

# 第7回 ヒト脳イメージング研究会

Toward Advanced Imaging on Human Brains

抄録集



2023年9月8日(金) - 9日(土) 玉川大学

## 目次

ご挨拶/Greetings .....	2
研究会へのアクセス/Access to meeting.....	4
プログラム/Program.....	6
抄録 .....	10
特別講演 / <b>Special Lecture</b> .....	11
教育講演 / <b>Educational Lecture</b> .....	14
国際シンポジウム .....	16
International Symposium Cutting-edge neuroimaging approach on human brains.....	16
国内シンポジウム / <b>Domestic Symposium</b> .....	21

# ご挨拶/Greetings

第7回ヒト脳イメージング研究会を、2023年9月8日（金）から9日（土）の2日間、玉川大学（東京都町田市）においてオンサイト形式（ポスターセッション以外のセッションはオンライン視聴可能）にて開催いたします。

本研究会は、基礎神経科学分野におけるヒト脳イメージング研究者が中心となり、MRI、PET、MEG等の脳計測手法を用いた研究者間の学際的交流、若手人材育成の促進を目的とし2017年4月に設立されました。ヒト脳イメージング研究は、マイクロマクロ、基礎—臨床、そして実験動物—ヒトといった多様な軸で、多岐にわたる神経科学のハブとなる研究領域です。このことを踏まえた様々な企画を、本研究会は過去6年にわたり提供してきました。

今年の研究会は、ヒト脳イメージング研究会としては最後の会になることが予定されています。今後の日本国内での研究分野の発展を踏まえて大きな節目となるにふさわしい会とするために、新型コロナウイルス感染症の影響で長らく困難であった国際的な科学的コミュニケーションを再び行うことを目指しています。このため、“Toward Advanced Imaging on Human Brains”をテーマに、海外の研究機関の研究者によるオンサイトでの先進的な特別講演を含む多くの充実したプログラムを企画しています。これに加え、対面式でのポスターセッションを復活させることで、多くの方にオンサイトで参加をしていただける形式を目指したいと考えています。

特別講演では、高解像度 fMRI 研究のパイオニアである米国・マサチューセッツ総合病院の Jonathan Polimeni 先生、韓国・成均館大学校の Seong-Gi Kim 先生をお迎えし、先端的なヒト脳イメージング研究の成果についてご講演いただきます。

教育講演では、福士珠美先生（東京通信大学）に近年研究現場においても話題にのぼることの多い、ヒトを対象とした研究における生命倫理の動向に関するご講演をお願いしています。

国際シンポジウムでは、先端的な MRI による脳研究をテーマとし、視覚系における視野地図の詳細な研究が行われている Marc Himmelberg 先生(New York University)、超高傾斜磁場の MRI 装置を用いた拡散 MRI 研究を推進されている Susie Y. Huang 先生（マサチューセッツ総合病院）、脳と身体の連関に関する研究で成果を挙げられている Ye Tian 先生（University of Melbourne）、先進的な高解像度 fMRI 研究を広く展開されている Laurentius Huber 先生(National Institutes of Health)にご講演いただきます。

国内シンポジウムでは、疾患および疾患モデルを対象とした脳イメージング研究をテーマとし、眼科疾患を対象とした脳イメージング研究について増田洋一郎先生（東京慈恵会医科大学）より、島皮質障害と内受容感覚に関する研究について寺澤悠理先生（慶應義塾大学）より、非ヒト霊長類を対象とした不安回路研究について雨森賢一先生（京都大学）より、neurovascular coupling・灌流イメージングと疾患との関連について雨宮史織先生（東京大学）よりご講演いただきます。

そして一般演題の投稿を募集します。今回は採択された全ての演題について、対面式でのポスター発

表を行なっていただくほか、ポスターフラッシュセッション、および一部の演題については一般口頭発表の機会も用意しています。特に博士号取得後5年以内の研究者または学生の方からの優れた発表に対しては、若手優秀発表賞/Early Career Presentation Awardもご用意しておりますので、対象となる方々はぜひ積極的にご応募ください。

この会をきっかけとして、参加された研究者の皆様の研究および交流が大きく発展し、日本から世界へ羽ばたく研究成果が多く生まれることを願っております。多くの方のご参加をお待ちしておりますので、どうぞよろしくお願い致します。

第7回ヒト脳イメージング研究会

実行委員長：竹村浩昌（自然科学研究機構生理学研究所）

# 研究会へのアクセス/Access to meeting

## 玉川大学・玉川学園までのアクセス



### 小田急線「玉川学園前」駅 北口より新宿方面へ進み正門へ（徒歩3分）

新宿より〈快速急行〉に乗車し「新百合ヶ丘」にて〈各停〉〈区間準急〉〈準急〉に乗り換え(約30分)

小田原より〈快速急行〉に乗車し「町田」にて〈各停〉〈区間準急〉〈準急〉に乗り換え(約60分)

横浜よりJR横浜線「町田」にて小田急線〈各停〉〈区間準急〉〈準急〉に乗り換え(約45分)

八王子よりJR横浜線「町田」にて小田急線〈各停〉〈区間準急〉〈準急〉に乗り換え(約40分)

羽田空港から京急空港線に乗車し「京急蒲田」で京急本線に乗り換え「横浜」へ。JR横浜線に乗り換え、「町田」で小田急線〈各停〉〈区間準急〉〈準急〉に乗り換え(約90分)

### 東急田園都市線「青葉台」駅よりバス17分

「奈良北団地」停留所下車、徒歩8分

「青葉台」駅にて東急バス青118系統「奈良北団地折返場」行きに乗り換え

# 構内地図

## 大学

- 1 大学教育棟 2014
  - 教育学術情報図書館
  - 教育学部WEST
  - 学生支援センター
  - キャリアセンター
  - cafe Beehive
- 2 大学1号館
  - 継続学習センター
- 3 経塚オフィス棟
  - 入試広報部(大学入試)
  - 教師教育リサーチセンター
  - TAPセンター
- 4 STREAM Hall 2019
  - cafe Beehive
  - Cafeteria Rindo
- 5 ELF Study Hall 2015
  - 国際教育センター
  - ELFセンター
- 6 Consilience Hall 2020
  - 教育学部NORTH

## 大学研究施設

- 1 研究センター棟
  - 学術研究所
  - 脳科学研究所
  - 量子情報科学研究所
- 2 Future Sci Tech Lab
- 3 Human Brain Science Hall

## 大学実技・実験施設

- 1 木工室
- 2 TAPセンターアクティビティホール
- 3 ソーラーカー工房
- 4 Sci Tech Farm TN Produce
- 5 アクア・アグリステーション
- 6 TAPチャレンジコース
- 7 実技・実験棟

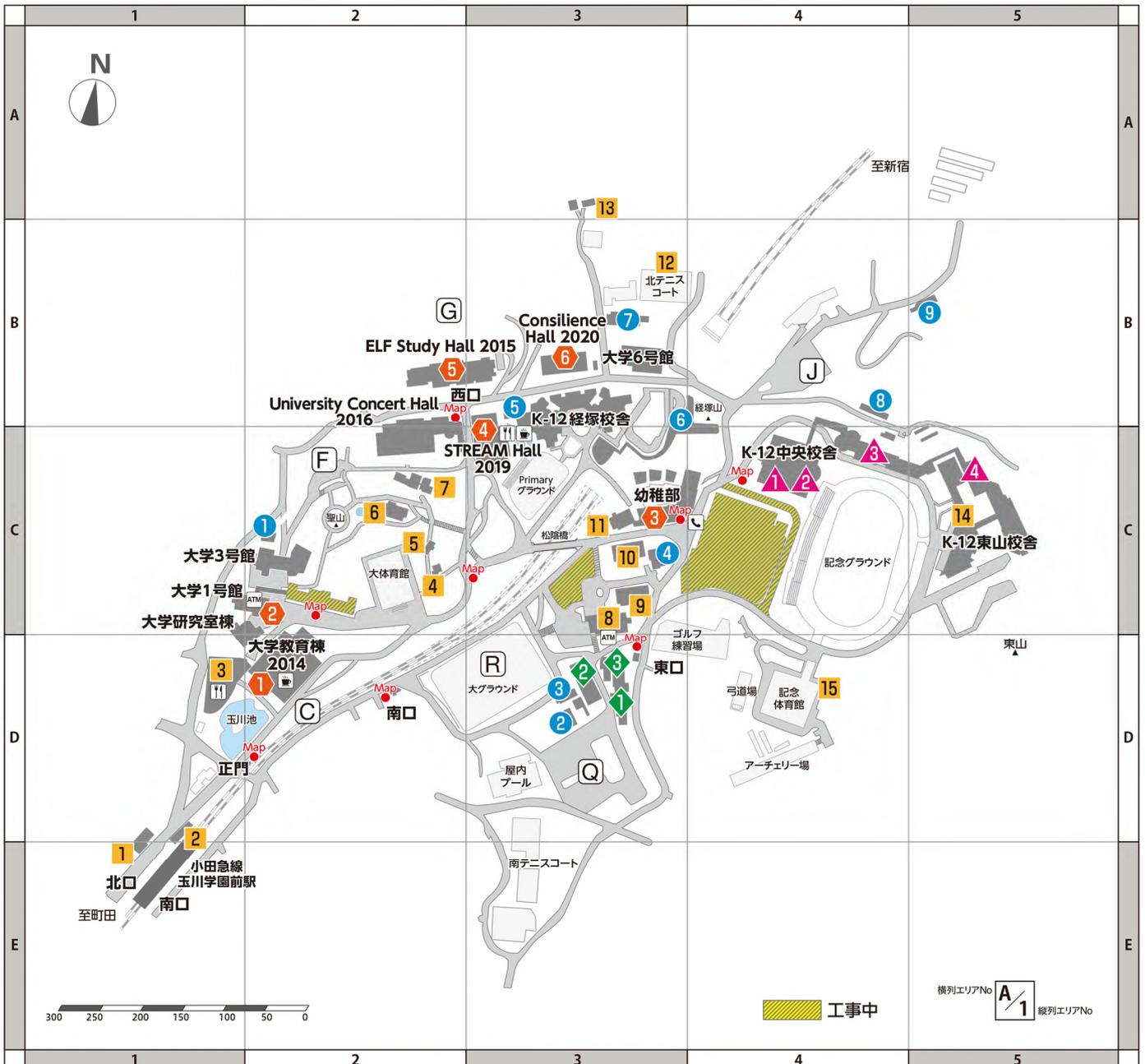
- 8 フードサイエンスホール
- 9 農場棟

## 共通施設

- 1 出版部・購買部
- 2 Campus Store Tamagawa
- 3 朔風館
  - Cafeteria Sakufu
  - Snack Bar Green House
  - Document Tech-Station
- 4 松下村塾
- 5 咸宜園
- 6 礼拝堂
- 7 小原記念館
  - 学生会事務部

## K-12(幼・小・中・高)

- 1 学園教育学部
  - 学園入試広報課(学園入試)
- 2 アカデミックサポートセンター
- 3 サイテックセンター
  - スターレッドルーム
- 4 アートセンター



# プログラム/Program

2023年9月8日(金)

時間	内容
8:30	受付
9:30-9:35	開会挨拶 Opening Remarks 第7回大会長・竹村 浩昌（自然科学研究機構生理学研究所）
9:35-11:35	<b>国際シンポジウム International Symposium</b> <b>“Cutting-edge neuroimaging approach on human brains”</b> 座長：林 拓也（理化学研究所BDR）、于 英花（岡山大学）
9:35-10:05	<b>Polar angle asymmetries in the organisation of human visual cortex</b> Marc Himmelberg (New York University)
10:05-10:35	<b>Characterizing tissue microstructure in the living human brain using ultra-high-gradient diffusion MRI</b> <span style="background-color: #ADD8E6;">Online</span> Susie Y. Huang (Massachusetts General Hospital)
10:35-11:05	<b>Connecting the brain with body in neuroimaging research and its implication in neuropsychiatry</b> <span style="background-color: #ADD8E6;">Online</span> Ye Tian (University of Melbourne)
11:05-11:35	<b>Layer fMRI in humans: recent acquisition and analysis approaches for neuroscience application studies</b> <span style="background-color: #ADD8E6;">Online</span> Renzo Huber (National Institutes of Health)
11:35-11:40	<b>休憩</b> Intermission
11:40-12:10	<b>ポスターフラッシュトーク</b> Poster Flash Talk 座長：山下 歩（東京大学）、濱野 友希（早稲田大学）
12:10-13:30	<b>昼休憩</b> Lunch Time UCH 106 *昼食後ポスター会場（STREAM）に移動
13:30-14:30	<b>ポスターセッション(奇数番号)</b> Poster Session (Odd numbers)
14:30-14:45	<b>休憩</b> Intermission *講義会場（UCH）に移動
14:45-15:45	<b>一般演題口頭発表1 (奨励賞候補者)</b> Oral Presentation 座長：花川 隆（京都大学）、鹿内 友美（東京大学）
14:45-14:55	<b>Exploring systems consolidation of declarative memory through cross-modal decoding: an fMRI study</b> Ruimin Wang（高知工科大学）
14:55-15:05	<b>Shared Neural Representation of Categorical Information During Real-Time Transmission: A Preliminary Results</b> Yulei Shen（名古屋大学）
15:05-15:15	<b>Shared Neural Representations of Relative Magnitudes for Numerosity and</b>

15:15-15:25	<b>Time</b> 木戸 照明 (東京大学) <b>Evaluation of the impact of denoising on diffusion MRI data acquired from glaucoma patients</b>
15:25-15:35	田熊 大輝 (生理学研究所／総合研究大学院大学) <b>拡散MRIを用いたfixel-based analysisに与えるMRI装置及び撮像条件の影響</b>
15:35-15:45	Zou Rui (順天堂大学) <b>ヒトの脳発達における親の人生経験の影響の探究</b>
15:45-16:00	<b>休憩 Intermission</b>
16:00-17:00	<b>特別講演 1 Special Lecture 1</b> 座長：定藤規弘 (立命館大学) <b>Ultrahigh field fMRI: Methodology and Applications</b> Seong-Gi Kim (基礎科学研究所／成均館大学校)
17:00-17:15	<b>JHBIとJHBMの合併について</b>
17:30-20:30	<b>懇親会 Mixer</b> (事前申込者のみ STREAM 6F りんどう食堂)

2023年9月9日(土)

時間	内容
8:30	受付
9:00-9:40	教育講演 座長：細田千尋（東北大学） ヒト脳イメージングデータのライフサイクルから考える脳神経倫理 福士 珠美（東京通信大学）
9:40-9:50	休憩 Intermission
9:50-10:50	特別講演 2 座長：竹村 浩昌（自然科学研究機構生理学研究所） <b>What is the ultimate spatiotemporal resolution of human functional MRI? Insights into how brain vasculature influences hemodynamics</b> Jonathan Polimeni (Massachusetts General Hospital)
10:50-11:00	休憩 Intermission
11:00-12:00	一般演題口頭発表 2 座長：守田 知代（NICT CiNet）、玉置 應子（理化学研究所CBS）
11:00-11:10	<b>Precise Spatial Tuning of Alpha Oscillations in Human Visual Cortex</b> 湯浅 健一(New York University)
11:10-11:20	<b>Quantifying controllability and controllable directions of brain network from TMS-induced EEG response</b> 鹿内 友美（東京大学）
11:20-11:30	<b>EEG brain state-based detection of attentional fluctuations and their relationship to physiological responses</b> 山下 歩（東京大学）
11:30-11:40	<b>From stereo computation to depth perception: Insights from human psychophysics, fMRI, and deep neural networks</b> Bayu Gautama Wundari（NICT CiNet）
11:40-11:50	<b>Artificial rearing makes marmoset brain underdeveloped compared to parental rearing</b> 植松 明子（理化学研究所BDR）
11:50-12:00	<b>Mapping vascular network architecture in primate brain using ferumoxytol weighted MRI</b> Joonas Autio（理化学研究所BDR）
12:00-12:10	<b>OHBM 2024 Promotion Session</b> <span style="background-color: #ADD8E6; padding: 2px;">Online</span> 座長：竹村 浩昌（自然科学研究機構生理学研究所） <b>Sang Ah Lee (Seoul National University)</b>
12:10-12:20	記念写真撮影 Photo Shooting

12:20-13:30	<b>昼休憩</b> Lunch Time UCH 106 *昼食後ポスター会場 (STREAM) に移動
13:30-14:30	<b>ポスターセッション(偶数番)</b> Poster Session (Even numbers)
14:30-14:45	<b>休憩</b> *講義会場 (UCH) に移動
14:45-16:45	<b>国内シンポジウム</b> Domestic Symposium ヒト脳イメージング研究における基礎と臨床の融合 座長：村井 祐基 (NICT CiNet) 吉岡 歩 (立命館大学)
14:45-15:15	<b>網膜変性患者における視覚野の機能特性</b> 増田 洋一郎(東京慈恵会医科大学)
15:15-15:45	<b>脳機能イメージングと覚醒下手術から考える感情のメカニズム</b> 寺澤 悠理(慶應義塾大学)
15:45-16:15	<b>不安の2つの次元：価値・意欲を区別して制御する霊長類大脳基底核メカニズム</b> 雨森 賢一(京都大学)
16:15-16:45	<b>安静時 fMRI:新たな概念および臨床応用の展望</b> 雨宮 史織(東京大学)
16:45	<b>奨励賞授賞式および閉会式</b> Award Ceremony and Closing Remarks

抄 録

Abstracts

# 特別講演 / Special Lecture

特別講演 9月8日(金) 16:00-17:00



## Ultrahigh field fMRI: Biophysics and Applications

Seong-Gi Kim

Center for Neuroscience Imaging Research, Institute for Basic Science;  
Department of Biomedical Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon, Korea

Ultrahigh field human MRI systems are increasingly available around the world for obtaining high-resolution functional architectures such as functional cortical columns and layers. Since fMRI is a measure of hemodynamic responses to neuronal activity, it is crucial to understand vascular types and sizes responding to neuronal activity as well as neurovascular coupling (1). Relevant to this issue, various MR contrasts have been employed in the fMRI community such as BOLD (gradient echo and spin echo), cerebral blood flow (ASL), cerebral blood volume (contrast agent, VASO, arterial CBV), diffusion-weighted fMRI (2), and recently direct neuronal imaging (3). To utilize these fMRI methods for high temporal and/or spatial resolution fMRI, it is necessary to consider both sensitivity and specificity. In my laboratory, we have used orientation columns and cortical layer models in laboratory animals for over two decades to examine biophysical properties of various fMRI contrasts and neurovascular coupling (4). These animal studies can guide human fMRI researchers to decide which approaches are most appropriate and what are the spatial and temporal properties. In my talk, I will discuss underlying physiology, specificity, and sensitivity of various fMRI contrasts, and present preliminary data of 7T human fMRI studies (5).

### References

- 1) KIM & OGAWA, JCBFM, 32 (7), 1188-1206, 2012
- 2) LE BIHAN ET AL., PNAS, 103, 8263-8268, 2006
- 3) TOI ET AL., SCIENCE, 378, 160-168, 2022 vs. CHOI ET AL., BIORxIV, 2023.05. 26.542419, 2023
- 4) KIM & UGURBIL, METHODS, 30, 28-41, 2003; FUKUDA ET AL., PHIL. TRANS. R. SOC. B 376, 20190623, 2020
- 5) HAN ET AL., NEUROIMAGE, 264, 119675, 2022; HAN ET AL., NEUROIMAGE, 241, 118435, 2021



## What is the ultimate spatiotemporal resolution of human functional MRI? Insights into how brain vasculature influences hemodynamics

Jonathan R. Polimeni

Athinoula A. Martinos Center for Biomedical Imaging, Massachusetts General Hospital. Department of Radiology, Harvard Medical School. Harvard-MIT Program in Health Sciences and Technology, Massachusetts Institute of Technology.

All fMRI techniques in use today measure brain function only indirectly, by tracking the changes in blood flow, volume and oxygenation that accompany neuronal activity, and this has often been viewed as the fundamental limitation of the technique. However, recent evidence from microscopy studies has shown that the brain's smallest blood vessels respond far more precisely, in space and in time, to neuronal activity than previously believed [1]. This insight suggests that the “biological resolution” of fMRI is intrinsically high, and, with sufficiently high imaging resolution, it should be possible to extract more meaningful neuronally specific information from fMRI—if we can understand how brain vascular anatomy and physiology shape the hemodynamics that generate the fMRI signals.

In this special lecture, I will describe ongoing efforts to improve the neuronal specificity of fMRI and pose the question: How far can we go with fMRI? The limits of fMRI spatial and temporal resolution are actively being investigated using advanced imaging technologies. While high-resolution human fMRI studies are increasingly operating at the boundaries of what is achievable, a key challenge is that the vascular architecture of the brain reflects its structure and function across spatial scales. Both classic and modern vascular anatomy studies have shown how the macro-vascular geometry is coupled to the tissue geometry, including the gray matter folds and the white matter tracts, while the micro-vascular density closely follows borders of subcortical nuclei, cortical areas and cortical layers [2]. I will present evidence that both the large- and small-scale vascular anatomy strongly influence patterns of fMRI activation and describe strategies for how to account for this.

As examples of the intrinsically high biological resolution of fMRI, I will present results showing cortical columnar and laminar imaging, and new directions in the emerging field of “fast fMRI” that show how the BOLD response can track surprisingly fast neural dynamics. Lastly, I will share our recent progress towards building bottom-up biophysical models of the fMRI signals based on realistic large- and small-scale vascular networks and dynamics that provide insights into the interrelationship between hemodynamics and neural activity. Overall, many lessons can be learned through a deeper understanding of brain vascular anatomy and physiology, which can both shed light on the brain's functional organization and help human brain mappers more accurately interpret the fMRI signals in terms of the underlying neural activity.

### References

- 1) POLIMENI, JR AND WALD, LL 2018. MAGNETIC RESONANCE IMAGING TECHNOLOGY — BRIDGING THE GAP BETWEEN NONINVASIVE HUMAN IMAGING AND OPTICAL MICROSCOPY. CURRENT OPINION IN NEUROBIOLOGY. 50, (JUN. 2018), 250–260.
- 2) DUVERNOY, HM 1999. THE HUMAN BRAIN. SPRINGER; DUVERNOY, HM 1999. HUMAN BRAIN STEM VESSELS. SPRINGER.

# 教育講演 / Educational Lecture



## ヒト脳イメージングデータのライフサイクルから考える脳神経倫理

Neuroethics in the Life Cycle of Human Brain Imaging Data

福士 珠美

東京通信大学 人間福祉学部

ヒト脳イメージングデータは、人間の認知や思考、情動等の神経基盤解明のための学術研究のみならず、ニューロテクノロジーの基盤技術開発においても重要な試料である。その際、計測されたイメージングデータは、デコーディングを経て、分析、再構成された情報に基づき、個人が経験した感覚情報、記憶情報の再構成や機器操作のための指令として活用される。そして、得られた知見をもとに、より簡便にヒトの神経活動の計測が可能な機器を用いた新たな製品、サービスの研究開発と社会実装を進めるための技術開発が展開されていくというエコシステムが構築されつつある（文献1）。国際社会においては「オープンサイエンス」「オープンイノベーション」の機運に乗り（文献2）、ヒト脳イメージングデータを含む様々な研究開発に関するデータの国際間での共有や提供という「オープンデータ」に向けた体制作り、ルール作りが求められている（文献3）。これらの背景に加え、イメージング機器の普及、さらにはイメージングデータ分析技術の高度化により（文献4）、ヒト脳イメージングデータの取り扱いには、これまでになかった倫理的、法的、社会的課題（ELSI）が生じていると考えられる。本教育講演では、以下のトピックについて、国内外のヒト脳イメージングデータの適切な取得、分析、保管などのガバナンスに関する取り組みや、それらの将来像について概観、考察していく。

- 1) 医療データとしての保護や規制の管理下の対象とならない「研究データ」としてヒト脳イメージングデータの取得、分析、蓄積、二次利用が進む中、それらのライフサイクルに合わせてどのようなガバナンスが必要か
- 2) 精神疾患患者など、介入実験のデザインやインフォームド・コンセントに配慮が求められる研究対象者のイメージングデータの適切なガバナンスに求められる要素とは何か

### 引用文献

- 1) BIN HE, ZHONGMING LIU (2008) MULTIMODAL FUNCTIONAL NEUROIMAGING: INTEGRATING FUNCTIONAL MRI AND EEG/MEG. IEEE REV BIOMED ENG. 1(2008):23-40. DOI: 10.1109/RBME.2008.2008233.
- 2) G7 SCIENCE AND TECHNOLOGY MINISTERS' COMMUNIQUE. SENDAI, MAY 12-14, 2023  
[HTTPS://WWW8.CAO.GO.JP/CSTP/KOKUSAITEKI/G7\\_2023/230513\\_G7\\_COMMUNIQUE.PDF](https://www8.cao.go.jp/cstp/kokusaiteki/g7_2023/230513_g7_communique.pdf)
- 3) DAMIAN O EKE, ET AL. (2021) INTERNATIONAL DATA GOVERNANCE FOR NEUROSCIENCE. NEURON 110(4):600-612. DOI: 10.1016/J.NEURON.2021.11.017
- 4) FRANCIS X SHEN, ET AL. (2021) EMERGING ETHICAL ISSUES RAISED BY HIGHLY PORTABLE MRI RESEARCH IN REMOTE AND RESOURCE-LIMITED INTERNATIONAL SETTINGS. NEUROIMAGE 238:118210. DOI: 10.1016/J.NEUROIMAGE.2021.118210

国際シンポジウム

International Symposium

Cutting-edge neuroimaging approach on  
human brains

## Polar angle asymmetries in the organisation of human visual cortex

Marc Himmelberg

Department of Psychology and Center for Neural Science  
New York University  
USA



Human visual cortex preserves the structure of the retinal image in cortical maps. fMRI has made it possible to measure these retinotopic maps from visually evoked activity in human visual cortex, including primary visual cortex (V1). Combining fMRI-derived retinotopic maps with MRI measurements of cortical surface area shows differences in the amount of V1 surface area – and thus neurons – representing different locations of the visual field. These location dependencies underlie differences in our perception throughout the visual field. For example, more V1 surface area represents the centre than the periphery of the visual field; this is matched by better visual performance at the centre than periphery. V1 surface area is also asymmetrically distributed with respect to polar angle. These cortical polar angle asymmetries have been linked to asymmetries in visual perception [1]. I will present fMRI experiments that have harnessed these cortical asymmetries to better understand the organisation of V1 and how it gives rise to visual perception. First, I will present work showing that polar angle asymmetries exist in the retinotopic organisation of V1 [2]. Second, I will show that individual differences in the organisation of V1 are tightly linked to individual differences in visual perception [3]. Third, I will show that the polar angle representation of V1 changes between childhood and adulthood in a way that parallels developmental changes in visual perception [4].

### References

- 1) HIMMELBERG, M.M., WINAWER, J. & CARRASCO, M. (2023). POLAR ANGLE ASYMMETRIES IN VISUAL PERCEPTION AND NEURAL ARCHITECTURE. *TRENDS IN NEUROSCIENCES*, 46(4).
- 2) HIMMELBERG, M.M., KURZAWSKI, J., BENSON, N., PELLI, D.G., CARRASCO, M. & WINAWER, J. (2021). CROSS-DATASET REPRODUCIBILITY OF HUMAN RETINOTOPIC MAPS. *NEUROIMAGE*, 224.
- 3) HIMMELBERG, M.M., WINAWER, J.\* & CARRASCO, M.\* (2022). LINKING INDIVIDUAL DIFFERENCES IN HUMAN PRIMARY VISUAL CORTEX TO CONTRAST SENSITIVITY AROUND THE VISUAL FIELD. *NATURE COMMUNICATIONS*, 13:3309.
- 4) HIMMELBERG, M.M., TÜNÇÖK, E., GOMEZ, J., GRILL-SPECTOR, K., CARRASCO, M.\* & WINAWER, J.\* (2023). COMPARING RETINOTOPIC MAPS OF CHILDREN AND ADULTS REVEALS A LATE-STAGE CHANGE IN HOW V1 SAMPLES THE VISUAL FIELD. *NATURE COMMUNICATIONS*, 14:1561.



## Characterizing tissue microstructure in the living human brain using ultra-high-gradient diffusion MRI

Susie Y. Huang

Athinoula A. Martinos Center for Biomedical Imaging, Massachusetts General Hospital

Less is known about the structure-function relationship in the human brain than in any other organ system. The challenge of studying brain structure is that brain networks span multiple spatial scales, from individual neurons all the way to whole-brain systems. Diffusion magnetic resonance imaging holds great promise among noninvasive imaging methods for probing cellular structure of any depth and location in the living human brain. Robust methods for in vivo mapping of tissue microstructure by diffusion MRI remain elusive due to the demand for fast and strong diffusion-encoding gradients. I will present an overview of our group's efforts to advance MR hardware, biophysical modeling, and validation of microstructural metrics derived from diffusion MRI to probe the structure of the human brain across multiple scales. I will review current progress and applications of these methods to study tissue microstructure in the normal and aging human brain and assess axonal damage in multiple sclerosis.

1. HUANG SY, WITZEL T, KEIL B, SCHOLZ A, DAVIDS M, DIETZ P, RUMMERT E, RAMB R, KIRSCH JE, YENDIKI A, FAN Q, TIAN Q, RAMOS-LLORDÉN G, LEE HH, NUMMENMAA A, BILGIC B, SETSOMPOP K, WANG F, AVRAM AV, KOMLOSH M, BENJAMINI D, MAGDOOM KN, PATHAK S, SCHNEIDER W, NOVIKOV DS, FIEREMANS E, TOUNEKTI S, MEKKAOUI C, AUGUSTINACK J, BERGER D, SHAPSON-COE A, LICHTMAN J, BASSER PJ, WALD LL, ROSEN BR. CONNECTOME 2.0: DEVELOPING THE NEXT-GENERATION ULTRA-HIGH GRADIENT STRENGTH HUMAN MRI SCANNER FOR BRIDGING STUDIES OF THE MICRO-, MESO- AND MACRO-CONNECTOME. *NEUROIMAGE*. 2021 Nov;243:118530. DOI: 10.1016/J.NEUROIMAGE.2021.118530.
2. FAN Q, EICHNER C, AFZALI M, MUELLER L, TAX CMW, DAVIDS M, MAHMUTOVIC M, KEIL B, BILGIC B, SETSOMPOP K, LEE HH, TIAN Q, MAFFEI C, RAMOS-LLORDÉN G, NUMMENMAA A, WITZEL T, YENDIKI A, SONG YQ, HUANG CC, LIN CP, WEISKOPF N, ANWANDER A, JONES DK, ROSEN BR, WALD LL, HUANG SY. MAPPING THE HUMAN CONNECTOME USING DIFFUSION MRI AT 300 mT/M GRADIENT STRENGTH: METHODOLOGICAL ADVANCES AND SCIENTIFIC IMPACT. *NEUROIMAGE*. 2022 Feb 22;118958. PMID: 35217204. DOI: 10.1016/J.NEUROIMAGE.2022.118958.

国際シンポジウム 9月8日(金) 10:35 – 11:05

## Connecting the brain with body in neuroimaging research and its implication in neuropsychiatry

Ye Ella Tian

The University of Melbourne



The brain is intricately interconnected with the body and other organ systems via nervous, circulatory and lymphatic networks. Not only does the brain control the body, the health and functioning of the human brain are also constantly influenced by other organ systems, via direct and indirect biochemical and neural pathways. Integrated research into brain and body systems holds substantial clinical potential in addressing multimorbidity and physical illness burden in people with neuropsychiatric disorders.

In the first part of my talk, I will introduce a multiorgan aging network to demonstrate how the aging of one organ system selectively and characteristically influences the aging of other brain and body systems. I will show multiorgan aging profiles for 16 chronic brain and body disorders and demonstrate how can advanced organ aging predict mortality. In the second part of my talk, I will present a multiorgan, system-wide characterization of brain and body health for five common neuropsychiatric disorders. I will show that individuals diagnosed with these neuropsychiatric disorders are not only characterized by deviations from normative reference ranges for brain phenotypes but also present considerably poorer physical health across multiple body systems compared to their healthy peers. I will show that poor physical health is a more pronounced manifestation of neuropsychiatric illness compared to brain changes. To close the talk, will call for integrated and holistic mental and physical health in psychiatry.

国際シンポジウム 9月8日(金) 11:05 – 11:35

## Layer fMRI in humans: recent acquisition and analysis approaches for neuroscience application studies

Renzo Huber



National Institute of Mental Health, Bethesda, USA

Layer-fMRI is a technique that uses functional magnetic resonance imaging (fMRI) to measure activity in specific layers of the cortex. This is done by dividing the cortex into thin slices and then measuring the fMRI signal in each slice. Layer-fMRI can be used to study the directional information flow of how different parts of the cortex are connected and how they work together to perform different tasks. However, layer-fMRI is still a relatively new method and there are still some technical challenges for data acquisition and analysis.

In this symposium, I will give an overview of common layer-fMRI acquisition approaches with the focus on recent high-resolution EPI advancements. I will talk about common practices of extracting and analyzing layer-specific fMRI signals. And ultimately, I will show some of the recent layer-fMRI application studies that I find most exciting. These examples will exemplify how layer-fMRI can provide deeper insights into brain mechanism compared to conventional fMRI at lower resolutions.

# 国内シンポジウム / Domestic Symposium

ヒト脳イメージング研究における基礎と臨床の融合

## 網膜変性患者における視覚野の機能特性

Functional properties in the visual cortex of patients with retinal degeneration

増田洋一郎

東京慈恵会医科大学 眼科学講座



網膜ジストロフィは、ほぼ両眼対称性に網膜細胞が障害され視野を失う。後天発症の網膜ジストロフィの場合、発症前までの第一次視覚野 (Primary visual cortex: V1) は、生後からの臨界期において「見る」ための構造と機能を発達させているが、ジストロフィを発症すると、V1 は障害された網膜部分からの求心性入力を失い、「見る」機能を失うことになる (網膜病変脳投射領域・Lesion projection zone: LPZ)。しかし V1-LPZ は「タスク依存性に反応」し、活動していることが報告されている 1-3)。

なぜ、「見る働きを失った V1-LPZ」に「タスク依存性反応」が認められるのであろうか？

本講演では、この網膜ジストロフィに特異的に観察される V1-LPZ の「タスク依存性反応」に焦点をあて、脳視覚野の構造と機能から網膜ジストロフィを考えてみたい。

### 引用文献

- 1) MASUDA Y. ET AL., CEREAL CORTEX. 2008
- 2) MASUDA Y. ET AL., INVEST OPHTHALMOL VIS SCI. 2010
- 3) MASUDA Y. ET AL., CURR BIOL. 2021



## 脳機能イメージングと覚醒下手術から考える感情のメカニズム

Mechanisms of emotion examined by functional neuroimaging and awake surgery

寺澤悠理

慶應義塾大学文学部 心理学専攻

主観的に感じられる、嬉しい、腹立たしい、といった感情は、心臓や肺といった内臓の活動や、自律神経系の活動と密接に関わっていると考えられている。我々の研究チームは、従来より、このような身体内部の変化の感覚（内受容感覚）の処理に関連する島皮質が感情にも深く関連していると考えて、脳機能画像研究および神経心理学研究を行ってきた。本演題ではこのような背景のもとで実施した脳機能画像研究と、島回およびその周辺の腫瘍切除術の前後、そして覚醒下手術中の島領域の刺激による感情の感じ方の変化について検討するために行った研究についてお話する。

脳機能画像研究から、感情を意識する時と内受容感覚を意識する際の共通基盤として、島皮質前部が重要な役割を示すことが示されたが(Terasawa et al., 2013)、一方でこの領域の機能が失われた際に感情認識にどのような影響が及ぶのかについては、十分な症例数による検討が行われてこなかった。そこで 18 名を対象に島回周辺の腫瘍切除術の前と後、そして覚醒下手術中に島回を刺激している際の 3 時点において表情画像の認識能力を検討した(Terasawa et al., 2021)。その結果、覚醒下手術中に島皮質前部を直接刺激すると、怒りの認識の感度が高くなる一方で、腫瘍切除術の後では、怒りに対する感度が有意に低くなり、興奮性の感情の認識に島が担う役割の大きさが示された。このような感情認識の変化の基盤となる心理的メカニズムを検証するために、内受容感覚の正確さを測る心拍知覚課題も手術の前後で実施した。この結果、各症例における術後の怒りと喜びへの感度の低下と、内受容感覚の正確さが低下することの間に統計的に有意な関連性があった。つまり、島回周辺領域の摘出によって、感情を感じづらくなることと、自分自身の身体内部の状態を感じにくくなることの間、関係があることが示された。

これまでも、認知神経科学や神経心理学は、心的過程と特に深く関連するいくつかの脳の領域を明らかにすることに大きな貢献をしてきた。我々の一連の研究の結果は、両者の立場から特定の機能の評価を行うことで、脳領域とその領域が関連する行動との対応関係を検討するだけでなく、その根底に存在する心理メカニズムを詳細に検証できる可能性を示唆している。

### 引用文献

- 1) TERASAWA, Y., FUKUSHIMA, H., & UMEDA, S. (2013). HOW DOES INTEROCEPTIVE AWARENESS INTERACT WITH THE SUBJECTIVE EXPERIENCE OF EMOTION? AN FMRI STUDY. *HUM BRAIN MAPP*, 34(3), 598-612.
- 2) TERASAWA, Y., MOTOMURA, K., NATSUME, A., IJIMA, K., CHALISE, L., SUGIURA, J., . . . UMEDA, S. (2021). EFFECTS OF INSULAR RESECTION ON INTERACTIONS BETWEEN CARDIAC INTEROCEPTION AND EMOTION RECOGNITION. *CORTEX*, 137, 271-281.

## 不安の2つの次元：価値・意欲を区別して制御する霊長類大脳基底核メカニズム



Exploring anxiety and depression in primates through the 'Valuation-Motivation' dimension

雨森 賢一

所属 京都大学 高等研究院 ヒト生物学高等研究拠点

報酬と同時に罰があたえられる場合、その報酬と罰のセットを受け入れるか（接近）、受け入れないか（回避）、という意思決定に関して心理的な葛藤が生じる。これは接近回避葛藤とよばれ、不安やうつといった情動や気分と関係が深く、抗不安薬の投与によって変化することが知られている。我々は、まず、前帯状皮質膝前部（pregenual anterior cingulate cortex, pACC）を局所刺激し、意思決定がどのように変化するかどうかを調べた。すると、刺激により計算論で導かれた悲観度のパラメータが特徴的に上昇することを見つけた（Amemori & Graybiel, *Nature Neurosci.*, 2012）。刺激効果のあった部位にトレーサーウイルスを注入し、関連するネットワークを調べたところ、線条体ストリオソーム構造に優先的に投射することがわかった（Amemori, Amemori et al., *EJN*, 2020）。マカクザルの線条体においても刺激実験を行ったところ、線条体の局所回路は、不安の増加に相当する回避選択の増加を引き起こすのみならず、強迫性障害に似た価値判断の固執を引き起こすことがわかった（Amemori et al., *Neuron*, 2018）。また、ヒトfMRI信号とマカクザル神経活動を比較し、こうした接近回避葛藤に関わる神経活動が、マカクザルとヒトで共通した部位に存在し、特に腹側線条体（VS）が接近回避葛藤を区別する活動を示すことを明らかにした（Ironside, Amemori et al., *Biol. Psychiat.*, 2020）。この接近回避葛藤は、報酬間の比較で生じる接近・接近葛藤とは大きく違う。接近・接近葛藤では、どちらを選んでも報酬が獲得できるため、意思決定を行う意欲には葛藤が生じない。一方、接近・回避葛藤では、報酬獲得の意欲と罰回避の意欲が葛藤し、意思決定を行う意欲が顕著に減退する。我々は、接近回避にて減退する意欲がVSとその下流の腹側淡蒼球（VP）によって制御されるのではないかと考えた。DREADDsのウイルスベクターをVSに注入し、発現ののち作動薬をVP領域に注入し、VS-VPの経路を選択的に抑制したところ、接近・回避葛藤でのみ、意欲の回復がみられた。この結果により、VS-VP経路は、接近・回避の意欲の葛藤の制御に因果的に関わることを明らかになった。

### 引用文献

- 1) AMEMORI K, GRAYBIEL AM, *NATURE NEUROSCIENCE* 15, 776 (2012)
- 2) AMEMORI S, ET AL., *EUROPEAN JOURNAL OF NEUROSCIENCE* 51, 731 (2020)
- 3) AMEMORI K, AMEMORI S, GIBSON DJ, GRAYBIEL AM, *NEURON* 99, 829 (2018)
- 4) IRONSIDE M+, AMEMORI K+ ET AL. (+CO-FIRST), *BIOLOGICAL PSYCHIATRY* 87, 399 (2020)

国内シンポジウム 9月9日(土) 16:15-16:45

## 安静時 fMRI: 新たな概念および臨床応用の展望

Resting-State fMRI: Emerging Concepts and Future Clinical Application



雨宮史織

東京大学 医学部 生体物理医学専攻 放射線医学講座

機能的関連のある様々な領域群において、安静時に低周波の同期性信号が見られることが 2000 年代に fMRI で明らかとなり、脳の大域的局在ネットワーク活動の簡便な評価法として臨床研究にも多く導入されている。しかしながらネットワーク活動を制御する神経基盤の詳細は未だ不明である。近年、複数の独立したグループから、(非神経由来と考えられる)全脳性信号の時間差が局在ネットワークの成立に根本的に寄与していることが示され[1-5]、安静時ネットワーク研究の基本前提に新たな見解をもたらしている。全脳性信号は主に呼吸・心拍に関連した生理学的ノイズに相当し[6]、局在ネットワークに比して注目されてこなかった。しかしながらこれは単なるノイズや従属的成分ではなく、量的には安静時 fMRI 信号の大部分を説明する主要成分である。その時間差は局所血行動態と密接に関係しており、血行動態変化の鋭敏なマーカーとして個人レベルの臨床診断に直接応用出来る[7-10]。本演題では安静時 fMRI 全脳性信号の時空間解析に関連した一連の研究を紹介し、こうした計測技術が臨床医学にどの様に貢献し得るか考える。

### 引用文献

- 1) TONG Y, ET AL. FRONT HUM NEUROSCI 2015; 9: 285.
- 2) AMEMIYA S, ET AL. FRONT SYST NEUROSCI 2019; 13: 65.
- 3) AMEMIYA S, ET AL. FRONT NEUROSCI, 2020; 14, 596084.
- 4) CHEN JE, ET AL. NEUROIMAGE 2020; 213, 116707.
- 5) BOLT T, ET AL. NAT NEUROSCI 2022; 25:1093-1103.
- 6) LIU TT ET AL. NEUROIMAGE 2017; 150: 213-229.
- 7) AMEMIYA S, ET AL. RADIOLOGY. 2014; 270: 548-555.
- 8) NISHIDA S, ET AL. NEUROSURGERY 2019; 85: 680-688.
- 9) KHALIL AA, J CEREB BLOOD FLOW METAB 2020; 40: 23-34.
- 10) AMEMIYA S, ET AL. NEUROIMAGE 2022; 263: 119654.

## 第7回ヒト脳イメージング研究会

- 共催: 文部科学省共同利用・共同研究拠点「社会神経科学研究拠点」、自然科学研究機構生理学研究所、理化学研究所生命機能科学研究センター、公益財団法人中谷医工計測技術振興財団
- 実行委員長: 竹村 浩昌 (生理学研究所)
- 事務長・事務局: 松田哲也(担当:北野) 玉川大学脳科学研究所 松田哲也研究室
- 連絡先 TEL 042-739-8265 E-mail: [humanneuroimaging@gmail.com](mailto:humanneuroimaging@gmail.com)