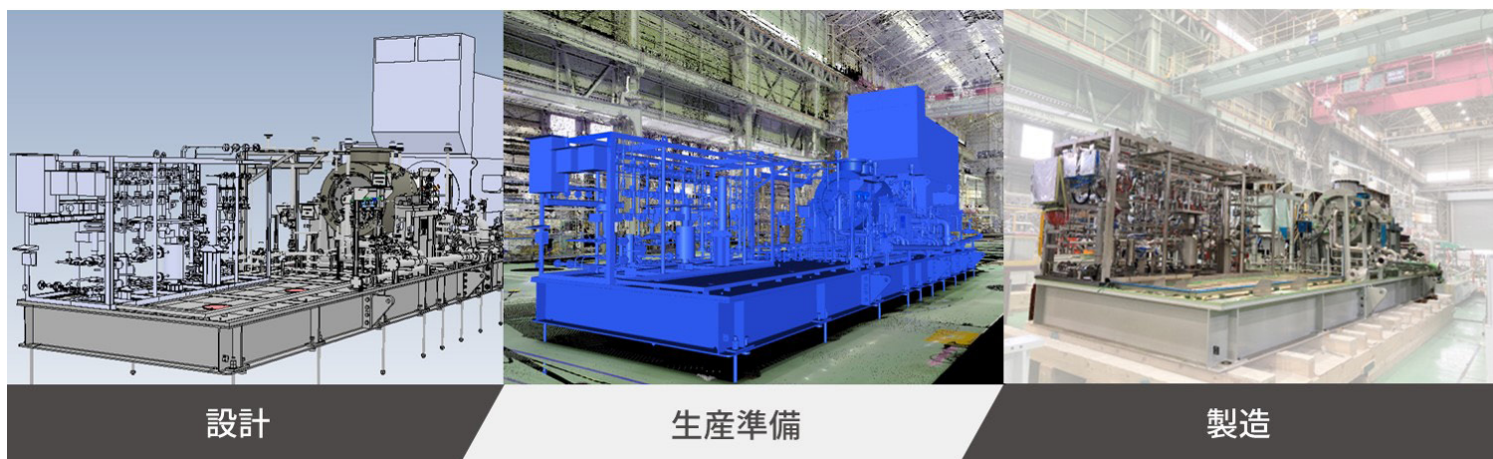


# 120年の挑戦 カワる、サキへのDX



設計

生産準備

製造

会社名  
川崎重工業株式会社

本社所在地  
兵庫県神戸市

ソフトウェア  
Autodesk Inventor®  
Autodesk Vault®  
AutoCAD Electrical®  
AutoCAD Plant3D®  
Autodesk InventorCAM®  
Autodesk Navisworks®



川崎重工エネルギーソリューション&マリンカンパニーで3D推進プロジェクトに携わる面々。2019年に3D推進委員会が発足し、2020年4月に現体制のプロジェクトが立ち上がっている。背後の建屋は、Autodesk Navisworksを用い、3Dデータ統合を活用して建設されたものだ。

生産プロセス改革を目的とする「エネ舶3D推進プロジェクト」  
遠心圧縮機のパラメトリック設計を達成。  
第1号では本体設計工数を3~4割削減

総合エンジニアリングメーカーの川崎重工業株式会社(以下、川崎重工)のエネルギーソリューション&マリンカンパニー エネルギー・船用推進事業部門は、エネルギープラントやガスタービン、ガスエンジン、空力機械製品、蒸気タービンなどを手がけるエネルギーディビジョンと、船舶用の推進機や主機などを手がける船用推進ディビジョンによって構成される。現在、兵庫県の神戸工場、明石工場、播磨工場で設計・製造を行っている。

そのエネルギー・船用推進事業部門において、2020年度から生産プロセス改革を目的とする「エネ舶3D推進プロジェクト」を進めている。

紙図面の存在に頼る2D設計から脱し、併せて旧来の直列型のものづくりプロセスを抜本的に見直す——。その目標を達成するために、2020年に既存の2D設計環境のリプレイスに着手している。複数社のツールの比較検討を行ったプロジェクトチームは、設計・製造ソリューションとしての汎用性や拡張性を評価し、3D CADソフトウェア「Autodesk Inventor(以下、Inventor)や製品データ管理ソフトウェア「Autodesk Vault(以下、Vault)」の導入を決めた。パラメトリック設計による製品第1号を出荷し、新たなフェーズを迎える同社の取り組みを紹介する。

## 紙図面から脱しきれなかった 旧来の生産フローを改革する

1896年の川崎造船所(現・川崎重工)創立以来、同社の設計が、2D主体であるのは変わらないままだった。作図は2D CADに切り替わったが、根幹の部分では紙図面による運用管理が続き、これにまつわる作業に多大な労力を割いてきた。一方、企業経営面では、国際市場への対応などを前提に、QCD(Quality, Cost, Delivery)の大幅な改善が命題となっている。DX(デジタルトランスフォーメーション)の遅れには危機感を抱かざるを得ない状況だった。

3D推進プロジェクトの現在の主導役となってい

る生産プロセス改革課の金尾典昭氏(エネルギーソリューション&マリンカンパニー生産本部エネルギー・船用推進生産技術部)は、以下のように語る。

「ものづくりプロセスのいたるところに人が介在するために、QCDの向上を妨げるリスク要因になっていました。以前から3D設計の試みはあったものの、下流に渡す際はあくまで参考データの扱いにとどまり、それだと製造部門では改めて紙図面で照らし合わせる場所から始める必要があります。作業ミスの削減やリードタイムの短縮につながりません。設計時の検討が不十分なために起こる後戻り作業の増加なども課題でした」



エネルギーソリューション&マリンカンパニー生産本部エネルギー・船用推進生産技術部、生産プロセス改革課の金谷浩生氏



エネルギーソリューション&マリンカンパニー生産本部エネルギー・船用推進生産技術部、生産プロセス改革課の金尾典昭氏

手作業によって起こる不具合を解消するためのコストの増大、全体のリードタイムの長期化など業務上の解決すべき課題は山積みになっていた。

市場からの厳しい要求に的確に対応し、競合他社をリードして勝ち残るためには、DXによる業務の改善が必須となる。設計・製造の一翼を担う立場からQCD向上に貢献し、製品競争力を高めないとならない。

エネルギー・船用推進事業部門には、ガスタービン、ガスエンジン、船用主機、遠心圧縮機など13を超える製品群があるが、製品群ごとに独立独歩で進んできてしまった。ここに改めて横串を通したい。そこで、同じ思想、同じソフトウェアで業務に取り組めるようにするために、横断的なプロジェクトを立ち上げたのである。

### 融通の利く契約形態を生かし 3D CADの迅速な普及を図る

生産プロセス改革課の金谷浩生氏(エネルギーソリューション&マリンカンパニー生産本部エネルギー・船用推進生産技術部)は、長い間3D CADの導入を試行錯誤してきた一人である。今回、3D推進プロジェクトの立ち上げに関わり、それまでの経験を反映させてきた。

「2000年前後に標準CADとして一度ハイエンドCADの導入を決めたものの、体制を整備しきれずに一部の設計部門での限定的な利用にとどまり、掛け声で終わっています。その後、各設計部門が部門ごとにそれぞれ異なるCADを導入していき、ばらばらに動いていました。しかし、高額なソフトウェアのユーザーライセンスを部門で2~3本持つ程度では広がりを持ち得ないという限界があります。3D導入の機運が高まって、い

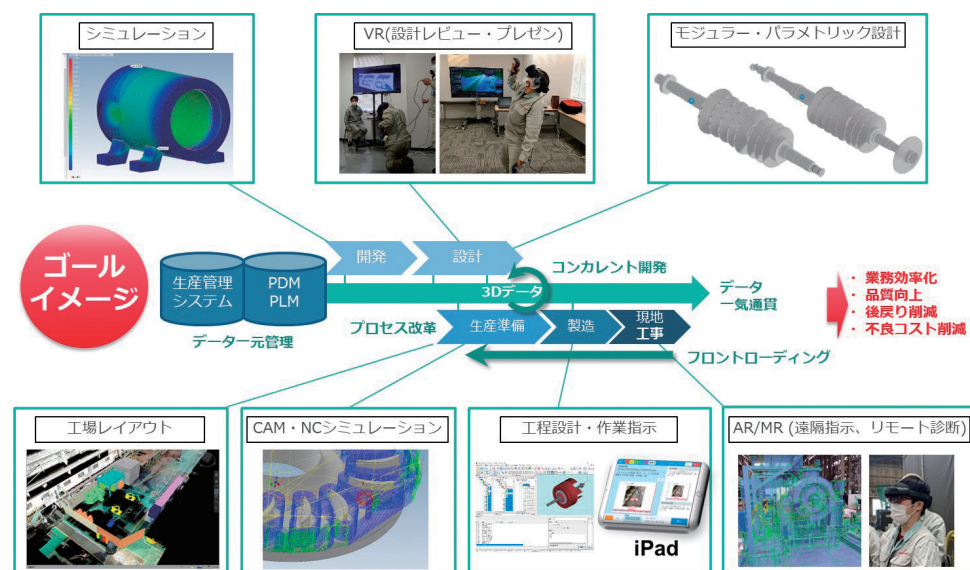
つまにか自然消滅してしまい、このまま各部門に任せていたら同じことの繰り返しになると感じていました」(金谷氏)

今回のプロジェクトでは、技術開発本部の支援の下、対象となる人員規模を一気に広げている。外注のCADオペレーターや教育段階の者を含め、設計部門300人程度を3D CADのユーザー対象に設定する取り組みとなる。2023年7月現在、3D推進のために新設された生産プロセス改革課の14人が中核となって活動し、さらに各部門のキーマン計40人が推進役となっている。

こうしたダイナミックな取り組みを可能にしているのが、従量制でソフトウェアの利用を可能にするライセンス形態である。

川崎重工は今回、Autodesk社と包括契約(EBA:Enterprise Business Agreement)を結び、ソフトウェアの買い切りやサブスクリプション制とは異なるToken Flexの仕組みを活用している。全社規模で購入したトークンを必要なユーザーが、必要な時に、必要な分だけ使用することが可能だ。様々なツールを柔軟に試すこともできるため、3D推進プロジェクトのニーズとうまくマッチし、ソリューション選定の決め手にもなっている。

特に同社のような業態では、受注生産による「一品一様」の製造業務となる場合が多い。いつ、どんなタイミングで仕事が発生するかはクライアントに依存している。山と谷があり、繁忙期でないときにツールを遊ばせているとライセンスを維持するコストが無駄になる。こうした事情に、この柔軟なライセンス形態がうまく適合した。まとまった部門でトークンを管理し、融通しあうことができるので、3D設計環境に関わる人員のやり繰りの面、費用の面でメリットを発揮する。



ものづくりプロセス(生産フロー)の改革イメージ



エネルギーソリューション&マリンカンパニーエネルギーディビジョンエネルギーシステム総括部空力機械部設計二課の山田典功氏

## Inventorへの設計環境リプレイス 23年度末は中間マイルストーンに

プロジェクトチームでは2023年度末を「中間マイルストーン」と位置付け、対象となる全部門の1製品完全3D対応を目指している。設計環境のリプレイス前までは3Dになじみのない者が大半で、逆に3D利用歴がある場合は慣れているツールに愛着があるなど意識に差がある。改めてInventorに統一するにあたって、抵抗を示す声もあったという。

「Inventorは今ではよく知られていますが、導入当時はあまりなじみのないツールでした。リプレイスに際しては、2D CADを使ってきたCADオペレーターの意見も尊重しなければなりません。設計の作業自体はオペレーターに依存する度合いが高いため、慣れないCADでは時間がかかると言われてしまうと押し切るのが難しい。今回、いつでもツールを利用開始できるEBAのメリットを説明し、納得して使ってもらえるように教育や支援の体制も整備しながら不満が生じないように努めてきました」(金谷氏)

Inventor導入検証時、配管設計機能(チューブ&パイプ機能)の使い勝手がCAD機能面で大きくマイナス評価のポイントだった。「改善要望や追加要望のある機能については、オートデスクのアカウントチームと協議を重ねました。配管機能はInventor導入時に外部カスタマイズを実施し、対応を図りました。2023年のマイナーバージョンアップで配管に関する一部機能はInventorの標準機能として採用してもらっています。そうやってユーザーのニーズに対応して進化していくものなのだ」と理解しました。今後も大いに期待しています」(金尾氏)

### パラメトリック設計を達成 第1号では本体設計工数を3~4割削減

第一段階の目標となるパラメトリック設計の達成に関して先行したのは、エネルギーディビジョンの空力機械部だった。エネルギーソリューション&マリンカンパニーエネルギーディビジョンエネルギーシ

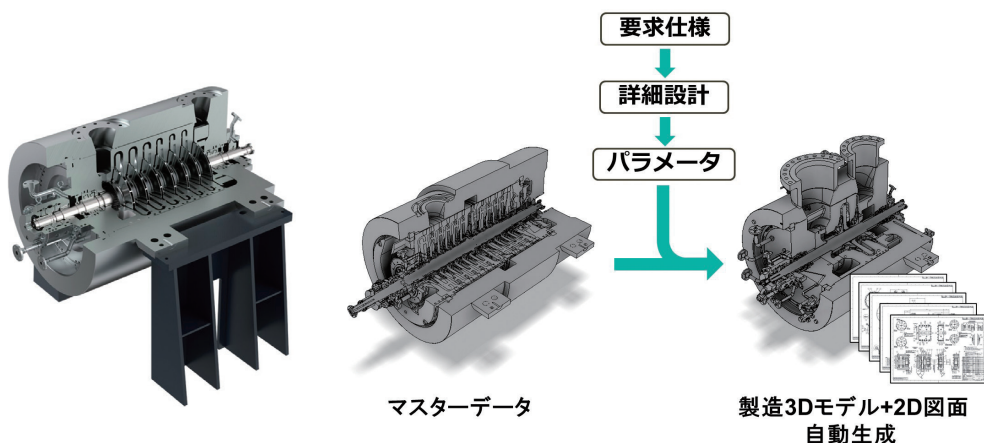
ステム総括部空力機械部設計二課の山田典功氏は「思いのほか、順調に進みました」と振り返る。

対象となった製品は、海上のガス田から陸に向けてガスを圧送するための遠心圧縮機で、パラメトリック設計初号機は2023年出荷予定。ユニークに設計した自社部品は約1000パーツ以上に及び、本体の3Dモデルは、ほぼ全体を数値パラメータでコントロールできるところまで作りあげた。Inventorの使用により、圧縮機本体の設計工数を3~4割削減できたと見積もっている。

山田氏によると、パラメトリック設計を実現するために、今回、慣習的に続いてきたルールを改めて整理し、製造部門と逐一合意しながら明文化していく作業を経ているという。

「製品ごとに、似通っていながら違うものを作るということが続けてきたので、バリエーションが増えすぎている状況でした。まずは必要なバリエーションに絞り、標準化できる部分がないか洗い出しを行いました。直線一つにしてもアール一つにしても、パラメータでどう描くのか。どう図面表記するのか。設計と製造の間で協議して決めています」(山田氏)

「山田の担当製品も、基本的には受注生産型のもので、クライアントの仕様に従い、形が毎回変わるので、都度設計・都度製造が今までは普通で、毎回穴が空くまで図面を見て製品を製造するのが当然という感覚でした。ですが、パラメトリック発案当初、山田が3Dモデルに使用するパラメータの整理から取りかかるというので、『本当に可能なのか』と疑心暗鬼で確認したところ、『私が全部決める』という答えが山田から返ってきて、非常に心強かったのを覚えています。結果、彼は都度設計からパラメトリック設計への変革を達成してくれました。問題意識を持って部署内を説得し、そうやって突破してくれる担当者がいると進展は速い。逆に推進に時間がかかっている部署には、プロジェクトチームからの働きかけが必要だと感じています」(金尾氏)



遠心圧縮機のモデルイメージ(既存の出荷事例)

パラメトリック設計による業務効率化の考え方



エネルギーソリューション&マリンカンパニー生産本部本部長の  
工藤和生氏

### 目標はデータの一气通貫による 設計・製造プロセス全体の改革

Inventorの導入で設計図面の3D化が進み、Vaultによるデータ管理で、ものづくりに関わる全従業員がいつでも3Dデータを閲覧できる状態になった。パラメトリック設計による3Dモデルの受け渡しが普通に行われるようになれば、設計データをNCプログラムや帳票の作成、治工具の設計などに生かせるようになる。新たなフェーズでは、3Dデータの多面的な「一气通貫」活用が目標となる。

3D推進プロジェクトの責任者であるエネルギーソリューション&マリンカンパニー生産本部本部長の工藤和生氏は、以下のように語る。

「設計図面を2Dから3Dにすること自体が目的のではありません。3D化により設計の手順を見直してもらい、ものづくりのプロセス改革が生産の末端にまで及ぶようにする。下流側の作業指示や生産準備が簡便かつ確実になる状態を目指しています。製造部門は、3Dのデータだけを求めているわけではなく、どういうロジックでものをつくっているのかという設計プロセスに関与することで、伝達共有ができてこそ、末端でデータが活用できる取り組みになると考えています」(工藤氏)

製造部門の連携に関しては、これも柔軟なライセンス形態であるEBAのメリットを生かし、2D電気CADソフトウェア「AutoCAD Electrical」や3Dプラント配管CADソフトウェア「AutoCAD Plant 3D」、統合CAMソフトウェア「Autodesk Inventor CAM」、プロジェクトレビューソフトウェア「Autodesk Navisworks」などを、試用を経て導入している。

3Dモデルの一元管理のためには既にPDM (Product Data Management) システムを構築している。データの一气通貫を前提に、これを今後PLM (Product Lifecycle Management) システムに発展させる。3Dモデルを軸にしたデータベースの連携や、データの見える化による迅速な経営判断が可能となる状態を目指すという。

### 時代の変化に対応しながら ものづくりの歴史を継承する

全部門の完全3D対応を実現させた後、そこから25年度末までは普及と定着のフェーズとなる。フロントローディングやコンカレントエンジニアリング (同時進行技術活動) の推進が、この段階の目標となる。例えば、設計と生産準備が同時並行で進むようなフローが起こり得る。

「設計プロセスのどの段階で、どのレベルの3Dデータができていくのか。それを見える化すれば、デザインレビューのタイミングで生産、品証、調達といった部門を巻き込み、設計完了時には下流における生産準備が進んでいる状態を作れます。これをある程度パターン化し、業務プロセス全体を改善したいと考えています」(工藤氏)

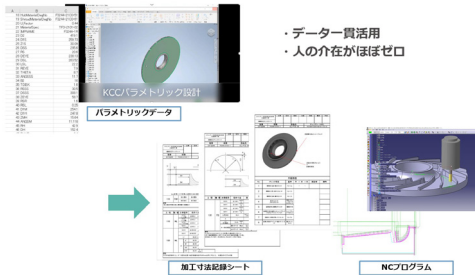
現時点までを振り返り、トップダウンのDXではなく、ボトムアップ的に進んだプロジェクトであるのが、成果を出せている秘訣であると工藤氏は考えている。

「上から要請されて悩むのではなく、ものづくりの観点をもって現場から立ち上げていきました。潜在的には3Dに取り組みたい人が多かったのだと感じています。横断的なプロジェクトが、その思いをうまく引き出したのです。リアルとバーチャルの間を行き来するものづくり検討は、既に当たり前になりつつあります。そうした進化に追いつけずに手をこまねいていると、企業として淘汰されかねません。変化に対応しながら、ものづくりの歴史を継承するのが我々の務めだと考えています」(工藤氏)

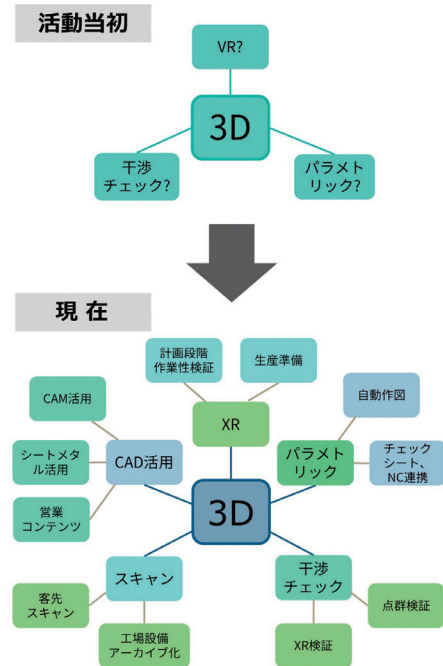
「紙の図面を120年以上使ってきたが、このまま2Dを続けていたら未来はない。変わらないといけないタイミングに来ている」——金尾氏は、山田氏がプロジェクト当初に口にした、そんな言葉が印象に残っているという。

『カワる、サキへ。』を企業メッセージにする川崎重工のものづくりの現場から始まった取り組みは、まだまだ道半ばだが、今後さらなる進化を遂げるに違いない。

#### ■ 機械加工でのパラメトリックデータ活用



一例：機械加工におけるデータ「一气通貫」活用の考え方



3Dデータの多面的な活用イメージ