大学教育における3Dプリンターの 教材利用に関する現状と課題

Actualities and Problems on Using Three Dimensional Printer as
Teaching Materials in University Education

竹澤 聡^{※1}
Satoshi TAKEZAWA

高谷 宜世^{※2}
Noritoshi TAKAYA

高島 昭彦^{※1}
Akihiko TAKASHIMA

長松 昌男^{※1}
Masao NAGAMATSU

中村 香恵子^{※1}
Kaeko NAKAMURA

白濱 芳朗^{※1}
Yoshikuni SHIRAHAMA

In the product development, the 3D printer has great advantage in rapid making of prototypes of industrial products, and in evaluating shape image of products quickly. In this paper, we explain about how to use the 3D printers in our education, and what is the problem in our education. We argue about the unification and differentiation of 3D printers with conventional working process. Furthermore, we consider how to use the 3D printers which is diversified in its performance and price. As the conclusion of this paper, it is clarified that excessive strength or excessive preciseness of work products may not be required for 3D printers in educational use, and that usage of 3D printers in educational scene may be limited to learn the basic of mechanical engineering.

Keywords : Engineering Education, Maker movement, Three Dimensional Printer, Material Dynamics, Stress, DLC

キーワード：工学教育，メイカームovement，3Dプリンター，材料力学，応力，DLC

1. はじめに

今、デジタル設計図をもとに少しずつ層を重ねて立体物をつくる「3D（3次元）プリンター」が世界の産業界を揺さぶり始めた。米国は製造業復活の切り札と位置づけ、日本でも新しい市場や事業モデルを生むメイカームovementが広がっている¹⁾。我が国では政府の総合科学技術会議（議長・安倍晋三首相）が14年度科技予算に関する行動計画に、3Dプリンター技術を軸に地域のものづくり産業の競争力を強化することが盛り込まれた²⁾。そこでは、14年度から創設する府省横断事業「戦略的イノベーション創造プログラム」の候補とされている。政府の主な目標は、以下の3点が掲げられている。

- (1) 設計や計測の技術を高度化し、2015～2016年度に3D造形装置の試験機を開発する。
- (2) 2020年をめどに自動車や航空機の部品製造などの基幹産業に応用し、地域産業として根付かせる。
- (3) 地域ごとに技術講習会を設け、工業デザイナー

などの人材育成も急ぐ。

この背景には、熱溶解積層法（FDM）の特許が2009年に失効したことにより廉価版の3Dプリンターが爆発的な勢いで広まり、粉末焼結積層造形（SLS）についても2014年2月に特許切れとなったことで高性能3Dプリンターの普及の見込みがある。わが国でも得意技術を生かした次世代機の開発により、10倍の速さで铸件製造に必要な砂型を製造する装置を開発する動きもある。しかし、一方では、ものづくりの常識を変える新技術の台頭は、新たな課題も浮かび上がらせる結果となっている。

2014年4月に誕生した北海道科学大学工学部機械工学科では、1年前期から2年前期までの3セメスターを費やして、修得した3次元CAD技術のその先にあるデジタル技術と従来型のものづくりの強みを融合する教育計画を立てた。これは改組前の北海道工業大学創生工学部機械システム工学科における特色を継承し、強みを更に生かそうとする施策である。その一つがABS製モデル材で造形可能な3Dプリンターを利用し、「印刷」という部品製造法の教育をカリキュラムに組み入れたことである。先見的にこの分野の裾野の広がりを見野に入れ、教育・研究に導入してから既に5

2014年3月11日受付

※1 北海道科学大学工学部

※2 (株)トラス・テック

年が経過したが、大学教育とものづくりの製造現場との擦り合わせを考えたとき、今後3Dプリンターは何をもたらし、どんな期待が込められているか、一度立ち止まり考える必要があると思われる。

本論文では、本学における3Dプリンターの利用技術に関する現状と課題について述べる。そして、今後求められるこの分野のデジタル技術の活用手法、既存の加工方法との擦りあわせと差別化、および性能・価格面から二極化が進む3Dプリンター利用についてどうあるべきかについて提言する。

2. 工学部機械工学科カリキュラム

ここでは2014年4月改組された北海道科学大学工学部機械工学科の「3D教育」について述べる。本稿における「3D教育」の定義は、「教育ICTのツールとして認識された3Dプリンターを機軸として、3DCADや3DCGといった専門的なソフトウェアを用いてのSTEM教育（科学・工学・エンジニア・数学）の充実と向上である。本学科のカリキュラムでは近年の製造手法変革に相応して、2009年、米国製積層造形機のStratasys Dimension 768 & 1200の先行導入を果たした。3D技術の勃興期教育としては、十分にその目的を果たしていると言える。しかし、現状2台のモデル材料等に関わるランニングコストは、1,000cm³中実体積で8万円＋サポート材消耗費と金額的に嵩んでいる。したがって、学生が頭に浮かんだモノを瞬時のタイミングでコストを気にせず自由に出力できる環境の構築の点からはボトルネックとなっていた。そこで、3D教育・研究における進化発展期への変遷を目標に掲げるために、2014年以降の大学教育設備選定予算を

申請・獲得し、Cube-X（幅、奥行き、高さそれぞれ最大14cm）の30台導入が決定した。これは、2012年8月上旬に家電量販店（ヤマダ電機）が、Cube-X（20万円以下）の米社製個人向け製品を低価格帯で発売したこともさることながら、出力サービスも計画する発表など、3Dプリンターが身近な装置となりつつあることが大きな要因となっている。設計から先の製造の段階が、より広く手軽になることによるアドバンテージは大きく、ものづくりのハードルは下がると考えられる。商用性を見越した場合、低価格機器ということで、製造物に不具合があると十分な保証を受けられるのかといった懸念もある。しかし、まずは3Dプリンターの造形実体験を積むことで得られるメリットの方が大きい。例えば、製造手法に対する選択肢の「引出し」を多く持てるであろうし、3Dプリンター出力のノウハウを知り製品の強度や質的良否の分類理由も言及できるようになるであろう。将来、学生が社会に出て装置の導入や選択に直面し意見を求められた際にも、安易な機器選考によるミスマッチを防ぐことにも繋がるであろう。

表1は、新カリキュラムに向けた3D教育に関連付けられる科目を整理したものである。1学年から3学年まで、講義演習前後の予習復習を含めて2単位が充当されている。機械工学科においては、これを「実験科目（週2コマ1単位）」とみなす。これを時間に換算すると、（2コマ／週）×15週×2単位×4セメスター＝240コマ＝360時間となる。夏休み・冬休み等を除く年間週30週×3学年＝90週で平均すると、月曜日から金曜日までの平日平均時数18時間に対して、毎週最低でも約4時間と占有率22.2%となる。そして3年

表1 新カリキュラム構成

新科目名（開講期など）	現科目名（開講期など）	授業計画・主な実施内容
図学 （1年生前期：必修）	機械デザイン演習Ⅰ （1年生前期：必修）	作図法の基礎、機械製図の基本である第3角法を理解する。立体図の作図法を身に付け、物体から平面を、図面から立体をイメージできる能力を身につける。
機械製図 （1年生後期：必修）	機械デザイン演習Ⅱ （1年生後期：必修）	JISに基づく機械製図、特に線種、太さの使い分けを修得する。ボルト・ナットの実物図法と簡易図法の違いを理解する。
CAD演習Ⅰ （2年生前期：必修）	CAD演習Ⅰ （1年生後期：必修）	CADを用いて2Dおよび3Dの作図法を修得する。CAD操作技術および空間認識能力を獲得し、CADおよび機械製図への基本的な理解を確実なものとすることを目的とする。
CAD演習Ⅱ （2年生後期：選択）	CAD演習Ⅱ （2年生前期：必修）	CAD演習Ⅰで身につけた「作図操作」および「機械製図への理解」を基礎知識として、JIS機械製図に対する確実な理解およびより複雑な図面作成が行える素養の獲得を目指す。 また、ものづくりには機械加工が不可欠であり、機械工作による金属加工の一端を体験することで製図と製作の結びつきについての理解も深める。
CAD演習Ⅲ （3年生前期：選択）	CAD演習Ⅲ （2年生後期：必修）	CAD演習ⅠおよびⅡの授業で学んだ知識をもとにして、ものづくり全般に関する学習・実習を引き続き行う。CADの実習では3D CADについての基本的な使用方法を学ぶ。また機械加工の実習ではCAD演習Ⅱに引き続き基礎的な加工法を体験し、基礎的な機械加工法について理解する。
機械設計演習Ⅰ&Ⅱ （3年生前後期：必修）	該当なし	機械を設計するためには、機能的な設計と適切な材料を選択に伴う加工技術、図面から製品加工化する前のシミュレーションや実機による動作確認が必要と考え、今後急速に利用頻度が高まる3D造形機を中心とした最新導入機器設備の使用を通した、機械工学の応用事項の理解を深める。

次には3D教育につながる設計教育に取り組むことになる。これらの科目以外でも図学要素と作図基礎科目が密接にかみ合う必要がある力学系科目は重要視される。3D積層造形品は力ベクトル、引張り応力および曲げ応力、モーメント等の力学的理解を確認する上でも有益な教材となっている。特に、熱溶解積層法方式による造形品の強度的異方性がもたらす製品の構造的良否の分類は、現在の定性的評価から定量的評価に今後改善することで、教学力の質的向上が見込まれる。

文部科学省は2014年夏に大学や高専を数校選び、3Dプリンター購入費の3分の2を補助する。2015年度には全国の中学校と高校にも対象を広げる方針だ。このように若年層からものづくりへの関心を高め、技術系の人材育成はもちろんのこと、自由な発想で造形機を使ってもらい、新たな活用法を見つける機会として3D教育が重みを増すことは疑いがない。

3. 3D教育と倫理教育の留意点

大学教育に対する3Dプリンター導入に関しては、技術の斬新性を追求するだけではなく、情報倫理のモラル遵守面からも有意義である。既に発生している問題事例（後述）も取り扱うなどして、事故防止に努めるべきである。本学の情報倫理教育は、モバイルキャンパスが一挙に進んだ2006年を契機として、個人メールアドレス配布を受けるために倫理講習を全員が受講することが義務付けられてきた。制度運用が始まって、倫理違反事例が教授会などで報告された例はなく、本学学生は節度と礼節を持って情報システムを活用していると判断される。この数年後に、3Dプリンターなどの汎用性が急速に進み、学術的用途も広がってきた。本学ではオープンソースソフトのLMS (Learning Management System) Moodleによる授業支援が全学的に構築されている。ストリーム配信のCADソフトを用いた教育による設計・製図がなされ、Moodle機能による課題提出から修正要求の返信受け取りなどとデジタル情報の授受が表裏一体化し、なくてはならない教育環境に成長している。特に3D教育の基盤となるCAD授業においても造形演習の時限では、stlデータ（3次元形状を表現するデータ保存ファイルフォーマットのひとつ）を学生と教員がMoodleを用いて双方向で確認し設計思想を共有できる。具体的には、「造形データが実用上意味のある設計となっているか」、「2次元設計図面ではやりとりできない対象であるならばスキャン化した立体情報の共有化にできないか」、など効果を発揮している。

3D教育における留意点を、これまでの実践的導入の経験から整理すると以下の3点に絞られる。

1つ目は、厳格性を要求される情報の保護と倫理性である。他者の意匠権や商標権などの勝手な侵害が起きているのか、著作権上の「私的複製」にとどまって

いるかどうかといった証明が必要である。本人の承諾無くお面等の作成はもっての外であり「悪用しない」との同意書も必要と考えるが、現実的には、悪意を完全に防ぐのは難しい。

2つ目はものづくりの可能性を広げる3Dプリンターではあるが、使い方次第では文明の利器が凶器に変わる危うさである。2013年5月、米国で「リベレーター（解放者）」と呼ぶプラスチック製ピストルの設計図がインターネットで公開された。武器の輸出を管理する米商務省は即刻、公開の中止を命じたが、瞬く間に日本を含む全世界に広まった³⁾。オーストラリアでは地元警察がダウンロードした設計図をもとにピストルの製造を実演したところ、材料費は35ドル、かかった時間は27時間だったとされる。2014年5月には、日本でも大学職員による造形が発覚し、逮捕にまで至っている。教職員や学生が悪質性なく面白半分で製造したものであっても、犯罪に関わってしまえば取り返しのつかないことにもなることを肝に命じるべきである。

3つ目は権利保護の課題である。2012年創業した米オーセンタイズ（カリフォルニア州）は2013年夏に、3Dプリンター向けのデジタルデータを安全に売買できるサービスを始めた。データが無制限に使われたり、ネット上で拡散したりするのを防ぐため、データを保存できない方式で購入者に送信する仕組みを導入、出力回数を制限できる。これにより、知財保護に不安を持ち、3Dプリンターの活用をためらっていた企業、デザイナーの需要を見込める。ただし、これまでの権利保護のルールでは新時代に対応できない懸念もあることを知っておく必要がある。

4. 本学の学部教育との連動性

大学教育においてもメイカームーブメントの新しい波をうまく取り込めば、多様な人材輩出を可能とし、一部で陰りの見える国内製造業の基盤強化にもつながると考えられる。その可能性について本学学部教育との連動性をここで整理する。

その1つが熟練工の不足などに直面する中小企業および革新的研究機関への支援である。主たる役割は工学部機械工学科がその任にあたる。鋳造品などを手掛ける株式会社コイワイ（神奈川県小田原市）は自動車部品の試作品づくりに3Dを導入し、コストダウンや納期短縮に成果をあげている。また、JAXAも同社に人工衛星のスラスタ製造を依頼して成果を挙げている⁴⁾。特徴的な点は、短いサイクルで細かい改良が必要な物の製造においては、CADデータの書き換えにより形が微妙に繰り返し修正されて最適形状を作り上げる、というデジタル技術の利点と進歩である。自社でしか作れない技術を温存発展させる点では、特許や情報倫理性に抵触する不安はない。倫理ルールを遵守することで、これまで大企業の設計・製造現場でしかデ

デジタル技術の活用が一定程度しか見込めなかったものが、近年では利用者の裾野が大きく広がり、少数の大手企業が市場を独占する時代から、多数の小規模事業者が併存する世の中になることを予感させる。

2つ目は医療などの非営利セクターへの積極的支援である。主たる役割は保健医療学部義肢装具学科および理学療法学科がその任にあたる。既に、東京大学は骨と同じ成分の素材を使って患部にピタリと適合する人工骨を「印刷」することで、患者の負担軽減をめざしている⁵⁾。一つ一つ形の違う「多品種少量生産」はデジタル技術の得意技であることから、生まれながらにして幾つかの関節の運動が制限される病気である、先天性多発性関節拘縮症（Arthrogryposis）の腕の活動を補佐する外骨格（Exoskeleton）の造形をも可能にしている。幼い子であれば体の発育は著しく、毎年のように補助具を改良する必要がある。この『成長に合わせて』という要求される仕様にも対応でき、義歯などを含めた医療分野での期待は非常に高い。

3番目が個人利用である。本学では、未来デザイン学部の起業家を目指す教育に相当する。3Dプリンターは安いものなら、価格が10万円台まで低下し、個人でも手の届くところまできた。世界に目を転じれば、この分野で先行するのは米国である。3Dプリンターの有力メーカーを擁し、さらに多数のベンチャー企業を輩出しつつある。技術を利用する側も積極的で、ゼネラル・エレクトロニクスはベンチャー企業を擁してジェットエンジンや画像診断装置の部品を3Dで「印刷」する目標を掲げている。

全く別の視点としての米ベンチャー企業『モダン・メドウ（Modern Meadow）』は、動物の筋肉組織から肉の繊維を取り出し、しかるべき形状に圧搾しプリンターで人工肉を作り上げるとされる⁶⁾。原料からシュニツェル状のものを作り出す装置は3Dバイオ・プリンターと呼ばれる。もっとも、安全性の確保が欠かすことはできず安心して利用できる仕組みづくりは個人起業家の参入、本格普及への大前提になる。

5. 従来型加工法との違いと技術課題

ここでは、3D教育に技術的課題について旋盤を使ったねじ切り加工と3Dプリンターによるねじ切り造形を比較のため例に取って整理する。事実、3D技術の浸透で加工法や完成度の相違について現状としてはあまり明らかにされていない。

ねじ切り加工は、一般にタップやダイスを使う。しかし、特殊なねじを切る場合、適当なタップやダイスがない場合、あるいは大きい径のねじを切る場合など、やむを得ない場合は旋盤でねじを切ることができる。

旋盤で雄ねじを切る場合、「ねじ切りバイト」を使用する。このバイトには、先端が60度の角度に仕上げられたチップが取り付けられている。このバイトを使っ

て、全く同じ位置を全く同じピッチ（1回転あたりに進む距離）で、何度かに分けて切り込みを深めて削っていくとねじが完成する。

旋盤のねじ切りは、難しい作業であり、操作方法を間違えると材料だけでなくバイトや旋盤を破損させる恐れがある。ねじをうまく作るためには経験を積むことが重要だろうが、最初はむやみに使わない方がよいとされている。

一方、造形によるネジ製作は全くアプローチが異なる。下記にその例を述べる。

SolidWorksだけでなく、3D-CAD全般については、組み込み部品としてネジや歯車を使う場合、見た目重視の時以外では「ネジ山」や「歯車の歯」はリアルに表現しないのが普通である。その理由は、データ量が増え、PCのレスポンスが悪くなるからである。そこで下記のようなルール設定および簡易形状モデル化による対処方法を取るケースが多い。

- －ネジ…外形をソリッドで作成し、ねじ山部をサーフェス、属性、注釈、面の色変更などで表現する。
- －歯車…ピッチ円でソリッド作成、外形はサーフェスとする。

こうして各メーカーとも「ねじ」を表現する機能を付加しているのが現状である。CADソフトSolidWorks単体では、アノテート（annotate）アイテムとしてエッジに「ねじ山」が付加できる機能、およびSolidWorks Office Suiteの中のToolBoxを使うとギザギザのネジモデルが入っている。3Dで見えたと現実に近いモデルを求めたくなるが、今のPCとCADでは、これは非常に手間ひまがかかる作業になり、出来たデータも扱いづらいものになることが多い。また、3D造形によるおねじとめねじの嵌合については、設計段階で事前の干渉チェックを施しさえすれば液漏れやねじ山のつぶれなどは発生せず、不自由を感じない完成度を得られる。

次に造形方法における経験的なハウツーについて述べる。機械工学科で所有している3DプリンターはABS樹脂を使用した熱溶解積層法方式である。平面方向に対してはクロス状になるように高さ方向に積層していく形式となっている。本方式では工業用部品製造機としての利用を考える場合、考慮すべき事項が存在することが分かったが、その解決方法は利用者のハウツーとして存在し、共有されることはあまりない。ここでは、その事例について述べる。

まず、造形方向と強度について述べる。平面x-y方向に対してはある程度の積層があればクロス状に積み上げ構造にて、引張り、圧縮および曲げに対する強度が保たれる。しかしながらz方向には単純な溶融のみの積層だけなので剥離する可能性がある。この製造工程を考慮すると製造物が長物の場合、長手方向を平面方向にとるべきであり、長手方向をz軸にとることは

図1 L字部品の強度

図2 ハウジングCAD

図3 スレーヴ・ロボットアーム

図4 マスター側制御器

避けるべきである。長物の場合は一方向に関する強度を考えれば問題ない。またL形状の部品も2方向の強度を考慮すればよく平面にL字を描くように製造することで強度を保てる。

また、精度については次の通りである。穴の精度を求める造形も必要な場合があるが、これも製造過程を考えると平面に穴を製造していくことで精度は保てる。したがって、強度を優先する必要がある穴の方向が平面方向になる場合、精度は0.254mm/cycleの3Dプリンターの積層ピッチがそのまま反映されてしまう。さらに、この場合サポート材が穴に詰まることになり除去作業の際に困難を有する。穴が2方向にある場合、片方の精度を犠牲にすることになる。よって、本実習課題での造形精度はmm単位で有効数字1桁であることを念頭に置いて教育に務めている。

図1は同じ3Dデータでも製造方向が違う場合の強度不足による破損(右図)例である。左が平面にL字を描くように製造したため、L部品としての強度が保てることになる。

図2～図4は、このような経験値に基づき研究用に開発されたマスター・スレーヴ方式制御システムである。サーボモータ連結部品となるハウジングの造形方向は強度を考慮して設計・製作がなされている。

図5はXBeeで無線化されマスターからスレーヴへ送信された信号に対してポテンショメーターで取得された抵抗値を電圧換算した結果である。これを見ても十分な追従性を発揮しているといえる。よって、ABS

図5 信号値追従性

図6 教育教材用蒸気タービン(卒業研究)

図7 摩擦試験結果

樹脂材で造形した接合部品であっても、動作スピードや変位などの追従性に大きな支障はなく、3Dプリンターが非常に有用な製造ツールと見てとれる。

図6は、機械システム工学科卒業研究で熱流体研究グループが設計製作した600kW級蒸気タービンモデルである。ABS材の特質上、高圧高熱蒸気の流入は現段階ではできないが、冷温送風による動翼と静翼回りの流れの可視化や回転性能の確認には十分目的を達成している。本装置の摺動部にはボールベアリングが挿入され軸受周りの振動や摺動による発熱対策は施されているが、造形したABS材にDLC (Diamond-Like Carbon) コーティングを行い摺動部品としての性能を評価した。その理由は、既に市場にはEOSINTやARCAMなどのレーザー溶融凝固型や電子ビーム溶融凝固型などの金属粉末・樹脂積層造形機が出回っているが、材料が限定的であることと造形機の価格が数千万円と極めて高価となっている。よって、教育現場では簡単に高額高規格機が装備できないことを考えると、既に導入された3D造形機に工夫を凝らして試作モデルの品質向上を保つことも重要である⁷⁾。

先に述べたが、樹脂溶融型のABS材は、引張・曲げ強度は無垢材に比較すれば劣るが、圧縮や摺動については、性能低下は許容できる使い方があると思われる。

図7は、造形材と鉄系材 (SUJ2) との摩擦試験の結果である。造形材、鉄系材それぞれにコーティング有・無を用意した。造形材にコーティング無しでは、時間と共に摩擦係数は増加傾向になっているが、コーティングしたものは試験時間内 (900s) において低い摩擦係数を維持しており、安定した摺動性能が実現できる可能性を見いだせた。

以上、従来加工法との擦りあわせについて述べたが、本学における3Dプリンターがプロトタイプングツールとして利用される位置づけは今後も変わらないであろう。政府が後押しする産業用3Dプリンターと本論文で述べている教育用3Dプリンターは性質も目的も大きく異なることは明白である。よって「強度」や「精

図8 3Dイノベーションに関わる技術

度」を力学や製図など、機械工学の基礎を理解する上で用いることは推奨するが、製造現場に供給される最終品に求めるべきではないことを強調したい。

6. メイカームーブメントと大学教育

Chris Anderson氏が執筆した「MAKERS」などにより突然脚光を浴びるようになった3Dプリンターは、大きな可能性を感じる⁸⁾。一方で、「Rapid Prototyping装置」、あるいは「3D造形機」として1990年代から先行利用してきた技術者にとっては、これまでのものづくりの苦労を知らずして軽薄に騒いでいるという見方もある。「アイデア次第で誰でもメーカーになれる。」という「MAKERS」の主張の背景には、これまでベテランユーザーが目指してきた技術の追求があったからこそであり、この成果の賜物が3Dプリンターの精度を向上させ、低価格化と適用範囲の広がりを生み出したことを示唆している。結果として、現在の大きな世論の後押しを得ている。

大学教育の立ち位置としては、次の観点で学生達にメイカームーブメントについて考えさせることにしている。設計者には2種類ある。まったく無から有を考え出す設計者と前に誰かがやった設計をちょっと変更して新しい物を作り出す設計者である。前者のケースで使用するのであれば精度や、表面のきれいさは必要ない。形が見えればよいのである。このように使用の目的をはっきりすることで、設計者の構想設計を助け、大いに創造力を発揮してもらうことが狙いである。

また、メイカーズという言葉に大きな誤解を持たないようにとも常々喚起している。つまり、3Dプリンターで作れるのは「試作品」であって、「製品」ではないということである。必ずしも最終製品の企画、製造まで関わるということではないが、ユーザーがものづくりに試作品提供にてフィードバックする形で参加できるという新たな切り口は大きい。試作品を経由してガタツキのない唯一無二の完璧な部品が製造できることの喜びと達成感は、在庫品から許容される最適品を

選ぶスタイルとは大きく異なり、コスト面からもメリットとなるであろう。

図8は、3Dイノベーションに関わる技術について整理したものである⁹⁾。これを見ても大きく5つの括りが存在し、3D造形機を使えば、誰でも簡単に量産品ができるということではないことは明白である。筆者らは、3Dプリンターの技術開発に注視しつつも、学生が誤った妄想を抱かぬよう、これまでの製造法をまるっきり置き換えるということではなく、Additive Manufacturingという新たな加工法が加わったという位置づけで現状の教育に携わっている。

7. まとめ

個人や企業レベルでも3Dプリンターによるものづくりが地殻変動的に担いつつあるが、現在は、アイデアの具現化を主体とした「低価格機」と、試作そしてその先の量産段階を視野に入れた「高機能・高価格機」の二極化が進んでいる。最終製品の質向上のためには、3Dプリンターの導入はプロトタイプ製品の工期短縮、最終製品イメージの早期評価の面から圧倒的な優位性を持っている。本学教育体制においても、もはや流行に乗って利用するのではなく、新しい価値を生み出す道具を冷静に運用し、正当な評価が下せるよう議論を重ねていきたい。よって、結論は、教育用3Dプリンターには最終製品に求められる過度の「強度」や「精度」を求めるべきではなく、機械工学の基礎を理解する利用方法に限定すべきであると言える。また、地域周辺の企業との連携による3Dプリンターの積極的活用も既に中核人材育成事業を通して始まっており、その利用目的と求められる性質についても誤解が生じぬよう対処していきたいと考えている。

参 考 文 献

- 1) 西岡幸一：今を読み解く－ものづくりの3D革

命 アイディアをすぐ形に、日本経済新聞、2013年5月5日号, pp.19, 2013

- 2) 地域のものづくり支援－政府行動計画－, 日本経済新聞、2013年7月23日号, pp.16, 2013
- 3) 山口修一, 山路達也：インクジェット時代が来た！, 光文社, 2012
- 4) 宇宙航空研究開発機構：3Dプリンタによる部品製造を実用化するJAXAの取り組み, 宇宙開発最前線！, 1, pp.2-3, 2014
- 5) 3Dが変える製造業の未来, 日本経済新聞、2013年11月27日号, pp.2, 2013
- 6) Andras Forgacs : Modern Meadow wants to 3D print meat in Brooklyn, 3D printer and 3D printing news, Webページ, <http://www.3ders.org/articles/20140211>
- 7) 阿部顕一, 他：3Dプリンタを用いた製造支援技術に関する研究, 神奈川県産業技術センター研究報告, 19, 2013
- 8) Chris Anderson : MAKERS, NHK出版, 2012
- 9) 岡根利光：3Dプリンターの技術動向と最新技術, 2013ものづくり技術セミナー資料, 2013

著 者 紹 介

竹澤 聡

最終学歴 北海道大学大学院工学研究科
博士後期課程修了

専門分野 制御工学, メカトロニクス

学 位 博士 (工学)

所属役職 北海道科学大学教授, 工学部部長, 機械工学科学科長

所属学会 日本機械学会, 日本ロボット学会, 日本工学教育協会など

連絡先 札幌市手稲区前田7-15-4-1
takezawa@hus.ac.jp