

**産業構造審議会 商務流通情報分科会 情報経済小委員会
分散戦略ワーキンググループ（第3回）**

議事録

日時：平成28年5月19日（木曜日）10：00～12：00

場所：経済産業省本館17階第1特別会議室

議題： 1. 開会

2. 事務局説明

3. 東京工業大学情報処理工学院教授 出口委員 プレゼンテーション

4. 株式会社日立製作所 加藤様 プレゼンテーション

5. 自由討議(質疑応答)

6. 日本電気株式会社 岡山様 プレゼンテーション

7. ファナック株式会社 松原様 プレゼンテーション

8. 自由討議(質疑応答)

9. 閉会

議題内容：

○佐野課長 それでは、定刻になりましたので、ただいまから産業構造審議会商務流通情報分科会情報経済小委員会第3回分散戦略ワーキンググループを開催いたします。本日は、ご多忙の中お集まりいただきまして、まことにありがとうございます。

まず、議事に先立ちまして、配付資料の確認ということでございますけれども、本日もiPadを使用して、ペーパーレスで審議を進めてまいりたいと思います。ご協力よろしくお願いいたします。

本日の配付資料でございますけれども、座席表、議事次第、配付資料一覧のほか、資料がいろいろ並んでおりますが、資料1として、ワーキンググループ委員名簿、資料2として事務局資料、資料3、出口委員プレゼン資料、資料4、日立の加藤様プレゼン資料、資料5、日本電気株式会社・岡山様プレゼン資料、資料6、ファナックの松原様のプレゼン資料、資料7として今後の予定、参考資料1として、前回の資料、参考資料2として、前回ご指摘いただいた事項をまとめたものということになってございます。

iPadの不具合ですとか、資料が掲載されていないなど、何か問題がございましたら事務局の方までお声かけをお願いしたいと思います。

本日、10名の委員にご出席をいただいております、過半数に達しているということでございます。

それでは、これからの議事進行は、國領委員が座長になっておりますので、座長に進めていただきたいと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

○國領座長　皆さん、おはようございます。どうぞよろしくお願いいたします。

本日は、非常に多くのプレゼンを聞けるということで、大変楽しみにしておりますが、時間のコントロールが結構大事だと思うので、よろしくお願いします。

まずは、事務局の説明からですね。

○佐野課長　資料 2 をごらんいただければと思います。今回のお題でございますけれども、基本的に前回のテーマと同じことをまたご議論いただければと思っております。

資料 2 の 1 枚目をめくっていただきますと、前回のご指摘事項を簡単に整理してございますけれども、機械学習でできた学習済みモデルの保護とか、それをさらに加工した、2 次加工、3 次加工したものについて、どういった権利保護をして、どういった収益分配のあり方を設計し、エコシステムを形成していくのか。それから、データ流通市場の動きが出ている中、こういう機械学習の学習済みモデルの流通がどう位置づけられるかというようなご指摘をいただいたところでございます。

次の 2 ページをめくっていただきますと、データ協調の関係で、データの囲い込み構造からデータ協調構造に移行するための課題整理が重要ではないかということ。それから、データの重要性という観点から国内データセンターが重要であるということで、特にユーザーの利便性を高めるような高機能なデータセンター、A I 分析とか仮想化等を乗つけたデータセンターが重要ではないかというご指摘をいただいたところでございます。

これらにつきましては、またこのワーキンググループの後半の制度論のテーマの際にまとめて整理して議論できればと思っております。

その次のページでございますけれども、本日の議論ということで、当初お示しさせていただいた 8 つの論点がございますが、今日も論点①、②、自律分散協調のアーキテクチャーの構造がどうあるべきかということと、これを企業とか産業に落とし込んでいった場合に、どういった形になっていくのかということについて、また再度議論いただければと思っております。前回、ミドクラから S D N、丸山委員からエッジヘビーのアーキテクチャーについてご紹介いただき、適用事例としてアズビル様からセンサーと分散型のアーキテクチャー、三菱電機から工場システムと分散型アーキテクチャーについてご紹介いただいたところでございます。今回は、全体のアーキテクチャーについて出口委員からプレゼンをいただくということと、日立様からマイクロサービスを実現するような自律分散協調のシステムについてプレゼンをいただくということでございます。N E C 様から分散アーキテクチャーにおけるセキュリティについてプレゼンをいただくということで、最後に適用事例として、この分散型アーキテクチャーを実際、工作機械や工場等に適用した場合の事例ということで、

ファナック様からプレゼンをいただくということになってございます。

次のページをお開きいただきますと、これは前回整理させていただいた、今後必要となるアーキテクチャーの要素を列挙したもので、ボトムアップ型でいつでもつけ加えることが可能であるとか、マイクロサービスということで、レトロフィットのようなことが可能であるとか S D N 等の仮想化、それから丸山委員からご紹介いただいたエッジヘビー、それに加えて、I o T のセキュリティー、データ保護・流通といったアーキテクチャーの要素が考えられるわけでありますけれども、これを必要となる技術要素に分解して、今後、技術戦略にも反映していきたいと思っております、今回はこの周りのアーキテクチャーの要素と必要となる技術要素の方向性について、またご審議賜れればと思っております。

6 ページ以降は前回整理させていただいたものを少しアップデートしたものでございますので、また後で参考までにみていただければと思います。

事務局からは以上でございます。

○國領座長 ありがとうございます。

それでは、早速ですけれども、東京工業大学情報理工学院教授の出口委員からプレゼンテーションをいただきたいと思えます。どうぞよろしくお願いいたします。

○出口委員 出口です。本日はよろしくお願いします。

お手元の資料のとおりなのですが、一部動画がありますので、こちらの画面のほうもみていただければと思います。

(パワーポイント)

それでは、本日は「I O E 時代のマイクロサービスとそのオーケストレーションのためのアーキテクチャーデザイン」ということで発表させていただきます。

本日の構成ですけれども、5 つの論点があるのですが、重要なのは 3 と 4 なのです。まず、クラウド領域でのビジネスワークフロー構築のためのアーキテクチャーとその限界について軽く触れた上で、fog 領域でのビジネスワークフローの構築に必要とされることと、マイクロサービスのそういう概念。それからさらに、マイクロサービスアーキテクチャーとオーケストレーション、ここがポイントなのですけれども、それについて述べさせていただいて、そのオーケストレーションにおけるデータフローのもつ重要性についてお話しして、規格化がそこでどういう意味をもつか。さらに最後に、産業構造についての話を少し触れさせていただければと思っています。

ここでクラウド領域でのビジネスワークフローに関しての問題なのですけれども、まず、後づけ的に改善できるようなシステム構築にはデータベースソリューションというのは基本的に向かないというのが一番のポイントです。

なぜそういう話になるかということなのですから、現在、クラウドベースの I o T が主流のようにみえます。ありとあらゆるこういうパターンのものが出てきております。

ですが、一方で、いろいろなマイクロサービスとその結合を頻繁に書きかえるような継続的な改善を頑健に実施できるアーキテクチャーがあるかという、そこが問題で、無数の人、もの、ソフトウェアによる自律的なエージェントが実現するマイクロサービスをネット上で結びつけたオーケストレーションが多様なビジネスワークフローを可能にするわけですが、そのためのアーキテクチャーは何かというのが、ある意味一番鍵となる技術の部分になると思っています。

現状、ネットワーク上でマイクロサービスをオーケストレーションするためのアーキテクチャーへの関心が非常に希薄です。古い技術がある corega とか ソケット通信ではとてもこういう複雑なものは処理できないということが問題になっています。

さらに、かてて加えて従来の E - R 図からリレーショナルデータベースを構築して、O R マッピングを経てビジネスロジックを組み立てる。それをウェブベースのサービスオリエンテッドアーキテクチャーで利用するという鉄板のフレームワーク、もちろん Hadoop とかを使った新しいフレームもありますが、いずれにしろソフトウェアの改善サイクルが 1 年以上、投資規模によっては 5 年程度、後づけ的な改善も難しい。そもそも仕様記述を完璧にやるという考え方自身がこういう領域では難しい。さらに現場の知恵を反映させる枠組みになっていない。現場知、現場のコンピューティングは原則排除。そういう考え方だと、実は I o T で問題になる物に関しては、改善サイクルが非常に早いです。工場レベルで 1 カ月程度でがらがら改善しています。それに対して、ソフトウェアの書き換えサイクルが遅いことが全体の足をきれいに引っ張るという状況が起きますし、現に工場などで改善をやろうとすると、そういう問題が起きてきます。

そこで、では、フォグ領域でのビジネスワークフローの構築に何が必要になるかという話なのですから、ここではプライスウォーターハウスコーパースの提唱するマイクロサービス概念、これは我々の提唱するローカルコンテナとプロジェクトプログラミングのアーキテクチャーと同じような方向を向いているのですが、これは別に P w C だけではないのですが、最近マイクロサービスという考え方がちょっとずつ注目されています。

ここでは、マイクロサービスプラスコンテナで、これは P w C とかに向いているのですが、カプセル化、抽象化、システム間での移植性、それから分散型の O S、さらに疎結合という非常に大きな特色が出ています。今までのように大きくつくってエンタープライズサービスバスで変換すればいいという考え方とは根本的に異なります。ここでは要するに、マイクロサービスプラスコンテナというアーキテクチャーがエンタープライズアプリケーションインテグレーションというものにかわるという確かなトレンドがみえる。

実際、そこで出てくるマイクロサービスの中身もステートレスで非常に小さくつくって、非同期で、N o S Q L、関数型とか我々の主張と非常に近いことが述べられているのですが、では、これをどうやって実際今

つくるかという話については、Dockerみたいな仮想化型のコンテナ以外余りきちんとした技術はまだ出てきていないと認識しています。

では、マイクロサービスとそのオーケストレーションのためのアーキテクチャーをどう考えるかということなのですが、けれども、これは我々の考え方を事例にしながら議論を進めていきたいと思うのです。

基本的には、マイクロサービスはある種のコンテナ、我々はロールコンテナと呼んでいますけれども、それに格納することでサービス間連携を可能にする。コンテナ群を制御してオーケストレーションをするのが我々でいうとプロジェクトプログラミング。要するにオーバーネットワークでのある種のプログラミングが必要になる。そこに関する技術開発が鍵になると思っています。

実際、ブラウンフィールド、つまり既存の既に存在しているものを、それも人、物、ソフトウェア、特に人の要素は意外と大きいです。そういうものから成る局所的なサービスをお互いにハンドシェイク可能な形で、オーケストレーション可能な形でフレームワークに収納するというのがコンテナの目的になります。我々はロールというコンセプトでそれを収納してやるという形でロールコンテナという言葉を使っているのです。

では、これをどのようにオーケストレーションするかということが課題で、そのためのネットワーク上のコンテナ間を結んだ、プログラミングを行うオーケストレーションを行うための領域固有言語、DSLとして我々はOWLEというのを開発しているのですが、基本的にこういうところでDSLを開発するという発想がまず必要になります。ここが非常に重要なところ。DockerはGoという言語でやっただけなのですが、私は余りあの辺は詳しくないです。

我々としてはロールコンテナ、3つのAPIをオープンアーキテクチャーとしてはもたなければいけないということになります。

1つは、コントロールAPIで、ロールコンテナを起動させるもので、さらに一番コアになるのはソフトウェアや人とのやりとり、つまり既存のブラウンフィールド上の計算モジュールからさまざまなモジュールを吸収するためのコンポーネントAPIです。さらに役割行動、ロールアクションを起動させるためのコントロールAPI、さらにコンテナ同士で通信するためのデータフローのAPIの3つが非常に重要な役割を果たします。

では一体、マイクロサービスって何よという一番肝心な話なのですが、本当に幾らでも、コンポーネントに収納されるもの、工作機械の稼働状況みたいなものをみるもの、職人に仕事の割り当てを通知したり、進捗を受け付けるみたいなもの、いろいろな計算サービス、データ保管、警告灯表示のようなものからアクチュエーターを起動するような簡単なPLCみたいなサービス、データ共有用のサービス、情報入力や出力、意外と人間が入るファクターが多いです。ワークフローですから当然そうなるわけです。

いろいろな現場で必要とされるサービス群をロールコンテナに収納することで、マイクロサービス同士を

相互に結びつけて、そのマイクロサービスが現場の工夫で小規模にどんどんつけ加えられ、進化するようなアーキテクチャーというのがこの種のものの、今後産業構造の中で大きな意味をもってくる部分だと考えます。

ロールコンテナによって収納されたものは、それらを結びつけるオーケストレーションのフレームワーク、我々でいうと、OWLEによって記述されるような協調分散的な動作、これを我々はステージモデルというもので管理しているのですけれども、それによって結びつけられて、一まとまりのワークフローになる。これをライブラリー化することで、組み合わせが非常に容易な、ある種のモジュール化されたプログラミングが可能になるというのが我々のやっているスキームなのです。

簡単な事例をおみせすると、これは学生とハッカソンをやったときの学生がつくった事例をちょっと整理し直したもののなのですが、センシングのステージがあって、計算のステージがあって、実行のステージがある。このあたりボーリングに近いような整理をやっているのですけれども、ここではセンシングはツイッターを代用して、自然言語でメッセージが入る。それを1つの自然言語処理をして実行すべきコマンドをつくる。これはインテルのEdison上でのノードがある。それをブローカーで受けて、Raspberry Piがそのコマンドを受け取って、ここでは猫の写真を撮って、猫どうしたと聞くと、その写真を撮って報告するというスキームなのですが、こんなものが簡単に実現できる。これは組み合わせによっては、自然言語でいろいろなことを処理するスキームそのもののなのです。

ちょっと簡単な事例をみますと、ツイッターで、猫どうしていると聞かれます。これは言語解析してMQTTのトピックの形で整理する。これがプロジェクトプログラミングをコントロールしているコントロール用のマシン。これはもちろん物すごく小さいものでも当然動きます。ステージをセンシングしていった、ここはご愛敬で手でカメラを撮っていますけれども、このようにして、こういうモジュール群を組み合わせでいろいろなサービスが実行できる。当然モジュールを後でつけ加えることは簡単にできます。このようなスキームが実はすごく問題になっています。

では、このマイクロサービスオーケストレーションにおけるデータフロー、実はここがすごく重要です。

昔のインターネットでいうと、データプレゼンテーションのレイヤーに当たるようなもののなのですが、代数的なデータ記述層を基盤として、データフローソリューションを用いることで、後づけ的な変更や改善が容易で、かつ大規模な規格化が不要になるということが現実的に可能になる。

ここではデータ構造というものを上流のソースデータを明確にして、そこから出発して、計算というマイクロサービスによって逐次導出されるデータ処理のストリームそのものがデータ構造であるという立場に立ちますと、例えば、この下側にあるFigure 2のフィルター4とデータソース4みたいなものをつけ加えて、新しいサービスをつけ加えるときに、以前のサービスに干渉しない形で構築することが容易です。

これは簡単な事例を書いてあるのですが、代数的な中身は表層の現場の人間にとっては完全な 1 枚のテーブルとしてみえます。データから計算フィルターを経由して必要なものをやるわけなのですが、その部分の計算フィルターを代数的に仕様記述をすると、そのままプログラムになるというスキームになっておりまして、これは単なる事例なので、省きます。

それを実装するときに、それぞれの部分をローカルサービス、小さなマイクロサービスに収納してオーケストレーションをすることによって、具体的にプリンティングしたり、データ共有したり、通知したり、アーカイブしたりというサービスも含めて実装するというパターンになります。

さらに、こういうものを使って生産システムのマイクロサービスオーケストレーションをやろうとすると、2 つの課題に応える必要があります。

1 つは、生産システムの加工機械の設備自体、Predixなどでやっているようなことも含めて、故障の予測制御みたいなものです。

もう 1 つが実は比較的に見逃されているのですが、ロット単位、日本でいうと製番単位の製品の設計、生産、管理、この 2 つの課題を同時に応える必要があります。

1 番は、工場の I o T 化の標準で今注目されているものなのですが、ここでも絶えざる改善が可能で後づけ的な生産システムの変更を許すアーキテクチャーが必要で、さらに 2 番目に関していえば、原価や生産方式の設計、実装、管理に関する製品ライフサイクル管理、P L Mに関するマイクロサービスオーケストレーションというものが当然可能になります。

我々実は実物簿記の代数的な扱いでこういうことをやっておりまして、これは簡単な切削加工をしてプレスして塗装するようなプロセスなのですが、こういうプロセスを実物簿記を使って代数的に書きますと、上流部分から下流部分までがあとデータを流しながらやるようなデータフローの構造が出てきて、右側に書いてあるのが実物簿記の技術なのですが、従来の入力にプラスアルファぐらいのところ。

これをやることによって、全体規格化が不要で、ある種ずっと流れていくようなシステムが設計できて、こういうものを先ほどのマイクロサービスで実際に実装する。これを今、実はさる諏訪の工場で実際にやろうという話が出ています。

最後ですけれども、マイクロサービスとそのオーケストレーションがもたらす新たな産業構造ということで、我々現状第 2 次のインターネット革命と呼んでおりますが、I o T 革命では、低い資本コストでいろいろなサービスの構築が可能になります。

小規模投資で多様なマイクロサービス対応機器が開発されて、後づけ的に改善可能な工場や地域の I o E 化、デベロップメント、価値形成が可能になるというシナリオが一番興味のあるシナリオになると思います。

現実問題、第1次のインターネット革命でマスメディア等の巨大なコミュニケーションサーバーへの対抗軸が構築されたわけです。

第2次のインターネット革命としてのI o T革命では、マイクロサービスのオーケストレーションによってボトムアップに低い資本コストでいろいろなサービスが構築可能になると私どもは考えています。

従来の巨大な資本設備を必要とするビックビジネス型の構造や流通等の諸サービスに対する新たな対抗軸がマイクロサービスオーケストレーション型のI o Tインフラでは構築可能となる。実際、類似の主張は『ビッグの終焉』とかリフキンの『限界費用ゼロ社会』、これも大分言い過ぎという感じはするのですが、I o Tを前面にとりながらビジョンを出していて、結構びっくりしたのです。私などといっていることとかなり近いところがありました。

では、日本におけるI o Eビジネスの生態系はどうなっているかというと、CPUやチップ、メモリーは撤退、それからボードに関しても撤退、ここは本来、オープンイノベーションが可能なのでやるべきところなのですが、大分問題がある。OSも完全撤退です。さらにI o E用のプログラミング言語やDSLみたいなものに関しても余りやる気がない。ここは基幹技術で非常に強くやらなければならないところなのですが、実態は日本は今アプリケーションとセンサー、両サイドしかないし、そこにしか補助金が出ないような状況になっているのではないかと思います。

これは最後なのですけれども、私どもは今、そういうことでリアルワールドOSのコンソーシアムみたいなもので、こういうものをオープン技術としてやっていこうということを考えているということで、本日、ちょうど時間になりました。

以上です。

○國領座長 どうもありがとうございます。すぐにでも議論を開始したいところなのですが、もうお一方のプレゼンテーションをお伺いした後で、今の出口委員のものを含めてやりたいと思います。

次は、日立製作所の加藤様からプレゼンいただきたいと思います。よろしくお願いします。

○加藤（株式会社日立製作所） 日立製作所研究開発グループの中のシステムイノベーションセンタというところからまいりました加藤でございます。本日はよろしくお願いいたします。

本日、マイクロサービスということで先ほどご紹介いただいていますけれども、自律分散システムという我々のほうでやっております取り組みについて概況をご説明させていただきたいと思っております。

（パワーポイント）

まず、この場では当たり前の、皆様ご存じのことが中心になるのですけれども、動向ということで、最初にお話しさせていただきたいと思います。

最初に、市場動向ということで、I o T、インターネットオブシングスの動向が世の中で非常に活発に議

論されております。多様なデバイス・機器・システムをつなげたオープンなデジタル世界を形成して、世の中でいわれておりますいわゆる第4次産業革命を目指す動きが欧米中心でもありますし、日本でもさまざまな取り組みが進んできております。ここに挙げておりますスマートファクトリーというのが代表的な例になってくると思います。

このような動きに対しまして、これも改めて申し上げることではないと思いますが、世の中の動向ということで、G Eを中心に活動をされていますインダストリアルインターネット、これはコンソーシアムもできて活動されておりますが、こういった動きですとか、欧州、ドイツを中心にインダストリー4.0のような動きが議論されて、実用化に向けた活動、あるいは標準化の動きが進んできております。

ここで、社会／産業への提供価値ということで幾つか挙げておりますけれども、1つは、生産効率を向上することが、それがわずかであっても経済的な価値も非常に大きい。あるいは、インダストリー4.0のほうで議論されていることにつきましては、異業種間で連携することによって、さらなる効率化が図られるですとか、製造の現場と経営を連携させていこうですとか、あるいはその周辺のシステムとさらに連携していこうというような動きがございます。

こういったつなげていくということがキーワードになってきますし、後でまた議論があるとは思いますが、そういったところでのつながったときのセキュリティーをいかに確保していくかということも活発に議論されております。このような中での標準化ですとか規格化という動きも活発に議論されております。

こういった動きをまとめますと、いわゆる I o T をどのように活用していくかということで、主にインダストリー4.0のほうでは製造を中心にしまして、いかに賢く物をつくっていくかということが中心に議論されているという理解でおります。このようにしてよりよいものをつくっていく、それが世の中に出て使われていく。それをいかに賢く使っていくかということに一種焦点を当てたのがインダストリアルインターネットの動きと理解しております。

このような中で、弊社、日立が目指す I o T ということで、こういったものを今までは個別につくられてきたものをうまくつなげていくことによって、より全体効率化を図るようなもの、特につくるところから我々も始めてはおりますけれども、賢くつくっていくということと、それをうまく使っていく。使うという側面におきましても、1つの業種の中で使うわけではなくて、それに関連するエコシステムといいますか、その中でうまく連携を図っていくようなシステムを考えていきたいと思っております、これを共生自律分散というコンセプトで進めていくという考えでおります。

そこで、共生自律分散といきなり申し上げましたけれども、自律分散システムを我々はかなり前から、30年～40年ぐらい前から進めておりまして、ちょっと古い話になりますが、まずそこから話させていただきたいと思います。

制御の世界がございますが、古くはかなり集中のシステムでつくられてまいりました。ところが、そういった集中型でつくっていきまると、どうしても集中に管理しているところが壊れた場合に全体への波及効果が大きくなってしまいまして、とまってしまう。特に社会インフラシステムですと、とまると社会的インパクトも非常に大きいということで、そういったところをどのように解決していったらいいのかというのが着眼点でありました。

また、いきなり大きなシステムをつくるというよりは、やはり段階的に社会インフラというものもできてきますので、そういった段階的構築をいかに達成すればいいのかというようなところから課題認識をもって対策を考えてきたというのが過去の歴史でございます。こういった中で自律分散の概念を提唱してまいりました。

もともと自律分散というものを今申しましたように、耐故障性を高めたいということと、段階的に発展させるようなシステムをつくっていききたいということで、これはまさに生物が行ってきた、生物のあり方自体が規範になるのではないかとということで、生体のアナロジーから発想してまいりました。生体に着眼してみますと、我々の体もどんどん成長していきますし、新陳代謝が起こっている。とめずに古いものと新しいものが入れかわっていく。あるいはどこかに必ず異常があるといいますが、必ず全体が完璧なシステムというものを前提とはしていない。こちらには、極端な言い方として、観点として異常が正常という言い方をしておりますけれども、異常であることを最初から受け入れていくというような観点と、細胞が基本要素として全体が構成されているということもありまして、全体が最初に規定されて、それを分割した要素としてサブシステムがあるのでなく、まずサブシステムがあって、それを統合していったものが全体システムとなる。最終形を最初から決めないで、そういったサブシステムをビルディングブロックのような形で構築していくことがこういったシステム、成長していくというようなこと、あるいは耐故障性を高めるというようなところで重要になってくるのではないかと考えたものであります。

こういった中で、この条件といいますが、細胞を規範として考えたときに、構造的に均質、情動的に局所、全体、全部が細胞間で連携しているわけではないので、局所的な連携で全体を構成していくというようなところと、機能的には平等であって、マスターがいなくても機能する。そういったアーキテクチャーを考えていくことが重要ではないかと考えたものであります。

こういったところから発想してまいりまして、こちらは概念的なアーキテクチャー図になっておりますけれども、こういったAtomとデータフィールドというようなものから構成されるような基本アーキテクチャーを考えてまいりました。

そのAtomと申しておりますのは基本となる、一種OSに相当するようなものになりますけれども、システムソフトウェアとそこにアプリケーションソフトウェアがついたもの。ここの間をデータフィールドというものでつないで、そのデータフィールド間はメッセージベースで通信される。それは相手を意識しないで、機能コードをつけて機能コードを受け取ったものがそれを判断してアプリケーションを動かしていくというようなデータ駆動

型のアーキテクチャーを考案してまいりました。

このときアプリケーションというのはAtomの単位でどんどん段階的に拡張していくということも可能ですし、アプリケーションソフトをどこに配置しても概念的には統一的に扱える、つまりデータフィールドの中で、機能コードを受け取ったときに、その機能コードが何であるかということがわかれば、それがどこにあってもシームレスに連携できるというような形になりますので、この構造、このときにはまだマイクロサービスというような言い方はしておりませんが、ここで扱っていたアプリケーションソフトウェアの駆動の仕方を今振りかえると、まさにマイクロサービスという形になっていて、ファイルとかデータベースを共有するというような形ではなくて、メッセージベースで連携するようなアーキテクチャーを制御のシステムの中ではありますが、先駆的にやってきたものかなというものを今振り返って解釈しております。

こういったアーキテクチャーを採用することによって拡張性、先ほど申し上げましたような段階的に構築、拡張していくという特徴ですとか、保守をするときにもオンラインデータを使ったテスト、保守モードのノードを追加することによって、それが発信するメッセージは保守モードということでオンラインには影響を与えずに、そのテストノードについてはオンラインのデータを活用して、実機でのテストができるというようなメリットもございます。また、信頼性につきましても、部分故障が起きても、そのシステム全体への波及は抑えられるですとか、重要度に応じて多重系を構成しやすいといったような特徴があらわれてまいります。

こういったものを活用しまして、これまで弊社の中でも世界各地に社会システム、産業システムの分野でさまざまな適用を図ってまいりました。代表的なものとしましては、鉄道の運行管理システム、あるいはFAの関係、映像システム関係が挙げられます。ここに挙げておりますような自動車の製造システムですとかタイヤ、食品、鉄鋼、そういった分野での適用がございます。

このネットワークの部分につきましては、標準化・オープン化していくことも大事であると考えまして、ISOですとか——IECにつきましては現在も取り組み中なのですけれども、IECの標準化も今進めているというような状況でございます。

こちらは1つの例でございます。プロセス制御システムに応用したときというようなところで挙げておりますが、ここにはコントローラーを中心に書いてございますけれども、コントローラーの機能、モジュールを段階的に追加していく、あるいはそこに上がってくるメッセージを後づけでどういったデータが現場改善に役立つのかというのを、後からとりたいデータを変えられますので、そういった非定型業務で迅速に加工、補正していったり、監視の内容を変えていたり、問題の抽出をどういった観点でみたらいいのかというのを後から変えるようなことも可能になってきているというようなことを事例として挙げることができます。

今申し上げましたのが自律分散ということで例を挙げてお話ししましたけれども、冒頭挙げました共生自律分散というコンセプトにこれを発展させていきたいと今考えております。

こちらが先ほどおみせしました自律分散でありましたけれども、昨今、ビッグデータ解析というようなものも非常に進展してきておりますし、ネットワークの広帯域化、あるいはセンシング技術、さまざまなセンシングのデバイスもあらわれてきているというような技術動向がございます。

また一方で、先ほど申し上げましたのは、ある特定の業種、あるいはサイトの中での制御システムの話だったのですが、現場だけで最適化しているだけでは全体のバリューチェーンとしての最適をしていくには難しいというようなところがありますし、成長ということで考えますと、そういった中でオープンにつなげてエコシステムを構築していくというような成長を目指していく必要があると考えています。

そういった中で、もちろん最初は同じサイトの中から始まると思いますけれども、ほかのところとも連携してつながっていく。全体最適化、効率化を目指していくということで、共生自律分散を考えております。

これを実現するためのアーキテクチャー、プラットフォームということで、日立が長年蓄積してきておりますOT、先ほど申し上げましたような制御の世界でのオペレーションテクノロジーとITを融合しましたIoTプラットフォームを活用しまして、いわゆる世の中でいわれておりますようなデジタルソリューションを迅速に構築、提供していくようなことを考えております。

こちらは先週発表させていただきましたLumadaというアーキテクチャーの図になってまいります。左に三角形がありまして、OTというところが制御のシステム、ITと書いてありますのがいわゆる情報のシステムで、こういったものをつないでサービスとしてご提供するようなことを考えております。

ここでいかにしてOT、ITのところとつなぐかということで、やはりマイクロサービスのアーキテクチャーが重要になってくると考えております。

こちらは、異業種またがりビジネスエコシステムを構築していくということで、自律分散コンセプトです。で、小さく始めて大きく育っていく、成長していくというようなことを考えておりますので、分野分野で例えば最初にスマートマニュファクチャリングみたいなものができてきた後にエネルギーの最適化みたいなものが出てきて、それが後からつながって連携した省エネのサービスが提供できるですとか、そういったものが段階的に構築されていくようなエコシステムを構築していけたらよいと考えております。

これは1つの別の例でございますけれども、鉄道の保守で考えますと、弊社でも鉄道をやっておりまして、それをIoTを使って保守に活用していきたいと考えております。こちらは従来の定期的なメンテナンスだけではなくてというよりも、コンディション、状態をみながらうかにリライアビリティをはかって、ある一定の閾値の範囲内ではメンテナンスを延長してもいいのではないかとということで、そういった判断をするのにデータを収集するところと連携していく。あるいはデポでの保守作業との連携ですとか、サプライチェーンとの連携を通じて、こういったIoTのプラットフォームを使って予防保全を実現していきたいと考えております。

こういった考え方をご紹介してまいりましたけれども、これを弊社だけでやっては広がらないというところ

もありますので、国際標準化というところでも今貢献させていただいているところでもあります。特に I E C の M S B というマーケットストラテジーボードというものがございまして、この中で次世代の工場のあるべき姿、ファクトリー・オブ・ザ・フューチャーというものが構想されております。これはホワイトペーパーということで昨年 10 月に発行されております。この中で共生自律分散の考え方、あるいはつなぐときにセキュリティが重要になってまいりますので、セキュリティの考え方をご提案させていただいております。

共生につきましては、先ほどの絵と似たような形になりますけれども、工場と周辺の電力システム、アーバンのシステムとつないでいく。それによって、社会としても持続的な成長をはかる。

あるいはセキュリティにつきましては、単に強度を上げるというハードニングのところだけではなくて、こういったシステムをつないでいく、システムオブシステムズの中では適応性、即応性、協調性の観点でのセキュリティ構築が大事になってくるということで、そういった観点も含めて全体の考え方をご紹介します。

ちょっと長くなって大変恐縮です。こういったことで弊社の取り組み、自律分散ということで、コンセプトをご提案させていただいて、実用化についても今取り組みを進めているというところであります。ご清聴ありがとうございました。

○國領座長 ありがとうございます。それでは、ここから 20 分ぐらい出口委員と加藤さんのご発表について自由に質疑する時間としたいと思います。いかがでしょうか。——何か補足がありますか。

○出口委員 日立さんのほうにやや挑発的な発言で申しわけないかもしれませんが、日立さんの自律分散は古くからあるのももちろんよくわかるのです。ただ、あれはソフトウェアとしては U D P でノード間をやった後、あとのアーキテクチャーラインがないというので、我々の間ではそのような形の理解をされていたのです。その部分が今いろいろな形で図表をみせていただいたのですけれども、コアのアーキテクチャーラインのところで、私が聞いたのは U D P でノード間で情報をぶん投げた後、あとは根性とスーパープログラマーという話を聞いたことがあるのですが、その部分をどのようにしてこれから——つまり、1 つのポイントはサービス間の、工場の言葉でいうと段取りがえです。段取りがえ速度を上げなければならないという状況の中で、旧来のプログラミングメソッドですと明らかにボトルネックがあるので、その部分に関して、どのような形で自律分散のほうでトライされていくのでしょうか。どういうアーキテクチャーラインを切ろうとされているのか、ちょっとそのところを伺えればと思うのですが。

○加藤（株式会社日立製作所） おっしゃるとおり、先ほどご紹介した初期のころの自律分散はメッセージをとにかく投げてあとは受け取ったほうでとにかく処理するというようなところを主眼に考えておりまして、確かにそのアプリケーションのつくり方そのものについては大変になってくるというようなところがございました。

それは本当に初期のころの話でありまして、モジュールをどのように設計していくか、あるいは全てをブロードキャストベースでつくれるわけではなくて、全てを分散でやるというわけでもないと考えておりますので、そう

いった分散と集中の一種のハイブリッド型を活用していくということと、あるいはソフトウェアの生産技術についても新しい動きを取り込んでいくようなことが重要であると考えております。

○出口委員 それがどう具体的になるかが問題だと思っているのですが。とりあえず。

○松井委員 最初の出口委員のプレゼンに質問があるのです。最初に、データベースソリューションというのはダイナミックな改善に向いていないというのは全くそのとおりだと思います。ですけれども、おっしゃったマイクロサービスという方法で、データベースソリューションがいかになくなっていくのか。そこがちょっとよくわからなくて、モジュールに分けて、小さく分ければ分けるほど全体の効率がよくなる、そういう問題がたくさんあるというのはわかるのですが、なかなか分けられない事情が実は多くの場合は問題としてあって、いわゆる共有するデータがたくさんあるものだから、どこかベースのようなものをもっていなければいけなくて、処理としては分けられるけれども、結局全体として並列性が上がらないとか、そういう問題になってくるのだと思うのです。マイクロサービスをするとデータベースソリューションに依存しなくてよくなるというところをちょっとご説明いただければと思います。

○出口委員 まさにそこはすごく重要なところで、データベースソリューションの中で実はデータベースの構造ではなくて、同時アクセスの制御という本来のコードのリレーションのデータベースと関係ない部分が圧倒的に有用になっているという部分はおっしゃるとおりなのです。

ここでは単に分けるだけではなくて、後半のほうでデータフローという言葉を使っていましたが、データフロー型の処理の中で全体のプロセスを分割して流していく。つまりデータ構造イコール計算であるという考え方の中で流れていくような部分。例えば工場の情報処理であるとか、そのような部分に関しては圧倒的にデータフロー型になって、要するに段取りがえが非常に簡単な形になる。ただし、同時アクセスの、まさにそういう部分ですね。その部分に関してはデータベースソリューションの意義は全く否定しません。その意味では私は多少極端な言い方はしておりまして、実態はハイブリッドだと思っているのですが、今はデータベースソリューション一辺倒の形で皆さん設計概念をやるので、段取りがえ時間という考え方がそもそもないのです。あれをモジュールに分けて段取りがえをするだけではるかに高速な処理。ただし、そこには流していくデータの構造に関する考え方がいて、各ステップのところで現場の人間にわかる、現場で必ず使っている、現場でわかるのです。そのデータというのは多くの場合、レコード型か会計型のデータで、大部分のビジネスフローが流れますので、その部分を現場知でちゃんと認識して、フィルタリングしてデータフローを設計することができるだけ全く変わってきます。その部分を強調したいという意図です。

○國領座長 どうぞ。

○楠委員 2点ありまして、実は私、10年ぐらい前にデータフロープログラミングの環境をマイクロソフトでやっていたまして、このときはNIのLabVIEWとかに負けてすぐに撤退してしまったことがあるのですけれど

も、割とこの10年ぐらいで大分応用がふえてきたという印象をもっています。

データベース中心の考え方が問題だというのは、まさにそうだと思っていて、グーグルの裏側のスタックをみても、あるいはヤフージャパンの中でもいわゆる伝統的なRDBMSを使っている部分もありますけれども、ある程度性能を要求される部分はやはり全然別のアーキテクチャーを使っている部分は結構あります。

ただ一方で、例えば受発注の関係の中で仕事をしているものでいうとかなり厳しい状況がありまして、何かというと、頭の中ではそれをやることによってコストも物すごく下げることができるし、性能もよくできるという考えがある反面、非常に特殊性の高い別々のものがいっぱいあるような状況なので、例えばどこかに頼むとベンダーロックインが発生したり、あるいはそもそもちゃんとお願ひして正しくつくれる保証がない。恐らく何でもかんでもRDB一辺倒になってしまったというのは多分アーキテクチャーの問題よりもエコシステムの問題がでかいと思っていて、遅いプログラムは書きかえて早くすればいいのですけれども、腐ったデータ構造はそのデータがどんどん溜まっていってしまうと、どうしようもない。そうすると、安全パイで10倍のコストで10分の1の速さでも昔のデータベースを使うかみたいな判断になりがちですし、ベンダーからも大体そういうご提案が出てくるということかなと思っていて、この世界は当然理想を追求するいろいろなアーキテクチャーがあるし、グーグルみたいに垂直統合で自社の中で内製化していけば本当に効率のよい、すてきなアーキテクチャーでいろいろなおもしろいことができるのですけれども、そうなっていない現状というのは恐らくむしろ産業構造とかエコシステムを考えていく必要があるのかなという気がします。

○出口委員　まず、データフローソリューションに関しては、データフローという言葉で幾つかの異なったことがいわれていて、1つはオンメモリーの高速化のものですよね。グーグルがやっているHadoopみたいな形の分散処理も、あれもちょっと違うけれども、当然のことながらデータフローといっているのですが、ここではもう少しデータ構造、データプレゼンテーションレイヤーでビジネスに流れてくるデータロジックそのもののデータ構造の部分をつまみ食いして、会計データとレコード型のデータを代数的に表現して、仕様記述から一発でフィルターが形成できる。つまりブラックボックスにならないような、しかも関数型プログラミングでくそ面倒くさいユニットテストみたいな概念ではなくて、データフィルターのところまでバグをとっていくようなコンセプトです。

まさにベンダーさんがそういう話をするというのは、私も内閣府側で仕事をして、調達のときに散々苦労したので、嫌になるくらいよくわかっていますが、データベースでないようなシステムは認められないというようなことをベンダーさん側がいつてくる。責任とれませんかみたいなことを平気でいうというような状況があるのですが、産業構造の変革の中では大きくトレンドが変わってきます。ですから、その問題はむしろチャレンジしなくてはならなくて、使わなくてもいいところにDBを使う。使わなくてはいけないところというのは間違いなくあります。ですけれども、そうしないとレガシーマイグレーションとかすてきなコンセプトが炸裂する形になりますの

で、その辺の状況を多少わかっているんで、あえて必要のないところには使わないということははっきりとリサーチプログラムではなくて、むしろデベロップメントのプログラムとして意識していくべきことだと考えています。

○國領座長　どうぞ。

○塩野委員　ありがとうございます。日立の加藤様にお聞きしたいのですけれども、アーキテクチャーから離れて、ビジネス目線で工場より経営企画という文脈でお聞きしたいのですが、自律分散から共生自律分散になっていく中で、既存の E R P が企業の中にたくさん入っている中で、このシステム自体のアウトプットというのは、既存 E R P とのすみ分けというか、例えば経営企画の人間などが見るときに、既存 E R P の中でどういうアウトプットが出てくるといったイメージになるでしょうか。

○加藤（株式会社日立製作所）　観点は 2 つあると思ってまして、まず 1 つは、既存のシステムは既存のものとしてももちろんそれをいきなりリプレースするわけにはいかないと思いますので、それを生かしつつ、横づけの分析プラットフォームのような形で I o T のプラットフォームが活用されて、その分析結果を最初は人手を介してやると思いますけれども、人手を介した形で E R P のほうに反映していく、あるいは経営判断にフィードバックしていくというような形が 1 つあると思います。

もう 1 つの形は、先ほど異業種間をつないでいくという形を申し上げましたけれども、E R P で管理されているそれぞれの事業体といいますか、経営の組織体の間をいかにして連携させていくかという観点での連携アーキテクチャーというものがあると考えておりまして、そこをどのようにつないでいくかということを、標準化も必要になってくると思いますけれども、その二面で既存のところはどうアクセスしていくかということが考えられると思っております。既存のものをリプレースというところにはいきなりは行かないと思っております。

○塩野委員　ありがとうございます。そうすると、既存の E R P が残っている状況と並列になっている部分があると。そこで経営者の方などが、この文脈でよく聞かれるのが、どこまで工場ラインで自律化させて、どこからを人間がみて意思決定するマンインザループといった形にしたほうがよいのかという疑問をもっているのですけれども、その場合、御社の設計思想とか提案としてはどうお話をされるのでしょうか。

○加藤（株式会社日立製作所）　幾つかのパターンが考えられると思うのですけれども、垂直統合されている既存のシステムに対して、それと並列するような形で一種プロジェクト型のような形で意思決定をされるものが脇にいて、そこで非定型なデータを集めていって、いわゆる現場改善みたいなものをしていく。その現場改善をするのは、本当の現場レベルかもしれませんし、そこに経営者が入り込んでいくような形もあると思いますけれども、そういったゲリラ的な定常的ではないような組織体プロジェクトが横にあって、それが改善活動をしていく、改善活動の結果、それがいいものであるというように定型化された場合には、またそれを定型型の世界にフィードバックしていくような形があり得るかなと思っております。

○塩野委員　ありがとうございます。例えば大企業の経営者などは、どこの工場でどのように素材が使わ

れてどこで染められたものがどこで売られているか全部目の前でみたいといったような発想をされたりするのはですけども、そういう完全に統合された、昔の言葉でマネジメントダッシュボードを見ているような形というのがこの共生自律分散という意味では進んでいく道というようなお考えなのでしょうか。

○加藤（株式会社日立製作所） そういったダッシュボード的なものとして、現場の見える化というところが最初の第一歩になってくるとは思っております。

○塩野委員 ありがとうございます。

○國領座長 いかがでしょうか。ほかに何かありますか。さっきの続きありますか。

○楠委員 では1点だけ。まさに……。何を気にしているかという、第1回は私は出ていないのですけども、ももとの問題意識として、一旦クラウドの時代があって、その後フォグコンピューティングの時代が来るというストーリーがあったと思うのですが、クラウドの世界で何がやはり一番日本の会社にとってつらくなったかと思うかという、私自身はお金で買えないテクノロジーと戦う世界が来たと思うのです。

私のイメージだと、例えばデータベースの絡みでいうと、さっきHadoopの話があって、ヤフーも最近日本で一番大きい規模のHadoopクラスターをつくりましたけれども、Hadoopは多分2004～2005年ぐらいにグーグルがつくって2006年にオープン化した技術で、2014年のグーグルI/Oでも私たちはMapReduceというHadoopでやっているような処理はしていませんというようなことをいわれています。

ここで議論されているPaaSの技術だとかソフトウェア定義ネットワークなども大体マイクロソフトの中とかグーグルでは2000年代の半ば以降に結構社内で使い始めて、磨かれた技術になりますが、恐らく昔であれば例えばIBMとかにすごく高いお金を払えばいいものを買えたのです。世界の一番最先端のものを買うことができた。ところが、今、多分日本ではそれなりに多くの台数をもっているヤフージャパンみたいな会社であっても、ライバルであるグーグルとかアマゾンが内製したスタックをお金で買う方法がない。そういう時代が来ていて、なおかつ、そのミドルウェアみたいなものは日々大量のデータと大量のトランザクションによって磨かれている。その大きな流れは多分これからAIとか別の世界になって、アーキテクチャー的にはデータの流れとか処理そのものは多分分散化していくと思うのですけれども、では、そういったいろいろな要素技術がマーケットアベイラブルになるのか。市場で手に入り、なおかつ自分たちがすぐにキャッチアップできるのかという、そのルール、ゲームはあまり変わっていないような気がしてまして、その中でどうやって戦っていくのかというのは、恐らく単純にこれからこういう技術が来ますよ、そこにキャッチアップしていけば世界の最先端を行けますよという議論ではなくて、そもそも私たちはビルディングブロックをマーケットで手に入れることさえできない世界の中で戦うことを迫られている。その大変さどうやって向かい合いながらゲームを変えていくのかというところのような気がします。

○出口委員 ご発言のとおりだと思っています。そもそも買いに行こうと思っても、私どももともとエージェン

トの技術をやっていたもので、90年代に日本の企業さんがアメリカにたくさん貢ぎ物をして、もらったほうからごつつあんですという話を散々聞かされて、何の技術も入ってこなかった状況をよくわかっておりまして、日本の企業さんはここ30年間の間に基礎研究所を全部潰してしまったのです。正直いいますと、大学は人工知能の技術に関しても何に関しても今世界と普通に対等に張っています。先を行っているところも幾らでもあるのですが、問題はそれが産業界とつながらないのです。

ですから、一部外資系企業さんなどはドクターを送ってきます。ドクターすら送ってこないような状況の中で技術をどうやって伝えたらいいのか。あと、コンスタントに我々大学側は米国の100分の1から1000分の1ぐらいの予算でやっていて、よく2桁までは頑張るけれども、3桁は無理だよねなどという冗談が飛び交っております。

そういう中で、おっしゃるような状況は物すごく起こっていて、基礎に関しては、それと同時にビジョンの策定の方が非常に少ない。いわゆるアーキテクトがいないので、細かい話にすぐ落ちてしまうのです。その辺のギャップを埋めて、もう一遍ゲームに参入しないと、インターネットの最初の革命の第1のゲームは負けました。はっきりいえば、あのときにきれいにプロットフォーム型でロックインするような構造が出てくるという話を、私は96年のときにそういう議論をやったのですけれども、全く受けつけられなかったのですが、今度は、実は工場までターゲットになるので、物すごくまずいです。

ただ、逆にいえば、日本は向こうにないボトムアップ型の改善を含めたかなりボトムアップ型の文化をもともっている部分もあるので、もっと若いベンチャービジネスとか、そういう人たち、すごく元気がいいところがたくさんあるのも知っていますので、アーキテクトの議論をやりながら積極的におっしゃったような形で金に変えないのであれば、向こうのインナーグループに入って議論をする中で吸収できるような形の、こちら側から持ち出せるものを作って、幸いなことに今、ことし2月にインテルへ行って、随分インテンシブに議論をしていたのですが、やはりオープンアーキテクチャーでないものはもう使えないという認識があるのも事実なのです。ですから、オープンアーキテクチャーの中のインナーグループに入り込めるだけのこちら側の実質を鍛えておかないといけないと思っていて、そこはもっと小さな企業さんにすごく期待したいところでもあると思っていますし、大企業さんには研究所を何とかして、技術を何とかつないでよというのが正直いっていいことです。

長くなって、済みません。

○國領座長　ありがとうございます。議論がとても白熱しているところでありますが、このアーキテクチャーのイメージをある程度みえるようにした上で、それを取り巻くエコシステムをどう考えるのか、既存の仕組みから移行をどう考えていくのか、その中で、どのような形で世界の中で戦略を立てていくのか、多分全部連立方程式なので一遍に解かなければいけないのですけれども、だんだん姿をはっきりさせられればと思います。ありがとうございます。

ちょっとここで先へ行かせていただきまして、次に日本電気の岡山様よりプレゼンをいただければと思います。

○岡山（日本電気株式会社） NECの岡山と申します。

私の担当はI o Tの基盤開発本部というところで、主にコンセプトですとか製品ロードマップ、戦略ロードマップというところを、どちらかというお客様と一緒に考えながらつくるという部隊のとりまとめでございます。

（パワーポイント）

まず、早速でございます。目次でございますが、初め、1番としまして、NECの考える分散システム、それから分散システムの課題、ある種ここはおさらいになるかと思えますけれども、そこに対する脅威、セキュリティ。あとはNECの宣伝ばくなるかもしれませんが、分散システムを支える技術ということで、まだまだ十分行われているものではありませんが、こういったことを我々は研究レベルでやろうとしている、あるいはこの先1年ぐらいにはある部分はお返すするといったものをご説明していきたいと考えております。

まず、NECの考える分散システムということで、ここは皆様ご存じのとおりで、お膳立ての部分ですけれども、いろいろなものがつながるということでございますので、割愛させていただきたいと思います。

これも割愛させていただいて、新しい価値ですね。M2Mと違うのは、I o Tで新しい価値をつくるということが明確な価値の違いだということが1つのポイントとしてメッセージとしてはお聞きいただければと思っております。

これはNECがよく使う絵でございまして、5層モデルといっているものでございます。我々は全層やってはいるのですけれども、この一番上のところのクラウドコンピューティングから、ここは我々広域ネットワークと呼んでおります。ちょっと定義が違うのですけれども、ここの部分、これが現場でございまして、現場とクラウドをつなぐところを私どもエッジコンピューティングというところ置いております。ほかのベンダーさんのご説明とかでは、エッジは下のほうのところまで含むといったところも当然ご説明があるのは認識しておりますけれども、私どもとしては、実はここをあえて分けているのは、こことこのビジネスモデルも違うし、要素技術も違うといったところと、このエッジコンピューティングというのは、ここでエッジ的な動き方もすれば、あるいはデバイスの、私どもはデバイス層といっていますが、デバイスで分散協調処理を担うといったところもあるので、ある種機能の概念といったところで、エッジコンピューティング層をクラウドと現場をつなぐ層としていろいろな必要性があるのではなかろうかと。今回、ある部分はセキュリティのところでお話をさせていただくということでございます。

ポイントとなる要素という意味では、私どもから従来、これは11月に発表させていただいたものですが、高速・高精度な分析処理だとか分散協調処理、今までのお話がございましたとおり。あとは、デバイスの仮想化ということで、基本的には全層を何らかの形で仮想化、抽象化することで上からの人も、あるい

は下からの人も全体が余り物理を意識せずに使いこなせるような仕組みをつくるためには、このエッジコンピューティングという考え方が必要なのではないかということで、そのためには、まず今ないデバイスの仮想化が必要になってくるのではないかというたてつけでございます。あとはきょうのお題目でございますセキュリティ、全体の統合運用管理という、ちょっとコンピュータチックですけども、そういったものが必要なのではないかとということで、今開発を進めております。

これはN E Cの見方でございますので、今まで議論がございましたとおり、メインフレームの時代、クライアントサーバー、クラウド、I o Tの時代ということで、集中が来ているわけなのですけれども、今までの皆様のご説明からございましたとおり、むしろもう少し複合的なことで分散協調型の処理が必要なのではないかということで、ここで処理をするところもあれば、あるいは先ほど申し上げたエッジのところで処理するところもあれば、あるいはやはりここで処理するところもあればということで、それが自律的に動いていく。ある種データドリブンな形でデータが処理系を選んでいくような時代がいずれ必ず来るのではなかろうかという基本的な思いがございます。

もう1つは、N E C的なメッセージでいいますと人です。後続のページにも出てまいりますけれども、I o Tにつなげたいのは人、当然ファクトリーも中心に今話題がございますが、人をI o Tにつなげたい、クラウドにつなげたいというのが今回のN E Cのメッセージです。

これはちょっと割愛させていただきますけれども、エッジコンピューティングの役割ということで、当然データの整形化だとか抽象化だけではない、そういったことも必要でございます。

もう1つは、ここのところで、後でもしかしてファナック様のほうでご説明があるかもしれませんが、従来ナレッジ、処理系、あるいは機械学習みたいなものがクラウドコンピューティングにあったものを下のほうにおろしていくといったところで、受け口という意味ではエッジコンピューティングが必要ではないかというのが基本的なところでございまして、リアルタイム処理を中心とした形ということで、現場でいろいろな判断をして、いわゆる脊髄反射をするためには、エッジコンピューティング層で何らかの機械学習の機能を下におろしていくことが必要だと。ただ、ここでいろいろな機能が豊富になると、いわゆるメンテナンスコストが上がっていく。そのときに一体どうするか。あるいはハイパフォーマンスのために消費電力がいろいろかかっていくというところをどうするかということで、後続の資料でございますが、ここの部分に機械学習の機能をアクセラレートするようなエンジンをソフトウェア、あるいはハードウェアで、ハードウェアの場合はL S Iになりますけれども、そういった開発を今N E Cが着々としているという内容でございます。

これは2つのタイプということで、処理系が自分が例えば回線がだめだったら——ここが店舗だとします。店舗はN E CはストコンだとかP O SだとかI D Aも含めてやっておりますけれども、ほぼオンプレミスだと。このオンプレミスのデータを当然皆様はクラウドのほうにもっていきたいと思っているのだけれども、実は途中

の回線が切れたら、店舗の運営が停止するからやはりどうしてもクラウドにもっていけないだとか、特に製造業様の場合はクラウドにもっていって本当に大丈夫なのか。要はどんな価値があるのだということはよく生技の方々、あるいは生産の現場の方々がいわれていることでございます。後者のほうにつきましては、特にセキュリティのリスクということが挙げられておりますけれども、前者の、例えば店舗の場合ですと、当然いろいろなビッグネームの方々とお話をしておりますと、ここへもっていきたいのだけれども、ここで切れたときに店舗の部分が停止したら困るからそのときにどうするのだということで、ここで一旦肩がわりしましょう。ここでオンプレミスの動きましようみたいなアーキテクチャーの提案をいろいろなコンビニさんを含めてNECが提案している形で、1つはこういった状況に応じて処理系が動いていくような単純な形と、データ特性によって現場で処理したほうがいいものとクラウドに置いたほうがいいものがあるではないかということで、非常に単純な考え方ではございますけれども、信号処理で済むようなもの、DBを参照しなくても処理するようなものは現場でさっさとやりましょう。あるいは守りたいデータ、あるいはビッグデータをやりたいところは処理系というのはクラウドでやって、ここがうまく協調しながら動きましよう。こういった形で我々は技術の開発をしております、今はこちらのほうも商談を含めて動いているという状況でございます。

先ほど来から申し上げましたが、私どもがやりたいのはこの知覚です。五感、あるいはこういった経験をナレッジ化したいといったところがある種日本の宝になるのではないかと考えておまして、よくいわれることですけれども、たくみのわざとか、人に依存していろいろな知識、ノウハウがある。それを逆にみんなが使えるようにしてあげる。あるいはそれを使ったことでたくみの人たちは、それをちゃんと伝承することができる。あるいはそれをみんなが共有することで、日本の国の製造業を含めて関連する企業を強くことができるのではないかと、相手が機械だけではなくて、NECとしては、こういった五感、視覚でみて何かを判定していたとか、ものづくりの仕上げだとか、そういった目ききのところをナレッジ化していく。それは視覚だけではなくて、聴覚だとか嗅覚だとか、そういったものも含めてナレッジ化していくための取り組みがNECのIoTに対する取り組みというメッセージをさせていただいております。

では、具体的に本題に入らせていただきたいと思います、分散システムの課題とセキュリティということで説明させていただきます。

ちょっと抽象的な説明で難しくなってしまうかもしれませんが、まず必要性ということでございます。当然ですけれども、先ほど来からのご説明のとおり、従来と違いまして、データ、あるいは処理系は一極集中というのは当然あり得ません。皆様お話しされておりましたとおり分散協調型処理、あるいは日立様が申し上げたように共生型の処理といったものが当然必要になってくるということでございます。

片や、もう少し細かくみてみますと、当然爆発的にデータがふえるということはございますが、ただ、やはり忘れてならないのは、現場の実世界処理を確保する。そういった業態、あるいはそういったものが必要で、

それを全てクラウドまでもって行って、そこで処理をして折り返す。要はO Tに返すということはなかなか難しいということなので、気持ちは全部クラウドにもっていききたいのだけれども、実際やはりある部分のデータは実世界の近くに置かざるを得なくなりますよねというのが基本的な認識になります。例えばこういった今話題の車両の自動運転、あるいは最近災害がふえておりますけれども、災害の指示の判定といったもの、こういった即時に指示させなければいけないようなものは一々クラウドにもって行ってやるというよりも現場でやったほうが当然いいことはわかっております。

それを図示したものがこれでございまして、こういったクラウド集中型のシステムからクラウドと、真ん中がクラウドのイメージなのですが、周りにへりとしてエッジが書かれておりますが、このエッジのところにデータが分散するようなことが基本的には必要になるという前提のもとで、ではどうなるのかということでございます。

まず、我々が一番着目したポイントは、今のシステムでは処理をする人がデータのパスも握っている。要はデータのフローを握っている。つまり処理をする人が大きくなればなるほど、その人がデータをより多くもってしまって寡占化が進むというのが今の現実だと思っております。それはグーグルさんもそうでしょうし、当然いろいろなクラウド業者が狙うところ。データをもつ者がI o Tの勝者になるというのは当たり前の論理だと思います。

ただ、これがそれを実は分けていかないといずれ破綻するのではありませんかというところがここから説明されております。

具体的にいうと、ここを見直すことがまずは必要なのではなかろうかというのが1つの考え方です。処理をするところとデータをもつ人、あるいはデータのフローをコントロールする人を分離することがI o T時代では必要になるのではなかろうかということです。つまり、このコンピュータで当然データが入っています。このデータをどこに出すかというのは、コンピュータが全て握っています。そういうものが今の世界です。そうではなくて、ここに入っているデータのいわゆる開示範囲だとか、あるいはどこに流すかということ自体を別のシステムから完全に制御することができるようなシステムが必要になるのではないかとというのが基本的なたてつけでございます。

これは余り例がよくないかもしれませんが、具体的な例でどういうことをいっているのかといいますと、例えば親会社、調達先、お客様という構造があったとします。そのときに親会社は当然全ての重要なデータを握っています。そのときに、このデータそれぞれに対して、何らかの属性みたいなものをつける。要はアクセスコントロール権をつけるのですが、このときに通常のシステムではこれを開示するとか開示期間を決めるだとかというのは自分自身で決められたと。その自分自身でも決められるのだけれども、他社から決められるような仕組みを入れることで、データがよりいろいろな人たちに幅広く流通する仕組みができる。要はセキュアに開示できるような仕組みができるのではありませんかというのがこの基本的な絵でございまして、例えば

調達先の会社様にはカタログのデータとか生産システムで上がったデータは開示する。お客様に対してはこういったものを開示しないでカタログデータだけ開示するような、ここの部分のコントロール権をいわゆる先ほどいったエッジコンピューティングみたいな処理のクラウドの入り口のところでつけてあげるといことで、処理する人とデータを握る人、データフローする人を分けるということが必要なのではないかとというのがこの内容でございます。

そういった意味で、なぜそういうことを思っているのかということですが、1つの課題として、やはりこういった脅威があるということを考えております。これは当たり前のことなのですが、当然先ほどいった処理系と、処理系にはデータと処理が1つになっていますので、個別ノードの攻撃、改ざん、乗っ取りというのは当然ある。あるいは、もしかしたら当然あるかもしれないとおっしゃる意見もあるかもしれませんが、悪意のあるサービス提供者もいる。当然悪意のあるサービス提供者だけではなくて、悪意のあるサービスの参加者もいる。当然データ漏えいもあるということは、処理系とデータ系が一对の形では、かなり無理があるような形になるのではないかとということで、具体的にどうするかということです。

まず1つは、サービスでの対策1と書いてございますけれども、システムの一部への攻撃の改ざんの対策という意味では、改ざんを受けた可能性のあるノード、処理系を自律閉塞させるような仕組みが必要です。自律閉塞するためには、先ほど申し上げたとおり、例えばこのサーバーは乗っ取られたから全部殺すということになりますと、そのときにデータも死ぬ、データも滞ってしまうという世界が起きます。そうではなくて、先ほどいったとおり、データの処理系といわゆるデータのパスを分けることで、データの処理系自体は当然殺しているのですが、データが存在がしているよ、まだいるよ、でもちょっと何か変なことが起きているのだよということ自体は知らしめることができる。そういったものをクラウドの中で、エッジの層のところで搭載することで、そこを通ったデータについては、いろいろなデータの信頼性とか開示範囲のセキュリティを守るができるのではなからうかというのが1番の考え方でございます。

もう1つは、悪意のあるサービス提供者や参加者の排除ということで、当然皆様ご存じのとおりブロックチェーンみたいな技術、あるいはサービスレベルを先ほどデータのサービスレベル、あるいは実装のセキュリティレベル、信用度に対する認証局みたいな新しいサービスを考えていくのもある部分ではいいのではなからうか。こういったことからすれば、自分たちがつくってきたいいろいろなデータを本当にクラウドにもっていくのは怖いといったことから、ある種改善できるのではなからうかと思っております、それを実現するような基本的な技術として、これから説明がございしますが、3つ、データの通信系と管理系を分離する技術、もう1つは、システム全体の異常や攻撃を自律的に検知する技術、セキュアにデータ及び処理を分散する技術といったことをN E Cの取り組みとしてご説明していきたいと思っております。

まず、この中に、またちょっとわかりにくい図かもしれませんが、3つポイントとして先ほど申し上げたものを

マッピングしております。

1 番というのはデータの通信系、データのフローとデータを処理する人を完全に分離する。要は I T 系が死んでもデータベースは生きる、そのような仕組み、仕掛けをつくることが必要な技術として後続でまたご説明いたします。

もう 1 つは、システム全体の異常や攻撃を自律的に検知するような技術ということで、自己学習型のシステム異常検知技術のご説明をさせていただきます。

あとはデータを秘密のままに計算したり分散したりという技術のご説明でございます。

これは実は皆様みていただくとすぐぱっとわかってしまうのかもしれませんが、S D N の考え方と同じです。C—PlaneとU—Plane、要はコントロールプレーンとデータを流すU—Planeといったところを完全分離する。これが今は 1 つのコンピュータでは一緒くたになっています。データを処理する、コントロールする部分とデータを流す部分を完全に分けるということで、ここがもししたら何か乗っ取られておかしいことになっても、ここ自体は生きているといったことができるのではなからうかということで、クラウドに出す、データを流す人は、こういった特徴をもったような入り口、出口という技術があるのも 1 つの考え方ではなからうかということで、何ができるかということで、不正なデバイスなのか、正常なデバイスなのか。あるいは正常なソフトなのか、不適切なソフトなのかといったことを処理系とデータベースで分けることができるような技術を私どもが今ちょうど開発しているという状況でございます。

そういったことでオープンフローの技術もベースになってはいるのですが、それとあわせて、ここの部分を認証する。このデータは流してもいい、あるいは全部に開示できる。あるいはこれは省庁様しか開示しない、あるいは信用されたユーザーだけにしか開示しないというのを自分で決めるのではなくて、こういった人、例えば第三者として認証局が決める、あるいはこのデータはどこにあるよ、こんないいデータがあるよというのをリポジトリ情報として置いておくことで、これでまたリポジトリでビジネスができるような仕組み、仕掛けをつくる。そのようなことも将来的にはあるのではなからうかと考えております。

もう 1 つは、どうやら振る舞いがおかしいということで、自分自身でどうもこのノードは変な動きをしているといったところがある仕掛けとして、こういう自己学習型システム異常検知技術を我々は今開発しています。例えばパターンマッチング、従来であれば振る舞い検知、サンドボックス等々あったのですが、やはり後手に回るということで、新しいアプローチという意味では、こういった未知の攻撃、要はサイバー攻撃の知識を用いることなく、未知の攻撃を検知するようなシステムをN E Cとして研究所を含めてつくっているということでございます。

これが具体的な例でございまして、A I というか、ディープラーニングといいますか、そういった技術を活用して、未知の攻撃であっても検知していく。通常の状態から異常の状態を把握していく。どうやらいつもと

違う動きをしているといったら、先ほどいったとおり、コントロールプレーンから I T 処理系は殺す。ただし、データは流せる。そういったシステム連動ができるのではないかというのが基本的な考え方でございます。

これが例です。これはちょっとみにくいのですが、周りにひげのようにあるのがノードでございまして、ノードの間でデータのやりとりをやっているのだけれども、どうやらいつもと違うノードがデータ通信をやっているぞといったことがわかるような、可視化という意味で示しているような内容でございます。

次に、最後でございますが、秘密のまま処理をする、あるいは秘密のまま保存するということで、セキュアにデータを分散するための技術ということで、3点、一定のシェア、これは分散データが盗聴されても、あるいは漏えいしてももとの情報は完全に守るという技術、特徴、それから一部の情報が欠けていても残りの情報から再生成、復元するような技術。あとは改ざんされてもその事実を検知するようなシステムということで、秘密分散技術ということで N E C の研究所が今一生懸命実用化に向けて開発しているということでございます。

これは最後になりますが、秘密のまま計算するというので、分散化の場合は、このデータはやはりどうしても秘密のままにしておきたい。でも、何らかの処理、計算をしたいといったときに、ノードのデータを暗号化したまま、ノードが共同で計算する方式ということで、それぞれ、これは2つのノードの例が書いてありますけれども、この中身は暗号化されていて全くわかりません。暗号化されたままでほかのノードと連携することで、暗号化した状態のまま計算が完了できるようになる。こういったことがあれば、このノード自身にアタックされてもこのデータ自身は守られるようなシステムというのは I o T の時代では必要になるのではなかろうかというのが基本的な内容でございます。

ちょっと駆け足でございましたけれども、以上でございます。

○國領座長 ありがとうございます。これに対する質疑ももう1つお話を伺いしてからにしたいと思います。

続きまして、ファナック株式会社・松原様よりプレゼンをいただきたいと思います。よろしくお願いします。

○松原（ファナック株式会社） おはようございます。今ご紹介のありましたファナック株式会社研究統括本部の松原と申します。

私から「ファナックの I o T への取り組み」ということで、ご紹介させていただきたいと思います。

（パワーポイント）

まず、弊社の概要でございます。これは簡単に。弊社は富士山の麓、山中湖の近くにある会社でございまして、黄色をカンパニーカラーとする会社でございます。

ファナックの主な商品でございますが、製造業という現場に特化した商品を展開しておりまして、基本となります商品が F A と書いてありますが C N C でございます。このビジネスを O E M して工作機械メーカ

ーさんに工作機械をつくっていただくということの商売が一番メインでございます。

これを応用するものといしまして、産業用のロボット、それから産業用のいろいろな射出成形機や放電加工機、小型のマシニングセンターと呼ばれるような機械をつくっております、我々今までは I o T というところとは無縁に、どちらかといえば現場をとにかく地道に製造業をよくするということで取り組んできておりました。

我々のスローガンといしまして、F A、ロボット、ロボマシンという3つの事業をもつというシナジー効果を生かすということ、それからお客様が安心して使っていただけるようなサービスということで、全世界にそういうものを展開する。

それからとまらない工場ということで、壊れない、壊れる前に知らせる、壊れてもすぐ直せるというコンセプトでいろいろな商品を展開しております。

これが我々の紹介でございまして、ここからが本題でございます。ファナックの I o T への取り組みについて、ご紹介させていただきます。

このワーキンググループでずっと議論されておりますように、我々もファナックの考える I o T というのは、やはり現場に近いところにあるものだと考えておまして、その理由はやはりこれもこの中で議論されていることでございますが、とまらないシステムということ、それから制御という非常に短いサイクルでいろいろな処理をこなさなければいけないという意味でリアルタイム性の高い処理、それからとまらないということで自律分散という形がやはりいいのではないかと考えております。また、主なものをエッジ側で処理することによって、通信コストを削減して必要なものをクラウドに上げるという思想、それから無用なデータを防止するというセキュリティの観点でも、現場である程度処理して必要なものをクラウドに上げる、その両方を使い分ける。特にエッジ側で処理するエッジヘビーという考え方が我々製造業には向いているのではないかと考えておりますし、これはこのワーキンググループでいろいろご示唆いただいている話とマッチするもので、それを我々はこれから I o T として実現していきたいと考えております。

その I o T の中核になりますのが、4月18日に発表させていただきました FILED system というものでございます。これに P F N 社の機械学習を加えたものを我々の I o T の中核にしたいと考えております。

この FILED system についてはビデオをつくっておりますので、これをみていただくほうがわかりやすいと思いますので、しばらくみてください。FILED system の意味は FANUC Intelligent Edge Link and Drive system というものでございます。この頭文字をとったものでございます。

(映像上映)

ということで、FILED systemの概要についての説明でございます。ここの中でもありましたけれども、やはり大事なところはオープンプラットフォームであるということ、それは製造現場にはさまざまな機器がございまして、これをエンドユーザーさんの付加価値という意味では、全てを簡単につなぎたいという要望があると考えております。

そのために、ファナックのCNC、ロボット、ロボマシンという商品はもちろんのこと、他社のCNCやPLC、各社のセンサーというものも簡単につなげていただけるようなものを提供したいと考えております。

また、ファナックとしての強みといたしましては、CNCが全世界で130万台、ロボットが40万台という稼働をしております。このエッジに、いわゆる製造現場にあるデータをうまくつないで活用できるようにするということによって付加価値が生まれると考えております。

そのオープンプラットフォームということなのでございますが、これは工作機械やロボットメーカーさん、センサーや周辺機器メーカーさん、それから現場で実際にいろいろな生産管理をしている生産技術の方々がドライバーとかアプリケーションを自由に開発できる環境ということで、自分たちがやりたいことがずっとできるといことをやりたい。それから、ソフトウェアデベロッパーということで、サードパーティーの皆さんにアプリケーションをつくっていただくことによって、このプラットフォームをより有効なものにして、エンドユーザーさんとしてつなぎたいということができるようになろうということございまして、そういうものをファナックで認証してユーザーに販売するという形態を今検討しております。

このFILED systemにつきましては、エンドユーザーさんが必要だと思われるアプリケーションをダウンロードして落とす、簡単に追加することができる。必要なものだけを追加することができるというシステムを考えておりまして、またリモート及びオンサイトでのサポートをこれから展開していくように、そういうシステムインテグレーターの皆さん、ネットワークインテグレーターの皆さんと協働して進めていきたいと考えております。

では、これによって何が変わるのだということで、我々製造に携わってきた者からの意見ということでございます。まず、その中でもPFN社の技術を使いまして入れております機械学習によってどういうことが起こるかということでございますが、従来の工作機械やロボットは、人が設計した、決めたプログラムやルールに従って的確に仕事をこなすということをやっておりましたが、ファナックがこれから目指すものとしたしましては、みずからルールを学習して自律的に動く。人が気がつかない変化に気がつく。機械同士が協調することによって、よりよい生産性を生む。ふぐあいが起こった場合は、それを代がわりする。それから熟練者のスキルを学ぶというようなことができていけばいいということで、この点をPFN社と一緒に共同研究しております。

それによって、まず第1ステップとしては、機械自身が賢くなるということなのですけれども、その先として、フォグの領域、エッジに近い領域に置いたところで、ここにも機械学習を入れることによって、より工場全体

が賢くなるということを考えております。

その例を少しご紹介いたします。右下に動画が出ておりますが、これはロボットを使って、ばらばらに積まれた部品を取り出すというところで、生産現場では非常によくあるものでございます。今まではこれを人間がこういうものがとりやすいということで、高さが高いものとか、面積が広くみえているものがとりやすいだろうということで、そういうルールを与えて、このシステムをやってきたのですが、なかなか限界がございましたし、また、ワークが変わると難しい。

それに対して、今回、それに深層学習を組み合わせることによりまして、とにかくまずは何も教えない状態から学習を繰り返して、成功と失敗を最初は繰り返しますけれども、それが8時間ほどやりますと、どれがとりやすいか、とりにくいかということを右上のように数値化してあらわせるというようなところまでできることを確認しております。これを使えば、特にルールを教えなくても、ワークが変わってもこのロボットを使った自動化のシステムが簡単にできるのではないかと考えております。

それをさらに、1台だけでは8時間かかったものですが、例えば4台組み合わせますと、それぞれ人工知能が融合して、その知識を共有できますので、2時間で同じ学習ができるということで、分散した学習がさらに効率的な効果を上げるのではないかと考えております。

また、気がつかないところに気がつくという意味では、これはロボットの減速機の故障を予測するというものでございますが、波形をみておりますが、人間ではとても左上のような、特に間違いがない、問題がないという波形なのですけれども、それを機械学習で学習したものでやりますと異常を検知できるということで、人間が気がつかない、もっと前の段階から検知ができるということで、これを予防保全に使えるのではないかと考えております。

同じように、主軸と呼ばれる工作機械を、工具を回転させるところですが、これは高速で回転するので、焼きつけとか故障が問題になりますが、そういうものもやはり事前に気がつける可能性があるということを今研究してきております。

また、別の例ですけれども、複数のロボットが干渉せずに動けるという点で、シミュレーターでそういうものをやらせて、実際にやるときにはぶつからずに済むというようなことでティーチング時間の短縮を行うというようなことができるのではないかと考えております。

この機械学習、深層学習を製造の現場に適用するという意味での課題としては、ここにありますようなものが考えられると思っております、まだまだこれからP F Nさんと一緒に進めていきたいと考えている領域でございます。

それから、FILED system自体のよさというところでは、今までですと、新しいN C、新しい装置を買わないと新しい機能はできないのですけれども、これをFILED systemということで、フォグの部分にいろいろ

な新しい機能を入れることによって、あたかも新しいN Cに置きかえたかのような動きができる。しかもそれが複数台のN Cで使えるというようなこともできると考えております。

こういうことをやることによって、現場としては求められているものとして、予防保全、稼働率向上、動作の最適化による生産性の向上、アダプティブコントロール、高度はトレーサビリティというようなところが求められておりますので、こういうものに役立てるのではないかと考えております。

また、既存のパソコンにつきましては、これを現場で今皆さん、それぞれ個別に使っておりますので、これを捨ててしまうのは非常にもったいないということで、これもFIELDに後から参加させて、このデータを共有させるという使い方もあるのではないかと考えております。

ということで、ファナックのI o Tの取り組みということでは、やはりファナックのI o Tはエッジヘビーである。これは製造現場を意識して考えますと、ここが大事だと。そこにたまるノウハウを使いたい。それからオープンプラットフォーム、これは先ほど来議論されておりますように、やはりこれからの時代オープンプラットフォームであるということは必要不可欠なのではないかと考えております。また、現場に必要な機能を選択して利用、人工知能を使うことによってより賢くしていく、既設の機械も高機能化ということ、工場全体を自動化させるということで、そういう最終的なゴールとして、とまらないスマート工場の実現がやはり製造業のエンドユーザー様で求められるものであり、そのためにI o Tを活用するというものがやはり実際の製造メーカーの皆様を受け入れられるI o Tなのではないかとファナックとしては考えております。

以上でございます。ご清聴ありがとうございました。

○國領座長 どうもありがとうございました。

それでは、残り13分ぐらいありますので、そこでもしよろしければ自由に。では、松井委員。

○松井委員 では、今の松原様のお話で2つお聞きしたいのです。今、人工知能、機械学習をいろいろ適用していらっしゃるということですが、さっきのある意味パターン認識のようなものにはうまく適合できるというのはよくわかっているのですが、そうではなくて、こういう動作にも使いたい、例えばシーケンス制御のようなこともしたいのだけれども、そこはどうもやりにくいか、そういう人工知能の限界みたいなものは何かわかっていらっしゃいますか。

○松原（ファナック株式会社） まだわかっていないというのが本当のところだと思います。テレビとかで最近、人工知能、機械学習が非常にもてはやされておまして、またブームになってきておりますが、それに対しては本当にいろいろなことができる、全てのことができるというような報道もございます。ただ、やはりそれはできることとできないことはあると思います。ただ、まだ我々として今P F Nさんと始めたところでございまして、いろいろな意味で可能性はあると。ただ、それがどこまでかというのは今はいえないと思います。

ただ、1つだけいえることは、製造業で物が動いて生産をしている、現場で使うということを考えますと、

何でも機械学習にやらせて、最終的に何が起るかわからないという状況は、やはりエンドユーザー様自身がつくりたいとは思わないと思います。ですから、やはりある程度のところで最終的な商品に適用する場合には限度をつけて、ここまでの範囲だけ動かせるというようなことをすることが必要ではないかと考えております。

以上でございます。

○松井委員　　どうもありがとうございます。もう1つは、エッジ側で今の機械学習の処理をされているということですが、サーバーでなくてよい、エッジでも済むということだと思うのですが、いわゆるクラウド側と、サーバー側でないといけなとか、例えば膨大に学習をするときはそちら側でやったほうがいいとか、そういう仕事の切り分けというのはありますか。

○松原（ファナック株式会社）　もちろんあると思います。私の説明で少し途中抜けたかもしれませんが、エッジと申します、いわゆる我々でいうコントローラー、ロボット一台一台についているコントローラーに入れる場合もございますし、あと、その一段上で、複数のシステムにつながるフォグと呼ばれる部分に入れることもあるのではないかと考えております。

それはやりたい内容、それから機械学習をどれだけ動かさなければいけないか、それがどういう意味があるかということによっても違ってくると思いますし、もう少しビッグデータ化したものを最適化したいということで考えたときには、やはりクラウド側にそういうものを置くということも考えられると思います。

ですから、そういうものの協調、最適なものということで、我々が今進めておりますのは、やはりどこでもできるようにということで、スケーラブルなシステムということを考えております。

以上です。

○松井委員　　ありがとうございました。

○出口委員　　質問とコメントなのですが、ファナックさんのオープンプラットフォーム、そういう形で進むと非常に望ましいと思っているのですが、実際問題として、例えば今考えていらっしゃるオープン化の中で、内部のPLCへのアップリンクのデータは当然秘密としても、内部の状態を取得する、あるいはそれをパブリッシュしてくれるような、そういうオープン部分というのはつくのでしょうか。

実は、日本の工作機メーカーの場合は、それが全部できないので、パトライトから稼働状況をとるとかCRラインからハックするとか、そういうかなり悲しい工夫をしているもので、特にIPV6対応の形でのリンクをとれると非常に楽ですし、そうでなくても、パブリッシュしてもらえると非常にありがたいのだというのが1点なのです。

○松原（ファナック株式会社）　まさにそのとおりだと思います。セキュリティと利便性というのはある意味相反するところがございますので、確かに今おっしゃるような工夫というか苦悩の末の処理ですが、

そういうことを本当にエンドユーザーさんはやられていて、今はその手段がないからということで思っております。

ですから、その手段を提供するのがこのFILED systemだと思っていますので、当然稼働状況というのは一番ベーシックな状態として、この上に上がってくるべきで、このFILED systemという考え方に賛同いただいたいろいろな周辺機器メーカーさん、P L C、センサーメーカーさんは、そういう情報を簡単にそのの上に上げて、皆さんが使えるように開示するのだと考えております。それによって、エンドユーザーさん、もしくは使いたい人が簡単にそういうシステムをつくれるということが大事なところだと思いますし、確かに我々弊社の工場の生産技術の人間も今情報の世界で考えるとしようもないようなことで非常に苦労していると聞いておりますので、そこにやはり何らかの解を与えるものになりたいというのがFILED systemでございます。

○出口委員　ありがとうございます。実際、工場で2つの機械メーカーで、両方のラインの端末のものをノートでメモしながらやりとりしているなどというようなものを盛んにみているもので、もうそこが何とかで工場の生産性は圧倒的に上がると確信しています。

あと、コメントなのですが、今、A Iに関しては松井委員から自動プログラミングのような技術がうまくいかないというようなお話、今のディープラーニングとか、ああいう今のA Iは腕力デベロップメントでリサーチが自動プログラミングとかマルチエージェントの非協調的な学習とかランドスケープが動的に変化するケースとか言語の意味処理系とか、そのあたりのリサーチについての関心が比較的低いままにデベロップメントだけがアメリカでうまくいったものをそのままコピーしているという感じがすごく強いので、リサーチサイドとしては、次のステップでこれは絶対にきいてくる技術なので、その地図をぜひとも描いてほしいというのが実態で、人工知能冬の時代という言葉は随分使われていたのですが、理論的には今使われているものというのはかなり古い技術だと思っています。

もう1点、昨年N E Cさんのほうでやられた分散に関しては、あれはどちらかというと機能分散ではなくて、グリッドコンピューティングのような計算分散に近いような中での利用法にみえるので、マイクロサービスオーケストレーションのようなケースでそのまま使えるのかどうか、ちょっとこれはコメントというか疑問でした。

○岡山（日本電気株式会社）　私にかわりまして、I o Tのアーキテクトの長野から回答させていただきます。

○長野（日本電気株式会社）　N E Cのソフトウェアアーキテクトをやっております長野と申します。

もともとマイクロサービスを実現しようとしたときにどのようなセキュリティー上の課題が生じるかということからこういう機能の検討を進めておりまして、マイクロサービスを行うような事業者がさまざま出てきた場合、それらの信頼性やその他の属性がそもそもまちまちであり得る。そのようなことを考えていったときに、それらの間の中身のセキュリティー、接続のセキュリティーの上にあるような、データのセキュリティーも含んだ場合に、

何かおかしいことが起こるかというようなものを担保する上で、さまざまな既存の考え方ではカバーできないようなものが出てくる。

その上で、例えばマイクロサービス、このセンサーはどのぐらいの信頼性がある、という条件で測定されたデータを送ってきているか。そういうものを I o T システムではある意味清濁あわせもつようなシステムをつくることになる。信頼性が非常に高いデータも低いデータも一緒に扱えるようにして、なおかつそれを安全に処理系が使えるようにするにはどうするかということを考えていった結果、まず属性は要るだろうと。その上で、悪意のあるようなことをやっているものについては、それを何らかの手段で検出して、場合によってはその部分を切り捨てるというような手段までもつような仕組みが I o T インフラの中に必要になるだろうというようなことで考えております。

○出口委員 多分長くなると思うのですが、それはもう十分わかっているのです。ただ、そのためにはかなり統合型のアーキテクチャーをとらないとだめで、上から全部インブルーメントしなければだめで、しかも半分は制度の問題なので、今、インテルさんなどがやっているアーキテクチャーラインとは全然真逆の方向になるので、そこに関するコメントだったということです。

○長野（日本電気株式会社） そういう意味では、それをある程度ばらばらにやりながら、その情報をやりとりする仕組みが必要だということを考えております。

○國領座長 ありがとうございます。ちょっと残りが大分時間が迫ってきたので、あと論点だけ投げ込む感じになると思いますけれども、ご発言を希望される方。

○塩野委員 1 つだけお願いします。ファナックさんのオープンプラットフォーム、非常に画期的な仕組みだと思うのですが、サードパーティーがいろいろなものをつくる中で、認証という部分における S L A と法的責任の所在とかというのはどのような形になるのでしょうか。

○國領座長 ちょっと待ってください。お返事する前にほかにどなたか発言したい方はいますか。——いいですか。では、これで最後にしましょう。では、お願いします。

○松原（ファナック株式会社） そこにつきましては、はっきりいってまだこれからというところでございます。我々はやはりインターネット、もしくはネットワークの世界の話はまだまだ素人でございまして、そういう意味でシスコさんとかロックウェルさんとか P F N さんという協業も発表しております。それだけではなく、いろいろな意味で、このワーキンググループもそうですけれども、いろいろな方の提言を聞いて、日本の製造業として、日本が強くなるための仕組みとしてどうすればいいかということを考えていきたいと思っておりますので、ぜひ教えていただきたいというのが正直なところだと思います。

○塩野委員 こちらにいろいろな先生がいらっしゃるの、そこでいろいろな整理ができるのだろうなと思います。玉井先生とか。

○國領座長 そのあたり、やはりそれこそアーキテクチャーがどのようになるのかというあたりのイメージをもちながら制度設計もし、逆にいうと、そっちのほうの要因によってテクノロジーが影響を受けるということも考えなければいけなくて——何かいいかった？ どうぞ。

○楠委員 今の点なのですけれども、割と古典的なマルチベンダー環境における問題のような気がするので、ある程度お互いもちつもたれつでやっていくしかないと思うのです。これまでと若干違う点があるとする、これまでプログラムなどは基本人間がつくっていたものなので、最終的に突き詰めれば誰が悪いのかというのは切り分けができるのですが、恐らくA I のあるアルゴリズムで特定の条件で発現するような想定されていないトラブルは誰のせいでもないことも出てくると思うので、余りぎりぎり責任分解点を詰めていくことよりも、自動運転などもそうですが、ある確率で何か起こったときに保険でどう担保していくかみたいところをしっかりと議論したほうが有意義かもしれないと思いました。

○國領座長 そのあたりのことがいろいろな局面で問題になっている中で、ここでも相当それが課題ですねというのがきょうは問題だとわかったところで終わりにになってしまうのですけれども、時間がもうまいりましたので、きょうのところはここまでにさせていただきたいと思います。ご発表いただきました皆さん、どうもありがとうございました（拍手）。

それでは、事務局にお返しします。

○佐野課長 資料7をごらんいただければと思うのですが、今後の予定ということで、今日の議論は私どものほうで、本日ご指摘いただいたエコシステムとの関係も含めて6月の次々回に整理をさせていただいて、またご議論いただければと思っております。

次回は、ちょっと話が変わりますけれども、ブロックチェーン・シェアリングについてご議論いただければと思っております。

以上です。

○國領座長 それでは、本日の議題は以上でございます。ご多忙のところご熱心に審議いただきまして、ありがとうございました。

以上をもちまして、産業構造審議会商務流通情報分科会情報経済小委員会第3回分散戦略ワーキンググループを閉会いたしたいと思います。どうもありがとうございました。

——了——