

[2014年度全国大会特別講演]

## 情報技術を活用した新産業革命

秋山 雅弘

この記事は、第10回情報システム学会全国大会・研究発表大会（2014.11.29）における特別講演の口述内容をまとめたものです。

### はじめに

私は、30年ほど前にアルモニコスという会社を静岡県の浜松市につくりました。もともと生まれたのが横浜でしたので、先ほどの学長の話のように、横浜から初めて静岡に来たときにギャップをすごく感じました。静岡県に住んで約40年になりますので、最近になってギャップはだんだんなくなってきていると思います。静岡の話も少し織り交ぜながら、お話をさせていただこうと思っています。学会で話をする機会があまりないので、ちょっと気合いを入れまして、1時間の講演に88ページの資料を用意してきました。当然、飛ばしながらお話ししますが、面白そうなところは、なるべくしっかりお話をしたいと思います。

今日は「情報技術を活用した新産業革命」ということとお話をさせていただこうと思っています。

私は1984年に会社をつくりまして、インハウスシステムの開発で3次元の技術を使い、いろいろなパッケージの開発を行ってきました。開発の経験や会社経営の経験を生かしながら、情報システムの社会、未来のお話を考えてきまし

た。

来し方から未来の行く末を占うというのはよくすることですが、コンピュータ環境の大きな変化、3次元のデジタル表現の変化、社会の変化もありましたので、そんなところから論を進めていこうと思います。デジタルによってプロセスをイノベーションすることが、ものづくりに関して私の30年を行ってきた仕事です。それを背景に少し技術的な話もしますし、社会的な話もします。政治も行政も大変関心がありますので、そんなところにも少し入るかもしれません。

CAD、CAE、CAM、CAT と、コンピュータエイデッドのデザイン、エンジニアリング、マニファクチャリング、テストというところで、まさにエイデッドというのはコンピュータの役割とか設計の支援システムという意味で、CA 何とかなんかに関するのをずっとやってきました。そういう意味でいくと、情報システムというのは何かのために役に立つのだと思っていて、私の今までの仕事はものづくりのために使ってきたと思っています。それをどのように使うかということになると、イノベーションという言葉です。イノベーションという言葉も、社会のイノベーションもあれば、技術的なイノベーションもありますが、そんな意味で、イノベーションに絡んで仕事をしています。

自己紹介です。横浜に生まれて、ヤマハ発動機で6年半、船の設計をやり、その後、デジタル技術を生かしたソフトの会社をつくりました。

Masahiro Akiyama

株式会社アルモニコス 取締役会長

第10回情報システム学会全国大会・研究発表大会

[特別講演] 2014年11月29日受付

© 情報システム学会

今日の資料は、お渡しできる状態になったのが5分ほど前ですので、問い合わせていただければ、お配りできるようにしたいと思います。

去年まで役職を39個やっていたのですが、そろそろ辞めようということで、今二つだけ役を持っていて、東大の生産技術研究所の顧問研究員と、IPAの未踏事業推進の委員をしています。未踏というのは、いまだ到達したことがないということで、非常に面白いことをやっている学生や社会人を応援するということから、経済産業省が「未踏」と言い始めたのが十何年前です。今400人ぐらいのクリエイターとスーパークリエイターがいるのですが、面白い研究をしても、それが成果に結び付いていない、ビジネスになっていないケースがたくさんあり、それを何とかしようというので、去年委員を頼まれたのでやっています。

それから本は1冊だけ書いたことがあります。これもイノベーションが好きで人間なので『デジタルプロセス・イノベーション』というタイトルの本を2001年に書きました。その直後は年間50~60回ぐらい講演をしました。最近は、かなり少なくなっています。本はあまり売れなかったです。副題で「製造業再生のシナリオ」としたのですが、ある人に、逆にすればよかった。「製造業再生のシナリオ」にして、副題を「デジタルプロセス・イノベーション」にした方が売れたのではないかと言われて、ちょっと後悔をしています。

コンピュータ環境の大きな変化をまとめてみました。これは皆さんの方が専門なので、私は自分なりに今日のために簡単にまとめてみたのですが、メインフレーム、ダウンサイジングは当たり前すぎる話で、デスクトップPC、ノートパソコンの時代になって、その次にインターネット、ウェブアプリケーションが出てきて、その次にスマホやタブレットが出てきた。この先どうなるかという話ですが、クラウドコンピューティングというのが普及し始めています。もしかすると次は、複数の人が同時に触れるようなエージェント型OSの上で設計できるシステムが、もうちょっと先の主流になってくるのではないかということをおOSなどには素人なの

ですが考えたことがあります。

もう一つは、私の専門分野ですが、3次元でどう表現するかということなのです。これは、もともとは紙の図面と同じく2次元の図面をコンピュータの中の点要素、円や自由曲線という線要素のエンティティの集合として表したのがスタートでした。二次元の要素にZ軸のデータを加え3次元空間の線要素(ワイヤフレーム)になり、それに面を張るということでサーフェスの技術が発達しました。サーフェスのデータがあるから初めてレイトレーシングにより陰影をつけてCGができますし、面上の点列集合や垂直方向の計算もできることで加工情報も作れます。面を細かく分割すると表面格子ができるので、シミュレーション、有限要素解析ができるわけです。次に1980年代にそれを閉じたものとしてのソリッドモデルのアイデアがケンブリッジ大学などの研究でできました。ソリッドという概念が生まれて、形状そのものに属性を持たせたプロダクトモデルという概念が生まれました。残念ながら、その技術が製品の設計開発になかなか応用されないうちに、次は点群やポリゴンという技術が生まれました。これは最近はやっている3Dプリンターなども、この技術がないとなかなかできないという意味では、サーフェスソリッドよりも新しい技術です。先ほど控室でVCADの話を出したのですが、VCADテクノロジーというのは理化学研究所で研究しておりまして、閉じた表面により立体表現する(BoundaryRepresentation)ではなくて、中の情報を含めて立体化するというので、臓器の情報も含めた3次元化できると、恐らくもっと先に進むだろうと思います。そんな意味で、VCADテクノロジーも大事だと思いますし、上にあるものを全部まとめたようなハイブリッドのシステムというのがまだできていないので、次世代の3次元デジタル表現では、このようになるのではないかということをお簡単にまとめました。

この分だけ話すと数学の話などで、あまり面白くない概念です。ここは私が話すのは少し若すぎるのですが、社会の変化がどうだったか。狩猟時代から農業革命があって、第一次産業が

発達し、その後、産業革命があって二次産業が発達しました。その次に IT 革命という言葉が生まれました。その IT 革命が三次産業を興したというのはうそになりますが、そういう意味でいくと、三次産業の中の中心になる情報産業というのが IT 革命の結果だと思えます。

最近どんなことがキーワードになっているかという、これも先生の方が専門だと思いますが、私が気になったところが三つあります。一つは、6 次産業連携という言葉が最近よく使います。6 次産業化という言葉は人が使うので、あまのじゃくな私は、6 次産業連携という言葉を使います。それからドイツの方では Industry4.0 というのがありますし、アメリカでは Manufacturing Renaissance という言葉や Internet of Things という言葉が取り上げられています。Industry4.0 とか Manufacturing Renaissance は、専門家の方の話をここ 2 カ月ぐらいで 2 度聞いて面白いなと思っているのですが、専門ではないので飛ばします。6 次産業連携の次に何を考えるかという話ですが、どうも社会構造が技術をつくる、技術が社会構造をつくる、この行ったり来たりがあるとすると、どちらかという未来社会を考えておいて、そこから未来の産業や未来の技術を考えて方がいいのではないか。技術を先に考えるのか、未来が先にいくかという話になったときに、未来を先に考えてもいいのかなということで、こんな絵をつくってみました。(図 1)

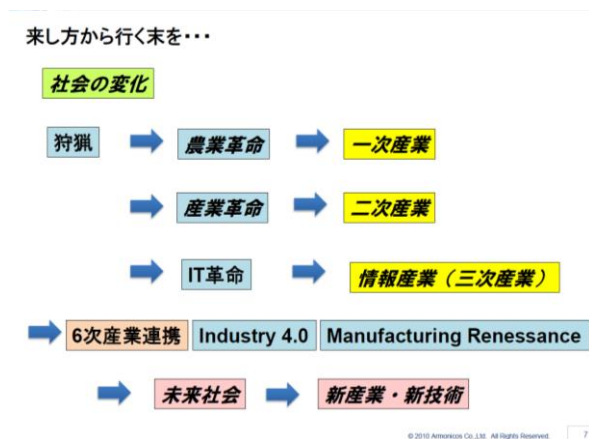


図 1 来し方から行く末を・・・

## アルモニコスを紹介

ちょっと足元に戻って自分の会社の紹介をします。これもあまり長く紹介すると、それだけで時間がたってしまうので、ここはすごく駆け足にしようと決めていました。

ヤマハ発動機という会社を卒業して、スピンアウトして創業しました。先端問題解決をテーマにして会社をつくりました。お客さまの持っている課題を解決するということで、お客さまの中で使われるシステムの開発請負（インハウスシステム開発）を始めました。いわゆる何か大きなアイデアや技術を持って始めたベンチャーと少し違うのは、お客さまの仕事をするのは弁護士のようなイメージの仕事だと思うのです。お客さまの仕事をするのが最初でした。その後、お客さまの技術を使ってパッケージを作ろうということで、パッケージのソリューションというのは後から生まれました。会社が大きくなれなかったのは、パッケージに専念しなかったからではないかと思っているのですが、インハウスで、お客さんの目に見えている課題を解決することも、それをパッケージ化して広くお客さんに使っていただくのも大きな喜びです。その二つのビジネスをやっています。

最初は1983年に4人でヤマハから飛び出しました。そのときの写真が見つからなかったのも、同じ四人組のビートルズの写真です。

最初の場所は私の家でやったのですが、良い写真がなかったのでこれも南フランスのカッコいい家の写真を借用してきました。何でこの写真を使ったかという、私の家にもこの写真にもガレージがなかったからです。アメリカのベンチャーはガレージカンパニーと言いますが、私の家もガレージがなかったのも、リビングルームカンパニーやキッチンテーブルカンパニーなどという言葉を使っていた時期があります。お客さまとしては、ヤマハさんと三菱さんの仕事をさせていただきました。こんな大きな会社が、どうして4人しかいない会社に仕事をくれたかという、私たちはもともと飛行機の専門家と船の専門家がいましたので、飛行機と船をやっている人間に車とオートバイをやらせ

ようというのを IBM の方が考えて仕事を頂いたのだと思っています。それが **Beginning of Armonicos** です。それからずっと **have been pursuing Technology Frontier** ということで、なるべく技術の面白いところに会社の業務分野、フロンティアを持ってくるようなことをやってきました。オフィスの場所は、4 人ともヤマハ発動機から卒業したので、富士山の少し西の浜松とし、私の家で始めたのです。今はアクトタワーにオフィスを持ち、自社ビルのオフィスを持ち、東京にもオフィスがあるという状況で、おかげさまで 50 人ぐらいの会社になりました。

やっていることは、問題解決です。お客さまの要望というのは大体前に進みたい。前に進むときに、どこかに障害物がある。その障害を、お客さまの技術とアルモニコスを持っている数学やコンピュータの技術で解決しようということで、共同作業でやっています。先端でぶつかっているのが先端問題型ソフト会社というキーワードを作りました。決して先端の科学技術をやっていただけではなくて、お客さんにとっての先端だけです。ただ、やってみてよかったのは、その問題が解けてしまうと、お客さまが前に進めます。前に進むと仕事が終わってしまうのですが、そのお客さまは次の先端問題を見つけてくれますので、リピーターになっていただくことで、先端問題を解決するというのが会社の仕事になりました。ソリューションという英語を知らずに先端問題解決を大体 600 プロジェクトぐらいやりました。お客さまもいろいろなところがあります。

今日お話しする内容としては、いろいろ考えたのですが、インハウスでどんなことをやってきたというのをお話ししたいと思います。ちょっと自慢話になってしまうかもしれませんが。それから、その中で基盤技術を三つ作りました。エンジニアリングのシステムと社会システムとオフィスシステムと工場のシステムは全部違うと思うのですが、私がこれまでやってきた、ものづくりの上流、エンジニアリングの技術に絞りました。そのために曲面表現の数学と工学と情報技術の 3 つの技術の勉強をしました。その後、曲面に引き続き点群表現の数学、点群系に

行きました。点群系へ行ったら、ちょっと社会が広がりましたので、そんなことも途中に入れたと思います。パッケージも作りました。パッケージは三つあって、マイナーなパッケージなのですが、実はコンペティターは国内にほとんどいなくて、海外のコンペティターと一生懸命戦っています。それも少しだけご紹介します。製造業の仕事をやっている中で、私どもが製造業のお客さま向けにやっているとと思っている話を少しします。ものづくりの方向性を二つ考えました。それから私どもの技術が次のフロンティアを探しているという意味で、フロンティアのところを社会につなげていく。その次に、ものづくりについて一応、まとめということで、ものづくりのシステムの総括をしてみたいと思います。その次は、私の本職ではないのですが、社会で大事なことということで、6 次産業連携や三つの柱の話、それから社会が産業と技術をつくるのではないかということで今日の話締めようと思っています。

### インハウスソリューション（開発事例）

お客さまの持っている課題解決を繰り返してやっていく中で、未来に必要な技術を開発し蓄積してきました。イメージは、ライバルが 3 社いたら、3 社とも同じような先端問題を持っていますので、私どもがお手伝いした会社だけが少し問題解決して前へ進むと勝ちます。世の中にあるシステムを探して買ってくるお客さまは負けない競争力だと思うのですが、勝つには一歩、半歩先に行かなければいけないので、これから先のインハウスソリューションとパッケージの活用、その二つがすごく大事になるのではないかという意味で、先端問題解決は勝つための競争力というような意識をしています。

事例です。ヤマハ発動機さんは、3 次元でオートバイを設計したいということで、1984 年にお仕事を頂いています。三菱自動車さんは、その翌年からだったのですが、世の中に 3 次元 CAD があまりないころでしたので、IBM さんが一緒に作ろうということで話を頂いて、5~10 年かかりました。結果的には 1995 年ぐらいまでやったのですが、非常に面白い車のデザインシステ

ムを作りましたので、カー・オブ・ザ・イヤーに貢献した技術になるのではないかと考えています。

その後、自動車業界からちょっと離れて、ピンのデザインに入りました。デザインの CAD というのは大事です。なぜ大事かというと、ピンの形で、おいしく見えるし、まずくも見えるということでありまして、ビールを飲んでから買う人はいないわけですから、まず買わせるというところで、デザイナーは感性を使っていいピンを作ります。ここにひねりが入っていますが、あのひねりを CAD で作ると大変なのです。ひねりを入れたと言われたので、何山にして、どれくらいの深さにして、上から下何度ひねりましょうかというパラメータを入れたら、ぼんとピンが出てくるようにしました。デザイナーが一個一個デザインでへこましたりしていたら切りがないので、デザイナーの要求に合わせた 3 次元システムを作る。これはそれぞれの会社独自のツールで世界に 1 個しかないシステムです。

プレス金型も大事な世界です。プレス金型も 3 次元で作ります。最近はいよいよ 3 次元 CAD が普及していますが非常に手間がかかります。プレス金型でできる製品は、1 回設計したら何万個も作りますが、プレス金型は何十万個製品を作るために 1 個しか作らないわけです。そうすると設計の工数が非常にかかるわけです。その設計の工数がかかることを 3 次元でやるともっとかかってしまうので困ったという声があります。単品設計あるいは物件設計と言われる開発作業を 3 次元 CAD でも早く設計できるようにならないかという相談もしばしばあります。単品設計のものは、設計が結構パターン化されているので、パターン化できたものはシステム化できるという事例として、プレス金型があります。製品は変わったものを出さないと売れないですが、型の仕組は変わらないですから。同じように、アルミフレームを組み合わせて部屋を作る、棚を作る、いろいろな設備を作るというのがあります。これも物件設計です。物件設計に 3 次元をとるという事例は世の中にはあまりないと思いますが、受託開発ではしばしばやり

ました。また別のところでは、2 次元図面から 3 次元を作る。これは私たちだけではできなかったので、IBM の大和研究所との共同開発です。

プレスするとスプリングバックがありますが、そのスプリングバックの見込みを計算するようなことをシステムとして作りました。これは経産省のお金です。こんな事例がたくさんありますので、何となく雰囲気だけということでは聞いていただければと思います。

レーザースキャナは最近よく使われるようになったと思います。ステレオカメラもそうですが、結構早く、1990 年ぐらいの事例があります。ロボットの眼を作り、その眼で重心位置とつかみやすいところを探して、それを取りに行くということです。これがそのころの古いスキャナですが、この時のパートナーのパルステック工業様ではいまだにこれの延長線上でレーザーによる画像スキャナを作っています。

航空機については、流体解析のシステム、ヘッドランプについては光のシミュレーションをやりました。光のシミュレーションは、光を必ず反射屈折しますので、それをうまく生かしながら、光源から出た光がどのように路面を照らすかということをコンピュータ内で幾何学的に計算します。

ちなみにヘッドランプは、ハイビームとロービームがありますが、そのころのものはハイビームが普通で、ロービームにするときには半分隠していたのです。回転放物面で、平行光線に換えておいて半分隠すと下だけ照らされるわけです。それはせっかくの電気エネルギーを光に換えて、光エネルギーをここで遮へいすると、熱が出てきてしまいます。照らすために使われる光の量も半分ぐらいになってしまいます。そうすると、その熱を逃がすためにいろいろ要るのでまずいということで、この回転放物面を微妙に 3 次元的に形状変化させて下だけ照らせるようにしようと思いつきました。この仕事を受けたときには、そんなことができるかどうか分からないと思いつきながら、いろいろ創意工夫でやって出来上がりました。こんなことをお客さまの問題解決としてやってきたのが会社の前半のころの仕事でした。

### 三つの基盤技術と点群への取り組み

そのような 10 個ぐらいの事業をお見せしましたが、それをやるために数学的な技術を使いました。3 次元の表現の仕方をいろいろと勉強しました。もともと学校で習ったわけではないので、論文や本を探して 3 次元の表現の研究をしました。

それから、いろいろなシステムを作るときに、お客さまからの要求は、6 カ月ぐらいで立ち上げてくれという話が多いものですから、早く作るために共通部分は先に作りました。それをフレームワークという言い方をしました。

分野としては工学からものづくりまでいろいろなところがあって、大体お客さまはその道のプロなので、ここを自分たちの会社の技術にすることはできません。先ほどのヘッドランプは小糸さんがお客さまですが、小糸さんより光のことをよく知っている人はあまりいないはずなので、小糸さんと一緒にやり続けました。そういう意味で、1 は形状処理、2 は情報処理を基盤にしたフレームワーク技術、3 つ目はものづくり技術という 3 つの基盤技術を使ってずっとやっていました。ところが、あるときにインハウスで曲面系のシステムを作る仕事そのものが終わってしまいました。IBM さんが世界的にもうシステムを作らないという経営方針を決め、三菱自動車さんを説得して、フランスのダッソー社の CATIA というシステム、多分世界の自動車業界で一番使われています、に替えてしまったのです。困ったということで次のフロンティアを探したのが点群処理です。曲面の表現よりも点の方が簡単そうに見えるのですが、実は曲面は式に表せますが点は情報量が多くなるので、また一つ別のつらさがあります。ただ、レーザースキャナを開発しようとしている会社、先ほどの事例のパルステック工業さんが浜松にあって、それと私たちの社内事情もあって、それで一生懸命やりまして、離散点群への本格的取り組みを 1995 年位から始めました。結果的には、今の売り上げの半分以上は点群処理と CAD データ利用による自動検査です。災いがあった方が、むしろ新しいことに取り組めて良かった

のかなと思います。非接触でものの形状を計測するシステムを最終的には商品にすることになりました。

今日は商品説明の場所ではないのですが、エンジニアリングで広い分野の中で最初にやったことが、周りの状況が変わっていったところで、自らの得意分野も変わらざるを得なかった経験は非常に面白かったと思います。

形状処理としてはいろいろな表現の仕方を勉強しまして、最終的には先ほど少し話が出ました、ボリューム CAD (V-CAD) というところまでたどり着きました。フレームワークについては、IBM さんの仕事はホストコンピュータだったのですが、その後、DOS 版に移っていろいろやって、何度も何度も作り直しながら最終版を作り上げています。

工学ものづくりについては、お客さまが変わるたびに分野が変わって、造船、航空などいろいろなことをやっていて、勉強は全部片手間で中途半端ですが、構造から光までいろいろな勉強をしながらエンジニアリング情報システムとしてまとめてきた経験があります。

インハウス CAD は終わって、点群処理へ行きました。点群のところ面白かったのは、レーザースキャナがありました。最初にやったのは、ロボットの眼と自動ピックアップです。その次は、ライバルの製品を買ってきて、その形状をレーザードで見ると。それで、最近 3D プリンターにも使える話なのですが、リバースモデリングに取り組みました。ただ、この分野はライバルが多かったので、途中であきらめて、検査という分野にしました。ですから必ずしも同じことをずっとやるわけではなくて、何か障害があったら次のところに行くというのが、むしろ良かったと思いました。浜松という場所の利点や場の利点を生かしながら現在に至っています。

最近やっていることを少しだけご紹介します。設計の 3 次元のデータと、それで作った製品を比較するようなソフトウェアが 3 次元を使って行うことができます。この前、鳥取の工業技術センターにこれの話をしに行きました。将来は 3 次元データを自動で作ろうということで、CAD データなしで作れるようなことをやろう



としています。

### パッケージソリューション (sp シリーズ)

これはものづくりの中でどんな技術が必要かというのをざっとまとめたものです。(図2) 先ほどコンピュータエイデッドの話をしたときに四つを言いました。昔、CAD、CAM、CAE という言い方をよくしていたのですが、どうもCAE までではなくて、CAT が絶対必要だということで、1995年に点群に取り組んだときにやったのです。そうしたら、世界中にそういうたくさんさんのライバルが見つかりました。CATは自分たちで作った分野のつもりなのですが、ライバルと一生懸命戦っています。

全体の流れでいくと、設計したものを解析する。それをぐるぐる生かしながら良い製品を作る。流体性能も良く強度の良いものを作るという、右の上のサークル。これはデザイナーがシミュレーションもできるスーパーデザイナーをつくりましょうということを、ものづくりサイクルで表しています。

左の方はものづくりのデジタルマイスター的な話です。設計したものを解析して、最適設計だったものを製造に回します。製造に回すときもいろいろなノウハウがありますので、それを使って、ものを作るたびに収縮やヤスプリングバックで形状が少しずつずれますので、そういうのを検査して、それをリサーチする。製品形状や型の形状を検査結果を元に修正する。左の下側のぐるぐる回りがないと物ができない。匠の技というのは、作った人が検査をして、その検査の結果をもう一回作る情報に入れていくこと、つまり経験の積み重ねによって、日本のものづくりは、擦り合わせ型で強くなったと思うのです。そういう意味でいくと、CAD、CAE、CAM、CATの四つがいかに連携していくかというのが、日本のものづくりのそのものです。

本田宗一郎さんは、設計もするし、計算もするし、加工もするし、オートバイを造ったら実際に乗って走る。小学校の庭で走り回っていたという話を聞きます。そのように昔のものづくりは設計から実験まで全部一人でやった。一人の人間の中に経験が蓄積されます。だんだん企

業が大きくなると、一人でやれなくなって分業していく。分業していくと、それぞれのシステムが発達するのはいいのですが、それぞれのシステムの連携性のようなものがきちんできないと、ものづくりがきちんできないう意味で、この四つをダイヤモンドの形に並べて、それを繋ぐしくみを作る必要がある。プロセスコネクタが必要だと本の中でも書いた記憶があります。

どう考えてもデータというのは作ったデータを使い回さなければもったいないので、ものづくりのエンジニアリング分野での使い方としても、上から下にデータを使い回す。昔、CAD、CAM、CAE だったときには戻り道がなかったのです。戻り道がないところに対して、CATという分野ができてきましたので、やっと作ったものの情報を上に戻すことができ、それで往復のラウンドリップでデータの連携性ができたのだと思います。こんなことがデジタルものづくりの中の最近の中心的な考え方だと思います。

ものづくりに関したことなので、少し駆け足でお話を紹介レベルでさせていただきました。

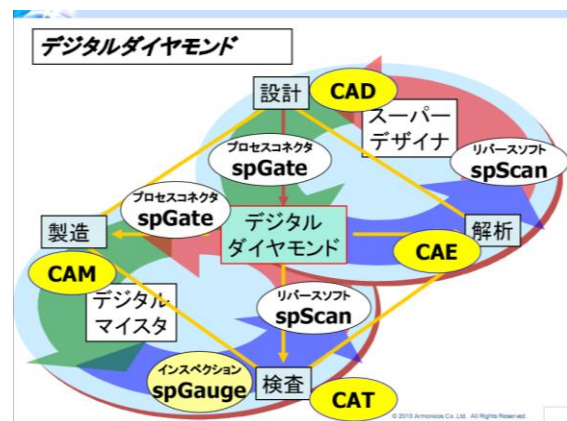


図2 デジタルダイヤモンド

### 今後の取り組みと行く末の方向

自分たちで会社をやって、世の中の仕組の流れと自分たちの方向をうまく合わせていかないと生き残れないということで、いろいろなことを新しく取り組みました。先ほどお話した、開発の効率を上げるためのフレームワークも、OS が変わるとに作り直していたのですが、最近作った新しい名前フレームワークがあり

ます。お客さまの問題を見つけるという仕事もやっています。アセスメントのフォームを考えていこうとしています。

フレームワークについては「Basilica」という名前を付けました。変な名前ですが、イタリアのローマの建築物に Basilica 様式というのがあって、何年たってもしっかりしたものが残っているので、Basilica という名前のフレームワークにしてみました。開発者のこだわりだったと思うのですが、Basilica は大容量の点群データが扱えます。先ほどのように点群の処理になると非常に大きなものです。いわゆる一般的に言われるビッグデータと少し違うのですが、形状のデータの表現についても地形や建物の形状を離散点で表すとビッグデータになりつつある。それを簡単にいろいろなことができ、かつ、いろいろなアプリケーションを作れるようにということで Basilica を作りました。

最初のデジタルエンジニアリングは、物そのものをいかに作るか、いかに検査するかということだったのですが、それはちょっと広がる。レーザースキャナで何が撮れるかということ、製品を撮ることもできますが、この環境を全部撮ることができる。そういう意味で、3次元表現が製品の3次元から環境の3次元に変わってきているということがあって、こんな環境モデリング分野のところに少しフロンティアを広げています。

アセスメントの話については、私どもの会社で問題解決をずっとやっていたのですが、問題がだんだん見えにくくなってきているので、問題を一緒に探しに行くことを会社の仕事にしようとしているところです。

## ものづくりは二つの方向へ

ものづくりの方向がどうなるかということですが。これはお客さまのところによく話す内容なので、キーワードを幾つかご紹介しようと思います。これも専門家の方がいらっしゃれば表面だけの話になります。

私は IBM からコンピュータの仕事をしたときに、社内用語は3文字のアルファベットばかりなのです。CAD もそうですが、ある方から

EDP がと言われたのです。EDP と言われて分からなくて、IBM の方にはすごくあきれられました。が、エレクトロニクス・データ・プロセッシング、電子計算機のことですよ。最近では PIM (Product Information Management) と MBD (Model Based Design) がはやっていますが、これはご存じの方とご存じでない方がいるかと思うので、ご紹介のつもりで、PMI と MBD の話を少し入れてみました。

3次元化をするときに私たちが考えていたのは、3次元にすることが目的ではなく、3次元で何ができるかということだったので、3次元の利点をまとめたことがあります。形状把握ができるとかプレゼンテーションができるなどいろいろな良いことがたくさんありましたが、良いことを集約して考えてみると、経営者にとって商品性が上がって売り上げが伸びるといいことと、生産性が上がってコストが下がるという良いことの二つがあります。売り上げが上がって、かつコストが少なくなれば利益が上がりますので、経営的にはデジタル化の効果、いいことがたくさんあるわけです。そういう意味で、商品性向上と生産性向上というように分けていくと、3次元には八つのメリットがあります。これは本を書いたときに、このようなまとめ方をしたのですが、8番目の検査がまだできていないので、それでは自分たちで検査をやってしまうと思ったのが spGate という非接触スキャナでの製品検査ソフトの商品開発、技術開発のきっかけになりました。何ができるか、何ができないかをまとめた中で、できないことができるようになると、きっとお客さまが喜ぶかなということで、この八つの利点をまとめたのは、3次元がまだまだ普及していなかった時期にはすごく価値があったのだと思います。今でも3次元のメリットをまとめると、この八つぐらいにしか集約できないのではないかと思います。

製造業のお客さまの立場で考えてみると、先ほどのデジタルダイヤモンドの中のどこに利点があるかということをも今のような表にまとめてお話をする機会が多いです。技術部門の中で役に立つことが非常に多いというところが一つ、



技術部門の外の広報・営業の部門にも役に立つし、生産工程にも役に立ちます。

最近が開発の技術部門から生産部門の方にデジタル情報システムの展開を広げた方がいいだろうというようになりました。というのは、製造業の中でエンジニアリング（設計・開発）に関わっている人とマニファクチュアリング（製造）に関わっている人を比べると、製造の方が圧倒的に人が多く、予算が多く、これはもうかるということで、今私どもの会社の仕事も上流のデジタルエンジニアリングからデジタルマニファクチャリングの方に変化をしています。

二つの方向で、技術部門がどう広がるか、生産部門がどう広がるというところで、技術部門から下の方にはマニファクチャリングプロセスのデジタルダイヤモンド化が進むだろう。それから上の方については、もっと設計の上流に向かうだろうということを考えています。

技術部門から上に向かう方向については、**Model Based Design** があります。これも専門の方がいらっしやると思いますが、私は全然専門ではないので言葉の紹介だけですが、設計の前段階のところのツールで、その技術は残念ながら日本の製品はほとんどないです。**MBD (Model Based Design)** がキーワードになりそうだと感じています。

マニファクチャリングプロセスのデータの流れということで、こちらのキーワードは **PMI (Product Manufacturing Information)** になります。これも情報システム的には、入れたデータを会社全体で、ものづくり工程まで一緒に使うのはすごく当たり前のことなのに、アメリカ人なのかフランス人なのか分かりませんが、上手な 3 文字を作ってくれました。あたかもこれが主流かのように、実際にそれが製造業の中でなってきたという、悔しいこともあります。

デジタルマニファクチュアリングの中に、きちんと上流からデータを流していくというのが、うまくできている箇所、できていない箇所がある。もちろん生産部門から次のところのアーギュメントリアリティを使ったマニュアルの電子化、3D化という新しい事例もあります。「8

つのメリット」という資料でデジタル化の話をお客さまによくさせていただいています。形状の把握ができる、プレゼンテーションができるなどメリットを強調しながら、何をしましょうという話をしています。

## フロンティアの拡大

レーザースキャナやステレオカメラの発達に伴い、製品の測定から環境の測定と 3 次元での可視化が増えつつあります。今やっているのは船ですが、船は造ると、船の胴体は造り直ししないけれど、中だけ変えて用途を変えるとか改造という修繕のビジネスは、日本の造船業の中で非常に重要なところです。そのためには現状がどうなっているかというのを測らなければいけないので、レーザー計測して取っていくようなやり方をしています。

それから環境としては、トンネルの天井が剥離したりというのがあって、インフラの話になると **MMS (Mobile Measuring System)** という技術で道路の環境を測ろうということで、ステレオカメラを使ったり、レーザー計測をしたりします。私どもはレーザー計測を使った製品検査の分野で **spGauge** というパッケージを作りましたが、製品の測定・検査は非常に高精度で多機能です。

一方で、環境の 3 次元測定のためにはステレオカメラの手軽さがいいということで、富士フイルムの作ったカメラのソフトウェアと撮測 3D を開発しました。

金額がカメラとソフトウェア合わせて 60 万円なのですが、どんなものでも手軽に三次元化できるということは、先ほどの 3D プリンターの組み合わせのようなものも含めて、今いろいろ考えられております。ステレオカメラで撮ったものが自動的に立体になります。立体になったものの中からパイプの特定をしたり、看板の大きさや位置を特定したりします。それから鳥などの動くものは、普通は捕まえないと測定できないのですが、動くものでも測れるところがあります。遠く離れている遺跡の調査などに使えます。これは私どもが 3 次元をやっているときに、やっとなら社会に 3 次元を持っていけるなど

思っている技術の一つです。

## 次世代ものづくり支援システムは

最終的にものづくりのまとめをすると、こんなイメージを持っています。最初のころのシステムは、お客さまから要望されて作ったことからいうと、必要だから開発しました。次の世代に私たちの技術が追いつかなくなっていくのは、ソリッドなどいろいろな技術で世界的に売れるパッケージが世の中に出てきたからです。それでも、まだいろいろな制約があるので、その制約から解放していく方向のシステム開発をするべきではないかというのが、要望から生まれた第1世代、技術から生まれた第2世代、これに続く第3世代のものづくりの支援のシステムとして考えられるところです。

未来については、キーワードですが、先ほどの形状の表現の仕方がいろいろ変わってきたという話の一つ。それからコンピュータのテクノロジーが変わってきたということがあります。そんなことを含めると、ものづくりでは上流から下流までの統合的な、要するに、範囲の制約が抜けてくるだろうと思います。ものづくりの分野から、ものづくり以外のところに同じ技術が使えろという制約の解放。時間の解放や距離の解放もあります。最近読んだ本で、慶応大学の先生の書いた本ですが、タイトルは忘れましたが、3Dプリンターは単に3Dプリンターではないと。3Dプリンターがあることによって、ドイツで設計したものをここで試作ができる。

昔 SF で物質転送というのがありましたが、物質転送ではなくて、データ転送で、あたかも物質転送ができる。先ほど控室で話しているときに、月に物を運ぶにはどうするかという話がありましたが、月にでたきものを運ぶのではなくて、月に3Dプリンターを置いておいて、向こうで形を作るということを含めると、ここまで行くと本当の意味で制約の解放が起きるのだろうということを思いました。

ここまでで、ものづくりに近いところの話を終わって、最後に、あと10分ぐらいで、社会と情報システムのようなことでくくりをしたいと思います。

## 6次産業連携

6次産業連携の話をしたと思います。

農林水産業とものづくり産業がどういう関係があるのか考えたことがあります。2次産業は1次産業に対して機械化・自動化のお手伝いをし、生産性向上と流通の拡大にすごく貢献したのだらうと思っています。ヤンマーやクボタやキセキの農機具やスズキの軽トラックなどです。

それから2次産業に対して私たち情報産業3次産業が何をしたかという話をまとめると、デジタル化と3次元化があります。デジタル化と3次元化をしたら、生産性向上と商品性向上に貢献し、かつインターネット、eコマース等で流通の拡大も実現し、お役にたてたと思います。3次産業は2次産業に貢献し、2次産業は1次産業に貢献しているということを考えると、3次産業の方が次数が高いので偉いのかなと錯覚もしてしまいます。相手はトヨタさんやスズキさんなので、そちらの前では言えないのですが、3次産業の方が2次産業よりも小さくてもお手伝いできるという意味でいくと、数字の大きい方から小さい方に貢献できることに思い当たり、だったら、1次産業、2次産業、3次産業をまとめ、掛け算で、6次産業連携でさらなるお手伝いができるということに思い至りました。

例えば3次産業でできる事はリモートセンシング、アクセスイノベーション、シミュレーションなどいろいろなことがあります。そのように情報システムを考えていくと、どうも1次産業、2次産業、3次産業が、それぞれ何をしなければいけないかというのがまとまってきました。

1次と2次と3次を足して6次産業化という言葉で農林水産省はずっと前から言っています。私は6次産業連携という言葉をしばらく前までは自分で作らつもりでいたのですが、6次産業化に時間的に負けたなと思っていたのですが、6次産業化と6次産業連携は違うことに気がつきました。6次産業化は、1+2+3なので、1次、2次の人たちに加工しなさい。加工が終わったら、それを売りにいきなさいと。そうすると足し算になって、1次の人にはもうかるのですが、実は2次の人たちの職を奪っているし、3次の人たち

の職を奪っているし、あまり2次が得意でない1次の方が2次をやっても失敗する例の方が多いだろうということで、農林水産省の言う6次産業化というのは、ちょっとゼロサムでよくない。だけど、何がどこに貢献したかということでまとめる連携ということによるメリットは2倍3倍の掛け算なので、6次産業化という言葉を使う人がいたら、6次産業連携に変えてくださいということを最近言い始めていました。

### 三つの柱

次が、農業革命ほど昔の話ではないです。明治維新というのはすごく大事な、歴史でも好きな時代だったのです。坂本龍馬や勝海舟が頑張ったときのことを考えると、あの人たちは何が良かったかという、少なくとも殖産興業が良かっただろうと。殖産興業が良いのは何かというと、具体的な産業が伸びました。私は実は大学は造船なので、造船は大好きなのですが、造船と製鉄と、鉄を使うことによる軽工業が明治時代の日本の産業の三本柱だったと思います。三本の矢と言いますが、三本というのは強いなというのをこのときに感じています。

その後、第二次世界大戦があって焼野原になってしまって、本当に何もなくなってしまったのですが、そのときに次の産業が起きました。ソニー、松下、スズキ、トヨタ、日産の戦後の復興というのは、やはり三本の柱があったのだろう。そうすると、造船、製鉄、軽工業に次いで、次は電機、自動車で、それを支えていた生産財だと思います。軽工業と造船は、そのままもうけるのだけれど、製鉄業は、それを支えてきたというような認識があります。電機と自動車は、それなりにもうかるのですが、その後ろにファナックさんなど生産財を造る人たちがいて支えた。目立って、儲かる2つの産業とそれを支える裏方の大きな1つの産業という三つはいいなというのをすごく思いました。

今はどうかというと、バブル崩壊で、失われた20年とか10年とか言われて、国は借金まみれで、リーマンショックもあって、円高・株安があって、今度は失われた何かかんとかで、政権交代もありました。その後すぐに地震が

あって、放射能汚染の問題でうそばかりついていたので日本は信用をなくしてしまいました。その次に再度の政権交代でアベノミクスがあるのですが、本当に三本の矢が生活を良くしてくれるかどうか疑問だと思っています。

成長戦略をみんなで考えなければいけないのではないかと考えています。それには明治維新のときと戦後の復興と同じように三つで考えるのがいいのかと思います。次世代産業の三つの柱として、なるべく高い柱があって裾野が広いことが前提だと思います。高い柱の裾野をつくれるものということで、資源・エネルギーがいいと思いました。それから宇宙・航空がいい。もう一つは、今日の情報システム学会で話すから書いたわけではなくて、もともとデジタル・ネットワークは大事だと思っていたので書きました。

これで3本の柱という言い方をしました。左には TESLA を持ってきました。真ん中は V/STOL と行って、垂直に上がる飛行機です。右はスマホです。この三つの高い柱があると、その周りに産業が育ちそうですねと想像で書きました。

次の図も想像で書いたのですが、こんな産業が育つかも知れない。バイオマス、人工衛星、宇宙太陽光発電、ロケット、宇宙船、惑星ローバー、新素材、風力潮力発電、電気自動車、新都市交通、観光農業、農業シミュレーション、地域クラウド、デジタルサイネージ、防災シミュレーション、3次元 GIS。本当はもっとたくさんあるのではないかとあって、21世紀なので21に絡めたいと思って無理やり増やしたのですが、ITS、FCV、ドローン、レーザー核融合のようなものを足しました。(図3)

V/STOL だけ絵を用意したのですが、こんな形で、プロペラが前を向いて飛んでいる。このときは翼の揚力で浮きながら、プロペラの推力前に飛びますので、ヘリコプターなどよりエネルギー効率はずごくいいです。ただし上下するときはウィングをティルトしますのでティルトウィングにすると簡単に上がっていきます。それが未来の輸送システムとして非常にいいのではないかとあるので、垂直離着陸 (Vertical

TakeOff and Landing) と短距離離着陸 (Short TakeoOff and Landing) という意味で V/STOL という言葉を使いました。これは 15 年ぐらい前に JAXA の坂東様という方が研究してしまして、その人をおある人が紹介してくれて 15 年ぐらいお付き合いしているのですが、まだなかなか実現しません。

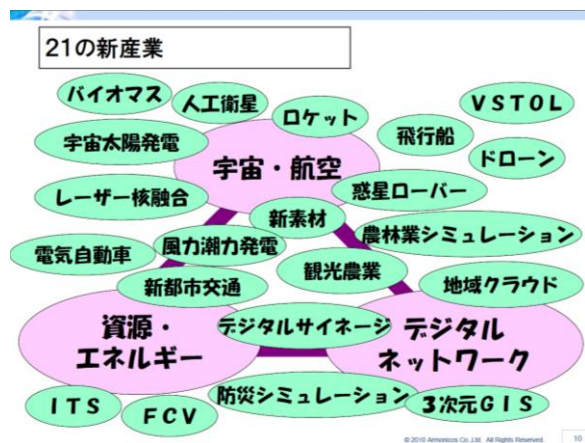


図 3 21 の新産業

## 未来社会と産業と技術

これは最後のところなのですが、未来社会と産業と技術ということで、未来はどうなるというところからまとめてみました。静岡県の知事は川勝平太さんといまして、元は静岡県文化芸術大学の学長で、文化と経済と歴史の学者で、すごく面白い方なのですが、その方に産業を頑張ってくださいということでお話ししにいった内容がベースになっています。

次世代産業の三つの柱を再度載せましたが、ちょっと違っているかもしれないと思いはじめました。というのは、宇宙・航空はいいのですが、資源・エネルギーとデジタル・ネットワークはインフラでした。明治維新の殖産興業や戦後の産業振興という 2 つの過去の例では支えるインフラ産業が一つで、上に載っているユーザに見える、目立つ産業が二つだったので、インフラ産業とその上に載る消費者に見える産業は分けた方がいいということを考えました。

上に載る産業は、未来の社会のあり方を考えた方がいいと思います。未来は未だ来ていない

から本当には分からないのですが、多少の予測はできます。日本は少子高齢化の先進国ですので、健康・長寿のところが、日本の未来の大事な産業になるだろう。それから安全・安心・快適ですが、地震国であり資源もない国なので、いろいろな不安があるので、防災を含めて、安心できるサステナブルな未来をつくる必要を感じます。安心と安全という言葉はよく使うのですが、安心・安全なつまらない社会は嫌なので、安心・安全で快適な社会と思ったときに、空を飛ばたいというのが最後に出てきたわけです。

そうするとインフラは資源とエネルギー産業で、山の場の力や海の場の力を使った日本らしい資源エネルギーをつくれればいいと思いますし、情報システムについても、日本が得意な分野での情報システムをつくって、日本に来るとエネルギーとデジタルがとても安いということが実現できると、これは成長戦略になるのではないかと思います。

そのインフラがあれば、次の上に乗る産業は、長寿健康社会と安心・安全・快適生活ができるための産業だろうと思っています。それは医療機器・医学等のサービスを充実させることと、もう一つは、航空機の製造や航空産業、運輸業での利活用だと思います。鉄腕アトムのように人が一人一人空を飛ぶ未来の時代が来るだろうなと思っています。

なぜ人は空を飛べないか。飛行機が高いからです。でも、みんなが飛べれば安くなるわけです。それから飛行場がない。これは垂直に飛べればいわけです。それから、日本は海が多いし、島が多いので、水上に離着陸すればいいのではないかと。極めて単純な発想です。最後の安全性ですが、運転免許や航空機の操縦免許を取るの、ものすごい金と時間がかかりますが、それをコンピュータにやらせればいわけです。コンピュータが一機一機の安全な操縦ができるようになること。それから、空を 100 万の機体が飛んでいる。これは SF の世界だと思うのですが、みんなぶつからないで飛ぶわけです。それは全体システムとしてコントロールしているからです。情報システムが社会を変えらると思う

ものの1番は、空の交通システムを情報システムが提案し作っていくことなのではないかと思っ  
ていまして、空のITSという言い方をしています。

空のITSの何がいいかということなのですが、  
運送業は実は40兆円市場です。それから車、電車、  
船などの輸送機を造る市場は日本では60兆円市場  
なので、合わせると100兆円規模の市場です。もし  
無人で空を飛ぶ、無人で物を運ぶという仕組みをつ  
くると、その1%を取っただけでも1兆円産業にな  
るといことで、無人機と情報システムが空の運送業  
の主役になり、物を運ぶ未来が来ると思います。物  
を運んで5年間無事故でいけば人を飛ばしてもいい  
ではないですか。最初から人を飛ばして落ちると責  
任問題ですが、5年間ずっとコンビニからコンビニ  
とか、コンビニから自宅とか、物が運べる時代をつ  
くってあげると、人が飛べるようになります。その  
ようなことをやるには日本は、海も多いし、海岸線  
も長いし、山も多いので、向いていると思います。  
そうすると日本での航空産業ができるだろうと思  
います。

今いろいろなところで動いている内容を三つご  
紹介しますと、水上機、無人機、飛行ロボット  
です。

そんなことを考えたきっかけの一つは、静岡  
県に富士山静岡空港というのがあって、フジド  
リームエアラインズというローカルリージョナ  
ルジェット会社があります。鈴与という売り上げ  
6000億円ぐらいの地元の企業が航空会社を  
10年ぐらい前につくりました。これが面白いとい  
うのが一つ。

もう一つは、ブラジルにエンブラエルという  
飛行機会社があります。そこのオジーレス・シ  
ウバ氏という創業社長と2年ほど前のあるき  
っかけで会えたのですが、この人は、エンブラ  
エルという会社をつくる前にITAという大学をつ  
くっているのです。その大学の卒業生がそろっ  
てきたところに、ブラジルに航空機会社をつく  
った。ブラジルはドイツから流れてきた人がた  
くさんいたらしくて、その人たちと日系の勉強好  
きな人たちの力がエンブラエルになっています。  
これから先は、エンブラエルを日本に誘致でき

たらいいですが、それ以上に、無人で空を飛ん  
で物を運ぶという仕組みをつくるために研究所が  
できるといいと思います。先生方のお力で、次  
世代航空産業総合研究所を設立できればと思っ  
ています。これは機械系の技術とITの技術の両  
方が必要です。無人航空機(Unmanned Aerial  
Vehicle)としてのスカイロボットやスカイネ  
ットのようなものを研究していく。スカイネ  
ットは、飛んでいる全部の無人機の管理システム、  
次世代運輸システム(Next Generation  
Transportation System)のようなものになると思  
います。それから審議会、協議会のような産学  
官が連携する上部組織も必要です。成長産業振  
興政策の道標になるようなスカイロードマップ  
を予め作ることも必要だろうと思います。最後  
は、国際的な実験研究ができる場所をつくれ  
たらいいと思っています。

すみません、質問時間が残らずに終わりました。  
以上です。ありがとうございました(拍手)。