

立体メディア技術の研究開発動向

高木康博^{†1}, 山本裕紹^{†2}, 堤 公孝^{†3}, 小池崇文^{†4}, 都竹千尋^{†5}

1. まえがき

最近では、米国IT大手企業が立体技術の研究開発に熱心に取り組んでおり、立体映像を超えた空間メディアへの関心が高まっている。本稿では立体映像および立体音響を含む立体メディア技術研究全般の最新動向について紹介する。

2. 空中ディスプレイ

2024年2月に空中ディスプレイに関する最初の国際標準規格 (IS: International Standard) が国際電気標準会議において成立した¹⁾。この規格において狭義の空中ディスプレイが「インコヒーレント光源から発散される光をパッシブ光学素子により集束させることで実像を形成するディスプレイ」と定義され、その浮遊距離や輝度測定法に関する規定が示された。このISは、コロナ禍における非接触技術に必須となる要素に関する規程であり、ホログラフィックディスプレイやライトフィールドディスプレイ、空中ドローンや霧ディスプレイを含む広い意味の空中ディスプレイ²⁾から脱却して、空中看板や非接触インタフェースなどの広く普及が期待されるアプリケーションに適した空中ディスプレイに注力するものである。このように、空中ディスプレイ技術は、その研究開発段階から、知財確保だけでなく、国際的な合意を得て市場形成を進める「日本型国際標準化モデル」³⁾により、着々と産業化が進められている状況にある。

空中ディスプレイの高解像度化手法として、凹面ミラーによる実現が報告された⁴⁾。再帰反射による空中結像 (AIRR: Aerial Imaging by Retro-Reflection) の基本原理に関しては、見えのシミュレーション⁵⁾、点像拡がり関数に

対する逆フィルタ処理による先鋭化⁶⁾、3D モーションキャプチャを用いた像面湾曲の計測⁷⁾が報告された。

新しい空中ディスプレイ方式として、テーブル上からシームレスにつながる空中映像の形成⁸⁾、鏡の向こう側から鏡の手前側までシームレスに移動する映像の形成⁹⁾、全周囲から観察できる空中映像の形成¹⁰⁾、奥行き融合3D (DFD: Depth-Fused 3-D) による空中映像の奥行き変化¹¹⁾、視点位置に応じた画像のブレンディング表示¹²⁾、フレネルレンズを用いた空中ディスプレイ装置の小型化¹³⁾、AIRRによる水中映像の形成¹⁴⁾の実現が報告された。

空中ディスプレイの実用化においては、銀行における現金自動預け払い機や病院の受付会計端末、コンビニエンスストアのセルフレジ、オフィスビルにおけるエレベータや受付会計端末などの非接触化にとどまらず、演劇のサポートとして空中映像による演出と台詞表示の上演¹⁵⁾、『VR能攻殻機動隊』として一般向けに大規模な公演¹⁶⁾がなされるなど、社会実装例が増えている。

3. 立体音響

立体音響再生技術の国内研究動向について報告する。立体音響再生には、大きく分けて、心理音響の知見を活用しつつヘッドフォンや小数のスピーカで空間音響を呈示するもの、物理音響により多数のスピーカを用いて空間的な音圧分布を再構成するもの、がある。以下、各々のテーマについて昨今の研究動向を紹介する。

まず、VR空間における心理音響に関する検討として、オブジェクトと体験者の距離感を現実に近いにするための取り組みが報告された¹⁷⁾。演出上、特定の音声を強調することが必要になるケースは少なくないが、体験者が映像に対して想定する音量から乖離することがある。岩崎らは、逆2乗則を基準として、9 dB 以内であれば体験者に違和感なく音声強調ができることを主観実験により示した。

ヘッドフォンを用いた立体音響再生では、周囲の音を自然に聞かせつつ音響信号の呈示が可能なオープンイヤー型ヘッドフォンに着目した空間音響呈示方法についても報告が行われた^{18) 19)}。伊藤らは、オープンイヤー型イヤホンとサラウンドスピーカの再生タイミングを時間的に制御す

^{†1} 東京農工大学

^{†2} 宇都宮大学

^{†3} 長崎大学

^{†4} 法政大学

^{†5} 名古屋大学

"The Trend of Three Dimensional Image Technology" by Yasuhiro Takaki (Tokyo University of Agriculture and Technology, Tokyo), Hirotsugu Yamamoto (Utsunomiya University, Tochigi), Kimitaka Tsutsumi (Nagasaki University, Nagasaki), Takafumi Koike (Hosei University, Tokyo), and Chihiro Tsutake (Nagoya University, Aichi)

ることで先行音効果を再現し、知覚される音像の大きさを変化させられることを示した¹⁸⁾。野口らは、個人ごとに事前に調整をかけることを前提とするものの、イヤフォンとサラウンドスピーカの間でパンニング相当の操作が可能となることを示した¹⁹⁾。ヘッドフォン等を用いた空間音響再生の別のトレンドとして、左右の耳にそれぞれ小型のスピーカアレイを密着させて耳近傍の音圧分布を直接制御する試みも報告されている^{20) 21)}。佐久本らは、左右の耳をそれぞれ10チャンネルの円状スピーカアレイで覆い、音場制御手法の一つであるPressure-Matching法を応用した重み付きPressure-Matchingにより耳介周辺の音場を合成することで、バイノーラル再生よりも頭内定位や前後誤りを低減できることを示した²⁰⁾。加古らは、バイノーラル再生で問題となる耳介形状の個人差に着目し、耳介を覆う半球状の境界面での音場を高精度に再現することで万人に有効な立体音響再生を目指す検討を報告している²¹⁾。

一方、スピーカアレイを用いた立体音響再生では、深層学習を用いることで音場そのものを含む各種パラメータの推定を行う取り組みも報告されている^{22)～26)}。主に、境界要素法を用いて生成したシミュレーション結果を学習データとすることで、①壁面の音響インピーダンス推定を行ったもの²²⁾、②正方形室内の音場を推定したもの²³⁾、③収録に用いたマイク数で測定可能な上限次数よりも高次の球面調展開級数を推定したもの²⁴⁾、④空間解像度の改善を目指したもの²⁵⁾、が報告された。深層学習によるもの以外で興味深い取り組みとして、音場の球面調関数展開において一般に用いられる動径依存関数である球ベッセル関数を、矩形を近似可能なラメ関数に置き換える取り組みが報告された²⁶⁾。モデル化には球面極座標が用いられるものの、実際にマイクアレイやスピーカアレイを構築する際には、矩形が利用できる方が好ましい実情を踏まえた興味深い提案であると言える。

本章では、立体音響単体での研究動向について紹介したが、音響処理技術と映像処理技術それぞれの課題を知り、これらを組み合わせることは有意義である。今後、立体メディア研究会の活動を通じて、双方の研究テーマについて交流・議論することを期待したい。

4. 裸眼3Dディスプレイ

裸眼3Dディスプレイは、ヘッドマウントディスプレイ(HMD)ブームが少し収まったせいか、3Dブーム再来と言えるようなビジネス化の動きが活発であった。本節では、製品化を中心に、研究も含めた二つの動向について述べる。

裸眼3Dディスプレイは、ここ数年、事業化や製品化が相次いでいる。国内では、ソニーは空間再生ディスプレイ(Spatial Reality Display)として、15.6インチのELF-SR1を2020年10月に発売しているが、2023年6月には27インチのELF-SR2を発売している。国内最大規模のコンピュータエンタテインメント開発者会議であるCEDEC 2023(Computer Entertainment Developers Conference)では、

55インチの8Kディスプレイをベースにした裸眼3Dディスプレイを用いた実写3Dコンテンツのデモを行っている。ソフトバンクは、スマートフォンに専用の3D保護ガラスを貼り付け、専用ビューアを用いることで3Dコンテンツを容易に楽しむことができる「トビデル」サービスを2024年9月から開始している。

海外では、DIMENCOの技術を用いて、Acerが2022年にSpatialLabsと名付けた3D技術を導入したノートPCやディスプレイを、ASUSが2023年にSpatialVisionと名付けた3D技術を導入したOLED対応のノートPCを発売している。サムスン電子は、2024年8月に4K解像度、165Hzのリフレッシュレートを持つ27インチと37インチのゲーム用3Dディスプレイを発表している²⁷⁾。Looking Glassは16インチと32インチのディスプレイを2024年8月から発売している²⁸⁾。

米国では、Leia社が2020年11月にAndroid搭載のタブレットであるLume Padを発売しているが、2023年3月にはLume Pad 2を発表し、4月から発売している。ディスプレイ自体の改善というよりは、2D/3D変換等、ソフトウェア面での改良に特に注力し、3Dコンテンツ不足の解消を試みている。米国外では同機種をLeiaと提携しているZTEがnubia Pad 3Dとして、日本等で発売している。さらに、ZTEは2024年3月にnubia Pad 3D IIを発表しており、今秋からの発売が予定されている。なお、DIMENCOは2023年8月にLeiaの傘下になった²⁹⁾。DIMENCOは2011年にPhilipsのスピンアウトとして設立した会社である。前回の3Dブームの後も3Dディスプレイの開発を意欲的に続けており、開発動向が注目されていたので、このニュースには筆者らも大いに驚かされた。

大型3Dディスプレイの開発も活発で、例えば、台湾AUOや中国BOEが開発をしている。BOEはSID Display Week 2024で、110インチ16Kの裸眼3Dディスプレイを展示している³⁰⁾。

このような状況の中で、小池らは、日本初の裸眼3Dディスプレイスタートアップである株式会社RealImageを起業した。三洋電機で世界初の3Dテレビ製品化にも関わったエンジニアらが創業メンバで、JSTの研究成果展開事業大学発新産業創出プログラムのサポートもあり、2023年4月に起業するに至った。これは、西村らの研究³¹⁾をベースにしている。一人用とし、アイトラッキング技術を前提とすることで、古典的なバリア方式でありながら、バリアの最大開口率として理論限界値である50%を達成する設計技術を開発した。この技術により従来のバリア方式の最大の欠点が解消され、レンチキュラ方式に対してバリア方式はさまざまな面で有利な技術となった。

製品は、12.9型のタブレット、32型のスタンドアローンのディスプレイがあり、タブレットでは3D-ARとしての利用、32型ディスプレイではステレオカメラと組み合わせてリアルタイムの3D実写表示³²⁾ができるため、さまざまなアプリケーションに利用可能である。

研究面では、GoogleはProject Starlineとして3Dビデオ通信技術を開発している³³⁾。柳田らもRealImageの3Dディスプレイを用いて同様の技術を開発している³⁴⁾。前回の3Dブームの時には実現が難しかった技術であるが、いよいよ本命のアプリケーションの実装が始まったと言える。

また、岡市らによりレンズアレイの代わりに点光源アレイを用いることで2D/3D切り替えも容易なインテグラル3D方式の提案³⁵⁾や、渡邊らにより偏光状態によってレンズアレイとして作用するデバイスを用いたインテグラル3D方式の提案³⁶⁾がされている。佐々木らによりカメラによる視点検出と慣性センサの情報切り替えをスムーズにすることで携帯型3Dディスプレイにおいて自然な3D映像を表示する手法の提案³⁷⁾等、実用化を想定した研究も増えている。

本節で述べたように、裸眼3Dディスプレイは製品化フェーズに入っており、今後はさまざまなアプリケーションを想定した活用研究や、光線数の多いライトフィールドや、ホログラフィーの研究がより盛んになっていくことが予想される。

5. ホログラフィー

近年、ホログラフィーは、次世代映像通信の中核をなす技術として注目を集めており³⁸⁾、基礎から応用に至るまで、これまで以上に活発な研究が行われている。

和田ら^{39)~41)}は、凸解析を応用することで、位相型ホログラム(POH: Phase-Only Hologram)の計算手法を提案している。従来手法として、Gerchberg-Saxtonアルゴリズムや、Wirtinger微分を用いた勾配降下法が挙げられる。これらの手法は、四次関数の最小化問題を解くことに等しく、POHの初期化によっては、局所最適解が得られる可能性がある。一方、和田らの手法では、アフィン関数やエントロピー関数などの単峰関数を目的関数として、線形制約が張る多面体内でPOHを求める。この最適化問題は、主双対内点法や射影勾配法によって効率的に解くことができる。単峰関数と線形制約を採用することで、初期化への依存を回避しつつ、高品質な三次元再生が可能なPOHを得ている。

ホログラフィーを映像通信に用いる場合、POHを観測者に伝送する必要があるが、波面の干渉によって生じる高周波成分の圧縮が困難である。一般に、POHの計算には、波動方程式から導出される順方向・逆方向の回折積分が用いられる。三次元再生を目的とした場合、ホログラムから像面への回折積分(順方向)は物理的な整合性を保証する必要があるが、像面からホログラムへの回折積分(逆方向)に関しては、その限りではない。そこで、渡部ら^{42) 43)}は、逆方向の回折積分をニューラルネットワークによってモデル化し、圧縮に適したPOHの計算方法を導出している。POHをJPEG等で圧縮する場合と比較して、高い圧縮効率が報告されている。

ホログラムの計算・再生を目的として、松岡ら^{44) 45)}は、Shack-Hartmann wavefront (SHW) センサの活用を提案している。このセンサは、マイクロレンズアレイの焦点距離

上に撮像素子が配置されており、入力波面の歪み測定および補正を目的とした補償光学機器である。一方、松岡らは、SHWセンサにメインレンズを装着し、プレノプティックカメラとして用いている。これにより、空間中を飛び交う光線群—光線空間—の獲得が可能となり、光線空間からリアルタイムでPOHを生成する。SHWセンサのマイクロレンズは、包含する画素数が極めて多く、これは光線の角度分解能が高いことを意味する。この性質によって、極めて密な多焦点画像群の再生に成功している。

木舩ら^{46) 47)}は、たった1枚の静止画像を用いて、そのシーンを三次元的に再生できるPOHの計算方法を提案している。一般に、画像からPOHを生成するには、深度情報が必要であり、これには、LiDAR等の深度センサや、カメラアレイなどの特殊な撮影装置が不可欠であるという課題がある。一方、木舩らの手法では、1台の単眼カメラと単眼深度推定と呼ばれる技術を用いることで、従来手法の課題を克服している。極めて悪条件な問題設定であるにも関わらず、実験では、鮮明な三次元シーンの再生に成功している。この手法の最大の特徴は、すでに撮影された任意の静止画像から三次元再生が可能である点にあり、映像通信をはじめとするさまざまな応用が期待される。

6. むすび

以上のように、立体メディアを取り巻く最近の動きは活発であり、最新技術の事業化、社会実装、ベンチャー企業の立ち上げが行われている。研究会での発表数と参加者数は2010年頃の3D元年と言われたときを超える勢いであり、今後もこの傾向が続くものと予想する。(2024年11月2日受付)

〔文 献〕

- 1) International Electrotechnical Commission: "3D displays - Part 52-1: Fundamental measurement methods of aerial display - Optical", IEC 62629-52-1 (2024)
- 2) 山本裕紹 (監修): "空中ディスプレイの開発と応用展開", シームシー出版 (2018)
- 3) 日本産業標準調査会: "日本産業標準調査会基本政策部会取りまとめ—日本型標準加速化モデル—", <https://www.meti.go.jp/policy/economy/hyojun-kijun/jisho/seisaku.html> [available online]
- 4) K. Shimose, T. Tamamura, R. Tadauchi and H. Kawanishi: "Floating displays feature multiple optical functions", *Information Display*, **39**, pp.16-20 (2023)
- 5) A. Saito, Y. Yue and N. Koizumi: "Simulating the appearance of aerial images formed by aerial imaging by retroreflection", *Optical Review*, **31**, pp.395-408 (2024)
- 6) H. Kikuta, M. Yasugi and H. Yamamoto: "Consideration of image processing system for high visibility of display using aerial imaging optics", *Optical Review*, **31**, pp.144-155 (2024)
- 7) M. Adachi, M. Yasugi, S. Suyama and H. Yamamoto: "Method of acquiring shapes using motion capture of aerial images formed by large acrylic panels", *Optical Review*, **30**, pp.647-656 (2023)
- 8) T. Kikuchi, Y. Yahagi, S. Fukushima, S. Sakaguchi and T. Naemura: "AIR-range: Designing optical systems to present a tall mid-AIR image with continuous luminance on and above a tabletop", *ITE Transactions on Media Technology and Applications*, **11**, pp.75-87 (2023)
- 9) A. Sano, M. Makiguchi, T. Matsumoto, H. Matsukawa and R. Yamamoto: "Mirror-Transcending Aerial-imaging (MiTAi): an optical system that freely crosses the boundary between mirrored and real spaces", *Journal*

- of the Society for Information Display, 31, pp.220-229 (2023)
- 10) Y. Yano and N. Koizumi: "Omnidirectional mid-air image system using micro-mirror array plates", Opt. Express, 32, pp.21473-21486 (2024)
- 11) T. Omoto, K. Fujii, M. Yasugi, S. Suyama and H. Yamamoto: "Construction of 3D image and visibility improvement of 2D Image outside 3D viewing zone by edge-based depth-fused 3D display using aerial image and rear display", ITE Transactions on Media Technology and Applications, 12, pp.36-43 (2024)
- 12) K. Kishinami, K. Sato, M. Yasugi, S. Suyama and H. Yamamoto: "Aerial display that reconstructs face orientation by use of spatial blending of two face images", Journal of the Society for Information Display, 32, pp.89-99 (2024)
- 13) S. Sakane, S. Suyama and H. Yamamoto: "Reducing thickness of long-distance aerial display system in AIRR using Fresnel lens", Optical Review, 30, pp.657-663 (2023)
- 14) D. Kudo, M. Yasugi, N. Ninomiya, S. Suyama and H. Yamamoto: "Reduction of converging distance change in an aquatic display formed with aerial imaging by retro-reflection in conjugated optical structure", Opt. Express, 31, pp.10965-10977 (2023)
- 15) D. Tasaki, H. Nobori, N. Kohara, K. Iwabuchi, M. Kobayashi, S. Shimomura, R. Ichikawa, T. Nishiyama, S. Hara, S. Suyama, S. Ito, F. Nakayama, J. Tanida and H. Yamamoto: "Aerial prompter using AIRR that allows the performer and audience to see the script from two directions at the same time", Proc. DHIP 2023, p.62 (2023)
- 16) TBS event: "Recreate the world of Ghost in the Shell! Collaboration with Japan's traditional performing art Noh", <https://youtu.be/h2FVFQJYRh0?feature=shared> [available online]
- 17) 岩崎ほか: "音講論集 (秋)", pp.1399-1400 (2024)
- 18) 伊藤ほか: "音講論集 (秋)", pp.405-406 (2024)
- 19) 野口ほか: "音講論集 (秋)", pp.419-420 (2024)
- 20) 佐久本ほか: "音講論集 (秋)", pp.403-404 (2024)
- 21) 加古ほか: "音講論集 (秋)", pp.423-424 (2024)
- 22) 新井ほか: "音講論集 (秋)", pp.769-770 (2024)
- 23) 佐藤ほか: "音講論集 (秋)", pp.771-772 (2024)
- 24) 川瀬ほか: "音講論集 (秋)", pp.315-316 (2024)
- 25) 堀越ほか: "音講論集 (秋)", pp.317-318 (2024)
- 26) 坂口ほか: "音講論集 (秋)", pp.171-172 (2024)
- 27) Samsung Electronics: "Samsung Electronics Unveils Groundbreaking, Glasses-Free 'Odyssey 3D' Gaming Monitor at Gamescom 2024", Press Release (2024)
- 28) Looking Glass: "Looking Glass Ships Its Latest Spatial Displays", Press Release (2024)
- 29) Leia Inc.: "Leia Inc. Acquires Dimenco, Unifying Global Leaders in 3D Display Technology", Press Release (2023)
- 30) BOE: "BOE presents frontier technologies with AI powered display products at 2024 SID, leading Green technology trend in the industry", Press Release (2024)
- 31) T. Nishimura, G. Hamagishi, K. Kusafuka, K. Yoshimoto and H. Takahashi: "Autostereoscopic Display with Wide Viewing Zone Using Binocular Image Control Method in Divided Area Based on Viewing Position", Opt. Eng. 60, 12, 123104 (2021)
- 32) R. Motomiya, R. Akiyama and T. Koike: "Portable See-through AR using Parallax Barrier-based Autostereoscopic 3D Tablet", IEVC 2024 (2024)
- 33) J. Lawrence, R. Overbeck, T. Prives, T. Fortes, N. Roth and B. Newman: "Project Starline: A high-fidelity telepresence system", SIGGRAPH'24 E-Tech, Article 16 (2024)
- 34) K. Yanagida, T. Koike, G. Hamgishi and H. Takahashi: "Real-Time 3D Video Communication System Using Stereo Video Capture and Autostereoscopic Display", IDW'23 / 3DSA 2023, 3DSA p1-6 (2023)
- 35) N. Okaichi, H. Watanabe, M. Kano, H. Sasaki and J. Arai: "Point Light Source Array Based Integral 3D Display Using Eye-Tracking and Time-Division Technologies", Proc. IDW'23, pp.1276-1279, 30, 3DSA5/3D5-2 (2023)
- 36) H. Watanabe, N. Okaichi, M. Kano, H. Sasaki and J. Arai: "Pixel-Density Enhanced Integral Three-Dimensional Display by Time-Division Multiplexing of Two-Dimensional Image", Proc. IDW'23, pp.660-663, 30, 3D4/3DSA4-3 (2023)
- 37) H. Sasaki, M. Kano, N. Okaichi, H. Watanabe and T. Mishina: "Improved Eye-Tracking Function by Combining Inertial Sensor Information for Integral 3D Display", Proc. IDW'23, pp.1266-1269, 30,

3DSA3/3D3-2 (2023)

- 38) 野中敬介, 小島弘暉, 小磯諒太: "Beyond 5G時代を見据えたホログラフィー通信の実用化に向けた研究開発", 信学誌, 107, 8, pp.765-770 (2024)
- 39) 和田達希, 都竹千尋, 高橋桂太, 藤井俊彰: "PhaseMax法に基づく凸最適化型の位相回復ホログラフィ", 3次元画像コンファレンス, 2-1 (July 2023)
- 40) 和田達希, 内山一哲, 都竹千尋, 高橋桂太, 藤井俊彰: "位相回復のエントロピー定式化と射影勾配法に基づく解法", 画像符号化シンポジウム/映像メディア処理シンポジウム (PCSJ2023/IMPS2023), P1-13 (Nov. 2023)
- 41) T. Wada, C. Tsutake, K. Takahashi and T. Fujii: "Holographic Phase Retrieval Based on PhaseMax", Proc. IDW '23 (2023)
- 42) 渡部義貴, 都竹千尋, 高橋桂太, 藤井俊彰: "深層学習に基づくホログラム圧縮に関する基礎検討", 3次元画像コンファレンス, 3-2 (July 2023)
- 43) 渡部義貴, 都竹千尋, 高橋桂太, 藤井俊彰: "Neural Wave Propagation - 波動伝播の暗黙的なモデル化とホログラム圧縮への応用 -", PCSJ2023/IMPS2023, P2-04 (Nov. 2023)
- 44) 松岡恒希, 都竹千尋, 高橋桂太, 藤井俊彰: "SHW センサを用いた高密度動的視線空間の撮影とホログラフィ表示-リアルタイム動作を目指して-", PCSJ2023/IMPS2023, P4-03 (Nov. 2023)
- 45) K. Matsuoka, C. Tsutake, K. Takahashi and T. Fujii: "Light Field Acquisition Using Shack-Hartmann Wavefront Sensor and Its Application to Holographic Stereogram", Proc. IDW '23 (2023)
- 46) 木舩涼太, 都竹千尋, 高橋桂太, 藤井俊彰: "単眼深度推定とホログラフィに基づく単眼画像の三次元表示", PCSJ2023/IMPS2023, P1-16 (Nov. 2023)
- 47) R. Kibune, C. Tsutake, K. Takahashi and T. Fujii: "Holography via Monocular Depth Estimation", Proc. IDW '23 (2023)



高木 康博 1986年, 早稲田大学理工学部応用物理学科卒業。1988年, 同大学大学院理工学研究科修士課程修了。1991年, 同大学理工学部助手。1992年, 同大学大学院理工学研究科博士後期課程修了。1994年, 日本大学文理学部専任講師。2000年, 東京農工大学大学院准教授。2014年, 同大学大学院教授。立体表示, ホログラフィーの研究に従事。博士(工学)。正会員。



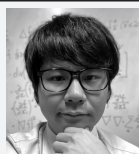
山本 裕紹 1994年, 東京大学工学部計数工学科卒業。1996年, 同大学大学院工学系研究科修士課程修了。同年, 徳島大学工学部助手。2008年, 東京大学大学院情報理工学系研究科学学位授与。2009年, 徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部講師。2014年, 宇都宮大学オブティクス教育研究センター准教授。2019年, 同大学工学部教授。2021年, 同大学卓越教授(称号付与)。2023年, IEC/TC110 Japan National Mirror Committee, Head of Delegates。空中表示とその異分野融合研究に従事。博士(情報理工学)。



堤 公孝 2006年, 京都大学大学院情報学研究科修士課程修了。同年, 日本電信電話(株)(NTT)入社。2020年, 電気通信大学情報理工学研究科博士課程修了。NTT人間情報研究所を経て, 2024年より, 長崎大学情報データ科学部准教授。音声符号化, 空間音響再生などの研究に従事。博士(工学)。正会員。



小池 崇文 1995年, 東京工業大学理学部卒業。1997年, 同大学大学院工学系研究科修士課程修了。同年, (株)日立製作所入社。2013年, 法政大学情報科学部教授。2023年, (株)RealImage起業, 代表取締役CEO。3Dディスプレイ/カメラ, XR, CGに関する要素技術から全体システム, 応用までの研究に従事。博士(情報理工学)。正会員。



都竹 千尋 2015年, 福井大学工学部情報・メディア工学科卒業。2020年, 同大学大学院工学研究科総合創成工学専攻博士課程修了。2020年, 名古屋大学大学院工学研究科情報・通信工学専攻助教。ホログラフィー, 多次元信号処理に関する研究に従事。博士(工学)。正会員。