

VR / ARによる高大連携イベント

—実施報告とVR / ARの効果—

Virtual Reality and Augmented Reality Enhance High School-University Collaboration: Report on the Events and Effects of VR/AR

小橋 一秀, 杉山 立志, 長谷川 聡
Kazuhide KOBASHI, Ryuji SUGIYAMA, Satoshi HASEGAWA

要旨: 近年, VRやARの技術が身近になり, 家庭でもゲームソフトやスマホアプリで体験できるほか, 一般にアプリ開発やCGの技術を修得すればオリジナル作品を作成できるようになってきた。一方, 名古屋文理大学では, 高大連携を進め高校との連携事業の一環として, 出前授業だけでなく高校生の大学体験や高校教諭の研修会の実施を行っている。本稿では, VR/ARに関するシステム開発やアプリを, 大学生の教育・研究のみならず, 高大連携によって高校生らに対しても活用してきた事例を報告する。

Abstract: In recent years, the development of the VR/AR technique makes VR/AR experience possible in game software and smartphone apps and enables us to create original VR/AR works by use of tools for application development and computer graphics. In addition, Nagoya Bunri University promotes educational collaborations with neighboring high schools. As part of a joint project with high schools, the university sends professors to high schools to give lectures, provides trial classes for high school students, and conducts training workshops for high school teachers. In this paper, we report case studies where university students not only create new VR/AR works for their own research, but also make the use of them at trial classes for high school students.

キーワード: バーチャルリアリティ, 拡張現実, タブレット端末, 味覚試験, 学生プロジェクト
Keywords: Virtual Reality, Augmented Reality, tablet device, taste sensory test, students' project

1. はじめに

VR (バーチャルリアリティ: Virtual Reality)¹⁾ は, 何度かブームを繰り返し, 1990年代のブーム^{2,3)} が沈静化した後, 比較的安価に入手できるHMD (Head Mounted Display) が市場に出揃った2016年を「VR元年」とも呼んだ活況 (3~4度目のVRブーム) が続いている⁴⁾。現実の視覚空間にCGなどで情報を付加するAR (拡張現実: Augmented Reality) も同様で, ゲームやエンターテインメントだけでなく, 旅行などのバーチャル体験, 医療⁵⁾ や防災⁶⁾, 芸術^{7,8)}, 教育⁹⁾ といった分野でのVR/AR技術の応用が盛んに報告されている¹⁰⁾。

名古屋文理大学では, 入学時にiPadの無償配布を全学部全学科 (2学部3学科: 情報メディア学科では2011年度から¹¹⁻¹³⁾, 健康栄養学科では2013年度から¹⁴⁾, フードビジネス学科では2019年度から) で実施して教育・研

究に活用¹⁵⁻¹⁷⁾ しており, 配布したiPadは, LMS (Learning Management System) やe-Learningの利用など全学で教育に活用しているほか, 3つの学科で, それぞれ特徴的な利用を行っている。特に情報メディア学科では, スマートフォンやタブレット端末用のアプリ開発や, VR技術を含む映像作品の制作や応用に関して, 学生が, 学年を横断した「学生プロジェクト」(正規科目として大学も推奨している) を起して, コンテンツ開発やイベントでの活用を行っている。また, 3学科とも, 近年, 高大連携事業の一環として, 出前授業や高校生の大学体験の受け入れ, 高校教諭らの研修の受け入れや講師としての出講を積極的に行っている。こうした活動の多くで, iPadを活用してきた。そして, さらに前述のようなVR/ARの技術を利用した, 教育・研究, 高大連携事業などを行ってきた。

本稿では、2章で、名古屋文理大学における学生プロジェクトや高大連携事業でのVR/AR関連アプリの開発と利用について、これまでの事例を報告する。3～4章では、主にフードビジネス学科と情報メディア学科において2019年度に開発・実施した「味覚試験の答えが見えるAR」、「VTuber」、「VR体験」、「高校生ARアプリ開発講座」などのVR/ARを用いた体験イベントを紹介する。5章でVR/ARの教育分野への応用効果について考える。

2. VR/ARのアプリ開発とイベント出展

名古屋文理大学では、これまでに学生作品として様々なアプリや映像作品などを制作し、地域のイベントなどで発表してきた¹⁸⁻²²⁾。ここで、それらの作品の中からVR/ARに関するものをいくつか挙げて振り返る。

図1は、2006年、マルチメディアサークル（学生：間瀬崇文他，小橋一秀指導）の学生によるAR作品である。開発したPCソフトでカメラ映像中のARマーカーを認識させると、ただの箱がオルゴールになったり（図1a）、動物のCGアニメが動き出したり（図1b）する。これらの作品は、稲沢こどもフェスティバルにも出展し来場



(a) 「ARオルゴール」 (b) 「AR動物CGアニメ」
図1 大学生によるAR作品(2006)



図2 学生作品「AR桃太郎」(2011)

者らから好評を得た。

図2は、紙の絵本をカメラを通して見るとマーカーの位置にアニメーションが表示される「AR桃太郎」という作品（学生：太田あゆみ他，小橋一秀指導）である。カメラ映像はスクリーンに投影している。図2は2011年の稲沢こどもフェスティバルでの実演の様子である。

2010年に日本でiPadが発売され、2011年度から本学情報メディア学科に導入されて、VR/AR用デバイスとしてiPadが利用できるようになった。



図3 学生作品AR「ブンリクエスト」(2014)

図3は、2014年度のオープンキャンパスで高校生にiPadを貸し出して学内オリエンテーリングを実施した学生企画作品（学生：前田恵美（長谷川研究室）²⁰⁾）である。このAR作品は、独自に開発したiPadのカメラアプリを通して大学内の複数の要所に掲示したポスターを探してARで宝のアイテムを集めるスタンプラリー機能を実現している。

「VR元年」と呼ばれた2016年以降は、いっそうVR/ARが身近になった。2016年には、情報メディア学科の学生ら（吉澤亨紀，小寺鋼志，加藤瞳，石原志織，中谷俊貴，鈴木悠華）が学生プロジェクトとして、全編360度CGアニメーションでストーリー性を持った約9分のオリジナルVR動画作品「VR Space Travel」(図4)を制作・公開し、スマホと紙のVRゴーグルで360度VR体験ができるイベント（図4c,d)を実施した^{24,25)}。

なお、ここに紹介した例の他に、VR/AR技術によるアプリ、ゲーム、インタラクティブアート等の学生作品は多数開発されている。多くは学生自身の卒業研究のテーマとして、または学生プロジェクトやクラブ・サークルの一環として学生が企画して開発やイベント出展を行ったものであった。

VR/ARの独自アプリやコンテンツ体験は、大学生の



(a) 「VR Space Travel」の360度 CG 空間の一場面



(b) 「VR Space Travel」体験のイメージポスター



(c) 名古屋文理大学学園祭「稲友祭」(2016)へ出展



(d) 産学「デジタルコンテンツ博覧会 NAGOYA」へ出展
図4 オリジナルスマホ VR 作品による VR 体験 (2016)

みならず、高大連携の一環で来学した高校生 (図 5 a), 教諭 (図 5 b), オープンキャンパス来場者らにも学内メディアラボ (図 5 c) 等で披露している。図 5 d, e は



(a) 大学見学の高校生が VR 体験



(b) 高校教諭が VR 体験 (c) FLOS 館メディアラボ VR 体験



(d) 「星のまほうつかい」 (e) 「アクションボウリング」(2018)

図5 高大連携などで高校生らが VR 体験

2018年の稲沢こどもフェスティバル出展の様子である。学生による AR 作品, 図5 d (学生: 前田晃輝他 (小橋研究室)), 図5 c (学生: 鈴木菜月他 (小橋研究室)) は, オープンキャンパス等で高校生にも紹介している。

VR/AR はゲーム機などで一般に知られるようになり, 上記のように大学のオリジナルコンテンツや応用システムは高校生らからもいっそう関心を得るようになった。

以下 3 ~ 4 章で, 2019年度に, 高校生を対象を含むイベントや高校生向けに開発・公開した VR/AR 関連の応用事例を紹介する。前年までと比べ, 「味覚試験」などフー

ド分野に応用を拡大したり、初めて高校を会場にしたイベントを実施したり、ARコンテンツの開発まで高校生が体験しする新たな模擬授業を実施するなど、これまでよりさらに高大連携の幅を広げている。

3. 「味覚試験の答えが見えるAR」の開発と利用

本学フードビジネス学科で行う官能評価（味覚試験）において「味覚試験の答えが見えるAR」というWebARアプリ²⁶⁾を筆者らが独自に開発して利用した。インターネット接続があるiPadなどのモバイル端末でWebアプリを起動しカメラを通してマーカールを見ると、実際にはない立体のCGが表示される。

フードビジネス学科の講義の一つに官能評価がある。これは食べ物の美味しさを評価する方法の一つで、美味しさには人の嗜好の影響があるため、機械ではなく人が実際に味わって評価する方法である。その評価を行う人を味覚審査員と呼ぶ。食品メーカーでは社内で味覚審査員を育成している事が多い。その味覚審査員を選ぶために試験が行われている。一般に、五味識別試験や濃度差識別試験を行う。五味識別試験とは、甘味、塩味、酸味、苦味、うま味の5つの味をどれだけ正確に識別できるかというものである。試験液は、透明な水に、それぞれ5つの味をわずかに付けているものを使用し、ランダムに

8~10個用いて、中身を答えさせる。水のみは無味も含む。これらは、無臭、無色透明で、視覚でも嗅覚でも判別ができない。つまり「見えないもの」なのである。

講義での味覚試験の答え合わせは、答えを配布したり、プロジェクターで投影したりして自己採点を行ってきた。本学では、学外での社会教育活動や食育活動で高校生向けの味覚試験体験を行っている。その答えを示す方法としてARを活用し、その効果を評価した。

味覚試験体験では実際の味覚試験よりも少なめの数の試験液を用いる。高校生が答えを決めた後、WebARアプリを用いて各試料のマーカールを認識させ、答えを表示させる。図6aは紙コップに貼ったマーカールで、図6bはARアプリを通して答えを見たものである。透明の液体で「目に見えないもの」が、「見える」ようになるARは新しい現実を提供し、体験者は驚きと発見を感じているようであった。透明な液体とARは非常に相性の良い事例といえる。現在は複数の人が覗き込んで結果を見ることを想定して画面の広いiPadを用いている。今後、個人の学習の進捗などに合わせ、個人だけが確認できるようスマートフォンでの活用も検討したい。学習資料にARを組みあわせることで、自ら学び、答えを確認していく個人の進捗にあわせた学習システムの構築へつなげる可能性もある。



(a) 味覚試験（官能検査）の6種類の試料（すべて無色透明で無臭の溶液）。各試料にそれぞれマーカールを貼付。



(b) 「味覚試験の答えが見えるAR」を起動してiPadのカメラを通して(a)を見るとCGアニメで答えが示される。

図6 「味覚試験の答えが見えるAR」(2019)

なお、この「味覚試験の答えが見えるAR」は、2019年度のオープンキャンパスにおける高校生向けワークショップ（杉山立志担当）や、高校への出前授業で利用している。

4. 高大連携事業でのVR/AR

2019年度は、前章の味覚試験でのAR利用に加えて、連携高校の文化祭への出展や高校生の本学での大学体験や模擬授業でもVR/ARを利用した。

図7は、本学の提携高校の1つである愛知県立稲沢東高校の文化祭「稲東祭」に出展した様子である。名古屋文理大学『あっとおどろくVR・AR体験』として教室1室を借りて高校の文化祭に出展した。学生作品「AR宝探し」（学生：加藤真澄（小橋研究室））は、同年の稲沢子どもフェスティバルでも好評を得たもので、来場者がARマーカーの断片を探して組み合わせるとiPadで宝を得ることができる（図7a, b）。

図7cは、前章のARアプリと同様のWebARアプリで稲沢東高校の校章のマーカーを見ると「稲東祭」（いなとうさい）、名古屋文理大学のロゴのマーカーを見ると「稲友祭」（とうゆうさい）と書かれたCG図形が現れる。来場者には、各自のスマホなどで実行できるようにWebアプリのURLを伝えるQRコードと校章のARマーカーを印刷してラミネート加工した葉を配布した。

さらに、会場では、インサイドアウト方式VRによる手の動きも反映できる360度VR空間の体験（図7d）や、来場者の動きがCGキャラクターに反映されるVTuber（Virtual YouTuber）体験（図7e）（学生：平田裕也他DTMサークルとVRプロジェクトの学生による）も出展した。

これらは、高校の文化祭だけでなく、以下のようなイベントでも活用している（図8, 図9）。

まず、VR体験は、オープンキャンパスや高校生見学の際、高校生や保護者などの来場者向けに大学内で実施している（図8a）。

同様のVR体験は、学園祭などでも行っている。図8bは、稲友祭（2019）「こぼしゼミ展」で学生オリジナルコンテンツ（学生：稲垣美帆、河瀬紗央（小橋研究室））のVRを来場者が体験している様子である。図8cは、稲友祭で行われた「DJ+VTuber」イベント（学生：平田裕也他DTMサークルとVRプロジェクトの学生による）の様子である。前述のVTuberシステムを半透明のポリッドスクリーンに投影して立体的な空間演出をしている。

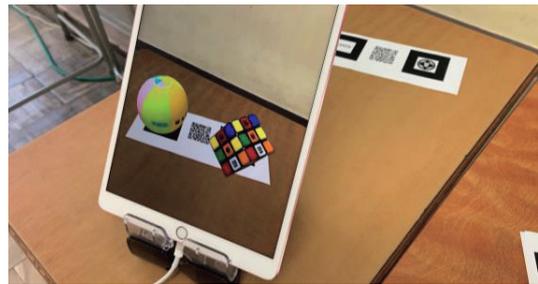
また、前章の「味覚試験の答えが見えるAR」や、「AR



(a) 「AR宝探し」：マークを作ると宝箱が現れる。



(b) 「AR宝探し」の実演中



(c) 「AR校章」：高校の校章や大学ロゴがマーカー



(d) インサイドアウト方式VRの体験



(e) VTuber（バーチャルユーチューバー）体験

図7 稲沢東高校「稲東祭」『あっとおどろくVR・AR体験』



(a) オープンキャンパスでの VR 体験



(b) 稲友祭 (2019) こぼしゼミ展「VR 体験」



(c) 稲友祭 (2019)DTM サークル「バーチャルライブ」
図 8 オープンキャンパスや学園祭での VR イベント



(a) 校章マーカー (b) マーカー表示 (c) スマホで CG 出現
図 9 模擬授業で高校生が作成した「AR 校章」アプリ

校章」と同様の WebAR アプリ²⁶⁾ は、A-Frame ライブラリ²⁶⁾ を使って Web 上で動作するもので、ネイティブアプリの開発に比べプログラムの記述が平易で、実行環境もモバイル端末の機種に依存しないため、オープンキャンパスでの 50 分程度の模擬授業で AR アプリ開発体験を実施できた。提携高校のひとつである愛知県立尾西高校の 1 年生約 40 人が来学した際にも、模擬授業にて高校の校章を AR マーカーとして認識しオリジナルデザインの CG を各自のスマホで表示できる WebAR アプリを全員が作成した (図 9)。短時間の模擬授業でも、Web プログラミングやネットワークサーバとモバイルの連携のしくみや CG 制作などを含む VR/AR のモバイルアプリ開発の体験ができた。

5. まとめと VR/AR 利用の効果

以上のように、名古屋文理大学での VR/AR の関連技術の応用は、研究・教育におけるアプリ開発だけではなく、フードビジネス学科で扱うテーマへの応用や、情報メディア学科学生によるコンテンツやアプリのイベント等への出展など多岐にわたる。

VR/AR を用いる利点として、可視化・視覚化 (見えないものを見せる/効果的に見せる)、様々な疑似体験、3DCG などで創作した空間体験が可能になることが挙げられる。VR/AR はアート体験^{7,8)} や科学館・博物館のような展示²⁷⁾ にも有効である。VR や AR を体験する高校生や一般来場者には、驚き (センスオブワンダー) の体験やこれまでにない UX (ユーザエクスペリエンス) の提供が可能である。そして、そうした体験が、VR や AR などの情報メディア技術だけでなく、味覚試験など VR/AR で印象深い体験をした分野自体への興味喚起につながることも期待したい。さらに、高校生向けの AR アプリ開発講座のように VR/AR のコンテンツやアプリ開発の体験も可能になり、これらの体験が、プログラミングやシステム開発、CG や映像技術、そしてさらに次世代の新しい技術開発への高校生の関心を増大させる契機になることも期待できる。

一方、VR/AR を応用した大学生にとっては、創作対象となる CG やアプリ開発、利用方法についてのアイデアの考案、イベントの企画や実施といった課題が、学生プロジェクトによる取り組み、すなわちアクティブラーニングに繋がっている。つまり、開発企画、システムの設計・開発、イベントの企画と実施により得ることは多く、イベントに参加して体験することは、教育効果が大きいと思われる。

特に、高大連携のイベントでは、イベントを実施する大学生と体験する高校生の双方に、教育効果があると考えられる。ただし、教育利用に際しては、VRにおける立体視の視機能への影響²⁸⁻³²⁾（とりわけ視機能が発達段階にある児童への影響）や、映像への没入体験の生体影響、スマホやHMDなどの利用端末のヒューマンインタフェースが児童から高齢者まで各年齢層で利用しやすかつ安全であるかどうか³¹⁾、などの科学的知見を得て、それらを考慮して利用することが求められる^{4,10)}。

筆者らは、今後も、VR/ARをはじめとする情報メディア技術を、高大連携を含む教育研究分野に応用するとともに、フードビジネスや健康栄養などの分野への応用も目指していきたい。

謝辞

本稿で報告した名古屋文理大学の学生作品は、本文に記した卒業生や在学生の制作によるものであり、紹介できなかったものにも本稿の執筆に影響を与えた作品は多い。また、連携高校の関係教諭や高校生の皆さん、本学オープンキャンパス、種々の高大連携事業、稲沢こどもフェスティバル、デジタルコンテンツ博覧会 NAGOYA など、イベントの運営に関係した多くの皆様に、本稿で紹介した作品の出展にあたり大変お世話になったことを記し謝意を表します。

註

「Virtual Reality」を「仮想現実感」と訳すのは誤りである¹⁾。“virtual”のもともとの意味は「本質的な、実質的な、事実上の、実際の」であり、「仮想的な」ではない。本稿ではVRまたはバーチャルリアリティと記す。

参考文献

- 1) 館暲：バーチャルリアリティとは、日本バーチャルリアリティ学会、(2012)。https://vrsj.org/about/virtualreality/
- 2) 館暲、廣瀬通孝（監修・著）：「バーチャル・テック・ラボ「超」現実への接近」、工業調査会、(1992)。
- 3) 廣瀬通孝（監修）：「バーチャル・リアリティ応用戦略」、オーム社、(1992)。
- 4) 長谷川聡：デジタル情報文化と人間工学—AI・VR・3D・タブレット端末のヒューマンインタフェースと教育応用—、情報文化学会誌、**25** (1), 3-10, (2018)。
- 5) 藤原道隆、福本良平、田中千恵、小寺泰弘：腹腔鏡手術スキルに関する augmented reality シミュレータ訓練の有用性の検討：— virtual reality シミュレータ訓練との比較—、VR 医学、**11** (1), 7-12, (2013)。

- 6) 板宮朋基：AR 災害疑似体験アプリ、日本災害情報学会誌、**16**, 149-152, (2018)。
- 7) 白鳥啓、向井丈視、他：ARART, (2012), <http://arart.info>
- 8) 赤松正行、伊村靖子、小林友樹、原田郁、松井茂：養老天命反転 AR: 作品データベースの活用と AR 開発のためのプラットフォーム、情報科学芸術大学院大学紀要、**10**, 72-75, (2018)。
- 9) 宮田一乗、梅本勝博、石橋賢、樋口健夫：グループワークによる知識創造と VR コンテンツの制作教育、情報処理学会グラフィクスと CAD 研究会報告、CG-142, **6**, 1-6, (2011)。
- 10) 技術情報協会：「VR/AR 技術の開発動向と最新応用事例」、(2018)。
- 11) 長谷川聡、佐原理、長谷川旭、田川隆博、尾崎志津子：タブレット端末の教育利用—名古屋文理大学における iPad 導入：ヒューマンインタフェース学会誌、**12** (4), 245-252, (2010)。
- 12) 長谷川旭、長谷川聡、本多一彦、山住富也、佐原理：大学教育でのタブレット端末の利用とその効果—iPad を無償配布した名古屋文理大学における学生意識、コンピュータ&エデュケーション、**31**, 70-73, (2011)。
- 13) 齊藤徹、河原潤、高下義弘：教える！名古屋文理大学、「iPad で現場を変える！」、日本経済新聞出版、132-147, (2011)。
- 14) 滝川和郎：管理栄養士養成課程での「iPad」利用教育の実践報告、名古屋文理大学紀要、**17**, 59-62, (2017)。
- 15) 伏谷紀子：衝撃を与えた iPad 無償配布、学生に好評の iPad、『しとねる教育 名古屋文理大学60年の軌跡』、学校法人滝川学園、35-39, (2016)。
- 16) 山内宏太郎、大久保成、高田夕希：学習プロセスのデジタル化と BYOD 環境構築 学習環境としてのモバイル機器、白百合女子大学研究紀要、**54**, 15-44, (2018)。
- 17) 長谷川聡、小橋一秀、本多一彦、横田正恵、山住富也、田近一郎、吉田友敬、木村亮介、青山太郎、吉川遼、森博：情報メディア学科における iPad の教育利用—日本の大学初のタブレット端末導入から 8 年—、名古屋文理大学紀要、**19**, 63-70, (2019)。
- 18) 名古屋文理大学愛知万博出展プロジェクト・スタッ

- フ：愛・地球博「稲沢市の日」における名古屋文理大学の出展記録，名古屋文理大学紀要，**6**，125-139，(2006).
- 19) 前田恵美，鈴木菜月，伊東順也，附柴賢司，長谷川聡：大学生によるスマートフォン／タブレットアプリ開発と応用，モバイル学会シンポジウム「モバイル'13」研究論文集，49-52，(2013).
- 20) 前田恵美，長谷川聡：タブレット端末向けARアプリの開発と応用，モバイル学会シンポジウム「モバイル'14」研究論文集，113-118，(2014).
- 21) 附柴賢司，生田一真，浅井香澄，伊東順也，長谷川聡，宮尾克，丹羽智子，丹羽典子，武藤悠貴，平野雄二：外国人生徒むけ「にわとり式かんじカード」のアプリ化と利用，モバイル学会シンポジウム「モバイル'15」研究論文集，49-52，(2015).
- 22) 伊東順也，長谷川聡：学生のアプリ開発による地域貢献の可能性，モバイル学会シンポジウム「モバイル'15」研究論文集，191-194，(2015).
- 23) 御家雄一，池本祐佳，吉田友敬：プロジェクションマッピングとそのミニチュア再現 -iPad を利用したパッドビジョンの制作 -，モバイル学会シンポジウム「モバイル'15」研究論文集，187-190，(2015).
- 24) 吉澤亨紀，小寺鋼志，加藤瞳，石原志織，中谷俊貴，鈴木悠華，長谷川旭，小橋一秀，長谷川聡：学生によるモバイルVR映像の制作と体験イベントの実施，モバイル学会シンポジウム「モバイル'17」研究論文集，9-12，(2017).
- 25) 小寺鋼志，吉澤亨紀，加藤瞳，石原志織，中谷俊貴，鈴木悠華，長谷川旭，小橋一秀，長谷川聡，吉田友敬：学生によるVRコンテンツ作成とVRについての意識調査，情報文化学会第25回全国大会講演予稿集，18-21，(2017).
- 26) 國分三輝：「VRアプリを作ろう A-Frame でかんたん WebVR 入門」，デザインエッグ，(2019).
- 27) 坂村健：デジタルミュージアム - コンピュータを駆使した新しい博物館の構築 -，情報処理，**39 (5)**，1-8，(1998).
- 28) 塩見友樹，堀弘樹，長谷川聡，高田宗樹，大森正子，松浦康之，石尾広武，長谷川旭，神田哲也，宮尾克：実物体と2D映像、3D映像を用いた水晶体調節反応と輻輳運動の長時間同時測定 - 若年者と中高齢者の立体視機構の違い，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，**16 (2)**，139-148，(2011).
- 29) 長谷川聡，大森正子，渡辺智之，高田宗樹，藤掛和広，市川哲哉，宮尾克：立体映像注視時の水晶体調節，三次元映像のフォーラム「3D映像」，**22 (4)**，44-48，(2008).
- 30) 藤掛和広，田原博史，大森正子，長谷川聡，宮尾克：立体映像認知時における水晶体調節の評価，日本バーチャルリアリティ学会第5回VR心理学研究会，電子情報通信学会技術研究報告 (HIP ヒューマン情報処理)，**105 (165)**，39-42，(2005).
- 31) 小島健仁：製品の安全基準と生体影響リスク - 3D立体映像のガイドライン規制を例にして，社会医学研究，**31 (1)**，69-79，(2014).
- 32) 宮尾克 (監修)：「スマホで視力回復！眼のストレッチ」，池田書店，(2014).
- 33) 宮尾克，杉浦明弘，小島健仁，高田真澄，長谷川聡，長谷川旭，石尾広武，高田宗樹：だれでもよく見える3D表示のシースルーHMDの条件，第17回日本VR医学会学術大会抄録，(2017).