

## ヒューマン・マシン・データ共生科学研究センター 研究報告

伊 藤 浩 之  
赤 崎 孝 文  
奥 田 次 郎  
加 藤 えみか  
河 合 由起子  
田 中 宏 喜  
中 島 伸 介

京都産業大学 ヒューマン・マシン・データ共生科学研究センター

### 要 旨

ヒューマン・マシン・データ共生科学研究センターは、我が国が目指すべき新しい未来社会の姿として提唱されている Society 5.0（各種情報技術と人間行動を統合した人間中心の社会）を視野に、人間と情報環境との調和的な共生の実現に向けた基盤研究を推進することを目的とする。特に、神経科学、データ工学、スポーツ科学の研究手法を基盤とした分野横断的な共同研究を組織し、脳生体信号を情報環境に活用するブレイン・マシン・インタフェース（Brain-Machine Interface; BMI）のための基盤研究と、人間の運動や健康データの人工知能（Artificial Intelligence; AI）分析をソーシャルネットワーク上で応用する研究を、並行して進める。具体的な研究テーマとして、1) 脳活動および各種生体信号に基づく情報環境の実現に向けた基盤研究、2) Health・Social データの AI 分析および社会的応用に関する研究、に取り組む。本稿では、令和5年度の研究の成果をテーマごとにまとめて報告する。

キーワード：Society 5.0、ブレイン・マシン・インタフェース、スポーツトレーニング、拡張現実ランニング支援、ソーシャルビッグデータ・人工知能分析

### はじめに

ヒューマン・マシン・データ共生科学研究センターは、近年の情報化社会の先に我が国が目指すべき新しい未来社会の姿として提唱されている Society 5.0（Internet of Things、人工知能技術、ビッグデータ分析、クラウドサービス、ソーシャルネットワークなどの各種情報技術と人間行動とを統合した人間中心の社会）の到来に向けて、人間（ヒューマン）、情報機器（マシン）とデータとの間の調和的な共生環境の実現に向けた基盤研究とその応用技術の開拓

を目的とする。この目的のため、神経科学、データ工学、スポーツ科学を専門とする研究者の連携により、脳生体信号を情報環境に活用するブレイン・マシン・インタフェース (Brain-Machine Interface; BMI) のための基盤研究と、人間の運動や健康データの人工知能 (Artificial Intelligence; AI) 技術による分析をソーシャルネットワーク上で応用する研究を、並行して進める。

近年の情報機器および情報技術の目覚ましい発展は、私たちの生活環境を大きく変えつつある。身のまわりの様々な情報がインターネットを介して集約され、膨大な情報が瞬時に分析されて、いつでもどこでも利用可能となるような環境が急速に整備されつつある。特に、深層学習および ChatGPT を始めとする大規模言語モデルの成功により、その実用性と波及効果が社会的に注目されている AI 技術は、労働環境を始めとする社会環境を大きく変革し始めており、インターネットの出現にも増して私たちの生活様式に影響をもたらすと考えられている。このような技術革新を踏まえて我が国が目指すべき未来社会の姿として内閣府が推進する科学技術政策では、狩猟社会 (Society 1.0)、農耕社会 (Society 2.0)、工業社会 (Society 3.0)、情報社会 (Society 4.0) に続く新たな社会として、モノのインターネット (Internet of Things; IoT)、AI、データサイエンス、クラウドサービスなどがソーシャルネットワーク上で統合されて人間の生活を様々に支援する社会である Society 5.0 の実現が提唱されている。

このような社会の実現においては、一方で、人間 (ヒューマン)、情報機器 (マシン) と、それを取り持つデータとの間の調和的な共生環境のデザインの検討が求められている。急速に拡大する新たな情報環境の出現により、私たち人間は、判断や行動のための情報を瞬時に得ることが出来るメリットを得た一方、自身にとって適切で有用な情報を検索したり、判断したりするために、多くの時間を割く必要にも迫られている。関連して、自己と情報環境との間の適切な関係や距離を築くことに支障をきたしてしまう、ネット依存症などの社会問題も指摘されている。企業の商業的な製品開発や行政などの公的な情報サービスにおいても、近年では、製品やサービスにユーザである人間が適応することだけを考えるのではなく、ユーザ側の人間個人の特性や状況に適応的に対応できる、「人に優しい」情報機器の開発に、大きな関心が向けられている。

来たるべき Society 5.0 において望まれる、「人間とより良く共生する情報環境のデザイン」のためには、第一に、人間自身の行動および知的活動に関する科学的分析が必要である。ここでは、知的活動を担う脳活動を始めとする多様な生体信号の計測を通じて、ユーザが現在置かれている環境や心身状態、感情、モチベーションなどを含めた複合的な情報を抽出して分析する研究が1つの大きな鍵となる。そして、この「人間」の特性を踏まえながら、機械や情報環境と人間との間の相互作用の様相を正しく把握し、適切な情報システムや情報分析の有り方を実証的に模索してゆくことが求められる。このような問題に対して、本研究では、神経科学、データ工学、スポーツ科学の研究アプローチを基盤として、実験動物の神経活動から人間の日

常生活行動までの多様な研究対象を取り上げて生体信号データの計測と解析を行い、人間と情報環境とが相互作用する状況での実践的な研究に繋げることで、人間と情報機器、データとの間の調和的な共生の実現に向けた研究に取り組む。

具体的には、本研究センターでは、次の2つの大きなテーマに関する研究を、並行して進める。

テーマ1. 脳活動および各種生体信号に基づく情報環境の実現に向けた基盤研究

テーマ2. Health・Social データの AI 分析および社会的応用に関する研究

以降に、これらテーマごとの研究概要と、令和5年度の主な研究成果をまとめる。

## テーマ 1. 脳活動および各種生体信号に基づく情報環境の実現に向けた基盤研究 (赤崎、伊藤、奥田、加藤、田中)

### 1. 研究概要

主に以下の (1) ～ (5) の研究に分けて取り組んでいる。これらの研究により、動物からヒトまでの幅広い対象に対して、生体と様々な外界環境情報との間の閉回路ループに関する神経科学および情報科学的検討を、多元的に進める。

#### (1) ブレイン・マシン・インタフェースにおける脳活動の適応的変化の神経基盤

(伊藤、森\*)

人間と情報機器とのより良いインタラクションのデザインの構築のためには、人間の知的活動を生み出している脳（ブレイン）と情報機器（マシン）との間の双方向的なインタラクションにおける脳の適応現象の理解が必要である。我々は実験動物の脳から記録した神経細胞活動を用いたブレイン・マシン・インタフェース（BMI）実現のための準備的研究を継続した。具体的には以下の 3 つの研究を実施した。

- a) ECoG 電極による局所脳波記録と刺激情報の復号化
- b) 神経活動の光計測記録のための蛍光顕微鏡の導入および実験準備
- c) 視覚皮質の複数細胞活動からの刺激方位推定の機械学習

BMI における細胞活動の適応的変化の神経基盤を神経生理実験で解明するためには、覚醒行動中の実験動物の脳皮質から慢性的に複数の細胞活動を記録し、環境との閉ループフィードバックを課した時に、個々の細胞活動がどのように適応的に変化するかを調べる必要がある。実験では適応的変化の経時変化を調べる必要があるため、脳組織への侵襲性が低く、長期に安定して細胞活動が記録できる方法の確立が重要である。侵襲性の低い記録方法である ECoG（Electrocorticogram）電極を用いたマウス皮質局所脳波（LFP）の慢性記録を大学院生の山田と行い、複数の電極から記録される LFP の時空間活動からの刺激判別を深層学習により行った。より侵襲性が低い活動記録方法として蛍光タンパクの遺伝子導入を用いた細胞活動の光計測実施のために蛍光顕微鏡システムを導入し、実験準備を進めた。BMI・NOC 実験では、同時記録した複数細胞の活動データから情報の復号化（デコーディング）を行い、環境変数（報酬量や外部デバイスの制御変数）の制御を行う。単一試行データからの復号化モデルの能力の統計解析を行い、復号化精度の高いモデルの検討を行った。

\* 客員研究員

(2) 非侵襲脳心身計測および脳刺激を用いたヒトと情報環境の相互関係の研究およびスポーツトレーニングへの応用 (奥田、伊藤、加藤)

ヒトの心身状態の計測データと情報環境とのインタラクションを検討するにあたっては、動物を用いた侵襲的記録実験とは異なり、非侵襲的な計測法の利用が主たる方法論となる。本研究では、モーションキャプチャによる身体動作計測や視線・脳波計測などの脳身体活動の非侵襲計測をヒトの心理行動反応評価と併せて、外界や情報環境と相互作用するヒトの脳・心身状態の特徴および情報環境との相互関係を包括的に検討する。これら心身計測と情報技術の融合環境の応用例の1つとして、心身計測情報を活用したスポーツトレーニングシステムの構築の可能性を探る。また、前年度までの研究に引き続き、経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) を用いた非侵襲脳刺激実験を行い、ヒトの心身情報処理やスポーツトレーニングにおける効率の上昇の検証を行う。これらの目的に基づき、本年度は以下の3つの研究を実施している。

- a) VR 技術とモーションキャプチャ計測を連携させたスポーツ訓練フィードバックシステムの構築と評価
- b) 経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) によるスポーツパフォーマンス向上の検証実験
- c) 脳波バイオフィードバックによる恐怖感情の軽減

非侵襲身体動作計測の1つである光学式モーションキャプチャを用いて、実験室内でのVR映像空間提示によってヒトがテニスショットなどのスポーツ動作を行う際の身体運動をコンピュータモニタ上のアバターのキャラクターアニメーションとして再現し、手本となる身体動作とのずれ具合を連続的なゲージ情報として客観的に可視化するスポーツ訓練フィードバックシステムの開発を試みた。この開発システムを用いてテニスショット動作のフィードバック訓練実験を実施し、自身の動作のフィードバック提示がスポーツのフォーム改善にどのように寄与するか検証を行った。

研究センターで購入した経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) を用いてスポーツパフォーマンス (踏み台昇降) の向上が生じるという先行研究の追試実験を学部生の井口が加藤の協力で行った。また、tDCS による視覚短期記憶の向上に関して井口と伊藤が実験を行った。ヒトを対象としたブレイン・マシン・インタフェースとして、自身の脳波活動を自覚的にコントロールするバイオフィードバック実験を行い、高所恐怖症の軽減への効果を検証した。

(3) 筋電を含む各種生体信号の測定とマルチモーダルデータ統合による文脈の抽出

(赤崎、加藤)

体を動かす骨格筋は脳皮質運動野で制御情報が生成され、その情報は脊髄を介して各部の筋肉に伝達されている。今年度は脊髄内を下降する運動ニューロン (一次運動ニューロン) の

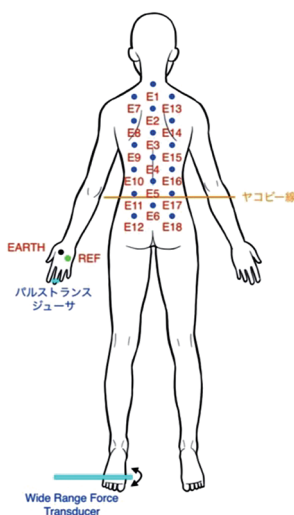


図 1 計測部位

情報を非侵襲的に得て、その情報に基づいてアクチュエータを動かすことを目的として基礎的な実験を行った。脊髄電位（Spinal-Cord-Potential; SCP）としての記録部位は、ヒトの背部脊髄に沿って6箇所（E1～E6）から記録を行なった。脊髄内電位に加えて、参考電位として背部脊髄周辺の左右6対12箇所（E7～E12及びE13～E18）の電位計測も行なった（図1）。これらの計測結果から、頸髄、胸髄、腰髄上の時空間特性を手がかりに大脳から脊髄上を伝播してゆく神経活動の解剖生理学的特性を踏まえたうえで、随意運動時の神経活動を非侵襲的に背部皮膚表面から推定しようと試みた。

#### （4）視覚情報処理の神経基盤の生理学的研究（田中）

脳は、周囲の環境に合わせて、情報処理をダイナミックに最適化していると考えられるが、その仕組みには不明な点が多い。本研究では、画像情報伝達に必須の脳領域である第一次視覚野（V1野）に焦点を当てて、その解明を目指す。この領域において、個々の細胞は、狭い範囲の方位、空間周波数（Spatial Frequency; SF）にチューニングし、そのチューニングは視覚環境に最適になるように調節されている。しかし、どのような神経回路メカニズムがこれに関与しているかは十分明らかでない。これを解明するための研究を細胞集団スパイク活動計測および光遺伝学的手法を用いて進めた。

#### （5）視線計測の新規デバイスの開発とその応用システムの開発（田中）

視線は、人の視知覚状態、覚醒状態、注意や嗜好を推測する上で有効な指標として知られているが、視線情報だけで完全な推測ができるわけではない。脳波など他の生体指標を組み合わせ

せたほうが、より適切に推測できると考えられる。本研究では、主に、視線情報と脳波などを組み合わせて人の知覚状態や覚醒状態を推測するシステムの開発を目指す。また、眼球は身体の中で最も正確かつ高速に位置制御できる器官であり、現実世界や環境において視線は有用なインタフェースとして活用できると期待できる。本研究では、安価で利用しやすい視線デバイス開発とともに各種の視線インタフェース・デバイスの新規開発を試みた。

## 2. 本年度の研究成果

以下に、研究概要に挙げた (1) ～ (5) の各研究の主な成果についてまとめる。

### (1) ブレイン・マシン・インタフェースにおける脳活動の適応的変化の神経基盤

(伊藤、森)

#### a) ECoG 電極による局所脳波記録と刺激情報の復号化

BMI・NOC 実験では適応的変化の経時変化を調べる必要があるため、脳組織への侵襲性が低く、長期に安定して細胞活動が記録できる方法の確立が重要である。マウスを用いた実験により、脳内に慢性的に埋め込んだ金属電極では組織の損傷や変質により記録される神経活動の質が低下して行くことが確認された。実験のためには侵襲性が低い活動記録方法の適用が必要である。対応策の一つとして、皮質表面に電極点を接触させる ECoG (Electrocorticogram) 電極の適応を行った。マウスの視覚皮質に IC コネクタで自作した ECoG 電極 (6つの記録点) を慢性的に埋め込み、局所脳波 (LFP) の記録を行った。麻酔下のマウスの眼前のモニターに上部、中部、下部と3カ所のいずれかに提示された白い横長長方形刺激、および無刺激条件下において記録された LFP の時空間活動と4つの刺激ラベルとの対応を深層学習 (CNN) で学習し、交差検定により刺激判別能力を調べた。マウスの視覚皮質細胞は受容野が大きく、かつ局所脳波という空間分解能が低い活動データにも拘らずチャンスレベルを有意に超える正答率が得られることは昨年度の準備的研究で示した。今年度はより多くの個体からデータを記録し、かつデータに適切な前処理を施すことで、より高い弁別正答率が得られることを示した。局所脳波の時空間活動データのどの特徴が刺激弁別のための情報を持っているのかを調べるために、空間情報、時間情報、周波数情報などを意図的に失わせたデータで学習を行って、弁別正答率の低下を調べた。この解析の結果、時間情報が最も重要であることが確認できた。この研究成果は日本神経科学会で口頭発表し、2024 年度も同学会での発表を予定している。

#### b) 神経活動の光計測記録のための蛍光顕微鏡の導入および実験準備

ECoG 電極は脳表上に接触させるだけであるため、侵襲性が低い記録法であるが、長期間の記録では脳表組織の変質や電極点のインピーダンスの変化などの原因から記録される

信号の質は低下することが確認できた。近年の遺伝子導入技術の発展から神経細胞にウイルスベクターを感染させることで、蛍光タンパクを発現させることが可能になっている。神経活動に伴う細胞内カルシウム濃度の変化に応じて蛍光強度が変化するため、多数の神経細胞の活動をほぼ非侵襲の状態ですべて計測する方法が広く用いられている。我々の研究でもこの技術の導入を進めており、研究センター予算により蛍光顕微鏡を導入した。神経細胞程度のサイズの微小蛍光ビーズを蛍光顕微鏡と高精度カメラで撮影し、無償で公開されているソフトウェア（Optinist）で個々の蛍光境界（ROI）を切り出すことが可能であることを確認した。今後は、マウス視覚皮質または体性感覚皮質に AAV ウイルスベクターを用いた遺伝子導入により、蛍光タンパクの GCaMP を発現させ、刺激反応の蛍光イメージング記録を行っていく計画である。

#### c) 視覚皮質の複数細胞活動からの刺激方位推定の機械学習

視覚刺激提示下での視覚皮質から同時記録された複数の細胞活動の単一試行データから提示された刺激の特徴を判別する情報復号化（デコーディング）の研究論文の作成を進めた。複数細胞の発火数ベクトルを特徴変数とするサポートベクターマシンを適用し、交差検定により正答率を計算した。同一の刺激を複数回提示しても、細胞の活動度には統計的な変動が生じることが知られている（試行間変動性）。また、活動度の変動には細胞間で相関が存在することが知られている（発火数相関）。研究では、発火数相関をゼロとする Bootstrap サンプル、発火数相関の刺激依存性を無くす Bootstrap サンプルをそれぞれ考案し、有限の発火数相関および発火数相関の刺激依存性が個々の発火数が持つ情報とは独立に付加的な情報を提供することを発見した。次年度中の学術論文の投稿を予定している。

### (2) 非侵襲脳心身計測および脳刺激を用いたヒトと情報環境の相互関係の研究およびスポーツトレーニングへの応用（奥田、伊藤、加藤）

#### a) VR 技術とモーションキャプチャ計測を連携させたスポーツ訓練フィードバックシステムの構築と評価

スポーツ動作の向上訓練ではフォームの改善が鍵となるが、自身のフォームや動作を自分一人で把握して改善することは容易ではない。本研究では、VR 空間内で実戦に近いテニス動作を行ったときのモーションキャプチャ計測を行うことにより、テニスのフォームの向上訓練を支援するシステムの開発を試みた。モーションキャプチャで計測したテニスのショット動作を画面上のキャラクターの動きで再現し、そこにゲージを用いたフィードバックを提示する新たな訓練システムを考案した。この開発システムを用いた訓練実験を行って、フォームの改善効果を調べた。

システムは、VR 空間内でテニスのプレイを再現するシステムと、VR テニス中の身体

動作を PC モニター上に提示するフィードバックシステムの 2 つに分けて開発した。VR テニスのシステムは、3D ゲーム開発エンジン Unity を用いて VR ゴーグル (Oculus Quest) の視界内にテニスコートとボール発射台を作成し、ゴーグルを装着したユーザーが実空間でラケットを持って、VR 内で飛んでくる球を打ち返すことができるシステムとした。フィードバックシステムでは、VICON 社製光学式モーションキャプチャシステムで計測した VR テニス中の身体の動きを、モーションキャプチャ解析ソフトウェア Nexus および 3D キャラクターアニメーションソフトウェア MotionBuilder を介して Unity キャラクターの動きに変換して、PC モニター上で再生させた。キャラクターの動きの上部に、テニスのショットで重要となる 5 種類のフォーム情報 (ボールを打つ直前のテイクバック時の左手の高さと両膝の距離、ボールを打つ瞬間のインパクト時の右手の前後方向と高さ方向の位置、インパクト後のフォロースルー時の右足の前後方向の位置) のゲージを提示し、予め定めた理想値のラインから身体の動きがどれくらいずれているか視覚的に確認できるようにした。

開発システムを用いたテニスショット動作訓練実験を被験者 3 名に対して実施した結果、テイクバック時の左手の高さやフォロースルー時の右足の前後方向の位置など、単一の身体部位のフォームの改善については、ゲージによる明確な目標値のフィードバックが有効に働くことが、被験者に共通して示された。一方で、インパクト時の右手の高さと前後方向の位置など、複数の身体位置情報をボールなど外部オブジェクトとの関係性も含めて最適化する必要がある動作では、自己身体と外部オブジェクトが関わる複合的な情報を単一の指標に集約して分かりやすく提示する、より適切なフィードバックの方法を考案する必要があることも分かった。

上記のような改善課題も明確になったが、VR やモーションキャプチャのような情報技術・計測技術を適切に組み合わせるフィードバック応用することで、スポーツのフォーム改善訓練に新たに貢献できる可能性が十分示唆された。また、実験では、開発システムによって実験者が被験者に動作の助言を行う際にも改善点を明確に伝えられたという効果が見られ、このようなシステムが、スポーツの学習者だけでなく、指導者にも役立つことが改めて明らかとなったことは、大きな収穫と言える。

#### b) 経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) によるスポーツパフォーマンス向上の検証実験

頭骨の上から微弱な直流電流による刺激を行う経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) によりスポーツパフォーマンス (踏み台昇降) の向上が生じるという先行研究の追試実験を行った。実験は 2 日間に渡り行い、1 日は実際に電気刺激 (陽極刺激) を頭頂部に行い、別の日は電気刺激を行わなかった (シャム刺激)。刺激が与えられたかどうかは被験者には知らせず、全力努力での 20 秒間の踏み台昇降ステップングを 15 秒間の休憩時間を挟んで計 3 試

行連続で行ってもらった。計 12 名（日頃運動を行っている運動群 4 名、運動を行っていない非運動群 8 名）で実験を行ったが、陽極刺激とシャム刺激でのスポーツパフォーマンスには統計的に有意な差は見られなかった。先行研究では運動群には有意差は見られないが、非運動群では陽極刺激によりパフォーマンスの向上が見られたとの報告があった。しかし、我々の結果では一部の非運動群の被験者にはその傾向は見られたが 8 名全体では有意差は確認出来なかった。また、運動パフォーマンス以外にも視覚短期記憶の向上に関しても検証実験を行った。モニター上で短時間提示される複数の色の付いた点（ドット）の色と配置を記憶する課題において後頭頂葉の陽極刺激とシャム刺激でのパフォーマンスの比較を行った。この実験においても、統計的に有意な向上は見られなかった。tDCS によるパフォーマンス向上に関しては、肯定と否定の双方の研究報告があり、効果の検証では課題設定や被験者数に関して十分な検討が必要であると考ええる。

### c) 脳波バイオフィードバックによる恐怖感情の軽減

記録している自身の脳波の特徴を被験者にリアルタイムで提示し、意識的（volitionally）に脳波特性を変化させるバイオフィードバックという方法は臨床的にも応用されている。研究では高所恐怖症を持つ被験者に高層ビルからの景色のビデオ（ストレス誘発時）とたき火のビデオ（安静時）を視聴してもらい、二つのビデオの視聴時での脳活動の周波数解析を行い、有意に異なる特徴を特定した。恐怖感情の強さは手に装着した GSR センサーにより発汗量で定量化を行った。ストレス誘発時の脳波特徴を安静時の特徴に意識的にコントロールするバイオフィードバックを行った。この訓練中にはビデオは視聴せず、モニターには現在の脳波特徴と安静時の脳波特徴との類似度がグラフ表示され、被験者は類似度を上昇させるように自身の脳波を変化させるように指示された。訓練後は高層ビルからの景色のビデオ視聴時でも安静時に近い脳波特徴を出す傾向があり、発汗量も減少していた。今回の実験は高所恐怖症を持つ 1 名の被験者だけを対象としたため、より多くの被験者での実験を行って効果の検証が必要である。

### (3) 筋電を含む各種生体信号の測定とマルチモーダルデータ統合による文脈の抽出

（赤崎、加藤）

つま先を上下させた時の脊髓電位（SCP）計測を左足：314（有効波形：255）回、右足：274（有効波形：211）回の計 588 回計測した。記録を行う上でいくつかの問題点が見出された。その一つに、皮膚表面から微弱な SCP を記録する試みであるので、環境雑音（商用電源由来）や、測定対象外の生体信号（心電図や背部筋肉由来の筋電図）が大きな問題となった。この問題を解決するために、背部脊髓周辺の 6 対 12 ヶ所の電気活動から心電図や背部筋肉の筋電成分の除去を試み、一定の成果を得た。また、随意的な運動を行う際は、筋肉を動かそうと「考

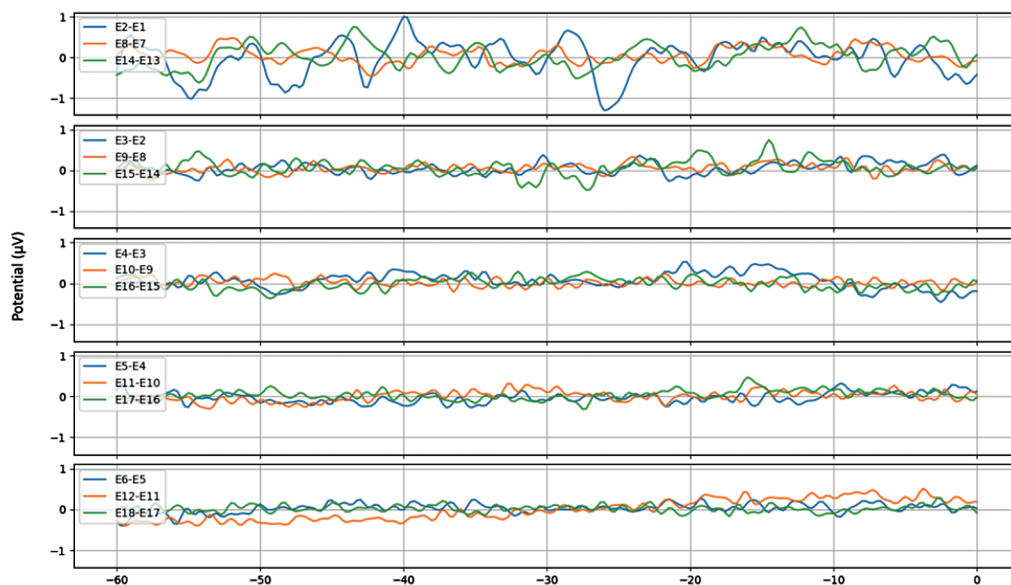


図2 各脊髓レベルのSCP (E1 ~ E6) と周辺記録電位の比較 (E7 ~ E18)

えた」タイミングを外部から知ることが不可能であるので、計測対象時間のどの範囲に脊髓の活動電位が含まれているのかわからない。このため、筋肉の動き（筋電図の起始部）を基準として筋肉を動かしている脊髓内電位の発生時刻を逆推定する方法を試みた。

運動脊髓電位の基礎的な情報を集めるために、複数回の随意運動に伴う関節の動き・筋電図、雑音を除去した脊髓電位を同時記録した（図2）。今回は筋電図の起始部を基準とした加算平均により脊髓電位の検出を試みた。期待される計測結果は、SCP 電位（E1 ~ E6）の局所電位（例：E2-E1 や E3-E2 間電位）は脊髓電位の伝播方向である頭部から腰部に向かって遅延が観察されることであったが、残念ながら運動関連脊髓電位を皮膚表面から検出できなかった。

問題点として、加算平均の基準となる筋電図起始部の時間精度が低く、微弱な信号である皮膚表面記録脊髓電位が変動成分の中に埋もれてしまったために検出できなかった可能性が考えられる。また一次運動ニューロン（上位運動神経）の活動を受け取り筋肉を直接動かしている二次運動ニューロン（下位運動神経）の活動を記録すると、相対的な時間精度を向上できる可能性が有志による検討会にて指摘された。

#### (4) 視覚情報処理の神経基盤の生理学的研究（田中）

##### a) ネコ視覚野の低コントラストからの方位選択性のための神経基盤

ネコ、サルなどの視覚発達動物では、極めて低いコントラストでも方位弁別可能であるが、その神経基盤は明らかになっていない。シナプス伝達の効率を上げるとされる細胞集団の鋭い同期は方位信号伝達にも役立っていると考えられるが、この同期が広いコントラ

スト範囲でみられるかどうかは十分わかっていない。これを調べるために多点電極を用いて、さまざまなコントラストのサイン波刺激に対する V1 野多細胞集団の神経活動の同時計測を行った。その結果、広いコントラスト範囲において、視覚刺激提示から 100 ミリ秒以内の応答期間において鋭いバースト性の集団同期活動がみられ、バースト時間幅にコントラスト間で有意差はみられなかった。一方で、低コントラストでは試行間の応答潜時のばらつきが非常に大きかったことから、視覚入力に加えてノイズ入力も細胞発火に大きく影響していると考えられる。以上の結果から、視覚系は、低コントラストでも頑強に視覚情報を伝達するために、視覚刺激に無関係なノイズ入力も利用して細胞集団の鋭い同期を維持していることがわかった。方位チューニングのタイムコースも調べたところ、低コントラストでは方位選択性が時間とともに弱くなっており、時間が進み視覚入力が弱まるとともにノイズ入力の影響が大きくなると考えられる。高コントラストでは応答後半に方位非選択的な抑制成分が生じており、ノイズ入力の影響で方位選択性が弱まることはなかった。以上の成果の一部は令和 5 年度の日本神経科学学会で発表した。また令和 6 年度の日本神経科学学会（福岡）でも全体をまとめた発表を行う。

b) マウス視覚野細胞の SF チューニングのコントラスト依存性とそのタイムコース

近年ではマウスが視覚研究の有用な動物モデルとして広く用いられつつある。マウス V1 野の多くの細胞は、バンドパス型の空間周波数 (SF) チューニングを示す。しかしながら、サルでみられるように個々の細胞の SF チューニングカーブがコントラスト調節されているかどうかまでは明らかになっていない。本研究では、サイン波刺激を提示し、複数コントラストでマウス V1 野細胞の SF チューニングカーブを測定した。その結果、大部分の細胞において、ネコ、サルの場合と同様、高コントラストほどチューニングカーブが高周波側へシフトされることがわかった。チューニングの時間変化を調べた結果、応答の初期過程からチューニングカーブにコントラスト間ではっきりとした差がみられ、時間が経つにつれて差異がより広がっていくことから、この調節には早い機構とゆっくりとした機構の両方が関与していることが示唆された。以上の成果は令和 6 年度に学会発表する予定である。

視覚研究の主流的な考えでは、コントラスト調節には Parvalbumin-positive 細胞 (PV 細胞) による抑制入力が多く関わっているとされている。上記 2 つの機構のいずれか、あるいは両方に PV 抑制が関与しているのか調べるために、遺伝子改変動物を作製し、PV 抑制回路を遮断したときの神経応答を測定した。データの詳細な解析は今後行う予定である。また別のマウス (GAD67-Cre マウス) を利用することで、皮質抑制回路全体を制御し、SF チューニング調節における皮質抑制回路の全体的な関与も調べていく。効率的に細胞データを集めるための高密度多点電極を使用する。そのための高精度の細胞単離シス

テムの開発も併せて進めていく。

#### (5) 視線計測の新規デバイスの開発とその応用システムの開発（田中）

一昨年度に輪郭順応によるフィリングインの状態と眼球運動の関係を調べた結果、固視微動の増減とフィリングイン状態に相関がみられた。本年度は、脳波とフィリングインとの関係を調べる実験を行ったところ、フィリングインの種類（同色残像と補色残像）により後頭葉  $\alpha$  波成分に差異があることを見出した。以上の結果から視線と脳波の両方を組み合わせることで、各種のフィリングイン状態の推論の性能を高められる可能性がある。今後引き続きこの可能性を検討していく。

視覚探索課題における成績を、脳波成分から推論できるかどうかを検討した。反応時間が長いときはど前頭葉  $\theta$  波成分の低下がみられたが、成績の推論が可能かどうかの研究には至っていない。今後は視線測定も組み合わせて、生体指標から成績推論がどの程度できるかを検討していく予定である。

現在、視線はさまざまなゲームにおいてコントローラとして利用されているが、手操作に比べてどのような状況での利用が適しているかなどは系統的に調べられていない。本年度はUnityを用いてシューティングゲームおよび回避ゲームを作製し、それぞれ視線操作と手操作の成績を比較した場合、前者では視線が、後者では手操作では優れていることがわかり、ゲームの種類や目的に応じて視線でバイアスを適切に使用することが重要であることを示した。

#### 論文・著書

Shotaro Yamada, Ryo Kudo, Naofumi Suematsu, Hiroyuki Ito, Decoding of visual information from ECoG signals in mouse visual cortex, the 46th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society Abstract, 2009m-1-02 (2023)

山本昂平, 奥田次郎, グループ会話中の顔表情の特徴点データを用いた深層学習による会話参入意欲の自動推定, 信学技報, HCS2023-92(2024-03), 25-30 (2024)

山本昂平, 奥田次郎, 会話参入意欲の連続変化の定量測定に基づく適切な会話参入支援タイミングの検討, 2023 年度人工知能学会全国大会（第 37 回）論文集, 1F5-GS-5-04, 1-4 (2023)

奥田次郎, 赤崎孝文, 伊藤浩之, 加藤えみか, 河合由起子, 田中宏喜, 中島伸介, Felix B. Dollack, Huaze Xie, ヒューマン・マシン・データ共生科学研究センター 研究報告, 京都産業大学 先端科学技術研究所所報 第 22 号, 37-69 (2023)

#### 学会発表

山田将太郎, 伊藤浩之, マウス脳皮質から得られる視覚情報の復号化, 生理学研究所研究会

「第5回力学系の視点からの脳・神経回路の理解」, 2023年6月29日-2023年6月30日, 生理学研究所, 岡崎

Shotaro Yamada, Ryo Kudo, Naofumi Suematsu, Hiroyuki Ito, Decoding of visual information from ECoG signals in mouse visual cortex, the 46th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society, 2009m-1-02, August 2 (2023), Sendai, Japan

川上瑛之, 伊藤浩之, 自然言語処理を用いたクックパッドデータの構造解析, IDR ユーザフォーラム 2023, 2023年12月11日, 一橋会館, 東京

山本昂平, 奥田次郎, グループ会話中の顔表情の特徴点データを用いた深層学習による会話参入意欲の自動推定, 電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション基礎研究会, 2024年3月2日-2024年3月3日, 常葉大学静岡草薙キャンパス, 静岡

山本昂平, 奥田次郎, 会話参入意欲の連続変化の定量測定に基づく適切な会話参入支援タイミングの検討, 2023年度人工知能学会全国大会(第37回), 2023年6月6日-2023年6月9日, 熊本城ホール, 熊本

田中宏喜, ネコ V1 野におけるコントラスト不変の方位チューニングバンド幅とコントラスト依存の方位選択性の形成ダイナミクス, 第46回日本神経科学大会, 2Pa-033, 2023年8月2日, 仙台国際センター, 仙台

## その他

伊藤浩之, 赤崎孝文, 武藤太央, 京都産業大学情報理工学部オープンキャンパスにおける研究センター活動紹介, 2024年3月23日, 京都【研究紹介】

伊藤浩之, 赤崎孝文, 河合由起子, 中島伸介, 大塚智貴, 須山瑠万, 濱口滋久, 福岡凜, ヨウシンニー, 京都産業大学情報理工学部オープンキャンパスにおける研究センター活動紹介, 2023年9月3日, 京都【研究紹介】

伊藤浩之, 赤崎孝文, 河合由起子, 中島伸介, 江見篤武, 須山瑠万, 羽倉輝, ヨウシンニー, 京都産業大学情報理工学部オープンキャンパスにおける研究センター活動紹介, 2023年7月23日, 京都【研究紹介】

伊藤浩之, 赤崎孝文, 河合由起子, 中島伸介, 羽倉輝, 福岡凜, 山口史弥, ヨウシンニー, 京都産業大学情報理工学部オープンキャンパスにおける研究センター活動紹介, 2023年6月11日, 京都【研究紹介】

奥田次郎, 田中宏喜, 河田雄輝, 山本昂平, 京都産業大学情報理工学部オープンキャンパスにおける研究センター活動紹介, 2023年8月6日, 京都【研究紹介】

奥田次郎, 田中宏喜, 河田雄輝, 山本昂平, 京都産業大学情報理工学部オープンキャンパスにおける研究センター活動紹介, 2023年8月5日, 京都【研究紹介】

奥田次郎, NHK BS「ヒューマニエンス」(“記憶”～未来を切り拓く源泉～)での研究紹介,

2024 年 1 月 23 日放映【研究紹介】

奥田次郎，進学情報サイト「データサイエンス百景」での研究センター紹介，2023 年 4 月 26 日公開，<https://ds100.jp/university/kyoto-su/>【研究紹介】

## テーマ 2. Health・Social データの AI 分析および社会的応用に関する研究 (河合、中島)

### 1. 研究概要

近年の健康志向の高まりに伴い、健康改善や体力向上の目的でランニングを実施する人口が増加している。しかし、ランニングのモチベーション維持は容易ではないため継続しないケースも多い。そのためランニング支援システムを開発する意義は大きいと考えている。我々は先行研究において、音響型拡張現実空間内にて過去に記録した走行データを用いて作成した仮想ランナーとの伴走を可能にするランニング支援システムとそれを用いた不特定多数のユーザとの競走ができるオンラインマラソンアプリを開発した。また、アプリを用いた仮想ランナーの認識のしやすい適切な人数についての検証を行った。これを踏まえて、人数の検証のみではなく、競走中の仮想ランナーとの前後の位置関係を容易に認識できるような音声の組み合わせおよび演出について調査を行った。

### 2. 本年度の研究成果

#### (1) 音響型 AR を用いたランニング支援

本研究課題で開発したシステムの概要を図 3 に、使用イメージを図 4 に示す。ユーザは、拡張現実（Augmented Reality; AR）空間内で生成された仮想ランナーと音響型 AR を用いて、競走や伴走が可能である。仮想ランナーとは、過去の自分の記録、ライバルとなるユーザの記録、リアルタイムで繋がっているユーザ等の GPS 等の情報を基に作成された、拡張現実空間内でランニングを行う相手を指す。

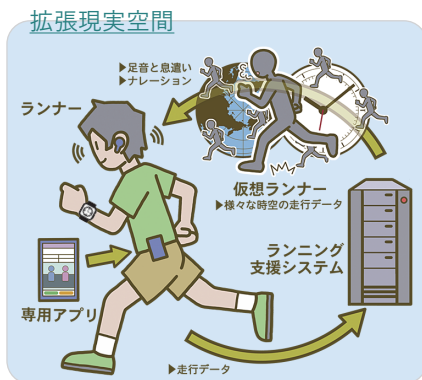


図 3 音響型 AR ランニング支援システムの概要

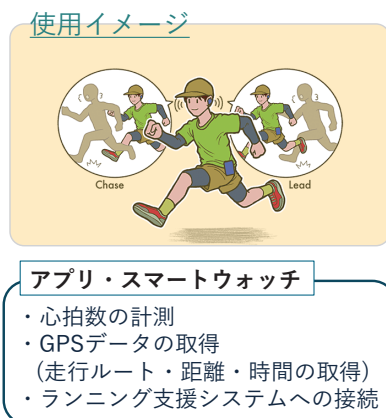


図4 音響型 AR ランニング支援システムの使用イメージ

## a) 走行距離の算出方法

走行距離はスマートフォンのGPSを用いて1秒間隔で取得した緯度・経度の座標からHaversine式を用いて算出した距離 $d$ である。Haversine式は以下の(1)の通りとなっており、 $r$ は地球の半径(6371キロメートル)を表し、 $l_1$ と $l_0_1$ はGPSの取得した場所 $n$ の緯度と経度を表し、 $l_2$ と $l_0_2$ はGPSの取得した場所 $n+1$ の緯度と経度を表している。

$$d = 2r \sqrt{\sin^2\left(\frac{l_2 - l_1}{2}\right) + \cos(l_1) \cos(l_2) \sin^2\left(\frac{l_0_2 - l_0_1}{2}\right)} \quad (1)$$

## b) 速度の算出方法

ランニング支援システムでは仮想ランナーとユーザの速度の算出方法は異なる。ユーザの競走時の速度は仮想ランナーと競走を行うため、リアルタイムで算出する必要がある。そのためランニング時に取得した側近同士の緯度経度( $p_k$ ,  $p_{k-1}$ )の差分の距離 $d_k$ を元に速度を算出する。それに対して仮想ランナーの速度は過去にランニングを行った際の距離とかかった時間から算出した平均速度を用いる。

## (2) オンラインマラソンシステムの開発

## a) 概要

ここで我々が開発したオンラインマラソンアプリについて説明する。このアプリは、オンラインマラソンのようにユーザが競走する際の競走距離や走行回数の選択を自由にでき、不特定多数のユーザと競走することが可能となっている。オンラインマラソンとは近年開催されることが増えているマラソンの形式であり、スマートフォンやスマートウォッチを活用することで遠隔地からの参加が可能な点が最大の特徴である。運営側が提示した期限内に走った総距離で目標距離を目指す形式であり、自分の好きな時間、好きな距離、好き

な回数に分けて行える自由度の高さも特徴の1つである。

開発したオンラインマラソンアプリの画面推移図を図5に示す。機能としてはあらかじめ定めた複数人の仮想ランナーとの競走が可能なフリーランモードとサーバから他ユーザの走行データを取得して作成した仮想ランナーとの競走が可能なオンラインマラソンモードの二種類がある(図5a)。本節ではオンラインマラソンモードの機能について紹介する。オンラインマラソンモードで走行を行う際は、マラソン選択画面で参加するマラソンの種類を選択する(図5c)。選択可能なマラソンについては以下の通りである。

- 3 km マラソン
- 5 km マラソン
- 10 km マラソン
- 20 km マラソン
- ハーフマラソン (21.098 km)
- 30 km マラソン
- フルマラソン (42.195 km)
- 50 km マラソン
- ウルトラマラソン (100 km)

マラソン選択画面の中央にある「仮想ランナーはグループ内で探す」のチェックを入れると、同じマラソンに参加している且つ設定画面(図5b)にて作成、参加したグループに所属しているユーザ間でのみの競走が可能となる。マラソンの種類を選択した後、ユーザはランニングを行う距離を選択する(図5d)。距離の選択は100 m 刻みでの自由な選択が可能である。その後、走行画面(図5e)にて「Start Run」ボタンを押すと3秒のカウントの後、ランニングが開始される。



(a) ホーム画面 (b) 設定画面 (c) マラソン選択画面 (d) ラン設定画面 (e) 走行画面

図5 オンラインマラソンアプリの画面推移

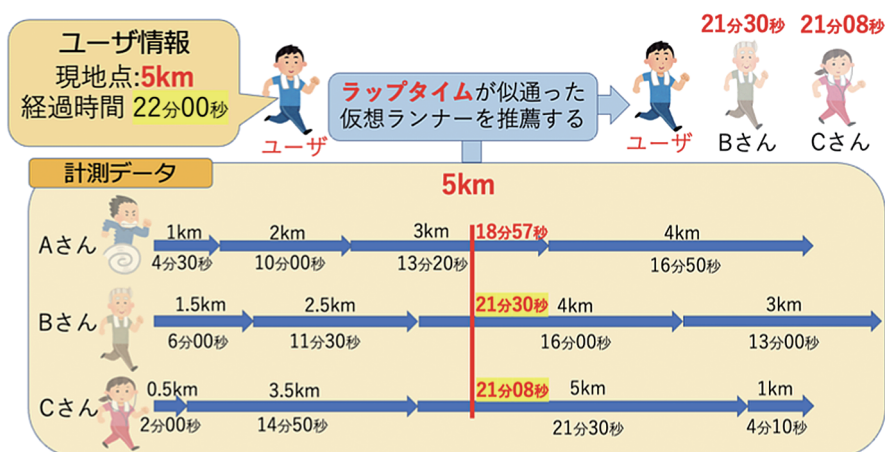


図6 仮想ランナーの推薦方法

## b) サーバとの連携

オンラインマラソンモードでは走行を行うごとにサーバに走行データが保存される。サーバが保管する情報は、個人 ID、マラソン ID、グループ ID、緯度・経度及び算出した走行距離、走行時間である。ユーザーが仮想ランナーとの競走を行う際は、サーバに記録された他ユーザーの走行データから推薦を行う。

## c) 仮想ランナーの推薦方式

仮想ランナーはマラソン選択画面にて選択したマラソンに参加している他のユーザーの記録タイムと総走行距離をもとに算出したラップタイムの近い上位5名を推薦する（図6）。また、マラソンという長距離の競走では仮想ランナーと距離が離れすぎて足音や息遣いの音声が聞こえずに競走感を失ってしまう恐れがあるため、100 m ごとにその時点でラップタイムに近い5名へと更新を行う。

## (3) ユーザーエクスペリエンス (UX) 向上に向けたシステム改良

以前に行った検証実験では、開発したオンラインマラソンアプリにおいて、走行中に出現する仮想ランナーの人数がどの程度なら聞き分けやすいかの検証を行った。検証の結果、人数が減るごとに聞き分けのしやすさは上昇したが、人数に関わらず前後関係が分かりにくい、また足音以外の音声が欲しいなど位置関係を認識する際の問題点が浮き彫りになった。今後、よりユーザー体験 (UX) の高い競走を実現可能なオンラインマラソンアプリを開発するためにはこれらの問題を解決する必要がある。そのため我々は、これらの問題点を対処する上で必要な調査を行ったので報告する。

## a) 音声パターンの違いによる認識への影響の調査

## ・音声パターン調査の概要

この調査は複数の仮想ランナーとの競走時において各仮想ランナーが発する個々の音声の識別が容易となる組み合わせを調べることを目的とし、大学生 17 名を対象に行った。実施した音声パターン調査の概要を図 7 に示す。アンケート回答者には 4 パターンの音声組み合わせ動画を視聴してもらい、「仮想ランナーの聞き分けやすさ」と「使用したいと感じたもの」の各項目について順位をつけてもらった。音声組み合わせ動画は開発したオンラインマラソンアプリの走行時に表示される画面であり、仮想ランナーの人数は 5 人としている。各パターンにおける 5 人の仮想ランナーそれぞれが発する音声については以下の条件を考慮した音声ファイルをコンテンツ素材サイト Storyblocks [https://www.storyblocks.com/] にて独自に選定して割り当てた。

## パターン 1 (P ①)

既存のシステムで使用していた音声の組み合わせ

## パターン 2 (P ②)

息遣いが含まれる足音を増やした音声の組み合わせ

## パターン 3 (P ③)

道路状態が大きく異なる音声の組み合わせ

## パターン 4 (P ④)

息遣いを含まない足音だけの音声の組み合わせ

## ・音声パターン調査の結果

表 1 は「仮想ランナーの聞き分けやすさ」という質問に対する被験者の各音声パターンに対する平均順位を示しており、図 8 は各パターンにおける 1 位の票数を示している。これらを確認すると、票数、平均順位と共に P ④が一番順位が高く、次いで P ①が高い結



図 7 音声パターンの調査概要

果となっており、下位2パターン（②、③）と差がついているのが確認できる。

表2は「使用したいと感じたもの」という質問に対する被験者の各音声パターンに対する平均順位を示しており、図9は各パターンにおける1位の票数を示している。これらを確認しても同様に票数、平均順位と共にP④とP①が下位2パターンと比べて大きく差があり、高い結果となっている。

調査の結果を確認すると、どちらの項目においてもP④とP①が高く、P③とP②が低い結果となっていた。これらより、走行中に音のみで競走相手を聞き分ける際には足音以外の音声は極力抑えて耳に入る音の種類を少なくシンプルにすることが効果的だと考え

表1 「仮想ランナーの聞き分けやすさ」の平均順位

	P①	P②	P③	P④
順位の平均値	2.06位	2.88位	3.12位	1.94位

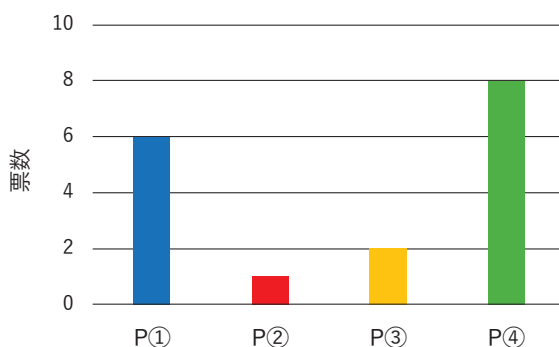


図8 「仮想ランナーの聞き分けやすさ」の1位の票数

表2 「使用したいと感じたもの」の平均順位

	P①	P②	P③	P④
順位の平均値	1.88位	3.18位	3.12位	1.82位

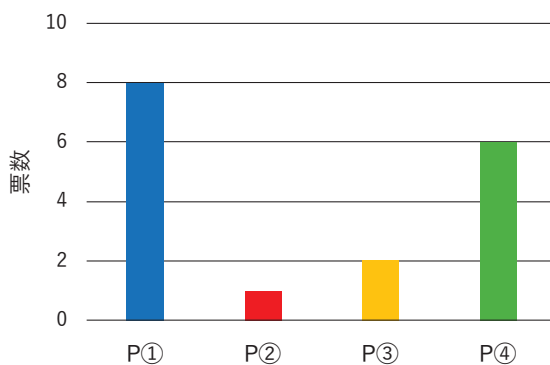


図9 「使用したいと感じたもの」の1位の票数

られる。

#### ・調査したパターンでの人数調査

実施したアンケート結果から息遣いを含まない足音だけの音声の組み合わせ（以下 S ①）と既存のシステムで使用していた音声の組み合わせ（以下 S ②）の音声が概ね高い結果を示していた。そのため、上記の 2 パターンの音声を使用して音声の違いによって適切な仮想ランナーの人数に違いが生じるかを調査することを目的としたアンケートを大学生 14 名を対象に行った。実施した人数調査の概要を図 10 に示す。アンケート回答者には S ①と S ②のそれぞれの音声を使用した仮想ランナーの人数の異なる 4 つの動画（2～5 人）を視聴してもらい、「仮想ランナーの聞き分けやすさ」と「使用したいと感じたもの」の各項目について順位をつけてもらった。

#### ・人数調査の結果

表 3 と表 4 はそれぞれの音声パターンについて「仮想ランナーの聞き分けやすさ」という質問に対する被験者の各仮想ランナーの人数に対する平均順位を示しており、図 11 は各人数における 1 位の票数の割合（支持率）を示している。これらを確認すると、両音声パターン共に票数、平均順位は人数が少ない方が高い結果となっているのが確認できる。

表 5 と表 6 は両音声パターンにおける「使用したいと感じたもの」という質問に対する

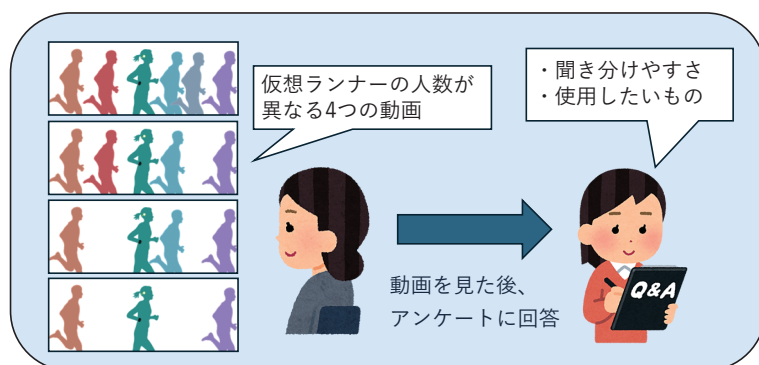


図 10 仮想ランナーの人数調査概要

表 3 S ①：「仮想ランナーの聞き分けやすさ」の平均順位

	2人	3人	4人	5人
順位の平均値	1.64位	2.00位	2.57位	3.78位

表 4 S ②：「仮想ランナーの聞き分けやすさ」の平均順位

	2人	3人	4人	5人
順位の平均値	1.71位	2.21位	2.57位	3.50位

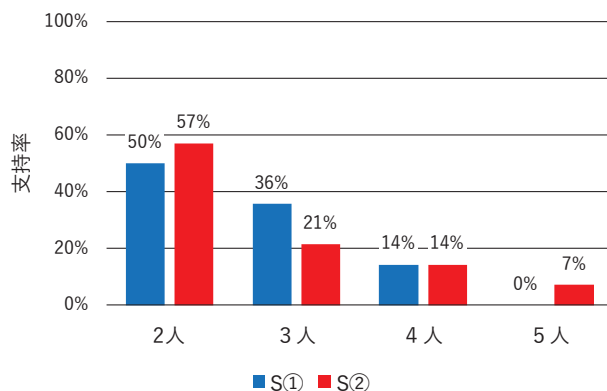


図 11 「仮想ランナーの聞き分けやすさ」の支持率

表 5 S①：「使用したいと感じたもの」の平均順位

	2人	3人	4人	5人
順位の平均値	2.21位	1.79位	2.36位	3.64位

表 6 S②：「使用したいと感じたもの」の平均順位

	2人	3人	4人	5人
順位の平均値	2.07位	2.00位	2.43位	3.50位

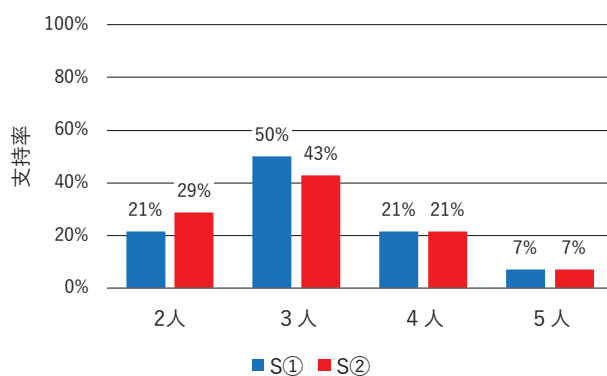


図 12 「使用したいと感じたもの」の支持率

被験者の各仮想ランナーの人数に対する平均順位を示しており、図 12 は各人数における 1 位の票数の割合（支持率）を示している。これらを確認すると、票数、平均順位と共に 3 人、2 人、4 人、5 人の順で高い結果となっていることが確認できる。

2 つの音声パターンを使用した人数調査の結果、両パターンとも「仮想ランナーの聞き分けやすさ」の項目において人数が少ない方が高い結果が得られ、「使用したいと感じた

もの」に関しても3人が多かったものの概ねの傾向は少ない人数の方が高いことがわかった。今後実際にアプリの改良を施す際にはこれらの音声パターンの調査結果を参考に設定しようと考えている。

#### b) エフェクトによる認識への影響調査

##### ・エフェクトによる認識への影響調査の概要

実施したエフェクト調査の概要を図13に示す。この調査は仮想ランナーとの競走時において、エフェクトを追加することによる前後の位置関係に関する認識への影響を調べることを目的としている。この調査は、本学及び他大学の学生、教職員を含めた21名を対象に行った。アンケート回答者には仮想ランナーとの1対1での競走における追い抜いたケースと追い抜かれたケースの動画をそれぞれ4パターンずつ試聴してもらい、独自アンケートに回答してもらった。独自アンケートでは「追い抜いた（追い抜かれた）表現が分かりやすいか」、「臨場感はあると思うか」という5段階のリッカート尺度を用いた質問を各動画を視聴した後に回答してもらった。また、4パターンの動画を視聴した後に「どの演出が一番いいと感じたか」という質問に回答してもらった。調査で使用した動画は実際に仮想ランナー1人と競走しているユーザの一人称視点の動画である。各パターンの動画の条件は以下の通りである。

##### 仮想ランナーを追い抜いたケース

- ・エフェクトなし（NoE）
- ・エフェクトあり：追い抜いた際に効果音（AE）
- ・エフェクトあり：足音のテンポ変更（TE）
- ・エフェクトあり：追い抜いた際に効果音＋足音のテンポ変更（ATE）

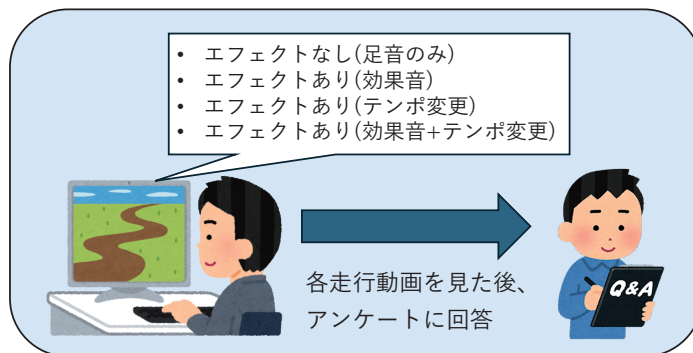


図13 エフェクトによる認識への影響調査の概要

## 仮想ランナーに追い抜かれたケース

- ・エフェクトなし (BNoE)
- ・エフェクトあり：追い抜かれた際に効果音 (BAE)
- ・エフェクトあり：足音のテンポ変更 (BTE)
- ・エフェクトあり：追い抜かれた際に効果音＋足音のテンポ変更 (BATE)
- ・エフェクトによる認識への影響調査の結果

図 14 は、仮想ランナーを追い抜いたケースにおける各パターンに対する「追い抜いた表現が分かりやすいか」という質問において、5 段階のリッカート尺度を使用して測定された値の平均を比較したものである。NoE の平均値は 1.90 (SD = 1.04)、AE の平均値は 3.62 (SD = 1.16)、TE の平均値は 2.24 (SD = 1.04)、ATE の平均値は 3.62 (SD = 0.97) となった。また、NoE と AE、NoE と TE、NoE と ATE の差をウィルコクソンの符号順位和検定 ( $p < .05$ ) を用いて評価した結果、NoE と AE、NoE と ATE において  $p < .001$  となり、有意な差が見られ、NoE と TE においては  $p = .33$  となり、有意な差が見られなかった。

図 15 は、仮想ランナーを追い抜いたケースにおける各パターンに対する「臨場感はあると思うか」という質問において、5 段階のリッカート尺度を使用して測定された値の平

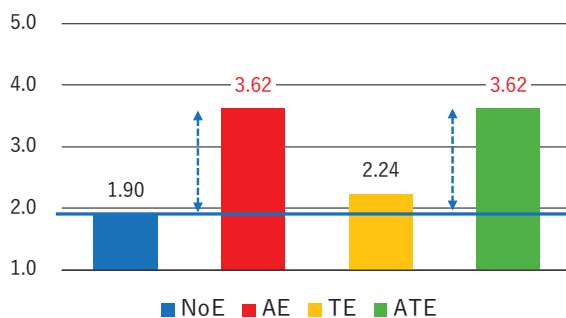


図 14 追い抜いたケース：追い抜いた表現がわかりやすいか

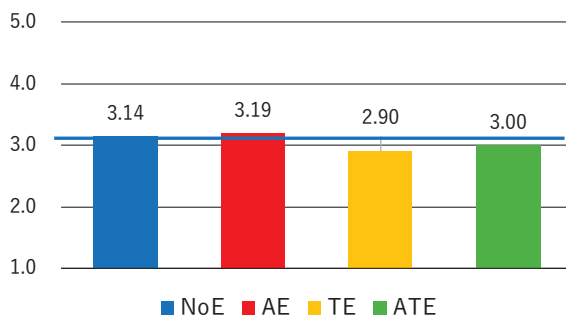


図 15 追い抜いたケース：臨場感はあると思うか

均を比較したものを示している。NoE の平均値は 3.14 (SD = 1.24)、AE の平均値は 3.19 (SD = 1.17)、TE の平均値は 2.90 (SD = 1.34)、ATE の平均値は 3.00 (SD = 1.26) となった。また、NoE と AE、NoE と TE、NoE と ATE の差をウィルコクソンの符号順位和検定 ( $p < .05$ ) を用いて評価した結果、NoE と AE においては  $p = .87$ 、NoE と TE においては  $p = .31$ 、NoE と ATE においては  $p = .79$  となり、有意な差が見られなかった。

図 16 は仮想ランナーを追い抜いたケースの 4 パターンの動画を視聴した後に回答してもらった「どの演出が一番いいと感じたか」という質問の解答割合である。NoE は 1 件で 4.8%、AE は 9 件で 42.9%、TE は 3 件で 14.3%、ATE は 8 件で 38.1% となった。

図 17 は、仮想ランナーに追い抜かれたケースにおける各パターンに対する「追い抜かれた表現が分かりやすいか」という質問において、5 段階のリッカート尺度を使用して測定された値の平均を比較したものである。BNoE の平均値は 2.76 (SD = 1.37)、BAE の平均値は 3.48 (SD = 1.25)、BTE の平均値は 3.14 (SD = 1.28)、BATE の平均値は 3.67 (SD = 1.11) となった。また、BNoE と BAE、BNoE と BTE、BNoE と BATE の差をウィルコクソンの符号順位和検定 ( $p < .05$ ) を用いて評価した結果、BNoE と BATE に

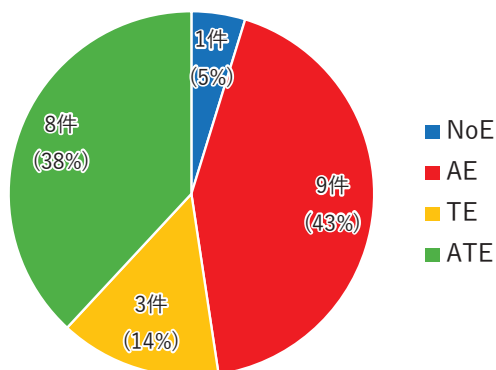


図 16 追い抜いたケース：どの演出が一番いいと感じたか

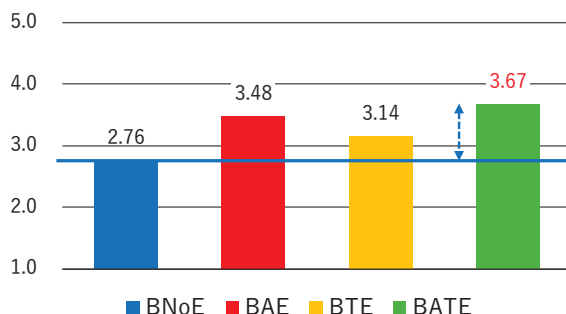


図 17 追い抜かれたケース：追い抜かれた表現がわかりやすいか

においては  $p = .02$  となり、有意な差が見られ、BNoE と BAE においては  $p = .06$ 、BNoE と BTE においては  $p = .17$  となり、有意な差が見られなかった。

図 18 は、仮想ランナーに追い抜かれたケースにおける各パターンに対する「臨場感はあると思うか」という質問において、5 段階のリッカート尺度を使用して測定された値の平均を比較したものを示している。BNoE の平均値は 3.29 (SD = 1.19)、BAE の平均値は 2.76 (SD = 1.09)、BTE の平均値は 3.71 (SD = 1.15)、BATE の平均値は 3.43 (SD = 1.33) となった。また、BNoE と BAE、BNoE と BTE、BNoE と BATE の差をウィルコクソンの符号順位和検定 ( $p < .05$ ) を用いて評価した結果、BNoE と BAE においては  $p = .04$  となり、有意な差が見られ、BNoE と BTE においては  $p = .16$ 、BNoE と BATE においては  $p = .56$  となり、有意な差が見られなかった。

図 19 は仮想ランナーに追い抜かれたケースの 4 パターンの動画を視聴した後に回答してもらった「どの演出が一番いいと感じたか」という質問の解答割合である。BNoE は 2 件で 9.5%、BAE は 4 件で 19%、BTE は 6 件で 28.6%、BATE は 9 件で 42.9% となった。

調査の結果を確認すると、追い抜いたケースにおける各パターンに対する「追い抜いた

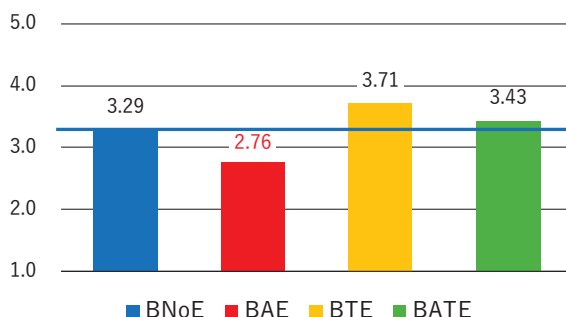


図 18 追い抜かれたケース：臨場感はあると思うか

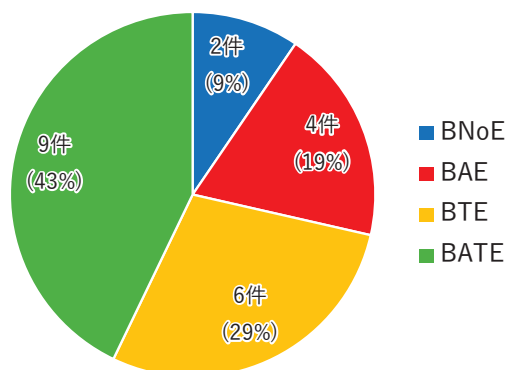


図 19 追い抜かれたケース：どの演出が一番いいと感じたか

表現が分かりやすいか」という質問については AE と ATE の値が高く、NoE と比較して有意差があることがわかった。追い抜かれたケースにおける各パターンに対する「追い抜かれた表現が分かりやすいか」という質問についても BATE の値が高く、NoE と比較して有意差があることが確認でき、有意差はないものの BAE においても値が高いことが確認できた。そのため、前後の入れ替わり時に効果音をつけることは前後関係の認識を向上するのに有効であると考えられる。追い抜かれたケースにおいては有意差はないものの BTE の値も高いことが確認できる。これは迫ってくる際に音声のテンポを上げることによって実際の競走のように緊迫感が生じたためだと考えている。両ケースにおける「どの演出が一番いいと感じたか」という質問もこの傾向に従っているため、効果音は両ケースの場合で有用であり、追い抜かれる表現においてはテンポをあげる設計をするのがよいと考えられる。

#### (4) まとめ

これまでに実施したオンラインマラソンアプリを使用した検証実験にて人数に関わらず前後関係が分かりにくい、また足音以外の音声欲しいなど位置関係の認識率に問題があった。そのため今年度は、上記の問題に対処するためのアプローチとして音声パターンの違いによる認識への影響の調査とエフェクトによる認識への影響の調査を実施した。音声パターンの違いによる認識への影響の調査を行った結果として、P④とP①が聞き分けやすさと実際に使用してみたいと感じたかの両項目において高い結果となり、P②やP③に関しては低い結果となった。これらのことから走行中に音のみで競走相手を聞き分ける際には足音以外の音声は極力抑えた音声を選択する方がよいと考えられる。また、P④とP①を使用した仮想ランナーの人数調査を行った結果、3人の場合が聞き分けやすさと実際に使用してみたいと感じたかの両項目とも高い結果となった。これらの音声調査の結果をアプリの改良の参考にしようと考えている。また、エフェクトによる認識への影響を調査した結果としては、両ケースにおいて順位の変動がある際に効果音をつけた条件の値が高くなり、追い抜かれるケースにおいてはBTEの値も高くなった。このことから効果音は位置関係の認識に対して良い効果が期待でき、追い抜かれる表現においてはテンポをあげる設計をしつつ、組み込むことがよいと考える。

今後は、これら2つの調査結果を踏まえてオンラインマラソンアプリに適応したのち、実際に使用した際の影響について検証することを考えている。

#### 論文・著書

小西侑樹, Felix B. Dollack, Panote Siriaraya, 栗達, 田中克己, 河合由起子, 中島伸介, 音響型 AR を用いたオンラインマラソンシステムの開発, 日本データベース学会論文誌, Vol. 23-J (2025 年 3 月発行予定) (採録決定) 【査読有】

Jianwei Zhang, Lin Li, Shinsuke Nakajima, Constructing Japanese Bullying Expression Dictionary for Automated Cyberbullying Detection on Twitter, Vietnam Journal of Computer Science 2023, Vol. 10 No. 02, 135-158 (2023) 【査読有】

Huaze Xie, Da Li, Yuanyuan Wang, Yukiko Kawai, An Early Warning Model of Type 2 Diabetes Risk based on POI Visit History and Food Access Management, PLOS ONE, July 26 (2023) 【査読有】

河合由起子, 栗達, 小野晋太郎, ユーザ行動と社会環境データの分析・推薦・可視化の実践的応用技術, 電子情報通信学会 ESS-NLS ソサイエティ誌 (Fundamentals Review: FR), 第 17 巻 第 1 号, 72-80 (2023) 【査読有】

王元元, 河合由起子, 角谷和俊, 料理レシピデータの特性分析とその推薦への応用, 日本画像学会誌, 第 62 巻 第 2 号, 146-158 (2023) 【査読有】

学会発表

Fumiya Yamaguchi, Da Li, Mayumi Ueda, Shinsuke Nakajima, A Product Feature Mentioned Timestamp Extraction Method in Review Videos for Online Shopping, International Workshop on Computing, Networking and Communications (ICNC 2024), pp. 157-162, February 19-22 (2024), Hawaii, USA 【査読有】

Akito Sasahara, Fumiya Yamaguchi, Da Li, Mayumi Ueda, Shinsuke Nakajima, An Impression-Based Video Analysis Method for Video Recommender Systems, International Workshop on Computing, Networking and Communications (ICNC 2024), pp. 93-99, February 19-22 (2024), Hawaii, USA 【査読有】

Da Li, Hiroto Nishikawa, Mayumi Ueda, Shinsuke Nakajima, A Store Evaluation System using Automatic Scoring of Retail Stores Based on Product Review Analysis, 2023 IEEE International Conference on Big Data (BigData), pp. 2124-2130, December 15-18 (2023), Sorrento, Italy 【査読有】

松岡天音, 山口史弥, 上田真由美, 中島伸介, 肌質や肌悩みを考慮した類似ユーザ判定に基づくコスメアイテム推薦手法, 第 16 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), T5-A-8-01, 2024 年 3 月 1 日, アクリエひめじ, 姫路〈学生プレゼンテーション賞〉を受賞

談議所孝汰, Siriaraya Panote, She Wan jou, 中島伸介, メンタルウェルビーイング向上のためのピアベースサポートシステム (Peer2S) の開発, 第 16 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), T5-A-7-02, 2024 年 3 月 1 日, アクリエひめじ, 姫路

池田青空, 談議所孝汰, Siriaraya Panote, 中島伸介, 心理的支援を目的とした ChatBot によるソーシャル・サポートシステムの提案, 第 16 回データ工学と情報マネジメントに関す

- るフォーラム (DEIM2024), T5-A-7-01, 2024 年 3 月 1 日, アクリエひめじ, 姫路  
横山真由子, 山口史弥, 上田真由美, 中島伸介, レビュー分析に基づくヘアケアアイテムの香  
り可視化手法の提案, 第 16 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム  
(DEIM2024), T3-C-7-01, 2024 年 3 月 1 日, アクリエひめじ, 姫路  
福岡亮太郎, 張建偉, 奥健太, 中島伸介, 観光地レビュー分析に基づくお出かけスポット評価  
項目別自動スコアリング, 第 16 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム  
(DEIM2024), T1-A-8-02, 2024 年 3 月 1 日, アクリエひめじ, 姫路  
笹原彰斗, 山口史弥, 上田真由美, 中島伸介, 直感的動画検索における単語分散表現を用いた  
評価項目別スコアリング手法, 第 16 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラ  
ム (DEIM2024), T3-A-6-02, 2024 年 2 月 29 日, アクリエひめじ, 姫路  
大岡美実, 福岡亮太郎, 張建偉, 中島伸介, レビュー分析に基づくユーザ目線でのシーン別ス  
ポットスコアリング手法の提案, 第 16 回データ工学と情報マネジメントに関するフォー  
ラム (DEIM2024), T3-A-6-01, 2024 年 2 月 29 日, アクリエひめじ, 姫路  
山口史弥, 上田真由美, 中島伸介, レビュー動画内における商品特徴の言及量分析システムの  
開発, 第 16 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), T3-A-  
4-02, 2024 年 2 月 29 日, アクリエひめじ, 姫路  
小林愛空, 山口史弥, 上田真由美, 中島伸介, レビュー動画内の商品特徴量分析システムにお  
ける情報提示方法の検討, 第 16 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム  
(DEIM2024), T4-B-3-01, 2024 年 2 月 28 日, アクリエひめじ, 姫路  
大塚智貴, Siriaraya Panote, 中島伸介, 立体音響 AR を用いたリラクゼーション支援手法の  
有効性評, 第 16 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024),  
T4-B-2-02, 2024 年 2 月 28 日, アクリエひめじ, 姫路  
横山皓祐, Siriaraya Panote, 中島伸介, 視覚障がい者のためのソーシャル VR 空間の開発,  
第 16 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), T4-B-2-01,  
2024 年 2 月 28 日, アクリエひめじ, 姫路  
Ryuta Yamaguchi, Keisuke Murashige, Tomoki Yoshihisa, Shinji Shimojo, Faisal Mehmood,  
Yukiko Kawai, A Bicycle Navigation System for Analyzing the Comfort Level of the  
Cyclist, The 29th Annual ACM Conference on Intelligent User Interfaces (IUI2024),  
March 18–21 (2024), South Carolina, USA 【査読有】  
Katsuyuki Yamauchi, Da Li, Panote Siriaraya, Yukiko Kawai, Shinsuke Nakajima, Enhancing  
Walking Experience: A Walking Route Recommendation System Considering Nearby  
Spots, International Conference on Computing, Networking and Communications  
(ICNC2024), pp. 265–270, February 19–22 (2024), Hawaii, USA 【査読有】  
Itsuki Sano, Yuanyuan Wang, Yukiko Kawai, Kazutoshi Sumiya, A Revising Support

- Method for Lecture Slides Based on Topic Explanation Quantity and Sequence, The 12th International Conference on Information and Education Technology (ICIET2024), March 18–20 (2024), Yamaguchi, Japan 【査読有】
- Muhammad Irfan Zulkifli, Muhammad Syafiq Mohd Pozi, Yukiko Kawai, Abdul Rafiez Abdul Raziff, Mohamad Farhan Mohamad Mohsin, Noraini Yusuff, Nor Syahidah Ishak, Siti Latipah Harun, iQ-Takaful: A Question-Answering System for Facilitating Financial Literacy on Takaful Product, The 25th International Conference on Asia-Pacific Digital Libraries & AP iSchools (ICADL2023), December 4–7 (2023), Taipei, Taiwan 【査読有】
- Takanobu Omura, Da Li, Panote Siriaraya, Katsumi Tanaka, Yukiko Kawai, Shinsuke Nakajima, User Latent Interest Estimation in Real Space: A Comparative Analysis of Time-Series and Non-Time-Series Processing Algorithms, IEEE International Conference on BigData (IEEE BigData2023), December 15–18 (2023), Sorrento, Italy 【査読有】
- Yuki Konishi, Panote Siriaraya, Da Li, Katsumi Tanaka, Yukiko Kawai, Shinsuke Nakajima, Development of an Online Marathon System using Acoustic AR, the 31st ACM International Conference on Multimedia (ACMMM2023), pp. 9388–9389, October 29–November 3 (2023), Ottawa, Canada 【査読有】
- Da Li, Hikaru Hagura, Taichi Miyabashira, Yukiko Kawai, Shintaro Ono, Traffic Mirror Detection and Annotation Methods from Street Images of Open Data for Preventing Accidents at Intersections by Alert, The Second Workshop & Challenge on Event Detection for Situation Awareness in Autonomous Driving Co-hosted, International Conference on Computer Vision (ICCV2023), October 2 (2023), Paris, France 【査読有】
- Hikaru Hagura, Taichi Miyabashira, Da Li, Ryuta Yamaguchi, Shintaro Ono, Yukiko Kawai, A Proposal of a Hazard Map for Accident Prevention at Intersections by Detecting Traffic Mirrors from Street Images, the 7th International Symposium on Future Active Safety Technology toward zero traffic accidents (FAST-zero'23), November 9 (2023), Kanazawa, Japan 【査読有】
- Hikaru Hagura, Ryuta Yamaguchi, Tomoki Yoshihisa, Shinji Shimojo, Yukiko Kawai, A Proposal of Acquiring and Analyzing Method for Distributed Litter on the Street using Smartphone Users as Passive Mobility Sensors, SIGGRAPH 2023, August 6–10 (2023), Los Angeles, USA 【査読有】
- Saki Inoue, Yuanyuan Wang, Yukiko Kawai, Kazutoshi Sumiya, Encouraging Critical Thinking Support System: Question Generation and Lecture Slide Recommendations, the Learning at Scale (L@S2023), July 20–22 (2023), Copenhagen, Denmark 【査読有】

Keisuke Murashige, Yoshiyuki Kido, Shinji Shimojo, Hideto Yano, Tomoki Yoshihisa, Yukiko Kawai, Ryuta Yamaguchi, Student Presentation: Smartphone Sensor-Based Cycling Environment Monitoring for Bicycle Navigation, The 39th meeting of the Pacific Rim Applications and Grid Middleware Assembly (PRAGMA39), June 22-24 (2023), Jakarta, Indonesia 【Best Presentation】 【査読有】

Da Li, Masaki Sugihashi, Tadahiko Kumamoto, Yukiko Kawai, A Cross-Media Retrieval System for Web-SNS-Map Using Suggested Keywords Generating and Ranking Method Based on Search Characteristics, World Wide Web Conference (WWW2023), WWW (Companion Volume)2023: 188-191, April 30-May 4 (2023), Austin, USA 【査読有】

Ryuta Yamaguchi, Panote Siriaraya, Tomoki Yoshihisa, Shinji Shimojo, Yukiko Kawai, A Detection System for Comfortable Locations Based on Facial Expression Analysis While Riding Bicycles, World Wide Web Conference (WWW2023), WWW (Companion Volume)2023: 306-309, April 30-May 4 (2023), Austin, USA 【査読有】

竹村亮輝, 中川潤人, 羽倉輝, 栗達, 河合由起子, 小野晋太郎, 自転車の快適走行のための下方視点画像からの表情分析, 第214回知能システム研究発表会, 2024年3月26日, オンライン

一明佑哉, 山口琉太, 栗達, 小野晋太郎, 河合由起子, 二輪車走行中の頭部の動きによるスマートフォン操作アプリケーションの検証, 情報処理学会第86回全国大会, 2ZA-08, 2024年3月15日, 神奈川大学, 横浜

矢野英人, 義久智樹, 山口琉太, 河合由起子, 村重圭亮, 松本哲, 木戸善之, 下條真司, 利用者誘引型低遅延 MaaS 基盤のための MaaS マイル計算方式の実装と評価, 電子情報通信学会 インターネットアーキテクチャ研究会 (IA), 2024年3月13日, 未来創造センター, 沖縄

羽倉輝, 山口琉太, 義久智樹, 下條真司, 河合由起子, 犯罪および商業施設の情報に基づくゴミ予測手法の検討, 第16回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), T5-B-7-03, 2024年3月1日, アクリエひめじ, 姫路

小西侑樹, Siriaraya Panote, 栗達, 田中克己, 河合由起子, 中島伸介, 音響型 AR オンラインマラソンシステムにおける空間認識率向上に向けた取り組み, 第16回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), T5-A-9-05, 2024年3月1日, アクリエひめじ, 姫路

須山瑠万, 栗達, 河合由起子, 中島伸介, 周辺環境分析に基づく賃貸物件の Personalized Scoring 方式の開発, 第16回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), T3-B-8-01, 2024年3月1日, アクリエひめじ, 姫路

丸岡史奈, 栗達, 熊本忠彦, 小野晋太郎, 河合由起子, スポットの雰囲気分析によるユーザの

状況と気分の選択に合わせた楽曲推薦手法の検証, 第16回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), T3-B-7-03, 2024年3月1日, アクリエひめじ, 姫路〈学生プレゼンテーション賞〉を受賞

荒木賢斗, Siriaraya Panote, 角谷和俊, 河合由起子, 中島伸介, Happy スポットを考慮したウォーキング経路推薦手法の提案, 第16回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), T5-B-6-01, 2024年2月29日, アクリエひめじ, 姫路

山口琉太, 村重圭亮, 矢野英人, 義久智樹, 河合由起子, 下條真司, 自転車走行中の表情と振動による潜在的快適性分析の検討, 第16回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), T5-B-4-02, 2024年2月29日, アクリエひめじ, 姫路

中村愛咲, 佐野逸稀, 井上沙紀, 王元元, 河合由起子, 角谷和俊, 教科書の目次構造と科目用語体系に基づく補足 Web ページの抽出, 第16回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), アクリエひめじ, T5-A-4-02, 2024年2月29日, 姫路

林裕次郎, 張建偉, 河合由起子, 中島伸介, 単語分散表現を用いたホテルレビュー分析に基づく評価項目別自動スコアリング, 第16回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), T3-A-5-03, 2024年2月29日, アクリエひめじ, 姫路

ヨウシンニー, 國松音和, 王元元, Panote Siriaray, 河合由起子, Food Approach Bias 軽減のための移動中の店舗推薦手法の提案, 第16回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), T5-B-2-03, 2024年2月28日, アクリエひめじ, 姫路

松石侑樹, Siriaraya Panote, 河合由起子, ジオタグ SNS に基づくプロンプトおよび賑やかさストリートビュー生成手法の検討, 第16回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), T5-B-2-01, 2024年2月28日, アクリエひめじ, 姫路

小西真愛, 井上沙紀, 王元元, 河合由起子, 角谷和俊, 教材ビデオにおける学習者の視聴操作に基づくシーン選択支援, 第16回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), T5-A-2-02, 2024年2月28日, アクリエひめじ, 姫路〈学生プレゼンテーション賞〉を受賞

佐野逸稀, 王元元, 河合由起子, 角谷和俊, 講義資料作成支援のための科目用語体系の階層構造と教科書の説明順序を用いたスライド分析手法, 第16回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), T5-A-1-05, 2024年2月28日, アクリエひめじ, 姫路〈学生プレゼンテーション賞〉を受賞

濱口滋久, 須山瑠万, 栗達, 中島伸介, 河合由起子, リスティング広告閲覧タイミングに基づくリランキングにおける適合フィードバック算出手法の提案, 第16回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), T3-B-1-01, 2024年2月28日, アクリエひめじ, 姫路〈学生プレゼンテーション賞〉を受賞

井上沙紀, 王元元, 河合由起子, 角谷和俊, 大学講義における電子掲示板を活用した学生によ

る質問相互評価の実践報告, 情報処理学会 コンピュータと教育研究会 173 回研究発表会, 2024 年 2 月 3 日, 大阪大学豊中キャンパス全学共通教育機構, 大阪〈学生奨励賞〉を受賞

井上沙紀, 王元元, 河合由起子, 角谷和俊, 学生の質問に対する相互評価を用いた批判的思考を促進する質問サジェスト方式の一考察, IDR フォーラム 2023, 2023 年 12 月 11 日, 一橋講堂中会議場, 東京

佐野逸稀, 王元元, 河合由起子, 角谷和俊, 講義スライド作成のための教科書に基づく編集サポート方式, IDR フォーラム 2023, 2023 年 12 月 11 日, 一橋講堂中会議場, 東京

小西真愛, 井上沙紀, 王元元, 河合由起子, 角谷和俊, オンデマンド講義における学生のビデオ視聴操作を用いた学習シーン提示推薦, IDR フォーラム 2023, 2023 年 12 月 11 日, 一橋講堂中会議場, 東京

栗達, 羽倉輝, 宮柱太一, 河合由起子, 小野晋太郎, オープンデータを用いたカーブミラーの検出と交差点事故防止マップの生成, 第 21 回 ITS シンポジウム 2023, 4B-13, 2023 年 12 月 8 日, 富山国際会議場 富山

吉村美羽, 王元元, 河合由起子, 角谷和俊, 学生からのリアルタイム質問と講義スライドの関連付けによる学習支援, 第 22 回情報処理学会関西支部大会, G-29, 2023 年 9 月 24 日, オンライン

濱口滋久, 須山瑠万, 栗達, 中島伸介, 河合由起子, 検索結果におけるリスティング広告閲覧に基づく動的リランキング手法の提案, WebDB 夏のワークショップ 情報処理学会 第 177 回 データベースシステム研究会 (SIG-DBS), A5-1, 2023 年 9 月 22 日, 北九州国際会議場, 福岡

丸岡史奈, 栗達, 熊本忠彦, 小野晋太郎, 河合由起子, ジオタグツイートのスポット雰囲気抽出によるユーザの気分と状況に合わせた音楽推薦の提案, WebDB 夏のワークショップ 情報処理学会 第 177 回 データベースシステム研究会 (SIG-DBS), A5-2, 2023 年 9 月 22 日, 北九州国際会議場, 福岡

一明佑哉, 山口琉太, 栗達, 小野晋太郎, 河合由起子, 二輪車走行中の頭部の動きによる搭載スマートフォン操作方法の提案, 第 22 回情報科学技術フォーラム (FIT2023), 2023 年 9 月 6 日 -8 日, 大阪公立大学, 大阪

佐野逸稀, 王元元, 河合由起子, 角谷和俊, 講義スライド作成のためのトピック説明度合いと提示順序に基づく編集サポート方式, 第 22 回情報科学技術フォーラム (FIT2023), 2023 年 9 月 6 日 -8 日, 大阪公立大学, 大阪

ヨウ シンニー, 羽倉輝, 王元元, シリアーラヤ パノット, 河合由起子, 生活習慣病改善に向けた移動中の代謝量増加および認知バイアス軽減手法の提案, 第 22 回情報科学技術フォーラム (FIT2023), 2023 年 9 月 6 日 -8 日, 大阪公立大学, 大阪

小西真愛, 井上沙紀, 王元元, 河合由起子, 角谷和俊, オンデマンド授業におけるユーザ視聴操作に基づく事後学習支援方式, 第22回情報科学技術フォーラム (FIT2023), 2023年9月6日-8日, 大阪公立大学, 大阪

井上沙紀, 王元元, 河合由起子, 角谷和俊, リアルタイム質問の相互評価を用いた批判的思考を育成する質問サジェスト方式, データ工学研究会 (DE), DE2023-4, 2023年6月16日, 武蔵野大学有明キャンパス, 東京

矢野英人, 義久智樹, 山口琉太, 河合由起子, 村重圭亮, 木戸善之, 下條真司, 利用者誘引型低遅延 MaaS 基盤のための経路利用得点算出方式の実装, DICOMO2023 シンポジウム, 2E-1, 2023年7月5日-7月7日, 富山国際会議場, 富山

その他

中島伸介, 横山皓祐, シリアーラヤ パノット, 情報処理装置, 端末装置, 情報処理方法, およびプログラム, 特願 2024-026868, 2024年2月【特許申請】

中島伸介, 河合由起子, 第16回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), 学生プレゼンテーション賞受賞 (指導学生), 論文名: リスティング広告閲覧タイミングに基づくリランキングにおける適合フィードバック算出手法の提案【受賞】

中島伸介, 第16回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), 学生プレゼンテーション賞受賞 (指導学生), 論文名: 肌質や肌悩みを考慮した類似ユーザ判定に基づくコスメアイテム推薦手法【受賞】

Yukiko Kawai, The 39th meeting of the Pacific Rim Applications and Grid Middleware Assembly (PRAGMA39), Best Presentation, "Smartphone Sensor-Based Cycling Environment Monitoring for Bicycle Navigation"【受賞】

河合由起子, 角谷和俊, 情報処理学会 コンピュータと教育研究会 173 回研究発表会, 学生奨励賞受賞 (指導学生), 論文名: 大学講義における電子掲示板を活用した学生による質問相互評価の実践報告【受賞】

河合由起子, 第16回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), 学生プレゼンテーション賞受賞 (指導学生), 論文名: スポットの雰囲気分析によるユーザの状況と気分の選択に合わせた楽曲推薦手法の検証【受賞】

河合由起子, 角谷和俊, 第16回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), 学生プレゼンテーション賞受賞 (指導学生), 論文名: 教材ビデオにおける学習者の視聴操作に基づくシーン選択支援【受賞】

河合由起子, 角谷和俊, 第16回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2024), 学生プレゼンテーション賞受賞 (指導学生), 論文名: 講義資料作成支援のための科目用語体系の階層構造と教科書の説明順序を用いたスライド分析手法【受賞】

河合由起子，令和 5 年電気関係学会関西連合大会，社会課題解決に向けた利用者誘引型低遅延 MaaS 基盤の研究開発，関西学院大学 西宮上ヶ原キャンパス，大阪，2023 年 11 月 25 日 -26 日【招待講演】

河合由起子，Design シンポジウム 2023，パネルディスカッション「情報と都市」，建築会館，東京，2023 年 10 月 9 日【講演】

河合由起子，総務省情報通信政策研究所 令和 5 年度 ICT 研修科（ネットワーク技術中級コース），総務省情報通信政策研究所，東京，2023 年 6 月 13 日【招待講演】

## Performance Report for the Center for Sciences towards Symbiosis among Human, Machine, and Data

Hiroyuki ITO  
Takafumi AKASAKI  
Jiro OKUDA  
Emika KATO  
Yukiko KAWAI  
Hiroki TANAKA  
Shinsuke NAKAJIMA

### Abstract

The Center for Sciences towards Symbiosis among Human, Machine, and Data promotes foundational studies aimed at realizing harmonious interactions between humans and the information environment. The center coordinates interdisciplinary research projects encompassing neuroscience, data engineering, and sports science. Through a collaborative and integrative approach, it conducts basic research on the brain-machine interface (BMI), involving direct interactions across information systems and biological signals, including brain activity. Furthermore, the center conducts advanced research to develop human-oriented information systems that utilize big data analyses of human health and social activities based on information sourced from social media. This report summarizes the progress of this research and the outcomes obtained in 2023.

**Keywords:** Society 5.0, Brain-machine interface, Sports training, Augmented reality running aid system, Social big data and artificial intelligence