

技術特集

分散型クラウドを活用した リアルタイム組込みプラットフォームの 研究開発と評価



会社訪問



ARAV株式会社

建設機械の遠隔化・自動化システム開発で事業展開
ロボット工学で人手不足の業界課題に取り組む

レポート



オールジャパンでDX人材を育成

- ・座談会:キーマン4人が挙げる育成の勘所
- ・DXイノベーションチャレンジ2021/ETロボコン2021 開催概要

連載

ETEC 第3回
ETSS概説(後編)

etc.

横田英史の書籍紹介コーナー
クミコ・ミライ ハンダフルワールド(第15話)
国際委員会 海外視察研修スリランカ オンライン視察 実施報告/新入会員紹介

協会の“今”を 協会HP&YouTube ダイナミックに紹介中

協会活動の3本柱（ビジネスマッチング、技術高度化、人材育成）をトップページで前面に押し出し、協会の“今”をダイナミックにお伝えしています。もちろんスマホにも対応しています。

ご意見・ご要望のほか、「こんなセミナーやイベントを開いた」「製品やサービスがメディアに取り上げられた」などの情報があれば、ぜひ事務局に連絡をお願いします。

協会HP <https://www.jasa.or.jp>



協会チャンネル YouTube



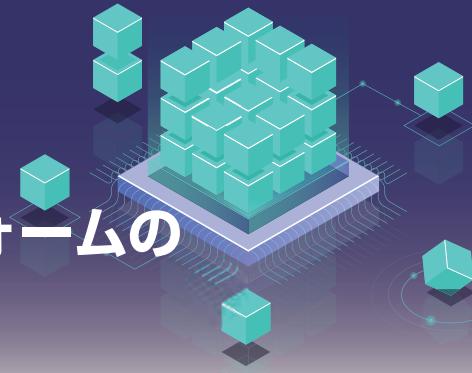
Contents

Bulletin JASA Apr. 2021

Vol. 77

- 1 … [技術特集] **分散型クラウドを活用したリアルタイム組込みプラットフォームの研究開発と評価**
- 1 … はじめに
 - 4 … 組込み向け分散クラウドプラットフォームの開発
 - 6 … ニューノーマル時代の次世代型展示会プラットフォームに関する実証実験
 - 8 … 分散型スマートファクトリの実証実験
 - 10 … ニューノーマルを守る働き方改革対応システムに関する実証実験
 - 12 … 5G時代の建設機械リモート操作・安全担保システムの実証実験
- 14 … [会社訪問] ARAV株式会社 **建設機械の遠隔化・自動化システム開発で事業展開 ロボット工学で人手不足の業界課題に取り組む**
- 16 … DX Innovation Challenge 2021 **オールジャパンでDX人材を育成**
- 16 … 座談会：キーマン4人が挙げる育成の勘所
 - 20 … DX Innovation Challenge 2021/ ETロボコン2021 開催概要
- 22 … ETEC 第3回 ETSS概説（後編）
- 24 … 横田英史の書籍紹介コーナー
- 25 … クミコ・ミライ ハンダフルワールド（第15話）
- 26 … 会員企業一覧
- 28 … Information 国際委員会 海外視察研修スリランカ オンライン視察 実施報告/新入会員企業紹介
編集後記

分散型クラウドを活用した リアルタイム組込みプラットフォームの 研究開発と評価



1 はじめに

組込みシステム技術協会

当協会と会員企業15社は、分散型クラウドを活用したリアルタイム組込みプラットフォーム（以下、本プラットフォーム）を2020年10月～2021年2月の期間で研究開発した。階層構造をもった分散型クラウドによって、IoTデバイスなどユーザー端末における処理のリアルタイム性を確保する。同時に本プラットフォームを用いて、4件の実証実験を実施し有効性を検証した。プロジェクトを通して、会員企業から計11件の特許が出願された。2021年度以

降は、本プラットフォームの機能拡張などのブラッシュアップを続けるとともに、会員企業における新規事業の展開につなげる予定である。2025年における市場規模は3500億円を見込んでいる。

以下、本プロジェクトの概要を報告する。より詳細な内容については、当協会のホームページに掲載する予定である。なお本プロジェクトは、経済産業省の令和2年度補正「産業技術実用化開発事業費補助金（地域分散クラウド技術開発事

業）」からの助成を得ている。

図1-1に建築・土木現場における組込みシステムの事例を示す。IoTデバイスなどユーザー端末からは大量のデータがインターネットを介してクラウドに送られる。IoTシステムに対するユーザーニーズの多様化、センサーの性能や機能の向上によって、こうしたデータは日増しに増えているのが現状である。

図1-1は温度や湿度といった環境データ、現場労働者からの血圧や体温などの

図1-1 組込みシステム構築のトレンド

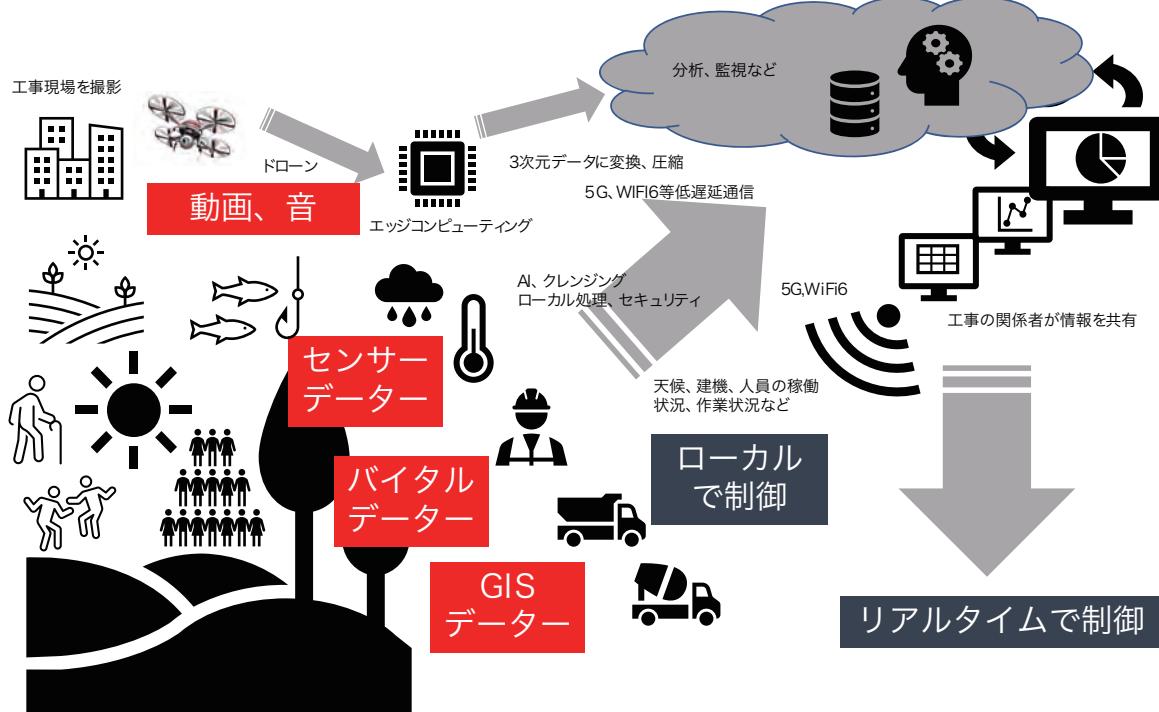
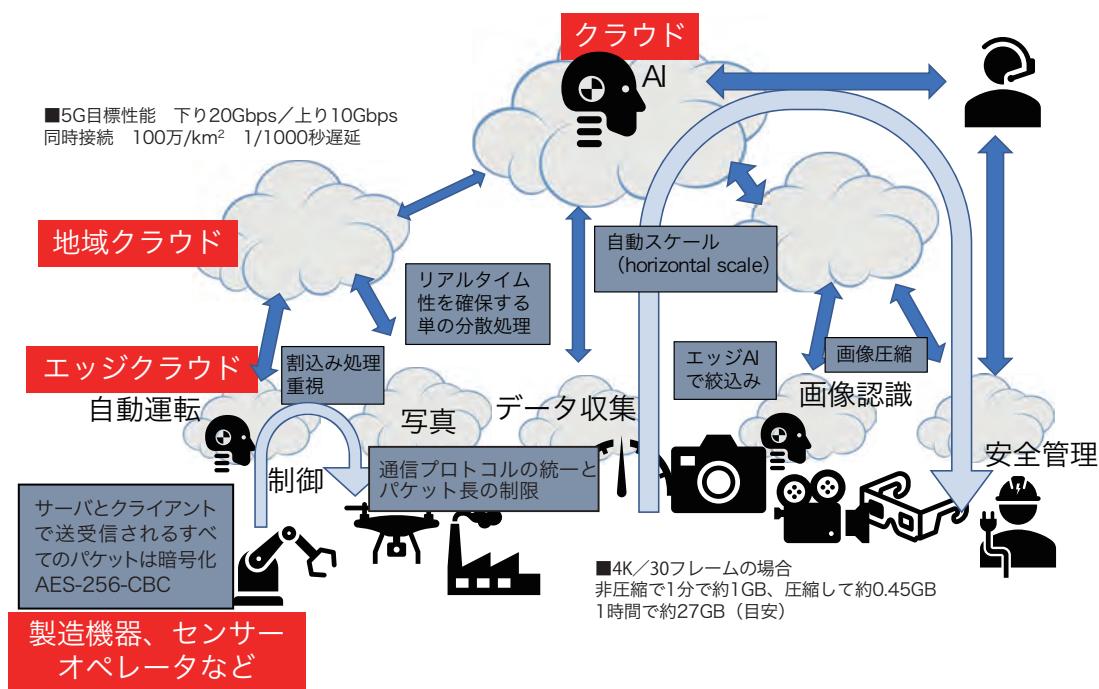


図1-2 地域分散型クラウドを活用したリアルタイム組込みシステム



バイタルデータ、ドローンからの動画や音声などのデータが、クラウドでの分析や監視のために送信されることを示している。ここで問題になるのが、データ量の増加による負荷の増大、クラウドとのデータ送受信に伴う通信遅延、クラウドでのデータ処理に伴う遅延である。遅延に関しては、時間の長さとともに変動の大きさが、リアルタイ

ム性のあるシステムを設計する上での課題となる。

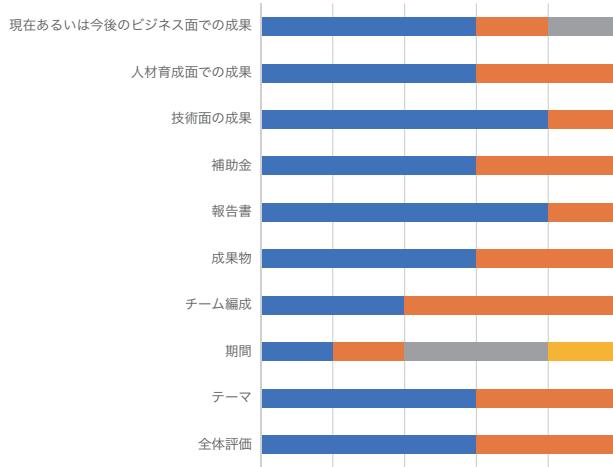
本プラットフォームは、クラウドをエッジクラウド、地域クラウド、クラウドの3層構造にして分散配置することで、IoT端末からクラウドに至るまでの経路におけるボトルネックを解消し、リアルタイム性のある処理を可能にするところに特徴がある（図

1-2）。

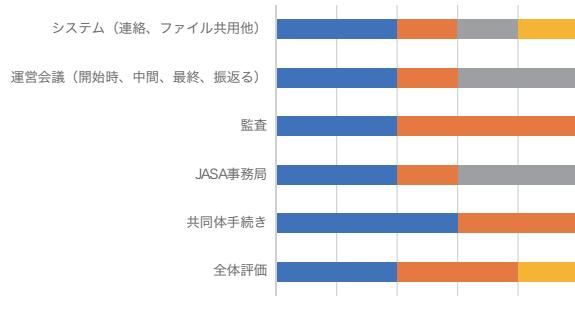
すなわち、①通信遅延と処理時間を予測できる分散処理システム、②エッジに近いエッジクラウドで処理することによるデータ量の低減と負荷分散、③センサーやカメラなどの設置台数の増大に対するスケーラブルな対応の3点を本プラットフォーム開発の要件とした。

図1-3 アンケート

研究開発事業



運営関連



■満足 ■やや満足 ■やや不満 ■不満

本プラットフォームは、多くのユーザー間で遅延のないコミュニケーションを実現するDiarkisエンジン(株式会社Diarkis製)をベースに、分散処理やリアルタイム処理などの機能を拡張した。リアルタイム処理では、OpenEL C# APIへの対応などリアルタイム性の高いシステム開発を容易にする機能を付け加えた。詳細については後述する。

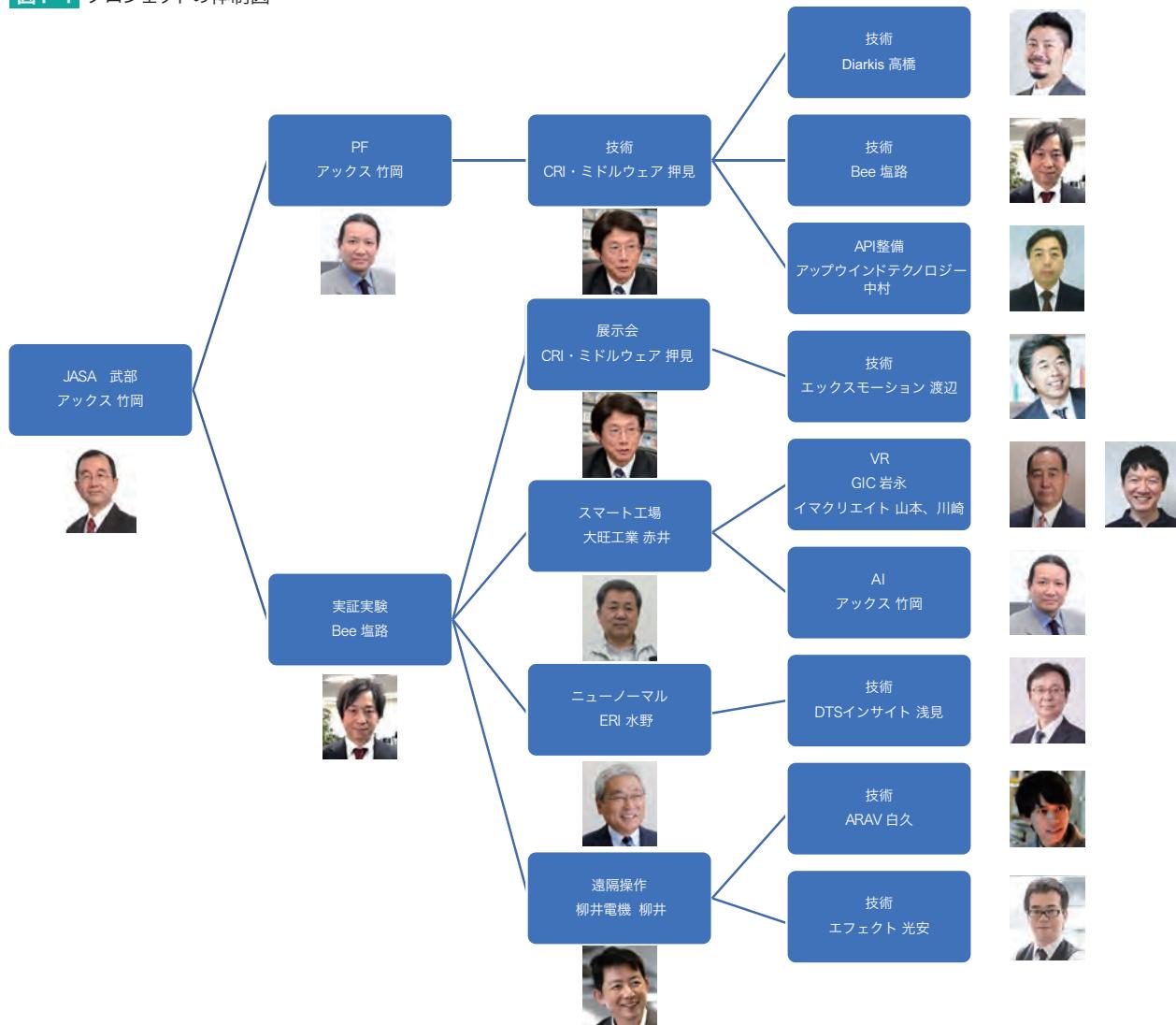
本プロジェクトでは、以下に示す4つの

- 実証実験で有効性を確認した。
- I. ニューノーマル時代の次世代展示会
プラットフォーム
 - II. ニューノーマルを守る働き方改革
システム
 - III. 分散型スマートファクトリ
 - IV. 5G時代の建設機械リモート操作・
安全担保システム
- 具体的には、リアルタイム性を実現するための情報の取得、エッジに割り当てる分

散処理の検討、通信経路と遅延の分析、分散型クラウドでの役割分担の検討などを行った。

図1-3の本プロジェクトの事業面と運用面についての参加企業からのアンケート結果を示す。初めての試みで行き届かない面が少なくなかった。今後に生かしたいと考える。図1-4は、当協会と会員企業15社で構成した本プロジェクトの開発体制(コンソーシアム)である。

図1-4 プロジェクトの体制図



一般社団法人組込みシステム技術協会(JASA) 専務理事 武部桂史
株式会社アックス 代表取締役会長兼社長 竹岡尚三
株式会社Bee 代表取締役 塩路直大
株式会社Diarkis 代表取締役社長 高橋信頼
アップウインドテクノロジー・インコーポレイテッド 本社社長 中村憲一
株式会社CRI・ミドルウェア 代表取締役社長 押見正雄
株式会社エクスモーション 代表取締役社長 渡辺博之
大旺工業株式会社 生産部部長 赤井悟

グローバルインベーションコンサルティング株式会社(GIC) 代表取締役社長 岩永智之
イマクリエイト株式会社 代表者 山本彰洋、川崎仁史
株式会社イーアールアイ(ERI) 代表取締役 水野節郎
株式会社DTSインサイト 代表取締役社長 浅見伊佐夫
柳井電機工業株式会社 代表取締役社長 柳井智雄
株式会社エフェクト 代表取締役 光安淳
ARAV株式会社 代表取締役 白久レイエス樹

(敬称略)

組込み向け分散クラウドプラットフォームの開発

株式会社Bee 株式会社Diarkis 株式会社CRI・ミドルウェア アップウインドテクノロジー・インコーポレイテッド

組込みシステムの構築において、リアルタイム性の高いクラウドプラットフォームの必要性が高まっている。この傾向は、同時に接続性が高く低遅延の5G環境の普及に伴い強まることが予想される。リアルタイム性の高いクラウドプラットフォームの研究開発が組込みシステム業界にとって喫緊の課題になっているといえる。

ここでは4社で共同開発・検証した「組込み向け分散クラウドプラットフォーム(図1-2、以下、本分散クラウドプラットフォーム)」について紹介する。ゲーム開発向け分散型リアルタイムエンジン「Diarkis」をベースに、OpenEL C# APIへの対応などリアルタイム性の高いシステム開発を容易にする機能を付け加えた。

Diarkisは、大量の接続があって多くのユーザー間で遅延のないコミュニケーションを実現するエンジンである。大きく6つの特徴を備える。分散クラウド機能、大規模ユーザー間でのコミュニケーション機能、低遅延を実現するRoom機能、類似した属性を見つけるマッチング機能、近傍からの通信を監視・検知する機能、時限性のイベントを管理する機能である。

本分散クラウドプラットフォームの開発

にあたっては、以下をスコープとした。

- ①Amazon(AWS)やGoogle(GCP)といったクラウドシステムに依存しないDiarkisサーバーを構築し、分散クラウドプラットフォームとして稼働させる
- ②Diarkis社提供のクライアントSDKおよび各種ツールの検証
- ③クライアントSDKの組込み機器利用者向けOpenELライブラリへの拡張
- ④分散クラウドプラットフォーム環境上の性能確認
 - ・性能検証(速度、遅延時間)
 - ・接続性検証(多種多様な組込みデバイスでの接続検証)
 - ・機能検証(Diarkisが提供するサーバー機能の検証)

- ⑤分散クラウドを利用した組込みシステムの実験
 - ・分散環境の可視化実験
 - ・複数拠点のCO₂センサーを使ったリアルタイム性能チェック
 - ・ボイスチャット機能の性能チェック
 - ・5G、WiFi6を使った、P2P(ピアツーピア)でのラジコン制御の性能チェック
- ①と②は問題なく稼働・検証しており、③以降について以下に紹介する。

③OpenEL C#に対応

Diarkis向けに組込み向けライブラリOpenELを拡張し、Diarkis Client SDKにOpenEL C#を実装した。これによって、組込み向け分散クラウド環境におけるリアルタイム性の高いシステム開発をサポートする環境が整った。OpenELのバージョンは3.2。OpenEL3.2からは、従来のOSなし、Windows、Linuxの環境に加え、MacOSでも利用可能になる。OpenEL 3.2については、API要件定義書、API仕様書(OpenEL 3.2仕様書)、ソフトウェア詳細設計書、テスト仕様書兼報告書、評価プログラム、マニュアルが入手可能である。

④遅延時間を計測、接続性を検証

クライアント(エッジ端末)AとクライアントB間でメッセージの送信から受信までの時間を計測した。ブロードバンド回線と5G回線の2種類を使った。いずれの回線でも、レイヤー4のプロトコルにTCPとUDPを用いて計測を行った。図2-2に結果を示す。

このほか新しいクライアントがクラウドへ入ってきた時の所要時間も計測した。クライアント接続要求後、接続完了を示すまでの時間である。ブロードバンド回線では最速

図2-1 プロジェクトの概要

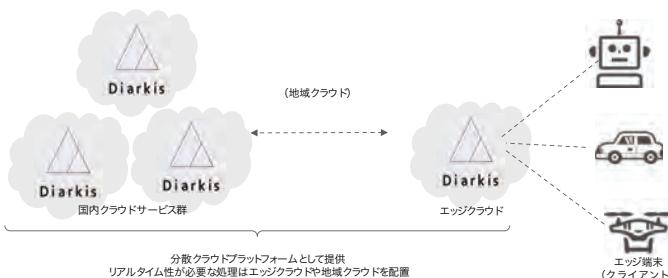
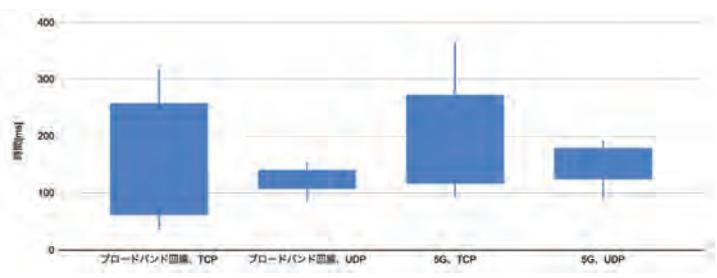


図2-2 分散クラウドプラットフォームの性能



値で413ms、最遅値で520ms、平均440.6msだった。5G回線ではそれぞれ512ms、823ms、710.9msの結果を得た。

接続性は、多種多様なクライアントから接続できるかどうかを確かめた。OS(Windows、MacOS、Ubuntu、FreeTOS、iOSなど)による接続性の優劣はなく、Diarkis Client SDK(C#)実行環境がある端末では自立してサーバーに接続可能であることを確認できた。

⑤-1 分散処理を可視化

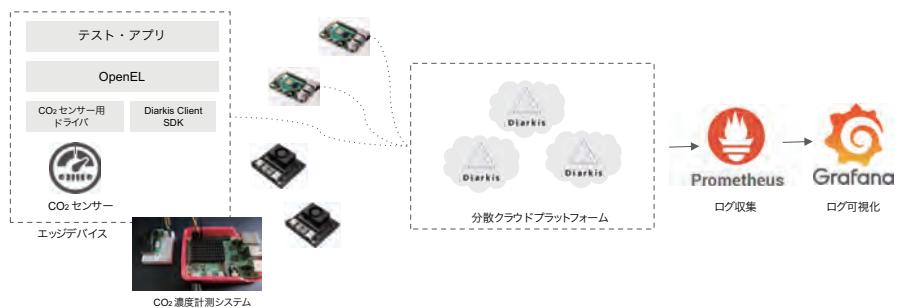
AWSやGCPといった事業者を跨いだ分散クラウド環境を作成したが、分散処理を行っていることをクライアントから確認するのは容易ではない。そこで、Diarkisの提供するメトリクス機能を利用し分散状態を可視化する仕組みを用意した。

具体的な仕組みは以下の通りである。クライアント(エッジ端末)から本分散クラウドプラットフォームに接続し、クライアント同士で通信を行う。インフラ監視ツールのPrometheusを使って、15秒おきにメトリクスをサーバーから収集する。この収集したログを、オープンソースのGrafanaを用いて可視化し、動作を確認した。

⑤-2 OpenELを使い動作を検証

Diarkis向けに拡張した組込み向けライブラリOpenELを用いた動作検証をCO₂センサーを使って実施した。構成を図2-3に示す。複数拠点に置いたセンサーからCO₂の濃度情報を取得し、エッジサーバー(Raspberry Pi、Jetson Xavier NX)経由で分散クラウドに送信(通知)する。通知には、クライアント同士の通信を実現するDiarkisのField機能を使う。Field機能を利用して、同一座標位置の機器に通知をブロードキャストする。通知データのログをPrometheusで収集し、Grafanaで各拠点のCO₂濃度の推移を可視化する。ローカルとクラウドの双方のセンサーから取得したCO₂と温度、湿度を計測した。遅延時間は200ms以下と小さいことが確認できた。

図2-3 CO₂濃度可視化デモの構成と結果



⑤-3 ボイスチャットで低遅延を確認

ボイスチャットを用いて、分散クラウド環境における低遅延、連続性、多接続性を確認した。違和感のないボイスチャットを行うには、低遅延とデータの連続性(音声が途切れない)、かつ分散した拠点からの多接続性が欠かせない。本分散クラウドプラットフォームの性能評価にはうってつけである。

ボイスチャットには、低遅延を実現するDiarkisのRoom機能とCRI・ミドルウェア製のADX Talk Libraryを用いた。ADX Talk Libraryは、複数音声のミキシングを圧縮したままで実行できる音声圧縮コーデックHCA-MXに対応しており、サーバーでの処理負荷を低減できる。

今回の実証実験で計測したボイスチャットの遅延時間は約440ms(ネットワークを介さないローカルサーバーでは369ms)と、会話用途では許容できる範囲に収まった。本分散クラウドプラットフォームによる遅延は約55~66msだった。また東京AWSと大阪GCPの遅延差は11msと小さく、クラウドを国内拠点に分散させることに問題はないことが確認できた。

⑤-4 P2Pでのリアルタイム性検証

本分散クラウドプラットフォームでリアルタイムのリモート制御が可能かを検証した。具体的には、DiarkisのP2P機能を利用してクラウド越しにリモコンでラジコンカーを制

御する構成を採った。遅延時間は平均142msだった。操作にストレスを感じない200ms以下に収めることができた。

組込み開発での実用性を確認

本分散クラウドプラットフォームは以下のよう評価できる。

事業者を越えたプラットフォームを構築することができるメリットは大きい。複数の物理的な拠点に分散したクラウドプラットフォームを提供することができるため、ネットワーク障害リスクの軽減が見込める。また、要求される遅延性能に応じて、パブリッククラウド以外にもエッジクラウドなども選択肢となる。

Diarkisの機能が、組込み用途で有用なことも確認できた。組込み機器向けのリアルタイム通信にはMQTT(TCP上に構築されているプロトコル)などがよく利用されているが、DiarkisはTCP/UDPパケットのレベルでコネクションを張ることが可能ため、無駄な処理やデータ通信を抑えることができる。

独自の暗号化技術が標準装備されており、喫緊の課題となっているIoT機器のセキュリティ確保にも有用である。また、Room機能を用いたクライアントを束ねた同報配信、Field機能を使った位置情報を用いた制御、P2P機能による高速な直接通信なども組込み機器に応用可能であり、これらをプラットフォームとして標準で提供できるメリットは大きい。

ニューノーマル時代の 次世代型展示会プラットフォームに関する実証実験

株式会社CRI・ミドルウェア 株式会社エクスマーション

コロナ禍に伴い、従来型のリアルな展示会は開催が困難になっている。ニューノーマルな企業・社会活動の拡大が今後予想され、オンライン展示会への移行は進むものと思われる。しかし、現状のオンライン展示会は来場者・出展社双方にとって満足できる内容とはなっていない。単なるリアルの代替ではなく、デジタルならではのメリットを最大限活かし、出展社にとってROI(費用対効果)の高いリード獲得の機会を実現できる展示会プラットフォームの開発が喫緊の課題となっている。

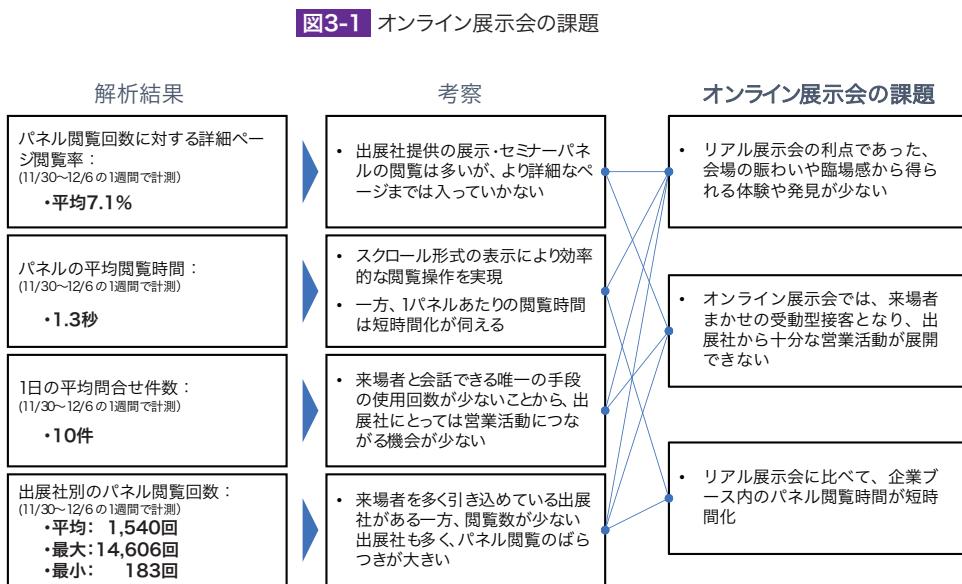
オンライン展示会の3つの課題

当協会は、2020年11月～12月に催したET&IoT展を「ET&IoT Digital 2020」とし、CRI・ミドルウェア製のWeb展示会プラットフォーム「DXExpo」を用い、すべての日程をオンラインで開催した。本稿ではそこで得た実データ(ログデータ)を用いて、組込み向け分散型クラウドプラットフォームを展示会に適用するシミュレーションを行い、その有効性を検証した。

検証項目は以下の通りである。

- リアルタイム性:実データを入力して、所望の時間内で出力を得られるか。
- スケーラビリティ:大量の来場者に対しても耐えうるスケーラビリティを確保できるか。来場者のデータが多すぎる場合に、クラウド・サーバーを動的に増設可能か。
- 処理性能:来場者の嗜好分析にかかる時間はどの程度か。来場者のマッチングをリアルタイムに行えるかどうかの判定材料を得る。

以下、組込み向け分散型クラウドプラットフォームを次世代型展示会に展開した実証実験について、概要を報告する。



オンライン展示会では、リアルな展示会における多くの利点が失われている。

具体的には大きく3つの課題がある。①多くのオンライン展示会が採用している「パネル表示型」では、会場の混雑度合いや会場を回遊することで得られる新たな発見や出会いがない。②スライドやパネルだけのイメージ展示では、実物展示によるリアル感が得られない。③来場者まかせの受動型接客になってしまい、十分な営業活動ができない、である。

デジタル技術を十分に活用できていないことも課題である。単にオンライン上に場所を変えただけに過ぎず、すべて来場者まかせになっている。出展者から来場者にアプローチする積極的なマッチングを実現できていないのが実情である。出展社にとってROIの高いリードを獲得できているとは言い難い。

ET&IoT Digital 2020で得られた実データをもとに、オンライン展示会の抱える

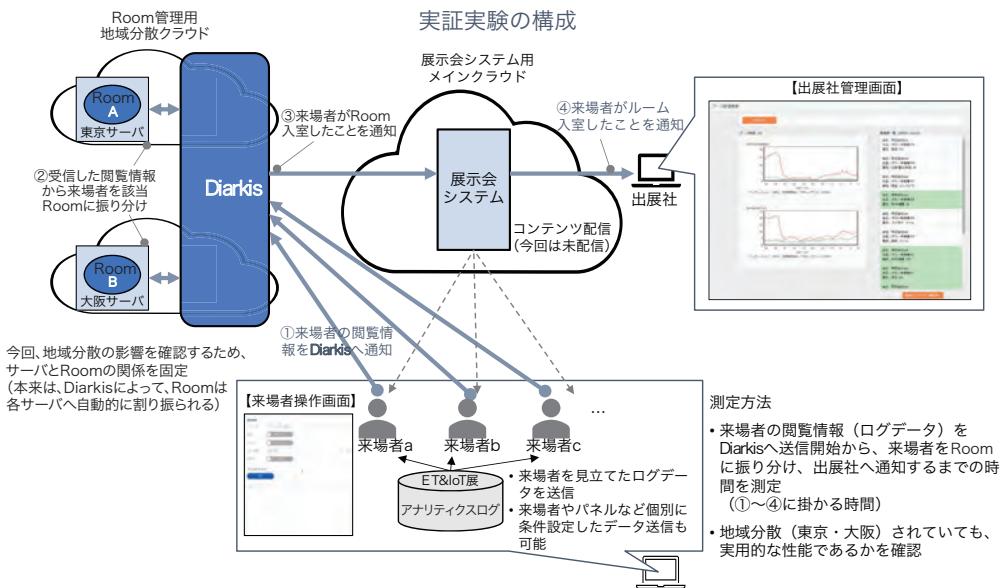
課題を分析したのが図3-1である。こうした課題を、組込み向け分散型クラウドプラットフォームの備える機能を活用することによって解決できるのか、さらにその機能が性能的に見て実用性があるのかどうかを検証することが本稿の目的である。

課題解決に向けたユースケースを創出

課題解決には、第1に来場者の関心がもっと出展社パネルに向くように、「混雑状況」や「賑わい」を演出・表現できる仕組みが必要である。例えば、パネルを同時に閲覧している来場者を来場者向けにアイコンで表示する、閲覧人数の変化をリアルタイムに表示する、「いいね」「お気に入り」を定量的に提示して人気の度合いを表現する、といった仕組みである。

また、パネル閲覧者同士でパネルを見ながらテキストでチャットできたり、閲覧しながらのボイスチャットによって「賑わい感」を演出できたりすることも有効だと考えられる。

図3-2 実証実験の構成と方法



課題解決の第2は、出展者側から来場者に能動的にアプローチする仕組みである。例えば、招待客情報の事前登録による出展社からの能動的なアプローチや、登録した招待者がログインした際に出展社側から案内メッセージを自動的に送信する仕組みが考えられる。

問題解決の第3は、来場者が閲覧するわずかな時間内に、来場者情報をリアルタイムに把握する仕組みである。例えば、出展社パネルの閲覧者や問合せがあった来場者の属性情報を出展社の管理画面にリアルタイムで表示したり、出展社がパネル閲覧者

に対して選択的(あるいは全員)にメッセージを送信したりできる仕組みが有用だと考えられる。

これらのユースケースで共通する処理を考えると、地域分散型クラウドやDiarkisエンジンが備えるRoom機能が、実現手段として有用であることが分かる。つまり、パネル数の増加やRoom処理に伴う負荷を分散できる仕組みとして地域分散型クラウドが使えそうだし、地域分散クラウドを管理できるプラットフォームとして、共通処理を実現するRoom機能を備えるDiarkisエンジンが有望だと判断できる。

実用上問題ないことを確認

そこでDiarkisのRoom機能の実用性を検証するために、ET&IoT Digital 2020で収集した実データを使い実証実験を行った(図3-2)。東京と大阪に設置した地域分散クラウドを接続したシミュレーション環境を構築し、①来場者に見立てた閲覧情報(ログデータ)のDiarkisエンジンへの通知から、Roomへ振り分け、出展社への通知までの時間、②出展社から来場者にテキストメッセージを送信するまでの時間を測った。遅延時間の目標値はWeb開発で一般的な指標である500msとした。

測定によって、Room内のメッセージ送受信は、期待以上の低遅延であることを確認した。また地域間でRoom移動する場合でも、実用上問題のない性能であることが分かった。

今回の実証実験で得られた成果を図3-3にまとめた。組込み向け分散型クラウドプラットフォームが備えるRoom機能は、次世代展示会プラットフォームの課題解決の手段として有用である。地域分散された環境であっても、実用上、問題のない性能であることを確認した。以上の機能価値と性能の検証から、組込み向け分散型クラウドプラットフォームは次世代型展示会システムの構築に有用だと判断できた。

図3-3 実証実験の結論

1.機能の有用性・価値検証の成果

- 課題解決のユースケース実現に必要な共通処理には、パネルと閲覧者のグループ化が必要である
- 地域分散クラウドプラットフォームの持つ機能(Room)は、その共通処理の実現に有用な手段である
- パネル毎のルーム処理や、将来のパネル増加に対応する上では、負荷分散が必要である
- 課題解決に必要な機能を持ち、地域分散クラウドに伴う複雑化を吸収できる、地域分散クラウドプラットフォームが有用である

2.機能の実用性・性能検証の成果

- 地域分散クラウドプラットフォームが持つRoom機能が、性能的に実用性があるのか検証する必要がある
- Room内通信においては、期待以上の低遅延通信が可能である
- 地域内のRoom移動については、実用上は問題とならない時間である
- 地域間を移動したRoom入室においても、実用上は問題とならない時間である

結論

- 地域分散クラウドプラットフォームの持つ機能は、オンライン展示会の課題解決の実現手段として有用である
- その機能の性能について、地域分散された環境においても実用上問題がないことが確認できた

分散型スマートファクトリの実証実験

製造プロセス:大旺工業株式会社、株式会社アックス

教育プロセス:グローバルイノベーションコンサルタント株式会社、イマクリエイト株式会社

群馬県太田市に拠点を置く大旺工業は、地域に8つの工場を持ち、設備関連、製造関連、人材育成関連、システム面での問題を抱えている。こうした問題は、地方の中堅製造業に共通する悩みと言える。本稿ではまず問題解決の第一歩として、製造プロセスのスマート化と教育プロセスのスマート化を紹介する。

まず製造設備関連では、工場が分散していることによって情報の連携が弱く、作業状況や安全性、勤怠状況を把握しにくいといった悩みを抱える。製造関連では、紙による管理のためチェックしづらく効率が悪い、仕掛け品の進捗状況が把握できない、加工処理過程の連動性が低い、他工場からの資材の受渡しが紙ベースの指示のため輸送時に部品が欠損するなど非効率といった課題がある。

人材面やシステム面の課題も見逃せない。人材面では技術レベルに属人性があり品質にムラが生じる、正式な作業マニュアルが存在しない、といった問題が挙げられる。システム面では会計システムと生産システムが連動しておらず、効率が悪いといつ

た問題が未解決のまま残されている。

今回、AIを導入した分散型スマートファクトリを構築し、製造プロセスのスマート化を行い、分散型クラウドの有用性について検証した。併せて人材教育プロセスのスマート化にも言及する。

誤配置検出AIで不良品発生を抑える

製造プロセスのスマート化(スマート工場)の第一段として、折り曲げ(ベンダー)加工プロセスを可視化・監視するインフラを構築した。品質課題の多いベンダー機器による加工プロセスをカメラで監視して人的ミスを軽減し、同時に作業の統計データを収集する。

図4-1にスマート工場の全体イメージを示した。各工程でエッジクラウドと5G通信を用いることで、データ量や処理量の増大に備える。工程では、曲げ加工時に逆曲げ(製品の表裏を間違えること)の不良が多発している。しかし作業者への意識づけだけでは限界があり、ITによる解決を求められる。今回、画像認識で製品の表・裏を判別する「誤配置検出AI」を開発した。誤配置を

検出した場合は、警告ランプが点灯する。

図4-2は誤配置検出AIのシステム構成図である。分散型クラウドでAI学習を行い、学習済みのモデルをエッジ端末にダウンロードして推論を実行する。課題は、光の差し込み具合で検出精度が変化することである。光の差し込みを一定になるように環境を整えることで対処可能である。

もう一つの解決が急がれたのは、仕掛け品や製品のトレーサビリティの確保である。仕掛け品と製品が工場内に存在するのか、あるいは他工場に運んだのかがハッキリしないことが、たびたび起こっていた。そこでビーコンを用いて位置を検出することにした。具体的には工場内の台車やパレットにビーコンを取り付けタブレットで確認する仕組みを構築した。これによって台車の位置が把握可能となり、仕掛け品や製品のトレーサビリティが高まった。

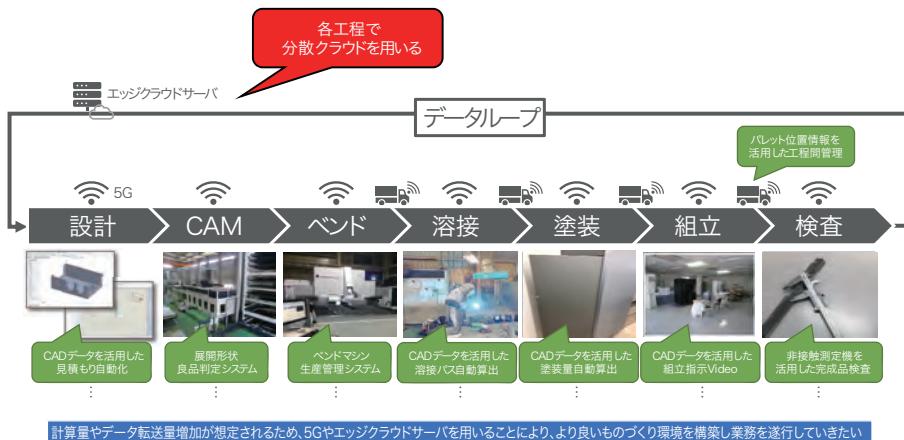
台車・パレットにビーコン、部屋の4隅に受信機を4台設置する。ビーコンはクレスコワイヤレス株式会社製のBLEビーコン、受信機にはRaspberry Pi Zero WHを用いた。クラウドサーバー(Raspberry Pi4を利用)で位置を計算し、地図上にプロットする。タブレット(Webブラウザ)からのhttp要求に対して位置情報を返す。実証試験では位置検出時に2mほどの誤差が発生したが、AIによる誤差修正で対処可能である。

VRアプリで教育をスマート化

地方の工場では現在、大きく3つの教育上の問題を抱える。

第1は、各工場における作業員の安全運用管理研修が難しいことである。原因としては、新型コロナによって「非対面」が必須だが、システムや設備の問題があり非対面の

図4-1 スマート工場の全体イメージ



研修ができない、研修のために本社から工場まで出向く必要がある、本社に置いた管理室で一括管理ができない、新入社員や外国人技能実習生の研修で多国語対応が十分でない、などが挙げられる。

第2は、作業手順を守らないことによる不良品の多発である。例えば、作業に慣れると手順をスキップするケースが生じる。リマインドする機会も時間もないことが、作業手順の遵守が徹底しない理由として挙げられる。

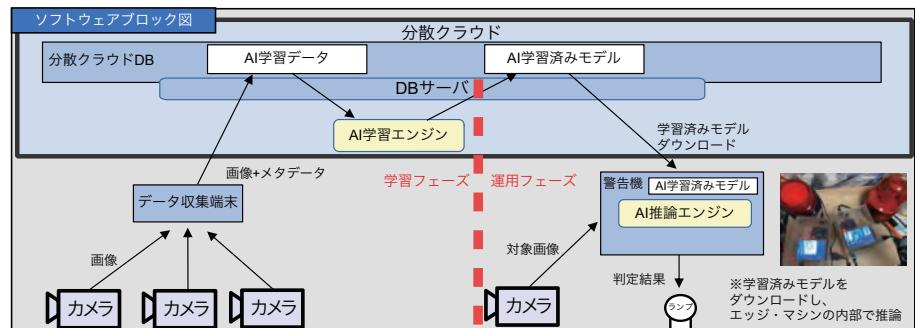
第3は、新型コロナの影響もあり工場の視察が難しいことである。画像や動画で視察する手もあるが、リアルな現場をイメージしづらい。

こうした問題に3つのシステムで対応した。

①eラーニングシステム

オープンソースのeラーニングプラットフォームMoodleをベースに構築した。本社のコントロールセンターから研修コンテンツ(多言語対応)をクラウド経由で配信し、作業員は各工場で研修を受ける。本社のコントロールセンターは、作業員の研修受講ステータスやテスト結果をシステム経由で一括管理する。研修では、プレス機やベンディング機の基本操作を紹介するMoodleコンテンツの閲覧とビデオの視聴を並行して実施する。

図4-2 誤配置検出AIのシステム構成図



こうした問題に3つのシステムで対応した。

②VR研修アプリ

事故の体験を含め、リアルに近い感覚で作業を体験できる。Moodleコンテンツの閲覧とビデオの視聴を並行して実施する。

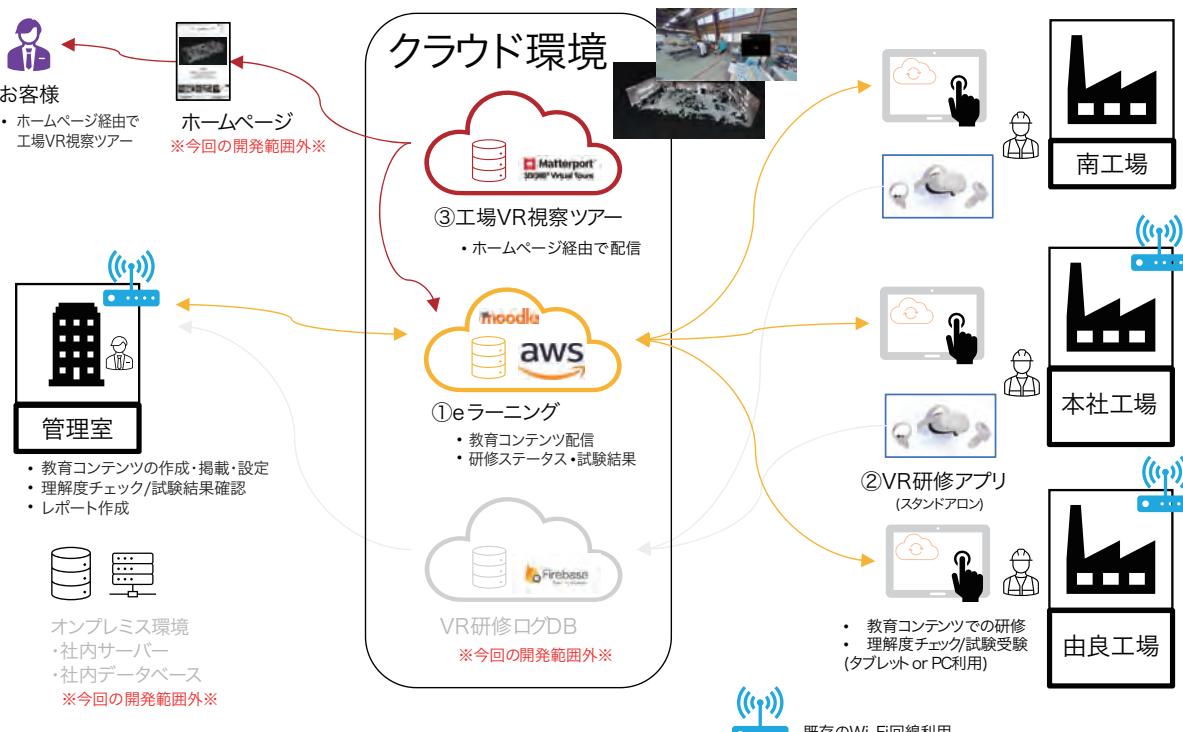
VR体験型のアプリでは、工場を3次元で再現し、3次元空間内を自由に歩行することが可能である。作業の熟練度にかかわらず、

材料の運搬から機器の操作など、実際の作業をリアルに体験できる。機器の巻き込みなどの事故も体感できるので、従業員の安全意識の向上につなげられる。

③工場VR視察ツアー

マターポート(Matterport)フレームワーク(クラウド)を活用し、工場の3次元モデルを再現する。工場内設備の視察がインターネット経由で可能となる。リンク先から設備や機械の説明やビデオを視聴することもできる。

図4-3 社内教育をスマート化



5 ニューノーマルを守る働き方改革対応システムに関する実証実験

人の動きの見える化:株式会社イーアールアイ
バイタルデータの監視:株式会社DTSインサイト

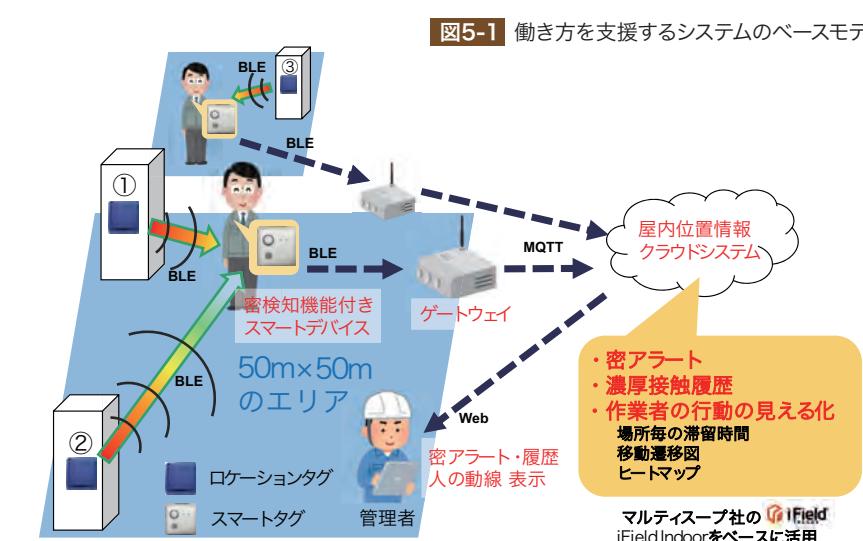
組込み向け地域分散型クラウドを使った働き方改革対応システムを構築した。このシステムを用いた低遅延でのフィードバック制御によって、コロナ禍で重要な「3密(密集、密接、密閉)」を避けソーシャルディスタンスを確保できること、個人のバイタルデータの監視によって感染拡大抑制に繋げられることを確認した。

人の動きを見える化し濃厚接触を検知

ウイズコロナの働き方を支援するシステムでは、大きく5つの機能が必要となる。

- ①人との距離を常に監視して、アラームが出せる
- ②個人の健康状態を常にモニタリングして異常を検知し、異常時にアラームを出せる
- ③個人情報を守る
- ④簡易的に使えるがセキュリティが堅牢
- ⑤システムが低価格である、あるいは既存のインフラを活用できる

①と⑤に焦点を当て、3つ技術を開発し働き方改革対応システムに組み込んだ。名札やバッヂなどに簡単なハードウェアを組



込んで人々の位置情報を取得し動きを認識する技術、スマートフォンなどを使って人と人の距離を測定する技術、人の動きから作業内容を識別する技術である。

図5-1が働き方を支援するシステムのベースモデルである。イーアールアイで開発中の動作分析・改善ツール(InQross)のスマートタグとロケーションタグを使い、密情報と作業者の行動情報を提供する「働き方

改革対応の分散型クラウドシステム」のベースモデルを開発した。このシステムの機能「密アラート」「濃厚接触者履歴」「作業者の行動の見える化」が感染抑制に使えるかを確認した。

スマートタグの位置情報をもとに作業者の行動を見える化したのが図5-2である。ヒートマップや個人ごとのエリア別滞在時間などが把握できる。

図5-2 作業者の行動を見える化



スマートタグで“密”を検知

5cm角と小型のスマートタグを使い、スマートタグ同士でアドバタイズを受信して受信信号強度RSSIを測る。RSSIが閾値を上回った時間が15分間継続した場合にアラートパケットを送信する。例えば1mの距離での接触が15分間続いたら、ゲートウェイを介して分散クラウドのアプリケーションに「密アラート」を通知する。マップ上に密状態であることが表示される。同時に、管理者には対象者名と接触者名、接触時間、場所が記載された「密アラートメール」が届く。濃

厚接触者履歴は、密アラートログ(対象者、濃厚接触者、場所、時間)から作成する。

こうしたシステムを構築することで密集エリアが特定でき、レイアウト変更が可能となる。感染者が発生した場合には、「濃厚接触者履歴」から濃厚接触者に対して在宅勤

務・休養・検査を促せる。「作業者の行動の見える化」で、密集を予測して人の動線の変更につなげられる。

実証実験ではベースモデルを開発するためにゲートウェイを3台(1つのゲートウェイでスマートタグは10台)とした。しかし1万人

規模の工場・オフィスを想定すると、ゲートウェイからのデータが集中するクラウドの負荷が高まる。遅延のない情報提供には、Diarkisエンジンをベースにリアルタイム性を拡張した分散型クラウドプラットフォームが必要と考える。

バイタルデータの監視で感染拡大を抑制

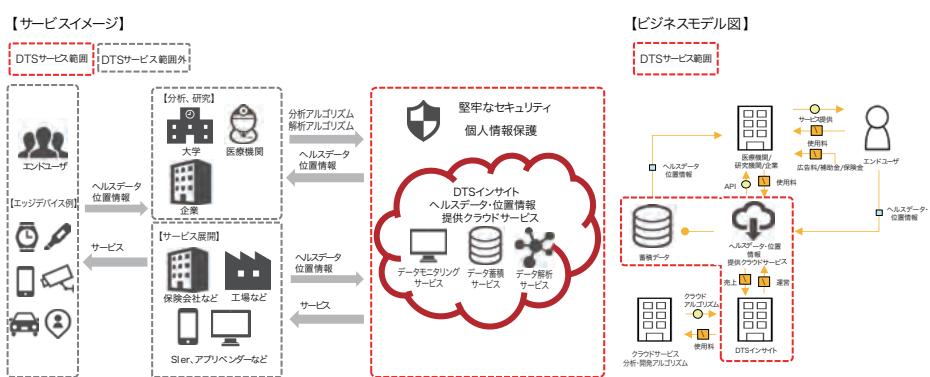
個人のバイタルデータを常時監視する分散型クラウドシステムによって、新型ウイルスの感染拡大の抑制につながるサービスを構築可能か検証した。

COCOAに代表されるような新型コロナに特化したサービスは、思うようにサービスが拡大していない。普及が加速しない要因は大きく3つ。第1に別々の組織・団体がそれぞれでデータを収集するためスピード感がない。第2に組織・団体がそれぞれの目的でデータ収集するため、利用範囲が限定されている。第3にデータを収集していない企業にとって参入障壁が高くサービス展開が活性化しない。

こうした現状を打ち破るには、生体データ(バイタルデータ)の収集を共同で行え、個人の健康と生命を守るサービスを短期間でリリースできる「バイタルデータ収集インフラ」の構築が不可欠である。

バイタルデータ収集インフラは、体温計やウェアラブルデバイス、車載ECUなどのエッジ端末から大量のヘルスデータや位置情報を収集し、各種組織・団体からのデータ

図5-3 バイタルデータ収集インフラを使ったサービス



へのアクセスを可能にする(図5-3)。つまり様々なエッジデバイスからデータを集め、医療機関やサービス提供会社が分析・モニタリングすることで、健康状態をリアルタイムに監視するエコシステム構築につなげる。

分散クラウドでオーバーヘッド低減

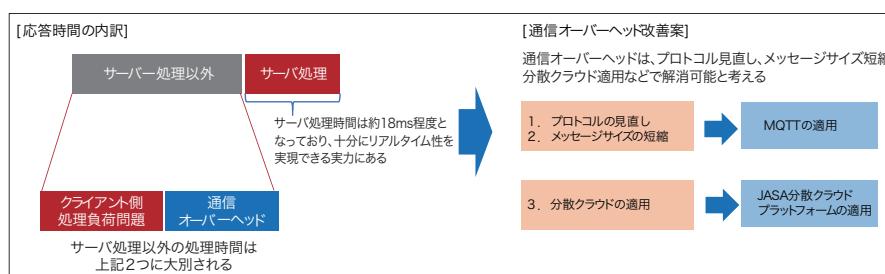
このエコシステムでは、大量リクエストがあったとしても、ユーザーがストレスなく利用できる低遅延でリアルタイムな双方向通信が不可欠である。そこで、どのような課題があり、どのような解決策が考えられるかを検証した。低遅延、リアルタイムな双方向通信

としては、価値のあるサービスを展開し事業拡大へと繋げるために500msの応答時間を目標とした。

検証は、開発したスマートウォッチとWebを利用したサービスの簡易版、AWS ELB構成のデータ蓄積サービスの環境で実施した。インフラサービスを想定するリクエスト量に対して低遅延で応答できるかを確かめた。条件としては、ユーザー数を1350人、リクエスト周期を1秒、データサイズを100バイト/リクエストとした。ユーザー数の1350人は、ある保険会社のコロナ保険の利用者(1万人超)の10%から導いた。またリクエストのデータは、ユーザーIDと生体データ、位置情報で構成する。

1350ユーザで利用した場合、応答時間500msの目標に対して、更新で平均462.8ms、参照で平均1564.6msの結果となった。バイタルデータ収集は可能なレベルだが、目標には達しなかった。地域分散型クラウドの利用による通信オーバーヘッドの低減が有効な手立てとなると考える(図5-4)。

図5-4 通信オーバーヘッドの要因と改善案



5G時代の建設機械リモート操作・安全担保システムの実証実験

ストリーミング定点監視とドローン制御、遠隔地支援:柳井電機工業株式会社
安全管理と自動危険回避:株式会社エフェクト

建設機器の遠隔操作:ARAV株式会社、柳井電機工業株式会社

建設・インフラ事業のDX化として、「BIM」と呼ばれる管理手法の導入が推進されている。また現場作業従事者のDX技術への期待は、「安全」「リアルタイムな情報・技術の共有」に重きがあるとの分析がなされている。

今回の開発では、リアルタイムな映像分析・映像送受信技術を軸とした「作業現場のDXプラットフォーム構築」を目標とする。

ビジネス化・商材化を最優先に

開発に当たって3つの方針を立てた。①ビジネス化・商材化を最優先した開発、②リアルタイム映像通信の新たなニーズの深耕、③オープンソースの活用、標準規格準拠、市販汎用部材の積極導入である。

①では早期の社会実装を最優先に考え、建設・インフラ業界がDXに期待する「安全性」「リアルタイムな情報・技術の共有」に寄与する技術の開発を目標とした。②については、TV会議の普及などで、映像を用いた

遠隔地間コミュニケーションの有効性が広く認知されたなか、新たなニーズを掘り起こすデモ機・デモシステムを完成させ営業活動につなげていく。③では、ソフトウェア開発において機能ごとのAPI定義と実装を行い、将来的なアプリケーション拡張を容易にすることに留意した。

機能・仕様では以下の目標を置いた。リアルタイム性は、経産省「平成30年度自動走行システムの社会実装に向けた研究開発、実証事業」を参考に、遠隔操作で最低許容量1.0秒以下、目標遅延量0.5秒以下とした。安全システムは、重機などの現場作業車両と現場作業者の移動速度から目標遅延量を0.125秒以下とした。

ドローン自律飛行・遠隔操作システム

常態化する自然災害などに対して、僻地インフラ施設の精密な点検をすぐさま始めるには、小型軽量のトイドローンと分散クラウドを用いたリアルタイム点検・保守安全

サービスが有効な手立てとなる。今回は、航空法規制外の小型トイドローン(重量:80g)を用いた自律飛行・遠隔操作システムの実証実験で有効性を確かめた(図6-1)。

ポイントとなるのは2つ。一つはエッジクラウドでの機体追跡による自律飛行。もう一つは地上映像視点とドローン視点映像を使った遠隔操作である。実証実験の結果、熟練を必要としないレベルでの遠隔操作が可能であることを確認した。

安全担保を重視し、機体飛散防止と異常発生時に備える有線結索(最長20m)によるドローン緊急回収装置も併せて試作した。80g機体と200g機体の双方で機体飛散防止と巻取り動作を確認した。

ドローン緊急回収装置は、気象(風光、風速、雨量)センサーと連動させ、飛行中の降雨や強風、カメラでの追跡不能、通信異常発生のときに稼働する。飛行前の気象条件によっては、飛行を禁止することもできる。着陸時には、ドローンの位置捕捉情報に基づ

図6-1 自律飛行・遠隔操作システムの実証実験

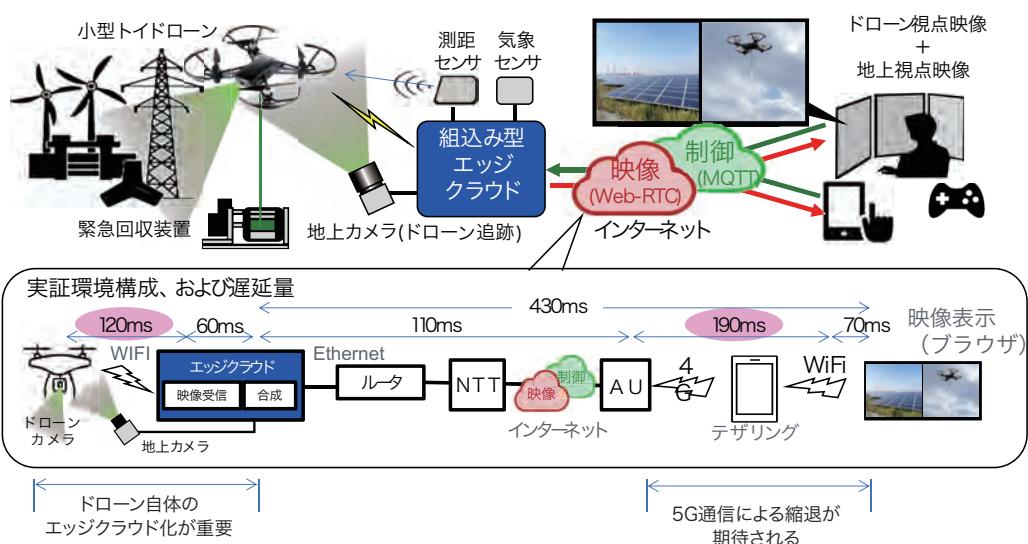


図6-2 作業現場の安全管理

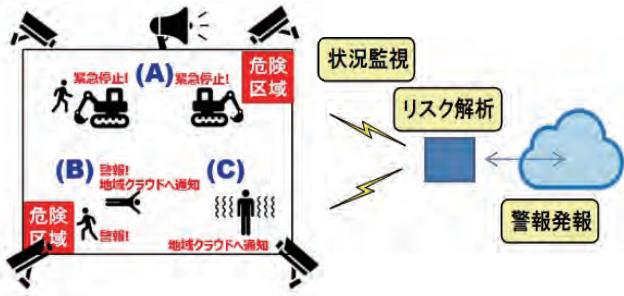
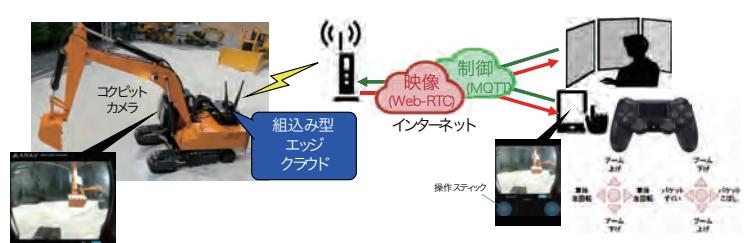


図6-3 建設機械(バックホー)の遠隔操作



き巻取り動作を行う。

テレビ会議の普及によって遠隔地間の映像通信の有用性が広く認知された結果、多くの顧客がスマートグラスやARグラスを用いた遠隔作業支援に興味を示し始めている。そこで代表的な市販素材を比較評価して、実用性検討を実施した。

評価の結果、ARグラスによる作業効率化の可能性が認められたが、「作業現場で体を動かして操作することに不安がある」といった、マンマシンインターフェースの改善への要望が多数あった。現場作業従事者からのヒアリングシートをもとに、現場作業、遠隔作業支援でのマンマシンインターフェース改善について検討した。

作業現場の危険防止システムを検証

エッジクラウドによる作業現場全体の把握と、危険防止システムの実証実験を行った。上位クラウドと連動させて作業現場の俯瞰地図を表示し、リスク回避を促す。

実証実験の背景には、建設・土木現場での重機事故の大半(51.2%)が作業員との接触という現状がある(国土交通省の「安全啓発リーフレット(令和元年度版)」)。原因は合図・確認の不徹底、誤操作などだが、とりわけ周辺確認の困難な遠隔操縦を考えた場合に自律的な安全監視システムの導入が不可欠である。

危険防止システムは2つの機能を備える。一つは、重機が人物または危険区域に接近したら重機の自動停止命令発行する機能

(図6-2の(A))、もう一つは人物が危険区域に接近したら警報を発する機能である(図6-2の(B))。健康状態監視システム(図6-2の(C))についても基礎的な検討を併せて実施した。

危険防止システムで用いる現場の俯瞰地図はLidarで作る。人物と重機の位置の把握にはそれぞれ俯瞰カメラとLidarを用いており、リアルタイムでの推定が可能である。情報は、エッジクラウドのJetson AGX Xavierに統合し、俯瞰地図上での位置を算出し危険かどうかを判定する。地域クラウドでは俯瞰地図と警報の表示を行う。

危険防止システムでは、人と重機が指定距離以内に接近すると危険と判定して、警報音を鳴動させるなどのエマージェンシー処理を実行する。

システムに遅延がある場合、人や重機がその遅延時間で移動する距離に応じたセーフティーマージンを取る必要がある。実証実験によって、セーフティーマージンを確保できるかどうかを検証した。

セーフティーマージンの目標値は成人の1歩(0.5m)に相当する距離以内とした。遅延時間は以下で求められる。重機の速度は通常最大で 5.5km/時(1.5m/秒)程度、成人の小走りは2.5m/秒程度であり、重機と人の相対速度は最大で4m/秒程度となる。遅延時間の目標は $0.5m \div (4m/\text{秒}) = 125\text{ ms}$ と計算できる。

WiFi-6と4G回線を用いた遅延時間は、俯瞰カメラ/Lidarで90ms、エッジクラウド

で10ms、通信で240msとなり、合計340msに達する。距離にすると1.4mであり許容範囲を超える。

システム遅延時間の71%(240ms)が通信による。ここにローカル5G回線を用いれば、通信遅延を1ms(総務省の「5G・ローカル5Gの普及・高度化に向けた取り組み」による)に短縮できる。遅延時間は101ms(距離で40cm)となり許容範囲に収まる。

建機の遠隔操作システムの動作を確認

以下に示す環境で、建設機械(バックホー)の遠隔操作を確認した(図6-3)。

①実機を再現した建機模型と操作環境

建設機械(バックホー)の遠隔操作を、実機稼働メカニズムと同様となるように改造した、油圧動作式大型模型(1/12サイズ)と、実際の作業現場と同様の挙動を得るために微細砂礫を敷いたテストフィールドを準備した。

②プラットフォーム化したエッジクラウド

バックホー車体上部に組込み型エッジクラウド装置を配置し、ここに全ての操作制御(車体走行、ブーム、アーム、バケット)を行うAPIを実装。将来的なアプリケーション拡張を容易にした。

③ブラウザとスマホでの簡単操作

約950km離れた静岡県富士市のテストフィールドと福岡市を結んで遠隔操作を実施し、実用上問題のないことを確認した。遅延は約0.3~0.4秒であり目標値をクリアした。

建設機械の遠隔化・自動化システム開発で事業展開 ロボット工学で人手不足の業界課題に取り組む

Architectural Robust Autonomous Vehicles(建設向けの堅牢な自動運転車)の頭文字を社名にした東大発ベンチャー・ARAV株式会社(アラヴ:東京都文京区)。インターネット経由でPCやスマホから建機が操作できる遠隔操作装置「建機Webコントローラー」を開発するなど、人手不足という喫緊の課題解決に取り組んでいる。「ロボット工学で社会に還元したい」と語る代表取締役の白久レイエス樹氏に活動状況など近況を伺った。

しろく たつる
代表取締役 白久レイエス樹 氏



社会的課題の解決を目指す ARAVのソリューション

世界に先駆けて超高齢社会に突入している日本。4年後には、65歳以上の人口が30%を超え、国民の4人に1人が75歳以上の後期高齢者となる、いわゆる2025年問題とされる社会が目前に迫っている。社会構造や体制が大きな分岐点を迎え、雇用、医療、福祉など、さまざまな分野に影響を与えることが予想されている。

ARAVが提供する遠隔操作システム、自動運転システムに関連する技術は、そうした背景における社会的課題の解決に向けられている。なかでも建設機械に特化している理由を代表取締役の白久レイエス樹氏は次のように説明する。

「少子高齢化が進み、いろいろな産業で人手不足とされているなかで、特に高齢化が激しく深刻な人手不足に陥っているのが建設業界です。具体的には、有効求人倍率に対して16.6%しか働き手が集まらないのが現状です。そうした喫緊の課題を解決するために、建設機械を対象に遠隔操作や自動運転システムを提供しています」

建設現場のテレワーク化も。 具体的な成果紹介

そんなARAVの最近のトピックをいくつか紹介する。「キャリアダンプ(不整地運搬車)をスマートで12kmの遠隔地から操作する実験に成功」

産業機械メーカー・諸岡(茨城県)と共同で実施したもの。開発したシステムは、CAN通信対応の建設機械に後付けで搭載できるもので、インターネットに接続したノートPC、スマートフォンであればどこからでも遠隔操作を可能とする。建設現場でのテレワークの実現に期待されている。「油圧ショベルの積み込みタスク自動化の実証実験に成功」

遠隔システム開発を手掛けるビスペル(静岡県)と共同で、油圧ショベルによる掘削からダンプトラックへの積み込み動作までを自律的に行う実証実験に成功、本システムの事業化を開始。このシステムを使うことで、油圧ショベルが掘削からダンプトラックなどへの積み込みを自律的に行うことが可能となる。

実証事業は、内閣府と準天頂衛星シス

テムの運用等事業を行う準天頂衛星システムサービスの「2020年度みちびきを利用した実証事業」に採択された事業で準天頂衛星みちびきのセンチメータ級測位補強サービスを活用し評価試験を実施した。「後付けで汎用性の高いクローラーダンプ用の遠隔操作システムの実証実験に成功」

特殊な対人地雷除去機などの建機製造技術を持つ日建、i-Constructionを活用した生産性向上の実績豊富な平賀建設(ともに山梨県)それぞれのノウハウを用い共同で行ったもの。

遠隔操作は、キャビン内の操作レバーを電動アクチュエータで操作する手法で、取り付けや取り外しに大がかりな油圧系統の改造を必要とせず、乗せ換えも簡単にできる汎用性の高いシステム。インターネット接続が可能な環境であれば、どこからでも操作が可能となる。「河川堤防の草刈り作業に使う『大型自律走行型草刈り機』を開発」

建設現場の生産性向上に貢献する中小・ベンチャー企業との共同で実証実験を実施。人が乗るタイプの大型機でかなり



インターネットに接続した環境であればどこからでも遠隔操作可能に。
左は遠隔操作でダンプトラックに土砂を積んでいる様子。



建機Webコントローラーを搭載した油圧ショベル

の重労働となるが、自動運転化により効率・省力化を実現。また、プログラムされた経路に沿って進路を進む正確性も備わるものとなる。

ユーザに寄り添った開発アプローチで競争優位に

ARAVの開発要員にはメカ開発から制御系ソフト開発、サーバ、ネットワーク系のWebエンジニアと揃い、すべての範囲の開発を自社で対応する。開発力の高さもさることながら、そして提供される遠隔操作、自動運転のシステムの大きな特長といえるのが、既存の建機に後付で使えるシステムであること。本体に通信用SIMを内蔵した遠隔操作装置「建機Webコントローラー」がまさにそうだが、白久氏も「大きな競争力になっている」といい、次のように説明する。

「建機の遠隔操作システムは、情報系ベンダやゼネコンなど大手企業が集つてつくられていることが多く、そうした大手の技術を地域のユーザが購入できるかというと難しいものがあるかなと思います。ARAVなら建機を持ってきていただくことで、当社だけで遠隔操作、自動運転の機能が実装できる技術があります」

自動化というとAI技術が駆使される印象だが、ARAVのシステムでは多用されていない。それも同社なりのシステム開発のアプローチを表すものといえる。「例えば建機の関節の角度を推定するためアルゴリズムが用いられているものもありますが、慣性計測センサを用いればAIを使わなくとも済みます。比較的安価なセンサもあり、それらを組み合わせてつくって早く現場に

届けようと、お客様に寄り添った開発を前提にしています」

また、建機の遠隔操作に距離を問わないインターネット経由で行える技術を提供しているのも国内ではARAVのみ。白久氏は「自動運転を行っている間にもし建機にトラブルがあつても、その遠隔操作のソリューションと組み合わせることで、わざわざ建機に乗り込まなくてもトラブルに柔軟に対応できるので、使い勝手の良いソリューションとして提供できています」と強調する。

「ロボット工学で社会に還元を」その可能性に期待

実は白久氏、ARAVがすでに3社目の会社になるという。もともと出身地・沖縄の高専時代に出場した高専ロボコンで優勝経験があるほどロボティクス全般への関心は強かつたものの、起業には興味はなかったそうだ。きっかけは東京大学在学中につくっていたロボットが購入されたこと。「週末の活動みたいなことでロボットをつくつていたら、ある民間企業が購入したいという話になりました。それで会社を興してみよう最初の会社を立ち上げました」

1社目はロボットスーツの製造販売、2社目はシリコンバレーのあるカリフォルニアで立ち上げた自動運転トラックのベンチャー。「自動運転をビジネスにするには公道上が走れないといけませんが、トラックやバスを無人で走らせるには法律的にもかなり高いハードルがありました。その事業を引き継ぐかたちで設立したARAVで建機にフォーカスしたのは、プライベ

トな範囲であれば喫緊の課題解決に活かせるということで、順番として最初に建設分野からという考えがありました」

その間には、大手自動車メーカーで自動運転の技術開発にも携わっている。大手としてのビジネススケールには大いに刺激を受けたようだ。「技術的なことはもちろんですが、しっかり社会に打ち出していっているところに感銘を受けました。そのときに関わった、100kmを超える時速でビデオカメラで緊急停止するという技術はかなりチャレンジングだし、並大抵のことではありません。そんな素晴らしい技術による商品を自分でも出したいなと感じました」

白久氏の根底にあるのは、ロボット工学で社会に還元したいという意識だという。「いまフォーカスしている建設業界を最初として、課題が改善できたらほかの業界にも波及効果があると考えています。先々には建設を問わずその他の業界にも展開ができるだろうと考えています」

本号の特集でも紹介している、分散型クラウドを活用したリアルタイム組込みプラットフォーム開発プロジェクトにも参画いただくなど、すでにJASAにとても大きな力になってくれている。白久氏もこうした活動を経て「全国のいろいろな企業が参加されているし、開発プロジェクトにも関われて大いに刺激になっています」とメンバー間の連携を歓迎する。

今後のJASAメンバーとしての活躍に期待すると同時に、誰にも止められない高齢化が直面する課題を解決に導いてくれるロボット工学の可能性に大いに期待したい。

●「会社訪問」のコーナーでは、掲載を希望される会員企業を募集しています。お気軽にJASAまでお問い合わせください。

オールジャパンでDX人材を育成

DXイノベーションチャレンジは、これからデジタル社会を牽引できる組込み・IT人材の育成を目的とした実践プロジェクトです。ビジネスと技術の素養を高める「体系だった教育」、産業界から解決を求める複雑な課題を解決する「新規アイデアの立案」、そのアイデアを競う「ピッチコンテスト」で構成します。DX推進人材に不可欠な「ビジネスをデザインする(イノベーション創出)能力」と「企業システム全体を俯瞰して捉える能力」を養う場を提供します。併せて、こうしたDX推進人材が活躍する場を整える役割を担う経営者を支援するプログラムも用意します。すべての講義・イベントをリモートで開催しますので、地域にとらわれず参加いただけます。講義はオンデマンドで視聴できますので、時間を気にする必要もありません。

またDXイノベーションチャレンジはスポンサーの皆さんに支えられたイベントです。特典に応じてダイヤモンド、プラチナなど5枠を用意しました。コンテストへの参加だけではなく、業界を担う人材育成へのご支援についてもぜひご検討ください。

座談会：キーマン4人が挙げる育成の勘所

企画委員長を務める白坂成功 慶應義塾大學教授と、後援いただく経済産業省の和泉憲明 商務情報政策局アーキテクチャ戦略企画室長および情報処理推進機構 社会基盤センターの片岡晃センター長に、DXイノベーションチャレンジの意義や目標、DX推進人材育成の在るべき姿などについてうかがった。司会進行は主催者 組込みシステム技術協会の渡辺博之理事が務めた。

渡辺：DXイノベーションチャレンジだけでなく、前身のIoTイノベーションチャレンジにも企画や審査、講師で携わった3の方に集まっていただきました。まずIoTハッカソンを含め、組込みシステム技術協会(JASA)が主催してきた人材育成コンテストを簡単に振り返ります。次にDXイノベーションチャレンジの意義や名称変更の理由などについて議論し、最後に参加者を送り出す企業の経営者へのメッセージをお願いします。

組込み人材の育成のために2015年に始めたのがIoTハッカソンです。2017年まで続けました。技術力を高める効果はあったので

すが、エンジニアはどうしても実装に目が行き、小ぢんまりとまりがちでした。技術を知るエンジニアにこそイノベーションを起こして欲しい、ビジネスで新しい価値を生み出して欲しいと考えて始めたのがIoTイノベーションチャレンジでした。

初年度の2018年は19チーム、2019年は41チームが参加し、人材育成プロジェクトとして順調に成長しました。残念ながら2020年はコロナ禍に見舞われましたが、それでも28チームに参加いただき、講義やワークショップ、ピッチコンテストをすべてリモートで実施しました。東京圏以外からの参加者が増えるなど、リモートならではのメリットもありました。リモートでの講義やワークショップは、DXイノベーションチャレンジでも継承します。講義はオンデマンド配信ですので、いつでもどこでも受講可能です。

一流講師陣による講義が最大の特徴

白坂：IoTハッカソンの時代からかかわっています。IoTハッカソンは「作ること」に比重が置かれていました。2017年に情報処理推進



白坂 成功(しらさか せいこう)
慶應義塾大学大学院
システムデザイン・マネジメント研究科
教授 博士

機構(IPA)が行った「組込みソフトウェアに関する動向調査」で「システム全体を俯瞰できる人材」「ビジネスをデザインできる人材」の不足が将来にわたって続くことが明らかになりました(図1)。だったらアイデアソンにエンジニアを引き込もう、ビジネスのアイデアを競うエンジニア中心のイベントを開こうという議論になりました。それがIoTイノベーションチャレンジです。

最大の特徴は、信じられないくらいに充実した一流講師陣による講義です。会社に閉じこもっていては得られない学びの機会をエ

エンジニアに与えることができました。座学だけではなくワークショップも充実しています。実際にやってみて、体感することが重要です。国連が定めたSDGs(持続可能な開発目標)を課題としたことも良かった。多くのエンジニアにとって土地勘のないテーマですが、全世界が考えるべき共通ゴールです。

変革を続けなければならぬ



和泉 塤明(いづみ のりあき)

経済産業省商務情報政策局
情報経済課・アーキテクチャ戦略企画室長
(併)ソフトウェア・情報サービス戦略室、
デジタル高度化推進室(DX推進室)

和泉：講師および審査員として携わっています。経済産業省は今年、DXイノベーションチャレンジを後援します。

IoTハッカソンからIoTイノベーションチャレンジ、さらにDXイノベーションチャレンジと名称は変わっていますが、目標は変わっていないことが重要です。目標に向かって微調整し続けていく結果だということを強調したい。

伝えたい1点目は、人材育成に完成や到達点はないということです。より良いものを追求し続けるべきです。DXレポート2でも述べたように、これから企業には常に変化する顧客・社会の課題をとらえ、変革し続ける能力を身につけることが求められます。IoTイノベーションチャレンジに参加し他チームと競い合い、「より良いもの、より高いレベル」を追求して勝ち抜くことは貴重な体験になります。

2点目は、IoTイノベーションチャレンジでの講義や審査を通して超一流のコミュニティと交わる機会が得られたことです。エンジニアは会社だけではなく、外部のコミュニティに属することで、主体的に自らの技術レベルを高める時代になるでしょう。「hello,

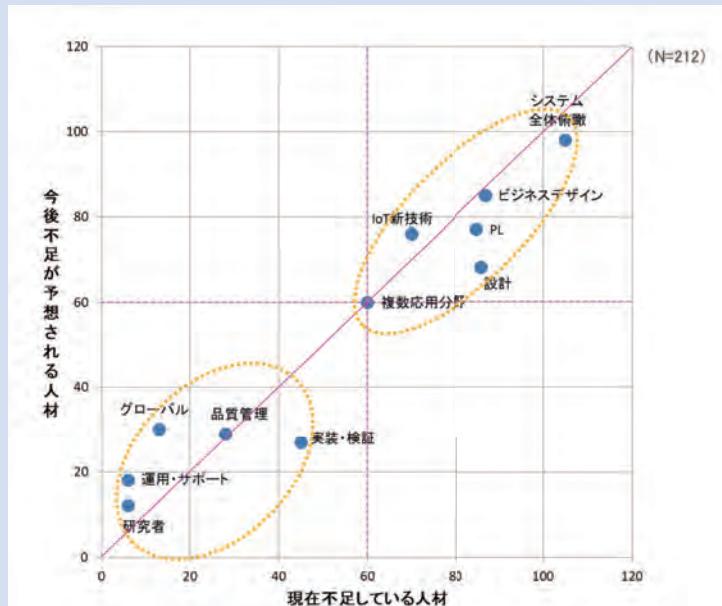


図1 現在および将来的に不足する人材

出典:情報処理推進機構、「組込みソフトウェアに関する動向調査」調査報告書、

2018年3月、<https://www.ipa.go.jp/files/000072233.pdf>

「world」をディスプレイに表示するプログラムを最初に作る、というエンジニアの習慣は、コミュニティに参加するための挨拶が始まり、と言われています。IoTイノベーションチャレンジは、まさに、超一流のコミュニティへの挨拶の機会を与えてくれるのです。

アイデアを出すときでも、どうしても実現性が頭をよぎります。見方を変えると視野が狭いともいえます。そんなエンジニアが、一流の講師陣による教育によって視野を広げてもらえるのがIoTイノベーションチャレンジでした。私は未踏プロジェクトにも関係しましたが、若いときに壁を突き抜けて違う世界を経験するのは非常に大切だと感じています。

若いときに違う世界を経験すべき



片岡 晃(かたおか あきら)
独立行政法人情報処理推進機構
社会基盤センター センター長

片岡:2018年のIoTイノベーションチャレンジに特別審査員として関わりました。IPA社会基盤センターはDX推進事業を進めています。またIPAは今回、DXイノベーションチャレンジの後援を決定しました。

エンジニアが実装を経験していることは強みであります。逆に弱みにもつながります。

組込みの枠を超えDX推進人材を育成

渡辺:2つ目の話題に移ります。目標に向けて微修正を続けてきたIoTイノベーションチャレンジでしたが、DXイノベーションチャレンジと冠を変えます。なぜIoTからDXなのか。

まずDX推進が日本企業にとって喫緊の課題になっていることです。これまでDXは、キャズムでいうところのイノベータやアーリーアダプタなど感度の高い経営者のテーマでした。しかし、ここにきてアーリーマジョリティやレイトマジョリティまでが意識し、推進なければならない状況になりました。

そこでより多くの方に参加してもらうために、IoTの旗を降ろしてDXに変更し間口を広げました。こうなるとJASAだけではカバーしきれません。経済産業省とIPAに後援をお願いしたのも、こうした意思の表れです。



渡辺 博之(わたなべ ひろゆき)

一般社団法人組込みシステム技術協会(JASA)理事、ET事業本部長/
株式会社エクスマーション 代表取締役

トランسفォーメーションを教育

白坂:Society5.0は、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合したシステムが基盤となります。サイバー空間とフィジカル空間の結節点(入力と出力)を担うのがIoTです。Society5.0では、あらゆるところでデジタルを扱う必要があります。IoTにとどまる話ではありません。トランسفォームに関わらなければならない人が急速に増えているのです。

最近は、「トランسفォーメーション人材を育成したい」という企業からの相談を頻繁に受けます。デジタル教育を行っている企業は数多く存在しますが、トランسفォーメーション教育はできていません。DXイノベーションチャレンジは、DX人材の育成に困っている企業にとっての受け皿です。

情報技術の進化によって、企業がサービスや製品を生み出すための道具が変わりました。戦術を遂行するための武器が変わったのだから、戦い方が変わり、戦略の変更を迫られます。新たな技術(武器)を使いこなす人材の育成が急務になっているのです。

バリューチェーンに意味がある

和泉:DX推進に欠かせない3つのこと話をしたい。まず変化への素早い対応です。技術は指數関数的に進歩しています。技術は「よーいドン」で変化する訳ではありません。いつの間にか変わっていて、乗り遅れる危険を常にはらみます。明示的ではない変化に追従して、変わり続けることができる企業が勝ち残ります。

2つのポイントは、社会課題を解決する

ために、ものごとを組み立てるスキルです。要件を分析したり、詳細化したりするスキルではなく、デジタルの時代に求められるスキルとして、スキームを組み上げ、新たにデザインする能力とも言えます。対象はIoTに限りません。これは、デジタルアーキテクチャ・デザインセンター (Digital Architecture Design Center:DADC) 立ち上げの趣旨とも関係します。

第3はインターネットが重要だということです。IoTはモノ(Things)にばかりスポットライトが当たっている気がします。実はインターネット(I:Internet)こそがポイントです。インターネットにつながるからこそ誰でもグローバルな市場を目指したビジネス展開ができる、スケールアウトできるのです。成功のためには、サプライチェーンを意識することは不要ですが、他方、バリューチェーンに入ることが重要です。

片岡:経済産業省が、デジタル経営改革のための評価指標(DX推進指標)をまとめました。DXを推進する経営とITの枠組みに関する指標です。IPAは企業・団体などがこの指標で行った自己診断結果の分析レポートを

作成・公開しました。それによると、DXのイノベータやアーリーアダプタといえる先行企業は全体の5%に過ぎません(図2)。95%の企業はDXに乗り遅れている状態です。

こうしたギャップは、経営者の危機感の欠如や認識不足から生じています。DXを推進する組織や予算の手当てがされておらず、人材育成の体制も十分ではありません。経営者は、端的に言えば、どうすれば良いのかわからないのです。

しかし、すべての企業でDXの推進が必要になっており、具体的に考えるタイミングを迎えてます。もちろん、すべての企業がアーリーアダプタである必要はありません。自分たちでできることから進めるのが重要です。こうした意味で、DXイノベーションチャレンジが間口を広げたのは高く評価できます。

DX推進におけるベンダー像を探る

渡辺:イノベーションチャレンジの冠をIoTからDXに変更したもう一つの意味は、ITベンダー/SIerがDX推進で果たす役割は何なのかを考えたかったからです。DX推進のための技術支援なのか、新サービスや製品創

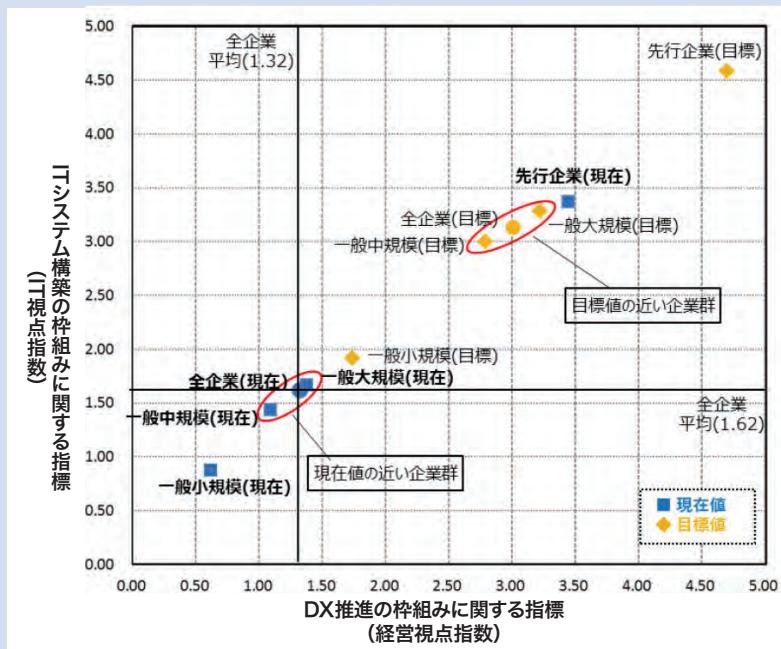


図2 日本企業の経営視点指標とIT視点指標におけるポジション

出典:情報処理推進機構、「DX推進指標 自己診断結果 分析レポート」、

2020年5月28日、<https://www.ipa.go.jp/files/000082544.pdf>

出の手助けなのか、ベンダー自身が困っています。DXレポート2には、ベンダーの目指すべき4つの方向性が示されています(図3)。この方向性をどのように受け取るべきなのか。

こうなるとJASAの枠に収まる話ではありません。そこで、情報サービス産業協会(JISA)やコンピュータソフトウェア協会(CSAJ)、日本情報システムユーザー協会(JUAS)に声をかけ、後援をお願いしました。IT関連の業界団体が一丸となって、ベンダーが果たす役割は何かを考える機会にしたいと思っています。

白坂:企業から相談を受けて感じるのは、ビジネスが明らかに変わっていることです。これまで、客が言ったことに従って仕事を進めれば良かった。ところが客自身が、何をやれば良いのか、消費者に何を提供すれば良いのか分からなくなっている。ベンダーは提案型にビジネスをえないと生き残れません。客のビジネスを理解し、客自身が気づいていない課題を抽出することが重要です。

和泉:情報サービス産業の成長率を見ると、中国が15%、米国が6%なのに日本は2%に過ぎません。同じ業態にも関わらず大きな差

があります。別の角度からも見てみましょう。オンプレミスのサーバーの出荷台数は、マイナス成長が続いています。一方、グローバルのクラウド市場は30%以上の成長を続けており、直近では37%超に達します。

つまり特定企業のためにシステムを構築する旧来型の市場(1階部分)に固執してパイを取り合っても意味がありません。クラウドをはじめ、新たなサービスや製品を創出する2階部分や、1階部分から2階部分への移行を支援する業態で成功することが、ベンダー生き残りのポイントです。

片岡:これまでSIerなら客の情報システム部門、組込みなら製品開発部門と付き合えば良かった。ただ、ビジネスモデルを考えると、付き合う先が経営者や製品企画担当者へと変わります。しかし経営者や製品企画担当者が、デジタル技術をDXにつなげるに長けているわけではありません。ベンダーからの支援が求められます。

これからベンダーは、一緒に作る姿勢が必要です。組込み業界も、リアルタイム技術に優れているだけでは十分とは言えません。クラウドネイティブな技術を取り入れるだ

けの幅の広さが不可欠です。重要なのは客のビジネスを理解して、パートナーと一緒に仕事を進めることです。

「思考のOS」を入れ替える

渡辺:最後にDXイノベーションチャレンジへの参加者と参加者を送り出す企業の経営者の方々へのメッセージをお願いします。

片岡:DXイノベーションチャレンジは、経営サイドと現場サイドが一緒に学ぶ機会を提供します。さらにオンラインで多様な人と交流し、体系的に知識や手法を得ることができる場です。

和泉:先ほども述べましたが、技術の進歩は指数関数的です。昔の知識や経験は、すぐに古くなってしまいます。新しい時代にマッチした教育・研修が必要です。そして今後も2階部分でのビジネスの形はどんどん変わります。変わり続けるビジネスへ迅速に対応できる人材の育成に、経営者のみなさんはDXイノベーションチャレンジを活用していただきたい。

白坂:実践を通して、新しい技術によるトランスフォームを体得するのがDXイノベーションチャレンジです。単に知識を得るのではなく、肌感覚で身につけることが重要です。

経営のコンテキストはすっかり変わっています。これまでのルールは通用しません。変化の激しいルールのもとでも、勝ち続ける人材が求められます。必要なのは「思考のOSを入れ替える」ことです。学び方自体を学び、一生学び続ける人材を育てるのがDXイノベーションチャレンジです。経営者は、そういう場に社員をぜひ送り込んでいただきたい。

渡辺:自らをOTA(Over The Air)で変えられるのがDX人材といえそうです。DXイノベーションチャレンジに社員を送り込んでDX人材を育成し、そうした人材を使って会社やビジネスを変えていく。経営者にはこんなイメージを持っていただければ良いかと思います。

座談会の全文はDXイノベーションチャレンジのサイト(<https://innovation-challenge.biz>)に掲載。

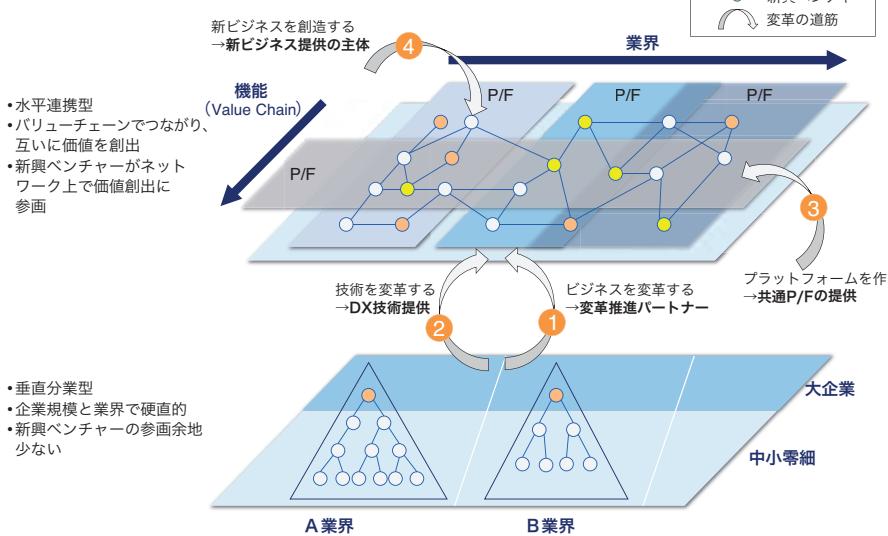


図3 DX推進においてベンダーが目指すべき方向

出典:経済産業省、「デジタル産業の創出に向けた研究会」の討議資料、
<https://www.meti.go.jp/press/2020/02/20210204003/20210204003.html>



開催概要

これからデジタル社会を牽引できる人材を育成する実践プロジェクト「DXイノベーションチャレンジ2021」。経済産業省が公表した『DXレポート2(中間取りまとめ)』の、コロナ禍を踏まえて浮き彫りになったDXの本質及び

緊急性、企業が事業変革のために取るべきアクションを参考に「課題・解決・実装」を段階的に繰り返して学び、“DXによるイノベーションの創出”をコンテスト形式で評価する内容となります。

新価値創出へ向けた企業そのものの変革を目的とし、人材育成のみではなく、その人材が活躍できる場づくりとして経営者・管理者への啓蒙育成も実施します。すべてのプログラムはオンラインにて提供、地域・時間の制限なく参加することができます。

実施概要

日本の企業で喫緊の課題となっているDX推進に資する人材を育成する実践プロジェクトです。DX推進を担う

人材の育成と、継続的なDX推進を可能にする社内環境の確立に力を尽くす経営者の支援が目的です。こうした現場の人材と経営者がDX推進の両輪となってこそ企業の変革は可能になります。

3つの特徴

特徴①

DX推進の両輪

経営サイドと現場サイドに向けたプログラム

特徴②

体系的に学べるプログラム

基礎から実践まで4レベル

特徴③

全プログラムオンライン

時と場所を選ばず受講可能

参加チーム向け育成プログラム構成

Part0 基礎

Part1～Part3共通で使われる手法・技法を学びます。
デザイン思考、システム思考、アジャイル開発手法、チームビルディング、プレゼンテーションなどの講義・ワークショップを予定しています。

Part1 課題

解決すべき課題を見つける視点を養い、「DXの目的が分からぬ(Why)」といった悩みに応えます。
イノベーション、SDGs、Society5.0、人間中心設計などの講義を予定しています。

Part2 解決

課題解決のアイデア立案のアプローチとそれに必要な知識を会得し、「どうすればDXになるか分からぬ(What)」といった悩みに応えます。
アーキテクチャー、ガバナンス、セキュリティ、セーフティなどの講義を予定しています。

Part3 実装

アイデアを実装するためのプロセスを理解することで、「DXの進め方が分からぬ(How)」といった悩みに応えます。
企画プロセス、デプロイメントプロセスなどの講義を予定しています。

経営者向けセミナー

5月まで参加募集中ですが、4月に経営者向けセミナーを無料・オンラインで開催します。
DXに興味のある方、参加をご検討される方、どなたでもぜひお越しください。

お申込みは
こちら



■第3回 「経営者が理解すべきDXの本質」－デジタル社会の浸透と競争環境の変化－

- ・日 時 4/27(火) 16:00～17:00
- ・登壇者 中川 郁夫 氏 [株式会社 エクスマーション フェロー／大阪大学 招へい准教授]

■第4回 「DX戦略が不要って本当ですか」

- ・日 時 4/28(水) 16:00～17:00
- ・登壇者 小西 一有 氏 [合同会社タッチコア 代表／九州工業大学 客員教授／同志社大学大学院 嘴託講師]



開催概要

IT・組込み分野におけるエンジニア人財育成・技術教育機会の提供を目的としたETロボコンは、2021年コンテストをオンラインで開催いたします。

今思い起こせばおよそ一年前、新型コロナウイルス感染症が日本で猛威を振るう中、「学びを止めてはいけない」を合言葉に人財育成の灯をともし続けたETロボコン。2020年コンテストでは、シミュレータを活用したバーチャル環境をETロボコン実行委員会が自ら開発し、参加者が会場に集合する形式から、全プログラムオンライン開催へと大きく変化しました。今までの教育コンテンツを単にデジタル化するのではなく、コロナ禍でも安心して質の高い学びを得ることを目的に構成を見直し、ETロボコンは時代に先駆けて

「人財育成のDX」を推し進めました。この実績を基に、ETロボコン2021ではさらにパワーアップした人財育成の場を提供し、シミュレータ開発や最先端のシステム開発に挑戦する機会をつくります。

昨年初めて実施したシミュレータ競技会は、リアル開催と遜色ない仕上がりとなっており、多くの参加者から好評いただいております。実際の映像はYoutubeに大会の模様が公開されているので、ぜひご覧ください。

<https://youtu.be/w7QW3Tn5nA4>

ETロボコン2021

- 内容:** 全プログラムオンラインにて技術教育機会を提供します。(技術教育動画配信、シミュレータ競技会)
- 年間スケジュール:** 5-6月: 技術教育、7-8月: 試走会、9-10月: 地区ブロック大会、11月: チャンピオンシップ大会
- 参加申込期間:** 3月3日(水)~4月23日(金)まで
- 参加資格:** 高校生以上。エンジニア及び大学生、高専生、専門学生を主な対象としています。

参加申込方法について詳しくは以下をご覧ください。

<https://www.etrobo.jp/howtoentry/>

※個別での参加相談や本活動と一緒に盛り上げて頂く協賛企業も募集しております。

オンライン相談会にてお気軽にご相談ください。詳しくはETロボコン事務局(er-info@etrobo.jp)までお問い合わせください。

全スケジュールオンライン開催

全プログラムをオンラインにて実施いたします
参加者は、組織や場所等の制限なく学ぶことができ
コンテストに参加することが可能

シミュレータによる競技会

システム開発で必要不可欠な構築技法(モデリング)の
教育に加え、新しい開発スタイルとして
「シミュレータ」を活用することで開発期間の
飛躍的な短縮とソフトウェアの品質を向上させる

チャンピオンシップ大会

各クラスの優秀チームを30-40選出予定

地区ブロック大会

エントリークラス

地区ブロック大会

プライマリークラス

アドバンストクラス

※エントリークラスは地区ブロック大会のみ

前回に引き続きETSSの概要を説明する。今回は人材育成、適正配置さらには中途採用など人財戦略に資するキャリア基準を中心に解説する。(門田 浩)

1. キャリア基準

新入社員、中堅社員にかかわらず人材育成とキャリアパス設計は企業の重要な事項である。一般的に新人など初級技術者は当初は部分的な業務を分担し、先輩等から指導を受けながら業務を遂行し経験を積み中級技術者を目指す。中級あるいは中堅技術者はある程度得意分野を確立し自律的な作業が可能となり、業務的にはより抽象度の高いものに移行してゆく。さらに上級技術者は過去の経験の上にプロジェクト全体を管理遂行し、製品企画などビジネス面でも役割を担うようになる。図4はこのような開発系技術者の一般的なキャリアパスと業務の関係を示している。

キャリアには要求される業務が定義され、その業務の責任範囲と遂行に必要なスキルが関係付けられなければならない。しかし、組込みソフトウェア開発における職種定義や責任範囲などは企業や組織間で異なるだけでなく、業務や技術背景とは無関係な名称も日々見られた。

キャリア基準では組込みソフトウェア開発技術者の業務名称、専門分野、責任範囲

を定め、これをキャリアフレームワークと関連する図表にまとめた。そして技術レベル分布特性を用い責任遂行能力を裏付けた。これらにより、技術者像をより明確に定めることができるようにになった。

2.1 キャリアフレームワーク

キャリア基準では前述のように人材議論の正確さを期するため、10種類の職種名称

とその専門分野を、また7段階の責任レベルを図5のキャリアフレームワークとして定めた。図中エントリレベルを初級、ミドルレベルを中級そしてハイレベルを上級と読み替えれば図4との関係が理解しやすい。さらに表2のように責任範囲を定めた。表2から明らかなように、一つの職種はスペシャリストを除き複数の責任範囲を担うことがわかる。7段階の責任レベルはIPAの共通キャリア

表2 職種と責任の対応

職種名称	責 任	
	責任の範囲	責任の例
プロダクトマネージャ	商品開発の事業	収益、貢献
プロジェクトマネージャ	プロジェクト	品質、コスト、納期
ドメインスペシャリスト	技術の展開	プロダクト(商品)開発の効率性
システムアーキテクト	システム構造・実現方式	開発の効率性・品質
ソフトウェアエンジニア	ソフトウェア開発の成果物	品質、生産性、納期
ブリッジSE	外部組織との共同作業	品質、コスト、納期
開発環境エンジニア	開発環境の品質	使用性、作業効率
開発プロセス改善スペシャリスト	組織の開発プロセス改善実施	プロセス改善効果
QAスペシャリスト	プロセス品質、プロダクト品質	出荷後の品質問題
テストエンジニア	システムの検証	品質、テスト効率性、テスト納期

図4 一般的技術者のキャリアパス

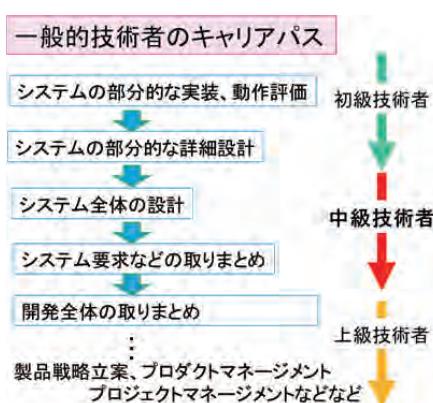


図5 キャリアフレームワーク



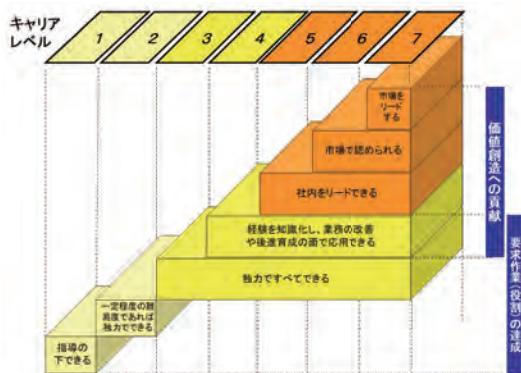


図6 キャリアレベルの意味

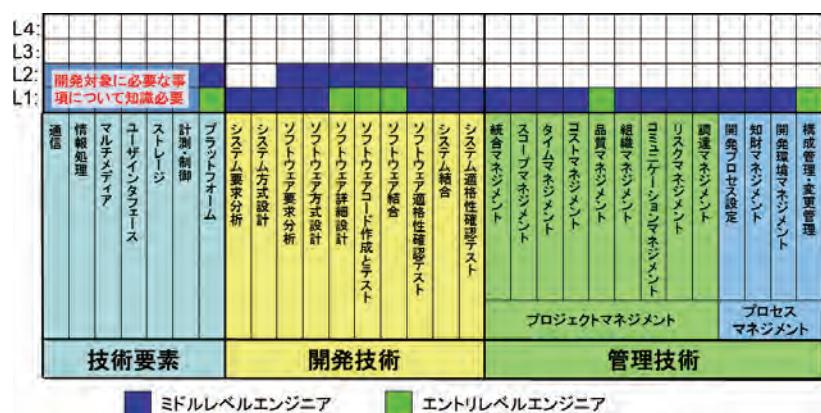


図7 技術レベル分布特性例(ソフトウェアエンジニア)

スキルフレームワークとの整合性を考慮して定められており、それを図6に示す。図6においてキャリアレベルはあくまで責任範囲の遂行レベルで、職種に必要とされる個々のスキルレベルではない。基本的に複数のスキルを統合表現したものである。レベル1から4は要求された作業の達成を測るために、スキルレベルと似た「できる」表現になっているが内容は異なることに注意していただきたい。レベル5以上は活動範囲の大きさや影響力の大きさなど技術のスキルレベルでは測れない社会的、経済的貢献のレベルである。

また白色部分はキャリアが存在しないこと、すなわち多くの職種ではいきなり初級には任せられないことを意味する。

2.2 技術レベル分布特性とキャリアフレームワーク

ここでソフトウェアエンジニアを例にキャリアフレームワークの意味を確認してみる。図7はソフトウェアエンジニアの技術レベル分布特性例である。同図では、初級と中級

エンジニアのスキルレベルが重ねて表現している。

現場での初級エンジニアの役割は、指導者の下で開発環境を使いながら実装やテストを行うことである。図5を参照すると、ソフトウェア開発、開発環境そしてテストエンジニアが業務上該当し、キャリアレベル1、2の初級エンジニアの担当可能な役割となっている。図7で緑色付けされた部分がいわゆる初級エンジニアの技術分野とスキルレベルである。新人研修等で教育する分野を連想していただければわかりやすい。最低、この分野で指導を受けながらではあるが、実務をこなすことが初級エンジニアの責任であることを示している。

濃紺のスペクトルは中級エンジニアのものである。いくつかの分野で自律的な作業が遂行できるスキルレベル2を満たし、スキルレベル2ではないが関連する業務責任範囲が広がることが示されている。責任範囲の考え方は組織によって異なるのでこのスペクトルも一定ではないが、中級を目指す場合、あるいは職種転換を目指す場合、次に何

を強化すべきかが可視化されるのである。

2.3 パーソナルスキルとビジネススキル

これまで説明してきたスキルはあくまで開発技術系である。従ってスキル基準の出力である技術レベル分布特性にはキャリア決定に不可欠なリーダーシップ、コミュニケーション力などパーソナルスキルや経営などのビジネススキルは含まれていない。人材を扱うキャリア基準ではこれらを表3のように定義し、各職種説明時の技術レベル分布特性に同列で表示している。しかし、本稿では本来の趣旨であるETECとの関係、またハイレベルキャリア評価の方法論など議論の多いところであり、本稿では敢えて外している。Ver1.2には各職種の説明ごとに図示、詳述されているので参考にされたい。

3.まとめ

この様に、ETSSは、組織の目的に合ったスキル粒度を設計しスキルを計測することにより単純な能力評価にとどまらず人材育成、業務アサイン、さらには組織力の評価にも活用できる。

ただし、文中でも触れたが参照したモデルが現状に合っているかどうか、特に技術要素は進歩が速く確認しながら使っていただいたい。

なお本稿では研修教育基準については詳細説明を割愛したが、技術レベル分布特性とキャリアフレームワークを用い、どの職種専門分野を伸ばすか、あるいは狙うかによって必要なスキルとレベルが可視化される。従ってどのような教育研修が必要なのかが整理できることが理解されよう。

表3 パーソナルスキルとビジネススキルの定義

スキルカテゴリ	第一階層	説明
パーソナルスキル	1 コミュニケーション	話す、聞く、書くなど
	2 ネゴシエーション	質問、調査、主張など
	3 リーダーシップ	能力開発、時間管理、動機付けなど
	4 問題解決	着眼・発想、問題発見・分析、論理思考など
ビジネススキル	1 経営	分析、戦略、評価など
	2 会計	財務分析、経理など
	3 マーケティング	分析、市場調査、戦略など
	4 HCM	人事戦略、要員管理、能力開発など

HCM: Human Capital Management

横田英史の 書籍紹介コーナー



分析者ためのデータ解釈学 入門

～データの本質をとらえる技術～

江崎貴裕

ソシム 2,860円(税込)

データサイエンスが気になって仕方がないビジネスパーソンをターゲットにした教科書。「データの性質」「データの分析」「データの解釈・活用」について、それぞれ1章を割いて押さえておくべき基礎知識を解説する。

第1部の「データの性質に関する基礎知識」と第2部の「データの分析に関する基礎知識」は一般教養的な色彩が濃い。本書の特徴はデータの分析、解釈、活用の各段階で陥りやすい間違いの数々を事例を交えて解説しているところである。取得、分析、解釈、利用の勘所について、なぜ重要なのか、どのようなアイデアに基づいているのか、互いにどういった関係にあるのか、データ分析の限界などについて、表面的な解説から一步踏み込んでいくのも特徴の一つとして挙げられる。工夫された図版や平易な文章、豊富な索引など初学者向けに配慮されている。

オードリー・タン

～デジタルとAIの未来を語る～

オードリー・タン、

プレジデント書籍編集チーム・編集

プレジデント社 1,980円(税込)

このところオンラインセミナーで引っ張りだこになっている、台湾のオードリー・タン デジタル担当大臣の著作。プレジデント社の編集者が20時間超のインタビュー

を単行本にまとめた。オードリー・タンはオープンソースでマスク配布のシステム「マスクマップ」を構築し、台湾市民に混乱なくマスクを行き渡らせたことで、広く知られるようになった人物である。

本書では、AIを含むITの現在と未来に対する見解、政治哲学、民主主義への思い、生い立ち、日本へのメッセージなどを綴っている。マスクマップ誕生までの経緯を述べた部分は読み応えがある。台湾の学生と市民らが立法院を占拠した「ひまわり学生運動」や台湾最大のオープンソースコミュニティ「g0v(ガブゼロ)」の存在などが背景にあり、台湾社会・行政のIT化やオープン化が付け焼き刃でないことが分かる。

オンライン・ファースト

～コロナ禍で進展した情報社会を
元に戻さないために～

東京大学情報理工学系研究科

東京大学出版会 2,970円(税込)

東京大学情報理工学系研究科の教授が、オムニバス形式で自らの研究を紹介した書。研究内容をざつと知るに向く。ポストコロナ時代に役立ちそうな研究もあり、頑張って頂きたい。

本書は大きく2部構成をとり、巻末には「ポストコロナの新たな情報化社会へ向けての提言」を掲げる。巻末の冒頭は的確な指摘を掲げておりなかなか読ませる。第1部の「これからの社会とIT」で全体像を示し、第2部の「ITでデザインするポストコロナ社会」で個別の研究を明らかにする。

第1部では、江崎浩の「インターネットのしくみでつくる社会～つながりによる革新～」がユニークな視点を提供しており読み応えがある。第2部では、非接触インターフェース(VR)、データサイエンスに基づくソーシャルディスタンス確保、個人情報の分散管理、テレワークなどをカバーする。

TOOLs AND WEAPONs

(ツール・アンド・ウェポン)

～誰がテクノロジーの暴走を止めるのか～

ブラッド・スミス、キャロル・アン・ブラウン
斎藤栄一郎・訳

プレジデント社 2,750円(税込)

テクノロジーが政治や社会に与える影響力を増しているなか、テクノロジー企業や業界はどのように身を処すべきかを、米マイクロソフトのPresidentでCCO(Chief Compliance Officer)が提示した書。利便性と同時に危険と背中合わせの情報化時代に生きる我々にとって、時宜を得た良書である。

取り上げるテーマは、AIと倫理、AIと労働者、テクノロジーと治安(監視)、デジタルデバイド、プライバシー(GDPR)、オープンソースなど多岐にわたる。それに対する著者の倫理的・哲学的な考察や基本姿勢は示唆に富み、強く共感できる。AIに関するスタンスは興味深い。マイクロソフトは独占禁止法、プライバシー規制(GDPR)、知的財産権などで闘ってきたが、哲学のレベルまで掘り下げなければならないAIの倫理的問題に比べればはるかに易しかったという。

横田英史 (yokota@et-lab.biz)

1956年大阪生まれ。1980年京都大学工学部電気工学科卒。1982年京都大学工学研究科修了。

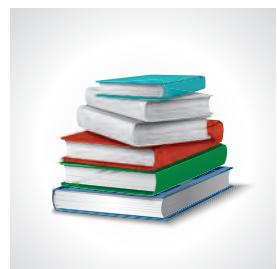
川崎重工業技術開発本部でのエンジニア経験を経て、1986年日経マグロウヒル(現日経BP社)に入社。日経エレクトロニクス記者、同副編集長、BizIT(現xTECH)編集長を経て、2001年11月日経コンピュータ編集長に就任。2003年3月発行人を兼務。

2004年11月、日経パーソナルコンピュータ編集長。その後、日経BP社執行役員を経て、2013年1月、日経BPコンサルティング取締役、2016年日経BPソリューションズ代表取締役に就任。2018年3月退任。

2018年4月から日経BP社に戻り、日経BP総合研究所 グリーンテックラボ 主席研究員、2018年10月退社。2018年11月ETラボ代表、2019年6月当協会理事、現在に至る。

記者時代の専門分野は、コンピュータ・アーキテクチャ、コンピュータ・ハードウエア、OS、ハードディスク装置、組込み制御、知的財産権、環境問題など。

*本書評の内容は横田個人の意見であり、所属する団体の見解とは関係がありません。



クミコ・ミライ ハンダフルワールド 第15話

アップデートミライちゃん①



この漫画はダイナフォントを使用しています。

右へつづく

アップデートミライちゃん②



毎日楽しく使えちゃう!!
クミコ・ミライのLINEスタンプ

発売中!



LINEで検索! クミコ・ミライ



JASA 会員一覧

(2021年4月)

北海道支部		合同会社Keychain https://www.keychain.io/	
HISホールディングス株式会社	http://www.hokuyois.co.jp/	株式会社ギガ https://www.giga.core.co.jp/	
株式会社技研工房	https://www.giken-k.biz	キヤツ株式会社 https://www.zipc.com/	
株式会社コア 北海道カンパニー	http://www.core.co.jp/	一般社団法人行政情報システム研究所 https://www.iais.or.jp/	
北都システム株式会社	https://www.hscnet.co.jp/	京都マイクロコンピュータ株式会社 http://www.kmckk.co.jp/	
東北支部		特定非営利活動法人組込みソフトウェア管理者・技術者育成研究会 http://www.sessame.jp/	
株式会社イーアールアイ	http://www.erii.co.jp/	一般社団法人組込みマルチコアコンソーシアム https://www.embeddedmulticore.org/	
株式会社コア 東関東カンパニー	http://www.core.co.jp/	株式会社グレープシステム https://www.grape.co.jp/	
株式会社セントラル情報センター 東北支社	https://www.cic-kk.co.jp/	株式会社クレスコ https://www.cresco.co.jp/	
国立大学法人東北大大学 情報科学研究所教授 青木研究室	http://www.tohoku.ac.jp/	株式会社グローセル https://www.glosel.co.jp/	
株式会社ビツツ 東北事業所	https://www.bits.co.jp/	グローバルインベーションコンサルティング株式会社 https://www.gicip.com/	
関東支部		株式会社コア http://www.core.co.jp/	
一般社団法人IIOT	https://www.iiot.or.jp/	株式会社コンセプトアンドデザイン https://www.candd.co.jp/	
IARシステムズ株式会社	https://www.iar.com/jp/	一般社団法人コンピュータソフトウェア協会 http://www.csaj.jp/	
株式会社アイ・エス・ビー	https://www.isb.co.jp/	サイバートラスト株式会社 https://www.cybertrust.co.jp/	
一般社団法人iCD協会	https://www.icda.or.jp/	佐鳥電機株式会社 http://www.satori.co.jp/	
一般社団法人ICT CONNECT 21	http://ictconnect21.jp/	株式会社CRI・ミドルウェア https://www.cri-mw.co.jp/	
一般社団法人IT検証産業協会	https://www.ivia.or.jp/	CICホールディングス株式会社 http://www.cic.kk.co.jp/	
ITbookテクノロジー株式会社	https://www.itbook-tec.co.jp/	CQ出版株式会社 https://www.cqpub.co.jp/	
株式会社アクティブ・ブレインズ・トラスト	https://active-brains-trust.jp/	JRCエンジニアリング株式会社 http://www.jrce.co.jp/	
株式会社アジャイルテック	http://www.agile-tech.jp/	株式会社ジェーエフピー http://www.jfp.co.jp/	
アストロデザイン株式会社	https://www.astrodesign.co.jp/	一般社団法人J-TEA http://www.j-tea.jp/	
株式会社アックス	http://www.axe.bz/	ジェネシス株式会社 http://www.genesys.gr.jp/	
アップウインドテクノロジー・インコーポレイテッド	http://www.upwind-technology.com/	株式会社システムクラフト http://www.scinet.co.jp/	
アドバンスデザインテクノロジー株式会社	http://www.adte.co.jp/	株式会社システムサイエンス研究所 http://www.sylc.co.jp/	
アドバンストシステムズ株式会社	http://www.asco.jp/	一般社団法人重要生活機器連携セキュリティ協議会 http://www.ccds.or.jp/	
株式会社アドバンスド・データ・コントロールズ	http://www.adac.co.jp/	一般社団法人情報サービス産業協会 https://www.jisa.or.jp/	
株式会社アフレル 東京支社	https://afrel.co.jp/	一般社団法人スキルマネージメント協会 http://www.skill.or.jp/	
ARAV株式会社	https://arav.jp/	株式会社ストラテジー http://www.k-s-g.co.jp/	
アンドールシステムサポート株式会社	https://www.andor.jp/	株式会社ゼロソフト https://www.zerosoft.co.jp/	
株式会社イーテクノロジー	https://www.e-technology.co.jp/	株式会社セントラル情報センター https://www.cic-kk.co.jp/	
イマクリエイト株式会社	https://ima-create.com/	ソーバル株式会社 https://www.sobal.co.jp/	
イマジネーションテクノロジーズ株式会社	https://www.imgtec.com/	株式会社Sohwa & Sophia Technologies http://www.ss-technologies.co.jp/	
株式会社インサイトワン	http://www.insight-one.co.jp/	一般財団法人ソフトウェア情報センター http://www.softic.or.jp/	
株式会社インフォテック・サーブ	http://www.infotech-s.co.jp/	第一生命保険株式会社 http://www.dai-ichi-life.co.jp/	
株式会社ウェーブ	https://www.waveco.co.jp/	一般社団法人体験設計支援コンソーシアム http://www.cxds.jp/	
株式会社エクスマーション	https://www.exmotion.co.jp/	ダイナコムウェア株式会社 https://www.dynacw.co.jp/	
株式会社SRA	https://www.sra.co.jp/	大旺工業株式会社 ※「旺」は正しくは日偏に玉 http://taiyo-kg.co.jp/	
SHコンサルティング株式会社	https://www.swhwc.com/	株式会社チェンジビジョン http://www.change-vision.com/	
STマイクロエレクトロニクス株式会社	https://www.st.com/	TISソリューションリンク株式会社 https://www.tsolweb.co.jp/	
株式会社NS・コンピュータサービス エンベデッド本部	https://nscs.jp/	dSPACE Japan株式会社 https://www.dspace.com/ja/jpn/home.cfm	
株式会社NTTデータ・ニューソン	https://www.newson.co.jp/	株式会社DTSインサイト https://www.dts-insight.co.jp/	
株式会社エヌデーター	https://www.nddhq.co.jp/	株式会社D・Ace http://d-ace.co.jp/	
株式会社エンファシス	http://www.emfasys.co.jp/	株式会社Diarkis https://diarkis.io/	
株式会社エンベックスエデュケーション	https://www.embex-edu.com/	デジイインターナショナル株式会社 http://www.digi-intl.co.jp/	
株式会社OrbisBrain	http://orbisbrain.com/	TDIプロダクトソリューション株式会社 http://www.tdips.co.jp/	
ガイオ・テクノロジー株式会社	https://www.gaio.co.jp/	データテクノロジー株式会社 http://www.datec.co.jp/	
株式会社金沢エンジニアリングシステムズ	https://www.kanazawa-es.com/	株式会社テクノプロ https://www.technopro.com/	
株式会社カンデラジャパン	https://www.canderajp.co.jp/	テクマトリックス株式会社 https://www.techmatrix.co.jp/	
		デジタル・インフォメーション・テクノロジー株式会社 http://www.ditgroup.jp/	
		デンセイシリウス株式会社 https://www.denseisirius.com/	

株式会社電波新聞社	https://www.dempa.co.jp/
東京電機大学 未来科学部	http://web.dendai.ac.jp/
東芝情報システム株式会社	https://www.tjsys.co.jp/
東信システムハウス株式会社	http://www.toshin-sh.co.jp/
株式会社トーセーシステムズ	https://www.toseisystems.co.jp/
特定非営利活動法人TOPPERSプロジェクト	http://www.toppers.jp/
トロンフォーラム	http://www.tron.org/
株式会社永栄	http://www.nagae-jp.com/
株式会社ニッキ	http://www.nikkinet.co.jp/
株式会社日新システムズ 東京支社	https://www.co-nss.co.jp/
日本システム開発株式会社	http://www.nskint.co.jp/
日本生命保険相互会社	https://www.nissay.co.jp/
日本ノーベル株式会社	https://www.jnovel.co.jp/
日本ローターバッハ株式会社	https://www.lauterbach.com/jindex.html
NextDrive株式会社	https://jp.nextdrive.io/
ノアソリューション株式会社	http://www.noahsi.com/
株式会社ノードゥス	https://www.nodus-inc.com/
ハートランド・データ株式会社	https://hldc.co.jp/
株式会社ハイスポット	http://www.hispot.co.jp/
株式会社パトリオット	http://www.patriot.co.jp/
ハル・エンジニアリング株式会社	http://www.haleng.co.jp/
株式会社ビー・メソッド	http://www.be-method.co.jp/
株式会社ピー・アンド・ピービューロウ	https://www.pp-web.net/
BTC Japan株式会社	http://www.btc-es.de/
ビジネスキューブ・アンド・パートナーズ株式会社	http://biz3.co.jp/
株式会社日立産業制御ソリューションズ	https://www.hitachi-ics.co.jp/
株式会社ビッツ	https://www.bits.co.jp/
株式会社富士通コンピュータテクノロジーズ	http://jp.fujitsu.com/group/fct/
株式会社ブライセン	https://www.brycen.co.jp/
フラットーク株式会社	http://www.flatoak.co.jp/fltk/
ベクター・ジャパン株式会社	http://www.vector.com/jp/ja/
マルツエレック株式会社	https://www.marutsu.co.jp/
三井住友信託銀行株式会社	https://www.smtb.jp/
株式会社メタテクノ	https://www.meta.co.jp/
モバイルコンピューティング推進コンソーシアム	http://www.mcpa-jp.org/
ユークエスト株式会社	https://www.uquest.co.jp/
ユタカ電気株式会社	http://www.yutakaelectric.co.jp/
株式会社ユビキタスAIコーポレーション	https://www.ubiquitous-ai.com/
株式会社来夢多	http://www.ramuda.co.jp/
リネオソリューションズ株式会社	https://www.lineo.co.jp/
早稲田大学 グローバルソフトウェアエンジニアリング研究所	http://www.washi.cs.waseda.ac.jp/

中部 支部

株式会社ヴィッツ	https://www.witz-inc.co.jp/
株式会社ウォンツ	http://www.wantsinc.jp/
有限会社OHK研究所	
株式会社OTSL	http://www.otsl.jp/
株式会社コア 中部カンパニー	http://www.core.co.jp/
三幸電子株式会社	http://www.sanko-net.co.jp/
株式会社サンテック	http://www.suntec.co.jp/
シリコンリナックス株式会社	http://www.si-linux.co.jp/
東海ソフト株式会社	http://www.tokai-soft.co.jp/
東洋電機株式会社	http://www.toyo-elec.co.jp/
ハギワラソリューションズ株式会社	http://www.hagisol.co.jp/

萩原電気ホールディングス株式会社	https://www.hagiwara.co.jp/
株式会社バッファロー	http://buffalo.jp/
株式会社マイクロブレイン	http://www.microbrain.ne.jp/
株式会社明理工大学	http://www.meiri.co.jp/
株式会社ユタカ電子	http://www.yutakadensi.co.jp/

北陸 支部

株式会社アフレル	https://afrel.co.jp/
----------	---

近畿 支部

株式会社暁電機製作所	https://www.arunas.co.jp/
株式会社アクシアソフトデザイン	http://www.axia-sd.co.jp/
株式会社アレクソン	https://www.alexon.co.jp/
アンドールシステムサポート株式会社 大阪事業所	https://www.andor.jp/
イーエルシステム株式会社	http://www.el-systems.co.jp/
株式会社エイビイラボ	http://www.ab-lab.co.jp/
一般財団法人関西情報センター	http://www.kiis.or.jp/
組込みシステム産業振興機構	http://www.kansai-kumikomi.net/
株式会社クレスコ 大阪事業所	https://www.cresco.co.jp/
株式会社コア 関西カンパニー	http://www.core.co.jp/
コネクトフリー株式会社	https://connectfree.co.jp/
株式会社Communication Technologies Inc.	https://www.cti.kyoto/
株式会社システムクリエイティブ	http://sc.poi.ne.jp/
株式会社システムプランニング	http://www.sysplnd.co.jp/
スキルシステムズ株式会社	https://skill-systems.co.jp/
株式会社ステップワン	http://www.stepone.co.jp/
株式会社窓飛	http://www.sohi.co.jp/
株式会社ソフトム	http://www.softm.co.jp/
株式会社ソフト流通センター	http://www.k-src.jp/
太洋工業株式会社	http://www.taiyo-xelcom.co.jp/
株式会社たけびし	http://www.takebishi.co.jp/
株式会社データ・テクノ	http://www.datatecno.co.jp/
有限会社中野情報システム	http://nakanoinfosystem.com/
株式会社日新システムズ	https://www.co-nss.co.jp/
日本メカトロン株式会社	http://www.n-mec.com/
ハートランド・データ株式会社 大阪支店	http://hldc.co.jp/
株式会社ハネロン	http://www.haneron.com/
株式会社Bee	http://www.bee-u.com/
株式会社ビッツ 関西事業所	https://www.bits.co.jp/
株式会社星光	http://hoshimitsu.co.jp/
株式会社村田製作所	https://www.murata.com/ja-jp/
株式会社ルナネクサス	http://www.luna-nexus.com/

九州 支部

株式会社エフェクト	http://www.effect-effect.com/
株式会社コア 九州カンパニー	http://www.core.co.jp/
ジャパンシステムエンジニアリング株式会社	http://www.jase.co.jp/
セントラル情報センター 九州営業所	https://www.cic-kk.co.jp/
柳井電機工業株式会社	http://www.yanaidenki.co.jp/

・学術会員 3団体

・個人会員 9名

国際委員会海外視察研修—スリランカ オンライン視察 実施報告

国際委員会では、海外視察研修を通じ、その国の特徴や将来性を学び、海外展開の推進やビジネスプランに役立てる機会を企画しています。今年はコロナ禍の下、オンラインでの海外視察ツアーとして2ヶ国（スリランカ・ミャンマー）を対象国に、現地企業、大学、街の様子などを動画やlive中継でリアルな情報としてご紹介しました。

その第1弾として、先般3月17日にスリランカオンライン視察を実施しましたのでご報告します。尚、本視察ツアー動画は、後日協会HPに掲載の予定です。

また、第2弾は「アジア最後のフロンティア“ミャンマー”オンライン視察」として、協会HP（<https://www.jasa.or.jp/>）広報アーカイブ

にてオンライン配信しています。過去の海外視察動画も掲載中ですので、是非ご視聴ください。

スリランカオンライン視察研修

～“光輝くブルー・オーシャンの国「スリランカ」、ビジネスパートナーとマーケット両面の可能性を持つ国、スリランカ・コロンボをオンライン視察～開催日：2021年3月17日（水）15:30-17:15
実施方法：Webオンライン配信

参加者：70名

プログラム：

【開会/挨拶】国際委員会 廣田委員長【スリランカのビジネス】空港～コロンボ市内、スリランカビジネスの紹介【現地企業】メタテクノランカ会社紹介【現地学校】LNBTI(ラヴィンドゥラ)学校紹介、校内ツアー【市内観光ツアー】市内の様子（ビデオ 道路、ホテル、ゴルフ場）、レストラン街等について



JASA新入会員企業紹介

株式会社アジャイルテック



〒108-0014 東京都港区芝4-10-5 ヒューリック田町ビル4F

<http://www.agile-tech.jp/>

当社は、製造業のモノづくりにおける「お困りごと」を、高度なIT技術によって迅速に解決することをミッションとしています。全世界で導入されている代表的なPLMの開発・運用を通して、満足度の高いサービスを提供いたします。

優秀な技術者集団である事を自らに課し、エンジニアの育成にも力を入れています。中国・ネパール・ミャンマー・スリランカ・スウェーデン・日本の、向上心が高く真面目な人材が日々切磋琢磨しています。

株式会社OrbisBrain



〒802-0001 北九州市小倉北区浅野3-8-1 AIMビル6F コンパス小倉内

<http://orbisbrain.com/>

OrbisBrainは、「3D×AI」に基づくコアエンジンの「研究開発・知財戦略」に注力するスタートアップです。「3D」としては、CADのような剛性モデルではなく、「人体モデル」のような非剛性モデルを専門としています。スキナで取得した膨大な数の人体体形データによって学習モデルを構築しています。これによって、人体の数箇所の採寸値や体組成値から、リアルな3D人体モデルを再生することができます。

株式会社カンデラ ジャパン



〒160-0023 東京都新宿区西新宿4-15-7 パシフィックマークス新宿パークサイド 2F

<https://www.canderajp.co.jp/>

Canderaは、主にCGI Studio・UI ConductorといったHMIソリューションの提供と、HMI開発および組み込みソフトウェアの分野におけるソフトウェアサービスの提供でお客様をサポートしています。顧客サポートのほか、当社製品を採用いただき開発をされる際のコンテンツ開発やアプリケーション開発、また開発フロー見直し等のコンサルティングもサポートします。Canderaは、ニーズに沿ったソリューションを提供するために、ユーザーおよび業界パートナーと密接な関係を築いています。

■編集後記

新年度初めの号とあって、盛り沢山の内容となりました。

4月号の恒例となっている技術特集は、「分散型クラウドを活用したリアルタイム組込みプラットフォーム」とその実証実験を取り上げました。いま注目されているMEC（マルチアクセス・エッジコンピューティング）技術です。当協会と会員企業15社がコンソーシアムを組んで行った研究開発プロジェクトの成果を、ぜひご一読ください。

ビジネス創出人材育成実践プロジェクト「DXイノベーションチャレンジ」の記事も注目です。IoTイノベーションチャレンジから名称を変更した理由や注目点、期待などについて、日本のDX推進を牽引するキーマンに語っていただきました。DXイノベーションチャレンジの最大の特徴は、一流の講師陣を揃え、豊富な実践的な内容で、実践的な知識を学ぶことができます。

広報委員長 横田 英史

機関誌 Bulletin JASA Vol.77

令和3年 4月 16日
東京都中央区日本橋大伝馬町 6-7
Tel.03-5643-0211
URL <https://www.jasa.or.jp/>

一般社団法人組込みシステム技術協会
発行人 会長 竹内 嘉一
編集人 広報委員長 横田 英史

◎無断転載を禁じます。

2021年主催イベント

イノベーションの社会実装を加速させる エッジテクノロジー総合展

大阪開催



2021年7月1日(木)▶2日(金)

グランフロント大阪
コングレコンベンションセンター



横浜開催



2021年11月17日(木)▶19日(金)

パシフィコ横浜



●出展に関する資料請求・お問い合わせ・お申し込み等

ET・IoT展示会事務局 (株)ナノオプト・メディア内 Tel. 03-6258-0589 sales-info@f2ff.jp

コンテスト型人材育成プロジェクト

ビジネス創出人材育成
実践プロジェクト



ソフトウェアモデリング
+ロボット制御コンペティション



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

[本部事務局]

〒103-0011 東京都中央区日本橋大伝馬町 6-7 住長第 2 ビル

TEL: 03-5643-0211 Email: jasainfo@jasa.or.jp <https://www.jasa.or.jp/>