

これからの光学とバーチャルリアリティ

〔座談会メンバー（順不同）〕

清川 清（奈良先端科学技術大学院大学）

鳴海 拓志（東京大学）

中村 友哉（大阪大学）

熊谷 幸汰（宇都宮大学）

小泉 直也（電気通信大学、「日本バーチャルリアリティ学会誌」編集長）

山本 裕紹（宇都宮大学、「光学」編集委員長）

〔司 会〕

酒井 大輔（北見工業大学）

日本光学会と日本バーチャルリアリティ学会は共同で、座談会「これからの光学とバーチャルリアリティ」を開催した。最先端の光学デバイスの研究者と、バーチャルリアリティ（VR）研究の第一人者が一堂に会し、互いの分野に対する期待や意見を交換した。おのおのの探究心を刺激し、従来の枠を超えた研究の発展に資する試みである。当日の議論からは、双方の考え方の違いや、未来志向の協力関係の萌芽が垣間見えた。

（2024年3月25日開催。所属・役職はいずれも当時のもの。）

1. イントロダクション

1.1 企画の趣旨

酒井：最初に山本先生と小泉先生、私から今回の座談会の趣旨などをお話しして、そのあと参加者の皆さんに自己紹介をしていただきます。

山本：日本光学会は2023年、2024年の年間テーマとして「異分野融合」を掲げました。また、（日本光学会の機関誌である）「光学」の編集委員には、日本バーチャルリアリティ学会誌（以下、VR学会誌）の編集長を2024年から務める小泉先生にも参加してもらっています。この機会に光学とVR学会誌のコラボ企画をしてはどうかと提案した次第です。

光学技術を利用したシステムは、今後は単に画質の良さだけでなく、ユーザーにどんな体験を与えるかが重要になります。光学系だけで究極を追求しても、必ずしも優れたユーザーの体験には結びつきません。今日は、光学とVR

の融合によって新しく広がる世界を、この分野をリードされている先生がたの議論から明らかにできればと考えています。

小泉：VR学会誌の編集長の小泉です。山本先生のお声掛けで光学の編集委員会にも加わりました。基本的に、面白そうなことは何でも受け入れようという姿勢でやっています。

ちょうど、清川先生がHMD（ヘッドマウントディスプレイ）の教科書を準備されていらっしゃいます。VRの要素技術にはHMDのほかにも光学に関わるものがあって、このような機会にお話をしたら、新しい教科書を作れるかもしれないと思って参加しました。

酒井：司会を務める北見工業大学の酒井です。もともと光学側の人間ですが、バーチャルリアリティにすごく興味をもつようになったタイミングで山本先生にお声掛けいただきました。

1.2 自己紹介

中村：大阪大学産業科学研究所で准教授を務める中村友哉です。4年前まで東京工業大学で助教をしており、そのときに光学素子の研究も行っていました。ホログラフィーの研究の一環でHOE（ホログラフィック光学素子）を使った実験をしていた際に、HOEを使ってシースルーで像を表示する技術に触れ、その応用としてのAR（augmented reality, 拡張現実）やVR技術に興味を持ちました。

阪大に異動してからはセンシングの研究がメインで、コンピュータショナルイメージングとよばれる技術の研究を実施しています。計算機を最大限利用して、イメージングをより高性能・高機能にする研究です。最近特に注力しているのは、カメラを極限まで小さくできるレンズレスイメージング技術、ならびにカメラのサイズはそのままに撮れる情報を革新的に拡大できる圧縮センシング技術です。

熊谷：宇都宮大学の熊谷です。オプティクス教育研究センターで助教をしています。

3Dディスプレイの中でも体積ディスプレイとよばれる分野で、画像を作る点を実空間にどう配置するか、どう生成するかを考えて、最終的には実空間に3D映像を表示する研究をやっています。エネルギーの強いフェムト秒レーザーを物質に照射したときに得られる発光や光散乱を、画素として使えないかを検討してきました。学位を取ってからソニーに1年間就職し、HMDなどの研究もしていたので、VRにも興味があります。

これまでレーザーを照射する材料と得られる画素の関係を調べて、実際に体積映像を描けるか試してきたのですが、最近は色や画素をどう増やせるかなど、クオリティーの向上にも注力しています。映像をどう使うかという視点も必要だと思っていて、今日の話を通じて「こういう使い方もできるんだ」といった知見を広げられればと楽しみにしております。

鳴海：東大の鳴海です。僕はVRの研究者の中でも、かなり使う側に特化した人間で、光学のことはあまりわかっていません。人間の知覚や認知の特性を使って、デバイスに制約があっても人間の能力を拡張する方法を研究しています。

例えば見た目で物の味が変わったり、触り心地が変わったりする「クロスモーダル知覚」をずっと研究してきました。プロジェクションマッピングで食べ物をグツグツさせて見せると味わいや食欲が変わる、レストランのショーケースで食べ物にプロジェクションマッピングをすると売上がすごく増える、とかですね。

最近では身体と物の関係に興味があって、アバターを変え

ると能力が変わるという研究をしています。例えばムキムキの体のアバターを使うと、持った物がすごく軽くなるとか、視点を変えるだけでクリエイティブになれるとか。その場合、自分の体が変わった感覚を被験者に与えるために鏡で姿を見せたりするのですが、清川先生のチームとの共同研究で、下方に広い視野を確保したHMDを開発して、自分の体が見える状態を作ると、鏡がなくても効果がありそうなことがわかってきました。デバイスの制約がなければもっといろんなことができるので、今日はそのあたりのお話をうかがっていただければと思います。

清川：清川です。VRを始めたのは1994年ぐらいで、最初はプロジェクションを使って、目の前でモデリングをするシステムを作っていました。現実環境に絵を浮かべたら、みんなで話し合いながらモデリングできるだろうと思ってやっていたのですが、それをかなえてくれるメガネが当時はなくて、そこで光学系にも興味を持って、HMDの研究をしばらくやってきました。どっぷり光学に詳しいわけではなく、シンプルな光学系をちょこちょこ自前で作ったりしています。

奈良先端大には2017年に移りました。基本的に学生がやりたいことをやらせるポリシーのせいかな、テーマが爆発してまして（笑）。幅広く興味を持ってやっている感じです。

2. 光学側からVR側への期待

2.1 VR普及への道筋

酒井：ありがとうございます。非常に多様なテーマが揃っていて、面白い議論になりそうです。ではまず、本日のテーマ「これからの光学とバーチャルリアリティ」について、専門と絡めて順番にお話しいただけますか。

中村：VRについて詳しくはないんですが、学会などのイベントで体験すると面白いですし、もう少し普通に手に入って、研究者ではない方々も日常生活で使えるようになるとういと思っています。例えば、電車を乗り換えるときに方向を教えてくれるとか、普通に使えるだけで世の中が変わる技術がたくさんある気がします。

最近ではメタバースに関連する技術が流行していますし、HMDもすごく軽量化してきたと思うんですけど、もっと気軽に、メガネをつけるくらいのコストで素晴らしい体験を享受できるようになれば、社会がかなり変わるだろうなと期待しています。

酒井：Meta社のHMD「Quest 2」が3万円台になるなど、価格面ではいいところまで来た気がするのですが*1。一般にまだ普及し切れない理由を、VR学会としてはどう考えていますか。

清川：そもそもフォームファクターがまだまだいけてないですよ、この座談会でもメガネをかけている人が半数くらいいますが、最初は鼻が気持ち悪かったりしても、今ではそれを覚えていないくらいメガネって気にならない。でも、VR用は明らかに付けている感じがして、汗で濡れるし、重たいし、ゲームを1時間楽しむくらいなら使えると思うのですが、わざわざ掛けて、日常で使うだけのメリットがない。それが一番大きいと思います。



清川清氏

HMDにも色々なタイプがありますが、ARに使う「Google Glass」的なものは結局「スマホでいいじゃん」ってなっちゃう。「それがないとできないことって何なの」って聞いても、「ポケットからスマホを出して、もう一回しまっ手間が省けます」とか、「料理しながら音声でレシピを検索できます」とかでは使おうと思わないでしょう。もっと「それがないと困る」「それがあると劇的にうれしい」ことがないと難しいですよ。

多分、全員が使う必要はなくて、一部の人のために必需品になる時代が来ると思います。今は過渡期ですよ。ただ、(両眼視差を利用した)3Dテレビは、ついに過渡期を超えなかったんで、(HMDも)そうなるかもしれない。それはそれでいい、そういうものかな、とも思いますけど、「HMDは5年後に来る」とずっと信じながら、ついぞ来なかった未来が来るかもしれない。

逆に劇的に変わる可能性もある。例えば、重さが600数十グラムあって、付けるとすごくしんどい「Apple Vision Pro」が、200グラムくらいになって、1日付けても平気で、もっとファッショナブルになったら、しかも60万じゃなくて6万円くらいになれば、みんなが使うようになるかもしれないですね。

山本：清川先生が開発されているようにHMDを使いながら普通の視覚機能を検査できたり、あるいはその人の目の特性に応じた視覚の矯正や拡張ができたりする付加価値はどうでしょう。斜視の方に見やすくするとか、あるいは知覚過敏の方に対して眩しい箇所を暗くするとか。そうした

新しい価値や、何かを補う価値があれば、(HMDが)使われる時代が来るのかもしれない。

2.2 高画質より体験重視

酒井：熊谷先生、いかがでしょうか。

熊谷：「子どもが使えるようになったらいいな」とよく思います。現実的には色々課題があるのもわかりますが、また、大人が楽しむ場合は「映像そのもののクオリティーがもっと上がらないかな」とも思いますね。最近『ゴジラー1.0』がアカデミー賞を受賞しましたが、ああいうコンテンツのクリエイターが作ったHMDのコンテンツを見てみたい。あれぐらいのクオリティーの映像が目の前に映ると、大人も結構楽しめるのでは。



熊谷幸汰氏

HMDが最近のように手に入る以前は、(VRの研究が)視覚の情報をどう提示していたのかも気になります。僕は実空間に映像を出すことに興味があるのですが、HMDと比較されると「HMDのほうが、映像のクオリティーが高い」となってしまうかもしれないので、VRの方たちと連携するなら、実空間に映像を出す僕の研究と、HMD以前の研究を組み合わせられないかなと思ひまして。

清川：実は、VRのディスプレイのご先祖様がHMDなんです。VRの先祖は頭につけるタイプのディスプレイにつながっていたので^{*2}。一番最初は60年代なのですが、90年代以降にソニーやオリンパスから製品が出ていたんです^{*3}。でも、「新幹線で映画を見て終わり」みたいな感じで、使い方がないのでみんな製造終了になっちゃって。

研究会ではちょこちょこやっていたのですが、その間にプロジェクション系のVRがどんどん出てきた。元々用途が違うので、それぞれだとは思いますが、小泉先生などはプロジェクションをうまく使っていますし、2016年くらいがVR元年と言われて、そこでVRイコールHMDみたいになったのですが、そんなことはないんですよ^{*4}。

酒井：前半の質問に「VRコンテンツのクオリティーがもっと上がってほしい」という話がありましたが、HMD

^{*1} 2024年4月現在、Meta社の公式サイトにおける「Quest 2」の最低価格は3万1900円。ただし、Apple社の「Vision Pro」は最低でも3499ドル(1ドル=154円で約54万円)と高価である。ちなみに重さは前者が503g、後者が600~650gである。

^{*2} 研究者のIvan Sutherland氏が1968年に提唱した「Head Mounted Display」のアイデアをバーチャルリアリティの元祖とみることができる。「概念としてのVRは、サザランドのこのHMDの研究から出てきたと言っても過言ではない」¹⁾。

^{*3} ソニーは1996年にパーソナルLCDモニター「グラストロン」を8万8000円で発売した。オリンパスは1998年に「フェイス・マウント・ディスプレイ」と名付けた「Eye-Trek」を発売。ニコンはヘッドホンなどと一体化した「UP300x」を2008年、キヤノンは複合現実(MR: mixed reality)向けのHMD「MREAL」を2012年に、それぞれ発売している。いずれも各社の発表(プレスリリース)による。

^{*4} 2016年にOculus VR(現Meta)社やHTC社、Sony Interactive Entertainment社といった複数の企業からHMD製品の発売が相次いだため、同年はVR元年とよばれた。

の CPU が成長すればもっと写実的になるとか、まだまだ伸びるんでしょうか。

鳴海：やっぱり（性能向上の鍵は）処理系だと思います。今はそんなに多くのポリゴンが使えないですし、没入型の HMD はかなり広い領域に画像を描かないといけないので、普通の画面に描くものに比べると圧倒的に処理量が多い。そこにすごく大きい制約があります。

ただ、最近流行っている 3D Gaussian splatting²⁾ など、新しい描画方法が増えてきました。デジタルベースで撮って 3D に起こすというか、ポイントクラウド（点群）のようなものを高精細に表示する新しい技術で、それを使うとこの部屋を軽くぐるっと回って（撮影して）、後から好きな方向から見る事ができる。しかも（再生時の）処理がそれほど重くない。

事前の処理が重いので、リアルタイムで新しい空間は生成できないんですけど、あらかじめ作っておいて見るものは、結構それで構成可能になっていくと思います。

熊谷：コンテンツのクリエイターについてはどうでしょう。

鳴海：いっぱいいます。映像屋さんか、体験屋さんかという違いがあって、映画的な表現で作っている人たちもいます。ディズニーやピクサーなど、いわゆるハリウッド型の映画スタジオとか。でも今は、ゲームやメタバースの文脈、みんなでそこに入って、VR だから体験できることに力を入れているクリエイターのほうが、日本では多いですね。



鳴海拓志氏

その場合、映像表現がリアルかよりも、そこで起こる交流とか謎解きゲームとか、VR じゃないとできないことを追求する人が多いです。映像は、コストがかかる割に見る人が少なかったりするんですよ。逆に VR ではそんなに表現がリッチでなくても、新しい体験があれば結構使ってもらえる。パイは少ないですけど、みんなが興味を持ってくれる。「あんまりリッチな表現ではない」と見えるのは、そのためかもしれません。

山本：今の話で思い出したのが、ソニーがマイクロ LED を使って（映画の）背景を全部映像で映す取り組みをしています。ハリウッドの大道具さんを凌駕するといえますか。ソニーの関係者によると、映画とゲームでは求められるクオリティーが全く違って、ゲームは高画質になったように見えてもまだまだらしいですが。



山本裕紹氏

せっかくそういうコンテンツを作っているのだから、それを利用して自分が登場人物になった映画を作るとか、そんな方向が将来あるかもしれない。映画の『ローマの休日』のシーンに、自分たち夫婦が入っていくとか。

熊谷：映画館みたいな視聴だけなら光学系がいくら大きくてもいいんじゃないですかね。VFX 系と超でかい光学系を組み合わせると、クオリティーだけを思いっきり求めた VR って、あんまり需要がないのかな。

小泉：VR 学会側も、もうちょっと先を見せて「ここまですごい HMD があれば、こういう体験がきつとできるはずだ」ってことを、光学の方に伝えられればいいのかと思います。

3. VR 側から光学側への期待

3.1 現実をくまなくデジタル化

酒井：逆に VR 学会側としては、「こんな光学技術ができたら新しい体験を作り出せる」といった意見はありますか。

清川：これからは、リアルとバーチャルがどんどん融合していきます。CPS（サイバーフィジカルシステム）とよぶのか、デジタルツインとよぶのかわかりませんが、その中で、ディスプレイとカメラの技術は相当進んできた。ディスプレイは輝度も角度分解能も人間の限界に近いと思いますし、カメラもまあまあよくなっている。

それでもセンシングが圧倒的に足りないと思っています。目の前の現実空間を、どんなセンサーでデジタル空間にコピーできるのかを考えると、今は色と形状、せいぜい温度とか反射特性とかですよ。例えば柔らかさはどうか、匂いの空間分布はどうか。それを何らかのセンサーでうまく測れるのか、デバイス屋さんで相談してみたいです。酒井：柔らかさや匂いなどを、光を使ってセンシングするのは簡単ではなさそうです。

中村：硬さなら多分、超音波とかを使って計測すると思うんですけど、基本的に普通のカメラと構成が全く別物になるので、測ることはできても、なかなかカメラと一体にはできないと思います。匂いはまた事情が違って、構成する分子の種類などのセンシングになる。そういう計測原理が全く別のデバイスやセンサーがある中で、それらを一体化していくことが今後必要になるのだらうと思います。

酒井：鳴海先生はいかがですか。

鳴海：最初にアバターを研究していると話しましたが、バーチャルなものと思われがちなアバターを実際の世界に持ってくることも考えられる。そういうものとして、ソフトロボットのアバターを作っています。服の一部を空気でぽこっと広げて人形を作り、遠隔地の人が乗り移って話せ

るようなものです。

でもやっぱり布だと限界がある。スターウォーズなどに出てくる空中像でもそうですが、僕がアバターの目を見て喋っているときに、目の位置にカメラを置けないので、どうやって目が合っている映像を撮れるバーチャルなカメラを作るか。あるいは、ソフトロボットなど実体があるものの表面の色や形が変わるディスプレイをどう作るか。そういうものが出てくるとできることがいろいろありそうですが、可能性はどれくらいあるのでしょうか。

酒井：ポリウムディスプレイは熊谷先生の専門ですが、バーチャルな情報を空中に映し出す技術はどう進歩しそうですか。

熊谷：映像のクオリティーでは、やっぱり空中に結像する方法がいいと思います。ほかの感覚を出そうとすると、光の結像では絵だけなので、何かを加えることになる。超音波などを使って、映像に触覚を加える先行研究もあります。自分の研究でいえば、高いレーザーエネルギーを投入したときに現れる現象などを混ぜていくと、視覚以外の情報も表現できるかもしれません。レーザーで励起した部分は画素になるだけでなく、音が出たり衝撃波が出たりするので、もしかしたら音源や触った感覚を作れる可能性はあるのかなと思っています。

3.2 光学を情報工学で補う

酒井：バーチャルなカメラが空中にあるという話は、中村先生がやられている圧縮センシングでカメラを超小型化するなどして実現できますか。

中村：その方向では、例えばメガネの上に乗るくらい小型のカメラができればいいかもしれないですね。あるいは、メガネにHOEを貼ってオフアクシスで反射する素子を作ったり、もっと極端に導光板にしたりして、別の位置にカメラを置く。以前



中村友哉氏

の研究で、そういう計測をしていたんですが、技術的に結構難しく、高帯域の光が入ってくるので、回折を使って軸外しの反射をやろうとすると分散してぼけるんです。

僕はこれを光学的に補償するアプローチを研究していたのですが、今だったら（補償後の画像を）生成するほうがいいかもしれない。そういうもののクオリティーを超えるというか、本当に物理で計測しているアドバンテージを説得力がある形で見せるほど、光学の研究を進める必要があります。

小泉：ソフトウェアで処理したほうがうまくできるとき

に、物理的アプローチを追求する理由は何でしょう。

中村：今「技術は何でもいから、こういうシステムを絶対作れ」という話があれば、僕も多分生成すると思うんです。でも技術の究極を考えたら、測った情報のほうが正しいはずですよ。そういう未来のための基礎研究というスタンスで研究してきました。物理アプローチのほうが優位になるのは、まだ先かもしれませんが。

清川：情報の分野ではAIが優位性を広げています。プロジェクションを使ったテレプレゼンス系では、見る人の視点に合わせて写す映像を動かさないといけないのですが、カメラを動かさなければニューラルネットで推測して表示します。その精度がかなりいいんですよ。Microsoftが2~3年前にかなりいいシステムを発表しています³⁾。メカでやるより、はるかに精度がよくなってきたんですよ。

人間には理解できないような情報でも、ニューラルネットで処理すると高性能を出せることがあるので、そういう処理系を前提にレンズやカメラを設計するみたいな話が出てきても不思議はないですね。こういった方向で、次に面白そうな光学系の研究としてはどういった内容がありますか？

中村：そういう考え方でいくと、光学系は完璧を求めるより生成に必要な情報を薄く広く取るといった方向になると思います。何も見えていないところの生成はできないので、全方位をちょっとずつ取るとか。例えば人間の顔のように、ドメインが狭くデータセットもたくさんある領域で、かつ目的ももっともらしいものを作ればいい場合には、AIに頼った光学系の開発みたいな軸も有り得るかなという気はします。

3.3 不自然だからできることも

酒井：個人的には複合現実（MR）に非常に興味があるのですが、現状のHMDのビデオパススルーだとかなり不自然だと思うのですが、あれはカメラの精度がよくないのでしょうか。もっと自然に情報を構成するには光学系が頑張ればいいのか、その辺を教えていただけないかと。



酒井大輔氏

山本：2時間コースになるかな（笑）。ビデオパススルーといいながら、レイテンシーが違和感を与える。自動車の電子ドアミラーが不自然に見えるのと同じですね。カメラは高速でも表示側はまだ遅くて、アーキテクチャーから変えなきゃいけない。映像をVSync（垂直同期）ごとに更新するのを変えるとか。

あと三次元の情報が無い。ライトフィールドの電子ドアミラーのプロトタイプを見たんですが、すごくわかりやすいんですよ。距離感があって。

小泉：すごい不自然だけど、まあなんとかなっちゃうんですね。代替現実 (SR: substitutional reality) っていう、ビデオシースルーが途中から過去に撮ったビデオに変わるシステムがあるのですが、HMD は現実よりちょっと解像度が落ちるので連続



小泉直也氏

しちゃうんですね。いつの間にか過去の映像になっても気づかない。現実感が出せないと、逆にいろんなことをいい塩梅に組み合わせられるので、VR 側はまだ遊びがいがありそうって思っているところがありますね。

山本：不自然を積極的に使う発想ですね。足元のディスプレイの上で足踏みしているときに、わざと (足の表示の) 位相を半分遅らせたなら、右左がおかしくなるんですね。自分の身体性よりも視覚のほうが勝っていくんですね。知らぬうちにタップダンスをやっているとか (笑)。その前にこけちゃうか (笑)。

小泉：その辺のあいまいな部分を、今の HMD だと作りやすいんですよ。きっと、「ここは実は身体勢のほうが強いな」とか、いっぱい (実験) できるちょうどいいタイミングなのかなと。

清川：テレビ放送が標準解像度からハイビジョンになったときに、真面目に化粧しないとバレちゃう、作り込みをしないといけないから大変だって話を聞きました。HMD も解像度がガンガン上がっているけど、ひょっとしたら (突飛なアイデアが) 使えなくなっているかもしれないですね。

山本：むしろ化粧フィルターもどんどん進化してる (笑)。

4. 総括

4.1 相互に刺激し合う関係に

酒井：ありがとうございます。バーチャルリアリティーも光学も、今後まだまだ伸びていくことを感じました。では、まとめに入っていきたいと思います。

山本：今日の話がうかがって、それぞれの学会の特性がよく出ているなと思いました。光学会の中村先生や熊谷先生はシーズ指向というか、自分ができるとの周囲の話が多い。それに対して、清川先生の研究室で取り組みが発散する話がありましたし、鳴海先生も「こんなことがあったら、どうなるんだろうか」という発想がうかがえます。VR の分野が HMD からスタートしたのは「視覚情報を現実から一回切り離したら人はどう動くのか」といった疑問

を解明するためだったと考えると、まず疑問や問題が発想のベースにあるようです。

将来の話をも今の立ち位置から進めていくのが光学会だとしたら、VR 学会の視点では「夢のデバイスがあったら、もっとこんなことができる」という世界が広がっていく。そうした視点が光学にも今後必要かなと思います。光学の人はもうちょっと VR 学会誌を読まなきゃいけない (笑)。無料で読めますから。

一方で光学の 2 人は謙虚なので、あまり話していませんでしたが、熊谷先生はレーザープラズマを使って何も無いところに映像や音も出す研究をされています。中村先生のシングルピクセルイメージングも、従来のセンサーではできないようなことができる。例えばここ (眉間のあたり) で映像を撮るというより、ここにある (光学素子に) 写り込んだ (正面の空間の) データを高ビットの深さで撮れていけば、将来はここ (眉間) に入ってくる光を合成できるようになるかもしれない (笑)。実際、角膜の反射からその人 (の視野) を見るのはできるはずですよ。

中村：できますね。非視線イメージングみたいに、ここ (眉間) に入ってきて反射した光を、どこか (別の場所) で撮って、この視点 (から見た正面の映像) を再構成するやり方はあると思います。

山本：といった夢を語って、「将来は重量ゼロの HMD ができますよ」⁴⁾ とか (議論できたらいい)。あるいは「目の前にアイボックスが非常に広い映像空間があって、それがライトフィールドになったら、どんな風になるのでしょうか」とか。

VR 側では、複数人で使った場合にどうなるのにか、ずっと興味を持っていました。鳴海先生のソフトロボットで現実空間をつなぐアバターにもそういう面がありますし、複数人が協調したり、2 対 1 もありますよね。そういう視点も、光学からはすごく新しい発想につながると思います。それを可能にするために、まだまだ不自由なところを見つけて「光学技術でこんなことができますよ」と提案していくといいかなと。

小泉：僕は熊谷先生も中村先生も知っていて、バリバリに面白い技術をやってらっしゃいますけど、VR 学会ではほとんどの人が知らないと思うんです。そこが伝わったら、「じゃあこれできるぞ」みたいにもっと議論ができる。今後、いろんな先生を VR 学会に紹介していくことで「もしかすると、この先生に相談したらできるかも」という例をどんどん増やしたいですね。

4.2 共に未来を創造する

酒井：参加者の皆さんからも一言ずついただけますか。

中村：非常にインスパイアされました。今私はレンズレスイメージングを研究していますが、デバイスを単に小さくするというより、メガネの上に乗る、フレームのここに貼り付ける、指輪のここに乗るほど小さくしたらもっと役に立つ、そんなことを考えました。とても刺激になりました。

熊谷：本日は、考え方の部分はかなり勉強になりました。こっちは「技術ベースでやろう」と思うのに対して、(VR側は)やりたいことをベースに考えている印象がありました。自分もそういう考え方を参考にしたいなと。

あと、電気的な方法を光で置き換えられる可能性がたくさんありそうですが、今回だけではわからない部分もあった。どこを光に置き換えられるか、置き換えたらもっとよくなるのかなど、交流しながら色々探れたらいいなと、もっと一緒にやりたいと思いました。

鳴海：夢みたいなことばかり言ってるんですけど(笑)。光学でVRと関係が強いのはHMDというイメージだったのですが、今日の話ではそうじゃなかった。カメラやセンシング、空中像をどう世の中に出していくか、あるいはマルチモーダルにしていくかなど、色んな展開がありえますよね。

逆に、VRといえばやっぱりHMDのイメージだと思うのですが、VRの研究者はあんまりそう思っていない。人工的に現実感を提示できればまさにVRであって、手段にはこだわらない。プロジェクションマッピングでも、HMDでも、あるときはスマホでいいかもしれない。

昔、清川先生がすごく面白いことをおっしゃったんです。「バーチャルVR」と(笑)。バーチャルリアリティーの「バーチャル」とは「姿形は違うけど、機能は一緒」という意味で、「人工的な現実感」とは「目の前に机はないけど、ここに机があるのと同じ感覚」なんだと。だから、VR技術がどんどん発展していくと、世の中に溶けて消えていって、今のVRの形をしなくなるかもしれない。

例えば、昔はいっぱいセンサーをつけてモーションキャ

プチャーをしていたのが、今はスマホを置いておけばデータが取れたみたいに、「これってバーチャルVRじゃないの」とおっしゃったんです。そういうふうには、光学デバイスの技術がもっと進んでいくと、「VRだよな」って思わなくても、みんなに使ってもらえるようになるかもしれないと、今日の議論で実感しました。

清川：まだ議論が始まったばかりの感じもしますが(笑)、楽しませていただきました。VRの研究者は、夢をそのまま追っているのだから、「できなかったらできなかったで仕方ないよね」みたいなところがあります。その辺はあっさりしているんです。

それでも、フォトニクス系の面白い研究はすごく刺激になる。特にメタサーフェス系とか、思いもよらなかったデバイスがいっぱい出ていて、それらを使うことでVRの可能性もどんどん広がりそうです。光学側からは「どこに使えるそうか」という視点でVRを見ていただければいいですし、われわれも「そんなものがあるのか、じゃあ使ってみよう」という立場で交流するのがすごく大事なと思います。また意見を交換できればありがたいです。

酒井：はい。話題が尽きず、まだまだ時間が足りませんでしたね。実は、次号以降の「光学」では53巻10号「次世代の人工現実感を映し出す技術」、53巻11号「バーチャルリアリティーが切り開く視覚科学」と、引き続き光学側、VR側双方の読者に興味を持っていただける特集号となっていますので、是非ご注目ください。今後も学会誌や合同シンポジウムなどを通して、交流を深めていきたいと思えます。皆さん、本日はどうもありがとうございました。

文 献

- 1) 舘 暉：バーチャルリアリティー入門(筑摩書房, 2002)
- 2) B. Kerbl, G. Kopanas, T. Leimkühler and G. Drettakis: ACM Trans. Graph., **42** (2023) 139.
- 3) Y. Zhang, J. Yang, Z. Liu, R. Wang, G. Chen, X. Tong and B. Guo: IEEE Trans. Visualization Comput. Graphics, **28** (2022) 2146-2156.
- 4) Y. Itoh, T. Kaminokado and K. Aksit: IEEE Trans. Visualization Comput. Graphics, **27** (2021) 2659-2668.