

# イノベーションスタイルの構築に向けた取り組みについて

荒木 秀樹\* 中野 貴由<sup>1)</sup>\*\* 石本 卓也<sup>2)</sup>\*\* 萩原 幸司\*\*\*  
井手 拓哉<sup>1)</sup>\*\*\*\* 中本 将嗣<sup>2)</sup>\*\*\*\* 玉岡 秀房<sup>3)</sup>\*\*\*\*

\* 大阪大学大学院工学研究科附属アトミックデザイン研究センター；教授(〒565-0871 吹田市山田丘2-1)

\*\* 大阪大学大学院工学研究科マテリアル生産科学専攻；1)教授 2)講師

\*\*\* 大阪大学大学院工学研究科知能・機能創成工学専攻；准教授

\*\*\*\* 大阪大学大学院工学研究科附属異方性カスタム設計・AM 研究開発センター；

1)副研究総括・特任研究員 2)特任助教 3)研究総括・特任研究員

An Approach to Creation of Innovation Styles for Anisotropic and Customized Design and Manufacture; Hideki Araki\*, Takayoshi Nakano\*\*, Takuya Ishimoto\*\*, Koji Hagihara\*\*\*, Takuya Ide\*\*\*\*, Masashi Nakamoto\*\*\*\* and Hidefusa Tamaoka\*\*\*\* (\*Center for Atomic and Molecular Technologies, Graduate School of Engineering, Osaka University, Suita. \*\*Division of Materials and Manufacturing Science, Graduate School of Engineering, Osaka University, Suita. \*\*\*Department of Adaptive Machine Systems, Graduate School of Engineering, Osaka University, Suita. \*\*\*\*Anisotropic Design & AM Research Center, Osaka University, Suita)

**Keywords:** *delight, incremental innovation, radical innovation, attractive quality, one-dimensional quality, must-be quality*

2015年 8月17日受理[doi:10.2320/materia.54.519]

## 1. はじめに

日本のものづくり産業は、日本で製造された高機能で高品質な材料を基盤に、高度な加工・生産技術を組み合わせ、様々な製品を製造し、発展してきた。しかし近年、製品のコモディティ化による国際競争の激化、新興国の躍進などにより、ものづくり産業の国際競争力は低迷しつつあると懸念されている。こうした状況を打破して、更なる経済発展をするには、新たなイノベーションの創出が必要である<sup>(1)</sup>。今回のSIP(戦略的イノベーション創造プログラム)では、内閣府「総合科学技術・イノベーション会議(CSTI)」が自らの司令塔機能を発揮して、府省の枠や旧来の分野の枠を超えたマネジメントに主導的な役割を果たすことを通じて、科学技術イノベーションを実現することを目指している<sup>(2)</sup>。SIPの10の重点課題のなかで、「革新的設計生産技術」課題では、イノベーションを実現するためには、超上流設計思想に基づき、ユーザ参加型の新しいイノベーションを実現する仕組み、「イノベーションスタイル」が必要であると考え、様々な「イノベーションスタイル」を試行し、革新技術と組織連携の相乗効果として、イノベーションが生じるメカニズムを実証・実践することが求められている<sup>(3)</sup>。具体的には、図1<sup>(4)</sup>に示すように、大学や公的研究機関、企業などにおいて、革新的技術や独創的な発想から生まれた研究開発成果のシーズを、実際のものづくりへと適用する。その後、研究開発成果を使用した企業や個人ユーザの意見を得て新たな問題点を洗い出し、研究開発に迅速にフィードバックする、一連の試行錯誤を繰り返す仕組みを作り上げることになる。これにより、“よりよい成果へブラッシュアップする”、“当初、潜在的で気付かなかったより高付加価値なニーズの発掘を行う”

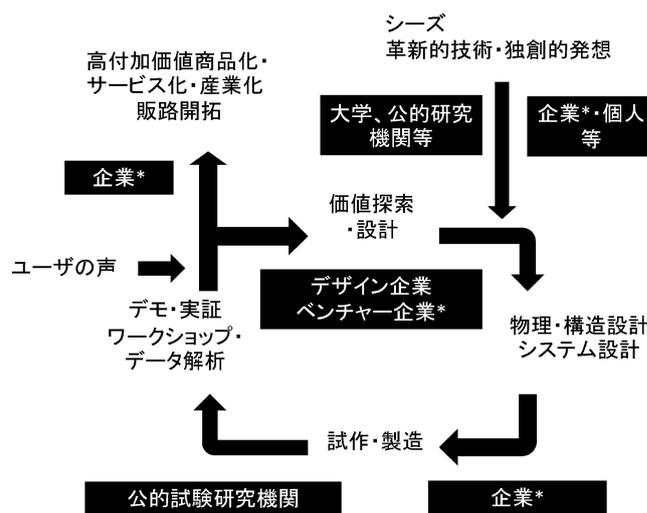


図1 イノベーションスタイルのイメージ<sup>(4)</sup>。研究開発成果を実際のものづくりに適用し、成果を使用した企業や個人ユーザの意見を得て新たな問題点を洗い出し、研究開発に迅速にフィードバックする仕組みとしてイノベーションスタイルの試行を行う。

ことが期待されている。本稿では、我々の研究開発テーマ「三次元異方性カスタマイズ化設計・付加製造拠点の構築と地域実証」において行っている進化するイノベーションスタイル構築に向けた取り組みについて紹介する。

## 2. イノベーションとデライト

イノベーションは、日本語では、よく技術革新や経営革

新、あるいは単に革新、刷新などと言い換えられるが、本来、インベンション(invention)と区別されて用いられるべき用語である。インベンションが単なる新しいアイデアの創出であるのに対して、イノベーションは、これまでのモノ、仕組みなどに、全く新しい技術や考え方を取り入れた新たな価値を生み出し、社会的に大きな変化を起こすことを指す<sup>5)</sup>。インベンションを用いて単に製品品質を向上させただけではイノベーション創出としては不十分で、広く社会で利用される製品とする戦略が必要である。

一般に、イノベーションは、ラディカル・イノベーション(抜本的イノベーション, radical innovation)とインクリメンタル・イノベーション(漸進的イノベーション, incremental innovation)との2種類に分類される<sup>6)-(8)</sup>。ラディカル・イノベーションは、技術、組織、市場との関連のいずれかにおいて不連続な変化を内包し、社会に多大な影響を与えるのに対して、インクリメンタル・イノベーションの影響は、少なくとも個々の側面で見れば既存の産業の枠組みを変えるほどは大きくない。文字通り、連続的・累積的な改善である。RothwellとGardiner<sup>9)</sup>は、イノベーションとは「飛躍的な技術進歩を商業化すること(ラディカル・イノベーション)のみを意味するのではなく、技術的なノウハウを少しずつ変化させ実用化すること(インクリメンタル・イノベーション)をも包含する言葉である」としている。

我々は、持続的なイノベーションを実現するには、この2つのイノベーションを組み合わせ、ユーザのデライト(喜び品質、満足)を高めることが必要であると考えている。ここで、ユーザのデライトには、基本的には、狩野モデル<sup>10)</sup>を用いてアプローチする。すなわち、図2に示すように、企

業の製品やサービスの各種の品質要素の物理的充足状況は、ユーザのデライトと必ずしも比例関係にはない。闇雲に品質要素の改善をはかっても、いずれもが等しくユーザのデライトを向上させるものではない。例えば、当たり前(マスト)品質要素は不充足であればユーザはとても不満であるが、充足させてもユーザのデライトはそれほど高まらない。一方で、魅力的(デライト)品質要素は不充足でもユーザにそれほど不満はないが、充足するとユーザのデライトは極めて高くなる。一元的(ベター)品質要素についても大きく向上させれば、ユーザのデライトも比例して大きくなる。このように、製品品質を構成する個々の品質要素毎に、ユーザのデライトとの対応関係を把握して分類し、単にいずれかの品質要素を向上させればよいと考えていた従来の非効率な技術革新を改め、改善すべき品質要素(すなわち魅力的品質要素と一元的品質要素)に重点を置いた向上を図ると、効率的かつ持続的にイノベーションを創出できる。一方で本研究開発においては、当たり前品質であっても極めて大幅な向上が達成可能な場合には、デライトであると定義している。

### 3. 提案するイノベーションスタイル

本研究開発テーマにおいて提案するものづくりのイノベーションスタイルの特徴は、量産設計したものを図面やモデル化し、その図面やモデルの情報に沿って製造する従来のものづくりとは大きく異なる。つまり、顧客毎にカスタマイズされた商品の生産が、超上流デライト最適化設計から三次元異方性カスタム製造まで一気通貫で行われ、顧客の手に商品が届くまでのリードタイムが大幅に短縮することにその特徴の一つがある。この顧客起点の一気通貫モデルでは、超上流での設計案を機能評価するシステムを構築するとともに、商品提供とサービスの組み合わせを最適化するシステムを組み込んだ上で、顧客要求の時間経過にも対応する4D設計を実現する。4D設計とは、計算機内立体幾何モデルを用いた3D設計に加え、顧客の製品使用期間を通じた製品・サービス要求に対応して進化する時間軸を強く考慮した設計である。

一方、顧客起点の一気通貫でリードタイムを短縮すると同時に、カスタム化製造された商品の品質を保証することも重要である。そのために、量産設計・製造で蓄積した工程設計(複数の組立工程、加工工程を経て複合化された商品機能を実現する設計)と、製造設計(部品ごとの公差を加味した設計)を一体化させた三次元異方性カスタム化製品生産システムを構築する。さらに、カスタム商品の品質保証を補完するためのサービス設計(顧客の使い方の変化に追従する設計)にも対応することで、カスタム商品の製造に適したシステムとして機能を高め、サービス付与型高付加価値設計・製造というイノベーションスタイルを構築する。上記実現を可能とする具体的なシステム構成の提案については本特集前記事の「異方性カスタムデライト最適化設計」をご参照頂きたい。

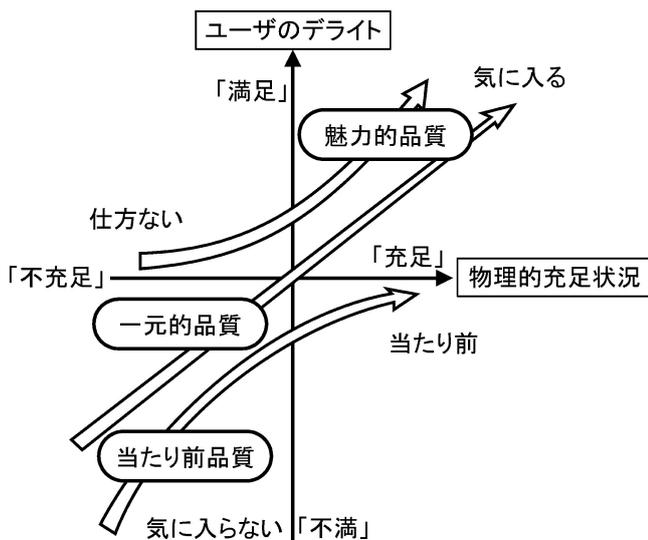


図2 狩野モデルにおける品質要素の物理的充足状況とユーザのデライトとの対応関係概念図<sup>10)</sup>。製品品質を構成する個々の品質要素について、物理的充足状況で示される客観的側面に加えて、ユーザのデライト(喜び品質、満足)という主観的側面をも認識する必要がある。

#### 4. 伴侶動物カスタムインプラント

本研究開発テーマではこれまで実現が困難であったカスタム製品の事業化を、「異方性デライト最適化設計」という超上流思想のもとで実現することで、多くの新たなビジネスモデルを構築することを目指している。その具体例の一つが伴侶動物カスタムインプラント製造システムの構築による事業化、異方性新市場の形成である。日本は人口に対する国土が狭く、少子高齢化が顕著であることから、伴侶動物を愛玩する人々の割合が世界と比較して高く、特に超小型犬の人気は日本特有の文化とさえいえる。その結果、伴侶動物の健康福祉向上を切望する声は年々高まり、現在既にその医療規模はヒトの1/50にまで達し、今後さらにその規模が拡大することは間違いない。しかし一方でこうした伴侶動物に対する医療基盤の構築は必ずしも十分に進んでおらず、その顕著な例がインプラントである。たとえば犬を例にとってみても、前述の超小型犬から大型犬まで、そのインプラントサイズはヒトの比にならないほどバリエーションに富み、また種別に応じて骨形状も大きく異なることから、現在の動物医療の現場では全く対応ができておらず、まさに伴侶動物インプラントにはカスタム化が必須である。我々はこのカスタム化インプラントの構築を北須磨動物病院・大阪府立大学の最先端医療現場と連携することで実施する。北須磨動物病院は獣医師が10名在籍する関西随一の先端動物病院である。本病院にて現有する *in vivo* micro X線 CT装置にて、搬送された伴侶動物の骨疾患部位を撮影し、即座にそのデータを大阪大学異方性カスタム設計・AM研究開発センターに転送する。得られたデータを基に「異方性デライト最適化設計」における最適材質・形状パラメータを決定し、これを基に三次元付加製造装置により迅速にカスタムインプラントを実体化する。このインプラントを北須磨動物病院・大阪府立大学に転送、埋入手術に供することで、従来では考えられないリードタイム低減システムの構築を実現する。さらにその経過を逐次通院により観察することでデライトセンサによる日頃からのデライトアセスメントを進め、不具合が生じた場合には、その解決のため改善を加えたインプラントを迅速に供給する顧客起点のカスタムインプラント一貫通貫モデルの構築を実現する。

こうした来院、カスタム製造、経過観察までの顧客起点の一貫通貫モデルを構築することで、インプラント製品供給後の病態回復動向を適切にモニターすることができ、動物医療の進化につながる。本伴侶動物用カスタムインプラントの製造に関しては、ヒトと異なり農林水産省管轄となるため、保険外診療では複雑な薬事承認等を必要とせず、より容易にビジネスモデル化することが可能となるのも大きなメリット

(カスタム製品であっても、獣医師と飼い主の間の同意書により埋入可能)である。本事業で得られるノウハウを蓄積することで、将来的にはこのカスタムインプラントの適応をヒトにも拡大することで、世界に先駆けて広大なカスタムメイド新市場の構築へとつなげていくことを想定している。

#### 5. おわりに

本稿では、誌面の都合により、具体例として伴侶動物カスタムインプラントを一例として記した。これ以外にも、カスタム家電、異方性航空・エネルギー部品の分野においても、イノベーションスタイルの構築にむけた取り組みを進めている。

今日の我が国のものづくり産業は、「モノやサービスを利用することによって生まれる新たな価値を想定した上で、何を作るべきか」という視点で、価値探索、設計、生産・製造が一体となる必要がある。ものづくりプロセスの各領域をインタラクティブに繋ぎ、多様な分野が融合することで新たな価値創造を行う、新しいものづくりスタイルの構築が急務となっている。この実現には、個々に開発した要素技術を一貫通貫で結集することに加え、成果を実用化する企業とそれを使用するユーザとが共働して試行錯誤を繰り返す研究開発を、産学官連携で取り組む必要がある。なかでも特に、アイデアを素早く具現化して、ユーザのデライトを評価し、迅速にフィードバックするイノベーションスタイルの構築が、その成功の鍵を握っている。本研究開発テーマで得られた新たなイノベーションスタイルのモデルや仕組みに関する知見が、幅広く他の分野や地域へ展開・発展していくことを期待している。

#### 文 献

- (1) 科学技術白書〈平成27年版〉科学技術により社会経済にイノベーションを起こす国へー科学技術基本法20年の成果とこれからの科学技術イノベーション、文部科学省、日経印刷(2015)。
- (2) 内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP), <http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/>.
- (3) 佐々木直哉: プログラムの詳細, <http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/sympo1412/pdf/10-1.pdf>.
- (4) 佐々木直哉: SIP シンポジウム2014講演資料, <http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/sympo1412/pdf/sip10.pdf>.
- (5) 内閣府 イノベーション25 夢のある未来の実現のために, <http://www.cao.go.jp/innovation/>.
- (6) D. G. Marquis: Readings in the Management of Innovation, ed. by M. L. Tushman and W. L. Moore, Ballinger Publishing Company, Boston, (1988), 79-87.
- (7) W. J. Abernathy and J. M. Utterback: Technology Review, **80** (1978), 40-47.
- (8) 原 拓志: 国民経済雑誌, **187**(2003), 85-103.
- (9) R. Rothwell and P. Gardiner: Technovation, **3**(1985), 168-186.
- (10) 狩野紀昭, 瀬楽信彦, 高橋文夫, 辻 新一: 品質, **14**(1984), 147-156.