

# 脳科学と人工知能

川人光男

(株)国際電気通信基礎技術研究所

**ATR**脳情報通信総合研究所

# ブームだそうですが人工知能って何??

- 70代以上: 記号処理、言語
  - 人工的に人の知能を実現、第五世代、LISP(ELISA)、PROLOG、認知科学
- 60代: 脳科学
  - 計算論的神経科学、受容野、強化学習、教師あり学習、教師無し学習
- 50代: 人工ニューラルネットワーク
  - ネオコグニトロン、多層パーセプトロン、バックプロパゲーション、砂時計、TDギャモン、TDNN、連想記憶、ホップフィールドモデル、ボルツマンマシン
- 40代: 機械学習
  - NIPS、ICML、SVM、カーネル法、ARD、ベイズ、最適化、計算学習理論、統計学習理論、汎化誤差、Bias-Varianceジレンマ、最小記述長、VC次元
- 30代: IBMワトソン
  - クイズ番組、見かけは昔風人工知能、中味は機械学習モジュール
- 20代以下: ディープラーニング
  - グーグル、ディープマインド、Facebook、深層学習、CNN、DeepQ、アルファ碁

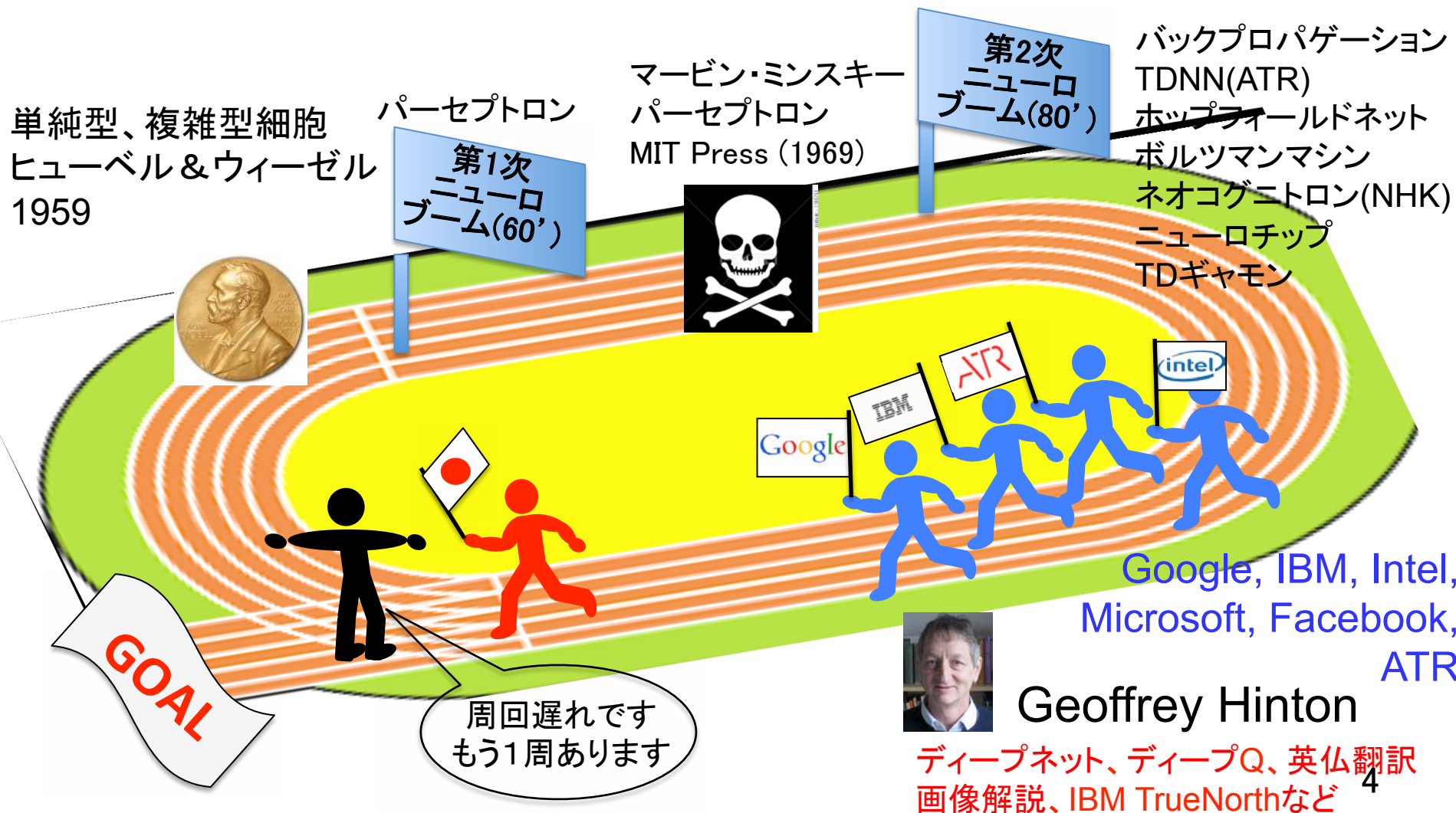
# 脳科学と人工知能

- 脳科学と人工ニューラルネットワークが、ディープラーニングを含む機械学習の**源流**
- 人工知能技術は脳情報解読、脳活動パターン制御など脳科学に**貢献**(例、神谷之康、fMRI多ボクセルパターン解読; 川人光男、デコーディッドニューロフィードバック)
- 脳科学は**未来の**人工知能技術開発の元(意識、注意、少数サンプルからの学習)
- 脳科学と人工知能を組み合わせ**て精神疾患**の革新的診断・治療法を開発

# 第3次人工知能ブーム！？

## 周回遅れのトップランナー

学問と技術の流れを勉強していない人達は危ない



# 人工知能ブームの過剰な期待と混乱

- 人工知能をヒトの知能の人工的な再現と定義すれば、そのようなものは**存在しない**
- ヒト知能のごく一部を切り出してきた歴史：四則演算、シンボルに基づく演繹的推論、記憶、検索、**ビッグデータに頼る帰納的推論**
- これまでは、意識上に限られる、前頭前野の一部と視覚聴覚系のみ
- **スマホにディープネット、自動運転等々**
- 運動学習、シンボル生成、辺縁系、注意・意識などまだ

# 脳科学と人工知能: H28年度高IF雑誌7論文

Altmetric score: 同時期に出版された論文のうち、各種ソーシャルメディア等から集めた注目度

**nature COMMUNICATIONS**

**Yahata et al: Nature Communications (2016.4)**  
**Altmetric Score トップ1%**  
**Page Views 8,212**

250

自閉症 客観指標へ一歩  
 脳データ AIで解析  
 2016/4/14 朝日新聞 他

2016 United Press

人工知能で自閉症を見分ける

**Current Biology**

**Amano et al: Current Biology (2016.7)**  
**Altmetric Score トップ2%**  
**DispatchesにPick Up**

159

2016/7/1朝日新聞他

Current Biology Dispatches Neuroscience: Incipient Associations

DecNef色と方位の連合学習

**nature COMMUNICATIONS**

**Yanagisawa et al: Nature Communications (2016.10)**  
**Altmetric Score トップ1%**  
**Page Views 5,574**

446

10/27 NHKニュース、時事ドットコムニュース、朝日新聞、UPI Top News他

MEG-NF幻肢痛の減弱に成功

**nature COMMUNICATIONS**

**Cortese et al: Nature Communications (2016.12)**  
**Altmetric Score トップ1%**  
**Page Views 4,185**

331

2016/12/16 京都新聞、他

2016 UPI他

DecNef自己意識を無自覚に変容

**Cerebral CORTEX**

**Shibata et al: Cerebral Cortex (2016.6)**  
**Altmetric Score**

**PLOS BIOLOGY**

**Shibata et al: PLoS Biology (2016.9)**  
**Altmetric Score トップ1%**  
**Page Views 11,455**

**nature human behaviour**

**Koizumi et al: Nature Human Behaviour (2016.11)**  
**Altmetric Score トップ1%**

平成28年10月8日、皇太子殿下に、ASDバイオマーカー、うつ病結合ニューロフィードバック治療のご説明、そして脳波デコーディングによる下肢外骨格パワーアシストロボットの足踏み制御のデモンストレーションをご紹介させて頂きました。

7/1 Yahoo ニュース

視覚の訓練に伴う2つの脳の変化

NHKニュース

2016/9/9日刊工業新聞、9/22朝日新聞 他

世界で最も広く読まれている電気電子分野の雑誌(300万部)IEEE SPECTRUMに紹介

DecNef顔の好みを好き・嫌い両方向に変更

2016/11/22 京都新聞、朝日新聞他

2016/11/22 The Guardian誌の3面 ほぼ全面に掲載

DecNef無意識に恐怖記憶を消去: PTSD治療

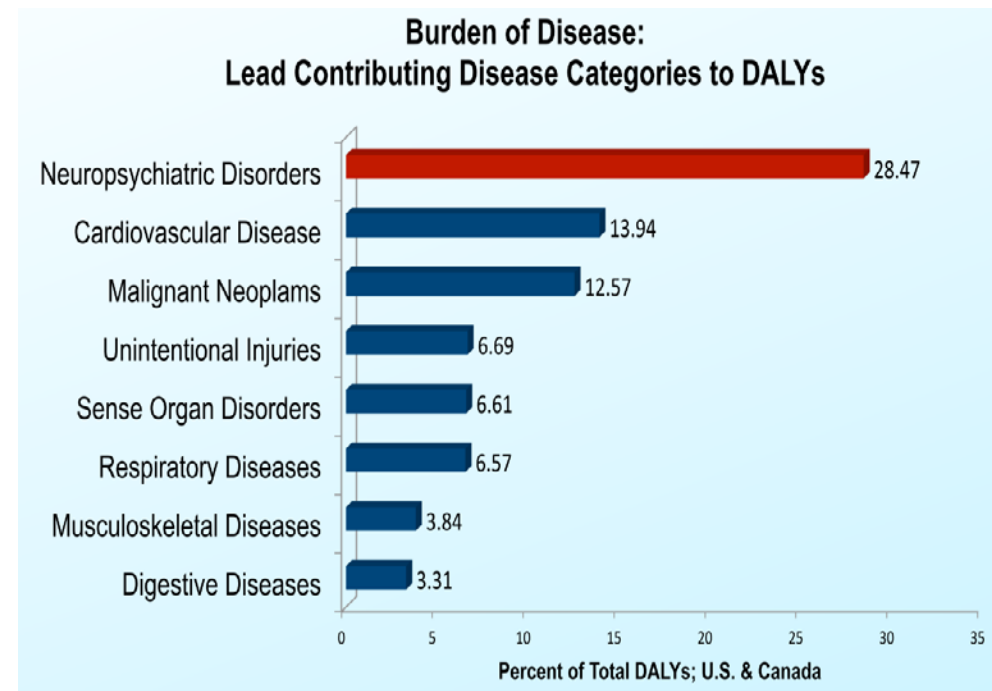
# 障害調整生命年

## (disability-adjusted life year; DALY)

- 病的状態、障害、早死により失われた年数を意味した疾病負荷を総合的に示すもの (Wikipedia)
- 障害調整生命年 (DALY) = 損失生存年数 (YLL) + 障害生存年数 (YLD)



原因の28%が  
精神疾患



精神神経薬 世界市場 4兆2,804億円(2014年)

# 精神疾患・発達障害の診断と治療の現状 と脳科学・人工知能技術の可能性

- 診断は症候だけに依存し、脳科学による生物学的検査は存在しない: 初診待ち10ヶ月
- 自閉スペクトラム障害や薬物依存などでは有効な薬物療法がない
- うつ病に対する抗うつ薬の有効性は全患者の40%程度、また50%以上の患者で再発
- 過去30年で精神医学分野で大ヒットする薬物は開発されていない: メガファーマ撤退
- 診断と治療にシステム神経科学、特に計算理論と人工知能技術をどう役立てるか: バイオマーカとfMRIニューロフィードバック治療



# NIMH新たな診断・治療法(RDoC)

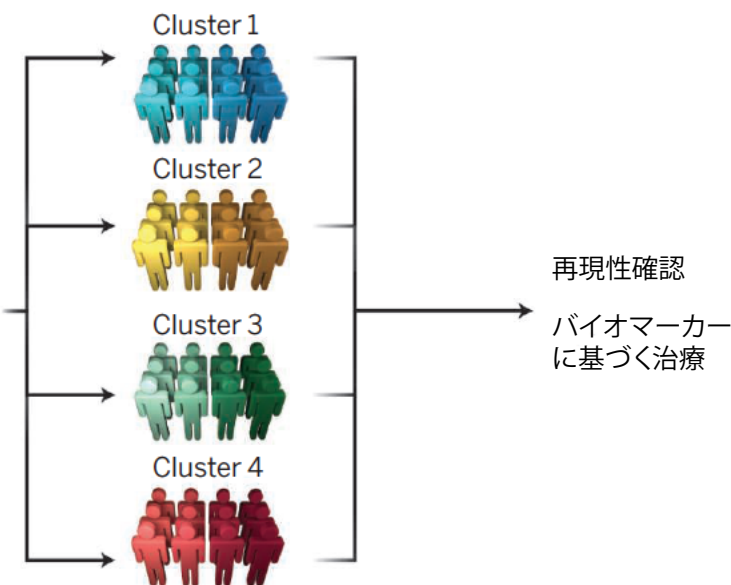
従来診断による分類



様々なデータ

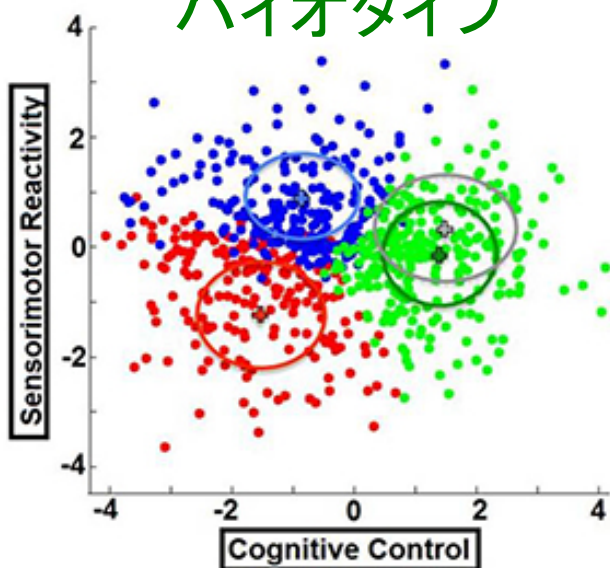
遺伝リスク  
脳活動指標  
(安静時脳機能結合etc.)  
生理学的指標  
行動指標  
ライフイベント

データ駆動型分類

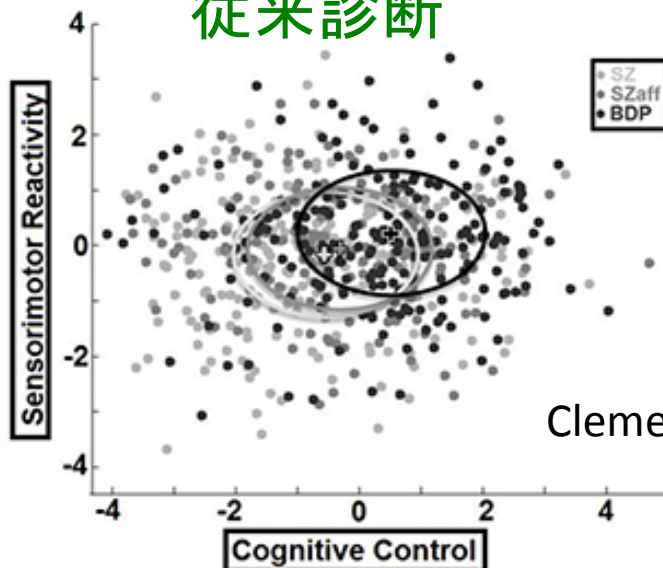


Insel T et al. 2015 *Science*を一部改変

バイオタイプ



従来診断



- 統合失調症
- 統合失調感情障害
- 双極性障害

Clementz BA et al. *Am J Psych* 2016

# AMED-DecNef多精神疾患データベース

## 九機関、十四スキャナー

- 平成28年度までに多疾患(うつ、統合失調症、自閉症スペクトラム障害、強迫性障害、疼痛など)および健常者の安静時脳機能画像を1,928例収集し、さらに今年度約270例の追加を行い、合計約2,200例の多疾患データベース構築を計画。
- 平成26年度に策定した安静時脳機能画像の統一プロトコルについて、利用者を広げるため、革新脳精神疾患グループとの合議・調整を行い、共同体制を作った。
- トラベリング-サブジェクト撮像 (N=9) を実施し、スキャナの種類などの計測バイアスに起因する施設間の違いを補正する方法の開発を行い、多疾患データベースに適用し判別率の改善を確かめた。
- データベース・コンソーシアムのホームページ\*でバイオマーカー開発プログラムを公開した。さらに安静時脳機能画像の公開に向けて準備を進めている。

\* データベース・コンソーシアムのホームページ (<http://www.cns.atr.jp/decnefpro/>)

平成29年度	
データベースの 管理・運営	各機関からの安静時脳活動データの提供 および管理/ 公開に向けた準備
	各機関へのバイオマーカー開発プログラムの配 布および管理

撮像プロトコルはすべての施設で同じ (撮像マシンは異なる)

実験協力者9名

ATR(SIEMENS)

CiNet(SIEMENS)

梶川病院(SIEMENS)

八重洲クリニック (Philips)

昭和大大学付属烏山病院 (SIEMENS)

東大病院(GE)

京大病院(SIEMENS)

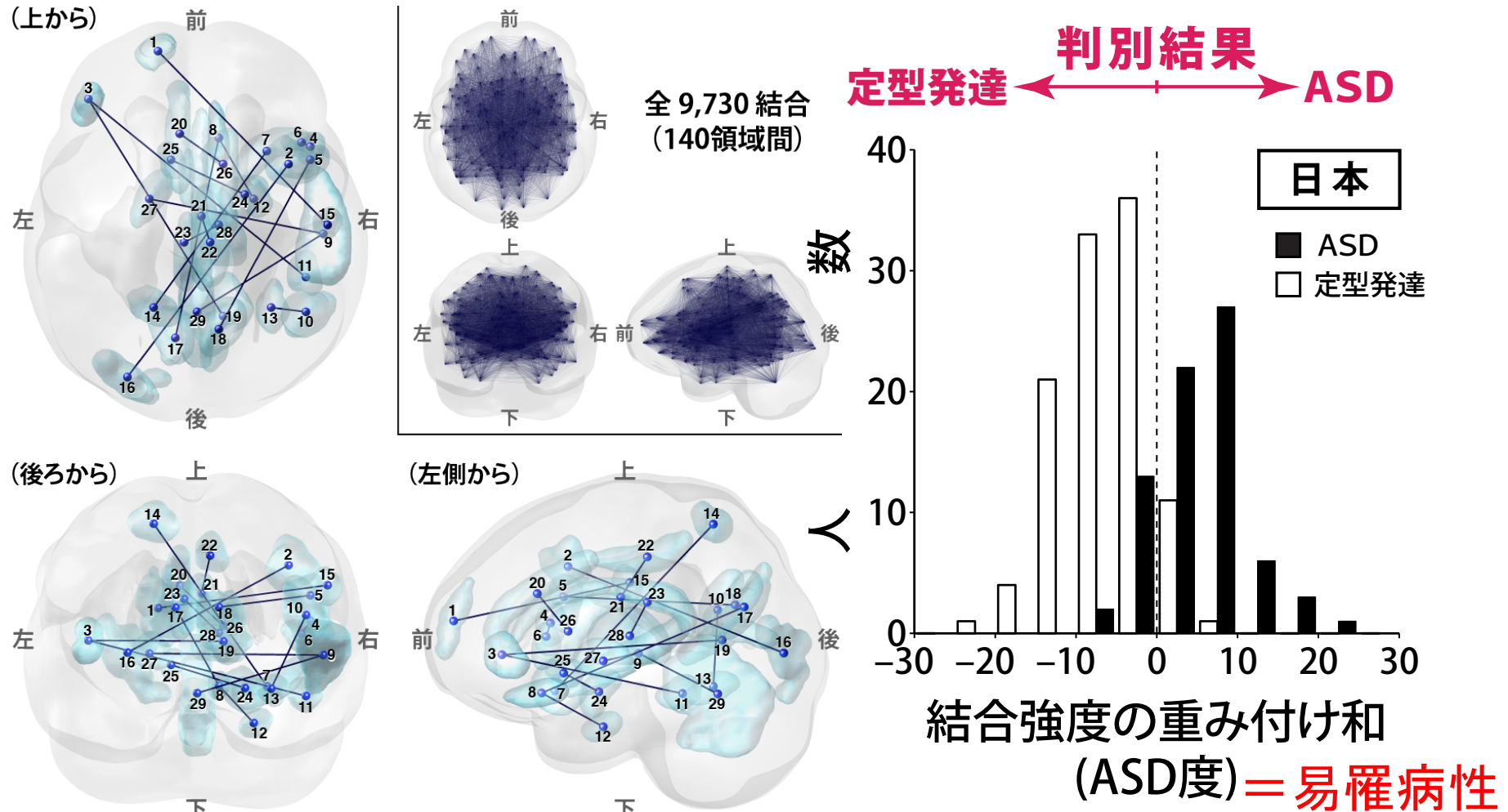
京都府立医科大学(Philips)

広大病院(GE)

トラベリング-サブジェクト

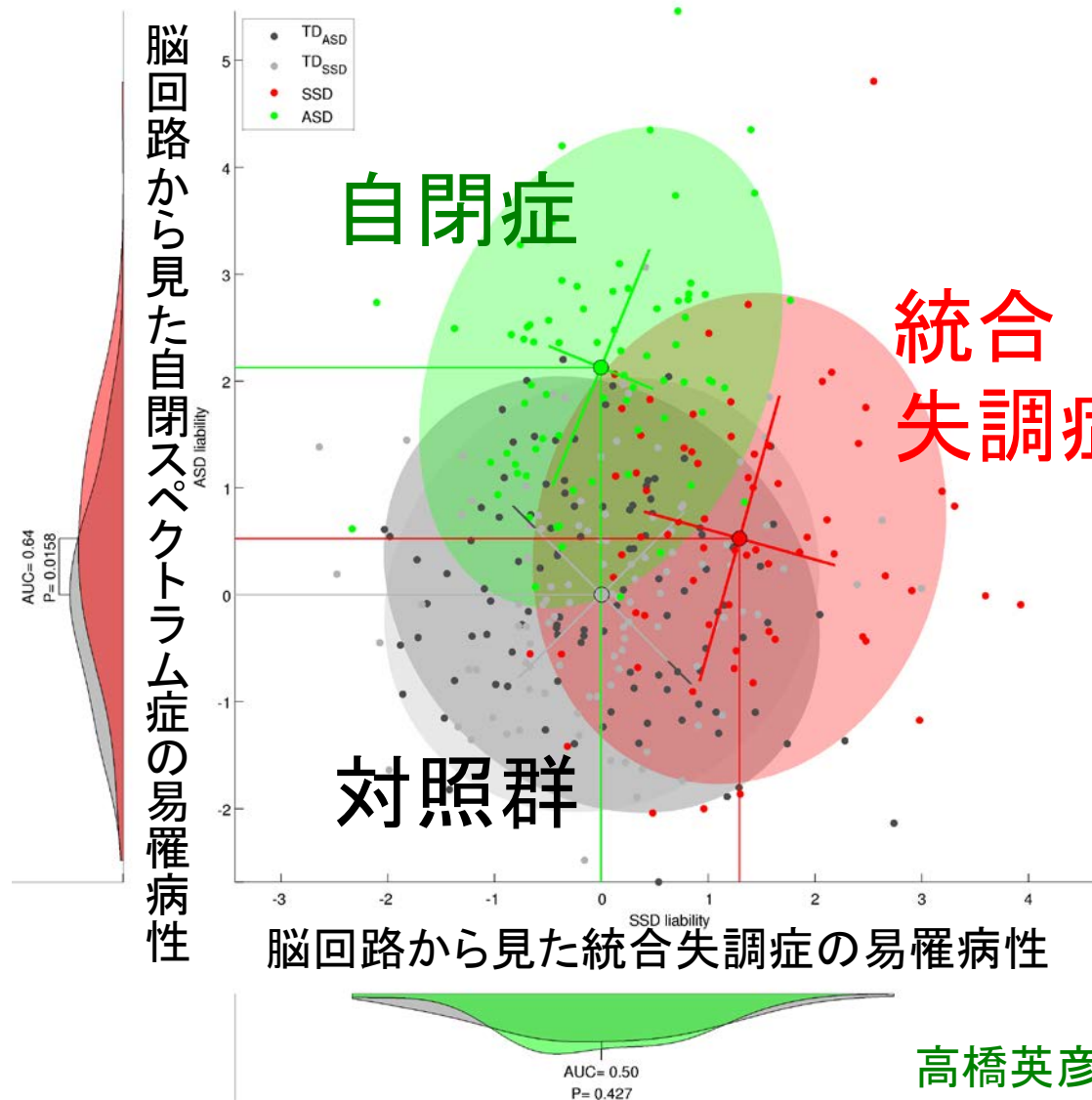
# 自閉スペクトラム症の脳回路バイオマーカー

外部独立検証コホートに汎化する: 日本3施設85%、米国数施設75%



Yahata N, Morimoto J, Hashimoto R, Lisi G, Shibata K, Kawakubo Y, Kuwabara H, Kuroda M, Yamada T, Megumi F, Imamizu H, Nanez JE, Takahashi H, Okamoto Y, Kasai K, Kato N, Sasaki Y, Watanabe T, Kawato M : A small number of abnormal brain connections predicts adult autism spectrum disorder, *Nature Communications*, 7:11254, (2016)

# 自閉症と統合失調症の重なり： 従来診断から脳回路の生物学的次元を導出



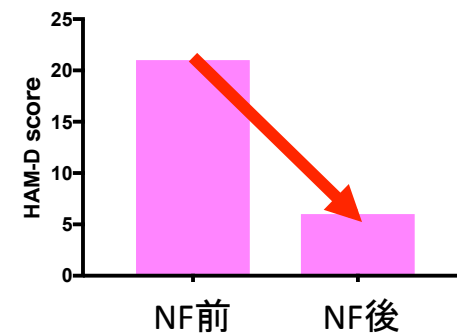
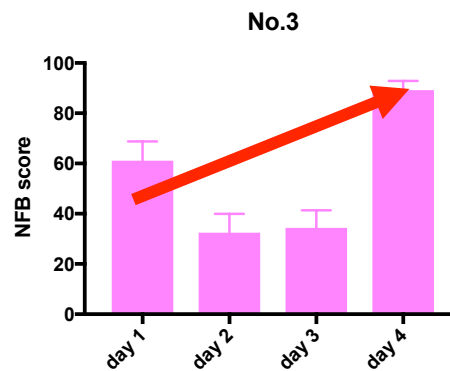
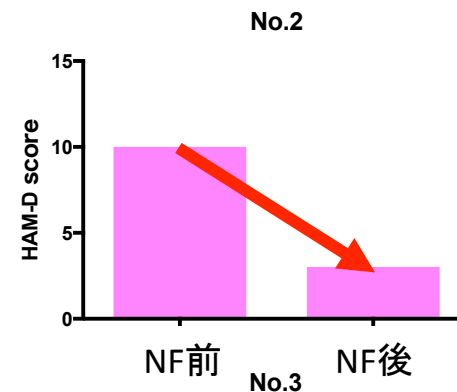
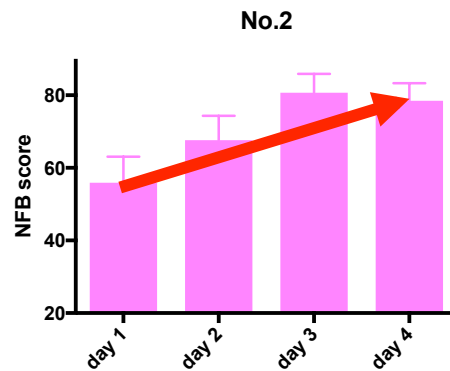
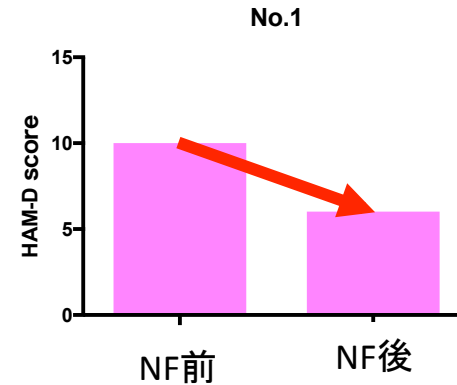
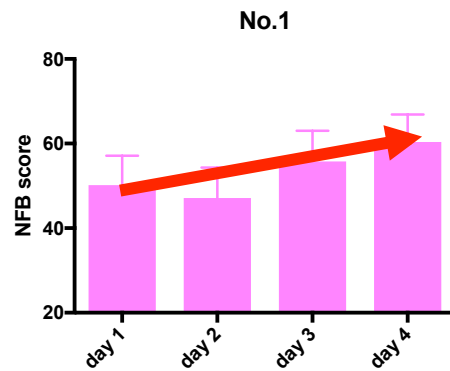
自閉症と統合失調症  
の関係に関する仮説  
が検証出来た

1. 包含関係
2. 無関係
3. オーバーラップ

京大医精神科、吉原雄二郎先生、  
高橋英彦先生、昭和大、東大などとの共同研究

# うつ病バイオマーカーに基づくニューロフィードバック

うつ病慢性患者3名全てでトレーニング成績向上 & HAM-D得点減少



・抑うつ気分  
・罪業感  
・自殺念慮  
等の抑うつ症状が改善

# rtFIN2017 演題募集のお知らせ

Real-time functional imaging and neurofeedback conference



日程: 11月29日(水)~12月1日(金)  
場所: 奈良春日野国際フォーラム 麓 IRAKA(奈良県)

<http://rtfin2017.atr.jp/>



## 重要期日

**7月15日: 演題登録および若手トラベルアワード申込締切\***

**8月20日: 採択通知、10月31日: 参加登録**

\*若手トラベルアワード: 学生もしくはポスドク、ただし発表者に限る

トピックス: New Methods, Clinical Applications, Neural Mechanisms, Animal, Models, Behavioral Modification, Other

大会長: 川人光男、組織委員長: 牛場潤一、プログラム委員長: James Sulzer

## サテライトシンポジウム&ATRテクニカルツアー

日程: 11月28日(火)、場所: ATR(京都府)

プログラム委員長: 柳澤琢史(大阪大学大学院 医学研究科 寄附研究部門講師 & ATR)