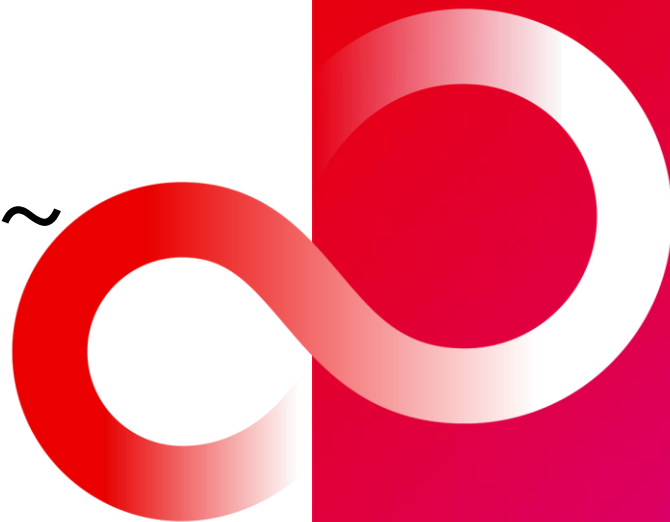


データ解析によって、
ロボットとセンサーを繋ぐ
～立命館大学様との実証と国際展開～

2022/10/28

立命館大学 教授 清水 正男

富士通株式会社 深野 晴久、井上 玲於（発表者）





立命館大学
清水 正男

- ・ 研究内容：
電子デバイスを用いた
ロボットハンド開発
- ・ 経歴：
医療工学、センサ開発
- ・ 趣味：合気道



富士通
深野 晴久

- ・ 仕事内容：
エッジ研究開発
(事業企画&アーキ設計)
- ・ 経歴：
 - ・ ヘテロジニアス
コンピューティングの研究開発
 - ・ NW装置向けのFPGA開発
- ・ 趣味：筋トレ



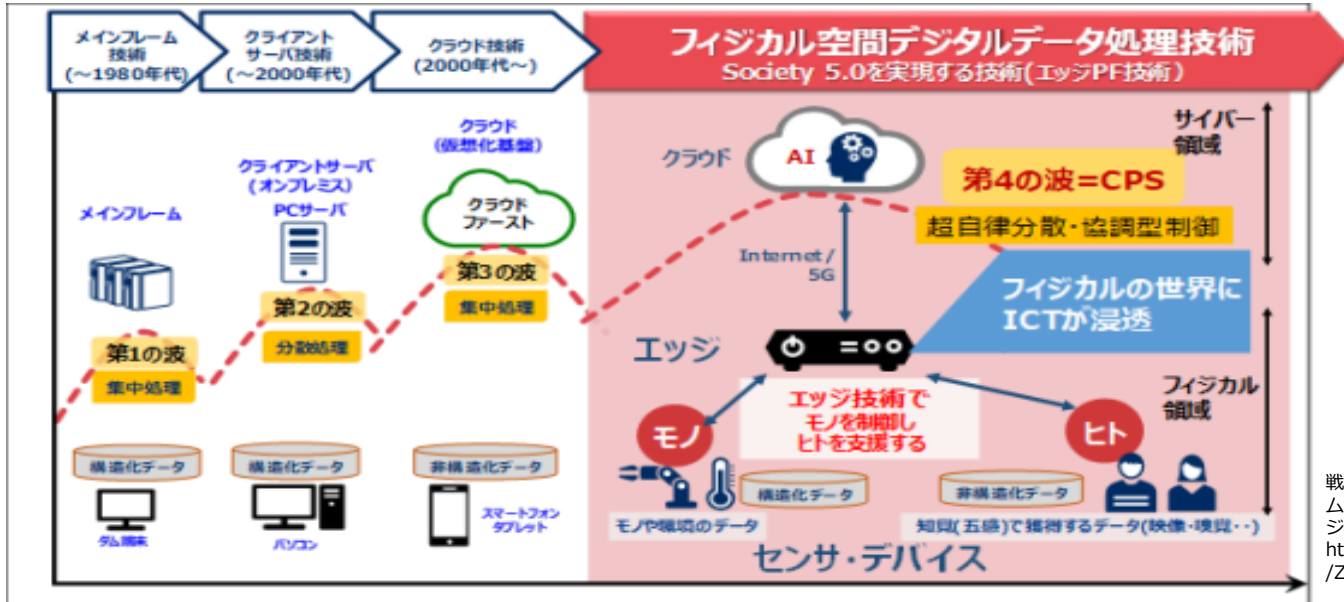
富士通
井上 玲於

- ・ 仕事内容：
エッジ研究開発
(ソフトウェア開発)
- ・ 経歴：
無線のソリューション開発
- ・ 趣味：ランニング

- CPSの重要性について
- センシングを活用した新しいロボット（SSES）について
- SSES普及の課題と解決策
- 解決策の実証
- 成果の国際展開
- まとめ

CPS(Cyber Physical Systems) の重要性

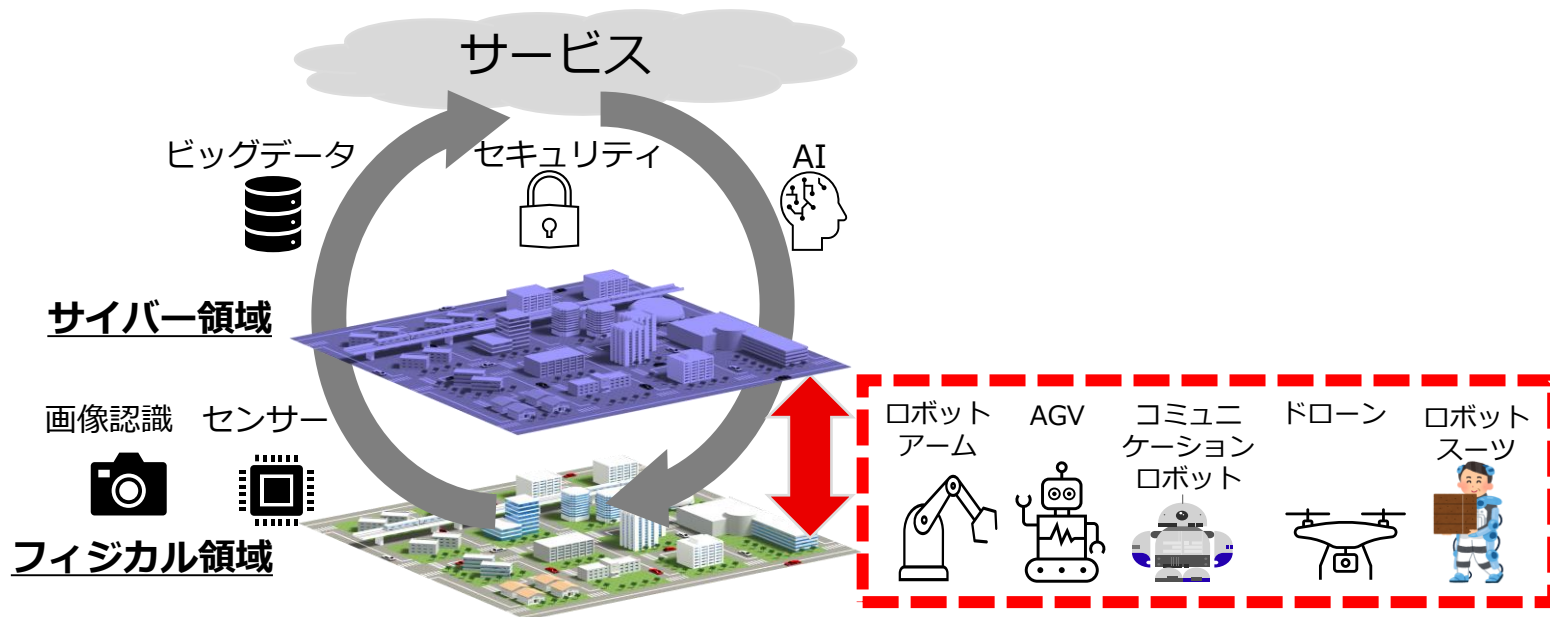
- CPSとは、フィジカル領域の情報を収集・蓄積し、サイバー領域と連携させるシステム
 - データを定量的に分析して、フィードバックすることで、社会システムの効率化などを実現
- 内閣府SIP（戦略的イノベーション創造プログラム第2期）でもその研究開発を推進
 - 「フィジカル空間デジタルデータ処理基盤 CPS」 → 立命館大学、富士通参画



戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 第2期/フィジカル空間デジタルデータ処理基盤
https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP2_100124.html

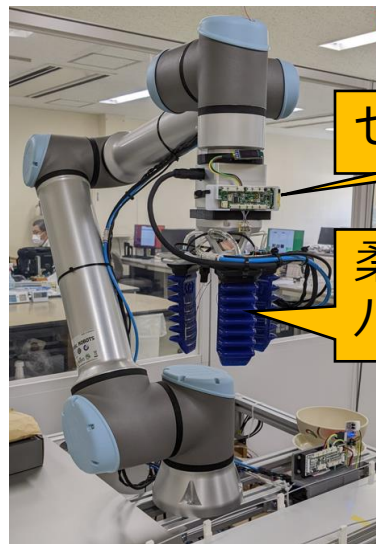
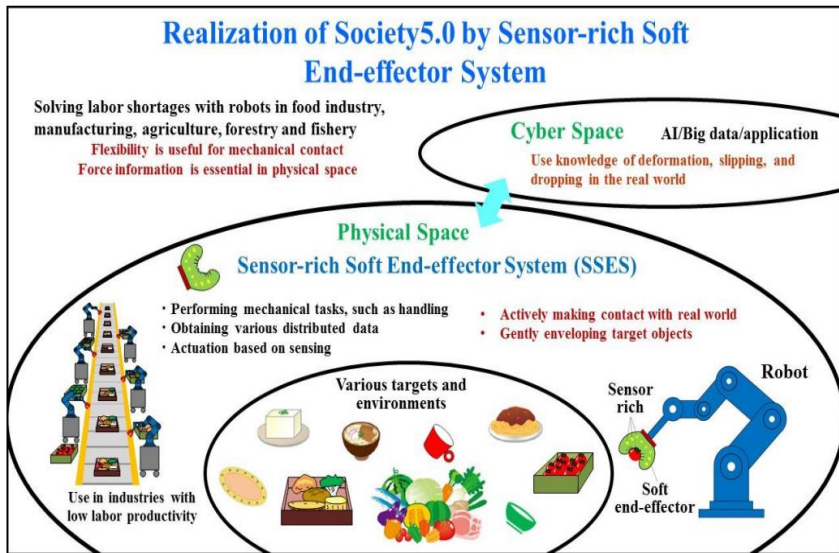
CPS実現には複合した技術の発展が肝要

- CPS実現には、“サイバー領域とフィジカル領域”の多様な技術の複合と発展が肝要
- ロボット技術は、CPSの技術の要。SIPではロボット分野/SSES*を立命館大が牽引。
 - サイバー領域とフィジカル領域を相互に作用する（アクチュエーション、センシングなど）



SSSES (センサリッチ柔軟エンドエフェクタシステム) とは

- SSSESとは、多様な形状、粘弾性／摩擦特性を持つ対象物を把持するシステム
 - 多種多様なセンサーでフィジカル空間をセンシングしてシステムにフィードバック
 - 柔軟化したエンドエフェクタ (ハンド)
- SSSESは、人手に依存する作業の自動化に貢献



センサー

柔軟
ハンド

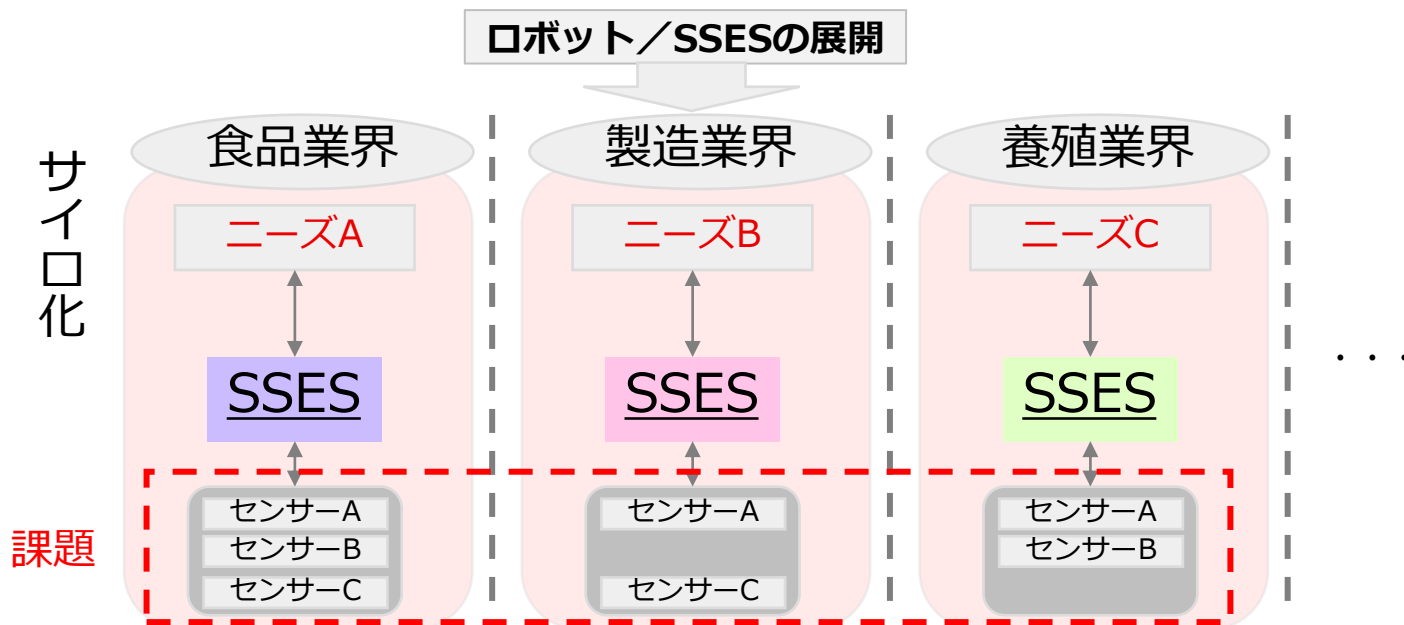


人手に依存する作業例

SIP R&D Plan : <https://www.nedo.go.jp/content/100903325.pdf>

SSES普及の課題と取り組み

- 課題：システムカスタマイズにかかる工数・コストの削減
SSESをユースケースへ適用・拡大・普及するには、産業独自のニーズがあり、そのニーズに合わせたシステム・センサーのカスタマイズが必要なこと
- 課題への取り組み：共通センサー基盤の研究開発




取り組み：共通センサー基盤（R-CPS）の研究開発

- R-CPS(Reconstructable basic system for CPS)：
多種多様なセンサーを用いて特性を分析するために必要な情報を計測し、クラウドと連携して解析することができる一気通貫なシステム
- R-CPSのコンセプト/価値仮説：
 - ・ハードウェア一式を安価に準備できること
 - ・短時間（約3時間程度）で立ち上げが可能なこと
 - ・IOエクスパンダによるセンサーを拡張できること

MSM + Out
(Multi-Sensor Module)

オンボードセンサ
[・XYZ加速度
・RxRyRz ジャイロ
・XYZ磁気
・温度・湿度・気圧
・空気清浄度・RGB光強度・光学式距離]
外部センサ用 ADC UART exI2C
アクチュエータ用 DAC D-I/O、外付LCD




Bluetooth
~10m
LPWA,
~200m
有線

センサーデータ




センサー設定
デジタルIO
DA

外付けCO2センサ・湿度センサ

PDH(Physical Data Hub)

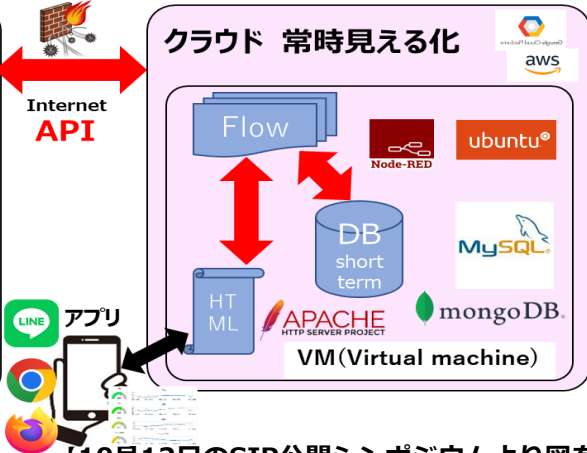


- ① 打刻
- ② 接続デバイスID
(グローバル/ローカル位置)
- ③ 名称 (速度など)
- ④ 値 (フォーマット正規化)
- ⑤ 単位 (m/secなど)
- ⑥ 状態監視

開発ツール  通信プロトコル  データ記述言語
JSON 

ハード例 Raspberry Pi, ミニPC
OS Windows, Linux系 (Ubuntu, Raspbian)

クラウド 常時見える化



Internet API

Flow

DB short term

HT ML

APACHE HTTP SERVER PROJECT

mongoDB

VM(Virtual machine)

aws

ubuntu

Node-RED

MySQL

アプリ

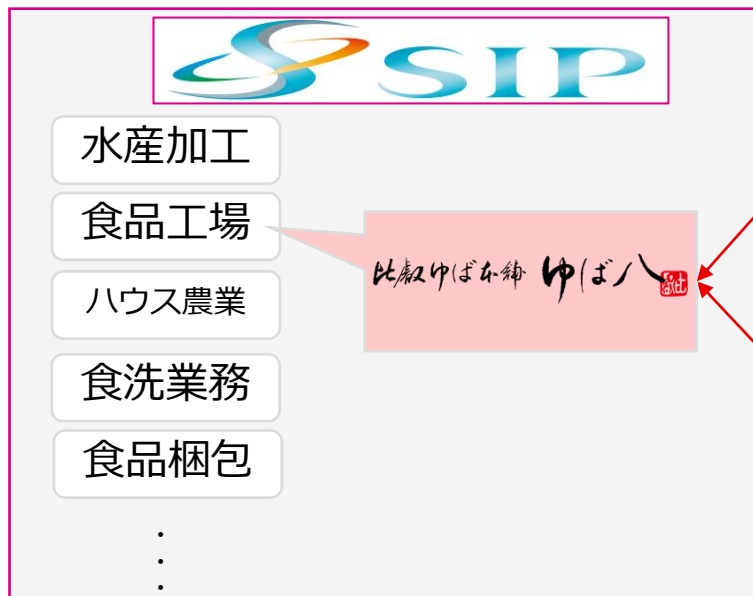
LINE

Chrome

Firefox

【10月12日のSIP公開シンポジウムより図を抜粋】

- 目的：R-CPSの有効性確認、ソリューション化を視野にクラウド連携による解析
 - 立命館大学は50～60社と実施中
 - 比叡ゆば本舗ゆば八様、富士通と3者共同



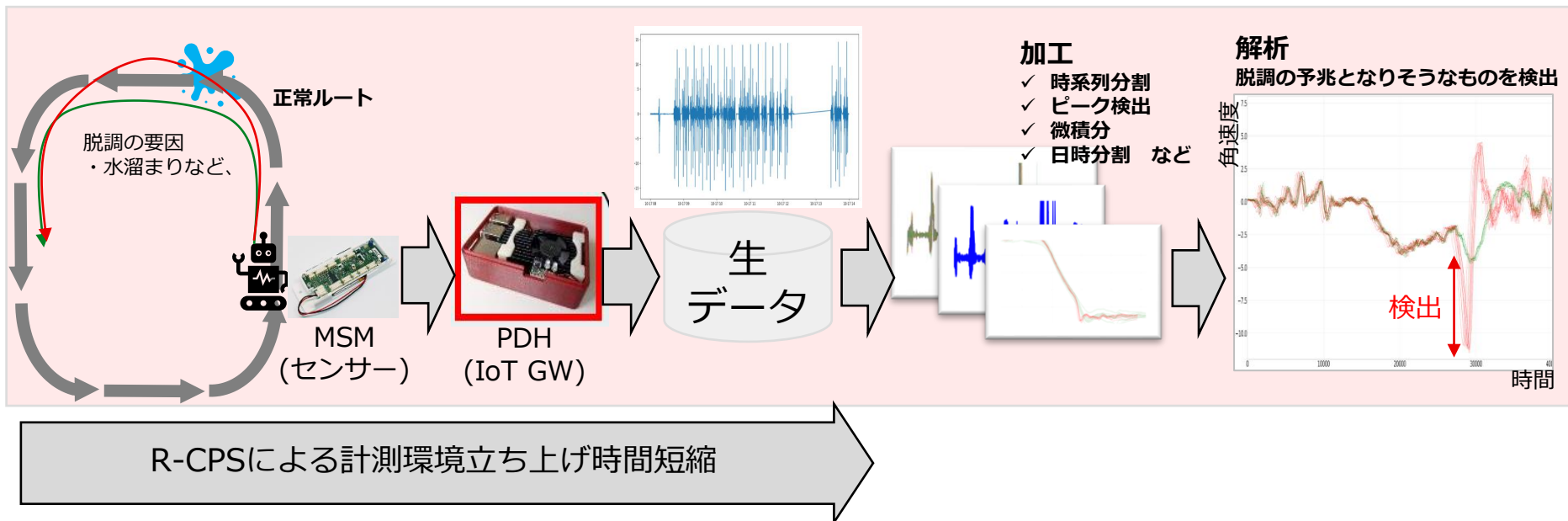
立命館大学

比叡ゆば本舗ゆば八 <https://hieiyuba.co.jp>

© 2022 Fujitsu Limited

実証実験：食品工場内でのAGV脱調予兆検知

- 題材：食品工場内のAGVの脱調予兆検知
- 目的：R-CPSの有効性確認
 - ✓ 短時間で計測環境の立ち上げ → 従来作業の7分の1

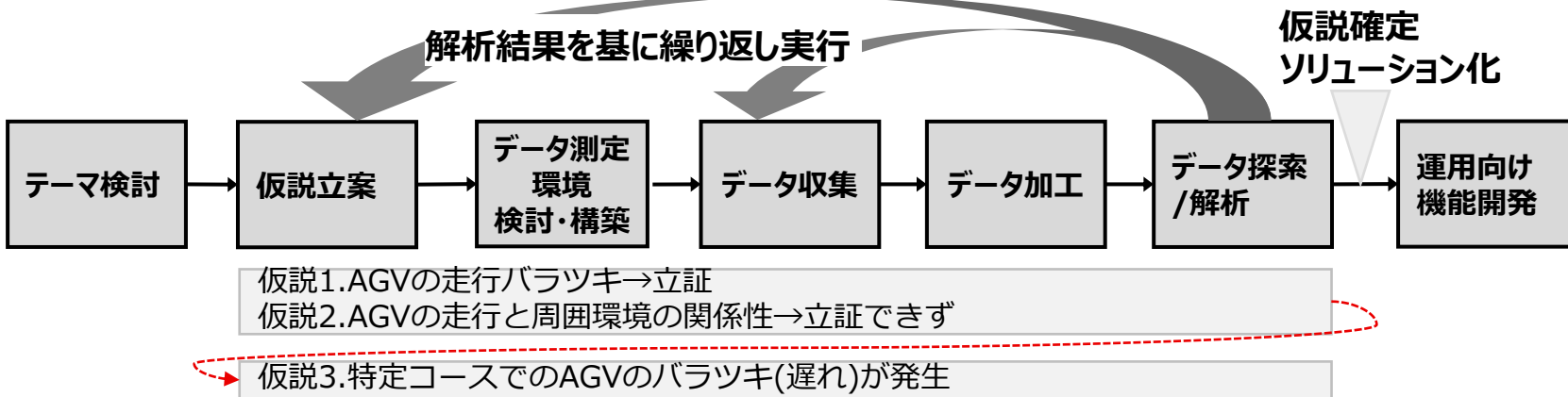


テーマ立案

仮説立案

仮説検証

ソリューション化

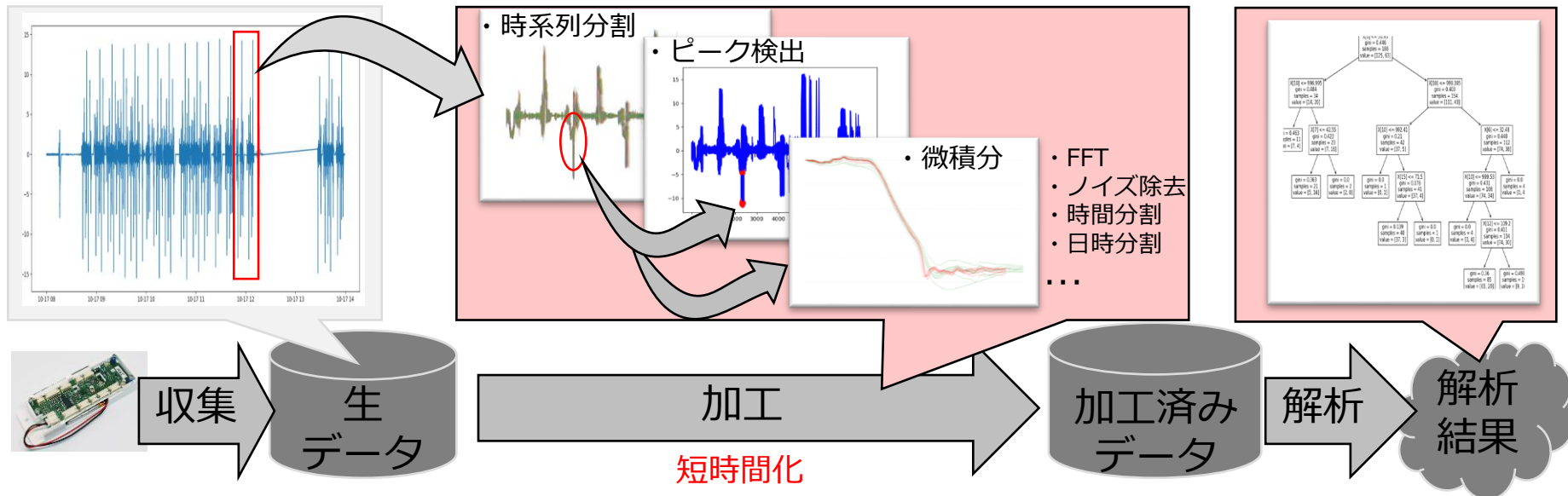


- **相関性**の見出しの**困難性**：データから得られた知見をもって現場の改善を実現するには、仮説立案、検証の繰り返しが必要。また、解を得られるとは限らない。
- **加工・解析**の**困難性**：仮説を検証するためのデータ加工・解析には工数がかかること

Next Step：仮説立案と検証のTry&Errorを加速する、加工・解析の関数を開発

- AGV走行データの加工解析において、
使用頻度の高いデータ加工・解析方法を関数化してライブラリ化

例



- 内閣府SIPの目指す国際展開：SIP成果(SSES)をLF Edgeへ持ち込み
 - ・ 目的
 - ：・ SSESへのフィードバックの獲得
 - ・ 機能強化に繋がるパートナー獲得
 - ・ 展開方法 : SSESを構成するOSSをスタックとして公開

サブテーマ：SSES

立命館大学



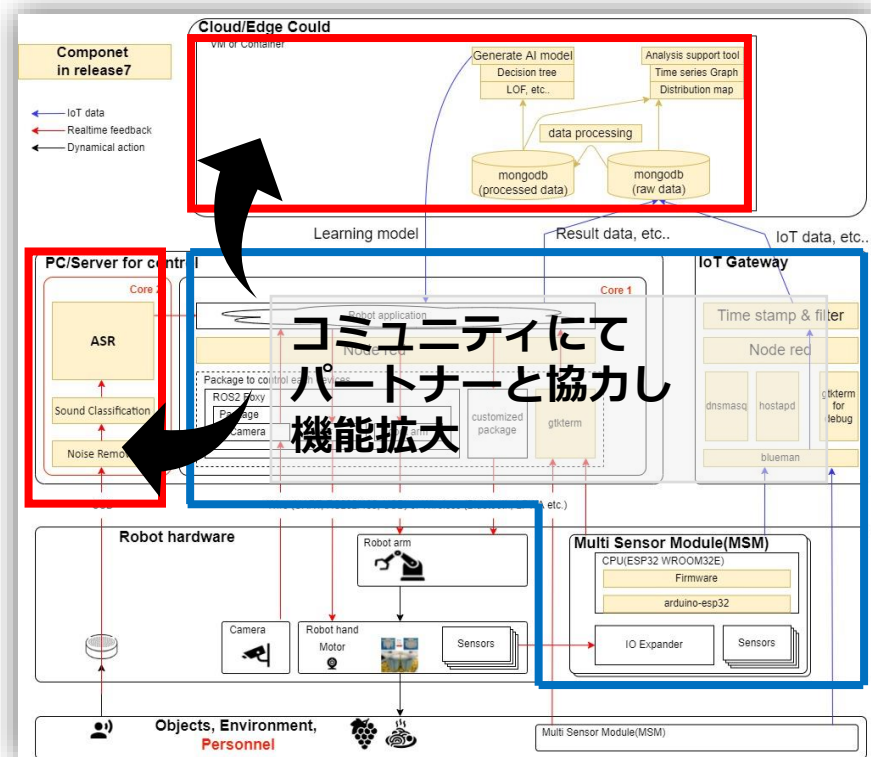
LF Edgeを場とした国際展開の成果

● 成果

✓パートナー(音声認識エンジン)
1社の協力獲得

→コミュニティの中で機能拡大

✓ロボット領域の活動は新しく、
アワードを受賞



【LF Edgeに持ち込んだOSSスタック】

[CPS Robot Blueprint family - Akraino - Akraino Confluence](#)

- 誰もが使えるOSSスタックにする難しさ：
ロボットのアーム(メーカー依存)、ハンド(研究開発での一品モノ)の制御部分の差分をソフトウェアで吸収することが課題。

Next Step : ロボットアームやハンドの抽象化 (ROS2などが候補)



【CPS構築のためのセンサリッチ柔軟エンドエフェクタシステムの開発と実用化】

<https://sip-sses.net/end-effector/>

● まとめ

1. SSES普及における課題の解決策であるR-CPSの有効性を実証実験において確認
2. R-CPSの加工・解析に活用できる関数をライブラリ化
3. LF Edgeを通じたSSESの国際展開と機能強化を開始

● 所感

実証実験を通じて、収集したデータと現場課題の相関性を見つけることの難しさを実感し、CPSの開発のハードルの高さに気づいた
誰もが使える加工・解析に活用できる仕組みはシステム開発をする際に役立つと考えているので、オープンな場で発展させていきたい

本研究開発は、内閣府（CAO）、省庁横断的戦略的イノベーション創造推進事業（SIP）「フィジカル空間デジタルデータ処理基盤」（資金提供：NEDO）の支援を受けて実施されました。
ここに厚く御礼申し上げます



Cabinet Office

<https://www.cao.go.jp>



New Energy and Industrial Technology
Development Organization

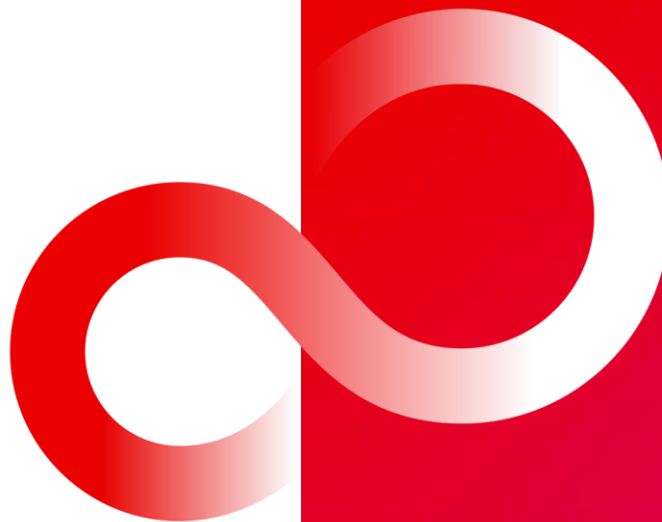
<https://www.nedo.go.jp/index.html>



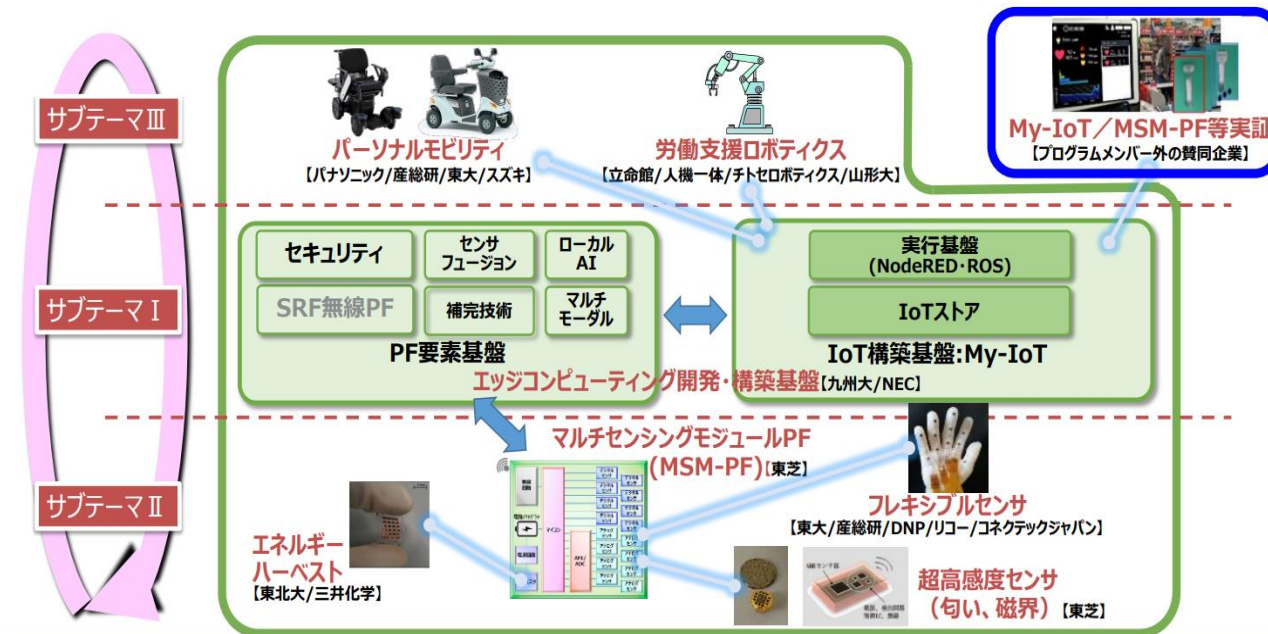
Cross-ministerial Strategic
Innovation Promotion Program

<https://www.jst.go.jp/sip/index.html>

Thank you



● SIPについて



6

SIP Symposium 2021

https://www.sip2021.go.jp/docs/02_briefing_paper_SIP2021.pdf