

インダストリー4.0の現状と将来

ベッコフオートメーション株式会社 代表取締役社長 川野 俊充氏

ドイツの制御機器メーカー、ベッコフオートメーションの日本法人代表を務めております川野と申します。ベッコフオートメーションは、

「EtherCAT」という産業用ネットワークの通信規格の開発元で、パソコンを使った制御機器を専

業としています。一言で当社の要素技術を紹介しますと、「まとめる技術」ということで、異なるハードウ

エアをソフトウェアのモジュールにし、ひとつのハードウェアにソフトウエアをいくつか入れることで同じ

機能をまとめることができる、という技術になります。

ドイツでは「インダストリー4.0」のプロジェクトに参画しており、そのため日独の架け橋を担うこと

ができる機会が増えています。今回は、インダストリー4.0はどうい

うものなのか、これまでの経緯、そして「インダストリー4.0最前線」のような形で、事例を踏まえてご紹介したいと思いますが、ひとつだけ強調するとすれば、「App Store for Machines」がキーワードになると

インダストリー4.0は、産官学の有識者の提言から、国策として始まった

インダストリー4.0は、もともと産官学の有識者が集まって、製造業の競争力をどうやって維持・向上

していくか、政府に対する提言書として2013年4月に公表された「インダストリー4.0プラットフォーム提言書」が始まりで、ドイツの

国策とされました。産官学の有識者で「インダストリー4.0プラットフォーム

フォーラム」という委員会が組織され、ワーキンググループも置かれ、標準化や技術開発の議論が展開されています。

委員会では、シーメンス、SAP、ボッシュといったドイツを代表する

大企業が旗振り役となっている一方、IBM、ヒューレット・パカード、ABBなどドイツ企業でないところ

も参画し、ドイツ発だが国外に対し影響力を発揮していきたいという意図が感じられます。

標準化の議論だけ進んでも、実証する場がないと製品化が進まず、そ

うした製品も使われないので、産官学共同でクラスターという単位でプロジェクトが生まれ、助成金が支

給され、5年ぐらいのスパンでスマートファクトリー、自動生産システム、人工知能といったテーマの実証

実験が行われています。

ドイツには産総研に相当するフロンティア研究所というのが全国に57カ所あり、各研究所がそれぞれ得意分野を持っていて、フロンティア研究所を核に同じような研究分野を持っている大学や企業が集まっているところが特徴となっています。その中でも一番規模の大きいのが「I4.0」で、当社も参画

しており、いくつかの分科会の座長を務めています。

インダストリー4.0は、いろいろ標準化し、うまくつないで、ITを活用して、ものづくりであればもっと効率良くしていこうということなのですが、実際にどうい

う世界をめざしているかという時に引き合いに出される概念が「マスカスタマイゼーション」です。日本語では、「変量変

化」です。日本語では、「変量変

川野俊充氏



種生産」と言われますが、カスタムメイドで一品物の仕様の製品を、量産品と同じ品質とコストと納期で届ける、そうしたものづくりを実現して、こうという考え方だと言えます。

キッチンメーカー、ノビア社の マスカスタマイゼーション

インダストリー4.0の先行事例として、キッチンメーカー、ノビア社の事例を紹介しようと思います。キッチンというのは、家族構成

や好みなどによりデザイン、色が違うということになります。蛇口をどこに付けるか、取っ手の方向はとか、みな一品物の仕様になるので、ノビア社は手作りでカスタマイゼーションに対応してきました。

すべて受注生産なのですが、天板などは1週間分くらいの在庫で回すことができています。それでオーダーに応じて、「いつどこでどういう大きさの天板が必要か」をITを使い、オンデマンドで最適化して、どう切れば材料の無駄を最小化できるか、電気代を最小化できるかを制御し、またなるべく省人化を進めています。検査でも、光学素子を使ったり、画像処理システムを使ったりして、自動化を進めています。ただ、表面の質感とか色合いとか、どうしても人の目で見ないと分からないところはたくさんあるので、自動化できる場所とヒトでできないところを、上手に区分けし、生産性を高めています。

いったん部品は中間仕掛在庫になり、オーダーに応じて必要な部材をピ

ッキングするのですが、部材にシールを貼り、貼った瞬間にすべての部材がIoTの配列になります。これにより、「この部品は、いつ、どこで、誰が注文した、どういうデザインのキッチンでどこに使用される部品で、どの工作機械で、どんな大きさのダボ穴を空けて、どのロボットで、どの大きさの引き出しに組まれて、いつまでに完成して、検査を受けて、どこに配送が必要か」という、トレーサビリティがとれるようになっていきます。ロボットは同じものを早くたくさん作るのは得意ですが、一品物の生産の自動化は、部品のトレーサビリティがとれていないとできません。

ノビア社の製品は、このようにIoTの仕組みを使うことで、サービ品質も非常に高く、ドイツ政府からも注目されています。いまだ社は、二緒に実証実験に参画しています。

ITを使った生産の最適化に向けた世界の動き

ノビア社がマスカスタマイゼーションできているのは、1社ですべてのバリエーションをコントロールできるからです。1社だけでやるのは限界がありますし、インダストリー4.0の世界では、バリエ

チェーンをつないで、マスカスタマイゼーションの世界を作っていくのが目標ですので、そのときに重要なのは、やはり標準化です。

企業の生産技術の研究成果を、自社の競争力の源泉として守り育てることは重要ですが、その一部を同業他社や他の業界でも使用されるような形で標準化していく、そこにイノベーションの源泉があるのではないかと考えています。インダストリー4.0の標準化ロードマップに明記されています。標準化の対象を「サイバー・フィジカル・システム(CPS)」「スマートマシン」と呼んでいます。

ITのツールとか、ソフトウェアを使って製造業の現場で行われている最適化は、一般的には独立して運用されているので、生産現場に並ぶいろいろな生産財が、標準的なインターフェースで、あらゆる工程からの最適化が一手にできるようなになれば、全体最適ができるのではないかと考えています。

同様の取り組みが各国で進められており、有名なのはアメリカのインダストリアル・インターネット・コンソーシアムで、中国には「中国製造2025」、フランスには「インダストリー・オブ・ザ・フューチャー」



というのが、2016年から2017年にかけての歩みです。

ドイツはいろいろなところと一緒にやろうと躍起になっているのですが、なぜそうなのかは、ある数字を見た時に腑に落ちたところがあったので、ご紹介したいと思います。

ドイツのDAXと言われるインデックス銘柄の30社社の時価総額を足し合わせた金額と、アメリカのBIG4と呼ばれるIT企業4社の時価総額を足したものが、だいたいの同じ規模になります。雲の上のクラウドビジネスしか

やってこなかったアメリカのIT企業が、リアルの世界、製造業に近いビジネスに進出してきて、ドイツ企業が1社ずつで戦っていくのは大変だということを肌で感じたのだと思います。

ドイツのインデックス銘柄は製造業ばかり、アメリカはIT企業ばかりです。日本の場合は、東証一部市場上位10社が同じくらいの時価総額ですが、製造業あり、通信事業者あり、金融機関ありという状況です。社会・経済の原動力になっている企業、業界の内訳が大きく違うという

のが、日米独の特徴です。従って、みんなで手を結んでも、それぞれの国のあるべきやり方がおそらくあるのだらうと感じています。

二国間・三国間では、片手で握手をしながら片手でパンチするみたいな緊張感のある一体化が進んでいるのですが、企業同士はまさに戦国時代で、スマート化のために必要なIoTプラットフォームでデファクトスタンダードを取るために凌ぎを削っています。

ドイツは選別が進んでいて、勝者はここという感じが見えており、また非常にバランスがとれています。アメリカはアマゾン、グーグル、マイクロソフトとか、GEも含め、どかが実権を握るのかまだ見えない状況です。日本は、いろいろな企業が増えている最中で、これから選別と提携が進み、収斂して最終的な勢力図が決まっていくと思います。

インダストリー4.0のハイライトであるサイバー・フィジカル・システム

冒頭にご紹介した提言書の続編にあたる「インダストリー4.0実践戦略」では、インダストリー4.0のコンセプトをどのように実装していくか、2025年までのロードマッ

プを含め解説していますが、その中のハイライトがサイバー・フィジカル・システム(CPS)というものです。

CPSは、「管理シエル」という名前のソフトウェアのラッパー(本来は利用できない環境で利用できるようにしたりするもの)を、現場のいろいろな生産財、すなわち工作機械、射出成形機、産業用ロボット、圧延機などにかぶせ、オブジェクト化していくということです。

生産財は、基本的にはスタンダードなローンで使うのが前提で、つないで使う時は匠のインテグレーションが必要。管理シエルをかぶせて、どんな種類の機械でも統一的につながるようにすれば、アップグレードも簡単だし、もっと便利に使えるということなのです。

例えばプリンターの場合、とりあえずネットワークケーブルをさして、どんなメーカーのパソコンで、どんなOSが載っているか、ドライバをインストールすれば、同じ品質の印刷ができるようになります。それがIT機器に対する期待値なのですが、工場の機械をIT機器のように使いやすくし、相当の生産性の向上が望める、というふうに捉えればいいと思います。

があります。国別対抗戦の様相を呈していたのですが、2016年ぐらいから状況が変わってきました。国ごとの特徴、強みをうまく残しながら、最終的には互換性が重要だということ、実感してきたのだと思います。

最初に提携の動きを示したのがドイツとアメリカ、次に日独、続いて日米が連携することになり、日独米3国が、ちょっと複雑でいろいろな大人の事情があるんだと感じられるのですが、一応は手を結んでいこうという雰囲気になってい

クラウドソーシングが インダストリー4.0の 革新的側面

インダストリー4.0には進化と革新、両方の側面があると言われていますが、CPSは進化の側面であり、革新の側面がクラウドソーシングです。

ビジネスに必要なヒト、モノ、カネ、情報といったリソースは、自社で備えるのが一般的でした。10年ほど前からアウトソーシングと言われてきましたが、最近、注目されているのはクラウドソーシングです。ヒトも、情報も、移動手段も、設備も、すべてオンデマンドでプロジェクト単位で調達できます。コマ切れでも、適正価格で高品質なビジネスをクラウド上のマッチングで入手できるようになってきています。社内報を作りたいたい時、社内にデザイナーを抱えていなくても、そういったサービスを探索すと、「こんなデザインを私がやりました」というのがたくさん紹介されている一覧が、値段付きで出てくるのです。

GEは、「オープンイノベーション・センター・オブ・エクセレンス」というサービスを提供しています。ある有機物を分解する酵素をGEが必

要としていた時、自社や委託の研究ではどうしても解決できず、「この酵素を見つけてくれた人は何万ドル」といった感じでウェブに自社の課題をあげてみたのです。すると、南米のどこかの研究機関が「うちはそのをやっています」ということで、ハッピーエンドだったのですが、GEは、こういうことで自分たちの課題を解決できるし、逆に自分たちから買ってくれる人たちもいる、と考えました。ノウハウの売買そのものより、胴元をやるのが一番儲かるので、ノウハウの取引市場を担当する新しい部署を立ち上げました。

製造業として非常に注目しているのが、生産能力そのもののクラウドソーシングです。自社で工場を建てたり、中国にお任せというアウトソーシングではなく、必要な時に必要な生産能力をマッチングしていくというのが、新しいビジネスになるというモデルです。

ラクスルは、印刷通販というサービスを展開するベンチャー企業です。町の印刷屋さんでもドイツ製のすごくいい印刷機があったりするので、稼働率が低いので、眠っている印刷能力をマッチングするという、ビジネスを始めました。原稿をラクスルのフォーマットでウェブサイ

にアップロードすると、それを印刷できる印刷能力を見つけてきて、「この品質で、この価格で、納期はいつです」というのがバツと出てきます。スマートサービスと言われる、スマート化、デジタル化の流れは、あらゆるところで起きています。

匠の技を伝える APP Store for Machines

機械加工品の世界では、例えば試作品の注文があった場合、二次元の図面をファックスでもらい、見積りを作り、熟練の技能の方が素材の特性をうまく使って、得意の経験と勘で決められたコストの中で必要な精度、品質を出して納めるというのが、世界中どこでもやってきたビジネスですが、ドイツではいま、これが非常に深刻な状態になってきています。問題は2つあって、ひとつは技術継承がどうしてもうまくいかない。機械の精度が出る設定にするまでがものすごく大変で、この温度の時はこの速度、この圧力はこう制御、といった匠のセットアップが必要不可欠です。工程もどうやって加工時間短くて済むのか、そういったノウハウがあつて、シニアの方がいないとなかなかできず、そういった方々が引退する前に、技能を継承してお

く必要があります。もうひとつは構造的な課題で、材料の技術が進化し、金属でやっていたことを樹脂でできるようになった瞬間、金属加工しかなかった企業は突然ビジネスがなくなってしまうというリスクが生じています。

匠の人の理念とか技術は、他には代えられない非常に貴重なものなので、なんとか継承する方法がないかということ考察されたのが、APP Store for Machinesです。

機械加工の匠の人のノウハウをプラットフォーム化し、パッケージにしてアプリにすることができれば、匠の人が休んでも、アプリにやってもらえますし、海外の新工場立ち上げも、匠の人が行かなくても伝授できます。

自社の中での活用だけでなく、一世代前の加工技術とか、もつと難しい付加価値の高い仕事をやっている場合には、ノウハウを同業他社に売れば、ものづくりの仕事を続けながら、自分たちのノウハウが勝手にキャッシュフローを立ててくれるという、ビジネスの柱をもうひとつ付け加えることができます。

TRUMPFという板金加工とかレーザー加工の機械メーカーでは、もともとお客様にメンテナンスの

サービスを提供しなければならぬので、メンテナンスに必要な情報をOPCUAという通信規格を使って、エンドユーザーが自分のオフィスネットワークから監視できるようにしています。エンドユーザーから依頼があれば、TRUMPFが予防保全のサービスをクラウド経由で提供しており、当然、他社の機械にもつながらないと意味がないので、オープンで標準的な規格を使って、使えるようにしています。

このクラウド上で動作するApp Storeは始まったばかりですが、Buy App Nowというボタンを押すと、「月額80ユーロでこのアプリが使えます」といった感じで、20社ぐらいで54種類ぐらいのアプリケーションが登録されています。

一つの例をご紹介します。NCコンバータというアプリは、板金加工の機械をプログラミングするためのプログラム言語について、ある機械メーカー用のものを他のメーカー用に変換してくれるものです。各メーカーが出している機械は、同一規格で作られていても、各社とも特徴をうまく出していくことを優先するため、プログラミング言語には方言があったり、互換性がなくなったりしてしまいます。でもエン

ドユーザーは、いろいろなメーカーの機械を使わなければならないので、人海戦術で同じ動作をするプログラムをメーカーごとに書き分けたり、メンテナンスが大変で、メーカーごとに異なるアプリケーションを変換してくれるツールを作ってもらったり、ものすごく苦労しています。大事なのはどういう加工をするかであって、こうした仕事に時間をかけるのは無駄ですから、機械メーカーから正規品、いわゆる純正品という形で、メンテナンスもするような形で、変換アプリケーションが月額60ユーロで使えるということになればみんな助かる、という発想でリリースされたのがNCコンバータです。

一番大事なのは、やはり現場のノウハウとか技能をどうやって向上させていくのか、作り込んでいくか、というところです。いままでは「あの人の背中を見て10年間頑張った技能を盗んでください」ということでした。しかしながら、ノウハウを見える化していくために必要な手段が最近増えてきており、匠の方に見える化してさしあげると、「俺ってこうやっていたんだ」と、自分でまた新しい発見があったりします。単純にデータだけあっても仕方がなくて、こういう温度・湿度の時にどうい

設定をするとかの精度が出るのか、といったモデル化していくことが必要になります。

いわゆる匠の品質の因果関係をテラゴリズムにすることができれば、設備や装置の稼働率を上げたり、予防保全を行うことができます。匠の方は「なんかちよつと油の匂いが違うな」とか、「この機械のこのギアから出ている音の共振数は数がいつもとはちよつと違うな」とかに気づいて、「2週間以内に交換しないと壊れるから」みたいに言われていると思うのです。そのあたりを、「このアプリ使ってね。分からなかったら匠の人がちゃんとリモートで見てあげるから」といったことができれば、自分たちのリソースを大切に使うこともできるようになります。

匠の技能がパッケージ化され、それを売れるApp Storeがあれば、設備の効率的な運用や匠の技術の継承だけでなく、匠の自身も新しい技能を作りこんでいく時間ができます。このサイクルを回していく上で注目されている新しいトレンドが人工知能、なかでも深層学習とか深層強化学習と呼ばれる技術です。匠の方に来ていただきたい、「どうやってい

ットを貼って分類し、その方のノウハウを見える化し、トレーニングの資料にして、トレーニングプログラムを作って、それで人材開発をしてきた、こうしたまさに人で回していたところを、ITの力をうまく使うことができれば、同じ組織でも倍速で回していくことができ、人ならではの価値が出せるところにフォーカスできるだろうと期待されています。

インダストリー4.0 最前線

最後に、駿河精機という企業と一緒に取り組んでいる、AIによる加工条件の自動最適化をご紹介します。と思います。

駿河精機は、精密な製品の自動検査をする時に、検査装置でミクロン精度でその位置を制御するオートページというものを作っているメーカーで、この分野では世界シェアトップです。自動ステージもちゃんとカタログがあるのですが、結局、カスタムメイドになってしまっているので、仕様書をもらって図面を起こし、指示書を作って、加工プログラムを作ったりしていたのですが、そこを駿河CPSと言う形で、一貫通貫で進めていくようにしました。

駿河精機には最新鋭の5軸加工機があったり、20年前から頑張ってい

るベテランの機械があつたりとかさ
まざまなので、同じ情報をNCから
送っても同じ精度が出ません。それ
で、メーカーの違いとか、機械の剛
性の違いをきちんと補正してくれる
ような管理シエルを内製・自作し、
他社に提案したりしています。

自動化するためには、生産設備
にどんな機械があるのか、どれくら
いの剛性があるのか、ATCにはど
んな工具が付いていて、稼働条件は
どうなっているのか、プロファイル
して、必要な加工ができる設備を
うまく選んで、起動生成のプログラ
ムを人が修正して、というのがこれ
までのやり方で、結局、最後は人が
修正しないと自動化できないとい
うのがボトルネックだったので。素
形材加工では最終的な精度を出す
ときに、どうしても不具合の要因
が無数にあり、しかも因果関係が
絡み合っていて、匠の人でない
と分からないということがありました。
それをどうやって紐解くかが課題
だったので、答えから逆算する
やり方で2つのステップに分けて解
決に取り組みられています。

自動化できれば、合格と不合格とい
うデータを継続的に蓄積することが
できます。訓練データとか、AIの
世界では教師データと言われるん
ですが、人工知能が学習するために必
要なデータが量産されます。そうし
たビッグデータを使って、正解のデー
タに辿りつくためのパスはどれかと
いうことを、深層強化学習してい
ます。AIというのは画像処理が得
意なので、粗さとか傷とか、どうし
ても人でないと見えなかったところ
を、静止画ではなく死角がないよう
に動画で全周を録ったり、あるいは
可視光外の光を機械学習しような
ど、色々な新しい試みをするので、
自動判定できるようにしていこうと
しています。

「もう継いでくれる人がいないん
だったら、人工知能でもいいから自
分の技能を残しておきたい」と言わ
れている匠の方に、私は実際にお会
いしています。ITのトレンドをう
まく使って、人はより創造的で付加
価値の高い仕事ができるようにな
ればいい、ITとかAIとかIoT
とかを、そういう観点で捉えること
ができればいいというのが私からの
メッセージとして、インダストリー
4・0のご紹介を終わらせていた
だと思えます。

これができたら、お客さんの注文
から作業まで一貫通になるので、
本社工場で作るか、中国で一部生産
してもらおうかといったことも、IT
で自動最適化できます。協力会社に、
「普段は自社の生産のために使って
ください。その代わり、管理シエルが
あるので、それをインストールさせ
てください。帰るときに材料をセッ
トして、電源を入れてネットワー
クケーブルを刺しておいてもらえれば、
必要な時にうちの注文を入れてお
きますので、朝来たらそれを出荷して

川野 俊充 (かわの・としみつ)
ベッコフオートメーション株式会社 代表取締役社長
1998年 東京大学理学部 物理学科 卒業
1998年 日本ヒューレット・パッカード株式会社入社
(半導体計測機開発エンジニア)
2003年 カリフォルニア大学バークレー校
ハース経営大学院経営学修士
2004年 日本ナショナルインスツルメンツ株式会社入社
(プロダクト事業部事業部長)
2007年より慶應義塾大学 SFC 研究所 上席所員
2011年よりベッコフオートメーション株式会社 代表取締役社長
現在「EtherCAT」開発元のベッコフオートメーションにて、
ソフトウェア PLC/NC/RC の TwinCAT による
PC 制御ソリューションの普及に努めています