

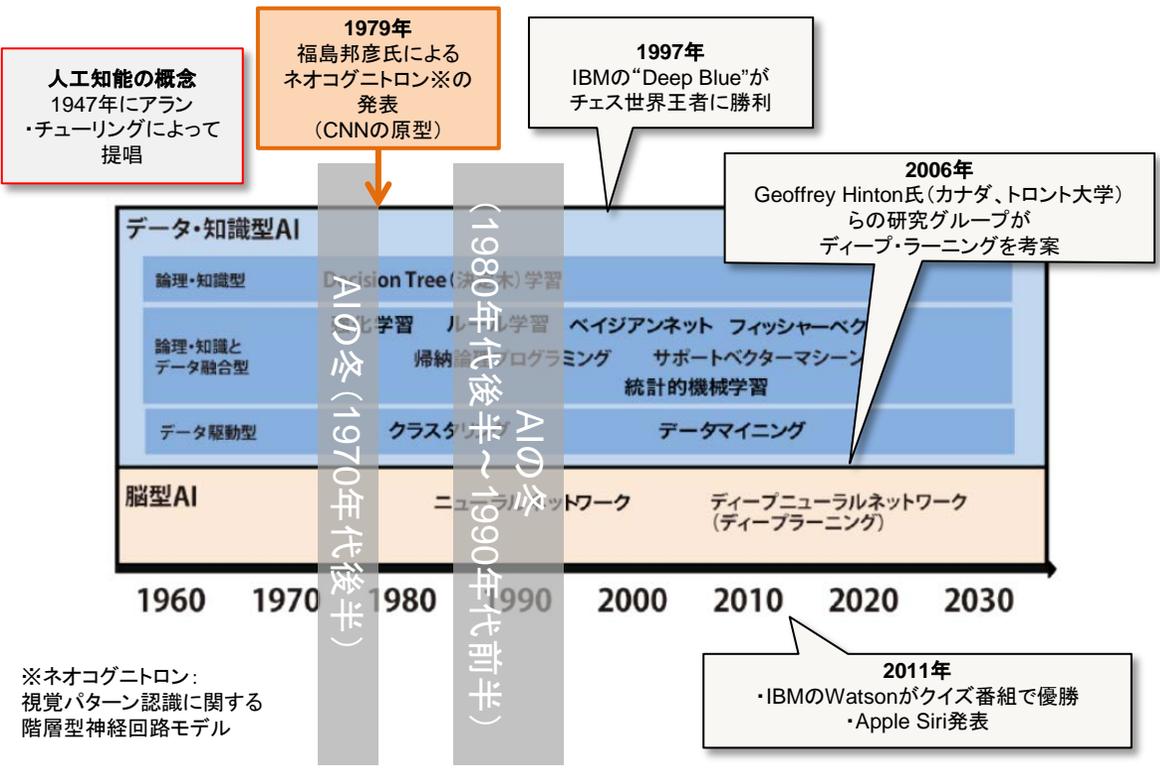
国内外におけるAI・脳研究の動向について

2016年1月29日

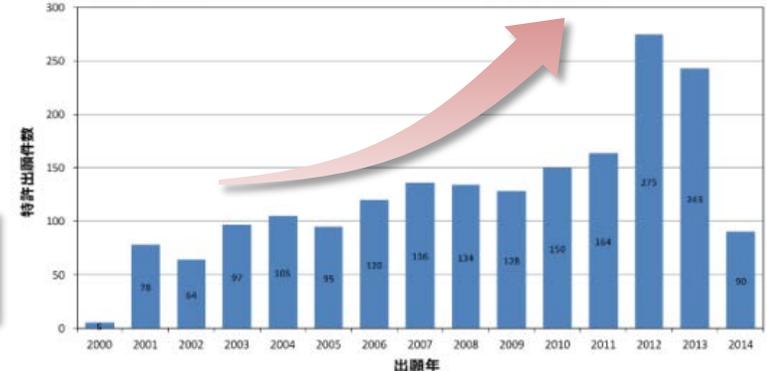
AIを取り巻く最近の動向

- 人工知能に関する研究は50年以上前から行われているが、2006年のトロント大学 Geoffrey Hinton 氏らの研究グループによる脳の神経ネットワークを再現したディープラーニング(深層学習)の発表をきっかけとして、研究開発・市場展開が急速に進んでいる。
- 人工知能に関する米国特許出願件数も2006年以降増加傾向。しかし、その件数の大部分を米国企業が占め、論文数で比較しても日本は10位にとどまる。

人工知能の基礎技術と適用の流れ



人工知能に関する米国特許出願件数の年推移



国別の人工知能の論文数(1995年～2014年)

順位	件数	シェア(%)	
1	米国	792	27.8%
2	英国	247	8.7%
3	スペイン	180	6.3%
4	フランス	169	5.9%
5	中国	166	5.8%
6	カナダ	162	5.7%
7	ドイツ	162	5.7%
8	イタリア	143	5.0%
9	オーストラリア	118	4.1%
10	日本	94	3.3%
	その他	616	21.6%
	合計	2,849	100.0%

出所)NEDO,TSC Foresight 人工知能分野の技術戦略策定に向けて(2015年11月)及び総務省”平成26年度情報通信白書”よりMRI作成

出所)NEDO,TSC Foresight 人工知能分野の技術戦略策定に向けて(2015年11月)

IoT/AIを取り巻く諸外国の研究開発政策の動向

- 2000年半ばから、ロボットや検索、翻訳、など具体的な問題設定をして、人工知能を用いて解決する研究テーマに関する研究開発に対して、国から大型の予算が割り振られている。

各国の最新動向

- AIPプロジェクト**
 - 理化学研究所とJSTIによる、国内最大級の人工知能総合研究開発拠点を整備するプロジェクト。文科省によって90億円の概算要求がなされている。(2015/12/8 日経新聞)
- 人工知能研究センター**
 - 2015年5月7日に産業技術総合研究所によって設立された、人工知能の研究センター。大学や企業の連携の中核、企業への技術移転等の役割を担う。(2015/5/8 日経新聞)
- BRAIN Initiative**
 - 2013年にオバマ大統領によって発表された、脳での大量の情報の記録・処理・貯蔵・利用・引出、および脳機能と行動の複雑な関係を解明するための研究プロジェクト。2014年～2025年で1億1000万ドルを投資。
 - アルツハイマー病等の脳神経疾患を治療・予防することが究極の目的。
- Horizon2020**
 - 2013年まで実施されていたFP7(第7次研究枠組み計画)の後継として、2014-2020年を対象にしたフレームワークプログラム。
 - 2016-2017年の予算は160億ユーロ。うちIoT関連公募に1億3,900万ユーロ、自動化された車両輸送に関連した公募に対し1億1,400万ユーロが配分された。
- Human Brain Project**
 - FP7のFuture and Emerging Technologies(EU FET)として2013年に始まった10カ年計画のプロジェクト。予算総額11.9億ユーロ。
 - 24か国113機関が参加。カナダ、中国、イスラエル、日本、米国からも参加している。
 - 脳科学、情報通信技術、医療を統合することを目的に、13のサブプロジェクトがある。

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
日本	情報爆発時代に向けた新しいIT基盤技術の研究																					
	第2期科学技術基本計画(2001-2005)					第3期科学技術基本計画(2006-2010)					第4期科学技術基本計画(2011-2015)											
	1982 ... 1992 ... 2001		情報大航海プロジェクト		ロボット介護機器開発5カ年計画(2014年25.5億円)		内閣府SIPの自動走行システム(2014年度24.5億円)		NICT多言語音声翻訳システム		多言語音声翻訳技術の研究開発及び社会実証(予定、約100億円/5年)		(2013) 人道支援と災害復旧に関するロボットの日米共同研究実施に関する合意書									
	第五世代コンピュータプロジェクト		リアルワールドコンピューティングプロジェクト																			
米国	米国競争力強化法																					
	DARPAグラウンド・チャレンジ(ロボットカー)(2004-2007、計3回)		米国競争力強化法		ヒテック法(医療IT)		米国競争力強化法		米国競争力強化法		ビッグデータイニシアティブ		米国競争力強化法		米国競争力強化法		米国競争力強化法		米国競争力強化法		米国競争力強化法	
					機械翻訳(年間6000万~7000万ドル)		Machine Reading Program(年間2000万ドル)		Mind's Eye Program(年間1600万ドル)		米国DARPAの自然言語や画像関連技術の研究開発		DARPAロボティクスチャレンジ(~2015)		米国ARPAのFUSEプロジェクト							
欧州	第7次フレームワーク計画(2007-2013)(532億ユーロ)																					
	Horizon 2020(自動走行システム、ロボット等の研究開発を含む)(770億ユーロ)																					
中国	国家中長期科学技術発展計画(2006-2020)																					
	第12次5カ年計画(2011-2015)																					
	工業の革新・高度化に関する5カ年計画(2012-2016)																					
韓国	第2次科学技術基本計画(577イニシアティブ)(2008-2012)																					
	第3次科学技術基本計画(2013-2017)																					
国家情報化基本計画(2008-2012)																						
ロボット未来戦略(2013-2022)(3500億ウォン)																						

各国・地域の政策の推移

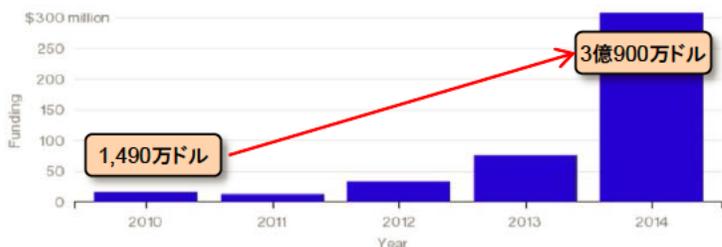
AI企業とサービスの俯瞰

- ベンチャーキャピタルによる人工知能ベンチャー企業への投資額は、2010年に1,490万ドルであったのに対し、2014年には3億900万ドル。特に、自然言語処理や機械学習・ディープラーニング、予測分析のAPIを提供するベンチャー企業への投資額の増加が大きく、5年間で302%の伸び率となっている。(米国CB Insights調べ)
- 人工知能を用いたサービスも幅広く展開されており、音声・感情認識技術の製品化や、これら認識技術を用いたパーソナルエージェントの高度化・実用化が進んでいる。

人工知能関連ベンチャー企業への投資額推移

Artificial Intelligence, Real Money

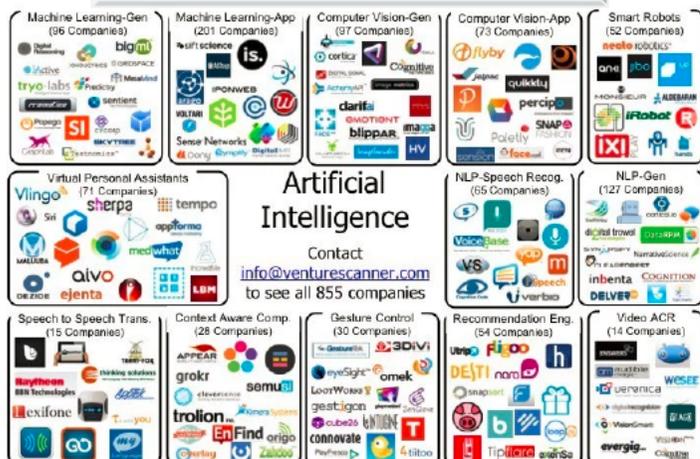
Total venture capital money for pure AI startups, by year



Data: CB Insights

Bloomberg

AI企業俯瞰図



Artificial Intelligence

Contact
info@venturescanner.com
 to see all 855 companies

Venture Scanner

出所) Venture Scanner

音声認識

VoiceTra (NICT)

話しかけると外国語に翻訳する、スマホで利用可能な多言語音声翻訳アプリ。29言語に対応。NICTの高精度音声認識技術、高精度多言語翻訳技術及び高品質音声合成技術を用いて開発された。



感情・状況認識

Emotion API (Microsoft)

顔認識、音声処理などの機械学習アルゴリズムを提供するProject Oxford®の一つで、RESTful APIを使ったアプリケーションを開発者が構築できる。人の顔写真から「怒り」「軽蔑」等8つの感情の強さを表示する。(右写真から感情を数値化)



mimi (フェアリーデバイズ)

東大発ベンチャーによる、深層学習を用いた音声情報処理のためのクラウドプラットフォーム。人間の声を認識するだけでなく、従来雑音として扱われてきた「拍手」「くしゃみ」などの非声を検出し、発話者の状況をより深く理解する。

パーソナルエージェント

Siri (Apple)

音声認識型のパーソナルアシスタント機能。2015年9月17日に提供開始されたiOS9では、ユーザーの言葉への理解の向上、公共交通機関での経路を検索等の機能が強化された。

Google Now (Google)

検索履歴に基づいて質問応答を行うバーチャルアシスタントシステム。2015年9月24日、音声入力処理技術としてこれまでのDNNからRNNを実装することによって処理の高速化および精度向上、騒音環境下での音声認識能力が強化されたと発表。

Cortana (Microsoft)

Windows OSに実装された音声対応パーソナルアシスタント。2015年12月にはAndroid / iOSアプリ版をリリース。自然言語解析とBingの知識、マイクロソフトのクラウドサービスや「ノートブック」などの情報からユーザーの把握を行う。

国内外の企業の取り組み

• 国内外の主なIT企業やベンチャー企業において、人工知能を対象とする研究所の設立や人工知能を応用した商品化、実サービスの提供が活発化している。

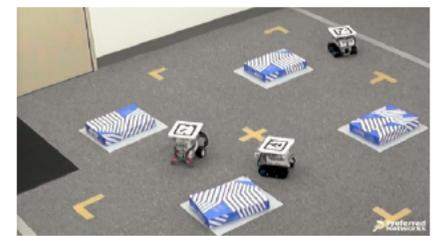
主要IT企業の取り組み

企業名	概要
Google	<ul style="list-style-type: none"> 人工知能関連企業の買収により、技術強化と人材確保に注力。2014年には、テレビゲームの操作を自律的に学習するアルゴリズム Deep Q-Networkを開発したベンチャー企業DeepMindを買収。 2015年11月、Jeff Dean氏らが開発したディープニューラルネットワークライブラリTensorFlowをオープンソースで公開。
Facebook	<ul style="list-style-type: none"> 2013年9月、シリコンバレーに人工知能研究組織「Facebook AI Research」を設立。所長はYann Lecun氏。2015年6月、新たにパリにも研究所を設立。 2015年12月、FAIRはニューラルネットワークの学習に特化したGPUベースのハードウェア「Big Sur」を開発し、設計図をオープンソース化することを明らかにした。
Baidu	<ul style="list-style-type: none"> 2014年5月、約300億円を投じてシリコンバレーに研究所「Baidu Research」を設立。所長はAndrew Ng氏。音声認識に強みを持つ。 2016年1月14日、深層学習の簡易化・高速化を目指したオープンソースの人工知能ソフトウェア「Warp-CTC」をリリース。
Microsoft	<ul style="list-style-type: none"> 研究部門「Microsoft Research」において、人工知能研究プロジェクト「Project Adam」に取り組む。深層学習により、高度な物体認識の実現を目指している。
IBM	<ul style="list-style-type: none"> 人工知能「Watson」の商業化に向け、精度向上・高速化を目指した研究を進めている。 2016年1月、アンダーアーマー(米スポーツ用品大手)、ワールドプール(米家電大手)、ソフトバンクグループとの提携を発表し、収益化を目指したサービス展開を計画。

ベンチャー企業の取り組み

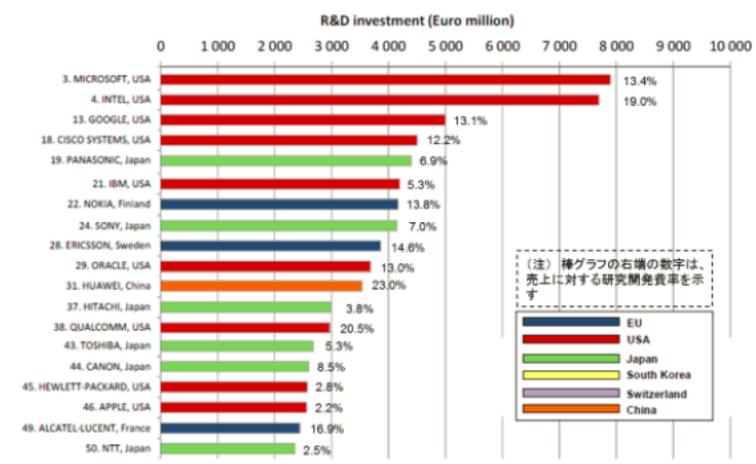
トヨタ×Preferred Networks

トヨタ自動車は2015年12月、AI技術を進めようとするベンチャー企業PFNに対しモビリティ分野のAI技術の共同研究・開発を目指すことを目的に10億円出資することを発表。



出所)
<http://business.nikkeibp.co.jp/atcl/opinion/15/221102/121700128/>
<http://www.nikkei.com/article/DGXMZO89792620X20C15A7000000/>

主要 ICT 企業の研究開発費



(出典：The 2013 EU Industrial R&D Investment Scoreboard European Commission, JRC/DG RTD をもとに作成)

出所) 平成26年度特許出願技術動向調査報告書(概要)人工知能技術

脳研究の動向

- 外界から人間への入力(環境や刺激など)に対する脳の働きや反応、身体反応を計測することにより認知メカニズムや感情や意図を推定する技術、その応用技術などの研究が行われている。
- 一方では、脳を模倣して、人間のように様々な課題に対応できる汎用的なAI(AGI)を実現する研究もおこなわれている。推論、探索、知識表現、機械学習等による工学的アプローチ、脳を完全に再現するアプローチ、各器官モデルを組み合わせるアプローチがある。

脳計測技術の普及・高度化

【NICT】



- 導電性ペーストを使うことなく、頭にかぶるだけで誰でも簡単に脳波が計測可能なウェアラブル脳波計を開発。
- 導電性ペーストを必要としないフレキシブル電極チップと、小型化され誰の頭にもフィットするヘッドギアから構成される。

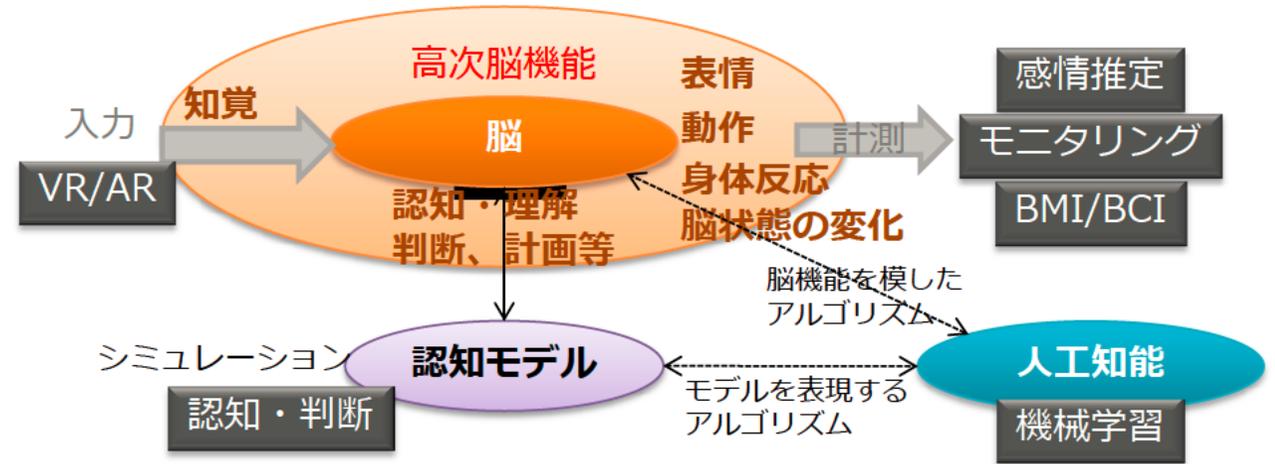
開発されたフレキシブル電極チップを装着した脳波電極(左)(出所:NICT NEWS 2014年8月)

【JST】

- 脳活動計測の高度化と日常的な脳機能モニタリングを実現する基盤技術
- 実生活における軽量小型・可搬型の脳計測デバイス

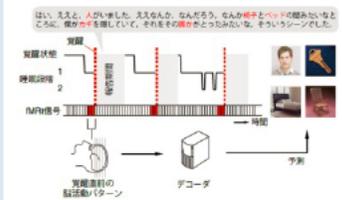


額に貼るパッチ式脳波センサ。少ない負担で脳波測定を簡易・リアルタイムに可視化できる。(出所:2016/1/8 JSTプレスリリース)



脳活動の機能説明

- 睡眠中のヒトの脳活動パターンから見ている夢の内容を解読することに成功。
- 被験者の夢報告データと大脳視覚野の脳活動記録から、物体情報を解読するパターン認識アルゴリズム(デコーダ)を構築した。



出典:ATR Webサイト

外部機器の操作

- Touchは8チャンネルで脳波を検出する小型のヘッドギア。計測した脳波は無線でスマホ上のアプリに送られる。
- 使用者は自らの興奮度等を意識的に調整することによって、ドローン操作を行うことが可能。




<http://japan.cnet.com/news/service/35073260/>

感性推定

- 産業技術大学院大学越水研究室と株式会社トルソフトウェアの産学連携により生まれた、感性を見える化し音楽を提案するサービス。
- 脳波と楽曲を紐付け、ユーザーそれぞれに最適なパーソナルライブラリーを提供。



<http://www.dreamgate.gr.jp/news/4092>
<http://www.musicman-net.com/report/119.html>

AI・脳研究の展開に向けて

- AI・脳研究の分野は深層学習を含む機械学習アルゴリズムの高度化、計算機性能の向上により国内外で新たな技術開発、サービス展開が活発化。また、それに伴い大企業及びベンチャーキャピタル等による、ベンチャー企業への投資も加速。
- 我が国においても主要研究機関・ICT企業を中心とした研究開発が進められているが、スピード感をもって日本発の技術・サービスが世界を牽引していくためには、国による社会ニーズと当該分野全体の動向の把握、ロードマップを踏まえた投資が重要。
- 一方で、当該分野が社会課題の解決に役立つためには、ELSI問題(Ethical, Legal and Social Issues: 倫理的・法的・社会的問題)に対処するための法制度の整備と社会受容性の醸成が必要。
- 当該分野の波及効果は大きく、我々の労働・日常生活を大きく変える可能性をもつことを踏まえた推進方策の検討が必要。

AI・脳研究を活用した未来社会の実現

人工知能の発展に伴うELSI問題への 取組み(例)

自動走行車保険組合



- 英国大手自動車保険会社11社によって結成された組合で、自動運転車販売開始後に起こりうる問題についての協議を開始。

<https://zuuonline.com/archives/95052>

Amazon Prime Air



- Amazonによるドローン宅配サービス。
- 公共の空域を利用するUAVの法整備が完了すればすぐにサービスを開始するとしている。

技術向上
・サービス創出

法制度整備

社会受容性の
醸造

人工知能の発展に伴うELSI問題への 取組み(例)

国内外で、学会及び有識者による組織が形成され、社会制度・倫理等のテーマについて議論する場を設けている。

- 人工知能学会 倫理委員会
- Acceptable Intelligence with Responsibility (AIR)
- The Future of Life Institute (FLI)
- One Hundred Year Study on Artificial Intelligence (AI 100) 等...

(参考) 脳研究プロジェクト



- 米国では2013年4月、オバマ大統領が「Brain Initiative (略称BRAIN: Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies)」を発表し、大規模研究を開始。神経疾患や精神疾患を治療するために脳細胞からのシグナルをより早く、多く記録するためのツールを開発し、新しい展開につなげる10年計画。
- EUでは2013年1月より、FP7のフラッグシッププロジェクトとして「Human Brain Project」を開始。ICT統合基盤研究プラットフォームをコアとし、データ取得、理論、応用コンピューティング、倫理の5つのサブプロジェクトからなる、ICTを用いて脳の理解を目指す10年計画のプロジェクト。

	米国 Brain Initiative	欧州 Human Brain Project
位置づけ	<ul style="list-style-type: none"> • オバマ大統領主導のNeuroscience Initiative (神経科学イニシアチブ)の一環。 	<ul style="list-style-type: none"> • FP7のFuture and Emerging Technologies (EU FET) のフラグシッププログラムの一つとして実施
開始発表時期	<ul style="list-style-type: none"> • 2013年4月 	<ul style="list-style-type: none"> • 2013年1月
予算規模	<ul style="list-style-type: none"> • 政府予算は2014年度:約1億ドル、2015年度:約2億ドル • NIHの脳科学関連予算は50億ドル以上 • 民間財団も出資 	<ul style="list-style-type: none"> • 10ヵ年計画 • 予算総額11.9億ユーロ
特徴的なアプローチ	<ul style="list-style-type: none"> • 神経回路の全細胞の全活動を記録・解析 • ナノテクノロジー、イメージング、工学、情報学などの技術を活用 • モデル動物を段階的に解析 	<ul style="list-style-type: none"> • 脳科学、情報通信技術、医療を統合 • 戦略的に脳データを収集、脳の情報処理の計算理論を開発し、ICT統合基盤研究プラットフォームへのデータの統合 • 脳型の情報処理機構を応用し、小型かつ低消費電力の情報処理装置の実現
立ち上げの経緯	<ul style="list-style-type: none"> • 2012年、UCバークレーのA. Paul Alivisatosらが、Brain Activity Map (BAM)に関する構想をNeuron誌に掲載。米ホワイトハウス科学技術政策局とディスカッション。 • 2013年2月のオバマ大統領の一般教書演説の中で、BAMが取り上げられる。 • 2013年4月オバマ大統領がBrainイニシアチブを発表 • 2014年6月、2025年の達成目標(BRAIN2025)を発表 	<ul style="list-style-type: none"> • 2005年からスイス・ローザンヌ工科大学 (EPFL) のBlue Brain Project: IBM Blue Gene (スーパーコンピュータ) を用いた、脳構造解明のためのシミュレーションによる研究を開始 • 2013年、EU FETのフラグシッププログラムのひとつとして採択