1-1 センサとは何か

●センサとは

センサとは、自然環境や人工物に起こった様々な変化を、物理法則や化学法則を使って人間に読み取りやすい信号に変換する装置です（図 1-1-1）。

センサの範囲は広く、人によってとらえ方は様々ですが、基本的には入力信号を何らかの形で観測信号に置き換えるものはすべてセンサとして扱うことができます。

ここでは本書で取り上げるいくつかのセンサを人間の五感に対応する形で紹介します。図 1-1-2 に人間の五感と各センサの対応関係を示します。

視覚：視覚に対応するセンサとして、最も単純なセンサは光センサ（P.94）です。リニアイメージセンサ（P.44）やカメラ（P.36）は光センサをより高度にしたセンサで、人間の目の機能により近くなります。

人間の視覚機能を拡張するような視覚センサとしては、赤外線センサ（P.30）や望遠鏡（P.186）などが挙げられます。

聴覚：聴覚に対応するセンサとしては、マイクロホン（P.32）が挙げられます。また、マイクロホンを組み合わせたマイクロホンアレイ（P.110）などを用いると、人間には難しい複数の音源の同時位置推定などが可能になります。

人間の可聴域は 20Hz ～ 20000Hz 程度といわれていますが、超音波センサ（P.92）を用いると、それ以上の周波数をとらえることが可能です。

超音波センサは音をとらえるという目的だけでなく、距離や位置の測定に多く用いられます。超音波による距離測定はコウモリなども利用しています。

触覚：触覚に対応するセンサは、力覚センサと触覚センサに分類できます。このうち、力覚センサに対応するものとしてはひずみゲージ（P.26・84）や力覚センサ（P.114）などが挙げられます。

触覚センサに対応するものとしては圧力センサや圧覚センサ（P.112）

があります。

味覚・嗅覚：味覚・嗅覚に対応するセンサはまだ開発途上ですが、それぞれ味覚センサ（P.202）、においセンサ（P.204）などのセンサが次世代のセンサとして開発されています。

そのほか、人間の五感以外にも人間の感覚に合わせたいくつかのセンサがあります（図 1-1-2）。たとえば、肩や肘、膝などがどの程度曲がったかを知る神経に当たるセンサとしては、物体の回転角を知ることのできるポテンショメータ（P.126）やロータリーエンコーダ（P.122）などが挙げられます。

また、バランス感覚を担う三半規管に対応するセンサとしては、物体の運動をとらえる速度センサ（P.68）や加速度センサ（P.118）、物体の姿勢を検知するジャイロセンサ（P.74）などが挙げられます。

風邪をひいたときに手を額に当てて熱を測ることがありますが、サーミスタ（P.18）はこれを代替する温度を測るセンサです。

図 1-1-1　センサの原理

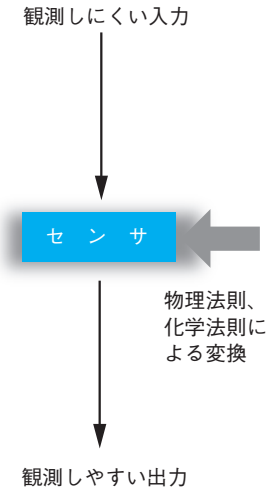
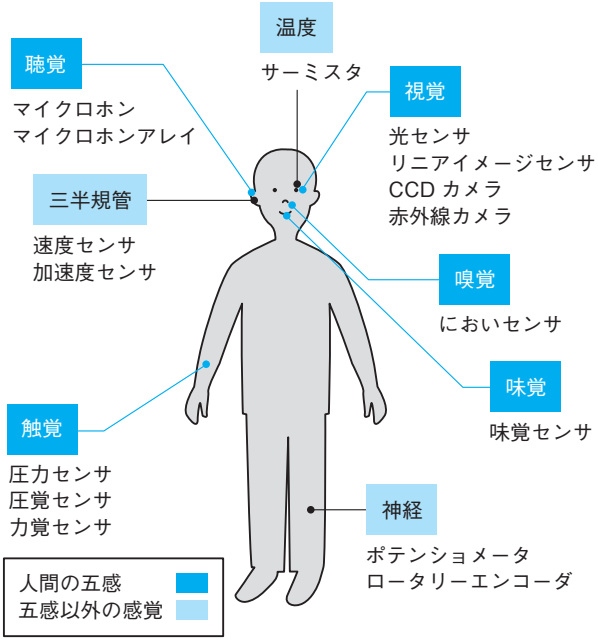


図 1-1-2　人間の感覚と各センサの対応



1-2 センサの分類方法

●物理センサ・化学センサ

センサを分類する一つの方法は、検出しようとする信号がどのような物理法則や化学法則を使っているかという観点で分類する方法です。

世の中に様々あるセンサのうち、光や音などの物理量を対象としたセンサのことを物理センサとよびます。

これに対し、化学物質の種類やその濃度などの化学量を対象としたセンサのことを化学センサとよびます。

物理量には、力、光、電気、磁気、温度、音声など様々なものがあります。人間の五感でいうと、視覚、聴覚、触覚にあたるものが物理センサによって計測できます。

一方、化学量としては、pH、物質成分、濃度、毒性などが挙げられます。ここでは、それらを以下の6つの性質に分類します（表1-2-1）。

表 1-2-1　化学センサの分類

分類	内容
電磁波（光学的な性質）	波長、照度、偏光など
機械量（力学的な性質）	力、質量、位置、速度、加速度、音波など
熱（熱力学的な性質）	温度、熱量、比熱など
電気信号（電気回路的な性質）	電圧、電流、抵抗、誘電率、静電容量など
磁気（電磁気学的な性質）	磁気、磁束密度、透磁率など
化学（化学的な性質）	pH、物質成分、濃度など

センサとはこれら観測したい多くの特徴を物理法則、化学法則を用いて人間に観測しやすい形に変換する装置です。

それぞれの変換に利用される物理法則、化学法則を表 1-2-2 に示します。

表 1-2-2　入出力の関係と利用される物理的効果

	光	機械量	熱	電気	磁気	化学
光	フォト・ルミネッセンス	光音響効果		光電効果		
機械量	光弾性効果	ニュートンの運動則	摩擦熱	圧電効果	磁歪効果	
熱	黒体輻射	熱膨張	リーギ・ルデュック効果	焦電効果	キュリー・ワイスの法則	
電気	エレクトロ・ルミネッセンス		ペルチェ効果 トムソン効果	オームの法則	ビオサバールの法則	
磁気	ファラデー効果 コットン・ムートン効果	磁歪効果	エッチングス・ハウゼン効果	磁気抵抗効果 ホール効果		
化学	炎色反応		酸・アルカリ反応	電極反応		酵素分解

●接触センサ・非接触センサ

センサの別の分類法として、センサを接触させるか、接触させないかで分類する方法があります。

センサを接触させることで対象の状況を計測するセンサのことを接触センサとよびます。一方、非接触で対象の状況を計測するセンサを非接触センサとよびます。

観測する物体に接触するとセンサの接触によって観測物体が本来起こしている現象に影響が及ぶ可能性があるため、非接触センサには接触センサにはない利点がありますが、物体のひずみや加速度など直接測った方が正確に測れる場合も多くあります。

接触センサの例としては、ひずみセンサ、熱電対、サーミスタなどが挙げられます。一方、非接触センサの例としては、リニアイメージセンサ、CCD カメラ、赤外線カメラなどのカメラ群、マイクロホン、超音波距離計等が挙げられます。