

新産業戦略協議会

(第6回)

議事録

平成29年2月22日

午後 1 時 0 0 分 開会

○安井座長 それでは定刻となりましたので、第 6 回、平成 2 8 年度第 2 回の新産業戦略協議会を開催いたします。

皆様には御多忙の折、出席いただきまして誠にありがとうございます。

本日、座長を務めさせていただきます三菱電機株式会社の安井でございます。よろしく願いいたします。

まずは、出席者及び資料の確認を事務局よりお願いいたします。

○事務局（千嶋） 事務局を務めさせていただきます内閣府の千嶋と申します。よろしく願いいたします。

初めに、本日御出席の構成員の皆様ですけれども、議事次第の裏のページに名簿がございます。こちらの記載の構成員のうち、本日、副座長のトヨタ自動車株式会社の葛巻様が本日御欠席、それから早稲田大学の菅野先生は、少し遅れるとの御連絡を頂いております。ということで、本日構成員 8 名のうち 7 名御出席ということでございます。

また、本日、株式会社安川電機の取締役常務執行役員の南様には、今回からの御参加となりますので、よろしく願いいたします。

○南構成員 よろしく願いいたします。

○事務局（千嶋） なお、DMG 森精機株式会社の藤嶋様には、本日御都合により午後 2 時半頃御退席の予定と伺っておりますので、よろしく願いします。

総合科学技術・イノベーション会議からは久間議員に、それから S I P 革新的設計生産の佐々木 P D に御出席いただいております。

関係省庁からは、経済産業省製造産業局参事官室の徳増参事官、総務省の情報通信国際戦略局通信規格課の井出標準化推進官に御参加いただいております。

引き続き、配布資料の確認をさせていただきます。

資料一覧は、議事次第の下に記されております。資料 1 が平成 2 8 年度新産業戦略協議会の進め方と論点、それから資料 2 - 1 が高島構成員の資料、資料 2 - 2 が南構成員の資料、資料 2 - 3 が新野構成員の資料、それから資料 3 が新たなものづくりシステムの全体像ということで、各構成員からの提案の資料がまとまったもの。それから資料 4 が高度道路交通システムの検討状況ということで、以上です。

それから、机上配布のみとなりますけれども、ピンク色のファイルに前回のプレゼン資料ですとか第 5 期科学技術基本計画、科学技術イノベーション総合戦略 2 0 1 6 がとじられており

ます。

不足等がございましたら、事務局までお知らせいただければと思いますけれども、大丈夫でしょうか。

以上です。

○安井座長 ありがとうございます。

本日の議題は、議事にあるとおりでございますけれども、高度道路交通システムの検討状況につきましては、今回は1月25日に行われ重要課題専門調査会の報告資料の提出のみとなっておりますので、後ほど御覧いただきたいと思っております。

まずは議題2-1、新たなものづくりシステムの全体像の共有と課題の抽出につきまして、まずは事務局から資料1に基づいて審議の進め方と論点について、説明をお願いします。

○事務局（千嶋） それでは、資料1を御覧ください。

1ページめくっていただきまして、右下のページ番号1でございますけれども、今年度は「ものづくり・コトづくりの競争力向上」をターゲットに、1「日本のものづくりの強みである現場起点」のものづくり、2「海外の強みであるコト作りの具体的育成施策」を御検討いただいております。

具体的には、構成員の皆様で目指すシステム全体像を共有し、従来システム、国内外で整備が進行中の先行システムとの差分を明確にした上で、新たなものづくりシステム実現のための具体的提案をしていただくこととしております。

めくっていただきまして、2ページを御覧ください。

こちらは、審議の全体スケジュールですけれども、全4回の審議を通して総合戦略2017に記載すべき事項について、提言をまとめていただくことが本協議会のアウトプットとなります。本日は第2回目となりますけれども、前回の議論を受けまして、新たなものづくりシステムの課題の抽出とその対応案について、御議論いただきたいと思っております。

めくっていただきまして、3ページ目でございます。

こちらは、前回の議論をもとに現状認識と課題を取りまとめたものです。大きな認識としては、「現場起点のものづくり力では依然として強みを持つが、新しい成長ビジネスを生むコトづくりに強みがある欧米が、今後スマート化された機械、製造ラインを活用して競争力を強める」という想定のもと、現状の我が国の状況は下の1から6であると考えられます。

すなわち、機械、製造ラインのスマート化では各社内での取組は先行しているものの、業界

全体、海外との連携は整備が必要、先進デバイスについては欧米に出遅れていると。二つ目に、モデル表現は米国を中心にA I活用のデータ解析が先行しているため、キャッチアップが必要な状況である。三つ目に、グローバルの標準システムでは欧米がデファクトスタンダード化を推進中で、我が国としての対応スタンスの確立が必要です。新しいビジネス育成は特に米国企業が先行しており、キャッチアップが必要。大学、研究機関を巻き込んだエコシステムの整備は、欧米に大きく出遅れている。中小企業を中心とした新しい差別化手段の配備は開発・配備の加速が必要でと。こうした現状認識に対して、我が国として、どう対応していくべきかが今後の論点になろうかと思えます。

次のページに、これに対応した論点を安井座長の方で整理いただきました。この後、3件のプレゼンテーションがございますけれども、このお時間でこれに目を通していただきまして、これらの論点も踏まえてお聞きいただいて、その後の御議論を頂ければと思います。

○安井座長 ありがとうございます。

ここまでのところで、何か御質問、御意見はございますでしょうか。よろしいですか。

それでは、プレゼンの方に移りたいと思います。

各プレゼンの後には、3分程度の質疑の時間を設けますけれども、三つのプレゼンをお聞きいただいた後でまとめた御質問でも結構ですので、よろしくお願ひしたいと思います。

まずは、CRDSの高島様、よろしくお願ひいたします。

○高島構成員 JST、CRDSの高島でございます。発表の機会を頂きまして大変ありがとうございます。

今日は、JST、CRDSでの検討の報告をさせていただきます。三つのパートで分けてやっていきたいと思えます。

1点目は、プラットフォームということが話題になりますので、プラットフォームはどういうものかというお話をちょっと振り返らせていただきまして、2点目に、昨年までの状況、ここで岡山が前回報告したと思えますが、その内容をちょっと振り返りまして、その後の最後のところで、その後どういうふう to それを実現するかということを検討して参りましたので、報告させていただきます。

では、まず一つ目ですけれども、いろんなどころでプラットフォームということが言われるんですけれども、非常に多義性のある言葉ですので、ちょっと整理をしておいた方がいいかなと思えました。

まず1点目が、製造開発分野で言うところのプラットフォームプロダクトです。中核となる

ような製品のベースになるもの。例えば自動車会社さんでいうと、4気筒エンジンを横置きにしたシャーシというのがプラットフォームになり、それがいろんな形の車種に適用されるというようなものがあるかと思います。

それから2番目が技術戦略の話で、これは一番我々にとってもなじみがあるところだと思いますけれども、いわゆる基盤技術と言われるようなところ、迅速な市場展開が可能になるような、いろんな応用分野が効くようなテクノロジー、例えばAIとか、あるいはAIの中でも機械学習、あるいはその中でも最近ですと深層学習、こういったものが非常にプラットフォームテクノロジーとして最近よく言われています。

それから3番目、これが今日のお話の中心になりますけれども、産業経済学でいうところのプラットフォーム。これは多面的市場というものに対応する、二つ以上のグループに対応するような、中心となるような、そういうものをプラットフォームと呼んでいます。

次のページにどんなものかというのを示しておりますが、この真ん中にプラットフォームがあります。この両方に顧客がいます。ですから、プラットフォームを利用する二つ以上の異なったタイプの顧客がいて、その複数の顧客が互いに依存し合いながら製品・サービスを利用する、そういうものをプラットフォームと呼んでおります。ここでは、価値ある製品とかサービスを提供する市場機能を提供する仕組みだというふうになります。

ここにも実はいろんな分類がございまして、これが数年前に経済産業省さんでまとめられた分類でございます。

四つほど分類がございまして、まず取引仲介型というもの。これは取引の場を提供するのがプラットフォームであるということです。一番分かりやすい例が、ショッピングモールですね。最近のAmazonもそうですけれども、典型的なのは日本の楽天さんですね。楽天自体で何か物を売っているわけではなくて、楽天に参加するいろんな企業、あるいは個人商店、あるいは地方の特産品を扱うお店、そういう方が「楽天」という場を借りて不特定多数のお客様に商品を提供しています。だから、楽天さんの機能としては、別に物を売っているわけでも何でもなくて、お店とお客さんの間を取り持つということをやっている。ただ、そこにはカタログで見せるとか検索機能を提供するとか、あるいは配送とか決済、そういうようなプラットフォームとしての機能を備えている。ですから、売る側も買う側も安心して取引ができる、そういうような形をとっております。

2番目がメディア型でございます。これは例えばテレビですね。テレビはどういうビジネスモデルかといいますと、広告を提供する会社と番組を見る一般消費者、この間を取り持つこと

によってビジネスとして成り立っているということが言えます。

3番目がソフトウェア型ですけれども、これは例えばマイクロソフトさんのウィンドウズだとか、あるいはゲームのプレイステーションとか、そういったものがベースになっていまして、一方にはサードパーティーと言われるようなアプリケーションソフトを提供するような業者さん、片方には一般の消費者、あるいは企業の方もいらっしゃるでしょうけれども、そういう両方の間を取り持つというようなことでビジネスが成り立っております。

最後は、クレジットカードなどでありますような決済を仲介するという、こういうようなものがあるかと思えます。

実は、これはそれぞれが完全に独立でもなく、いろいろ入り交じって独自のプラットフォームビジネスを提供しているというふうに言えるかと思えます。

ちょっと例を挙げてみますと、例えば最近ではUberとかAirbnb、日本でも「あきっぱ」という空いている駐車場を紹介するようなビジネス、こういうのが出てきております。これは左側に空いている資産、車とか運転手、あるいは駐車場があり、右側にはその資産を必要とする利用者がいる、この間を取り持つためにプラットフォームがいろんな機能を提供している。Uberでいいますと、保険を確認するだとか運転者情報、どういう人が運転しているのかとか、あるいは実は客の情報も提供している。それから、現在地の共有ですとか配車の最適化、それから大事なものは「相互の評価」というのがありますが、乗客が運転手を評価するだけじゃなくて、運転手が乗った客の評価もします。お互いに「ああ、こいつ4.5しかないから断ろう」とか「この運転手だったら拒否しよう」というようなことがあるので、比較的健全なビジネスが成り立っております。これは非常にうまい仕組みです。

このページもこの場限りにはしていただきたいんですけども、実はAirbnbというのが大変はやっておりますけれども、いろいろ問題もあるんじゃないかということが言われております。この記事は、フランスのホテル協会が、イギリスとかドイツとか、ほかの業界とも一緒になって抗議声明を上げたものです。

どういふものかといいますと、複数物件のオーナーが非常に多数いると。例えばパリにいるFabienという人は物件を142件提供しているとか、パリのAnne-Sophieというのは21件だとか、こういうふう非常に多くの物件を持っているのがいるということです。これは実は、余っている部屋を貸しているのではなくて、プロの不動産屋さんが物件を貸しており、もともとのオープンなサービスというのがちょっとおかしくなっている、変なふう利用されているというふうになっています。

こういうビジネスをした方が、普通に月間とか年間の契約をするよりも実入りがいいというので、大家さんが賃料を上げて、今借りている人は追い出して、それでA i r b n bに貸している。一、ということで、普通の人が住めなくなっている。さらに、そういうところでは安全とか衛生の問題があったり、あるいは実は税金もきちんと納められていないのではないかというように、そういうような問題もありまして、これはプラットフォームとして、そういうところらへんの問題をきちんとクリアできるような仕組みが入っていないから、こういうことになるのではないかというようなことが言われております。

ということで、プラットフォームのビジネスの話と、そこで必要な機能という御説明を申し上げます。

次に、昨年までのものづくりに関しましてですけれども、ものづくりといいますか、ものづくりビジネスの再定義が必要だろうというふうに捉えております。これは従来のものづくりが原材料を加工して製品にすることというのが中心でありましたけれども、新しいものづくりでは、物単体ではなくてユーザーに最終的に価値を提供するということが大事だろうということですので、ですから、売り切りではなくて、その後、製品を取り巻くサービスのライフサイクルを加えた概念を持っていかないといけないということが中心に考えられております。

そのために何をするかといいますと、ユーザーと供給者、デジタルでなくてもいいんですけども、ネットワークでつながっていることが前提で、そこにまた新しいサービス、市場ができるだろうというふうに考えております。

ちょっとこれは見にくいんですけども、お手元の資料の方が見えやすいかもしれませんけれども、産業構造の変化というのをこういうふうに捉えております。

まず一番左にありますのが、いわゆる企業の系列です。ピラミッド型でありまして、それぞれ垂直統合して個別のマーケットへ届いている。それが調達のネットワーク化などが進むことによって、系列の壁を乗り越えた企業間の取引が行われていくというようなことで、レイヤー型と呼んでいますけれども、ところどころ入り組んだような形になっている。さらに、その先、右側にはネットワーク型ということで、提供者か提供を受ける方か、需要か供給か、余りもう区別がなくなってきて、あるときは需要者だし、あるときは供給者だしというような形で、個別の機能と機能がダイナミックに結びつくことによって、ビジネスモデルができていくというような状況になるかと考えております。ソフトウェアの業界ですと、こういうことは非常によくありまして、オープンソースソフトウェアなどというのは典型的な例だと思います。

これが珍しいかということ実はそうでもなくて、右のネットワーク型というのは、ある時間の

ところで区切ってみると、そのときには左端の系列と同じものができている。当然、真ん中のレイヤー型でも、ある時間を区切れば、そのときにはがっちりとした系列型のネットワークができていたというのですが、時間を全部、縦方向に積分してしまうと、こういうちょっと分からない形になってしまうというような捉え方でございます。

次が、ネットワークでつながる新たなものづくりですけれども、右上に矢印があるのは、今まで考えていた従来のプロセス、ニーズの把握から始まって研究開発、設計、製造、販売というふうに至るものですが、これは理念で捉えていたんですけれども、これがきつとぐるっと回るだろうというので、左側にそれを書いております。1回ではなく、ここで大きさを区切ってるものも、早く回るものと、発電所のように大きな時間軸で流れるものと両方あるだろうということで、こういう書き方をしております。

ユーザーとの接点も点と申しましたけれども、従来ですと販売、提供で終わっていたんですけれども、そういうものがもっと長い付き合いになっていくというふうに捉えております。

これをちょっと変えたただけですけれども、整理してみますと、まず1点目が左側にありますダイナミックなマニュファクチャリング・エコ・システム、これはつくる側の方のエコシステムを、こういうふうにネットワークでつくっていきこうということです。それから右側がユーザーに対応してライフサイクル全般をサポートするネットワークをつくっていきこうということです。最終的には、これを全部合わせた需要者と供給者の協働による価値の協創にまでつなげていきこうというふうに考えております。

ここまでが昨年の検討でございますが、その次に、ではこれをどういうふうを実現するかということでお話しさせていただきます。まずリアリティー2.0というのを昨年度あたりからいろんなところでお話しさせていただいていますけれども、これはサイバーとリアルがどんどん融合していくことによって世の中が変わっていくでしょう、そのときに、サイバーなファンクションと物理的な実態が提供するサービスなどのファンクション、こういったものをダイナミックに組み合わせることによって、あるときは実体定義レンズと呼んでいますが、あるときはこのマクロのようなものを通じると、あるサービスができます。別のときには、この別のレンズを使うことによって新たなサービス、あるいはビジネスを定義できると、こういうようなことを考えていきこうとしております。

これを先ほどの例に入れますと、下にサイバーとフィジカルのファンクション、入れ物がありますが、これが社会ですけれども、これに対して左の実体定義レンズを使うと、その上に供給者側のプラットフォームが構築できる。同じように、右側に事業者側のプラットフォームが

できる。これはソフトウェアで定義しておりますので、重ね合わせるができます。さらにもう一段のマクロを重ねることによって、需要者と供給者のネットワークが共存したもの、融合したものができるといふふうに考えております。

では、これを実現するためにはどういうふうになっていくかという、こちらにリアリティー 2. 0 のテクノロジースタックを示しております。一番下がモノ・ヒト・コトのインターフェース、その上がネットワークとかサーバー、こういったものを組み合わせるためのアーキテクチャー、その上がそれぞれのサービスを定義しコンポーネント化して組み合わせる、その上がソフトウェアデファインドソサエティーのサービスのプラットフォーム化にするところ。最終的に、それを社会システムにしていくためにデザインをするという、そういうようなレイヤーになるかというふうに考えております。

これをこちらのアーキテクチャーと対応をとります。一番下がアセット、物体層のところ、それから 2 番目のところはちょっと重なっているんですけども、統合層、通信層、その上が情報層、機能層、事業層ということで、大体対応はとれるかなというふうに考えております。

あとは技術的な課題、それぞれのところでどういう技術を開発するかということも挙げております。一番下のレイヤーでございましたモノ・ヒト・コトのインターフェースは、ここは実世界を構成する物とか人、コト、こういったものとサイバー空間を接続するという、センサーとかアクチュエーション、こういうようなところが重要になるでしょう。

2 番目が、アーキテクチャーのところですが、これは実世界から上がってくる多様なデータ、こういうものを収集したり情報処理をする枠組みを与えるということで、分散データ管理とかエッジコンピューティングとか、それに加えてセキュリティー、プライバシー、こういった技術が重要になると考えております。

それから、三つ目がサービス化の技術ですけども、ある種の API、上の層から見たときのインターフェースを提供することによって下のレイヤーのサービスを使えるようにする、そういうための API の設計とか管理、こういうようなところが重要かと考えております。

それから、四つ目がサービスプラットフォームですけども、これは下から上がってきた、先ほどつくり上げた部品を組み合わせ、サービスプラットフォームとして提供するというところで、ここが結構つくるのがうまくいかないと、Airbnb のように問題のあるプラットフォームになりかねない。だから、健全なビジネスを支えるためには、ここら辺の認証・認可とか QoS 保証だとか、こういうようなところが結構重要になると考えております。

一番上が一番難しいところかと思うんですけども、デザインですね。社会の要請に応じた

システムをいかに適用していくか、どういうふうにマイグレーションしていくか、そういうようなところが重要になるかと考えております。

これらの内容につきましては、今後、JST、CRDSとしても検討を深めていきたいというふうに考えております。

以上でございます。

○安井座長 高島さん、ありがとうございます。

それでは、御質問があればお願いいたします。

私も、いろいろ高島さんのお話をばらばらに聞いていたんですけども、今日はいち気通貫で非常によく分かったなという気がしますけれども、いかがでしょうか。

では、また最後にまとめてということで、次に安川電機の南様、よろしくお願ひいたします。

○南構成員 安川電機の南でございます。前任者の吉田から引き継ぎまして、今回からこの委員会の方に参加させていただきます。どうぞよろしくお願ひいたします。

私の方からは、新しいものづくりに向けてということで、抽象的な概念、コンセプトの話ではなくて、実際に安川電機がもう18年、19年に向けて投資をして、スマートファクトリーをつくり上げるということを今進めておりますので、そのあたりの話の概要を今日説明させていただきたいというふうに思います。

1ページ目ですが、実は最近、インダストリー4.0といろいろ言われますけれども、1970年のときに、安川電機はUnmanned Factoryということで、無人化なんです、人間を中心とした無人化工場というのをイメージをこの当時からしておまして、これに使われる機器類とかコンポーネントというのを安川電機として準備していきましょうという取組をやっておまして、それを組み合わせたスマートファクトリーというのを現在構築して、18年か19年にオープンしたいというふうに今考えております。

流れといたしましては、インダストリー2.0とか3.0、最近は4.0ということで、3.0ぐらいは制御関係、4.0になるとネットワークをうまく活用した電機機器をIoTで結ぶというようなことが、今盛んに言われている話だというふうに理解しております。

3ページなんです、この中において安川版インダストリー4.0という考え方を我々は持っているんですが、自社工場でBTOの自動化生産ラインというのを今構築しております。これに応じて、ここから出てくるカスタマ、いろんなニーズですね、自分のところで実証実験をやりながらここへ出てくるニーズを拾い上げて、それを新しい製品、技術に展開して、これまたお客様、ユーザーさんの方に提供できるという仕組みを構築したいということでございます。

中のICTの概念でございますが、当然、生産ラインで使われるいろんな機器類、安川電機の場合はロボットをつくっていますので、ロボットを中心にいろんなコンポーネントがあるんですが、このコンポーネントのデータをビッグデータのところに持って行って、そこから上位のコンピューターの方にそのデータを使うこともできますし、そこと安川電機のクラウドを結んでリモートメンテナンスだとか、そういうことができる仕組みにしたいと。具体的にはもう少し後で説明いたしますが、ネットワークとしては、こういうふうにつながっていくだろうということでございます。

次のページが、このBTOをイメージしたプロセスとICTの最適化なのでございますが、お客様と安川電機の間というのは安川クラウドでつなぎながら、お客様のいろんなデータ、受注データをERPの方に展開して行って、実際の生産としてはMES、製造実行システムが動き始めるということになると思います。

ここは下の方に「製造現場」と書いておりますけれどもも、部品の受入れから組立て、検査、完成品がお客様のもとに届けられるというシステムで、これはもう自動車メーカーさんを中心に各大手のメーカーさんの方は、こういう概念でシステムが構築できているのではないかと思います。

では、この製造のところに焦点を当てますと、このMES、製造実行管理システムでございますが、普通は製造実行システムだけなんですけれども、当社の場合はこの製造計画システムまで一つのソフトウェアシステムとして構築したいというふうに現在考えています。

そこと、最終的にはこの製造ラインの中から出てくる各種いろんなデータをビッグデータとして取り扱い、この生産効率をいかに上げていくか、若しくは予防保全とかメンテナンスにこのデータを活用していきたいというふうに考えております。

今話した内容が、データによる工場の最適化ということでございますが、一番左には、当然リアルタイムモニタリングができて、製造の稼働状況、生産の製造の進捗状況というのが常にモニタリングできますと。右側は各種データがビッグデータとして上がってきますので、正確なタクトタイムだとか、タクトのバランスが悪いところはどこがバランスが悪いのかとか、設備の故障の原因を特定していくとか、そういうところにデータを使いますと。

新たな機能として追加していくのは、このAI、機械学習の機能でございますが、いろんなセンサーデータがとれますので、そこから不良の発生、設備の故障の予測を行うと。今まではどちらかというと、壊れたら修理する、改善するということでしたけれども、壊れる前にこういう異常の予測をしていくということが、今後必要になってくるのではないかなというふうに

考えております。

次のページは、これはリアルモニタリングの一例でございますが、いろんな情報が現場に行かなくても、デスクの上で見ることができると。これは当然国内の工場は全てですが、海外の工場のデータもリアルタイムに監視できて、経営にすぐに反映できるという形になるというふうに思っております。

その次の9ページでございますが、これは生産ラインの異常監視でして、どこのラインのどこの箇所でどういう問題が起こっているかというのが瞬時に分かって、それに対してすぐに対策を打つということができるようになりますということです。

次の10ページは、今度は予防保全の考え方でございますが、右側に各種センサーというふうに書いております。今後、こういういろんなセンサーからの情報がIoTということで、上位のビッグデータの方に上がっていきます。これをどううまく活用するかということになるんですが、このデータをベースに生産ラインの予防保全に活用していくということが、もう実際できるようになってきているということでございます。

次に、自動化ということになりますが、ものづくりの自動化においては、どちらかというと今まで設備が専用化した設備が多かったんですが、この設備の汎用化、若しくは「多能工化」という言葉を使っておりますけれども、これからは変種変量生産ということで、いろんな種類のものが同じラインに流れていくという想定に立つ必要があるんですが、そうすると、それに対応できる設備の汎用化・多能工化というのが当然必要になりますと。

それと同時に、先ほど言いました設備に関しては、いろんなセンサーがこれから取りついて、センサーの情報がビッグデータに上がってくるということになりますから、設備のICT連携強化というのが当然必要になりますということになります。

次に12ページでございますが、これを製造実行管理システムのMESに導入していきますと、左の絵のような仕組みになりまして、先ほどの変種ということでいろんな種類のものが入ってくる。そのたびに設備に対して、いろんなプログラミングをすとか設備を変えとかいうのがかなり手間になりますから、そういうものが汎用的な設備、多能工化できた設備であれば、上位からいろんなパラメーターだとか制御するデータとかを送り込むと、もう自動的に設備そのものの動きが全部変わってくると。これはロボットは多様化していますので、ロボットというのはそういう汎用性を持った製造設備でございますから、それが変化することによって、いろんな種類のものが同じラインの中に流れていくことができるようにしていきたいというふうに考えております。

ここで少し新しい概念が、ものづくりのロボットを使うというところに入ってくるんですが、従来、製造工程において産業用ロボットを使う場合は、人間と人は分離されると、ロボットは危険な機械だという概念のもとに分離して使っていたんですが、そうすると自動化を進めるに当たっては、ロボットの苦手な仕事というのたくさんあります。それを何とか自動化するというので、いろんなセンサーを使ったり、いろんなツールを工夫したりということをして今までやっていたんですが、それだけと先ほどの汎用性だとか多能工化をするということでは、大変また難しい状況になります。

それで、14ページですが、人間とロボットが共同作業を行うと、この製造ラインにおいては、こういう概念を入れて、今ロボットの開発がどんどん進められております。

何を言いたいかといいますと、ロボットが得意な作業と人が得意な作業をミックスして製造ラインというのを構築していくと。今までは人がやる作業、ロボットがやる作業というのが完全に分離されていたんですけども、これからは人とロボットが共同で仕事をするということが、生産性をより高めていくには重要なポイントじゃないかなというふうに考えています。

ここに書いている右側のデモの絵なんですけれども、これは実際のラインの中にもう使われているんですが、重量物を搬送するのはロボット、しかし最後の位置決め、最後のこのポジションに物を置くんだ、若しくは装着するんだというのを今までロボットが全部自動でやるとすると、その位置を認識するためにいろんなセンサーを取り付ける必要があります。それはそんなセンサーをいろいろたくさんつけて、高額な設備をつくって、センサーが誤動作をして、ライン停止を起こすというようなことではなくて、人間は人間の目というセンサーを持っていますから、ただし重量物を搬送するのは人間は苦手ですとなると、最後の位置決めとロボットの誘導作業だけを人間がやるということで、人間の作業をすごく軽減しながら、この自動化に近い、半自動というか、そういう設備というのをつくっていく必要があるのではないかと。

次も当社の製造ラインの中にもう導入されているんですけども、ロボットが、これはサーボアンプリファイアーというのをつくっているんですけども、ロボットはハード的な固いものを組み立てていくというのは得意なんですけれども、最後のコネクタにケーブルが付いているようなものというのは大変苦手でございます、こういう作業を行う場合は、先ほど言いましたセンサーと特殊なツールというのが要ります。そこをその苦手な箇所だけ人間が来て手伝ってやると。8割、9割はほとんど自動で組み立てているんですが、1割、2割のところだけを人間が手伝ってやるという作業を組み合わせると、かなり80%の自動化ラインというのが出来上がっていくと。

今まではこれを100%自動化ラインというのを狙っていたんですけども、そうすると、先ほど言いましたように、ラインそのものの構築が高額になるんですが、そこを安い価格の中で人間とロボットがうまく仕事を分け合おうと、若しくは分けているんですけども、同じ領域内で仕事をすることによって、より効率、生産性の高い製造ラインというのが実現していきまうということになります。

そういうものをイメージして、この最終的なBTOラインの絵を描いているんですけども、実際この絵に近いラインというのが18年、19年に稼働し始めるんですけども、人間とロボットが共同で作業しながら、かつこの生産ラインというのは、ほとんどのものがIoTでつながっていて、このデータが上位のビッグデータにつながって、そこでいろんな解析が今後行われ、ラインというのが停止しない予防保全なんかも、そのデータを使いながらできるというシステムというものが出来上がりますと、日本のものづくりというのが、今までよりもより強固なものづくり、生産ラインというのが構築できるのではないかなという実証できる生産ラインというのを今現在構築しておりますという話でございます。

ありがとうございました。

○安井座長 南様、ありがとうございました。

それでは、今の内容につきまして御質問があればお願いいたします。

私の方から、こういうのを自社工場でするというのはよくあって、我々もよくやるんですけども、結構お客様の方から、もうちょっとお客様の工場ですってほしいよねという、何かそういう話が結構出てきまして。というのは、さっき1970年代に提案された。日本は本当に早くから、こういう提案においては先進国と思っているんですけども、結局何回か試みて導入して皆さん痛い目に遭ったということがあって、今回この18年、19年にかけて導入を決断されたというのは、このコストの面でかなり見込みが出たということによろしいでしょうか。

○南構成員 そう考えていただいて結構です。

それと当社の場合、ロボットメーカーというのがありまして、このロボットをうまく活用するという事例をこの中にかなり散りばめるんですけども、先ほど言いましたように、全自動ではなくて80%自動、90%自動というコンセプトをこの中に入れて、まずお客様に見ていただきましょうと。いきなりお客様のラインに導入していくよりも、まず安川電機で成功している事例を見ていただいて、これだったら自分の工場の中にも使えるねということであれば、それを展開していくという形にしたいと。

もう部分的には、セルの単位では今の工場でもう実証しておりますので、その全体をつないだ、一本化したラインとして新しく工場をつくるということが安川電機の方針として決まって予算化されているということです。

○安井座長 ありがとうございます。

ほかにいかがでしょうか。どうぞ。

○藤嶋構成員 DMG森の藤嶋でございます。

大変参考になるプレゼンをありがとうございます。

4ページでいいかと思うんですが、二つ質問がありまして、フィールドネットは今まで御社はモーションリンクでしたか、メカトロリンク、御社はオープンにされていますが、独自のネットワークだったと思うんですが、これはもう少しオープンなものに変わっているということですか。

○南構成員 基本的にはイーサネット系で、オープンなネットワークにしたいと思っています。

○藤嶋構成員 そういことですか。

○南構成員 はい。

○藤嶋構成員 もう一つは、「制御システムセキュリティ」というふうに書かれてあるんですが、これは組み込みの方のセキュリティーはどのようなふうな対応をされているのでしょうか。

○南構成員 弊社側のセキュリティーに関しては、かなりブラックボックス化していて、もし流出しても、そこから解析できないというようなセキュリティーのかけ方になっていると思います。

○藤嶋構成員 専用OSということですか。

○南構成員 OSそのものは専用ではないんですが、アプリケーションのソフトウェアとかが、暗号化までいきませんが、流出して抜けるときにデータがうまく変換されるとか、そのデータを使おうとすると、そこにコピーして使おうとすると、コピーしたタイミングでデータが変わってしまうとか、そういういろんな、とにかく流出に関してのセキュリティーというのをかけているという意味です。

○藤嶋構成員 侵入はどうですか。

○南構成員 侵入に関しては、弊社の場合の侵入は、もう外部と弊社のネットワークは完全に遮断されていまして、私がパソコンを今使っていますけれども、これのインターネットを使おうとしても仮想空間でしか使えずに、我々の社内の内部のネットワークには入れない、完全に遮断した形になっています。

○藤嶋構成員 ありがとうございます。

○安井座長 ほかにいかがでしょうか。よろしいですか。

それでは、またございしたら最後にお願いします。

それでは、東京大学の新野先生、よろしくお願いいたします。

○新野構成員 皆さん、こんにちは。東京大学の新野でございます。今日はよろしくお願いいたします。

今日は、付加製造技術の最新動向と今後のものづくりシステムへのインパクトということで、最初に付加製造は、いわゆる3Dプリンターと呼ばれている技術で、ASTMの定義では、「process of joining materials to make objects from 3D model data」となっています。よく積層造形とおっしゃる方がいらっしゃるんですけども、この後に「usually layer upon layer」と書いてあるので、積層造形とは若干違うんですけども、積層造形とほぼ同じと思っただけでもいいです。

定義では、くっつけて三次元形状の数値表現からつくりますよということしか言っていない。だから、これを使って作ると品物の性能がよくなるかとか、工場でしか作れなかったものが家庭でできるようになるとか、そういったことは議論すること自体できないわけです。ASTMでは、7つの工法カテゴリーが定義してあって、ここまできると、もう少し技術的な定義ができます。接合の方法には接着と溶接とがあって、あとは、材料の供給の仕方が異なります。溶接方法の多くはレーザー肉盛り溶接です。

付加製造というところのキーワードを言うと、付着加工による形状創製というのが定義の大前提でして、これで何がいいか。まずは一つは、何もないところに積んでつくっていきますので、大きな塊から余計な材料を取り除いて必要な所だけを残す除去加工によくある工具の干渉が余りないんですね。その結果として、自動化が簡単であったりとか複雑な形状ができたりするとかということですね。金型が要らないとよく言われますが、金型に相当するものは何かというと、形状データになります。形状データからダイレクトに作るだけなら、除去加工でも良いのですが、プラスチックは大きな塊を用意するのが大変だったり、削るのが難しかったりすると、初期の付加製造は樹脂しかできなかったのも、特に金型レスと言われるようになりました。

それから、使う材料が少ないのも特長です。切削加工を始めとする除去加工では要らないところを全部捨てているので、物をつくっているんだか切りくずをつくっているんだか分から

ないということになります。

それから、ここからちょっと細くなるんですけども、特に金属では微細組織が細くなるとか、複数の材料をくっつけるだとか色がつけられるといったような特徴があって、この辺からどういったものづくりのインパクトが読み出せるかということになります。

自動化容易ということで、もうこれは何年も前からラピッドプロトタイピングという言葉で言われているように、模型をつくってきました。最近やっているのは、既存の部品の性能評価であったりだとか、競技用のスポーツの、これはモータースポーツですけども、性能向上を行うといったことに使われています。要するに、一品ものを金型を使わないでつくれるよから、ちょっと模型としてつくりましょうということをやっています。今こちらに流れているビデオは、付加製造を使って新しいメカを作ろうという、私どもの所にいる山中俊治というデザイナーの活動です。御覧になったことがある方もいらっしゃるかと思うんですけども、こうやって粉の中から、こういうトカゲだとか何だとかが出てきます。この中にカムだとか何だとかが全部一体で入っていて、モーターを付けてモーターを回すと、このカムが三次元カムになってぐしゃぐしゃ動くというものです。

これと関連して、私どもの所では価値創造デザインファクトリーといって、単に性能の高い製品を作るのではなく、新しい価値をもった製品をつくるような枠組みを大学として手伝おうとしています。こんなのをつくったらどうですかというのを世に問うて、何をつくるか、どんな付加価値を作るかと言ったところからスタートして、そこからもの作りに落とし込んでいくということを考えていて、付加製造もそのもの作りの有力な候補になると考えています。

ちょっと話は戻りますが、複雑な形をつくれるというのは、これはよく御存じのジェットエンジンのタービンです。

それから、これはスワラーといって燃料を気化させる装置です。中が複雑な構造になっていてつくるのが大変だったんですが、これで一体でつくれるようになって随分楽になったと言われています。これは飛行機の脚だと聞いていますが、真ん中に板があって両側にリブが立っている構造になっています。これを削ってつくと削る量がものすごく多くなりますが、真ん中に板を置いておいて、電子ビーム肉盛り溶接でこうやって両側にリブを積んでつくと簡単につくれます。賢いのは両側に積むので、反りが出ないで一気にできるというのです。

これはレーザーで溶接したものですけども、こんな曲がった形にして、うんと材料を軽量化しようというような話だとかがあります。また、複雑な形状がつけると、物理学を積極的に入れることができます。たとえば、これはラジエーターなんですけども、中はこんなに穴

が空いていて、わざと乱流が起こるようにして熱交換の効率をよくしようといったようなもの  
だとか、これはインプラントですけれども、寛骨臼といって関節に入れるんですけれども、関  
節のところの体と金属との間の結合性をよくしようということで、

それから、これは数年前から、もうヨーロッパでは普通に使われているんですけれども、こ  
れは耳の穴の印象をスキャンしてCADに読み込んで設計して、そうするとこういう形、これ  
はカスタマイズしたイヤホンというか補聴器なんですけれども、こうやって組み立てて塗装し  
てつくるということで、2015年までに既に1,000万個出荷していて、市場価格が大体  
30万とか40万と聞いています。今、日本で音楽用のものも売っているそうです。

それから、金型が要らない例では、これは僕はそう簡単には来ないと思っていたんですけれ  
ども、去年の7月にダイムラーがこの技術を使って、トラックの交換部品もうつくり始めたそ  
うです。何でもかという、金型を保管しておくのも大変。金型があっても結局、保守品として  
少ない数を成形するのはとても大変なので、結局、成形品をたくさん作って保管することにな  
ります。倉庫も必要だし、一々運ばなくちゃいけないということになってしまいます。付加製  
造を使うとオンデマンドでもものが作れるので便利ということ、30パーツの純正スペアパーツ  
の製造をこれでやっているということでございます。

それから、これは自由形状のれいです。これは歯科矯正用のアライナーというやつで、従来、  
これは歯形はちょっと見にくいんですけれども、歯列の悪い人の石膏模型をとってきて、切っ  
て並べ替えるんですね。並べ替えて、そうしたら今度は樹脂に転写すると、こういう歯列とは  
若干ずれているけども歯にはまるものができるます。それを歯にはめると少しずつ歯列が動く  
と。

従来、これは技工士さんがこうやって、こうやって、こうやってつくっていたんですね。2  
週間に1個つくらなくちゃいけなくて、1人当たり20個から40個必要。だから、実は大量  
に必要なんですね。この方法では、印象をとってスキャンします。スキャンしてコンピューター  
上で並べ替えます。これはアディティブの装置で、これは1台何千万もする装置なんですけれ  
ども、何十個も並んでいるんですよ。それでつくってあげると、あとはアライナーに転写  
して、ここからあとは大体一緒に、トリムして磨いてパッケージングして配ると。

大体、これは技工士さんが1人だと週1個ぐらいしかつくれないんですけれども、今この工  
場で日産4万個つくって、全部違うものが4万個じゃんじゃんできて、世界中からデータを取  
り寄せてつくっています。こういうのはマスカスタマイゼーションといって、一個ずつ違うも  
のをたくさんつくりましょうというものでございます。

これは私どものSIPのプロジェクトで、義足なんです。これは義足の断端の型をとって外から見たものです。義肢装具技師さんが、ここは出っ張っているとかへこんでいるとかを書いて、ここは膝小僧なんですけれども、それを合うように、雄型に今度は転写して合うように削ったり盛ったりするんですね。最後はソケット材に転写するということです。

私どものプロセスは、もういきなりスキャンから入って、スキャンで人体を測定して、さっきのイヤホンとよく似ていて、ソフトウェア上で義肢装具師さんがやって、ここを削るよとかここは盛るよとかとやって、外側のモデリングもして、最終的には機械に入れて出すと。これは今試着しているところです。

この効果なんですけれども、従来の工法ですと、物まで義肢装具師さんがつくっているので、全体で早い人で245分で作っていたんですけれども、義肢装具師さんのかかる時間がCADだけになりますので、そうすると、これが72分までと短くなって、全体で245分から72分、29%まで減っている。29%減ではなくて、29%に減っている。

何と若手も、若手は435分かかっていたのが96分までになって、これとこれを比べてもベテランと比べても早いんですね。ちょっとここはだましているところがあって、実は加工するのに時間がかかっている。この加工時間というのは、これは技術の開発で何とかできるので、これを改めて効果があるということが分かったので、あとはここだけやればいいでしょうというのが問題が明らかになってきたというところです。

もうそんなにないんですけれども、以上いろいろ例を見てみると、幾つかインパクトがあって、既存製品の軽量化ですね。ただ、物がすごく高くて、材料がキロ何万円もするんですね。品物の値段というのは、目方でドンで考えると2万円・パー・キログラム以上のものじゃないと、とりあえず軽量化だとか何だとかしても余り意味がなくて、そういったものというのは、実は航空宇宙と医療なんです。それで今すごく医療がはやっていると。

あともう一つは、インプラントのカスタマイゼーションもあるということで、医療に関しては高いのとカスタマイゼーションで、一粒二倍のおいしさがあるんですけれども、こういったものは、既に主に金属なんかで進んでいます。これからこの辺は樹脂化されていきます。

それからあとは数の少ないものですね。アクセサリ品だとか交換部品なんかは自動車メーカーさんがこれから狙っていくところで、ダイハツさんもやっているし、ダイムラーさんもこれからやり始めると。

あとはカスタマイゼーションによる新たなビジネスですね。矯正なんかも一つ一つ見ると、本当に零細企業なんですけれども、がっつりまとめてやると物すごいビジネスを超えると。それ

から、さっきあったラジエーターみたいな話で、アイデア次第で高付加価値のもの。それから、義足なんかも今まで機械なんか使うはずはなかったんですけども、できるようになってきたということです。

ちょっとこれは語弊があるかもしれないんですけども、あえて書かせていただくと、よく多くの工程が3Dプリンターで置きかわると、これはあり得なくて、今の加工でできているものを、それは最適化されているので、これは3Dプリンターに置きかえると性能だとか価格だとか生産性の面で大体悪くなります。一部の分野、航空宇宙なんかはいいんですけども、それ以外では、従来の除去加工と成形加工と付加製造は、お互いに相補完的な使い方をするべきです。

あと、家庭で工業製品レベルのものでできるようになると、これもうそで、工業製品レベルの製品がつかれる装置は非常に高く、1億円ぐらいする溶接装置なんですね。溶接の制御が難しいことは、溶接をやったことがある人はすぐ分かると思うんですけども、とても難しいので家庭に入ることはありません。そもそも家庭のプリンターも、インクジェットプリンター、は年賀状しか印刷しないことを考えれば、稼働率がすごく低いので、装置コストが見合いません。

あとは、樹脂の付加製造は成熟した技術であり開発要素はないとよく言われるんですけども、そんなことはなくて、精度を出したり、良い材料を使えるようにしたりとか、先ほどの義足の例の様に生産性をあげたりとか値段を下げたりとか、やることはまだまだいっぱいあります。

あとは、「技術の創出さえあれば産業がうみだされる」というのは幻想で、プラットフォームだけつくればいいというわけではなくて、非常に新しい加工法なので、その利点を利用したアプリケーションと、更にCADの三位一体の開発、それと新たなビジネスを考える土壌がないと、なかなか爆発的な成長はむずかしくて、既存のを置きかえるとかよく思いつくぐらいのところしか出てこないですね。

新しいものづくりとしては、航空宇宙産業の軽量化だとか、価格競争力の厳しい製品ではカスタマイズだとか、自工具のカスタマイズができると、これはそうですけれども、組立て作業だとか建築作業の負担軽減ができるようになって、ジェンダーフリーだとか高齢化対策なんかができるだろうと。ウェアラブル情報機器なんというのはすごく簡単に思いつくもので、あとは複雑形状による高度化、高密度実装、これは自動車ですけれども、こういったものだとか流体部品などがあります。

あと、こういうものをつくろうと思うと、工法が変わりますので、材料もどんどん変わってくるんですね。これは素材産業に関してすごく大きなインパクトがあって、小ロットで特殊な材料をつくるというのが、日本の産業にとっては追い風になってくるのかなということと、新しい設計のものをつくろうとすると、どうしても新しいCADが要ります。これはまた後で説明しますが、そういったCAD産業が日本は非常に弱いんですけども、今まで加工に携わっていない人用のCADというのは、これからできてくるんじゃないかなと思っています。

あと、工業ではなくて自然に関わるものではインプラント、今は金属ですけども、これは高機能樹脂がこれから入ってきます。それから再生医療、これはちょっと説明すると長くなるんですけども、私のところで作っているこれですけども、あとは矯正具だとか赤ちゃんの頭の骨を矯正したりとかいうのがあるんですけども、あとは介護器具のカスタマイズですね。これは人によって形は違うので絶対やるべきです。それからスポーツ器具だとか、あとは産業的に言うと、農業機器だとか水産機器ですね。流体機器だとか保守品なんというのはどんどん必要になってくると。

それから、今まで手工業であったもの、工業じゃなくて職人技であったところが、技師もそうですけども、そういったものがだんだん設計と製作を分離して、もっと新しいものができるようになるということと、最終的には小さなビジネスがいっぱい出て、新たなプロダクトの創出ができるというふうなふうに思っています、この辺が3Dプリンター、付加製造の活躍できるところじゃないかというふうに考えております。

どうもありがとうございました。

○安井座長 新野先生、ありがとうございました。

それでは、御質問があればお願いいたします。いかがでしょうか。

新野先生のお話は、私は1年ぶりぐらいにまとまって聞いたんですけども、最初は3Dプリンターがまたブームになったときに、新野先生の方からは、何回もブームがあったので、今回も工業製品になるかどうかちょっと分からないよという、ややネガティブな御意見が多かったと思うんですけども、今日はネガティブじゃなくて、かなり前向きというか、前も後ろ向きだと言っていないんですけども、かなり前向きな発言が出てきたなと思っていて、これはAIとかさっきの安川電機さんも言われた、昔で言ったCIMですよ。その話みたいに、業界の人間としては何回かブームになって、結局コストでネガティブになって繰り返していたのが、何かここへ来て一挙に全部上がっていくんじゃないかなという期待もあるかなと思っているんですけども、この3Dプリンターにつきましても、私は社内で議論をしていますが、やはりコ

ストだとか結局売れていないとか、いろんなネガティブな意見がある一方で、海外の方と話す  
と、もうエクスポネンシャルのゾーンに入ったという方もいて、どちらなんだろうなという  
ところだと思うんですけども、先生の感覚から言って、急に上がっていきそうだなというのが  
もし何か見知されているような事項があれば、御教示願いたいなと思うんですけども。

○新野構成員 自分で言っているのはあれですけども、私は一つ、スーパーエンブラをやっ  
ているんですけども、そこは僕が思ったよりも早く世の中が盛り上がってきていて、航空宇  
宙関係ですね。値段の問題、要は目方当たりの単価がどれだけとれるかなので、一つは航空宇  
宙で、そうすると安いプラスチックだと駄目なんですけれども、高付加価値のものだとある程  
度とれるよと。1キロ軽くすると燃料代が安くなって何とかという波及効果を考えると、それ  
はすごくいけて、そういったものについてはいけると。

あと補聴器なんかも、それは私はよく知っていたですけども、そこも重量当たり非常に高  
いんですね、なので、そういったものはこれからどんどん来ると思います。

それ以外のそこから先のは、「これは絶対いけます」と言って「おまえ責任取れ」と言われ  
ると困るので余り言えないんですけども、ただ、徐々に徐々に来ています。大企業はなかな  
かそこには踏み入っていけないんですけども、アメリカ、ヨーロッパの割と小さなところが  
スモールビジネスをやっています。

あとシーメンスに関して言うと、先ほど来全体でのIT化というのがあったんですけども、  
設計から機械の制御まで一気通貫の制御システム、CADから何から全部、CAEも含めてと  
いうのは、シーメンスが今いろんな会社をばんばん買収してやっていて、その一角には多分  
きつと入ってくるんだと思います。

○安井座長 ありがとうございます。どうぞ。

○中島構成員 せっかく名前を頂いたので。

医療系の世界ではかなり進んでいまして、既にこの白蓋カップは今年の4月から当社商品と  
して出しているんですけども、3Dプリンターを使った製品ですね。その前に既にカスタマ  
イズの商品という形で、本当に今年は非常に個人個人の使用状態に基づいた3Dプリンターを  
使った製品というのが出てきているという状態です。

なおかつ、当社だけではなくて、もちろんいろんな会社が今出し始めていて、特に強度面で  
若干まだ問題があるので、ちょっと完全に全てのところに使うわけにはいかないんですけど  
も、脊椎の形状なんかは、かなりこれを使った製品というのが今世界的に見ても大変増えてき  
ているという状態です。

○安井座長 ありがとうございます。どうぞ。

○高島構成員 今は高いものしか使えないという、採算がとれないというお話なんですけれども、それはプリンター側の何がネックになってコストが引き合わないんでしょうか。材料とか……

○新野構成員 材料です。

○高島構成員 今は高いものしか使えないという、採算がとれないというお話なんですけれども、それはプリンター側の何がネックになってコストが引き合わないんでしょうか。材料とか……

○新野構成員 材料です。

○高島構成員 材料の問題ですか。

○新野構成員 まずは材料が下がらないと、機械のコストというのは、回し方で製品価格の転嫁分がどんどん減ってくるんですけれども、材料のコストだけどうにも……

○高島構成員 プリントできる材料……

○新野構成員 プリントというか、粉を敷くんですけれども、例えばポリプロピレンのペレットはキロ数百円もしないと思うんですけど、これをキロ1万5,000円とか、そういう話になっているんですね。

私のところでやっているのはもうちょっと原価の高いスーパーエンプラをやっています。スーパーエンプラだとそんなに、だんだん差額が小さくなってくるとかというのがあります。元の値段をXとして、粉の値段をAXプラスBと私たちは言っているんですけれども、AXプラスBのAを下げるのが技術革新で、Xを大きくするとBは見えなくなるとかというような議論を今やっています。

○中島構成員 材料ですけれども、前から材料は高いという話は私もしていたんですけれども、基本的に母材をアトマイズして粉末の粒径を分類していくので、使えるところが少ないというのが一番の問題なんですね。

つまり、サイズ何ミクロンから何ミクロンの間のものを使います、この装置はというと、使わない部分が出てくるので、基本的に値段が高くなっていくというのが基本なんですけれども、ただそれを当社の方もメーカーから買うと高いので、今は粉末冶金の部分の必要な部分だけを買ってくると。その仕方で従来のコストより半分ぐらいに下げたという、やっとな母材の資産の合計の値段が1万円台に下がってきたという状態です。

○高島構成員 そうすると、切削に比べて無駄が少ないというのも、ちょっと考え方によって

は違うということですか。

○高島構成員 猛烈に、猛烈に節約できる。

○中島構成員 だから、ほかのものに使ってもらおうということですね。ほかの部分に。

○安井座長 では最後に。

○南構成員 確かに、一品一葉のものをつくるには、確かにこれはすごくいい3Dプリンターなんですけど、弊社の場合、この大量生産のやつは、そういう量産のものに使うことは難しいんですけど、試作品ですね、開発をするときの試作の部品というのは、これは新しく金型を起こして試作部品を数個つくと。実際に量産では、また金型が変わるといところだと、金型のお金と、それからそのつくる期間、これがもったいないんですね。これを今3Dでやると短期間でできると。しかし、今はまだ当然材料が高いし、それを量産に使うことはできないんですけど、試作をつかって早く検証したいというのには便利で、これを今また何台か入れようかなと思っているんですけども、ただ気をつけないといけないのが、複雑な形状ができるものですから、設計者がそういう設計をして、この方がもっとより効率がいいという構造設計をすると、実際今度は量産にしようと思ったときに、その金型が難しいということで、そのところが安易に、この3Dプリンターの特徴をうまく生かし過ぎると、そういう形状の本来で加工できないところまでできますから、そういうところの問題というのが今度、後の量産になるときに発生するので、そこを気をつけるという点が今度また必要になってくるかなという観点ですね。

○安井座長 分かりました。貴重な御意見ありがとうございました。

それでは、全体討議を始める前に、構成員の皆様事前に新たなものづくりシステムの全体像につきまして、御意見を頂戴しています。時間が短くて大変申し訳ないんですけども、それぞれ事務局の計算で4分程度で御説明いただけますでしょうか。

なお、先ほど御説明いただきました高島様、南様は、既にプレゼンの中で触れていただいていますので、この後の全体討議の中で御意見を頂ければと思います。

では、まず藤嶋様、次に菅野先生、中島様、新野先生の順番でお願いします。

それでは藤嶋さん、お願いします。

○藤嶋構成員 藤嶋の方から報告させていただきます。

まず「DMGMORIの本年の取り組み」というところで、ちょっと分かりやすいかなと思ひまして、今現在というか、これまでと数年先と最終目的みたいなものを3枚目に入れていまして、これが私どもの今年から数年先を目指したIoTでございます。

私どもは典型的なものづくり企業なんですけど、今ソフトウェアのサービスというのを始めて

いまして、1年間に例えば十数万円払っていただくと、毎年ソフトをアップデートして常に最新のものをお使いいただけますよということで、国内で展開を始めています。

今年ものづくり補助金というのが出まして、そのものづくり補助金ではIoTプラスAIという組合せで補助が頂けるということで、今お客様にCELOS Clubに加入していただいて、こういったサービスを展開しております。

これは今までもやっていた内容も一部含まれておるんですが、まずセキュリティーを守るためということと工場内にネットワークが来ていないので、携帯電話の専用回線を使って機械の稼働情報、センシング情報、こういったものをクラウドに上げて、そのクラウドの上でビッグデータの処理を行って、また機械学習はどういうふうにするかというのは決めていませんが、やりたいのは予知保全ですね、予防保全、こういったところにつなげていくというのをやるということです。

次のページは、それらでどういうサービスができるかという例を挙げております。

3枚目が、私どもの工作機械メーカーの視線で見たこれからのものづくりということで挙げています。

簡単に説明しますと、加工ノウハウ、これは従来は、特に中小企業では、熟練工のスキルに頼ったということ。大手の方では製造者のノウハウでやっていたと。それが今から、今度は製造者のノウハウというのはメーカーさんのノウハウですね、それと供給者、例えば私どもが加工ノウハウのデータベースを提供していくというふうに変わりつつあります。それをもう少し先になると、そのデータベースプラス機械学習で、だんだん削っていくうちに賢くなって、最適な加工ノウハウができていくというのが一番変わってくるところじゃないかということです。

あと、自動化対応というのがどんどん進んでいくであろうということで、今この稼働率というのは、私どももネットワークでモニターしていて1日8時間ぐらい平均動いているんですが、それが自動化とともに稼働率がどんどん上がっていくはずだということと、ネットワーク接続される機械も最終的に100%つながっていくであろうということですね。こういったことが変わってきて、その結果、予防予知保全というのがちゃんとできていくと。

フィールド保守というのは、今イベントドリブンですけれども、それがだんだんと定期保守ということで、予防的に保守していくということから今度は予知に変わっていくと。

今、新野先生からありました3Dプリンターも、これも私どももつくっているんですが、今一部の試作が中心というものから、試作とまた航空産業なんかで量産へ展開が始まっていてということと、このクラウド的ビジネスというのは言葉が正しいかどうかはあれなんです

が、やはり3Dプリンターの場合は先ほど説明がありましたように、CAD、設計技術というのは中心になって、その設計ができてしまえば、物を切断して製造するということは、比較的容易になっていくので、そういうサービスが始まっていくんじゃないかということですね。

セキュリティーは非常に重要性が高い。工作機械メーカーへの要求というのは、今は機械の性能とか機械のスピードというのが一番の要求ですが、だんだんと制御、エンジニアリング、サービスというふうに変わって行って、最終的には一番重要なのは知能化になっていくんじゃないかということで考えました。

以上です。

○安井座長 ありがとうございます。

それでは菅野先生、お願いします。

○菅野構成員 早稲田の菅野でございます。

もともと与えられた課題といいますか、ものづくりシステムの全体像というところで私は非常に悩んでまいまして、今回の資料は完全版ではないと思うんですけども、やはり上流から下流までありますけれども、本当にその設計の部分から生産全体にわたるまでのものづくりの中で、前回私がプレゼンしました、どちらかというとな具体的に物をつくる部分というところにフォーカスしてつくってみたのがこの図でございます。それが7ページ目です。

要は、ものづくりで何かをつくるというときには、ニーズがあって企画して、最後の流通・サービスまであるわけですが、その中でサイバーフィジカルシステムをどう捉えるかという前回の私のプレゼンの中に出てきたところを割り当ててみますと、サイバースペース、それからフィジカルスペースというふうに分けていますけれども、やはりCAD/CAMを初めとして基本的にサイバーの話ですね、でも実際にもものをつくるということは工作機械、3Dプリンターを初め、とにかくつくらなければいけない。それがいろいろ企業さんは、実際に生産現場に携わられておられるので、それをシステム全体、あるいは世界的に広げるためにどうネットワークでつなぐとかクラウドかという話はあるわけですが、まずは一番最初のそのものづくりの段階で、このサイバーとフィジカルというものがつながるんだろうかというところを、いろいろこの図をつくりながら考えてみたわけです。

フィジカルの部分というのは、例えば試作をして問題があればもう一回作り直すということの現場の話があるわけですね。これを全部サイバーでできるかということ、やはり現物合わせじゃないですけども、そういう場面というのはどうしても出てきます。ただ、そこにどこまでシミュレーション的な機能が果たせるのかと。現状では、そこはやはり切り離されていると

思います。そういう意味でサイバーとフィジカルが切れているところがあるわけですね。

黄色の部分はサイバーなんですけれども、流通・サービスから大もとの企画に戻る。それからもちろんサイバーの中だけで概念設計をして、それがまた仕様に戻るというところもあるかと思えます。ちょっとその辺は書いてございませんが。

そういう意味で、大きなループの中で、サイバーからフィジカルにフィードバックがかかるような部分、何か物をつくったその結果、概念設計が変わるとか、あるいはものを具体的につくった段階で仕様のところまで戻るとか、何かそういう流れというものを、製造現場では実際にプロダクションと言った方がいいかもしれませんが、あるかとは思いますが、そのループ、流れが変わる必要があるのかなという感じがしました。

概念設計、詳細設計、工程設計と、設計と名のつくもの、デザインというのは非常にステップがあるわけなんですけれども、そこを何か融合するような、あえて相互誘導という名前、ミューチュアルインデュースメントというんですけれども、そういう設計ができるかなという、私がつくった言葉なんですけれども。

そうすると、機械、電気、それからサイバーのモデルとか通信、その中央に制御・知能と、どうしても機械を動かすという意味では、制御・知能が重視されちゃうものですから、真ん中に置かまして、サイバーフィジカルシステムになるのかなと。

前回使った資料が8ページでございまして、そこに少し加えたのが8ページでございます。現在の設計・製造プロセス、部分的I o Tになっているのは多分左下の部分ですけども、前回お話ししましたように、ウェブシステムパラダイム的な新しい設計手法が入ってきますと、先ほどの相互誘導設計的なイメージで全体のくくりが変わるかなというのを与えられた課題であります2020年のものづくりシステムの全体像として書いたものでございます。

簡単ですが以上です。

○安井座長 ありがとうございます。

それでは中島さん、お願いします。

○中島構成員 帝人ナカシマメディカルの中島です。

このお話を頂いて、ちょっと考え込んでしまっていて、とりあえず本業のプロペラで考えた方が話は簡単かなということで、すみません、船舶用プロペラについての話で少しまとめさせていただきます。

船舶用プロペラというのは、当社は船のスクリューをつくっているんですけども、基本的に一般商船の大型プロペラというものについては、一品受注生産という形で、全て毎回違う設

計をしています。つまり、本当にカスタマイズ、マスカスタマイゼーションをやっているという形なんですけれども、そういう意味で、デジタル化というのは非常に早い段階からスタートしています。

昭和40年代にコンピューターを導入して、それでCADを自社開発して、それを更にNCにつないでという形でやってきたという歴史がありまして、基本的に今は設計から製造まで全てデータはつながっている状態で、海外の工場もそういう形でつなげることができています。

ただ、もちろん一部、まだつながっていない部分があるというのが現状です。そういった意味で、これからさらなるIoT化と言われるデジタル化のさらなる進展と結ぶ、コネクティングしていくということを考えていくということと考えているということです。

これは社内の一部の人間とちょっと話をしながらつくった資料なんですけれども、製品としては材料があって、それを設計して、それから鑄造工程があるんですけれども、鑄物があって、それから機械加工があって、完成に落ち着くという工程を社内では進めていくんですけれども、それぞれ現状では2005年、2015年、2015年というのが現状に近いんですけれども、こういう形で今進んでいると。

さらに2020年、25年というのはどうなるのかということを考えてみたということなんですけれども、材料についてはまだちょっとこういうふうに書いていますけれども、設計については、今はCFDを使った設計というのが非常に増えていまして、現在5,000個のコンピューター環境を社内設計用に持っているんですけれども、更にこれはこのプロペラ単体だけを考えると、5,000個までは何とかやれるんですけれども、船全体のCFD計算をしようとすると、更に一桁数が足りないねという話で、そういったものを今後社内だけでやるのか、外部と連携していくのかというのは別として、そういったものをやっていって、更にレベルを上げていきたいということと、そういった手法のベースには、やはりウェブアプリケーションみたいなものでやっていかないと、なかなかこれはアマゾンのが出ていますけれども、こういった形で考えた方がいいんじゃないかということを実は社内では今言っています。

そして、鑄造工程につきましては、依然として人が動いている部分が多いんですけれども、実はこれは以前、平成元年のときに光造型機を導入して、樹脂でつくったもので砂型をつくれればプロペラ1翼だけ樹脂型でつくって、それを例えば4翼のプロペラだったら4回回して砂型をつくるみたいな方法で機械化したことがあったんですけれども、結局そのサイズのものについては、海外に持っていくと、人でやった方が安いということになりまして、結局その部分はなくなったんですけれども、現状は大型についても、やっぱり砂型についてはかなり手間がか

かっているのです、そこを砂型の3Dプリンター、現在はかなり大きなものも出てきてはいるんですけども、まだまだ値段が高いというところなんですけれども、この間聞いたら2億円ぐらいすると言っていましたけれども、これらも是非安くなってくるとかいけば、私どもとしては是非活用したい部分だなと思っています。

そして今、従来の職人芸でやっていた鋳物の製作については、凝固解析がかなり進んできていて、それがかなり精度よくできるようになってきたというのが現状で、更に将来的にはよくなってくるといえるだろうと。

あとは、加工については既にもうNCでやっていますので、通常のNC加工はいいんですけども、最後の仕上げの部分、研磨の部分ですね、これがやはり従来ロボットでやろうとしたときに、やっぱりティーチングでやっていくと一品一品やるとなると、とても話が合わなくてやめた経験がありまして、そこを将来的にはAIを使ったロボットみたいなものを導入して、少しずつ更に職人さんの負担を下げたいというふうに今思っているところで、そういったことを今やろうとして少し進めているところです。

というところが現状のプロペラについての過去、現在、未来みたいなイメージで、それを少し一般化してみたのがその下のページの絵です。これは一般的な言葉で書いてみたというだけで、大した話ではないので、こんなイメージかなというふうに思っただければいいと思います。

以上です。

○安井座長 ありがとうございます。

それでは新野先生、お願いします。

○新野構成員 現在のものづくり、近未来のものづくり、最終ゴールイメージということで最初に書かせていただいて、現在の理解ですけれども、これは要はコモディティ化の加速が進んで、今までつくっていたものを明日もつくれば大丈夫という話ではなくなって、どんどん商品寿命が短くなっているという社会問題に対して、どういうプラットフォームで、僕はプラットフォームだけじゃ駄目だと思うんですけども、対応していくかということを考えるのが、この会の一つのファンクションかなと思っています。

今、国内自動車産業が50兆円で、これは日本の産業の10%で製造業の50%なので、日本のものづくりはほとんど自動車産業にぶら下がっていると言っても過言では……、50%は過言かもしれませんが、かなりぶら下がっている。そのなかで、国内の自動車の生産は1990年以降1,300万台から900万台程度まで減ってきている。それについていけた

企業は生き残っているけれども、ついていけなかった企業は非常に辛いところにあるというのが現在のものづくりの産業構造の一つではないかと思います。

先行システムの延長で見通せる到達イメージとしては、バリューチェーン、サプライチェーンの組み替えによって既存産業に残るか、それから新しい産業だとかに出ていくかなんですけれども、前者については、自動車メーカーやTier 1が新しい技術をつくれば、それによって新しい部品やコンポーネントが必要になりますので、それに自分たちの技術で対応するという事で生き残れると。若しくは、新しい企業自身の努力によって新たな部品なんかを提案するということが、それは仕組み、若しくはプラットフォームでできるかもしれないんですけれども、そういうことができれば残れる。

もう一つは、自身の技術を他産業に展開していくか、若しくは全く新しく部品メーカーから脱却して、最終製品メーカーになるということの組合せとしては、それしかないですね。ないと私は考えていて、いわゆるIoT化とかインダストリー4.0の考え方の一つに、デジタルツインという話があって、前回、安井さんの資料にもデジタルツインと同じような考え方、今日もそういった話が出てきていますけれども、そこを活用すれば割と出やすくなるのかなと。値下げ競争から抜け出せてる。そこのお手伝いはできるんじゃないかなというふうに思っています。

それから、最終のゴールイメージは、要は従来の製品の寿命が短くなっているんで、新しい製品をぼんぼん出していく、要は価値創造というのを頻発させないと日本人の雇用が持たないので、それをどうするかというと、やはり先ほど申し上げた4番目の部品メーカーから最終製品メーカーへの転向だということをうまく促していかなくてはいけなくて、そういった意味では、デジタルツインの考え方もいいですし、CAEの考え方もいいですし、進めなくちゃいけないと。あとは自分で起業するだとか、そういった土壌をやっばり育てていくというようなことが必要になるのではないかなというふうに考えております。

○安井座長 ありがとうございます。

それでは最後に、私のゴールイメージは前回示したんですけれども、今回は事務局と皆様の資料を事前に拝見いたしまして、改めてまとめ直しましたので、27ページに付いておりますので、そこで御説明したいと思います。

今日改めて御説明いただいて、より確信したことですが、キーポイントが割と共通して三つあるかなと思ってしまして、一つ目がネットワーク化ということで、それをやることによって組織や地域などからの制約事項が緩和して、サプライもしやすくなるし、技術供給も受けやす

くなると。

二つ目がインテリジェント化、あるいは知能化ということで、機械が自動的に最適化したり材料の製造などが自立的にできるといったことが進むと。

三つ目が、サービスを受ける受給者の満足度向上ということで、これは最近よく出るコトづくりということに関係するかもしれませんが、マスカスタマイゼーションのような多様性の対応ですとか、今日も出てきました新しい価値へ対応していくと、創造していくと。このサービス受給者の満足度が向上するための手段として、ネットワーク化とかインテリジェント化というものが出てくるということかなと考えますと、前回、今年度の討議の方向性、今日も御説明がありましたけれども、ターゲットの日本の今強いものづくりを強くするという視点では、AとBという方向があるし、海外の強みに対抗という意味ではCということがあるかなと。

これを受けて、これから討議して次のあと2回につきましては、さっき千嶋さんの方から御説明がありました従来のシステムとか、既に試作で整備されているものとの差分を明確にして、最終的に具体的に提案することになりますが、ちょっと参考までにというか、28ページをもう一度、私の前回のゴールイメージを改めて時系列に並べ替えたものを今日持ってきましたので、これをちょっと御説明させてください。

まず従来のものづくりシステムの例ですけれども、先ほどもありました国内の企業は意外と早くからデジタル化を進めていまして、皆さんエクセルベースから、かなり本格的なものまで、情報システムというものは結構備わっています。お話しすると、意外と「ではうちの情報システムに何してくれる」のという話が結構出てきまして、2020年頃のものづくりとしては、この情報システムの工程ごとの連携をする、あるいは社外のシステムですとかと連携するために、工程のモデル化とか、あるいは工場を丸ごと、あるいは大学丸ごとモデル化をしていって、そのモデルでもってサイバー空間をつくっていかなくちゃいけないと。

これらが整備が一部見えてくるのは2020年頃かなと思っていまして、その先に最後、このネットワーク型と、今日も議論になりました、私もネットワーク型はかなり飛んだ発想だなどとも思っていたんですけども、今日はお伺いしていると、皆さん同じような方向を結局持っておられるのかなと非常に驚きました。実はさきほども出ましたけれども、CIMとかAIとか3Dプリンターで、結構日本は早くからやりながら皆さん痛い目に遭っているんですけども、ここへ来ていよいよIoTの名のもとにエクスポネンシャルに上がったんじゃないかというグローバルの御意見もありまして、そうであるとするると出遅れる心配があるなど。

そういう意味で、ものづくりの現場のフィジカルは強いんですけども、日本が出遅れるリ

スクがあるのかどうかということで、次の議論を含めて、ちょっと右の赤のところでもとめてきたんですけども、特に産業化の出遅れリスクという意味では、さっきから出ている、まず一つ目がコトづくりのところで、これはアメリカがビジネスモデルを含めて圧倒的に今は強いということで、最近では日本企業が大量にシリコンバレーを訪問していると。私はこれは30年ぶりだと思います。30年前にも私がちょうど会社に入った頃にシリコンバレー詣でというのがありました。

それと、さっきもちょっと出ましたが、情報システムの件につきましては、安川電機さんは自分の方でかなりやられているという面はあると思うんですけども、これは前回の委員会であつたんですけども、現状は、もうほとんど海外メーカーがデファクトになっていまして、これはどうするのかということは、これは海外でもいいかもという話も前回あつたと思うんですけども、ちょっとここは議論のネタとして頭に入れたいなということ。

それと、先ほどから機械学習の話も出てくるので、これもスーパーコンピューティングの活用という視点で、最近特にコンピューターも含めたスパコンが機械学習の方でもかなり使われるという話があつて、このスパコンの活用というところがモデル化では、もちろん人間の知能を使うんですけども、それをAIに助けてもらおうという意味では、これは特に国内では学術的には日本は進んでいます。では企業が実際に使おうとすると商用のハード、ソフトはもう結局、海外産になってしまうということを各企業から伺っていますので、そういったところが課題と考えています。

それと接続デバイスの視点。これは今、人はiPhoneなどのスマホを使ってサイバー空間につながり始めたんですけども、結局モバイル利用のハードデバイス、あるいは接続デバイスが皆さんおもしろみたいと最初は思っていたのがどんどん進んで、結局今はモバイル用のデバイスが半導体のプロセスでも最先端のものを使っているということになると、結果、一部の国とメーカーに、ここはほとんど今握られようとしています。これはどう考えるかという話。

最後の3Dプリンターにつきましても、今御説明もいろいろ出てきたんですけども、これもまたブームが去るよと言っていたら、あれよあれよという間にいろんな量産にも使われ始めたということがありますので、この辺がこの2020年頃にはかなり方向は見えてきてしまって、今のままでいくと産業化の出遅れのリスクがあるんじゃないかということで、抽出をさせていただきました。

それでは、これを受けまして、先ほどの3件のプレゼンの方の御質問も含めて、新たなものづくりシステムの全体像の共有と課題につきまして、皆様の御意見を頂きたいと思います。

先ほど事務局からの資料1の最初の論点も踏まえまして御意見を頂けると助かりますので、よろしく申し上げます。いかがでしょうか。

久間議員の方からは……よろしいですか。

いかがでしょうか。特に情報システムはどうでしょうか。安川電機の南さん、どのようなお考えでしょうか。

○南構成員 情報システムのところなんです、生産全般というか経理系も含めて、SAPを当然弊社も導入しているんですね。これはもう座長が言われたとおり、海外のメーカーのシステムなんです、どうしてもSAPを入れざるを得ないということで、もうこれはグローバルにいろんな子会社を全部展開していますから、SAPがやっぱり一番となります。

しかし、先ほどの説明の中で製造実行システムのところ、MESのところなんですけれども、実はこれも導入に当たって、海外のこういうシステムメーカー、ソフトウェアを探したんですが、やはり余りいいものがないということで、実はこれはもう自社でやると。

当社の場合は、実は子会社に安川情報システムという会社を持っていますので、そこを中心にやらせているんですが、ここに関しては、我々の調査範囲がどこまでかというのはあるんですけれども、まだそれほど、このデファクトをとったいいシステムというのが、海外でも展開されていないのではないかなという意味からすると、国内、日本のメーカーの中でうまくここが構築できれば、これを逆に展開していくということは、可能性としてはゼロではないかなという気がします。

特に自動車メーカーさんを中心にここは大変強いところですので、それを標準パッケージにしていないと。日本の自動車メーカーさんもみんな個別で、これを全然オープンにしませんから、そういうのが出回ることはないんですけれども、こういうものをうまく標準パッケージにしていって、中小企業さんなんか使いやすいものにしていくと、ここというのは、今はまだビジネスチャンスがあるところで、このMESが今度IoTで先ほど言いました機器とうまくつながっていくと。そこからビッグデータに上げて情報提供ができるということを考えていくと、ここにアメリカとドイツとマークがついていますけれども、まだ少しその製造実行システムのところで考えると、チャンスはまだまだあるかなという見方をしているということです。

○安井座長 ありがとうございます。そのところはあと2回で、どこかで共有意識を持ちたいと思います。

というのは、やはり私のこの28ページの資料は、特に自動車メーカーさんとお話をするとこういう議論に必ずなりまして、やはり上の方のシステムが海外になっていて、そこが今お話

になったMESとかをどんどんつくり始めると。要は上からおりてくる力と今おっしゃった現場力で下から上がってくる力でどうなるんだと。情報システムは上からおりてくると、そこがモジュールがずっとつくられてくると、結局おりてきてしまうんじゃないかなと、そういうお話もありまして、ちょっと是非今後まだ議論のネタをお願いしたいと思います。

○南構成員 はい。

○安井座長 議論では、4ページですね、先ほど論点が六つほど事務局の方から出されていたと、今は標準システムの対応というところで議論したと思うんですけども。

3Dプリンターにつきましては、先ほどお話が出てきましたので、粉と、あと加工施設は、藤嶋さんが帰られてしまったのであれなんですけれども、加工技術というところが意外と差別化になるんじゃないかという話がある一方で、中島さんの資料を見ていましたら、熟練の技術は何かなくなっていくようなイメージもあったと思うんですけども、多分いろいろなお話をすると、結構皆さんやっぱり日本のものづくりというのは熟練技術者の力があるので、それを何とか生かさないといけないという話が割と一般的かなと思っていました。

それに対して、私はその熟練技術者のものをモデル化等をして、それをサイバー空間なりに上げられるようにして、それで更に強くしなくちゃいけないと思っていたんですけども、意外と今の熟練技術の保持というか補完というか、それを継承というか、それがかなり念頭にある方がおられますので、その中で今日ちょっと皆さんの意見は割と、熟練技術は、いつかはやっぱり置きかわってしまうというイメージだったと思うんですけども、いかがでしょうか。

○中島構成員 基本的に、私どもとしてはそこに書いておりで、やっぱり持っている技術、前からできるだけそれは何とかしたいというチャレンジをしてくれて、ずっと失敗してきているんですけども、いろいろ最近ツールもそろってきたので、そろそろ可能ではないかというふうに思っていて、是非それをやっていきたいというふうには思っているところです。

ただ、その製造全体を、確かにスマートネットワーク化してやっていくというのは非常にいいことだと思うんですけども、日本全体の生産性を考えたときに、その製造だけ考えなくて、本当は多分ホワイトカラーの生産性をどうするんだとか、そういうことも考えていかないと、結構日本の現場はすごく世界的に見ると強くて、生産性もすごく高いんだと私は現状でも思っています。

それを経済全体で見るときに何が問題かというのと、やっぱりホワイトカラーの生産性の方も本当はもっとやらなきゃいけないんじゃないかという気はいたします。ちょっと今日の話とは

違いますけれども。

○安井座長 ありがとうございます。どうぞ。

○南構成員 今の熟練者の技術なんですけど、これがデジタルで表現できれば再現をさせることは、今のいろんな機械装置ではもう可能なレベルに来ているかなという気がします。

一つの参考の事例なんですけれども、ロボットというのは御存じのとおり、ティーチング・プレーバック方式で、ものを教えないといけないという作業が発生して、これが先ほどのお話にありましたように、一品ものだとそんなの教えるのが大変だという話になると思いますが、ある水栓金具メーカーさんで水栓金具を磨くという作業があるんですけど、これはもう本当に熟練の作業になります。サンダーの研磨からだんだんバフの研磨まで、8段階ぐらい研磨を上げていくんですけども、それでぴかぴかになるんですけど、これはもう熟練の人はうまく磨いているんですね。これをではロボットで再現しようと思ったときに、どうやってティーチングするんだと、ロボットに動きをつけていくんだと。これは大変難しい。

ただし、特殊な装置をつくりまして、その人が動くものを全てデジタルデータで吸い上げていって、それをロボットで再現させると、100%その人がそういう熟練者が磨くところまではできませんが、九十数%ぐらいまでいきます。一番最後のもう本当にぴかぴかに仕上げるところだけは人がやっていただければ、もう粗加工からかなりのレベルのところまで、そういうデータを使ってやることができるということが、もうここ10年ぐらいの話の中で出来上がってきていますから、熟練者というのをどうやってデジタル化するかと、その動きとか感度とかそういうものが、それができれば恐らく今の日本の技術からすると、いろんな装置にそれを埋め込んで再現させるということは、かなりのレベルで近づいているんじゃないかと思うんですけども、ここはまた日本の得意なところだと思うんですね。

○安井座長 ありがとうございます。まさにそこは、私はちょっとうまく説明できなかったの、説明いただいてありがとうございます。

その関連でいくと、そのデジタル化する技術として、さっきちょっと話題提供でスパコンを皆さん使い始めたというところが怖くて、要はAIが熟練工を見て新人がだんだん勉強する、この過程をAIとスパコンでやらせると、結局30年ぐらいかかることが非常に短い時間で学習できてしまうというところが脅威かなと思ってまして、それをモデル化していくということがやられると結構進むということで、私がスパコンに中国の旗をつけたのは、中国がそういう形で、特に日本がノウハウで持っているところをスパコンで全部表現していこうという、そういう動きもあるということをつけていますので、是非この辺もどうするんだという

ころで、逆に熟練の技というのは知能ですから、人の知能をいかに編み出して、それをパッケージングしていくかというのが日本の強みになるかもしれませんので、是非議論のネタとしてお願いしたいと思います。

どうぞ。

○新野構成員 熟練の技を全部機械に置き換えられるかどうかというと、全部は無理なんですけれども、できるものとできないものがあると思うんですね。

私のところでやっている、義足のソケットをつくる作業から設計だけを抜き出そうという話、これをバイオメカニクスから何から全部やってお医者さんも入れてやるという話もあるんですけれども、私どもがプロジェクトを始めたのが3年前で、パラリンピックまでに何とかちゃんとしたものを出そうということを考えたときに、そんな学問をしていたらとても間に合わないの、何とか熟練作業の方々が何をやるかというのをとにかく見ようとかがえました。

最初にやったのは、義肢装具技師さんの教科書を見ました。教科書を見て、義肢装具技師さんとソフトウェアをつくる人が話をして、義肢装具技師さんも何となくなっているわけじゃなくて、彼らもちゃんと自分の頭の中にパラメーターを持っていらっしゃるので、そのパラメーターを抽出して、つまみをどんどんつくっていったら、今の段階でつまみはそんなに多くないんですが、100も200もあるわけではなくて、20ぐらいしかないんですね。

それでやった結果、つまみさえ用意しておいてあげれば、新人でも技能者でもそんなに変わらない時間で似た機能のものが設計できるようになった。これは完全な自動化じゃないんですけれども、ある意味、自動化の一手手前ともいえます。それを一つのやり方としてビデオをコンピューターに見させて、データマイニングとかそういったディープラーニングを使ってやるという方法もあるんですけれども、技能士は技能士で言葉を持っているので、そういった言葉を抽出していくという方法は、僕はまずはそこが大事で、そうやって抽出する技能とかノウハウを日本のソフトウェアメーカーが持てば、新しい技能をCAD化すること自体が、日本のビジネスになっていくんじゃないかなということを想定して、今はプロジェクトの方は進めています。

某製品では、設計のポイントをみていったら、結局30ポイントぐらいしかパラメーターがなくて、それで設計できちゃうよというふうなことになって、一気に設計ができるようになったという話もあるので、もちろんできないものもあると思いますよ。できないものもあると思うんですけれども、そうやってできるものは結構たくさんあって、波及効果としてCAD技術の展開というのは、日本が一番苦手なCADのところというのは、きめ細かいCADをつくっ

て海外に売っていくということは可能なんじゃないかなというふうに思います。

○安井座長 どうぞ。

○高島構成員 今のお話はとても大事だと思うんですけども、いわゆるビッグデータがあれば何でもできるというふうなことを言われるんですけども、結局データで分かることは相関関係しか分からず、結局因果関係というのは出てきませんから、ですから今言われた20のポイントでちゃんと因果関係を持ってやるというふうにやらないと、ちょっと違ってもう別のことはできなくなるという、かなり重要な御指摘じゃないかと、余りビッグデータに頼らないというのは重要なスタンドポイントだと思います。

○安井座長 私も実はそう思って、学問のそういう理解に基づく、学問に基づいたモデルがあって、ビッグデータで修正していくということかと思っていますので、そういう意味では本当に学問的な把握が一番大事だなと思っています。

ほかには、もうかなり時間も迫ってきたんですけども、1点、これは次回に向けてなんですけれども、大学研究機関は、エコシステムの話がちょっとありまして、というのはこのソサエティ5.0というのが今大きな話題というか、これに関連する事項になっていまして、ソサエティ5.0の中では、特に企業の投資を今後仰いでいくというところも出てくるかと思うんですけども、海外のエコシステム、例えばこれはこの前オランダの方と話していましたら、やっぱりオランダのこの研究機関、大学がつくったところは、結局企業がお金を入れたときに何倍でリターンがあるかということを表示としてしっかりと出されているということがあります。そうすると、企業として自分のところの社内の研究機関に出すよりは、外部の研究機関に出した方がリターンが大きいと、そういう経営判断で使うというのがありまして、ちょっとそういう指標が我が国になじむかどうかということも含めて、今後議論もしていけたらなと思っています。

あと全体を通しまして、経産省の徳増さん、もし御意見がございましたらお願いしたいんですけども。

○徳増参事官 全体的な、ちょっと感想じみた話になるんですけども、新たなものづくりのシステムと考えたときに、若干何か議論に現場視点がやや強いなというのは正直言って感じていて、そういうところで資料の1とかを見ていたら、「日本のものづくりの強みである現場起点の最強化」というのがあって、ややここは私は若干、正直違和感を覚えている、現場起点でやっぱり考えると、なかなか新たなものづくりのシステムは多分ならなくて、恐らく顧客起点なりでまずは考えた上で、その先にいかに日本の強みである強い現場というのを生かすのかと

いう視点になっていかないと、なかなか新たなものづくり、特に価値をいかにつくるかというところの視点にならないというのが若干気になっていて、是非何かそういった視点を議論の中で若干入れていただくといいのかなというふうに思います。

○安井座長 ありがとうございます。それは重々承知しているつもりでございますけれども、とはいえ、それだけしゃべると現場が強いという、そもそもの日本の強みを忘れるといけないということでちょっと改めて書きましたので、すみません、そこは重々承知してまして、そういうことが表現できるように変えていきたいと思っておりますので、今後もよろしくお願いします。

久間議員はいかがでしょう。

○久間議員 どうもありがとうございました。

何度も申し上げますが、本戦略協議会は、今年度の総合戦略の議論をする場であり、新産業に対する各省庁の施策を誘導するための協議会なのです。ものづくりに関しては、最初に製造といった従来のものづくりと、今後必要なコトづくりなど、様々な議論がありました。しかし全体的に、具体的に何をすればいいかという議論になっていないのです。

例えばインダストリー4.0に相当するシステムづくりの議論では、ドイツはこうしたから日本もこうするといった発想になっています。日本独自のサイバーフィジカルシステムはどうあるべきかといった議論になっていません。

また、個別の技術で言うと、熟練者の匠の技をロボットに教えるというのは、10年前から言っていることです。ただ今はディープラーニングが出てきたから、そのようなコンセプトが再燃しているのです。しかし、具体的にどう開発するのかという議論になっていない。

製造業の中で熟練者がいなくては成り立たない分野はどこなのか、分らないです。例えば安川電機とか三菱電機のようにFAが強い会社で、熟練技能者が必要なのはどこなのか。車産業や部材産業はどこなのか。そういったところから議論しないと先に進みません。ロボットが人間のどのような技能をまねて、人間の代わりに作業するのかを具体的に議論せずに一般論で話しては、10年前と同じ話を繰り返すことになるのです。

熟練者が必要な分野がわかれば、それをいくつかのパターンに分類できるはずですが、こういった問題はディープラーニングを活用してロボットに置きかえられる。この分野はまだディープラーニングでは解決できないというように分類できます。そのような議論をした上で、経産省や文科省など各省庁の施策を誘導していただきたいと思っております。

システムの議論も個別コンポーネントの議論も、まだ具体化できていません。いつも言うのですが、このままでは単なるサロンで終わってしまう。残り2回ですが、総合戦略を策定す

る上で役立つ議論をしていただきたいと思います。

以上です。

○安井座長 分かりました。ありがとうございました。

今を受けまして残り2回、今日出ました方向性、それで行く道は共有されていると思いますので、是非とも具体的な提言をとということで議論してまいりたいと思いますので、よろしくをお願いします。

それと、一つつけ加えますと、高度道路交通システムの検討状況につきましては、今回は資料の提出のみとなりました。次回は葛巻副座長の方から、高度道路交通システムの検討状況につきまして報告していただく予定です。

それと、次回は有識者としましては、名古屋工業大学の橋本先生をお迎えしまして、IoTの中でもセキュリティーの情報の提供を中心にご提供いただく予定でございます。また、中堅・中小企業関連で帝人ナカシマメディカルの中島様からも、そしてものづくり政策ということで経産省さんからも情報提供をお願いしたいと思いますので、よろしくお願いたします。

本日は、活発な議論をありがとうございました。

それでは、本日の議題は以上になりますので、事務局より連絡事項などお願いたします。

○事務局（千嶋） 事務局より連絡事項をお伝えいたします。

次回ですけれども、3月6日月曜日、3時の開始予定でございます。場所は本日と同じこの4号館で、詳細は別途事務局から御案内させていただきます。

本日頂きました御意見等は、事務局にて整理の上、参考資料として次回会合までにお送りするようにいたします。また、各構成員の皆様へのお願い事項は、別途メールでまた御連絡申し上げますので、よろしくをお願いします。

本日の議論や資料に関して、本協議会終了後に気付いた点などがございましたら、これもまたメール等で事務局に御連絡いただければありがたいと思っております。

また、本日の資料の郵送を御希望の方は、机上に資料を残して御退出いただければ、こちらからお送りさせていただきます。

本日はお忙しい中お集まりいただき、また活発な御議論をありがとうございました。

以上になります。

○安井座長 どうもありがとうございました。本日はこれで閉会といたします。

午後2時54分 閉会