, 120km/h 間で有意差が見られ ($p<0.05$), 車の加速に伴い速度感が上昇していることが分かった。グラフ内の*は $p<0.05$ を示す。

次に、参加者の回答値を視野角条件ごとに正規化した値を図 7, 図 8, 図 9 に示す。5 人の参加者をそれぞれ A, B, C, D, E としてグラフに示した。ほとんどの区間におい

て、車の速度の上昇に応じて速度感も上昇していることが分かった。一方で、一部の参加者が速度感の低下、または変化を感じなかったことを回答する区間も存在した。

6. 考察

6.1 VR 酔い

今回の実験デザインで VR 酔いが起きにくかったことについて、複数の理由が考えられる。まず、すべての視野角条件でトンネリングを使用し、バクシヨンの発生を抑制したことが挙げられる。また、今回の実験でカーブや左右移動が無かったことが挙げられる。実際、VR 酔いはコントローラ操作での回転時に発生しやすい [5]。そこで実際の VR レースゲームデザインにおいて、カーブを行うときは

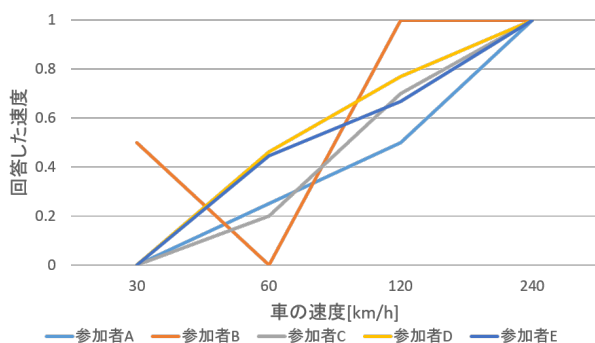


図 7 0.21°/(km/h) 条件での正規化された速度感の遷移

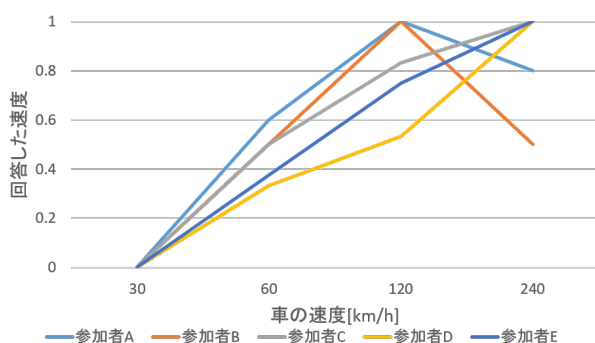


図 8 0.14°/(km/h) 条件での正規化された速度感の遷移

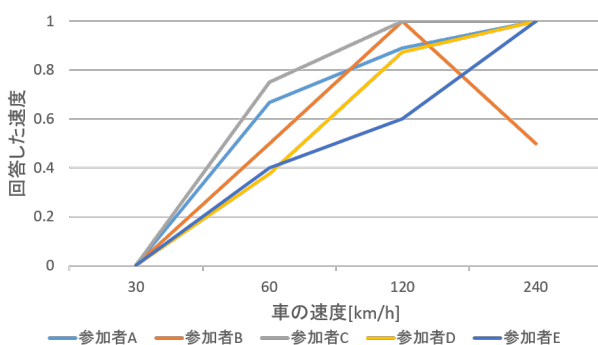


図 9 0.07°/(km/h) 条件での正規化された速度感の遷移

コントローラ操作ではなく、視線方向や頭部の向きを進みたい方向に合わせる操作にすることで、回転した感覚による VR 酔いを抑制できると考えられる。さらに別の要因として、レストフレームとして車の先端を配置したこと、また消失点を見るように指示したことで、急速な視点移動が発生しなかったことが考えられる。実際のレースゲームで視点を固定することは想定しにくいいため、レストフレームの配置は重要であると考えられる。

6.2 速度感

ウェーバー・フェヒナーの法則に基づいた実験デザインから、速度条件間で同程度の速度感の上昇が見られるという予想であった。しかし図 6 に示すように、60km/h から 120km/h の間には有意差が見られ、120km/h から 240km/h

の間には有意差が見られなかった。すなわち、120km/h 以降の区間は速度感の上昇が抑制されていると考えられる。この原因として、120km/h 以降の区間は視野角が狭い状態であることから、トンネリングによる視野角変化を知覚しやすくなったことが挙げられる。

ここで 0.21 条件に注目する。この条件は別の視野角条件に比べて視野角変化量が大きく、最小視野角が最も狭くなるため、速度感が損なわれると予想された。しかし図 5 を見ると、どの視野角条件間でも速度感に有意差は無く、0.21 条件で速度感が低下するという結果は得られていない。さらに交互作用が見られなかったことから、いずれの視野角条件でも、車の加速に対して同様な速度感の変化が起きることが示された。以上の理由から、0.21 条件は別の視野角条件より視野角が狭まるにもかかわらず、速度感が損なわれていない可能性がある。実験では酔いについて確認されなかったが、視野角が最も狭まる 0.21 条件は最も酔いを抑制できる条件である。よって本稿では視野角変化量が 0.21°/(km/h) で、視野角が 94° から 50° まで変化する条件のとき、酔いの抑制と速度感の維持を両立できる可能性がある結論付けた。また、視野角変化量の大きい 0.21 条件で速度感が維持できたことは、視野角が狭いほど速度感が低下することに反するが、これはトンネリングによる視野角制限に特有の現象であるためだと思われる。原因について明確なことは分からないが、車の運転者が高速で走行しているときに発生する視野狭窄を連想させた可能性がある。

次に参加者ごとのデータから考察する。図 7、図 8、図 9 から、トンネリングが速度感へ与える影響に個人差があることが分かる。実験参加者によっては、車が加速しているにも関わらず速度感が一定、または低下していると回答している。これはレースゲーム体験において問題であり、トンネリングの視野角変化量をプレイヤーの酔いやすさに応じて調整をするといった工夫が必要である。

6.3 ユーザ体験

先行研究から、視野角の狭さは臨場感を低下させることが分かっている [8]。一方、今回の実験で一部の参加者から「視野が狭まるのがゲームの一部みたいで楽しかった」という意見があった。これは先行研究における、動的なトンネリングを使用した実験でも同様の意見が得られている [9]。一般的にトンネリングによる視野角制限はユーザ体験を損なうものであるとされるが、ゲームの世界観と逸脱しない文脈でトンネリングを用いると欠点を補えるかも知れない。例として、車の速度が速いときのトンネリングを、視野狭窄の演出として用いるといったことが考えられる。

7. おわりに

本稿では、動的なトンネリングを使用する VR レース

ゲームを開発し、速度感と VR 酔いについて調査を行った。実験の結果、参加者に酔いの症状が見られず VR 酔いの評価は難しかったが、速度感について評価をすることができた。3 条件の視野角変化量を比較したところ、最も速度感が損なわれると予想された 0.21 条件のとき、速度感が低下するという結論は得られなかった。さらに 0.21 条件は視野角変化量が大きいいため、最も酔いを抑制できると予想される。以上のことから、本稿では視野角変化量が $0.21^\circ /(\text{km/h})$ で、視野角が 94° から 50° まで変化するとき、VR 酔いの抑制と速度感の維持を両立できる可能性があることと結論付けた。視野角が狭いにもかかわらず速度感が維持されたことについて、カメラの視野角変化では発生しないトンネリング特有の現象であると考えた。この原因について解明するため、さらなる調査が必要である。

本研究の限界について説明する、本研究の実験デザインは酔いが発生しにくいものであったため、視野角変化量が $0.21^\circ /(\text{km/h})$ のトンネリングで本当に酔いが抑制できるとは言いがたい。予想に反して速度感を維持できたことから、酔いが発生する可能性も十分に考えられる。また他の限界として、直線かつ 1 種類のコースでの実験であったことが挙げられる。レースゲームは通常、左右移動やカーブなどの操作があり、それらが速度感や酔いに影響を与えると考えられる。他にも、コースの消失点の有無や、景色によって異なる結果となる可能性がある。今後はカーブや左右移動を含む、多様な景色のコースでトンネリングの効果を調査する必要がある。

参考文献

- [1] LaViola, J. J.: A Discussion of Cybersickness in Virtual Environments, *SIGCHI Bull.*, Vol. 32, No. 1, pp. 47–56 (2000).
- [2] Google: Google Earth VR, Google (online), available from <https://arvr.google.com/earth/> (accessed 2021-07-16).
- [3] Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S. and Lilienthal, M. G.: Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness, *The International Journal of Aviation Psychology*, Vol. 3, No. 3, pp. 203–220 (1993).
- [4] Wienrich, C., Weidner, C. K., Schatto, C., Obremski, D. and Israel, J. H.: A Virtual Nose as a Rest-Frame - The Impact on Simulator Sickness and Game Experience, *2018 10th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications*, pp. 1–8 (2018).
- [5] Budhiraja, P., Miller, M. R., Modi, A. K. and Forsyth, D.: Rotation Blurring: Use of Artificial Blurring to Reduce Cybersickness in Virtual Reality First Person Shooters (2017).
- [6] Bozgeyikli, E., Raij, A., Katkooori, S. and Dubey, R.: Point & Teleport Locomotion Technique for Virtual Reality, *Proceedings of the 2016 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, pp. 205–216 (2016).
- [7] Webb, N. and Griffin, M.: Eye movement, vection, and motion sickness with foveal and peripheral vision, *Aviation, space, and environmental medicine*, Vol. 74, pp. 622–625 (2003).
- [8] Lin, J. J.-W., Duh, H. B. L., Abi-Rached, H., Parker, D. E. and Iii, T. A. F.: Effects of Field of View on Presence, Enjoyment, Memory, and Simulator Sickness in a Virtual Environment, *Proceedings of the IEEE Virtual Reality Conference 2002*, pp. 164–171 (2002).
- [9] Bala, P., Oakley, I., Nisi, V. and Nunes, N. J.: Dynamic Field of View Restriction in 360° Video: Aligning Optical Flow and Visual SLAM to Mitigate VIMS, *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1–18 (2021).
- [10] Fernandes, A. S. and Feiner, S. K.: Combating VR sickness through subtle dynamic field-of-view modification, *2016 IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI)*, pp. 201–210 (2016).
- [11] John, A. S. . Q.: GingerVR: An Open Source Repository of Cybersickness Reduction Techniques for Unity, *2020 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, pp. 460–463 (2020).
- [12] Takeo Igarashi, K. H.: Speed-dependent automatic zooming for browsing large documents, *13th Annual Symposium on User Interface Software and Technology (UIST2000)*, pp. 139–148 (2000).
- [13] 岡野 裕, 雑賀慶彦, 橋本悠希, 野嶋琢也, 梶本裕之: 速度感覚増強のための周辺視野への刺激提示手法の検討, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. 127, No. 11, pp. 145–150 (2008).
- [14] 山下真由, 深町太一, 可知怜也, Myers, A., Marciano, J., 伊藤雄一: Oculduss: オプティカルフロー制御による速度感提示デバイス, 情報処理学会インタラクション 2017 論文集, pp. 745–748 (2017).
- [15] 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, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. 152, No. 8, pp. 1–7 (2013).
- [16] 藤木 卓, 市村幸子, 寺嶋浩介, 小清水貴子: VR コンテンツの精度が現実感と酔いに与える影響, 日本教育工学会論文誌, Vol. 36, No. Suppl., pp. 73–76 (2012).
- [17] Rabiee, M.: Realistic Car Kit, unity Asset Store (online), available from <https://assetstore.unity.com/packages/tools/physics/realistic-car-kit-18421> (accessed 2021-07-03).
- [18] Sigtrap: VR Tunnelling Pro, unity Asset Store (online), available from <https://assetstore.unity.com/packages/tools/camera/vr-tunnelling-pro-106782> (accessed 2021-07-16).
- [19] Oculus: Oculus Integration, unity Asset Store (online), available from <https://assetstore.unity.com/packages/tools/integration/oculus-integration-82022> (accessed 2021-07-16).
- [20] Kajaman: Kajaman's Roads, unity Asset Store (online), available from <https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/roadways/kajaman-s-roads-free-52628> (accessed 2021-07-16).