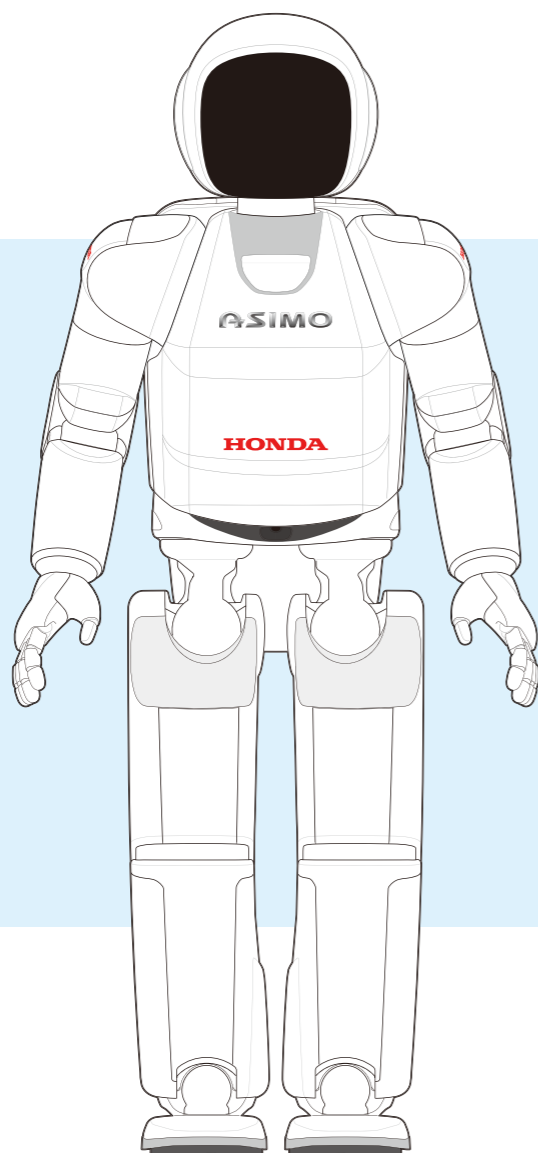


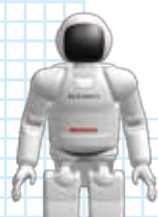
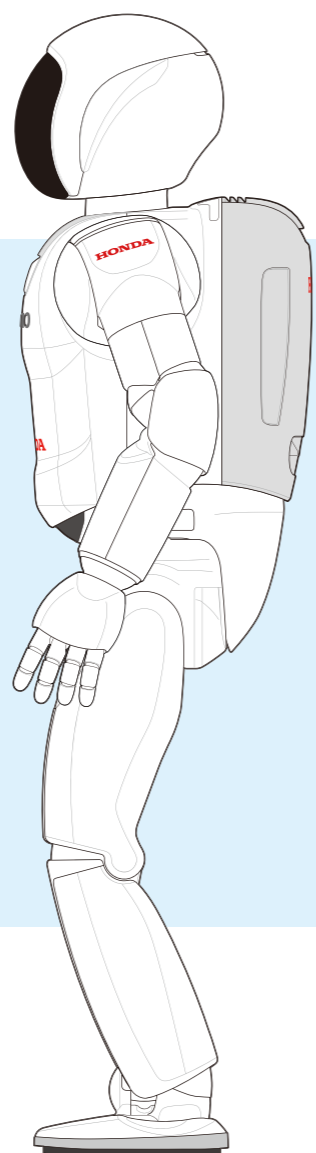
**HONDA**



**ASIMO**

# Contents

<b>Prologue</b>	ロボット開発のプロローグ ……3
<b>Process</b>	ロボット開発の歴史 ……5
<b>ASIMO</b>	ASIMO誕生 ……9
	【ASIMOの進化】
	2000年 ……9
	2002年 ……13
	2005年 ……15
	2007年 ……23
	2011年 ……25
	スペック ……29



# ASIMO

人に役立ち、  
人のパートナーとなることを  
目指して、  
Hondaのロボットは、  
未来の扉を開きます。



## Prologue ロボット開発のプロローグ

### 新たなモビリティの創造

Hondaは、2輪車、4輪車、汎用製品につづく、新しいモビリティへのチャレンジとして、人間型ロボットの開発に取り組んできました。

### 人々の生活空間の中で活躍できることを目指して

Hondaが目指すのは、人々のパートナーとして、社会の中で利用できることを目的とした新しいロボットです。

### ロボット研究・開発の理念

人間と共存・協調し、人間の役に立つことで、新しい価値をもたらすモビリティの創造を目指します。

研究はまず人間社会で使えるロボットのあるべき姿を模索することから始まりました。

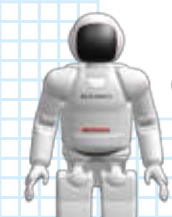
その結果、ロボットの機能としては屋内で、限られた空間の中を行き来することや階段の昇り降りなどの動作が必要であり、それには人間と同様な2足歩行が適していると考えました。

また、ロボットの移動手段として2足歩行技術が確立できれば、荒地などを含め地上環境のほとんどは移動可能になると考えました。

こうして、当時は困難であると言われていた、「自律2足歩行ロボット」という高い目標に向けて革新的な技術を積上げてきました。



Photo:E0



# 1986年



## 人間をモデルに、 ロボット開発がスタート

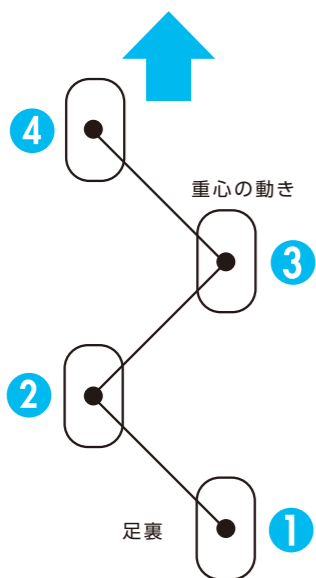
2足歩行の原理を究明するに当たって、Hondaはありとあらゆる歩行の観察研究と実験を行い、多くのデータを蓄積。E0では、足を交互に出して歩くことに成功。しかし、まだ一歩におよそ15秒もかかり、直線での「静歩行」による移動でした。

### 静歩行と動歩行

歩くスピードを上げ、また、凸凹道や坂道など、あらゆる地面の上を歩くことを考えると「動歩行」を実現することが必要でした。

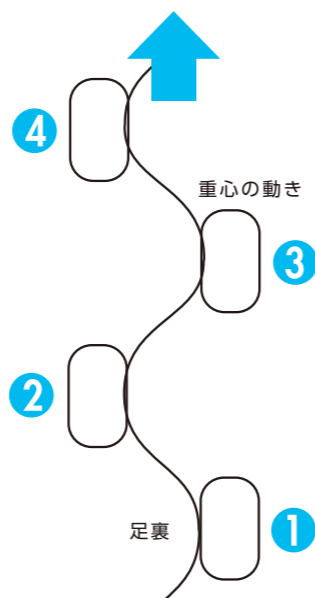
#### 静歩行

●静歩行は、常に身体の重心が足裏の範囲に入るように歩く。



#### 動歩行

●身体の勢いを使ってスムーズに歩く動歩行では、重心が足裏に常にあるとは限らない。



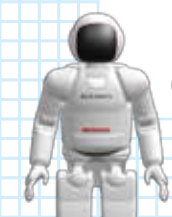
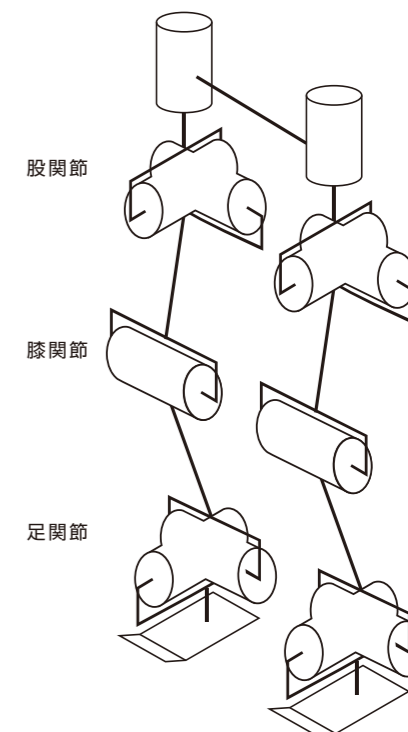
# 1987-1991年

## 人間と同じような 「動歩行」の技術を確立

「動歩行」を実現するために、徹底的に人間の歩行を研究・解析。人間の歩行だけでなく、動物の歩行を含めて、あらゆる歩行の観察研究を行い、2足歩行に必要な関節の配置や動きを調べました。そして、E2で初めて、時速1.2kmの「動歩行」に成功しました。

### 2足動歩行の実現

- 1 脚の関節の配置**  
人間の骨格を参考とし、股関節・膝関節・足関節に相当する関節機能を持たせることにしました。
- 2 脚の関節の可動範囲**  
歩行時の関節の可動範囲は、人間の階段昇降・平地歩行実験と解析を行い、関節の動きを計測して、各関節の可動範囲としました。
- 3 脚の寸法、重量、重心位置**  
各脚部の重心位置については、「人間の身体の重心」を参考としました。
- 4 歩行時の脚の関節にかかるトルク**  
関節にかかるトルクについては、人間が歩行中の関節の動きと、その時々床反力からのベクトルを測定することにより、最適トルクを求めることにしました。
- 5 歩行に関わるセンサー**  
歩行時の足の運動状態を知るために関節角度センサーと6軸力センサー、姿勢を知るためにジャイロ・加速度センサーを用いることとしました。
- 6 歩行における着地衝撃力**  
足部緩衝材とコンプライアンス制御\*により衝撃力の緩和を図る機構としました。  
\*外部からの力を受け流すことで、過大な力を受けないようにする制御



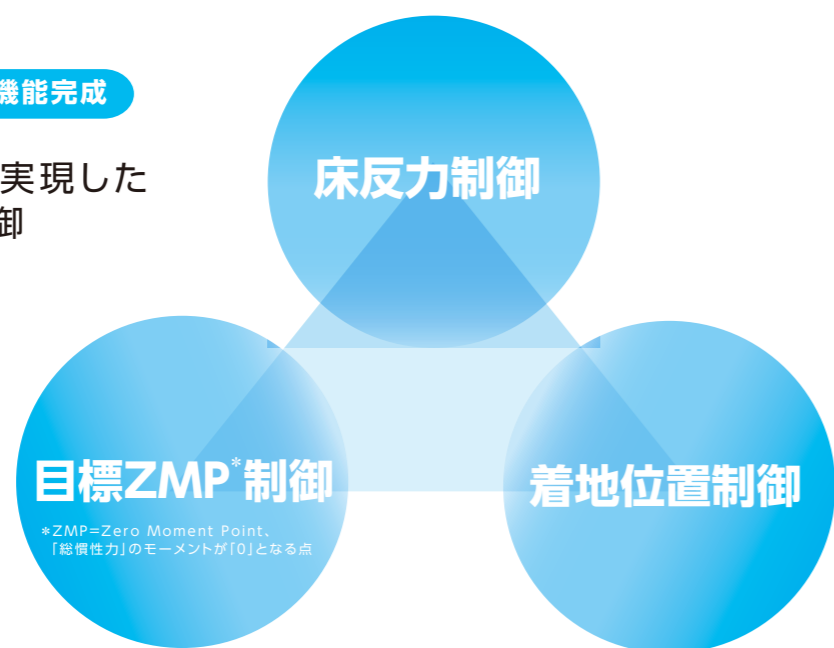
# 1991-1993年

## 2足歩行を実現する、歩行安定化技術を確立

Hondaは歩行安定化技術の研究に取り組み、3つの制御技術を開発しました。

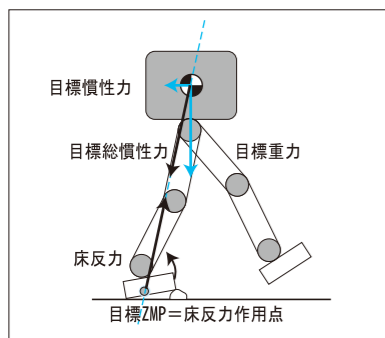
### 2足歩行の基本機能完成

歩行安定化を実現した3つの姿勢制御



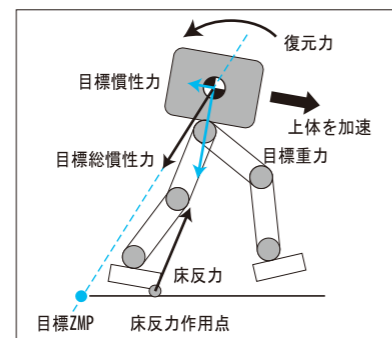
#### ①床反力制御

床の凹凸を吸収しながら、足裏で踏ん張る制御



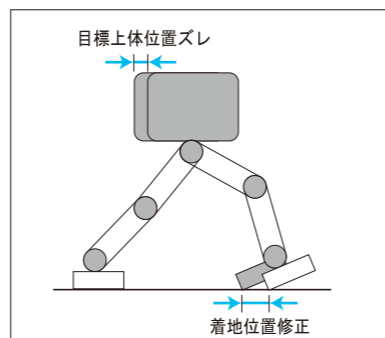
#### ②目標ZMP制御

足裏で踏ん張りきれないときに、上体を倒れそうな向きに加速させ、姿勢を保つ制御



#### ③着地位置制御

目標ZMP制御によって生じた上体のズレを歩幅によって調整する制御



# 1993-1997年

## 脚部と上体を組み合わせた、人間型ロボットへの進化

人間の生活環境や社会における人間型ロボットのあり方を検討し、人間に近いサイズのプロトタイプモデルが完成しました。



### 人間型ロボットの研究

#### ①基本構成

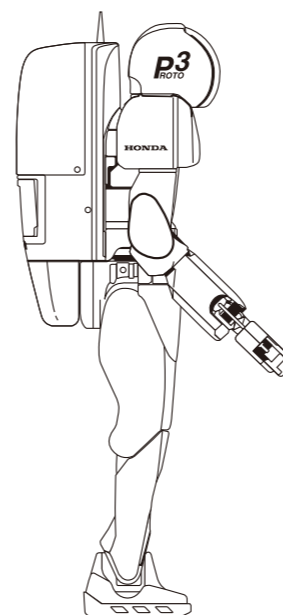
移動は2足歩行機構 + 作業は2腕機構

人間と協調して作業を行ったり、人間がロボットを操作するときのやりとりを容易にするため、腕については、2腕とするべきと考えました。

#### ②基本機能

##### ■目標点移動

直立状態でカメラを用いて床などに貼られた2つのマーカーを認識して現在の自己位置・方向を推定した後に目標点を指定すると、まず現在位置から目標点までの最短歩数移動方法を割り出します。次にジャイロを用いた慣性航法により、スリップ等によるズレを修正しながら目標点まで移動します。



##### ■階段昇降

6軸力センサーを用いて踏みしろを推定することにより、長い階段でも踏み外すことなく連続的に昇降することができます。

##### ■台車押し

台車を一定速度で押して進もうとしますが、何らかの影響で台車の動きが抑圧されると、これに応じて無理がかからないように歩幅を小さくします。

##### ■物の運搬

腕1本当たり2kgまでの物を持ちながら歩行することができます。

##### ■ドア通過

ドアを押しながら(引きながら)、通過することができます。台車押しと同様、ドアの開閉具合に応じて足の運びが調整されます。

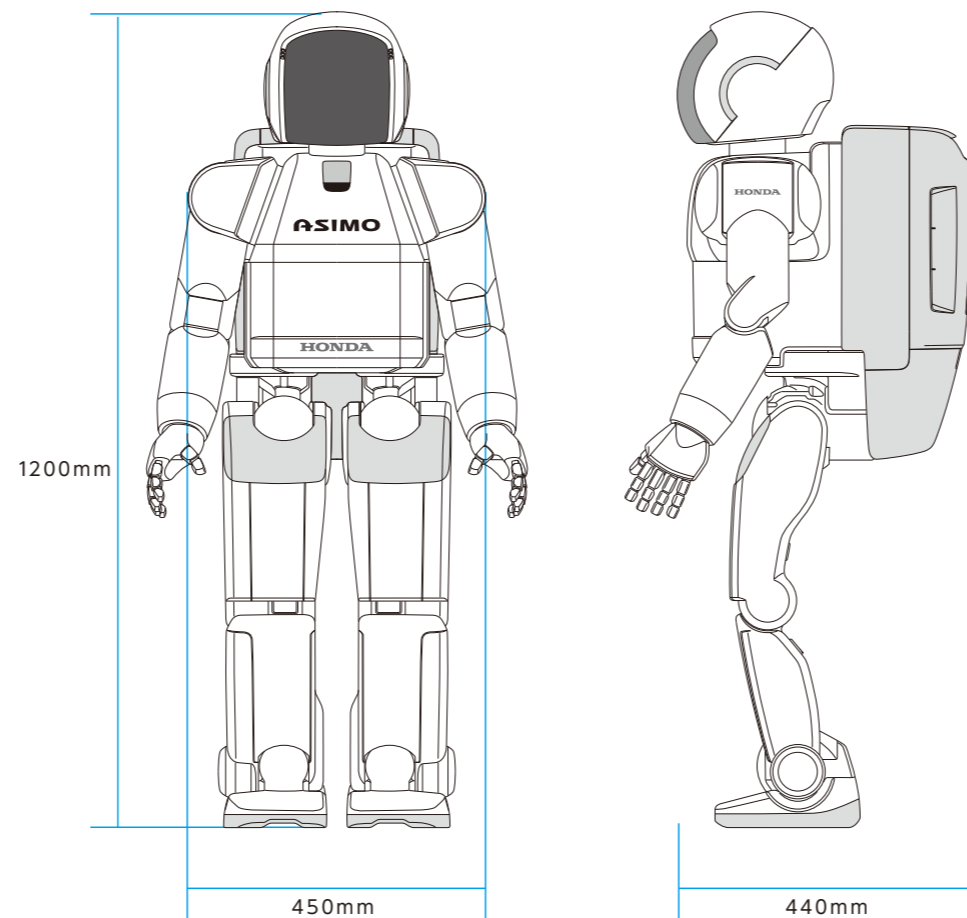
##### ■遠隔操縦による作業

マスターアームを用いて、ハンドに作用する反力を感じながら、ボルト締めなどの作業を行うことができます。

ASIMO 2000

# 2000年 ASIMO誕生

Hondaは、P2、P3のプロトタイプ・モデルによって世界に類のない2足歩行技術を実現しました。プロトタイプ・モデルで培ったノウハウを活かしつつ、より実用化に向けた新しい技術の研究・開発に取り組んできました。2000年11月20日、その新しい技術の成果として、ASIMOが誕生しました。



## ASIMOの特長

ASIMOは、近い将来、実際に人間の生活空間で活動することを想定して研究・開発を行い、人間の生活空間での自由自在な移動、作業しやすいサイズや重量、簡単な操作性を実現しました。また、より身近に感じていただけるデザインとしました。

小型・軽量化

親しみやすいデザイン

動作範囲を広げた腕

簡単な操縦性

より進化した歩行

## ASIMO

### ASIMOのネーミング

「ASIMO」とは、Advanced Step in Innovative Mobility。これは、新しい時代へ進化した革新的モビリティを意味します。

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

### 2002年 知能化技術を搭載

- ・音声認識
- ・画像認識



### 2005年 人に合わせた 行動などが可能に

- ・時速6km走行
- ・デリバリー



### 2007年 複数のASIMOが サービスを提供

- ・受付・案内
- ・複数体連携



### 2011年 世界初\*の自律行動 制御技術を搭載

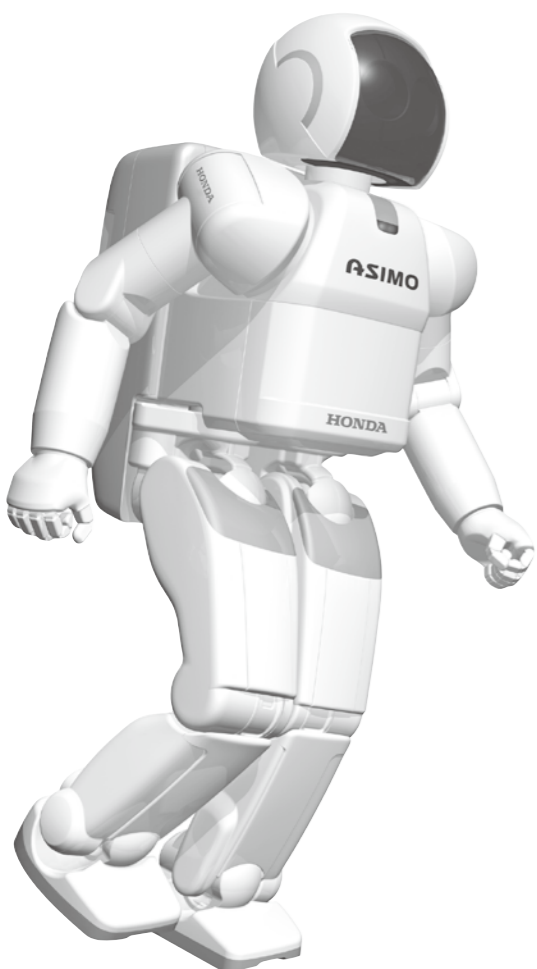
- ・自律行動制御

\*Honda調べ(11月8日現在)



# ASIMO 2000

## 小さくても役に立つサイズを設定



人間の生活空間で作業することと、親しみやすさを両立できるサイズとしました。

生活空間の中で電灯などのスイッチ類やドアノブに手が届き、かつ、テーブルや作業台で作業できるサイズを検討してきました。

また、大人が椅子に座ったときの目の高さに配慮し、コミュニケーションの取りやすいサイズとして全高を120cmとしました。(現在は130cm)

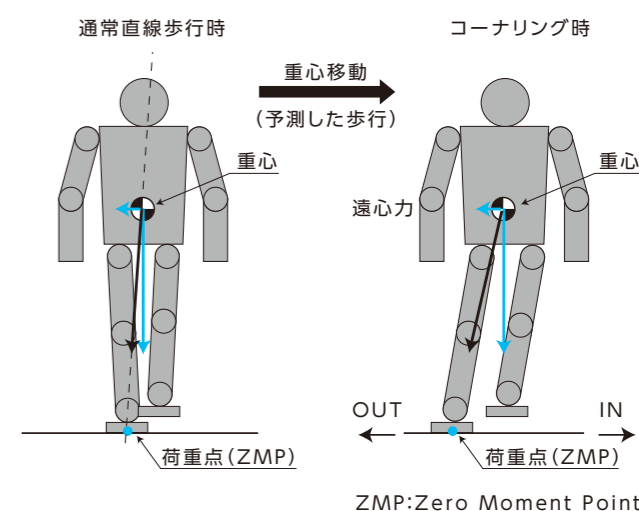
Hondaは、120cmぐらいから大人サイズまでが、人間の生活空間で役立つことのできるロボットサイズであると考えています。

## インテリジェント・リアルタイム・自在歩行「i-WALK」

i-WALK技術とは、従来の歩行制御技術に「予測運動制御」を加えて、より自在な歩行を実現した自律2足歩行の新しいキーテクノロジーです。これにより、ASIMOでは、従来の歩き方では実現することができなかった、より自然でスムーズな歩きが可能となりました。

### ■予測運動制御を実現しました

人間が通常の直線歩行から角度のきついコーナーを曲がろうとすると、事前に身体の重心をコーナーの内側に移動させます。ASIMOはi-WALK技術の導入により、従来の歩行制御技術では達成できなかった、次の(将来の)動きをリアルタイムに予測してあらかじめ重心を移動させる機能を実現しました。



### ■一旦停止を含まない連続移動が可能となりました

いかなる瞬間からでも、連続かつ自在に歩き方を変更することのできる移動が可能となったため、素早くスムーズな動き(歩き)が出来るようになりました。

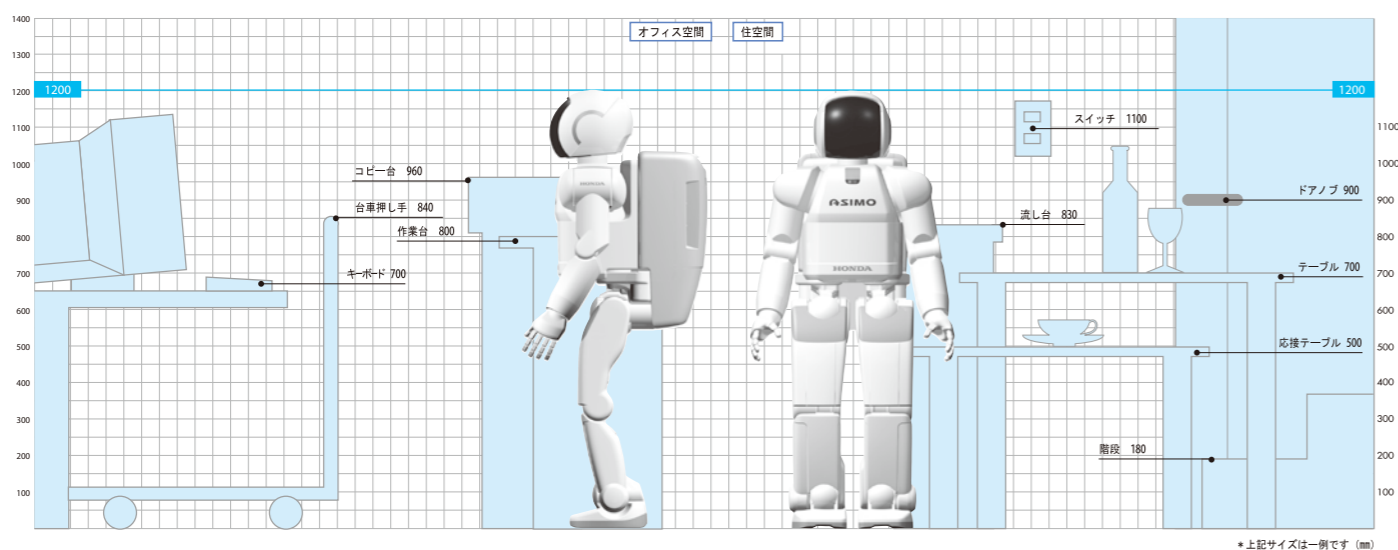
**直進 ⇒ 旋回 ⇒ 直進**

### ■着地位置・旋回角だけでなく、歩行周期も任意に変更可能

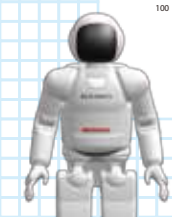
P3までのロボットは、旋回などの動きを、記憶されていた歩行パターンの組み合わせと合成で行っていました。ASIMOは、リアルタイムに歩行パターンを生成し、任意に着地位置と旋回角を変更することができます。これにより、さまざまな方向への歩行をよりスムーズな動きで実現しています。また、歩行周期(一步の時間)を任意に変更できるため、動きに不自然さがなくなりました。

### ■i-WALKの将来性

i-WALK技術により、ASIMOは、いかなる瞬間からでも、連続的かつ自在に歩き方を変更することができるようになりました。i-WALK技術は、ロボットが人間の生活空間で共存する可能性をより高める技術です。この技術が発展することで、将来ロボットは、人に合わせて自在に活動する協調作業を行ったり、障害物を自ら回避することができるようになります。



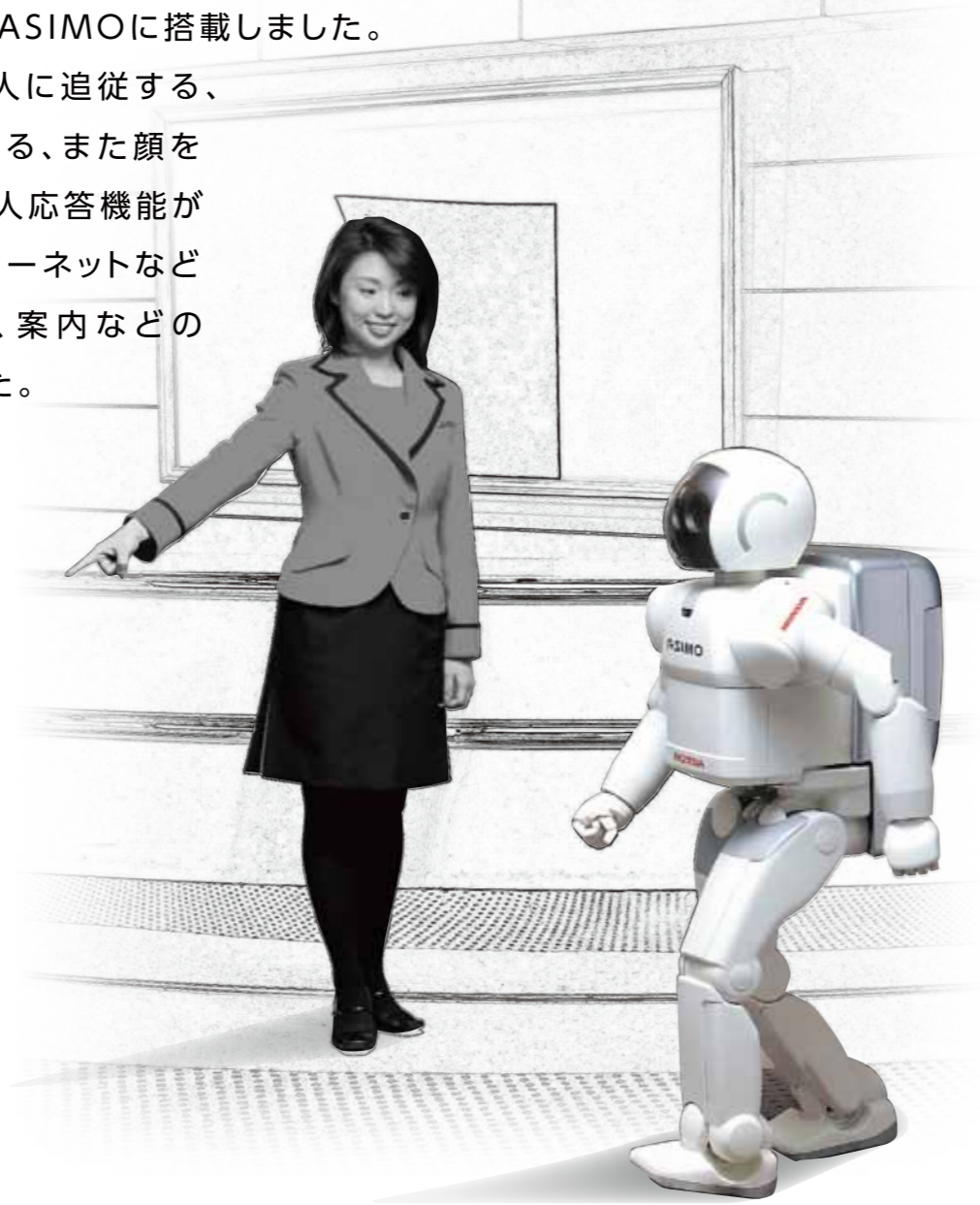
\*上記サイズは一例です (mm)



# 2002年

## 自律的に行動できる 知能化技術を搭載

人の姿勢やしぐさの意味を理解して自律的に行動できる知能化技術をASIMOに搭載しました。接近する人に挨拶する、人に追従する、指示された場所に移動する、また顔を認識して名前を呼ぶなど人応答機能が大きく進化。さらにインターネットなどを介した情報の提供や、案内などのサービスを可能としました。



## 認識技術によるコミュニケーションの進化

### ①移動体抽出

頭部に搭載したカメラの画像情報から複数の移動体を検出し、その移動体までの距離、方向を認識する。

### ②ポスチャ・ジェスチャ認識

画像情報から手の位置と動きを検出し、姿勢(ポスチャ)と動作(ジェスチャ)を認識。音声だけでなく人の自然な動きに対しても応答することが可能となった。

### ③環境認識

画像位置から周辺の環境を認識し、障害物などの位置を把握して、衝突回避、迂回移動が可能となった。

### ④音源識別

音源位置を特定する能力が向上。また、音声とそれ以外の音を識別する。

### ⑤顔認識

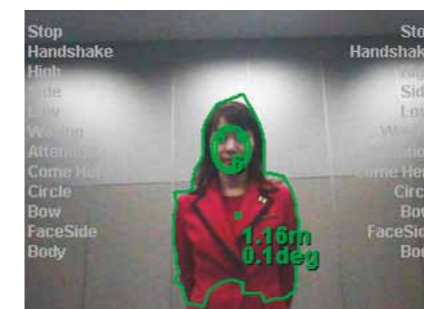
人およびASIMOの双方が動きながらの状態でも顔認識が可能となった。



移動体抽出:複数の移動体までの距離、方向を認識



ポスチャ認識:指示位置の指定



顔認識:登録された顔の識別

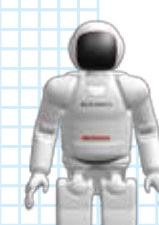
## ネットワークとの結合

### ①ユーザーが持つネットワークシステムとの結合

- 顧客情報をベースとした適切な応対やサービスが可能。
- 予約された所定の場所へお客様を誘導する。 など

### ②インターネットとの接続

音声による指示で、ニュースや天気をたずねると、インターネットより情報を入手し、答えることが可能。 など





# 2005年

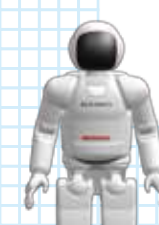
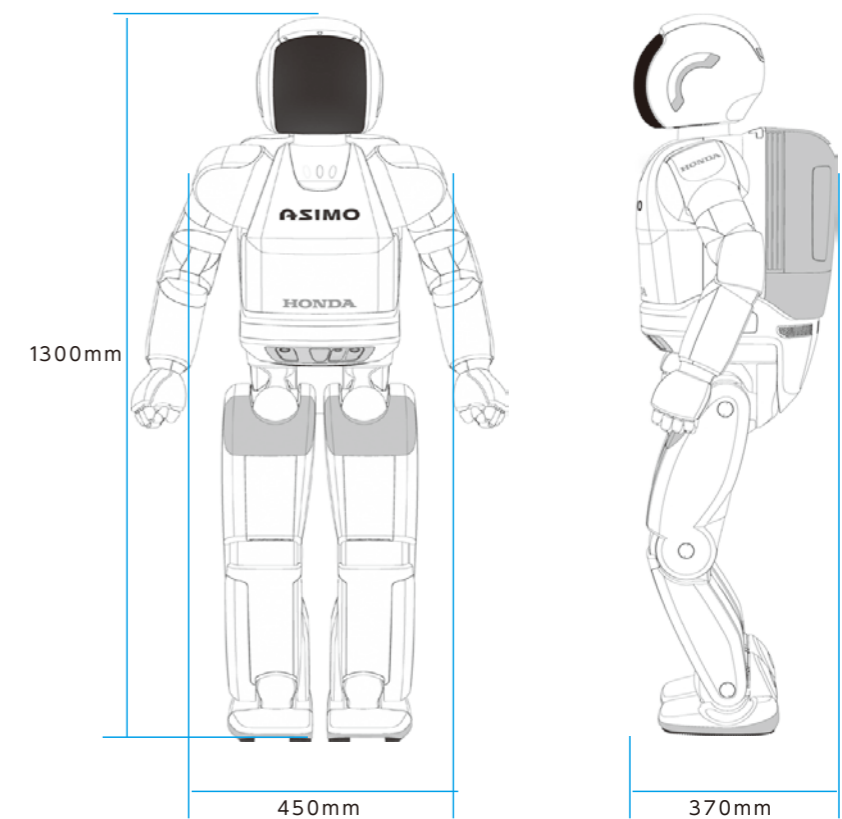
## 人に合わせた行動の機能強化や運搬機能などを追加

オフィスなど実際の環境で作業する能力と、高い運動能力をASIMOに搭載しました。相手の動きに合わせて握手をする、人と手をつないで一緒に歩くなど人に合わせて行動する機能を搭載するとともに、トレイやワゴンを使った運搬機能を追加。さらに、新姿勢制御技術を開発することで、走行能力が飛躍的に向上し、時速6kmの走りや旋回走行が可能になりました。



## より進化した歩行機能

移動の高速化に伴う足のスリップや空中でのスピンを防止しつつバランスを取るために、上半身の曲げやひねりを積極的に用いる新姿勢制御理論と、高応答ハードウェアを開発しました。これにより、ASIMOは時速6kmで走ることができます。合わせて、歩く速度も時速2.7kmへと向上しました。

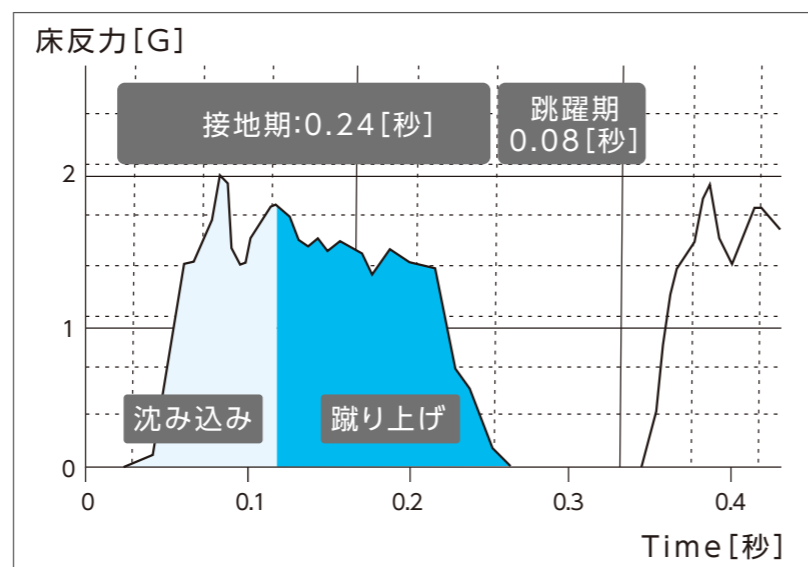


## 高速走行

ASIMOが走るにあたっては、2つの大きな課題がありました。  
ひとつは、正確な飛躍と着地衝撃の吸収、もうひとつは、  
高速化に伴うスピン・スリップの防止です。

### ① 正確な飛躍と着地衝撃の吸収

ASIMOの走りを実現するためには、足の蹴り・振り出し・着地動作を、極めて短い周期で遅れなく繰り返すとともに、着地時に発生する瞬間的な衝撃を吸収する必要がありました。  
ASIMOは、新開発の高速演算処理回路、高応答・高出力モーター駆動装置、軽量・高剛性の脚機構をもつハードウェアとなっています。



### ② スピン・スリップの防止

足が地面を離れる直前と足が地面に着いた直後は、足底と地面との間の圧力が低いのでスリップやスピンの生じやすくなります。ASIMOは、従来のHonda独自の2足歩行制御理論に加え、新たに上半身の曲げやひねりを積極的に用いることで、滑りを防止しながら、安定した走りを実現しています。

人間の走りは、速度に応じて一步の周期(走行周期)が0.2~0.4秒、両足が浮いている時間(跳躍時間)は0.05~0.1秒に変化します。ASIMOの走行周期は0.32秒、跳躍時間は0.08秒で、人のジョギングと同じくらいとなっています。

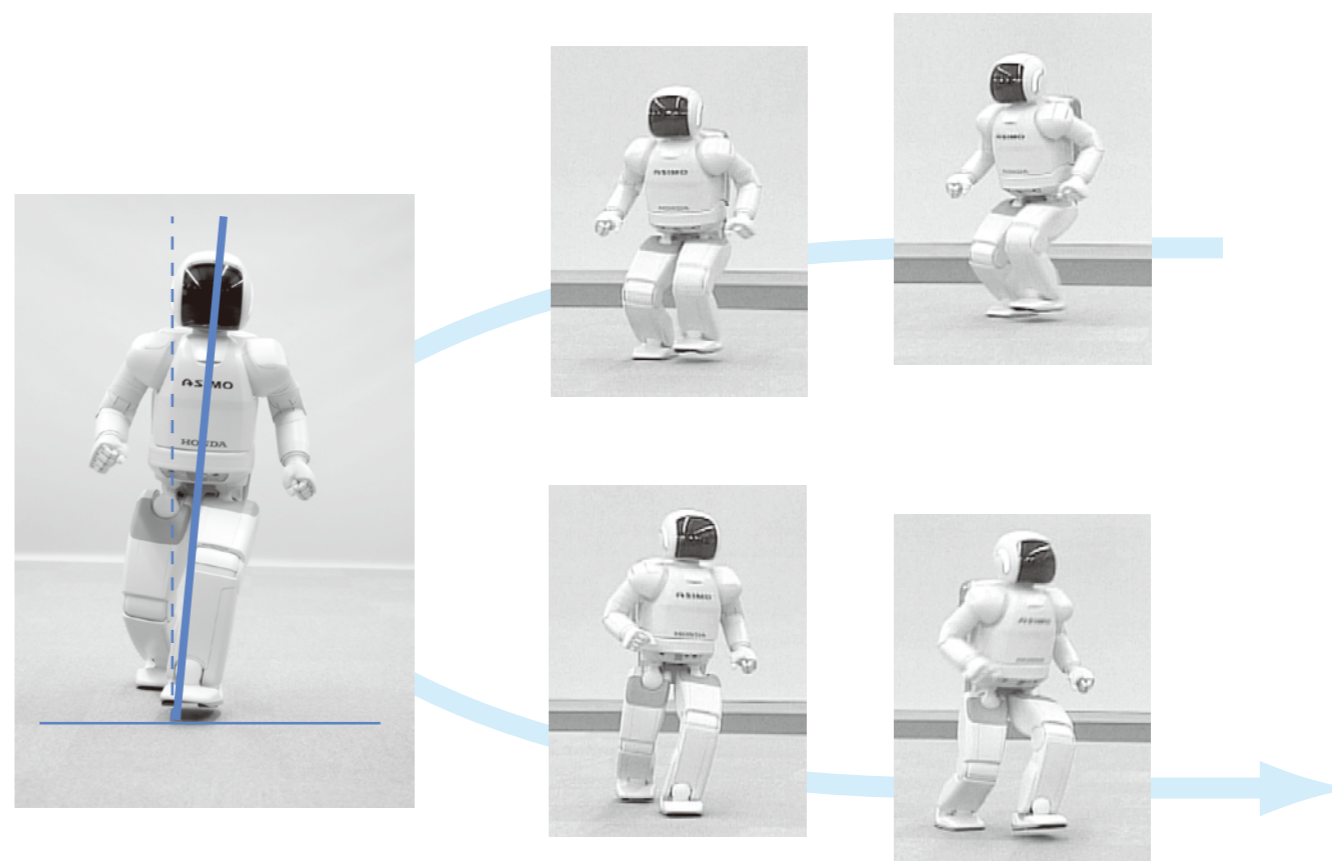
	歩幅	跳躍距離※	跳躍時間
6km/h	525mm	50mm	0.08sec

※跳躍時に両脚が浮いて前に進む距離



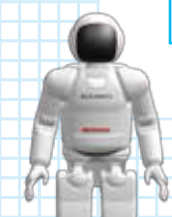
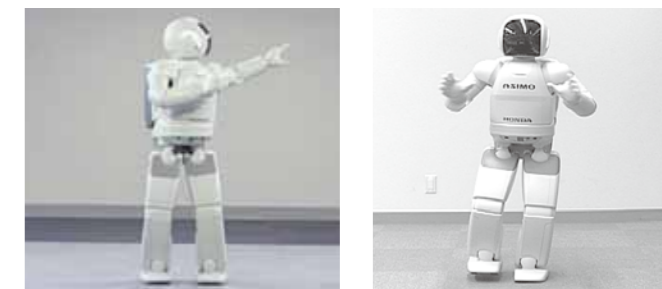
## 高速旋回走行

旋回時に発生する遠心力に釣り合うように、体の重心を内側に傾けることで、高速での旋回走行を可能にしました。  
旋回半径に応じてスピードを変化させ、傾く姿勢を制御しています。



## 全身協調運動

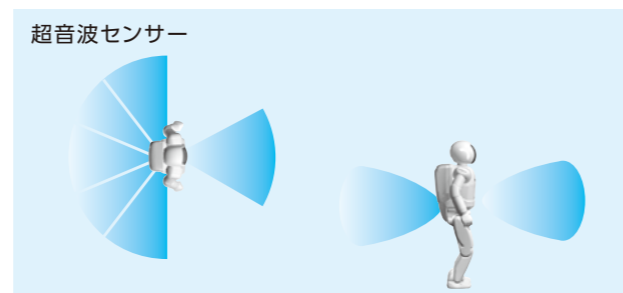
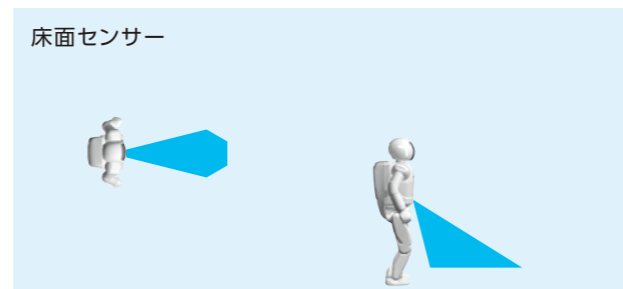
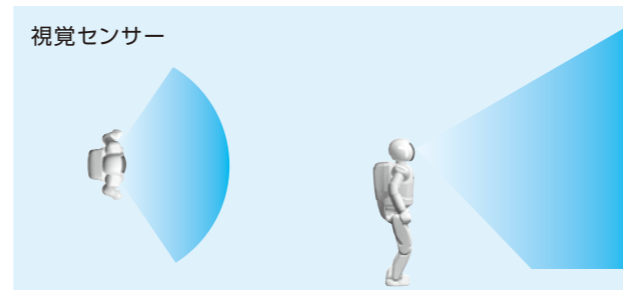
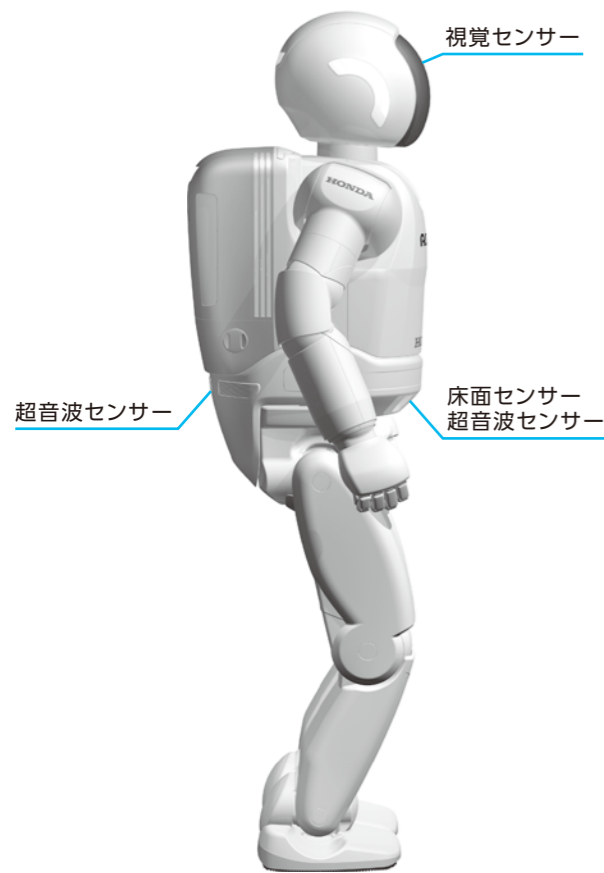
高応答ハードウェアの開発により、動作時の速度を自在に変更する事ができます。これにより全身を使った柔軟で速い動きを全身のバランスをとりながら実行できます。



## 自律連続移動

床面センサーにより得た周囲情報とあらかじめ記憶しておいた地図情報とを、歩きながら照合することによって経路ズレを補正し、立ち止まることなく目的地まで移動することができます。

### ASIMOの環境認識センサー



### 視覚センサー

アイカメラ(高ダイナミックレンジカメラ)の連続撮影画像から、輪郭の特徴で人を識別、前後のデータで信頼性を評価して、確実に人を識別します。

### 床面センサー

レーザーセンサーと赤外線センサーから構成されたセンシングシステムです。レーザーセンサーは足元から2m先の床面と障害物を検出し、赤外線センサーは床面のマークを輝度によってシャッタースピードを調節して、地図情報とのズレを補正します。

### 超音波センサー

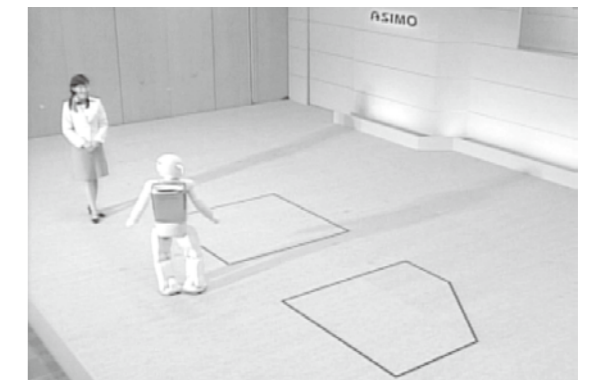
視覚センサーでは捉えられないガラスなどを含め、音波で3m先の障害物を検出します。

## 自己位置補正

ASIMOに搭載された、各種センサーによる歩行中の情報と、あらかじめ記憶しておいた地図情報をもとに歩きながら自己位置を補正します。

## 障害物判定

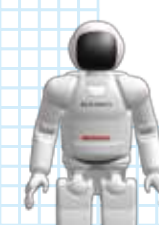
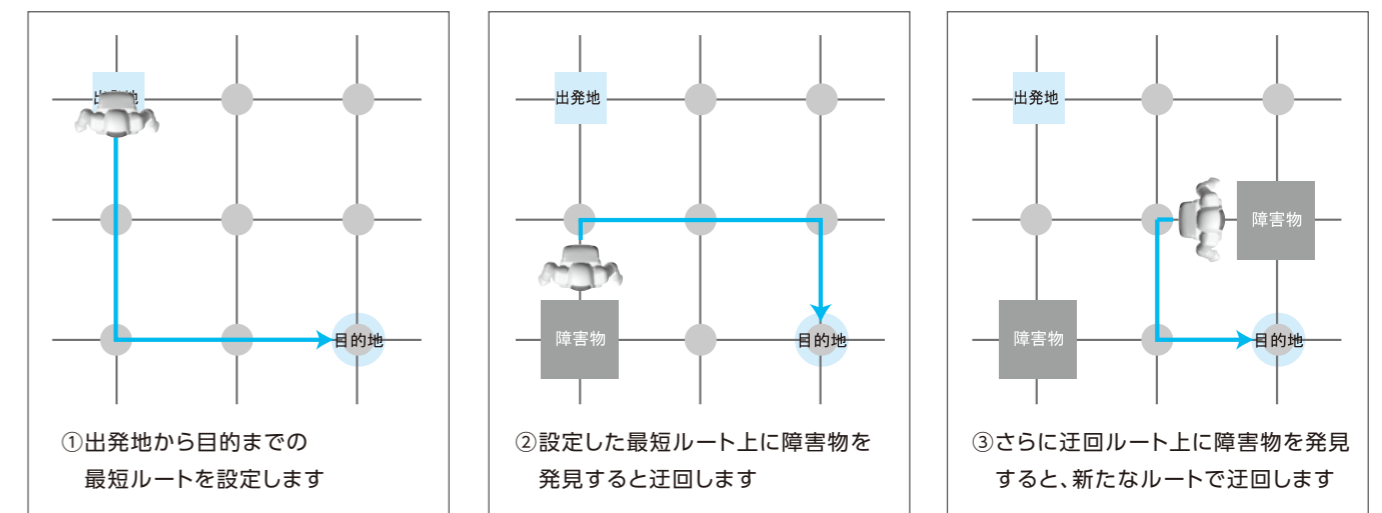
搭載された複数のセンサーを、自らの判断で使い分け、周囲の状況に応じてセンサー感度を自動で調整することにより、安定した認識ができます。



前方の人を避けようとしているASIMO

## 迂回経路生成

床面センサーや、頭部の視覚センサーなどにより障害物を発見した場合は、自らの判断で他の経路に迂回します。



## 人と同調した動作

### 移動体抽出

頭部に搭載した視覚センサーの撮影画像の特徴から複数の移動体を抽出し、その移動体までの距離、方向、および人らしさを認識します。

### 相手の動きに合わせた握手

頭部の視覚センサーや手首の力覚センサーなどから人の動きを検知することで、相手の動きに合わせた握手ができます。握手した際、手を押されると後ずさりしたり、引かれると前進したり、力の加わった方向へ足を踏み出すことで、人の動きに同調します。

### ヒト認識

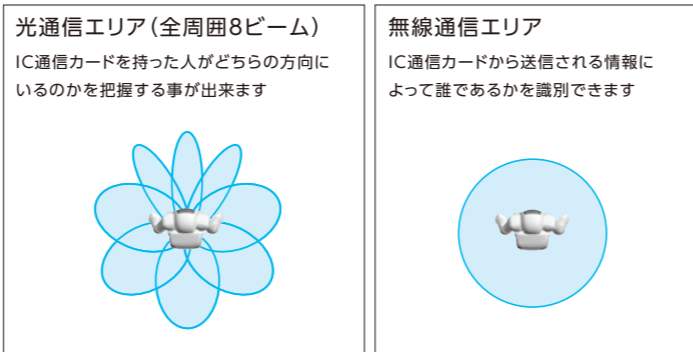
IC通信カードの情報をもとに、相手の位置を特定し、相手に対してASIMOが正面を向いて対応するように姿勢を向けます。

### 手つなぎ歩行

手をつないだ人の手を引く力の強さと方向を、手首に搭載された力覚センサーで検出することにより、歩くスピードと向きを調整します。手にかかる力と方向に応じてASIMOが前後左右に足を運ぶので、自由につれて歩くことができます。

## IC通信カード

ICタグに光通信機能を加えた、Honda独自開発のIC通信カードと連動して、自律的にタスクを選択し、実行することができます。



### 人を識別して対応

IC通信カードの情報をもとに、相手を識別して対応します。

### 人の位置を特定して対応

IC通信カードの情報をもとに、相手の位置を特定し、相手に対してASIMOが正面を向いて対応するように姿勢を向けます。

### 人との距離を測定して対応

対応する相手とASIMOとの相対位置を検出して歩行速度を調節。相手との距離が開き過ぎると、相手が近づくまで待ちます。

### すれ違う人に挨拶

IC通信カードを携帯した人とすれ違う際、カードの情報を識別して相手に応じた挨拶をすることができます。

## 道具を使った動作

### トレイ運搬

トレイに載せた物を指定された場所に届けることができます。

#### ■トレイの受け渡し

頭部に搭載されたアイカメラと手首の力覚センサーで人の動きを検知することにより、相手に合わせて確実にトレイの受け渡しができます。



#### ■トレイを持って歩く

運搬中にトレイに載せたものがこぼれたりしないように、全身を使ってトレイの揺れを制御します。また、運ぶときの振動で万が一トレイがずれて、落としそうになった場合でも、両手に掛かる重みの違いを、手首のセンサーが検出することにより、トレイを落とす前に自動で歩行停止します。



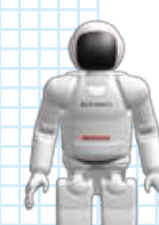
#### ■テーブルにトレイを置く

トレイがテーブルに接し、手首に掛かる負荷が小さくなったことを、手首の力覚センサーで検知してトレイをテーブルに置きます。また、トレイを置く動作を腕だけでなく全身を使って行うことにより、異なる高さのテーブルに対応することができます。



#### ■ワゴン操作

ワゴンを自在に操ることで重量物を運ぶことができます。手首に搭載した力覚センサーを用いてワゴンを押す左右の腕の力を調整することにより、ワゴンとの間隔を適切に保ちながら自在に操ることができます。また、ワゴンの動きを邪魔されても減速したり向きを変えるなど、柔軟に対応しながら移動することができます。(積載重量は最大10kg)



ASIMO 2007

# 2007年

## 複数のASIMO が 連続してサービスを提供

知能化技術を進化させ、複数のASIMOが状況に応じて自律的に行動し、連続してサービスを提供することを可能としました。人の動きに応じて一歩下がって道を譲ったり、そのまますれ違ったりするなどの移動の知能化技術や、トレイを運搬したり、ワゴンを押すなどの作業の知能化技術などを開発。また、バッテリー残量が少なくなると自動で充電する機能も実現しました。



### ■共同作業機能

複数のASIMOをネットワークで結ぶことにより、各々のASIMOの作業状態を共有し、それぞれのASIMOが最も効率の良い割合で作業を分担することで、共同作業を実行します。具体的には、各々のASIMOの現在位置と、作業を実施する位置までの距離を算出し、バッテリー残量を考慮しつつ、全体として最も時間効率の良い作業分担を導き出し、それに基づき各ASIMOが自律的に作業を行います。



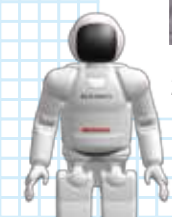
### ■すれ違い、回避行動機能

アイカメラの画像から、近づく人の進行方向と速度を割り出して、動きを予測しながら、人の進路を妨げない最適な経路を生成してすれ違いながら進みます。また、すれ違いのための十分な場所が無ければASIMOは一歩下がって人に道を譲ります。



### ■自律充電機能

ASIMOが自律して充電を行える充電ステーションを開発。これにより、バッテリー残量が一定値を下回るとASIMOが空いているステーションの中から最も近いものを自動で検出し、立ったままで充電を行います。



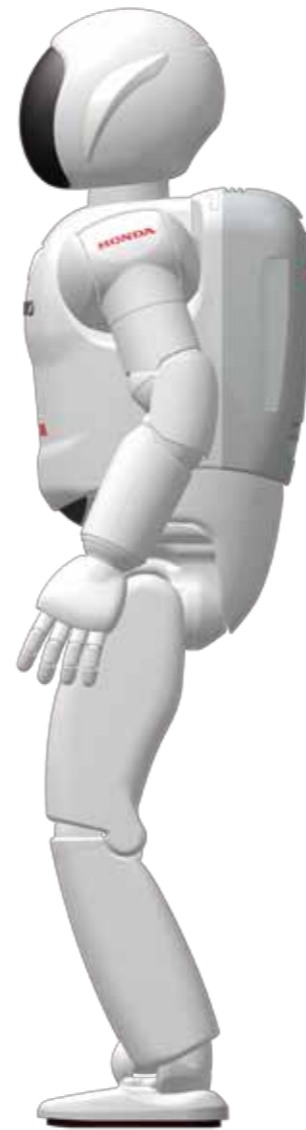
# 2011年

## 世界初の自律行動制御技術を新たに搭載

「新型ASIMO」は、周囲の人の動きに合わせて自ら行動する「判断」能力を備えたことによって、これまでの「自動機械」から「自律機械」へと進化しました。

Hondaは、自律機械としてのロボットに必要な要素を、①とっさに足を出して姿勢を保つ「高次元姿勢バランス」、②周囲の人の動きなどの変化を複数のセンサーからの情報を総合して推定する「外界認識」、③集めた情報から予測して、人の操作の介在なしに自ら次の行動を判断する「自律行動生成」の3つに定め、これらを実現する技術を開発しました。

これらの能力が備わったことで、「新型ASIMO」は人と共存する環境下での実用化にまた一歩近づきました。



## 知的能力の進化

人間の視覚や聴覚、触覚などに相当する各種センサーからの入力情報を総合的に判断し、周囲の状況推定や、自身の対応行動の決定など、知能化の基盤技術となるシステムを新たに開発しました。

### ■人の動きや状況に合わせた対応

行動の途中であっても、相手の反応に応じて別の行動に変更するなど、人の動きや状況に合わせた対応が可能となりました。



お客様へのプレゼンを中断し、お客様に飲み物が来たことを知らせるASIMO

### ■複数人の発話を同時に聞き分ける

視覚センサーと聴覚センサーを連動して、顔と音声と同時に認識することによって、人間では難しい、複数人の発話を同時に聞き分けることが可能となりました。



3人が同時に発する言葉を聞き分けるASIMO

### ■別の経路を素早く生成

あらかじめ設置した空間センサーからの情報に基づいて、人の歩く方向を数秒先まで予測して、自らの移動予測位置と衝突する場合は、別の経路を素早く生成して歩くことも可能となりました。



人の歩く方向を予測して、ぶつからないように進むASIMO



※Honda調べ(11月8日現在)



# ASIMO 2011

## 身体能力の進化

脚力をアップ、脚の可動域を拡大したことに加え、着地位置を動作中に変更できる新たな制御技術を取り入れました。

### ■変化する外部の状況に適応

歩行や走行、バック走行、片足ジャンプ(ケンケン)、両足ジャンプなどを連続して行えるようになりました。このように俊敏に動けるようになった結果、凹凸のある路面でも安定姿勢を保って踏破するなど、変化する外部の状況に、より柔軟に適応できるようになりました。



時速9km走行時の脚の動き



両足ジャンプで宙に浮いた瞬間



凹凸のある路面を踏破するASIMO



片足ジャンプ(ケンケン)で歩行するAIMO

## 作業機能の向上

手のひらに触覚センサー、5指それぞれに力センサーを内蔵し、さらに各指を独立して制御する高機能小型多指ハンドを開発しました。

### ■作業を器用に行える

視覚と触覚を合わせた物体認識技術と組み合わせることで、例えばピンを手にとってふたをひねる、液体が注がれる柔らかい紙コップを潰さずに把持するなどの作業を器用に行うことが可能となりました。



### ■手話表現

複雑な指の動きを必要とする手話表現も可能となりました。



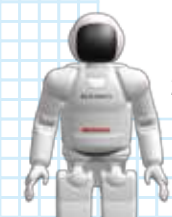
家族



手話



挨拶



## スペック

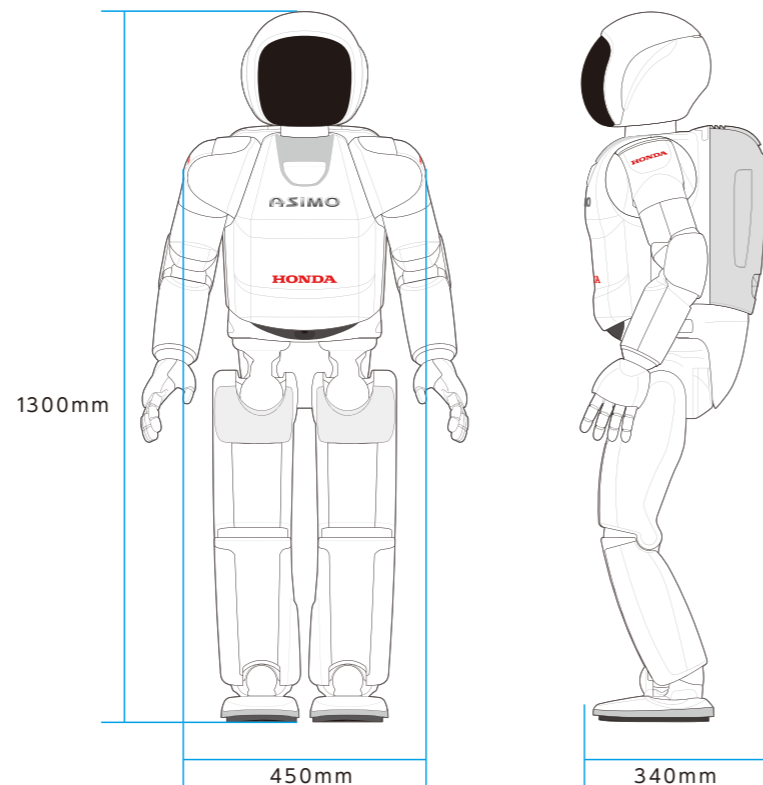
### 基本仕様

サイズ	全高	130cm
	幅	45cm
	奥行	34cm
	重量	48kg

性能	最大速度	9.0km/h
	稼働時間	40分(歩行時)*

\*自動充電機能により連続稼働が可能

関節自由度	頭部	3	合計 <b>57</b>
	腕部	7×2	
	手部	13×2	
	腰部	2	
	脚部	6×2	



ASIMOに代表されるヒューマノイドロボット研究から生まれるロボティクス技術とその応用製品を「Honda Robotics」と定め、ロゴマークを設定しました。

今後もHondaは、移動する喜びや楽しさを拡大する次世代のモビリティの提案を目指し、「ASIMO」や「歩行アシスト」「U3-X」などにつながるロボティクス研究を続けていきます。また、そのような応用製品の实用化にも積極的に取り組んでいきます。

