



[報道発表資料]

2014年12月4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

日常生活の支援を可能とする

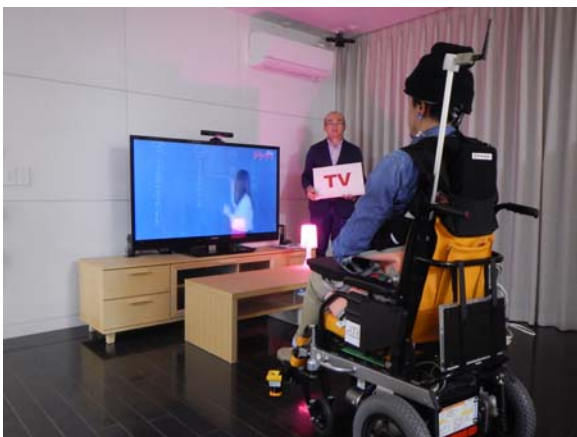
ネットワーク型ブレイン・マシン・インタフェース(BMI)の技術開発に成功

～脳を見まもる生活環境支援の実現～

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}」の研究開発を推進し、一般の利用者が日常的に生活する場において、その活動を支援するための、新しいインタフェースとしての BMI とその周辺技術の開発に成功しました。

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。

1. 研究背景



BMIによる生活機器操作の実験の様子

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してきたものです。本研究開発で実現するネットワーク型 BMI は、人の日常生活の場である自宅や診療所などで、脳情報、環境情報などを携帯型の脳活動計測装置および各種センサで取得し、ネットワークを通じて大規模なデータとして伝送、解析することで、一般の生活環境において、特別な訓練や負担なしに利用できる BMI の実現を可能とします(図 1)。

2. 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、日常的に使用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) を実現しました。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を可能とし、また、感情・情動の状態を介助者などへ伝達することができます。

具体的には、一般の方が自宅などにおいて利用可能な小型・軽量の携帯型脳活動計測装置の開発に成功しました。これは、脳波計測 (electroencephalography; EEG)^{※2} と近赤外分光脳計測 (near-infrared spectroscopy; NIRS)^{※3} の組み合わせによるものです。計測された脳活動を、ネットワークを介してクラウド上あるいは環境内に置かれた脳活動データベースと照合する脳情報解析技術により、利用者の動作意図・情動状態 (不快感など) を読み出します。利用者が、家電を操作するなど、生活の中で自然に体を動かす際に生じる脳活動を NIRS で捉え、その操作を支援します。また、利用者が不快に感じる際などの状態を EEG で検知し、それを介助者などへ伝えることができるようになりました。車いすなどの移動支援機器が室内を安全に移動するための移動支援機器の安全制御技術、また、BMI 利用者の位置情報などを用いることでプライバシーや TPO に配慮した BMI 支援を可能とするネットワークエージェント基盤技術、それらの動作検証・評価を行うため、脳情報を活用した日常生活を再現可能な環境である実環境実験設備 (BMI ハウス) の構築に成功しました。さらに、BMI 利用者が体を動かすににくい状況では、脳活動と連動して身体装着型ロボットアクチュエータを動かすことで、利用者自身の動作をアシストすることができるようになりました。

これらの技術により、高齢者や体の不自由な方々のみならず一般の方が日常的に生活する場において、その意図や情動を脳から読み取り、プライバシーなどに配慮しながら活かすことで、充実した生活につなげる新しいインタフェースにすることができました。

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成果

(1) 携帯型脳活動計測装置 (図 2)

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、生活環境で利用者の脳活動を計測できるようにするために、NIRS 装置をバックパック型ベストに収納、コンパクトかつ軽量化、また、脳活動計測データを無線で送信できるようにしました。

慶應義塾大学では、脳活動を長時間かつ簡便に計測できる EEG 装置を開発しました。従来の EEG 電極では、しばしば頭皮へのクリーム塗付が必要でしたが、①ジェルシートを使うことで簡便に長時間計測が可能な EEG 電極と、②クリームもジェルシートも使わないことで簡便に利用可能な EEG 電極を開発し、それらの有効性を確認しました。アンプ部も、電池駆動式、かつ、手のひらサイズまで小型化され、NIRS 装置との一体化が可能となりました。今後は、実環境での計測実験を進めつつ、産業展開を推進していきます。

(2) ネットワークエージェント基盤技術 (図 3)

脳情報・生体情報などに基づき生活支援を行うサービスでは、利用者の利用形態や状況などの TPO に応じて、脳情報解析プログラムやそのためのデータを蓄積・管理する場所を変更しなければならないことがあります。NTT は、この要求に応えるために、プログラムやそれが用いるデータを「エージェント」と呼ばれる部品に分割し、エージェントがどこのコンピュータ上に配置されていても、利用者の利用形態や状況に応じて、動的に組み合わせ・活用することができる情報処理基盤を開発しました。例えば、利用者が多様な機器が設置されているリビングにいる場合、クラウド上に処理エージェントを配置することで、大規模データを参照し多様な機器を高い

解析精度・低遅延時間で制御するBMI サービスを提供し、一方で、利用者が機器の種類が少ない寝室に移動した場合、機器の種類減少、また、寝室での脳活動はネットワーク上に流したくないなどの利用者のプライバシー要求に配慮するため、自宅内に設置されたコンピュータ上に処理エージェントを移動させることで、脳情報をネットワーク上に流すことなく、BMI サービスを継続します。また、情動状態の伝達時に、同等の機能を提供するエージェントの中から、同一家屋の中では電灯の制御、別家屋への伝達にはディスプレイに詳細情報の表示をするといった、TPO に応じて、情報の質・量を変えるようにプログラムを置き換えることも可能としました。

今後は、エージェント配置や組み合わせの柔軟性を活かし、より汎用的なサービスへの適用を検討していきます。

(3) 実環境実験設備 (BMI ハウス) (図 4)

ATR と積水ハウスは、共同で実環境実験設備 (BMI ハウス) を構築し、住宅内での生活行動を BMI 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、日常生活の場を想定した実証実験を行いました。高齢者、要介護者などの日常生活では、特に各種生活機器の操作や住宅内の移動、温度や照度などの環境制御に関するニーズが高いため、車いす利用者の日中自立生活のために必要な設計要件を確立しました。また、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や問題点を把握するためのアンケート・ヒアリング調査を行い、これらに基づき、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と、そこの表示方式を開発しました。

(4) 脳情報解析技術 (図 5)

ATR は、NIRS または EEG による脳活動から、特別な訓練や負担なく、利用者の動作意図や情動状態を解読する技術を実現しました。利用者が日常生活の中で、テレビやエアコンを操作するといった動作意図に伴い自然に体を動かす際に生じる脳活動を NIRS 装置で計測し、いかなる動作意図であるのか認識する技術を開発しました。この技術を用いることで利用者の意図に応じて環境を変えるといた生活支援を行うことができます。また利用者の脳波を計測し解析することにより情動状態 (不快感) を捉える技術を開発しました。利用者が不快に感じている状態を検知し、それに応じた環境設定を行う、その状態を介助者に伝えるなど情動状態に基づく生活支援を行えるようになります。加えて、脳活動と連動して身体装着型ロボットアクチュエータを動かす BMI アクチュエーション技術を開発し、一般生活環境において利用者自身の上肢の動作をアシストすることができるようになりました。

(5) 移動支援機器の安全制御技術 (図 6)

BMI を日常生活において利用するためには安全性の確保が不可欠です。ATR では、ネットワークが断絶、あるいは、脳活動の解析結果が誤った場合でも安全に機器を制御するための技術を開発しました。これは、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 段構えによるものです。やや混雑した場所での移動支援機器単体の衝突回避、環境センサによる障害物認識、生体情報を利用した利用者の安心感の計測、利用者の視野を考慮した安心な移動経路計画を実現しました。今後、BMI ハウスのみならず診療所などでの評価実験を進め、安心・安全に利用可能な BMI 移動支援機器制御とします。

4. 今後の展開(図7)

本研究開発では一般の生活環境において、高齢者、要介護者のみならず一般の方々に対して、その意図を脳活動から読み取り家電の操作や環境の制御を行ったり、その情動状態を相手に伝えたりするなど、生活支援サービス実用化のための基盤技術を確立しました。この技術は、介護・介助を必要とする人だけを対象とするものでなく、「脳を見まもる」ことで、様々な場面で人々のコミュニケーションを豊かにし、個人として充実した生活を継続する環境づくりのための技術として期待されており、今後は各種サービスの実用化を目指していきます。

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 藤村智子

〒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:kikaku@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) 認知機構研究所 須山敬之

〒619-0288 京都府相楽郡精華町光台 2-2-2

Tel:0774-95-1022 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直接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。手足などによる直接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圧を、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の血流変化を、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/>

図1

概要

自然な脳活動に基づくBMI支援により、充実した日常生活が可能に

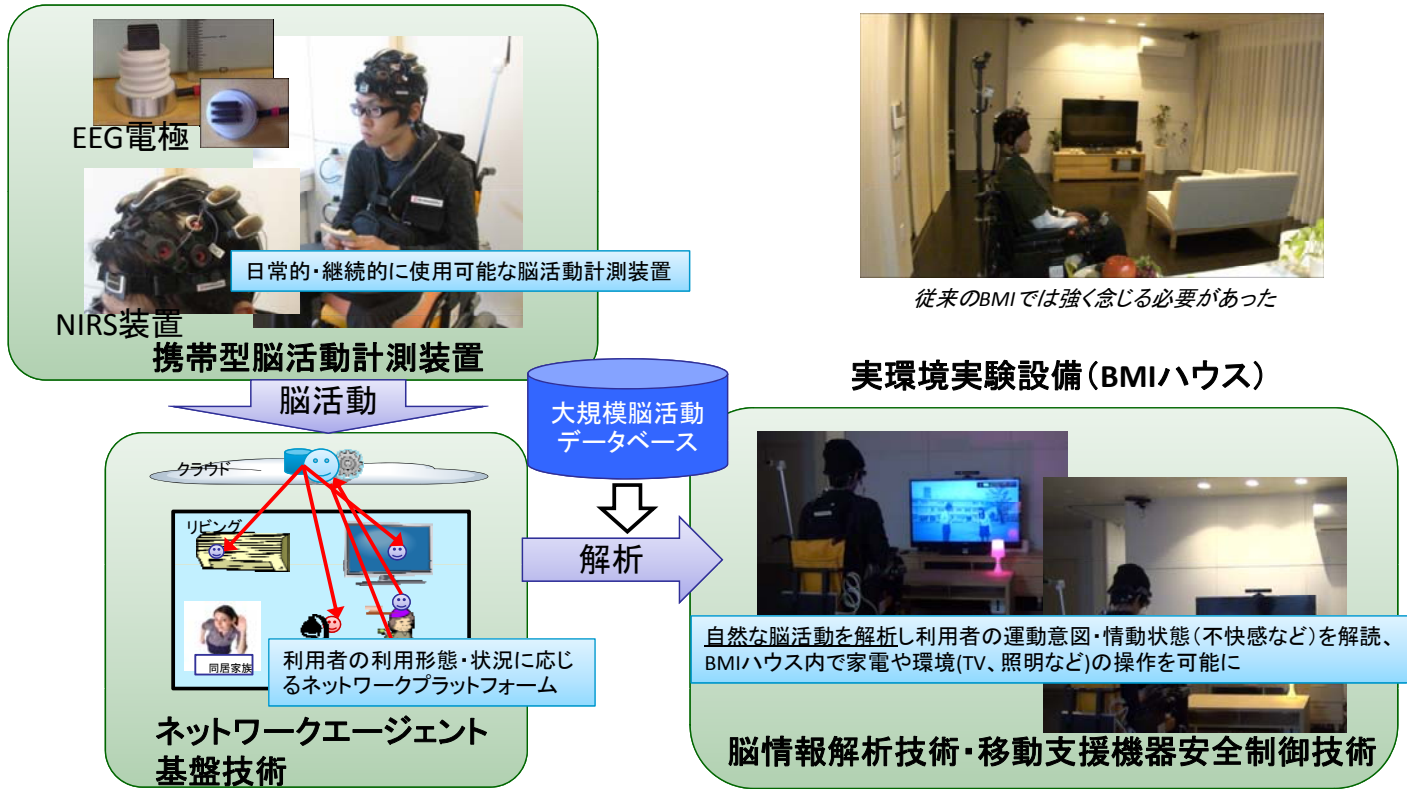


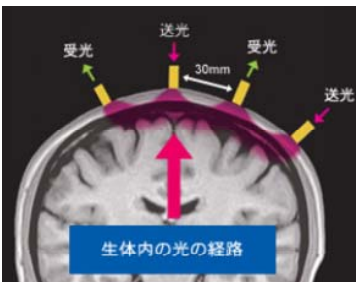
図2

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

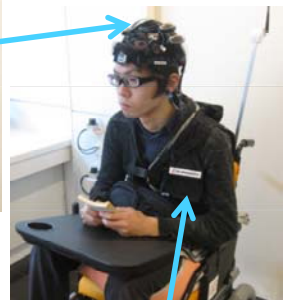


NIRS装置

卓上型
SPEEDNIRS

携帯型
LIGHTNIRS

脳活動計測ホルダ

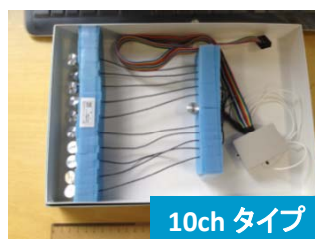


EEG: electroencephalography 脳波計測

- 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



脳活動計測装置本体
ジャケットタイプ

図3

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

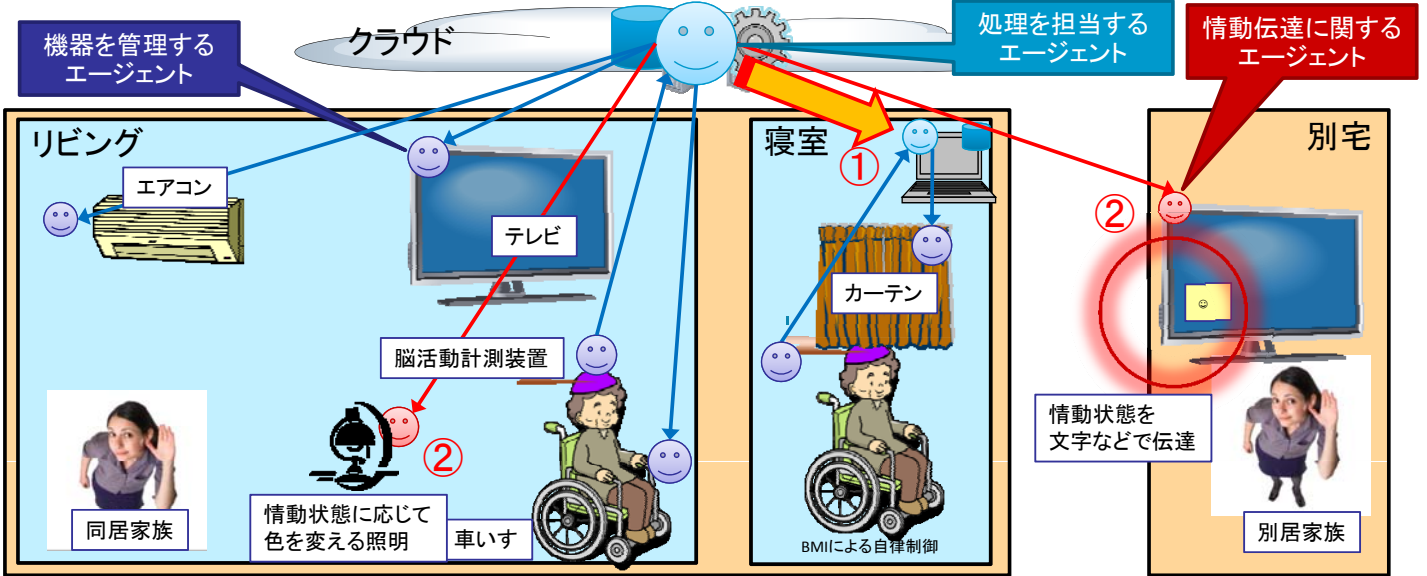


図4

実環境実験設備 (BMIハウス)

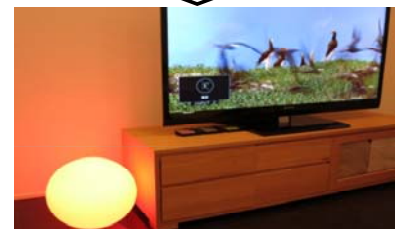
- ・ 日常生活行動をBMIで支援できるように、各種センサとアクチュエータ(生活支援機器)を配備した実環境実験設備 (BMIハウス)を構築。高齢者、要介護者などの日常生活上の利用ニーズを酌んで、設計要件・制御技術を確立。
- ・ 介助者と要介護者の間に生じるコミュニケーションの実態調査に基づき、利用者の感情・情動状態を介助者などにスムーズに伝えるBMIコミュニケーション支援方式を具現化。



実環境実験設備 (BMIハウス)



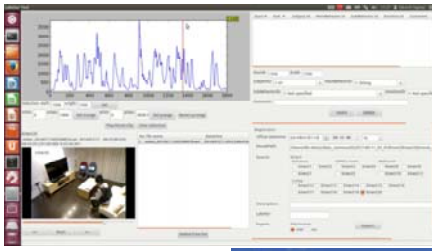
利用ニーズの高いアクチュエータ操作、住宅内の移動、環境制御



BMIコミュニケーション支援方式

図5

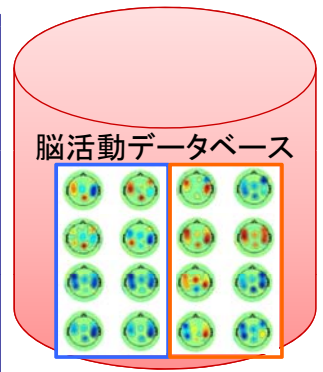
脳情報解析技術



タグ付きブレイン
ログデータベース



- 従来の「強く念じる」ことによるBMIから、日常生活での「自然な脳活動」によるBMIへ
 - 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



■ 上肢運動時の脳活動に基づく生活支援

TVの操作

エアコンの操作

コントロール

■ 脳活動から情動状態(不快感など)を検出・伝達

親世帯

子世帯

情動状態の伝達

図6

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釈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

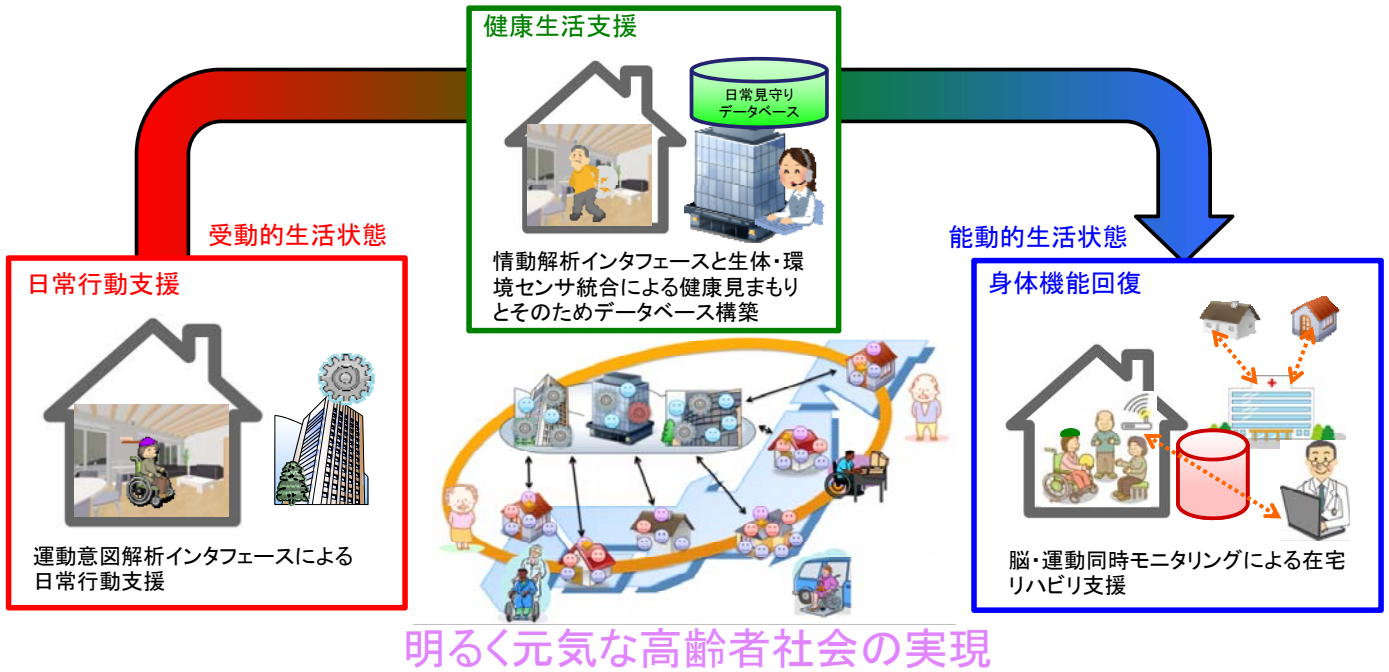
利用者の状態を考慮した安全・安心

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

搭乗者の視野を考慮した安全・安心な移動制御

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。



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。

産学官連携による研究開発

