

プロトタイピングメソッド 試作を繰り返すデザインプロセス

Development and practice of a rapid prototyping-based design process

赤羽亨 小林茂*1

AKABANE Kyo, KOBAYASHI Shigeru*1

Abstract It has been noted that in recent years collaborations between designers and engineers will be key to developing products that provide rich user experiences. However, there are gaps between designers and engineers. In this paper, we will introduce our design process in the Gangu project, in which we have been trying to develop a rapid prototyping method for designing electronic devices, and also explain our activities and experiences: Funnel toolkit and physical computing workshops for designers, engineers and students. By using the Funnel toolkit and experiencing workshops, designers will be able to handle events in "the physical" in the same manner as events in the GUI world, and develop working prototypes in a short time. We also mention future possibilities of our methods.

Keyword Prototyping, Design process, Interaction design, Physical Computing, Toolkit

1. 背景

近年、外的デザイン（意匠）を担当するデザイナーと、内的デザイン（設計）を担当するエンジニアの協業が必要だとする提案がある。[1]しかし、インタラクションデザイン、特にフィジカル（身体的・物理的）な入出力を伴うデザインについてはメソッドが確立していないのが現状である。また、製品開発のプロセスにおけるプロトタイピングの有効性も主張されているが、実際にどのように行えばよいかに関しては、確立されたメソッドがないのが現状である。我々は、電子玩具をデザインすることをテーマにしたプロジェクトを 5 年間に渡って運営し、デザイン、アート、エンジニアリングなど、さまざまなバックグラウンドを持つ学生約 30 名が参加してきた。その中で、新しいインタラクションデザインのメソッドを探求するとともに、必要となるツールキットやワーク

ショップを随時開発してメソッドに組み入れてきた。また、学生以外に一般企業のデザイナーを対象としたワークショップも開発してきた。本稿では、前半で現在研究中のメソッドについて紹介し、後半でツールキットとワークショップについて紹介する。

2. 実働モデルを用いたデザインプロセス

現状のコモディティ化したデジタル機器のデザインにおいて、特に重要視されているのは「使い勝手」や「使い心地」などの、ユーザーインタラクションやユーザーエクスペリエンスなどと呼ばれる領域での差別化である。この要求に答えるためには、ハードウェア、ソフトウェア両面の高度な協調が必要となる。しかしながら、これまでのデザインプロセスにおいて、外的デザイン（意匠）を担当するデザイナーと、内的デザイン（設

*1 岐阜県立国際情報科学芸術アカデミー
International Academy of Media Arts and Sciences

計)を担当するエンジニアが協調して行うことは稀であった。ほとんどの場合、設計とデザインの作業は切り離されていて、この枠組みでは、外的デザインと内的デザインを統合させ、且つ、ハードウェア、ソフトウェアの両方を同時にスムーズに進めることは不可能に近い。

この問題を解決するために、実際に使うことができる実働モデル(ワーキングプロトタイプ)を開発初期の段階から何度も作りながら、ハードウェア、ソフトウェア両方を同時に開発していく手法が注目されている。この手法であれば、開発のあらゆる段階で問題点を明確にし、ハードウェア、ソフトウェアの分け隔てなく「使い勝手」や「使い心地」を向上させながら開発を進めることができる。2005 年より情報科学芸術大学院大学で行われている「ガングプロジェクト」では、電子玩具のデザインプロセスのなかに、この開発手法を取り入れている。Gainer[2]やFunnel[3]等のツールキットや、3D プリンターや切削 RP 機器を積極的に導入し、開発経験のない学生でも、短時間で実働モデルを制作できる独自のプロトタイピングメソッドを開発している。このプロジェクトを通して、電子回路、プログラミング等の工学的な知識、また、機器の外装デザインや GUI 等のグラフィックデザインなど、現代のデジタルプロダクトのデザインに必要とされる、幅広い知識と技術を持った、新しいタイプのデザイナー・設計者を育成することを目指している。ここでは、実際にガングプロジェクトという教育的側面を持つ、研究プロジェクトの中でのデザインプロセスについて詳しく述べる

3. ガングプロジェクトのデザインプロセス

3.1 独自のデザインプロセス開発

本プロジェクトには、芸術系、デザイン系、工学系等の様々なバックグラウンドをもった学生が参加しているため、既に確立されて

いるデザイナー向けのデザインプロセスを、そのまま踏襲するのは難しい。そのため、それらを学生向けに独自に改良する必要があった。また、デザインの知識や経験のない学生でも無理なく開発を進められる様に、各開発段階で随時ワークショップを行い、必要とされる知識や技術について、メンバーで共有しながら進めていく手法を取った。その結果として開発された独自のデザインプロセスは、様々な分野の教育機関や、実際の製品デザインのプロセスにおいても利用可能な、汎用性の高いものとなった。

以下に、そのデザインプロセスを、ブレインストーム段階、初期プロトタイピング段階、ワーキングプロトタイピング段階の3つの段階に分けて紹介する。(図1)

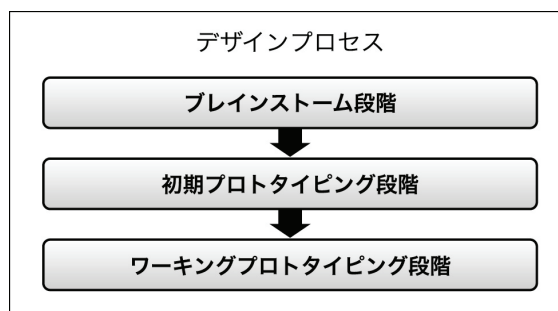


図1 デザインプロセス

3.2 ブレインストーム段階

初期の段階ではグループワークを積極的に導入し、各メンバーの持つ個々の知識やスキルを共有しながら、リサーチやスケッチ等をグループで行う。リサーチやスケッチは、予め共通のフォーマットを用意し、全ての情報を無理なく共有できる様になっている。また、スケッチで使用するペンや絵の描き方を、本学ジェームス・ギブソン准教授が考案した共通のルールで統一することによって、絵の上手い・下手に左右されずに、描かれたアイデアの議論を行うことを可能にしている。また、この共通フォーマット使用が、アイデアの比較やグルーピング等のブレインス

トームの作業を容易にするという点も、忘れてはならない点である。



図 2 スケッチの例

この段階で行われるメンバー全員で行うブレインストームを経て、最終的に作成されたアイデアスケッチは、今後の開発の核になるものである。

3.3 初期プロトタイピング段階

ブレインストーム段階で浮かんだアイデアを粘土やスタイロフォームなどを使って、簡単な試作(ダートイプロトタイプ)を行う。これにより、2次元の紙に描かれたアイデアを、1/1スケールで3次元の物体として体験することが可能になる。できるだけ、時間とコストをかけずに、様々な試行錯誤を繰り返し、アイデアをブラッシュアップさせることを目的としているため、表面の仕上げ等は一切行わない。重要なのは、外在化されたアイデアを、客観的に評価・共有し、それらの可能性や問題点についてのディスカッションをより深めていくことである。

また、この段階でソフトウェアやユーザーインタラクション等の機能面の試作を行う場合は、ビデオプロトタイプを制作する。ビデオプロトタイプとは、ビデオに撮ったダートイプロトタイプに映像や音声を合成し編集することによって、実際には機能しないものを、あたかも機能しているように見せる映

像のことである。実際に機能するものを作るわけではないため、それほど重要には見えないビデオプロトタイプではあるが、これを制作することの効用はことのほか大きい。なぜなら、アイデアを分かりやすく他の人に伝えることができるというのは勿論のこと、その制作過程で制作者自身に、具体的な機能や、それを使うユーザーの振る舞いなどを定義することを促すからだ。

3.4 ワーキングプロトタイピング段階

初期プロトタイピング段階で得られた知見を元に、ハードウェアとソフトウェアを用いた、実働モデル(ワーキングプロトタイプ)を試作する。最終的には、ハードウェア、ソフトウェアに加えて、ボディーなどの外装部分の作りこみも行う。(図3)実際の開発の過程では、初期プロトタイピング段階とワーキングプロトタイピング段階の間に明確な区切りはなく、ダートイプロトタイプから、ワーキングプロトタイプへは試行錯誤を繰り返しながら進行していく。形状だけでなく、実際のインタラクションを実装することにより、問題点が顕在化されるだけでなく、それまでには気付かなかった新たな可能性が明らかになる場合も多い。

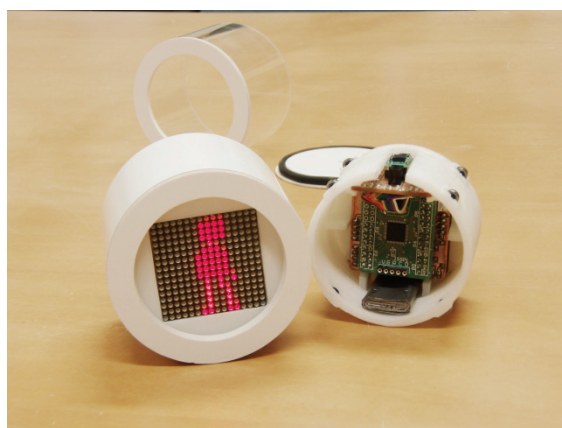


図 3 実動プロトタイプの例

一口にワーキングプロトタイプといっても、ダートイプロトタイプにセンサを取り付

けただけものから、精巧に作られたモックアップ内に全ての電子機器が実装されたスタンドアローンプロトタイプまで、非常に幅広い。本プロジェクトでは、電子玩具として実際に遊べる（体験できる）プロトタイプを制作することを目標としている。そのため、必ずしも完全なスタンドアローンタイプを制作する必要はない。しかしそれでも、プロトタイプ制作に必要な技術や知識は、それ以前の段階に比べて格段に難易度が高くなる。その技術的なハードルをできるだけ低くするために、各開発段階で必要な技術のワークショップを教員が随時行っている。また、同時に個別のチュートリアルも行って、それぞれのプロトタイプ制作が円滑に行えるように勤めている。

ここで制作された実働モデルを、展覧会で発表することにより、幅広いユーザーからのフィードバックを直接得ることができ、それを元にさらにアイデアを発展させていく。実際に、2008年に行われた「IAMAS Gangu Project - Work In Progress」展や、2009年に行われた「Hands On」展（共にアクシスギャラリーで開催）での展示では、様々な来場者からのフィードバックを得て、その後の制作に生かすことができた。

4. 実働モデル制作のためのプロトタイピング手法

ワーキングプロトタイピング段階の初期には、Gainer とブレッドボードを使い、サイズや見た目を気にせずに試作を行う場合が多い。開発がある程度進むと、専用基板を作成して小型化し、本体に収まる様な工夫を行う必要が生じるが、それが難しい場合は、無線モジュールを組み込んだ FIO を使うことによって、センサ基板のみを本体の中に設置し、そこから無線で PC にデータを送り、処理は PC 内で行わせる方法をとることも可能である。この方法は、実働モデルを体験するユーザーにとっては、スタンドアローンのプロ

トタイプと同様に扱えるため、擬似的なスタンドアロン化とも言える。

一方、ボディーなどの外装部分は、スタイロフォームなどでの試作を繰り返した後に、CAD ソフトで 3D モデリングの作業を行う。そして最終的には、そのデータを元に、3D プリンターや切削 RP 等の造形機器で外装部分を出力し塗装を施す。造形機器導入前は、外装部分の制作に多くの時間を要していたが、導入後はごく短時間で制作することが可能になった。

上記二つを組み合わせることにより、新入生加入から 6 ヶ月程度で、ほぼ全てのメンバーが実働モデルを制作することが可能になった。本プロジェクトを開始した 2005 年には、実働モデルの制作まで、18 ヶ月程度を要していたことを考えると、プロトタイピング手法の体系化によって、開発期間が大幅に短縮されたことが分かる。

5. 実働モデルを用いたデザインプロセスの課題と今後の展開

実働モデルを用いたデザインプロセスや、プロトタイピング手法を独自に開発し使用することによって、これまでよりも短時間に実働モデルを制作することが可能になった。しかしながら、実働モデルをユーザーに体験してもらい、その使い勝手などを細かく検証するユーザビリティテストの段階については、現状はデザインプロセスの中に組み込んでいない。製品のデザインプロセスへの応用を考えた場合、特にこの部分を重点的に開発していく必要があるであろう。また、各種の造形機器の導入により、外装部分の制作時間が大幅に短縮されてはいるものの、CAD ソフトを用いた設計スキルに関しては、まだ大幅な改良の余地が残されている。今後は、この CAD ソフトを用いた外装デザインのメソッド開発についても積極的に行う予定である。

6. 非エンジニアを対象としたワークショップ

前半で述べたデザインプロセスで重要な役割を果たすものとして、フィジカルなインタラクションのデザインに興味を持つ参加者を対象に、フィジカルコンピューティング (Physical Computing) をキーワードとしてツールキットやワークショップのデザインを行ってきた。

フィジカルコンピューティングは、ニューヨーク大学の ITP (Interactive Telecommunications Program) でインタラクションデザインを教えるために考案されたプログラムである。マイコンのプログラミングや電子工作を通じて原理原則を理解するところから始めて人間と機械の関係を捉え直し、機械が理解したり反応したりすることのできる人間のフィジカルな表現の幅を拡張することを目指している。主な対象はデザイナーやアーティストであり、デザイナー側にエンジニアのスキルを拡張しようという試みとしてとらえることができる。筆者らは、このプログラムをベースにしつつ、デザイナーとエンジニアの共通言語を作ること为目标に、独自のメソッドを追加して拡張したものを教育の現場で実践している。

7. ツールキット「Funnel」について：背景と具体例の紹介

最近では、学生でも気軽に購入できる価格で Arduino[4] や Gainer[2] のような I/O ボードが販売され、日本語での情報も整いつつあることを背景に教育やホビーの分野で注目を集めている。しかし、実際にインタラクションを実装しようとするとなかなか問題に直面することになる。以下にその一例を紹介する。

```
addEventListener(MouseEvent.CLICK, onClick);

// イベントが発生した時に以下を実行
function onClick(e:MouseEvent):void {
    sound.start(); // サウンドを再生する
}
```

図 4 マウスボタンのクリックでサウンドを再生するコードの例

```
var gio = new Gainer();

// 指定した値で入力を分割するフィルタをセット
gio.filters = [new SetPoint(127, 20)];

// 値が 0 から 0 以外に変化するイベントに対してリスナをセット
gio.addEventListener(RISING_EDGE, onSensorActivated);

// イベントが発生した時に以下を実行
function onSensorActivated(e:Event):void {
    sound.start(0); // サウンドを再生する
}
```

図 5 センサ入力値でサウンドを再生するコードの例

図 4 はマウスボタンを押した時にサウンドを再生するプログラムの例である。これに対して、マウスではなくセンサの値が変化した時にサウンドを再生するよう実装した例が図 5 である。このようなシンプルな例でも、マウスの場合とは異なるエンジニア的な記述が必要になる。また、センサの値から不要な成分を除去する、平滑化するなどの処理を行なおうとすると、デジタル信号処理の概念を理解する必要性が生じる。Flashなどを扱うデザイナーであれば GUI のプログラミングに関しては抵抗が少なく、入門者向けの書籍やオンラインでの情報も豊富である。しかし、このようにセンサやアクチュエータを扱うためには GUI で用いるのとは別のノウハウが必要になり、敷居の高さにつながっていると考えられる。


```
var lastState = -1; // 前回の状態を記憶するための変数

var t = 127; // 閾値 (この値を基準にセンサの状態を判断)
var h = 20; // ヒステリシス (誤動作を防ぐための遊び部分)
var gio = new Gainer();

function loop():void {
    var state = lastState;

    var val = gio.analogInput[0]; // センサ (アナログ入力 0) の値

    if (val < (t - h)) // 値が一定値より小さければ
        state = 0; // 状態を 0 にセット

    else if (val > (t + h)) // 値が一定値より大きければ
        state = 1; // 状態を 1 にセット

    if (lastState == 0 && state == 1) // 前回は 0 で今回が 1 なら
        sound.start(); // サウンドを再生する

    lastState = state; // 現在の値を前回の値として記憶
}
```

図 6 センサ入力でサウンドを再生するコードの例 (Funnel)

こうした問題を解決するため、筆者らは Arduino でも Gainer でも共通に利用できるソフトウェアライブラリを中心にしたツールキット、「Funnel」[3]を開発した。Funnel を用いると、図 6 のように入力がマウスの場合とほぼ同じマナーで記述できるようになる。また、センサの値に対して各種の信号処理を行う場合にも、画像に対してフィルタをかけるのとほぼ同じマナーで必要に応じて追加していくことができるようになった。

加えて、無線通信対応の I/O ボード FIO (図 7) にも対応することにより、有線・無線・スタンドアロンなど、プロトタイピングの各段階に最適な I/O ボードを切り替えながら効率よく試行錯誤できるようになった。

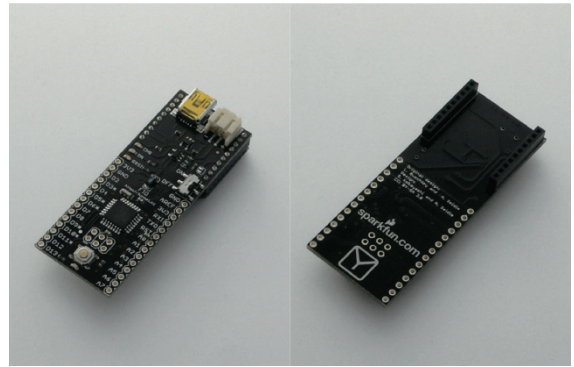


図 7 FIO (Funnel I/O) の上面 (左) と底面 (右)

8. デザイナー向けワークショップのデザインと実践について

2008 年度には公開・非公開合わせて 8 回のワークショップを開催し、合計で約 130 名が参加した。参加者の多くは、デザインやアートを専攻する学生、企業のインハウスデザイナー (分野はグラフィック・プロダクト・スペースなど)、エンジニア等であった。ワークショップの構成は以下を 2 日間で行うものを基本として、最短 2 時間から最長 3 日間まで、開催の条件に応じて柔軟にプログラムを組み替えて実施した。

- ・イントロダクション：制作例の紹介
- ・実習 (基礎編)：電子回路の基礎知識・基本的な入出力
- ・実習 (応用編)：入出力に対するさまざまな処理
- ・制作テーマ設定：各自の興味に応じてテーマを設定
- ・制作：テーマに基づいて体験の全体または一部を実装
- ・プレゼン：お互いに体験してディスカッション

ワークショップ中では、短時間にプログラミングと電子工作によってインタラクションの全体または一部を実装することを一貫して「スケッチ」と称した。これにより、従来のデザイナーにとって異質なものとしてとらえられがちな段階を、デザインプロセスの中の一部として位置づけることができた。

これは、参加者に対するアンケートの自由回答からも裏付けられた。

8. 考察と今後の課題

8.1 デザインパターンの整備

ソフトウェア開発においては、何度も登場する問題を解決するためのノウハウに名前を付け、再利用可能なようにカタログ化した「デザインパターン」が考案されている。これらを適切に使用することにより、既知の問題に対して高い生産性を実現することができる。筆者らは、フィジカルなインタラクシオンデザインにおいてもこの考えが適用できると考えている。現時点ではまだ体系化には至っていないが、何度も登場するパターンに関して、ワークショップや学生の制作指導の際に配線図とサンプルコードという形で提供してきた。基本的なロジックを実働するサンプルとして提供することにより、動作の確実性は保ちつつ、コンテンツを順次入れ替えて試す、バリエーションを増やすなどの試行錯誤を効率よく行い、クオリティを高くしていくことができる。実際に、プログラミングや電子工作に関して事前に専門的なスキルを持っていなかった学生でも、最初のアイデアスケッチから約 7 ヶ月間という短期間で実働するプロトタイプを制作・展示することができた。

今後はこれらをデザインパターンとして体系化して公開・共有できるような仕組みの整備が重要になってくると思われる。こうした目的に対して有効に機能することが期待できるのがオンラインでコードを公開 / 共有できるウェブサービスである。その 1 例が株式会社カヤックが運営するサービス「wonderfl」[5]である。wonderfl はオンラインで Flash のコードを描いて公開 / 共有できるウェブサービスで、2008 年 12 月のサービス開始から半年間で約 1 万人がユーザー登録し、約 3 万件のコードが登録されている。このサービスに対してフィジカルコン

ピューティングを扱えるように機能拡張したのが、株式会社カヤックの産学連携プロジェクトとして開発した「physical x wonderfl」[6]である。従来のワークショップでは、ワークショップ中に使用するサンプルを個別に配布していたが、physical x wonderfl の公開後はこのサービス上で公開するようにしている。ハードウェアが必要になるということでソフトウェアのみの場合と比較するとどうしても敷居が高くなってしまいが、それでもサービス開始から約 2 ヶ月間で実際に試したユーザーが 360 名以上あり、今後さらなる広がりが期待できると考えている。

8.2 中・上級者向けワークショップの開催

2009 年 3 月のワークショップ開催後に行ったアンケート(参加者 10 名・有効回答 6 名)の結果では、多くの参加者がワークショップ中で扱ったプログラミングや電子回路などのトピックについては理解できたと回答した。また、参加者のほぼ全員が次回にも参加したいと回答し、関心のあるトピックとしてスタンドアロン化、無線通信、モータなどの出力をあげた。なお、「デザイナーがエンジニアの領域までスキルを広げる」という点に関して「広げるべきか」という質問に対して肯定的に回答したのは 25%にとどまったが、「広げていくことは可能か」という質問に対しては 50%が肯定的に回答した。

これらのことから、デザイナーがエンジニアの言語を理解し、スキルの幅を拡張するためのきっかけとしては一定の成果を収めることができたと考えられる。その一方で、日常的にフォローアップが行える通年の授業などの場合と異なり、短時間で完結するワークショップでは実業務で発生する疑問などに答えていくことは難しい。今後は、導入を目的とした短期間のものだけでなく、フィジカルなインタラクシオンデザインを実践していくための中級、上級を対象としたワークショップもデザインしていく予定で

ある。また、エンジニアにデザイナーのスキルを拡張するアプローチ [7]との組合せにも大きな可能性があると思われるため、今後のワークショップでは検討していきたい。

9. 結論

近年、デザイナーが身につけているスキルである「デザイン思考」を、デザイン以外のさまざまなビジネス分野に適用しようとする動きが注目を集めている[8][9]。プロトタイピングは、デザイン思考の実践において重要な位置を占めるが、本研究で取り上げた電子玩具や、携帯電話に代表される複雑な電子機器をプロトタイピングするために有効な手法は確立されていない。本研究は、教育現場での経験を反映させて開発したツールキットやワークショップを取入れることで、独自のデザインプロセスを探索するものである。

現時点では、プロダクトデザインなど、既に確立されている他の分野のデザインスキルや、エンジニアとの連携がまだ組込めていないという課題はある。しかし、展覧会や学会等での発表活動を通じてコラボレーションの提案は増えており、今後も引き続き実践を続けることで、より効果的なデザインメソッドを目指すことが可能であると考えている。

参考文献

- [1] 松岡由幸著・デザイン塾監修：デザイン・サイエンス。：デザイン・サイエンス- 未来創造の六つの視点。丸善, 2008.
- [2] <http://gainer.cc>
- [3] <http://funnel.cc>
- [4] <http://arduino.cc>
- [5] <http://wonderfl.net>
- [6] <http://physical.wonderfl.net>
- [7] 伊豆裕一・松岡由幸. アウトサイダーデザイン- その新たな発想力教育に向けて. 日本デザイン学会第 55 回研究発表大会, 2008.
- [8] 奥出直人. デザイン思考の工具箱. 早川書房, 2007.
- [9] Brown Tim. Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation. Harper Business, 2009.
- [10] Saffer Dan. Designing for Interaction. Peachpit Pr, 2006.
- [11] Moggridge Bill. Designing Interactions. Massachusetts Institute of Technology, 2007.