

3D プリンターの普及と新たなビジネスの創出



特 集

大阪府商工労働部大阪産業経済リサーチセンター 主任研究員・中小企業診断士

松 下 隆 氏

●はじめに

本日は3Dプリンティング（三次元積層造形）というものの経済と経営に関しての話をします。講演を去年で12回、一昨年で10回、それぞれ50人くらいと換算すると延べ約1000人の方に聞いていただいたこととなります。私は中小企業診断士で、企業に行って最近の産業状況を話しながら企業経営について少しアドバイスするという、公的コンサルティングをやってきました。最近民間の中小企業診断士が増えたので、産業調査の方へ舵を切って組み込みソフトウェア、これは関経連と一緒にやりました。それから繊維産業、そしてサービス業、特許や財産権を主張するような専門家集団の産業調査をやりました。一昨年からは本日のテーマの3Dプリンティング（三次元積層造形）、ものづくりの調査をやってきて、今年春に調査報告書「三次元積層造形技術の活用に関する調査研究」としてまとめました。インターネットで大阪産業経済リサーチセンターを検索していただくと、PDFで見ることができます。本日はこの報告書をもとに、ポイントを絞って説明させていただきます。

世の中では3Dプリンティング、三次元積層造形だとこれだけ話題になっていますが、公の機関、特に産業を考えていくべき組織がその実態を把握していません。経済産業省に行って話したら、「いいものをつくっていただきました」と言われました。彼らはものづくり研究会を立ち上げていて、国で三次元積層造形に関わる方々の研究会の報告書があるのですが、それも実態をきちっととらえているものではありません。特に我々は中小企業の方々の活用をつぶさに見ていくことが必要です。大阪は中小企業が99%以上を占めるので、やはり中小企業の方がいかに儲けていただくか、次にどうやって経営をしていただくかが大事になります。その辺りを目的に調査をしてまいりました。自治体としては我々が先陣を切ってやらせていただいたこととなります。

私は大阪府商工労働部大阪産業経済リサーチセン

ターという組織に所属しています。公務員というと、窓口で対応する人を思い浮かべるかもしれませんが、私は公務員の中では全くの亜流でして、ガラパゴスに居るようなものです。大阪府の公務員の中で経済・経営をやっているのはたったの20人です。このセンターの歴史は古くて、大正時代に日本で初めてできた経済経営系の公的研究所です。能率研究所、能研と呼ばれていました。私もお客さんとしては大阪の有名な大手企業とも古くからお付き合いをさせていただきました。名前が変わってリサーチセンターとなりました。研究所は大方が民営化しました。技術の研究所で大阪府立産技研を皆さんはご存知だと思いますが、今は地方独立法人大阪府立産技研。公務員ではなくなって、切り離されています。我々の方は幸いというか、結果的に大阪府の中に取り込まれたわけです。機構改革の波に飲まれながらも、何とか専門職として公務員職で産業調査をやらせていただいております。ガラパゴスの組織が頑張りなないといけないと発破をかけ、何とかまとめた調査結果であります。



講師 松下 隆氏

●大阪の産業集積

お見かけすると会場には年配の方が多くに思われますが、これまで私が大阪の産業のお手伝いをしてきた中で1つだけ、これは面白いと思われることを紹介します。私は歴史的に見た大阪における産業集積の論文を書いています。大阪城の北に今は大阪城ホールがありますが、そこには昭和20年8月の大空襲でむちゃくちゃにやられた大阪砲兵工廠がありました。陸軍砲兵工廠と言われた組織の1つで、大砲をつくっていました。直径30～40cmくらいの大砲で、それをつくったことで日本陸軍は203高地で勝ったという歴史的な事実があります。なぜ大阪砲兵工廠をつくったかといえば、大阪を1つの拠点、ものづくりの拠点にしようと大阪経済界の五代友厚(ともあつ)さんが推進させました。しかし終戦の前日、8月13日に砲兵工廠は丸焼けになりました。諸説がありますが、米軍はそうした軍需施設は残しておいて、接收後に使おうという腹があったようです。それで終戦直前まで残しておいたわけですが、最後は何万発という弾薬で焦土化したのです。

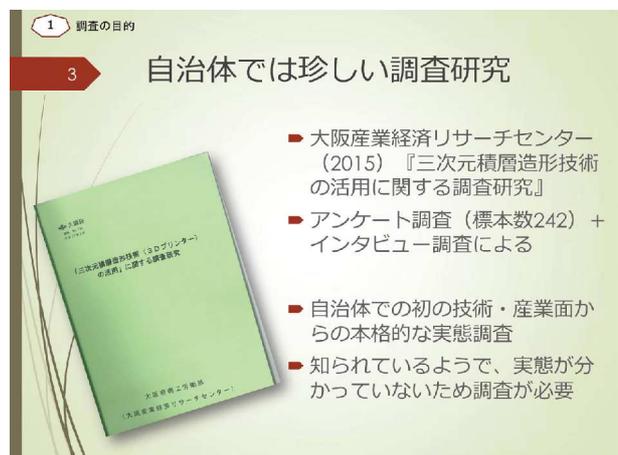
なぜこの話をするかといえば、大阪の産業集積の第1位は機械金属加工です。2番目に化学関係が多い。それはからくりがあって、1つは薬が多いこと。もう1つは堺に三井化学さんがあります。化学と機械金属加工が多いのですが、どちらかといえば大阪の産業では金属関係が強い。そのルーツをたどると、1つは大阪砲兵工廠ではないかと論文に書いています。砲兵工廠では大砲の中をくるための中ぐり、今はスピンドル屋さんがやっていることをそのままやっていた。1つは中ぐり技術、つまり機械加工技術です。もう1つは日本で初めてアルミを実用化した工場です。鑄造技術、アルミの加工技術です。3つ目が金属で、いろんな鉄をつくろうとしていました。この3つがルーツで、1万人の職工を抱えていました。

皆さん、思い浮かべてください。今の大阪で1万人を抱えた工場や会社はありますか。以前はパナソニックを含めて存在していました。今では1万人工場は無くなっています。1万人の工場が今の大阪城ホール周辺に密集していたわけです。当時は公共交通が発達していないので、工場の皆さんは毎朝、隣の蒲生から下駄ばきで出勤してきたわけです。1万人が出勤する光景を想像すると、今のベトナム・ホーチミンやハノイの何千人もが自転車通勤してくる

姿が思い浮かんできます。終戦後、大阪砲兵工廠はその1万人を解雇しました。解雇された人たちは腕に職がありますから、蒲生の住んでいる家の畳を上げて、旋盤を1台据えて加工をやったわけです。その会社が生野に行って、蒲生に残って職工の町になり、そういうところが大阪産業集積の基礎になっているわけです。ぜひ大阪城の周りを歩いて、工廠の跡がないかを探してみてください。いずれにしても大阪産業集積というのは、機械金属、加工技術、鉄鋼関係が今もお集積の強みになっております。

●自治体ではめずらしい調査研究

こうした中で三次元積層造形技術が今後どうなるかが、私が今年行いたい調査の課題、着眼点であります。これによって金型屋さんが無くなるとよく言われます。さらに成形屋さんも不要になると、かなりドラスティックなことをマスコミなどでは言いますが、私はその指摘に対し一部で賛成しますが、大方で反対です。これを今年の調査で明らかにしたいのですが、関わるどころ、代替するところは必ずあると思います。金型もレスになっているところはありますが、精密なもの、曲面の複雑なものは無くならないと言われてはいますし、現に車屋さんに行ってみてもそうです。射出成形に関しても荒いものには使えるが、細かいものには使えない。調査報告書の続編として私が考えているのが、三次元積層造形技術の波に対して大阪産業の強みである機械加工、金属関係の中小企業や大企業がどう対応していくのか、どうしていけばよいのかを考えていく上での調査をしたいと思っています。前段の話が長くなりましたが、自治体ではめずらしい調査として、「三次元積



1 調査の目的

自治体では珍しい調査研究

- 大阪産業経済リサーチセンター (2015) 『三次元積層造形技術の活用に関する調査研究』
- アンケート調査(標本数242) + インタビュー調査による
- 自治体での初の技術・産業面からの本格的な実態調査
- 知られているようで、実態が分かっていないため調査が必要

層造形技術の活用に関する調査研究」という報告書をまとめさせていただきました。

●ギブス、服？

まずはこの写真、腕の形にぴったり合ったものですが、米国ではこれを医療用具としてギブス代わりにしています。皆さんが骨折すると石膏で固めたギブスを付けますが、重たくて折れたりして風呂には入れません。これなら通気性がよくて、人の体にピッタリと合っています。これが米国では許可されていて、いずれ日本でもそうなるかもしれません。どちらかといえば装飾具かなと思います。



●三次元積層造形の事例

いくつかの写真を見ていただきますが、企業の方々から取材させていただいたものです。3Dプリンティングとか三次元積層造形技術ですが、通常は試作に使われています。右側が本物で、左側が積層造形のもので、これはABSの樹脂で、カチッとほめあい試験のために行います。次の写真は、穴をあける際のドリルのアームを固定するための位置決め治具です。これを金属でつくるとなれば、自社でつくれないために10万円程度がかかってしまいます。三次元積層造形のものを持っていれば、1つを3時間程度でつくることができる。この写真のようにモデルもできます。左側は大阪大学関係のもので、世界的に有名なマチカネワニです。右側で形をつくり、樹脂で造形をしてペイントをします。右から左に劇的に変わるというのが、試作業の腕の見せ所です。ミニチュアモデルしながら本物そっくりで、色付けというのが難しいところです。これは歯です。

医療分野で今後は進むと思われていますが、歯科関係では既に相当進んできたという感じがあります。これは緑の所がポリスチレンですが、消失模型、ロストワックスとも言われますが、樹脂を金属に変えることで入れ歯の基礎になるものとして使われています。この写真はイヤホンです。試作でなく民生品で売っています。両方の耳で価格は25万円しますが、人気があります。チタンですが、全て積層造形で中は空洞。表面だけを磨き、音響装置を付けて販売しています。こういうものがそろそろ出てきました。面白くなってきたと思っています。今までは生産財での試作がメインだったのですが、消費財になってきました。とくに樹脂から金属に変わってきたと感じています。

●加工の種類

基礎的な話をすると、加工というのは除去加工、付加加工、変形加工の3つの加工があります。この中で積層造形は付加加工になります。何を言いたいかというと、切削などの除去加工と鍛造など変形加工の技術が大阪の産業集積の特徴で、付加加工がありません。溶射、溶接、めっきなど、あることはありますが、加工技術が難解で高いために少ない状況です。積層造形は付加加工に含まれるわけですが、大阪の産業集積から見ると付加加工はなじみが少ないといえます。

●加工の種類

技術自体は30年前からあるもので、1970年代過ぎから特許が出されています。古くて新しい技術と言えるかもしれません。それでもたかが30年前で



す。アメリカのFDM社の材料押し出し法が出てきて、その後に液槽光重合法が生まれました。これは光をあてて固めるような樹脂を使っています。それで90年代にはかなり売れました。リリースするメーカーも10社、20社と現われましたが、その後どこも売れずにやめてしまいました。2010年を過ぎてオバマ発言「MAKERS」という本が出て、アメリカの影響もあり日本でもやるということになった。私は90年代を第一次の波、2010年代を第二次の波と位置付けています。今回の動きで着目すべきは三次元CADです。第一次の波の時はサーフェスが主体で三次元CADが追い付いていなかったわけです。変革したことによって第二次の波が来た。つまりCADの設計技術が三次元に適合し、ソフトが高度化してきたわけです。それが積層造形の追い風になったと思います。この歴史年表に1984年丸谷特許と書いてありますが、じつは本日この会場に、丸谷洋二先生に来ていただいております。大阪府立産技研の先輩で大阪産業大学名誉教授ですが、3次元積層造形技術で世界初の特許をとったのですから、すごいことです。大阪にとっても関わりのある技術だと言えます。

● Additive Manufacturing の分類

積層造形はアメリカの分類 (Additive Manufacturing) の中で、次のように分類されています。液槽光重合法、シート積層法、結合剤噴射法、材料押出法、材料噴射法、粉末床溶融結合法、指向エネルギー堆積法の7つが規定されています。それに私が8つ目を足して、複合装置。一般的にFDM、マヨネーズをぐるぐると出すような一筆書きのものは、材料押出法になります。本日のテーマの光が関わるものは、この中で5 (材料噴射法)、6 (粉末床溶融結合法)、7 (指向エネルギー堆積法) が関係しています。

●液槽光重合法

もちろん1番目の液槽光重合法も光が出てきます。これは日本が強い積層造形の原点とも言われる光造形法です。小玉さんが出願して、丸谷さんが特許をとったものです。これはシーメットという会社に引き継がれ、今は神奈川にあります。この写真が歴史的にもすごいシーメットという機械です。私はこれ

が世界遺産になるのではないかと考えているくらいです。じつはこの機械が福井県の工業技術センターにありました。水のような液体の中に上からUV光をあてて固めていくという方法で、その液体を抜くと像が浮かび上がるという、まさに映画で見たような世界になっているというのが液槽光重合法です。

●結合剤噴射法

次はバインダーを吹き付けながら固めるというもので、石膏や砂、樹脂で得意なものです。これはマサチューセッツ工科大学が特許を出して、アメリカが強い。3Dシステムズというものをしています。ここに造形して、突っ込んで吹き飛ばす。特徴はフルカラーに対応できること。ミニチュアの模型で人物の型をとったフィギュアというのがありますが、インクで着色できるフルカラーというのが特徴です。

●材料押出法

材料押出法ですが、手軽に入るような安いもので最も普及していて、特許は切れましたので台数は多くなっています。ストラタシスという商標をとってやっています。一筆書きの原理でずっとやっていて、樹脂、ABSとかポリ乳酸等をやるというようなものになります。これらに関連して、丸谷・早野「3Dプリンター」(2014) オプトロニクスはおすすめの本であり、皆さんが関心を持つためにはぴったりの本だと思います。定価は5000円、ぜひ購入してください。

●材料噴射法

この辺りでだんだん光が関わってきますが、インクジェット式ですから細かいノズルがいくつか付いて滴状のものを固めて切り取り、UV光をあてて固めるというものです。日本ではキーエンスというメーカーが出していますが、イスラエルのObjet社が有名です。かなり微細なものができるので、この技術は伸びていくと思います。ノズルが今は3つくらいですが、これを4つ、5つと増やすと違う材料を落とせる可能性があり、固める技術の難しさはあるとしても発展性があると思います。

●粉末床溶融結合法

パウダーベッドフュージョン、粉末床溶融結合法

ということで、床に鉄や樹脂を敷き詰めて、上からCO₂レーザーなどで焼き付けながら造形する。ベッドが下がっていくというものです。この技術が今後おそらく金属に関しては適合しやすいと思われます。日本のメーカーとしては松浦機械製作所などがあります。これは樹脂でもできます。私が腕にはめているこれは、アクリル系樹脂の粉末を固めたものですが、これは全くサポートなしで粉の中から張り出すと、このようになります。組むとすると大変です。設計が難しいですが、チェーンのような構造です。

●指向エネルギー堆積法

指向エネルギー堆積法というものが出てきました。一般的にデポジションといいます。溶射の技術です。機械部品を修繕する時に、金属を溶かしてたたきつける。そういうものが出てきています。

●金属積層+切削 複合機の開発相次ぐ

これらが次に複合化していくというのが今の動きであり、金属積層と切削が引付いた複合機の開発が相次いでいます。例えば松浦機械製作所やソディックであり、DMGMORIはソーサーというドイツの会社を買収した関係で、溶射とレーザーを組み合わせた複合機を開発しています。この複合機が日本でメインになる可能性が出てきたと思います。とくに工業分野でこういう機械が出てきています。1億円から2億円しますから、それを安くしていく必要があります。経済産業省はトラファムという事業でこれを5000万円で作ろうと来々年、再来年に向けて開発中です。積層のスピードを上げ、かつコスト

を下げることに取り組んでいるということです。

写真の左は福井県の松浦機械製作所が、パナソニック電工、福井の工業技術センター等と国からの補助を得て開発したもので、これが3台目になります。造形をしてすぐ削る。金型をつくるために所有しているのではないかと思います。右側の写真はDMGMORIの機械で肉盛りをして削る。これも高価ですが面白い機械だと思います。

●私が見る成長曲線

これらの技術を見てみると、成長曲線と一般的に言われているものがあります。成長曲線の中でいうと、這い上がって成長期になり、成熟期になって、衰退するというサイクルがあるとすれば、液槽光重合はすでに成熟した技術です。今度は材料の開発や制度で勝負していくことで、うまくいったら次の曲線に乗っていきけるかと思っています。材料押出法、一筆書きのものも技術としては成熟していました。だから今度は材料で勝負するということが、非常に複雑な炭素を入れていくストラタシスがメインになっています。実用性の高さで勝負しています。そして材料噴射法はインクジェット型ですが、これは精度に優位性があるので、これから成長していきだろろうと思います。パウダーベッドフュージョンは特許が切れるので、その段階で5000万円くらいの機械が出たら、一挙に企業の現場に普及するのではないかと思います。大阪の中小企業でこれを持っているのは1社だけで、私はそれを探り当てました。ちなみに産技研はこれを2台持っています。そういうことで、複合装置が今後の本命になるのではないかと考えております。



●具体的な利用状況

どんなものに使われるかという、個人の趣味的なものは別として、工業的なものとしてはハイエンドなモノづくりから、最後はリアル部品になる。リアル部品に行くという段階で、非常に作業が変わってくると思います。材料は、樹脂から金属までの主流ができてきたというのが特徴です。とくにエンプラもできてきたので、難燃性素材として航空機の部品などに使われております。

●ズバリ！積層造形に適するのは

積層造形に適するのは、比較的小さいものが優れていて、内孔構造、中身が格子状のようなものが多いと思います。そして複雑な立体物、素早い造形、試作から一品、少量生産、サイズ展開が可能。サイズ展開というのは、通常は金型をつくって射出成形とか鍛造するとなれば、型を変えないと1cm大きくできないが、これは設計図面を変えたら大きくできます。つまりサイズ展開を変えられます。

●三次元積層造形の活用状況

ここからは昨年実施した調査について話します。まず大阪のものづくり企業で、三次元積層造形技術がどの程度活用されているのかを調査しました。大企業、中小企業を含め2000社に調査票を配布し、242社から回答をいただきました。242社の回答をまとめたもので、「1年以上活用している」が8.7%、「1年未満活用している」が6.2%、「活用していないが検討中」が11.6%でした。「活用している」のは約15%ということです。これが高いか低いかの判断は難しいところですが、調査を専門的にやっている立場からすると、これは高いと思います。つまり回収できた242社は、書いてくれる意欲の高いところ。これを回答バイアスと言いますが、バイアスが効いているので、もう少し低くて10%前後ではないかと思っています。日経新聞や日刊工業新聞に記事を掲載していただきましたが、今回の調査結果で「特に検討していない」が72%あることが大事なのかもしれません。大阪のものづくり企業は、あまり関係ないと判断しているところが大方だというのが正しい見方かもしれません。現に中小企業の社長に聞くと「まだまだ」と言われますが、そうではないところまで来ているというのが本日の文脈になります。

約15%という数値が他の都道府県、例えば中京地区や関東地区で出てきたら面白いと思っています。この数値よりたぶん高いのではないのでしょうか。中京地区ではかなり使われてきています。なぜかという中京地区は車づくりの集積地であり、取引条件を得るためには3DCADが必須条件であり、発注をもらうためにも普及しているのではないかと思います。

じつは大阪商工会議所が2年前に関西の会員企業を対象に調査をして、1128社から回答を得ています。



「活用している（本格的3.4%、試行的4.4%）」が7.8%で、「活用している」という数値をさきほどと同じように扱くと約10%。規模は違いますが、10%～15%が「活用している」と考えていただければよいと思います。

●活用企業はまだ一部、さらに増加するだろう

その結果から考察すると、私は増加するだろうと思っていますが、要因1として「ものづくり補助金」がアベノミクスの中で行われ、今年3月末までにかなり導入が進みましたし、加えて「メリットがあった」「試作が早くできた」「安くできた」「内輪だけの秘匿性を高められた」という事例が出てきました。これを契機に他の企業も追随してくるだろうと思います。そしてメーカー・商社に聞くと、かなりの発注を受けて年末は毎日納品しているということでしたから、おそらくさらに増えたのではないのでしょうか。

●三次元CADの普及状況

三次元CADの普及についても見てみました。このグラフは2004年にやった大企業向けの調査結果で、大企業の7割に三次元CADが入っているということでした。中小企業が多い大阪ではそんなことはないと思います。結果的に三次元CADの導入状況は、導入済みが35.9%でした。こんなものだという事です。私もプレ調査で企業を回りましたが、三次元は関係なく、今も二次元で問題はないということでした。これらを考察すると、導入がこれ以上増えずに、三次元CADを必要としないという大阪産業集積の特徴が1つあると思います。2つ目には導入費用が高価なこと。ソリッドワークス1

本を入れて50万円くらいしますから、その負担が中小企業にはたまりません。3つ目は三次元CAD利用でのスキルの差が拡大しています。使い切っていないオプションが多いことです。その原因はどうかということかという、それは研修体制に問題があると私は思っています。内部研修をしている、外部研修に派遣している。そして個人に任せている。3分の1が三次元CADを個人に任せているというのが実態です。これを見るかぎり、かなりのスキル差が出てくるはずで、ソリッドワークスを例にすると、使っているシミュレーション部分と、シミュレーションは全く関係なくベーシックだけ、そのような差が出てきているのではないかと感じています。

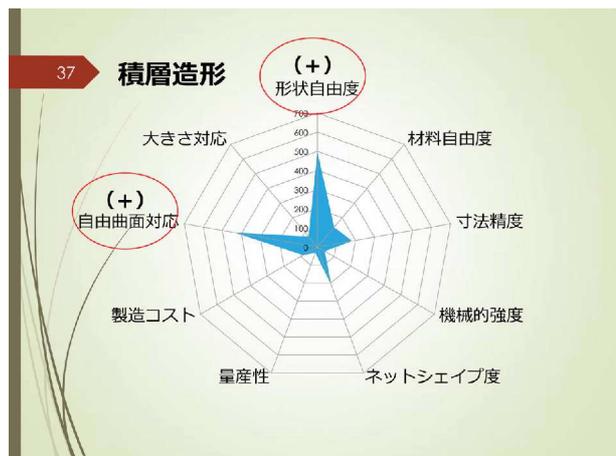
●他の加工法との比較

この調査で造形の見える化をしました。造形の技術は他の技術と何が違うかを言葉では言えるのですが、明確に見える化した文献はありません。そこで242社に、これらの技術と5つの項目で比較していただくことにしました。アンケートで機械加工、鋳物・ロストワックス、プレス・鍛造、粉末冶金、積層造形について、形状自由度、材料自由度、寸法精度、機械的強度、ネットシェイプ度、量産性、製造コスト、自由曲面对応、大きさ対応の9つの項目で対応度の上位1～3位までの番号を付けてもらいました。それを集計した結果をプロットしてレーダーチャートに描きました。これの見方として、円の小さいものはあまり知られていないのです。とんがっている所は技術に強い個性があるという見方をしてください。そうするとまずまず妥当かなという結果が出てきます。今まで見たことのないような分析ですが、ただ日本冶金協会に唯一これの下敷きになるものがあります。242社の回答から、このように比較分析したことに意義があると思っています。

まず機械加工ですが、寸法精度が高く、材料自由度、機械的強度が高い。大阪の産業集積もしくは大阪の中小企業に聞くと優等生です。やはり機械加工だ、という声が表れているようです。次の鋳物・ロストワックスですが、最近は鋳物業が減って大阪の限界で5社あるかどうかです。私が入社して20年経ちますが、その前までは20社以上あって大阪市内でも15社くらいありました。廃業もしくは海外移転をしたため、円が小さくなっています。量産に

対応できていないか、量産が必要でなくなったのかもしれない。プレス・鍛造ですが、これも大阪の強みで量産性が高く、信頼性が大きいです。粉末冶金ですが、これも円が小さい。大阪で粉末冶金をやっている所はほぼありません。積層造形はどうなっているのでしょうか。このように円が小さくてあまり知られていませんが、形状の自由度と自由曲面对応がとんがっています。この結果を見て私は、自由曲面对応できていのかどうかに対してはやや不満もあります。形状自由度については納得しています。

円がとんがっており、癖の強いと私は評価していますが、まとめとして積層造形は優れる点、そうでない点など差が大きい「癖の強い造形方法」。それを知ったうえで使ってください。今回の調査では、他のものを含めて評価をしたところに意義があると思っています。



●人口減少とものづくり

最近の経済情勢等を踏まえて、世の中をどのように見ていくかについて話したいと思います。これからは人口減少社会です。これは想像以上に大きなうねりであり、いま生きている人は初めて経験することになります。このグラフは「人口減少」という書籍をもとに私が少し加えてみたのですが、江戸時代の天明の大飢饉以降、日本は一度も人口減少をしなかったのです。しかし2008年を境に減り始めました。新しい時代が始まったわけです。人口が減るということはあらゆる面で大きな影響があります。

人口が増えている社会は、イケイケどどんなのです。人口が増えれば、モノをつくれれば売れる、食べ物もつくったら消費する、消費と需要はスパイラ

ルに上がっていく。山登りでいえば、山の頂上を目指しているイメージです。人口が減少していくと、どこかの時点で下り坂になります。そこを意識する必要があります。山を下るようなイメージです。すでに出ている現象として、消費財は以前ならば短期間で売れたのですが、今はロングテールという言葉があるように、なかなか売れません。つまり企業側からするとずっと在庫を置いておかないといけません。在庫を切りたいがネットを通してぼつぼつと注文が入るために、切らすわけにいかないという声をよく聞きます。つまり趣味・趣向があまり狭くならず、広まっているとも言えます。以前はスペックとかモノ志向だったのが、ストーリー志向になってきた。そのものに対して、背景にあるものがすごく大事になってきます。

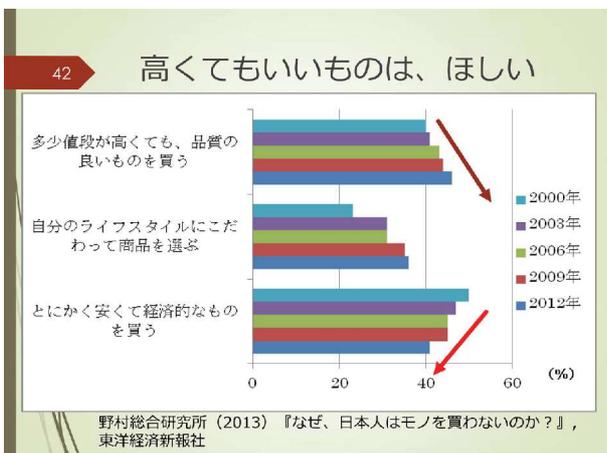
●下り坂（減少局面）は価値の多様化

ものづくりの背景を考えてみましょう。これからの世の中は簡単というと、上ってきて収束していたことから、下ってきて多様化することに切り替えて考える必要があります。例えば山は頂上を見て登ります。皆の意識は頂を見ています。頂に登り切った段階で、今日は散歩しようと花を見る。すぐに降りて次に上る山の目標を立てる人、温泉に行ってゆっくりしようとする人、冷えたものを飲んでのどを潤そうとする人など、多様です。下りはつまりいろんなルートを選べます。その消費にこたえる必要があるというのが、これからの人口減少の社会ではないかと思えます。

●世の中の変化ともものづくりでの変化

野村総合研究所によると、「高くてもいいものはほしい」という傾向が年々増えているという調査結果が出ています。こうしたことを踏まえて私なりにまとめてみたのがこの図です。ここにはサイクルがあります。まず人口減少は消費の減少を招きます。そうすると需給の調整が必要になります。需給調整が必要になるということは、社会構造の縮小化・変化を取り入れないといけません。つまり例えばどんどんつくってきた高速道路ですが、車がそれほど走らないようになります。山側にどんどん家をつくったが30年過ぎれば山が逆に浸食してきます。草が一気に増えてしまいます。スプロール化を戻さないといけないうのに、逆になっています。道は無くなる、電線はいらなくなる。橋が落ちてもホッタラカシの状況がすでに我々の周辺で現れています。畑は荒地となり、耕作放棄地になっています。そこで縮小均衡・多様化が社会のスパイラルとして回り出すと思います。

そうすると企業への影響としては、製造ロットが小さくなる。そして価値の多様化。この2つの項目に対応していく必要があります。ロットが小さいということは、多品種少量生産を追及するという事です。生産方法の変更、設備のリプレイスです。設備のリプレイスとは量産機械から単加工機型。複合機より単加工機の方がうまくいくかもしれません。そして価値の多様化です。これは創造性・新価値創造の視点から考えていくと、斬新な方法です。何か今までにないものを付けるとか、今までやっていたことの間を抜いて便利にする。そのようなことを考えていく必要があります。それによってコスト縮減、時間短縮が図れるかもしれません。



●ものづくり工法の変化=ビジネスチャンス

これらをまとめてみます。生産方法の変更として、中間加工の省略。例えば図面から直接生産をやりま。これが三次元積層造形にあたります。金型の直彫り、図面から型レスの成形、加飾成形、CAE解析などです。設備のリプレイスでは、量産設備から単加工機に変える。つまり古い機械が活躍するという事です。20年を経過して償却が終わっているものがお金を生む。新しいものが回転しないので、いつまでたっても償却しないという現象が起こって

くるかもしれません。そして斬新な工法ですが、機能部品というのが追及される中で、例えば成形の冷却。つくり方をもう少し工夫していくことが大事ではないかと思います。

●これまでの変化

事例を紹介します。これまでは放電加工と研磨ということで型をつくったのですが、今は直彫り一発で掘ってしまう。工程をレスしているわけです。パナソニックの加飾成形では、掃除機の表面は従来ならペイントするか、上からシートを張っていたわけですが、これは成形の段階でシートを入れています。これなら剥がれないし、色落ちも少ない。加工工程の進化です。次は三次元積層造形にも関わりますが、上は積層造形で、中空部品で冷やしやすいうように水管を走らせたような金型。下は切削加工でつくったようなものを引付けて、コップとかプラスチック製品など成形品の金型にする。それによってショット数が上がって計画性が増す。そうした組み合わせ

技術が今後は必要になってきます。

●ものづくりでの変革と新価値

このように考えると開発の段階で供給側としては、見ていただいたように積層造形は側だけでなく、中が大事だと思えてくるわけです。内孔構造ハニカム化、中の構造を工夫することが積層造形のヒントになってきます。だからデザイナーや製造の方が、それを踏まえた設計や製造にチャレンジする。それによって需要サイドの少量カスタム化に対応する。そうしたことを技術として活用していくと、うまく回り出すのではないかと思います。まとめてみると、社会構造の変化をとらえて人口減少に対応するためには、ロットはだんだん小さくなっていくので、究極の一品生産となっていく。加工機械のリプレイス、需要に合わせた生産方法を考えていくことが必要になってきます。それらを踏まえて儲かる仕組みを考えていくのが、企業の方に課せられたチャレンジ目標ではないかと思います。

●企業、支援者へのメッセージ

企業は可能性に対して、テストを通して使えるか使えないかを判断していく必要があると思います。少子化社会に向けて、ものづくりのやり方が変わってきます。それに対してこうした技術、新しい波をどうとらえるかを判断してほしいと思います。支援者の方に向けては、この技術はまだ課題も多い状況です。データをどうつくるのか、つくった後にどう造形するのか、造形した後に例えば細かい話ですが、サポート代をどうするかなど、難しい問題も抱えています。さまざまな課題を解決していくためには、工法の情報提供、導入するための支援、加工ノウハウのオペレーター研修を含めた指導を進める必要があります。例えば金属でこんなことを知りたいと興味を抱かれた方は、大阪府立産技研に電話してください。東京ならば東京都では7月からオープンしますので、そちらに聞いてください。樹脂を見てみたいのなら、当方の産技研に来ていただくか、もしくは商社やメーカーに行けば教えていただければと思います。ぜひとも取り込んでいただき、咀嚼（そしゃく）していただき、次のステップに向かっていただきたいと思います。

