



2021.4 – 2022.3 年報 ANNUAL REPORT



国立大学法人

電気通信大学

The University of Electro-Communications

はじめに

2021 年度は引き続きコロナとの共存を模索する一年となった。教育の現場では、リアルタイムのライブでの対面のコミュニケーションの重要性を再確認した年でもあったと思います。研究の交流の場である国際会議の舞台でも Face to Face の Discussion およびネットワーク構築の重要性が再認識され、各国の規制との難しい綱引きが展開されました。一方で社会情勢の変化に伴う物価高、円安、燃料費の高騰により国際学会への本国からの出席に関しては、経済的にも例年に比べて厳しい状況でした。国内では、徐々に対面での展示会や学会活動が一部再開され、本センターとしても三鷹天文・科学情報スペースに夏休み中の小中学生や一般の方々を対象とした企画展示『脳の不思議展』を開催するなど、一定のアウトリーチ活動を再開することができました。

令和4年度は本センター設置 10 年目となる節目の年でもあり、この 10 年を総括する自己点検および外部評価委員による最終評価が待ち受けています。本センターの活動に関して、引き続きのご支援とご指導を頂ければ幸いです。

令和 4 年 8 月

脳・医工学研究センター
センター長 正本和人

メンバー 2022.8.1 現在

センター教員：

正本 和人 教授	センター長(R03-)
宮脇 陽一 教授	副センター長(R04-)
狩野 豊 教授	前センター長(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)
岡田 英孝 教授	
大河原 一憲 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	
姜 銀来 准教授 (JIANG Yinlai)	センター専任
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	
仲村 厚志 助教	
山野井 佑介 特任助教	
矢吹 佳子 特任研究員	

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	中京大学大学院 体育学研究科・教授
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
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)
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
中村 整 客員教授	電気通信大学・名誉教授
丹羽 治樹 客員教授	電気通信大学・名誉教授
原田 竜彦 客員教授	国際医療福祉大学・教授
星 詳子 客員教授	浜松医科大学 光先端医学教育研究センター フォトニクス医学研究部 バイオフィotonicsイノベーション研究室・教授
松田 謙 客員准教授	株式会社 Medical Optfellow・代表取締役/美浜そよかぜクリニック・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
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
曹 其新 (Cao Qixin) 客員教授	上海交通大学 School of Mechanical Engineering・教授
陳 衛東 (Chen Weidong) 客員教授	上海交通大学 Institute of Medical Robotics・Dean
段 峰 (Duan Feng) 客員教授	南開大学大学院 工学研究科・教授
楊 俊友 (Yang Junyou) 客員教授	瀋陽工業大学 School of Electrical Engineering・教授
孫 柏青 (Sun Baiqing) 客員教授	瀋陽工業大学 School of Electrical Engineering・教授
グエン・ヴュ・チュン (Nguyen Vu Trung) 客員教授	Assoc. Prof., Hanoi Medical University Vice Director, Administration of Science, Technology and Training (ASTT)
白 殿春 (Bai Dianchun) 客員准教授	瀋陽工業大学・准教授

目次

・組織体制	5
・脳神経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
宮脇研究室, 松田研究室, 正本研究室, 安藤研究室	
・筋骨格系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, 岡田研究室, 東郷研究室, 大河原研究室, 星野研究室	
・医工学技術開発部門報告書	
医療福祉技術グループ	31
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	43
庄野研究室, 牧 研究室, 仲村研究室, 戸倉川研究	
・CNBEセミナー	51
・脳の不思議展(三鷹天文・科学情報スペース企画展)	55
・スプリングスクール報告書	59

組織体制

上記のミッションを達成するため、現在20名の教員が3部門5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

- 筋骨格系解析制御部門

運動解析制御グループ: 狩野, 岡田, 東郷, 星野, 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。

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。

脳神経解析制御部門報告書

理論神経科学グループ

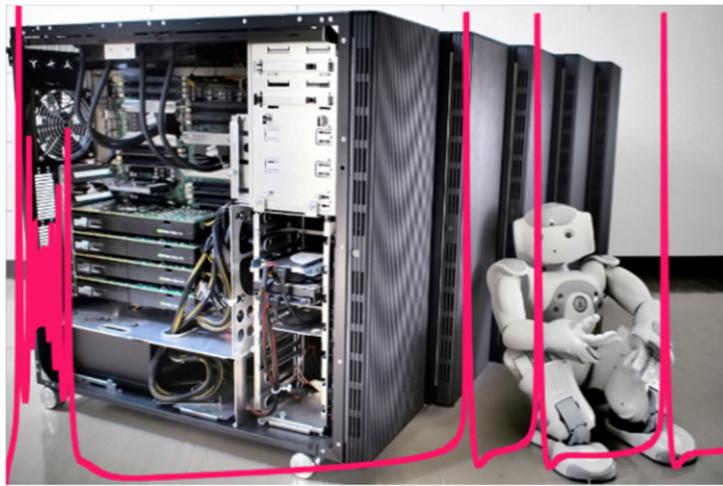
山崎 匡 准教授 (西4-610)



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。



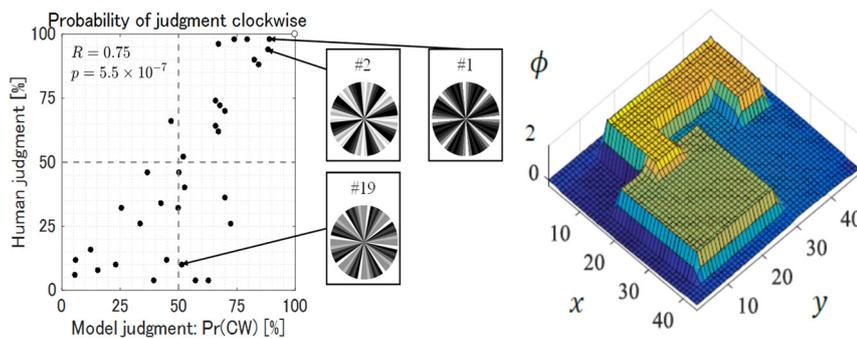
佐藤俊治 准教授 (西10-421)



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 (2021 年 4 月~2022 年 3 月)

全脳階層型強化学習モデルによる自由レバー引き課題の再現シミュレーションに取り組みました。上位の強化学習器に相当する大脳皮質基底核ループがゴールとなるレバー位置を予測し、大脳小脳ループがその位置へレバーを引く行動を学習します。マウス筋骨格系モデルを用いて実際にレバー引きを学習することを確認しました。また、学習時に複雑スパイクの発火タイミングがどのように変化するのかについて予備的な解析を行い、実際の動物実験と比較・検討を行いました。さらに、マルチコンパートメントモデルの数値計算法に関する論文と、神経回路シミュレーションの教科書を出版しました。

Summary (April, 2021 - March, 2022)

We conducted large-scale whole brain-body simulation for voluntary lever-pulling tasks based on hierarchical reinforcement learning (RL). We observed that the cortico-basal ganglia loop as a higher RL machine set the goal position of the lever, whereas the cerebrocerebellar loop as a RL machine learned to move the lever to the goal position. We also examined the temporal profile of complex spikes in the cerebellum during learning. Moreover, we published a paper on efficient numerical methods for multi-compartment model simulation and a book on spiking network simulation.

主な研究業績 (論文, 特許など)

- [1] 山崎 匡, 五十嵐 潤. はじめての神経回路シミュレーション. 森北出版, 2021 年 12 月 17 日.
- [2] Benedikt Feldotto, et al. Deploying and Optimizing Embodied Simulations of Large Scale Spiking Neural Networks on HPC Infrastructure. *Frontiers in Neuroinformatics*, 16, 884180, 2022.
- [3] Taira Kobayashi, Rin Kuriyama, Tadashi Yamazaki. Testing an explicit method for multi-compartment neuron model simulation on a GPU. *Cognitive Computation*, 2021. DOI:10.1007/s12559-021-09942-6.
- [4] Tadashi Yamazaki. Evolution of the Marr-Albus-Ito Model. In Book "The cerebellum as a CNS hub" (Eds, Mizusawa and Kakei), 239-255, Springer, 2021.

佐藤研究室

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

研究のまとめ (2021 年 4 月～2022 年 3 月)

視覚の計算理論研究と応用研究を継続して実施しました。本年度は新たに、仮想現実空間 (VR 空間) における視覚心理物理実験に必要なソフトウェアプログラムの開発に注力しました。本開発は今後 10 年間必要不可欠であり、多方面に影響が大きいと考えています。Meta Quest 2 (旧名 Oculus Quest 2) を仮想現実空間における視覚刺激提示装置として用い、MATLAB と呼ばれるプログラム開発環境から Quest 2 に刺激を提示する方法の検討とライブラリ作成を行いました。

Summary (April, 2021 - March, 2022)

We continued our research on the computational theory of vision and its engineering applications. From April 2021 to March 2022, as a new project of our research, we focused on the software development necessary for psychophysics operated in virtual reality (VR) space. Using Meta Quest 2 (aka Oculus) as a device for presenting visual stimuli in VR space, we have developed software libraries that present stimuli to Quest 2 easily from the MATLAB environment, which is widely used by psychologists, engineers as well as theoreticians. We hope that our software will contribute to knowledge exchange among various researchers and to theoretical considerations. Because “Unity” is also widely used for VR software, we also try to make a bridge between Unity and MATLAB.

主な研究業績 (論文, 特許など)

日本神経回路学会・優秀研究賞 (2021)

脳計測制御グループ:

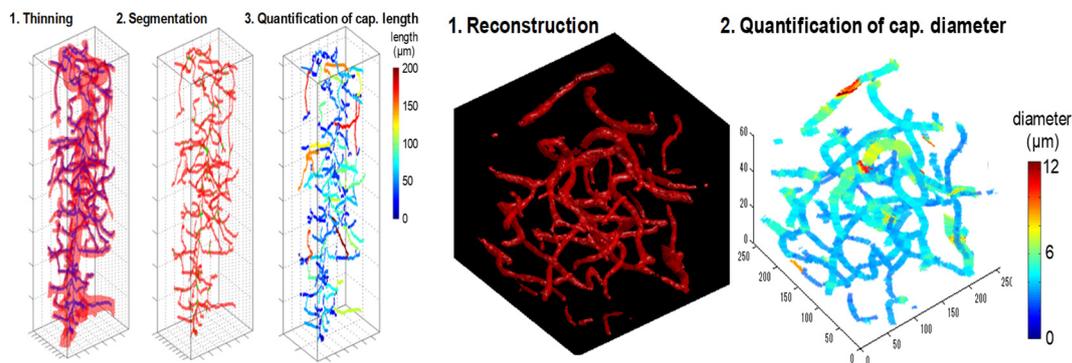
正本和人 教授 (センター長) (東 4-830)



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。



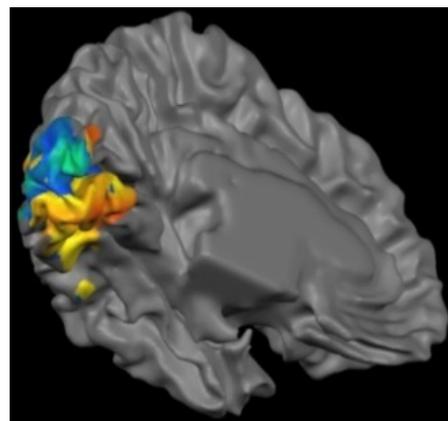
宮脇陽一 教授 (副センター長) (東4-620)



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索し、その知見を実社会へと還元することを目指しています。



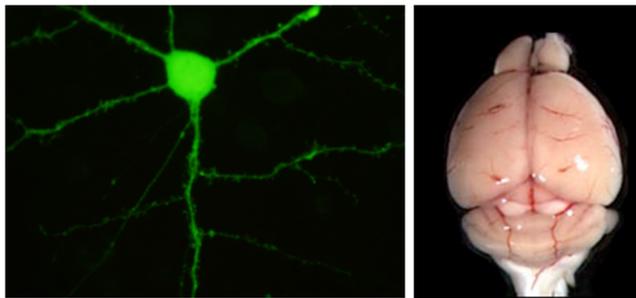
松田信爾 准教授 (東6-716)



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。



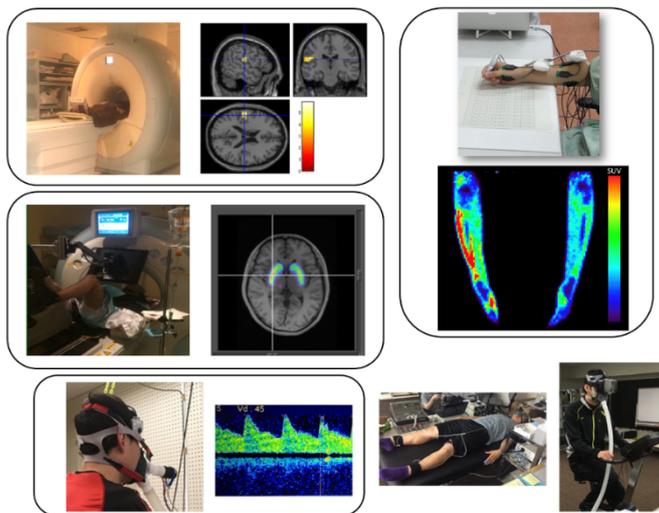
安藤創一 准教授 (東1-401)



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。



正本研究室

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

研究のまとめ (2021 年 4 月～2022 年 3 月)

認知症の発症及び病態の増悪には、脳の血流の低下が密接に関係することが分かっています。しかし、脳の血流低下と認知症の発症との因果関係は明らかではありません。本研究では各種 *in vivo* 細胞イメージングの手法を用いて認知症における脳の血流低下と認知症発症との因果関係を検証することを目的としました。本年度は、成体マウス大脳を計測対象とし、複雑な脳血管の構造と神経活動とを同一の 3 次元画像空間上で定量評価するための手法を構築し、脳活動時の血流反応について正常データの取得をおこないました。

Summary (April, 2021 - March, 2022)

The decline in cerebral blood flow is known to be closely related to the onset and exacerbation of dementia. However, the causal relationship between decreased cerebral blood flow and the onset of dementia is not clear. The purpose of this study was to investigate the causal relationship between decreased cerebral blood flow and the onset of dementia using a variety of *in vivo* cell imaging techniques. This year, we set up a method to quantitatively evaluate complex brain microvascular structures and neural activity in the same 3D image space, and obtained normal blood flow responses during brain activity. was obtained.

主な研究業績 (論文, 特許など)

- [1] Niizawa T, Yokemura K, Kusaka T, Sugashi T, Miura I, Kawagoe K, Masamoto K. Automated capillary flow segmentation and mapping for nailfold video capillaroscopy. *Microcirculation*. 2022 Apr;29(3):e12753. doi: 10.1111/micc.12753. Epub 2022 Mar 1. PMID: 35212076.
- [2] Abe Y, Kwon S, Oishi M, Unekawa M, Takata N, Seki F, Koyama R, Abe M, Sakimura K, Masamoto K, Tomita Y, Okano H, Mushiake H, Tanaka KF. Optical manipulation of local cerebral blood flow in the deep brain of freely moving mice. *Cell Rep*. 2021 Jul 27;36(4):109427. doi: 10.1016/j.celrep.2021.109427. PMID: 34320360.
- [3] Sugashi T, Niizawa T, Suzuki H, Takuwa H, Unekawa M, Tomita Y, Kanno I, Masamoto K. Time Series Tracking of Cerebral Microvascular Adaptation to Hypoxia and Hyperoxia Imaged with Repeated *In Vivo* Two-Photon Microscopy. *Adv Exp Med Biol*. 2021;1269:323–327. doi: 10.1007/978-3-030-48238-1_51. PMID: 33966237.
- [4] Suzuki H, Sugashi T, Takeda H, Takuwa H, Kanno I, Masamoto K. Error Evaluation for Automated Diameter Measurements of Cerebral Capillaries Captured with Two-Photon Laser Scanning Fluorescence Microscopy. *Adv Exp Med Biol*. 2021;1269:241–245. doi: 10.1007/978-3-030-48238-1_38. PMID: 33966224.
- [5] Shimotsu R, Hotta K, Ikegami R, Asamura T, Tabuchi A, Masamoto K, Yagishita K, Poole DC, Kano Y. Vascular permeability of skeletal muscle microvessels in rat arterial ligation model: *in vivo* analysis using two-photon laser scanning microscopy. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2021 Jun 1;320(6):R972–R983. doi:

10.1152/ajpregu.00135.2020. Epub 2021 May 5. PMID: 33949210.

[6] Hatakeyama N, Uekawa M, Murata J, Tomita Y, Suzuki N, Nakahara J, Takuwa H, Kanno I, Matsui K, Tanaka KF, Masamoto K. Differential pial and penetrating arterial responses examined by optogenetic activation of astrocytes and neurons. *J Cereb Blood Flow Metab.* 2021 Oct;41(10):2676–2689. doi: 10.1177/0271678X211010355. Epub 2021 Apr 25. PMID: 33899558; PMCID: PMC8504944.

[7] Sugashi T, Yuki H, Niizawa T, Takuwa H, Kanno I, Masamoto K. Three-dimensional microvascular network reconstruction from in vivo images with adaptation of the regional inhomogeneity in the signal-to-noise ratio. *Microcirculation.* 2021 Jul;28(5):e12697. doi: 10.1111/micc.12697. Epub 2021 May 18. PMID: 33786951.

[8] Niizawa T, Hachiya R, Sugashi T, Terao S, Nagai M, Ishikawa M, Masamoto K. Mapping of flow velocity using spatiotemporal changes in time-intensity curves from indocyanine green videoangiography. *Microcirculation.* 2021 May;28(4):e12685. doi: 10.1111/micc.12685. Epub 2021 Mar 3. PMID: 33586295.

宮脇研究室

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

研究のまとめ (2021 年 4 月～2022 年 3 月)

2021 年度は以下の研究成果を得た。1) 情報拡散現象を抑制するための脳磁場信号源推定手法として構造化モデリングを改良し、ノイズロバスト性を実現する階層化手法を開発した。2) 超高磁場 fMRI 計測を用いて、皮質下領域を含めた広範囲のイメージング実験を開始した。3) 拡張身体部位の身体化に関する心理物理実験の論文を刊行した。4) 拡張身体部位の身体化に対する脳活動の変容が起こる脳部位を概ね同定することに成功した。

Summary (April, 2021 - March, 2022)

We obtained the following results in FY2021: 1) We improved structured modeling as a method for estimating MEG sources while suppressing information spreading. We also developed a hierarchical model to achieve noise robustness. 2) We started imaging experiments using ultra-high magnetic field fMRI measurements, including subcortical regions. 3) We published a paper on psychophysical experiments on embodiment of the extended body parts. 4) We succeeded in roughly identifying brain regions related to embodiment of extended body parts.

主な研究業績 (論文, 特許など)

[1] Kohei Umezawa, Yuta Suzuki, Gowrishankar Ganesh, Yoichi Miyawaki, "Bodily ownership of an independent supernumerary limb: an exploratory study," Scientific Reports, 12, 2339 (2022).

[2] 宮脇陽一, 深層ニューラルネットワークモデル・脳磁場計測・超高磁場 MRI 計測の融合による認識行動ダイナミクスの高時空間分解能解析の試み, 生理学研究会「人工知能技術と科学の強調と展開」(招待講演), 2021 年 7 月.

[3] Kenshu Koiso, Daniel Handwerker, Javier Gonzalez-Castillo, Laurentius Huber, Daniel Glen, Arman Khojandi, Yuhui Chai, Peter Bandettini, and Yoichi Miyawaki, 超高磁場下での超高速 fMRI 信号のスパース解析と磁化率強調画像による神経情報源の同定, 第 44 回日本神経科学大会, 2021 年 7 月.

[4] 宮脇陽一, ヒト脳活動計測・解析の高時空間分解能化技術とその応用, 東京理科大学パラレル脳センシング技術研究部門主催第 1 回公開シンポジウム「Think Synch Brain Dynamics ～理工が挑む脳科学～」(招待講演), 2021 年 12 月.

[5] 佐藤海渡, 野崎恵, 中谷駿, 高橋陽香, 角谷基文, 北田亮, 定藤規弘, 神谷之康, 宮脇陽一, 触覚刺激弁別課題時における複数脳領域における活動と情報表現の相互作用, 第 12 回多感覚研究会, 2022 年 2 月.

[6] Kenshu Koiso, Sebastian Dresbach, Christopher J Wiggins, Omer Faruk Gulban, Yoichi Miyawaki, Benedikt A Poser, Renzo Huber, Towards whole brain layer-fMRI connectivity: methodological advancements for functional layer connectomics, ISMRM workshop on Ultra-High Field MR, 2022 年 3 月.

松田研究室

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

研究のまとめ (2021 年 4 月~2022 年 3 月)

長期抑圧誘導時の AMPA 型グルタミン酸受容体輸送の分子機構の一端を明らかにしました。GluA1 サブユニット含む AMPA 受容体は TARP の脱リン酸化だけではなく、GluA1 自体の脱リン酸化も長期抑圧の誘導に必要であることが明らかになった (JBC)。また長期増強の光制御技術の開発にも大きな進展が見られました。小脳 Purkinje 細胞特異的にリソソームに光駆動プロトンポンプを発現するノックインマウスを作成し、このマウスで光依存的に運動学習の 1 つである VOR の gain down 学習が阻害されることも明らかにしました。

Summary (April, 2021 - March, 2022)

In 2021 we show that phosphorylation of the membrane-proximal region in GluA1 AMPAR subunits affects the subunit-dependent endosomal transport of AMPARs during chemical LTD. We reported these results in *Journal of Biological Chemistry*. In 2021, we expressed lysosomal proton pump in hippocampal neurons and examined whether the light stimulation can regulate the LTP induction by using electrophysiological technique. In the lysosomal proton pump expressed neurons, LTP induction was completely blocked by light stimulation. On the other hand, without light stimulation, LTP was normally induced even in the lysosomal proton pump expressed neurons. We also generated knock I mouse which specifically express lysosomal proton pump in cerebellar Purkinje cell and showed the gain down adaptation of VOR was blocked by light stimulation.

主な研究業績 (論文, 特許など)

[1] Shinji Matsuda, Michisuke Yuzaki: Subunit-dependent and independent rules of AMPA receptor trafficking during long-term depression in hippocampal neurons. *J Biol Chem*. 2021 Aug;297(2):100949. doi: 10.1016/j.jbc.2021.100949. Epub 2021 Jul 10

安藤研究室

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

研究のまとめ (2021 年 4 月～2022 年 3 月)

本年度は、一過性の運動による認知パフォーマンスの向上と末梢の血液バイオマーカーの変化との関係について検討しました。実験参加者が有酸素運動と抵抗性運動の前後に Go/No-Go 課題を行い、静脈血を採取しました。運動後に認知パフォーマンスの向上がみられたが、血液バイオマーカー（アドレナリン、ノルアドレナリン、グルコース、乳酸、コルチゾール、インスリン様成長因子 1、脳由来神経栄養因子）の変化との間に関係はみられませんでした。

Summary (April, 2021 - March, 2022)

This study aimed to explore the role of peripheral circulating biomarkers in executive performance following acute aerobic and resistance exercise. Nineteen healthy males completed a Go/No-Go task before and after 30-min of perceived intensity matched aerobic and resistance exercise. In the aerobic condition, the participants cycled an ergometer at 40% peak oxygen uptake. In the resistance condition, they performed resistance exercise using elastic bands. Before and after an acute bout of physical exercise, venous samples were collected for the assessment of peripheral biomarkers. Reaction time decreased following both aerobic exercise and resistance exercise ($p = 0.04$). Repeated measures correlation analysis indicated that changes in reaction time were not associated with the peripheral biomarkers (all $p > 0.05$). These findings suggest that these peripheral biomarkers do not directly contribute to reduction in reaction time following aerobic or resistance exercise.

主な研究業績 (論文, 特許など)

[1] Ando S, Komiyama T, Tanoue Y, Sudo M, Costello JT, Uehara Y, Higaki Y. (2022) Cognitive improvement after aerobic and resistance exercise is not associated with peripheral biomarkers. *Front Behav Neurosci*, 16,853150.

筋骨格系解析制御部門報告書

運動解析制御グループ

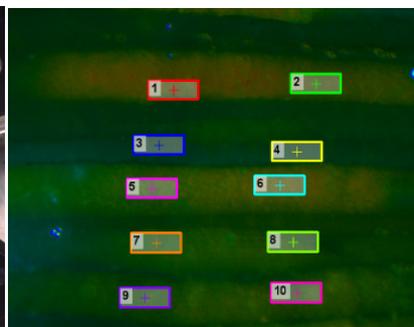
狩野 豊 教授 (東 6-907)



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。



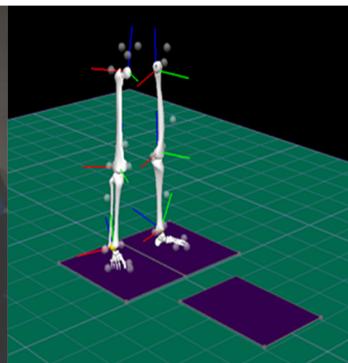
岡田英孝 教授 (東 1-407)



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.

障がい者を対象とした生活活動の分類手法

運動実践の動機づけ法

動機づけ支援アプリの開発

このグラフは何の活動を示す??

生活活動のエネルギー推定

遠隔による栄養・健康教室の効果

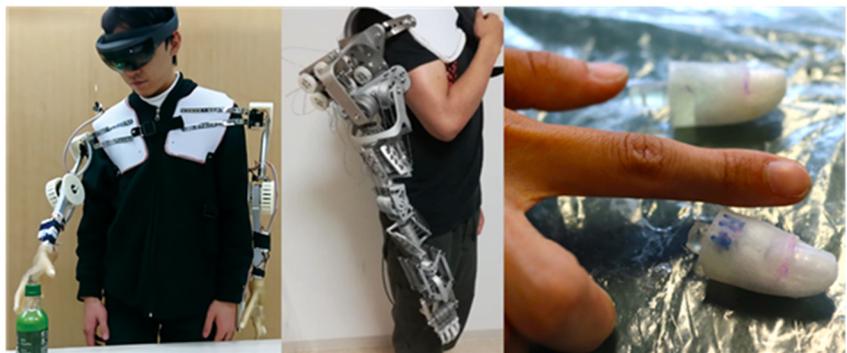
ビックデータによる生活習慣病・医療費推定

健康診断検査結果

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.



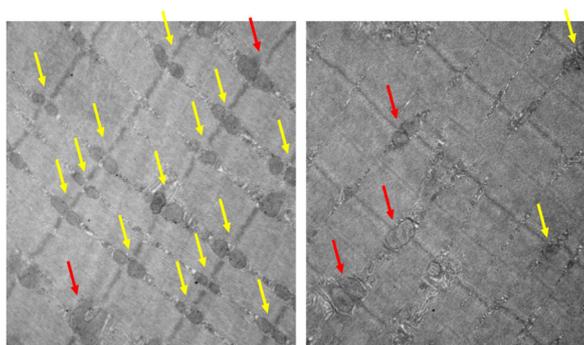
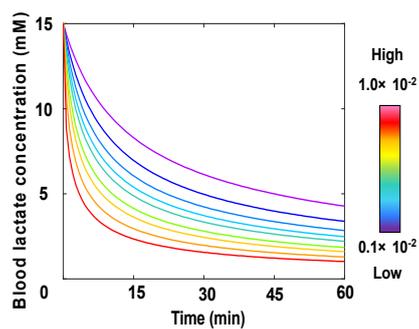
星野太佑 准教授 (東 6-908)



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 (2021 年 4 月~2022 年 3 月)

骨格筋損傷による細胞内カルシウムイオンの変動が細胞内シグナル因子として作用し、細胞の損傷一回復応答を決定すると考えられています。しかしながら、筋収縮負荷直後からの数日間にかけてのカルシウムイオン動態は不明な点が多く、その特徴をとらえることが必要であった。2021 年度では、in vivo カルシウムバイオイメージングを用いた小動物のモデルの実験により、筋損傷直後から 3 日後までのカルシウムイオン動態の解明及び、その制御に小胞体リアノジンレセプターが直接的に関与することを解明しました。これらの結果は、骨格筋細胞の再生プロセスを解明する大きな手がかりとなります。

Summary (April, 2021 - March, 2022)

Intracellular calcium ion fluctuations induced by skeletal muscle damage are thought to play a role as intracellular signaling factor and determine myocyte injury-recovery responses. However, the dynamics of intracellular calcium ions during the first few days after muscle contraction remains unclear, and it is necessary to identify the time-series characteristics of these changes. In 2021, we conducted experiments in rats model using in vivo calcium bioimaging. The study revealed calcium ion dynamics up to 3 days after muscle damage and the direct involvement of sarcoplasmic ryanodine receptors in the regulation of calcium ion dynamics. These results are important for elucidating the regenerative process of skeletal muscle cells.

主な研究業績 (論文, 特許など)

[1] Daiki Watanabe, Ryo Ikegami, Yutaka Kano. Predominant cause of faster force recovery in females than males after intense eccentric contractions in mouse fast-twitch muscle. *J. Physiol* 2021. This is an Editor's Choice article from the 15 September 2021 issue.

[2] Ryo Takagi, Ayaka Tabuchi, David Poole, and Yutaka Kano. In vivo cooling-induced intracellular Ca²⁺ elevation and tension in rat skeletal muscle. *Physiol Rep.* 2021

[3] Rie Shimotsu, Kazuki Hotta, Ryo Ikegami, Tomoyo Asamura, Ayaka Tabuchi, Kazuto Masamoto, Kazuyoshi Yagishita, David C. Poole and Yutaka Kano. Vascular permeability of skeletal muscle microvessels in rat arterial ligation model: in vivo analysis using two-photon laser scanning microscopy. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*

[4] Ryo Ikegami, Hiroaki Eshima, Toshiaki Nakajima, Shigeru Toyoda, David Poole, and Yutaka Kano. Type I diabetes suppresses intracellular calcium ion increase normally evoked by heat stress in rat skeletal muscle. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2021 Apr 1;320(4):R384-R392.

- [5] Ryo Takagi, Ayaka Tabuchi, Tomoyo Asamura, Seiya Hirayama, Ryo Ikegami, Yoshinori Tanaka, Daisuke Hoshino, David Poole, and Yutaka Kano. In vivo Ca²⁺ dynamics during cooling after eccentric contractions in rat skeletal muscle. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2021 Feb 1;320(2):R129–R137.
- [6] Poole DC, Kano Y, Koga S, Musch TI. August Krogh: Muscle capillary function and oxygen delivery. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol*. 2021 Mar;253:110852. doi: 10.1016/j.cbpa.2020.110852. Epub 2020 Nov 24.
- [7] Y Nonaka, R Takeda, Y Kano, D Hoshino. Short-Term Calorie Restriction Maintains Plasma Insulin Concentrations along with a Reduction in Hepatic Insulin-Degrading Enzyme Levels in db/db Mice. *Nutrients* 13 (4), 1190.

岡田研究室

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

研究のまとめ (2021 年 4 月～2022 年 3 月)

2021 年度は、自動骨格認識技術 (OpenPose) を用いたマーカーレスモーションキャプチャの歩行動作計測・解析への応用に関する研究を行いました。OpenPose により算出した歩行中のストライド特性及びキネマティクス変数の精度について検証を行った結果、関節点座標、ストライド特性、矢状面下肢関節角度のいずれにおいてもマーカーベースのモーションキャプチャとの差は軽微であり、OpenPose を用いたマーカーレス歩行動作計測システムの実用性が示唆されました。

また、機械学習を用いて、地面反力を得ずにキネマティクスのみから関節キネティクスを推定するモデルを作成し、外部データを用いて交差妥当性の検証を行いました。幅広い被験者に対応できるモデルを設計したが、通常歩行とは異なる歩行速度に対しては注意が必要であることが示唆されました。

Summary (April, 2021 - March, 2022)

In 2021, we conducted research on the application of a marker-less motion capture system using automatic skeletal recognition technology (OpenPose) to the measurement and analysis of walking motions and verified the accuracy of stride characteristics and kinematics variables calculated by OpenPose during walking. The results showed that there was little difference between OpenPose and marker-based motion capture in terms of joint displacement, stride characteristics, and sagittal plane lower limb joint angles, suggesting the practicality of the marker-less gait motion measurement system using OpenPose.

We also used machine learning to create a model that estimates joint kinetics from kinematics alone, without obtaining ground reaction forces and tested its cross-validity using external data. Although the model was designed to apply to a wide range of subjects, it was suggested that care should be taken for walking speeds that differ from normal walking speeds.

主な研究業績 (論文, 特許など)

[1] 大西陽一, 岡田英孝, 機械学習を用いた歩行中の下肢関節キネティクスの推定, 第 42 回バイオメカニズム学術講演会 (SOBIM2021), 2021 年 11 月 28 日, オンライン.

- [2] 下田海, 岡田英孝, 異なる計算方法による歩行時の仕事の比較, 第 42 回バイオメカニズム学術講演会 (SOBIM2021), 2021 年 11 月 27 日, オンライン.
- [3] 櫻井隆, 岡田英孝, 自動骨格認識を用いた歩行動作計測システムの精度検証, 第 42 回バイオメカニズム学術講演会 (SOBIM2021), 2021 年 11 月 27 日, オンライン.
- [4] Shimoda, K., and Okada, H., Comparison of mechanical work done during walking by different calculation methods, *Gait & Posture*, 90/Suppl.1, 246–247, 2021.
- [5] Onishi, Y., Dixon, P.C., Shah, V., and Okada, H., Prediction of lower limb joint kinetics during gait via machine learning, *Gait & Posture*, 90/Suppl.1, 168–169, 2021.
- [6] Sakurai, T. and Okada, H., Examination of an applicable range for a markerless motion capture system in gait analysis, *ISBS Proceedings Archive*, 39(1), Article 37, 2021.
- [7] 岡田英孝, 特許第 7038403 号, 歩行動作評価装置及びプログラム, 2022 年 3 月 10 日

大河原研究室

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

研究のまとめ (2021 年 4 月～2022 年 3 月)

2021 年度は以下の研究成果を得ました。1. 子供を対象に加速度センサーを用いた活動量の推定アルゴリズムの提案, 2. 子供を対象に中高強度活動と座位活動の関連, 3. ダウン症がある児童・生徒の学期中と長期休暇中における中強度以上の身体活動量の違い, 4. 加速度センサーおよび気圧センサーを用いた溺水検知システムの開発, 5. 車椅子使用者を対象に加速度センサーを用いた活動量および活動分類に関する推定アルゴリズムの提案。また, 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開始しました(URL: <https://chofu-sc.jp/activities/cdc/>)。)

Summary (April, 2021 - March, 2022)

In 2021, the following research results were obtained: 1. proposal of an algorithm for estimating the amount of activity using accelerometers in children; 2. the relationship between moderate to high-intensity activity and sedentary activity in children; 3. the difference in the amount of physical activity of children and students with Down syndrome during the school term and during long vacations; 4. the development of a drowning detection system using accelerometers and barometric sensors; and 5. the development of a drowning detection system using accelerometers in wheelchair users. 3. the difference in the amount of physical activity above medium intensity between school terms and long vacations for children and students with Down syndrome, 4. the development of a drowning detection system using accelerometers and barometric pressure sensors, and 5. the proposal of an estimation algorithm for the amount of activity and activity classification using accelerometers for wheelchair users. In addition, a health promotion project focusing on resolving the digital divide and human connections was initiated with Chofu City and Aflac Life Insurance Co. for elderly residents of Chofu City.

主な研究業績 (論文, 特許など)

[1] Okazaki K, Koyama Y, Ohkawara K. Relationship between moderate-to-vigorous physical activity and sedentary behavior on school and non-school days in Japanese children. *School Health*, 17, 1-8 (2021)

[2] Hikiyara Y, Tanaka C, Oshima Y, Ohkawara K, Ishikawa-Takata K, Tanaka S. Estimating model of sedentary behavior with a tri-axial accelerometer in elementary school children. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 10(2), 119-126 (2021)

[3] 山中恵里香, 稲山貴代, 岡崎勤造, 北一郎, 大河原一憲. ダウン症がある児童・生徒の学期中と長期休暇中における中強度以上の身体活動量の違い. *健康支援*, 23(2), 187-194 (2021)

東郷研究室

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

研究のまとめ (2021 年 4 月～2022 年 3 月)

2021 年度には以下の研究成果を得ました. 1. 柔らかい指腹と硬い爪の相互作用によって, 指腹に幾何拘束部が形成されることで, 精密把持能力が飛躍的に高まることを明らかにしました. 2. 折り返しワイヤ干渉駆動機構によって7自由度ロボットアームの基部の長さを削減することができ, 健常腕に近い外観の電動肩義手を開発しました. 3. 巻取り軸と同期して回転する押し付けドラムにより, PE ワイヤを高牽引力で牽引できるドラム同期型無限巻取り機構を開発しました.

Summary (April, 2021 - March, 2022)

In the 2021 year, we achieved the following research results. 1. We demonstrated that the interaction between the soft finger pad and the hard nail forms a geometric constraint on the fingertip, which greatly enhances the performance of precision grasping; 2. The length of the base of the 7-DOF robotic arm can be reduced by using a return-routing couple-d tendon driven drive mechanism, and a powered shoulder disarticulation prosthesis with an appearance similar to that of a normal arm has been developed.; 3. We developed a drum-synchronized unlimited rotary wire winding mechanism that can wind the PE wire with high traction force by a pushing drum rotating synchronously with the winding axis.

主な研究業績 (論文, 特許など)

査読付き学術論文

[1] Yusuke Yamanoi, Shunta Togo, Yinlai Jiang, Hiroshi Yokoi, "Learning data correction for myoelectric hand based on "survival of the fittest"," Cyborg and Bionic Systems, Vol. 2021, No. 9875814, pp. 1-12, 2021. doi: 10.34133/2021/9875814

[2] Ayane Kumagai, Yoshinobu Obata, Yoshiko Yabuki, Yinlai Jiang, Hiroshi Yokoi, Shunta Togo, "Asymmetric shape of distal phalanx of human finger improves precision grasping," Scientific Reports, Vol. 11, No. 10402, pp. 1-10, 2021. doi: 10.1038/s41598-021-89791-3 [2021IF: 4.996]

[3] 小畑 承経, 熊谷 あやね, 矢吹 佳子, 東郷 俊太, 姜 銀来, 横井 浩史, "動的安定把持を実現する電動義手のための二層弾性構造グローブの開発", 日本ロボット学会誌, Vol. 39, No. 8, pp. 744-750, 2021. doi: 10.7210/jrsj.39.744

解説: 2 件

国際会議発表: 6 件

国内会議発表: 9 件

星野研究室

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

研究のまとめ (2021 年 4 月~2022 年 3 月)

2021 年度は, マウスのモデルを用いて, 運動時の乳酸産生量を血中乳酸濃度動態から計算し求める方法を確立した(Takeda et al. 2022). 計算された乳酸産生量は, 運動適応を引き起こすシグナル分子の活性化や筋グリコーゲンの減少量との間に関係があることを明らかにしました. 今後, 乳酸産生の増加が骨格筋や全身の適応に及ぼす影響をさらに検討する予定です. また, ラットを用いて, 運動後のシグナル分子の活性化についての数理モデルの構築を試みました. タンパク質合成経路のシグナル分子については, 最適なパラメータ推定方法を確立しつつあります. 今後, 遺伝子発現の時系列データに対しても同様の解析を実施します.

Summary (April, 2021 - March, 2022)

In 2021, we established a method to calculate lactate production volume during exercise from the dynamics of blood lactate concentration in mice (Takeda et al. 2022). We found that the calculated lactate production volume was related to the activation of signal molecules that induce exercise adaptation and the decrease in muscle glycogen. In the future, we plan to further investigate the effect of increases in lactate production on skeletal muscle adaptation to exercise. We also attempted to develop a mathematical model of post-exercise signal molecule activation using rats. we have almost established optimal parameter estimation methods for the signal molecules in the protein synthesis pathway. We plan to conduct a similar analysis on time-series data of gene expression.

主な研究業績 (論文, 特許など)

- [1] Yudai Nonaka, Reo Takeda, Yutaka Kano, Daisuke Hoshino. Short-Term Calorie Restriction Maintains Plasma Insulin Concentrations along with a Reduction in Hepatic Insulin-Degrading Enzyme Levels in db/db Mice. *Nutrients* 13(4): 1190. 2021
- [2] Reo Takeda, Yudai Nonaka, Katsuyuki Kakinoki, Shinji Miura, Yutaka Kano, Daisuke Hoshino. Effect of endurance training and PGC-1 α overexpression on calculated lactate production volume during exercise based on blood lactate concentration. *Sci Rep* 12: 1635. 2022.
- [3] 星野太佑, 川田健太郎, 黒田真也. 筋収縮後の代謝トランスオミクスネットワークの構築—ROS 依存的なペントースリン酸経路の活性化. *実験医学増刊* (藤井宣晴編) Vol.40 No2, 288-294. 2022.

医工学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)

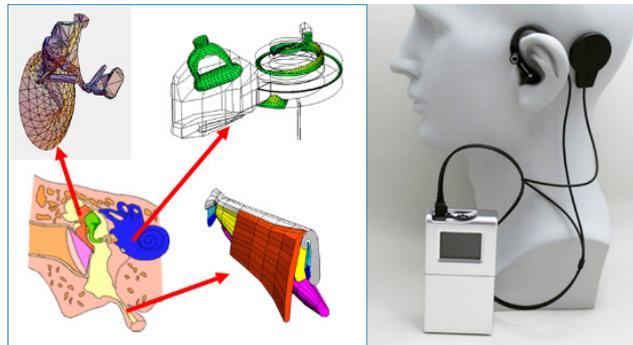


専門分野： 医用生体工学，機械力学，計測・制御

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)

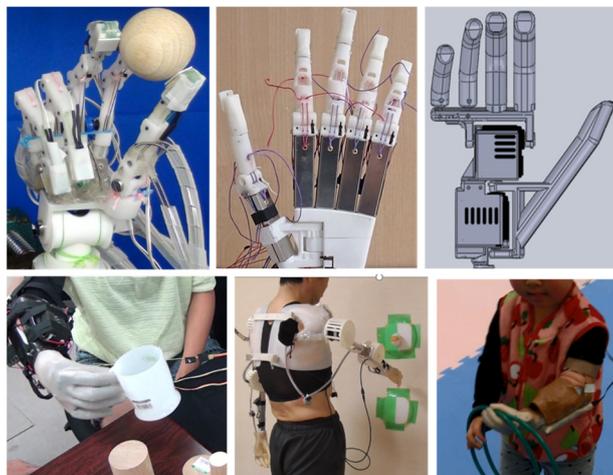


専門分野： リハビリテーション科学・福祉工学，知能機械学・機械システム

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

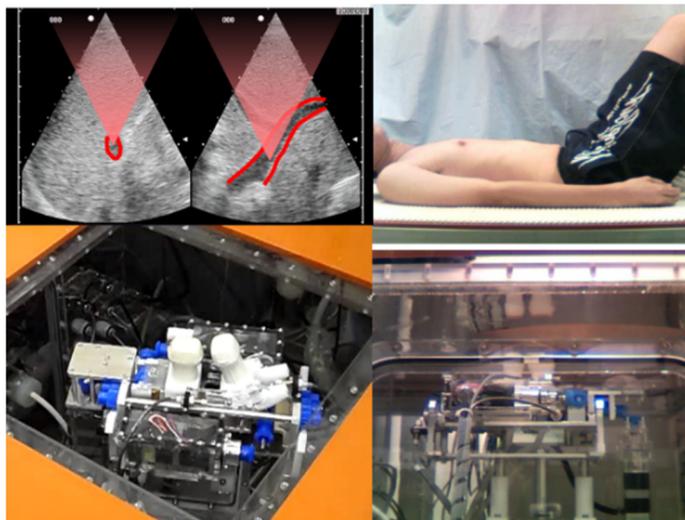
分野を担う研究者，技術者，医療従事者の育成を図り，ライフサポート研究分野における世界的な教育・研究拠点を目指すことを目的としています。



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 bio-measurement technology

CURRENT PROJECTS

姜 銀来 准教授 (東4-603)

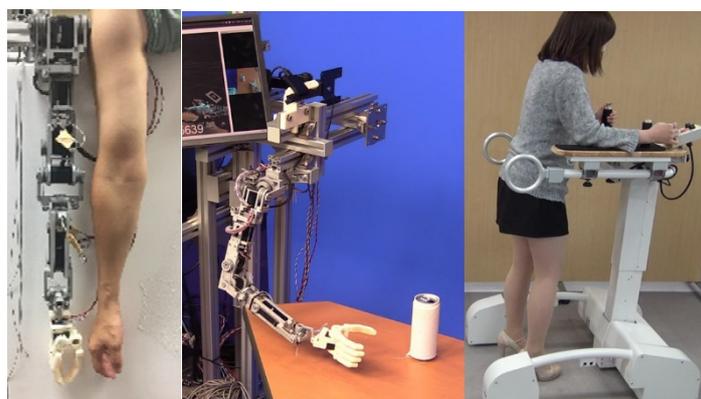


専門分野：知能ロボティクス， 福祉工学， 生体医工学

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。



小池研究室

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

研究のまとめ (2021 年 4 月～2022 年 3 月)

2021 年度では、中耳の耳小骨可動性計測装置の改良を行い、検体を対象とした計測によりその計測安定性を評価しました。また、中耳振動系の数値解析モデル[1]を用い、中耳耳小骨疾患による可動性変化の特徴を明らかにするとともに、機械学習により診断が困難であった耳小骨病変の診断プロトコルの提言を行いました。更に、鼻腔内視鏡手術の効率的施術方法の検討[2]や、近赤外蛍光により咽頭部に残留した食物を検出する装置を開発し、患者を対象に性能評価を行った結果、本装置で咽頭残留食物を非侵襲で計測可能であることを示しました。

Summary (April, 2021 - March, 2022)

In 2021, we have been improving the device for measuring the mobility of middle ear ossicles and evaluated its measurement stability by measuring cadavers. In addition, using a numerical analysis model of the middle ear vibration system [1], we clarified the characteristics of the mobility changing due to middle ear diseases, and proposed a diagnostic protocol for ossicular diseases which was difficult to diagnose using machine learning. In addition, we investigated an efficient surgical method for nasal endoscopic surgery [2], and developed a device that detects food remaining in the pharynx using near-infrared fluorescence. Its performance was evaluated in patients, and it was shown that the device can noninvasively measure residual food in the pharynx.

主な研究業績 (論文, 特許など)

[1] 李 信英, 小池 卓二, 外有毛細胞の部分的機能低下による DPOAE および純音聴力変化: ヒト蝸牛有限要素モデルによる数値解析, *Audiology Japan*, 64-2, 2021.

[2] Katsuhisa Ikeda, Tatsunari Harashima, Takuji Koike, Effects of endoscopic sinus surgery on nasal spray deposition using dye-based methods for humans and a human silicone sinonasal cavity model, *Am J Otolaryngol*, 42(6), 103058, 2021.

横井研究室

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

研究のまとめ (2021 年 4 月～2022 年 3 月)

当研究室では、サイborg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。サイborg技術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ます。2021年度は、手掌欠損児用の筋電義手と手指欠損児用の能動義手の開発を行いました。また、北京理工大学との国際共同研究として、多自由度筋電義手を開発しました。能動義手と多自由度義手に関しては厚生労働省の補装具等完成用部品に登録することに成功し、関連する知財の申請を行い、これらの市場展開を開始しました。

Summary (April, 2021 - March, 2022)

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. In 2021, we developed the palm myoelectric prosthetic hands and the body-powered prosthetic fingers for children with finger congenital anomalies. we also developed the multi-DOFs myoelectric prosthetic hand which can control five fingers independently as the result of collaborative work with Beijing Institute of Technology, and we succeeded to register the body-powered fingers and multi-DOFs hand to Ministry of Health, Labor and Welfare of Japanese government as the compensability parts. We have obtained the relevant patents, and we started to sell these products through the startup company operated by our laboratory.

主な研究業績 (論文, 特許など)

- [1] 小畑 承経, 熊谷 あやね, 矢吹 佳子, 東郷 俊太, 姜 銀来, 横井 浩史: 動的安定把持を実現する電動義手のための二層弾性構造グローブの開発, 日本ロボット学会誌, Vol. 39, No. 8, pp. 744-750, 2021. doi: 10.7210/jrsj.39.744
- [2] Fei Wang, Hiroshi Yokoi: Research on the Dissemination Process of Hot Words — Focus on the Connection between Netizens' Emotions and the Search Volume of Hot Words, Academic Journal of Humanities & Social Sciences, 2021, 4(7); doi: 10.25236/AJHSS.2021.040712.
- [3] Ayane Kumagai, Yoshinobu Obata, Yoshiko Yabuki, Yinlai Jiang, Hiroshi Yokoi, Shunta Togo: Asymmetric shape of distal phalanx of human finger improves precision grasping, Scientific Reports, Vol. 11, No. 10402, pp. 1-10, 2021. doi: 10.1038/s41598-021-89791-3

- [4] Yusuke Yamanoi, Shunta Togo, Yinlai Jiang, Hiroshi Yokoi : Learning Data Correction for Myoelectric Hand based on "Survival of the Fittest", *Cyborg and Bionic Systems*, vol.2021, article ID 9875814, 2021. doi: 10.34133/2021/9875814
- [5] 横井 浩史 , 姜 銀来, マニピュレータ, 特許第 6928960 号, 2021/08/12
- [6] 横井 浩史 , 石原 正博 , 山野井 佑介 , 高木 岳彦, 義手, PCT/JP2021/037172
- [7] 横井 浩史, 小野 祐真, 山野井 佑介, 島田 岳佳, 矢吹 佳子, 棚橋 一将, 若松 享平, 筋電センサシステム, 特願 2021-156039

小泉研究室

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

研究のまとめ (2021 年 4 月～2022 年 3 月)

われわれの研究室では、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機器側にとり込み、医療機器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機構・制御・画像処理・アルゴリズムの分野を開拓します。このうち、当該年度は、深層学習技術を援用して治療モニタリング画像を適正化するロボット機構・制御・画像処理・アルゴリズム技術を新規に提案しました。これに関連して International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery : IJCARS), 医療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, 2021 - March, 2022)

In our laboratory, through the technologization and digitalization of medical skills (medical digitalization), medical skills are incorporated into the device side as digital function functions, and robot mechanisms and systems are developed to advance and optimize medical skills on the medical device system. Pioneering the fields of control, image processing, and algorithms. In this year, we proposed a novel robot mechanism, control, image processing, and algorithm technology that optimizes treatment monitoring images using deep learning technology. In connection with this, the International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery (IJCARS) was adopted (CARS) by top conferences in medical robotics.

主な研究業績 (論文, 特許など)

[1] Sunao Shoji, Norihiro Koizumi, Soichiro Yuzuriha, Satoshi Kuroda, Takahiro Ogawa, Mayura Nakano, Masayoshi Kawakami, Masahiro Nitta, Masanori Hasegawa, Akira Miyajima, "Current status and future prospective of the treatment for localized prostate cancer with high-intensity focused ultrasound," J Med Ultrasonics. <https://doi.org/10.1007/s10396-021-01183-2>, 2022. IF=1.3

[2] Momoko Matsuyama, Norihiro Koizumi, Akihide Otsuka, Kento Kobayashi, Shiho Yagasaki, Yusuke Watanabe, Jiayi Zhou, Yu Nishiyama, Naoki Matsumoto, Hiroyuki Tsukihara, Kazushi Numata, "A novel complementation method of an acoustic shadow region utilizing a convolutional neural network for ultrasound-guided therapy," International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery (IJCARS), Vol.17, No.1, pp.107-119, 2022. IF=3.4

[3] Ryosuke Saito, Norihiro Koizumi, Yu Nishiyama, Tsubasa Imaizumi, Kenta Kusahara, Shiho Yagasaki, Naoki Matsumoto, Ryota Masuzaki, Toshimi Takahashi, Masahiro Ogawa, "Evaluation of Ultrasonic Fibrosis Diagnostic System Using Convolutional Network for Ordinal Regression," International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery (IJCARS), Vol.16, No.11, pp.1969-1975, 2021. IF=3.4

- [4] Tomohiro Ishikawa, Norihiro Koizumi, Yu Nishiyama, Jiayi Zhou, Yusuke Watanabe, Takumi Fujibayashi, Momoko Matsuyama, Miyu Yamada, Ryosuke Tsumura, Kiyoshi Yoshinaka, Hiroyuki Tsukihara, Kazushi Numata, "Construction of a 3D organ model using a robot, visual SLAM, and deep learning," 36th International Congress and Exhibition on computer assisted radiology and surgery (CARS 2022), International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery (IJCARS), Vol.17, Suppl.1, pp.S40-S41, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11548-022-02635-x>
- [5] Anju Mukasa, Norihiro Koizumi, Yu Nishiyama, Yusuke Onodera, Momoko Matsuyama, Takumi Fujibayashi, Sunao Shoji, "Development of an intraoperative cancer localization navigation system to support complete resection of prostate cancer," 36th International Congress and Exhibition on computer assisted radiology and surgery (CARS 2022), International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery (IJCARS), Vol.17, Suppl.1, pp.S51, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11548-022-02635-x>
- [6] Momoko Matsuyama, Norihiro Koizumi, Yu Nishiyama, Yusuke Watanabe, Jiayi Zhou, Shiho Yagasaki, Takumi Fujibayashi, Miyu Yamada, Tomohiro Ishikawa, Ryosuke Tsumura, Kiyoshi Yoshinaka, Naoki Matsumoto, Hiroyuki Tsukihara, Kazushi Numata, "A study on construction of organ coverage avoidance method of acoustic shadows for automatic ultrasound diagnosis," 36th International Congress and Exhibition on computer assisted radiology and surgery (CARS 2022), International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery (IJCARS), Vol.17, Suppl.1, pp.S119-S120, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11548-022-02635-x>
- [7] 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.
- [8] 小泉憲裕, 西山 悠, 小林賢人, 周 家禱, 渡部祐介, 藤林 巧, 松山桃子, 山田望結, 五十嵐立樹, 草原健太, 矢ヶ崎詞穂, 沼田和司, 月原弘之, 宮崎英世, 松本直樹, 小川真広, "画像評価装置及びプログラム", 特願 2022-029940, 2022.2.28.

孫 研究室

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

研究のまとめ (2021 年 4 月~2022 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っています。より感染症スクリーニングシステムの実用化を目指し、空港検疫で使用されている赤外線・CMOS カメラを用いて、非接触でバイタルサインである呼吸数・心拍数・体温を測定し、画像処理により感染症をスクリーニングするシステムの開発を提案しました。

Summary (April, 2021 - March, 2022)

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, and etc. To promote the widespread use of infection screening system, we have been working on systems with minimum hardware requirements to achieve a system that is more suitable for real world settings. The most reliable solution is to enhance the functionality of the conventional infrared thermography systems that are already installed at international airports. By incorporating the latest advances in image processing techniques, these infrared thermography systems can acquire thermal and visible images together by integrating visible and thermal cameras. In this study, we used high image and temperature resolution infrared thermography that combines visible and thermal images to acquire multiple vital sign measurements from facial images using remote sensing. The benefit of this approach is that it only requires a CMOS camera that is equipped with IRT rather than a large-scale system.

主な研究業績 (論文, 特許など)

[1] Batbayar Unursaikhan, Gereltuya Amarsanaa, Guanghao Sun, Kenichi Hashimoto, Otgonbat Purevsuren, Lodoiravsal Choimaa, Takemi Matsui: Development of a Novel Vital-Signs-Based Infection Screening Composite-Type Camera With Truncus Motion Removal Algorithm to Detect COVID-19 Within 10 Seconds and Its Clinical Validation. *Frontiers in Physiology*, section Computational Physiology and Medicine, 2022

- [2] Hoang Thi Yen, Masaki Kurosawa, Tetsuo Kirimoto, Yukiya Hakozaki, Takemi Matsui, Guanghao Sun: A medical radar system for non-contact vital sign monitoring and clinical performance evaluation in hospitalized older patients. *Biomedical Signal Processing & Control*, 2022
- [3] Keisuke Edanami, Guanghao Sun: Medical Radar Signal Dataset for Non-Contact Respiration and Heart Rate Measurement. *Data in Brief*, 2022
- [4] Akito Tohma, Maho Nishikawa, Takuya Hashimoto, Yoichi Yamazaki, Guanghao Sun: Evaluation of Remote Photoplethysmography Measurement Conditions Toward Telemedicine Applications. *Sensors*, 2021
- [5] Toshikazu Shinba, Keizo Murotsu, Yosuke Usui, Yoshinori Andow, Hiroshi Terada, Nobutoshi Kariya, Yoshitaka Tatebayashi, Yoshiki Matsuda, Go Mugishima, Yujiro Shinba, Guanghao Sun and Takemi Matsui: Return-to-Work Screening by Linear Discriminant Analysis of Heart Rate Variability Indices in Depressed Subjects. *Sensors*, 2021
- [6] Yuki Iwata, Koichiro Ishibashi, Guanghao Sun, Han Trong Thanh: High Accuracy Heartbeat Detection from CW-Doppler Radar Using Singular Value Decomposition and Matched Filter. *Sensors*, 2021
- [7] Thanh Han Trong, Yen Pham Huong, Lam Nguyen Dang Son, Yuki Iwata, Tuan Do Trong, Koichiro Ishibashi, and Guanghao Sun: Machine Learning based Classification Model for Screening of Infected Patients Using Vital Signs. *Informatics in Medicine Unlocked*, 2021
- [8] Batbayar Unursaikhan, Nobuaki Tanaka, Guanghao Sun, Sadao Watanabe, Masako Yoshii, Kazuki Funahashi, Fumihiro Sekimoto, Fumiaki Hayashibara, Yutaka Yoshizawa, Lodoiravsal Choimaa, Takemi Matsui: Development of a Novel Web Camera-Based Contact-Free Major Depressive Disorder Screening System Using Autonomic Nervous Responses Induced by a Mental Task and its Clinical Application. *Frontiers in Physiology*, section Computational Physiology and Medicine, 2021
- [9] Nguyen Dinh Chinh, Luu Manh Ha, Guanghao Sun, Le Quoc Anh, Pham Viet Huong, Tran Anh Vu, Tran Trong Hieu, Tran Duc Tan, Nguyen Vu Trung, Koichiro Ishibashi, Nguyen Linh Trung: Short Time Cardio-vascular Pulses Estimation for Dengue Fever Screening via Continuous-Wave Doppler Radar using Empirical Mode Decomposition and Continuous Wavelet Transform. *Biomedical Signal Processing & Control*, 65, 102361, 2021.

姜研究室

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

研究のまとめ (2021 年 4 月~2022 年 3 月)

2021 年度では, (1) ワイヤ干渉駆動のモジュール化設計法を用いて, ヒューマノイドロボットの開発を進めました. 構築した 7 自由度のロボットアームは自重 2.57 kg でペーロードが 2.5 kg となり, 出力重量比が 1 に近く, 世界一の軽量性を達成しました. (2) 表面電極法を用いた機能的電気刺激に伴う筋疲労を軽減するために, 最適刺激位置であるモーターポイント追従を追従する刺激装置を開発しました. 上腕二頭筋と三頭筋を対象とした実験により, モーターポイント追従刺激の筋疲労軽減の効果が確認できました. (3) 高機能義手の制御のために, sEMG (surface Electromyography) と FMG (force Myography) を同じ場所で計測できる単体センサを開発し, sEMG と FMG を解析する Layer Fusion Convolutional Neural Network を構築しました. FMG の導入により, 前腕筋活動より手部動作を識別する精度と安定性の向上が確認できました.

Summary (April, 2021 - March, 2022)

In 2021, (1) we have been developing a humanoid robot using modularized tendon-driven mechanism. The 7 degrees-of-freedom robot arm, which weighs 2.57 kg with a payload of 2.5 kg, achieved the highest power-weight-ratio (close to 1) in the world. (2) To reduce the fatigue associated with functional electrical stimulation (FES) using surface electrodes, a motor point tracking device with moving electrodes to tracking the shift of the motor point, the site on the skin where the threshold is smallest for FES to induce muscle contraction, was developed. The muscle fatigue reduction effect of the device was validated on biceps brachii and triceps brachii. evaluated to improve the tracking density and accuracy to reduce muscle fatigue caused by functional electrical stimulation. (3) We introduced force myography (FMG) as a supplementary signal to sEMG (surface Electromyography) and proposes a layered sEMG-FMG hybrid sensor that can measure both sEMG and FMG at the same location of skin surface. Meanwhile, a layer fusion convolution neural network is designed to extract multi-scale features from sEMG and FMG. The experimental results suggest that the introduction of FMG can effectively enhance the classification accuracy and robustness of human interface for the control of myoelectric prosthetic hands.

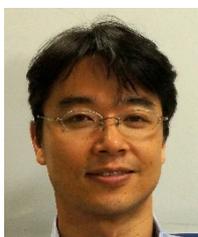
主な研究業績 (論文, 特許など)

[1] Rutong Dou, Shenbo Yu, Wenyang Li, Peng Chen, Pengpeng Xia, Fengchen Zhai, Hiroshi Yokoi, Yinlai Jiang: Inverse Kinematics for a 7-DOF Humanoid Robotic Arm with Joint Limit and End Pose Coupling, Mechanism and Machine Theory, Volume 169, 104637, Mar. 2022. (IF 4.930)

- [2] Yanchao Wang, Ye Tian , Haotian She, Yinlai Jiang, Hiroshi Yokoi, Yunhui Liu: Design of an effective prosthetic hand system for adaptive grasping with the control of Myoelectric Pattern Recognition Approach, *Micromachines*, 13(2), 219, Jan. 2022. (IF 3.523, 国際共著)
- [3] Yanchao Wang, Ye Tian , Jinying Zhu, Haotian She, Hiroshi Yokoi, Yinlai Jiang, Qiang Huang: Study on classification effect of sEMG signals in different vibration environments based on LDA algorithm, *Sensors*, Vol.21, No.18, 6234, Sep. 2021. (IF 2.574, 国際共著)
- [4] Wenyang Li, Yiwei Wang, Shunta Togo, Hiroshi Yokoi, Yinlai Jiang: Development of a Humanoid Shoulder Based on 3-Motor 3 Degrees-of-Freedom Coupled Tendon-driven Joint Module, *IEEE Robotics and Automation Letters*, Vol.6, No.2, pp.1105–1111, Apr. 2021. (IF 4.321)
- [5] 横井浩史, 姜銀来, マニピュレータ, 国立大学法人電気通信大学, 特許第 6928960 号, 2021 年 8 月.

基盤技術創成グループ

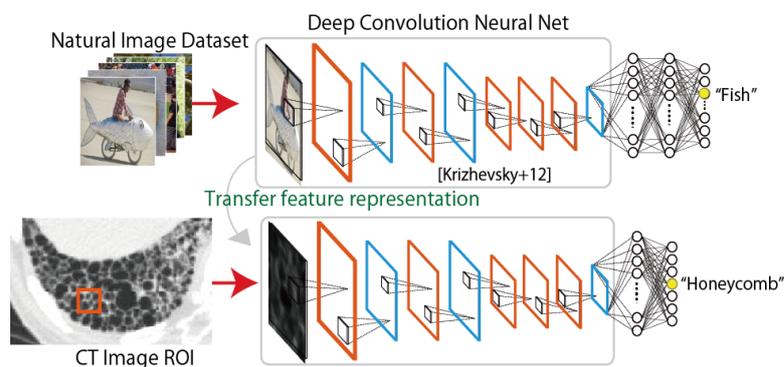
庄野 逸 教授 (西3-313)



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)



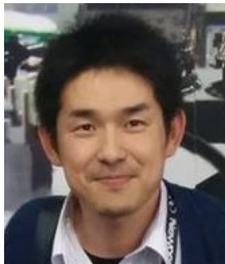
専門分野: 有機合成, 生物有機化学

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.



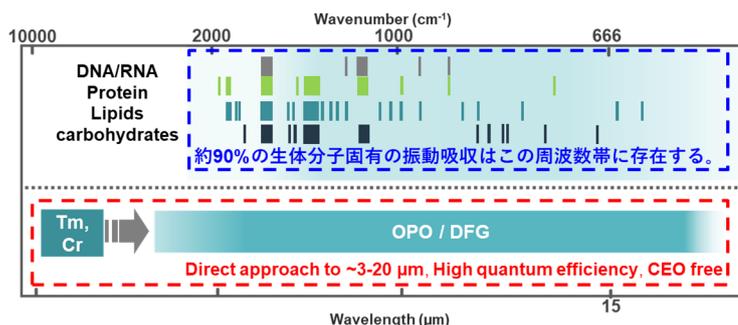
戸倉川 正樹 准教授 (西7-703)



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。



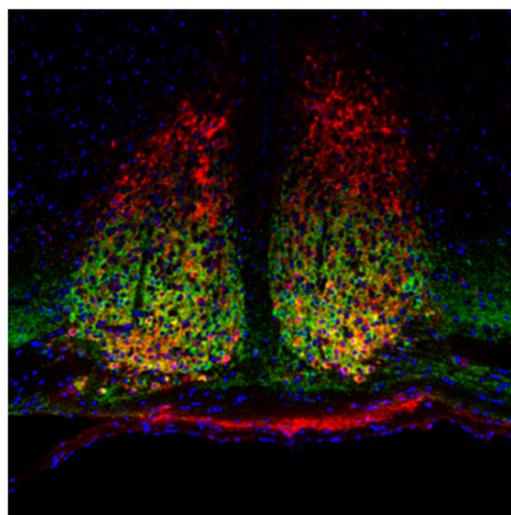
仲村 厚志 助教 (東6-639)



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 (2021 年 4 月～2022 年 3 月)

びまん性肺疾患などのテクスチャ画像の分類などで得られた知見を、構造材料分野の画像解析に活かし、有効な学習機械の構築に成功しました。特に金属の破断面の分析においては、いままで研究者が「匠の眼」を持って分析していたフィールドに、どのテクスチャ特徴が有効に働くかを示し、定量化が可能なことを示しました。

Summary (April, 2021 - March, 2022)

We have succeeded in building an effective learning machine by applying the knowledge gained from the classification of texture images of diffuse lung disease and other diseases to image analysis in the field of structural materials. In particular, in studying metal fracture surfaces, we showed which texture features work effectively in an area researchers have analyzed with a professional viewing and demonstrated that quantification is possible.

主な研究業績 (論文, 特許など)

[1] Prediction of Metal Temperature by Microstructural Features in Creep Exposed Austenitic Stainless Steel with Sparse Modeling, Akihiro Endo, Kota Sawada, Kenji Nagata, Hideki Yoshikawa, and Hayaru Shouno. Science and Technology of Advanced Materials: Methods 1 (1): 225–33. (2021) (査読有)
<https://doi.org/10.1080/27660400.2021.1997556>

[2] Determination of Common Peak Structure from Multiple X-Ray Photo-Electron Spectroscopy Data Sets. Ryo Murakami, Hayaru Shouno, Kenji Nagata, Hiroshi Shinotsuka, and Hideki Yoshikawa. Science and Technology of Advanced Materials: Methods 1 (1): 182–91. (2021)(査読有) <https://doi.org/10.1080/27660400.2021.1957304>

[3] Bayesian Estimation for XPS Spectral Analysis at Multiple Core Levels. Atsushi Machida, Kenji Nagata, Ryo Murakami, Hiroshi Shinotsuka, Hayaru Shouno, Hideki Yoshikawa, and Masato Okada. Science and Technology of Advanced Materials: Methods 1 (1): 123–33. (2021) (査読有) <https://doi.org/10.1080/27660400.2021.1943172>

[4] Deep Feature Compression Using Spatio-Temporal Arrangement toward Collaborative Intelligent World, Satoshi Suzuki, Shoichiro Takeda, Motohiro Takagi, Ryuichi Tanida, Hideaki Kimata, and Hayaru Shouno. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, (to appear) (2021) (査読有)
<https://doi.org/10.1109/TCSVT.2021.3107716>

牧研究室

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

研究のまとめ (2021 年 4 月～2022 年 3 月)

生命科学の最近の課題として、「生体内深部の精密な可視化」と「ウイルスの生体内動態の可視化」技術の話題をよく耳にするようになってきました。「生体内深部の精密な可視化」については、TokeOni-AkaLuc の完全人工系による長波長化によって技術が進み、新たに AkaSuke が創製され、天然発光酵素でも TokeOni を超える高輝度長波長化が可能となりました。AkaSuke の市販について検討を開始しました。「ウイルスの生体内動態の可視化」につきましても、産総研が保有する ALuc と、セレンテレラジン系アナログのクロス反応で多色化に成功しました。この技術について、海外向けにもプレス発表しました。

Summary (April, 2021 - March, 2022)

Recent issues that need to be urgently addressed by animal experiment researchers include “precise imaging for deep tissues” and “imaging for the dynamics of viruses in the body”. The former has been addressed using “TokeOni-AkaLuc”, i.e., artificial NIR luminescence. Furthermore, a new luciferin, “AkaSuke”, has been developed. For the latter, the cross-reaction of “ALuc” has been developed by AIST and coelenterazine analogues have been synthesized by UEC, resulting in the realization of Color-Tunable Bioluminescence. Press releases on this new technology have been made globally.

主な研究業績 (論文, 特許など)

学術論文 (査読有)

[1] (IF: 1.398) Norihisa Yamasaki, Chihiro Matsushashi, Shojiro Maki, Takashi Hirano, “Singlet-Oxygen Chemiluminescence from Heated Crystal Samples of 9,10-Diphenylanthracene Endoperoxides”, *Chemistry Letters*, 50, 1681–1683 (2021).

[2] (IF: 3.421) Haruhisa Ogawa, Ryohei Ono, Yoshifumi Noguchi, Nobuo Kitada, Ryohei Saito-Moriya, Shojiro A. Maki, Hidefumi Akiyama, Hideyuki Itabashi, Miyabi Hiyama*, “Absorption Spectra for Firefly Bioluminescence Substrate Analog: TokeOni in Various pH Solutions”, *Photochemistry and Photobiology*, 97, 1016–1022. (2021).

[3] (IF: 1.398) Genta Kamiya, Nobuo Kitada, Ryohei Saito-Moriya, Rika Obata, Satoshi Iwano, Atsushi Miyawaki, Takashi Hirano, Shojiro A. Maki*, *Chemistry Letters*, 50 (8), 1523–1525 (2021).

[4] (IF: 2.823) Chihiro Yoshida, Tomoya Higashi, Yoshifumi Hachiro, Takuya Yagi, Azusa Takechi, Chihiro Nakata, Kazuya Miyashita, Nobuo Kitada, Ryohei Saito, Rika Obata, Takashi Hirano, Takahiko Hara, and Shojiro A. Maki*, “Synthesis of polyenylpyrrole derivatives with selective growth inhibitory activity against T-cell acute lymphoblastic leukemia cells”, *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 37, 127837 (2021).

[5] (IF: 5.542) Ryohei Saito*, Jun Nakayama, Genta Kamiya, Nobuo Kitada, Rika Obata, Shojiro A. Maki, Hiroshi Aoyama, “How to select the firefly luciferin analogues for in vivo imaging”, *International Journal of Molecular Sciences*, 22(4), 1848 (2021).

[6] (IF: 4.379) Shota Tamaki, Nobuo Kitada, Masahiro Kiyama, Rika Fujii, Takashi Hirano, Sung Bae Kim,* Shojiro Maki*, “Color-Tunable Bioluminescence Imaging Portfolio for Cell Imaging”, *Scientific Reports*, 11, 2219 (2021).

・特許

[1] 特願 2022-030488「新規セレンテラジン誘導体」発明者:牧 昌次郎, 北田 昇雄, 金 誠培. 出願人:国立大学法人 電気通信大学, 国立研究開発法人 産業技術総合研究所, 出願日 2022年2月28日

[2] 特願 2021-032167「新規複素環式化合物及びその塩, 並びに, 発光基質組成物」発明者:牧 昌次郎, 北田 昇雄, 森屋 亮平. 出願人:国立大学法人 電気通信大学, 黒金化成株式会社, 出願日 2021年3月1日

[3] PCT/JP2021/031785「発光システム及びシトクロムP450の定量方法」発明者:仲村 厚志, 牧 昌次郎, 齊藤 亮平, 北田 昇雄. 出願人:国立大学法人 電気通信大学, 黒金化成株式会社, PCT 出願 2021年8月30日

・報道・プレス発表等

[1] プレス発表(産業技術総合研究所 筑波・電気通信大学)「A Portfolio of Rainbow Bioluminescent Readouts Luminescing in the Whole Visible Light Region」—Development of a multi-color imaging toolbox for medical and environmental diagnostics—:2021年11月10日(海外向)

(https://www.aist.go.jp/aist_e/list/latest_research/2021/20211110/en20211110.html) 産総研

戸倉川研究室

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

研究のまとめ (2021 年 4 月~2022 年 3 月)

2021 年度には以下の研究成果を得ました。

1. 複合利得場質という手法を用いて波長 2 μm 帯 Tm 固体レーザーにおける最短パルスの発生に成功しました。また現在 mJ レベルのナノ秒発振器の開発にも着手しました。

Opt. Express 29, 19465-19471 (2021)

2. 700 μJ に達するナノ秒ファイバーレーザーを開発しレーザー加工実験を行い半導体材料の 3 次元加工を行いました。

レーザー加工学会誌 28/ 1, 3-8 (2021)

3. Cr:ZnS セラミックレーザーを開発しました。カーレンズモード同期によるフェムト秒パルス発振と利得スイッチによるナノ秒パルス発振を進めています。

4. ラベルフリーなイメージングを実現するため現在までに off axis 型の干渉絶対位相顕微鏡を制作し、筋組織の位相画像を取得しました。

Summary (April, 2021 - March, 2022)

In the 2020 year, we achieved the following research results.

1. We have succeeded in generation of the shortest pulses from 2 μm Tm solid state laser by a technique of combined active gain media.

2. We have developed a 700 μJ ns Tm fiber lase system and demonstrated processing of polymers and semiconductor materials.

3. We developed Cr:ZnS ceramic lasers. Femtosecond pulse generation by Kerr-lens mode locking and ns pulse generation by gain switched is in progress.

4. We have developed off axis interferometric phase micro scope for lave free imaging. We obtained phase image of Muscle tissue.

主な研究業績 (論文, 特許など)

[1] A. Suzuki, C. Kränkel, and M. Tokurakawa: Sub-6 optical-cycle Kerr-lens mode-locked Tm:Lu2O3 and Tm:Sc2O3 combined gain media laser at 2.1 μm . Opt. Express 29, 19465–19471 (2021).

[2] 戸倉川正樹, 鈴木杏奈, Kraenkel Christian: スペクトル広帯域化を伴うカーレンズモード同期 Tm 固体レーザー. レーザー研究 49/ 7, 385–390, 2021.

[3] 鈴木 杏奈, Christian Kränkel, 戸倉川 正樹: Tm 添加媒質を用いたカーレンズモード同期レーザー. フォトニクスニュース 2021 年 第 82 回応用物理学会秋季学術講演会 Editor' s Picks, 7 巻/ 3 号, 96, 2021.

[4] 戸倉川正樹, 鈴木杏奈: 波長 2 μm 帯希土類(Tm)添加固体・ファイバーレーザー. 日本光学会 光学, Vol.50, No.10, pp.419–424, 2021.

特許: 0 件

国際会議発表: 4 件

国内会議発表: 5 件 (内 2 件招待講演)

受賞:

[1] 鈴木 杏奈, Kränkel Christian, 戸倉川 正樹: Tm 添加 sesquioxide 媒質を用いたカーレンズモード同期レーザー
一. 第 82 回応用物理学会秋季学術講演会 講演奨励賞

仲村研究室

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

研究のまとめ (2021 年 4 月～2022 年 3 月)

ホタルルシフェリン誘導体であるアカルミネ及び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ています。本研究では、肝疾患によりこの発光が増減する可能性について検討したところ、薬物性肝障害において発光量は減少し、非アルコール性脂肪性肝障害では、発光量の増大が見られました。これらの結果は、我々独自の生体発光システムが肝疾患の診断に利用できる可能性を示唆するものです。

Summary (April, 2021 - March, 2022)

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. In this study, we found that the luminescence was decreased or increased by drug-induced liver injury or nonalcoholic steatohepatitis, respectively. Our bioluminescent system might be used to detect liver deceases.

主な研究業績 (論文, 特許など)

(総説)ホタル生物発光の人工発光系へのモデル化とヒトの生体内精密計測に向けた挑戦 化学と生物, Vol.60, No.2, pp.72 - 78 (2022)

(特許出願)PCT/JP2021/031785・発光システム及びシトクロム P450 の定量方法・発明者:仲村 厚志, 牧 昌次郎, 齊藤 亮平, 北田 昇雄, 2021 年 08 月 30 日

CNBE セミナー（令和3年度開催分）

第93回セミナー

日時： 2021年9月28日（火）9:10 -

場所： B棟 202教室 + ZoomによるHybrid開催

第1部 講師： 北田昇雄, 野中雄大, 田淵絢香, 須貸拓馬, 田中嘉法

司会： 佐藤 俊治 准教授

題目：

- ・生物発光を利用したイメージング技術の開発（北田昇雄）
- ・減量が糖代謝機能に及ぼす影響（野中雄大）
- ・運動による細胞内カルシウム濃度時空間変化と筋損傷の関係（田淵絢香）
- ・マウス大脳皮質におけるミクログリアの長期観察と低酸素暴露への適応（須貸拓馬）
- ・乳酸が筋パフォーマンスの低下を抑制する機序の解明（田中嘉法）

第2部 講師： 中根 大介 准教授（情報理工学研究科 基盤理工学専攻）

司会： 小池 卓二 教授

題目： こいつ…動くぞ！ ～ねじる・ひっぱる・はうバクテリア～

（概要）

「バクテリア」は目には見えない小さな小さな生命体です。病気のもとになるものもいれば、ヨーグルトや納豆など、我々の生活に欠かせない役に立つものもあります。実は、スマホをちょっと工夫すれば、1ミリの100分の1程度の小さな生命体を観察することができます。驚くべきことに、それらはまるで意志があるかのように、もよもよと自由自在に動き回ります。プロペラを回転することで泳ぐものもいれば、「スパイダーマン」のように糸を使って動くものもあります。またあるものは自身の体をキャタピラのように動かして、戦車のように這うものもあります。「なぜ」「どのように」バクテリアが動くのか、その謎の向こうには医歯薬学・農学・工学につながる新しい発見が潜んでいます。スマホを使って小さな生命体の世界を一緒にのぞいてみませんか？

第1部 概要

生物発光を利用したイメージング技術の開発

北田昇雄

当研ではホタルや海洋生物の生物発光機構を利用したイメージング技術の開発をおこなってきた。発光基質の構造を改変して新規化合物を合成することで発光波長や強度などの発光特性の制御を可能とした。この材料を用いたイメージング技術の実用化に向けて現在研究を進めており、この詳細について発表する。

減量が糖代謝機能に及ぼす影響

野中雄大

私は、運動生理・生化学、スポーツ栄養学の観点から、アスリートのパフォーマンスを向上させる手法や生活習慣病を予防・改善させる手法に関する研究を行っています。今回は、減量による糖尿病の改善効果に関する研究成果について発表させていただきます。

運動による細胞内カルシウム濃度時空間変化と筋損傷の関係

田淵絢香

現在、日本学術振興会特別研究員（DC2）として狩野研究室にて研究に従事しております。細胞にとって重要なシグナル因子であるカルシウムイオンに着目し、骨格筋の適応メカニズムについてイメージング技術を用いて研究しています。今回は激しい運動によるカルシウムイオンと筋の損傷の関係について、これまでの結果成果を発表させていただきます。

マウス大脳皮質におけるミクログリアの長期観察と低酸素暴露への適応

須賀拓馬

生体二光子顕微鏡法を用いて、生きたままのマウス大脳皮質を低酸素暴露下で、長期観察した。ミクログリアの形状変化は観察されなかったものの、移動距離が増加したことが見られた。（酸素濃度とミクログリアの間に関係性があるのだろうか？が今後の課題）

乳酸が筋パフォーマンスの低下を抑制する機序の解明

田中嘉法

私は、現在狩野研究室でポストドクとして研究を行っています。現在、乳酸やグルコースなどの代謝物質を蛍光タンパク質を用いて可視化させ、運動（電気刺激による筋収縮）後の細胞内の経時的な変化を検証しています。今回は、乳酸についての現在の研究を発表させていただきます。

第 92 回セミナー

日時： 2021 年 7 月 27 日 (火) 11:00 – 12:00

場所： Zoom によるオンライン開催

講師： 星野 太佑 准教授 (情報理工学研究科 基盤理工学専攻)

司会： 正本 和人 教授 (情報理工学研究科 機械知能システム学専攻)

題目： 筋収縮後の細胞応答を理解するー運動システム生物学研究を目指してー

概要： 運動を定期的に繰り返すと、骨格筋が大きくなったり、持久力が増加し疲れにくくなったりする。このような骨格筋の適応は、運動後の一過的な細胞応答の繰り返しにより、引き起こされると考えられている。よって、運動後の一過的な細胞応答を調べることは、運動適応を解明する上で重要である。

筋収縮後の細胞応答の理解を目指し、実施した 2 つの研究を報告する。1 つめは、多階層にまたがるオミクス解析 (生物情報の網羅解析) である。C2C12 筋管細胞に電気刺激による収縮をおこなった後、代謝物および遺伝子発現のオミクス解析 (メタボローム、トランスクリプトーム) を実施した。オミクス階層をつなぐ解析により、多階層にまたがる筋収縮による代謝ネットワークを構築した。この多階層の代謝ネットワークの妥当性について実験的に検証したところ、活性酸素種を介したシグナル伝達が、代謝経路の活性化のメカニズムの一つであることが明らかとされた。2 つめは、少数の分子に着目した数理モデルの構築とシミュレーションである。具体的には、筋収縮後のシグナル分子の活性化の数理モデルの構築と運動による乳酸産生量の算出 (とシグナル分子の活性化との関係) である。以上のようなシステム生物学的なアプローチを含んだ研究が、筋収縮後の細胞応答を真に理解することにつながるのではと考え、研究に取り組んでいる。

第 91 回セミナー

日時： 2021 年 4 月 26 日 (月) 13:10 – 15:00

場所： Zoom によるオンライン開催

講師： 横井 浩史 教授 (情報理工学研究科 機械知能システム学専攻)

司会： 横井 浩史 教授 (情報理工学研究科 機械知能システム学専攻)

題目： サイボーグ技術の開発ー使いやすい運動機能再建のためのシステムをめざしてー

概要： ロボット工学の主要な応用分野の一つには、医療や介護、または、福祉といった生命と生活を支えるサービスの分野があり、安心と安全を提供する重要な社会貢献を担う。近年のロボット技術の発展によって、従来は静的・従属的・単機能の機械であった人工物が、動的・自律的・多機能なものに変わりつつあるため、考慮すべき範囲が拡大しつつある。特に人間の身体機能を代替する機械系の分野は、脳神経科学や医療福祉分野などとの境界領域に位置しつつある。この分野においてロボットは、人間に密着または装着して配置され、直感的にロボットを操作することが可能となり、さらにはロボットの故障なども痛みや疲労として感じられるような関係、すなわち、相互に作用し合う関係にある。

当研究グループでは、筋電義手を例として、学習機能を有するロボットシステムと人間の適応機能との関係に迫る研究を展開しており、本講演においてその概要について述べる。当研究室で開発した筋電義手は、利用者個々人の持つ複雑な筋電信号をコンピュータによる機械的学習計算によって習得し、個々人の前腕筋活動に直感的に符合する手指動作としてロボットを駆動する性能を有する。このシステムはサイborg研究などとも呼ばれ、2018年度初旬に学習機能を備えた筋電義手システムとして、厚生労働省の補装具完成用部品として登録され、現在では、乳幼児から小児でも利用できるような小型で軽量の筋電義手の開発に取り組みを進めている途上にある。また、義手は様々なタイプの切断や欠損または離断の状況に対応する必要があるために、工学系における機械や制御システムの開発のみならず、病院や医学部との協力関係の下で装着方法やセンサーの材料や形態の開発なども同時に行っており、それらの取り組みについても述べる。

天文・科学情報スペース企画展

脳の不思議展

～光と脳科学の最前線～



2021.9.10（金）～10.17（日）

【 展 示 内 容 】

① 動画 I (左側のテレビモニターを見てください)

(1) 夢の国 - Color After Image -

画面中央の黒い点を眺めてみてください！

まばたきをせずに、じっと見ていると、不思議な世界が？！

(2) シナプス可塑性とは？

このような脳の中に作られる映像は、神経細胞のつながりであるシナプスの可塑性（変化する性質）に関係しています！

(3) 長期抑圧の分子機構：記憶・学習のメカニズムに迫る

脳が学習する性質も神経細胞のつながりであるシナプスでの電流の流れ方の変化に関係しています。光を使って、脳が学習する力を ON, OFF と切り替えることができるようになりました！

② 展示 I：自分の脳

企画展タイアップ講座「脳とこころの情報科学」（10月8日（金）開講）の講師・宮脇教授の脳の実物大コピーです。実物大の大きさや、しわの深さを感じとってください！

③ 展示 II：脳のはたらきを知るための研究内容のポスタ

二

病院にあるような装置（MRI）を使って、脳の中のどこが活動しているのか、調べることができます。例えば、脳は新たに加わった機能（6本目の指？）も自分のものとして受け止めることができます。このように脳が変わって獲得した能力を維持することを可塑性といいます。

④ 動画 I (右側のテレビモニターを見てください)

(1) ホタルの光で未来を照らす！！

自然界で発光する生物の化学組成を解明し、自由に扱えるようになりました。より強く光ったり、色々な色を発光させたりすることで、例えば、がん細胞が体のどこにあるか光でわかるようになったり、調べたい細胞の動きを直接見たりすることができるようになりました！

(2) 脳の活動を光で制御する！！ ～活動電位の光による制御

法～

光に集まったり逃げたりする生物は、光のセンサーを持っています。そのような天然の生物がもつ光のセンサーを人工的に作り、光のスイッチで脳の活動を切り替える技術が開発されました。

⑤ 展示Ⅲ： 筋電義手

脳から直接、指令を受けて動く義手が開発されています。中身はロボットですが、手の皮そっくりのグローブをつけて、念じるだけで動く様子を想像してください！

⑥ 展示Ⅳ： 光を使って脳のはたらきを調べるための研究内容の

ポスター

特定の細胞が働くと光を放ったり、脳の中の細胞を色付けしたり、光で脳のはたらきを調べる方法があります。また、近赤外の光は脳の深くまで届く性質があるので、近赤外光を頭の上から照射して脳のどこが活動しているのか、調べる方法があります。

そうすることで、働いている脳から直接情報を取り出して、脳の中でどのような映像（夢）が作り出されているのか、あるいは脳は体のどこを動かしたいと言っているのか、知ることができるようになりました。不思議な脳の中が少しずつ科学の力で見えてきました。



総来場者数：871人

(内訳：9月：449人，10月：422人)

担当者より次のコメントもいただいております。

「また機会がございましたら，ご出展いただきますよう，何卒よろしくお願い致します。」

令和3年度スプリングスクール

2022年3月24日 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3年度
**スプリング
スクール**

脳科学研究の最前線を体験しよう!

1. 『こころ』を見る・測る：脳のなかの視覚像を計測してみよう
2. ロボットで専門家の医療技能を再現してみよう

あなたが見ているものは脳の中でどう表現されているのかを計測する実験や、医療専門家の技能をデジタル化しロボットで再現する実験を用意しました。皆さん自らが実験し、脳科学研究の最前線を実感してみませんか？

開催日 令和4年3月22日(火)・23日(水)
(1日コースの体験授業を2テーマ並行して開催。実験内容は両日とも同じ)

時間 13:00 ~ 17:30

講師 宮脇陽一 (電気通信大学 機械知能システム学専攻 教授)
小泉憲裕 (電気通信大学 機械知能システム学専攻 准教授)

対象 高校生

募集人数 両テーマとも1日につき5人
(先着順、1テーマのみの参加も可)

受講料 無料

会場 電気通信大学 東3号館、東4号館
(東京都調布市調布ヶ丘1-5-1、京王線調布駅北口より徒歩5分)

申込 電気通信大学社会連携センターホームページから
お申込みください。(12月1日より受付開始)
<http://www.ecrc.uec.ac.jp/activity/kouza/index.html>

締切 令和4年2月28日(月)
(定員に達した場合、募集に締め切らせていただきます)

備考 原則対面を想定していますが、今後の新型コロナウイルス感染状況大
体状況に応じて、遠隔もしくは対面と遠隔のハイブリッドとなる可
能性があります

← ? →
← ? →

医療ロボット

脳科学の最前線をロボットが再現

国立大学法人 電気通信大学 問合せ先 電気通信大学 総務企画課
調布市調布ヶ丘1-5-1 TEL 042-443-5880
E-mail: desk@ecrc.uec.ac.jp

脳・医工学研究センター

3月22, 23日(火・水)の13:00-17:30に、令和3年度のスプリングスクールを開催した。今年度は宮脇陽一先生のテーマ1:「『こころ』を見る・測る：脳のなかの視覚像を計測してみよう」と、小泉憲裕先生のテーマ2:「ロボットで専門家の医療技能を再現してみよう」の2テーマで開催した。1テーマあたり1日5名の受講生を募集し、テーマ1はそれぞれ4名(1名欠席)・4名、テーマ2は4名(1名欠席)・6名の参加者があった。

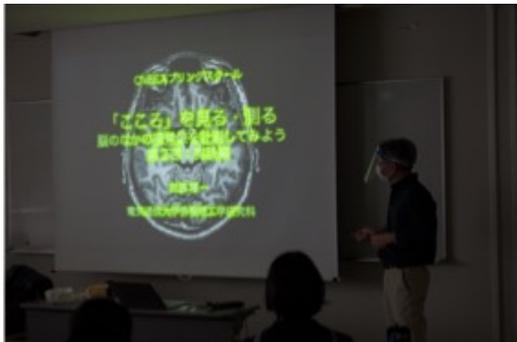
両日とも感染症対策(機材の都度消毒・室内の常時換気・3密の回避・手洗いうがいの励行・マスクの着用)を徹底して対面で開催した。

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。まず正本センター長より開校のあいさつがあり、続けて講師の宮脇先生・小泉先生を紹介した後、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。



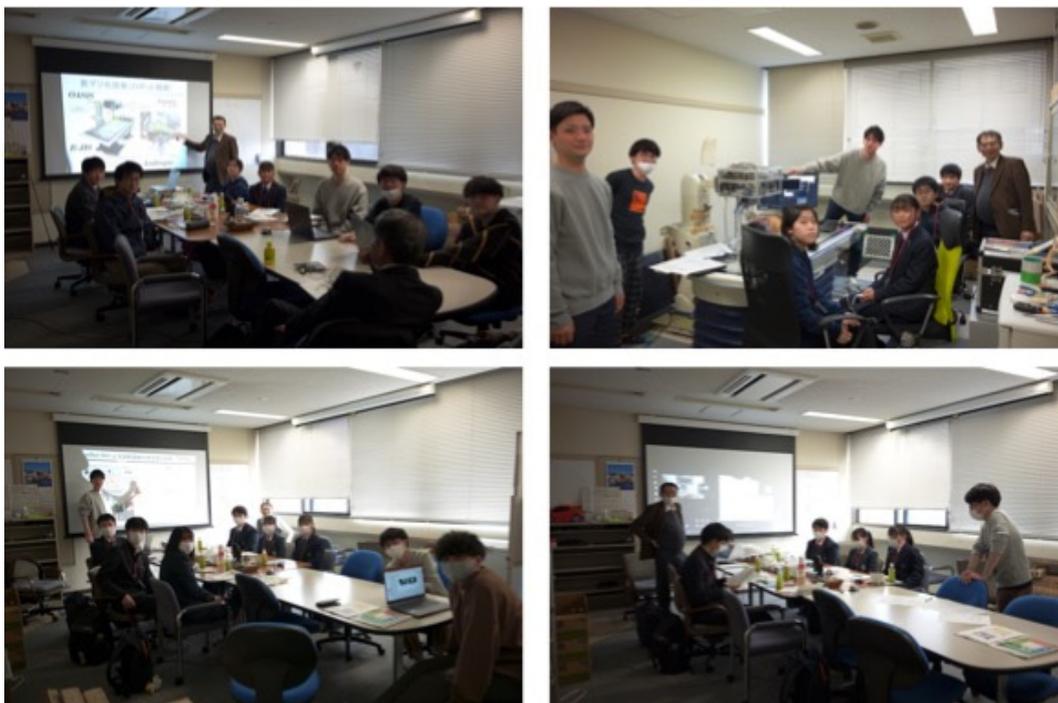
挨拶をする正本センター長 (3/22)

テーマ 1 は、錯視の神経機構をテーマとして、前半はヒトがものを見る仕組みやヒトの感覚・知覚の定量化法の講義と、ERATO プロジェクトの紹介などを行い、後半は実際に自分自身を被験者として錯視の実験を行った。受講生は PsychoPy というアプリを用いて実際に錯視画像をプログラミングし、自分自身の精神測定関数 (psychometric function) を計算して、錯視量を測定していた。



テーマ 1 の授業風景。上: 3/22。下: 3/23。左: 講義の様。右: 学生実験の様。

テーマ 2 は、医療技術のデジタル化をテーマとして、前半は医療画像の診断技術や医療ロボットの制御の講義と、大学院生の研究紹介などを行い、後半は実際に超音波診断ロボットの実機をプログラムして操作するという実験を行った。与えられた経路通りにプローブ移動させるプログラムを C++ で作成し、試行錯誤のうえ正しく動作させることに成功していた。



テーマ 2 の授業風景。上: 3/22。下: 3/23。左: 講義の様。右: 実験中(上)・質問タイム(下)の様。

両日も 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。正本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。



最後の集合写真 (左: 3/22; 右: 3/23)

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宮脇先生・小泉先生、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和田先生・山路先生・三宅先生、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、申し込みを適切にさばいてくださった総務企画課 基金・卒業生系の井田様、終始適切にサポートしてくださった丹羽先生、正本センター長、田淵様、山野井様に厚く御礼申し上げる次第である。