

技術本部成果発表会(2022年度成果)

講演資料

日時 2023年6月9日(金) 12時55分～17時10分
場所 HSB 鐵砲洲 貸会議室(八丁堀) 及び WEB 開催



目次

1. 安全性向上委員会	1
2. 組込みシステムセキュリティ委員会	10
3. IoT技術高度化委員会	29
4. IoT技術高度化委員会 ドローンWG	55
5 IoT技術高度化委員会 .スマートライフ	71
6. 応用技術調査委員会 OSS	84
7. 応用技術調査委員会 AI研究	105
8. プラットフォーム構築委員会 OPENEL	117
9. プラットフォーム構築委員会 モデリング	148
10. ハードウェア委員会 デバイスWG	162
11. ハードウェア委員会 RISC-V	166



技術成果発表会 2023

「複雑システムにおける安全設計の普及活動の成果について」

2023年6月9日
安全性向上委員会



© Japan Embedded Systems Technology Association

Contents

1. 22年度活動概要

2. 22年度成果紹介

- 安全性向上セミナー『基礎コース』の実施
- 外部連携・発信（外部組織との技術交流および機関誌への掲載）
- 安全性手法の検討（事例：急速充電ステーション）
- まとめ

3. 今後の活動

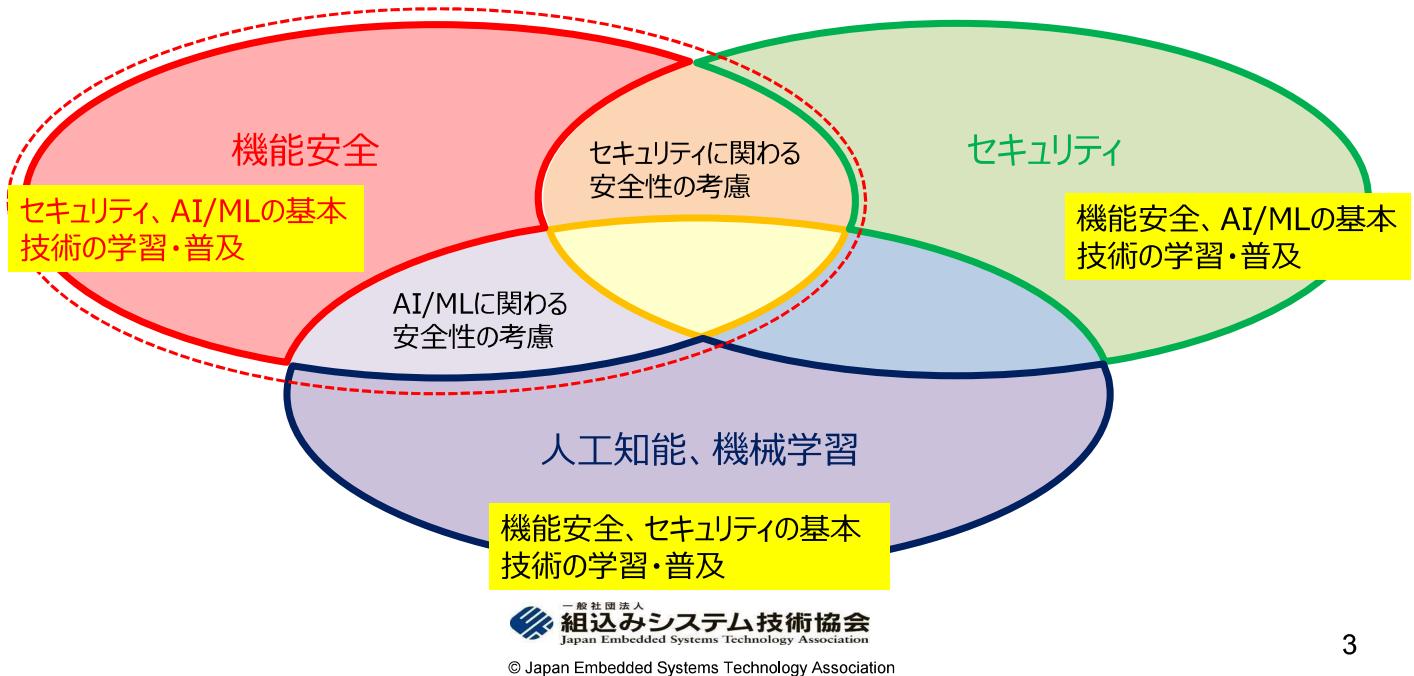


© Japan Embedded Systems Technology Association

1. 活動概要 ~JASA 安全性向上委員会のアプローチ~



[Policy] : 機能安全、情報セキュリティに関して、技術動向の調査・研究を行い、成果は積極的に情報発信していく



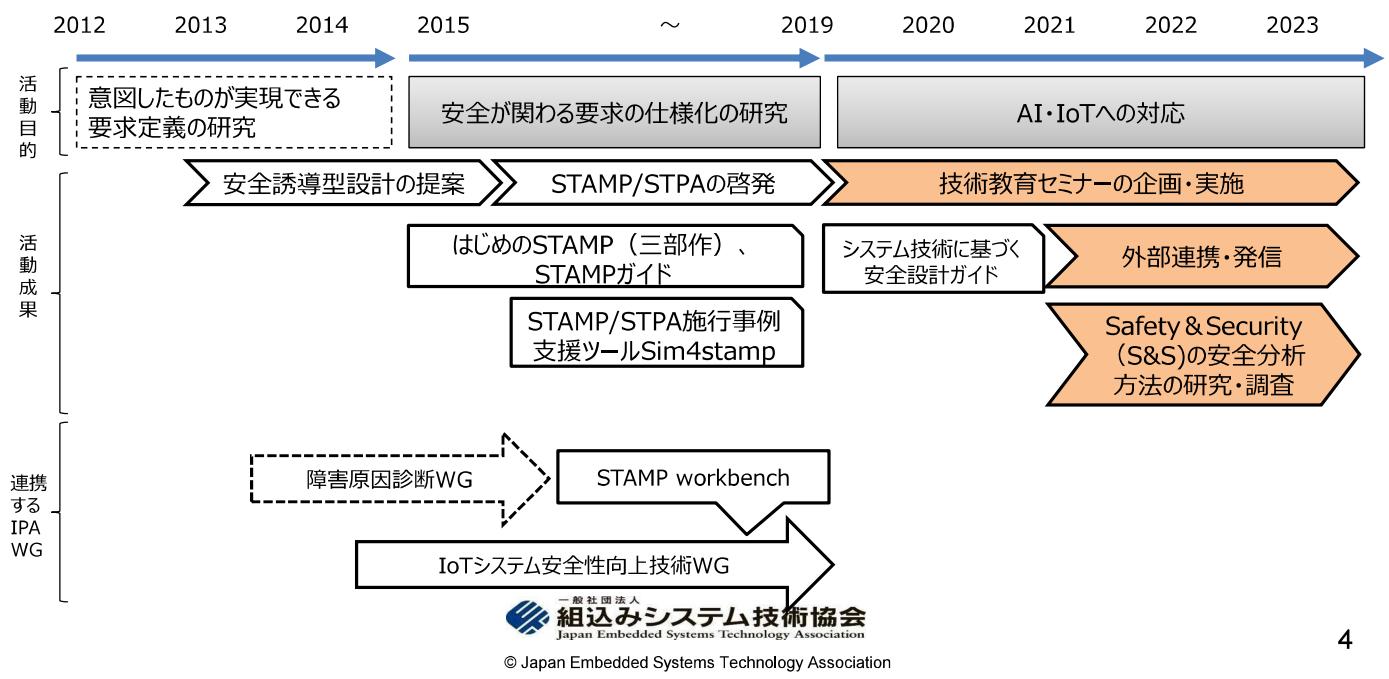
3

1. 活動概要 ~安全性向上委員会の取り組み紹介~



JASAの取り組み紹介

：本日の主な発表



4

2. 22F成果紹介～安全性向上セミナー『基礎コース』～



背景

- 活動方針に基づき、これまでの STAMP/STPA を中心とした知見を普及・展開する「技術教育セミナー」の活動を2019年より開始。
- オンラインセミナー開催の実績を出したものの、コロナ禍により、2021年からオンラインセミナーへ企画変更。
- また、継続的な活動とするための要素として「有料」にチャレンジ。
- 難易度、開催期間などのバリエーションを設け、受講者の需要に合わせた知見の普及を目指す。
- Q&Aの時間を多く設け、受講者に寄り添うことで理解を深めることをねらいとするため、少人数開催とする。



21年度オンラインセミナーをブラッシュアップ

22Fオンラインセミナーの改善ポイント

- 21Fの参加者から好評だったディスカッション要素は継続するため少人数開催も維持。
- STAMP/STPAの難易度が“高い”とアンケート回答が多かったことから、STAMP/STPAのプログラムを見直し、新たに演習要素を盛り込んだSTAMP/STPAの「入門編」を開設。
- トータルでもコンテンツを見直して『入門コース（無料）』と『総合コース（有料）』を統合した『基礎コース（有料）』を設置した。



© Japan Embedded Systems Technology Association

5

2. 22F成果紹介～安全性向上セミナー『基礎コース』～



●安全性向上セミナー『基礎コース』の募集要項

「基礎コース」	
日時	【第1回】2022年 9月28日 (14:00-17:00) 【第2回】2022年10月 5日 (14:00-17:00) 【第3回】2022年10月 9日 (14:00-17:00) 【第4回】2022年11月16日 (14:00-17:00) 【第5回】2022年12月 7日 (14:00-17:00)
開催形式	オンライン (Cisco WebEX)
参加費	有料 【JASA会員】2,000円／回、【一般(非会員)】3,000円／回
参加人数	20名/回
習得できる知識	<ul style="list-style-type: none">安全の基本と、安全論証の重要性を学ぶソフトウェア集約システム・組込みシステムの安全やセキュリティに関する国際規格を学ぶ複雑システムのシステムズ理論に基づく事故モデルのSTAMPをベースとした分析手法であるSTPAやCASTを具体的な事例で学ぶ
予備知識	安全工学に関する一般的な知識ないし業務経験があつた方が望ましいが、必須ではない



© Japan Embedded Systems Technology Association

6

2. 22F成果紹介～安全性向上セミナー『基礎コース』～



●プログラム紹介

【第1回】：安全の基礎とSafety&Security国際規格の動向

「安全の基本 in Society5.0」

「Safetyの国際規格の動向in2022」

「Securityの国際規格の動向in2022」

【第2回】：事例で学ぶSTAMP/STPA（入門編）

「STAMP/STPAとは？～列車ドアの事例～」

「STAMP/STPA分析入門～例題を用いた分析手順の解説～」

※副講師に(独)情報処理推進機構(IPA)石井 正悟様を招待

「とりこ検知システムの分析事例」

【第3回】：事例で学ぶSTAMP/STPA（中級編）

「EPBシステムの分析とリスク評価」

「SOTIF(ISO21448)とSTPAの比較」

「新しい安全工学STAMPのパラダイムシフトとは」

2. 22F成果紹介～安全性向上セミナー『基礎コース』～



【第4回】：事例で学ぶSTAMP/CAST

「事故から多くを学ぶための分析手法CASTの紹介～CAST HANDBOOKをベースに～」

※講師にBIPROGY(株) 福島 祐子様を招待

「シーサイドライン事故のCAST分析」

「独居世帯見守りのためのIoTシステムの事例」

【第5回】：安全とセキュリティ

「STAMPモデルによる“Security informed safety”分析例」

「STPA-secの概」

「組込みシステムセキュリティ委員会の活動より」

※組込みシステムセキュリティ委員会と連携

2. 22F成果紹介～安全性向上セミナー『基礎コース』～



【結果】

- 参加企業
 - ・日産自動車、三菱電機、タダノetc…
- 職種
 - ・システムアーキテクト、ソフトウェア開発技術者など
- セミナーの満足度
 - ・概ね満足が大半
- STAMP/STPAのコンテンツの難易度について
 - ・昨年度より難しいの声は減った（見直しの効果アリ）
- 技術ディスカッションの成果
 - ・株式会社タダノ様のSTAMP適用の取組みについて、安全性向上委員会がトライアルのサポートを行う
- その他
 - ・オンライン開催だから参加できたの声もあった

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association

9

2. 22F成果紹介～外部組織との技術交流および機関誌への掲載～



技術交流

- 招待講演：「自動車業界におけるSTAMP/STPAの普及活動 SAE J3187」（株式会社TierIV 岡田様）
- 招待講演：「住宅IoTシステムの機能安全標準化動向」（株式会社アトリエ 水口様）
- 安全性向上セミナーの参加を通じて、**株式会社タダノ様**におけるタワークレーンの遠隔操作に関する安全性分析事例の紹介

安全工学会 定期刊行物に掲載

※会誌「安全工学」Vol.62 No.3 掲載

- 「システム思考による複雑システムの安全分析」
 - 会津大学名誉教授 兼本 茂／仙台高等専門学校 岡本 圭史

【Abstract】：安全制御構造図に基づいた損失シナリオの抽出手順は一見簡単に見えるが、抽象化と階層化の意味を十分に理解しないと期待する成果が得られないため、具体的な事例を交えて、この意味を解説するとともに、手法の中で定義されていないリスク評価の方法論についても具体的方法提案する。

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association

10

2. 22F成果紹介～安全分析手法の検討～



【アプローチ】

ソフトウェアに関する安全分析を行う手法の提案に向け仮想事例を定義し、種々の安全分析手法を適用して比較検証を行った。

【題材】

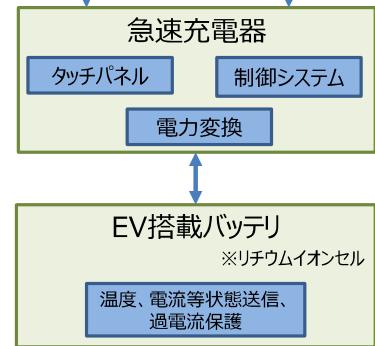
EV向け、急速充電ステーション

★仮想的な製品定義を行って安全分析を行ってみた。



EV充電操作者

外部ネットワーク

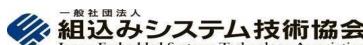


【EV向け急速充電器】

三相交流を入力とし、直流出力、高圧大出力（DC150～450V）で充電を行う（充電時間は30分を標準）

【EV搭載バッテリ】

- リチウムイオンバッテリセルを複数直列に結合したバッテリパックをさらに直列に結合したもの。
- 充電は、独特の充電特性の準拠が求められる。
- リチウムイオン電池はエネルギー密度が高く、取り扱いに注意が必要。



一般社団法人
組込みシステム技術協会

Japan Embedded Systems Technology Association

11

2. 22F成果紹介～安全分析手法の検討～



●実施した安全分析手法

[FMEA、HAZOP、STAMPの3種を実施し、比較を行う。](#)

分析手法	実施内容
FMEA	ハードウェア階層のモデルから部品を特定し、その故障モードを分析し、影響度を検討する。
HAZOP	システムの仕様を定義するUML図（ユーズケース図、ハードウェア配置図、シーケンス図、状態マシン図）を用い、12個のHAZOPガイドワードを適用し、危険分析を行った。
STAMP	アクシデント、ハザード、安全制約を規定し、コントロールストラクチャ図を書き、UCA（Unsafe Control Action）を抽出する。ここではさらにコントロールループ図を作成し、HCF（誘発要因）を特定し、発生シナリオを案出した。 また、Sim4stampツールを用いて、異常をシミュレーションし、UCAのヒント一覧を作成した。それを用いて、UCAの一覧を再作成してみた。



一般社団法人
組込みシステム技術協会

Japan Embedded Systems Technology Association



12



2. 22F成果紹介～安全分析手法の検討～

●分析結果の比較

A screenshot of six separate FMEA analysis reports from different organizations. Each report includes columns for Failure Mode, Cause, Consequence, and other technical details. Red arrows point from each report to a central callout box.

分析された原因で他の手法に無いもの
注)分析の粒度や切り込み方が異なることを考慮して
比較したものです。

**同じことな
ので一つと
見なす**



【今後の課題】

FMEA、HAZOP、STAMPのそれぞれについて、結果の粒度、表現が異なることから

- 3つの分析結果の相互検証の深堀。
- 実施する上で注意事項の提示。

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association

13

2. 22F成果紹介～まとめ～



【安全性向上セミナー】

- コンテンツの難易度を改善することができた。
- オンラインで演習形式を行うことは難しいため、コロナ禍が落ち着いたことでオンラインセミナーの再開と、オンラインだから参加し易いとの声も考慮に入れて23Fの開催形式を検討する。

【外部組織との技術交流および機関誌の掲載】

- 安全性向上セミナーを通じて株式会社タダノ様の製品仕様に入り込んだ安全性分析の議論を実施していく。
- STAMP/STPAを活用するためのTipsを事例交えて外部に発信することができた。

【安全分析手法の検討】

- 3つの分析手法の結果比較見える化することで特徴を評価し、課題を明確にすることができた。

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association

14

3. 今後の活動



2023年度の活動計画

【つながる社会での機能安全WG】

- AI/ IoT エッジの安全について理解を深める。
- Safety & Security (S&S)の考え方をまとめ、外部に発信する。
- STAMP/STPA/CASTにかかる事例を集め、つながる社会での機能安全に役立つ考え方としてまとめる（※船舶関係にアプローチ）

【安全仕様化WG】

- 安全が関わる要求を仕様化するプロセスを研究し、プロセスモデル又は手法を提案する。啓発・学術活動として、セミナー講師の派遣、学会や技術誌への投稿を行う。
- 安全性に関わる設計の課題検討事例をSTAMP/STPAを中心とした手法を活用し、上流工程の安全仕様の向上に努める（※タダノ様の案件と一緒に議論）

【啓発・連携WG】

- 委員会活動の成果を発信し、社会啓発に資する。また、外部との交流の中からオープンイノベーションの機会を増やしていく。
- JASA内外への技術教育の提供（23F 安全性向上セミナーの企画・実施（コンテンツの充実、講義内容の工夫etc..））

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association

15



【安全性向上委員会】

2023年6月9日 発行

発行者 一般社団法人 組込みシステム技術協会
東京都中央区入船1-5-11 弘報ビル5階
TEL: 03(6372)0211、FAX: 03(6372)0212
URL: <http://www.jasa.or.jp/>

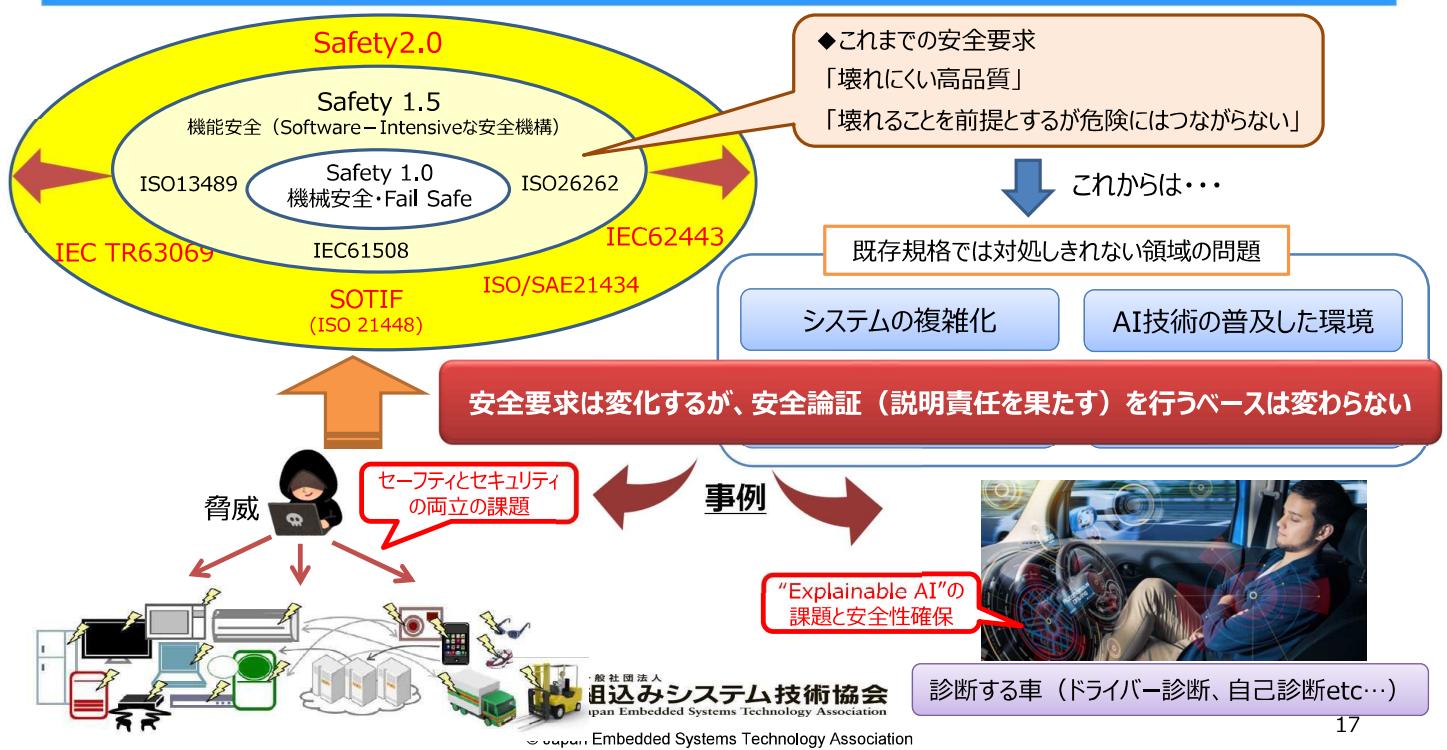
本書の著作権は一般社団法人組込みシステム技術協会(以下、JASA) が有します。
JASAの許可無く、本書の複製、再配布、譲渡、展示はできません。
また本書の改変、翻案、翻訳の権利はJASAが占有します。
その他、JASAが定めた著作権規程に準じます。

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association

16

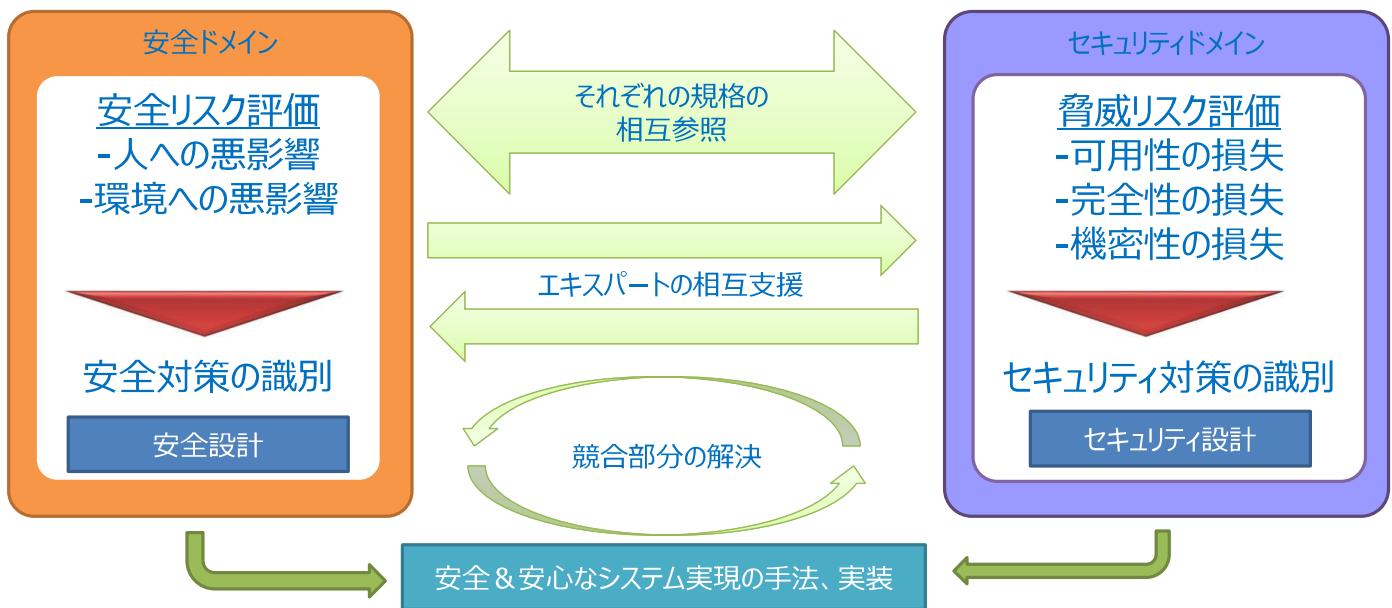
1. 活動概要 ～なぜ安全性の向上が必要なのか？～



1. 活動概要 ～セキュリティと安全性の取り組み（委員会の役割）～

安全性向上委員会

組込みシステムセキュリティ委員会



参考：IEC TR63069:2019内容を参考に作図

18



2022年度 成果発表

セキュリティ教育の現状と認定制度について

～ 22年度活動内容および、23年度以降の動向～

2023年6月9日

組込みシステムセキュリティ委員会

副委員長 牧野 進二

buildlab.koha9ru108@gmail.com



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

1

発表内容

1. IPA IoTセキュリティ教材の配布状況
2. JASA版 セキュリティ教材状況
3. IoT機器の認定事業について
4. 23年度の取組み



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

2



JASAビジョン2030

セキュリティ関連施策の検討

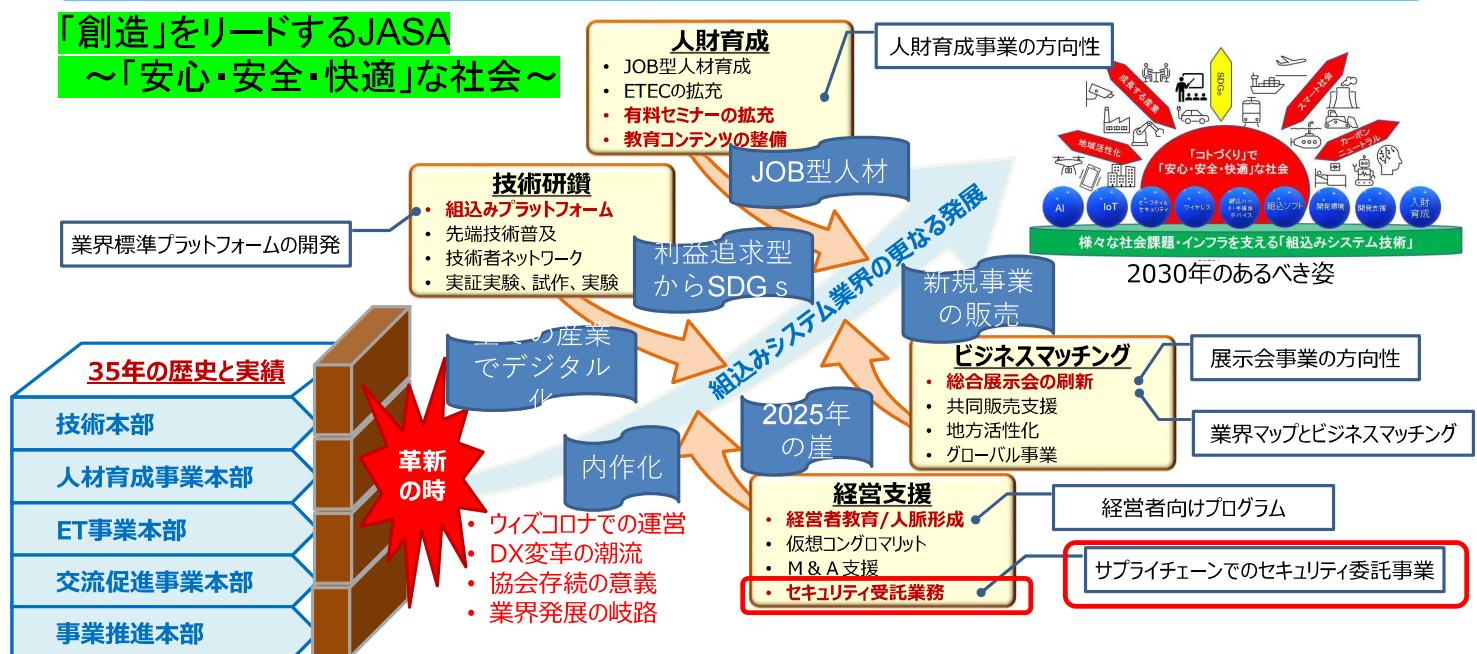
振り返り

一般社団法人 組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

3

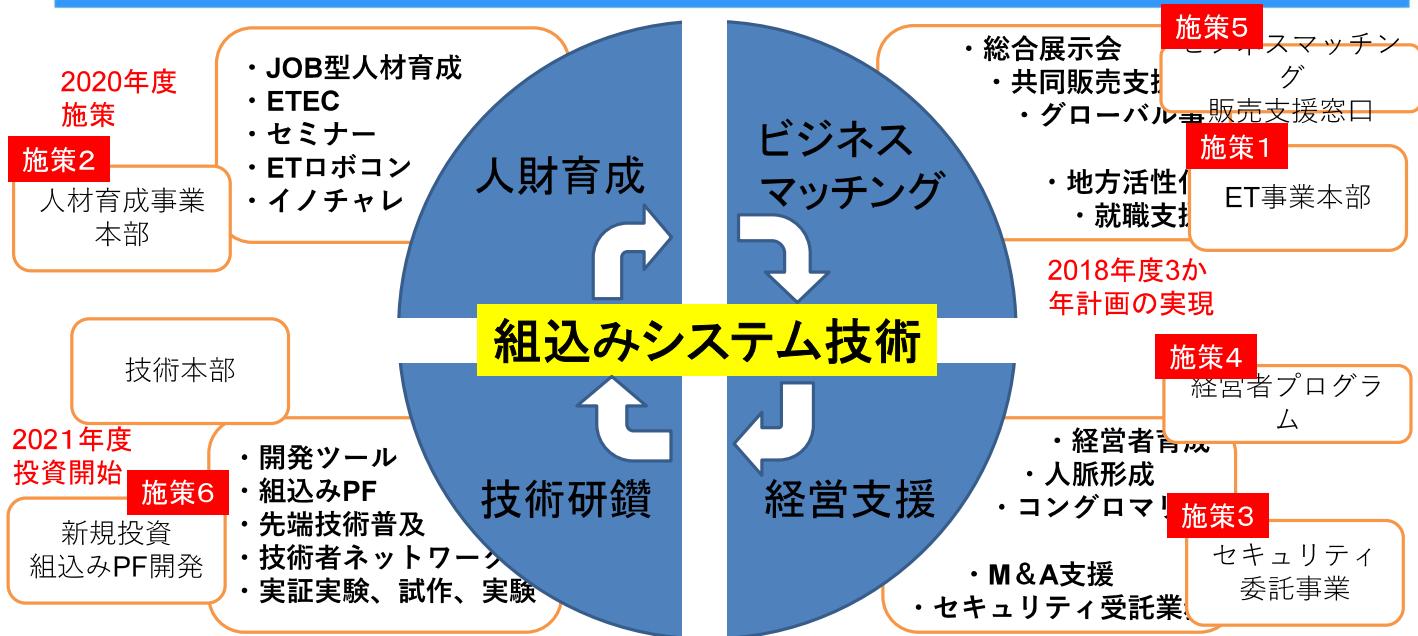
JASAビジョン2030と重点施策とセキュリティ施策の位置づけ



一般社団法人 組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

4

JASAビジョンと3か年計画の骨子



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

5

施策1：IoTセキュリティ教育事業への展開



「つながる世界の開発方針」を実装できる組込みシステムエンジニアの教育を通じて、スキルアップを行い、安心安全なIoT、組込み機器の実現を目指す

- IPA様 2020年度事業で情報セキュリティ大学院大学へ委託開発された「IoTセキュリティ教材」について今年度JASAへ利用許諾(2021年度中)
- JASAでは「組込みセキュリティ委員会」にてこの教材をベースに会員企業、業界エンジニア向けの教育コンテンツとしてブラッシュアップしたのち、JASA研修事業として展開を計画(2021年度から2021年度上期)
- 2021度は、試験運用として、JASA会員企業向けのパイロット研修を実施予定
- 2022年度以降、JASA研修事業として、有償化を目標に、コンテンツの定期メンテナンスを計画
- 中期的な展望としては、技術者認定試験(ETSS.ETECと連動)、高いIoTセキュリティ技術を持つJASA会員企業を取りまとめてセキュリティ関連開発、コンサルなどの委託事業展開などを視野

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

6

施策2：IoTセキュリティの国際安全基準適合の認証支援



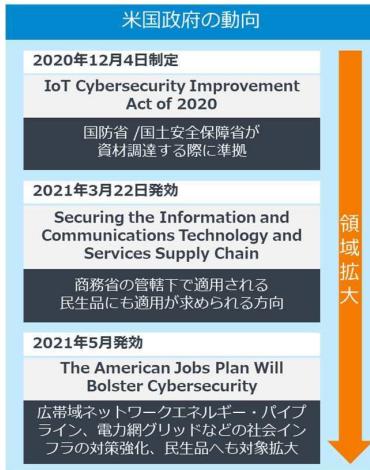
グローバル動向

- ◆ 米中貿易摩擦
- ◆ 半導体調達不安
- ◆ サプライチェーンリスク



メーカーの必要対応事項

- ◆ セキュリティの国際安全基準への適合、認証が調達条件
- ◆ コスト、スケジュール



サプライヤ・組込みソフトウェアベンダーへの要請

JASAに期待される役割

- ✓ 組込みエンジニアへのセキュア設計、コーディング、テスト技術の教育、育成、技術者認定
- ✓ 国際安全基準をクリアするための認証取得支援
- ✓ ソフトウェア部品、企業の認定



求められる事項

- ◆ 国際安全基準レベルのセキュリティ設計、実装技術
- ◆ 適合レベルのソフトウェア部品、SBOMの証明

JASAでIoTセキュリティに関する国際安全規格の認証支援委託事業展開

7

一般社団法人 組込みシステム技術協会

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023



IPA IoTセキュリティ教材の配布状況

一般社団法人 組込みシステム技術協会

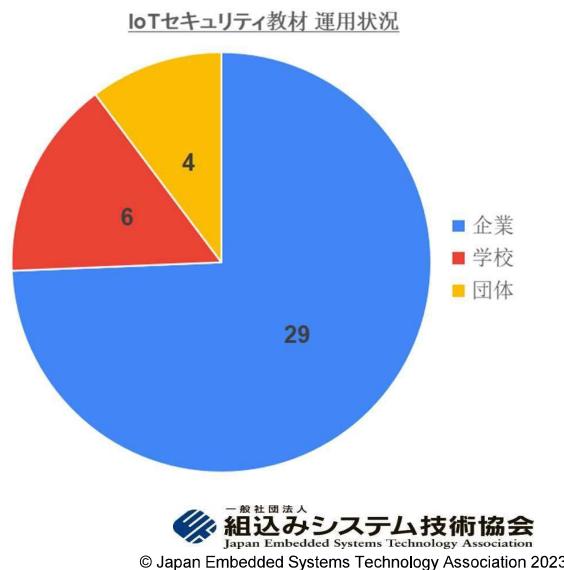
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

8

1. IPA IoTセキュリティ教材の配布状況



- 2020年にIPAから、「IoTセキュリティ教材」の移管をして頂き、教材の配布対応を実施している状況。

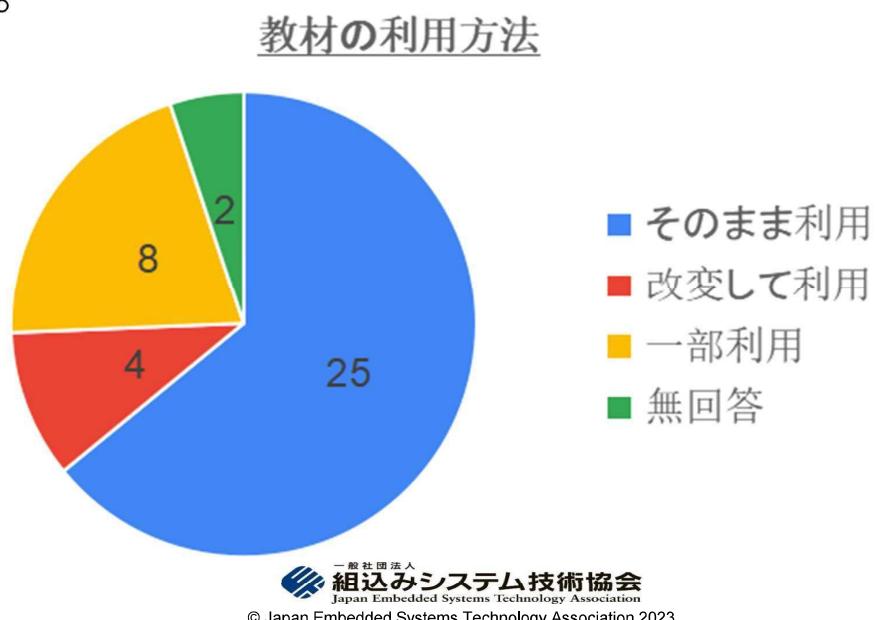


9

1. IPA IoTセキュリティ教材の配布状況



- IoT教材の利用状況としては、半数以上がそのまま利用する状況。



10

1. IPA IoTセキュリティ教材の配布状況



- IPA IoTセキュリティ教材については、演習部分、内容などの改変が必要な状況となっている。
 - ・特に演習部分は、問い合わせを受けてもJASAでの対応が難しいこともあり、配布方法などを変更する予定。



JASA版 セキュリティ教材状況



2. JASA版 セキュリティ教材状況

- 2022年度にIPAに訪問し、「IoTセキュリティ教材」の配布状況について共有を行った。
- JASAとして、維持管理していくため、以下のような内容でJASA版 セキュリティ教材を開発することになった。
 - IoTセキュリティ教材の開発から約4年経ったており、内容が一部古く、改版が必要になってきております。また、IPA様で取って頂いたアンケート結果からも難易度が高いなどの改善希望もあったため、内容をJASAにて見直し、継続利用させて頂ければと思っております。

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

13



2. JASA版 セキュリティ教材状況

- IPA様アンケート結果からの改善希望(抜粋)

(1) 全体

20-43	教材のみではなかなか演習までたどり着くのは難しかったです。総合的にセットで提供する方法を考える頂きたいと思います。セキュリティを中心に構成されたカリキュラムではなかったので、まだ基礎的な知識が必要
20-43	学部の学生にはかなり難しく感じられているので、この教材に入る前の段階で使われる、レベル毎の教材、いわゆる、全体的に基礎から応用まで学習できるカリキュラムを基に考えた教材が欲しい

(2) 教材の構成や体裁

20-4	資料に統一感がないところがあるように思いました。
20-9	I分野に関する資料のボリュームが多いので、資料が細分化されていると使いやすい。
20-10	口頭での説明が前提となっているためか、話の流れや、スライドの記載の意図がわかりづらい資料がありました。 (それで?に該当する内容が書かれておらず、何のための情報を提示していただいたのか読み取りづらいというような感じです。)
20-38	資料作成を複数人で行なっていると推察します。 そのため、それぞれの方の資料作成の癖が出てしまっており、各回でスライドの印象がガラリと変わってしまう。 また、セキュリティ以外の前説明がやや多いので、少し削ってもよいかもしれません

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

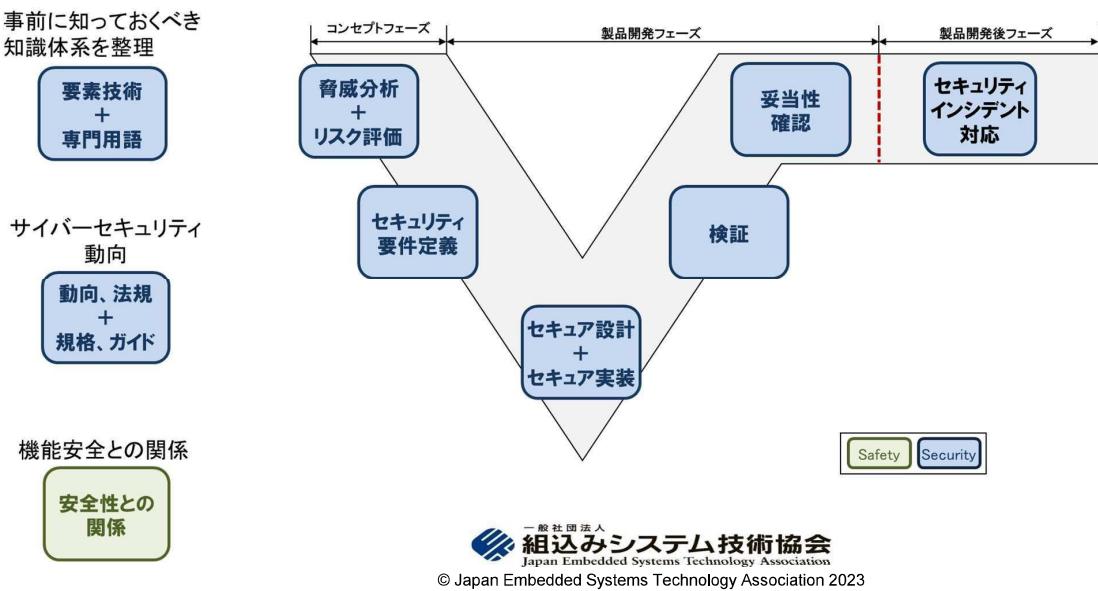
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

14

2. IoTセキュリティ教材の改版について



- IPA様アンケート結果から、改善要望に沿ってJASAにてコンテンツの再開発を実施しております。

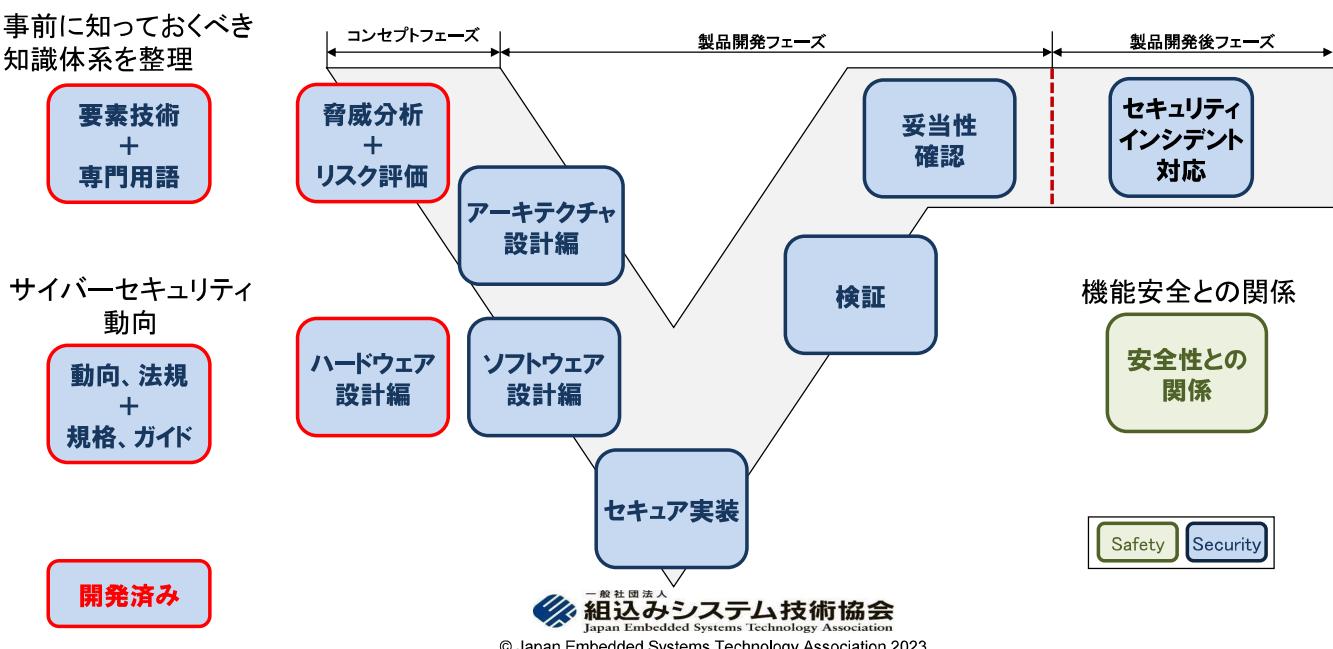


15

2. IoTセキュリティ教材の改版について



- 現在の開発状況



16

2. JASA版 セキュリティ教材状況



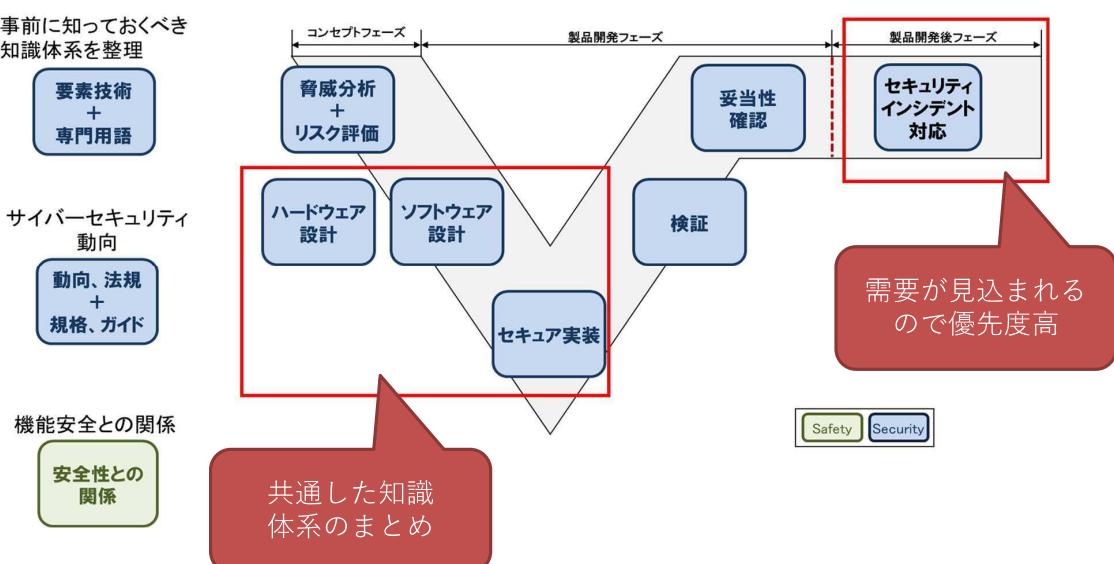
■ 人材育成事業部とのJASA版 セキュリティ教材の検討

- ・ 現状、組込みシステムセキュリティ委員会で作成しているコンテンツを見て頂き、教育コンテンツ化を検討して頂く。
- ・ ソフトウェア/ハードウェア設計部分は、分野・製品などに依存する部分があるので、共通的な知識体系的なコンテンツに向けた改版していく方向
- ・ 優先的には、法規、規格などの整理と知識体系を整理した改版していく方向
- ・ PSIRTなど、インシデント対応の方が需要が見込まれるうなうので、優先的に対応していく方向

2. IoTセキュリティ教材の改版について



■ 人材育成事業部とのJASA版 セキュリティ教材の検討





IoT機器の認定事業について

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

19

3. IoT機器の認定事業について



METI:産業サイバーセキュリティ研究会 ワーキンググループ3

「IoT製品に対するセキュリティ適合性評価制度構築に向けた検討会」により、IoT機器のセキュリティ強化に向けた適合性評価制度の検討が進捗

第2回検討会資料より

【参考】適合性評価制度の背景となる課題

経済産業省

資料4

IoT製品に対するセキュリティ 適合性評価制度の構築について

2023年3月17日

- IoT製品の安全性確保に向けては、以下に示すおり、IoT製品ベンダーにおける課題、IoT製品利用者・調達者における課題及び国民全体の課題が存在すると考えられることを提示した。

【IoT製品ベンダーにおける課題】

- IoT製品に対するセキュリティ対策状況が適切に評価されず、製品価値の向上につながらないおそれがある。
- 既存制度の認証取得による明確なインセンティブが存在せず、認証を取得してもコスト増のみで、製品売上につながらないおそれがある。
- 諸外国の制度と協調的な制度が構築されない場合、諸外国の制度の適合性評価を受ける際に別途の負担が必要となる。

【IoT製品利用者・調達者における課題】

- 現状ではセキュリティ対策状況が可視化されていないため、適切な対策が施されたIoT製品を選ぶことができないおそれがある。
- 適切な対策が施されたIoT製品を利用できない場合、当該IoT製品がサイバー攻撃を受け、利用者に対して悪影響を及ぼすおそれがある。

【国民全体の課題】

- マルウェア攻撃によりIoT製品がボット化して他のシステムに悪影響を及ぼすリスク、不正アクセスにより利用者のプライバシー侵害に関するリスク、サイバー攻撃により人体への物理的影響を及ぼすリスク等、IoT製品を狙ったサイバー脅威が高まっている。
- 諸外国はIoT製品に対するセキュリティ対策の取組を進めているところ、十分な取組を実施しない場合、我が国のIoT製品が集中的に狙われ、国内のシステムや国民の生活に悪影響を及ぼすおそれがある。

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

20



3. IoT機器の認定事業について

【参考】適合マーク発行の類型

- 適合マーク発行の類型について、マーク発行者（国・独法・民間団体）と法的な紐づけ有無に基づき、大きく4つの類型に分類される。
- 法的な紐づけがある場合（類型A～C）においても、国自身が適合マークを発行するスキームは稀であり、一般的には、所管省庁の登録・認定を受けた認証機関によりマークが発行される。

マーク発行者	法的な紐づけあり		法的な紐づけなし
	【類型A】 消費者庁	特定保健用食品マーク（健康増進法）	
独法	【類型B】 独立行政法人情報処理推進機構（IPA）	JISSEC認証マーク（情報処理の促進に関する法律（情報促進法））	-
	独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）	ASNITE認証シンボル（独立行政法人製品評価技術基盤機構法（NITE法））	
	独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）	JNLA認証シンボル（NITE法、工業標準化法（JIS法））	
民間団体	【類型C】※法に基づく登録を受けた機関がマークを付与		【類型D】
	電気安全環境研究所（JET）、日本品質保証機構（JQA）、UL Japan、テュフライアンド・シバイン、電磁総合技術センター、日本ガス機器検査協会など	◇PSEマーク（電気用品安全法、NITE法）	電気製品認証協議会（SCEA） Sマーク
	UL Japan、テコフ・ラインランド・ジャパン、コスモス・コーポレーション、JATE（電気通信端末機器審査協会）など	技適マーク（電波法、電気通信事業法）	重要生活機器連携セキュリティ協議会（CCDS） CCDSセーフティケーションマーク
	日本穀物検定協会、日本食品分析センター、日本食品油脂検査協会など	JASマーク（日本農林規格等に関する法律）	一般社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会（JBMA） BMSSecマーク
			公益社団法人日本防犯機器認定協会 優良防犯機器認定マーク（RBSSマーク）
			一般財団法人VCCI協会 VCCIマーク

JASA-SIOTP協議会としては、適合性評価のための認証事業を通じて社会インフラのシステムの一部となる産業機器のセキュリティ強化に貢献したい



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

21

3. IoT機器の認定事業について



設立趣旨

セキュアIoTプラットフォーム協議会は、日本の産業界の知見を集約し、全世界のIoT機器およびサービスに対し、安心・安全な新社会基盤を創出する。

事業内容

- 次世代 IoT セキュリティ標準の規格化およびデファクトスタンダード化に向けての普及活動
- IoT 利活用推進および事例構築
- 共同実証実験(POC)の実施
- 最新 IoT 関連情報の発信
- セキュリティ人材の育成
- セキュリティ関連認証事業
- 上記の項目に付帯する活動



IoT機器適合性評価事業
「セキュアIoTプログラム」における共同運営

安心・安全なデジタル社会の実現に向けてIoT機器のサイバーセキュリティ対応力を強化



設立趣旨：組込みシステムにおける応用技術に関する調査研究、標準化の推進、普及及び啓発等を行うことにより、組込みシステム技術の高度化及び効率化を図り、もって我が国の産業の健全な発展と国民生活の向上に寄与することを目的とする。

「創造」をリードする JASA

～「安心・安全・快適」な社会～



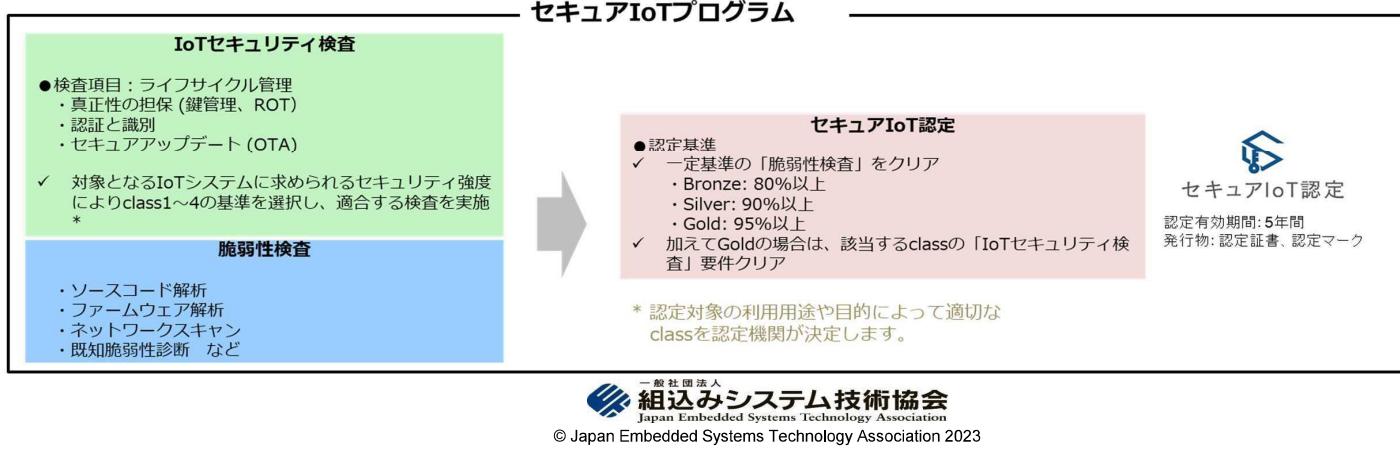
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

22



3. IoT機器の認定事業について

- 「脆弱性検査およびIoTセキュリティ検査」とIoTシステムに求められるセキュリティ要件を以下の点に絞り込み、国際標準への適合性を確認する「セキュアIoT認定」を組合せたIoT機器のセキュリティ適合性評価基準を満たすプログラム
- 産業用システム、業務システム、コンシューマ機器における最終的なIoT機器だけではなく、IoT機器を構成する部品やソフトウェア、システムも認定対象（対象となる機器に求められるセキュリティレベルにより、1～4までのクラスを設定）
- セキュアIoTプラットフォーム協議会が発行する「IoTセキュリティ手引書」を認定基準(IEC62443、SP-800シリーズなどセキュリティ国際安全基準/ガイドラインの参考し策定)として検査
- JASA / SIOTP協議会が運営事務局、認定機関となり、登録指定検査事業者により、申請された事業者のIoT機器の検査実施、結果を「セキュアIoT認定」として認定



23



3. IoT機器の認定事業について

- 政府、METIとして基本方針、適合性評価を行う民間認証機関のクライテリア、適合認証機関の認定などまでの整備を行い、運営は、認定事業者を推奨する方向性
- 一般消費者向けIoT機器は、CCDS認証が候補、**JASA/SIOTP協議会としては産業向けIoT機器を中心としたより高いセキュリティレベルが求められる適合性評価、認証を実施**





23年度の取組み



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

25

4. 23年度の取組み



- 組込みシステムセキュリティ委員会としては、2030年に向けた対応として、以下を推進
 - JASA版 セキュリティ教材の開発、運用
 - IoT機器の認定事業の立ち上げ
- 上記の推進にあたっては、各国の動向を反映しながら対応内容を変えていく方針

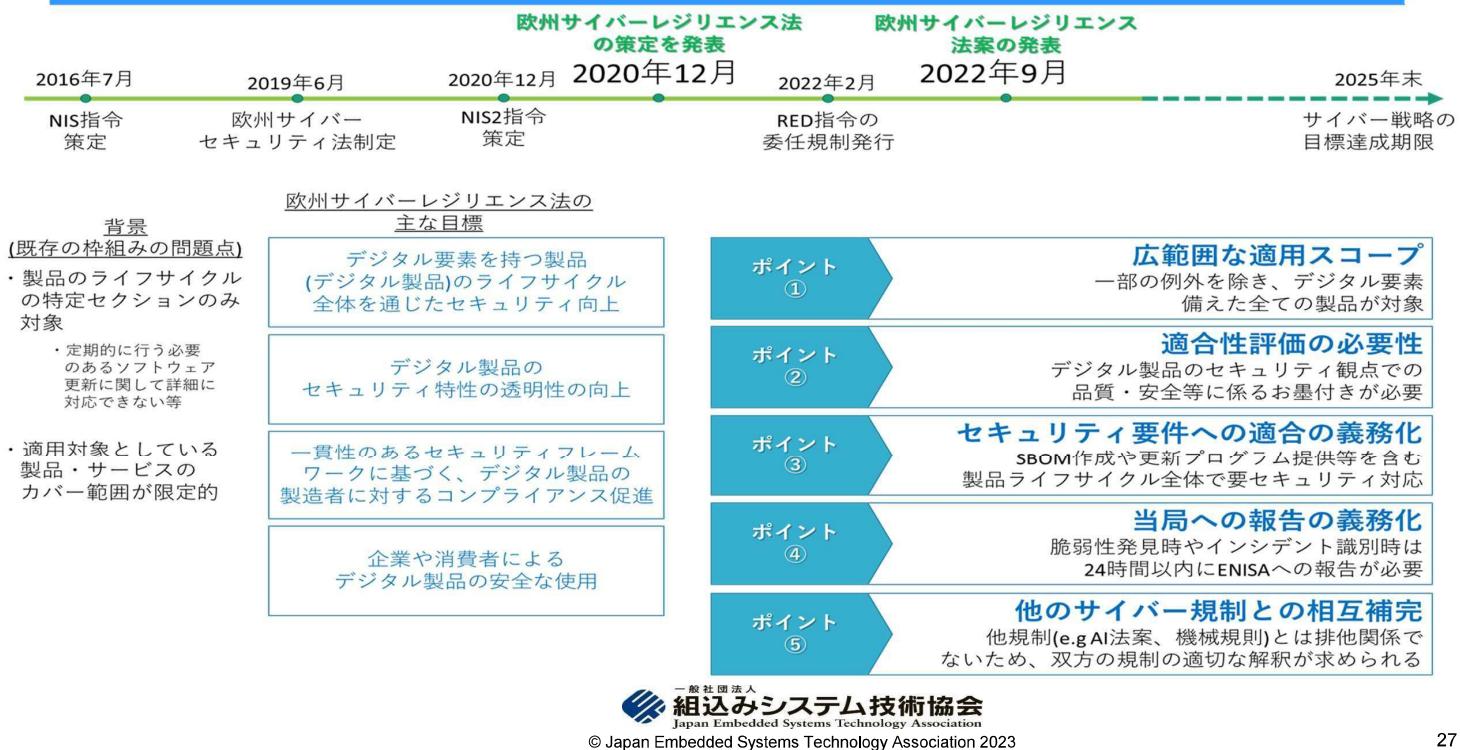


© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

26



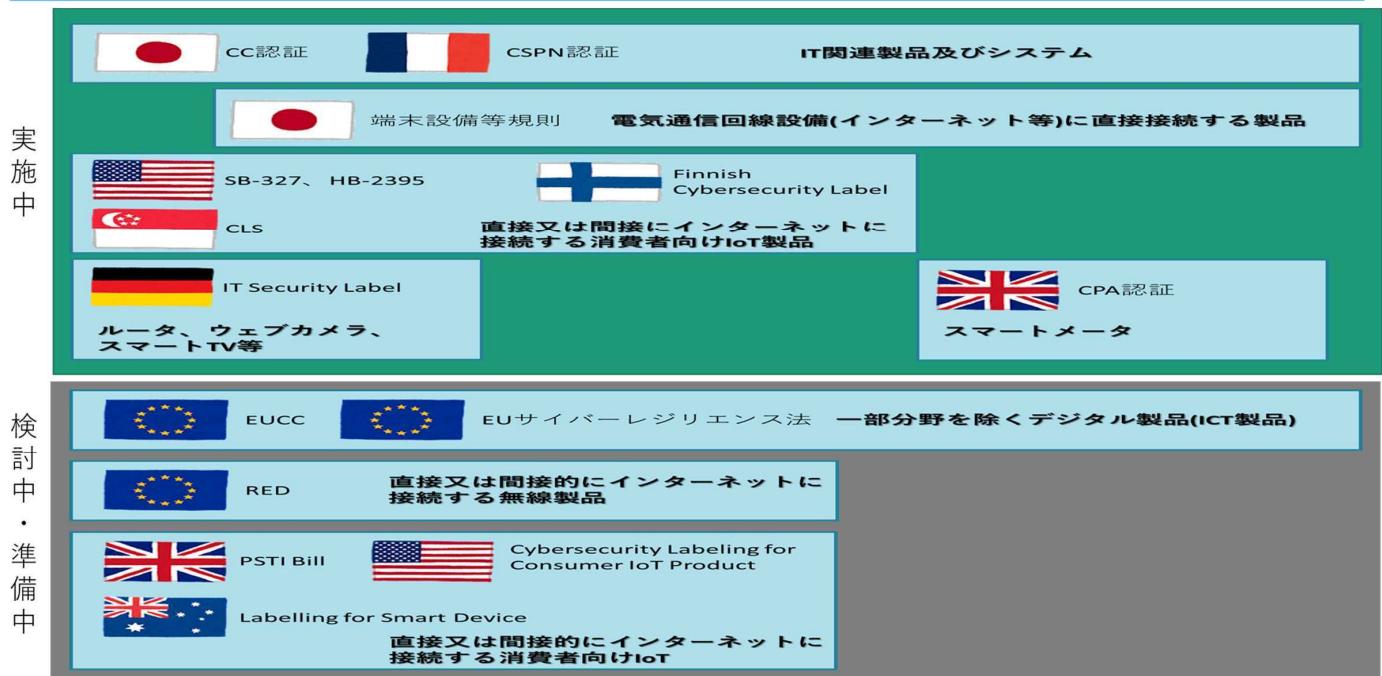
4. 23年度の取組み



27



4. 23年度の取組み



28



4. 23年度の取組み

国	制度名	制度分類	制度オーナ	認定取得・ラベル取得に要する費用	基準	製品数※1
米国、英国 日本など※2	Common Criteria	認証	各国セキュリティ 関係機関	EAL2で1,000万～2,000万円、 EAL3で1,600万～2,700万円、 EAL4で4,000万～1億円程度。	ISO/IEC 15408	1,652
米国、日本 など	Component Security Assurance (CSA)	認証	ISASecure	約1,000万円	IEC 62443-4-1 IEC 62443-4-2	58
	EUCC	認証	ENISA	-	ISO/IEC 15408 に 基づく基準を検討中	-
	Certification de Sécurité de Premier Niveau (CSPN)	認証	ANSSI※3	約300万円～600万円	ISO/IEC 15408を一部抜粋した 基準	53
	Commercial Product Assurance (CPA)	認証	NCSC※4	約2,000万円	The CPA Build Standard	39
	Cybersecurity Labeling for Consumer IoT Product	ラベリング	未定	-	NISTIR 8259に基づく 基準で確定	-
	IT-Sicherheitskennzeichen (IT Security Label)	ラベリング	BSI※5	約1万円～50万円+検証費用	ETSI EN 303 645やBSIの 技術ガイドラインに基づく基準	34
	Labelling for Smart Devices	ラベリング	未定	-	ETSI EN 303 645の予定	-
	Cybersecurity Labelling Scheme (CLS)	ラベリング	CSA※6	約5,000円～35万円+検証費用	ETSI EN 303 645やIMDA ガイドラインに基づく基準	222
	Finnish Cybersecurity Label	ラベリング	TRAFICOM※7	約10万円+検証費用	ETSI EN 303 645に基づく 基準	17

一般社団法人 組込みシステム技術協会

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

29

4. 23年度の取組み



■ ETSI EN 303 645の文書体系



一般社団法人 組込みシステム技術協会

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

30

4. 23年度の取組み



■ 現状各国動向からみて、欧州規格の理解と取扱が重要

章番号	章説明	概要
5.1	共通のデフォルトパスワードは設けないこと	IoT機器に初期パスワードを設定する場合は、機器毎にランダムなものを割り当てる。ユーザによってパスワードを変更できること
5.2	脆弱性のレポートを管理する手段を実装すること	社外からの脆弱性報告を受け付ける窓口を公開すること。脆弱性報告の対応ルールを設けること。
5.3	ソフトウェアを最新の状態に保つこと	機器のサポート期間を明確に告知し、期間内はセキュリティアップデートしたソフトウェアを提供すること
5.4	機密性の高いセキュリティパラメータを安全に保存すること	証明書、鍵、IDなどセキュリティに関わるパラメータや個人情報などのパラメータは保護されたストレージやメモリ空間に配置すること
5.5	安全に通信すること	認証、暗号通信を利用した通信をすること
5.6	外部に見える攻撃対象領域を最小限に抑えること	ソフトウェアの実行権限、外部に出ているインターフェースの制限など脅威の対策ができていること
5.7	ソフトウェアの整合性を確保すること	セキュアブート、セキュアなアップデート、改ざん検知など整合性を確保すること
5.8	個人データは確実に安全に取り扱うこと	個人データは機密性を保つため暗号化を仕様して保護すること。IoT機器が持っているセンサ機能をユーザーに明示、説明すること
5.9	停止した場合に回復することができること	ネットワーク障害、停電などIoT機器が停止した場合に回復できること
5.10	テレメトリデータを調査すること	IoT機器から収集されるテレメトリデータを検査してIoT機器の異常状態を検知できること
5.11	ユーザが簡単にユーザデータを削除できること	ユーザが個人データの削除を要求した場合には簡単に削除する機能をもつこと。GDPR要求を満たすこと
5.12	インストールとメンテナンスが簡単にできること	ユーザのミスを防ぐため、容易な操作ができ、適切なマニュアルを提供すること
5.13	入力データを検証すること	IoT機器に入力されたデータを検証し、正しいデータ範囲内であることを検証すること

一般社団法人
組込みシステム技術協会

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

31

4. 23年度の取組み



一般社団法人
組込みシステム技術協会

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

32

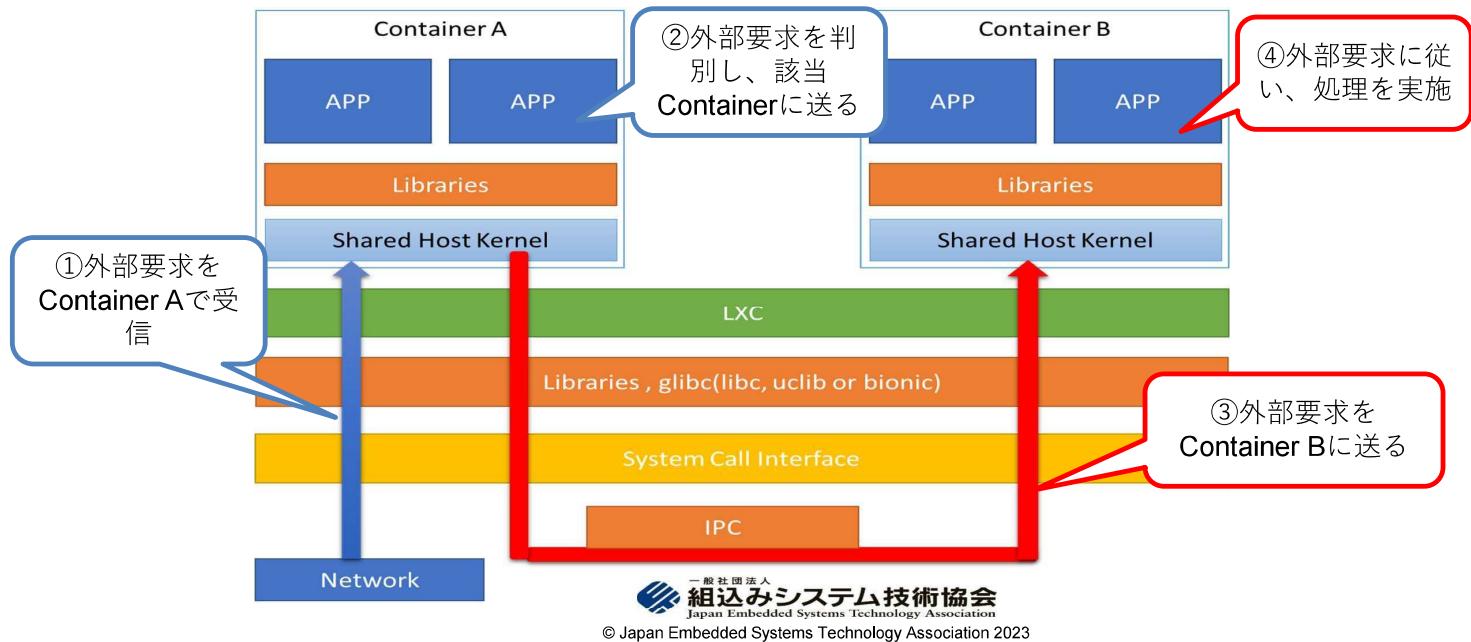
4. 23年度の取組み



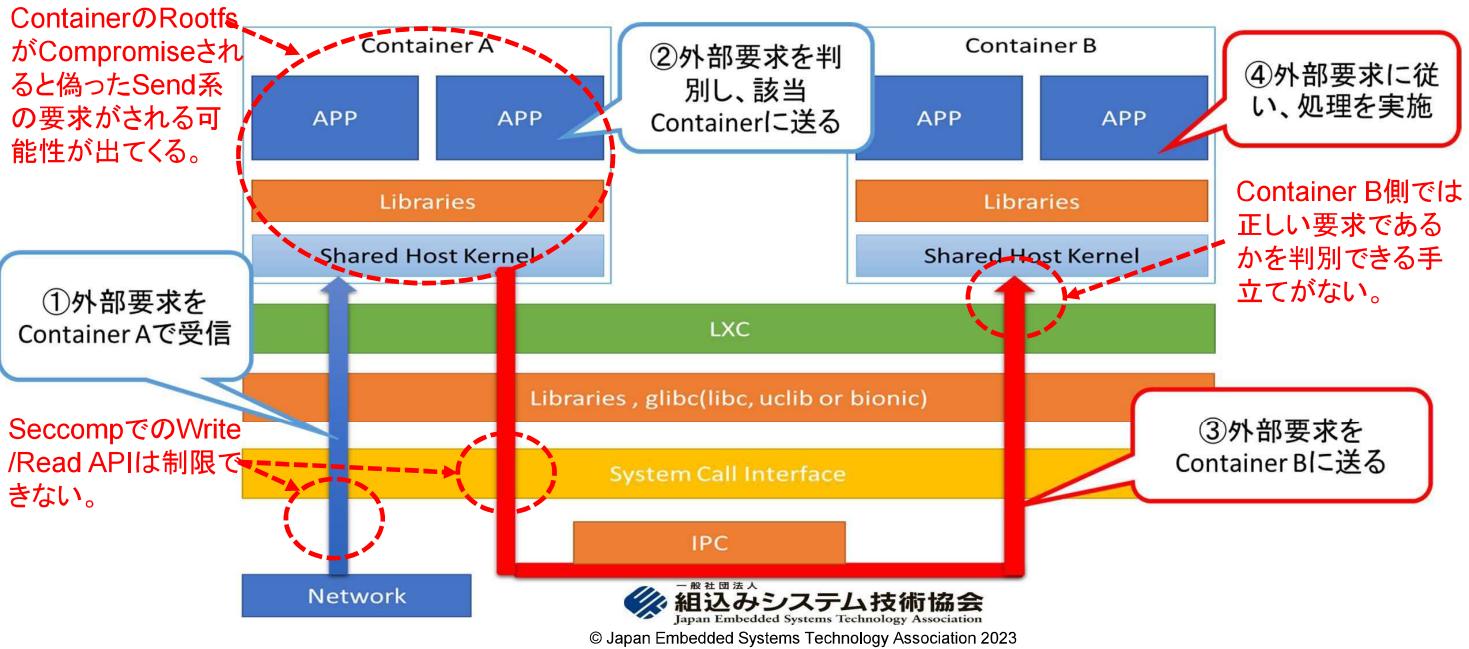
■ LinuX Container技術

- ・車載を始めとして、組込み分野でもIT技術が利用されることが多くなった。
- ・最近になり、Containerの利用が多くなってきてるので、組込みシステムセキュリティ委員会として、技術分野としてContainer部分のセキュリティ対策についての取組みを推進していく予定。

LinuX Container利用にあたっての留意事項



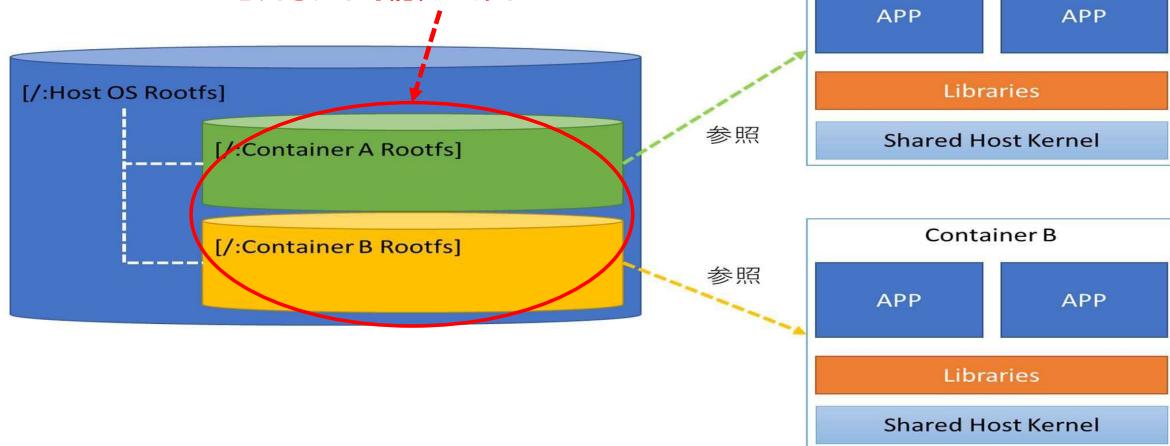
LinuX Container利用にあたっての留意事項



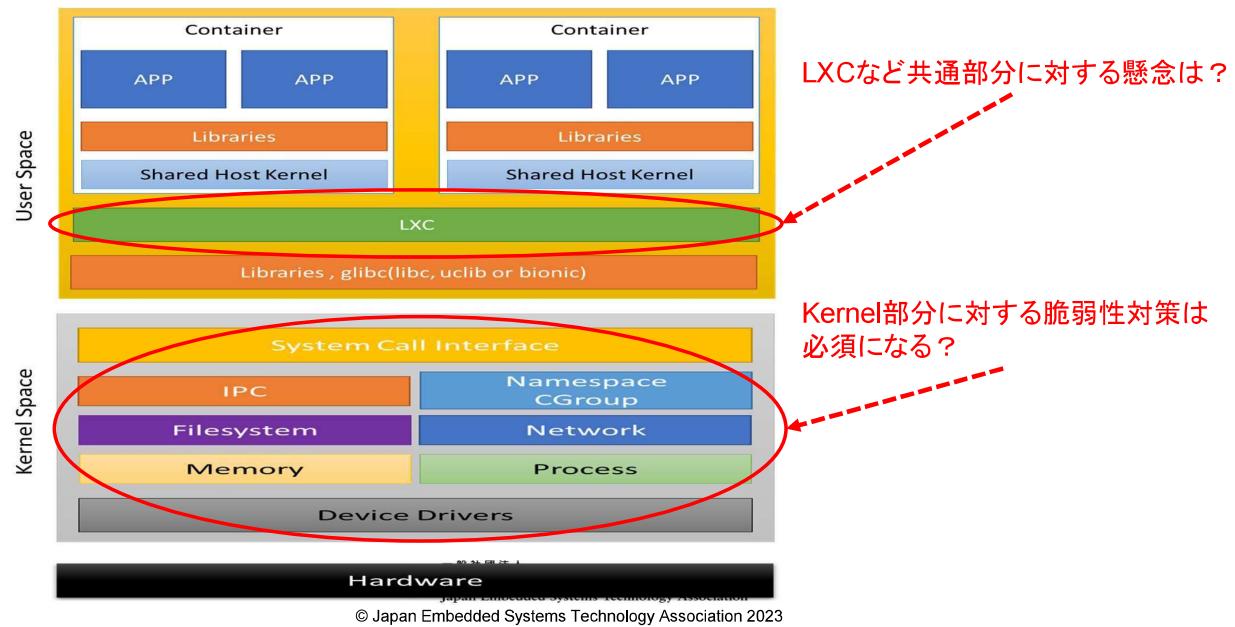
LinuX Container Host OS環境での疑問点



そもそも、Host OSにあるLXCイメージ自体が悪用される可能性があるのでは？



LinuX Container Host OS環境での疑問点



「セキュリティ教育の現状と認定制度について」

2023/6/9 発行

発行者 一般社団法人 組込みシステム技術協会
東京都 中央区 入船 1-5-11 弘報ビル5階
TEL: 03(6372)0211 FAX: 03(6372)0212
URL: <https://www.jasa.or.jp/>

本書の著作権は一般社団法人組込みシステム技術協会（以下、JASA）が有します。
JASAの許可無く、本書の複製、再配布、譲渡、展示はできません。
また本書の改変、翻案、翻訳の権利はJASAが占有します。
その他、JASAが定めた著作権規程に準じます。



JASA IoT技術高度化委員会 7年間の活動とこれから

まず、物語の始まり … 2015~

- ①ドローンWG ~産業用ドローンに必要なこと~
- ②スマートライフWG
~エモーションドリブンサービスモデルの可能性~
- ③メタバースとデジタルツイン、そしてコモングラウンドへ

2023/6/9

JASA IoT技術高度化委員会 委員長 竹田 彰彦
(株)CIC 顧問
(株)オプテック 商品企画 エグゼクティブ・フェロー
一般社団法人 スキルマネジメント協会(SMA) 幹事

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

組込みシステム技術協会



物語の始まり
2015~
IoT技術研究会



1. 「IoT技術高度化委員会」設立の経緯 ～物語の始まり～

「IoT技術研究会」として、2015年5月発足。

■クラウド、ビッグデータといったIT目線で語られることが多いIoTを、組込み/デバイス視点でちゃんと考えよう。！！
高度なIoTには組込み技術が不可欠だ。！！

■500億？ 1兆個のセンサー？
・誰が買うの？誰が設置するの？電源はどうするの？
・保守は？メンテナンスは？拡張性は？

■IoTに必要なスキルとは？
⇒ JASAとSMAがコードシェア便として推進。

2017年3月 「IoT技術高度化委員会」に昇格。

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



2020年におけるIoT市場の成長性

ガートナー

米調査会社のガートナーによると、2009年時点ではインターネットにつながっていたデバイスは、スマートフォン、タブレット端末といったデバイスですが、2020年には、IoTの普及は急速に進み、スマートフォン以外のデバイスが過半数を占め、1兆9000億ドル（約194兆円）の経済価値になると予測されています。

IDC

米調査会社のIDCによると、2012年に約4兆8000億ドルだったIoTの世界市場規模が、2020年には約194兆円になると予測されています。また、IoTの本格的普及に伴い、デジタルデータの総量も急速に増加が予想されます。調査会社のIDCによると、デジタルデータの容量は40ゼタバイトに達すると予測しています。

インテル

インテルは、IoTの普及により、2020年には確実に500億のデバイスがインターネットに接続されると予測しています。その多くは、PCやスマートフォン、タブレットといった人が使うデバイスではなく、自動車や自動販売機、工場設備機器、医療機器などのデバイスがつながり、これらのデバイスにつながるデータを活用したビジネス展開が鍵になるとしています。

シスコシステムズ

シスコシステムズは、2013年現在で、IoTによりつながるデバイスは100億台近くまで増加し、2020年には500億台のデバイスがつながり、インターネットは、人、プロセス、データ、モノを組み合わせたIoE（Internet of Everything）の時代へと大きく成長し、今後10年間でIoTは全世界に14.4兆ドルの価値を生み、日本はそのうちの少なくとも5%を占め、国内に76.1兆円の新市場が生まれると予測しています。

さらに、シスコでは、IoEの普及に伴い、2012年から2017年に全世界のIPトラフィックは3倍に増加し、モバイルトラフィックは今後5年間で13倍にも膨れ上がると予測しています。シスコでは、デバイスから生成されるデータをネットワークが介してデータセンターで処理するクラウドのアーキテクチャは、IoEの時代にはボトルネックに突き当たるとし、IoE時代にクラウドを最適化しアーキテクチャーを拡張化した分散型の新たなエンジニアリングモデルとして、「フレグコンピューティング」を提唱しています。

マイクロソフト

日本マイクロソフトは2014年5月29日、東京都内で開発者向けカンファレンス「de:code」を開催し、後半の基調講演では、日本マイクロソフト執行役 デベロッパー＆プラットフォーム統括本部長の伊藤かづら氏が、デバイスの数とデータの量が爆発的に増加し、2008年に世界に存在していたデバイスは世界人口と同じ70億個程度だったのにに対し、2020年には10兆個になると予測しています。

2020年、500億、
194兆円の経済価値
組込み産業はデバイスで決まる？
Google、amazonに持って行かれる？

IoT/M2Mについての覚え書き

IoT/M2Mとは何か

同じような意味に使われるが、M2Mはモノとモノが自律的に通信することを表し、

IoTはモノがインターネットに接続して通信することを表す。

IoTの場合、接続先がモノなのかそうでないかはどうでもいい。

なのでモノとモノが通信することを強調したい場合はM2M、モノがインターネットにつながることを強調したいならIoTを使えばいいだろう。ただし、IoTがバズワード化しつつあるので、IoTでいいかも。



IoTにしろM2Mにしろ、内容は似たようなもので大きな違いはない。

センサーのように今までインターネットにつながっていなかったモノがつながって、モノが自動的にデータをインターネットに送信する。そういった大量のデータを元にいろいろ予測して、今までになかったソリューションを提供しましょう、というのが定義と思う。

メディアはバズワードで記事を書き、ITベンダーはバズワードで集客する

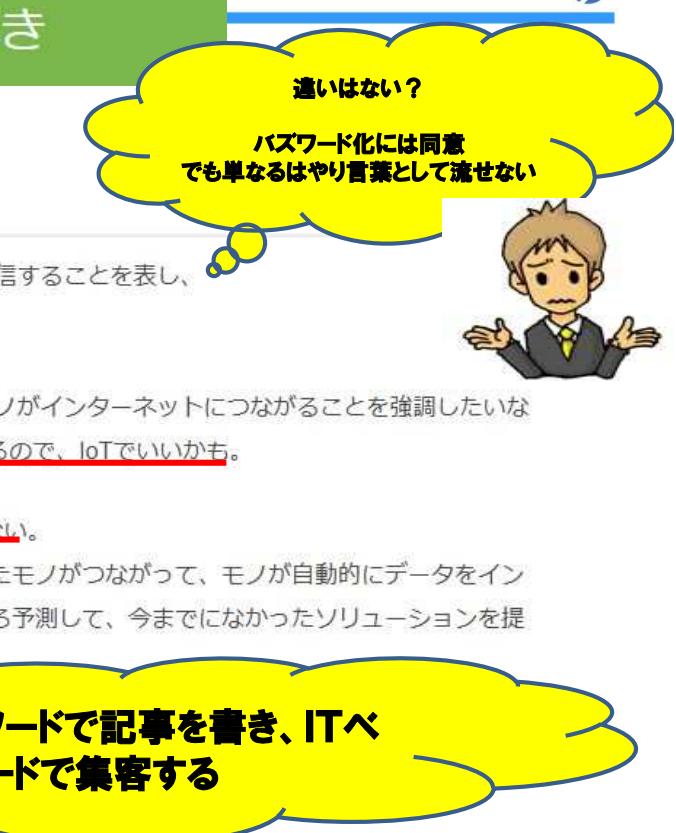
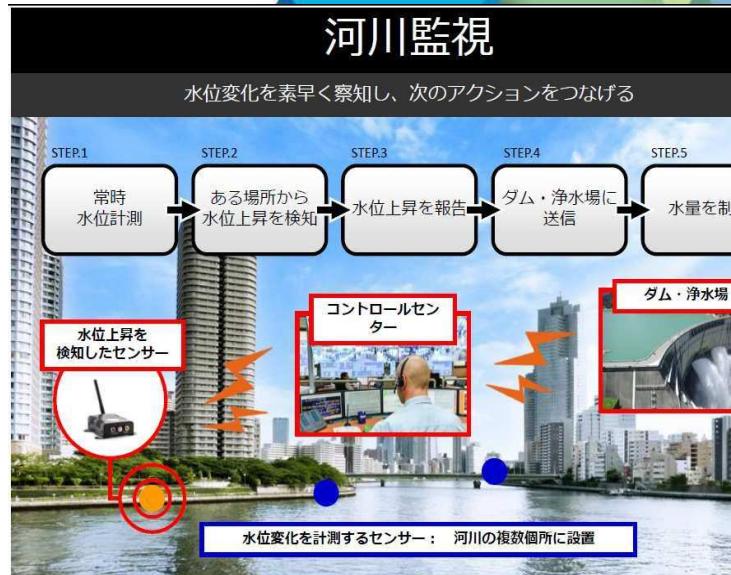
<http://qiita.com/toruetani/items/cb85781e127b2959c1c3>

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

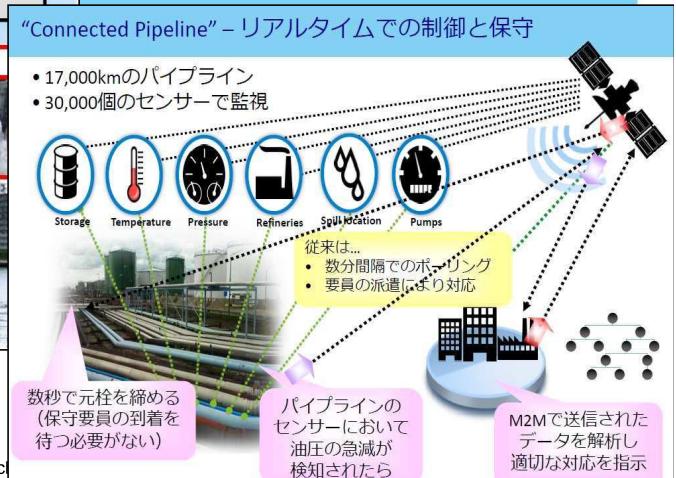
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

「現場の気付き」をビジネス化できる組み立て可能なIoTシステム

Tohru Suzuki
WebSphere, IBM Japan



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



© Japan Embedded Systems Tech



IoTで何が変わるのがか)

保険会社は、センシングデバイスにより、きめ細かい料率設定が可能に

- 欧米の損保会社は、UBI(Usage Based Insurance)と呼ばれる、ドライバーの運転習性に応じた自動車保険のディスクアントプログラムを既に提供
- 生命保険、住宅保険でも同じコンセプトの商品開発が可能ではないか？



2. 「白熱教室」の紹介

～ 議論しよう！～

まず、有識者を招いて勉強会からスタートしよう。
国際標準、関連業界団体の動向
会員企業のIoTの取り組み

そこから、**共創によるビジネスを創出しよう。**



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

結局、IoTって何？

IoT World Forum Reference Model

Levels

- 7 Collaboration & Processes (Involving People & Business Processes)
- 6 Application (Reporting, Analytics, Control)
- 5 Data Abstraction (Aggregation & Access)
- 4 Data Accumulation (Storage)
- 3 Edge Computing (Data Element Analysis & Transformation)
- 2 Connectivity (Communication & Processing Units)
- 1 Physical Devices & Controllers (The 'Things' in IoT)



クラウド視点
独自解釈
ビジネスモデルの違い
：
ビッグデータ＝
サーバーの使用量

JASAで議論するのは、
③のEdge Computing以下
の階層

デバイス視点
情報の鮮度、粒度
電力確保
拡張、保守
：
デバイス視点で
IoTを定義

https://daue6ehqissah.cloudfront.net/breakouts/2014/H-ARC-01_CiscoIBM_FINAL.pdf

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



PTC

ポーター教授のIoT競争戦略論



「接続機能を持つスマート製品」が変える IoT時代の競争戦略

-Harvard Business Review, November 2014

-DIAMOND ハーバード・ビジネス・レビュー 2015年4月号



マイケル・ポーター教授
ハーバード・ビジネス・スクール

ジム・ペップルマン
PTC社CEO

4

何ができるのか？

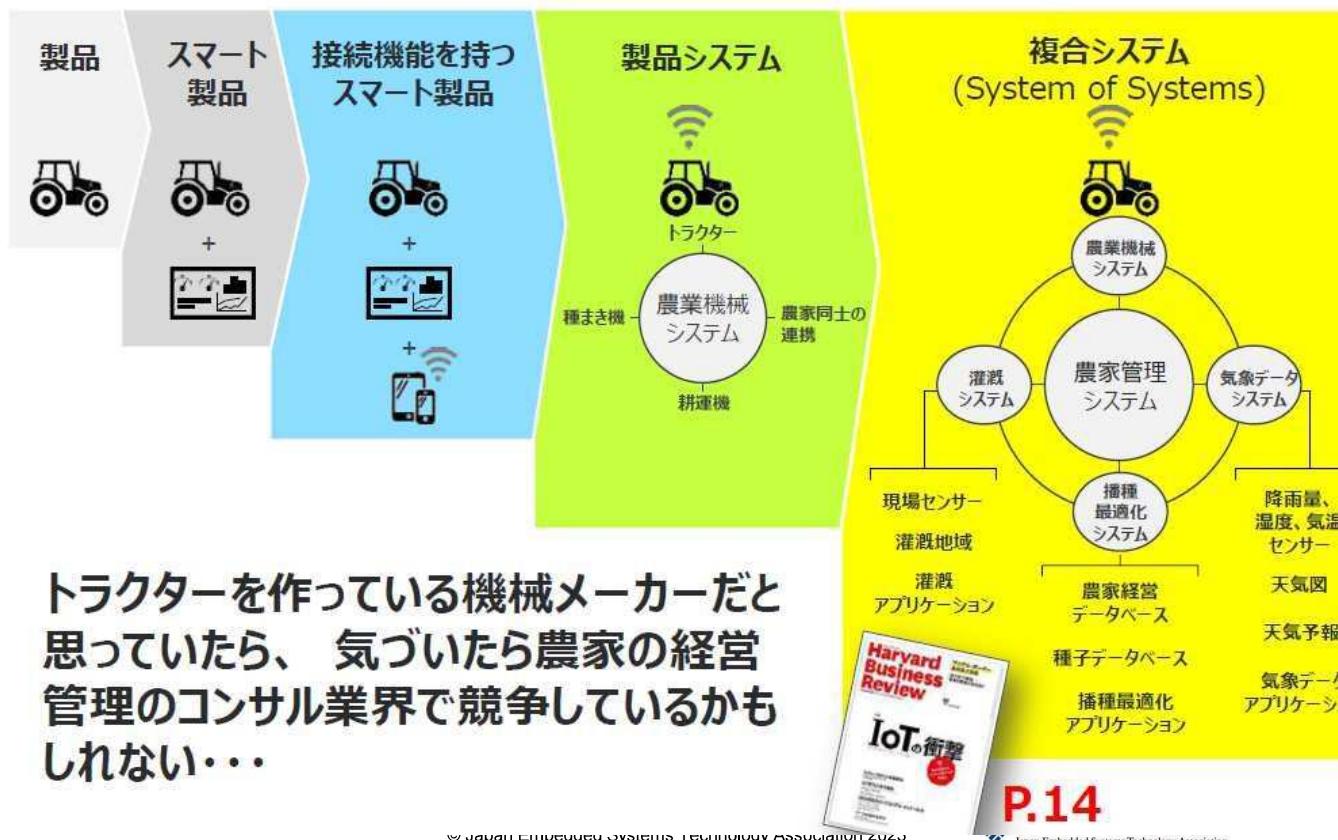
PTC®



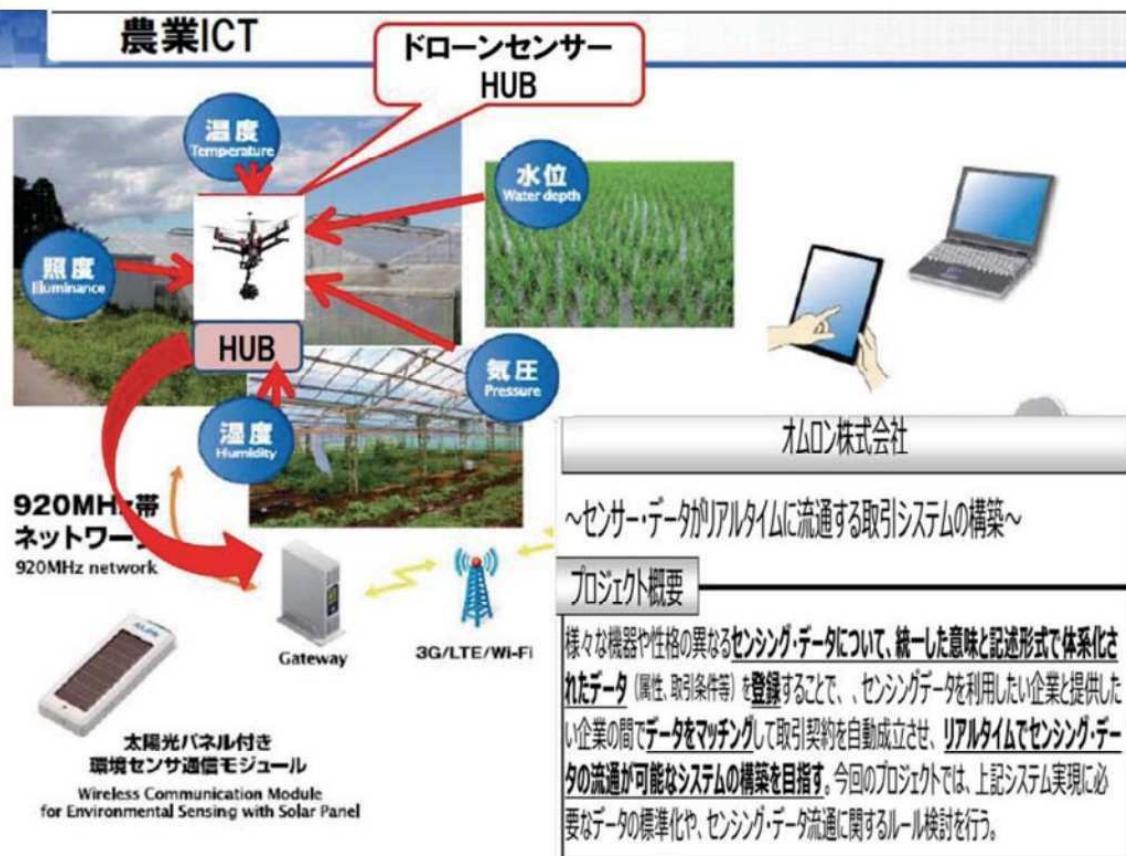
製品がIoT化していく4つのステップ*

PTC®





ドローンセンシング(ドローンセンサーHUB)



ドローンセンシング(無給電センサー)



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



ドローンWGと
スマートライフWG

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

IoT技術高度化委員会の体制

IoT技術高度化委員会(HQ)

- ・各WGのとりまとめ
- ・渉外、関連団体との連携

①ドローンWG

- ・ドローンの安全自律飛行の実現
- ・衝突回避、墜落回避、制御不能状態の回避などの標準PF研究
- ・ドローンセンシングなどドローンの利活用技術の研究
⇒長崎、五島列島へのドローンサービス提案

②スマートライフWG ← エモーションWG

- ・エモーションのキャッチセンサーとデータの研究
- ・エモーション駆動のサービスユースケースの研究
- ・QOLの向上サービスへの展開
⇒スマートライフへ拡張

③イノベーション研究会(SMAで活動)

- ・スキルの拡充・育成の研究
⇒IoTビジネスキャンパスの要素、デジタルプロデューサーのスキル
- ・DXビジネスプロデューサ認定講座 初級・中級

MCPC モバイルコンピューティング推進コンソーシアム
Mobile Computing Promotion Consortium

YRP 横須賀リサーチパーク Yokosuka Research Park

JEITA 一般社団法人 電子情報技術産業協会

KIT
金沢工業大学

東京大学 生産技術研究所
The University of Tokyo
Institute of Industrial Science,
The University of Tokyo

東京大学生産技術研究所 実験住宅
COMMAハウス
トリリオンノード研究会

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

①産業用ドローンに必要なこと

産業用ドローン市場の立ち上げ！

安全に飛ばす！

ドローンの衝突回避・安全機能の標準搭載プラットフォームを作成し、会員企業のドローン事業参入への技術展開を図る

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

空の産業革命 ロードマップ



空の産業革命に向けたロードマップ

小型無人機の安全な利活用のための技術開発と環境整備

平成29年5月19日
小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会



※ 各項目の詳細やその他の事項については補足資料（別紙）に記載する。1

© Japan Embedded Systems Technology Association 2017

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

小値賀島 での無線性能実証検証

2018年7月

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

MCPC

モバイルコンピューティング推進コンソーシアム
Mobile Computing Promotion Consortium



長崎県
五島列島
小値賀町

組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

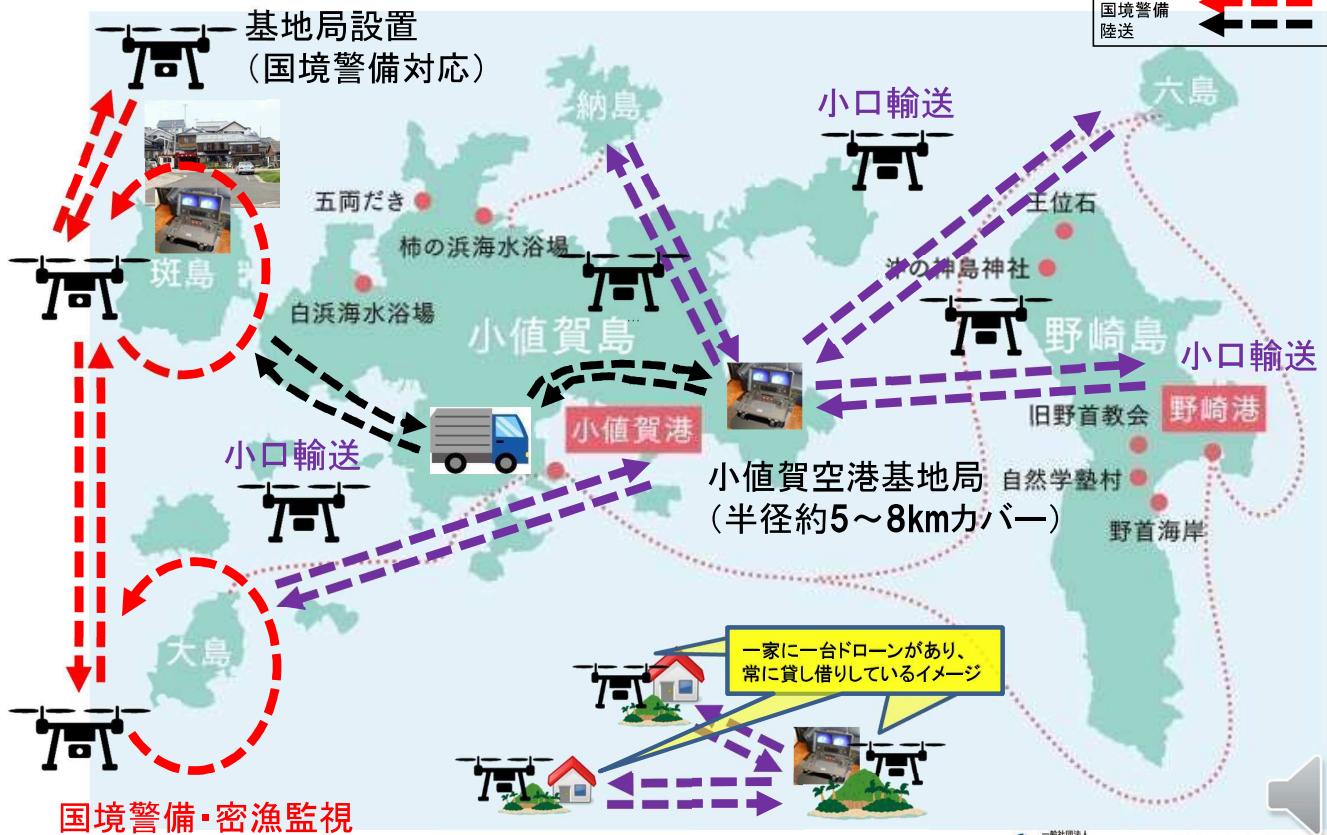


ドローンが活躍する小値賀町(最終イメージ)



一家に一台ドローンの町「小値賀町」構想

凡例
荷物の往来
国境警備
陸送



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



横須賀市ドローンフィールド での無線性能実証検証

2019年2月

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

MCPC

モバイルコンピューティング推進コンソーシアム
Mobile Computing Promotion Consortium



YRP
Yokosuka Research Park



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

横須賀市 LPWA テストベッド環境

横須賀市 エリア

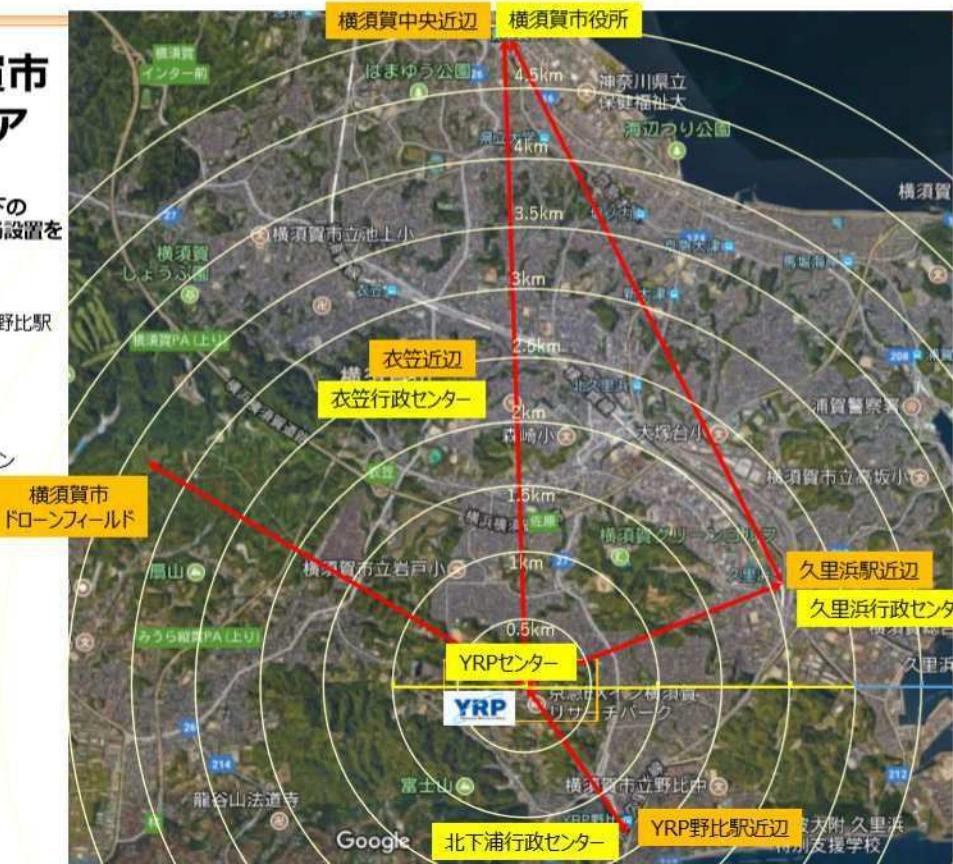
YRPを中心とした
地域に基地局設置を
検討

市街地エリア

- ・久里浜駅、YRP野比駅
- ・横須賀市役所
- ・衣笠周辺

起伏帯エリア

- ・YRP
- ・横須賀市ドローン
フィールド



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



金沢工業大学との連携活動



固定翼機(VTOL)の安全自立飛行

メリット

固定翼ドローンのメリットとしては以下のようない点が考えられます。

- ・より長い飛行時間/飛行範囲
- ・より高い安定性
- ・着地の安全性



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

試作機 新型ドローンの飛行実験
金沢工大と民間団体が開発



離島や山間部での小口輸送を
想定したドローン研究に取り組む

©KTK

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



②エモーションドリブン サービスモデルの可能性

エモーションでQOLの向上！

コロナ禍での課題をエモーションで克服！
リモート会議での“エモーションフラワー”活用
“ハッピーミラー”的試作

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association





東京大学生産技術研究所 COMMAハウスデモ ～就寝・起床サービス～

2018年6月



東京大学
生産技術研究所
Institute of Industrial Science,
The University of Tokyo

東京大学生産技術研究所 実験住宅
COMMAハウス

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

2018年度の活動

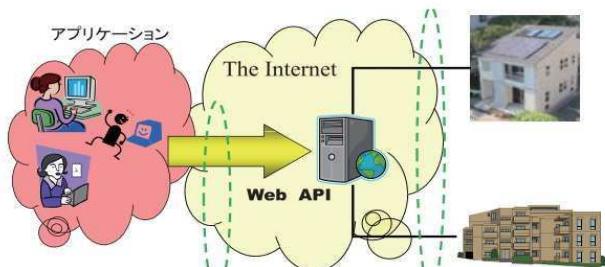
RC-88との連携



<https://r-edge.org/index.html>

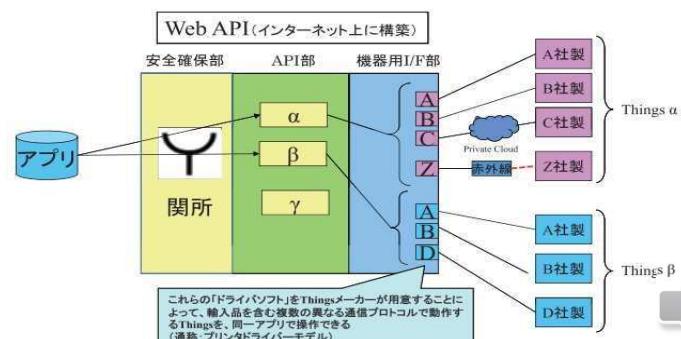
テストベッドの構成

Web APIを介して、アプリベンダーは容易に“リアル環境”にエントリーできる



Web APIを活用した「IoT由来の脅威」を排除する仕組み

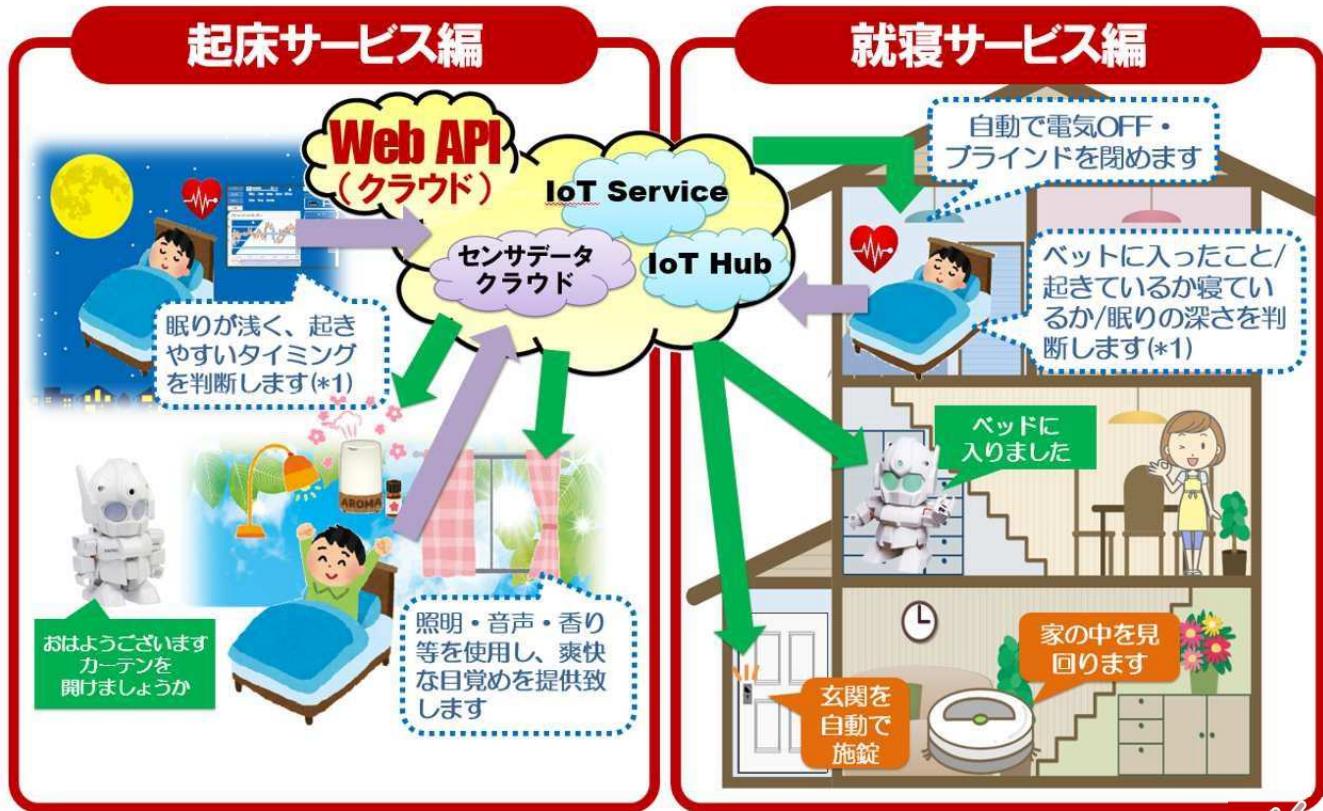
Web APIにいわば「関所」を設け、エンドユーザー や Things にとって、好ましくない操作を排除（通称：関所モデル《HEMSアライアンス、福垣弁護士、東京大学の共同研究成果》）



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

睡眠サービス実現例



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023
一般社団法人 組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

29

2021年度スマートライフWGの活動



エモーションへの回帰

アフターコロナのリモート環境ソリューション

「エモーションフラワー」

WEB、テレワークツールと連携して、
カメラでなく、その時の感情を背景の色として表示。

WEB会議ツールに“エモーションフラワー”を適用

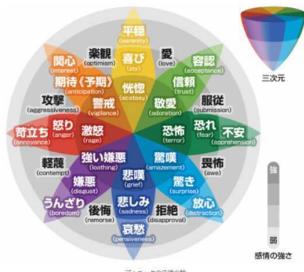


WEB会議で顔出ししたくない。 ⇒ ちゃんと参加しているのか分らない。

会議ツールの背景画像がエモーションフラワーになると、自分の感情が解り、相手にポジティブな感情が伝わる。
集中力が増し、会議が活性化する。



プルチックの感情の輪



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

エモーションフラワープロトタイプ動作動画

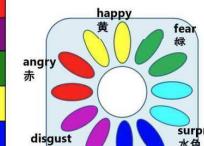


感情色仕様

オンラインコミュニケーションで一般的に使われるカメラを利用し、
画像から感情を分類。感情の色は、プルチックの感情の輪に合わせた。

感情	名前
angry	赤
disgust	濃い紫
fear	濃い緑
happy	黄色
sad	青
surprise	水色
neutral	白

プルチック感情の輪
感情をもつ基本感情（真ん中）と2つの基本感情から
生まれる混合感情に分類。
さらにに基本感情には、感情の強さもある。



※neutralの場合は、全LEDを白にする

<https://swingroot.com/plutchik-emotion/>

単純に色を変えるのではなく、花の形にして、表現する。
エモーションフラワーと命名しプロトタイプの作成を実施。

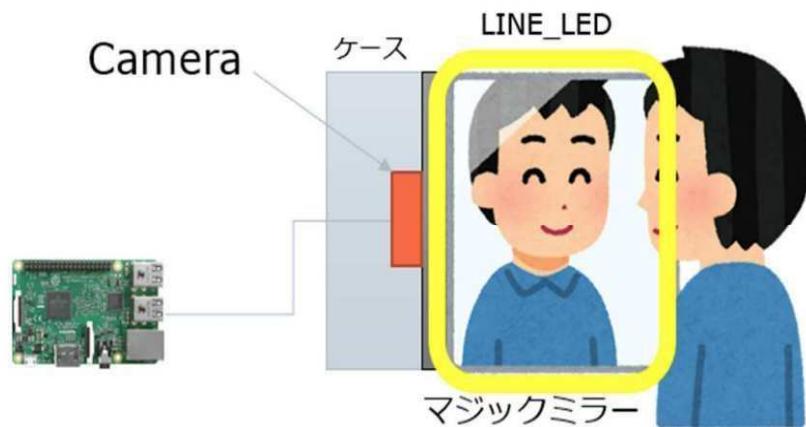
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

今後の活動について



ET WEST2022に向けHappyMirror作成中！



『楽しいから笑うのではない。笑うから楽しいのだ』

ウィリアム・詹姆斯（アメリカの心理学者・哲学者）

幸せのヒント

「笑う」『笑う門には福来る』

エモーションフラワー作成
ワークショップを企画中です！

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

IOT技術高度化委員会は、
オープンイノベーションで事業化に向けた
共創を！ をテーマに

①「白熱教室」で、
社会問題の解決に向けた大喜利の実施。

②テーマを絞り、実現に向けたアイデア、
ビジネスプラン、実現性を議論。

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



そしてこれから

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

メタバースと デジタルツイン そして コモングラウンド

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

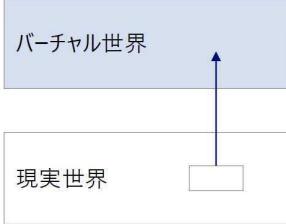
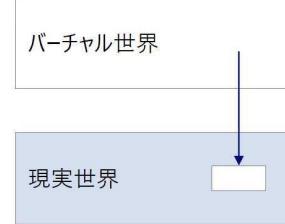
VR/AR/MR



ビザスク講演第2回：キーブレイヤー・日本の勝ち筋編

VR/AR/MRについて

第一回再掲：VR/AR/MRについて

	VR / 仮想現実 (Virtual Reality)	AR / 拡張現実 (Augmented Reality)	MR / 複合現実 (Mixed Reality)
イメージ図			
定義	コンピュータによって作り出された世界である人工環境・サイバースペースを現実として知覚させる技術	現実世界に仮想世界を重ね合わせて表示する技術	現実世界と仮想世界を複合・融合させ、相互にリアルタイムで影響し合う空間を構築する技術
ハードウェア	VRヘッドセット（メタ社 Occlusion Quest / HTC社 VIVEなど）	スマホ・ARグラス・ARヘッドセット（Apple ARグラス）、グーグルtoBグラス、	Microsoft社 ホロレンズ、（Meta Cambria）
事例	Meta Horizon、プレーステーションVRなど	ポケモンGO、遠隔指示・ガイダンス	工場現場での遠隔指示、手術ガイダンス、メタバース会議など

Komiya : 書籍『メタ産業革命～メタバース×デジタルツインでビジネスが変わる～』より

100

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

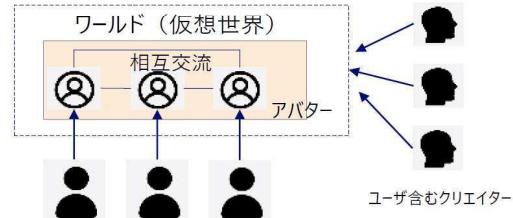
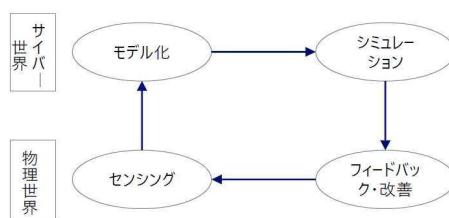
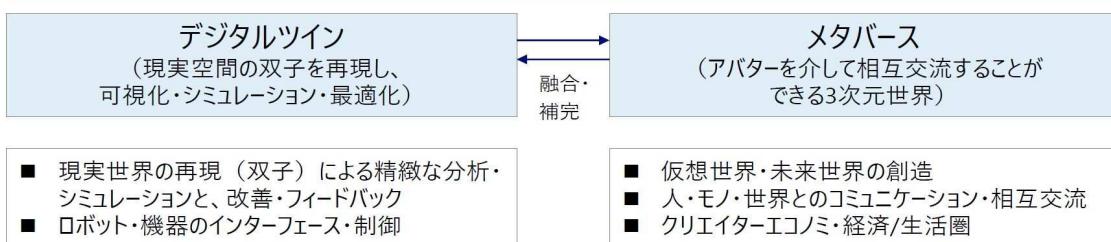
デジタルツインとメタバース



ビザスク講演第2回：キーブレイヤー・日本の勝ち筋編

第一回目の振り返り デジタルツインとメタバースの融合・補完

メタ産業革命（デジタルツイン・メタバースの融合による産業・都市による変革）



小宮 昌人 (Masahito Komiya : 書籍『メタ産業革命～メタバース×デジタルツインでビジネスが変わる～』より)

10

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

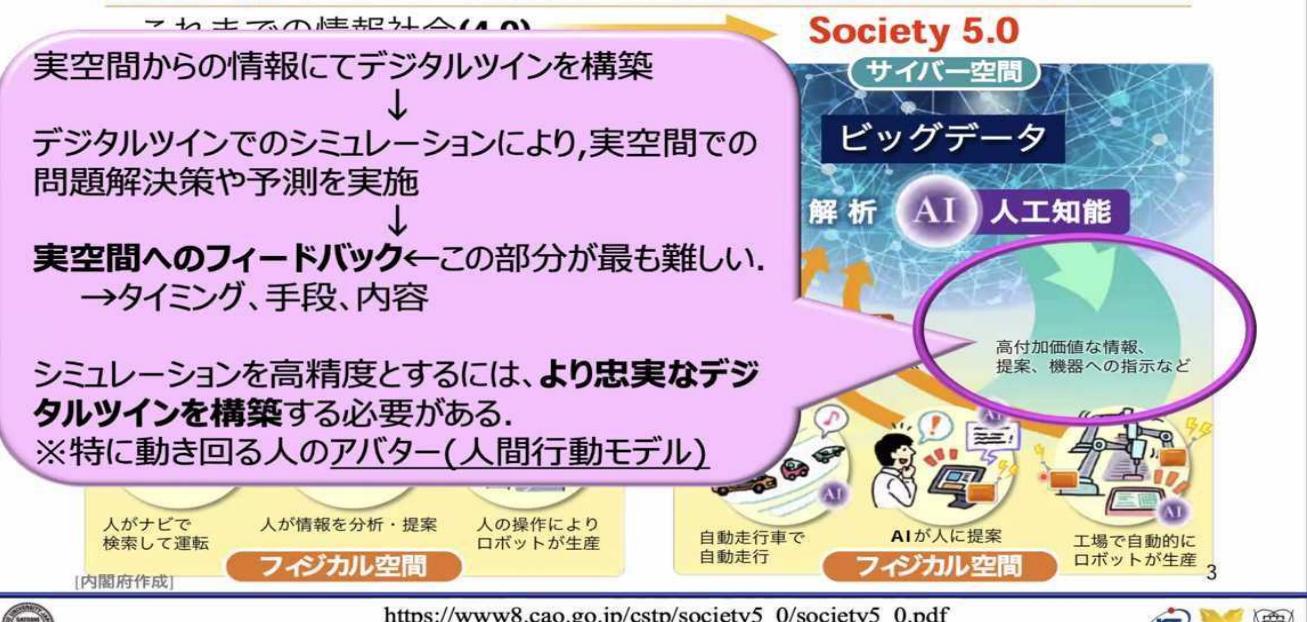


IoT + センシング + Web空間(SNS) = デジタルツイン



サイバー空間とフィジカル空間の高度な融合

フィジカル（現実）空間からセンサーと IoT を通じてあらゆる情報が集積（ビッグデータ）
人工知能（AI）がビッグデータを解析し、高付加価値を現実空間にフィードバック



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

AI発展の2つの道

製造・情報処理……ITの延長としての道具としてのAI

→合理性・効率性を追求するSystem1型AIの必要性

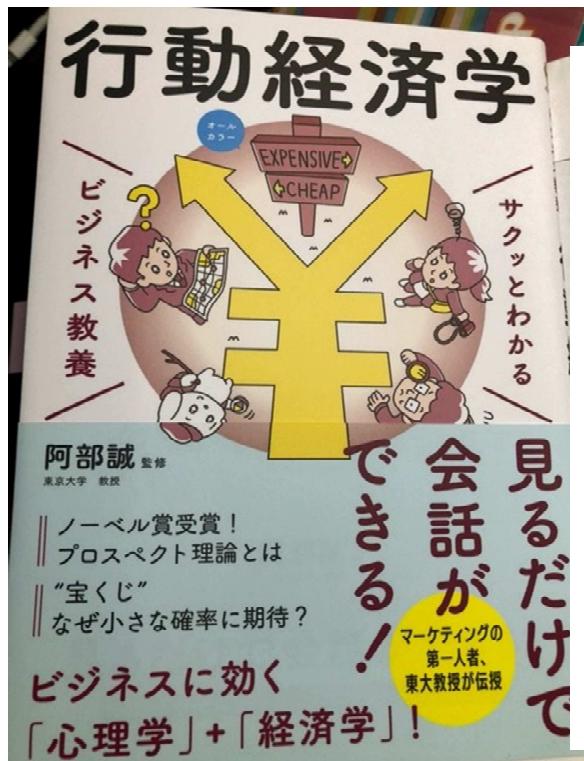
人と共生する高い自律性・汎用性を持つAI
超少子高齢化する日本
介護・労働力補填など……

System2型

→人と接するなら合理的AIでは信頼されない。
→高自律性・高適応性のある即応型 + 熟考型AIの必要性



行動経済学＝心理学 X 経済学



【行動経済学のメリット】

①マーケティング

⇒ 意思決定の癖を知る。

②マネジメント

⇒ 行動の傾向から、
人を良い方向に導く。

③自己実現

⇒ 自分の行動を変える。

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

伝統的な経済学では「人間は合理的に行動する」と定義されてきた、しかし「**実際の人間は非合理的である**」



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

二重過程理論=人間は2つの思考タイプを使い分ける

The diagram illustrates the two types of thinking according to the dual-process theory:

- ヒューリスティック (Heuristic)**: Represented by a person holding a book titled "おしながき" (Oshinagaki). Key features:
 - 価格 (Price)
 - 重量 (Weight)
 - 使いやすさ (Usability)
- システムティック (Systematic)**: Represented by a person holding a laptop. Key features:
 - スペック (Specs)
 - 基本的には素早く答える
 - 考の大きく分けて2つのモードがあります。

状況によって (Depending on the situation):

- ヒューリスティック**: Shows a person choosing between Curry Rice, Omelette Rice, and Ramen based on their直感 (Intuition).
- システムティック**: Shows a person choosing between Curry Rice, Omelette Rice, and Ramen based on their 状況 (Situation).

特徴 (Characteristics):

- ヒューリスティック
 - ・直感、即決
 - ・高速
 - ・努力を要さない
 - ・経験的
- システムティック
 - ・熟考
 - ・低速
 - ・努力を要する
 - ・合理的

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

アンカリング効果

A #アンカリング効果

ANSWER

アンカーとなる情報に影響されるから

奥さんの反応を見てもわかる通り、700万円という金額に対しての2人の感じ方はまるで異なっている

高くて買えないと思っていた1000万円の車あるWEBサイトで700万円で売っているのを見つけて「安い」と感じました。でも、上のイラストの夫婦にとって700万円は年収と同じ。どうして「安い」と思ったのでしょうか?

人は、最初に受けた印象が頭（アンカー）のよみに残る傾向があります。新しい情報を加えて生まれる効果です。

Q 安くないのに安いと感じるワケは？

安くなるのに安いと感じるワケは？

第2章 人間らしい心の動きヒューリスティ

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

おとり効果 = 極端の回避効果

ANSWER A

人は両極端を嫌うから
#極端の回避効果

おとりを使って選ばれやすくなる

梅と竹だけだったメニューに高価な松が追加されたことで、梅が梅端に安く、松は梅端に高価な感じられるようになり、結果的に竹を選択する人が増えたのです。

竹	4000円	50%
梅	3000円	50%
↓		
松	5000円	2%
竹	4000円	70%
梅	3000円	28%

「売上UP!!」



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人 組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

行動経済学 用語集

アンカリング効果	初頭効果	ピークエンドの法則
イケア効果	スノップ効果	ヒューリスティック
感光価格	選択的知覚	プラシーボ効果
顎踏みの効果	損失回避性	フレーミング効果
おとり効果	代表性ヒューリスティック	プロスペクト理論
確認バイアス	タイムプレッシャー	平均への回帰
カクテルパーティ効果	単純接触効果	ホモ・エコノミカス
確率加重関数	デフォルト	保有効果
価値関数	同調効果	リスク回避的
極端の回避効果	ナッジ	リスク志向的
現在バイアス	二重過程理論	利用可能性ヒューリスティック
現状維持バイアス	バイアス	
固着性ヒューリスティック	ハウスマネー効果	
サンクコスト効果	端数価格	
時間的過考	ハロー効果	

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人 組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

デジタルツインとコモングラウンドの違い



デジタルツインは、現実世界をデジタル世界に移植(コピー)し、そこで同時並行となる活用を促す構造になります。

これは、あくまで現実世界の建築設計を軸としたデジタル世界での活用となるため、それぞれの世界を活かしたまま、別世界として扱う形になります。

ですから、双方の世界が拡がってそれを生かしていく、「ミラーワールド」と同じ意味になります。

一方で、『コモングラウンド』の概念とは
「相互に共有しあい構築する」ことを根ざしたものであり、捉え方が異なります。

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



コモングラウンドとは

現実世界とデジタル空間をリアルタイムにつなぐ技術です。

リアルワールドとデジタルワールドの中間に位置し、重なり合う2つの世界の共通基盤です。

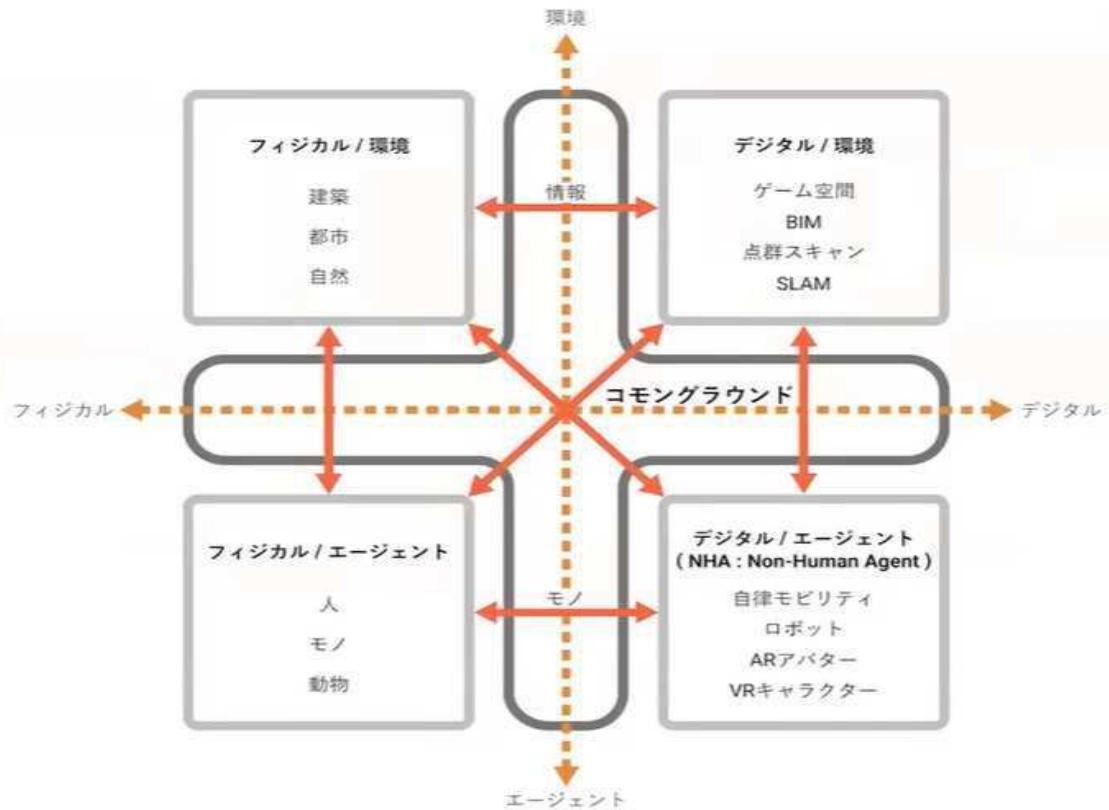
言うなれば、現実世界から複製したデジタルツインのデータを、

そのまま現実世界に反映させたものというわけです。

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

コモングラウンドとは



49

© noiz
© Japan Embedded Systems Technology Association

組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

コモングラウンド



<https://www.youtube.com/watch?v=SMwxCI09RC0>



「コモングラウンド委員会」となります



- ドローンシミュレータのコモングラウンド化
 - ・ 外部環境(風)のシミュレーション
 - ・ 鳥との相互作用
- アバターへのエモーションの投影
 - ・ 行動経済シナリオのシミュレーション



新たな活動に期待ください！

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



ご清聴ありがとうございました。

「JASA IoT技術高度化委員会」7年間の活動とこれから

2023/6/9 発行

発行者 一般社団法人 組込みシステム技術協会
東京都中央区日本橋大伝馬町6-7
TEL: 03(5643)0211 FAX: 03(5643)0212
URL: <http://www.jasa.or.jp/TOP/>

本書の著作権は一般社団法人組込みシステム技術協会（以下、JASA）が有します。
JASAの許可無く、本書の複製、再配布、譲渡、展示はできません。
また本書の改変、翻案、翻訳の権利はJASAが占有します。
その他、JASAが定めた著作権規程に準じます。

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association





2022年度 成果発表

JASA ドローンWGの活用



～ 22年度活動内容および、23年度の活動方向について～

2023年6月 9日

IoT高度化委員会 ドローンWG

主査 牧野 進二



buildlab.koha9ru108@gmail.com

一般社団法人 組込みシステム技術協会

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

1



発表内容

1. 金沢工業大学との共同研究の紹介
2. ドローンWGメンバーの研究成果の紹介
3. ドローンWGの成果活用



金沢工業大学との共同研究の紹介

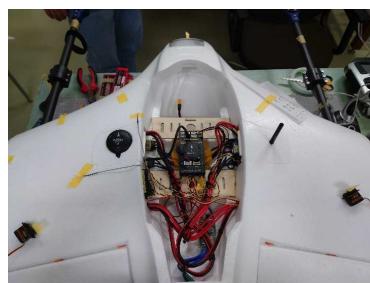
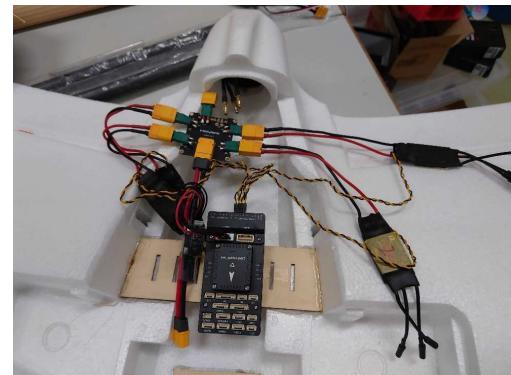
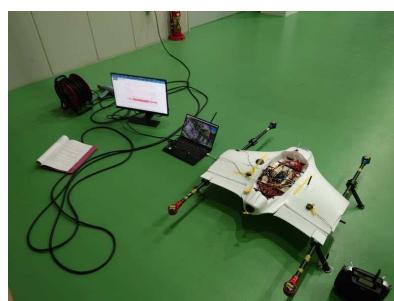
V-TOL機体の開発

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

3

1. 金沢工業大学との共同研究の紹介



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

4

1. 金沢工業大学との共同研究の紹介



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

5

1. 金沢工業大学との共同研究の紹介



■ 21年度までの状況



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

6

1. 金沢工業大学との共同研究の紹介



■ 22年度の状況



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

7

1. 金沢工業大学との共同研究の紹介



■ 22年度の状況

- ・機体を安定化するため、固定翼を1.5倍に改良
- ・モータの発熱を回避するため、放熱できるように改良

など、飛行の安定化に向けた改良を実施。

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

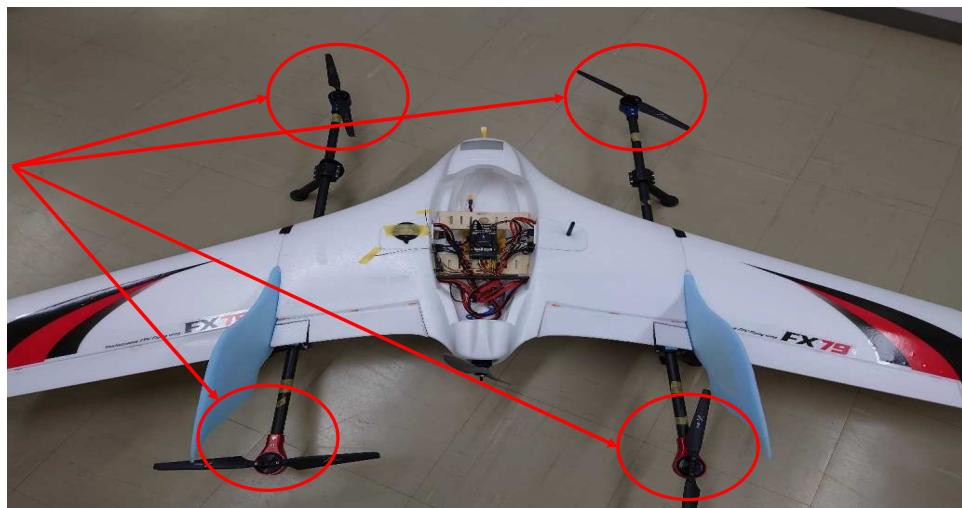
8

1. 金沢工業大学との共同研究の紹介



- 23年度で飛行までの実験を推進中
 - ・ V-TOL機体で飛行時の難しい部分

垂直に飛行する際に
利用する部分



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

9

1. 金沢工業大学との共同研究の紹介



- 23年度で飛行までの実験を推進中
 - ・ V-TOL機体で飛行時の難しい部分

水平飛行する際に
利用する部分



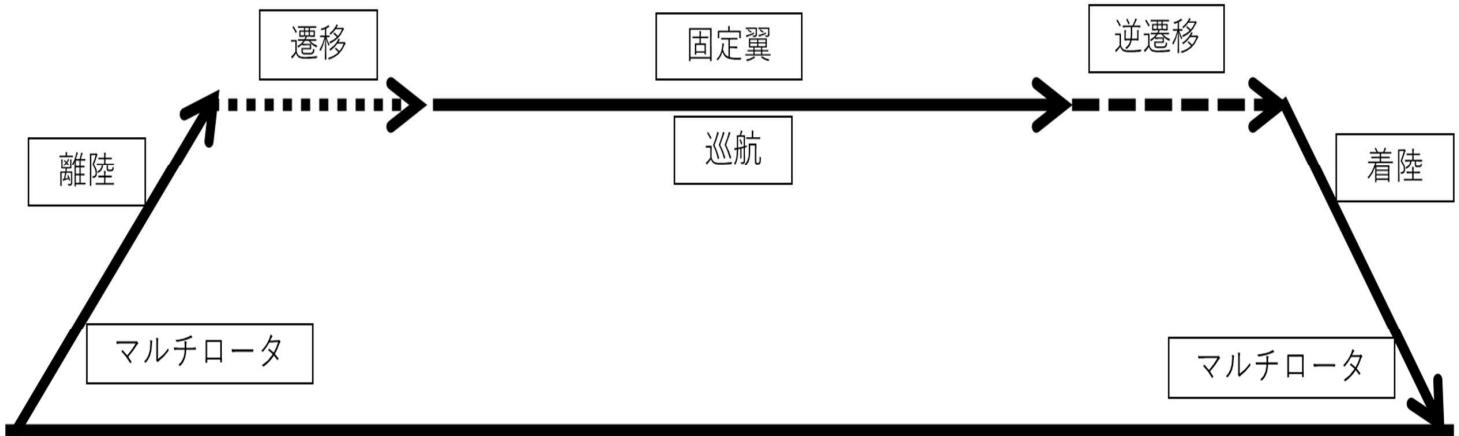
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

10

1. 金沢工業大学との共同研究の紹介



■ マルチロータプレーン制御



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

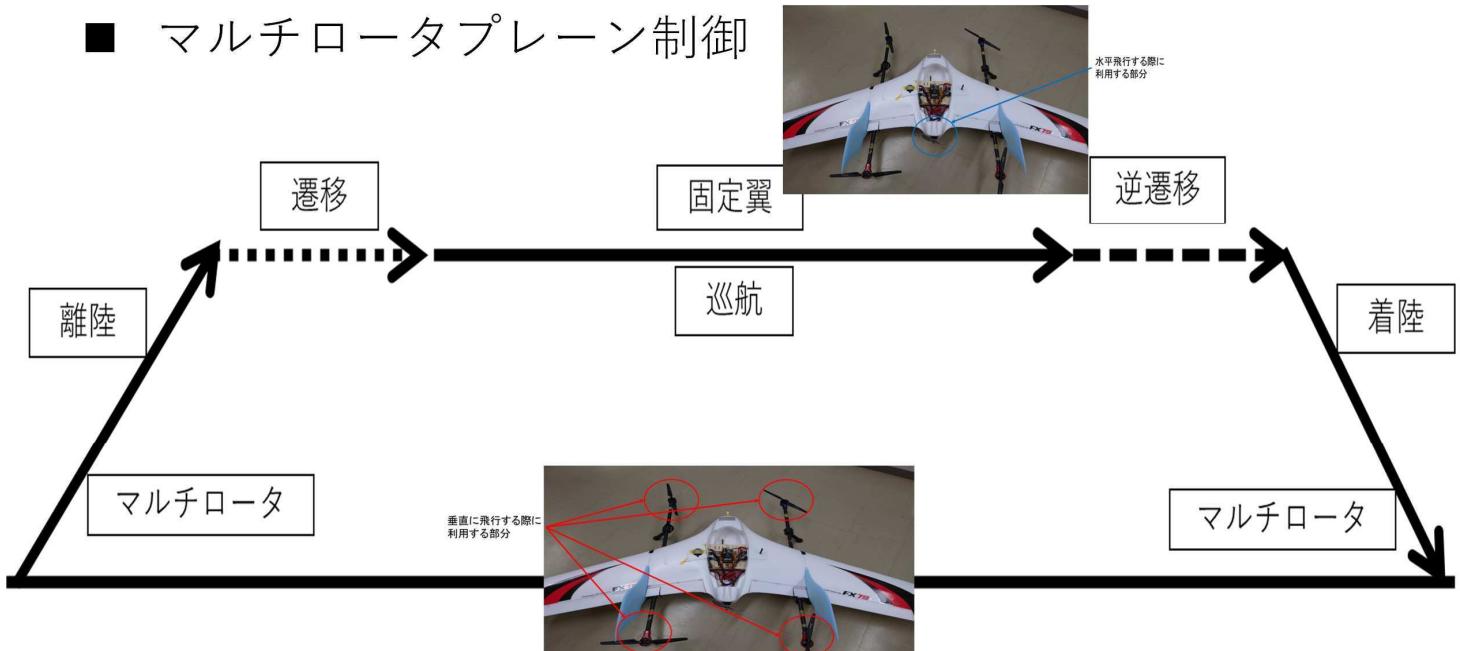
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

11

1. 金沢工業大学との共同研究の紹介



■ マルチロータプレーン制御



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

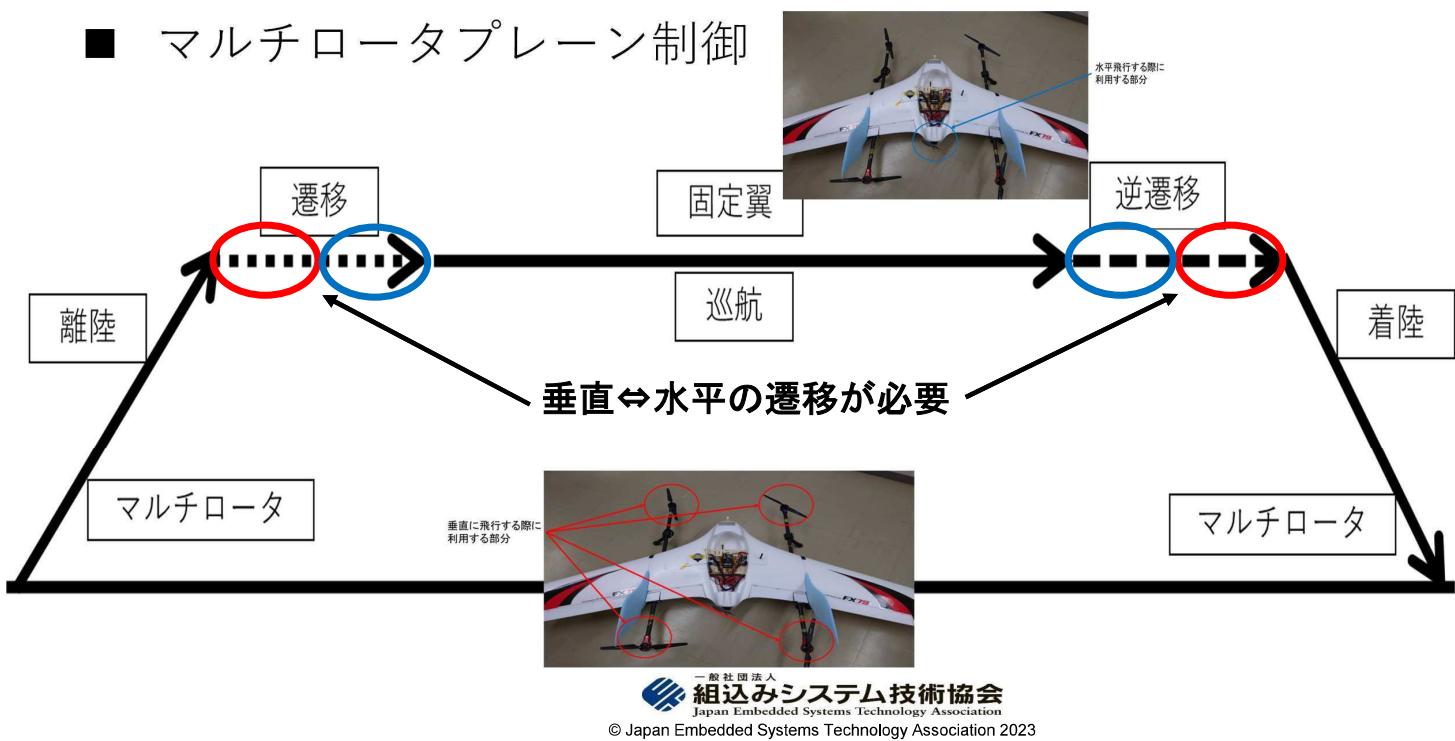
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

12

1. 金沢工業大学との共同研究の紹介



■ マルチロータプレーン制御



13

1. 金沢工業大学との共同研究の紹介



■ 飛行テストに向けての活動

- ・ 垂直 ⇄ 水平飛行に遷移する部分をシミュレーションで分析し、的確なタイミングで遷移を行う制御を研究中
- ・ MATLABを使ったシミュレーション分析は、ほぼできているとのことで、4月のWG時に結果を共有頂いた。
- ・ 今年度中にマニュアル飛行ができるように活動を継続して頂き、飛行結果などを共有する。
 - 今後のV-TOL機体の活用については、ユースケースを検討して活用方法を考えていくこととする。

14



1. 金沢工業大学との共同研究の紹介

- 垂直 ⇄ 水平の状態遷移部分の理論は…
 - ・ 「今年秋の日本航空宇宙学会主催の飛行機シンポジウムで発表する予定」です。
- 1. ホバリング飛行時の状態量を計算：ロータ回転数など
- 2. 遷移飛行に依存しない空力係数を計算：主に固定翼
- 3. 推進プロペラを回転させてロータと固定翼に生じる空気力や重力、慣性力を計算（非線形）
 1. 固定翼の揚力増加量だけ、ロータの推力を減少させる（ロータ回転数を減少させる）
 2. 固定翼の揚力のみで飛行可能になったとき、ロータ回転数はゼロ



ドローンWGメンバーの研究成果の紹介

自作ドローンの研究成果

2. ドローンWGメンバーの研究成果の紹介



- トリリオンノード研究会の「Leafony」をドローンに利用し、機体開発を進めている。

トリリオンノード研究会

Home Forum 企業PR 参加申し込み 会員専用 Leafony資料 Shop

トリリオンノード研究会 Leafony 検索

一般社団法人 組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

17

2. ドローンWGメンバーの研究成果の紹介



- Leafonyが持っている拡張バスを利用

Leafony

Documentation GitHub Trillion-Node

サイトを検索...

Documentation / Leafony バス

Leafony バス

Leafony バスとは、複数のリーフ間を相互に接続する共通経路部の名称です。電気信号および電源接続を行うための電気的および物理的な仕様 (20mm x 5.5mm) が定義されています。

20mmx5.5mmの基板外形寸法

基板は、厚さ=0.8で、パッド部分は、金めっきです。基板レイアウトのデータは、[AX02 29pin](#) を参照して下さい。

Component mounting prohibited area.

前のページに戻る

一般社団法人 組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

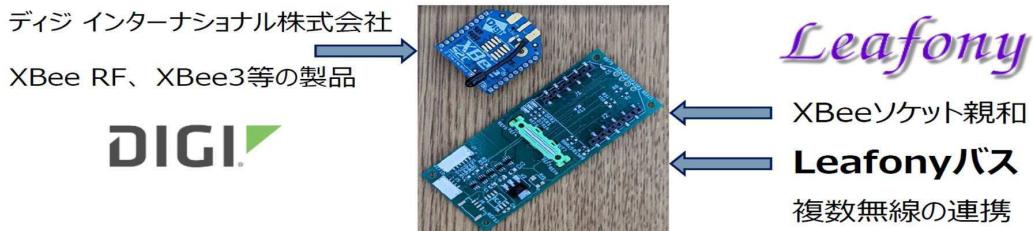
様々なセンサ、通信などを
拡張バスで拡張することで
ドローンに必要な機能を追
加しながら自作を継続。

18

2. ドローンWGメンバーの研究成果の紹介



Leafony XBeeソケット 連携ボード



- ▶ XBeeファミリーのRFモジュールは、ZigBee, LoRa, BLE, WiFi等の通信をサポートしているが、他社からXBeeソケット形状互換の製品も出ている
- ▶ Leafonyとしても、既にBLE、WiFi、LTE等の製品がある
- ▶ 複数の無線を組み合わせる応用分野があるので本連携基板を作成した
 - ▶ 地図上でメッシュネットワークでセンサー情報を集めエッジ・コンピューティングし、更に、LTE通信してクラウド・コンピューティングと連携する、等

▶ <https://trillion-node.org/forums/topic/20220822/>
2023 © 計画工学研究所

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

19

2. ドローンWGメンバーの研究成果の紹介



Leafony XBeeソケット 連携ボード: 応用事例

- ▶ LeafonyシステムからXBee製品を利用する
 - ▶ DIGI社のXBee3: ZigBee, LoRa, BLE等で通信する
- ▶ XBeeソケット形状のモジュールを利用する
 - ▶ LTE-M モジュール: SORACOM LTE-M Shield for Arduinoを移植
- ▶ XBeeソケット形状のGNSS受信機を利用する
 - ▶ ArduSimple社のSimpleRTK2B-lite (u-Blox ZED-F9P)



▶ 2023 © 計画工学研究所

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

20

2. ドローンWGメンバーの研究成果の紹介



Leafony XBeeソケット連携ボード」GNSS受信機

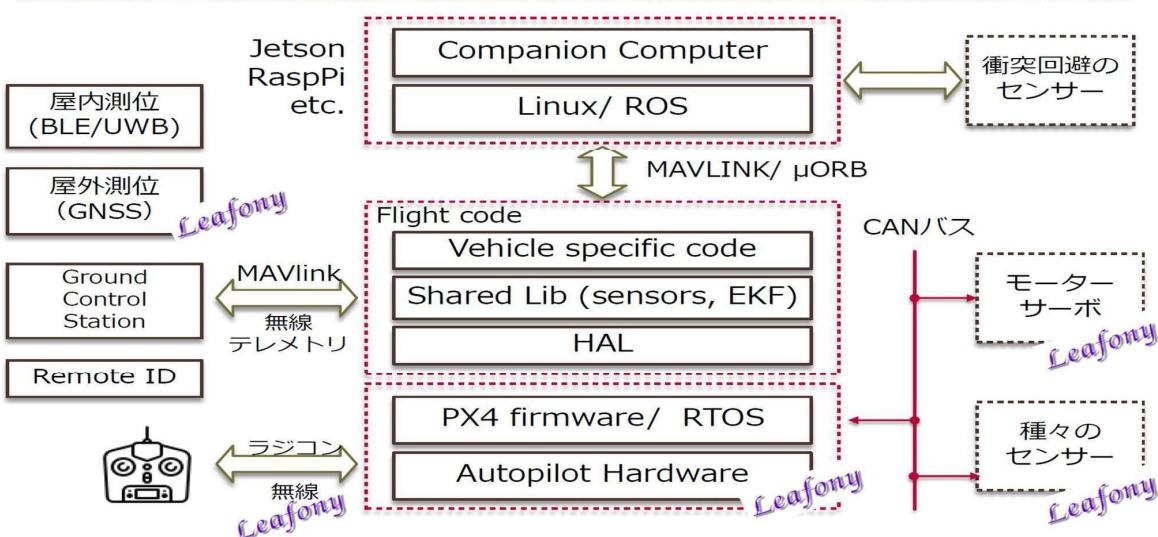


21

2. ドローンWGメンバーの研究成果の紹介



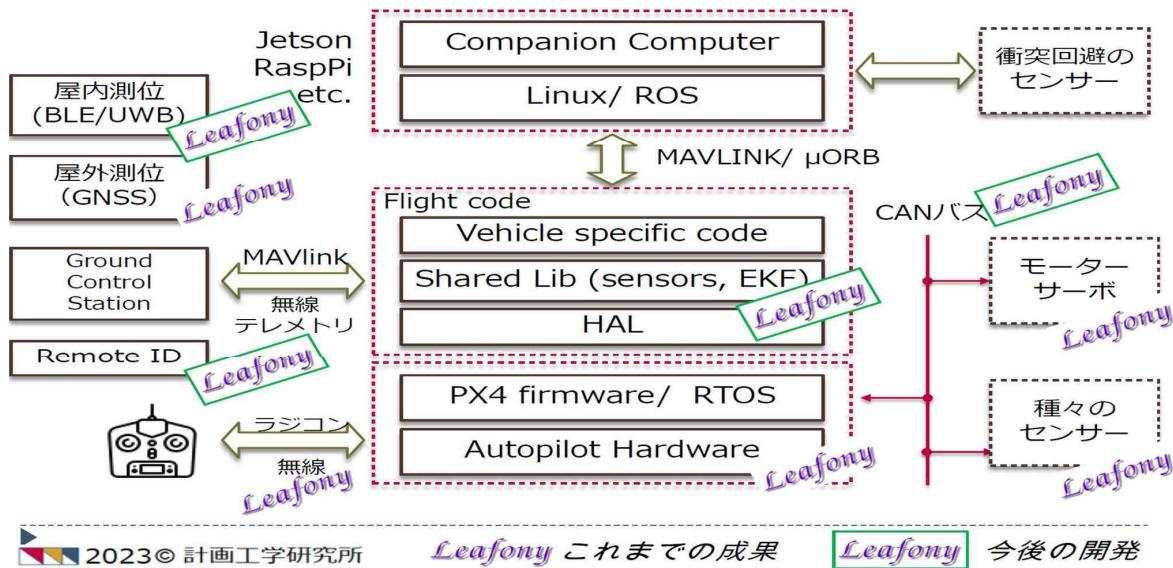
OSS-UAS システム構成（これまでの成果）



2. ドローンWGメンバーの研究成果の紹介



OSS-UAS システム構成 (FY23試作プラン)



2023 © 計画工学研究所

Leafony これまでの成果

Leafony 今後の開発



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

23

ドローンWGの成果活用



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

24

3. ドローンWGの成果活用

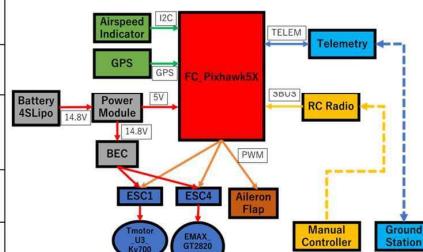


■ 金沢工業大学との共同研究

- ・ 金沢工業大学で制作頂いているV-TOL機体に関する制作にあたってのマニュアル作成を実施中

ドローンの構成

カテゴリー	部品名	用途	個数
電源	4SLipo	電源	2個
FC	Pixhawk 5X	飛行制御	1個
リフトモータ	Tmotor_U3	離着陸用	4基
推進モータ	EMAX_GT2820_KV985	水平飛行用	1基
RC受信機	R9001SB	マニュアル制御用	1個
テレメトリー		テレメトリー/ミッショングコマンド	1個
GPS	M8N	GPS取得用	1個
センサー		対気速度の計測	1個



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

3. ドローンWGの成果活用



■ 金沢工業大学との制作時のマニュアルを作成することで、V-TOL制作時のノウハウとして活用できるようにする。

- ・ V-TOL開発時の難しい点、利点などをまとめることで、利活用にあたっての展開をする。
- ・ 研究成果が見えるように工夫しながら、JASA内での共有を図りながら、成果を活用できるようにする。

3. ドローンWGの成果活用



■ ドローンWGメンバーの研究成果

- 23年度活動として、以下の活動を推進予定

▶ FY23の活動プラン

- ▶ BLE-MCU Leaf試作: テレメトリー、室内測位
- ▶ UWBモデム評価: 室内測位
- ▶ 802.11ahモデム評価: テレメトリー
- ▶ Dronecode/PX4へ移行
- ▶ Leafony XBee 連携ボード: CANバス

▶ 2023© 計画工学研究所

一般社団法人 組込みシステム技術協会

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

27

3. ドローンWGの成果活用



■ ドローンWGメンバーの研究成果

自律移動体 協調制御 参照デザイン



RoverとDroneの
協調制御の
参照デザイン

LiDAR
ステレオカメラ
搭載可能に
大型化



GNSS-RTK
室内測位
搭載可能に
大型化

将来的には、地上、空での
連携をした活用方法を検討
していき、利用ユースケース
を検討していく予定。

特に屋内測位に関しては、
力を入れた活動を行いたい。

Dronecode-PX4
屋外+屋内測位
(FCはCOTS)



▶ 2023© 計画工学研究所

一般社団法人 組込みシステム技術協会

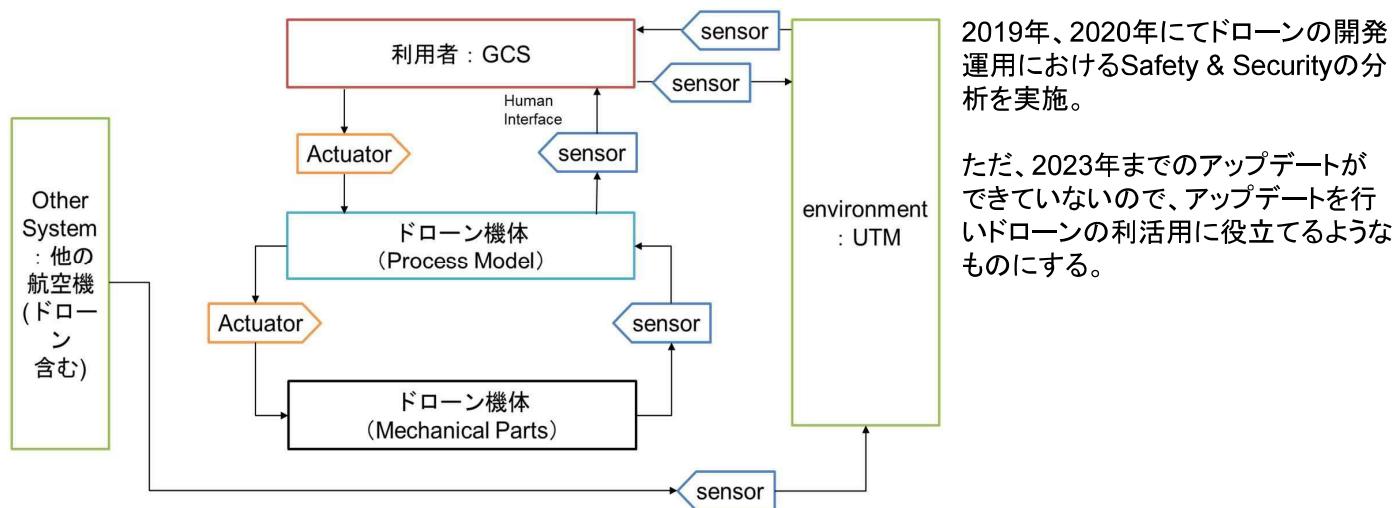
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

28



3. ドローンWGの成果活用

■ ドローン活用での安心・安全



2019年、2020年にてドローンの開発運用におけるSafety & Securityの分析を実施。

ただ、2023年までのアップデートができていないので、アップデートを行いドローンの利活用に役立てるようなものにする。



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

29



3. ドローンWGの成果活用

■ 様々な研究成果を活かし、委員会との連携を図る。

金沢工業大学の研究成果 ドローンWGメンバーの研究成果 Safety & Security分析成果



これらの成果を委員会で進めている内容にフィードバックし、成果の活用が見えるようにしていく！！
協会外にも情報発信しながら、成果の活用に繋げていく！！

Qiita
トレンド 質問 公式イベント 公式コラム 録画 Organization

【6/16開催】エンジニア志望の25卒学生向け合同企業説明会Qiita Career Meetup for STUDEN

17
17
Twitter
Facebook
...
@kanetugu2018 (Mori Takashi) in TOPPERSプロジェクト 投稿日 2023年05月28日

Unity + Python + 箱庭で自作ドローンを動かしてみる！

Unityでドローンを使ったシミュレーションするには、AirSimが有名ですが、これをTOPPERS/箱庭でやってみたら、案外それっぽいのができちゃったので記事にしてみました。

きっかけ
この論文です。
<https://www.cst.nihon-u.ac.jp/research/gakujutu/61/pdf/G-30.pdf>
<https://www.cst.nihon-u.ac.jp>

この記事を読んで、『Unityで、プロペラ部分を RigidBody で作って、上向きの力を外部から与えれば簡単に実現できそう！』という思い付きからでした。



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

30

3. ドローンWGの成果活用



- 是非、ドローンWG、委員会に参加ください。
 - 一緒にドローン制作など行ってくれる方を募集中！！



「JASA ドローンWGの活用」

2023/6/9 発行

発行者 一般社団法人 組込みシステム技術協会
東京都 中央区 入船 1-5-11 弘報ビル5階
TEL: 03(6372)0211 FAX: 03(6372)0212
URL: <https://www.jasa.or.jp/>

本書の著作権は一般社団法人組込みシステム技術協会(以下、JASA)が有します。
JASAの許可無く、本書の複製、再配布、譲渡、展示はできません。
また本書の改変、翻案、翻訳の権利はJASAが占有します。
その他、JASAが定めた著作権規程に準じます。



JASAセミナー

笑顔検知によるモチベーションアップ支援の提案 ～ハッピーミラープロトタイプ紹介～

2023年6月9日

IoT技術高度化委員会/スマートライフWG
國井 雄介



© Japan Embedded Systems Technology Association

1

スマートライフWG紹介



活動目的

- 人の感情（エモーション）や状態（バイタル）をセンシングし、IoTとして応用するための技術の調査・研究を実施する。
- 生活上の課題を解決する（QoL向上の）ソリューションを組込みの視点から提案し、生活用IoTの普及を目指す。
- プロトタイプを作成し、ソリューションの有用性について実証実験を行う。

1. IoT技術高度化委員会の体制

IoT技術高度化委員会(HQ)

- 各WGのとりまとめ
- 涉外、関連団体との連携

①ドローンWG
・ドローンの安全自律飛行の実現
・衝突回避、密着回避、制御不能状態の回避などの標準化研究
・ドローンセンシングなどドローンの利活用技術の研究
⇒長崎、五島列島へのドローンサービス提案
②スマートライフWG ← エモーションWG
・エモーションのキャッチセイバーとデータの研究
・エモーション・運動のサービスユースケースの研究
・QoLの向上サービスへの展開
⇒スマートライフ拡張
③イノベーション研究会(SMAで活動)
・スキルの拡充・育成の研究
⇒IoTビジネスキャリアの考案、デジタルプロデューサーのスキル
・IoTビジネスプロデューサ認定講座 初級・中級
④エネルギー・ベースティングWG
・環境省電力の研究
・活用事例の研究



過去の主な活動実績

- エモーションセンシングプロトタイプ
2017 ET展デモ、2018 ET展デモ
- スマート睡眠システム
東大駒場リサーチキャンパス公開2018
- 睡眠評価システム
東大駒場リサーチキャンパス公開2019
- エモーションフラー
2021 ET展デモ
- ハッピーミラー ★New
2022 ET-WEST
2022 EdgeTech+デモ

© Japan Embedded Systems Technology Association

2

エモーションフラワー（ET2021展デモ）



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

3

© Japan Embedded Systems Technology Association

スマートライフWGで着目した課題と仮説



オンラインコミュニケーションの課題

話し手としては、相手が理解しているかを確認するため、相手の表情を見たいが、顔出しをしていない場合、相手の表情（感情）が見えず、コミュニケーションが取りづらい。

課題解決の仮説

オンラインコミュニケーション時に、リモート先の相手の感情（表情）を可視化することで、コミュニケーションの活性化に寄与できるのではないか？



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

4

© Japan Embedded Systems Technology Association

相手に視覚情報（表情、感情）を伝える重要性



コミュニケーション方法と「伝わりやすさ」の関係

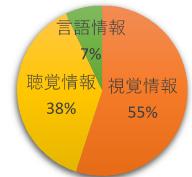
ノンバーバルスキル(非言語スキル)		雰囲気		
		表情		
聴き方		聴き方		聴き方
会話のリズム		会話のリズム		会話のリズム
言葉	言葉	言葉	言葉	言葉
メール	チャット	電話	オンライン会議	対面

越川慎司 「AI分析でわかった トップ5%リーダーの習慣」より

カメラをOffにして、顔出ししないと
情報が伝わりにくく、認識GAPが起きやすい。

メラビアンの法則

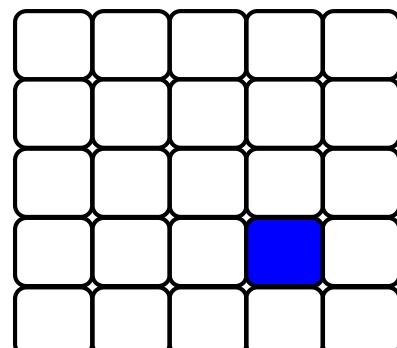
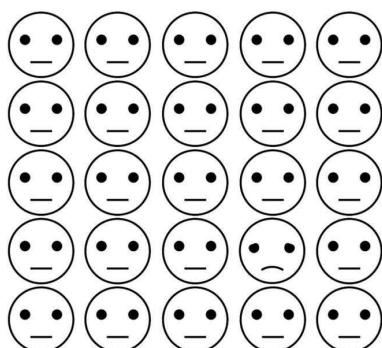
メラビアンの法則
3つの情報がどれか一つでも一致しない場合は、
視覚情報 > 聴覚情報 > 言語情報の順番で、優先される。
視覚情報の占める割合は大きい。



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association
© Japan Embedded Systems Technology Association

5

色による可視化のメリット



色による可視化のメリット

- 抽象化されていて把握しやすい。
- 心理的ハードルが下がる。
- 通信の量が少なくてすむ。（最少RGB24bit）

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association

6

感情色仕様



オンラインコミュニケーションで一般的に使われるカメラを利用し、画像から感情を分類。感情の色は、プルチックの感情の輪に合わせた。

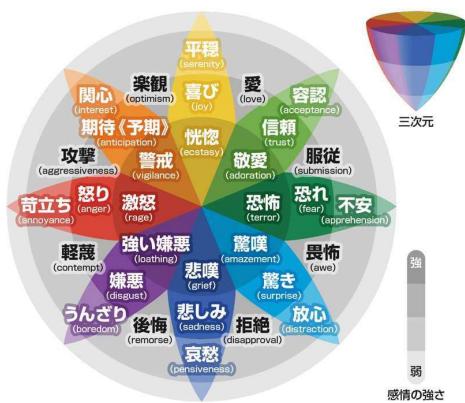
感情	名前
angry	赤
disgust	濃い紫
fear	濃い緑
happy	黄色
sad	青
surprise	水色
neutral	白



※neutralの場合は、全LEDを白にする

プルチック感情の輪

感情を8つの基本感情（真ん中）と2つの基本感情から生まれる混合感情に分類。
さらに基本感情には、感情の強さもある。



<https://swingroot.com/plutchik-emotion/>

単純に色を変えるのではなく、花の形にして、表現する。
エモーションフラワーと命名しプロトタイプの作成を実施。



7

© Japan Embedded Systems Technology Association

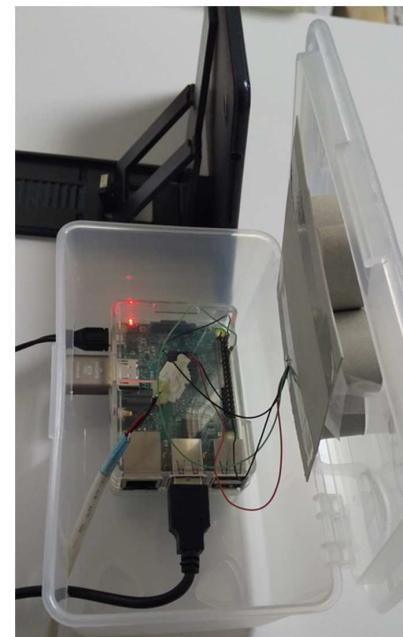
エモーションフラワー プロトタイプ 実機



正面



中身



HW	マイコン	RaspberryPi3
	LED	NeoPixel Ring
	カメラ	USBカメラ（エレコム）
SW	言語	Python3
	ライブラリ	Tensorflow (keras) Adafruit NeoPixel

Edgeのみで
動作可能



© Japan Embedded Systems Technology Association

8

エモーションフラワープロトタイプ動作動画



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association

9

ET2021展示会フィードバック



自席において自分の表情を知ることで、「ちょっと休憩しよう」と自分で気づくタイミングになる。



色データだとしても、自分の感情状況が認識され、データとして蓄積されるに抵抗がある。



笑顔の検出率が良い。笑顔の練習になる。

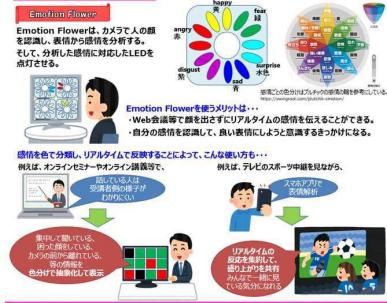
IoT技術高度化委員会
スマートライフWG

組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

スマートライフWGの目的
人の感情（エモーション）や状態（バイタル）をセンシングし、IoTとして応用する技術の調査・研究を中心に行なっている。研究結果をスマートフォンやIoT機器上に表示するため、生活用IoTの普及も目指す。

活動概要
■感情をセンシングするためのセンサー（エモーションキャッチセンサー）の調査・検証
■エモーションキャッチセンサーの組み合わせによる認識精度向上上の調査・検証
■人の感情や状態に関するサービスユースースへの検討と実証
■センシングデータの収集・分析・活用の検討
■Built To Think（プロトタイプ思考）の考え方に基づき、トリオノードエンジニアリング（三井）の活用によるアイデアの抽出、サービスの開発

http://www.esat.ac.jp/research/research_group/smartlife/



組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

自分の表情データを自分のために使うのであれば、抵抗なく表情検知を活用できるんじゃないかな？
もっと笑顔を活用することはできないか？

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association

10

スマートライフWGで着目した課題と仮説



オンラインコミュニケーションの課題

コロナ禍で人との接触が減り、**自分の感情（表情）をアウトプットする機会が減った**。それにより、笑顔を作ることが自然にできなくなった。顔出しをしないオンラインコミュニケーションの弊害。



課題解決の仮説

笑顔のトレーニングをすることにより、表情筋を動かすことで、**感情を豊かに表現できるようになる**のではないか？それにより相手に感情を伝えやすくなったり、自分のモチベーションを上げたり、ポジティブな感情になれるのではないか？



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association

11

笑顔の重要性



1. 免疫力がアップする

笑いや笑顔には、ナチュラルキラー細胞という免疫細胞を活性化させ、免疫力をアップする効果がある

2. エイジングケアになる

顔のリフトアップ効果が期待される

3. 表情筋が刺激を受け、ポジティブな気持ちになる

笑顔になることで顔の表情筋が刺激を受け、それが脳にフィードバックされると、ポジティブな感情が生まれる

4. コミュニケーションがスムーズになる

口角アップにより心理的安全性が担保される

5. 笑顔は周りに伝染する

相手の笑顔につられて笑顔になるので、お互いにいい気分になる

6. 幸福度がアップする

気持ちがポジティブなのでポジティブな発言が多く、幸せになる



- ・笑う門には福来たる。
- ・笑いは人の薬
- ・泣いて暮らすも一生、笑って暮らすも一生
- ・笑って損した者なし

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

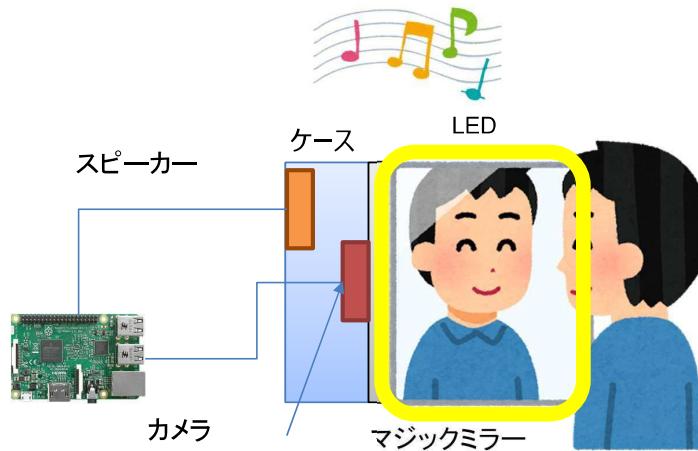
『楽しいから笑うのではなく、笑うから樂しいのだ』

© Japan Embedded Systems Technology Association

12



笑顔練習用の鏡を作つてみよう！



■仕様

- マジックミラーの裏にカメラをセットし、カメラを意識させない。
- カメラで笑顔を認識。（数秒間笑顔を作る）
- 笑顔を検出したら、LEDを光らせる。
- 笑顔が数秒間継続したら、スピーカーから音声を流す。

組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

13

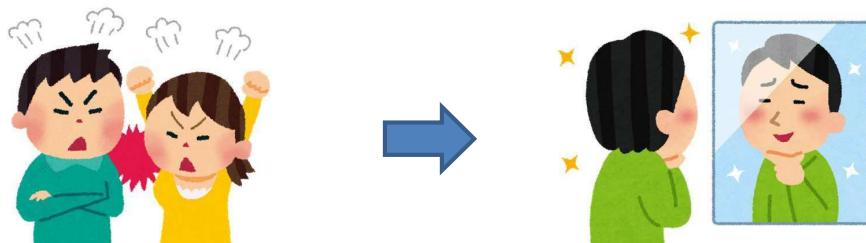
© Japan Embedded Systems Technology Association

想定ユースケース



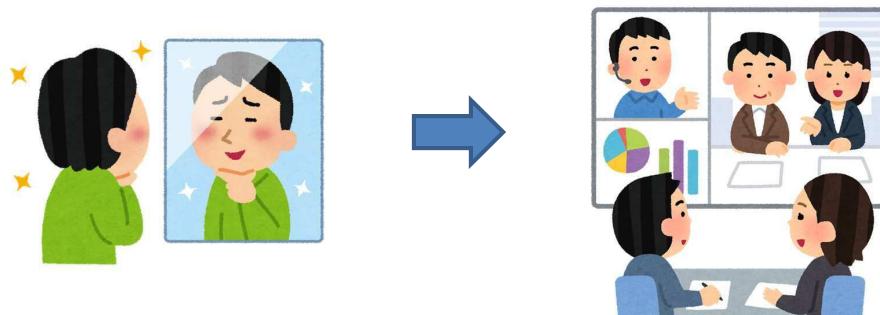
アンガーマネジメントへの活用

怒りを鎮めるために、怒りを感じたら、笑顔を作る。（怒りは6秒間しか持続しない）



リモートワークへの活用

笑顔を作つてから、MTGへ参加。メンバーの心理的安全性が確保されMTGが活性化する。



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Assoc

© Japan Embedded Systems Technology Association

毎朝の身支度時に笑顔の練習をする。
ゲームへの活用。
など、応用例はまだまだ！

ハッピーミラープロトタイプ実機



HW	マイコン	RaspberryPi3
	LED	フルカラーシリアルLEDテープ
	カメラ	Raspberry Pi カメラモジュール V2.1
	スピーカ	伝振動スピーカー
SW	言語	Python3
	ライブラリ	Tensorflow (keras) Adafruit NeoPixel

© Japan Embedded Systems Technology Association

15

ハッピーミラープロトタイプ動作動画





笑顔を3秒間Keepするのは難しい。
やってるうちに面白くなって笑ってしまう。



笑顔のトリガーをLEDを光らせるだけではなく、別のことにも使ってみたい。



ミラーの位置が悪い。下からだと下脇れに見える。



感情認識の応用



・ メタバース空間への適用

アバターに利用者の感情を表現する。

感情もコミュニケーション手段の1つ(言葉、ジェスチャーなど)

HMIの入力の一つとして、トリガにもできる。

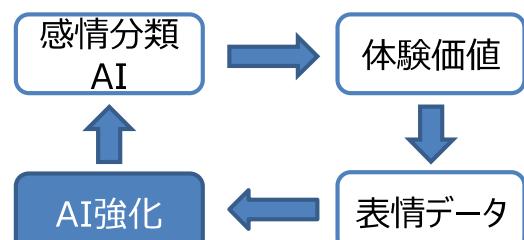
・ マルチモーダルAIによる精度向上

画像からのみでは、判断が難しいことがある。

バイタル、言語情報、音声の抑揚など、画像以外のデータを組み合わせることで精度向上可能。

・ データ取得ループ

ビジネス利用が始まれば、データがそれに集まり、精度が向上する。特に個人データには、価値がある。



今後の活動について



2017年4月から6年間活動をを続けてきたスマートライフWGですが、2023年4月より、主査の交代を実施します。



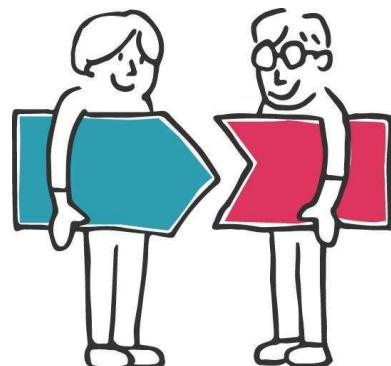
私は大阪にいるので、近畿支部の方もよろしくお願ひします、大阪から活動がんばります！！

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association

19

ifLinkとの連携



ifLink
Open Community

感情認識を活用したソリューションの検討を加速させるため、感情認識部分のifLinkプラットフォーム対応を実装中。ifLinkプラットフォームに対応することで、様々なデバイスと連携できるようになり、PoCが簡単に作れるようになる見込みです。こちらは、EdgeTech+ West2023でデモ展示予定です！

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

ifLink Open Community
<https://iflink.jp/>

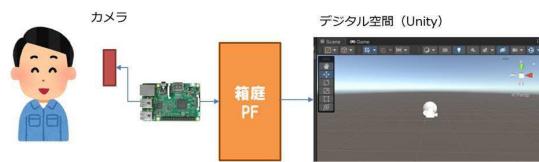
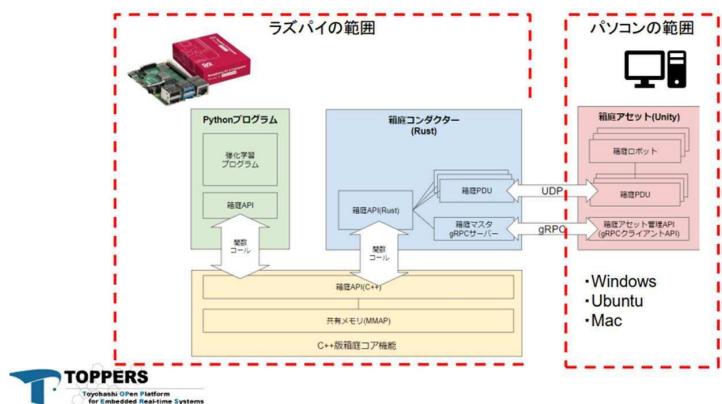
© Japan Embedded Systems Technology Association

20

箱庭との連携



・アーキテクチャ



メタバース空間への応用について
調査するため、シミュレーション環境として、
箱庭を利用することに決定。
現在、感情認識の結果を、箱庭空間で
表現するプロトタイプ作成中。



© Japan Embedded Systems Technology Association

Toppers Project 箱庭
<https://toppers.github.io/hakoniwa/>

WGメンバー募集



スマートライフWGと一緒に活動してみませんか？



© Japan Embedded Systems Technology Association



スマートライフWGへの依頼事項お待ちしています。

- こんなもの作って、試してみてほしい。
- こんなセンサあるけど使ってみてほしい。
- こんなIoT PF使ってみて、使用感を教えて欲しい。
- こういうことやりたいんだけど、一緒にやってもらえない？などなど



【技術成果発表会スマートライフWG】

2023/6/9 発行

発行者 一般社団法人 組込みシステム技術協会
東京都中央区日本橋大伝馬町6-7
TEL: 03(5643)0211 FAX: 03(5643)0212
URL: <http://www.jasa.or.jp/>

本書の著作権は一般社団法人組込みシステム技術協会(以下、JASA)が有します。
JASAの許可無く、本書の複製、再配布、譲渡、展示はできません。
また本書の改変、翻案、翻訳の権利はJASAが占有します。
その他、JASAが定めた著作権規程に準じます。

Backup



© Japan Embedded Systems Technology Association

25



OSSによるLSI開発 OpenEDA と RISC-V

2023年6月9日
OSS活用WG/技術本部本部長
竹岡尚三 (株)アックス

一般社団法人
組込みシステム技術協会
© Japan Embedded Systems Technology Association 2021

日本の半導体 産業 復興!

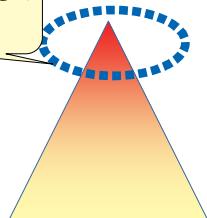
- ・国内8社が半導体製造会社「Rapidus」設立
- ・経産省キモ入り 「10年の遅れ」取り戻す
- ・キオクシア、ソニーグループ、ソフトバンク、
デンソー、トヨタ自動車、NEC、NTTが
それぞれ10億円、三菱UFJ銀行が3億円を
出資した。



<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20221111/k10013887921000.html>

- ・半導体工場は、かろうじて最新のものがある
- ・でも、「お高いんでしょう～？」
- ・技術者不足
 - ・半導体 設計 技術者
 - ・論理回路 設計 技術者

このへんの人たちの
話でしょ…



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

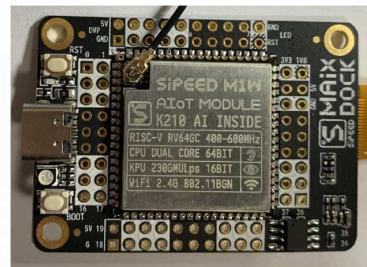
中華チップ 強し! (^_^)



Lichee Nano
極小 Linux ボード

SD Card Size
CPU: ARM 926EJS @900MHz
32MB DDR SoC(内蔵),
16MB SPI Flash

<https://www.seeedstudio.com/LicheePi-Nano-ARM926EJS-SOC-Development-Board-16M-Flash-p-2892.html>



Sipeed M1w dock suit
AIアクセラレータ付き RISC-V
K210
ESP32入り(WiFi、TCP/IP通信など可能)

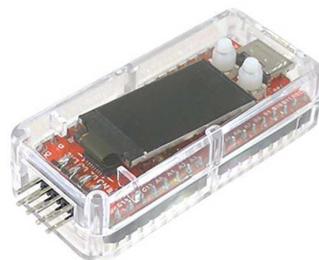
<https://www.seeedstudio.com/Sipeed-Maixduino-Kit-for-RISC-V-AI-IoT-p-4047.html>



M5Stamp C3U Mate
ESP32-C3 RISC-V MCU
ESP32のCPUがRISC-Vになつた



M5Stack M5StickV
AIアクセラレータ付き RISC-V
https://www.switch-science.com/products/5700?fbclid=IwAR01nN9ch9HkzyrCa-eMPN_aafEw-1GaSaaS1v5O0QW021b0dVdtekY0



Sipeed Longan Nano RISC-V
GD32VF103CBT6開発ボード

<https://www.seeedstudio.com/Sipeed-Longan-Nano-RISC-V-GD32VF103CBT6-Development-Board-p-4205.html>



Tang Primer FPGA,

EG4S20

(sipeed tang Primer FPGA)

あらかじめ RISC-Vが焼かれている

<http://akarukotobishi.com/catalog/g4m7476>

技術者 不足をStop!日本の半導体 産業 復興!



.OSSの開発ツールで、LSI 開発

- 無料ツールの使い手が増える → 技術者不足 解消!
 - 半導体 設計 技術者
 - 論理回路 設計 技術者

.半導体 工場は、「お高くない」 ものもある

- 65nm,90nm とか、安くてかなりいい
-

みんなのLSI
俺のASIC

LSI開発の民主化だっ!!!



半導体(LSI) 開発が OSSで自由な世界に

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

Googleがカスタム半導体の民主化・自由化を推進

.Googleなどが、OSSを使用して、

LSI開発の民主化を行っている。2020年ごろより

.日本政府も、半導体産業 復興を行う

- LSI開発者の裾野を広げる
 - 零細企業でも、LSI設計ができる時代になった
 - Open EDAを活用(Googleにならう)
 - OSSのハードウェア開発ツールを使用

.専用LSIは、低消費電力=持続可能社会に貢献

- 汎用CPU, Intel x86は電力消費が大きすぎる

.我々は、OSSのハードウェア開発ツール振興を行う!

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

Googleがカスタム半導体の民主化・自由化を推進

- Googleと半導体ファウンドリの「SkyWater」が協力し、業界初となるオープンソースのPDKを公開
 - Skywaterは2017年に米Cypress Semiconductorからスピンオフしたファウンドリ企業
- PDK プロセス設計キット
- ある特定の半導体プロセスで回路設計を行う際に必要な設計情報
- **トランジスタ配置の制約条件などが書かれている**
- 半導体の設計者は、半導体製造のファウンドリから「Process Design Kit(PDK)」と呼ばれる開発キットを購入
- 半導体ファウンドリが提供するPDKは高価 → それが無料 OSSに!
- SkyWaterの130nmプロセス「SKY130」で半導体チップの製造を行うための設計を無料で行うことが可能
- GitHub - google/skywater-pdk: Open source process design kit for usage with SkyWater Technology Foundry's 130nm node
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association
<https://github.com/google/skywater-pdk>

Googleがカスタム半導体の民主化・自由化を推進

- GoogleがスポンサとなりMPWシャトル・サービスを、**無料で提供**する
 - MPW(Multi-project wafer):
 - さまざまな顧客からの異なる半導体チップを1枚のウェーハで製造する
 - Skywater社で製造
- 50万円～100万円出せば、作ってくれる道筋もある
- 130nmプロセスのアナログ・デジタル混載LSIを作る。



- FOSSi(Free and Open Source Silicon Foundation)
 - 無料のオープンデジタルハードウェア設計
 - そのエコシステムを支援
 - 非営利団体
- [FOSSi Dial-Up] Tim Ansell - Skywater PDK: Fully open source manufacturable PDK for a 130nm process
<https://www.youtube.com/watch?v=EczW2IWdnOM>
- 半導体チップの設計フロー3つの要素
 - RTLデザイン o
 - EDAツール(電気、電子CAD) o
 - PDKデータ ← これがOSSに!
- 唯一オープンソース化がなされていなかったPDKデータがいよいよオープンソース化された
- FOSSIでは、半導体 試作を無料でできるサービスも提供
 - (申込みが うまくできないが...)
-
- GoogleがスポンサとなりMPWシャトル・サービスを、**無料で提供**する予定
 - MPW(Multi-project wafer):
 - さまざまな顧客からの異なる半導体チップを1枚のウェーハで製造する
 - Skywater社で製造

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

FOSSi



- NEDO資金も受け、日本人 河崎氏も、
実際に、LSIを開発した。
※河崎氏は、RISC-V Foundation ボードメンバで、
JASA RISC-V WGメンバでもある
- 「Google社がスポンサとなりeFabless社のオープンソース
シャトルを使用し30日でRISC-V半導体を設計試作」
- <https://riscv.or.jp/2022/05/marmot-risc-v-asic/>
- JASA RISC-V WGとJASA OSS-WGは、頻繁に情報交換中

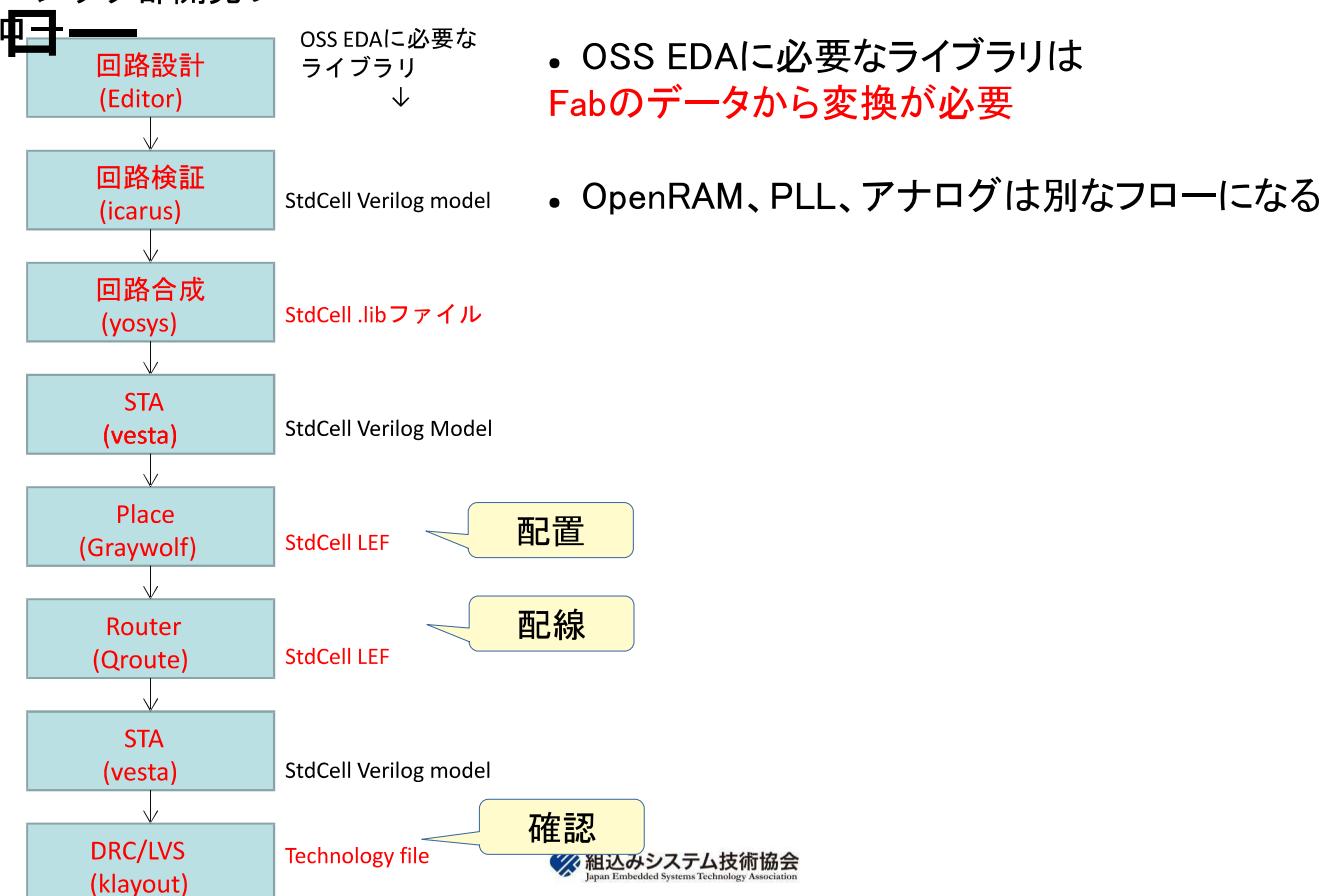
半導体チップの設計フロー3つの要素



- RTLデザイン ○
- EDAツール ○
- デジタル合成フロー○
- PDKデータ ← これがOSSに

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

OSSによるLSI開発のEDAフロー



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



- Digital synthesis flowは、ツールと手法
 - RTL → 物理回路 を合成
 - FPGA ならば、Xilinx, Intel などのコンフィギュレーション・コード
 - 特定の半導体工場(ファブ)で作るIC(LIS)の場合は、ファブのプロセス・テクノロジでのレイアウト
 - PDK情報が必要
- これまで
- 半導体用のデジタル合成フローは、
ケーデンスやシノプシス
という大手企業のみが供給していた
- FPGA 用は、Xilinx, Intel などFPGAメーカーがツールを提供
OSSではないが、無料で配られることも多い

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

Graywolf OSSデジタル合成フロー・ツール



- トランジスタ配置ツール
 - 主にQflowと併用
- TimberWolf 6.3.5からフォークした
 - TimberWolf はイエール大学で開発され、商用化されるまで、しばらくはオープンソースとして配布された
 - TimberWolf のオープンソース版の最後のバージョンは詳細ルーティングを実行しない
 - しかし、プロ仕様の配置ツールだった
- greywolf の主な改善点
 - ビルド プロセスがより合理化された
 - 通常の Linux ツールとして動作する
 - 最初に環境変数を設定することなく
 - どこからでも呼び出すことができる

<https://github.com/rubund/graywolf>

Qflow OSSデジタル合成フロー・ツール



※Graywolfと併用するのがよい

- デジタル合成フローは、verilog や VHDL などの高水準言語で書かれた回路設計を物理回路に変換するために使用される一連のツールとメソッドです。
 - Qflow 1.3: An Open-Source Digital Synthesis Flow
 - <http://opencircuitdesign.com/qflow/welcome.html>
- OpenCores内 情報
 - <https://opencores.org/howto/eda>
- Icarus Verilog Simulator:Verilog simulation and synthesis tool
- Verilator: free Verilog HDL simulator
- GHDL VHDL simulator



OpenRAM: RAM合成ツール



- OpenRAMは、RAMを合成する
- 同時ではない、read/write のツーのRAMは合成できる
- OpenRAMは、同時1read & 1write のRAMが仕様上は合成できるはず。
 - だが、ダメ(残念)

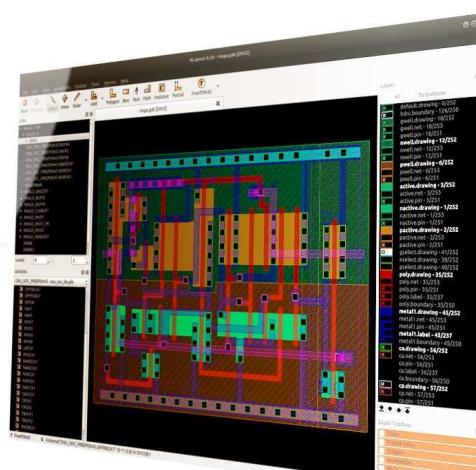
Klayout



- マスクの確認
- 分析
- <https://www.klayout.de/>

•

```
# The PCell declaration for the circle
class StarPCell -> PCellDeclarationHelper
    include RNA
    def initialize
        # Important: initialize the super class
        super
        # declare the parameters
        param(r1, TypeDouble, "Layer", default = LayerType.metal_01)
        param(r1, TypeDouble, "Inner radius", default = 1, restrict >= 0)
        param(r2, TypeDouble, "Outer radius", default = 3, restrict >= 0)
        param(n, TypeInt, "Number of rays", default = 32)
        param(da, TypeInt, "Ray angle", default = 3, restrict >= 0)
    end
    def display_text_impl
        # Provide a descriptive text for the cell
        "StarPCell@#(1,1,s,0)(%r1=%1,%r2=%2,%n=%3,%da=%4,%ang=%5)"
    end
    def produce_impl
        # This is the main part of the implementation: create the layout
        # compute the ray parts and produce the polygons
        d = Math.PI * da / 360.0
        a = 0.0
        n_rays = n + 1
        dpts = []
        for i = 0 to n_rays - 1 do
            dpts += DPoint.new(r1 * Math.cos(a), r1 * Math.sin(a))
            dpts += DPoint.new(r2 * Math.cos(a), r2 * Math.sin(a))
            a += d
        end
        cell.shapes[1].layer.insert(DPolygon.new(dpts))
        a = Math.PI * 2 / n
    end
end
```



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

GAFAなどが自社向け半導体の開発に力を入れる理由

- データセンタの消費電力削減
 - 自社製専用半導体で電力削減
- 設計技術だけで自社半導体はできる
 - 半導体工場レス
 - RTL(デジタル論理)設計ができれば
 - 専用アルゴリズム用LSI
- オーダーメイドICは、FPGAでは不満
 - FPGAは消費電力大
 - FPGAは遅い

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



国内

- 政府が、LSI産業再興
 - JASAにも、経産省からLSI開発者教育についてヒアリングが来て、私もJASA技術本部長として応えました。
- LSI開発者の裾野を広げたい
 - 産業技術総合研究所なども、OpenEDAに注目



国内

日本も、国の金で施設を用意

ふくおかIST(公益財団法人 福岡県産業・科学技術振興財団)
福岡システムLSI総合開発センター
「システムLSI設計試作センター」

- http://www.ist.or.jp/lsi/pg04_02.html
- ベンチャー企業が半導体の設計ツールを安価で利用できる
- LSI設計、少量試作できる
 - 50～100万円あれば、LSIの少量生産ができる仕組みがある



小規模EDA開発 日本でも流行

福岡システムLSI総合開発センター 「システムLSI設計試作センタ- の設計ツール一覧

EDA機能		製品名
ハイレベル設計	Cレベル合成	• CyberWorkBench ※NECの商品
	論理シミュレータ	• Incisive Enterprise Simulator L
	回路図エントリ	• Schematic Editor
		• ASCA
		• ASCA Basic
	シミュレーションIF	• Virtuoso ADE
		• ASCA Sim.faceA
フロントエンド設計	総合回路設計	• C ³
	Composer IFオプション	• Composer IF
	Verilog Interfaceオプション	• Verilog Interface
	SPICE Interfaceオプション	• Analog HSPICE IF
	アナログ回路シミュレータ	• Spectre circuit Sim
		• Msim
	汎用回路波形解析	• SimVision
レイアウト	レイアウトエディタ	• Virtuoso LE
		• ISMO
	Cadence Linkオプション	• Cadence Link (DF II Upgrade)
レイアウト検証	DRC	• Calibre DRC
その他	LVS	• Calibre LVS
	IFオプション	• Calibre RVE
	DRC/ERC	• iDRC/ERC
	Caliber IFオプション	• Calibre IF
	寄生パラメータ抽出	• Calibre xRC

ミニマルファブ



一般社団法人 ミニマルファブ推進機構

MINIMAL(Minimal Fab Promoting Organization)は、半導体、MEMSなどマイクロデバイスの多品種少量生産を可能とする革新的な産業システム(ミニマルファブ)の発展と普及を支援する世界唯一の団体です。

<https://www.minimalfab.com/>

- ・ 半導体1個を手作りで作れる
- ・ 手間は掛かるが、費用は超安い



<https://www.semiconportal.com/archive/editorial/conference/report/130705-minimalfab.html?print> より引用

FPGAでも非営利団体 OSFPGA Foundation



FPGAでも非営利団体

Open Source FPGA Foundation (OSFPGA Foundation)

<https://osfpga.org/>

- 2021年4月8日、非営利団体「Open Source FPGA Foundation (OSFPGA Foundation)」の設立が発表された。
- OSFPGA Foundationは、オープンソースのFPGA設計ツールとIPブロックの普及推進を目的に組織された団体で、Open-Silicon社の創業者でSiFiveの会長も務めていた
- Naveed Sherwani氏が会長を務める。ボードメンバーには大学や研究機関の研究者が名を連ねており、FPGAベンダからはQuickLogicの社長兼CEOであるBrian Faith氏も参画している。同氏はオープンソースのチップ設計を目指す「CHIPS Alliance」やRISC-Vベースのオープンソースコアを

<https://www.eda-express.com/2021/04/fpgaiopen-source-fpga-foundation.html>



電子CAD OSS





- いわゆるEDAツール(電気、電子CAD)
- Spice
 - 電子回路シミュレータ
- KiCAD
 - 回路図、基板CAD



Spice



- 電子回路シミュレータ 無料版(必ずしもOSSではない)
- PSpice for TI
 - PSpiceのTI強化版

<https://www.tij.co.jp/tool/jp/PSPICE-FOR-TI>

• LTspice

- アナログデバイセズ

<https://www.analog.com/jp/design-center/design-tools-and-calculators/ltpice-simulator.html>

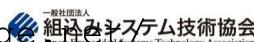
https://www.ltpice.jp/information_category/general/

- Ngspice (OSS)

<http://ngspice.sourceforge.net/>

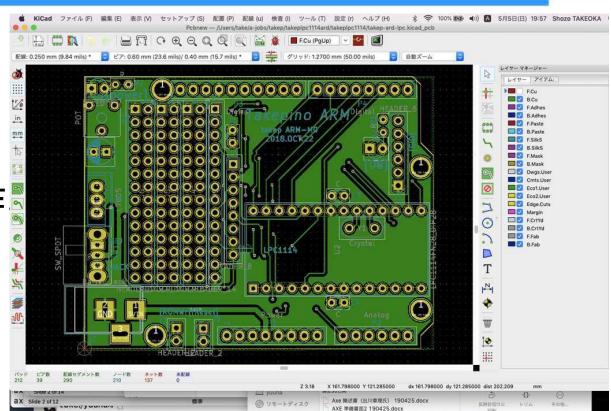
- Qucs (OSS)

<http://ngspice.sourceforge.net/>

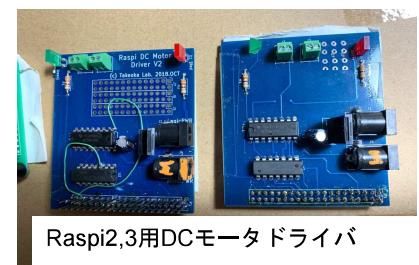


KiCAD

- EDAツール(電気、電子CAD)
- <https://www.kicad.org/>
- KiCADがあれば、アマチュアでも基板が作れる
- 写真はたけおかが、KiCADで設計
 - 中国でプリント基板少量生産
- シミュレーションはできない
- 知的な手助けは無い
 - 高周波回路の引き回し補助とか無い
- Linux, Macでも動作



ArduinoフォームファクタのARM, MIPSマイコン



Raspi2,3用DCモータドライバ

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

RISC-V



JASA内の RISC-V関連 活動

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

RISC-V



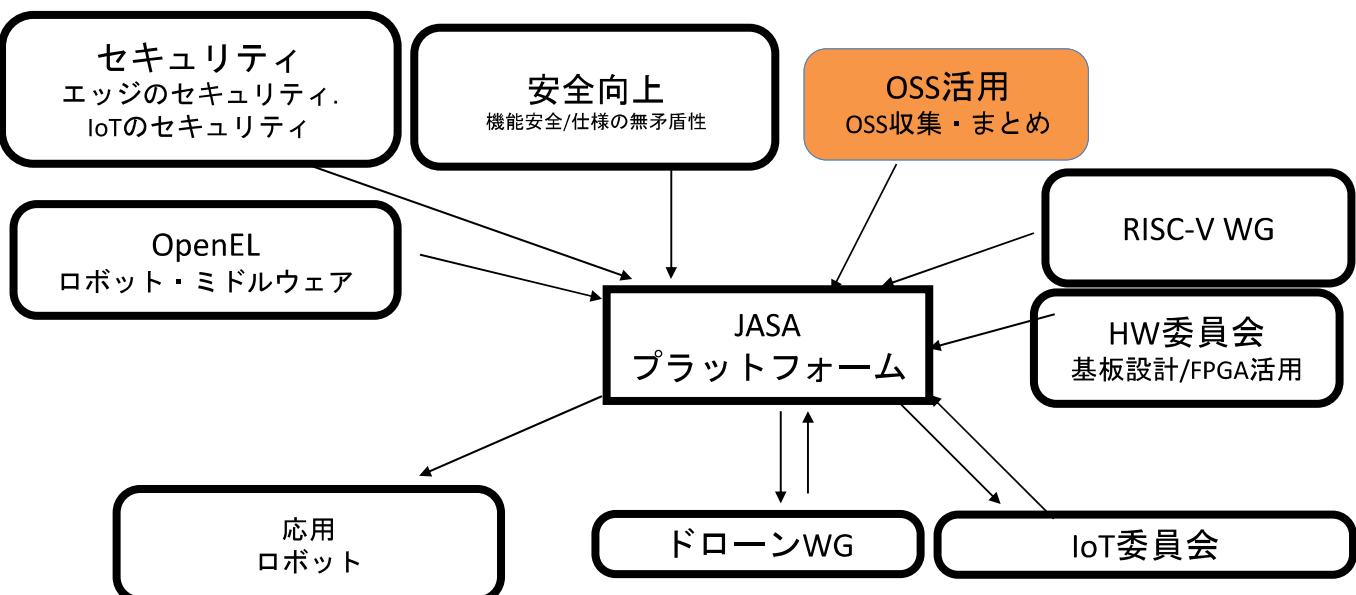
- ・命令セットの使用が無料
- ・自由に利用可能ないくつものCPUデザインがある
- ・BSDライセンス
 - ・オープンかつ自由
または
 - ・クローズドで独占的に
- ・派生成果物
 - ・RISC-V自身と同様
 - ・オープンかつ自由に、またはクローズドで独占的に、作成することを許可する。

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



TRASIO
TEE

JASA技術本部内



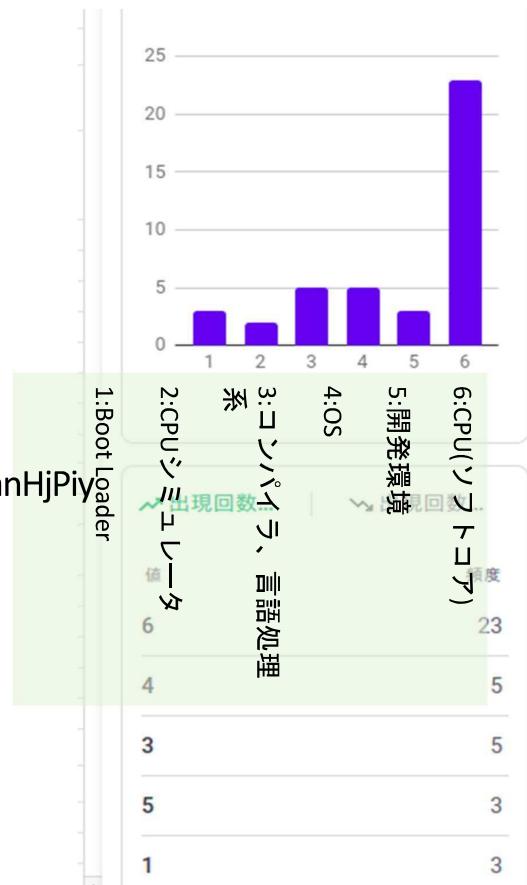
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

OSS-WG RISC-V OSSコレクション



- RISC-V 用 OSS リスト
 - OS, コンパイラ、開発環境
 - RISC-V ソフトコア
 - CPUコア論理
 - 2020年 春から、地道に情報更新

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1nmeHG5HJanHjPiY3s145dYHLAiKgpcWrpNqpY_2TbOU/edit?usp=sharing



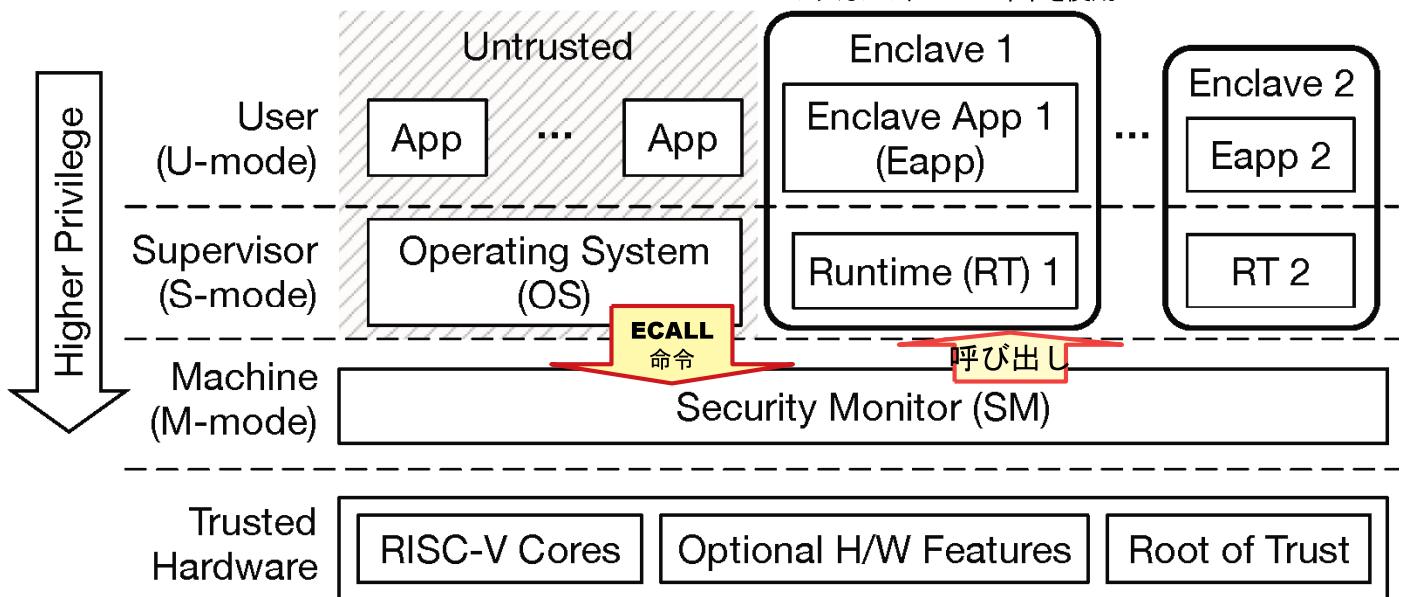
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

TEE実装 Key stone が、どう動くか調査

<http://docs.keystone-enclave.org/>
オープンソース・プロジェクト
ARMでいう Trust Zone と同等のものを、RISC-Vで実現

- OSSなので、ソースを読んで調査

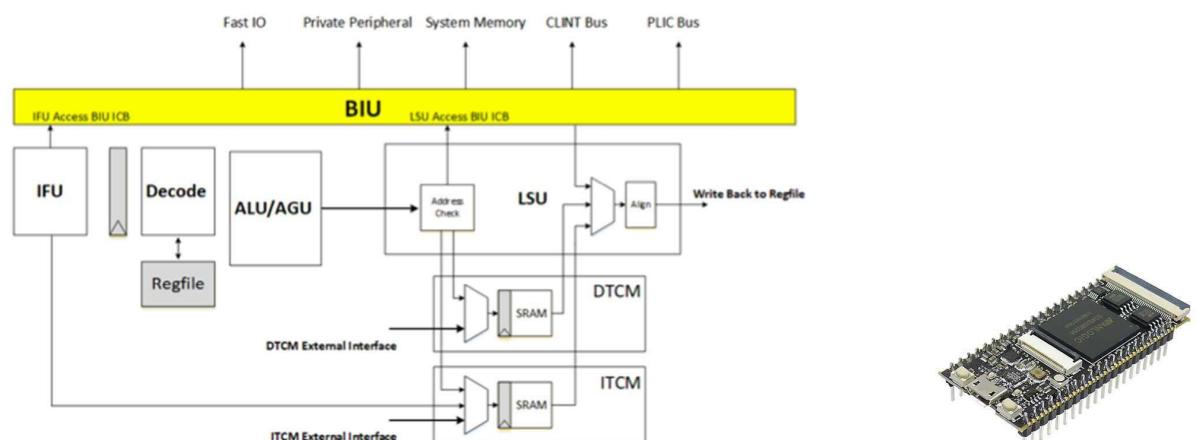
- RISC-V(Key stoneが使用の実装)には、3つのレベルがある
- U-mode (User) / S-mode (Supervisor, OS) / M-mode (Trusted)
- M-modeのみ物理空間で、プロテクトできる(TrustWorld)
- U-mode や S-mode は仮想空間(通常のOSが使用)
- M-modeに入るには、ECALL 命令を使用



<http://docs.keystone-enclave.org/en/dev/Getting-Started/How-Keystone-Works/Keystone-Basics.html> 図を引用

Humming bird E203 core改造

- e203には、ビット操作 拡張命令 “B”が入っていない
- オレオレ 命令 を追加
 - population, parity, clz(count leading zero), ctz(count trailing zero)
 - Float add, bit reverse, half word exchange, quarter word exchange



図は下記より引用:

- ITCM and DTCM is integrated inside Core

https://content.riscv.org/wp-content/uploads/2018/07/Shanghai-1110_HummingBirdE200forShanghaiDay_v1.pdf

E203はTang Primer FPGAボードで動作するRISC-Vソフトコア

e203に命令追加した



変更したファイル

`e203Defines.v` : 全体の`define`たち

`e203_exu_alu.v` : alu計算のインプリメンテーション

実際の、計算はしない。`write back`などを管理

`e203_exu_alu_dpath.v`: aluのデータ・パス。計算もする

`e203_exu_alu_rglr.v` : 一般alu命令のインプリメンテーション

`e203_exu_decode.v` : 命令デコード

- オレオレ命令の実際の計算は、

- `e203_exu_alu_dpath.v`

- 命令デコードは、

- `e203_exu_decode.v`



AXEは東工大 吉瀬研RVCoreを改造中

吉瀬研 RVCore

<https://www.arch.cs.titech.ac.jp/wk/rvcore/doku.php>

- Gnu Prolog加速命令 追加(AXEとTELで特許 共同出願中)

- ハードウェア・マルチスレッド機構 追加

- 時分割マルチスレッド

- ハードウェアのセマフォ機構

- 外部イベント→セマフォ結びつけ

- LL/SCによる排他制御機構

- OS機能を、ハードウェア化 → 省メモリ、省電力化



SPARCもオープンソースなソフトコアあり

- Open Sparc

<https://www.oracle.com/servers/technologies/opensparc-overview.html>

- LEONシリーズ

- 欧州宇宙機関(ESA)が積極開発

- Open Sparc の継続

<https://en.wikipedia.org/wiki/LEON>

- Len3, 3FT, 4, 5

- LEON3FT : Fault-tolerant processor

<https://www.gaisler.com/index.php/products/ipcores>

<https://www.gaisler.com/index.php/products/processors/leon3>

- Leon3 はGPL

- SPARC v8 が FPGAでも動作

オープンソースなソフトコア

- Opencores

<https://opencores.org/>

The screenshot shows a Google Chrome browser window with the URL <https://opencores.org/projects?expanded=Arithmetic%20core>. The search results page displays a table of arithmetic cores, each with a green status icon and a 'done' button. The table includes columns for Project, Files, Statistics, and Status. The right side of the screen shows a list of other projects, also with green status icons and 'done' buttons.

Project	Files	Statistics	Status
1 bit addpm code		Stats	
2D FHT		Stats	
4-bit system		Stats	
5x4Gbps CRC generator designed with standard cells		Stats	done
8 bit Vedic Multiplier		Stats	done
Adder library		Stats	
AES128		Stats	done
ANN		Stats	
Anti-Logarithm (square-root), base-2, single-cycle		Stats	done
BCD adder		Stats	
Binary to RCD conversions _with LED display driver		Stats	
Bluespec SystemVerilog Reed Solomon Decoder		Stats	
Booth Array Multiplier		Stats	
cavic decoder		Stats	done
Cellular Automata PRNG		Stats	done
CF Cordic		Stats	
CF FFT		Stats	
CF Floating Point Multiplier		Stats	
Complex Arithmetic Operations		Stats	
Complex Gaussian Pseudo-random Number Generator		Stats	
Complex Multiplier		Stats	
Complex Operations ISE for NIOS II		Stats	
Configurable AES-GCM 128-192-256 bits		Stats	
configurable cordic core in verilog		Stats	done
configurable CRC core		Stats	
Configurable Parallel Scrambler		Stats	done
CORDIC arctangent for I/O signals		Stats	
CORDIC core		Stats	done
CRCAHB		Stats	
cr_div - Cached Reciprocal Divider		Stats	
DCT - Discrete Cosine Transformer		Stats	
Discrete Cosine Transform core		Stats	done
double_fpu verilog		Stats	done

Right side of the screen:

- OpenRISC 1000
- OpenRISC 1000 (rlm)
- OpenRISC 1200 HP Hyper Pipelined OR1200 Core
- OpenRISC 2000
- OpenTPUlike
- P16C5x
- pAVR
- PPD-11/70 CPU core and SoC
- PPD-8 Processor Core and System
- Peplator MISC
- Plasma - most MIPS I(TM) opcodes
- plasma with FPU
- Potato Processor
- PPX16 mcu
- risc32 wishbone compatible risc core
- QUARK RISK
- i2000 Soc
- Raptor64
- Reduced AVR Core for CPLD
- Register Oriented Instruction Sets
- RISC Microcontroller
- risc16f4
- RISC5x
- RISC-Compatible
- RISC_Core_I
- RISE Microprocessor
- RTF65002
- rtt8088
- RV01 RISC-V core
- S1 Core
- S80186
- SAYEH educational processor
- Scarts Processor
- small non-pipeline_3 stage 16-bit cru (fetch decode execute)
- Small Stack Based Computer Compiler
- Small x86 subset core
- Soft AVR Core + Interfaces
- Software Altered Wishbone Extension for Xilinx (R) PicoBlaze (TM)
- Steel Core

OSS-WG OSSハンズオン



テーマ: エッジデバイスプロトタイピングで深めるOSS活用WG

概要: 従来の座学のみで完結する勉強会ではなく、エッジデバイスを用いたハンズオンを中心としたチーム単位でのプロト開発を通じてOSS活用技術の向上を目指します

実施方式: 各自のやってみたいコトを共通項に企業の枠を超えたチームを編成し、エッジデバイスを利用しながらチームで定めたテーマに基づきワークショップ形式(全5回程度)で実施

実績:

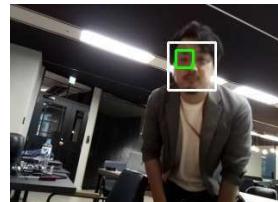
- 2021年度 全4回開催+報告会実施。参加者9名、3チーム編成
- 2020年度 全4回開催+報告会実施。参加者14名(内7社、男性:13名、女性:1名)、4チーム編成
- 2019年度 全4回開催+報告会を実施。参加者8名(内4社、男性:6名、女性:2名)、3チーム編成



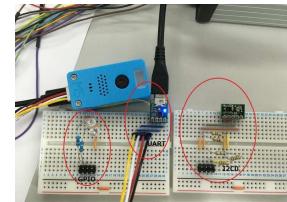
ワーキングの様子。
企業間でチームを編成し、
ハンズオンに取り組む



2021年度は液晶+WiFiマイコン
のM5 Stickを使ったハンズオンで
AIあり、IoTありとバラエティが
あった



報告会のデモ。ラズパイとカ
メラと人感センサーで作成し
た社内来客検知で顔検出を行
ったところ

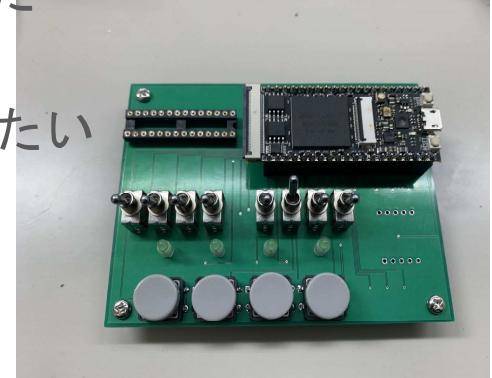


2020年度はAIマイコンの
M5StickVを使ったハンズオンで
エッジAIにも取り組んでいる

FPGAハンズオン(OSSコンソーシアムAIR部会と共同開催)



- FPGA開発入門ハンズオンを開催
 - 2023/MAR/17 午後
 - 於 秋葉原 「ふれあい貸し会議室 秋葉原No51」
 - 受講者4名
- 対象FPGA: Anlogic Technologies EG4S20
 - Sipeed TANG PriMER FPGA開発ボード
- オリジナル基板は、OSSコンソーシアム有志が開発
 - 費用も、OSSコンソーシアムが出した
- 好評であった
- 論理回路設計,LSI設計開発者を増やしたい





「OSSによるLSI開発OpenEDAとRISC-V」

2023/6/9 発行

発行者 一般社団法人 組込みシステム技術協会
東京都 中央区 入船 1-5-11
TEL: 03(6372)0211 FAX: 03(6372)0212
URL:<http://www.jasa.or.jp/>

本書の著作権は一般社団法人組込みシステム技術協会（以下、JASA）が有します。
JASAの許可無く、本書の複製、再配布、譲渡、展示はできません。
また本書の改変、翻案、翻訳の権利はJASAが占有します。
その他、JASAが定めた著作権規程に準じます。





AI研究WG 2022年度成果発表

2023年6月9日

応用技術調査委員会 AI研究WG

中村 仁昭



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

AI研究WG



- 研究会とセミナーの2本立てで開催
- 研究会
 - ・ 今年で4年目になるDeep Learningを既に理解して開発できるメンバーが集り、様々なテーマでAI活用研究を行う研究会
 - ・ メンバーは現在8社 19名
- セミナー
 - ・ 今年で7年目になる初学者向けのDeep Learningセミナー
- AI研究WG発表会
 - ・ 年度末に研究会/セミナー別で発表会を実施



研究会紹介



- エッジデバイス上でのDeep Learningの可能性や、様々なテーマで持続的に調査研究を行なう
- 1ヶ月に1度、定例会議を開きDeep Learning周辺の最近の動向の共有、メンバーの研究内容の進捗発表
- 全員でコンペに参加して実力を試したり
 - ・ 個々のメンバーで興味のあるコンペに参加



セミナー紹介



- 1年間で3回の座学とグループでのDeep Learningデモ作成がゴール
- 講習にはGoogle Colaboratoryを利用
 - ・ Colaboratoryはクラウドで実行されるJupyterノートブック環境なのでお手軽
- フレームワークはTensorFlow+Keras
- グループ間の情報共有、全体連絡にSlackを活用





2022年度活動内容・研究会

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

実施内容



- 個々の研究案件を継続
 - ・ 個々の研究テーマにそって、グループに分かれて研究を進めている
- Deep Learningの最近の話題の共有
 - ・ ChatGPT以外の話題も積極的に共有
- 開催されている機械学習コンペの確認
 - ・ SIGNATEやNishikaなど国内のコンペを中心に確認
- 発表会
 - ・ 研究会のメンバーでオンラインで実施

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



共有した最近の動向

- 時系列異状検知にもTransformer
- Human-in-the-Loop 機械学習
- 局所特徴量: 画像認識における特徴表現獲得の変遷
- べき乗則を突破! ? 少ないデータで高精度モデルを訓練する手法がすごい
- ビジョン・自然言語における人工データからの事前学習手法の最前線
- ChatGPTのコア技術RLHF(人間フィードバックによる強化学習)を解説
- フайнチューンせずに高速に学習できる RAPIDS SVR (SVC) の紹介と MARC-ja の評価
- etc.

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



個々の研究案件

- 推論時の消費電力
- 競馬AI予測研究
- 低リソースデバイスAI
 - Edge TPUで推論
 - リザバーコンピューティング(ESN)の調査
- 異常音検出
- FPGA上での学習
- 強化学習

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



成果発表・研究会

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

推論時の消費電力



■ RaspberryPi4やEdge TPUで推論させた時の実消費電力を計測

- RaspberryPi4(人物検出): 4.2~6.0W
- Edge TPU(物体検出): 5.2~6.0W

EdgeTPUでの物体検出

- 前掲の人物検出モデルがpycoralベースで動作しなかったため、EdgeTPUのexampleにあったMobileNetV2ベースの物体検出SSDをpycoralで動作

- IDLE(EdgeTPU接続): 3.5W (接続のみで1.4W程度消費)

- EdgeTPU単体: 0.3W

- 推論: 5.2~6.0W 20fps

- EdgeTPU単体: 1.0W~0.3W

- 検出精度は低いが速度は速い

- 思ったより消費電力は高くない



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



■ 前処理の導入による予測の改善

- 重み付け・アンダーサンプリング・オーバーサンプリングを比較

内容紹介

それぞれの前処理における学習結果は、以下の通り
今回のデータでは、何もしない場合と重み付けを行った場合では、結果に変化はなかった
また、アンダーサンプリングとオーバーサンプリングの場合では、再現率の向上は見られたが、
誤判定も多く見られるようになった

	なし	重み付け	アンダーサンプリング	オーバーサンプリング
正答率 (勝ち負け両方の正解率)	92%	92%	65%	82%
再現率 (勝った馬の正解率)	0%	0%	69%	34%
参加レース(全272)	0	0	270	205
勝ったと予想した馬の頭数	0	0	1350	550
収支	0	0	-18200	-12910

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

低リソースデバイスAI



■ EdgeTPUを試してみる

- 性能が高くもっと掘り下げてみる価値あり

Edge TPU 推論性能比較

model: Semantic Segmentation

Mac CPU

- FPS: 1

Mac Radeon Pro 555X 4 GB

- FPS: 3.70

EdgeTPU:

- FPS: 17.48



GPU



TPU

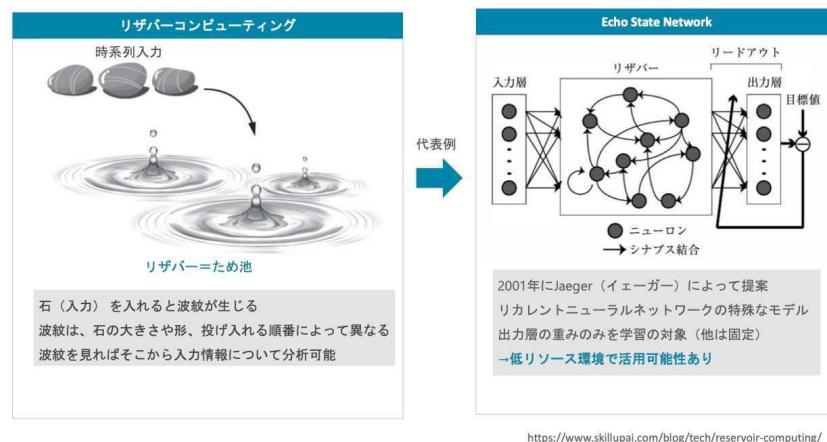
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



低リソースデバイスAI

- リザバーコンピューティング(ESN)の調査
 - ・ リカレントニューラルネットワークの特殊なモデルを一般化した概念で、時系列情報処理に適

概要



3

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

FPGA上での学習



- FPGAでの学習の可能性、限界、課題の調査を行う
 - ・ 今年度はまず推論をSignateのエッジAIコンテストに参加して試してみた

AIエッジコンテスト取組内容

DeepLabV3の量子化モデルをFPGAで動作

- ・ 前述の内容を考慮し、推論用のpythonスクリプトを作成して動作させた
- ・ FPGAボード: KV260
- ・ 入力: 192x120x3
- ・ 実行速度: 5fps



PointPainting全体を動かすところまではいけなかった

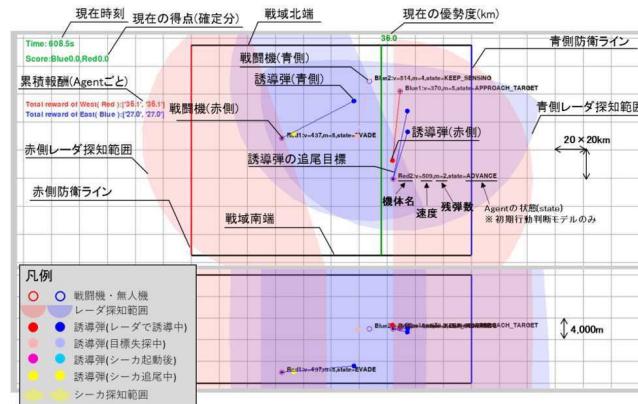
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



- 強化学習を主題としたシミュレーションコンペへの参加
 - ・ 空戦AIチャレンジに再挑戦

コンペの概要③

SOH
human communication



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

JetBotで自動運転



- ライン上をトレースして、ライン上の障害物を検知し停止するのを目指とした
 - ・ セマンティック・セグメンテーション モデルの学習と、ライントレースのお試し今までできた

セマンティックセグメンテーション

学習結果



入力画像(左)、正解画像(中央)、予測画像(右)

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



2021年度活動内容・セミナー

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

実施内容 1



■ 第1回 2021/6/8

- Deep Learningの説明
- Deep Learningの最近の話題
 - [速報]マイクロソフト、自然言語をプログラミング言語にAIで変換、新ノーコード機能をPower Appsに搭載。AI言語モデル「GPT-3」を採用。Microsoft Build 2021
 - 多層パーセプトロン(MLP)時代の到来と、トランスフォーマーの終焉
- Python基礎とMNISTデモをGoogle Colaboratoryで実施

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

実施内容 2



■ 第2回 2021/8/8

- Neural Networkの解説
- Neural Networkの学習アルゴリズムの説明
- 課題発表に向けたグループ分け

■ 第3回 2021/10/27

- ハイパーパラメータなど学習にあたってのテクニックの解説
- CNNの解説
- ColabでKeras MNISTの学習結果の可視化デモ
- 課題進捗発表



実施内容 3



■ 第4回 2022/2/17

- 課題進捗発表会
- 課題推進

■ セミナー成果報告会 2022/3/30

- 成果発表





2022年度

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

今後の予定



■ 研究会

- 開催ペース(1回/月)を維持
 - 参加しやすいWeb会議で情報共有、課題共有を強化
- コンペの範囲を拡大
 - 海外コンペも積極的に

■ セミナー

- 資料のブラッシュアップ

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



「AI研究WG 2022年度成果発表」

2023/6/9 発行

発行者 一般社団法人 組込みシステム技術協会
東京都 中央区 入船 1-5-11 弘報ビル5階
TEL: 03(6372)0211 FAX: 03(6372)0212
URL: <https://www.jasa.or.jp/>

本書の著作権は一般社団法人組込みシステム技術協会(以下、JASA)が有します。
JASAの許可無く、本書の複製、再配布、譲渡、展示はできません。
また本書の改変、翻案、翻訳の権利はJASAが占有します。
その他、JASAが定めた著作権規程に準じます。



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023



OpenEL

OpenELが変える組込みシステム開発

対応デバイスのさらなる増加、
仮想シミュレーション環境との連携を実現！

2023年6月9日

技術本部 副本部長 兼
プラットフォーム構築委員会 OpenEL活用WG 主査
アップウィンドテクノロジー・インコーポレイテッド
中村憲一



© Japan Embedded Systems Technology Association 2022

目次



- 組込みシステム開発における課題
- OpenELとは？
- OpenELの実装例
 - ・ 対応デバイスの増加
 - ・ 他システム(ROS2)との連携
- 令和4年度の活動
 - ・ 対応デバイスの増加
 - ・ 仮想シミュレーション環境との連携
- 協力者募集



© Japan Embedded Systems Technology Association



組込みシステム開発における課題

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

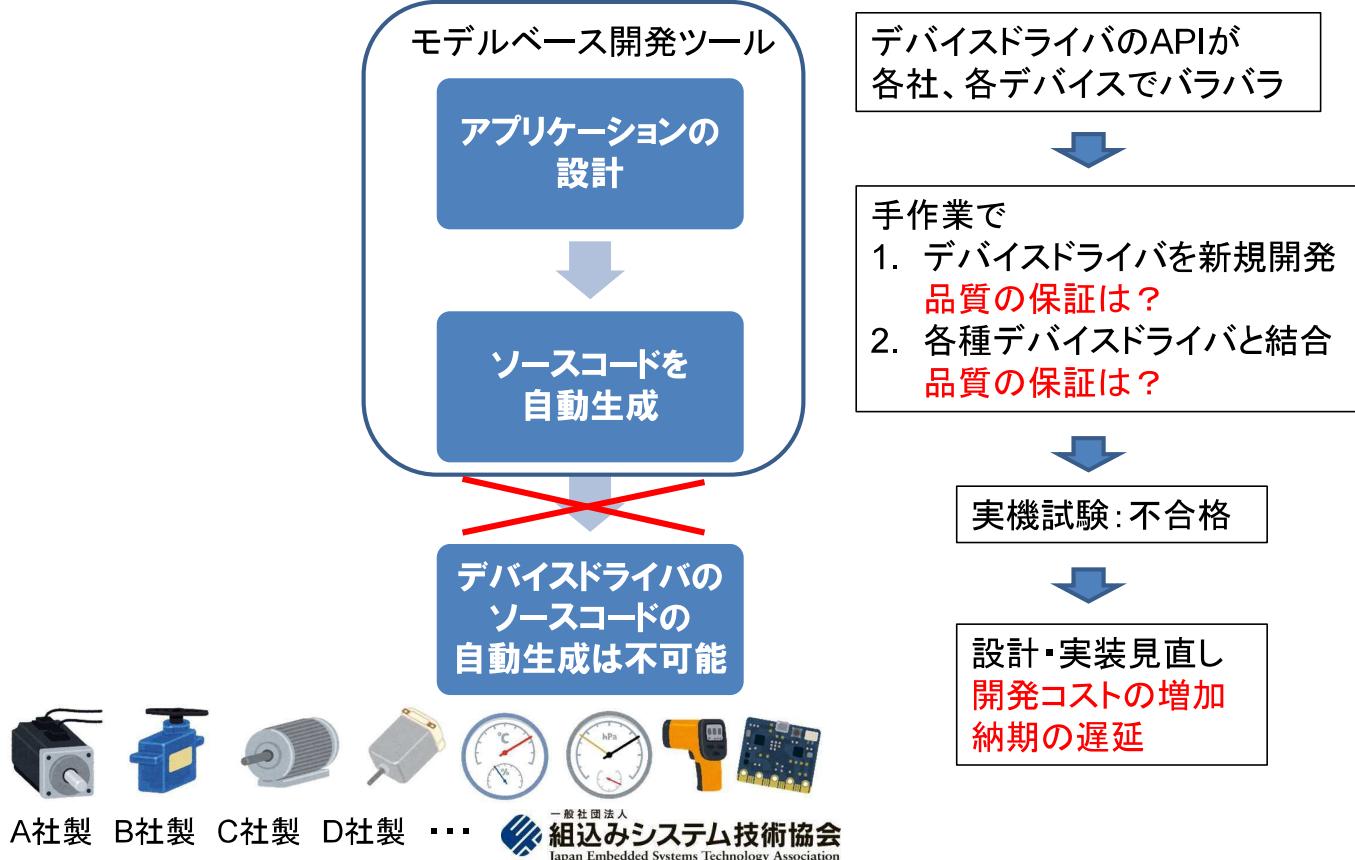
組込みシステム開発における課題



1. 品質保証(Quality guaranteed)
 2. 開発コスト(development Cost)の削減
 3. 納期(Delivery time)の短縮
-
- これらの課題を解決するためにモデルベース開発が採用されているが、モデルベース開発にも課題が存在する。

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

モデルベース開発における課題



モデルベース開発における課題



- 組込み用の自動コード生成の品質に問題がある。
- 品質を維持するためのノウハウの蓄積が難しい。
- ドライバのコードは生成されないため、ドライバを用意する必要がある。
- なるべくプログラムを書きたくない。
 - ・ 瑕疵担保責任を負いたくない





■ メーカーの課題

- ・ ソフトウェアの開発効率
- ・ ソフトウェアの品質
- ・ 自社製以外のソフトウェアにも保証義務

■ ベンダーの課題

- ・ 他社製のソフトウェアとの相性は保証できない
- ・ ベンダーごとに異なるインターフェース仕様
- ・ ハードウェアならプラグフェストで**相互接続試験**を実施する機会があるが、ソフトウェアは？

解決策の提案



- アプリケーションプログラミングインターフェース(API)とドライバ用のテンプレートを標準化すれば良い。
 - 開発効率UP！
 - ソースコードの可読性が向上 → レビューが容易
 - バグが入りにくくなる → 品質UP!
- テストパターンを自動生成し、シミュレーターによるテストの実施 → 論理などの単純なバグはここで排除
- テスト後の実行コードを実機にデプロイ
- 実機では実機特有のテストを重点的に実施→ 工数短縮!



- 品質と効率を上げる組込み用のモデルベース開発を実現！



OPENELとは？



OpenEL活用WG



■ 目標

1. OpenELの国内外における普及
2. OpenELの仕様の強化
3. OpenELの国際標準への提案

■ 活動

- WGの開催(毎月)
- OpenELに関連しそうな技術や規格の講演会の開催(年2回)
- ユーザーの増加が見込まれるデバイスやプラットフォームへの対応
- 開発成果の一般公開
- 上流から下流まで一気通貫した開発を実現するための活動

■ メンバー

- 会員(5): アップウインドテクノロジー、エヌデーター、チェンジビジョン、東洋大学、UCサロン、アフレル
- 非会員(6): 京セラ、東京大学、静岡大学、シマフジ電機、永和システムマネジメント Knowledge & Experience、日立産機システム



OpenEL®(Open Embedded Library)とは？



■ 目的

- ・ ハードウェアの抽象化を実現し、QCDの向上および上流から下流まで一気通貫した開発を目指す

■ 背景

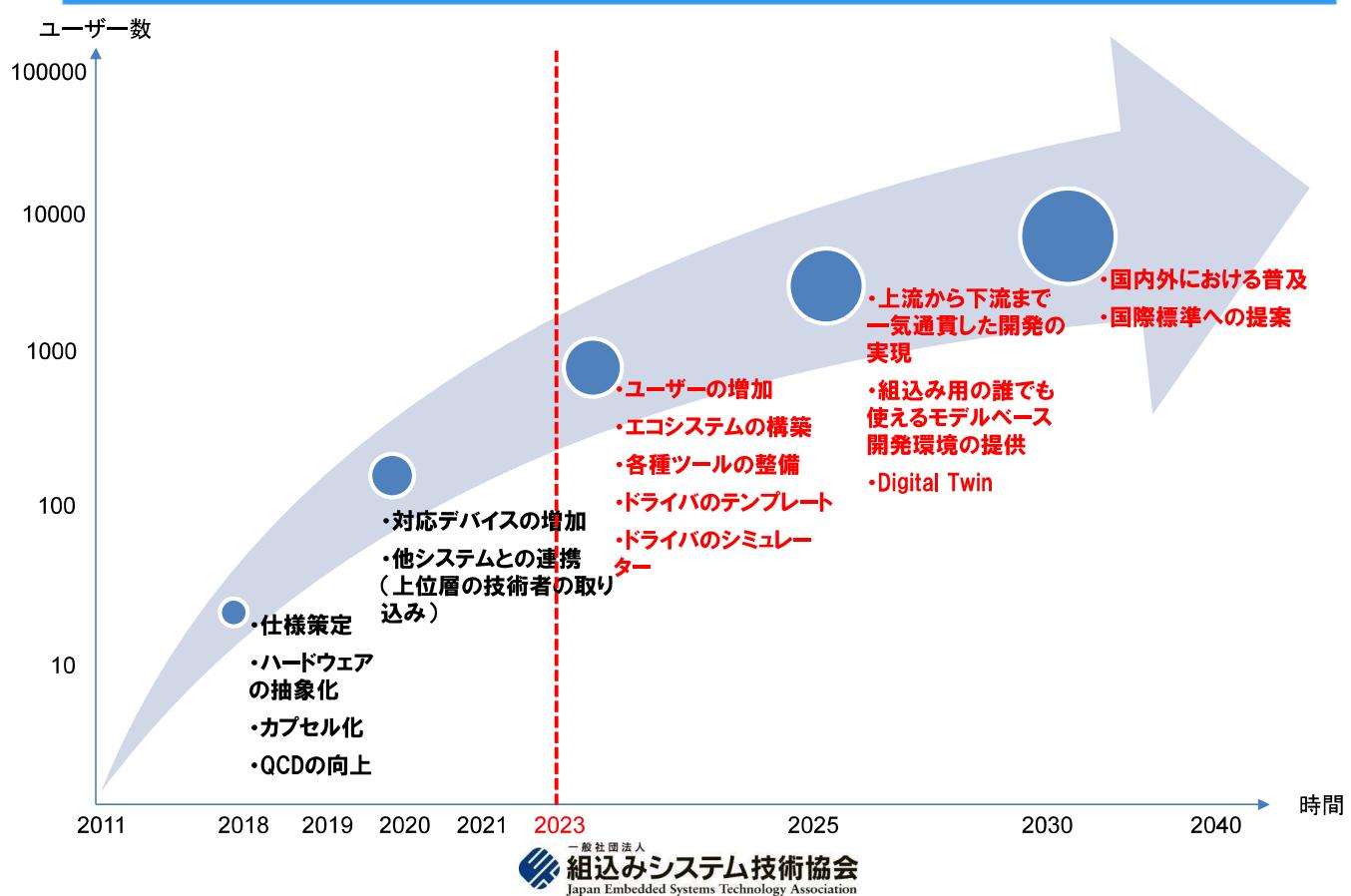
- ・ 組込みソフトウェア技術者の不足
- ・ 製品やデバイスの多様化(多品種少量生産)
- ・ 上位層との標準インターフェースの欠如

■ 課題

- ・ 品質保証(Quality guaranteed)
- ・ 開発コスト(development Cost)
- ・ 納期(Delivery time)



OpenEL®のロードマップ



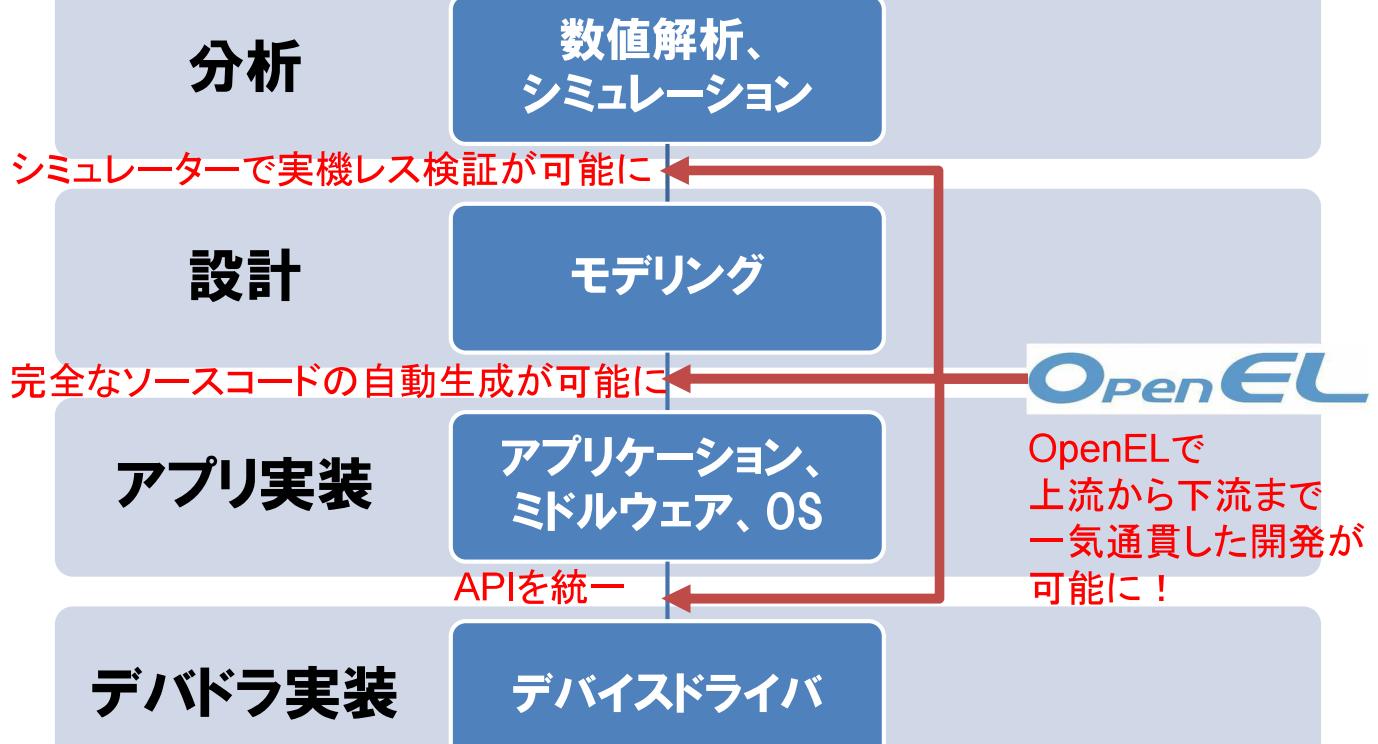
OpenEL®の何が嬉しいのか？期待される効果



- 品質(Quality)の向上
 - ・ テスト済みのソフトウェア部品(コンポーネント)を再利用することにより品質を保証！
- 開発コスト(Cost)の削減
 - ・ デバイス毎に異なっていたAPIを学習する期間を削除！
 - ・ ソフトウェア部品(コンポーネント)の新規開発の削減！
 - ・ テスト済みのソフトウェア部品(コンポーネント)を再利用することにより開発期間を短縮！
 - ・ 車輪の再発明を排除！
- 納期(Delivery)の短縮
 - ・ APIが標準化されているため、異なるプラットフォーム、異なるベンダーのデバイスでもソースコードの変更が不要
 - ・ テスト済みのソフトウェア部品(コンポーネント)を組み合わせることにより開発期間とテスト期間を短縮！
- ソフトウェア開発力の強化
 - ・ アクチュエーターやセンサーを専門としない組込みソフトウェア技術者による制御システムの開発が可能に
 - ・ エンタープライズシステムの技術者によるIoTシステムなどの開発も可能に
- 応用範囲(シミュレーターやWebとの接続)の拡大
- ユーザーの増加

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

OpenEL®で何がどうなるのか？

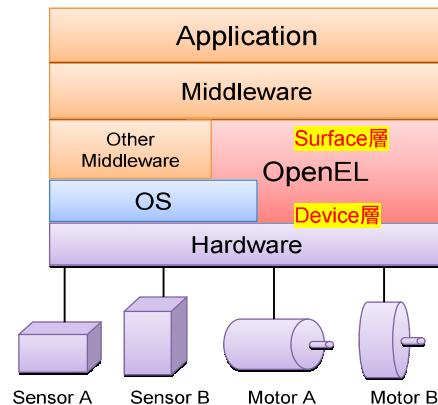


一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

OpenEL®(Open Embedded Library)とは？



- 制御システムやIoTデバイスなどの**ソフトウェアの実装仕様(API)**を標準化する組込みシステム向けのオープンなプラットフォーム
- 特徴
 - デバイスの制御に特化し厳選された**19個のAPI**
 - Surface層とDevice層の複数層による**ハードウェアの抽象化**を実現
 - デバイスを交換してもアプリケーションのソースコードの修正は不要！
 - Device層によるハードウェア制御の**ノウハウの隠蔽化**を実現
- 実装言語
 - C/C++/C#
- 対応プラットフォーム
 - Non-OS、Embedded RTOS、Linux、Windows、macOS
- 対象ユーザー
 - 組込みシステム技術者からエンタープライズシステム技術者まで



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

OpenEL®(Open Embedded Library)とは？



- デバイス(センサーヤモーター)の接続先が異なっていてもアプリケーション層のソースコードは変更不要！
 - GPIO
 - UART
 - SPI
 - I2C
 - CAN
 - Ethernet
 - Internet
- 実デバイスが存在しなくても仮想シミュレーション環境でテストが可能！
 - 箱庭
- シミュレーション環境と実環境でアプリケーション層のソースコードは同一！
 - HAL ID、OpenEL未対応のデバイス用のコードを除く

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

OpenEL®の歴史



2011年5月、プラットフォーム研究会ロボットWGにより開発着手

2012年5月、OpenEL 0.1を公開

2013年5月、OpenEL 1.0を公開

2015年4月～2018年2月、
経済産業省の国際標準開発事業に採択

2015年7月、OpenEL 2.0を公開

2018年6月、OpenEL 3.1をGitHubで公開

<https://github.com/openel/openel>

2020年10月～2021年2月、

経済産業省「地域分散クラウド技術開発事業」に採択、

OpenEL 3.2を開発

2021年7月～2022年2月、

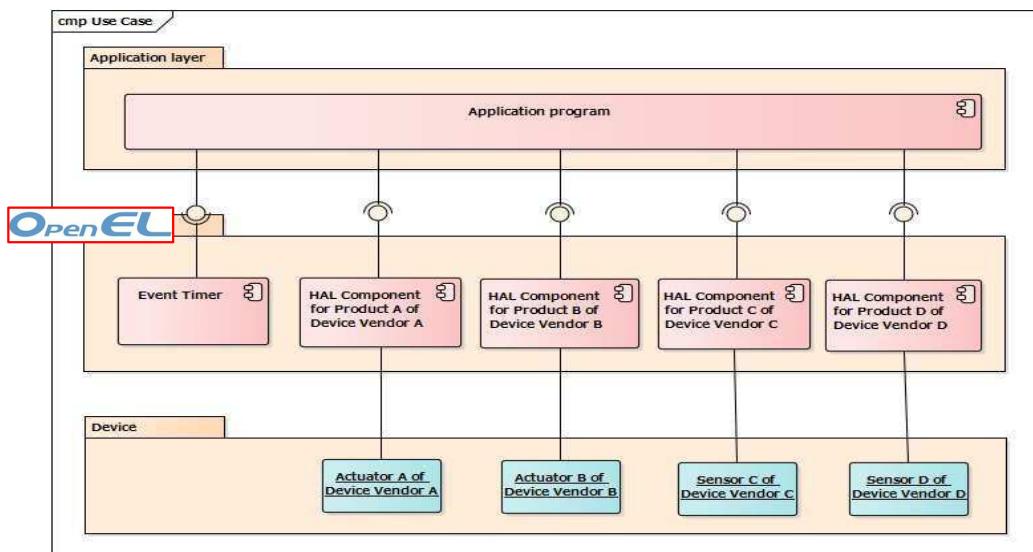
経済産業省「次世代ソフトウェアプラットフォーム実証事業」に採択、

OpenELの拡張開発



17

OpenEL® 3.2 仕様

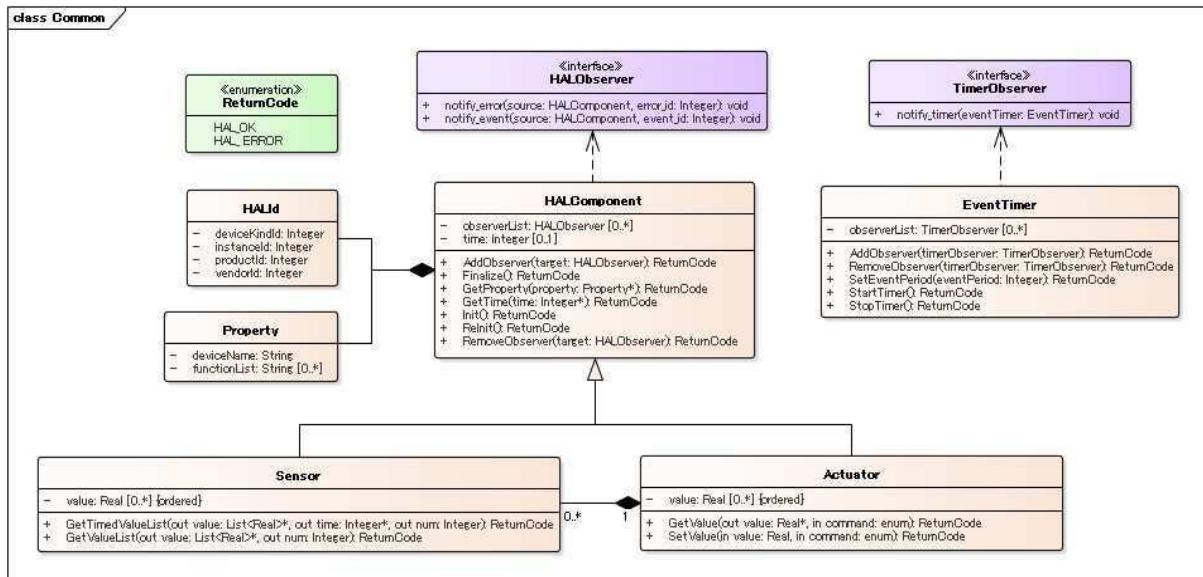


Surface層

Device層

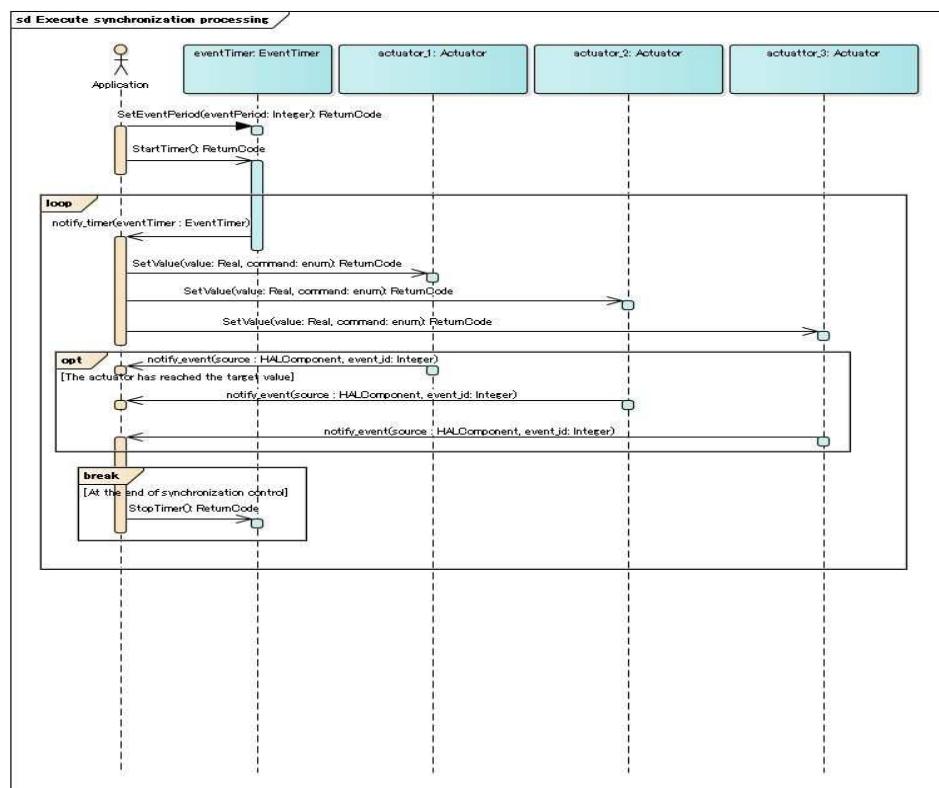


OpenEL® 3.2 仕様



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

OpenEL® 3.2 仕様



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

OpenEL® 3.2 仕様(C言語)



■ コンポーネント共通

```
HALRETURNCODE_T HalInit(HALCOMPONENT_T *halComponent);
HALRETURNCODE_T HalReInit(HALCOMPONENT_T *halComponent);
HALRETURNCODE_T HalFinalize(HALCOMPONENT_T *halComponent);
HALRETURNCODE_T HalAddObserver(HALCOMPONENT_T *halComponent, HALOBSERVER_T
*halObserver);
HALRETURNCODE_T HalRemoveObserver(HALCOMPONENT_T *halComponent, HALOBSERVER_T
*halObserver);
HALRETURNCODE_T HalGetProperty(HALCOMPONENT_T *halComponent, HALPROPERTY_T
*property);
HALRETURNCODE_T HalGetTime(HALCOMPONENT_T *halComponent, int32_t *timeValue);
```

■ イベントタイマー

```
HALRETURNCODE_T HalEventTimerStartTimer(HALEVENTTIMER_T *eventTimer);
HALRETURNCODE_T HalEventTimerStopTimer(HALEVENTTIMER_T *eventTimer);
HALRETURNCODE_T HalEventTimerSetEventPeriod(HALEVENTTIMER_T *eventTimer, int32_t
eventPeriod);
HALRETURNCODE_T HalEventTimerAddObserver(HALEVENTTIMER_T *eventTimer,
HALTIMEROBSERVER_T *timerObserver);
HALRETURNCODE_T HalEventTimerRemoveObserver(HALEVENTTIMER_T *eventTimer,
HALTIMEROBSERVER_T *timerObserver);
```



OpenEL® 3.2 仕様(C言語)



■ モーター制御

```
#define HAL_REQUEST_NO_EXCITE (0)
#define HAL_REQUEST_POSITION_CONTROL (1)
#define HAL_REQUEST_VELOCITY_CONTROL (2)
#define HAL_REQUEST_TORQUE_CONTROL (3)
#define HAL_REQUEST_POSITION_ACUTUAL (5)
#define HAL_REQUEST_VELOCITY_ACUTUAL (6)
#define HAL_REQUEST_TORQUE_ACUTUAL (7)
```

```
HALRETURNCODE_T HalActuatorSetValue(HALCOMPONENT_T *halComponent, int32_t request, HALFLOAT_T value);
```

目標角度/位置、目標角速度/速度、目標トルクまでモータを動作させる。本メソッドは非同期であり、モータが目標値に到達するまでは待たない。モータが目標値に到達する前に、再度本メソッドが呼ばれた場合には、目標値が更新される。モータが目標値に到達したことは、HALObserverを使用してアプリケーション側に通知される。ただし、この通知は、最終的な目標値に到達した場合のみ発行される。このため、本メソッドを複数回呼び出し、目標値が更新された場合には、最終的な目標値を設定したメソッドに対応した通知のみ行われる。

```
HALRETURNCODE_T HalActuatorGetValue(HALCOMPONENT_T *halComponent, int32_t request, HALFLOAT_T *value);
```

対象モータの現在角度/位置、現在角速度/速度、現在トルク/力を取得する。
現在値が測定できない要素の場合には、推定値もしくは指令値を返す。

位置 単位[rad] または [m] (製品仕様)
速度 単位[rad/s] または [m/s] (製品仕様)
トルク 単位[N・m] または [N] (製品仕様)





■ センサー入力

```
HALRETURNCODE_T HalSensorGetValueList(HALCOMPONENT_T *halComponent,int32_t *size, HALFLOAT_T *valueList);  
センサーから値を取得する
```

```
HALRETURNCODE_T HalSensorGetTimedValueList(HALCOMPONENT_T *halComponent,int32_t *size, HALFLOAT_T *valueList, int32_t  
*timeValue);  
センサーから値と時間情報を取得する
```



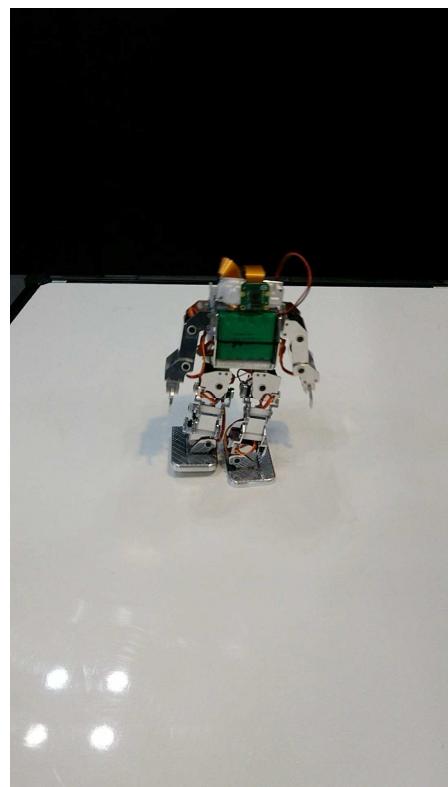
OPENELの実装例



OpenELの実装例(C言語)



- 二足歩行ロボット
UTRX-17
- Raspberry Pi Zero W
+ PCA9685
- OpenELでサーボモーターを制御



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

25

OpenELの実装例(C++言語)



- M5Stack FIRE +
M5BALA
- M5Stack FIREにSH200Q
(3軸加速度センサー、
3軸ジャイロ)が搭載
- OpenELで倒立2輪ロボットを制御
- Arduino IDEで開発



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

26

M5Stack BALA2



- M5Stack Gray + BALA2
- M5Stack GrayにMPU6886(3軸加速度センサー、3軸ジャイロ)が搭載
- OpenEL(C++)で倒立2輪ロボットを制御
- Arduino IDEで開発



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

27

C#への対応



- 二酸化炭素センサー(Sensirion SCD30)に対応したことにより、換気具合の可視化「密の見える化」を実現
- C#に対応したことにより、OpenELコンポーネント内部でネットワーク通信の利用を実現
- 大規模リアルタイム通信エンジン「Diarkis」に対応したことにより、遠隔地のCO2濃度の測定を実現
- 拠点間で相互にCO2濃度のリアルタイム監視を実現

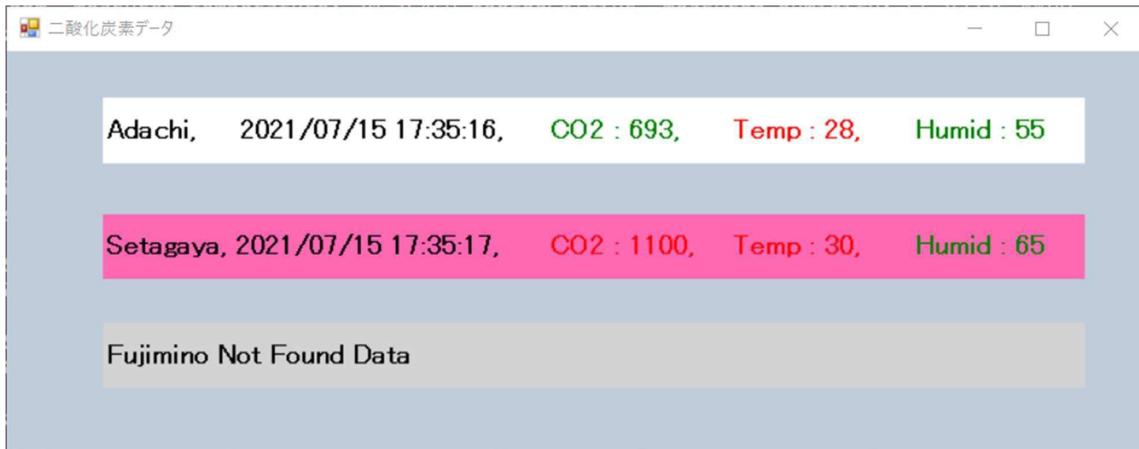


一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

C#への対応: Windows GUIアプリの例



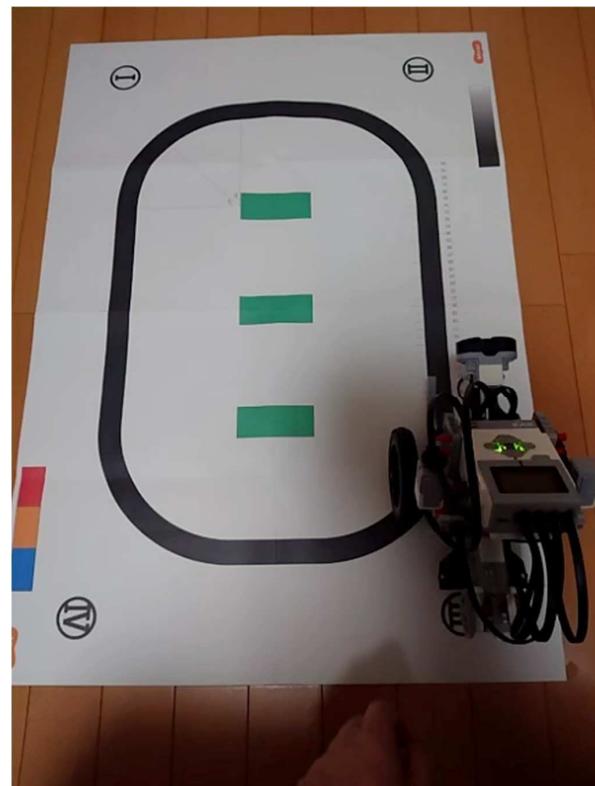
C#への対応によりWindowsのGUIアプリでもOpenELの利用が可能に！



LEGO EV3



- ev3dev環境(Debian Linuxベース)
- モーター3個、光センサー、タッチセンサー、距離センサー、ジャイロセンサーに対応
- ETロボコン走行体でライントレースを実現



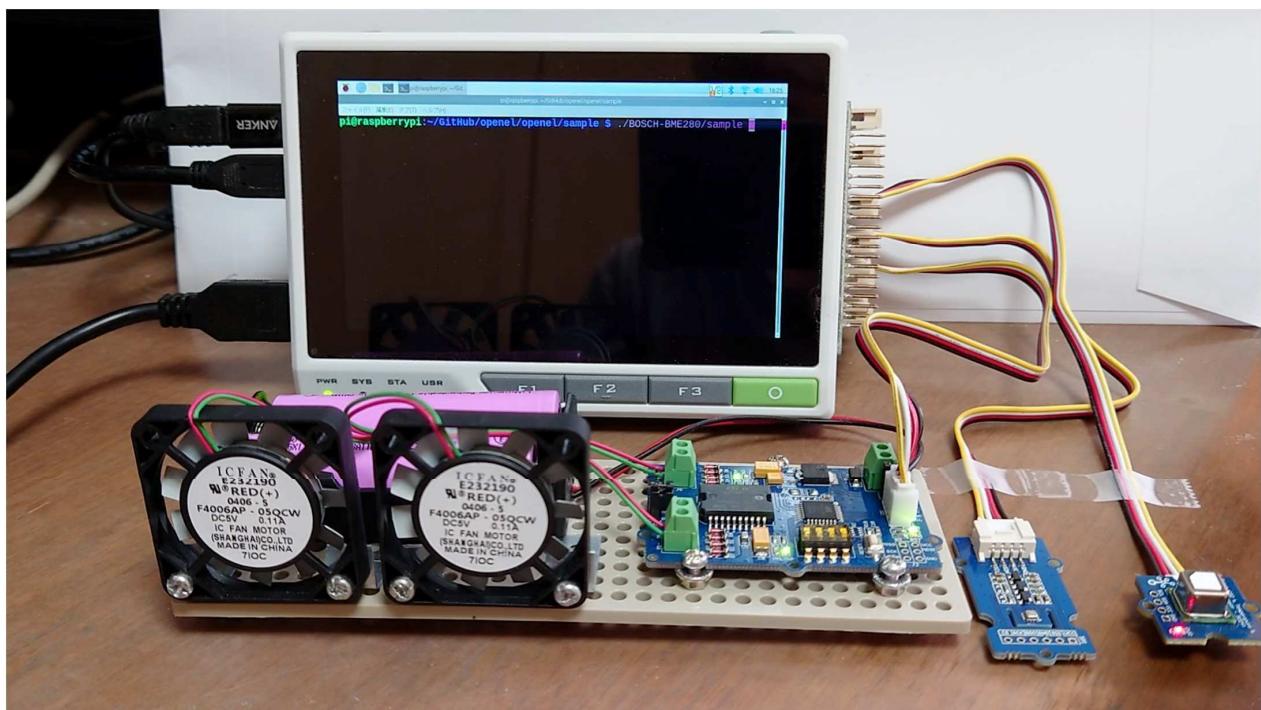


- Raspberry Pi CM4搭載
- 温度/湿度/気圧センサー BOSCH BME280
- CO2/温度/湿度センサー Sensirion SCD41
- I2Cモータードライバ+DCファンモーター
- 二酸化炭素濃度を検知して自動的に換気を行うシステムを構築



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

温度/湿度/気圧センサーのデモ



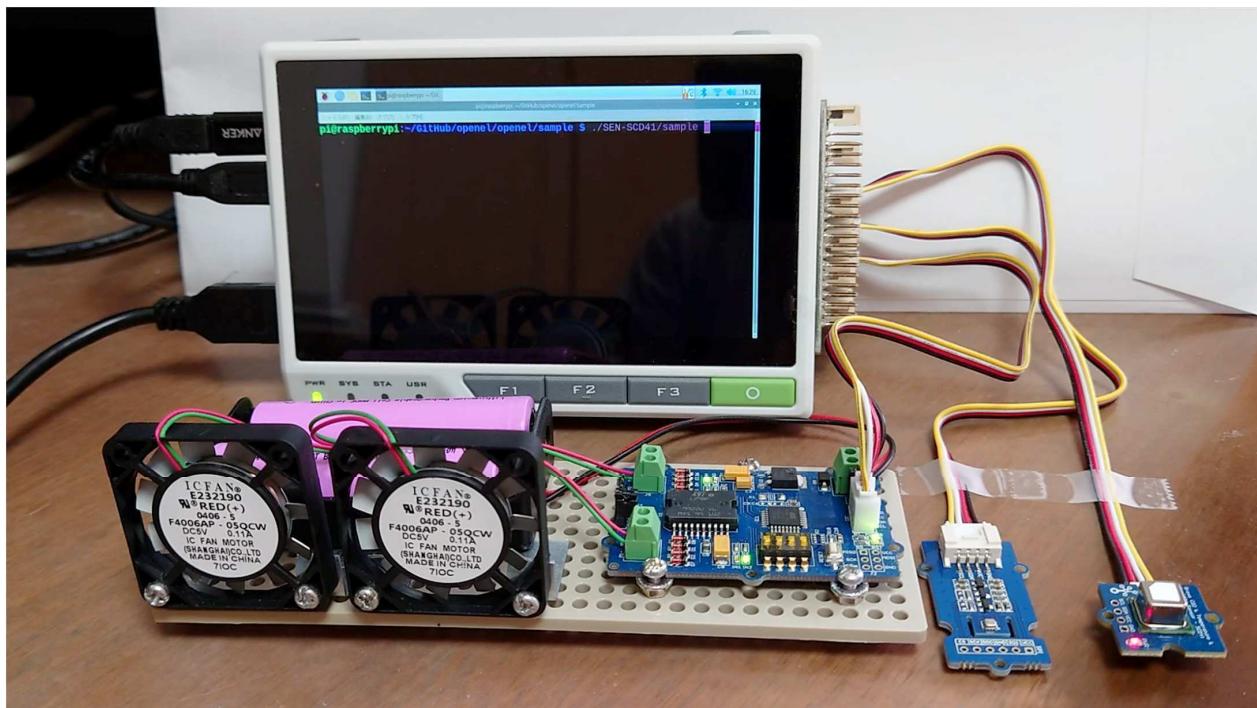
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

BME280で気圧の変化を測定



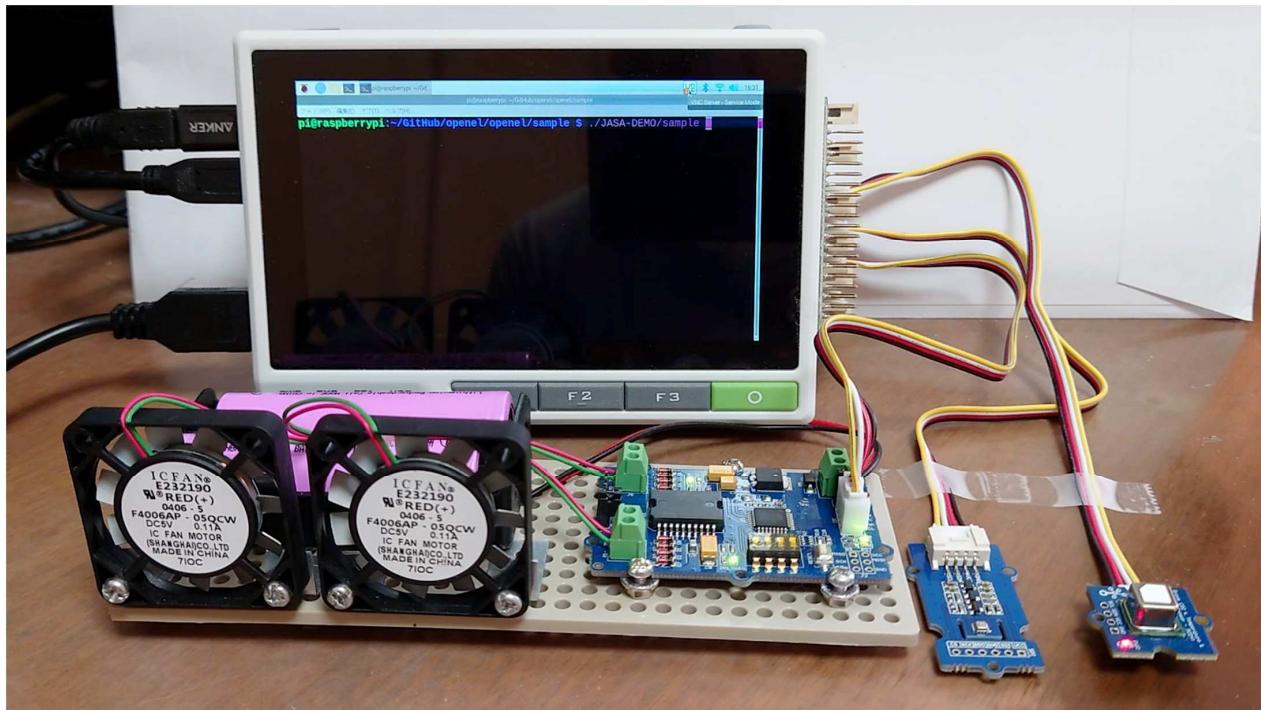
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

CO2/温度/湿度センサーのデモ



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

CO2濃度を検知する自動換気システムのデモ

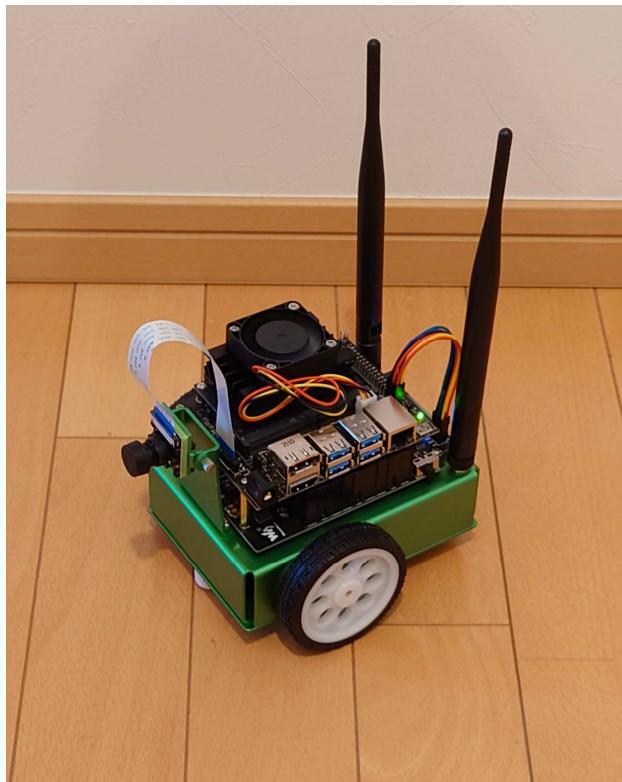


一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

経済産業省「次世代ソフトウェアプラットフォーム実証事業」

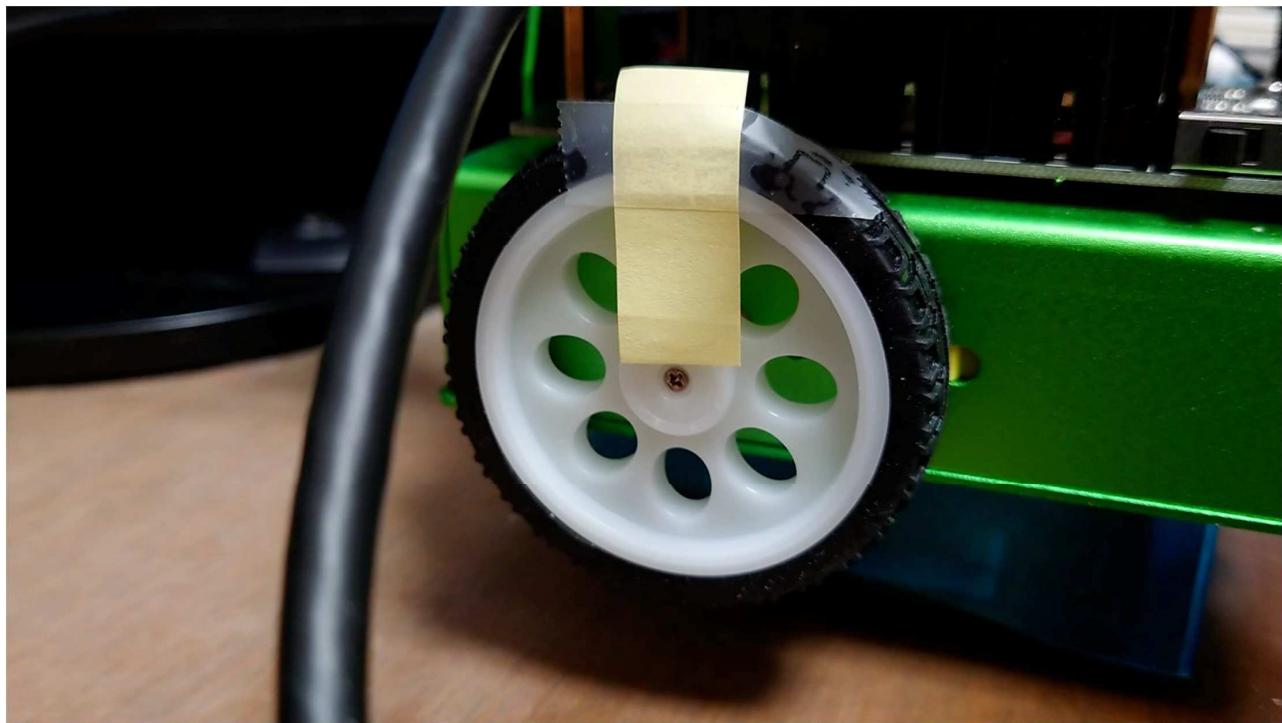


- NVIDIA JetBotの追加
 - Vendor IDの追加(0xB:NVIDIA)
 - Product IDの追加(0x1:JetBot)
 - Device Kind IDの追加(0xD:電流センサー)
- OpenEL®コンポーネントの追加
 - LEDディスプレイドライバ NXP PCA9685(モーター制御)
 - 電流センサー TI INA219(バッテリー監視)
- ROS2に対応
 - OpenELノード(Publisher/Subscriber)の追加
 - 機体番号、前後進距離[cm]、旋回角度[deg]
- ROS2に対応したdockerイメージの作成



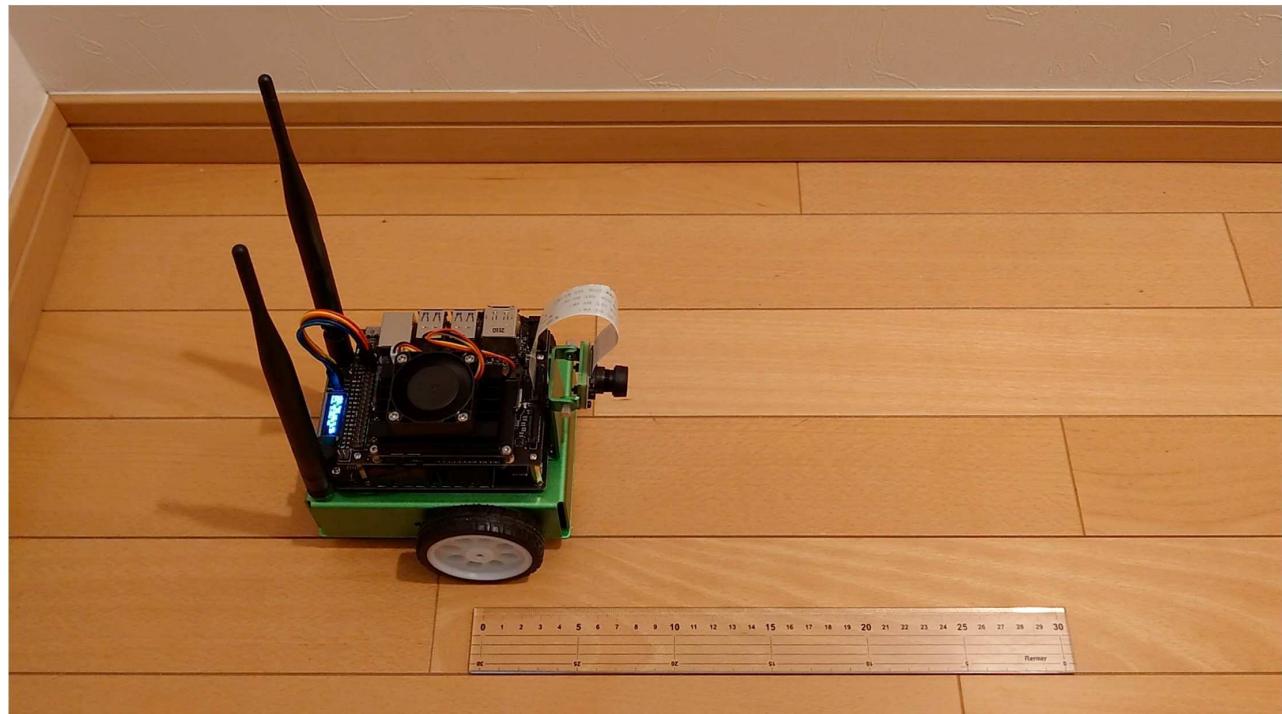
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

速度制御試験(-15π ~ 15π [rad/s])



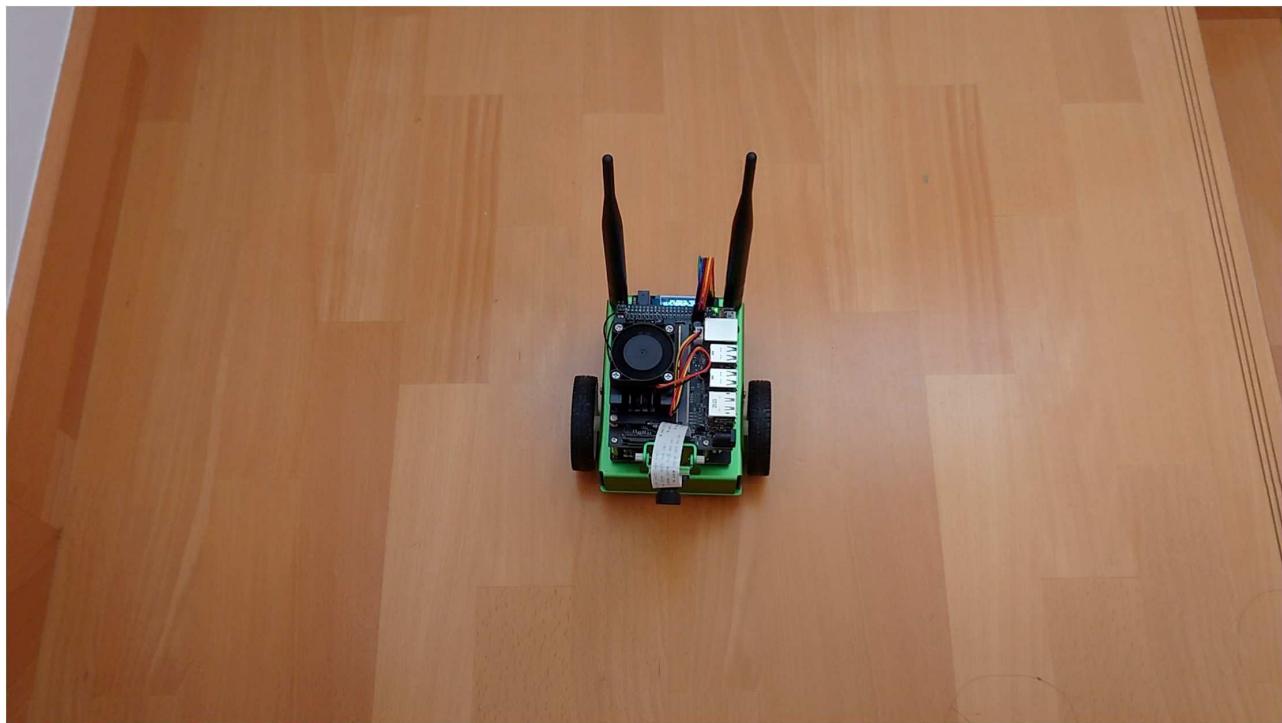
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

前後進試験



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

旋回試験



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

自己位置推定(Odometry)による移動



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

電力管理機能



応用例：バッテリーの電圧降下を検知してモーターの回転速度を制御することも可能

車輪回転速度
-15π～15π[rad/s] 負荷電圧[V]

```
nakamura — jetbot@nano-4gb-jp45: ~/upwind-technology/openel-dev/samples
```

```
timer 50, 50, 6: 35.565 35.565 0.000 11.916 0.000 0.000
timer 51, 51, 6: 36.099 36.099 0.000 11.916 0.000 0.000
timer 52, 52, 6: 36.622 36.622 0.000 11.916 0.000 0.000
timer 53, 53, 6: 37.134 37.134 0.000 11.916 0.000 0.000
timer 54, 54, 6: 37.635 37.635 0.000 11.916 0.000 0.000
timer 55, 55, 7: 38.124 38.124 0.000 11.900 0.000 0.000
timer 56, 56, 7: 38.602 38.602 0.000 11.900 0.000 0.000
timer 57, 57, 7: 39.067 39.067 0.000 11.900 0.000 0.000
timer 58, 58, 7: 39.521 39.521 0.000 11.900 0.000 0.000
timer 59, 59, 7: 39.963 39.963 0.000 11.900 0.000 0.000
timer 60, 60, 7: 40.393 40.393 0.000 11.900 0.000 0.000
timer 61, 61, 7: 40.810 40.810 0.000 11.900 0.000 0.000
timer 62, 62, 7: 41.215 41.215 0.000 11.900 0.000 0.000
timer 63, 63, 7: 41.608 41.608 0.000 11.900 0.000 0.000
notify_event201a : 1
Charging.
notify_event201a : 2
Charging completed.
timer 64, 64, 8: 41.988 41.988 0.174 12.356 21.546 1.756
timer 65, 65, 8: 42.355 42.355 0.174 12.356 21.546 1.756
timer 66, 66, 8: 42.709 42.709 0.174 12.356 21.546 1.756
timer 67, 67, 8: 43.050 43.050 0.174 12.356 21.546 1.756
timer 68, 68, 8: 43.378 43.378 0.174 12.356 21.546 1.756
```

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

開発成果をGitHubで広く一般に公開



- M5Stack BALA2、EV3、JetBot向けの実装を公開！
- 日本語仕様書以外に、英語仕様書やチュートリアルも追加
- <https://github.com/openel/openel>

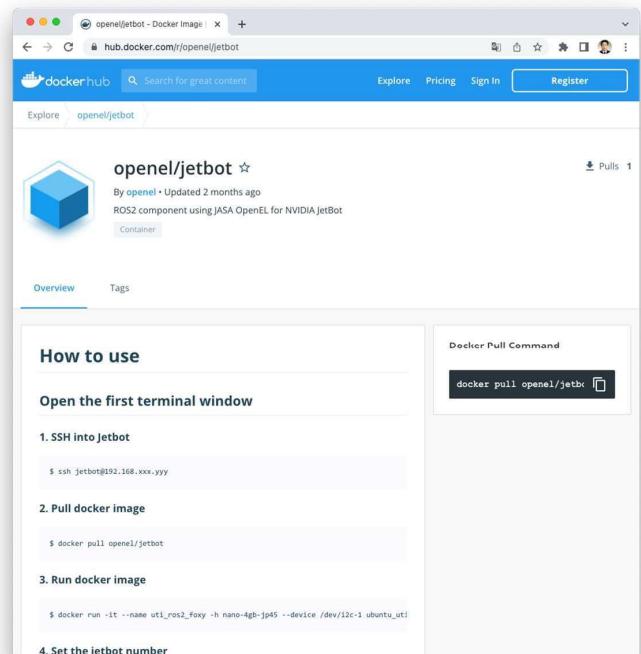
The screenshot shows the GitHub repository page for 'openel/openel'. The README.md file contains a brief description of the library and its purpose. The repository structure includes documentation, include files, lib files, sample code, and a LICENSE file. The repository has 2 branches and 2 forks. The README.md file is the most recent commit, made on July 2, 2021.

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

開発成果をdockerhubで広く一般に公開



- ROS2をセットアップ済みのJetBot向けDockerイメージを公開！
- JetBotにダウンロードするだけで、すぐにOpenELが利用可能！
- コンパイル不要！
- ROS2を起動してメッセージをPublishするだけでJetBotが動作！
- <https://hub.docker.com/r/openel/jetbot>



Dockerイメージの使い方(Subscriber)



Open the first terminal window

1. SSH into Jetbot

```
$ ssh jetbot@192.168.xxx.yyy
```

2. Pull docker image

```
$ docker pull openel/jetbot
```

3. Run docker image

```
$ docker run -it --name uti_ros2_foxy -h nano-4gb-jp45 --device /dev/i2c-1  
ubuntu_uti:20220119 /bin/bash
```

4. Set the jetbot number

```
root@nano-4gb-jp45:/# cat /home/jetbot/dev_ws/src/openel_pubsub/openel_subscriber.yaml  
/openel_subscriber:  
ros_parameters: jetbot_number: 1 <-- Change this number to the one which you want to use.  
use_sim_time: false
```

5. Set up ROS2 environment

```
root@nano-4gb-jp45:/# source /opt/ros/foxy/setup.bash  
root@nano-4gb-jp45:/# source /home/jetbot/dev_ws/install/setup.bash
```

6. Run OpenEL package

```
root@nano-4gb-jp45:/# ros2 run openel_pubsub openel_listener --ros-args --params-file  
/home/jetbot/dev_ws/src/openel_pubsub/openel_subscriber.yaml  
[INFO] [1642562106.391263209] [openel_subscriber]: My jetbot_number: 1
```



Dockerイメージの使い方(Publisher)



1. SSH into Jetbot

```
$ ssh jetbot@192.168.xxx.yyy
```

2. Connect to the running container

```
jetbot@nano-4gb-jp45:~$ docker exec -it uti_ros2_foxy /bin/bash
```

3. Set up ROS2 environment

```
root@nano-4gb-jp45:/# source /opt/ros/foxy/setup.bash
```

```
root@nano-4gb-jp45:/# source /home/jetbot/dev_ws/install/setup.bash
```

4. Send the command to control Jetbot

By publishing the array [Jetbot number, forward / backward distance (grain size: 3 cm), turning angle (grain size: 3 degrees)] in / openel_topic, the specified Jetbot will operate.

```
root@nano-4gb-jp45:/# ros2 topic pub --once /openel_topic std_msgs/msg/Int16MultiArray  
"{{data: [1,3,3]}}"
```

```
publisher: beginning loop
```

```
publishing #1: std_msgs/msg/Int16MultiArray(layout=std_msgs/msg/MultiArrayLayout(dim=[],  
data_offset=0), data=[1, 3, 3])
```

The log is displayed in the first Terminal, and the JetBot is working.

```
[INFO] [1642562229.934486853] [openel_subscriber]: I heard: 1,3,3
```

```
Move:3[cm]
```

```
Turn:3[degree]
```



令和3年度(2021年度)の活動成果



- 2021年7月2日に、OpenEL 3.2(C#版)をGitHubで公開した。
<https://github.com/openel/openel-cs>
- 2021年10月30日にGitHubでOpenELの英語版ページを公開した。
<https://openel.github.io/>
- 2021年11月7日にGitHubでArduino(M5Stack BALA2)用OpenEL 3.2 (C++版)と英語版入門文書を公開した。
<https://github.com/openel/openel-arduino>
<https://openel.github.io/openel-arduino/>
- 2022年3月12日にGitHubでLEGO EV3およびNVIDIA JetBot用のOpenELコンポーネントを公開した。
<https://github.com/openel/openel>
- 2022年3月12日にDockerHubでNVIDIA JetBot用のOpenELコンポーネントを使用するROS2イメージを公開した。
<https://hub.docker.com/r/openel/jetbot>



令和4年度の活動



ユーザーの増加、対応デバイスの増加、他システムとの連携、OpenELエコシステムの構築を目指して活動した。

■ 対応デバイスの増加

- ETロボコンSPIKEキットへの対応
- シマフジ電機(株)SEMB1401への対応

■ 他システムとの連携

- W3C WoTへの対応(WoT-JP CGとの連携)
- クラウドへの対応(Microsoft Azure、AWS、GCP)
- 仮想シミュレーション環境への対応

■ OpenELエコシステムの構築

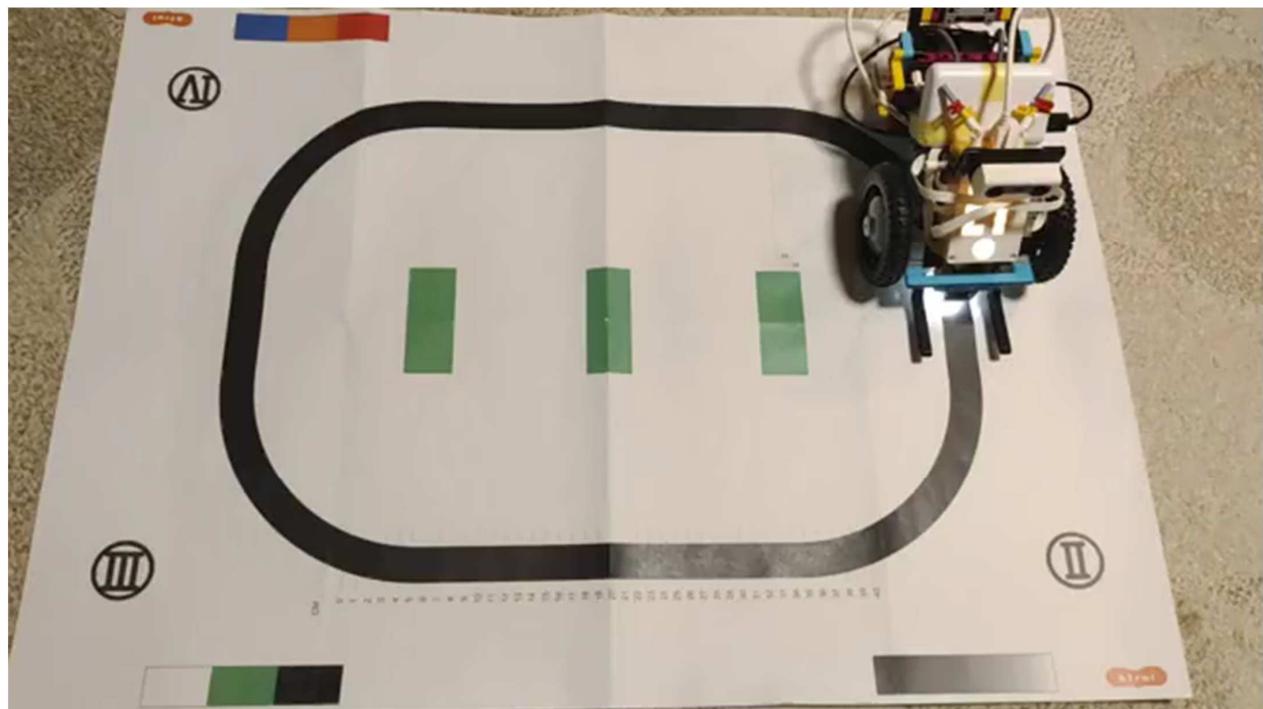
■ OpenEL活用WG主催セミナーの開催



ETロボコンSPIKEキットへの対応



ETロボコンSPIKEキットへの対応



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

シマフジ電機(株)SEMB1401への対応



The screenshot shows a web browser displaying the product page for the SHIMAFUJI SEMB1401 module. The page has a purple header with the SHIMAFUJI logo and a navigation menu. The main content area features a product image of the SEMB1401 module, which is a blue printed circuit board with various components and connectors. To the left of the image is a sidebar with links to other products like SBEV-RZ/V2L, R-IN32M4-CL3, and R-IN32M3 Module Evaluation Board. The main text area describes the SEMB1401 as an IoT-Engine RZ/T1 module with an RZ/T1 CPU and 8-channel I2C communication. It also mentions its use in EVa-Lite and SEMB1401-3 boards.

SHIMAFUJI

製品情報 サービス プロジェクト紹介 会社情報 求人情報 お問合せ

SEMBA1401

IoT-Engine RZ/T1

本製品はルネサスエレクトロニクス社製マイコン（RZ/T1）を搭載したIoT-Engine規格のCPUモジュールです。

fI/O技術を使用して、CPU負荷無しで、任意シーケンスのI2C通信を8チャネル同時に最大通信性能で実行することができます。（400Kbpsで隙間なく通信可能）

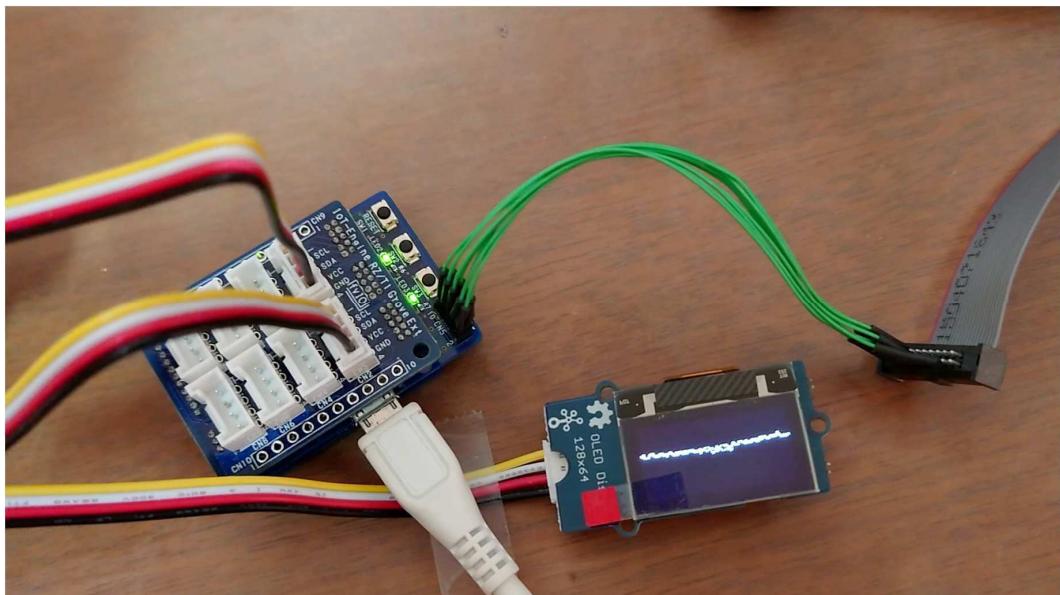
取得したデータをUSBやWiFi/Wi-SUNを介してサーバに送信することができます。

CPU
RZ/T1

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



- I2C接続の加速度センサーADXL345の出力をOpenELで取得
- 今後、データをWi-Fiネットワークでゲートウェイに転送したり、クラウドに直接アップロードなどの拡張予定。



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

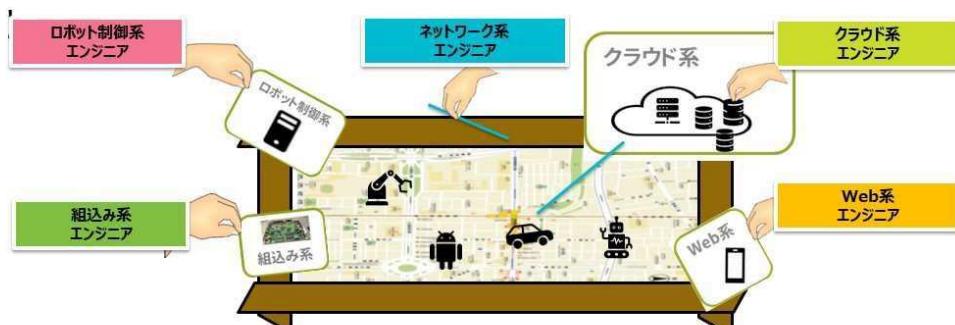
仮想シミュレーション環境「箱庭」への対応



『箱庭』の狙いとコンセプト



- ・箱の中に、様々なモノをみんなの好みで配置して、いろいろ試せる！
 - ・仮想環境上(箱庭)でIoT/ロボット・システムを開発する
 - ・⇒ 各分野のソフトウェアを持ち寄って、机上で全体結合＆実証実験

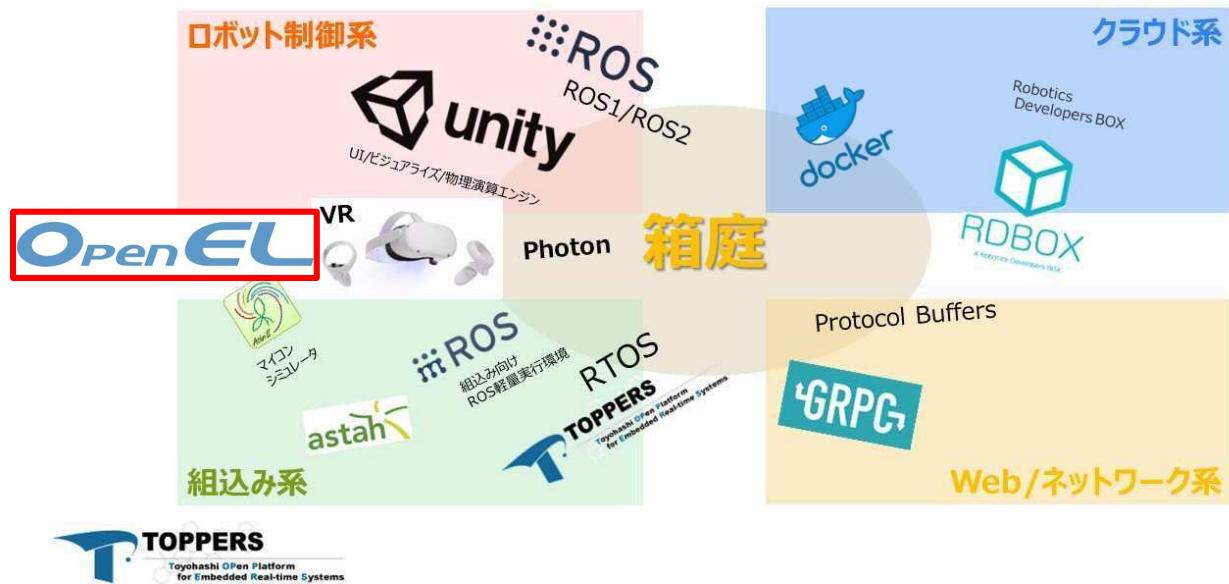


仮想シミュレーション環境「箱庭」への対応



- OpenELで箱庭が利用可能に！

箱庭を実現する技術



7



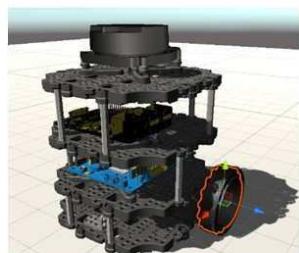
仮想シミュレーション環境「箱庭」への対応



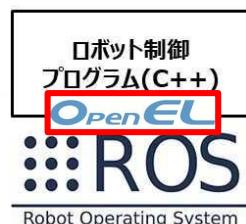
1個のロボットを動かす



- Unity 上の 1 台の Turtlebot3 を ROS2 で動かします



OpenELコンポーネント
からROSを呼び出し



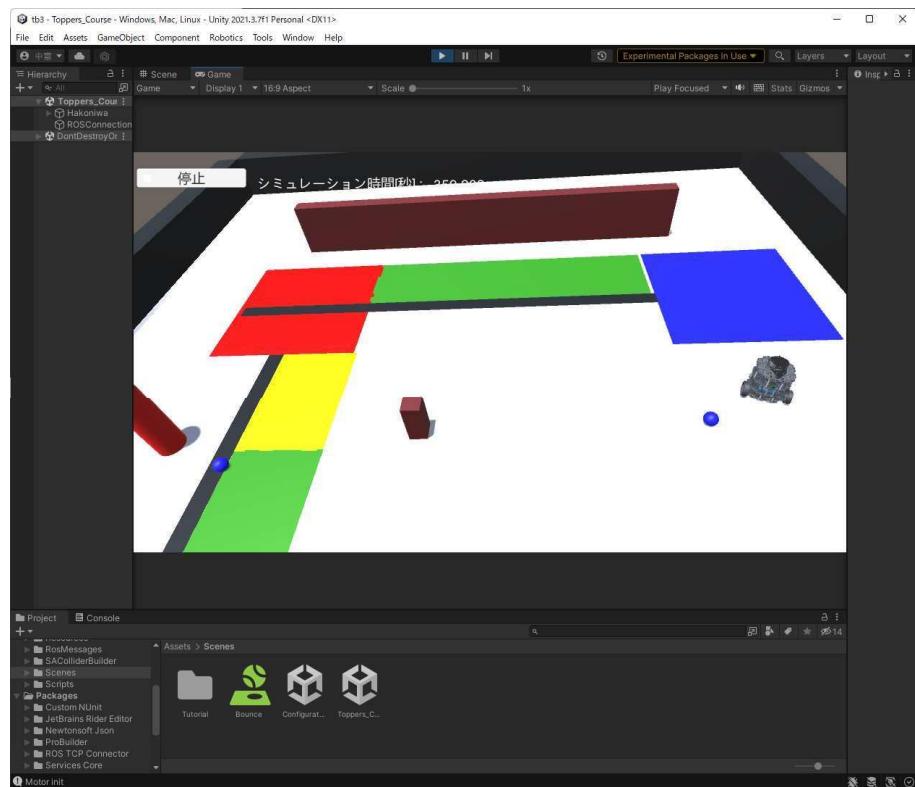
ROSトピック
(センサデータ等)



シミュレーション環境「箱庭」でアプリケーションの動作を確認後、
すぐに実機でも動作可能！

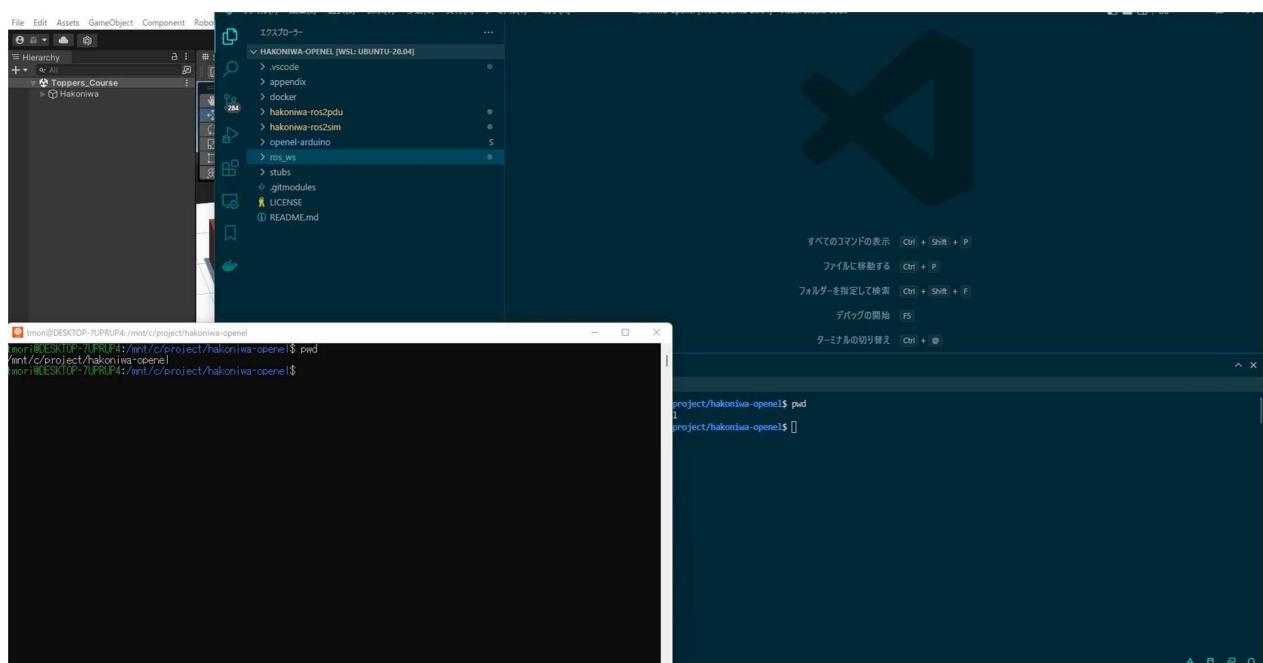


仮想シミュレーション環境「箱庭」への対応



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

仮想シミュレーション環境「箱庭」への対応



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

2023年6月現在の対応デバイスと実装例

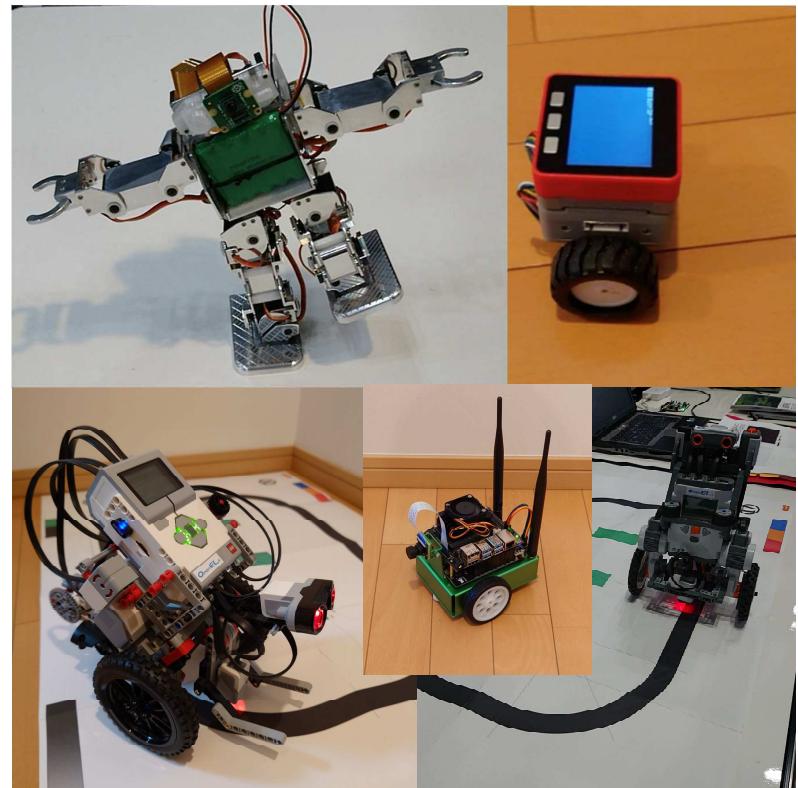


■ 対応デバイス

- モーター(速度制御、位置制御、トルク制御)
- ジャイロセンサー
- トルクセンサー
- 加速度センサー
- 地磁気センサー
- 距離センサー
- 力センサー
- 温度センサー
- 湿度センサー
- 気圧センサー
- 二酸化炭素センサー
- カラーセンサー
- タッチセンサー
- 電流センサー

■ 実装例

- 二足歩行ロボット UTRX-17
- M5Stack Fire/BALA/BALA2
- LEGO Mindstorms NXT/EV3
- NVIDIA JetBot
- LEGO SPIKE**
- IoT-Engine RZ/T1 SEMB1401**
- 箱庭**



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

令和4年度(2022年度)の活動成果



■ OpenEL対応プラットフォームとデバイスの強化

- ETロボコンSPIKEキットにサンプル実装を行った。
- IoT-Engine RZ/T1(シマフジ電機(株) SEMB1401)に対応した。
- 仮想シミュレーション環境「箱庭」との連携を実現した。

■ OpenELの国内外における普及

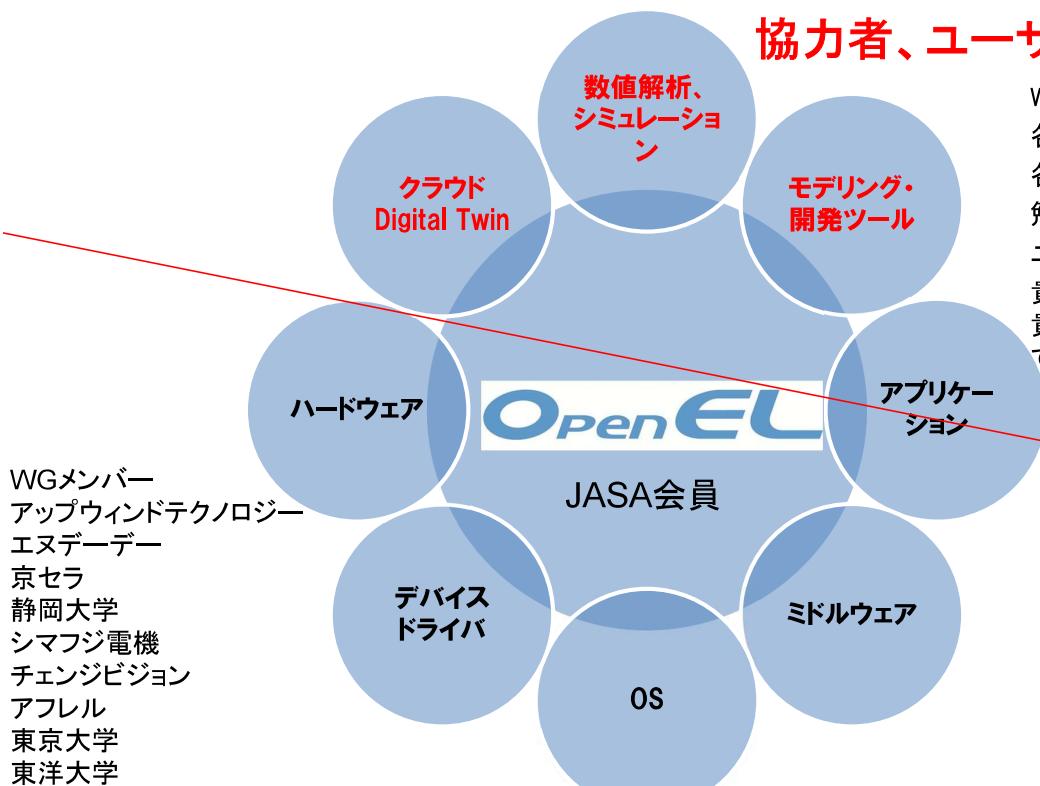
- 2023年5月16日、OpenEL 3.2(C++版)をGitHubで公開した。
<https://github.com/openel/openel-cpp>
- 2023年5月19日、OpenEL 3.2(C++版)に対応した箱庭を公開した。
<https://github.com/toppers/hakoniwa-openel-cpp>

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

OpenEL エコシステム



協力者、ユーザー募集！



WGメンバー
各種コンポーネントの実装
各種ツールの対応
勉強会講師
ユーザーサポート
貴社の顧客への提案等、
貴社のビジネスツールとし
てもご活用ください。

59

協力者、ユーザー募集！



■ ご静聴ありがとうございました。



「OpenELが変える組込みシステム開発」

2023/6/9 発行

発行者 一般社団法人 組込みシステム技術協会
東京都 中央区 入船 1-5-11 弘報ビル5階
TEL: 03(6372)0211 FAX: 03(6372)0212
URL: <https://www.jasa.or.jp/>

本書の著作権は一般社団法人組込みシステム技術協会(以下、JASA)が有します。
JASAの許可無く、本書の複製、再配布、譲渡、展示はできません。
また本書の改変、翻案、翻訳の権利はJASAが占有します。
その他、JASAが定めた著作権規程に準じます。



© Japan Embedded Systems Technology Association 2022

組込みIoT モデリングWG 活動報告

2023年6月

組込みIoTモデリングWG

芳村 美紀



目次

- ▶ 当WGの紹介
- ▶ 2022年度の活動サマリ
- ▶ 活動詳細
 - ▶ 活動の背景
 - ▶ 本人確認に関するルール
 - ▶ モデルを使った安全性検証方法
- ▶ 総括および今後の予定

当WGの紹介

▶ ゴール

- ▶ IoT等による新たなデジタルサービスを検討する際に有用なモデリングおよびその活用方法を明らかにし、共有資産化を目指す

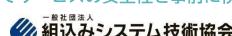
▶ これまでの活動内容

- ▶ 2017~2019年

- ▶ 新しいIoTサービスを検討するためのモデルや手法の整理を進めつつ、並行してそれらを実際のIoTサービスに適用し、その有効性を検証
成果は「**実例でわかるIoTビジネスモデリング**」として発刊

- ▶ 2020~2021年

- ▶ System of Systems のデジタルサービスについて、その分かりにくさやそれにより引き起こされる構造上の問題に対して、モデリングで軽減できないかという試みにトライ
 - ▶ いずれの問題も、複数システムで連携する際の「本人確認」に対する理解不足やその実施方法の不備に起因していることがモデルで理解できた
 - ▶ 結果として、事後分析をモデルで実施することで、その原因を明らかにすることができる
 - ▶ 事前にモデリングで本人確認の妥当性をチェックすることで、サービスの安全性を検証できるようなプロセスと手法の検討を実施
 - ▶ 経済産業省がまとめた資料を参考に「本人確認ルール」としてモデル化
「ドコモ口座の不正引き出し」の事例で安全性を事前に検証できるかをトライ
 - ▶ 結果として、モデルを作成することでサービスの安全性を事前に検証できることを確認



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

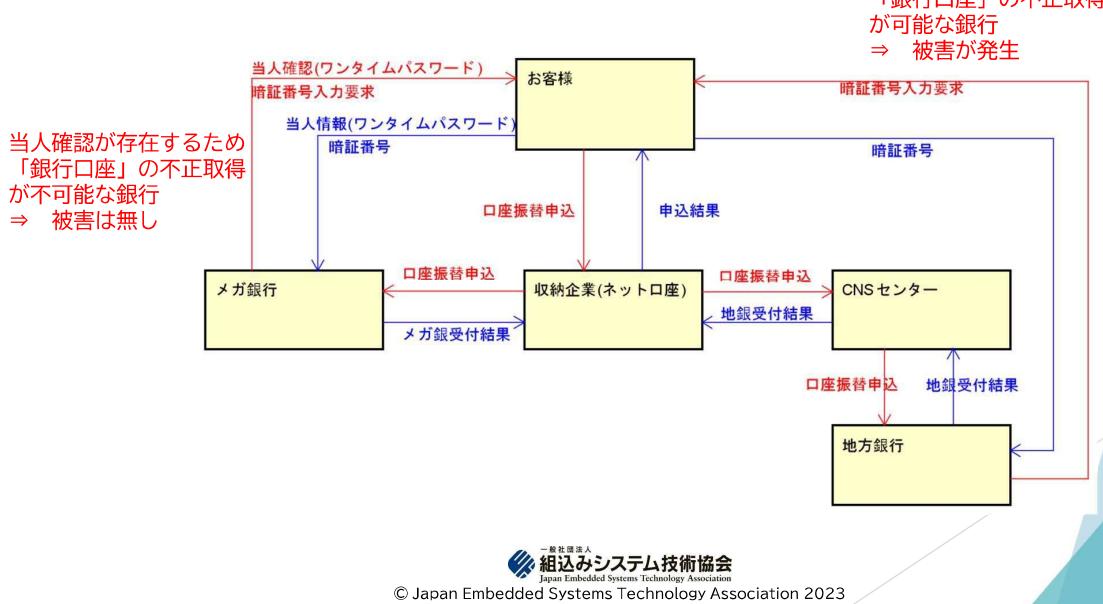
2017年～2019年の活動成果 「実例でわかるIoTビジネスモデリング」



https://www.jasa.or.jp/dl/tech/IoTModelingWG_BusinessModelingHandbook_v1.pdf

2020年の活動成果「ドコモ口座の不正引き出し」

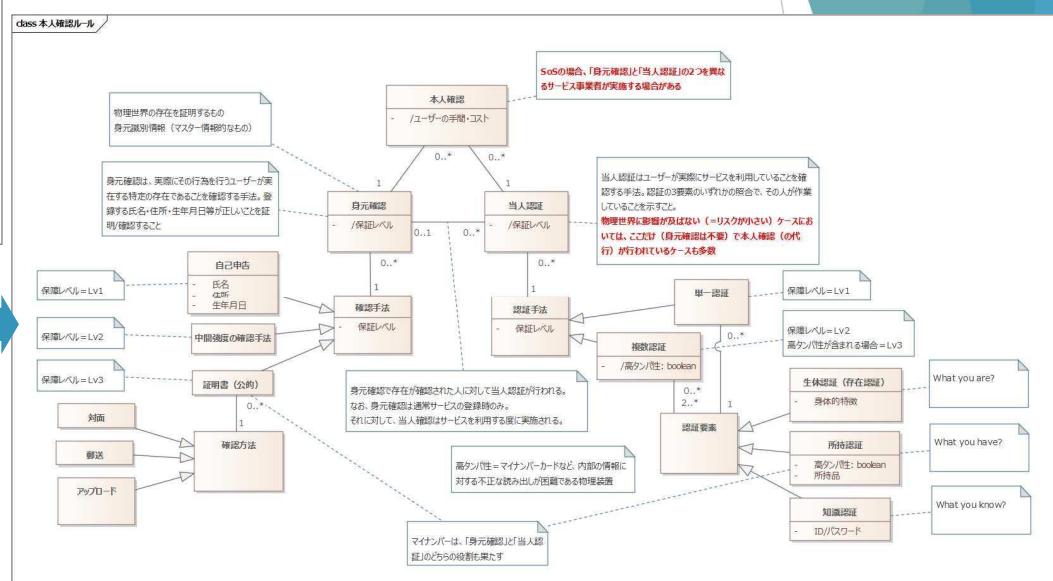
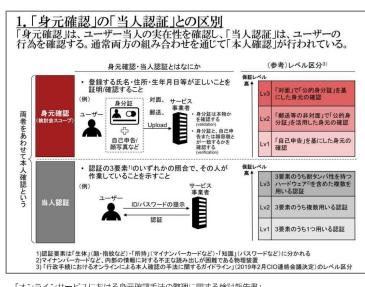
▶ 銀行における当人確認の有無 (STAMP/STPA)



一般社団法人
組込みシステム技術協会

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

2021年の活動成果「本人確認」モデル



モデルにすることで「身元確認」済みのユーザーに対して「当人認証」が行われることや、「身元確認」は登録時ののみだが「当人認証」はサービス利用ごとに行われること、さらには「当人認証」の詳細な認証手法などが記載でき、「本人確認」の仕組みをより深く理解することが可能。

一般社団法人
組込みシステム技術協会

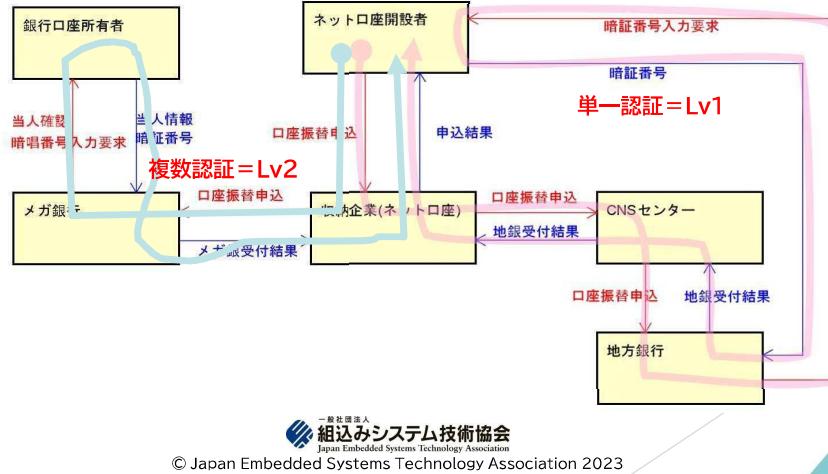
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

2021年の活動成果 ドコモ口座の個人認証

「身元確認」は行われておらず「当人認証」のみが実施。
メガ銀行は複数認証で保証レベル2だが、
地銀は単一認証で保証レベル1。

「身元確認」がない時点で「本人確認」が成立せず、安全性の面で問題。
さらに、地銀は単一認証で保証レベル1と
いう脆弱性が発覚。

▶ STAMP/STPAモデル



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

2022年度の活動サマリ

▶ WGのゴールに向かい、いま一度、新たなデジタルサービスを検討するためのモデリングにチャレンジ

WGのゴール

『IoT等による新たなデジタルサービスを検討する際に有用な
モデリングおよびその活用方法を明らかにし、共有資産化を目指す』

▶ 複数のステークホルダに対応すべくJOB理論モデルを拡張

- ▶ 過去実施したJOB理論モデルは有効なやり方であった
- ▶ しかし、システムオブシステムズが中心の今、過去実施したJOB理論では、複数のステークホルダの記載ができておらず、物足りない
- ▶ 思惑の異なるステークホルダをモデル化することは必須

JOB理論モデルを、複数のステークホルダ版に拡張してモデル化することで、新たなサービスの発見につなげる

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

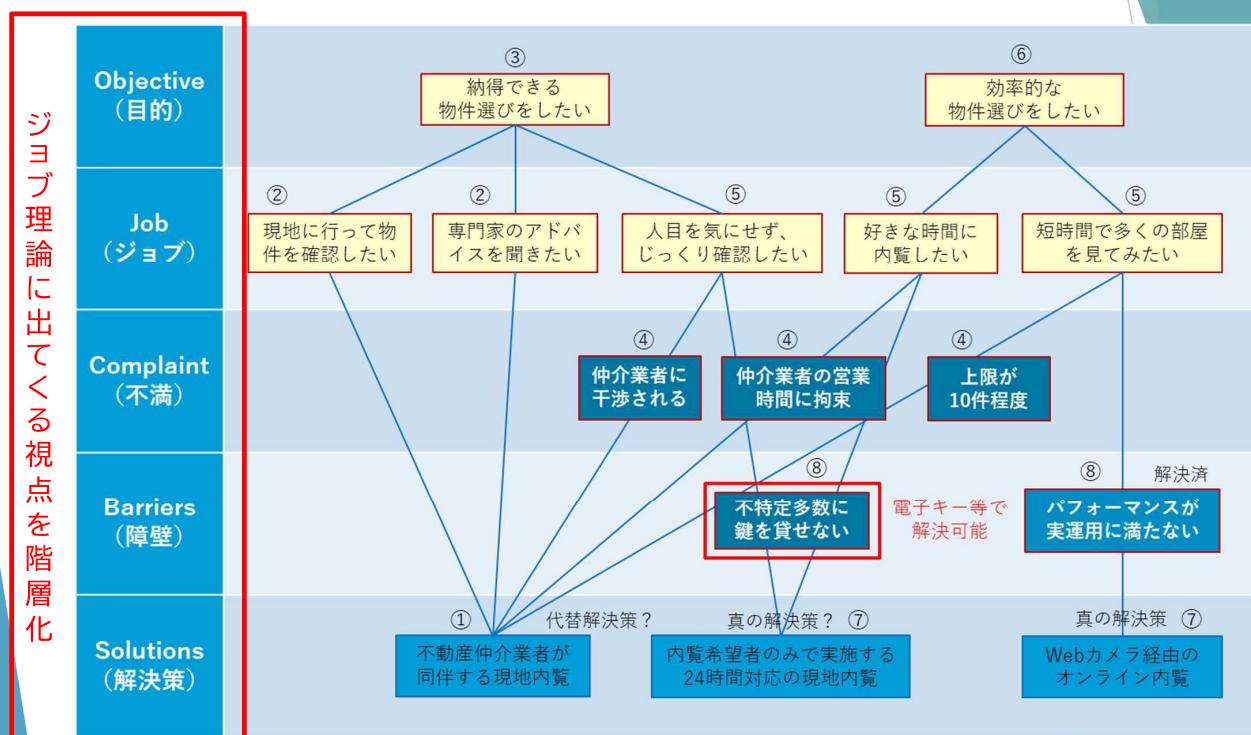
ジョブ理論とは？

- ▶ 顧客が商品・サービスを購入する際の背景にあるメカニズム
 - ▶ 「課題」と、それに見合った「価値提案」を行き当たりばったりではなくロジカルに導出するための考え方
- ▶ 「ジョブ」 ⇒ 片付けるべき用事 (=課題)
 - ▶ 「私たちが商品を買うということは、基本的になんらかの“ジョブ” (=課題) を片付けるために、何かを“雇用する” (=価値提案を受け入れる) ということである」
 - ▶ 解決策が存在しないか、現状では満たされていない「新たなジョブ」を見つけることが、ビジネスアイディアを発見する糸口

ジョブ理論自体は、モデルではなく考え方のガイドライン
本WGでは、理解性や使い勝手を上げるために、
モデル化にトライしてきました（2019年度）

一般社団法人
組込みシステム技術協会
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

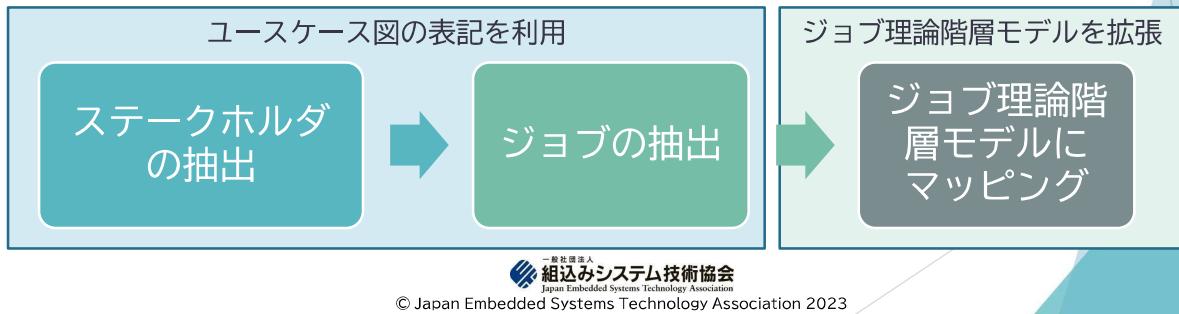
当WGでジョブ理論をモデル化した事例(2019年スマート内覧)



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

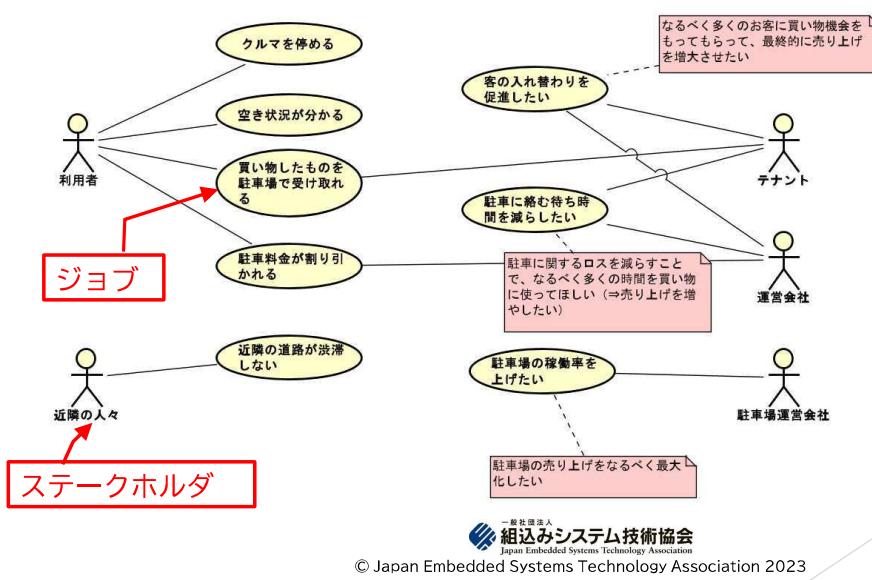
2022年度の課題

- ▶ モデル化の題材：スマート駐車場
 - ▶ 大規模ショッピングモールにある駐車場を題材
 - ▶ ショッピングモールの運営、各テナント、駐車場利用者など、複数のステークホルダがいて、さまざまな思惑がありそう
- ▶ 多様なステークホルダに拡張するには?
 - ▶ メンバーが慣れているUML用のモデリングツールを利用
 - ▶ UMLの表記とは異なるので注意してください



ステークホルダとジョブの抽出

- ▶ ステークホルダを抽出
- ▶ 各ステークホルダのジョブを書いてみる



最初のJOB理論モデル

ステークホルダ

利用者	テナント	運営会社	近隣の人々	駐車場運営会社
Objective コメントでつけたものは Objectiveだった	なるべく多くのお客様に 買い物機会を提供し、 売上げを増大したい	なるべく多くのお客様に 買い物機会を提供し、 売上げを増大したい		駐車場の売上げをなるべく最大にしたい
Job 車を停める 空き状況が分かる	駐車に終む待ち時間 を減らしたい 客の入れ替わりを促進したい	駐車に終む待ち時間 を減らしたい 客の入れ替わりを促進したい		駐車場の稼働率 を上げたい
Constraint JOBを配置する				近隣の道路が渋滞しない
Barriers Solution 買い物したものを持りの駐車場で受け取れる				買い物額に応じて駐車料金 が割り引かれる

組込みシステム技術協会

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

今あるものから抽象化して思考を膨らませる

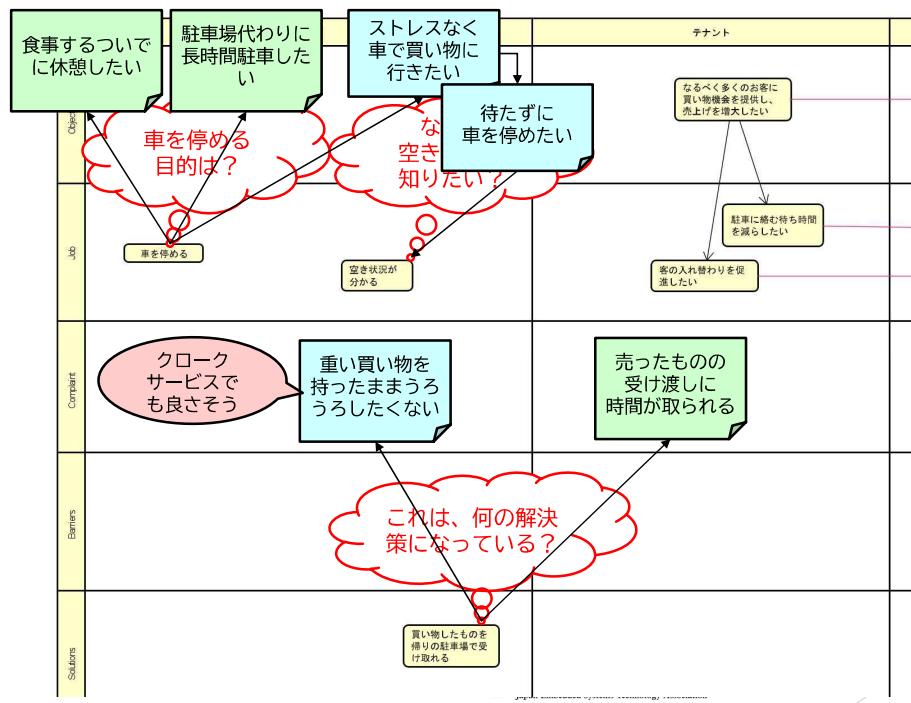
車を停める目的は?
なぜ、空き状況を知りたい?

これは、何の解決策になっている?

利用者	テナント
車を停める 空き状況が分かる	なるべく多くのお客様に 買い物機会を提供し、 売上げを増大したい 駐車に終む待ち時間 を減らしたい 客の入れ替わりを促進したい

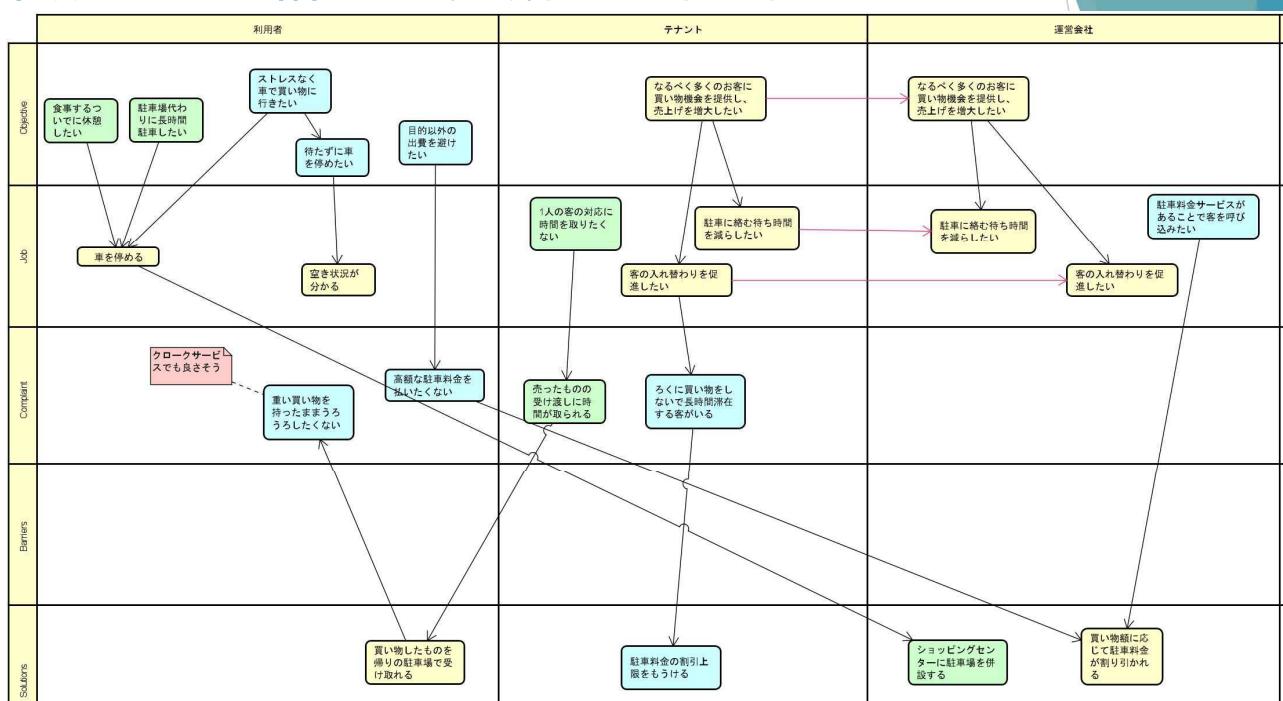
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

今あるものから抽象化して思考を膨らませる



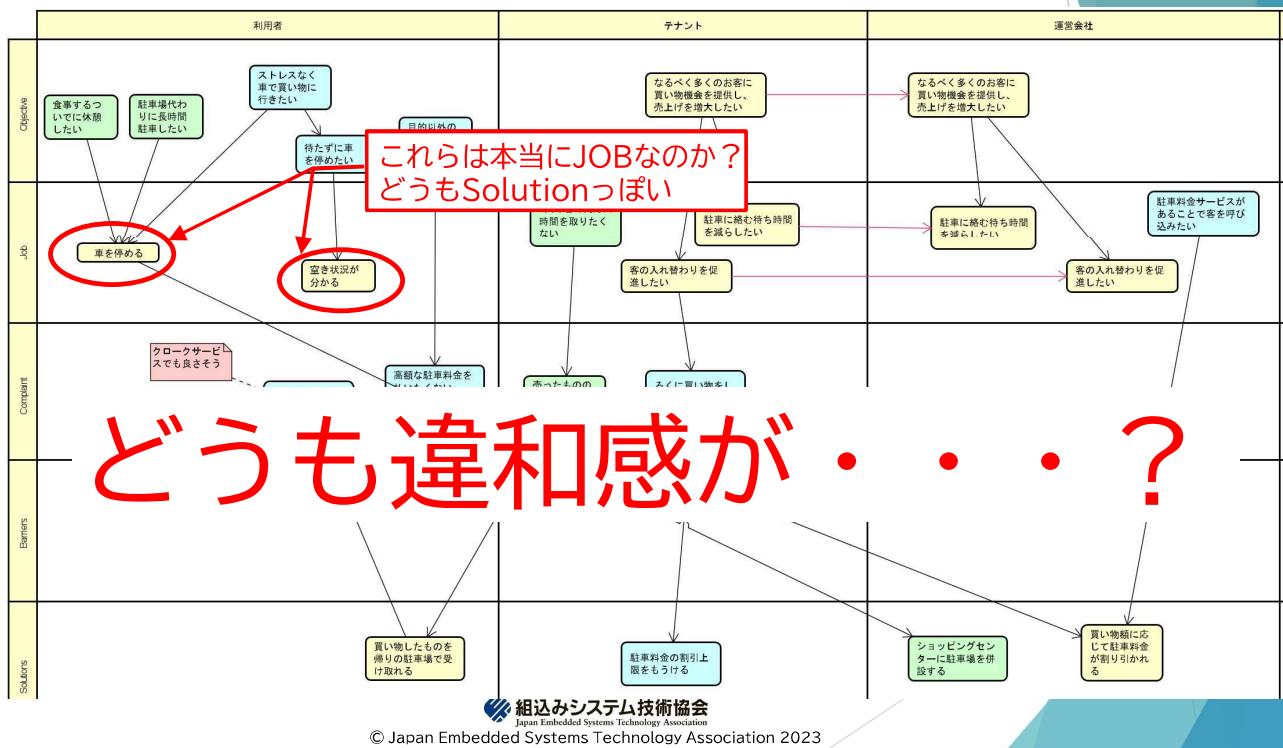
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

初期のJOB理論モデル完成(2022年9月)

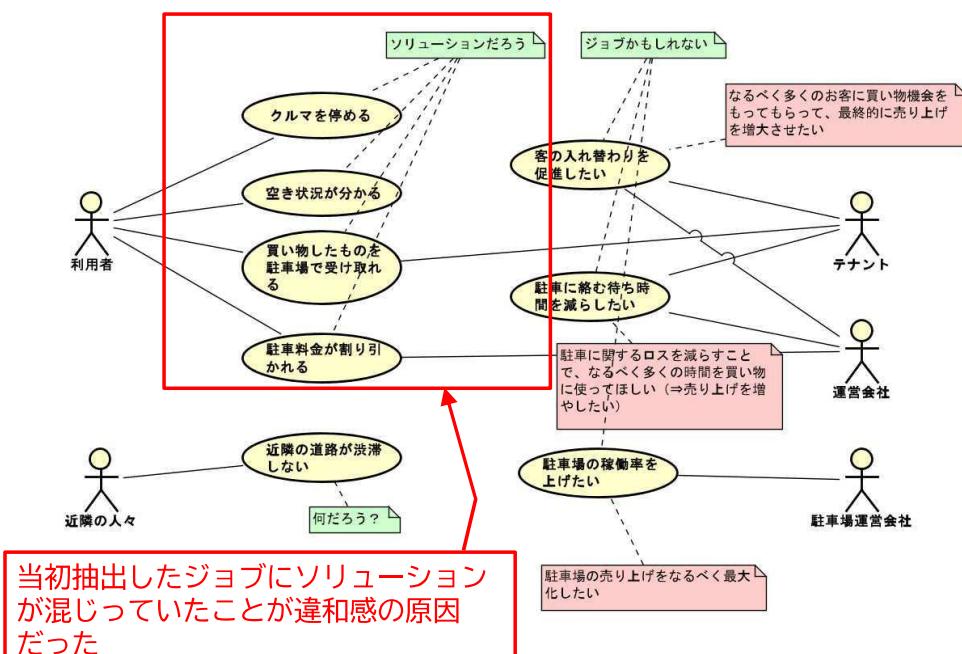


© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

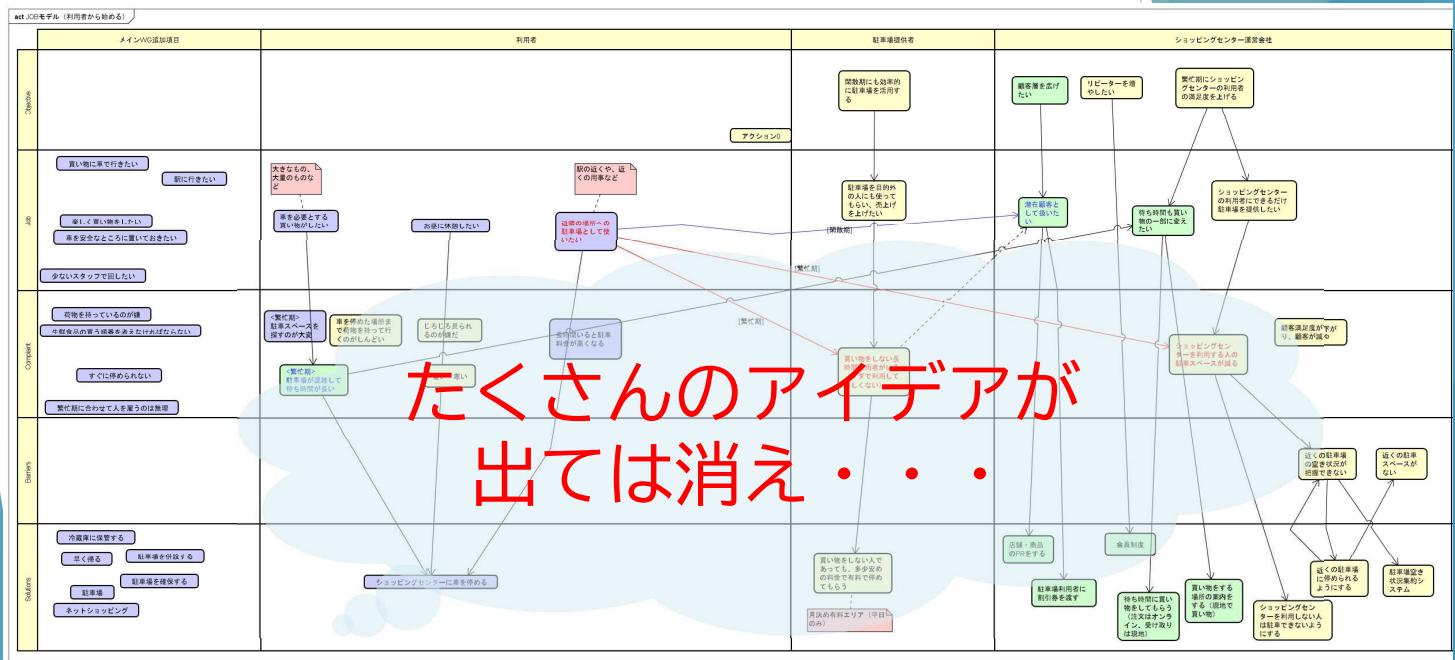
初期のJOB理論モデル完成(2022年9月)



再度ジョブの抽出から見直し…

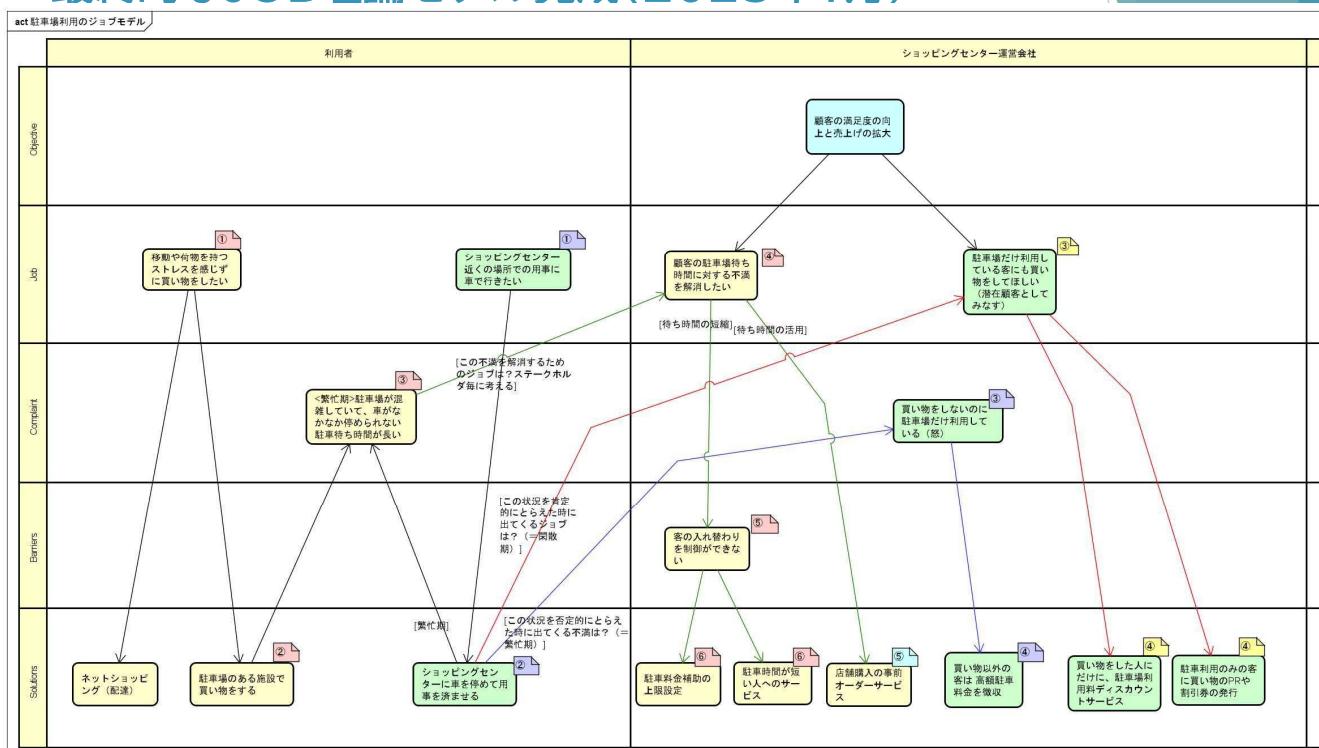


議論を重ね、発散と収束を繰返し…

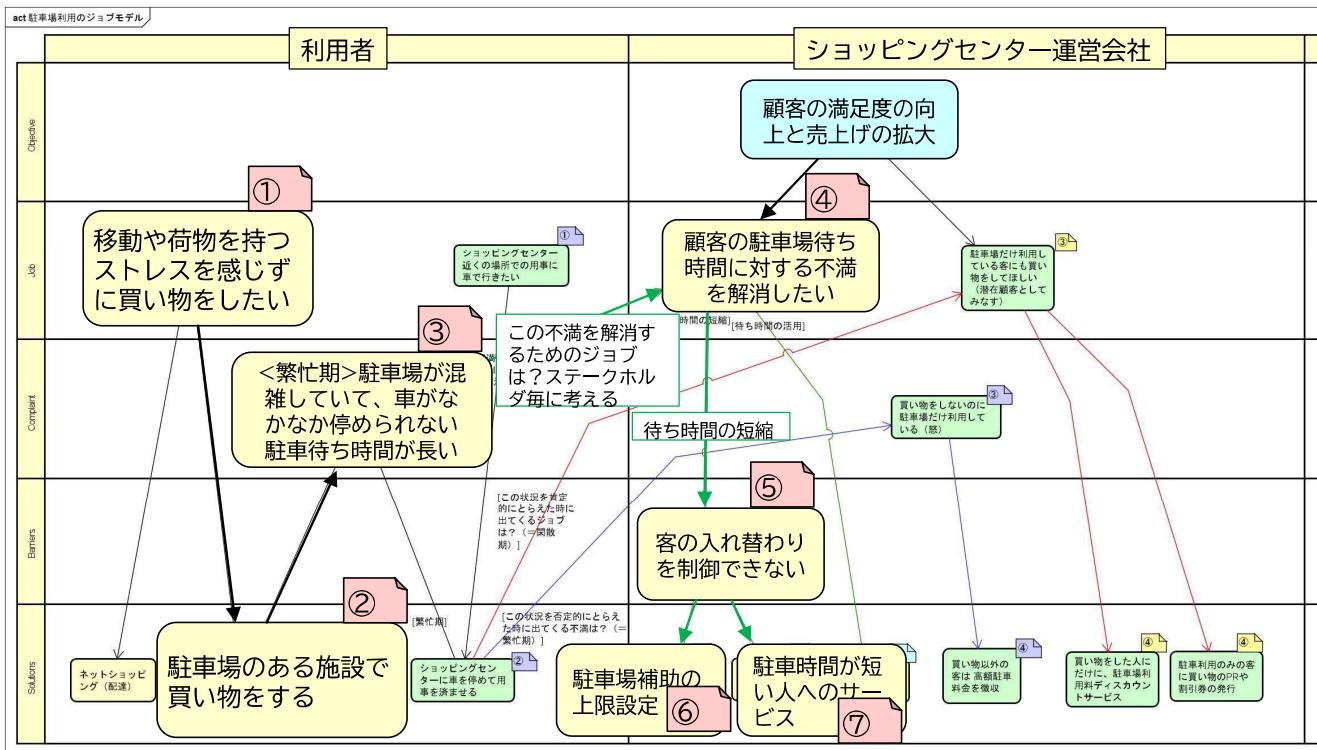


一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association 2023

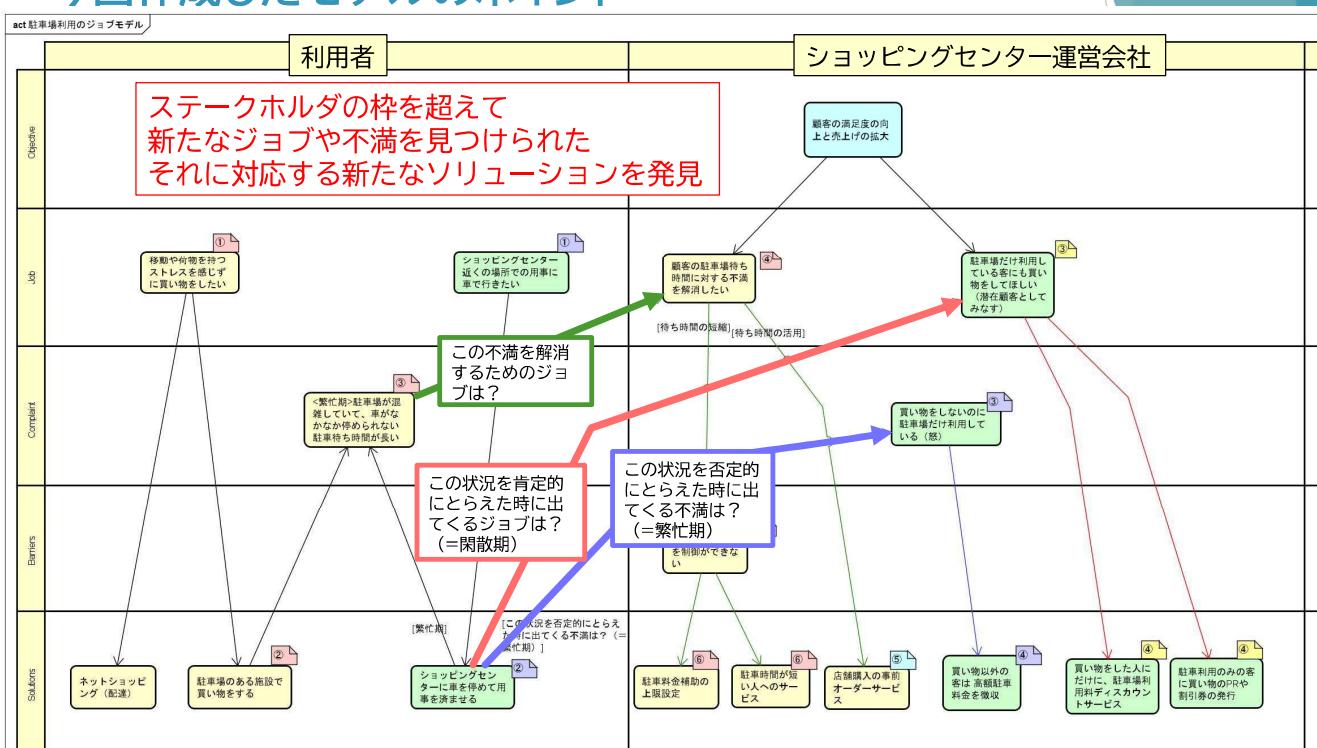
最終的なJOB理論モデル完成(2023年1月)



最終的なJOBモデルはこうなった



今回作成したモデルのポイント



今回の活動を通じて得られたこと

- ▶ 「拡張版ジョブ理論モデル」のフレームの完成
 - ▶ 「ジョブ理論の階層×ステークホルダ」のモデルを作成することにより、分析の幅を広げることができた
- ▶ 新たなソリューションが発見できた
 - ▶ 今回のモデルにより、ステークホルダが多様なシステムでは、「誰かの不満が、誰かのチャンスにつながる」など、**新たなソリューション発見**につながることが分かった

一般社団法人
組込みシステム技術協会
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

総括および今後の予定

- ▶ 総括
 - ▶ 多くのステークホルダが存在するシステムに対して、新しいサービスの発見ができる「拡張版ジョブ理論モデル」のフレームを作成した
 - ▶ 「拡張版ジョブ理論モデル」を「スマート駐車場」に適用した事例を作成した
- ▶ 2023年度の予定
 - ▶ これまで培ったモデリングの技術を使って、新しいイノベーションの創造を実施する
 - ▶ 立命館大学の大坂いばらきキャンパスを対象に、新しいビジネス・サービスの検討を行う
 - ▶ 作成するモデル、モデリングの過程をプロセス化して発表する

一般社団法人
組込みシステム技術協会
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

参考:立命館大学 大阪いばらきキャンパス

- ▶ 大学・自治体施設・市民の憩いの場が同じスペースに共存
 - ▶ 学生以外の人も使える各種施設
 - ▶ ホール
 - ▶ セミナールーム
 - ▶ レストラン・ショップ
 - ▶ 競技場
 - ▶ 公園・・・
- ▶ さまざまな研究の実証実験の場にもなっています
 - ▶ SoS時代のシステムの安全性・信頼性とイノベーションの両立に向けたデジタルインフラ整備及びガバナンスのあり方に係わる研究開発



※ <https://ibaritsu.ritsumei.ac.jp/> より引用
すでに終了しているイベントの画像ですが、雰囲気が分かるので・・・

一般社団法人 組込みシステム技術協会

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

ご清聴ありがとうございました

組込みIoTモデリングWG 芳村 美紀

一般社団法人 組込みシステム技術協会

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

「組込みIoTモデリングWG 活動報告」

2023/6/09 発行

発行者 一般社団法人 組込みシステム技術協会
東京都 中央区 入船 1-5-11 弘報ビル5階
TEL: 03(6372)0211 FAX: 03(6372)0212
URL: <https://www.jasa.or.jp/>

本書の著作権は一般社団法人組込みシステム技術協会(以下、JASA)が有します。
JASAの許可無く、本書の複製、再配布、譲渡、展示はできません。
また本書の改変、翻案、翻訳の権利はJASAが占有します。
その他、JASAが定めた著作権規程に準じます。





ハードウェア委員会 デバイスWG 技術発表会

2023年6月
ハードウェア委員会
デバイスWG



© Japan Embedded Systems Technology Association

1. アジェンダ



- ・デバイスWG 2022年度活動
- ・2023年度の活動計画



© Japan Embedded Systems Technology Association

デバイスWG 2022年度活動



■ ワーキング活動

活動成果

- ・2022年4月～2023年3月 各月計12回開催
- ・参加者 各回 2名～4名の参加

■ FPGAボード導入手順書の作成

活動成果

『2022年度デバイスWG成果_FPGAボード開発環境導入手順書.docx』
を作成

■ 拡張ボードの作成

活動成果

- 回路データ作成までの完了
ExpBD_A.pdf(回路図はKiCADを利用)



© Japan Embedded Systems Technology Association

3

2023年度の活動計画



- ①拡張ボードの製作と検証
- ②市販FPGAボードと拡張ボードの結合
- ③市販FPGAボードへのRISC-V実装手順書の作成

★さらに2024年度にハンズオン開催に向けた準備も進める

★RISC-V WGとのコラボも活発化したい

将来、RISC-V WGで製作したJASAチップのベンチマークにも
デバイスWGとして貢献したい



© Japan Embedded Systems Technology Association

4



FPGAボード

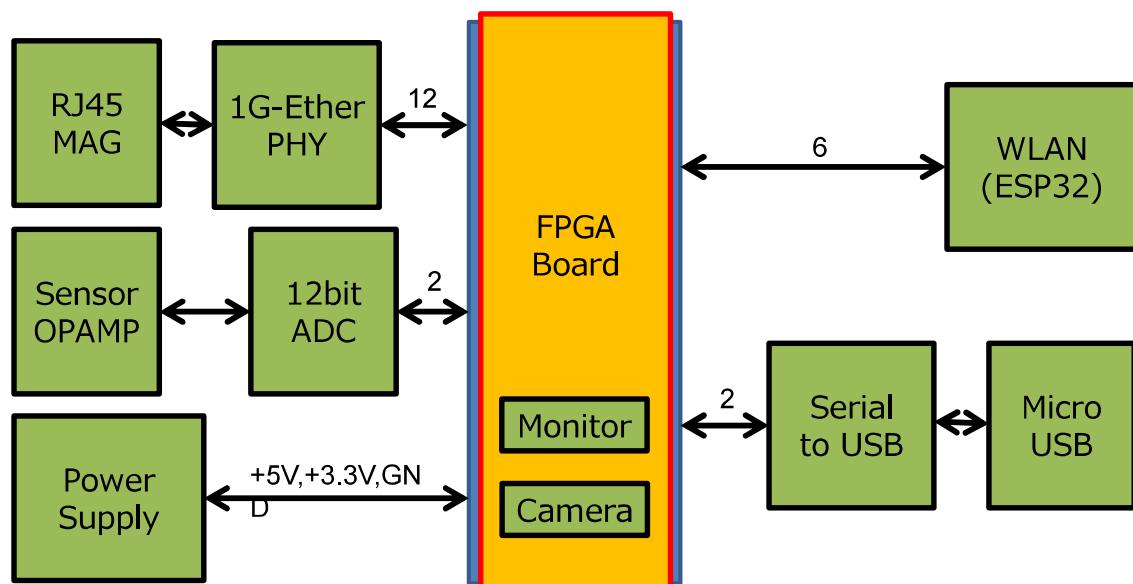


スイッチサイエンスから販売されているAnlogic社製FPGAボード



GOWIN社のFPGAボード

②拡張ボードのブロック図



Power Supply : 5V – 12V, Connector VH-2pin
Sensor : Min 1ch/Max 3ch



最後までご清聴ありがとうございました



7



デバイス WG 2022年度成果報告

2021/11 発行

発行者 一般社団法人 組込みシステム技術協会
東京都中央区日本橋大伝馬町6-7
TEL: 03(5643)0211 FAX: 03(5643)0212
URL: <http://www.jasa.or.jp/>

本書の著作権は一般社団法人組込みシステム技術協会（以下、JASA）が有します。
JASAの許可無く、本書の複製、再配布、譲渡、展示はできません。
また本書の改変、翻案、翻訳の権利はJASAが占有します。
その他、JASAが定めた著作権規程に準じます。



© Japan Embedded Systems Technology Association

8



2022年度 RISC-V WG成果報告

2023年6月9日
ハードウェア委員会 RISC-V WG主査
小檜山智久



© Japan Embedded Systems Technology Association 2022

22年度成果のサマリ



2022年度は次のような成果がありました

1. WGを12回開催し、のべ89社14校152名の参加があった
2. WG主催セミナーを6回開催し、111名の参加があった
3. 64ビット版RISC-Vコア(Linux環境)を産学共同で開発した
4. 公募の上、成果活用Webコンテンツを作成した
5. 21年度成果を技術本部成果報告会で報告した
6. ET/IoT West 2022/JASA本部セミナーでWGを紹介した
7. EdgeTech+ 2022/JASA本部セミナーでWGを紹介した
8. RISC-V関連外部団体と相互に講演を行った
 - (1) RISC-V協会主催 RISC-V Days Tokyo 2022 Spring
 - (2) 第11回RISC-V WG主催Webセミナー
 - (3) 産総研 AIチップ設計拠点(AIDC) 第44回 フォーラム



© Japan Embedded Systems Technology Association 2022

1. RISC-V WGの活動について

About the activities of JASA RISC-V WG



《WGの活動方針》

- ・オープンな仕様で会員が自由に活用できるRISC-Vプラットフォームを会員の協力で開発整備し、組込み分野でのRISC-V普及に努める
- ・関連団体とのコラボによりプラットフォームの応用範囲を広げる

《活動内容の項目》

- ◆ 月例WGの開催
- ◆ RISC-V著名人を講師にお迎えした、隔月のWebinar開催
- ◆ 組込みに使えるRISC-Vプラットフォームの開発と普及
- ◆ RISC-V関連団体との協創によるJASAプレゼンスの向上

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association 2022

3

2. 月例WGの活動状況

About the activities of JASA RISC-V WG



#	回次	日時	開催	会社	学校	参加
1	第33回	2022/4/27	オンライン	10	2	17
2	第34回	2022/5/25	オンライン	7	2	15
3	第35回	2022/6/29	ハイブリッド	10	2	18
4	第36回	2022/7/27	オンライン	7	1	11
5	第37回	2022/8/31	オンライン	7	2	12
6	第38回	2022/9/21	オンライン	6	1	11
7	第39回	2022/10/26	オンライン	7	1	12
8	第40回	2022/11/30	オンライン	7	0	10
9	第41回	2022/12/21	オンライン	6	1	13
10	第42回	2023/1/25	オンライン	6	0	8
11	第43回	2023/2/22	オンライン	9	1	16
12	第44回	2023/3/22	ハイブリッド	7	1	9
				89	14	152

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association 2022

4

3. RISC-V WG主催Webinar開催状況

RISC-V WG sponsored Webinar status



#	回次	日時	演題	講師	参加
1	第6回	2022/5/25	RISC-Vのセキュリティ技術	産総研/TRASIO 須崎 有康 氏	29
2	第7回	2022/7/27	RISC-V版IchigoJamに込めた期待!	Jig.jp代表取締役会長 福野 泰介 氏	17
3	第8回	2022/9/21	社会インフラにおけるIoTシステムの 状況とRISC-Vへの期待	ぷらっとホーム社長 鈴木 友康 氏	17
4	第9回	2022/11/30	深圳のRISC-V事情	金沢大学 教授 秋田 純一 氏	18
5	第10回	2023/1/25	オープンソースRISC-Vコア “mmRISC”シリーズ	圓山 宗智 氏	14
6	第11回	2023/3/22	RISC-VやDARPA Googleオープン ロードはFPGA開発に何をもたらしたか	RISC-V協会代表理事 河崎 俊平 氏	16
					111



© Japan Embedded Systems Technology Association 2022

5

4. 開発ロードマップ



Development schedule for last 3 years

《過去3年間の活動》

2020年度	2021年度	2022年度
<ul style="list-style-type: none"> ・Rocket Chipの FPGAへの実装 ・ブートローダ開発 ・Arduino環境移植 	<ul style="list-style-type: none"> ・VSCデバッグ環境構築 	<ul style="list-style-type: none"> ・64ビット版RISC-V コアFPGA実装 ・LINUXカーネル移植 ・ブート環境

- ・市販FPGAボード上でRISC-Vを開発できるプラットフォームを開発
- ・初心者でも手軽に扱えるよう**全体を日本語でドキュメント化**
- ・開発用、教育用プラットフォームとしてご活用いただくことを期待
- ・この3年間で**32ビット組込み版**と**64ビットLINUX搭載版**の2モデルを開発
- ・22年度は**产学連携**で開発・整備
- ・現在、JASA会員の利便性を高めるためサポートサイトを準備中



© Japan Embedded Systems Technology Association 2022

6

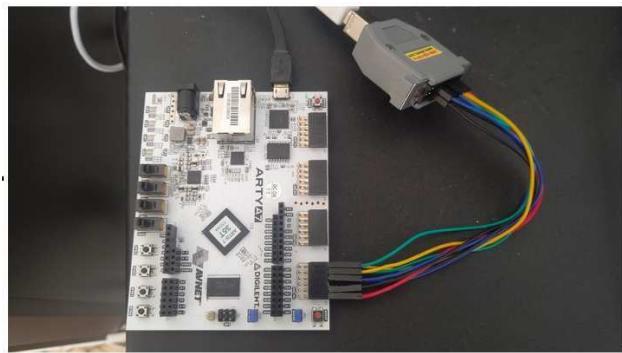
5. 活用できるプラットフォームの開発①



《32ビット/Arduino版》

Development of usable platform

2020年度	2021年度	2022年度
<ul style="list-style-type: none">• Rocket ChipのFPGAへの実装• ブートローダ開発• Arduino環境移植	<ul style="list-style-type: none">• VSCデバッグ環境構築	<ul style="list-style-type: none">• 64ビット版RISC-VコアFPGA実装• LINUXカーネル移植• ブート環境



ARTY A7 35T

- 市販FPGAボードにRISC-Vコア実装(32ビット版)
- ブートローダを開発
- Arduino IDE環境を移植
- VSCデバッグ環境をセットアップ

上記を手順通りやれば初心者でも実現できるように手順のドキュメントを作成



© Japan Embedded Systems Technology Association 2022

7

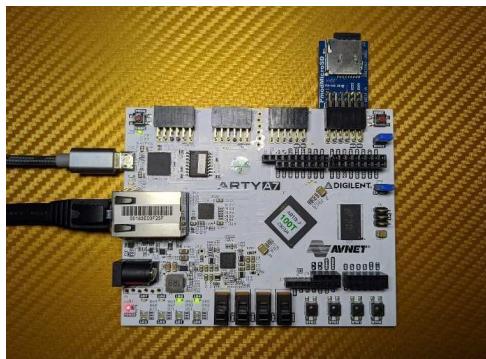
6. 活用できるプラットフォームの開発②



《64ビット/LINUX版》

Development of usable platform

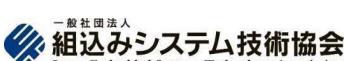
2020年度	2021年度	2022年度
<ul style="list-style-type: none">• Rocket ChipのFPGAへの実装• ブートローダ開発• Arduino環境移植	<ul style="list-style-type: none">• VSCデバッグ環境構築	<ul style="list-style-type: none">• 64ビット版RISC-VコアFPGA実装• LINUXカーネル移植• ブート環境



ARTY A7 100T

- 市販FPGAボードにRISC-Vコア実装(64ビット版)
- LINUXが動作できる環境を構築
- 手順をまとめたWebコンテンツを制作

今年度はJASA会員が成果物を手軽に利活用できるよう、WGのページからリンクしたガイドを整備・発信していく



© Japan Embedded Systems Technology Association 2022

8

7. 22年度の開発内容①



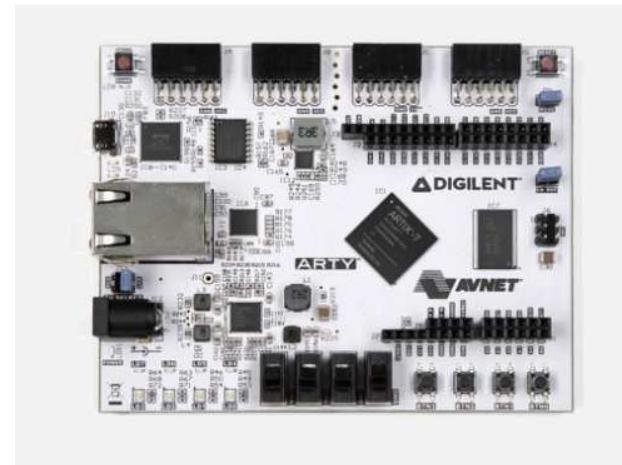
Development details for 2022

◆ 開発体制

東京農工大学 中條研究室
との産学連携による、入手性が
高く安価なArtix7搭載FPGA
ボードへのRV64の実装

◆ ターゲットボード

ARTY A7 100T



◆ 22年度開発のねらい

- ・「初心者のサンプル」として学部1年生も担当
- ・RV64を実装し、OS（Linux）の動作例を収集
- ・各実装例の詳細なドキュメントの整備
- ・独自プロセッサ開発に向けた設計・実装プロセスの確立



© Japan Embedded Systems Technology Association 2022

9

8. 開発成果の活用促進施策



Feedback to JASA members

◆ 開発成果のJASA会員への還元

- ・興味さえあればRISC-V, FPGA初心者でも作れるものをめざす
→ 手順等をまとめたWebコンテンツを制作
- ・動画を活用してわかりやすさを考慮

◆ グローバル化に対応

- ・日本語版、英語版を用意
(今後さらに多言語に対応)
- ・RISC-V WGページからリンク予定

◆ これからの進め方

- ・プラットフォーム進化に対応した
メンテナンスにつき議論を開始
(HW,SW,ツール)

RISC-V Linux in LiteX/Rocket on FPGA Arty A7-100T

1. Overview

Based on Linux on LiteX with a 64-bit RocketChip CPU on Github, build an SoC using LiteX and RocketChip on Xilinx FPGA board Arty A7-100T and run 64-bit Linux.

1.1. Environment

The OS uses Ubuntu 20.04.5

The FPGA board uses Arty A7-100T made by Xilinx

Uses a Micro SD card and Pmod Micro SD Card Reader 410-380

1.2. Procedure

Step 1: Connect hardware.
Step 2: Install prerequisites
Step 3: Build Gateware
Step 4: Build Software
Step 5: Starting Linux on LiteX+Rocket

2. Hardware connection

Insert PmodMicroSD module into Pmod connector (J9) of Arty A7-100T. Make sure VCC and GND pin are connected correctly.
Connect Arty A7-100T (J9) to Switch/Router using a LAN cable.
Connect Arty A7-100T (J10) to PC using a MicroUSB cable (power, console and programming).



© Japan Embedded Systems Technology Association 2022

10

9. 発表関係



Presentation of WG activities

《広報活動》

- (1) ET/IoT West 2022/JASA本部セミナー
RISC-V WG活動の紹介 (WG主査)
- (2) EdgeTech+ 2022/JASA本部セミナー
RISC-V WG活動の紹介 (副本部長)
- (3) RISC-V協会主催 RISC-V Days Tokyo 2022 Spring
セミナーでRISC-V WG活動の紹介 (WG主査)
- (4) 産総研 AIチップ設計拠点(AIDC) 第44回 フォーラム
WG活動及びChip Museum miniの紹介 (WG主査)



© Japan Embedded Systems Technology Association 2022

11

10. 外部団体との協創



Co-creation with RISC-V related organizations

《相互交流》

- (1) RISC-V協会
 - ・RISC-V Days Tokyo 2022 Springのセミナーで講演(主査)
 - ・第11回WG主催WebセミナーでRISC-V協会代表理事が講演

※今年度もRISC-V Days Tokyo 2023 Springで講演予定
さらに会場でJASAチップをテーマにミーティングを実施予定
- (2) 産総研 AIチップ設計拠点(AIDC)
 - ・AIDC 第44回 フォーラムで講演(主査)

※第12回RISC-V WG主催WebセミナーにてAIDCから講演

今年度は協創が進むように相互の会員化をめざす
⇒ご支援をお願いします



© Japan Embedded Systems Technology Association 2022

12

11. 22年度成果のサマリ（再掲）


Summary

2022年度の成果は以下の通りです

1. WGを12回開催し、のべ89社14校152名の参加があった
2. WG主催セミナーを6回開催し、111名の参加があった
3. 64ビット版RISC-Vコア(Linux環境)を産学共同で開発した
4. 公募の上、成果活用Webコンテンツを作成した
5. 21年度成果を技術本部成果報告会で報告した
6. ET/IoT West 2022/JASA本部セミナーでWGを紹介した
7. EdgeTech+ 2022/JASA本部セミナーでWGを紹介した
8. RISC-V関連外部団体と相互に講演を行った
 - (1) RISC-V協会主催 RISC-V Days Tokyo 2022 Spring
 - (2) 第11回RISC-V WG主催Webセミナー
 - (3) 産総研 AIチップ設計拠点(AIDC) 第44回 フォーラム



© Japan Embedded Systems Technology Association 2022

13



2022年度 RISC-V WG成果報告

2023/6/9 発行

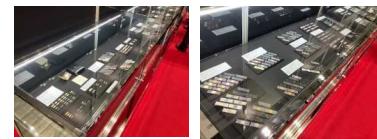
発行者 一般社団法人 組込みシステム技術協会
東京都 中央区 入船 1-5-11 弘報ビル5階
TEL: 03(6372)0211 FAX: 03(6372)0212
URL: <https://www.jasa.or.jp/>

本書の著作権は一般社団法人組込みシステム技術協会(以下、JASA)が有します。
JASAの許可無く、本書の複製、再配布、譲渡、展示はできません。
また本書の改変、翻案、翻訳の権利はJASAが占有します。
その他、JASAが定めた著作権規程に準じます。

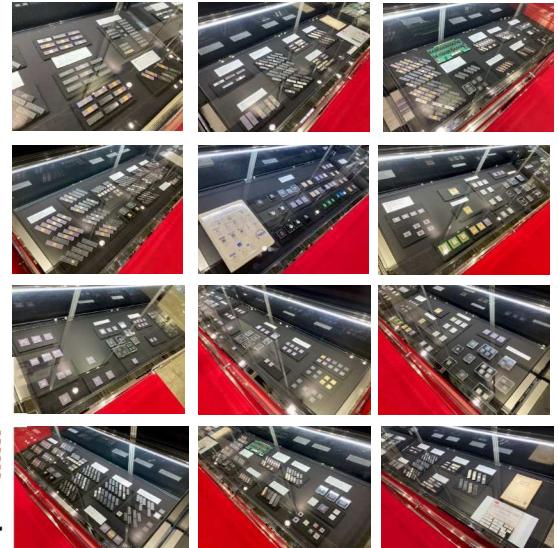


© Japan Embedded Systems Technology Association 2022

EdgeTech+2022で
「マイクロプロセッサ誕生から2000年までの30年展」として
チップミュージアム-mini-を展示



CHIP
MUSEUM -mini-



館長 秀関快郎のチョイスで
725個のCPUを展示

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

15

番外編



皆さん 立ち止まって
じっくり鑑賞してくださいました

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

16