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2回）

議事録

日時：平成28年4月28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. 事務局説明

2. ミドクラジャパン株式会社 プレゼンテーション

3. 株式会社Preferred Networks プレゼンテーション

4. アズビル株式会社 プレゼンテーション

5. 三菱電機株式会社 プレゼンテーション

議事内容：

○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情報経済小委員会第2回分散戦略ワーキンググループを開催したいと思います。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、配付資料の確認をさせていただきます。本日もiPadを使用しまして、ペーパーレスで審議を進めてまいります。

本日の配付資料ということでございますが、座席表、議事次第、配付資料一覧のほか、資料1から資料7、それから参考資料1、参考資料2となっております。前回のこのワーキンググループの要旨につきましては、簡単ではございますけれども、参考資料2でまとめておりまして、それから前回の資料を念のためということで参考資料1でつけさせていただいております。

以上でございますけれども、iPadの不具合ですとか、資料が掲載されていないなど、問題がございましたら事務局までお声がけをお願いいたします。

本日は、まだ来ていらっしゃる方がございますが、12名の委員にご出席いただくということになっておりまして、規定の過半数9名に達してございます。石黒委員、川村委員、出口委員はご都合によりご欠席となっております。

それでは、ここからの議事進行は、國領先生が座長になっておりますので、國領先生に進めていただきたいと思います。どうぞよろしく願いいたします。

○國領座長 おはようございます。どうぞよろしく願いいたします。

それでは、事務局から資料 2 の説明をお願いします。

○佐野課長 事務局から資料 2 について説明させていただきます。横長の資料でございます。

まず、1 枚目をあけていただいて、2 ページ目でございますけれども、本日の議論のフォーカスでございます。第 1 回で 8 つの論点を提示させていただきましたけれども、本日は赤く囲っておりますが、自律分散協調のアーキテクチャー、それからそのアーキテクチャーを我が国の企業とか産業にどう落とし込んでいくかということにつきまして、主にご議論いただければと思っております。

そうということで、この後、アーキテクチャー・技術等につきまして、ミドクラジャパンの加藤様、それからエッジヘビーのアーキテクチャーにつきまして、丸山委員からプレゼンをいただくということになっております。それから適用事例につきまして、アズビルの田中様、三菱電機の有馬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。本日は少し技術的な要素が多くございますが、よろしく願いいたします。

事務局のほうであらかじめ簡単に議論を整理したものがございまして、3 ページをごらんいただきますと、これは前回お示した自律分散協調型のアーキテクチャーのイメージということでございまして、新しくフォグ層というものをづくり、ここをオープン化し、データの処理の機能をもたせていくことによって、付加価値をもたせていくということでございます。

その次のページをあけていただきますと、これを要素分解していくと、今後どういった要素がアーキテクチャーに求められていくのかというのを簡単に整理してございます。これはまとめてございまして、後でございましていただければと思います。

さらに次のページをみていただきまして、前回ご意見をいただいた中で、ユーザーにとって意味があるアーキテクチャーというご指摘をいただきました。このユーザーフレンドリーなアーキテクチャーという観点からみた場合に、どういったアーキテクチャーの要素が必要かというのを 3 点整理してございます。

左側をみていただきますと、1 点目が事業を拡張しようとするときに、システムをまた 1 から作り直す必要があるということは避けなければいけないということで、レゴブロック方式といいますか、モジュール化して、なおかつオープン化して事業が拡張する場合にモジュールを追加するようなアーキテクチャーであるべきではないかということでございます。

横の②でございますけれども、I o T の場合は、昔のデバイスとかシステムと新しいシステムが混在するシステムになりますので、既に設置した既存のデバイスとかシステムを廃棄することなく、これを生かしながら機能を改善、拡張できるということで、レトロフィットとか機器間の自律化ということが必要ではないかということでございます。

③でございますけれども、ネットワークとか O S とか物理的なデバイスにかかわらず、カスタマイズする必要がございますが、インフラによらず新しいサービスが提供できるような仮想化が重要ではないかということで、

以上 3 点を整理してございます。

次のページをお開きいただきますと、もう 1 つの軸でございますけれども、日本の強みを生かすアーキテクチャーとしてどうあるべきかということでございます。

左側でございますけれども、特にものづくりの競争力の源泉である現場の改善力が反映されるようなアーキテクチャーとしてどうあるべきかということでございます。これは先ほども出てきましたけれども、モジュール型・ボトムアップ型のアーキテクチャーが必要ではないかということでございます。

⑤でございますけれども、付加価値をできるだけデバイスに近い側に残すような仕組みが必要ではないかということで、ディープラーニング等によりまして、データをさばく役割をデバイスのほうに与えて、抽出されたデータをクラウド側で生かすような仕組み、後で丸山委員からもプレゼンがございしますが、エッジヘビーとかマイクロサービスといったことにつながっていくのではないかと考えております。

その次のページ以降に 4 つのアーキテクチャーの要素を簡単に図で整理してございますが、1 つ目がボトムアップ型、モジュール型の仕組みということでございまして、右下の絵をみていただくと、当初、ユーザーの要望に応じて、2 つの機能をモジュール的に用意して、その後、要望がふえるたびにいろいろなモジュールを追加していくようなシステムを構築していくことが望ましいのではないかとということでございます。

次の 8 ページでございますけれども、多様なデバイスとかサービスが相互連携可能なマイクロサービスとして、自律的に独立して動作するような仕組みが望ましいのではないかとということで、下に書いてございますが、デバイスが通信機能をもって、それぞれが自律協調可能なマイクロサービスとして動くということと、既存の昔のレガシーシステムにつきましても、安価な、例えばインテルの Curie のようなチップをつけてゲートウェイとして機能させることでマイクロサービス化を実現してレトロフィットを達成していくというようなことが求められていくのではないかとということでございます。

9 ページがアーキテクチャーの要素 3 番目、これからミドクラの加藤様からプレゼンがございしますのであれですけれども、左が、現状ではそれぞれの例に合わせてカスタマイズということになりますが、今後はネットワークも含めて、その上で仮想化をしてアプリケーションを動かしていくということではないかということでございます。

次のページ、アーキテクチャーの要素 4 番目、エッジヘビーということでございますが、これもデータの通信環境を考慮したデータの置き場所、レイテンシーを考慮した機能配置、対障害性を考慮したバックアップ構成ということから、クラウド、フォグ、エッジレイヤーでの相互の役割分担ということで、このエッジヘビーとアーキテクチャーが重要ではないかということでございまして、右下の Preferred の話は後で丸山委員からご説明があるかと思っておりますけれども、左側の Suica の自動改札システムも実はこのエッジヘビー型になっているということでございます。

11ページでございます。このアーキテクチャーの要素として、さらに追加的な機能としてあり得ると考えているものでございますけれども、フェールセーフのセキュリティーを達成するためのアーキテクチャーがあるのではないかとということで、左下に書いてございますが、秘密分散が1つキーワードかと思っています。

2つ目で、右側でございますが、異常を検知した場合、全体に影響を与えず、感染したところを切り離したり封じ込めができるような技術を取り込むようなアーキテクチャーが重要ではないかとということでございます。

12ページでございますけれども、データの流通と保護についてもアーキテクチャーの中で織り込んでいくことが望ましいのではないかとございまして、個人関連データについて、個人がデータをどこに提供するか、どこまで提供するかというのをコントロールできて、必要なところにデータが流れていくような機能をアーキテクチャー上で内在していくことが重要ではないかとございまして。

それからI o Tになって、不特定多数のセンサーがつながれて、そこからデータが収集されるわけですが、例えばブロックチェーン技術を活用してデータが改ざんされにくい仕組みをつくっていくことも重要ではないかとございまして。

以上が今後求められるアーキテクチャーの要素を有識者の方々から意見を聞きながら取り急ぎ整理したものでございますけれども、最後のページをみていただいて、今回の議論、それから次回の議論を踏まえまして、この基本アーキテクチャーをもう少し整理していきたいと思っております。

それから、基本アーキテクチャーから必要となる技術要素を抽出しまして、それを技術戦略に反映していきたいと思っております。

基本アーキテクチャーにつきましては、ガラパゴスにならないように国際的な整合性を図ることが重要だと思っております、例えばオープンフォグコンソーシアムとか既存の国際的な枠組みの議論とも連携しながら、最終的には今後のさまざまなプロジェクトのリファレンスモデルとしてつなげていきたいと思っております。

事務局からの説明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、続きまして、ミドクラジャパン株式会社の加藤様よりプレゼンをお願いしたいと思います。どうぞよろしくお願いいたします。資料3になるかと思えます。

○加藤（ミドクラジャパン株式会社）　ミドクラの代表の加藤と申します。15分しかないので、簡単にご説明したいと思います。

（パワーポイント）

きょうお話ししたいことは、ミドクラという会社がどういう会社かご存じない方もいらっしゃるかと思いますので、ミドクラという会社と、ここにいらっしゃる方は知っているのかと思いましたが、ネットワークの仮想化

とかSDN、NFVという定義を確認しながら、今、我々が商用で提供しています次世代の高機能ネットワーク仮想化基盤MidoNetの概要を説明させていただき、今回のグループのテーマかと思いますが、IoT時代におけるネットワーク仮想化基盤の適用領域がどの辺にあるかという話をざっとだけ説明させていただきます。余り技術的には入りませんが、後ほど質疑応答があれば、技術資料もありますので、ご質問ください。

ミドクラは——済みません、我が社は英語の資料しかなくて、日本語がほとんどないので、ちょこっとつけ足しているだけなのですけれども、簡単にいうと、私と一緒に創業した人間がもともとアマゾンの巨大分散システムを開発したチーフアーキテクトのうちの2人で、特にピノというCTOがダイナモという高速分散データベースを開発した人間で、それをネットワークの領域に利用している会社です。

創業は2010年、6年たったのですが、ネットワークの仮想化の専業としてずっとやってきています。

会社としては、日本でコンピュータ産業における第二のホンダ、ソニーみたいになりたいという形でやっています。

オフィスは、東京、サンフランシスコ、バルセロナ等、世界6カ所で展開してやっています。

これはメンバーです。後でみていただければと思います。

早速ですが、ネットワークの仮想化というのは、余り聞きなれないかと思います。ネットワークの仮想化以前にもうちょっと定義をおさらいしておきたいのですけれども、仮想化というのは、コンピュータなどのITのリソースを抽象化すること、物理的なものを抽象化して、その抽象化したものをリソースプールとして、ユーザーによって都合のよいインターフェースで扱える技術といってしまう方がいいのではないかと思います。

その上で、ネットワークの仮想化を考えた場合、ネットワークというハードウェアというか、物理機器を複数にみせたり、逆に複数のネットワーク機器を1つのネットワークリソースプールとして扱ったりする技術。また、リソースプールを仮想ネットワークとして物理構成にかかわらず、論理的に分割したりみせたりする技術ということです。

言葉で書くと非常にわかりにくいかと思いますが、細かい話、ネットワークの機器は特にコンピュータのITのインフラの中でも種類が多くて複雑なのです。サーバーやストレージはある意味1種類しかないのですけれども——もちろんこれも種類はあるのですが、ネットワーク機器だけは、スイッチ、ルーター、ロードバランサー、ファイアウォール、あともっと専門機器がいっぱいあるのですが、そういったものが種類が多過ぎて、一々全部設定しなければいけない。

先ほど事務局からも説明がありましたが、OSとかミドルウェアといったものが全然標準化されていません。サーバーやストレージはご存じのようにコンピュータ産業なので、もう既に水平分業で標準化されていていますが、特に皆さんがご存じのコンピュータ産業だと、リナックスが出てきて標準化されてオープン化されて

いっていますが、ネットワークの世界にはゼロだとはいいませんが、基本的にリナックスの世界は通じません。ですから、リナックスを扱える人たちがネットワークは完全にブラックボックス、壁の向こうと。我々は通称シスコワールドと呼びますが、そのようになっているのが現状です。

ソフトウェア・デファインド・ネットワーキングという言葉なのですが、SDNというと日本のメディアはソフトウェア・デファインド・ネットワークと書いていますが、正確にはネットワーキングなのです。ユーザーが何らかのビジネス上の目的を達成するために必要なネットワーク、コネクティビティーだったり、ファンクションだったりいろいろあるのですが、それを高度に自動化された形で構築したり設定するための技術や製品のことをちよつとふわつとしていますが、SDNと呼びます。

NFVというのもほとんど一緒なのですが、技術をある程度知っていらっしゃる方であれば、OSIのレイヤーでレイヤーゼロから1、2、3、4、5、6、7というのは聞いたことがあると思いますが、コネクティビティーというのは、レイヤー2、レイヤー3、スイッチとルーターの世界です。ファンクションといっているところがレイヤー4から7、ロードバランサーやファイアウォールといった高機能の世界です。DHCPとか、そういった世界です。この部分も仮想化しようというのがNFVです。

ですから、欧米というか、グローバルには最近ではSDN/NFVといって一緒くたに扱われることが多いです。

皆さんに釈迦に説法で申しわけないのですけれども、大きなマクロの視点でみていったときに、70年代、80年代と90年代のインターネットの時代とクラウドコンピューティングの時代を、ITのインフラのほうをちよつとみていただきたいのですが、70年、80年は集中化されたメインフレームという巨大なコンピューティングリソースがあって、その下に集中コントロールシステムとしてのVANやNOC、ネットワークオペレーションセンター、これは古い世代の方は皆さん覚えていると思います。というので成り立っていました。

インターネットが出てきて、ご存じのように、これは分散ですから分散システムとしてクライアントサーバーがそこらじゅうに配られて、どんどんIT化が促進された。この裏側を分散ネットワーク技術としてのインターネットが支えたというのがあります。ですから、真ん中に書いているように、ディストリビューテッドなコントロールでディストリビューテッドなシステムだったといえます。

ここでそれぞれのIT化は進展したのですけれども、無駄がどんどん発生してきたので、もう一度集中化しようということで、仮想化という技術が出てきて、クラウドコンピューティングが出てきた。その裏側のところでいうと、インターネットは使われているのですけれども、集中管理しながらもディストリビューテッドな分散システムという新たなパラダイムのネットワークが必要になってきていますというのが今の大きな部分です。

これをもうちよつとマイクロでみると、インフラの議論ですが、インフラは三種の神器でサーバー、ストレージ、ネットワークとなっています。既にサーバー、ストレージは皆さんご既承のように、ハードウェアがコモディティー

化が進んで、いわゆる仮想化という技術によるソフトウェアソリューションによって、ほとんどヴェイムウェアとかネットアップに代表されるようなものを使ってクラウドサービスが出てきたり、クラウド化を進展してきますが、ネットワークのところだけはまだ完全になっておりませんで、左側にシスコのルーターを絵で描いてありますけれども、いまだにアマゾンであろうが、グーグルがであろうが、世界の最先端のクラウドも皆さんネットワークのところはハードウェアをまだ使っています。

なので、最近新聞をみればわかりますが、クラウドが落ちるときはほぼネットワークが問題です。去年もUS、エアラインの予約システムが落ちましたが、あれもネットワークでした。あれも機器を使っているので大変ですという話です。今回、全日空さんのシステムが落ちたときもネットワークでしたよね。あれはいろいろ問題はあるのですけれども、結局ネットワークが個別の機器で、シスコの機器はCisco I O SというOSがあって、ジュニパーというのはJunosというOSがあるのです。一応プロトコル上はしゃべりますが、コンピュータ機器としてみた場合は、JunosとI O Sなので全然違います。認定試験まであるので扱える人が違います。という世界がネットワークの中にはまだあります。

なので、ここにソフトウェア、仮想化技術を入れて、サーバーとストレージのように簡単に誰でも使えるようにしようとしているのがミドクラがやろうとしていることだと思ってください。

実際、クラウド化が進んでいくとサーバーの仮想化、いろいろなりソースがサーバーの仮想化、バーチャルマシンとして、どんどんクラウドの上に展開されていきますが、そうすると何が問題になりますかと世界のCTOの人たちに質問すると、ほぼほぼみんなネットワークのことを問題にします。細かくは全部説明しませんが、VLANをどうやって設定したりふやしたらいいとか、ネットワークをつけたり外したりするのはどうしたらいいかというのが大体課題であるといわれます。

それを解決するためのものとして、我々はMidoNetという商品をつくっています。難しいので、イメージだけつかんでください。ちょっと図がみづらくて申しわけないですが、一番下に描いているのがネットワークのハードウェアです。Existing Physical Networkと書いています。この上にオーバーレイという技術を使って、我々のソフトをぼんっと乗せてしまっているだけです。そうすると、小さなソフトなのですが、何が起こるかという、上に雲のように書いてありますが、サーバーやストレージがバーチャルマシンやバーチャルストレージになるのと同じで、ネットワークのコネクティビティー、ファンクショナルリティー、レイヤー2からレイヤー7までのスイッチやルーター、ロードバランサーがバーチャルスイッチ、バーチャルルーター、バーチャルファイアウォール、バーチャルロードバランサー、バーチャルDHCPとかバーチャルDNSとかあらゆるものが全部仮想化されます。

後で競合のことはお話ししますが、我々は実は創業したころには世界に10社ぐらいあったのですが、今ベンチャーで残っているのは2社しかありません。みんなつぶれてしまったり買収されたりという感じで今は2

社しかないのですが、我々だけがネットワークの仮想化の中でも分散技術を使っています。分散技術というのがちょっと難しいかもしれないのですが、この絵をみていただくと、下に物理層の絵が描いてあります。これはデータセンターというクラウドだと思ってください。灰色の箱と青色の箱が×86のコモディティーのサーバーです。このサーバーにミドクラのロゴマークが描いてありますが、これがエージェントソフトとして、小さいソフトなのですが、普通の巨大なクラウドのデータセンターというのはサーバーが1万台並んだりします。この1万台の中にMidoNetというエージェントソフトが小さく1万個だあと入ります。この小さいエージェントソフトが自律分散協調して、先ほど説明したL2、L3、スイッチやルーター、ロードバランサー、ファイアウォールをそれぞれの箱のところを全部します。真ん中にPrivate IP Networkと書いているのでわかるように、今までユーザーさんが投資されたシスコさんやジュニパーさんとかのネットワーク機器というのを無駄にする必要はないので、上にオーバーレイでオントップするだけです。という形で動かすようになっています。

他社さんのは大体集中型といって、ネットワークの機能やコネクティビティーをコントローラーを下3つにあるボックスみたいなところに集中化させてやっている仮想化なので、スケラビリティの限界が出たり、SPOFが出たりします。我々のは分散になっていて、自律協調をするので、多分世界で最もスケールするし、単一障害点がない。実際、それがあってお客さんに採用されるということのポイントになっています。

ここはちょっと飛ばします。——1個だけいっておきます。MidoNetは、今いったようにSPOF、単一障害点がないということと、ディストリビューテッドがゆえにとんでもなくスケールすることができるということなのです。

もう1つあるのは、ネットワークを個別に設定するというのは、何が起こるかという、セキュリティができます。先ほど分散化技術によつてのセキュリティの話もありますが、データのほうでやるという話もありますけれども、そもそもデータが通る通り道をセキュアにするという話がインフラの世界では当たり前です。今だにご存じのようにパケットになってしまって、あるレイヤーのところでは幾らやろうが誰でもアクセスできてしまいますから、何とでもできるという話がありますが、ネットワークの世界ではそもそもネットワークにアクセスさせないようにする、みえないようにするということがポイントになります。ですから、マルチテナントに1万のお客さんとか1万のネットワークの通信をそれぞれ全部個別に、バーチャルにセキュアなネットワークにするということが理想なのです。それをやろうとすると、いわゆるソフトウェアで制御しなければいけなくなるというのがあって、MidoNetはソフトウェアで全部制御できるので、もちろんプログラミングもいつでもできますので、セキュアなネットワークにもなりますというのがあります。

競合は、シスコさんも左上にいるのですが、ニューアージュというアルカテル・ルーセントの100%子会社、だから巨大なIPです。それからジュニパーさんがいて、あと右上にヴェムウェアがいて、プラムグリッドというのが唯一我々と競合のシリコンバレーのベンチャーです。我々はリナックスベースのフルオープンソース

にしています。というのもあって、ネットワーク機器に依存しない完全なオープンソースでは、世界では今我々だけしかありません。

お客さんは——ごめんなさい、お手元のものを書いてしまっていて、ロゴを後で削除しなければいけないですけども、広報に怒られてしまってあれなのですが、ウェブスケールの会社やエンタープライズの会社やいろいろ入っています。今ここで口頭だけでいうと、とれるかどうか分かりませんが、A T & Tやベライゾン、G M、フォード、B M W、G Eさんとか、そういう超巨大企業の方々が今ずっと、1年がかりだと思われていますが、検証していただいています。

検証している理由が我々の専門ではないので、個別にはきょう説明はしませんが、後でちょっとだけみせますが、ほとんどの会社はデジタルビジネスへみんな変わろうとしています。そういうプラットフォームをつくらうとしています。G Eさんが最たる例です。ご存じのようにG EはI o Tともういっていますよね。O Sによらなくてつくれるので、あのインフラのためにコンテナ技術を使おうとしています。ただし、コンテナに合ったスケラブルなセキュアなアジャイルなネットワークがないのです。今までのハードウェアでやっていたらコンテナのよさは生かせないので。だから、フルスケールのコンテナネットワークを使いたいということで検証していただいたりしています。

銀行さんもJ Pモルガンさんもいっていましたが、結局フィンテック系のビジネスをやろうとしたって、インフラが古いままだと全くできないということで、コンテナで新しいアジャイルなインフラをつくらうとします。

もう1つオープンスタックという業界のスタンダードのクラウドオーケストレーターがあるのですが、これも使ったりする。これは全部リナックス系、オープン系の世界です。機器によらずにできます。水平分業の世界で、オープンソース、リナックス系なので、安価にできますというのと、どんどん発展するようになります。我々はそこ専門のS D N、N F Vのプレーヤーとしてずっとやっているという感じです。

I o Tのところだけちらっとお話しすると、これはもう皆さん、釈迦に説法なのですが、I o Tを3つに分けると、フィールドの世界とアクセスとクラウドネットワークがあります。事務局の説明でもあったように、I o Tのシステムにおけるネットワークへの要請を考えていった場合、幾つかポイントはあると思うのですが、我々が考えたのは4つぐらいポイントがあると思っていて、安価なネットワークでなければいけないと思っています。1つは、I o T時代のパケットというのは、今の人がやる広告やフェイスブックではございませんから、単体でお金を生まないのです。センサーのパケット1個などはネットワークにとって1個なのです。1トランザクションなのです。一緒なのですが、全くお金を生みません。ということはインフラが今のインフラだと割が合いません。誰が負担するのですかという話になります。なので、フィールドネットワーク、アクセスネットワーク、クラウドネットワークの全てにおいて、圧倒的に安価なネットワークインフラが絶対必要になります。ということは、専用機器みたいなもので使っていると、恐らく高くなってしまって、今のアマゾンのA W Sでさ

え多分賄えないと思います。

もう1つは、ゲートナーとかいろいろなところがいっているように、人がアクセスする以上に500以上のデバイスがつながるといことです。ネットワークそのものが需要に応じて大規模化して、弾力的に生成されなければいけないので、ネットワーク機能を柔軟に設定できなければいけないのです。ずっと一本調子ならいいのですけれども、どんどん変動するわけです。ですから、先ほどいったロードバランサーとかファイアウォールとかもつけたり消したりということが全部できなければいけない。

先ほどもちょっといいましたが、多種多様な I o T システムの安全性をそれぞれ担保するためには、高度かつ極めて柔軟にセキュリティ設定可能なネットワークが必要になります。バーチャルに、今までだと垂直統合をやってしまいますけれども、そうではなくて、バーチャルな世界でセキュアなネットワークをつくらなければいけない。

もう1つは、集中コンピューティングによって全量クラウド処理には限界があるので、エッジコンピューティングやフォグコンピューティングといった形で分散エッジ処理が必要になりますということで、必然としてエッジで高機能なネットワーク処理が可能となる分散型ネットワーク技術が必要となると思います。

ということで、すごく雑駁な議論で申しわけないのですが、今MidoNet自体はクラウドのデータセンターの中のいわゆるオープン系のところのクラウドネットワーク専用で——右端ですね——お客さんとやっていますが、我々の技術自体は、いわゆるキャリアさんのネットワーク回線のところにもエージェントソフトとして入れ込めますし、次に私たちが狙いたいと思っているのは、いわゆるゲートウェイといわれる世界のところです。いろいろな機器が出ると思います。ここに小さなソフトウェアとか標準のリナックス技術に基づいたエージェントソフトとして乗せれば、高度なネットワーク機能というのは小さなソフトになっていましたから、それが自律分散で協調するので、それでやればいいなと思っています。

これはあくまでイメージでしかないですけども、実はこれ去年、経産省さんに補助金をいただいてつくったものをオープンソースにしたものが一応でき上がっています。先ほどいったコンテナ、グーグルが推奨するKubernetesというコンテナがあるのでですけども、このコンテナに完全にネイティブでひっついているMidoNetのネットワークを、今これをみても皆さん何のことかわからないかもしれませんが、これは今5倍速で動かしています。コンテナを幾つか立ち上げていて、それに必要なネットワークのボードやスイッチやルーターというのを全部設定、いわゆるソフトウェアの画面です。コンソールが先ほど出てきていますよね。そこからぼんぼんぼんと押してつくっていついていますというのをデモでみせているだけです。もう終わりました。

これは5倍速でやりましたけれども、普通にやると2分です。2分ですとって、ああ、そうと皆さん思われるかもしれません。考えてください。コンテナがあっても、今までそのためのネットワークを設定するためには、シスコさん、ジュニパーさん、はい、コンペ。機器をもってきてね。見積もり、2週間後。見積もりをやっ

て、やったら1ヵ月後に機器が来ます。それからつなぎ込みをデータセンターへ誰かが行ってやります。なので、今設定をやっているところは、会社によっては3ヵ月かかります。早い会社、欧米の会社でも設定が1ヵ月かかります。ハードウェアですからもってきてもらわなければいけないから。データセンターへ行って設定で検証試験から全部やらなければいけないです。でも、一旦データセンターにハードウェアのスイッチの安いものとかそういったものを全部置いておいたら、ソフトウェアをぼんと置いておけば、全部リモートで、それこそiPadで全部設定できます。

あんな感じで4～5分で全部設定できます。今、これはマニュアルで設定していましたが、その設定自体をAI技術とかを使って、いろいろな形で自動設定もできるようになりますし、故障検知もできるようになります。なので、パケット・ツー・パケットとか、人対人のコミュニケーションに対して、〇〇さんはフェイスブックの動画をみせないようにするというQoS設定まで原理的には可能です。というぐらいソフトウェアで全部やってしまえということをやっているのがミドクラです。

この技術のところは今クラウド側でやっています。繰り返しますが、それをエッジのところである程度、全部のネットワーク機能でなくてもいいのですけれども、処理するように、簡単にリナックス系のソフトで乗せていけば、またオープンでいいものができ上がるのではないかと。アカマイさんが動画が出てきた時代にコンテンツデリバリーネットワークをつくりました。IoTになると恐らくアプリケーションをエッジで処理するためのアプリケーションデリバリーネットワークとしてのネットワーク機能をちょっとエッジのサイドに置くというやり方に多分アーキテクチャーは変わっていくのではないかと思います。

ということで、駆け足でしたが、これで私のプレゼンを終わりにさせていただきます。ご清聴ありがとうございました（拍手）。

○國領座長 ありがとうございました。本当は質疑をここでやりたいところなのですが、もう1つプレゼンをお伺いしてから、まとめてご質問とか議論の時間をつくりたいと思います。

次に、株式会社Preferred Networksの丸山委員よりプレゼンいただきたいと思います。どうぞよろしく願いいたします。資料4です。

○丸山委員 おはようございます。丸山でございます。

前回の委員会では統計数理研究所の身分で参加させていただきましたが、4月1日より株式会社Preferred Networksに勤めております。Preferred Networksに勤めるきっかけになったのが、このエッジヘビーコンピューティングという考え方でございまして、それについてひとつお話ししたいと思います。

もう1つ、エッジヘビーの世界でどうしても必要になってくる機械学習の考え方について、少し皆さんとシェアしたいと思います。

(パワーポイント)

そもそもエッジヘビーの考え方に私が初めて触れたのは2012年なのですけれども、2012年にちょうど経済産業省がIT融合政策を進めておられまして、その中で、NEDOでIT融合の世界で何が起きていくか、技術要素を検討してほしいということで、私はその委員会の委員長として議論したのです。その中で委員の方から聞かれた質問の1つが、CPSとか——そのときはIoTではなくてCPSなのですが、CPSの世界でどういうアーキテクチャーになっていくのだろうという質問をされたのです。その質問を聞いて私はうまい答えがすぐなくて、確かにコンピュータのアーキテクチャーは実は昔はIBMの大型計算機、それからパソコンが出てきてクライアントサーバー、その先にウェブが出てきて3ティアモデル、その先にクラウドが出てきて今はクラウドとスマホです。グーグル、アップルみたいな世界になってきています。

このCPS、IoTの世界で、グーグル、アップルモデルですと行くのですかということ、どうもそうではないだろうということで、いろいろな人に今後どうなるのですかということ聞いて回ったのです。そのうちの1人が実はPreferred Networksの岡野原副社長で、彼は非常に若い人で今33歳、当時は30歳になったばかりぐらいだと思いますが、そのときに話を聞いてみたら、彼がいったのはどういうことかということ、データがクラウドではなくて、ネットワークの端っこ、つまりエッジです。エッジというのは端っこという意味なのです。ネットワークの端っこに集まるような世界が来ると彼がいったわけです。私は古い人間なので、これは多くのコンピュータサイエンスの人にはわからない概念なのです。なぜかということ、私たちはデータベースを習って、そのデータベースの考え方の基本は、データはすごく大事だからアプリケーションより独立させなさいといったのがデータベースの父のコッドという人なのですけれども、データこそが価値だから、データが大事です。だから、データをデータベースに入れて、データセンターに入れなさいというのが常識だったわけです。

ですから、そういう考えでいくと、皆さんのスマホの重要なデータは最近みんなクラウドに上がりますよね。あれはデータが大事だからなのです。ところが、IoT、CPSの世界になってくると何が起きるかということ、これはマッキンゼーのビッグデータに関するレポートなのなのですが、これの最初のところに何て書いてあるかということ、ビッグデータはほとんどがエグゾーストデータだと書いてあるのです。エグゾーストデータというのはどういう意味かということ、データを一生懸命集めているというよりは、ほかのビジネスプロセスの副産物として出てきた排気データみたいなものが本質であるといっているわけです。そういうことを考えてみると、実はデータはすごくたくさんあって、データの価値は高いのだけれども、実は生データの価値密度が低いのです。たくさんあって、それを全部集めれば、きっと価値は高いけれども、1ビット、1ビットをみれば非常に価値が低い、密度が低い。そのようなものが実はビッグデータとかIoT、センサーデータの本質なわけです。

そうすると、何が起きるかということ、そのデータはほとんど利用されないのです、それを全部データセンターに送るかということ、そうではないだろうということで、岡野原と私で、私はそのときに統数研におりましたけれども、そういうエッジにデータが集まる世界のアーキテクチャーは何だろうということで、1つ論文を書きました。

今Preferred Networksはそのコンセプトに従って、先ほどもちよつとご紹介がありましたけれども、D I M oというミドルウェアをつくっています。価値密度が低いといいましたよね。価値密度が低いってどういうことかという、データをうまく圧縮すれば価値密度を上げることができるわけです。そのデータの価値密度を上げる最良の方法として私たちが信じているのは機械学習なのですけれども、そこにこういう機械学習のコンポーネントが入ってくるミドルウェアとして、今はまだ分散の機械学習のミドルウェアはないのですが、これがその最初だということです。

それで、先週の月曜日に、実は私どもファナック、シスコ、ロックウェルオートメーションと共同で記者会見を行いまして、ファナックさんのブランドでF I E L Dという商品を発表しています。このF I E L Dというのはどういうことかという、ファナックさんで工場にあるロボットを制御するのに機械学習を使うのですけれども、そういう分散機械学習のための仕組みとしてF I E L Dを発表されています。ここに「ファナックはEdge-Heavy」などといっていますけれども、それは私たちの考え方を取り入れてくださったのだと思っております。

エッジヘビーについていうときに時々エッジコンピューティングと皆さんおっしゃいますけれども、私たちはあくまでもエッジヘビーなのです。つまりエッジだけでは終わらない。必ず価値密度の高いデータはデータセンター側、クラウド側で処理されるということを前提にしています。だけれども、データの量としては、エッジ側がぐんと重いということを申し上げているつもりです。

それがエッジヘビーがどのように出てきたかというお話なのですけれども、次に、では、このエッジヘビーの世界で重要になる機械学習がなぜ必要かということについて、少しお話ししたいと思うのです。

デモをごらんになったことがあるかどうか分かりませんが、ことしの1月にラスベガスで行われたコンピュータエレクトロニクスショーで、トヨタと一緒にやらせていただいた自動運転のデモなのですが、自動運転といっても模型です。プリウスみたいにみえますけれども、中に入っているのはレゴマインドストームなのですが、この複数の車がぶつからずに動いているというデモです。赤い車が時々ぶつかっていますけれども、これは岡野原が自分でコントロールしているもので、意地悪しているのですが、それでもぶつからない。全部を集中制御していればこんなことをやるのはどうってことないのですが、ポイントは1台1台の車が機械学習で1からつくったシステムで動いているということです。

このシステムがどのように機械学習でつくられたかということは今度は少し別のビデオでおみせしたいと思うのです。最初は非常にシンプルなシミュレーターの上で車を動かします。この車に注目していただきたいのですけれども、この車は32方向にビームを出して、それでセンサーで周りをセンシングしているのだと思ってください。上のほうに書いてあるのがその入力を指しています。これは全部で273次元あるのですけれども、この辺がセンサーの入力です。この辺に自分のスピードとか自分の最後の状況とかが入っています。273次元

の入力に対して、5ビットのアウトプットを出します。これがアクセルを踏むかバックするかブレーキを踏むかハンドルを右に切るか左に切るかという5ビットのアウトプットです。ですから、273次元の入力をとって5ビットのアウトプットを出す関数をつくるというのがこの車の制御そのものなのです。

それで、何をするかというと、強化学習というやり方をします。車は最初は何も知らないのです。時々ランダムに動きます。ですから、最初は本当にもがいているだけなのですけれども、ランダムに動いている中でも、少しでも前に進めたら少し報酬がもらえます。ぶつかるとペナルティーが来ます。そういうものを少しずつ修正していくということを行います。そうすると、だんだん覚えてきて、これはよくみていただくと、コーナーを曲がるときにアウトに膨らんでいると——何も教えていないのですよ。だけれども、そのような動きをすると、より高い報酬がもらえるということがわかってきて、最適化された273次元入力、5ビットアウトプットの関数ができてくるというような話になります。

問題は、たくさんの車を動かすにはどうしたらいいかということなのですが、たくさんの車を動かす前に何をするかというと、まず外周を回るだけの非常にシンプルなモデルを学習させます。実はこれは人にとってみれば極めて当たり前のことなのですが、機械学習で最初にまずとにかくスムーズに外周を回れるというようにするだけで、すごく大変なのです。それをやった後で少しずつ車の数をふやして、それから最初はぶつかっても知らん顔をするのですが、だんだんぶつかるとペナルティーが大きくなるというようなことをします。さらに、コースを難しくして、さらに車の数をふやすということをする、最終的にはシミュレーター上では40台の車が——最終状態が間もなく来ると思います。最終状態になれば、その40台の車が交差点を自律的にほかの車にぶつからないようにスムーズに動けるというような話になります。

なぜこういうお話をしたかということ、実はこれは専門用語ではカリキュラム学習と申しますが、あるモデルをつかって、そのモデルをさらに今度は2次モデルとしてよりよいモデルにしていくというような段階を踏んでいくことが行われるわけです。そうすると、例えば将来の世の中を考えると、最初のモデルをスーパーコンピュータの上でがんがんつくる人がいます。そのモデルをIoTの実機に乗せて現場で使う人がいます。シミュレーターの上で動いているのと現場で動いているのは必ず誤差がありますから、その誤差の分をフィードバックする。フィードバックされると、もとのモデルがよりよくなっていく。そのようなループを回るとなると思います。

そうすると、こういう世界ではどういうビジネスになってくるかということを考えるのですけれども、モデル、モデルと申し上げていますが、今いっているモデルというのは、深層機械学習のモデルで、深層機械学習の中身をよくみると、ネットワークの構造とネットワークのリンクについている1つ1つの重みなのです。こういうものが実態です。この数がどのぐらいあるかというと、物によっては複雑なモデルでは1,600億パラメーター、フローティングポイントの浮動小数点の数が何百億、何千億という非常に大きな数の集合がモデルの正体

ということになります。

このモデルをつくる人がいるわけですが、データをもっている人がいて、モデルをもっている人がいて、それを組み合わせて、さらに2次モデルをつくるということが行われるはずで、ここに学習アルゴリズム、学習のノウハウ、あるいは大きな計算資源、今はエヌビディアのGPUを使うのがほとんどですが、そういうものを使って学習済みモデルをつくる、2次モデルをつくるということになります。そうすると、今度は2次モデル、3次モデルと派生モデルがたくさん出てきますから、その中のエコシステムが出てくるというようなことになります。

私の今の問題意識は、こういうモデルに関して、それぞれ非常に価値の高いものなのです。これが実は財産として守れるかという、今の仕組みではどうやら守れそうにありません。これは当然発明ではないですし、数値の並びですから、これが著作権で守れるかという非常に微妙なのです。2次モデルというのができたときに、必ずほとんど全てのパラメーターが少しずつ変わります。その結果として、表現としては全く違ったものができてくる。中身はほとんど同じなのだけれども、表現が違うというようなことがどんどん出てきます。ですから、著作権で守るのも多分難しいだろうと思っています。

あるシステムをつくったときに、実はあのモデルを使ったのだというようなことがうまくシミュレーションできないわけです。それで、実はマイクロソフトやグーグルがやろうとしていることは、多分こんなことだろうと私は思っているのですが、例えばグーグルがやろうとしているのは、グーグルのTensorFlowというサービス、オープンソースの機械学習のフレームワークを提供しているのですけれども、そのフレームワークは、グーグルのデータセンターで動くときにすごく動くように設計されているのです。ですから、TensorFlowを使おうと思えばグーグルにデータを上げるということなのです。グーグルの中でモデルがつくれます。そのモデルを使いたい人は、やはりグーグルの中でやったほうがうまくいくから、2次モデルもやはりグーグルの中に乗るということになります。そうすると、グーグルはモデル間の依存関係を全部管理できることになります。そうすると、グーグルが全部知的財産権の管理をしてあげますよというような話になるのです。グーグルに関しては想像でいっておりますが、マイクロソフトさんは明示的にそのような意図をもっていらっしゃるそうです。

ですので、そのようなことが起きる前に、この機械学習済みのモデルについて、知的財産権がどうあるべきかということ、私たちの中で早くディスカッションして、場合によっては世界に発信していかないといけないと思っております。それについては、今、産総研のAIセンターの辻井先生、それから経済産業省の方々と議論を始めているところでございまして、恐らく6月に人工知能の全国大会が北九州でございましてけれども、そこで最初のワークショップを開こうと思っています。その後、国際会議を開いて、この分野で議論をリードしているのは日本であるというようなプレゼンスを高めていけたらと思っています。ご清聴どうもありがとうございました（拍手）。

○國領座長 ありがとうございます。それでは、ここで今いただいた加藤様のプレゼン、丸山様のプレゼンの2つについてご質問、ご意見等お寄せいただけたらと思いますけれども、いかがでしょうか。

○塩野委員 経営共創基盤・塩野でございます。本日もよろしくお願いいたします。

先ほど大変すばらしいご講演をお二方、ありがとうございました。ビジネスのところから今回のネットワークでも新しい概念が生まれるということと、加えてPreferredさんが出したようなA Iのお話についてお聞きして、大きく2つアプローチがあると思いました。目的としては、これを今後の我が国の成長であったり成長戦略に使うに当たって2つあると思います。

1つが制度的アプローチです。それはやはりコンソーシアムであったり標準化を業界でどのように主導して、どうやって成長に利するような制度的なアプローチができるかということと、あと、技術的なところでは、まさにPreferredさんもおっしゃったようなグーグルのTensorFlowみたいな話で、どうやってそこを技術的に守っていくかという仕掛けをつくるかという話があると思います。

その2つのアプローチの中で、特に標準化の話であったり、PreferredさんとD I M oのミドルウェアみたいなものが出てきましたけれども、そこがスタンダードになっていくに当たって、恐らく命題としてはどこまでオープンにして、どこからをクローズにするか。これは皆さん既にご認識されているように、オープンという部分は市場を広げるために必要という話で、クローズの部分は、そのプロダクトであったりサービスであったり、会社自体がどうやってシェアをとってシェアを守るかというところで必要なもので、そこに対して、例えば先ほどおっしゃったPreferredさんの学習済みモデルは知財的価値があるところを、では、それは制度的アプローチでどのように守るか。

あと、私は人工知能学会の倫理委員をやっておりますけれども、例えば使われたモデルが実際のインプリケーションとして物理的な、自動車に乗ったりしたときに、責任の所在はどうなっていくのかというのは表裏一体だと思っていて、そこら辺も制度的、技術的な2つのアプローチで考えていく必要があるだろうというのを、まさにちょうど今動的に動いているお話、アジェンダだと思いますので、そこに対して、今申し上げたようなアプローチで一旦考えていかないと、また例えばグーグルのTensorFlowあったり、先ほどのG EのPre-dixみたいな話で置いていかれてしまうのだろうなということを考えております。

以上でございます。

○國領座長 ありがとうございます。これはもうお2人ともに関連するかと思うので、もしよろしければ、コメントがおりになったら。

○丸山委員 そのとおりだと思います。オープン、クローズに関して、私たちPreferredの中ではまだ方針が出ていないと思います。私の個人的な感覚でいえば、クローズにするよりもオープンにしておいて、人が追いついてくる前に次のテクノロジーを出すという早いサイクルで変わっていくのがいいのではないかと思います。

な気もしますが、それはいろいろな考え方があると思います。

○塩野委員 今、丸山さんがおっしゃったお話ですと、オープンにするとマーケット自体がどんどん広がって行って、サードパーティーだったり参入者もふえて行って、一言でいうと盛り上がる。そのときに技術的に先に行っていれば勝てるはずというお話ということですね。

○丸山委員 そのとおりだと思います。私どもChainerにしろ、Jubatusにしろオープンソースにしておりまして、それはすごい勢いでアップデートされていますので、そういう意味ではやれるのかなと思います。

○塩野委員 今おっしゃったことはプラットフォーム的価値をもって、デファクトというか、皆さんが使うようになれば力をもてるという発想でよろしいですか。

○丸山委員 この手のものは、やはりユーザーベースを広げないとどうしようもないので、そういうことだと思います。

○塩野委員 今後何らか啓蒙していくであったり、制度的に望むところというのは何かおありなのでしょうか。ほかのプレーヤーをふやすために何かやっつけていかれるのですか。それともまた制度的にこうしたほうが——先ほど知財の話がありましたけれども、このようにやってほしいとか守ってほしいみたいなものは今何か議論はされているのでしょうか。

○丸山委員 知財に関しては、先ほど申し上げたように、辻井先生を中心に今勉強会をスタートしようとしているところでございます。

○塩野委員 どうもありがとうございました。

○加藤（ミドクラジャパン株式会社） 先ほどちらっといってしまいましたが、スライドにまさか出てくるとは思わず、G Eが進めているものの裏側にまさにMidoNetを彼らは使おうとしているのです。

先ほどデモでおみせしたのも、あれはコンテナ技術といいましたが、あれはグーグルがつくっているKubernetesというコンテナ技術です。オープンになっています。それにネットワークが必要だということでひっつけてやっています。

日本発の会社としては、私は日本に頑張してほしいのですが、グローバルに活動している人間からすると、さっさと皆さん容赦なく新しい技術をぱんぱん使って、いわゆるプラットフォームをつくっていつているのです。さっきのグーグルさんのものもそうですし、マイクロソフトも裏側はリナックスに完全にかじを切って、全部オープンソースを使ってやっています。どんどんそっちに変わっています。

それから先ほど口頭でもいいましたが、いろいろな銀行とか大手のところもそういうことをやり出しています。結構オープンなIoTというかデジタルビジネスへの変容をにらんだインフラを物すごい勢いで皆さん投資されてつくっていつているのです。基本リナックス、オープン系の技術を使っています。

我々はインフラの1パーツをつくっているだけですけれども、そのおつき合いしている視点でみると、日

本はまた置いていかれるだろうなど。要するに、先ほどいったエッジヘビーの話だとか I o T の話はよくわかるのですけれども、結局クラウドなしには成り立たないので、クラウド側のところが日本勢がほぼゼロですよ。なので、ミクスチャーをやるときに結局は全てアマゾン、グーグル、マイクロソフトなどになってしまう。ということから考えると、私は今回こういう会があるのであれば、I o T のこともにらんだような新しいクラウドセンターみたいなものを実証的に日本でつくってしまったらいいのではないのと。みえるようにしてしまう。そもそもそれ自体がないのですよと思ったりします。

新しい我々みたいなインフラな技術を使ったり、コンテナを使ったり、Preferredさんの技術とかを乗せたような、いわゆる実証実験設備がないのです。全くないので、議論ばかりしているだけなので、向こうは議論するより前に先につくっていますというのが私の実感なので、もし国を挙げてやるのであれば、そういうものをさっさとつくったほうが早いのではないですかというのが私の意見です。

○塩野委員 加藤様、ありがとうございます。今おっしゃるような、やっていらっしゃる領域で我が国というか日本で——こういう意味です。人材をとるとしたら、やはりグローバルからとるしかないというご判断なのですか。

○加藤（ミドクラジャパン株式会社） 人材は日本でも十分にいますし、日本に限る必要は全然ないので、もちろん私もグローバルに採用しているので、実感知としてあるのですけれども、うちのスタッフは、エンジニアは採用が決まるとどこで働きたいというのです。サンフランシスコ、東京、バルセロナ。そうすると、半分以上は日本で働きたいといいます。それぐらいエンジニアの人たちは日本が好きなのです。

なので、逆に変な制度があったり変な形があるので、その辺がなくなれば幾らでも呼べます。だから、そういう最先端のものをつくれれば、ある程度のレベルの人たちは日本に来ますし、もちろん日本の中にも埋もれている人はいっぱいいると思いますので、村社会的にやるのではない、実証実験設備、いわゆる I o T クラウドみたいなものをつくってしまえばいいのにと。せっかく総務省さんがやっているStarBEDとかもつなげた形の新しいクラウドみたいなものをどこかにつくってしまえばいいのにと。東工大さんがすごく大きなセンターをつくっていらっちゃって、大学間もやっているけれども、では、そこに端でもいいですから、何かちょっと I o T クラウドみたいな、マシン学習みたいなものをばんとつくって、エンジニアを集めて、その上で何か皆さんでやりましょうみたいなものを作って、それで世の中のスタンダードをやっていくみたいな話を発信していかないと、書面ばかりやっても多分遅いと思います。

○塩野委員 例えば、そういうクラウドをつくって、ネットワークチャレンジみたいなものを日本がグローバルにして発信したらエンジニアとかが来てやりますかね。

○加藤（ミドクラジャパン株式会社） やると思います。個別の問題はもちろんいろいろあると思いますが、できると思います。

○國領座長 丸山さん、どうぞ。

○丸山委員 今、加藤さんのお話を聞いていて、ちょっと思いついたのですが、エヌビディアがDGXという新しいスーパーコンピュータを出したのですが、今グーグルとかアマゾンがもっているものでない形の機械学習用のテクノロジーが急速に出ているのです。ですから、もしやるのだとすれば、今物すごいチャンスで、その1つのスーパーコンピュータインナーボックスみたいなものなのですから、12万ドルです。これを10台、20台並べたデータセンターをつくれれば、今世界でナンバーワンになれます。ですから、チャンスはある。すごい狭いウィンドウ？ですが、そういうことです。

○國領座長 どうぞ。

○井上委員 革新機構の井上と申します。

私個人はミドクラさんとはずっと社外取締役の形で関与していますので、半分関係者ということで割り引いていただければと思うのですが、こういう議論をしていてずっと思うのは、2つ論点があると思っています。

1つは、データの握り方はよくモデルを含めてあるのですが、データの握り方、これは加藤さんのほうで後で補足いただければと思うのですが、実際のデータフローのデータそのものもデータとしてあり得るのです。ですので、モデルもそうですし、それを処理するプロセスにおいて、波及的、副次的なデータというものが出来ている。そこはどうみるか。あるいは逆にそこでも最適化を含めてビジネスチャンスはあるのではないかというのが1つです。

あとは、これは丸山さんとも議論させていただいているのですが、モデル市場というのは外資だけではなくて、国内でもいろいろ考えておられるプレーヤーの方は結構多いです。前回でも多分エブリセンスさんのところで事務局資料でも触れておられたと思うのですが、それがあちらでこういうものがある、こちらでこういうものがあるというところがあって、当然ながら民間事業者間でやるときには、将来のビジネスモデルをつぶしかねないというところはあるのですが、一度どういうものがあり得るかというところは多分公共性を含めて議論できるポイントだろうと思っています。

実際、お引き合わせを含めてビジネスベースのところでもやろうとはしていますが、では実際、何のデータをマーケットに乗せるのか、モデルに乗せるのかといった大きな議論、その辺は先ほどのテストベッドを含めて、まだやりようはあるのではないかとというのが現場での感想です。以上です。

○楠委員 ヤフージャパンの楠です。

今回からの参加になるのですが、ヤフージャパンもやはりデータセンターは大変困ってしまっていて、日本で立てると非常にコストが高いということと情報、要は最先端の低コストのデータセンターをつくるための情報が全く入ってこないということで、結局、資材調達の観点でも、情報収集の観点でも西海岸にその

ための拠点を大きくつくったということを先月ぐらいにやっております、日本でデータセンターをやっているというこのディスアドバンテージがあります。

これはやはり最終的にノード数がふえてGPUをいっぱい並べるほど電気代の問題になってくるので、そこところはもう7年ぐらい前に一度経産省でもご議論いただいていた、当時は原発立地の補助金とかを使えばもうちょっとよくなるかみたいな議論をしていたのですが、3.11以降の状況の変化もあの中で、本当にどこをとりに行くのかというのはよくよく考えないと厳しいのかなと思いますというのが1点。

もう1つは、多分データを処理するための機械はお金で買ってくることはできるのですが、日々集まる大量のデータと、あるいはそのデータを処理した結果が本当に価値のある分析結果が生まれているかというのは、やはり日々ビジネスをしていて、その仮説を実際にサービスに乗っけてみて、お客様の反応をみたいみたいなフィードバックがあって初めて磨けるものなので、恐らくグーグルもフェイスブックも日々仮説検証のフェーズを繰り返して、そこをまねするためには実際の大量のユーザーと大量のデータを抱えていない限り、つくったもののできがいいか悪いかもわからないという世界がありますので、仮に何がしか国プロでやっていると、本当にそこにデータが集まるのか、フィードバックループが回るのかということをしっかり考えていく必要があるように思います。

最後に、AIの知的財産権については、もともと農水省で5～6年ぐらい前から議論してまして、センシングデータの扱いとその後のモデルの扱い、あるいは2次モデルの扱いというのはここ何年かで一応議論してきたことはあります。ただ、用途によってエコシステムが全く違うので、明確に意思をもってどういう制度をつくるべきかというのを考える必要があると思ってまして、過去にさかのぼると私が一番近いと思ったのは、ソフトウェアの権利の考え方に近いと思うのです。あれは昔は特許で守っていたのです。ただ、1980年代に著作権で守るようになっていったのですが、その背景にあったのは、IBMのSystem/360の特許がばんばん切れていって、日立、富士通のIBM互換機とアメリカがどう戦っていくかということと、あとちょうどマイクロソフトを初めとして、パッケージソフトウェアのマーケットがでかくなっていった。それを守ろうとすると、特許ではなく著作権だったということで、アメリカはかなり戦略的にそっちに振っていったので、本当にAIの世界でイノベーションを広げていくために、特に2次創作、3次創作がどんどん大事になってくる中でどういうエコシステムをつくっていくかという意思をもってフィットする制度を考えていく必要があるように思います。

以上です。

○國領座長　ありがとうございます。まだまだ非常に重要な論点がいっぱい出てきていて、まだ議論したいのですが、きょうはあと2つプレゼンいただいて、恐らく共通したテーマも多くなると思いますので、ここで一旦失礼しまして、アズビル株式会社の田中様よりプレゼン、その後、三菱電機の有馬様のプレゼン、それ

ぞれ10分ずついただいて、最初はその2つの質疑をした後に、もう一回全体を通した議論をさせていただきたいと思いますので、よろしくお願いいたします。

○田中（アズビル株式会社） アズビル株式会社の田中と申します。

本日は、「制御機器階層におけるI o Tのあり方」というテーマにさせていただきまして、本質的な部分をなるべく多目に話させていただきたいと思います。

そういう意味では、配付資料は起承転結が漏れなく書いてありますが、ここで改めて話す必要のないことは適宜割愛していきたいと思います。

(パワーポイント)

まず、本日も話の内容なのですが、制御、あるいは装置故障、PID制御というキーワードが出ておりまして、弊社の業務内容からしてターゲティングされているということなのですが、対象になっているのはファクトリーの装置制御になっております。特にその中でもロボットであるとか組み立てというのではなくて、温度、圧力、流量といったプロセス値を扱う製造装置がターゲットになっている話です。極端に言うと、そこだけに限定しているような話になっているかもしれません。ただし、半導体、医薬品、食品、プラスチック成形、高性能フィルム等、非常に多岐にわたり、大きな市場ではあります。そういう中でヘルスインデックスという故障検知、予防保全に関するキーワードが出てまいります。

きょうの重要なポイントなのですが、この「解析に使用するデータの種類」の図が結構重要なポイントになります。恐らく私の話をご理解いただくというか、この会議の趣旨に合わせるとしたら、ここの図が意外に重要ではないかと感じております。

これはある温度制御で青の線が温度ですが、50度から450度に温度を上げているというように制御されている状態の時系列データです。こちらの黄色の線が電流で、これが大体、温度を上げるためのエネルギーが投下されているようなデータとご理解ください。

こちらの時系列データの中で、電流を多く投下すれば、すなわち電流が多ければ当然温度は高く、逆に電流が少なければ当然温度は低いということになります。これが当たり前の状態なのです。このときに、例えば50度の状態であれば、電流はほとんど投下されていなくて、一方で450度であれば電流値はこれだけ上がります。この50度の状態とこの450度の状態を比べれば当たり前の状態になりますが、これらの途中の状態、例えばこの電流値のみが上昇した状態、あるいはこの辺の温度が上昇中のところですけども、450度に至っている状態よりもはるかに電流値が高いにもかかわらず、温度は200度とか250度ということになります。これを先ほどの当り前の状態と一緒にして、多変量解析等をやるとめっちゃくちゃな結果になります。なぜかというと、こちらは若干専門的な言い方で、静特性、整定状態とも申しますが、このような状態は温度が高ければエネルギーが高い状態、温度が低ければエネルギーが低い状態となります。し

かし、こちらの昇温途中の動特性、過渡状態は、その理屈から外れている状態移行途中の段階になります。ですから、このデータを全部上に吸い上げて、なりふり構わず多変量解析をやり、温度が低いにもかかわらず電流値が高いという状態と、温度が高くて電流値がそこそこという状態が区別なく混同された状態になります。

そういたしますと、これら全ての時系列データを取り上げても、いざ学習させるときには、つまりデータ解析者が作業する側の現場では、現状はほとんどこの動特性の部分のデータを捨ててしまいます。これがいわゆるごみデータになります。しかし、ヒーターの劣化であるとか、製造装置のセンサー劣化をみるときは、このダイナミクス、動特性のデータが非常に役立ちます。

変な例えですけれども、健康診断で心電図をとるときにベッドに寝て、静かにして心電図をとるときは条件が良いのですが、その状態にする理由というのは、そのデータをデータ収集場所とは別の場所に持ち出し、要するにはるか遠くの場所で分析して、誰がどういう状態でデータをとったのかというのがわからないから、もうそのようにベッドに寝た状態だけにいたしましよとなるわけです。この動特性というのは、ある意味、上り坂を歩いているとか、下り坂を歩いているときのちょっとした過渡状態のデータをとるといようなものになりますから、心臓の健康診断をするときには非常によいデータになります。ここが重要なポイントになります。

したがって、この動特性が得られる過渡状態のデータを利用すれば、クオリティーの高い診断ができるということになります。クオリティーという言葉は重要なポイントで、最後に私なりのキーワードになりますから、一旦クオリティーという言葉をご記憶ください。

そして、動特性の解析をやろうとすると、当たり前ですが、全部のデータを取り込んでいたら膨大過ぎるデータになります。これは先ほど来ずっと言われている部分です。私どものコンセプトは、こういう超ビッグデータをローカル側の機器、コントローラーであるとかセンサーのほうでしっかりと1次処理しようというものなのですが、エッジコンピューティングという言葉と若干区別するために、私どもはローカルコンピューティングという言い方をしております。

このローカルコンピューティングと言っていることの意味についてですが、まずコントローラーであるとかセンサーというものをローカル機器と言います。これはIoTのための機器ではなくて、計測するため、制御するための機器になっておりまして、これらに入っている機能としては、計測原理であるとか制御理論が入っていることになります。要するに、制御理論というものは、コントローラーでしか役に立たないようなデータ処理方法ですから、言ってみればローカルルール、ローカルナレッジなのです。しかし、これが質の高いデータ処理、データ加工に非常に役立つということで、制御機器がただ制御するだけではなくて、制御しながら診断情報をつくるというようなコンセプトに変えていくというのがローカルコンピューティングの考え方です。

その場合でも、上位階層にデータを上げていって診断するので、非常に質のよいデータをとってくる必要性がありまして、そのための機器になるということなのですが、2つの重要なポイントがあります。

まずは、こういう定点観測的にきちょうめにデータを切り出すことですが、これが意外に難しいです。時系列データというのは、継続的にとり続けますから、どのポイントでどのように変化したかというのをうまく切り出さないと比較が難しくなります。このよううまく切り出すための機能をコントローラーにもたせているのが、コンパクトデータストレージというものになります。

要するに、このデータ固まりを1つのデータセットにとるときの記録開始のタイミング、それから記録時間が一定というように、きちょうめんな切り出し機能が1つにあります。これはローカル機器のほうでやるほうが正確にできます。逆に言うと、現状は上位に上げたら、ほとんどこの切り出すべきところを捨てるという形になりますから、その部分を正確に切り出すという機能はローカル側のほうが強いということです。

次に重要なポイントなのですが、ヘルスインデックスという言い方をさせていただいております。きょうご紹介する事例は制御理論を利用したものです。

こちらのヘルスインデックスの図はやや専門的で、これを説明すると長くなりますが、制御理論が動いているブロック線図です。ここに若干のデータ加工機能をつけると、 T_p / K_p という専門的なパラメータになりますが、私どもの言い方として正規化応答性というものが得られます。

具体的なものを少しご紹介いたします。これら1番から6番はヒーターによる加熱制御結果です。ヒーター劣化が起こっているケースを模擬したものです。ただし、温度を上げる幅であるとか、コントローラーのパラメータが違うせいで、制御特性がコントローラーからの操作指令によって変わっております。この1番から5番なのですけれども、ヒーター特性であるとか制御系のセンサー状態であるとか、実は1から5番までは全部同じです。6番だけが違います。これはこの赤い線で示された温度のデータだけ比べるとどれが同じでどれが違うかというのはほとんど見分けがつかせませんが、制御理論をコントローラー側に応用して、診断パラメータ、診断情報をつくるということをやりますと、この6番だけヒーター特性がどちらかと言えばよいというような結果が出てまいります。

これはフィードバック制御という制御理論が働く場合に、例えばこの5番とこの6番は明らかに違う制御対象の特性になっていますが、重ねてしまうと、コントローラーがやっているフィードバック制御の役割というのは、制御対象の特性が変わっても、うまく制御するという役割ですから、うまく制御された値である温度のデータを見ても差がよくわからないということが起こります。したがって、先ほどのような専門的なデータ加工を行うことによって診断パラメータをつくるということをやらないと、この区別はつかなくなるわけです。

一応そのフィードバックというのはどういうものを説明しますと、坂道を自転車で下るときも上るときも力を抑えたり、一生懸命こいだりするから速度が一定に保たれてしまうということです。このようなものがフィ

ードバック制御みたいなものなのですが、その状態に合わせて診断パラメーターをつくる、専門的な処理を行う、というのがローカルルール、ローカルナレッジを使ったデータ1次加工ということとして、あえてエッジコンピューティングとやや違う概念ということになりますので、私どもはローカルコンピューティングと言わせていただいております。

要するに、これが私どものローカルコンピューティングと言っているものの価値創造でございます。結局、計測原理であるとか制御理論というものがローカル機器に既に使われていて、それによってただ計測するか、ただ制御するではなくて、その中で使われている情報をうまく利用して、上位側へと有効な診断情報に変えて出していく、上位側はそれによって従来捨てていた動特性を診断できるようになるといったコンセプトです。

ここまでいきますと、クラウドでは実現できない機能をローカルコンピューティングで提供するというので、制御機器の価値、存在意義というものをさらに高めるといふか、新しいIoT時代にマッチさせていけるだろうということにはなるのですが、これで十分というわけではない部分が非常に戦略的に重要な部分になります。

参考までにですが、業界強化という課題もどうしても出てまいりまして、こちらは私が委員長を務めさせていただいている電気学会の高機能PID制御とそのビジネス環境に関する調査専門委員会、昨年からは後継委員会でPID制御システムの産業適用評価に関する調査専門委員会となっております。メンバーは産学半々ぐらいです。私が委員長で、明電舎さん、三菱電機さん、チノーさん、理化工業さん、横河電機さん、オムロンさん、富士電機さん、そのような企業の方がメンバーに入っております。

実は、最初にクオリティと申し上げましたが、データの1次加工として切り出す機能をローカル機器にもたせましても限界がございます。あの先ほど紹介した機能さえあればうまくデータがとれるというわけではございませんで、制御理論だとか計測原理を利用した診断情報をつくるという部分においては、どうしても現場側がそれなりの知識や対応力があればあるほどよいということになります。

そういたしますと、結局キーワードはここです。データ品質です。データ品質によって、ローカルコンピューティングが上位階層のほうでどれほど有効になるかが変わってまいります。

ということで、標準化という部分になりますが、産学・業界一貫での適切なデータ収集に関するガイドラインとか、あるいは現場の泥臭い話も含めてデータ収集について大学の時代から教育していく教育カリキュラムとかの必要性を議論しているところです。

ここで申し上げる最後の結論なのですけれども、ある意味戦略的な部分になるかもしれませんが、重要なキーワードはデータ品質確保です。ローカルコンピューティングという形で計測原理であるとか制御理論を現場に導入するということは、それだけ扱うデータ品質がよければよいほど、それだけよい診断であるとか

分析ができるようになります。ということは、品質という競争軸ができ上がってくることとなりまして、品質というのは、要するに日本の産業界の得意な部分ですから、I o Tにおいてデータ品質という競争軸をつくり上げるといったところは視野に入れております。

以上でございます（拍手）。

○國領座長　ありがとうございます。

それでは、三菱電機・有馬様からプレゼンをお願いします。ちょっと失礼して、私、1分いなくなりますけれども、どうぞ始めてください。すぐ戻ります。

○有馬（三菱電機株式会社）　三菱電機の有馬でございます。

弊社は製造業におけるファクトリーオートメーションのうち、組み立て、搬送、実装機といった分野の機器のほうを強みとしておりまして、本日はその観点からみたI o Tの活用例と将来像ということで紹介させていただきます。

弊社は、e-F@ctoryという名前を2003年から使わせていただいていますので、この名前をベースに説明させていただきます。

（パワーポイント）

こちらあたりは今さらなところがあると思うのですがけれども、製造業というのは現場のものづくり、特に日本はものづくりが強みであり、現場でとにかくジャストインタイムということで、地道に現場の中で改善をずっと積み重ねて世界でも競争力がしっかりあるものづくりを確立してきたというところがございます。実はI Tの導入というのは余り進んでございませぬ。ただ、この後説明します、世界的に製造業に対して、I Tの導入、I Tとの連携による変革という形がどんどん進んでまいりましたので、我々のほうもこれからの取組も含めて皆さんに紹介するようにしてございます。

製造業に関しては、I Tの活用となりますと、製品設計、工程設計から運用・保守というエンジニアリングチェーンの分野、それから調達、物流、販売、サービスといったサプライチェーンを組み合わせることで効率化、今までは生産現場のみの効率化だったのですがけれども、工場、企業全体としての効率化を図っていく必要が出てくるでしょう、それを目指しましょうという話をさせていただきます。

これは世界の動き、皆さん、ご存じだと思いますけれども、このような形で世界中でいろいろなネーミングをつけて、いろいろな取り組みを長期スパンで実施しているというものでございます。

これがe-F@ctory、我々のほうのアーキテクチャーになります。コンセプトは、今までは現場がメインだったのですがけれども、F A技術とI T技術を活用することで、開発、生産、保守の全般にわたるトータルコストを削減するというところで、お客さんのほうにメリットを感じていただくというものでございます。

こちらのアーキテクチャーのポイントは、現場のデータをリアルタイムに収集して、真ん中のオレンジのところ、

これがエッジコンピューティングレイヤーと我々のほうは呼んでいますけれども、こちらでしっかりと必要な処理をして、現場で解決できるものは現場でそのままフィードバックしてやりましょう。全体のシステムとして、必要なデータをしっかり上位に上げて、全体の最適化を図りましょうというものでございます。

やはり工場の世界は I o T とビッグデータという言葉が先に走ってございまして、これも全て手段でございまして、目的があって初めて手段というものを選ぶことになるのですけれども、そういったところからまず今啓発しているという状況でございます。

ここでちょっとビデオになります。工場現場をどんな感じで考えていますかというのを今からちょっとおみせいたします。

(映像上映)

こういったものを将来的にしっかり目指していこうというものでございます。

では、今までどうしていたかという、これはまさに現場なのですけれども、現場となる弊社の工場では、入力のほうをしっかりと充実する。つまりセンサーのほうをしっかりと充実させて、データをしっかりとって、その因果関係をチェックしながら生産性改善ですとか、そういったものを改善してまいりました。

基本的に流れとしてはこんな形です。まずは生産性向上と品質向上というまさに工場の基本となるところを進化させ、次は省エネです。その次に設計のフィードバック、ここのあたりから実際の I T との連携というものをしっかり入れていくということになります。

こちらのあたりは投影のみなのですけれども、こういった形で複数のデータをしっかりと検証していくことで相互関係を見て、今まで工程のそれぞれのパートの方がそれぞれの部分を現場知のみで一生懸命解決していたところで、解決し切れなかったところをまずこれで解決できるようになってきたということでございます。

そうすると、今度はボトルネック工程がみえてきて、ボトルネックの理由が実は別の工程にあたりするので、そちらのほうの改善をするということで、省エネのほうもどんどん、要は効率的な生産イコール省エネが進みますので、そういったものを目指していったというものでございます。

こちらは、設計のフィードバックということで、今度はこういったものをつくるべきか、こういった設計にしておくべきかということが今度は逆にフィードバックがかけられるようになったというような状況でございます。

これは一例なのですが、これは弊社の工場ではないのですが、ある工場ですらどうしても生産の歩どまりが悪いということで、ただデータをとにかく集めて 1 回分析しようとしたのですが、工場の場合はまず時間単位が非常に短くて、データ量が非常に膨大であるため、全部収集してみたけれども、なかなか因果関係がわからなかったところが、データの 1 次処理とひもづけをした結果、因果関係がわかってきて、結果歩どまりが一

気に向上して年間 9 億円削減できたという例もございます。

ということで、今までは基本的には生産管理と生産の実行だけをやっていたのをこれからはエンジニアリングチェーン、サプライチェーンまで広げていきますというものでございます。

この後からエッジコンピューティングの話になるのですが、まずタクトタイムが非常に早いということで、全部上位にデータを上げてしまうのは必要ないでしょう。それから上位系のソフトウェアは全てのデータをもともと必要としませんよねということがあって、しっかり現場内でエッジコンピューティングを活用して、しっかりエッジ側で処理をしましょう。それによってしっかり適正なタクトタイムで適正な情報量でシステムを組み上げましょうということでエッジコンピューティングが重要だと考えてございます。

そういったプラットフォームをしっかりつくっていく必要がございます。まだ現場と IT システムのところ、今まで基本的には個別のインターフェースは存在していますが、オープン、共通なプラットフォームはございませんので、そういったものをしっかりつくって、現場の入り口と IT システムをつなぐようなプラットフォームを必要とするのではないかと我々のほうは考えております。

これはエンジニアチェーンのつなぎ方とサプライチェーンのつなぎ方の一例ですが、例えばサプライチェーンの業務ソフトのほうに現場の逐一のセンサーデータなどは絶対必要ないのです。情報の99%以上が無駄なデータになる。そういったものをそんな短時間でどんどんITシステムに上げていくことは物理的には不可能でしょうし、実際、それよりも効率的なネットワークの使用方法などは幾らでもあるはずなので、そのように使っていただくためにもエッジコンピューティングをしっかり入れていきたいと考えてございます。

問題が幾つかございまして、これはエッジコンピューティングを肯定する内容になるのですが、生産現場というのは、全ての機器が同時に新しくならないのです。そうすると、古い機器というのは残念ながらどうしても脆弱性をもっています。そういったところにフラットなシステムというのは導入ができず、そこにセキュリティーホールができてしまいます。そういう意味では、セキュリティーを防ぐレイヤーが必要ということで、そういった観点でもエッジコンピューティングが1つプラスになるのではないかと考えてございます。

こちらはもっと切実な話ですが、では実際に上位系、情報と結びつけて、生産現場をどうやってよくしていくのだ、どうやって予防保全していくのだという人材は残念ながらまだ日本には余りなくて、現場はわかっている、ITはわかっている、さあ、つなぐ人は誰でしょうということで、ITと現場を結び付ける人材の育成が急務になるのかなと考えてございます。

最後に、次世代の製造業の変革におけるデータの価値とその所有権というのは皆さんおっしゃっている中で、もうわかっていらっしゃると思いますけれども、利益をもたらすコアコンピタンスが、製造業においては、今はまだ現場に転がってまだデータ化されていないものすらくさんあるのです。それをこの世界に、変革の時代にもっていくとノウハウとか匠とか技術といったものがデータ化されます。それが上位とつながって、さらなる

コアコンピタンスの強化につながると思うのですが、製造業の現場の人たちは、そのデータのもつ価値がその後どうなるか。自分のところにとどまるのか、それともあっさり吸い上げられてしまって、いわれたとおりのものをつくるしかなくなるのか、本当にもう物として、ハードウェアという素材としての競争力だけしか残らないのではないかと。そういったところを非常に危惧しているのです。

最後は誰が利益を得るのかがポイントでございます。こちらがはっきりしないと、製造業の人たちはなかなかデータを出しません。内部でとにかく抱え込んで、自分たちで何とかしようというようにどうしても動いてしまいます。やはりここを上位系のもつとつなぐと、とにかくいろいろなことができるようになるから、データを公開すべきであるという言葉は製造業の人たちからすると北風なのです。何か新しい時代が来て、世界に置いていかれないために、データを提供することで、先端を走り続けることができるのだといわれるのですが、データを提供した瞬間に自分たちがコアコンピタンスをもたなくなるのではないかと危惧がすごくあるのです。だから、そこをしっかりと解決してあげる。いわゆる太陽みたいな存在がない先に進まないということで、こちらは我々が提案するエッジコンピューティングも一案ではあるのですが、エッジコンピューティングというのは、エッジにまたデータが集まりますので、それぞれがどうやって強みを守るか、協調する領域、標準化する領域以外に競争領域のところではやはりいろいろなことができるようにしておくべきではないかということで、我々のほうも議論を進めているという状況でございます。こちらのほうはまだこれから我々のほうで議論していかないといけないなと考えてございます。

以上でございます。ご清聴ありがとうございました（拍手）。

○國領座長 ありがとうございます。いただいた課題があと二十何分で話すにはとても大変なことだなと思ひながら、まず最初に、今の田中さんと有馬さんのプレゼンに関して、ここは質問しておきたいというようなことについて、事実関係的なところ、確認したいところをちょっとやりまして、その後は、きょうの通しで議論したいと思うのですが、いかがでしょうか。——よろしいですか。

では、自由論点ということで、4つ共通した課題、それからそれぞれの課題、いろいろあるような気もしますし、先ほどから何回か出ている、全体の絵の中で一体どこをとりに行くのかとか、そういった論点でも結構ですし、自由に議論させていただきたいと思いますが、いかがでしょうか。どうぞ。

○上田委員 ガイアックスの上田でございます。

4つ議論があったのですが、前半2つと後半2つがやはり違うなという気がしまして、後半2つをお伺いして一日本人としてすごくわくわくしたというか、チャンスがあるなと感じまして、逆に前半のほうは、例えばオープン、クローズの議論だったり、はたまた第1世代をとった人がイノベーションのジレンマで第2世代をとれないのか、はたまた第1世代をとった人がそのままその強みを生かして第2世代もとっていきけるのか。例えばクラウドをとっていたらクラウドの次のディープラーニングをとれるのかとかということを考えると、これは結構

頭が痛いというのがすごい印象としてあったのです。

一方で、製造におけるエッジ側の対策について、例えばアメリカ勢がどこまでやってくるのかというところをイメージしたときに、前半の印象に関しては、本当にがちの戦いで戦っていかなければならないのですが、後半のほうがよりそこまで、例えば国家としても本格的に投下していくのかという観点で考えても、日本としてそっちのほうにより注力していったほうがいいのではないかと。競合としては例えば中国、台湾、韓国に対して、では競争力をどうもっていくのかということをより考えていったほうがいいのではないかと思います。

決して技術が最先端であることとか、技術の一番コアなところを押さえたら産業として発展するというわけではないと思いますし、例えばソーシャルメディアの世界——私はソーシャルメディアの世界なのですが、例えばウィキペディアが情報で一番最先端だと思っているのですが、あそこまで行ってしまうと本当に誰ももうからない。それでも全然いいのですけれども、本当にきれいで、さわれないぐらいきれいなのですが、そのようになってしまいかねない。例えば情報サイトよりも予約サイトみたいなもののほうが実際もうかる。情報サイトはすごくピュアで口コミが整ってきて、でもビジネスモデルがなくて、泣く泣くスマホでみたときのランキングで課金するみたいな、そんなものでしかもうからないのですが、予約システムになると結構ローカルに落ち込むのですが、実際トランザクションでフィーが10%簡単にとれるみたいな、そういうものがありますので、物をつくるという工場フェーズにおいて投資をしていくというのはすごくいいのではないかと。

そう考えると、またちょっと話は変わるのですけれども、アマゾンの配送システムとかが日本に比べてすごく進んでいるというのが改めて悔しいなど。本来、配送みたいなローカルもひもづいているようなところは日本が最先端だったはずが、物量がないとフィードバックシステムが回らないというのはおっしゃるとおり、そういう意味ではアマゾンがすごい物量を回すことによって、最先端、とても追いつけないようなシステムをつくったというのは、ああいうところこそっと悔しがらるべきなのかなと感じました。

意見ですが、以上です。

○松井委員 N E D O の松井です。

きょうの話全体を通して、すごくデータが重視されてくるようになったということは共通していると思います。コンピュータサイエンス、長くいゆるアルゴリズムを重視する、アルゴリズムを開発というのがずっと続いていたわけですが、それがこここのところ、データ重視型に来ている。それはさっきのオープンソースがいゆるアルゴリズムを公開してしまおうという動きにもあらわれていますし、例えばグーグルなどの場合ですと、まだわかりませんが、いゆる自動運転のアルゴリズムをいずれはオープンにしてしまうのではないかとというような観測もあつたりします。

このように、アルゴリズムではなかなかもうからなくなってきていて、むしろデータのほうで利益を上げていくというようにだんだんシフトしていくのだと思うのですけれども、いゆるエッジヘビーになるということは、現場の

データを集める力が強いということなのですが、データが重要ということは、そのデータを使って学習をする、それを使って次のビジネスを考えていくことに使えるから重要なので、データが分散していると基本的に使いにくいのだと思います。

きょうの丸山先生のお話にカリキュラム学習というのがありましたけれども、それは非常におもしろいと思うのですが、これから機械というかコンピュータがどんどん複雑化してくると、学習をうまくさせるかどうかということが多分今度は肝になってきて、単にデータを集めて入れただけでは、学習というのは基本的に時間がかかる処理でクラウドコンピュータをたくさん使わないとできないような処理ですので、それをいかに効率化するというのが多分次の問題になってきて、いわゆるコンピュータの人工知能の教育の問題になる。人間の教育と同じように、コンピュータを教育するということが多分次の問題になるのではないかと思うのです。

そういうときに、エッジにデータを全部分散させていたのでは効率が悪くて、基本的にデータを全部集めて、集中的に学習に使おうという方法が多分有力に思われるのですけれども、そういう意味で情報は重要だ、アルゴリズムからデータのほうに行くのだということはまずこれは多分間違いなくて、その次に、それをどう使うかというところで、エッジで集めて、基本的にはやはり1カ所に集めて学習に使うという方法を確認しておかないと、もっと教育をよくインプットしていくという方向で考えたほうがどうか、そのことも非常に重要ではないかということもちょっと思いました。

○塩野委員 少し経営の現場でいわれているお話なのですが、経営者と話しているとデータとアルゴリズムは鶏と卵で、データが先かアルゴリズムをつくるのが先かという話をしょっちゅう最近皆さんしている中で、I o T 領域でメカトロであったりロボティクスのメーカーさんなどがゼネラルにおっしゃっているのは、お客さんがデータを出してくれないであったり、4次請ぐらいだとまだファクスを使っているとか、I o T は全然遠いのですとかという話をされている中で、やはりアルゴリズムのチューニングが、データを出してくれなかったり、なかったりするんで、学習ができないというのをいっているのが現状結構あります。

それに対して、やはり経営者の、これは迷いがあるという論点なのですが、他社にとって、みんな武器商人をやりたいがっているのです。他社にソリューションを提供してあげようとしているのですが、まだそこでアルゴができていない、なぜならお客さんがデータを出さないからという議論がずっとあって、まだファクスですよ。

なので、やはりそこはG Eさんがやっていたらよかったみたいに自社内で1回やらないと、自分の会社だったり自分のグループ内でデータをとってアルゴリズムを鍛えてから武器商人というか、外に対してソリューションを提供しないと結構厳しいのだからというぐらいのところまで今考えているというのがメーカーの現状なのではないかという認識をもっております。

以上でございます。

○安念委員　今ご指摘の点にあるいは関連するのかと思ったのですが、最後にお話をいただいた三菱電機の有馬さんにちょっと伺いたいのですが、ものづくりの現場における危惧ということをおっしゃったと私は認識したのです。その危惧というのは、誰に対する何についての危惧なのかということなのです。

つまり、現場の情報をどんどん上位のレイヤーに与えると、要するに自分たちのやる仕事が無くなってしまふという危惧なのか、それとも自分の会社がある業態の中で競争力を失ってしまうという危惧なのか、それとも日本のものづくりというものが全部どこでもできるようになってしまつて、日本が沈没するという危惧なのか、それはどういう意味の危惧なのかということをお伺いしたいと思ったのと、やはり何人かの方からご指摘があったように、どれだけものづくりにこだわるのが時代おくれなのだという言い方をしたって、では日本からグーグルが出るのですかといったら、そんなことできるという人はいないわけです。だから、ものづくりへのこだわりというのは、私はある意味でやむを得ない選択だと思うのです。

そういう場合に、仮にそれほど根拠のないものであつても、現場の危惧というものが事実あるのであれば私はとても大切なことだと思ふし、それを法制度の力によってなのか、それこそ技術の力によってなのか、解決はできなくても軽減するということは非常に重要だと思つたものですから伺いたいと思ひました。

○有馬（三菱電機株式会社）　回答させていただきます。危惧は今おっしゃつたものは実は全て当てはまるのです。背景としては、今、ものづくりという力があるのは日本とドイツだけだと思つているのです。ほかには生産技術という意味では勝負にならないと皆さん自負しています。

なので、皆さん、データを出すことにメリットを全く感じてくれないです。まずそこからです。しかも、個々の企業がとにかく一生懸命自分たちでつくり上げたすく磨き上げたものが各社に存在しているのです。それは恐らくどの会社も他の企業と組むともっといいものができるというのはわかっているのですが、自分たちとイーブン、要はウイン・ウインがイーブンになる会社がいるかと多分思っていないのです。私たちが絶対勝っている、だから私たちが出した分みんなもうかる、私たちは慈善事業ではない、そういうのがあつたのです。だから、そういったところをまず解消しないといけないところがございます。

私もこういった集まりは経産省でも別の局でもやっていますから、とにかく競争軸ではないというコモディティ化したところがあるのではないかという話もするのですが、そこですら、何で私たちが出すのだという話がどうしてもあつて、弊社の取組として、自社内の工場で行つたものは全てオープンにはしませんけれども、なるべく活用いただく形で利用してもらつても、他社の工場で行つたものを出せるかという、なかなかこれもうんといつてくれない。そういう話です。とにかく経営的というか、要は利益を稼ぐ企業として、やつたことによつてトータルがマイナスに傾くリスクのある取組は行わないというところなのです。

だから、そんなことをしていかないと本当に負けてしまふとか、そういうことをすることで、さらなる大きな利益がグランドメリットとして出てくるということがみんなわかると一気に動くのですが、まだその段階ではないという

ことだと思えます。

○安念委員　ありがとうございます。

○國領座長　ただ一方で、その一抹の危惧みたいなところで、データセンターみたいなところにどんどんデータが集積することによって、利益をどんどん吸い上げられてしまうような構造ができてしまうのではないかと。つまり、先ほど上田委員は割と希望だとおっしゃったのですけれども、前半と後半と。ただ、前半もとっておかないと、利益だけ吸い上げられてしまうような構造ができてしまうのではないかとということが何となく不安なのです。みんな日本中が今それで不安になっていると思うのですけれども、それはどうですか。

○有馬（三菱電機株式会社）　皆さん、不安だと思っています。本当はそういったもの、上位というかITのクラウドとかを組み合わせたことでいいものをつくりたいというのは各社考えているのですけれども、それを例えばアメリカの企業とかと連携した瞬間に彼らは絶対に価値の吸い上げにかかるという強迫観念がございます。では、今どうしているかという、いろいろな会社と個別に連携してやるという取り組みを各社が始めている段階で、その気持ちはあるけれども、特に大きいところからパワーを生かして動きつつありますが、中小になればなるほど全く動けない。とにかくその危惧感があるのだけれども、だからといって一步を踏み出すやり方もわからないし、リスクのほうが高過ぎてわからないという状況から抜け出せないという状況がありまして、そこからどう全体として打破していくのかというのは、まだまだなかなか難しいところかと思っています。

○國領座長　個人的作戦とかはないのですか（笑声）。

○有馬（三菱電機株式会社）　弊社には先ほどのe-F@ctoryというものがありまして、その中でe-F@ctory Allianceという形で、それぞれ皆さんでどんどん連携してシナジーをつくりながら製品を出していただければいいですよという形で、まずそこで小さなコミュニティを設けて、その中でお互いの強みをシナジー効果として運用していくという形をもっています。その中にIT系の方にも入っていただいておりますが、同じ危惧はその小さなコミュニティの中ですら存在しますので、どうやって払拭すればいいのかというのは我々としても未解決です。好きなところにといいとちょっと変ですけども、まず上位系とはある一定のところできっかりと切りましょうと。逆にいうと、そこから下はピュアな競争領域で残しておいてもいいのではないですか。その中で必要な情報だけ上げるというソリューションでまず何とかやってみようという形で第一歩を踏み出そうとしております。

○下堀委員　インテルの下堀です。

きょうの議論でやはりエッジ側の話が多かったと思うのですけれども、その中でもクラウド側とかネットワーク、エッジという中でエッジにやはり求められているのが、それが全てではないのですが、現場におけるディジタライゼーションというところにインテリジェンスを与えていくというところにエッジの価値というところがあるのかと。

ただ、その中でも、やはりクラウドからネットワーク、クライアントというところで、全体をカバーするサービスオ

ーバーレイの考えというところが、やはりどこで設けるのかというところを分断した議論ではないところでしていくというような、アーキテクチャーとサービスをどうつuckingしていくのかというようなサービスオーバーレイの考え方が必要になってくるのかなと考えております。

やはりきょうの議論でも日本固有の背景というか、ビジネスにおける懸念とか課題意識と西洋からやってくる新しい技術というところもあるのかと思うのですけれども、弊社も入らせていただいてやっているオープンフォグという活動は、あえてここにカントリーチームをつucking、それは日本が最初のものなのですが、そういう技術、アーキテクチャー、ビジネスモデルを日本の背景、文化的なところ、それから規制であったりルールの中でどう活用してもらえるのかというところの活動に力点を置いているというところであまり折衷案がつuckingいけないかというように始めているところで、この活動の中でも、先ほど議論のあったテストベッドを積極的につuckingいって、これもどんどん公開していくようなものをつucking。これはテストベッド1つがあればいいというわけではないと思うので、幾つかのテストベッドが出てくる中での連携を、いわゆるオープン性を担保しながら進めていければと考えているところです。

○國領座長　もう一人ぐらい。

○加藤（ミドクラジャパン株式会社）　加藤です。

別に私は西洋側ではないのですけれども（笑声）、日本人ですので、うちのグローバルな人間もみんな日本が好きなので、グローバルカンパニーでアメリカ偏重ではなくて、日本人、ヨーロッパ人のチームなので、余りアメリカ、アメリカというわけではないです。

ただ、いろいろグローバルにお客さんを相手にしている関係で1つコメントをさせていただきますと、先ほど安念先生がいわれていたような、日本のものづくりの現場のところデータを出す出さないという話で価値があって、簡単には出せないよねという話は欧米でも実は一緒です。ただ、先ほどいわれたように、日本、ドイツが生産系が強い。確かにそうです。欧米でみると、残っているのはGEやBMWとか少数な企業しかないのです。

では、GEやBMWは何をやってますか。守秘があるから私はいえませんが、彼らはすごいです。もともとAWSとか彼らもファブリッククラウドはちょこちょこ使っていたのです。彼らは気づき出して、彼ら自身もファブリッククラウドにデータをどんどん吸い上げられてしまったらまずいし、電気自動車のシリコンバレーの連中と競争しなければいけないというようにさらされているから、いわゆるコネクティクティとかに自分たちのBMWプラットフォームみたいなものを、ささとプライベートクラウドをつucking、ハイブリッドにして、いいものはコストが安いパブリッククラウドを使うというのを自社でささと投資しているのです。それをみていると、日本のメーカーは恐らく負けます。GEをみても、多分日本のメーカーは負けます。

要するに、ITは手段でしかないので、先ほど来出ている競争と協調の部分があって、協調の部分は

コストを下げるということにして、外側でみんなで協調しますと。競争の部分は、インフラの世界でも結局プロプライエタリーなところもっていこうという流れがちゃんと起こっています。ですから、エッジコンピューティングとクラウドとやるとすると、クラウドというのは今までパブリックというのがほとんどだったのですけれども、クラウド自体大きな会社というのは自分のところのオンプレミスもっていこうとしているのです。今、G Eさんは自分のクラウドをつくっています。J P モルガンも自分のクラウドをつくっています。そこにフィンテックのビジネスをばかばか立ち上げて、自分のところのデータは出しておいて、外からデータを吸収するというエコシステムを大きな企業はつくり出しています。なので、その意味で、上位系、情報系の製造業が日本で取り組まないという話は、怖い怖いといって取り組まなかったら多分恐らく負ける。それが実感です。

ですけれども、何度も繰り返しますが、では製造業の皆さんがみんな協調して全部1つのオープンなプラットフォームに乗れとは思わないです。欧米もそんなことをしていません。みんな彼らは賢いので、絶対そんなことをしません。グーグルやアマゾンとかマイクロソフトとか情報系の人たちは何をやっているかという、彼らはインフラを握っているから、そこがコンピテンシーですから、情報を担っている連中に、君ら出したら得するぜというのをやって、ビジネスをやろうとしているのです。だって、グーグルだってそうですよね。トランザクションデータを全部集めて広告にしているだけです。という話を彼らはやるから、そこに乗りませんといって、自分のところにクラウドもっていています。欧米の企業でさえ。そういうバランスをうまくつくて、1つモデルをつくって発信していくというのが多分重要なのではないかと思います。

○國領座長 ありがとうございます。議論が——どうしてもいきたい？（「1つだけ」の声あり）短く。

○井上委員 きょうの議論を含めてまとめていかれる視点で1つ抜けているかなと思うのがありますが、最初の中村さん、Preferredさんというのは、ある種ITベンダー、塩野さんのお言葉をかりれば武器商人の観点、それからあと、多分あるのはデジタルビジネスに向けてのユーザーサイドとして掛けるITをどう使うか。もう1つ多分日本の中で抜けているのは、結局掛けるITを自社でできないとすると、インテグレーターさんがそれをちゃんと使いこなせるかというところがあると思います。残念ながらそのある種高度な技術をもったインテグレーターさんが例えば何社あるのか、あるいはそういったところをどう強化していけばというのがきょうの議論では多分抜けてしまっているので、その辺は今後事務局の中でぜひご検討いただければと思います。

○砂田委員 ごめんなさい、私も最後に、論点を2つ付け加えさせてください。一つ目は、IoTの時代に向けたアーキテクチャーの変更に伴って、日本のIT産業やソフトウェア産業の体質改善といいますが、産業構造転換が促されるようにするにはどうしたらいいか、ということです。中村さんの加藤さんのお話を面白く伺ったのですが、ユーザーが抱えている問題をしっかり解決していくような、新しいタイプのソフトウェア会社がどんどん出てくるのが重要です。

もう一つは、日本は部品や要素技術に強いので、その価値をさらに高めるにはどうすればよいか、ということ。例えば自動車製造においてもモジュール化が進み、最終アセンブリーの付加価値がどんどん下がってきますと、自動車メーカーは上位レイヤーのサービスで付加価値を高めようとするでしょう。一方で、製造業としてみると、コンピュータ産業におけるインテルのように、自動車でも新しい高付加価値のモジュールや部品の市場が成長する可能性が考えられます。自動車部品の大企業だけでなく中小企業も含めて高付加価値製品の開発を促すことが日本の強みとして考えることもできるのではないかと思います。以上、2点です。

○國領座長 ありがとうございます。本当に議論白熱のところまで切らないといけないので、申しわけないのですが、時間が来てしまったので、事務局いぎょうにはこの議論を引き継ぎながらまた発展するような形でやっていただけたらと思います。きょうご発表いただきました皆さん、ありがとうございました。

それでは、今後について少し。

○佐野課長 5月に1回開かせていただいて、この議論の続きと、きょういただいた意見を踏まえたアーキテクチャーとか技術とかユースケースを改めて整理したいと思いますし、本日は指摘があった中で、データ流通市場といっていますけれども、データモデル市場も重要ではないか、そこら辺の具体的な設計をどうするかとか、あと、分散だからこそクラウドベースでのテストベッドみたいなものの整備が大事ではないかということで、日本独自のIoTクラウドみたいなものが必要ではないかとか、いろいろご議論をいただきましたので、そこら辺も含めてまた整理してご議論いただきたいと思っております。

以上です。

○國領座長 ありがとうございます。まだまだ議論すべきところと、さっさとやらなければだめというところと両方あったように思います。どうもありがとうございました。

本日はお忙しいところ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2回分散戦略ワーキンググループを閉会させていただきたいと思っております。どうもありがとうございました。

——了——