

新産業戦略協議会

(第5回)

議事録

平成29年1月5日

午後 2 時 5 9 分 開会

○事務局（千嶋） それでは、定刻まであと 3 0 秒ほどございますけれども始めたいと思います。第 5 回新産業戦略協議会を開催いたします。

皆様、明けましておめでとうございます。新年早々にお集まりいただきまして、誠にありがとうございます。

本日、事務局を務めさせていただきます、内閣府産業技術・ナノテクノロジーグループの千嶋と申します。本日はよろしく願いいたします。

まず初めに、総合科学技術・イノベーション会議の久間議員より御挨拶いただきます。

○久間議員 皆様、明けましておめでとうございます。本日は、お正月早々御出席いただきまして、どうもありがとうございます。平成 2 8 年度新産業戦略協議会の開催に当たりまして、お願いも兼ねて一言御挨拶を申し上げます。

昨年度、本協議会では、新たなものづくりシステムの構築に向けて議論していただきました。その内容は、昨年 5 月に閣議決定された科学技術イノベーション総合戦略 2 0 1 6 に、更に総合戦略に沿った各府省の施策に反映されました。構成員の皆様には、この場をかりて改めてお礼申し上げます。

さて、製造業は我が国の経済を支える基幹産業ですが、安価な生産コストを武器とした新興国の追い上げや、ドイツのインダストリー 4. 0 に代表される欧米主要国のグローバル戦略により、これまでの競争優位性が脅かされております。我が国のグローバル競争力を持続するためには、これまでの強い生産技術をより強くするとともに、I C T を徹底的に活用して製品規格、生産・流通・消費、そしてメンテナンスまでも含めてユーザーニーズに基づく価値の高い製品をスピーディーに顧客に届ける、そういったシステムを構築することが必要です。

昨年度からスタートした第 5 期科学技術基本計画では、**Society 5. 0** の実現を掲げております。**Society 5. 0** とは、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させることにより新しい価値を創出し、経済再生、経済成長と社会課題の解決を両立し、豊かな国民生活を実現するコンセプトです。ものづくりは、この**Society 5. 0** を構成するコアシステムの一つです。S I P も含め関係府省が一体となって、世界に勝てるものづくりシステムの実現を図るため、構成員の皆様方には幅広い視点からの議論をお願いいたします。どうぞよろしくお願い申し上げます。

○事務局（千嶋） ありがとうございました。

次に、構成員の皆様を御紹介させていただきます。議事次第の次のページに構成員名簿がご

ございますので御参照ください。

それでは、本日御出席の方から御紹介します。

まず、トヨタ自動車株式会社C S T O補佐で、S I Pの自動走行システムのPDでもいらっしやる葛巻清吾様。

○葛巻構成員 葛巻です。よろしくお願ひします。

○事務局（千嶋） 早稲田大学創造理工学部学部長の菅野重樹様。

○菅野構成員 菅野です。よろしくお願ひします。

○事務局（千嶋） 国立研究開発法人科学技術振興機構（J S T）研究開発戦略センターフェローの高島洋典様。

○高島構成員 高島です。よろしくお願ひいたします。

○事務局（千嶋） 帝人ナカシマメディカル株式会社代表取締役会長の中島義雄様。

○中島構成員 中島です。よろしくお願ひします。

○事務局（千嶋） 東京大学生産技術研究所教授の新野俊樹様。

○新野構成員 新野です。よろしくお願ひいたします。

○事務局（千嶋） DMG森精機株式会社専務執行役員の藤嶋誠様。

○藤嶋構成員 藤嶋です。よろしくお願ひします。

○事務局（千嶋） 三菱電機株式会社F Aシステム事業本部産業メカトロニクス事業部技師長の安井公治様。

○安井構成員 安井でございます。よろしくお願ひします。

○事務局（千嶋） 本日は御欠席でございますけれども、株式会社安川電機取締役常務執行役員のI C T戦略担当、南善勝様が構成員としていらっしやいます。

以上8名の方が本年度の当協議会の構成員の皆様になります。本日は、8名の構成員のうち7名の構成員に御出席いただいております。

総合科学技術・イノベーション会議からは久間議員と上山議員に御出席いただいておりますが、上山議員は少し遅れての参加と聞いております。

また、関連するS I Pとして、S I P革新的設計生産技術の佐々木PDにも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。

○徳増参事官 徳増です。

○事務局（千嶋） 総務省情報通信国際戦略局技術政策課研究推進室の出葉イノベーション推

進官。

○出葉推進官 出葉です。

○事務局（千嶋） 国土交通省総合政策局技術政策課技術開発推進室の高嶺室長。

○高嶺室長 高嶺です。

○事務局（千嶋） 以上の方々に御出席いただいております。

本協議会の運営に当たりまして、座長、副座長につきましては、重要課題専門調査会の久間会長と相談の上、座長を安井構成員に、副座長を葛巻構成員にお願いしております。

では、以降の議事進行は安井座長にお願いいたします。

○安井座長 どうもありがとうございました。

昨年度に引き続きまして本協議会の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。

この協議会の話題については、グローバルなお客様からかなり前から伺いしていただき、その関係で皆様を差し置いて座長を務めさせていただきますけれども、昨年度からかなり動きがございまして、今年は本当に国内外の動きを含めて議論していけると思いますので、是非よろしくお願ひしたいと思ひます。

それでは、議事に入りたいと思ひますけれども、まず事務局から資料の確認の方をよろしくお願ひします。

○事務局 新年明けましておめでとうございませう。事務局の方から資料の確認をさせていただきます。

お手元の議事次第の一番下のところに配布資料の一覧がございませうが、資料の方はクリップどめを外していただきまして、まず資料1がA4縦になってございませうけれども、新産業戦略協議会の運営規則（案）、それから、次の資料2がパワーポイント横の資料でございませうが、平成28年度新産業戦略協議会の審議法案についてでございませう。おめぐりいただきまして、資料3-1が安井座長の資料、それから、資料3-2が藤嶋構成員からの資料、資料3-3が菅野構成員からの資料になってございませう。一番最後に参考資料1といたしまして科学技術イノベーション総合戦略2016の抜粋版を付けてございませう。

それから、机上の方には、このピンクのファイルを置かせていただきございませうが、このファイルの中には総合戦略のフルバージョンと、それから第5期科学技術基本計画の冊子を綴じてございませう。

不足等ございましたら事務局の方までお願いいたします。

事務局からは以上でございます。

○安井座長 それでは、議題に移らせていただきます。

議題 2-1 は、新産業戦略協議会運営規則（案）についてとなります。これについて事務局から説明をお願いいたします。

○事務局（千嶋） まず、資料 1 を御覧ください。新産業戦略協議会運営規則（案）です。簡単に御説明します。

第 2 条から御説明します。まず座長と副座長ですけれども、この協議会には座長及び副座長を置き、座長は戦略協議会の事務を掌理します。特に副座長は、第 5 条第 1 項（2）の調査・検討事項の事務を掌理し、座長を補佐する。また、座長が出席できない場合には、副座長又はあらかじめ座長が指名する構成員が、その職務を代理いたします。

続きまして、構成員の欠席についてですけれども、構成員が欠席する場合には、代理人を出席させることはできません。また、ほかの構成員に議決権の行使を委任することもできません。ただし、書面により意見の提出をすることはできます。

議事についてです。戦略協議会は、構成員の過半数が出席しなければ議決することができません。議事は、構成員で会議に出席した者の半数以上で決し、同数の場合は座長の決するところによります。この協議会は、関連機関に対して必要な協力を求め、調査・検討等に参加させることができます。また、必要があると認めるときには、参考人を招いて意見を聞くこともできます。

調査・検討事項です。（3）までございますけれども、（1）は第 5 期科学技術基本計画の第 2 章（2）世界に先駆けた「超スマート社会の実現」（Society 5.0）、（3）の「超スマート社会」における競争力向上と基盤技術の強化及び科学技術総合戦略 2016 の第 2 章（1）Ⅲ i）「新たなものづくりシステム」に関連する事項、（2）は、第 5 期科学技術基本計画の第 3 章（1）② ii）「持続可能な都市及び地域のための社会基盤の実現」及び「科学技術イノベーション総合戦略 2016 第 2 章（1）Ⅱ ii）「高度道路交通システム」に関連する事項となっております。また、（3）としましては、これらに附帯する事項、これらを調査・検討を行うというものです。

裏に行きまして、この協議会が、この検討事項の議決内容について、ほかの戦略協議会等と共有し、意見を求めることを必要と認めた場合、戦略協議会の座長は他の戦略協議会等の座長に議決する内容について連絡する。それから、（2）に附帯する事項については、副座長が定

める会議等に必要な調査・検討等を委任することができ、その結果の報告を承認することをもって戦略協議会の決議といたします。

また、公開についてです。第6条は、この会議そのものについてですけれども、原則として公開といたします。ただし、座長が会議を公開しないことが適当であるとしたときにはこの限りではございませんが、公開しないこととした場合には、その理由を公表するものといたします。

第7条は、この議事の内容についてですが、原則、こちら公表といたします。ただし、座長が議事内容を公表しないことが適当であるとしたときには、戦略協議会の決定を経て、その全部又は一部を非公開とすることができます。

雑則としましては、ほかに必要な事項は座長が定めるとしております。

こちらについては以上です。

○安井座長 ありがとうございます。

なお、新産業戦略協議会において調査・検討事項として第5条第1項(2)に定める事項、高度道路交通システム等に関する事項につきましては、本運営規則の第5条第3項にのっとり、副座長である葛巻構成員と相談の上、葛巻構成員がPDを務めるSIP自動走行システムに調査・検討等を委任させていただくことといたします。

本件につきまして、御意見、御質問ございますでしょうか。よろしいですか。

それでは、御異議なければ、資料1のとおり新産業戦略協議会運営規則を承認といたします。今後は、第5条第3項にのっとり、SIP自動走行システムの議論の結果については、副座長からの報告を承認することをもって本戦略協議会の議決とさせていただきたいと思っております。

それでは、次の議題に移りたいと思っております。

議題2-2、平成28年度新産業戦略協議会の審議方法についてです。

まず事務局より説明をお願いいたします。

○事務局(千嶋) それでは、資料2を御覧ください。

まず、この新産業戦略協議会の位置づけですけれども、めくっていただきまして1ページ目、こちらは内閣府の重要課題専門調査会の体制図になります。この新産業戦略協議会は、9つある協議会やワーキンググループの一つと位置づけられておりまして、当協議会では新たなものづくりシステムと高度道路交通システムの二つを取り扱うこととしておりますが、先ほどからありますとおり、SIPの自動走行システムの中で、この高度道路交通システムについては御

議論いただいて御報告いただくとしております。したがって、当協議会では主に新たなものづくりシステムについて議論することとなります。

めくっていただきまして2ページ目は、それぞれの協議会やワーキンググループの検討対象を示したものになりますので、必要に応じて御参照ください。

めくっていただきまして3ページ目ですけれども、こちら、平成28年度新産業戦略協議会検討事項とスケジュールです。今回から3月にかけて、合計4回の協議会を開催する予定でございますけれども、主な検討事項は左下の囲みの②のところでございますが、平成30年度予算で取り組むべき課題にあるとおり、CPS、IoT時代の新たなものづくりシステムの全体像の共有と、従来のものづくりシステムや海外の先進システムとの差分の明確化でございます。これにより、今後取り組むべきものづくりの課題と対応方針を示し、総合戦略2017に書き込む事項を御提言いただくことが当協議会のアウトプットとなります。

めくっていただきまして、4ページ目でございますが、この協議会の主要議題と進め方(案)を示したものでございます。毎回、構成員又は有識者の方にプレゼンという形で御意見を頂いた後に全員で討議をする形式を予定しております。本日は、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を目的に、お三方のプレゼンに引き続いて議論を行っていただく予定です。

また、次回、本日の議論をもとに、構成員の皆様は新たなものづくりシステムの全体像への御意見を事前に御提案いただき、課題の抽出と対応案を御検討いただければと考えております。また、第7回ではセキュリティー問題や中小企業のIoT化を御議論いただき、第8回では、新たなものづくりも支えるナノテク材料技術の御意見を集約させていただいた後、総合戦略2017に書き込む事項の取りまとめにつなげていく予定としております。

次に、本年度の議論に入る前に、昨年度から今年度の前半にかけてどのような議論がなされたのか、簡単に御紹介させていただきます。

めくっていただきまして、6ページ目を御覧ください。

昨年度の新産業戦略協議会では、①として大手企業のものづくり競争力のグローバルナンバーワンを将来にわたり担保する。②として、中堅・中小企業、地方企業のグローバル需要獲得力を増強すると、この二つを掲げて、その下の(1)から(3)にありますようなシステム構成を目指して議論を行いました。その際に、次のページの7ページ目に示しますように、サプライチェーン、エンジニアリングチェーン全体にわたる府省連携、各府省施策の不足点、関連団体も含めた連携、協力関係などの観点から議論をしております。

8 ページ目を御覧ください。

こちらの図は、横軸にサプライチェーン、左側の縦軸にはエンジニアリングチェーンを示しておりますけれども、昨年度はICTでサプライチェーンをつなぐため、IoTの基盤技術に加え、IoT化の実証が重要であるとの議論がなされ、経産省さんでも今年度よりスマート工場実証事業がスタートしております。現在、国で取り組まれているものづくり施策の全体観は図に示したようになっております。市場や顧客のニーズを的確につなぐために、脳情報の活用技術開発やSIPの感性設計技術開発などが進められております。また、規格を実際の試作品や製品にするための3Dプリンターやレーザー加工技術に加え、中小企業向けのロボットや次世代ロボット技術の開発なども進められているところです。

次に、9 ページ目を御覧ください。

昨年の協議会では、サプライチェーンの議論に加えまして、事業体の視点から施策の不足についての議論を進めました。詳細は後ほど安井座長のプレゼンの中で説明しておりますので割愛いたしますけれども、次の10 ページ目に示すマトリックス表を作成いたしました。規格マネジメント、サービスの視点からシーンを想定し、その実現に必要な技術からものづくりを考えて、この中で、新たなものづくりシステムを進める際に不足している領域として、シミュレーションや異なるメーカーの機器間の通信を自動で行う技術などが見えてきました。

11 ページ目ですけれども、こちら、経産省さんでまとめましたスマート工場実証事業と、ほかの事業との特徴の比較の図になります。スマート工場実証事業では、予防保全や企業内、あるいは企業間のデータ連携を中心に実証事業を進めているのに対して、表の右側の米国のインダストリアル・インターネット・コンソーシアムでは、GE社を中心に予防保全に力を入れている。また、ドイツのインダストリー4.0では、機器間ですとか企業間のデータ連携を中心に取組を進めているところです。本協議会の議論では、海外の取組も視野に議論を進めていただければと考えております。

また、次の12 ページ目でございますけれども、関連団体も含めました連携ですとか協力関係をまとめたものです。直近では、左側の中段にありますIoT推進コンソーシアムと米国のインダストリアル・インターネット・コンソーシアムとの間でIoT推進に関する覚書が交わされるなど、課題となっていた海外とのパイプも構築されてきております。

こうした取組を受けまして、本年度の協議会が本日よりスタートいたしますが、ものづくりは取り扱う範囲が広範になります。

例えば、次の次のページですね。14 ページ目を御覧ください。

生産工程におきましては、切断から溶接、組立、梱包等、様々なフェーズがございますけれども、これをフィジカル空間とサイバー空間で取り扱うという必要が生じます。

また、その次のページですね。15ページ目に示しますとおり、生産システムやロボット、AI、更に中堅・中小企業のIoT化というような項目を現実空間とサイバー空間を考慮して検討していく必要がございます。このために、今年度の協議会では、14ページ、15ページで述べた領域をカバーできる構成員の方にお越しいただきまして議論を進めていただくことといたしました。

16ページ目には、それぞれの構成員の皆様の主な御担当領域を一覧で示してございます。

今年度の討議の狙いと流れにつきましては、安井座長からお話いただければと思いますので、安井座長、次の17ページ目からよろしくお願いいたします。

○安井座長 どうもありがとうございます。

昨年度は結構いろいろ、このものづくり関係は話題がございまして、どちらかといえば現状からいろいろな議論を整理して十分把握したといったところですがけれども、今年度は17ページにございますように、ものづくり・ことづくりの競争力向上ということで、特に日本のものづくりは、まだまだかなり強いものがございますので、現場起点でこれをもっと強くするというのを追求することと、もう一つ、とはいえ、やはりことづくりに関しましては海外の方がかなり強みがあるんじゃないかということがございまして、海外の強みであることづくりの具体的な育成施策についても検討を進めたいと思っています。

その手法ですけれども、今御説明がございましたように、各委員の所属するコミュニティーを活用したいということです。この協議会は、資料、あるいは討議が基本的に公開ということがございます。今回の集まっていただきました委員の皆様は、国内外に広い人脈というか、コミュニティーをお持ちの方というふうに向っておりますので、これまでの協議会の内容はもう公開されていますし、今回の内容も含めまして順次公開されていきますので、皆様のコミュニティーで是非とも議論もいただいて、その見識を集めてきていただきたいということが1点目でございます。

もう一点が、バリューチェーン全体での最適を要するということの議論を推進したいということで、そのために具体的検討事項としては、今年是最終的に、我が国として目指すべきシステム全体の最後のゴールイメージの共有をしっかりと進めるということが1点目。二つ目が、じゃ、それに比べて今まではどうだったのかということと、現在、昨年度も確認しました国内外での企業、あるいは各省庁の施策による整備が進行中の、先行のシステムと何が違うんだというこ

との差分の明示化、その上で、新たなものづくりシステムがゴールに到達するために何をするかという具体的な提案をするという、こういう感じで進めていければと思っております。

18 ページに、この内容を5回から8回で順にどういうふうに進めるかということ、若干繰り返しになりますけれども、まず今日は、新しい委員の方もおられますので、これまでの検討経緯を私から一部御紹介もしまして、ゴールイメージの共有をどういうふうにするかということをお互いに認識を合わせたいと思っています。

これを受けて次回、第6回で各委員の皆様からシステム全体像の意見を頂きまして、ゴールイメージ策定のための議論をしたい。そのときに、さっき申し上げましたように三つイメージをつくる必要がございます。一つ目が、まず現状どうなっているか、現状をどう見ているかという現状の全体像。二つ目が、現状に対して各企業は今活動を始めていますけれども、各企業の活動、あるいは各国の活動を含めると、これを外挿していくと今後どういう形になるかという、その全体像。三つ目が、それとは別に、本当に我々がこうあるべきだという、あるべき、目指すべき、狙うべき全体像、この三つがあるかと思えます。我々が狙うべき全体像と現状の延長線上で想定される全体像の間に差が生じるようであれば、その差分については新たな戦略をつけ加える必要があるという観点で議論を進めたいと思っています。

それを受けまして、第7回でゴールイメージに対しまして意見集約と取りまとめをして、そのゴールイメージに到達したときへの産業への影響度、それに対しての政府に関わっていただきたい内容について議論をする。

最後に、ゴールイメージを確定しまして、それをベースに総合戦略へ提言していくということを進めたいと思っています。

以上でございます。

ここまでのところで、何か御意見、御質問がございましたらお願いします。よろしいですか。それでは、これまでの議論の進め方に関しまして、本協議会終了後に気付いた点などございましたら、後ほど事務局の方に連絡をいただければと思います。

それでは、次の議題に移りたいと思います。

それでは、議題2-3の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です。

先ほど私の方から御説明しました、本協議会のゴールを目指すためには、まずは新たなものづくりシステムの全体像を皆様と共有できるようにしたいと考えております。その上で、繰り返しになりますけれども、新たなものづくりシステムと、例えば既存のシステムやインダストリー4.0との差を明確にしまして、今後取り組むべき課題の抽出へ進めていきたいと思っ

います。

そのために、本日は、議事次第にありますように、まず私の方から新たなものづくりシステム全体像の案というか、こんなふうな雰囲気ということをお説明しまして、その次に、インダストリー4.0の考え方も取り入れた工作機械のIoT化ということをお進めされておられます藤嶋様よりIoT化の現状と未来、フィジカル空間とサイバー空間のつなぎ方に不可欠な計測・制御の観点から、ものづくりの課題を菅野先生に情報提供いただきまして、その後、皆様で全体像の共有に向けた議論を進めたいと思っております。各プレゼンの後には5分程度の質疑の時間を設けますけれども、もちろん三つのプレゼンをお聞きいただいた後でまとめて御質問いただいても構わないかと思っております。

それでは、まず最初に私の方から、資料3-1で御説明をしてみたいと思っております。

めくっていただきまして、まず「はじめに」という全体の大きな流れですけれども、おとし、ちょうど年初、今の時期、2015年の初めに日経ビジネスさん等が激しくいろいろ書かれてまして、インダストリー4.0などを起点とする新産業革命の提唱というのがございました。昨年度、2016年度の年初には、IoT化によるスマート化が共通言語としてなりまして、特に去年はAIも加わるという状況です。去年末を見ますと、特に既存事業を軸に国内外で着実に進展、要はお金を皆さんが使い始めたといった状況かと思っております。

今年の展望ですけれども、昨年度、この協議会でも不足していた、不足していると見ていた内容は、着実に進展して環境は整っているかと思っております。それと、グローバルで特に海外の方で、このIoT、AI含めて投資が進んでいまして、各企業が差別化を狙っていくというふうにも考えます。したがって、各企業はいろいろどんどん進んでまいりますので、国として全体最適に関与するとすると、この2017年度は非常に重要な局面になるはずというふうに考えています。

次のページからは、昨年度御説明した内容を若干飛ばし飛ばしで振り返りたいと思っております。

3ページを見ていただきますと、昨年度、国内外の議論が非常に多岐にわたってございまして、ものづくりは幅が広いということで6シーンぐらいあるだろうということで、シーンを6シーンに分けて一度お互いに共有を図りました。シーン1からシーン6ですけれども、二つ、シーン1と2だけちょっと御説明したいと思います。

次のページをめくっていただきまして、4ページをめくっていただきますと、シーン1がお客様に販売済みの製品の遠隔監視や動作保証をするということで、これが2015年の年初にGEさんが宣伝されましたインダストリーインターネット関係ということで、実績例としては

航空エンジン、発電機などの大型のインフラ系。このときの関連キーワードがサービスプラットフォーム、あるいは遠隔監視ということで、このときの顕在化している課題としては、やっぱりITシステムがもっと安くなってほしい、低コスト化というところでございまして、最終的に推進者が欲しいものとして、下の先取りのICTとか動作シミュレーターというのを書きましたけれども、こういったものがこの2年ほどでかなり整備されてきたというのが現状かと思っております。

次のページを見ていただきますと、これはどちらかというと国内での議論が顕著で、皆さんよく目に触れられていると思いますけれども、自社工場の稼働状況を監視して運営するというところで、国内外の各種の量産工場で適用例が新聞報道等を特に昨年されたかと思えます。関連キーワードとしては、稼働率の向上ですとか効率的運営、あるいは変種変量生産、グローバルの最適地生産で、この中で、例えば赤字で書きました既存装置のデータ取出し機能の追加といったものも、昨年度各社からいろいろ出てきまして整備が進んでいる。この先取りICT、動作シミュレーター、あといろいろな規格が現場で動いていますので、自動翻訳機という話も去年したんですけれども、これもいろいろな会社から実は出てきたということで、どんどんこの分の不足分は充実化が進んでいるというのが現状でございます。

6、7、8ページは、ちょっと後で見ていただきまして、ずっと飛ばして、10、11ページも先ほど御説明が事務局からありましたけれども、全体像をまとめると11ページのように、シーン1から6で大体世の中で行われている活動全体は把握できたかなというふうに議論を進めました。

それで、12ページからが今年の話になるかと思うんですけれども、昨年の議論で、私は座長として非常に記憶に残っている事項が、ここに書きましたけれども、特に後半、最後のまとめのときに、やはり今後、海外のシステムとの連携が必要だということで、日本としての窓口が必要という提案を昨年の最後にしたことが非常に記憶に残っています。今年追加してやる重点事項としては、システム全体像の確認と不足事項の明確化というのをやるのは、今御説明したとおりでございますけれども、もう一つ、このシステムを活用した新しいビジネスの創出まで踏み込む必要があるというふうに考えて、それにつきまして次のページ、13ページで御説明したいと思えます。

これは今のIoT化のステップを書いたものですが、国内で議論していますと、どちらかというと(1)から(4)に進んでいまして、ものづくり企業からいくと、まず現場と業務システムをつないで、次に工場同士をつないで、それができると、今度はサプライチェーン、

グローバル販売の最適化をして、じゃ、新しいサービス、新製品の創出をしようと、こういう下から順番に上がっていくことがよくございます。これだとなかなか投資をするときに、例えば工場同士をつなげる投資をするのに、何のためにするんだと。それで、どうやってもうかるんだということで、下から上がっていくと、結構投資を仰ぐのが非常に困難をきわめることがございます。ところが海外の方は、どちらかという上から下がってきまして、ことづくり関係の方々、まず例えばUberのように、上の方から新しいサービスがしたいことがございまして、それを実現するためにサプライチェーンをもっときれいにしたいとか、グローバル販売を最適化したいとか、工場もつなげてほしいとか、業務システムを連携もしてほしいと、上から下がってくると意外と投資がしやすいということで、やはりものづくりの視点と、ことづくりの視点の方向の両面から検討するべきであるというふうなことが今年の検討すべきこととして提起したいと思っています。

次のページから、今度は全体像をどういうふうに捉えるかということで、これは、皆様、実はいろいろな絵を頭に描かれていると思います。次回、皆様の頭の中の絵を是非とも持ち寄っていただいて共有したいというのは、やはり最後は絵で理解することになると思いますので、是非ともお互いの絵を見比べないとなかなか分からないということでお願いしますけれども、今日は三つほど例を持ってまいりました。これは相手によって絵をかえますので、いろいろなところで私が御説明した例の一例でございます。

まず14ページの絵が、これが左側が従来のものづくりで、右側が新しいものづくりシステムの例でございます。従来のシステムとの違いは、従来の現実空間のものづくりの継続に加えて、サイバー空間のものづくりシステム、フィジカル空間からサイバー空間へのモデル提供機能、外部エコシステムを備えているということでございまして、図の1を見ていただきますと、例えば市場から注文が来て、例えば大きな企業でお断りするものにつきましては、これはエコシステムを備えて大学や研究機関、ベンチャーが受取りをする。次に、ものづくりフィジカル空間の内容につきましては、モデル化をしてもものづくりサイバー空間というのを新しく設けまして、この中でシミュレーションベースで最適化できるようにするといったものが新しいものづくりシステムの例でございます。

この中のサイバー空間につきましては、先ほど事務局から一部御説明しましたけれども、例えば15ページを見ていただきますと、金属加工のラインはこういうふうになって、これはフィジカル空間で既にあるものです。これに対して16ページにございますように、サイバー空間でこれを検討していくのに、現状、例えば組立てや梱包工程は、お金をかければ今はシミュ

レーション、あるいはモデルができるという状況になっていますけれども、切断や型抜、あるいは切削、塗装のラインは、これをモデル化するのは非常に現状でも困難でございまして学理が必要という検討ができますし、17ページにございますように、今度は実際フィジカル空間でも加工が非常に難しい新素材加工の例になりますと、そもそもこれの加工機のところが切断、型抜、付加、切削のところで抜けているといったことがございまして、その場合は18ページにございますように、フィジカル空間、サイバー空間、両側で現状欠けている要素があるということが示してあります。

それで、次の19ページに移りますと、今度はものづくりシステムは、もう少し大手企業の視点でいきますと、大きな企業でありますと、例えば図1の左にございますように、現状で既に製品規格から保守に対しまして情報システムというのをお持ちで、ある意味でサイバー空間のデジタル化がかなり進んでいるというのが現状かと思えます。こういった大手のPLMというソフトを備えた方々にとりましてはどのようなものが加わるかというので表現したのが図の右でございます。このCAD/CAEの部分につきましては、製品のモデルがかなりできまして、あるいは計算機の中で一部最適化ができる状況になっているというのが現状かと思えますけれども、例えば市場データのモデル化ですとか、あと販売のモデル、こういったところはまだまだ緒についたところがございますので、この部分のサイバー空間を整備することと、あと、どのサプライヤーを選ぶかということで、例えばA社、B社、C社のサプライヤーのモデルでありますとか、あるいは大学や研究機関を活用する場合に、そこがどんなことができるかということモデルで把握するところが抜けていますので、ここでありまして、この点線のところが開発中、あるいは要開発という表現になるかと思えます。

それで、例の3はもう少し飛び抜けたというか、海外の方はどちらかという、この例の3を狙っているということで、プレーヤーという視点でのまとめも必要ということで、20ページ、字をまず読みますけれども、例えば既存の企業におきましては、IoT/AIやデータベースを活用した自社工場の生産性の向上、あるいは最適工場選定、サプライヤーの最適化、受注の拡大などが対象なんですけれども、新しい、例えばベンチャーの企業でファブレスを狙うようなところにつきましては、サイバーの空間で構想した事業規格をフィジカル空間で実現するために3Dプリンターやスマートファクトリーを選ぶといったことが対象となります。

これをちょっと絵にしますと、次の21ページがこの絵でございまして、従来のものづくりシステムに対して、例えば製品提供型でいきますと、これはフィジカル空間一新ということで、事業規格をして販売という二つだけ持ちまして、あとは全て外に任せる。ですから、設計も外

部に任せて、ものづくりは3Dプリンターで直接販売するかスマートファクトリーに頼んでほしい。サービス提供型になりますと、物もスマートファクトリーから直接お客様のところに行き、実際そのサービスの内容だけを販売するという事業形態があるかと思います。これはどちらかというと、ことづくりの方がこの形態をとっています。

これに対してサイバー空間を追加すると、事業企画をされた方が設計モデルをつくりまして、そのモデルが一番合った設計会社をA社、B社から選ぶ。3Dプリンターにつきましても、3DプリンターAを持っている人、Bを持っている人から、どの人が一番最適かをモデル上で選定する。スマートファクトリーについても選定するという事で、こういった形でモデルの中で全てやるといったことが、ある意味非常に先進的な、特に海外のことづくり企業の狙っている全体像になるかと思います。

以上の形で、2017年の展望を先ほど書きましたけれども、これと対になる話として、国内外で顕在化している議論は、実はほとんどが既存企業の事業の活動分野、それが小さくなるとか、新たに加えなくては行けないという分野の延長での囲い込み戦略が中心になりますので、この協議会では、是非グローバルの皆さんのコミュニティーで議論されていると思います。グローバルの企業活動の全体像の把握を進めたいということと、それによって産業規模、社会への影響度合いの考慮も必要に応じてしてまいりたいというふうに思っています。

以上でございます。

もしここで御質問等がございましたらお願いしたいと思っておりますけれども、すみません、ちょっと早口でしゃべってしまいましたけれども、よろしいでしょうか。

○高島構成員 ゴールのイメージということなんですけれども、何年後ぐらいを想定したゴールだと考えてよろしいでしょうか。

○安井座長 私の意見としては、まずは2020年ぐらいと思っていますが、どうでしょうか。

○高島構成員 あと3年ですか。

○安井座長 ソサイエティ5.0のイメージからいくと、まず2020年頃と、最終的に今回のいろいろ話されている新産業革命からいくと10年から20年かかると思っているんですけども、そういう意味では10年から20年先のゴールイメージを見据えながら、まず2020年頃にどんな形かということで議論ができたらと思っていますけれども、もしほかに御意見がございましたら。

ほかにいかがでしょうか。よろしいですか。

それでは、ちょっと時間が超過しましたので、藤嶋様の方から10分から15分でよろしく

お願いいたします。

○藤嶋構成員 少し資料を変更しておりますので、申しわけないですが、前のプロジェクターでやらせていただきます。資料を多目に準備しておりますが、10分か15分ぐらいで終わらせていただきます。

今日はこういうことで、主にはI o Tを使って工作機械メーカーがどういうことをやろうとしているのかということの、ある程度具体例の方を紹介させていただきたいと思います。

まず、ちょっと一般的な話になるんですが、工作機械産業の現在の課題を挙げました。

まず、私どもでいえば、日本でつくっている機械の70%は輸出しているんです。やはり海外に出ていかれるお客様というのは為替レートで大きく変わるんですが、基本的にはやはり外に出ていかれるお客様が多いということで、今後もその率は高くなっていくだろうということで、例えばこれで日本独自のシステムを立ち上げようというふうな話であっても、工作機械メーカーとしては、私どもにしても、例えばマザックさんにしてもほぼ同じ割合、もっと多くの割合で輸出されているので、やはりグローバルベースで通じるものというのが必要だということでございます。

あと、業界再編の進行が遅いとか、大中小メーカーは各国に乱立しています。そして、特にアジアメーカーですね。コストの安いメーカーとの競合で低コストの機械の競争が非常に厳しい。ですから差別化というのが必要だと。

工作機械ですが、産業機器全般に言えることでしょうけれども、平均寿命が15年ぐらいと言われております。それを世界中にばらまいていますので、そういうものをメンテナンスサポートというのは非常に大変な個数、労力が必要です。特に最近、電子系の部品のサイクルタイム、ライフサイクルが短くなっておりますので、古い機械の壊れた部分のそういったもののメンテナンスが非常に大変。なおかつ独自対応が必要ということで、自動車メーカー並みの品質を確保しないとなかなかやっていけないというのが現状です。

制御装置は大手の今の三菱電機さんを含めて、欧州ではシーメンスさん、日本ではファナックさん、三菱さん、あとはハイデンハインさんというところがほぼ独占していて、差別化が難しい。

ところが、こういうI o Tというものができて、これは実は加熱気味ではありますが、差別化を図るすごく大きなツールになるということで非常に期待しております。一步、アメリカ、欧州が先行してそういう規格化並びにデファクト化を進めていますし、これをやるためには、やはり人員の確保、開発費、こういったものが非常に大きくなると思っています。

これが参考ですが、国別の工作機械需要で、中国が図抜けて大きいんですが、アメリカ、ドイツ、そういったところで、日本はやっぱり市場としては10%とか20%とか、そういったところだと思います。

釈迦に説法になりますが、これは欧州で進めているインダストリー4.0の主要なプロジェクトです。一番大きいIt's owlというところでは2億ユーロで、欧州ではこれで11兆円の効果をドイツ国内だけで2025年までに出すということで、これだけの規模でやっておりますので、実際に日本で先ほどのスマートマニュファクチュアリングのテストとか、そういったものをやっておりますが、もう全く違う規模になっています。ただ、それで心配しているわけじゃなくて、こういったものが標準化されていけば、それをうまく使って利用していくということで全然競争力は落ちないだろうというふうに思っています。むしろ大きなチャンスで、例えば今、ものづくり補助金というのを国の方でやっていただいています、IoTを入れると設備導入の補助が出るということで、日本のお客様もすごく熱心にやられるようになっていきます。そういったもので工作機械をつないで、今から紹介するような私どものアプリケーションを使って稼働率を30%ぐらい上げられたお客様が日本でも海外でもおられます。ですから、すごく効果的だということです。

これはちょっと飛ばしますけれども、今、産業機械サブ幹事会というところでスマートマニュファクチュアリングの実践ということで、工作機械を核とする加工プロセスの生産性向上のプロジェクトが始まっています。今やっている標準化というものが、このページに紹介させていただいていますが、工作機械が1社の工作機械だけじゃないので、複数社の工作機械が導入されたお客様で、一元管理をするためには工作機械とこういうシステム間のインターフェースが標準化されていないといけないということで、違った工作機械システムを一つの監視システムで管理するための標準インターフェースの案というものをしようとしています。こういったところは、なかなか欧州でやっているような非常に大きなプロジェクトとは違うんですけども、ものづくりということで必要な情報というのは、やっぱり日本に強みがあるであろうということで、こういったところを日本から提案していったということを考えております。

ここからは本題でありまして、「繋がる工作機械」ということで、そういうIoTを利用したシステムの説明をさせていただきます。

その説明をさせていただく前に、工作機械を取り巻くインターフェース環境で、これはちょっと資料に入っておりませんが、環境ということで、実際のコンピューターとは少し違う形になっております。実はNCというコントローラーというものがあまして、ここにサーボとか

スピンドルとかをコントロールする装置がございます。そして、こちらがマンマシンインターフェースというところで、これは工作機械メーカー各社がここに自社のソフトを入れて、できるだけ使いやすいようにとか、速く加工できるように、品質が良くなるようにというようなソフトウェアをこちらに入れております。一般的には、スタンドアロンで使われております。スタンドアロンで使われておりますので、特にセキュリティーの対策、例えばアンチウイルスのソフトを入れるとか、そういったことはしておりません。I o Tになっていきますと、この上のラインが出てきまして、工場内LANからインターネットで出ていくとか、今私どもは、主にそういうセキュリティーの問題を回避するために専用の携帯電話網を使って接続するというをやっておりますが、インターネットに接続されると、やはり外からの攻撃に遭う可能性があるということで、工作機械のシステム部分のセキュリティー対策を万全にすることが重要であります。

そういうことで今もやっておるんですが、現在はお客様のところでこういうふうに工場内にLANというものが完備されていないので、今主にやっているのが、工作機械にトヨタ自動車さんのように携帯電話のモジュールを搭載して、それをつなぐということをやっております。これは通信費用を携帯電話会社に払わないといけないというデメリットがあるんですが、なかなかI o T化が進んでいないというところで、私ども、2004年ぐらいから、このデータをちゃんと集めて、それをフィードバックしていったということを考えておりまして、ほぼ標準的にこういったものを使っております。

そういうことで、2004年にリリースして、どういったことをやってきたかといえ、この15ページぐらいのところにありますけれども、例えば機種別に——機種別というのは、機械のモデルというの大きいものから小さいものまであるんですが、どういうふうなアラームがたくさん発生しているかとかいうのを見て、実はこの機械にはこういう品質問題があるんじゃないかという分析に使ったり、お客様別に、どういうふうなアラームの頻度になっているから、例えばこういう発生件数の多いお客様は、私どもからちょっと行ってメンテナンスしてあげるとか、機種別の稼働率を見て、アラーム率の多い機種は何か問題があるんじゃないかとか、そういうようなことで、まず私どもで製品・品質のフィードバックのためにこういったシステムを使っておりました。

もう一つは、こうあるようにリモートメンテナンスというものにも利用しております。リモートメンテナンスというのは、何かフィールドでふぐあいが発生したときに、実際には工作機械ですから、お客様は機械を持ってきていただけませんので、私どものサービスマンを派遣す

る必要がございます。サービスマンを派遣するときに、電話一本だけの情報ではなかなか詳細な内容が分からない。できたら電話で直してしまう。その電話で直すときに、お客様の機械の実際のシステムのスクリーンの情報をつぶさに見ることによって、今実際に何が発生していて、どういう部品が悪いのかを事前に特定してサービスマンを派遣するとか、電話でお客様のプログラムが何かうまく動かないというときは、こういう遠隔システムでプログラムを見せていただいて、ここが間違っていますよという指摘をさせていただくということで対応しています。

こういうふうに定期保守通知とか、これは遠隔保守の続きですね。遠隔保守をするのには、やっぱりこういう24時間、365日の専門のサービスセンターに100人ぐらいのエンジニアを置いて、2交代、若しくは3交代、そういった形でサービスしております。

今、携帯電話の細いネットワークでやっていましたけれども、今後、これからそういうふうなIoTが進んでいくということでインフラも整備されて、ネットワークが大容量化になっていきます。そういうところでもっと情報をたくさんとって、完全な予知保全を開発して、とまらない工作機械を目指すというのがIoTを利用するまず一番のモチベーションであります。

このあたり、ちょっと飛ばします。

あと、当然そういうふうにつながっていますので、お客様自身が遠隔地から工場の稼働率を見たり、グローバルベースで国をまたいで稼働しているとか、そういった状況も見られるようになります。

31ページです。

それを今、日本国内でのみ展開しておりますが、海外での展開ということで、今年からアメリカにおいてもそういう遠隔のサービスというものを開始するというようにしております。

32ページで、IoTのもう一つの主要技術としては、私どもはやはりセンシング技術というのは非常に重要であるというふうに認識しております。センシング技術の開発ステージとしては、ファーストステップとしてはモニタリング、セカンドステップとしてはコントロール若しくは予知、サードステップとしてオプティマイゼーション、第4ステップとしては自己学習というような、機械学習というようなステージだと考えております。

工作機械におけるセンシングデータの利用としては、これは工作機械のハードウェアのモデルイメージなんですけど、その各部分にこういう記載されているようなセンサを埋め込んでいくというふうに、今、現実に進めております。

35ページですね。センサをまずはモニターして、そういう時系列でセンシングの情報をビジュアル化するというのと、もう一つは、レベルを設定して、これを超えたときには何か異

常があるということでワーニング情報を発するというのが第1ステップのシステムです。

第2ステップになってきますと、ちょっと英語の資料で申しわけないんですが、36ページで、金属の加工の工作機械ですので、加工中の振動を振動のセンサでモニターして、その振動を避けるような、振動を減らすような制御を行って、常に加工面が安定するというようなところにセンサを使っていくというようなことも、実際にもうこれは現実にリリースしております。又はオートサーブチューニングということで、この34ページにありますような、工作機械の真ん中にはテーブルと言われるものが搭載されています。このテーブルの上には、お客様がワークピースを保持する軸というものとワークピース自体を置かれます。そのワークピースの重いか軽いか、剛性があるとか剛性がないとかいうことで、これが動いているときに振動を起こしたりオーバーシュートを起こしたりします。そういうものを自動検出して、お客様の環境に合わせた最適なサーボのチューニングを自動的に行うといったようなところに、そういうセンシングを利用しています。

ここはちょっとまた入れていないんですが、今、サイバーフィジカルシステムということで私どもがやっぱり期待しておりますのは、今、現実にはお客様の機械をつないでいただいたら、お客様に対して自社の機械の稼働率を見せるとか、そういうフィードバックをさせていただいています。クラウドを利用して、例えば数百台、数千台、それらの実績をとって予知保全、予防保全というところにつなげていくというふうな計画でしております。

まとめといたしまして、IoTの利用によって工作機械は大きく進化する可能性があると考えています。課題といたしましては、異なったメーカーを共存させるということと、制御セキュリティの確保というのが課題です。日本の強みを生かせる分野というのは保全技術、センシング技術、異常監視技術、こういったところ、ものづくりにかなり直結したところは日本の強みを生かせる分野でしょうし、工作機械系の上位システムはかなり海外に抑えられていますので、上位システムとのインターフェースというのは、多分海外の標準を使用した方が良いと思われるということでまとめました。

以上です。ありがとうございました。

○安井座長 どうもありがとうございました。

それでは、御質問ございましたらお願いします。

○新野構成員 規格等々については海外の規格に乗った方がいいだろうというお話だったんですけども、これはインダストリー4.0で海外、特にドイツを中心になって規格化をやっていく。ISOの委員会なんかに行くと、フランスも規格を一生懸命頑張ろうとする。それ

なりの投資を彼らはされていると思うんですけれども、そこの部分の相乗りは相乗りでいいと思うんですが、彼らはそこの投資をどうやって取り戻すとか、どこかで意地悪されちゃうという危険はないのかなと常々不安に思っているんですけれども、いかがなんでしょうか。

○藤嶋構成員 海外の標準を使用した方がいいと思われるのは、私は、上位システムとの連携は多分海外の規格標準を利用した方がいいんじゃないか。というのは、もう既に上位システムはほぼ海外に抑えられておりますので。ただ、実際のものづくりの強みを生かせる分野としては、日本だけの標準というものをつくっても、海外に採用される可能性というのは非常に少ないので、そういう国際標準の場で十分に発言をして、そういうところで日本にとっても良いようにという発言が必要だというふうに認識しております。

○安井座長 よろしいでしょうか。

今の上位システムのところをどうするかというのは結構大きな議論になると思っていて、皆さんのゴールイメージで、上位システムはやっぱり海外のままがいいのかですね。海外のままでもいいんだけど、やっぱり日本としてそこにどういう発言権を持つのかということもちょっと検討の対象になるかと思っています。

もう一つは、やっぱり今、新野先生から御質問があった各国のシステムについての考え方ですけれども、どっちかという今は、各国でやりやすいようにつくっておいて、あとゲートウエーで翻訳したらいいんじゃないのという方向に各国がなりつつあるような気がします。というのは、標準をつくってしまうと、それをメンテするのがすごく大変なので、メンテしやすい範囲でつくって、あとお互いに話していく。余りリアルタイムの必要性もないので翻訳もやりやすいのかなと思いますけれども、そのあたりも、ちょっと最後のゴールイメージとして、そういうふうになったときに、我々のソサイエティ5.0を含めて、我々の成長戦略にその辺がどう寄与するかというのも大変な議論になると思いますので、そこは念頭に置いて是非議論を進めたいと思います。よろしく願いいたします。

ほかによろしいでしょうか。よろしいですか。

では、続きまして、新しい菅野先生の方から、10分から15分ぐらいでよろしく願いします。

○菅野構成員 早稲田の菅野でございます。お手元の資料とパワポは同じでございます。全く同じですけれども、図がいろいろございますので、パワポで指し示しながら御説明させていただければと思います。

テーマは、頂戴しましたのは「計測・制御・システムの観点から見たものづくりの課題」と

いうことで、直接的にはことづくりとは直結しないかもしれませんが、全てものづくりのベースの上でことづくりがあるかと思imasので、ここでは計測・制御・システム、私は計測自動制御学会の副会長を務めているという関連もあるかと思imasけれども、その視点から話をさせていただきます。内容的には、ソサイエティ5.0のものづくりをちょっと復習の意味でスタートしまして、アーキテクチャ、それからスマートメカのシステムという内容でお話しさせていただきます。

これは、文章は久間さんが「計測自動制御学会」の学会誌に書かれた文章を私が引っ張ってきまして、やはりキーワードはAI、ビッグデータ、サイバーセキュリティー、すでに皆さん御承知のことをございますけれども、その中で、いわゆる実世界とサイバー空間、フィジカルシステムとサイバーシステムをどうつなぐかという部分がやはり重要であるという中で、忘れてならないキーワードは、やはり制御と計測。これは先ほどの御発表にもありましたけれども、計測があつて、そして制御しているということは常に意識していなければいけないと思っております。ここは少し後で詳しく説明させていただきます。

そのときに、ものづくりなんですけれども、やはり今、図にありましたように、実世界との界面、計測と制御の部分、そして全体をシステムとして扱うということが重要だろうと考えます。そこで、やはり計測と制御というものがあるわけなんですけれども、その中では計測に関しては、ネットワークセンシングシステムがいろいろ既に研究開発されております。

この中で特に重要だと思imasのは実時間性の部分です。例えば最近、いわゆるクラウドで、ディープラーニングでというのが一種のはやりになっていますけれども、あれは実質的には実時間ではないと言えると私は思っております。つまり、いろいろなデータを処理して、そこに置いておくだけ。実際にサイバーフィジカル空間を一緒にするということが、そこで実時間のループが出来上がるということが重要だと思っております。

当然ながら、それをもとにして制御が行われるわけなんですけれども、そのキーワードはやはりフィードバックです。古典的な言葉ではありますけれども、フィードバックこそが、正に実時間で物が動くということを示しているかと思imas。

その課題を少し文章にまとめますと、これはお手元の文章を読んでいただければと思imasけれども、IoT/CPS、サイバーフィジカルシステムですが、物理世界から取得する大量のデータを分析するという視点が中心と、これが現状だと思imas。問題は、その結果に基づいてリアルタイムに物理システムを制御・運用するために、物理世界のモデルをサイバー世界に持つことが必要である。この部分は必要だとは言われているんですけれども、現実的に研究

開発が進んでいるとは私は思っておりません。やはり現実世界、物理世界と、それをシミュレーションなりモデルにするというところには大きなギャップがあるというふうに思っております。

そのモデルをシミュレーションによる予測にも活用し、計測データと融合活用することによって新しい価値の創出が可能になる。これができれば理想的ということでございます。モデル記述言語の標準化、モデルライブラリの整備、様々なアプリケーションからモデルライブラリを利用可能にするためのメタモデルの記述。この部分は正に直近の研究課題だと思います。様々なアプローチが既にいろいろここ数年行われてはいますけれども、決定的なものにはなっていないというふうには思います。

先ほどの図に戻るわけですが、やはりポイントになりますのは、ここに実世界のハードウェアがあるということです。ハードウェアの状況、これは制御がもちろん必要です。そこから得られるデータがあります。いわゆる制御システム、コンピューターの中には認識し、そしてそこから予測し、判断し、それが制御に入る。例えば私はロボットを専門にしていますけれども、ロボットはこのシステムを全部中に持っているわけですが、更にその中にこの部分がネットワークでつながり、いろいろな他のシステムともつながる、あるいは他のクラウドなりビッグデータとつながるといった部分が出てくるかと思えます。そうしますと、例えば認識の部分ですと、当然ながらこれはグーグルとかアマゾンがもう完全に握っているかもしれませんが、クラウドをベースにしたいろいろなデータを参照するというのは、それはいわゆるオフラインで出来上がったデータを参照する。もちろんそこでネットワークで、ここで高速な通信が必要、あるいは高速なコンピューティングが必要ということはあるかと思えますけれども、重要なのは、ここがそういうふうにオフラインで切り離せることではなくて、リアルタイムで全体が、ここがネットワークだろうが何だろうがつながって回るところが重要だろうというふうに思っております。

そこで、この下にまとめたんですが、フィジカルシステムとしては適用、そのためには計測・制御するわけですが、そのための予測と学習。特に今、ロボット生産システムとか、あるいは福祉システムに入れようとしたときには、予測というのが非常に重要というふうに考えております。これは、人というものがそのシステムの中にも入ってきますので、いかに予測するか。例えば介護現場なんかを考えると分かりやすいんですけども、なぜロボットにうまく置きかわらないかといえ、人がやっている予測、専門の介護士の方がやっている予測というのがロボットでできていないわけです。同じように、生産システムで人間とロボットが協働す

る場合でも、いかに機械側、システム側が人間の状況を予測するかというところがポイントになるかと思います。そして機械側としては、当然機械というのはハードウェアがあるわけですから、物にはハードウェアがありますので、その仕様を意識した計測・制御を考えなければいけない。何でも同じようなシステムでできるということではないということです。

サイバーシステムのところでは、当然ながらこれは切り離されるというものではなくて、先ほど申し上げましたように実時間計測制御——これをフィードバックとまた書いてありますけれども——に対応しているようなサイバーシステムが組み立てられるかどうかということがポイントだというふうに思っております。

そこには様々な課題がございます。アーキテクチャ／コンポーネントデザインということで、サービスと情報の流れのマッチング、データ量、センサ数、通信インフラ、セキュリティー、そしてものの設計プロセス。これも今までいろいろ言われていることとございます。そして実際、これらを実現するために様々な研究開発が行われています。そして、そこには教育も非常に重要だろうと。私も大学に身を置いておりますので、そういう意味での教育、新しい教育システムというものをご意識しております。

これは内閣府のシステム基盤技術検討会で使われた資料ですけれども、我々のグループの中でいろいろ議論していますときに、この一番下のシステム、このいわゆるフィジカルシステムの現場、ここで当然フィードバックがあるわけですから。その上でインターネットクラウドがあるわけですけれども、この大もとの図の中に何か抜けているとするならば、この大きな、先ほどから私が申し上げているフィードバックの部分というのを考えるべきではないか。これがフィードバックという言葉でいいのかどうかは分かりませんが、全階層を包括した何らかのつながりの部分ということをご意識した設計というものを考えるべきだろうということとございます。

そして、じゃ、そういうシステムを設計できるような人材育成、あるいは研究開発テーマをどのように見つけてくるかということなんですが、これは私がプログラムコーディネーターを務めていますリーディングプログラムの実体情報学博士プログラムというのを早稲田で展開しておりますが、そこではいわゆる機械系と情報系の融合ということが一つのテーマになっています。機械と情報の融合というのは、もう昔から言われていることとございますけれども、我々が提唱している一つの重要なポイントは、いかに機械系、情報系のセンスを身につけるかということです。センスといいますのは、例えば情報出身の方ですと情報通信アーキテクチャをいろいろ勉強するわけですね。その上でソフトウェア工学的設計センスを身につけて、ネッ

トワークとかコンピューティングのところからベネフィットを得られるような、この枠組みを
実践するわけです。ただ、明らかに機械アーキテクチャを理解しているわけじゃないですし、
機械的設計センスを分かっているわけではない。この全部を網羅するというのはもちろん無理
がありますけれども、少なくとも、このサイバーフィジカルシステムに取り組む研究者、ある
いは開発者、あるいは企業というのは、何らか情報系、機械系のセンスを両方身につける必要
があるだろうというふうに思っております。

それがうまくいくとどういことができるかというのを、三つほど例をお手元の資料に書き
ました。

これは医療ですけれども、高精度な手術ロボットというのがいろいろ開発はされています。
ただ、これは必ずしもクラウドだとか、いろいろなビッグデータですとか、そういったものと
はつながっておりません。一方で、情報系では病院のいろいろなシステム管理、データ、そし
てカルテといったものがデータとしてあります。ここを何かうまくつなげることができるよう
な、そういう技術を検討すべきではないか。それはテーラーメイド、高品質、診断・即時治療
可能な医療システムが実現できるだろう。これは正に情報系、機械系、いわゆる機械は機械で
つくり、情報は情報でつくりという話ではなく、この情報の設計のパラダイムを考えるときに、
この機械系の設計のパラダイムといかにマッチするかというところを考えるべきであるという
ことです。それによって、この設計の方法論も変わる、ものづくりの方法論も変わる。そして、
こちら側の情報側サイドも機械のことを意識したシステムになるだろうということを考えてい
ます。

これは自動運転ですが、自動運転はまた別のワーキンググループがあるということがござい
ましたけれども、ある意味で搭乗者の状態、いわゆる自動運転というのとはちょっと違って、
意図、意思、気持ち。自動車は基本的に人が操縦するもの。だけれども、今の自動車はほとん
どロボット化されています。そういう中で、いろいろなITSで行われている、こういったい
ろいろなデータ、それと自動車そのものの設計というものが必ずしもつながっているわけでは
ないのではないかと。その部分をどうつなげるか。それによって搭乗者の状態、気持ち、非常に
運転していて気持ちがいいというのは一体どういうことなのかということで、自動車自身の設
計、それから、それを支える情報系の設計というのも変わるんじゃないかということです。

もう一つは、直接関係しますプロダクションの話でございます。通常、物を設計するときには
スペック、仕様がありまして、概念設計をして設計コードがあり、そしてそれがCAD/C
AMのところのデータとしてもものづくりが行われるわけです。これは、もう昔から、CAD/C

CAMになったとはいえ流れは変わっておりません。仕様とか設計コード、そして物がつくれる。それが3Dプリンターになって簡単になっているということはありますけれども、この流れは全然変わりません。

一方で、ウェブシステムの設計というのは全然違う方法論がとられています。私は情報系というより機械屋ですので、ここの真髄までははっきりと理解しているわけではございませんけれども、いろいろなエンジンがあり、いわゆる全てデータからデータへつながる部分というのはあらゆるところに伸びているといえますか、横串、縦串も含めてつながりがあるわけです。もうこれはある意味、ただ一方的に流れていくだけ。そういう中でウェブシステムの開発パラダイムを実システムのこういう設計にも入れたらどうでしょうかというのが一つの考えるテーマだと思っております。この辺、やはり先ほどの御発表にもありましたけれども、工作機械でもものをつくるということは、正にこの部分なんです。その上で、例えばことづくりの話でネットワークとつながるとい話はいろいろ議論があるかと思えますけれども、私の話はそうではなくて、この設計そのものの流れがウェブを設計するような方法論でできないのかということも一つのテーマだろうと思うわけです。

これはあくまでも三つの例ということでお示しました。

まとめますと、まず、「もの」を考えるときには、絶対に「もの」は動くので、リアルタイムでなければ話にならないということです。そして、そのときに、理想空間と現実空間はあまりにも異なっているということ意識すべきである。動くものをそのままサイバー空間できっちりと全て見ようというのは無理がある。どうすれば見られるのかということを考えなければいけない。「もの」には当然ハードウェアがあります。三つのロボットを持ってきたら、その三つを全部同じように制御できるか、そういう研究テーマがありますけれども、やはりハードウェアの仕様というのは何に使うのかによって大きく変わってきます。それをどういうふうに動かすのかという計測制御、その部分をきっちり考えなければいけない。そして、ものと情報との相互関係、フィードバックで、何度も私は使っていますけれども、それを重視したシステム設計、アーキテクチャ設計の、そのセンスですね。そのセンスを養う必要があるだろうというふうに考えております。

以上でございます。ありがとうございました。

○安井座長 ありがとうございました。

質問、コメント等ございましたら、よろしく申し上げます。どうぞ。

○高島構成員 大変面白い話をありがとうございました。

最後のウェブのシステム開発パラダイムのお話です。私自身はIT系ですので機械系の開発パラダイムは分かりませんが、仕様を詳細化していくというのはITで言うところのウォーターフォール型の開発に相当すると思います。ウェブとおっしゃっているのは、アジャイル開発とかラピッドプロトタイピング、開発と運用の同時進行というようなイメージだと思ってよろしいのでしょうか？

○菅野構成員 おっしゃることで大体そのとおりだと思います。ただ、ウェブシステムの開発というのいろいろな方法論があるというふうに聞いておりますので、まだこれが確立しているものではないと思いますので、ただ発想をそういうふうに切り替えて考えるといえますか、これは機械系の人たちに言わなければいけないのかもしれないんですが、私もそうですが、とにかくスペックを決めて概念設計をして図面に落としてという、その流れは昔から全く変わっていないというところに、どういうふうに今のIoT的な発想が入れられるか。なかなかここには踏み込めていないように思います。

じゃ、どういうふうにゴールイメージをつくるというか、これのゴールは何ですかと言われると、その答えは今持っているわけではありませんけれども、いろいろ今、我々の中ではディスカッションをしているところでございます。余り明確な答えでなくて申しわけないです。

○葛巻構成員 ちょっと質問なんですけれども、今回、リアルタイム性が非常に重要であるとの事です。実際、リアルタイムの定義ですね。1分でも遅れたらリアルタイムと言わないのか。要は、やっぱりある程度たくさんのデータで確からしさを確認して、処理して制御に回すというふうにししないと間違った制御をしてしまう可能性もあると思うんですけれども、そのあたり、どう考えておられますか。

○菅野構成員 それは何段階かの制御のレベルがございまして、今御指摘のように、かなりのデータを蓄積した上で最適化の手法を見つけていくような制御の仕方もありますが、例えば何か物を動かすという話になりますと、これはもうミリ秒オーダーで制御しなければいけませんので、そういう意味では、ナノ秒まではまだ行かないですけれども、1ミリ秒から、あとはどんなに長くてもオフラインで全てデータをとっておくというスタイルの制御ももちろんありますので、そこは対象によって使い分けるといえることになるとと思います。

○葛巻構成員 私も、対象によってちょっと使い分けた方がいいのかなと思います。全てリアルタイムでないと駄目だということデータのやりとりの扱いの仕方も変わってきますので、少し時間をおいてどこかにサーバーでためてやるやり方と、本当にリアルタイムでやるやり方というのは大分変わってくるんじゃないかなと。

○菅野構成員 どんな場合でも、物が動いている以上は、一番ローレベルではミリ秒で動かなければならないということは確かだと思います。その上で、例えばそれが私が例に挙げた手術支援とかですと、これともう一刻の猶予もならないですので、いろいろなカルテとか手術の臨床データは大量に、もちろん時間をかけてたまったものだと思いますが、そこに高速でどうアクセスするか、それが一番最適なものを持ってこられるかどうか。ただ、手術支援ロボット自身はミリ秒でやらなければまずいという意味では、何重にも制御の階層があるんだというふうに思います。

○久間議員 7ページのシステムアーキテクチャの図は、第5期基本計画策定時に産業界と作成したのですが、サイバー空間とリアル空間をつなぐ大きなフィードバックループは、図に描いていないだけで当然フィードバックを想定して作成しています。また階層も幾つかあります。エッジコンピューティングと、大きなクラウドコンピューティング、この二つの階層だけではなくて、その間にもシステムによっては三重、四重の層があります。処理時間の早いものはエッジコンピューティング、処理時間が長くていいものは深いレベルのクラウドを使うという、そういった意味で作成しています。

○菅野構成員 申しわけないです。計測自動制御学会のチームで話をしているときに、やはりこの図の中にこういう何かループが見えた方がいいよねという意見がありまして、それで上に書かせていただきました。

○久間議員 どうも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。

今の菅野先生のお話は私は賛同するところがございまして、このモデルの話は、これまでの国内での議論がどちらかといいますとアメリカに引っ張られて、データをとにかく集めてきて、それで何か解析したらいろいろなものができるという方向なんですけれども、ドイツの方と話しますと、どちらかというモデル中心で、モデルをつくっておいて、時々データを集めて、さっきのお話でいくと、ちょっとゆっくりした形でモデルを修正していこうという形だと思うんですね。

多分工作機械だと、どちらかという昔はモデルの修正もそんなに頻度良くやらないので、多分ゆっくりとして、ある程度は自立型で機械が動いていて、時々修正をかけるという方向かなと思っていますので、そういう意味では両方検討して、最後、じゃ、どうしたらいいのかというのはまた今度議論していきたいというのが一つと、先生のもう一つのウェブ的な設計も非常に賛同しまして、これはお客様の方から御要求が非常に強くて、やっぱりウェブ系のお客様

でファブレスの方が増えていますものですから、とにかく設計の現場の皆さんにウェブの皆さんのように働いてもらえないかという、こういう御要望なんですね。ですから、正におっしゃるような、ウェブの設計をするように工場も組み込んで扱えないかという話になると思いますので、これも一つの大きな流れかと思います。

もう一個申し上げたかったのは、モデルのところ、特にモデルで難しいところというものも私も去年からずっと議論しているんですけども、例えば中国等を含めて、そこにもものすごくお金をかけ始めていまして、この前、ちょっと中華圏で聞いたのは、非常に難しい落下試験のようなものもモデル化していこうとか、要は普通に考えたらとてもお金がかかってしようがないところまでモデル化していくということがありますので、そのモデルの辺で、ここは相当お金を入れないといけないという、もし先生の今考えられたところがありましたら、是非御披露いただければなと思います。

○菅野構成員 根っからが物をつくって動かさないと信じられないという立場にあるものから、シミュレーションはあくまでも設計の前段階のものであると。そうすると、そこにどんなにお金をかけて、どこまで精密につくっても、きっと現実はそのままで反映できていない。もちろん超高速のスーパーコンピューターでもいろいろありますけれども、そこでかなり精密なモデルはできるかもしれませんが、でも、やっぱり現実はどこか違うというのであるならば、そのお金をかけるのであれば、私は物をつくってとにかく動かしてみた方がいいんじゃないかという立場でございます。

○安井座長 ほかにいかがでしょうか。よろしいでしょうか。

どうもありがとうございました。

そうしましたら、ここから、今の私を含めます3件のプレゼンへの御質問を含めまして、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いてまいりたいと思っています。

その前に一つだけ、さっきの質問に対しての私の回答がちょっとあやふやなような気もしますので、高島さんの御質問で、どこを、何年後を目指すかということなんですけれども、私はやっぱり20年から25年でほぼデファクトは固まってくると思っています。そういう意味ではゴールイメージとしては、本当に全部完成するのは20年後だと思うんですけれども、ただ、今の世界の動きからすると、2020年頃までには、この形でいくというデファクトの方向性というのは固まるんじゃないかなと思っています。そういう意味では、2020年にほぼ固める、方向性をそっちへ向けないと、10年から20年先の雌雄を決するデファクトはとれない

だろうという視点で御検討いただけたらなと思っています。またこれは後で事務局ともいろいろ相談いたしましてコメントを出すかもしれませんけれども、よろしくお願ひしたいと思ひます。

○高島構成員 ありがとうございます。

○安井座長 それでは、質問等ございましたら。

議員の皆様からいかがでしょうか。よろしいですか。久間議員、よろしいですか。

○久間議員 ちょっと考えています。

○安井座長 分かりました。

藤嶋さんのプレゼンに関して、藤嶋さんの方はドイツのインダストリー4.0の内容とかなり密接に進められていたと思うんですけども、今、ドイツの方ではどうなんでしょうか。このゴールイメージの雰囲気というか、この辺というか、あと中小企業の巻き込みがちょっとなかなか難しいというお話も聞いてはいるんですけども、もし現状で御披露いただける内容がございましたらお願ひしたいと思ひます。

○藤嶋構成員 実は、私どもは半分はドイツの会社でして、実際インダストリー4.0のイツオルのところにも私どものパートナーのギルデマイスターは入っております。ただ、そこまで情報が上がってきているかというのと、まだそうではなくて、まだやはり大きな構想の審議中であるというのが彼らの話で、今年またそういう議論をする場をちょっと設けていますので、今年の後半ぐらいにはもうちょっと細かい話を紹介できると思ひますけれども、今のところ実際にはほとんどそっちからは入ってきていないという段階です。ネットで見られるぐらいのものでしか私どもにも入っていません。

○安井座長 分かりました。ありがとうございます。

私ども、お客様にいろいろお話をお伺いすると、ドイツの方を含めて、やっぱり現場の動きとしては意外と日本の方がもう早いんじゃないかと思っています。

○藤嶋構成員 そういう感じがします。

○安井座長 特に中小企業の皆さんの動きがやっぱりものづくり現場からスタートすると、ものづくりの現場の力があって、IoTがどちらかといういろいろなプレイヤーがいますので、お手伝いいただくと意外と早く進むかなと思っています。先回のJIMTOFでも、いろいろ海外から来られた方が、すごく日本が進んでいると逆に驚いておられました。

○藤嶋構成員 そうですね。工作機械の見本市でも、例えばIMTSなんかがシカゴでありましたけれども、そこでもほとんど何も出ていないという状況ですから。それとあと、日本はも

のづくり補助金をやっていただいたことが大きくて、中小の方もすごく熱心にやられています。こういう取組は非常にいいと思います。

○久間議員 マーケティング、設計、生産、メンテナンスという一連のシステムを、GEがインダストリアルインターネットと名付け注目されていますが、日本の昇降機事業や発電機事業も、以前からそのようなシステムを事業化しているわけです。昇降機事業では、三菱電機や日立、東芝のセンターには、製造データから故障データまで、多くのデータが蓄積され、メンテナンスに活用されています。GEよりずっと早くから事業化しているわけです。

一方、つながる工場が話題になっていますが、これも三菱電機ではe-Factoryというシステムを既に事業化しており、多くの顧客を得ています。しかし、ドイツがインダストリー4.0を発表すると、日本は大騒ぎする。これが日本の大きな問題点です。

将来の生産システムで、日本で唯一心配なのがサプライチェーンです。サプライチェーンも、トヨタ自動車はJIT活動と称して、自社工場の在庫部品を徹底的に管理し削減する、また生産した製品の在庫を徹底的に減らすといった取り組みを、ずっと昔から行っています。但し、コンピューターによって完全に自動化できていないところは問題ですが、このようなシステムは日本は進んでいるのです。これらの日本の強みを理解し、広げる風土がないことは残念です。

日本の製造業の問題は、顧客の工場と自社工場を繋げるサプライチェーンの部分です。ここが日本が弱いところだと思います。先ほど、システムの上位のサプライチェーンは、海外に任せの方がいいという話が出ましたけれども、本当にそれでいいのか。ここが重要なポイントではないかと思います。

○藤嶋構成員 ちょっと誤解をされたかもしれませんが、実際の実践という意味では、先生のおっしゃられたように日本がもともとやられていまして、工作機械の中でも日本が一番進んでいるのは間違いないと思うんです。ただ、標準化ということですね。デジュールといいますか、そういうところでやはり昔から規格をつくっていくというのは欧州にかなり強いところがあると思うんです。

私はフォローした方がいいというのは、インターフェースを標準化するということは、物を申すべきところは提案をして、それを通してもらって、やはり国際標準というところに日本も参加して同じものを使ってほしいという意味です。それは私どもの勝手な話なんです。工作機械業界ではやはり70%、80%は海外に輸出していますので、それを例えば国際規格と日本の規格を別にして、日本のシステムと世界のシステム両方対応しないといけないという状況は非常につらいので、その決められたインターフェースを利用して中身をつくるのは

各メーカーですので、そこで勝負したらいいんじゃないかというのが私の意見です。

○安井座長 ほかにいかがでしょうか。

今、日本が、中小企業等がうまく対応していくと、今の久間議員のコメントにありましたようにサプライチェーンとしては逆に使いやすくなるんですよ。そうすると、私が思っているのは、ことづくりが上手な海外の皆さんが日本の中小企業をうまくお使いになるんだらうなというふうに思っていて、その先に中小企業の繁栄と、あと大手企業の繁栄を含めてどう結びついていくのかなというのは、ちょっと議論が必要かなと思っています。

そういう意味ではかなりグローバルな活躍が進んでおられる中島さん、イメージ的にいかがでしょうかね。中堅企業としてかなりグローバルな活躍を……。

○中島構成員 そうですね。確かに当社は本業の方では船の関係をやっています、やはり輸出の御要望がありということで、ほとんど半分以上は海外の仕事をしているんですね。そういう関係で使っていただいているんですけども、それも含めて私はビジネスだと思っていますので、やはり国内だけでなく海外もやっていかなければ基本的に生き残っていけないですし、そういう形でやっていきたいと思っています。

先ほど久間議員の方から工場同士のネットワークという話が出たんですけども、これは私どもが造船業のところでは昔から取り組んでいて、造船事業という中にいろいろな輸出業者がたくさんいて、その中でネットワークをつないでやろうということは、もう10年以上前からやっていて、結局それがうまくいかなかったというのがこれまでの実績でして、標準化すると、なかなかそこから製品の開発は進まないし、それからあと、実際に何か最終的なものをつくらうとする会社から見ると、やっぱり差別化しなければいけないので、やっぱり自分のものをつくりたいというところがあって、会社同士で本当に中を見せるという形になってくるとなかなかうまくいかなかったという我々の経験がありますので、その辺は、ちょっとそこまではなかなか難しいんじゃないかなというのが私の今の印象です。

○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。

今日は各省庁からも来ておられますので、内閣府、あるいは経産省からも御意見、あるいは御質問を頂きたいと思うんですけども、最初に佐々木PD、いかがでしょうか。ことづくりという視点を含めて。

○佐々木PD ことづくりという視点もあるんですけども、基本的な、もし教えていただければと思うんです。サイバー空間と、あとシミュレーションのモデルと、それから実際のデー

タ、多分制御とシミュレーションを両方ともうまくバランスをとってやるのが一番いいと思うんですけども、菅野先生が一番御理解があるのかもしれませんが、シミュレーションの精度と制御の頑張るところの折り合いというんですか、両方とも頑張ると大変なので、余りシミュレーションで精度を上げて意味がないとか、多分そういうバランスがあって、どちらかというシミュレーションはラフで、データをうまく活用した方が早くいいものが出るとか、その辺の折り合いというのが、多分いろいろな場面で出てくると思うんです。こういう方向性が多分これから大事かなというのがもし何かあれば、御指導いただければと思います。

○菅野構成員 シミュレーションをどういふシミュレーションで考えるかによるんですけども、例えばディープラーニングとか、いろいろな学習というのは、あれはシミュレーションというよりは、単にデータをつくっているだけですよ。

○佐々木PD 物理シミュレーションみたいなもののイメージだとすると……。

○菅野構成員 最近、すぐ学習を入れたいと言って皆さん来られるんですけども、ほとんど要らないんですよ。ほとんどが普通の古典制御なり現代制御のごく一部でできるというのが実際のところですよ。本当に人間が見て何をやっている、どうしてこうなるのか分からないけれども自分はできちゃうみたいなことは、ディープラーニングみたいなものが……

○佐々木PD 理屈が分からないけれどもできてしまうとか。

○菅野構成員 そうですね。何となくできてしまうようなことを置きかえるという意味ですね。そういう段階では、シミュレーションとしては単に結果を使うだけです。余り意味がないですね。先ほど申し上げたように、私はやはり物が動かないと意味がないと思っていますので、そういう意味では設計の最初の段階ではシミュレーションというのはもちろん重要だと思います。全くないところからつくるとするのは非常に難しいですので、参照するデータとしてはいいですけども、やはり物をとにかくつくって動かしてみるということの方が重視を私はしています。

制御は、やはりシミュレーションももちろん必要ですし、システム制御という意味では何らかの状態方程式をきっちりつくって、そこにいろいろな非線形要素が入りということはごく基本のもので、もちろんそのシミュレーションは、それなりに精度を上げてスピードを速くできれば、それにこしたことはない。ただ、先ほど座長からもお話がありましたように、お金をかけてどこまでシミュレーションするかというところは、やはり対象によって相当違うだろうなというふうには思います。特にものづくりの実際に物が動くという部分では、やはりいかに動かして評価するかという部分のシステムづくりをしておいた方が、私はいいいというふう

に思っております。

○佐々木PD ベースのソフトはあるけれども、データの方をうまく活用して制御で折り合いをつけて、そちらの方を重視する方が多分将来的には大事だろうと、そういう御意見。

○菅野構成員 ええ。現実のものを設計して動かすというところはシミュレーションではとてもカバーできない部分がたくさんありますので、その部分——もちろん、どこまでシミュレーションをやるべきかということは突き詰めて考える必要はあると思います。ですので、学習みたいな今のはやりのクラウドを使って云々（うんぬん）という話と、それから実際のフィードバックをかけて制御をするという部分と、実際に動かして評価をするという部分は、やはり三つ別々の話ですので、ただ別々なんですけれども、どこで切り分けるか、その考え方はきちんとまとめた方が……。でも、日本の強みは、やはり物をつくる部分だとは思っています。

○佐々木PD ありがとうございます。やっぱりシミュレーションはどうしても決定論、やっぱりモデルはあくまでも入力と出力とあると一つ決まる仕組みなので、多分そこから新しい価値が生まれにくいのかなと思っていて、データがばらつきなんかも埋めた形で来た方が、意外と発見というんですか、新たな気付きというのが生まれるのかなというイメージがあったので、ちょっと御質問させていただきました。

○菅野構成員 気付きというのもゼロから生まれることは絶対ありませんので、何らかの組合せを見つけるとのことだという意味ではいろいろなデータを見ることは大事だと思いますけれども、何かやってみたいという……。

○佐々木PD そうですね。何か予定調和で終わってしまうと、価値が生まれなくてそのまま「予想どおりできたね」で終わってしまうので、それは多分新しい価値というのは、これがことづくりという意味で言うと、なかなかずれるというんですか、予定の状態から外れるということができにくいので、その辺ってどうやって、外乱を与えるとそういうものが出てくるのかなというのが、そのサイバー空間でどうやって生まれるのかなと今思っていたものですから、ちょっと御質問させていただきました。

○菅野構成員 フィジカル空間のモデルをサイバー空間にきっちり置く必要があるという言い方はもちろんしますが、それがどこまでできるかという話になると、余り言うと久間議員に怒られちゃうかもしれませんが、私はやっぱり物をつくる派なので、そういう意味では余りサイバー空間にもっと入りたくはないですね。

○佐々木PD 機械系の方は多分そうですね。

○菅野構成員 そういう立場です。すみません。

○佐々木PD ありがとうございます。

○久間議員 菅野構成員のおっしゃるとおりなのですが、そもそも、サイバーフィジカルシステムは、最初は数式であらわせるきれいなモデルです。しかし、そのとおりにシステムをつくっても現実ではうまく動かない。いろいろな例外が出てくる。それで、その例外処理をしないといけないわけです。それがノウハウとして、サイバー空間に蓄積されることで、モデルが進化していく。何度も進化することで、誤りを起こさないシステムになっていくというのがCPSの理想です。ですから、なかなか難しいですが、それを目指すべきだと私は思います。

○菅野構成員 もちろんです。

○安井座長 佐々木さんもシミュレーションの専門家ですから。

ちょっと私のシミュレーションを参考までに御紹介すると、私は加工のシミュレーションを大学にお願いしているんですけども、それは、加工のシミュレーションは完全にできないんですね。ただしお願いする理由は、作業者がその加工が本当にできるかどうか、頑張ったらできるかどうかをシミュレーションで見たいんですね。それで、シミュレーションでほぼできそうになると、そこからの条件出しというのはやっぱりすごく細かくなって職人の技になる。正にやらないとできなくなるので、そこは企業として、その条件出しができることによって差別化ができますので、シミュレーションで全部できてしまうと、そうしたらもう企業はやることなく、シミュレーションの条件どおりにしたら全部機械は同じになってしまいますので、多分それは工作機械も同じだと思っています。本当のほとんどできるところまで持っていて、あと本当の筋が出ないようにするとか、そういった細かいところの調整が正に機械系のものづくり現場では差別化要素となっていますので、シミュレーションは大体頑張ればできるというところまで追い込んでいただきたいなというのを思っています。ちょっと御参考までに。

経済産業省の徳増さん、いかがでしょうか。

○徳増参事官 我々、この分野は二つぐらい課題があるかなと一つ思っていて、一つには久間議員が御指摘いただいたように、一つの工場の中で閉じたような自動化であるとかIoTの活用みたいなものであれば、相当程度日本は進んでいると思いますけれども、なかなか工場を超えて同じ企業の中でも違う工場間であるとか、更に言えばサプライチェーンを超えて企業間のところというのは、相当程度まだまだやらなければいけないというか、課題があるのかなというふうに思っています。そこのところがドイツなどが、やろうとしているところになっていまして、言ってみると、どうしてもやはり日本は、部分最適はとても得意なんですけれども、本当の意味での全体最適を目指したような仕組みづくりというところでまだ課題がある

というのが1点思っている点があります。

もう一点あるのが、ものづくり、ことづくりという話がありました。いろいろ考え方はあると思うんですけども、やっぱり顧客起点で物事を考える、顧客のニーズにどうやって応えていくかという起点で物事を考えるという点で、やっぱりまだまだ日本はそこが弱いのかなと。それが言ってみるとものづくりとことづくりの違いみたいなところで議論がされる原因かなというふうに感じています。

というのは、言ってみると、本来であればものづくりも顧客ニーズを充足するためにつくっているんですから、ややもするとどうしても、ものづくりありきで物事を考えがちになっているので、そこをどうしたら、もう少し顧客視点で物事をしっかり考えていく中で、その中に我が国の強みであるものづくりを位置づけるかという視点というふうに考えなければいかんのかなというふうに思っているところです。そのあたり、どうしてもボトムアップのアプローチとトップダウンのアプローチの強みと弱みがある中で、ボトムアップのアプローチが、ややもすると日本の特徴なのかなと思うんですが、そういったところをどうやって克服できるかというところを考えなければいけないなというふうに考えているところです。

以上です。

○安井座長 ありがとうございます。正にそう思いますね。是非是非顧客視点の——顧客視点ではやっぱり海外勢が強いところがございますので、その方々にうまく我々のシステムを使ってもらいながらも、やっぱりみずから顧客視点でことづくりをやっていくメンバーを増やしていきたい、そこでの規模を増やしていきたいということかと思います。

ほかにいかがでしょうか。

○新野構成員 ことづくりというお話だったんですけども、ちょっと私どものコミュニティーの話をする、最近、デザインエンジニアリングをやっていこうというふうに動いています。それは何かというと、日本語で言うとデザインと設計と分かれているんですけども、そもそもデザインと設計は同じ言葉で、品物の規格から何から全部含めて、最後のエンジニアリングまで全部含めて設計というんですね。

ただ、今、ものづくりもすごく難しくなっていますので、全部一人でできない。皆さん、いろいろなところに重心を置きつつやっているんですけども、そこを決して分けないというのが、今はダイソンだとかアップルだとか、アップルのエンジニアリングも、やっぱりデザイナーもエンジニアリングのことがある程度分かるというような形でやられていくという中で、ダイソンだとかアップルだとかが成功している一つは、多分彼らは既存の世の中のニーズは拾っ

ていないんですよ。彼らは世の中のニーズを興しているんだと思うんですね。それが正にデザインの方で、もちろんそれは技術に下支えされたデザインという考え方の中で、世の中にこういう品物があるんだよというのを、例えば今の iPhone——もう iPhone はそろそろ終わりになってきていますけれども、iPod で提案をして、どんどん世の中にそういったニーズをつくり上げて、最終的には全部自分のところで取って、最後はコモディティー化してしまうというようなあるサイクルがあって、iPod で言うと大体 10 年、十二、三年のライフサイクルで大体コモディティー化しちゃうわけですね。

だから、ずっとそういったものは長続きはしないんですけれども、ただ、日本もある程度そういったものを出していかないと、既存の産業、既存の商品だけでは、先ほど安井さんがおっしゃっているように囲い込みがあると思うんですけれども、少しそういったところにも出ていかないといけないというのが私どものコミュニティーの一つの考え方で、ただ、すごく難しいのは、そういったチャレンジは最初はとにかくビジネスが小さいんですよ。そういったものが、どういった日本の企業群がそこに投資をして雇用を生み出していけるのかというところ——というのを今、新戦略って何なんだろうなとずっと思いながら考えて、比較的やりやすいのは中小企業。特に外国人が社長をやっているところか、女性が社長をやっているところは一気に行けるんですね。ただ、中小企業のつらいところは、鉄のサプライチェーンというのがございまして、自分の親玉を乗り越えてぼんとはなかなか行けないというようなところがあって、私もいろいろな研究会に出させていただいているんですけれども、ぼんと飛び出していったところは割と成功されているところ。そういう成功の仕方もあるというような感じがしております。

もちろん IoT だとか、そういったものの考え方も重要かと思うんですけれども、少しそういった新しい商品だとかを生み出していく原動力をどこに置くのかというのを、大企業、中小企業、それを支える材料企業ってどんなイメージなのかなというのを考えて、施策としてどう助けるのかというのを考えたいかなと。ちょっと全然何も、問いかけになってしまって申しわけないんですけれども。

○安井座長 それは中心課題かと思うので、是非よろしくお願ひしたいと思います。

それでは、ほかによろしいでしょうか。よろしいですか、久間議員。

○久間議員 私は三菱電機時代に半導体事業本部長として事業を指揮した経験があります。事業本部では部下に「事業をそんなに難しく考えるな」と話しました。要するに事業では、良い製品を安くつくって高く売る、これに尽きますよね。それでは、良い製品とは何か、安くつく

るには、そして高く売るにはどうすればいいか、それらの対策や戦略を全部リストアップし、インパクトの大きなものから解決していく。そういったことを具体的にやろうじゃないかと話しました。

日本の産業システムも正にそうあるべきだと思うのです。経産省を中心に様々な施策を打っていると思いますが、強い産業をより強くするにはどうすればいいか、新しい産業を創出するにはどうすればよいか、そういったことを一つ一つ検討して、それを省庁連携、産学官連携で解決するにはどうすればいいかという議論につながっていけばと、今日は思いました。よろしくをお願いします。

○安井座長 どうもありがとうございます。

上山議員、よろしいですか。

○上山議員 ちょっと所用があって1時間も遅れてしまった上に、そもそも専門と違う、私が発言することじゃないのかもしれませんが、今、最後の方を少し聞きながら、あるいはずっとこの資料を読ませていただいて、私は経済学者なので、これは我々が考えてきたマーケット、市場という概念にちょっと似ているなというふうに思いました。経済学の世界では、企業が様々な製品をつかってマーケットに提供する。それを消費者である人たちが選択をして、そこでマッチング、交換が生まれて一つの価格が決まるというのですけれども、そのときに必ずタイムラグが存在するわけですね。ある製品が生まれて、それが果たして売れるかどうか、需要されているかどうかを知るために時間のコストが非常にかかる。ある程度時間をかけながら最適な解を見つけていくというのがマーケットシステムなんですけれども、今日のお話を聞いているとそのプロセスとの類似性を感じました。証券市場のような情報のやり取りの極めて早いマーケットでは、このプロセスは瞬時にできるのですが、通常の物の交換では、どういうものがどういう状況で、どういうフェーズの中で求められているかをマーケットを通して発見をしていく——つまり、この物はこの価格だったら売れる、需要されるということを発見するための装置がマーケットという存在なんですけど、今お話をずっと聞かせていただいて思ったのは、マーケットのプロセスを非常に大きなデータを使って高速化していく。それを更に自己組織化的に解を発見していくというプロセスの中に我々が今入ってきているんだろうなと思いました。

結局、経済学者は、その解を例えば数学モデルなんかを使って解明しようとしたんですが、実際のところ、社会科学という世界では実験することができないんですね。それが今、ビッグデータによって相当程度肉薄できるような状況になってきたときに、このサイバー空間とフィ

ジカル空間の接合という考えが出てきたとすると、それは経済学でいうところのマーケットによる決定のメカニズムを相当程度大きなデータの咀嚼によって見つけていくことが可能ではないかということが考えられている時代なんだろうなというふうな気がいたしました。

そういう意味では、一步新しいメカニズムの時代に足を踏み入れているということでございますけれども、最近、経営学の世界でも、ユーザーオリエンテッドなイノベーションという、ユーザーサイドのニーズの把握が非常に大きなイノベーションの種を企業に提供することができるという話もあります。MITのヒッペルという学者が議論し始めてきておりますけれども、ユーザーのクレームとか、ユーザーの持っている様々な指向性とかというものをどれだけ早くジャストインタイムに吸収することができるかということが、今言ったプロセスを非常に高速化させていくという、こういう考え方なんですよね。これは今、社会科学の分野では結構議論をされている話ですけれども、サイバー空間とフィジカル空間の接合ということを経済学的に考えると、社会学者がずっと追求してきたマーケットメカニズムのある種の高度化、大量データと高速のプロセスによる高度化ということになるんだろうなということ、実は話を聞かないで、この資料を読ませていただきながら思いました。そして、社会科学から見てもチャレンジなクエスチョンを提供しているんだというふうに思ったというのが今日の私の感想でございます。

○安井座長 突然すみません。ありがとうございました。

それでは、貴重な御意見ありがとうございました。

それでは、次回の協議会では、何回も言いましたけれども、皆様の所属のコミュニティーでも必要に応じて議論いただいて、後日事務局からもお願いのメールを差し上げますけれども、是非とも次回までによりしくお願いします。正しいインプットなくして正しいアウトプットはないと私はいつも思っていますので、正しいインプットがかなりできたと思いますので、是非よろしくお願いいたします。

今回はCRDSの高島様、安川電機の南様、東京大学の新野先生に情報提供をお願いしたいと思っておりますので、よろしくお願いいたします。

本日は、活発な御議論ありがとうございました。

それでは、議題は以上になりますので、事務局より連絡事項などよろしくお願いいたします。

○事務局 それでは、最後に事務局から連絡事項をお伝えいたします。

今回は2月22日水曜日、1時又は1時半から開催予定でございます。場所は本日と同じ4

号館でございますが、会議室等の詳細は後ほどまた事務局からお知らせするようにいたします。

それから、今、安井座長からありましたが、次回に関してのお願い事項等はまたメール等で事務局の方からお送りさせていただきますので、是非御対応のほどよろしくお願いいたします。

それから、最後に、資料の郵送を御希望される方は机上に資料を残して御退出いただければと思います。それと、こちらのピンクのファイルは、もしどうしても読みたいという場合はお持ち帰りになっていただいて構いませんけれども、机上に置いていっていただけたら、また次回置いておきますので、お持ち帰りにならない場合は、このまま置いておいていただければと思います。

本日はどうもありがとうございました。

○安井座長 本日はどうもありがとうございました。これにて閉会といたしたいと思います。

午後4時59分 閉会