

脳の仕組みを活かした イノベーション創成型研究開発

須山 敬之

ATR 認知機構研究所
動的脳イメージング研究室

2015/10/7

概要

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)

- 研究代表者：石井 信 株式会社国際電気通信基礎技術研究所
- 研究分担者：依田 育生⁺ 牛場 潤一⁺⁺ 井上 芳浩⁺⁺⁺ 石井 正義⁺⁺⁺⁺
⁺日本電信電話株式会社 ⁺⁺慶應義塾大学
⁺⁺⁺株式会社島津製作所 ⁺⁺⁺⁺積水ハウス株式会社
- 研究期間 平成23年度～平成26年度

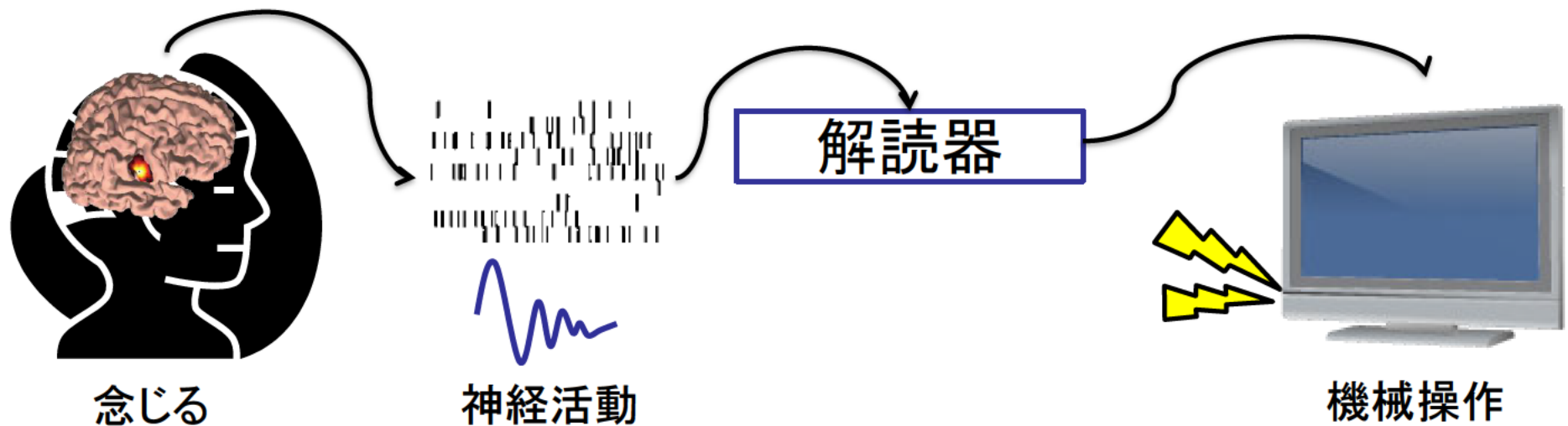
研究の目的

この研究開発は、高齢者や体の不自由な方々の自立社会の実現に役立つ基本技術として、これまでの実験室環境だけで使えるBMIを実際の生活環境で利用できるようにするための技術の実現を目指す。

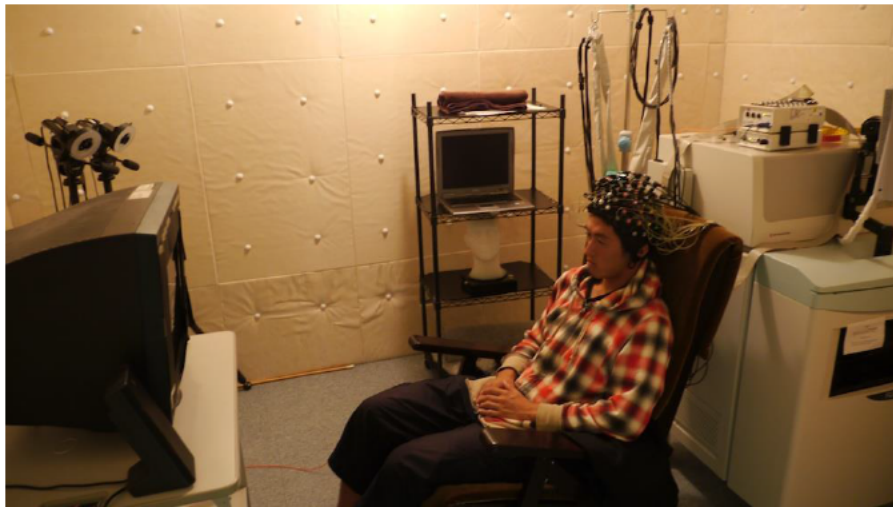
研究の成果

従来のBMIの適用範囲を一般的な生活環境に拡張し、日常的に装着できる脳活動計測装置および環境に設置したセンサにより計測したデータをネットワークを通じて分析装置へ伝送してデータを解析することで、利用者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)を実現した。脳活動に基づくことで、利用者が独力で移動支援機器や家電機器などの操作し、また、感情・情動などを介助者などへ伝達することを可能とする。

- 脳と計算機・ロボットなどを直接結びつける技術で、脳科学に基づく新しいインタフェースとして期待されている
- 高齢者や体の不自由な方々などの日中自立のための技術開発を目的とするため、特に、最も長く過ごす自宅・診療所などにおける支援が効果的



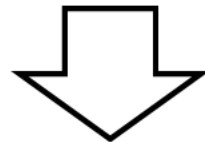
実験室でのBMI



一般の生活環境でのBMI



日常生活の簡単な動作・方向・感情を機器に伝え、
「いつでも、どこでも、だれでも」利用可能なBMIへ



**これまでに住宅内の移動支援機器(電動車いすの地点間移動、家電の操作)
情動状態の提示に成功**

BMIの動作概要



EEG電極

日常的・継続的に使用可能な脳活動計測装置

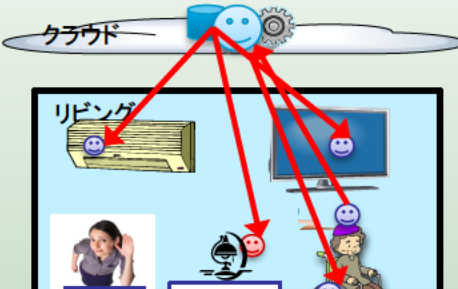
NIRS装置

携帯型脳活動計測装置

Detailed description: This block shows two types of brain activity measurement devices. The top part features EEG electrodes, with an inset showing a close-up of a white cylindrical electrode. The main image shows a person wearing a head-mounted EEG cap. The bottom part shows a portable NIRS device, which is a black cap with several sensors. A blue box highlights the text '日常的・継続的に使用可能な脳活動計測装置' (Brain activity measurement device suitable for daily and continuous use).



実環境実験設備 (BMIハウス)



クラウド

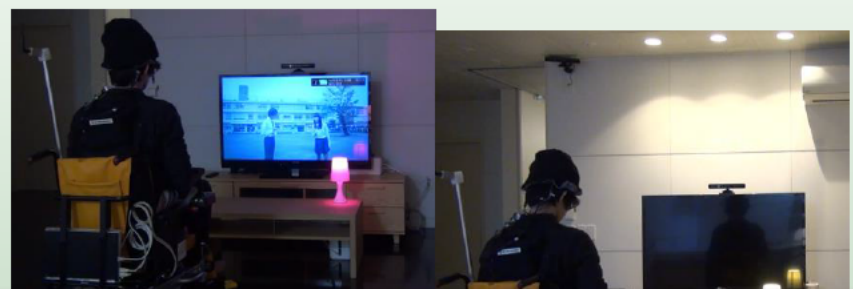
リディング

同居家族

利用者の利用形態・状況に応じるネットワークプラットフォーム

ネットワークエージェント
基盤技術

Detailed description: A diagram illustrating network agent base technology. It shows a cloud icon labeled 'クラウド' (Cloud) connected to a computer monitor labeled 'リディング' (Leading) and a person labeled '同居家族' (Co-residing family). Red arrows indicate data flow from the cloud to the monitor and person. A blue box contains the text '利用者の利用形態・状況に応じるネットワークプラットフォーム' (Network platform responding to user usage patterns and status). Below the diagram is the text 'ネットワークエージェント 基盤技術' (Network agent base technology).



自然な脳活動を解析し利用者の運動意図・情動状態 (不快感など)を解読、BMIハウス内で家電や環境(TV、照明など)の操作を可能に

脳情報解析技術・移動支援機器安全制御技術

ネットワーク型ブレイン・マシン・インターフェース

1. 携帯型脳活動計測装置

- 小型軽量化、取り外しの容易化により日常的・継続的な利用を可能に

2. ネットワークエージェント基盤技術

- 利用者の利用形態・状況に応じてクラウドアクセスを可能とするネットワークプラットフォーム

3. 実環境実験設備 (BMIハウス)

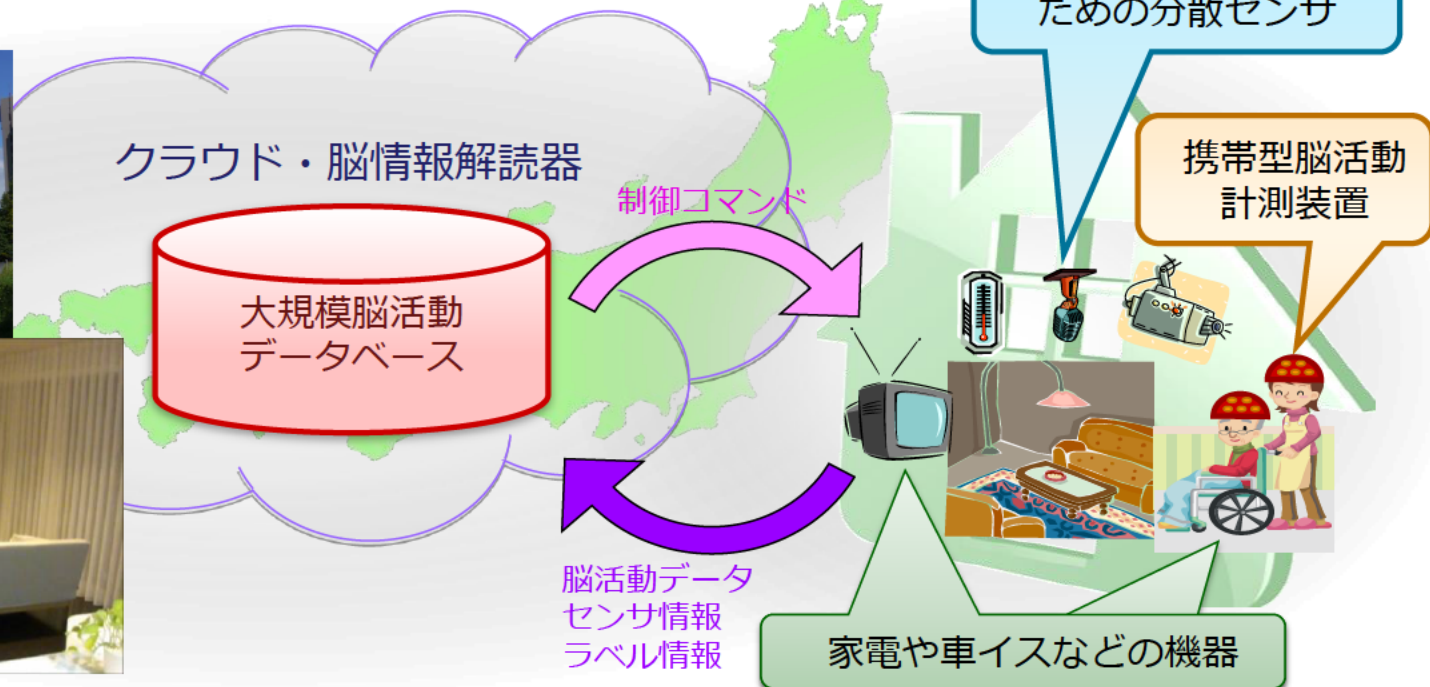
- 日常生活時のBMI支援の実証のため、センサ、アクチュエータを配備した住環境設備を構築

4. 脳情報解析技術

- データベースに基づき、自然な脳活動からの行動意図、情動状態の認識を可能に

5. 移動支援機器の安全制御技術

- 環境センサとの連携による安全・安心な移動ロボティクス技術

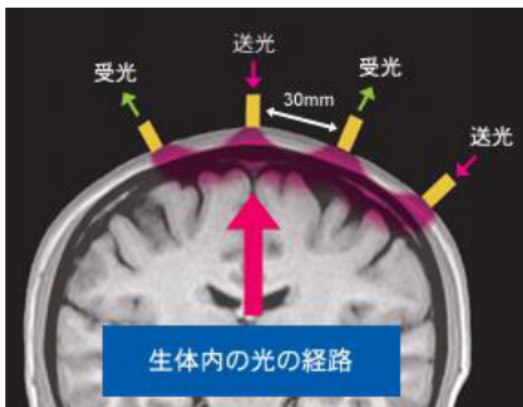


携帯型脳活動計測装置

NIRS: near-infrared spectroscopy 近赤外分光脳計測

- 脳活動に伴う脳内の血流変化を近赤外光を用いて計測

NIRS原理



NIRS装置

卓上型

SPEEDNIRS

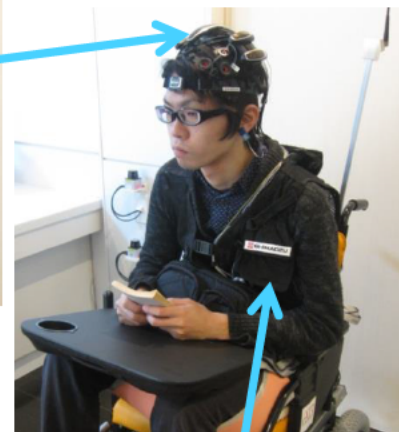


携帯型

LIGHTNIRS

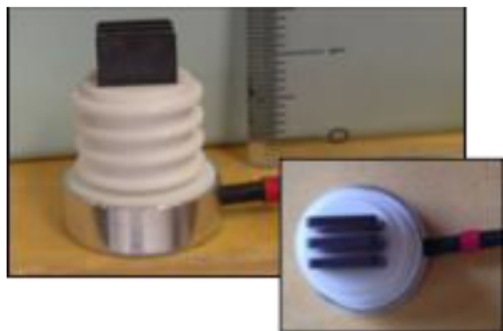


脳活動計測ホルダ



EEG: electroencephalography 脳波計測

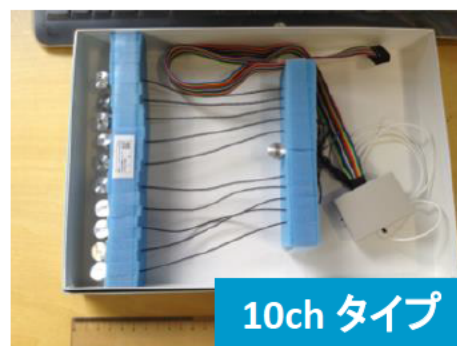
- 脳活動に伴う脳内電流によって生じる頭皮上の電位を計測



【乾式】ブレード型、ジェルシート無



2ch タイプ



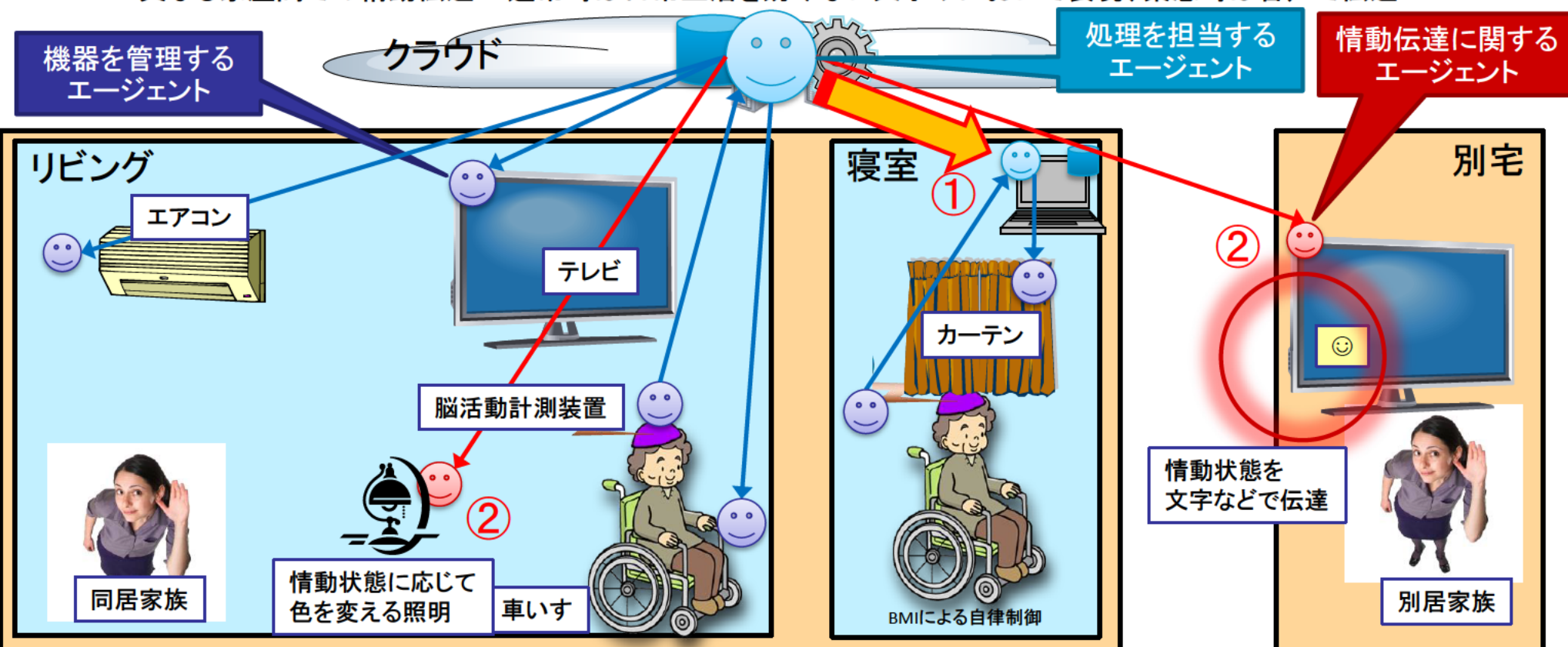
10ch タイプ



脳活動計測装置本体
ジャケットタイプ

ネットワークエージェント基盤技術

- ① 脳情報解析プログラムやそのためのデータを蓄積・管理するデータベース機能(「エージェント」と呼ぶ部品として取り扱う)が実行される場所やクラウドへのアクセスを、利用者の利用形態や状況に応じて動的に変更することのできるネットワークプラットフォームの実現
 - ・ 利用者がリビングにいる場合: クラウド上にエージェントを配置
 - ・ 利用者が寝室にいる場合: 自宅内に設置されたコンピュータ上にエージェントを配置
- ② 同等の機能を提供するエージェントの中から、利用者の利用形態や状況に応じて、適切なものを選択・利用するためのネットワークプラットフォーム基盤の実現
 - ・ 同じ家屋内での情動伝達: ライトの色として表現
 - ・ 異なる家屋間での情動伝達: 通常時は日常生活を妨げない文字やにおいて表現、緊急時は音声で伝達



実環境実験設備 (BMIハウス)

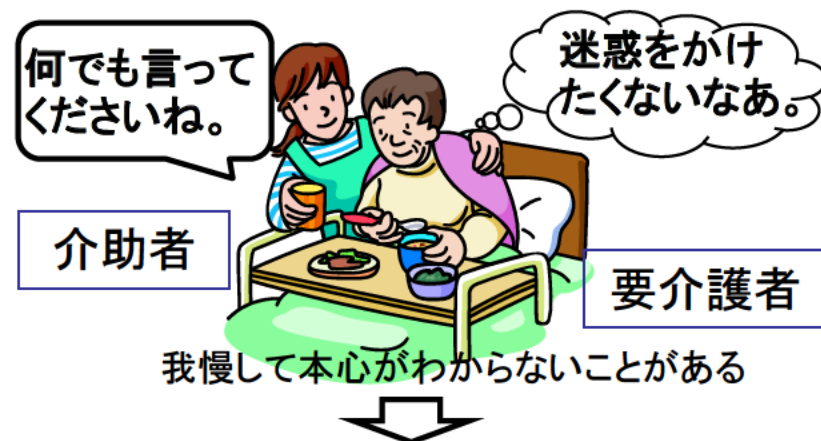
- 日常生活行動をBMIで支援できるように、各種センサとアクチュエータ(生活支援機器)を配備した実環境実験設備 (BMIハウス)を構築。高齢者、要介護者などの日常生活上の利用ニーズを酌んで、設計要件・制御技術を確立。
- 介助者と要介護者の間に生じるコミュニケーションの実態調査に基づき、利用者の感情・情動状態を介助者などにスムーズに伝えるBMIコミュニケーション支援方式を具現化。



実環境実験設備 (BMIハウス)



利用ニーズの高いアクチュエータ操作、住宅内の移動、環境制御



BMIコミュニケーション支援方式

実環境実験設備 (BMIハウス)

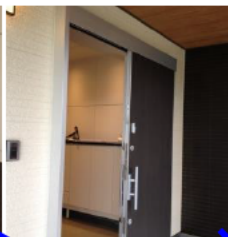
住宅を模した空間に、人や周りの環境状態を計測するセンサと、利用者の自立生活のための生活支援機器を設置、これらによりBMIハウスを構築、BMI研究の場に。



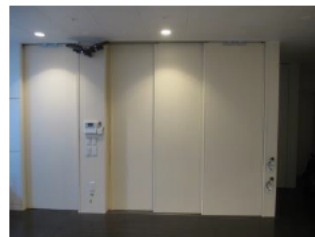
照明
(調光・調色)



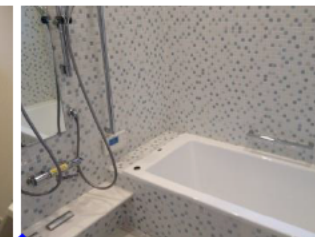
玄関
(ドア・段差解消)



自動建具
(開・閉)



電動トイレ・バス
(ドア・吐水)



(焦電センサ)



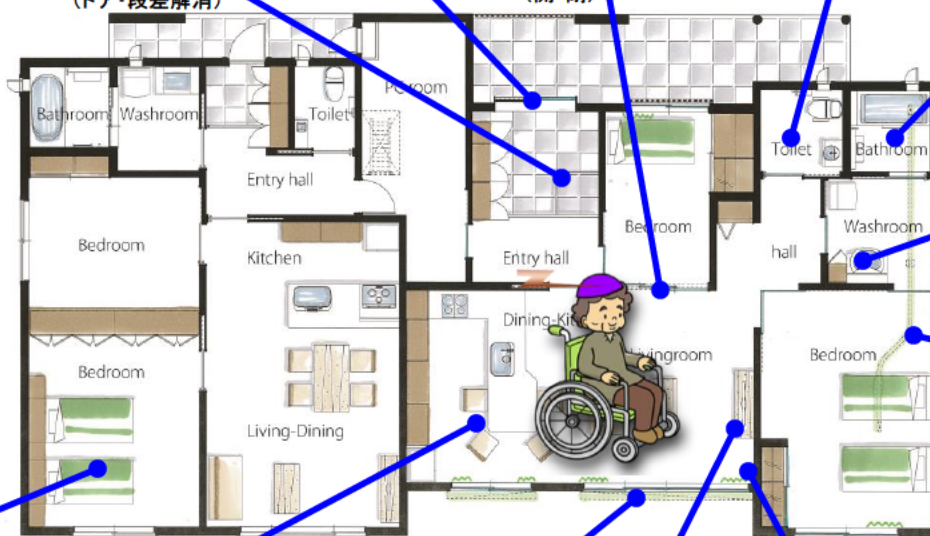
(温湿度センサ)



(モーションキャ
プチャ)

(レーザー距離計)

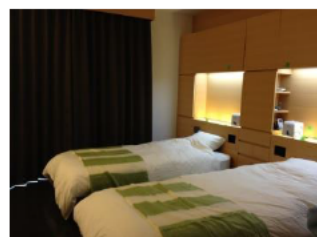
環境センサ



電動洗面化粧台(高さ・吐水)



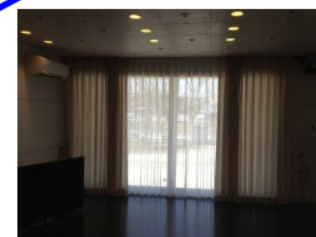
電動トランスファ
(寝室・浴室洗面)



電動環境制御寝室
(照明・空調・BGM)



電動キッチン
(高さ・吐水)



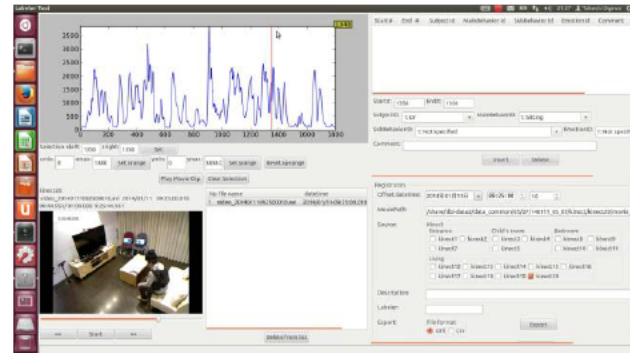
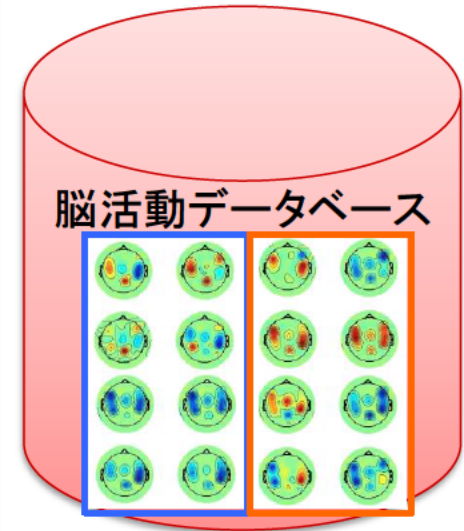
電動サッシ
(窓・シャッター・カーテン)



家電
(テレビ、エアコン)

脳情報解析技術

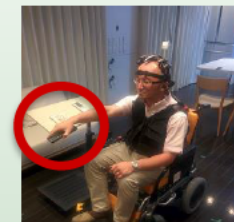
- 日常生活中の「自然な脳活動」によるBMI
 - 上肢運動時の脳活動に基づく生活支援
 - 情動状態(不快感)の解析による情報伝達
- データベースに基づく「データ駆動型」
- BMIの利用可能性の拡張



タグ付きブレイン
ログデータベース



- 上肢運動時の脳活動に基づく生活支援
 - 上肢がある程度動かせる方が対象
 - NIRSによる脳活動計測の解析より3種類の行動を識別
 - 環境状態をコントロールし、充実した生活を支援



TVの操作



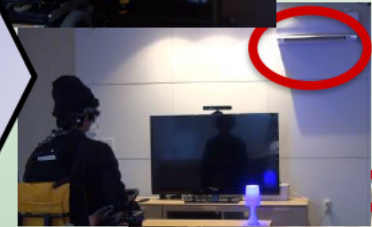
エアコンの操作



読書



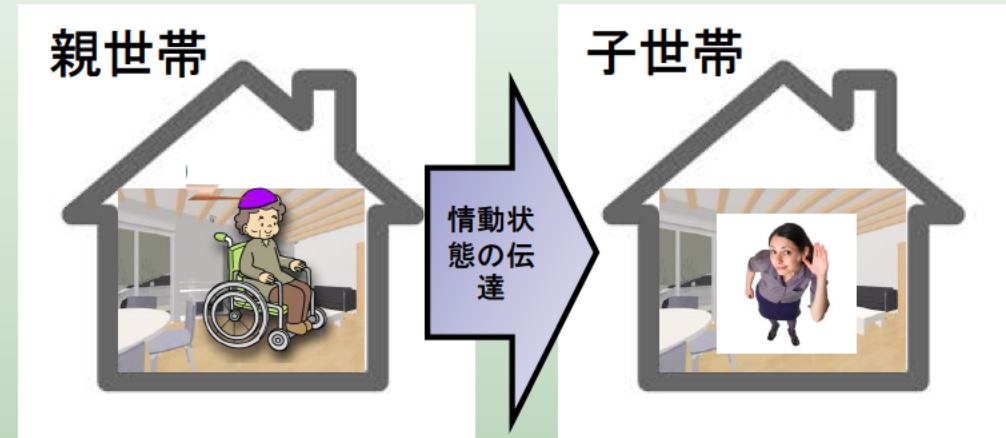
コントロール



脳情報解析技術

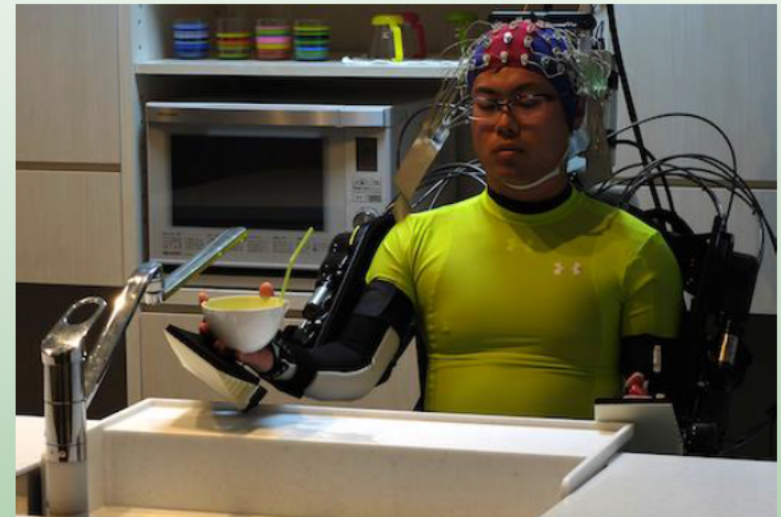
■ 脳活動から情動状態を検出

- EEGからの自然な脳情報の解析により利用者の不快感などの情動状態を検知
- 情動状態を介助者に伝えるなど情動コミュニケーションに基づく生活支援
- データベース化により利用可能性の拡張を継続実施中



■ BMIアクチュエーション技術による動作支援

- 身体装着型ロボットによる生活環境中の上肢(両腕)動作の支援
- EEGからの脳活動解析により、利用者の意図にしたがいロボット動作の開始タイミングを制御



移動支援機器の安全制御技術

移動支援機器のBMIによる操作入力に遅延や解読誤りが含まれている場合でも、
移動支援機器利用者の安全と安心を確保するための制御技術を確立

単体でカバーできない部分を、環境センサと連携して安全確保

移動支援機器が
単体で安全・安心を確保

遠隔監視・操作で
安全確保

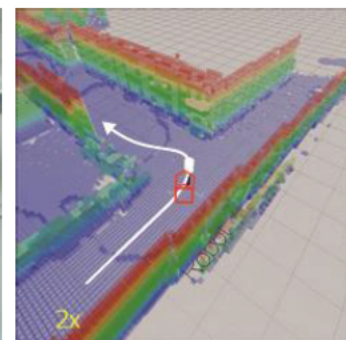
利用者の状態を考慮した安全・安心



アンケート、
生体情報
(発汗センサ)
で、搭乗者の
快・不快程度
を計測



コーナーで良好な可視性



2x

搭乗者の視野を考慮した
安全・安心な移動制御

1. データベース公開

- 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リファレンス脳活動データベース(空間注意)の公開を目指して、データ整理や公開用ポータルBrainlinerの形式(HDF形式)への変換などの準備を進めている。

2. 研究開発成果を発展させる後継プロジェクト

- 本課題の成果の一部である、携帯型脳計測装置による計測技術、および情動解読に基づく支援技術は、内閣府ImPACT「脳情報の可視化と制御による活力溢れる生活の実現」に継承、より高度な基盤技術の研究開発を推進。
- 脳ビッグデータ利用、運動支援アクチュエーションなど、上記以外の成果については、社会応用に向けた新規継承プロジェクトの立ち上げを目指す。

脳科学の応用・実用化にあたっての社会調査

- 目標: 1. 倫理・安全に関する調査研究とガイドラインの策定
2. 技術標準化に関する調査研究および標準化に向けての提言

- 国内外の神経倫理有識者へのインタビューや医療・介護分野の既存ガイドライン調査と、有識者会議におけるBMIに関わる脳神経倫理、情報セキュリティ、プライバシーなどの重点課題についての議論に基づき、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。
- アウトリーチ活動の一環として3つのシンポジウムを開催。
 - 「BMIと倫理」(H25.3.14、信学会NC研究会、玉川大)
 - 「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」(H26.3.6、IBISML、奈良女子大)
 - 「脳情報の産業応用に向けた動向と社会基盤整備」(H26.9.10、日本神経科学大会、パシフィコ横浜)
- 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もとに、標準化対象の候補をインタフェース、プラクティス、評価基準に分けて整理した。さらに、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技術の標準化に向けたマネジメントスキームを整理し、最終的にネットワーク型BMI技術標準化ロードマップとして取りまとめた。
- 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。

既存の研究指針

- ヘルシンキ宣言
- 疫学・臨床試験ガイドライン
- 遺伝情報取扱いガイドライン等

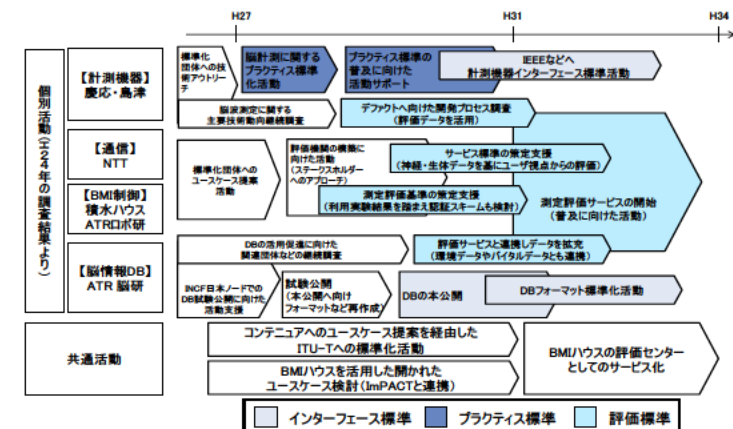
将来的な課題

- ニューロフィードバックへの対応

NWBMI研究で新たに必要項目

- 脳情報の特徴を踏まえた個人情報・プライバシー保護および情報公開の考え方
- クラウドでの情報取り扱いのセキュリティ対応
- 研究で扱う機器のセキュリティ対応

「ネットワーク型BMIの基礎研究に関する倫理指針」概要



標準化ロードマップ

研究開発成果の社会展開のための活動実績

開発技術の社会展開

- ・島津製作所: 携帯型脳計測装置LIGHTNIRSの販売
- ・慶應義塾: EEG電極と脳波計測回路の販売予定



- ・積水ハウス: 住宅における高齢者・要介護者の自立支援のために住宅設備として実装する方法を検討し、実用化を目指す

公開デモンストレーション(報道発表)・メディアへの露出



報道発表

- 2014.11 携帯型NIRS発売 (島津製作所)
- 2014.12 YAMASHITA et al. (ATR)

映像・紙面報道

- 2012.6 NHKスペシャル
- 2013.8 日本経済新聞
- 2013.9 日本経済新聞
- 2013.11 読売新聞(関西版)
- 2014.3 日経産業新聞 など

報道発表「NW-BMIの一般生活環境への適用可能性を確認」(2012.11)、NHKおはよう日本、朝日新聞他多数

報道発表「日常生活の支援を可能とするNW-BMIの技術開発に成功」(2014.12)、NHK京都ニュース845、朝日新聞(1面)他多数

市民へのアウトリーチ活動

- ・ATRオープンハウス
- ・ポスター展示(2011~2014)
- ・BMIハウスの一般公開(2013)
- ・「脳プロ公開シンポジウム」体験展示(2012~2015、4回)



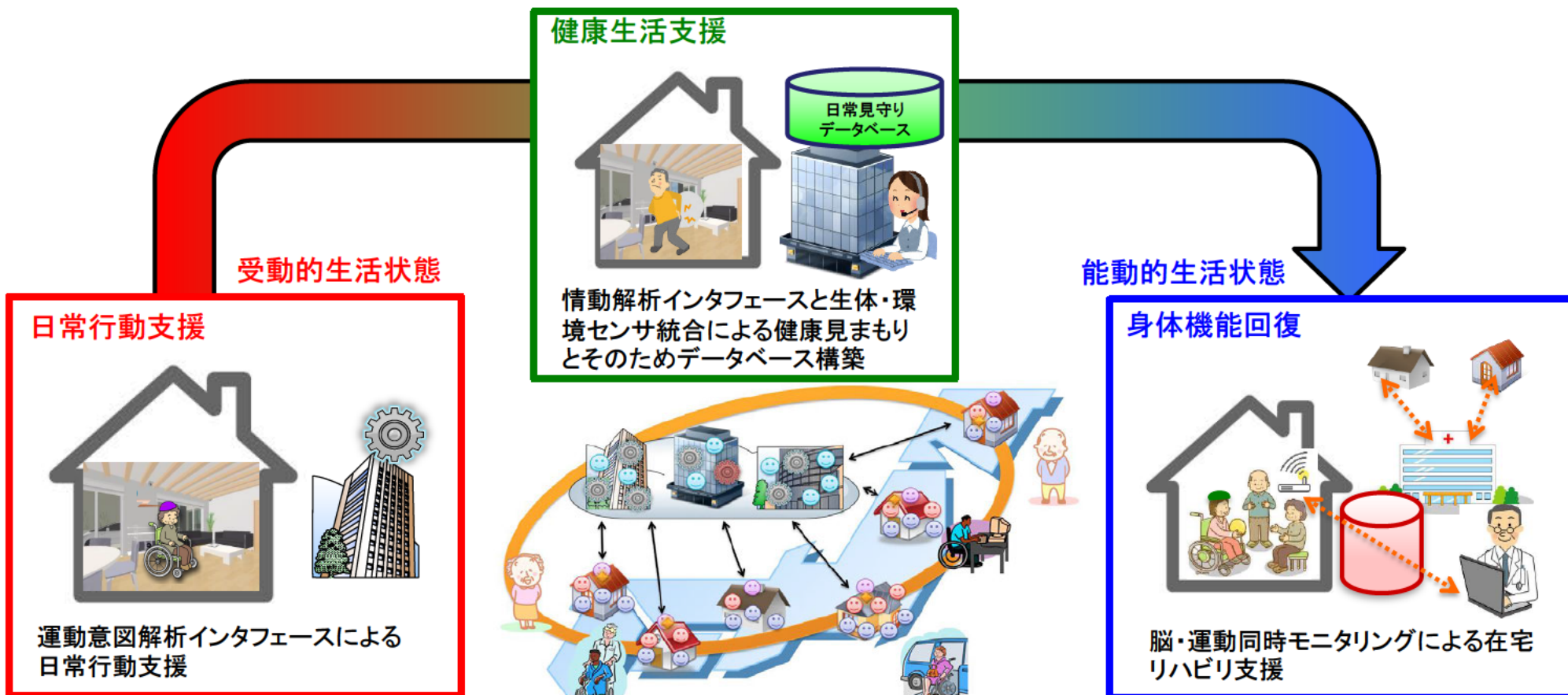
研究者コミュニティへのアウトリーチ活動

- ・プロジェクト主催のシンポジウム
 - ・BMIと倫理(2013)、脳情報データベース(2014)、脳情報の産業応用(2014)
- ・IEEE COMPSAC 2013でのデモ展示
- ・研究紹介ビデオの公開(JST)

今後の展開と将来イメージ

実空間から実コミュニティへ

明るく元気な高齢者社会の実現のため、ネットワーク型BMIの成果を活かし、日常行動支援、健康生活支援、さらには身体機能回復を視野に入れた効果的なリハビリテーション提供支援サービス等、「脳を見まもる」ための各種サービスの実用化を目指します。



明るく元気な高齢者社会の実現

本研究は、総務省研究委託「脳の仕組みを活かしたイノベーション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）により実施しています。