

特定非営利活動法人全脳アーキテクチャ・イニシアティブ

2015年度アニュアルレポート

2016年7月31日

目次

1. 概要	2
2. 設立の経緯	2
3. 現在の会員、役員および顧問	3
4. 初年度の活動方針	4
5. 初年度の活動実績	5
教育事業	5
研究開発事業	6
当NPO法人の活動とボランティア	9
6. 財務状況	9
7. 内外の全脳アーキテクチャ関連動向	12
8. 2016年度の活動方針 —WBA共創開発基盤の構築—	13
振り返り：設立時点での方針	13
2016年度の方針策定にかかわる主要な動向	14
2016年度の活動方針	15
技術的見通しについての補記	19
9. おわりに	20
連絡先	20

## 1. 概要

特定非営利活動法人全脳アーキテクチャ・イニシアティブ（以下当NPO法人）は、2015年8月の設立以来2016年3月まで、脳全体のアーキテクチャに学ぶことにより人間のような知的能力を持つ人工知能の実現を目指す研究活動の支援と促進を目的として活動してきました。当NPO法人は、教育事業として、勉強会やハッカソンの開催、教材の作成などを行っています。また、研究開発事業として、人工知能研究を側面から支援するためのソフトウェアプラットフォームの開発を行う他、関連する研究者や研究コミュニティとの交流を行ってきました。

## 2. 設立の経緯

2013年、当NPO法人の前身となるグループが、近年における計算機リソースの増大と機械学習の進歩や神経科学知見の急速な蓄積を背景として、脳全体のアーキテクチャに学ぶことにより人間のような知的能力を持つ人工知能を作ることについて議論をはじめ、そのようなアプローチに「全脳アーキテクチャ」という冠をつけることにしました（詳しくは下記コラム「全脳アーキテクチャ・アプローチ」を参照ください）。そして、このアプローチには人工知能、神経科学、認知科学、機械学習などの多分野にまたがる人材の育成と結集が必要であると考え、勉強会を開催することにしました。2013年12月19日の第一回以来、現在に至るまで年数回のペースで一般の方を聴衆とする「全脳アーキテクチャ勉強会」が開催されています。講師には一線で活躍されている研究者の方々をお招きしています。

2015年の春までに、当NPO法人の前身となるグループは、全脳アーキテクチャ・イニシアティブという特定非営利活動法人（NPO）として立ち上げることを決定し、必要な手続きの後、同年8月21日にNPOの設立にいたしました。

### 全脳アーキテクチャ・アプローチ

「全脳アーキテクチャ・アプローチ」は、脳全体のアーキテクチャから学ぶことで汎用的な人工知能を構築する工学的な立場からのアプローチです。ここで、汎用人工知能とは、機能が特定の応用に特化されている人工知能（特化型人工知能）ではなく、設計時には必ずしも想定しなかったようなタスクを学び、遂行できるようになる人工知能を指します。将来、ロボットを含む人工知能が私たちと協力して仕事をするような状況が現れ、人工知能にはあらかじめ想定されていなかったような事態にも対処することが求められるでしょう。また、汎用人工知能は、人間と協力しつつ科学技術の進展の担い手となることも期待されています。

人間は、事前に想定しなかったようなタスクを学んで遂行できるという意味で「汎用知能」を持っています。人間の脳が汎用知能を実現していると考えれば、脳にヒントを得て、汎用人工知能を実現しようと考えことに無理はありません。また、知能は脳の一部ではなく全体の機能であり、脳が複数の部分からなるシステムであることを考

えると、脳全体のアーキテクチャにヒントを得るということも自然な帰結だと考えられます。

#### 全脳アーキテクチャ中心仮説

当NPO法人はさらに次の仮説を採用しています：

「脳はそれぞれよく定義された機能を持つ機械学習器が一定のやり方で組み合わせられることで機能を実現しており、それを真似て人工的に構成された機械学習器を組み合わせることで人間並みかそれ以上の能力を持つ汎用の知能機械を構築可能である」  
これはあくまで作業仮説ですが、研究開発の範囲をあえて制約することにより資源を集中することを狙っています。

### 3. 現在の会員、役員および顧問

現在、当NPO法人の会員は、正会員（社員）と賛助会員からなります。2016年6月末時点の当NPO法人の正会員（社員）数は15名です。また、当NPO法人の運営にあたり、さまざまな企業をはじめとする賛助会員の方に財政的なご支援をいただいています。2016年6月末時点で、17の企業および個人の方に賛助会員としてご支援いただいています。

#### 賛助会員一覧

※各カテゴリー内の順番は入会順です。

##### 創設賛助会員

株式会社Nextremer

株式会社PEZY Computing

株式会社ドワンゴ

パナソニック株式会社

トヨタ自動車株式会社

株式会社IPパートナーズ

##### 特別賛助会員

株式会社リクルートテクノロジーズ

##### 賛助会員

ブレインズコンサルティング株式会社

株式会社PIARA

AlpacaDB, Inc.

株式会社オルツ

ゲーム・ゲーマーCH

大久保敏男様

ネクサート株式会社  
古屋卓己公認会計士・税理士事務所  
ライトクルー株式会社  
後藤健太郎様  
株式会社経営共創基盤（IGPI）

## 役員

当NPO法人の役員は以下の4名です。

- 代 表：山川 宏（ドワンゴ人工知能研究所所長）
- 副代表：松尾 豊（東京大学大学院工学系研究科准教授）
- 副代表：高橋 恒一（理化学研究所生命システム研究センターチームリーダー）
- 監 事：佐藤 健（マーケティングハーベスト株式会社共同創業者顧問）

## 顧問

以下の方々に顧問としてご指導をいただいています。

- 銅谷 賢治（沖縄科学技術大学院大学神経計算ユニット教授）
- 北野 宏明（特定非営利活動法人システム・バイオロジー研究機構代表）
- 富田 勝（慶應義塾大学環境情報学部教授）
- 森川 博之（東京大学先端科学技術研究センター教授）

## 4. 初年度の活動方針

当NPO法人のミッション・ステートメントは「脳全体のアーキテクチャに学び人間のよう  
な汎用人工知能を創る（工学）」です。当NPO法人は、このミッションを実現すべく、教育  
事業と促進的な研究開発事業を展開しました。なお、当NPO法人が構築を目指す汎用人工知  
能は、実現すれば強力な社会的インパクトを持つため、その人類社会によるよりよい形での  
利用についての議論が世界中でおこなわれています。私たちも、社会がAI技術の進展を早期  
に把握し、影響に備えておくことがよいと考えます。そこで私たちは、公共性の高いNPOと  
いう立ち位置から、自らの技術開発をオープン化してその情報を広く一般に知っていただ  
くとともに、関連する研究活動もオープンになされるよう促し、AI技術を人類の未来にとって  
よりよい形で利用していただけるよう活動しています。

教育事業の目標は、長期的に全脳アーキテクチャ・アプローチによる研究に貢献できる  
人材を育成することです。その目標に向けて人工知能、神経科学、認知科学、機械学習など  
の関連する分野での啓蒙活動を行いました。具体的には、勉強会の実施、ハッカソンの実  
施、外部学術イベントへの参加・協力、外部学術団体との協力・情報交換などを行いまし  
た。

研究開発事業の目標は、全脳アーキテクチャ・アプローチによる研究を支援することです。当NPO法人は、全脳アーキテクチャ・アプローチによる研究を行うのではなく、全脳アーキテクチャ・アプローチをとる研究者・開発者との協力体制を構築し、全脳アーキテクチャ研究のハブ的な役割を果たします。また、研究支援用のソフトウェアなどのインフラストラクチャの整備を行うことで、エンジニアや研究者が全脳アーキテクチャ研究に参入する敷居を下げ、より多くの方々に汎用人工知能の研究あるいは技術の体験、応用をしていただけるような活動を展開しています。また私たちは、脳全体を統合するAIの開発が大規模な共同開発を必要とするとの考えから、オープンなコミュニティによる全脳アーキテクチャ開発を促進しています。

## 5. 初年度の活動実績

初年度（2015年9月～2016年3月）の活動として、上記の活動方針に沿った形で教育事業、研究開発事業その他の活動を行いました。

### 教育事業

上で述べたように、教育事業の目標は、長期的に全脳アーキテクチャ・アプローチによる研究を行える人材を増やすことです。初年度は、第一回ハッカソンおよび複数の全脳アーキテクチャ勉強会を開催し、国際会議BICA2015に参加した他、Web教材の作成を開始しました。

#### 全脳アーキテクチャ勉強会

全脳アーキテクチャ勉強会は当NPO法人創設以前から行われてきた活動です。当NPO法人創設後の初年度は以下のように3回の勉強会を開催しました。会場は各回ごとに企業の方に提供いただいています。

- **第11回：2015年8月26日「Deep Learning の中身に迫る」**

大関真之助教（京都大学）、本武陽一氏（東京大学）、Adam Gibson氏（Skymind社CTO）の講演と討論

会場提供：株式会社リクルートテクノロジーズ

- **第12回：2016年1月14日「脳の学習アーキテクチャー」**

銅谷賢治教授（沖縄科学技術大学院大学）による講演と討論

会場提供：トヨタ自動車株式会社

- **第13回：2016年3月15日「コネクトームと人工知能」**

水谷治央研究員（ハーバード大学）、倉重宏樹研究員（東京大学）による講演と討論

会場提供：株式会社リクルートテクノロジーズ

## ハッカソンの開催

全脳アーキテクチャー・イニシアティブは、2015年9月19日から5日間、全脳アーキテクチャー若手の会（後述）との共催で第1回全脳アーキテクチャーハッカソンを開催しました。このイベントには大学生・大学院生を中心とした7チームが合宿形式で参加し、「複合学習器の開発」という「お題」に基づいて各自設定した課題に取り組みました。

このハッカソンは、全脳アーキテクチャー・イニシアティブの教育事業の一環として開催されたもので、参加者にとっては知識を深め、技術的なスキルを向上させることができるとともに、計算論的神経科学や機械学習に興味を持つ学生・研究者とのネットワークづくりにも役立つことを目論んだものです。このハッカソンには、産総研人工知能研究センター、電気通信大学、AlpacaDB, Inc. の協賛と、ドワンゴ人工知能研究所および株式会社ドワンゴの後援をいただきました。ハッカソンの成果は GitHub 上で公開されています<sup>1</sup>。

## BICA2015への参加

BICA (Biologically Inspired Cognitive Architectures) Society は、生物学にヒントを得た認知アーキテクチャに関する学術コミュニティであり、毎年国際会議を開いています。ここで、認知アーキテクチャとは、知的エージェント（動物や機械）の認識行動の全体を統合的に理論化、実装するための仕組みを指します。全脳アーキテクチャは明らかに生物学にヒントを得た認知アーキテクチャであり、そのテーマはBICAと一致します。当NPO法人から数名が論文発表者として2015年の BICA 会議に参加をしました。また、この年の会議では、特別に全脳アーキテクチャに関するセッションを設けていただきました。さらに、第一回ハッカソンの優勝者（学生3名）を当NPO法人からBICA会議に派遣し、会議全体の報告書の制作と全脳アーキテクチャー・セッションでの発表をお願いしました。

## Web教材の作成

全脳アーキテクチャーの基盤となる、人工知能、神経科学、認知科学、機械学習などの分野の基本的な知識を広く一般に知っていただくため、各専門の大学の先生方に協力を仰ぎ、全脳アーキテクチャーのWebサイト上で用語集を編纂しています。

## 研究開発事業

上で述べたように、当NPO法人の研究開発事業の目標は、全脳アーキテクチャー・アプローチによる研究を支援することです。

## 当NPO法人における研究開発

当NPO法人は、全脳アーキテクチャー・アプローチによる研究を支援するためのソフトウェアなどの研究インフラストラクチャを整備し、公開するという活動を行っています。具体的

---

<sup>1</sup> <https://github.com/wbap/Hackathon2015>

には、以下に述べるように（全脳認知アーキテクチャ構築のための）統合ソフトウェアプラットフォームや（全脳認知アーキテクチャの）学習環境構築、神経情報学（ニューロ・インフォマティクス）の基盤整備にとりこんでいます。

### 統合プラットフォーム

全脳認知アーキテクチャ構築のための統合ソフトウェアプラットフォームは、上に述べた全脳アーキテクチャ中心仮説に従い、脳の部分を模した複数の機械学習器が相互に通信を行いつつ機能を果たすという仕組みの実現を支えるものです。より具体的には、複数のモジュールが、（神経軸索の束を流れる信号を模した）数値ベクトルを値に持つ信号をやりとりすることを実現するプラットフォームです。こうしたプラットフォームを作成する試みは、理化学研究所と慶応大学との共同で 2014年にはじまりました。BriCA (Brain-inspired Computing Architecture<sup>2, 3</sup>) と名付けられたプラットフォームは、2015年にはPython によりバージョン 1 が実装され、現在は、同期・非同期通信のサポートを主眼とした C++ によるバージョン 2 の開発が行われています。

統合ソフトウェアプラットフォームの開発に伴い、アーキテクチャを記述する言語の設計と実装も行われています。このBriCA言語と呼ばれる言語は、モジュールとそれらの間の接続構造を記述するものです。こうした構造記述言語によってアーキテクチャを記述された実装は、理解やモジュールの入れ替えなどが容易になるため、オープンな共同開発に適していると考えられます。BriCA言語の設計、実装については、株式会社ドワンゴ（人工知能研究所）から支援をいただいています。

### 学習環境構築

人間のような汎用人工知能には、人間が生活するような世界でさまざまなことを学習し、スキルを身につけることが期待されます。こうした人工知能をロボットに実装することも考えられますが、実世界のロボットを扱うには特別な技術が必要になります。そこで、当NPO法人は主に株式会社ドワンゴ（人工知能研究所）と協力して、仮想空間上でロボットシミュレータを動かし、汎用人工知能の学習環境として用いることを目論んでいます。2016年の最初の四半期にいくつかの最初の成果があり、リソースが Web 上に公開されています。最初のリソースは、Gazeboロボットシミュレータと BriCA、Nengo または Brain

---

<sup>2</sup> 高橋恒一ら：認知コンピューティングのための汎用ソフトウェアプラットフォーム設計と開発，人工知能学会全国大会発表論文（2015）

<sup>3</sup> Takahashi K. et al.: "A Generic Software Platform for Brain-Inspired Cognitive Computing", BICA2015 (2015)

Simulator™ を用いた環境で<sup>4</sup>、もう一つは Unity ゲームエンジンと Chainer による機械学習器を用いたものです<sup>5</sup>。

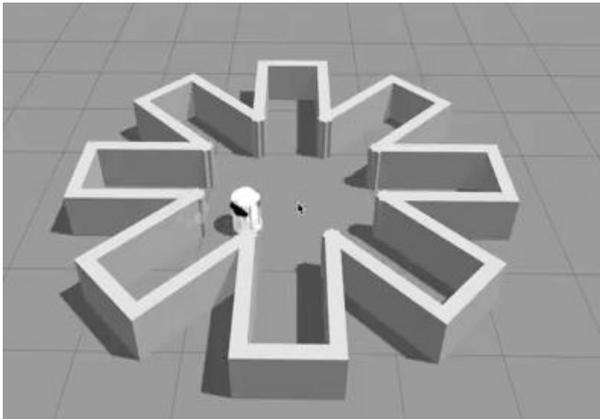


図 1 Gazebo + BriCA

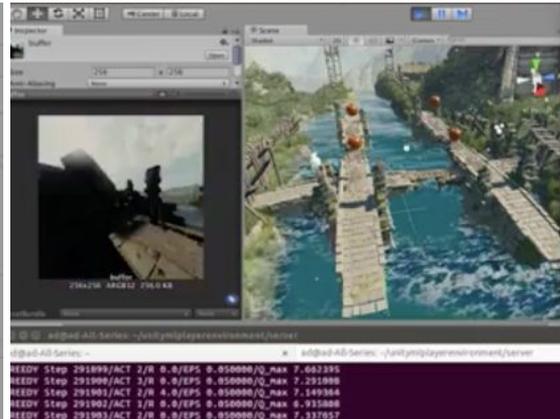


図 2 LIS: Unity + Chainer

### 神経情報学の基盤整備

脳全体のアーキテクチャに学び人間のような汎用人工知能を創るために、脳全体のアーキテクチャについての知見が必要になります。具体的には、（ヒトを含む哺乳類などの）脳がどのような部位からなり、それぞれがどのような神経回路をもち、また部位相互がどのように接続されているかという情報（知見）が必要になります。こうした知見は、さまざまな研究機関に散在していますが、利用するためにはそれらを集めて統合する必要があります。当NPO法人では、大学などの研究者と協力してその努力を開始しています。また、ソフトウェアとしては、2016年の最初の四半期に当NPO法人との協力で株式会社ドワンゴ（人工知能研究所）にて「全脳ビューワ：BiCAmon」のプロトタイプが作成されました<sup>6</sup>。これは、WebGLを用いて（マウスの）脳部位と部位間の接続をブラウザにインタラクティブに表示するものですが、実際に動作中の全脳アーキテクチャのモジュールが活動する時にそれらのモジュールと対応付けられた脳部位をハイライト表示する機能を持っています。

### 全脳アーキテクチャの研究開発

活動方針のところでも書いたように、当NPO法人自体は、全脳アーキテクチャ・アプローチによる研究そのものは行わず、全脳アーキテクチャ・アプローチによる研究を行っている研究者を支援する形をとっています。支援の一つの形は、全脳アーキテクチャに関連する分野についての研究者の間の知識と議論の共有であり、興味のある研究者を招いて内部で勉強会を開いています。

<sup>4</sup> <https://github.com/wbap/WinterMaze2016/>

<sup>5</sup> <https://github.com/wbap/lis/>

<sup>6</sup> <http://wba-initiative.org/1189/>

## 当NPO法人の活動とボランティア

当NPO法人には、日常的な意思決定を行う理事3名による理事会と、正会員が実質的な議論を行う運営委員会が存在します。当NPO法人の活動は、事務局に2名の有給のパートタイム職員がいる他は、基本的に手弁当のボランティアによって行われています。正会員は、大学その他研究機関の職員であったり、一般企業の職員であったりしますが、ほとんどはボランティアとして当NPO法人の活動に参加しています。当NPO法人には正会員以外のボランティアの方も十数人参加していただいております、その数は増え続けています。

ここまで述べてきた活動のうち、たとえば全脳アーキテクチャ勉強会やハッカソンの開催はボランティアによるものです（勉強会の講師やハッカソンのチューターには謝金をお支払いしています）。Webサイトの構築・運営を中心とする、広報活動もボランティアベースで行われています。また、当NPO法人に関連するボランティア団体として「全脳アーキテクチャ若手の会」があり、当NPO法人とは勉強会やハッカソンの開催を含むさまざまな活動において相互の協力を行っています。

## 6. 財務状況

平成27年度の貸借対照表（表1）と活動計算書（表2）を以下に示します<sup>7</sup>。

経常収益のほとんどは賛助会員年会費から来ています。（創設）賛助会員2社からは、5年分の年会費を前払いいただいております、貸借対照表上受金（96万円）として計上されています。

事業費のうち、最大の部分を占めている旅費交通費は、ハッカソン参加者への旅費および宿泊費の補助、さらにBICA2015に参加したハッカソン優勝者への旅費、宿泊費補助（BICA2015のゴールドスポンサー代金を含む）です。その他の事業費は、ハッカソンの会場費などを含みます。講師など謝金は、ハッカソンメンターと全脳アーキテクチャ勉強会の講師に支払われました。

管理費のうち、最大の支出項目である地代家賃は、事務所をお借りしている株式会社ドワンゴに支払っているものです（平成28年度より月約8万円に減額されました）。事務局の人件費は業務委託の形で支出しています。支払報酬は会計事務所に支払っているものです。また、Webやポスター等の広報関係で、外注費が発生しています。

平成27年度の会計は黒字になっていますが、これは会計期間が7ヶ月と10日と短いため、地代家賃や事務局の人件費などの固定費が通常年度より低くなっており、さらに事務局には平成27年12月まで1名しか有給職員がいなかったという事情もあります。平成28年第一

<sup>7</sup> 活動計算書の一部項目を合算しています。正式な計算書は別途公開されているものを参照ください。

四半期の管理部門の支出と平成28年6月段階での賛助会員会費収入をベースに計算すると、概ね予算は均衡しますが、今後の活動強化にむけて財務基盤のさらなる健全化が求められます。具体的には、さらなる賛助会員の獲得、収益事業の実施、コスト対効果の検討による事業の見直しなどが必要となります。（2016年度の予算については、下記の活動方針の項で触れます。）

表 1：貸借対照表

科目		金額（単位：円）		
I	資産の部			
	1.	流動資産		
		現金預金	10,256,958	
		流動資産合計		10,256,958
	資産合計			10,256,958
II	負債の部			
	1.	流動負債		
		未払金	223,938	
		前受金	9,600,000	
		預り金	10,210	
		流動負債合計		9,834,148
負債合計			9,834,148	
III	正味財産の部			
		前期繰越正味財産	0	
		当期正味財産合計	422,810	
	正味財産合計			422,810
	負債及び正味財産合計			10,256,958

表 2 : 活動計算書

科目		金額 (単位: 円)			
I	経常収益				
	1	受取会費等			
		正会員年会費	115,000		
		賛助会員年会費	5,400,000	5,515,000	
	2	その他収益			
		受取利息	705	705	
		経常収益計			5,515,705
II	経常費用				
	1	事業費			
	(1)	人件費計	0		
	(2)	その他経費			
		講師等謝金	297,000		
		旅費交通費	1,804,150		
		その他	595,302		
		その他経費計	2,696,452		
		事業費計		2,696,452	
	2	管理費			
	(1)	人件費計	0		
	(2)	その他経費			
		業務委託費	923,103		
		外注費	195,360		
		支払報酬料	108,000		
		地代家賃	1,078,074		
		その他	91,906		
		その他経費計	2,396,443		
		管理費計		2,396,443	
		経常費用計			5,092,895
		当期正味財産増減額			422,810
		前期繰越正味財産額			0
		次期繰越正味財産額			422,810

## 7. 内外の全脳アーキテクチャ関連動向

海外においては、いくつかの研究機関が全脳アーキテクチャーに関連する研究を行っています。たとえば DeepMind 社のさきがけ的研究である Deep Q Network は、深層学習と強化学習を組み合わせたアルゴリズムですが、深層学習も強化学習も脳内に対応する部位が想定できるため、脳部位を機械学習器に置き換えて脳の機能を実現するという全脳アーキテクチャーのアプローチとは整合性が高いと考えられます。また、代表のハサビス氏は脳のモデル化に興味を持っており、汎用人工知能の実現を目指しています。Numenta社や Vicarious 社は、大脳皮質に学んだ学習器を作ろうとしています。これらはかならずしも「全脳」的ではありませんが、大脳皮質に学ぶ手法は参考になります。2015年に発足した GoodAI社（チェコ）は、全脳アーキテクチャー的な汎用人工知能の実現を目指しており、ツールを公開しています。カナダのWaterloo大学の理論神経化学センターは、全脳的なシミュレータ Nengo を開発、公開しています。汎用人工知能の実現を目指しているプロジェクト OpenCog は、脳を参考にするアプローチはとっていませんが、そのオープンな汎用人工知能研究アプローチは参考になります。2015年にオープンでかつ人類全体の福祉に貢献する人工知能研究を目指して設立された OpenAI社は、やはり強化学習を一つのアプローチとしており、最近研究内容を公にし始めました。他に、やや伝統的でかつオープンでない戦略を取る AGI3 社、機械学習理論の重鎮である Schmidhuber氏らが参与する NNAISENSE 社、生物学的に忠実に脳を模倣する全脳エミュレーションにより人工的に心を再現しようとする NPO の Carboncopies.org、認知理論 PSI の産業化を目指す micropsi industries 社などが活動をはじめています（図3）。

国内では、2015年に産総研が人工知能センターを開設しました。この研究所は長期的には汎用人工知能の実現を目指すものと考えられます。当NPO法人の主唱者の一人である一杉氏はこのセンターで大脳皮質に学んだ機械学習器であるBESOMの研究を行っています。6月30日には、当NPO法人の社員でもある栗原聡教授が所属する電気通信大学の人工知能先端研究センターが設置されましたが、汎用人工知能の実現を目標の一つとしています。当NPO法人の賛助会員では、株式会社Nextremer、株式会社PEZY Computing、株式会社ダウンゴ、パナソニック株式会社、トヨタ自動車株式会社、ブレインズコンサルティング株式会社、AlpacaDB, Inc. および株式会社オルツが人工知能の研究拠点を持ち、研究活動を行っています。

知能ロボティクスについては、国内外に多くの研究拠点があります。知能ロボティクスは汎用人工知能の「身体化」研究であり、全脳アーキテクチャー・アプローチにとっても重要です。知能ロボティクスのうちより人間の認知機能の解明に焦点を当てた分野としては、認知発達ロボティクスや記号創発ロボティクスといった旗印のもとにいくつかのグループが研究を進めています。

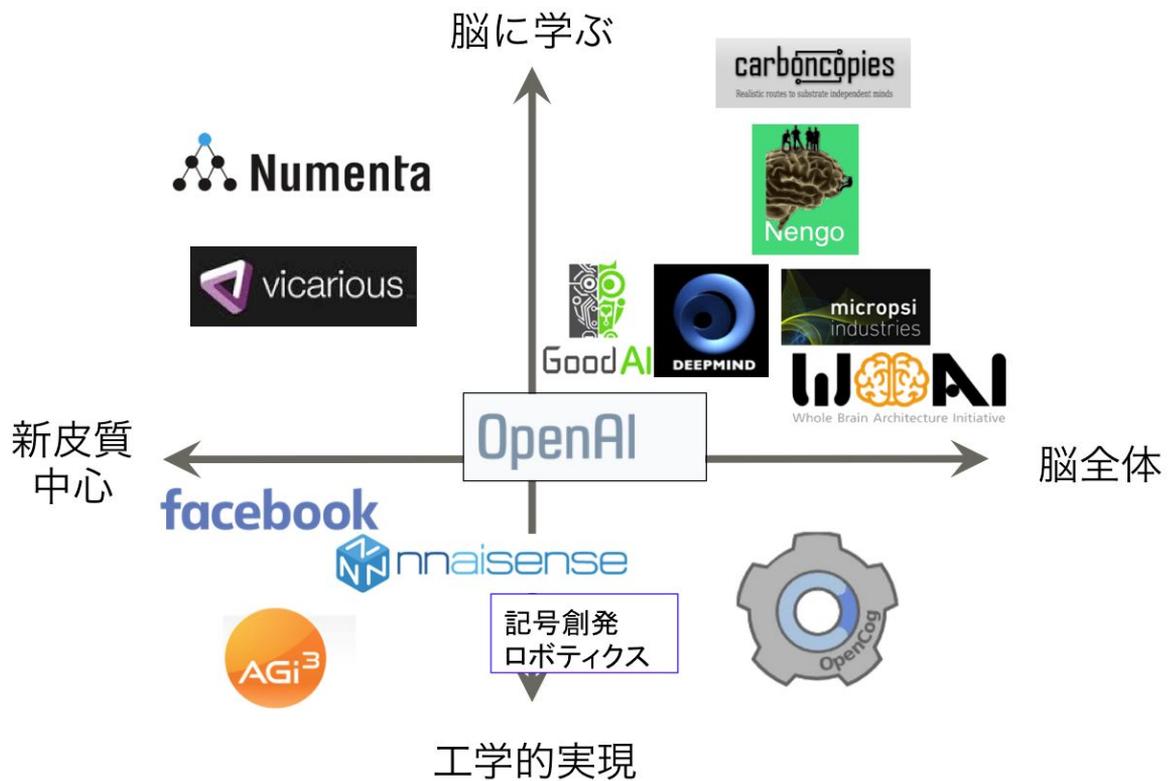


図3 海外のAGI研究グループ

機械学習の近年の発達は著しく、基本的なアルゴリズムはツール化されて提供され、コモディティ化されています。研究の対象は、時系列を含んだり、「注意」の機構を含んだものになったりと、より「エージェント」的あるいは知的な機能を実現するものに移ってきています。たとえば、三次元の仮想空間内でタスクをこなすような仮想エージェントの研究が、機械学習を用いて行われるようになってきました。こうした動向は、機械学習器を組み合わせることで汎用人工知能を構築しようという全脳アーキテクチャ・アプローチに近いものであり、当NPO法人にとっても好ましいものといえるでしょう。

## 8. 2016年度の活動方針 —WBA共創開発基盤の構築—

### 振り返り：設立時点での方針

当NPO法人は2015年8月の設立時点では以下のような目的を掲げていました。

1. 長期継続：完成時期（2030以降）に向け、継続的な目標堅持
2. 公益性：研究成果を論文発表などで公開  
（ソフトウェアはオープンライセンスを基本とする）
3. 関連分野連携：AIを軸に神経科学、認知科学、機械学習等複数の学術分野の交流促進
4. 人材育成：全脳アーキテクチャ研究開発に必要な、複数分野の知識を備えた人材の育成
5. 基盤研究：機械学習の結合プラットフォーム、汎用技術の評価手法、シミュレータ／データの準備等の研究環境構築
6. 啓蒙活動：次第に隠蔽される最先端AI技術の透明化により、人々がAIと歩む未来を創出する素地を醸成

その後の議論を通じて、当NPO法人は全脳アーキテクチャ・アプローチによる研究を自身で行うのではなく、そうした研究を促進するという立場を明確にしてきました。こうした戦略を取る理由は、当NPO法人自体が外部の研究組織と研究において競合すると、技術をオープンにするという方向性を維持しづらくなるからです。

### 2016年度の方針策定にかかわる主要な動向

当NPO法人発足以降の方針策定にかかわる主な外部動向として以下の三つを挙げる事ができます。

- 1) 技術進展の加速：深層学習の発展を起点とする人工知能研究が加速し、応用分野は画像認識だけでなく、運動制御やマルチモーダル情報処理にも広がり、さらには創造性や言語理解にも近づいています。こうしたことから、長期的な人材育成とあわせて短期的な開発の加速も必要となってきました。
- 2) 国内のAI投資の増大（国家・ビジネス含む）：経済産業省に続き、文部科学省、総務省におけるAI投資が動き出し、企業や大学などによるAI投資も拡大しています。一方、多くのAI分野の研究員や技術者は、比較的短期の成果を生み出すための活動に忙しくなってきました。
- 3) 米国NPO法人OpenAIの出現：2015年12月に1200億円を上限とする初期投資により、オープンな形でのAI開発を促進するNPO法人OpenAIが創設されました。このため、技術がオープン化され、利用しやすくなる状況が進んでいます。

## 2016年度の活動方針

国内においてもAIブームが加熱し、企業・大学・国研等のいずれのセクターにおいてもAIに対する投資が急増し、多くの関連組織が立ち上がってきました。当NPO法人を支えていただいている企業を含めて、AIを活用したビジネスが拡大することは嬉しいことです。一方で、多くのAI関係者が多忙を究め、「人間のような汎用人工知能を目指す」といった長期目標に対して腰を据えてコミットすることが容易でない状況にもなっています。

NPO設立時の最初の趣旨は研究の「長期継続」でした。しかし特に英米に牽引される技術進展を踏まえれば、影響力の大きい汎用人工知能の実現を安易に遠いと仮定することはできません。まさに今こそ、私たちは汎用人工知能の実現はありうる未来と捉え、新たな形で力を結集しつつ前に進む必要があるでしょう。

改めて、当NPO法人は「人類と調和した人工知能のある世界」を目指すために「全脳アーキテクチャ・アプローチから人間のような汎用人工知能の創造を目指す研究開発を推進」することを確認します。これを踏まえ、2016年度、私たちは脳を参考にするという点を堅持しつつNPOという公益的な特性を活かして、主に以下のような分野や領域へ集中的な投資を進めることにしました。

- 特定の組織や利益団体に縛られないことが望ましい分野や領域
- 短期的には大きなビジネス価値を生みづらい分野や領域
- 国の補助金などによる研究投資が行いづらい分野や領域
- 臨機応変なスピーディーな動きが求められる分野や領域
- 神経科学の知見を活用するという特徴を活かした分野や領域

これらを踏まえると、当NPO法人の果たすべき役割は、主に研究者の皆さんに協力をいただき、脳を参考にした汎用人工知能を実現する研究開発を促進・支援するということとなります。こうした役割を果たすためには臨機応変かつ俊敏に動く必要がありますが、当NPOでは正会員にAI分野の先進的な動きをとらえた研究者が存在して、時期にかなった判断を行うための良い耳と眼の役割を担っています。

一方、国内においては少ないAI研究者に対して研究投資が集中している現状から、研究者自身が長期目標に挑む余力は少なくなってきました。他方、脳モジュールに対応する機械学習技術が比較的オープン化されているため、エンジニアが楽しみながら活躍しやすい状況が生まれています。そこで、様々な分野の研究者の助けを得ながら、当NPO法人が適切に開発環境を整備し、方向性を示すことができれば、国内で80万人程度存在するITエンジニアの一部の方が汎用人工知能の技術開発に自発的に参入しうると考え、その開発共創基盤をつくろうと考えました（図4参照）。つまり素早くかつオープンなWBAシステムの開発は、10000人規模のエンジニアが、脳という共通の設計図上で共創することにより民主的に進めうるでしょう。

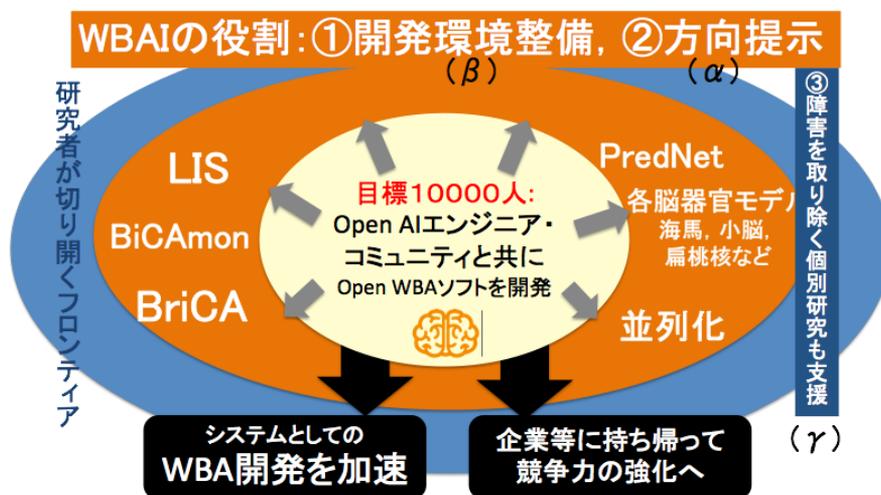


図4: オープンなAIエンジニアの活躍促進でAGIを目指す

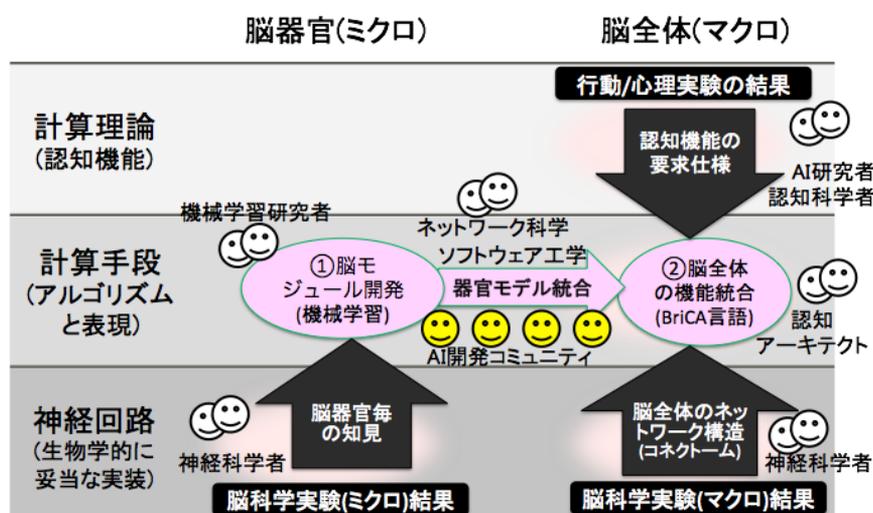


図5: 科学者・研究者が支えるオープンなAI開発コミュニティ

コミュニティによるWBAの共創的な開発は、WBAアプローチにおいて汎用人工知能 (AGI) への到達を加速する有力な選択肢と考えています (図5参照)。全脳アーキテクチャ中心仮説により、研究開発アプローチを、さまざまな脳器官モジュールの研究開発と脳型認知アーキテクチャの研究開発に分解することにより、コミュニティによる開発が可能になります。この開発を支えるためには、マイクロ・マクロレベルでの神経科学知見を得る必要があります。マクロレベルでは既存の多くの人工知能や認知科学研究の知見を取り込むことで認知アーキテクチャを構築する必要があります。

## オープンな AI開発コミュニティの形成（図 4α）

技術的進展の加速に鑑み、より短期的に研究開発を促進できるように1万人規模のオープンなAI研究開発コミュニティの形成を目指します。ここでは、所属組織の垣根を超えて技術者や専門家の力を結集することで、世界に伍するスピード感のあるオープンなAI開発の取り組みの拡大を目指します。具体的には既に、促進型研究開発において開発された、人工知能の学習環境シミュレータLISなどの開発環境を利用したり、脳型の汎用人工知能の完成に有用なDeep PredNetの研究ハッカソンを先導したりするなどの、先駆的な活動を実施しました。今後もこうしたエンジニアを中心とした活動を拡大する予定です。こうすることで、全脳アーキテクチャ・アプローチからの汎用人工知能の開発を加速すると同時に、エンジニアの方には共有された知識を所属組織に持ち帰って競争力の源泉にさせていただくことも可能になるでしょう。

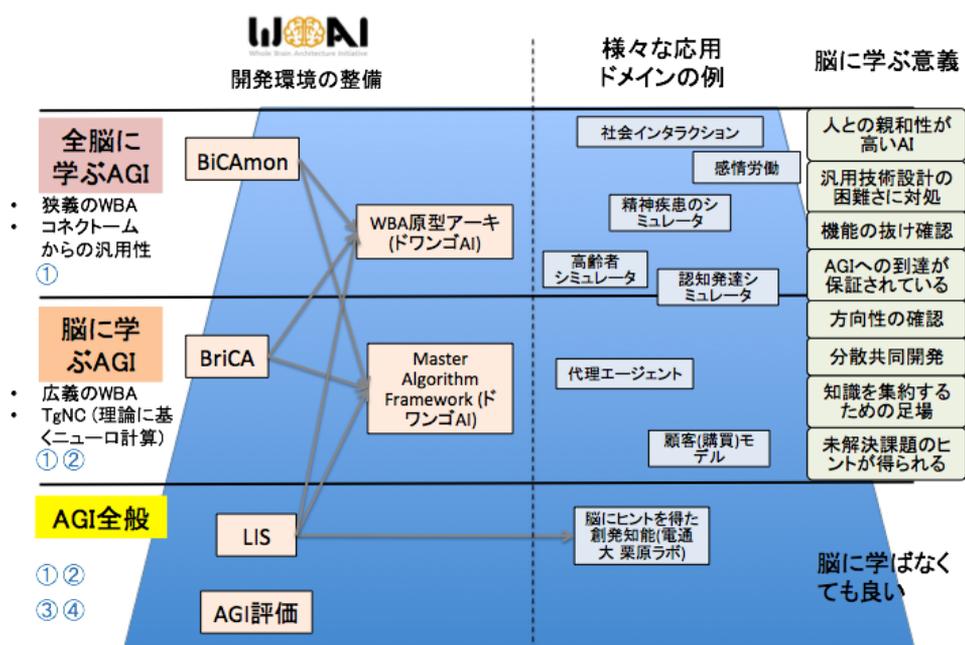


図 6: 重層的な汎用人工知能の開発環境の整備 (促進型研究開発)

## 促進型研究開発 (図 4β・図 6)

当NPO法人は「初年度の活動実績」の項で述べたように、さまざまな研究開発を行っています。全脳アーキテクチャ研究のために開発が進められてきた、脳にインスパイアされた形での機械学習の統合プラットフォーム (BriCA) は、特に脳型アーキテクチャを大規模に分散処理する際に用いられる技術として引き続き開発を継続しています。当NPO法人は、さらに全脳アーキテクチャ・アプローチによる研究を促進するという立場から、認知アーキテクチャの活動状態をコネクトーム上に表示するツール (BiCAmon) の開発や、汎用人工知能の評価手法の研究、学習環境シミュレータ (LIS) の構築などを行っています。研究開発の成

果はオープンな開発コミュニティのみならず、国や企業内の研究プロジェクトでの試用がなされるなど広まりを見せています。さらに今後脳型AIが様々な領域に応用されるケースにおいても有用なツールになると期待しています。本年度においても、こうしたツールの改良や開発を進める予定です。

#### 個別研究の支援（図4γ）

様々な機械学習がオープン化されたからといっても、それを全脳アーキテクチャ上に統合してゆくためには、多くの叡智が必要となります。しかし大多数のAIに興味をもつエンジニアにとっては、それら知識を身に付けることは容易ではありません。つまり全脳アーキテクチャの構築を、開発テーマに落とし込める以前の、高度な専門性を必要とする研究課題については、研究者による支援が必要となります。具体的には、神経科学、人工知能、認知科学、機械学習など多岐に渡る学術分野にわたる知恵と知識が必要となります。

当NPO法人の現状の活動規模では、PI（Principal Investigator・指導的立場にある研究者）レベルの研究者を雇用することは難しいため、全脳アーキテクチャ・アプローチの研究推進にとって重要な課題に取り組む若手研究者に対して、資金補助を行う施策を行う方向で検討を進めています。

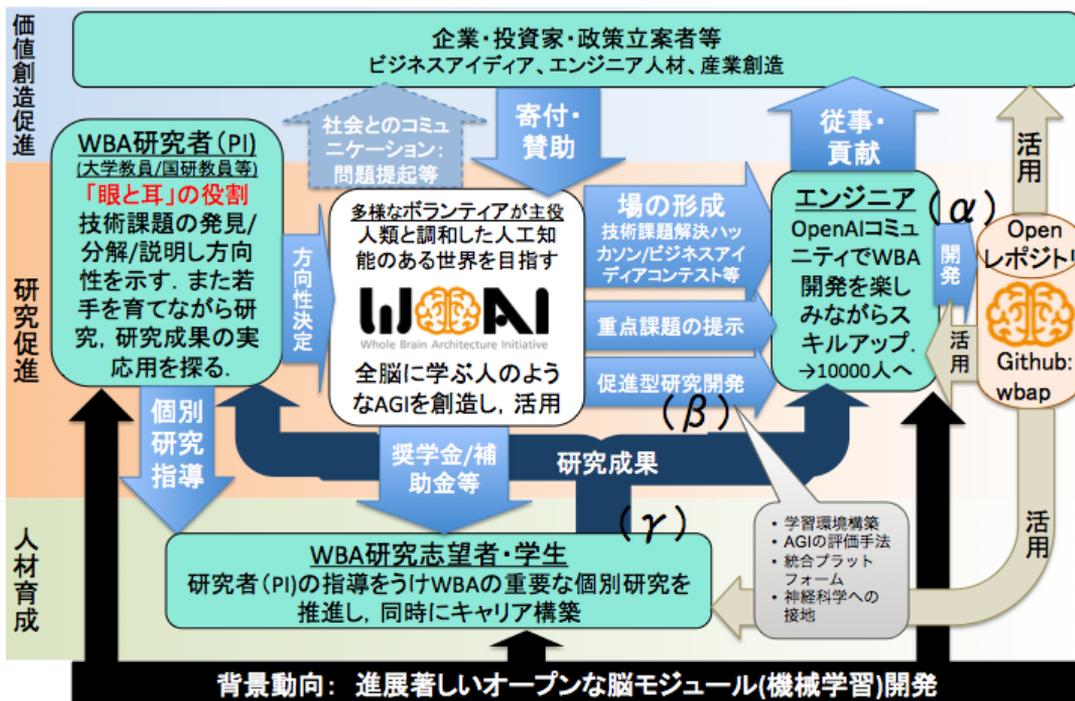


図7:当NPO法人の2016年度の事業概要

#### 2016年度の事業概要

以上の方針をふまえ、2016年度においては、図7に示すように、主に全脳アーキテクチャに関わる研究者（PI）と研究志望者・学生などからなる個別的な研究開発（γ）、エンジニア

ニアを中心としたオープンな AIコミュニティ（ $\alpha$ ）、そして当NPO法人が主導する促進型研究開発（ $\beta$ ）を中心として進めることで、全脳アーキテクチャ研究の成果をオープンなレポジトリに蓄積し、これを関係者を含めて広く社会に還元できるような状況づくりに貢献します。

上記の活動方針に基づき本年の事業概要を図8のように策定しました。

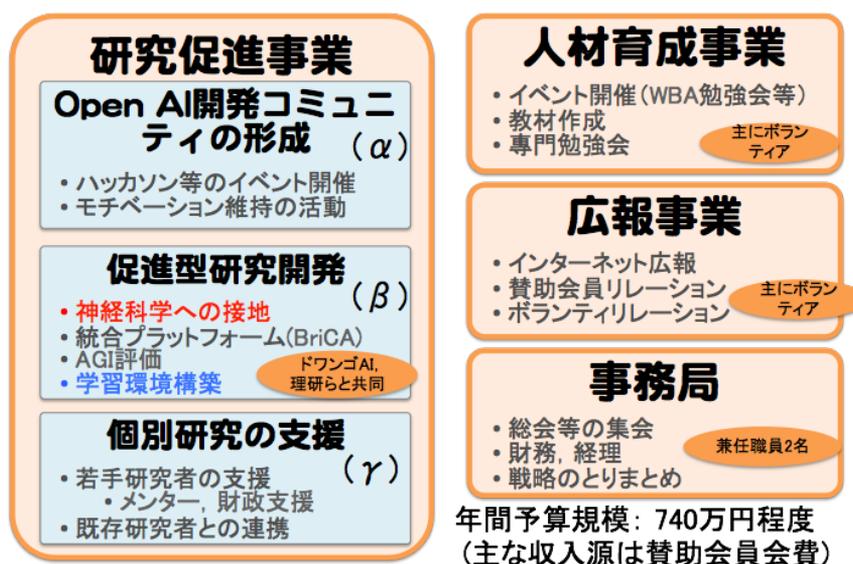


図8:当NPO法人の2016年度の事業概要

## 2016年度の予算について

予定収入は7,430,000円です。

支出では、管理および広報部門（管理費）に計4,712,000円、事業費としては、教育事業に2,210,000円、研究開発事業に200,000円、部門未定の予備費に308,000円を予定しています。

## 技術的見通しについての補記

当NPO法人による全脳アーキテクチャ・アプローチでは、脳全体をできるだけ粗いモデルで統合することを目指しています。これに関しては、当NPO法人の関係者の関与を含め、世界的な技術進展の状況として、大脳新皮質や海馬といった脳の高次機能に関わる主要パーツのプロトタイプが不完全ながら出揃いつつあります。

標準的な新皮質モデルとしては、性能・分散処理・生物学的妥当性のバランスがとれた Deep Predictive Coding Network が利用できるようになりました（当NPO法人研究ハッカソンにて桑田氏が実装）。海馬についてはRBMベースの計算モデルを7月中旬に公開予定です（ドワンゴAIラボにて大澤正彦氏が実装）。なお当面、大脳基底核の機能は強化学習装置と見なすことにします。

こうして各パーツを仮決めできれば、あとは脳全体のネットワーク構造をメゾスコピックレベルのコネクトームで近似することにより、高次機能の多くの部分を一つのアーキテクチャとして動かせる段階に本年度中に到達できるでしょう。

こうして構築された認知アーキテクチャを学習させるための学習環境シミュレータについては、当NPO法人が推進してきたLISの他にもOpenAIのGymなど様々な環境整備が進んでいます。一方で、大規模なアーキテクチャを動作させるための（非）同期分散処理のためのソフトウェアプラットフォーム（BriCA）の整備も第二段階に入り、分散処理のテストを行える見込みです。今後は創設賛助会員であるPezy Computingなどとも協力しながら大規模並列分散化への取組みを検討したいと考えています。

このようにして最初に動き出す全脳アーキテクチャは、いわばハリボテの船のようなもので、何らかの処理はしているが機能的に動作する部分のごく一部であり、ほとんど役立たないものです（だからこそ研究促進を役割とする当NPO法人が作成を担当する必要があります）。しかし汎用人工知能開発においては、個別に実現された様々な計算機能の統合が課題となるため、参照すべき認知アーキテクチャとしてのハリボテの意義は非常に大きくなります。なぜなら、足場となるべき全脳アーキテクチャが存在すれば、そのパーツを入れ替える形で様々な技術を統合することが可能になってゆくからです。

## 9. おわりに

昨年の当NPO法人設立の段階では、汎用人工知能の実現はもう少し未来の事象として想定されてきました。しかしながら現状の急速な技術発展を見ると、実現の見込みが増大しつつあり、その社会に及ぼす影響について、当NPO法人も汎用人工知能の研究開発を推進する立場から適切な情報発信を行うべきであると考えます。一方で、AIの社会への影響に対する議論はすでに国内外でも広がりを見せているため、当NPO法人は、汎用人工知能のなかでも脳型のAIに関わる問題提起など、その研究開発と関連の深い領域においての貢献を目指したいと考えます。

特に当NPO法人に関連の深い、企業・投資家・政策立案者の皆さんとのコミュニケーションを深めていきたいと思っております。当NPO法人の活動は、多くの方々のご協力、ご支援によって成り立っています。今までのご支援に感謝するとともに、今後ともどもご支援いただけることを願っております。

## 連絡先

ホームページ：<http://wba-initiative.org/>

Twitter：[@wba\\_meetings](#), [@wba\\_initiative](#)

Facebook：<https://www.facebook.com/WBA.Initiative/>