

FEATURE

CiNet Brainの 開発を目指して

Interview

全脳をコンピュータで実現！
異分野融合で「心」を持った
CiNet Brainを目指す



1 2023年 年頭のご挨拶 理事長 徳田 英幸

FEATURE

CiNet Brainの開発を目指して

Interview

2 全脳をコンピュータで実現！
異分野融合で「心」を持ったCiNet Brainを目指す
北澤 茂4 CiNet 若手研究者座談会
CiNet Brainの実現を目指して私たちがやりたいこと
柏岡 秀紀／海住 太郎／澁澤 柊花／奥村 俊樹6 人間パフォーマンス向上プロジェクト
高齢者の脳機能を改善して認知・運動機能を向上させる
内藤 栄一8 CiNet 研究施設のリニューアル
黄田 育宏／和田 充史／柏岡 秀紀10 CiNet Brainの社会実装におけるELSI研究
脳情報通信技術の社会受容性の向上を目指して
田口 隆久／西堤 優

TOPICS

12 第12回 CiNet シンポジウム開催報告
及びCiNet Conferenceのご案内
春野 雅彦／羽倉 信宏
13 NICTのチャレンジャー File 23 林 正道
時間情報の脳内表現の解明と時間感覚の操作技術の開発に向けて

INFORMATION

14 nano tech 2023 開催のお知らせ
14 第27回 「震災対策技術展」開催のお知らせ国立研究開発法人情報通信研究機構
理事長 徳田 英幸

明けましておめでとうございます。

2020年から続くコロナ禍の終息も未だ見通せぬ中であって、昨年はロシアによるウクライナへの侵攻、その影響による世界的な食料・エネルギー資源の不足、さらには物価高騰など、国際情勢だけでなく、日々の生活にも大きな影響が生じた1年となりました。我々の日常生活そのものがグローバルな情勢と密接につながっていることが改めて感じられました。

その中であって、ICTの役割、重要性はますます大きなものとなっています。コロナ禍にあって進展したリアルとバーチャルを適切に組み合わせたハイブリッドなコミュニケーションスタイルは国連会議から、身近な打合せにまで定着しており、コロナ禍の一次的な現象ではなく、今後も改良されつつ定着していくものと考えます。更にサイバネティックアバター、メタバース、デジタルツインといった次世代のコミュニケーションテクノロジーも進化を続け、手の届くところまできています。

コミュニケーション分野だけでなく、地上を覆い、宇宙空間にも広がる環境センシング、虚実相混じるSNS情報の正確な把握、適用範囲を拡げ、精度も更に高まりつつあるAIなど我々の住む世界はICTによって、これからもフィジカル空間とサイバー空間の融合を加速し、生活空間が拡大していくことは今後の国際情勢に関わらず確かなことだと思います。

NICTは、情報通信分野を専門とする、我が国唯一の国立研究機関として、情報通信技術の研究開発を基礎から応用まで統合的な視点で推進し、同時に、大学、産業界、自治体、国内外の研究機関などと連携して、研究開発成果を広く社会に還元し、イノベーションを創出することを目指しています。

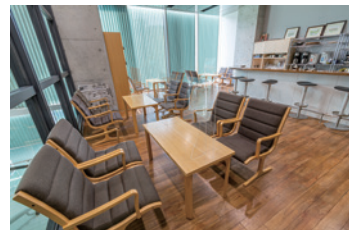
現在進行中の第5期中長期計画では、地球規模の社

会的課題に柔軟に対応し、サイバー空間とフィジカル空間を融合させたシステムにより、人間中心で、持続可能性や包摂性のある社会、すなわち安全・安心なSociety 5.0の実現を進めてまいります。

4つの戦略領域、Beyond 5G、AI、量子情報通信、サイバーセキュリティではそれぞれに着実な進展がみられています。Beyond 5Gにおいては、テラヘルツ通信、非地上系ネットワーク、時空間同期技術などの技術開発、標準化の両方で国際的な活動をリードするとともに、B5G研究開発促進事業にて研究開発プロジェクトを60以上支援しています。AIではグローバルコミュニケーション計画2025（GCP 2025）が目指しているAI同時通訳やビッグデータの活用、脳情報通信研究との融合などそれぞれの領域で着実な進展を遂げています。量子情報通信では国内外の協力機関との共同実証実験から実利用へと大きく前進しています。サイバーセキュリティでは、長年のデータ蓄積や人材開発の知見を活用し、産官学の結節点として国内のサイバーセキュリティ対応能力の向上を目指すサイバーセキュリティネクサスの活動が本格化しています。

NICTでは、幅広く国民の皆様からのご意見もいただき、国内外のステークホルダーと協力・切磋琢磨させていただきながら産学官連携活動を推進し、引き続きICT分野の更なる発展のために邁進してまいります。今後とも変わらぬご支援、ご協力を賜りますようお願い申し上げます。

最後になりましたが、本年が皆様にとって素晴らしい年となりますようにご祈念しまして、年頭の挨拶とさせていただきます。

表紙写真
(上) 1階ホールに掲げられたCiNetのモットー

柳田敏雄初代センター長は、CiNetのモットーに「おもしろい研究」を掲げ、研究者に「単なる“面白い”ではなく、深い感動を呼び起こすような研究」を進めようと呼びかけた。北澤茂新センター長もこの精神を継承し、「もっとおもしろい研究 from Osaka」をスローガンに据えた。

(左下) 開放的な作業スペース
地下1階の吹き抜け空間を利用した開放的な多目的作業スペース。研究員は、通常の居室スペースに加えて、この場所も利用して、資料の調査や論文執筆などを進めている。

(右下) ディスカッションルーム

左上の写真
1階ロビー横にあるディスカッションルーム
CiNetメンバーがいつでも自由に議論できるスペース。毎日のコーヒータイトムや講演会の終了後に様々な議論が展開されている。CiNet内部の交流会も定期的を実施され、肩書や職種に関わりなく情報交換が進められている。

Interview

全脳をコンピュータで実現！
異分野融合で「心」を持った
CiNet Brainを目指す

見て聞いて感じ、思いやりをもったり笑ったりできる。そういう脳の研究開発が行われている。NICTが大阪大学と共同で運営する脳情報通信融合研究センター（CiNet：Center for Information and Neural Network）だ。脳科学・情報通信・BMI・脳機能計測・ロボット工学など、およそ脳に関わるあらゆる分野の研究者が一丸となって研究を進めている。目標は人間と同じような心を持つ人工の脳、CiNet Brainだ。

今回は、「全脳科学」の最前線をリードするCiNetの北澤茂センター長に話を聞いた。

——4月にCiNetのセンター長に着任されましたが、この分野を研究されようとしたきっかけはなんですか。

北澤 私は学生の頃、医学部で生理学を学び、小脳の研究で知られる伊藤正男先生から教えていただきました。その頃、同じ大学の工学部には現在のニューラルネットワークで使われているバックプロパゲーション（誤差逆伝播法）という手法で定式化された甘利俊一先生がいらっしゃいました。薬学部では清水博先生が生命という場の中で構造ができてくるというバイオホロニクスを提唱されていました。そのような脳科学とAIが劇的な進化をとげている時代背景の中で、私は脳の言語理解のメカニズムや意識はなぜ生まれるかということに興味を持ち、脳の機能全体をシンプルにモデル化できないものかと考えて脳科学の研究を始めました。

91年に東京大学医学部の助手になり、94年から電子技術総合研究所（現・産業技術総合研究所）に入りました。その頃研究を始めたのが「手を伸ばす時の最適化問題」というものです。手を動かすときの加速度を調べてみると、実は物理学的に最適化された運動をしていたのです。次に時間と空間の認知の研究を始め、現在も続けています。空間の認知に関する問題の一つに、サッカーボール問題というものがあります。眼球は1秒に3回くらいの割合で常に激しく動いているのですが、なぜか視覚されたイメージが揺れないで静止して見えます。この問題は、既に10世紀にイブン・アル＝ハイサムというアラビアの哲学者が疑問を投げかけ、その後、デカルトもヘルムホルツも考察を加えています。

これらは日常生活では気にもかけないことですが、私はこの現象の奥には何か

北澤 茂（きたざわ しげる）

未来ICT研究所脳情報通信融合研究センター研究センター長

1991年、大学院博士課程修了。1995年、電子技術総合研究所主任研究員。2003年、順天堂大学医学部生理学講座教授。2011年、大阪大学大学院生命機能研究科／医学系研究科教授。2022年4月から現職。医学博士。

深いものがあるはずだと考えて脳科学の研究の道に進みました。

■研究者ファーストの研究環境

——CiNetに来られて大学との違いは感じますか？

北澤 大学との違いといえばやはり経済力です。例えば研究専用のfMRIが4台もあったり、脳磁計（MEG）も持っている大学は、国内では少ないです。CiNetは研究設備の充実度が凄いうえに、これらの高度な機器の操作とメンテナンスを行う専門の技術者がいるので、研究者は実験に没頭できます。大学では、いちばん研究をしてほしい若手の助教クラスにメンテナンスの仕事が任されて、彼らの研究時間が犠牲になっています。ほかに、研究とは直接関係ないよう

に見えますが、1階ロビーの横にあるディスカッションルームの存在です。実験がひと段落したときなどに、異分野の研究者とコミュニケーションできるのは非常に素晴らしく、こういった場からは、いろんなひらめきが出てくると思います。

CiNetには、脳科学にかかわる様々な分野の研究者がいます。神経科学・情報通信・BMI・センシング・イメージング・ロボット工学などの研究者に加え、心理学や哲学の研究者にも加わっていただいていて、まさに異分野の研究者の集合体といえます。

前任の柳田敏雄先生が「おもしろ研究」を提唱しておられますが、私は頭に一言付け加えて、「もっと」おもしろ研究を目指したいです。おもしろ研究というのは柳田先生の言葉を借りれば「心の底から湧き出てくるような、身体の芯を揺り動かすような」深い研究です。研究者各自がおもしろいと信じる研究をやり続けることが大事です。本当におもしろい研究ならどんどん広がっていきます。

——CiNetの目指すものは何でしょうか

北澤 情報理論の基礎を作り上げたアメリカの数学者クロード・シャノンは、1948年に『通信の数学的理論』という有名な論文を書いていて、冒頭で「工学的には情報に意味は必要ない」と言っています。情報をデジタルな量に変えた途端意味がなくなってしまいます。痛いも悲しいも幸せも、何番目の記号と言う形でしか表せなくなります。

情報を記号に変換したことで、計算機の技術が大きく向上し、私たちの生活が便利になったのですが、心を持ったAIの実現のためには、これをもう一度「意味」に戻さないといけないと思います。元の意味に戻さないと人の心には通じないのです。

■心を持った汎用人工知能 CiNet Brain

——AIは人間の脳の能力を超えるだろうと言われますが。

北澤 AIがいつ人間の能力を超えるかが話題になっています。将棋や囲碁などの特定の分野では既に超えて、人間の棋士はAIには勝てません。プロ棋士もAIの打つデータを見ながら練習しています。医療における画像診断も、10年ほど前まではAIにも少しは見落がありましたが、現在はAIの方が医師よりも圧倒的に正確に早く異常な箇所を発見してくれます。

では、どこが人間と違うかということ、AIは将棋や囲碁で人間よりも強くなっても、ゲームとしての将棋や囲碁を楽しんではいません。AIは病気を治したいという崇高な使命感から、画像診断をやっているわけではないのです。

そこで登場するのが、私たちが研究を進めているCiNet Brainです。これは、自分で考える力と感情を持った、いわば心を持った汎用人工知能です。自分のことだけでなく、自己を取り巻く環境全体のことを考えることができ、社会常識も備えているAIです。

こういったことを実現するには、AIにも身体が必要だと思います。生まれたばかりで何も知らない赤ちゃんが、はいはいを始め、物にぶつかったときの痛さや母親の肌の温かさを身をもって体験し覚えていきます。

しかし、AIは痛みの種類や事例をたくさん挙げることはできても、痛みを感じることはできません。私は、世界を身体で体験できるクォリアを持つAIを作りたいのです。それがCiNet Brainです。

■技術的課題以外の課題も

——一方で、人間の能力を超えたものには恐怖心も出てくるかもしれませんね

北澤 恐怖を与えないようにするには、CiNet Brainが十分フレンドリーで信用される存在になることが大切です。社会に対して私たちが何をやっているかをオープンにして丁寧に説明していきたいと考えています。

ELSI（エルシー）という概念がありま

す。Ethical, Legal and Social Implicationsの頭文字をとったもので、倫理的・法的・社会的課題という意味です。新しい科学技術を社会実装するときに克服しなければならない技術的課題以外の課題のことをいいます。

そういう意味で、AIに哲学の知見は欠かせないと思います。心をどう入れるかは、まさにデカルト以来の哲学の大きな課題です。ELSIについては、倫理面への配慮だけでなく哲学との融合研究も必要になってくると考えています。

——CiNetの研究者に期待することは？

北澤 各自がおもしろい研究テーマをみつけて深く研究すること。これにつきます。身体の芯を揺り動かすようなおもしろい研究を続けていれば、必ず世界に通用します。いい研究があれば若い人たちがどんどん集まってくるでしょう。そのためには若い人たちを感動させる研究をし、発信し続けることが大切だと思います。

CiNet Brainは脳のすべての機能を兼ね備えているものです。脳は、運動能力・社会性・認知・倫理など人間の持つ要素のすべてを備えて発達していきますので、脳に関係していれば、何を研究してもCiNet Brainの実現に役立っていくのです。そのためには、多分野・異分野の研究者の協力が必要です。

——今後の抱負をお聞かせください。

北澤 心を持った人工知能CiNet Brainを実現するのが私の目標です。私たちの脳に心が宿っているのなら、CiNet Brainにも心が宿るはずだと信じています。難しい課題ですが、10年以内にはCiNet Brainを実現したいと考えています。



CiNet 若手研究者
座談会

CiNet Brainの 実現を目指して 私たちがやりたいこと

我が国の脳科学の未来を担う CiNet 研究者の
研究生生活はどのようなものか。3人の若手研
究者に話を聞いた。

司会

右上

CiNet設立時と現在の両方を知る・柏岡秀紀統括

PROFILE

右下

BMIの研究を進める・海住太郎研究員

左下

MEGで脳の活動を計る・澁澤柊花研究員

左上

嗅覚と脳機能の関係を追究する・奥村俊樹研究員

柏岡 本日は、バリバリ研究している若手研究者から見た CiNet 像を語っていただきたいという思いから、この座談会を開催いたしました。まず、皆さんの研究内容について簡単にご説明をお願いします。

海住 私は脳の活動を信号として取り出し、思っただけでロボットハンドなどの機械の操作をするブレイン・マシン・インターフェース（BMI: Brain Machine Interface）の研究をしています。脳の活動は神経の電氣的活動ですが、これを脳の外から測定しようとすると非常に微弱な信号なので測定が難しいのです。そこで、この微弱な変化を安定して精密に記録するための電極の高度化を進めています。また計測した信号から人が何を意図しているのかを読み取るための信号処理の方法についても研究しています。

澁澤 私は MEG（Magnetoencephalography）という脳磁図記録装置で実験をしています。MEG は脳内の電流によって発生する非常に微弱な磁場を捉えて脳の機能を調べるものです。ただ、脳磁場の強度は非常に弱く、地磁気（東京付近で46マイクロテスラ）の1億分の1以下です。MEG は、頭皮上から計測できる非侵襲の計測法なので、地磁気を遮断するシールドルーム内でセンサヘルメットに頭を入れるだけで実験ができることと、時間分解能がミリ秒単位と非常に高いことが特長です。

視覚や聴覚などの刺激がアルファ波などの脳のリズムにどのように作用するかを調べ、人の脳機能拡張の可能性について研究を進めています。

奥村 私は fMRI（functional Magnetic Resonance Imaging）を使って嗅覚と脳の機能の関係を研究しています。fMRI は空間分解能が高いのが特長です。とくに、超高磁場 fMRI を使うことで脳活動をより詳細に計測することができます。

超高磁場 fMRI は、6層からなると言われる大脳皮質のそれぞ

れの層の活動の違いまで検知することができます。それでも、嗅覚情報の中核と考えられている領域から得られる計測データは、SN比が悪く計測には苦勞しています。

私たちがにおいを感じたときに、脳の活動がどの部分でどのように変化するかを詳細に計測し、認知機能に関するクロスモダリティ（異なる感覚情報が影響しあって認知されること）の研究をしていきたいと考えています。

CiNetの魅力

柏岡 みなさん、fMRI や MEG や脳内電極を使って研究されているわけですが、CiNet でこそその研究環境上のメリットはなんでしょう

澁澤 MEG は主に医療現場で使われていて、維持管理の難しさから研究用途で使われているところは限られています。CiNet では操作やメンテナンスに熟練した技術者がいるので、最初は MEG に関する専門知識がなかった私でも、技術者の方に指導していただきながら使えるようになりました。

奥村 私も同じように感じています。しかも、7テスラの fMRI が1台と3テスラのものが3台もあるので、研究者同士のスケジュールの競合も少なく感じます。このように研究環境が整っているところが CiNet の強みだと思います。

海住 私は経験豊富な研究者が近くに大勢いらっしゃると思うのでとても気に入っています。オープンスペースとしてディスカッションルームがあり、自分とは違う分野の研究者と気軽にコミュニケーションできるのも魅力です。風通しが良く、自分にはない斬新な発想に出会って刺激を受けることは、研究の新しいステップにつ

ながっていくと思います。

脳科学・脳情報通信を研究しようと考えたきっかけ

柏岡 皆さんはどんなきっかけで脳科学・脳情報通信を研究する道を選んだのですか。

澁澤 私は、高校生のときです。脳科学の勉強ができる学科のある大学を選びましたが、工学系がメインで、脳科学の研究室は一つだけでした。CiNet は研究所全体で脳科学の研究をしているところが、とても気に入っています。

奥村 私は大学の農学部で脳の研究をやっていたのですが、その頃、共同研究で CiNet に来たことがあり、ここなら脳研究に邁進できそうだと思って決めました。

海住 ここは大阪大学のキャンパス内にあるので、大阪大学の先生方との交流がとりやすいのもいいところだと思います。脳科学の研究をやるなら CiNet と決めていました。

各自の研究は CiNet Brain とどうつながるのか

柏岡 CiNet が目標としている、脳全体をモデル化した CiNet Brain の実現について、皆さんはどう考えていますか。

澁澤 私が今やっている研究は、人の脳の個人差に対してどのようなアプローチをとるべきかというものです。この個人差を CiNet Brain にどのように反映させるかということにすごく興味があります。

奥村 私も個人差というものが一つの課題だと思います。にの感じ方は人それぞれで、同じにおいをかいでも、感じ方に個人差があります。特に嗅覚は、視覚や聴覚よりも個人差が大きく、この個人差を全脳のモデルとしてどのように落とし込むかが今後の研究テーマです。

海住 私は脳を精密に測るためのセンサーを作っており、個人差を含めて脳のすべてを読み解くことを目指しています。

私の解釈で言うと、CiNet Brain とは第1段階として脳をくまなく調べ、第2段階としてコンピュータ上で脳をシミュレートする。そういう感じで合っていますか。

柏岡 その解釈で良いと思います。まず、脳の細かな部分が持っている機能をしっかりと調べ、第2段階としてそれをもう少し高めた段階でつなげていく。次に、脳全体でどんな活動をしているかを見る。完成した CiNet Brain のイメージは、例えていうと、水害の動画を見て何戸が流されているという情報を正確に読み取るだけでなく、全体の動きと常識に照らし合わせて「助けに行かなくちゃ」という判断まで行うようなものです。

10年後くらいには、今みなさんが研究している知見が統合されて CiNet Brain に到達するのだろうと思います。

CiNet での研究生生活の課題

柏岡 これまで CiNet の良いところについての話を中心でしたが、

逆にここは直してほしいというところはありませんか。

奥村 研究を進めていく上での事務的な手続きがややこしいと感じます。研究に必要なちょっとしたものの購入にもいろいろと手続きが必要です。もちろんチェックが必要なことはわかりますが。

澁澤 私は現在研究員1年目ですが、キャリアのロールモデルになるような先輩女性研究者が非常に少ないと感じています。現在の若手・中堅の女性研究者を生かすことで、あとに続く世代が、研究者としてのキャリアを積みやすい環境にしていけるのではないかと思います。

柏岡 CiNet の女性研究者の割合は多くないですね。

澁澤 PI（研究室主宰者）ではほんの少数です。結婚・出産等のライフイベントがある中で、女性の研究者が安心して研究を続けていけるようにするには、キャリアを積みやすい制度を作っていくことが必要だと思います。

海住 研究者の場合、論文を出すサイクルが途切れてしまうとそのあとのキャリアに影響を与えるので、男性研究員も育休を取りづらいですね。男性研究員も育休を取りやすくなると良いと思います。

将来の夢と展望

柏岡 CiNet に期待していることや将来の夢は？

澁澤 新しい技術を研究する場合、安全面への配慮が必要になってきます。NICT には安全性評価のプロの方もいらっしゃるの、様々な方面での安全性を考慮して、より最先端の研究機関となることを期待しています。

海住 BMI 研究でも安全性の評価を特に慎重に行う必要があるのですが、大阪大学の中にあるという立地を活かして、多くの専門家の方のアドバイスが得られるのが強みです。これからも大阪大学の先生方のご指導もいただきながら研究を続けていきたいと思っています。

奥村 物理現象は誤差をどんどん小さくしていった後に数式化できますが、生命現象は統計的・確率的な理解はできますが、物理現象のように数式化することがなかなかできません。私の研究上の夢は、生命現象を誤差なく数式化できるようにするという事です。

柏岡 CiNet Brain に近い発想ですね。本日はどうもありがとうございました。CiNet Brain の実現という大きな目標に向けて頑張りましょう。



人間パフォーマンス向上プロジェクト 高齢者の脳機能を改善して認知・運動機能を向上させる



内藤 栄一

(ないとう えいいち)

未来ICT研究所
脳情報通信融合研究センター
脳情報通信融合研究室 室長

大学院修了後、京都大学助手、国際電気通信基礎技術研究所主任研究員などを経て、2011年、NICTに入所。2021年より現職。MRIを用いた人の感覚・運動機能に関する研究に従事。大阪大学大学院生命機能研究科招へい教授。博士（人間・環境学）。

我が国では諸外国に例をみないスピードで高齢化が進行しています。年をとっても元気な脳と身体でアクティブに人生を楽しみたいという欲求は、万人に共通のものです。加齢に伴い、脳や身体の機能が低下していくことは避けることはできません。しかし、これらの機能は、トレーニングによって改善することができます。ここでは、高齢者の脳で典型的にみられる神経系の抑制機能の低下をトレーニングによって改善し、運動機能を向上させることができることを示します。

■背景

現在、我が国では65歳以上の総人口に占める割合は約30%に迫り、この割合は世界最高で、今後も高齢化は益々進むと予想されています。年を重ねても健康で人生を楽しみたいという欲求は、多くの人に共通のものです。加齢に伴い、脳や身体の機能が低下していくことも事実です。しかし、この現象は決して不可逆的なものではなく、これらの機能は、トレーニングによって改善することができます。高齢者の脳や身体の機能低下の原因を正確に理解し、これを改善することは、超高齢社会の我が国において重要な課題です。脳情報通信融合研究センター（CiNet）の私たちのグループでは、運動機能や認知機能に着目し、これらの機能低下の原因を明らかにして、これらの機能改善を目指す人間パフォーマンス向上プロジェクトを展開しています。

■高齢者にみられる脳内抑制機構の機能低下

脳が正常に機能するためには、神経系の興奮と抑制のバランスが非常に重要です。このうち、抑制機能は、脳システムがルールにのっとり秩序立てて作動するための必須機能です。人がある課題を遂行中に機能的MRIで脳活動を計測すると、Positive BOLD信号と呼ばれる脳の活動に加えて、Negative BOLD信号と呼ばれる脳活動の抑制を計測することができます。例えば、人が視覚情報を処理する際には、脳はこれに不必要な聴覚野を抑制し、また聴覚情報処理中には視覚野を抑制しています。このような抑制機構は、クロスモダル抑制と呼ばれ、人がある感覚の情報処理に集中するために、他の感覚野を抑制する機構であると考えられています。

左右の脳半球に存在する運動野間にもこのような抑制機構が存在しています。これは、左右の運動野をつなぐ脳梁^{のうりょう}とよばれる神経線維を介した半球間抑制機構です。一般に、手の運動は「主に」反対側の運動野によってコントロールされています。半球間抑制は、例えば右手の運動中に、意図しない左手の運動が起きないように、右運動野を抑制するための神経機構といえます。

若年成人が、ごく単純な右手の感覚運動課題を行う際の脳活動を機能的MRIで計測すると、反対側（左）運動野で活動が増加し、一方で、同側（右）運動野では活動が抑制されます。この抑制は左運動野から右運動野への半球間抑制によるものと考えられています。一方で、65歳以上の健康高齢者で脳活動を計測

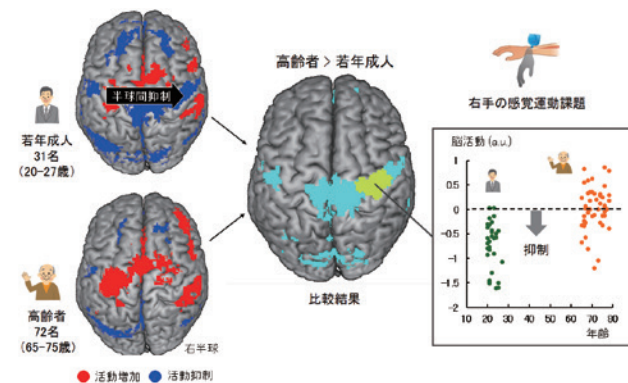


図1 高齢者にみられる半球間抑制の減弱・消失

すると、約6割の高齢者では、この抑制が消失していることがわかりました（図1）。上述のクロスモダル抑制も多くの高齢者で、減弱または消失していることもわかってきました。脳にはクロスモダル抑制や半球間抑制以外にも、様々な領域間抑制機構が存在していますが、高齢者の脳では、たとえ健康な人であっても、おおむねこれらの抑制機能が低下していることが多いようです。

■両手指のコーディネーショントレーニングによる、半球間抑制機構の再活性化と手の器用さの向上

前述した右手の感覚運動課題を用いて（図1）、高齢者の半球間抑制についてさらに調査を進めると、左運動野から右運動野への半球間抑制が減弱または消失している高齢者ほど、右手指が不器用であることがわかりました（図2A）。この研究では、手の器用さはペグ課題という検査で評価しました。ペグが刺さったボードから、一つずつペグを抜いては回転させて元の穴に戻すペグ課題を行い、12本すべてを完了するために要した時間（ペグ課題所要時間）で器用さを評価しました。手指の器用な運動は、主に反対側運動野による制御で実現されているといわれています。半球間抑制機能が低下することで、同側運動野が運動の制御に関与するようになると、この活動は反対側運動野による精緻な制御に干渉し、これが原因となって不器用になっている可能性

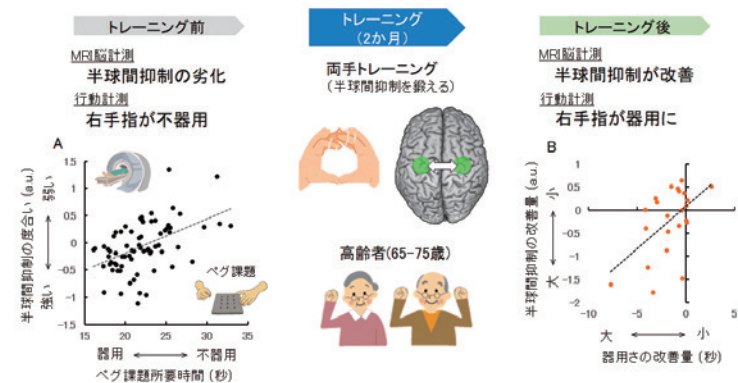


図2 両手トレーニングで、半球間抑制を改善し、手を器用なことに成功

があります。もし、この半球間抑制の機能低下が手指の不器用さの一因であるならば、半球間抑制をトレーニングで再活性化できれば、手指の器用さも改善できることが期待できます。

そこで、65-75歳の右利き健康高齢者を2群にわけて、2か月のトレーニングを行い、この効果を検証しました。このトレーニングでは、1群を両手群とし、もう1群を右手群としました。両手群は、左右の手指で異なる動作を同時に行うコーディネーショントレーニングを行いました（図2中央）。このトレーニングでは、左右の運動野がそれぞれ独立して各手を制御する必要があり、半球間抑制を訓練できることが期待できました。右手群は右手だけのトレーニングを行いました。

トレーニング前には、手指の器用さや半球間抑制減弱度合いに群間差はみられませんでした。トレーニング中、両群ともペグ課題そのものの訓練は一切していませんでしたが、トレーニング終了後には、両手群で、手指の器用さが向上しました。一方で、右手群ではこのような向上はみられませんでした。さらに解析を進めると、両手群のみで、トレーニング前に比べてトレーニング後に、右手の感覚運動課題で評価した半球間抑制が良く改善されていた被験者ほど、手指の器用さが向上していることがわかりました（図2B）。つまり、両手指のコーディネーショントレーニングは、同側運動野の抑

制（半球間抑制）機能が低下している高齢者で、これを効果的に改善させ、右手指の器用さを向上させることができました。この研究は、スポーツメーカー企業と共同で行われ、この成果は、現在この企業が社会展開する高齢者の運動機能改善プログラムに応用されています。

■今後の展望

ここで紹介した結果は、加齢に伴う抑制機能の低下は決して不可逆的なものではなく、トレーニングによって改善できること、また、この抑制機構の改善は行動の改善にもつながることを示しています。これまでの脳のトレーニングは脳を活性化することに重点がおかれてきましたが、私たちは脳の抑制機構を改善することで脳機能を向上させることができることを初めて明らかにしました。今後は、他の脳領域でみられる機能低下した抑制を対象としたトレーニングを開発し、その有効性を検証しながら、車の運転場面などで要求される手足協調運動機能や認知課題と運動課題の同時遂行機能などを改善できるトレーニングの提案を目指します。

CiNet 研究施設のリニューアル

**黄田 育宏** (きだ いくひろ)

未来ICT研究所
脳情報通信融合研究センター
脳機能解析研究室 副室長

大学院修了後、米イェール大学で6年半勤務。北海道大学助教、東京都医学総合研究所研究員を経て、2012年、NICTに入所。fMRIの基礎研究及び化学感覚脳内機構に関する研究に従事する。博士(理学)。

**和田 充史** (わだ あつし)

未来ICT研究所
脳情報通信融合研究センター
脳機能解析研究室 主任研究員

大学院修了後、国際電気通信基礎技術研究所研究員を経て、2009年、NICTに入所。人工知能、脳機能イメージング、視覚神経科学などに関する研究に従事。博士(情報学)。

柏岡 秀紀 (かしおか ひでき)

未来ICT研究所
脳情報通信融合研究センター 統括

1993年大学院博士課程修了。同年国際電気通信基礎技術研究所入社。2006年、NICTに入所。自然言語処理、音声言語処理の研究に従事。脳科学と音声言語処理の融合を目指す。博士(工学)。

未 来ICT研究所脳情報通信融合研究センター(CiNet)では、脳活動を高精細に計測し、大規模な脳活動データとして蓄積し、解析することにより、脳情報を活用した次世代人工知能技術の実現を目指しています。そのためには、脳活動を高精細に計測する7T-MRI装置の整備と脳活動データを蓄積し、解析するための脳情報データ蓄積処理基盤の構築が必要となります。2013年に融合研究棟で活動を開始にあたり整備したこれらの設備も10年が経過しています。更なる躍進に、現在、これら設備のリニューアルを進めています。本稿では、リニューアルを進めている設備についての特徴や活用法について紹介します。

■脳活動を高精細に計測する7T-MRI装置

近年、超高磁場MRIを取り巻く環境が大きく変わってきています。一部のヒト用7T-MRI装置(2017年シーメンスヘルスケア社製 MAGNETOM Terra; 2020年GEヘルスケア社製 SIGNA 7.0T MRI)が欧州のCEマークとアメリカ食品医薬品局(Food and Drug Administration: FDA)から認証を取得し、頭部と四肢のみに検査の実施は限られていますが、欧州と米国では臨床検査においても積極的な活用が始まっています。新たに導入するMR装置は、2017年に認可されたシーメンスヘルスケア社製 MAGNETOM Terra(図1)です。日本では薬機法未承認機器のために研究専用機として使用します。同装置は、世界で37台設置され、10台の新規設置が決まっています(執筆時 2022年10月現在)。国内ではCiNetが最初の設置になります。そのため、今回の紹介記事は、実際の使用感ではな

く、シーメンスヘルスケア社から提出された情報に基づいた紹介となります。

■MRI装置

7T-MRIシステムのサイズが変わります。旧装置は長さ3.8m(磁石は3.3m)ほどありましたが、新装置は約3m(磁石は2.8m)とコンパクトになります。旧装置では成人男性の全身が入る大きさでしたが、新装置では膝下が外に出る大きさとなります。ちなみに、3T-MRI装置では腰から下が外に出る大きさです。新システムはサイズに加えて重量も大幅に軽くなります。これまで40トン以上が20トン以下となります。軽量化によって、以前は船便で数か月を要した輸送も、十数時間の航空便で低温輸送が可能のため、磁石の立上げ時間を含めた設置時間が各段に短縮できています。また、装置自体はコンパクトになりましたが、新たな技術が搭載されています。磁石には静磁場を生成するコイルの外側に逆向きのコイルを設置して漏えい磁場を低減するアクティブシールドが用いられています。既設の鉄磁気シールドと合わせるとこれまで操作室ドア付近(約11m)まであった5ガウス漏えい磁場が狭まることになります。ただし、磁性体の持ち込みについてはこれまで同様に注意が必要です。さらに、「ゼロヘリウムボイルオフ技術」が搭載されています。これにより、超伝導磁石の冷却に必要な液体ヘリウムの消費量がなくなり、運用コストの削減が期待できます。

■MRIコイル

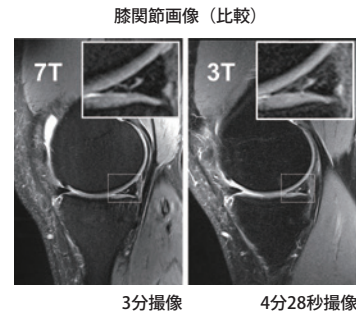
頭部撮像専用コイルの受信は、これまでと同様に32チャンネル(ch)ですが、ラジオ波パルス送信は通常撮像用モードの単送信に加えて、研究撮像用モードで多送信



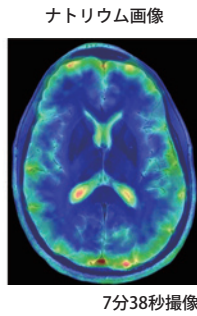
図1 新規導入予定の7T-MRI装置



シーメンスヘルスケア社提供



3分撮像 4分28秒撮像

7分38秒撮像
シーメンスヘルスケア社提供

(8ch)が可能となります。撮像モードの切り替えは、旧装置では数十分の時間を要しましたが、新装置では数分で切替が可能となります。受診側のマルチプルアレイコイルは、パラレルイメーシング技術に重要で撮像時間の短縮につながり、多送信技術(パラレルトランスミッション)は、磁場強度上昇に伴った送信パルスの短縮による画像強度ムラに対して有効です。新装置では最大16ch送信/64ch受信コイルまで対応可能です。頭部撮像専用コイルに加えて、膝関節や四肢の撮像ができる1ch送信/28ch受信コイルが導入されます。四肢は頭部ほど大きくないため、単送信でも3T-MRIと同等のムラのない画像が得られ、磁場強度の上昇により高解像度で撮像できます(図2左)。2つのコイルは、一般的なMR撮像であるプロトンが対象ですが、リン(³¹P)を対象としたループコイル(1ch送信/1ch受信)、ナトリウム(²³Na)を対象とした1ch送信/32ch受信の頭部専用コイルも導入されます。³¹Pコイルでは細胞の代謝情報が得られ、²³Naコイルでは細胞外液に存在し生体恒常性を保つ役割をもつナトリウムの画像化が可能となります(図2右)。

■周辺機器

磁場変動を計測できるClip-on-camera(Skope社製)が導入されます。被験者の呼吸や脈を含む体動やシステム(渦電流、機械的な振動)によって磁場が変動します。長時間測定を行うと磁場変動により画像の質が低下したり、アーチファクトが発生したりします。Clip-on-cameraは、長期的・短期的な磁場の変動を直接測定でき、その情報を利用して画像再構成処理を行うことで、画像のゆがみやゴーストの低減、

SNRの向上が見込まれます。その他、超高磁場MRI対応の32ch脳波計や刺激用として眼球運動計測付き映像呈示ゴーグルヘッドフォンセットが導入されます。

■脳情報データ蓄積処理基盤の構築

CiNetでは、高性能な大型計測装置(MRI 4台とMEG 1台)を用いて日々大量の脳計測データを収集しています。この膨大な脳データを一元的に集約して大規模データ解析を適用可能にすることで、知覚・認知・情動・意思決定・運動・社会性・言語などの脳メカニズムの解明と、その知見に基づく脳情報コーディングや脳型AIの開発といった応用研究を加速させています。具体的には、大量の脳計測データを蓄積可能なストレージと大規模脳データ解析のための高性能計算クラスタを今回リニューアルしています。以下、それぞれの特徴について紹介します。

■脳データ蓄積用ストレージ

CiNetで収集している膨大なMRI・MEGデータの集約と蓄積を目的として、実効容量20ペタバイトの大容量ストレージを導入します。分散ストレージアーキテクチャを採用することで、貴重な脳計測データの確実な保護と大規模データ解析に必要なアクセス性能を両立させます。具体的には、高性能計算分野で実績のある並列分散ファイルシステムLustreを用い、ストレージシステムと計算サーバーを専用インターコネクトで高速接続(各ノード間最大200Gbps)します。この構成により、大量データへのアクセスを伴う複数の計算プロセスを異なる計算ノードにまたがって同時に実行することが可能になります。あわせて、全データ領域をSSDで構成したオール

フラッシュストレージ(実効容量470テラバイト)とすることで、高頻度アクセス(高IOPS)を伴うデータ処理にも対応しました。これら2種類のストレージから成る脳計測データ蓄積用ストレージにより、データ規模やアクセスパターンの異なる脳データ解析を複数並行して実施できるストレージ環境を実現しています。

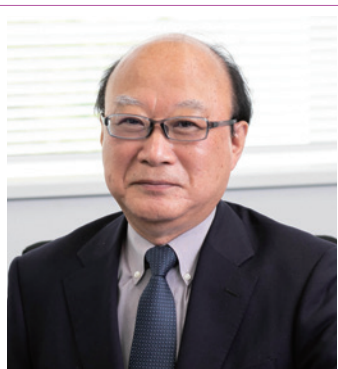
■脳データ解析用計算クラスタ

大規模脳データ解析を効率的に実行可能とする高性能計算クラスタを構築しています。具体的には、大容量メモリー(4TB/台)を搭載した汎用計算サーバー16台、及び最新の高性能GPGPU(NVIDIA製A100)を搭載したGPU計算サーバー10台(GPU 1枚構成8台とGPU8枚構成2台)を導入し、前述の専用インターコネクトを介して脳データ蓄積用ストレージに高速接続します。これにより、大量の脳計測データへのアクセスを伴う脳の機能と構造に関わる脳データ解析、高負荷のGPGPU計算が必須となるAIモデル構築、そして大量のメモリーを必要とする大規模行列計算を伴う脳情報表現のモデル化といった脳情報通信融合研究に密接に関わる計算処理をより大きなスケールで実行可能な高性能計算環境を実現します。

■今後の展望

新たに導入する7T-MRI装置において、多送信技術やClip-on-camera技術は、超高磁場MRIの性能を向上させることができます。また、構築する脳情報データ蓄積処理基盤では、これらのデータを蓄積、効率的に処理する環境が整います。これらを存分に活用し、高精細な脳活動計測からヒト脳機能研究を更に進めていきます。

CiNet Brainの社会実装におけるELSI研究 脳情報通信技術の社会受容性の向上を目指して



田口 隆久

(たぐち たかひさ)

未来ICT研究所
脳情報通信融合研究センター
副研究センター長

大学院修了後、パスツール研究所、大阪大学基礎工学部、産業技術総合研究所を経て、2013年にNICTに入所。神経科学に関する研究と研究センターの統括的管理に従事。博士（工学）。



西堤 優

(にしつみつ ゆう)

未来ICT研究所
脳情報通信融合研究センター
研究員

大学院修了後、東京大学大学院総合文化研究科特任助教を経て、2022年にNICTに入所。脳神経科学に関するELSIについて、特に倫理的な観点から研究に従事。博士（学術）。

脳 情報通信融合研究センター（CiNet）は、創設以来10年が経過し、人間の脳機能研究を情報通信技術の革新的応用につなげるための基礎から応用に渡る様々な研究成果が生まれてきています*1。第5期中長期計画（令和3-7年度）では、脳内情報処理全体を包含するモデル「CiNet Brain」（図1）の構築につなげる研究を進めるとともに、研究開発成果の社会受容の向上と社会実装をすすめるための産学官連携の推進を目標に掲げています。

■ CiNetの目指すオープンイノベーション

CiNetでは、専門の研究者だけでなく、社会の皆さんに研究成果を理解していただく活動を積極的に進めてきました。それによって、様々な業種の企業の方々にも興味を持っていただき、多くの共同研究が生まれています。基礎研究→応用研究→実用化研究といった直線型・単線型の研究展開だけでなく、様々なレベルの情報を開示・共有することによって、企業のニーズにいろいろな段階で対応できる体制を作っています。これが、CiNetのオープンイノベーションの特徴であり、大学や研究機関との連携だけでなく、広く社会のニーズに目を向けることにより、いち早い成果の社会実装ができるように心がけております。

いろいろな取組の中で、脳内情報処理とAIを組み合わせた人間の知覚情報推定技術の開発は、実用化にまで至っている先進的取組です。図2に示したように、fMRI装置に入った被験者に自然動画を見せ、そのときの脳活動情報を大量に集め、そこからデコードモデル構築します。さらに、被験者への入力した情報から脳活動を予測するエンコードモデルを構築

します。この二つのモデルを利用して、視聴覚入力情報に対して被験者が、何を見て何を感じているかをある程度予測するシステムができあがりました。この技術は、既に商用化サービスが始まっており、将来の発展が大いに期待できることから、社会実装の加速を目的とした内閣府の官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）に取り上げられました。

■ PRISMにおけるELSI検討

このPRISMプロジェクトでは、人間の脳活動情報を元にした知覚情報推定モデルを各種作製し官民間問わず脳活動データを広くビジネスに活用できる環境の整備を進めています（図3）。この推定モデルを、企業及び顧客である消費者の両者が安心して利用できるように、あらかじめ、ELSI（倫理的、法律的、社会的課題、Ethical, Legal and Social Implications の略）の検討を進めています。PRISMにおいて、検討会を組織し、この分野の専門家だけでなく、人文科学の研究者、行政や企業の方々にも参加いただき、議論を深めています。令和5年度には、この推定モデルの産業応用についてのガイドラインがまとまる予定です。

PRISMでのELSIの検討開始に合わせ、CiNet内にも脳情報通信研究に関わるELSIを研究するグループを作りました。PRISMで取り上げている脳AIモデルだけでなく、CiNet Brainそのものの研究に関しても、哲学的・倫理学的検討を開始し、CiNet Brainが統合的モデルとなるように研究を進めていきます。これには、幅広い考察が必要になりますので、外部の研究者（特に、大阪大学社会技術共創研究センター）と連携して活動しています。

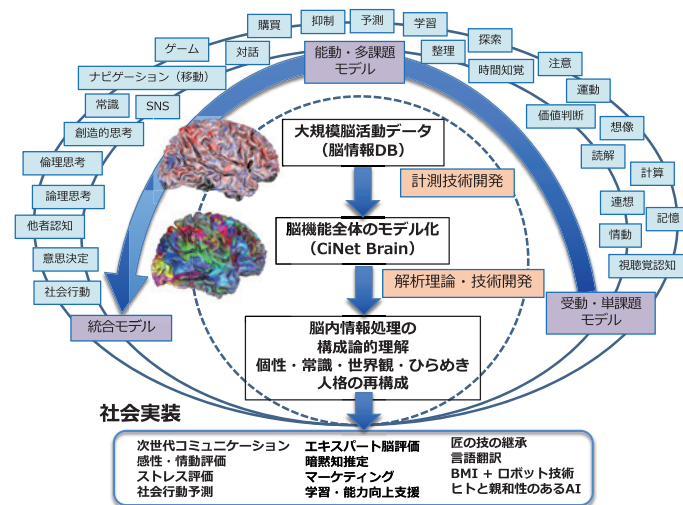


図1 CiNet Brainの概念図

■ 哲学から見た脳情報研究

脳神経科学におけるELSIの中でも、とりわけ倫理的な側面に注目し、その課題解決に向けて探究するのが脳神経倫理学(Neuroethics)*2です。脳神経倫理学で問われるのは、人間を人間たらしめる問題、例えば人格(personality)、同一性(identity)、行為者性(agency)、真正性(authenticity)、自律性(autonomy)などの課題です。脳神経科学が明らかにする様々な事態は、このような人間の本質に関わる事柄に対して、大きな影響を及ぼす可能性があります。

先述したとおり、CiNetでは、CiNet Brainを構築すべく多種多様な研究が行われています。その研究は、システム神経科学やBMI（Brain-machine interface）研究、脳科学と情報通信技術との融合研究など多岐にわたっています。そして、それぞれに多様なELSIを内包しています。倫理的な側面では、例えば、fMRIやEEG（Electroencephalography）などの脳計測装置は主にマインド・リーディングやプライバシーの課題、BMIは人間の機能拡張や他人による操作などの課題を包含しています。このような課題は、自律性や行為者性といった私たちの人間としての本質に関わる事柄と直結しています。このような課題に取り組む際に、絶

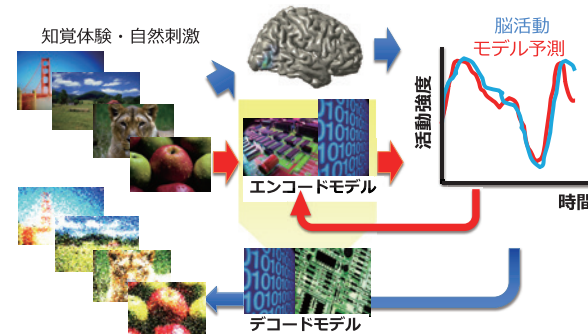


図2 自然な視聴覚刺激による視聴覚情報処理のエンコーディングモデル構築とデコードモデルによる入力情報の再構築の概念図

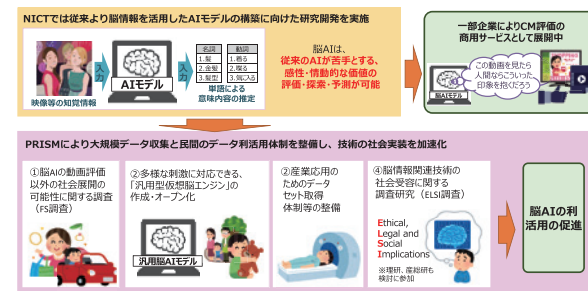


図3 PRISM プロジェクトの概要

対に遵守すべき根本的な倫理原則のようなものがあるのでしょうか。

実は脳神経倫理学において、そのような基本的倫理原則は、まだ、ありません。例えば、生命倫理においては、「生命倫理の四原則」*3なるものがあり、医療やヒトを対象とした医学研究の場面において、あらゆる倫理規範やガイドラインの要となっています[3]。脳神経倫理学においても、このような様々な倫理規範を正当化するような基本原則を見出すことができるかもしれません。既にある生命倫理の四原則をそのままスライドする形で用いることも可能ですが、脳神経倫理学に特有の問題、すなわち人間の本質に関わる問題を考慮に入れる必要性も強く感じられます。このような脳科学研究の倫理的根幹に関する研究をCiNetでも開始いたしました。

■ 今後の展望

基本原則の確立が、様々なある（あり得る）倫理問題を直ちに解決することはできないとしても、脳神経科学の研究実践やその成果を社会実装する際に何らかの指標となるはずです。既に、既存の倫理指針のすり合わせや、理論的・概念的な整理を始めました。この取組は、研究に携わる者だけでなく、社会で生きる私

たち一人ひとりもその規範の中身について探究し、相互の情報交換や理解のもとに進めていくべきものと考えます。

*1 詳細は、情報通信研究機構研究報告 Vol.68, No.1, 2022 参照
*2 脳神経倫理学は、脳神経科学にまつわる様々な問題を解決することを課題としており、「倫理に関する脳神経科学(neuroscience of ethics)」と「脳神経科学に関する倫理学(ethics of neuroscience)」という二つの領域からなるものとして構想されている。脳神経倫理学者であるジュディ・イレスはこれら下位領域を独立させ、脳神経倫理学は「倫理に関する脳神経科学」、「脳神経科学に関する倫理学」、「神経科学と社会の接点」という三つの領域を含むものとしている[1][2]。
*3 生命倫理の四原則とは、(1)人に対する敬意(respect for persons)、(2)無危害(nonmaleficence)、(3)慈悲(beneficence)、(4)正義(justice)である。ベルモンレポートでは、(2)が(3)に含まれる形で3原則とされている[4]。

参考文献

- [1] Illes, J. Neuroethics defining the issues in theory, practice, and policy. Oxford: Oxford University Press, 2006. (ジュディ・イレス編『脳神経倫理学—理論・実践・政策上の諸問題』高橋他訳、篠原出版新社、2009年)
- [2] 香川知晶「脳神経科学と倫理」、信原幸弘・原田編著『脳神経倫理学の展望』勁草書房、2008年、所収。
- [3] 丸山英二「生命倫理4原則と医学研究」日本義肢装具学会誌、27巻1号、pp.58-64, 2011.
- [4] National Commission for the Protection of Human Subjects of Biomedical and Behavioral Research: The Belmont Report: Ethical Principles and Guidelines for the Protection of Human Subjects of Research, OPR Reports, April 18, 1979.

第12回 CiNet シンポジウム開催報告 及び CiNet Conferenceのご案内

未来ICT研究所
脳情報通信融合研究センター (CiNet)

脳情報工学研究室 室長 春野雅彦

脳情報通信融合研究室 主任研究員 羽倉信宏

「仮想空間の脳情報通信」をテーマとする第12回 CiNet シンポジウムが11月8日（火）、ナレッジキャピタルコングレコンベンションセンター（大阪）を会場に開催されました。本シンポジウムでは、仮想空間やアバターといった急速に進展しつつあるICT環境とヒトとの関わり方に関し、様々な視点からの講演と議論が行われました。オンサイト・オンラインを併せて300名を超える参加者を得たことも、このテーマに対する社会や研究コミュニティの関心の高さを示しています。

シンポジウムでは最初にイェール大学の成田悠輔氏から「体・脳・心のインターネット：経済学者の^{いちべつ}一瞥」というタイトルで基調講演がありました。成田氏は、仏教の意識作用を意味する八識のうち感覚情報である5番目までは既にデジタル化が進みつつあり、今後は脳科学と関連が深く、より精神的な世界を意味する、末^{まな}那^な識、阿^あ頼^ら耶^や識についてもデジタル化が進むであろうとの見解を述べられました。続いて、そのように高度にDXの進んだ未来社会では何が起るかを論じられました。貨幣はヒトの過去と未来の営みの価値を1次元で測るものであるとし、高度にDXの進んだ社会ではそのような評価がAIを通じ、よりローカル、より動的に変化することで、貨幣のもつ意味が小さくなる可能性に言及されました。DXと高度分散社会についての刺激的な講演でした。

続いて、大阪芸術大学の安藤英由樹氏、国際電気通信基礎技術研究所の住岡英信氏、国立情報学研究所の稲邑哲也氏が、アバターとVRの技術により、ヒトの行動や感情に働きかける研究に関する招待講演を行いました。3名の研究者のそれぞれ異なるアプローチが、仮想空間が既にヒトの日常生活の一部となっていることを印象付けました。

次に、CiNetに所属する4名の研究者が仮想空間と脳情報通信に関連する研究紹介を行いました。平島雅也主任研究員は、仮想空間とアバターを活用した運動支援システムについて、田中敏子研究員はアバターを用いることでヒトの社会行動や脳活動がどう変化するかについてそれぞれ報告しました。

シンポジウムの締めくくりとして、株式会社ソニーAIの河本献太氏が「深層強化学習によってグランツーリスモのトップドライバ^{りょうが}を凌駕」のタイトルで基調講演を行いました。深層強化学習アルゴリズムで得られる運転レベルが勝敗でトッププロを凌駕するだけでなく、競技の世界が暗黙に要求する“フェアネス”も獲得することが非常に印象的で、ヒトを中心とした脳情報通信研究の一つの方向性を示すように思われました。

このように、仮想空間やVR技術がヒトの生活や社会を既に変え始めており、AIやBMIと並ぶ脳情報通信研究の主要なテーマの1つとなりつつあることを強く感じさせるシンポジウムとなりました。最後に、本シンポジウム開催にあたり協力いただきました関係者に厚く御礼申し上げます。



イェール大学 成田 悠輔氏による基調講演



ソニーAI 河本 献太氏による基調講演

CiNet Conference 予告

第8回 CiNet Conference は、「Beyond Motor Control : Bridging the gap between action and perception」と題し、**2023年3月7-9日**の日程で開催します。今回探求するテーマは「認知・社会性」と「運動制御」に関する脳の情報処理の境界領域です。様々な国から新進気鋭の若手研究者が集まり、各領域の相違やインタラクションについて議論することで、NICTにおける脳情報通信融合研究の発展と国際的プレゼンスの向上に貢献します。皆様のオンサイト・オンラインでの参加をお待ちしております。

詳細は、下記 URL をご覧ください。

<https://cINET.jp/japanese/>

時間情報の脳内表現の解明と 時間感覚の操作技術の開発に向けて



林 正道

(はやし まさみち)

未来ICT研究所
脳情報通信融合研究センター
脳情報通信融合研究室
テニュアトラック研究員
博士（理学）

●経歴

1982年 大阪府にて誕生
2006年 福井大学卒業
2011年 総合研究大学院大学博士課程修了
2010年～ 2019年 ロンドン大学、ヘルシンキ大学、サセックス大学、カリフォルニア大学、大阪大学にて時間と数の知覚に関する研究に従事
2019年 NICT入所
2021年 現職

●受賞歴等

2018年 若手奨励賞 第二回ヒト脳イメージング研究会
2015年 若手優秀発表賞 包括脳ネットワーク

「時間があっという間に過ぎる」「タイミングが良い」といった言葉をよく耳にするように、時間は我々が日常生活を営む上で非常に身近な存在です。私たちはダイナミックに変化する環境に対して適応的に行動するために、物事の起こるタイミングや継続時間を意識的、あるいは無意識的に認識・学習し、それを未来の予測に役立てていると考えられています。

このように私たちにとって時間の経過を正確に把握することは非常に重要であるにも関わらず、時間の感覚は周囲の環境や覚醒度、感情状態などに依存して、いとも簡単に^{ゆが}んでしまいます。そして現状では、この延びたり早まったりする時の流れに、私たちはただただ身を委ねることしかできません。もし私たちが時間感覚をつかさどる脳内メカニズムを理解し、更に時間感覚を自由に制御することができるになれば、私たちの未来の生活は大きく変わる可能性があると思

は考えています。

私のこれまでの研究では、時間の情報を表現していると思われる脳領域を特定し、それらの脳領域が時間を推定する能力や時間感覚のバイアスとどのように関係しているのかを明らかにしてきました。現在は時間感覚の脳内メカニズムの理解を更に深めるとともに、時間感覚を人工的に操作することに挑戦しています。具体的には、脳を傷つけることなく外部から一過性に刺激できる経頭蓋磁気刺激や、ウェアラブルデバイスによる触覚刺激等を用い、主観的な時間の流れの速さを制御する方法を検討しています。これらの研究を通して時間感覚を操作することができるになれば、脳における時間情報処理の仕組みを模した人工脳モデルの開発や、ヒトの時間感覚の操作による複雑な運動スキルの学習の促進、自動車運転時における標識の識別能力の向上といった技術開発への応用につながることができると考えています。

一問一答

Q 研究者になってよかったことは？

A 誰も知らなかったことを最初に知ることができること、生きた証を文献として後世に残せること、留学や学会参加のためにいろんな国に行けること

Q 最近はまっていること

A 海外ドラマを見ることです。最近はs.w.a.t.、NCIS、Hawaii Five-O、Chicago Fireなどの作品を見て、チームワークやリーダーシップとは何かを学んでいます！

Q 研究者志望の学生さんにひとこと

A 目先の成果にとらわれたり、失敗を恐れたりすることなく、じっくり考えを深めて真理を追求するプロセスを十分に楽しんでほしいと思います。



図 経頭蓋磁気刺激による脳刺激実験の様子。頭部に置いたコイルに瞬間的に大きな電流を流すことで、コイル直下の脳領域に電流を誘導することができる。写真は、2本のコイルを使って脳領域間の機能的結合を操作する実験。

International Nanotechnology Exhibition & Conference
nano tech 2023
国際ナノテクノロジー 総合展・技術会議

ブース番号 2G-22

会場 **東京ビッグサイト 東ホール**

開催日 **2023年 2月1日(水) ~ 3日(金)**

シンポジウム

未来ICT研究所では、未来の情報通信の基盤技術についてデバイス、バイオ、超高周波、量子通信、脳科学など幅広い分野で研究開発を進めています。その最新の研究内容を展示します。

未来ICTシンポジウム 2023 ～Beyond 5Gに向けた光・電子デバイス技術の新展開～

会場 **東京ビッグサイト会議棟 6F (606 会議室)** 開催日 **2023年 2月1日(水)**

公式 web site <https://www.nanotechexpo.jp/main/>

第27回 **震災対策技術展**
自然災害対策技術展

2023年 2月2日(木)・3日(金)

会場：**パシフィコ横浜 Dホール**

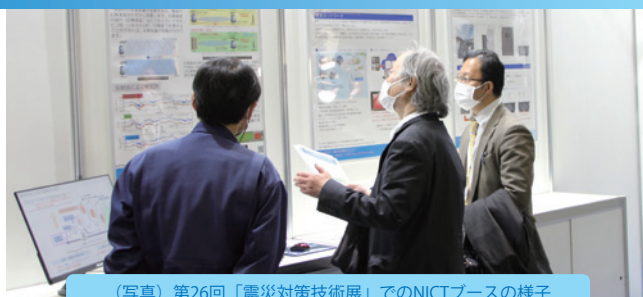
公式webサイト ➡ <https://www.shinsaiexpo.com/yokohama/about/>

入場時間：各日 10:00～17:00

入場方法：当日登録制

受付にて、アンケートに記入後、入場証と交換。2日間有効

世界最高分解能15cmの性能を有する航空機搭載合成開口レーダー「Pi-SAR X3」による地表面観測の実例とその利活用、技術試験衛星9号機を用いた災害時通信の研究開発の状況、災害時に機能する分散型ネットワーク基盤や全国に拡大する被災対応支援システムなど、災害対策技術に関する最新の研究成果を紹介します。



（写真）第26回「震災対策技術展」でのNICTブースの様子