

ヒューマノイドロボット ASIMO のデザイン

Styling Design of Humanoid Robot ASIMO

小池 昭 男*
Akio KOIKE

興 石 健*
Takeshi KOSHIISHI

要 旨

ヒューマノイドロボット「ASIMO」は、新しいモビリティへのチャレンジとして開発された。今回、自動車デザイン部門としては初めて企画初期段階から開発に加わりデザイン展開を行った。まだ市場が確立されていない、まったく新しい分野の製品であるヒューマノイドロボットを、独自のデザイン提案をもとに開発をすすめると同時に、内外の意見を聞きながら、デザインの方向性を定めていった。また、可動部分が多く動的要素を持つヒューマノイドロボットに対し、開発初期段階からコンピュータ技術を最大限に活用することで、歩行姿勢等をコンピュータグラフィック(CG)でシミュレートし、デザインと機構を高い次元で両立させていった。これまで培ってきたロボット開発に自動車デザインの経験を重ね、新しいデザイン手法を取り入れた結果として、今までに無い新しい価値観を持つ、より身近で親しみやすいデザインを実現することができた。

ABSTRACT

The Honda humanoid robot “ASIMO” was developed as a challenge for new mobility. We as members of the automotive design division, took part of the development team regarding styling design from the early planning stages this time. This is a product in a brand new category, which is not yet settled as a business market. We listened to various opinions of people inside and outside of the company which influenced the design direction based on our unique proposals. We used computer technologies for our work as much as possible especially. In designing its dynamic walking posture with many movable parts. Using computer graphics this was simulated and made compatible with its structure achieving high level solutions. ASIMO has been designed to be more familiar and friendly to the human perception and created a new sense of value. This was achieved by using new computer design technology together with the experience of automotive and robot development for the first time.

1. はじめに

ヒューマノイドロボットを商品とした市場はまだ形成されていないが、エンターテインメント領域の「AIBO」⁽¹⁾を始め、20世紀末に多くのロボットが発表され、かつては夢であったロボットとの共存が現実のものとなってきた。Hondaは新しいモビリティ(移動体)の創造のひとつとして、1986年よりヒューマノイドロボットの研究を進めてきた。この開発にデザイン部門が関わったのは1996年に発表したP2(Fig.1)からである。Hondaのヒューマノイドロボットは、そのデザインを含め徐々に社会に認知されつつあり、世界トップレベルの技術に加えデザインも非常に重要な要素となってきた。

Hondaのヒューマノイドロボット(Fig.1)は当初より人間と共存、協調し、社会の中で役に立つことを目標として開発を行ってきた。さらに実用化にむけ社会に溶け込みや

すい存在とするためには、より親和性を高める必要があると考え、先進性と親和性向上を目標にASIMOの開発⁽²⁾を進めてきた。ASIMOとは、Hondaヒューマノイドロボットの総称として新たに付けた名称であり、同時にその基本理念である、新価値の創造をあらわすロゴ(Fig.2)もデザインした。これはHondaのヒューマノイドロボットへのチャレンジを、実験室の中から新しい工業製品として人々に受け入れられる土壌作りへとさらに一歩進めたものである。

20世紀に発展を遂げた自動車に代表される工業製品は効率等の追求により進化してきた。21世紀、より人間に近い存在になるロボットには新しい価値観が求められる。その中でHondaの創るヒューマノイドロボットとしてのあるべき姿をデザイン開発の中で研究した。ここではASIMOのデザイン開発、及びその過程で最大限に活用したコンピュータ技術を用いたデザイン手法について紹介する。

*和光研究所

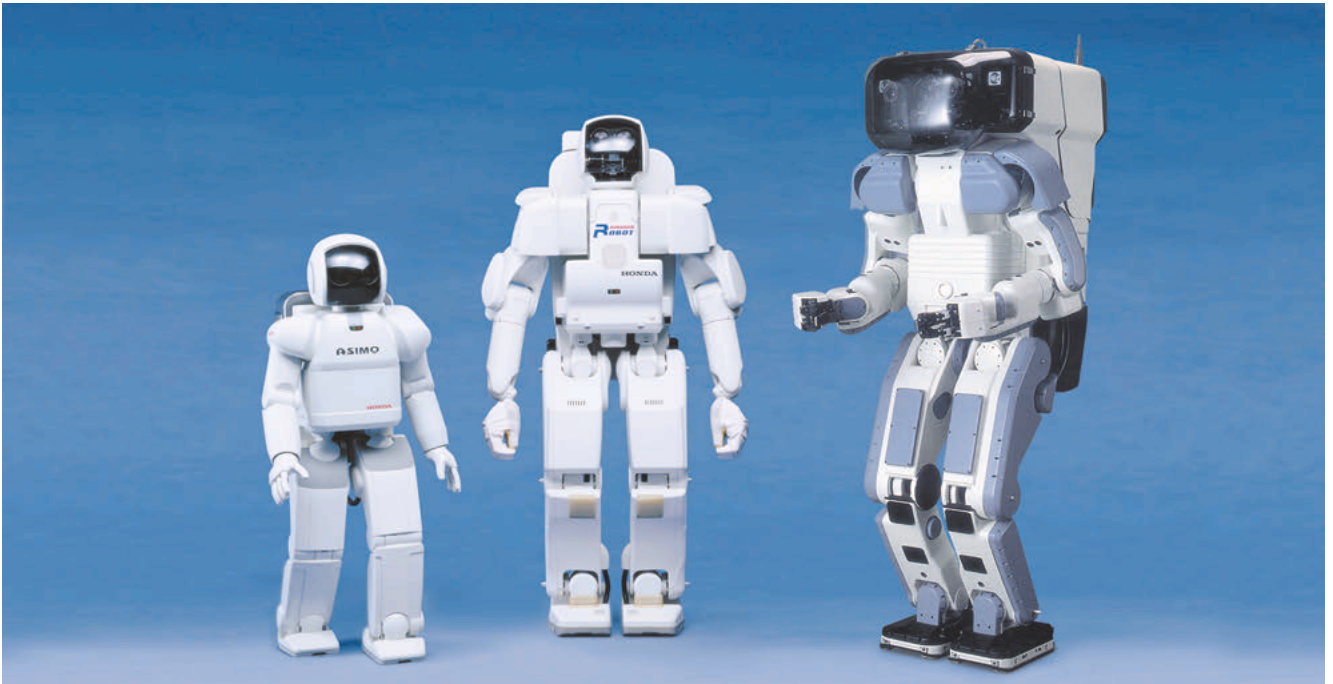


Fig.1 The Honda Humanoid Robots Left: ASIMO (2000), Center: P3 (1997), Right: P2 (1996)

ASIMO

Advanced Step in Innovative Mobility 新しい時代
 ステップ
 革新
 モビリティ

Fig.2 ASIMO Logo design

2. デザインコンセプト

ASIMOは、人の身近なところで人に優しく、実際に人の役に立つ存在になることを目標としている。したがって、デザインの基本的な考え方を、「夢のモビリティであるヒューマノイドロボットを、より身近で親しみやすい存在にすること」とした。

人間の生活空間で共存するのに相応しいモビリティの一つの回答が、人間に近い形態をしているヒューマノイドロボットである。人間が移動できる場所はどこでも移動ができ、時空をも超える新しい可能性も秘めている。また、ヒューマノイドロボットは、人間の運動機能を兼ね備えているのはもちろんのこと、目指すところは人間の能力を超えるところにある。

しかし外観デザインに関しては人間の「かたち」をモチーフとはしているが、人間そっくりの容姿にすることが最適かどうかは意見が分かれるところである。いうまでもなく主役はあくまでも人間であり、人間と、マシンであるヒューマノイドロボットとの関係は、近すぎず遠すぎない「心地よい関係」を保っている必要がある。

ASIMOでは、安直な擬人化を避け、モビリティデザインの一環として自動車デザインで培ってきた機能的で無駄がなく、一体感を重視したスムーズでシンプルな「かたち」創

りを基本にしている。さらに威圧感や恐怖感を払拭し、誰にも受け入れられる明るく楽しい雰囲気への親しみやすいデザインを追求した。

3. デザイン開発

3.1. 先行検討

ASIMOデザイン開発に先立ち、そのコンセプトのひとつである親しみやすさという観点から、サイズ、プロポーションを検討するとともに、それらのデータを踏まえCGを使った歩行アニメーションで先行デザイン案を展開した。

3.1.1. サイズ

Fig.3 で示すように従来型の Honda ヒューマノイドロボットP3をほぼそのまま縮小したモックアップを作り、実際の生活空間での存在感を検討した。人間の生活空間に於いて親しみやすさが感じられ、かつ環境へのアクセス性、作業性も考慮に入れ、全高を120cmとした⁽²⁾。このサイズとしたことで、ロボット特有の動いた時の威圧感も払拭することができた。

3.1.2. プロポーション

プロポーションは、CG で全体のバランスを変える方法と、モックアップの頭部の大きさを変える方法とで検討した。P3 は 160cm の全高で約8頭身のプロポーションであ

り、それを相似形に縮小したモックアップには違和感が残った。一方、頭部のみ大きさを変更し、約6頭身にしたものが親しみやすい雰囲気を感じられた。結果的にそれは小学1～2年生のプロポーショナルであった。このようにFig.4に示すCGによる合成画像の検討に加え、モックアップによる立体モデルでの検討をしていく過程で、プロポーショナルの重要性を確認できた。

3.1.3. 先行デザイン案

P2, P3で展開してきたHondaヒューマノイドロボットのイメージである、清潔かつシンプルであり宇宙飛行士のイメージを継承発展させたデザイン(Fig.5)をもとに、P3の挙動データを用いたCGによる歩行アニメーションを作成した(Fig.6)。画面上ではあるが、P3と一緒に歩く姿は小型ロボットの可能性をイメージすることができた。

3.2. アイディア展開

先行検討で煮詰めてきたデザインコンセプトやプロポーショナル等のデータを元に、複数のデザイナーによってアイディアスケッチを手描きやCGで展開した(Fig.7)。多くのアイディアの中でCGで提案されたものは、ただ単に静的にリアルであるということだけでなく、動いた状態もイメージできるので、開発初期の段階においても説得力がありインパクトもあった。

3.3. モックアップへの移行案

Fig.8に示すデザインA案は企画当初の大きな課題であった親和性を打ち出したものである。これに対し、よりニュートラルでシンプルな方向性をもたせたFig.9のデザインB案も合わせて提案し、両案とも次のステップでモックアップモデル(Fig.10)に移行した。デザインA/B案のねらいを下記に示す。

デザインA案のねらい

- ・ 誰からも受け入れられやすく明るく楽しい雰囲気の演出
- ・ 子供をモチーフとし、キュートさ、快活さ、将来性を表現
- ・ アイコンタクトのための表情をつくり、コミュニケーション性を向上

デザインB案のねらい

- ・ 一目でわかるHondaヒューマノイドロボットの血筋
- ・ 無限の可能性を秘めた用途に対しシンプルでニュートラルなイメージ
- ・ マシンとしての機能美追求

3.4. デザインクリニック

ヒューマノイドロボットはまったく新しい製品であり、当然市場も確立されていない。そこで、市場での使われ方の

イメージ調査も兼ね、社内外の意見を聞くデザインクリニックを実施した。両デザイン案の1/1モックアップモデルと、CGによる歩行アニメーション(Fig.11)を提示し、以下の結果を得た。

デザインA案への反応

- ・ かわいらしさ、親和性、コミュニケーション性が高い
- ・ キャラクターが強く、好みで左右されてしまう
- ・ イメージ、用途が限定されてしまう可能性がある
- ・ Hondaヒューマノイドロボットのイメージは薄い
- ・ いわゆる「ロボット」のイメージと異なる感じ

デザインA案は、用途・目的を絞った場合に生きるデザインである。

デザインB案への反応

- ・ ID(Industrial Design)的であってもかわいらしく、親和性は高い
- ・ 多くの人に受け入れられやすく、ベーシック性がある
- ・ 内に秘めた可能性、汎用性を感じる
- ・ 誰が見ても、Hondaのヒューマノイドロボットとわかる
- ・ いわゆる「ロボット」として成り立っている

デザインB案は、多くの人に受け入れられやすく、すぐにHondaヒューマノイドロボットのイメージを感じるデザインである。

3.5. 最終デザイン案

デザインA, B案についての意見は別れたが、全体を通して活発な議論が行われ、改めてヒューマノイドロボットに対する注目度の高さが感じられた。特にデザインB案についての「ID的なアプローチのデザインであっても、ヒューマノイドロボットとしてのかわいらしさがある」という意見が印象的であった。親しみやすさを全面に出さずとも、サイズ、プロポーショナル、シンプルな面構成で十分にねらいである親和性が表現できることが確認できた。

さらに、Fig.12に示すようなCFやイベントなどによりP3が多くの人びとの目にふれる機会が増え、Hondaヒューマノイドロボットのイメージができあがりつつあった。このような背景も含め、デザインB案をもとにデザインを収めさせ最終案に至った。その経緯をFig.13に示す。

3.6. バリエーション展開

デザインクリニックを経て、今後予想される多様なニーズに応じるための検討も行った。最終案をベーシックモデルと位置付け、基本ボディを変えずに頭部のデザイン変更とカラーコーディネートで効果的に幅広い選択を可能とし、Fig.14に示す方法でバリエーションモデルを作成した。

以上がASIMOデザイン開発の経緯であり、デザインの特徴をFig.15に示す。

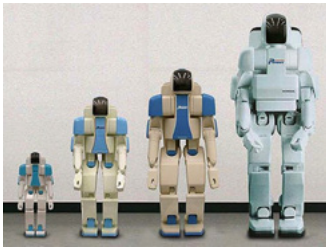


Fig.3 Size study (Mockup)



Fig.4 Proportion study (CG)



Fig.5 Design study (CG)

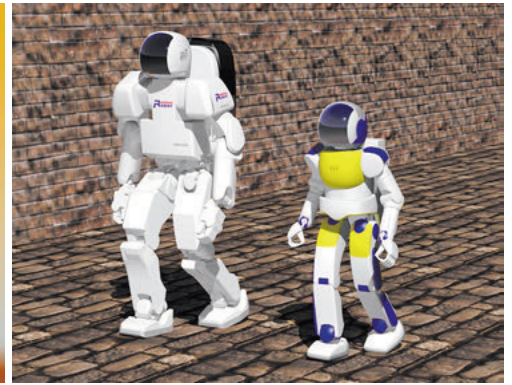


Fig.6 Design study (CG animation)

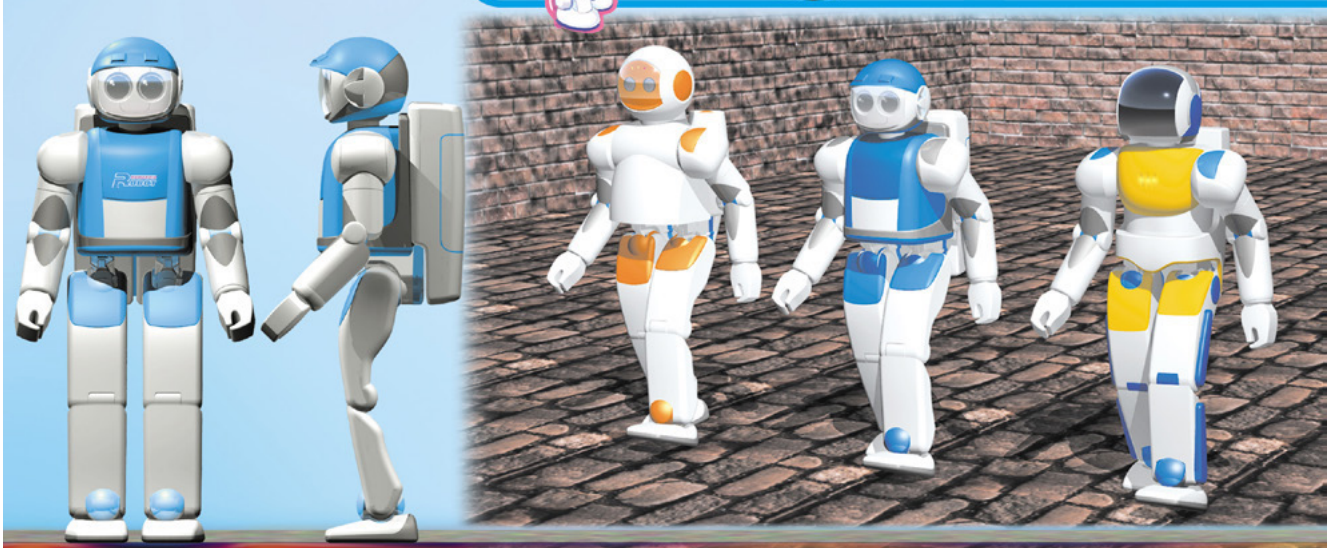
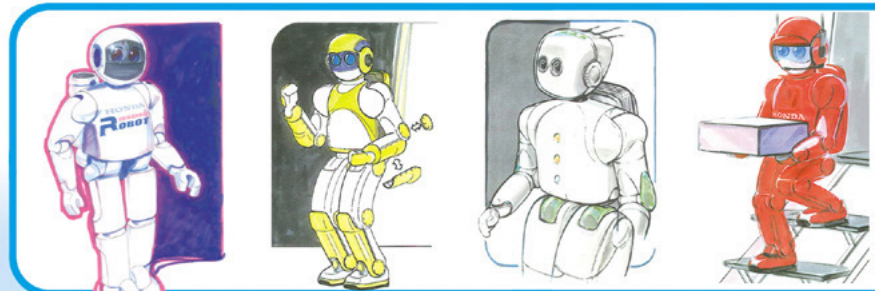


Fig.7 Design ideas (Sketch and CG)

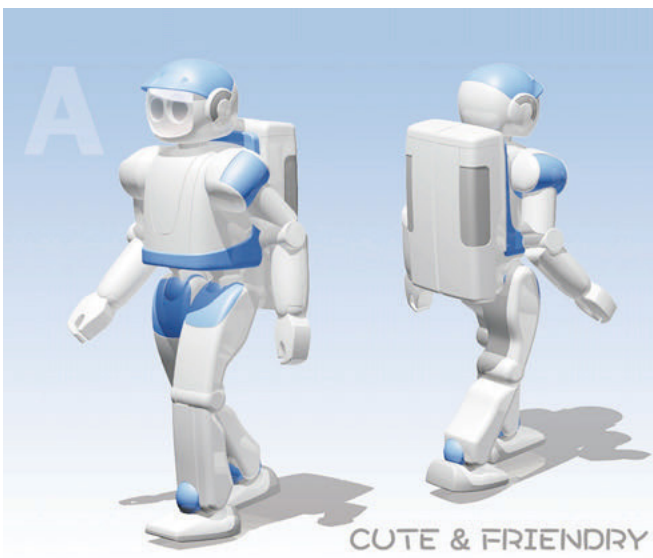


Fig.8 Proposal A (CG)

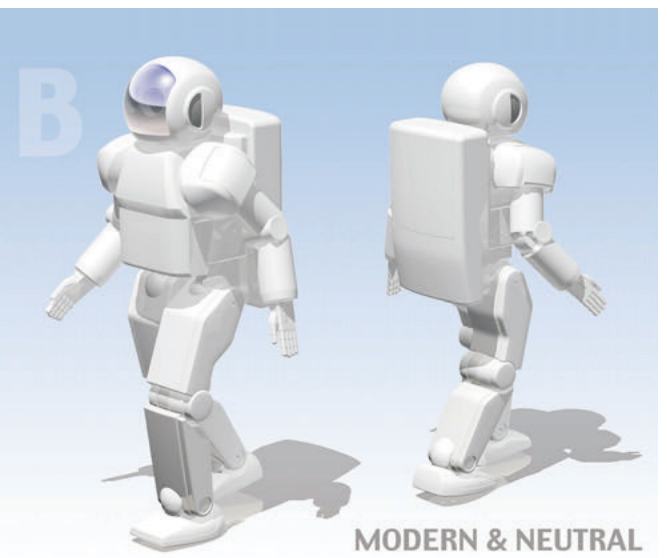


Fig.9 Proposal B (CG)



Fig.10 Proposal A, Proposal B (Mockup)

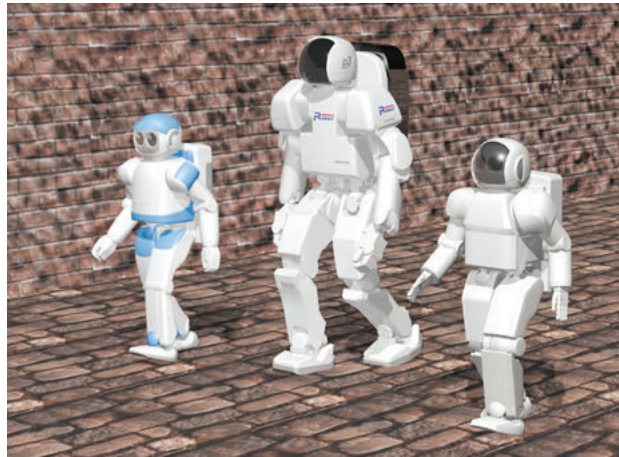


Fig.11 Proposal A, Proposal B (CG animation)

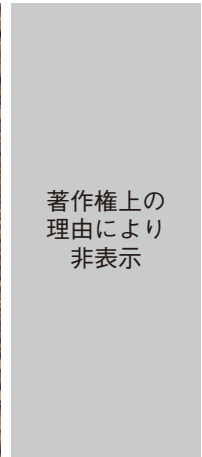


Fig.12 P3 image

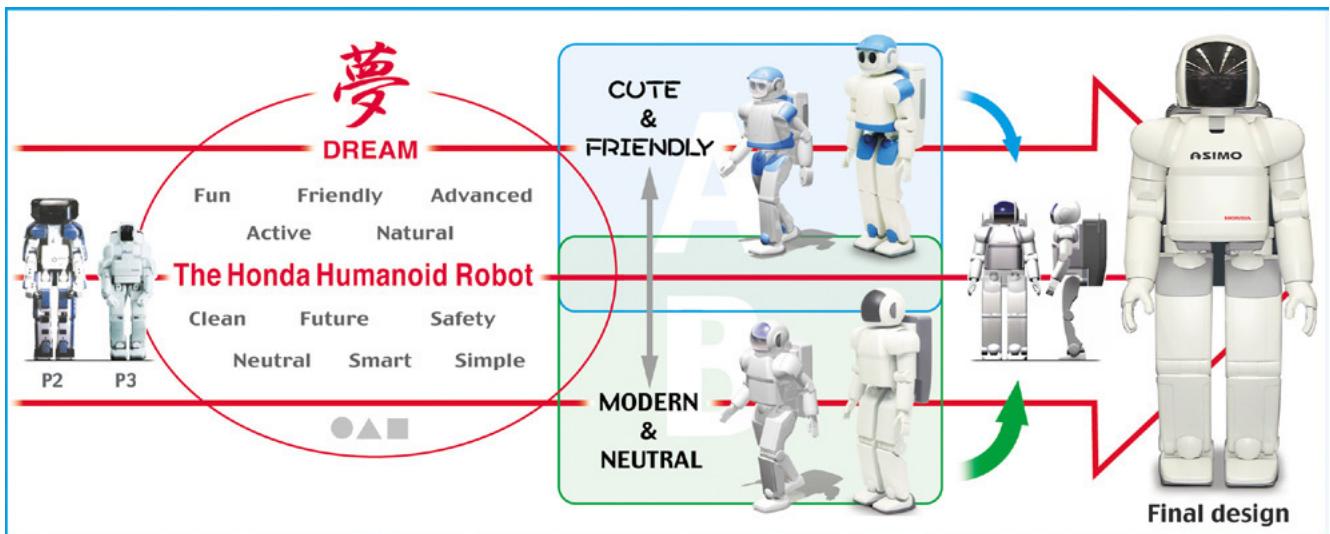


Fig.13 Design process

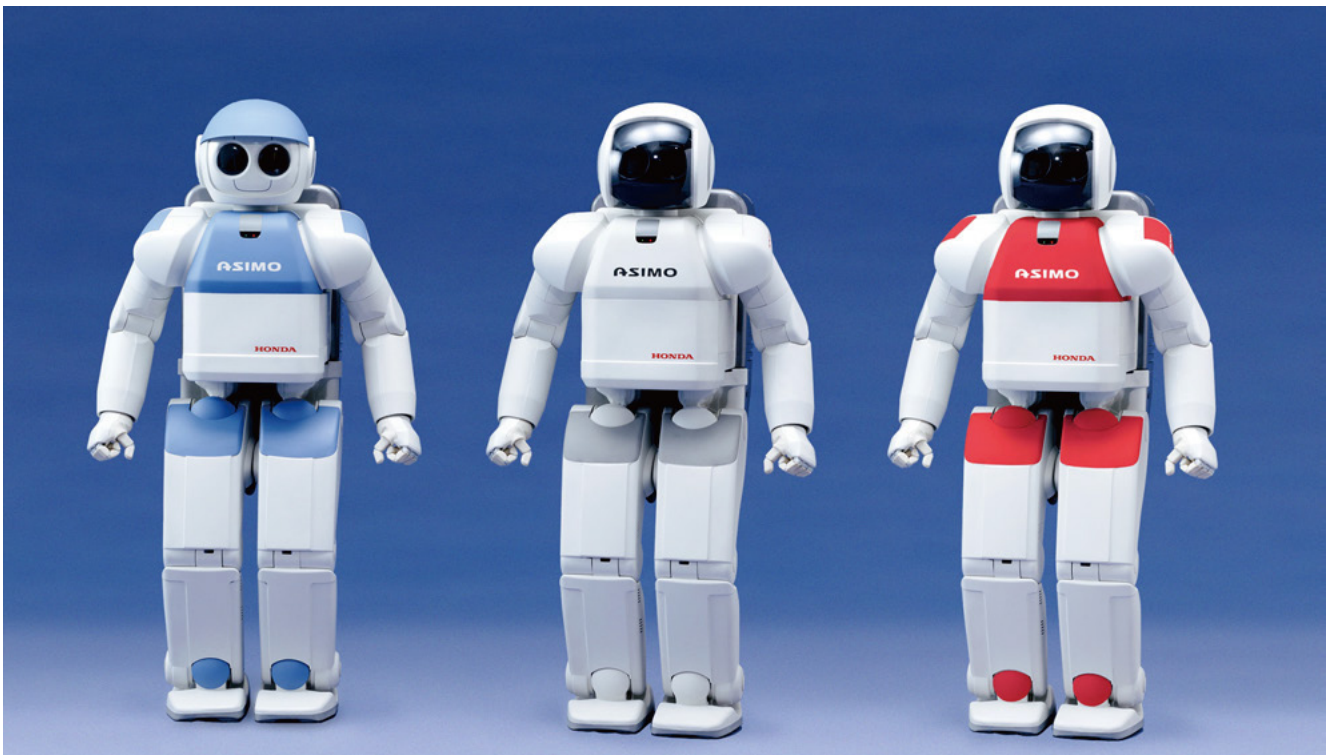


Fig.14 Variation of final design Left: Face and color variation model, Center: Basic model, Right: Color variation model

ASIMO

斜め20° 取り付け：腕の稼働範囲拡大

回転ズレなし丸断面形状

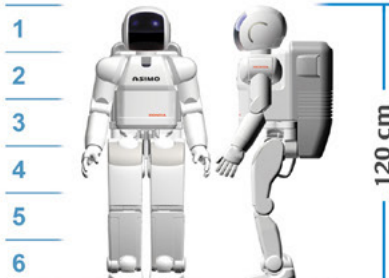
5本指で作業性と
親和性を向上

内部メカ類の露出を無くす
(安全性・親和性・埃防止)
吸気=ルーバー
排気=ダクト

スムーズな、立ち姿勢・歩行姿勢
歩行時のひざ部分の尖りをなくす。
階段昇降から正座までの可動角実現。

Small size Kids proportion Friendly & Utility

人の役に立ち、親和性も高い、全高120cm
6頭身のプロポーション



夢のモビリティであるHondaヒューマノイドロボットを
より身近で親しみやすい存在へ
"Dream mobility " The Honda Humanoid Robot "
more familiar and friendly

Friendly face

(L)Basic model: multipurpose design
(R)Face variation model : communicate purpose design



(左)ベーシックモデル：汎用性あるデザイン
(右)バリエーションモデル：コミュニケーション性向上のため、表情をつけたデザイン

Simple surface Safety joint



突起のないシンプルでスムーズな面構成
絶縁体であり弾力性ある表面素材
各関節部の、挟み込み防止安全カバー構造

Fig.15 Concept and final design

4. コンピュータ技術の活用によるデザイン

ヒューマノイドロボットが、構成上自動車と大きく異なる点は、Fig.16で示すように可動部分が多いことである。自動車はパッケージングデザインで基本的な性格が与えられ、それをつつむボディは空気の抵抗に対して前進するためのムーブメントが付加され、基本的には一体感をもった塊として表現されていく。しかも、それ自体の構成要素は大きな変化はなく、アクセスのための開口部は限られている。ドア等の動きも2次元的であり、一般的には形状の異なるパーツが、複雑な動きを共なって構成されることは稀である。

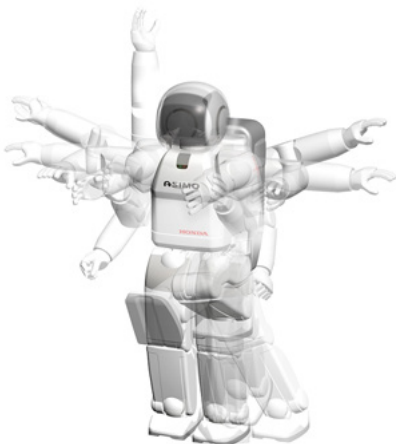


Fig.16 Movable parts in humanoid robot

それに対しヒューマノイドロボットは複数の可動部分（ASIMO は全身で 26 の自由度）を持つ。この複数の可動部分を様々な状態を想定しながら、機構と「かたち」が成立したデザインにしなければならない。この点からも、もはや手描きのスケッチだけでは十分なシミュレートが困難になってきている。今回デザイナー自身が直接コンピュータを用いてデザインを行った結果、下記の4項目に大きな成果を上げることができた。

- (1) 設計との連動によるスピードと精度アップ
- (2) 動的状態を考慮したデザイン
- (3) 効果的なプレゼンテーション
- (4) スムーズな立体化への移行

4.1. 設計との連動によるスピードと精度アップ

デザイナーは、設計者から検討データの提供を受け、自動車デザインで普及しつつあるソフト“Alias”を使い、設計要件も考慮しつつ、デザインアイデアを 3D データで展開した。

一方、設計者は、デザイナーから 3D データを早い段階で受け取り、“CATIA”を使って構造や機構の設計を行った。それによって従来では難しかった骨格設計の段階からデザイン意図を反映することができた。

Fig.17 で示すように、デザイナーと設計者とは、データという共通言語で開発を進めることで、情報のやり取りがスムーズになり開発効率の向上が図られた。その結果デザインと機構とを両立しつつ、完成へのスピードと精度を上げることができた。

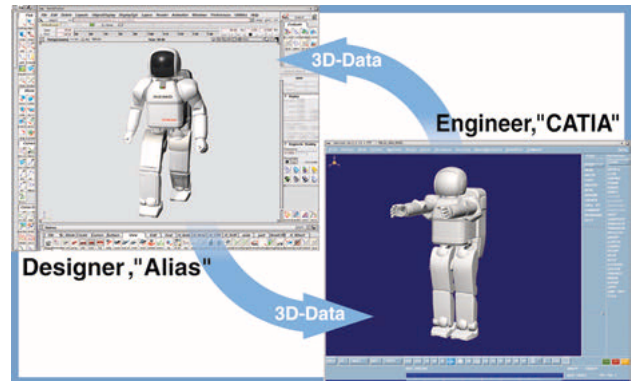


Fig.17 Digital design

Fig.18に、ワイヤデータ、CG、実機を対比して示す。デザインのプロセスは、形やアイデアの創造だけではなく、様々な要件を反映させながら最後の姿をシミュレートしていくことが大切である。図から明らかになるように、設計者と連動し、データを主体としたデザインを展開することで、初期の段階から完成した姿をリアルに高精度に表現することができた。

4.2. 動的状態を考慮したデザイン

ヒューマノイドロボットは前述したように静的状態はもちろん、動いている状態をも考慮してデザインする必要がある。P3までは実機が完成し実際に歩行させるまで、デザイナーも設計者も動いた状態を確認する術がなかった。ASIMOでは、コンピュータを活用し動的状態も想定しながらデザイン展開を行い、特に歩行時の姿勢が良く見えるようにデザインを進めた。歩行姿勢はデザインだけで改善はできないが、Fig.19で示すようにデザインの造型処理で可能な部分は、つまり、あごを引く、背筋をまっすぐ、むねを張る、膝曲がりを少なく見せるなどの工夫をした。また、挙動を担当する設計者によって、より良い姿勢で元気よく歩くプログラムがつくられた。P3と比較して、ASIMOの歩行姿勢が改善されているのが確認できる。

4.3. 効果的なプレゼンテーション

自動車デザインのデータ検証で使っている大画面投影機で、CGのASIMOを投影し、ほぼ等身大で歩行その他の動作のイメージを確認した。その結果、歩き方に元気が足りないことがわかったので、プログラムを改良し、実機では元気よく、かわいらしく歩くASIMOを実現した。このようにCGを活用することによって、早い段階で問題点を顕在化させることが可能となった。

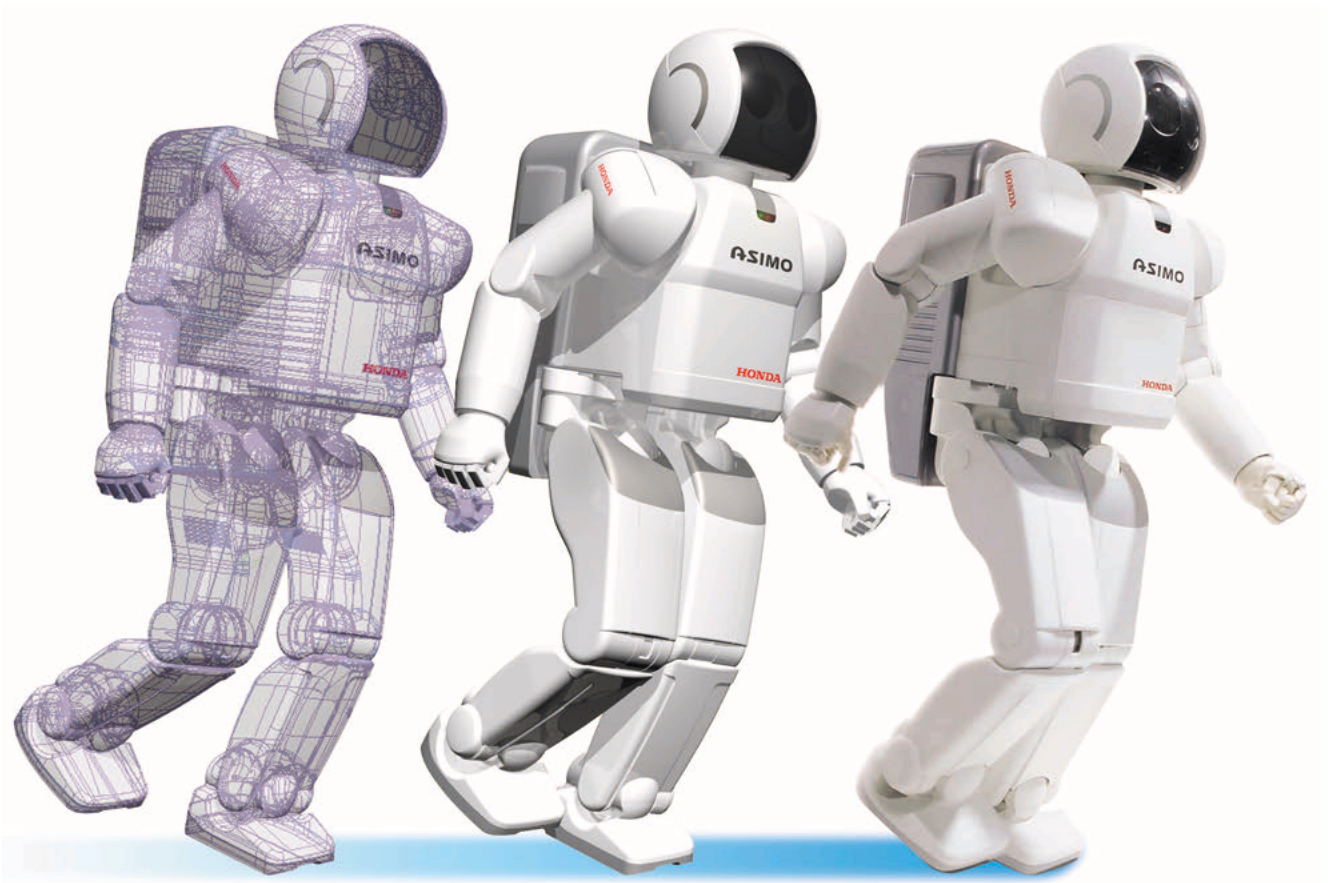


Fig.18 Digital design process

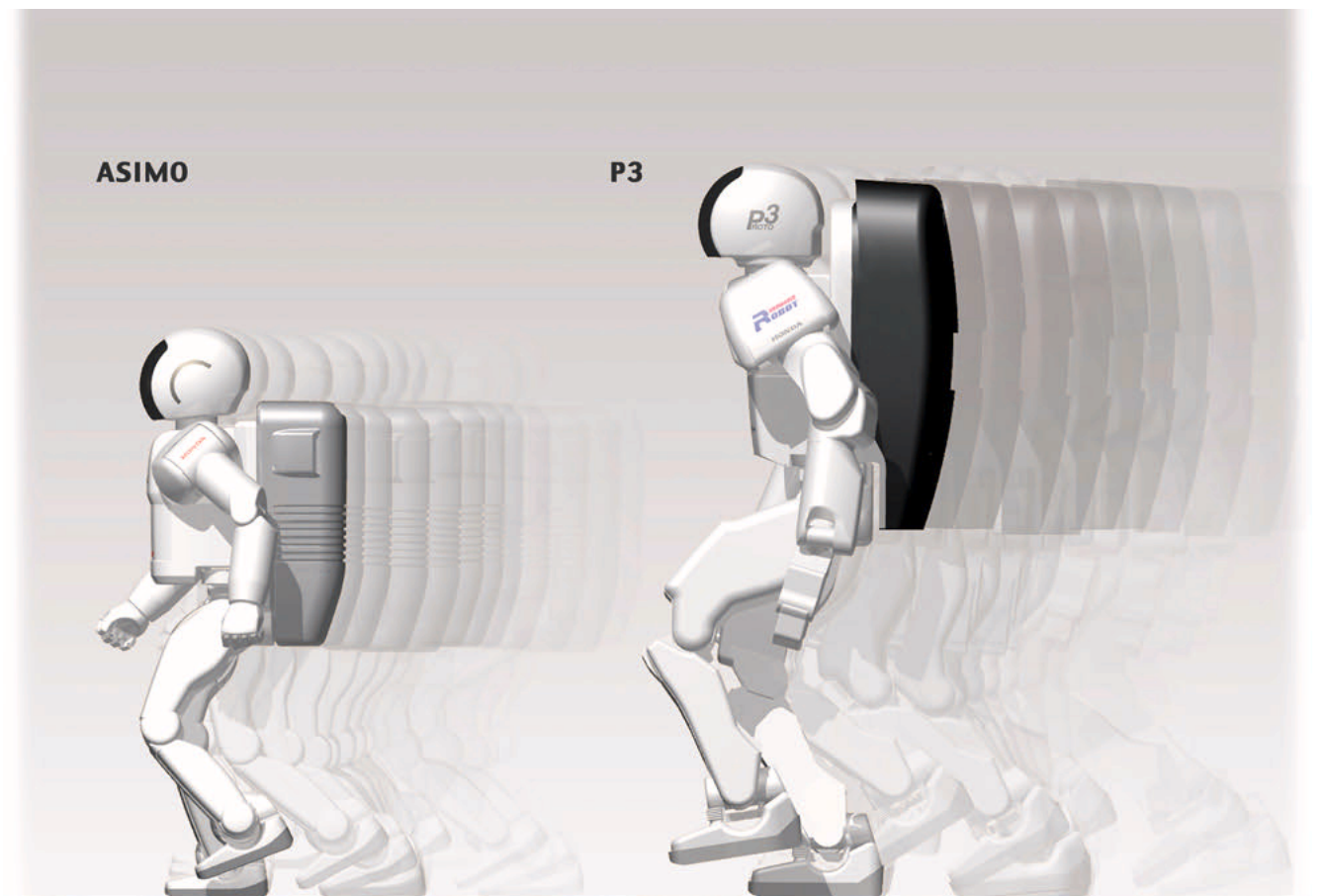


Fig.19 Dynamic robot design of walking

また、Fig.20 で示す ASIMO の特徴的な「おじぎ」についても、図中左に示す CG で提案を行い、右の実機における動作に反映された。

さらに、いろいろな場面での ASIMO の使われ方をイメージした映像(Fig.21)を作成し、効果的なプレゼンテーションを行うことができた。この映像は一部手直ししただけでそのまま外部発表時にも使用されることになった。

外部発表に際して、広報資料としての撮影・印刷物作成の時間が十分とれなかったが、CG 画像を利用することで、短い期間で Web ページや、技術資料、広報資料、販売促進用アドフォーマット(Fig.22)、展示会場のプレゼンテーション(Fig.23)等に対応することが可能であった。

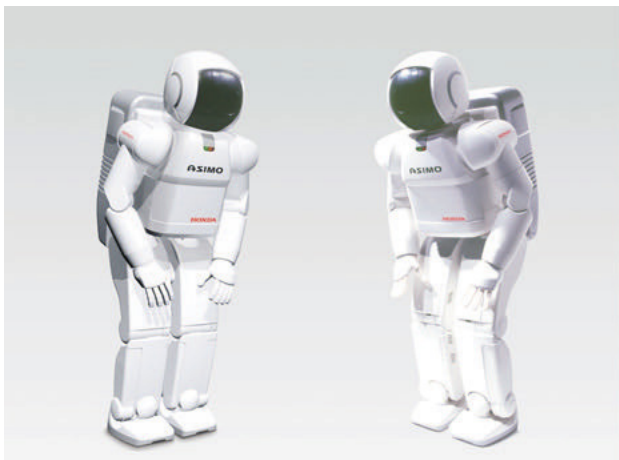


Fig.20 Dynamic robot design of responding motion

著作権上の理由により非表示

Fig.21 Image movie



Fig.22 Advertisement format

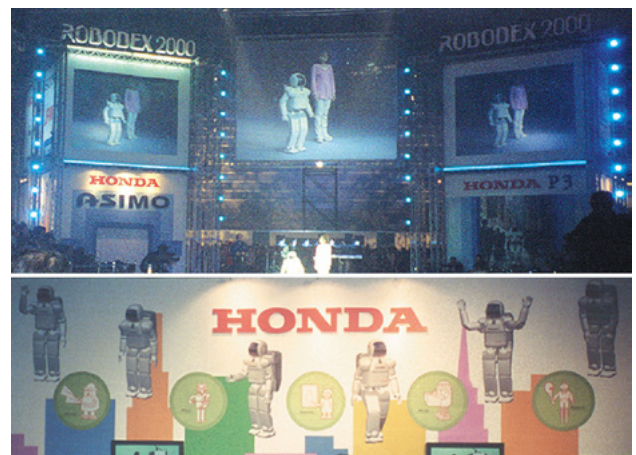


Fig.23 Presentation for ROBODEX 2000

4.4. スムーズな立体化への移行

先に述べたように今回、CG を用いたデザイン開発手法で多くの効果をあげることができたが、やはりデザインの最終確認は、大きさ、存在感を原寸スケールのモデルで確認し、雰囲気や肌で感じる必要がある。また立体造型の最後の段階では、熟練した者のハンドワークによって仕上げが行われ、その測定データを最終データに反映させている。このように、現時点において、立体化は必要不可欠なプロセスの一つである。

自動車デザイン開発で一般的に知られるクレイ(粘土)モデルの作成は、P3の開発までは行われていたが、ASIMOの開発では、CG画像上とモックアップモデルで形状の確認を行い、次工程のデータ作りへ反映していった。設計変更に対応し、かつ柔軟に対応し、動的なデザイン検討を必要とするヒューマノイドロボットのデザイン開発においては、この手法がより効率的である。

モックアップモデルも軽量化と作りやすさを考慮し、パーツによって製作方法を分けて行った。ボディー本体はミリングマシンで樹脂を削り出していく方法を用い、頭部や腕、足などの袋状の部分は、Fig.24 で示す溶かした ABS を積層していく手法(FDM)や、Fig.25 で示す紫外線を当てると硬化する液体樹脂にレーザー光を当てて積層していく光造形型(SLA)、等を併用し、効率化とスピードアップを図った。

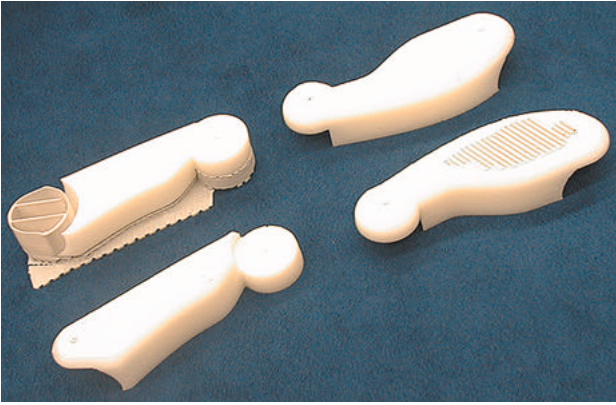


Fig.24 Rapid prototyping (FDM)



Fig.25 Rapid prototyping (SLA)

異なったものになると思われる。19世紀末に生まれた自動車は、人々の役に立つ乗り物として著しい発展を遂げた。21世紀、ヒューマノイドロボットはかつての自動車と同じように功罪相半ばし光と影を落としながら進化していくのかもしれない。しかし人と人の暮らしにより身近にある存在だけに、作る側の責任は遥かに大きいことを自覚しながら開発に取り組んでいくつもりである。

参考文献

- (1) Sony, AIBO 広報資料 (1999)
- (2) 広瀬, 竹中: ヒューマノイドロボット ASIMO の開発, Honda R&D Technical Review, Vol. 13, No. 1, p.1-6 (2001)

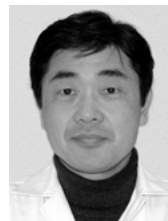
5. まとめ

ASIMO のデザイン開発では、その初期段階からコンピュータ技術を最大限に活用し、デザインイメージの提案を元に、デザインデータの作成を行った。また、最終確認は立体の1/1モックアップで行うなど、デジタル・アナログ双方の利点を効果的に併用して展開した。その結果、デザインと機構を高い次元で両立させ、当初のねらいであった、新しい価値観を持った、より身近で親しみやすいデザインを実現することができた。

6. おわりに

デザインクリニックの時の話である。モックアップの頭部を検討のために何気なくはずしたとたん、参加者の方から「うわっ」と驚きの声があがった。機械であるのに人間の「かたち」をしているヒューマノイドロボットであるがゆえの特異さの現れである。ヒューマノイドロボットは、単にあつたら便利なものではなく、人間にとって魂の琴線に触れる存在としてデザインされるべきである。ヒューマノイドロボットに課せられる要素はあまりにも広範囲で深く、あきらかに、効率を重視してきた20世紀的な工業製品とは

■ 著 者 ■



小池 昭男



興石 健