

# 脳情報の可視化と制御による 活力溢れる生活の実現 ～人生100年時代の脳の健康を目指して～

山川義徳

一般社団法人ブレインインパクト 理事長

(元内閣府 革新的研究開発推進プログラム(ImPACT) 山川プログラム プログラムマネージャー)

東京工業大学 科学技術創成研究院 バイオインターフェース研究ユニット 特定教授

京都大学 産官学連携本部 産業創出学共同研究部門 客員教授

神戸大学 学術研究推進機構 学術・産業イノベーション創造本部 客員教授

株式会社NTTデータ経営研究所 情報未来イノベーション本部 先端技術戦略ユニット シニアマネージャー

# 世界の研究開発トレンドを踏まえた脳と心を支える第三の道

脳・精神疾患による社会的・経済的損失は  
国内約1千万人、約21兆円、世界約5億人、約430兆円

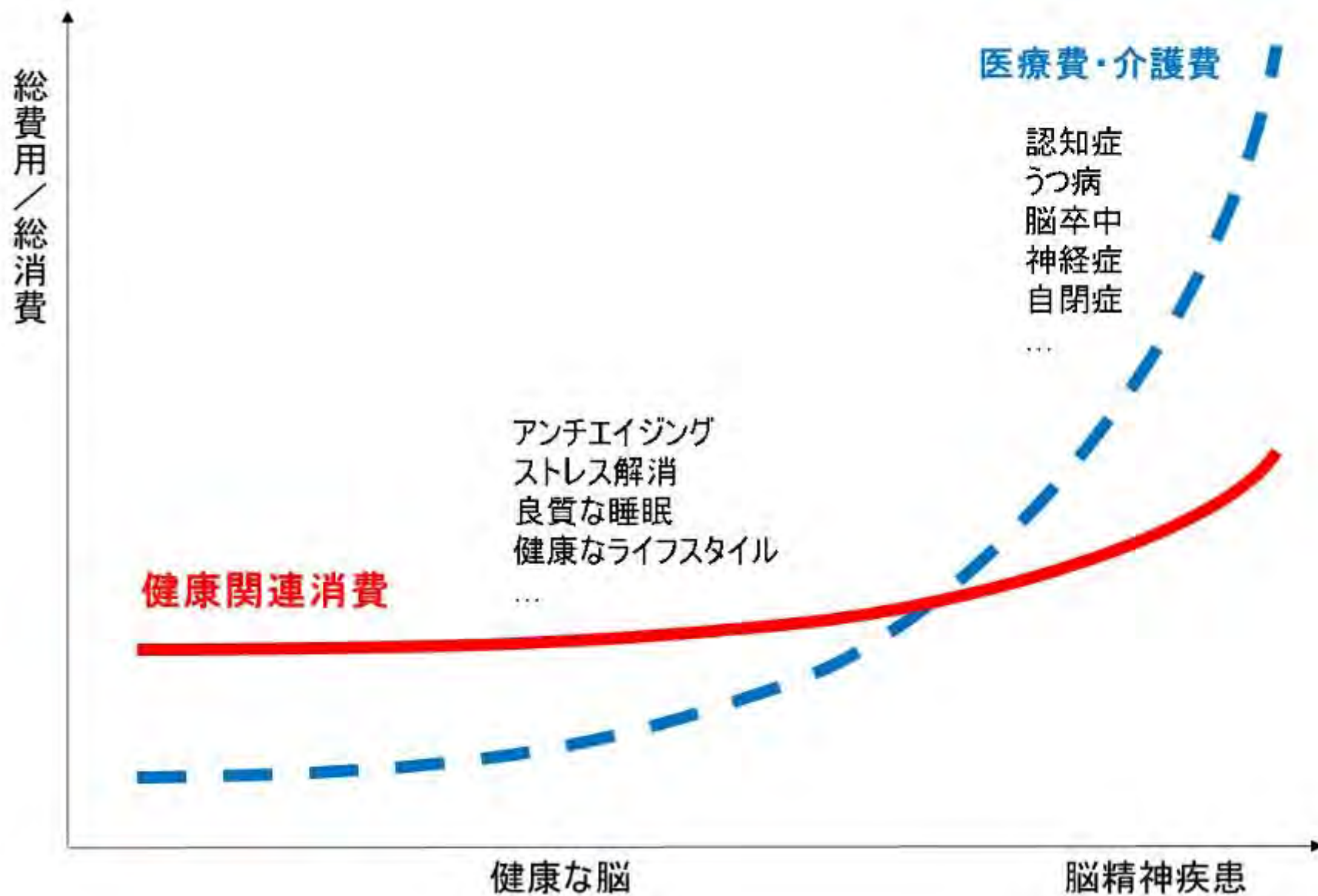
【日本】	脳卒中	うつ病	認知症	【世界】	脳卒中	うつ病	認知症
有病者数	約280万人	約290万人	約440万人	有病者数	約1.4億人	約3.5億人	約3,500万人
社会コスト	約4.2兆円	約3兆円	約14兆円	社会コスト	約210兆円	約160兆円	約60兆円

【グローバルトレンド①】  
脳疾患を治すこと目指した脳研究

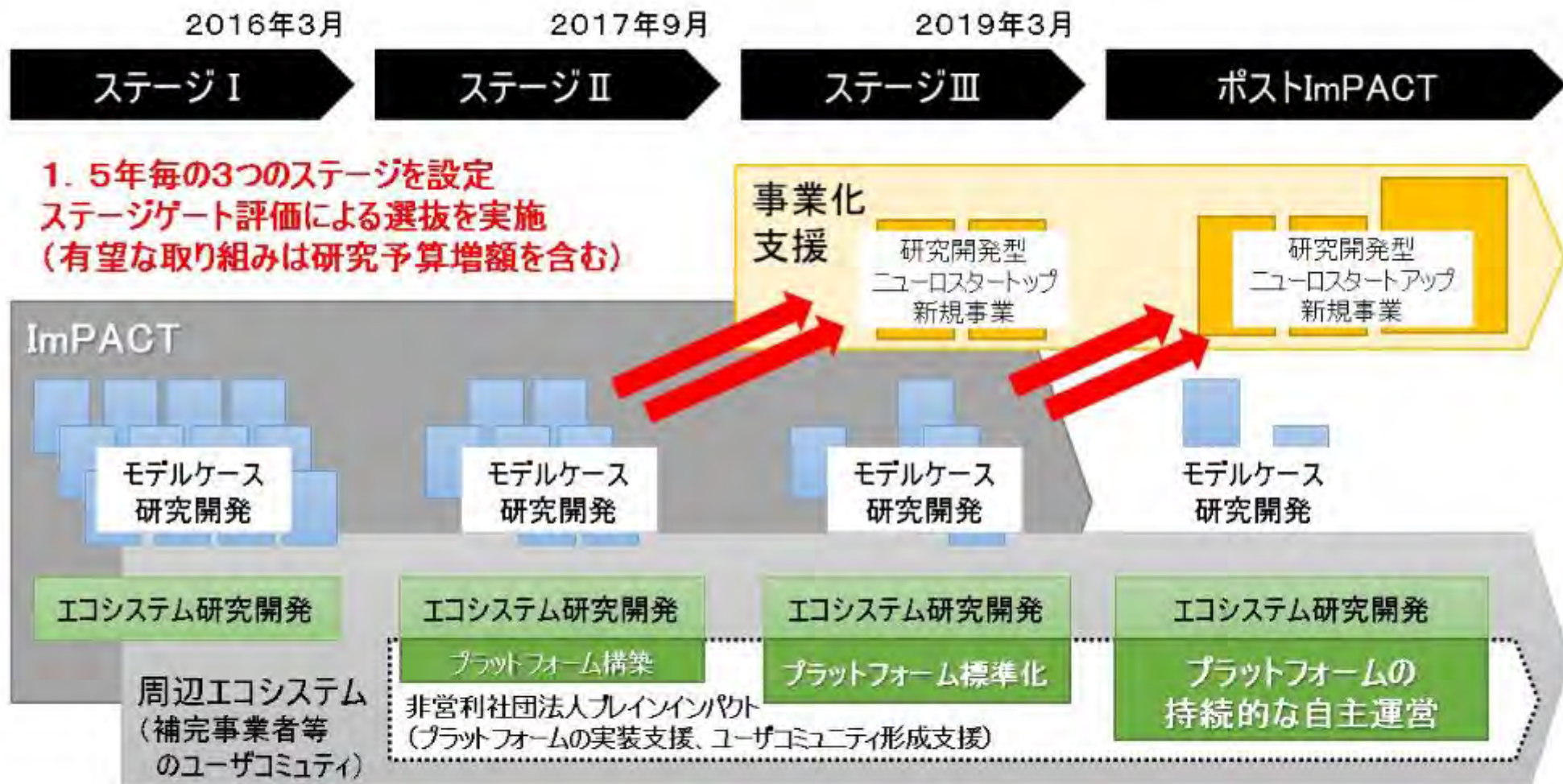
【グローバルトレンド②】  
失われた脳機能を補うIT開発

個々の脳の健康維持・増進を  
目指した脳情報の研究開発

# 新しいパラダイム: 脳の疾患治療から健康増進へ



# マネジメントスキーム（含むポストImPACT）



**研究予算は、ステージ2では3分の1、ステージ3では2分の1を外部資金・リソースで充当**

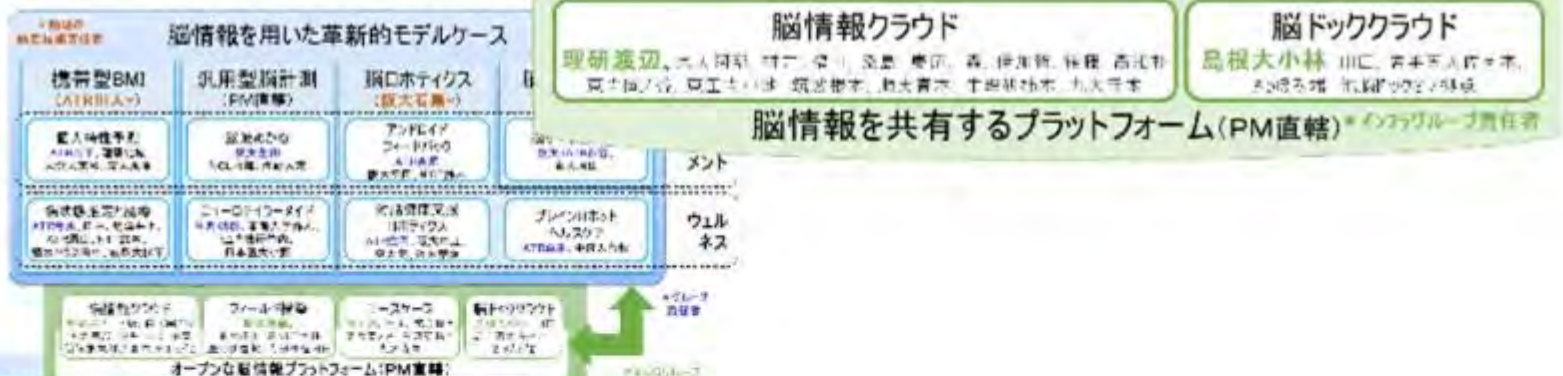
# ステージ 1 ~ 3 への研究開発体制の変遷

【ステージ 3】 4 カテゴリー 7 グループ

モデルケース研究開発は、  
協働と競争の中でロールモデルを選抜



【ステージ 2】  
9 カテゴリー 12 グループ



【ステージ 1】  
10 カテゴリー  
26 グループ

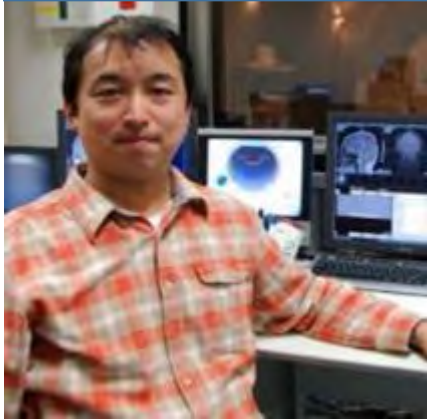


エコシステム研究開発は、  
領域を絞りつつも、すそ野の拡大に注力

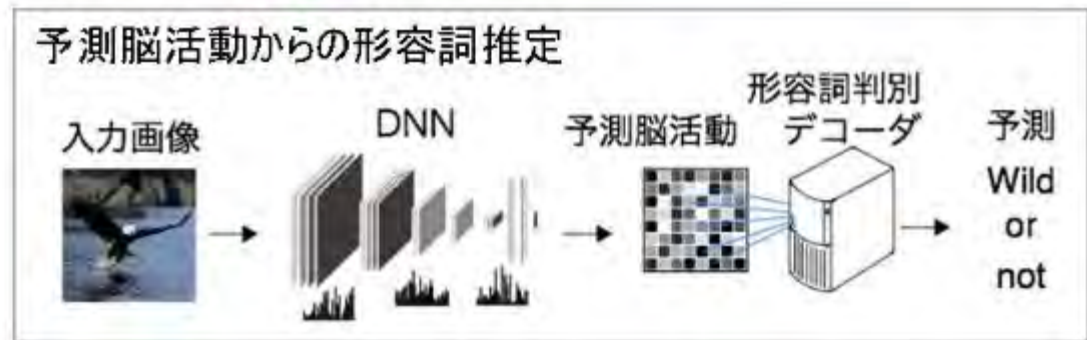
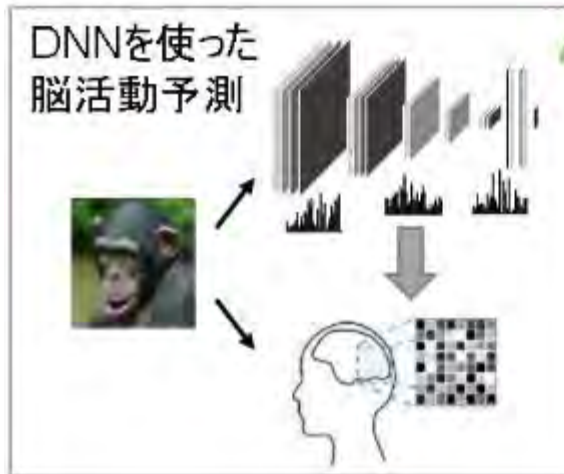
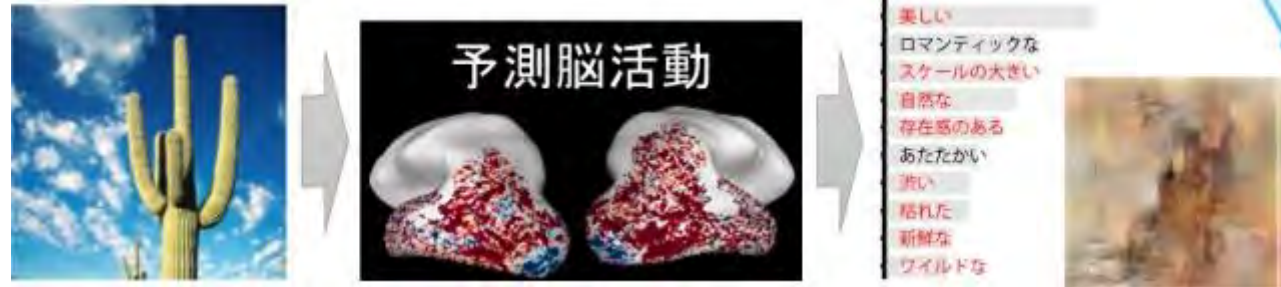
# ブレインロイドによる心に響くコンテンツの検索



京都大学神谷教授



『脳を見える化する』



アート領域に展開し、新たな価値を創出

# ニューロフィードバックによる認知機能の低下防止

ATR川人所長



スタートアップを創業し、現在活動を拡大中  
(製薬、ICT、医療機器メーカーと共同研究進行中)

Yamashita et al. *Scientific Reports* (2015),  
Megumi F et al. *Frontiers in Human Neuroscience* (2015),  
Koizumi et al. *Nature Human Behaviour* (2016)

# 【補足】ニューロスタートアップの現状①：新たな診断・治療の提供

## 脳回路の計測に基づく、精神疾患の診断から治療へ（株式会社XNef\*）

XNefの事業目的

症候に基づく診断から  
fMRI画像での新規な診断へ

精神疾患薬の  
創薬支援技術

診断に基づく革新的治療法  
（個別化治療技術）

\* ) XNef

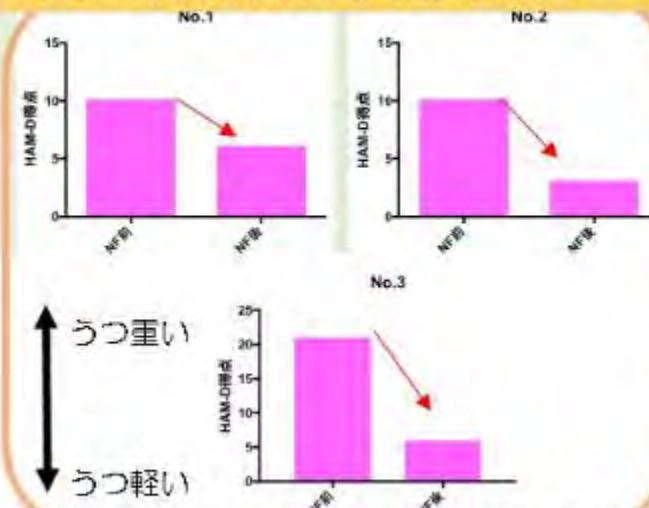
### 革新的治療法の開発： 脳機能結合ニューロフィードバック（FCNef）



MR I 装置による

- 脳機能結合の計測  
+
- 計測結果のリアルタイムでの被験者へのフィードバック

ニューロフィードバック前後でのうつ病臨床評価尺度の変化



• 効果量は、抗うつ薬、TMS、ECTなどの他の治療方法に比べても大きい。

A T R 脳情報通信総合研究所所長 川人他 5 名で 2 0 1 7 年に創業したスタートアップ  
2 0 1 9 年に、1 . 8 億円の増資を実施。 資本金（資本剰余金を含む）：2 億円



# 【補足】ニューロスタートアップの現状②：個別化医療の社会実装

## 10年後に精神疾患の「個別化医療」を（株式会社XNef）

診断技術および患者層別化技術の実用化

脳回路マーカのうつ病診断システム

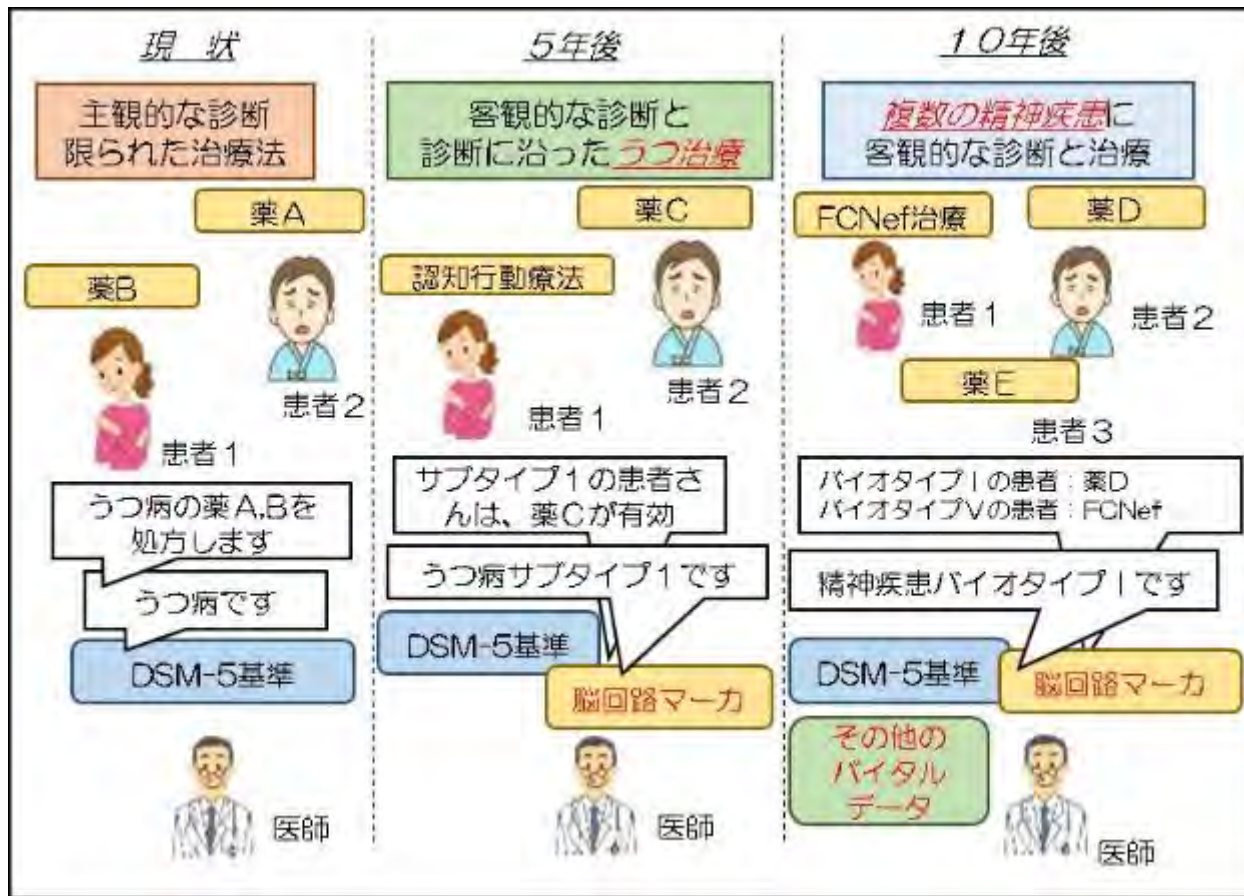
2020年度中にPMDA承認（予定）

ネットワーク経由のうつ診断補助サービス

2020年度でのPMDA承認後直ちに

実用化に向けた企業間協力

国内の製薬メーカー、ICT企業、医療機器メーカーと共同研究進行中

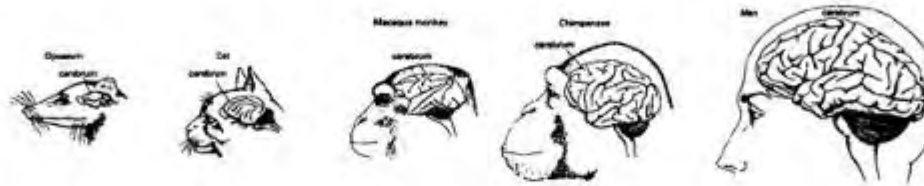


# アンドロイドによる新たな脳機能の獲得

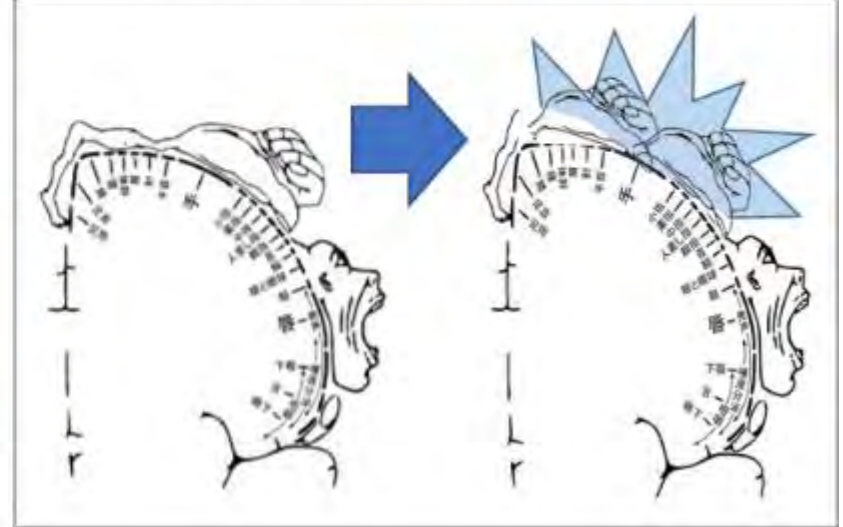
大阪大学石黒教授



『脳をさらに進化させる』



追加肢によるマルチタスク能力の向上



社会実装に向けた、研究開発を継続中

# 脳科学から健康な脳へ向けたエコシステム作り

最先端科学に基づく技術開発を通じた  
新商品開発型のイノベーション

オープンプラットフォームによる  
イノベーションエコシステム

脳科学

ブレインロイド  
(京大神谷教授)



携帯型BMI  
(ATR川人所長)



脳ロボティクス  
(阪大石黒教授)



脳情報  
プラットフォーム  
(PM直轄)



健康な脳

# 脳ドック拠点との連携による脳情報のシェアリングインフラの構築

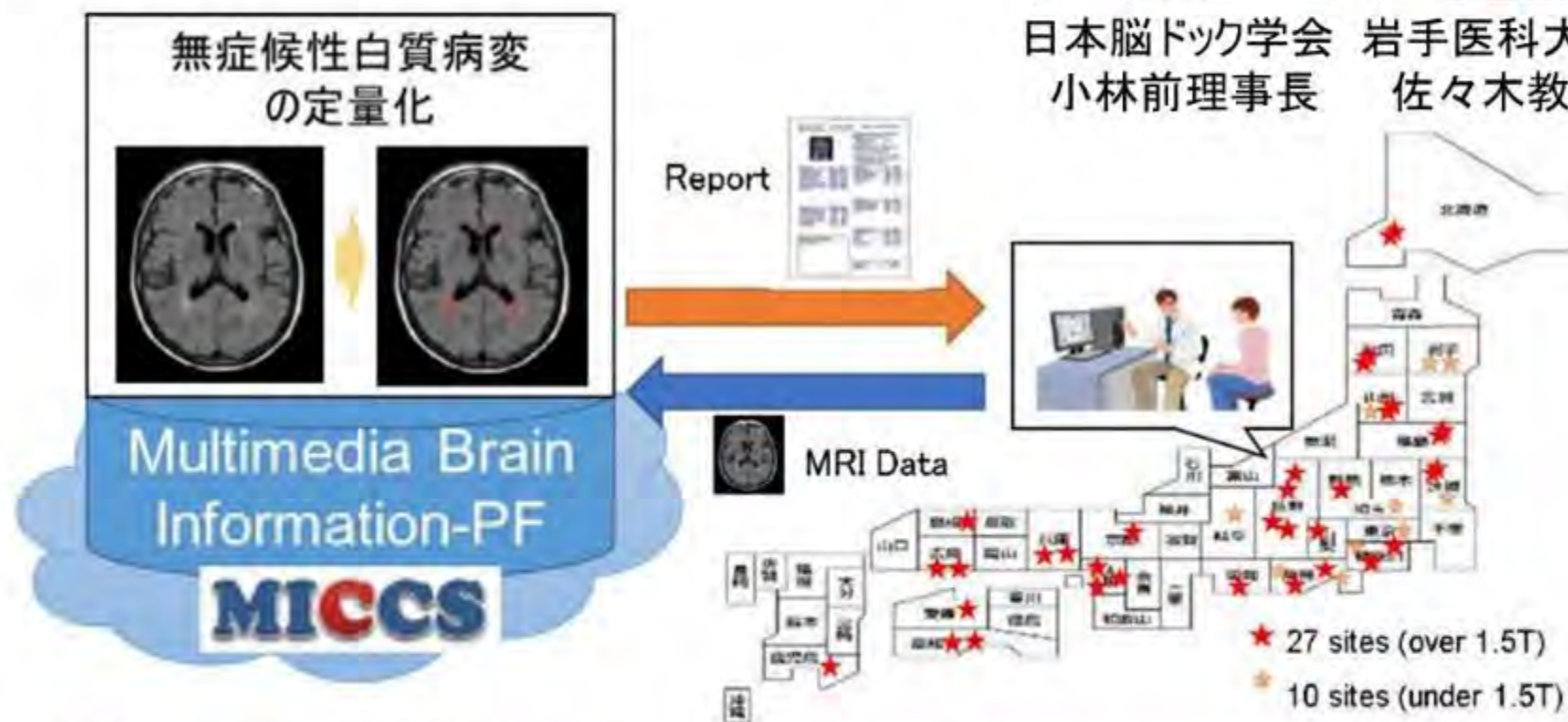
- 脳ドックの過去の構造MRIデータの分析  
(合計約11,000人の白質病変変化)
- 脳ドック向けのサンプルレポートシステムの作成
- 脳ドック連携拠点の構築



日本脳ドック学会  
小林前理事長



岩手医科大学  
佐々木教授

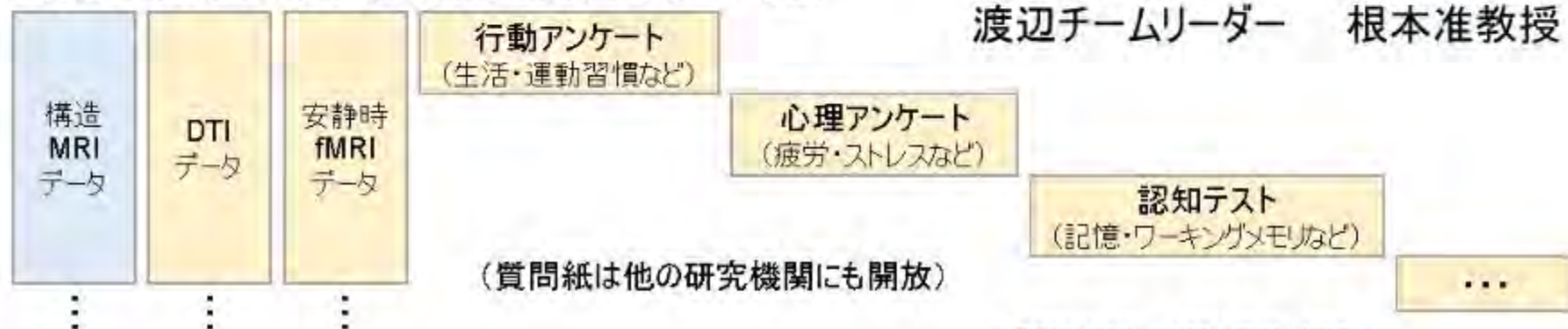


Park K et al., *J Clin Med.* 2019;8(11):1823. (2019)

⇒実運用に向けた拠点との連携を推進

# 脳情報へのアクセサビリティの向上

- 非専門家への高度撮像が可能なMRIの提供
  - 撮像拠点: 理研、京大、東大、東工大
  - 共通シーケンスの策定、共通倫理ガイドラインの策定
  - 多様な蓄積データ: 合計約3,000人  
(構造MRIに加えてDTIや安静時fMRI、アンケートなど)



理科学研究所  
渡辺チームリーダー



筑波大学  
根本准教授

- 異分野研究者や異業種民間企業との連携
  - 連携分野: 建築学、経営学、美学など
  - 連携業種: 27社(食品、日用品、香料など)
- 脳の健康管理指標BHQのプロトタイプ作成
  - 研究実績の多い解析法であるVBM及びDTIを使って2つのBHQを策定しエビデンスを強化

Nemoto K et al., PLoS ONE12(10): e0187137. (2017)

## 【脳の健康管理指標】

"IQ:知能指数"  
平均100、SD15、70~130に95%



"血液検査"  
HDL, LDL  
RBC, WBC  
etc



⇒ 継続してBHQ関連データを蓄積

# 脳情報共有と指標の国際標準化

慶応大学 川森教授  
(Q28ラポーター)

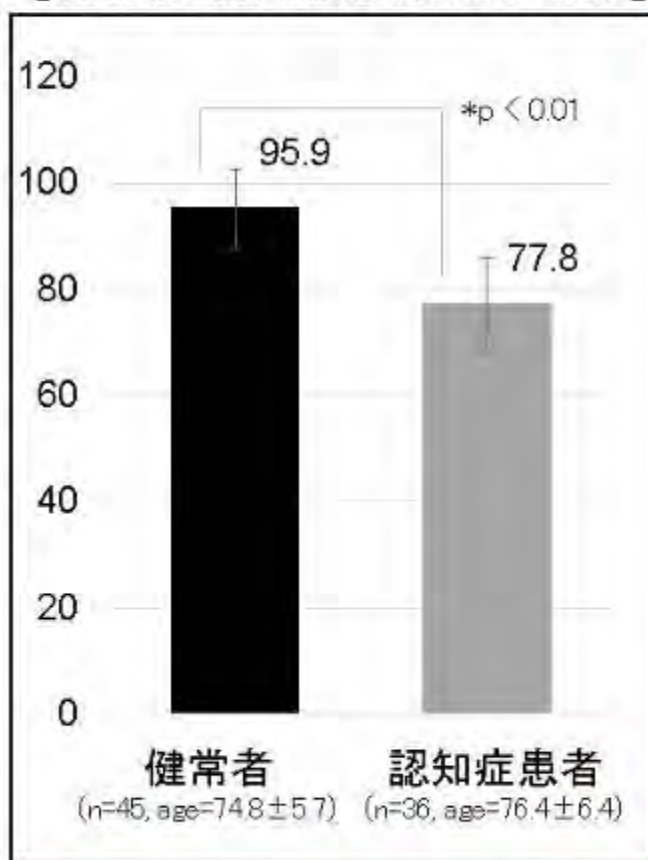
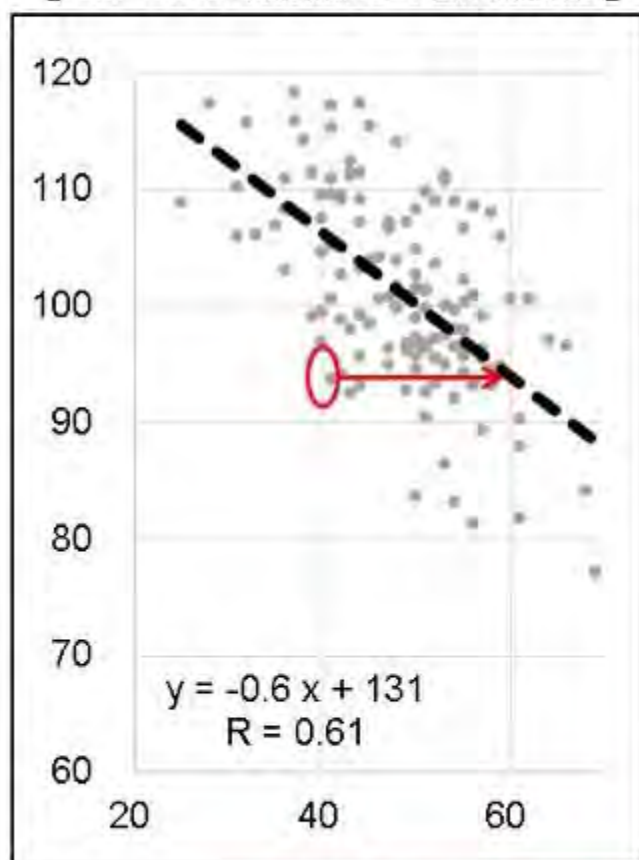


- 脳の健康管理指標BHQの国際標準化(H.861)
  - BHQは年齢によって低下し(年0.6Pt)、年齢より脳が老けている人もいる
  - 概ね同じ年齢の健常者のBHQに比べて、認知症患者のBHQは有意に低い
  - ITU-TがWHOと連携したeHealth領域での議論を経て、2018年3月承認

【GM-BHQ(縦軸)と年齢(横軸)】

【健常者と認知症患者のGM-BHQ】

【国際標準のITU-T勧告】



⇒スタートアップを創業し、脳ドックや脳情報クラウドと連携してBHQの展開を拡大

# 【補足】ニューロスタートアップの現状①：スマートBHQドックの提供

MRI拠点や自治体と連携し、  
脳ドックにおいて医師と検診者の豊かなコミュニケーションを支援

## 現在の脳ドック



検査報告書  
科目：検査  
44歳 女性

『所見なし』

『年相応ですね！』

## スマートBHQドック

『個人個人の脳の状態（BHQ）を表示』

### ①BHQビューワー

GM-BHQ: 96  
(45歳の参考値: 103)

脳の灰白質と呼ばれる領域の大きさ(容積)を指標化しています

脳の図の色が高いほど脳が  
良い状態であることを示しています



●認知制御関連領域  
目標の設定や最適な行動を  
選択する能力と関連

92

●社会性関連領域  
自己の内面を通じて他者を  
理解する能力と関連

103

●モニタリング関連領域  
周囲の状況変化を察知する  
能力と関連

99

『自動解析を通じて  
レポートをサポート』

②BHQレポート  
「BHQの値は96です」  
「同年齢に比べ7ポイント低い  
です。7ポイントは換算すると  
12歳分です」

# 【補足】ニューロスタートアップの現状②：BHQコンソーシアム

2019年5月から活動開始、2020年2月現在、異業種民間企業40社が参画

<p><b>【健康経営・人材育成系】</b></p>     	<p><b>【運動・フィットネス系】</b></p>    	<p><b>【金融系】</b></p>   
<p><b>【食品系】</b></p>       	<p><b>【住宅・建築系】</b></p>        	<p><b>【日用品系】</b></p>    
<p><b>【脳・認知系】</b></p>       		



# ImPACTの成果と課題～産学官連携のスパイラルアップに向けて～

## 【学】日本での革新的成果に基づく新市場形成

【可能性】産業化を目指して多くの研究者が集まり相互に学びあったため、基礎的成果だけでなく**応用に繋がる目覚ましい成果**が生まれた

【課題】新市場がまだ未成熟のため、革新的な成果が新市場へ導入される代わりに**既存市場へ活用**されることになっている

## 【産】日本発の新産業形成を通じた社会変革

【可能性】多様な民間企業が一堂に会するコンソーシアムを形成できたため、単独では難しい**新産業形成への組織化と標準化**が実現できた

【課題】企業による研究投資は、日本から世界に発信できる新市場形成を継続することに比べ**世界が進める新市場への追隨**に力点に戻る

## 【官】日本の産官学が力を合わせた社会変革を実現する新市場形成

【可能性】国が社会的インパクトを目指した研究開発をリードしたため多くの大学や企業が**革新的な研究開発と新たな産業形成**に取り組んだ

【課題】革新的な政策であったために、他の政策に見られるような周辺の政策連続性が限定的であり、**自力での創業や社会実装**になっている

- ⇒ 次の革新的成果を目指すことに加えて、革新的成果の芽を育てる政策も必要と考える
- 例) 革新的な成果を新市場に展開する際の研究開発投資の拡充(川人先生の成果など)
  - 例) 新市場形成を進める組織への国家目標の設定(BHQを6Pt、10年分若返らせるなど)

