

技術本部成果発表会(2023年度成果)

講演資料

日時 2024年6月21日(金) 12時55分～16時50分
場所 TKPガーデンシティ PREMIUM 東京駅丸の内中央
及び WEB開催



一 目 次 一

安全性向上委員会	1
組込みシステムセキュリティ委員会	8
コモングラウンド委員会 ドローンWG	27
コモングラウンド委員会	43
コモングラウンド委員会 スマートライフ WG	56
応用技術調査委員会 OSS 活用WG	70
応用技術調査委員会 アジャイル研究 WG	93
応用技術調査委員会 AI 研究WG	100
プラットフォーム構築委員会 Open EL WG	112
ハードウェア委員会 RISC-V WG	153



技術成果発表会 2024

「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 in2023」

2024年6月21日
安全性向上委員会



© Japan Embedded Systems Technology Association

Contents

1. 23年度活動概要

2. 23年度成果紹介

- 安全性向上セミナー『基礎コース in2023』の実施
- 安全性手法の検討
 - 事例①：タワークレーンの遠隔操作に関する安全性分析検討
 - 事例②：通信が絡むシステムの故障パターン
- 外部連携・発信（外部組織との技術交流など）

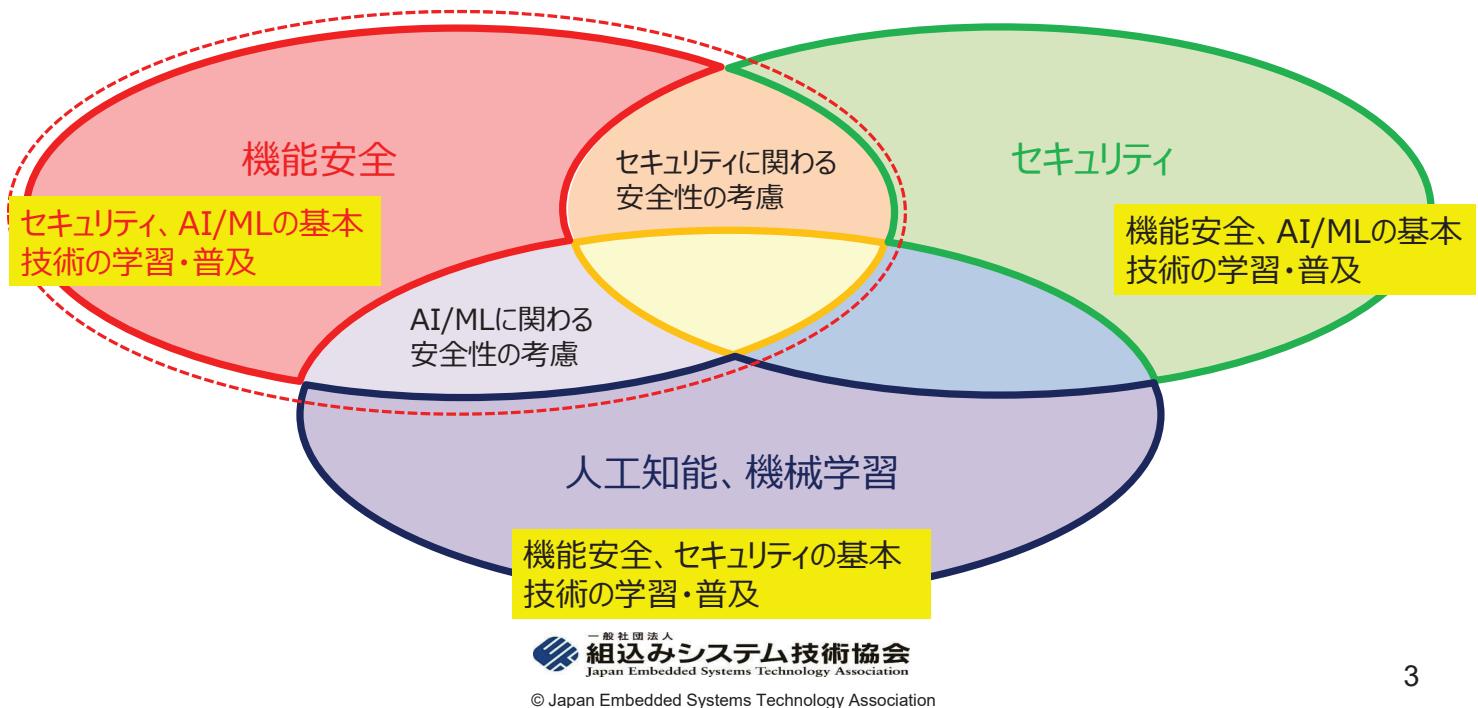
3. 今後の活動



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

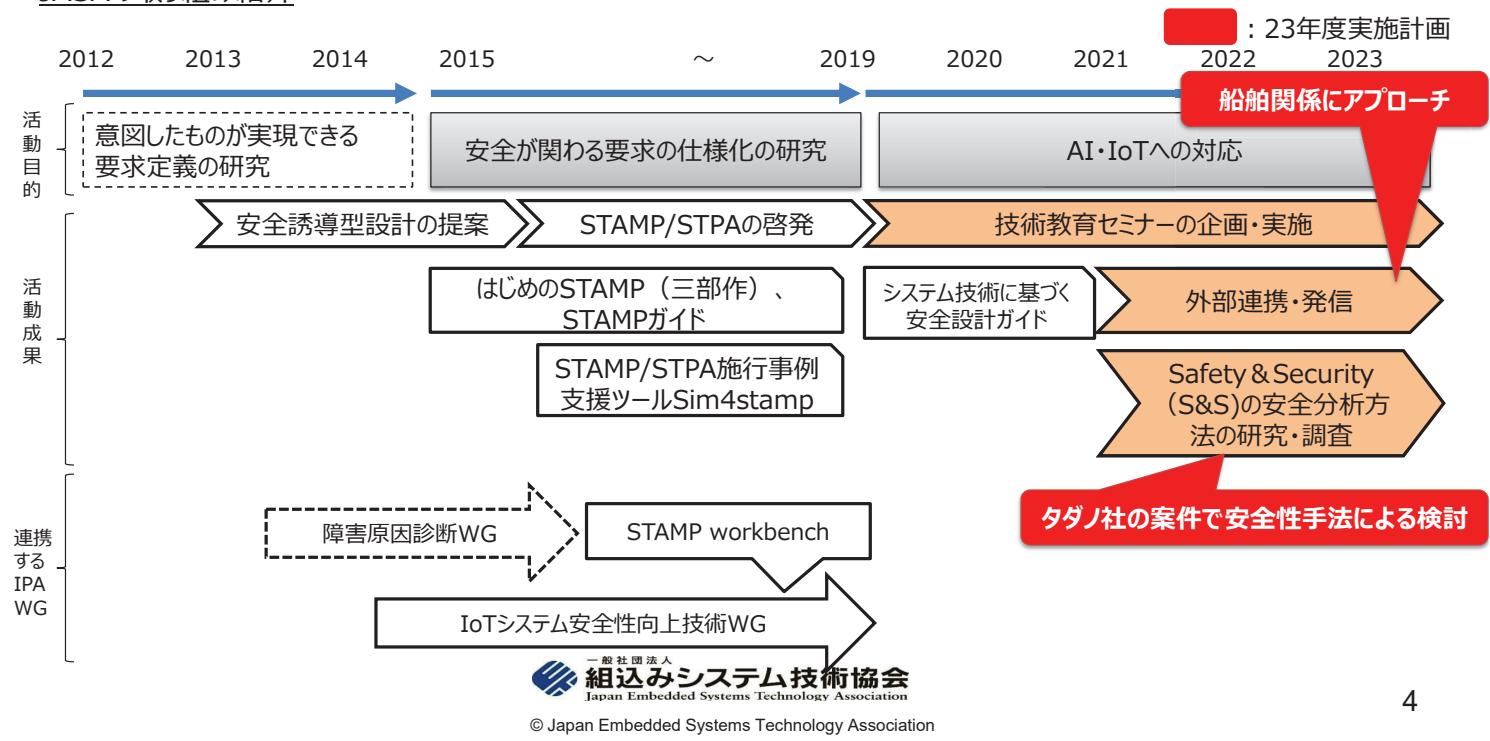


3

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



4

2. 23F成果紹介～安全性向上セミナー『基礎コース in2023』～



これまでの背景（19F～22F）

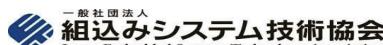
- 活動方針に基づき、これまでの STAMP/STPAを中心とした知見を普及・展開する「技術教育セミナー」の活動を2019年より開始。
- オンラインセミナー開催の実績を出したものの、コロナ禍により、2021年からオンラインセミナーへ企画変更。
- 継続的な活動とするための要素として「有料」にチャレンジ。
- 難易度のバリエーションを設け、受講者の需要に合わせた知見の普及を目指す。
- Q&Aの時間を多く設け、受講者に寄り添うことで理解を深めることをねらいとするため、少人数開催とする。



22年度オンラインセミナーをブラッシュアップ

23Fオンラインセミナーの改善ポイント

- コロナ禍で実施できなかったオンラインによるハンズオン形式を用意。
- プログラムの数が多い中でSTAMP/STPAの事例を絞り込んだ（セキュリティとのコラボを止める）
- 「入門編」と「中級編」の難易度が分かり易いように事例を選定（事例で判断し辛いとの声が多かった）。



© Japan Embedded Systems Technology Association

5

2. 23F成果紹介～安全性向上セミナー『基礎コース in2023』～



●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】2024年 2月28日 (14:00-17:00) 【第2回】2024年 3月 6日 (14:00-17:00) 【第3回】2024年 3月13日 (14:00-17:00)
開催形式	オンライン（※一部でオンライン開催）
参加費	有料 第1回、第3回：【JASA会員】2,000円／回、【一般(非会員)】3,000円／回 第2回：【JASA会員】4,000円／回、【一般(非会員)】6,000円／回
参加人数	20名／回 ※最少開催人数5名とし、第2回は10名を超える場合はWeb開催とする
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った方が望ましいが、必須ではない

オンラインは思い切った参加費に設定



© Japan Embedded Systems Technology Association

6

2. 23F成果紹介～安全性向上セミナー『基礎コース in2023』～



●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 in2023

「安全の基本 in Society5.0(Update for 2023)」

「Safety&Securityの国際規格の動向in2023」

【招待講演】「自動運転における国際標準化への挑戦とSOTIFとSAE J3187の紹介 -Society5.0 に向けて-」

株式会社TierIV 岡田 学 氏

【第2回】：事例で学ぶSTAMP/STPA（入門編） ※オンライン

「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）

「システム思考による複雑システムの安全分析STP」

「複雑システムにおけるシステム思考に基づく事故因果分析法CAST」

「STAMP/STPAの自動車関連規格への対応 -ISO26262, ISO21448への適用、拡張、統合分析の紹介」

© Japan Embedded Systems Technology Association

2. 23F成果紹介～安全性向上セミナー『基礎コース』～



【結果】

■参加企業

・大手重工系、電機電子部品大手の子会社、制御機器専業メーカー、建設用クレーンメーカー、村田製作所

■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

・概ねが丁度良い（昨年度に見直した効果が23Fも引き続いている）

■その他

・オンライン開催による効果によるプロジェクト単位での参画（重工系）

・既定の参加人数に届かず第3回は未実施となった

・安全性向上セミナーを始めて3年目で初の黒字化

【24Fに向けた今後の課題】

・オンライン参加費の見直し
⇒もう少し高くても需要があるのであるのでは？

・オンラインのプログラム見直し
⇒ハンズオンは3時間以上が必要

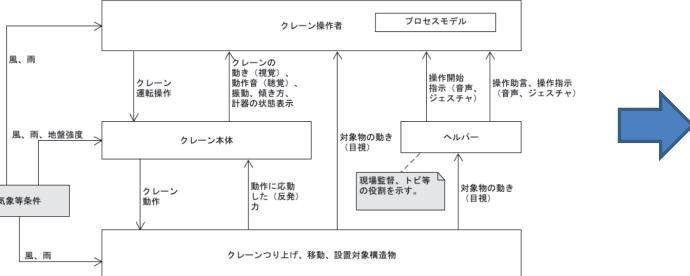
・広告PRの工夫
⇒セミナータイトルをもっと興味を惹くモノに、事前PR不足

2. 23F成果紹介～安全分析手法の検討～

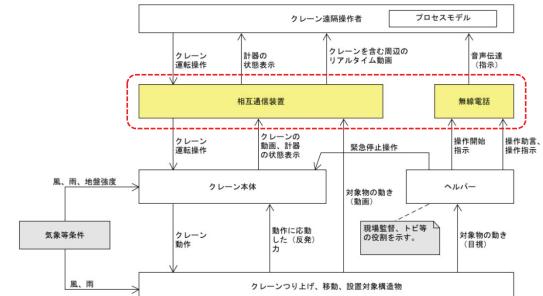


「タワークレーンの遠隔操作に関する安全性分析検討」(タダノ社)

従来型（車両直接操作）のコントロールストラクチャ

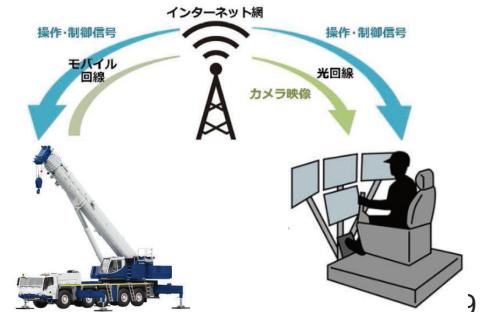


遠隔操作型のコントロールストラクチャ



- ◆ クレーン操作者に対する操作に関する情報入力が遠隔の方が少ない
 - 気象状態なし
 - 感覚的（振動、動作音、……臨場感）な状態なし
 - ヘルパーによるジェスチャが見えづらい
 - 対象物の動きが動画でしか見えない（視野が狭く、感覚的に把握しづらい）
 - 注）車の車庫入れ時、バックモニタのみで車庫入れするようなものと考える
- ◆ 遠隔の方に「緊急停止操作」と言う特別な操作（例外操作）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



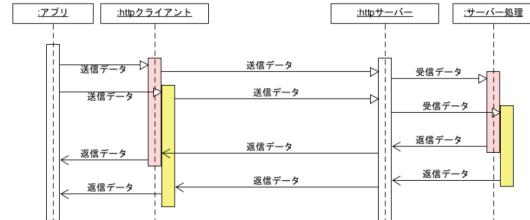
2. 23F成果紹介～安全分析手法の検討～



「通信が絡むシステムの故障パターンについて」の事例紹介

【モチベーション】

ネットワーク社会において、通信回線の障害は我々の生活に多大な影響を与える。
パケット通信を通じて監視／操作を行うシステムの安全性が脅かされるのはどのようなケースか？



通信に関する問題点	
通信遅延の不安定さ	通信遅延は一定量ではない。ローカルテストではほとんど発生しないが、運用では周囲の通信の影響を大きく受けたためルート確立までが不安定。
通信エラー発生の検出	TCP-IPのデータ転送が相手に確実に伝達したことの判定が厄介。TCP-IPではデータ送信済みとなるのは、相手に届いたタイミングでは無く、ネットワーク上に注入した時点、または、OSが受け付けた（送信関数から制御が戻った）時点となる。
並列通信時の問題	応答を待たずに次の要求を行う。複数の要求に対し、どの時点で有効な応答が得られたかを判定するか？
アプリケーションとの不整合	通信ライブラリ側でエラーを検出した場合。例えば、ときどきエラーを検出する場合、システム側の扱いはどうなるのか？※たまに音声が途切れることは障害となるのか（安全性が脅かされたのか）

【まとめ】

- インターネット等を含む通信を行うには、ソフトウェアの介在なしには実現しない。
- OSや通信ライブラリとアプリケーションソフトウェアの関わりは、複雑であり、それだけで結構な問題が発生し、その問題がシステム全体の深刻な問題に影響する。
- 通信が絡む、監視・制御システムのSTAMP/STPAのUCAを作成するときに、通信に絡む問題を知ることは、UCA作成の有用なヒントを与える。

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



技術交流

- 海上技術安全研究所と意見交換

「船舶分野におけるリスク評価について ~STAMP/STPAを中心に~」(海技研 柚井様)

- 海事分野においては自動運航船の安全性の確保が重要であり、STAMP/CAST分析の対象として、コンテナ船の衝突事故を取り上げている（※船舶事故の中で衝突事故が最も多いため）。
- 人間の認知や意思決定過程を考慮したSTAMP/CAST手法を提案された
- 本内容を「第5回 AI/IoTシステム安全性シンポジウム2023」で発表を推奨。
⇒多少アレンジし「システムモデリングを利用したハザード分析手法の紹介」のタイトルで発表

3. 今後の活動



2024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（※AIとセキュリティにアプローチ）
- **AI for Safety (include security) Safety for AI**
- **AI for Security ⇒ Security for AI**

【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

【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（24F 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..））

年2回の開催を目指し、継続して利益を出す

システム技術協会

Japan Embedded Systems Technology Association



【安全性向上委員会】
2024年6月21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。



13



2023年度 成果発表

IoTセキュリティ教育と認定制度

～ 23年度活動内容および、24年度以降の動向～

2024年6月21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

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

1

発表内容



1. サイバーセキュリティ動向

- 各国の認定制度
- 経済産業省 IoT

2. 23年度の活動実績

- 施策 1:IoTセキュリティ教育事業の展開
- 施策 2:IoTセキュリティの国際安全基準適合の認証支援

3. 24年度の取組み

- 組込みセキュリティ向けの書籍構想
- セキュリティ対策の取組み

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

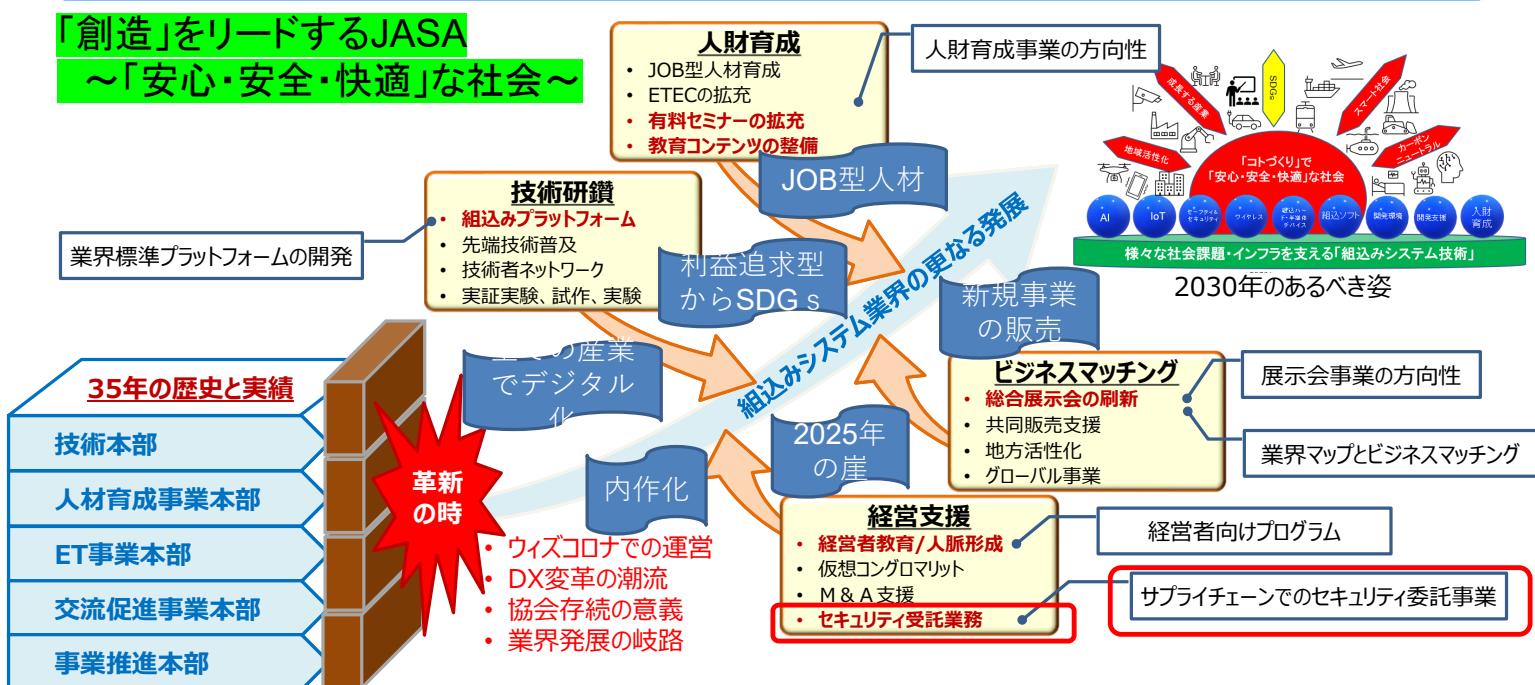
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

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



「創造」をリードするJASA
～「安心・安全・快適」な社会～

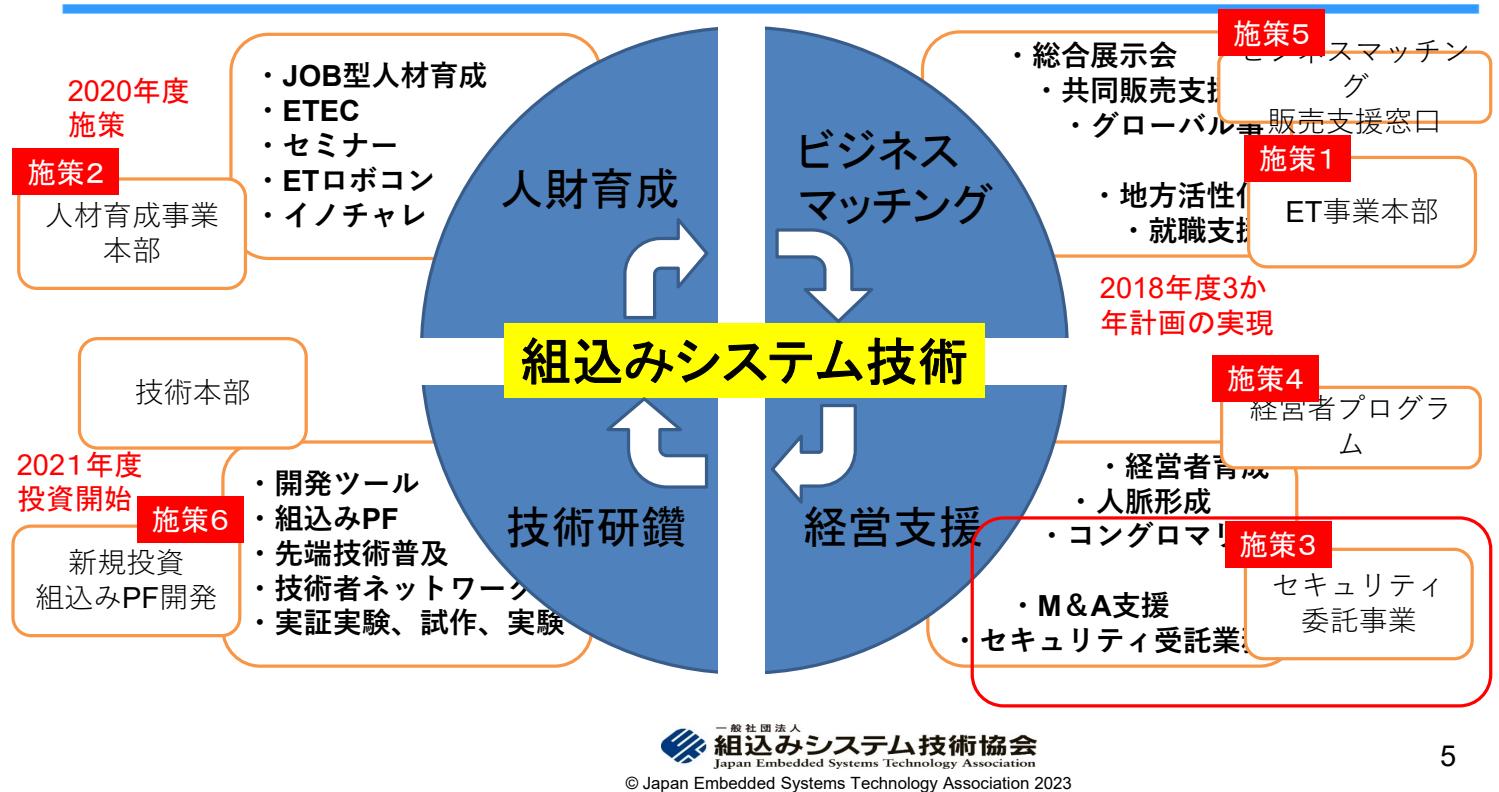


一般社団法人 組込みシステム技術協会

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

4

JASAビジョンと3か年計画の骨子



5

施策1：IoTセキュリティ教育事業の展開

「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

施策2：IoTセキュリティの国際安全基準適合の認証支援



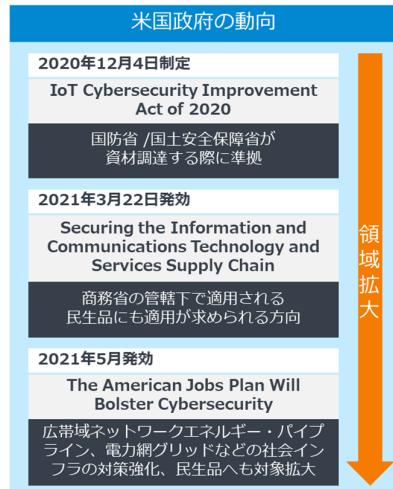
グローバル動向

- ◆ 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、S-BOM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

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

各国での認定制度



1 – 1. 各国での認定制度



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

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

9

1 – 1. 各国での認定制度



■ コンシューマ用途向けの認定・ラベリング制度

国、地域	法規制	主な対象製品	規制開始	(整合)規格
英国	PSTI (Product Security and Telecommunication Infrastructure)	消費者向け且つ インターネット接続可能な (有線/無線)製品	2024年4月29日	EN303 645 利用可能
欧州	無線機器指令 (RED)CS 3(3)(d), (e), (f)	無線機器且つ、 インターネット接続できる 機器	2024年8月 → 2025年8月に延伸 見込み	2024年6月 (リリース予定)
	サイバーレジリエンス法 (CRA)	デジタル要素を含む ソフトウェア、ハードウェア製 品	2025年? 2026年?	—
	NIS2指令 (NIS2 Directive)	重要インフラ(セクタ) 事業者及び、 重要インフラに導入される IoT機器	2024年 各国内法へ移行	—
米国	2020年 IoTサイバーセキュリティ 改善法	トランスティーサ × 1 ネットワーク × 1以上	(政府調達品) 2022年12月	NISTIR8259/ NISTIR8425

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 – 1. 各国での認定制度



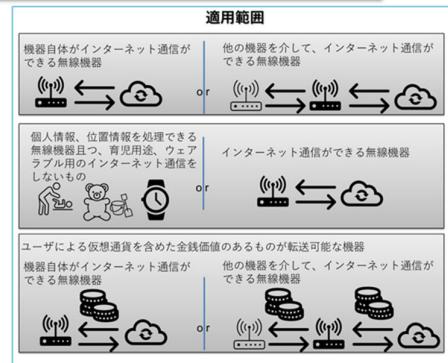
■ 2025年8月(?) 欧州RED指令が義務化予定

必要な整合規格が発効前。適合評価が難しい

2022年1月発表

■サイバーセキュリティの要件

- 3(3)(d) 「無線機器はネットワークまたはその機能に損害をあたえず、ネットワーク資源を悪用せず、それによって許容できないサービスの低下を起こさない」
- 3(3)(e) 「無線機器は利用者と加入者の個人データおよびプライバシーが確実に保護される保障措置が組み込まれている」
- 3(3)(f) 「無線機器は不正行為からの保護を保証する特定の機能をサポートしている」



■2025年8月1日から義務化予定

■該当製品

インターネットに接続される全ての無線機器

■整合規格：リリース前

一般社団法人 組込みシステム技術協会

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

11

1 – 1. 各国での認定制度



■ 2026年(?)サイバーレジリエンス法の施行が予定

RED CS認定よりも大きなインパクトがあるCRA。準備が必要になる。



基礎的な技術要件

CRA適合に向けて

- EN303 645利用し、RED CS認定の適合に近づける。
- RED CS適合規格が発効された後、自己適合宣言または、NB型式認証を取得
- CRAでは対象製品のプロセス要件が大幅に追加見込み

一般社団法人 組込みシステム技術協会

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

12

1 – 1. 各国での認定制度



■ 米国 EO14028 NISTIR8425

■ ラベリングについての留意事項

- ① ラベルは消費者のIoT製品の購入意識を支援するものであること。
(IoT製品の信頼/信用を高める目的)
- ② ラベルデザインは理解されやすいマークであること。
- ③ サイバーセキュリティの専門的な知識を必要とせず、広く消費者が利用できること。
- ④ IoT製品のセキュリティ・ステークホルダー間で責任を共有すること。
(小売業者、メーカー、業界、非営利団体、学術界、政府など)
- ⑤ 消費者への教育キャンペーンを伴うこと。
(ラベルの認知度向上及び、プログラムの重要な側面について消費者に透明性を提供)
- 製品の基準、専門用語の解説、適合性評価に関する一般的な情報、適合宣言、範囲(製品の種類やラベル付き製品の識別)、消費者への期待、ラベリングプログラムの連絡先の情報

■ 合成性評価について

- ① 合成性評価スキームオーナーは、公的機関又は、民間企業の場合もある。
- ② 単一の合成性評価ではなく、IoT製品の利用範囲、ユースケース別にアプローチが可能
- ③ 合成性合成性評価スキームオーナーを定義し、スキームオーナーは以下を対応
 - 推奨の基準を調整
 - 合成性評価要件を定義
 - ラベルと関連情報を開発
 - 消費者へのサポート・教育を実施
- ④ 単独または、組合せにて技術要件への適合を検討
 - 自己適合宣言
 - 第三者による試験又は、検査
 - 第三者認証

一般社団法人 組込みシステム技術協会

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

13

1 – 1. 各国での認定制度



No	規格名	概要	対象者	備考
1	ISO/IEC 27400	IoTソリューションのセキュリティとプライバシーに関するリスク、原則、コントロール（対策）に関するガイドライン	IoTサービスプロバイダ、IoTサービス開発者、IoTユーザー	2017年：総務省・経産省のIoTセキュリティガイドラインv1.0を提案しプライバシー要件が追加され標準化
2	ISO/IEC 27402	IoT機器のセキュリティとプライバシーに関するIoT機器の要求ベースライン要件	IoT機器、製造者	2019年米国発案NISTIR 8259がベース。IoTセキュリティ要件を定義後にNISTIR 8425になっている
3	ISO/IEC 27404	消費者向けIoT機器のサイバーセキュリティラベリングフレームワーク	消費者、開発者、サイバーセキュリティラベルの発行団体、試験機関	シンガポール発案。欧米ともラベリングに向けた検討を実施

一般社団法人 組込みシステム技術協会

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

14

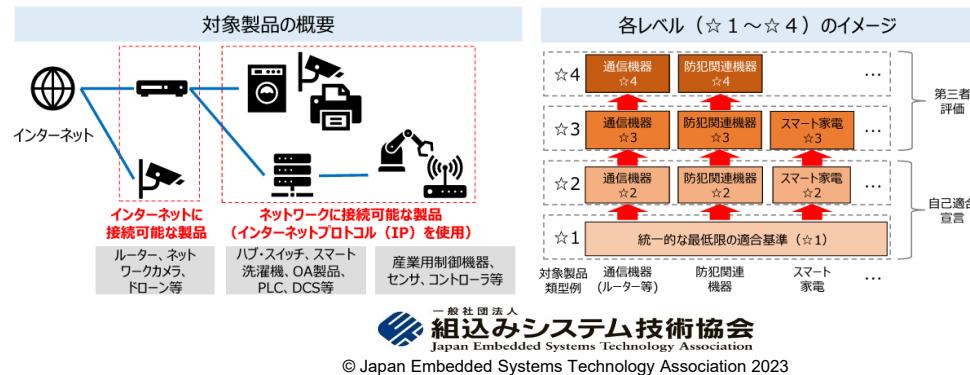
1 – 2. 国内での認定制度



各レベル（☆1～☆4）の位置付け

- 前回の検討会でのご意見を踏まえ、これまでの検討会での議論をもとに、各レベルの位置付けについて整理した。

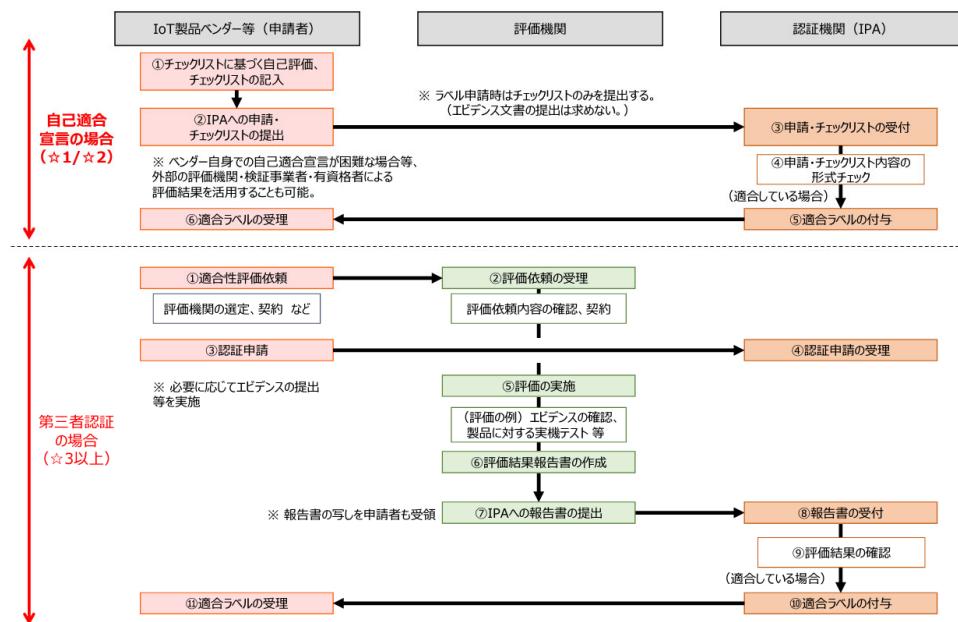
レベル	位置付け	適合基準	評価方式
☆3以上	政府機関等や重要インフラ事業者、大企業の重要なシステムでの利用を想定したIoT製品類型ごとの汎用的なセキュリティ要件を定め、それを満たすことを独立した第三者が評価して示すもの	製品類型別	第三者認証
☆2	IoT製品類型ごとの特徴を考慮し、☆1に追加すべき基本的なセキュリティ要件を定め、それを満たすことをIoT製品ベンダーが自ら宣言するもの		自己適合宣言
☆1	IoT製品として共通して求められる最低限のセキュリティ要件を定め、それを満たすことをIoT製品ベンダーが自ら宣言するもの	製品類型共通	



1 – 2. 国内での認定制度



【参考】適合性評価・申請・ラベル付与のプロセス





23年度活動実績

施策1:IoTセキュリティ教育事業の展開

JASA版 IoTセキュリティ教材

一般社団法人
組込みシステム技術協会

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

17

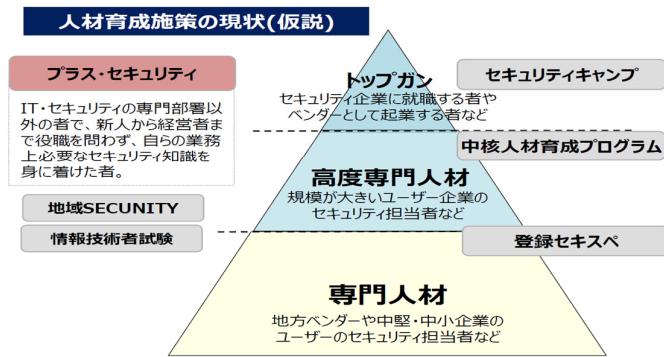
2-1. JASA版 IoTセキュリティ教材



サイバーセキュリティ人材の育成・確保に向けた取組の方向性

供給力強化

- セキュリティ市場の拡大に向けたエコシステムを構築するためには、産業・技術基盤の維持・発展を支える供給側、セキュリティ対策を実装する需要側、双方の基盤となる人材の育成・確保が重要。
- しかし、NRIセキュアの調査（※1）によると、日本においては、従業員規模に関わらず9割の企業でセキュリティ人材が不足していると回答。またISC2の調査（※2）によると国内のサイバーセキュリティ人材は現在約48万人存在しているが、11万人不足。
- セキュリティ人材施策として、セキュリティキャンプや中核人材育成PG、情報処理安全確保支援士試験を通じた高度専門人材の育成、地域SECURITY活動等を通じたプラス・セキュリティの普及等を進めてきているが、需給ギャップを解消するためには、セキュリティ人材の裾野を更に拡大するための施策の検討が必要。
- また、NISC改組後の「新たな組織」を含む政府機関等において十分なセキュリティ人材を確保することにより、政府全体でのサイバー安全保障分野での対応能力を向上につなげることも重要。こうしたセキュリティ人材が、産業界に留まることなく、政府と民間との間でより活発に行き来できるようにすることも必要ではないか。



※1 NRI Secure Insight 2023
※2 ISC2 Cybersecurity Workforce Study 2023

現状の課題

- これまで、トップガンや高度専門人材の育成は進めてきたものの、1年間に育成できる人数が限定的。
- 登録セキスペは、首都圏のベンダー側に偏っており、ユーザー企業での活用が進んでいない。
- これまで施策では、地方ベンダーや中堅・中小企業のユーザーのセキュリティ担当者などにアプローチできない。

今後の方向性

- トップガンの発掘・育成及び事業化促進に向けてセキュリティキャンプの拡張及び未踏事業との連携を検討。
- ユーザー企業における登録セキスペの活用を促進（中小企業等とのマッチング実証事業、DX促進施策との連動等）するとともに、制度の見直しも検討。これらを通じて、**登録人数**（2024年4月現在、約2.3万人）を**2030年までに5万人まで増加を目指す**。
- 専門人材の育成に関する課題整理を行うとともに、基礎知識・スキル習得ができるような環境整備に関する検討を実施。

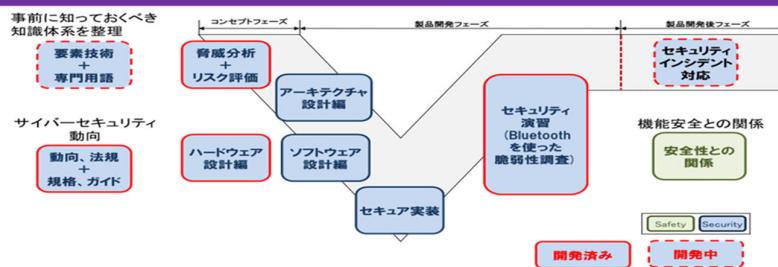
24

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

2-1. JASA版 IoTセキュリティ教材



セキュリティ教材の開発



組込みエンジニアが利用できるセキュリティ教材の開発を開始し、2024年1月以降に公開予定。オンライン受講可能なコンテンツとして開発を実施中。

EN303 645規格を解説した教材

一般消費者向けIoTセキュリティ規格調査



各国で始まるラベリング、認定制度に向けて
EUでのRED指令 EN303 645規格がベースとなるため、規格を分かり易く解説コンテンツを
公開予定

Bluetoothデバイスを使った演習教材



Bluetoothデバイスを使った攻撃手法、脆弱性診断、セキュリティテストを学習できるコンテンツを公開予定。(Keysight様開発)

一般社団法人 組込みシステム技術協会

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

2-1. JASA版 IoTセキュリティ教材



■ 委員会→人材育成事業部にコンテンツ提供

IoTセキュリティ

Part1: 基礎編

セキュリティ、IoTの基礎と
国内/国外法規関連の動向

組込みシステム技術協会
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

IoTセキュリティ

Part2: 実践

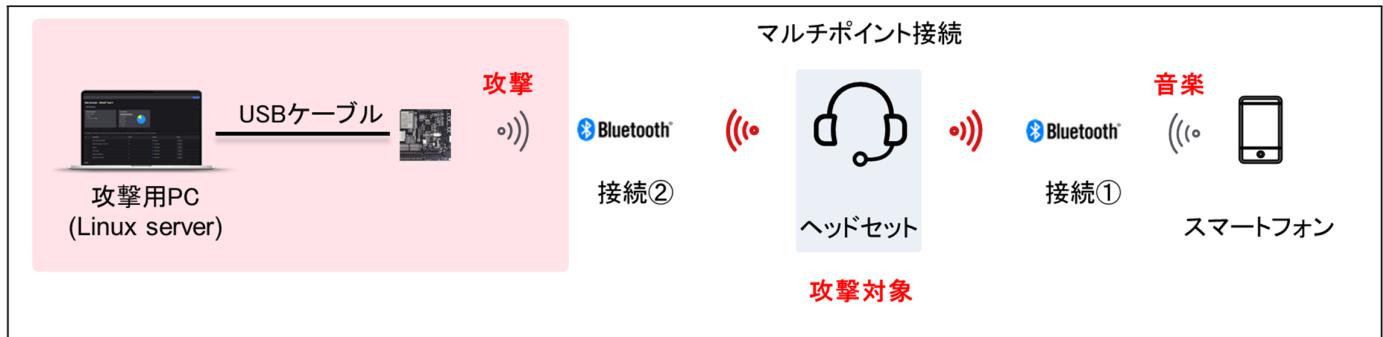
ライフサイクル上でのセキュリティ対応

組込みシステム技術協会
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

2 – 1. JASA版 IoTセキュリティ教材

■ 演習教材の開発、公開



[Bluetooth機器を使ったセキュリティ演習教材](#)

一般社団法人 組込みシステム技術協会

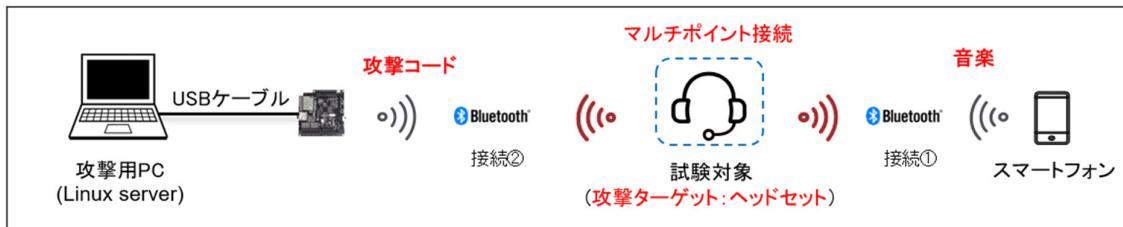
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

21

2 – 1. JASA版 IoTセキュリティ教材

演習3 チーム毎に攻撃ターゲットを実際に検証してみよう②

- 3-1. ヘッドセットのマルチポイント接続機能を使ってみましょう
- 3-2. ヘッドセットのデバイス名から、既知の脆弱性があるか検索して攻撃コード(Exploit)を特定しましょう
- 3-3. 攻撃コード(Exploit)を実行し、どのような被害が生じるのか確認してみましょう
- 3-4. 実施の結果、試験レポートからどのような情報が取得できるか確認しましょう



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

22



23年度活動実績

施策2: IoTセキュリティの国際安全基準適合の認証支援

セキュアIoTプログラム(認証支援)

一般社団法人
組込みシステム技術協会

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

23

2-2. セキュアIoTプログラム(認証支援)

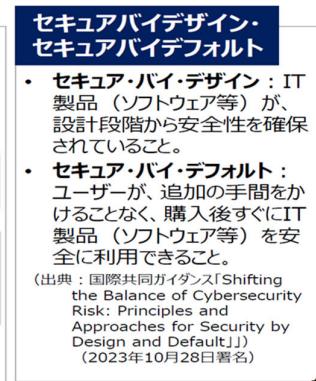
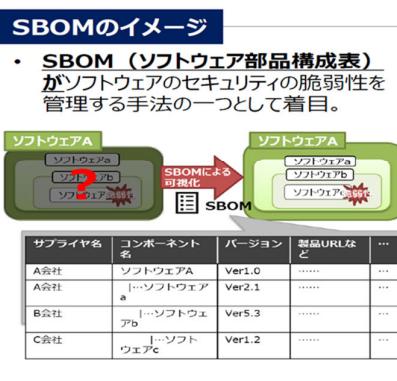
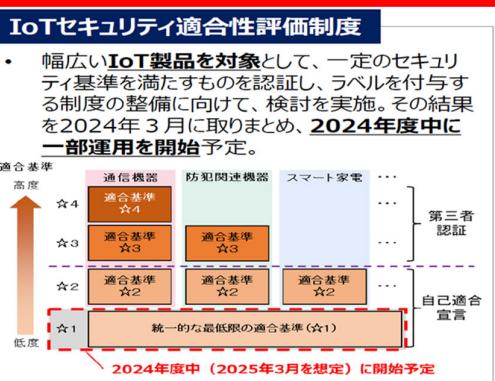


ガイドライン等の実効性の強化

(セキュアなIoT製品及びソフトウェアの流通に向けた取組等)

実効性強化

- セキュリティ対策レベルを評価し、それを可視化する取組の先行例として、IoTセキュリティ適合性評価制度を検討中。米欧等の諸外国との制度調和を図るための議論も継続中。
- また、SBOM(ソフトウェア部品構成表)導入時の課題検証のための実証や企業向けの手引書を策定。
- IoTセキュリティ適合性評価制度の実効性強化やSBOMの導入促進に向けては、産業界との連携のほか、政府調達等の要件化等に向けて関係省庁と議論も開始。
- さらに、米国が策定し、我が国政府も共同署名をしたセキュア・バイ・デザインのガイドラインも踏まえ、ソフトウェア開発者が行うべき取組整理や安全なソフトウェアの自己適合宣言の仕組みの検討を行っていく。



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

2-2. セキュアIoTプログラム(認証支援)



- 「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



25

2-2. セキュアIoTプログラム(認証支援)



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



IEC62443をはじめとする国際標準やSP800シリーズなどのセキュリティ規格が定められ、調達基準としても採用され始めているが、取得のためには莫大の費用と長期の検証期間がかかるため適合できるのが一部の大手企業に限定されるのが現状である。

「IoTセキュリティ手引書」をベースに「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に絞り込み、国際標準(IEC62443)への適合性を確認する「セキュアIoT認定」を組合せたプログラムを発表。

【検証ポイント】

● ライフサイクル管理

- ・真正性の担保 (鍵管理、ROT : Root Of Trust)
- ・認証と識別 (設計・製造、利用、廃棄、リサイクル)
- ・セキュアアップデート (OTA : Over The Air)



セキュアIoT認定

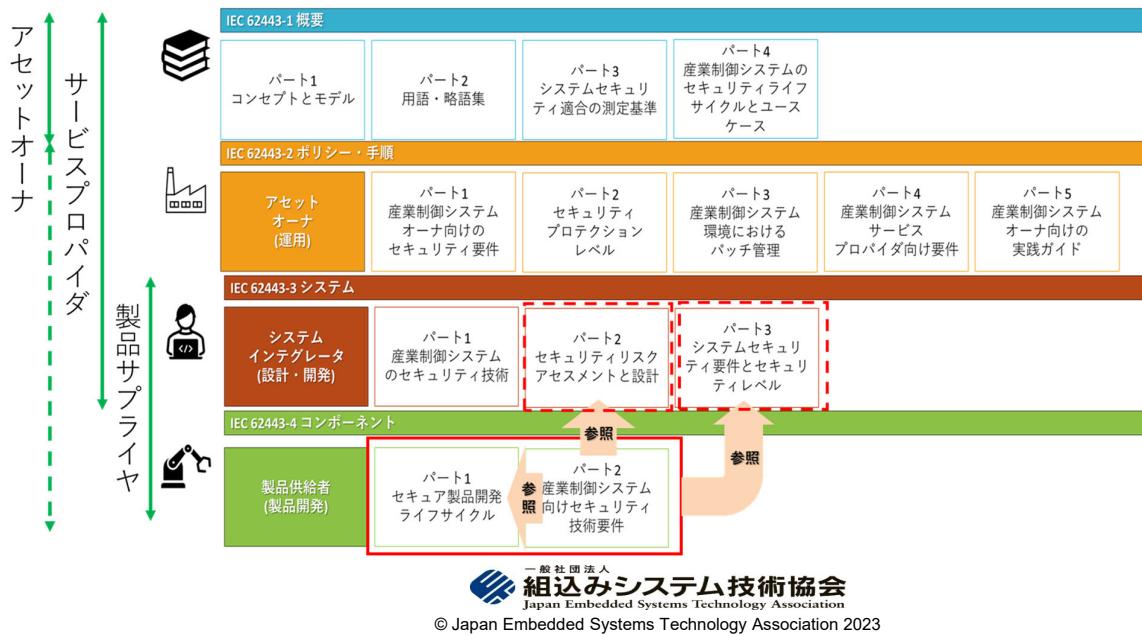
[セキュアIoTプログラム](#)

26

2-2. セキュアIoTプログラム(認証支援)



- 既に始まっているコンシューマ用途の認定に先駆けて、産業機器の認定を想定した認証支援活動を実施



2-2. セキュアIoTプログラム(認証支援)



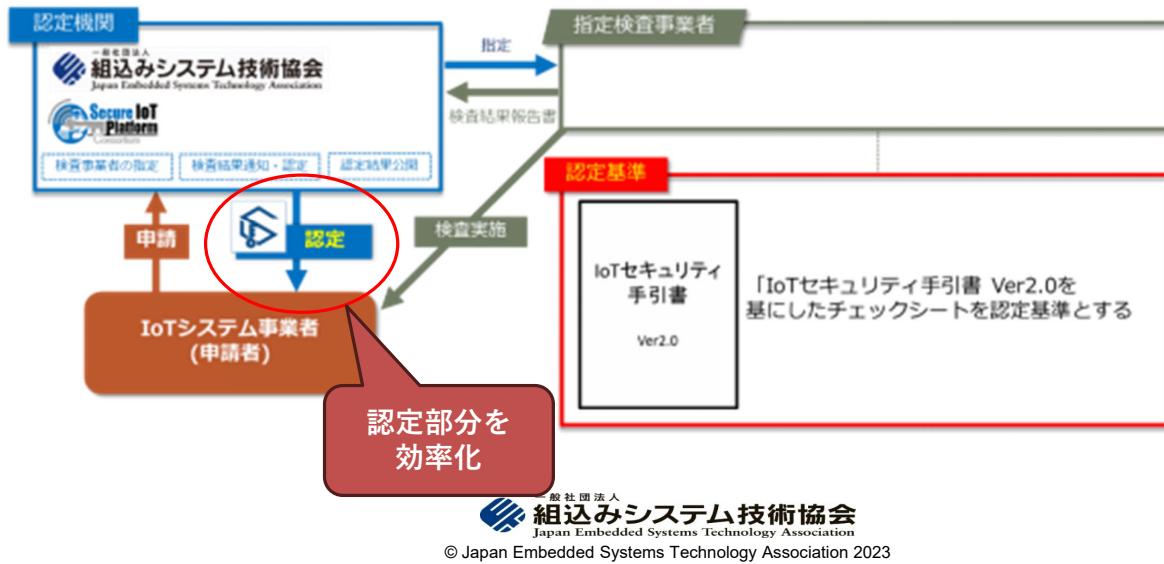
標準化対象	自動車規格	米国政府調達基準	産業ロボット	医療	産業制御システム	ICT	電力システム	スマートグリッド	鉄道システム	石油・化学
組織	ISO/SAE 21434 CSMS 車両 in Car WP.29 UN-R155 車両サイバーセキュリティ WP.29 UN-R156 車両ソフトウェア更新	SP800-53 セキュリティ/プライバシー管理 SP800-171 サブライセンス管理 SP800-82 産業制御システムセキュリティ SP800-147 ファームウェア保護/復旧		IEC62304 医療機器ソフトウェアライサイクル管理 UL 2900-1-12-1 ネットワーク接続する医療機器、ヘルスケア機器などのシステムソフトウェアのCS要求	ISO/IEC 62443 参照 CSMS 制御	ISO 27001 (ISMS) 取込			ISO/IEC 62278 NERC CIP	
システム										
コンポーネント										
技術 (暗号化プロトコル 機能安全等)	ISO 26262 参照	SP800-140 (FIPS140-3) 参照		ISO/IEC 62443-4 参照 ISO10218-1 産業ロボット安全要求 2020年反映	ISO/IEC 19790:2012 参照		IEEE 1686	IEEE2030 IEC62351 IEC61850		WIB

各業界規格の共通部分を抜粋・統一化

2-2. セキュアIoTプログラム(認証支援)



- 検査結果を判定する必要があるため、生成AIを利用した活動に繋げる。



29

24年度の取組み

3. 24年度の取組み



資料 3



第8回 産業サイバーセキュリティ研究会 事務局説明資料

令和6年4月5日

経済産業省

商務情報政策局

参考URL:https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/sangyo_cyber/008.html



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

3. 24年度の取組み



ガイドライン等の実効性の強化

(セキュアなIoT製品及びソフトウェアの流通に向けた取組等)

実効性強化

- セキュリティ対策レベルを評価し、それを可視化する取組の先行例として、IoTセキュリティ適合性評価制度を検討中。米欧等の諸外国との制度調和を図るための議論も継続中。
 - また、SBOM（ソフトウェア部品構成表）導入時の課題検証のための実証や企業向けの手引書を策定。
 - IoTセキュリティ適合性評価制度の実効性強化やSBOMの導入促進に向けては、産業界との連携のほか、政府調達等の要件化等に向けて関係省庁と議論も開始。
 - さらに、米国が策定し、我が国政府も共同署名をしたセキュア・バイ・デザインのガイドanceも踏まえ、ソフトウェア開発者が行うべき取組整理や安全なソフトウェアの自己適合宣言の仕組みの検討を行っていく。

IOTセキュリティ適合性評価制度

- 幅広いIoT製品を対象として、一定のセキュリティ基準を満たすものを認証し、ラベルを付与する制度の整備に向けて、検討を実施。その結果を2024年3月に取りまとめ、**2024年度中に一部運用を開始予定**。



SBOMのイメージ

- **SBOM (ソフトウェア部品構成表)** がソフトウェアのセキュリティの脆弱性を管理する手法の一つとして着目。



セキュアバイデザイン・ セキュアバイデフォルト

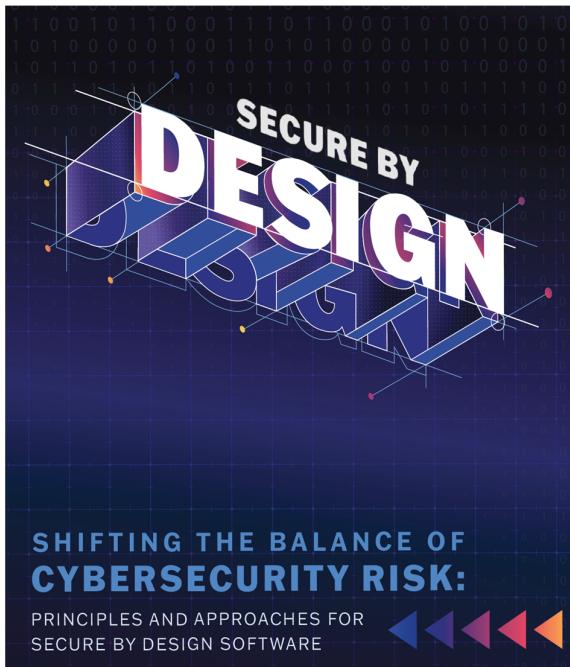
- ・ **セキュア・バイ・デザイン：IT 製品（ソフトウェア等）が、設計段階から安全性を確保されていること。**
 - ・ **セキュア・バイ・デフォルト：ユーザーが、追加の手間をかけることなく、購入後すぐにIT 製品（ソフトウェア等）を安全に利用できること。**

(出典：国際共同ガイドンス「Shifting the Balance of Cybersecurity Risk: Principles and Approaches for Security by Design and Default」) (2023年10月28日署名)



© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

3 – 1. 書籍の構想



IT系の知識になっているので、組込み開発部分が欠けている。組込み開発に向けた設計で利用できるような書籍を構想するため、委員会内で輪講を実施中。



米国は、
CISA
連邦捜査局(FBI)
国家安全保障局(NSA)

それ以外の国

オーストラリア・サイバーセキュリティセンター(ACSC)
カナダ・サイバーセキュリティセンター(CCCS)
カナダ・サイバーセキュリティセンター(CCCS)
英国国家サイバーセキュリティセンター(NCSC-UK)
ドイツ連邦情報セキュリティ局(BSI)
オランダ国立サイバーセキュリティセンター(NCSC-NL)
ノルウェー国家サイバーセキュリティセンター(NCSC-NO)
コンピューター緊急対応チームニュージーランド(CERT NZ)
ニュージーランド国家サイバーセキュリティセンター(NCSC-NZ)
韓国インターネット振興院(KISA)
イスラエル国家サイバー総局(INCD)
サイバーセキュリティセンター(NISC)・JPCERTコーディネーションセンター(JPCERT/CC)
OAS/CICTE 政府サイバーアイデンティティ対応チーム(CSIRT)アメリカネットワーク
シンガポールサイバーセキュリティ庁(CSA)
チェコ共和国国家サイバーセキュリティ庁(NÚKIB)
が2023.04.13に公表したセキュア・バイ・デザイン原則を改訂し文書を公表

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

33

3 – 1. 書籍の構想



■ その他、言語、AIなどを考慮した構想も取り入れる。

2024年02月29日 11時03分

ホワイトハウスが開発者に対しC++やC言語からRustやJavaなどのメモリ安全性に優れたプログラミング言語への移行を勧める



ソフトウェア

2023年11月28日 14時36分

日本やアメリカなど18カ国がAIの安全開発ガイドラインを共同発表



ソフトウェア

参考URL:<https://gigazine.net/news/20240229-whitehouse-urges-use-rust-java/>

参考URL:<https://gigazine.net/news/20231128-agreement-make-ai-secure/>

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

34

3 – 2. セキュリティ対策の取組み



- 組込みシステムセキュリティ委員会では、以下のキーワードをもとに、対策検討を行う予定です。

「安心してください・戻せますよ！！」

「まあまあ、そんなに怒らなくてもいいじゃないですか…」

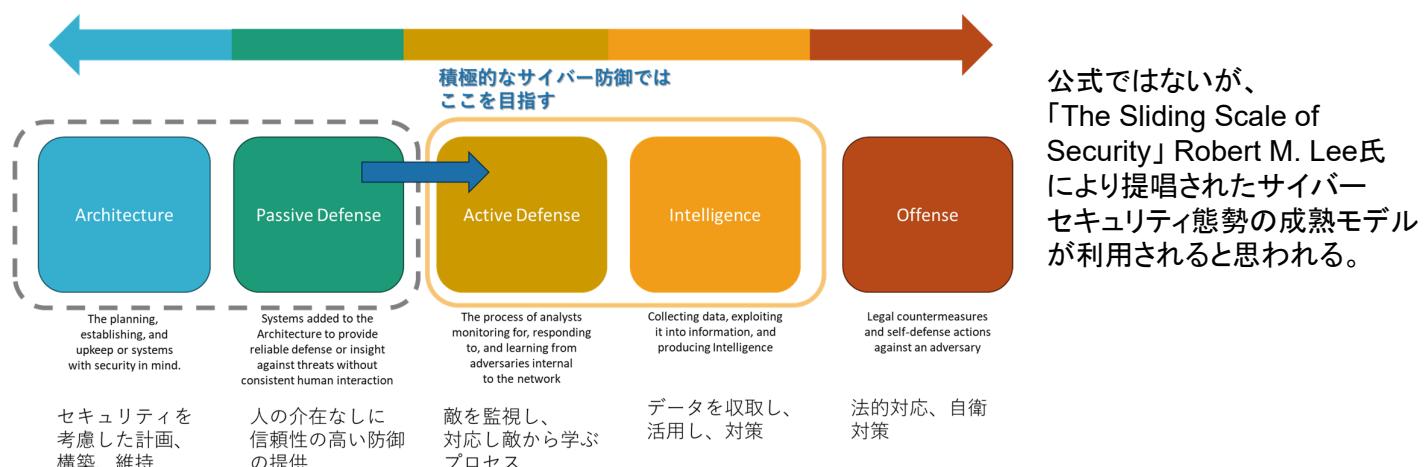
- EdgeTech+横浜でのデモ、情報発信をしていきます。

3 – 2. セキュリティ対策の取組み



- 政府主導で進めている「能動的サイバー防御」の調査と対策を検討

The Sliding Scale of Cyber Security





「セキュリティ教育の現状と認定制度について」

2024/6/21 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。

2023年度 成果発表

ドローンシミュレータ展開と 今後の展望

～23年度活動内容および、24年度の活動方向について～

2024年6月21日

コモングラウンド委員会 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. 23年度の取組み

- ・ 金沢工業大学との共同研究の紹介
- ・ 箱庭ドローンシミュレータ開発

2. 24年度の取組み

- ・ 箱庭ドローンシミュレータの活用
- ・ リアル空間での飛行実験

3. ドローンWGの活動への参加



23年度の取組み

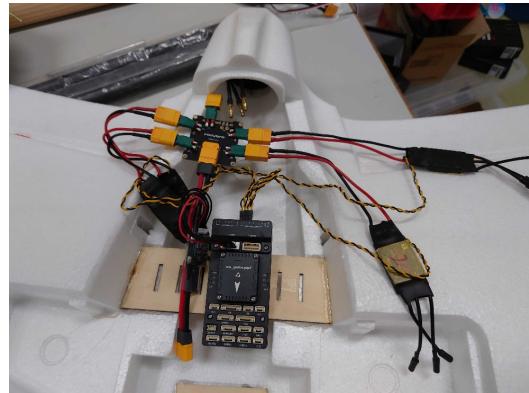
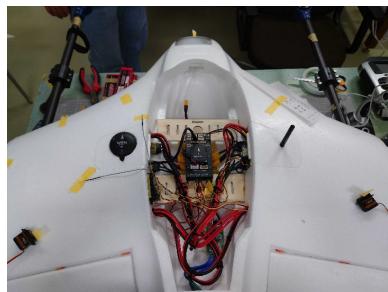
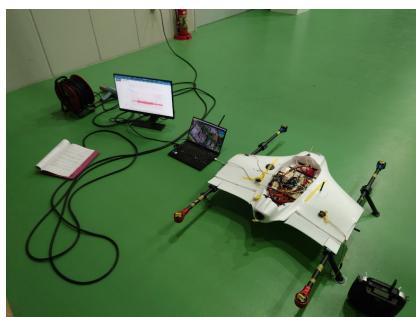
VTOL機体飛行実験

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 – 1. VTOLの飛行実験



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

1-1. VTOLの飛行実験



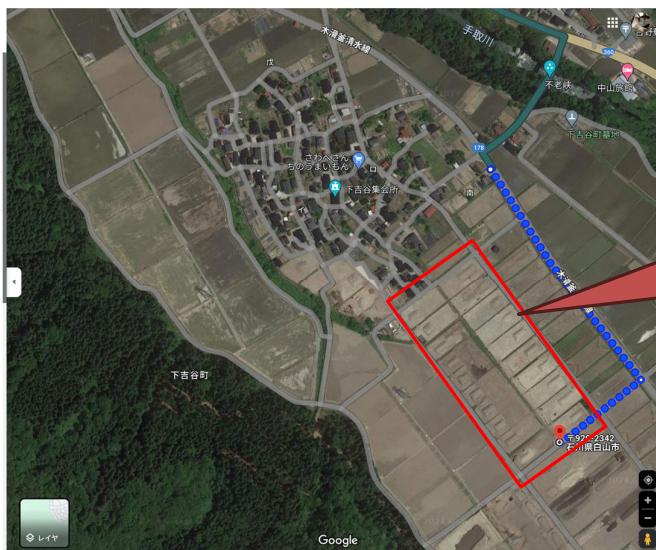
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

5

1-1. VTOLの飛行実験



- 2024/03/25に石川県白山市で実験計画
 - ・ 天候に恵まれずの中止…



東京から約7時間…
石川県でも飛ばす場所が少なくなっている…

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

6

1 – 1. VTOLの飛行実験



今年もダメだった...



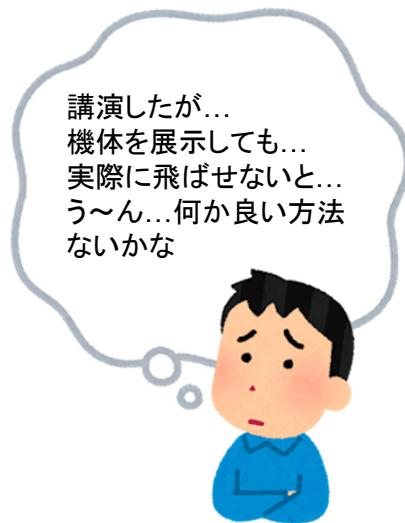
23年度の取組み

箱庭の活用

1 – 2. 箱庭を利用したシュミレータ開発



成果発表会



コモングラウンド委員会となって
発表対応などはやるが、実際の
成果に繋がってない…

など、WGとしての方向性が見
失った23年度…

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 – 2. 箱庭を利用したシュミレータ開発



何かいい方法は…



そうだ！
手軽に飛ばせる方法
を考えよう

そうだ！
シミュレーション
環境なら手軽に
動かせる…

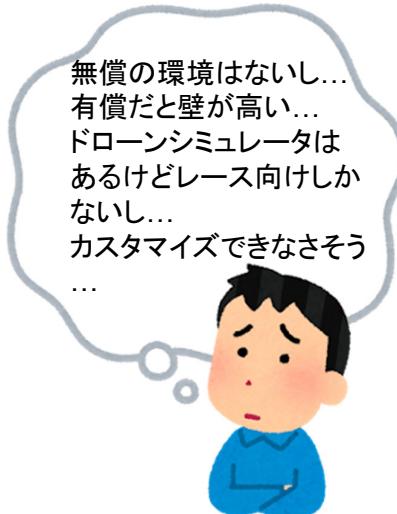
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

10

1 – 2. 箱庭を利用したシミュレータ開発



- 安易な発想でシミュレータ構想をしてみたものの…
- 手軽に使って、変更可能なシミュレータ環境はない…

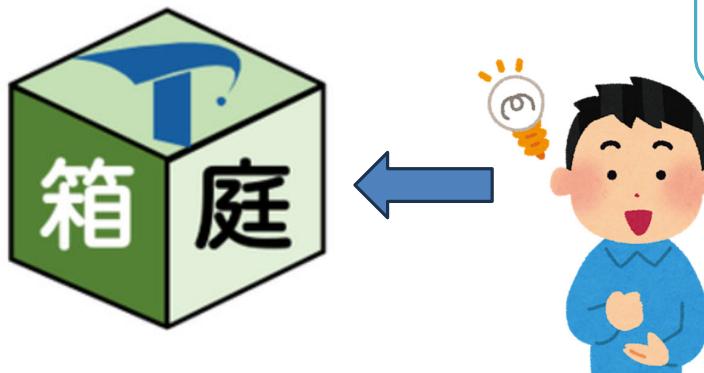


一般社団法人 組込みシステム技術協会

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

11

1 – 2. 箱庭を利用したシミュレータ開発



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

12

1 – 2. 箱庭を利用したシミュレータ開発



- 23年度 Edgetech+West終了後に、TOPPERS 箱庭WG の主査 森さんを訪問し、ドローンWGでのシミュレータ構想をお話して、開発が始まった…



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 2023

13

1 – 2. 箱庭を利用したシミュレータ開発

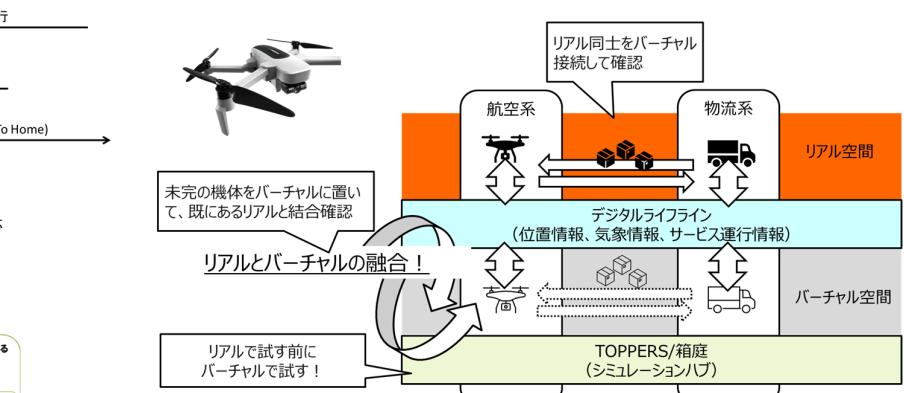


- JASA ドローンWGで構想していた内容として…

■ ドローン飛行にあたってのフェールセーフの検証



■ リアルとバーチャル空間を利用したデジタルライフラインの検証



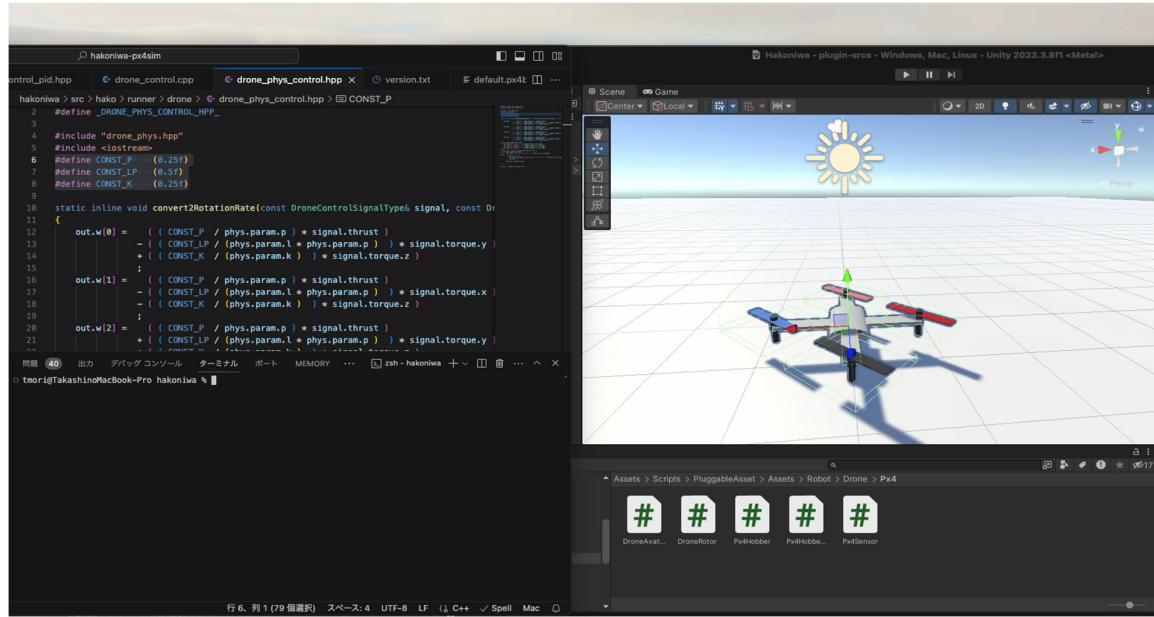
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

14

1 – 2. 箱庭を利用したシミュレータ開発

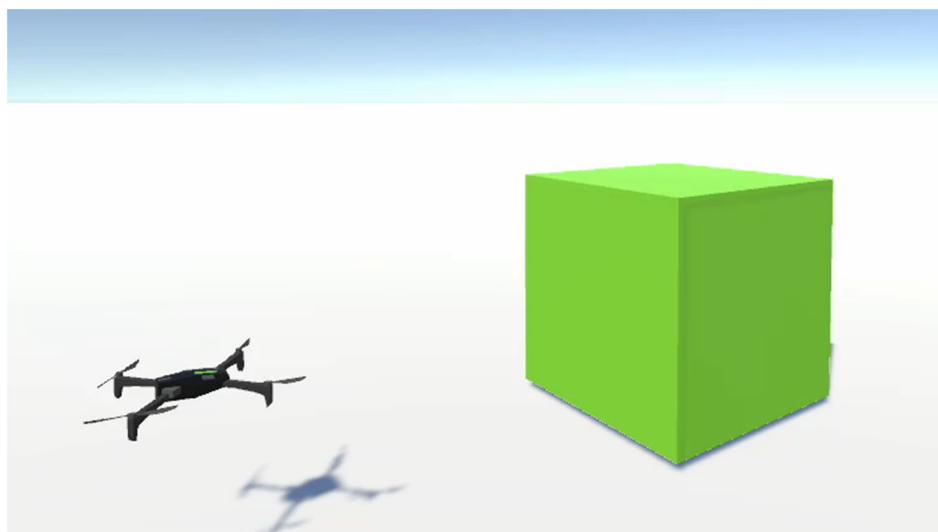
- 7月末に訪問し、11月時点で動くものができてしまった。



素早く対応できる
凄いエンジニア
との出会い

1 – 2. 箱庭を利用したシミュレータ開発

- 制御モデルを実際の機体と同じように実現

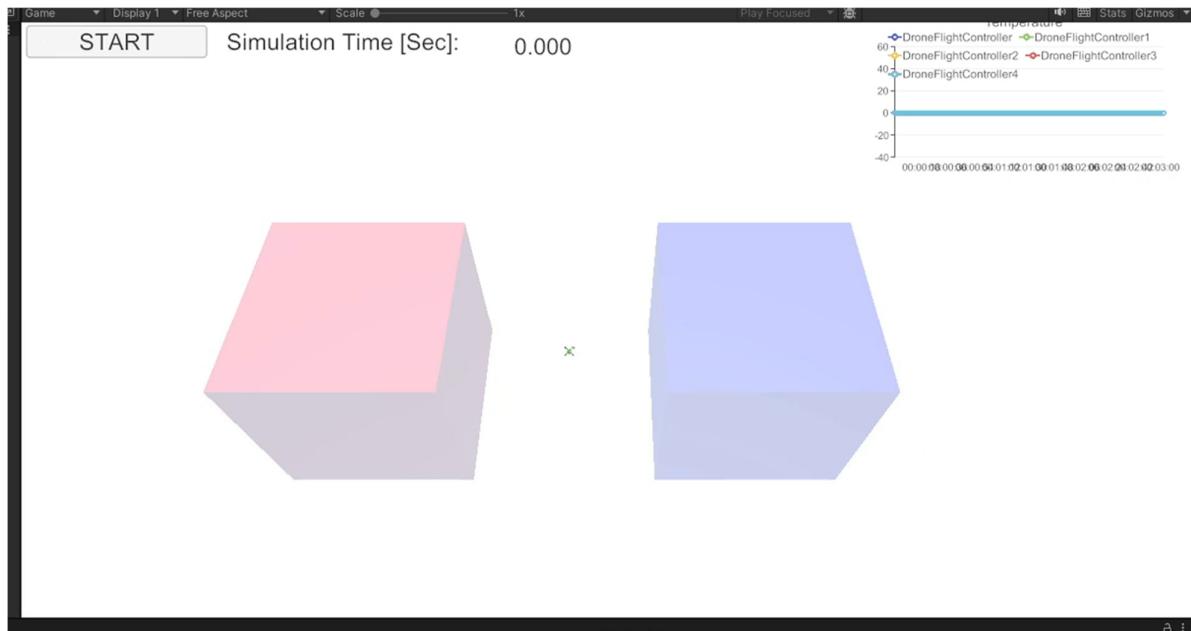


数学エキスパートの登場

1 – 2. 箱庭を利用したシュミレータ開発



■ ジャイロセンサの温度ドリフト



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

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

17

1 – 2. 箱庭を利用したシュミレータ開発



■ 箱庭ドローンシミュレータ(デジタルツイン)



リアル空間、バーチャル空間の融合ができる仕組みまで可能。

次世代の教育プログラムに使える基盤として対応できるので、教材を検討して対応をしたいと思います。

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

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

18

1 – 2. 箱庭を利用したシュミレータ開発



- ドローン操作も可能



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

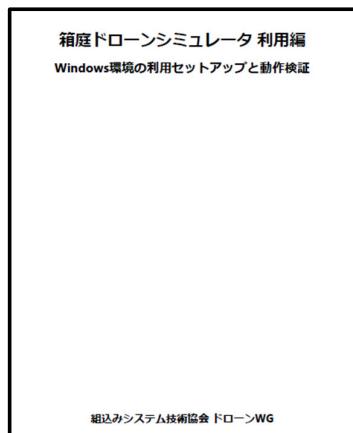
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

19

1 – 2. 箱庭を利用したシュミレータ開発



- ドローンWG→箱庭WGへの貢献のため、箱庭ドローンシミュレータのWindows版のマニュアル整備と配布を行い、箱庭ドローンシミュレータのPRに貢献



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



24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

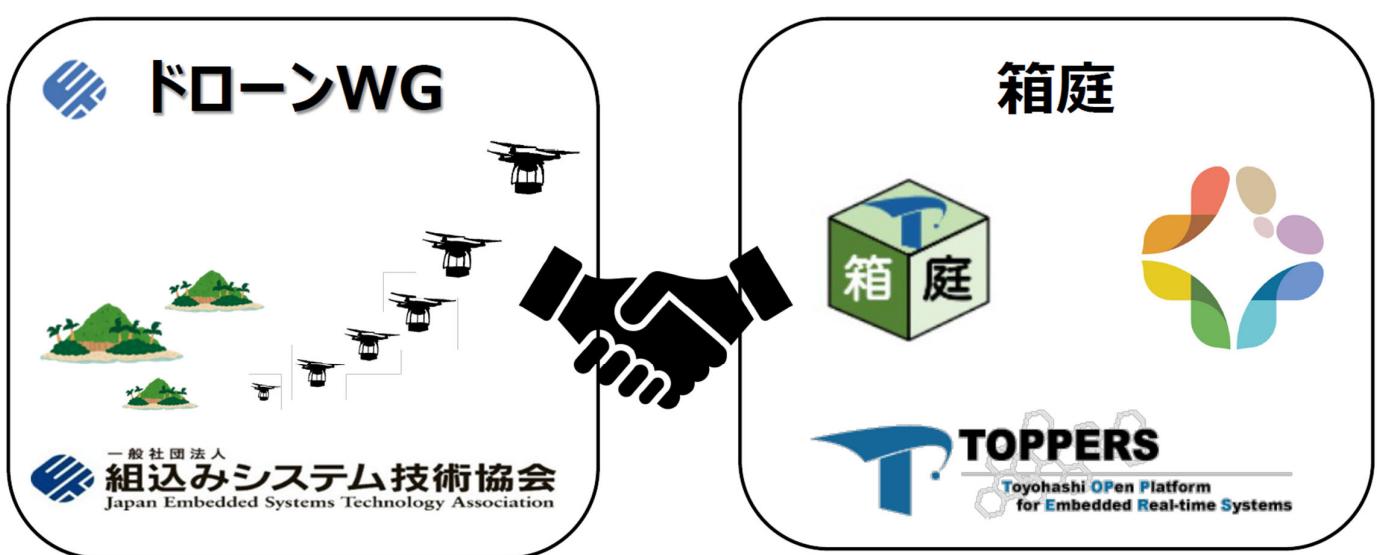
© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

21

2-1. 箱庭ドローンシミュレータの活用



- TOPPERS 箱庭WGとの連携強化



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

2-1. 箱庭ドローンシミュレータの活用



■リアルな世界



機体のリアルな情報を提供
想定ユースケースでのシミュレーション

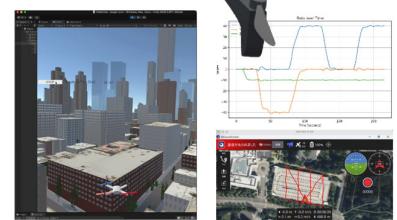
バーチャル空間利用



リアル空間利用

シミュレーション結果のフィードバック
リアル空間のユースケースに活用

■バーチャルな世界



しまなみ海道での利活用検討



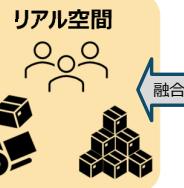
デジタルライフライン検証



デジタルライフライン
(位置情報、気象情報、サービス運行情報)

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

新たなサービス創出、教育



2-1. 箱庭ドローンシミュレータの活用



■ ドローンWG→箱庭WGへの貢献

①機体のマニュアル作り
物理アーキテクチャを整理することで
バーチャル空間でのリアル動作を実現

②様々なデータ取得
電波、フライトログ、センサ情報などを取得して
バーチャル空間でのリアル動作を実現

■ リアルな世界



機体のリアルな情報を提供
ユースケースのシミュレーションを実行

バーチャル空間利用

リアル空間利用

■バーチャルな世界



シミュレーション結果のフィードバック
リアル空間のユースケースに活用

リアル空間ユースケース活用例 1
(例：しまなみ海道での利活用検討)



リアル空間ユースケース活用例 2
(例：デジタルライフライン検証)



デジタルライフライン
(位置情報、気象情報、サービス運行情報)

リアル空間ユースケース活用例 3
(例：新たなサービス創出、教育)



2-1. 箱庭ドローンシミュレータの活用



- ドローンをリアル空間で動かす前にバーチャル空間でのシミュレーションを実施することで、リアル空間での利活用の効率化に貢献できるような仕組みとして利用する。
 - ・ 例：農業でのドローンの活用(产学連携構想)
 - 北海道 函館市と会話を開始(6月～)
 - ✓ スマート農業、スマート水産など、地元の大学、高校などとのコラボを対応を検討中
 - ✓ DXの観点で学術の教材検討を行い、事業に活用することを検討中
 - 災害用途での利用
 - ✓ 災害時にドローンを利用することが多いが、実際にドローンを飛ばせる人が少ないので、パイロット育成に利用を検討中

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

25

2-2. リアル空間での飛行実験



- 金沢工業大学との共同研究機 VTOLを活用した実証
 - ・ しまなみ海道での取組みを実施



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

26

2 – 2. リアル空間での飛行実験



- 事業化に向けたユースケースの整理、運用にあたっての課題解決が必要と考えています。

ドローンなどを使ったユースケースとして何が地元にメリットとなるか？現状のドローンを使った場合のデメリット部分を検討し、地元にメリットがある活用ユースケースを検討することが必要になる。



農薬散布などにも使うことはしているが...コストが...



物流にも使いたいが...航続距離が短い...ペイロードが小さい...

事業者としての課題をクリアして、地元での事業化ができるような枠組みを作れないと、事業としては地元の活性化にならない。



事業化するにあたっては整備、運航頻度などの課題もある。
一番は、何をすることで離島に役立てるか...

運航管理、運航監視など飛行にあたってのルール化の導入が必要...
船との運航管理もしなければならない...

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

© Japan Embedded Systems Technology Association 2023

27

2 – 2. リアル空間での飛行実験



- 将来的に離島間というよりは、本土から離島に向けた輸送などができるなどを想定した事業プランが必要



離島でのユースケース例として定期便が来ていないような地区に向けた利活用の方法を検討する必要。

陸路との組み合わせや、船との組み合わせなど、単体での利活用方法でない方が浸透しやすいかもしれないなど、利用方法に合わせた運用方法の検討が必要になってくると考えています。



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

28

2 – 2. リアル空間での飛行実験

- 今後は仲間集めをしながら、活動の幅を広げて行きたいと思います。



優秀なパイロットの会社や
ドローン利活用している団体



国産の機体を作れる機体メーカー



ドローン利活用したビジネスを
やってくれる会社・団体

3. ドローンWGの活動への参加

- 是非、ドローンWGへの参加を検討ください！
 - ・一緒にドローン制作など行ってくれる方
 - ・リアルとバーチャルの連携を考えたい方
 - ・ドローンの利活用を考えたい方
 - ・箱庭ドローンシミュレータと一緒に開発してくれる方

箱庭の利活用には、
箱庭活用WGをJASA内に
作って対応したい！

- 箱庭利用が多くなって
きているので纏めたい
- ドローンWGの名前変更でのOK？





「箱庭 ドローンシミュレータ展開と今後の展望」

2023/6/21 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。



2024技術本部成果発表会

Society5.0の実現へ向けた エッジテクノロジーの役割

～コモングラウンド委員会23年度活動内容報告～

2024年6月21日
コモングラウンド委員会
國井 雄介



© Japan Embedded Systems Technology Association

1

コモングラウンド委員会紹介



活動目的

Society5.0を実現するための、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を融合させたデジタルツイン（コモングラウンド、デジタルライフライン、箱庭など）について組込みの視点から調査研究し、得られた成果や課題解決に向けた提案などを外部へ情報発信する。

2023年度コモングラウンド委員会活動方針

1. デジタルツイン関連技術の調査研究

デジタルツイン関連技術の見識を深めるため、有識者を招いて勉強会や企業のサービス事例を題材とした「白熱教室」を実施。
(コモングラウンド、デジタルライフライン、箱庭など)

2. 各WGのとりまとめ

ドローンWG、スマートライフWGの活動状況の取りまとめ＆連携を実施。

3. コモングラウンド委員会のアピール＆仲間集め

委員会をハイブリッドで実施し、メンバーや連携団体を広く全国に求める活動を実施。



© Japan Embedded Systems Technology Association

2



デジタルツイン関連技術の調査研究



3



2023年度活動振り返り（デジタルツインの調査研究）

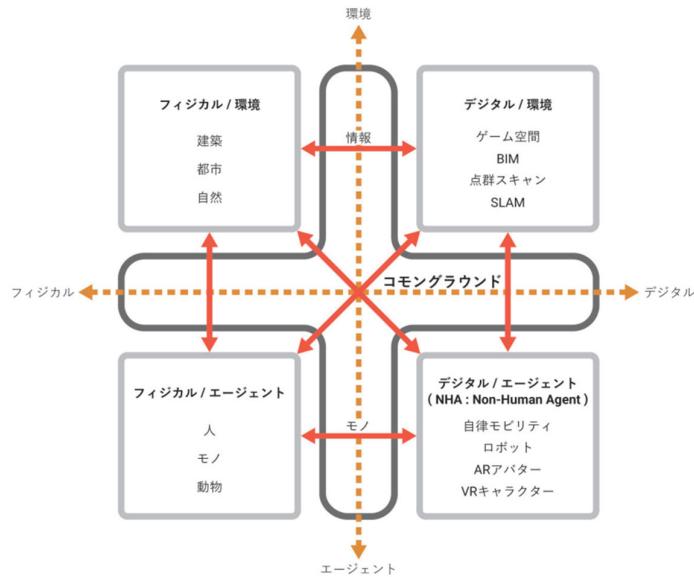
委員会は、毎月開催。計8回セミナーを実施。

日程	セミナー	講師
4/20	東京大学IoT特別研究会（RC88）EVテストベッド紹介	馬場様・今中様（東大）、松村様（IoT-EX）
6/26	製造業におけるデジタルツイン活用	株式会社 理経 石川様
7/21	ドローン入門セミナー	計画工学研究所 三根様
10/31	設計製造現場のためのXR	ATINDE様 久木元様
1/15	コモングラウンド・リビングラボ意見交換会	コモングラウンド・リビングラボ様
2/1	ARX(AICHI ROBOT TRANSFORMATION)での取り組み紹介	新規事業開発コンサルタント 小松様
3/27	新サービス「PROTOTYPE-X」紹介	IoT-EX株式会社 松村様
3/27	「Flightradar24 ラズパイ・キット」紹介	株式会社クレスコ 井上様



この他にもインテック様から
「先端技術研究所の取り組み」
なども紹介してもらいました！

コモングラウンドという概念



現実空間（フィジカル）と情報空間（デジタル）が合わさった次世代の社会において、**人とNHA（Non-Human-Agent：ロボット、アバター等）**が共存できる世界を目指すための**汎用的空間記述プラットフォーム**。

図1 フィジカルとデジタル、エージェントと環境による四象限と相互連携におけるコモングラウンドの位置づけ

人とNHAが共通に世界を認識するための基盤

<https://drive.google.com/file/d/1WoWAS6Sofqva-cNxnTX6Eoz3BG5qHaUG/view>

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

5

© Japan Embedded Systems Technology Association

様々な空間記述体系におけるコモングラウンド

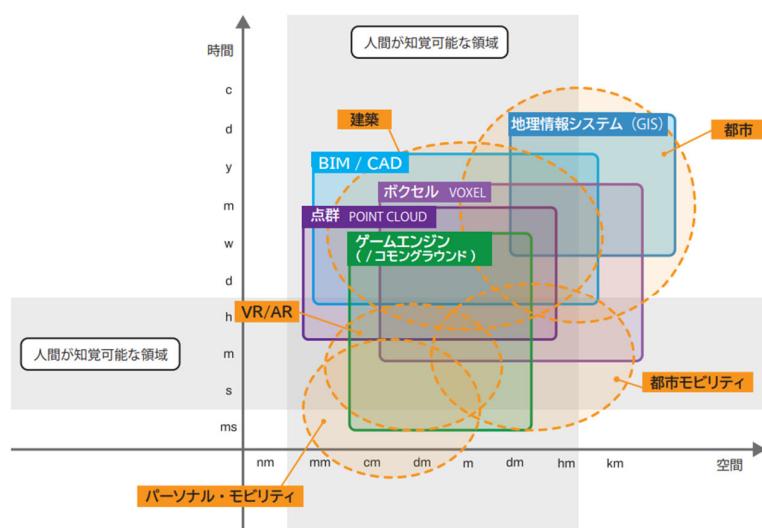


図2 様々な空間記述体系の中におけるゲームエンジン / コモングラウンドの立ち位置

時間的、空間的スケールによって、様々な空間記述が存在する。
コモングラウンドは、人間やNHAが日常社会で求められる
空間記述と時間反応性を備える。

<https://drive.google.com/file/d/1WoWAS6Sofqva-cNxnTX6Eoz3BG5qHaUG/view>

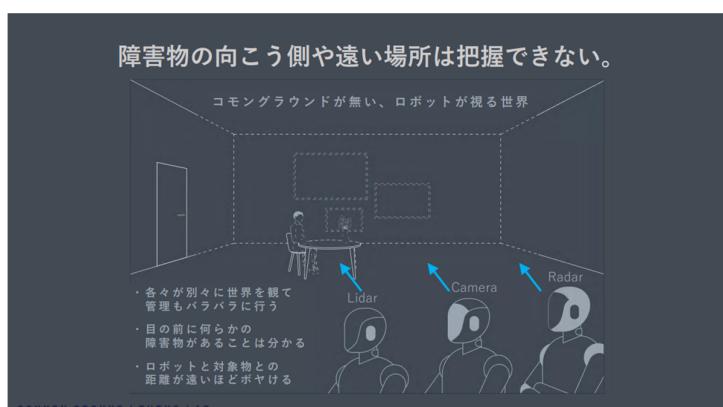
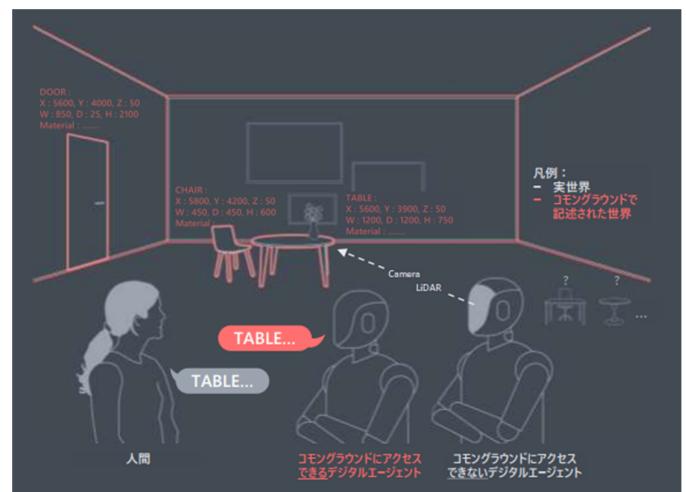
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association



	説明	Pros	Cons
GIS(Geographic Information System)	地理的データ(空間的な情報)を収集、保存、管理、分析するためのシステム。「PLATEAU」は「CityGML」、Google Earthには「KML」というGISの一種の体系が用いられている。	地理的な関係性の理解が容易。 地域計画やリソース管理などの活動に有用。 大きなスケールを静的データとして記述できる。	センチやミリ単位は扱えない。動的な記述には向かない。
BIM(Building Information Modeling)/CAD	建築物や施設に関するデータを3次元的にモデリングする手法	ミリ単位の記述も可能。	建築目的に特化しているため、環境記述の能力は低い。
Voxel	3次元空間を小さな立方体で区切り、各立方体に情報を割り当てる手法。	高い詳細度で物体や環境を表現できる。 ボクセルごとに属性を保持できる。 PointCloudよりも処理を軽くできる。	固定された格子状の構造を持つため、柔軟な形状表現には制約がある。 滑らかな曲面や細かい詳細を表現するのには向いていない。
PointCloud	3次元空間の点の集合で、物体や環境の形状を表現する手法。	高密度の点群を用いて精密な形状を表現できる。点ごとに属性情報を持てる。	データセットのサイズが大きく、処理が困難。 点の密度によっては形状の再構築が困難。

コモングラウンドがある世界



コモングラウンドが実現された世界では、人間とNHAが共通認識をもつ状態を作り出すことができる。



コモングラウンド構想の利点

- ・コモングラウンドは、3次元空間記述記述の体系(BIM,CADなどを共通で扱う)
 - それを具象化して社会実装しようとしているのが、コモングラウンドリビングラボ
 - コモングラウンドリビングラボでは、UnrealEngineを活用している。
- ・データ共有のPF(サーバーに対し、APIとして提供)
 - データは、点群データやBIM、CADのデータの他、センサデータ、人やロボットの位置情報など様々
- ・インフラセンサの活用
 - ロボットや人の位置を把握し、物理環境をデジタル環境に再現。
- ・動的な空間、時間のスケーリング。
 - 精度が必要なところは細かく、不要なところは粗く。
 - 点群データなどは、量が多すぎてリアルタイム処理に向かない。
 - Voxelなどの解決策はあるが、コモングラウンドは異なる。
- ・神の目、虫の目の視点でのロボット間の協調動作。
 - ロボット単体では、協調動作はできない。
 - そもそもロボット同士が、連携し動くためには共通の認識（バックグラウンド）が重要。
 - ロボットの認識精度が異なると連携しづらい。
- ・横断的なデータを活用した、最適化。道案内など。
 - System of Systems。デジタルライフライン。
- ・双方向の通信。
 - リアルからバーチャルにバーチャルからリアルに働きかけできる。
 - メタバースでは、物理空間→バーチャル空間は、見えるが、バーチャル空間から物理空間は見えない。

コモングラウンドを経由することでロボット間の連携をして協調動作できるようになるが、危険を回避するためなどで、急に操作が必要な場合は、ロボット間の通信も必要ではないか？（人間の反射のような動作）

デジタルツインの課題

- ・リアルのセンシングに限界がある。（センサの種類、精度、密度の問題）
- ・そのため、リアルからのデータが全てではない。
- ・デジタル側で不足分を補う必要がある。（特に静的データ）
- ・応動時間の問題も（リアルは遅い）

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

9

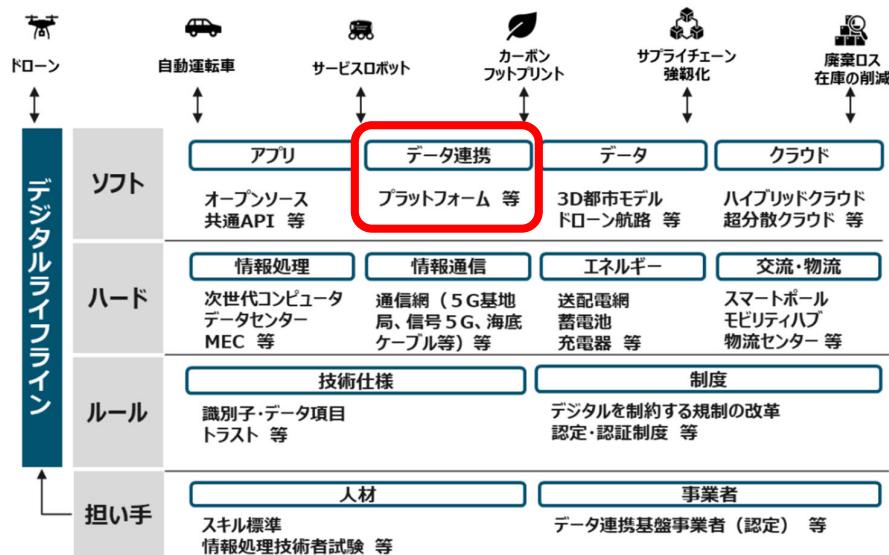
© Japan Embedded Systems Technology Association



デジタルライフライン全国総合整備計画

共通的なサービス基盤としてのデジタルライフラインの整備

＜デジタルライフラインの構成要素＞



※上記の表における具体例については、データセンター等、複数の項目にまたがるものがあるものの、便宜的に一つの項目に記載している。

https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/digital_denen/dai12/shiryou2.pdf

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

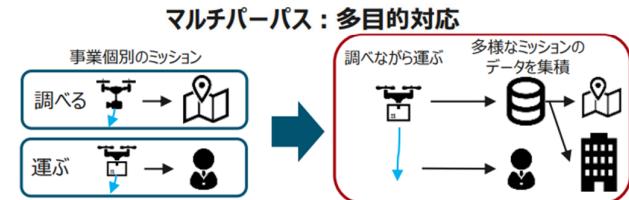
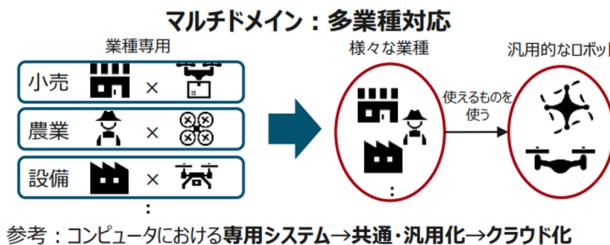
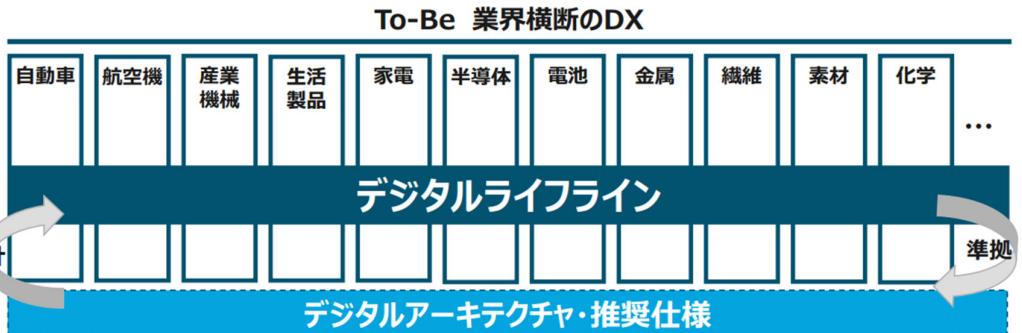
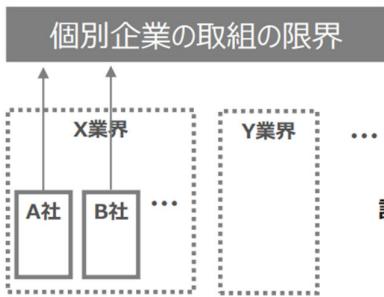
10

© Japan Embedded Systems Technology Association

デジタルライフライン全国総合整備計画



As-Is 個別企業・産業ごとのDX



1. 業界横断で汎用性の高いインフラ、サービス
2. マルチドメイン
3. マルチパス

https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/digital_denen/dai12/shiryou2.pdf

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

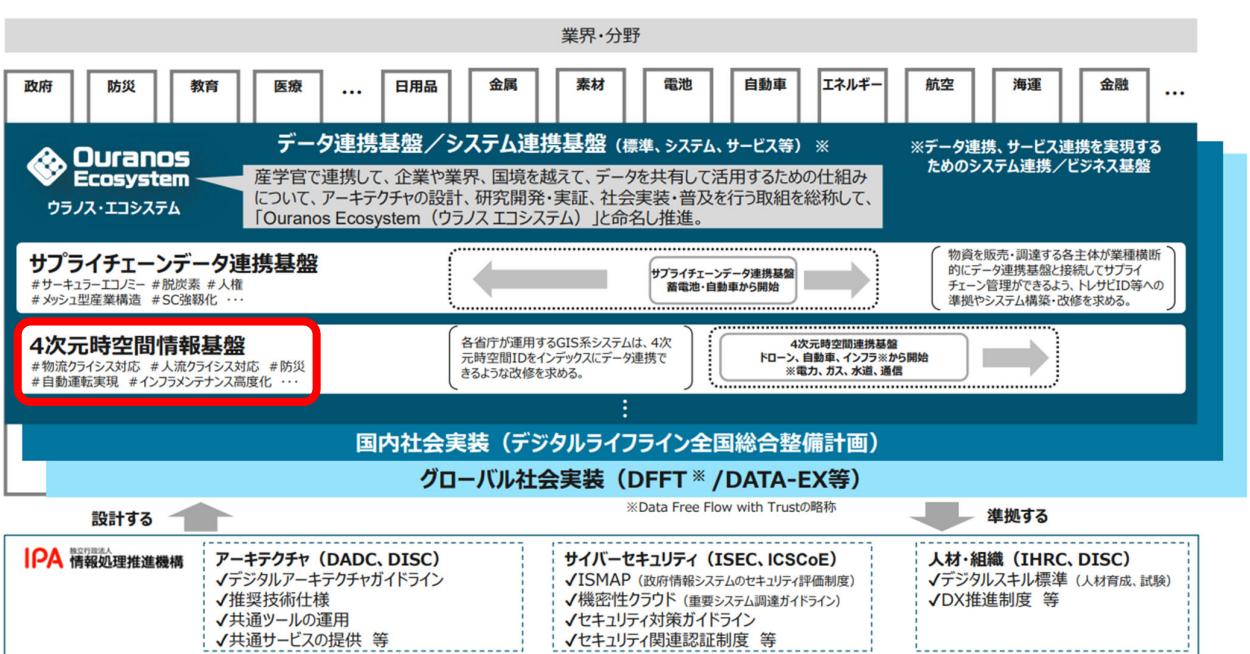
11

© Japan Embedded Systems Technology Association

ウラノス・エコシステム



自分で全てのシステムを作るのはなく、各
プラットフォームを組み合わせて利用する。



※SC: サプライチェーン
GIS: 地理情報システム

ウラノス・エコシステムのもとでの業界横断的なシステム連携を実現

https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/digital_architecture/lifeline_kaiqi/dai1_0628/siryo_3r.pdf
https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/digital_architecture/ouranos.html

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

12

4次元時空間情報基盤



異なる基準・フォーマットに基づく空間属性情報を検索・統合して利用するには人手による作業（人間が意味内容を解釈して対応関係を判断する作業）が発生するため、その利活用に関する自動化が進みにくい。

建物情報
樹木情報
気象情報

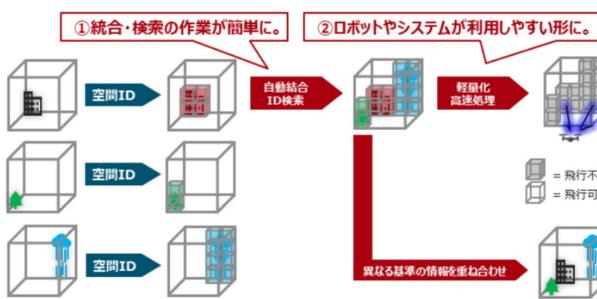


図 1-2 空間情報を簡単に検索・統合し、軽量に高速処理できる仕組み

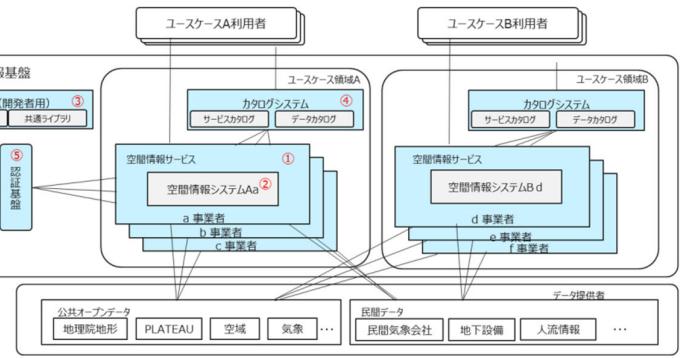


図 3-1 空間情報基盤の全体像

4次元時空間情報基盤とは、空間ボクセル及び空間 ID を利用して、異なる基準に基づいた多様な空間属性情報

（地形情報、空域情報、気象情報、人流情報等）を共有し、様々なユースケースの利用者間で共同利用することを可能とするためのルール及び仕組み。

https://www.ipa.go.jp/digital/architecture/Individual-link/ps6vr7000001qz5z-att/3dspatial_guideline.pdf



© Japan Embedded Systems Technology Association

13

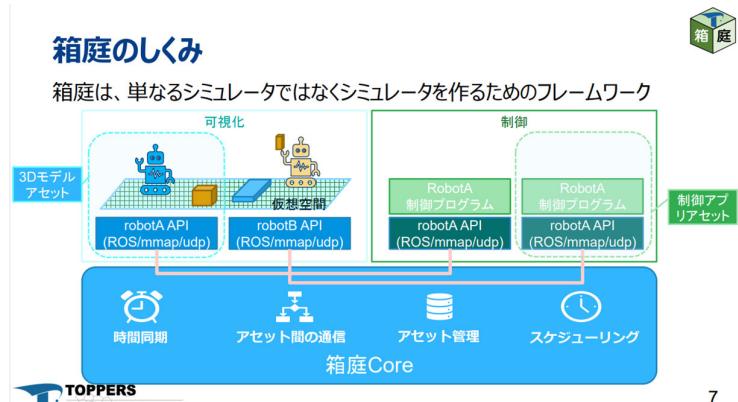


デジタルツイン課題検討のために

コモングラウンド委員会では、箱庭のコンセプトに賛同しており、デジタルツイン課題検討に箱庭を活用しています。



2



7

ETロボコンでもシミュレータ環境として、箱庭を活用しています。

<https://toppers.github.io/hakoniwa/>
<https://toppers.github.io/hakoniwa/doc/TOPPERSConf2023-1.pdf>



© Japan Embedded Systems Technology Association

49

14



箱庭とは？

観点	デジタルツイン	シミュレーション
モデルの対象	現実の物体	現実の物体、開発中の製品（車など） バーチャルオブジェクト（AIエージェント等）
利用目的	監視、分析、最適化	試験、評価
リアルタイム性	実データをリアルタイムに利用する必要がある	なくてもできる
フィードバック	分析結果をリアルタイムに現実世界／システムにフィードバック	リアルタイムのフィードバックは少ない
持続性	システムのライフサイクルと密接に関係するため継続的に存在	特定の問題や目的を解決する期間だけ存在

箱庭はシミュレーションハブだが、デジタルツインのPFとしても活用できる。
ドローンWG、スマートライフWGとともに箱庭を利用し、
デジタルツインの調査、検討を進めている。



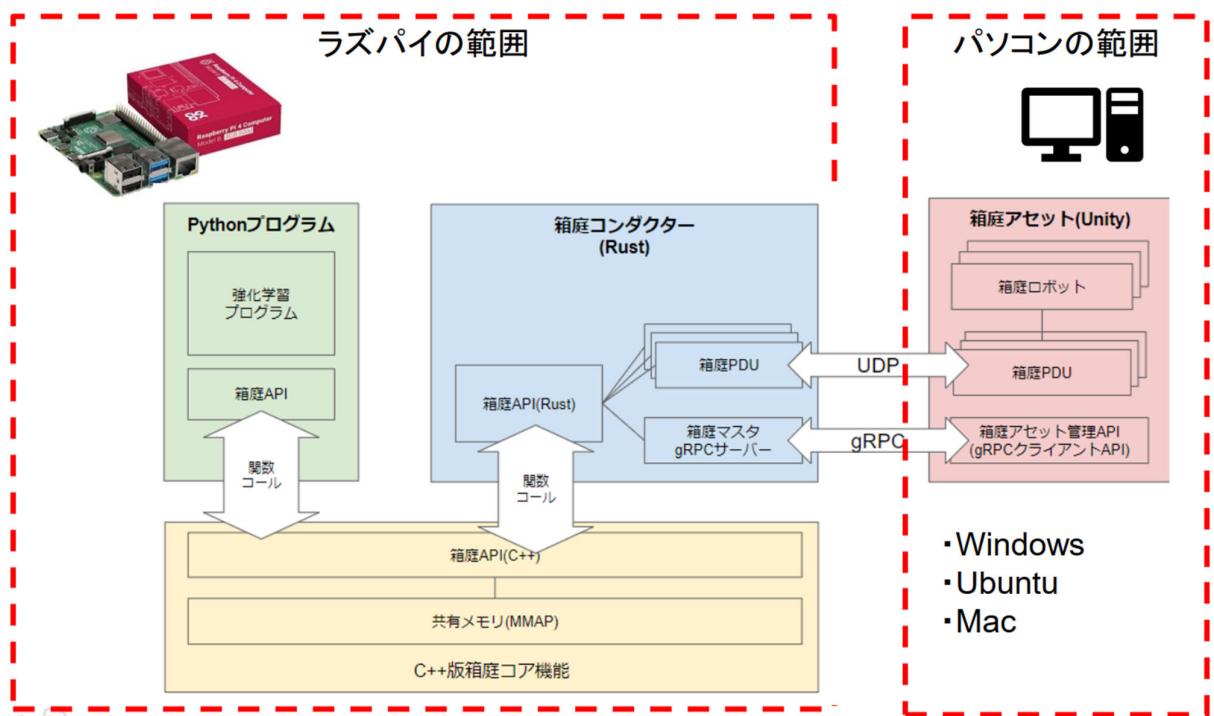
© Japan Embedded Systems Technology Association

15



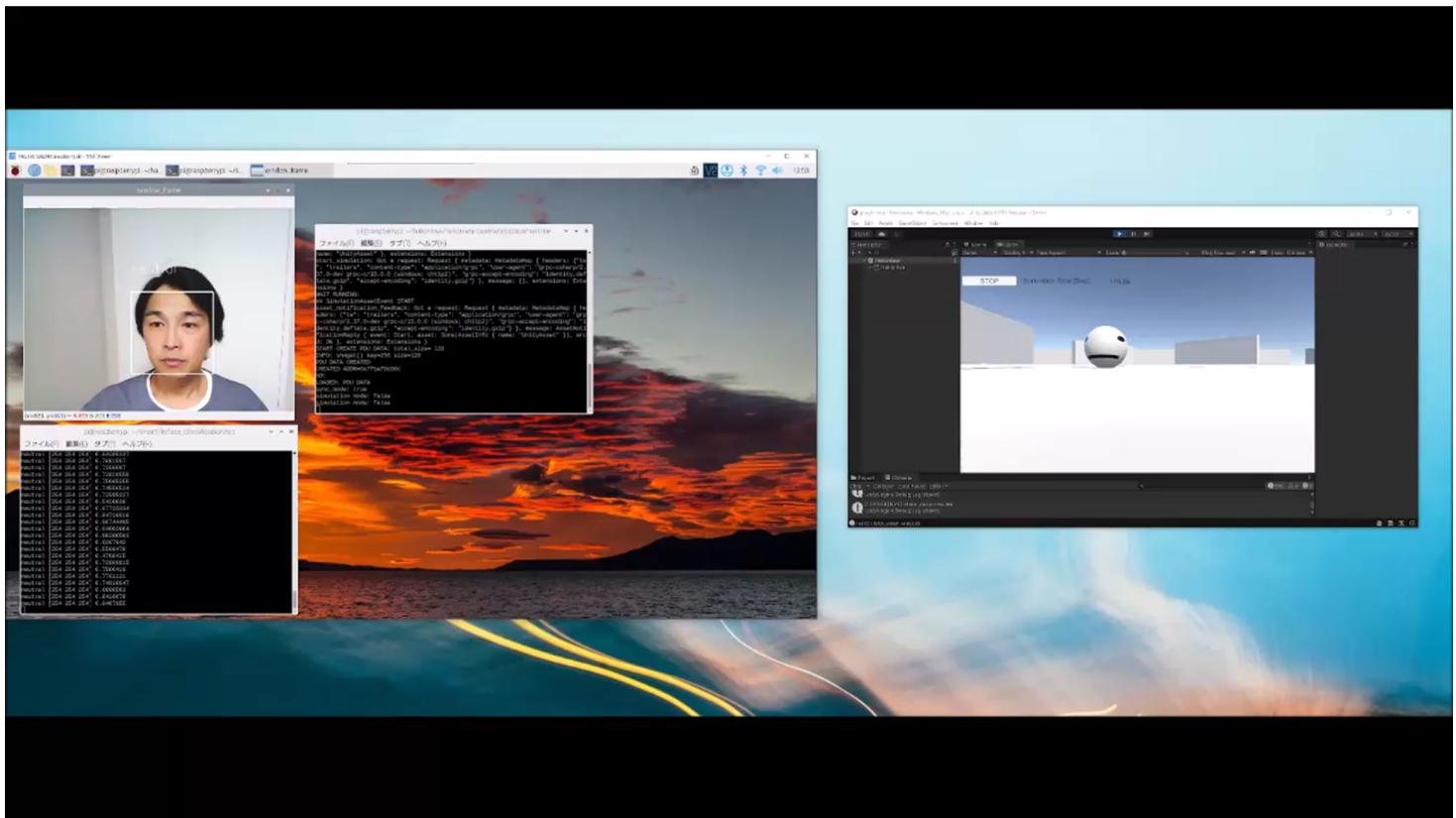
スマートライフWGと連携

・アーキテクチャ



© Japan Embedded Systems Technology Association

16



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

17

© Japan Embedded Systems Technology Association



コモングラウンド委員会の アピール&仲間集め

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

51

18

2023年度活動振り返り (コモングラウンド委員会のアピール&仲間集め)



委員会アピール&仲間集めのため、展示会出展やセミナを実施。

日程	イベント	URL
7/20	connpass 箱庭チュートリアル会 #5 組込みやさんが考えるコモングラウンド！！ってなんなん？	https://www.youtube.com/watch?v=PUiGdFVALw
7/27	EdgeTech+ west2023	https://f2ff.jp/introduction/8060?event_id=etexpo-west-2023
08/31	SWEST25 インタラクティブセッション	https://swest.toppers.jp/SWEST25/program/#interactive
10/18	九州ものづくりフェア	https://www.nikkanseibuve.com/2023mono/exhibitor.html
11/15	EdgeTech+ 2023	https://f2ff.jp/introduction/8510?event_id=etexpo-2023



© Japan Embedded Systems Technology Association

19

2023年度活動振り返り (コモングラウンド委員会のアピール&仲間集め)



委員会アピール&仲間集めのため、展示会出展やセミナを実施。



SWESTでのコモングラウンド
ポスター展示

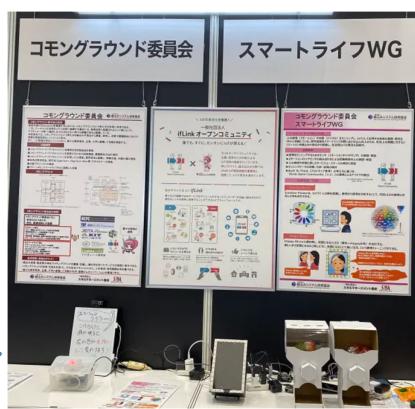


EdgeTech+ west2023

三根さんが「Leafony
ベースのAutopilot研究
プラットフォーム」で
ベストプロジェクト賞
ゴールドを受賞！



九州モノづくりフェア



EdgeTech+ 2023



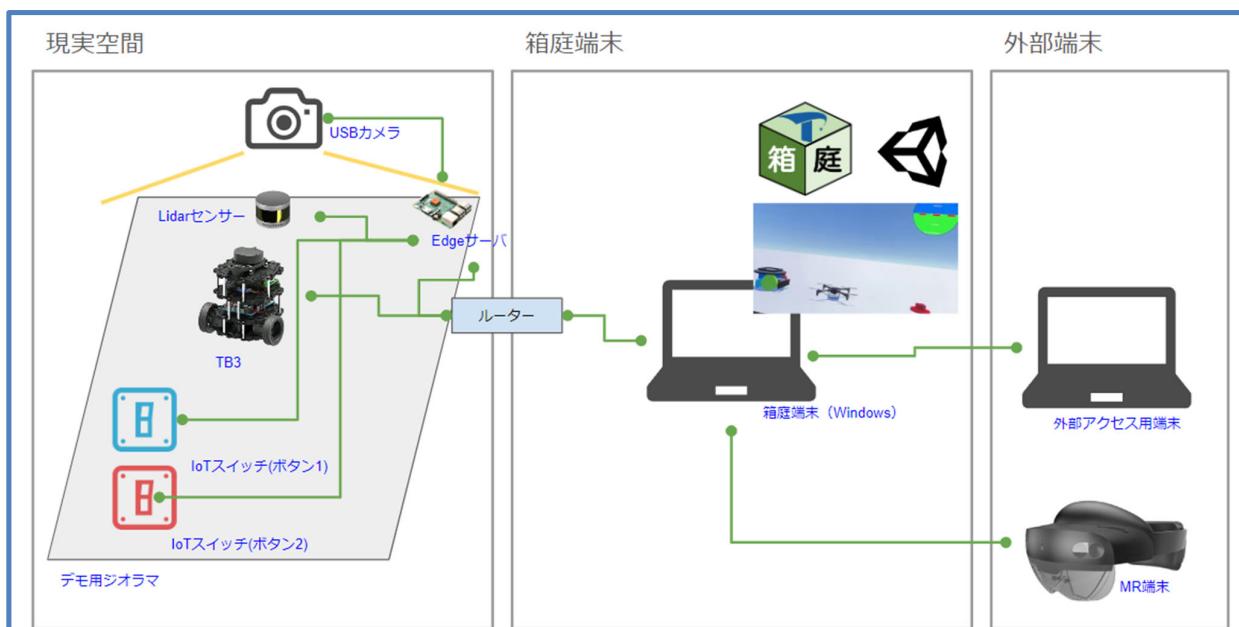
© Japan Embedded Systems Technology Association

20

2024年度コモングラウンド委員会活動予定

JASA デジタルツインデモ構築

2024年度、コモングラウンド委員会では、Toppers Project箱庭WGと連携し、XR、IoT、AI等の技術の組み合わせにより、工場が自律的に稼働する構想を実現する工場のデジタルツインデモの構築を行い、デジタルツイン構築時のエッジ側の課題などを、実際に確認、検討予定です。また、各展示会で来場者からの意見を頂きブラッシュアップしていく予定です。





コモングラウンド委員会と一緒に活動してみませんか？
月に一回の委員会MTGをヒアリングのみでもOK！
ハイブリッドなので地方もOK！
JASA会員じゃなくてもOK！



活動内容

- デジタルツイン、コモングラウンド、デジタルライフラインについて、以下の活動を行い理解を深める。
 - 専門家、有識者を招き勉強会、白熱教室を実施
 - それらを、実現するための技術調査、課題解決方法の検討
- 業界団体と連携し、情報交換、共創の場の提供
- 技術成果発表会、展示会（EdgeTech+、EdgeTech+ West等）でのセミナーの実施
- 共創プロジェクトの実現
- ドローンWG、スマートライフWGと連携した活動



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

23



Appendix

参考URL

東京大学生産技術研究所5部 豊田研究室

<https://commonground.iis.u-tokyo.ac.jp/>

コモングラウンドリビングラボ

<https://www.cgll.osaka/>

コモングラウンドリビングラボ note

https://note.com/cgll_osaka

デジタルライフライン全国総合整備計画

https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/digital_architecture/lifeline.html

Ouranos Ecosystem（ウラノス・エコシステム）

https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/digital_architecture/ouranos.html

箱庭

<https://toppers.github.io/hakoniwa/>

箱庭ラボ

<https://hakoniwa-lab.net/>

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

24



【2024技術本部成果発表会
Society5.0の実現へ向けたエッジテクノロジーの役割】

2024/6/21 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(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

25



Backup



© Japan Embedded Systems Technology Association

26



2024技術本部成果発表会

笑う門には福来る 笑顔を認識し促す技術の提案

2023年度活動内容報告

2024年6月21日

IoT技術高度化委員会/スマートライフWG
加藤 恭弘



© 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。

過去の主な活動実績

■ 2021～2023ET展でのブースデモ展示

エモーションフラワー、ハッピーミラー



■ 2023 ET-WEST、2023 EgdeTech+
でのブースデモ展示

スマイルガチャ ★New



© Japan Embedded Systems Technology Association

2



2023までの近年、取り組んできたテーマ

表情解析による感情認識

1. カメラを用いた顔認証を行う
2. 人の表情から感情を分析する
3. 分析した感情を基にアウトプットを行う



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

3

スマートライフWGで着目した課題と仮説①



オンラインコミュニケーションの課題

2020年頃から、コロナ禍で人との接触が減り、オンライン中心のコミュニケーションが増えた。
直接対話し、自分の感情（表情）をアウトプットする機会が減り、それにより、笑顔を作ることが自然にできなくなった。
カメラをオフにし、顔出しをしないオンラインコミュニケーションの弊害もある。

課題解決の仮説

自ら感情を豊かに表現できるようになれば、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



オンラインコミュニケーションの課題

オンラインでは、話し手の視点としては、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

© Japan Embedded Systems Technology Association

5

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	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
メール	チャット	電話	オンライン会議
			対面

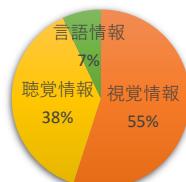
越川慎司「AI分析でわかった トップ5%リーダーの習慣」より

カメラをOffにして、顔出しあないと
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

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。

メラビアンの法則



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

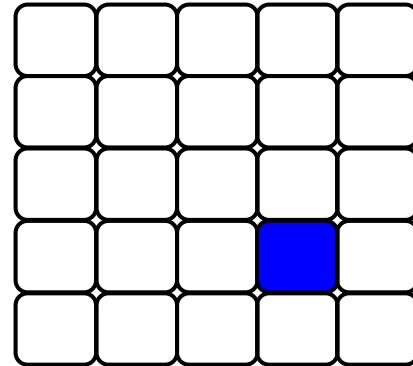
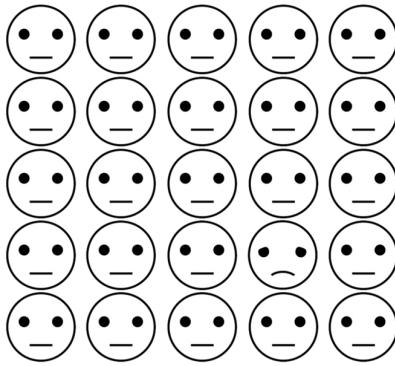
© Japan Embedded Systems Technology Association

■ 視覚情報 ■ 聴覚情報 ■ 言語情報

6



色による可視化のメリット



色による可視化のメリット

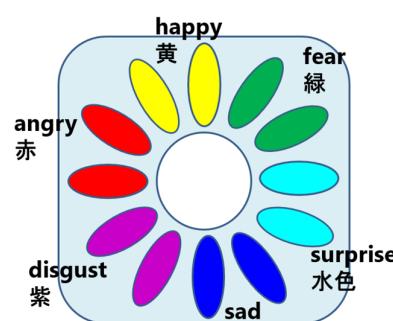
- 抽象化されていて把握しやすい。
- 心理的ハードルが下がる。
- 通信の量が少なくてすむ。（最少RGB24bit）



感情色仕様

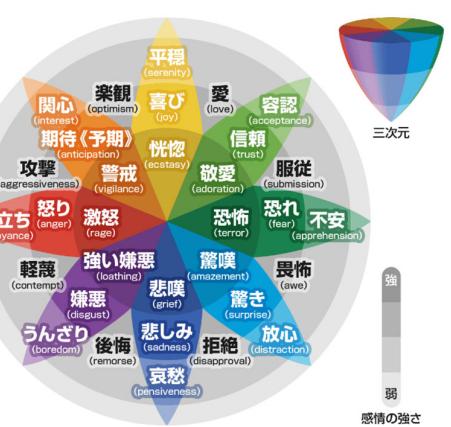
オンラインコミュニケーションで一般的に使われるカメラを利用し、画像から感情を分類。感情の色は、プルチックの感情の輪に合わせた。

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
感情は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。



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

9

© 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

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



当時から、2023年度につながるようなテーマが見つかっている。

人の顔の認識は、展示会場のデモとしては、認識率が低かった。

■人の顔自体を認識できない

カメラ、RaspberryPiの性能、明るさ等による要因あり

人によっては顔として認識しにくい(眼鏡や年配の方)

■認識できてもタイムラグが大きい

RaspberryPiの性能もあり、

カメラ前でどの程度表情を作ればよいかわかりにくい

■どんな表情をしても出ない色がある

disgust(嫌悪)、fear(不安)等は表情の作り方、維持も難しく、検出されにくいが、笑顔は維持しやすく、認識率も高い

上記の課題は、後述のハッピーミラーやスマイルガチャで解消を目指した



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できる

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

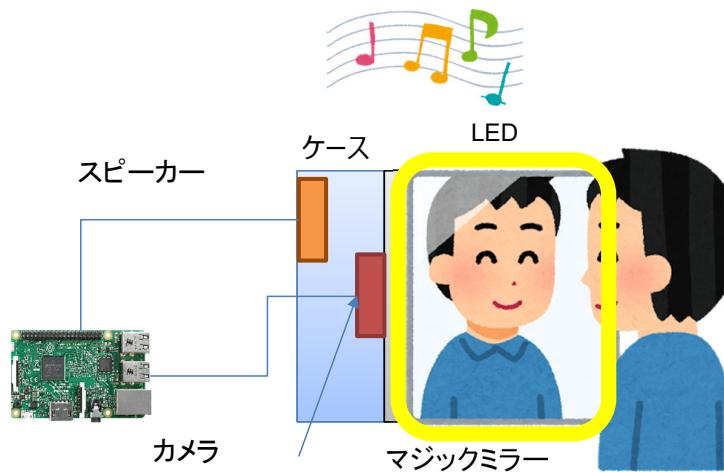


WGでは、スマートライフのキーワードとして、特に笑顔に注目した。

『楽しいから笑うのではない。笑うから楽しいのだ』

・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

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

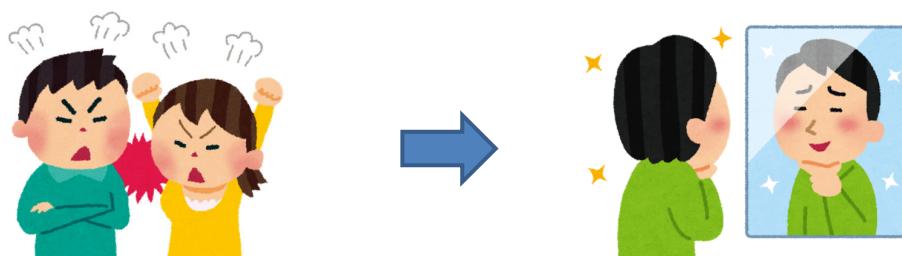
© Japan Embedded Systems Technology Association



想定ユースケース

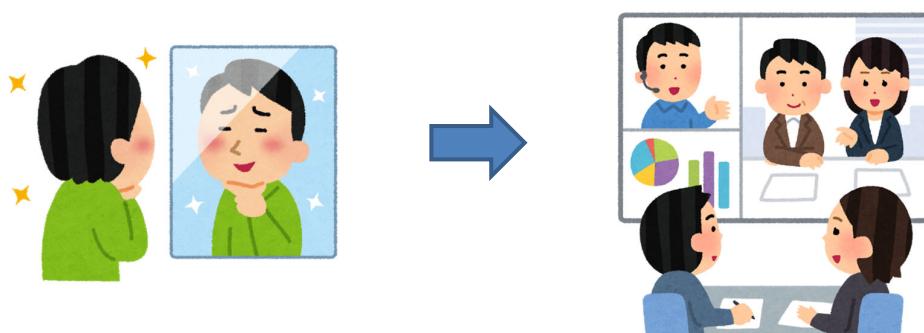
アンガーマネジメントへの活用

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。



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！

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

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





エモーションフラー課題で未解決の課題

こちらは未対応

- 人の顔自体を認識できない

カメラ、RaspberryPiの性能、明るさ等による要因あり

人によっては顔として認識しにくい(眼鏡や年配の方)

- 認識できてもタイムラグが大きい

**RaspberryPiの性能もあり、
カメラ前でどの程度表情を作ればよいかわかりにくい**

ハッピーミラーである程度解決したが、
まだわかりにくい

- どんな表情をしても出ない色がある

disgust(嫌悪)、fear(不安)等は表情の作り方、維持も難しく、
検出されにくいが、笑顔は維持しやすく、認識率も高い

ハッピーミラーで解決

スマイルガチャ (ET2023展デモ)



ハッピーミラーまでの展開から、さらなるデモ案を検討して、
笑顔をインプットにガチャを回す「スマイルガチャ」を考案した。

- これまでに使用してきたハッピーミラーに接続し、鏡の前で笑顔に
なることで光や音以外のアウトプットを出すように改造した
- ガチャ筐体は段ボール製のキットを使い、RaspberryPiでモーター
を制御し、ハンドルを回す
- 笑顔になることのメリットを表現する





スマイルガチャにはハッピーミラーの笑顔検出を利用することにして、下記、赤文字の仕様を追加した。

■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。
- 笑顔以外を検出した場合にも内部でフラグを立てる。**
- 検出が成功したらRaspberryPiからビーコンで発信（笑顔検出/それ以外検出/検出無し）する。
- もう一台のRaspberryPiでビーコン信号受信したら、ガチャ筐体のハンドルを回す

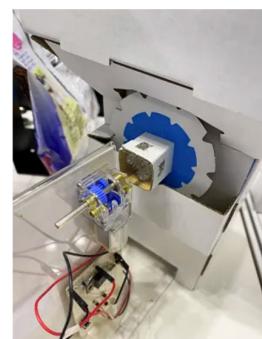
また、性能アップを目的に、カメラの交換や、RaspberryPi3⇒4のアップデートも行った。

表情認識までの時間も調整した。

Japan Embedded Systems Technology Association

19

スマイルガチャプロトタイプ実機



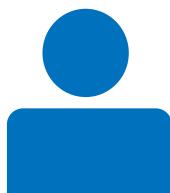
ハッピーミラーとガチャ筐体のラズパイ同士がビーコン通信し、笑顔検出をトリガにモータを回すことで、ガチャから景品が出てくる

HW	マイコン	RaspberryPi4 2台
	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
SW	言語	Python3
	ライブラリ	Tensorflow (keras) Adafruit NeoPixel

20



バイタルから感情・緊張状態などを取ろうといっているが、なかなかビジネスにまでならない。HappyMirror等が似ていると思って立ち止まった。



ゲームセンターやレクリエーションで使用できそうだが、メンタルヘルスにも活用できそう。



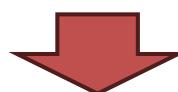
笑顔が精度が良いというが、ほかには何が使えるのか、発展形に興味がある。



プロトタイプ開発における失敗と学び

IfLinkサービスを連携して動作させることを検討していたが、ガチャを動かすために利用するモジュールがうまく選定できなかったため、笑顔を「If」、モーター駆動を「Then」として動かすことを断念した。

また、「表情によって提供されるものが変わる」というアイデアを基にしていたが、表情によって、複数台設置した中から、稼働するガチャを切り替えるという制御が難しかった。



失敗もあったが、学びとして、

- ・笑顔以外の表情の検出率や再現性を考えると、「笑顔」に特化することは方向性として間違っていない
- ・ネットワークを介すのではなく、RaspberryPiのみで稼働できるシステムであれば、設置や稼働も簡単になる





- 「人によっては顔として認識しにくい(眼鏡や年配の方)」という課題は、カメラ性能ではなく、比較するモデルの変更や追加学習が必要と考えた
- アウトプットがわかりやすくなつたため、カメラ前に複数人が立っている状況を想定して、複数人から「空間全体の幸せ度」を観測できないか、という考察ができた



今後の活動について

2024年は新たな共同活動を計画中。

「笑顔のメリット、笑顔で健康」をテーマに、
介護施設や大学での実証実験を検討する。

APTO社様との活動により、介護施設で使用できるよう
年配の方の顔データについて認識率向上を図る。



下期開始として、島根大学の学生さんたちと協力し、共同実験を行つ予定。



介護施設のレクリエーション、大学の講義等で、
感情の可視化や、多人数で人とのつながりを意識できるアウト
プットについて考える



スマートライフ ワーキング グループ[®]

J A S A I O T 技 術 高 度 化 委 員 会

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

25



スマートライフWGからのお願い

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



© Japan Embedded Systems Technology Association

26



【技術成果発表会・スマートライフWG】

2024/6/21 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。



© Japan Embedded Systems Technology Association

27



Backup



© Japan Embedded Systems Technology Association

28



OSSによるLSI開発 OpenEDA と RISC-V (update)

2024年6月21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 2023

日本の半導体産業復興!



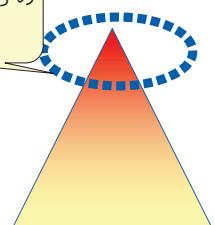
- 国内8社が半導体製造会社「Rapidus」設立
- 経産省キモ入り 「10年の遅れ」取り戻す
- キオクシア、ソニーグループ、ソフトバンク、
デンソー、トヨタ自動車、NEC、NTTが
それぞれ10億円、三菱UFJ銀行が3億円を
出資した。



<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...

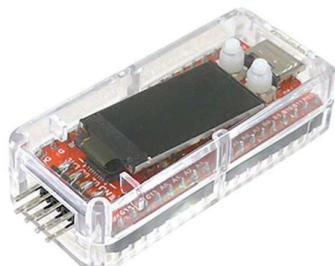


中華チップ 強し!(^^;



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 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>



LicheePi 4A
RISC-V@1.85GHz x4
50GFLOP GPU

<https://wiki.sipeed.com/Hardware/zh/lichee/t>

M5Stamp C3U Mate
ESP32-C3 RISC-V MCU
ESP32のCPUがRISC-Vになった

<https://www.switch-science.com/catalog/7894/>



M5Stack M5StickV
AI アクセラレータ付き RISC-V

https://www.switch-science.com/products/5700?fbclid=IwAR01nIN9ch9HkzyrCa-eMPN_aafEw-1GaSqaS1iv5O0OW021b0dWdtekY0

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
 - レガシーアーキテクチャ
 - 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!!!

AISol の半導体事業の目標

国内の半導体アセット（チップ製造能力）を
本プロジェクトのプラットフォームに再整備することで
専用半導体の設計の参入障壁を下げ、
国内産業が専用半導体にて国際競争を勝ち抜く環境を提供
する。



Open Source Silicon for Japan



6/24/2024

ONLY for 2023 Edge-Tech Conference

Open-Source は、ロングテール 半導体開発の夢を見るか？

- Do Open-Source Dream of Long-Tail Semiconductors?

11.17(金) 15:30-16:10 | 展示会場内 Room E

AIST Solutions

半導体事業 プロデューサー 岡村 淳一

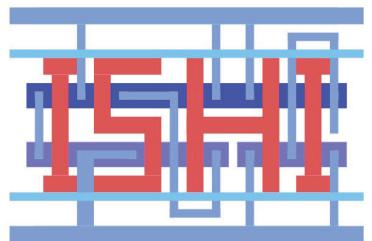


6/24/2024

ONLY for 2023 Edge-Tech Conference



- <https://ishi-kai.org/>
- 「石(チップ)」の会
- OSS EDAを実際に使用して、IPを開発する人たち
- 学識経験者/大学の先生も多数
- ワールドワイドなプロジェクトを実施中
 - 日本の担当は、オンチップ 安定化電源



JASA OSSとしての発表



- オープンソースEDAフォーラム(博多)
 - 第3回 2023年6月26日(月) 14:30-16:30 フォーラム、LT発表
 - <https://lsi.ist.or.jp/news/media-download/227/f92501173ccf7220/>
 - 第4回 2023年12月8日(金) 14:30-16:50 フォーラム
 - <https://lsi.ist.or.jp/news/media-download/228/dc77acf72b595e3d/>
 - 第5回 令和6年7月11日(木) 14:00~16:45 フォーラム (LT発表予定)
 - <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSedpYEK-gY821k2E9u943fSzb0MGaiTKVsPAognZplnazxr8Q/viewform>
- OSC福岡 2023年12月9日(土) OSSコンソーシアムと共同で出展展示
 - <https://event.ospn.jp/osc2023-fukuoka/>
- ISHI会一周年記念イベント～大討論会～ 2024年05月06日(月) パネリストとして登壇&議論
 - <https://ishikai.connpass.com/event/315799/>



半導体(LSI) 開発が OSSで自由な世界に



Googleがカスタム半導体の民主化・自由化を推進



- ・ 米国、OpenROAD、OSS EDAへの投資
- ・ Googleなどの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!



DARPAによるOpenROADへの\$200Mの投資

- オープンソースEDAソフトウェア
 - 数十年前から存在。最先端ノード製造工程の複雑で商業ツールに遅れた
 - EDAツールのコスト: 3つのEDA会社が25%を研究開発に投資
 - Nvidia、Apple、Qualcommなどエンタープライズ顧客
 - \$ 10のIoTチップを作る小さなチーム
- 20の既存ツール → 1アプリにバンドル → エンドツーエンドのフロー
 - Qflow: Verilogソース → 物理レイアウト
 - SPICE: 回路シミュレーションプログラム
 - Magic: VLSI回路レイアウトの作成と変更
 - Mead-Conway設計手法で、単純ルールで、基本セルを階層設計
 - VIS: Verification Interacting with Synthesis

Googleがきっかけで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.

Googleなどがカスタム半導体の民主化・自由化を推進



- MPWシャトル・サービスを、**無料で提供**する
 - Googleのスポンサーシップは、低調
- FOSSI
 - 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
- eFabless
- 50万円～100万円出せば、製品として作ってくれる道筋もある
- <https://caravel-harness.readthedocs.io/en/latest/>



FOSSI(Free and Open Source Silicon Foundation)



- 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
 - EDAツール(電気、電子CAD)
 - 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



eFabless 事例1

- NEDO資金も受け、日本人河崎氏も、 実際に、LSIを開発した。
https://riscv.or.jp/wp-content/uploads/RVDs2022Spring_SHC-2022-06-02_c.pdf
※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
- <https://caravel-harness.readthedocs.io/en/latest/>



eFabless 事例2

- 今村謙之氏も、
実際に、LSIを開発した。
ISHI会の人
- Kernel/VMレイヤーを自分色に染める！By ISHI会
<https://www.slideshare.net/noritsuna/kernelvmby-ishi>
- イベント「はじめての半導体チップ設計」のアーカイブ動画を公開 https://ishi-kai.org/event/report/2023/08/25/AugustEvent_0804_Report.html
<https://www.youtube.com/watch?v=W-HDNI4JK5A>



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ベンダーからは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/fpgaipopen-source-fpga-foundation.html>



半導体チップの設計フロー3つの要素

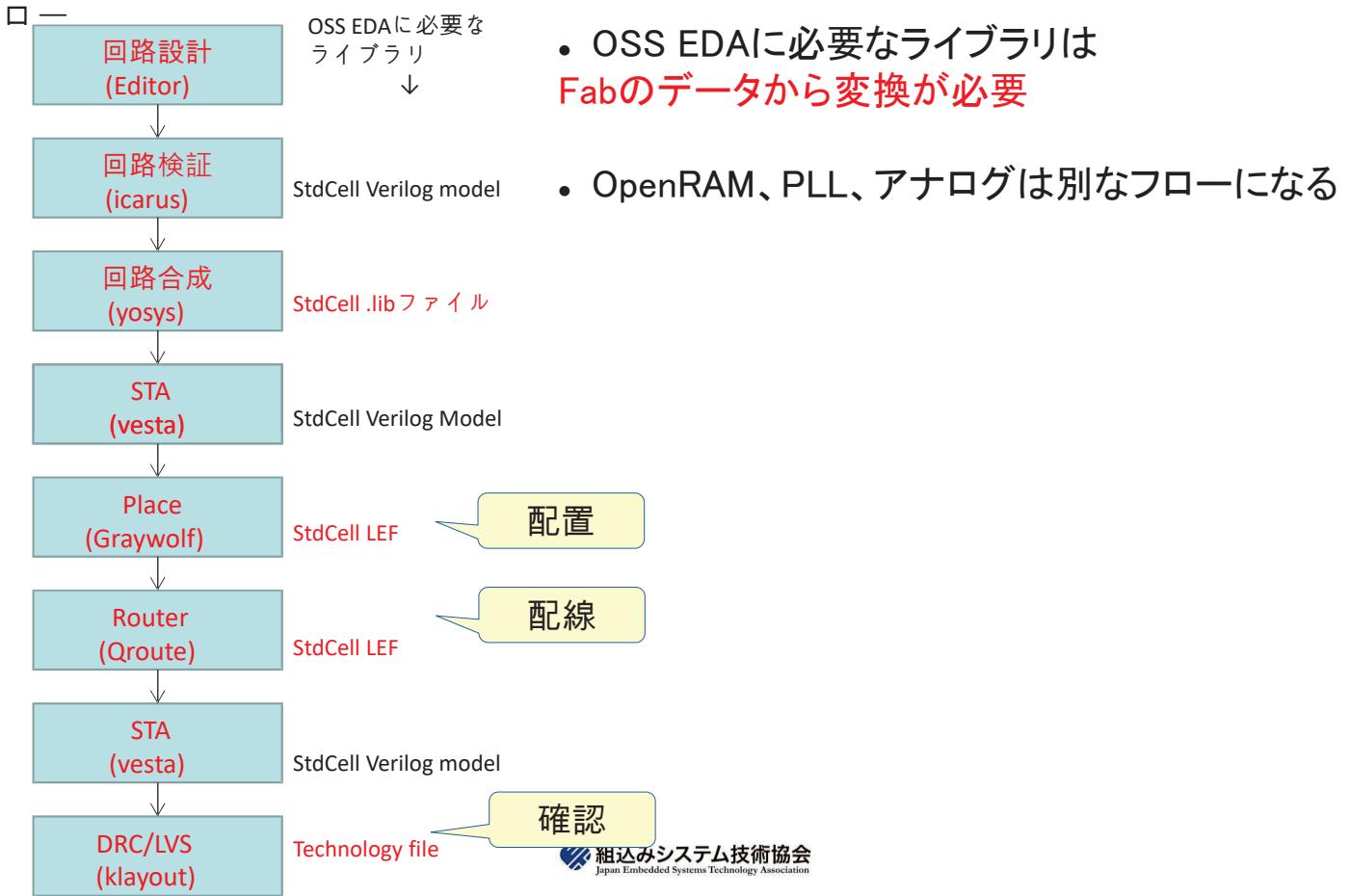


- RTLデザイン ○
- EDAツール ○
- デジタル合成フロー○
- PDKデータ ← これがOSSに

OSSによるLSI開発のEDAフロー



ロジック部開発フロー



デジタル合成フロー (Digital Synthesis Flow)



- 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、無料で配られていることが多い

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
 - graywolf 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 のフツーの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/>

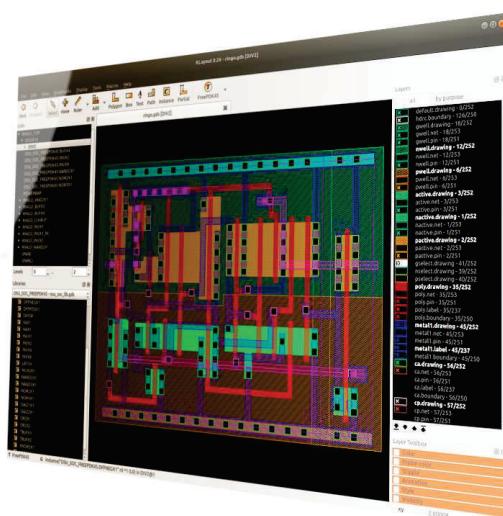
```
# The PCell declaration for the circle
class StarPCell -> PCellDeclarationHelper
  include RAM

  def initialize
    # Important: initialize the super class
    super
  end

  # declare the parameters
  param(l, TypeLayer, "Layer", default: LayerType::new(1), vunit: "nm")
  param(r1, TypeDouble, "Inner radius", default: 1, vunit: "nm")
  param(r2, TypeDouble, "Outer radius", default: 2, vunit: "nm")
  param(n, TypeInt, "Number of rays", default: 8, vunit: "nm")
  param(da, TypeInt, "Ray angle", default: 9, vunit: "deg")

  def display_text_impl
    # Provide a descriptive text for the cell.
    "StarPCell(l=#{l},r1=#{r1},r2=#{r2},n=#{n},da=#{da})"
  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 * 0.5 / 180.0
    a = 0.0
    n.times do |i|
      dpts = [
        DPoint::new(r1 * Math.cos(a), r1 * Math.sin(a - d)),
        DPoint::new(r1 * Math.cos(a), r1 * Math.sin(a + d)),
        DPoint::new(r2 * Math.cos(a), r2 * Math.sin(a - d)),
        DPoint::new(r2 * Math.cos(a), r2 * Math.sin(a + d))
      ]
      cell.shapes(l).insert(DPolygon.new(dpts))
      a += Math::PI / 2 * n
    end
  end
end
```



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



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



日本も、国の金で施設を用意した

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設計試作センター」
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
フロントエンド設計	論理シミュレータ	• Incisive Enterprise Simulator L
	回路図エントリ	• Schematic Editor
	シミュレーションIF	• ASCA
		• ASCA Basic
	総合回路設計	• Virtuoso ADE
	Composer IFオプション	• ASCA Sim.faceA
	Verilog Interfaceオプション	• C ³
	SPICE Interfaceオプション	• Composer IF
	アナログ回路シミュレータ	• Verilog Interface
	汎用回路波形解析	• Analog HSPICE IF
レイアウト	Spectre circuit Sim	• SimVision
	Msim	• Virtuoso LE
	Cadence Linkオプション	• ISMO
レイアウト検証 その他	DRC	• Cadence Link (DF II Upgrade)
	LVS	• Calibre DRC
	IFオプション	• Calibre LVS
	DRC/ERC	• Calibre RVE
	Caliber IFオプション	• iDRC/ERC
	寄生パラメータ抽出	• Calibre IF
		• Calibre xRC

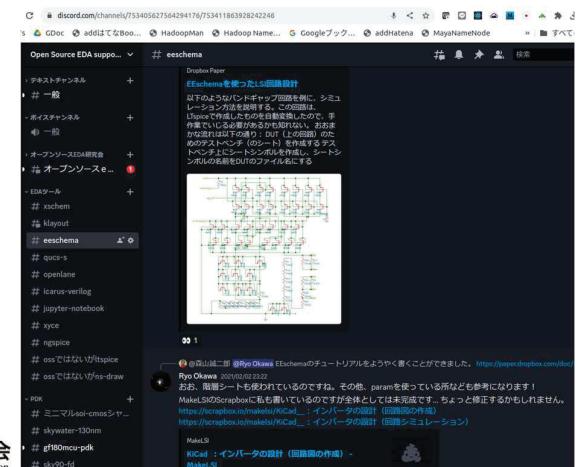
Open Source EDA Supporters (discode)



<https://discord.com/channels/753405627564294176/932209975558832128>

- OSS EDAをサポートする人たちの集まり
 - 親切で優しい
- ふくおかISTのOSS EDAサーバのユーザ会
 - サーバを維持するモチベーション
- オレオレ Open PDKを開発したり:森山氏
- オレオレ Standard Cellライブラリを開発できるツールの開発者が居たり:西澤氏@早稲田大
- オープンソース EDAフォーラム @福岡
 - 2023/DEC/08
 - OSSコンソーシアムEDA部会が共催
 - JASA OSS活用WG協力
- OSC福岡にも出展
 - OSSコンソーシアム&協力:JASA OSS-WG体制
 - 2023/DEC/09

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



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

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



電子CAD OSS



電気/電子開発ツール



- 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/ltspice-simulator.html>

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

- Ngspice (OSS)

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

- Qucs (OSS)

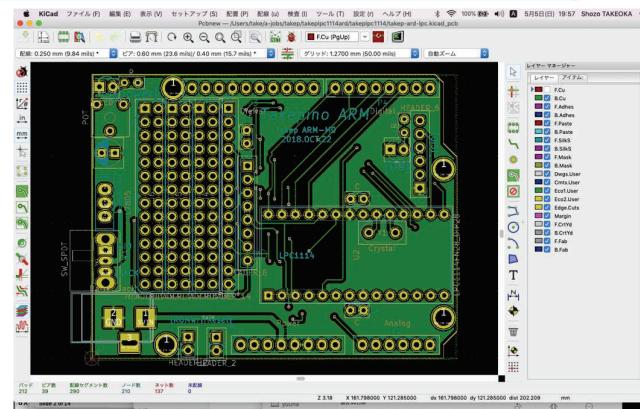
<http://ngspice.sourceforge.net/>

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

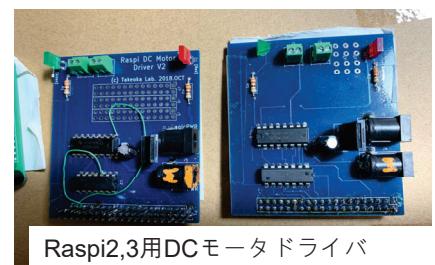


KiCAD

- 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



RISC-V

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



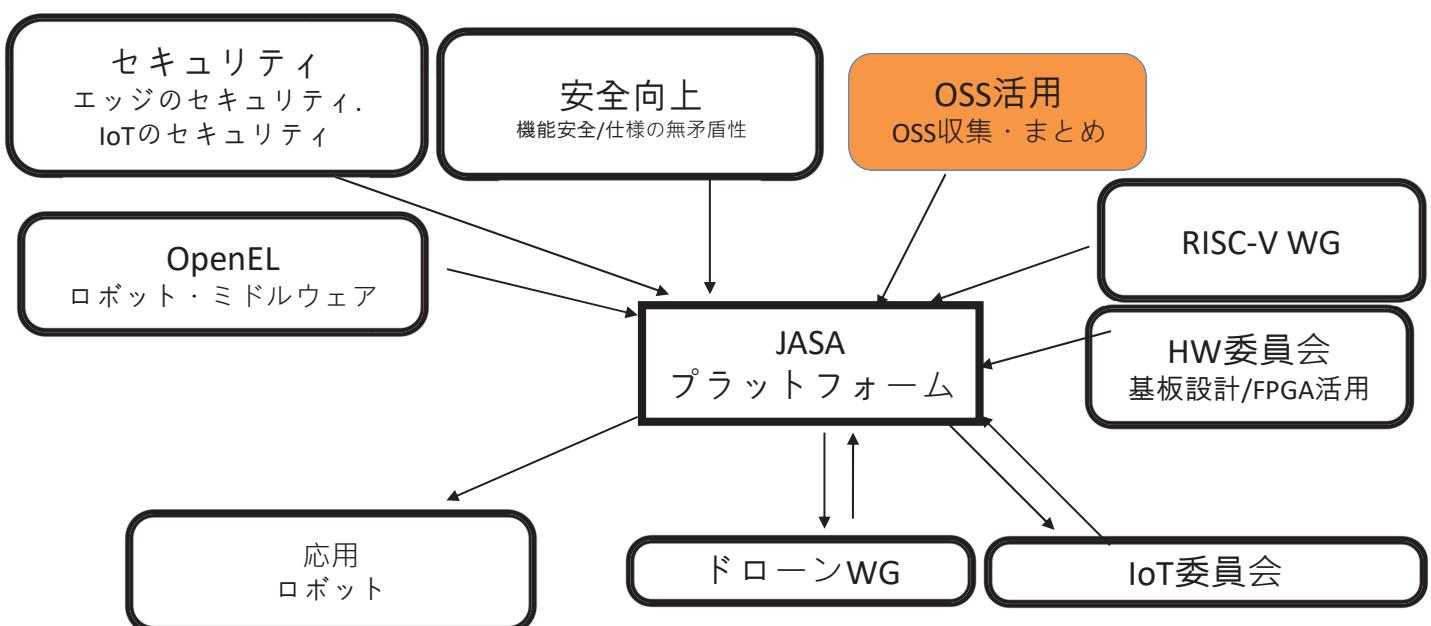
JASA内の
RISC-V関連
活動



- ・命令セットの使用が無料
- ・自由に利用可能いくつもの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。



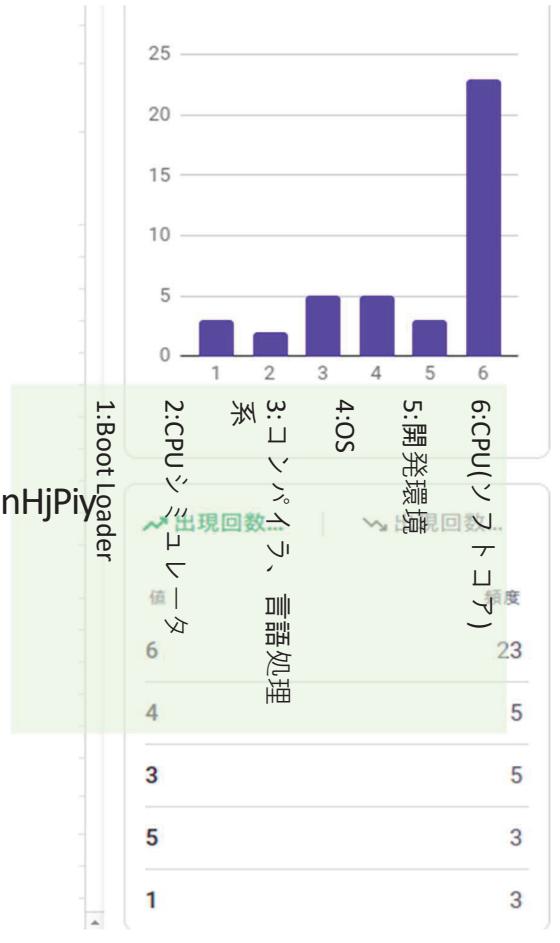
JASA技術本部内





- 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

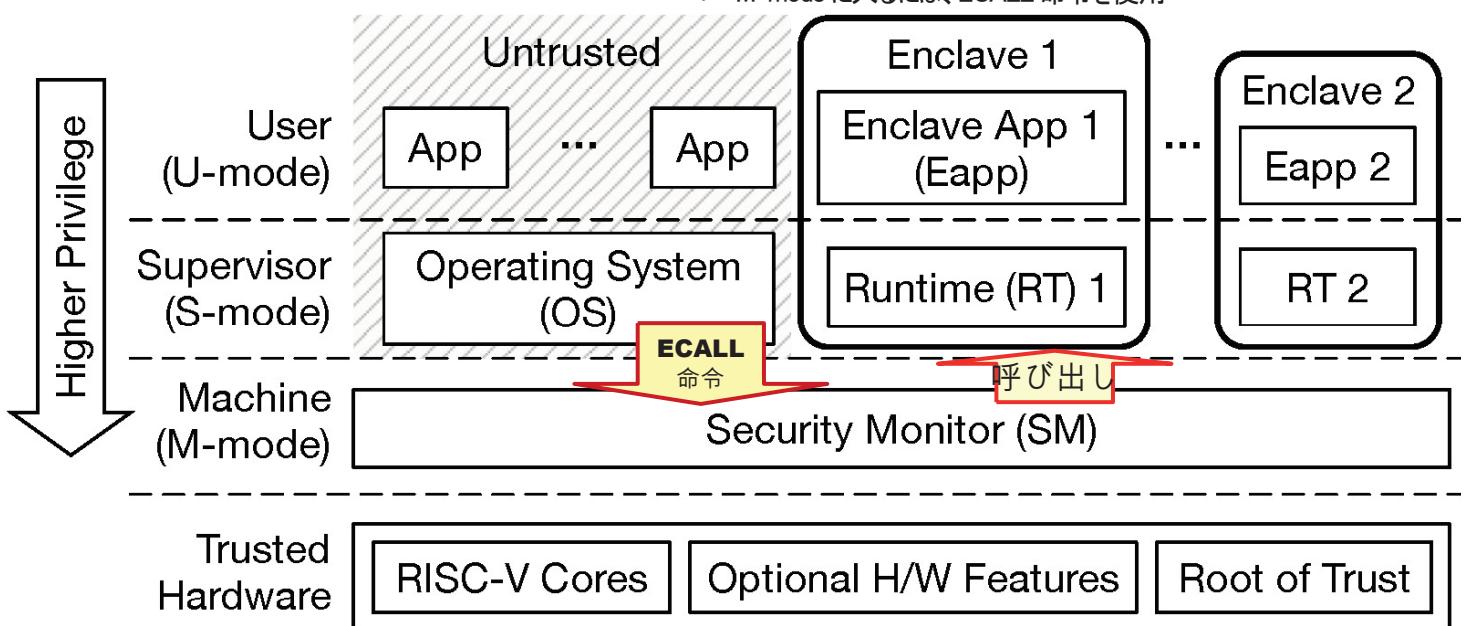
TEE実装 Key stone が、どう動くか調査

須崎先生@情報セキュリティ大学院大学とコラボ

<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



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
- 「俺のSoC」プロジェクト
 - このCPUの入ったLSIをOSS EDAで開発したい
 - 現在は、高価なEDAツールで開発中(テープアウト済み)



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

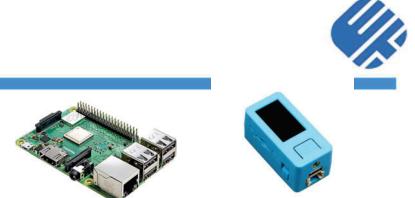
オープンソースなソフトコア

• Opencores

<https://opencores.org/>

The image shows two side-by-side lists of open-source cores from the OpenCores website. The left list is titled 'Arithmetic core 109' and includes projects like 1-bit adpcm codec, 2D FHT, 4-bit system, 5x40bps CRC generator, 8-bit Vedic Multiplier, Adder library, AES128, ANN, Anti-Logarithm, BCD adder, BCD to BCD conversions, Bluespec SystemVerilog Reed Solomon Decoder, Booth Array Multiplier, cavlc decoder, Cellular Automata PRNG, CF Cordic, CF FFT, CF Floating Point Multiplier, Complex Arithmetic Operations, Complex Gaussian Pseudo-random Number Generator, Complex Multiplier, Complex Operations ISE for NIOS II, Configurable AES-GCM 128-192-256 bits, configurable cordic core in verilog, configurable CRC core, Configurable Parallel Scrambler, CORDIC arctangent for IQ signals, CORDIC core, CRCAHB, cr_div - Cached Reciprocal Divider, DCT - Discrete Cosine Transformer, Discrete Cosine Transform core, double_fpu_verilog, etc. The right list is titled 'Projects :: OpenCores' and includes various processor cores like OpenRISC 1000, OpenRISC 1000 (old), OpenRISC 1200 HP_Hyper Pipelined OR1200 Core, OpenRISC 2000, OpenTPUlike, P16CSx, pAVR, PDP-11/70 CPU core and SoC, PDP-8 Processor Core and System, Penelatz MISC, Plasma - most MIPS (ITM) opcodes, plasma with FPU, Potato Processor, PPX16 mcu, grisc32 wishbone compatible risc core, QUARK RISK, r2000 Soc, Raptor64, Reduced AVR Core for CPLD, Register Oriented Instruction Sets, RISC Microcontroller, risc1684, RISC5x, RISCOmpatible, RISC_Core_I, RISE Microprocessor, RTF65002, RTB08B, RV01 RISC-V core, S1 Core, S80186, SAYEH educational processor, Scarts Processor, small non-pipelined_3 stage 16-bit cpu (fetch-decode-execute), Small Stack Based Computer Compiler, Small x86 subset core, Soft AVR Core + Interfaces, Software Aided Wishbone Extension for Xilinx (R) PicoBlaze (TM), Steel Core, etc. Each entry in the lists includes a 'Stats' and 'Status' column.

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:

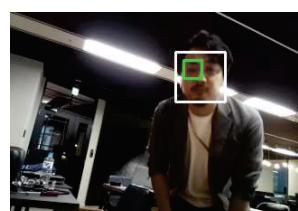
- 2024年度 全4回開催+報告会の予定で、実施中
- 2023年度 全4回開催+報告会実施。参加者8名、3チーム編成
- 2022年度 全4回開催+報告会実施。参加者9名、3チーム編成
- 2021年度 全4回開催+報告会実施。参加者9名、3チーム編成



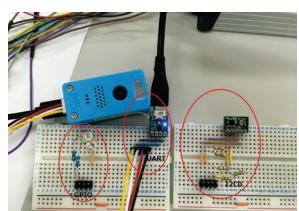
ワーキングの様子。
企業間でチームを編成し、
ハンズオンに取り組む



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



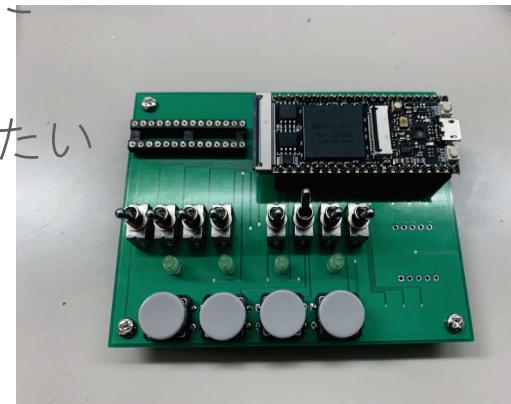
報告会のデモ。ラズパイとカ
メラと人感センサーで作成し
た社内来客検知で顔検出を行
ったところ



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



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OpenEDAとRISC-V(update)」

2024/6/21 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。



企業でのアジャイル開発を 推進するうえでの課題と対策

JASA アジャイル研究WG
水谷 紘也



背景



- 日本ではアジャイルが浸透していない
 - ・ 契約の問題
 - ・ 品質確保のルールが整備されていない
 - ・ アジャイルに対する認識誤り



- テーマ設定
 - ・品質保証部の関わり方
 - ・「べからず集」の作成



1

品質保証部の関わり方のポイント

2

品質保証部の関わり方に関する検討事項

3

「べからず集」の作成のポイント

4

誤った認識で進めた場合のよくある問題

5

まとめ

品質保証部の関わり方のポイント



- 品質保証部がアジャイル開発の良さを理解して品質保証を進めないと…

顧客・開発現場がアジャイルの良さを活用しようとしても阻害してしまう



アジャイルに対する品質保証部の関わり方をできるだけ詳細なイメージ持てるレベルでコンテンツ化



■ 品質ゲート

- 工程移行時にプロセス品質とプロダクト品質を確認

■ QAテスト

- 完成したソフトウェアを顧客に提出する前に要求を満たしているかを確認



すでに仕組み化されたやり方で実施



アジャイルに対する品質保証部のジレンマ

■ 品質管理に対する誤解

- WF開発からアジャイル開発に移行する際に、品質管理の考え方に戸惑いがある
- 従来のWFの延長で考えるのはいけないと分かっているが、ガイドなどもないため、どうしてよいかがわからない

■ メトリクスの違い

アジャイルの良さを阻害する可能性あり

- プロジェクトの進行スタイルや成果物の違いから、テスト密度やバグ密度などのメトリクスの取得方法や評価方法が異なる

■ 多角的な品質管理

- 受け入れ基準を満たす + バックログの網羅
- 開発者のスキルやチームの成熟度の変化も含めたリソース品質



■ 顧客の視点

- ・ 開発リソースの最大能力を引き出すための支援
- ・ 欲しいものを適切な品質でほしい期間内にリリースする支援
- ・ アジャイルに適した品質保証活動

■ 開発側の視点

- ・ 開発リソースの最大能力を引き出すための支援
- ・ 顧客要求に合わせた品質レベルになっているかの確認
- ・ リリース基準の確認



■ 品質保証部の視点

- ・ 組織の中でアジャイルを普及させるためのガイドの作成
 - アジャイルの特性を消さない
 - ウォーターフォールの延長線でない
- ・ 組織に対する教育、提言
- ・ アジャイル開発案件の受注の可否基準の作成



品質保証部がどのようなタイミング(案件と同期/非同期)で
どのように関わるかを仮説を立てて提案していく

(例)

- アジャイルプロセスの定義
 - ・ 従来型のWFの延長でなく、組織にあった実現可能なプロセスを定義し、アジャイルを組織的に導入できる環境を作る。
- ガイドの作成
 - ・ アジャイルプロセスに沿って業務ができるようガイドを作成し、開発現場、顧客を含むステークホルダを導く。
- 事例を用いた教育



9

「べからず集」の作成のポイント



アジャイルに対して誤った認識を持って進めた結果、悪いイメージを持っている現場も少なくないので？

正しい認識を持てれば適切なケースでアジャイル開発を選択するモチベーションが高まるのではないか？

研究会メンバの失敗事例をもとに誤ったアジャイルにならないよう「べからず集」を作り、良いイメージを持てるようなコンテンツとしたい



■ 過大な期待

- ・ アジャイルのプラクティスを適用すればうまくいく
(形だけのアジャイルではうまくいかない)

■ 思考がWFから離れられない

- ・ リリースのたびにWF開発時の品質保証を求められる
- ・ 設計工程のレビュー指摘率が何%以下の時には説明を求められる

■ イメージでアジャイルを判断

- ・ 設計なしでいきなりソフトを作る

今後より具体的なレベルでタイミング/視点ごとに事例やポイントをまとめてコンテンツ化していく

まとめ



■ アジャイルにおける品質保証部の関わり方の大まかな流れを整理 ⇒今後より具体的なレベルでコンテンツ化していく

■ 「べからず集」についても今後より多くの事例を集め、少しでも多くの人がアジャイルに対してよいイメージを持てるコンテンツを作成していく



組み込みソフトウェア開発業
ハッピーになりますよう

- ご意見・ご質問は以下まで
 - nagoya@jasa.or.jp



13



【アジャイル研究会活動報告】

2024/6/18 発行

発行者 一般社団法人 組み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み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 2023年度成果発表

2024年6月21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5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活用研究を行なう研究会
 - メンバーは現在8社 16名
- セミナー
 - 今年で8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





2023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
 - ・ LLM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



- 会話型AIが成長すると突然「新しい能力」を獲得すると判明！
- LightGBM予測モデル実装ハンドブック
- テーブルデータ用ニューラルネットワークは勾配ブースティング木にどこまで迫れるのか？(本編)
- Metaの「Llama 2」をベースとした商用利用可能な日本語LLM「ELYZA-japanese-Llama-2-7b」を公開しました | ELYZA, Inc.
- 時系列予測にTransformerを使うのは有効か？
- 2023 LLMサマースクール コンペの解法メモ | ドクセル
- 松尾研 LLM講座 講義コンテンツ | 東京大学松尾研究室 – Matsuo Lab
- 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



- 組込環境で生成AI
- 低リソースデバイスAI
- 画像の異常検出
- エッジデバイス上で学習
- 強化学習
- コンペに挑戦

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

組込環境で生成AI



- Raspberry Pi 4/5、Jetson Xavier NX で LLM (llama.cpp、ELYZA 7B) を動作させて速度を計測

動作速度

環境	Tokes/sec(tps)
Raspberry Pi 4	0.96
Raspberry Pi 5 without FP16	2.33
Raspberry Pi 5 with FP16	2.97
Jetson Xavier NX	10.97
GeForce RTX 4070Ti(12GB)	12.01



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

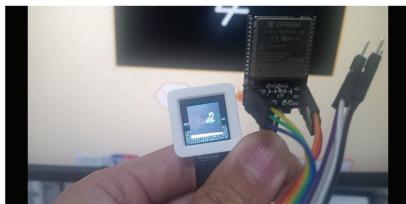


- 低リソースなエッジデバイスでフラッシュ暗算をさせてみる

- ESP32で素早く切り替わる数字を認識して計算
 - MNIST(3層NN)を使用

実験

まずは、1桁のフラッシュ暗算を試してみた



実験結果

結果(は)

- 低リソースデバイスでAIを動かすことは可能だった
 - 予測結果が“0, 3, 8”ばかりとなってしまった
 - 推論速度が出せない

実験は以上になります。



エッジデバイス上の学習



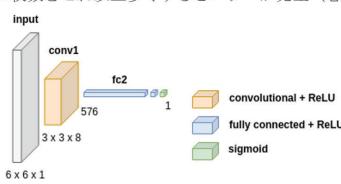
■ ESP32で静電容量タッチセンサーからジェスチャーを学習＆認識

- C++で実装可能な8bitマイコンで動作する
AIfES(Artificial Intelligence for Embedded
Systems)を使用

今年度の成果（実験）

モデルアーキテクチャ

- 入力データを見ると 3×3 グリッド単位を見るだけで、縦横の判定が出来そう
 - 畳み込み層は1層、カーネルサイズを 3×3 とした
 - フィルタの枚数をこれ以上多くするとエラーが発生（恐らくメモリエラー）



今年度の成果（実験）

不正解

テストデータ(一部)

- 学習データの正答率 16/16
 - テストデータの正答率 15/16
 - 学習したデータの1の値を2,3個上下左右にずらしたもの含む
 - 推論速度 1ms/sample

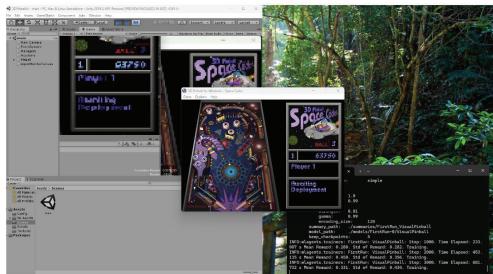




■ 事前準備された環境以外で強化学習を行う

- Windows標準ゲームだった3D Pinballを学習
- 学習環境の構築にUnityのML-Agentsを使用

サンプルを触ってみる



学習結果

特定の操作を繰り返す状況に陥ることが原因と思われる。
(ボール落下時のペナルティが影響?)



パラメータの調整、別モデルの
使用などを試すも改善せず

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



コンペに挑戦



■ 木の健康状態を木の大きさ、抱える問題、周辺環境などの情報から予測するコンペ

- 結果提出が期限切れたが他の参加者の手法を参考に精度を向上させてみた

概要

- SMBC主催のコンペに参加
- コンペ目的
 - 木の健康状態を予測する
 - 良い/普通/悪い
- 使用可能なデータ
 - 木の大きさ、木の抱える問題、周辺環境などの情報

感想

- コンペ期間内に間に合わせることが出来なかった
- モデルの選定によってかなりスコアが上昇した
 - catboosting
- ターゲットエンコーディングは適用するカテゴリ変数の選定次第でスコアの上昇に繋がる可能性あり
 - 実際にスコアが伸びている参加者もいた

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



2023年度活動内容・セミナー



実施内容 1



■ 第1回 2023/6/14

- 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



実施内容 2



■ 第2回 2023/8/2

- 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 2023/11/8

- 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 2024/2/14

- 課題進捗発表会
- 課題推進

■ セミナー成果報告会 2024/3/21

- 成果発表





成果発表・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

画像生成AIの作成



- GANを使用した生成AIを作成
- 色々な年齢の顔画像データを学習
- ある人物の写真を提示し、特定の年齢での顔写真を生成

生成した画像



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



- 3着以内に入賞するボートの予測モデルを作成
- PyCaratで複数モデルからlightgbmを選択
- Optunaでパラメータチューニングを実施

予測結果 25

●予測結果

艇番	prediction_label	prediction_score
1	1	0.5958
2	1	0.5369
3	1	0.5311
4	1	0.5453
5	1	0.5767
6	0	0.7418

Prediction_label
目的変数の予測結果を示す

Prediction_score
Prediction_labelの予測確率を示す

●実際のレース結果

[AI予想]	
艇番	3着以内の予想
1	○
2	—
3	—
4	○
5	○
6	—

[レース結果]	
艇番	順位
1	1
2	2
3	4
4	5
5	6
6	3

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

2024年度

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



「AI研究WG 2023年度成果発表」

2024/6/20 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。





OpenEL

OpenELが変える組込みシステム開発

OpenELでIoTデータをクラウドと連携！

2024年6月21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
アップウインドテクノロジー・インコーポレイテッド
中村憲一

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 2024

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
- 令和5年度の活動
 - ・ クラウドとの連携
- 令和6年度の活動予定
- 協力者募集

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 2024



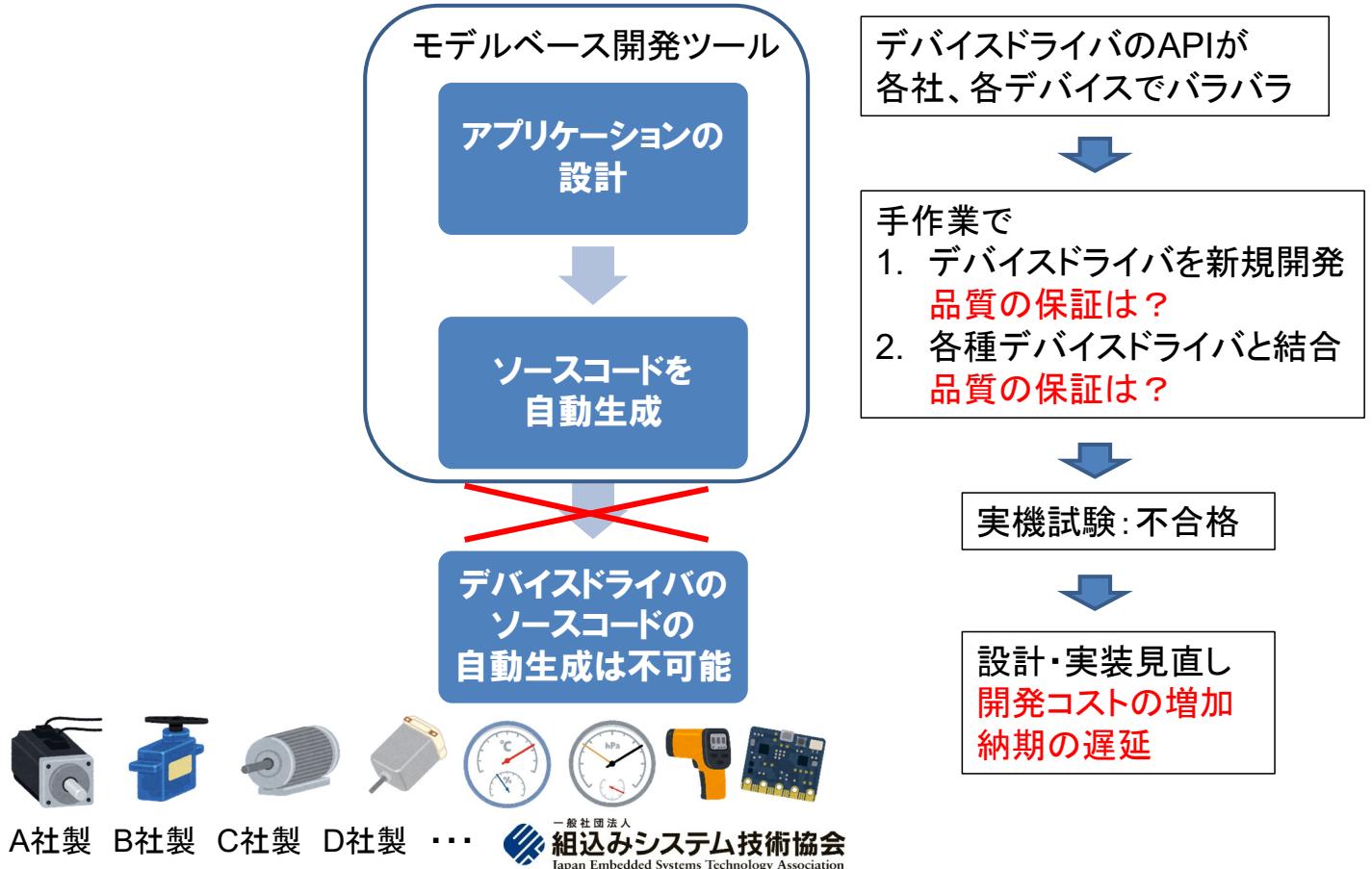
組込みシステム開発における課題



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。

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(7): 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、**金沢工業大学**
- 非会員(7): 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





■ 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

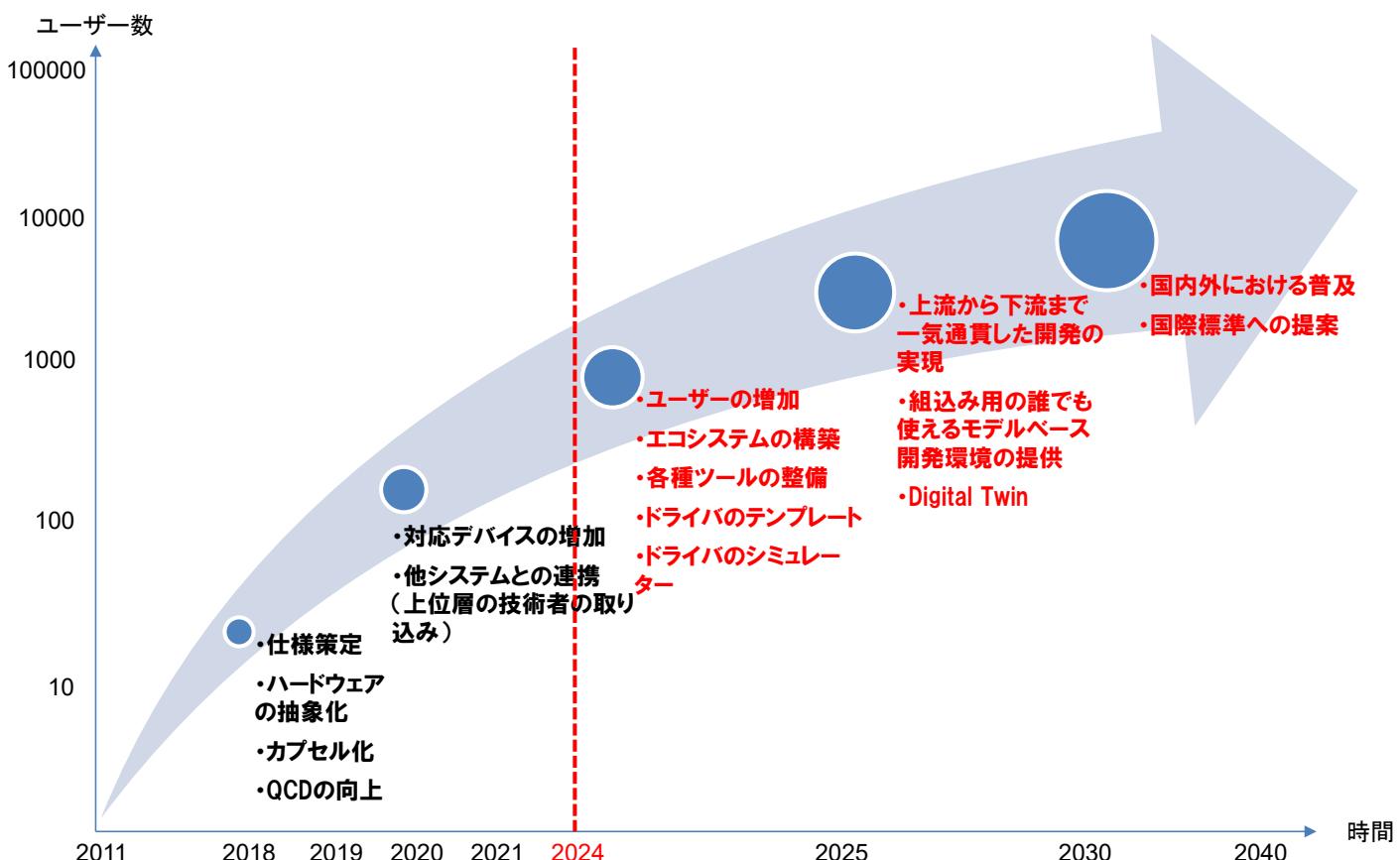
- ・ 組込みソフトウェア技術者の不足
- ・ 製品やデバイスの多様化(多品種少量生産)
- ・ 上位層との標準インターフェースの欠如

■ 課題

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

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

OpenEL®のロードマップ



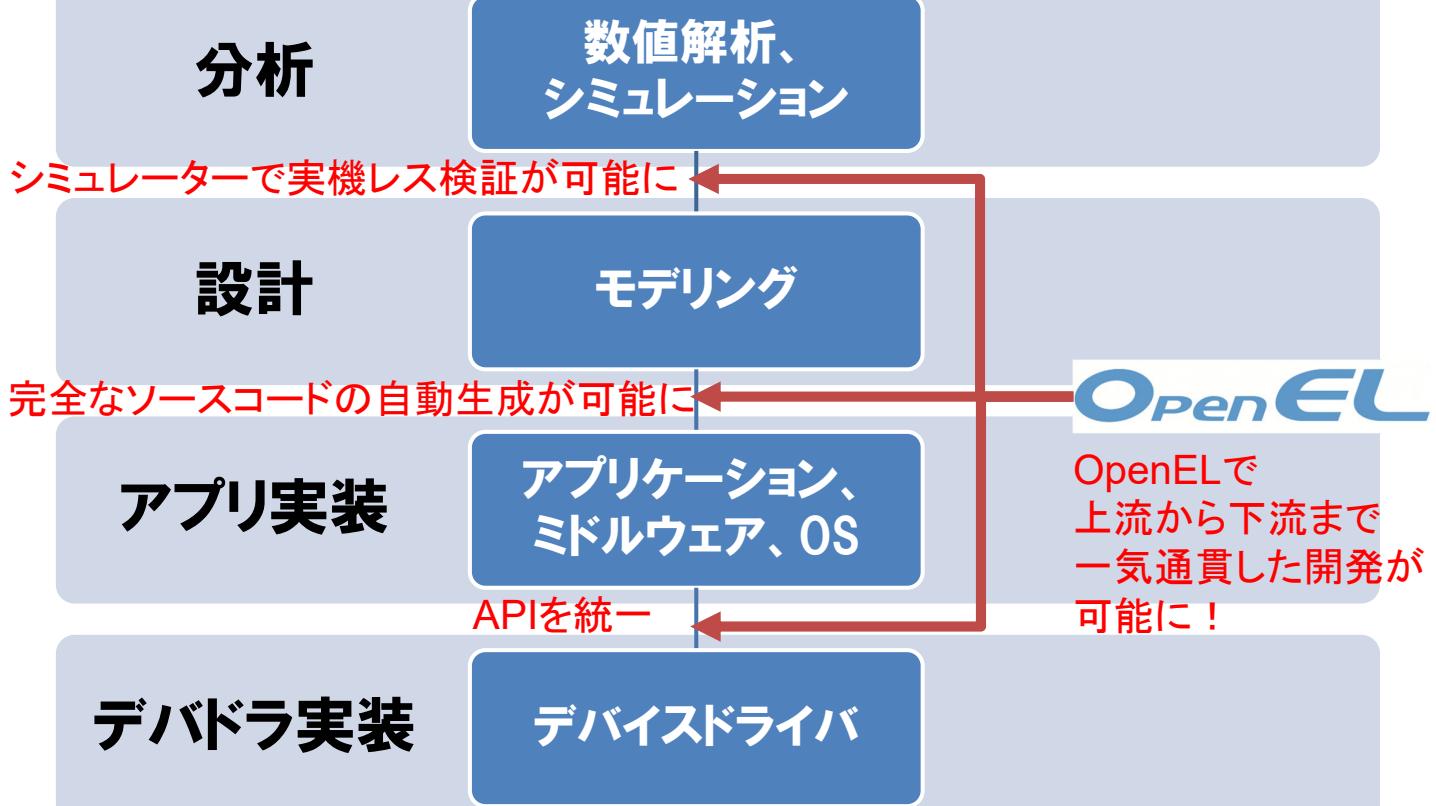
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



- 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

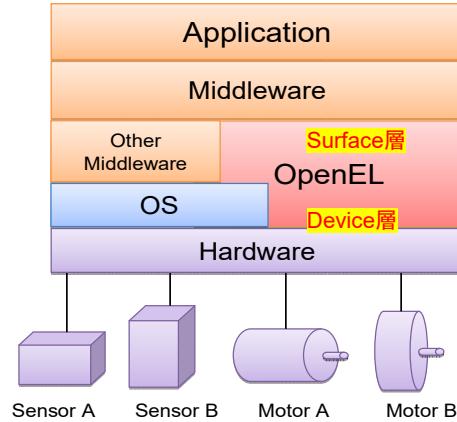
OpenEL®で何がどうなるのか？



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



- 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



- 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



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

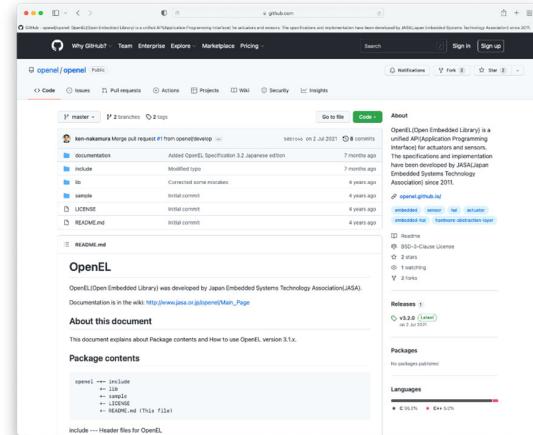
2015年4月～2018年2月、

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

2021年7月、OpenEL 3.2(C#版)を公開

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

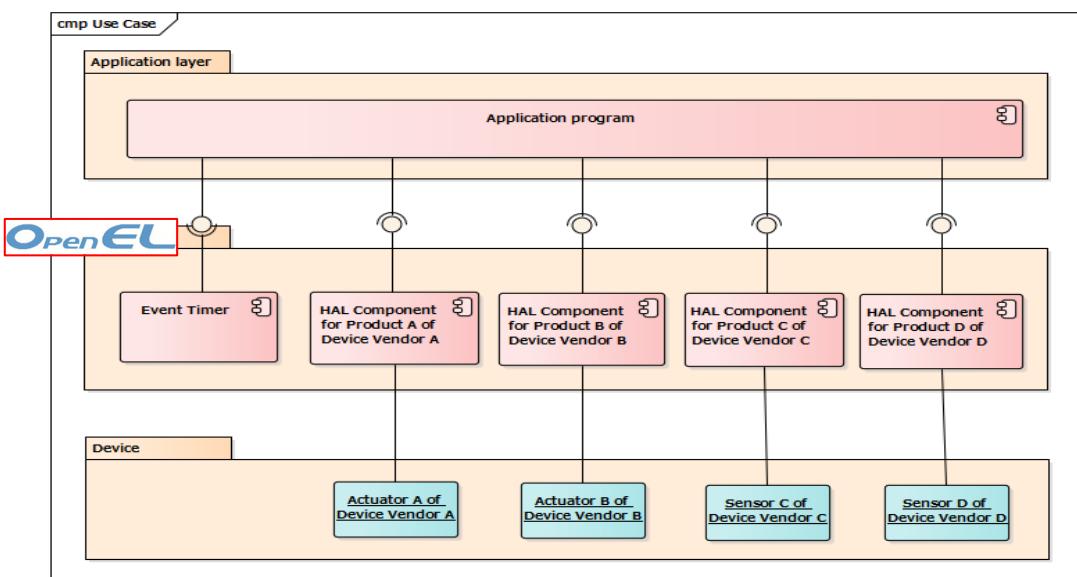
2023年5月、OpenEL 3.2(C++版)を公開



17

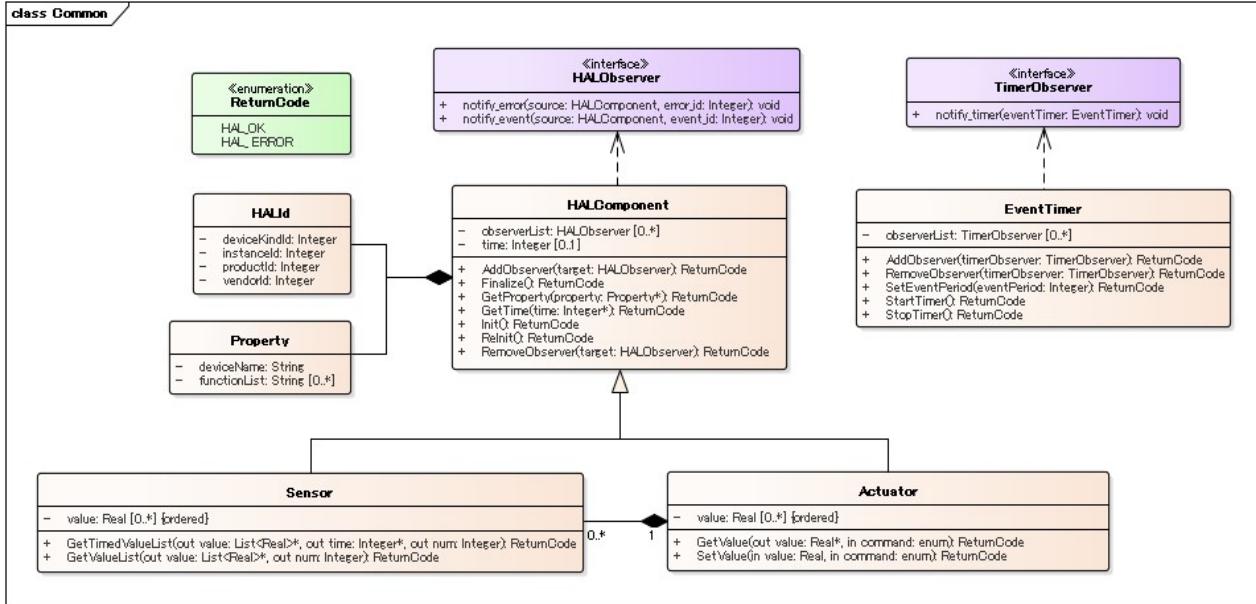


OpenEL® 3.2 仕様

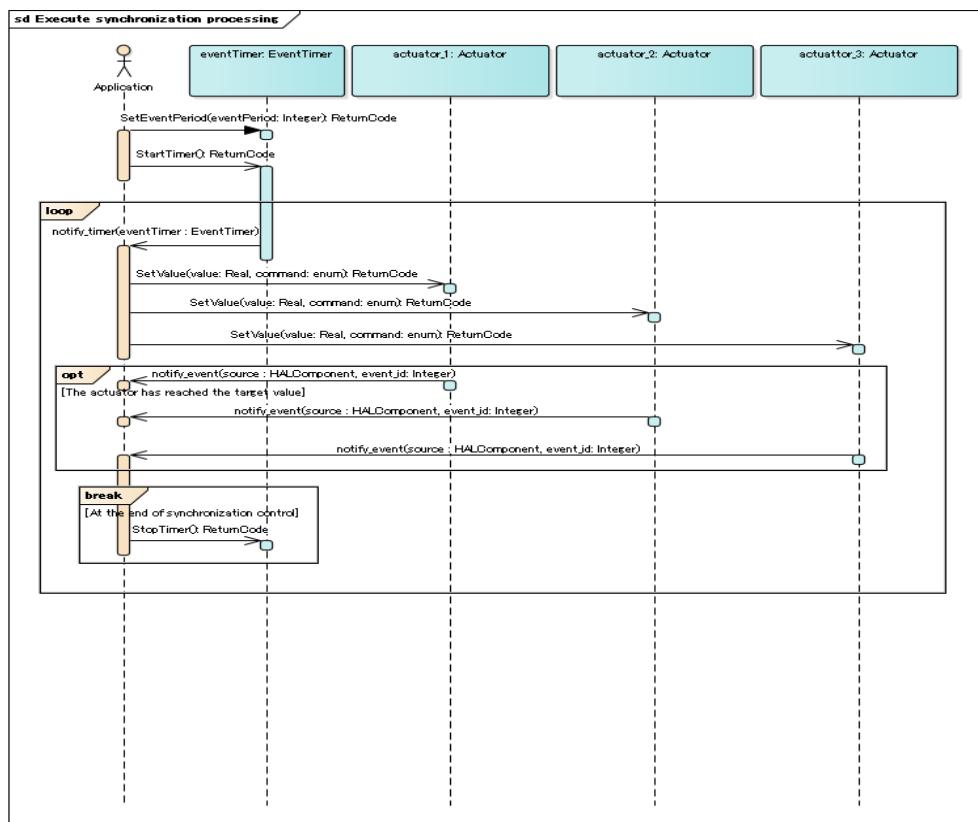


Surface層

Device層



OpenEL® 3.2 仕様





■ 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 を使用してアブ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
```

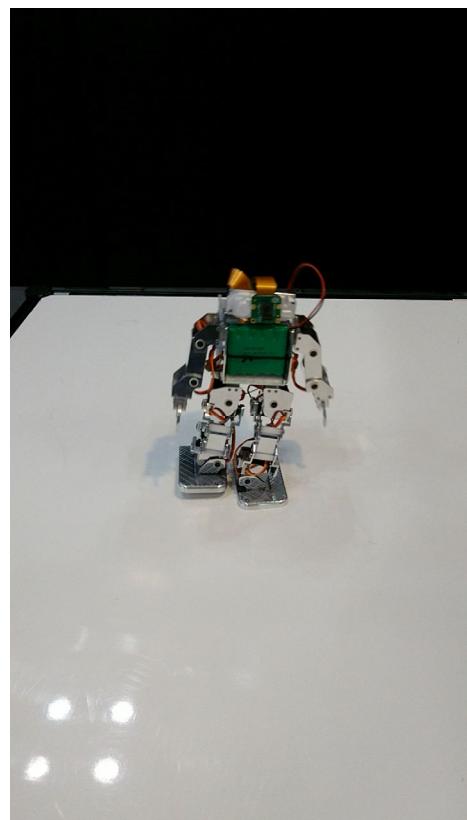


OPENELの実装例

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



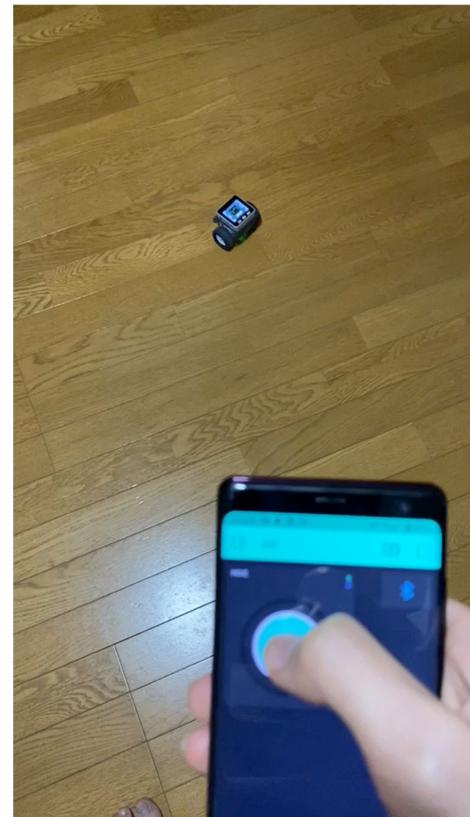
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

124

26



- 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



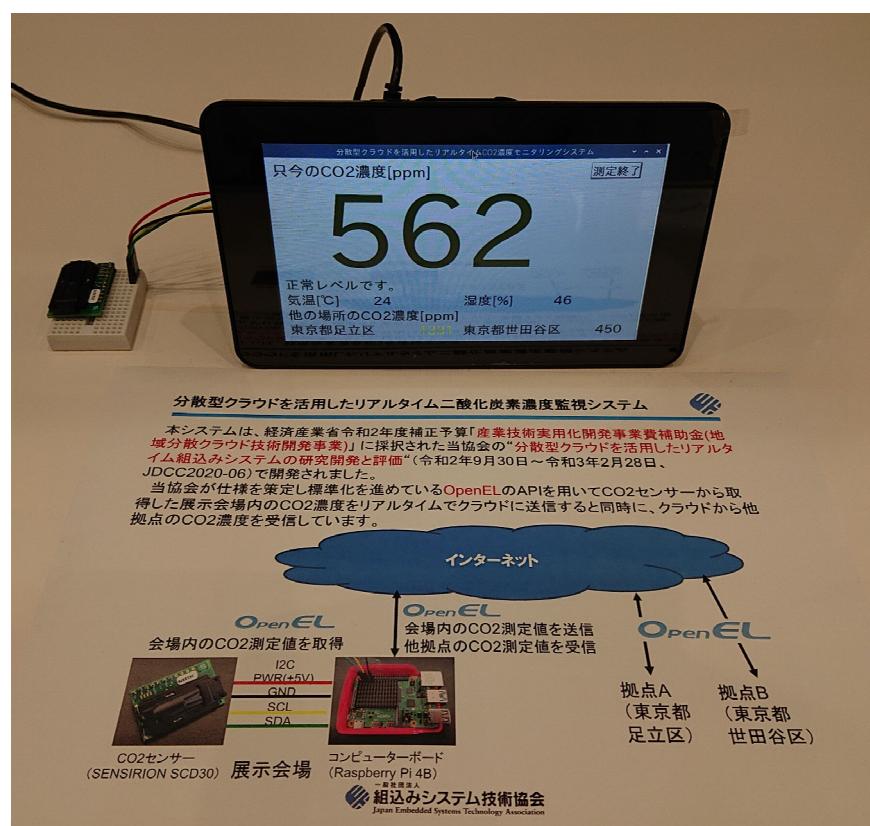
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

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

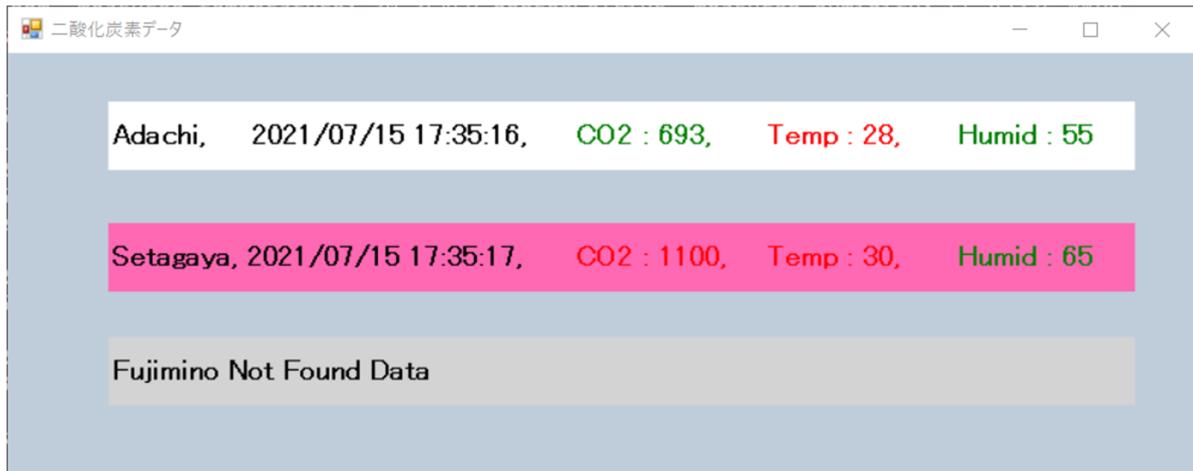


一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

C#への対応: Windows GUIアプリの例



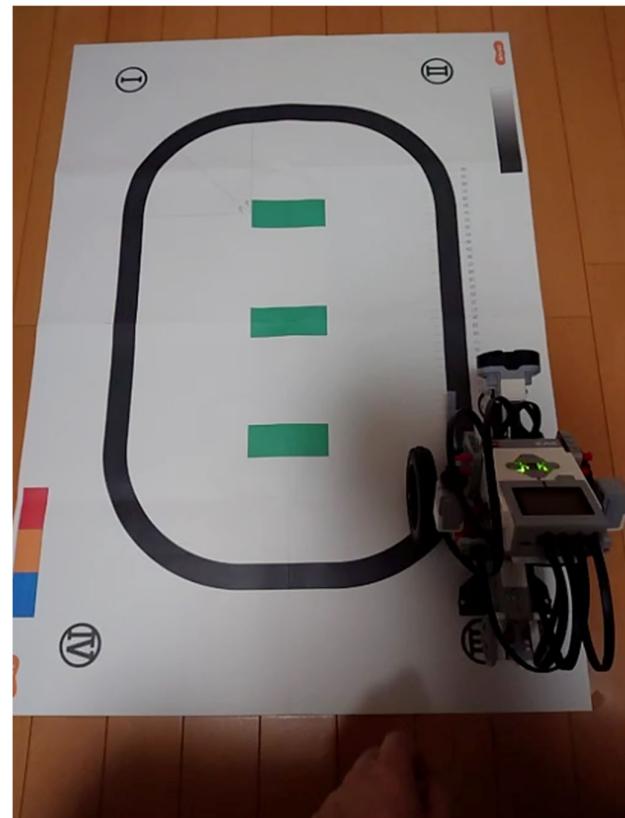
C#への対応によりWindowsのGUIアプリでもOpenELの利用が可能に！



LEGO EV3

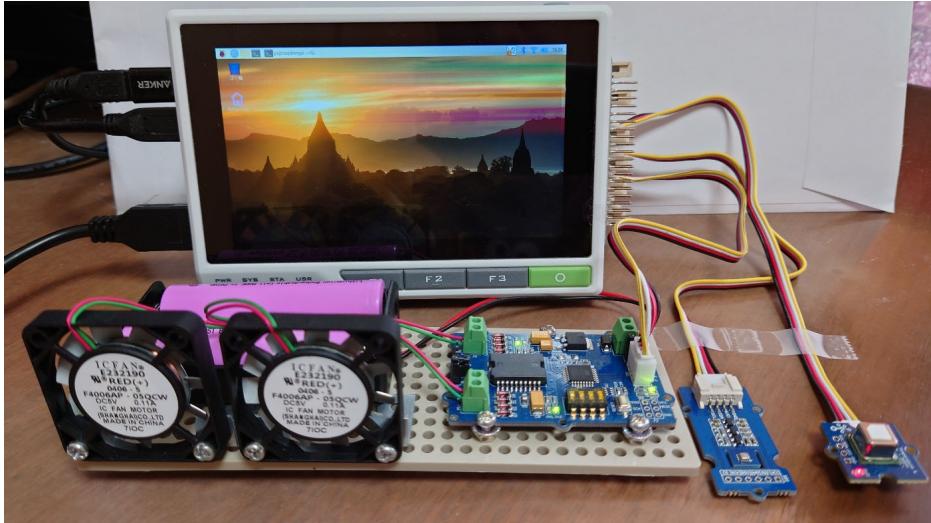


- ev3dev環境(Debian Linuxベース)
- モーター3個、光センサー、タッチセンサー、距離センサー、ジャイロセンサーに対応
- ETロボコン走行体でライントレースを実現



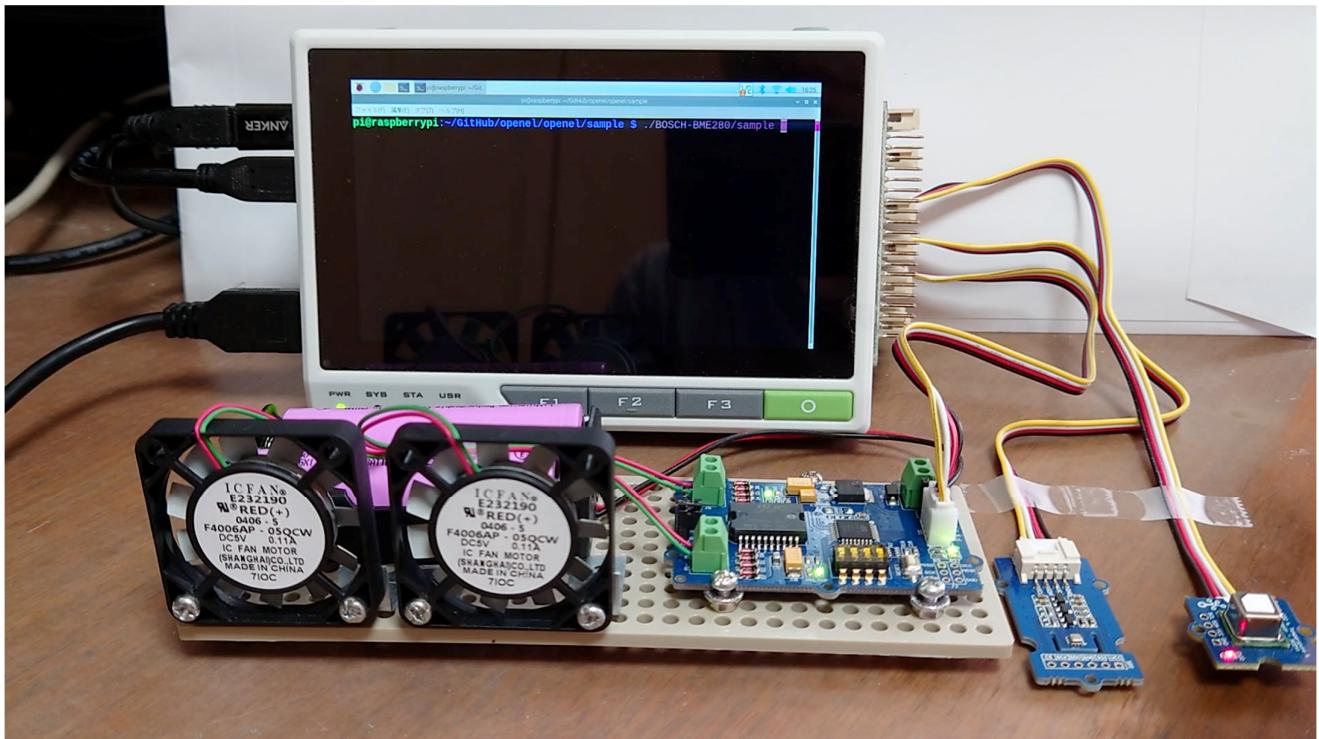


- Raspberry Pi CM4搭載
- 温度/湿度/気圧センサー BOSCH BME280
- CO2/温度/湿度センサー Sensirion SCD41
- I2Cモータードライバ+DCファンモーター
- 二酸化炭素濃度を検知して自動的に換気を行うシステムを構築



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



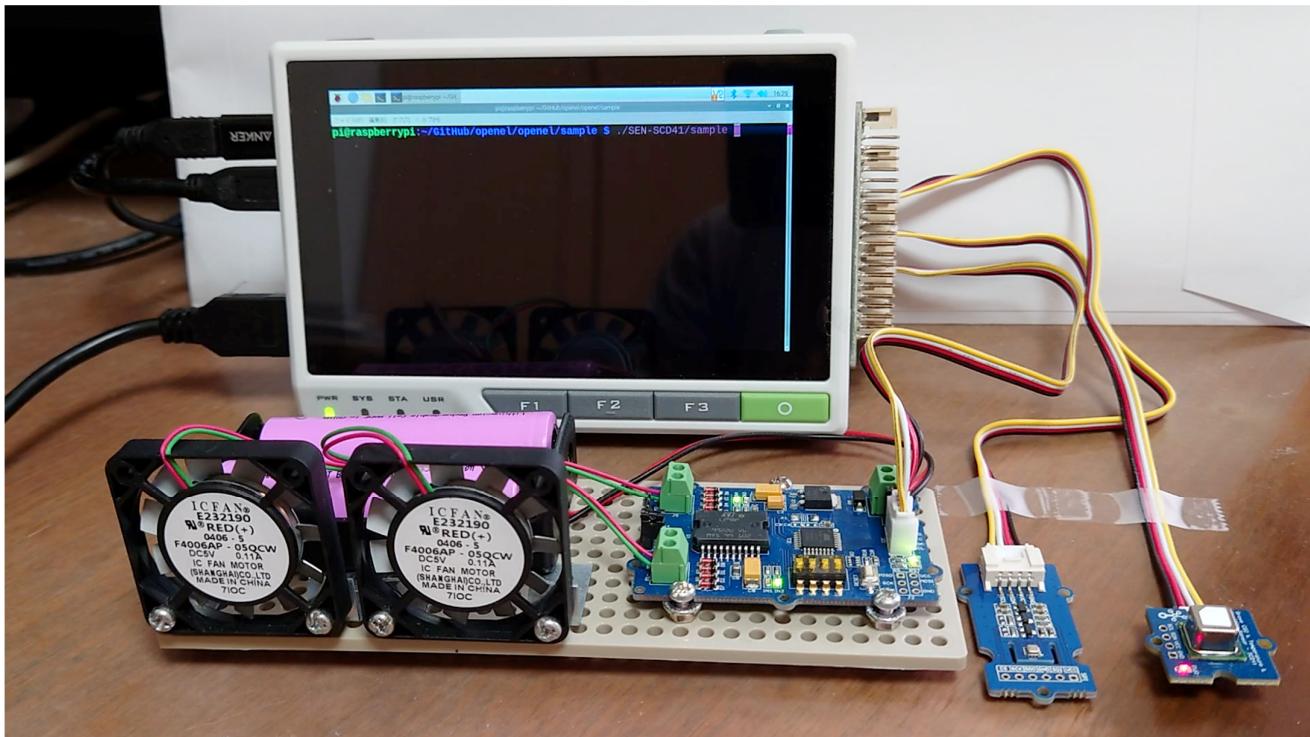
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

BME280で気圧の変化を測定

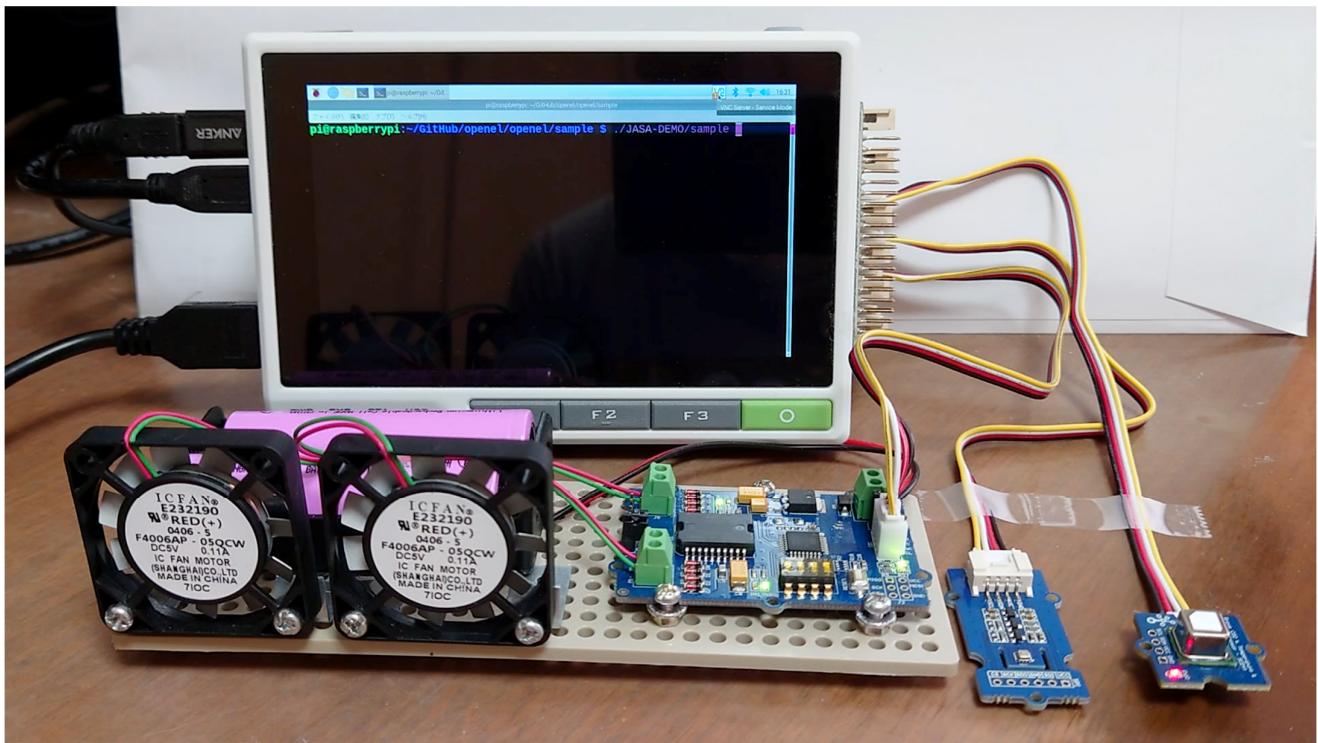


一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

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

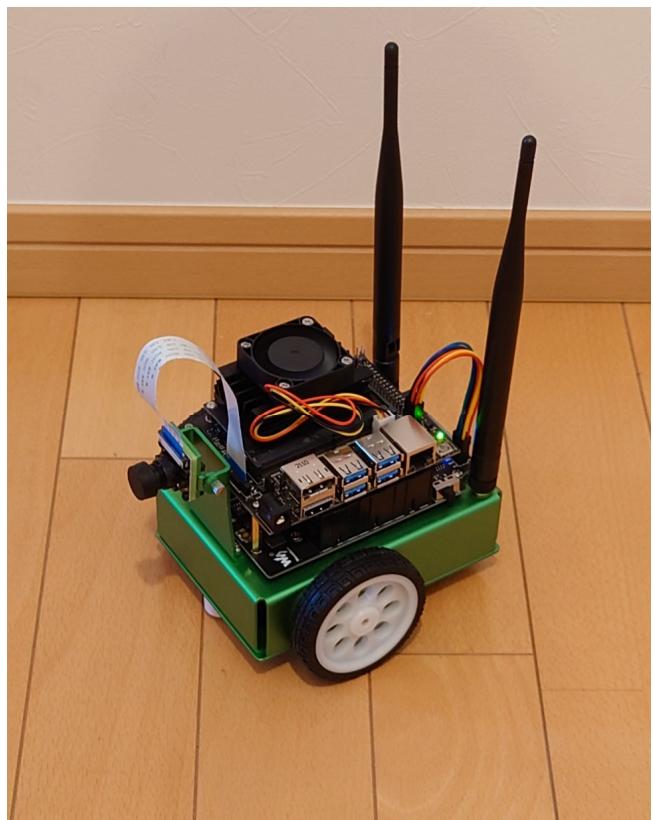


一般社団法人
組込みシステム技術協会
 Japan Embedded Systems Technology Association

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」

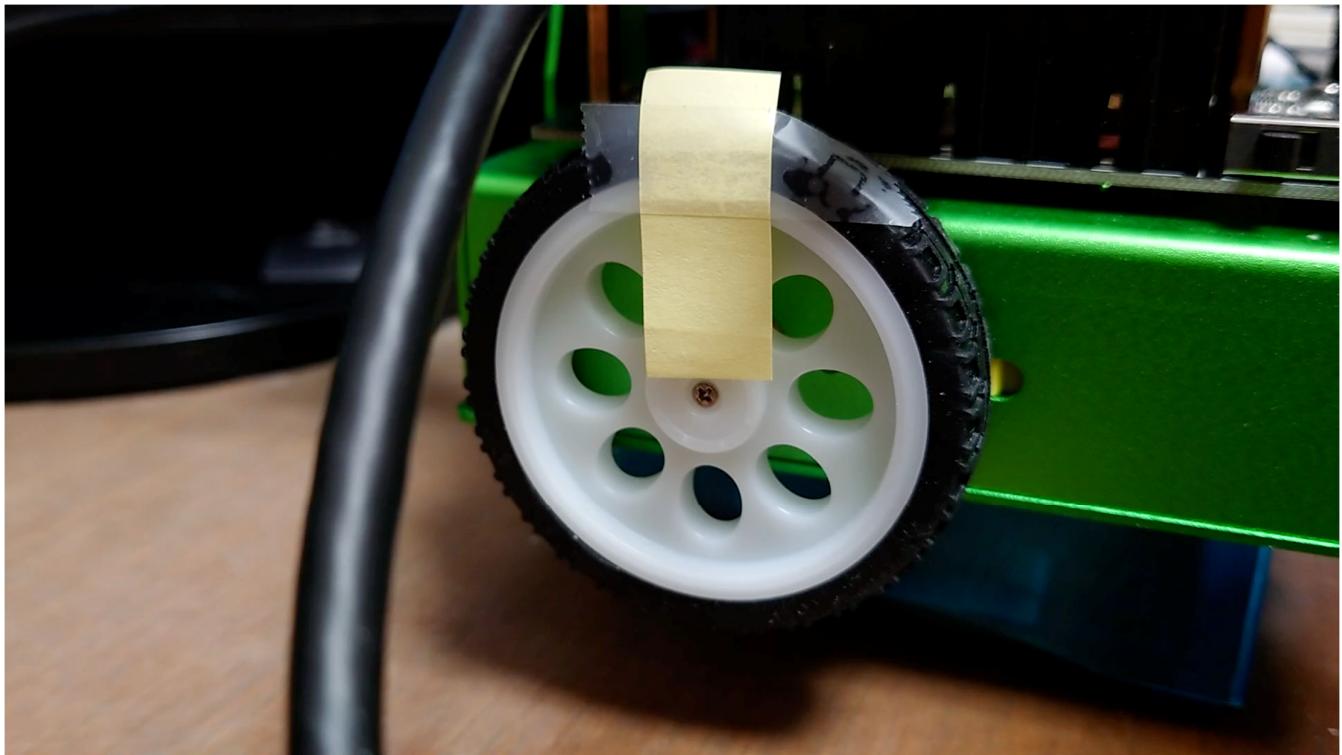


- NVIDIA JetBotの追加
 - Vendor IDの追加(0xB:NVIDIA)
 - Product IDの追加(0x1:JetBot)
 - Device Kind IDの追加(0xD:電流センサー)
- OpenEL®コンポーネントの追加
 - LEDディスプレイドライバ NXP PCA9685(モーター制御)
 - 電流センサー TI INA219(バッテリー監視)
- ROS2に対応
 - OpenELノード(Publisher/Subscriber)の追加
 - 機体番号、前後進距離[cm]、旋回角度[deg]
- ROS2に対応したdockerイメージの作成



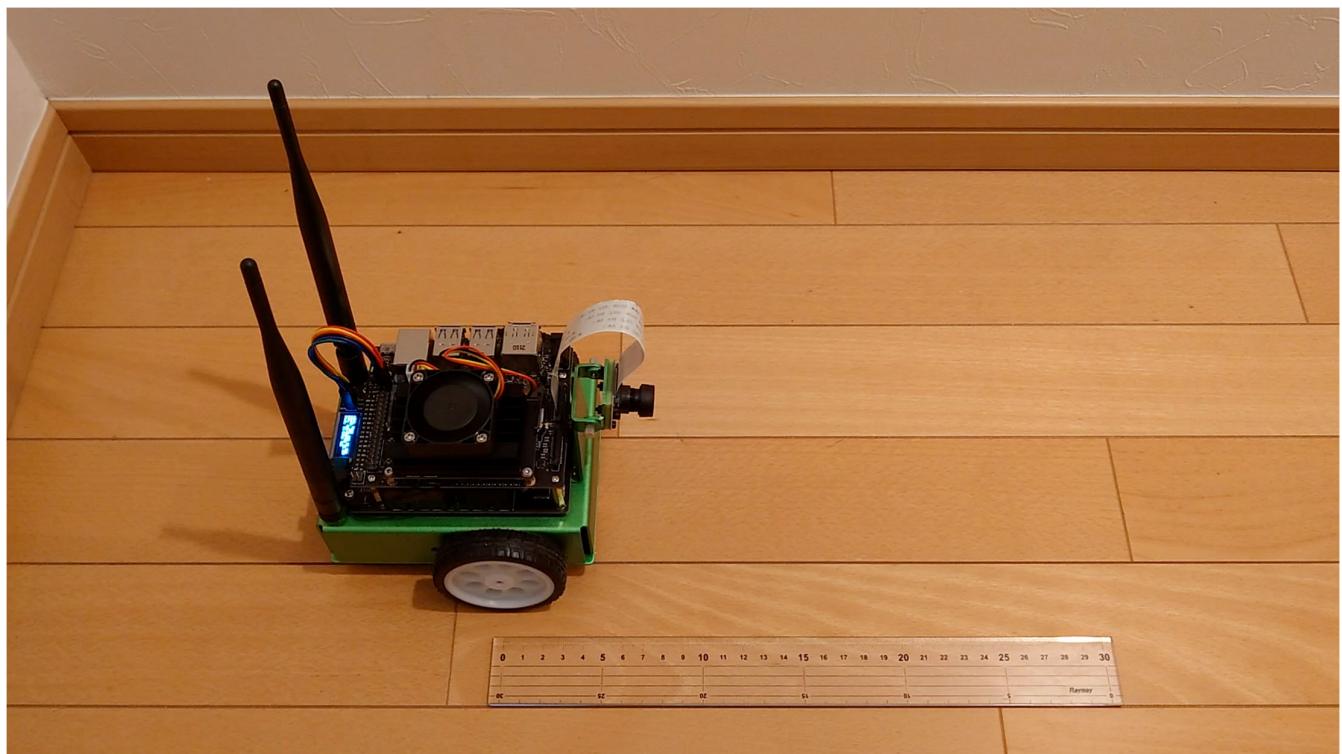
一般社団法人
組込みシステム技術協会
 Japan Embedded Systems Technology Association

速度制御試験($-15\pi \sim 15\pi$ [rad/s])



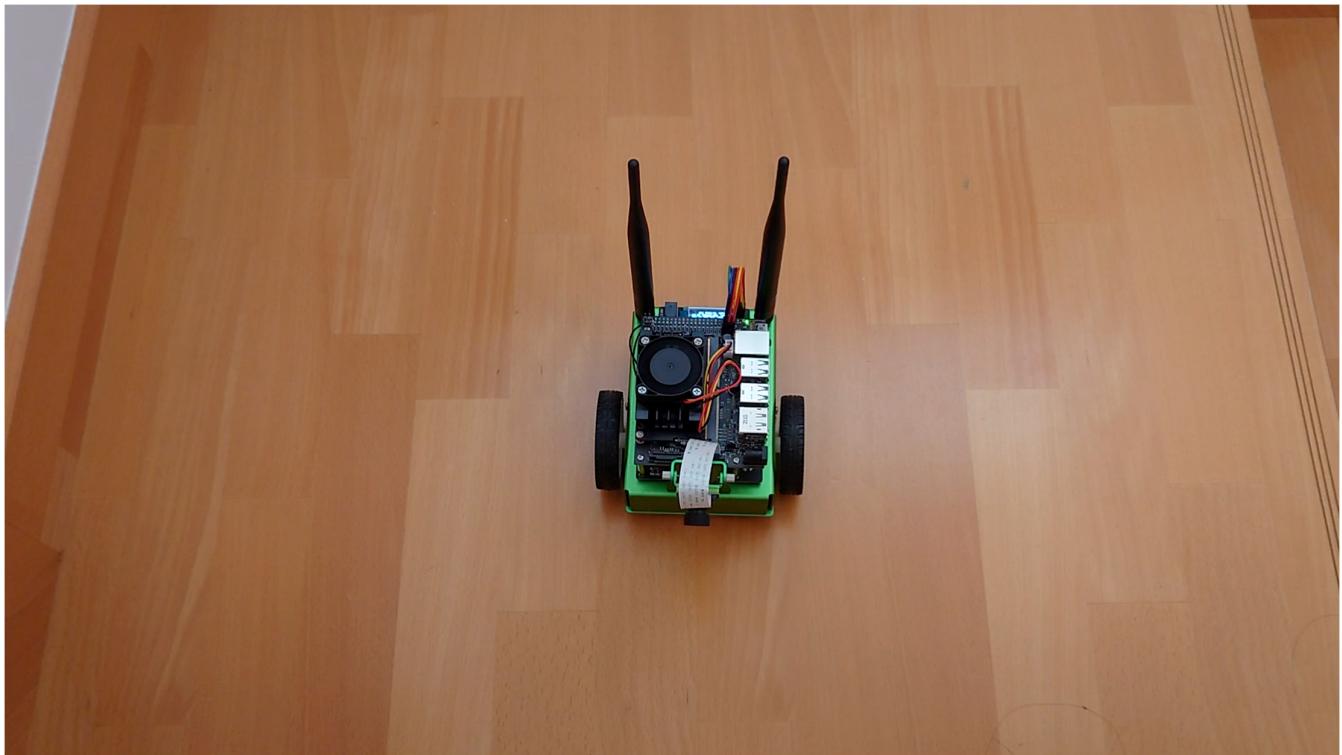
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

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



自己位置推定(Odometry)による移動





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/sa...
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

```

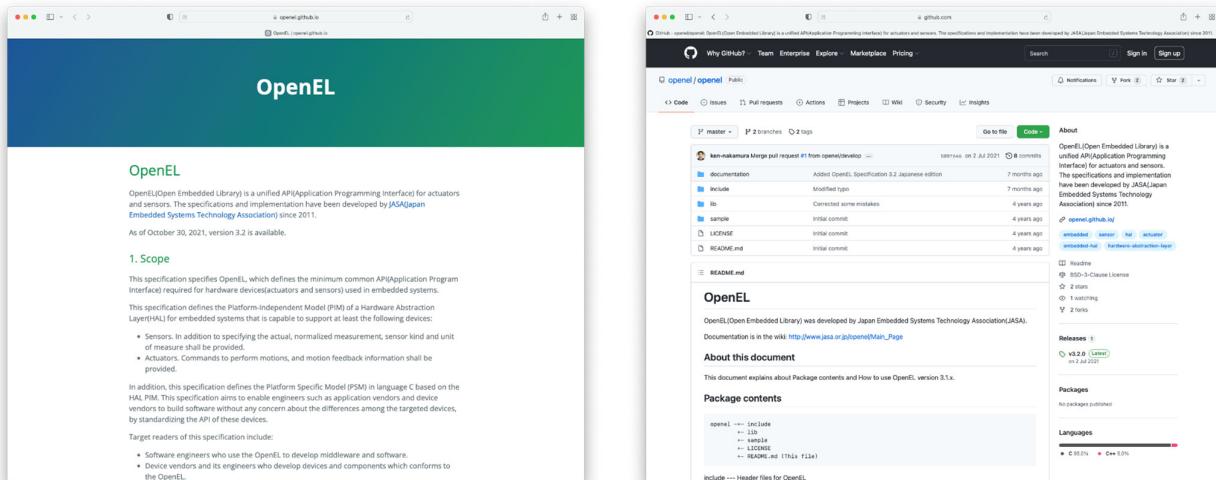
充電検知
充電完了(12V以上)検知

シャント電圧[V]
電力[W] 電流[A]



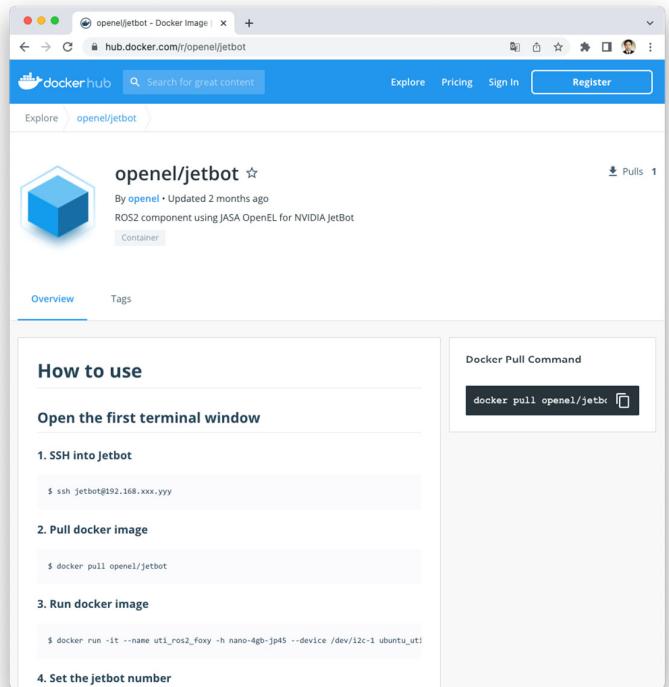
開発成果をGitHubで広く一般に公開

- 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>





- 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>





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

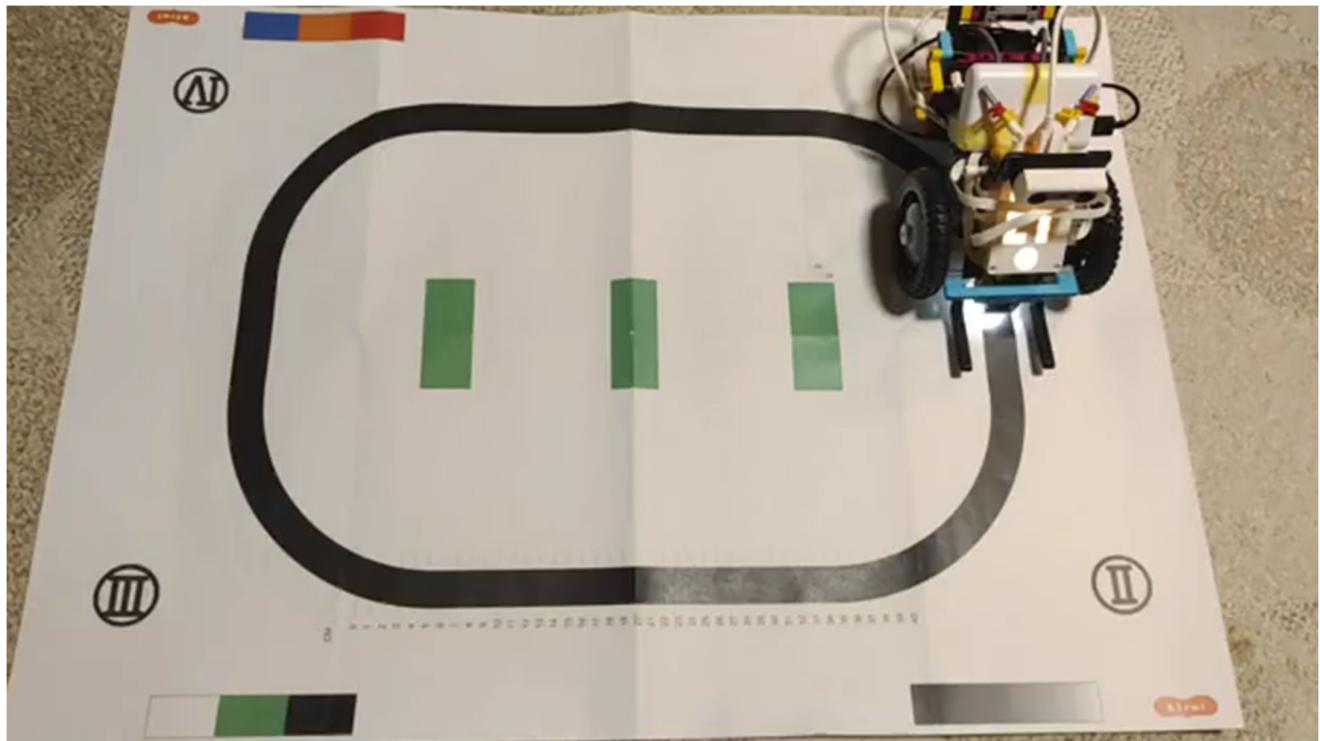
■ OpenEL活用WG主催セミナーの開催



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



シマフジ電機(株)SEMB1401への対応



SEM1401 | シマフジ電機

△ 保護されていない通信 | shimafji.co.jp/products/941

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 全国

製品情報

トップ > 製品情報 > SEM1401

マイコン評価ボード

SBEV-RZ/V2L

R-IN32M4-CL3
(SBEV-RIN32M4CL3)

R-IN32M3 Module
Evaluation Board
(SEM1320)

RZ/A2M Eva-Lite

SEM1401-3

SBEV-RZ/A2M

SEM1401



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。

fviO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）

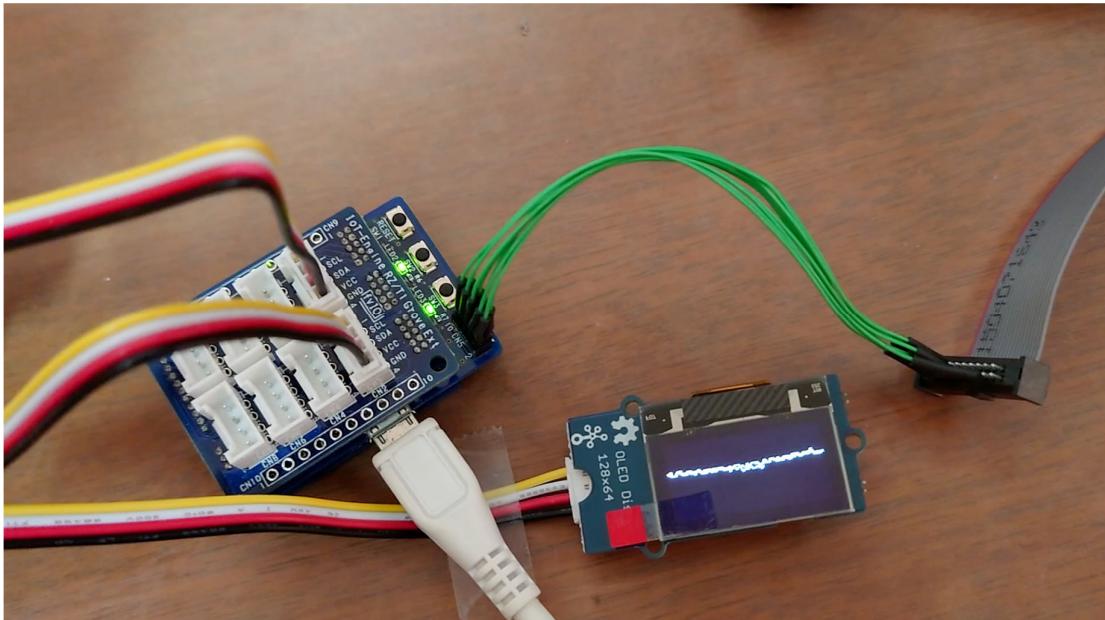
取得したデータをUSBやWiFi/Wi-SUNを介してサーバに送信することができます。

CPU
RZ/T1





- 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。



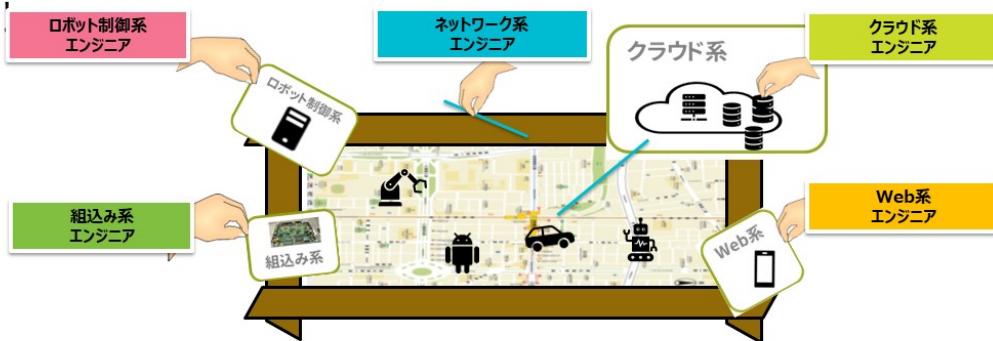
一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

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





- OpenELで箱庭が利用可能に！

箱庭を実現する技術



7



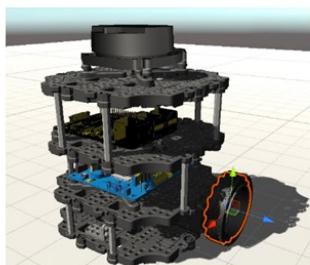
仮想シミュレーション環境「箱庭」への対応



1個のロボットを動かす

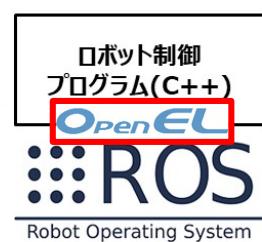


- Unity上の1台のTurtlebot3をROS2で動かします



UI/ビジュアライズ/物理演算エンジン

OpenELコンポーネント
からROSを呼び出し



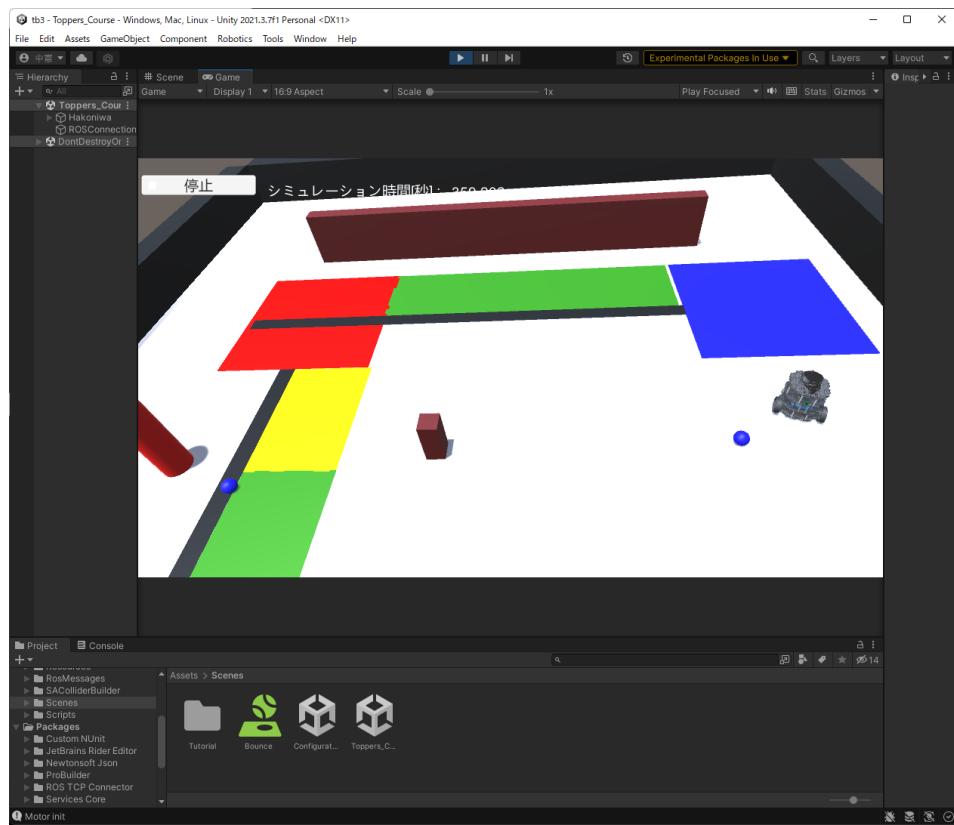
ROSトピック
(センサーデータ等)



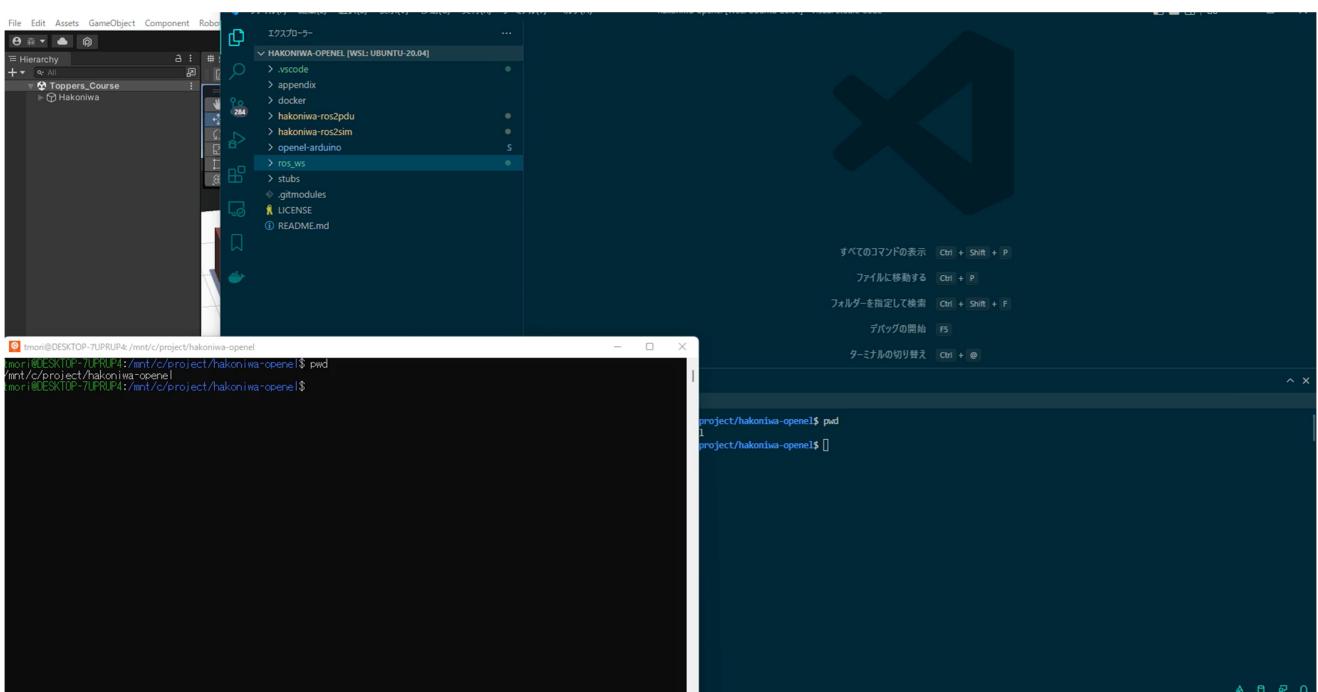
シミュレーション環境「箱庭」でアプリケーションの動作を確認後、
すぐに実機でも動作可能！



仮想シミュレーション環境「箱庭」への対応



仮想シミュレーション環境「箱庭」への対応





■ 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>

令和5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

- IoT-Engine RZ/T1(シマフジ電機(株) SEMB1401)のWi-Fi対応

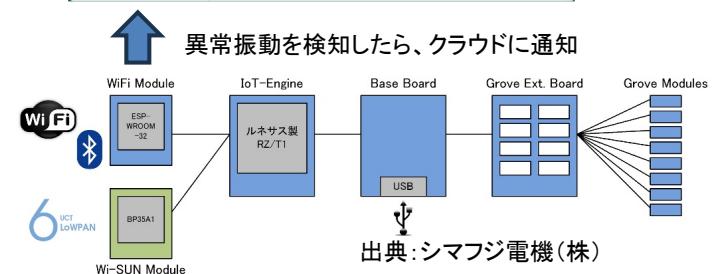
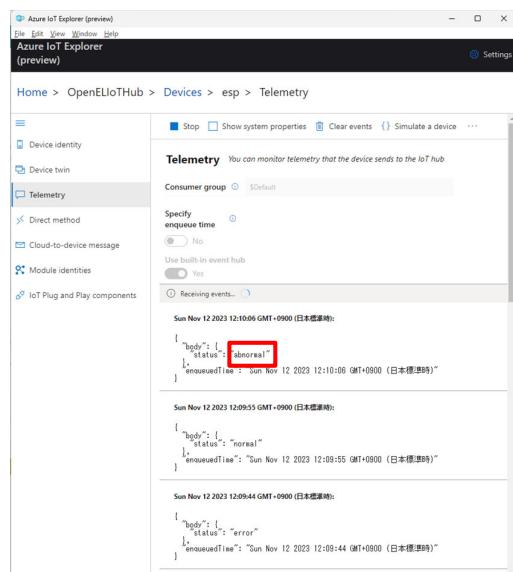
■ 他システムとの連携

- クラウドへの対応(Microsoft Azure)

■ OpenELエコシステムの構築

■ OpenEL活用WG主催セミナーの開催

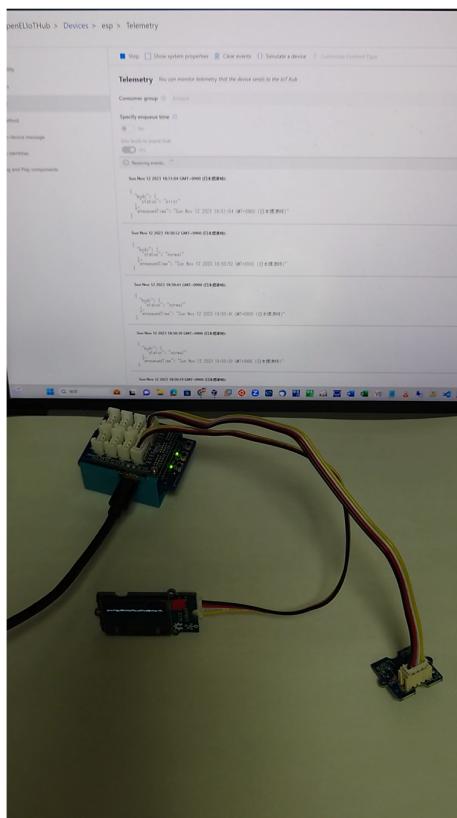
- IoT-Engine RZ/T1(シマフジ電機((株))SEMB1401)
- OpenELのAPIを使用してI2C接続された加速度センサーの値を取得し、リアルタイムでLCDに表示
- 異常振動を検知した場合、WiFi Moduleによりクラウド(Azure IoT Hub)へ通知



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

デモ動画



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

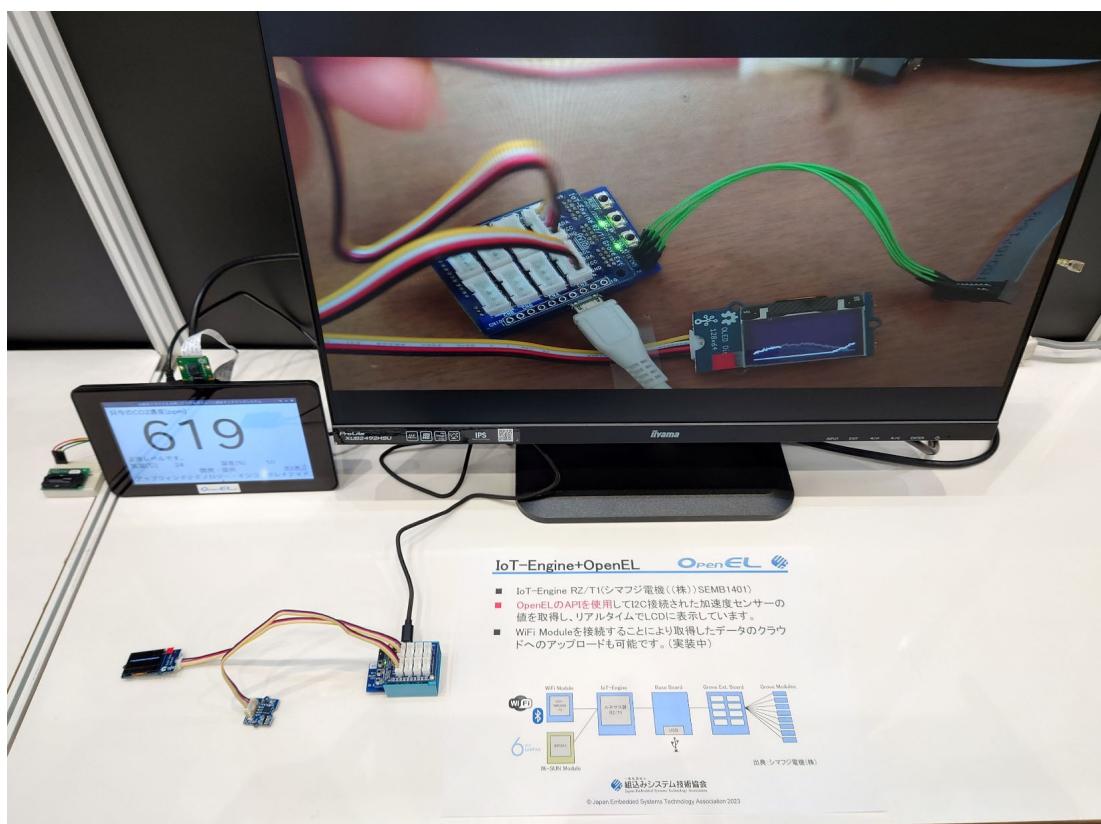


- 2023年7月27日(木)、28日(金)10:00～17:00
- 場所: グランフロント大阪 北館 B2F コングレコンベンションセンター
- 来場者数: 1,886名(27日)+2,493名(28日)=4,379名
- OpenEL展示
 - ・ 来場者数: **50-60名** (名刺交換: **20名**)
 - ・ 資料ダウンロード用アンケートチラシ配布: **30-40名**
 - ・ アンケート回答数: **26名**
- OpenEL講演
 - ・ 事前登録者数16名/実聴講者数**11名**

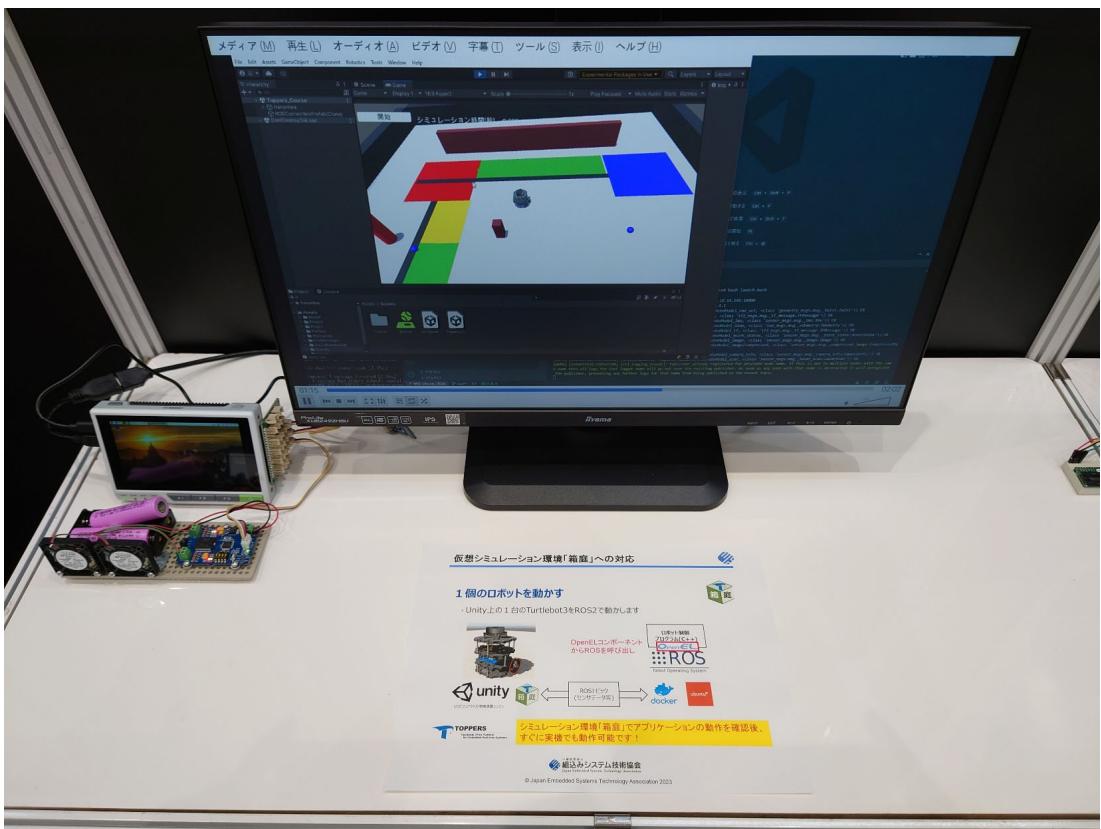




一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association



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



EdgeTech+ 2023

■ 来場者数

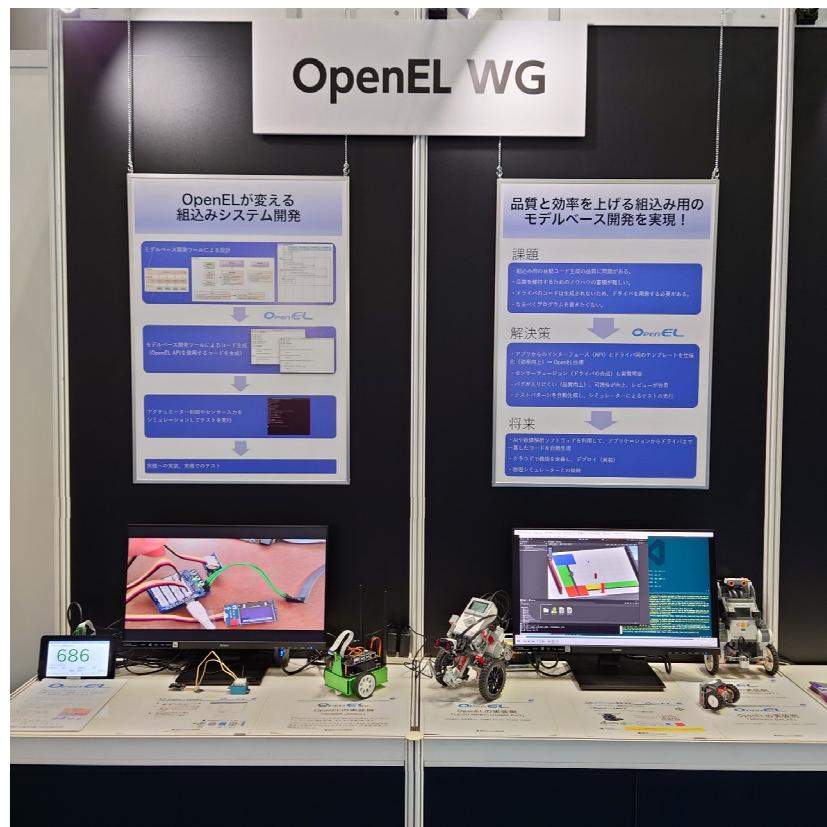
- 11月15日(水)、9,206名(2022年、6,258名)
- 11月16日(木)、12,969名(2022年、8,575名)
- 11月17日(金)、10,953名(2022年、7,248名)
- 計33,128名

■ OpenEL講演聴講者数

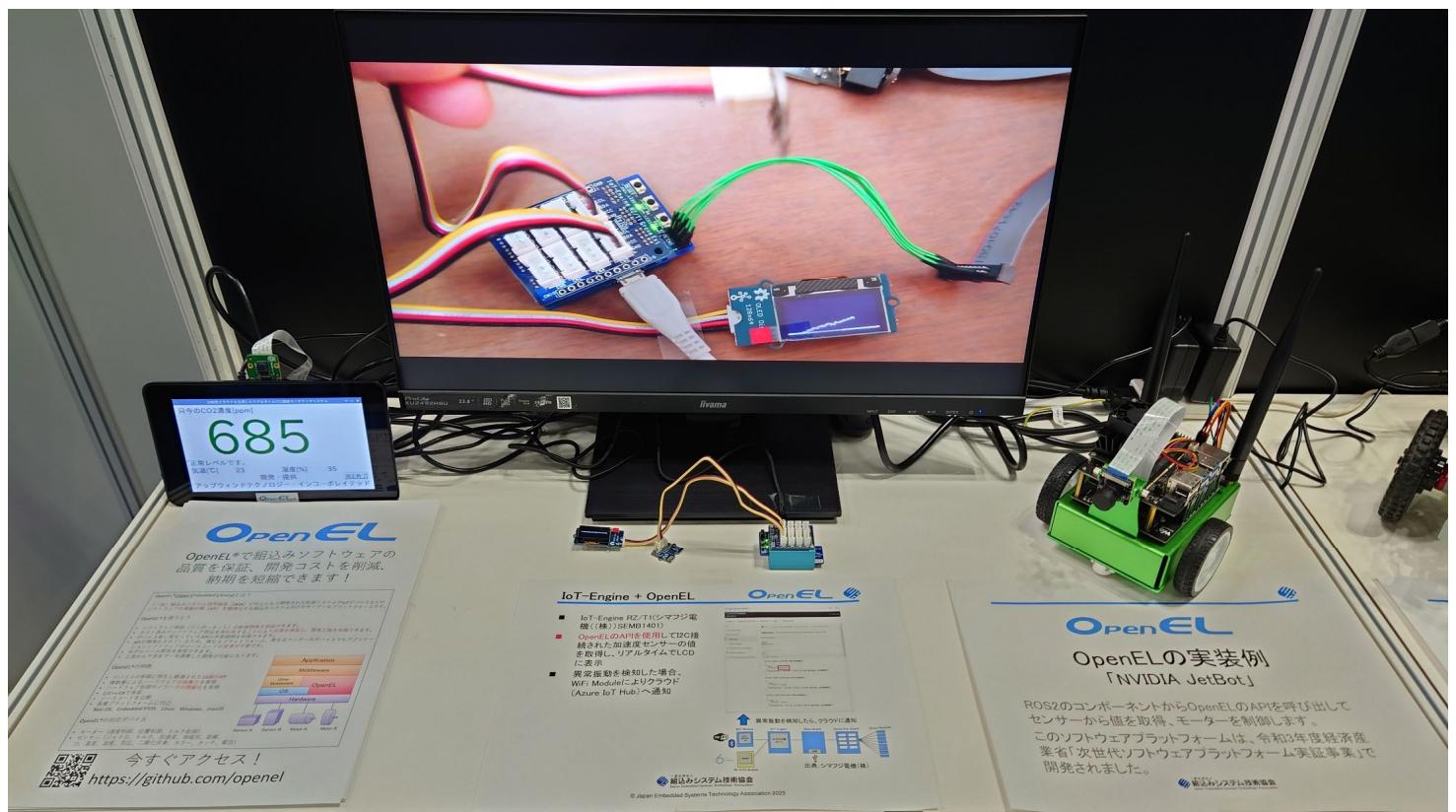
- 事前登録者数50名/実聴講者数34名

■ OpenELブース来場者数

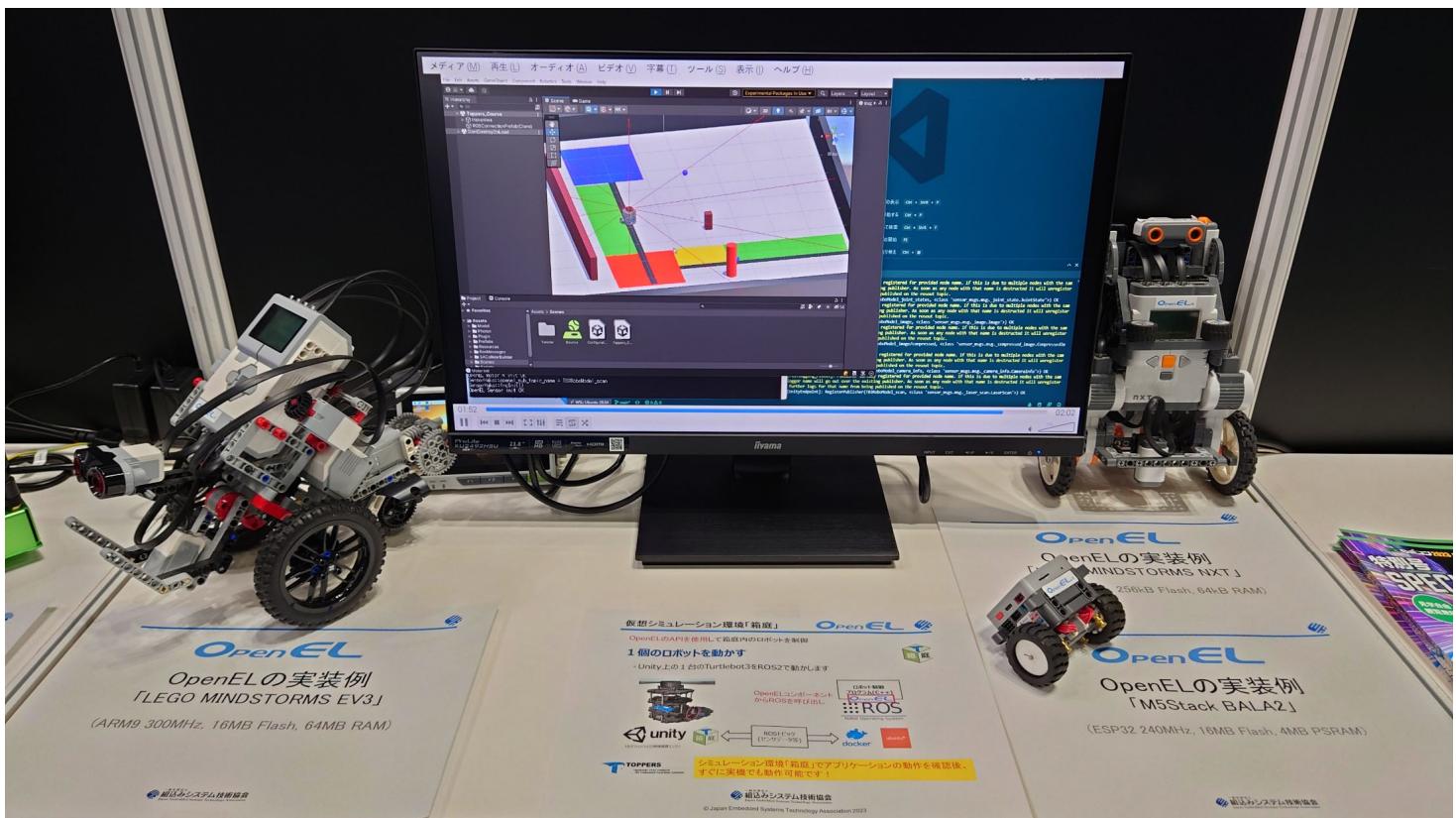
- 概算60名



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



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



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

実装例: 自律型桟橋点検支援ロボット YURA



出展: Google Street View

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



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



第1回セミナー

- 日 時 2024年2月27日(火) 15:00～16:00
- 場 所 JASA会議室及びWebEx
- 参加者 13名/11社
- 講演者: Knowledge&Experience 太田 寛 様
- タイトル: ChatGPT(LLMによる生成系AI)の追加学習をNo Codeで行う
- 概 要

昨年から何かと話題のChatGPTですが、公開されている標準の学習済みChatGPTモデルは、非公開のドキュメントや太田氏が公開しているIoTに関する定期購読マガジンのような有償のコンテンツによる学習はされていません。これらの情報をもとにしたクエリが行えるようにするには、独自の情報をを使った追加学習が必要です。追加学習を行うには通常、追加学習を行うための HW リソース、Python コードの実装など必要ですが、本セミナーでは、Microsoft Azure AI Studio を使った、No Code の ChatGPT 追加学習を行う方法を実演いただきました。追加学習を行うコンテンツは、現実世界をモデル化する概念モデリング(Art of Conceptual Modeling)を説明するドキュメント群です。追加学習を行う前と後でクエリの結果がどう変わるかを比較するとともに、RAG(プロンプトエンジニアリング)、最新の生成系AI活用や、この活動を行っている背景・動機、言語哲学や圏論からみた LLM とは何ぞや、といったトピックスも簡単に紹介いただきました。

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



第2回セミナー

- 日 時 2024年3月26日(火) 15:00～16:00
- 場 所 JASA会議室及びWebEx
- 参加者 12名/8社
- 講演者: 金沢工業大学 横谷 哲也 様
- タイトル: IoTプラットフォーム(IoT DEP)の狙いと今後の機能拡張について
- 概 要

様々なIoTサービスの導入が進んでいる。サービスの提供方法も当初サービスを実現する機能を当該サービスに特化した垂直型が主であったが、近年複数のサービスで機能を共用化する水平型が注目されている。

IoT Data Exchange Platform(IoT DEP)は、情報通信機能を複数のサービスに共通的に提供するプラットフォームである。IoT DEPは、普及浸透を狙いISO/IEC JTC1/SC41にて日本起案で標準化されている。

要求条件、アーキテクチャ等は基本標準としてISO/IEC 30161として国際規格に登録されているが、今後制御システム向けの機能の組込み等が検討されている。

本講演では、IoT DEPの概要と今後の機能拡張について紹介いただきました。



令和5年度(2023年度)の活動成果



- WG開催: 11回
- セミナー開催: 2回
- EdgeTech+ West出展、講演
- EdgeTech+ 出展、講演
- OpenEL対応プラットフォームとデバイスの強化
 - IoT-Engine RZ/T1(シマフジ電機(株) SEMB1401)のWi-Fi対応
 - クラウドへの対応 (Microsoft Azure IoT Hub)
- 実製品でのOpenELの活用
- 国際会議での論文の引用
 - 国際会議APLIS 2023に採択されたIoT DEPの論文内でOpenELの論文[1]が参照。
 - [1]Kenichi Nakamura, “OpenEL – A Next Generation Platform for Robot Development from Japan to International Standard –,” IEICE Technical Report, CNR2013-11. 2013
- 国際標準への提案準備
 - ISO/IEC 30161 Internet of Things (IoT)の調査



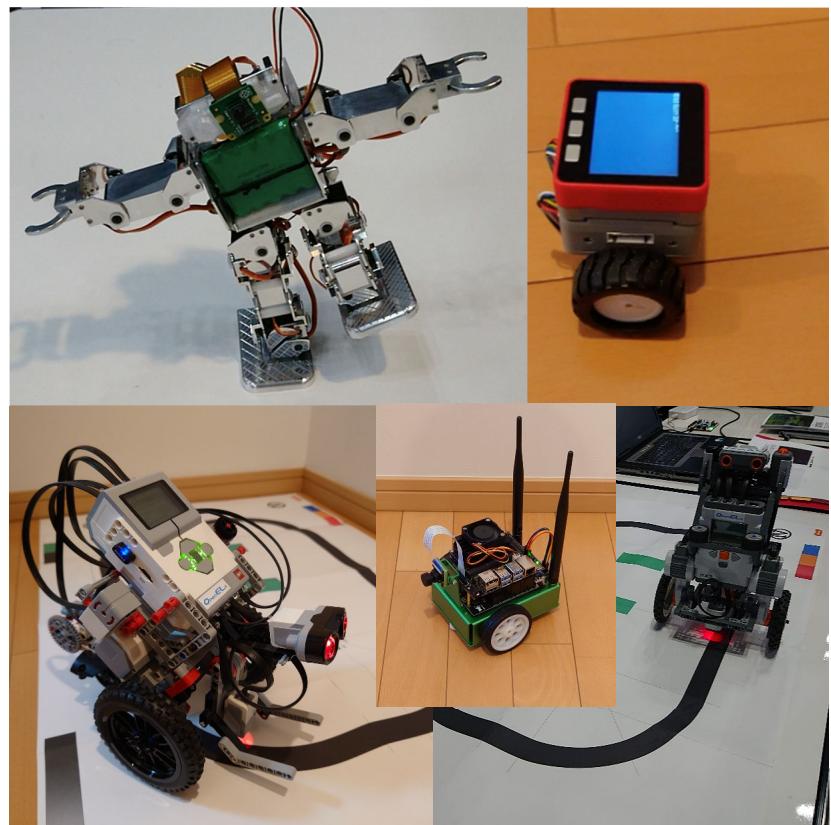


■ 対応デバイス

- 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6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ている。

1. OpenELの国内外における普及

- OpenELの国内外における普及のため、OpenEL対応プラットフォームとデバイスを強化する。
- ETロボコンSPIKEキットへの対応

2. OpenELの仕様の強化

- 国際標準への提案にあわせて仕様を強化する。

3. OpenELの国際標準への提案

- ISO/IEC JTC1/SC41への提案
- 経済産業省が国際標準化を進めているISO/IEC 30161 Internet of Things(IoT) – Data Exchange Platform for IoT servicesのPart 3: Architecture and interface for remote control systemsのInterface仕様としてOpenELを提案する。

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



ISO/IEC JTC1/SC41とは？

- 幹事国:韓国、議長:カナダ、セクレタリ:韓国
- Pメンバ(参加国): 30 カ国
 - オーストラリア, オーストリア, ベラルーシ, ベルギー, カナダ, 中国, デンマーク, フィンランド, フランス, ドイツ, インド, アイルランド, イスラエル, イタリア, 日本, 韓国, ルクセンブルグ, マレーシア, メキシコ, オランダ, ノルウェー, ポルトガル, ロシア, サウジアラビア, シンガポール, スペイン, スウェーデン, スイス, アラブ首長国連邦, 英国, 米国
- Oメンバ(オブザーバー): 10 カ国
 - アルゼンチン, アイスランド, インドネシア, イラン, ケニア, パキスタン, フィリピン, ポーランド, ルーマニア, スロバキア
- 日本国内:(一社)情報処理学会 情報規格調査会 SC41専門委員会
- 発行規格:ISO/IEC 21823-2:2020 Internet of Things (IoT) – Interoperability for IoT systemsなど
 - Part 2: Transport interoperabilityの詳細アーキテクチャとして30161が発行



ISO/IEC 30161とは？

- ISO/IEC 30161-1:2020 Internet of Things (IoT) – Requirements of IoT data exchange platform for various IoT services
 - Part 1: General requirements and architecture
- ISO/IEC 30161-2:2023 Internet of Things (IoT) – Data exchange platform for IoT services
 - Part 2: Transport interoperability between nodal points
- Part 3: **アプリケーション接続インターフェースを提案予定。**
- 提案には委員会で投票したPメンバーの2/3以上の賛成かつ、5カ国以上から専門家の推薦が必要





今後のロードマップ

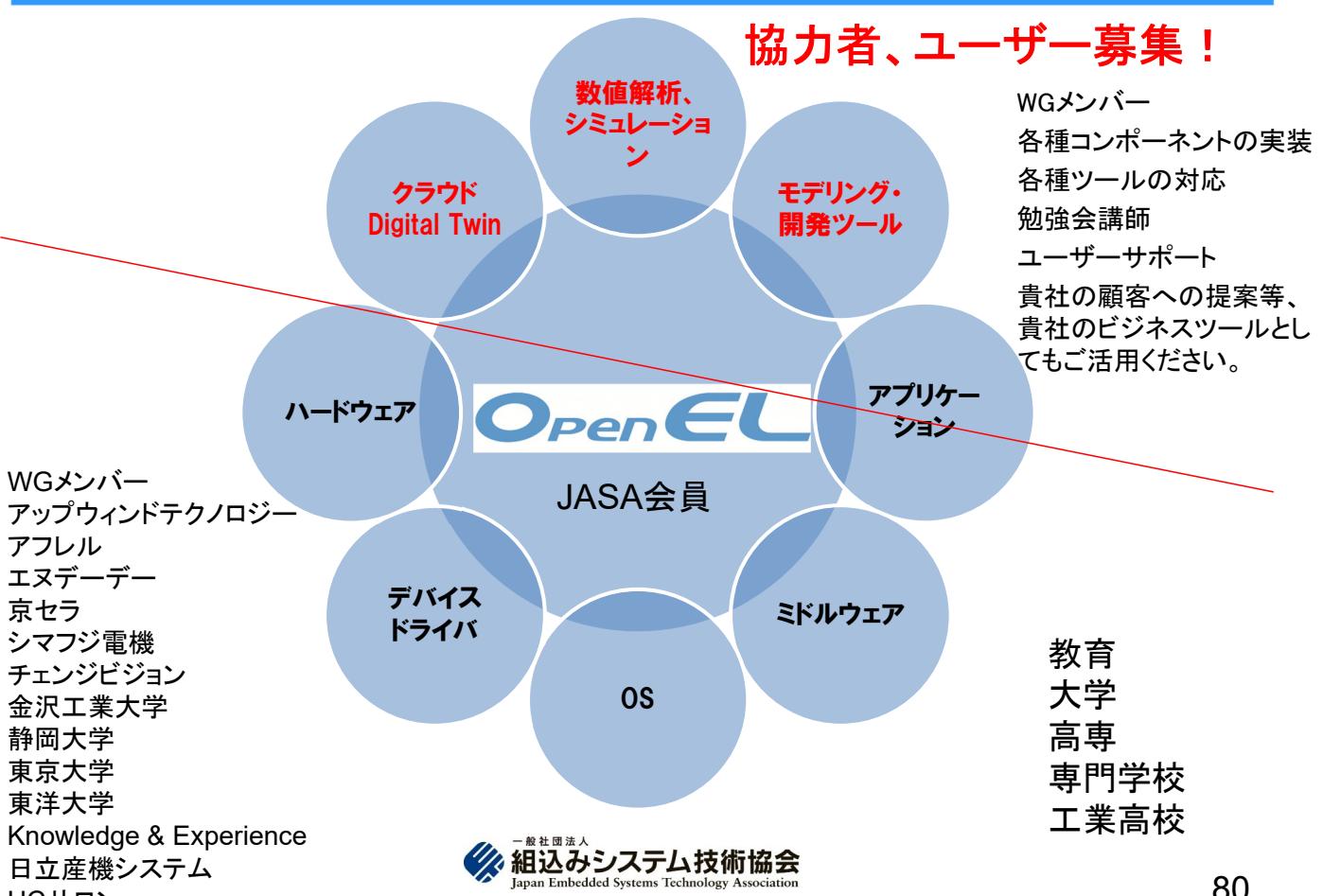
- 2024年度:新業務項目提案(NWIP)、作業原案(WD)
- 2025年度:委員会原案(CD)
- 2026年度:国際規格原案(DIS)、最終国際規格案(FDIS)
- 2027年度:国際規格(IS)



OpenEL エコシステム



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」

2024/6/21 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。



2023年度 成果報告

2024年6月21日

技術本部ハードウェア委員会 RISC-V WG主査
小檜山智久 ((株)日立産機システム)

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 2024

23年度成果のサマリ



Summary

2023年度は次のような成果がありました

1. 定例WGを12回ハイブリッドで開催し、のべ96社14校192名の参加があった
2. RISC-V WG主催Webinarを6回オンラインで開催し、140名の参加があった
3. 開発成果を追試できる手順チュートリアルWebページを日・英のバイリンガルのコンテンツとして公開し、RISC-VWGのページからリンクした
4. 今年度からJASA版RISC-Vチップを作り、その手順や工程を詳細に記録して会員がチップ開発できる教育コンテンツを作成することとし、開発に着手した
5. RISC-V協会と相互に賛助会員になりEdgeTech+ 2023のRISC-V WGコーナーで共同展示した(2団体、2大学、3社共同、のべ14回のミニ講演)
6. EdgeTech+ 2023 WestとEdgeTech+ 2023のJASAセミナーで講演した
7. RISC-V協会主催の「RISC-V Days Tokyo 2023 Summer」(23/6)と「RISC-V Day Tokyo 2024 Winter」(24/1)で講演した

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 2024



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、年6回ペースの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
- ◆ 開発プラットフォームの誰もが追試できるコンテンツの整備と公開
- ◆ RISC-V関連団体との協創によるJASAプレゼンスの向上



3

© Japan Embedded Systems Technology Association 2024



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45回	2023/4/26	ハイブリッド	8	1	12
2	第46回	2023/5/31	ハイブリッド	6	1	12
3	第47回	2023/6/28	ハイブリッド	7	1	18
4	第48回	2023/7/26	ハイブリッド	6	1	12
5	第49回	2023/8/30	ハイブリッド	8	1	16
6	第50回	2023/9/20	ハイブリッド	9	0	14
7	第51回	2023/10/25	ハイブリッド	11	2	24
8	第52回	2023/11/29	ハイブリッド	8	1	16
9	第53回	2023/12/20	ハイブリッド	9	2	18
10	第54回	2024/1/31	ハイブリッド	7	1	15
11	第55回	2024/2/28	ハイブリッド	9	1	17
12	第56回	2024/3/27	ハイブリッド	8	2	18
				96	14	192
				(89)	(14)	(152)
				かつて内は22年度		4



© Japan Embedded Systems Technology Association 2024

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12回	2023/5/31	AIチップ設計拠点 (拠点におけるRISC-V利用例)	東大/AIDC 長谷川 淳 氏	14
2	第13回	2023/10/25	AWSが提供するIoTデバイス向け サービス	AWSジャパン 市川 純 氏	18
3	第14回	2023/11/20	組込みソフトエンジニア向け、超簡単 RISC-VのFPGAでの試し方	DTSインサイト 妹尾 覚 氏	39
4	第15回	2023/12/30	エフィニックスFPGAにRISC-Vを搭載し エッジコンピューティングを加速	エフィニックス合同会社 河端 麻紀子 氏	29
5	第16回	2024/1/31	カスタムRISC-Vの勧めと脆弱性を 半減するメモリセーフ技術CEHRI	Codasip 明石 貴昭 氏	17
6	第17回	2024/3/27	自分だけの半導体が作れる世界とは?	メディアアーティスト 今村 謙之 氏	23
					140

22年度 (111)



© Japan Embedded Systems Technology Association 2024

5

4. RISC-Vプラットフォーム開発の狙い



Aim of developing the RISC-V platform

《初めて取り組む人の課題》

- ・オープンなのでどこかに情報は公開されている
- ・それぞれの場所に、それぞれの言語で点在する情報を丹念に集め、
断片をつなぎ合わせ、試行錯誤しながら理解を深めて作り上げる
には時間と執念とある程度の知識が必要
⇒ 初心者にはつらい！

《WGが提供する価値》

- ◆ WGメンバーで実際に検証して実績がある手順を確立
- ◆ 日本語/英語のバイリンガルで参照できるWebページの公開
- ◆ 開発環境の準備から完成まで一気通貫で説明
- ◆ 困ったらWGのオブザーバーになってわからないことを聞ける
- ◆ 開発環境等の更新にできる限り対応
- ◆ 追試したら自動的に自分用のプラットフォームになる



© Japan Embedded Systems Technology Association 2024

6



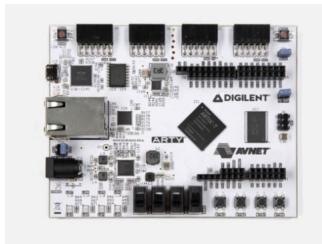
5. 開発ロードマップと実績

Development schedule for last 4 years

《過去4年間の活動》

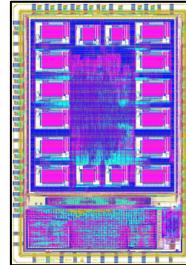
2020,21年度	2022年度	2023年度～
<ul style="list-style-type: none"> ・32ビット版RISC-VコアFPGA実装 ・ブートローダ開発 ・Arduino環境移植 ・VSCデバッグ環境構築 	<ul style="list-style-type: none"> ・64ビット版RISC-VコアFPGA実装 ・LINUXカーネル移植 ・ブート環境 ・成果の公開準備 	<ul style="list-style-type: none"> ・JASA版RISC-V開発 <ul style="list-style-type: none"> - ターゲットの明確化 - 方式の調査 ・ボード作成, RTOS実装 ・IoTクラウド接続

FPGAベース



市販FPGA評価ボード
Arty A7
35T:32/Arduino
100T:64/LINUX

カスタムLSIベース



eFabless
chipignite

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

7

© Japan Embedded Systems Technology Association 2024

6. これからの開発ロードマップ



Future development roadmap

《長期計画》

JASAチップ1
RoT外付
アナログ外付
無線通信外付

デュアルRISC-V
IoT管理チップ
2023
eFabless 130nm

JASAチップ2
RoT内蔵
アナログ内蔵
無線通信外付

デュアルRISC-V
IoT管理チップ
RoT含
2026
AiSol
フラッシュプロセス

JASAチップ3

RoT内蔵
アナログ内蔵
無線通信内蔵

IoT管理チップ
RoT含
無線通信含

2029
AiSol
フラッシュプロセス

RoT: Root of Trust

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

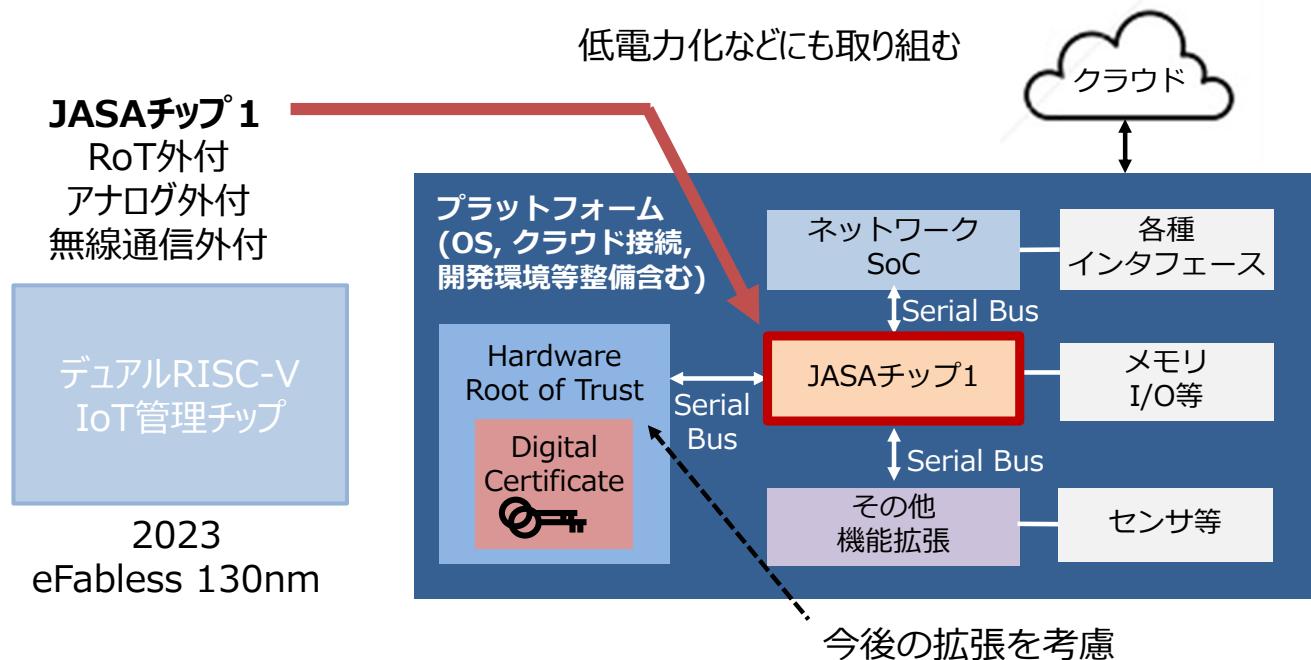
© Japan Embedded Systems Technology Association 2024

8



7. 開発のスコープ

《IoTシステム化までがターゲット》



RoT: Root of Trust

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

9

© Japan Embedded Systems Technology Association 2024



8. めざすゴール

《何を達成しようとしているか》

(1) プラットフォームの整備

- ・JASAチップ1をベースに、評価基板作成、OS(RTOS)ポーティング、クラウド接続、開発環境等のプラットフォームを整備し、セキュリティ機能や低電力化などに取り組む

(2) 教育コンテンツの開発

- ・チップ開発から上記プラットフォームの整備までに興味を持つ産学の人財が1から取り組んで同等のものを開発できるWebベースの教育コンテンツを制作して公開する

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 2024

10

9. 開発成果の公開



Publication of development results

◆ 開発成果へのアクセス方法

- ・RISC-V WGのホームページ最下部のリンクをクリック



WGページ

The image shows the RISC-V WG homepage. A large QR code is on the left. To the right, there are two separate project pages, each with a title, a brief description, and an image of a hardware board. Red arrows point from the QR code to each of these project pages.

WGページ

RISC-V WG

1. 活動概要(2023年度の活動方針)
2. 会員登録

RISC-V WG 会員登録

プロジェクトリスト

1. RISC-V Linux in LiteXRocket on FPGA Arty A7-100T
2. [ASA 1C1] SoC ハーネス機能 - Caravel SoC
3. [ASA 1C1] SoC ハーネス機能ユーザーロジックデバッブ - Caravel SoC

PROJECTS LIST

1. RISC-V Linux in LiteXRocket on FPGA Arty A7-100T
2. [ASA 1C1] SoC ハーネス機能 - Caravel SoC

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 2024

11

10. 外部団体との協創



《相互交流》

Co-creation with RISC-V related organizations

(1) RISC-V協会

- ・相互に賛助会員となった
- ・EdgeTech+ 2023のRISC-V WGコーナーにRISC-V協会も参加してもらい、共同で展示を行った (11月15日～17日)



(2) 産総研 AIST Solutions

- ・EdgeTech+ 2023の各講演で相互に活動を紹介
- ・WG主催セミナーでの講演予定(6月27日)



(3) カナダのRISC-V 関連NPO, Open HW Group

- ・交流を開始

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 2024

158

12



11. EdgeTech+ 2023での共同展示

EdgeTech+ Joint Exhibition

《RISC-V WGコーナー展示》

・2団体、2大学、3社共同で展示し、のべ14回のミニ講演を行った



ハードウェア委員会 RISC-V WG

JOINT PROJECT on EdgeTech+ 2023

RISC-Vプラットフォームの整備	関連団体との協創活動
	これまではASA/RISC-V協会は展示会等で協創活動を続けてきましたが、このたび相互に賛助会員になりました
昨年度までのFPGAベースに加え、今年度はチップ製作に取り組んでいます	このため、それぞれの会員は相互に会員としてメリットを享受できるようになりました
《32ビット/Arduino版》 2020年度 ・Rocket Chipの実装 ・FPGAへの実装 ・ポートローバ開発 ・Arduino環境移植	《64ビット/LINUX版》 2021年度 ・VS-CodeによるFPGAへの実装 ・64ビット版RISC-VコアFPGA実装 ・LINUXカーネル移植 ・ポート環境

ARTY A7 35T

ARTY A7 100T

・市販FPGAボードにRISC-Vコア実装(32ビット版)
・ポートローバを開発
・Arduino IDE環境を移植
・VSCode環境をセットアップ

成果の公開

手順通りやれば
初心者でも同じ
ものを実現できる
ガイドコンテンツ

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

会員/会員企業様ご協力内容

拡張機能IP
Codasip

Linux
TEE
INSTITUTE OF INFORMATION SECURITY

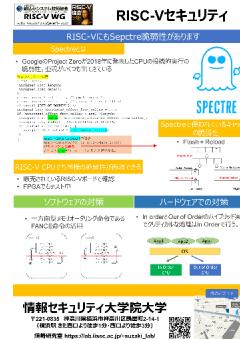
オープンPDK
TSMC

半導体設計検証
VERIFORE

オープンハード
TAT

システム
RISC-V
協会

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 2024

13



12. 発表関係

Presentation of WG activities

《広報活動》

(1) EdgeTech+ WEST 2023/JASA本部セミナー
RISC-V WG活動の紹介

(2) EdgeTech+ 2023/JASA本部セミナー
RISC-V WG活動の紹介

(3) RISC-V協会主催 RISC-V Days Tokyo 2023 Summer

2023年6月20日(火) @東京大学 伊藤謝恩ホール

RISC-V Day
Tokyo 2023 Summer

「一般社団法人組み込みシステム技術協会(JASA)の紹介と
RISC-V WGにおける技術プロジェクト」

(4) RISC-V協会主催 RISC-V Days Tokyo 2024 Winter

2024年1月16日(火) @東京大学 伊藤謝恩ホール

RISC-V Day
Tokyo 2024 Winter

RISC-V から始まった半導体民主化

「JASA版RISC-Vプラットフォームの整備に向けて」

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 2024

159

14

13. 23年度成果のサマリ (再掲)



Summary

2023年度の成果は以下の通りです

1. 定例WGを12回ハイブリッドで開催し、のべ96社14校192名の参加があった
2. RISC-V WG主催Webinarを6回オンラインで開催し、140名の参加があった
3. 開発成果を追試できる手順チュートリアルWebページを日・英のバイリンガルのコンテンツとして公開し、RISC-VWGのページからリンクした
4. 今年度からJASA版RISC-Vチップを作り、その手順や工程を詳細に記録して会員がチップ開発できる教育コンテンツを作成することとし、開発に着手した
5. RISC-V協会と相互に賛助会員になりEdgeTech+ 2023のRISC-V WGコーナーで共同展示した (2団体、2大学、3社共同、のべ14回のミニ講演)
6. EdgeTech+ 2023 WestとEdgeTech+ 2023のJASAセミナーで講演した
7. RISC-V協会主催の「RISC-V Days Tokyo 2023 Summer」(23/6)と「RISC-V Day Tokyo 2024 Winter」(24/1)で講演した



© Japan Embedded Systems Technology Association 2024

15



2023年度 RISC-V WG成果報告

2024/6/21 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 2024



EdgeTech+2023で
「マイクロプロセッサ黎明期からのファミリー展」として
チップミュージアム mini+を展示



館長 秀関快郎のチョイスで
全長24メートルのショーケースに
レアチップを満載



17

参考



JASAチップ1の仕様概要

JASA Chip 1 Specifications

機能	内 容
RISC-V CPU	RV32IMAC、M/S/U モード (Rocket)
命令キャッシュ	16 KiB (最大8 KiB を命令密統合メモリ (ITIM) に構成可)
データキャッシュ	8 KiB
汎用I/O GPIO	汎用入出力コントローラ
(Q)SPI QSPI0	(Q)SPI-フラッシュ インターフェイス (QSPI) (XIP サポート)
(Q)SPI QSPI1	(Q)SPI ペリフェラル インターフェイス (QSPI) (CS x2)
(Q)SPI QSPI2	(Q)SPI-PSRAM インターフェイス (QSPI) (XIP サポート)
シリアル UART0-4	ユニバーサル非同期レシーバー/トランスマッター (UART) x5
シリアル I2C0-1	集積回路間 (I2C) マスターインターフェイス x2
PWM0-2	パルス幅変調器 (PWM) (各 4x 16 ビット コンパレータ) x3
デバッグ	デバッグ機能、JTAG I/F

