

# IoT/自動運転時代の 仮想シミュレーション環境 「箱庭」

---

～アーキテクチャとコア技術  
適用可能性について～

2019/12/19

森 崇（永和システムマネジメント）  
高瀬 英希（京都大学／JSTさきがけ）

# 目次

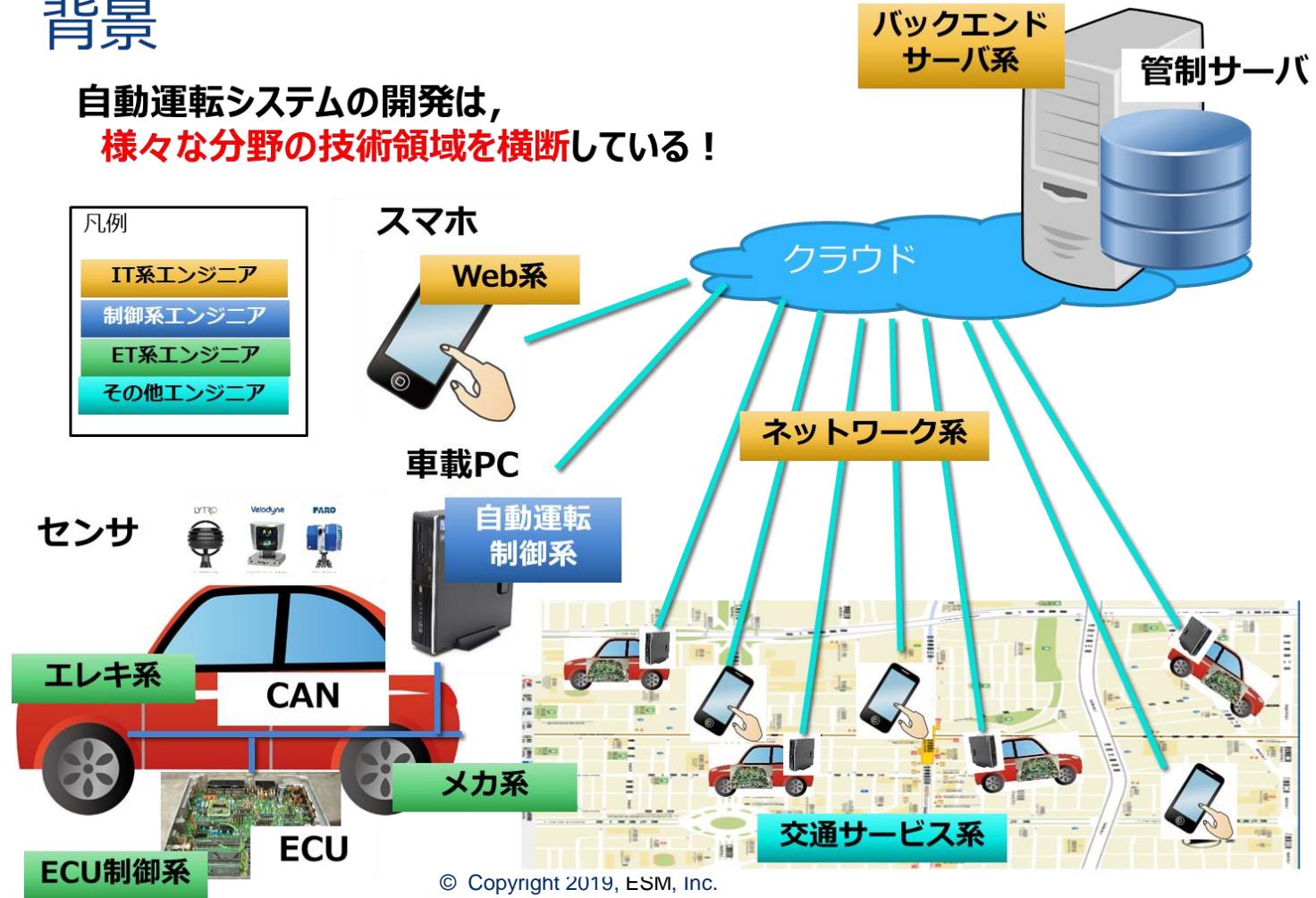
1. 箱庭WG結成の背景・経緯
2. IoT/自動運転時代のシステム構築時の課題
3. 箱庭の目指すところ
4. 箱庭アーキテクチャと利用シーン
5. 箱庭のプロトタイプモデル
6. 箱庭コア技術(別資料)
7. 箱庭WG活動紹介

# はじめは

- 2018年度 ESMの自動運転システム検証環境として

## 背景

自動運転システムの開発は、  
様々な分野の技術領域を横断している！

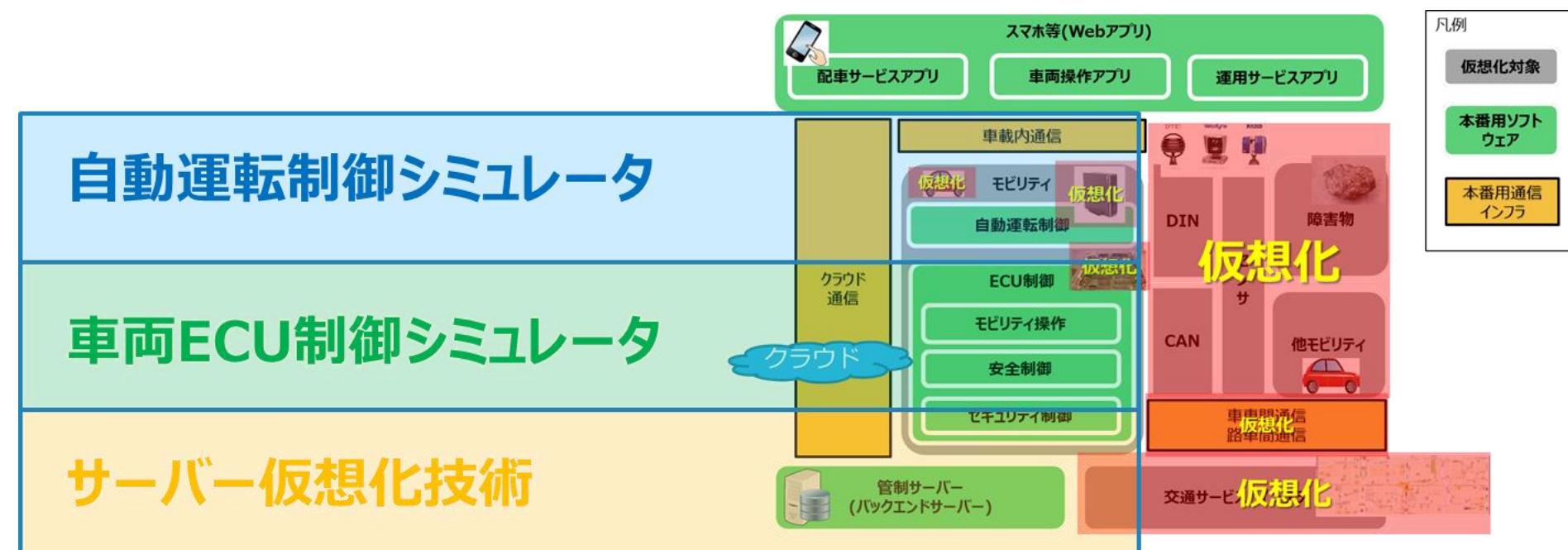


# athrillのように箱庭をオープンソース化したい



# TOPPERS/箱庭SDK活用の可能性

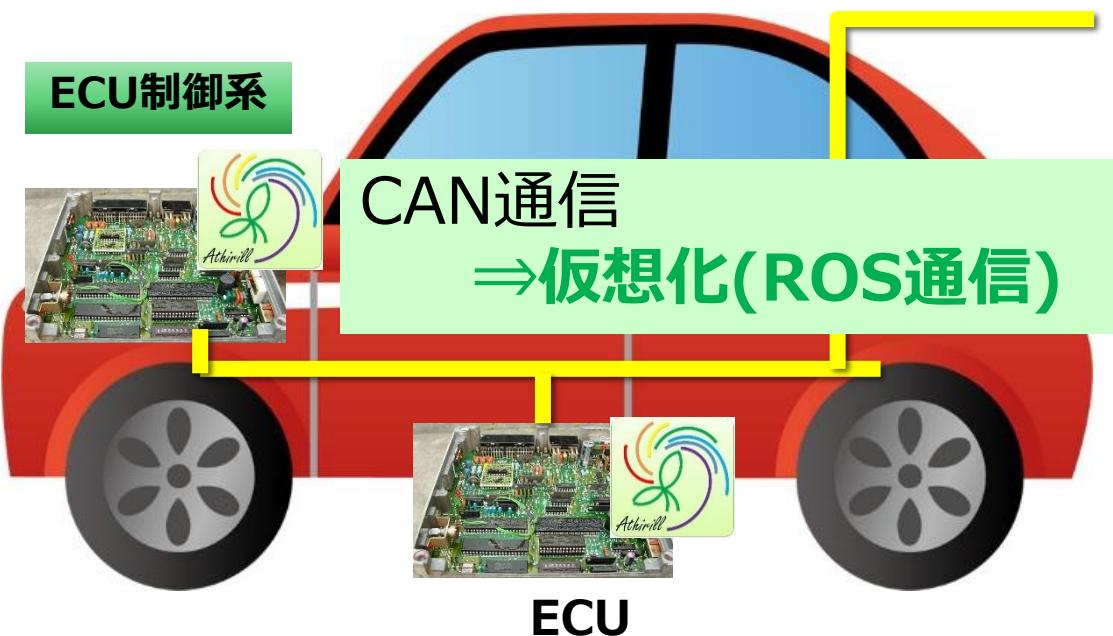
- ・大きな課題が多い
  - ・さまざまな技術を組み合わないといけない
  - ・個々の技術領域を横断するのは至難のわざ
  - ・一人では持ちきれない!!



# TOPPERS/箱庭SDK活用の可能性

- ・ **自力でできること**

- ・ *athrill*を車両ECU制御シミュレータとして機能拡張すること
- ・ 特に重要な機能は、自動運転制御系との連携機能
- ・ ⇒*athrill*ライブラリとして、ROS化を実現



自動運転制御系

ROS

車載PC

ここはオープン  
にできる!!



6畳間

# TOPPERS/箱庭SDK活用の可能性

- **自力でできること**

- オープン自動運転制御ソースを利用する
- 自動運転制御シミュレータを利用する
- AWSサーバーを自費で構築する
- サーバー制御プログラムを作る
- ECU制御プログラムを作る
- などなど



**AUTOWARE**



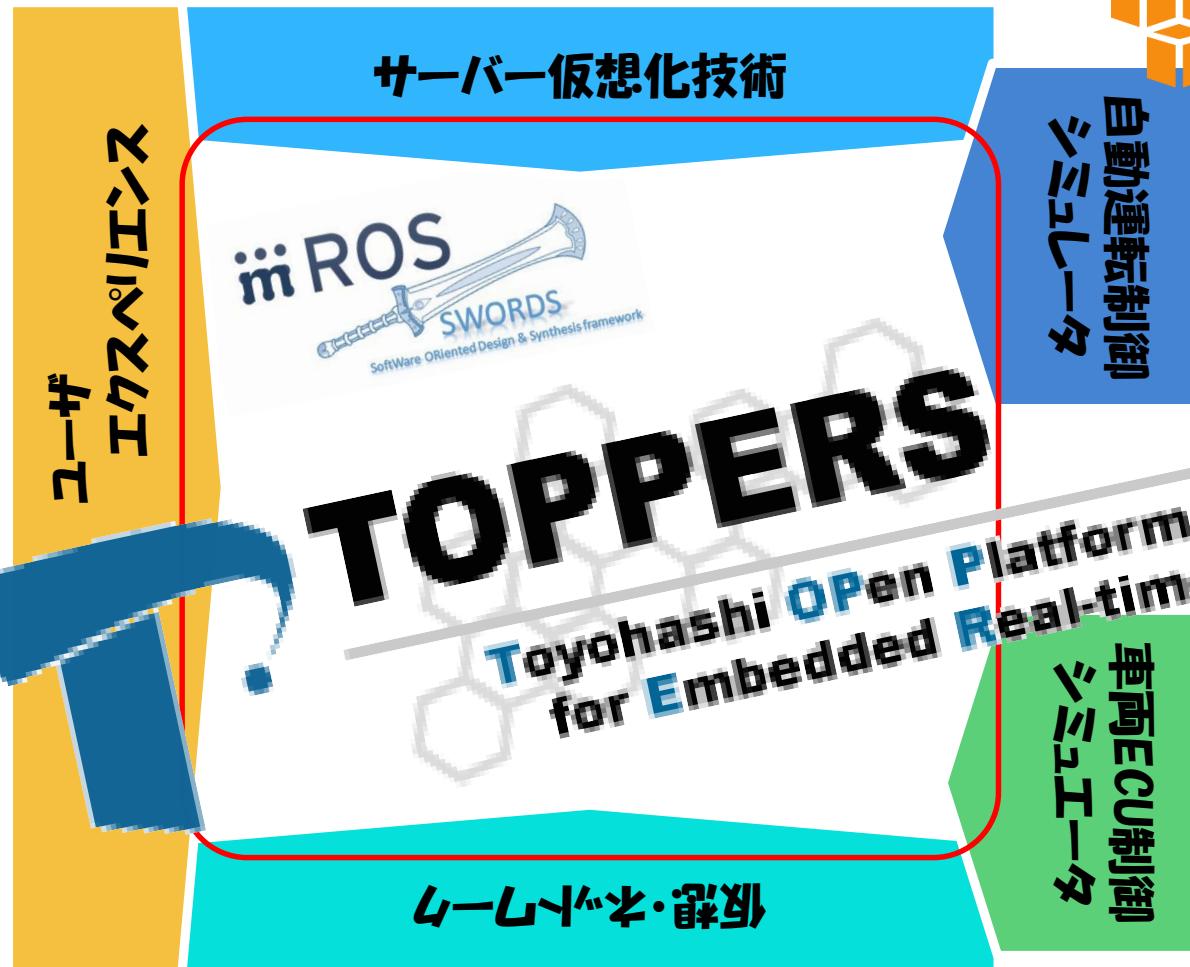
## AUTOSAR/ATK2

でも、パツはそろっているのでは？



# TOPPERS / 箱庭SDK活用の可能性

- TOPPERSの英知を結集した  
**ジャパニース・箱庭シミュレータ!!**



amazon  
web services

AUTOWARE

Athirill

AUTOSAR / ATK2

# TOPPERS/箱庭SDK活用の可能性

とはいものの…課題は山積み

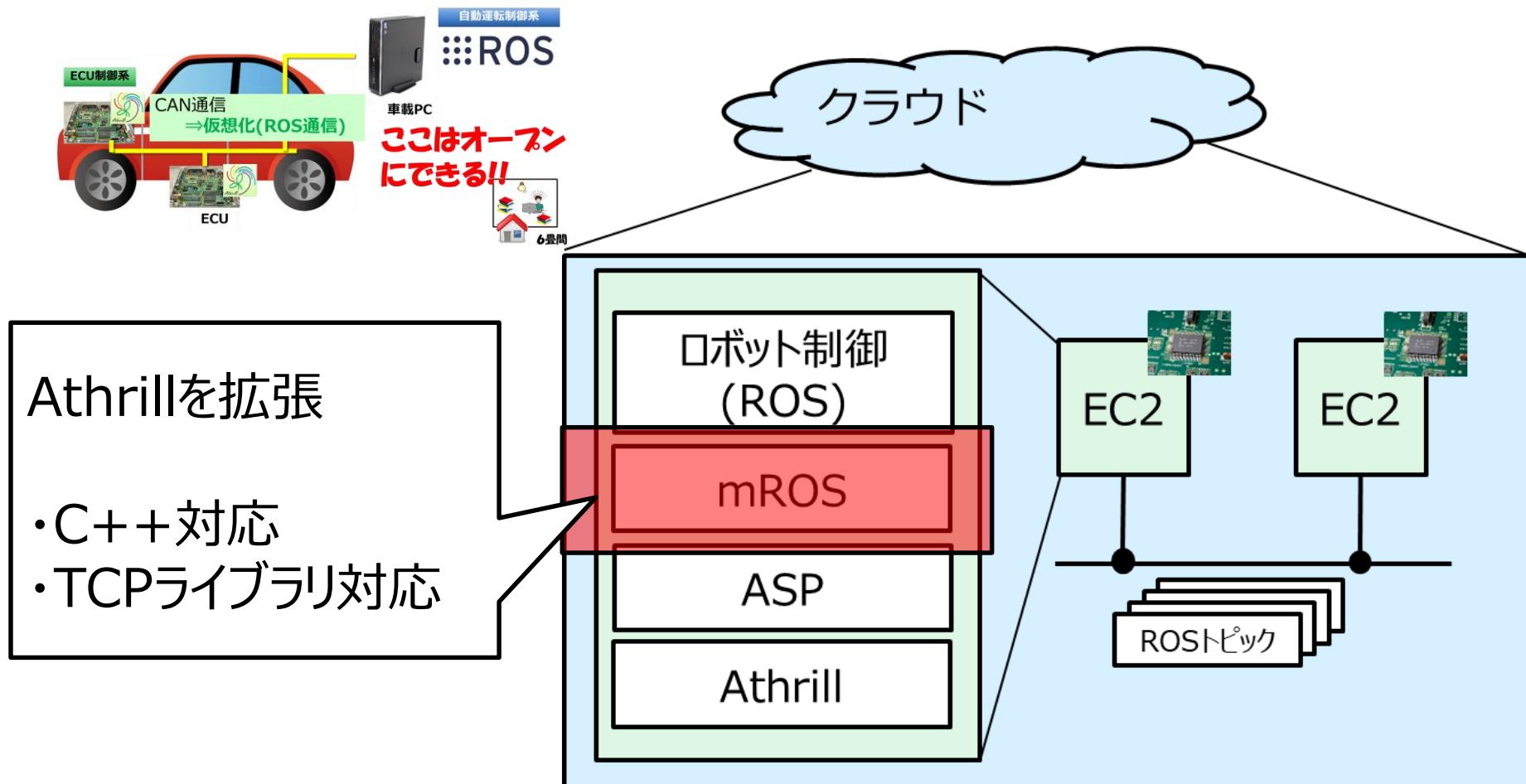
1. 箱庭SDKの需要は一般市場向けとしてあるか？
2. 様々な分野の技術・企業が集まらないとできない
3. どうやって運営する？誰が主導する？旗振り役が必要
4. オープン化するメリットは？
5. 参加 or 主導する企業・団体のメリットは？

課題を乗り越えた場合のうれしさは？

1. デファクトスタンダード(標準化)
2. 参加団体・企業の技術アピールの場(広報効果)
3. 参加団体・企業へのマネタイズ効果
4. 最新技術をキャッチアップ
5. 箱庭SDKproの使用権利(出資企業は優遇される等)

# athrillとmROSの組み合わせ

- 2018年の年末：高瀬先生に質問しながらmROS移植！



高瀬先生のご尽力で  
TOPPERS・WG  
新規立ち上げへ！

# TOPPERS箱庭WG結成！(7名)

- TOPPERSの有志が集って、箱庭WGが結成されました！

氏名	所属	主な役割
森 崇	永和システムマネジメント	主査 全体統括, Athrill
高瀬 英希	京都大学／JSTさきがけ	運営委員 mROS, ROS通信,
細合 晋太郎	チェンジビジョン(個人会員)	IDE, モデリング, 可視化,
田邊 友	永和システムマネジメント	Athrill, 仮想環境,
山田 昌幸	永和システムマネジメント	Athrill, MBD,
高田 光隆	名古屋大学NCES	カーネル, 応用検討,
庭野 正義	名古屋大学NCES	車載コンポーネント,

# 活動年表

## ■あゆみ

今年で  
2年目

### ■ 2018年

- ESM内プロジェクトで箱庭環境構築実施(7月)
- TOPPERS開発者会議で箱庭紹介(10月)
- athrillとmROSを組み合わせる(12月末)

### ■ 2019年

- WWESTで箱庭紹介(2月)
- 高瀬先生のご尽力によりTOPPERS・WG化(3~4月)
- TOPPERSカンファレンスで箱庭紹介(6月)
- SWESTで箱庭WG紹介(9/5-6)※シルバー賞受賞
- 箱庭合宿実施(9/28-29)
- TOPPERS開発者会議で箱庭紹介(9/30)
- ET2019で箱庭WG紹介(11/20)
- **TOPPERS技術検討会議(12/19)★感謝！**
- 今後の予定
  - 箱庭WG合宿(3月？@福井)

# 目次

1. 箱庭WG結成の背景・経緯
2. IoT/自動運転時代のシステム構築時の課題
3. 箱庭の目指すところ
4. 箱庭アーキテクチャと利用シーン
5. 箱庭のプロトタイプモデル
6. 箱庭コア技術(別資料)
7. 箱庭WG活動紹介

# IoT/自動運転時代のシステム構築時の課題

IoT/自動運転システムのような複雑なシステムでは、少なくとも以下の2つの課題があると考えています。

## 1. システム構築の視点

- ・様々な機器/ソフトウェアが絡んでいるため、実証実験の現場では、機器間の不整合が頻発し、トラブル対応の時間・手間・コストがかかることが想定される。

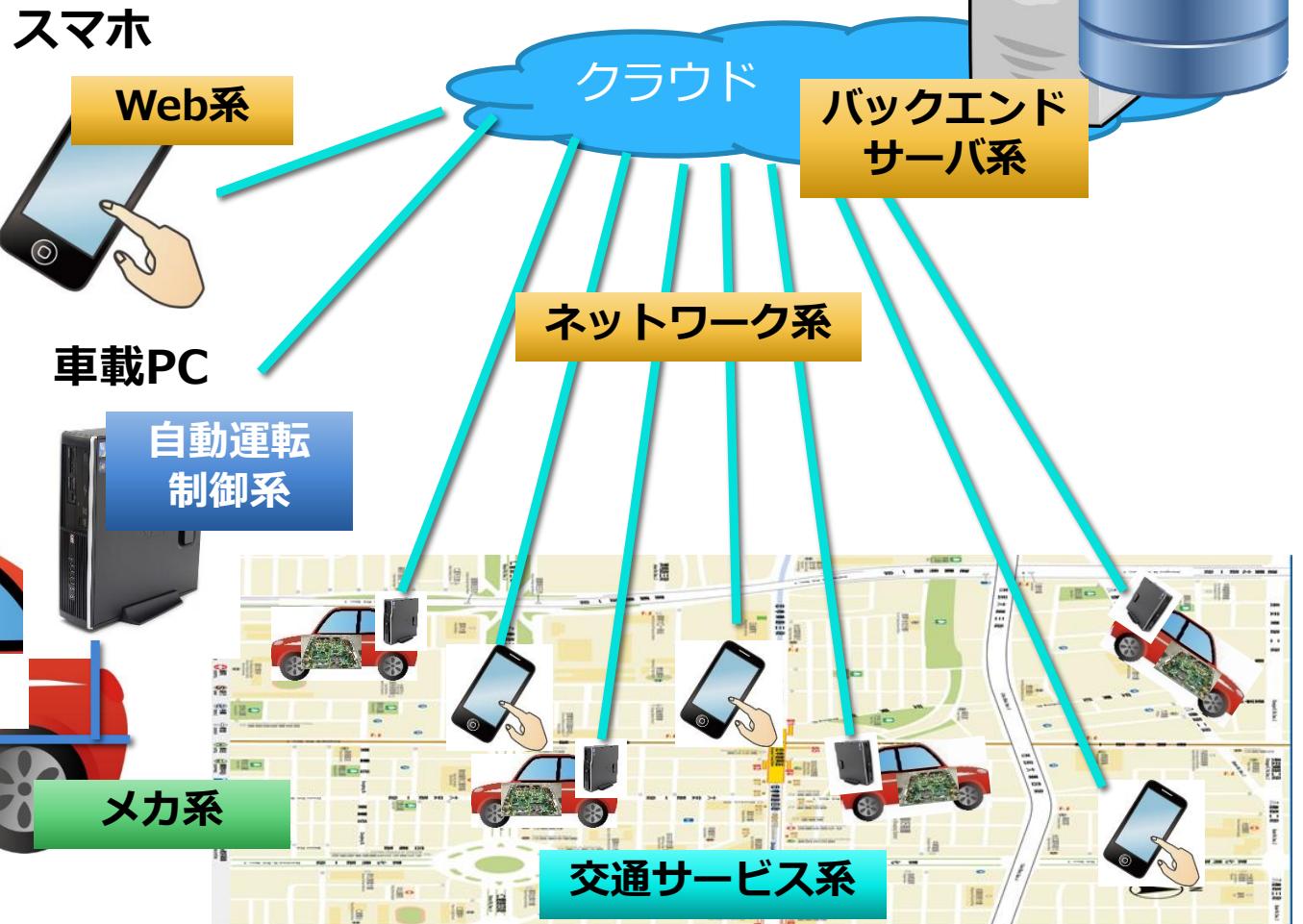
## 2. サービス構築の視点

- ・IoTサービスとして、様々なIoT機器がある中で、それらをどう組み合わせると、斬新で画期的なサービスを創出できるかわからない。
- ・新しいサービスを検討するにしても、実物のロボットでは準備・手間がかかりすぎる。
- ・様々なサービス検討のために、IoT機器の仕様が頻繁に変更され、システム開発者に負担がかかる。

# IoTシステム構築時の課題(例：自動運転システムの場合)

自動運転システムの開発は、  
様々な分野の技術領域を横断している！

凡例
IT系エンジニア
制御系エンジニア
ET系エンジニア
その他エンジニア



# IoTシステム構築時の課題(例：自動運転システムの場合)

## ・ 問題発生経路の複雑化

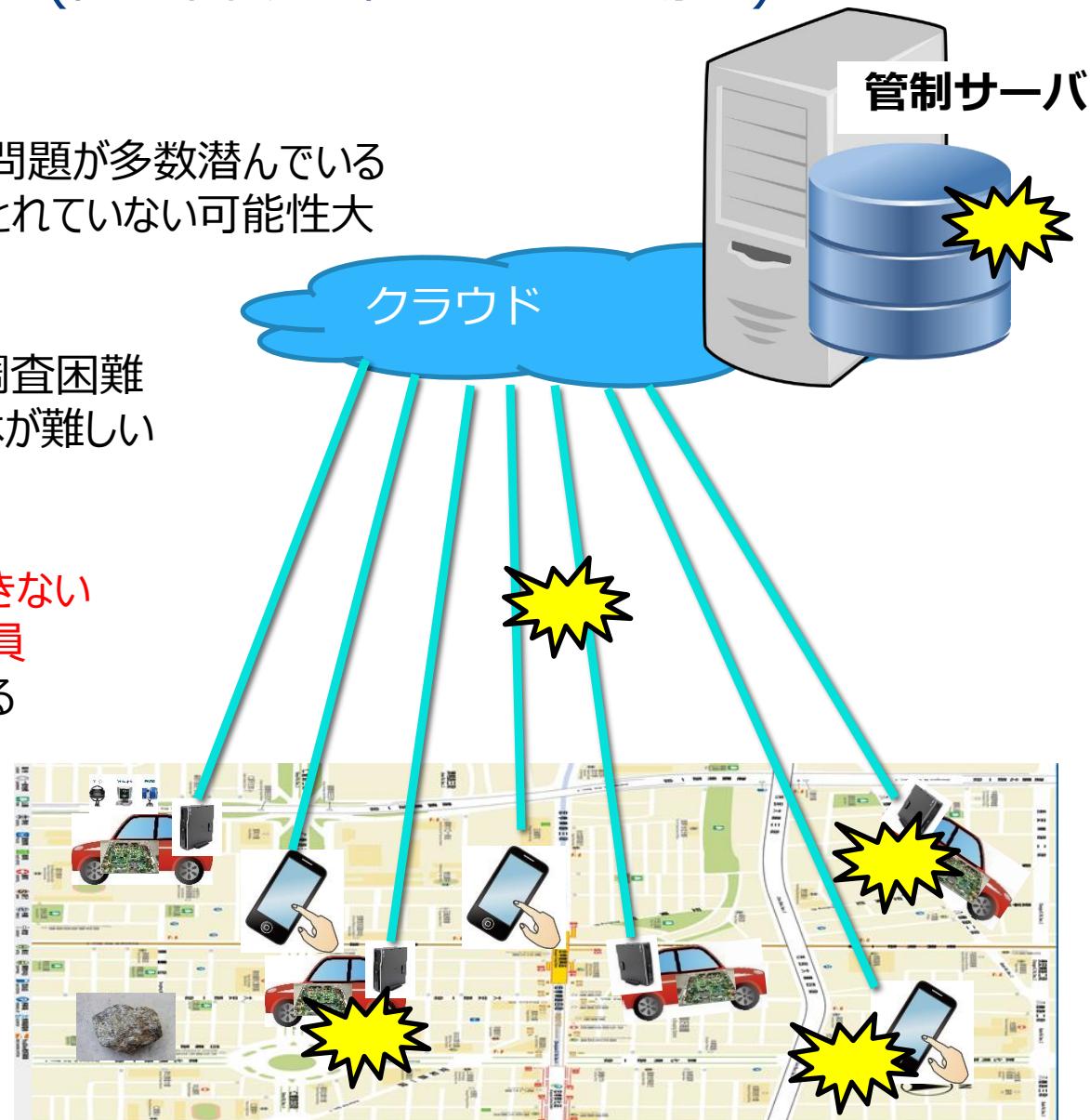
- ・ 全体結合しないと見えない問題が多数潜んでいる
- ・ 様々な機器間の整合性がとれていない可能性大

## ・ 原因調査の複雑化

- ・ どこで何が起こっているのか調査困難
- ・ そもそもデバッグすること自体が難しい

## ・ 実証実験のコスト増

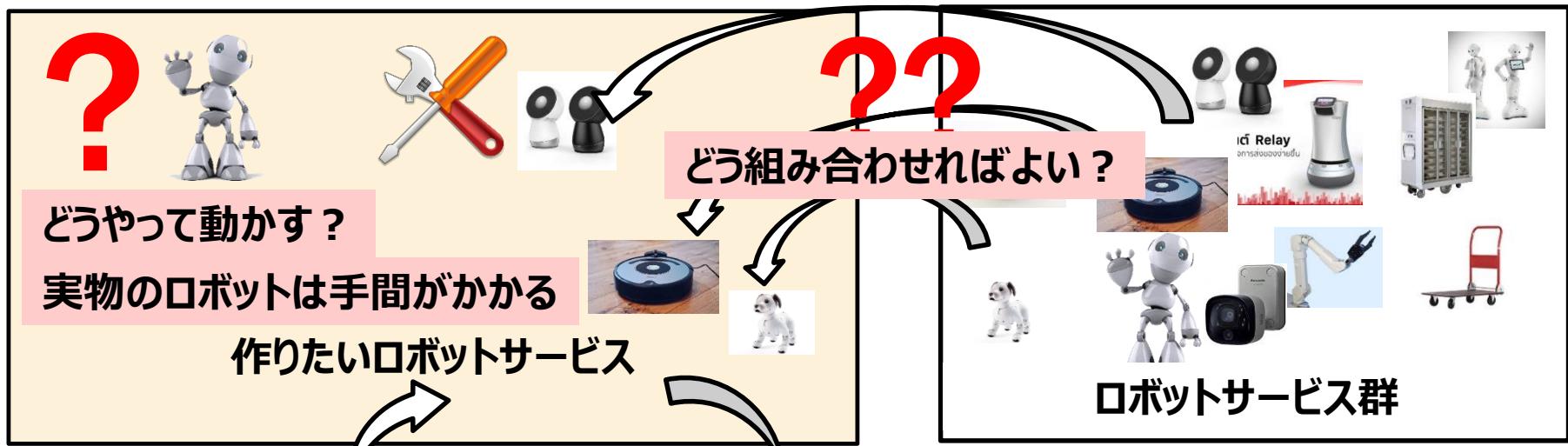
- ・ 実証実験は手軽に実施できない
- ・ 各分野のエンジニアの総動員
- ・ 手間、時間、費用がかかる



# IoTサービス構築時の課題(例：ロボットサービスの場合)

## ロボットサービス・提供者

- ・ロボットサービスをどう組み合わせると、効果的な新しいサービスを創出できるかわからない
- ・新しいサービスを検討するにしても、実物のロボットでは準備・手間がかかりすぎる



要件変更適用に  
時間がかかる

要件が頻繁に変わる

実証実験

実証実験時に結合トラブ  
ルが頻発する

システム要件

ロボットシステム・  
開発者

設計・実装

物理  
シミュレータ

# IoTサービス構築時の課題(例：ロボットサービスの場合)

テスト環境構築に手間取る

開発者とユーザの間でイメージ共有が難しい

思い付いたアイディアを手軽に試したい

ロボットシステム開発者

ロボットサービス提供者

仕様

開発者

イメージが伝わらない

??

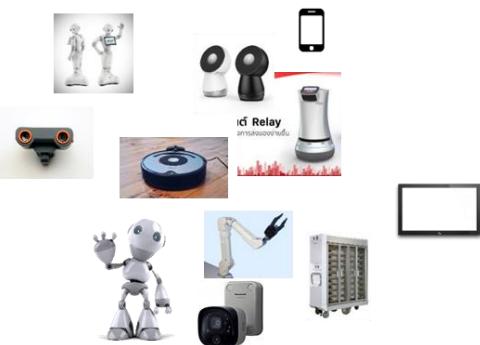
ユーザ

要件

テスト環境

様々な機器を組み合わせて色々試したい

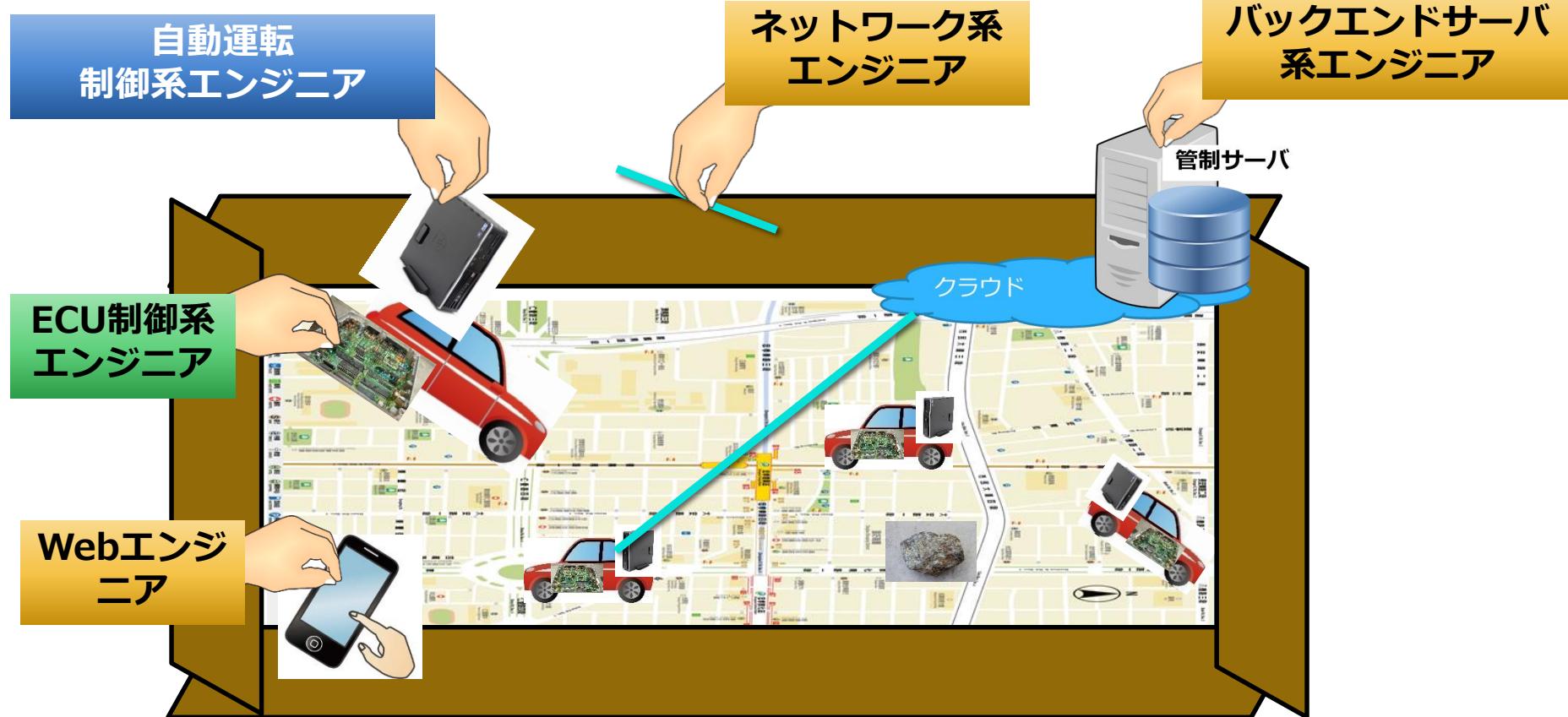
IoT機器提供者／開発者



# 仮想シミュレーション環境によるアプローチ

仮想シミュレーション環境上(箱庭)でIoT/自動運転システムを開発する

→各分野の技術者が箱庭上に開発対象ソフトウェアを持ち寄って、机上実証実験！

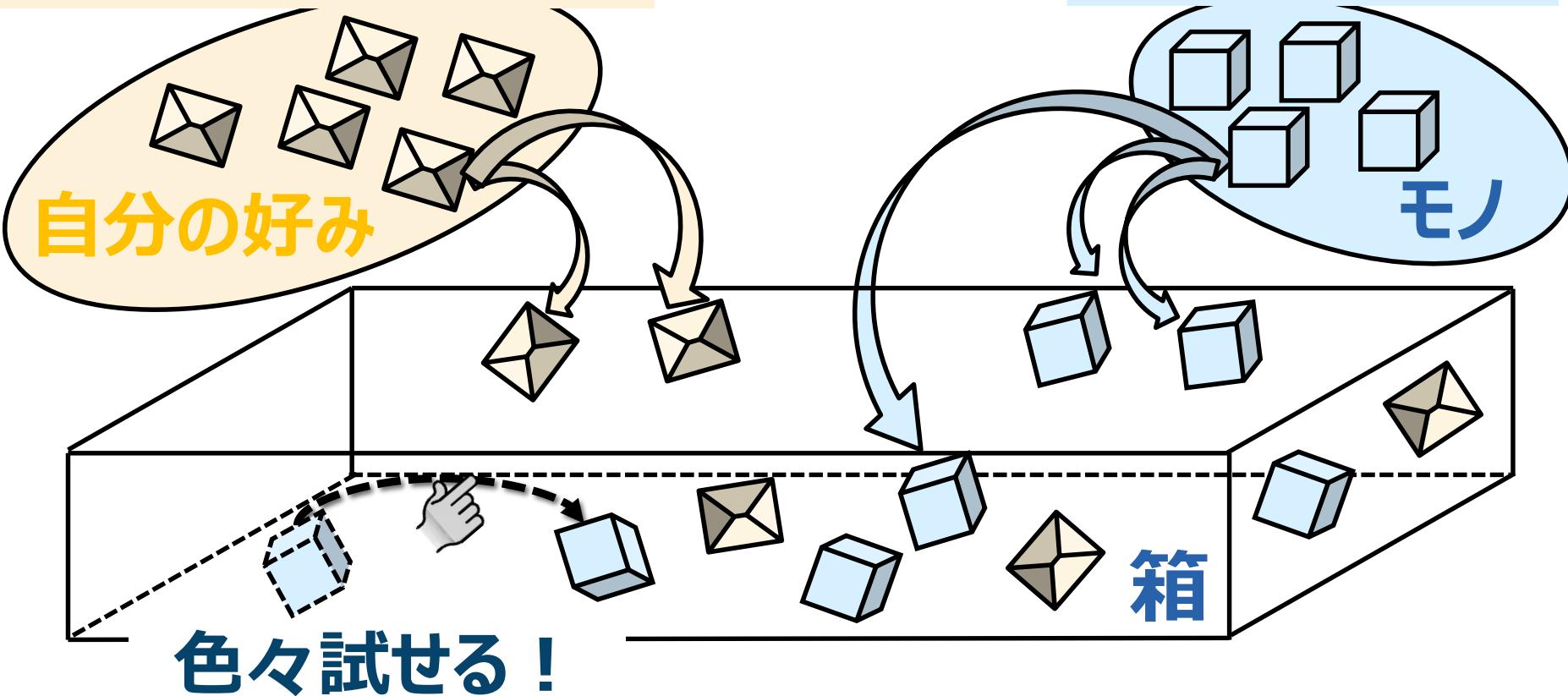


# 箱庭の基本コンセプト

- ・ 箱の中に、
- ・ いろいろなモノを自分の好みで配置して
- ・ 色々試せる！

評価シナリオ, 自社サービスP/F, 地図等

車, 環境, イベント等々



# 目次

1. 箱庭WG結成の背景・経緯
2. IoT/自動運転時代のシステム構築時の課題
3. 箱庭の目指すところ
4. 箱庭アーキテクチャと利用シーン
5. 箱庭のプロトタイプモデル
6. 箱庭コア技術(別資料)
7. 箱庭WG活動紹介

# 箱庭の目指すところ

## ・ 箱庭のターゲット

- ・ IoTのような複雑なシステム(自動運転/物流・宇宙等様々な分野を想定)
  - ・ 様々な機器(リアルタイム/非リアルタイム)がネットワークで接続されたシステム

## ・ 箱庭とは

- ・ 全体結合シミュレーション環境

## ・ 箱庭の利用者

- ・ システム開発者
- ・ サービス提供者
- ・ 箱庭アセット開発者／提供者

## ・ 目指す強みと新しさ

- ・ IoTの各要素を連携させ任意の精度で検証可能
- ・ 検証の対象/抽象度/レベルを任意に変更できる
  - ・ コンポーネントの差し替えで対応できるようにする

システム開発者

サービス提供者

箱庭  
(全体結合シミュレーション環境)

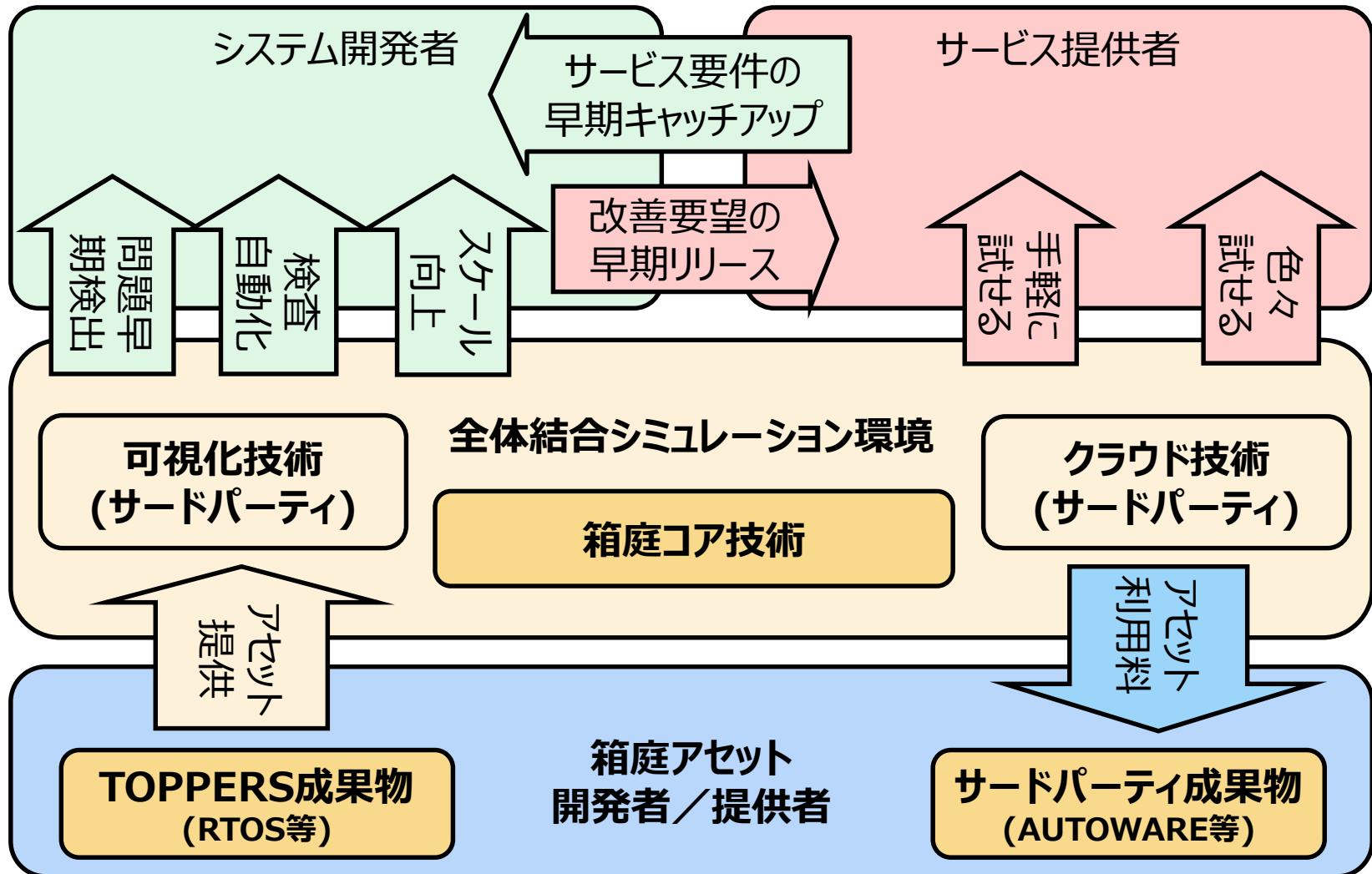
アセット開発者

アセット提供者

# 箱庭の目指すところ

- 複雑なシステムを開発/提供する関係者のための

シミュレーション環境を目指す



# 目次

1. 箱庭WG結成の背景・経緯
2. IoT/自動運転時代のシステム構築時の課題
3. 箱庭の目指すところ
4. **箱庭アーキテクチャと利用シーン**
5. 箱庭のプロトタイプモデル
6. 箱庭コア技術(別資料)
7. 箱庭WG活動紹介

# 箱庭のアーキテクチャ

■ 箱庭ドメイン・サービス  
様々な分野への適応を目指す

車載系

家電系

航空・  
宇宙

物流系  
ロボット

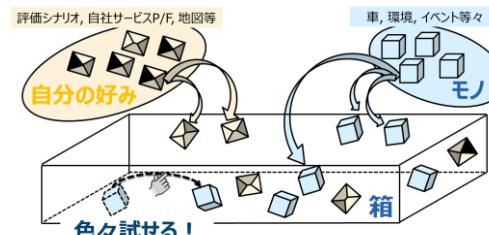
箱庭ドメイン・サービス

■ 箱庭コア  
箱庭固有のシミュレーション技術をコア技術化

**Hakoniwa Engine**

■ サードパーティ  
既存のサードパーティ製で出来ていることは積極利用

サード  
パーティ  
(クラウド)



サード  
パーティ  
(可視化)

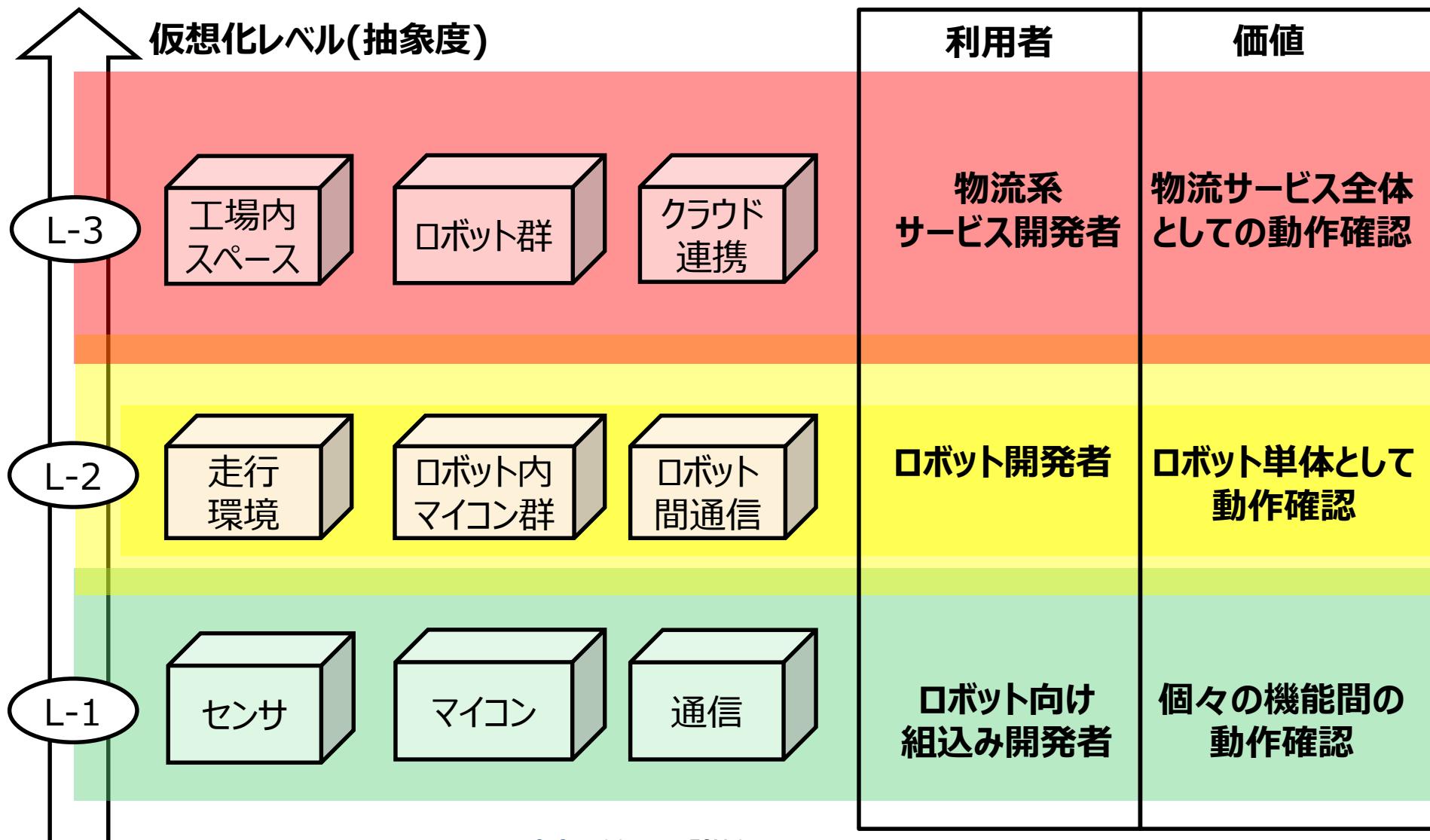
箱庭コア

■ 箱庭アセット・サービス  
シミュレーション内の登場物を箱庭アセット化し、アセット数拡充を目指す

箱庭アセット・サービス



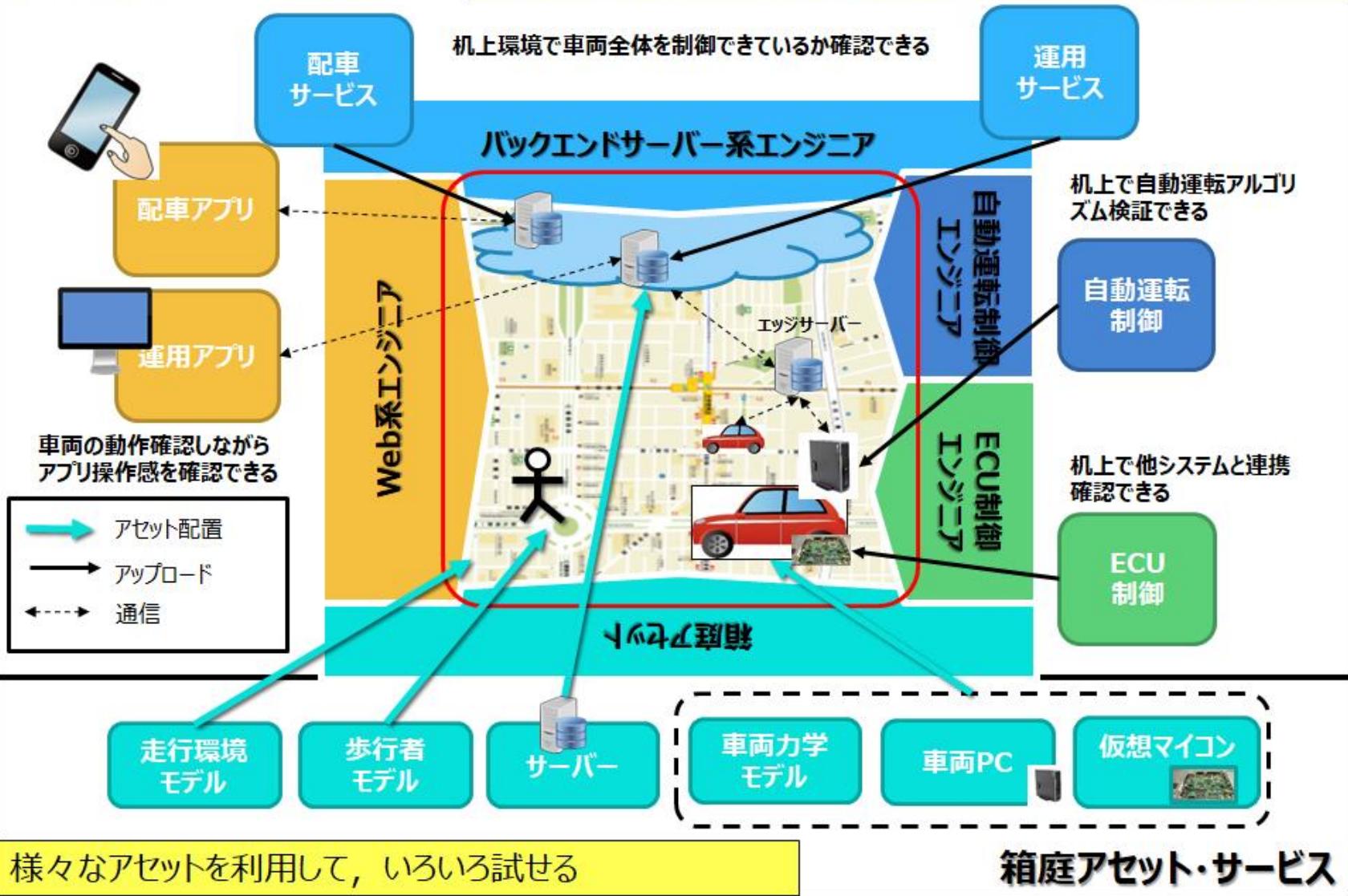
# マルチレイヤ・コンセプト(例：ロボットシステム)



# 箱庭の利用シーン

## 箱庭ドメイン・サービス

エンジニアが集まって手軽に全体結合/問題早期検出できる



# 箱庭の導入効果(例：自動運転システムの場合)

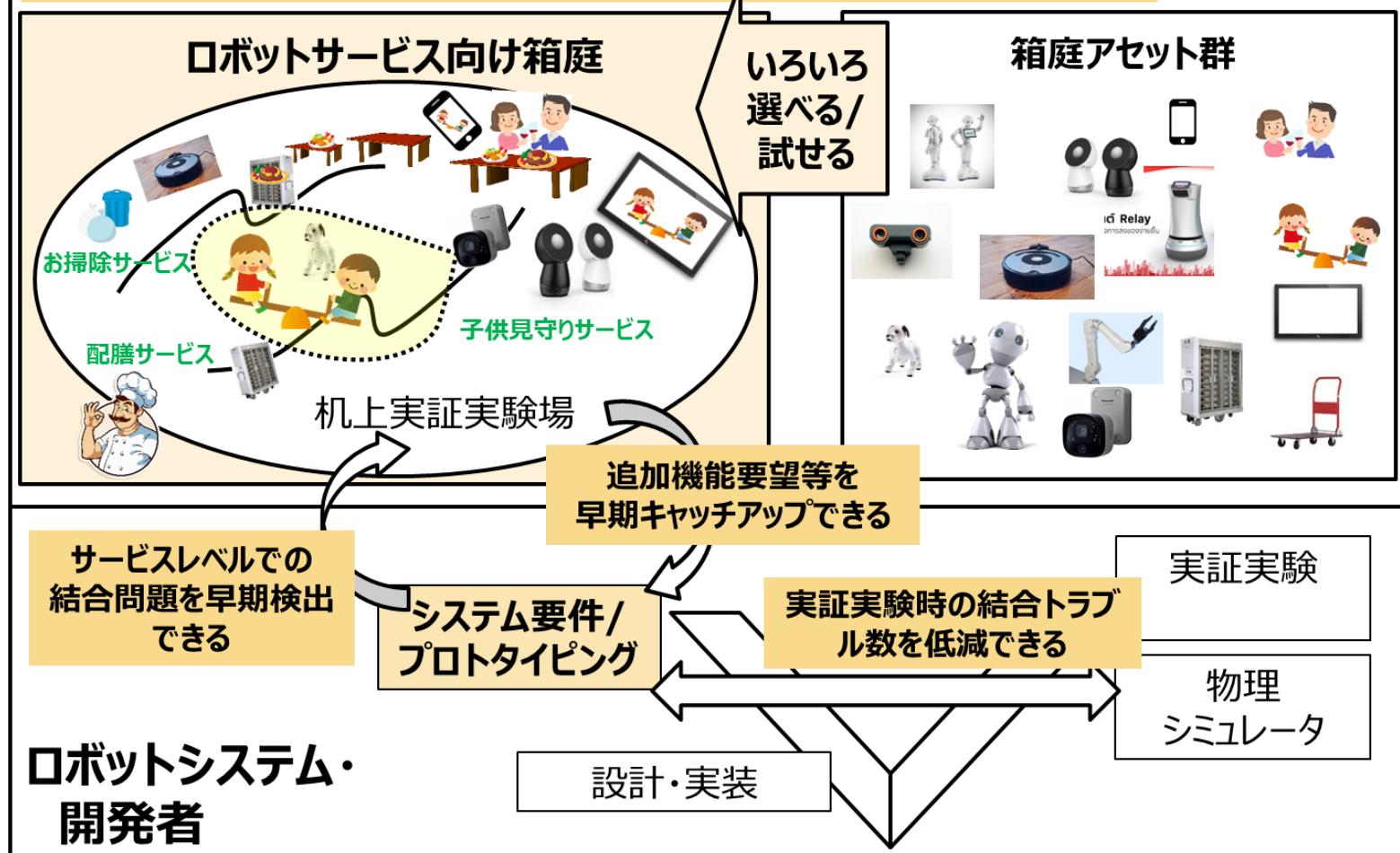
- ・全体結合しないと見えない問題を早期検出できる
- ・各エンジニアは自社から手軽に遠隔結合確認できる



# 箱庭の導入効果(例：ロボットサービスの場合)

## ロボットサービス・提供者

- ・様々なロボットサービスを組み合わせてどんなことができるか手軽に試せる
- ・サービス視点で手間なく動作させて早く評価できる



# 目次

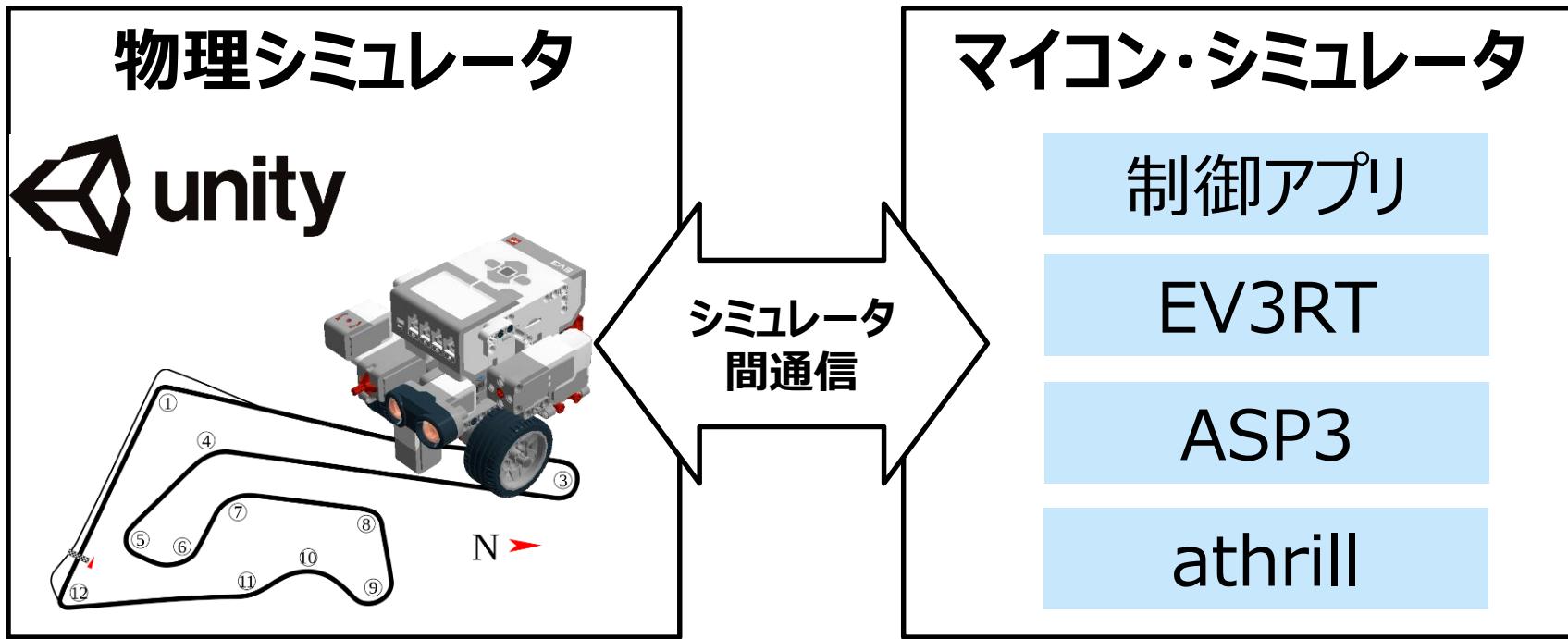
1. 箱庭WG結成の背景・経緯
2. IoT/自動運転時代のシステム構築時の課題
3. 箱庭の目指すところ
4. 箱庭アーキテクチャと利用シーン
5. 箱庭のプロトタイプモデル
6. 箱庭コア技術(別資料)
7. 箱庭WG活動紹介

# 箱庭のプロトタイプモデル

箱庭コンセプトの実現/技術調査するために、  
以下の3つのプロトタイプモデルを構築する予定です。

仮想化 レベル	プロトタイプモデル	目的
1,2	A： ETロボコン向けシミュレータ	・技術研鑽 ・広報活動
2	B： ROS・マルチECU向けシミュレータ	・時間同期の仕組み検討 ・mROS/athrill普及
3	C： 車車間協調動作向けシミュレータ	・クラウド連携

# A : ETロボコン向けシミュレータ



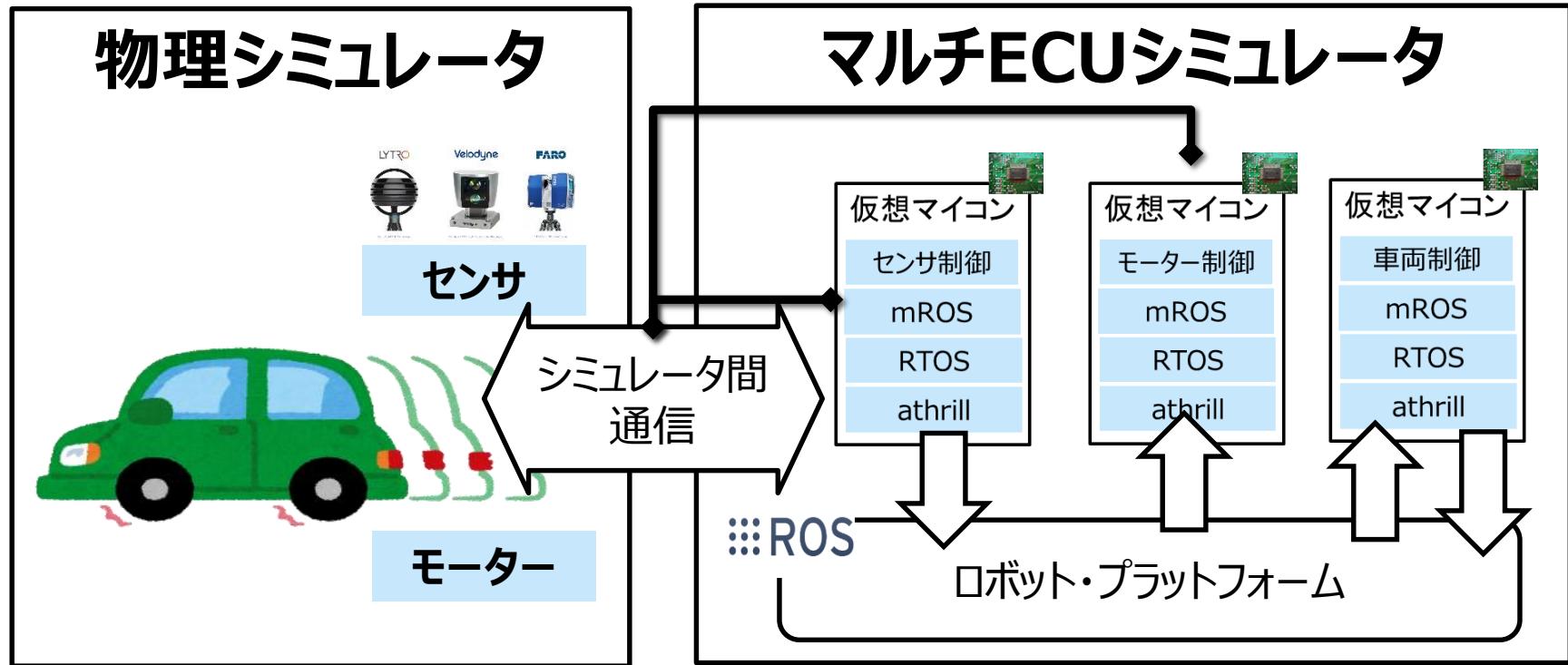
## 技術研鑽視点での狙い :

- ・物理シミュレータとマイコンシミュレータ間の連携方法の検討
- ・シミュレーション時間同期の検討
  - ・要件出し：求められる時間精度
  - ・実現方法検討：箱庭コア技術としてどうやって実現するか

## その他の狙い :

- ・ETロボコンユーザ層に箱庭を広める（広報活動）

# B : ROS・マルチECU向けシミュレータ



## 技術研鑽視点での狙い :

- ・シミュレータ間の時間同期の仕組みを検討するためのモデルとして最適

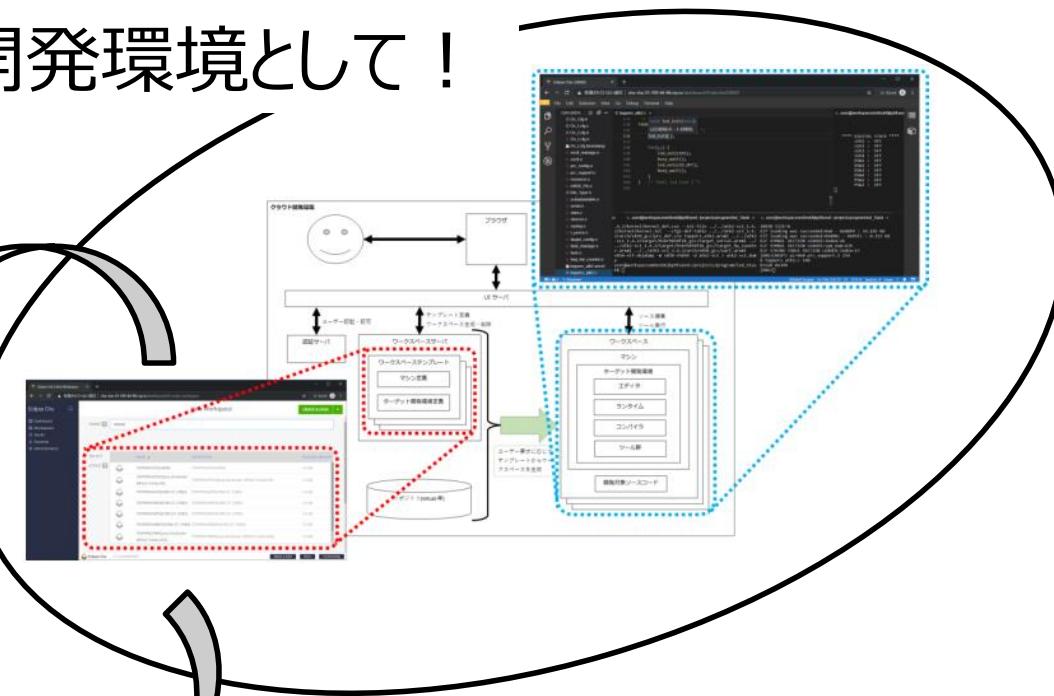
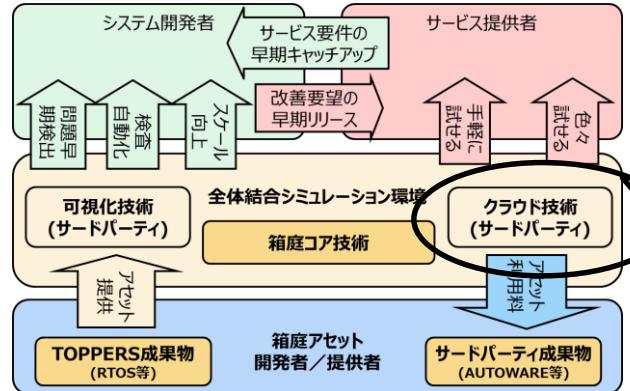
## その他の狙い :

- ・mROS/athrillを広める

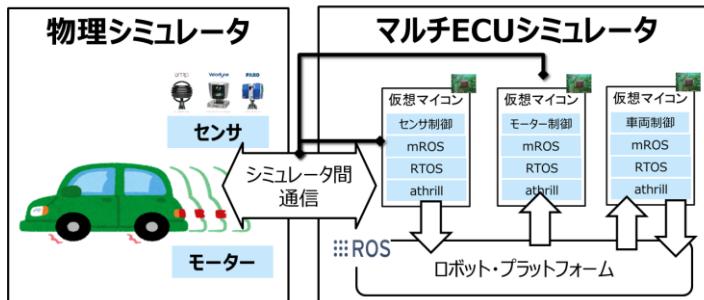
# トピック

- ・クラウドIDEとエミュレータを利用した実機レス開発環境とも連携します！
  - ・2019年/TOPPERS活用アイデア・アプリケーション開発コンテスト受賞作品(金賞)

## ★クラウドIDEを箱庭の開発環境として！

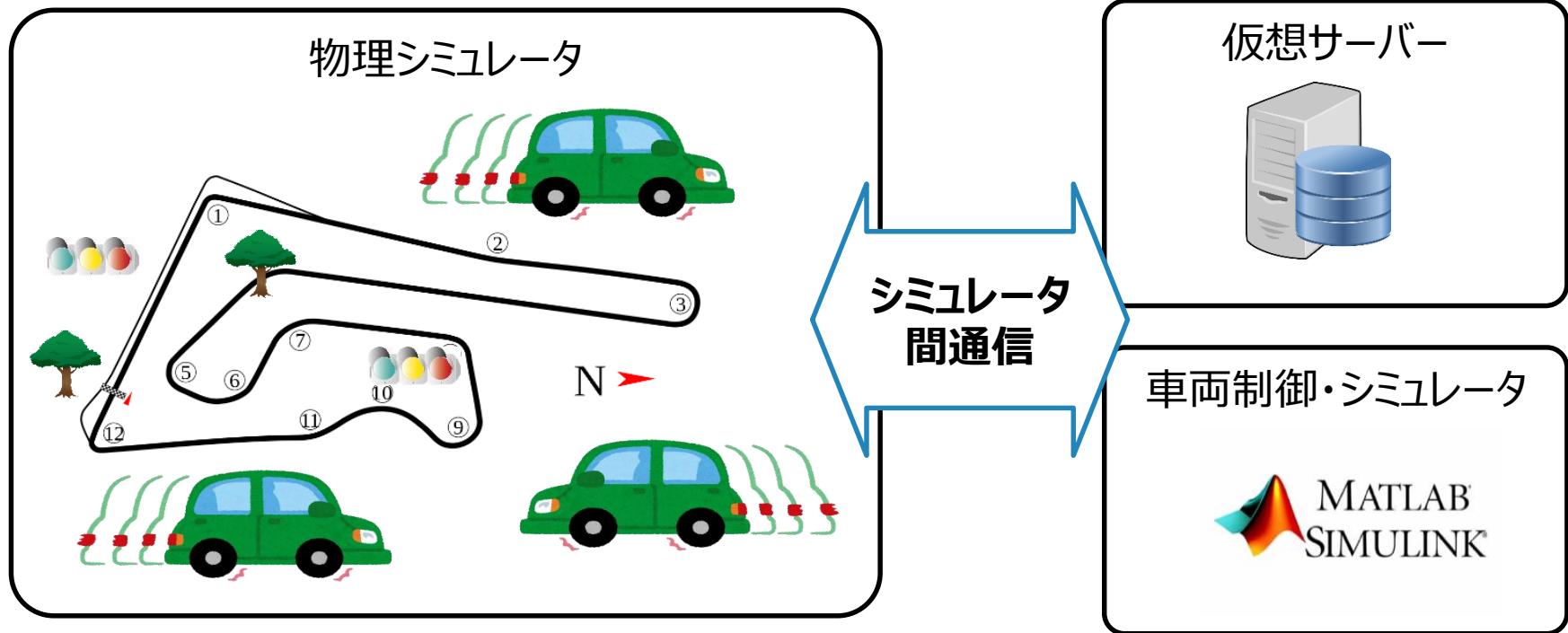


## B : ROS・マルチECU向けシミュレータ



まずは、箱庭プロトタイプの開発・検証  
環境として利用させて頂きます！！  
★庭野さんに感謝★

# C：車車間協調動作向けシミュレータ

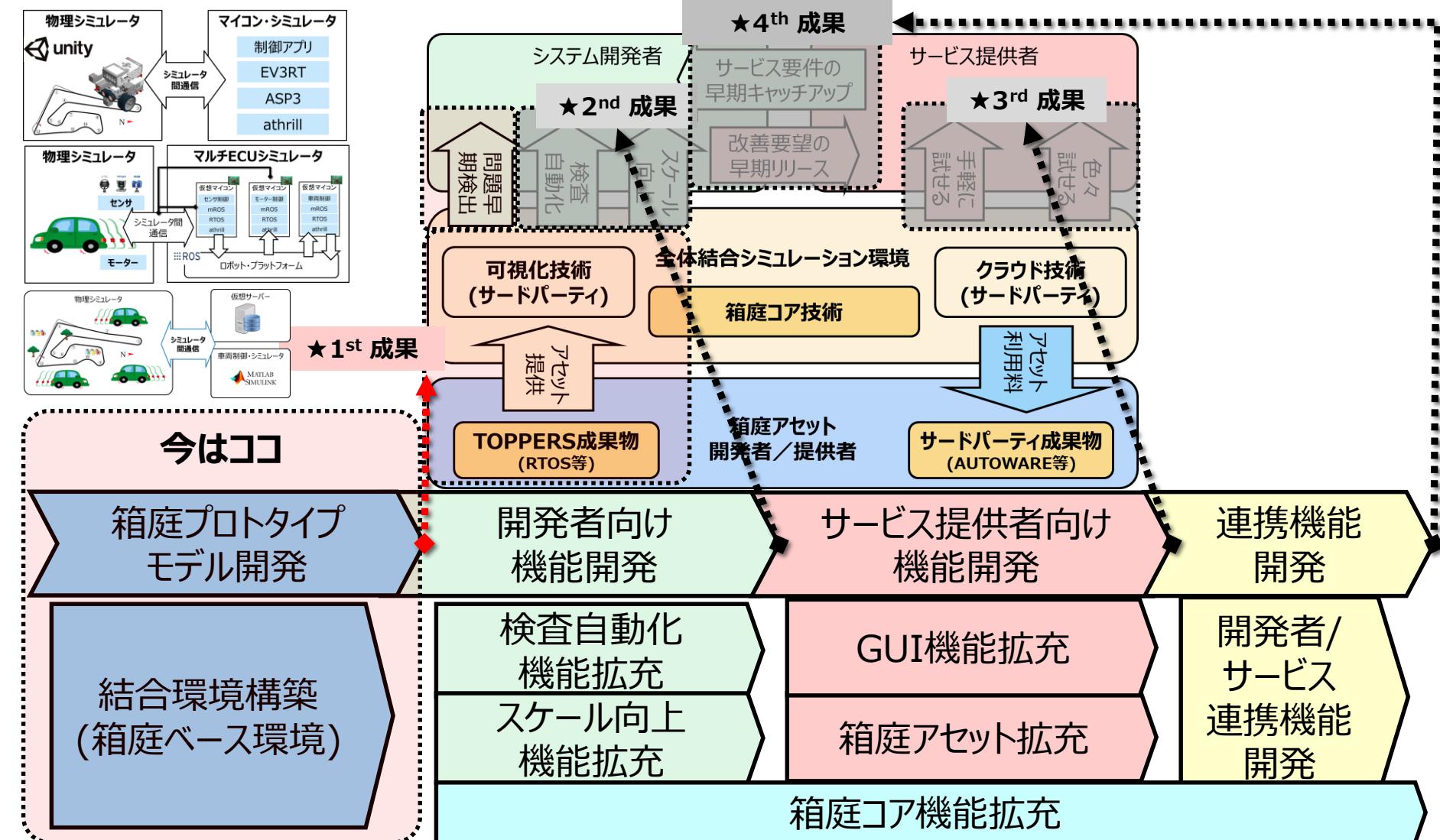


## 技術研鑽視点での狙い：

- ・箱庭として複数車両の連携制御をどう実現させるか検討
- ・管制サーバーとの連携をどう実現させるか検討

# 全体ロードマップ

- 1<sup>st</sup> 成果として、箱庭結合環境(問題早期検出)のプロトタイプモデル作成に専念し、開発者向け/サービス向け/連携機能へと拡張を目指す予定です



# 目次

1. 箱庭WG結成の背景・経緯
2. IoT/自動運転時代のシステム構築時の課題
3. 箱庭の目指すところ
4. 箱庭アーキテクチャと利用シーン
5. 箱庭のプロトタイプモデル
- 6. 箱庭コア技術(別資料)**
7. 箱庭WG活動紹介

# 箱庭WG活動紹介

- 活用ツール
- 定例会合・イベント
- お誘い

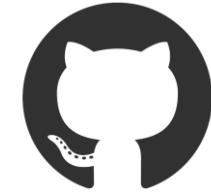
# 活用ツール

- Slack：
  - コミュニケーションツール
  - 日々の議論に中心的に活用
  - TOPPERS会員は誰でも加入可能
    - 招待URLはML・議事録で公開
- ML : [hakoniwa-wg@toppers.jp](mailto:hakoniwa-wg@toppers.jp)
  - 問合せ先窓口
  - 定例会合の案内および議事録を配信
  - 会員は加入／アーカイブ閲覧可能
    - 他WGのポリシーと同様



# 活用ツール

- GitHub：
  - 開発成果(状況)のオープンソース公開
    - TOPPERSプロジェクトでorganization加入
  - 会員限定のPrivate Repo作成やリリースパッケージの先行公開も検討
- Google Drive：
  - 技術資料や議事録、各種ファイルの共有
    - TOPPERSプロジェクトでG Suite加入
  - Team Drive運用 WGメンバは作成・編集・共有可
  - 会員はファイル閲覧・コメント付与可
    - DriveのURLはMLで公開



# 定例会合・イベント

- 定例会合
  - オンライン(WebEx) @毎月 1 回程度
  - オフライン(合宿) @年 2 回程度の予定
    - MLにて案内します
- 今後のイベント
  - 箱庭合宿
    - @福井 2019年 3月?

# 現在のWGメンバ(7名⇒13名)

氏名	所属	主な役割
森 崇	永和システムマネジメント	主査 全体統括, Athrill
高瀬 英希	京都大学／JSTさきがけ	運営委員 mROS, ROS通信,
細合 晋太郎	チェンジビジョン(個人会員)	IDE, モデリング, 可視化,
田邊 友	永和システムマネジメント	Athrill, 仮想環境,
山田 昌幸	永和システムマネジメント	Athrill, MBD,
高島 亮人	永和システムマネジメント	ETロボコン
高田 光隆	名古屋大学NCES	カーネル, 応用検討,
庭野 正義	アイコムシスティック	車載コンポーネント,
佐伯 淳	個人会員	教育向け箱庭普及活動
斎藤 直規	名古屋市工業研究所	仮想環境, IDE
間瀬 剛	名古屋市工業研究所	仮想環境, IDE
小川 清	名古屋市工業研究所	仮想環境, IDE
福田 竜也	インテック 先端技術研究所	ロボティクス, ネットワーク, クラウド

To Be Added,,,

特にクラウド技術に知見をお持ちの方をお誘いしたい

# おわりに

- ・箱庭WGの狙い・趣旨にご賛同いただける方の参画をお待ちしております！！
  - ・活動内容へのご要望や開発活動への参加、まずはSlackでの議論の参加、などなど
- ・問合せ先：[secretariat@toppers.jp](mailto:secretariat@toppers.jp)