配布版



Trusted Global Innovator

MATLAB EXPO 2018 A1(13:30-14:10)

脳情報通信技術の理論と実践

~未来を切り拓く多様で多次元な「人間」に関わるアナリティクス

2018年10月30日 株式会社NTTデータ経営研究所 ニューロイノベーションユニット シニアマネージャー 茨木拓也

- ✓ 基礎神経科学の世界から社会に有益なシーズを発掘する
- ✓ 実社会・事業上で脳科学が貢献可能な課題ニーズを発掘する
- ✓ 産学連携の体制構築から 研究支援まで行う
- ✓ 脳科学に関連した事業開発をOから行う(またはお手伝いする)

+我が国の産業競争力に有益と思われる、最新の脳科学とその 応用状況に関して積極的に社会発信をすることにより、

1社でも多くの企業に脳科学関連の事業開発・展開の可能性を検討いただく

## 「応用脳科学」とは 日進月歩の「脳科学」の知見・技術を、実ビジネスに展開⇒応用脳科学

「基礎神経科学」・「心理学」・「認知科学」・「行動科学」、人間の脳・心・行動に関わる幅 広い科学分野を実世界に応用する分野を「応用脳科学」と位置づけ、活動中。

### 研究開発

- ・脳のメカニズムに基づいた製品設計・開発・評価
- ・ 脳・行動特性に基づいたサービス開発

脳の知見と技術を 実ビジネスに利用

応用脳科学

### Neuro Marketing / Consumer Neuro Science

### マーケティング

- 広告などマーケティングコミュニケーションの最適化
- ・消費者の購買現場(小売店頭)の設計・改善
- 価格設定 / 需要予測

## 医療・ヘルスケア

認知症予防・気分障害(うつ)・精神神 経疾患等の診断と治療・リハビリ・機能回 復·機能代替(BMI)

視覚

体性感覚

分子

聴覚

意思決定

味覚

運動

情動

計算論 社会性

### 人工知能

- 多層ニューラルネット
- ・ニューロコンピューテーション
- ニューロモーフィックチップ



注意 嗅覚

意識

意思決定

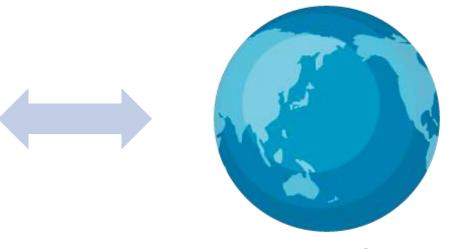


はじめに

~「ココロ」を巡る 人類の歴史



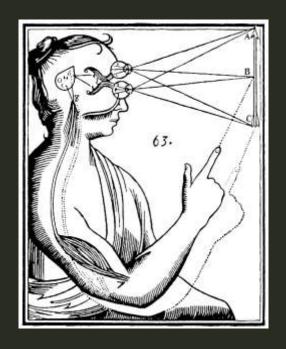




モノの世界 (外界・身体・商品・コンテンツ・サービス・・・)

ココロは物理世界と独立

# Cogito ergo sum

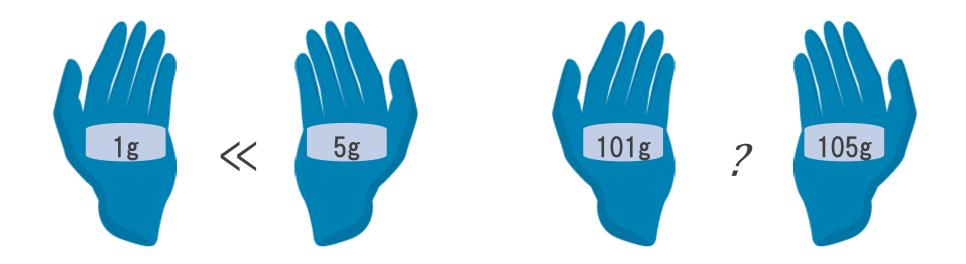




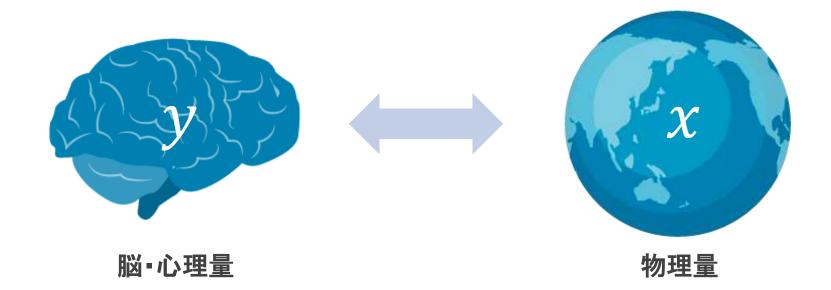


ライプツィヒ大学の物理学の教授を勤めた。 同大学生理学教授のウェーバーの研究を発展させ、刺激に関する感覚の定式をヴェーバー・フェヒナーの法則として定式化。 精神物理学という学問を創始し、実験心理学の成立に大きな影響を与えた。

風変わりな人物であり、太陽を見た後の残像 を研究するために太陽を肉眼で観察して失明 状態になりかけたこともあった。



人間の脳は必ずしも、デジタルスケールのように絶対量を知覚できるわけではない

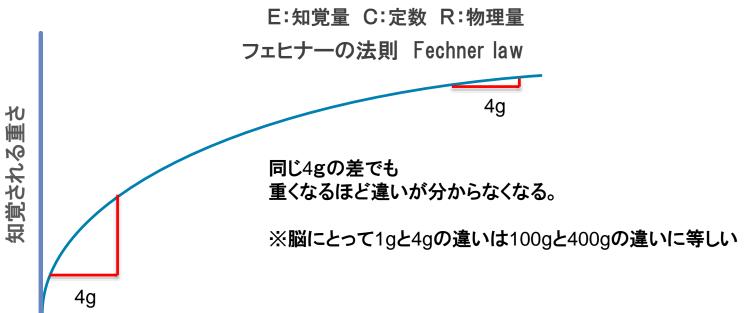


$$y = f(x)$$

## 人間の知覚は大体、対数関数で説明できる!重さ、音圧、(星の)明るさ・・・

心理物理関数





## 今可能になっていること 「脳・ココロ」一「商品・サービス・広告」間のマルチモーダル・多次元情報モデリング

昔:人間の重さの知覚(1次元) ⇔ 物理的な重さ(1次元)

「脳・ココロ」―「商品・サービス・ 広告」間のマルチモーダル・多 次元情報モデリング が可能に

機械学習



これまで 特徴の定量化が難 しかった 画像・動画・言語 などが 人工知能技術により 定量化が可能に

X

y = f(x)

脳•心理量

精神世界と物理世界を結びつける 情報処理臓器「脳」の理解

物理量

今:人間の様々な情報(超多次元) ⇔ 物理世界の様々な情報(超多次元)

例:属性(性別、年齢・・・):数十次元

日々の購買行動:数十次元

脳の活動:数千~次元

感情:数次元~

生体反応:数十次元~

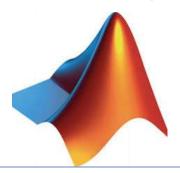
例:商品デザイン(画像特徴):数百~数千次元

口コミ(意味特徴ベクトル):数百次元

TVCM(画像特徵):数百~次元

車の特性:数十次元~

この分野の私の仕事はMATLAB®がないと回りません。。。



## ビジネス上のMATLABの価値

- -データが取れる
  - →実験・計測プログラムを自由に設計できる
- •マルチモーダルデータの特徴抽出がものすごく簡単にできる
  - →最新の画像認識・自然言語処理系の充実したライブラリ
- •モデリングができる
  - →モデリング・フィッティングやデータの構造化が楽かつ豊富
- •可視化ができる
  - →豊富な可視化関数ライブラリー
- ・解析ができる
  - →高度な統計処理や自動化
- ・共有ができる
- →この分野の研究者との共同研究で共有するのはMATLABのデータやスクリプトであることが多い
- 誰かが助けてくれる
  - →ユーザーが多いため、専用のtoolboxやFile exchangeで学べる

脳情報通信技術の進展 ~進む人工知能(AI)と脳科学の融合~





## 認知状態・スキル 図知能力

脳の健康状態 認知能力 好きな気持ち・心地よい感覚・・・



## 運動意図

移動·把握·到達 停止·操作···





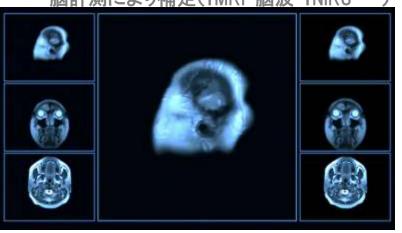
# 感覚体験



視覚·聴覚·嗅覚·味覚·体性感覚 夢···



### 脳計測により補足(fMRI-脳波-fNIRS---)



### 脳情報を読み取る技術

脳情報(脳活動のパターン等) を機械学習させる



機械を動かす・感覚体験を読み取る・ 認知状態を推定する

## 事業応用を想定した場合の主な脳活動計測方法

### **fMRI**

### NIRS

### **EEG**

## 利点

- ・高い空間分解能
- 脳深部まで取れるため、報酬 系や辺縁系の活動も捉えられる。
- ・血流上昇だけでなく、時空間パ ターンとして脳情報を取得可能
- ・脳の領野間の相互接続状況も 分析可能
- ■研究例が多い

## ・コストの高さ(本体+ランニング コスト)

- -現場で計測不可能
- •低い時間分解能
- ・磁性体を持ち込めない
- 機器の中が煩い

- ・簡易にプローブを装着可能
- •乳幼児でも計測可能
- 結果がシンプル

- •空間・時間分解能が悪い
- •皮膚血流混入の可能性
- ・脳血流の上がった下がった以 外の指標が少ない
- ・研究例が少ない

- 簡易な計測機器が増えてきている
- ・実現場でも計測可能
- ・認知や情動など研究例が豊富なた め、様々な指標・分析手法が存在する。
- ・機器の費用が安い
- ・実験実施・解析のハードルがMRIに くらべて低い

http://www.cn s.atr.jp/cbi/res earch-ia/



- ・シグナルが微弱なため、電気 的なノイズに弱い
- 空間分解能が悪い(電流源推 定は可能)
- 大量の試行回数が必要



## 非侵襲的な神経介入技術=Neuromodulation technology

## TMS(経頭蓋磁気刺激)

https://www.medicographia.com

## tDCS(経頭蓋直流電気刺激)



https://www.medicographia.com

仕組み:瞬間的に磁場を発生させ中心部直下の神経

集団に誘導電流を流す

特徴:焦点的な刺激が行える(cmオーダー)

難点:チャージ用の本体が大きく、持ち運びが困難

仕組み:生理食塩水等にひたしたスポンジ電極を経由して、直流(または交流)の電気を流す。電極直下の皮質に興奮(+極)、抑制(一極)を引き起こす

特徴:広範囲にわたるマイルドな影響(7cm四方くらい)

利点:仕組みが簡単で可搬化も可能





#### 脳情報を読み取る技術

脳の情報処理・情報表現 に関する定量的な理解

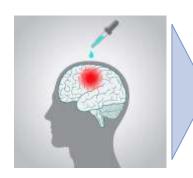


機械を動かす・感覚体験を読み取る・ 認知状態を推定する

#### 脳情報に書き込む技術

特定の脳活動を誘発するように

- ・外部から刺激を行う
- 自分でコントロールすることを学習する (ニューロフィードバック)



- ・運動経路の変化(リハビリ)
- 認知状態の変化
- ・スキルの向上
- •感覚体験の増強
- (・感覚体験の再現)

脳の情報処理をコンピュー ターで再現する技術

オブジェクト認識や 強化学習について それを実現している 脳の情報処理アーキテク チャと相同なニューラル ネットワークを構築する ・人間/従来のアルゴリズムを 超えるパフォーマンス



## 脳情報通信技術についてのまとめ

### 脳情報通信技術

#### 脳情報に書き込む技術

#### 脳情報を読み取る技術

#### 要素区分

#### 計測•介入技術

#### 侵襲型

- ●皮質表面への介入
- ·ECS(直接皮質刺激)
- ●脳深部への介入 ・DBS(脳深部刺激)
- ●感覚器の入力
- ·人工内耳·網膜

#### \_\_\_...

- ●電気的介入
- •tDCS (経頭蓋直流電気刺激)

非侵襲型

- (在現益但が电気制放 ・↑ACS
- (経頭蓋交流電気刺激)
- ●磁気的介入
- ·TMS(経頭蓋磁気刺激)

#### ニューロフィード バック

- ・ニューロフィードバック
- ・デコーディッドニューロ フィードバック
- ・バイオフィードバック

#### 侵襲型

- ●皮質表面の脳活動計測
- ・埋込電極(剣山/マイクロアレイ)
- ·ECoG(皮質脳波)
- ●脳深部の脳活動計測
- •深部電極

#### 非侵襲型

- ●皮質表面を中心とした計測
- ·EEG(脳波·脳電図)
- ·NIRS(近赤外線分光法)
- ●脳深部までも計測
- ·fMRI(機能的核磁気共鳴画像法)
- -MEG(脳磁図)

プロセス (情報処理・ 脳情報解析技術)

コミュニケー ション(通信)

アクチュ エーション (動かす技 術) ●入力信号の時間的・質・量的パターンの生成・刺激の時系列パターン・生成(刺激プロトラリン

- ・刺激の時系列パターン生成(刺激プロトコル)
- ・リアルタイム処理による刺激タイミングと内容 の決定

・刺激装置とセンサー・刺激生成器との間の情

報伝達技術(埋め込み方法・有線/無線)

目標とする脳状態と

現状の状態の判別と誤差の定量化 ※リアルタイム処

ニ・リアルタイムに被験 者に

脳状態と目標状態間 の

情報をフィードバック

#### ●信号処理

- ノイズリダクション処理
- ·SN向上技術(アクティブ電極等)
- ・周波数解析(FFT・ヒルベルト変換・ウェーブレット等)
- ·事象関連活動の抽出(事象関連電位)
- •電流源推定
- ・脳情報の解読技術(SVM・スパースモデリング等の機械学習)
- ・センサー・処理部とアクチュエーターとの通信手段 (有線・無線(bluetooth、wifi等))
- ・処理の基盤(クラウド処理タイプとローカル処理タイプ)

#### ●運動装置

- -義肢
- ・ロボットアーム
- ●移動装置
- ・車イス
- •自動車
- -航空機
- ●運動補助装置
- ・リハビリ用動作アシスト装置
- ・パワーアシストスーツ

#### ●家電機器等

- 家電操作
- ●コミュニケーション・情動状態・意思の伝達
- •文字入力
- ●情報フィードバック
- 理想的な脳活動パターン獲得のための リアルタイムな脳状態のフィードバック

## 脳情報通信技術の臨床・一般領域における応用の実績・展望



## 運動意図の解読と機械との接続:BMI(Brain Machine Interface)の最前線

## 応用例(臨床): 麻痺患者のロボットアーム操作

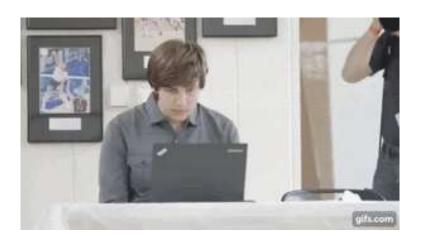


頭頂葉に埋め込んだ侵襲電極で運動意図を読み取り、ロボットアームを操作して飲み物が飲めるように

#### https://www.youtube.com/watch?v=-R7FJfhlxPg

Aflalo, T., Kellis, S., Klaes, C., Lee, B., Shi, Y., Pejsa, K., ··· Richard, A. (2015). Decoding motor imagery from the posterior parietal cortex of a tetraplegic human. *Science*, *348*(6237), 1–13.

# 応用例(一般): 脳波でコントロールしたドローン・レース

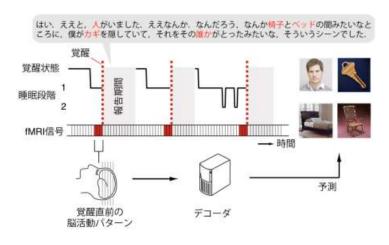


BCI(brain-computer interface)のソフトウェアを利用してドローンを操作世界初脳波でコントロールするドローンレースが開催(2016年4月フロリダ大学)

http://dronelife.com/2016/04/25/drone-pilots-use-brain-power-race/

## 感覚体験の解読と再構成:脳情報解読技術の進展(夢の内容・再構成可能)

睡眠中に見ている「夢」の内容や、実際にどんなものを見ているかを脳の視覚野などからの情報を基に、解読・再構成が可能になっている。





#### https://youtu.be/inaH\_i\_TjV4

Horikawa, T., Tamaki, M., Miyawaki, Y., & Kamitani, Y. (2013). Neural decoding of visual imagery during sleep. *Science*, *340*(6132), 639-642.





https://youtu.be/6FsH7RK1S2E

Shinji Nishimoto, An T. Vu, Thomas Naselaris, Yuval Benjamini, Bin Yu & Jack L. Gallant (Current Biology 2011)

## 脳と脳のインターフェース(Brain to Brain Interface)の実現

## 人の「脳と脳のインターフェース」開発



脳情報解読と脳活動介入技術が進歩し、 更に複雑なことも伝達可能に

22

## 送信者の脳波をコンピュータで変換 インターネット経由で送信



約800m 離れた場所

受信者は送信者の「運動意図」を運動野の「脳刺激」を介して受信



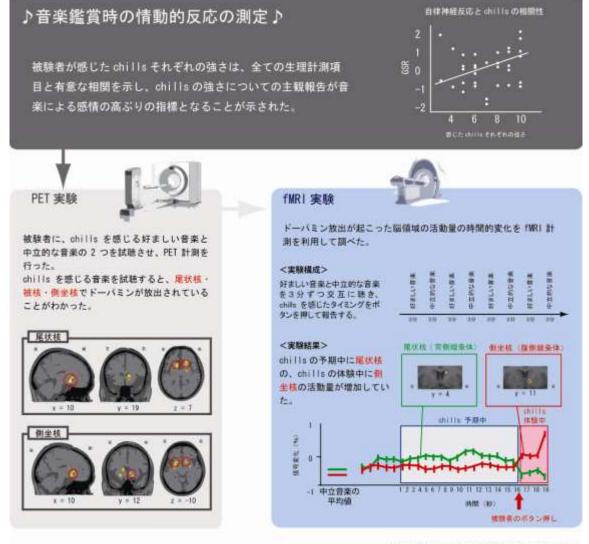
https://www.youtube.com/watch?v=mWuNZ0FIQ74 \*\*2014年11月米国ワシントン大学における研究 Rao, R. P. N., Stocco, A., Bryan, M., Sarma, D., Youngquist, T. M., Wu, J., & Prat, C. S. (2014). A Direct Brain-to-Brain Interface in Humans. *PloS One* 

## 音楽に「気持ちよさ」を感じているとき脳の 線条体でドーパミンが放出されている



音楽を聴いて感動のあまり戦慄する体験(=Chills)をしている時、脳の中の報酬系と呼ばれる領域では、ドーパミンが放出されていることがわかっている。(PET実験)

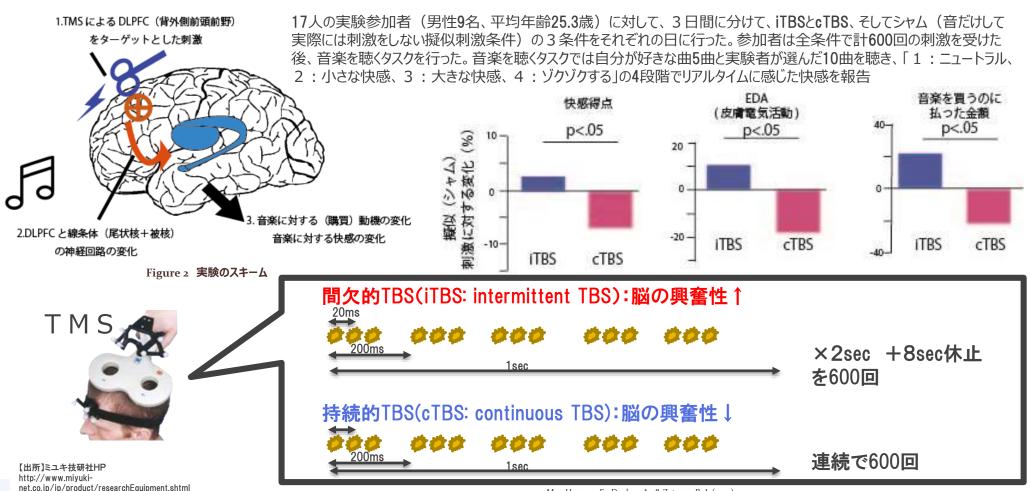
また、感動を「予期している」時と 「体験」している時では 活動する場所が違うことも分かった。 (fMRI実験)



Valorie N Salimpoor氏らの研究論文(2011)を参考に作成



## 外部からの脳情報操作により、「より気持ちよく」音楽を聴くことが 可能

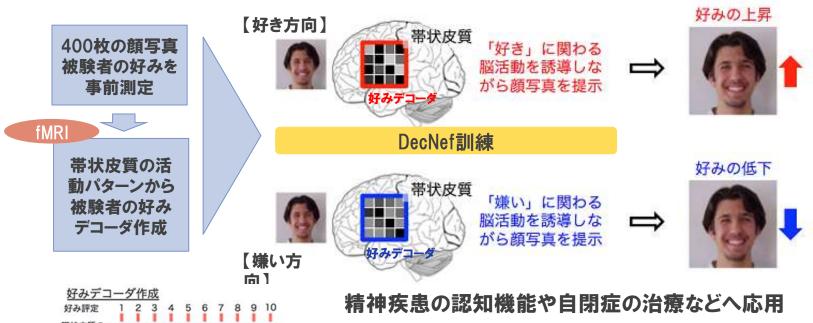


Mas-Herrero, E., Dagher, A., & Zatorre, R. J. (2017).

Modulating musical reward sensitivity up and down with transcranial magnetic stimulation. Nature Human Behaviour.

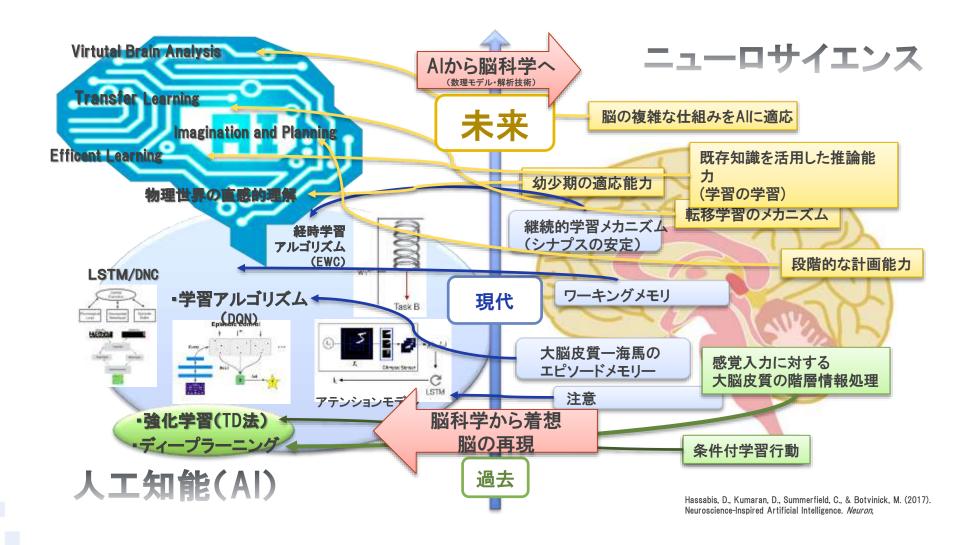
## ニューロフィードバックで対人の好き嫌いも変えられる

高次脳領域である帯状皮質に異なる活動パターンのニューロフィード バックをした結果、それぞれ異なる認知機能の変化が起こった ~顔の好みが無自覚のうちに "好き・嫌い"の両方向に変化~



Kazuhisa Shibata, Takeo Watanabe, Mitsuo Kawato, Yuka Sasaki: Differential activation patterns in the same brain region led to opposite emotional states. PLoS Biology. DOI:10.1371/journal.pbio.1002546 (2016) http://www.atr.ip/topics/press 160909.html

## 人工知能と脳科学の共進化が著しい速度で加速

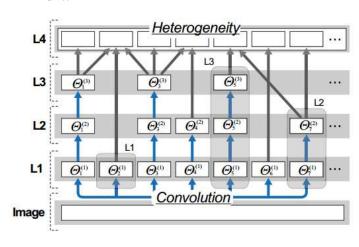


# 「人工脳」の実現~深層学習のネットワークを使って霊長類の脳(視覚処理関連)を再現できるように

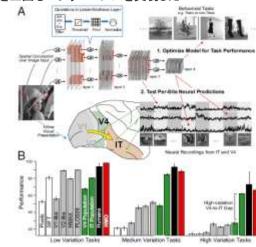
2014年にMITの研究グループによって報告された研究成果では、視覚処理における腹側経路(what経路とも呼ばれる物体認識系)の高次領域(IT)の神経情報表現の予測モデル構築を試みた。

CNNを腹側経路処理に似せた画像分類のパフォーマンスが高いモデル(Hierarchical modular optimization)では、IT(下側頭葉)ニューロン(single/population)の予測可能性も高く、更にモデルの中間表現レイヤーの情報は、同じく視覚処理の中間に位置するV4野の活動を予測できたことから、深層学習の様な画像認識モデルが神経処理メカニズムの理解に役立つことが示唆された。

HMO model:腹側経路の特徴に似せた (同じくらいの複雑さを扱うレイヤーに分けると共にバイパスする投射も入れている)

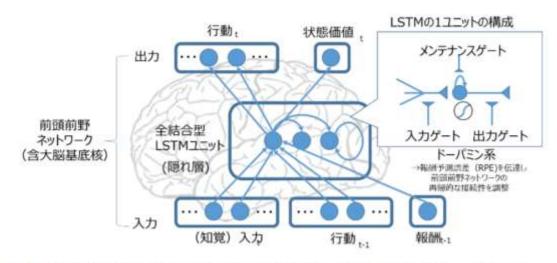


8種類のカテゴリ弁別のスコア HMOは部分的に人間を上回るパフォーマンスを実現した

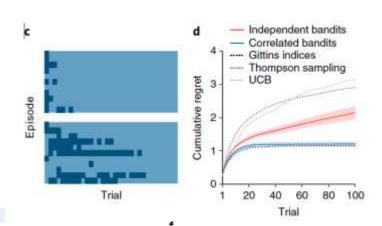


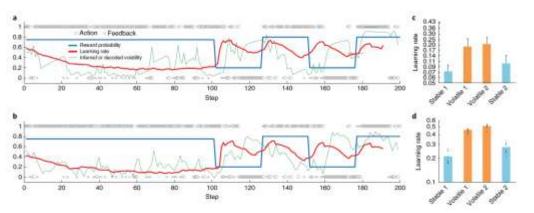
D. L. K. Yamins et al., Performance-optimized hierarchical models predict neural responses in higher visual cortex. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 111, 8619-24 (2014).

## 前頭前野のネットワークを模した人工脳アーキテクチャは メタ学習=学習の学習 を実現



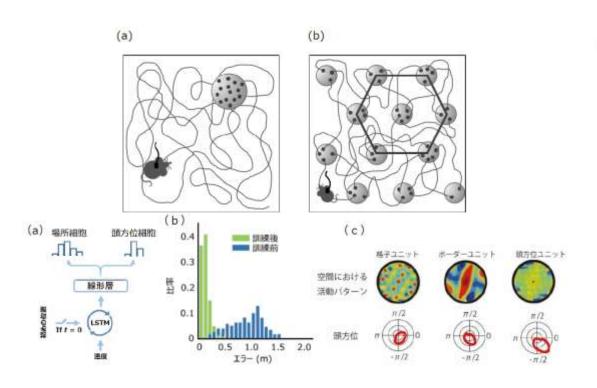
#### 図 5 前頭前野ネットワークとドーパミン系を融合したニューラルネットアーキテクチャ





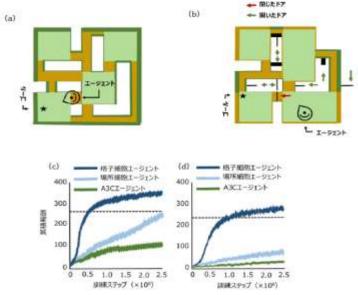
Wang, J. X. et al. Learning System. Nat. Neurosci. (2018).

## 嗅内皮質のグリッド細胞様の情報表現を人工知能が再現し、人間以上のパフォーマンスを発揮



- (a) ニューラルネットワーク概要。速度は再帰型ネットワーク (LSTM; P.13 を参照) へ入力され、LSTM は過去の情報と現在の入力シグナルの統合により訓練される。この LSTM は線形層を介して場所ユニットと語方位ユニットへと出力する。
- 'b) 訓練前 (青) および後 (緑) におけるエラーの大きさとその頻度。
- (c) 線形層のユニットは格子細胞やボーダー細胞(壁際など環境の端にいるときに活動する細胞)、頭方位細胞のように空間的特異性を示した。上:レートマップの空間的自己相関 52。下:頭の向きに対する活動の極座標プロット。

図 13 経路積分訓練による嗅内皮質格子細胞様の特徴の出現



(a、b) 実験に用いた多室環境の俯瞰図。(b)では通路に確率的に 閉まるドアが設置されている。

(c, d) (a)および(b)それぞれの環境で訓練を行ったエージェントの成績。場所細胞エージェント: 格子細胞の代わりに場所細胞様のネットワークに置き換えたもの、A3C (Asynchronous Advantage Actor-Critic)エージェント: 2016 年にDeepMind 社が発表した強化学習アルゴリズム53。破線は人間のエキスパートの成績。

Banino, A., Barry et al., . Vectorbased navigation using grid-like representations in artificial agents. Nature 557, 429-433 (2018)

## 人間の脳活動を利用してAIを更に賢く出来るように(方法)

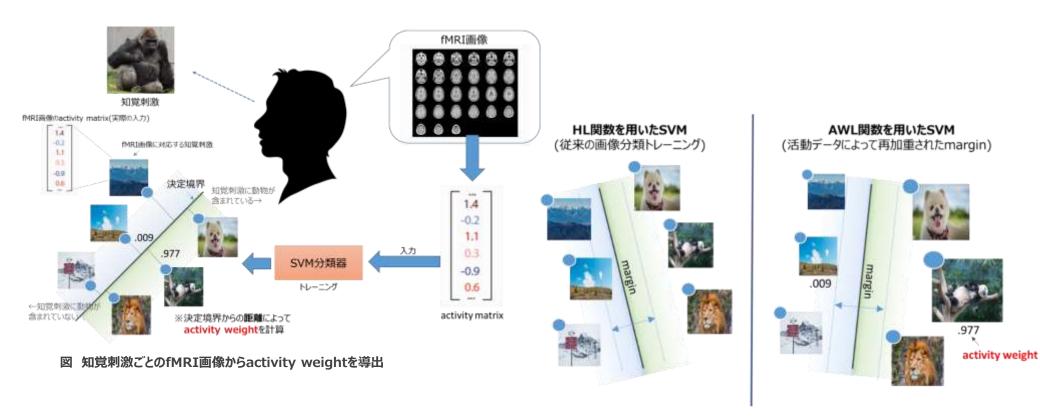
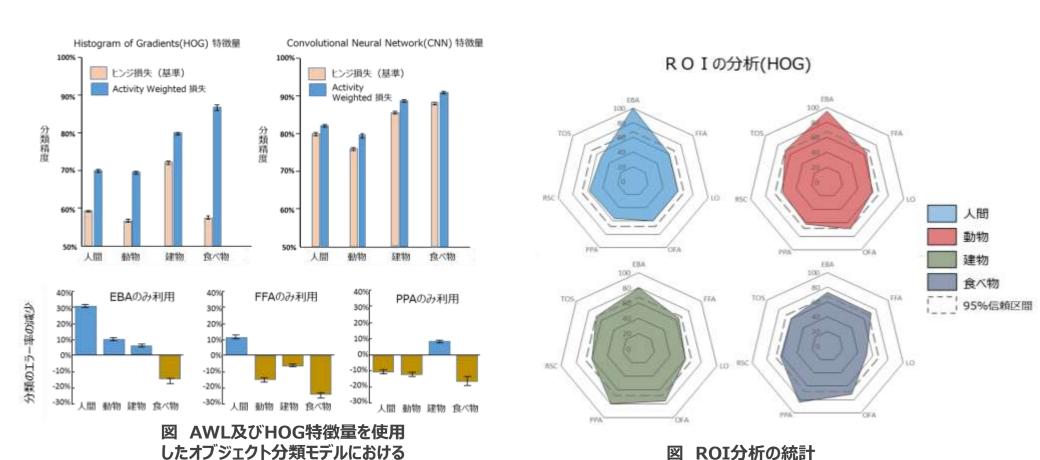


図 HL関数とAWL関数を用いたSVM

Fong, R., Scheirer, W. & Cox, D. Using Human Brain Activity to Guide Machine Learning. Scientific Reports 8, 5397 (2018).

## 人間の脳活動を利用してAIを更に賢く出来るように(結果)



Fong, R., Scheirer, W. & Cox, D. Using Human Brain Activity to Guide Machine Learning. Scientific Reports 8, 5397 (2018).

各ROIの統計的影響

## 脳関連技術開発に民間企業が本格的な投資を加速



## Neuralink社

2017年3月発表

**CEO: Elon Musk** 

X.com (PayPal社の前身) 創業者 SpaceX CEO

Tesla, Inc. CEO 等々

https://mydigitalmate.com/wp-content/uploads/2017/09/neuralink-musk-reti-neurali-cyberpunk.png

## 「テレパシーの実現を!」

2700万米ドル (1億米ドルとの報道も)

侵襲型BMIの開発

→ 4年で臨床応用、8-10年で一般ユーザ向けBMI実現を目指す



#### Facebook Building8 2017年4月発表

所長: Regina E. Dugan 元DARPA局長 元Google ATAPリーダー

元Google ATAPU https://techcrunch.com/2017/04/19/facebook-brain-interface/ 等々

## 「脳で書き、肌で聞く」

非侵襲型BMIの開発

→ 2年で100語/分の情報伝達実現を目指す

数億米ドル



Kernel社 2016年10月発表

CEO: Bryan Johnson Braintree創業者 OS Fund創業者

## 「脳デバイスで機能増強!」

1億米ドル

#### 侵襲型BMIの開発

→「記憶」をキーワードに、アルツハイマー病や外傷性脳損傷による認知症の改善を目指す。

https://techcrunch.com/2016/10/20/bryan-johnson-invests-100-million-in-kernel-to-unlock-the-power-of-the-human-brain/

## 脳情報通信技術による マーケティング変革 事業開発事例



## Partner and their research





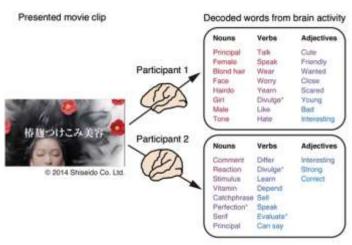
Shinji Nishimoto



Satoshi Nishida



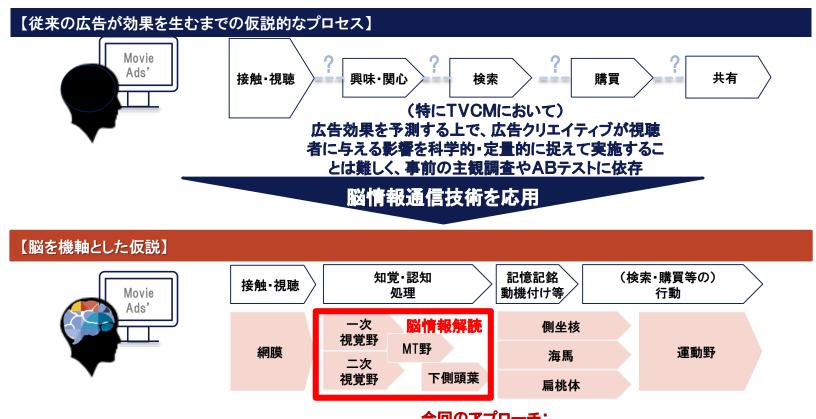
https://youtu.be/6FsH7RK1S2E Shinji Nishimoto, An T. Vu, Thomas Naselaris, Yuval Benjamini, Bin Yu & Jack L. Gallant (Current Biology 2011)



Nishida, S. & Nishimoto, S. Decoding naturalistic experiences from human brain activity via distributed representations of words. Neuroimage (2017).



## 広告分野を対象とした脳情報通信技術の活躍の場



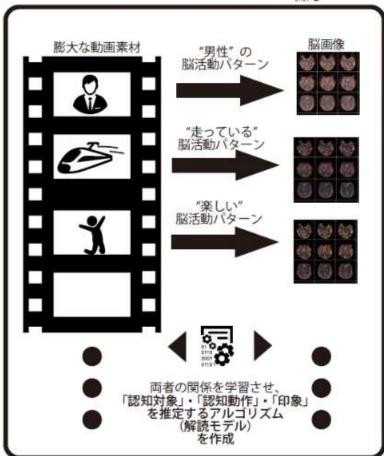
今回のアプローチ:

知覚~行動までの一連の処理を脳情報を利用して定量的にモデリング

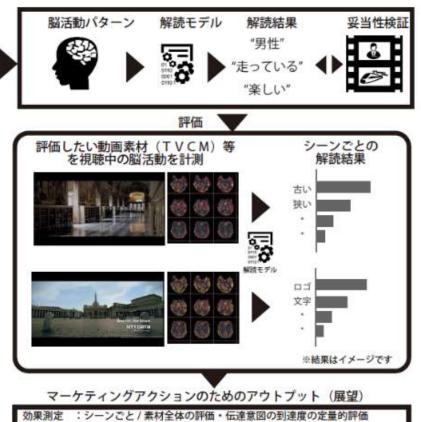
## TVCM視聴中の脳活動情報デコーディング(解読)方法

デコーダー (解読モデル) の作成





デコーダー (解読モデル) の妥当性検証

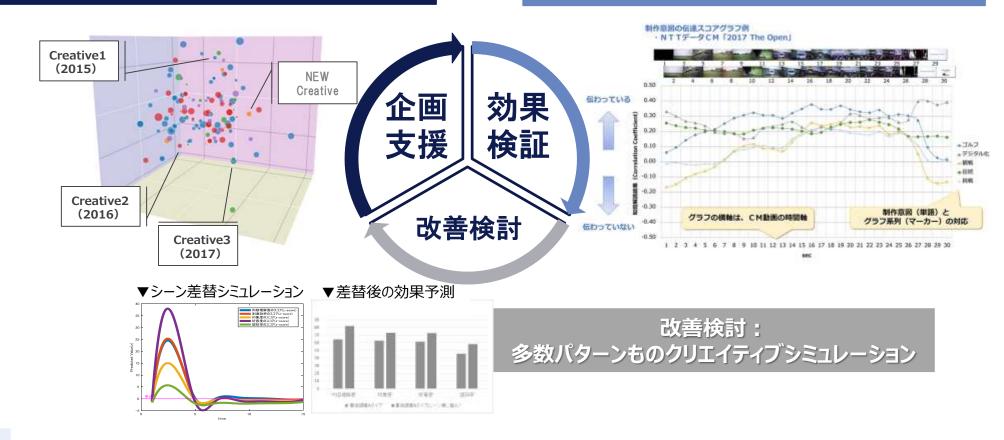


改善提案 : 改善のための具体的な構成要素の提案 出稿前予測:出稿前の絵コンテ等による予測

### 広告業務プロセスの変革サポート

#### 企画支援: 予測モデルを介して企画段階で効果を予測選択

#### 効果検証: 動画広告の質的側面を脳情報から定量評価

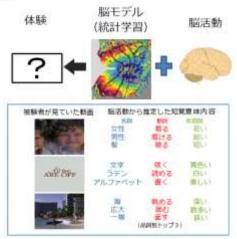


#### 脳情報解読技術を応用した動画広告評価ソリューション

NTTデータが2016年8月に、NICTと共同で脳情報解読技術を応用した動画広告評価ソリューションを実用化。

#### <参考2> 脳情報通信技術への期待(例:マーケティング分野)

NICT(CiNet)において研究を進めてきた脳情報通信技術と AI技術を応用し、NTTデータがNICT及びテムズと共同で、 脳活動の動きからテレビCMなどの動画広告の効果を高精度 に測定するマーケティング支援サービスを実用化した。 今後、顧客の感性に訴える魅力的な製品設計(デザイン、 音質等)を可能とするものづくり等の革新への貢献が期待 される。





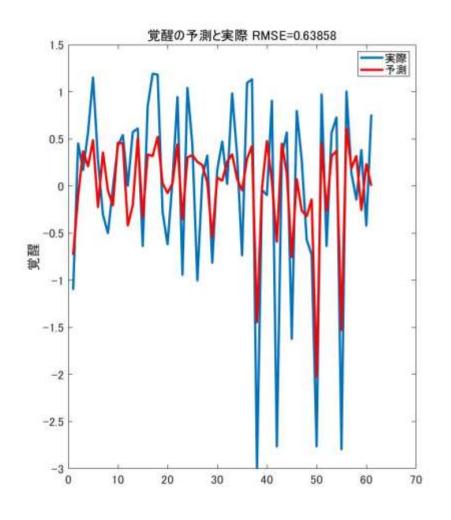


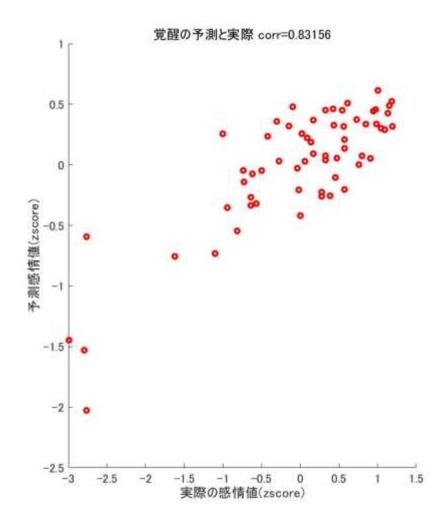
のべ20社以上の 広告評価・最適化 プロジェクトを導入済み

総務省 情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会(第13回) 「技術戦略委員会の今後の検討の方向について(案) (事務局)」資料より引用 http://www.soumu.go.jp/main\_content/000454651.pdf

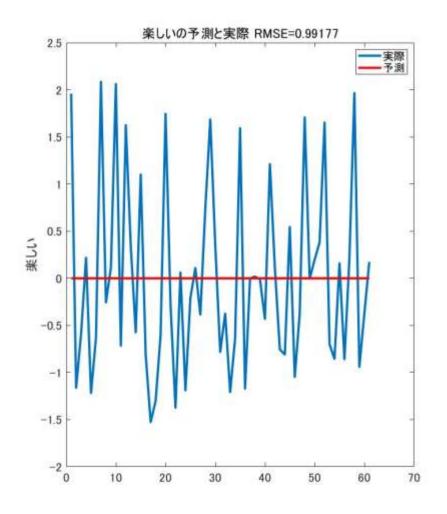
動画を見た人がどんな感情になるか シミュレーションできる 仮想脳を作ろう(デモ)

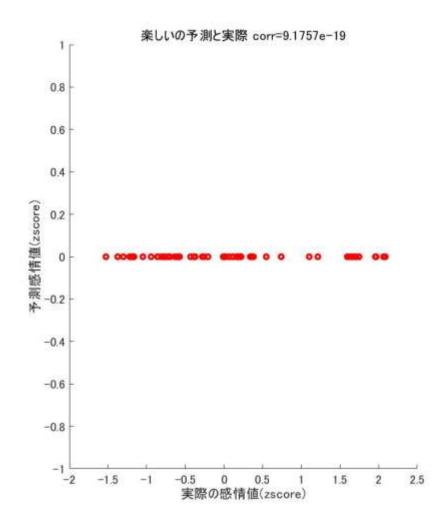
### 結果 うまくいったやつ





### 失敗(切片しかでない)やつ





その他のドメインにおける 脳情報通信技術事業開発事例



# Partner and their research





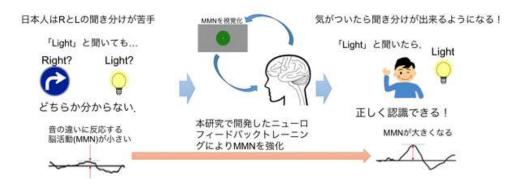
Yasushi Naruse



Aya Ihara



Ming Chang

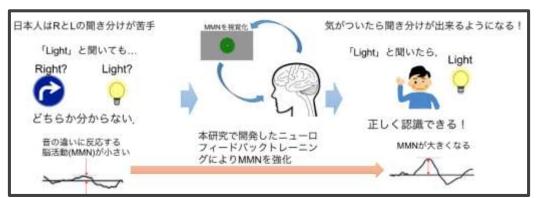


Chang et al., Unconscious improvement in foreign language learning using mismatch negativity neurofeedback: A preliminary study. PLosOne (2017).

# マーケティング分野以外での事業開発 (ニューロフィードバックによる英語教育)

JSOL社とNTTデータ経営研究所が2017年10月に、NICT・阪大と共同ニューロフィードバック技術を応用した英語教育ソリューション開発の実用化に着手。





https://www.nict.go.ip/press/2017/06/15-1.html

2017年度に ビジネスユースを想定した 実証実験を実施し、 成果に基づき次年度以降 商用展開を目指す

マイナビニュース(2017/10/18) http://news.mynavi.jp/news/2017/10/18/052/

#### マーケティング分野以外での事業開発(脳情報利用による乗車感定量化)

様々な場所

### 環境

X

#### 様々な操作

## X

様々な車両反応

# 車両反応×

脳情報

...

- •天気
- -場所
- •道路状態

- •ステアリング
- -制動
- •アクセルワーク
- ·加速度
- ・ピッチ・ヨー・ロール

·脳波·心拍·発汗

## = ドライバー気分

#### データ計測手法・処理方法

- ●ドラレコ画像の 特徴抽出(CNN)
- ●CANで吸い上げ
  -Autoencoderによる 特徴抽出
- ●脳波ASSR(脳の リソースの指標)
- ●心拍(ストレス状態の指標)
- ●リアルタイムドライバー気分入力装置 の開発
- ・ネガティブ・ポジティブ方向の気分
- •覚醒一鎮静
- →上記2次元の気分をリアルタイムに測る新型入力装置

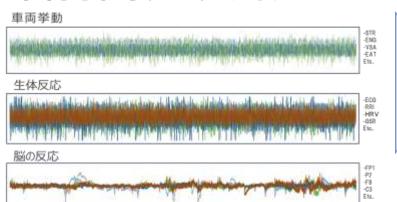
茨木、奥本、瀬下、他(2017)特許出願中

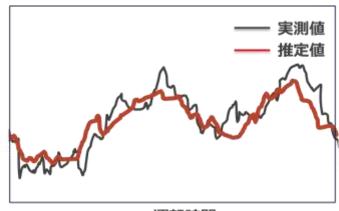
茨木、奥本、瀬下、他「製品開発のための生体情報の計測手法と活用ノウハウ脳計測・生理計測に基づく客観的な感性評価を商品へ活かす」(情報機構社、2017/3)

#### マーケティング分野以外での事業開発(脳情報利用による乗車感定量化)

+環境情報(4096次元)

#### 取得されるデータのイメージ





運転時間

運転の楽しさ=心拍・車速・ブレーキ・脳波・・・

で説明(予測可能)できるように



### 開発·評価

乗り物の価値である「運転の楽しさ」といった抽象的要素を**脳科学観点から可視化・指標化・分析**し、定量評価を実現すると共に設計にも反映させる。



楽しさ

# 製品→実装

運転者が意識できなかったことを知らせたり、制御としてフィードバックすることにより

- ・技量アップ
- 楽しさの向上
- ・安全性向上等を実現する。





#### 今やりたいこと: 脳情報通信技術の多くの業界への導入







y = f(x)







読み取る技術



製品・サービス

書き込む技術









個々人の脳情報



物理世界の様々な情報

 $\Leftrightarrow$ 

### 少しでも脳科学に興味を持ったら ~応用脳科学コンソーシアム



### + 『応用脳科学リサーチプロジェクト2018~脳科学応用の最新動向~』

『応用脳科学リサーチプロジェクト2018〜脳科学応用の最新動向〜』は、近年、目まぐるしく 進化を続ける脳科学とその応用動向について、「実事業へ応用が望める基礎研究の動向」、 「大規模な脳科学関連のプロジェクト動向」、「ベンチャー・大企業の取り組み」という視点 から、39の最新研究論文、181社のスタートアップ企業、25の脳科学関連プロジェクトを調査 し、2018年5月時点における最新情報を調査・整理した報告書です。

- 1. 応用脳科学リサーチプロジェクト2018
  - 1.1 はじめに
  - 1.2 リサーチプロジェクト2018について
- 2. 巻頭特集 脳科学と人工知能の共進化
  - 2.1 「生物の脳」と「人工の脳」の知性が共進化
  - 2.2 神経回路・脳のハードウェアへの実装
  - 2.3 企業における取組み
- 3. 特集1:進む脳情報通信技術とその応用
  - 3.1 脳情報通信技術
    - (1)脳情報の計測・解読技術
    - (2) 脳情報介入・編集する技術
  - 3.2 企業の脳情報通信関連技術の取組み状況
  - 3.3 市場展望
- 4. 特集 2 : 脳・行動の大規模データ取得プロジェクト 個人差の理解、ビジネス応用
  - 4.1 大規模脳データ取得プロジェクト
  - 4.2 個人差研究
  - 4.3 企業による取組み
- 5. 特集3:人材育成に役立つ脳科学
  - 5.1 人材育成・能力開発に関する基礎研究事例
  - 5.2 企業による脳科学に基づく人材育成の取組み
  - 5.3 海外におけるニューロサイエンス人材育成
- 6. 脳科学研究・脳科学的知見の応用の最新動向
  - 6.1 国レベルのイニシアチブ
  - 6.2 基礎研究
    - (1) 意思決定(経済・社会・食品)
    - (2)投資・消費に関する意思決定
    - (3)価値観と感情
  - 6.3 スタートアップ・ベンチャー企業
- 7. 終わりに

【 附 録 】 脳・行動データ取得大規模プロジェクトリストおよび世界のスタートアップ企業リスト(電子ファイル)



第二版 2018/06/06 発行

※詳しくは 「応用脳科学リサーチプロジェクト」と検索してください NTTData NTTData NTTData Copyright © 2018 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.