

# 学際領域研究の拠点形成に向けて ～脳コミュニケーション研究センターの2016年度の活動～

門田 宏<sup>1,2</sup> 青木 隆太<sup>1</sup> 木村 岳裕<sup>1</sup> 繁樹 博昭<sup>2</sup>

中原 潔<sup>1,2</sup> 松崎 公紀<sup>2</sup> 吉田 真一<sup>2</sup> 岩田 誠<sup>1,2</sup>

(受領日：2017年5月9日)

<sup>1</sup> 高知工科大学総合研究所脳コミュニケーション研究センター  
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

<sup>2</sup> 高知工科大学情報学群  
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

\* E-mail: BrainCom-Info@kochi-tech.ac.jp

要約：脳コミュニケーション研究センター（BrainCom）は、脳科学と情報通信技術を核にして様々な学術領域の知見を高度に融合することによって、新しいコミュニケーション関連技術を創生するための学際的研究拠点として、2012年4月に本学総合研究所に創設された。本研究センターはまた、同時期に共同研究設備として導入された磁気共鳴断層撮影（magnetic resonance imaging: MRI）装置の運用業務も担っており、徐々に本学における研究活動の活性化に貢献しつつある。本稿では、学際領域研究の拠点形成に向けて活動してきた本年度（2016年度）の成果の概要を報告すると同時に、今後の学際的研究活動の指針を述べる。

## 1. はじめに

脳コミュニケーション研究センター（BrainCom）は、脳科学と情報通信技術を核にして様々な学術領域の知見を高度に融合することによって、新しいコミュニケーション関連技術を創生するための学際的研究拠点として、2012年4月に本学総合研究所に創設された。本研究センターは、同時期に共同研究設備として導入された磁気共鳴断層撮影（magnetic resonance imaging: MRI）システムの運用業務も担っており、徐々に本学における研究活動の活性化に貢献しつつある。

脳コミュニケーション研究センターでは、応用脳科学（Applied neuroscience）グループ、基礎脳科学（Basic neuroscience）グループ、脳計算論（Computational neuroscience）グループの3つの研究グループを組織し、相互の緊密な連携体制の下で研究・開発

を推進している（図1）。

応用脳科学グループは、脳の情報処理機構に立脚した医工学技術の開発を目指している。例えば、脳内機序に基づいたリハビリテーション法の開発や、脳の療育の研究・開発を進めている。

基礎脳科学グループは、脳科学の知見に基づいてヒトをより深く理解するために、知覚や認知、記憶、運動など、ヒトの様々な機能における脳内の神経表象を明らかにすることを目指している。

脳計算論グループは、機能的MRI（functional MRI: fMRI）や脳波などの脳活動計測から得られる多次元の膨大なデータを処理する手法の開発や、脳の情報処理のモデリングを行っている。また、本学に設置された高性能クラスタ計算機を活用した高速処理を実現するために、並列化アルゴリズムの実装・開発も行っている。

以下本稿では、学際領域研究の拠点形成に向けて

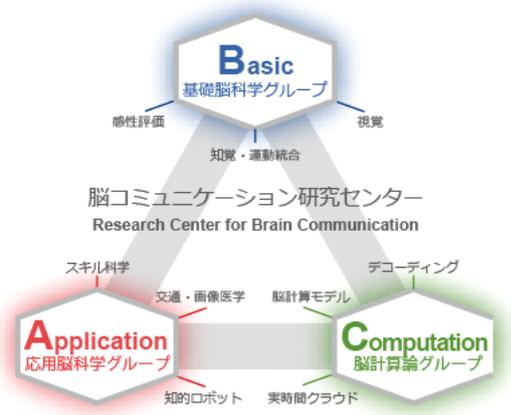


図 1. BrainCom の研究体制



図 2. 高度脳画像クラウド ABIC の概要

本年度（2016年度）に実施した活動について、BrainCom の組織、研究活動、教育活動、MRI 装置運用実績に関して報告する。さらに、本年度の活動を総括した上で、次年度の研究活動の指針を述べる。

## 2. 組織

2016年度は、BrainCom 専任教員 6 名に加えて、連携教員 3 名ならびに客員教員 4 名にも BrainCom の運営に関して積極的なご支援やご助言を頂く体制で様々な活動を実施した。

**専任教員**…岩田誠教授、中原潔教授、門田宏准教授、青木隆太助教、木村岳裕助教、松崎梢 学振 PD 研究員（11 月末まで）

**連携教員**…繁榎博昭准教授、吉田真一准教授、松崎公紀准教授（情報学群）

**客員教員**…朴啓彰 博士（高知検診クリニック脳ドックセンター長）、神谷之康 博士（京都大学 教授）、宮崎真 博士（静岡大学 教授）、谷部好子 博士（ウエスタンオンタリオ大学 研究員）

## 3. 研究活動

脳コミュニケーション研究センターでは、上記の教員およびシステム工学群の教員が、高知大学、高知工業高等専門学校、東京大学、静岡大学、岡山大学等 13 大学の研究者と共同して MRI 装置を用いた研究を実施している。また、経済・マネジメント学群の教員や他機関の研究者が業務時間後に参加できるように、毎週水曜日 18:30 から 2 時間程度の研究セミナーを開催している。この BrainCom セミナーでは、脳科学・医学・情報科学等様々な分野の研究者が持ち回りで最新の研究トピックスを提供して、相互に意見交換している。

2016年度は、これらの活動の結果として、原著論文 8 報、国際学会 14 件、国内発表 29 件が、本研究センター関連の研究成果として公表された。以下、主要な研究成果を述べる。

### 3.1 高度脳画像クラウド ABIC 構築の試み（岩田）

脳コミュニケーション研究センターは、設立時より学際領域の拠点として活動することを目的としていた。そのためには、個々の研究者が自身の専門性をより深めて研究を推進すると同時に、多くの研究者の専門性を総合してより広がりのある研究テーマを推進することこそが研究センターの本来のミッションである。このような考えから、2015 年度の総務省戦略的情報通信研究開発推進事業（SCOPE）に、高度脳画像クラウド ABIC（Advanced Brain Image Cloud）の研究開発課題を応募したところ、高い評価を得て採択され、2017 年度までの研究開発を進めているところである。

本研究は、高齢化先進県である高知県内の健診センター・認知症疾病医療センターの既存 MRI 設備を有機的にネットワーク化して、高齢者の認知症等の疾病予防や早期治療、さらには健康増進に資する高度な脳画像クラウド ABIC（図 2）を研究開発し、高知県が掲げている「日本一の健康長寿県構想」に貢献することを最終的な目的としている。

この ABIC プロジェクトでは、県内の各認知症疾病医療センターで撮像された脳画像を、高精細な脳画像に再構成して解析するアルゴリズムを 2015 年度に開発した<sup>1,2)</sup>。2016 年度には、再構成画像に基づいて、軽度認知障害者あるいは認知症患者に対す

る診断支援情報およびニューロフィードバック支援情報を提供する方法論を検討すると同時に、JGN-Xと高知県情報ハイウェイを基幹ネットワークとして活用しABICのネットワーク基盤を高知工科大学一高知大学医学部間、ならびに、高知工科大学一高知検診クリニック間に構築した。現在、2017年度のABICシステム構築完成に向けて、脳構造画像クラウドABICs、脳機能画像クラウドABICf、ならびにネットワーク基盤ABICnの各サブシステムの設計・開発を進めているところである。本システムの詳細については、プロジェクト完了後に稿を改めて報告する予定である。

### 3.2 ヒトの感覚運動統合における情報処理（門田）

我々は環境から種々の感覚情報を適切に処理・統合し、それらの情報に基づいて合目的な運動を行うことにより日常生活を営んでいる。この感覚機能、運動機能について心理物理実験およびfMRIや経頭蓋磁気刺激（TMS）、脳波（EEG）等の脳計測装置を用いてそれらの神経メカニズムを解明すべく研究を行っている。

特にヒトが新しい環境を学習するときの機序について心理物理実験やfMRIを用いた実験などを行いながら研究を進めている。新しい環境として体の動きと操作対象であるカーソルの動きの間に視覚運動変換を加えた環境や、ヘッドマウントディスプレイを用いて複数の視点で運動を行う環境などを構築し、この環境を学習するときの脳活動や学習の転移などについて検討を行っている<sup>3)</sup>。また、状況に応じて柔軟に役割を切り替える脳機序についてもfMRIを用いて検討を行った。fMRI内で験者と被験者の2者間での鬼ごっこ課題を行わせ、役割の切り替わりに関する脳活動を調べたところ、運動前野と頭頂葉のネットワークが随意的な役割の切り替わりに関与することが示唆された<sup>4)</sup>。

さらに、学内外の共同研究も進めており、静岡大学等とともに時間知覚に関する研究を行っている<sup>5,6)</sup>。研究成果の一部としてScientific Reportsに論文として発表された内容はNHK高知放送局や静岡新聞等、複数のメディアで紹介された<sup>7,8,9,10,11)</sup>。また、自己知覚に関わる脳構造に関しては、広島大学やNTT等と共同研究を行っている<sup>12)</sup>。さらに自己と他者の判断に関する脳機能については、本学の繁榎博昭准教授とともに、NTTや東京大学等と研究を進めている<sup>13,14)</sup>。繁榎博昭准教授に加え、本学の中原潔教授、岡山大学とは多感覚情報に基づいた言語処理や知覚統合に関する研究を進めている<sup>15,16)</sup>。

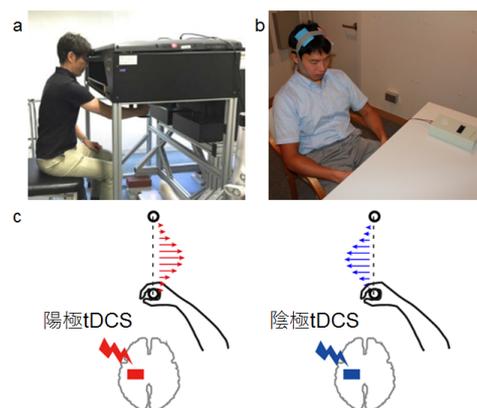


図3. マニピュランダムとtDCSを用いた運動記憶の関連づけ

### 3.3 運動記憶の人工的な連合と操作に関する研究（木村）

ある場所を久しぶりに訪れると、そこでの思い出が突如蘇ってきたという経験があるように、記憶が状況（文脈）に依存して形成・想起されることはよく知られている。また、最近の研究から、運動スキルの学習に関わる記憶「運動記憶」についても、同様な文脈依存性があることが分かっている。我々は、この運動記憶を研究するためのモデル動作としてロボットマニピュランダムによる標的に向かって手を伸ばす腕到達運動を用い（図3a）、また、状況（文脈）を操作するための外部刺激として微弱な電流刺激を用い、運動記憶と状況の関係を連合させ、その運動記憶を人工的に操作することに成功した（図3）<sup>17)</sup>。

実験では、頭皮上から非侵襲的に微弱な直流電流刺激を与える経頭蓋直流電気刺激（transcranial direct current stimulation; tDCS）法（図3b）を用いて、一次運動野に陽極と陰極の異なる電流刺激を与えることで二つの状況を作り出した。被験者は右腕の到達運動を行わせ、陽極tDCSを与えたときには右向きの外力、陰極tDCSのときには左向きの外力を受けながら、腕到達運動を繰り返すトレーニングを行った（図3c）。つまり、それぞれの極性のtDCSによって実現された異なる脳状態のそれぞれに異なる力場を関連づけて学習させたことになる。十分なトレーニングの後、ロボットマニピュランダムの外力を切り、ハンドルを標的に向かって直線的にのみ動けるような仮想的な壁を作り、tDCSの極性を陽極－陰極と切り替えながら被験者が発揮する力を計測し、運動記憶の量を定量化した。

被験者の一次運動野へのtDCSの極性を陽極－陰

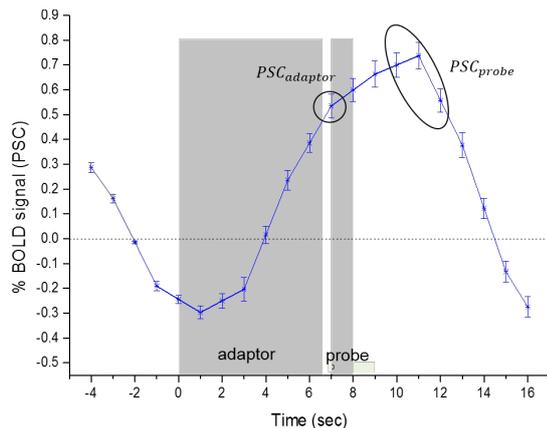


図 4. 3次元順応刺激観察時の脳活動の例

極と切り替える度に、腕到達運動の壁へ加えられる力が反転することが明らかになった。つまり、脳に人工的に作り出した二つの状況に応じて、異なる運動記憶が形成されたこと、そして、その状況を再現してやれば自動的に状況に対応する運動記憶が想起されることを示唆した。

現在は、tDCSによる運動記憶の切り替わりの詳細な脳内メカニズムを解明するために、東京大学の野崎大地教授、本学の門田宏准教授らと共にfMRIを用いた準備を進めている。

### 3.4 3次元知覚及び多感覚統合に関する研究（繁樹）

私たちは両目の網膜像のずれである両眼視差から3次元世界を知覚することができる。しかし、この両眼視差の手がかりから視覚系の処理システムによってどのようにして奥行き構造の知覚にまで至るかという脳内の情報処理過程のしくみについては未解明な点が多い。われわれはこの処理過程について検討するために、順応による脳活動の低下を指標として、各視覚領野において順応効果の網膜位置依存性やスケール依存性を検討し、各視覚領野が両眼視差そのものの処理から3次元形状の知覚レベルの処理までのどのレベルの奥行き処理に関わっているかを推定した（図4）。実験の結果、視覚系の背側経路の領野においては網膜位置に依存した両眼視差を時間平均した情報に順応し、腹側経路の領野においては対象のサイズに依存しない奥行き形状に順応することが示唆された。これらは背側、腹側の経路において異なる奥行き情報が符号化されているとする先行研究と一致し、さらに、各処理経路で両眼視差のレベルから知覚レベルまで具体的にどのような処理の違いが生じるかを明確にした<sup>18)</sup>。



図 5. 高知新聞 2016 年 7 月 13 日付 朝刊

こうした3次元の映像は、バーチャルリアリティや3D映画などに見られるように、それ自体がエンターテインメントの要素を持ち、また、3Dによる商品呈示が消費者の購買行動に好ましい影響を与えたということが報告されている。そこで、3次元構造知覚を伴う回転呈示が対象の評価およびその際の脳活動について検討するため、対象に対する主観評価を取ることに加え、対象の評価課題遂行中の脳活動を計測した。その結果、3次元構造知覚をもたらす回転呈示は静的な提示や3次元知覚をもたらさない回転提示に比べて主観評価値が高く、さらに脳活動において報酬関連部位である尾状核の高い賦活がみられた。このことから、3Dによる呈示が対象の評価に好ましい影響を与えることが脳活動においても示唆された<sup>19)</sup>。

また、本年度は、富山県立大学との共同研究において、花に対する評価の高低が脳活動にどのような差異をもたらすか<sup>20)</sup>、初期視覚野において形のイメージ想起をMRIによる脳情報から復号化できるかについて検討し<sup>21)</sup>、成果発表を行った。脳コミュニケーション研究センター客員教授の朴啓彰教授との共同研究では、運転行動中の脳活動について検討し、成果発表を行った<sup>22)</sup>。

### 3.5 認知・社会神経科学研究（中原・青木）

今年度の特筆すべき成果として、中原が新潟大学、ATR等との共同研究成果をNature Communications誌に論文発表したことが挙げられる<sup>23)</sup>。この研究では、凶形のペアを記憶学習させたサルの上頭葉より皮質脳波の多点記録を行い、脳活動の空間パターンの解析を行った。その結果、皮質脳波活動の空間パターンが連合記憶を表現することを新たに見出した。本研究成果はプレスリリースされ、毎日新聞（高知県版）<sup>24)</sup>、高知新聞<sup>25)</sup>、新潟日報で報道された<sup>26)</sup>（図5）。

青木はモチベーションの神経基盤に関する総説を  
 発表した他<sup>27)</sup>、共著者として自己効力感と大脳皮質  
 体積との相関に関する研究論文を発表した<sup>28)</sup>。さら  
 に、玉川大、カリフォルニア工科大との共同研究を  
 進め、公平性に関する fMRI 研究を筆頭著者として  
 major journal に投稿準備中である。他に、ヨーク大  
 との社会神経科学の共同研究が同様に major journal  
 に投稿中である。

以上に加えて3件の国際学会発表を行った<sup>29,30,31)</sup>。

現在進行中の共同研究先としては、新潟大医（生  
 理）、高知大医（精神科、耳鼻咽喉科、生理）、玉  
 川大脳研、慶應大理工、CiNet、カリフォルニア工科  
 大、ヨーク大がある。

### 3.6 超解像処理の並列化による高速化（松崎）

松崎らは、これまでに MRI 画像および fMRI 画  
 像に対する超解像処理を実装し、その効果について  
 工学的見地から評価を行ってきた。平成 28 年度に  
 は、主にその超解像処理を並列化を含む複数の方法  
 で実装し、どの程度の高速化が可能かを調査した。

松崎らの過去の研究では、Java 言語を用いて逐  
 次処理により超解像処理を実装していた。その実  
 装では、解像度 64×64 の fMRI 画像 1 枚に対して  
 16.4 秒ほどかかり、（標準的な 30 分の実験から得ら  
 れる）600 枚画像に対しては 2.5 時間以上かかる計  
 算であった。平成 28 年度には、同じ処理を複数の  
 言語・ライブラリを用いて実装し高速化を図った。

(1) 逐次プログラムのアルゴリズムをほぼ変えず  
 に、高速に計算するよう C++言語により実装したも  
 の。(2) (1) をもとに C 言語と CUDA ライブラリ  
 を用いて GPU 上で高速に計算できるように変更し  
 たもの。(3) 逐次プログラムのアルゴリズムを変え  
 ずに関数型言語 Haskell を用いて実装し、ライブラ  
 リ Repa を用いることで簡易的に並列化したもの。  
 (4) Repa ライブラリを Accelerate ライブラリに置  
 き換え GPU 上で動くようにしたもの。これらの実  
 装の結果を図 6 に示す。Haskell Repa による並列化  
 により、アルゴリズムレベルで変更することとなる 3  
 倍程度の高速化が得られた。また、C 言語と CUDA  
 による実装では、最大で 30 倍程度の高速化が得ら  
 れることが確認された。これらの成果は、研究会  
 発表<sup>32)</sup> および論文誌論文<sup>33)</sup> として発表したもので  
 ある。

### 3.7 視覚刺激の脳情報デコーディング（吉田）

知能情報学研究室では、言葉やコマンドを介さな  
 くとも高度な情報のやりとりを人間とコンピュータ

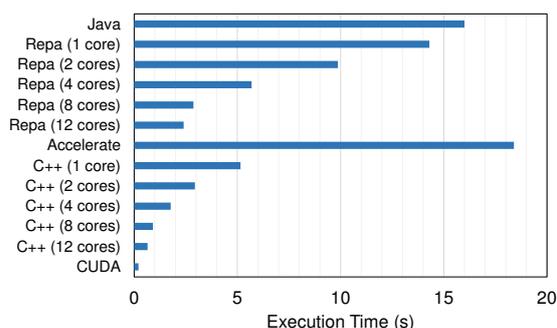


図 6. 並列化の評価実験結果

の間で行う Brain-Computer Interface を、情報検索に  
 応用することを目指している。そのための基礎的な知  
 見を得ることを目的に、様々な視覚刺激を人間に呈  
 示した際の脳活動を fMRI で計測し、この計測デー  
 タをコンピュータで判別するアルゴリズムの評価を  
 行っている。

まず、単純な図形について、静止画を対象に黒い  
 背景に灰色で描いた図形（円形、正方形、正三角形  
 等）の判別<sup>34)</sup> や異なる色（赤、緑、青）の円形の  
 判別をサポートベクトルマシン（SVM）を用いて行  
 い、3つから7つ程度の判別であれば、ランダムな  
 選択よりも有意に高い精度で脳活動のみからどの  
 図形を見ているかを推定することが行えることを  
 確認した。7つの図形については、被験者によっ  
 ては 31% から 52% 程度の高い精度で推定でき、ボク  
 セルの選択数と精度の関係についても調査した結  
 果を国際会議 ISCHIA にて発表している。

また、より高次の判別として、視覚刺激として人  
 の顔を用いた場合についても研究を行ってきてお  
 り、顔の種類（男性と女性、知人と初対面等）につ  
 いて 80% 前後であることを確認してきており、こ  
 れをさらに進めて、顔の表情の違いについても研究  
 を進めた<sup>35)</sup>。基本 6 表情のうち、特に判別しやすい  
 怒りと喜びについて判別を行い、8 人の被験者中 2  
 人は 75%、88% と高い判別が行えた一方、ほとん  
 どランダムと変わらない被験者も多かった。

これらのことから、被験者の個人差による精度の  
 ばらつきはあるものの、人によっては BCI 型の画像  
 検索への応用可能性があるのではと考えている。

紙面の都合で、本研究センターの共用研究設備で  
 ある MRI 装置を活用した全ての研究プロジェクト  
 を詳細に紹介できない点をご寛恕願いたい。他方、  
 関連する科学研究費助成について、2016 年度は基  
 盤 (B) 1 課題、基盤 (C) 2 課題、挑戦萌芽 1 課題、  
 若手 (B) 2 課題が実施されている。継続的に外部資

金が獲得されており、BrainComの活動が本学における研究活性化の一翼を担いつつあることが判る。

#### 4. 教育活動

本センター教員により、脳科学関連の講義を学内のみならず近隣の諸大学においても開講した。また、MRI装置を活用した卒業研究指導が本格的に実施され、学部学生9名（情報学群6名、システム工学群3名）がそれぞれ質の高い学位論文を執筆し、それぞれ学士の学位を取得した。次年度以降はさらに多くの研究指導に活用されることを期待したい。

#### 5. 共同研究設備運用実績

MRI装置を利用する際には、ヒトを対象とする研究倫理審査委員会において承認された研究課題を記載した利用申請書<sup>1</sup>をBrainComへ提出し、その後、Webサイト上で予約状況を確認してから利用希望時間を電子メールで申請することとしている。現状では、MRI装置の利用申請は本学教員に限定している。学外の研究者に関しては、本学教員と共同研究を実施する場合に限って、本学教員が利用申請を提出すれば利用を承認するという暫定的運用を行っている。

また、今年度からMRI室利用に際して学内共用研究設備に受益者負担の制度が導入され、所定の利用料金を支払うこととなった。利用料金は、共用設備を運営していく上でのランニングコスト等に充当される。

今年度は、MRI装置を学内外の研究者に広く活用して頂けるように、以下の活動を実施した。

- (a) シーメンス社によるMRI講習会：MRI装置の使用については、ヒトを対象とする研究が主になること、使用方法を誤ると重大事故につながる可能性があるため、使用する教員はシーメンス社の技術研修（MRI利用安全講習会）の受講を必須と定めている。また、本年度より安全教育の観点から、責任者の教員に限定せずに、共同研究者及び学生の受講も推奨した（参加者約40名）。
- (b) 被験者プールの増強：研究課題毎に毎回個別に被験者を募集すると非効率である。このため、本センターで予め被験者を募集して登録しておき、MRI装置による実験日時や被験者の条件（視力矯正の有無や利き腕など）を登録者全員に電子メールで連絡する体制を整えて、MRI

<sup>1</sup><http://www.souken.kochi-tech.ac.jp/BrainCom/internal/> 参照

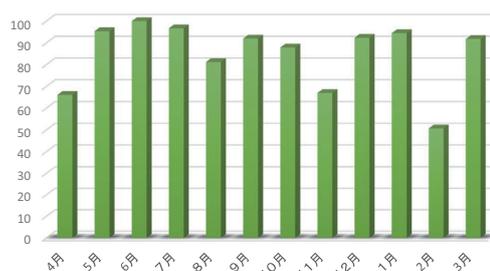


図7. MRI装置の利用率の月別推移（2016年度）

利用研究者の利便性を向上した。本年度末時点で、被験者プールへの登録者が約450名に達し、効率良く被験者を募集できるようになった。しかし、本学学生に限定している為授業や試験、長期休暇のタイミングで被験者が集まりにくく実験が行えない状況も発生している。掲示板での告知の他に、授業での告知やサークル、ホームページを通じて募集を行っているが、今後もより多くの学生に周知される為の活動を模索し沢山の学生に参加していただきたいと考えている。

以上のような運用努力もあり、2016年度は32件の研究課題でMRI装置の利用申請があり、MRI装置の利用率は約85%を維持している。各月別の利用率の状況を図7に示す。昨年度までは月別利用率が比較的均等化されていたが、2016年度は年間を通して予約を取り難い状態であった。ご利用予定の先生方におかれましては、このような利用状況をご配慮頂いて、ご予約願いたい。平日日中は授業の関係で被験者が集まりにくいいため実験を行い難い場合もあり、土日祝日の使用許可の要望も多い。今後話し合いを重ねて、安全に実験ができる範囲内で柔軟な利用が可能のように改善していきたい。

#### 6. その他

前述の様々な活動に加えて、BrainCom主催の脳と情報シンポジウムを11月2日に開催した。磯部学長の開会挨拶に始まり、脳科学・脳情報学の分野から気鋭の研究者にご講演頂くと同時に、本学教員も最新の研究成果を発表した。またポスターセッションでは18件の研究成果が発表された。学内外から約120名にご参加頂き、終日有意義な議論や意見が交換され、本学の研究水準のさらなる向上に期待が寄せられた。最新のご研究成果をご講演頂いた今水寛先生（東京大学大学院人文社会系研究科教授）、松元健二先生（玉川大学脳科学研究所教



図 8. 脳と情報シンポジウム（11月2日）の様相

授)、森信繁先生（高知大学医学部 神経精神科学教室 教授）にはこの場をお借りして、深くお礼申し上げます<sup>2</sup>。

また、大学広報の一環としても貢献するために、来客時やオープンキャンパス等の際には、可能な限り MRI 装置の見学にも応じている。教員が実験を実施している場合は実験の特性上見学できない場合もあるので、見学を希望される方は可能な限り事前にお知らせ頂きたい。

一方、MRI 装置は大型精密機器の為、研究者側で細心の注意を払っていても障害や軽微な故障を避けることが困難であり、本年度も装置停止のアクシデントに見舞われた。装置停止時に事前登録済の携帯電話へ自動的に発呼する装置、ならびに、その際に停止状況を遠隔確認する Web カメラを設置しているが、冷却装置は自動で再起動を行わないため日時に関係なく、深夜や休日に再起動のために緊急出勤する必要があった。今後関係者全てが出張などで復旧に駆けつけられない事態も想定して、より広い範囲でご協力を仰げるよう話し合いを重ねていきたい。

そして、安定して信号雑音比の高いデータを取得するためにはシーメンスとの年間保守契約による定期点検が必要不可欠である。年間保守契約は定額で定期点検等のサポートが保障されるものであり、今後もこれに係る大学からの継続的な支援を切にお願いする次第である。

## 7. おわりに

本報告では、これらの活動の成果の概要を述べた。最近、国内のヒト脳機能イメージングの若手研究者の間から「いま高知工科大が熱い」との声が聞かれる。本研究センター発足後5年が経過し、ヒト脳機能イメージング・コミュニティにおける存在感が高まりつつあることを実感する。2016 度と比較して 2017 度は投稿論文数を増やし、さらに一層強

<sup>2</sup>役職等は 2016 年度時点のもの。

かに研究を推進する。

当センター設立以来、MRI 装置運用に関する様々な準備やノウハウの蓄積、広報活動を通して共同研究の可能性を模索してきた。2016 年度は基礎的な研究だけでなく、応用脳科学の観点にも注力した。例えば、高知大学医学部精神科との共同研究を現在も進めているところである。また、リアルタイムニューロフィードバックシステムの開発も進めており、共同研究の実験ツールとして活用する予定である。2017 年度は、基礎および応用の両面から共同研究活動をさらに活発化して継続していく。

異分野の研究者が学際的な領域で協力するためには、まず、真理探究や技術の実用化に対する個人個人の情熱があり、お互いに共感することが重要であることは言うまでもない。それに加えて、本センターの講演会、共同研究の打合せ、および毎週の研究セミナーを通して明白になったことの一つに、同じ内容でも研究分野毎に異なる専門用語を使っているという事実がある。このことから、学際的な共同研究においては、お互いに深い理解が得られる共通語を作り上げられる場（機会や場所）の提供が重要になることを実感した。共同研究設備である MRI 装置の単なる運用業務に留まらず、このような場を垣根なく提供することこそが、まさに本センターの真の役割ではないかと考えている。この趣旨に共感される諸先生方は、是非 BrainCom の活動にご参画願いたい。

## 謝辞

脳コミュニケーション研究センターに多大なるご尽力とご指導を頂いている磯部雅彦学長、木村良研究本部長にこの場を借りて深謝申し上げます。また、本センター運営に関して多大なるご支援を頂いている研究支援課 武内章浩課長を始め同課の皆様感謝申し上げます<sup>3</sup>。最後に、日頃より MRI 装置を活用した実験に必須となるスケジュール管理や被験者着衣、消耗品類の補充等、細やかな配慮でご支援頂いている山中麻央子氏に感謝申し上げます。

## 文献

- 1) K. Matsuzaki and R. Miyazaki, "Evaluation of Super-resolution for fMRI Images." Proceedings of 5th International Symposium on Frontier Technology, 2015.
- 2) 岩田 誠, 松崎 公紀, 中原 潔, 吉田 真一, 繁樹 博

<sup>3</sup>役職等は 2016 年度時点のもの。

- 昭, 門田 宏, 木村 岳裕, 青木 隆太, 朴 啓彰, 森 信繁, “MR 画像の超解像化システム” 特願2015-250534, 2015 年 12 月 22 日.
- 3) 沢田 悟, 松崎 梢, 門田 宏, “横視点における運動学習の効果の検討.” 四国体育・スポーツ大会, 高松, 2017.
  - 4) H. Kadota and Y. Kokage, “Neural correlates of role switching: a functional MRI study.” Society for Neuroscience, San Diego, 2016.
  - 5) M. Miyazaki, H. Kadota, K.S. Matsuzaki, S. Takeuchi, H. Sekiguchi, T. Aoyama, and T. Kochiyama, “Dissociating the neural correlates of tactile temporal order and simultaneity judgements.” *Scientific Reports*, 6:23323, DOI:10.1038/srep23323, 2016.
  - 6) T. Kimura, T. Kochiyama, T. Kuroda, M. Iwata, H. Kadota, and M. Miyazaki, “Neurofunctional coupling in tactile simultaneity judgment.” Society for Neuroscience, San Diego, 2016.
  - 7) NHK 高知放送局 こうちいちばん. 2016/4/12
  - 8) NHK 高知放送局 高知 845 2016/4/12
  - 9) 静岡新聞 2016/4/13 (30 面)
  - 10) 上毛新聞 2016/4/12 (22 面)
  - 11) 科学新聞 2016/4/22 (4 面)
  - 12) N. Kanayama, T. Asai, T. Nakao, K. Makita, T. Kozuma, T. Uyama, T. Yamane, H. Kadota, and S. Yamawaki. “Subjectivity of the anomalous sense of self is represented in gray matter volume in the brain: VBM study.” *Frontiers in Human Neuroscience* (in press).
  - 13) R. Ohata, T. Asai, H. Kadota, H. Shigemasu, K. Ogawa, and H. Imamizu, “Decoding agency grounded within the sensorimotor system: self-other action representation in the sensorimotor and the parietal cortices.” The 1st International Symposium on Embodied-Brain Systems Science, Tokyo, 2016.
  - 14) R. Ohata, T. Asai, H. Kadota, H. Shigemasu, K. Ogawa, and H. Imamizu, “Decoding agency grounded within the sensorimotor system: self-other action representation in the sensorimotor and the parietal cortices.” 日本神経科学大会, 横浜, 2016.
  - 15) J. Yang, Y. Yu, H. Shigemasu, H. Kadota, K. Nakahara, Y. Ejima, and J. Wu, “Neural substrates of cross-modal transfer of texture information between touch and vision.” 日本神経科学大会, 横浜, 2016.
  - 16) Y. Yu, J. Yang, H. Shigemasu, H. Kadota, K. Nakahara, H. Yamamoto, Y. Ejima, and J. Wu, “A dynamic of fronto-parietal network underlying tactile working memory maintenance.” 日本神経科学大会, 横浜, 2016.
  - 17) D. Nozaki, A. Yokoi, T. Kimura, M. Hirashima, and J. J. Orban de Xivry, “Tagging motor memories with transcranial direct current stimulation allows later artificially-controlled retrieval.” *eLife*, DOI: <http://dx.doi.org/10.7554/eLife.15378>, 2016.
  - 18) H. Shigemasu and P. Yan, “Stereo-curvature aftereffect at multiple processing levels: an fMRI study.” *Journal of Vision*, 16(12):839, 2016.
  - 19) 甲原 春花, 井形 元彦, 桂 信太郎, 繁榎 博昭, “3 次元回転運動を伴う呈示が対象の評価及び脳活動に及ぼす影響.” 信学技報, 116(513), HIP2016-88, 79–83, 2017.
  - 20) J. Fan, H. Shigemasu, M. Igata, S. Katsura, and H. Touyama, “Like or dislike analysis using fMRI data during the flower images evaluation.” International Symposium on Economics and Social Science, Summer Session, Kyoto, 2016.
  - 21) J. Fan, H. Shigemasu, and H. Touyama, “Toward the decoding of shapes during visual mental imagery and perception with early visual cortex.” 31st International Congress of Psychology, Yokohama, 2016.
  - 22) 大田 学, 朴 啓彰, Handityo Aulia Putra, 繁榎 博昭, “アクセル・ブレーキ課題における上下肢運動の脳活動分析.” 第 14 回 ITS シンポジウム, 札幌, 2016.
  - 23) K. Nakahara, K. Adachi, K. Kawasaki, T. Matsuo, H. Sawahata, K. Majima, M. Takeda, S. Sugiyama, R. Nakata, A. Iijima, H. Tanigawa, T. Suzuki, Y. Kamitani, and I. Hasegawa, “Associative-memory representations emerge as shared spatial patterns of theta activity spanning the primate temporal cortex.” *Nature Communications*, 7:11827, DOI: 10.1038/ncomms11827, 2016.
  - 24) 毎日新聞 2016/6/11 (22 面)
  - 25) 高知新聞 2016/7/13 (24 面)  
<https://www.kochinews.co.jp/article/34849/>
  - 26) 新潟日報 2016/6/11 (30 面)
  - 27) K. Murayama, K. Izuma, R. Aoki, and K. Matsumoto, ““Your choice” motivates You in the brain: the emergence of autonomy neuroscience.” *Recent Developments in Neuroscience Research on Human*

Motivation, 95–125, 2016.

- 28) A. Sugiura, R. Aoki, K. Murayama, Y. Yomogida, T. Haji, A. Saito, T. Hasegawa, and K. Matsumoto, “Regional gray matter volume in the posterior pre-cuneus is associated with general self-efficacy.” *Neuroreport*, 27:1350–53, 2016.
- 29) R. Keerativittayayut, R. Aoki, M. Taghizadeh Sarabi, and K. Nakahara, “Relationships between ongoing activity fluctuation in the medial temporal lobe and subsequent memory performance.” *Society for Neuroscience*, San Diego, 2016.
- 30) M. Taghizadeh Sarabi, R. Aoki, R. Keerativittayayut, and K. Nakahara, “Feasibility of multiband EPI for detection of brain activation in the reward system.” *Society for Neuroscience*, San Diego, 2016.
- 31) H. Tanigawa, K. Majima, R. Takei, K. Kawasaki, H. Sawaata, K. Nakahara, A. Iijima, T. Suzuki, Y. Kamitani, and I. Hasegawa. “Decoding recalled color imagery using ECoG signals in the macaque inferior temporal and prefrontal cortices.” *Society for Neuroscience*, San Diego, 2016.
- 32) 松本 拓也, 松崎 公紀, “Haskell の並列ライブラリの有用性の検証 —超解像処理を用いた事例研究—.” *情報処理学会第 110 回プログラミング研究会*, 2016-2-(7), 2016.
- 33) T. Matsumoto and K. Matsuzaki, “Evaluation of libraries for parallel computing in Haskell — A case study with a super-resolution application—.” *Journal of Information Processing*, 25:308–316, 2017.
- 34) A. Ryonai, Y. Nakaji, and S. Yoshida, “Brain decoding for visual stimuli of different shapes using fMRI signals.” *7th Int. Symp. Computational Intelligence and Industrial Applications (ISCIIA)*, Beijing, 2016.
- 35) T. Sasaki, H. Maehara, and S. Yoshida, “Brain decoding for emotional feelings induced by images using fMRI.” *7th Int. Symp. Computational Intelligence and Industrial Applications (ISCIIA)*, Beijing, 2016.

# **Toward a Center for Interdisciplinary Research — Activities on Research Center for Brain Communication in 2016 —**

**Hiroshi Kadota<sup>1,2</sup> Ryuta Aoki<sup>1</sup> Takahiro Kimura<sup>1</sup>**

**Hiroaki Shigemasu<sup>2</sup> Kiyoshi Nakahara<sup>1,2</sup> Kiminori Matsuzaki<sup>2</sup>**

**Shinichi Yoshida<sup>2</sup> Makoto Iwata<sup>1,2</sup>**

(Received: May 9th, 2017)

<sup>1</sup> Research Center for Brain Communication, Research Institute, Kochi University of Technology  
185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami City, Kochi 782–8502, JAPAN

<sup>2</sup> School of Information, Kochi University of Technology  
185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami City, Kochi 782–8502, JAPAN

\* E-mail: BrainCom-Info@kochi-tech.ac.jp

**Abstract:** The Research Center for Brain Communication (BrainCom) was established in the Research Institute of KUT in April 2012 as an interdisciplinary research hub of novel communication related technology and science. Although BrainCom was mainly initiated by researchers in neuroscience and information communication technology, we intend to integrate essential knowledge from various academic fields, as well as to operate and maintain the magnetic resonance imaging (MRI) system as shared research equipment.

This report summarizes advanced activities of BrainCom in 2016 and discusses the research plans in 2017.