

山藤康夫氏

日鉄住金総研株式会社 客員研究主幹

「IoT・AI時代のものづくりと人の役割変化」

山藤: ご紹介いただきました山藤です。私は日本機械工業連合会、日機連と略していますが、ここで技術系人材等の問題について取り組みをして参りました。今、製造業はパラダイムシフトを迎えていると言われていています。この問題については2014年から日機連で取り組みを始めており、現在はそのような時代のものづくり人材をテーマに掲げております。今日はその活動をベースに、意見に関わる断定的なところは私の個人的な見解になりますが、ご紹介させていただければと思います。

本日は、マクロ環境から始まって、最後は人材像について、今どのようなことを考えているかという話をする予定でおります。なぜこのようなテーマかということは、もう皆さん、高橋先生、Pohl先生、山本先生のお話でお分かりだと思いますのであえて繰り返しません。一言で言えば、やはり今新しい時代を迎えているということです。

少し寄り道になりますが、国際比較ということを考えるときに、やはり私たちは前提としているナショナルカルチャーというか、文化。これをきちんと押さえておく必要があるのではと、かねがね思っておりました。たまたまエリン・メイヤー (Erin Meyer) さんという人がこのようなカルチャーマップというものを出版しております。そこで少し簡単に紹介したいと思います。

われわれの議論の中でも、「日本はハイコンテクストの社会だ」というような指摘が出て参りました。これは要するに、いちいち言葉で言わなくても、あうんの呼吸である程度通じてしまうという社会だということです。それに対して、特にこの一番左端にあるのはアメリカですが、移民などがたくさんいる社会ではいちいち言葉にしないと通じません。そのためドイツの資料を見ても、いろいろな職種を記述的に表現するというような資料を見かけます。やはりそのようなことを重視する社会なのかと思えるわけです。

それから、一番下の8番の所にスケジュールとありますが、上のほうはわりと右端の日本と左のほうにあるドイツは結構違いがはっきりしているのですが、一番下の所は比較的接近しています。これは時間に厳格かどうかという話です。日本もドイツも非常にそのようなところは神経を使うということです。製造業の場合、例えばサイクルタイムなどは秒単位で測ったりします。両国はそのような業種には向いているのではというような印象を受けます。このような違いを見ていきますと、例えば評価の伝え方でネガティブな評価を相手にストレートに伝えてしまうのか、間接的に伝えるのかなどという指標をみると、両国間には非常に大きな違いがみられます。

次はマクロ環境ということです。われわれは「製造業のパラダイムシフト」ということを、ドイツの **Industry 4.0** やアメリカの産業 **Internet Consortium** の資料など、いろいろ勉強させていただきました。このスライドにある図は工場を示しています。ここは営業の人が注文を取ってくる。仕様書を固める。そして生産準備、生産計画、労務・工程設計などに取り掛かります。つまりスタッフ部門です。次に、ここは、工場の中がネットワークされた生産・製造部門です。これからは「つながるスマート工場」の時代だといわれています。それから調達をして工場で作って、それを出荷するという、サプライチェーンの分野です。最後に、これは会社のお客さんを表わしています。このような各関係者が真ん中にあるサイバー空間を使い、全部つながっていく。その結果、例えば最終的にはこのような情報がぐるぐる回っていく。いつでもどこでも誰でも好きなものをパッと見られる。そのようなイメージになっていくということをまとめてみた図です。

これはそのような、製造部門が今直面しているパラダイムシフトについて、いくつかの側面ごとに、どのようなトレンドにあるのかということを見たものです。表側の一番上には技術とあります。これは一言で言えば IoT、AI です。IoT など、物がインターネットにつながってしまうと何が起こるかという、結局、ハードウェアとソフトウェアとバラバラに開発されてきたものが一緒にやらないと通用しなくなるという世界になりつつあるのです。先ほど Pohl 先生のお話にありました、CPS というものもありますし、Mixed Reality や VR なども同じです。それから本シンポジウムはここに焦点が当たっているわけですが、私どもはこのような最先端テクノロジーというものをうまく活用して、人が人らしい働き方ができるように使っていこうと、そのようなスタンスで新しい技術というものを見たい、使いたいと考えています。

ご承知のように、このような世界の技術というものは日進月歩です。去年までできないと言われていたことが今年になってできてしまったなどということが当たり前の世界です。例の「アルファ碁」(ディープラーニングを活用して自己学習する碁のプログラム。2015 年に人間のプロを破った初のコンピュータプログラムとなった。)が典型です。そのような世界ですので、これから恐らく我々は、このような技術革新にずっと付き合わざるを得なくなってきました。学校を卒業した後、仕事をしていく間もずっと学習が必要になります。問題はそのようなモチベーションをどのようにして持続するのかです。たぶん 20 代、30 代、40 代ぐらいまではいいかもしれませんが、50 代、60 代になったらどうするのだろう、という話があります。そこがたぶん一番問題になってくるのかと思っています。

これは国内製造業の事業環境を図示化したものです。もう今となってはほとんど聞かれなくなりましたが「六重苦」の話です。「高い法人税」、「環境規制の強化」、「円高」、「自由貿易協定の遅れ」、「電力供給の不安」、「過剰な雇用規制(製造業の派遣禁止等)」の 6 つです。これらはすべて国内要因ですが、製造業は青息吐息の状態だったわけです。今はというところらの四面楚歌の状況になります。「GAFA(Google Apple Facebook Amazon)デジタル革命

の唱導」、「欧米先進企業のすばやい DX(Digital Transformation)推進」、「西欧の再工業化+デジタル化」、「新興国（追い上げやすいデジタル化での急進）」の 4 つです。このように GAF A の躍進や Digital Transformation が進む中、西洋諸国の動向をみると、ドイツ以外の国も工業を今やものすごく重視してきており、「Industry Renaissance」などという言葉を使う人も出てきました。それから中国は製造強国へということで、世界の最先端に達したいという国是の下、今ものすごい勢いで力をつけてきました。

このスライドは、そのようなパラダイムシフトというものを、もう少しブレークダウンして見たものです。実はこの絵自体は、ドイツのプラットフォーム Industry 4.0 とアメリカの Industrial Internet Consortium が、「Joint White Paper」を発表しており、その中に出てくる絵です。簡単に私が説明してしまうと、ものづくりの技術とデジタルの技術が、この IoT を介して邂逅したことを示しています。つまり、インターネットが物につながることで、IT 系の企業がものづくりの分野に手を出しやすくなってきたわけです。放っておくと、ものづくりが IT 系企業に支配されかねなくなりますから、ものづくり企業としてもやはり IT 分野にアプローチせざるを得なくなる。これが今の製造業の置かれている環境ではないかと理解しています。

次のスライドは Pohl 先生のお話にあった、サイバーフィジカルシステム (CPS) を製造業の立場で見たものです。サイバー、フィジカル、システムの順に並んでいます。やはりものづくりの立場からすると、まず物理の世界があります。これは先ほども Pohl 先生が話されました。IVI(Industrial Value Chain Initiative)の考え方でいくと、現状、As-Is と呼んでいます。現状に対してやはりどこに問題があるのか、どうしなければいけないのかということ誰かが考えなければいけません。その問題に対してこちらはあるべき姿。今はこうなっているが、本来こうあるのがいいのではないかという問題意識があつて初めて、IoT というものの意味が出てくるのです。

IoT を導入すると、そこから膨大な数のデータが収集されてきます。それはもう人間の手には負えません。AI という超高速、高精度のコンピューターにより解析をしていく。そうするとそのようなデータを基に、サイバー上にこの物理世界・現状の世界と瓜二つのモデルをつくることができます。一方、ものづくりと GAF A とで一番違うのはここです。つまり、ものづくり固有のモデルというものがあるわけです。この理論モデルとデータモデルの両方を見て、現実をコンピューター上でシミュレーションすることができます。いちいちクレイモデルを作って、ここに窓を付けよう、ここに何かしようなどということを考えずに、全部サイバー上でそのようなことができるわけですから、ものすごく時間が短縮されます。したがって何か月もかかっていた試作もあつというほど短期間にできてしまうわけです。こうして望ましい現実の姿をつくることのできる。サイバーフィジカルシステムというものは、製造業の立場から見ると、このようなイメージになります。

そうするとそこで働く人間には、ものづくり人材のほかに、このようなデジタル人材も必要になってきます。ということで、われわれはこれをギリシャ文字の大文字のΠ（パイ）、二つの足、つまりものづくり技術とデジタル技術の両方を兼ね備えた人材が必要になってくると考えました。この点については後ほど少し説明したいと思います。

日本の中小企業は今どのような状態にあるのかということです。これは経済産業省さんが中小企業を対象に調査をして、IoTなどをうまく使った例というものをまとめたものです。私はその資料を基に、どのような課題をピックアップしてIoTなどのテクノロジーを使ったのかというふうに整理してみました。例えばこのような問題があります。「技能伝承がうまくいかない」、「生産性がうまく改善しない」というような問題に対して、センサーカメラを付けたり、仕様書をデジタル化したり、という形で課題を解決していったというまとめ方です。それを先ほどの大きな情報の楕円形に当てはめます。すると、この大きな楕円のある部分については、かなり進んでいる事例があるといえます。しかし、全部をぐるぐると一周するところまではいっていない。それが現状ではないかと思っています。

これは今年、ものづくり日本大賞の特別賞を取った会社の例です。自動車部品産業です。（少し時間がないので詳しく説明できません。）簡単に言うところの会社はトヨタ式のカイゼンのコンサルテーションを受けました。そして「装置の稼働率のデータをとってください」と言われました。「分かりました。ではデータをとりましょう」と実施しようとした。しかし、とるように言われたデータを、その時はなかなか採れなかったというのです。そこで、例えば、工場の設備がどれだけ止まっているのかというデータをどう取るか検討しました。その結果、この「多層表示灯」に着目したというのです。これは工場へ行くと必ずこのような物が付いています。赤だと止まっている、緑だと正常運転というものです。この会社は、この「多層表示灯」に光センサーを付けたのです。光センサーを付けて、その信号をデジタル化して、通信で飛ばせるようなものをこのそばに置きました。もう一つ別の所には磁気センサーを置き、そのデータを同様に飛ばすようにしました。そしてそれをパソコンで見えるようにしました。今まで全く見えていなかったものが、具体的にグラフになって見えてくると、やっぱり何か気づきが生れます。「では、こうしたらいいのではないか」などという話になります。このセンサーは「秋葉原で数十円の物を買ってきた」とありましたが、そのような物でも見える形で成果が出てきたのです。「おお、すごいじゃないか」とみんな思います。周りの人たちも、「じゃあ、俺の所もやってみるか」となるわけです。

この会社はその後、AIベンチャーと組んで、このシステムをAIでやるようになりしました。現在は、（ここにあるように）このような診断サービスやコンサルティングサービスなど専門の会社をつくって、周りの会社にそのようなサービスを提供しています。つまり、製造業だったのにサービス企業になってしまっているのです。これこそ、今求められていることではないかということで特別賞を受賞できたということです。

これは要するに手書きの日報を全部電子化して、報告書まで自動作成するようにして、楽になりましたという例です。この会社がそのようなコンサルティングとサービスを提供しているのです。ですから中小企業でもこのような所に頼めば、そのようなことができる、そのような時代になってきている。そうすると、ではそこで働く人材の役割はどう変わるのだろうかという話に移るわけです。

われわれは、日本のものづくりは、もともと匠というものを非常に尊重してきた世界だと認識しております。町工場に行くと必ずいますね、もう年を取っているが、これについては、「彼はひとなですとミクロン単位のことを分かるんだ」などという人が少なからずいます。そうした匠をこれからはたぶん漢字の「匠」ではなく、ローマ字の「TAKUMI 4.0」にしていこうと。その心は、要するに今までは機械の匠だったわけですが、これからはその機械の動作をデジタル化した中で、そのようなすごさを追求しようではないかという意味の「TAKUMI」なのです。ですからこの TAKUMI は、デジタルツールを使いこなして、新しい知見をそこから取り出せるような人という意味になります。

このスライドは漢字の匠のほうです。これは平成 30 年の 2 月に厚労省の関係だと思いますが、PTU という大学、Polytechnic University で、このような「技能科学入門」という本を出しています。そこで私になるほどと思ったことを少しまとめたものです。ちょっと時間がありませんので、興味ある方はぜひこの本をお読みください。

「TAKUMI 4.0」に戻ります。今まで「ものづくり」しかやったことのない人たちに、これからどのようにデジタル技術を身につけてもらうかということを考える必要があります。これは一言で言うと、一朝一夕には無理です。しかし、デジタル技術を使いこなせるように、やはり習得していくという方向が一つあります。これをわれわれは「Π (パイ) 型人材(ものづくりとデジタルの両技術を身につけた人材)」と名付けました。ところが、このような話をするとう「みんながそのようなことができるわけがない」という議論が当然出てきます。それならば「チームでいいのではないか」となりました。チームの中に誰かそのような人を入れて、そしてものづくりの人たちと一緒に働き、共にそのような新しい世界を切り開いていこうということになります。

そうすると、「チーム」になりますから、そのメンバーとして働ける人と取りまとめる人が必要になります。われわれが注目したのは、やはりこのリーダーです。なかなか大変ではないかと。リーダーはいままで異分野で働いていた人同士の通訳をしなければなりません。全く考え方が違う人たちの橋渡しができる人が必要になります。これは結構重要なことではないか。こういった議論が出てきました。

今度はそのような人たちといっても、やはり会社ですから、図のように経営レベルとマネジメントレベルと現場のレベルがあるわけです。そのため、それぞれ役割が違うのではないかという観点から、この三つごとに、特に AI の導入によってどのような役割が必要になる

かをまとめたものです。まだこれは完成形ではありませんので、今後変わるかもしれません。

今、私が個人的になるほど思っているのは、AI を、例えばディープラーニングもそうですが、やはり最初に参考になるデータ、教師データの問題が出てきます。どのようなデータをどう与えるかをどう決めてどう教えるか。これを判断するのは、結構難しいらしいのです。例えば、何かある物体の写真を撮るにしても、ここから撮ればいいのか、こちらから撮ればいいのか、この辺りを撮ればいいのか、これはもう試行錯誤だそうです。いくらディープラーニングがすごい力を発揮しても、教師データの与え方次第でどうにでもなるといった面があるようです。そのため、最適な使い方ができるようになるには、教師データを適切に与えなければいけません。その意味では現状は、現場の人が工夫しなければいけないわけです。そこにやはり TAKUMI としてのヒントがあるような気がします。逆に言うと、このようなことが現場でうまくできると、それは新しい日本の現場力になるのではないかと、うように、少し期待をしているところです。

これはまとめになりますが、そのようなことで、今日申し上げたいことは、今、日本は四面楚歌の状態にあると言っていると思います。でもこれは全部、そこに通底するのはデジタル技術です。だからこれをいかに早く身につけるかということが今は問われています。このようなデジタル技術というものは、導入してすぐに効果が出るかということ、どうもそうでもなさそうです。すぐに出るようによく考えなければいけません、やり方によってはうまくいかない、却ってコスト要因になるかもしれません。そこで大事なのはやはり長期的な目線ではないでしょうか。

日本は、80年代に日米貿易摩擦で非常にやり合ったときに言われたのは、「日本企業は長期経営をしているから強いのだ」ということでした。最近はどうでしょうか。あまりそのような感じはしません。でも、やはりこれを復活させなければいけないと思います。それからICT系文化をどのように取り入れていくかです。今よく言われているのは、システム思考やデザイン思考。このようなシステム系の人たちが得意にしていたものを、やはりものづくりの世界でも取り入れていく必要があるということです。それから、そのような新しい文化を導入するという意味で、社員の発想や意識の転換をしなければいけません。社内文化と組織の大変革というものが、ものすごく重要になると思われます。

ドイツの資料で「Industry 4.0 Maturity Index」というレポートがありました。そこに「単に設備やそのようなものをデジタル化するだけではなく、文化と組織のデジタル化が大事だ」という一項目がありました。私は最初よく理解できなかったのですが、いろいろな事例を見ていくと、「なるほど、これはすごく大事なことだ」と今では思うようになりました。

それから日本の中小企業の例で言えば、このような効果の大きそうな問題を選び、そこか

ら気付きが得られるかというような視点、意外とそのようなところがポイントになるのではと思います。AIの理屈がどうこうということももちろん大事な点だと思いますが、事例のような視点に立つだけでも結構対応できる、そのような事例が出ています。

それから、やはり漢字の匠からローマ字のTAKUMI 4.0ということです。新しい「人の役割」というものをもっと我々も考えなければいけないし、それに向かって本当は社会全体、産業社会全体から教育の問題まで、少し向き直さなければいけないと思っています。ものづくりの中で考えると、そのTAKUMI 4.0というものは、デジタル経験とか、デジタルに触る経験とかをたくさんしていけば、そのうち身についていく。そうすると問題は、「どのような経験をさせるのがいいのか」と考えるところがポイントになるような気がしています。

ということで、日本のものづくりが早くこのDigital Transformationというものにうまく乗り、国際競争力を高めていかなければいけないと考えています。どうも、ご清聴ありがとうございました。

以上