

## INTERVIEW

三菱重工業 原口英剛氏 インタビュー

3Dプリンタがもたらす、  
革新ものづくりによる新たな世界

インタビューー 吉野松樹 (日立製作所), 伊藤 智 (産業技術総合研究所), 藤瀬哲朗 (三菱総合研究所)

日本を代表する製造業の現場で、3Dプリンタがどのように活用されているのかについて、本特集の招待論文「タービン製造における3Dプリンタの活用」を執筆いただいた三菱重工業(株)原口氏にお話を伺った。約15年にわたる経験を踏まえて、三菱重工業(株)高砂製作所における3Dプリンタ利用のきっかけ、社内での利用の定着化、今後の展望について貴重な経験談をお聞きすることができた。

## ■ 3Dプリンタ活用のきっかけと拡大

吉野 今日インタビューにお応えいただきましてありがとうございます。

原口 よろしくお願ひします。

吉野 今回、3Dプリンタを特集テーマとして採り上げたのですが、情報処理の世界では、最近、情報のサイバーな世界だけに閉じた議論だけではなく、リアルの世界とサイバー世界をどうつなげていくかが大きな課題となっています。リアルの世界から情報を収集する話と、情報を現実の世界にフィードバックする話の両方があると思っています。3Dプリンタは情報を現実世界にフィードバックする1つの仕掛けと捉えています。

原口 そうですね。

吉野 情報処理関係者の多くが3Dプリンタというのを意識し始めたのは、Chris Andersonの『MAKERS』が出版された、2011年ぐらいからだと思うのですが、原口さんの論文を読ませていただくと、その10年ぐらい前から製造業の現場では使われていたようですね。

原口 はい。

吉野 どういうきっかけで取り組みを始められたのかを少しお聞かせ願えますでしょうか。

原口 私の経歴を簡単に説明しますと、最初、三菱重工の長崎造船所に配属されました。そこで火力発電所とかに納める、ボイラーや燃焼器の設計を7年ぐらいやって、2001年に高砂製作所に異動してきました。最初はガスタービンの設計を半年ぐらいやり、その後同製作所の製造部門の生産技術課に異動になりました。

3Dプリンタを使い始めたきっかけは、このタイミン

グです。2001年の11月から生産技術課のTMDIという新しいチームに配属されてからです。

この頃、自動車業界でデジタルイノベーションの動きがあって、中でもマツダさんがMDI (Mazda Digital Innovation) という名前を付けて積極的に取り組まれていました。TMDIという名前は、これにあやかろうと、Turbine Manufacturing Digital Innovationの頭文字を取って付けた名前です。

そこで9年ほどやって、4年前に研究所のほうに移ってきて現在に至っています。

吉野 21世紀に入ってすぐ始められたということですね。

原口 はい。そうですね。

吉野 マツダさんを始めとした自動車業界でそういうデジタル化の動きがあったということですが、製造業一般、全般にそういう動きがあったのでしょうか。

原口 自動車業界とか、電機業界ではもっと前からされていたのですが、ガスタービン、タービン製造の重工業界においては、当時3D CADの活用が遅れていて、これではまずいということで2001年にスタートしました。

2000年頃に、ものづくり変革、とか、ものづくり革新とか、そういう言葉が流行っていたのですけれども、三菱重工でもそういうことをやろうという動きがありました。特にデジタル化は加速をするんだという、トップダウンの動きがありました。設計、生産技術、製造、品質保証といった、全体のバリューチェーンの中でデジタル化をもっと進めていこうという全体的な動きがあったのです。

その中のツールの1つとして3Dが強力になるだろう



原口英剛氏

1994年3月九州大学大学院総合理工学博士課程修了。同年4月三菱重工業(株)長崎造船所入社。2001年高砂製作所異動。2012年高砂研究所(現、総合研究所)異動、現在に至る。

ということで、上からも積極的にやれというプッシュがあり、高砂製作所の製造部に3Dを推進するチームができました。

**吉野** 3D CADの活用は1995年ぐらいからということなのですね。

**原口** そうですね。

**吉野** それまでは2Dだったのですね。

**原口** ええ。1995年ぐらいから3D CADツールを導入していましたが、この頃は設計部門ではまだ限られた部品のモデリングツールにしか使っていませんでした。2001年に、先ほどお話したTMDIチームができて、高砂製作所のガスタービン、蒸気タービンで初めて3次元設計を本格的に推進するぞ、ということで3D CADを本格的に導入しました。三菱重工のほかの事業所の状況はよく分かりませんが、高砂製作所の3次元化のスタートはここからです。

やはり最初は3次元化にだいぶ抵抗がありました。3次元化にともなって設計に必要とされる労力が増えるんですね。2次元から3次元に移行するには、教育も必要ですし、オペレータの方の習熟度の問題もあり、設計を3次元化しただけではなかなか効果が出ない。製造部門で設計の3Dデータを活用していかないといけない、ということで、TMDIというチームを作ったわけです。

設計部門の中にチームを作ってもよかったのですが、あえて製造部門の中にTMDIという3Dを推進するチームを作ったわけです。なぜそこに私が呼ばれたかはちょっとよく分かりませんが(笑)、設計もやっていたからということなのか、とにかくTMDIチームに配属されました。それまでは全然、3Dは私、一切知りませんでした。

そこから一生懸命、先行している自動車業界を調べたり、展示会とか、セミナーに参加して、3次元はこうい

うふうに使えるんだということを吸収し、ガスタービン、蒸気タービンでどう使っていくかという検討からスタートしました。

モデルリングのツールとして使っていた3D CADを設計ツールとして活用でき始めたのは2005年ぐらいからです。2015年現在、100%とは言えないですが、9割以上は3Dで設計ができるようになっています。

**吉野** 3Dで設計するというのが大前提になるわけですね。

**原口** 3次元データをどう活用するかを、いろいろなツールを試行錯誤しながら現場に適用してきたというのがこれまでの我々のチームの活動です。

そのツールの1つとして3Dプリンタを入れたということになります。

設計で作った3Dデータを活用して、生産技術部門と設計の間でつくりやすい、組み立てやすい設計になっているかを確認するために3Dビューワとか、3Dプリンタを使うというところがスタートです。最近あまり使われなくなった言葉ですけど、コンカレントエンジニアリングとか、フロントローディングといった手法の実現手段として、3Dデータを基に3Dビューワ、3Dプリンタを使って、設計と製造の間の意思疎通を図るねらいです。

ものづくりの会社はどこでも同じだと思うのですが、設計データを受け取って製造のためのデータを作る作業を行うのは生産技術部門です。製造の現場で実際行われている作業、切削加工、放電、溶射、鋳造、鍛造、プレス、溶接など、これらはすべてデータを基にして機械が動いているわけですね。そのデータを昔は、製造の現場の人が紙図面を見て試行錯誤や試作を繰り返して作っていたわけです。それだと手戻りもあるし、材料の無駄も発生する。そこで、もっと前段階でシミュレーションとか、バーチャルの世界で検証して正しいデータ、後戻り、出戻りのないデータを現場に渡したい。そのために3Dデータの積極的な活用をしました。CAD/CAMで、CADで作った切削のデータを事前にパソコン上でシミュレーションしたりとか、溶射シミュレーションでロボットの動きをシミュレーションしたり、鍛造、鋳造のシミュレーション、あとはプレス成型シミュレーションとか、また、塗装する工程もあるので、膜厚のシミュレーションとか、そういうことを事前に3次元CADデータを活用してデジタル上で検証して、問題ないデータを現場に渡すということをTMDIチームで一生懸命やっていました。

吉野 3Dプリンタがバズワードになっているので、我々はそのから飛びついてしまったのですけれども（笑）、むしろ3Dデータが中核にあって、それを活用するツールの1つとして3Dプリンタがあるという位置づけですね。3Dデータというのは作るのは大変なのだけでも、それを活用するツールを揃えていけば、3Dデータ作成のコストは最終的にはペイするということですね。

原口 そうですね。今まで発生していた後戻り作業がなくなるというのが大きいですね。

吉野 その辺りの、定量的な効果というのは聞かされても困るところでしょうか。

原口 定量的評価はなかなか難しいというのが正直なところです。

本格的にやり始めて15年ぐらい経って、今でこそデータは、3Dデータが当たり前にある状況ですが、以前は、まず3Dデータありますか、という質問からスタートしていました。設計部門も、3Dデータを製造部門で活用してくれるのだったら頑張ろうかみたいな感じで、設計と製造でいろいろなやりとりをしながら、やっとここまで来たという感じですね。

吉野 最初は、経営サイドからのデジタル化をやるべしというトップダウンで始まったのですね。

原口 高砂製作所の当時の部長が、やるぞと音頭を取ってスタートしたプロジェクトです。

吉野 最初はともかくやる、ということで、費用対効果とかシビアに問われないけれども、何年かすると、だんだん効果はどうかとフォローが厳しくなることがよくあります。その辺りはどうでしょうか。

原口 逆に最初、結構、厳しく言われたのですけれども、だんだん3Dデータがいろんなところで活用され出したので、上も、これはちゃんと使っているなということで、あまり言われなくなってきましたね。

吉野 3Dデータの活用が、順調に仕事のルーチンの中に組み込まれたということですね。

原口 はい。そうですね。

## ■ 3Dプリンタの活用方法

吉野 素人的には、プラスチック製品なんかだと3Dプリンタで最終製品が目の前でできてくるみたいなイメージがありますが、タービンは当然3Dプリンタで作れるものではないですね。

原口 材料も違いますし。

吉野 では、3Dプリンタをどういうところに活用されているのでしょうか。

原口 我々は1995年ぐらいから3次元CADを使っていますが、それ以前から光造形という技術はあって、便利なツールだというのは分かっていました。TMDIが発足する前です。ただ、これだと装置も社外になりますし、作ってもらうためには設計データも外に出さないといけない。便利だけでも、高い、遅い、面倒だった。当然、外に出すので、値段も100万円とか、平気ですすし、ラピッドプロトタイピングと、当時呼んでいましたけれども、高速試作と言いながらもやはり時間がかかる。

吉野 数週間とかですか。

原口 データをまず出すまでの手続きが大変なんですよ（笑）。

機密データですから。秘密保持契約を結んだりして、そこでまず最低1週間から2週間。欲しいと思ってから時間がかかりますし、特に設計部門が嫌がったのは契約締結の事務手続き。私も設計をやっていたのでよく分かるのですけれども。

吉野 一度やると慣れるけれども最初は嫌なものですよ。

原口 もっと早く、手軽に欲しいねということで3Dプリンタの使用をスタートしたのが2006年です。2006年にストラタシス社のDimensionという装置が出ていましたので、代理店の丸紅情報システムから、デモみたいな感じで1カ月ほど装置をお借りしました。この頃はだいぶ3Dデータもありましたので、設計部門からデータももらって、こんなのできるよと作っては持って行って見せるといった、営業活動をやりました。結構、食いつきはよかったですね。

投資対効果は確かに出しにくいですが、3Dプリンタの場合は、設計部門がこれはいいと言ってきて、これも作って、あれも作ってとどんどん依頼がくるようになって、定着していきました。幸い、我々は製造部門のほうにいて、製造現場とのつながりが強いので、現場にも持って行って、こんなのが作れるよと見せたら逆に現場のほうからこんなものを作ってと要望が上がってくる。最初、設計のツールとして入れたつもりだ



吉野松樹

ったのですけれども、現場のほうでも治具とか、いろいろなニーズが増えてきました。

模型がありますけれども (図1)、結構、ガスタービンというのは大きいんですね。

吉野 これの何十倍ですよ。

原口 これは、10分の1です。当然、実寸大で作ることもありますが、大物の製品が多いので接着剤で組み立てる作業が必要になります。ニーズが増えると同時に、大物に対応するために3Dプリンタの台数を増やしたのが2008年です。3年、4年ぐらいかけて完全に浸透したという感じですね。

複雑な形状だと、樹脂の場合には、下から積層していったって、オーバーハングしているところは、サポート材を入れて、あとでそれを抜くんですね。

吉野 (Dimension SSTの場合) 薬品を使って化学反応で抜くんですね。

原口 この場合ですと化学的にアルカリで溶かすという方法ですね。

吉野 サポートをどう入れるかという設計も、3Dの設計の時点で情報を入れておくのでしょうか。

原口 いいえ。それは後ですね。設計部門は設計のデータだけ作って、それをもらって私がやっていました。どういう姿勢で作るかによってサポートがどうつくかというのは変わってきます。基本的に積層していく角度が45度より寝るところにはサポートが必要になるので、どういう姿勢にするとサポート材が少なく済むか、一方で積層なので、斜めの面は結構粗くなるので、その辺も考慮が必要です。

吉野 斜めのところはできあがりガザガザになってしまうんですね。

原口 それで、もうちょっと面をきれいにしたいというのであれば、サポートと量を犠牲にして造形方向を決める。そういうところは我々のほうで検討して作っていました。

吉野 その部分がノウハウですね。



図1 3Dプリンタで作ったガスタービン模型

原口 まあ、ノウハウですね。3Dプリンタを社内に置く理由でもあります。このモデルを造形してくださいと外に依頼をしても、どこの面が大事なのか、どこの部品の形状が大事なのかというのは、なかなか外部の方には伝えきれないのですね。私は、設計の経験もあるので大体分かるのですけれども、分からないところは、これは何の目的で使うのか、この部品のどこが大事なのかというのを設計と依頼者に確認しながら造形していました。

樹脂の3Dプリンタで作ったものは、どうしても斜めのところは段ができてしまいます。目的によってはこれで十分なのですから、薄いものの造形は樹脂はちょっと苦手なので、1ミリないくらいの薄さも造形できる石膏タイプの3Dプリンタも導入して活用を始めました。強度的には樹脂のほうが強いので、目的に応じて使い分けですね。

吉野 最近は3Dプリンタでも、金属を材料として使えるものも出てきていますね。

原口 そうですね。金属も10年くらい前からあり調査だけは行ってました。

先ほど言った機密の話ですが、所内ですべてが完結するということが大きいですね。依頼元の設計部門も、3Dプリンタの装置も社内にあるので、社内のネットワーク内で完結できる。設計部門の人が夜の8時、9時ぐらいにデータを送ってきて、私がそれを3Dプリンタにセットして、夜中に造形して、朝来たらできている (笑)。大きさにもよりますが、小さいものに関しては次の朝にはできているというのを目標にずっとやってきました。

それで先ほど話の出たサポート材ですね。実際に欲しい形状に対して、形状によってはサポート材がいっぱい付く。造形方向を考えればもっと減らせるのですけれども、ある面をきれいにしてほしいということで、方向を決める。この辺は我々が生産技術で考える。

吉野 サポート材の除去はどのようにするのでしょうか。

原口 手で除去するタイプもあるんですが、これだと手が届く範囲しか取れなくて、複雑な形状だとどうもいけないので、アルカリで溶かし出すタイプを選びました。どんな形状、複雑な形状でも溶かせるのですけれども、やはりアルカリなので、そのあとのすすぎとかが意外と面倒ですね。造形は一晩で終わるにしても、溶かすのに2、3日かかったり、すすぎにまた1日かかったり。

吉野 廃液の処理とか、いろいろ考えないといけない。

原口 廃液は全部回収です。付帯設備のほうで意外と手間がかかりますね。

ご存じかもしれないですけども、中はハニカム構造なのですね。軽量化と、材料節約の意味もありますけれども、基本的に欲しいのは形状、外形の形状なので、中はいらないので、大概是ハニカムです。そうすると内部にアルカリが浸透するので、すすぎのやり方などいろいろ工夫して手法を編み出しています。

石膏は壊れやすいということを除けば、まあ、簡単は簡単ですね。遺跡とかの発掘作業とまったく一緒です。

## ■ 3Dプリンタの活用方法とその効果

**吉野** 実感として3Dプリンタの活用で開発期間はかなり短縮されているんでしょうか。

**原口** 3Dプリンタだけの効果というのはなかなか計りにくいのですが、間違いなく開発期間の短縮には寄与していると思っています。

3Dで設計しても、設計者自身がやはり手に取って、こういうかたちというのを実感して、いろんな角度から眺めると、設計者も感覚的に、ここの形状はこうしたほうがいいのか、アイデアが湧きやすい。そういうところで、設計時間の短縮に寄与していると思います。

**吉野** 逆に、開発のツールがいろいろ揃ってきてしまうと、設計がちょっといい加減になるみたいな風潮はないですか (笑)。

**原口** ないとは言えないですね。

**吉野** 作ってみて駄目ならまた試せばいいとか。

**原口** 社内で手軽ですから。

**吉野** ソフトウェアの開発でも大昔は、コーディングシートに手書きでコードを書いて、パンチしてもらった時代があって、プログラムを動かさずにソースコードを机上で睨んでデバッグするのが当たり前でした。けれども、今はもうどんどん書いて動かして、動けばそれ

で良しみたいな感じで、非常に大きな根本的な誤りに、気が付かないまま先に進んでしまう危険もあるのですが。

**原口** そうですね。逆にそういうところでも3Dプリンタは役立っています。たとえば、実際に作ってみて初めて設計でミスが分かった例で、3次元上でアッセンブリするのは組み立て手順とは無関係にできるのですが、実際に組み立ててみると、この部品を先に入れないとできません、みたいなケースがありました。初期のころですが、設計者から初めて設計するモデルなのでパーツを作ってみてと言われて、3Dプリンタで作って、設計者が組み立て出したら、これでは組み立てられないと判明しました。これは、縮尺モデルでやったのですが、実物は直径5メートルぐらいあるものでした (笑)。

**吉野** そのまま進んでいたら大変なことになっていた。

**原口** もしそのまま進んでいたらとんでもない手戻りで、それだけでもたぶん3Dプリンタ1台分ぐらいの投資に見合う効果です。でも、こういうのは表には出ないですね。

**吉野** なるほど。

**原口** 社内で気軽にできるので、縮尺モデルでまず何種類か作って、この形状が良さそうですねということもやっています。

**吉野** 目視ということだけではなくて、いろんなシミュレーションなども縮尺モデルでできるんですね。

**原口** はい。流量試験にも実際使っています。プラスチックなので、耐熱もまあまあ、80度、90度ぐらいはありますので、今まではなかなか手軽にできませんでした。実際に近い形状に対して気流試験ができるようになって助かっています。

全部が全部大きいわけではないので、ものによっては実寸大で、実際の機械に組み込んで試験をすることが比

較的手軽にできます。こういうのは昔は削り出しで作っていたのですが、3Dプリンタを使えば、1個数千円くらいでできますので、試験費用低減と試験期間の短縮に随分寄与しています。

三菱重工内のほかの事業所からの依頼もできる限り対応しています。

**吉野** 3Dプリンタに関しては三菱重工の中でも



準備いただいたプロジェクト資料を見ながらインタビューが進められた。

高砂製作所が進んでいるということですね。

原口 はい。うちが大型のプリンタも持っていますし。

吉野 やはり十数年かけていろいろノウハウが溜まっている。

原口 はい。とにかく依頼があったらまずは作る、現場からのニーズにはすぐに対応するようにして、特に現場の方からこういうのが欲しいよと言われてたら、現場の人はモデルは作れないので、話を聞きながら、我々で3D CADで作って対応するというようなこともやっています。

現場で使ってもらう治具関係が多いですね。大きさ次第ですけれども、数千円でできますし、数時間でできてしまうこともあって、その日のうちにお渡しできるので、現場の方から結構喜んでもらっています。

吉野 従来は、どなたかが図面を引いて外注して作ってもらっていた。

原口 そうですね。外注して作ってもらう。数カ月かかったりしていたものも、本当にもう数日中、数週間できるのが一番良いところですね。

現場に入り込んで、現場の人の考え、ニーズを理解しながら実際のかたちにしていくということは、生産技術の中にいるからこそできたのではないかと思います。設計部門でやっていたらたぶんここまで現場には浸透していないと思います。それがトップのねらいだったのかと思うのです。3次元を現場に浸透させるには製造部門の中に推進チームを作るという発想は、さすがだなという感じですね (笑)。

吉野 3Dデータだけではなかなか設計と製造をうまくつなげることは難しい。

原口 そうですね。

吉野 データだけあっても駄目で、そこに生産技術のスタッフがいて、情報を理解して、汲み取って、相互の間のやりとりをしてあげるのが大事なんですね。

原口 そうですね、特に現場のほうには浸透はしていきませんね。

3Dプリンタを導入する前ですが、3次元データができました、画面で見れますよと言っても、現場の人たちには、2Dの図面よりはまだましかもしれないですけども (笑)、なかなか理解が難しい。実際にもものがあると、重量は違いますが、実物に近いということで、現場の方が一番喜んでくれていますね。

溶接の検証などでも、実寸大で作って、開先形状までモデルで作って、実際に作業の方が使っているガンを使って、干渉チェックとか、作業の方に作業性を確認

をしてもらうことができます。これはデジタルでは検証が難しいところです。

吉野 検証という意味合いもあるし、たとえば、作業者的な方の訓練とかにも使える。

原口 そうです。

複雑な部品をたくさん組み合わせた溶接構造というのは結構多いので、干渉チェックだけではなくて、どういう手順で部品をつけていくのかの検証にも使っていますね。当然、形状が悪ければ、設計にフィードバックしてというようなこともやります。

吉野 教育目的とかでも、お使いになっているんでしょうか。

原口 そうですね、最初に3Dプリンタを入れたころに、ガスタービンの海外生産の話があり、海外の現地の方の教育で図面とか、3次元のデータとかを見てもうよりも、実物に近いものを見てもうのが一番分かりやすいということで、フルスケールのモデルを実際につくりました。

昔は、模型屋さん以外注してもっと簡素化したプラモデルを作ったりしていたのですが、それでもうん千万円かかっていたんです。3Dプリンタを使えば設計データそのままですから、詳細なところまで再現されていて非常に分かりやすい。実際に設計している我々ですら、なかなかガスタービンの全体を組み立てたものは見たことがない。自分が作っている部品は分かるのですが、

吉野 全体は、現地に行かないと分からない (笑)。

原口 現地あるいは、組み立て工場が社内にあるのですが、回転体なので非常に異物混入防止が厳しくて、誰でも入れるわけではない。最初、私が趣味で作ったのですが、(笑)、気軽に実際に近いモデルが見れるということで、だいたい台数が増えました。

点検のときに入れるとか、手が届くとかいった作業性の確認にも使っています。

あと、新入社員の教育で使うとかですね。

## ■ 3Dデータの管理

吉野 3Dデータが全体の中核になるというお話ですけども、情報処理的に考えると、データの管理はどうされているのか気になるのですが、基本的には社内で管理ですか。

原口 そうです。社内。

吉野 外に出るといったことはないのですか。

原口 三菱重工の社員で3次元CADを使って、モデル

まで作れる人間は正直少ないので、デザインの関連会社に外注をしています。詳細なモデルはそこに作ってもらうのですが、社内のイントラネットワークの中で作業してもらうというかたちで管理しています。

**吉野** 最近、ソフトウェアの世界ではオープンソースという動きがあって、競争領域でない領域は、みんなで協力して良くしていったって、みんなでその利益を共有しようということで、ソフトウェアの設計図面であるソースコードをオープンにするという動きがあります。

**原口** あえてオープンにするのですかね。

**吉野** ええ、みんなから、フィードバックをもらって、より良くしてこうという動きで、3Dの設計データについてもそういうことが可能性としては、あり得ると思うのですが、難しいですかね。

**原口** 個人とか、デザインの世界ではあるかもしれないのですが、我々、製造業の世界では絶対にデータは出さないというのが大前提になると思います。今まで出すにしても契約を結んでということしかやっていません。

また、3Dスキャナもありますので、物さえあれば、測って、3Dデータを作って、3Dプリンタで作れるという世界になっていくので、どう防御していくかが課題ですね。

**吉野** 3Dの設計情報というのは、特許とか著作権で守っているんでしょうか。

**原口** もちろん形状に関しては特許で押さえているところもありますけれども、あえて出さないこともあります。詳細図面に関しては社内管理しています。製造方法に関しても同様ですね。

**吉野** リモートで参加されている伊藤さん、藤瀬さんから何か質問ありますか。

**伊藤** 私、産業技術総合研究所の伊藤です。

**原口** よろしくお願ひします。

**伊藤** 3Dプリンタが、実際のものを作るというよりは、設計と製造の現場のコミュニケーションを効率良くするために使われているという感じだと思うのですが、何か劇的に変わったことはありますか。

**原口** 劇的にですか。コミュニケーションのツールがメインですが、現場では実際に治具として活用していて、今まで金属で作っていたものがこのプラスチックの治具に取り替わることが結構な範囲で起きています。

設計のほうでも、外に出すよりは手軽にできるという面がありますので、設計者自身の開発のスピードアップ

には間違いなく寄与していると思っています。

**伊藤** 最終的にはスピードアップ、開発期間の短縮が組織としては大きくて、それが実感として見えているから、あまり投資対効果を明確に示せ、などと言われたいということなのですかね。

**原口** そうですね。今は3Dプリンタは普通にあるツールとして定着していますので。

**伊藤** なるほど。ありがとうございます。

**藤瀬** 三菱総合研究所の藤瀬でございます。はじめまして。よろしくお願ひいたします。

**原口** よろしくお願ひします。

**藤瀬** 中小企業でも3Dプリンタの活用が進んでおりまして、そのものずばりで製品を造形しているところもございまして。その辺りに関連する質問ですが、積層造形に対して、現場での拒否感、特に、強度への疑問を抱かれたりしたことはございましてか。

**原口** 設計は形状を見るのが中心なので、強度に関しては問題ないですが、現場では治具として使ったり、ツールを使って干涉チェックとかをやるので、ある程度の強度は必要になってきます。石膏タイプではなかなか現場のニーズには耐えられないですが、樹脂だったら、落としても割れないくらいの強度はあるので、現場の作業者が使う上では十分な強度を有していると思います。

耐用年数がどれぐらいとか、実際に使っていて、摩耗がどうかというのは、これから問題になってくると思いますが、そういうときも、大きさにもよりますが、スピードとコストを考えると、作り直せばいいかなという感覚です。

**藤瀬** なるほど。

最終製品を造形していて、製品の承認とか、認証とかにかかわり始めると、強度が問題になるようです。

**原口** 現場で使う分に関しては、まあ、ちょっと言い方は乱暴ですけども、使えればいいというような感覚で今は使っています。どこかの承認を得なければいけないとか、社内においても品証保証部として保証が必要などところには使っていないで、現場で使える範囲で便利ツールとして使っているということですね。

**藤瀬** 日本の中小企業は、非常に難しい金型を作れるのが強みで、そのノウハウを3Dプリンタを活用して、製造技術のモデル化とか、継承のための道具として活用するという動きがありますが、そのような動きもありますでしょうか。

**原口** そういう動きもあります。

たとえば、古い型式で、もう金型がなくなっているの

だけれども、1個だけ欲しいという場合に、すべて樹脂では対応できないですけれども、ある一部分だけとか、3Dプリンタを活用する場合があります。

**藤瀬** シミュレーションとの連動性について、強度が弱いところに対してシミュレーションした結果を、逆に、積層造形的设计にフィードバックするようなことはありますでしょうか。ある部分の強度を強化しなければいけないというシミュレーション結果から、形状の設計を変えるといった活用はどうでしょうか。

**原口** そうですね。樹脂に関してはそれほど問題にならないですけれども、金属になってくるとそういうシミュレーションが必要なケースが多々あると感じています。アメリカではそういうソフトがすでにあたりして、海外はだいたい先を行っているなという感覚ですね。

**藤瀬** なるほど。ありがとうございました。

## ■ 今後の3Dプリンタの活用の方向性

**吉野** 海外の話が出ましたが、現在高砂製作所でやっている3Dプリンタの活用の取り組みは、世界の競合と比べてどんな位置にあると感じていますか。

**原口** タービンに関していうと海外の競合のほうが圧倒的に進んでいると思います。

**吉野** 具体的にどの辺でしょうか。

**原口** 海外の競合では、金属3Dプリンタで実際の実物を作り始めているという情報がたくさん出ています。特にアメリカ、ヨーロッパは日本よりはるかに先を行っているというふうには思っています。先ほどの金型の話もそうです。

**吉野** そうすると日本の製造業が生き残っていくためにはもっと3Dプリンタの活用を進める必要がある。

**原口** そう思いますね。海外、特にアメリカの事例はすぐ進んでいまして、私も行っていろいろ見ているのですけれども、ものづくりのやり方そのものを変えるような技術が出てきています。日本が今のままのやり方を続けていると、ある日、3Dの作り方が標準だよ、みたい



な世界になるのではないかなという危機感がありますね。

**吉野** 今日お話を聞いて、相当いろんな場面で活用されていると感じたのですけれども、まだまだ、従来のものづくりの周辺で付随する部分に3Dプリンタを活用しているということでしょうか。アメリカではさらに逆転の発想で、3Dプリンタありきで、ものをどうやって作ろうかといった動きがぼちぼち始まっているという感じですか。

**原口** そうです。もうたくさん。ぼちぼちではなくて、

日本にただけでは情報がなかなか集まらないですけれども、海外に行って話を聞くと、もうこんなに進んでいるのかという感じがします。今までの金型を使ってもを作っているような業界のやり方をまるごと、3Dを使って画期的に作り方そのものを変えるというのを、ベンチャーの小さい会社が積極的にやっている。そういう会社が山ほどあるというのを改めて実感して、ますます危機感を感じています (笑)。

**吉野** ガスタービンがすぐにそれではとても思えないですが、はっと気がつくと、すぐ後ろにいるかもしれない (笑)。

では、そろそろ時間になりました。いろいろと大変貴重な経験談をありがとうございました。

**原口** はい。では失礼いたします。