

7. ロボット

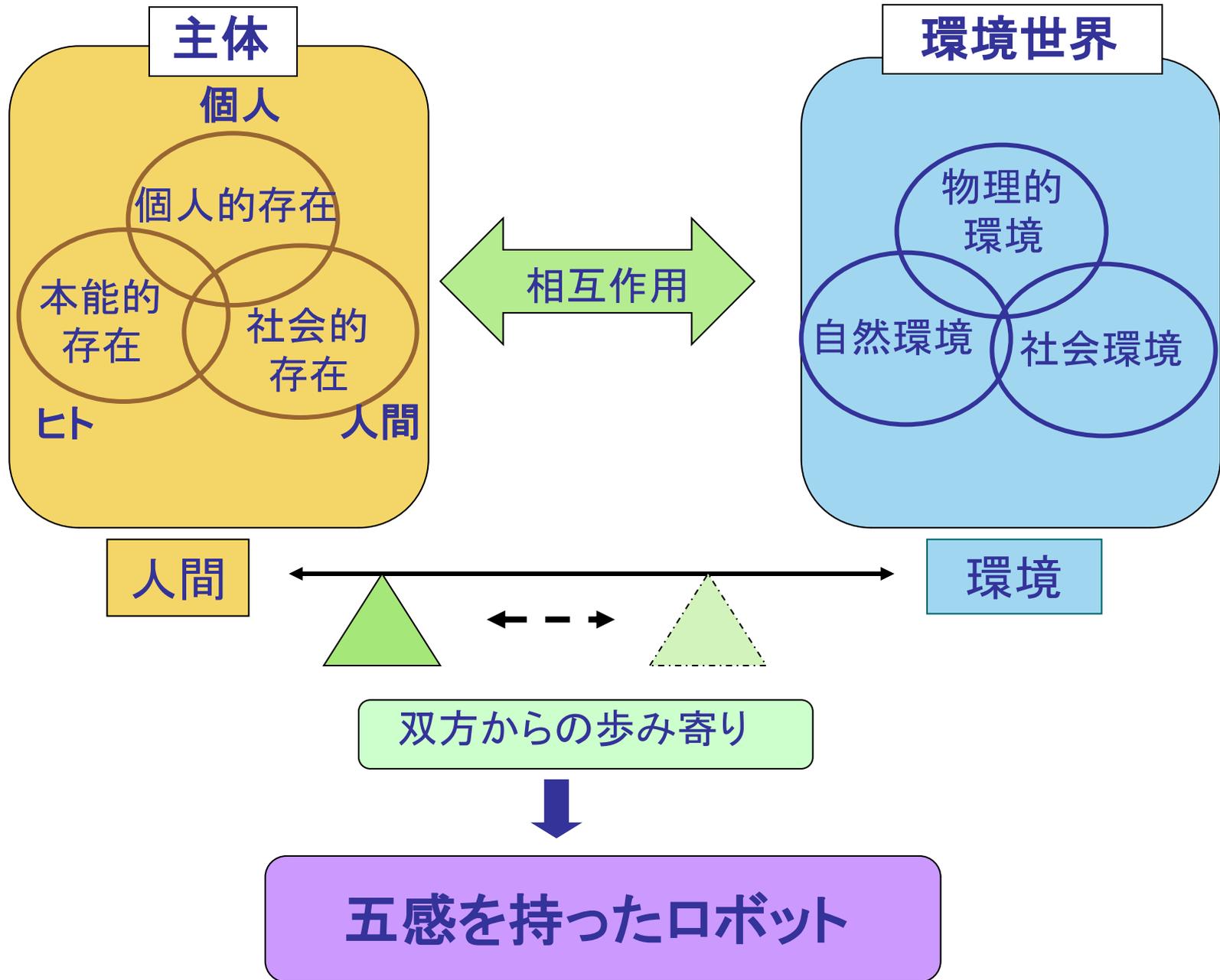
目標:人間に近づける

五感(視覚、聴覚、味覚、触覚、嗅覚)

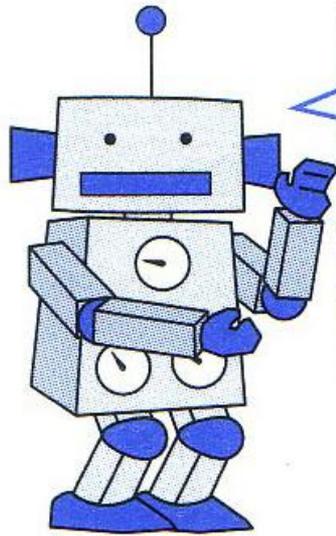
に変わるもの

単機能ロボット:工場の製造ラインなど

汎用ロボット:お手伝いロボットなど

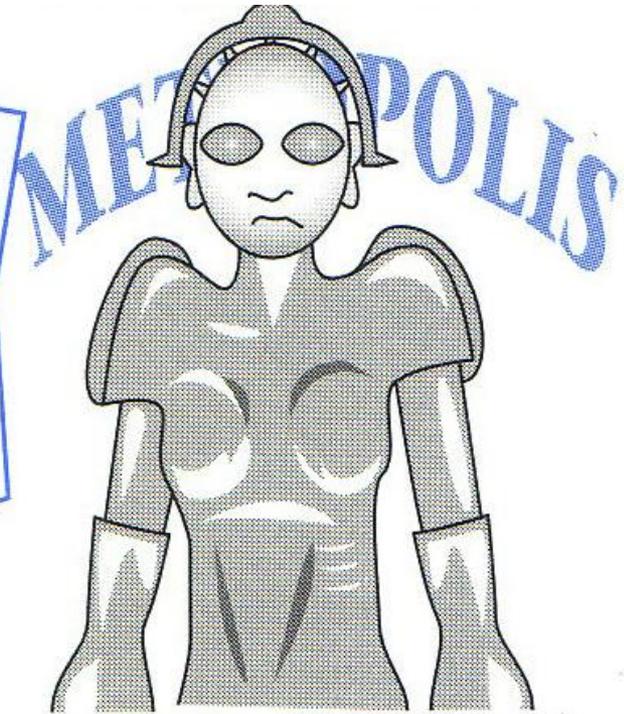


ロボットの始まり



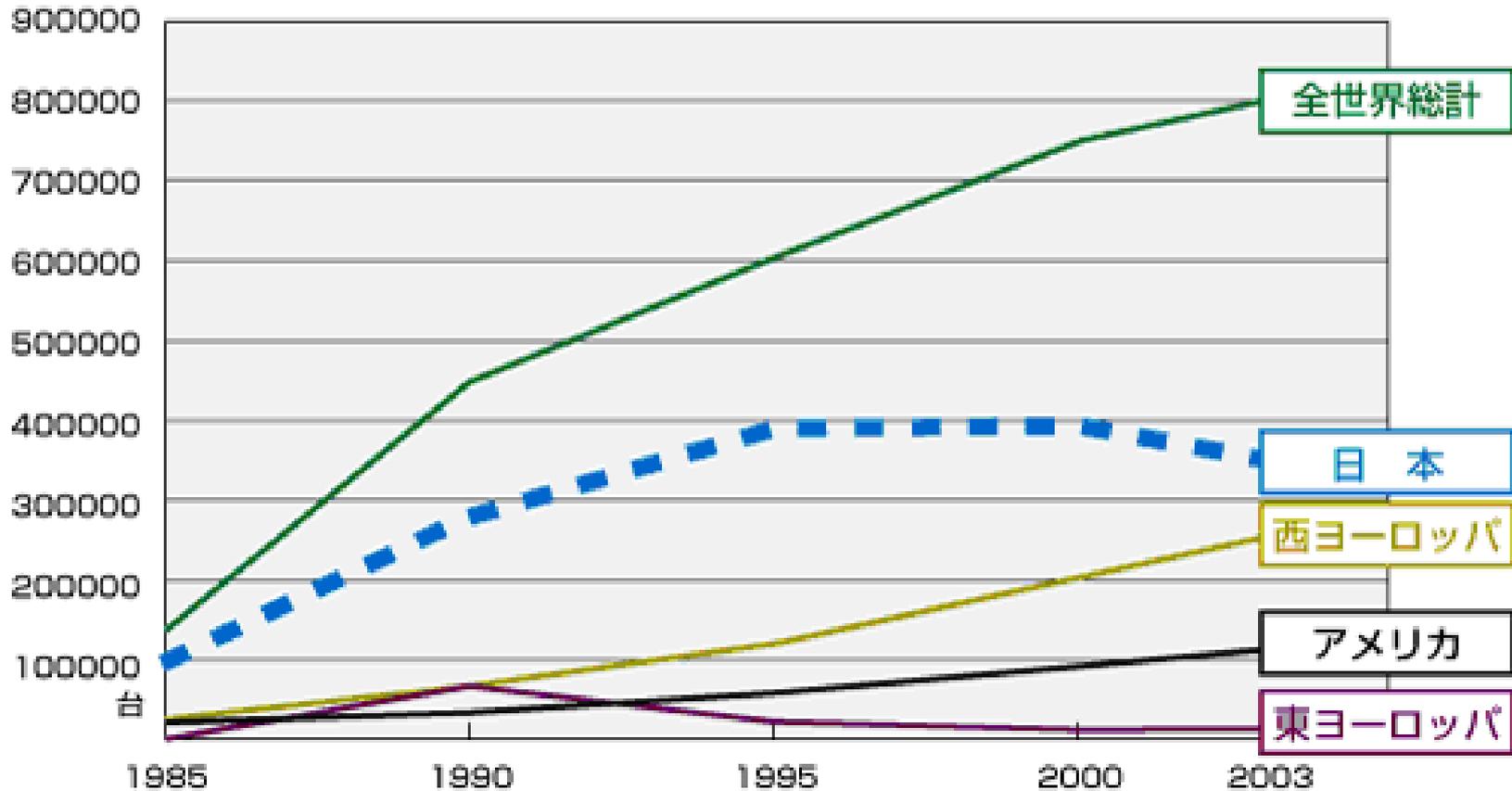
「ロボット」という言葉は、チェコの作家カレル・チャペックが1921年に発表した『RUR(Rossum's Universal Robots)』という戯曲に初めて登場した。

「ロボット」はチェコ語で「強制労働」を意味する「ロボータ」とスロヴァキア語で労働者を意味する「ロボトニーク」を合成した言葉。



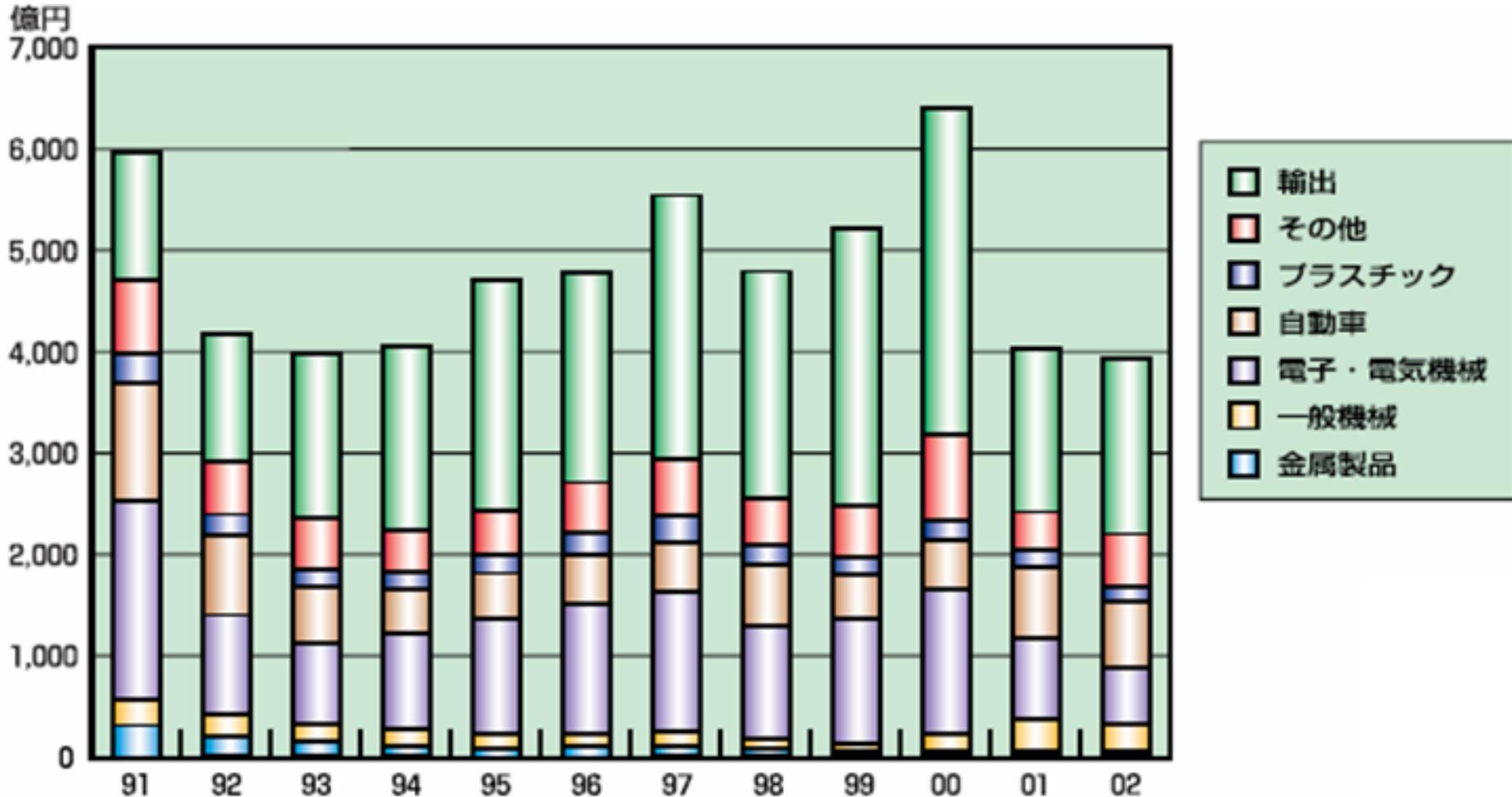
20世紀前半に文学や映画に登場したロボットは、人造人間に近かった。

産業用ロボット稼働台数



日本は1985年で全世界の67%，2003年でも44%と世界一の稼働台数を誇る。

我が国のロボットの需要産業別出荷推移

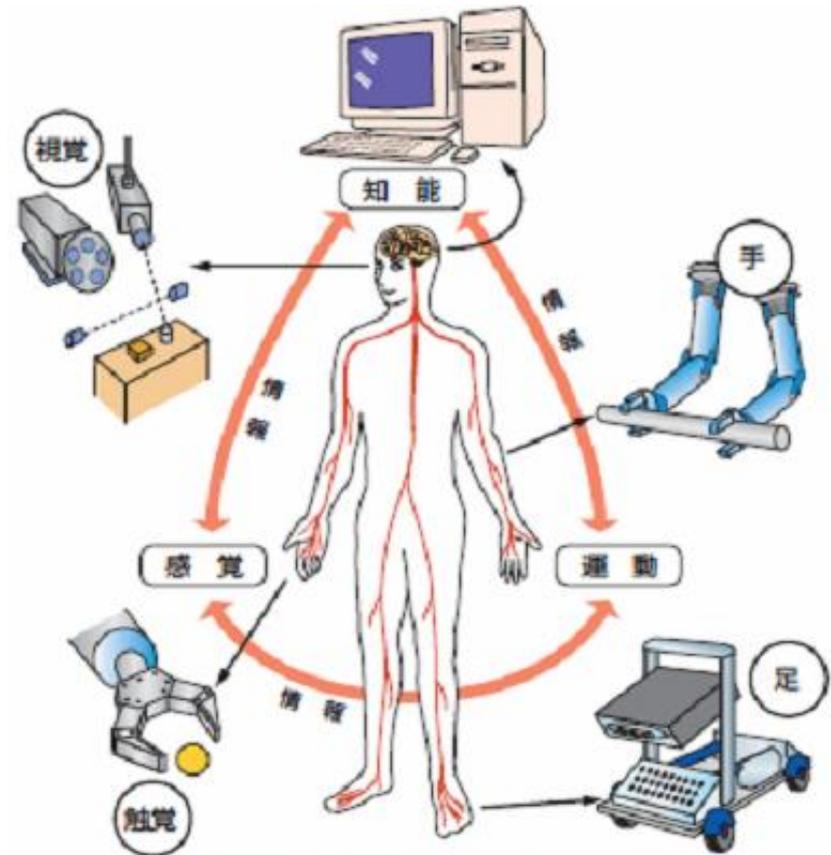


出所) (社) 日本ロボット工業会「マニピュラ、ロボットに関する企業実態調査報告書」2003年6月

人間とロボットの機能の比較

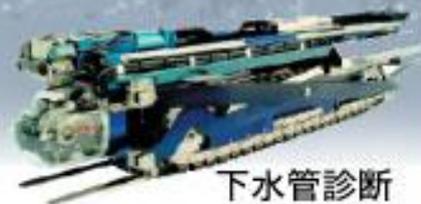
ロボットの機能構成

人間		ロボット
知能		情報・情報処理
運動	腕	腕（アーム）
	手・工具	エンドエフェクタ （ハンド・ツール）
	筋肉	アクチュエータ
	脚	移動機構
感覚		センサ （外界センサ・内界センサ）



出版) 若松、佐藤編纂『知能ロボット』オーム社 1984年6月

ロボットの社会貢献イメージ



住環境における活用

- 状態監視
- 移動介助
- 接触転倒防止

生活支援ロボットにおける活用

- 教育
- パートナー
- 情報提供
- コミュニケーション支援

従来の技術の課題

- ロボットの表面は固く危険
- センサ感度や密度が低く、人間との詳細な接触状態を知ることができない
- センサとコンピュータの間の配線が複雑で困難などがあげられる。

ソフト皮膚センサネットワークとは
 高感度の力覚センサを自己組織化ネットワークで結合し、耐久性の高い柔らかい素材で覆ったもの。

- 自己組織化モジュール**
 - 単純な配線
 - 自己修復機能による高い耐久性
 - 自動感度調整機能
- 柔らかい表面素材**
 - シリコンゴム素材で耐久性と柔らかさを両立
 - センサ情報の高感度化と高密度化に貢献
- 高感度センサ素子**
 - 高感度なピエゾ薄膜センサ
 - 取り付け加工の工夫

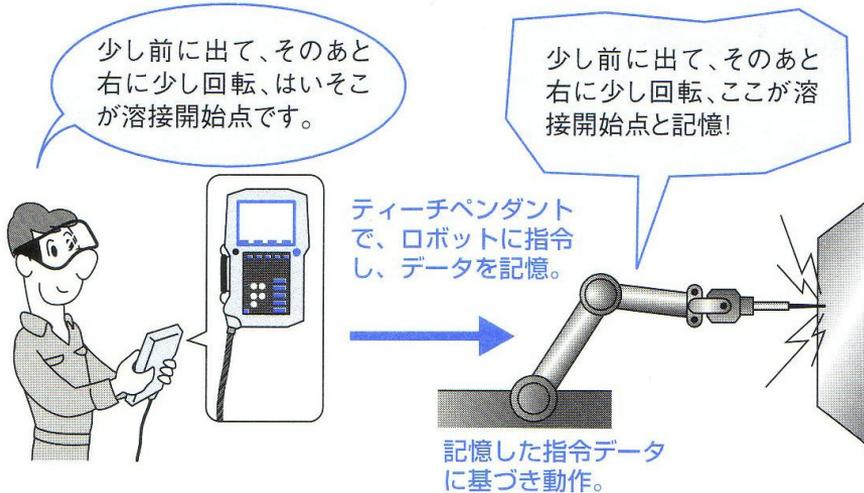
新技術の特徴

- 柔らかい表面素材で人間と接触しても安全
- センサ感度や密度が高く、人間との詳細な接触状態を知ることができる
- 多数のセンサが自己組織化可能なネットワークで結合されており、耐久性が高く配線コストも低いなど

安全で人に優しいロボット
 -人が安全に触れられる-
 -触れられたことをロボットが知る-

産業用ロボット

オペレータが動作を教える



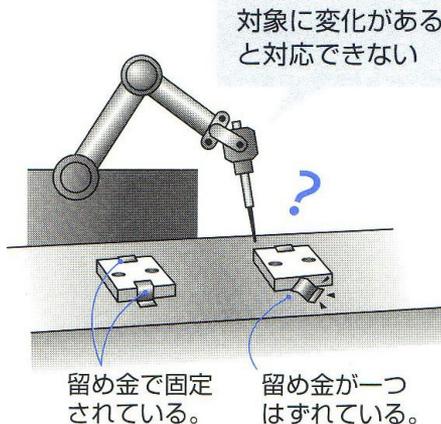
オペレータ

≒ティーチング (教示)

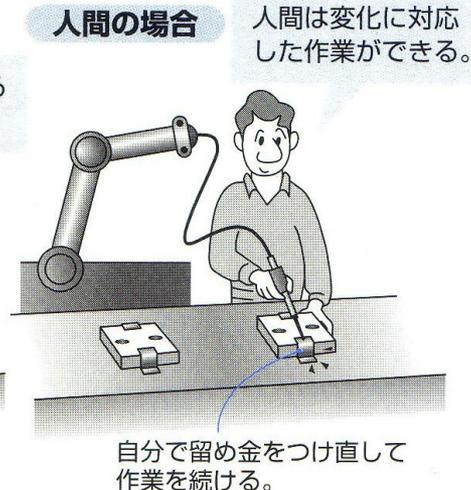
ロボット

≒プレイバック (再生)

産業ロボットの場合



人間の場合

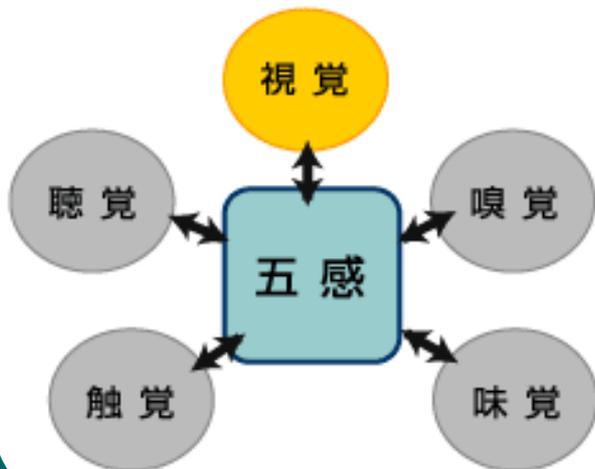


決められた動作しかできないため、作業対象の位置との間に誤差が生じても、その変化に対応することができない。

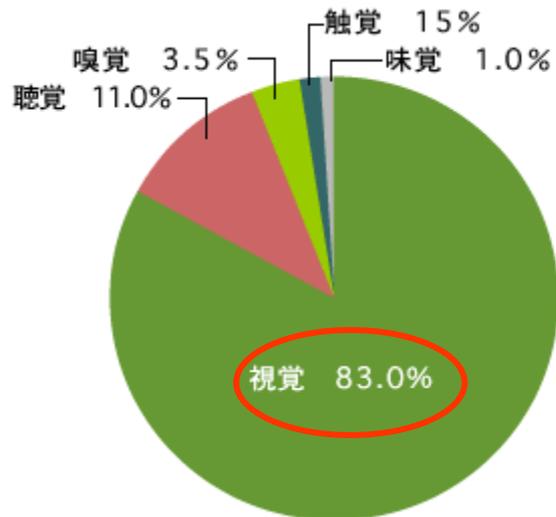
対象や環境の変化に対応できる柔軟性を備えることが不可欠となる。

ロボットに感覚(センサ)を持たせる

五感の種類



五感の割合



さまざまな脊椎動物の主要なセンサ機能



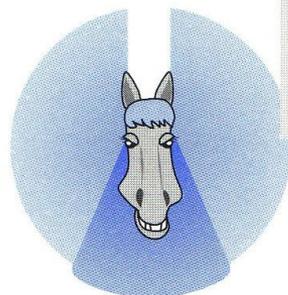
超音波を出して獲物を認識するコウモリ



高いところから遠くの獲物を正確にとらえる猛禽類。

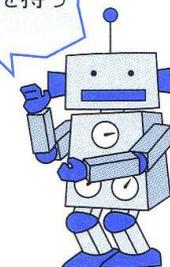


馬の視野



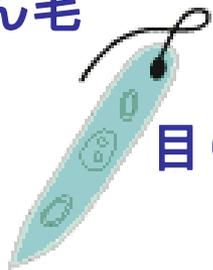
草食動物は、肉食動物から身を守るために、広い視野を持っている。

それぞれの生物が、生存するために必要な情報を獲得するための、センサ機能を持っている。



動物の感覚器とセンサ

べん毛



目(光センサー)

ミドリムシ(単細胞)

触覚(味覚、嗅覚、触覚を兼ねる。
高感度)



目(解像度は低い)

昆虫

処理能力の高い脳

体温維持機能によって脳の温度も最適化
さまざまな情報を脳に集めて処理
外界から得た情報を記憶、学習する



嗅覚、味覚

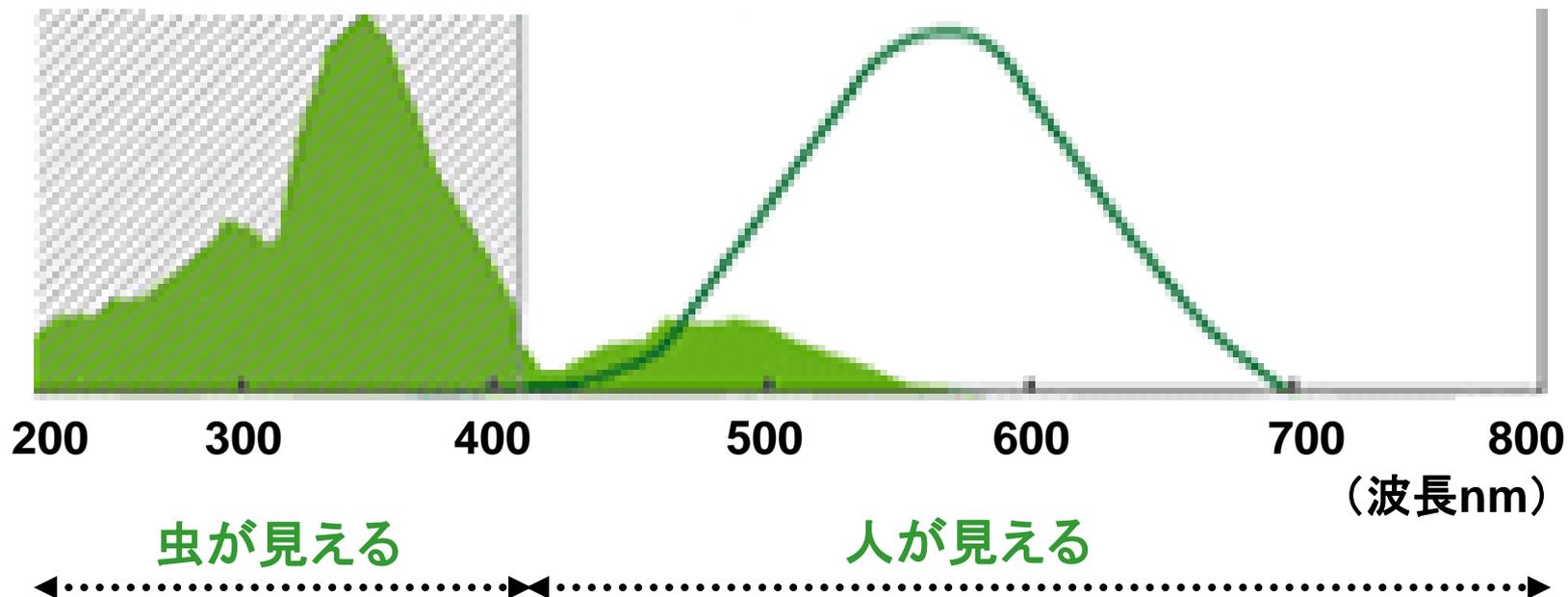
広帯域の聴覚

高解像度の視覚

全身に分布する触覚

哺乳類

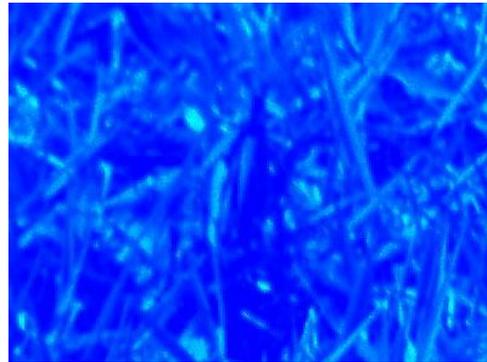
昆虫や人間が見える波長域



■ 虫が集まりやすい光の波長

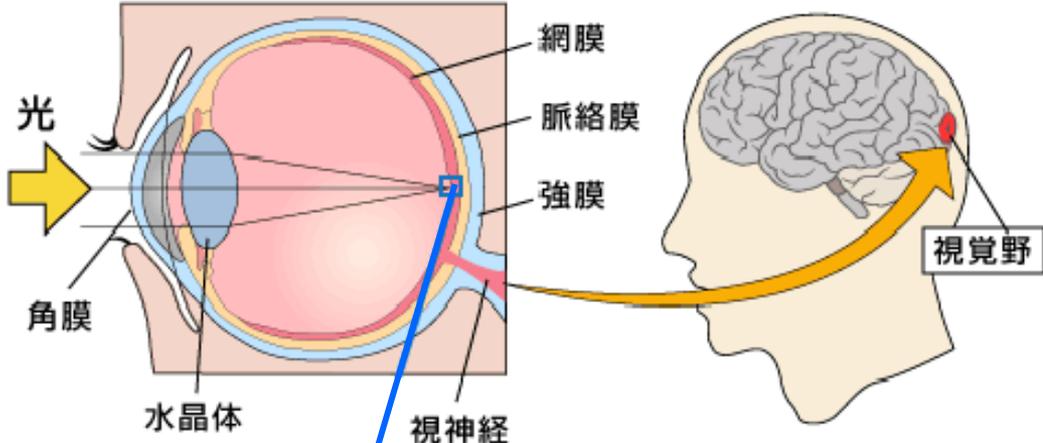
— 人間が明るさを感じる光の波長

人間の目と虫の目の比較

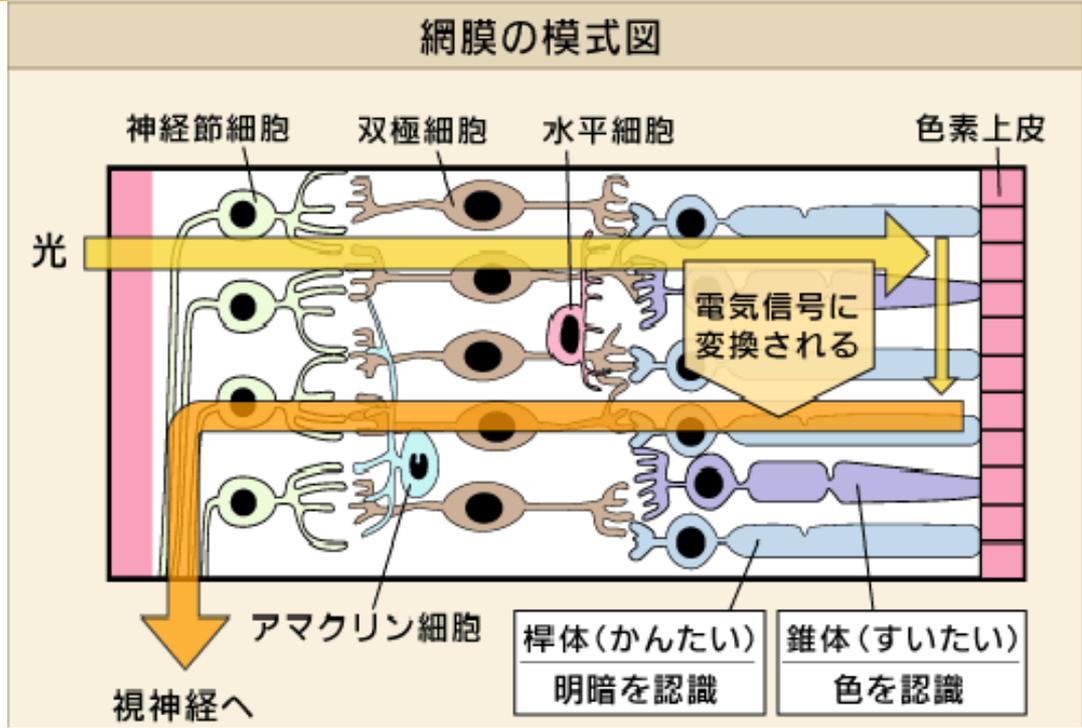


植物の葉は、400nm付近と700nm付近の波長を良く吸収し、光合成に利用している。この「虫の目写真」では、植物が良く光を吸収する(つまり、あまり反射しない)波長域を捉えているので、葉の色も、かなり落ち込んで見えているが、それに負けなくらい、バッタの色も落ち込んでいる。

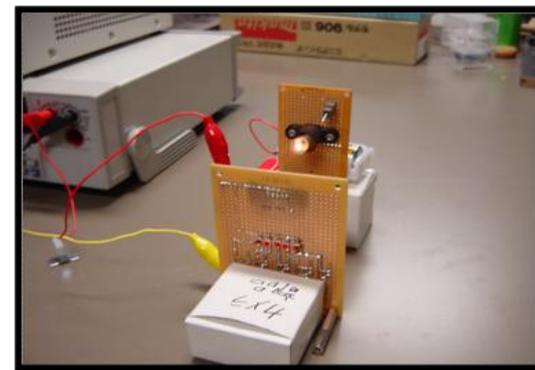
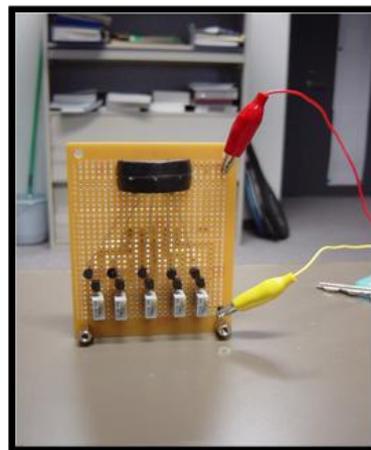
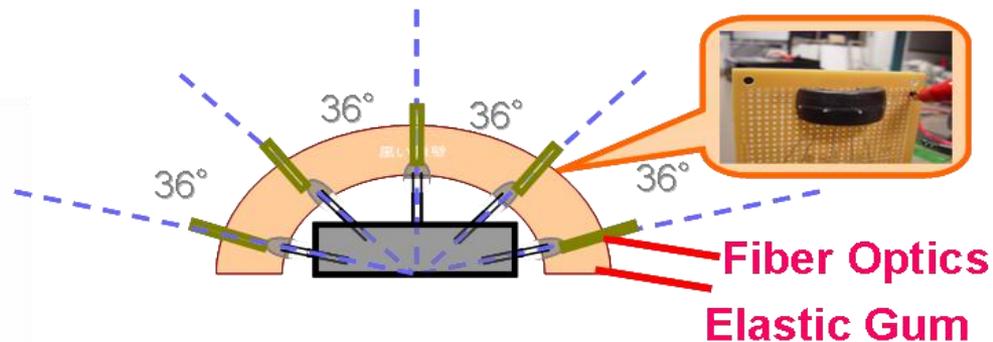
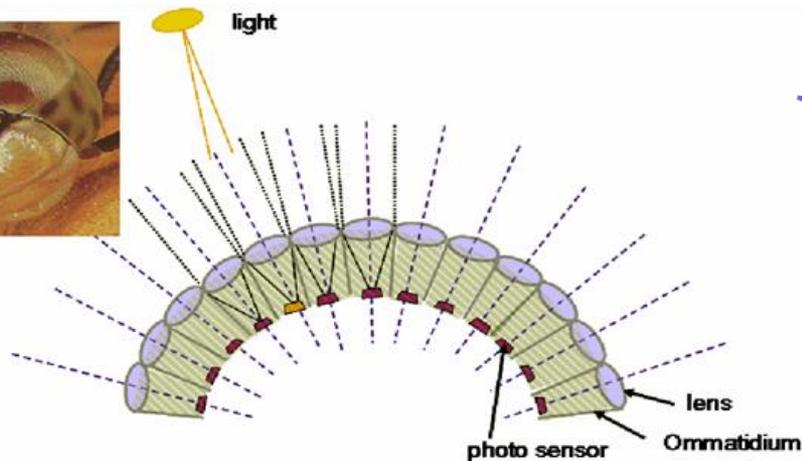
光の捉え方



光の刺激が網膜で電気信号に変換され視神経を経て脳の視覚野へ伝えられる。



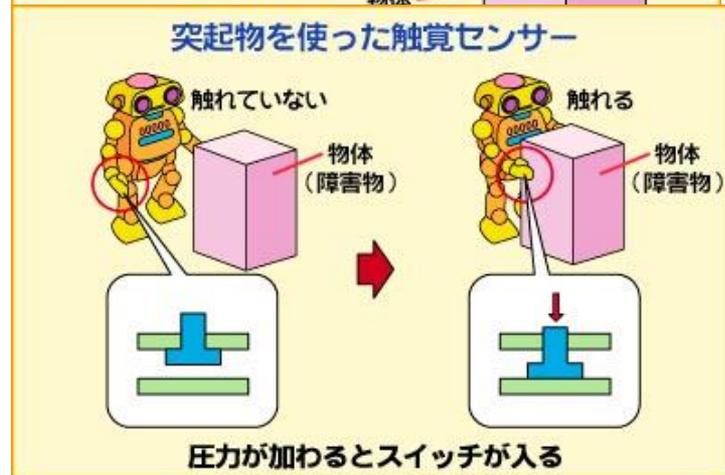
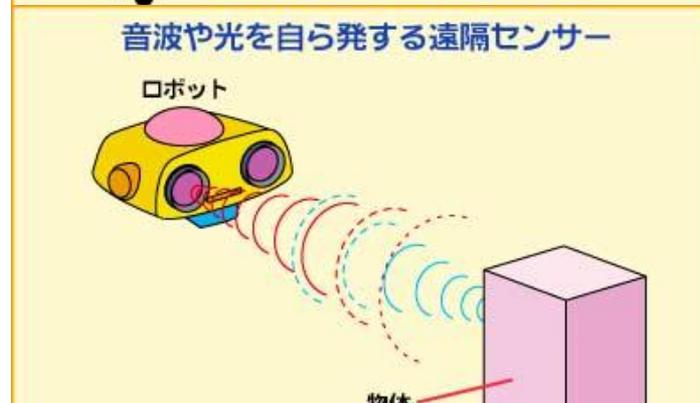
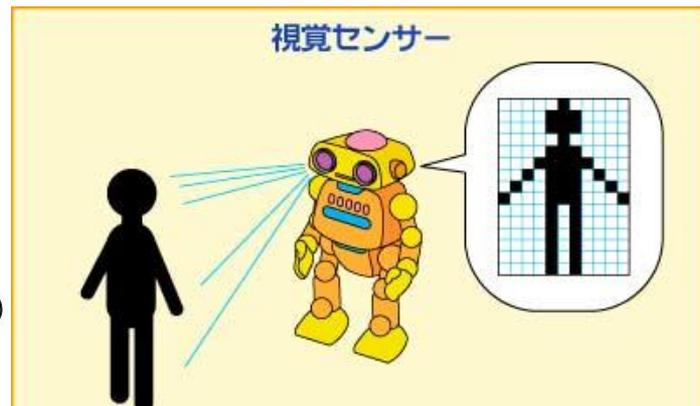
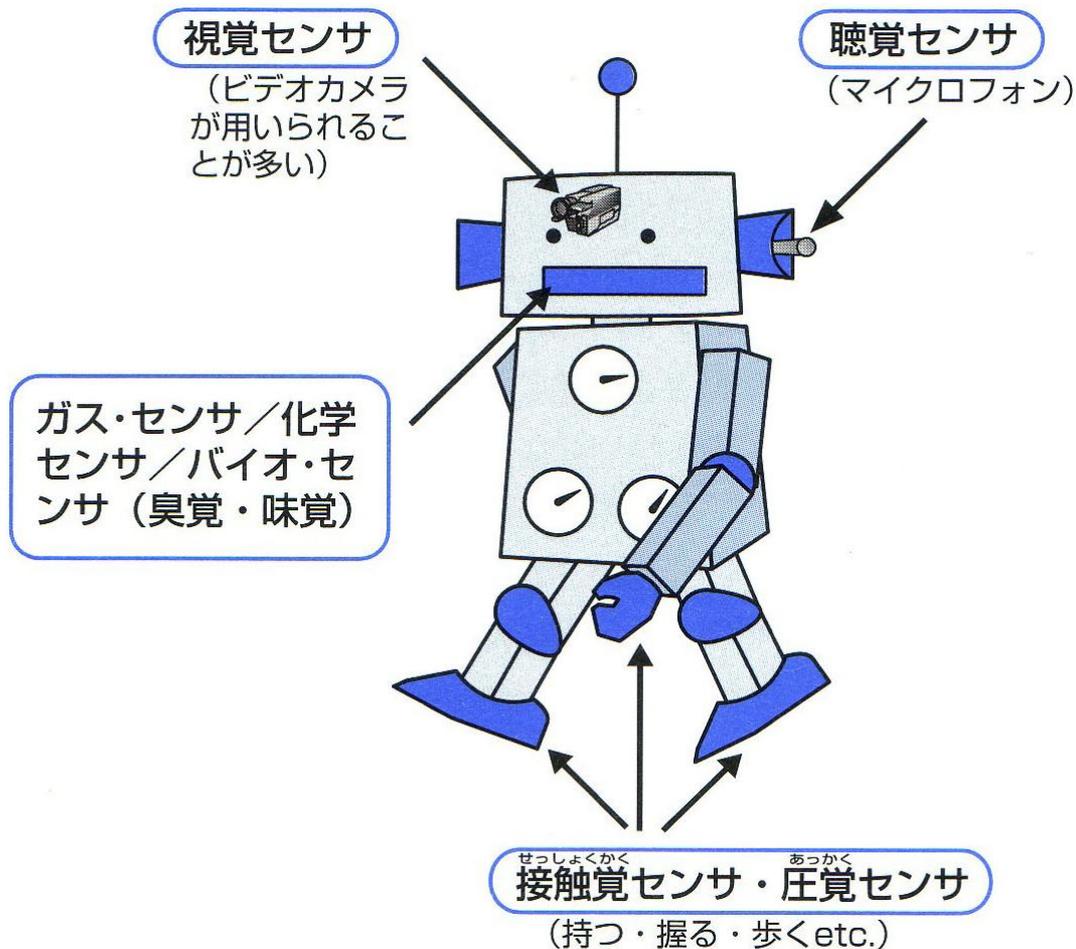
昆虫を模擬したVisionチップの開発



昆虫の複眼を模擬した視覚センサ

昆虫の複眼を模擬した視覚センサ
(実機)

ロボットの五感機能



ロボットの視覚機能

- 作業空間・移動空間の認識
- 対象の識別

この視覚情報はAというプログラムに対応する。それに対応する行動はA"である。

外部の状況

ビデオカメラ

情報プログラム

対応プログラム

認識プログラム

動作プログラム

ロボットの行動

レーザー波

赤外線

可視光

紫外線

X線

1000nm

遠赤外線カメラ

人の目に見えない熱源を管理できる（遠赤外線は熱線ともよばれる）。

760nm

近赤外線カメラ

近赤外線照明を当てることで、それを感知して暗闇での作業が容易になる。

400nm

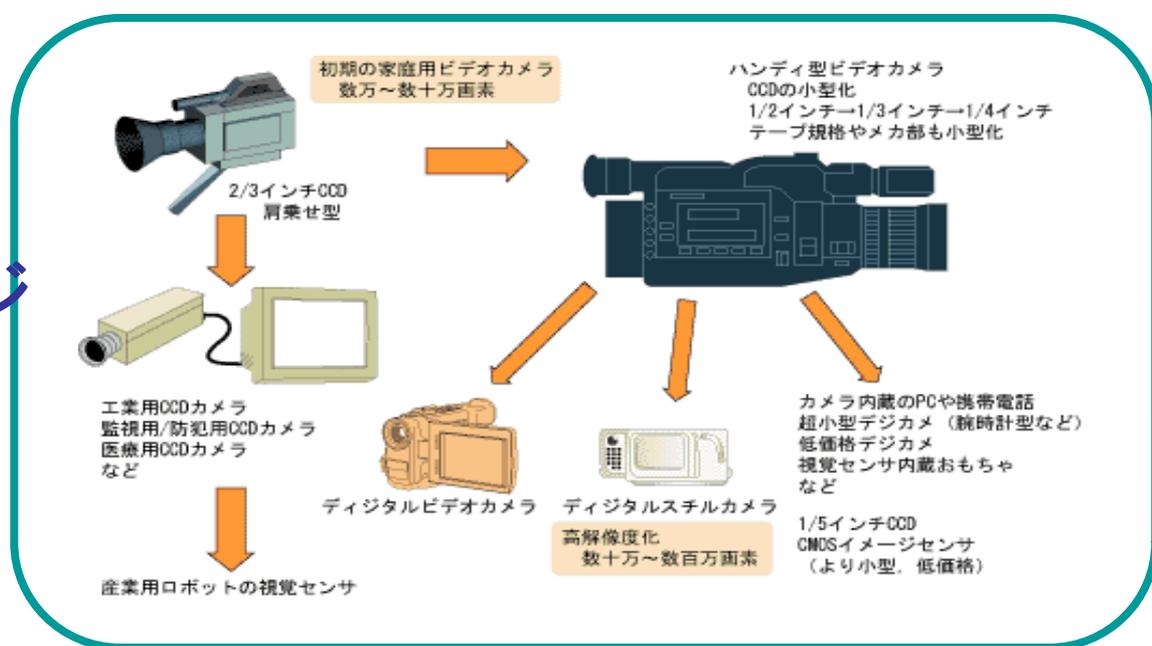
ビデオカメラ

1nm

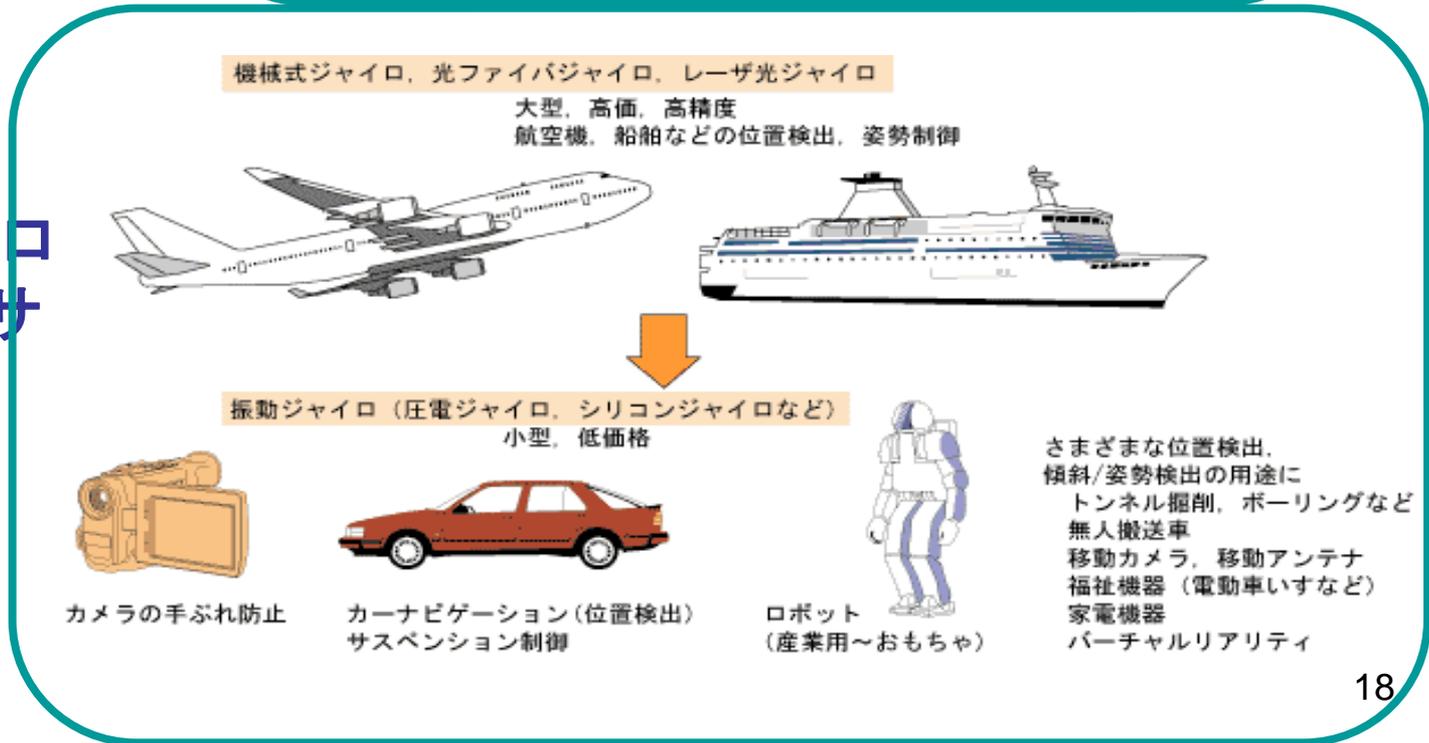
紫外線カメラ

実際のチョウのように、鱗粉によって雌雄の違いなど、人の目に見えない情報を可視化できる。

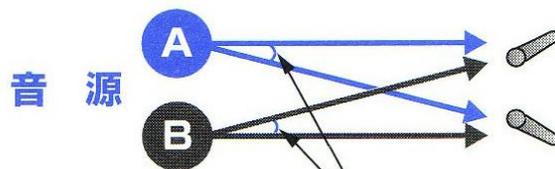
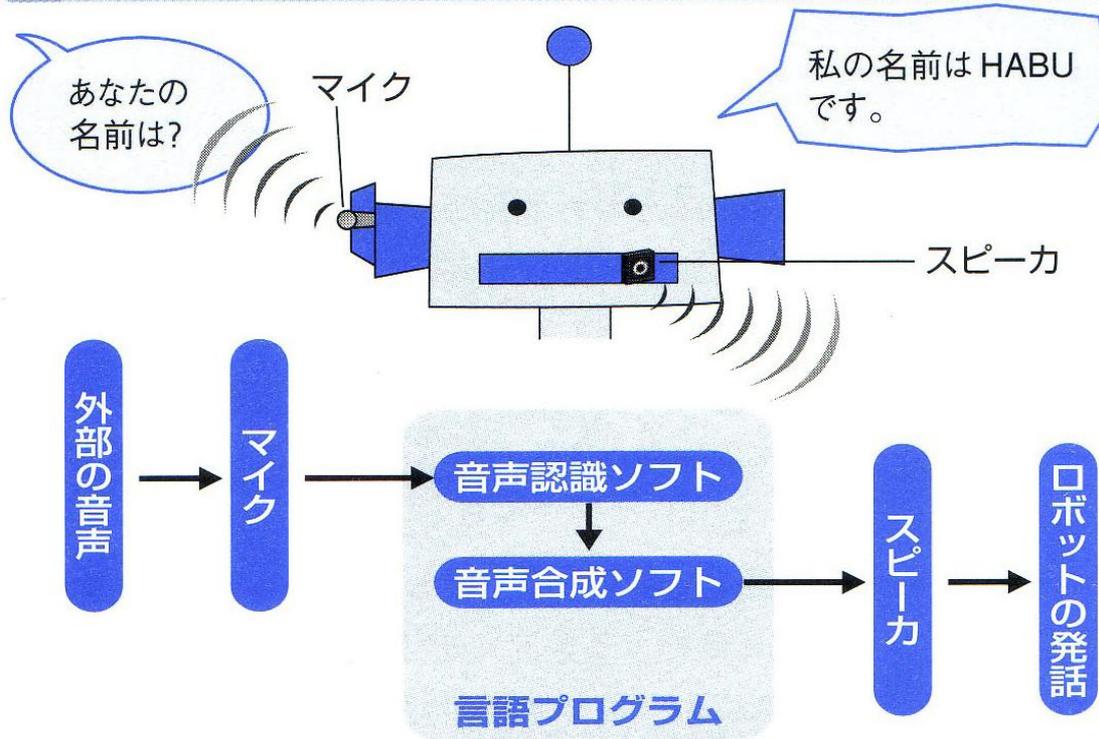
広がるCCDイメージ センサの応用



広がるジャイロ /加速度センサ の応用



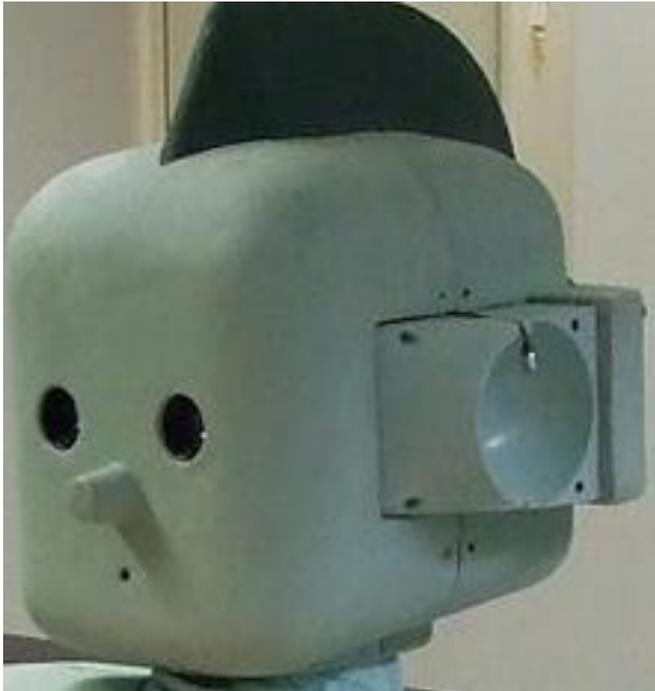
ロボットの音声認識



マイクを複数装着することで生じる到達時間の差を計測することで、音源の位置を認識できる。

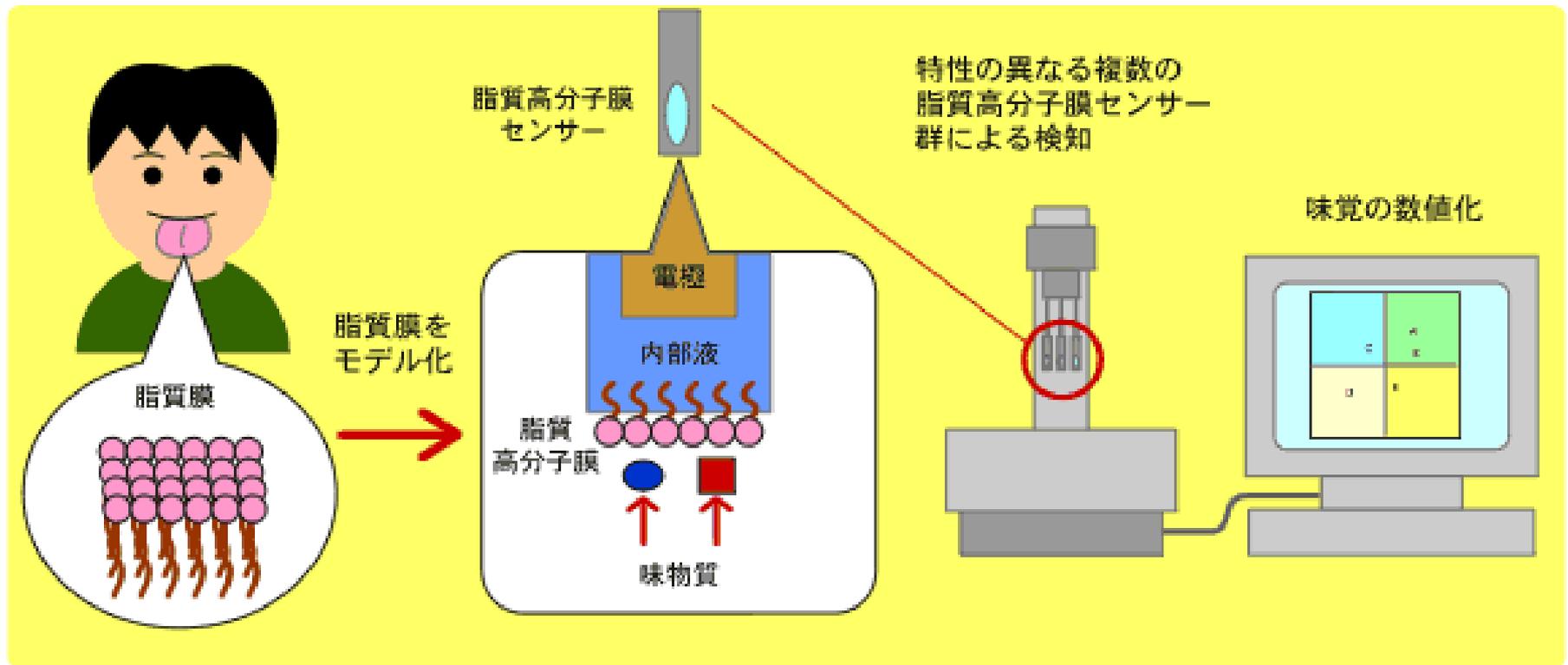
この角度の違いが、音の到達時間の差となる。

音源定位システム



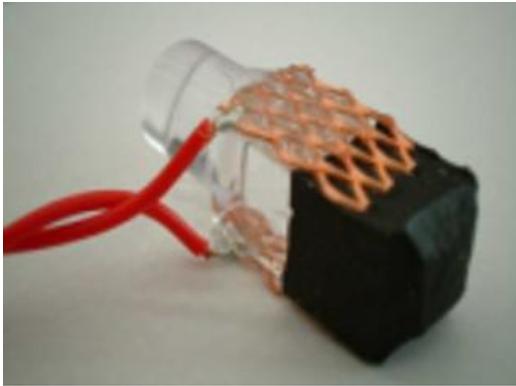
人間の外耳の構造を模した反射板を使うことで、2本のマイクのみで前後の判別まで含めた音源定位が可能となっている。また、反射板の形状を変更することで、2本のマイクのみで上下左右の音源定位を行うことも可能である。

味覚センサー

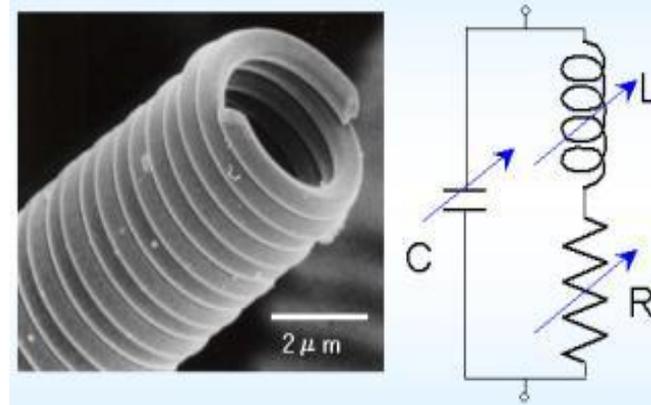


人の味細胞の脂質膜をモデル化して人工的な舌 (=センサー) を作成し、味物質による電位の変化をパターン認識して味を識別するこの為、人間が感じる味覚と高い相関を得ることが可能だ。

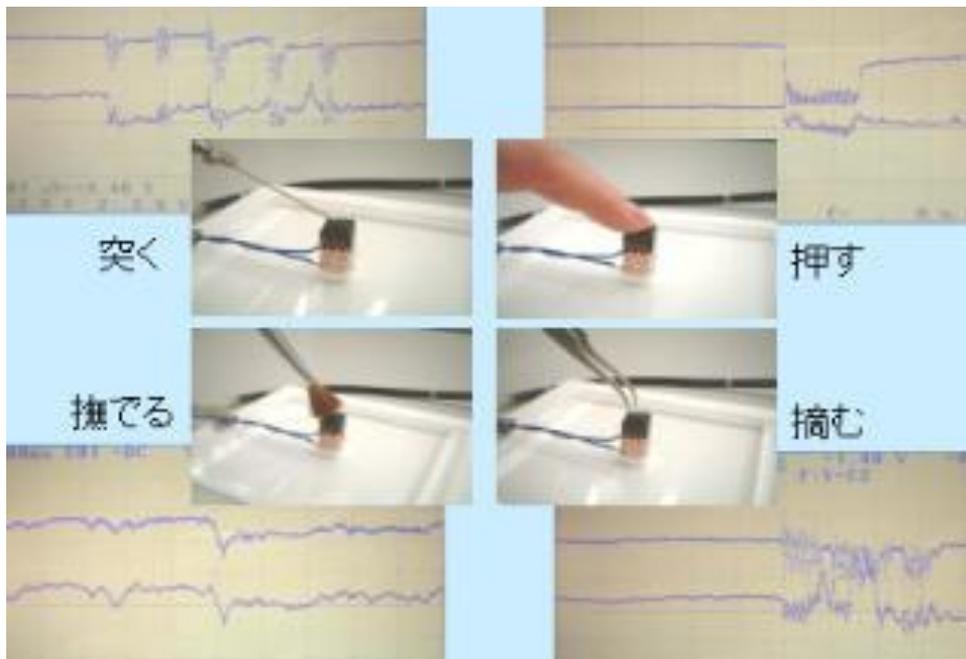
触覚センサー



センサー素子部

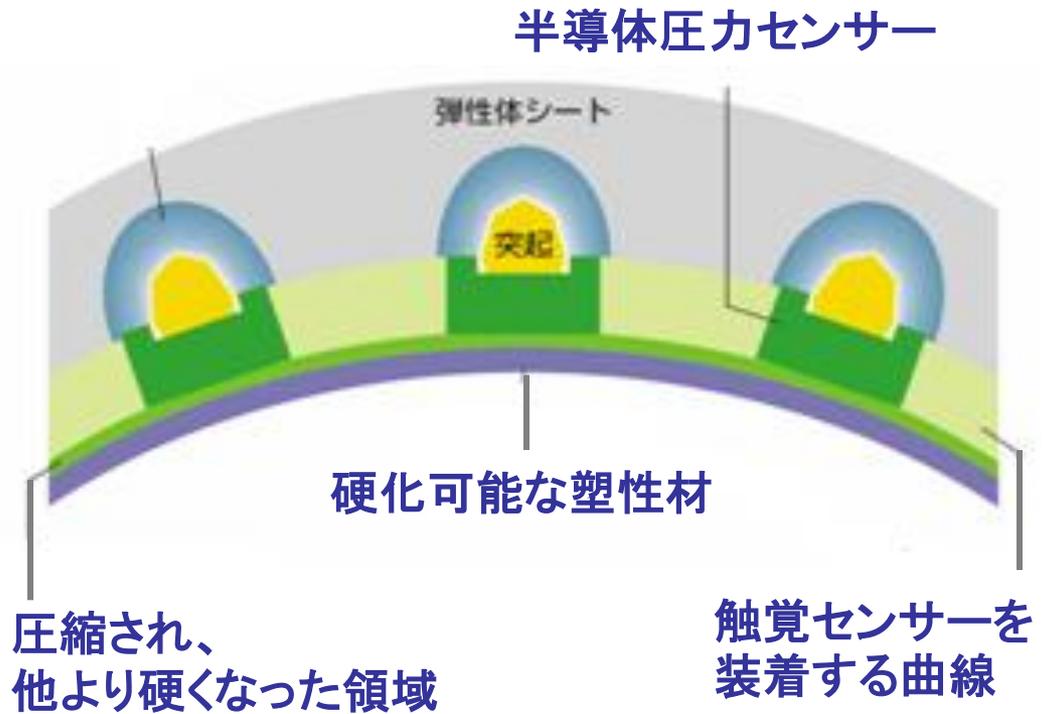
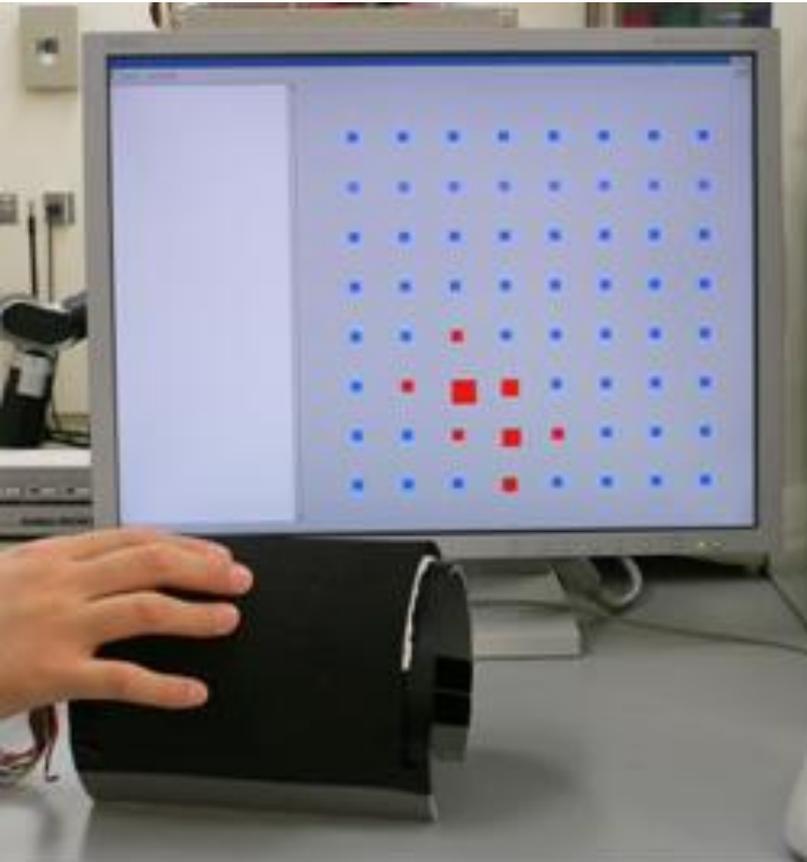


センサー動作原理(LCR共振回路)

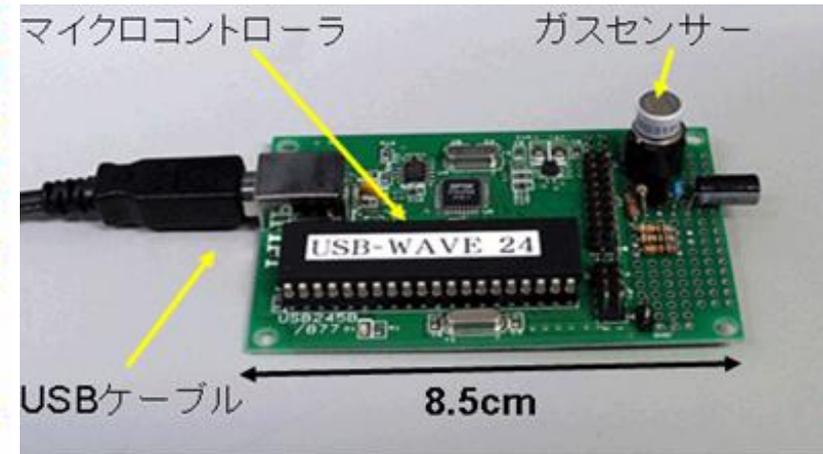
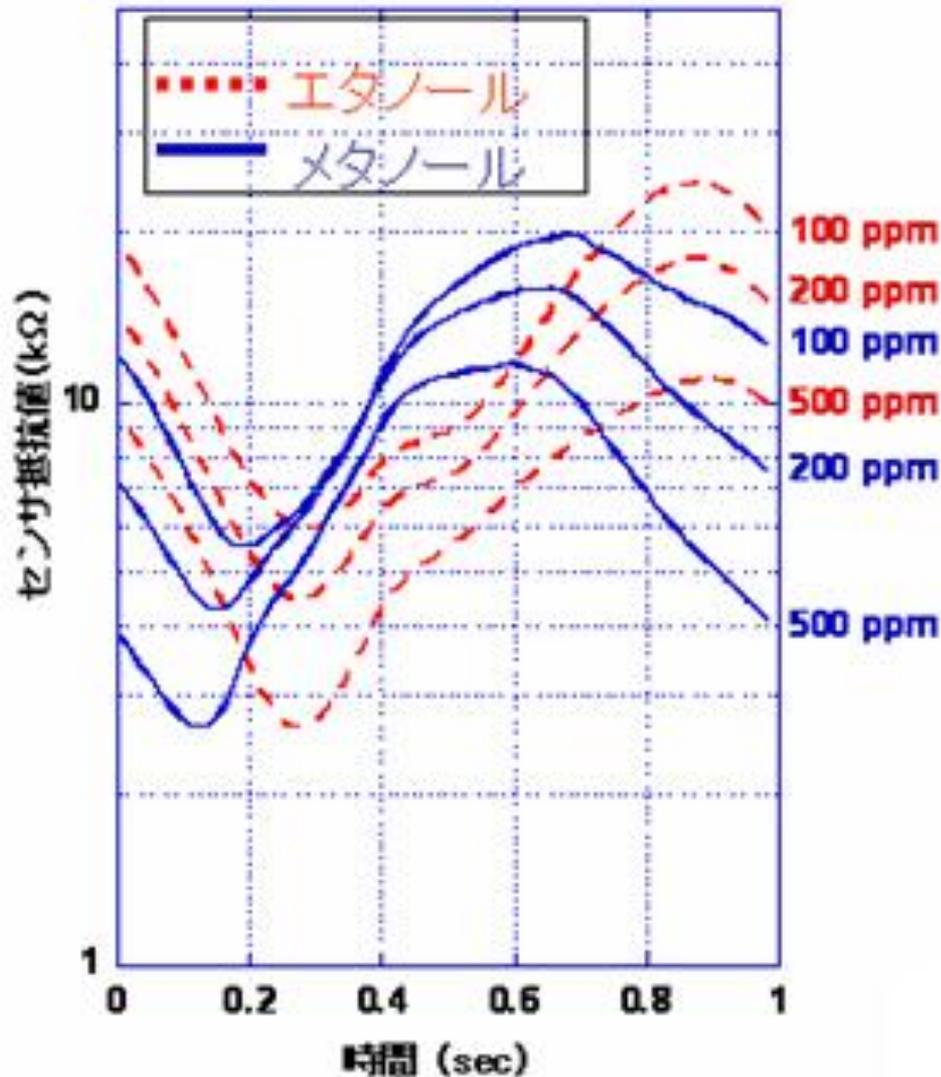


波形応答例

柔軟な面状触覚センサー



アクティブセンシングを用いたガスセンサー (嗅覚センサー)



介助ロボット:リーマン

視覚センサー

聴覚センサー

嗅覚センサー

触覚センサー

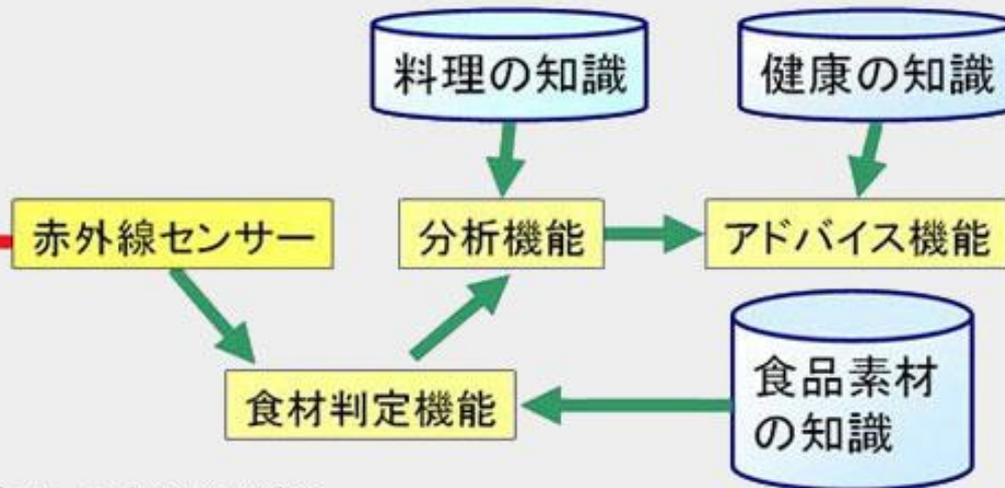


触覚を利用して人間と同サイズの人形を抱き上げる力仕事

RI-MANは、高さ158cm、重さ約100kg、全身が厚さ約5mmの柔軟なシリコーン素材で覆われ、また、頭部3自由度、両腕部各6自由度、腰部2自由度、台車部2自由度で構成されている。さらに、全身5箇所の柔軟な面状触覚センサーや、視覚、聴覚、嗅覚などのセンサー機能を持ち、階層型分散処理ネットワークでセンサー情報処理機能とモータ制御機能を統合させるようにしている。



- ▶ 食品の味を調べ、その場ですぐに、食品の成分や食品名を推定
- ▶ その情報に基づき、健康や食品のアドバイスを行なう



- ◆ 赤外線センサーにより食品の成分を分析
 - 食品の脂肪や糖分を測定し、それらの成分の有無や量によって、食品名を推定
- ◆ 三重大大学の赤外線分光分析技術と、NECのロボット技術、パターン認識技術とを組み合わせ、NECシステムテクノロジーが開発
- ◆ 愛・地球博のプロタイプロボット展(2005年6月)に出展

味覚ロボット(健康・食品アドバイザーロボット)

水やたんぱく質など、分子の種類によって分光反射率(波長ごとの光の反射率)が異なる性質を利用した。食品に複数の波長の赤外線を照射し、反射して返ってきた赤外線を分光分析することで、食品にどんな分子が含まれているかが分かる仕組みだ。

製造ライン用ロボット

カワサキロボット



自動車の組立ラインの
スポット溶接やボディ塗
装に活躍

半導体搬送ロボット

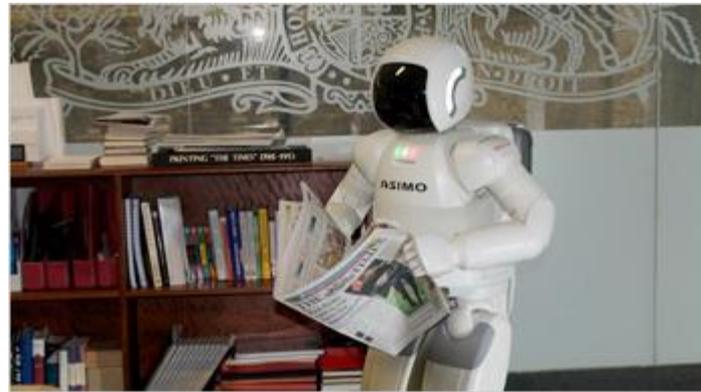


クリーンルームで
組み立てられる

ホンダ製ASIMO

ASIMO

Advanced Step in Innovative Mobility



タイムズ紙を広げる(09.2) 於:ロンドン



中国の奨学生1.5万人と交流(09.519~29) 於:中国

身長130cm, 体重54kg

直線走行 6km/h

旋回走行 5km/h

家庭用ロボット

wakamaru (100cm, 幅40cm)
(三菱重工)



2005年9月16日発売
価格: 1,575,000円



移動する物体を探し
て向き直る



顔を探して目を
合わせる



2007年に家庭用販売中断
理由: 十数台しか売れなかった。

- ・ 段差のある室内では不備
- ・ 音声認識精度の不備
(最初にえーor ちょっとを
つけると認識しないなど)



▶ 顔認証技術 (顔を見て個人を見分ける技術)

アイコンタクトができれば、今度はそれが誰かを確認する。顔の特徴から、覚えている顔を探して照合し、本人あてのメールを届けるなどの仕事もする。

メンタルコミットロボット： パロ



人と共存するロボットで、かわいいや心地良いなど人からの主観的な評価を重視し、人との相互作用によって、人に楽しみや安らぎなどの精神的な働きかけを行うことを目的にしたロボットである。



視覚、聴覚、触覚、運動感覚があり、ふれあう人や環境の状況を感じる。光の変化を感じたり、名前を学習したり、挨拶や褒められる言葉などを理解したり、なでられたり、叩かれたり、抱っこされたりすることを感じる。このような人とのふれあいから、パロにも心や感情があるかのように内部の状態が変化し、反応の仕方が変わったり、鳴き声を出したり、飼い主の好みの行動を学習したりする。パロの鳴き声は、本物のタテゴトアザラシの赤ちゃんの鳴き声をたくさん使っている。

(価格:35万円)

インテリジェント車いす TAO Aicle(タオアイクル)

目的地を指定するだけで連れて行ってくれる、進化した車椅子。それがTAO Aicle(タオアイクル)。信号で止まったり、障害物をよけたりすることもできる。

TAO Aicle(タオアイクル)は、アイシン精機(株)と富士通(株)が共同開発した、ロボット車椅子。

「2005年日本国際博覧会(愛・地球博)」へ出展

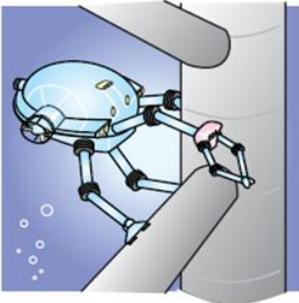


これからのロボットの需要(国内)

介助ロボット



海中構造物のメンテナンス



生産年齢人口(15~64歳)の減少



高齢人口比率増



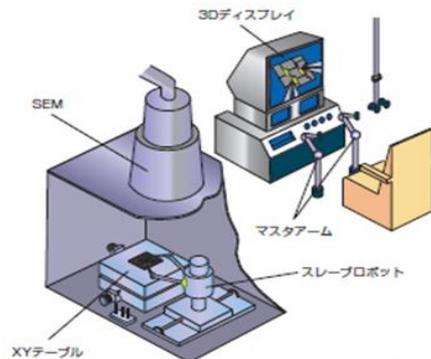
様々な分野での労働力不足

医療・介護

警備やメンテナンス

サービス産業

マイクロファクトリー



家事ロボット

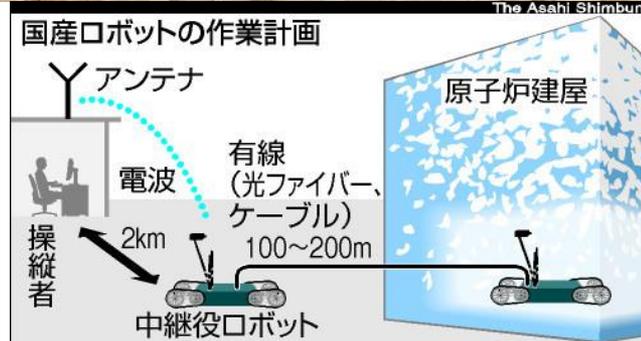


災害救助ロボット





福島第1原発に送られたロボット「パックボット」。
斜面やがれきを乗り越える(アイロボット社提供)



福島第一原発の事故現場に投入される
国産ロボットQuince

私たちの生活は科学(物理)の発達で目覚しく快適なものに進歩してきたが、同時に多くの危険な環境も作り上げてきている。

異常気象

大気汚染

食品添加物の
氾濫

クリーンエネルギー

オゾン層破壊

環境ホルモン

水質汚染

薬品汚染

CO₂増加

酸性雨

ロボット活用

今後、この環境内を賢く泳いでいくのも、
私たちや個々の科学的知識にある。