

# 2025 年度第 3 回ロボフレ委員会講演内容

## ～ニッポンの先進 S I e r への道～

講師：三明機工/S I e r 協会 久保田 和雄、記録：RRI 西垣戸貴臣

概要：三明機工は、かつて顧客に「何でもできます」と答えて特徴の無さを指摘されたことを契機に、オンリーワン提案を掲げ、独自の成長戦略を歩んできた企業である。その強みは、ロボット・電気・機械設計を統合してシステム全体を構築できる点にあり、下請けにならずニッチ市場で価格決定権を持つ存在となることを目指した。液晶・太陽電池分野では先見性ある開発を続け、タッチパネルや有機 EL といった新領域に挑戦した。アルミダイキャストでは「アジア No. 1」を標榜し、自動車産業の変化を先取りする差別化で高い評価を得た。鋳造分野ではトヨタとの技術連携を通じ、半世紀にわたり材料供給装置技術を磨き、顧客課題に应运ってきた。

さらに三明機工は、DX を活用したものづくり革新においても先駆的役割を果たした。2002 年に三次元 CAD を導入し、当初は設計者からの反発もあったが、トップの強力な推進により 3D 設計を定着させた。2009 年には中小機器メーカー向け 3D 図面化サービスを開始し、先進的企業として大手からも注目された。加えて「バーチャルロボットセンター」を設立し、フロントローディングの考え方を実践。顧客と構想段階から 3D モデルや VR シミュレーションを用いて仕様を固め、3D スキャナによる工場計測や干渉確認も行い、短工期・高品質を実現して顧客満足と相互利益を追求した。

また、業界全体の発展を見据え、2015 年には S I e r 協会の設立にも参画した。当時 S I e r は資金繰りや長期無償作業に苦しみ、人材不足にも直面していた。協会はネットワーク構築や基盤強化、人材育成を柱に、現在は正会員 225 社、協力会員 106 社の規模に成長した。さらに高校生を対象とした「ロボットアイデア甲子園」や「高校生ロボット S I リーグ」を通じて次世代人材育成にも尽力し、日本のロボット普及に貢献している。

### 1. はじめに

「あなたの会社は何ができますか？」と顧客に問われ、「何でもできます」と応えたところ、「特徴が無い会社だ」と言われた。その後一念発起してオンリーワン提案を目指して開発を続けてきた。

液晶パネルメーカーから「こういう事ができる？」と電話で言われた。ガラスの経験はなかったが、工場見学をした。そこで初めて液晶の製造工程を見た。基盤の搬送等で強味を出せると直感し、その場でスケッチをして仕様書を作って見積もりを出した。顧客からは「ちょっと高いけど…」と言われたが、挑戦する事にした。

大手メーカーも取り組んでいない時代に一早く 3D と DX を駆使した企画・設計に取り組んだ。常に次の時代の主役を読み、他社に先んじて挑戦し、先駆者になる事をモットーに先進 S I e r として挑戦を続けてきた。

本稿は、こうした取り組みを纏めたものである。第 2 章では、考え方の基礎となった三明機工の強味と企業としての方針を説明し、第 3 章では、3D への取組とチャレンジを過程を説明する。更に第 4 章では、ニッポンの先進 S I e r 育成のために、これらの考え方をつぎ込んで進めた S I e r 協会設立の取組を説明する。第 5 章はまとめである。

### 2. 三明機工の強味

#### 2. 1 強みを作り上げる考え方

ロボット、電気、機械設計、この 3 つを持つのが三明機工の強味である。システムを纏めることが仕事。ロボットは一つの道具。周辺を如何に作るか、その中にどうロボットを配置するか、がキーとなる。

こうした強みを活かし、「生産計画を立てられる独立メーカーになる。下請けにはならない。」ということを目指した。そのために、大きな市場のニッチな分野でのオンリーワンを目指した。

大手が参入しにくいニッチな分野で価格決定権を持つことができるブランド力を持つことを考えた。事業構造としては、景気変動に左右されないことを目指した。具体的には、どこかの事業が沈んでも、他の事業でカバーできる、相互にカバーできる柱を複数作りたいと考えた。

そのための第一歩として、ブランド戦略を推進することを考えた。三明機工社員の責任と誇りをブランドにすることを考えた。お客様のところに行った際に、「さすが三明機工の社員だね」と言われるような意識付けを行った。

戦略的プレゼンテーションにも注力した。展示会には積極的に参加した。国内はもちろん、インド、中国、タイ等グローバルに進出した。ユニバーサルロボットが出たときには、第 1 号をデンマークから輸入して、国際ロボット展の自社ブースに展示した。

この展示でお客様の良い反応を確認し、2年間、全国にキャラバンカーで出向いてプレゼンした。WEBサイトで新しいお客様へのブランド発信や時代と共に変化するニーズに応じた製品開発で差別化にも注力してきた。

## 2. 2 具体的な事業

### (液晶・太陽電池事業)

1997年から液晶を始めた。当初の小さな液晶画面をみて、これが家庭に広がると読んでこの業界に飛び込んだ。常に、3年先に何が流行るかを読み、事業年表を作って必要な技術を書き込んで開発した。

2000年を過ぎた頃、それが徐々に開花した。時間はかかったが、徐々に広がった。液晶が広がりを見せ始めた頃、次のステップとして、タッチパネル、有機EL等、これから先に流行るかものを予測し、恐れずにチャレンジしてきた。

### (アルミダイキャスト事業)

「タイを制覇し、アジアNO1のダイキャスト周辺総合メーカーになる。その後グローバルに展開する」ことを目指した。このスローガンの元で、自動車産業のこれからの変遷を見込んで、差別化テーマを立てて挑戦して来た。こうした取組をご評価いただき、各種自動車メーカーからダイキャストマシン周辺の自動化製品群の引き合いをいただいた。

### (鋳造)

トヨタ自動車との共同連携プラントを立ち上げて、人材を送り込み、実際の現場での課題を勉強させていただいた。鋳造分野での三明機工の得意分野は材料供給装置。材料を自動的に計量して、電気炉に供給する装置。これを50年近くやっている。こうした技術を駆使し、お客様の課題に対応した装置を供給してきた。

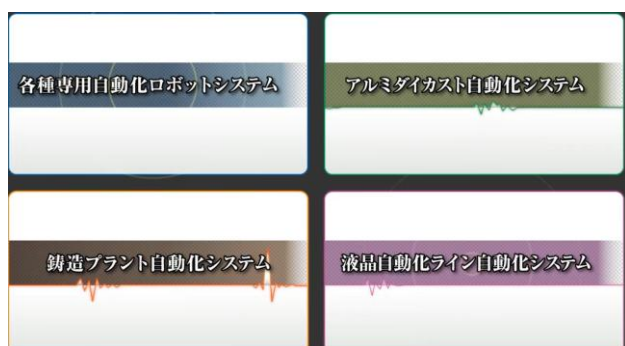


図1 三明機工の強味分野

## 3. DXによるもの作り

### 3. 1 3D化への道のり

2Dの図面を見て頭の中で3Dイメージを構築できるのが機械屋の特技だと言われる。しかし顧客に

そんな特技は期待できない。3Dを使えば、ベアリングがどうなっていて、シャフトがどうなっているのか、構造がすぐに分る。顧客に具体的なイメージを与えることができる。構想の段階で顧客との間で完成イメージを共有できる。これはオンリーワン技術の一つとして重要と感じ、2002年に3次元CADを導入した。

みんな2Dに慣れているので、2Dを使う。設計者は2次元に愛着する。急ぎだと、つい2次元でやってしまう。「3Dで書け」と言ってもそんなので書いたら時間がもったいないという。そんな中で、強制的に3Dを使わせた。入れたからにはやる。トップによる不退転の推進力で3D化を進めた。

3次元設計は2次元の延長では出来ない。一方で、出張等の通常業務を抱えた技術者による3次元設計ルールの確立は困難。そこで、設計者では無い内勤の従業員（主に女性）に尽力していただき、ルールを作った。

2009年、中小機器メーカー向けに、機械図面などを3次元データとして描き直すサービスを開始した。当時は大手のメーカーさんも本格的には3Dでの設計はやっていない。大手が見学にきた。先駆者として3D化を促進して来た。



図2 3次元化先駆者として紹介された記事

## 3. 2 バーチャルロボットセンター

「VR・シミュレーション環境の強化でお客様との企画・構想を、より分かりやすく、より迅速に行うことができます」をスローガンとして、バーチャルロボットセンターを作った。

### (当初感じた課題)

図3に現場で発生する問題を図解する。設計してくれたけど、人の作業場が必要になったので、このレイアウトを変更して欲しい。という事が発生する。メーカーにしてみれば、「気持ち分かるが今

変更は難しい…。最初の段階で詳しく教えて欲しかった…」という事になる。  
 なぜそういう事が発生するのか？ 要因は「あいまいな要件定義」「相互認識の不足」。結果として、工数、費用、納期が増大してお客様に迷惑がかかる。解決のためには、相互で納得できるシステムの構築が必要、意識の共有が大切だと改めて認識した。目で見ても、お客様ご自身に感じていただくシステム作りが重要だと感じた。

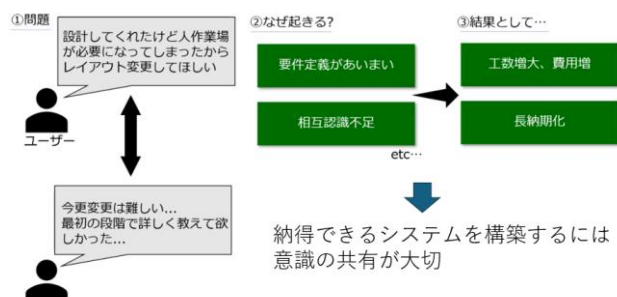


図3 現場で発生する問題

(ベーム (Boehm) の法則)

構想設計が確定した段階で、要求の誤りを発見して修正する場合のコストを1としたとき、後の段階で発見して修正したときの追加コストは、設計段階だと5%、製造段階で10%、稼働開始後は100%、つまり作り直しという事になる。また、全体の欠陥のうち、製造に関するものは35%程度で、残りの65%は構想設計や、それ以前の上流工程で発生すると思われる。今では当たり前であるが、フロントローディングが如何に重要であるかが分かる。

(フロントローディングの重要性)

これに一早く気が付き、かつ、実践して来た。図4にフロントローディングの考え方を示す。Beforeと書かれた緑のラインが従来のモノ作りの進め方である。企画・計画の段階にかかる工数は少ないが、開発・設計から製造・組立に入ると、「他の部品との接触(干渉)が発生する」「組立たない」という問題が発生する。その際従来は、組み合わせ/仕上げの名手が居て、そうした熟練工がピンチを救い、皆が良かった良かったと喜んだ。これが従来の場合の価値に相当する。

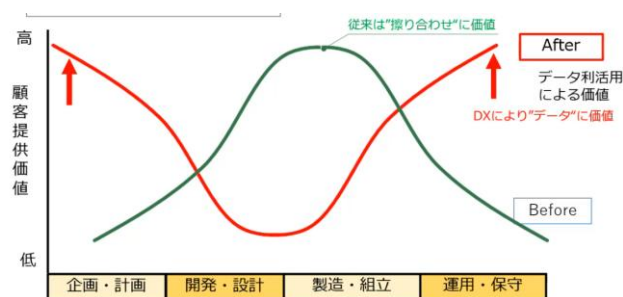


図4 フロントローディングの考え方

これに対してフロントローディングでは、企画・計画の段階で3Dを使って顧客に最初から間違いの無いイメージをもって頂き、顧客と議論しながら、企画の段階で顧客のイメージに沿った図面を作り出す。こういう事なんだなという具体的なイメージを顧客に持って頂く。この段階が終わったら、詳細な図面化を行い、サイクルタイム等も含めてシミュレーションで作り込む。設計が始まったら、新たな機構を考える必要は無い。組み立てでも干渉等の問題は無く、苦労しない。同時に、これらの3Dデータを使ってソフトの先行検証もできる。まさに垂直立ち上げができる。更に、そのデータを使ってアフターとして保守にも用いることができる。これによってお客様に喜んでいただけるだけでなく、我々も工期を短縮することが出来て、お互いにメリットを享受できる。

図を用いて具体的なイメージを説明する。

- ① 対面やWeb会議でポンチ絵やお客様からの提供資料を参考にして、レイアウトを作成し、これをベースにお客様と一緒に検討を進める。



図5 対面での企画打ち合わせ

- ② レイアウトは3Dモデルを使って分かりやすくご提案する。



図6 レイアウトの提案

- ③ 物理演算を良な得た現実的なシミュレーションやVRを用いた検討により、お客様の細かな懸念点を解消し、最適な案を作り出す。

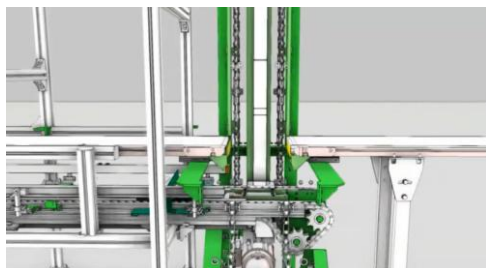


図6 物理シミュレーション



図7 VRを用いた顧客の体験

- ④ 3Dスキャナを使ってお客様の工場内をスキャンする。



図8 実際の顧客の工場のスキャン結果

- ⑤ スキャンした結果から、今回新たに装置を配置するスペースにある物体の点群データを削除し、そこに今回設計した装置のCADモデルを配置して、最終的にお客様の工場の配管やダクトなどとの干渉をチェックする。



図9 顧客の工場データと提案システムデータの合体と干渉チェック

シミュレーションで確認できないことは、事前に実験して確認する。お客様と共に実験を行い、作業手順や最適な条件を見出す。

このように、視覚的にも体験的にも分かりやすいお客様への提案、お客様の実際の工場の状況も模擬した最終チェック等、3Dをフルに活用したフロントローディングでお客様の満足を追求し続けている。

#### 4. S I e r 協会

##### 4. 1 設立の背景

2015年頃、S I e r がいないとロボットの普及が進まないという意見が出てきた。この頃日本ではS I e r は、ロボットメーカーの傘下に属しており、ロボットメーカーから仕事をいただくという構図になっていた。

一方この当時のS I e r は小規模の事業者が多く、非常に弱い立場に置かれていた。システムを纏める初期段階の引き合い打合せ・構想検討の段階で、仕様・予算・納期を決める。このサイクルは長期化することが多い。しかし、この頃はこの部分は無償で行うことが多く、S I e r に対する負担が大きかった。

その後、見積・見積もり仕様書を提出して、受注に至る。受注時の支払い条件として、海外では製作の課程で順次 1/3 ずつ支払う等が通例であるが、国内では検収後に 100%一括で支払うのが通例であり、キャッシュ確保のための資金繰りがたいへんになる。

その後全体図・レイアウト設計・詳細設計・出図を経て、製作・試運転・客先立ち合い・指摘事項修正を行う。この頃は2重・3重の担当部署が入れ替わり立ち代わり立ち合いに来て、都度指摘事項がどんどん増えるという事が多く、これがコスト増の要因の一つになっていた。

その後、客先での運転調整・操業立ち合い・指摘事項修正の課程においても、受注引き渡しまでの試行錯誤が多く、なかなか検収していただけない状況が続き、キャッシュが足りなくなる中でS I e r が

あえぐ状況が続いた。

更に、土日祭日・夏季/年末年始での工事が多く、若い人が敬遠する傾向が続く、人手不足となる傾向が続いた。なお、こうした環境は大手の生産技術者も同様であり、生産技術者の人手不足から、S I e rの仕事が増える傾向もあった。

こうした状況の中で、ほとんどが零細/中小企業からなるS I e rが大団結し、大きな組織でこの状況を打破すべく、S I e r協会が設立された。

#### 4. 2 事業内容

図10にS I e r協会の事業内容を示す。どこにどういうS I e rが居て、どういう活動をしているかを把握するため、ネットワークを構築している。

中小企業が多く、事業基盤が弱いことが多い。これを打破すべく、認知度や地位を向上するための事業基盤の強化を行っている。

更に、日々進化する技術への追従、日々高度化する要求仕様への追従などの課題に対応すべく、専門性向上のための人材育成、教材開発等も実施している。

##### 1. ネットワークの構築

システムインテグレータ間、さらにはロボットシステムインテグレーション業界におけるネットワーク構築

##### 2. 事業基盤の強化

システムインテグレーターの事業基盤の強化及び認知度および地位向上

##### 3. 専門性の向上

システムインテグレーターの技術水準の向上の為、教育・講習の運営・企画、資格制度の企画・運営、技術研究会の運営

図10 S I e r協会の事業内容

現在では、正会員 225 社、協力会員 106 社（計 331 社）という規模に達しており、図11に示す通り、北海道から九州・沖縄まで国内各地に会員が分布している。



図11 会員一覧

近年では、高校生などを対象に、「産業用ロボット見学会」「産業用ロボット活用アイデアコンテスト」からなるロボットアイデア甲子園を企画・開催し、若い人の育成にも尽力している（図12）。



図12 ロボットアイデア甲子園

慢性化するS I e r不足に対抗し、2021年から愛知県立工業高校14校を工科高校に改称し、企業のサポートを受けながら高校生がロボットシステムインテグレーション技術を学ぶことができる高校生ロボットS I リーグが開始された。ここでは、約8ヶ月かけて授業や部活動を通じて協議課題に取り組む。その際、1チームに対してS I e r企業1社がサポーター企業となって支援・助言を実施する。



図13 S I リーグの協議会までの流れ

このように、S I e r企業のサポートだけでなく、未来を担う高校生の育成にも力を入れている。こうしたS I e rのタマゴたちが限らない可能性に挑戦するS I e rとして成長し、日本のロボット業界をけん引してくれることを願いたい。

#### 5. まとめ

「あなたの会社は何かができますか？」と顧客に問われ、「何でもできます」と顧客に応えたところ、「特徴が無い会社だ」と言われた。その後一念発起してオンリーワン提案を目指して開発を続けてきた。

こうした三明機工の先進 S I e r としての歩みをまとめた。

（三明機工の強味）

三明機工の強みは、ロボット・電気・機械設計を統合してシステムを構築できる点にある。ロボットの配置と周辺設計を含む全体最適を実現することを核とする。独立したメーカーとして生産計画を立て、下請けにならず、ニッチ分野でオンリーワンの存在となることを志向した。大手が参入しにくい市場でブランド力を確立し、価格決定権を持つことを目指した。事業構造は、景気変動に左右されず複数の柱で相互補完する仕組みを志向した。展示会や海外展開、積極的なプレゼンで顧客評価を獲得した。具体的事業としては、液晶・太陽電池分野で将来を先読みし技術開発を重ね、有機 EL やタッチパネルなど新領域へ挑戦した。アルミダイキャストでは「アジア No. 1」を掲げ、自動車産業の変革を先取りした差別化により大手からの評価を得た。鋳造分野ではトヨタとの共同連携を行い、半世紀にわたり材料供給装置を磨き続け、顧客課題に対応してきた。このように三明機工は強みを軸に独自の成長戦略を展開してきた。

（DX/3Dによるもの作り）

三明機工はDXによるものづくりの革新を早期に実践してきた。機械技術者は 2D 図面から 3D を頭の中で構築する技能を有しているが、顧客にそれを期待することはできない。顧客と完成イメージを共有するため、2002 年に三次元 CAD を導入した。当初は設計者の多くが 2D に固執し、効率性を理由に使用を拒んだが、経営トップの強い推進力により強制的に 3D 設計へ移行した。設計者に代わり、内勤従業員が 3D 設計ルールを整備し、2009 年には中小機器メーカー向けに 3D 図面化サービスを開始、大手メーカーからも注目される先駆者となった。

さらに、顧客との構想段階での相互理解を深めるため「バーチャルロボットセンター」を設立した。現場での変更の多くは曖昧な要件定義や認識不足に起因し、納期やコストを増大させる。これを防ぐため、フロントローディングの考え方を採用し、初期段階から 3D を活用して顧客に具体的イメージを提示、議論を重ねながら仕様を確定させる仕組みを構築した。ベームの法則が示すように、上流工程での誤り修正が最も効率的であり、三明機工はこの重要性を早くから認識して実践してきた。具体的には、顧客との打ち合わせでレイアウトを作成し、3D モデルや VR シミュレーションで検討を進める。さらに 3D スキャナで工場を計測し、点群データと CAD モデルを統合して現場での干渉を事前に確認する。必要に応じて実験を行い、作業手順や条件を共に検証することで最適解を導き出す。この一連のプロセスにより、

設計段階での不具合や後戻りを防ぎ、短工期かつ高品質なシステムを提供する。結果として顧客満足を高め、双方に利益をもたらす持続的なものづくりを実現している。

（S I e r 協会）

S I e r 協会は、2015 年頃に S I e r の厳しい事業環境を打破するために設立された。当時、S I e r はロボットメーカー傘下で従属的立場にあり、構想段階の打合せや仕様検討を無償で担うことが多く、長期化するプロセスに加え、国内特有の検収後一括払いの商習慣により資金繰りに苦しんでいた。さらに、立会いの度に指摘事項が増える上、試運転から操業引渡しまでの過程で難航することも多く、若年層の敬遠や人材不足が顕著であった。こうした中、中小企業を中心とする S I e r が団結し、協会設立に至ったのである。

事業内容としては、全国の S I e r の所在と活動を把握するネットワーク構築、基盤強化による認知度・地位向上、人材育成や教材開発を通じた専門性向上を進めている。現在は正会員 225 社、協力会員 106 社、計 331 社に達し、全国規模の組織へと発展した。

次世代の人材育成にも注力し、「ロボットアイデア甲子園」を開催して高校生に産業用ロボットの魅力を伝える活動を行っている。さらに 2021 年からは愛知県の工科高校と連携し、高校生ロボット S I リーグを開始した。ここでは 8 か月間にわたり、S I e r 企業の支援を受けながら競技課題に取り組む仕組みを構築し、未来の S I e r 人材を育成している。このように S I e r 協会は、業界支援と次世代育成の両面から日本のロボット普及に寄与している。こうした取り組みにより、限らない可能性に挑戦する若き S I e r たちが日本のロボット産業を力強くけん引してくれることを願いたい。



ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会  
Robot Revolution & Industrial IoT Initiative