先進技術の人間工学デザイン・評価研究

研究代表者　河合　隆史
（基幹理工学部　表現工学科　教授）

１．研究課題

本プロジェクト研究では、近未来に普及が予想される多様な先進技術を対象とし、その最適な設計・利活用の指針やユーザに与える影響について、人間中心のアプローチから解明・提示していくことを目的としている。例えば、バーチャルリアリティ（VR）で用いられるヘッドセットは、高機能化や低価格化が進み、ユーザ数が急増しているが、VR 酔いをはじめとするネガティブな影響は解決されていないのが現状である。また、モビリティ分野では自動運転技術が注目されているが、走行システム比べて運転者側の生理・心理状態についての検討が、十分でないことが問題視されるようになってきている。

そこで本プロジェクト研究では、先進技術の社会実装を目指す産業界との連携を前提とし、人間工学の手法を用いた POC（Proof of Concept）を通して、安全性や快適性、機能性などの観点からのソリューションやエビデンスを関連分野へ提示する。

２．主な研究成果

初年度となる 2018 年度は、映像メディア分野、モビリティ分野、オフィス機器分野を中心とした産業界との連携基盤を形成するとともに、質の高い研究活動を推進可能な研究体制の構築に取り組んだ。

初年度の主な成果としては、前身となるプロジェクト研究（先端メディアの人間工学的評価）で試案を発表した VR コンテンツ制作における人間工学ガイダンスの展開を挙げることができる。

具体的に、当該ガイダンス試案は、2018 年 8 月にイタリア・フローレンスにて開催された International Ergonomics Association（IEA：国際人間工学連合）20th Congress において発表した。その後、本プロジェクト研究の開始に伴い、当該ガイダンスの日本語版のリーフレット（図 1）を作成し、国内でのイベント（InterBEE 2018）を中心に配布した。

当該ガイダンス試案は、前身となるプロジェクト研究で得られた知見を踏まえて抽出した、以下の 6 項目から構成されており、本プロジェクト研究においても継続して検討している。

図１　作成したリーフレット（左：表紙，右：裏表紙）

２．１　コンテンツの分析

VR では、デバイスやコンテンツが複雑に関与することで、参加者の最終的な体験が形成される。例えば、これまでに実施した実験結果からも、コンテンツ内の視点移動が、視覚情報の受容や酔いの症状に影響を及ぼすことが示唆されている。図 2 に、視点移動の大きさが対照的な 2 種類の刺激を体験中の、視線計測の結果を示す。これは、体験中の注視点を球状の VR 空間にマッピングしたもので、視点移動の大きい刺激では正面方向に視線が集中するのに対し、視点移動の小さい刺激では周囲を見回す傾向が認められる。このことからも、VR コンテンツの制作おいて、どのような要素がコンテンツに含まれているか、分析・把握することの必要性が示唆される。

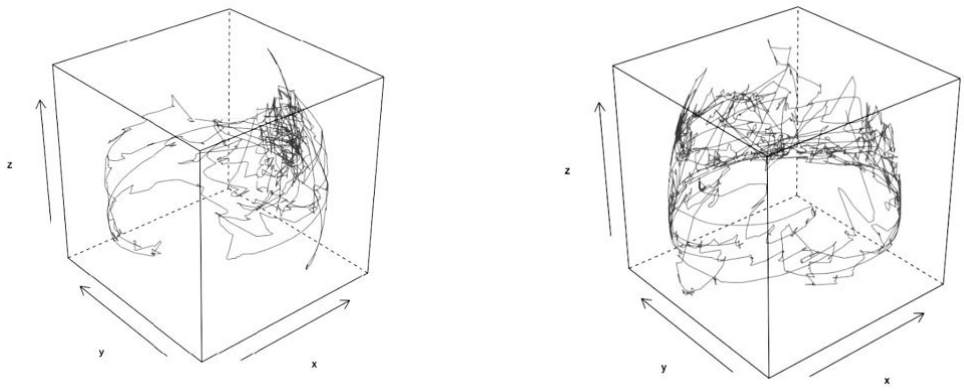

図 2　VR 空間における注視点の分布
（左：視点移動の大きい刺激、右：視点移動の小さい刺激）

２．２　数値的な枠組み

人間の感覚・知覚特性に基づいた数値的な閾値については、例えば視覚情報に含まれる振動周波数と酔いの症状との連関をはじめ、多様な報告がなされている。それらの多くは、VR コンテンツの制作において有益なリソースといえるが、他の要素とのインタラクションに留意する必要がある。例えば視野角について、ヘッドセットの周辺視野の拡大が酔いの悪化につながり得るように、VR ではデバイスの性能向上が、必ずしも体験の向上に寄与しない場合がある。そのため数値的な枠組みは、指針として扱う際に注意が必要である。

２．３　コンテンツの評価

VR コンテンツの人間工学的評価については、標準化あるいはコンセンサスの得られた手法は、未だ確立されていない。しかし、質問紙による主観指標と生理計測による客観指標の併用や、使用頻度の高い質問紙といった、いくつかの傾向を見出すことはできることから、信頼性や利便性の高い評価指標を共通して利用するというアプローチは、有効と考えられる。同時に評価指標の選定と、その使用方法や解釈の共通化を通して、基準値の推定や標準化へつなげていく取り組みも求められる。

２．４　利用環境

VR 体験における環境要因として、これまでに実施した実験では、椅子の座面の回転を条件として取り上げた。一般に、椅子の座面の回転は、360 度映像を「見回す」という行為を支える機能と

して働くことが予想される。しかしながら、当該実験の結果からは、参加者の回転を過度に増幅することで、疲労や負担につながり得ることが示唆されている。このように、VR の利活用にかかる環境要素、特に参加者の姿勢や行為に直接影響する要素については、期待される効果と実際に及ぼす影響との乖離に注意が必要といえる。

２．５　個人差

VR によって生起される不快感は、年齢や性差といった属性に加えて、個人差が大きいことが知られている。個人差は、単なる感受性の高低だけでは分類できず、コンテンツに含まれる要素に対する慣れや特異性も影響を及ぼすと考えられる。参加者の多くは、自身の感受性やその特徴について、自覚が十分でないことが予想されるため、適切な配慮の在り方を検討する必要がある。同時に、自身の状態をチェックし、必要に応じて利用時間や環境を工夫するといった、参加者側の意識を喚起する取り組みも求められる。

２．６　感覚不一致

VR において、視覚情報によって移動感覚を引き起こすベクションは、臨場感の生起と深い関わりがある一方で、視覚からの運動情報と、静止している身体からの深部感覚とのずれは、酔いの症状を生起する要因の一つとして考えられている。日常生活における感覚入力の統合という観点から、このずれは「感覚不一致（sensory conflict）」と呼称されている。感覚不一致は、VR 体験の向上と低下の双方に関与していることから、安全性と快適性を一つの枠組みで扱うのに適した概念と考えている。特に、感覚不一致を感覚相互作用（クロスモダリティ）という観点から捉え、扱うことは、VR の将来を展望する上で重要と考えられる。

３．共同研究者

三家　礼子（理工学術院総合研究所・客員教授）
盛川　浩志（理工学術院総合研究所・客員准教授）
金　　相賢（理工学術院総合研究所・客員講師）
伴地　芳啓（基幹理工学部・表現工学科・助手)

４．研究業績

4.1 学術論文

- R. Mitsuya, K. Kato, N. Kou, T. Nakamura, K. Sugawara, H. Dobashi, T. Sugita, T. Kawai : “Analysis of body pressure distribution on car seats by using deep learning”, Applied Ergonomics, Vol.75, pp.283-287, 2019 年 2 月.
- J. Häkkinen, F. Ohta, T. Kawai : “Time course of sickness symptoms with HMD viewing of 360-degree videos ”, Journal of Imaging Science and Technology, Vol.62, No.2, pp.060403-1-11, 2018 年 11 月.
- Y. Hirao , T. Kawai : “ Augmented cross-modality: translating the physiological responses, knowledge and impression to audio-visual information in virtual reality”, Journal of Imaging Science and Technology, Vol.62, No.2, 060402-1-8, 2018 年 11 月.
- 平尾悠太朗, 三家礼子, 河合隆史 : “VR 空間におけるクロスモーダルを用いた重さ感覚提示手法の提案と評価”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.23, No.4, pp.263-270,

2018 年 11 月.

- 伴地芳啓，盛川浩志，河合隆史：“スマートフォンを用いた没入型立体視映像のスケーラブル変換とユーザ体験への影響”，映像情報メディア学会誌，Vol.72，No.11，J201-J207，2018 年 11 月.

4.2 招待講演

- T. Kawai : “Ergonomic Evaluations of Virtual Reality System and Content”，IDW '18, pp.1010-1012，2018 年 12 月.

4.3 国際会議

- T. Sugita，R. Mitsuya，T. Torii，A. Sugiyama，K. Sugawara，H. Dobashi，T. Kawai : “Feature classification of skilled and unskilled persons in car driving operation”，Proceedings of the AHFE 2018 International Conference on Human Factors in Transportation，2019 年 1 月.
- R. Mitsuya，K. Nakamura，T. Sugita，N. Ozawa，T. Yaita，T. Kawai : “An ergonomic evaluation of elevating the work desk: the relationship of sitting work with standing work”，Proceedings of the AHFE 2018 International Conference on Human Factors in Transportation，2019 年 1 月.

4.4 学会および社会活動

- 国際会議 議長：Stereoscopic Displays and Applications 2019, Conference Chair，2019 年 1 月，米サンフランシスコ.
- 国際学会 理事（ICT 担当）: International Ergonomics Association, Executive Committee, 2018 年度.
- 国際団体 日本部会長 : Advanced Imaging Society, Japan Committee Chair，2018 年度.
- 国内学会 理事：日本人間工学会，2018 年度.

５．研究活動の課題と展望

次年度は、映像メディア分野、モビリティ分野、オフィス機器分野を軸としながら、シナジーの見込めるその他の分野へと連携活動を拡張する。同時に、多様な課題に対応できるよう、研究体制を強化したい。