

明治大学経営学部公共経営学科

2015 年度卒業論文

「3D プリンタと中小製造業の発展」

指導教員 小関 隆志

学生番号 1730121565

論文執筆者 古瀬 友子

目次

序章

- 第1節 はじめに
- 第2節 本論文の流れ

第1章 3Dプリンタについて

- 第1節 3Dプリンタの歴史
- 第2節 3Dプリンタの種類
- 第3節 3Dプリンタのメリット

第2章 中小製造業と3Dプリンタ

- 第1節 中小企業から見る3Dプリンタ
- 第2節 中小製造業と3Dプリンタ導入状況
- 第3節 事例

第3章 考察

最終章

- 第1節 結論
- 第2節 本研究の限界と今後の課題

参考文献・参考資料一覧

序章

第1節 はじめに

かつては日本国内向けの製品を中心に生産し、高い競争力を保持していた日本の中小製造業は、近年のグローバル化の影響によりその競争力が弱まってしまっている。1990年代には最終製品が国内から海外へと移転し、日本の中小企業は海外で作れないものを生産し輸出していたが、2000年代になると大手メーカーなどはアジアの物価や人件費の安さから原料を海外で現地調達し、そのまま現地にて生産するようになった。このようなグローバル化の影響と、併せて国内需要の低下によって日本の中小製造業はその競争力が低下してしまったのである。

2012年12月に第2次安倍内閣が発足し、日本が深刻なデフレから脱却するための「三本の矢」と掲げられた経済政策が試みられた。政府はこの成長戦略を実現するために、日本企業の99%以上を占めると言われている中小企業の成長が不可欠であると指摘。中小製造業はもちろん、日本の中小企業の活力強化に向け、法人税の引き下げや設備投資の減税などさまざまな中小企業施策が行われている。

ところが2013年に画期的な製品が世界の注目を浴びた。それは3Dプリンタである。これまでの紙面を印刷するプリンターのような要領で、3Dのデータを入力したものが実際にモノとなって作られるのである。昨年日本では、3Dプリンタによって拳銃が作られたニュースでも注目を浴びた。材料とデータがあれば何でも作ることができるこの装置、当初は製造するための材料の対象が樹脂のみであったが近年では金属を材料にして作ることもできるという。このような製造機械が手元にあれば、メーカーはより自身の理想に近い製品を自社内で実現させることが可能となり、生産に関するコストも大幅に削減することができる。このことから中小企業間での今後のモノづくりの競争がますます激化するのではないかと考え、3Dプリンタという装置が日本の中小製造業にとって脅威的な存在なのではないかと考えた。ものづくりを得意とする中小製造業は3Dプリンタを実際どのように捉えているのか、そして今後の発展に向け中小製造業や政府はどのように向き合っていくべきなのかというところを問題の所在として考えていく。

第2節 本論文の流れ

本論文は全4章で構成されている。まず第1章では現在ある3Dプリンタの機種や使用者の対象、価格帯、用途などをまとめた。続いてこれまでの歴史や、3Dプリンタが注目を集めたきっかけなどについて把握する。そして一般的に言われている3Dプリンタのメリットについても見ていく。

第2章では、3Dプリンタと中小企業の関係について考察する。本論文を作成するにあたって中小製造業で化学、鉄鋼・非鉄鋼、金属、機械器具、電気機械、輸送用機械、プラスチックといった業種103社を対象にアンケートを行う。また大阪にある部品製造業会社にもインタビューを行い、これらをもとに3Dプリンタと中小企業の関係について考察する。

第3章では第1章で紹介した3Dプリンタの特徴やメリットと第2章でのアンケートやインタビューを通して、3Dプリンタと中小製造業の関係の実態と今後の中小製造業が発展に向けて取り組むべきことについて考察する。

そして最終章では結論と本研究の限界と今後の課題を述べる。

第1章 3Dプリンタについて

第1節 3Dプリンタの歴史

1. 3Dプリンタの誕生からこれまで

3Dプリンタは、1980年代に名古屋市工業試験所の小玉秀男氏によって開発された(原、2014)。当時は3Dプリンタという名称ではなく「積層造形」または「ラピッドプロトタイピング」と呼ばれ(原、2014)、この装置が開発されたのには製造業の生産現場における試作の効率性を上げるという目的があり、小玉氏が当時開発した技術は光造形と呼ばれるものであった(佐野・柳生・結石・河島、2014)。その後アメリカの3Dシステムズ社が基本特許を取得し、世界で初めて3Dプリンタの商用化に成功した(佐野・柳生・結石・河島、2014)。1980年代後半には、アメリカに存在するもう一つの大手3Dメーカーのストラタシス社が熱溶解積層法という特許を取得した(佐野・柳生・結石・河島、2014)。

1990年代には、パーツの直接造形が可能な3Dプリンタや、インクジェット方式の3Dプリンタが発売された(佐野・柳生・結石・河島、2014)。

そして2000年代になるとイギリスの研究者らが中心となって、短時間の製造を可能にする3Dプリンタの実現を目指す「レップラップ・プロジェクト」が立ち上げられた(佐野・柳生・結石・河島、2014)。2009年にはメイカーボット社が低価格3Dプリンタを発売し、このことが3Dプリンタのブームの大きな要因となった(佐野・柳生・結石・河島、2014)。

2. 3Dプリンタ注目の理由

2013年頃、3Dプリンタが世界で大きな注目を浴びた。それには大きく3つの背景がある。1つ目は、3Dプリンタの価格の低下と使用できる材料の多様化である(佐野・

柳生・結石・河島、2014)。1980年代後半にストラタシス社が取得した熱溶解積層法という特許の期限が切れたことにより多くのメーカーが参入し、低価格化が進んだ(佐野・柳生・結石・河島、2014)。また、低価格化に加え使用できる材料の多様化も注目を集めるきっかけとなった(佐野・柳生・結石・河島、2014)。

2つ目はアメリカのクリス・アンダーソンが『MAKERS 21世紀の産業革命が始まる』(NHK 出版社)という本を出版した(原、2014)。この本の中で3Dプリンタを始めとする3次元デジタル工作機械が紹介されている。彼はまた、3Dプリンタが個人の手の上におけるサイズになり、価格も個人が手に届くようになったことで、ものづくりの世界も大きく変わるはずだと述べている(原、2014)。

そして3つ目は現アメリカ大統領のオバマ氏の政策である(原、2014)。彼もまた、3Dプリンタのような3次元デジタル工作機械の将来性に期待を寄せ、アメリカの製造業を復活させるべく、2012年頃から3Dプリンタの普及に向け数々の政策を行っている(原、2014)。オバマ氏はこれまで、『NAMII』と呼ばれる3Dプリンタの技術を発展させるための施設の設立や、3Dプリンタの研究のために3000万ドル費やすことを発表した。(原、2014)

以上のような3Dプリンタの発展と著名人らの注目が、今日の3Dプリンタブームのきっかけとなったのである。

第2節 3Dプリンタの種類

本節では、現在普及している3Dプリンタについて紹介する。

1. 8つの方式

3Dプリンタで立体物を製造するには8つの方式がある。①光造形方式、②樹脂溶解積層方式、③インクジェット方式、④粉末焼結積層造形方式、⑤石膏パウダー方式、⑥シート成形方式(LOM)、⑦フィルム転写イメージ積層方式、⑧金属光造形複合加工方式。これらの方式で使われる材料や、製造方法、その特徴について順に見ていく。

① 光造形方式

この「光造形方式」というのは、1980年代に名古屋市工業試験所の小玉秀男氏によって開発された。材料は紫外線やレーザービームを当てることで硬化する液体状の光硬化樹脂という特殊な樹脂を使う。この光硬化樹脂を一層ずつ硬化させることで立体物を作る。光造形方式は精度の高い造形を可能とするため、細かなものを造形するのに適している。産業分野では、最も普及率が高い。

② 熱脂溶解積層方式

熱溶解積層方式は、熱可塑性樹脂と呼ばれる樹脂をソフトクリームのようにノズルから出力して順に積み重ねていくことで造形する方法。ここで使われる樹脂はある程度の強度があるためモデルの強度が高い。また、装置の構造上がシンプルな為、価格も安く扱いやすい。

③ インクジェット方式

インクジェット方式では、液体状の光硬化性樹脂を一層ずつ紫外線に当てて硬化させながら造形する。造形方法は光造形方式と同様に細かな造形物を製作するのに適しており、表面がなめらかに仕上がるのも特徴である。光造形方式との違いには、インクジェット方式ではサポート材を使用できるという点がある。

④ 粉末焼結積層方式

粉末状の樹脂をレーザービームで照射することで一層ずつ固め、積み上げていく。3Dプリンタの機種によっては樹脂の他にも、セラミック、銅、チタンなどを粉末状にしても造形が可能である。低コストで造形ができるため、大手の3Dプリンタ出力サービスでよく使用される。医療分野や歯科分野における活躍の期待が見込まれている

⑤ 石膏パウダー方式

石膏パウダー方式では、粉末状にした石膏を材料に製作する。粉末状の石膏に、ノズルからインクと接着剤を一層ずつ吹き付けて固め、造形していく。また、造形の際に紙面を印刷する際に使われるインクで表面に着色することも可能である。材料の石膏はコストが低く、その造形時間が他の機種に比べ3~5倍程度速いのが特徴である。

⑥ シート成形方式(LOM)

シート状にしたポリ塩化ビニル、紙、金属など積層し、接着剤で固めていく。固めた後は各層ごとにレーザーで切断し、造形する。

⑦ フィルム転写イメージ積層方式

液状化したプラスチックを透明のフィルム上に置き、造形する部分だけに紫外線を当てて固めたものを造形台に密着させ引き上げる。この工程を繰り返し、製作する。

⑧ 金属光造形複合方式

粉末化した金属をレーザーで焼結し、エンドミルと呼ばれる小径工具によって切削する工程を繰り返し積み上げ、造形する。この金属光造形複合方式には、長時間の無人運転や短時間の冷却が可能といった特徴がある(原、2014)。

2. 分類

次に3Dプリンタの分類について把握する。3Dプリンタはその価格帯及び用途によって、大きく分けて3つに分類される。それをわかりやすくまとめたものが表1である。

【表1 3Dプリンタの分類】

	価格帯	対象者	用途	方式
ハイエンド	1億数千円～ 数千円	企業向け	試作、大手企業の研究開発など	インクジェット方式、光造形方式、粉末焼結積層方式など様々
ミドルレンジ	1千数百～ 数百万	企業、学校・ 研究室向け	試作、生産技術など (造形制度の高さや 材料のバリエーションはハイエンド のものより劣る)	インクジェット方式、光造形方式、粉末焼結積層方式など様々
ロウエンド	数十万～数万	個人、家庭向け	フィギュアや模型、 小物といった工作	熱脂溶解積層方式が主流

出所：原(2014)をもとに筆者が作成

前節の3Dプリンタの歴史を確認した上で現在ある造形方式や分類について見てみると、3Dプリンタの品質が向上していることが確認できる。材料については樹脂ばかりでなく金属製のものも製造できるようになり、モデルの対象も広がった。使用用途についても、試作ばかりでなく研究開発や生産技術など多方面に広がりつつある。このことから3Dプリンタの活躍する場も製造業から医療、教育などに広がっている。

第3節 3Dプリンタのメリット

一般的に3Dプリンタの導入によって、「コストの削減」「品質向上」「在庫管理の不要」「サプライチェーンの簡素化」「治具の製作」といったメリットが得られるという。

まずコストの削減については、人件費や物流コストの削減、開発期間の短縮などである。ある商品や部品を製造するのにも、それを製作するための人員や生産ラインを確保しなければならない。ところが、3Dプリンタではデータを入力し、材料を確保す

るだけで製品をたった 1 台で製造することが可能となる。製品を組み立てるための機械の数も減ることになり、大規模な工場を構える必要もなく、組立機械や工場の維持・管理するコストを削減することにもつながる。また、製品の開発においては 3D のデータをひとつ変更することで微調整が可能となるため、わざわざその試作品を一から作り直す必要がなくなる。

上記のようなコスト削減が可能となれば、削減された分の時間や資金を製品開発にプラスアルファで充てることができる。また、3D プリンタでは製品の図面が 3D データであるためより具体的、かつ細かな部分までシミュレーションすることが可能となる。このようなことが品質の向上に繋がる。

製造業では、例えばある製品の受注があった場合に注文を受けた数よりも多く製造し、在庫として管理する。ところが在庫として保管されている製品に必ず注文が来るとは限らない。そうすると、余りが出た分の製造時間や材料のコストが無駄になってしまう。仮にその製品を 3D プリンタで生産するとした場合、製品の 3D データだけをパソコンやコンピュータに保管しておけば在庫を持つ必要がなくなり、顧客それぞれのニーズに合わせた製品やサービスを低コストで生産するマスカスタマイゼーションが可能となる。

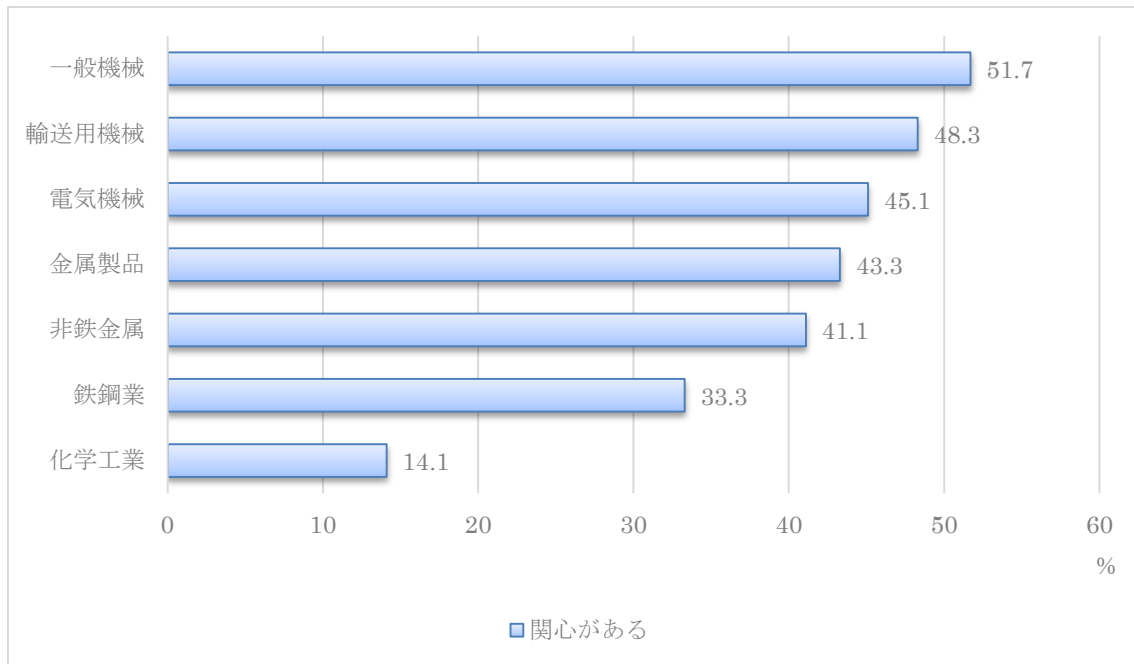
3D プリンタによってサプライチェーンを簡素化することができる。わざわざ必要なパーツを倉庫から倉庫へ運搬するのではなく、倉庫に 3D プリンタを置けばその場で必要な分だけ製造することが可能なのだ。このことで運送にかかる時間や資金のコストを削減することにつながる。3D プリンタによってその生産や調達方法の体制が大きく簡略化することができるのだ。

治具の製作を簡単にできるのは、メーカーにとってとても大きなメリットである。加工機で、製品の加工や組み立ての際、製造するものを正しい作業位置に固定して製造しなければならない。その位置を誘導するのに使われるのが治具である。治具の製作は外部に委託するのがほとんどであり、それぞれ会社はオーダーメイドの為、時間的にも金銭的にもコストがかかる。3D プリンタであればデータを使って自社内で製造することが可能となり、大幅にコストを削減することが可能である。

第 2 章 中小製造業と 3D プリンタ

2013 年版ものづくり白書によると、製造業の 3D プリンタに対する関心動向は図 1 の通りである。

【図1 3次元プリンタに対する企業(製造業)の関心動向】



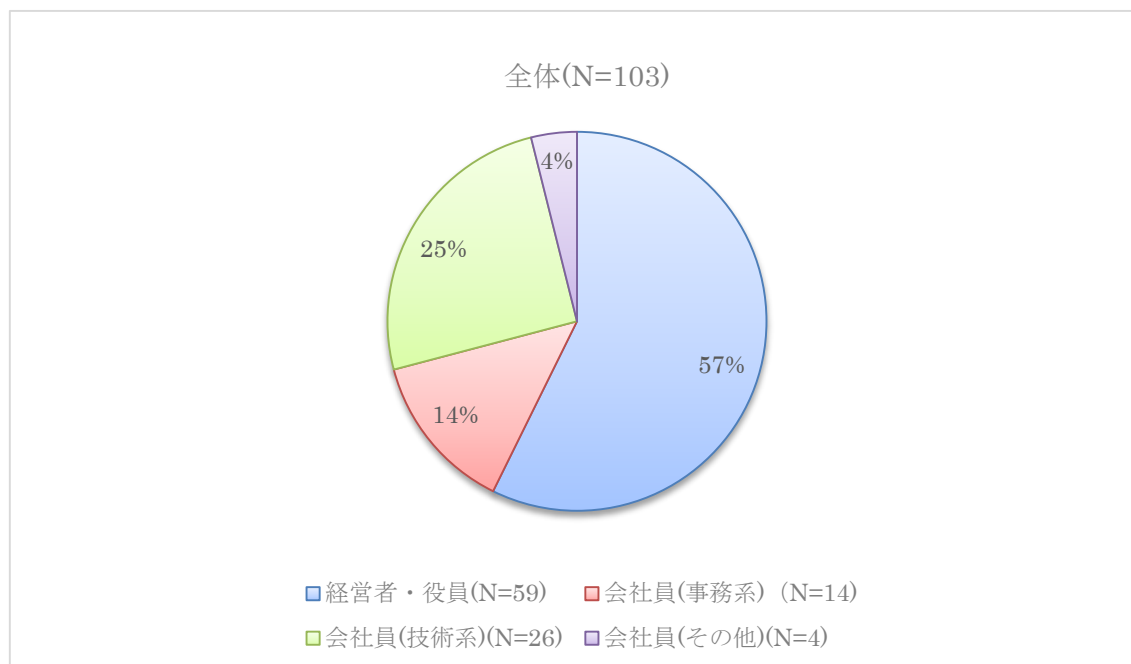
出所:経済産業省(2012)を元に筆者が作成

図1から、製造業の約半数が3Dプリンタに関心があることがわかる。

本論文での考察にあたり、2015年12月にアンケート会社の協力を得ながら資本金3億円未満の中小製造業で化学、鉄鋼・非鉄金属、機械機器・電気機械、輸送用機械、プラスチックの会社を対象に103社からアンケートを行った。そのアンケートを通してこれから考察する。

尚、本アンケートにおける回答者の職業構成は図2の通りである。

【図 2】 職業

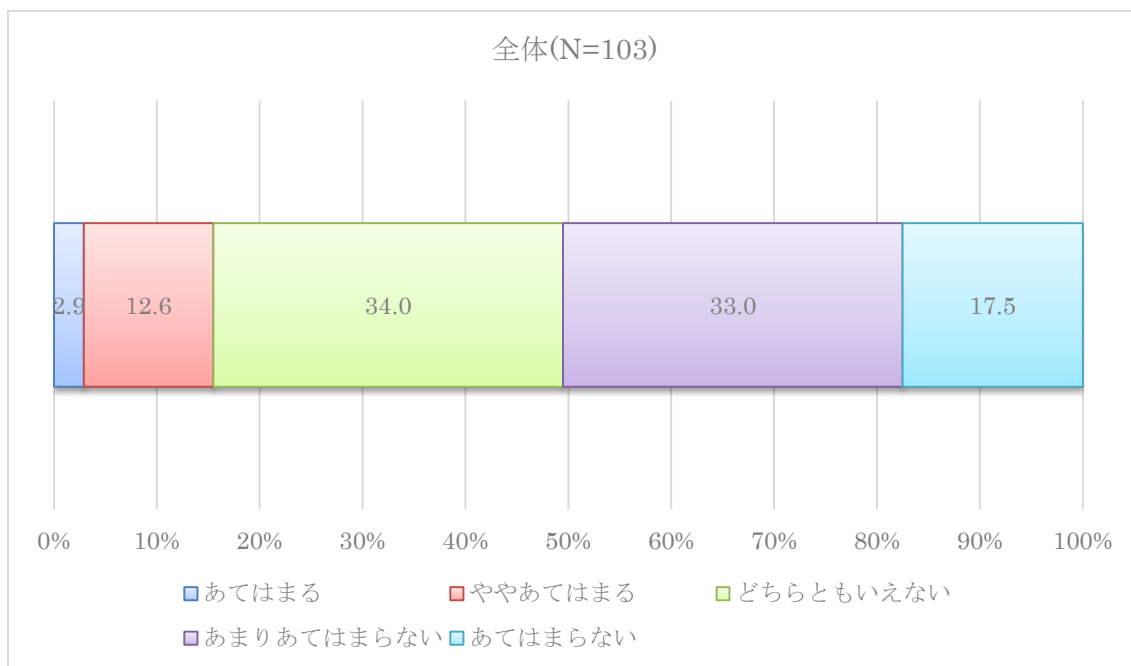


出所：筆者作成

第 1 節 中小製造業から見る 3D プリンタ

図 3 はどの程度の割合の企業が、3D プリンタが自社の経営にとって脅威的な存在であると感じているか示したものである。

【図3 3Dプリンタの普及化は自社の経営に脅威を与えるか】

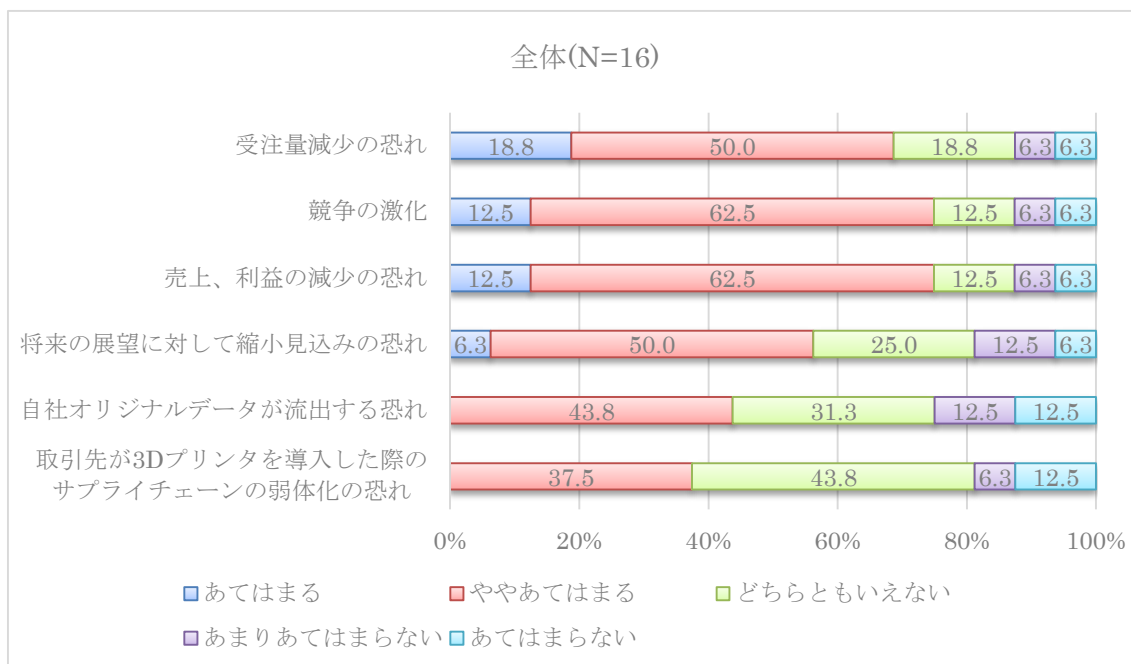


出所：筆者作成

図1の経済産業省による調査では3Dプリンタの関心动向は全体的に高い数値を示していたが、この度のアンケートでは3Dプリンタが脅威的な存在であると感じているのは全体のおよそ2割のみであった。一方で3Dプリンタが脅威的な存在ではない、どちらともいえないと答える企業数が多いことがわかる。

3Dプリンタが脅威的な存在であると感じている2割の企業は具体的にどのようにそう感じているのか。それを示したものが図4である。

【図4 3Dプリンタの存在に対する不安要素】



出所：筆者作成

いずれの数値も高いが、多くの会社が「受注量減少の恐れ」「競争の激化」「売上、利益の減少の恐れ」に対して影響があると感じていることがわかる。

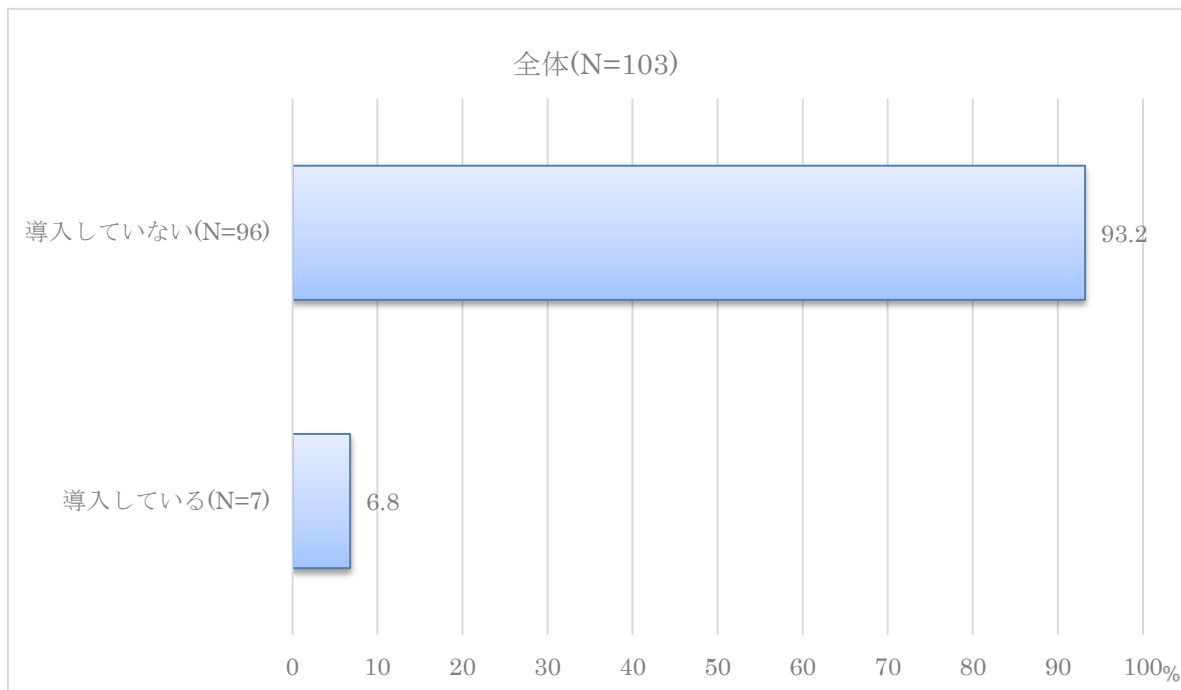
3Dプリンタに対してあまり不安を持たない企業に対しては、フリーアンサーでもその理由について答えてもらったが「特にない」「わからない」といった答えが多く、3Dプリンタの存在そのものに対する関心が低いように思える。

第2節 中小製造業と3Dプリンタ導入状況

中小製造業の3Dプリンタの導入状況と導入に関するアンケート回答を考察する。

図5は中小製造業における3Dプリンタ導入状況を示したものである。

【図5 3Dプリンタの導入について】

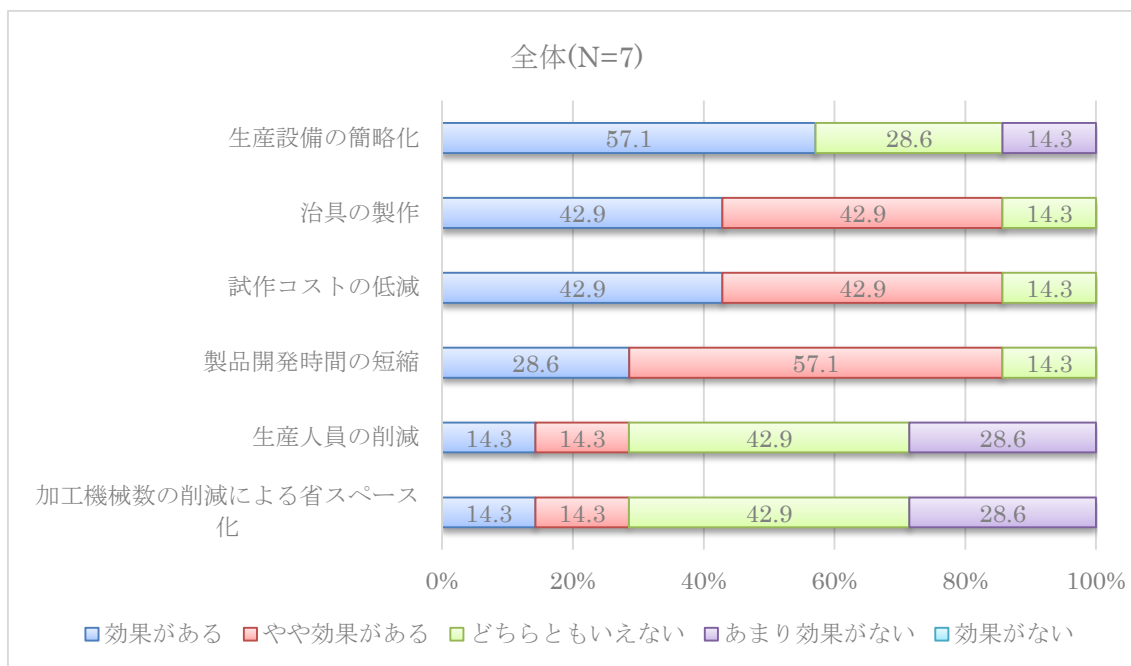


出所：筆者作成

3Dプリンタを導入している企業数は全体のおよそ7%で、導入していない企業数が圧倒的に多いことがわかる。

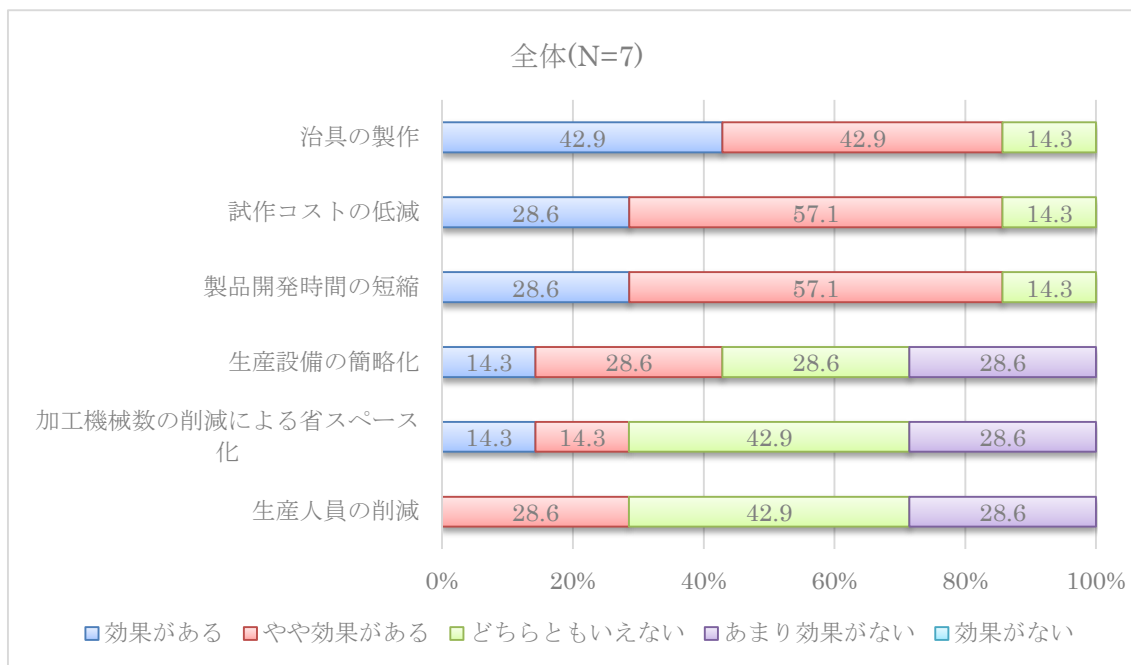
それでは、この7%の企業はどのような期待を持って3Dプリンタを導入したのか。また、その効果は実際にあったのか。その数値を示したものが図6及び図7である。

【図6 3Dプリンタを導入する前に期待していた効果】



出所：筆者作成

【図7 3Dプリンタ導入後の効果について】

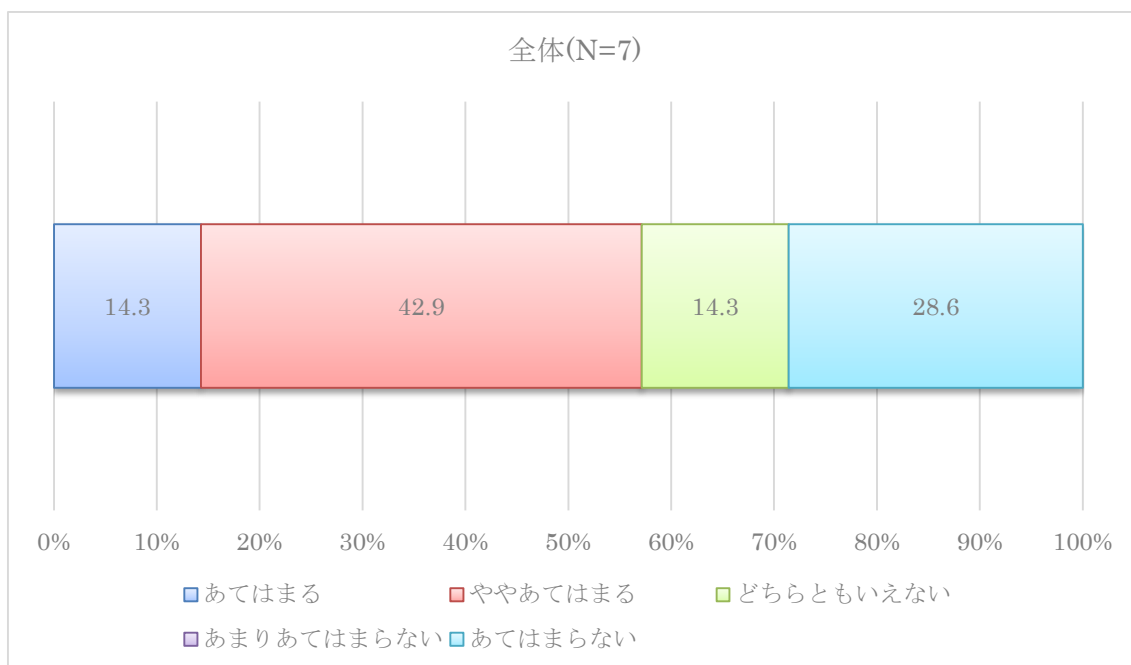


出所：筆者作成

そして、実際に3Dプリンタを導入することで会社の利益につながったか表したもの

が図 8 である。

【図 8 3D プリンタの導入後、売上又は受注量の増加などの結果に繋がった】

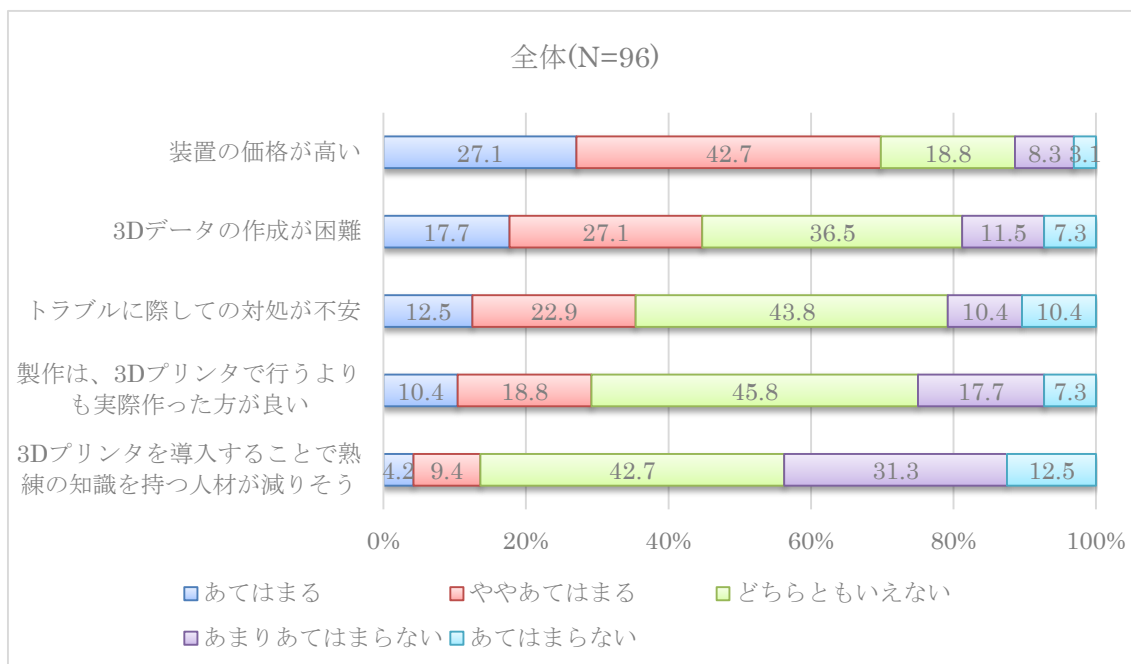


出所：筆者作成

図 6 及び図 7 を比べて見てみると、「試作コスト低減」「治具の製作」「製品開発時間の短縮」においては導入前での期待の数値においても、実際の効果としての数値においても高いことが分かる。また、半数以上の企業が 3D プリンタの導入によって売上や受注量の増加につながったと答えている。このことから、中小製造業にとって 3D プリンタの導入は効果があることがうかがえる。

一方で、導入していない企業はどのような理由があるのか。それを示したものが図 9 である。

【図9 3Dデータを導入していない理由】

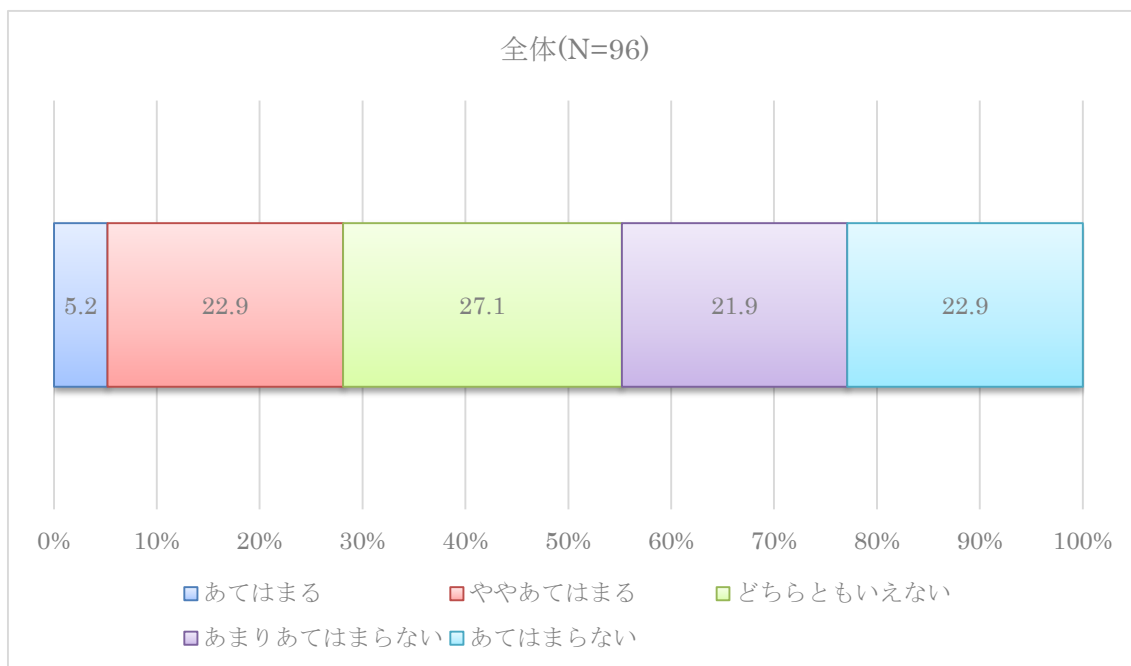


出所：筆者作成

装置の価格に関する答えが最も多く、次いで3Dプリンタの操作に関する答えが多い。この質問では、フリーアンサーでもその理由について回答を募ったが「価格が高い」「3Dプリンタを使いこなせる人材がいない」といったものが多かった。そして、3Dプリンタに対して不安に思っていない理由と同じように「特にない」「わからない」といった回答も多かった。

そして、導入していない企業は今後実際に3Dプリンタを導入したいかどうか示しているのが図10である。

【図 10 今後 3D プリンタを導入したいか】



出所：筆者作成

前節での、3D プリンタが脅威的な存在であるかというアンケートでの回答と同じような割合で、導入したいと考えている企業数は少ないことがわかる。

第 3 節 事例

2015 年 12 月に電話にて、大阪にある中小製造業 A 社の方に、3D プリンタについて話を伺った。

この A 社は部品を製造する会社で、現在のところ 3D プリンタは導入していない。A 社にとって、3D プリンタという機械の存在は中小製造業にとって無視することのできない存在であるという。それは「競争」という意味でも、強みをつけるための「手段」という意味のどちらも含まれている。近年では大手企業による 3D プリンタの導入が目立つが、中小企業にとっても必要な設備投資となるということだ。

まず、「競争」という視点からの考え。2 章でも説明したように、現在の 3D プリンタは豊富な材料を使って立体化することが可能である。今後、3D プリンタの性能向上に伴って製品の再現や精度の高いものを製造可能な機種が出現すると、A 社のような部品製造業者の経営に大きな脅威になると話していた。例えば、自動車の部品。自動車を作る上で使用する部品が 3D プリンタで作ることができるようになると中小製造業

者への発注数は減少するだろうと A 社は見込んでいる。3D プリンタで作られたものであっても、その製品が基準となる強度に達し、あまりコストを掛けずに製造できるならば、わざわざ外部に製造委託する必要な無い。それに加え、3D プリンタであれば外部に委託するよりもよりニーズに近い製品を作ることも可能なのである。また、「量産」という概念も今日では日本を離れ、中国やタイといったアジアでの製造が主流となっている。このようなことから、「競争」という意味で 3D プリンタを無視することができないということだ。

以上のように見ると 3D プリンタは中小製造業にとって「競争」というイメージが強くなってしまいが、脅威と感じるのではなく「次世代の加工機」といった設備投資として取り入れ、活用していく必要があるという。かつてコンピュータ技術の進歩に伴って、コンピュータ技術を使って加工する CNC 旋盤と呼ばれるものが流行した。当時その最先端技術の流行に乗らなかった中小製造業は競争力を弱めてしまったという。このことから、A 社では時代の流れに乗った製造あるいは経営手法を取ることが重要であると考えている。現在ビジネスの主流になっている 3D プリンタのような IT 関係のものを扱えるようになることが、今後も企業経営を維持していくために必要であるということだ。

A 社に以上のような話を伺い、やはり中小の下請業者にとって 3D プリンタが脅威的な存在であるという印象を受けた。しかしただ単に 3D プリンタを脅威的な存在として捉え、対抗していくのではなく、流行に乗って自社の競争力強化のために上手く 3D プリンタを取り入れ活用していくことも重要であるという意見もあることを得られた。

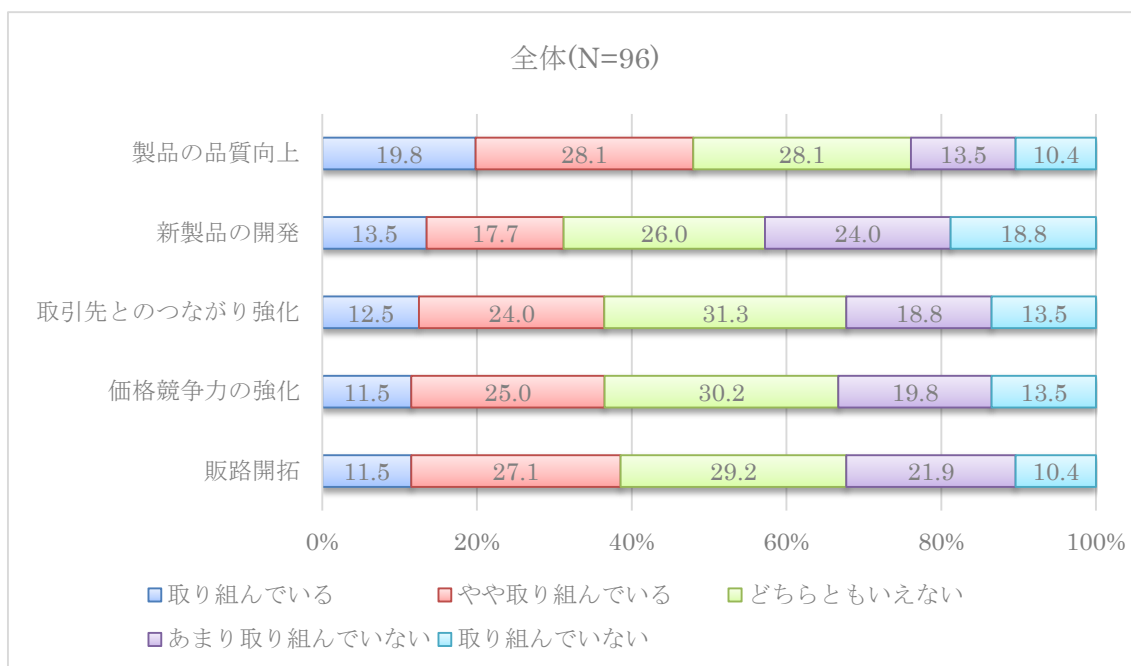
第 3 章 考察

第 1 章を通して現在の 3D プリンタは多様な材料で立体物を製造できること、また同時に多くのメリットが得られることを確認した。車や電化製品といった製品を作るには、最終製品として作り上げるために様々な部品が必要となる。最終製品を作るメーカーは企業発展のために新製品の開発やコスト削減を積極的に行っており、3D プリンタはそれを促進する機械ではないだろうか。わざわざ委託製造する手間が省け、より自身のニーズに近い製品を作ることが可能なのだ。このことから筆者は、3D プリンタの存在は中小製造業にとって脅威的な存在なのではないだろうかという考えを持ち、中小製造業の発展と 3D プリンタとの関係を明らかにするため本論文を執筆するに至った。3D プリンタが注目を浴びている現在、中小製造業が今後の発展のために中小製造業自身に取り組むべきこと、経済成長を掲げている政府も取り組むべきことについて筆者自身の考察を述べたいと思う。中小製造業は「3D プリンタについて関心を持つこと」と「社員研修」、政府は中小製造業の「企業教育」と、より多くの中小製造業が

3D プリンタを取り入れられるようにするための「資金支援」及び「社員研修支援」に取り組むべきであると考えている。

まず、中小製造業の取り組むべきことについて述べていく。第2章で、3D プリンタとの競争について不安を持っている企業数は多くなく、その理由について着目してみても特にこれと言った理由はないこと。むしろ、3D プリンタそのものに関心が無いような答えが多かったことを確認した。ものづくりに大きく関係するだろう 3D プリンタについて関心を持つ企業が増えないと、インタビューを行った A 社が言っていたように時代に合わせた経営をする企業が少なくなり、アベノミクスが試みている中小企業の活性化は実現することが難しくなるだろうと思われる。3D プリンタを導入していない企業に対して 3D プリンタの対抗措置に関するアンケートも行ったが、意識して取り組んでいる企業数は決して多くはなかった。

【図 11 3D プリンタの対抗措置として、意識して取り組んでいること】



出所：筆者作成

このようなことから、ますます競争が激化していくと予想される今後に向けて、競争相手としても企業発展のための手段としても、中小製造業は 3D プリンタについてより関心を持つようにするべきであると考えます。

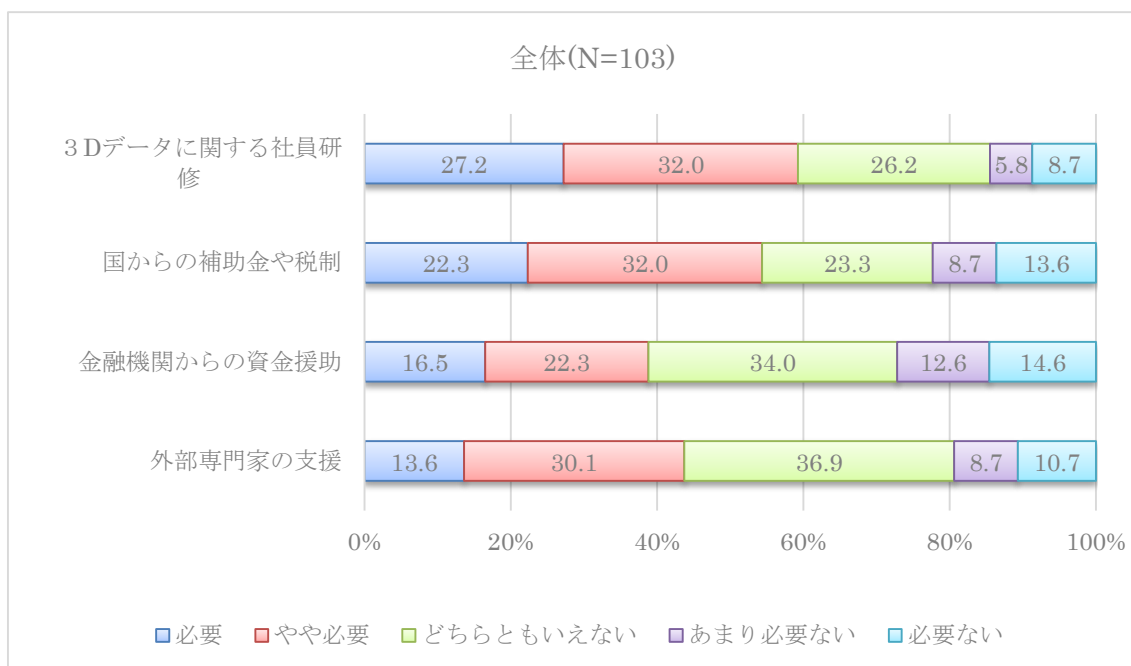
そして、3D プリンタを導入していない理由において 3D プリンタの操作に関するものが多かった。この数値の多さから、中小製造業は 3D プリンタを扱える人材を増やす

よう社員研修を積極的に行っていくべきだと考える。

中小製造業の3Dプリンタに関する関心の低さから、中小企業の活性化を通して日本の経済成長を試みる政府の声は実際に中小企業に響いていないように思われる。中小企業に対して業界発展のため、外部環境により興味を持たせるようにすることや複雑化する経営環境に順応していけるように企業そのものを教育していくべきであると考え。

第2章のアンケートから、3Dプリンタの効果が中小製造業においても発揮され、実際に売上や受注量の増加につながったことが確認された。3Dプリンタを中小企業においてその普及化を試みるべきだと思うが、資金不足や人材の確保といった阻害もある。アンケートで中小製造業が3Dプリンタを導入する上で必要な支援策として以下のような回答が得られた。

【図12 3Dプリンタを購入する際の必要な支援】



出所：筆者作成

このような回答結果から、中小製造業がより3Dプリンタを導入していくための支援として「資金援助」や「社員研修」を行っていくべきだと考える。

最終章

第1節 結論

第1章では3Dプリンタそのものについて、第2章ではアンケートやインタビューを通して中小製造業の3Dプリンタに対する意識を、第3章では中小製造業や政府の今後取り組むべきことについて考察をまとめた。本論文の作成にあたり挙げた問題意識については、中小製造業の3Dプリンタに対する捉え方を明らかにすることと、中小製造業の発展のために今後取り組むべきことの2点を挙げた。

まず中小製造業の3Dプリンタに対する捉え方については、今後の競争の激化や自社の強みのために取り入れたいというように大きく注目している企業がいる一方で、多くの企業が3Dプリンタを脅威的な存在として捉えるよりも関心がないという印象がアンケートを通して思われた。このことから、多くの中小製造業は3Dプリンタに対する関心が低いと考察した。

そして、今後中小製造業の発展のために取り組むべきことについては中小製造業は3Dプリンタに関する興味をより持つようにすること。そして、中小企業間での3Dプリンタがより普及するように政府も資金支援や社員の研修支援を積極的に行っていくべきであるとした。

第2節 本研究の限界と今後の課題

本研究の限界と今後の課題について、大別して2点述べる。まず、本論文を執筆するにあたり中小製造業103社に対してアンケート調査を行ったが、その対象者をより絞って行うべきだった。中小製造業と一口に言っても様々な形態の会社があり、その形態によって3Dプリンタの脅威性や必要性への考えが異なることが十分考えられる。本論文での仮説からその対象者を下請企業に絞り、元受企業へも3Dプリンタに関するアンケートを行い、その回答を参考にアンケートを行うことでより具体的な3Dプリンタに対する脅威性について下請企業の意見を聞くことができた可能性がある。

次に、本論文において中小製造業の3Dプリンタに対する関心が低いと考察したが、その理由について明らかにしていない。日本のものづくりは世界に誇れるものであり、長年の経験や勘といったものが重視されている。日本のものづくりは機械で作り出すことができないからこそ、3Dプリンタに対する関心が低いという可能性も考えられ、あるいはその他の理由があるかもしれない。なぜ関心が低いのかという理由について明らかにすることが1つのテーマとなる。

以上の2点が本研究における限界と今後の課題であると考えられる。

謝辞

本論文を執筆するにあたり、ご指導頂いた小関先生と岡田先生、アンケートにご協力頂いた企業の皆さま、快くインタビューに応じてくださった A 社様、そして指摘や協力を頂いたゼミ生の皆さま、父にこの場を借りて感謝の意を申し上げたい。

参考文献一覧

- ・佐野義幸・柳生浄勲・結石友宏・河島巖(2014)『今日からモノ知りシリーズ トコトンやさしい 3D プリンタの本』日刊工業新聞社
- ・原雄司(2014)『3D プリンター 導入&制作 完全活用ガイド』技術評論社
- ・京極秀樹(2014)「積層造形技術の現状と応用展開」『スマートプロセス学会誌』3(3)
- ・ 経 済 産 業 省 (2013) 「 2013 年 版 も の づ く り 白 書 」
<http://www.meti.go.jp/report/whitepaper/mono/2013/> (2015年11月25日)
- ・ 経 済 産 業 省 (2014) 「 2014 年 版 も の づ く り 白 書 」
<http://www.meti.go.jp/report/whitepaper/mono/2014/index.html> (2015年11月25日)
- ・ 経 済 産 業 省 (2014) 「 新 も の づ く り 研 究 会 」 報 告 書
http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/seisan/new_mono/report01.html (2015年11月25日)
- ・ i-MAKER news <http://i-maker.jp/3d-print-jp-maker-641.html> (2015年11月25日)
- ・ i-MAKER news <http://i-maker.jp/3d-print-benefit-819.html> (2015年11月25日)
- ・ i-MAKER news <http://i-maker.jp/jig-3d-print-4801.html> (2015年11月25日)
- ・ i-MAKER news <http://i-maker.jp/3d-print-2014-6457.html> (2015年11月25日)
- ・ i-MAKER news <http://i-maker.jp/stock-1303.html> (2015年11月25日)
- ・3D STUDIO「3D プリンターwiki(用語集)」http://www.3d-studio.jp/wiki_menu.htm (2015年11月25日)

巻末資料

JOB	職業 単一回答	N
1	公務員	0
2	経営者・役員	59
3	会社員(事務系)	14
4	会社員(技術系)	26
5	会社員(その他)	4
6	自営業	0
7	自由業	0

8	専業主婦(主夫)	0
9	パート・アルバイト	0
10	学生	0
11	その他	0
12	無職	0
全体		103

Q1	あなたのお勤めの企業・団体で、3Dプリンタを導入しているかどうかお聞きします。	N
	単一回答	
1	導入している	7
2	導入していない	96
3	わからない	0
全体		103

Q2	あなたのお勤めの企業・団体で、3Dプリンタを導入する前、期待していた効果について、次の文章はどの程度あてはまりますか。	単一回答	全体	1	2	3	4	5
				効果がある	やや効果がある	どちらともいえな	あまり効果がない	効果がない
1	生産設備の簡略化	7	7	4	0	2	1	0
2	生産人員の削減	7	7	1	1	3	2	0
3	加工機械数の削減による省スペース化	7	7	1	1	3	2	0
4	試作コストの低減	7	7	3	3	1	0	0
5	製品開発時間の短縮	7	7	2	4	1	0	0
6	治具の製作	7	7	3	3	1	0	0

Q3	あなたのお勤めの企業・団体で、3Dプリンタを導入後の効果について、次の文章はどの程度あてはまりますか。 単一回答	全体	1	2	3	4	5
			効果がある	やや効果がある	どちらともいえな	あまり効果がない	効果がない
1	生産設備の簡略化	7	1	2	2	2	0
2	生産人員の削減	7	0	2	3	2	0
3	加工機械数の削減による省スペース化	7	1	1	3	2	0
4	試作コストの低減	7	2	4	1	0	0
5	製品開発時間の短縮	7	2	4	1	0	0
6	治具の製作	7	3	3	1	0	0

Q4	次の文章はどの程度あてはまりますか。 単一回答	全体	1	2	3	4	5
			あてはまる	ややあてはまる	どちらともいえな	あまりあてはまらない	あてはまらない
1	3Dプリンタを導入した結果、売上あるいは受注量の増加などの結果に繋がった	7	1	3	1	0	2

Q5	今後3Dプリンタの導入意向について、次の文章はどの程度あてはまりますか。 単一回答	全体	1	2	3	4	5
			あてはまる	ややあてはまる	どちらともいえな	あまりあてはまらない	あてはまらない

1	今後3Dプリンタを導入したい	96	5	22	26	21	22
---	----------------	----	---	----	----	----	----

Q6	あなたのお勤めの企業・団体で、3Dプリンタを導入した場合の効果について、次の文章はどの程度あてはまりますか。 単一回答	全体	1	2	3	4	5
			導入したい	できれば導入したい	どちらともいえな	あまり導入したくない	導入したくない
1	生産設備の簡略化	96	3	18	42	16	17
2	生産人員の削減	96	2	14	42	18	20
3	加工機械数の削減による省スペース化	96	3	17	44	17	15
4	試作コストの低減	96	16	31	34	5	10
5	製品開発時間の短縮	96	14	29	36	6	11
6	治具の製作	96	10	36	38	6	6

Q7	3Dプリンタを現在導入していない理由について、次の文章はどの程度あてはまりますか。 単一回答	全体	1	2	3	4	5
			あてはまる	ややあてはまる	どちらともいえな	あまりあてはまらない	あてはまらない
1	装置の価格が高い	96	26	41	18	8	3
2	製作は、3Dプリンタで行うよりも実際作った方が良いと思うから	96	10	18	44	17	7
3	3Dプリンタを導入することによって熟練の知識を持つ人材が減りそうだから	96	4	9	41	30	12
4	3Dデータの作成が困難	96	17	26	35	11	7
5	トラブルに際しての対処が不安	96	12	22	42	10	10
6	治具の製作	96	8	21	49	8	10

Q9	3Dプリンタの対抗措置として、意識して何か取り組んでいることがあるかお聞きします。 次の文章はどの程度あてはまりますか。 単一回答	全体	1	2	3	4	5
			取り組んでいる	やや取り組んでいる	どちらともいえな	あまり取り組んでい	取り組んでい
1	新製品の開発	96	13	17	25	23	18
2	取引先とのつながり強化	96	12	23	30	18	13
3	価格競争力の強化	96	11	24	29	19	13
4	製品の品質向上	96	19	27	27	13	10
5	販路開拓	96	11	26	28	21	10

Q10	自社で3Dプリンタを購入する上で必要な制度についてお聞きします。 次の文章はどの程度あてはまりますか。 単一回答	全体	1	2	3	4	5
			必要	やや必要	どちらともいえな	あまり必要ない	必要ない
1	金融機関からの資金援助	103	17	23	35	13	15
2	国からの補助金や税制	103	23	33	24	9	14
3	3D データに関する社員研修	103	28	33	27	6	9
4	外部専門家の支援	103	14	31	38	9	11

Q11	次の文章はどの程度あてはまりますか。 単一回答	全体	1	2	3	4	5
			あてはまる	ややあてはまる	どちらともいえな	あまりあてはまらない	あてはまらない
1	3Dプリンタの普及率が高まる事	103	3	13	35	34	18

	は、自社の経営に脅威を与える					
--	----------------	--	--	--	--	--

Q12	3Dプリンタの普及率が高まる上での不安要素についてお聞きします。次の文章はどの程度あてはまりますか。 単一回答	全体	1	2	3	4	5
			あてはまる	ややあてはまる	どちらともいえな	あまりあてはまらない	あてはまらない
1	自社オリジナルデータが流出する恐れ	16	0	7	5	2	2
2	取引先が3Dプリンタを導入した場合のサプライチェーン弱体化の恐れ	16	0	6	7	1	2
3	競争の激化	16	2	10	2	1	1
4	将来の展望に対して縮小見込みの恐れ	16	1	8	4	2	1
5	売上、利益の減少の恐れ	16	2	10	2	1	1
6	受注量減少の恐れ	16	3	8	3	1	1

Q14	今後、3Dプリンタとの競争の中でどのような支援が必要かお聞きします。次の文章はどの程度あてはまりますか。 単一回答	全体	1	2	3	4	5
			必要	やや必要	どちらともいえな	あまり必要ない	必要ない
1	産学官連携の強化	16	3	7	4	2	0
2	企業間連携の強化	16	1	6	8	1	0
3	知的財産権の保護	16	4	6	5	1	0
4	下請取引の監視・指導	16	3	5	7	1	0
5	販路開拓、マーケティングの支援	16	0	9	6	1	0