

脳の仕組みを活かしたイノベーション創成型研究開発
(高精度脳情報センシング技術・脳情報伝送技術、実時間脳情報抽出・解読技術及び脳情報解読に基づく生活支援機器制御技術)

Novel and innovative R&D making use of brain structures;
high-precision brain information sensing technology and brain information transmission technology, real-time brain information extraction and decoding technology, and life-assisting device control technology based on brain information decoding

代表研究責任者 石井 信 (株) 国際電気通信基礎技術研究所

研究開発期間 平成 23 年度～平成 26 年度

【Abstract】

For supporting elderly and handicapped people to become self-reliant in daily-life environments such as home and clinic, we have developed the network BMI system to control real-world actuators like wheelchairs based on human intention measured by a portable brain measurement system. Specifically, we established and integrated necessary technologies: portable EEG-NIRS sensing devices, distributed network agent-based architectures which can transparently deal with various sensor information and actuation commands, the real-world experimental laboratory (the BMI house) equipped with various sensors and actuators designed to assist daily-life activities, data-driven brain information decoders based on large-scale brain activity database, and BMI-controllable robotic wheelchairs with secure autonomous navigation. We demonstrated the usefulness of the network BMI system at the BMI house which achieved 77.7% accuracy when controlling robotic wheelchairs and electric appliances with latency of less than 1 second, and 72.8% when decoding user's emotional states with 2.0-2.7 seconds latency. We also showed usability with multiple BMI users even at a public circumstance (day-care center). The large-scale brain activity database during daily life and with multi-modal measurement devices will be open to the public in near future.

1 研究開発体制

- **代表研究責任者** 石井 信 (株式会社国際電気通信基礎技術研究所 (以下、ATR))
- **研究分担者** 依田 育生† (日本電信電話株式会社† (以下、NTT))
牛場 潤一†† (学校法人慶応義塾††)
井上 芳浩††† (株式会社島津製作所†††)
石井 正義†††† (積水ハウス株式会社††††)
- **研究開発期間** 平成 23 年度～平成 26 年度

○ **研究開発予算** 総額 2,321 百万円

(内訳)

平成 22 年度	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度
0	649	594	588	490

2 研究開発課題の目的および意義

高齢者・障がい者自立社会（「自立した生活を過ごせる」）の実現に役立つ科学・技術を開発し、「心身ともに健やかで長寿を迎えたい」という人類共通の願いを実現するため、「念じるだけで動く」生活・介護支援ロボット(ライフサポート型ロボット)及びコミュニケーション支援機器への応用を念頭に、簡単な動作や方向、感情等を「強く念じる」ことで機器に伝えることを日常的に可能とする技術について基本技術の確立を目指す。従来のブレインマシンインターフェース (BMI) の適用範囲を自宅や診療所等、日常的な生活環境に拡張し、日常的に装着できる小型・軽量な計測装置により計測したデータを短時間にネットワークを通じて分析装置へ伝送してデータを解読することで、要介護者等の日常的な動作やコミュニケーションの支援を可能とするBMI (ネットワーク型BMI) を実現する。この技術により、増加の一途をたどる要介護者等が自立した生活を過ごせるようになり、自由な社会活動への参画を容易にすることができれば、これらの方々の QOL の大幅な向上に寄与し、我が国全体の社会経済の活性化が期待できる。同時に、介護者の負担を軽減する技術として、介護離職者を減少させるなど実用化による社会的な効果も極めて大きい。

3 研究開発成果

3. 1 高精度脳情報センシング技術・脳情報伝送技術に関する研究開発

ア) 携帯型装置による脳情報の非侵襲・高精度・継続的計測技術

脳活動データと生体情報を日常的に取得し送信する技術として、NIRS と EEG の脳活動同時計測が継続的に可能な携帯型脳活動計測装置について、日常生活において適切な無線方式による取得データ伝送機能を実現する。また、複数の計測装置のパラメータ設定やキャリブレーション等の制御を 1 台の計測制御装置で行い、複数台の計測を同時に行うための技術を確立する。

イ) 脳情報・実環境情報統合に関するネットワーク技術

脳活動データ及び環境情報を効率的に通信し、複数人・長時間 (3~4 人・24 時間以上) の脳活動データと環境情報をともに蓄積し、移動支援・家電操作においては数百ミリ秒以下、感情・情動伝達においては 2~3 秒以下の遅延でサービス要求に応じた出力を返すことを可能とするネットワーク技術を確立する。また、その技術を実装するクライアントサーバ方式のネットワークシステムを試作する。

ア) 携帯型装置による脳情報の非侵襲・高精度・継続的計測技術 (担当: 慶應、島津)

慶應義塾では、実環境で高精度に脳波 (Electroencephalogram; EEG) を計測するための準乾式電極と乾式電極を開発した。具体的には、準乾式電極は毛髪の掻き分けと皮膚表面の研磨を同時に実現するブラシ構造とし、分極電圧が低い銀塩化銀電極によってこれを構成した。4 時間以上におよぶ長期安定性を担保するために、高分子ポリマーで水分子を含有したジェルシートを電極盤面に用いた。一方、乾式電極については、毛髪の配向特性に基づいて 3 枚の平行板をバネ支持したブレード構造として構成した。頭部への適切な保持下では 4 時間以上の連続記録が可能であることを実験的に確認した。以上により、

頭部の変動が多く、連続計測時間の長い実験では準乾式電極を用い、頭部変動が少なく、実験準備を短くするニーズがある実験の場合には乾式電極を用いる等、用途に応じて電極選択ができる環境が整備された。また、一連の開発工程において新規に開発した脳波測定機器の評価バッテリーは、本課題における標準化シーズとした（共焦点レーザ顕微鏡による頭皮性状評価、皮膚電極間インピーダンス計測、皮膚電極間電氣的等価回路の同定、臨床脳波検査プロトコルに準拠して同時計測された脳波とのコヒーレンス解析、閉眼アルファ波増強と運動関連ベータ波増強を用いた実測脳波品質解析）。

また、開発された電極を組み合わせた携帯型脳波計測回路を開発した。具体的には、ノイズ除去回路と主アンプ回路を両面一体基盤として整形し、電極部とのインピーダンスマッチングを調整した。電極と脳波計測回路は島津製作所に提供し、島津製作所が開発した携帯型の近赤外分光計測器（Near Infrared Spectroscopy; NIRS）と統合した。また、ATR、島津、慶應義塾との緊密な連携の下に、BMIハウス内でのNIRS-EEG携帯型脳計測装置の実働性確認を実施し、内部配線の破断と放射ノイズの混入の原因同定を行った上で対処した。これにより、ATRが実施した各種実験をハードウェア側から支援した。

島津製作所では携帯型脳計測装置、外部脳活動計測制御装置と外部脳活動データ観測装置とから構成するネットワーク型BMI用携帯型脳計測装置を開発した。携帯型脳活動計測装置において、脳活動データを日常的に取得する技術として、NIRSとEEGによる脳活動の同時計測を継続的に可能とするNIRS-EEGプローブとNIRS-EEGユニットを開発した。NIRS-EEGプローブでは、8チャンネルのNIRSプローブおよび10チャンネルのEEG電極を配置し、簡便な装着と個人差に応じた調整を可能とした。NIRS-EEGユニットは、電動車椅子実験に対応した車椅子搭載型、複数台での同時計測実験に対応した携行移動可能なボディバック型など、実験形態に合わせて改良した。最終的には携行移動使用と車椅子搭載使用の両方に対応可能なバッグバック型とした。取得データ伝送機能については、主にスマートフォンや無線通信を行う家電で使用されている2.4GHz帯域との電波干渉の影響を避けるために、5GHz帯域の無線LAN方式を使用することとして、複数台同時（4台）に長時間（3時間以上、のべ24時間）の安定した計測を実現した。外部脳活動計測制御装置では、複数台の携帯型脳活動計測装置のパラメータ設定、キャリブレーションおよび計測などを同時に制御可能とした。外部脳活動データ観測装置では、複数台の携帯型脳活動計測装置の計測データ、データの管理状況およびデータの処理状況などを同時に観測可能とした。

イ) 脳情報・実環境情報統合に関するネットワーク技術（担当：NTT）

本課題は、脳活動データ及び環境情報を効率的に通信し、複数人・長時間の脳活動データと環境情報をともに蓄積し、移動支援・家電操作においては1秒未満、感情・情動伝達においては2～3秒以下の遅延でサービス要求に応じた出力を返すことを可能とするネットワーク技術を確立することであった。また、その技術を実装するクライアントサーバ方式のネットワークシステムを試作して実現性を実証することを目標として研究開発を進めてきた。

まず、脳活動データ及び実環境情報の分散管理・処理基盤アーキテクチャの基本検討、および、低遅延解読処理のための検索技術の検討を進めるため、データと処理を同等に扱うソフトウェアコンポーネント（以下、エージェント）を用いたモデリング手法を採用した。エージェントモデルに基づき、脳活動データの分散管理手法と脳活動解読の分散処理手法と実環境情報の分散管理手法を検討し、実空間を人、機器、空間の3種類のエージェントに分けて表現するモデルを拡張した新規モデルに基づく、基本アーキテクチャ（アーキテクチャ1版）を設計した。そのアーキテクチャに基づいた評価環境を試作・

構築して基本設計の妥当性や手法間の比較評価を実施した。次に、構築した比較検証環境を用いて特性評価を実施し、その評価結果に基づいて改良したアーキテクチャ（アーキテクチャ2版）に基づく、脳活動データと実環境情報の分散処理基盤を構築した。さらに、この基盤を用いて実証システムを構築し、「分散処理基盤を用いたスマートハウス内機器制御における低遅延性の実証」を実施し、中間目標である「個別ユーザに対し、H24年度までのスマートハウス内計測条件において、EEG信号に対し、1秒未満でアクチュエータ出力すること」を達成していることを確認した。

続いて、実証結果に基づいた分散管理・処理基盤の改良・検討を進め、大規模脳活動DBを活用したアーキテクチャとしての修正、および、複数ユーザで活用することを考慮した改良を行った（アーキテクチャ3版）。また、脳情報解読の応用例となる感情・情動コミュニケーション支援サービスの分散処理基盤上での実現方法の検討を進め、住環境における同サービスの応用例に基づいた透過的分散管理・処理基盤アーキテクチャのさらなる改良の検討を行った（アーキテクチャ4版）。以上によるアーキテクチャの実装である分散管理・処理基盤を用いて、複数ユーザによる機器制御における分散処理基盤の低遅延・拡張性の実証を行った。具体的には、ATR・積水ハウスと緊密な連携の下、家電や移動支援機器などの実機制御のための実証システムを実現し、最終目標である「数ユーザによるBMI制御を各ユーザ1秒未満の遅延時間」で処理できることを確認した。また、拡張性について、数十人規模の脳活動計測データが同等の時間で処理できることを実証した。さらに、感情・情動コミュニケーション支援手法の検証として、住環境における脳情報を利用した感情・情動コミュニケーション支援サービスの実証システムを構築し、最終目標である「感情・情動コミュニケーション支援サービスに対して2~3秒の遅延」で処理できることを確認した。

3. 2 実時間脳情報抽出・解読技術に関する研究開発

ア) 日常生活時のタグ付き脳活動データベース

ビデオカメラ、マイク、赤外線センサ、床圧力センサ等の分散センサ及び携帯型脳計測装置を有し、データ処理用計算機とネットワーク接続可能、かつ、生活・介護支援ロボットが移動可能な空間を定義する技術を確立するとともに、その技術を実装した実時間データ計測環境を構築し、日常生活時の脳活動データを生体情報とともに取得する。また、日常生活において記録された環境情報・脳活動データ・生体情報の生データを適切に関連付けることでBMIアルゴリズムに資するため、複数人・長時間（数人・24時間以上、及び100人程度・1時間程度）に対するタグ付き脳活動データベースを構築するとともに、タグ付き脳活動データベースの仕様について、プライバシー保全、高い再利用性を満たす方式をまとめ、各種団体に提言を行うこと等により技術仕様の標準化、オープン化を図る。

イ) 日常生活時計測データからの脳情報解読技術

数百ミリ秒以下（1秒未満）の遅延での移動支援・家電操作、2~3秒以下の遅延での感情・情動伝達を実現するため、大規模なネットワーク技術（3.1のイ）参照）を利用した脳活動データの特徴抽出・解読技術の開発を進めると共に、大型脳活動計測実験からの解析結果を拡張しながら実環境において生じる各種アーチファクト・ノイズの分類・抑制技術を確立する。またそれらの技術に基づき、利用者の日常的な動作やコミュニケーションに関する脳活動データを長時間使用による訓練効果も考慮し精度良く解読することのできるアルゴリズムを開発する。本技術における脳活動データの符号化（脳活動データから脳情報特徴量への変換）・復号化（脳情報から機器への伝送信号への変換）方式について、標準化を考慮した研究開発を進める。

ウ) 脳情報通信の応用・実用化にあたっての社会調査

脳情報の不適切な運用を避けるための神経倫理、BMI が社会から適切に受容されることを目指すニューロリテラシー育成、BMI の実用化にあたっての脳科学と異分野との連携の在り方について、問題点の具体化と解決方法について明らかにするとともに、ネットワーク型 BMI 技術の実用化に関して、各種学術シンポジウム等を通じ研究者団体への提言を行う。また、技術の安全性に関する要件等を調査検討し、研究開発にフィードバックを行う。

ア) 日常生活時のタグ付き脳活動データベース

日常生活計測制御環境のためのプラットフォーム構築 (担当: 積水ハウス)

カメラ、マイク、赤外線センサなど、人の位置、人の状態及び室内環境を計測するセンサと、センサの計測データをデータ処理用計算機にネットワーク接続するための伝送技術を実環境実験設備 (BMI ハウス) に実装した。また、住空間内で生活・介護を支援するアクチュエータとして、遠隔操作可能な住宅設備、家電などを設計し、実環境実験設備に実装した。また、それらは制御システムにより外部制御できるものとした。脳情報に他の生体情報・環境情報を合わせることで実現される、最適な環境制御機能、アクチュエータ操作制御機能に関して評価検証を行い、ネットワーク型 BMI を利用した生活にふさわしい住空間の実用化について可能性を検証した。また、脳活動・生体データに基づくことで空調や照明などの室内環境を調整する睡眠サポートシステムの評価を進め、その実用化の可能性を確認した。さらに、一般の生活環境における脳情報を利用した感情・情動コミュニケーション支援サービスについて、それをを用いる生活サポートシステムの試作を行い、有用性を検証した。

日常生活計測制御環境の整備 (担当: ATR)

本課題の後半に実施する長時間日常生活実験を考慮して、カメラ、マイク、赤外線センサなどにより、人の位置、人の状態及び室内環境を計測するセンサの配置を決定し、各種生活機器などアクチュエータの仕様を策定した。実環境実験設備の構築を完了し、実機デモンストレーション等を通じて動作確認を行った。

リファレンス脳活動データベースの構築 (担当: ATR)

本課題では、基本計画における「タグ付き脳活動データベース」のうち、BMI アルゴリズム構築に資する多人数・短時間 (100 人程度・1 時間程度) のものをリファレンス脳活動データベースと称する。H25 年度に、自然な脳活動による BMI 解読技術の確立を目指して、62 名の実験参加者の参加を得て、空間注意課題を用いた複数計測モード (fMRI などの大型脳計測器、および EEG-NIRS などの携帯型脳計測装置) からなるリファレンス脳活動データベースを構築した。H26 年度に感情・情動コミュニケーション支援に利用可能な BMI 解読技術の確立のため、快・不快の感情を惹起する画像を提示する課題を用いて、複数計測モード (fMRI、EEG、行動実験、心理指標など) からなるリファレンス脳活動データベースを構築した。後者については、パイロット実験の参加者や EEG と fMRI いずれかの測定ができなかった実験参加者を除外することで、最終的に、EEG と fMRI の両方が揃ったものとして、50 名以上のデータが取得できた。H25 年度分と合わせて大型脳計測器、携帯型脳計測装置の両方にわたる多人数 (100 名以上)・短時間のリファレンス脳活動データベースを構築した。

タグ付きブレインログデータベースの構築 (担当: ATR)

本課題では、基本計画における「タグ付き脳活動データベース」のうち、日常生活時の複数人・長時

間（のべ24時間以上）のものをタグ付きブレインログデータベースと称する。H25年度に、初期型の携帯型脳活動計測装置2台を用いて、2名の実験参加者が実環境実験設備においてのべ26.5時間にわたる生活を行っている際の脳活動計測、生体計測及び室内環境計測を行い、それらを統合し、行動ラベルなど付加情報を加えることでタグ付きブレインログデータベースを構築した。H26年度に3.1のア)の研究開発により、EEGのチャンネル数増加、計測装置本体ハードウェアの改良、無線通信システムの改良などを行った改良型の携帯型脳活動計測装置がATRに納入され、初期型も加えて最大で4台が利用可能となった。それらを用いて、3人の実験参加者による様々な日常生活行動やシーンを盛り込んだ5日間の長時間計測実験を実施し、脳活動計測、生体計測及び室内環境計測の統合と、それに行動ラベルなど付加情報を加えた、合計30時間以上のタグ付きブレインログデータベースを構築した。

長時間計測実験データに対して、人手による行動ラベル付けを効率化するため、多数の環境カメラ映像の中から、実験参加者が動作をしている部分を自動的に抜き出す機能を実装したラベリング支援ツールを開発した。また、今後さらなる長時間計測実験データが取得された際に必要となる（半）自動の行動ラベリング技術の研究を進め、ジェスチャセンサ（Kinect）のスケルトン情報、環境カメラの映像、ウェアラブルモーションセンサ情報、頭部につけた一人称カメラの映像など、異なるセンサ情報を用いた複数の行動認識システムを開発し、その性能を評価した。

大規模脳活動データベースの公開（担当：ATR）

H25年度に構築したタグ付きブレインログデータベースと空間注意課題を用いたリファレンス脳活動データベースの先行公開を目指して、データの整理や公開先として考えているBrainlinerのHDF形式への変換などの準備を進めた。その際には、3.2のウ)の倫理ガイドライン策定に関わる有識者会議において、データ公開におけるプライバシー保護の問題、実験参加者への同意の取り方、公開サイトの運営に関する問題、利用制限や利用者への同意の取り方などに関し、多面的なアドバイスを受けたので、それらを反映した。

イ) 日常生活時計測データからの脳情報解読技術

データ駆動アーチファクト除去法の研究開発（担当：ATR）

実環境実験設備（BMIハウス）が稼働するまでの間に、大規模脳活動測定装置であるMEGとモーションキャプチャーを用いて、「ペットボトルのキャップをあける」、「マウスをクリックする」など10種類の一般的な手指運動時の脳活動・行動の同時計測データを取得し、これをテストベッドとして眼電およびセンサー位置ずれアーチファクトの除去法を開発するとともに、ベイズ正準相関分析による運動再構成法などを通じ実環境BMIの評価を行った。

大型脳計測器であるMEGのデータを脳内電流源からの信号と、眼球運動を含む複数のアーチファクト源からの成分に分離するためのベイズ統計手法（拡張ダイポール法）を完成させ、MEGの生成過程を模したモデルから作成した人工MEGデータによりその特性を評価した。さらに、固視点を注視したまま、動き続ける指標を心の中で追従する課題を実行中のMEGの実データでその性能を確認した。このアーチファクト除去法を、実験室で取得した空間注意課題時のEEG-NIRS計測データに適用して脳情報解読性能を評価し、実環境で用いることの可能なEEGデータへの適用可能性を確認した。

実環境実験設備において9種類の日常動作を繰り返しているときの脳活動を携帯型脳計測装置で長期間にわたり取得したデータを解析することで、多様な実環境ノイズ・アーチファクトのカタログ化を行った。EEGのアーチファクトカタログを利用したデータ駆動型アーチファクト除去法

(DAD 法)を開発し、統計的外れ値検出にもとづく標準的な方法と比較して、アーチファクトが含まれる試行が支配的でない状況では標準法よりも良好な性質を有することを確認した。

NIRS 計測には脳活動である皮質血流だけでなく、頭皮血流が大きく影響する。この頭皮血流アーチファクトを除去することを目的として、拡散トモグラフィ法 (DOT) の研究開発を行った。具体的には、頭皮血流と皮質血流の空間パターンの違いをモデル化した「変分ベイズ拡散トモグラフィアルゴリズム」により、頭皮血流・皮質血流を正確に 3 次元再構成できることを示した。しかし、本手法の評価過程において、皮質血流 (脳活動) 成分を過剰に推定し、頭皮血流 (アーチファクト) 成分の中に皮質血流の逆転した形の波形が混入するという頭皮血流補償の問題が起りうるということがわかった。この問題はベイズモデルにおいて観測ノイズを大きめに見積もることにより解消できることを発見し、その知見に基づき、皮質・頭皮血流成分の頑健な分解が可能な DOT 法の開発に成功した。

データ駆動ブレインデコード法の研究開発 (担当: ATR)

脳情報の符号化・復号化の標準化を考慮した研究開発を進めるため、脳波からの脳情報解読法において標準的に用いられている Common Spatial Pattern (CSP) をベースとし、実環境に適用できるようにさらにロバスト化した特徴量抽出法の研究開発を進め、一方で、マルチメディア検索における標準技術を参考にしてデータ駆動型脳情報解読アルゴリズムの設計を行った。H24 年度には、実環境実験設備における運動想像 EEG-BMI 実験データから作成したリファレンス脳活動データベースを利用してデータ駆動脳情報解読器のプロトタイプを試作し、車椅子および家電の BMI 制御実験を実施した (2014 年 11 月 1 日の報道発表)。実環境実験設備において、車椅子生活を想定した実験参加者 (2 名) が、1 秒未満の解読遅延時間 (最初の脳情報特徴量が送信されてから機器が制御信号を受信するまで) で、移動支援機器や家電機器を BMI で操作可能であり、このときの平均正解率が 77.7%となることを確認した。システム遅延時間 (往復通信時間と解読時間の合計) が 1 秒未満になるようにと条件設定した場合、上記 2 名にさらに 2 名を加えた 4 名の実験参加者に対する平均正解率は 82.7%となり、目標である 80%以上の正答率を達成した。H26 年度には、3.1 のイ) で NTT が複数人対応化したネットワーク型 BMI の動作確認を行い、開発を完了した。実環境実験設備内で 2 名の実験参加者がそれぞれ異なる携帯型脳波計を装着し、運動想像 BMI による生活支援機器を繰り返し行う実証評価を実施し、両方の実験参加者が 1 秒未満の遅延時間を達成した。さらに、このネットワーク型 BMI システムに基づく複数台の移動支援機器の移動制御の実証実験を、診療所 (「サンセール香里園」デイケアセンター部分) において実施した。これにより、3.1~3.2 の研究開発成果であるネットワーク型 BMI と 3.3 の成果である安全・安心自律移動支援技術を統合した本課題の最終的な統合イメージを、利用シーンとして示すことができた。

感情・情動コミュニケーション支援に関しては、日常生活において重要な、緊張とリラクスの 2 つの情動状態を区別することを目指し、「緊張条件」 (緊張を誘導する音楽を聴きながら不安や緊張を感じた出来事を想像する) と「リラククス条件」 (リラククスを誘導する音楽を聴きながらリラククスした状況を想像する) において EEG 計測を実施した。このデータを用いて 2 条件の判別性能を評価したところ、3 人の実験参加者のうち 2 人が 70%以上の正解率を達成したことを確認した。さらに、この緊張とリラククスを識別する脳情報解読器を利用して、「不安・緊張の情動状態」をボールランプの色としてアクチュエート (可視化) するネットワーク型 BMI システムを構築し、要介護者の情動状態を介助者等に伝えるツールとして、報道発表 (H26 年 12 月 4 日) の一部に組み込むことで利用シーンを示した。加えて、オンライン利用時の遅延時間が平均 0.46 秒、携帯型脳計測装置による測定時間まで含めた総遅延時間も 2.0~2.7 秒に抑えられることを確認した。

上記で開発したさまざまなネットワーク型 BMI システムは移動支援機器や家電が動作することにより利用者がフィードバックを得るため、長時間使用による訓練効果も考えられる。さらに、利用者の脳活動はさまざまな要因によって非定常に変動する。これらに対処するため、max-min CSP や beta-divergence CSP などのロバストな特徴量抽出法を考案し、また、行動・情動ラベルのない長時間データから脳活動状態のセグメンテーション（クラスタ分類）をすることができる Latent Coactivity Mixture Model (LCMM) という新しい特徴量抽出法を開発した。さらに、4の(1)の利用者間の BMI 転移学習の項で述べる辞書学習法に基づく脳情報表現は、一人の利用者の長期間のデータの非定常性を較正するのに有効な手法である。

ウ) 脳情報通信の応用・実用化にあたっての社会調査 倫理・安全指針に関する調査研究 (担当：ATR)

本課題における研究開発、および、将来の社会応用へのすみやかな展開に必要な倫理・安全ガイドラインの構築を目指し、まずH23年度に、北米および国内の神経倫理の研究者を中心とした有識者にインタビューするとともに、生命倫理や医療・介護分野において既に定められている研究者・研究機関が遵守すべきガイドライン、研究に使用する情報システムのプライバシーやセキュリティに関するガイドラインについて情報を収集した。インタビュー及び調査の結果を元に、倫理・安全ガイドラインの策定に向けて方針を検討する有識者会議を開催した。続くH24年度には、本項目で目標としている倫理・安全ガイドラインの策定において、BMIに関わる脳神経倫理、情報セキュリティ、プライバシーなどを重点課題とし、基礎研究実施のためのガイドライン骨子案について有識者会議において議論した。情報セキュリティやプライバシーなどに関する有識者会議の提言を中間報告としてまとめた。また、アウトリーチ活動の一環として、H25年3月14日に電子情報通信学会MBEとバイオサイバネティクス・ニューロコンピューティング研究会において「BMIと倫理」シンポジウムを開催した。H25年度には、上記重点課題についてのこれまでの議論を踏まえて、ネットワーク型BMIの基礎研究に関する倫理・安全ガイドライン案を策定し、それを有識者会議において集中的に議論した。有識者会議は、ガイドライン案が具体化するH25年度からメンバーを倍増し、より多面的な視点での検討を行い、次年度における最終版策定に向けたドラフト案の策定を達成した。また、アウトリーチ活動の一環として、H26年3月6日に電子情報通信学会情報論的学習理論と機械学習研究会において「NW-BMI技術の社会実装と脳情報データベースの活用に向けて」と題したシンポジウムを開催した。H26年度は前年度に策定したネットワーク型BMIの基礎研究に関するガイドライン案をもとに、有識者会議においてさらに詳細な議論と確認を行い、BMI研究の倫理ガイドラインの最終版である「ネットワーク型BMIの基礎研究に関する倫理指針」の策定を完了した。また、研究者へのアウトリーチとしてH26年9月10日に日本神経科学大会においてサテライトシンポジウム「脳情報の産業応用に向けた動向と社会基盤整備」を開催した。

技術および標準化に関する調査研究 (担当：ATR)

本課題で開発するネットワーク型 BMI の関連技術の標準化を目指して、まず H23 年度にネットワーク型 BMI の要素技術に関連する標準化団体の調査を実施するとともに、課題参画機関への研究・開発方針などに関するヒアリングを実施し、標準化の対象となり得る技術領域・項目を検討した。続く H24 年度は、課題の研究開発状況および標準化に向けた意向と課題を参画機関へのヒアリングを通じて取りまとめ、具体的な標準化項目の候補を整理した。さらに、標準化への方向性を検討するためには、脳情報の活用手法の探索とユースケースの明確化が必要であるとの認識から、ニューロインフォマティクス領

域の外部有識者に対するヒアリングを実施した。また、脳情報活用に関連する標準化団体の取り組み状況を調査し取りまとめた。以上の調査結果をもとに標準化ロードマップ案を作成した。H25年度は、前年度作成した標準化ロードマップ案をもとに、具体的な標準化活動の進め方を明らかにするため、まず「脳情報 DB 領域」「通信・BMI 制御領域」「計測機器」の3領域について文献調査および有識者へのヒアリング調査を実施した。この調査結果を踏まえ、ネットワーク型 BMI の具体的な標準化活動を取りまとめた。H26年度は、前年度の標準化ロードマップをより具体化し実現していくため、欧米で進められている大規模な脳科学領域の取り組みの状況から、技術標準化を進めていくための検討課題を抽出した。それをもとに、INCF(International Neuroinformatics Coordinating Facility)をはじめ、主に国内における脳情報の産業応用を進める拠点の取り組みや候補となる標準化団体の状況を調査し、ネットワーク型 BMI 技術の標準化を進める上でのマネジメントスキームを整理した。それらのマネジメントスキームについて、国際標準化団体のメンバーを含む有識者へのヒアリングから精緻化を進めた。最終的にそれらの調査をまとめ、インタフェース、プラクティス、評価基準をどのように進めていくかをネットワーク型 BMI 技術標準化ロードマップとして取りまとめた。調査結果を踏まえ、標準化活動を進めるための活動内容を明らかにするとともに、昨年度の標準化活動ロードマップに修正を加えた。修正されたロードマップをもとに、ネットワーク型 BMI の社会展開に向けた標準化戦略案を構築した。またデータベース公開に向けた検討項目の調査を実施し、脳情報データベースの公開及び運用に向けて、必要な要素及び対策が必要な検討項目を整理した。

3. 3 脳情報解読に基づく生活支援機器制御技術に関する研究開発

ア) 移動支援機器の自律的な安全技術

屋内の見通しのよい通路等で、移動支援機器単体のセンシング機能だけを利用して、介助者の助けを借りることなく、3種類（車輪移動型車椅子、全方向移動型車椅子、自律移動型ベッド）の移動支援機器が衝突等を回避し安全に移動することを実現する。

その際、利用者の視野（通路方向に沿って進んでいる、壁に向かっていないか等）を考慮すること等により、数十人規模の参加者による実験において、70%以上の参加者が利用時の恐怖を感じないことを目標とする。

イ) 環境センサと連携した移動支援機器安全制御技術

診療所内の曲がり角や、やや混雑した屋内環境で、移動支援機器の周囲数 m の範囲（移動支援機器単体のセンシング機能では見えない領域も含む）を移動する人々や他の移動支援機器等の属性（健康な歩行者、杖をついた歩行者、車椅子、ベッド、台車等）を3台の移動支援機器のセンシング機能と10台以上の環境センサのセンシング機能を併用することで、数秒後のこれらの位置を予測し、移動支援機器の加減速、停止等を制御することで衝突や階段等の危険地帯への進入等を回避する安全制御技術を開発する。

また、上記の環境において、移動支援機器の利用者が他者による機器操作を希望する状況等（利用者の意図したとおりに動作しない場合等）において、遠隔監視においても現地での確認と同等程度の安全性を維持しながら、遠隔操作により安全に制御することを可能とする。

ア) 移動支援機器の自律的な安全技術（担当：ATR）

移動支援機器の自律移動機能の実現

屋内の見通しのよい通路等で、移動支援機器単体のセンシング機能だけを利用して、介助者の助けを借りることなく、3種類（車輪移動型車椅子、全方向移動型車椅子、自律移動型ベッド）の移動支援機器

器が衝突等を回避し安全に移動することを実現した。

具体的には、H23 年度は、移動支援機器として電動車椅子および電動移動型ベッドを対象として、センサや PC とのインタフェースを取り付け、障害物検知・回避、自己位置同定、移動制御、緊急停止、安全停止の機能を持つ基本動作制御ソフトウェアと障害物回避ソフトウェアを開発、実装し、移動支援機器の動作実験によって、見通しのよい環境での衝突回避ができることを確認した。H24 年度は、センサで感知できない危険地帯への進入回避機能を実現した。危険地帯を記載できるグリッドマップを構築すると共に、地図情報を編集するソフトウェアを実装した。グリッドマップを利用した危険地帯回避アルゴリズムを提案して、移動支援機器に実装し、危険地帯が回避されることを確認した。H25 年度は、コマンド入力の遅延（移動支援機器の搭乗者の脳活動が計測・伝送された後、移動支援機器にコマンド入力に戻ってくるまでの時間）が 500 ミリ秒であっても、安全に移動できる移動経路を生成する機能を提案し、移動支援機器に実装し、指令遅延に応じて生成される経路が、衝突等の危険がない安全な経路となることを確認した。H26 年度は、H23 年度から H25 年度までに開発したシステムを統合し、屋内の見通しのよい通路において、移動支援機器単体のセンシング機能だけを利用して、介助者等の助けを借りることなく、移動支援機器が衝突などを回避し安全に移動する機能を実現した。3 種類の移動支援機器（車輪移動型車椅子、全方向移動型車椅子、自律移動型ベッド）を利用した場合、かつ他の人とのすれ違いがない状況で、BMI および生体情報を用いることで、利用者が目的地に到達できることを確認した。

安心な移動のための移動支援機器および制御方式

移動支援機器を上記の「移動支援機器の自律移動機能の実現」での自律移動機能によって移動させる際に、移動支援機器の移動速度、壁からの距離、移動支援機器の搭乗者の視野（通路方向に沿って進んでいる、壁に向かっていないか等）を考慮することにより、数十人規模の実験参加者による実験において、70%以上の参加者が利用時の恐怖を感じない制御方式を実現した。

具体的には、H23 年度は、移動支援機器の利用者が安心かつ快適に感じる移動に関して、健常者を対象とした実験を通じて調査し、安心かつ快適に感じる移動状況として、3つの検討項目（1. 次の場面の予想ができて安心・危険、2. 次の場面の予想ができなくて不安、乗り心地の善し悪し）があげられることを明らかにした。H24 年度は、移動支援機器搭乗者の安心感と移動時のパラメータ（速度と壁からの距離）の関係を定量化する実験を実施し、その結果から搭乗者の安心を考慮した移動経路計画アルゴリズムのプロトタイプを実装した。最短経路移動計画アルゴリズムとの比較実験を行い、29 名中 26 名の実験参加者が、搭乗者の安心を考慮した移動経路計画アルゴリズムの方がより安心感を得たと回答した。H25 年度は、搭乗者の見え方の差異に応じた安心感の変化をモデル化するために、移動支援機器の移動方向に対する搭乗者の見通しの良さを環境形状の 3 次元地図を用いて定量化し、利用者の視野を考慮した指標(Visibility Index)を導入し、この指標を考慮しつつ移動軌跡長を最小化する移動経路計画アルゴリズムを提案した。H26 年度は、見通しのよい通路における物体までの距離や速度の安心感地図による評価指標と、曲がり角などにおける見通しの良し悪しの評価指標を統合し、経路計画に導入する手法を提案した。提案した手法によって生成される経路を実験参加者 30 名が体験したところ、恐怖を感じなかった人は 22 名となり、73%の人が恐怖を感じないことが確認できた。これによって、最終目標である 70%以上の利用者が恐怖を感じないことを達成した。

イ) 環境センサと連携した移動支援機器安全制御技術（担当：ATR）

移動物体の属性認識・衝突予測技術

診療所内の曲がり角や、やや混雑した屋内環境で、移動支援機器の周囲数 m の範囲（移動支援機器単体のセンシング機能では見えない領域も含む）を移動する人々や他の移動支援機器等の位置計測と属性（人、車椅子、歩行補助器、カート）を認識する手法を提案、実装し、実験可能な実際の診療所（パナソニック介護サービス株式会社の介護付き有料老人ホーム「サンセール香里園」（大阪府寝屋川市））において 81%以上、平均で 90.2%の精度で属性認識が可能であることを示した。

具体的には、H23 年度は、環境センサにより移動物体の属性認識を可能とするための技術として、レーザ式距離センサおよび 3 次元距離センサによって、人、車椅子、歩行補助器、カートの 4 種類の属性を認識する手法を開発した。実験可能な実際の診療所として、パナソニック介護サービス株式会社の介護付き有料老人ホーム「サンセール香里園」（大阪府寝屋川市）を選定し、環境センサの設置、計測実験を行い、属性認識手法の有効性を示した。H24 年度は、H23 年度に選定した 4 種類の属性に対して、診療所で計測・蓄積した 3 次元距離センサのデータを用いて、形状に基づき属性を認識する手法を開発した。計測の高さと対象の位置に注目した特徴量を用いることにより、見通しの良い環境で、全ての属性に対して 88%以上の精度での認識を実現した。H25 年度は、これまでと同じ 4 種類の属性に対して、3 次元距離センサのデータを用いて、形状に基づき属性を認識する手法を改良し、見通しの悪い場所、複数の移動機器が同時に存在し、互いに遮蔽がある場合にも対応可能なシステムとした。さらに、自律移動している移動支援機器についても自己位置情報から認識できることを示した。実験結果から、見通しの悪い場所であり、複数の移動機器が同時に存在し、互いに遮蔽がある場合においても、4 種類の全ての属性に対して 81%以上、平均で 90.2%の精度での認識を実現した。

移動・すれ違いモデルによる衝突回避技術

診療所内の曲がり角や、やや混雑した屋内環境で、移動支援機器の周囲数 m の範囲（移動支援機器単体のセンシング機能では見えない領域も含む）を移動する人々や他の移動支援機器等の属性（人、車椅子、歩行補助器、カート）の認識結果を利用し、3 台の移動支援機器のセンシング機能と 10 台以上の環境センサのセンシング機能を併用することで、数秒後のこれらの位置を予測し、移動支援機器の加減速、停止等を制御することで衝突や階段等の危険地帯への進入等を回避する安全制御技術を開発した。

具体的には、H23 年度は、上記「移動物体の属性認識・衝突予測技術」においてレーザ式距離センサを用いて計測した移動対象の軌跡に基づいて、それぞれの属性の物理的な機構の違いに基づく移動・すれ違いモデルを構築した。診療所（サンセール香里園）での計測実験に基づき、移動モデルのパラメータである最大回転角速度を属性ごとに推定することにより、実際の環境に即した移動モデルの構築を行った。H24 年度は、移動支援機器に対する移動・すれ違いに関して、移動時に社会的に働く避ける力をモデル化し、移動・すれ違いモデルを拡張した。移動支援機器とすれ違って移動する対象を計測した移動軌跡に基づき、移動支援機器に対して社会的に働く避ける力を測定し、上記の移動・すれ違いモデルのパラメータを推定した。この移動・すれ違いモデルを用いることにより、移動対象の将来の位置を予測する手法を開発した。診療所内の見通しの良い環境で、歩行者、車椅子、歩行器、カートの 4 種類の移動対象が電動車椅子とすれ違う際の移動・すれ違い行動を予測し、速度や進路を変更するなどにより、移動支援機器の周囲 5m 以内に人が 2 名程度滞在するという見通しの良い状況での衝突予防を達成した。H25 年度は、環境センサのセンシング機能に基づいて計測範囲内の移動対象の位置を求め、移動支援機器のセンシング機能を用いて移動支援機器の位置を求め、移動・すれ違いモデルを用いることにより移動対象の将来位置を予測する手法を開発した。高齢者施設の見通しの悪い環境で、歩行者、車椅子、歩行器、カートの 4 種類の移動対象が電動車椅子とすれ違う際の移動・すれ違い行動を予測し、速度や進

路を変更することにより、移動支援機器の周囲 5m 以内に人が 5 名程度滞在する状況での衝突予防を達成し、安全な移動制御を実現した。H26 年度は、環境に複数台の移動支援機器が存在する時、これらの機器が互いに進路を譲り合うことで、衝突を避け、効率的に移動できるようにする技術を確立した。さらに、これまでに開発してきた属性認識技術、位置推定技術、移動予測技術を統合し、移動支援機器同士が適宜通信して、その進路情報を交換することにより、適切に進路を譲り合っすれ違える移動支援機器制御システムを構築した。このシステムを用いて、サンセール香里園内の曲がり角など、やや混雑した環境で、3 台の移動支援機器（電動車椅子 2 台、電動移動型ベッド 1 台）と 10 台以上の環境センサ（レーザ距離センサ 4 台、距離画像センサ 6 台）が同時に稼働する場合において、移動支援機器の加減速・停止などを適宜制御することで、移動する人々や他の移動支援機器との衝突回避が可能であることを実証した。

遠隔監視・操作による移動支援機器安全制御技術

上記の「移動物体の属性認識・衝突予測技術」および「移動・すれ違いモデルによる衝突回避技術」で設定した環境において、移動支援機器の利用者が他者による機器操作を希望する状況（利用者の意図したとおりに動作しない場合）等において、遠隔監視・操作により、現地での確認と同等程度の安全性を維持しながら制御可能にした。

具体的には、H24 年度は、移動支援機器である電動車椅子を対象として、移動支援機器の状況、および移動支援機器の周囲の状況を遠隔監視センターに送信し、オペレータが必要に応じて移動支援機器を遠隔操作するための基本システムを構築した。H25 年度は、移動支援機器の異常状態の検出、および利用者が遠隔からの機器操作を希望しているかどうかにつき機器操作希望状況の発生から 10 秒以内の検出、また、通路の途中で立ち往生した場合等、移動支援機器の異常状態からの遠隔操作による救出を実現した。H26 年度は、実現した遠隔監視・操作技術の有効性を検証するために、サンセール香里園の 1 階において、通常の無線 LAN 環境下で、同時に 3 台の移動支援機器が BMI からの入力により制御されている状況で、これらの移動支援機器を遠隔監視、また必要に応じて遠隔操作し、いずれも安全に制御できることを確認した。遠隔監視・操作を用いることで、現地での確認と同等程度の安全性を維持しながら、制御できるものとした。

4 研究開発成果の社会展開のための活動実績

株式会社島津製作所は本研究開発の要素技術の成果の一部を利用して、近赤外光イメージング装置「SPEEDNIRS」（医療用）、研究用ポータブル光脳機能イメージング装置「LIGHTNIRS」（研究用）の 2 機種を H26 年 10 月に発売し、LIGHTNIRS では BMI の研究を可能とした。

(1) 「到達目標」以外の研究開発成果

運動に伴う自然な脳活動に基づく行動識別 NIRS-BMI (ATR、島津製作所)

H25 年度に取得したタグ付ブレインログデータベースを解析することにより、動きに伴う動作意図などの自然な脳活動中が NIRS の単一回の計測信号で識別可能であることを発見したので、NIRS 計測に基づく動作識別型の新しい BMI を開発した。この成果は、H26 年 12 月 4 日の報道発表の一部として、公開デモンストラレーションした。H24 年 11 月 1 日に実証実験を行った BMI システムのように、運動想像や暗算など「強く念じる」必要がなく、識別するクラスが 2 つから 3 つに増えたにも係わらず正答率が 70%から 84%に向上

した。この技術は特許申請中である。

ネットワーク型 BMI による実空間アクチュエータ制御の研究 (ATR)

上肢の不自由な要介護者の支援を目的として、身体装着型運動支援アクチュエータを開発した。さらに、脳情報解読による実環境実験設備での日常動作の支援を可能にするために、身体装着型運動支援アクチュエータと実環境実験設備内住設機器との連携の実装と、脳情報・筋電情報・関節角情報との統合を完了した。さらに、身体装着型運動支援アクチュエータのユースケースとして、移動してコップをとり、コップを保持して移動し、コップを蛇口にさし出して水を汲み、水を飲むためにコップを顔に近づけるといった一連の動作支援デモンストレーションをシステム構築し、H26年12月4日の報道発表の一部として公開した。この模様はテレビではNHK 京都・大阪とBSの全国ニュースを始め、朝日朝刊（関西）の一面ほか、ネットニュース（Yahoo トップ、朝日、日経ビジネスなど）に掲載されるなど、大きな反響があった。

安静時脳活動を利用した利用者間の転移学習 (ATR)

BMI に用いられる EEG などの信号は実験参加者間で差があり、また、日間・日中で無視できない変動があることが知られている。このため、従来は同じ実験参加者であっても毎回キャリブレーションのための BMI 訓練データを取得する必要がある、BMI 実用化の大きな障害要因となっていた。これに対処するために、辞書学習に実験参加者間やセッション間の差異を吸収する変換項を加えた新しいデータ駆動型の脳情報表現法を提案し、それにより、新規利用者に対して BMI 課題を用いたキャリブレーションデータを集めなくても、安静時脳活動を使うだけでリファレンス脳活動データベースに登録された他人の脳活動データを有効活用することで解読を可能とする、データ駆動型ブレインデコード法を開発した。さらに、新たに開発された安静時脳活動を使って他人のデータを活用する転移学習法の神経科学的基礎を研究するため、大型脳計測器を用いた安静時機能的結合に関する研究を実施した。

複数人コミュニケーションの神経基盤の研究 (ATR)

実環境におけるコミュニケーション支援 BMI を構築する際に必要となるコミュニケーション時の神経基盤に関する研究を行うため、2台の fMRI の同時計測に基づく、2名の実験参加者が観察学習課題を行っている時の神経基盤に関する研究を実施した。

(2) 公開デモンストレーション

実環境実験設備内での移動支援機器および生活支援機器（家電、住設機器）制御については、平成24年11月1日の報道発表「ネットワーク型ブレイン・マシン・インタフェース (BMI) の一般生活環境への適用可能性を確認 ～BMI による生活機器、電動車椅子制御の最新実験を公開～」において、ネットワーク型 BMI プロトタイプシステムの実証実験によりデモンストレーションされた。この様子はテレビ・新聞など多数のメディアに取り上げられ、大きな反響があった。

システムの利用者への生活支援の可能性を明らかにするため、ネットワーク型 BMI の日常生活支援のモデルケースとして、H26年度構築した、(A)運動に伴う自然な脳活動に基づく行動識別 NIRS-BMI、(B)利用者の情動状態を読み出し、フィードバック情報を様々な形で提示するエージェント対応型 EEG-BMI、(C)上肢の不自由な利用者のための身体装着型運動支援アクチュエータの3つの BMI デモンストレーションを統合して、H26年12月4日に、ネットワーク型 BMI の日常生活支援のモデルケースとしての実証実験とその報道発表「日常生活の支援を可能とするネットワーク型ブレイン・マシン・インタフェース (BMI) の技術開

発に成功」を行った。この様子はテレビ・新聞など多数のメディアに取り上げられ、大きな反響があった。

(3) 一般へのアウトリーチ活動

本課題実施期間中の H23 年から H26 年にかけて、ATR のオープンハウスで本課題の概要および各年度の主要成果についてポスター発表およびデモンストレーションのビデオ上映により紹介してきた。ATR のオープンハウスでは、けいはんな地区近隣の住民ばかりでなく、全国の企業、関西圏の中学・高校から来訪者があり、研究成果を広く一般に公開することができた。特に平成 25 年のオープンハウスでは実環境実験設備 (BMI ハウス) を一般公開し、多くの方々に見学してもらった。本課題の研究成果のアウトリーチとともに、開発技術に対する意見を聴く良い機会となった。

文科省の脳科学研究戦略推進プログラム (脳プロ) では一般へのアウトリーチ活動の一環として半年から 1 年に 1 度の割合で「脳プロ公開シンポジウム」を開催している。本課題も H24 年 2 月 4 日 (東京)、H25 年 2 月 2 日 (東京)、H25 年 9 月 14 日 (名古屋)、H27 年 2 月 7 日 (東京) の計 4 回招待を受けて体験展示ポスターによる課題概要と研究成果の紹介を行った。一般の方々へのアウトリーチ活動としてのみならず、課題に関する意見を市民から直接聴くことのできる貴重な機会であった。

積水ハウスでは、2013 年より、高齢者・要介護者の住宅設備操作インタフェースとして利用可能な BMI 技術を、住まい／暮らし情報発信施設である住ムフムラボ (大阪市) にて展示紹介し、5 分間の PR ビデオを上映している。

(4) 研究者コミュニティへのアウトリーチ活動

3.2の (ウ) のアウトリーチ活動の一環として、本プロジェクト主催のシンポジウムを3回開催した。H24 年度は「BMIと倫理」(電子情報通信学会MBEとバイオサイバネティクス・ニューロコンピューティング研究会、玉川大学) と題してBMI研究の倫理的側面について講演と討論を行った。H25年度は「NW-BMI技術の社会実装と脳情報データベースの活用に向けて」(電子情報通信学会情報論的学習理論と機械学習研究会、奈良女子大学) と題して主にBMI技術と脳情報データベースの活用について講演と議論を行った。H26年度は「脳情報の産業応用に向けた動向と社会基盤整備」(日本神経科学大会、横浜) と題して、BMIを含む脳情報の産業応用に向けた講演と議論を行った。

京都で開催された IEEE コンピュータソサイエティのフラッグシップ学会である COMPSAC 2013 において exhibition 参加し、本プロジェクトの概要と NTT の分散情報基盤を中心に研究成果についてポスターおよび short presentation で紹介し、携帯型脳活動計測装置と BMI 制御車椅子の実機展示を行った。IEEE コンピュータソサイエティの会長をはじめ、国内外の研究者に本研究開発課題を知ってもらい貴重な機会であった。

H26 年 12 月 4 日に公開デモンストレーションを行った「運動に伴う自然な脳活動に基づく行動識別 NIRS-BMI」に科学技術振興機構(JST)が興味を持ち、この研究を中心に実環境実験設備や本課題について紹介する 5 分間のビデオを製作した。現在、JST のホームページで公開されている。

(6) 特記事項への対応

研究提案に当たり、達成度の評価項目として、H24 年度末の中間目標、H26 年度末の最終目標を定め、各年次目標も、データの規模、BMI の正答率や遅延時間などにつき可能な限り数値目標を盛り込んだ。基礎技術の完成を課題終了時の 2015 年に、実用化 (ローンチカスタマーへの提供) の目標を 2020 年と定めた。研究開発課題に関して専門家の立場からのアドバイスを受けるため、運営委員会 (委員長: 北澤茂先生、構成

員：石田亨先生、石黒浩先生、吉峰俊樹先生、竹嶋正明先生）を設置し、各年度 2 回程度開催した。5 つの参画機関の分担を明確にするとともに、代表機関である ATR が全ての研究課題に係わることを明記し、代表研究責任者のリーダーシップの下、緊密な研究協力体制を維持しつつ研究開発を実施した。

本研究開発で確立した技術の普及啓発活動、脳情報を用いることに関する倫理的問題点への対応検討、脳活動データベースの実用に向けて必要と思われる研究開発などに取り組むために、課題 3.2 のウ) を設け、ATR 担当者との連携に基づき外部の専門家集団に委託することで、ネットワーク型 BMI の要素技術開発と並行してこれらの問題に対処できる体制を整えた。

5 研究開発成果の社会展開のための計画

(1) データベース公開

H25 年度構築したタグ付きブレインログデータベースと空間注意課題を用いたリファレンス脳活動データベースの先行公開を目指して、データの整理や公開先として考えている Brainliner の HDF 形式への変換などの準備を進めている。また、3.2 のウ) の倫理ガイドライン策定の有識者会議において、データ公開におけるプライバシー保護の問題、実験参加者への同意の取り方、公開サイトの運営に関する問題、利用制限や利用者への同意の取り方など多面的な議論を得て、ガイドラインを順守した公開手段の最終検討を行っている。部分公開後、想定していなかった問題が起こらないかを一定期間観察した上で、さらに公開範囲を広げる予定である。

(2) 研究開発成果を発展させる後継プロジェクト

ImPACT プログラム「脳情報産業の創出による活力溢れる生活の実現」(PM:山川義徳)の革新的脳情報利活用技術の開発のうち、実空間において心の状態を左右する脳深部の活動を推測する携帯型ブレインマシンインタフェース (BMI) の開発チームに、本課題に参加していた須山敬之 (ATR 認知機構研究所動的脳イメージング研究室長) が率いる「時空間脳情報解析技術」研究グループが加わっている。このグループは本課題で開発された「実環境において利用者の情動状態を読み出し、フィードバック情報を様々な形で呈示する EEG-BMI」技術をさらに高度化することで、実環境における EEG-NIRS 計測により、fMRI に匹敵する情動状態の解析及びリアルタイムの可視化と、それに基づく簡易な機器制御を通じて、産業競争力強化を可能にする人材育成サービスの実現、例えば、ストレス脳状態の可視化とそれに基づくマネジメントによる人的資源の有効活用や、共感脳状態の可視化によるコミュニケーション能力と共同作業パフォーマンスの向上などの実現を目指している。

積水ハウスでは、住宅における高齢者・要介護者の自立支援のために、本研究で検証した技術を住宅設備として実装する方法を検討し、実用化を目指して検討を進めていく。(詳細は秘密事項のため、その記載は控えさせていただきます。)

6 査読付き誌上発表論文リスト

- [1] Samek, W., Vidaurre, C., Müller, K. R., Kawanabe, M., “Stationary common spatial patterns for brain-computer interfacing”, *Journal of Neural Engineering* Vol.9, No.2, 026013 (2012.2.20)
- [2] Callan, D., Gamez, M., Cassel, D., Callan, A., Kawato, M., Sato, M., “Dynamic visuomotor transformation involved with remote flying of a plane utilizes the ‘mirror neuron’ system”, *PLoS One* Vol. 7, No. 4, e33873 (2012.4.20)
- [3] Ariki, Y., Hyon, S., Morimoto, J., “Extraction of primitive representation from captured human movements and measured ground reaction force to generate physically consistent imitated behaviors”, *Neural Networks* Vol.40, pp.32-43 (2013.1.4)
- [4] Callan, D., Terzibas, C., Cassel, D., Callan, A., Kawato, M., Sato, M., “Differential activation of brain regions involved with error-feedback and imitation based motor simulation when observing self and an expert’s actions in pilots and non-pilots on a complex glider landing task”, *NeuroImage* Vol.72, pp.55-68 (2013.1.26)
- [5] Yoshida, W., Seymour, B., Koltzenburg, M., Dolan, R., “Uncertainty increases pain: Evidence for a novel mechanism of pain modulation involving the periaqueductal gray”, *The Journal of Neuroscience* Vol.33, No.13, pp.5638-5646 (2013.3.27)
- [6] Oztop, E., Kawato, M., Arbib, M. A., “Mirror neurons: functions, mechanisms and models”, *Neuroscience Letters* vol.540 pp.43-55 (2013.4.12)
- [7] Horikawa, T., Tamaki, M., Miyawaki, Y., Kamitani, Y., “Neural decoding of visual dream contents”, *Science* Vol. 340, No.6132, pp. 639-642 (2013.5.3)
- [8] Samek, W., Kawanabe, M., Mueller, K. R., “Divergence-based Framework for Common Spatial Patterns Algorithms”, *IEEE Reviews in Biomedical Engineering* Vol.7, pp.50-72 (2013.11.12)
- [9] Ganesh, G., Takagi, A., Osu, R., Yoshioka, T., Kawato, M., Burdet. E., “Two is better than one: Physical interactions improve motor performance in humans”, *Scientific Reports* Vol.4, Article No. 3824 (2014.1.23)
- [10] Kawanabe, M., Samek, W., Mueller, K., Vidaurre, C., “Robust common spatial filters with a maxmin approach”, *Neural Computation* Vol.26, No.2, pp.349-376 (2014.2.1)
- [11] 竹内 亨、坂野 遼平、馬越 健治、兼村 厚範、川鍋 一晃、川野 哲生、神林 隆、武本 充治、松尾 真人、柿沼 隆馬、“エージェントベース分散処理基盤の提案と BMI 応用サービスへの適用による評価”、*情報処理学会論文誌* vol.55, no.2, pp.681-694 (2014.2.15)
- [12] Morioka, H., Kanemura, A., Morimoto, S., Yoshioka, T., Oba, S., Kawanabe, M., Ishii, S., “Decoding spatial attention by using cortical currents estimated from electroencephalography with near-infrared spectroscopy prior information”, *NeuroImage* Vol.90, pp.128-139 (2014.4.15)
- [13] Glas, D. F., Ferreri, F., Miyashita, T., Ishiguro, H., Hagita, N., “Automatic calibration of laser range finder positions for pedestrian tracking based on social group detections”, *Advanced Robotics* Vol. 28, No. 9, pp. 573-588 (2014.5)
- [14] 平山 淳一郎、石井信、“潜在空間モデリングによる時系列からの再構成”、*電子情報通信学会誌* Vol.97, No.5, pp.399-404 (2014.5.1)
- [15] Lisi, G., Noda, T., Morimoto, J., “Decoding the ERD/ERS: influence of afferent input induced by a leg assistive robot”, *Frontiers in Neuroscience* Vol.8, Article85, pp.1-12 (2014.5.4)
- [16] Furukawa, J., Noda, T., Teramae, T., Morimoto, J., “A An EMG-driven assist system for vertical component weight bearing force actuated by pneumatic artificial muscles”, *IEEE Systems Journal*

DOI:10.1109/JSYST.2014.2330376 (2014.7.8)

- [17] Morishige, K., Yoshioka T., Kawawaki, Hiroe, N., Sato, M., Kawato, M., “Estimation of hyper-parameters for a hierarchical model of combined cortical and extra-brain current sources in the MEG inverse problem”, *NeuroImage* Vol.101, pp.320–336 (2014.7.14)
- [18] Bouyarmane, K., Vaillant, J., Sugimoto, N., Keith, F., Furukawa, J., Morimoto, J., “Brain-machine interfacing control of whole-body humanoid motion”, *Frontiers in Systems Neurosciences* Vol.8, Article138, pp.1–10 (2014.8.5)
- [19] Ugur, E., Nagai, Y., Celikkant, H., Oztop, E., “Parental scaffolding as a bootstrapping mechanism for learning grasp affordances and imitation skills”, *Robotica* DOI:10.1017/S0263574714002148 (2014.8.19)
- [20] Ahamed, T., Kawanabe, M., Ishii, S., Callan, D., “Structural differences in gray matter between glider pilots and non-pilots. A voxel based morphometry study”, *Frontiers in Neurology* DOI: 10.3389/fneur.2014.00248 (2014.11.28)
- [21] Morimoto, J., Kawato, M., “Creating the brain and interacting with the brain:an Integrated approach to understanding the brain”, *Journal of the Royal Society Interface* Vol.12, Issue 104,20141250 (2015.1.14)
- [22] Morioka, H., Kanemura, A., Hirayama, J., Shikauchi, M., Ogawa, T., Ikeda, S., Kawanabe, M., Ishii, S., “Learning a common dictionary for subject-transfer decoding with resting calibration”, *NeuroImage* No.111, pp.167–178 (2015.2.15)
- [23] Yamashita, M., Kawato, M., Imamizu, H., “Predicting learning plateau of working memory from whole-brain intrinsic network connectivity”, *Scientific Reports* Vol.5, Article No. 7622 (2015.1.5)
- [24] Singh, A. K, Asoh, H., Takeda, Y., Phillips S., “Statistical detection of EEG synchrony using empirical bayesian inference”, *PLoS ONE* Vol.10, issue3, e0121795 (2015.3.30)
- [25] Fukuda M., Yamashita, A., “Functional MRI neurofeedback training on connectivity between two regions induces long-lasting changes in intrinsic functional network”, *Frontiers in Human Neuroscience* Vol.9, Article No. 160 (2015.3.30)
- [26] Furukawa, J., Noda, T., Teramae, T., Morimoto, J., “A fault tolerant approach for biosignal-based robot control”, *Advanced Robotics* Vol.29, No.7, pp.505–514 (2015.4.1)
- [27] Hirayama, J., Ogawa, T., Hyvarinen, A., “Unifying Blind Separation and Clustering for Resting-State EEG/MEG Functional Connectivity Analysis”, *Neural Computation* in press (2015.5)

7 査読付き口頭発表論文（印刷物を含む）リスト

- [1] 兼村 厚範、“統計的画像処理におけるモデリングの方向性について”、人工知能学会 第 87 回 人工知能基本問題研究会、p.25、慶應大学日吉キャンパス（横浜市、神奈川県）(2012.11.17)
- [2] Hirayama, J., Hyvarinen, A., Ishii, S., “Sparse and low-rank constraints for estimating time-varying network structures”, 第 3 回 Latent Dynamics Workshop, 予稿集 pp.17–19, 東京大学（文京区、東京都）(2012.9.24)
- [3] Ugur, E., “Self-discovery of motor primitives and learning grasp affordances”, *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp.3260–3267 (Vilamoura, Portugal) (2012.10.7–10.12)
- [4] Singh, A., Ogawa, T., Hirayama, J., Maruyama, M., Kawanabe, M., Ishii, S., “Spatio-temporal and cortical characterization of EEG changes during motor imagery”, *6th Congress of Neuroinformatics*, pp.150–151, Karolinska Inst. (Stockholm, Sweden) (2013.8.27–8.29)
- [5] Vuga, R., Ogrinc, M., Gams, A., Petric, T., Sugimoto, N., Ude, A., Morimoto, J., “Motion capture and

reinforcement learning of dynamically stable humanoid movement primitives”, IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp.5264-5270 (Karlsruhe, Germany) (2013.5.6-5.10)

[6] 田中 勇記、池田 徹志、浮田 宗伯、篠沢 一彦、近藤 公久、宮下 敬宏、萩田 紀博、“軌跡クラスタリングに基づくすれ違い行動の予測”、情報処理学会 CVIM 研究会、Vol. 2014-CVIM-190, No. 16, pp. 1-8 (豊中市、大阪府) (2014.01.23)

[7] Hosoya, H., Hyvarinen, A., “Four-layer sparse coding model of natural images that reproduces tuning properties in V1, V2 and V4”, Computational and Systems Neuroscience, p.145, II-77 (Salt Lake City, USA) (2014.2.27-3.2)

[8] 橋本 稜平、野村 亮太、神原 誠之、浮田 宗伯、池田 徹志、Morales Yoichi、渡辺 敦志、“生理指標に基づいた車椅子ロボットの挙動情報共有による搭乗者の快適性向上の検証”、電子情報通信学会クラウドネットワークロボット研究会、vol.114 no.227 p.32-p.37 (登別市、北海道) (2014.09.27)

[9] 野村 亮太、橋本 稜平、浮田 宗伯、神原 誠之、池田 徹志、Yoichi MORALES、渡辺 敦志、篠沢 一彦、萩田 紀博、“生理指標に基づく搭乗者の快適性を考慮した車椅子ロボットの経路設計”、パターン認識・メディア理解研究会、PRMU2014-86 pp.123-128、九州大学 (福岡市、福岡県) (2014.12.19)

[10] Teramae, T., Noda, T., Morimoto, J., “Optimal control approach for pneumatic artificial muscle with using pressure-force conversion model”, IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp.4792-4797 (Hong Kong, China) (2014.5.31-6.7)

[11] Ude, A., Nemeč, B., Petric, T., Morimoto, J., “Orientation in cartesian space dynamic movement primitives”, IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp.2997-3004 (Hong Kong, China) (2014.5.31-6.7)

[12] Petric, T., Gams, A., Zlajpah, L., Ude, A., Morimoto, J., “Online approach for altering robot behaviors based on human in the loop coaching gestures”, IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp.4770-4776 (Hong Kong, China) (2014.5.31-6.7)

[13] Morales-Saiki, L.Y., Kallakuri, N., Shinozawa, K., Kondo, T., Hagita, N., “Visibility Analysis for Autonomous Vehicle Comfortable Navigation”, IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2197-2202 (Hong Kong, China) (2014.5.31-6.7)

[14] Samek, W., Mueller, K. R., Kawanabe, M., “Robust common spatial patterns by minimum divergence covariance estimator”, IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, pp. 2059-2062 (Florence Italy) (2014.5.4-5.9)

[15] Abdur-Rahim, J. A, Ogawa, T., Hirayama, J., Ishii, S., “Database-driven artifact detection method for EEG systems with few channels”, IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference, pp.5-7 (Lausanne, Switzerland) (2014.10.22-10.24)

[16] Yano, K., Ogawa, T., Kawanabe, M., Suyama, T., “On-line hand gesture recognition to control digital TV using a boosted and randomized clustering forest”, 10th International Conference on Computer Vision Theory and Applications, p.107 (Berlin, Germany) (2015.3.11-3.14)

8 その他の誌上発表リスト

[1] 竹内 亨、石井 信、川野 哲生、“JGN-Xを活用した研究開発成果の事例 ～ネットワーク型BMIプロジェクトにおける分散管理・処理基盤の研究開発～”、JGN-X の HP 等(NICT) (2013.5.17)

[2] 竹内 亨、石井 信、川野 哲生、“JGN-Xを活用した研究開発成果の事例 ～ネットワーク型BMIプロジェクトにおける分散管理・処理基盤の研究開発～”、JGN-X の HP 等(NICT) (2013.6.20)

- [3] Imamizu, H., “Changes in human brain networks and spontaneous activity caused by motor and cognitive learning”, *Systems Neuroscience: From Laboratory to Clinical Practice* (2014)
- [4] 堀川 友慈、宮脇 陽一、神谷 之康、“脳活動から心を可視化する”、日本光学会「光学」Vol.43, No.3, pp.104-110 (2014.3.1)

9 口頭発表リスト

- [1] 石井 信、“ネットワーク社会のブレインマシンインターフェース”、電子情報通信学会通信ソサイエティ総会招待講演、北海道大学 (札幌市、北海道) (2011.09.13-9.16)
- [2] 石井 信、“ネットワーク型ブレインマシンインターフェースに向けて”、第 34 回日本神経科学大会 (横浜市、神奈川県) (2011.9.14-9.17)
- [3] 兼村 厚範、森本 智志、川鍋 一晃、“ネットワーク型ブレインマシンインターフェース プロジェクト”、ATR オープンハウス 2011 (相楽郡、京都府) (2011.11.11-11.12)
- [4] Callan D., “Multimodal investigation of complex real-world tasks (Flight simulation)”, ATRオープンハウス2011 (相楽郡、京都府) (2011.11.11-11.12)
- [5] 石井 信、“ネットワーク型 BMI によるイノベーション創成”、ATR オープンハウス 2011 (相楽郡、京都府) (2011.11.11-11.12)
- [6] 石井 信、兼村 厚範、“日常生活の支援を目指すネットワークBMI”、第4回脳プロ公開シンポジウム, 学術総合センター (千代田区、東京都) (2012.2.4)
- [7] Yoshida, W., “Computational social neuroscience”, *Social Cognition, Engagement and the Second-Person-Perspective*, invited (Cologne, Germany) (2012.5.26)
- [8] Ishii, S., “Toward brain machine interface in real environments”, 4th International Symposium on Brain and Cognitive Engineering, invited (Seoul, Korea) (2012.5.31-6.01)
- [9] 大畑 龍、小川 健二、今水 寛、“運動前のMEG脳活動を用いたエラーの予測”、生理学研究所研究会 第6回 Motor Control 研究会 (岡崎市、愛知県) (2012.6.21-6.23)
- [10] 大畑 龍、小川 健二、今水 寛、“Prediction of performance error from brain activity during motor preparation”, 電子情報通信学会「人間と ICT の倫理を考える 第 3 種研究会」第 2 回ワークショップ「脳科学と情報通信の融合をめざして」 (浜松市、静岡) (2012.7.12)
- [11] 竹内 亨、“PIAX テストベッドの事例紹介”, 独立行政法人情報通信研究機構 第13回テストベッドNW推進WG 会合 明治記念館 (東京) (2012.7.27)
- [12] Callan, D., “Investigating neural processes underlying real-world vehicle operation”, 第3回ドライバ評価手法検討部門委員会 (相楽郡、京都府) (2012.8.20)
- [13] 吉田 和子, “BMI techniques for cognitive and social neuroscience”, 電子情報通信学会「人間と ICT の倫理を考える 第 3 種研究会」第 2 回ワークショップ「脳科学と情報通信の融合をめざして」 (浜松市、静岡) (2012.7.12)
- [14] Fukushima, M., Yamashita, O., Kanemura, A., Ishii, S., Kawato, M., Sato, M., “A state-space modeling approach for reconstructing the spatially focal and temporally smooth current sources using the spatially inhomogeneous dynamical model”, 18th International Conference on Biomagnetism (Paris, France) (2012.8.28)
- [15] Singh, A. K., Takeda, Y., Asho, H., Phillips, S., “Empirical bayes inference for analyzing functional connectivity from EEG data”, 第 35 回日本神経科学大会 (名古屋市、愛知県) (2012.9.18-9.21)
- [16] 石井 信、“Toward brain machine interface in real environment”、第 35 回日本神経科学大会 (名古屋市、

愛知県) (2012.9.18-9.21)

[17] 山下 真寛、福田 めぐみ、今水 寛、“Decreased correlation between the default mode network and the task positive network correlates with working memory improvement: a real-time fMRI neurofeedback study”, 第 35 回日本神経科学大会 (名古屋市、愛知県) (2012.9.18-9.21)

[18] 大畑 龍、小川 健二、今水 寛、“Prediction of performance errors from brain activity during motor preparation”, 第 35 回日本神経科学大会 (名古屋市、愛知県) (2012.9.18-9.21)

[19] Morales-Saiki, L.Y., Nagsrikanth Kalakuri, 兼村 厚範、宮下 敬宏、篠沢 和彦、萩田 紀博、“Semi-autonomous wheelchair navigation towards brain-controlled systems”, 第 30 回日本ロボット学会 学術講演会 (札幌市 北海道) (2012.9.17 to 9.20)

[20] 近藤 雅之、木村 文雄、中村 孝之、田中 眞二、上原 薫、“BMI を活用した高齢者・要介護者の生活支援技術の研究”、日本建築学会大会 (名古屋市、愛知県) (2012.9.12)

[21] 上原 薫、木村 文雄、中村 孝之、田中 眞二、近藤 雅之、“BMI を活用した高齢者・要介護者の生活支援技術の研究”、日本建築学会大会 (名古屋市、愛知県) (2012.9.12)

[22] Yoshida, W., “Cooperation, belief inference and autistic mind”, 3rd International Conference on Neuroeconomics and Neuromanagement, invited (Hangzhou, China) (2012.10.28)

[23] Yoshida, W., Seymour, B., Koltzenburg, M., Dolan, R., “Pain is modulated by observational uncertainty via the PAG”, Society for Neuroscience 42nd Annual Meeting (Neuroscience2012), (New Orleans, USA) (2012.10.14)

[24] Callan, D., Terzibas, C., Cassel, D., Callan, A., Kawato, M., Sato, M., “Differential brain activation during observation of self and other’s action in pilots and non-pilots on a complex landing task”, Society for Neuroscience 42nd Annual Meeting, (New Orleans, USA) (2012.10.13)

[25] Horikawa, T., Tamaki, M., Miyawaki, Y., Kamitani, Y., “Decoding visual dream contents from the human brain”, Society for Neuroscience 42nd Annual Meeting (New Orleans, USA) (2012.10.13-10.17)

[26] 石井 信、“BMI スマートハウス～ブレインマシンインタフェースによる生活支援”、ATR オープンハウス 2012, 研究開発講演 (相楽郡、京都府) (2012.11.8-11.9)

[27] 平山 淳一郎、森本 智志、丸山 雅紀、“脳活動から手の動きを解読予測する手法”、ATR オープンハウス 2012 (相楽郡、京都府) (2012.11.8-11.9)

[28] 川鍋 一晃、兼村 厚範、小川 剛史、Ugur Emre, Singh Archana, Abdur-Rahim Jamilah, Ahamed Toshif、“ネットワーク型 BMI による実環境 BMI システムの開発”、ATR オープンハウス 2012 (相楽郡、京都府) (2012.11.8-11.9)

[29] Callan, D., “Multimodal investigation of complex real-world tasks”, ATR オープンハウス 2012 (相楽郡、京都府) (2012.11.8-11.9)

[30] Morishita, A., Fujiwara, T., Ushiba, J., Kimura, A., Liu, M., “Development of brush-like semi-dry electrodes for brain-machine interface”, The 41th Annual Meeting of the Society for Neuroscience (Washington D.C., USA) (2012.11.15)

[31] 吉田 和子、“予測と推定に基づく意思決定”、オータムスクール「脳科学への数理的アプローチ」 Autumn School for Computational Neuroscience, 招待講演 (諏訪市、長野) (2012.11.24)

[32] 吉田 和子、“「心の理論」の計算論的神経科学”、行動経済学会第 6 回大会、招待講演 (東京都) (2012.12.9)

[33] 森岡 博史、兼村 厚範、川鍋 一晃、吉岡 琢、森本 智志、石井 信、“NIRS を事前情報とし EEG から推定された皮質電流からの空間注意のデコーディング”、脳と心のメカニズム第 13 回冬のワークショップ (ルソツ、

北海道) (2013.1.9-1.11)

[34] 鹿内 友美、石井 信、“三次元ナビゲーション環境におけるシーン予測のデコーディング”、脳と心のメカニズム第 13 回冬のワークショップ (ルスツ、北海道) (2013.1.9-1.11)

[35] 山下 歩、石井 信、今水 寛、“硬式テニスの運動想像時における熟練者と初心者の脳活動の違い”、脳と心のメカニズム第 13 回冬のワークショップ (ルスツ、北海道) (2013.1.9-1.11)

[36] 石井 信、“ネットワーク型ブレイン・マシン・インターフェースと一般生活環境への応用可能性”、低消費電力高圧 LSI 技術懇談会 招待講演、東京大学生産技術研究所、駒場リサーチキャンパス (目黒区、東京都) (2013.3.11)

[37] 川人 光男、“BMI の最新の取組み”、電子情報通信学会 ニューロコンピューティング研究会/ MBE とバイオサイバネティクス研究会「シンポジウム BMI と倫理」玉川大学 (東京都) (2013.3.14)

[38] 鹿内 友美、石井 信、“脳内で予測された次時刻シーンのデコーディング”、電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会、Vol.112, No.480, pp.239-242、玉川大学 (町田市、東京都) (2013.3.15)

[39] 川鍋 一晃、“日常生活支援を目指すネットワーク型ブレインマシンインタフェース”、第 5 回 脳プロ公開シンポジウム、学術総合センター (千代田区、東京都) (2013.2.2)

[40] Ishii, S., “Network-based BMI: toward brain machine interface in real environments”, Multimodal Neuroimaging Workshop, UCLA IPAM, invited (Los Angeles, USA) (2013.3.04-3.08)

[41] Ugur, E., “Unsupervised discovery of actions and action possibilities”, Mechanisms of Ongoing Development in Cognitive Robotics (Wadern, Germany) (2013.2.10-2.15)

[42] Morishige, K., Yoshioka, T., Ishii, S., Sato, M., Kawato, M., “Source separation of cortical and extra-brain source activities in real MEG data during covert pursuit eye movement”, 第 36 回日本神経科学大会, 第 56 回日本神経化学学会大会, 第 23 回日本神経回路学会大会 合同大会 (京都市、京都府) (2013.6.20-6.23)

[43] Hirayama, J., Shikauchi, Y., Nakamura, Y., Maeda, S., Takenouchi, T., Kanemura, A., Kawanabe, M., Ishii, S., “Decoding hand movements in everyday activities actions from magnetoencephalography”, 第 36 回日本神経科学大会, 第 56 回日本神経化学学会大会, 第 23 回日本神経回路学会大会 合同大会 (京都市、京都府) (2013.6.20-6.23)

[44] Ogawa, T., Azuma, Y., Ishii, S., “Change of brain activity effect from motor imagery training: application for EEG-based brain machine interface”, 第 36 回日本神経科学大会, 第 56 回日本神経化学学会大会, 第 23 回日本神経回路学会大会 合同大会 (京都市、京都府) (2013.6.20-6.23)

[45] Singh, A., Ogawa, T., Yoshioka, T., Hirayama, J., Maruyama, M., Kawanabe, M., Ishii, S., “Event related dynamics of EEG oscillations in cued motor imagery”, 第 36 回日本神経科学大会, 第 56 回日本神経化学学会大会, 第 23 回日本神経回路学会大会 合同大会 (京都市、京都府) (2013.6.20-6.23)

[46] Hosoya, H., Sasaki, K., Ohzawa, I., “Estimating invariant dimensions in V2”, 第 36 回日本神経科学大会, 第 56 回日本神経化学学会大会, 第 23 回日本神経回路学会大会 合同大会 (京都市、京都府) (2013.6.20-6.23)

[47] Ishido, N., Morimoto, S., Kanemura, A., Maruyama, M., Kawanabe, M., Ishii, S., Saruwatari, H., Shikano, K., “An auditory ERP-based BMI for a universal controller in a real environment”, 第 36 回日本神経科学大会, 第 56 回日本神経化学学会大会, 第 23 回日本神経回路学会大会 合同大会 (京都市、京都府) (2013.6.20-6.23)

[48] Shikauchi, Y., Ishii, S., “Decoding scene prediction associated with decision making”, 第 36 回日本神経科学大会, 第 56 回日本神経化学学会大会, 第 23 回日本神経回路学会大会 合同大会 (京都市、京都府) (2013.6.20-6.23)

[49] Morioka, H., Kanemura, A., Morimoto, S., Yoshioka, T., Kawanabe, M., Ishii, S., “Decoding of spatial

- attention from cortical currents estimated from EEG with NIRS prior”, 第36回日本神経科学大会,第56回日本神経化学会大会,第23回日本神経回路学会大会 合同大会 (京都市、京都府) (2013.6.20-6.23)
- [50] Yamashita, M., Imamizu, H., “Resting state functional connectivity predicts individual differences in working memory performance”, 第36回日本神経科学大会、第56回日本神経化学会大会、第23回日本神経回路学会大会 合同大会 (京都市、京都府) (2013.6.20-6.23)
- [51] Ohata, R., Ogawa, K., Imamizu, H., “Prediction of reaction time from MEG brain activity during motor preparation”, 第36回日本神経科学大会、第56回日本神経化学会大会、第23回日本神経回路学会大会 合同大会 (京都市、京都府) (2013.6.20-6.23)
- [52] Yamashita, A., Ishii, S., Imamizu, H., “Differences in brain activity between tennis experts and novices during motor imagery”, 第36回日本神経科学大会、第56回日本神経化学会大会、第23回日本神経回路学会大会 合同大会 (京都市、京都府) (2013.6.20-6.23)
- [53] 森重 健一、山田 健人、吉岡 琢、石井 信、川人 光男、佐藤 雅昭、“異なる日に計測したEEGデータをを用いた眼電流と皮質電流の同時推定法”、日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 (つくば市、茨城県) (2013.5.22- 5.25)
- [54] Ishii, S., “Brain machine interface and decoding in mobile environments”, Modeling Neural Activity: Statistics, Dynamical Systems, and Networks, invited (Hawaii USA) (2013.6.26-6.28)
- [55] Takeuchi, T., “Agent-based Service Platform for Federating Distributed Heterogeneous Sensors and its Data Processing”, APAN Sensor Network WG (Hawaii, USA) (2013.1.14)
- [56] 竹内 亨、坂野 遼平、馬越 健治、川野 哲生、神林 隆、武本 充治、松尾 真人、柿沼 隆馬、“BMI 応用サービスの実現に向けたエージェントベース分散処理基盤の提案と評価”、情報処理学会「マルチメディア通信と分散処理」研究会、東京電機大学 (千住 東京都) (2013.3.14)
- [57] 馬越 健治、竹内 亨、神林 隆、武本 充治、松尾 真人、“データ駆動型 BMI のための類似検索技術に関する一検討”、電子情報通信学会 2013 年総合大会、岐阜大学 (岐阜市、岐阜県) (2013.3.19)
- [58] 竹内 亨、“エージェントベース分散処理基盤とBMI”、第6回 広域センサネットワークとオーバーレイネットワークに関するワークショップ (2013.5.18)
- [59] 竹内 亨、“エージェントベース分散処理基盤によるBMI 応用サービスの実現”、電気学会 第55回情報システム研究会 招待講演、広島工業大学 五日市キャンパス (広島市、広島県) (2013.6.21)
- [60] 吉田 和子、“予測と推定に基づく意思決定”、文部科学省新学術領域「予測と意思決定の脳内計算機構の解明による人間理解と応用」、第5回領域会議 チュートリアル、招待講演 (横浜市、神奈川県) (2013.6.7-6.9)
- [61] 石堂 なつみ、小川 剛史、森本 智志、兼村 厚範、丸山 雅紀、川鍋 一晃、石井 信、猿渡 洋、鹿野 清弘、中村 哲、“聴覚注意を用いたブレインマシンインタフェースに関する基礎検討”、応用音響研究会、北海道医療大学 (石狩郡、北海道) (2013.7.18-7.19)
- [62] 鹿内 学、水原 啓暁、“相手の非協調性に関わる脳活動により変化する報酬系領野間の情報伝達”、電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会 徳島大学 (徳島市、徳島県) (2013.7.19-7.20)
- [63] Kawanabe, M., Abdur-Rahim, J. A., 坂野 遼平, 竹内 亨, 神林 隆, 武本充治, “Novel and innovative R&D making use of brain structures”, 37th Annual International Computer Software & Applications Conference (京都市、京都府) (2013.7.22-7.26)
- [64] Shikauchi, Y., Ishii, S., “Prediction was predictable from human brain activity in fronto-parietal cortex”, Computational Neuroscience Meeting (Paris, France) (2013.7.13-7.18)
- [65] 大畑 龍、小川 健二、今水 寛、“運動前の MEG 脳活動を用いたリアクションタイムの予測”、生理学研究所

- 研究会 第7回 Motor Control 研究会 (文京区、東京) (2013.9.5-9.7)
- [66] 川人 光男、“「脳とこころ」の解明”、日本学術会議主催学術フォーラム「こころの健康社会の創造に向けて」(文京区、東京都) (2013.9.7)
- [67] 石井 信、“ネットワーク型ブレイン・マシン・インターフェースと生活支援への応用”、第1回医工連携人材育成セミナー、招待講演 京都大学 (京都市、京都府) (2013.9.16)
- [68] 川鍋 一晃、鹿内 学、石井 信、“日常生活の支援を目指すネットワーク型ブレインマシンインタフェース”、脳プロ公開シンポジウム (名古屋市、愛知県) (2013.9.14)
- [69] 今水 寛、“学習による脳活動の変化”、リハビリテーションプロフェッショナルセミナー、招待講演 (西宮市、兵庫) (2013.9.28)
- [70] 今水 寛、“運動に伴う脳機能の変化 運動学習の視点から”、第2回講演型研修会「科学するシリーズ」「理学療法に必要な脳科学を学ぶ」、招待講演 (名古屋市、愛知県) (2013.10.26)
- [71] Maruyama, M., “Integration of reward and pain in pavlovian and instrumental decision-making”, 8th Congress of the European Federation of IASP Chapters (Florence, Italy) (2013.10.9-10.12)
- [72] 小川 剛史、鹿内 学、Abdur-Rahim Jamilah、矢野 憲、Gupta Pankaji、川鍋 一晃、石井 信、“日常的环境における生活支援の実現に向けたネットワーク型 BMI (BMI ハウス一般公開)”、ATR オープンハウス 2013 (相楽郡、京都府) (2013.11.7-11.8)
- [73] 森岡 博史、川鍋 一晃、平山 淳一郎、丸山 雅紀、鹿内 学、“NIRS-EEG による空間注意の識別”、ATR オープンハウス 2013 (相楽郡、京都府) (2013.11.7-11.8)
- [74] 川鍋 一晃、平山 淳一郎、森岡 博史、丸山 雅紀、鹿内 学、“日常環境におけるネットワーク型 BMI”、ATR オープンハウス 2013 (相楽郡、京都府) (2013.11.7-11.8)
- [75] 今水 寛、小川 健二、“学習速度と脳の分担 ～すばやく学習、じっくり学習、違いはどこにある?”、ATR オープンハウス 2013 (相楽郡、京都府) (2013.11.7-11.8)
- [76] 吉田 和子、“社会行動における脳機能の解明～相手の心を読む脳内メカニズム”、ATR オープンハウス 2013 (相楽郡、京都府) (2013.11.7-11.8)
- [77] Abdur-Rahim, J. A., “BMI House”、国際サイエンスカフェ「最先端脳科学テクノロジー」、招待講演 (大阪市、大阪府) (2013.11.18)
- [78] 堀川 友慈、“Neural information decoding from human brain activity”、国際サイエンスカフェ「最先端脳科学テクノロジー」、招待講演 (大阪市、大阪府) (2013.11.18)
- [79] 神谷 之康、“機械学習を使って脳から夢の内容を解読する”、第16回情報論的学習理論ワークショップ、招待講演 (東京都) (2013.11.10-11.13)
- [80] Morales-Saiki, L., Y., Kallakuri, N., Shinozawa, K., Hagita, N., “Building a Human-Comfort Map “HCoM” for Autonomous Passenger Vehicles”, 第31回 日本ロボット学会学術講演会 (八王子市、東京都) (2013.9.14 to 9.16)
- [81] 近藤 雅之、中村 孝之、田中 眞二、上原 薫、“BMI を活用した高齢者・要介護者の生活支援技術の研究”、日本建築学会大会 (札幌市、北海道) (2013.8.30)
- [82] 上原 薫、中村 孝之、田中 眞二、近藤 雅之、“BMI を活用した高齢者・要介護者の生活支援技術の研究”、日本建築学会大会 (札幌市、北海道) (2013.8.30)
- [83] 中村 孝之、近藤 雅之、松田 奈緒子、“BMI を活用した住宅におけるインテリアに関する研究 その1 BMI スマートハウスの構築”、日本インテリア学会第25回大会 (京都市、京都府) (2013.10.27)
- [84] 松田 奈緒子、中村 孝之、近藤 雅之、“BMI を活用した住宅におけるインテリアに関する研究 その2 遠隔操作方法の違いによる住宅設備操作の使いやすさ”、日本インテリア学会第25回大会 (京都市、京都府)

(2013.10.27)

[85] 近藤 雅之、中村 孝之、松田 奈緒子、“BMI を活用した住宅におけるインテリアに関する研究 その3 BMI 操作電動車いす乗車時の電動室内建具の開タイミングに関する心理的評価”、日本インテリア学会第 25 回大会 (京都市、京都府) (2013.10.27)

[86] 植山 生仁、“積水ハウスの脳研究と抗疲労研究について”、日本生理人類学会 (京田辺市、京都府) (2013.10.25)

[87] Kanemura, A, Morales-Saiki, L. Y., Kawanabe, M., Morioka, H., Kallakuri, N., Ikeda, T., Miyashita, T., Hagita, N., Ishii, S., “A waypoint-based framework in brain-controlled smart home environments: brain interfaces, domotics, and robotics integration”, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Tokyo Big Site, (Kotoku, Tokyo) (2013.11.3-11.7)

[88] Kawanabe, M., Kanemura, A., Morales-Saiki, L. Y., Morioka, H., Kallakuri, N., Ikeda, T., Miyashita, T., Hagita, N., Ishii, S., “A Waypoint-based Framework and Data-driven Decoder for Brain-Machine Interface in Smart Home Environments”, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, invited, Tokyo Big Site, (Koto-ku, Tokyo) (2013.11.3-11.8)

[89] Noda, T., Furukawa, J., Teramae, T., Hyon, S., Morimoto, J., “Brain exoskeleton-robot interface for rehabilitation assistance”, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Workshop, Tokyo Big Site, (Koto-ku, Tokyo) (2013.11.3-11.8)

[90] Morales-Saiki, L. Y., Nagasrikanth, K., Shinozawa, K., Miyashita, T., Hagita, N., “Human-Comfortable Navigation for an Autonomous Robotic Wheelchair”, In Proc. of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Tokyo Big Site, (Koto-ku, Tokyo) (2013.11.3-11.8)

[91] Maruyama, M., Yoshida, W., Ishii, S., Seymours, B., “Integration of appetitive and aversive values in decision making: An fMRI study”, Society for Neuroscience 43rd Annual Meeting (San Diego, USA) (2013.11.9-11.13)

[92] Shikauchi, M., Mizuhara, H., “Brain activity by selfish partner dynamically modulates the reward-related cortical network”, Society for Neuroscience 43rd Annual Meeting (San Diego, USA) (2013.11.9-11.13)

[93] Yoshida, W., “Hierarchical decision-making in humans: an fMRI study”, Society for Neuroscience 43rd Annual Meeting (San Diego, USA) (2013.11.9-11.13)

[94] Kawato, M., “Manipulative neuroscience: control of brain-robot-world loop”, 16th International Symposium on Robotics Research (Singapore) (2013.12.18)

[95] 鹿内 友美、石井 信、“fMRI 脳活動から prior belief を読み出す”、脳と心のメカニズム 第 14 回冬のワークショップ (ルスツ、北海道) (2014.1.8-1.9)

[96] 小山田 創哲、鹿内 友美、石井 信、“大規模 fMRI データベースからの脳活動表現の学習”、脳と心のメカニズム 第 14 回冬のワークショップ (ルスツ、北海道) (2014.1.8-1.9)

[97] 大畑 龍、小川 健二、今水 寛、“運動前の MEG 脳活動を用いた反応時間の予測”、脳と心のメカニズム 第 14 回冬のワークショップ (ルスツ、北海道) (2014.1.8-1.9)

[98] 山下 歩、今水 寛、川人 光男、“認知機能変化のための結合ニューロフィードバックトレーニング”、脳と心のメカニズム 第 14 回冬のワークショップ (ルスツ、北海道) (2014.1.8-1.9)

[99] 細川 友紀奈、“Common brain activity patterns during perception, imagery, and dreaming”、脳と心のメカニズム 第 14 回冬のワークショップ (ルスツ、北海道) (2014.1.8-1.9)

[100] Kamitani, Y., “Decoding visual contents from human brain activity”, 9th Alpine Brain Imaging Meeting, invited (Chmpery, Switzerland) (2014.1.12-1.16)

- [101] Kawanabe, M., “Robust feature construction against non-stationarity for EEG-BMI decoders”, 2nd International Winter Workshop on Brain-Computer Interface, invited (High1 Resort, Korea) (2014.2.17-2.19)
- [102] Morimoto, J., “An exoskeleton robot with pneumatic-electric hybrid actuators”, Next generation of collaborative robots French-Japanese Conference (Minato-ku, Tokyo) (2014.2.26)
- [103] Ohata, R., Ogawa, K., Imamizu, H., “Prediction of the difference of reaction time from MEG brain activity before movement”, Computational and Systems Neuroscience (Salt Lake City, USA) (2014.2.27-3.4)
- [104] 石井 信, “NW-BMI研究の最新の取り組みとデータベース活用の可能性”, ネットワーク型BMIシンポジウム, 奈良女子大学 (奈良市, 奈良県) (2014.3.6)
- [105] 近藤 雅之, “BMI の一般生活環境での利用の実現に向けて”, IBISML 研究会シンポジウム (奈良市, 奈良県) (2014.3.6)
- [106] Imamizu, H., “Prediction of human behaviors from intrinsic brain activity”, Conference on Systems Neuroscience and Rehabilitation, invited (Tokorozawa, Saitama) (2014.3.12-3.13)
- [107] 山下 歩, 今水 寛, 川人 光男, “認知機能変化のための結合ニューロフィードバックトレーニング”, ニューロコンピューティング研究会 (町田市, 東京) (2014.3.17-3.18)
- [108] 竹内亨, “スマートサービスの受容性向上に向けたエージェントによるサービス提供の枠組み”, 平成 26 年電気学会全国大会 愛媛大学 城北キャンパス (愛媛市, 愛媛県) (2014.3.18)
- [109] 野村 亮太, 橋本 稜平, 浮田 宗伯, 神原 誠之, 池田 徹志, Morales-Saiki Yoichi, 篠沢 一彦, 萩田 紀博, “心拍と発汗を用いた車椅子ロボット搭乗者のストレス状態推定”, 電子情報通信学会 総合大会 学生ポスターセッション (新潟市, 新潟県) (2014.03.20)
- [110] 橋本 稜平, 野村 亮太, 神原 誠之, 浮田 宗伯, 池田 徹志, Morales-Saiki Yoichi, 篠沢 一彦, 萩田 紀博, “車椅子ロボット搭乗者の心拍・発汗によるストレス推定結果と発生イベントの因果関係の検証”, 電子情報通信学会 総合大会 学生ポスターセッション (新潟市, 新潟県) (2014.03.20)
- [111] Maruyama, M., “Pain-related decision making”, 546th Human Brain Research Center Seminar, 京大脳機能総合研究センター (京都市, 京都府) (2014.4.23)
- [112] Ushiba, J., “A Task-Oriented Brain-Computer Interface Rehabilitation System for Patients with Stroke Hemiplegia”, Global Wireless Summit (Aalborg, Denmark) (2014.5.13)
- [113] 神谷 之康, “脳から心を読む技術”, 第 3 回 L3-Forum, 招待講演 (東京都) (2014.5.24)
- [114] 今水 寛, 小川 健二, 大畑 龍, “MEG を用いたブレイン・マシン・インタフェースの基礎研究”, 第 29 回日本生体磁気学会大会 (吹田市, 大阪) (2014.5.29-30)
- [115] Morales-Saiki, L.Y., Kondo, T., Hagita, N., “Comfortable Navigational Framework for Autonomous Vehicles”, IEEE International Conference on Robotics and Automation (Hong Kong, China) (2014.6.1)
- [116] Kamitani, Y., “Neural mind-reading: Promises and limitations”, Organization for Human Brain Mapping (OHBM), 20th Annual Meeting, invited (Hamburg, Germany) (2014.6.8-6.12)
- [117] Imamizu, H., “Prediction of human behaviors from intrinsic brain activity”, CiNet Friday Lunchtime Seminar (吹田市, 大阪) (2014.6.13)
- [118] 神谷 之康, “脳画像から心を可視化する”, 平成 26 年度十全医学会学術集会, 招待講演 (金沢市 石川県) (2014 .6.24-6.25)
- [119] 川鍋 一晃, “脳情報解読技術の未来と情報通信分野への展開”, 第 31 回情報処理通信学会大会 シンポジウム, 大阪大学中之島センター (大阪市, 大阪府) (2014.6.28)
- [120] Kawato, M., “Decoded neurofeedback and its potential applications to aged people”, Scientific seminars in

2014 (Paris, France) (2014.7.9)

[121] Kamitani, Y., “Decoding visual experience from the human brain”, 第 37 回内藤コンファレンス 国際大会、招待講演 (ニセコ 北海道) (2014.7.15-7.18)

[122] Morishige, K., Hiroe, N., Sato, M., Kawato, M., “Evaluation of cortical and extra-brain source current estimation with realistic simulated MEG data”, 第 24 回日本神経回路学会全国大会, 公立ほこだて未来大学 (函館市、北海道) (2014.8.27-8.29)

[123] Hirayama, J., Ogawa, T., Hyvarinen, A., “Simultaneous blind separation and clustering of coactivated EEG/MEG sources for analyzing spontaneous”, 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (Chicago, USA) (2014.8.26-8.30)

[124] Kawato, M., “Mechanical-Impedance and Brain-Dynamics Matching between Human and Robot”, Robotics Research Jam Sessions (Pisa, Italy) (2014.8.26-8.30)

[125] 石原 弘二、寺前 達也、野田 智之、森本 淳、“特性の異なるアクチュエータを持つロボットのためのモデル予測制御”、第 32 回日本ロボット学会学術講演会 (福岡市、福岡県) (2014.9.4-9.6)

[126] 橋本 稜平、野村 亮太、神原 誠之、浮田 宗伯、池田 徹志、Morales-Saiki Yoichi、篠沢 一彦、渡辺 敦志、萩田 紀博、“車椅子ロボットと搭乗者との挙動情報共有による生理指標に基づいた快適性向上の検証”、第 32 回 日本ロボット学会学術講演会 (福岡市、福岡県) (2014.09.04)

[127] 今水 寛、“計算論と神経科学からみた運動学習”、ニューロサイエンスセミナー2014、招待講演 (西宮市、兵庫) (2014.9.7)

[128] 今水 寛、“内在性脳活動からのヒトの行動の予測”、日本心理学会第 78 回大会シンポジウム (京都市、京都) (2014.9.10-12)

[129] 安田 恒、石井 信、大須 理英子、“機械学習を用いた脳波からの情動反応の読み取り”、日本心理学会第 78 回大会シンポジウム (京都市、京都府) (2014.9.10-12)

[130] Osu, R., “Understanding the brain function through computational neuroscience”, Summer School on Neurorehabilitation (Baiona, Spain) (2014.9.14-9.19)

[131] 石井 信、“データベースに基づくブレイン・マシン・インタフェース”、第 37 回日本神経科学大会サテライトシンポジウム「脳情報の産業応用に向けた動向と社会基盤整備」(横浜市、神奈川県) (2014.9.10)

[132] 武本 充治、“脳情報通信のためのネットワークシステム”、第 37 回日本神経科学大会サテライトシンポジウム「脳情報の産業応用に向けた動向と社会基盤整備」(横浜市、神奈川県) (2014.9.10)

[133] Ishii, S., “Reverse engineering-based methods for elucidating functions of neural systems”, 第 37 回日本神経科学大会 (横浜市、神奈川県) (2014.9.11-9.13)

[134] Ogawa, T., Gupta, P., Abdur-Rahim, J.A., Yano, K., Morioka, H., Hirayama, J., Yamaguchi, S., Ishikawa, A., Inoue, Y., Kawanabe, M., Ishii, S., “Decoding daily-life behavioral signatures in the real environment: portable NIRS signal using behavior labels”, 第 37 回日本神経科学大会 (横浜市、神奈川県) (2014.9.11-9.13)

[135] Abdur-Rahim, J.A., Ogawa, T., Kawanabe, M., Ishii, S., “Exploring the role of eye blinking in terms of attention/arousal: a method to quantify a person’s mental”, 第 37 回日本神経科学大会 (横浜市、神奈川県) (2014.9.11-9.13)

[136] Morishige, K., Inoue, T., Hiroe, N., Sato, M., Kawato, M., “Spatial-temporal representations of cortical currents estimated from MEG data during overt/covert visual pursuit”, 第 37 回日本神経科学大会 (横浜市、神奈川県) (2014.9.11-9.13)

[137] Yamashita, M., Kawato, M., Imamizu, H., “Prediction of learning plateau in a working memory training from

- intrinsic network connectivity”, 第 37 回日本神経科学大会 (横浜市、神奈川県) (2014.9.11-9.13)
- [138] Kamitani, Y., “Challenging understanding the brain mechanisms and psychological determinants of the frequency and content dreams”, PhD-Day Neurosciences, invited, 第 37 回日本神経科学大会 (横浜市、神奈川県) (2014.9.11-9.13)
- [139] Morioka, H., Kanemura, K., Hirayama, J., Shikauchi, M., Ogawa, T., Ikeda, S., Kawanabe, M., Ishii, S., “Subject-independent BMI through sparse learning of spatial bases common across sessions and subjects”, 第 37 回日本神経科学大会 (横浜市、神奈川県) (2014.9.11-9.13)
- [140] 桐林 芳成、森重 健一、小川 剛史、佐藤 雅昭、川人 光男、“円滑性追跡眼球運動中の EEG を用いた眼電流と皮質電流の同時推定法の開発”、電子情報通信学会 ME とバイオサイバネティクス研究会、バイオメトリクス研究会、信州大学 (長野市、長野県) (2014.9.12)
- [141] Noda, T., Morimoto, J., “Nested chamber design for modularized pneumatic artificial muscle transmitted via bowden cable”, IEEE/RAS International Conference on Humanoid Robots(Madrid, Spain)(2014.9.14-9.18)
- [142] Noda, T., Teramae, T., Ugurlu, B., Morimoto, J., “Development of an upper limb exoskeleton powered via pneumatic electric hybrid actuators with bowden cable”, IEEE/RAS International Conference on Humanoid Robots (Madrid, Spain) (2014.9.14-9.18)
- [143] Morales-Saiki, L. Y., Abdur-Rahim, J. A., Even, J., Watanabe, A., Kondo, T., Hagita, N., Ogawa, T., Ishii, S., “Modeling of Human Velocity Habituation for Robotic Wheelchair”, IEEE/RAS International Conference on Humanoid Robots (Madrid, Spain) (2014.9.14 to 9.18)
- [144] Morales-Saiki, L. Y., Miyashita, T., Hagita, N., “Human Comfort for Autonomous Vehicles”, Workshop “Assistance and Service Robotics in a Human Environment” in conjunction with IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (Chicago, USA) (2014.9.14)
- [145] Morioka, H., Kanemura, A., Hirayama, J., Ogawa, T., Ikeda, S., Kawanabe, M., Ishii, S., “Subject-independent decoding from EEG through sparse learning of spatial bases common across sessions and subjects”, Advance in Neuroinformatics 2014 (Wako, Saitama) (2014.9.25-9.26)
- [146] 大畑 龍、小川 健二、今水 寛、“Single-trial prediction of slow or fast reaction from MEG brain activity before movement”、電子情報通信学会 情報の認知と行動研究会ワークショップ 2014 (総社市、岡山県) (2014.10.2-10.3)
- [147] 川鍋 一晃、“ブレイン・マシン・インタフェースのための非定常性に対してロバストな脳波特徴量の構築法について”、北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科セミナー (能美市、石川県) (2014.10.17)
- [148] 神谷 之康、“個人脳情報の解読:脳デコーディングから脳コード変換へ”、第 87 回日本生化学会大会、招待講演 (京都市 京都府) (2014.10.15-10.18)
- [149] 神谷 之康、“脳画像から心を読む”、脳と情報シンポジウム、招待講演 (香美市 高知県) (2014.10.31)
- [150] 川鍋 一晃、“日常環境ブレイン・マシン・インタフェースのための脳情報解読法について”、NAIST セミナール、奈良先端科学技術大学院大学 (生駒市、奈良県) (2014.10.22)
- [151] 須山 敬之、“脳の仕組みを活かしたイノベーション ~ブレイン・マシン・インタフェース”、社会イノベーション Smart City Week 2014 (横浜市、神奈川県) (2014.10.31)
- [152] 須山 敬之、川鍋 一晃、Abdur-Rahim, J.A.、“ネットワーク型ブレイン・マシン・インタフェース ~日常的環境における生活支援の実現に向けた BMI”、ATR オープンハウス 2014 (相楽郡、京都府) (2014.11.6-11.7)
- [153] 平山 淳一郎、西 大樹、矢野 憲、“脳波の共活性成分分析 ~BMI に関連した脳活動状態の発見・抽出~”、ATR オープンハウス 2014 (相楽郡、京都府) (2014.11.6-11.7)

- [154] 吉田 和子、“観察学習課題を用いた複数人 fMRI 同時計測 ～互いに学ぶメカニズム～”、ATR オープンハウス 2014 (相楽郡、京都府) (2014.11.6-11.7)
- [155] Ogawa, T., Gupta, P., Yano, K., Abdur-Rahim, J. A., Morioka, H., Hirayama, J., Yamaguchi, S., Ishikawa, A., Inoue, Y., Kawanabe, M., Ishii, S., “Decoding daily behaviors from NIRS signatures by using a portable NIRS device in the daily-life”, Society for Neuroscience 44th Annual Meeting (Washington DC, USA) (2014.11.15-11.19)
- [156] Morishige, K., Hiroe, N., Sato, M., Kawato, M., “Estimation of cortical and extra-brain source currents from real MEG data using hierarchical Bayesian method”, Society for Neuroscience 44th Annual Meeting (Washington DC, USA) (2014.11.15-11.19)
- [157] Yamashita, M., Imamizu, H., “Neural substrates of learning plateau of working memory”, Society for Neuroscience 44th Annual Meeting (Washington DC, USA) (2014.11.15-11.19)
- [158] Horikawa, T., Hosokawa, Y., Kamitani, Y., “Common human brain activity patterns during perception, imagery, and dreaming”, Society for Neuroscience 44th Annual Meeting (Washington DC, USA) (2014.11.15-11.19)
- [159] Oztop, E., “Action understanding and generation”, Turkish German Multimodal Interaction Summit (Istanbul, Turkey) (2014.11.11)
- [160] Matsubara, T., Uto, D., Noda, T., Teramae, T., Morimoto, J., “Style-phase adaptation of human and humanoid biped walking patterns in real systems”, IEEE/RAS International Conference on Humanoid Robots (Madrid, Spain) (2014.11.18-11.20)
- [161] 近藤 雅之、中村 孝之、田中 眞二、“BMI を活用した高齢者・要介護者の生活支援技術の研究 その 5 BMI を用いたコミュニケーション支援に関する考察”、日本建築学会大会 (神戸市、兵庫県) (2014.9.12)
- [162] 近藤 雅之、中村 孝之、“BMI を活用した住宅におけるインテリアに関する研究その4BMI 操作電動車いす乗車時の電動室内建具の開タイミングに関する要介護者による検証”、日本インテリア学会第 26 回大会 (札幌市、北海道) (2014.10.26)
- [163] 中村 孝之、近藤 雅之、“BMI を活用した住宅におけるインテリアに関する研究 その5住宅内における要介護者のコミュニケーションに関するヒアリング調査”、日本インテリア学会第 26 回大会 (札幌市、北海道) (2014.10.26)
- [164] 近藤 雅之、“脳波・行動等による居住環境(照明・温度など)の制御”、電子情報通信学会 知的環境とセンサネットワーク研究会 (足立区、東京都) (2014.11.6)
- [165] Ishii, S., “Data-driven brain computer interface in real environments”, 3rd International Winter Conference on Brain-Computer Interface 2015, invited (High1 Resort, Korea) (2015.1.12-1.14)
- [166] 今水 寛、“ブレイン・マシン・インタフェースの基礎技術と応用”、応用脳科学コンソーシアム 応用脳科学 R&D 研究会 CiNet 研究ワークショップ 第 4 回、招待講演 (港区、東京) (2015.1.15)
- [167] 今水 寛、“脳の仕組みの解明とブレイン・マシン・インタフェースへの応用”、有機デバイス研究会 第 100 回研究会「脳-究極の有機デバイス」、招待講演 (静岡市、静岡) (2015.1.23)
- [168] 石井 信、須山 敬之、川鍋 一晃、“日常生活の支援を目指すネットワーク型ブレイン・マシン・インタフェース”、第 7 回脳プロ公開シンポジウム「育ち・暮らし・おい」学術総合センター (東京都) (2015.2.7)
- [169] Ishii, S., “Data-driven brain decoding techniques”, 10th AEARU Workshop on Computer Science and Web Technology 2015, Tsukuba University, invited (筑波市、茨城県) (2015.2.25-2.27)
- [170] 井上 祐太、内海 章、近藤 公久、須佐見 憲史、宮下 敬宏、萩田 紀博、高橋 和彦、“歩行者の視覚的気づきに対する歩行形態の影響についての検討”、電子情報通信学会 ITS 研究会、京都大学 (京都市、京都府) (2015.03.09)

10 出願特許リスト

- [1] 井上 芳浩、石川 亮宏、宇野 晴雄、増田 善紀、宇田 川晴英、網田 孝司、山口 俊平、“ホルダ装着支援システム、ホルダ装着支援装置およびホルダ装着支援方法”、PCT 出願、2013.5.15
- [2] Morales-Saiki, L.Y., Shinozawa, K., “経路算出措置、経路算出プログラムおよび経路算出手法”、2013 ロー特 5001、日本、2013.8.28
- [3] Glas, D. F., Ferreri, F., Miyashita, T., “キャリブレーション装置、キャリブレーション方法およびキャリブレーションプログラム”、2013 ロー特 5026、日本、2013.12.27
- [4] 田中 勇記、池田 徹志、浮田 宗伯、篠沢 一彦、近藤 公久、宮下 敬宏、萩田 紀博、“移動体制御装置、移動体制御プログラムおよび移動体制御方法”、2013 ロー特 5025、日本、2014.01.14
- [5] 小川剛史、平山淳一郎、石井信、“動作識別システム、情報処理装置、情報処理プログラム、および情報処理システム”、2014 情-特 6008 号、日本、2015.02.17
- [6] Morales-Saiki Yoichi、篠沢 一彦、“経路算出装置、経路算出プログラムおよび経路算出方法”、2013 ロー特 5030、日本、2014.05.20
- [7] Morales-Saiki, L.Y., Abdur-Rahim, J. A., Jani, E., Miyashita, T., “速度制御装置、速度制御プログラムおよび速度制御方法”、2014 ロー特 5003、日本、2014.08.28
- [8] 橋本 稜平、野村 亮太、神原 誠之、浮田 宗伯、池田 徹志、Morales-Saiki, L.Y.、篠沢 一彦、“移動体および情報提示方法”、2014 ロー特 5002、日本、2014.09.03
- [9] Glas, D. F., Ferreri, F., Miyashita, T., “キャリブレーション装置、キャリブレーション方法およびキャリブレーションプログラム”、2014 ロー特 5013、中国、米国、2014.12.24

11 取得特許リスト

該当無し

12 国際標準提案・獲得リスト

該当無し

13 参加国際標準会議リスト

該当無し

14 受賞リスト

- [1] 神谷 之康、第 10 回 日本学術振興会賞、“脳情報デコーディング法の開発”、2013.12.13
- [2] 堀川 友慈、JNS-SfN Exchange Travel Award、2014.8.18
- [3] Morioka, H., Best Poster Award of the 10th AEARU Workshop on Computer Science and Web Technology, “Subject-transfer decoding by learning a common dictionary from multisubject dataset”, 2014.2.25

15 報道発表リスト

(1) 報道発表実績

- [1] “ネットワーク型ブレイン・マシン・インタフェース(BMI)の一般生活環境への適用可能性を確認～BMIによる生活機器、電動車椅子制御の最新実験を公開～、2012.11.1

- [2] “日常生活の支援を可能とするネットワーク型ブレイン・マシン・インタフェースの技術開発に成功”、2014.12.4
- [3] Yamashita, M., Kawato, M., Imamizu, H., “Predicting learning plateau of working memory from whole-brain intrinsic network connectivity”, Scientific Reports Vol.5, Article No. 7622, ATR, 2014.12
- [4] “よりコンパクト、より簡単な脳機能計測を実現するポータブル近赤外光イメージング装置を発売- うつ病の鑑別診断補助やニューロマーケティング等の医療・研究に貢献”、株式会社島津製作所、2014.11.17

(2) 報道掲載実績

- [1] “コンピュータ革命 最強 X 最速の頭脳誕生”、NHK スペシャル、2012.6.3
- [2] “念ずれば通ず 夢ハウス”、朝日新聞、2012.11.2
- [3] “考えるだけ 家電操作”、日本経済新聞、2012.11.2
- [4] “脳波で家電スイッチオン”、産経新聞、2012.11.2
- [5] “念じて電化製品作動”、読売新聞、2012.11.2
- [6] “念じてカーテン開閉”、京都新聞、2012.11.2
- [7] “念じて家電など操作”、日刊工業新聞、2012.11.2
- [8] “家電、念じて操作”、日経産業新聞、2012.11.2
- [9] “考えるだけ 家電操作”、日本経済新聞(東京)、2012.11.2
- [10] “念じて家電など操作”、日刊工業新聞(東京)、2012.11.2
- [11] “家電、念じて操作”、日経産業新聞(東京)、2012.11.2
- [12] “脳活動とらえ家電操作”、四国新聞、2012.11.2
- [13] “脳活動とらえ家電操作”、中国新聞、2012.11.2
- [14] “脳活動とらえ家電操作”、千葉日報新聞、2012.11.2
- [15] “思うだけで機器を操作”、NHK 京いちにち、2012.11.1
- [16] “思うだけで機器を操作”、NHK ニュース 845、2012.11.1
- [17] “念じれば家電が動く”、KBS やのぼんの生活情報、2012.11.1
- [18] “思い浮かべるだけ 家電操作”、NHK おはよう日本関西、2012.11.2
- [19] “思い浮かべるだけ 家電操作”、NHK おはよう日本全国、2012.11.2
- [20] “ネットワーク型 BMI 一部機能一般生活環境へ適用”、科学新聞、2012.11.16
- [21] “脳活動測り念じて操作”、日本経済新聞、2012.11.26
- [22] “脳活動計測 生活環境で実験”、日経産業新聞、2012.12.7
- [23] “念じて家電操作、ビッグデータ活用課題”、日本経済新聞、2013.8.6
- [24] “念じるだけ 開くドア”、読売新聞、2013.11.7
- [25] “念じて機器動かす”、日経産業新聞、2014.3.17
- [26] “アトムがいた未来”、日本経済新聞、2013.9.13
- [27] “脳波解析し電化製品 ロボット操作する技術”、NHK 京いちにち、2014.12.4
- [28] “脳波解析し電化製品 ロボット操作する技術”、NHK 京都ニュース 845、2014.12.4
- [29] “脳波解析し電化製品 ロボット操作する技術”、NHK ニュース、大阪、2014.12.4
- [30] “脳波解析し電化製品 ロボット操作する技術”、NHK BS ニュース、2014.12.5
- [31] “念じれば水飲める 生活支援へ 脳波連動ロボ”、朝日新聞、2014.12.5
- [32] “念じるだけでロボ稼動 脳波解析、高齢者の生活支援へ”、朝日新聞(東京)、2014.12.5
- [33] “念じれば「家電オン」 脳の活動検知 ネットで操作”、読売新聞、2014.12.5
- [34] “念じて家電操作 腕少し動かすだけ”、日本経済新聞、2014.12.5

- [35] “家電操作 脳でピッ 「TV つけたい」思うだけで”、産経新聞、2014.12.5
- [36] “「脳で操作」より自然に”、京都新聞、2014.12.5
- [37] “脳活動で生活機器制御 自立支援技術を開発”、日刊工業新聞、2014.12.5
- [38] “念じれば家電操作 特別な訓練不要”、日経産業新聞、2014.12.5
- [39] “ATR「脳活動」で家電遠隔操作 システム改良で成功率 84%”、フジサンケイビジネスアイ、2014.12.5
- [40] “手先でチョイ 遠隔操作”、中日新聞、2014.12.5
- [41] “脳を見まもり日常生活支援”、電波タイムズ、2014.12.5
- [42] “技術 100 選 家電操作思うだけ”、日経産業新聞、2015.2.4
- [43] “念じればつかめる未来”、日本経済新聞、2015.4.3

研究開発による成果数

	平成 23 年度	平成 24 年度
査読付き誌上発表論文数	2 件 (2 件)	5 件 (5 件)
査読付き口頭発表論文数 (印刷物を含む)	0 件 (0 件)	3 件 (1 件)
その他の誌上発表数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
口頭発表数	8 件 (1 件)	37 件 (10 件)
特許出願数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
特許取得数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
国際標準提案数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
国際標準獲得数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
受賞数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
報道発表数	0 件 (0 件)	1 件 (0 件)
報道掲載数	0 件 (0 件)	22 件 (0 件)

	平成 25 年度	平成 26 年度	合計
査読付き誌上発表論文数	6 件 (5 件)	14 件 (13 件)	27 件 (25 件)
査読付き口頭発表論文数 (印刷物を含む)	4 件 (3 件)	9 件 (7 件)	16 件 (11 件)
その他の誌上発表数	2 件 (1 件)	2 件 (0 件)	4 件 (1 件)
口頭発表数	65 件 (14 件)	60 件 (18 件)	170 件 (43 件)
特許出願数	4 件 (1 件)	5 件 (1 件)	9 件 (2 件)
特許取得数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
国際標準提案数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
国際標準獲得数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
受賞数	1 件 (0 件)	2 件 (0 件)	3 件 (0 件)
報道発表数	0 件 (0 件)	4 件 (0 件)	5 件 (0 件)
報道掲載数	4 件 (0 件)	17 件 (0 件)	43 件 (0 件)

注 1：各々の件数は国内分と海外分の合計値を記入。(括弧)内は、その内海外分のみを再掲。

注 2：「査読付き誌上発表論文数」には、定期的に刊行される論文誌や学会誌等、査読 (peer-review (論文投稿先の学会等で選出された当該分野の専門家である査読員により、当該論文の採録又は入選等の可否が新規性、信頼性、論理性等の観点より判定されたもの)) のある出版物に掲載され

た論文等（Nature、Science、IEEE Transactions、電子情報通信学会論文誌等および査読のある小論文、研究速報、レター等を含む）を計上する。

注3：「査読付き口頭発表論文数（印刷物を含む）」には、学会の大会や研究会、国際会議等における口頭発表あるいはポスター発表のための査読のある資料集（電子媒体含む）に掲載された論文等（ICC、ECOC、OFC など、Conference、Workshop、Symposium 等での proceedings に掲載された論文形式のものなどとする。ただし、発表用のスライドなどは含まない。）を計上する。なお、口頭発表あるいはポスター発表のための査読のない資料集に掲載された論文等（電子情報通信学会技術研究報告など）は、「口頭発表数」に分類する。

注4：「その他の誌上発表数」には、専門誌、業界誌、機関誌等、査読のない出版物に掲載された記事等（査読の有無に関わらず企業、公的研究機関及び大学等における紀要論文や技報を含む）を計上する。

注5：PCT 国際出願については出願を行った時点で、海外分1件として記入。（何カ国への出願でも1件として計上）。また、国内段階に移行した時点で、移行した国数分を計上。

注6：同一の論文等は複数項目に計上しないこと。例えば、同一の論文等を「査読付き口頭発表論文数（印刷物を含む）」および「口頭発表数」のそれぞれに計上しないこと。ただし、学会の大会や研究会、国際会議等で口頭発表を行ったのち、当該学会より推奨を受ける等により、改めて査読が行われて論文等に掲載された場合は除く。