

2013 年度第 11 回物学研究会レポート

「未踏領域のデザイン」

山中俊治氏

(デザイン・エンジニア、東京大学教授)

2014 年 2 月 10 日

スイカやロボットデザインなど、デザインの可能性を広げてきた山中俊治さんは、ご自身が未踏領域のデザイナーと言えます。今回は、そんな山中さんが取り組まれている、これまであまりデザイナーが関わってこなかった領域におけるデザイン・エンジニアリングの試み……アスリート用義足のデザインや乳幼児用内部被爆検査装置 BABYSCAN などのデザインについてお話しいただく中で、これからのデザインの可能性を考えました。

以下、サマリーです。

「未踏領域のデザイン」

山中俊治氏

(デザイン・エンジニア、東京大学教授)



01 : 山中俊治 氏

■デザイン・エンジニアの時代

今日は「未踏領域のデザイン」というテーマで話します。これは、一昨年頃から慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス（SFC）での授業のタイトルでもあり、「これまではデザイナーがあまり参画してこなかった領域でデザインすることは面白い」という観点からの話です。まず今日の概要ですが、僕自身も最近、プロダクト・デザイナーからデザイン・エンジニアに肩書を変更したように、現代はまさに、デザイン・エンジニアの時代だと思っています。

そう思う理由にはまず、デザインという言葉自体の変化があります。20世紀のモダンデザインは、標準的に優れたモノのひな形をつくって量産し、それを多くの人に配れば、皆が幸福になれるという考えが基調にありました。しかし、20世紀の終わりには「この調子で皆に配るのは無理ではないか」という問題と、「標準から外れた人はこぼれる」という2つの限界が見えてきた。前者は環境問題を始めとする成長の限界であり、後者はグローバル化の限界や社会的弱者の人権についての問題です。いずれも前の世紀の終盤に露わになりました。つまり、モダンデザインの思い描いたユートピアは幻想になりつつある。21世紀のモノづくりは、それをベースに語られるべきだと思います。

また、インターネットの普及によって全ての物事がネットワーク上の存在になりましたが、プロダクトも同様に、ネットワークに接続できる機能がある製品はもちろん、情報がネットを通じて流通するという意味でも、今やあらゆる人工物はネットワークと切り離せなくなっています。デザインもハードウェアとソフトウェア、そしてサービスも個別でなく、全て一体化して取り組まなければならない時代だと言えます。

パーソナルなモノづくりもここ数年急速に拡大してきてプロとアマの境界、デザイナーとエンジニアの境界がますます薄れています。20世紀においては、発明された技術の人々の暮らしにフィットさせ、欲望を喚起させるように見せかけることがデザインの役割でしたが、逆に今は、先にデザインという形で生活や未来を提示し、そこに技術をフィットさせていくモノづくりのほうが自然だと思います。こういった点から、現代はデザイン・エンジニアの時代だと思うわけです。

そんな時代背景を受けて、今は誰もが「デザインが大事」と言います。では、デザインとはどういう意味か。少なくとも表面的な装飾の意味ではなくなったはずですが。人と人工物との関わり全体を設計する技術がデザインであり、日本の今の産業界にとってデザインは最も重要な価値創出の技術なのです。

■プロトタイピング

プロダクト・デザイナーとして商品開発に関わる仕事とは別に、ここ15年ほどたくさんの「プロトタイプ」をつくってきました。最初にプロトタイプを通して僕が何をしようとしているかが世の中に伝わったのは、「タグタイプ (tagtype)」というキーボードだと思います。入力方式そのものは、現在、タケラム・デザイン・エンジニアリング代表の田川欣哉くんが学生の時に、友人で両手の親指しか動かせない障害をもつ作家のために考案したものです。

田川くんはソフトウェアやハードウェアを学ぶところから始めて、秋葉原などでパーツを調達しながらモノを完成させてしまう Maker ムーブメントの先駆的な学生でしたが、私と出会うことでデザインの道を目指すようになりました。学生バイトから始めて、スタッフとして7年近く一緒にものづくりをすることになりました。独立後に彼は自分の立場をデザイン・エンジニアと名乗るようになりました。最近は私もマネをしてデザイン・エンジニアと名乗ることにしています。

彼とその友人の本間淳くんと3人でソフトウェアからハードウェアまで、このキーボードに必要な全てを設計制作しました。完成されたプロトタイプはパソコンのUSBポートにつないで、ドライバをインストールすれば誰もが簡単に使える、ほぼ製品として体験できるものにまで仕上げました。

プロトタイプを発表すると想像以上に大きな反響がありました。様々な新聞がニュースとして取り上げ、数十の雑誌にも掲載されました。『Pen』誌の表紙を飾ったり、NHKの『クローズアップ現代』で紹介されたり。おそらくとても小さなチームがそれまで世の中になかったものをつくったことが珍しかったのでしょう。

開発は2世代数年間に渡り、最終的に20数台のプロトタイプが制作されました。製品化を目指して多くの企業を巡ったものの、量産化に踏み切ってくれるメーカーはありませんでしたが、当初の目的である友人に実機を渡すことはできました。その後多くの企業からこんなことができるならうちの製品開発を手伝ってくれという依頼がたくさん来て、プロトタイプそのものがビジネスとして成立する可能性を実感することもできました。このキーボードは、ニューヨーク近代美術館（MOMA）のパーマネントコレクションに選定されています。

プロトタイプは、かつては単なる実験機としてつくられていましたが、現在ではユーザー体験を事前に提示し、どんな技術かを人々に理解させるための装置になっています。また、社会に対して研究開発の意義を示す、ファンド獲得の装置でもあります。プロトタイプは先端技術の夢を語る代弁者であり、美しく使いやすいプロトタイプをつくれば、社会と技術をよりスムーズにつなぐ役割を果たします。

■ロボット

ロボットづくりにも取り組んでいて、10年ほど前からつくってきたものをいくつか紹介します。最初につくったロボットは「サイクロプス（Cyclops）」という、人と同じような構造の背骨の周りに空気駆動アクチュエータを数十本配置したロボットです。突っ立ったままの大変怠け者のロボットですが、背骨の頂点に目（カメラ）があり、動くものに反応してそちらを向きます。つまり人の方を見て、人が動けば目で追うのです。

サイクロプスは、東京大学工学系研究科の情報システム工学研究室でなされていた「背骨を持つロボットの研究」がベースになっています。彼らの研究目的はもっと実用的なものです。その夢を別な形で（アート作品として）具現化したものだとも言えます。このロボットは、日本未来館のオープニング・イベントだった「ロボット・ミーム展」の主な3つの出品品のひとつでした。

このロボットで表現したかったのは、人とロボットの関係性です。労働力という観点でみるのではなく、ロボットのもつ「生き物のような」エッセンスに注目しました。人は他者の視線に非常に敏感です。こちらを見られると何に感心を持っているのか不安にもなります。このロボットにはほとんど知性という得るようなものはありませんが、アクティブな視線によって、知性体の幻想を発生させる装置です。

ロボットエンジニアの古田貴之さんと制作した「モルフ3（morph 3）」（2003）では、モーターモジュールの設計から始めて、あらゆる構造体を機能と美的感覚の両面から共同設計しました。人工物の制作に当たって私たちは、多くの場合、内部を機能的に設計し、外観を美しくデザインしようとはしますが、そもそも自然界には機能美しか存在しません。このプロジェクトでは内部構造と外観を区別しないものづくりを目指しました。プロトタイプの素晴らしい点はコストや生産条件をある程度外視できるので理想的なデザインができることです。いろいろ苦労はありましたが、「モルフ3」は様々なメディアで紹介され、現在はアルス・エレクトロニカ・センター（オーストリア・リンツ）に展示されています。

この例のように、生物の機能美をデザインするとき、表面構造と密接に関わる骨格構造から考えることをデザイナーはもっとやるべきではないかと思います。日本語では設計者とデザイナーは別な職業名ですが、英語ではどちらも「デザイナー」です。おそらく日本に科学技術を導入したときにエンジニア寄りのデザインを設計と翻訳してしまい、その後エスティックなデザインを再輸入したときにそのままカタカナ表記としたため、設計とデザインは異なる言葉として平行に存在するようになってしまったのでしょうか。その二つが融合しようとしている今、欧米では分化した二つのデザイナーが元に戻るだけですが、日本では別な職業を融合させなければならなくなりました。これは不幸なことだと思います。

設計とデザインが分化していない伝統的な日本のものづくり、尾陽木偶師の九代目玉屋庄兵衛さんとのからくり人形のプロジェクトは、あらためて未来のモノづくりを感じた一例です。従来のからくり人形は着物を着せて構造を覆い隠すことがあたり前になっていますが、私は服を着せない、骨格構造そのものが美しいからくり人形の制作を玉屋氏に提案しました。ベースとなったのは150年前に制作された「弓曳き童子」。スケッチを渡すと玉屋氏は多いに共感してくれたので「次は図面を描いてきます」というと「図面はいりません、使わないので」という答え。これにはとても驚きました。

技術者としての私は、複雑な機構は図面がないと設計できないと思い込んでいましたが、5種類の木材を機能に応じて使い分け、足元のカムの機構で11本の糸を引っ張って全身の関節を連動させながら動かすという複雑な構造を、玉屋氏はいきなり木材で制作するのです。玉屋氏の作業を見て、図面はモノづくりに不自由な人の代替手段でしかないことを知りました。玉屋氏は、私たちが3DCADで立体を設計していくのと同じように、ダイレクトに木材同士を組み合わせ、設計と制作を同時に行うのです。加工技術が十分に自由になれば、設計と制作の区別がない未来もありうるのです。この「弓曳き小早舟」というからくり人形は、2009年に私がディレクションした「骨展」(21_21デザインサイト)に展示されました。

2007年の原研哉さんが主催した「東京ファイバー」という展示会に出した「エフィラ(Ephyra)」や、やはり「骨展」に出品した「フラゲラ(Flagella)も、必ずしも生物の形を模倣しなくても、生き物を感じさせる動きをデザインすることができることを示したプロトタイプです。この頃から私のプロトタイピングは、慶應義塾大学SFCの学生達と一緒に行うようになりました。

■デザインを理解する

最近では政府の人も大学の人も、そしてメーカーの経営者も口を揃えて、「デザインは大事」と言いますが、いったい彼らはどれくらいデザインに共感しているのでしょうか。良く聞いてみると、「デザインはよく分からない。でも、大切だと聞いたから、若手に好きにやらせている」と言う経営者が案外多い。それでデザインを大事にしていると思っっているわけですが、残念ながらそんなやり方では優れたデザインは生まれません。

今の日本の企業に求められているのは、デザインに共感できる経営者や開発設計者です。デザインが売るためのツールだった20世紀は終わり、人と人工物との間で起こるあらゆることを設計するデザインは、企業にとっては価値観の提示そのものになりました。こういう時代には、かつての本田宗一郎やスティーブ・ジョブスなどのように、自社のモノづくりにビジョンを持ち、デザインそのものの価値に個人として共感して、方向性を決断するタイプの経営者が必要です。そのためには経営者がデザインをいつも身近に感じている状況をつくる必要があります。

例えば、サムスンの成功には経営者とデザイナーが密接にコミュニケーションできる体制をつくったことが大きいし、ジョブスは暇さえあれば、デザイナーとモックアップを見ながら話していたと言います。時には見当違いのことも言うけど、そういうコミュニケーションの繰り返しが重要で、そのうちに一つの価値観が経営者とデザイナー達との間で共有されて行くようになる。特に美的感性や快感的な価値観に関する部分はそうやって醸成していくしかありません。

この課題に貢献するのがプロトタイプなのです。「デザインはよく分からない」と言う人に、「なるほどね」と思わせるにはモックアップでは弱く、プロトタイプのようにちゃんと体験できるレベルまでもっていくことが必要。モノづくりの初期に質の良いプロトタイプをつくれるかどうか重要であり、そのためには、クリエイションの初期からデザインとエンジニアリングが融合して進行するプロセスが必須だと思っています。

■最近のプロジェクト

1. 美しい義足

ここからは最近のプロジェクトをいくつか紹介します。一つは2012年ロンドンパラリンピック日本代表だった高桑早生さんというアスリートのための義足で、研究を始めたのは2008年です。

皆さんもロンドンオリンピックに出場したオスカー・ピストリウスの義足を見たことがあるでしょう。スポーツ用義足はブレードと呼ばれるカーボンの板バネが足首の機能を代替しています。バイオメカニクスの研究で、高速走行中のふくらはぎの筋肉と腱はアクチュエータとしてではなく、バネとして入力をそのまま返していることが知られています。この義足はその機能を板バネにすることで、走行中だけは人間の足を完全に代替しているのです。

2008年に初めて実物を見たとき私は、従来の工業製品にはない、人と人工物の完璧なハーモニーを感じました。それをもっと知りたい、そのハーモニーをもっと密接に関わりたいというのがこの研究の私のモチベーションです。

しかし、現実に使われているスポーツ用義足をたくさん見て行くうちに、一方であまりにもプロダクトとしての完成度が低いと感じる瞬間もありました。多くの競技用義足は切りっぱなしで角アールさえとっていない成型カーボンを武骨なボルトで留めただけのものであり、

片方だけが義足である場合には、健足側のくるぶしを傷つける原因にもなっていました。デザイナーがほとんど参画していない世界でもあったのです。こういう時はデザインの必要性を訴えるよりも、デザインに何ができるかを実物にしてみせる必要があることを私は良く知っていました。2009年の春に制作したモックアップを見た、多くの選手や義肢装具士はみんな共感してくれ、「美しい義足」プロジェクトが始まります。

実際に高桑選手が使えるような義足が完成するには4年の月日がかかりました。試行錯誤しながら、ようやく実戦投入できる義足が完成したのが2012年。ロンドンパラリンピックには間に合いませんでしたが、昨年からは日本選手権やフランス・リヨンで行われた世界選手権などで実際に私たちがデザインした義足で活躍してくれています。

2. 気軽に使える義手

鳥のくちばしに似た形に由来する「フィンチ (Finch)」という名の義手をつくりました。シンプルな構造なのに作業性が高く、300gと軽量でローコスト。さらに、使いこなすのに長期の練習を必要とせず、専門家の調整がなくても誰にでもフィットしやすい点が特長の義手です。きっかけは気軽に買える老眼鏡のような義手があっただけではないかという発想からでした。

既存の義手は大きく分けて3種類ありました。一つは手を失った人がまず練習する能動義手で、紐がつながっていて反対側の肩を動かすことで指が動くという単純な構造ですが、使いこなすのはけっこう難しく、何よりも金属のかぎ爪のようなアピランスがお世辞にも美しいとは言えない。もう一つはロボティクスを駆使した筋電義手で、残存筋肉の電位を一つひとつ計測してそれぞれに対応したモーターを動かす仕組み。練習すればかなりのことができるようになりますが、数百万円と大変高価なものです。実はこのどちらも実際にはあまり普及していません。

第三の選択肢は本物そっくりに見えるけれど動かない義手です。たいていの方は片腕しか失っていないので、両腕があるように見ればいいということで、60%~90%（統計によってかなりばらつきがある）の人がこれを使っています。

こうした現状を踏まえ、産業総合研究所の吉川雅博氏と国立障害者リハビリテーションセンターの河島則天氏と共同で、モーター一つで3本の指を動かすシンプルな構造の義手の開発プロジェクトが始まりました。義手や義足は一般的に特注品です。人工の部分と残存人体（断端）をつなぐための「ソケット」を、個人の断端形状に合わせて精密につくる必要があるからです。私たちのプロジェクトでは、特注のソケットの代わりに誰にでもフィットする柔軟なフレームを開発しました。

そのフレームの設計には、最新の3Dプリンタが大活躍しました。3Dプリンタは元々20年近く前に開発された光造形機が原型ですが、近年コストが大幅に下がって、実用的なデザインの道具になりました。人の体にフィットする製品の開発は、従来は試作と実験に多大なコストと時間がかかりましたが、この開発では学生が何度も試作して2カ月で実用的な形

状にたどり着くことができました。3Dプリンタは製造技術としてみれば、まだ精度が足りないと言われますが、対人性能を確認する立体スケッチの道具としては十分に実用的です。何よりも、従来は別々に作られていた機能的な原理試作とスタイリングモデルが、一体のものとして同時に開発できることは、まさにデザイン・エンジニアリングのための道具と言えます。

さらに、遠く離れていても立体を共有できることは共同研究をスムーズに進める要となりました。以前なら実物を宅配便で送っていたところを、ファックスのように相互の設計データをやりとりするだけで立体を共有できたのです。

この義手のプロトタイプを使ったユーザーテストも上々で、切断者や義肢装具士の評判も良く、現在はメーカーと一緒に製品化に向けて準備を進めているところです。

3. 乳幼児用内部ひばく測定装置

最後に、『ベビースキャン (BABYSCAN)』を紹介します。昨年2月、東大理学部教授の早野龍五さんから依頼されてデザインした乳幼児専用の内部被爆を測定する装置です。一般的なホールボディカウンターは外部の環境放射線を遮断するために約10センチの分厚い鉄の箱の中に2分間立ってもらって測定するものです。元々原子力施設の作業員のために設計されたものなので、乳幼児には対応していませんでした。これまで50台ほどのホールボディカウンターが福島には導入されていますが、乳幼児を測定することができず、多くの人々から待望されていました。

そもそも体積が小さい上に代謝が速く、体内に残留放射性物質が残存しにくい小さい子供を測定するためには、一段と遮蔽能力を高めた分厚い箱の中に、従来の倍の4分間もいてもらう必要があります。早野先生からの依頼は総重量が5トンに達する無骨な鉄の箱の中に子供が4分間過ごせる環境をデザインして欲しいという難題でした。

実物大のモックアップをつくって実際にお子さんに入ってもらって実験を繰り返しました。半分以上の子供が閉じ込められると思って泣き出してしまうのですが、観察しているうちに、うつぶせの姿勢で絵本やタブレットを与えておくと長い時間そこにいてくれることを発見しました。確かに子供って、うつぶせで狭いところに潜り込んで自分の世界を作るのは案外好きですね。最終的に丸いフォルムと落ち着きやすいと言われる黄緑と青色で構成した内装、さまざまな年齢の幼児に対応して快適な姿勢で検査を受けられるクッションシステムを考案して完成させました。

BABYSCANの第一号機は福島県平田村にある「ひらた中央病院」に導入されました。運用開始から1カ月半で100人以上が検査を受けましたが、幸い、放射性物質が検出された子はまだいないようです。福島の親御さんたちは本当に子供たちの将来を心配しています。真実のデータに近づくための装置として、少しでも役に立てたとしたら嬉しいですね。既に2台目、3台目の導入が決定しています。

こうした例のようにこれまで誰もやってこなかったモノのデザインに、プロトタイピングの経験が役に立ったと思いますし、小ロット生産でベストな状態を探っていくことは、量産を前提としたモノづくりの時代が終わった今、デザイナーの新たな仕事として求められていくだろうと感じています。

そういう視点で今、デザインを私なりに新しく定義してみました。

「デザインとは、人工物、または人工環境と人との間で起こるほぼ全てのことを計画し、最終的には幸福な体験を実現すること」

■東大生産技術研究所でのビジョン

最後に、昨年4月に異動した東京大学生産技術研究所での計画をお話しします。東大に移ったのは、一昨年秋に副学長から「今とても大切なものでありながら、東大に欠けているのがデザインだと思い至りました。そろそろ日本を救おうと思ってくれませんか」と誘われ、まあこれまでは個人の興味で活動して来たり、日本を救おうなんて考えたこともなかったわけですが、後10年ぐらいそれに尽力してみてもいいかなと思ったのです。

ということで、まずは東大でデザインの拠点を新たにつくるために、プロトタイピング&デザインラボを設立します。まだ部屋ができたくらいで体制は整っていませんが、東大の優秀な研究者たちと一緒に最先端のプロトタイプをつくることを目指します。戻って来てみるとやっぱりここは宝の山だなと。

また、社会人教育も重視したいと思っています。SFCでは若い学生たちとモノをつくってきましたが、東大では少し視点を変えて社会人を研究室に受け入れ、新しい時代のデザイン・エンジニアを育てるとともに、デザインが分かる経営者も育てたいと思っています。具体的にはメーカーの開発部やデザイン部の方々に半年から1年ほど私の研究室に滞在してもらい、共同でプロトタイプをつくるという体験プログラムを計画しています。デザインに共感できるようになるには、一度つくってみることが一番ですから。

もう一つは東大本部と連携してコミュニケーション・デザインのための組織をつくること。ブランディングとしてほとんどコントロールされてこなかった「東京大学」をもう少しかっこよくできたらと思っています。以上です。

Q&A

Q1: デザインの価値が分かっていない経営者に、モックアップよりも何倍もコストのかかるプロトタイプ製作を認めてもらうために、上手なプロセスがあれば教えてください。

A: ある種、新しい価値観に対する変革なので、通常のプロセスでは難しく、トップダウンかゲリラ戦しかありません。つまり、共感してくれる経営者レベルの人や外部の協力者を見つけるか、または自費でもいいから勝手に進め蓋を開けてびっくり、のどちらかですね。比較的楽なのは前者ですが、多くの成功例はゲリラ戦にあります。

Q2: 私もエンジニアを学び、今はデザイナーとして働いています。お話にあったように、両者がプラス思考でスパイラルアップし、今までにないものをつくりだしたいと思っています。その場合、デザイナーから働きかけてエンジニアが持つ技術やシーズを引き出していくことも必要かなと思いますが、何か心がけていらっしゃることはありますか。

A: いろいろな学会に登録して学術論文を読むことが、最新テクノロジーへの触れ方だと思っています。特にアブストラクトは非常にコンパクトにテクノロジーのドリームを語ってくれていると思います。手ごわいですが、案外近道。論文を読んで面白いと思った人に会いに行くこともあります。

Q3: ユーザーインターフェイスなど無形のもののデザインへの興味もありますか？

A: はい。今日は主に形の話でしたが、もちろんソフトウェアのインターフェイスデザインも私のフィールドです。また、仕事としてではなくても、ファッションデザインとソフトウェア系のインタラクションデザインは常に見続けています。時代の最先端に行く考え方のヒントやインスピレーションを与えてくれるので。

Q4: 山中さんのデザインは世界観にあふれたものが多く、それが私たちを感動させ共感させると思うのですが、山中さんは東大の漫画研究会の出身と聞きました。漫画的な世界と現在の山中さんの世界にリンクする部分はありますか？

A: いい質問ですね。あると思います。例えば、義足のデザインにはスポーツ漫画ばかり描いていた経験が役立っていると思います。人体はS字カーブのリズムを持っていて、それをうまく描くとすごく躍動感のある漫画になります。それと義足の形は密接に結びついていて、リズムを崩さないようにデザインしてあげると、脚とは違うものだけど機能的にも意味のある、人体にフィットしたモノになる。その辺りを探るときに漫画を描いていた経験が生きています。

以上

2013 年度第 11 回物学研究会レポート

「未踏領域のデザイン」

山中俊治氏

(デザイン・エンジニア、東京大学教授)

写真・図版提供

01 ; 物学研究会

編集=物学研究会事務局

文責=関 康子

- [物学研究会レポート] に記載の全てのブランド名および商品名、会社名は、各社・各所有者の登録商標または商標です。
- [物学研究会レポート] に収録されている全てのコンテンツの無断転載を禁じます。

(C)Copyright 1998~2014 BUTSUGAKU Research Institute.