



[報道発表資料]

2012年11月1日

株式会社国際電気通信基礎技術研究所(ATR)
日本電信電話株式会社
株式会社島津製作所
積水ハウス株式会社
学校法人慶應義塾

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～

株式会社国際電気通信基礎技術研究所(本社:京都府相楽郡精華町、代表取締役社長:平田康夫、以下 ATR)、日本電信電話株式会社(本社:東京都千代田区、代表取締役社長:鶴浦博夫、以下 NTT)、株式会社島津製作所(本社:京都府京都市中京区、代表取締役社長:中本晃、以下 島津製作所)、積水ハウス株式会社(本社:大阪府大阪市北区、代表取締役社長:阿部俊則、以下 積水ハウス)、学校法人慶應義塾(本部:東京都港区、塾長:清家篤、以下 慶應義塾大学)は、共同で「ネットワーク型ブレイン・マシン・インタフェース(以下 BMI)*¹」(図1及び図2)の研究開発を推進し、一部の機能において一般の生活環境へ適用できることを明らかにしました(図3)。

なお、本研究開発は、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。



BMIによる生活機器、電動車椅子制御の最新実験の様子

1. 研究背景

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、現状では病院や実験室に閉じている技術である BMI を、ネットワーク型にすることで社会生活に利用可能なものへと確立することを目指すものであり、総務省の「脳とICTに関する懇談会」でもその重要性が認識されたものです。

ネットワーク型 BMI は、日常生活において脳活動をはじめとする各種のセンサデータをリアルタイムに収集する技術、そのデータをネットワーク上のサーバに蓄積しデータベース化する技術、データベースを参照して利用者が簡単な動作、方向、感情等を「強く念じた」ことを解読する技術、その解読結果により適切な機器制御を行う技術、及び、これらの技術を必要に応じて組み合わせる技術等から構成されます。これらにより、BMI を「いつでもどこでも誰でも」利用可能なものとする開発を進めてきました。

2. 研究の成果

ネットワーク型BMIの研究開発の推進によって、一部の機能において一般の生活環境へ適用できることが明らかになり、今回、一般の生活環境において、自律制御機能が組み込まれた電動車椅子に搭乗した利用者が、BMIによって住宅内での地点間の移動や家電の制御が可能であることを最新実験によって確認しました。

具体的には、脳波計測(electroencephalography; EEG)^{※2}と近赤外分光脳計測(near-infrared spectroscopy; NIRS)^{※3}により捉えた脳活動に基づき、利用者の意思をリアルタイムに解読し、車椅子や家電の制御を実現しました。一般生活環境における脳情報の解読とそれによる制御は、大規模なデータベースとコンピュータ資源を必要としますが、今回は、数種類の生活シーンを抽出し、ネットワーク上のサーバに置かれたデータベースの検索処理により可能としました。

なお、本技術の検証には独立行政法人情報通信研究機構の「新世代通信網テストベッド JGN-X」^{※4}を利用しています。

3. ネットワーク型 BMI を構成する技術開発の現状と今後

(1) 携帯型脳活動計測装置(図 4)

島津製作所は言語・視覚・聴覚・運動などに伴う脳活動を、頭皮上から近赤外光を照射することによってリアルタイムで観測できる NIRS 装置を開発および製造販売しています。今回、生活環境で車椅子に乗った被験者の脳活動を計測できるようにするために、NIRS 装置を車椅子に搭載し移動できるようコンパクトかつ軽量化し、脳活動計測データを無線で送信できるようにしました。

また、従来の脳波計はジェルの塗付が必要でしたが、慶應義塾大学では、ジェルの塗付が不要で従来よりも大幅に取り付け簡便な EEG 電極を開発し、その有効性を確認しました。今後は、その実用化および、さらなる高精度化と、NIRS 装置との一体化を進めます。

今後、携帯型脳活動計測装置のさらなる小型化を進め、一般の方でも大きな負担なく装着し、脳活動を測ることのできるシステムの実現を目指します。

(2) ネットワーク型 BMI 情報処理基盤技術(図 5)

NTT は、データやその処理(プログラム)を部品化し、ネットワークを通じて結合することで、様々なサービスを様々な場面や個々の利用者に応じて提供できる情報処理基盤技術の研究開発に取り組んできました。今回、脳活動をはじめとする各種のセンサデータ収集やその処理に応用し、一般生活環境における BMI 利用のために、ネットワークを介してデータ蓄積・解読・機器制御できることを疑似データを用いたシミュレーションにより検証しました。

今後は、本プロジェクトにおいて、実環境実験設備(BMI ハウス)における動作を確認し、BMI を利用して、個々の利用者の多様な生活シーンに対応可能とする情報処理基盤技術の研究・開発を推進してまいります。

(3) 実環境実験設備(BMI ハウス)(図 6)

ATR と積水ハウスは、生活環境を模した実環境実験設備(BMI ハウス)を共同で構築しました。日常生活を送れるように住宅としての体裁を保ちつつ、生活行動を BMI でサポート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)を配備しています。

今後は、データベース作成のための長時間計測の実施、および BMI を活用した生活のあり方の検討を行い、高齢者や要介護者が自立生活をするために必要な BMI の基本技術の確立・検証の場として利用していきます。

(4) データ駆動解読技術(図 7)

ATR は、BMI ハウス内での数種類の生活行動に対して、BMI により利用者の意図を解読し、支援を行う技術を実現しました。これは、ネットワーク上のサーバにおかれた利用者の過去の脳活動に関するデータベースをリアルタイムに検索することで行います。

今後は、様々なノイズの影響を軽減しつつ、多様な生活シーンにおける BMI 利用を可能とすべく解読技術の研究開発を継続することで、従来は主に実験室内で多大な訓練を必要としていた BMI 制御を、「いつでもどこでも誰でも」利用可能なものに近づけていきます。

(5) 移動支援機器の安全制御技術(図 8)

BMI を日常生活において利用するためには安全性の確保は不可欠です。ATR では、ネットワークが断絶、あるいは、脳活動の解読結果が誤った場合でも安全な機器制御を担保するための技術を開発します。機器自身に搭載されたセンサによる安全性、環境側に設置してあるセンサによる安全性、さらに遠隔モニタリングによる安全性の 3 段階で臨みます。これまでに、見通しの良い場所において移動支援機器単体での衝突回避と、環境センサを利用した障害物認識を実現しました。

今後研究開発を進め、一般の方でも安心して利用可能な BMI 移動支援機器制御の実現を目指します。

(6) 倫理的課題について

脳科学に基づく新しい技術である BMI が多くの市民に受け入れられるには、それに伴う倫理的な課題が解決されていることが必須であるとの認識に基づき、脳神経倫理の有識者への調査などを実施し、その結果を研究開発に反映してきました。

今後は、さらなる調査や市民への広報活動などを通じて、ネットワーク型 BMI が社会に受け入れて頂ける方策の検討およびその実施を進めていきます。

4. 今後の展開(図 9)

ネットワーク型 BMI の運用がもたらす様々な生活機器の制御可能性により、今後わが国が直面する超高齢化社会において、利用者の行動範囲の拡大、それに伴う介護介助の軽減などが期待されます。今後は、日常生活での一般的な意思の解読や脳情報の解読精度の向上など、実用化に向けて解決しなければならない課題も明らかにしていきます。平成 26 年度までの研究開発期間を通じてさらなる連携体制強化のうえ、こうした重要課題に対して鋭意対応していくこととします。

また、本研究開発以後の展開として、BMI がネットワーク化され、部品化されたデータとその処理がクラウド上に分散配置されることで、様々な場所で携帯型脳活動計測装置を装着した多数の利用者に対して汎用的なサービスが提供される可能性を念頭に、本研究開発でもそうした拡張性に配慮して進めてまいります。

報道関連問い合わせ先

(株)国際電気通信基礎技術研究所(ATR) 経営統括部 広報担当 藤村

〒619-0288 京都府相楽郡精華町光台 2-2-2

Tel:0774-95-2524 Fax:0774-95-1178 Email:fujimura@atr.jp Website:http://www.atr.jp/

研究内容問い合わせ先

(株)国際電気通信基礎技術研究所(ATR) 脳情報解析研究所 兼村・石井

〒619-0288 京都府相楽郡精華町光台 2-2-2

Tel:0774-95-1187 Fax: 0774-95-1236 Email: dbi-info@atr.jp

【用語解説】

※1 ブレイン・マシン・インタフェース (BMI)

ロボットなどの機器を制御するために、従来のインタフェースでは利用者はスイッチなどを手足などで操作することで意図を伝えるのに対し、**BMI** では利用者の脳活動に基づき推定された意図を用いる。手足などによる操作を不要としていることが特徴である。外科手術で脳内に電極を埋め込む侵襲型の **BMI** (欧米で研究が盛ん) と、頭皮にセンサを接触させるだけの非侵襲型の **BMI** がある。ブレイン・コンピュータ・インタフェース (**brain-computer interface**) とも呼ばれる。

※2 脳波計測 (Electroencephalography; EEG)

脳内神経細胞の活動で生じる微小電流を、頭皮につけた電極で非侵襲的に計測する脳活動計測法。

※3 近赤外分光脳計測 (Near-infrared spectroscopy; NIRS)

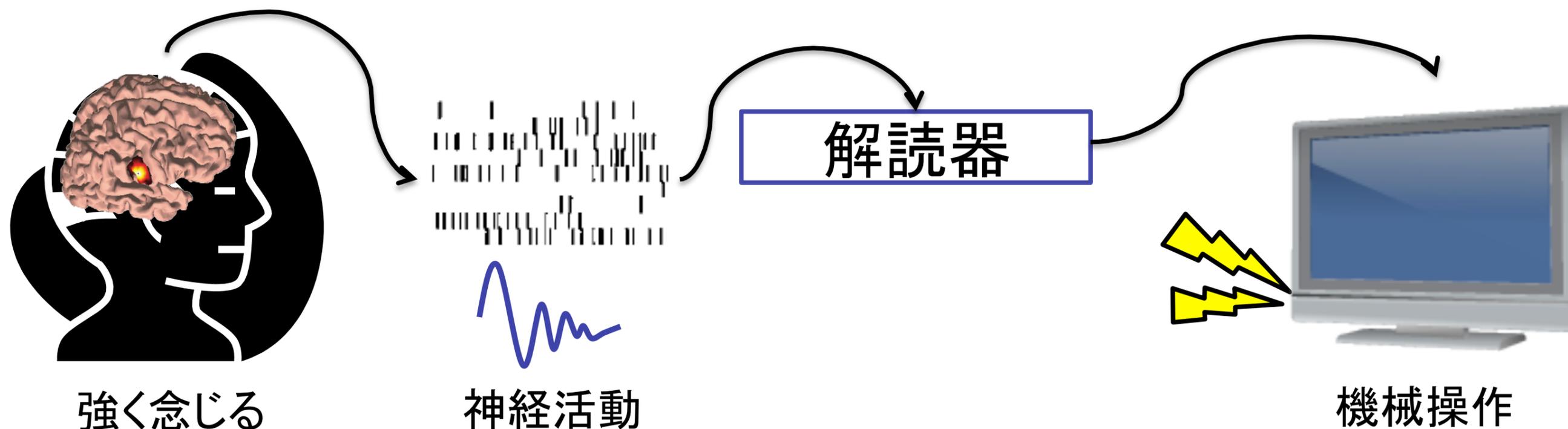
脳内神経細胞の活動に伴う脳内血流上の変化を、近赤外光を用いて頭皮上から非侵襲的に計測する脳活動計測法。

※4 新世代通信網テストベッド JGN-X

独立行政法人情報通信研究機構 (NICT) が運用する、新世代の通信技術の実現および展開のための試験に使われるネットワーク。

<http://www.jgn.nict.go.jp/>

- 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
- 非侵襲BMI: 頭皮にセンサを接触させるだけであり、外科手術を一切要しないため一般の方を対象とすることが可能。欧米に比してわが国が優位



- 高齢者や軽度要介護者などの支援、特に、最も長く過ごす自宅・診療所内における支援が効果的

- 目的
 - 高齢者や軽度要介護者の自立支援、QOL向上
- 特徴
 - 自宅や診療所などの実環境で利用
 - 低拘束の脳活動計測器による長時間計測
 - 計測データをネットワークを介し遠隔のサーバで解析し利用者の意図を高精度に解読
 - システム全体として低遅延
 - 生活機器・介護ロボットなどの安心・安全な動作

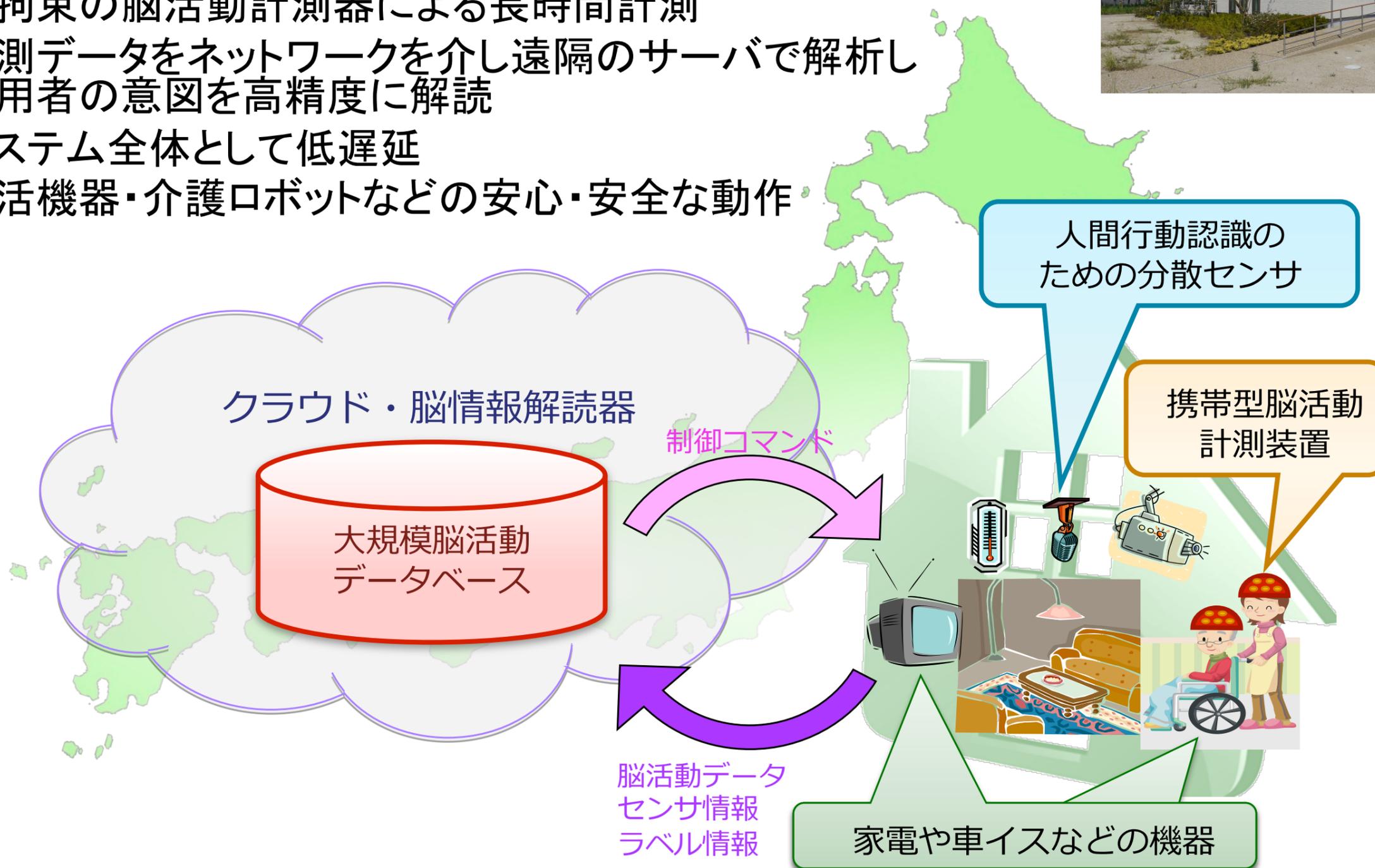
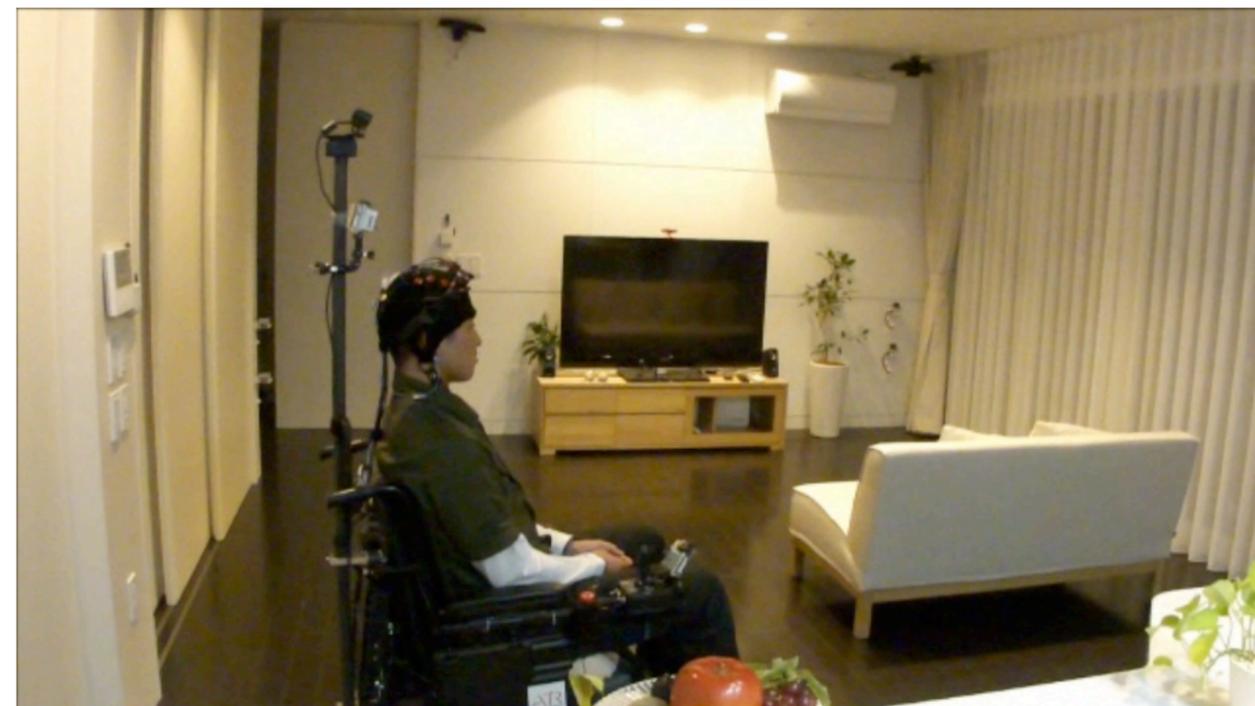


図3 BMIを実験室から一般の生活環境へ

実験室でのBMI



一般の生活環境でのBMI



日常生活での簡単な動作・方向・感情を「強く念じる」ことで機器に伝え、
「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）
生活機器（家電）の制御に成功**

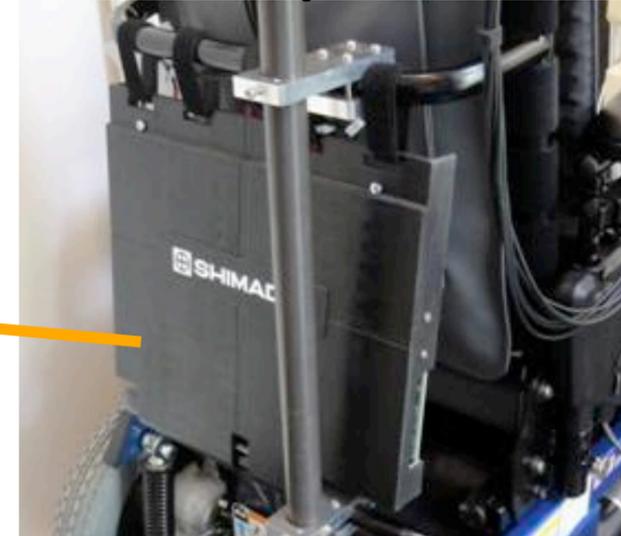
図4

携帯型脳活動計測装置

脳活動計測ホルダ



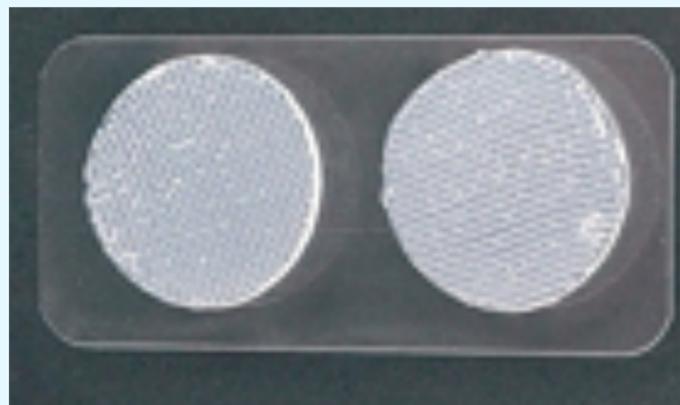
脳活動計測装置本体
小型/軽量



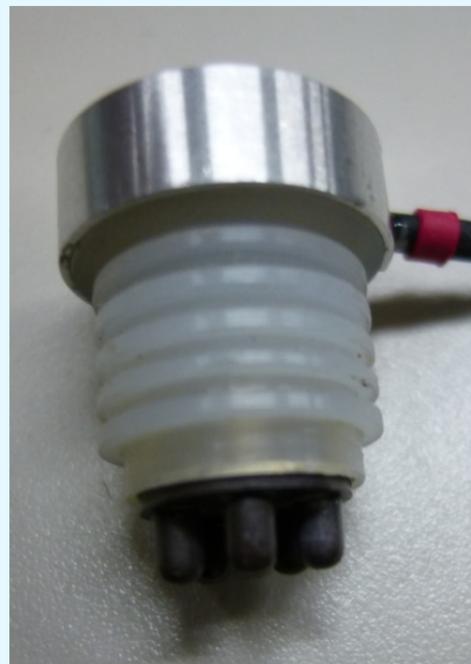
脳活動計測データ
は無線で送信

乾式EEG電極

セミドライパッド



立体形状の工夫による
低インピダンス/低ノイズの工夫



ヘッドセットに固定して
実環境での計測テスト



図5 ネットワーク型BMI情報処理基盤技術

様々なデータを利用した状況把握が必要な一般生活環境でのBMIにおいて、センサを管理するプログラム、解釈処理を行うプログラム、機器を制御するプログラムや、利用者や空間に関するデータを管理するプログラムを部品化し、状況に応じて選択・結合することにより、脳活動情報解釈処理と機器制御を行う。

⇒利用者や周辺の状態に対応し、制御対象の機器や処理を柔軟に変更することが可能となり、より柔軟な脳活動解釈処理を実現できる。

○これまでの成果：センサを管理するプログラムから機器を制御するプログラムまでの時間を疑似データを用いたシミュレーション環境で測定し、部品化されたプログラムのネットワーク上での結合の遅延時間が機器制御に対して小さいことを確認した。

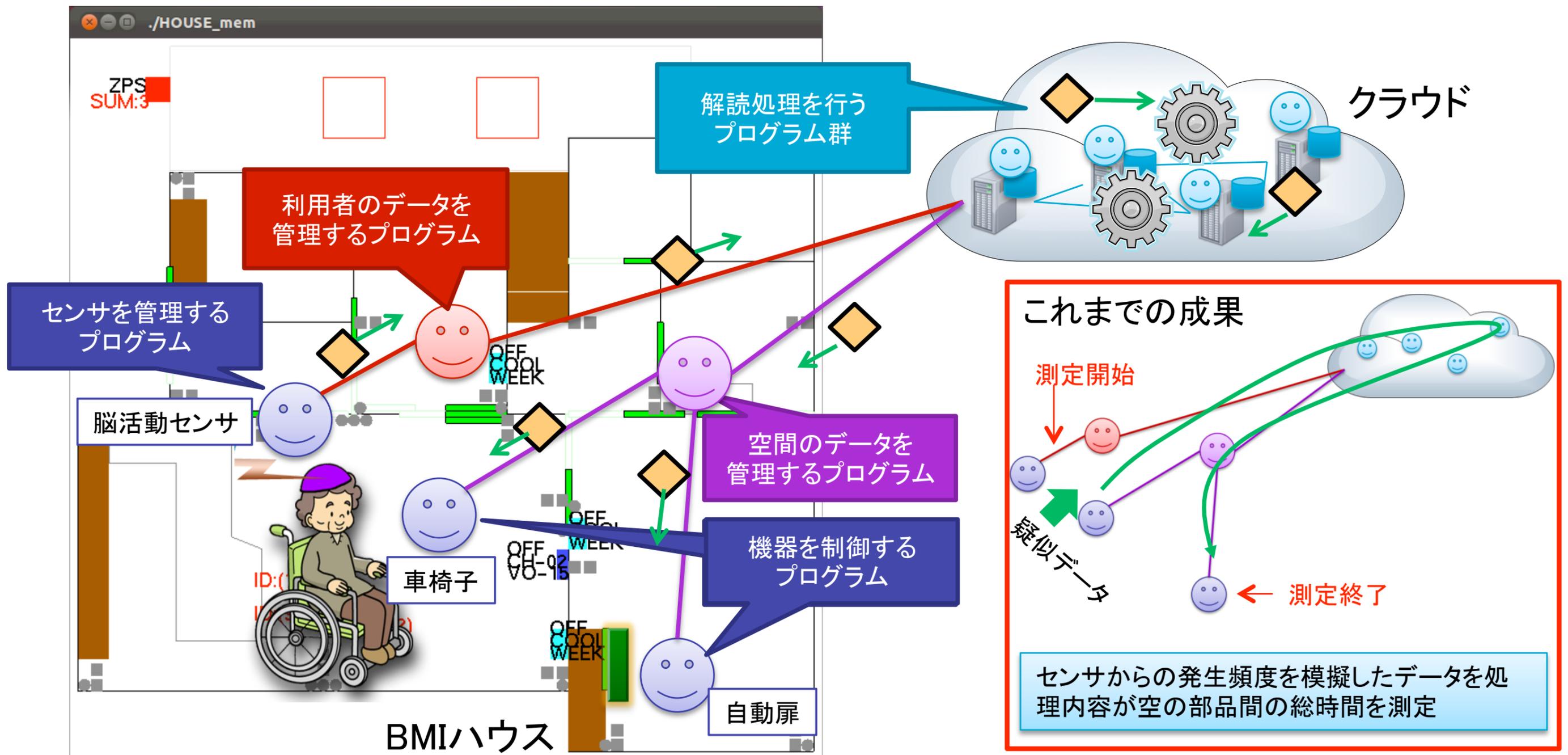


図6 実環境実験設備 (BMIハウス)

BMIハウス内に、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しました。これらを用いて生活支援のためのBMI研究を進めます。



照明
(調光・調色)



玄関
(ドア・段差解消)



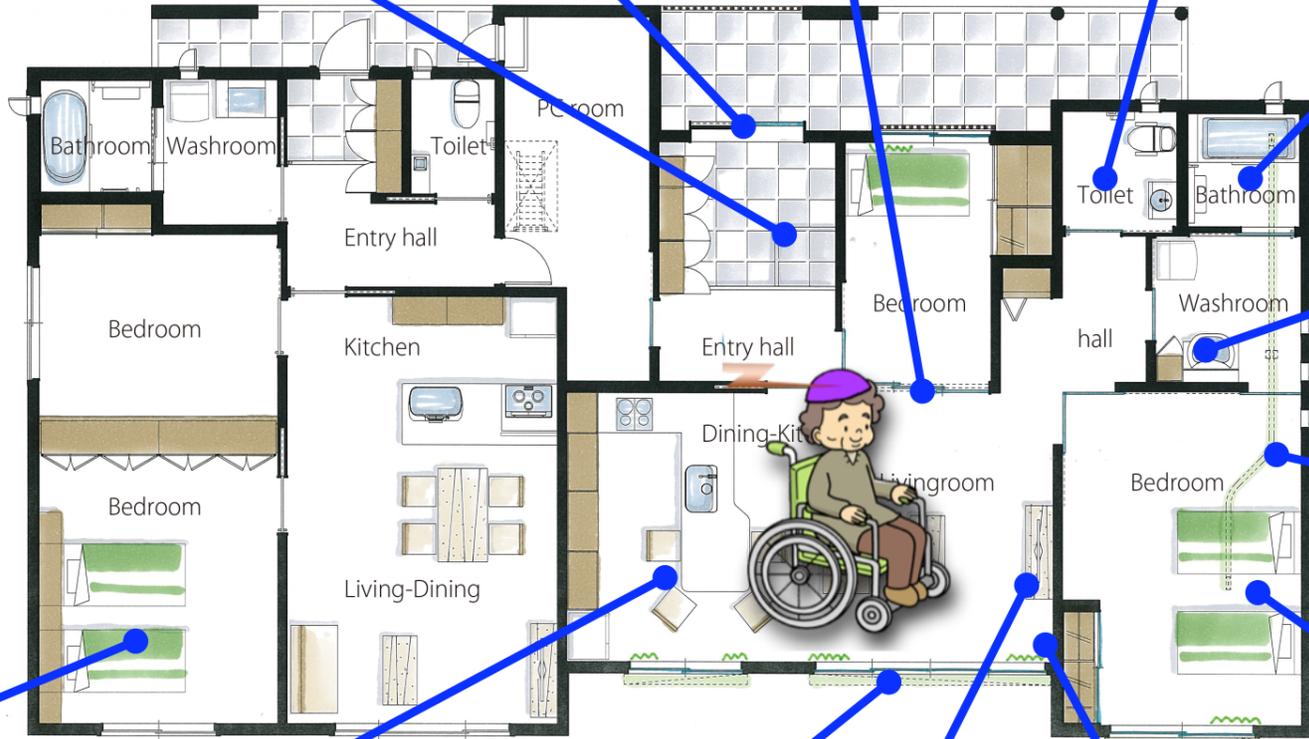
自動建具
(開・閉)



電動トイレ・バス
(ドア・吐水)



(焦電センサ)



電動洗面化粧台 (高さ・吐水)



(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)



センサ付きベッド
(生体センサ)

- 「いつでも、どこでも、だれでも」利用可能なBMIのため、様々な生活シーンを包含した大規模脳活動データベースを構築、参照

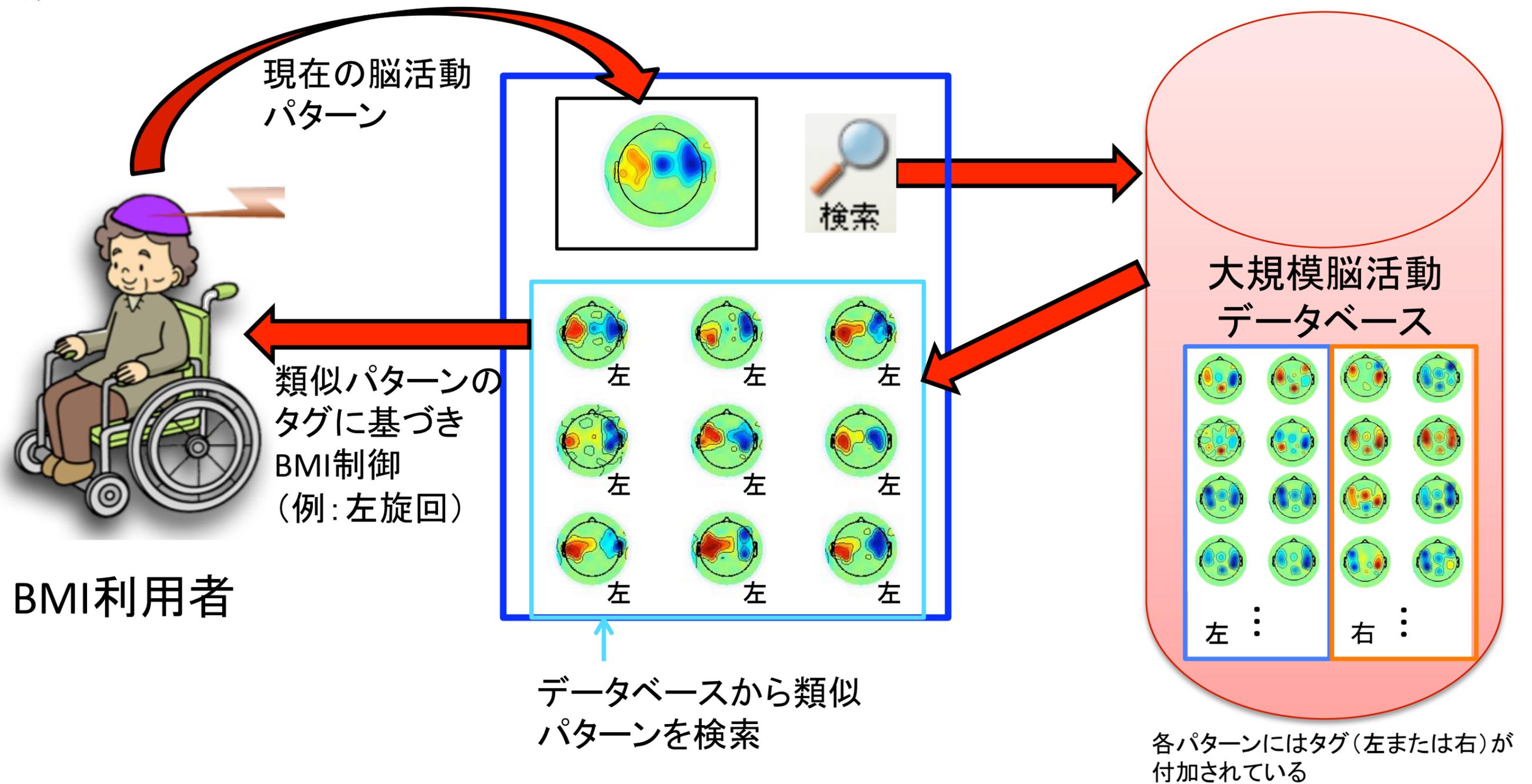
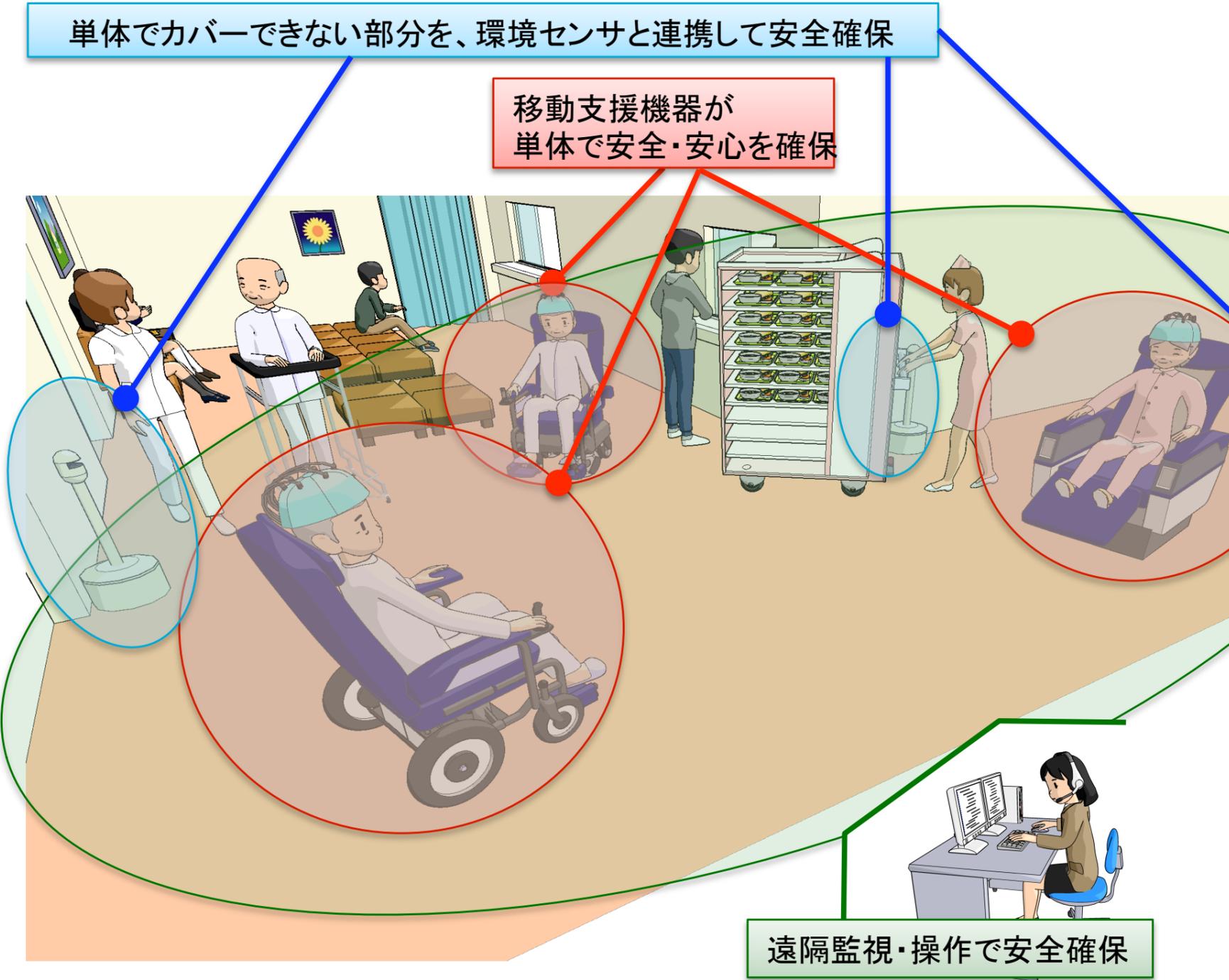


図8 移動支援機器の安全制御技術

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する



これまでの成果

電動車いす単体での衝突回避

① 人 ② 車いす ③ 歩行器 ④ カート

実環境でのデータに基づいて、頻繁に現れる障害物を認識

図9 今後の展開と将来イメージ

BMIのネットワーク化と、ノイズ・アーチファクトを前提とした脳情報解読法の精度向上により、日常生活で使用可能な携帯型脳活動計測器からのデータを、宅内やクラウド上に分散して処理することで、様々な場所で多数の利用者へのBMI介護サービスはじめ多様な汎用的サービスが提供可能となる。

