解説

ロボットのデザインって何?

—パーソナルロボット PaPeRo の開発現場から—

What is the Robot Design?

—The Consideration in the Development of the Personal Robot PaPeRo—

長 田 純

—* (株) NEC デザイン ソリューションデザイングループ

Junichi Osada* *NEC Design, Ltd.

1. はじめに

筆者は、NEC における家庭用ロボットの開発にデザイナーとして参加している。パーソナルロボット PaPeRo のデザイン開発は、そのあり方について考えるコンセプトから、インタラクション、ハードウェアや色彩、さらにはキャラクター性、セリフ、サウンドなど多様に及ぶものである。また、人に着目した人文系研究の立ち上げなど「活動」自体を率先することもあった。本稿では、これまでの主な活動とデザイン的な特長について紹介し「ロボットのデザイン」について考えてみたい。

2. 研究開発の概要

NEC におけるパーソナルロボットの研究開発は 1997 年に開始した。画像認識技術、音声認識技術を中心に、人とコミュニケーションするインタフェースデバイスとしての家庭用ロボットの可能性について探ることが目的である。1999 年に試作 1 号機の R100 (図 1) を発表した [1]。コンセプト、技術的可能性、課題などを検討し、さらに研究開発を進め 2001 年にパーソナルロボット PaPeRo (図 2) を発表した [2]。そして、一般家庭に貸し出している調査や、展示会で実際に PaPeRo に触れてもらうなど、実環境、実際のインタラクションに着目したオプザベーションを続け、2003 年にさらなる性能向上をはかったバージョンを発表した。

3. PaPeRo のデザイン

PaPeRo のデザインにおいては、2001 年に最初のバージョン (シナリオ) を開発し、2003 年に性能向上をはかった進化版を開発した。ここでは、それらのデザイン活動における特徴的事柄を紹介する。

3.1 2001 年度版シナリオ

2001 年度のデザイン開発では、イメージ統一のためにテーマ曲を設定し、それに基づいて動き、セリフ、サウン

図 1 R100

図 2 PaPeRo

ド、色彩など個々のデザインを行った [3]。

- ・テーマ曲：おもちゃの鼓笛隊の行進をイメージ
- ・キーワード：「楽しさ」「みんな一緒」「わくわく」
- ・キャラクタ：ちょっととぼけたひょうきん
- ・インタラクション：やや子供っぽいやりとり
- ・セリフ：インタラクション同様やや子供
- ・サウンド：テーマ曲での構成楽器音、アメコミ調 SE

また、ハードウェアのデザインについては、生物の模倣や従来型の操作を待つ受身的な機械とは異なる、新しい「かわり方」を持つ人工物をイメージさせるものとする事とした。「○○ みたい」というのではなく、これまでになかった新しい人工物としての「かたち」を追求するというコンセプトで開発を進めた。本開発における特徴的な事柄は、大きく下記 3 点である。

(1) 世界観のデザイン—テーマ曲を用いたイメージの表現—

PaPeRo のデザインにおいては、「世界観」と「キャラクタ」というのが大きなキーワードである。世界観とは、キャラクタ、セリフ、外観、色彩などすべてのデザインテイストの基準となる大きな枠組みである。平たくいうと「ノリ」である。例えば「今日は、アメリカ西海岸のノリで行こう」というと、そこに流れる時間の流れ、色彩、行動パターンなど、そこに存在する個別の事柄がイメージされる。筆者は、それを提示する手段として音楽を用いることを試みた。なぜなら、デザイン要素が、動きやセリフなど時間軸を伴っているものが多いからである。音楽には、テンポとリズムが存在する。テンポとは、時間軸上を「流れる早さ」であり、リズムとは「流れ方」である。つまり時間軸上のデザインにおけるグリッドの役割を担うことができると考えた

原稿受付 2004 年 8 月 20 日

キーワード：Autonomous Mobile Robot, Personal Robot, Interaction Design, Sound Design

*〒108-0074 東京都港区高輪 2-20-36

*Minato-ku, Tokyo

のである。時間軸を伴うデザインの場合、テンポやリズムを意識し、それらをきちんとデザインすることは、インタラクションデザインにおいてそのクオリティと、ユーザに対する自然という事においてとても重要である。

一方「キャラクタ」は、ロボットの性格そのものである。外観や色彩はもちろん、得意技（機能）、行動パターン、動き方、サウンド、セリフの言い回しなどによりアフォードされる。人工物のデザインにおいて、このような「キャラクタ」を付与することはとても興味深いことであり、物語とそこに登場するキャストを作っている感覚であった。

(2) 動き／しぐさ、インタラクションの「間」のデザイン

PaPeRo は、動きまわり、人に話しかけたりする、動的でインタラクティブな人工物である。このような対象物をデザインする際には、「動き／変化」や「やりとり」における「間」というような時間軸上のデザインが一つの重要な要素となってくる [3]。インタラクションのデザインにおいては、「テーマ曲」によって提示された「テンポ、リズム」に基づくデザインを試みている。話しかけたり、頭をなでたりというユーザの入力に対し、ロボットからのフィードバックを行うタイミングを、設定されたテンポで統一的にデザインすることにより、次にユーザが行うアクションのタイミングなど「やりとり」における情報のアフォードに有効ではないかと考えた。

(3) バックグラウンドストーリー

本開発においては、もう一つ重要な事柄があった。それはバックグラウンドストーリーという演出的事柄である [3]。これは、実際のユーザ使用や実環境とは直接的には関係のない物語的要素で、いわばフィクションの事柄である。PaPeRo の場合、「ダンスしていい?」とか「今日は ○○ の日だよ」など自発的にユーザへ話しかける。また、ユーザの問いかけに対し、それを行う場合もあれば断ったりする場合もある。これらの事柄は、その一つ一つのリアクションを導く要因に関する情報がない限り、人から見ると一つの「キャラクタ」として成り立たない。そこに、「このロボッ

トは気まぐれだ」「このロボットは何かを探しに地球に来ている」といったような何らかの架空の設定を用いることによって、PaPeRo の一つ一つのあるまいに対する物語的文脈と、その物語上での必然性を意味的に理解可能とすることを試みた。それを「よし」とするかどうかは別の問題だが、デザインにおける、従来の人工物とロボットとの大きな違いの一つと考えている。

3.2 2003 年度版シナリオのデザイン

2003 年度の開発は、ハードウェアは継続使用し、モニター評価等から導かれた問題点に対するソフトウェアの改善に注力した。デザイナーとエンジニアがシナリオ開発のチームを組み、シナリオの企画、仕様決定、開発を行った。本シナリオにおけるデザイン的な特長は大きく下記 3 点である。

(1) インタラクション適応シナリオとキャラクタづくり

「長く飽きずに愛着をもって接し続けてもらえる」ことは、家庭用ロボットにおける大事な課題である。これに対して、筆者らはインタラクション適応シナリオというものを提案した [4]。インタラクション適応シナリオは、ロボットがインタラクションに応じて適応していくことに加え、接するユーザもまた「ロボットのことを徐々に理解していく」という適応を生み出すことがコンセプトである。つまり、ユーザとロボットの双方の適応による関係の進化により、持続的に付き合えることを目指したものである (図 3)。

それぞれのステップでの変化については、セリフやサウンドなど、振る舞いによりそれを知覚可能な設計としている。

(2) 雑相談型対話の提案

継続的に付き合える一つの要素として、インターネット上の情報を活用することを考えた。しかし「利便性」という点では、ロボットを用いることの優位性を明確にすることはなかなか難しいのも事実である。我々はインターネット上の情報を「ロボットの知識」ととらえ、ある種の「雑談」のような「対話インタラクション」実現を目指し「雑相談型対話」というものを実装した [4]。インターネット上の複数の情報を「知識」としてロボットが蓄積する。そして

図 3 インタラクション適応シナリオ

ユーザがある相談事項を話しかけると、それに関係する複数の情報から、一つの「オススメ」というかたちでロボットが提案する。その際、蓄積された複数の「知識」について、その判断基準は「ロボットのキャラクタ」に依存する。

例えば「デートに良い日は?」と聞くと、ロボットは「天気情報」と「ユーザの運勢」の情報を取得する。そして「運勢は大事」という判断基準を持つロボットは、多少天気が悪くても運勢の良い日を提案する。「運勢は迷信」という判断基準のロボットは、「運勢」の情報はほとんど参照せず、天気の最も良い日を提案する。

(3) 音声のデザイン

音声のデザインとは、PaPeRoの発話に関するデザインである。本シナリオでは、音声合成を採用しているため、ロボットの声は、すべてパラメータで指定する。抑揚の強さ、声の高さ、発話スピードを数値で指定し「聞き取りやすいかどうか」「世界観に基づいた声になっているか」を検討していった。また、セリフについては、ロボットの発話語句だけでなく、ユーザが話しかける語句、すなわち「認識語」も同時に考えることが重要であった。なぜならロボットが「〇〇してもいい〜?」と話しかけたなら、認識語は「いいよ」などが自然であると考え、そこで「はい」と答えるのはインタラクションとしてはデザインされていないと考えた[5]。

以上のことから、PaPeRoのデザイン開発では、(1) 世界観やキャラクタづくりなど架空事項の設定、(2) 動き、セリフ、音声、サウンドなど動的要素のデザイン、(3) インタラクション適応シナリオや雑相談型対話など基本仕様におけるアイデア提案と設計、というように、創造的活動、分析的情報の構造化、時間軸のデザインにおいて、デザイナーがその能力を発揮した。

4. 人文系／美術系大学とのコラボレーション

人文系大学とのコラボレーションも、デザイナーが率先して行った活動の一つである。ロボットの開発に伴い、人がロボットに抱く印象やロボットがもたらす心理的影響など、人間側に関する研究の必要性が求められている。筆者らは、試作開発したPaPeRoを用いて、2001年度から、認知科学、社会学、心理学、哲学などの研究機関と共同研究を行い、人とロボットとの「かかわり合い」に関する多角的研究を行っている(図4)[6]。研究は、ロボット貸し出しによる共同研究と、2001年11月にパシフィコ横浜で開催された「ロボフェスタ神奈川2001横浜大会」のNECブースにて、来場者を対象とした調査活動である。

本研究の目的は、ロボットと接する際の人間に関する事柄を明らかにしていくことであり、ロボット型インタフェースの有効性検討と、ロボットに関する社会的影響(特に負の影響)との二つの側面がある。また、この活動においては、

図4 人とロボットとの「かかわり合い」に関する多角的研究

図5 展示会場での、子供とロボットの触れあいの様子(左)と収集したサイコドローイング(右)

- ・どのような問題要素がどのような分野(専門領域)にどのくらいありそうなのか?
- ・どのような専門分野のどのような活動がそれを調査するのに有効なのか?

など、研究方法や重点領域について探ることも重要な目的である。

主な研究と結果

(1) 認知科学のアプローチ: 原田らによる研究では、ロボットを「実在型エージェント」ととらえ、ユーザのタスク遂行における「使いやすさ」を画面上のエージェントと比較することで「実在すること」がもたらす「使いやすさ」の可能性を検証した[7]。

(2) 臨床心理/発達科学のアプローチ: 伊藤らによる研究では、子供の無意識レベルでのロボットのとらえ方に着目し、展示会来場者を対象に、ロボットと触れあう様子の観察と、サイコドローイングという手法を用いて、子供が抱いているイメージ調査を実施した(図5)。ロボットに直接接することがイメージに大きく影響することを検証した[8]。

(3) 状況論的アプローチ: 小池らは、ロボットを、人間ではないが人と同様に扱われる存在という枠組みで「セミヒューマン」と定義し、状況論的アプローチによって人とロボットとの関係に関する研究を進めた[9]。毎週1回、約2ヶ月間にわたり幼稚園にPaPeRoを持ち込み、フィールドサーベイを実施した。実験の結果、児童、先生、ロボット、および、ロボットのオペレータという配置のもと、幼稚園という一つの社会組織において、ロボットが存在し得

羽経呂尊

名前： 羽経呂尊
(ぱべろのみこと)
年齢： 暗神年齢五、六歳
(推定)
性格： 豪快でいるが、
実は機がり
特色： なぜか職業に
適任されやすい
趣味： お笑いを観る事
月と星を眺める事

図6 美術大学とのコラボレーションによる作品

るポジションがあることを見い出した。

(4) 情報デザインのアプローチ：吉橋らによる美術大学とのコラボレーションでは、ロボットの振る舞い、インタラクションのデザイン開発に加え、ロボットという新たな人工物のデザイン方法に関する研究を行った。振る舞いやしぐさ、動き、サウンドなどに関するデザインでは、アニメのように若干デフォルメした表現が有効であること、インタラクションにおいては、スモールトークと名付けられた映画でいうインサートショットのような振る舞いが、ロボットにおける特異な点であることが導かれた。また、ロボットのデザインプロセスにおいては、機能とキャラクターの二つの側面が存在し、機能からそれに相応しいキャラクターを考案する場合と、キャラクターが先行して考案され、そのキャラクターに相応しい機能が検討されるプロセスがあることを考察した。いずれにしても「キャラクター」というものが検討において重要な役割をすることが報告された(図6)[10]。

これらの研究から、ロボットに関して「人とロボットとのかかわり合い」という枠組みで考える際、以下の三つのレイヤーが導かれた。

- (1) ロボットと接する「人間」に関する事柄
→ 人がロボットをどのようにとらえるのか
- (2) 人間とロボットとの相互作用に関する事柄
→ 家族など社会組織におけるロボットの位置付け
- (3) ロボットおよびロボット市場を生み出す側に関する事柄
→ ロボット生産者としての設計プロセス、および倫理的課題抽出とそれに対する検討

今後、長期的「かかわり合い」における人間のロボットに対するイメージ変化を調べることで、外観や音声、動きなどデザインやキャラクターの影響について明らかにすることが、共通の課題として導かれている。

5. ぜんじろう氏とのコラボレーション—お笑いロボット「パペじろう」の開発—

デザイナーが中心となって実施しているコラボレーションを、もう一つ紹介しよう。これは、お笑い芸人であるぜんじろう氏とのコラボレーションで、舞台でぜんじろうの相手として漫才をする「パペじろう」の研究開発である(図

図7 ぜんじろう氏(左)とパペじろう(右)

7)。パートナー型ロボットの研究開発において、人とロボットとの対話の実現は、重要な研究テーマの一つである。特に目的遂行としての対話ではなく、話し相手としてのエンターテインメント的側面の対話が今後重要であろう。これに対する一つのアプローチとして「お笑い」に着目した。

「お笑い」とは、日常生活の中の「ユーモア」をお笑い芸人が選別し凝縮したものであり、「ライブ」は、それをオーディエンスに披露するものである。本コラボレーションでの第一フェーズの目標は、お笑いライブの実現である。「お笑い」の分野ですでに確立している「面白さ」をロボットへ適応することの可能性検討、さらには「ロボットならではの面白さ(独自の笑わせ方)」を生み出していくことが目的である。

パペじろうの漫才シナリオ開発および実験ライブを通し、お笑いの台本レベル、演出の表現レベルのそれぞれで、オリジナリティあるものが創出できることが明らかになった[11]。

お笑いの台本レベルでは、漫才におけるロボットの性能や制限を用いた使用方法の説明や、コントにおけるロボットが活躍するであろうシーンである。

演出の表現レベルでは、異常な速さでの「早口言葉」、怒ったときの爆発音、ナンセンスな音をナンセンスなタイミングで出すなど、ロボット独自の「ボケ」などである。

6. ま と め

これまでの活動を振り返り、それらの作業を分類すると大きく以下の四つのレイヤーになる。

(1) デイテールのデザインレイヤー：セリフ、動き、サウンドなど時間軸上の変化のデザイン。特にセリフなどインタラクションの要素については、ユーザのアクションをも含めた一連の流れとしてそれぞれをデザインすることが重要である。

(2) 創造的演出のデザインレイヤー：世界観、キャラクター、バックグラウンドストーリーなど架空の設定などである。

(3) 企画、仕様設計のデザインレイヤー：エンジニア等の密なコラボレーションで遂行する。特に技術的可能性や

制約を、どれだけ理解できるかということがポイントとなる。対話システムにおいては、そのデータベースや法則づくりにおいてデザイナーのクリエイティビティが発揮されるであろう。

(4) コラボレーションレイヤー：これまで工学の領域を中心に扱われていたロボット研究を、他領域へ展開し異分野間における情報の流通、翻訳を行うことである。今後ロボットは「技術開発としてのロボット」から「文化としてのロボット」という側面が重要になってくるであろう。

以上から、「ロボットのデザイン」を考えてみると、それは映画やTVドラマをつくる感覚と、実世界の人工物としてのデザインが融合したものづくりという印象である。世界観を設定し、テーマ曲を作曲する。そのイメージに基づき、主人公となるキャラクターを設計し、そのキャラクターが演じるべきシーンを描く。そして、演じるべき振る舞いやセリフ、サウンドなどディテールを一つ一つ仕上げていく。一方で、実世界で人とインタラクションする人工物として、物語では描かないディテールについても、それぞれの状況を想定し、一つ一つのシーンにデザインを施すという仕事である。

7. お わ り に

デザイナーから見ると、現在の「ロボット」の状況は、10年くらい前の「マルチメディア」に似ていると感じる。現在の携帯電話は、当時描かれていたマルチメディアそのものであるが、それをそう呼ぶ人はもはやいない。「ロボット」という言葉も同じように感じる。近い将来、我々の生活の中に「ロボット」が入ってくることは確実である。そのとき、それらは「ロボット」とは違う別の呼ばれ方をするのではと感じている。また、今日発表されているロボットとは異なるカタチかもしれない。そう考えると「ロボット」とは、人と人工物の新しい「関係」を定義するものにとらえることはできないだろうか？ それは、人工物がキャラクターを持ち、その価値観によって接してくるということである。

このような「ものづくり」において、それを行うための

- (1) デザインプロセスおよび手法の確立
 - (2) デザインプロセスと整合性の高い開発環境の充実
 - (3) ロボットデザイナーの育成とそのカリキュラムの検討
- が、今後の課題であると考えている。

参 考 文 献

- [1] 藤田善弘：“パーソナルロボット R100”，日本ロボット学会誌，vol.18，no.2，pp.198-199，2000。
- [2] 藤田善弘：“パーソナルロボット PaPeRo の概要”，日本ロボット学会第 21 回学術講演会予稿集 CD-ROM，2001。
- [3] 長田純一：“パーソナルロボット「PaPeRo」の開発における情報デザイン”，平成 14 年度日本デザイン学会春季大会シンポジウム概要集，pp.9-12，2002。
- [4] 長田純一，他：“パーソナルロボット PaPeRo の開発 (3)”，日本デザイン学会第 51 回研究発表大会概要集，pp.288-289，2004。
- [5] 吉川健一，長田純一，他：“パーソナルロボット PaPeRo の開発 (4)”，日本デザイン学会第 51 回研究発表大会概要集，pp.290-291，2004。
- [6] 長田純一，他：“人とロボットとの「かかわり合い」に関する人文系多角的研究 (1)”，日本デザイン学会第 49 回研究発表大会概要集，pp.242-243，2003。
- [7] 原田悦子：“音声インタフェースにおけるエイジェント性と社会的文脈の効果：伝言実験による検討”，日本認知科学会第 19 回大会発表論文集，pp.14-15，2002。
- [8] 伊藤俊樹，長田純一：“ロボットのイメージに対する臨床心理的分析”，日本デザイン学会第 49 回研究発表大会概要集，2002。
- [9] 小池星多，長田純一，他：“セミヒューマンインタラクション研究 (2)”，日本デザイン学会第 51 回研究発表大会概要集，pp.294-295，2004。
- [10] 吉橋昭夫，長田純一，他：“人とロボットとの対話をデザインする”，日本デザイン学会第 51 回研究発表大会概要集，pp.292-293，2004。
- [11] 長田純一，他：“パーソナルロボット PaPeRo を用いたお笑いロボット「パペじろう」”，エンターテインメントコンピューティング 2004 概要集，2004。

長田純一 (Junichi Osada)

1995 年多摩美術大学大学院美術研究科修了。(株) NEC デザイン，ソリューションデザイングループチーフデザイナー。1999 年より NEC 研究所のパーソナルロボットの開発に参加。ロボットのキャラクターデザインや人文系ロボット研究を行う。日本デザイン学会，日本心理学会，日本認知科学会会員。多摩美術大学情報デザイン学科非常勤講師。