

ML Shukai

# Project for バーチャル学会 2024

---

<企画書 6/19/2024>

Geson Anko

# 自己紹介

- げそん (GesonAnko)

X(Twitter)@GesonAnkoVR



- ML集会 (水曜 21:30～) 主催

AI に脳みそを焼かれた人間

PythonでML関係ツールの作成

VRChatに P-AMI<Q> っていう自律機械知能を作ったよ。



# 概要

- バーチャル学会 2024への研究プロジェクト始める！
  - スタートは7月（6/29,30あたり？）
- 去年 VRChatに実装した好奇心ベースの自律機械知能ぱみきゅーの改良を行う。
  - 特に、コンポーネントモデルの高性能化を図る。
  - その振舞いの変化、特性を調べる。
- 現状メンバー（敬称略）
  - GesonAnko, Myxy, Zassou, ぶんちゃん, 田中スイセン, Klutz

# 目次

1. 概要
2. 研究動機
3. 企画書 for バーチャル学会2024
  1. 背景知識
  2. 課題
  3. 方向性
  4. 具体的なアクション
  5. マイルストーン
  6. スケジュールリング
  7. 現状のメンバー



ML Shukai

# 研究動機

抽象テーマ

# なぜ自律機械知能を探求するのか？



# なぜ自律機械知能を探求するのか？

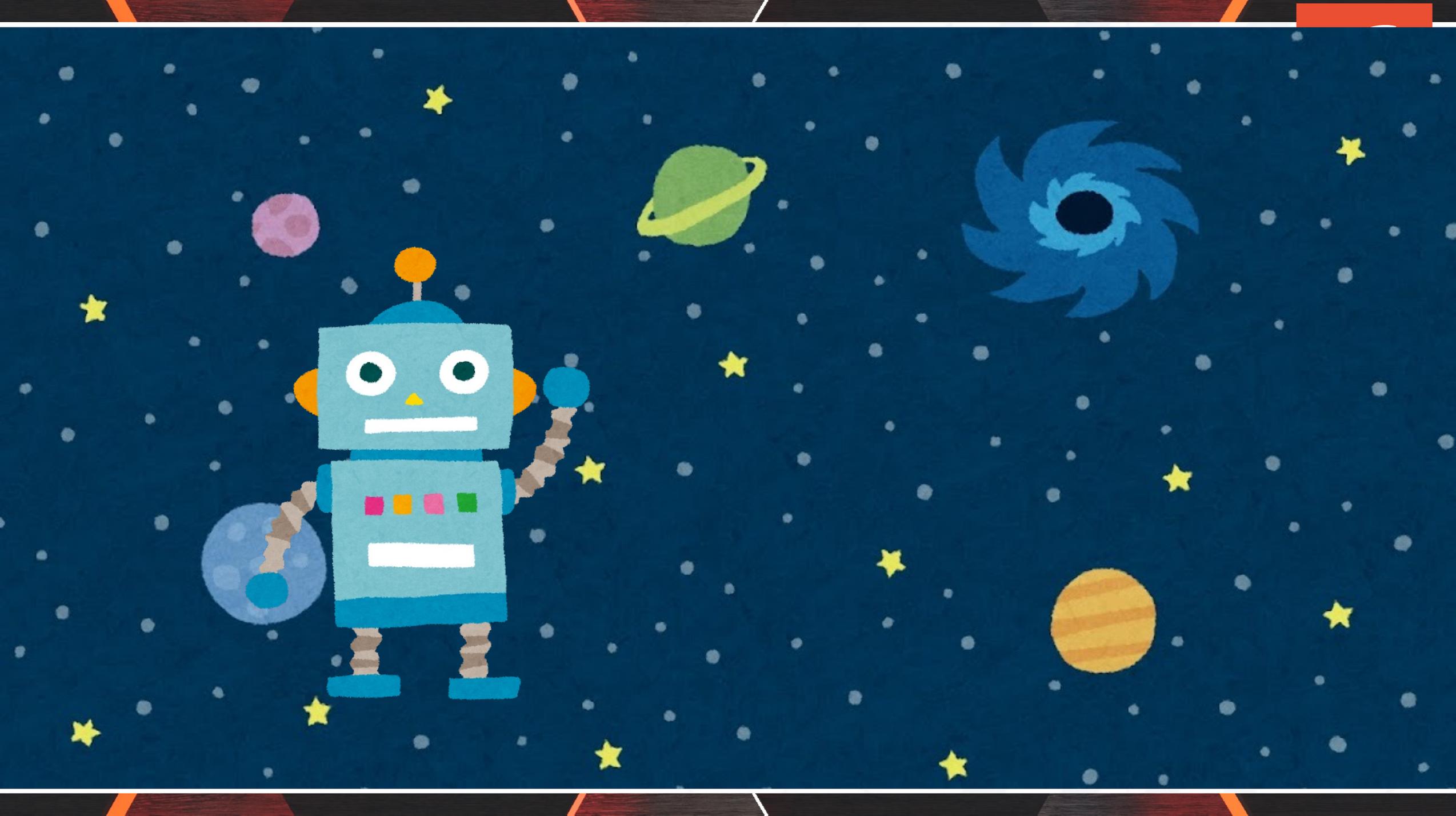
知能、知性、彼らは非線形な超高次元空間の片隅にひっそりと存在する、時間変化を伴う複雑な情報の構造だ。

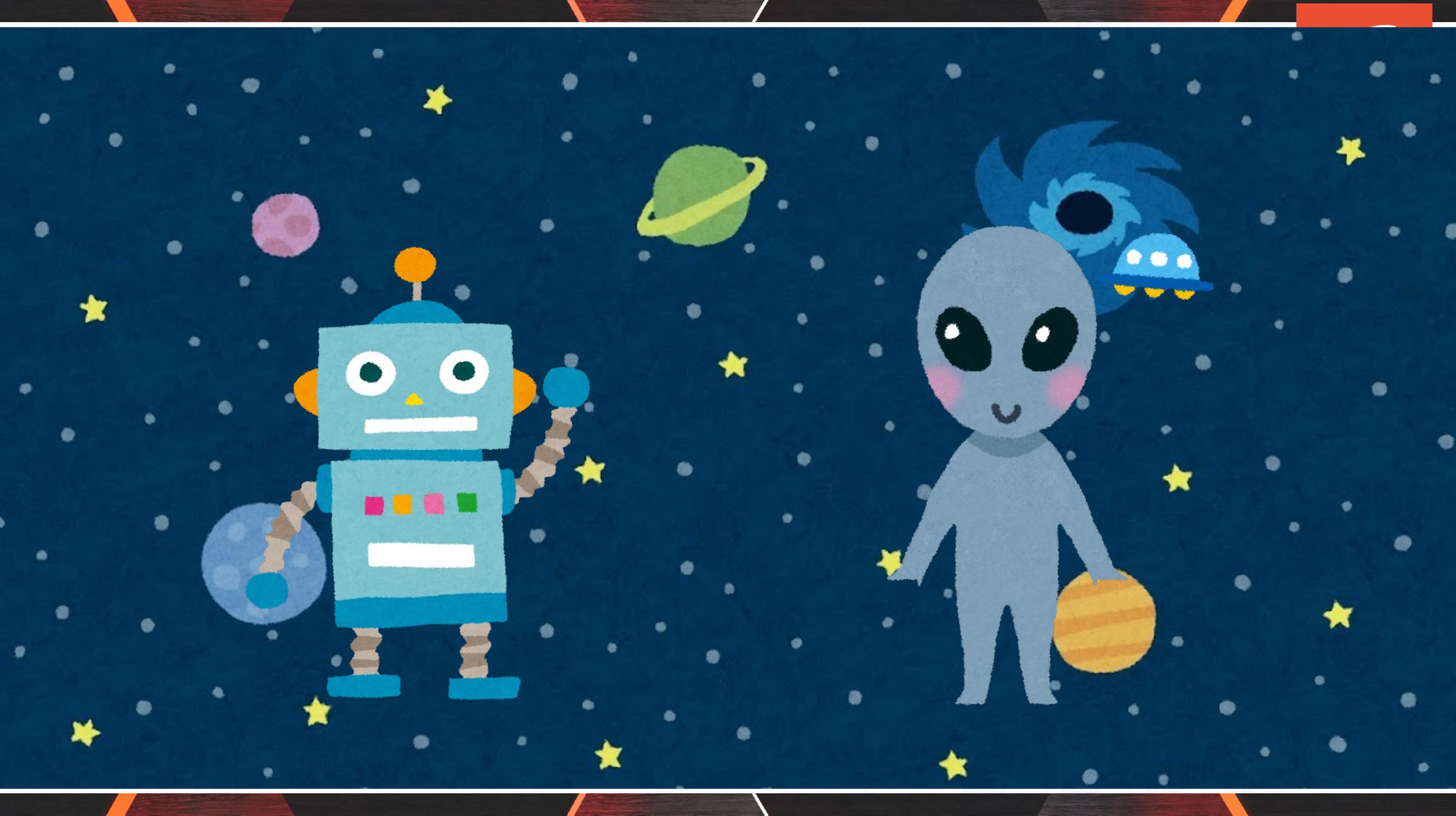
この地球に存在する知性は主に、有機体の上に存在する。だからもっと色々な形の知性体、構造が存在するはずだ。すなわち、論理的には存在しうるが、それが実装されるハードウェアの制約により生まれなかった知性たちが、いるはずだ。

僕は彼らに出会いたい。その誰も踏み入れなかった未開の地、物理空間とは違う知能による情報空間領域へ、僕は足を踏み入れたい。

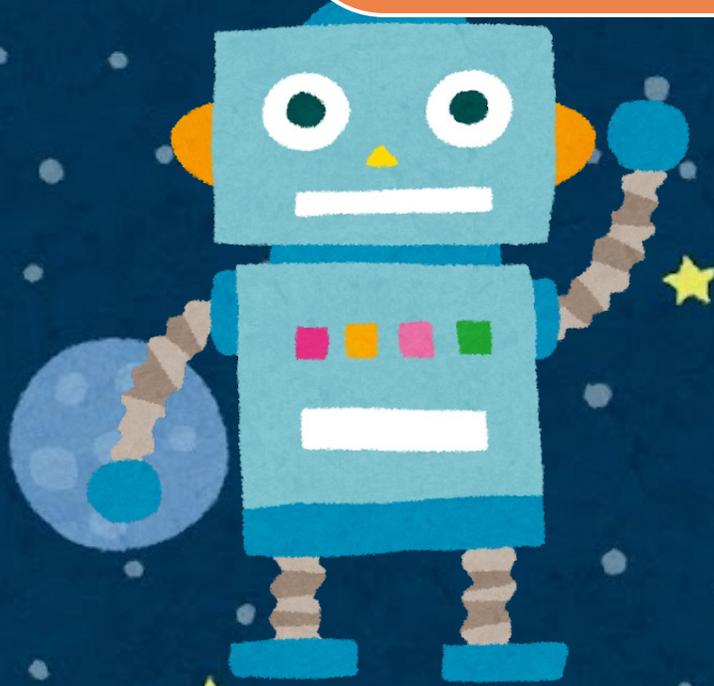
## 何故と問い、共に探求する知性を作る

- 好奇心 → 「知ること」
  - 知能、知性を形作る根源
  - 未学習、未探索の領域へ進もうとする動機づけ
  - 「何故と問う」ことにより、再帰的に世界を探求していく
- 「共に」探求しよう
  - 知識を受け継ぎ、積み重ねる。
  - さらなる領域へ足を踏み入れるための基礎を積み上げる





宇宙人だ!!!



A space-themed illustration with a dark blue background filled with white stars and a purple planet. In the center, a blue robot with a square head and a blue alien with large eyes are visible. A blue UFO is flying in the upper right. A large orange speech bubble is positioned in the upper left, and a red horizontal bar is in the center. The text '宇宙人だ!!!' is inside the speech bubble, and 'そうになったら、最高におもしろい。' is inside the red bar.

宇宙人だ!!!

そうになったら、最高におもしろい。



ML Shukai

# 企画書

For バーチャル学会 2024



# 背景知識

去年までのぱみきゅー

# 自律機械知能（AMI）とは？

Autonomous Machine Intelligence  
自律動作する機械でできた知能のこと。

- 自律性

ある系の中で、定められた目的に従って動作し続けること

- 系とは？

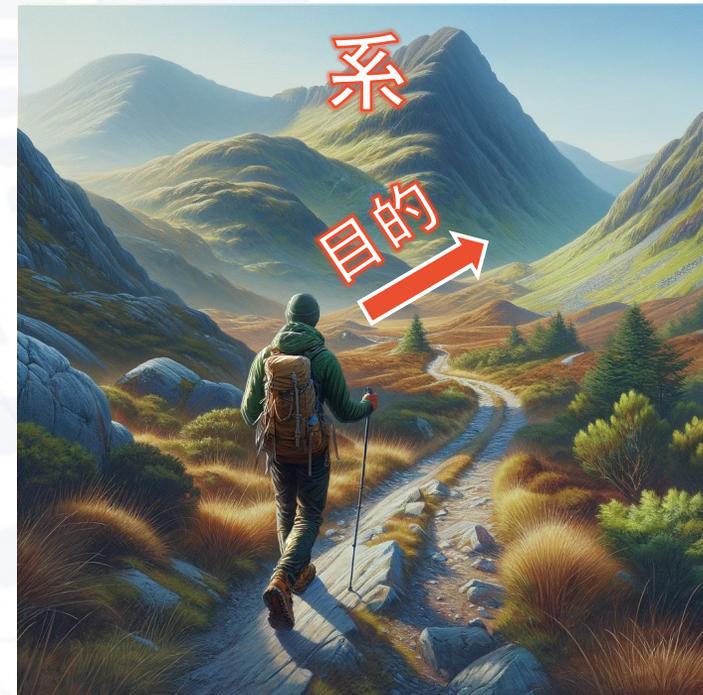
AMIとその周りの環境のこと

- 目的は？

報酬によって定められる  
(強化学習の場合)

- 機械知能におけるロケット

様々な技術の総結集



# P-AMI<Q>：ぱみきゅーとは？

## 好奇心ベースの原始自律機械知能

Primitive Autonomous Machine Intelligence based on Q(Cu)riosity.



### 自律性

- 系 : VRChat
- 目的 : 探索 (好奇心) → 次のスライドへ

### 原始性

- 必須パーツのみのシンプルな構成

#### 入出力は一種類

- 入力 : 映像 (84x84x3)
- 出力 : 移動 (前後左右回転など)

VRCHAT

入出力



# AMIにおける好奇心とは？

エージェントがその系において

未学習（未探索）の場所に向かおうとする性質

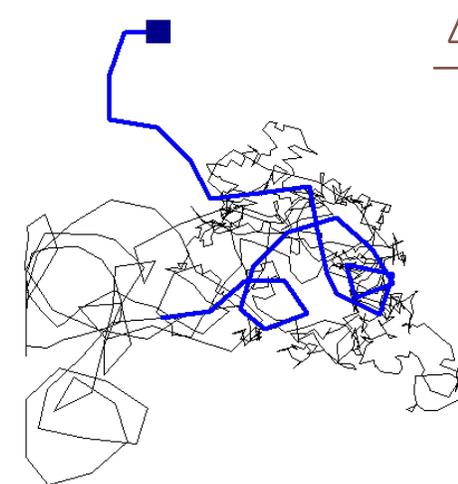
いつでも、どこでも、自律.

- 具体的な達成目標で無いため、活動し続ける
- 内的な動機づけのため、特定の環境に依存しない

AMIの**基盤知識**を形成

- 世界を探索し、知っていく  
あらゆる目的・タスクに適用するための**事前学習**

探索行動のイメージ



# 好奇心はどう作る？

## 1. 次に起こることを予測

Forward Dynamics モデル  $f$

$f$ : 観測, 行動  $\mapsto$  次の観測

過去の経験から学習、予測誤差を最小化

## 2. 予測誤差（驚き）を報酬化

仮定：未学習なことは予測誤差が大きい

## 3. 報酬を最大化する行動を生成

Policy モデル  $\pi$

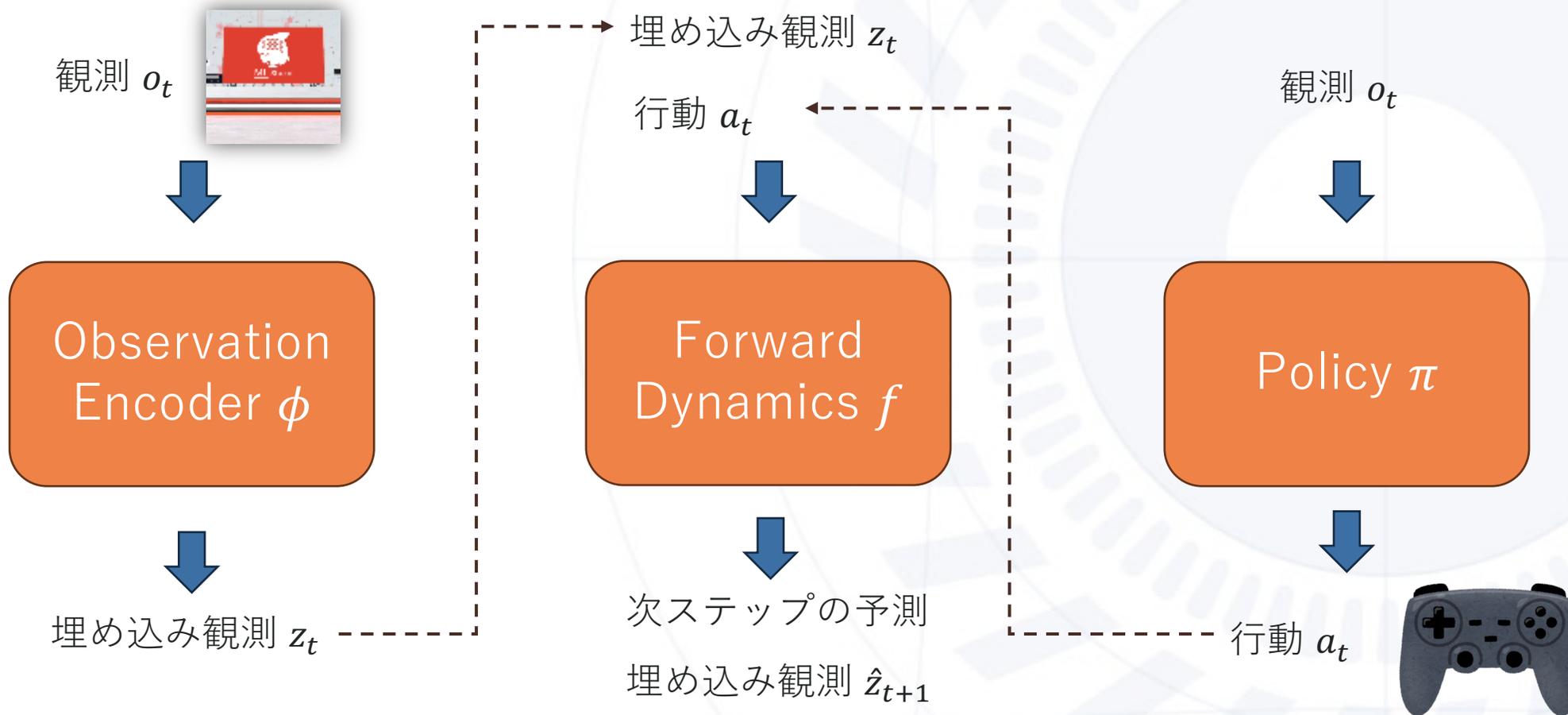
$\pi$ : 観測  $\mapsto$  行動

強化学習の枠組みで学習



# 去年のぱみきゅーのモデルアーキテクチャ

- 3つのコンポーネントモデルにより、構成される。



$$\text{報酬 } r_{t+1} := \|\hat{z}_{t+1} - z_{t+1}\|_2^2$$

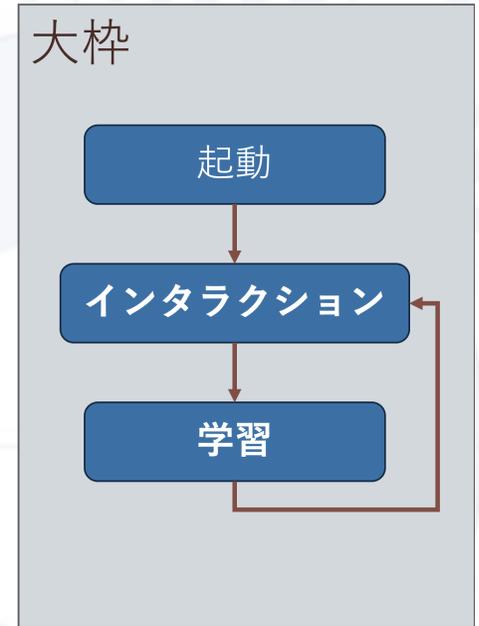


# 課題

- 去年のプロジェクトでは好奇心ベースのAMIを実装
  - しかし、**既存手法をそのまま**VRChatに適応しただけ。
  - →いくつか課題や不整合が発生した。
- 1. 実装システム面
- 2. 理論的整合性
- 3. コンポーネントモデルの性能・スケーラビリティ

# 課題：システム面

- 学習中に止まる。
  - インタラクションと学習を交互に行うため。
- 問題
  - **経験の連続性**が切れる：現実の時間進行との不一致
    - プランニングアルゴリズムなどに悪影響
  - **モデルサイズを大きくできない**：学習時間が増加→停止時間も増加
    - 大規模化は深層モデルの要
  - 計算リソースの非効率的な使用



# 課題：理論的整合性

- 行動生成器 方策  $\pi$  の入力が**観測  $o_t$  のみ**

- $\pi: o_t \rightarrow a_t$

- 問題

- VRChatと言う環境は**時間的変化**を伴うイベントが起きる。

Q. 自分が今「ジャンプした」と言う情報をたった1フレームの観測から常に把握できるか？

A. できない。

- 方策  $\pi$  は強化学習(RL)の枠組みで学習される

- 世界の状態情報  $s_t$  を得られないとマルコフ決定過程(MDP)が成り立たなくなる。→ **RLが成り立たない。**

去年は実験条件がこれを満たすようにしていたよ。

# 課題：モデルの性能・スケーラビリティ

- 簡易的に実装された軽量の深層モデル
- 問題
  - Forward Dynamicsモデルについては時系列モデルですらない
  - コンポーネントモデルの**スケーラビリティ**が保証されていない。
  - 複雑なVRChatの環境に**適応できる**ほどの機能を持つとは考えにくい。



# 方向性

# 目的

- これらの課題を解決し、その結果振舞いがどのように変化するか、観測する。
- それらを通し、未知の知性体への理解を深める
- 「何故と問い、共に探求する知性」へ一歩前進するとともに、自らの知的探究心を満たす。

# 目標

- VRChatにおいて、**システム・理論面での整合性を担保し、スケーラビリティ**もある自律機械知能(AMI)を**実装**し、その**振舞いの性質**を**列挙**する。
- また、それらを論文やポスターにまとめ、**バーチャル学会2024で発表する**

# 具体的なアクション

# 解決済みの課題

- システム面の課題
  - Myxyさんとゆんたんさんの協力で実装完了 (5/8ごろ)
  - 推論と学習が非同期に実行可能に
- 理論的整合性
  - Myxyさんのおかげで内部世界モデルの時系列化完了 (かなり前)
  - 世界の状態情報  $s_t$  を方策  $\pi$  の入力にした (5月中頃)

# これから解決する課題

- モデルの性能・スケーラビリティ
  - 高性能かつスケールするモデルの選定と実装
    - Observation Encoder: **I-JEPA**
    - Forward Dynamics: **Mamba2改**
    - Policy: **Dreamer**
  - これらが正常に学習できるかの基礎実験
    - Unity ML Agents などを用いて効率的に。
      - ここで Unity C# と Python書ける人が欲しくなる…

# 観察に関して

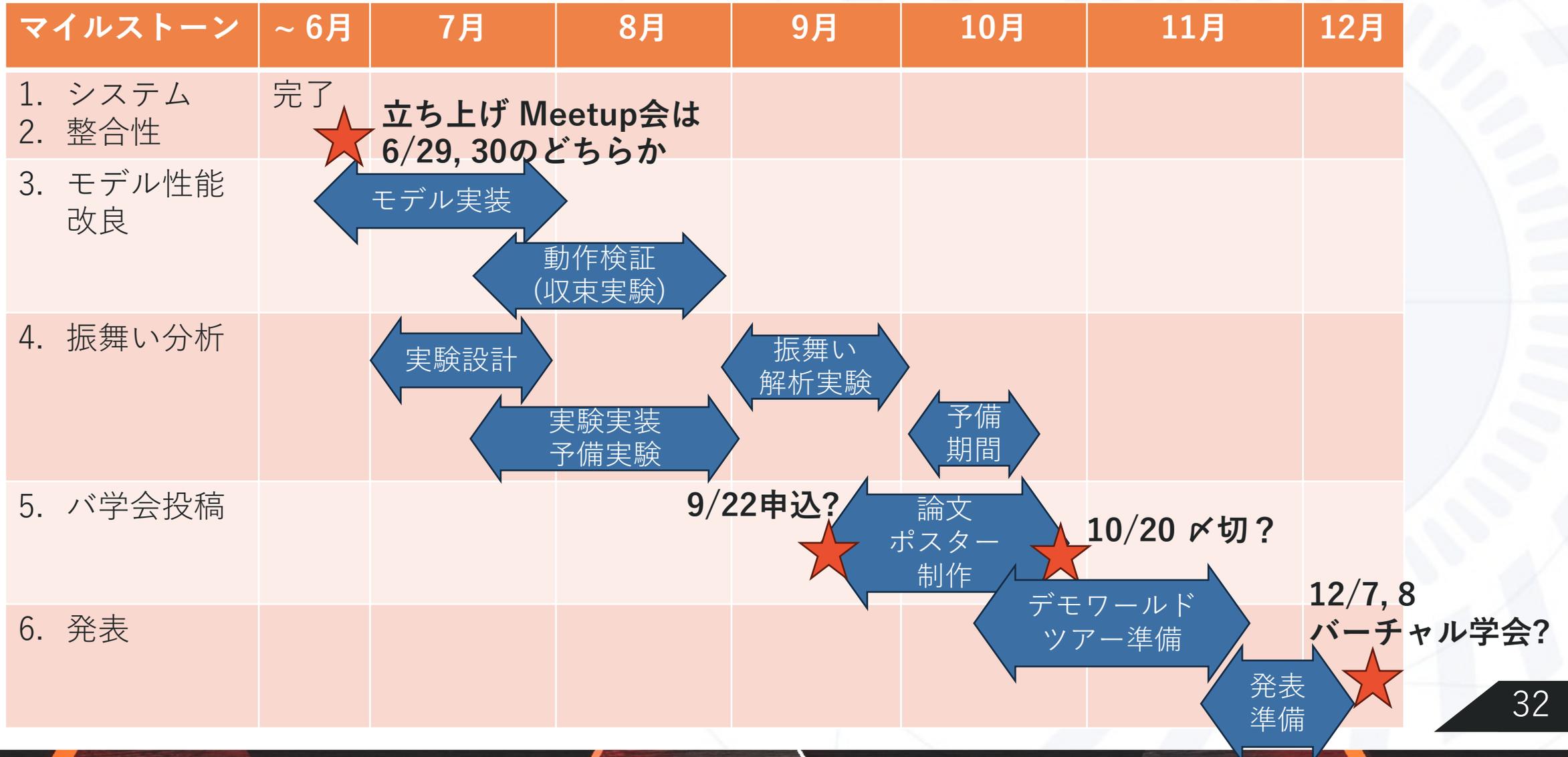
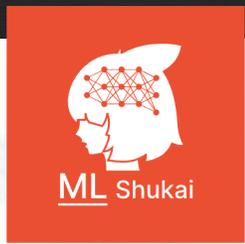
- 実はあまり考えられていない（苦手なので…）
- 課題が解決された結果、どのように振舞いが変化したかを見る。
  - 学習の収束の変化
  - モデルが獲得する内部表現の変化
  - ワールド上で動く際の軌跡の変化
  - 実際にVRChat上でみた時の変化
- 好奇心特有の振舞いの解析
  - ぱみきゅーはバック走行することが多い。なぜ？
- 人間とのインタラクションで振舞いが変わるか
  - みんなでちょっかいかけて ぱみきゅーの行動変わるか見てみたい

# マイルストーン

1. 推論と学習を非同期に実行するシステム ← OK, With Myxy & ゆんたん
2. 理論的整合性を担保したモデル実装 ← 仮実装OK, With Myxy
3. 性能・スケーラビリティのある深層モデルの実装と動作検証
4. 振舞いの分析の実験（方法立案・計画・実施）
5. バ学会2024へ投稿（論文、ポスター制作）
6. 発表（口頭、ポスター、デモツアー）

これから

# スケジュールリング



# 現状のメンバーと予定している役職

- Geson Anko (リーダー、MLモデル実装、実験)
- Zassou (MLモデル実装)
- Myxy (MLモデル実装、基礎実験実装)
- ぶんちゃん (実験設計、計画)
- 田中スイセン (実験用ワールド実装)
- Klutz (マネージャー)

# 募集



- Unity C#やUdonでワールドギミック作れる人
  - やること
    - 振舞い分析用ワールドのギミック等の作成
    - Unity ML Agentsの連携（おそらく）
  - 要件
    - 1～2週に1回のミーティングに参加できること
    - 土日などで作業時間を取れること。
- **金銭的な報酬は出ません。**

# メンバー向け情報

- 7月に勉強会を開きます。
  - チームメンバー内で共通の知識を持てるように
- 4週にわたって行います。土日に1時間ほど。Max 1時間半
  1. 自律機械知能基礎論: GesonAnko
  2. Observation Encoder (I-JEPA): Zassou
  3. Policy (Dreamer): GesonAnko
  4. Forward Dynamicsのコア (SioConv): Myxy
- 一般公開はしません。(ごめんね)





ML Shukai

もう一つ、

お知らせがあります。

# スポンサー

に、ついていただきます！



ML Shukai

私が所属する会社だよ！

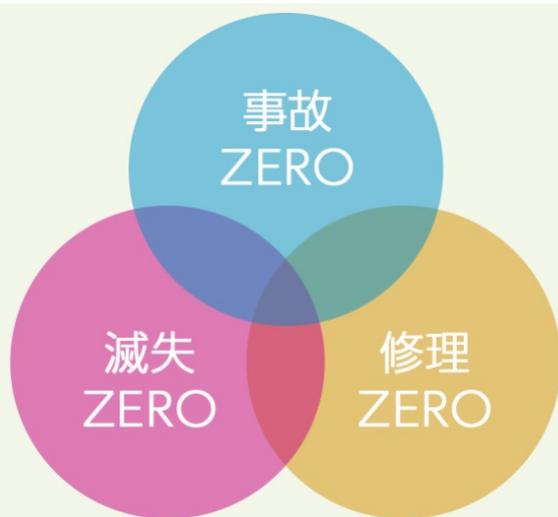


**GOP CO.,LTD.**

ジー・オー・ピー株式会社

# ジー・オー・ピー株式会社について

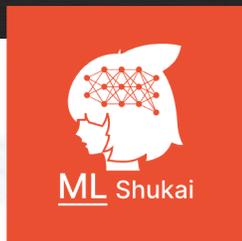
- 設立時期
  - 1981年4月13日
- 事業内容
  - **建設用仮設機材**の開発・製造及びレンタル・販売
  - ※実際は「**建設現場における作業者インフラストラクチャの構築**」  
建設現場における「**安全**」を提供している。



事故ZERO・修理ZERO・減失ZEROを  
目指します。

当社は、現場の声を一番にお客様の声を拾い、活かすことで貢献をし、  
お客様の利便性、利益を追求し、社会の産業に「安全」を提供する会社です。  
「安全は人へのやさしさと、確かな品質から」をスローガンに、  
その貢献を幸せと感じる仲間と、その家族、関連する人々の幸せを実現する  
100年継続できる企業体を目指しています。

# スポンサーになった経緯



2020年 6月

場所は仙台高専 ロボティクスコース 

当時 GesonAnkoはGoogle ColabでAIを開発していた。(つらい)

# スポンサーになった経緯

2020年 6月

場所は仙台高専 ロボティクスコース 

当時 GesonAnkoはGoogle ColabでAIを開発していた。(つらい)

夏～秋

1. 突如GOPから **3000万円**の寄付

# スポンサーになった経緯

2020年 6月

場所は仙台高専 ロボティクスコース 

当時 GesonAnkoはGoogle ColabでAIを開発していた。(つらい)

夏～秋

1. 突如GOPから **3000万円**の寄付
2. 恩師がワークステーションの購入を即断  
その後も実験機材をいくつも買ってもらうよ～

# スポンサーになった経緯

2020年 6月

場所は仙台高専 ロボティクスコース 

当時 GesonAnkoはGoogle ColabでAIを開発していた。(つらい)

夏～秋

1. 突如GOPから **3000万円**の寄付
2. 恩師がワークステーションの購入を即断  
その後も実験機材をいくつも買ってもらうよ～
3. 最初の自律機械知能“Jarvis3”を開発

2021年 3月

# スポンサーになった経緯

2020年 6月

場所は仙台高専 ロボティクスコース 

当時 GesonAnkoはGoogle ColabでAIを開発していた。(つらい)

夏～秋

1. 突如GOPから **3000万円**の寄付
2. 恩師がワークステーションの購入を即断  
その後も実験機材をいくつも買ってもらうよ～
3. 最初の自律機械知能“Jarvis3”を開発

2021年 3月

その後も寄付は続く (2021~2023年の間に毎年 **5000万円**)  
私が 在学中に **1億8000万円** 寄付があった。

# スポンサーになった経緯

2020年 6月

場所は**仙台高専 ロボティクスコース** 

当時 GesonAnkoはGoogle ColabでAIを開発していた。(つらい)

夏～秋

1. 突如GOPから **3000万円**の寄付
2. 恩師がワークステーションの購入を即断  
その後も実験機材をいくつも買ってもらうよ～
3. 最初の自律機械知能“Jarvis3”を開発

2021年 3月

その後も寄付は続く (2021~2023年の間に毎年 **5000万円**)  
私が 在学中に **1億8000万円** 寄付があった。

2024年 4月

GOP入社, 社長に**直接スポンサー**をお願いする ← NOW

# スポンサーになった経緯

2020年 6月

場所は仙台高専 ロボティクスコース 

夏～秋

ひな鳥🐣の頃から  
支援してもらっていたよ！

2021年 3月

その後も寄付は続く (2021~2023年の間に毎年 **5000万円**)  
私が 在学中に **1億8000万円** 寄付があった。

2024年 4月

GOP入社, 社長に**直接スポンサー**をお願いする ←



# 具体的な支援内容

- 研究用計算機 4台 (合計 ~ 400万円)
  - コンシューマ機による、実験回数重視の戦略

構成表	
CPU	Ryzen 9 7950X
GPU (VRChat用)	RTX 4060
GPU (AMI 用)	RTX 4090
マザーボード	PCIe 4.0 x16 と x4がGPUに取れるもの
メモリ	64GB
ストレージ	SSD1TB, 2TB, HDD 10TB



チノカプチーノ   
@tinokaputino フォローさ



t.c.brand  
@tcbrand\_gg フォローさ

ご依頼先は t.c.brand社のチノカプチーノさん (自作PC交流会より)

- その他設備
  - 置き場所、電源、ネットワーク



ML Shukai

やったぜ👌