

2023/5/31

MATLAB EXPO 2023

モビリティを基軸にしたCPS実現への取り組み

横山 夏軌

株式会社デンソーテン

AE事業本部 モビリティソリューション開発部 企画開発課

アジェンダ

会社紹介

m-CPS™概要(デンソーテンのCPS)

MATLAB®活用によるシステム構築

m-CPS™適用例(東田MaaS)

まとめ

会社紹介

社名 株式会社デンソーテン (DENSO TEN Limited)
本社 兵庫県神戸市兵庫区御所通1-2-28
代表者 加藤 之啓 (代表取締役社長)
資本金 53億円 (デンソー51%/トヨタ35%/富士通14%)
設立 1972 (昭和47) 年10月25日
従業員 単独 3,988名 連結 9,722名 (2022年3月31日現在)

コネクティッド事業

安全運転管理テレマティクスサービス(通信型ドライブレコーダー)
緊急通報システム、タクシー配車システム など

主な事業

CI事業

ディスプレイオーディオ、カーナビゲーション、CDチューナー、音響システム など

AE事業

ハイブリッド制御ECU、エンジン制御ECU、エアバッグ制御ECU など



デンソーテンの歩み

DENSO TEN



1920年
川西機械製作所



1949年
神戸工業株式会社

富士通

1968年
富士通と合併



1972年
富士通テン株式会社

DENSO TEN

2017年株式会社デンソーテン

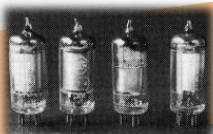


1944年
紫電改

1954年
タクシー用FM無線機



2003年
デジタル無線タクシー配車システム



1948年
真空管



1955年
初代クラウン用
オートラジオ

1997年
ナビ内蔵AV一体機
AVN
[Audio][Visual][Navigation]



2014年 クラウド型 タクシー配車システム
2015年 ドライブレコーダー



2016年
ドライブレコーダー
内蔵ナビ 録ナビ



Wi-Fiで
自動地図更新ナビ

1984年
エンジン制御ECU

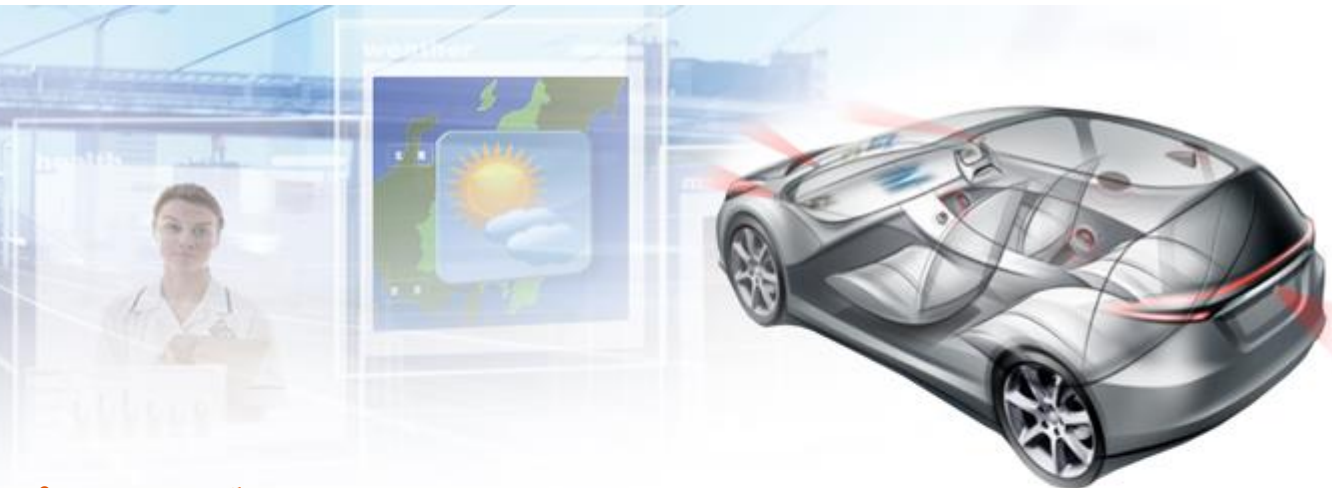


2005年
ハイブリッドECU



快適・利便

人にやさしい
情報提供システム



カーナビゲーション、ディスプレイオーディオ、CDチューナー



音響システム・アンプ



クラウド型タクシー配車システム



安心・安全

社会のネットに
クルマを組込む
基盤システム

緊急通報システム



エアバッグ制御ECU



盗難防止装置 (VSS)



通信型ドライブレコーダー (商用車向け)



環境

地球を守る
パワートレーン制御システム

ハイブリッドECU



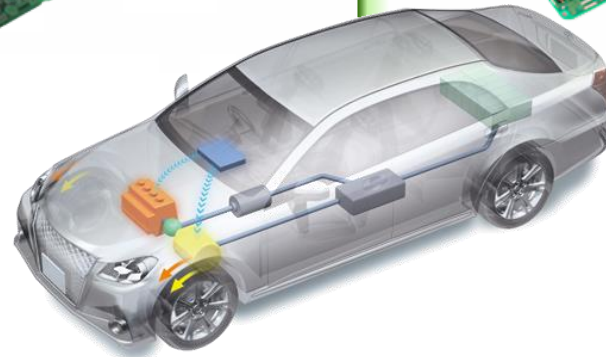
電動パワー ステアリングECU



エンジン制御ECU



バッテリー マネジメントシステム



VISION 2030

CARBON NEUTRAL CO2 ZERO

誰もが快適と自由を感じられる
笑顔あふれる
モビリティ社会の実現に向け、
移動の価値を創造し続ける
モビリティソリューションパートナー。

クルマの価値向上
人と地球に優しい製品で
クルマの魅力を
高める

生活の価値向上
移動の課題を解決し
生活を豊かにする

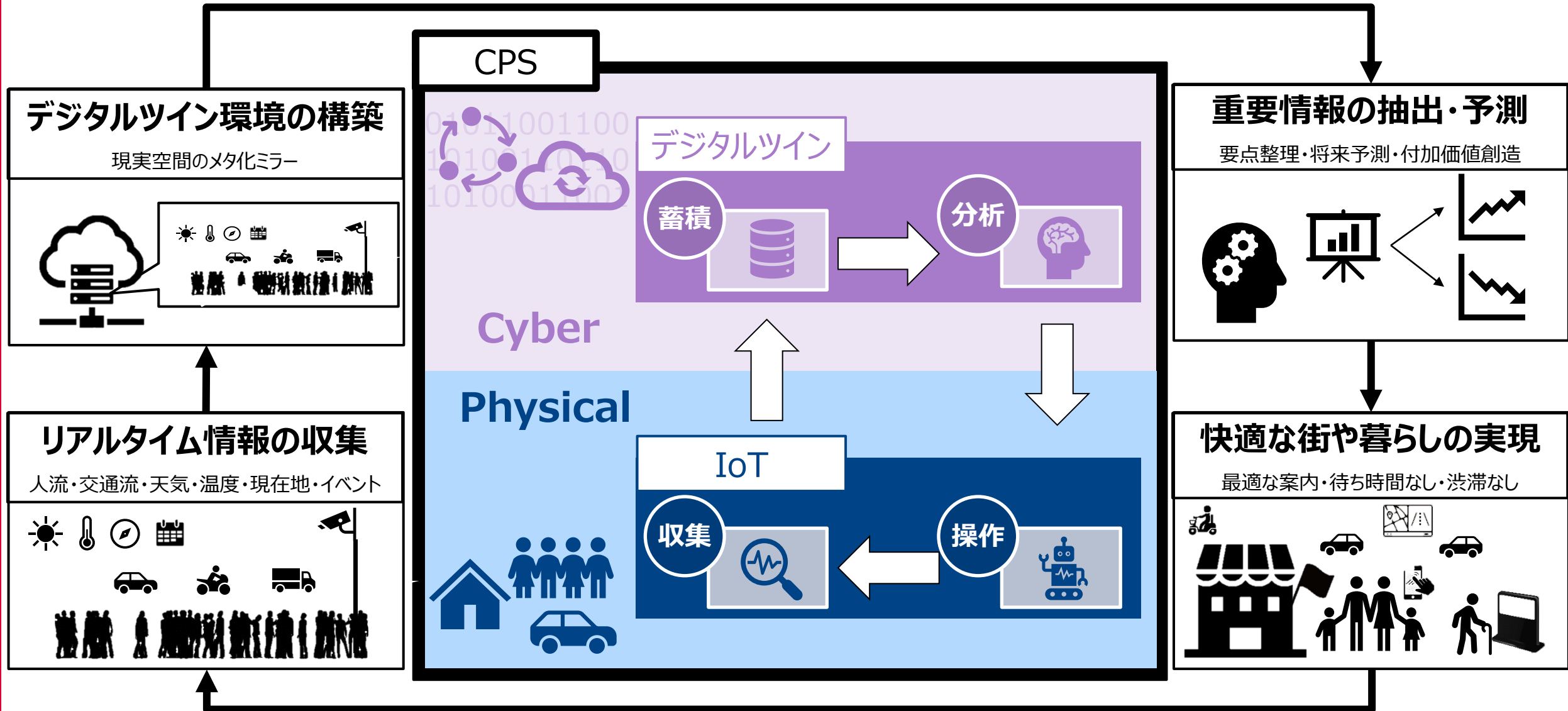
HMI
e-Mobility
Connected
インバウンド
交通弱者
シェアリング
高齢化

HOSPITAL
STATION
SIGHTSEEING BUS

The infographic features a central cityscape illustration with various mobility solutions: a person in a blue wheelchair, a yellow car with passengers, a green car, a woman pushing a blue stroller, a yellow sightseeing bus, a person in a yellow wheelchair, and a brown car with passengers. The background includes icons for a car, a heart, a location pin, and a person, along with a 'CARBON NEUTRAL CO2 ZERO' badge. The overall theme is creating a comfortable and free mobility society for everyone.

m-CPS™概要 (デンソーテンのCPS)

CPS(Cyber Physical System)とは？



Society 4.0 (非CPS社会) の世界



- **個別最適システム**
繋がってはいるが連携できないシステム群
- **能動的アクセス**
データ収集と利活用は人間の責任
- **ビッグデータの氾濫**
ごみ山に価値ある宝石が埋もれる

Society 5.0 (CPS社会) の世界

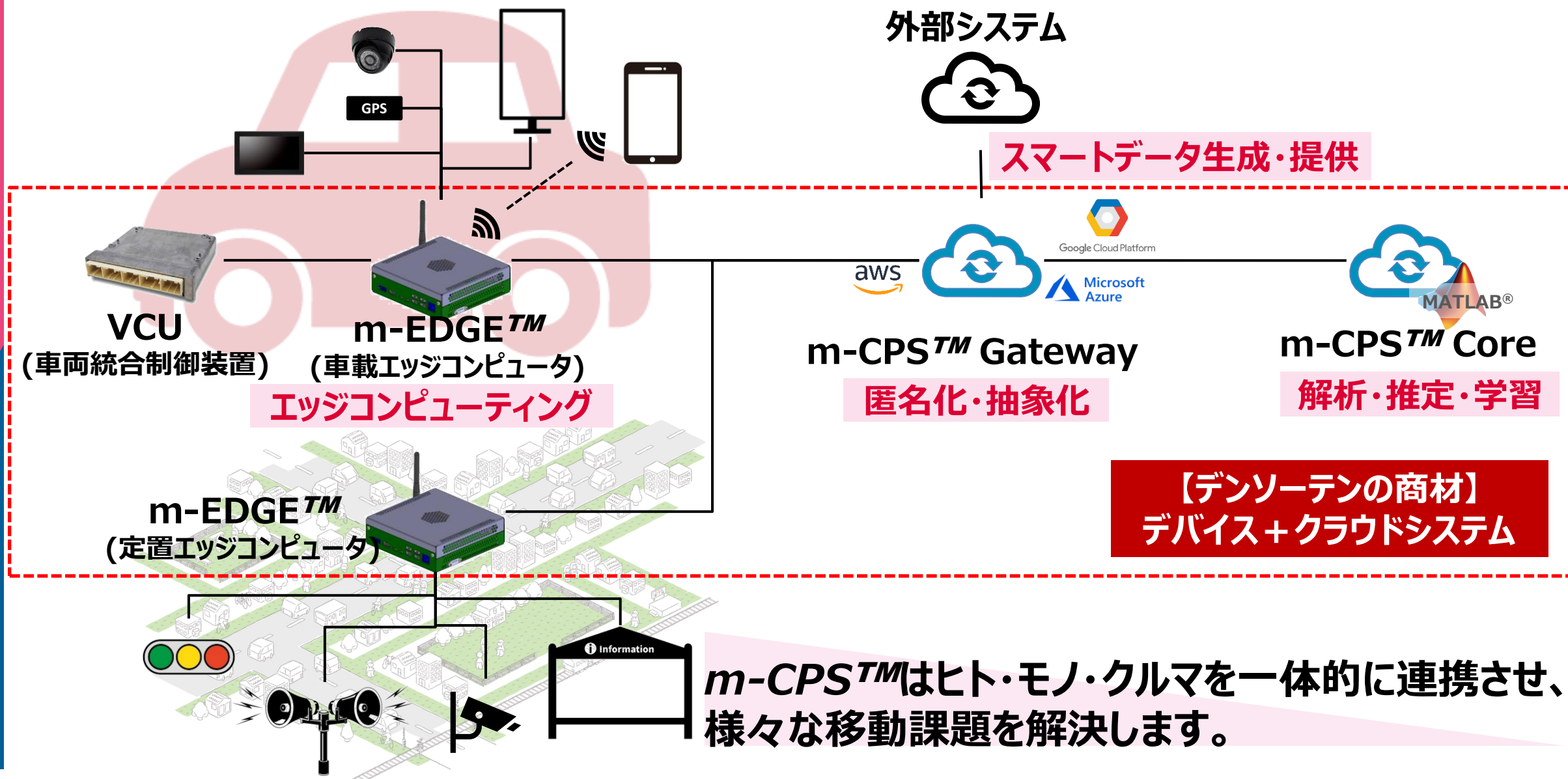


- **全体最適システム**
高度に連携し、全体を最適化するシステム群
- **受動的アクセス**
データ収集と利活用はシステムの責任
- **スマートデータの抽出**
ごみを出さず、適切に自動排除。

- **新たな価値の創出**
- **デジタル格差の解消**
- **低コスト化/効率化**

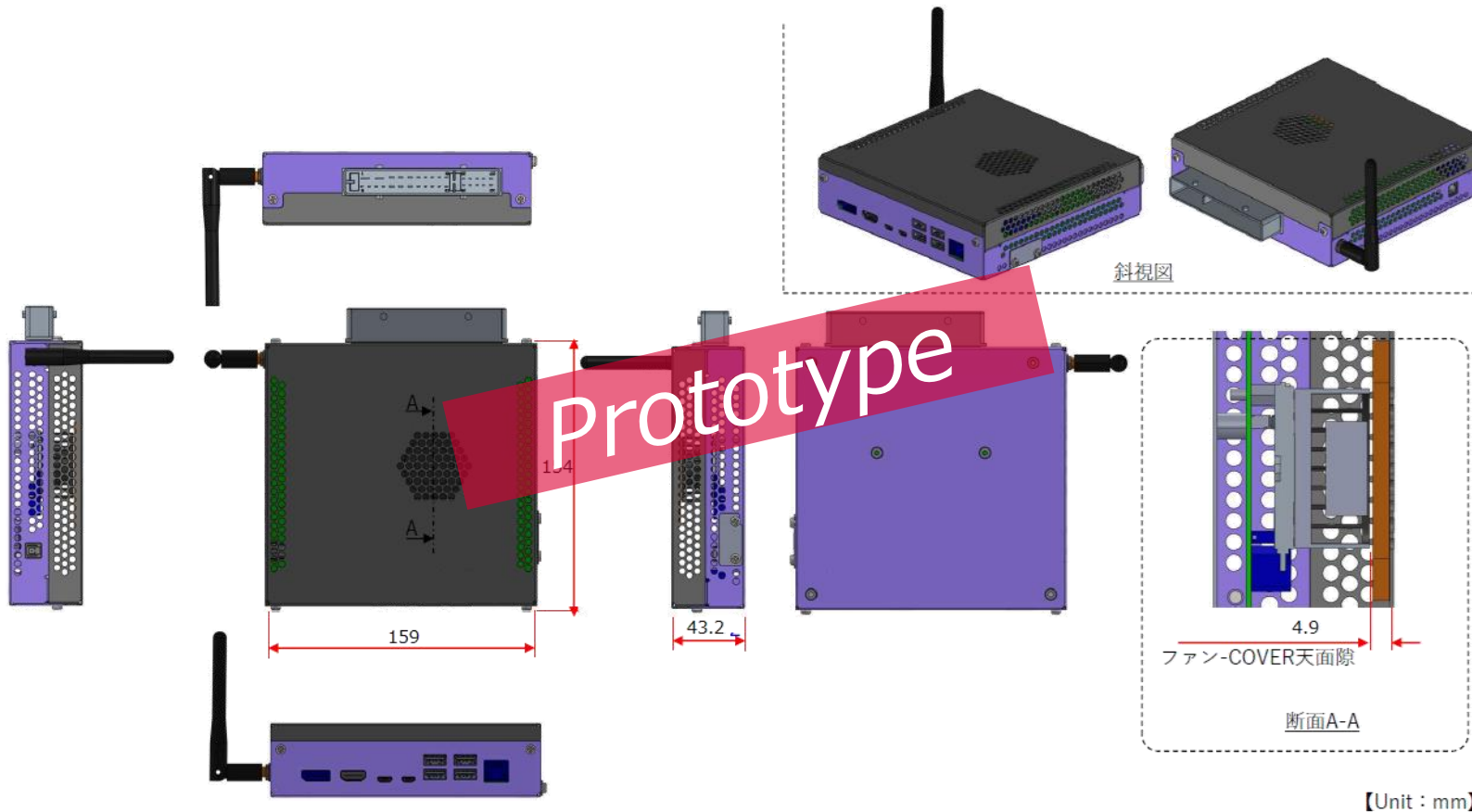
クルマの価値向上

生活の価値向上



m-CPS™はヒト・モノ・クルマを一体的に連携させ、
様々な移動課題を解決します。

m-EDGE™はあらゆるヒト・モノ・クルマを
m-CPST™へ “つなぐ” デバイスです。



PC同等以上の演算性能

NVIDIA製のGPUを搭載し、AIや画像処理が実装可能です。

物体認識



姿勢推定



QRコード



分類



車載品質

車載基準の設計と信頼性試験を実施。温度、振動、ノイズの厳しい環境でも動作可能です。

耐温



耐振動



耐ノイズ



マルチメディアI/F搭載

USBやHDMI、Ethernetのほか、Wi-FiやBluetoothなどの汎用的なマルチメディアI/Fを搭載し、様々な機器と接続・連携が可能です。

USB



HDMI



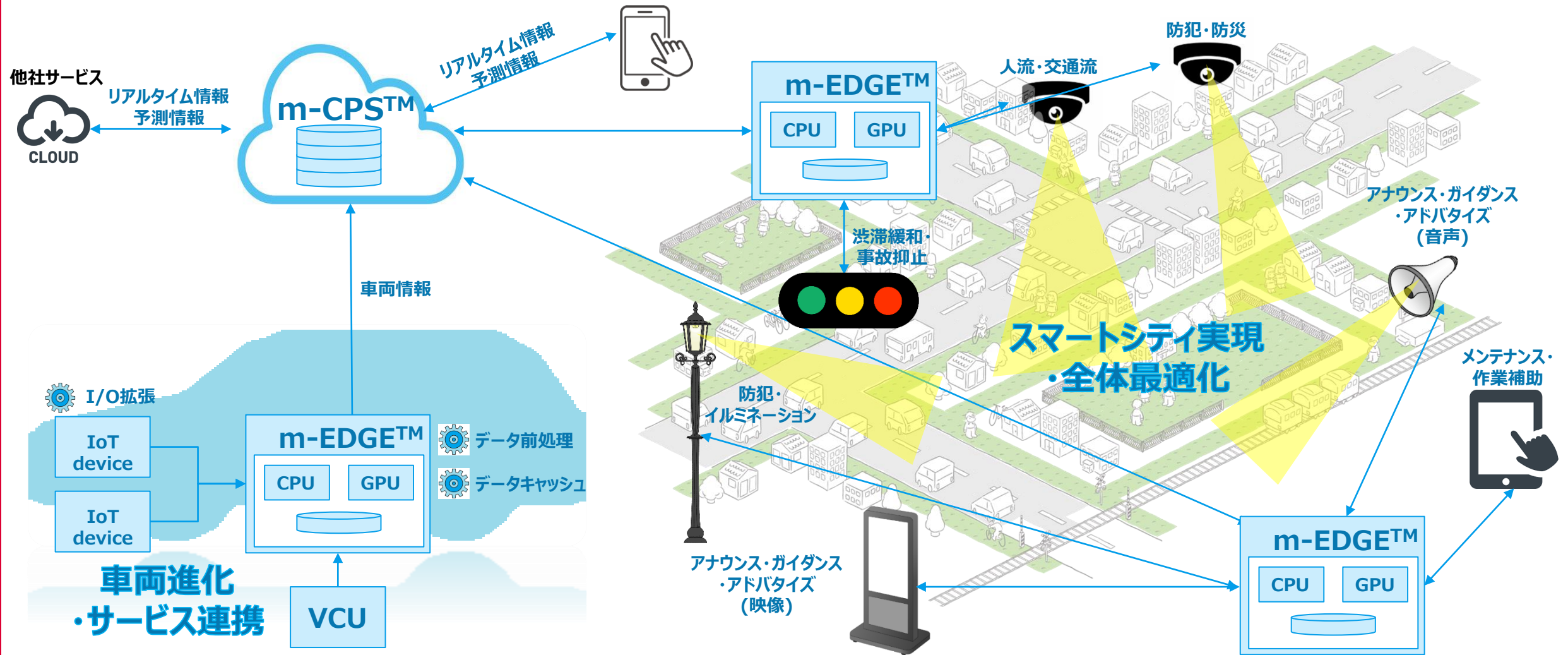
Wi-Fi



Bluetooth



【Unit : mm】

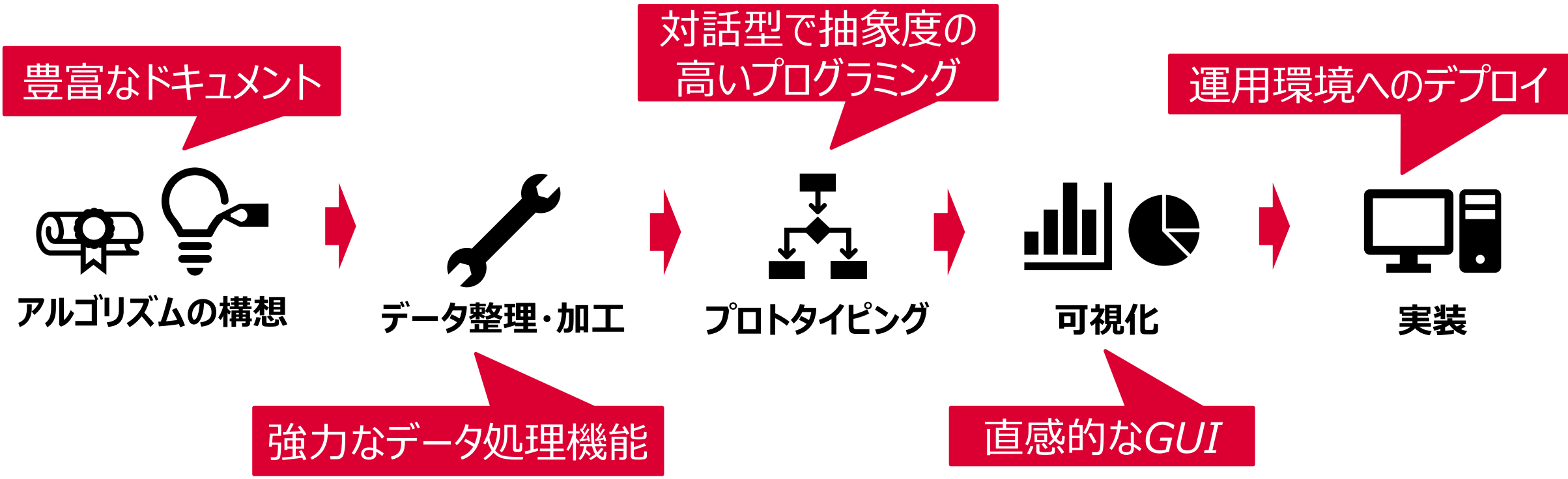


クルマの価値向上

生活の価値向上

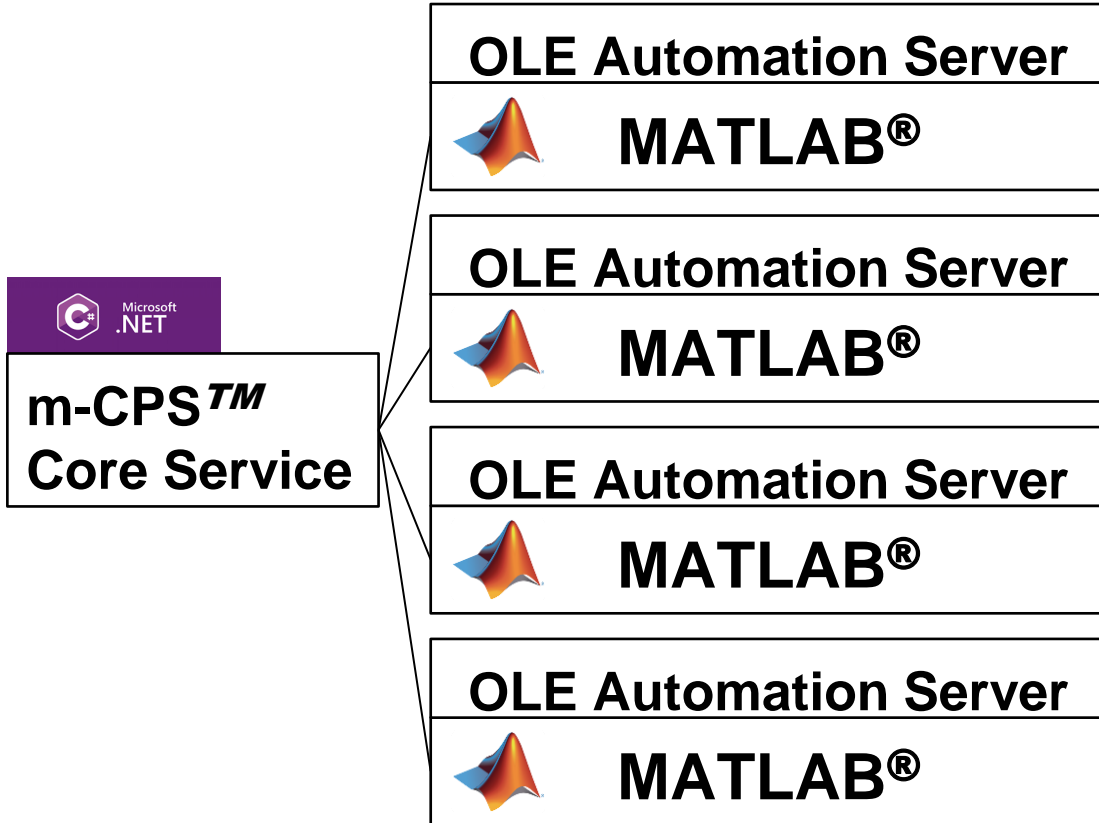
MATLAB® 活用によるシステム構築

MATLAB® はAIや画像処理、統計、確率計算等を駆使した複雑なアルゴリズムの開発・実装に最適な選択肢の一つ



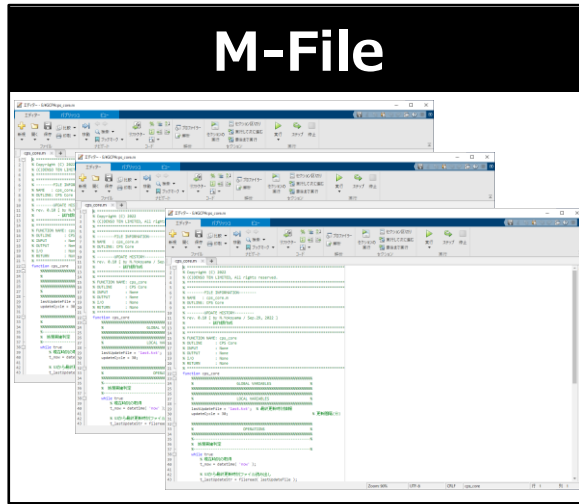
MATLAB® があれば構想から実装まで一貫して実現可能。

2021年度まではクライアント版のMATLAB®をオートメーションサーバとして複数起動してサーバ機能を実現



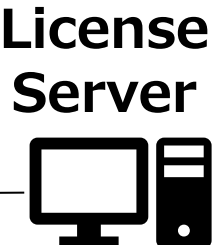
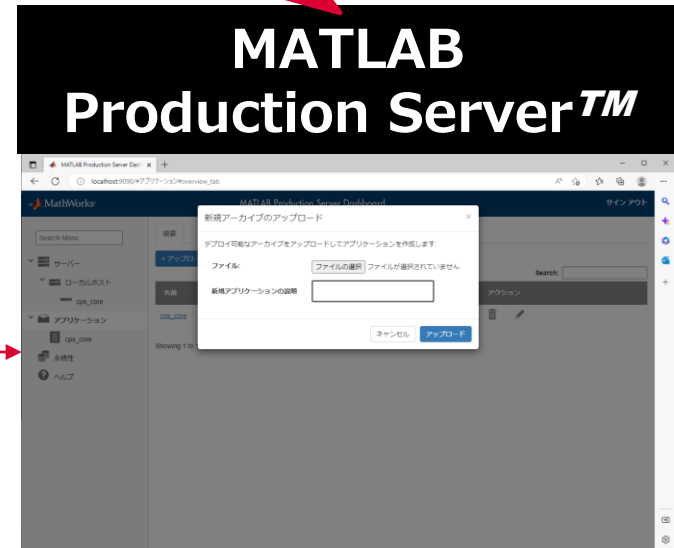
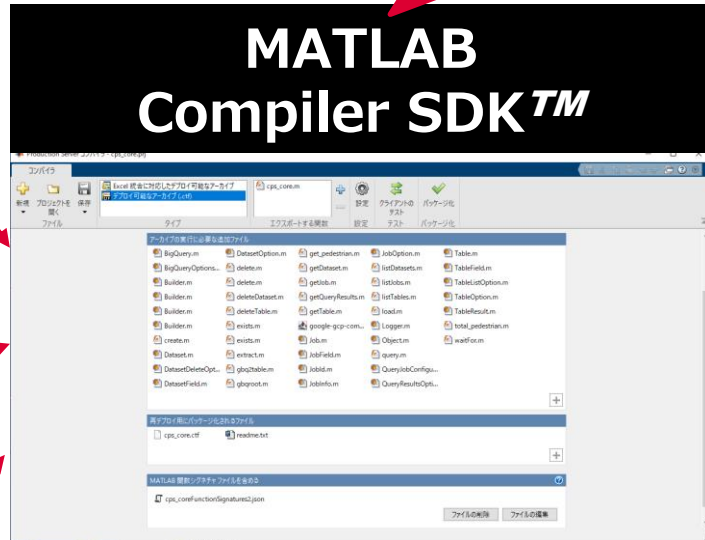
MATLAB Production Server™ 導入

MATLAB Production Server™ とは？



開発したプログラムを
アーカイブにパッケージ

パッケージをサーバにデプロイ

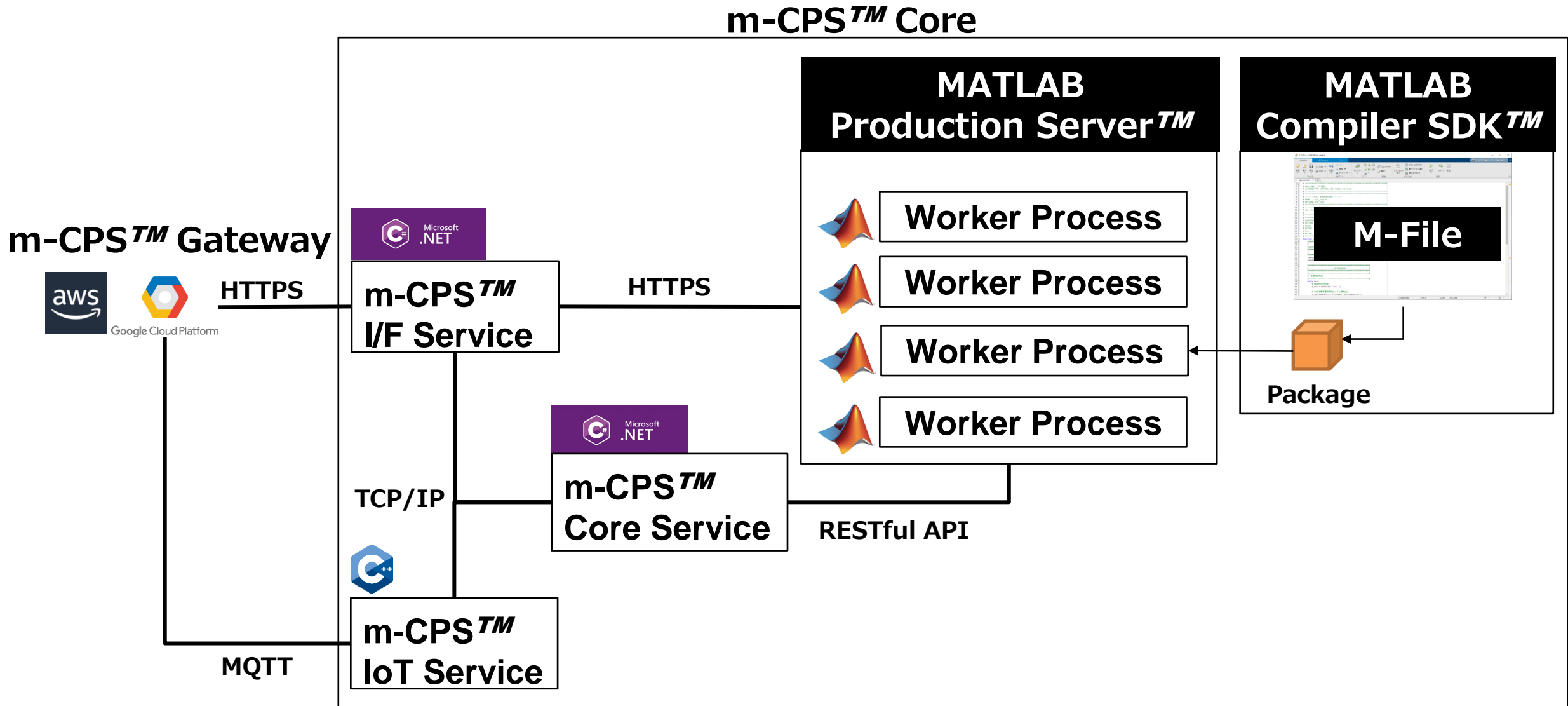


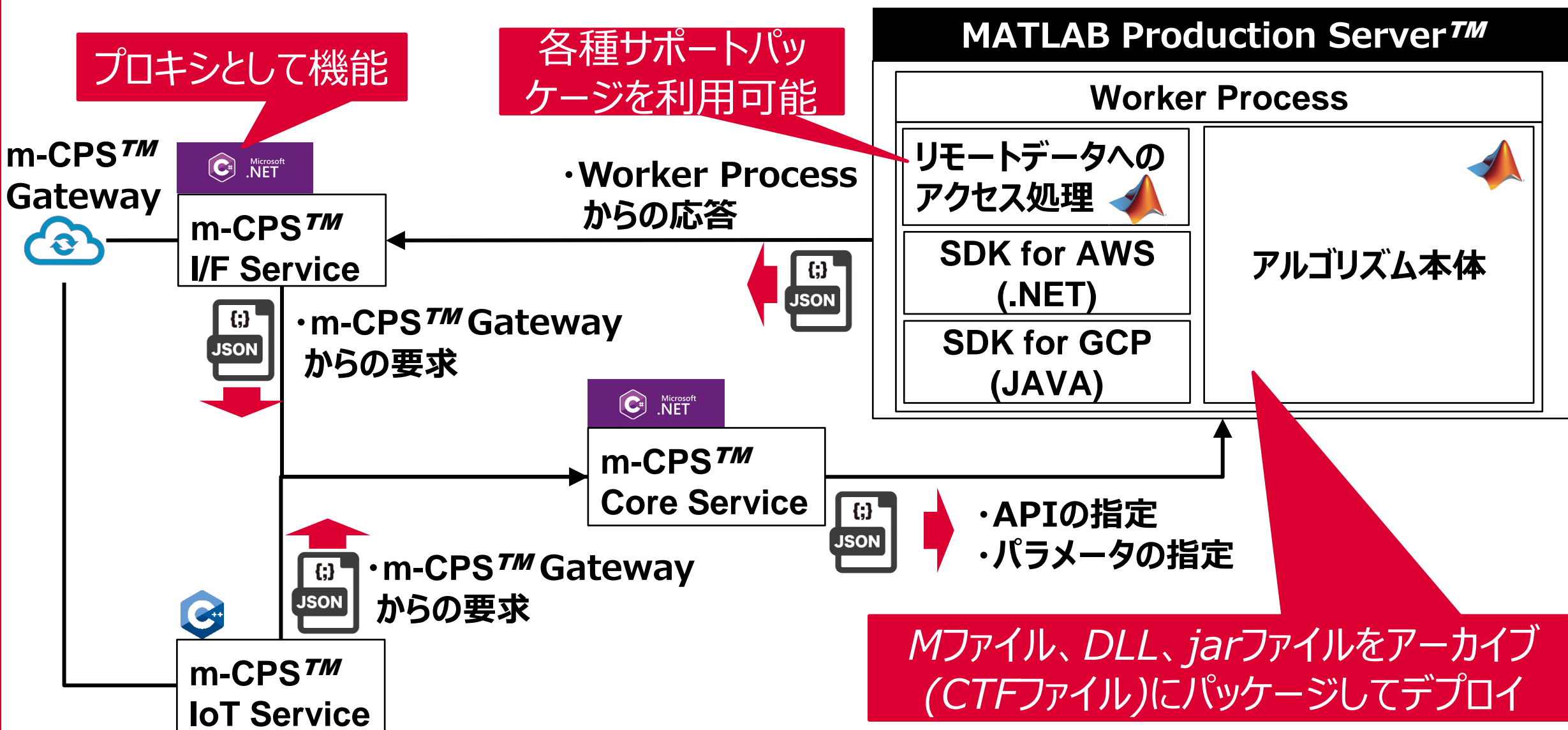
MATLAB®ベースのアルゴリズムを手軽にサーバ実装

ライセンスコスト ↓ 開発コスト ↓

RESTful API





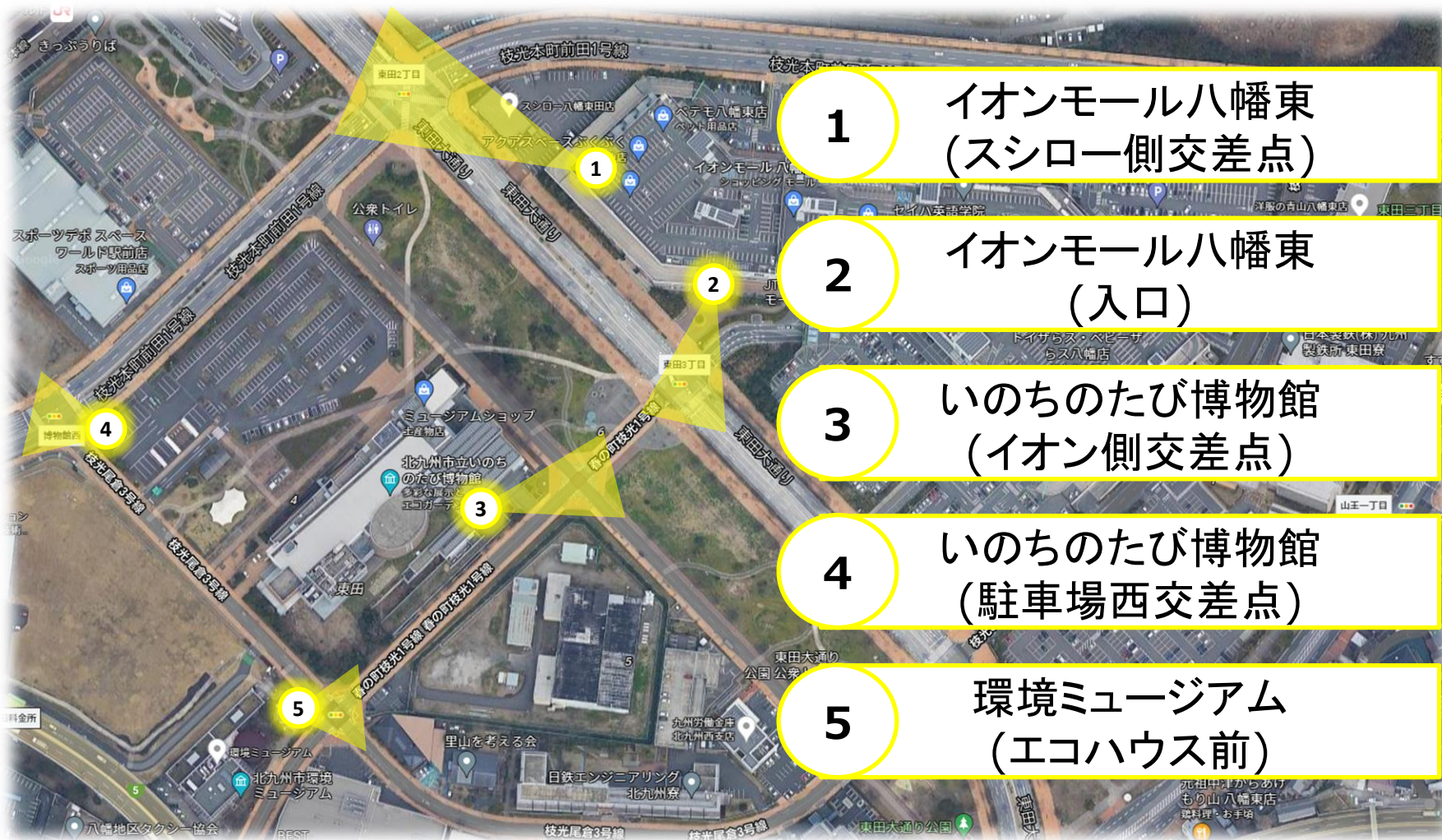




m-CPS™適用例（東田MaaS）



北九州市東田地区の交差点にカメラを設置し、交通流の計測および予測を実施



1 イオンモール八幡東
(スシロー側交差点)

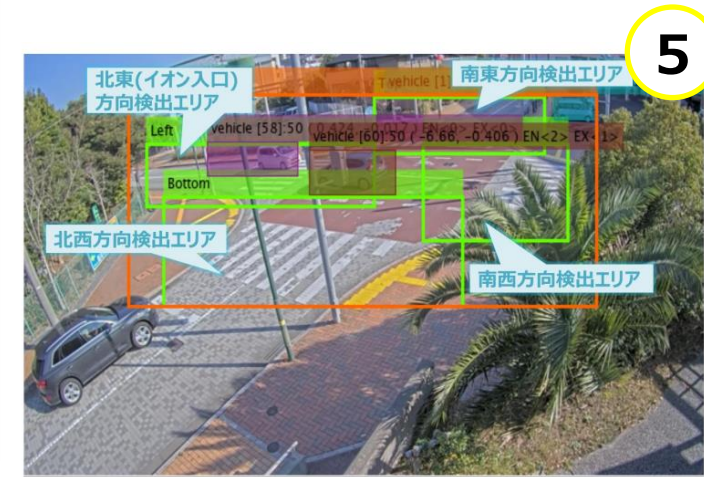
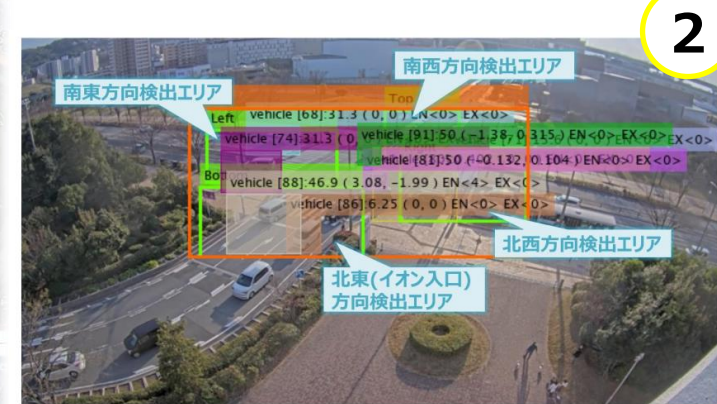
2 イオンモール八幡東
(入口)

3 いのちのたび博物館
(イオン側交差点)

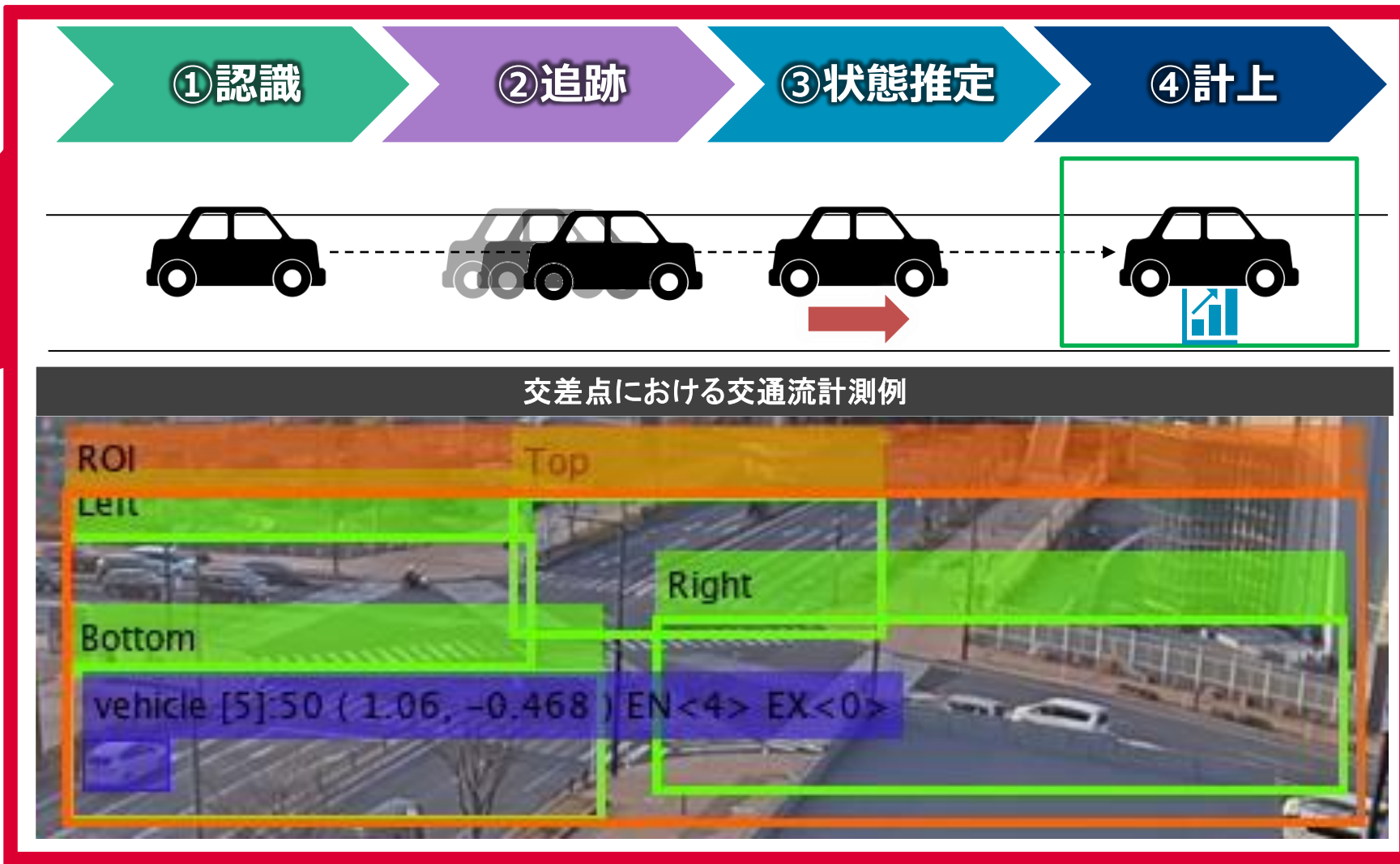
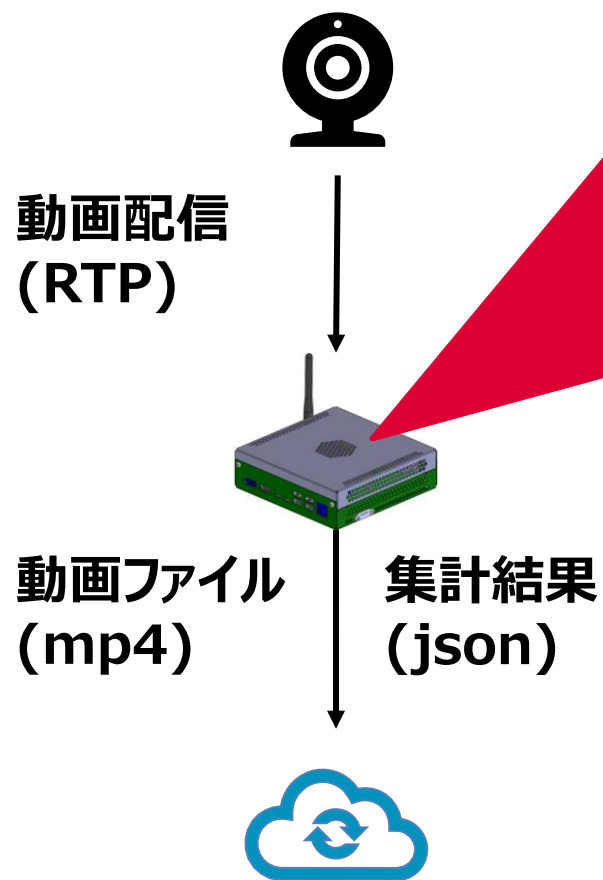
4 いのちのたび博物館
(駐車場西交差点)

5 環境ミュージアム
(エコハウス前)

Powered by MATLAB®



車両を認識・追跡し、通過位置や方向から交通量を計上



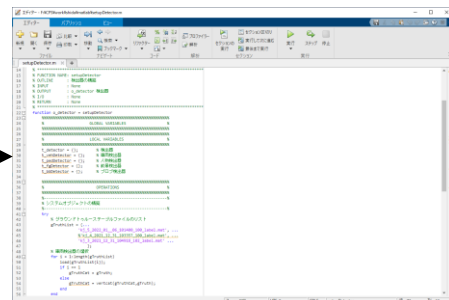
MATLAB®でアルゴリズムを作成、コード生成してm-EDGE™へ実装

ビデオ ラベラーにより
車両をラベリング



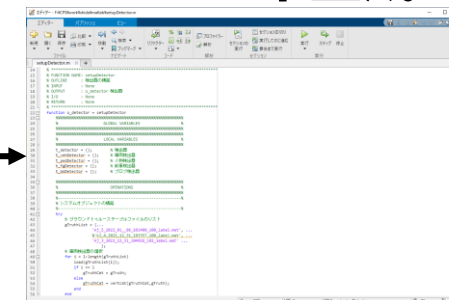
ラベルデータ

ラベルデータから
車両検出器を学習



車両検出器

車両検出器から
GPUコード生成



GPUコード



使用したMATLAB®製品ファミリ

- Computer Vision Toolbox™
- Deep Learning Toolbox™
- GPU Coder™
- GPU Coder Interface for Deep Learning
- MATLAB Coder™
- MATLAB Coder Support Package for NVIDIA Jetson™ and NVIDIA DRIVE™ Platforms

定点カメラの設置箇所に制約

→交差点の全方向の車両を1台のカメラで検出する必要あり

課題1 検出処理負荷の増大

課題2 遠方の車両が小さすぎる

対策2

オプティカルフロー※による検出を併用

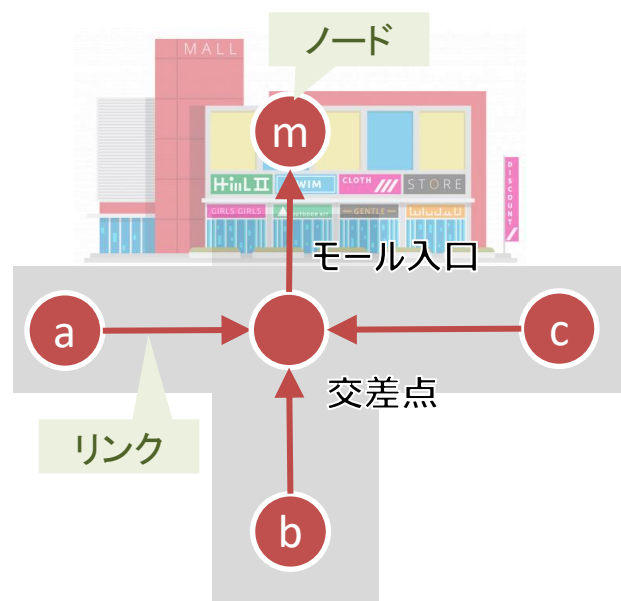
※画像中の物体の動きをベクトルで表したものの。



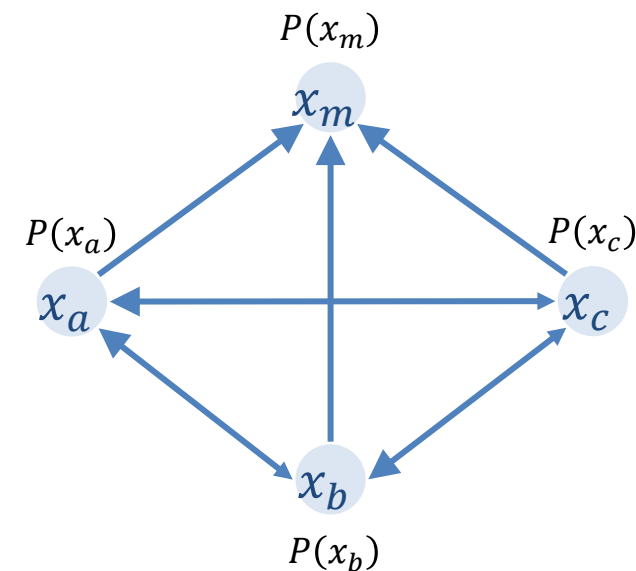
対策1

停車中の車両を検出対象から除外
(処理の軽い前景検出で前処理)

デジタル地図の構造をベイジアンネットワークに見立て
トポロジーの親和性に着目。



デジタル地図
道路の繋がりをノードとリンクで表現

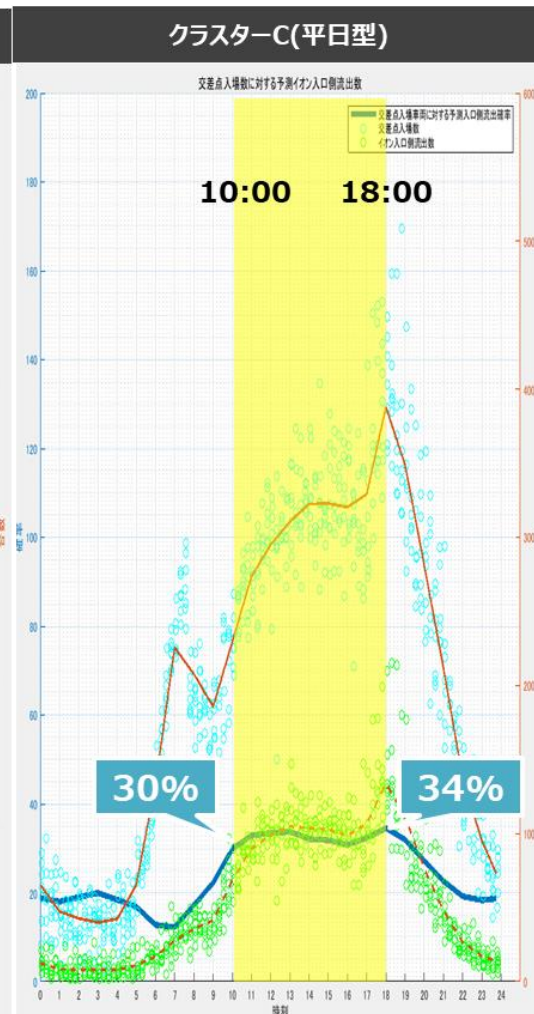
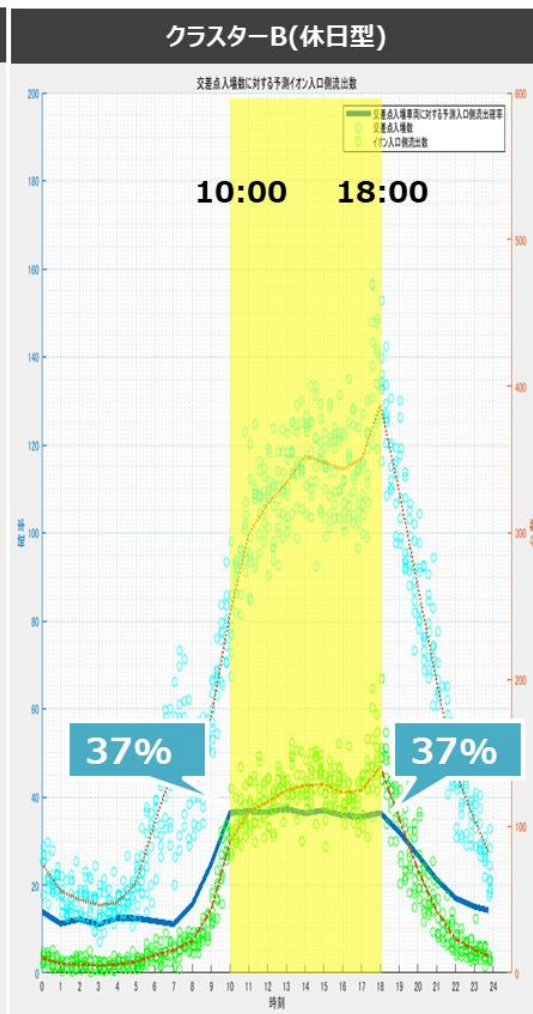
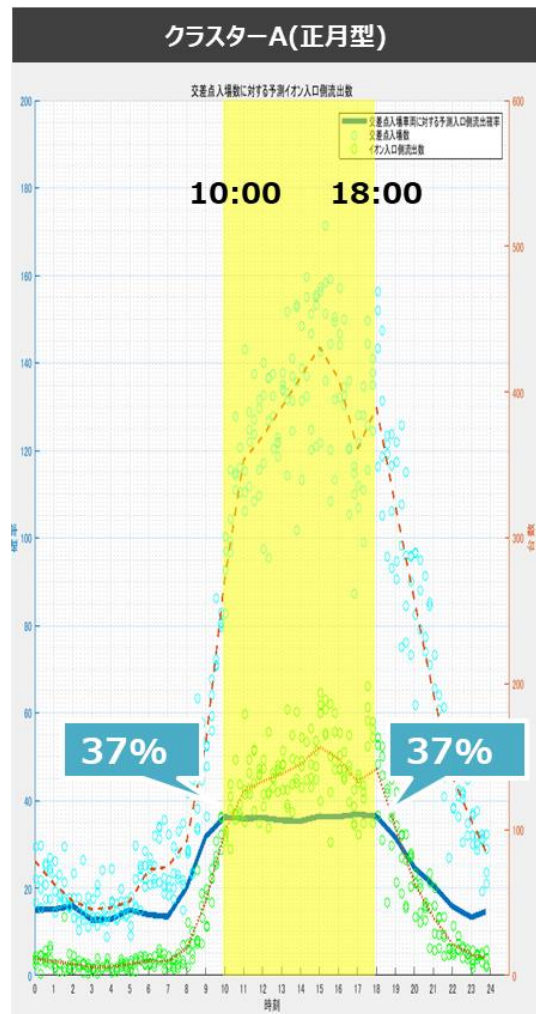
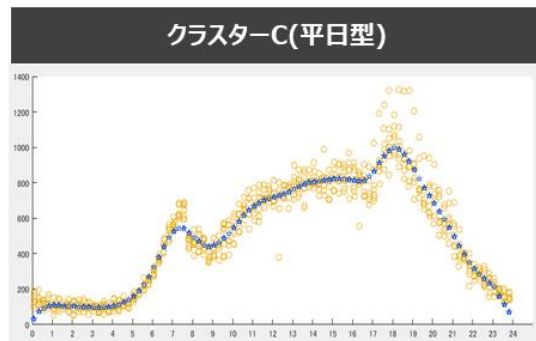
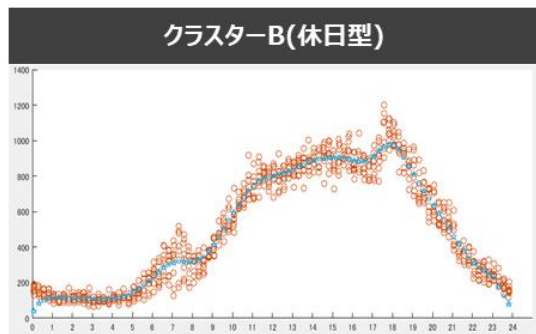
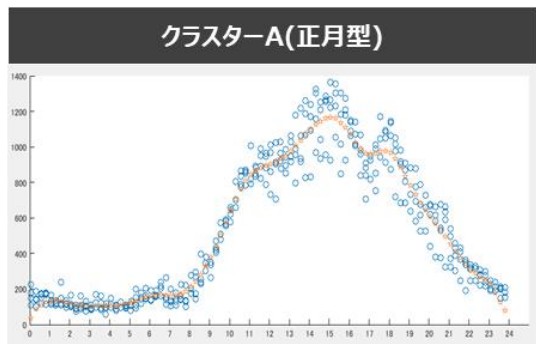


ベイジアンネットワーク
交通量を確率変数に見立てて予測モデルを構築

イオンモール八幡東(スシロー側)交差点における交通流予測モデル(①)

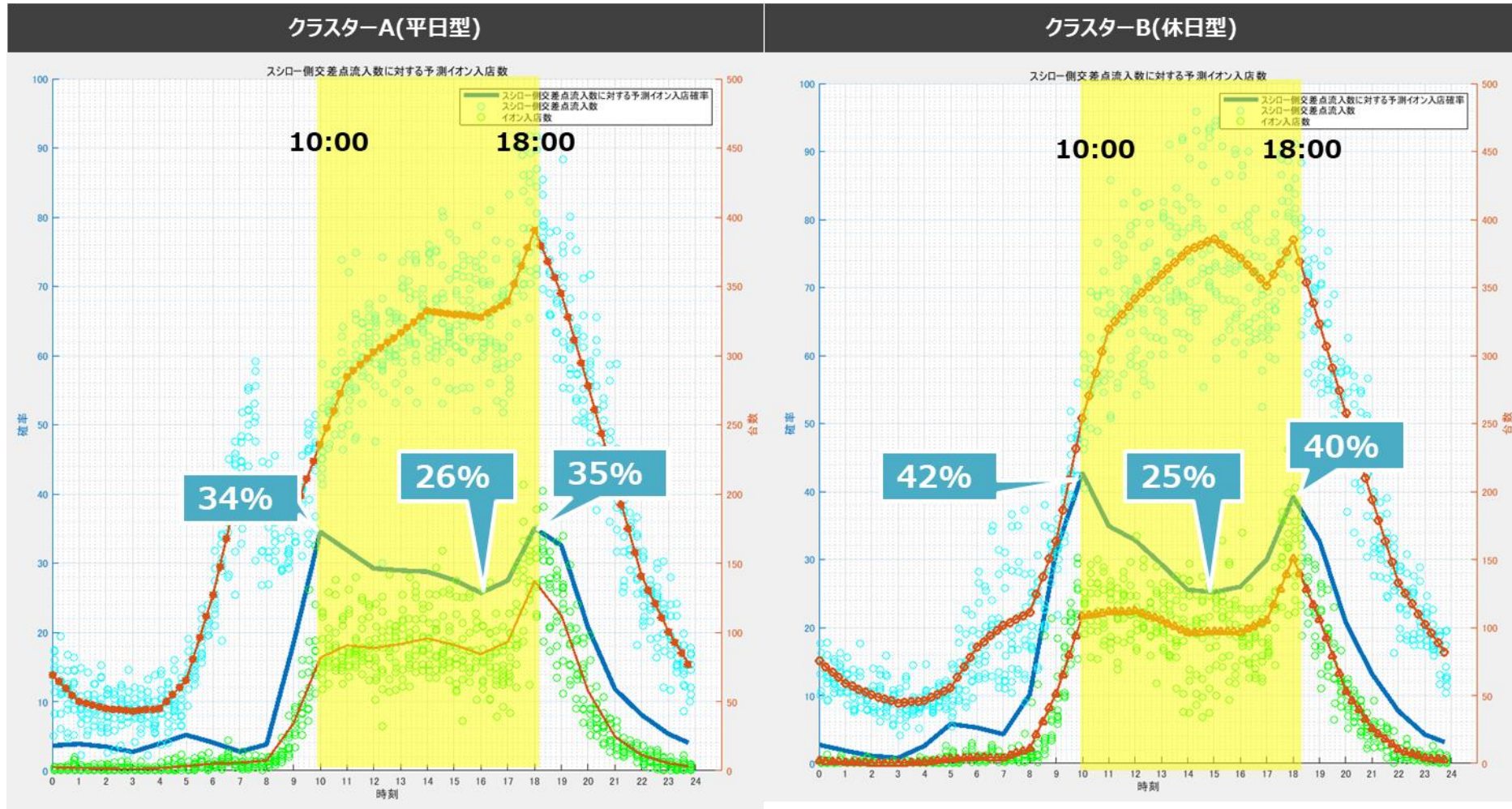
交差点進入車両がイオンモール入口側へ移動する確率を推定

交通流をタイプごとに自動分類



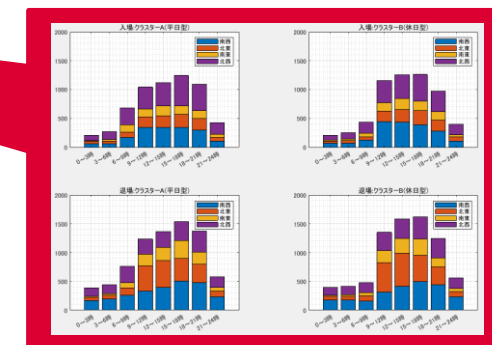
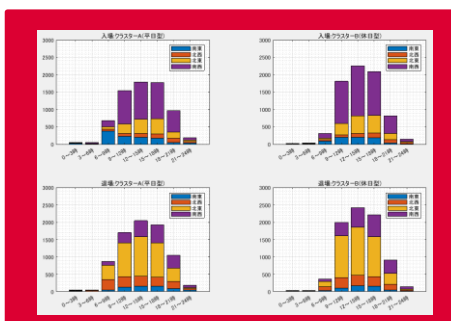
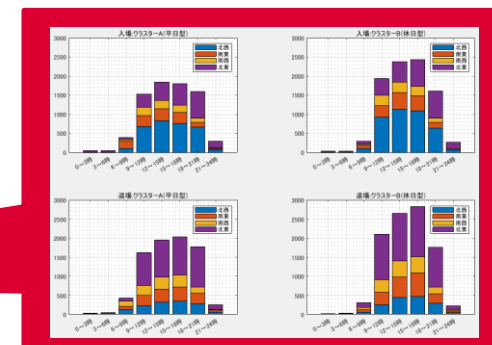
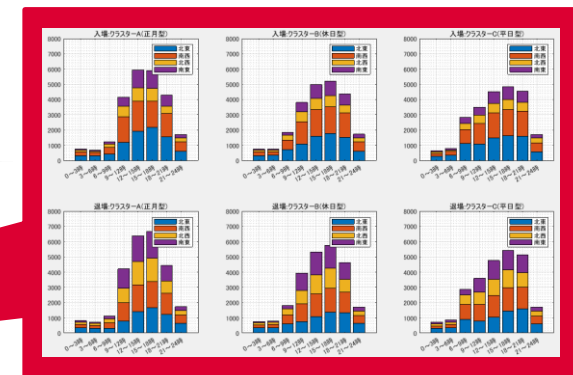
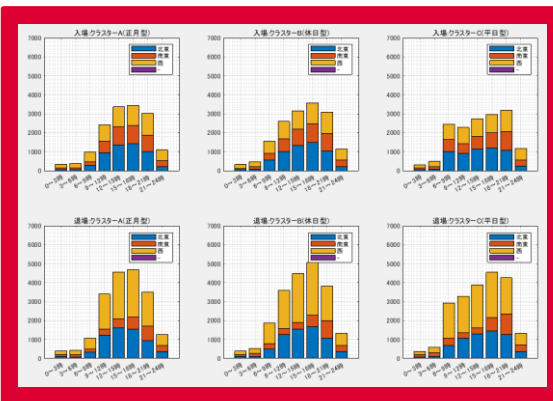
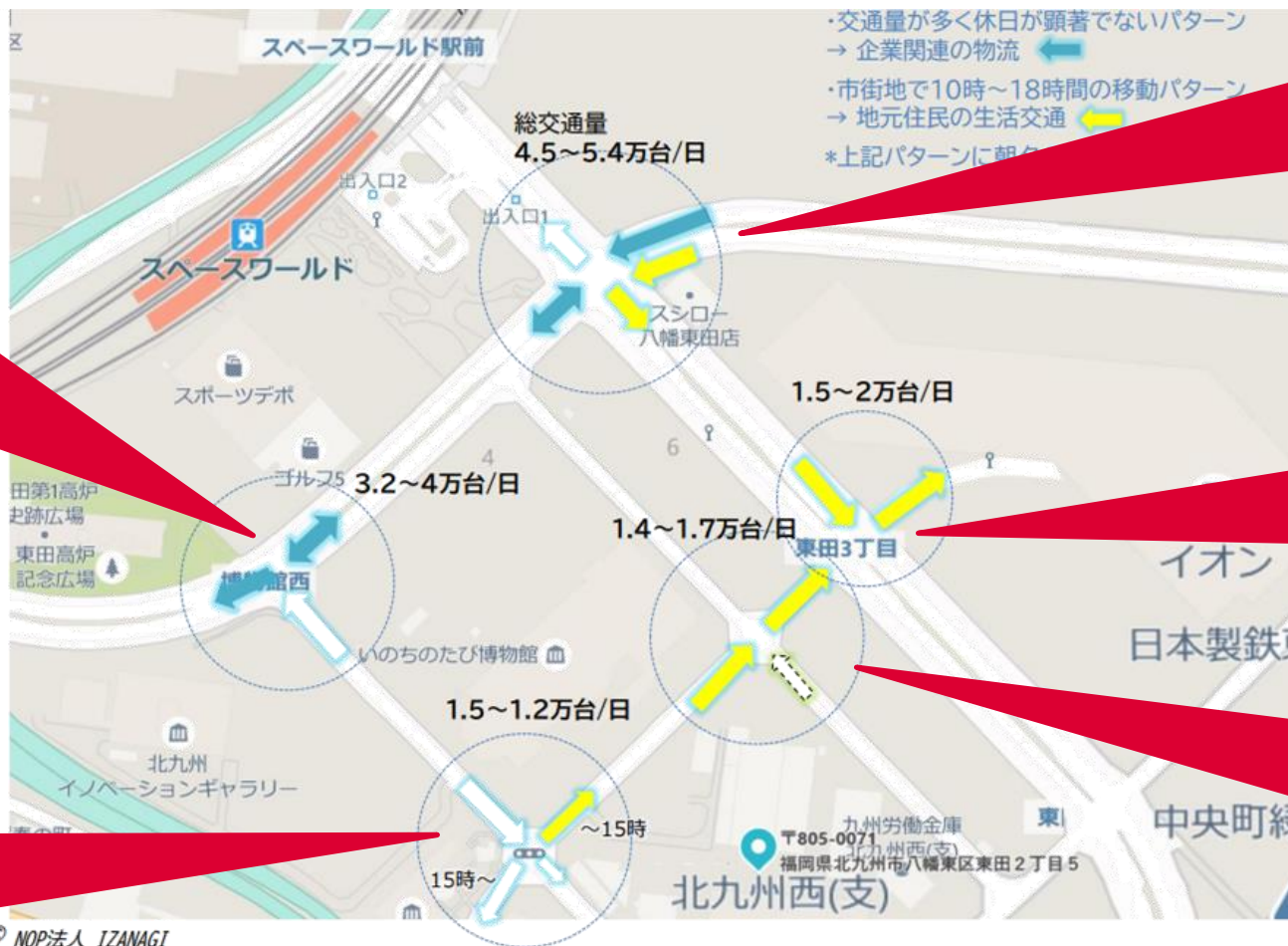
イオンモール来店確率の予測モデル(②)

スシロー側交差点進入車両がイオンモール入口から来店する確率を推定



域内交通流を可視化

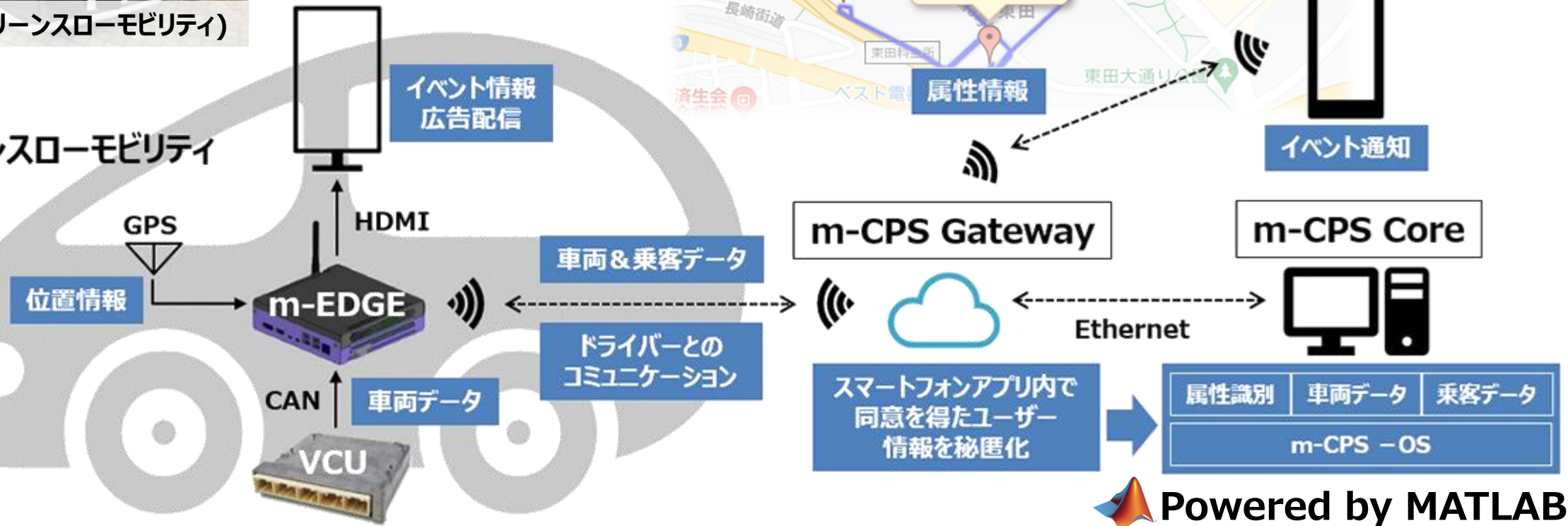
各交差点を時間帯別に動線分析



～北九州市東田地区の回遊性の向上と混雑緩和を実証～

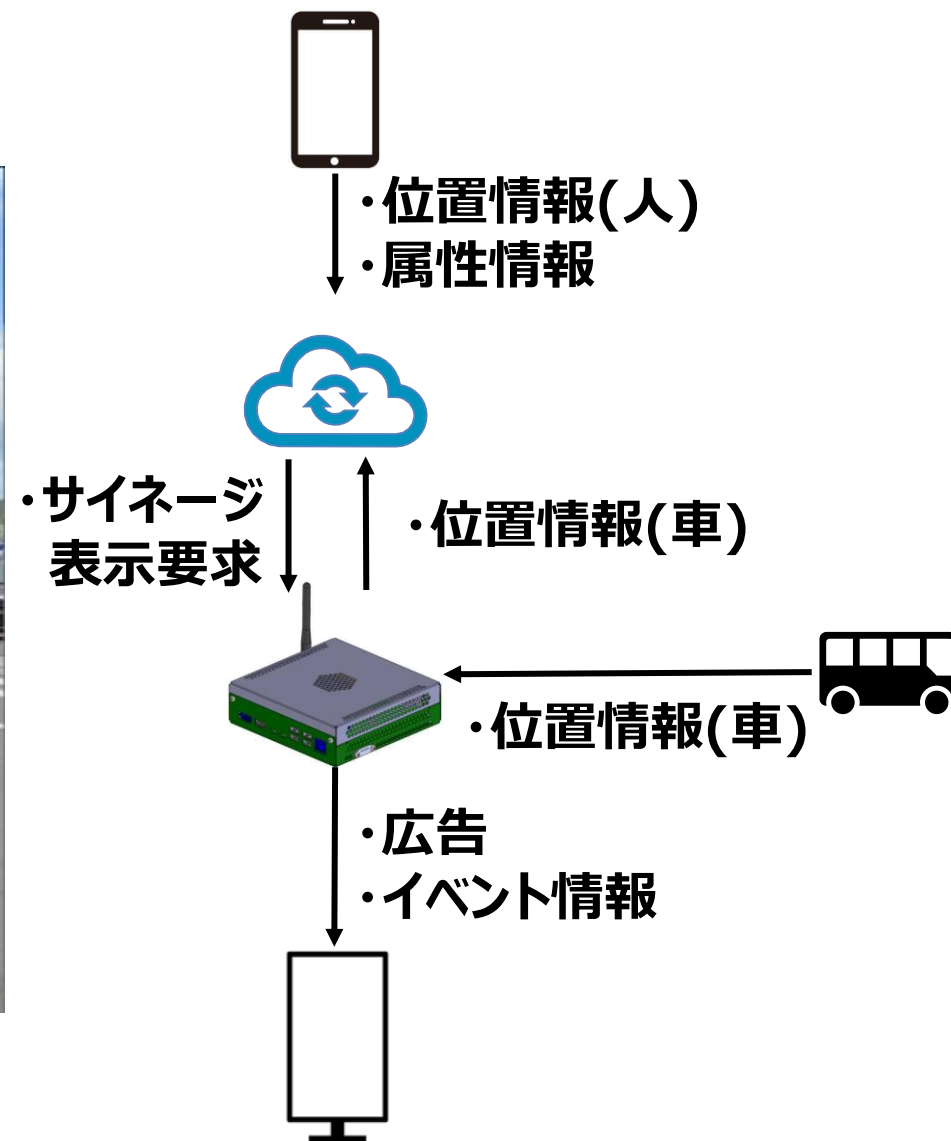


グリーンスローモビリティ

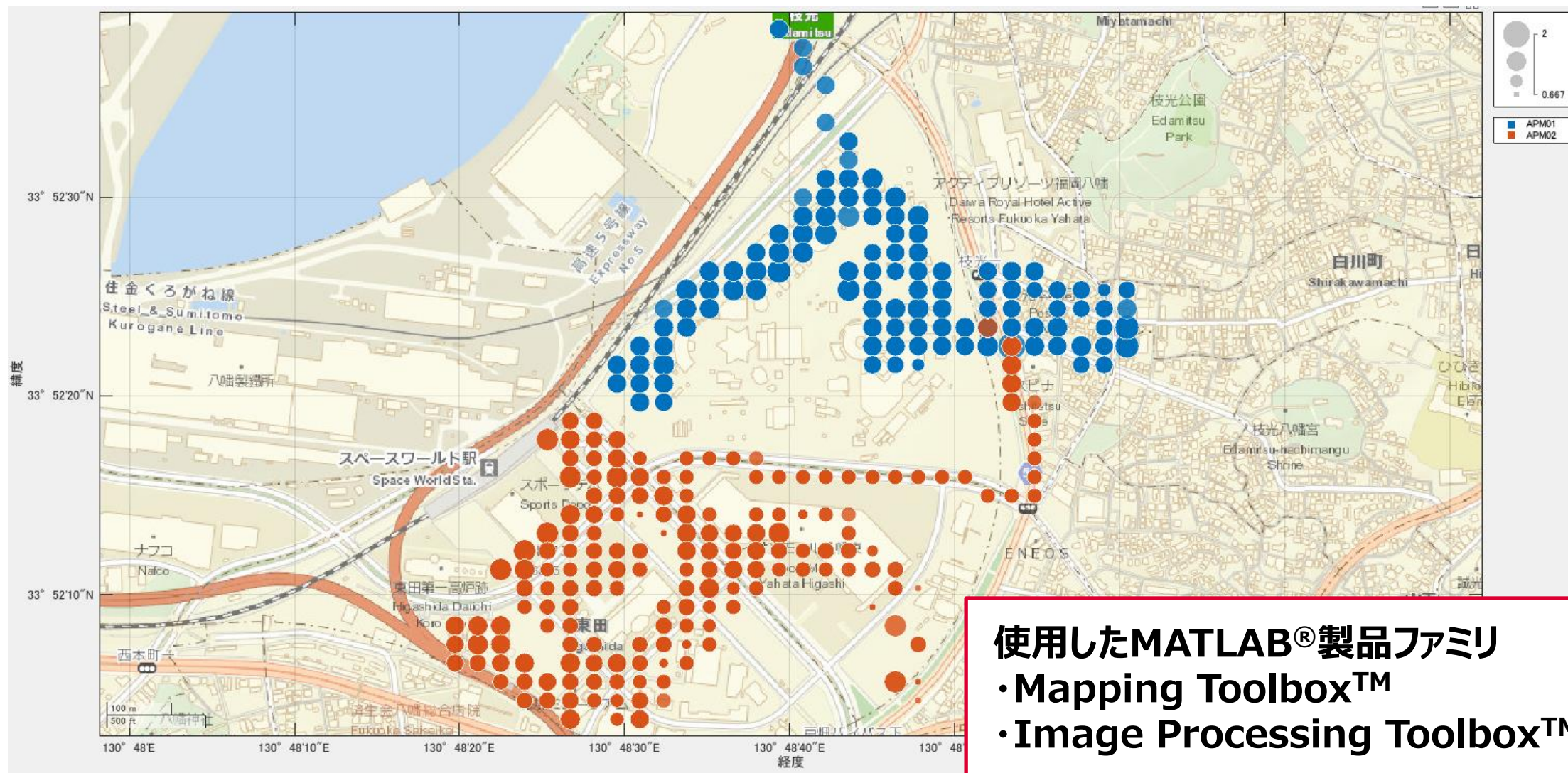


Powered by MATLAB®

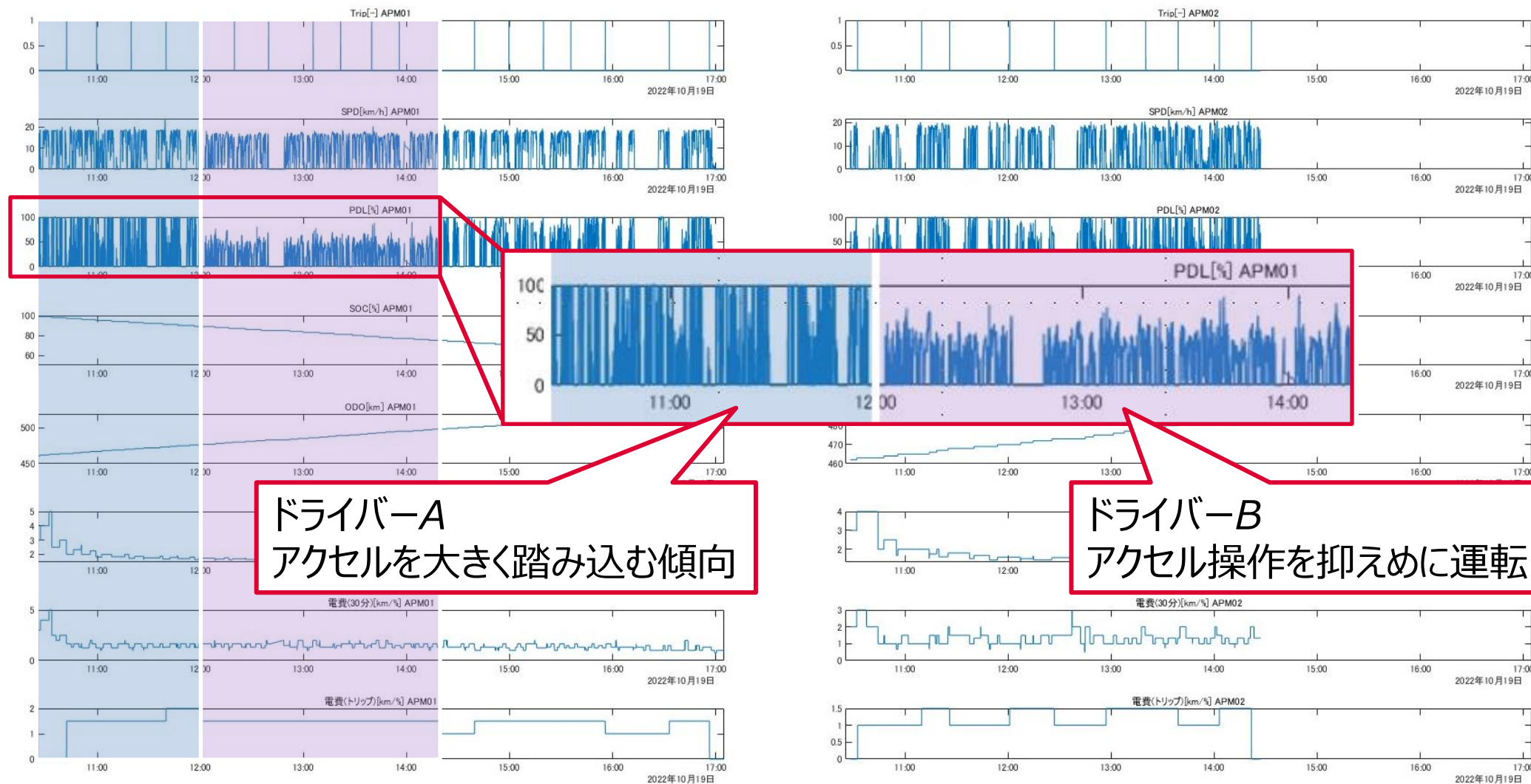
周辺来訪者の属性や車両位置に応じて表示内容を切り替え



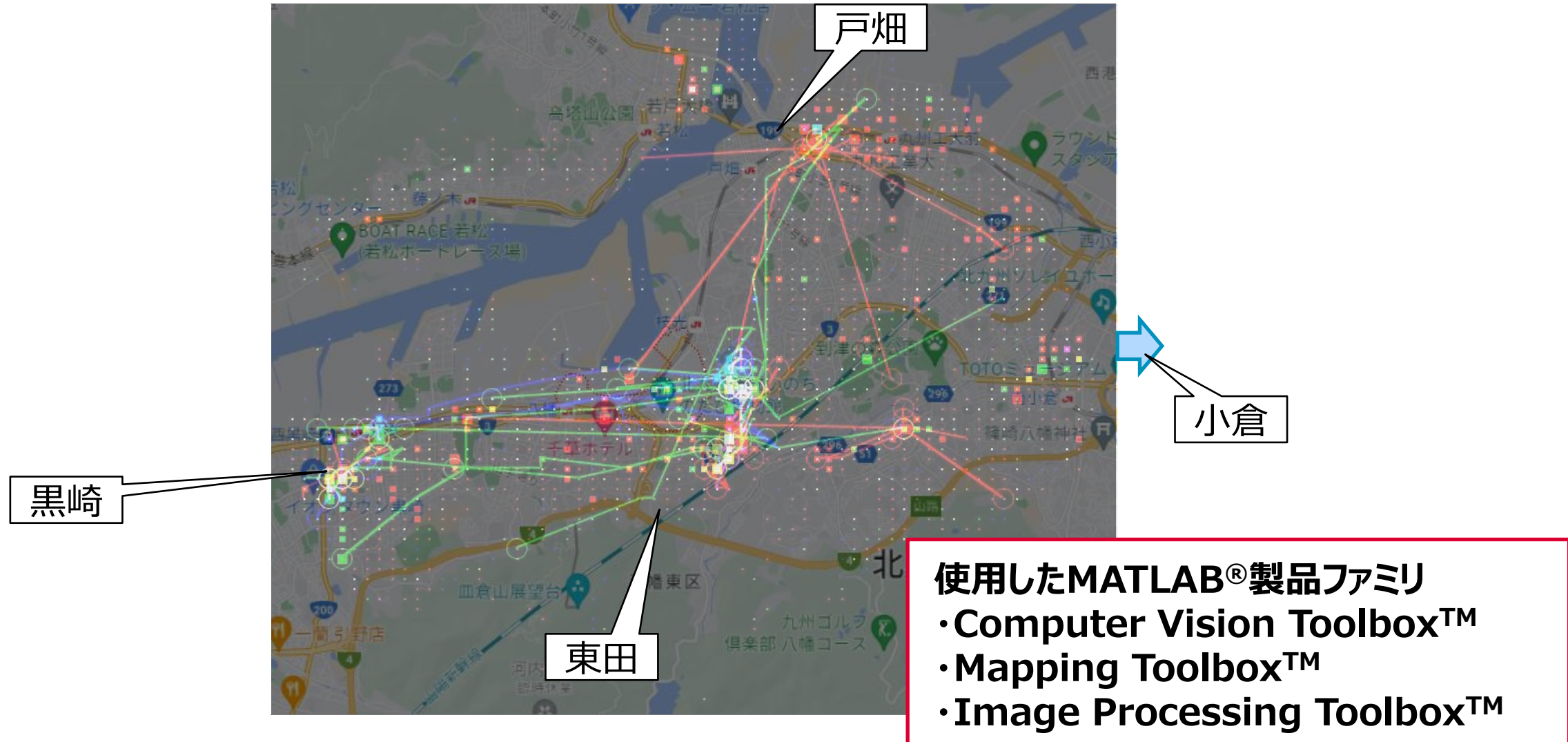
車両巡回経路の地点毎に平均電費をプロット。



トリップ(経路一巡)ごとの車速や充電容量、電費などをリアルタイムにモニタ。
電欠の予測やドライバーごとの運転の傾向などを定量的・自動的に分析。



人流の分布と動線を解析。以下は、居住地により色分けした例

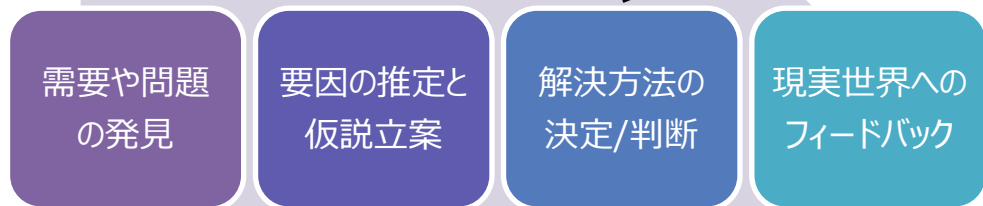


まとめ

結局、m-CPS™って？

移動の課題を解決するための計測・制御パッケージ
→ハードウェア、ソフトウェア、サービスおよびインテグレーション

解決アプローチ



サービサー

推定要因や仮説を元に、どのように対応するかはサービサーで判断



m-EDGE™
(車載対応エッジコンピュータ)



VCU
(車両統合制御装置)

各種装置や車両を安全確実に制御

アクチュエーション

アナリティクス

AIや画像処理、統計処理により問題を可視化およびメカニズムを定式化



m-CPS™ Gateway
m-CPS™ Core

m-EDGE™
(車載対応エッジコンピュータ)



センシング

カメラや各種センサを駆使して人や車に関する様々な情報を計測

m-CPS™

- MATLAB Compiler™
- MATLAB Compiler SDK™
- MATLAB Production Server™
- MATLAB® Interface for Google Cloud BigQuery™
- Computer Vision Toolbox™
- Deep Learning Toolbox™
- GPU Coder™
- GPU Coder Interface for Deep Learning
- MATLAB Coder™
- MATLAB Coder Support Package
for NVIDIA Jetson™ and NVIDIA DRIVE™ Platforms
- Mapping Toolbox™
- Image Processing Toolbox™

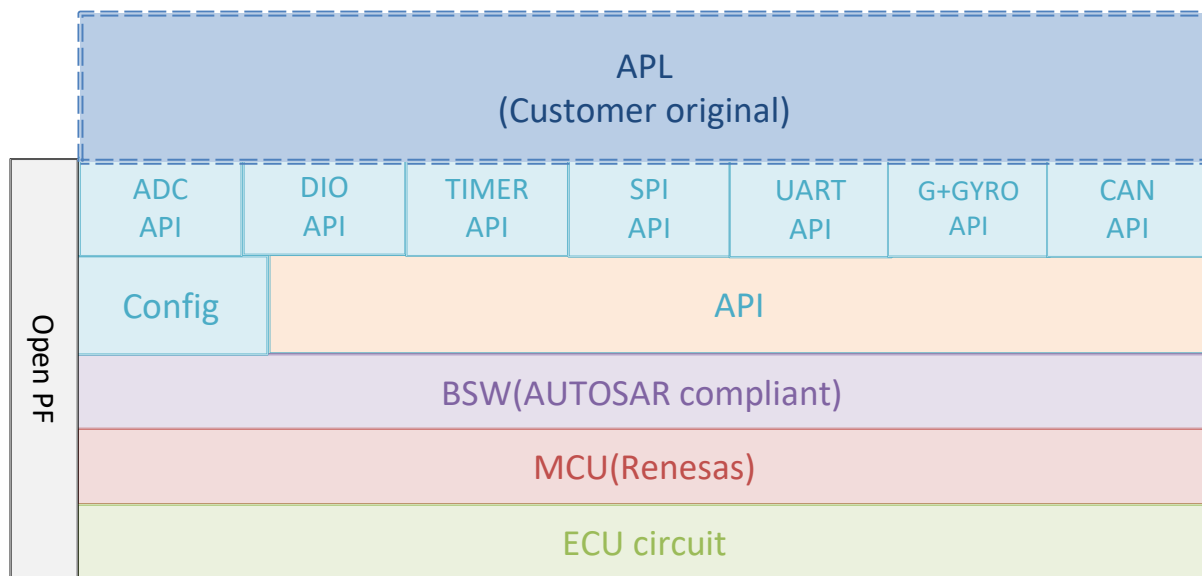
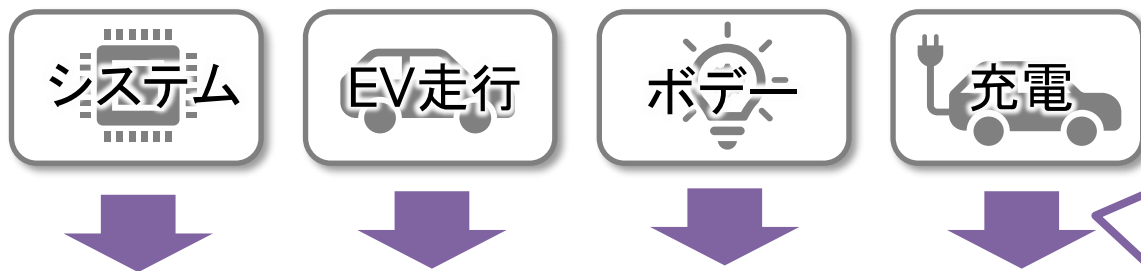
- Google、Google Cloud Plat form、BigQueryはGoogle LLCの商標です。
- Amazon Web ServidesはAmazon.com, Incまたはその関連会社の商標です。
- Microsoft AzureはMicrosoft Corporationの商標または登録商標です。
- NVIDIA、Jetson、NVIDIA DRIVEはNVIDIA Corporationの商標または登録商標です。
- m-CPS、m-EDGEは株式会社デンソーテンの商標です。

おまけ : VCUとOpen PF



VCU:従来のECUと異なり、汎用品として開発
小型モビリティ制御に最適な汎用ECU

OpenPF対応コード生成ツール
(Embedded Coder®ベース)



OpenPF : ハードウェア、BSW、ツール、ドキュメントをパッケージ
(ライセンス料を含む)

MATLAB

FRACTAL

ロジック構築

コード生成

```
1 /* stcarrq-s10-00-a
2 * File: stcarrq-s10-00-a
3 * Copyright DENSO TEN LIMITED, All rights reserved.
4 * RTV version : 8.1 (R019aSP1) 04-Sep-2015
5 * Generated on : Wed Mar 10 14:55:15 2021
6 */
7
8
9 /*****
10 /*****
11 /*****
12 /*****
13 /* オブジェクト名 | stcarrq
14 /* 注意事項
15 /*****
16 /* 1/変更履歴 |
17 /* 関連モジュール |
18 /* ファイル構成 |
19 /*
20 /* ファイル構成 |
21 /*
22 /* 個別変更履歴 (個別変更時は以下に変更日、内容を記入すること)
23 /*****
24 /*****
25 /*****
26 /* ヘッダファイルのインクルード
27 /*****
28 #include "../inc/common.h"
29 #include "../inc/librtg.h"
30 #include "../sac/aifang.h"
31 #include "../sac/ain/ajr.h"
32 #include "../sac/ain/arev.h"
33 #include "../sac/ain/asnr.h"
34 #include "../bes/ss/8Monitor.h"
35 #include "root.h"
36 #include "speccap.h"
37 #include "stcarrq-h"
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52 /* Named constants for Chart: 's15>/Chart' x/1
53 #define stcarrq_IN_DISTMINUS (u1)10
54 #define stcarrq_IN_DISTPLUS (u1)20
55 #define stcarrq_IN_GRR (u1)10
56 #define stcarrq_IN_LIM (u1)20
57 #define stcarrq_IN_NOBS (u1)10
58 #define stcarrq_IN_OBS (u1)20
59
60
61 /* Block I/O/状態変数の型定義: system 's11>/Saturation' x/
62 /*****
63 typedef struct {
64     f4 max;
65 } Dly_Saturation1_stcarrq_T;
66
67
68 /* Block I/O/状態変数の型定義: system 'Root' x/
69 /*****/
```

FRACTAL : OpenPFに付属

- MATLAB®
- Simulink®
- Stateflow® ※使用する場合
- Simulink Coder™
- Embedded Coder®

DENSO TEN