

# 第1回国際ワークショップのご報告

田和辻可昌 (WBAI, 東京大学)

# 国際ワークショップ開催趣旨

脳型人工知能の構築は、人間の優れた問題解決能力を工学的に実現するための有用なアプローチであり、脳の計算機能を理解・模倣することが不可欠です。そのためには、神経科学や認知科学をはじめとした幅広い分野の知見が必要です。しかし、これらの知見は分野を超えて膨大に存在するため**標準化されたデータ形式で設計情報を公開し、知識の共有・統合化を促進することが重要**です。そこで、**脳型人工知能の設計・開発に関する国際ワークショップを開催し、脳型人工知能の設計・開発に関する標準データ(BRAデータ)の国際的な共有と協力を促進**します。また、BRAデータを説明する補助的な情報であるデータ論文の共有と専門家による議論を通じて、各データの学術的価値を明らかにすることを目指していきます。

つきましては、皆様からの**BRAデータおよびそのデータを説明するデータ論文**の投稿を募集いたします。採録されたBRAデータはBRA Editorial System (BRAES)というポータルサイトで公開されます。対応するデータ論文はデータ採録後、プレプリントサーバへ登録を行っていただき、本ワークショップの投稿サイトにてDOIの投稿を行っていただきます。登録された論文のDOIは本ワークショップのプログラムページで公開されます。このようにして、脳型人工知能の設計情報の共有・統合化がなされることで、この分野の発展に貢献することを期待しています。皆様からの積極的なBRAデータとそれに対応するデータ論文の投稿をお待ちしております。

# 本日の流れ

- 脳参照アーキテクチャ(BRA)駆動開発概要
- 第1回国際ワークショップ概要と報告

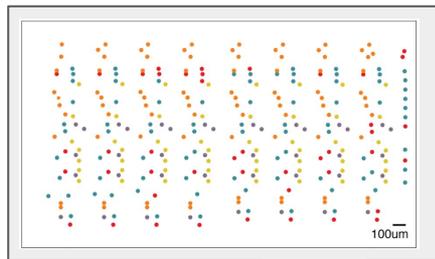
# 脳リバーズエンジニアリング手法の発展

# 課題: チップ上の全ての回路と挙動を知っても機能は理解し難い

神経科学のボトムアップな分析手法をマイクロプロセッサに適用しても、その機能を十分に理解できない

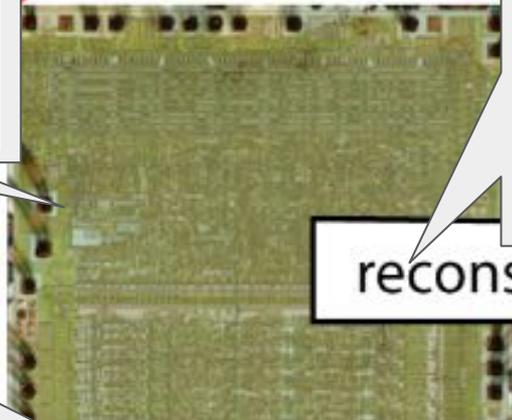
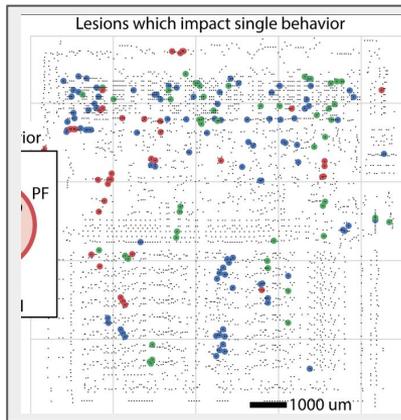
→ 脳の機能解明にも同様の課題があることを示唆

脳の機能解明には新たなアプローチが必要

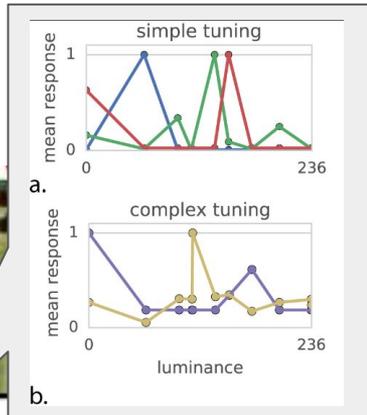


局所破壊実験では因果関係の表面的な理解にとどまる

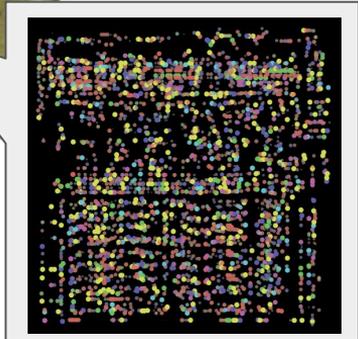
コネクティクス解析では回路の階層構造や機能は理解できない



次元削減などの高度な解析でも、プロセッサの動作原理は把握できない

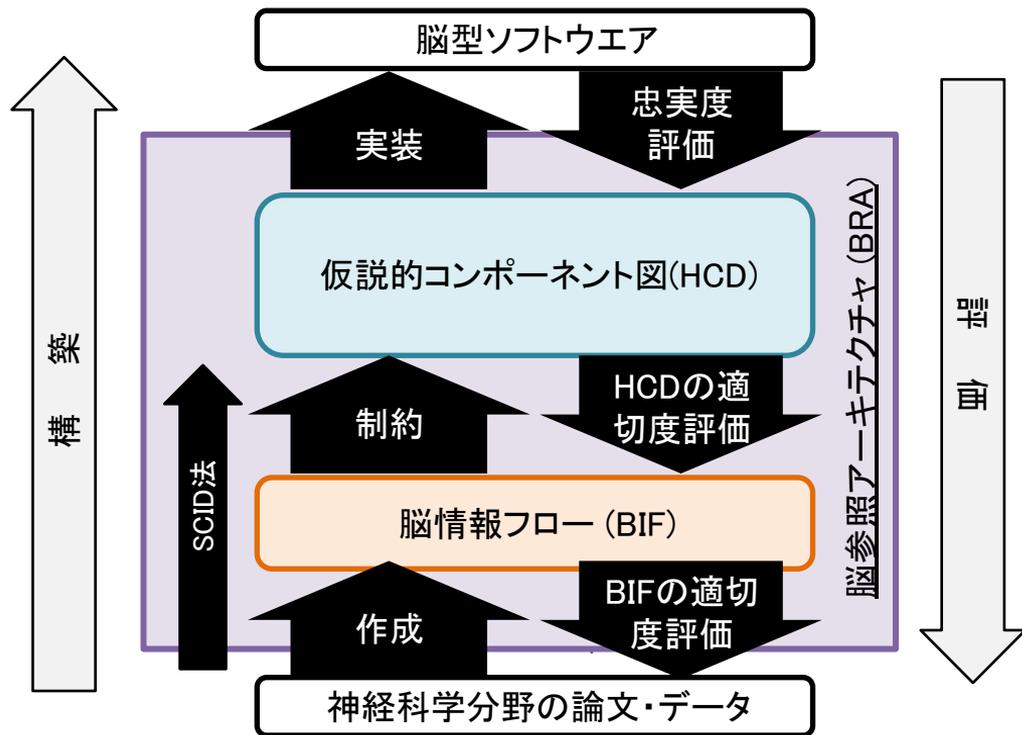


単一ランジスタの活動解析では計算の本質は見えてこない



# 脳参照アーキテクチャ(BRA)駆動開発 (2020頃に確立)

脳全体の数千におよぶ神経回路モジュールを参照することで、人間の解剖学的構造と一致した認知機能を再現するソフトウェアを構築する方法。近年はLLMを用いた開発の効率化が著しい。

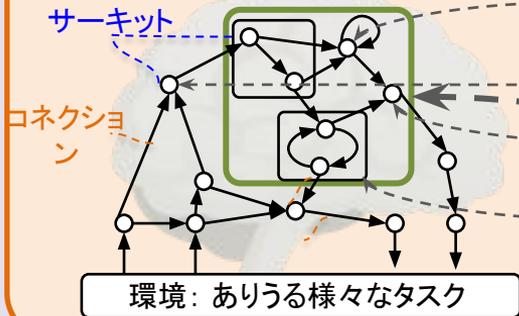


# 脳参照アーキテクチャ(BRA)を基盤とするBRA駆動開発

## 脳参照アーキテクチャ (BRA)

### 脳情報フロー (BIF)

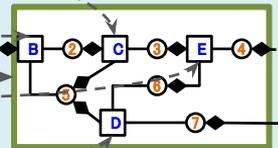
メゾスコピック・レベルの  
解剖学的構造上の情報フロー  
ROI(着目脳領域)



制約

### 仮説的コンポーネント図 (HCD)

着目脳領域が担う最上位機能を  
解剖学的構造と一致するように  
機能を整理しようとする図



コンポーネントの機能: A, B, C, D, E  
信号の意味: 1, 2, 3, 4, 5, 6

開発

開発

脳型ソフトウェア

脳型ソフトウェア

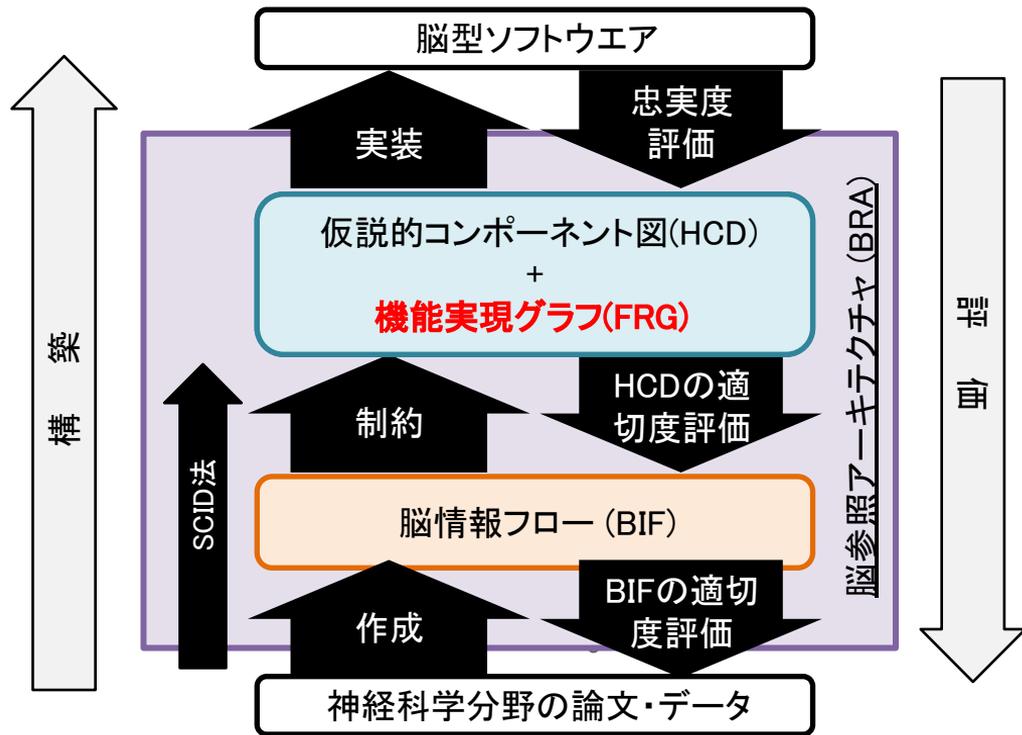
脳型ソフトウェア

BRA設計

BRA活用

# 機能実現グラフ(FRG)によるSCID法の体系化

脳全体の数千におよぶ神経回路モジュールを参照することで、人間の解剖学的構造と一致した認知機能を再現するソフトウェアを構築する方法。近年はLLMを用いた開発の効率化が著しい。







# BRA Data (Google spreadsheet)

Template file:  
(2024.9.18 現在 ver.2.1)



|   | A              | B               | C   | D           | E                 |
|---|----------------|-----------------|---|-------------|-------------------|
| 1 | Contributor    | Project ID      | List of contributors  | Description | BRA version       |
| 2 | Yohei Maruyama | YM24Amygdala    | Yohei Maruyama; Tatsuya Miyamoto; Yoshimasa Tawatsuji; Hiroshi Yamakawa |             | Template-v2-0.bra |
| 3 |                |                 |   |             |                   |
| 4 | Sheet Name     | Review End Line |   |             |                   |
| 5 | References     | 9               |   |             |                   |
| 6 | Circuits       | 11              |   |             |                   |
| 7 | Connections    | 15              |   |             |                   |
| 8 | FRG            | 13              |   |             |                   |

※データが無いシートは1にしてください。

**Reference**  
参考文献の登録

**Circuits  
Connections**  
BIFの登録

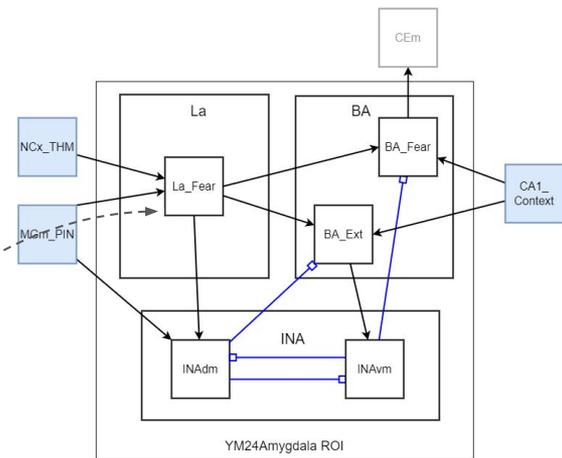
**FRG**  
HCD/FRGの登録

# BRA Images

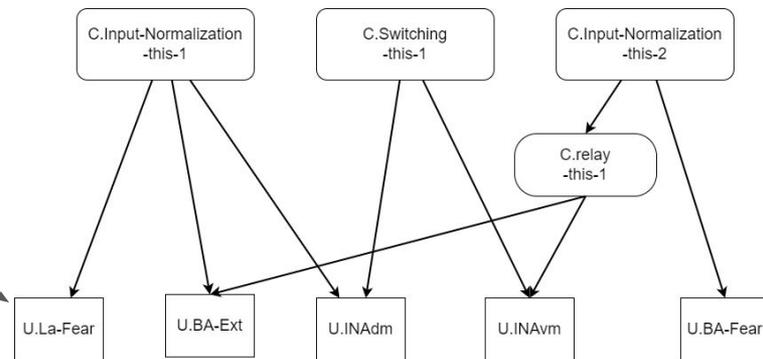
- BRA dataの内容のグラフィカルデータ
  - drawioなどによる XML file 形式で作成
- BRA Images
  - BIF Image
  - HCD Image
  - FRG Image

これらのグラフィカルデータにより、  
BRAデータの可読性を高める

対応



sample of BIF image



sample of FRG image

# BRAES (Brain Reference Architecture Editorial System)

データの投稿・審査・共有のためのプラットフォーム



- BRAデータ投稿フォーム
- BRAデータ設計に関する文書資料の公開
  - データ設計マニュアル
  - 設計ガイド
  - 審査マニュアル
- (採録された)BRAデータリポジトリ
  - Creative Commons Licenseのもと公開



## Brain Reference Architecture Editorial System (BRAES)

The Brain Reference Architecture Editorial System (BRAES) [1, 2] is a portal site dedicated to submitting, reviewing, and publishing Brain Reference Architecture (BRA) data. BRA serves as a reference architecture for software that mimics cognitive and behavioral functions in a brain-like manner. It comprises two main components: Brain Information Flow (BIF), which represents the structural knowledge of the brain, and Hypothetical Component Diagram (HCD) / Function Realization Graphs (FRGs), which represent brain functionality.

The BRA architecture primarily consists of mesoscopic-level anatomical brain data and data on one or more functional mechanisms that align with this knowledge. This forms the foundation for BRA-driven development, which involves creating brain-inspired software through brain reverse engineering. In this process, data for the standardized Brain Reference Architecture is created as a specification [3].

To support this endeavor, the BRAES site not only houses the currently published BRA data but also provides comprehensive manuals for data creation and submission procedures. This makes BRAES an essential resource for researchers and developers in brain-inspired computing.



# 開催趣旨

脳型人工知能の構築は、人間の優れた問題解決能力を工学的に実現するための有用なアプローチであり、脳の計算機能を理解・模倣することが不可欠です。そのためには、神経科学や認知科学をはじめとした幅広い分野の知見が必要です。しかし、これらの知見は分野を超えて膨大に存在するため**標準化されたデータ形式で設計情報を公開し、知識の共有・統合化を促進することが重要**です。そこで、**脳型人工知能の設計・開発に関する国際ワークショップ**を開催し、**脳型人工知能の設計・開発に関する標準データ (BRAデータ)の国際的な共有と協力を促進**します。また、BRAデータを説明する補助的な情報であるデータ論文の共有と専門家による議論を通じて、各データの学術的価値を明らかにすることを目指していきます。

つきましては、皆様からのBRAデータおよびそのデータを説明するデータ論文の投稿を募集いたします。採録されたBRAデータはBRA Editorial System (BRAES)というポータルサイトで公開されます。対応するデータ論文はデータ採録後、プレプリントサーバへ登録を行っていただき、本ワークショップの投稿サイトにてDOIの投稿を行っていただきます。登録された論文のDOIは本ワークショップのプログラムページで公開されます。このようにして、脳型人工知能の設計情報の共有・統合化がなされることで、この分野の発展に貢献することを期待しています。皆様からの積極的なBRAデータとそれに対応するデータ論文の投稿をお待ちしております。

# 第一回国際ワークショップ概要

## 開催日時

2024/7/16 (Tue.) 18:00 (JST) Online

## プログラム

18:00-18:10 Welcome and Opening Remarks

Hiroshi Yamakawa (WBAI)

18:10-19:00 Keynote Talk: Digital Brain Project of Brain/MINDS 2.0

Kenji Doya (OIST)

19:00-19:10 Guide for audience

Yoshimasa Tawatsuji (WBAI)

19:10-19:20 Break

19:20-20:40 Oral Presentation

4 presentations

20:40-21:00 Tutorial for BRA data construction

Yoshimasa Tawatsuji (WBAI)

21:00-21:03 Closing Remarks

21:03-21:30 Participants exchange meeting

Workshop site 



## THE FIRST INTERNATIONAL WHOLE BRAIN ARCHITECTURE WORKSHOP

- Yudai Suzuki, et. al. : Data for Brain Reference Architecture of YS24LongitudinallySegmentedDistalCA1andPeriphery
- Yohei Maruyama, et. al. Data for Brain Reference Architecture of YM24Amygdala
- Nayuta Mizuguchi et. al. : Data for Brain Reference Architecture of NM24VestibuloOcularReflex
- Takeshi Nakashima et. al.: Data for Brain Reference Architecture of TN24HippocampalFormation



# BRA データ論文

- BRA データがどのように生成されたかを説明することでBRAデータの内容を補足。
- BRAデータ論文の構成
  - Context: BRAデータの背景の説明
  - Method: SCID 法の詳細を含め、データ処理を詳しく説明
  - Dataset Description: データが公開されている場所とその他の関連詳細の概要を記述
  - Caveats for Data Usage: データの使用に関する制限と考慮事項の説明
- 査読基準
  - Comprehensibility (了解性)
    - 論文の内容が明確かつ簡潔に記述されており、読者が容易に理解できる
  - Reproducibility (再現性)
    - データの収集、処理、分析の方法が詳細に記述されており、他の研究者が同様の結果を再現できる
  - Transparency (透明性)
    - データセットの構築プロセス、使用したツールや技術が詳細に説明されており、研究の全過程が明らかである

# BRAデータおよびデータ論文はWSページ or BRAESから閲覧可能

## ● Workshopページ

### 2. General Programs

- 18:00-18:10 Welcome and Opening Remarks
- 18:10-19:00 Keynote Talk
- 19:00-19:10 Guide for audiences
- 19:10-19:20 Break
- 19:20-20:40 Oral Presentations
  - 19:20-19:40 Yudai Suzuki, Yoshiko Honda, Shinya Ohara, Ayako Fukawa, Hiroshi Yamakawa : Data for Brain Reference Architecture of YS24LongitudinallySegmentedDistalCA1andPeriphery ([data and paper](#))
  - 19:40-20:00 Yohei Maruyama, Tatsuya Miyamoto, Yoshimasa Tawatsuji, Hiroshi Yamakawa: Data for Brain Reference Architecture of YM24Amygdala ([data and paper](#))

## ● リンク先に含まれるデータ

- BRA data (spreadsheet)
- Image file (png)
  - ※Pre-converted from XML files to PNG files
- データ論文 (pdf)



Workshop website

<https://wba-initiative.org/en/24158/>

## ● BRAES (Data repository)

### BRA Data Repository

BRA Data Repository

about\_files : about\_files

| No. | Contributor       | Project ID                                       | Number of HCDs | List of contributors   |
|-----|-------------------|--|----------------|--|
| 1   | Nayuta Mizuguchi  | NM24VestibuloOcularReflex                        |                | Nayuta Mizuguchi, Yoshimasa Tawatsuji, Hiroshi Yamakawa                              |
| 2   | Takeshi Nakashima | TN24HippocampalFormation                         |                | Akira Taniguchi, Ayako Hippocampal formation-inspired probabilistic generative model |
| 3   | Yudai Suzuki      | YS24LongitudinallySegmentedDistalCA1andPeriphery |                | Yudai Suzuki, Yoshiko Honda, Shinya Ohara, Ayako Fukawa, Hiroshi Yamakawa            |
| 4   | Yohei Maruyama    | YM24Amygdala                                     |                | Yohei Maruyama, Tatsuya Miyamoto, Yoshimasa Tawatsuji, Hiroshi Yamakawa              |
| 5   | Yoshiki Onodera   | YO23TactileForm                                  |                | 1. Yoshiki Onodera   |

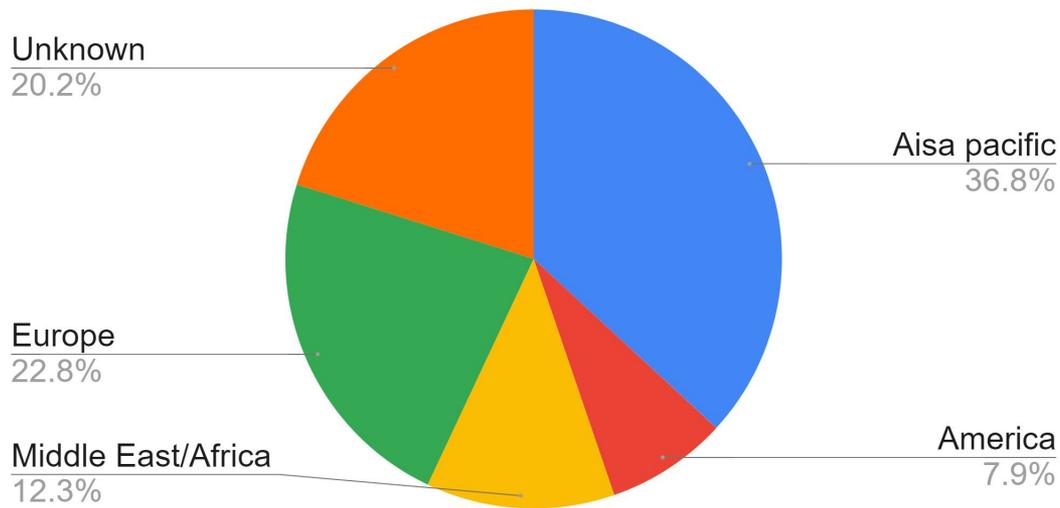
名前

- YM24AmygdalaHCD - yohei maruyama - 047\_YM24Amygdala\_2024/06/25 22:30:47
- YM24AmygdalaFRG - yohei maruyama - 047\_YM24Amygdala\_2024/06/25 22:30:47
- YM24AmygdalaBIF - yohei maruyama - 047\_YM24Amygdala\_2024/06/25 22:30:47
- YM24AmygdalaBIF.png
- YM24AmygdalaFRG.png
- YM24AmygdalaHCD.png
- YM24Amygdala.pdf
- YM24Amygdala - yohei maruyama.bra - 047\_YM24Amygdala\_2024/06/25 22:30:47

Example data and paper of YM24Amygdala

# 参加者

- 多数の国から114名の参加申し込みがあり、100名近くが参加
- 今回発表者は全件日本からだったが、次回以降は国外からの発表を募るよう広報を強化



**国別参加者の内訳** ※参加者の申込時の「所属」から推定

# 当日の講演から3件の発表

1. VORに関与する神経核のNetwork motifsに基づいた機能分解についての仮説

水口 成寛(東京大学)

2. モチーフ構造を活用した脳型ソフトウェア向け機能階層図のボトムアップからの構築

丸山 洋平(WBAI)

3. 海馬体の脳参照アーキテクチャに基づく空間認知モデルの作成

中島 毅士(立命館大学)

# 各発表の特色

|   | 着目する脳器官 | 最上位機能                                    | アプローチの方向性<br>※基本的には双方向設計 |
|---|---------|--|--------------------------|
| VORに關与する神経核の Network motifsに基づいた機能分解についての仮説 | 脳幹神経核   | 前庭動眼反射<br>(VOR: vestibulo-Ocular Reflex) | ・トップダウン<br>・ボトムアップ       |
| モチーフ構造を活用した脳型ソフトウェア向け機能階層図のボトムアップからの構築      | 扁桃核     | 適応的恐怖反応<br>(Adaptive fearing)            | ・ボトムアップ                  |
| 海馬体の脳参照アーキテクチャに基づく空間認知モデルの作成                | 海馬体     | 空間認知                                     | ・トップダウン                  |

# 第2回国際ワークショップのご案内

開催日時: 2025年2月24日(月)

開催会場: 東京 (Hybrid)

データ募集開始: 2024年10月20日(日)



Whole Brain  
Architecture Initiative

Home ▾

Events ▾

Research ▾

Get Involved

Blog

Language:  ▾

[Home](#) > [News from WBAI](#)

## The Second International Whole Brain Architecture Workshop

News from WBAI



# THE SECOND INTERNATIONAL WHOLE BRAIN ARCHITECTURE WORKSHOP

© 2024.09.17  2024.09.18

February 24, 2025, Hybrid

# 謝辞

- 本国際ワークショップ開催にあたり、学術変革領域研究(A)「行動変容を創発する脳ダイナミクスの解読と操作が拓く多元生物学」のご後援を頂きました。謹んでここに感謝申し上げます。

# BRA Data structure



|    | A              | B                    | C   | D           | E                 |
|----|----------------|----------------------|---|-------------|-------------------|
| 1  | Contributor    | Project ID           | List of contributors  | Description | BRA version       |
| 2  | Yohei Maruyama | YM24Amygdala         | Yohei Maruyama; Tatsuya Miyamoto; Yoshimasa Tawatsuji; Hiroshi Yamakawa |             | Template-v2-0.bra |
| 3  |                |                      |   |             |                   |
| 4  | Sheet Name     | Review End Line      |   |             |                   |
| 5  | References     | 9                    |   |             |                   |
| 6  | Circuits       | 11                   |   |             |                   |
| 7  | Connections    | 15                   |   |             |                   |
| 8  | FRG            | 13                   |   |             |                   |
| 9  |                | ※データが無いシートは1にしてください。 |   |             |                   |
| 10 |                |                      |   |             |                   |
| 11 |                |                      |   |             |                   |
| 12 |                |                      |   |             |                   |
| 13 |                |                      |   |             |                   |
| 14 |                |                      |   |             |                   |
| 15 |                |                      |   |             |                   |
| 16 |                |                      |   |             |                   |
| 17 |                |                      |   |             |                   |
| 18 |                |                      |   |             |                   |
| 19 |                |                      |   |             |                   |
| 20 |                |                      |   |             |                   |
| 21 |                |                      |   |             |                   |
| 22 |                |                      |   |             |                   |
| 23 |                |                      |   |             |                   |
| 24 |                |                      |   |             |                   |
| 25 |                |                      |   |             |                   |

- BIF data
  - “Circuits” sheet
  - “Connection” sheet
- HCD/FRG data
  - “FRG” sheet



# “Connections” sheet contains information on neural connections

|    | A                        | B             | C                              | D                          | E             | F                              | G    | H                                       | I              | J        |
|----|--------------------------|---------------|--------------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------|------|---|----------------|----------|
| 1  | Sender Circuit ID (sCID) | sCID relation | Notation of sCID in Literature | Receiver Circuit ID (rCID) | rCID relation | Notation of rCID in Literature | Size | Comments                                | Reference ID   | Taxonomy |
| 2  | NCx_TH M                 | =             |                                | La_Fear                    | <             | La                             |      |   | Pitkänen, 2000 | Mouse    |
| 3  | MGM_Pi N                 | =             |                                | La_Fear                    | <             | La                             |      |   | Linke, 2000    | Mouse    |
| 4  | MGM_Pi N                 | =             |                                | INAdm                      | =             |                                |      |   | Asede, 2022    | Mouse    |
| 5  | La_Fear                  | <             | La                             | BA_Fear                    | <             | BA                             |      |   | Duvarci, 2014  | Mouse    |
| 6  | La_Fear                  | <             | La                             | BA_Ext                     | <             | BA                             |      |   | Duvarci, 2014  | Mouse    |
| 7  | La_Fear                  | <             | La                             | INAdm                      | =             |                                |      |   | Duvarci, 2014  | Mouse    |
| 8  | INAdm                    | =             |                                | BA_Ext                     | =             |                                |      |   | Hagihara, 2021 | Mouse    |
| 9  | INAdm                    | =             |                                | INAvm                      | =             |                                |      | Measurement method: anterograde tracing | Hagihara, 2021 | Mouse    |
| 10 | INAvm                    | =             |                                | INAdm                      | =             |                                |      | Measurement method: anterograde tracing | Hagihara, 2021 | Mouse    |
| 11 | INAvm                    | =             |                                | BA_Fear                    | =             |                                |      |   | Hagihara, 2021 | Mouse    |
| 12 | CA1_Con text             | <             | CA1                            | BA_Fear                    | <             | BA                             |      |   | Pitkänen, 2000 | Mouse    |
| 13 | CA1_Con text             | <             | CA1                            | BA_Ext                     | <             | BA                             |      |   | Pitkänen, 2000 | Mouse    |
| 14 | BA_Ext                   | <             | BA                             | INAvm                      | =             |                                |      |   | Duvarci, 2014  | Mouse    |

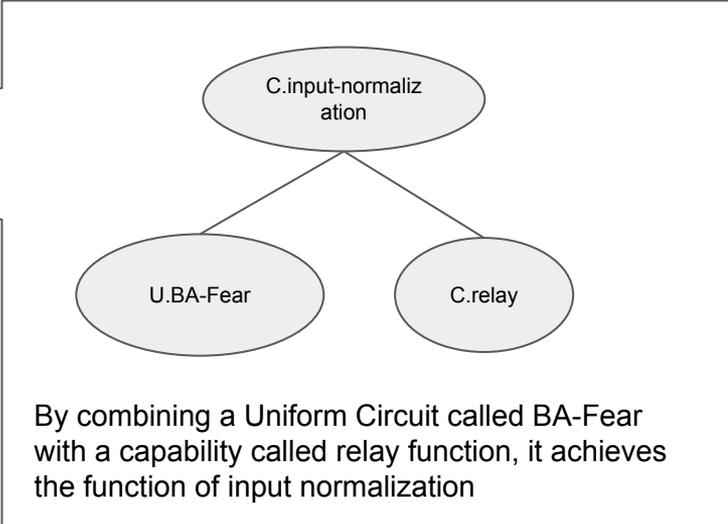
| Sender Circuit ID (sCID) | sCID relation | Notation of sCID in Literature | Receiver Circuit ID (rCID) | rCID relation | Notation of rCID in Literature | Size | Comments                                |
|--------------------------|---------------|--------------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------|------|---|
| INAdm                    | =             |                                | INAvm                      | =             |                                |      | Measurement method: anterograde tracing |

Workshop website  
<https://wba-initiative.org/en/24158/>



# “FRG” sheet contains the information of functionalities of HCD

|   | A                            | B          | AC                           | AD                                  | AE         | AF                            | AG                            | AH                           | AI  | AJ                           |
|---|------------------------------|------------|------------------------------|-------------------------------------|------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|---|------------------------------|
|   | Node ID                      | Circuit ID | Node ID                      | Subnodes                            | Circuit ID | Projected Circuits            | Projected Circuits Validation | Uniform Circuits             | Input Circuits                                | Output Circuits              |
| 1 | C.Input-Normalization-this-2 |            | C.Input-Normalization-this-2 | U.BA-Fear;<br>C.relay-this-1;       |            |                               |                               | BA_Fear;<br>BA_Ext;<br>INAvM | La_Fear;<br>CA1_Context;<br>INAvM             | CEM;<br>INAvM                |
| 2 |                              |            |                              |                                     |            |                               |                               |                              |   |                              |
| 3 | C.relay-this-1               |            | C.relay-this-1               | U.BA_Ext;<br>U.INAvM;               |            |                               |                               | BA_Ext;<br>INAvM             | La_Fear;<br>INAvM;<br>CA1_Context             | INAvM;<br>BA_Fear            |
| 4 | C.Input-Normalization-this-1 |            | C.Input-Normalization-this-1 | U.La-Fear;<br>U.BA_Ext;<br>U.INAvM; |            |                               |                               | La_Fear;<br>BA_Ext;<br>INAvM | NCX_THM;<br>MGm_PIN;<br>CA1_Context;<br>INAvM | BA_Fear;<br>INAvM            |
| 5 | C.Switching-this-1           |            | C.Switching-this-1           | U.INAvM;<br>U.INAvM;                |            |                               |                               | INAvM;<br>INAvM              | BA_Ext;<br>La_Fear;<br>MGm_PIN                | BA_Fear;<br>BA_Ext           |
| 6 | U.La-Fear                    | La_Fear    | U.La-Fear                    |                                     | La_Fear    | BA_Fear;<br>BA_Ext;<br>INAvM; | -<br>-<br>-                   | La_Fear                      | NCX_THM;<br>MGm_PIN                           | BA_Fear;<br>BA_Ext;<br>INAvM |
| 7 | U.INAvM                      | INAvM      | U.INAvM                      |                                     | INAvM      | BA_Ext;<br>INAvM;             | -<br>-                        | INAvM                        | La_Fear;<br>INAvM;<br>MGm_PIN                 | BA_Ext;<br>INAvM             |
| 8 | U.INAvM                      | INAvM      | U.INAvM                      |                                     | INAvM      | INAvM;<br>BA_Fear;            | -<br>-                        | INAvM                        | INAvM;<br>BA_Ext                              | INAvM;<br>BA_Fear            |
|   | U.BA_Ext                     | BA_Ext     | U.BA_Ext                     |                                     | BA_Ext     | CEM;                          | -<br>-                        | BA_Ext                       | La_Fear                                       | CEM                          |



Workshop website  
<https://wba-initiative.org/en/24158/>

