



脳・医工学研究センター
Center for Neuroscience and Biomedical Engineering

2023.4 - 2024.3 年報 ANNUAL REPORT



CENTER FOR NEUROSCIENCE AND
BIOMEDICAL ENGINEERING
(CNBE)

脳・医工学研究センター



国立大学法人

電気通信大学

The University of Electro-Communications

ごあいさつ

2023年度から恒久化された当センターも2年目を迎えました。新たに立ち上げた研究グループである社会連携実装グループの活動を通し、地域連携や研究成果の社会実装を進め、地域や社会とともに共創的な研究に取り組んでおります。またセンターの活動を総合的に支援するための対外的活動にも取り組むとともに、組織自体の効率的運営についても議論を進めております。人と人とのつながりから、組織と組織のつながりへと広く発展できるよう、より一層研究活動の充実と成果の発信に力をいれていく所存でございます。センター総力を挙げて、研究教育活動に取り組んでまいります。どうか引き続きのご支援とご指導を賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。

令和6年8月

脳・医工学研究センター
センター長 宮脇陽一

メンバー 2024.8.1 現在

センター教員：

宮脇 陽一 教授	センター長(R05-)
正本 和人 教授	前センター長(R03-R04)
狩野 豊 教授	元センター長(H31 – R02)
小池 卓二 教授	脳科学ライフサポート研究センター長(H29 – H30)
横井 浩史 教授	脳科学ライフサポート研究センター長(H27 – H28)
姜 銀来 教授 (JIANG Yinlai)	センター専任
大河原 一憲 教授	
岡田 英孝 教授	
庄野 逸 教授	
牧 昌次郎 教授	
安藤 創一 准教授	
小泉 憲裕 准教授	
佐藤 俊治 准教授	
孫 光鎬 准教授 (SUN Guanghao)	
東郷 俊太 准教授	
戸倉川 正樹 准教授	
星野 太佑 准教授	
松田 信爾 准教授	
山崎 匡 准教授	
大下 雅昭 助教	
仲村 厚志 助教	

客員教員：

新井 健生 客員教授	大阪大学・名誉教授
荒牧 勇 客員教授	中京大学 スポーツ科学部・教授
石川 眞実 客員教授	練馬光が丘病院・脳神経外科
加藤 龍 客員准教授	横浜国立大学大学院 工学研究院・准教授
神作 憲司 客員教授	獨協医科大学 医学部 生理学講座・主任教授
ジョセフ・トーマス・コストロ (Joseph Thomas Costello) 客員准教授	Associate Head (Research and Innovation), University of Portsmouth
小林 孝嘉 客員教授	東京大学 名誉教授 (元 電気通信大学 先端超高速レーザー研究センター長)
曹 其新 (Cao Qixin) 客員教授	上海交通大学 School of Mechanical Engineering・教授
孫 柏青 (Sun Baiqing) 客員教授	瀋陽工業大学 School of Electrical Engineering・教授
高木 岳彦 客員教授	国立研究開発法人 国立成育医療研究センター・ 臓器・運動器病態外科部 整形外科・診療部長
高山 真一郎 客員教授	社会福祉法人 日本心身障害児協会 島田療育センター・副院長
瀧田 正寿 客員教授	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 健康医工学研究部門・ シニアスタッフ
段 峰 (Duan Feng) 客員教授	南開大学大学院 工学研究科・教授
陳 衛東 (Chen Weidong) 客員教授	上海交通大学 Institute of Medical Robotics・Dean
丹羽 治樹 客員教授	電気通信大学・名誉教授
白 殿春 (Bai Dianchun) 客員准教授	瀋陽工業大学・准教授
萩原 祐介 客員准教授	東邦鎌谷病院・整形外科
原田 竜彦 客員教授	国際医療福祉大学・教授
松井 岳巳 客員教授	東京都立大学・教授
松田 謙 客員准教授	株式会社 Medical Optfellow・代表取締役/美浜そよかゼクリニック・院長
山田 幸生 客員教授	電気通信大学・名誉教授
山村 修 客員教授	福井大学 医学部 地域医療推進講座・教授
兪 文偉 客員教授	千葉大学 フロンティア医工学センター・教授
楊 俊友 (Yang Junyou) 客員教授	瀋陽工業大学 School of Electrical Engineering・教授
呂 宝糧 (Lu Bao-Liang) 客員教授	上海交通大学 Key Lab. of Shanghai Education Commission for Intelligent Interaction and Cognitive Engineering・ディレクター

目次

・組織体制	5
・脳解析制御部門報告書	
理論神経科学グループ	7
佐藤研究室, 山崎研究室	
脳計測制御グループ	10
正本・大下研究室, 宮脇研究室, 松田研究室, 安藤研究室	
・運動解析制御部門報告書	
運動解析制御グループ	19
狩野研究室, 東郷研究室, 星野研究室	
社会連携実装グループ	26
岡田研究室, 大河原研究室	
・医工学技術開発部門報告書	
医療福祉技術グループ	30
小池研究室, 横井研究室, 小泉研究室, 孫 研究室, 姜 研究室	
基盤技術創成グループ	40
庄野研究室, 牧 研究室, 戸倉川研究室, 仲村研究室	
・CNBEセミナー	48
・スプリングスクール報告書	51

組織体制

現在 21 名の教員が 3 部門 6 つの研究グループに所属して研究開発を進めております。

(順不同・敬称略)

- 脳神経解析制御部門
 - 理論神経科学グループ: 山崎, 佐藤
 - 脳計測制御グループ: 正本, 宮脇, 松田, 安藤, 大下
- 筋骨格系解析制御部門
 - 運動解析制御グループ: 狩野, 東郷, 星野
 - 社会連携実装グループ (令和 5 年度新設): 岡田, 大河原
- 医工学技術開発部門
 - 医療福祉技術グループ: 小池, 横井, 小泉, 孫, 姜
 - 基盤技術創成グループ: 庄野, 牧, 仲村, 戸倉川

理論神経科学グループ

視覚情報処理の解明, 感覚系の情報処理機構や脳の構造形成, 可塑性, 機能の解明を目指した脳モデリング, そして脳神経回路をコンピュータ上に再現する数値シミュレーションやロボットの制御を実現するための脳型人工知能の開発研究を行っています。

脳計測制御グループ

脳機能イメージング装置を用いた脳循環・脳機能の異常検知システムの開発や, 運動や拡張身体による脳の変容解明, そして, 脳を理解し記憶や学習を制御するための研究開発を行っています。

運動解析制御グループ

筋疲労・筋損傷・筋委縮メカニズムの解明や, 脳による運動制御の解明, さらにその結果としての 3 次元動作計測や歩行解析による運動技術の解明を目指しております。

社会連携実装グループ

疫学調査, 体カテスト, 歩行動作解析などにより, 健康の維持・向上に有効な知見を発信しています。また, これらの知見に基づき, 健康や運動機能の改善に役立つ運動プログラムを社会実装することを目指しています。

医療福祉技術グループ

光や電波による非接触バイタルサインの計測や, 超音波による遠隔ロボット診断技術の開発, さらに聴覚疾患メカニズムの解明や治療法の提案, 失った体の機能を代替する四肢の補綴やリハビリテーション科学, さらに人と密に接することができるロボットの開発研究を行っています。

基盤技術創成グループ

ホタルを例とした生物発光型のイメージング用標識材料の創製や体内時計メカニズムの解明, また中赤外光源を用いた生体深部イメージング技術の開発, さらにこれらの画像処理を目的としたデータサイエンスや画像解析ソフトウェアの開発研究を行っています。

脳解析制御部門報告書

理論神経科学グループ

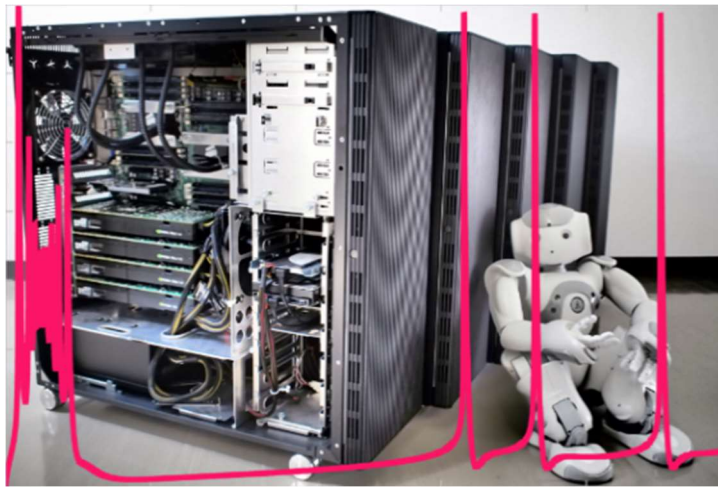
山崎 匡 准教授 (西4-610)



専門分野: 神経科学・数値シミュレーション・人工知能

研究テーマ: 脳神経系の数理モデル化と数値シミュレーション・脳型人工知能の開発

メッセージ: 脳が何をどのように計算しているのかを解明するために、脳神経回路を精緻にコンピュータ上に再現し、数値シミュレーションによってその挙動を検証する研究を行っています。また脳と同じ原理で動作する人工知能の開発や、それを用いたロボット制御の研究も行っています。



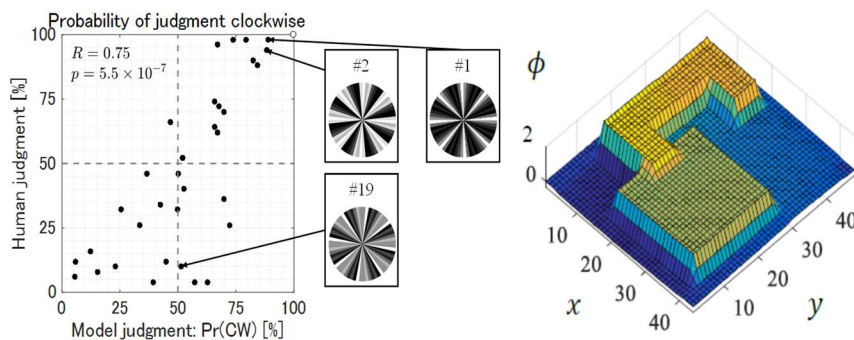
佐藤俊治 准教授 (西10-421)



専門分野: 視覚情報処理, 計算論的神経科学, 視覚心理, 視覚シミュレーション

研究テーマ: 工学的観点による視覚情報処理の解明と性質の調査

メッセージ: 普段何気なく行っている「見る」機能を解明し、応用することを目指しています。手段は理論・実験・シミュレーション, 対象としては錯視・色や運動知覚・立体視・外界像認識など多岐にわたります。



山崎研究室

<http://numericalbrain.org/>

研究のまとめ (2023 年 4 月～2024 年 3 月)

メゾスコピックレベルの脳身体モデル分散シミュレーション環境を構築し、スパコン「富岳」を含めた複数の計算機で同期をとりながらシミュレーションを実行できるようにした。国際共著論文 1 本と解説論文 1 本を出版した。ミクロスコピックレベルの神経回路シミュレーションを、アレン研究所のデータベースと連動しながら実行するためのシミュレータの開発に着手した。小脳スパイクングネットワークモデルによる強化学習の実装を提案し、所属学会の全国大会で学生が奨励賞を受賞した。

Summary (April, 2023 - March, 2024)

We have constructed a mesoscale brain-body model distributed simulation environment, enabling simulations to be executed in synchronization across multiple computers, including the supercomputer "Fugaku." This effort resulted in the publication of one international co-authored paper and one review article. We have also initiated the development of a simulator for running microscopic-level neural circuit simulations. Additionally, we proposed an implementation of reinforcement learning using a cerebellar spiking network model, leading to one of our students receiving a junior research award at a domestic conference.

主な研究業績 (論文, 特許など)

- [1] 山崎 匡. 行動研究のためのモデリングとシミュレーション技術. 月刊「細胞」7 月号, Vol.55(8), pp.24-27, ニュー・サイエンス社, 2023 年 7 月 20 日.
- [2] Yusuke Kuniyoshi, Rin Kuriyama, Shu Omura, Carlos Enrique Gutierrez, Zhe Sun, Benedikt Feldotto, Ugo Albanese, Alois C. Knoll, Taiki Yamada, Tomoya Hirayama, Fabrice O. Morin, Jun Igarashi, Kenji Doya, Tadashi Yamazaki. Embodied bidirectional simulation of a spiking cortico-basal ganglia-cerebellar-thalamic brain model and a mouse musculoskeletal body model distributed across computers including the supercomputer Fugaku. *Frontiers in Neurorobotics*, 17, 1269848, 2023.
- [3] 栗山 凜, 吉村 英幸, 山崎 匡. 第 33 回日本神経回路学会全国大会, 大会奨励賞, 2023 年 9 月 6 日.

佐藤研究室

<http://www.hi.is.uec.ac.jp/www/>

研究のまとめ (2023 年 4 月～2024 年 3 月)

視覚の計算論研究と応用研究を継続して実施しました。本年度は特に計算論研究の成果を基にした応用研究に取り組み、色盲者に対する新しい視覚刺激作成方法と定量評価、光源やディスプレイ特性に依存しない色再現方法の提案と構築などを行いました。これらの研究にたいしてそれぞれ映像情報メディア学会の優秀発表賞と、情報処理学会の奨励賞が授与されました。また、主に CNBE 各研究室所属の学生を対象とした統計検定のブートキャンプレクチャーを 1 週間の連続講義・実習として実施しました。

Summary (April, 2023 - March, 2024)

We continued our research on the computational theory of vision and its software applications. In this year, we have focused on applied research based on our computational theory; a new method of displaying re-colored-images for colorblind person, and a new method of color-correction/reproduction independent of light source and display characteristics of color gamut. For those researches, we received the Best Presentation Award from ITE and the Encouragement Award from IPSJ. Continuing from 2021, We also opened a one-week lecture series on statistics, mainly for students in CNBE labs.

主な研究業績 (論文, 特許など)

- [1] 野口展, 佐藤俊治, “両眼視野闘争の性質を利用した 2 色型色覚者用の再着色画像提示方法,” 映像情報メディア学会誌 (accepted, 印刷中)
- [2] 映像情報メディア学会 2023 年年次大会学生優秀発表賞,
https://www.uec.ac.jp/news/prize/2024/20240104_5902.html
- [3] 情報処理学会第 86 回全国大会学生奨励賞
https://www.uec.ac.jp/news/prize/2024/20240415_6194.html

脳計測制御グループ:

正本和人 教授 (東4-830)

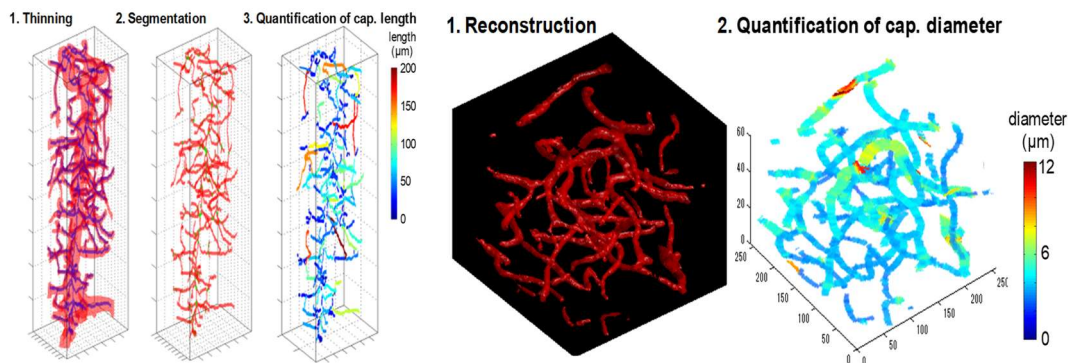
大下雅昭 助教 (東4-419)



専門分野: 脳計測科学・生体医用工学・神経血管工学

研究テーマ: 神経血管連関・生体光イメージング・脳微小循環・酸素輸送・光遺伝学

メッセージ: 神経血管連関という研究分野で、脳の病気に対する治療・予防法の確立と脳の活動を簡易的にモニターするための「脳活計」の開発研究を行っています。



宮脇陽一 教授 (センター長) (東4-620)

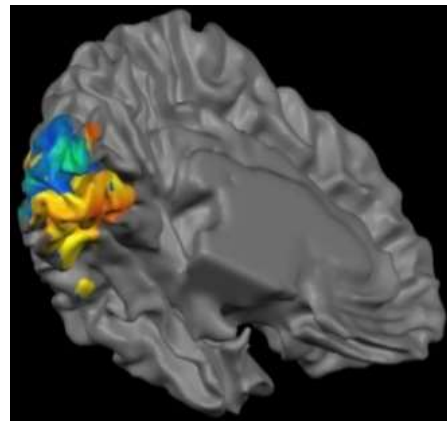


専門分野: 計算論的神経科学, 非侵襲脳活動計測 (fMRI, MEG, EEG)

研究テーマ: 脳神経系における情報処理原理の計算論的理解とその工学的応用. 具体的には, 感覚・知覚や運動機能に対応する脳活動計測実験, 機械学習を用いた脳活動データ解析, ブレイン・マシン・インターフェース,

コンピュータ・ビジョン, 医用生体工学など

メッセージ: 私たちの研究室では, ヒトの知覚及び生理データの計算論的解析を通して, 高等生物一般における知的な情報処理システムの普遍原理を探求し, その知見を実社会へと還元することを目指しています。



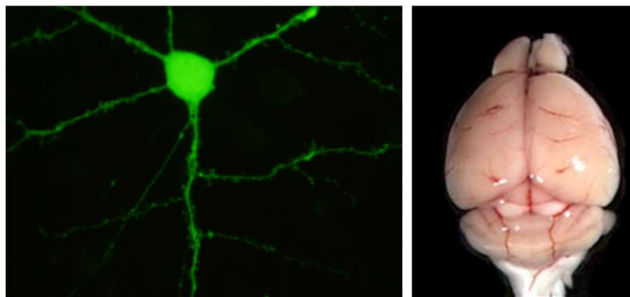
松田信爾 准教授 (東6-716)



専門分野： 神経科学・細胞生物学

研究テーマ： シナプス可塑性の分子機構の解明と制御方法の開発

メッセージ： 記憶や学習の細胞レベルの基盤と考えられている神経細胞のシナプス可塑性の分子メカニズムを解明し、さらに、その制御方法の開発を目指して研究を行っています。



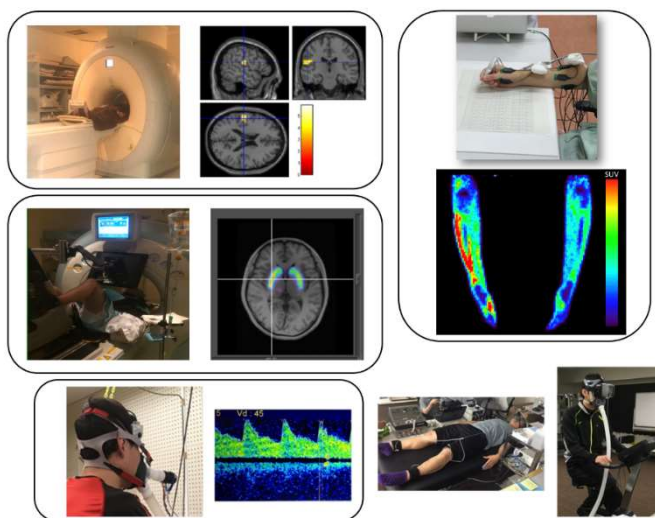
安藤創一 准教授 (東1-401)



専門分野： 健康・スポーツ科学, 運動生理学

研究テーマ： 運動と認知骨格筋への電気刺激, VR 運動

メッセージ： “身体を動かすとヒトの脳や筋では何が起こるのか？”という疑問に対して、様々なイメージング機器 (PET, MRI など) を用いて検討しています。研究の最終目標は、健康の維持・増進やスポーツのパフォーマンス向上につながるエビデンスを提供し、それを実践することです。



正本・大下研究室

<http://www.nvu.mi.uec.ac.jp>

研究のまとめ (2023 年 4 月～2024 年 3 月)

本年度は神経血管カップリングを抑制した際のマウスの行動学習の評価を進めました。正常群と抑制群との行動学習を比較したところ抑制群で有意な学習機能の遅延が認められました。さらに神経血管カップリングへの環境依存性を確認するため、実験動物の対面に他者のマウスを配置し、同様の感覚刺激実験を行いました。その結果、他者がいる場合は感覚刺激に対する脳血流の増加は抑制されることがわかりました。

Summary (April, 2023 - March, 2024)

We recently published a paper on stroke [with an impact factor of 8.4]. Our study demonstrated that the narrowing of capillary lumen space can trigger capillary stall. We also conducted an experiment on mice to evaluate their behavioral learning while suppressing functional hyperemia specifically during neurovascular coupling. The results showed that the learning function with the suppressed vascular dilation was significantly delayed compared to the normal conditions (without suppression of functional hyperemia). Furthermore, we observed that the presence of another mouse facing the experimental animal showed suppressed neurovascular coupling, probably due to an increase in spontaneous neural activity caused by changes in animal states. These results confirm the environmental dependence of neurovascular coupling, which should be separately examined when conducting suppressed neurovascular coupling experiments. Additionally, we conducted a morphological analysis of brain microglia to determine the phenotype differences depending on their location, such as in vicinity of cerebral arteries or veins where tissue oxygenation is different.

主な研究業績 (論文, 特許など)

- [1] Murata J, Unekawa M, Kudo Y, Kotani M, Kanno I, Izawa Y, Tomita Y, Tanaka KF, Nakahara J, Masamoto K. Acceleration of the Development of Microcirculation Embolism in the Brain due to Capillary Narrowing. *Stroke*. 2023 Aug;54(8):2135-2144. doi: 10.1161/STROKEAHA.122.042416. Epub 2023 Jun 13.
- [2] Natsubori A, Kwon S, Honda Y, Kojima T, Karashima A, Masamoto K, Honda M. Serotonergic regulation of cortical neurovascular coupling and hemodynamics upon awakening from sleep in mice. *J Cereb Blood Flow Metab*. 2024 Mar 13:271678X241238843. doi: 10.1177/0271678X241238843. Epub ahead of print. PMID: 38477254.

[Invited]

- [1] Kazuto Masamoto [Invited] Optical imaging and manipulation of brain capillary flow. 2023 Online Symposium of the Korea Society for Cerebral Blood Flow and Metabolism 2023.7.21. Online conference
- [2] Kazuto Masamoto [Invited] Spatiotemporal manipulation of capillary network flow. The 12th World Congress of Microcirculation 005-SS3 Symposium 5: Capillary Sensing. 2023.9.21. Beijing, China
- [3] Kazuto Masamoto [Invited] Presidential Lecture 1: Imaging and quantification of cerebral microcirculation dynamics. International Society on Oxygen Transport to Tissue (ISOTT) 2023 in Tokyo 2023.9.28. Tokyo, Japan

宮脇研究室

<http://www.cns.mi.uec.ac.jp/>

研究のまとめ (2023 年 4 月～2024 年 3 月)

ヒト脳活動計測・解析の高時空間分解能化の研究では、脳磁場信号解析法の開発と実データ解析の高精度化で一定レベルの成功をおさめ、また超高磁場 fMRI を用いた皮質層別信号の計測・解析法が正式に論文として発表されました。加えて、ヒト眼球運動の時空間特性が、解析に用いたモデルによらない普遍性をもつことを明らかにしました。また拡張身体部位の身体化にともなう脳活動変容について研究を進めるとともに、新しい研究分野である本取り組みを広く展開するため、解説論文や書籍での成果の公開と研究分野自体の紹介を精力的に進めました。

Summary (April, 2023 - March, 2024)

Our research group performed the study on improving spatio-temporal resolution of human brain activity measurement and analysis, and succeeded in developing the signal analysis methods of magnetoencephalography (MEG) to some extent and applying them to real data. A measurement and analysis method of cortical layer-wise signals using ultra-high field functional magnetic resonance imaging (fMRI) was officially published. In addition, we showed that the spatiotemporal characteristics of human eye movements were consistently observed independently of the models. We have also studied the changes in brain activity associated with the embodiment of extended body parts, and published our results in review articles and books to introduce our research activity and this emerging research field itself.

主な研究業績 (論文, 特許など)

- [1] 赤松和昌, 西野智博, 宮脇陽一, “深層畳み込みニューラルネットワークモデルの高次画像特徴量に対する注視の時空間バイアスの普遍性,” 電子情報通信学会論文誌, vol.J107-D, no.6 (2024).
- [2] Koiso K., Müller A. K., Akamatsu K., Dresbach S., Wiggins C. J., Gulban O. F., Goebel R., Miyawaki Y., Poser B. A., Huber L., “Acquisition and processing methods of whole-brain layer-fMRI VASO and BOLD: The Kenshu dataset,” *Aperture Neuro* (2023).
- [3] 宮脇陽一, Gowrishankar Ganesh, “独立制御可能な人工身体部位の身体化,” *体育の科学*, vol.73, no.9, pp.604-610 (2023).
- [4] Yoichi Miyawaki, “Chapter 3: Discovering the Mysteries in the Brain Through the Internal Representations of Extended Bodies,” in “Theory of JIZAI Body: Towards Mastery Over the Extended Self” ed. Masahiko Inami, Springer; 1st ed. (2023).
- [5] Kenshu Koiso, Kazuaki Akamatsu, Renzo Huber, Yoichi Miyawaki, “Laminar-level object information

- representation in higher visual areas revealed by VASO layer fMRI,” OHBM2023, Montreal, Canada, July 2023.
- [6] Yoichi Miyawaki, “Body ownership and embodiment of supernumerary limbs,” Workshop of Advances in Sensorimotor Augmentation, EMBC 2023, Sydney, Australia, July 24th, 2023.

松田研究室

<http://www.matsuda-lab.es.uec.ac.jp/>

研究のまとめ (2023 年 4 月~2024 年 3 月)

開発した長期増強の光制御技術を用いて、マウスの小脳長期増を光により阻害すると、運動学習の1つである VOR の gain down 学習が起こらないことが明らかになりました。この結果から小脳長期増強と運動学習との関連性が直接的に示されました。現在、論文を執筆中です。さらに自然免疫に重要な働きをもつ Toll 様受容体の1つ TLR9 が、長期抑圧の誘導に必須であることを示す論文を発表しています。

Summary (April, 2023 - March, 2024)

We have developed the optogenetic tool which can inhibit the induction of LTP in a light dependent manner. By using this tool, we showed that the cerebellar LTP plays essential roles for the learning of VOR gain down adaptation. Now we are preparing the manuscript to report that the cerebellar LTP directly controls certain kinds of motor learning. Furthermore, we recently showed that the Toll-like receptors, which play an important role in innate immune system, are also expressed in hippocampal neurons. We published the paper showing that the TLR9 plays essential for the induction of LTD.

主な研究業績 (論文, 特許など)

[1] Activation of innate immune receptor TLR9 by mitochondrial DNA plays essential roles in the chemical long-term depression of hippocampal neurons. Atarashi N, Morishita M, Matsuda S. J Biol Chem. 2024 Mar;300(3):105744.

安藤研究室

<https://www.sports.lab.uec.ac.jp>

研究のまとめ (2023 年 4 月~2024 年 3 月)

一過性の有酸素運動により脳内でのドーパミン遊離がみられることを捉え、さらに運動によるドーパミンの遊離と認知課題に対する反応の速さとの間に有意な相関関係があることを明らかにしました。さらに、骨格筋への電気刺激を用いた研究から、運動による認知課題に対するパフォーマンスの向上には、骨格筋の収縮に伴う生理的变化だけでは十分ではなく、随意運動に伴う脳内の神経活動が必要であることを示唆しました。

Summary (April, 2023 - March, 2024)

Acute cardiovascular exercise improves cognitive performance, as evidenced by a reduction in reaction time (RT). However, the mechanistic understanding of how this occurs is elusive and has not been rigorously investigated in humans. Using the neurochemical specificity of [¹¹C]raclopride positron emission tomography, we demonstrated that acute supine cycling released endogenous dopamine (DA), and that this release was correlated to improved RT. Additional electrical muscle stimulation studies demonstrated that peripherally driven muscle contractions (i.e., exercise) was insufficient to improve RT. The current study suggests that endogenous DA is an important neuromodulator for RT improvement, and that RT is only altered when exercise is associated with central signals from higher brain centres.

主な研究業績 (論文, 特許など)

- [1] Akagi R, Miyokawa Y, Shiozaki D, Yajima Y, Yamada K, Kano K, Hashimoto Y, Okamoto T, Ando S. (2024) Eight-week neuromuscular electrical stimulation training produces muscle strength gains and hypertrophy, and partial muscle quality improvement in the knee extensors. *J Sports Sci.*
- [2] Ando S, Fujimoto T, Sudo M, Watanuki S, Hiraoka K, Takeda K, Takagi Y, Kitajima D, Mochizuki K, Matsuura K, Katagiri Y, Nasir FM, Lin Y, Fujibayashi M, Costello JT, McMorris T, Ishikawa Y, Funaki Y, Furumoto S, Watabe H, Tashiro M. (2024) The neuromodulatory role of dopamine in improved reaction time by acute cardiovascular exercise. *J Physiol.* 602(3), 461-484.
- [3] Williams TB, Badariotti JI, Corbett J, Miller-Dicks M, Neupert E, McMorris T, Ando S, Parker MO, Thelwell RC, Causer AO, Young JS, Mayes HS, White DK, Carvalho F, Tipton MJ, Costello JT. (2024) The effects of sleep deprivation, acute hypoxia, and exercise on cognitive performance: A multi-experiment combined stressors study. *Physiol Behav.* 274, 114409
- [4] Ando S, Ogoh N, Saito S, Watanabe H, Ohsuga M, Hasegawa T, Ogoh S. (2023) Cognitive function among young women's football players in the summer heat. *Transl Sports Med.* 2023:5516439

- [5] Ando S, Tsukamoto H, Stacey BS, Washio T, Owens TS, Calverley TA, Fall L, Marley CJ, Iannetelli A, Hashimoto T, Ogoh S, Bailey DM. (2023) Acute hypoxia impairs posterior cerebral bioenergetics and memory in man. *Exp Physiol.* 108(12), 1516–1530.
- [6] Sudo M, Kano Y, Ando S. (2023) The effects of environmental enrichment on voluntary physical activity and muscle mass gain in growing rats. *Front Physiol.* 14, 1265871
- [7] Zou L, Herold F, Ludyga S, Kamijo K, Muller NG, Pontifex MB, Heath M, Kuwamizu R, Soya H, Hillman CH, Ando S, Alderman BL, Cheval B, Kramer AF. (2023) Look into my eyes –What can eye-based measures tell us about the relationship between physical activity and cognitive performance? *J Sport Health Sci.* 12(5), 568–591

運動解析制御部門報告書

運動解析制御グループ

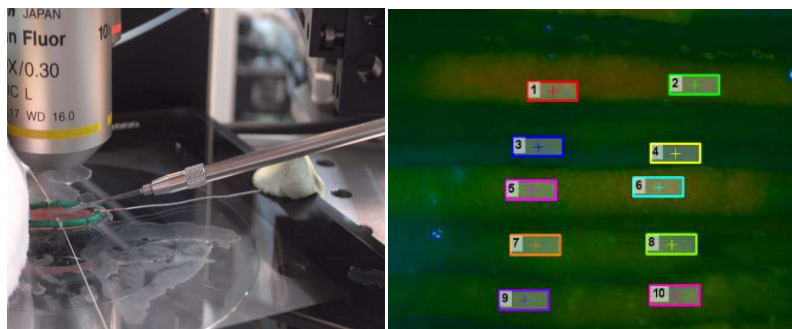
狩野 豊 教授 (東6-907)



専門分野：スポーツ科学，運動生理学

研究テーマ：筋収縮と in vivo バイオイメージング，筋機能とカルシウムイオンチャンネル，酸素環境（高圧高酸素，低酸素）と骨格筋の適応

メッセージ：筋疲労，筋損傷，筋萎縮(加齢,糖尿病)のメカニズムを探求しています。



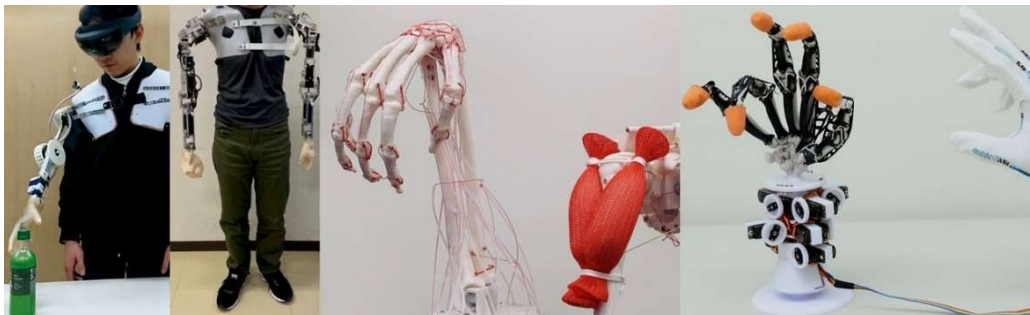
東郷俊太 准教授 (東4-703)



専門分野：サイborg技術，計算論的神経科学

研究テーマ：人間化ロボティクス，ヒト型ロボットの開発によるヒトの身体運動制御メカニズムの解明，筋電肩義手の開発

メッセージ：サイborg技術を用いて人体を模倣したロボットを開発し，開発したロボットの身体運動とヒトの身体運動を計算論的神経科学の観点から比較することで，ヒトの身体運動制御メカニズムにアプローチする人間化ロボティクスの確立を目指しています。



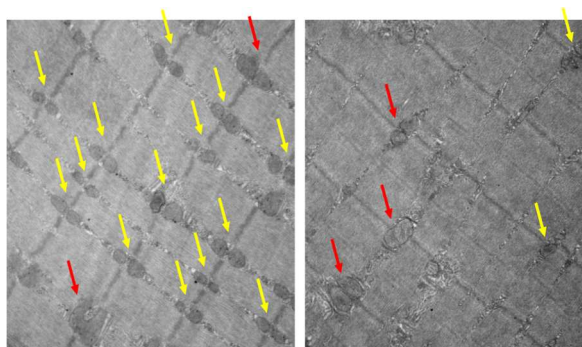
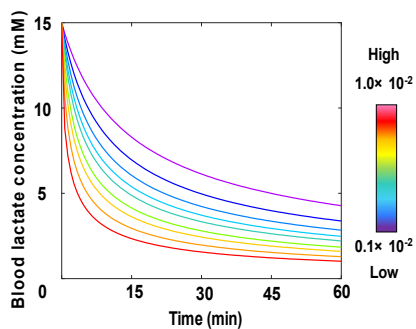
星野太佑 准教授 (東6-908)



専門分野：スポーツ科学， 応用健康科学

研究テーマ：運動による細胞応答システム， 身体適応メカニズムの解明

メッセージ：筋収縮によるシグナル伝達， 遺伝子発現， 代謝応答などを生化学・分子生物学的な実験や数理モデリングを用いて解析しています。



狩野研究室

<http://www.ecc.es.uec.ac.jp/>

研究のまとめ (2023 年 4 月～2024 年 3 月)

本研究室は、特定の波長の光を照射して、細胞内外のシグナル物質をライブイメージングする技術を開発し、新しい生理機能の発見や効果的な医療への展開を目指しています。今年度は、「温度ならびに物理刺激による骨格筋適応」について動物モデルを構築し、温度と物理ストレスによる細胞内カルシウムイオンと活性酸素種の動態評価に成功しました。

Summary (April, 2023 - March, 2024)

Our laboratory is developing technique for live imaging of signaling substances in myocyte by excitation of light at specific wavelengths. By making full use of this novel device, we aim to discover new physiological functions and apply it to medical technology. This year, we constructed an animal model of skeletal muscle adaptation to temperature and physical stimulations. We succeeded in evaluating the dynamics of intracellular calcium ions and reactive oxygen species induced by temperature and physical stress.

主な研究業績 (論文, 特許など)

- [1] Tabuchi A, Tanaka Y, Horikawa H, Tazawa T, Poole DC, Kano Y. In vivo heat production dynamics during a contraction-relaxation cycle in rat single skeletal muscle fibers. *J Therm Biol.* 2024 Jan;119:103760. doi: 10.1016/j.jtherbio.2023.103760. Epub 2023 Nov 30. PMID: 38048655.
- [2] Takagi R, Takegaki J, Osana S, Kano Y, Konishi S, Fujita S. Cooling-promoted myogenic differentiation of murine bone marrow mesenchymal stem cells through TRPM8 activation in vitro. *Physiol Rep.* 2023 Dec;11(23):e15855. doi: 10.14814/phy2.15855. PMID: 38086691; PMCID: PMC10716030.
- [3]. Kano R, Tabuchi A, Tanaka Y, Shirakawa H, Hoshino D, Poole DC, Kano Y. In vivo cytosolic H₂O₂ changes and Ca²⁺homeostasis in mouse skeletal muscle. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2024 Jan 1;326(1):R43-R52. doi: 10.1152/ajpregu.00152.2023. Epub 2023 Oct 30. PMID: 37899753.
- [4] Osana S, Kitajima Y, Naoki S, Murayama K, Takada H, Tabuchi A, Kano Y, Nagatomi R. The aminopeptidase LAP3 suppression accelerates myogenic differentiation via the AKT-TFE3 pathway in C2C12 myoblasts. *J Cell Physiol.* 2023 Sep;238(9):2103-2119. doi: 10.1002/jcp.31070. Epub 2023 Jul 12. PMID: 37435895.
- [5] Takagi R, Tabuchi A, Hayakawa K, Osana S, Yabuta H, Hoshino D, Poole DC, Kano Y. Chronic repetitive cooling and caffeine-induced intracellular Ca²⁺elevation differentially impact adaptations in slow- and fast-twitch rat skeletal muscles. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2023 Aug 1;325(2):R172-R180. doi: 10.1152/ajpregu.00063.2023. Epub 2023 Jun 19. PMID: 37335015.

東郷研究室

<http://www.hi.mce.uec.ac.jp/togolab/>

研究のまとめ (2023 年 4 月～2024 年 3 月)

2023 年度には以下の研究成果を得た。1.人体模倣ロボット前腕を開発し、ヒトと同様の手首の関節可動域を実現しました。2.人体模倣ロボット肩関節を開発し、ゴム膜で骨同士を結合するよりも、靭帯状のワイヤで結合することで、抵抗力を少なくしながら脱臼を防げることを示しました。3. ヒトの柔軟関節の制御モデルである仮想軌道に基づく繰り返し制御法を、拮抗筋構造可変剛性関節の制御に適用・拡張することで、関節のダイナミクス及び変更前後の剛性値が未知であっても軌道追従が可能であることを示しました。

Summary (April, 2023 - March, 2024)

In the 2023 year, we achieved the following research results. 1. We developed an anthropomorphic robotic forearm and demonstrated that the developed wrist joint has a range of motion similar to that of a human wrist; 2. we developed an anthropomorphic robotic shoulder and demonstrated that the ligament-like wires can be used to prevent dislocation with less resistance force than a rubber membrane can be used to connect bones; 3. By applying and extending the repetitive control method based on virtual trajectories to the control of an agonist-antagonist type joint with variable stiffness mechanism, we showed that trajectory tracking was achieved even when the dynamics of the joint and the stiffness values before and after the change are unknown.

主な研究業績 (論文, 特許など)

査読付き学術論文

- [1] Yiwei Wang, Kazuma Kakino, Wenyang Li, Shunta Togo, Hiroshi Yokoi, Yinlai Jiang, "A robot hand for versatile grasping with tendon-driven telescopic fingers," IEEE Robotics and Automation Letters, Vol. 9, No. 3, pp. 2957-2964, 2024. doi: 10.1109/LRA.2024.3362671
- [2] Wang Yiwei, 李文揚, 東郷 俊太, 横井 浩史, 姜 銀来, "3M3D ワイヤ干渉駆動に基づくヒューマノイド腰関節の開発", 日本ロボット学会誌, Vol. 42, No. 1, pp. 78-81, 2024. doi: 10.7210/jrsj.42.78
- [3] Yiwei Wang, Wenyang Li, Shunta Togo, Hiroshi Yokoi, Yinlai Jiang, "A 3-DOF coupled tendon-driven humanoid waist," Advanced Robotics, Vol. 37, No. 23, pp. 1495-1506, 2023. doi: 10.1080/01691864.2023.2289134
- [4] Xu Yong, Shanshan Zhu, Zhenyu Sun, Shixiong Chen, Shunta Togo, Hiroshi Yokoi, Xiaobei Jing, Guanglin Li, "Highly anthropomorphic finger design with a novel friction clutch for achieving human-like reach-and-grasp movements," IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, Vol. 31, pp. 4942-4953, 2023. doi: 10.1109/TNSRE.2023.3340790

- [5] 柿野 和真, 山野井 佑介, 東郷 俊太, 横井 浩史, 姜 銀来, “伸縮機構を備えたロボティック・フィンガーの開発”, 日本ロボット学会誌, Vol. 41, No. 10, pp. 885–888, 2023. doi: 10.7210/jrsj.41.885
- [6] Peiji Chen, Ziyi Li, Shunta Togo, Hiroshi Yokoi, Yinlai Jiang, “A layered sEMG-FMG hybrid sensor for hand motion recognition from forearm muscle activities,” IEEE Transactions on Human-Machine Systems, Vol. 53, No. 5, pp. 935–944, 2023. doi: 10.1109/THMS.2023.3287594

国際会議発表: 4 件 国内会議発表: 10 件 受賞: 1 件

星野研究室

<https://sites.google.com/view/dhoshinolab/home>

研究のまとめ (2023 年 4 月～2024 年 3 月)

2023 年度は、運動による身体の適応メカニズムに迫るために、以下の研究課題を遂行しました。1. シアル酸の一つである Neu5Gc を産生する CMP-Neu5Ac 水酸化酵素 (Cmah) の欠如が脂肪組織の細胞老化や全身の糖代謝に与える影響について検証した。その結果、Cmah の欠如は、高齢期の脂肪の細胞老化および糖代謝機能の悪化を改善させることが明らかとなりました。2. 冷却刺激が筋収縮後の遺伝子発現に与える影響を検証した。その結果、冷却刺激は、運動後に増加する遺伝子発現を一部抑制することが明らかとなりました。

Summary (April, 2023 - March, 2024)

We conducted the following research projects to clarify the mechanisms of exercise-induced muscle and whole-body adaptation. 1. We examined the effects of the deficiency of CMP-Neu5Ac hydroxylase (Cmah), which produces a sialic acid, Neu5Gc, on cellular senescence in adipose tissues and whole-body glucose metabolism. The results showed that the lack of Cmah ameliorated cellular senescence of adipose tissues and dysfunction of glucose metabolism in aged mice. 2. The effects of local cooling on gene expression after muscle contraction were examined. The results showed that the cooling partially suppressed the increased gene expression along with decreased glycogen utilization and the volume of high-intensity contractions.

主な研究業績 (論文, 特許など)

- [1] Daisuke Hoshino, Ryota Wada, Yutaro Mori, Reo Takeda, Yudai Nonaka, Ryotaro Kano, Ryo Takagi, Yutaka Kano. Cooling of male rat skeletal muscle during endurance-like contraction attenuates contraction-induced PGC-1 α mRNA expression. *Physiol Rep* 11:e15867. 2023.
- [2] Reo Takeda, Ayaka Tabuchi, Yudai Nonaka, Ryotaro Kano, Mizuki Sudo, Yutaka Kano, Daisuke Hoshino. Cmah deficiency blunts cellular senescence in adipose tissues and improves whole-body glucose metabolism in aged mice. *Geriatr Gerontol Int.* 23(12):958-964. 2023.

社会連携実装グループ

岡田英孝 教授 (東 1-407)

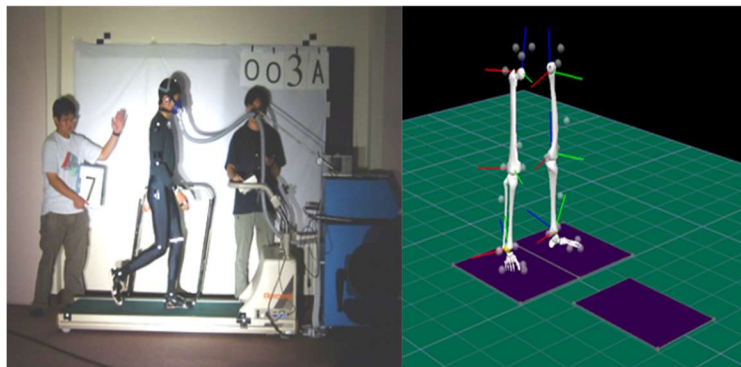


専門分野: スポーツ科学, ヒューマンバイオメカニクス

研究テーマ: 身体運動のキネマティクス・キネティクス解析, アスリートの身体部分慣性特性, ロコモーションにおける下肢の動作と筋機能

メッセージ: モーションキャプチャ, 映像, 各種センサを用いてヒトの身体運動を力学的に計測・解析しています。歩行動作の加齢度評価やアスリート

の合理的な運動技術の解明を目指して研究を行っています。



大河原一憲 教授 (東 1-409)

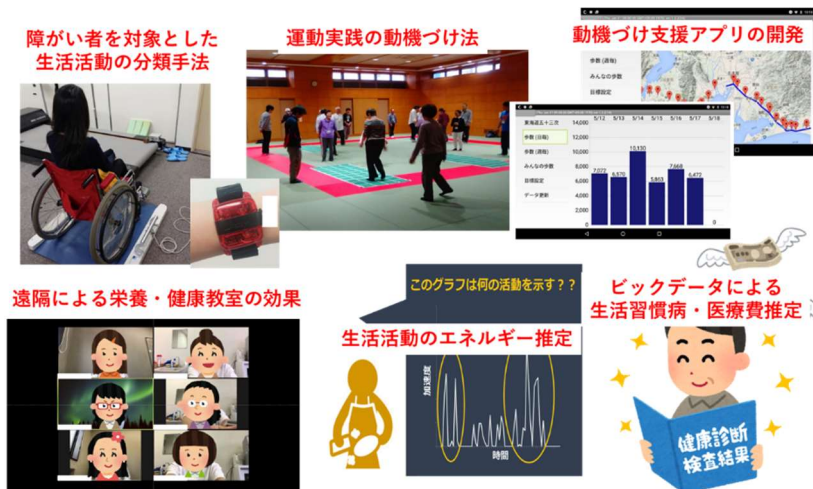


専門分野: 応用健康科学, エネルギー代謝

研究テーマ: 生体センサーを用いた身体活動量および身体活動分類の推定, ICTを活用した健康増進プログラムの開発, ビックデータによる生活習慣病の発症予測

メッセージ: “人々が豊かで健康な日々が送れること”に貢献できる研究と

社会実装を目指して活動しています。



岡田研究室

<http://www.hb.mce.uec.ac.jp/>

研究のまとめ (2023 年 4 月～2024 年 3 月)

2023 年度は, 高齢者の歩行におけるステップ長低下の原因を明らかにすることを目的とし, ステップ長と下肢関節キネティクスおよび下肢筋群のキネティクスの関係について検討しました. 産業技術総合研究所の AIST 歩行データベース 2019 に登録されている 299 名の健康成人の歩行動作データを用い, キネマティクスおよびキネティクス分析を行いました. また, 筋骨格メカニクス解析ソフトウェアを用いて下肢筋張力や筋パワーを推定しました. その結果, 離地直前の足関節底屈トルクによる角力積や支持期の腓腹筋によるパワーがステップ長増大に貢献することが示されました.

Summary (April, 2023 - March, 2024)

In 2023, we investigated the relationship between step length and lower limb joint kinetics and kinetics of lower limb muscles with the aim of identifying the causes of step length reduction in walking among the elderly. Kinematic and kinetic analysis were performed using gait motion data of 299 healthy adults registered in the AIST Gait Database 2019 of the National Institute of Advanced Industrial Science and Technology. We also estimated lower limb muscle tension and power using musculoskeletal mechanics analysis software. The results showed that the angular impulse from the ankle plantar flexion torque just before the foot-off and the power of the gastrocnemius during the support phase contributed to the increase in step length.

主な研究業績 (論文, 特許など)

[1] 志村蒼, 岡田英孝, 下肢筋のキネティクスが加齢にともなうステップ長低下におよぼす影響, 第 44 回バイオメカニズム学術講演会(SOBIM2023), 2023 年 11 月 25 日, 北九州市.

大河原研究室

<http://www.ohkawara.lab.uec.ac.jp/>

研究のまとめ (2023 年 4 月～2024 年 3 月)

調布市在住の高齢者を対象に、デジタルデバイドの解消と人のつながりを重視した健康づくりプロジェクトを調布市、アフラック生命保険株式会社とともに推進してきました。本年度は 3 か年計画の最終年度で、当該プロジェクトに関連するベースライン調査および食育プログラムについて報告しました(URL: <https://chofu-sc.jp/activities/cdc/>)。また、障がい者を対象とした活動量および活動分類に関する研究についても進めました。

Summary (April, 2023 - March, 2024)

A health promotion project focusing on bridging the digital divide and human connections is being promoted with Chofu City and Aflac Life Insurance Company for elderly residents of Chofu City. This year was the final year of the three-year plan, and we reported on the baseline survey and nutrition education program related to the project. In addition, research on activity volume and activity classifications for people with disabilities was also pursued.

主な研究業績 (論文, 特許など)

- [1] Kurotani K, Katane R, Nagashima M, Saegusa M, Yokode N, Watanabe N, Ohkawara K. Impact of Intergenerational Shokuiku (Food and Nutrition Education) Programs on Alleviating Loneliness in Japanese Communities across Ages. *Nutrients* 2024, 16(11), 1661
- [2] Yamanaka E, Inayama T, Ohkawara K, Kojima M, Nakada T, Kita I. Effects of substituting sedentary time with physical activity on body mass index in Japanese adults with Down syndrome: A cross-sectional study. *Heliyon*. 2024 Apr 10;10(8):e29294.
- [3] Nakada T, Kozawa T, Seino S, Murota S, Eto M, Shimasawa J, Shimizu Y, Tsurugano S, Katsukawa F, Sakamoto K, Washizaki H, Ishigaki Y, Sakamoto M, Takadama K, Yanai K, Matsuo O, Kameue C, Suzuki H, Kurotani K, Ohkawara K. A Community-Based Intervention to Enhance Subjective Well-Being in Older Adults: Study Design and Baseline Participant Profiles. *Healthcare (Basel)*. 2024 Jan 26;12(3):322.

医工技術開発部門報告書

医療福祉技術グループ

小池卓二 教授 (東4-729)

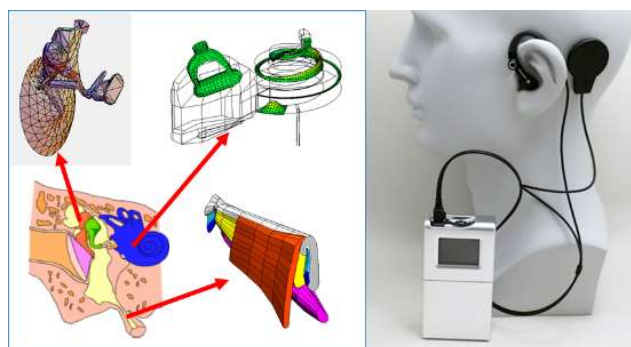


専門分野： 医用生体工学，機械力学，計測・制御

研究テーマ： 埋め込み型骨導補聴器の開発，耳小骨可動性計測，聴覚のモデル化，副鼻腔内視鏡手術リスク低減システム，胎児の聴カスクリーニング

メッセージ： 主として耳鼻咽喉科領域の医工連携研究を行っています。具体的には，聴覚器官をモデル化し，その振動を解析することで，耳疾患のメカニ

ズムの解明やその効果的治療法の提案を行っています。また，診断装置・治療装置の開発も行っています。



横井浩史 教授 (東4-602)



専門分野： リハビリテーション科学・福祉工学，知能機械学・機械システム

研究テーマ： 個性適応型筋電義手の開発，表面筋電位からの運動推定，ブレインマシンインターフェース，相互適応，筋電義手，fMRI，パターン認識

メッセージ： 医療・福祉の現場で必要となる支援技術の研究開発や，これらの分野を担う研究者，技術者，医療従事者の育成を図り，ライフサポート研

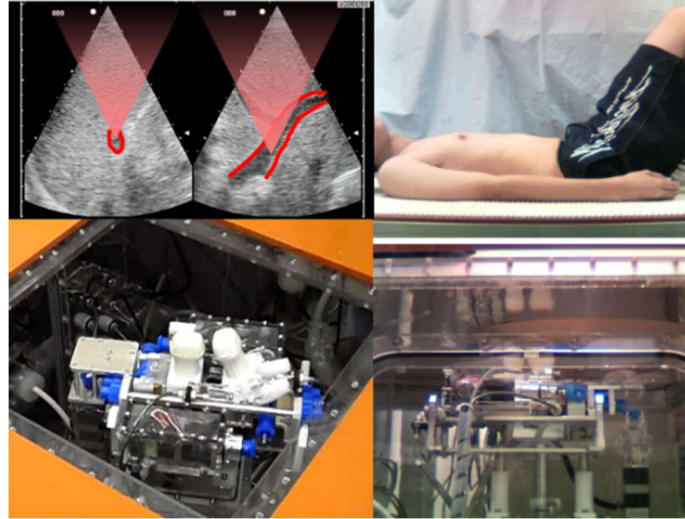
究分野における世界的な教育・研究拠点を目指すことを目的としています。



小泉憲裕 准教授 (東4-624)



専門分野: 医療ロボティクス, 超音波診断・治療ロボット, 医デジ化
研究テーマ: 医デジ化による超高精度な超音波診断・治療の実現
メッセージ: IT 技術, なかでもロボット技術を医療分野に展開して質の高い医療機器を効率よく生み出すための方法論を医工融合の学術基盤として確立できればと期待しています。



孫光鎬 准教授 (西2-207)



専門分野: 非接触生体計測, 生体信号処理, 医用生体工学
研究テーマ: 非接触生体計測技術を活用した医療機器の研究開発
メッセージ: 小型マイクロ波レーダーや熱画像サーモグラフィ等の生体センサーを用いたバイタルサイン(心拍数・呼吸数・体温)非接触計測に関する研究を行っています。

Remote Sensing of Vital Sign with Microwave Radar and Imaging Sensors

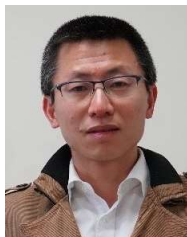
<p>RGB and thermal image Measuring HR, RR, body TEMP</p>	<p>Ballistocardiography Measuring HR and RR</p>
<p>PPG sensor measuring HR Non-contact, without attaching electrodes, long-term monitoring</p>	<p>Microwave radar measuring HR and RR</p>

Medical Applications

non-contact vital sign measurement technology

CURRENT PROJECTS

姜 銀来 教授 (東4-603)



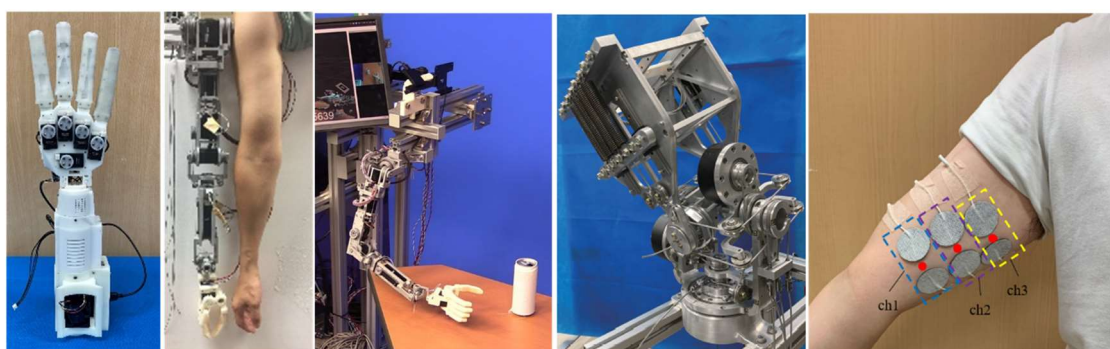
専門分野： 知能ロボティクス, 福祉工学, 生体医工学

研究テーマ： 人型ロボット, 生体信号計測・解析, 歩行解析と歩行支援

メッセージ： ヒトの手足の運動機能の計測・解析・理解・支援を行うこと

で, 失った機能をロボットで代替したり, 弱まった機能をロボットでサポートしたり, また本来身についていない機能をロボットで拡張したりするよう

な研究開発を行います。ヒトと共存・共生し, ヒトの意図に沿って, ヒトの状態に合わせた安全・安心な支援を提供できるロボットの要素技術を開発しています。



ロボットハンド

ロボットアーム

ロボット胴体

機能的電気刺激

小池研究室

<http://www.bio.mce.uec.ac.jp/index.html>

研究のまとめ (2023 年 4 月～2024 年 3 月)

2023 年度では、昨年度に引き続き中耳の耳小骨可動性を計測する装置の実用化に向けた改良を行いました。また、中耳疾患の伝音特性や振動の特徴を有限要素法による数値シミュレーションにより明らかとするとともに[1]、その効果的治療法として骨導補聴器の評価とその効果的用法について検討を行いました[2, 4]。振動技術の応用として、植物に害虫が忌避する振動を与えることで、害虫防除を行う方法を検討し、実際の圃場にて実証実験を行いました[3]。

Summary (April, 2023 - March, 2024)

In 2023, continuing from last year, we improved the device that measures the ossicular mobility of the middle ear with the aim of practical application. In addition, we clarified the sound transfer function and vibration characteristics of middle ear diseases through numerical simulations using the finite element method [1], and also evaluated the efficiency of bone conduction hearing aids as an effective treatment for the diseases and investigated how to use them effectively [2, 4]. As an application of vibration technology, we investigated a method to control pests by applying vibrations that repel pests to plants, and conducted demonstration experiments in actual fields [3].

主な研究業績 (論文, 特許など)

- [1] Shin-ichiro Kita, Toru Miwa, Rie Kanai, Yoji Morita, Sinyoung Lee, Takuji Koike and Shin-ichi Kanemaru, Diagnosing Middle Ear Malformation by Pure-Tone Audiometry Using a Three-Dimensional Finite Element Model: A Case-Control Study, *Journal of Clinical Medicine*, 12(23), 7493 (2023), doi: 10.3390/jcm12237493.
- [2] Bei Li, Sinyoung Lee, Zuwei Cao, Takuji Koike, Robin Joseph, Tamsin Holland Brown and Fei Zhao, A Systematic Review of the Audiological Efficacy of Cartilage Conduction Hearing Aids and the Factors Influencing Their Clinical Application, *Audiology Research*, 13(4), 636-650 (2023), doi: 10.3390/audiolres13040055
- [3] Ryuhei Yanagisawa, Haruki Tatsuta, Takayuki Sekine, Takaho Oe, Hiromi Mukai, Nami Uechi, Takuji Koike, Ryuichi Onodera, Ryuichi Suwa, Takuma Takanashi, Vibrations as a new tool for pest management – a review, *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2024:00:1-12, Online <https://doi.org/10.1111/eea.13458> (2024)
- [4] 小池卓二, 難聴の考え方と工学応用による聞こえの改善, *騒音制御* 48 巻 1 号 (2024)

横井研究室

<http://www.hi.mce.uec.ac.jp/yklab/>

研究のまとめ (2023 年 4 月～2024 年 3 月)

当研究室では、メカトロニクスやロボット工学の多岐に亘る技術により構成されるサイボーグ技術を用いた福祉機器の開発を目指した取り組みを行っています。上肢欠損者の運動と感覚の機能代替を行う義手、人工手指・人工腕の部品群（サイボーグ・プラットフォーム）の構築を目指し、2023 年度は、幼児・小児用装飾義手の開発と手掌欠損児用の筋電義手を行いました。開発した義手は、2024 年完成用部品に指定されました。

Summary (April, 2023 - March, 2024)

Our laboratory aims to develop welfare applications using cyborg technology. Cyborg technology consists of multiple directions of mechatronics and robotics issues. Furthermore, the issues of rehabilitation using functional electrical stimulation of the sensory motor system of impairment is also a target. Until five years from 2023, myoelectric prosthetic hands with the Sensory feedback system, myoelectric prosthetic hands, and the body-powered upper-limb prosthesis for children with finger congenital disabilities has developed. In 2023, the commercial products of small myoelectric prosthetic hands and cosmetic hands for children have been developing, and their products were applied to the Ministry of Health, Labour and Welfare for designation of the developed prosthetic hand as a component for completion of prosthetic devices.

主な研究業績 (論文, 特許など)

学術論文

- [1]. Yamanoi Y; Takagi T; Yokoi H, Novel prosthesis with proximity sensor for upper-extremity phocomelia, *Journal of Hand Surgery (European Volume)*, Vol. 49, No. 3, pp. 375-376, 2024
- [2]. 柿野 和真, 山野井 佑介, 東郷 俊太, 横井 浩史, 姜 銀来, 伸縮機構を備えたロボティック・フィンガーの開発, *日本ロボット学会誌*, Vol. 41, No. 10, pp. 885-888, 2023

特許

- [1]. ワイヤ駆動装置、及びロボットハンド, 横井 浩史, 景 暁蓓, 雍 旭, 矢吹 佳子, 東郷 俊太, 姜 銀来, 国立大学法人電気通信大学, 特許第 7442784 号, 2024.2.26 登録
- [2]. 義肢ソケット, 横井浩史, 井上祐希, 山野井佑介, 矢吹佳子, 黒田勇幹, 国立大学法人電気通信大学, PCT/JP2023/046121,, 2023.12.22 出願
- [3]. 処理プログラム及び処理装置, 横井浩史, 辻本立樹, 黒田勇幹, 矢吹佳子, 山野井佑介, 国立大学法人電気通信大学, 特願 2023-206349, 2023.12.6 出願

- [4]. 処理プログラムおよび処理装置, 横井 浩史, 酒井 健瑠, 黒田 勇幹, 矢吹 佳子, 山野井 佑介, 国立大学法人電気通信大学, 特願 2023-149752, 2023.9.15 出願
- [5]. 人工関節機構(3D薄型 Wrist 関節機構), 横井 浩史, 矢吹 佳子, 東郷 俊太, 姜 銀来, 棚橋 一将, 山野井 佑介, 国立大学法人電気通信大学, 株式会社タナック, 特許第 7352231 号, (2019.09.10 出願)

小泉研究室

<http://www.medigit.mi.uec.ac.jp/>

研究のまとめ (2023 年 4 月～2024 年 3 月)

本研究室では、医療技能の技術化・デジタル化（医デジ化）により医療技能をデジタル機能関数として医療支援システム側にとり込み、システム上で医療技能を高度・最適化するためのロボットおよび人工知能技術を援用した機構・制御・画像処理・アルゴリズムの分野を開拓しています。このうち、当該年度は、超音波診断・治療ロボットのみならず、診断対象である患部の埋め込まれた患者ロボットのプロトタイプをも統合的に構築したシステムが具現化されました。これに関連して International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery : IJCARS), 医療用 AI およびロボティクスのトップカンファレンス等へ採択 (CARS) されました。

Summary (April, 2023 - March, 2024)

Our Me-DigIT(Medical-DigITalization) laboratory is developing the field of mechanism, control, image processing, and algorithm with the help of robotics and artificial intelligence technologies to incorporate medical skills into medical support systems as digital functional functions through technologization and digitalization of medical professional skills, and to advance and optimize medical skills on the system. In this fiscal year, a system that integrates not only an ultrasound diagnosis and treatment robot but also a prototype of a patient robot implanted with a diseased part to be diagnosed was materialized. In this connection, the system was adopted by the International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery (IJCARS), the top conference of medical AI and robotics, etc. (CARS).

主な研究業績 (論文, 特許など)

- [1] S.Shoji; J.Naruse; K.Oda; S.Kuroda; T.Umemoto; N.Nakajima; M.Hasegawa; A.Mukasa; N.Koizumi; A.Miyajima: Current status and prospective of ultrasound treatment for prostate cancer, J Med Ultrasonics, 2023. IF=1.9, Accept.
- [2] K. Okuzaki, N. Koizumi, K.Yoshinaka, Y. Nishiyama, J. Zhou, R. Tsumura: Rib region detection for scanning path planning for fully automated robotic abdominal ultrasonography, International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery (IJCARS), Vol.19, No.3, pp.449-457, 2023. IF=3.4
- [3] T. Fujibayashi, N. Koizumi, Y. Nishiyama, J. Zhou, H. Tsukihara, K. Yoshinaka, R. Tsumura: Image Search Strategy via Visual Servoing for Robotic Kidney Ultrasound Imaging, Journal of Robotics and Mechatronics (JRM) , Vol.35, No.5, pp.1281-1289, 2023. IF=1.1
- [4] T. Fujibayashi, N. Koizumi, Y. Nishiyama, Y. Watanabe, J. Zhou, M. Matsuyama, M. Yamada, R. Tsumura, K. Yoshinaka, N. Matsumoto, H. Tsukihara, K. Numata: A novel method of organ section retention and tracking

- through deep learning for automated diagnostic and therapeutic robot, *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery (IJCARS)*, Vol.18, No.11, pp.2101–2109, 2023. IF=3.4
- [5] M. Sano, N. Koizumi, Y. Nishiyama, J. Zhou, T. Fujibayashi, M. Matsuyama, M. Yamada, T. Ishikawa, A. Katsuragi, S. Monma: Construction of organ rotation estimation system using deep learning, 37th International Congress and Exhibition on computer assisted radiology and surgery (CARS 2023), *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery (IJCARS)*, Vol.17, Suppl.1, pp.S98–S99, 2023. <https://doi.org/10.1007/s11548-023-02878-2>
- [6] H. Noro, N. Koizumi, Y. Nishiyama, Jiayi. Zhou, T. Ishikawa, R. Tsumura, K. Yoshinaka, H. Tsukihara, N. Matsumoto, R. Masuzaki, M. Ogawa, K. Numata: Automatic measurement system for the diameter of the inferior vena cava using deep neural network, 37th International Congress and Exhibition on computer assisted radiology and surgery (CARS 2023), *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery (IJCARS)*, Vol.17, Suppl.1, pp.S89–S90, 2023. <https://doi.org/10.1007/s11548-023-02878-2>
- [7] K. Okuzaki, N. Koizumi, K. Yoshinaka, J. Zhou, T. Fujibayashi, R. Tsumura: Rib born detection of scan path planning for fullyautomated ultrasound robotic system, 37th International Congress and Exhibition on computer assisted radiology and surgery (CARS 2023), *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery (IJCARS)*, Vol.17, Suppl.1, pp.S16–S17, 2023. <https://doi.org/10.1007/s11548-023-02878-2>
- [8] 小泉憲裕, 津村遼介, 奥崎功大, “画像処理装置、測定システム、画像処理方法及びプログラム”, PCT/JP2024/015256, 2024.4.17.
- [9] 小泉憲裕, 西山 悠, 武笠 杏樹, 小路 直, “表示装置および表示方法”, 特願 2024-042591 2024.3.18.
- [10] 小泉憲裕, 野呂悠紀, 石川智大, 月原弘之, 周 家禕, 西山悠, 松本直樹, “測定装置、測定システム、測定方法及びプログラム”, 特願 2023-073424, 2023.4.14.
- [11] 小泉憲裕, 津村遼介, 奥崎功大, “画像処理装置、測定システム、画像処理方法及びプログラム”, 特願 2023-72467, 2023.4.26.
- [12] 小泉憲裕, 近藤亮祐, 今泉飛翔, 草原健太, 井芹健介, “コンピュータプログラム、学習モデル生成方法、画像処理装置及び画像処理方法”, 特願 2022-033763, 2022.3.4, 特許第 7361818 号, 2023.10.5.

孫 研究室

<https://sun-melab.com/>

研究のまとめ (2023 年 4 月～2024 年 3 月)

マイクロ波レーダーなどの生体センサーによる非接触バイタルサインの計測技術を活用し、「感染症の疑いがある患者の検出システム」、「うつ病診断のための自律神経指標非接触測定によるストレス評価システム」、「超高齢化社会に向けた在宅健康モニタリングシステム」分野に焦点を当て、医用機器の実用化の研究開発を行いました。

Summary (April, 2023 - March, 2024)

Due to the most competitive advantage in allowing users fully unconstrained, noncontact bio-measurement technology will play a vital role in future clinical practice. Guanghao SUN Laboratory focus on developing novel medical devices based on noncontact bio-measurement technology, such as, infection screening system, home healthcare monitoring system.

主な研究業績 (論文, 特許など)

- [1] Kohei Nakai, Masaki Kurosawa, Tetsuo Kirimoto, Takemi Matsui, Shigeto Abe, Satoshi Suzuki, Guanghao Sun Performance Enhancement of Thermal Image Analysis for Non-contact Cardiopulmonary Signal Extraction. *Infrared Physics and Technology*, 2024.
- [2] Hoang Thi Yen, Masaki Kurosawa, Tetsuo Kirimoto, Yukiya Hakozaki, Takemi Matsui, Guanghao Sun Non-contact Estimation of Cardiac Inter-beat Interval and Heart Rate Variability Using Time frequency Domain Analysis for CW Radar. *IEEE Journal of Electromagnetics, RF, and Microwaves in Medicine and Biology*, 2023.
- [3] Miyu Katoh, Takeru Kanazawa, Yoshifusa Abe, Guanghao Sun, Takemi Matsui Development of a stand-alone portable respiratory rate monitor using a Doppler radar. *IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems*, 2023.
- [4] Toshikazu Shinba, Daisuke Kuratsune, Shuntaro Shinba, Yujiro Shinba, Guanghao Sun, Takemi Matsui, Hirohiko Kuratsune Major Depressive Disorder and Chronic Fatigue Syndrome Show Characteristic Heart Rate Variability Profiles Reflecting Autonomic Dysregulations: Differentiation by Linear Discriminant Analysis Sensors, 2023.

姜研究室

<http://www.hi.mce.uec.ac.jp/yklab/>

研究のまとめ (2023 年 4 月～2024 年 3 月)

2023 年度では, (1) 干渉型 2 自由度重力補償機構を人型腰関節ロボットに実装し, 検証実験を行いました. 重力補償による消費エネルギーの軽減と動作精度の向上が確認されました. (2) 肘関節運動に伴う MP の移動に追従する FES 電極移動装置のウェアラブル化を進めました. また, 電極移動中の電気特性を保つため, 導電性ゲルの補充する機構を開発しました. (3) 利用者の生体信号が不足でも, 高機能義手の性能を発揮できるように, カメラを内蔵したロボットハンドを開発し, ロボットビジョンにより自動的に物体を把持する半自律制御方法を開発しました. そのほか, ベルトコンベア機構を持つ, 物体の操作性能の高いロボットハンドも開発しました.

Summary (April, 2023 - March, 2024)

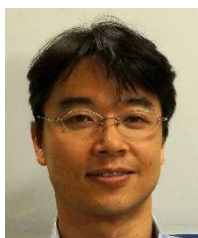
In FY 2023, (1) we applied a 2-DoF gravity compensation mechanism to a humanoid waist robot. The results of the verification experiments suggested that the gravity compensation mechanism reduces the energy consumption and improves the movement accuracy. (2) A wearable motor point tracking device with moving electrodes to tracking the shift of the motor point was developed for functional electrical stimulation. We also developed a conductive gel refill mechanism for the moving electrode to maintain the electrode's electrical properties. (3) A robotic hand with an embedded camera was developed to enable a user with insufficient biosignals to fully control a highly functional prosthetic hand. A semi-autonomous control method was developed for the robotic hand to automatically grasp an object with robot vision. In addition, we also developed a robotic hand with improved ability to manipulate objects using embedded conveyor belts.

主な研究業績 (論文, 特許など)

- [1] Yiwei Wang, Kazuma Kakino, Wenyang Li, Shunta Togo, Hiroshi Yokoi, and Yinlai Jiang, A robot hand for versatile grasping with tendon-driven telescopic fingers, *IEEE Robotics and Automation Letters*, 2024.
- [2] Yiwei Wang, Wenyang Li, Shunta Togo, Hiroshi Yokoi, and Yinlai Jiang, A 3-DOF Coupled Tendon-Driven Humanoid Waist, *Advanced Robotics*, 2024.
- [3] Peiji Chen, Ziye Li, Shunta Togo, Hiroshi Yokoi, and Yinlai Jiang, A Layered sEMG-FMG Hybrid Sensor for Hand Motion Recognition From Forearm Muscle Activities, *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 2023.
- [4] 横井浩史, 姜銀来, 石源康, 東郷俊太, 村井雄太, 君塚進, 筋電センサ及び電極部材, 特許第 7298881 号, 2023/06/19

基盤技術創成グループ

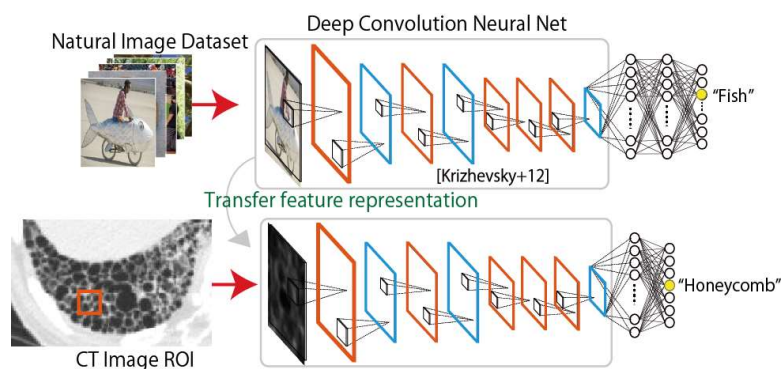
庄野 逸 教授 (西3-313)



専門分野：機械学習, 画像処理

研究テーマ：医用画像に基づいた画像診断支援, Bayes アプローチに基づいた画像再構成

メッセージ:ディープラーニングなどの機械学習に基づいた医用画像の診断支援や, 医用画像の再構成を主なテーマとして取り扱っています。



牧 昌次郎 教授 (東6-827)



専門分野：有機合成, 生物有機化学

研究テーマ：ホタル生物発光型 in vivo イメージング用標識材料の創製

メッセージ:光イメージングは, ライフサイエンスの基盤技術であり, ライフサイエンスのレベルを決めると言われています。私たちは, 高い技術レベルに留まらず, 実用的標識材料の開発を追求しています。アカルミネとトケオニは, 既に実用化(市販)されています。



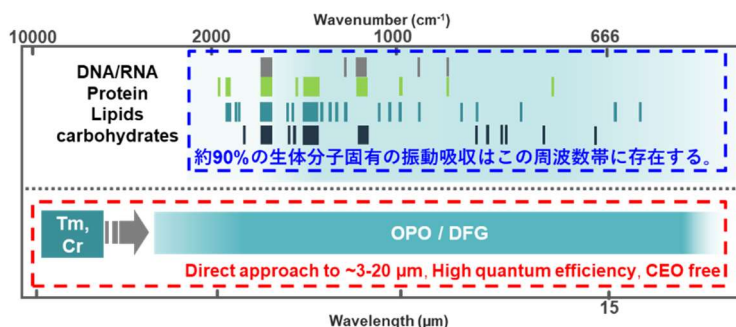
戸倉川 正樹 准教授 (西7-703)



専門分野：レーザー工学

研究テーマ：中赤外レーザー開発，レーザー加工，イメージング応用

メッセージ：中赤外領域の新しいレーザーの開発を行っています。中赤外光はバイオとの相性が良いとも言われており，応用としてバイオイメージング研究を目指しています。



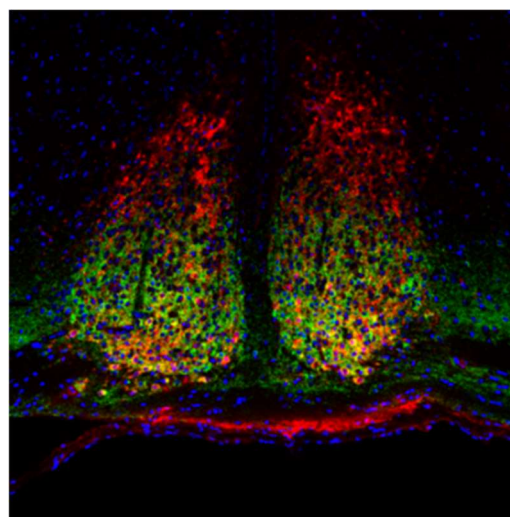
仲村 厚志 助教 (東6-639)



専門分野：神経科学，生化学

研究テーマ：体内時計メカニズムの解明，in vivo イメージングシステムの開発

メッセージ：ホタル発光遺伝子導入マウスを用いて，体内時計の仕組みの解明を目指しています。また，牧研究室と共同で，新しいin vivo イメージングシステムの開発を試みています。



マウス脳の時計中枢の顕微鏡写真

庄野研究室

<http://daemon.inf.uec.ac.jp/ja/>

研究のまとめ (2023 年 4 月～2024 年 3 月)

医用画像工学においては、セグメンテーション課題に対してアテンションベースの深層学習手法を導入し、性能向上させることに成功しました。また、脳内の画像表現と深層学習表現の比較を行い、深層学習表現には一部の立体表現に必要な成分が欠落することを明らかにしました。さらに、材料科学ではスペクトル分解手法を改良し、観測機器由来の揺籃に対応するベイズ手法を確立しました。

Summary (April, 2023 - March, 2024)

In the field of medical imaging engineering, we successfully introduced an attention-based deep learning method for segmentation tasks, achieving performance improvements. Additionally, we compared brain image representations with deep learning representations, revealing that deep learning representations tend to lack certain components necessary for accurate three-dimensional representation. Furthermore, in materials science, we refined spectral decomposition methods and established a Bayesian approach to address cradle effects originating from observational instruments.

主な研究業績 (論文, 特許など)

- [1] Ryo Murakami, Yoshitomo Harada, Yutaka Sonobayashi, Hiroshi Oji, Hisao Makino, Hiromi Tanaka, Hideyuki Taguchi, Takanori Sakamoto, Haruka Morita, Akihiko Wakamori, Naoko Kibe, Shinsuke Nishida, Kenji Nagata, Hiroshi Shinotsuka, Hayaru Shouno, Hideki Yoshikawa. Correlation analysis with measurement conditions and peak structures in XPS spectral round-robin tests on MnO powder sample. *Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena*. 264 (2023) 147298 <https://doi.org/10.1016/j.elspec.2023.147298>
- [2] Hiroshi Shinotsuka, Kenji Nagata, Malinda, Siriwardana, Hideki Yoshikawa, Hayaru Shouno, Masato Okada. Sample structure prediction from measured XPS data using Bayesian estimation and SESSA simulator, *Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena*. 267(2023) 147370, <https://doi.org/10.1016/j.elspec.2023.147370>
- [3] Satoshi Suzuki, Shoichiro Takeda, Ryuichi Tanida, Yukihiro Bandoh, Hayaru Shouno, Distorted image classification using neural activation pattern matching loss, *Neural Networks* 167, 50–64, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2023.07.050>

- [4] Yusuke Hamano, Shoko Nagasaka, Hayaru Shouno, Exploring the role of texture features in deep convolutional neural networks: Insights from Portilla-Simoncelli statistics, *Neural Networks* 168, 300–312, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2023.09.028>
- [5] Tahir Hussain, Hayaru Shouno, Explainable Deep Learning Approach for Multi-Class Brain Magnetic Resonance Imaging Tumor Classification and Localization Using Gradient-Weighted Class Activation Mapping, *Information* 14, no. 12: 642. <https://doi.org/10.3390/info14120642>,
- [6] Ryo Murakami, Yoshitaka Matsushita, Kenji Nagata, Hayaru Shouno, Hideki Yoshikawa, Bayesian estimation to identify crystalline phase structures for X-ray diffraction pattern analysis, *Science and Technology of Advanced Materials: Methods*, 4(1). <https://doi.org/10.1080/27660400.2023.2300698>
- [7] Tahir Hussain, Hayaru Shouno, MAGRes-UNet: Improved Medical Image Segmentation Through a Deep Learning Paradigm of Multi-Attention Gated Residual U-Net, *IEEE Access*, vol. 12, pp. 40290–40310, 2024, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3374108>.
- [8] Shunya Tsuji, Ryo Murakami, Hayaru Shouno, Yoh-ichi Mototake, Revealing the Mechanism of Large-scale Gradient Systems Using a Neural Reduced Potential, *Machine Learning and the Physical Sciences*, Workshop at the 37th conference on NeurIPS, <https://ml4physicalsciences.github.io/2023/>, Dec 15 (2023)
- [9] Yuki Sasaki, Akihiro Endo, Kota Sawada, Kenji Nagata, Hayaru Shouno, Precipitate segmentation for metal temperature estimation using deep learning, [F1-O401-02], MRM2023, <https://mrm2023.jmru.org/>, Dec 14,(2023)
- [10] Ryo Murakami, Kenji Nagata, Hayaru Shouno, Hiroshi Shinotsuka, Hideki Yoshikawa, System Development for Correlation Analysis with Measurement Meta-data and Spectral Structures in XPS data, [A5-O503-04], MRM2023, <https://mrm2023.jmru.org/>, Dec 15, (2023)
- [11] Tahir Hussain, Hayaru Shouno, Grad-CAM approach for Multiclass Magnetic Resonance Imaging Tumor detection and Classification, 電子情報通信学会メディカルイメージング研究会, 信学技報, vol. 123, no. 37, MI2023-4, pp. 10–13, 2023 年 5 月
- [12] 寺田英雄, 庄野逸, 画像間対応点検知のための Transformer を用いたモデルの小型化, 情報処理学会 数理モデル化と問題解決研究会 (MPS), 2023-MPS-143(9), 1–8 (2023-06-22), 2188–8833 辻駿哉, 村上諒, 庄野逸, 本武陽一, Neural reduced potential による勾配系の解析枠組みの提案, 第 37 回人工知能学会全国大会 (2023), 1B4GS203–1B4GS203tu
- [13] Hayaru Shouno, Akihiro Endo, Kota Sawada, Yoshiyuki Furuya, Kenji Nagata, Hideki Yoshikawa, Deciphering Material Histories: Estimating Exposure Temperature and Fracture Causes through Microscopic Imaging, 1Ep01, 日本表面真空学会 2023, Oct, 2023
- [14] Hiroshi Shinotsuka, Kenji Nagata, Malinda Siriwardana, Hideki Yoshikawa, Hayaru Shouno, Masato Okada, Introduction to sample structure prediction from XPS data using Bayesian estimation and SESSA Simulator, 1Ep04, 日本表面真空学会 2023, Oct, 2023
- [15] 住谷祐太, 庄野逸, FastDCFlow: Fast and Diverse Counterfactual Explanations Using Normalizing Flows, 第 26 回情報論的学習理論ワークショップ, 1–014, Oct, 2023
- [16] 辻駿哉; 村上諒; 庄野逸; 本武陽一, 深層学習を用いた勾配系の縮約モデリングとその解釈, 第 26 回情報論的学習理論ワークショップ, 2–064, Oct 2023

牧研究室

<http://www.firefly.pc.uec.ac.jp/>

研究のまとめ (2023 年 4 月～2024 年 3 月)

ホタル生物発光型近赤外材料 AkaSuke の社会実装にむけた検討を、製造企業と共に行いました。工業製造でおこなった化合物と研究室で合成した化合物の分析結果が合わず、大変苦労しましたが、連携企業の努力の結果、研究室の合成物と同じ化合物の合成を達成し、動物実験でも良好な結果が得られました。現在、製品化に向けて試供品を配布し、ユーザー開発活動を行っています。

Summary (April, 2023 - March, 2024)

We conducted a study on the social implementation of the firefly NIR luciferin “AkaSuke”, in collaboration with the company. Analyzing compounds produced in industrial manufacturing and those synthesized in the laboratory proved challenging due to discrepancies. However, through the efforts of our collaborative partners, we successfully synthesized the same compound as the one in the laboratory, and obtained promising results in animal experiments. Currently, we are distributing free samples for product development and engaging in user discover.

主な研究業績 (論文, 特許など)

- [1] (IF: 4.634) Sung-Bae Kim*, Ramasamy Paulmurugan, Nobuo Kitada, Sojiro A. Maki, “Single-Chain Multi-Reporter Templates for Subcellular Localization of Molecular Events in Living Mammalian Cells”, *RSC Chem. Biol.*, 4, 1043–1049 (2023).
- [2] (IF: 6.518) Hitomi Miyabara, Ryuichiro Hirano, Shigeaki Watanabe John Clyde Co Soriano, Hitomi Watanabe, Takahiro Kuchimaru, Nobuo Kitada, Tetsuya Kadonosono, Shojiro A. Maki, Gen Kondoh, Shinae Kizaka-Kondoh, “In vivo optical imaging of tumor stromal cells with hypoxia-inducible factor activity”, *Cancer Science*, 114, 3935–3945 (2023).
- [3] (IF: 5.121) Yamasaki, Norihisa; Matsubashi, Chihiro; Oyama, Hironaga; Uekusa, Hidehiro; Morikawa, Junko; Ryu, Meguya; Tujii, Tetsuya; Nakayama, Naofumi; Obata, Shigeaki; Goto, Hitoshi; Maki, Shojiro; Hirano, Takashi, “An Inhibition Effect on an Intracrystalline Reaction by a Crystal Lattice: Analyses of the Chemiluminescence Reaction of 9,10-Diphenylanthracene Endoperoxide Initiated by Heating of a Crystal Sample”, *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, 96 (8), 793–801 (2023).
- [4] (IF: 3.847) Sung-Bae Kim*, Tadaomi Furuta, Nobuo Kitada, Sojiro A. Maki, “Creation of Artificial Luciferase 60s from Sequential Insights and Their Applications to Bioassays”, *Sensors*, 23, 6376 (2023).

- [5] (IF: 3.847) Sung-Bae KIM*, Genta Kamiya, Tadaomi Furuta, Nobuo Kitada, Shojiro A. Maki*, “Coelenterazine indicators for the specific imaging of human and bovine serum albumins”, *Sensors*, 23, 6020 (2023).
- [6] (IF: 3.847) Sung-Bae Kim*, Tadaomi Furuta, Genta Kamiya, Nobuo Kitada, Ramasamy Paulmurugan, Shojiro A. Maki. “Bright molecular strain probe templates for imaging protein-protein interactions”, *Sensors*, 23, 3498 (2023).
- [7] (IF: 3.982) Kim Sung Bae*, Tadaomi Furuta, Yuki Ohmuro-Matsuyama, Nobuo Kitada, Ryo Nishihara, Shojiro A. Maki, “Bioluminescent Imaging Systems Boosting Near-Infrared Signals in Mammalian cells”, *Photochemical & Photobiological Sciences*. 36732398 (2023).
- [8] (IF: 6.208) Genta Kamiya, Nobuo Kitada, Tadaomi Furuta, Takashi Hirano, Shojiro A. Maki*, Sung-Bae Kim*, “S-Series Coelenterazine-Driven Combinatorial Bioluminescence Imaging Systems for Mammalian Cells”, *International Journal of Molecular Sciences*, 24(2), 1420 (2023).
- [9] (IF: 5.141) Ryohei Ono*, Keita Ohsawa, Yutaka Takahashi, Yoshifumi Noguchi, Nobuo, Kitada, Ryohei Saito-Moriya, Takashi Hirano, Shojiro A. Maki, Keisei, Shibata, Hidefumi Akiyama, Ken-ichiro Kanno, Hideyuki Itabashi¹, Miyabi Hiyama*, “Quantum Yield of Near-Infrared Bioluminescence with Firefly Luciferin Analog: AkaLumine”, *Journal of Photochemistry & Photobiology, A: Chemistry*, 434, 114270 (2023).

特許

- [1] 特願 2023-102863

「アルブミンの検出剤」

発明者: 牧 昌次郎, 北田 昇雄, 金 誠培

出願人: 国立研究開発法人産業技術総合研究所, 国立大学法人電気通信大学

出願日 2023年6月22日

- [2] 特願 2023-189559

「新規ピロール誘導体、及びがん治療用医薬組成物」

発明者: 牧 昌次郎, 北田 昇雄, 東 智也, 原 孝彦, 旦 慎吾, 明石 哲行

出願人: 国立大学法人電気通信大学, 公益財団法人がん研究会

出願日 2023年11月6日

戸倉川研究室

<https://masatoku81.wixsite.com/tokurakawa-lab>

研究のまとめ (2023 年 4 月~2024 年 3 月)

分子振動イメージングの為に中赤外固体レーザーの開発を進めています。また可視半導体レーザーを用いたフォトサーマル顕微鏡の開発を行いました。

Summary (April, 2023 - March, 2024)

We are developing a high-power mid-infrared laser system for molecular vibration imaging. As a preliminary step, we developed a photothermal microscope using a visible LD and successfully detected sub-nm phase differences in biological tissues. We are also working on developing a solid-state visible laser as a brighter visible light source.

主な研究業績 (論文, 特許など)

[1] Kerr-lens mode-locked 49-fs Tm³⁺:YScO₃ single-crystal laser at 2.1 μm Anna Suzuki, Sascha Kalusniak, Steffen Ganschow, Christian Kränkel, Masaki Tokurakawa Opt. Lett. 48 4221-4224 2023 年 8 月

仲村研究室

<http://kaeru.pc.uec.ac.jp/>

研究のまとめ (2023 年 4 月～2024 年 3 月)

ホタルルシフェリン誘導体であるトケオニをマウスに投与すると、ホタルルシフェラーゼ遺伝子を導入していないにもかかわらず肝臓に発光が検出される現象が観察されました。またこの発光現象は、無セキツイ動物であるクロキンバエとダンゴムシにおいても見られました。2023 年度は、この発光機構の解明を目指し、ホタルルシフェラーゼと機能が類似しているとされる脂肪酸 CoA 合成酵素が関与している可能性について検討しました。その結果、トケオニによる発光には、脂肪酸 CoA 合成酵素が関与している可能性は低い結果となり、従来より関与がわかっているシトクロム P450 の働きが重要であることが改めて示されました。

Summary (April, 2023 - March, 2024)

Firefly luciferin analogues, AkaLumine and TokeOni can generate luminescence in the mouse liver when these reagents are administered to mice, even though the firefly luciferase gene has not been introduced. Luminescence was also observed in invertebrates, blow flies and pill bugs. In 2023, to elucidate this luminescence mechanism, we investigated whether fatty acid CoA synthase, whose function is similar to that of firefly luciferase, is involved in the luminescence mechanism. was investigated and that cytochrome P450 was involved in the luminescence as in mice. Our results showed that fatty acid CoA synthase is unlikely to be involved in the luminescence caused by Tokeoni. This suggests that cytochrome P450, which has been shown to be involved in the luminescence mechanism, plays important role for the luminescence.

主な研究業績 (論文, 特許など)

[1] ルシフェリン誘導体 TokeOni による 新規生物発光現象 仲村 厚志、林 唯奈、猪狩 侑真、北田 昇雄、森屋 亮平、牧 昌次郎、吉川 朋子 生物発光化学発光研究会 第 38 回学術講演会、招待講演、2023 年 11 月

CNBE セミナー（令和5年度開催分）

第108回セミナー

日時： 2024年2月20日（火）15:30 – 17:00

場所： 東6号館 237教室（+オンライン配信）

講師： 清水 貴美子 先生（東京医科歯科大学 難治疾患研究所 プロジェクト准教授）

司会： 仲村 厚志 助教

題目： 哺乳類における高次脳機能の日周リズム制御

概要： 我々はしばしば、学習の時刻による記憶効率の違いを実感する。また、1日の中の時刻によって気分の浮き沈みがあるなど、哺乳類の高次脳機能と日周リズムとの関連は長い間示唆されてきた。しかし、そのメカニズムに関してはあまりわかっていない。私たちは、マウスを用いて記憶学習パフォーマンスや情動の日周リズムについて検討し、マウスでも確かに記憶効率や不安様行動に日周リズムがあることを確認した。この日周リズム制御の解明に向けて、組織レベル、分子レベルでの解析を行なった。記憶形成に必須の脳部位である海馬や、情動制御に関わる扁桃体、概日時計中枢である視交叉上核に着目し、海馬や扁桃体における日周リズム制御の分子メカニズムについて、得られた知見を紹介する。さらに、ニホンザルを用いて記憶学習パフォーマンスの日周リズム制御にもチャレンジしているので紹介したい。

第107回セミナー

日時： 2023年11月28日（火）16:30 – 18:00

場所： 東4号館 802教室（+オンライン配信）

講師： Dr. Ganesh Gowrishankar

（Senior Researcher, Interactive Digital Human group; CNRS-UM Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microelectronique de Montpellier (LIRMM)）

司会： 宮脇 陽一 教授

題目： **Emergence of Tool Use in Robots: A framework for tool cognition in robots**

概要： Humans can effortlessly use objects from their environment as tools. Even a human child can, not only recognize a fallen tree branch as a potential tool to reach a fruit on the tree, but also pick it up and immediately use it. It would be amazing if robots could do this as well- immediately recognize and use objects as tools for the benefit of a task. We propose a framework to enable similar abilities in robots. We first characterized human tools to identify a special category of tools that humans are able to use immediately through a process of skill transfer from their limbs, rather than tool learning. Motivated by the tool characterization and our neuroscientific studies on human tool use and embodiment, we then developed a tool cognition framework that enables a robot to recognize a previously unseen object as a tool for a task, plan the grasp and actions with the tool considering the task motions and obstacles, before finally performing the task with the tool. Furthermore, the framework allows for

flexibility in tool use, where the same tool can be adapted for different tasks, and different tools for the same task, all without any prior learning or observation of tool use. In this talk I will briefly explain our tool cognition framework and show several robot experiments with both toy and real objects as tools.

第 106 回セミナー

日時： 2023 年 11 月 15 日 (水) 16:30 – 18:00

場所： 東 4 号館 201 教室 (+オンライン配信)

講師： 幡野 敦 先生 (新潟大学 医歯学系 システム生化学分野 助教)

司会： 星野 太佑 准教授

題目： 真のプロテオーム理解に向けた高出力プロテオミクス技術の開発

概要： 細胞においてさまざまな細胞プロセスを実際に実行している機能素子はタンパク質である。我々ヒトの細胞には約 20,000 の遺伝子があり、これらの遺伝子から合成されるタンパク質は修飾や切断などによりさらに多様となる。さらに、タンパク質は細胞内で動的であり、その量や活性は細胞の環境に応じて時々刻々と変化する。このような非常に多様で複雑なタンパク質の全体、すなわちプロテオームを理解するために開発されたのがプロテオミクス技術である。近年、革新的な技術の発展により、網羅性、定量精度、スループットの飛躍的な向上がもたらされ、プロテオームの理解は大きな転換期を迎えている。本セミナーでは前半に我々が近年開発したハイスループットプロテオミクス技術を中心とした新しいプロテオミクス技術について紹介する。後半では細胞内のタンパク質の多様性を理解するプロテオフォーム解析技術の開発について紹介する。

第 105 回セミナー

日時： 2023 年 9 月 25 日 (月) 14:40 – 16:10

場所： 西 10 号館棟 2 階 大会議室 (+オンライン配信)

講師： 林 隆介 先生

(国立研究開発法人 産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 主任研究員)

司会： 佐藤 俊治 准教授

題目： 脳内概念表現の個人差と共通構造

概要： 脳から情報を読み出し、発話や四肢機能等の重度の身体的・精神的障害を抱える人の意思伝達を支援する Brain Machine Interface の研究が注目されている。なかでも、講演者らは、脳と脳の間で直接意思疎通する技術 (X-Communication) の実現に向けた、新規 AI 開発と数理理論の構築ならびに、その実験的検証に取り組んでいる。本講演では、主にヒト fMRI データをベンチマークとした 3 つの研究を紹介する。第一に、脳活動予測モデリングによって導出された脳内概念表現の個人差を評価する手法として、位相データ解析を用いた手法を紹介する。提案する個人差の指標から統合失調症患者と健常被験者が判別できることを紹介する。第 2 に、個人間の脳内概念表現から共通構造を読み出し、脳と脳との間の情報通信を行う機械学習手法を紹介する。第 3 に、脳情報から感情を読み出す技術の実現に向けた、マルチモーダルな感情表現の比較研究を紹介する。

第 104 回セミナー

日時： 2023 年 6 月 28 日 (水) 15:30 – 17:00

場所： 東 4 号館 802 教室 (+オンライン配信)

講師： Martijn Cloos 先生 (Associate Professor, Ultra High Field Facility Fellow, Centre for Advanced Imaging, The University of Queensland, Australia)

司会： 宮脇 陽一 教授

題目： BOLD fMRI and beyond

概要： In this talk I will discuss some of my lab's efforts to explore the temporal specificity of functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI) methods, including Blood Oxygen Level Dependent (BOLD) fMRI, Diffusion fMRI (DfMRI), and Direct Imaging of Neuronal Activity (DIANA). The first part will focus on gradient echo BOLD fMRI. BOLD fMRI signals reflect hemodynamic changes in response to neuronal activity. The spatial and temporal specificity of BOLD fMRI is therefore, in part, shaped by the vascular system. The spatial specificity of BOLD fMRI has been studied extensively using high resolution fMRI, but the temporal dynamics at high temporal frequencies are less well explored. Therefore, we investigated high frequency stimulus driven BOLD signals in two functionally and vascularly distinct cortical areas (somatosensory (S1) and motor (M1)). The second part will focus on DfMRI. DfMRI aims to create fMRI signals that reflect neuronal activity more directly. However, the DfMRI sequence has many similarities with the spin-echo BOLD. Indeed, many attempts at DfMRI revealed BOLD like functional signals. We endeavoured to minimize BOLD contaminations in DfMRI to reveal distinct DfMRI signal components. In the final part of this talk will discuss our initial experiences with DIANA in human subjects and even more recently in rats and human brain organoids.

第 103 回セミナー

日時： 2023 年 6 月 27 日 (火) 16:15 – 17:45

場所： 東 3 号館 306 室 (+オンライン配信)

講師： 村井 昭彦 先生 (産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 研究企画室 企画主幹)

司会： 岡田 英孝 教授

題目： ヒトの可能性を拓げる人間拡張技術

概要： 人間拡張技術は、パフォーマンスの向上や怪我の予防といったヒトの感覚・運動能力の拡張を目指しています。この技術には、マルチモーダルな計測技術、ヒトのモデリングと解析、リアルタイム介入という要素が含まれています。マルチモーダルな計測技術では、センサやデバイスを使用してヒトの動きや身体の状態を測ります。ヒトのモデリングと解析では、計測したデータにデジタルヒューマン技術を適用し解析することで、ヒトの状態を理解します。そして、リアルタイム介入では、ロボティクス技術を適用した環境の制御などによりヒトの行動に介入することで、パフォーマンス向上や怪我のリスク軽減を実現します。本講演では、具体的なプロジェクトや研究事例を通じてこれらの要素について説明し、人間拡張技術が目指すヒトの可能性の拡張について議論します。

令和5年度スプリングスクール報告書

山崎匡 (I専攻・脳医工学研究センター スプリングスクール企画運営担当)

脳・医工学研究センター
Center for Neuroscience and Biomedical Engineering

令和5年度
スプリング
スクール

脳・医工学研究の最前線を体験しよう!

- リアルタイムPCRを用いて遺伝子発現を測定してみよう (受講生: 6名)
- レーザー顕微鏡を使って立体画像を撮影しよう (受講生: 6名)
- 視覚 AI モデルを作ってみよう (受講生: 8~10名)
- 人型ロボットアームを操ろう (受講生: 7名)

人々が心身に健康で、幸福度の高い生活を送れる社会を実現するための、私たちの取り組みを一緒に実践し、研究の最前線を実感してみませんか?

開催日 令和5年3月26日(火)・27日(水)
時間 13:00 ~ 17:30
講師 星野太佑 (テーマ1 発達教育学部、生物 准教授)
正本和人 (テーマ2 機械知能システム学専攻、工学 教授)
庄野逸 (テーマ3 情報学専攻、1 号 教授)
姜銀来 (テーマ4 脳・医工学研究センター、工学 准教授)

対象 高校生
定員 6 ~ 10名 (テーマ毎に異なります。先着順)
授業料 無料

申込 電気通信大学 各キャンパス (募集要項)
募集要項ダウンロード: [https://www.zor.ac.jp/activity/ksuam/index.html](#)
申込方法: 電気通信大学 各キャンパス (募集要項)
申込期間: 令和5年3月15日(水) ~ 3月22日(金) 18時迄
申込先: 電気通信大学 各キャンパス (募集要項)
申込方法: 電気通信大学 各キャンパス (募集要項)

2024年3月26, 27日(火・水)の13:00-17:30に、令和5年度のスプリングスクールを開催した。今年度は星野太佑先生のテーマ1:「リアルタイムPCRを用いて遺伝子発現を測定してみよう」、正本和人先生のテーマ2:「レーザー顕微鏡を使って立体画像を撮影しよう」、庄野逸先生のテーマ3:「視覚AIモデルを作ってみよう」、姜銀来先生のテーマ4:「人型ロボットアームを操ろう」の4テーマを実施した。R3年度までは2テーマを2日間繰り返して実施していたが、R4年度からはテーマ数を増やすかわりに繰り返しをなくし、センターの研究活動の幅をアピールすることを試みている。同時に受講生の人数もテーマごとに調整し、全体の受け入れ人数は29名とした。

両日とも12:30から受付開始、13:00からE3-701Bにて開校式を行った。まず宮脇センター長より開校のあいさつがあり、続けて講師の先生を紹介した後、テーマ毎にそれぞれの部屋に移動して授業が開始された。



挨拶をする宮脇センター長 (3/26)



テーマ1の授業風景

テーマ1は、コロナ禍において日常的なキーワードとなったリアルタイムPCRの実験と関連する講義を行った。実験では、あらかじめ用意された骨格筋および脳（海馬）サンプルを用いて、リアルタイムPCRの機械にかけて遺伝子発現を解析した。講義では、リアルタイムPCRの仕組みについて学び、また動物の遺伝子発現のデータベースの紹介や、遺伝子発現を見ることで何がわかるのか？についての講義がなされた。リアルタイムPCRの実験では、数マイクロリットルというごく少量の溶液をマイクロピペットを用いて取り扱うことが求められる。慣れるまでは難しい作業であるが、何度か練習することで徐々に上達し、取得データもおおよそ正しい測定値となっていた。



テーマ2の授業風景

テーマ2は、様々な種類のレーザー顕微鏡を用いて、脳と神経細胞を模したサンプルの画像を撮影し、立体画像を再構成する実験を行った。脳の媒体をゼラチン、神経細胞を蛍光ビーズで見立てた脳のサンプル材料（ファントムモデル）を、自分たちで作成するところから課題を開始した。レーザー顕微鏡を用いて、深度を変えながらサンプルの画像を撮影し、さらに画像解析をおこなって立体画像を再構成した。画像解析の手法や、3種類の異なる顕微鏡の違い、撮像の特性についても学んだ。特に、2光子顕微鏡という特別な顕微鏡に触る機会があり、生徒らにとってよい経験となった。



テーマ3の授業風景

テーマ3は、画像認識用のAIを作成する実験を行った。まず生物がものを見る仕組みの講義からはじまり、様々な錯覚現象がなぜ起こるのかという心理物理学の問題について、視覚システムの構造から説明がなされた。その後、人工ニューラルネット、特に畳み込みネットワークの説明があり、実際に jupyter notebook 上の PyTorch を使って畳み込みネットワークを構築し、手書き文字認識の課題を行った。さらに、より複雑なデータセットに対しても実験を行い、層を増やすことで性能がどう向上するのか、過学習を防ぐにはどうすればいいのか、などを実際に体験することで学習した。



テーマ4の授業風景

テーマ4は、人型ロボットアームの筋電による操作の実験を行った。腕が動く仕組み、人型ロボットアームの機構、筋電の計測法、ロボットアームの制御について講義をした。その後、実際に学生全員の腕に筋電センサを貼って実際に筋電を計測し、学生1人が関節1つを動かすことでロボットアームを操作し、テーブル上のペットボトルをつかんだり、それを所定の位置に戻したりさせる制御を体験させた。さらに、自分の腕の動作をそのままロボットアームに実行させる Leader - Follower 制御を、学生一人一人に体験してもらい、筋電制御との比較を行った。最後に、人を支援するためのロボットを制御する場合、人の生体信号に基づいた制御とロボットの自律制御を組み合わせる重要性を説明し、質疑応答とディスカッションを行った。



閉校式での集合写真（左: 3/26; 右: 3/27）

両日とも 17:00 に授業を終了し、E3-701B に再度集合して閉校式を行った。宮脇センター長より受講生 1 人 1 人に修了証が手渡され、受講生からは一言ずつ感想が述べられた。続けて講師の先生方より講評をいただき、最後に全員で写真撮影をして終了となった。

アンケートを回収して集計した結果、総じて好評であった。

以上で今年度のスプリングスクールは終了した。講師を務めてくださった星野先生・正本先生・庄野先生・姜先生、TA を務めてくださった大学院生の皆さん、スプリングスクールを公開講座扱いとし WEB 申込システムの便宜を図ってくださった社会連携センターの奥野先生、高校への広報活動をおこなってくださったアドミッションセンターの成見先生・山路先生、申し込みを適切に処理してくださった総務企画課 基金・卒業生係の齋藤様・中村様、終始適切にサポートしてくださった CNBE 事務局 岡部様・高羽様・宮脇センター長に厚く御礼申し上げる次第である。