

Python AI モデルのシミュレーション統合と ハードウェア実装技術の確立

テイ・エステック株式会社
開発技術本部 電装開発部二課
阿部 諒太郎

- 1. 自己紹介/会社紹介**
- 2. テイ・エス テックの目指す製品**
- 3. 今回の開発製品について**
- 4. 疲労度推定アルゴリズムのECU実装**
- 5. まとめ**

- 1. 自己紹介/会社紹介**
2. テイ・エス テックの目指す製品
3. 今回の開発製品について
4. 疲労度推定アルゴリズムのECU実装
5. まとめ



T-Tech 開発技術本部 電装開発部二課

阿部 諒太郎 (あべりょうたろう)

1996/05/29 28歳

■ 経歴/担当業務

2021年～ ティ・エス テック株式会社に入社

- ヒトの状態推定アルゴリズム開発に従事

テイ・エス テック株式会社

(東証プライム市場 証券名: TSテック 証券コード: 7313)

- 代表取締役社長 保田 真成
- 設立 1960年12月5日
- 本社 埼玉県朝霞市
- 資本金 47億円
- 発行済株式総数 136百万株
- 事業内容
四輪車用シート、四輪車用内装品、
二輪車用シート、二輪車用樹脂部品
…等の製造販売
- 連結従業員数 14,719名

2024年3月期 連結業績

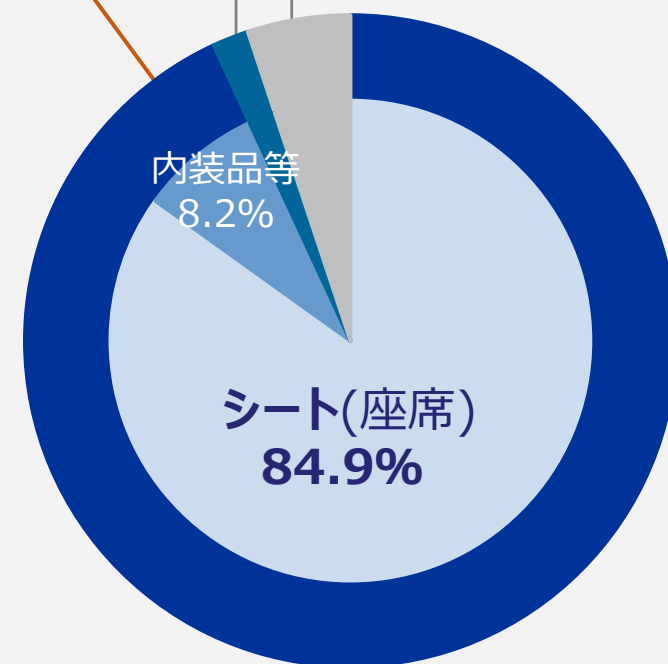
売上収益 **4,417** 億円

【売上収益構成】

四輪事業 **93.1%**

二輪事業 **1.8%**

その他 **5.1%**



四輪事業

事業領域

▼四輪車用シート



▶ドアトリム



◀照明デバイス



主要客先

ホンダ
スズキ
フォルクスワーゲン

二輪事業

▲▼二輪車用シート



ホンダ スズキ
ヤマハ カワサキ
ハーレーダビッドソン

主な構成部品

フレーム（骨格）

クッション(ウレタン等)

表皮(トリムカバー)



青色
電装関連
部品



※機能搭載イメージ

電装部品

安全
装備

サイドエアバック

乗員姿勢検知システム
(助手席)

乗員重量検知システム
(助手席)

シート位置検知システム
(運転席)

快適
装備

パワースライド

パワーリクライニング

パワーハイトアジャスター

エアランバーサポート

空調システム

電子
制御
ユニ
ット

ECU

1. 自己紹介/会社紹介

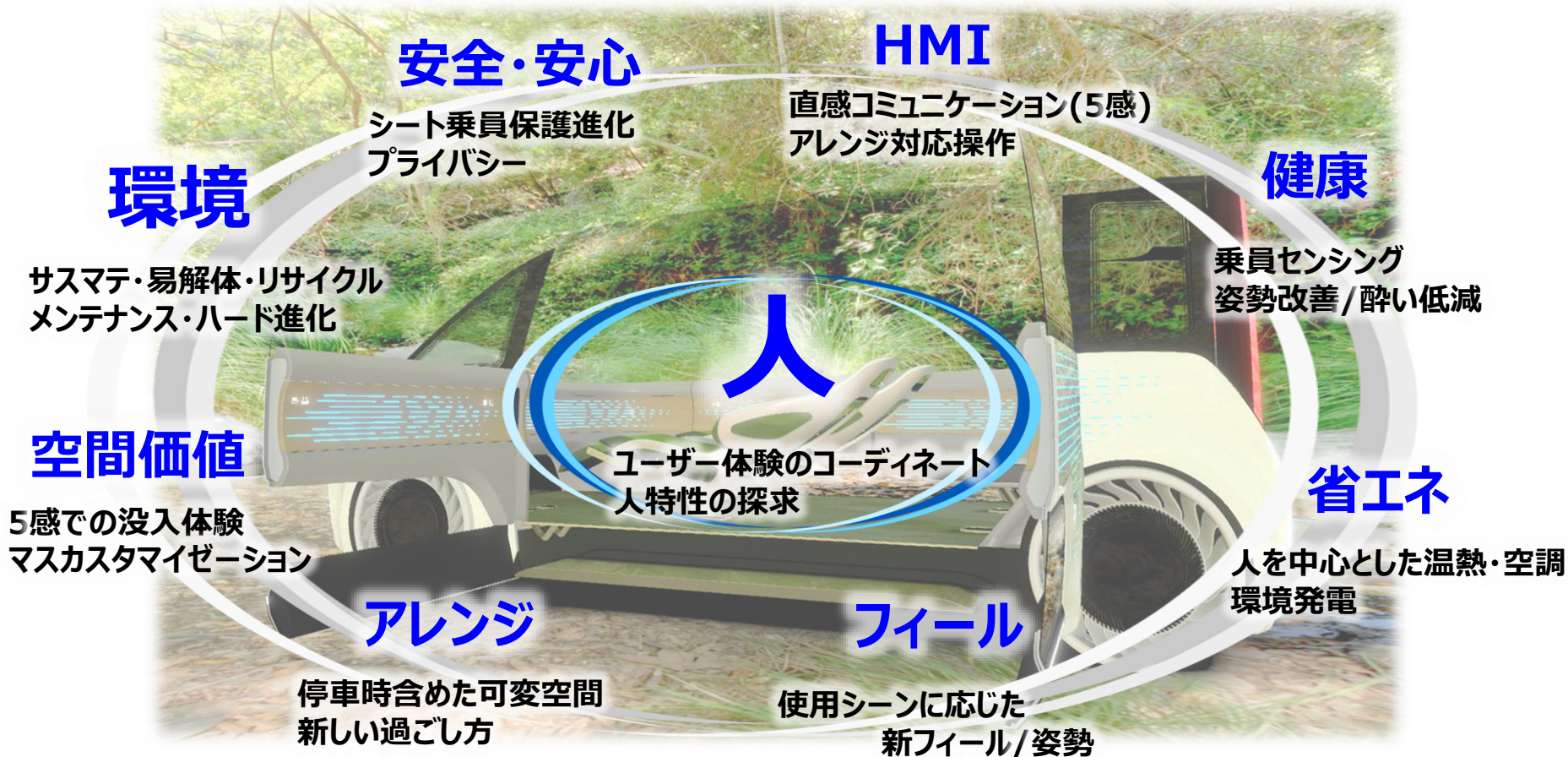
2. ティ・エス テックの目指す製品

3. 今回の開発製品について

4. 疲労度推定アルゴリズムのECU実装

5. まとめ

車室内に求められる新たな価値を提案



「人」を中心とした快適魅力空間を追求していく

テイ・エス テック
内装部品メーカー

各自動車OEM

新たな価値を持つ
車室内空間の実現

ベンチャー企業
他業種

開発領域やスタイルが異なる様々な企業の力を融合させる必要がある

課題に対するMATLAB/Simulinkの位置づけ

内装部品メーカー

OEM

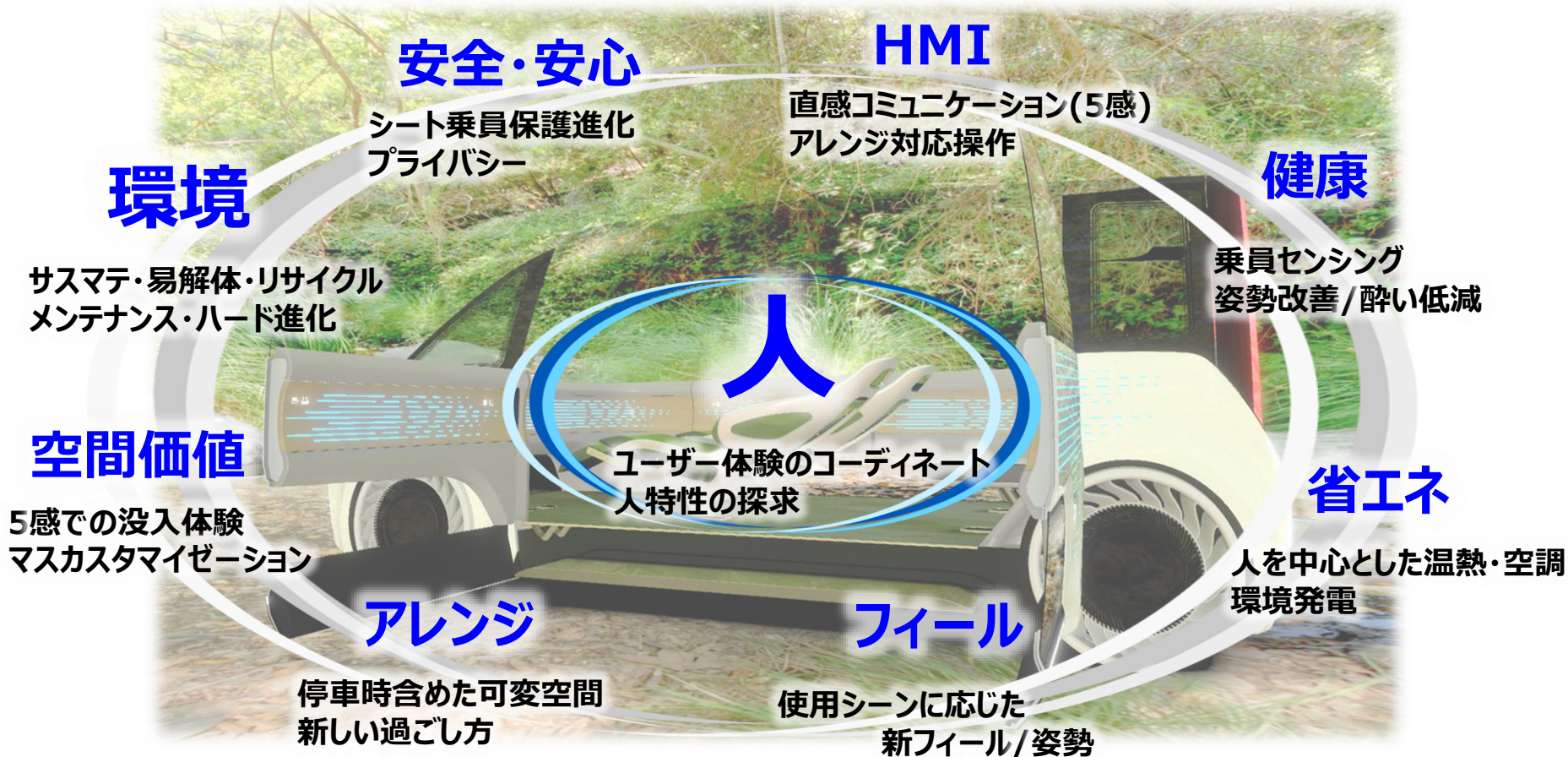
他業種

ベンチャー企業



MATLAB®/Simulink® = ソフトウェアを中心とした「機能」の統合環境

1. 自己紹介/会社紹介
2. テイ・エス テックの目指す製品
- 3. 今回の開発製品について**
4. 疲労度推定アルゴリズムのECU実装
5. まとめ



「人」を中心とした快適魅力空間を追求していく



「人」の状態を「知る」技術が重要

自動運転技術の発展

ADAS(Lv2+)の市場予測

2020年
501,567台
(実績)



2030年
2,399,000台
(予測)

発展に伴い…

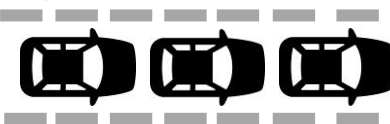


運転支援がより高度に

・アダプティブ クルーズ コントロール



・トラフィック ジャム アシスト



・レーン チェンジ アシスト etc

想定運転シーン

運転支援で快適に運転

運転支援システムに
依存する状況

疲労に気付かず
注意散漫になり事故

自動運転・ADASへの
不信感につながる



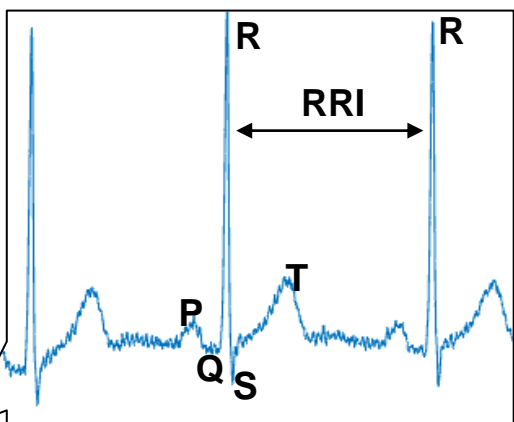
元気



疲労

運転中の疲労度を推定し適切なタイミングで休憩を促すことで安全運転に貢献

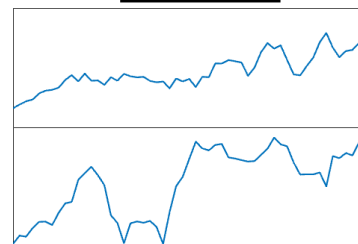
心電図(ECG)



特徴量

特徴量1

特徴量2



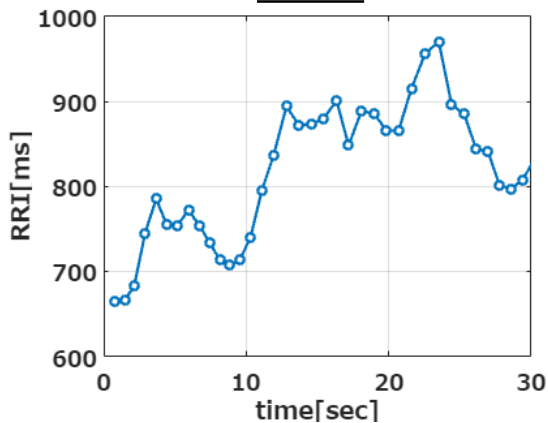
⋮

ピーク検出

特徴量算出
(心拍変動解析)

モデルによる推定

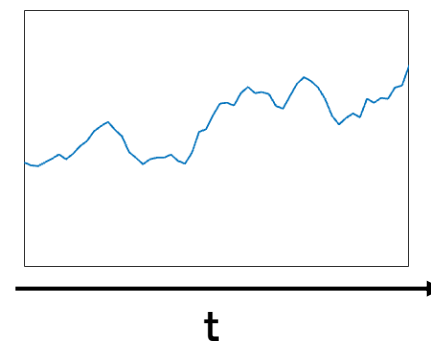
RRI

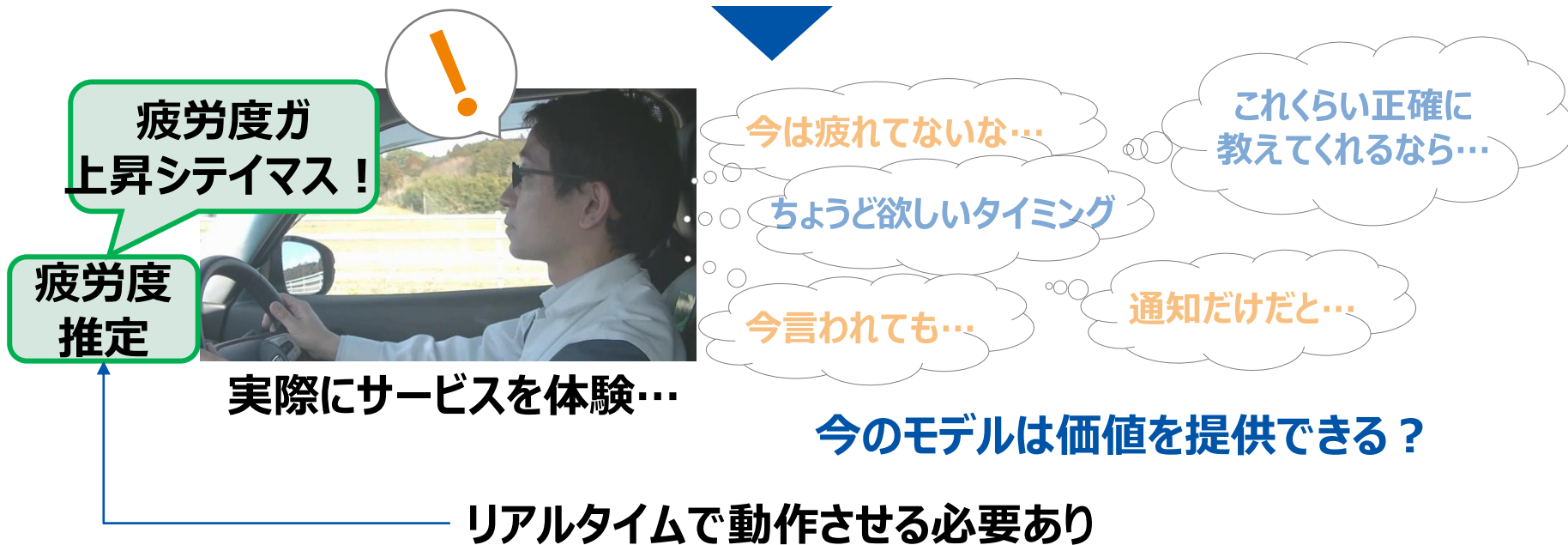
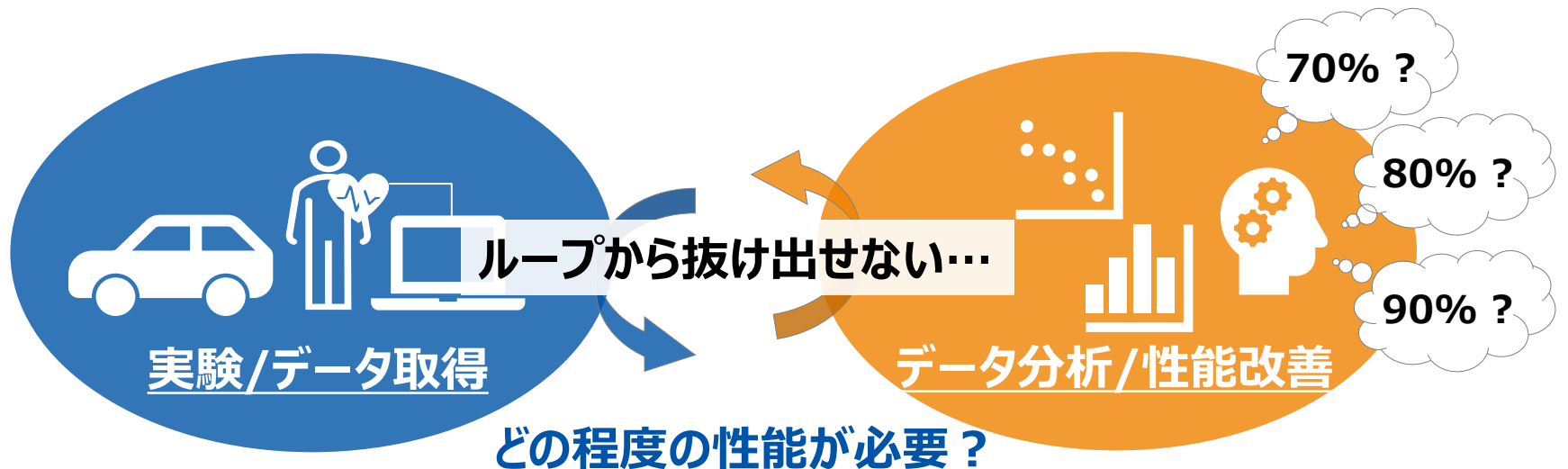


疲労度

疲労

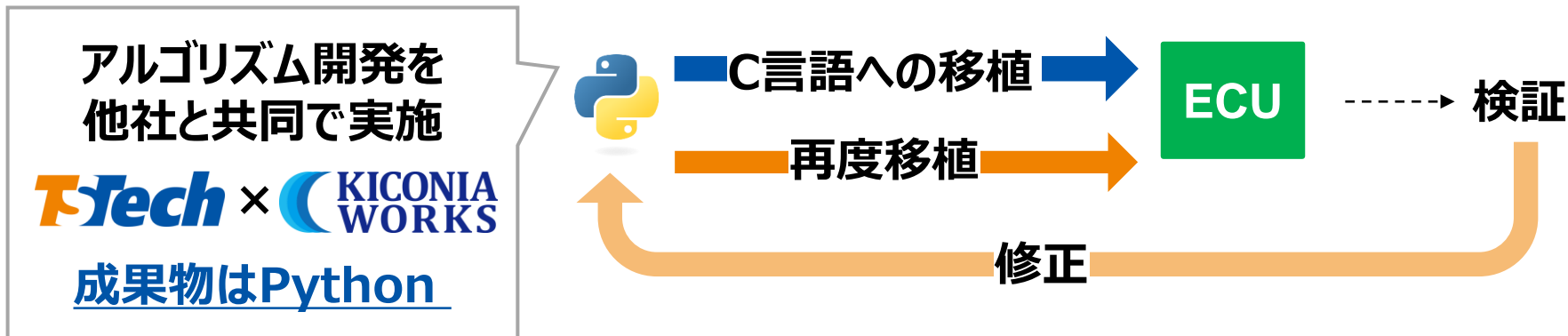
元気



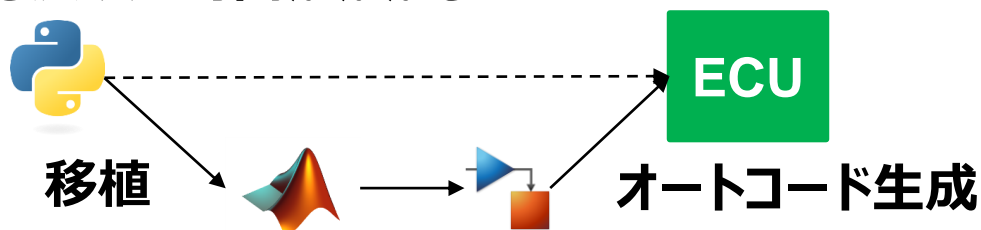


1. 自己紹介/会社紹介
2. ティ・エス テックの目指す製品
3. 今回の開発製品について
- 4. 疲労度推定アルゴリズムのECU実装**
5. まとめ

車載ECUへの実装を想定するとC言語で実装する必要あり
…今回のアルゴリズムはpython環境で開発
⇒pythonからC言語への移植が必要

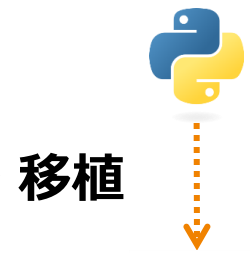


C言語への移植には時間がかかる…
アルゴリズムを修正した際も反映に時間がかかる…

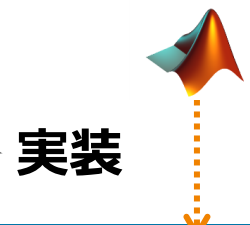


比較的実装が容易なMATLABに移植
オートコード生成機能を利用してCコード生成

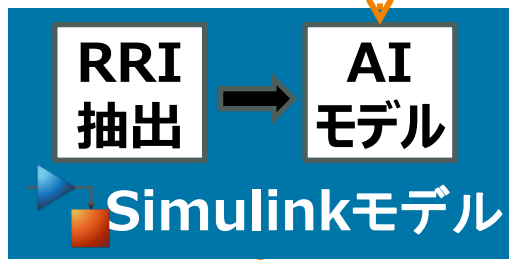
- ① PythonからMATLABへ移植
- ② 一致性確認



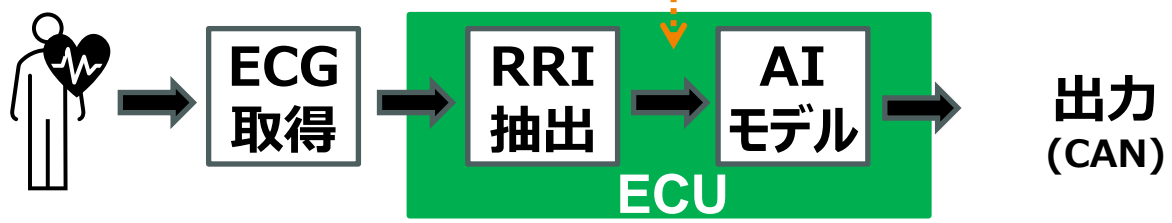
- ③ Simulink上に実装
- ④ 動作確認

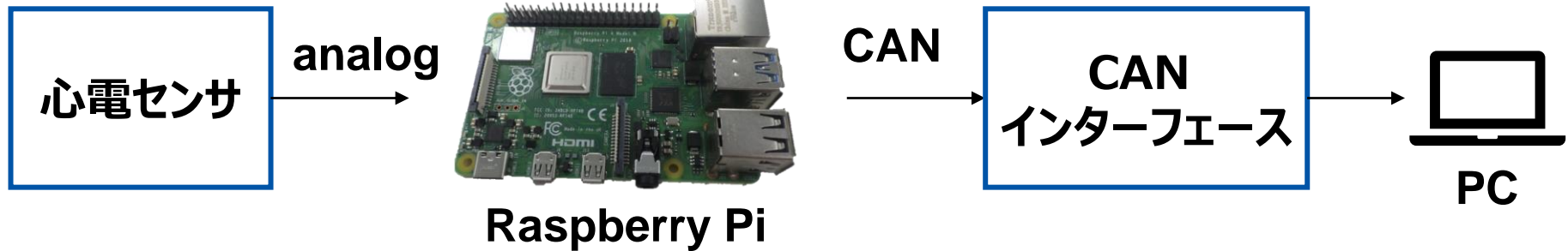


- ⑤ コード生成用にモデル修正
- ⑥ ECU実装



オートコード生成





① PythonからMATLABへ移植

② 一致性確認

移植



③ Simulink上に実装

④ 動作確認

実装

⑤ コード生成用にモデル修正

⑥ ECU実装

オートコード生成



ECG
取得

RRI
抽出


AI
モデル

出力
(CAN)

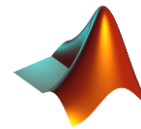
ECU

標準偏差 std()

In [1]: `import numpy as np`
`X = [1, 2, 3, 4, 5]`
`np.std(X)`



Out[1]: 1.4142135623730951



```
X = [1 2 3 4 5];  
  
std(X)
```

ans = 1.5811

入力は同じなのに結果が乖離？

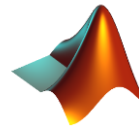


std()
[標準偏差]

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \mu)^2}{n}}$$

(標準偏差)

```
Out[1]: 1.4142135
```



$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \mu)^2}{n - 1}}$$

(不偏標準偏差)

```
ans = 1.5811
```



`std(X, 1)`

```
ans = 1.4142
```

kurtosis()
[尖度]

Fisherの定義
(正規分布の時**0**)

```
from scipy.stats import kurtosis  
  
X = [1, 1, 10, 1, 1]  
kurtosis(X)  
  
0.250000000000000133
```

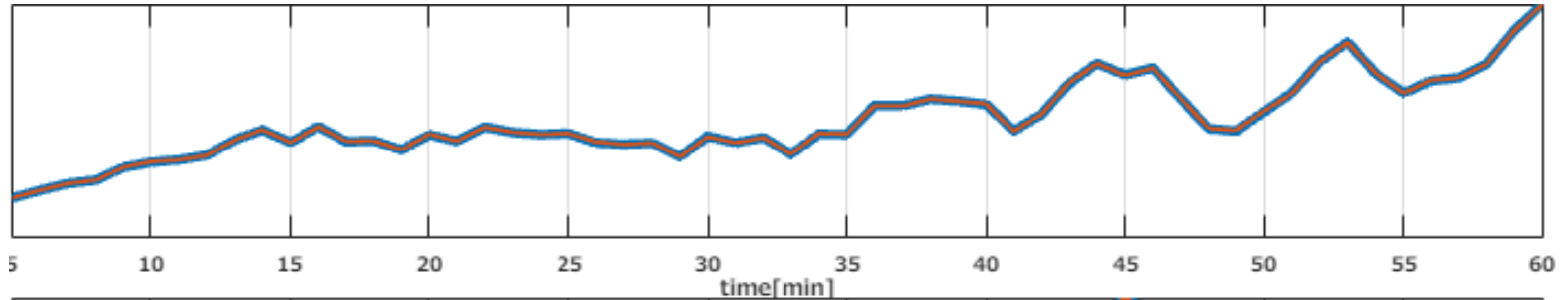
Pearsonの定義
(正規分布の時**3**)

```
X = [1 1 10 1 1];  
  
kurtosis(X)  
  
ans = 3.2500
```

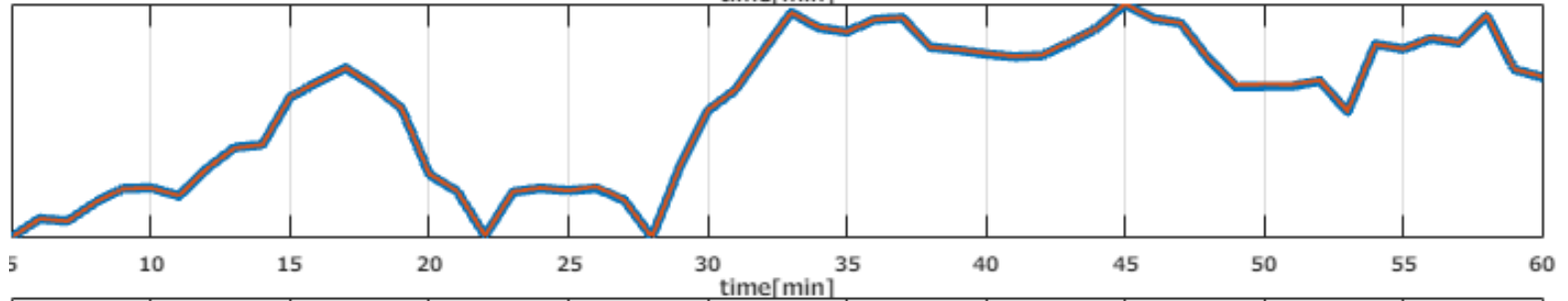
```
X = [1 1 10 1 1];  
  
kurtosis(X) - 3  
  
ans = 0.2500
```

PythonからMATLABへの移植：一貫性検証

特徴量1

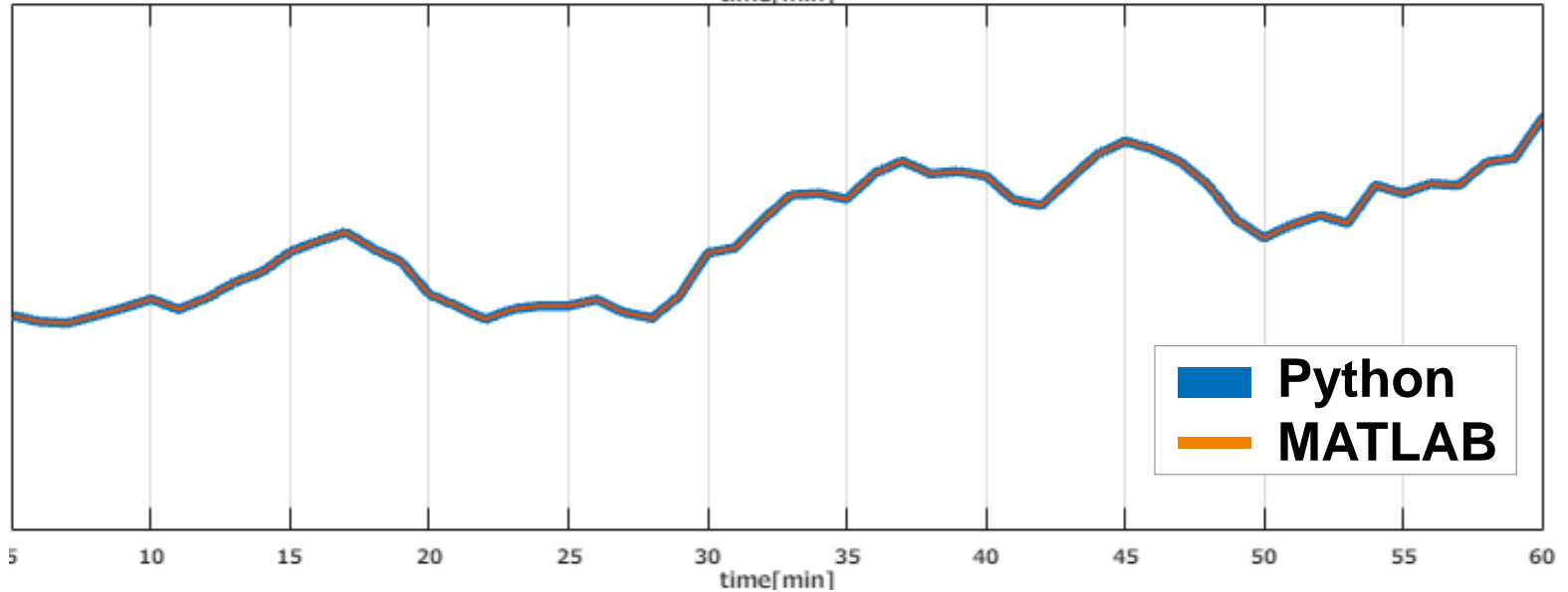


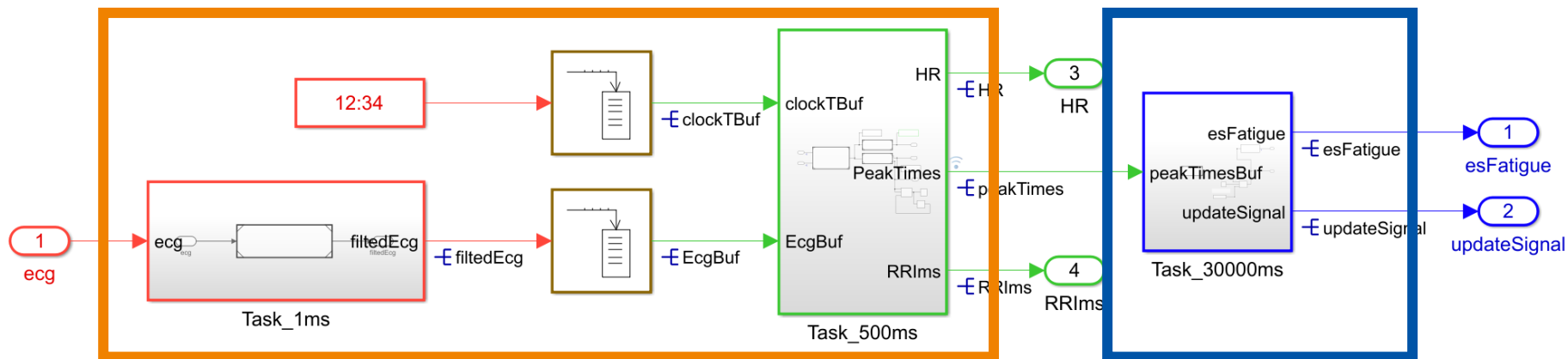
特徴量2



⋮

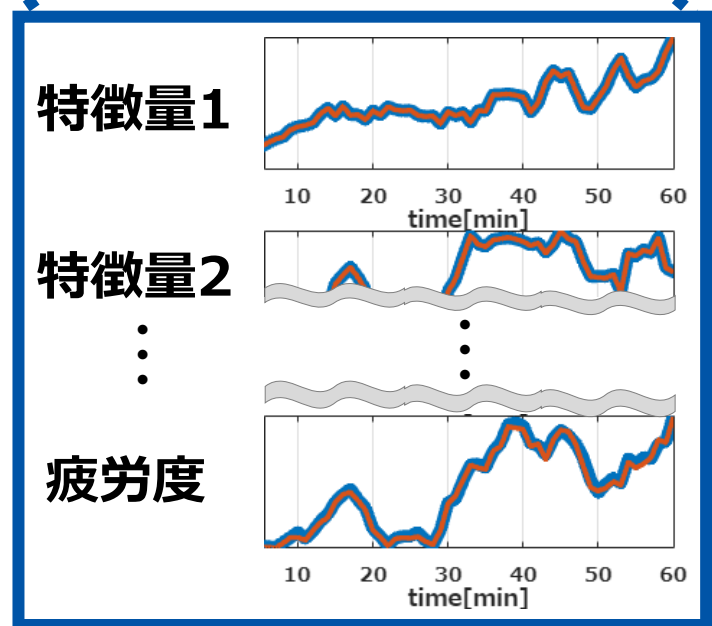
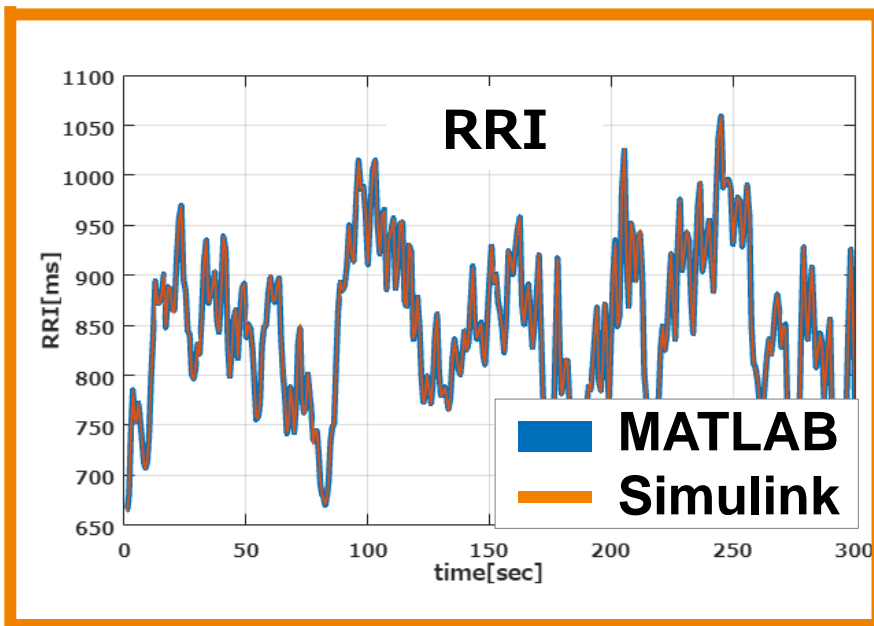
モデル
推定値





Peak検出部

疲労度推定部



① PythonからMATLABへ移植

② 一貫性確認

移植



③ Simulink上に実装

④ 動作確認

実装



⑤ コード生成用にモデル修正

⑥ ECU実装

オートコード生成

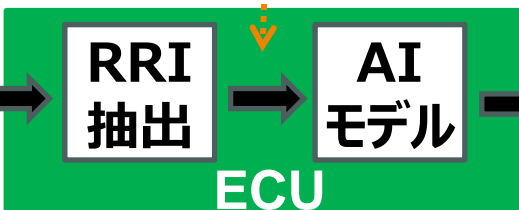


ECG
取得

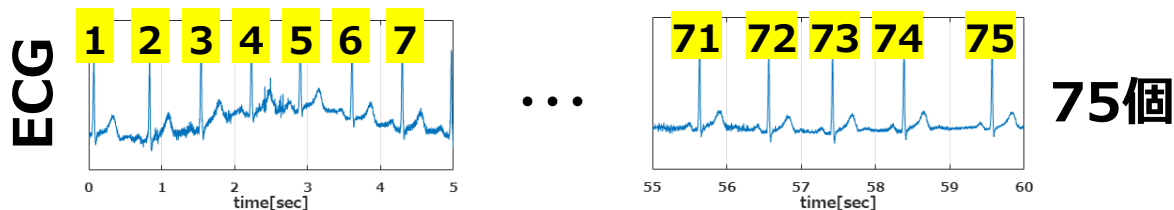
RRI
抽出

AI
モデル

出力
(CAN)

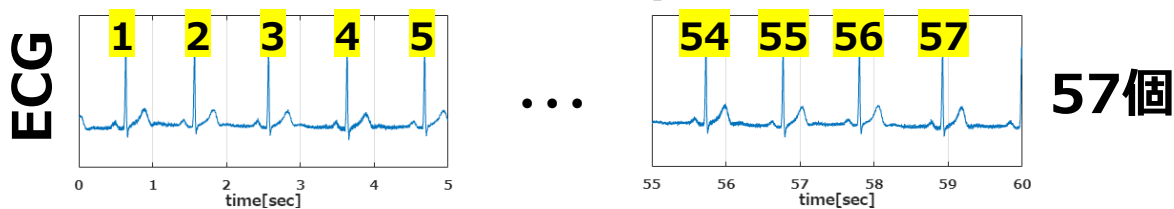


心拍数 75[bpm]



75個

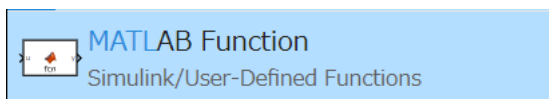
心拍数 57[bpm]



57個

▶ 検出されるピーク数は一定ではない

Peak検出時刻を格納
可変サイズの配列



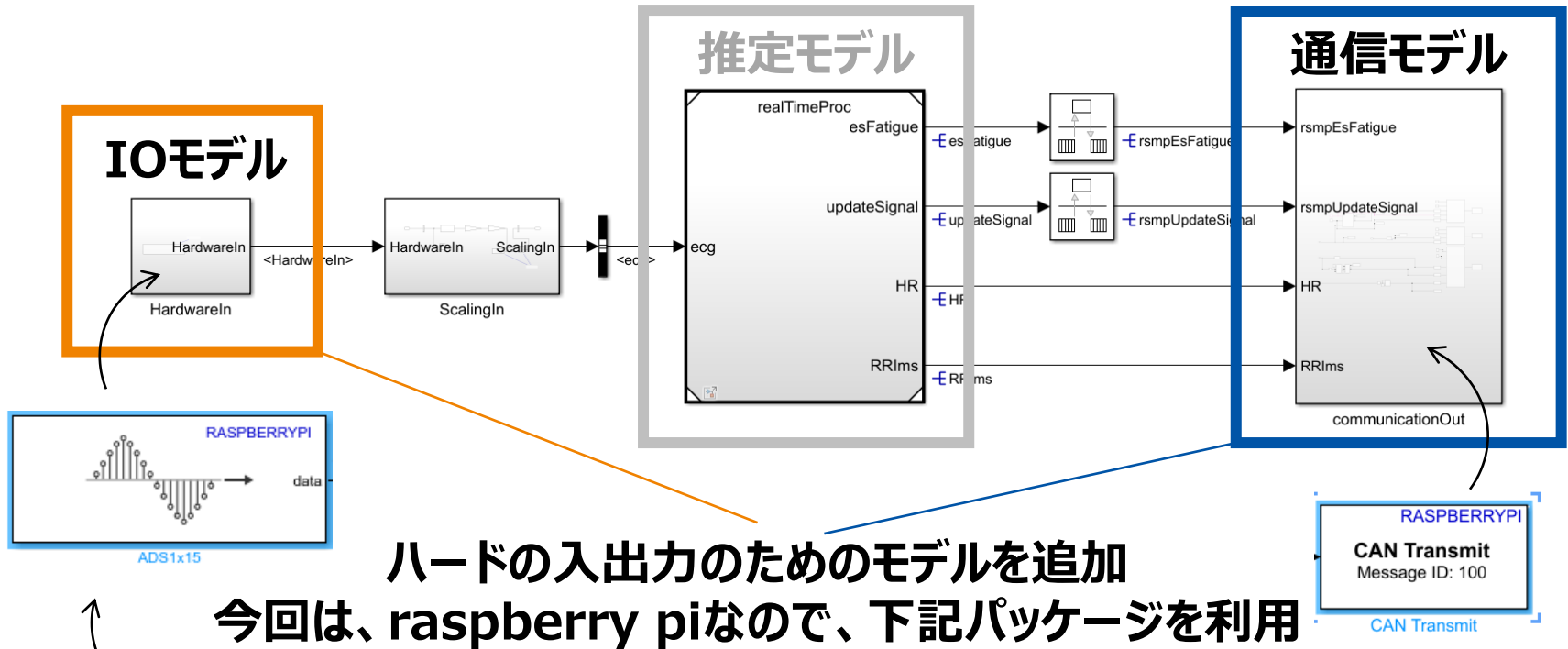
```
peakTimes = peakTimes(peakTimes~= -1);
```

コード生成時にエラー発生の可能性あり

最大配列サイズを指定

```
coder.varsize('peakTimes',[600 1]);
```

```
peakTimes = peakTimes(peakTimes~= -1);
```



インストール済み

Simulink Support Package for Raspberry Pi Hardware

作成者: MathWorks Simulink Team **STAFF**

Run models on Raspberry Pi.

ハードウェアサポート

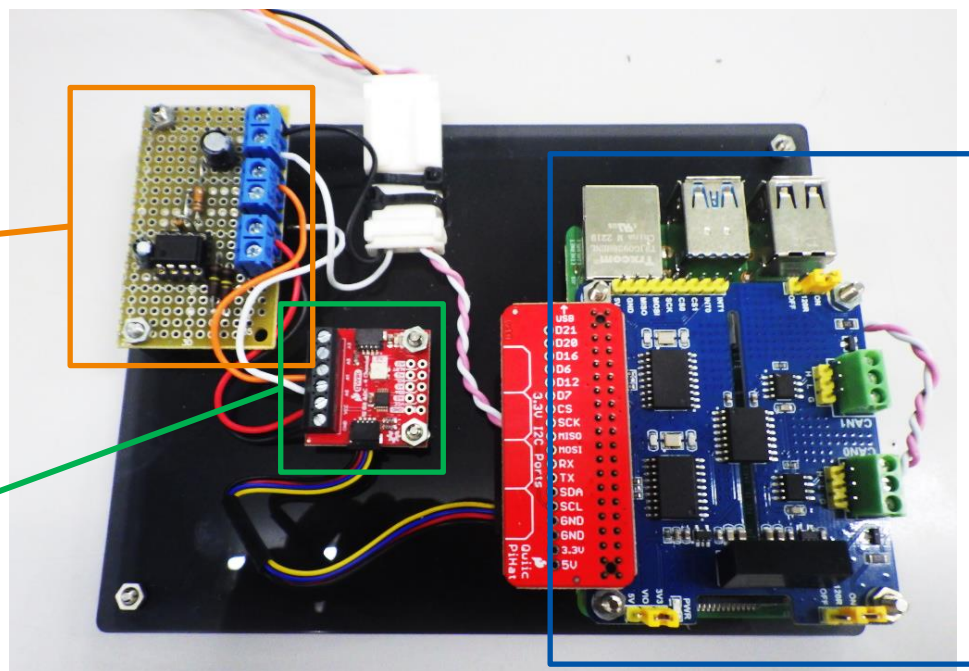


押すだけ

コード生成 ▼

アナログ
信号処理

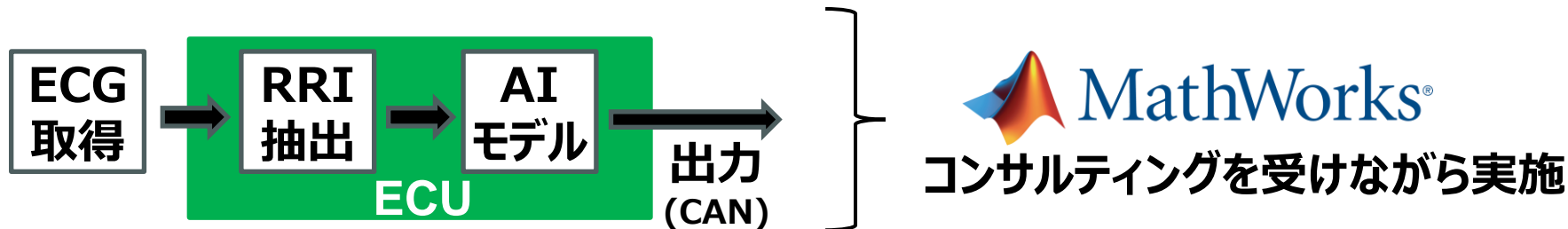
A/D変換



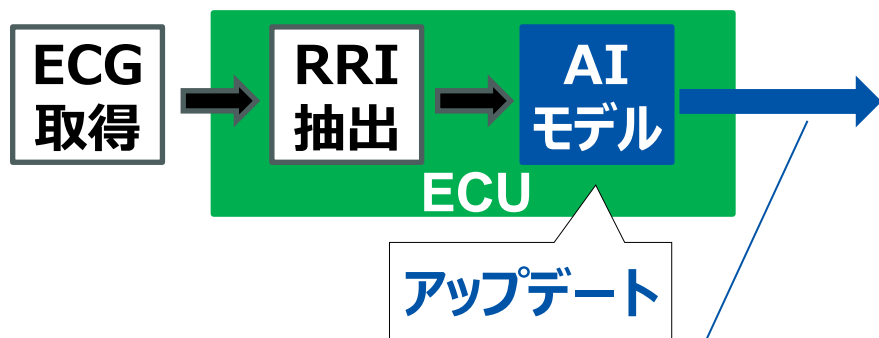
Raspberry pi
+
CAN HAT

ECU

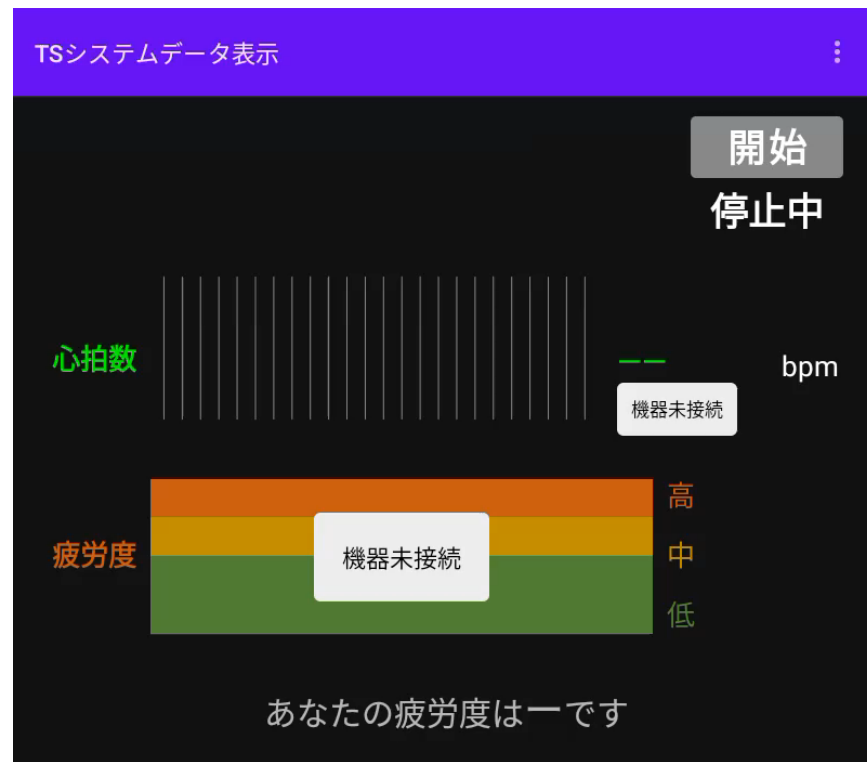
リアルタイム推定システムの今の姿



改修 ▼



Bluetoothで出力
タブレットアプリで表示



アプリ動作画面

1. 自己紹介/会社紹介
2. ティ・エス テックの目指す製品
3. 今回の開発製品について
4. 疲労度推定アルゴリズムのECU実装
- 5. まとめ**

出来たこと

Pythonで構築した機械学習アルゴリズムをSimulinkを使ってリアルタイムで動かし、他の機能と結合させたサービスを実現することができた

今後の課題

今回はアルゴリズムの実装対象にRaspberry Piを使ったため厳密な意味でのECU実装は実現できていない。実際にECUに実装するためにはBasic Software (BSW) 領域も考慮した開発が必要。

使用したMATLAB®/Simulink®製品ファミリ

- MATLAB®
- Simulink®
- Simulink Coder®
- Embedded Coder®

企業の方々へ

ティ・エス テックでは魅力的な車室内空間実現に向けて、様々な企業と業界の垣根を越えて開発に取り組んでいきたいと考えています。本取り組みにご興味のある企業の方々、ぜひともお声がけください。

学生の皆さんへ

ティ・エス テックでは今後も魅力的な車室内空間実現に向け、AI領域の開発を強化していきます。AIに興味のある学生の皆さん、私たちと一緒に開発をしていきませんか？

最後に

MathWorksの方々へ

本開発への多大なご協力を頂き大変ありがとうございました。

T Tech

TS TECH Co.,Ltd.