



ImPACT Program Manager

山川 義徳 Yoshinori Yamakawa

2000年 京都大学大学院理学研究科修士課程修了  
 2000～2005年 日本電気株式会社（事業戦略担当）  
 2008年 京都大学大学院人間・環境学研究科博士課程修了  
 2008年 京都大学大学院情報学研究科GCOE助教  
 2010年～NTTデータ経営研究所ユース・マネジメント室長  
 京都大学経営管理大学院 非常勤講師  
 神戸大学経済経営研究所 非常勤講師  
 2014年～ImPACT プログラム・マネージャー  
 ((株)NTTデータ経営研究所よりJSTへ出向)

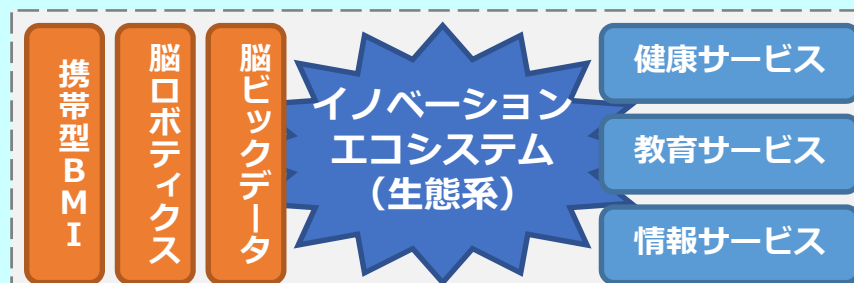
脳・情報・経営をキーワードに、大学での神経科学研究と産業界での新規事業創出やベンチャー企業創業を交互に取り組むなど多面的な視点と多様なネットワークを有する。博士(人間・環境学)。

### ＜研究開発プログラムの概要＞

携帯型ブレインマシンインターフェース（BMI）を中心に、脳ビックデータと脳ロボティクスといった脳情報の可視化と制御に関する研究開発を市場との対話の中で進める。これらの革新的な取り組みを通じて、脳情報産業を創出し、活力溢れる生活を実現する。

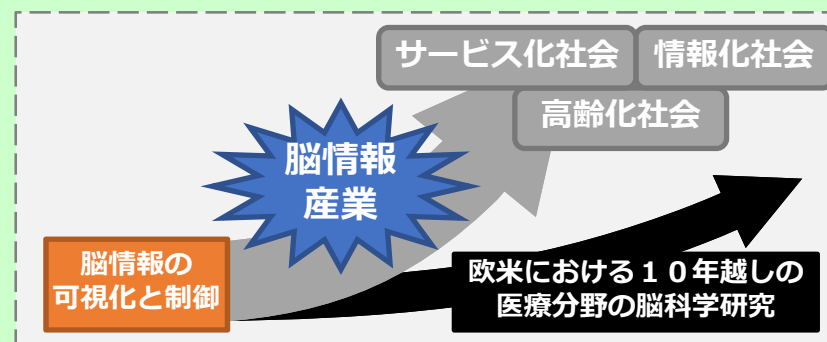
### ＜非連続イノベーションのポイント＞

社会課題の解決となるモデルケース（脳を若々しく保つ健康サービスやおもてなしの心を伝承する教育サービス、イメージや気持ちも伝えるITサービスなど）に基づいて、異分野異業種の研究者や企業が連携するイノベーションエコシステムを形成し革新をもたらす。



### ＜期待される産業や社会へのインパクト＞

欧米の医療分野での脳科学研究に対し、脳情報の民生応用を通じて高齢化・サービス化・情報化の社会課題を解決する。この解決策を起点に世界に先駆け脳情報産業を創出し、世界中の活力溢れる生活を実現する。



# 研究開発プログラムのシナリオ

## 解決すべき社会的課題等

高齢化する社会における認知機能低下の防止、サービス化する経済にて求められる高度な専門能力の取得、情報化社会を発展させるユーザの気持ちを伝えるITなど、社会的課題の多くは心と脳の問題に帰着される。これらの問題を解決するために、**脳科学が紐解いてきた脳の情報を可視化し制御する研究を、社会課題解決に結びつける革新的な取り組み**が必要である。これらの取り組みにより、世界に先駆けた脳情報産業を日本から創出し、世界の心と脳の問題を解決する。

## 解決のためのアイデア

脳情報の可視化と制御の民生応用に向けた現状分析（P 3, P 4 参照）

大型の脳計測装置を用いた精神疾患の治療においては、脳情報の可視化と制御が実用化（DecNeF 技術）

但し、脳計測におけるコストと精度のトレードオフ解消が必須。⇒**携帯型BMI（ブレインマシンインターフェース）**へ

民生応用も視野に入る脳のデコーディング技術や脳を制御するロボット技術についても具現化

但し、対象を広げる大規模化と効果を拡大する身体化が重要。⇒**脳ビッグデータ・脳ロボティクス**へ

本研究開発プログラムのアプローチ（P 5 参照）と優位性

### ・モデルケースの公開を目標としたモジュール型研究開発による社会実装アプローチ

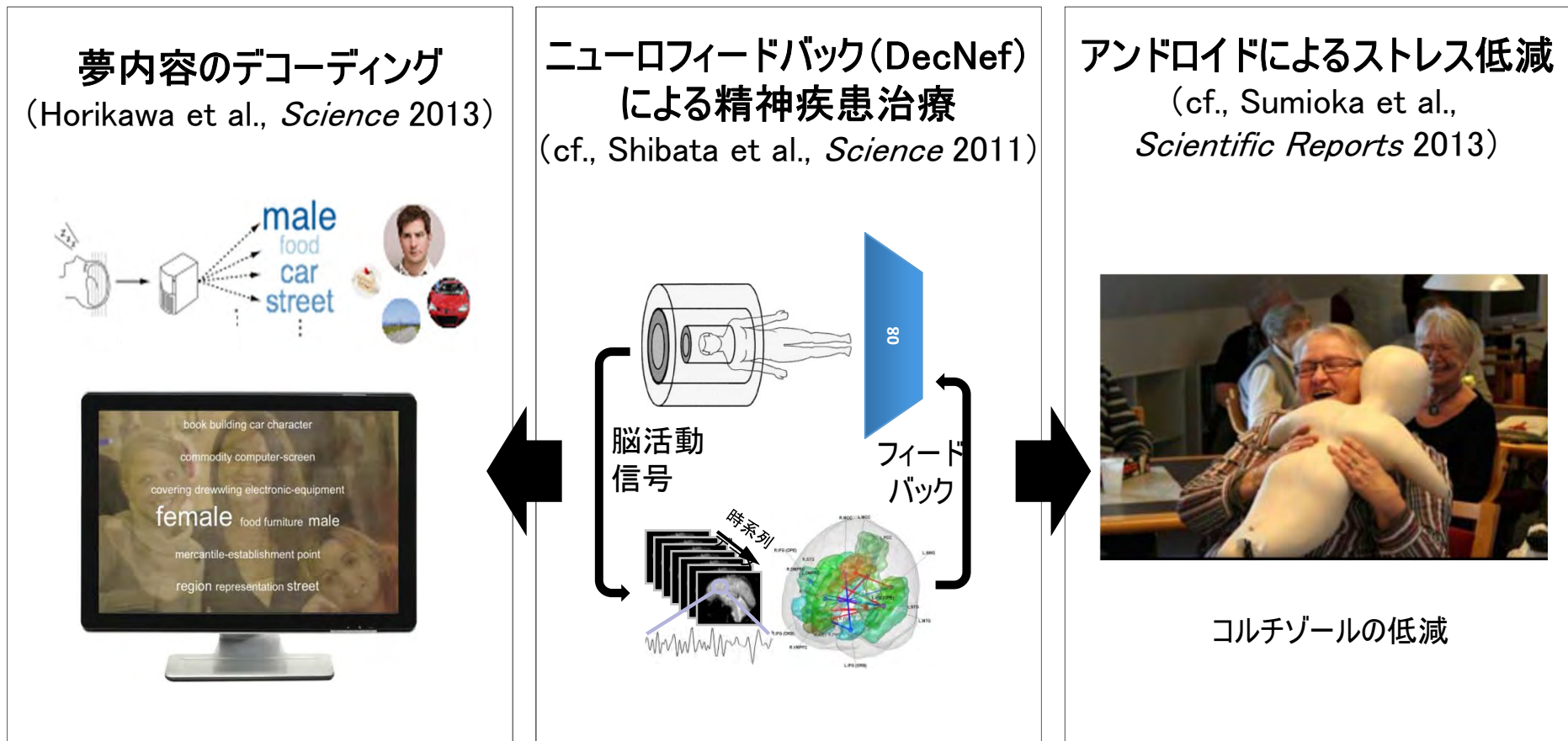
携帯型BMI・脳ビッグデータ・脳ロボティクスの3つの技術領域に対して、3つのサービス領域（健康サービス・教育サービス・情報サービス）でのモデルケース案を明確にした上で、モジュール型の研究開発体制を進め、ステージゲートやマッチングファンドにより市場の視点も含めて研究を促進する。これにより、社会実装が可能となり、産業競争力への貢献に向けて、BMI研究が集結し緊張感を保ちながらも切磋琢磨し合う事が可能となる。

### ・イノベーションエコシステム（生態系）形成に向けたアプローチ

脳情報の利活用を促進する脳情報インフラ基盤（共通クラウド、共通フィールド、標準化・倫理検討など）を構築し、その基盤を活用した産学連携やベンチャー支援を進めつつ、チャレンジ制度などによってより広範な領域への脳情報の利活用を促進する。これにより一部の研究者に限られていた脳情報の利活用について、大企業、ベンチャーや異分野の研究者へも広げ、脳情報によるイノベーションを創出する土壌の醸成が可能となる。

## 【参考】脳情報の可視化と制御に関する最新研究

大型脳計測装置(fMRI)を利用した研究では、ニューロフィードバックによる精神疾患の治療が実用化されつつある。加えて、デコーディングによる脳情報の可視化や、脳情報を制御する手法として、ロボティクス技術の活用が具現化されつつある。



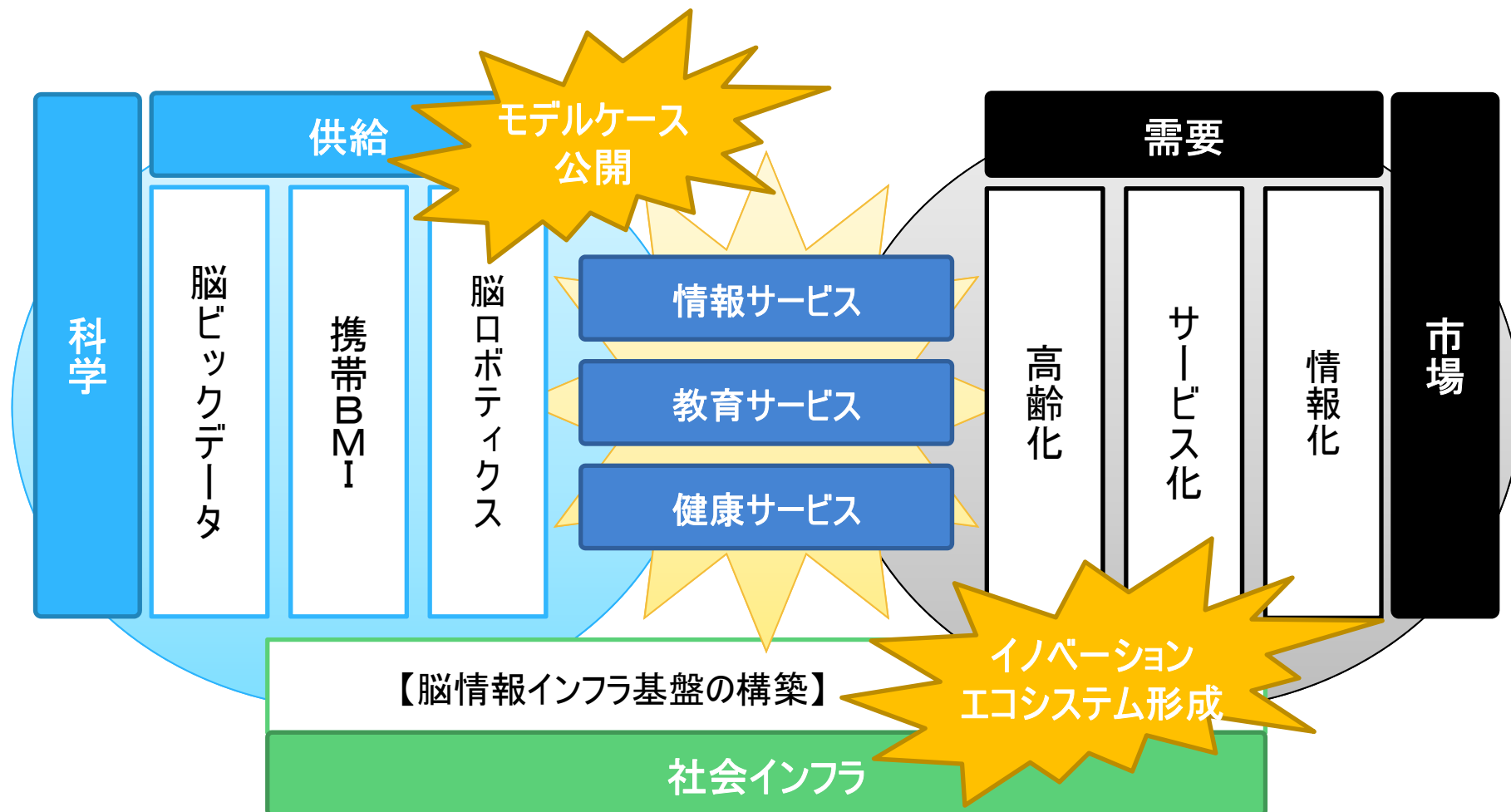
## 【参考】中心となる研究開発課題

高価で大型装置を用いた医療・研究利用か、安価で簡易なおもちゃに限られていた従来技術を、簡便でありながらも可視化と制御を可能にする携帯型BMI(ブレイン・マシン・インターフェース)へと革新させ、民生応用を実現する。



## 【参考】モデルケースの公開とイノベーションエコシステムの形成

高齢化やサービス化、情報化といった脳と心につわる社会課題に対して  
携帯型BMIと脳ビックデータ、脳ロボティクスの研究開発に基づいて、科学と市場の  
インタラクションを通じたモデルケースの公開とイノベーションエコシステムの構築を進める。





# 達成目標

## 達成目標（プログラム終了時の具体的アウトプット）

### 最終目標（PMの責務）

- ①健康・教育・情報サービスに関するモデルケースを公開する
- ②脳情報インフラ基盤によるイノベーションエコシステムの形成を実現する

### 技術目標（統括技術責任者及びグループリーダーの責務）

脳情報利活用について10分の1のコストで10倍の性能を実現

- ①携帯型BMI：BMIを用いたニューロフィードバックを10分の1のコストで実現する
- ②脳ビックデータ：従来に比べ脳情報から解読可能な情報を3倍にする
- ③脳ロボティクス：従来に比べ脳の制御能力について3倍の効果の実現する  
（②及び③を組み合わせることで10倍の性能を実現する）

### サービス目標（PMの責務）

- ①健康・教育・情報サービスについて事業化の道筋を得る
- ②脳情報インフラについて継続的運営を実現する

## 具体的達成目標の実現に向けた戦略・シナリオ

### 組織体制面（P7参照）

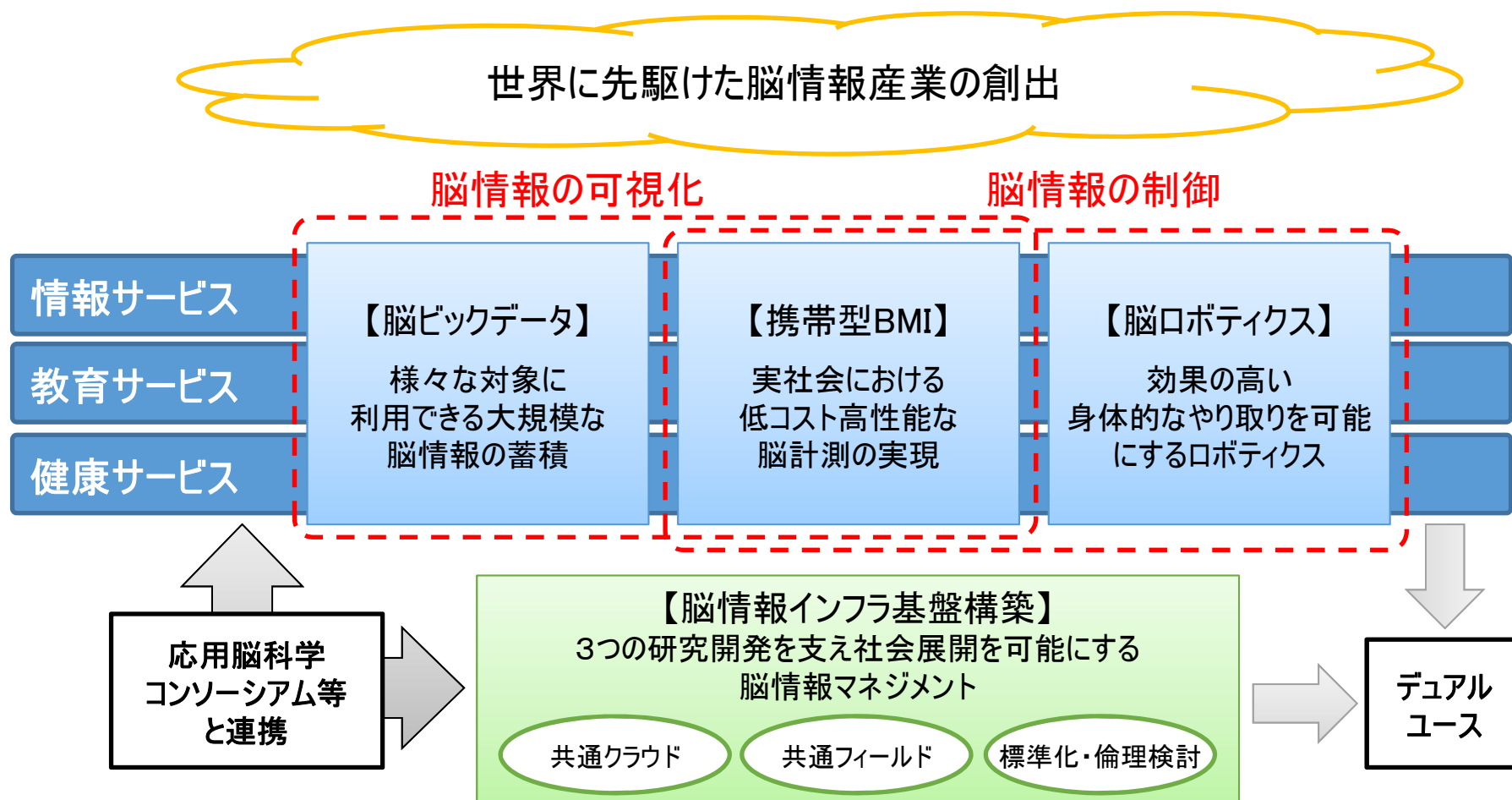
- ・技術とサービスのマトリックスに基づいて9の研究開発グループを設定。
- ・9の研究開発グループを支える脳情報インフラ基盤の構築を外部機関との連携も行い推進。
- ・モデルケース及び脳情報インフラに基づいてデュアルユースの展開を具現化。

### マネジメント面

- ・各研究グループの総予算の中から、約30%はオープン公募を実施し、新たな可能性を広く模索。
- ・1．5年毎にステージゲートを実施し、目標の達成度に応じて最大30%の予算振替し、緊張感を維持。
- ・複数のファイナンススキームを整え、外部からの資金調達により研究開発の加速と社会実装の推進を具現化。

## 【参考】目標達成に向けた組織体制

携帯型BMIを中心に、脳ビックデータ、脳ロボティクスの3つの技術領域に対して、3つのサービス領域（健康・教育・情報）を規定したモジュール型の9の研究開発グループ体制とさらに、それらを支える脳情報インフラ基盤の構築を進める。



# プログラム構想・全体像の明確化

## 戦略・シナリオを克服すべき課題へブレークダウン

初期のモデルケース案を設定（P 8 参照）。

- ①脳をいつまでも若々しく保つ健康サービス：『ヒト型ニューロフィードバック』
- ②おもてなしの心を伝承する教育サービス：『脳-環境ロボティクス制御』
- ③イメージや気持ちも伝える IT サービス：『ブレインウェブインターフェース』

初期モデルケースに基づいて、9 個の研究開発プロジェクト毎に技術目標を設定（P 9 参照）。

- ①携帯型 B M I：機械学習脳情報推定、時空間脳情報解析、高密度脳情報計測
- ②脳ビックデータ：脳アンチエイジング、脳エデュケーション、脳サーチエンジン
- ③脳ロボティクス：運動対話活性化ロボット、情動制御ロボティクス、アンドロイドフィードバック

脳情報インフラ基盤（共通クラウド、共通フィールド、標準化・倫理検討）の取り組み内容と目標設定。

- ①共通クラウド：マルチモーダル・マルチテナント対応の拡張型システムの構築と脳情報 A P I の公開
- ②共通フィールド：様々な形態のトライアルを支える実証実験フィールドの構築とフィールドの解放
- ③標準化・倫理検討：実空間での計測・評価標準や介入・強化等に対する倫理検討とガイドラインの提供

デュアルユースについては、3 つのモデルケースからの展開を随時検証。

- ①健康サービスでは、一般向けと同様のモデルケースをデュアルユースを対象に展開することを想定
- ②教育サービスでは、ビジネス向けを参考にデュアルユース求められる評価・訓練手法の開発を支援
- ③情報サービスでは、デュアルユースならではの応用の可能性について議論を進め新たな開発を支援

## 克服すべき課題目標の達成アプローチ

研究開発の進捗や市場との対話を通じて、モデルケース及び戦略・シナリオは絶えず修正。

（参考：すでに、市場との対話の一環としてシンポジウムを実施、P 1 1, 1 2 参照）

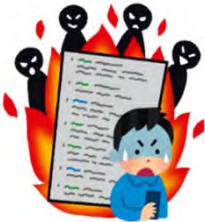
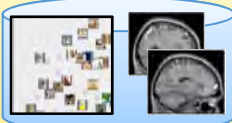
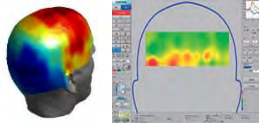
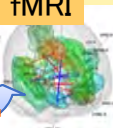
研究開発グループについては、研究成果次第で異なるサービス領域への拡張を推奨。

サービス目標を達成するため外部資金調達のファンディングスキームを検討（P 1 3 参照）。



## 【参考】3つのモデルケース案

健康・教育・情報サービスのモデルケース案は以下の通り。

|        |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                             |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 情報サービス | <p>言葉中心のIT</p>                            | <p>イメージや気持ちも伝える『ブレインウェブインターフェース』</p> <p>イメージの<br/>脳科学的構造化</p>  <p>脳状態計測</p>  <p>アンドロイドフィードバック</p>                                                                                                                                                                                                          | <p>イメージが伝わるIT</p>                        |
| 教育サービス | <p>社会的ストレスの増加</p>                        | <p>おもてなしの心を伝承する『脳-環境ロボティクス制御』</p> <p>実空間社会的ストレス計測</p>  <p>サービスの<br/>プロアマDB</p>  <p>ホルモン検査</p>  <p>環境ロボティクス制御</p>                                                                                                                                                                                          | <p>高い共感力やストレス耐性</p>                     |
| 健康サービス | <p>加齢による脳機能低下</p> <p>仕事から<br/>引退かな</p>  | <p>脳をいつまでも若々しく保つ『ヒト型ニューロフィードバック』</p> <p>簡易認知機能計測</p> <p>NIRS</p>  <p>fMRI</p>  <p>推定</p>  <p>脳の健康DB</p>  <p>高齢者向けロボット</p>  | <p>脳機能の維持・回復</p> <p>まだまだ<br/>働ける！</p>  |

## 【参考】各研究開発プロジェクトの技術目標

9の研究開発プロジェクトの具体的な目標は以下の通り。



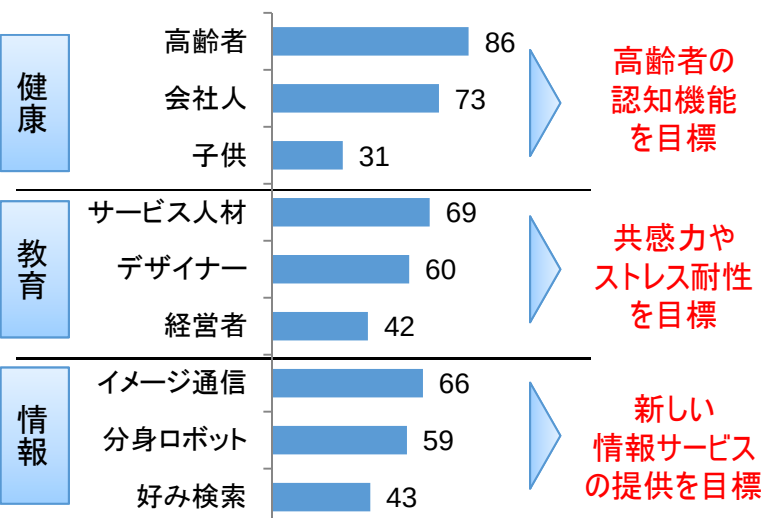
# 【参考】シンポジウム（9月1日）の概要と成果

## 概要

【目的】構想中のプログラム(課題・研究機関候補)を開かれた場で共有・議論する事で具体化を目指す  
 【参加者】83名: 民間企業58社(情報系(10社)電機系(9社)食品系(6社)など)、大学関連10機関  
 【成果】産業界の視点から研究内容及び研究機関候補を評価し、プログラム構想の検証を行えた

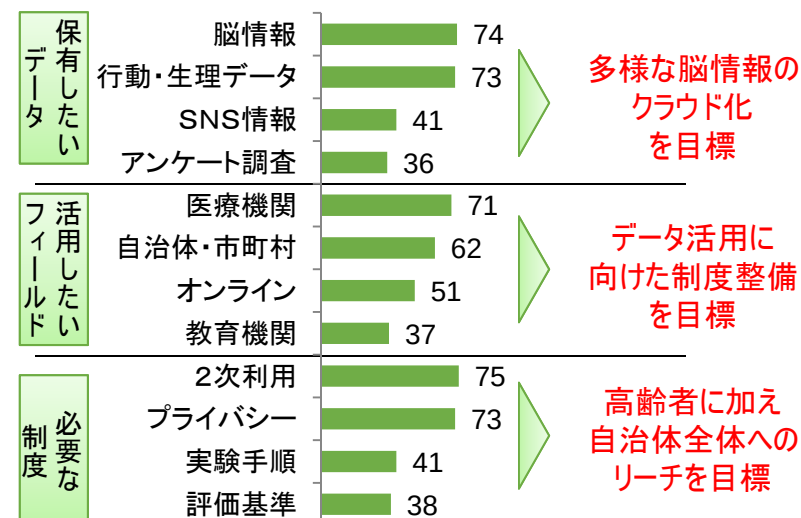
## 脳情報アプリケーション

アプリケーションのターゲットについて(n=106)



## 脳情報インフラ

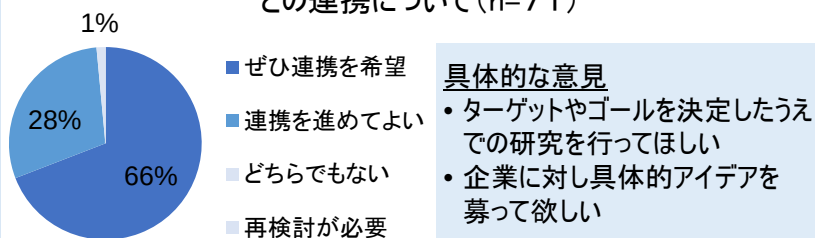
事業上望む脳情報インフラについて(n=106)



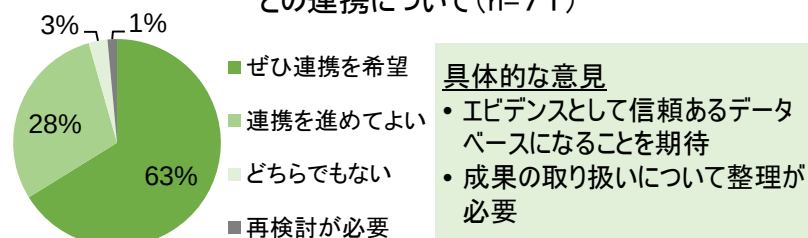
## 事前調査結果と討論内容

## 事後調査結果

本プログラムと研究機関候補(神谷・原・金井)及び応用脳科学コンソーシアム感動共感実験プロジェクトとの連携について(n=71)



本プログラムと研究機関候補(渡辺・中江・依田)及び応用脳科学コンソーシアム快適健康実験プロジェクトとの連携について(n=71)



⇒本格取り組みに向け、10月7日に携帯型BMIと脳ロボティクスに関するシンポジウム実施

## 【参考】シンポジウムの様子

開会挨拶  
河内参事官  
(内閣府)



プログラム構想の紹介



閉会挨拶  
佐々木代表取締役社長  
(NTTデータ経営研究所)



パネルディスカッション1

『脳情報アプリケーションの可能性について』

パネル1 司会  
萩原センター長  
(NTTデータ経営研究所)



神谷室長  
(ATR)



原教授  
(京都大学)



金井CSO  
(アラヤ)



パネルディスカッション2

『脳情報インフラの可能性について』

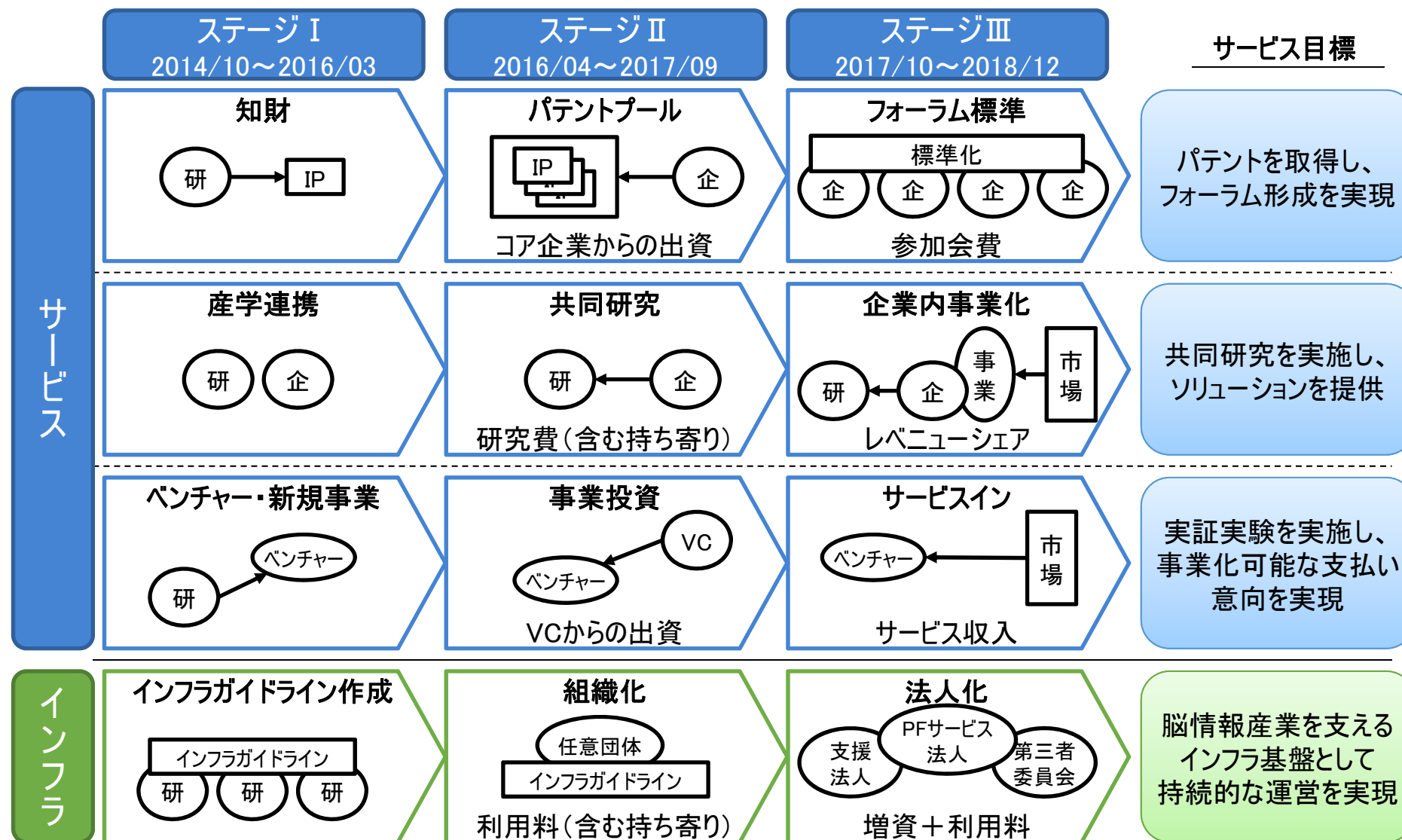
渡辺センター長 中江准教授 依田教授  
(理化学研究所) (大阪大学) (京都大学)





## 【参考】サービス目標を達成するためのファンディングスキーム案

複数のファンディングスキームのステップ及び具体的なサービス目標は以下の通り。

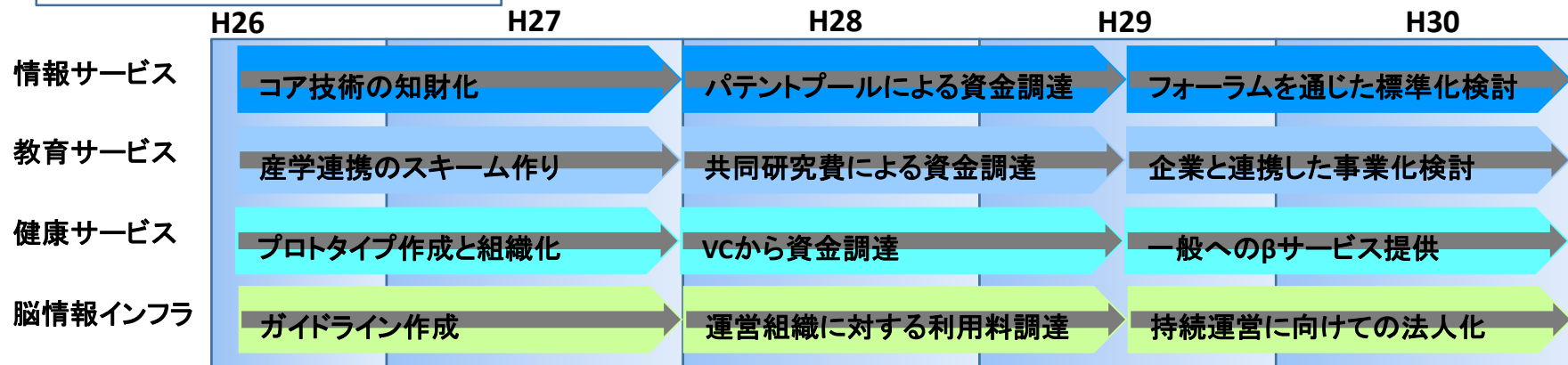




# 研究開発プログラム全体構成



## 各克服すべき課題の実施時期



# 課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方（携帯型BMI）

## 研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

### 携帯型BMI

#### 機械学習脳情報推定

実感の持てる認知機能低下防止を実現するBMI開発

【目標】fMRIの10分の1の費用での認知機能の測定

【要件】NIRSを用いてMRIに匹敵する認知機能の推定及び低下防止が可能であり、サービス化向けの取り組み組織を有すること

#### 時空間脳情報解析

実感の持てる共感力やストレス耐性の強化を実現するBMI開発

【目標】fMRIの10分の1の費用での共感やストレスの測定

【要件】EEG-NIRSによりMRIに匹敵する共感やストレスの解析及び強化が可能であり、サービス化に向けての取り組み組織を有すること

#### 高密度脳情報計測

実感の持てるモード推定を実現するBMI開発

【目標】rsMRIの10分の1の費用での認知機能の測定

【要件】NIRSを用いてMRIに匹敵する認知機能の推定及び低下防止が可能であり、サービス化向けの取り組み組織を有すること

## 選定に至る考え方・理由

### 統括技術責任者:ATR川人

#### ◆非公募指名:ATR今水

ATRは世界に先駆け健常者の認知機能低下防止を実現するニューロフィードバックの基礎技術開発に成功している。また、当該機関は高度な機械学習を用いた脳情報の解析技術に関する特許を保有しており、その技術を基にする事で他社には真似のできない、fMRIと同等の認知機能の測定をNIRSで実現する事が可能である。以上の事から機械学習脳情報推定の開発を行う最適な機関として指定を行う。

#### ◆非公募指名:ATR須山・川鍋

ATRは実験環境ではなく、日常生活環境にてセンサデータのリアルタイム収集及び複数台の小型EEG-NIRS(無線データ送信)を活用したBMI研究が可能な施設(BMIハウス)を保有している唯一の機関である。これらの施設を活用することで、効率的に実環境でのコミュニケーションなどにおける脳情報を取得解析が可能であり、本課題の開発を行う最適な機関として指定を行う。

#### ◆非公募指名:ATR山下・佐藤

ATRは高精度の脳の電流源定位が可能な階層変分ベイズ推定(VBMEG)のアルゴリズム開発を実現している。また、NIRSにおける光伝播シミュレーションをヒト実験を通じてすでに行っており、これらの研究資源を活用する事で、他の研究機関より効率的にDOTを用いた安静時の脳活動計測が可能である。このことから、高密度脳情報計測の開発を行う最適な機関として指定を行う。

◆公募:上記のプロトタイプを多様なシーン・対象で実証するプロジェクトを募る

# 課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方（脳ビッグデータ）

## 研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

### 脳ビッグデータ

#### 脳アンチエイジング

多くの脳ドック検診項目をカバーできる脳ビッグデータ解析  
【目標】1つの脳情報から3以上の脳の健康指標を解読（現状の脳の動脈評価に加え、ストレスや認知機能进行评估）  
【要件】多様な脳画像解析手法を提供できるWebサービスの開発が可能であり、出資を受けることができる法人を有すること

#### 脳エデュケーション

様々なサービスシーンをカバーできる脳ビッグデータ解析  
【目標】1つの脳情報から3以上の脳の暗黙知指標を解読（現状の脳年齢に加え、共感力やストレス耐性などを評価）  
【要件】類型化されたサービスシーンでの実証実験が可能であり、異業種の企業との共同研究が可能なネットワークを有すること

#### 脳サーチエンジン

広くオンラインサービスをカバーできる脳ビッグデータ解析  
【目標】1つの画像に対する3以上の無意識評価を解読（現状の画像類似度に加えて、言語タグや感情タグを実装）  
【要件】汎用的かつ拡張的なオンラインシステムの構築が可能であり、フォーラム標準化に向けての取り組み組織を有すること

## 選定に至る考え方・理由

### 統括技術責任者：ATR神谷

◆非公募指名：アラヤ金井／順天青木／京大村井／島根山口／岩手佐々木  
アラヤは脳ドックで撮像される脳構造情報を基にヒトの性格や特性を定量化する脳情報データベースと解析技術（VBM）に関する特許を保有している。またその技術を用いたwebサービスも開発しており、事業化に向けた能力はVCからも評価され出資を検討をされている。加えて、脳ドックを出口として進めるため医療機関も含めた研究チームを組成する事で本課題の効率的な遂行が可能であり指定を行う。

◆非公募指名：京大原・田中・阿部／東大岡ノ谷／生理研井本  
京大はサービスエスノグラフィーの研究知見に優れており、一般的な対人サービスに加え鮎や華道等の伝統サービスまで連携した研究を行っている。それらを活かし脳科学的に解読するための民間企業との共同研究実績も有している。加えて、内発的動機付けや感性などの脳情報データベース化を進める東大や生理研も含めた研究チームを組成する事で本課題の効率的な遂行が可能であり指定を行う。

◆非公募指名：ATR神谷／東大原田  
ATRは世界に先駆けてデコーディング技術を開発し「ブレイン・デコーディング」や「マインド・リーディング」と呼ばれる新たな研究分野を生み出すと共に異業種の民間企業とのデザイン評価も行っている。加えて、世界的な物体認識コンペにおいて上位の成績をおさめた日本を代表するコンピュータ・ビジョン研究チームを率いる東大とのチームを組成する事で本課題の効率的な遂行が可能であり指定を行う。

◆公募：上記の取り組みを起点に新たな介入・教育・検索プログラムの開発を広く募集する

9月1日実施のシンポジウムの結果では、上記の機関のImPACT参画について、6割が積極的に参画を希望、3割が参画を進めてよいとの意見が聞かれており選定の妥当性が検証されている

# 課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方（脳ロボティクス）

## 研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

### 脳ロボティクス

#### 運動対話活性化ロボット

高齢者の認知機能向上を促進するロボット開発

【目標】ロボット無しに比べ高齢者への運動対話活性化効果を飛躍的に高める

【要件】脳機能低下の改善をもたらすヒト型ロボット開発と実証実験が可能であり、製品化に向けての取り組み組織を有すること

#### 情動制御ロボティクス

ビジネスパーソン専門能力取得を促進するロボティクス制御

【目標】制御無しに比べサービスに関する専門学習の効果を飛躍的に高める

【要件】利用者の情動を誘導する多様なロボティクス開発と実証実験が可能であり、製品化に向けての取り組み組織を有すること

#### アンドロイドフィードバック

機械を脳活動により思い通りに動かせるようになるアンドロイドの開発

【目標】非アンドロイドに比べ脳の制御能力の向上効果を飛躍的に高める

【要件】利用者の脳の制御能力を拡張するアンドロイドの開発との実証実験が可能であり、製品化に向けての取り組み組織を有すること

## 選定に至る考え方・理由

### 統括技術責任者：阪大石黒

#### ◆非公募指名：NICT山本／ATR森本・山崎

NICTとATRは外骨格型BMIロボットの開発を世界にさきがけて取り組んでおり、実環境において脳の情報に基づいて制御可能な運動能力を活性化するロボットの開発が可能となる。また、ATRは高齢者の活力を高める対話型ロボット（テレノイド）の開発に成功しており、さらに海外での実証実験の実施経験がある。加えて、このことから、本課題の効率的な遂行が可能であり指定を行う。

#### ◆非公募指名：ATR住岡／阪大中江

ATRは幼児や学生の学習を支援するロボット（ハグビー）の開発に成功しており、さらに行動モニタリングによる環境制御に関する技術を多数有している。加えて、情動評価に欠かせないホルモンによる製品評価の実績を持つ阪大医学部と連携して異業種民間企業と進めてきた実績を保有している。このことから、本課題の効率的な遂行が可能であり指定を行う。

#### ◆非公募指名：ATR西尾／阪大平田／NICT鈴木

ATRは脳活動でアンドロイドを操作した時の脳の制御能力強化を実証しており、その取り組みを情動制御にまで拡張させている。加えて、ロボットアームのリアルタイム制御に成功した阪大医学部や複数アームのデバイス開発が可能なNICTと研究チームを組成する事で本課題の効率的な遂行が可能であり指定を行う。

◆公募：上記のプロトタイプを多様なシーン・対象で実証するプロジェクトを募る

# 課題の達成アプローチに応じた実施機関の考え方（脳情報インフラ基盤）

## 研究開発機関選定に際して重要視するポイント等

### 脳情報インフラ

#### 共通クラウド

【目的】大規模な脳情報の蓄積、連携を実現するインフラ基盤

【要件】マルチモーダルな脳情報に加え生体データなど関連情報を蓄積する基盤を持ち、持続的に運用可能な組織を有すること

#### 共通フィールド

【目的】研究成果を実生活空間にて検証を行うインフラ基盤

【要件】自治体や関連団体と連携し大規模なフィールド実証の実現が可能であり、それを持続的に運用可能な組織を有すること

#### 標準化・倫理検討

【目的】多様な脳情報の利用を制度面から支えるインフラ基盤

【要件】脳情報利活用の標準化、倫理検討を支える組織スキームの実現が可能であり、持続的に運用可能な組織を有すること

## 選定に至る考え方・理由

### PM直轄

◆非公募指名：理研渡辺・水野／島根大小林／岩手医大佐々木  
理研ではMRIを中心としたマルチモーダルイメージングに加えてバイタルデータも含めた、高度融合画像解析の構築を進めているとともに、それと連携したサービス提供や産学の製品開発を実施している。加えて、脳ドック学会を取纏める島根大や脳画像の変換及び蓄積のシステム構築実績のある岩手大との研究チームを組成する事で本課題の効率的な遂行が可能であり指定を行う。

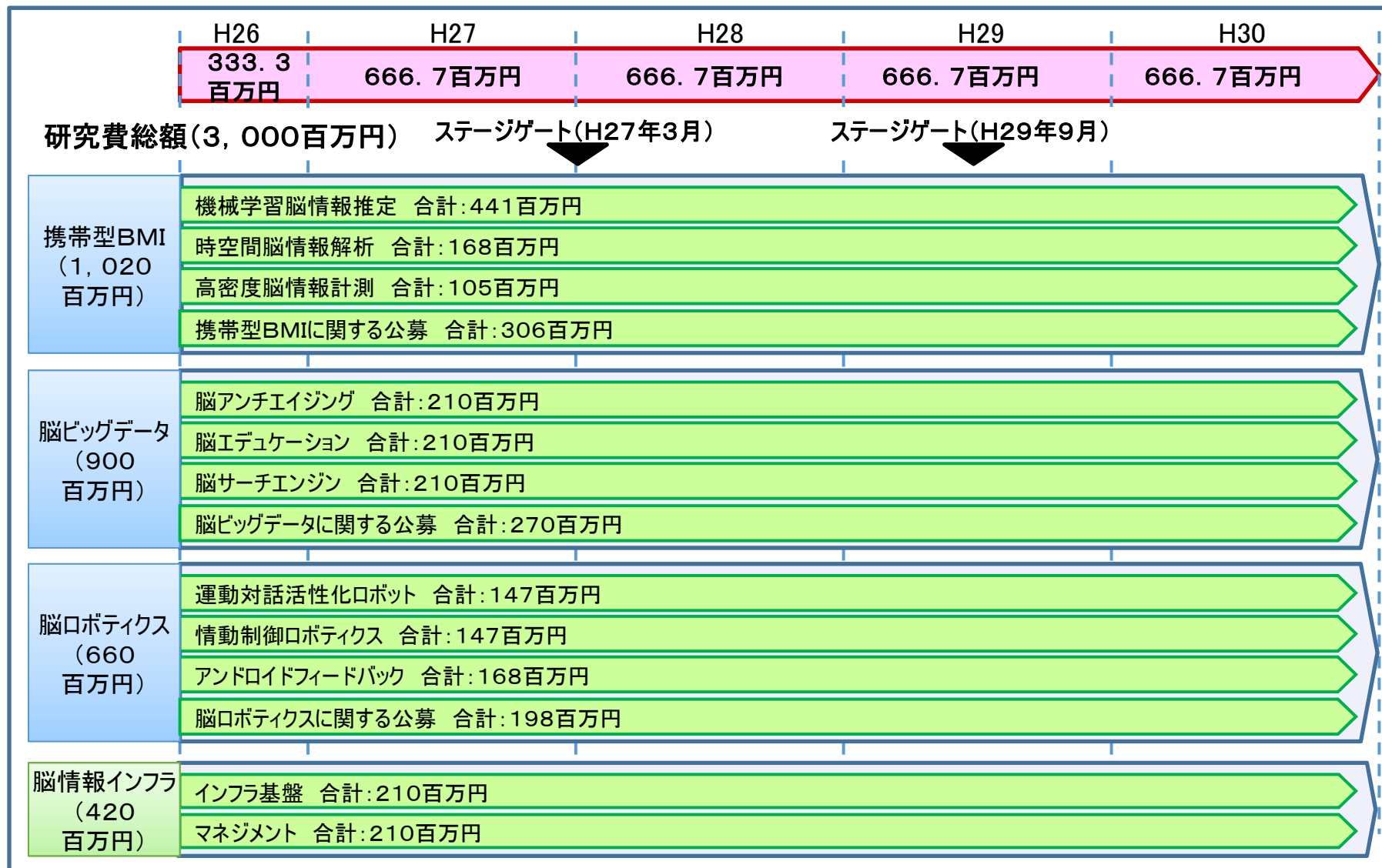
◆非公募指名：京大依田・後藤・富塚／高知工科大（検診ク）朴  
京大は京都府と連携しけいはんな地区での大規模実証フィールドの構築を進めるとともに、社会実装を目的とした産学連携の取組みをより健康経済算定の実証研究やサービス開発に取り組んでいる。加えて、国内上位の脳ドック検診者数を誇り、フィールド実証研究の取組み経験を有する高知検診クリニックとの研究チームを組成する事で本課題の効率的な遂行が可能であり指定を行う。

◆非公募指名：阪大中江／ATR西尾／九大寺本  
阪大は産学連携活動の中で製品やサービスの快適性を倫理指針にのっとり標準的に検査・評価する取り組みを進めてきた。加えて、ネットワークロボットに関する国際標準化に向けた活動実績のあるATRと第三者委員会を活用した倫理対策の組織スキーム構想を保有する九大との研究チームを組成する事で本課題の効率的な遂行が可能であり指定を行う。

9月1日実施のシンポジウムの結果では、上記の機関のImPACT参画について、6割が積極的に参画を希望、3割が参画を進めてよいとの意見が聞かれており選定の妥当性が検証されている



# 研究開発プログラム予算（予定）



⇒各研究グループの総予算の中から、約30%はオープン公募とする  
⇒1.5年毎にステージゲートを実施し、最大30%の予算振替を実施する

## 【参考】研究開発プログラムの体制案

