

◆特集＊招待論文◆

# takram design engineering におけるデザインプロセスの実践

Takram design engineering and its Design Process

田川 欣哉

takram design engineering 代表

Kinya Tagawa

Founder, Director, takram design engineering

takram は 2006 年に東京で設立された製品開発デザイン会社である。takram のデザインエンジニアはプロトタイピングの手法を用いて、ハードウェアからソフトウェアまで幅広い製品の設計とデザインを手がけている。製造の上流工程で実施するプロトタイピングは、製品企画を高い精度で練り上げるための有効な手法である。

Takram is a design engineering firm based in Tokyo, Japan. Design engineers at takram feature a multilateral development approach employing design and prototyping method. The prototyping on an early stage of a project is radically useful to drive a whole product development process.

Keywords: デザインエンジニア、デザインプロセス、プロトタイピング

## 1 takram とは

takram は 2006 年に東京で設立された製品開発デザイン会社である。デザインとエンジニアリングを軸にした多角的なアプローチでハードウェアからソフトウェアまで幅広い製品の開発に取り組んでいる。takram の特徴を端的に言えば「デザインエンジニア」という人々の存在である。デザインエンジニアとは、デザイナーとしての能力とエンジニアとしての能力の両方を一人の人間の中に備える新しい設計職の姿である。それはデザイン分野の人々から見れば実装能力を備えたデザイナーと映るかもしれないし、エンジニアリング分野の人々から見れば美的素養を備えたエンジニアと映

るかもしれない。takram はこの創造性と実装能力の両方を備えた人材＝デザインエンジニアをインベーションのためのコア人材と捉えている。

takram のデザインエンジニアが手がけるプロジェクトは「デザイン：エンジニアリング」という軸と「ハードウェア：ソフトウェア」という軸を掛け合わせてできる 4 つの領域をまんべんなくカバーしている。またプロジェクトを依頼主という面から捉えれば、クライアントワークと自社プロジェクトに分けることができる。

クライアントワークは企業からの依頼による製品デザイン開発プロジェクトで、商用化を前提とした製品開発や先行研究プロジェクトが含ま

れる。商用化されたプロジェクトの一つにエヌ・ティ・ティ・ドコモのi-Concier サービスがある。このプロジェクトで takram は UI 設計とデザインを担当した。i-Concier は 2008 年のサービス提供開始から一年を経て約 250 万人のユーザーを獲得した。以下に最近のクライアントワークの例を挙げる。

- (A) ミラノサローネにおけるインタラクティブな照明インスタレーション OVERTURE のデザインと開発／株式会社東芝
- (B) 携帯電話のためのウィジェットプラットフォーム i-widget の UI デザインと開発／株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ
- (C) 携帯電話のための情報配信プラットフォーム i-Concier の UI デザインと開発／株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ
- (D) ビデオオンデマンドサービス GyaO NEXT の UI デザインと開発／株式会社 USEN

二つ目は takram が主体となって進める自社プロジェクトである。自社プロジェクトの中にも商用化を前提とした新製品開発と、商用化を前提としない先行研究プロジェクトが含まれる。

- (E) 六足歩行ロボット Phasma のデザインと開発
- (F) 超撥水加工技術を用いた玩具 furumai のデザインと開発
- (G) 画像処理を用いたプレゼンテーション支援ソフトウェア Afterglow のデザインと開発

Phasma は 2009 年に東京のデザインミュージアム 21\_21 DESIGN SIGHT で開催された「骨」展（ディレクター：山中俊治）で展示されたロボットである。またプレゼンテーション支援ソフトウェア Afterglow は 2009 年に商用化され、Afterglow Inc. により日本および北米にて販売が行われている。

## 2 プロジェクトのプロセス

いずれのプロジェクトにおいても、工程は以下のステップを追って進められる。プロジェクトによって Phase 1 から 9 までのすべてを行う場合もあれば、一部を切り出して行う場合もある。ただし、この工程自体についても takram 社内において、仮説づくり、試行、修正が頻繁に行われている。

**Phase 1. 計画：**プロジェクトの概要と関係者の構成を理解し、スケジュールリング・予算策定・チーム作成を行う。

**Phase 2. 背景の把握と問題の理解：**対象となる商品やサービス、およびそれを取り巻く背景状況についての調査を行う。調査の中では、関係各部署に対する聴き取り、市場分析、グループインタビューやエスノグラフィを用いたユーザーからの情報収集、各種定量調査、およびチーム内で過去に検討されたアイデアの棚卸しを行う。調査後に結果をチーム内で共有し分析し、問題点を明確化する。

**Phase 3. 機会領域の認識・目標の設定：**Phase 2 の結果をもとに、対象となる製品やサービスの機会領域を抽出し、それをもとにプロジェクトの目標設定を行う。目標設定については、機能性能に加え、市場規模やビジネスモデル、経済的・技術的な実現可能性についても必要な範囲で検討する。

**Phase 4. コンセプトの創出と実現方法の熟成：**Phase 3 で設定した目標を実現するためのコンセプトを創出する。コンセプトの創出にはブレインストーミングおよびその他の発想手法を用いる。その結果にもとづいてプロトタイプ的设计と製作を行い、コンセプトの有用性や実現性を確認する。プロトタイピング、テスト、評価、改善検討、改善実施を繰り返すことで実現方法の完成度を高める。実現方法の熟成過程で新しいアイデアが出てきた場合には、コンセプトの修正を行う。

**Phase 5. 仕様策定：**製造を進めるために必要な詳細仕様の策定を行う。仕様策定の過程においても、プロトタイプに対する修正を行い、仕様書に記載する内容とプロトタイプを一致させる。

**Phase 6. 詳細設計**：策定された仕様とプロトタイプにもとづき、詳細設計を行う。クライアントワークの場合には、クライアント企業の設計部門と連携し設計を進める。

**Phase 7. 詳細デザイン**：策定された仕様とプロトタイプにもとづき、詳細デザインを行う。クライアントワークの場合には、クライアント企業のデザイン部門と連携しデザインを進める。Phase 6 および Phase 7 は同時に進行する。

**Phase 8. 製造**：詳細設計およびデザインに基づき、製造と品質監理を行う。クライアントワークの場合には、クライアント企業の設計部門・デザイン部門・製造部門と連携し製造を進める。

この中から、本稿では「Phase 4. コンセプトの創出と実現方法の熟成」の基軸となるプロトタイプング手法にフォーカスをしぼって紹介と考察を行う。

### 3 プロトタイプングの意義

イノベーションが求められるプロジェクトでは参考となる前例が存在せず、初期段階から手探りで企画や設計を進めざるを得ない場合が多い。そのようなプロジェクトを前進させていくためには何かしら拠り所となる方法論が必要であり、takram ではアプローチの1つとしてプロトタイプングを実践している。なぜプロトタイプを活用したプロセスが有効なのか、既存手法の問題点を考察し、それに対するプロトタイプングの意義を述べる。

#### (1) 企画段階に試作を持ち込む

一般的な企業の製品開発プロセスは、市場調査→企画立案・要求条件策定→仕様設計→詳細設計・デザイン→実装・製造→販売→サポート、という流れに沿って進められる。各ステップにはそれぞれの専門家が在籍し分業体制が敷かれている。この中で企画立案・要求条件策定を実施する企画部門の権限は強く、企画および要求条件によってプロジェクト全体の方向性が定義される。企画部門によって策定された要求条件をもとに、設計部門が仕様設計と詳細設計・デザインを実施する。製品の本質的な良し悪

しは、企画と要求条件の良し悪しにかかっており、質の悪い企画と要求条件のもとで、良い製品を作ることはできない。

一方、前例のない製品を立ち上げる際、企画段階において「何を」「どのように」作るべきかについて、最初から完成予想図を明快にイメージできる人間はほとんどいない。企画者は経験と勘に頼って企画書を書き要求条件を策定しているというのが実情である。製品の良し悪しが企画の良し悪しに依るものであるにもかかわらず、質の悪い企画や要求条件が設計部門に降りてくるといふ事態が常態化している。

これに対し、プロトタイプ駆動型のプロセスは、企画と同時進行で試作を行う点に特徴がある。企画者によって作成された企画を、具体的な形状やインタラクションを備えたプロトタイプとして具体化することで、企画は体験可能なものとなる。体験を通すことで、プロジェクトメンバーは企画の良し悪しをはっきりと認識できるようになる。コンセプトや実現方法に含まれるアイデアの破綻や不整合も、プロトタイプを用いることであぶり出すことができる。

プロトタイプは一度作って終わりというものではない。コンセプトを考え、プロトタイプとして具体化し、それをプロジェクトメンバー全員で試用し、またターゲットユーザーによる試用を通して、問題の洗い出し、それを共有し改善案を練る。このサイクルを繰り返し行うことで、ビジネスモデル、ユーザー体験、デザイン、設計について、通常、詳細設計時に初めて顕在化する問題点の多くを企画段階で解決することが可能となる。

#### (2) 市場における「時の洗礼」を擬似的に起こす

通常の工業製品は半年から1年のサイクルで製品出荷が行われる。出荷したものに寄せられるクレームは次期バージョンにフィードバックされる。しかしハイテク製品の場合、現実には1年のうちに技術は進歩し、市場競争環境も変化するから、1年前の失敗をそのまま現在の設計に活かすことは難しい。失敗経験が製品に蓄積しないから、製品のクオリティがなかなか上がらないという状況が生

じている。

このような状況に対し、プロトタイピングは製品出荷前に「時の洗礼」を擬似的に起こすための手法と考えることができる。企画・要求条件策定や仕様設計の段階からプロトタイプを製作し、テストすることで、本来であれば市場で顕在化する問題を事前に抽出することができる。特にユーザー体験上の問題は実物を作ってみなければ発見することが難しい。裏を返せば、プロトタイプを作ってユーザーテストを繰り返すことで、ユーザー体験の問題の大半は製品出荷前に解決することが可能である。プロトタイピングは小さい規模で事前にたくさん失敗しておく、予防注射のようなものである。

### (3) イメージを集約する

プロジェクトの初期段階で作る物がはっきりとしない場合に、書類だけで議論が進むと、その書類から読み取ることのできる内容に個人間のばらつきが生じる。全体を俯瞰するようなイメージがシェアされないままに部分的な知識が増えていくと、人数が増えるごとに掛け算のごとくずれが積算し、結果としてプロジェクトの収拾が困難という事態に陥る場合もある。

そのような場面で、プロトタイプは良質なコミュニケーションツールの役割を果たす。紙に書き起こした資料や絵を何回も見るとよりも実際にワーキングで動いているプロトタイプを1回触る、1回体験するということが、より正確で深い理解と思考を得ることができる。プロトタイプを議論のテーブルに持ち込むことで、専門用語によりバラバラに分断されていた会話を体験という軸をもって一本に集約していくことが可能になる。

あらゆる製品のデザインについて、我々は人間の「体験」そのものを議論対象にする必要がある。プロジェクトにはさまざまな専門家が関わる。ビジネス的な視点で動く者がいる一方で、技術的視点から問題を捉える者もいる。さまざまな立場の人々の意見が交差するうちに、いつのまにか議論の論点からユーザーや体験というファクタが抜け落ち、専門家が担当する各領域の部分最適の傾向が強くなる。そ

のような場にプロトタイプが存在するおかげで、専門家は「ひとりのユーザー」としての感覚を取り戻すことができる。製品に近いプロトタイプを体験することで、何のために製品を作っているのかという、そもそもの目標に立ち返ることができる。

## 4 プロトタイプの種類

takram が製作するプロトタイプにはさまざまなものがある。適材適所でこれらのプロトタイプを繰り返し製作する。ここでは、各プロトタイプの特徴を述べる。

**A. スケッチ**：スケッチもプロトタイプの一つだと考えることができる。スケッチは概念的なアイデアをヴィジュアルに表現したものである。スケッチを通して、機能、形状、サービス、体験のシミュレーションを行うことができ、また他者とアイデアについてコミュニケーションすることが容易になる。スケッチには手書きスケッチから Photoshop や Illustrator を用いたデジタルスケッチが含まれる。

**B. CAD モデル**：RhinoCeros や SolidWorks に代表される CAD ソフトウェアを利用することで、形状や機構部品についての検討を行うことができる。実際の設計では CAD で作成した 3D データを NC 加工機や光造形機で出力し組み立てテストを行う。その結果得られる知見を再度 3D データに反映することで設計とデザインの完成度を高めることができる。

**C. ビデオプロトタイプ**：ビデオプロトタイプとは製品のふるまいをムービー形式で表現したものであり、設計対象がインタラクティブな製品である場合に特に有効である。例えば複雑なインタラクションを備えたソフトウェア製品を設計する場合には、静的な画面スケッチの羅列によってユーザー体験を表現することは難しい。それに対し、ムービー形式のビデオプロトタイプを用いることで、人と製品との間に起こるインタラクションの連続性と脈絡を分かりやすく描写することができる。

**D. ソフトウェアプロトタイプ**：スクリーン上で動作するソフトウェアプロダクトの場合には Flash、

HTML、JavaScript、Microsoft Visual Studio を用いて主要な機能についてプロトタイピングを行う。ソフトウェアプロトタイプはキー操作、マウス操作、タッチパネル操作を受け付け、それを処理し反応を返すことができる。ソフトウェアプロトタイプを作成することで、画面遷移図や画面仕様書といった既存の記述方法からは読み取ることが難しい複雑なインタラクションについて、正確な検討を行うことができるようになる。また、プロトタイプを用いたユーザーテストを行うことで操作体験上の問題点を抽出することができる。

**E. メカトロニクスプロトタイプ：**センサー、マイコン、アクチュエータ、機構部品を備えるような機器を設計する場合には、それら基本機能を備えるプロトタイプの設計と製作を行う。プロトタイプの製作を行うことで、スケッチを通して考案されたアイデアが実際に機能するかどうかの確認ができるようになる。ヒンジやスライドなどの機構部品の原理試作もこれに含まれる。

**F. デザインモックアップ：**デザインモックアップはデザイン面のファクタを検討するためのプロトタイプである。製品設計において、もののサイズや重さといった基本パラメータについては製品設計プロセスの早い時点で確認を行う必要がある。単純に大きさを見るためだけであれば、粘土・紙・フォームコア・ブルーフォームなどの加工性が高く安価な材料を用いたモックアップが適している。CAD データを NC 加工機に送り、ブルーフォームを切削するというプロセスで、短時間に高品質なポリウムモックアップの製作が可能である。複雑な形状の再現が必要な場合には、光造形を含むラピッドプロトタイピング技術を利用する場合もある。詳細設計の段階では製品の曲面構成、素材や表面の仕上げを含むデザイン要素を正確に再現したモックアップの製作を行う。

**G. ワーキングプロトタイプ：**ワーキングプロトタイプは、ソフトウェアプロトタイプ、メカトロニクスプロトタイプ、デザインモックアップを用いて検討された各要素を統合するためのプロトタイプである。このプロトタイプには製品とほぼ同等のサイズ、

重さ、概観、ユーザー体験に関係する部分についてのインタラクションデザインを施す。ユーザーから見ると製品のように見えるため、製品出荷前にユーザビリティ調査やマーケティング調査を行うことが可能となる。また、製品の背景事情や設計仕様について詳しくないクライアント企業内外の関係者との情報共有が容易になる。ワーキングプロトタイプに対して繰り返し検討と修正を行うことで、コンセプト、設計およびデザインの熟成を行う。

次項では、これらのプロトタイピング手法を用いて進められた実際のプロジェクトの概要と、製作された各種プロトタイプを紹介する。

## 5 プロトタイプの実例 1 : Phasma

Phasma は生きものから走りの力学を抽出し、それを人工物として再現した六足歩行のロボットである。1 本 1 本の脚が素早くピストン運動を繰り返し、着地時に地面を蹴って軽くジャンプすることで、高速に前進・旋回することができる。生物の筋肉や腱は、脚が接地したときに衝撃を吸収し、エネルギーを貯める。そして後にそのエネルギーを解放して前進する推力に変え、エネルギー回生を行うことで効率よく走り続ける。これが Phasma で採用された動物の走りの力学である。このような原理を再現するために、柔軟なステンレススチールのばねやゴムの関節が脚部の各所に使用されている。Phasma の機構部品のディテールは、直線や円弧を基調としている。外観から受ける印象は生物とはかけ離れた無機的で人工的なイメージである。一方ひとたび走り出すと、その躍動感や力学的な動きから、あたかもその瞬間に生き物としての印象が立ち上がる。Phasma はスタンフォード大学における昆虫模倣型ロボットの研究をもとにしている。(図 1 参照)

(1) スケッチ：3 冊ほどのノートに書きためられたスケッチ。全体の部品構成・機構検討・フォルム検討についてエンジニアリングとデザインについてのアイデアが展開された。

(2) メカトロニクスプロトタイプ：動力源である

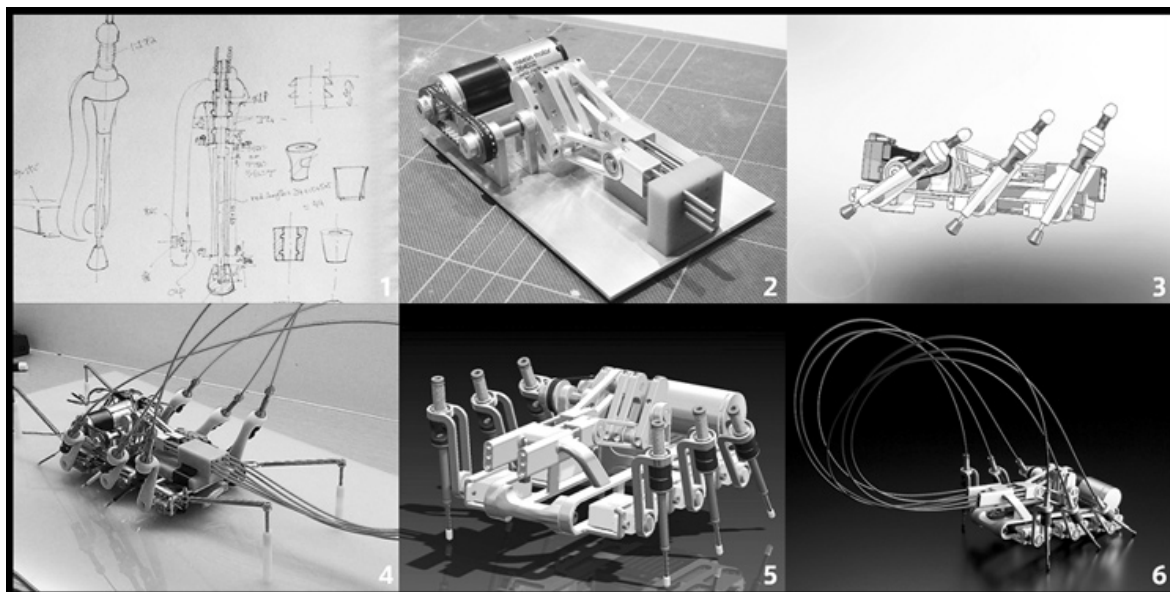


図1 Phasmaのプロトタイプ

モーターの回転をクランクを介して180°位相のずれたふたつの直動運動に変換する機構についての原理試作。

(3) CADモデル1：システムとして成立するためのすべての機構を備えたCADデータ。CAD上で脚部のデザイン検討も行われた。

(4) ワーキングプロトタイプ：CADモデル1をもとに制作されたワーキングプロトタイプ。脚部走行機能の確認やフォルムの確認が行われた。機構設計と走行性能について、このプロトタイプの上でさまざまな試行錯誤が繰り返された。

(5) CADモデル2：ワーキングプロトタイプから得た知見をもとに再設計されたCADモデル。CADモデル1では多用されていた自由曲面が排除され、直線と円弧から構成されるデザインに変更された。

(6) 最終製品：CADモデル2をもとに制作された最終製品。構造部品のすべては軽量化のために、ジュラルミンの削り出し部品を用いて製造された。

## 6 プロトタイプの実例2：OVERTURE

2009年にミラノサローネで公開された東芝のインスタレーション。アーチ状の鏡を向かい合わせに並べた空間に100個近い電球型のオブジェが吊るさ

れている。この空間を歩くと、人の軌跡を照らすように近くのオブジェが光を灯す。さらに手で包み込むと、より強い光を帯びてふわりと瞬き、同時に小さな動物の鼓動のような振動を感じることができる。120平米の空間には砂を敷き詰め、鏡の反射効果を活かして無限の広がりを創出した。東芝デザインセンター、建築家の松井亮氏とのコラボレーション作品である。(図2参照)

(1) デザインモックアップ(オブジェ)：電球型オブジェの最適なサイズと形状について、光造形を用いて5種類のバリエーションを製作。人間の手で包み込みやすいサイズや形状についての検討が行われた。

(2) デザインモックアップ(空間・実寸)：電球型オブジェを実際の空間につり下げる際の、オブジェ同士の距離や吊るす高さを検討するための空間実寸モックアップ。モックアップは紙と糸で作成された。

(3) デザインモックアップ(空間・縮寸)：空間の仕上がりを検討するための縮寸模型。壁面に並べられる鏡の形状と個数についての検討が行われた。

(4) メカトロニクスプロトタイプ：電球型オブジェに組み込まれるセンサー・マイコン・アクチュエー



図2 OVERTURE のプロトタイプ

タの動作検討を行うために製作された。水を介して人間の手の近接を検知するセンサーシステムの実装検討が行われた。

(5) ワーキングプロトタイプ: センサー・マイコン・アクチュエータ・機構部品・外装のすべてを備えたワーキングプロトタイプ。このプロトタイプを用いて、光源の明滅速度や振動速度についてのパラメータチューニングが行われた。

(6) 最終展示品: ミラノサローネの会場に設置された最終展示品。短期間での設営が可能のように、磁石によるワンタッチ組立機構や、ダクトレールを用いた電気配線などの設営上の細かい工夫も施された。

## 7 プロトタイプの実例3 : i-widget

2008年にNTTドコモが発表した携帯電話用ウィジェットプラットフォーム。ユーザーが利用するアプリケーションを一つの画面内に複数起動することができ、簡単なボタン操作で情報を得ることができ、浮遊感のあるデザインにより、モードの切り替えを空間内の移動に見立ててシームレスな画面遷移を実現した。takramは企画・仕様策定の段階から、プロジェクトメンバーとして携わった。デザインに

ついてはWOWとの共同作業で開発された。(図3参照)

(1) 初期スケッチ: 携帯電話の小さな画面の中で複数のアプリケーションを操作可能にするために、仮想画面化の検討を行った。

(2) 詳細スケッチ: 画面内のウィンドウを重なり無く敷き詰めるというアイデアについて検討を行った。

(3) ビデオプロトタイプ: アプリケーションの選択と操作について、画面奥行き方向のズームングを用いて、なめらかに画面遷移を行うアイデアをムービーとして作成。ビデオプロトタイプによってメンバー内でのイメージ共有を行った。

(4) ソフトウェアプロトタイプ: Flashで実装されたソフトウェアプロトタイプ。PCスクリーン上ですべての操作を可能とし、画面遷移および操作性の検討を行った。

(5) ワーキングプロトタイプ: 液晶画面を搭載し携帯電話の概観を備えたハードウェア上で、ソフトウェアプロトタイプを動作させることのできるワーキングプロトタイプを設計製作。プロトタイプを使用して、ユーザーテストと改善を繰り返し、完成度

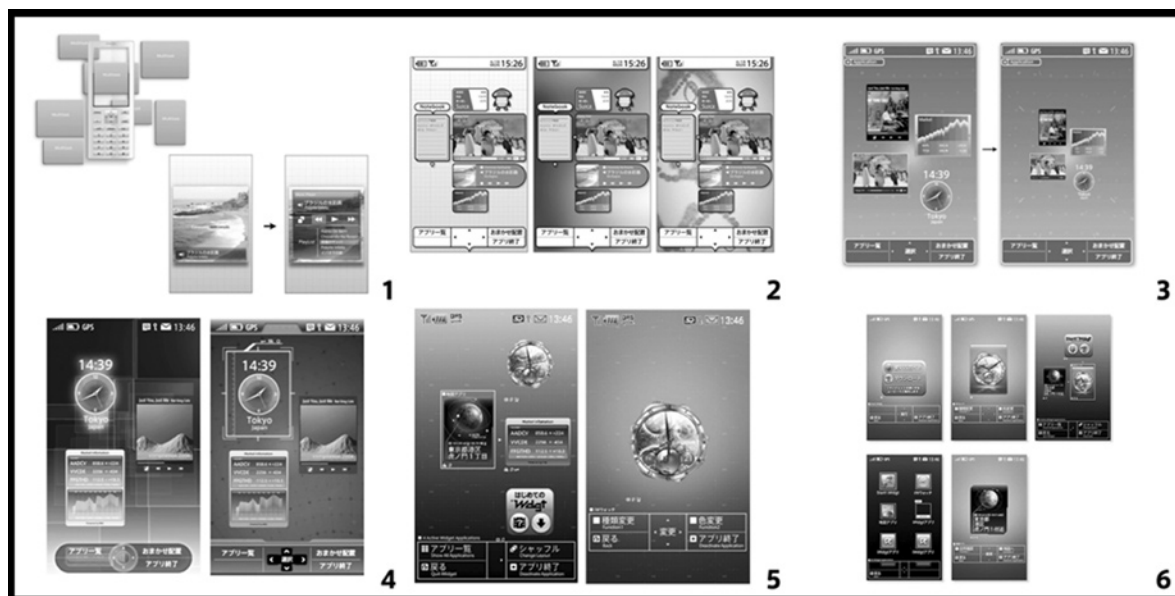


図3 i-widgetのプロトタイプ

を向上させた。

(6) 最終製品：商用実装は外部のソフトウェアベンダーが担当した。takramは画面上で使用されたすべての画像および音声リソースを制作すると同時に、設計とデザインのアドバイザーとしてクライアントおよびソフトウェアベンダーのサポートを行った。

## 8 まとめ

本稿で紹介したプロトタイピングは、デザインや設計についてはもちろんのこと、プロジェクトマネジメントの有効な手法としても捉えることができる。ステップバイステップで細部まで煮詰められたプロトタイプが企画段階から存在することの意義は大きい。

ユーザー体験を正確にシミュレートするためにはプロトタイプに製品相当の機能性とデザインクオリティが備わっていなければならない。かつプロトタイプの開発スピードは、企画や設計のスピードに直結する。プロトタイピングの精度とスピードにおいて、デザインとエンジニアリングの知識を両方持ったデザインエンジニアの存在は重要である。takramのデザインエンジニアは発想と実装の両方を balan

スよく行い、それをプロトタイプという形に定着させていくことで、イノベーションを加速する役割を担う。

takramは自らのミッションを「デザインエンジニアという第三の設計職を確立すること」と定義している。現段階では志を同じくする人間を集め、デザインエンジニアのあり方について、仮説を作り実践し修正するという取り組みを行っている。そのような意味では、我々自身がデザインエンジニアのプロトタイプだとも言えよう。

日々の活動の中で集積した知識や方法論を体系化し、広く共有できる形に蒸留する活動も進めている。体系化が進んだ段階で大学機関と連携し人づくりにも積極的に関わっていきたいと考えている。デザインエンジニアという職種が実際に世の中に根付いていくためには、企業を含む需要サイドに対する啓蒙と同時に、人づくりを含む供給サイドへの働きかけが肝要である。

## 参考文献

奥出直人『デザイン思考の道具箱』、早川書房、2007年。  
 トム・ケリー『発想する会社!』、早川書房、2002年。  
 トム・ケリー『イノベーションの達人!』、早川書房、



2006 年。

Afterglow. Inc ウェブサイト <http://afterglow.biz/>

i-Concier ウェブサイト <http://www.nttdocomo.co.jp/service/custo-mize/iconcier/>

i-widget ウェブサイト <http://www.nttdocomo.co.jp/service/custo-mize/iwidget/>

OVERTURE ウェブサイト <http://www.toshiba.co.jp/lighting/jp/ad/milano2009.htm>

takram design engineering ウェブサイト <http://www.takram.com/>