

ヒューマンインフォメーションの研究動向

原澤賢充^{†1}, 小濱剛^{†2}, 相田紗織^{†3}, 森川大輔^{†4}

1. まえがき

ヒューマンインフォメーション(HI)研究会は、映像情報メディアにおける人間の感覚特性を明らかにするとともにそれを映像情報メディアに活用することを目的に活動を行っている。本学会の他研究会でも人間の感覚特性を調べたりこれを活用したりする研究が取り扱われているが、本研究会の特徴は、人間を中心に据え、視聴覚をはじめとする多様な感覚の基礎的特性から実際のデバイスに対する知覚認知特性、神経科学的応答の計測や分析からその利用に至るまで、広範なトピックスを取り扱っているところにある。ここ数年間の研究会においても発表内容は多様性に富み、基礎から応用までさまざまな話題が提供されてきた。

本稿では、ヒューマンインフォメーションに関連して、①身体応答の取得とそのユーザインタフェースへの応用、②視知覚、③視覚と聴覚の相互作用、の3項目に分け最近の動向を概観する。

(原澤)

2. 身体応答の取得とそのユーザインタフェースへの応用

情報技術の進化に伴い、ヒトとコンピュータとのインタラクションが飛躍的に発展している。両者を結びつけるユーザインタフェース(User Interface: UI)は、製品やサービスの質を左右する重要な要素であるため、より直感的で自然なUIの実現が望まれている。そのためには、ヒトの生理学および神経学的状態を解釈し、認知特性を充分に理解した上でUIの設計に反映させる必要がある。し

かしながら、ユーザ自身が自らの認知過程を明瞭に言語化することは困難であり、作業中の認知負荷の変動、UIのデザインに起因する注意誘導の効率性、UIがもたらすストレスなどを客観的に捉えることは容易ではない。そこで、ヒトの生体情報を計測し、認知状態や心理状態を客観的かつ定量的に評価することで、UIの開発に応用するというアプローチが注目されている。中でも、眼球運動計測と脳機能計測は、ユーザの視覚的注意の状態や情報処理プロセス、認知負荷の程度を非侵襲的かつ客観的に捉えるための有力な手段として期待されている。

2.1 眼球運動によるインタフェース

眼球運動は、ヒトの意図を反映する生理的指標の一つであり、古くから視線入力によるUIへの応用が検討されてきた¹⁾。近年では、「双方向視線ベースコミュニケーション」の概念も提唱されており²⁾、ユーザの視線情報をシステムに伝え、システムが視線を介してユーザにフィードバックを返すことで、より直感的で自然なコミュニケーションが可能になると主張されている。昨今の人工知能(Artificial Intelligence: AI)の進歩により、視線追跡技術の精度や堅牢性が大きく向上している。AIの活用により、視線からユーザの注意、意図、認知負荷などの非言語的あるいは無意識的な情報を把握でき、UIの設計と評価においてもAIの有用性が示されている³⁾。さらには、視線から意図を推定してシステムを操作する技術や⁴⁾、身体障害を持つ人々がハンズフリーでコンピュータを操作できるように設計されたソフトウェアベースの視線追跡システム⁵⁾、視線や顔ジェスチャをコンピュータコマンドに変換する技術⁶⁾なども実現されており、ハンズフリーでの機械制御やエンタテインメントへの応用が期待される。また、バーチャルリアリティ(Virtual Reality: VR)技術においては、計算資源を視線が向けられている領域に集中させてレンダリング性能を向上させるfoveated renderingに視線情報が活用されており、VR空間において、ユーザが知覚する視覚情報の品質を維持する上で重要な技術となっている⁷⁾。

2.2 脳機能計測等によるインタフェース

一方で、脳波計(Electroencephalogram: EEG)や機能的近赤外分光法(functional Near-Infrared Spectroscopy: fNIRS)

^{†1} NHK 放送技術研究所

^{†2} 近畿大学 生物理工学部 生命情報工学科

^{†3} 山口大学 大学院創成科学研究科

^{†4} 富山県立大学 情報工学部 知能ロボット工学科

"Human Information" by Masamitsu Harasawa (Science and Technology Research Laboratories, NHK, Tokyo), Takeshi Kohama (Faculty of Biology-Oriented Science and Technology, Kindai University, Osaka), Saori Aida (Graduate School of Sciences and Technology for Innovation, Yamaguchi University, Yamaguchi), and Daisuke Morikawa (Department of Intelligent Robotics, Faculty of Information Engineering, Toyama Prefectural University, Toyama)

などの非侵襲的な脳機能計測手法は、注意の集中や意思決定プロセスなどの認知状態を推定する手段にもなるため、UIの開発や評価への応用が見込まれる。これらの計測手法により得られた信号には、ユーザの認知機能を客観的かつリアルタイムに推察するための情報が符号化されており、これを復号して個人の思考を推定し、脳と外部デバイス間の直接的な相互作用を実現する技術をブレインコンピュータインタフェース (Brain-Computer Interface: BCI) という。最近では、教育分野におけるBCI活用の遅れが指摘され、その普及戦略についても議論されており⁸⁾、実環境でのUI設計においてBCIの活用が進展しつつある。高負荷な職業的ワークロード (Occupational Workload) においては、前頭前野におけるfNIRS信号の増強が報告されており⁹⁾、これに基づき作業負荷を低減させるためのUI設計も可能になると考えられる。また、EEGを用いたニューロフィードバックによるスポーツパフォーマンス (集中力や反応時間など) への効果についても検討が進められており¹⁰⁾、スポーツ教育に適したUIを検討するための情報となるであろう。

複数の生体信号を同時に計測し、統合的に解析することで、多角的に生体システムを理解するアプローチはマルチモーダル計測と呼ばれ、単一の生体信号では得られない包括的知見が期待されている。例えば、EEGとfNIRSとの組み合わせにより、運動学習やリハビリテーションにおける認知運動プロセスの神経メカニズムが報告されている¹¹⁾。このことから、EEGとfNIRSとの同時計測は、脳活動を多角的に理解する上で有効であり、将来的なBCI設計への貢献が示唆される。また、マルチモーダル計測で得られた貴重なデータセットのオープンアクセス化も進んでおり、EEG、眼球運動、およびハイスピードビデオカメラによる顔動画を同期計測したデータセットが公開されている¹²⁾。このように、統制された条件下で得られた大規模で高品質なデータセットが自由に利用可能となりつつあり、新たなBCIアルゴリズム開発への貢献が期待される。

2.3 ヒューマンインフォメーション研究会での動向

映像情報メディア学会ヒューマンインフォメーション研究会においても、ユーザの生体情報からヒトの認知状態や心理状態を定量的に把握しようとする試みが多数報告されている。

竹下らは、不随意に生じる固視微動に含まれるマイクロサッカードの方向から、視覚的注意が向けられた方向の推定が可能か否かを評価した結果、両者に明確な関連性は認められないことを報告した^{13) 14)}。また、マイクロサッカード諸特性における加齢による効果¹⁵⁾や、覚醒度の低下による影響¹⁶⁾なども論じられている。山本らは、カテーテル手術中に計測された脳外科医の眼球運動を分析し、随意的に生じるサッカードの特徴量と技能熟練度との関係を定量的に評価した¹⁷⁾。保坂らは、fNIRSを用いた認知機能のニューロリハビリテーション手法を検討するために、特定

の予測行動に関わる脳領域を推定するための解析手法を提案した¹⁸⁾。fNIRS信号から能動的注意による効果¹⁹⁾や、学習に伴う脳活動の変化を捉える手法²⁰⁾なども報告されている。また、走行中の自動車内から撮影された映像に対し、顕著性マップの理論に基づきドライバの視線を予測する数理モデルや²¹⁾、画像自由観察時の視線と画像特徴量とを紐付けてテキスト情報を生成し、ユーザの意図を推定する深層学習モデル²²⁾も提案されている。これらの研究はユーザの認知や注意状態を推定する試みであり、UIの適応制御などへの応用が期待される。

近年のヒューマンインフォメーション研究会では、VR技術に関する研究報告も盛んであり、基礎研究からUI設計に関わる応用研究まで、幅広い分野で活発な取り組みがなされている。

原澤らは、理想的なヘッドマウントディスプレイ (Head-mounted Display: HMD) の画素密度を明らかにするため、眼球運動を考慮して頭部座標系での最適化を検証した。その結果、高周波数除去ほど偏心度の閾値が小さくなり、耳側でその傾向が顕著であることを示した²³⁾。鈴木らは、VR空間での操作における頭部追跡を用いた身体負荷を軽減するために、視線追跡による新たなUIを提案し、頭部追跡に匹敵する使用感であったことを示した²⁴⁾。他にも、VR空間で粘り感をもたらす情報表示法²⁵⁾、VR空間内での物体位置変動による距離知覚の精度向上²⁶⁾、仮想把持動作における視覚的フィードバックの効果の検証²⁷⁾、運動機能障害のリハビリテーションのためのVR技術²⁸⁾など、多数の研究成果が報告された。

(小濱)

3. 視知覚

視知覚は、物体の形状や色、位置、運動といった多様な視覚属性を同時に処理し、物体認識、空間定位、運動制御などの日常的な行動を支える基盤的な感覚機構である。また近年では、視知覚は現実世界のみならず、VR環境や映像情報メディアとのインタラクションにおいても中心的な役割を果たすことが明らかになっており、UI設計や映像提示技術の基盤としても注目を集めている。本章では、最近報告された視知覚研究の中から、視覚的注意、系列依存性、数量知覚、奥行き知覚に関する研究を紹介する。

3.1 視覚的注意

視覚的注意は、限られた処理資源を効率的に配分するために、外界の情報を選択的に処理する機構として機能するだけでなく、対象の明瞭さや持続時間、さらには空間的・時間的な知覚の精度そのものに影響を及ぼす能動的な認知機構でもある。Yanら²⁹⁾は、サッカード前の注意が眼球運動中の主観的な時間知覚に与える影響を検討し、二つの実験を通じて、注意の向け先によってサッカード目標位置の時間知覚にバイアスが生じることを示した。これにより、時間知覚が注意をはじめとする認知的要因に依存している

ことが示唆された。Parkerら³⁰⁾は、視線方向の手がかりによる注意と眼球運動の準備との相互関係を調べ、社会的および非社会的な視線手がかりを用いた課題の結果から、目を動かさずに向けられる注意と運動準備が異なる神経的制御を受けている可能性を示唆した。これは、視覚的注意が運動系と連動するだけでなく、選択的知覚の神経回路にも独立して関与していることを示している。Gongら³¹⁾は、外因的および内因的注意が視覚的群化に及ぼす影響を検討した。その結果、周辺注意喚起刺激は中央のものよりも効果が高く、短時間で群化を抑制した。さらに、予測性が低い条件では、内因的注意の効果はほぼ消失し、外因的注意の効果のみが維持され、両者の特性の違いが示唆された。Huangら³²⁾は、VR環境における2次元と3次元条件下での複数物体追跡タスクを用いて、分割注意に影響を与える要因を調べた。実験では、ターゲット数と動きのパターンを変えて、次元性が分割注意にどのように影響するかを検討した。結果は、ターゲット数が増えるにつれて精度が低下し、3次元条件下でのパフォーマンスが最も高いことを示した。小野川ら³³⁾は、仮想環境における変化の見落としを予測するAttention TriGrid (ATG)を提案している。ATGは3次元グリッド上の任意の位置に対して注意度を計算し、変化の見落としの発生場所と確率を定量的に評価できる。実験では、ATGを用いたロジスティック回帰分析を行い、その有効性を検証した。

3.2 系列依存性

系列依存性は、直前の知覚経験が現在の知覚判断に系統的な影響を及ぼす現象であり、変化の多い視覚環境において知覚の一貫性と安定性を維持するための認知的メカニズムとして近年注目を集めている。Fuら³⁴⁾は、連続フラッシュ抑制を用いた課題により、刺激が意識されない条件下では系列依存性が消失することを示し、意識的な知覚がこの効果の発現に不可欠であることを実証した。これは、系列依存性が低次の視覚処理ではなく、高次の意識的統合過程に依存していることを示唆している。Littleら³⁵⁾は、視覚的系列依存性に対するフィードバックの影響を検討した。被験者はガボールパッチの方向を再現する課題を行い、正確あるいは無作為なフィードバックを受けた。その結果、正のフィードバックが系列依存性を強め、特に直前の反応に対する依存が顕著に高まることが示された。Houborgら³⁶⁾は、色と方向が同時に提示される課題において、主要な特徴である方向にのみ系列依存性が生じることを報告した。これは、系列依存性がオブジェクト単位の統合表象ではなく、注意が向けられた個々の特徴レベルで選択的に生じることを示している。

3.3 数量知覚

数量知覚は、視覚刺激の数を迅速かつ直感的に把握する能力として基礎的な認知機能の一つとされてきたが、近年の研究は、この知覚が密度やサイズ、空間配置といった他

の視覚属性との相互作用によって大きく左右されることを明らかにしている。Dellingerら³⁷⁾は、白と灰色のドットが混在した視覚刺激において、視覚的に目立ちにくい要素(白ドット)が過小評価される現象、「弱い方が多く見える錯視(weak-outnumber-strong illusion)」の要因を分析した。結果として、部分的な遮蔽や一部の要素に対する知覚的過小評価が主な原因であり、知覚される数が視覚的配置に強く左右されることが示された。Caponiら³⁸⁾は、数量に対する視覚的順応が、瞳孔径の変化にも影響を及ぼすことを報告し、数が他の一次視覚属性と同様に、自動的・非意識的に処理される可能性を示唆した。この研究では、高い数の刺激への順応後に提示された同一刺激に対して、瞳孔径が小さくなるという生理的反応の変化が観察され、数量表象の自律性が支持された。Durginら³⁹⁾は、数の知覚が密度と面積の統合的な処理によって構成されることを示し、視覚的数量が、数そのものの処理というよりも、他の属性との複合的統合によって成立するというモデルを支持した。これにより、数の順応効果は単一の数に対する反応ではなく、属性間の相互作用による構成的知覚であることが明らかとなった。Aida⁴⁰⁾は、少数のドット刺激を用いた実験において、3次元的な奥行きを伴う刺激が、2次元刺激よりも多く知覚されることを示した。さらに、2次元刺激と3次元刺激のいずれの場合もWeber比が安定していたことから、奥行きの有無が数量知覚に一貫した影響を及ぼす可能性が示唆された。

3.4 奥行き知覚

奥行き知覚は、両眼視差や輻輳といった視覚の手がかりをもとに、空間内の物体の位置や距離を推定する能力である。近年の研究では、この知覚機構がもつ恒常性の破綻や感度の限界、さらには空間的参照枠の処理に関する課題が指摘されており、そのメカニズムの解明が進められている。Ransonら⁴¹⁾は、奥行き恒常性が失われる要因を探るため、両眼輻輳の不確実性と奥行き知覚との関連を調べた。従来は、輻輳信号に含まれるノイズが恒常性を損なうと考えられていたが、この研究では、個人ごとの輻輳精度と恒常性指標との間に有意な相関は見られなかった。かわりに、絶対視差に対する感度の低さが、奥行き知覚の破綻に関わる主要因である可能性が示唆された。これは、絶対的な奥行きの正確な知覚よりも、相対的な情報や手がかりの整合性が知覚の安定性にとって重要であることを示している。Lewら⁴²⁾は、視差感度関数の上限が単眼条件下における刺激の劣化によって大きく制限されることを報告した。特にコントラストの低下は単眼条件でより強い影響を及ぼしていた。一方、ぼかしの効果については被験者間でばらつきが見られた。両眼条件においても視差感度関数の範囲は縮小したが、その影響は単眼条件ほど顕著ではなかった。Dongら⁴³⁾は、奥行き知覚における空間的参照枠が自己中心的か他者中心的かを検討した。被験者は、床面を基準と

した視空間内の物体の位置を記憶し、視点を移動した後にその位置を報告する課題を行った。その結果、視点が変化しても地面の表象は更新されず、固定的に維持されることが確認された。これは、空間情報の記憶や奥行き判断が、被験者自身の視点に依存せず、環境内の安定した参照枠に基づいて構築されることを示している。AR (Augmented Reality) 環境における奥行き知覚に関して、内山ら⁴⁴⁾は感覚性融像が仮想物体の奥行き推定に与える影響を検討した。仮想物体を注視した際に、その注視点に近い実物体が感覚的に単一像として融合されることで、視差情報の限界を補い、奥行き推定の精度が向上することが示された。奥行き知覚における視覚的枠（フレーム）の提示が与える影響についても検討されている。Aidaら⁴⁵⁾は、立体透明視刺激に対し周囲に枠を提示すると、奥行き知覚が増強されることを報告した。彼らは、枠の視差情報が刺激に含まれる平坦性の手がかりの信頼度を低下させ、知覚系が奥行きの手がかりにより大きな重みを与えるよう再構成されることで、奥行きの見えが強まると解釈した。同様に、松田ら⁴⁶⁾は、裸眼立体視ディスプレイを用いて枠効果を検証し、灰色一様背景条件では提示位置に応じて奥行き感が変化すること、しかしVR環境では枠効果が消失することを報告した。この結果は、提示環境そのものが空間参照枠の役割を果たす可能性を示唆しており、知覚における環境文脈の重要性を浮き彫りにしている。

(相田)

4. 視覚と聴覚の相互作用

視覚と聴覚が互いに影響を与えていることは古くから知られ、音韻の知覚に口の動きが影響を与えるマガーク効果や、音の位置の知覚に視覚的な音源位置が影響を与える腹話術効果は特に有名である⁴⁷⁾。前年報⁴⁸⁾でもヒューマンインフォメーション研究会や、共催研究会とその母体学会等での空間的な音の知覚（音像の定位）に視覚が与える影響に関する研究、音の印象に視覚が与える影響に関する研究、視覚と聴覚を同時に呈示するシステムに関する研究について報告した。本章では、前年報以降の視聴覚のマルチモーダルに関する国内の研究の動向について紹介する。

まず、日本音響学会の研究発表会においてマルチモーダルと音のデザインに関するスペシャルセッションが企画された。この企画の視聴覚に関する招待講演には、金による視覚刺激の色が知覚する音の大きさに与える影響や、映像の内容によって最適な聴取レベルが異なること、最適な聴取レベルには性差があることなどの紹介⁴⁹⁾、佐藤らによる仮想把持での柔らかさの呈示に、視覚情報と聴覚情報が貢献することの紹介⁵⁰⁾、中らによる聴覚情報と視覚情報が空間的にある程度一致していることで、反応時間が早く作業が安定するだけでなく、主観的な作業負担も減少することの紹介⁵¹⁾があった。鮎川らによって、音源の位置によって音の定位のしやすさが異なる場合、定位しやすいスピーカ

から聴覚刺激を提示した場合に、視覚刺激による探索課題の妨害感が増すことの報告も行われている⁵²⁾。また、金の招待講演の内容の一部に、視聴覚刺激の時間構造的な調和、意味的な調和、変化パターンの調和による視聴覚融合などを加えた視聴覚統合のメカニズムについてまとめたものが、日本音響学会誌の音のデザインの小特集の中で解説されている⁵³⁾。このように、視聴覚情報の統合に関する研究、視覚情報と音の印象の関係に関する研究、視聴覚情報の空間的な位置の影響に関する研究など、視聴覚のマルチモーダルに関する研究は幅広く行われている。

視聴覚情報の統合に関する研究については、ヒューマンインフォメーション研究会においても、石崎らが視聴覚統合によって音声の知覚に視覚情報が与える影響に関する発表を行い、二種類の課題で視覚情報が音声知覚に与える影響に相関がないことから、条件によって視聴覚統合のメカニズムが異なる可能性があることの報告があった⁵⁴⁾。また、Wangらは視聴覚統合の際に視覚情報と聴覚情報に時間的なズレが知覚できる条件であっても、聴覚刺激が視覚刺激よりも早く呈示される場合には、ズレに順応し同時に知覚しやすくなることを報告している⁵⁵⁾。

視覚情報と音の印象の関係に関する研究については、石川のグループはパノラマ写真とVRを用いた視覚情報と調和する音の残響時間、距離減衰に関する調査とモデル化を継続的に行っている^{56)~61)}。秋山らは映像の有無で音の安定さや明瞭さの印象が変化することを報告した⁶²⁾。小田切らは視覚情報からイメージする音の大きさについて調査し、実際の音よりも視覚情報からイメージする音の方が小さいことを報告した⁶³⁾。また、岩崎らは映像の距離に適合する音量を調べ、映像に適合する音量の差が9 dB以内に収まり、距離の呈示によって感覚的に適合する音量があることを示している⁶⁴⁾。空間的な位置の影響に関する研究のうち、これに関連した距離に関する研究として、佐藤らは音の距離知覚に室のサイズの視覚情報が影響する可能性を報告している⁶⁵⁾。また、木村らは多チャンネル再生による奥行き表現によって、ステレオ再生よりも映像位置と音像位置の一致度を上げられることを確認している⁶⁶⁾。

視聴覚情報の空間的な位置の影響に関する研究のうち、方向に関する研究については、ヒューマンインフォメーション研究会では、末延らがVR空間における研究を進め、声とアバターの性別の一致・不一致によらず口が動くアバターの方向に音像の知覚位置のズレが生じるという報告をしている⁶⁷⁾。また、ヒューマンインフォメーション研究会では、体性感覚と注意や受動的な触覚刺激も音像の定位位置に影響を与えるという報告もあった⁶⁸⁾。一方で、李らは指差し動作による注意が視聴覚の空間注意に与える影響について調査し、視覚は指差しによる影響を受けるが、聴覚は影響を受けないことを報告している⁶⁹⁾⁷⁰⁾。李らは、定常状態視覚誘発電位および聴性定常反応の計測も行い、視覚

の空間注意が向けられる方向に聴覚の空間注意も向けられ、聴覚の空間注意が向けられる方向に視覚の空間注意も向けられるという注意の交互作用も確認している⁷¹⁾。また、原田らは聴覚刺激の弁別閾値視聴覚間の運動方向が一致する条件の方が、一致しない条件に比べて聴覚刺激の運動の弁別が容易になること、この傾向に年齢差がないことを報告している⁷²⁾。さらに、梨子木らは、空間的な位置の音響的な手がかりの一つである両耳間相関関数と映像シーンの変化に対応が多いほど作品全体の評価が上がることを示している⁷³⁾。

以上のように、視聴覚のマルチモーダルに関する研究は国内の研究者による2年間のものだけでも非常に幅広く行われている。

(森川)

5. むすび

映像情報メディアの発展はそれを受容する人間の理解なくしては成り立たない。近年は、HMDをはじめとするAR/VR関連デバイスがもはや普通のものとなりつつあり、それらを研究に利用する場面も顕著に増えてきた。しかしその場合であっても、使用者である人間の特性やその感覚や知覚の理解は欠かすことのできない前提として存在している。実際、あらためて人間の知覚の観点から装置を評価する動きがある^{74)~76)}ことから、この考えの妥当性が裏付けられている。

ヒューマンインフォメーション研究会では、人間の感覚知覚の特性や機序を理解することを柱としつつも、それだけでなく、このような発展し続けるデバイスやメディアを人間の感覚特性を通して理解・利用するための知見について議論する場を今後も提供し続けていきたい。

(原澤)

(2025年6月30日受付)

〔文 献〕

- 1) R.J. K. Jacob: "What you look at is what you get: Eye movement-based interaction techniques", Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.11-18 (1990)
- 2) B.R. Severitt, et al.: "Bi-directional gaze-based communication: A review", Multimodal Technologies and Interaction, 8, 12, 108 (2024)
- 3) E. Wilson, et al.: "Eye gaze as a signal for conveying user attention in contextual AI systems", arXiv, 2501.13878 (2025)
- 4) H. Chen, et al.: "Real-time human-computer interaction using eye gazes", Manufacturing Letters, 35, pp.883-894 (2023)
- 5) D. Singh, et al.: "DristiTrack: Empowering accessibility through eye-tracking for physically disabled", International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology, 13, 3, pp.929-935 (2025)
- 6) N. Mohamed: "Eye-gesture control of computer systems via artificial intelligence", F1000Research, 13, 109 (2025)
- 7) L. Wang, et al.: "Foveated rendering: A state-of-the-art survey", Computational Visual Media, 9, 2, pp.195-228 (2023)
- 8) Y. Jiang, et al.: "Application strategies of brain-computer interface in education from the perspective of innovation diffusion theory", Brain-Apparatus Communication: A Journal of Bacomics, 3, 1 (2024)
- 9) R. Gemmerich, et al.: "The application of fNIRS in studies on occupational workload: A systematic review", Frontiers in Public Health, 13, 1560605 (2025)
- 10) C.L. Yu, et al.: "The effect of EEG neurofeedback training on sport performance: A systematic review and meta-analysis", Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 35, e70055 (2025)
- 11) W.C. Su, et al.: "Simultaneous multimodal fNIRS-EEG recordings reveal new insights in neural activity during motor execution, observation and imagery", Scientific Reports, 13, 5151 (2023)
- 12) E. Guttmann-Flury, et al.: "Dataset combining EEG, eye-tracking and high-speed video for ocular activity analysis across BCI paradigms", Scientific data, 12, 587 (2025)
- 13) 竹下ほか: "持続的注意がマイクロサッカーの方向に与える影響", 映情学技報, 47, 35, pp.9-12 (2023)
- 14) 竹下ほか: "マイクロサッカー発生方向における持続的注意の影響", 映情学技報, 48, 7, pp.19-24 (2024)
- 15) 土居ほか: "RSVP課題下における固視微動諸特性への加齢効果", 映情学技報, 48, 39, pp.25-28 (2024)
- 16) 峯田ほか: "固視微動解析による覚醒状態の推定", 映情学技報, 48, 39, pp.21-24 (2024)
- 17) 山本ほか: "カテーテル手術中に計測された視線の解析に基づく技能熟練度の定量的評価", 映情学技報, 49, 5, pp.11-16 (2025)
- 18) 保坂ほか: "fNIRS信号のノンパラメトリック解析に基いた予測に関わる脳領域の推定", 映情学技報, 48, 39, pp.36-39 (2024)
- 19) 森川ほか: "アイコニックメモリーを対象とした注意統制課題における脳活動の推定", 映情学技報, 47, 35, pp.1-4 (2023)
- 20) 森川ほか: "fNIRS計測を用いた学習に伴う脳活動変化に対する評価手法の開発", 映情学技報, 49, 12, pp.7-10 (2025)
- 21) 鈴木ほか: "視覚的運動特徴を統合した顕著性推定モデルによるドライバの注意予測", 映情学技報, 48, 39, pp.51-54 (2024)
- 22) 多田ほか: "視線情報に基いたマインドリーディング深層学習モデル", 映情学技報, 48, 39, pp.47-50 (2024)
- 23) 原澤ほか: "頭部中心座標系での視野偏心度と空間周波数特性の関係-耳側と下側での予備的検討-", 映情学技報, 47, 12, pp.29-31 (2023)
- 24) 鈴木ほか: "眼球運動を用いたVR空間でのカメラ・視点操作インタフェースの開発", 映情学技報, 48, 19, pp.11-16 (2024)
- 25) 茂木ほか: "指先間の動的視覚情報によって生じる擬似粘り感", 映情学技報, 47, 35, pp.21-24 (2023)
- 26) 齋藤ほか: "仮想空間上での物体振動による距離知覚の支援に関する検討", 映情学技報, 48, 7, pp.11-14 (2023)
- 27) 成田ほか: "仮想把持における視覚フィードバックの性能評価に関する検討", 映情学技報, 49, 5, pp.40-44 (2025)
- 28) 岡村ほか: "VR技術を活用した片麻痺リハビリテーションシステムの開発", 映情学技報, 49, 5, pp.45-48 (2025)
- 29) C. Yan, et al.: "Attention modulates subjective time perception across eye movements", Vision Research, 227, 108540 (2025)
- 30) S. Parker, et al.: "Exploring the relationship between oculomotor preparation and gaze-cued covert shifts in attention", Journal of Vision, 23, 3, 18 (2023)
- 31) M. Gong, et al.: "Attention relieves visual crowding: Dissociable effects of peripheral and central cues", Journal of Vision, 23, 5, 9 (2023)
- 32) Y. Huang, et al.: "Factors affecting divided attention to multiple objects in VR environment", 映情学技報, 48, 19, pp.7-10 (2024)
- 33) 小野川ほか: "仮想環境における変化の見落としを予測可能なAttention TriGrid (ATG) の提案", 映情学技報, 48, 39, pp.1-4 (2024)
- 34) Y. Fu, et al.: "Serial dependence requires visual awareness: Evidence from continuous flash suppression", Journal of Vision, 24, 5, 9 (2024)
- 35) Z. Little, et al.: "The effects of feedback and task accuracy in serial dependence to orientation", Vision Research, 227, 108536 (2025)
- 36) C. Houborg, et al.: "The role of secondary features in serial dependence", Journal of Vision, 23, 5, 21 (2023)
- 37) E.G. Dellinger, et al.: "Implied occlusion and subset underestimation contribute to the weak-outnumber-strong numerosity illusion", Journal of Vision, 24, 11, 14 (2024)
- 38) C. Caponi, et al.: "Adaptation to numerosity affects the pupillary light response", Scientific Reports, 14, 1, 6097 (2024)
- 39) F.H. Durgin, et al.: "Relative numerosity is constructed from size and density information: Evidence from adaptation", Journal of Vision, 24, 7, 4 (2024)

- 40) S. Aida: "Numerosity Comparison in Three Dimensions in the Case of Low Numerical Values", *Brain Sciences*, 13, 6, 962 (2023)
- 41) R.E. Ranson, et al.: "Depth constancy and the absolute vergence anomaly", *Vision Research*, 226, 108501 (2025)
- 42) W.H. Lew, et al.: "Impact of monocular vs. binocular contrast and blur on the range of functional stereopsis", *Vision Research*, 212, 108309 (2023)
- 43) B. Dong, et al.: "The allocentric nature of ground-surface representation: A study of depth and location perception", *Vision Research*, 223, 108462 (2024)
- 44) 内山ほか: "ARにおいて感覚性融像が仮想物体の奥行推定に与える影響に関する検討", *映情学技報*, 48, 13, pp.48-51 (2024)
- 45) S. Aida, et al.: "Depth perception of stereoscopic transparent stimuli with frame manipulation", *Vision Research*, 14, 1, 6712 (2024)
- 46) 松田ほか: "裸眼立体視ディスプレイを用いた奥行き異なる枠の提示がユーザの奥行き知覚に与える影響", *映情学技報*, 48, 19, pp.22-25 (2024)
- 47) 本多: "マルチモーダル/クロスモーダル知覚", 音響キーワードブック (日本音響学編), コロナ社, pp.408-409 (2016)
- 48) 永井ほか: "ヒューマンインフォメーションの研究動向", *映情学誌*, 77, 5, pp.629-635 (2023)
- 49) 金: "視覚的要因が音の大きさに及ぼす影響 - 色・映像を中心とした考察 -", 日本音響学第150回 (2023年秋季) 研究発表会講演論集, pp.1595-1598 (2023)
- 50) 佐藤: "仮想把持における触感再現のための視聴覚情報提示", 日本音響学第150回 (2023年秋季) 研究発表会講演論集, pp.1599-1600 (2023)
- 51) 中ほか: "聴覚情報による自動車運転中の視覚情報探索支援", 日本音響学第150回 (2023年秋季) 研究発表会講演論集, pp.1605-1608 (2023)
- 52) 鮎川ほか: "視覚情報と聴覚情報の角度差が運転時の情報探索に与える影響", 日本音響学第150回 (2023年秋季) 研究発表会講演論集, pp.1610-1612 (2023)
- 53) 金: "音と映像を活かしたマルチモーダル・コミュニケーション", 日本音響学誌, 80, 11, pp.606-613 (2024)
- 54) 石崎ほか: "日本語話者における異なる二種類の課題で生じる視聴覚統合の関係", *映情学技報*, 47, 35, pp.29-32 (2023)
- 55) Y. Wang, et al.: "Effect of stimulus onset and offset asynchrony on audiovisual temporal recalibration", *Vision Research*, 230, 108595, pp.1-12 (2025)
- 56) 石川: "パノラマ写真によりVR表示された建築空間の視覚情報に調和する残響時間の提案", 日本音響学第150回 (2023年秋季) 研究発表会講演論集, pp.1485-1488 (2023)
- 57) 風岡ほか: "仮想空間における音の距離減衰の印象に関する研究 - 仮想空間の視覚情報に調和する距離減衰と残響時間の検証 -", 日本音響学第150回 (2023年秋季) 研究発表会講演論集, pp.1497-1500 (2023)
- 58) 風岡ほか: "仮想空間における響きの印象に関する研究 - 3DモデルによりVR表示された建築空間の視覚情報に調和する残響時間の提案 -", 日本音響学第151回 (2024年春季) 研究発表会講演論集, pp.1183-1186 (2024)
- 59) 千葉ほか: "パノラマ写真によりVR表示された建築空間の視覚印象に調和する残響時間の提案 - 先行研究で提案されたモデルに新たな対象空間を追加した検討その1 -", 日本音響学第152回 (2024年秋季) 研究発表会講演論集, pp.641-644 (2024)
- 60) 岩佐ほか: "パノラマ写真によりVR表示された建築空間の視覚印象に調和する残響時間の提案 - 被験者の実験への慣れが視覚印象と予想残響時間に与える影響 -", 日本音響学第152回 (2024年秋季) 研究発表会講演論集, pp.645-648 (2024)
- 61) 岩佐ほか: "パノラマ写真によりVR表示された建築空間の視覚情報に調和する残響時間の提案 - 先行研究で提案されたモデルに新たな対象空間を追加した検討その2 -", 日本音響学第153回 (2025年春季) 研究発表会講演論集, pp.531-532 (2025)
- 62) 秋山ほか: "環境騒音の印象評価に視覚情報が及ぼす影響に関する評価実験", 日本音響学第150回 (2023年秋季) 研究発表会講演論集, pp.551-552 (2023)
- 63) 小田切ほか: "音源の視覚情報からイメージする音の大きさに関する実験", 日本音響学第151回 (2024年春季) 研究発表会講演論集, pp.399-400 (2024)
- 64) 岩崎ほか: "仮想空間内の映像オブジェクトまでの距離に適合する音量", 日本音響学第152回 (2024年秋季) 研究発表会講演論集, pp.1399-1400 (2024)
- 65) 佐藤ほか: "バーチャルリアリティ技術を用いた音源の距離知覚の心理実験法に関する一検討", 日本音響学第152回 (2024年秋季) 研究発表会講演論集, pp.781-784 (2024)
- 66) 木村: "Multiple Vertical Panningを用いた立体音響システムにおいて奥行き表現手法が映像と音の一致度に及ぼす影響", 日本音響学会聴覚研究会資料, 53, 6, pp.265-270 (2023)
- 67) 末延ほか: "VRアバターの視覚的特徴や認知負荷が視聴覚統合に基づく音源定位に及ぼす影響", *映情学技報*, 49, 5, pp.58-63 (2025)
- 68) 細田ほか: "身体運動および体性感覚の要因が音源定位に与える影響", *映情学技報*, 48, 7, pp.1-5 (2024)
- 69) 李ほか: "視覚および聴覚空間注意に対する指さし運動の影響", *Journal of the Vision Society of Japan*, 36, 4, p.187 (2024)
- 70) 李ほか: "指さし動作が視聴覚空間注意に与える影響", 日本音響学会第152回 (2024年秋季) 研究発表会講演論集, pp.825-826 (2024)
- 71) 李ほか: "指さし運動の視聴覚空間注意への影響に関する定常的誘発電位の計測", *信学技報*, 124, 309, pp.66-71 (2024)
- 72) 原田ほか: "運動知覚における視聴覚統合の加齢変化", 日本音響学会聴覚研究会資料, 54, 2, pp.209-212 (2024)
- 73) 梨子木ほか: "映像シーンと音響情報の両耳間相関関数による整合性の検討", 日本音響学第150回 (2023年秋季) 研究発表会講演論集, pp.421-422 (2023)
- 74) K. Duay, et al.: "VR HMD color calibration and accurate control of emitted light using Three.js", *Journal of Vision*, 25, 2, 4 (2025)
- 75) N. Zaman, et al.: "Calibration of head mounted displays for vision research with virtual reality", *Journal of Vision*, 23, 6, 7 (2023)
- 76) I. Kuriki, et al.: "The Reality of a Head-Mounted Display (HMD) Environment Tested via Lightness Perception", *Journal of Imaging*, 10, 2, 36 (2024)



原澤 賢充 1996年、東京大学文学部卒業。2001年、同大学大学院人文社会系研究科博士課程単位取得退学。日本学術振興会特別研究員等を経て、2006年、NHK入局。2020年、東北大学大学院情報科学研究科博士課程修了。知覚の実験心理学と映像技術を横断する研究に従事。博士(情報科学)。



小濱 剛 1997年、豊橋技術科学大学大学院システム情報工学専攻修了。愛知県立大学情報科学部を経て、2005年より、近畿大学生理工学部。現在、同大学准教授。眼球運動生成メカニズムにおける視覚的注意機構の機能など、視覚認知に関する大脳皮質の情報処理システムに関する研究に従事。2011年、本学会論文賞受章。博士(工学)。正会員。



相田 紗織 2014年、東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科博士後期課程修了。日本学術振興会特別研究員(DC2-PD)、(国研)産業技術総合研究所産総研特別研究員、東京工科大学助手、同大学助教を経て、2020年より、山口大学大学院創成科学研究科助教。2025年より、同大学准教授となり、現在に至る。視覚心理物理学、認知科学に関する研究に従事。博士(工学)。



森川 大輔 2013年、富山県立大学大学院工学研究科知能デザイン工学専攻博士後期課程修了。北陸先端科学技術大学院大学助教を経て、2017年より、富山県立大学。現在、同大学情報工学部准教授。空間音響に関する研究に従事。博士(工学)。