

技術レポート46

ビル管理業務におけるセンサの紹介と活用について

令和3年3月

一般社団法人 大阪ビルメンテナンス協会
設 備 保 全 部 会

はじめに

コロナ禍の中、取引先をはじめ様々な施設に出向くと必ずと言っていいほど玄関、入口で非接触型の体温計による検温やサーマルカメラ（体表温度検知カメラ）によるチェックを受けますが、これらの機器は、どれもセンサ（検知器）が使用されています。

センサとは、ご存知の通り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が読み取れる信号に変換する装置です。

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。

例をあげると非接触型の体温計は赤外線センサが使用されています。熱を発生している物体は赤外線とよばれる可視光線の赤色より波長が長い電磁波を出しますが、この赤外線を測定して温度に換算しています。

今回「ビル管理業務おけるセンサの紹介と活用について」を題材としましたが、あらためて身の周りのあらゆるところに使用されていることに気づきます。ビルの管理でも古くからセキュリティや防犯カメラ、設備機器の点検に使用されていますが、最近では「清掃ロボット」や人の位置と人数をキャッチする「画像型人感センサ」にも活用されています。これらのおかげで人員不足が解消できた、働き方改革の一助になった、サービスレベルが向上できた等の事例もあるのではないのでしょうか。

今回は興味をもっていただけるよう、難しい理論は省き、シンプルにセンサの基礎知識や紹介、活用例を中心にし、特にビルメン業界に関わりの深い乗り物、安全、地球環境、ロボットに使用されているものを記事にいたしました。

最近では清掃ロボットに警備（巡回の一部代行）や案内（モニタやスピーカーでコンテンツを配信、再生）の機能を持たせた「複合型サービスロボット」も開発されています。多くのセンサを内蔵し、カメラ、マイク、レーザー、超音波、接触検知、スピーカー等の機能を駆使して人間の感覚に近づけています。安全や安心が担保できれば、人と一緒に作業ができ、業務の効率化が図れるのではないのでしょうか。

今後、益々センサは進化し、現存するセンサでは検出が難しく、より多くの情報を取得するための様々なセンサが開発され、ビル管理業務とのかかわりもより深め、これからの時代を担うことを期待します。

今回、レポートの主軸に据えていた、オムロンソーシャルソリューションズ（株）様による講演や「オムロン野洲工場」の見学がコロナ禍で延期になり、その内容が掲載できなかったため、提供いただいた資料を添付させていただきます。

目 次

1	センサの基礎知識	1
1. 1	センサとは	1
1. 2	センサの分類方法	2
2	センサの種類	3
3	各種センサの紹介と用途	6
3. 1	乗り物（ビル管理にかかわる）のためのセンサ類	6
(1)	振動センサ	6
(2)	赤外線センサ	6
(3)	接触センサ（静電式）	11
(4)	荷重センサ（ロードセル）	12
(5)	位置センサ	13
(6)	超音波（距離）センサ	15
3. 2	安全を守るためのセンサ類	16
(1)	赤外線カメラ（サーモグラフィ）	16
(2)	ガイガーミュラー計数管	16
(3)	顔認証システム	17
(4)	指紋認証システム	18
(5)	自動火災報知設備の中の感知器（煙・炎・熱感知器）	19
(6)	半導体式ガスセンサ（感ガス材料：酸化スズ）	22
3. 3	地球環境を測るためのセンサ類	23
(1)	CO ₂ センサ	23
(2)	O ₂ センサ	23
(3)	気象衛星	24
(4)	望遠鏡	24
(5)	風向風速計	25
(6)	粘度センサ	26
(7)	密度センサ	27
3. 4	今後の展開に対する期待	28
4	参考資料（複合型ロボットの紹介・・・オムロンソールソリューションズ株式会社提供）	29
5	参考文献・引用文献	34

1 センサの基礎知識

1. 1 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ある。

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も言える。

いくつかのセンサを人間の五感に対応する形で紹介する。

(1) 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である。リニアイメージセンサやカメラ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る。

人間の視覚機能を拡張するような視覚センサとしては、赤外線センサや望遠鏡などがある。

(2) 聴覚

聴覚に対応するセンサとしては、マイクロホンがあげられる。また、マイクロホンを組み合わせたマイクロホンアレイなどを用いると、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る。

人間の可聴域は 20Hz～20000Hz 程度といわれているが、超音波センサを用いると、それ以上の周波数をとらえることが可能である。

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る。超音波による距離測定はコウモリなど自然動物も行っている。

(3) 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る。

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や力覚センサなどがあげられる。

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がある。

(4) 味覚・臭覚

味覚・臭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、臭いセンサなどのセンサが次世代のセンサとして開発されている。

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る。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ンメータやロータリーエンコーダなどがあげられる。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や加速度センサ、物体の姿勢を検知するジャイロセンサなどがあげられる。

風邪をひいたときに手を額に当てて熱を測ることがあるが、サーミスタはこれを代替する温度を測るセンサである。

1. 2 センサの分類方法

(1) 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がある。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ぶ。

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ぶ。物理量には、力、光、電気、磁気、温度、音声など様々なものがある。

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る。一方、化学量としては、pH、物質成分、濃度、毒性などがあげられるが、ここでは、それらを以下の6つの性質に分類する。

表 1. 1 科学センサの分類

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ある。

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 に示す。

表 1.2 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	無電効果	キュリー・ワイズの法則	
電気	エレクトロ・ルミネッセンス		ベルチェ効果 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・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

(2) 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る。

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ぶ。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ぶ。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るが、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る。

接触センサの例としては、ひずみセンサ、熱電対、サーミスタなどがあげられる。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、超音波距離計等があげられる。

2 センサの種類

ここではセンサについて主なものを、扱う入力信号とそれに対応する出力について簡単な説明を交えながら列挙する。

(1) 光センサ

光センサとは、可視光や赤外光などを検知するためのセンサで、光の変化を抵抗の変化に変換し、電圧値としてその出力を読み取る。

(2) リニアイメージセンサ

リニアイメージセンサとは、環境情報を1次元画像として取得するためのセンサで、取得した映像を電圧出力に変換し、1次元画像として出力する。

(3) カメラ

カメラとは、環境情報を2次元画像として取得するためのセンサで、取得した映像を電圧出力に変換し、2次元画像として出力する。

(4) ポテンションメータ

ポテンションメータとは物体の回転角を取得するためのセンサで、物体の回転角を抵抗の変化に変換し、電圧値としてその出力を読み取る。

(5) ロータリーエンコーダ

ロータリーエンコーダもまた物体の回転角を取得するためのセンサで、物体の回転角を光が透過する回数に変換し、その光をカウントすることで回転数を読み取る。

(6) 超音波センサ

超音波センサとは、物体までの距離を計測するためのセンサで、物体までの距離を超音波の反射によって計測し、その反射時間によって距離を読み取る。

(7) レーザードップラー式振動センサ

レーザードップラー流速計は物体の速度を計測するためのセンサで、物体の速度をレーザの反射によって計測し、ドップラー効果による干渉によって速度を読み取る。

(8) ジャイロセンサ

ジャイロセンサとは、物体の姿勢を計測するためのセンサで、物体の姿勢と回転慣性の関係を利用し、ジャイロ効果によって姿勢を読み取る。

(9) 加速度センサ

加速度センサとは物体の加速度を計測するためのセンサで、物体の加速度を静電容量の変化などに変換し、電圧値としてその出力を読み取る。

(10) ひずみゲージ

ひずみゲージは物体のひずみを計測するためのセンサで、物体のひずみを抵抗の変化に変換し、電圧値としてその出力を読み取る。

(11) マイクロホン

マイクロホンは音を計測するためのセンサで、音波による振動を静電容量の変化などに変換し、電圧値としてその出力を読み取る。

(12) 粘度センサ

粘度センサは流体の粘度を計測するためのセンサで、物体の粘度を重力により生じる加速度に換算し、液体が落ちる速度を読み取ることで粘度を測定する。

(13) 熱電対

熱電対は物体間の温度差を計測するためのセンサで、物体間の温度差を熱起電力に変換し、電圧値としてその出力を読み取る。

3 各種センサの紹介と用途

3. 1 乗り物（ビル管理にかかわる）のためのセンサ類

（1）振動センサ

①動作原理

所定の重りを付けた圧電素子を用いて、振動によって生じる重力加速度を電圧に変換して、電圧の波形により振動の大きさ、振動の周期を計測するもの。圧電素子は、分極処理した圧電セラミックスに電極を設け、圧電セラミックスが圧縮された際に電極間に生じる電流による電圧を計測する（図 3. 1. 1 参照）。重りにより計測できる周波数が異なるため、計りたい周波数に合わせて重りの重さを合わせる。

分極処理と圧電効果の発現のしくみ

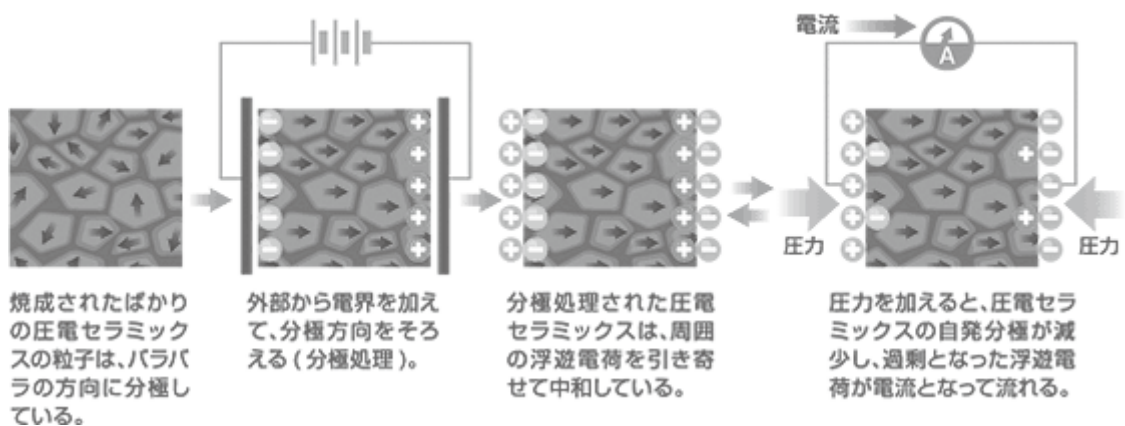


図 3. 1. 1 分極処理と圧電効果の発現のしくみ

②用途例

- ・エレベータの籠の振動やエスカレータのステップ、モータ等原動機の振動計測による乗り心地改善、アラーム、寿命予測等。
- ・エレベータの地震感知装置

（2）赤外線センサ

①動作原理

対象物から発せられる赤外線を受光素子により計測する受動型のものと、赤外線光源（発光素子）を用いて対象物からの反射や対象物による赤外線の遮断を受光素子で計測する能動型がある。受光素子には用途に応じて様々な形式がある。

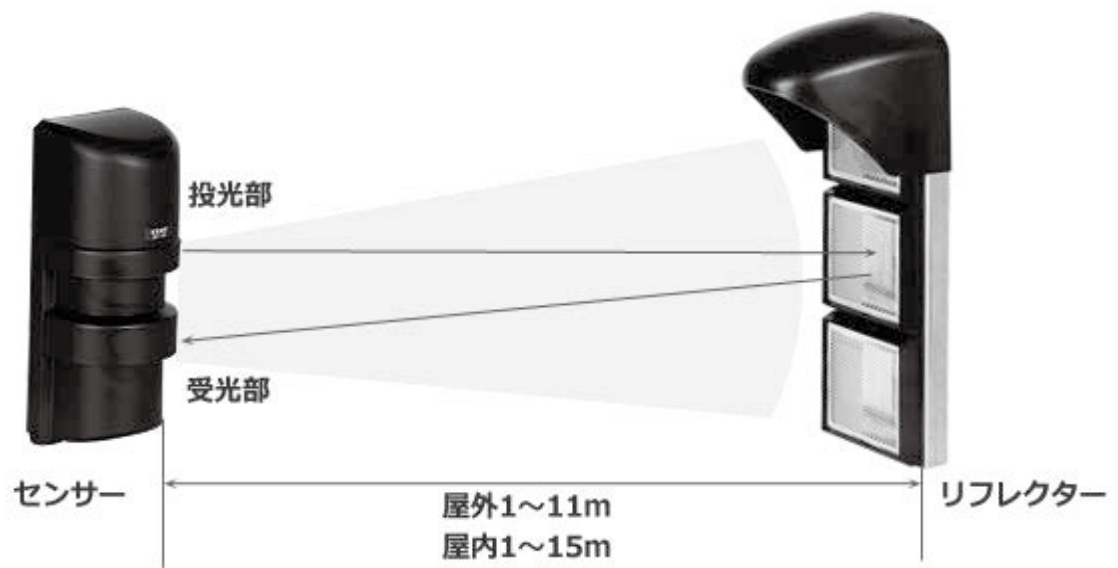


図 3. 1. 2 能動型赤外線センサの例

a) 熱型受光素子

・熱電対効果：2 種の金属で回路を作り、その両端に生じる電圧で温度を計測する。1821 年、ドイツ人科学者ゼーベック (T. J. Seebeck) が、2 つの異なる金属をつなげて、両方の接点に温度差を与えると、金属の間に電圧が発生し、電流が流れることを発見した。

この現象を発見者の名前をとって「ゼーベック効果」と言う。この回路に電流を起こさせる電力を熱起電力と呼ばれ、その極性と大きさは 2 種類の導体の材質と両端の温度差のみによって定まることが確認されている。

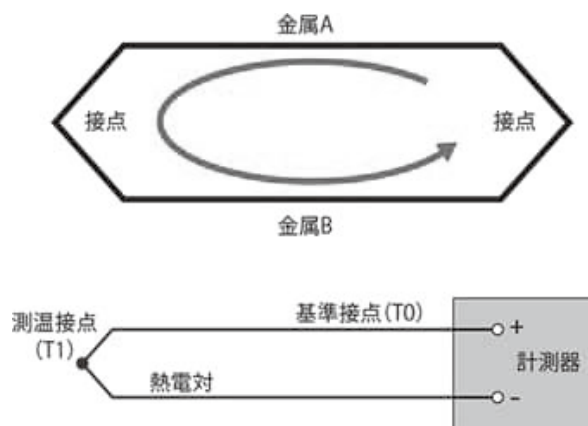


図 3. 1. 3 能動型赤外線センサの例

- ・熱起電効果型：複数の熱電対を直列に接続し一塊として使う。
- ・焦電効果型：セラミックに帯電する電荷の温度による差を検出する。
誘電体のうち、外部電界を加えなくても分極しているものを焦電体という。温度変化のない熱平衡状態では焦電体表面の電荷は浮遊電荷を補足して電氣的に中和された状態である。赤外線放射を受け焦電体の温度が変わると、焦電体表面の電荷は変化するが補足された電荷は急激には変化せず表面に残る。この電荷を電極で電圧として計測することにより赤外線を検出する。

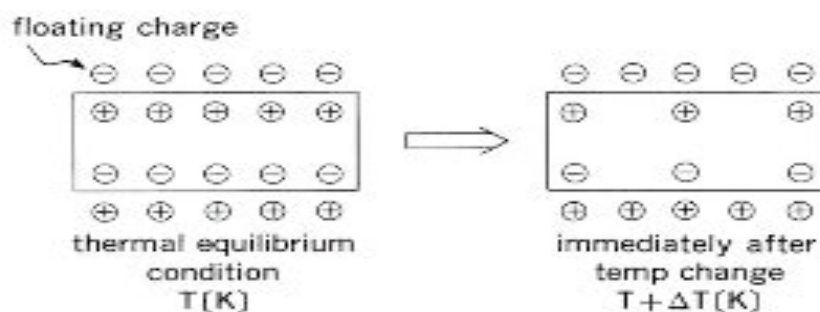


図 3. 1. 4 焦電体の表面電荷

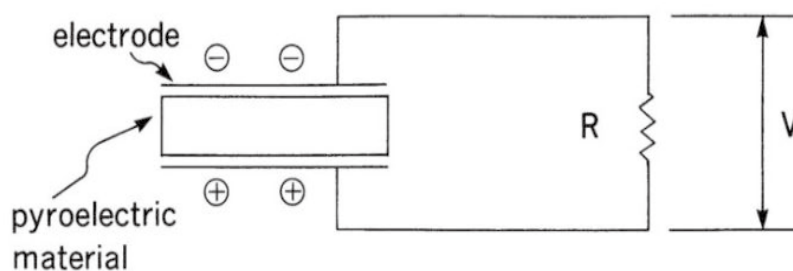


図 3. 1. 5 焦電センサの検知回路

- ・ポロメータ型：サーミスタを用い熱による抵抗変化で温度を計測する。
図 3. 1. 6 に示すように、金属薄膜のような赤外線吸収材とそれに熱的結合剤（熱を徐々に伝える物質）で繋がる熱浴（温度が変化しにくい物体）とで構成される。

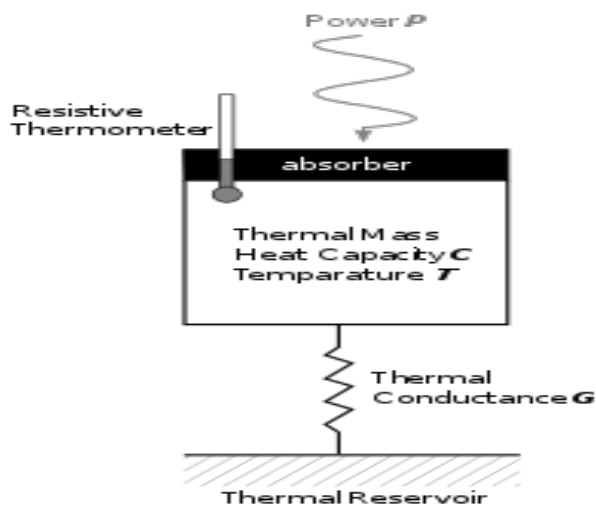


図 3. 1. 6 ポロメータの概念図

赤外線吸収材に赤外線が当たると赤外線吸収材の温度が上がり抵抗変化がおこる。これを検出する。赤外線が無くなると残った熱が熱浴に移動し、赤外線吸収材の温度が元に戻り抵抗が元に戻る。

b) 量子型受光素子

- ・ 光電効果型：フォトダイオード等により赤外線量を計測する。図 3. 1. 7 に光電効果の原理を示した。左側の図箔検電器の上にアルミ板または亜鉛版を置き、全体を負に帯電させると箔が開く。そこに光（ここでは紫外線）を当てると箔が閉じる。光により電子がはじき出され、負電荷が減ったためである。ダイオードの接合面にこのような膜を形成し、膜に光を当てると膜の電荷が変化することで電流が変化するのがフォトダイオードである。

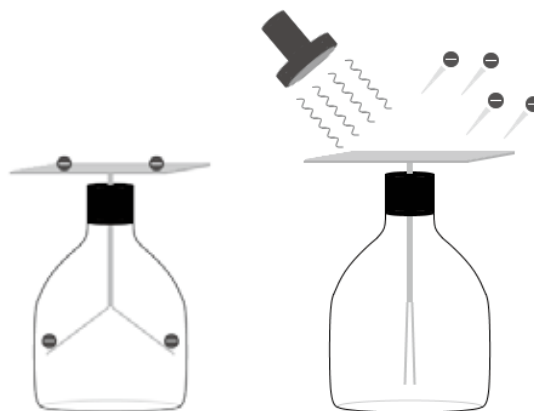


図 3. 1. 7 光電効果の原理

光により電子がはじき出され、負電荷が減ったためである。ダイオードの接合面にこのような膜を形成し、膜に光を当てると膜の電荷が変化することで電流が変化するのがフォトダイオードである。

- ・ 光伝導効果型：CdS セル等を用いて赤外線量を計測する。CdS セルは金属カドミウムと硫黄の化合物で半導体の性質を示す。カドミウム単体は

金属で自由電子が存在し電子伝導性を示す。硫黄と化合物を形成させると自由電子が硫黄に捕捉され絶縁体になるが、この自由電子補足力が光に当たることによって緩くなり、自由電子が増加することで抵抗が減る。これを赤外線検出に利用する。

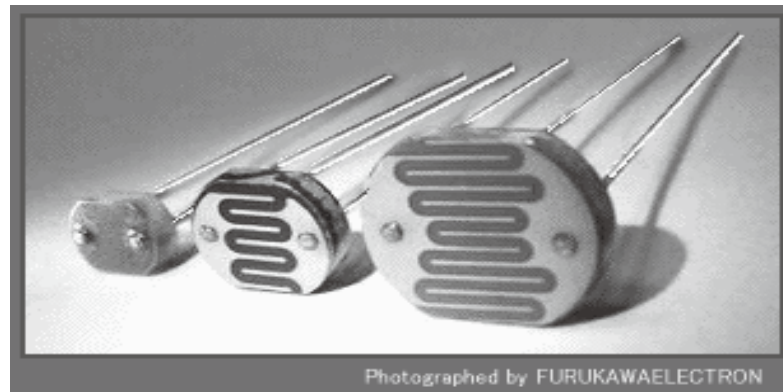


図 3. 1. 8 CdS セルの外観

- ・ 光電子放出効果型：光電管等を用いて赤外線量を計測する。図 3. 1. 9 に示したものは光電子倍增管である。光電陰極（Photocathode）に光が当たると電子が放出される。光電陰極と陽極（Anode）間に電圧をかけておくと放出された電子が陽極に達し、電流が流れる。この電流を検出することにより、赤外線を検出する。光電陰極と陽極の間に二次電子増倍電極（Dynode）を多段入れて、各電極に段階的に電圧をかけると各二次電子増倍電極で放出電子が増加するため、電流が大きくなり、センサとしては感度が高くなる。

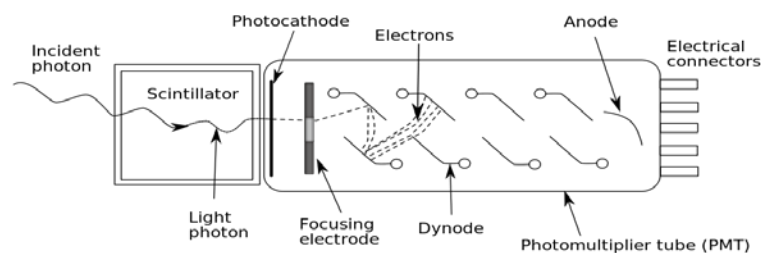


図 3. 1. 9 光電子倍增管の構造

②用途例

- ・ エレベータの扉の人感センサ、エレベータ手摺の引き込み口センサ、エスカレータ等運転開始のための人感センサ

これらのセンサは、狭い範囲に人体の一部が存在するかどうかを検出する必要があるため、赤外線レーザを検知範囲に巡らし、それが遮断されるかどうかを検出する能動型のセンサが活用される。

- ・自動扉の人感センサ

これらのセンサは人が広い範囲から対象物に近づいた場合に検出することが必要であるため、焦電センサなどを用いた受動型の赤外線センサが用いられている。

(3) 接触センサ（静電式）

①動作原理

接触センサにはばねとスイッチで構成される機械式センサもあるが、表面に軽く触れるだけで接触を検出する静電容量方式のセンサがある。

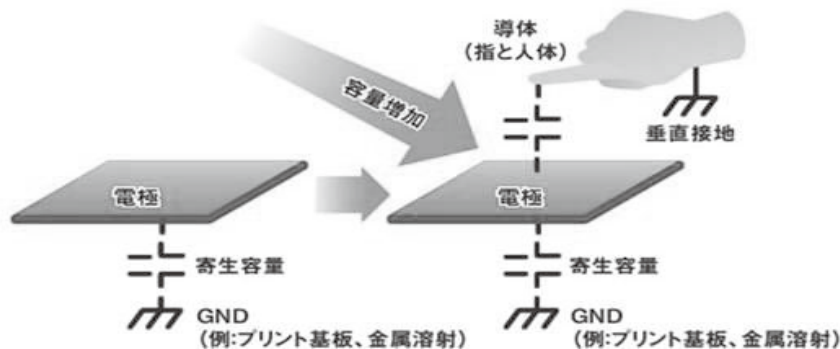


図 3. 1. 1 0 自己容量方式接触センサ

電極を持った回路は、電極と大地の間に一定の静電容量（寄生容量）を持っており、人体が電極に近づくと、新たな静電容量が発生する。自己容量方式（図 3. 1. 1 0）では、この増加分の静電容量を検知してタッチかどうかを判断する。この方式では、操作面に液体が付着した場合も、液体により静電容量が増加するため、正確な検知が困難であるが構造が簡単であるため多く使われている。相互容量方式（図 3. 1. 1 1）は、送信電極と受信電極を用いて電界を発生させ、送受信電極間の電界変化を検出する。この方式では、操作面に液体が付着しても電界がほとんど変化しないため影響を受けず、水がかかるような厳しい利用環境で利用できる。また、自己容量方式で電極をマトリクス（格子）状に組んだ際、2 点以上を同時に押した際に発生する「ゴースト」が発生しないため、少ない端子数でも多くの電極を形成でき、マルチタッチも可能になり、単純な ON/OFF を上回る操作性を実現できる。しかし、相互容量方式では、送信電極にパルスを加え、受信電極との間に電界を形成し、人体が近づくと、電

界の一部が人体側に移り、受信電極で検知する電界が減少し、静電容量も減少することを利用するため、電界を発生させる二つの電極が必要となり、電極設計が複雑になる。

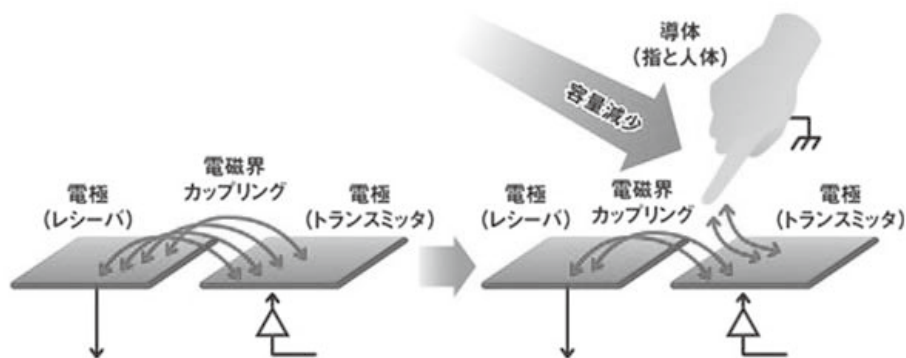


図 3. 1. 1 1 相互容量方式接触センサ

②用途例

- ・エレベータの行き先スイッチ
- ・自動ドアの開閉スイッチ

(4) 荷重センサ (ロードセル)

①動作原理

ロードセルは起歪体にひずみゲージを貼り付けて構成したセンサ (図 3. 1. 1 2 参照)。起歪体に力を加えるとひずみが生じ、貼り付けてあるひずみゲージの抵抗値が変化する。

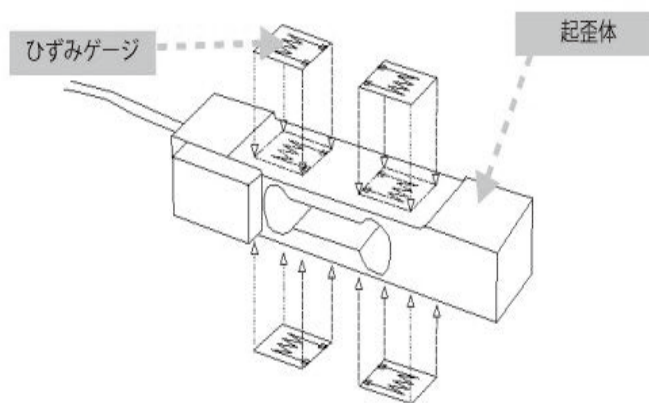


図 3. 1. 1 2 ロードセルの構造

ひずみゲージは、金属が機械的に伸ばされたり縮められたりしたときのその電気抵抗値が変化することを利用する。

図 3. 1. 1 3 のように、ベースに金属箔で回路を構成し両端に接続端子を設けた構造としている。



図 3. 1. 1 3 歪ゲージの構造

起歪体は文字通り外力によりひずみを発生させる部品で、ロードセルの性能を向上させる上で起歪体の特性が大変重要となる。起歪体に要求される特性にはつぎのようなものがある。

- ・クリープ (物体が力を受け変形が時間とともに増化する現象) の少ないこと。
- ・直線性が広い範囲で保証される、比例限度の高い材料であること。
- ・経年変化の少ない材料であるとともに、残留応力による形状変化を起こさないこと。
- ・耐衝撃性が高いこと。
- ・加工性が良いこと。

このような特性を満たす材料として、一般にはニッケルクロムモリブデン鋼、ステンレス鋼、アルミニウム合金などが用いられる。

その他、ひずみゲージを起歪体に接着するための接着剤には、起歪体のひずみをゲージ素子へと正確に伝達しなければならないため、接着強度や絶縁性が温度、湿度に対して十分あることなどが求められる。また、歪ゲージの抵抗値変化は非常値小さいので、ホイートストンブリッジなどの感度の高い検出方法が用いられ、歪ゲージの温度依存性に対する補償回路も必要となる。

②用途例

- ・エレベータの荷重センサとして、乗客数検出や速度自動制御の補正等に用いられる。
- ・エレベータやエスカレータ等の駆動装置のトルクセンサとして、過負荷等の検出装置として用いられる。

(5) 位置センサ

1) 動作原理

原動機軸に取り付けたロータリーエンコーダ等を用いたパルス検出センサとマイコンにより、仮想空間上で位置を規定するセンサと、実際のエレベータ

と同期したエレベータの昇降路の縮尺模型のようなセレクトと呼ばれるものがある。

a) 仮想空間利用の位置センサ

- ・光学式：赤外線レーザとフォト IC などの検出器の間に、計測する対象物の軸と同期したエンコーダディスクを配し、赤外線が切れた回数により軸が回転した角度を計数する。例えばエンコーダディスクのスリット数を 36 にした場合、一回切れたとき軸は 10 度回転したとカウントされる。トータルの回転角度とギア比からエレベータの位置を決定できる。
- ・磁気式：一例は、エンコーダに小さな永久磁石を埋め込み、エンコーダディスクの横にコイルを配する構造としたもので、磁石がコイルを通過するときにパルスを生じる。これを検出して軸が回転した角度を計測する。磁石やコイルを複数配置することで一パルスの角度を調整できる。位置の決定方法は光学式と同じである。

b) セレクト

- ・エレベータ機械室に設置されるエレベータ昇降路の縮尺模型のようなもので、チェーンまたはセクターテープで実際のエレベータと同期される。ここに、昇降路のリミット数値やドアゾーンの近接スイッチも組み込まれている。最近のモデルでは使われない。

②用途例

- ・エレベータの位置検出
- ・エンコーダ自体は回転速度を検出することができるため、エレベータやエスカレータの速度検出に用いられる。

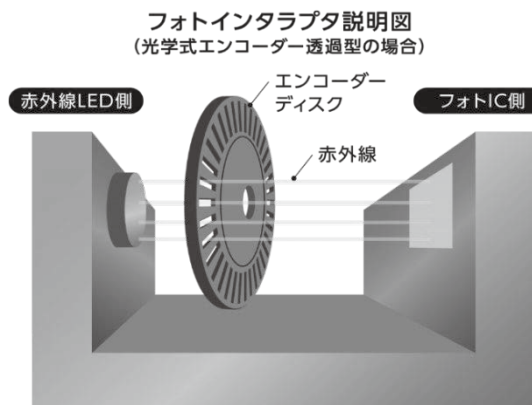


図 3. 1. 1 4 光学式エンコーダ

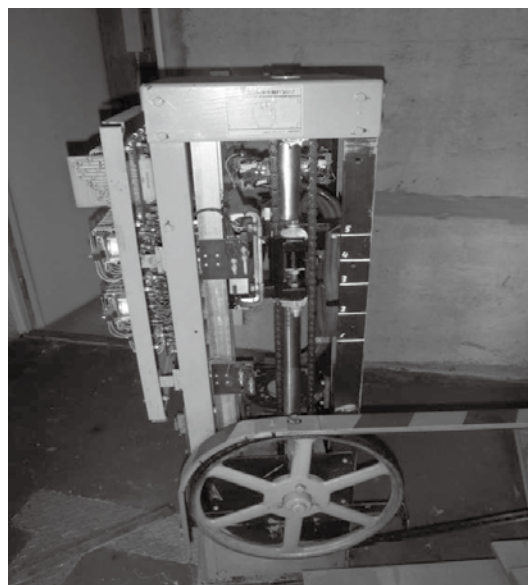


図 3. 1. 1 5 セレクト

(6) 超音波（距離）センサ

①動作原理

発信器から超音波を送り出し、対象物に反射して帰ってくるまでの時間を計測し距離などの計測を行う。マイコン、超音波アナログフロントエンド (AFE)、トランスデューサからなる。マイコンはストップウォッチ機能を使い、スタートトリガをかけた時刻からストップトリガを受けた時刻の差を検出し、音速で割って距離を計算する。超音波 AFE はマイコンからのトリガを受けて電気パルス波形を作成する。また、反射波形を高感度で受信する。トランスデューサは電気信号を超音波に変換し、対象物に向けて送信波を出力する。また、対象物から反射された反射波を電気信号に戻し超音波 AFE に返す。

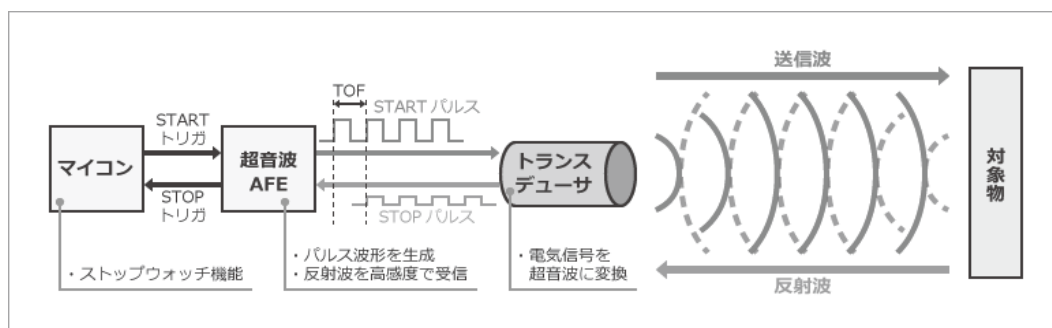


図 3.1.1 6 超音波センサ

特徴としては、静止しているものでなく動いているものでも計測が可能。空中だと数メートルの距離にある対象物で、超音波速度より遅く動く物体であれば検出可能。焦電センサと異なり、冷たい物体でも計測可能。また、超音波は気体、液体、個体でも伝搬するので、水の中など様々な環境で計測可能。

②用途例

- ・エレベータドアの安全装置。(ベビーカーなど人以外のものも検出可能)。
- ・自動ドアの開閉センサ。

3. 2 安全を守るためのセンサ類

(1) 赤外線カメラ(サーモグラフィ)

①動作原理

物体から出てくる赤外線の量を赤外線検出素子で計測することにより、物体の温度分布を測定する。

②用途例

ゴミ処理工場における異常な高温を検知することによる火災予防

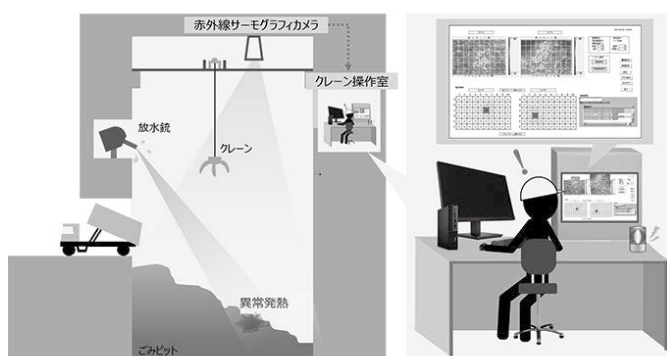
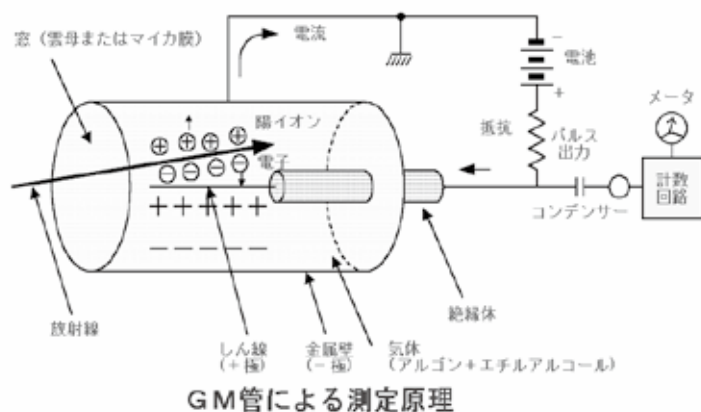


図 3. 2. 1 ゴミ処理工場の火災監視

(2) ガイガーミュラー計数管

①動作原理

不活性ガスが入った入れ物に放射線が入ると、放射線に当たった不活性ガスが電子と陽イオンに電離する。電離した電子は陽極側に、陽イオンは陰極側に移動する。その過程で分子に再び衝突し、分子は電離される。その結果、回路に短いパルス電流が流れ、その電流をカウントすることで放射線を検知する。



【出典】 日本原子力研究所 国際原子力総合技術センター：原子力基礎用語集、p. 10(1997年)

図 3. 2. 2 放射線を検知する仕組み

②用途例

病院における放射線障害の防止

(3) 顔認証システム

①動作原理

人間の顔を検知し、取得した顔画像を、あらかじめ登録された人物の顔画像と比較して、どの人に該当するかを判断する。

処理工程は、次の (a) から (e) のものである。

(a) 画像取得

カメラで画像を取得する

(b) 領域抽出

画像の中から顔の領域にあたる部分を抽出する

(c) 正規化处理

画像の輝度・顔の向きなどを補正する

(d) 特徴抽出

特徴情報(目や鼻などの特徴点や輝度や色情報他)を抽出する

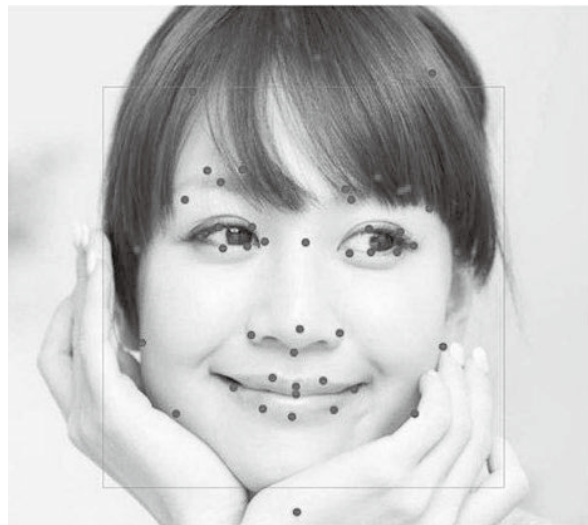


図 3. 2. 3 顔認証システムにおける特徴情報

(e) マッチング

登録された顔画像と新規に取得された顔情報を比較し、マッチングを行う

②用途例

事務所ビルにおける入室許可者の判別や個人情報の保護

③実用上の課題

顔は年齢の変化などによる変化が激しく、本システムは顔の角度の変化や表情の変化に対応する機能が弱いという問題点がある。

(4) 指紋認証システム

①動作原理

指紋(指の皮膚の凹凸)を感知し、指(人物)を判別する。

処理工程は、次の (a)および (b)のものである。

(a) 指紋の読み取り

i) 処理部の構造

- ・多数の電極を保護膜が覆う。
- ・電極に物体が近づくほど多数の電荷が溜まる仕組みになっている。

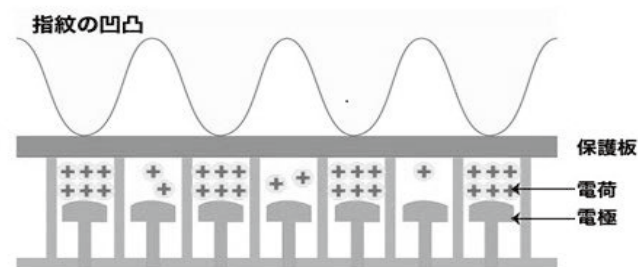


図 3. 2. 4 指紋認証システムの処理部の構造

ii) 処理

- ・指の皮膚の凹凸と、それぞれの電極との距離に差異が生じ、そのことによって電極ごとに溜まる電荷に差異が生じる。
- ・この溜まった電荷を電圧として読み取り、画像データに変換する。

(b) 指紋の解析

- ・特徴点(分岐点・端点他)を指紋の中から数十程度取り出し、データとして登録しておく。
- ・新規に取得した指紋の特徴点を、データベース内の特徴点とマッチングすることにより、指紋の解析を行う。



図 3. 2. 5 指紋認証で用いる特徴点

②用途例

事務所ビルにおける入室許可者の判別や個人情報の保護

(5) 自動火災報知設備の中の感知器(煙感知器・炎感知器・熱感知器)

①煙感知器

(a) 光電式スポット型煙感知器

i) 構造および動作原理

感知器内に発光部と受光部があり、発光部は常に発光している。煙が発生していない時は、受光部には光が入らない構造になっている。

煙が発生すると、煙によって光が散乱し、受光部に光が入る。

以上のメカニズムにより、受光部に入った光を検知して、煙を感知する。

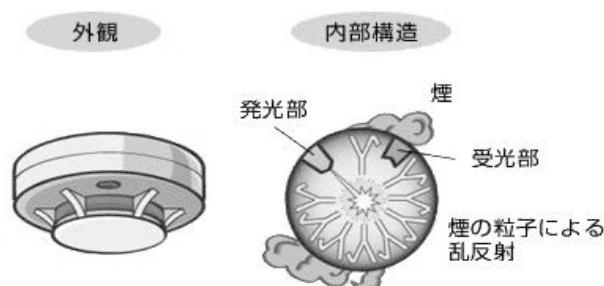


図3.2.6 光電式スポット型煙感知器の構造および動作原理

ii) 用途例

煙による火事の発生の検知

(b) 光電式分離型煙感知器

i) 構造および動作原理

発光部と受光部を対面して配置し、発光部では常に光を発信させておく。煙が発生していない時は、発光部で発信された光が、十分に受光部で受信される。

煙が発生すると、煙によって透過する光の量が減少し、受光部で受信される光の量が減少する。

以上のように、煙による光が減衰することを利用して、煙の有無を感知する。

ii) 用途例

煙による火事の発生の検知

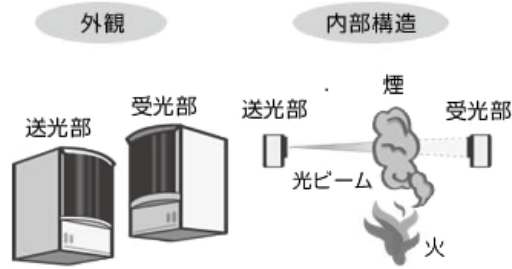


図 3.2.7 光電式分離型煙感知器の構造および動作原理

②炎感知器

(a) 赤外線式炎感知器

i) 動作原理

燃焼によって発生する二酸化炭素から放射される特有赤外線(波長が $4.4\ \mu\text{m}$ 付近を、光学フィルタで通過させ、赤外線センサで検知する。

検知した信号を電気信号に変え、その信号のゆらぎの周波数を電気フィルタで抜き出し、炎が発生していると判断されると、火災報知機にその情報を送る。

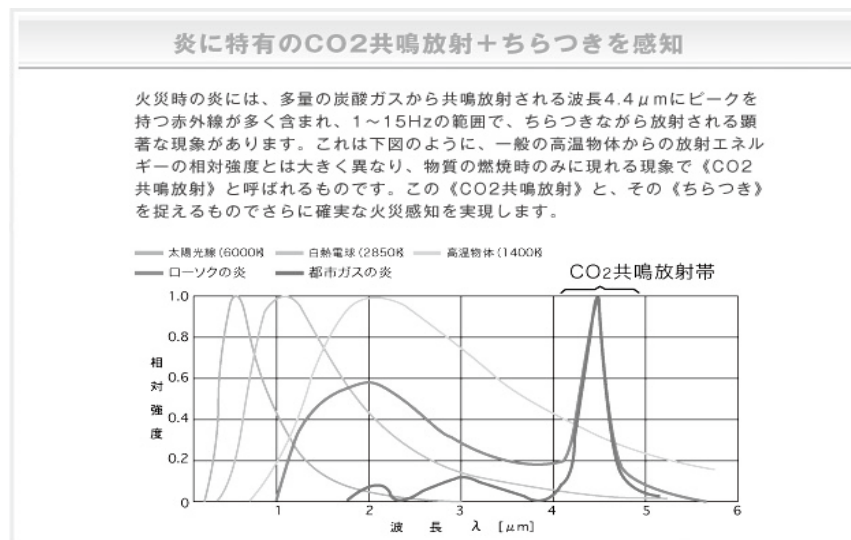


図 3.2.8 二酸化炭素から放出される赤外線

ii) 用途例

炎による火事の発生の検知

(b) 紫外線式炎感知器

i) 動作原理

真空状態の光電管(ガラス管)の中に電極 a(陽極)と電極 b(陰極)を設置し、両極側に電圧をかけておく。紫外線が当たっていない場合、回路には電流は流れない。

燃焼によって発生した紫外線が電極に当たると、光電効果の結果として回路に電流が流れる。

この電流を検知することで紫外線を検知する。

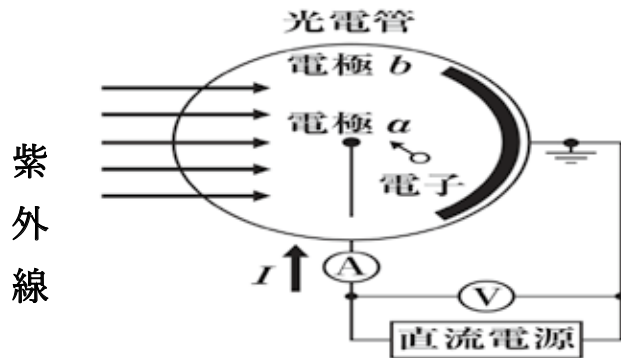


図 3. 2. 9 紫外線式炎感知器の動作原理

ii) 用途例

炎による火事の発生の検知

③ 熱感知器

(a) 定温式スポット型熱感知器

i) 動作原理

熱が発生していない状態ではバイメタルと回路が繋がっていないため、電流が流れない。

熱が発生すると、バイメタルが曲がり、回路が繋がって通電する。

以上のように、バイメタルを利用して、室内温度が想定される温度以上に上がった場合に通電した電流を測定し、熱検知を行う。

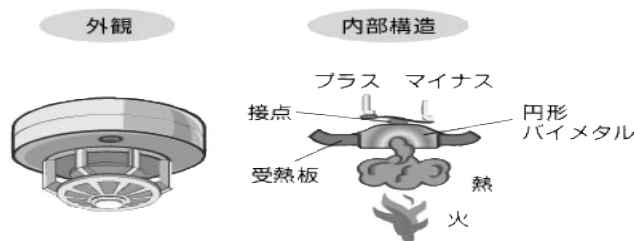


図 3. 2. 10 定温式スポット型熱感知器の構造および動作原理

ii) 用途例

熱による火事の発生の検知

(b) 差動式スポット型熱感知器

i) 動作原理

密閉された空間に空気を入れ、ダイヤフラム(膜)で仕切る。閉じ込められた空間の下側の空気が急激に高温になると、その空気が膨張し、ダイヤフラムが押し上げられる。ダイヤフラムに取り付けた金属板が上に移動することにより、回路に電流が流れる。

以上のように、室内温度が急激に上昇した場合の空気の熱膨張を利用して、回路に流れた電流を測定し、熱検知を行う。

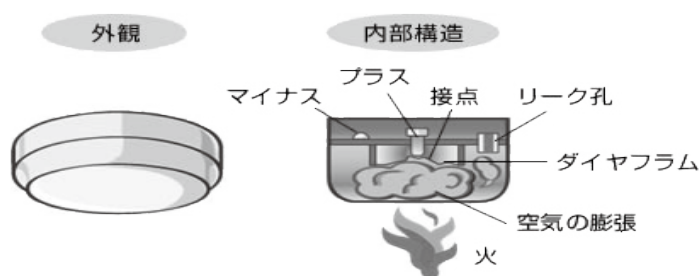


図 3. 2. 1 1 差動式スポット型熱感知器の構造および動作原理

ii) 用途例

熱による火事の発生の検知

(6) 半導体式ガスセンサ(感ガス材料：酸化スズ)

①動作原理(図 3. 2. 1 2 参照)

一酸化炭素などの可燃性ガスが酸化スズに吸着すると、酸化スズ表面の酸と可燃性ガスが結びつく。すると、酸化スズから酸素が奪われ、酸素に捉われていた酸化スズ内の自由電子は動けるようになり、電流が流れやすくなる。

以上のことを利用し、酸化スズに低電圧を加え、電流の変化を見ることで可燃性ガスの有無を検知する。

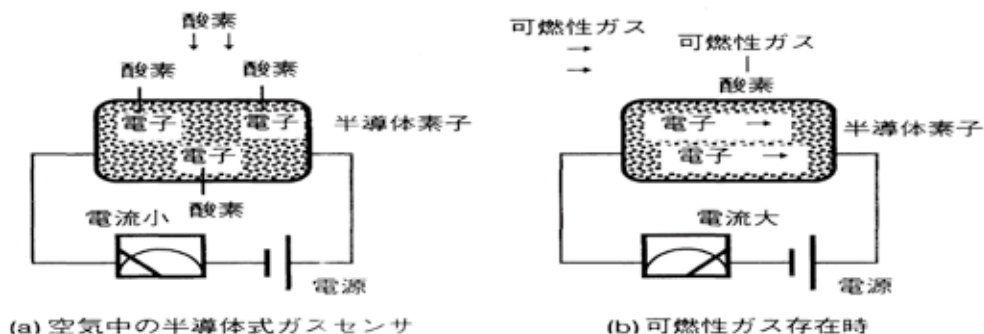


図 3. 2. 1 2 酸化スズ半導体式ガスセンサ動作原理

②用途例

可燃性ガス(一酸化炭素等)の発生の検知

3. 3 地球環境を測るためのセンサ類

(1) CO₂ センサ

①動作原理

(a) 赤外線吸収式センサ

気体が吸収する赤外線波長が気体によって固有であることを利用して気体の有無を測定する。

(b) 固体電解質式センサ

リチウムイオン伝導体などの固体電解質を中心に置き、参照極とガス検知極の間の起電力を測定することで試料ガスの二酸化炭素量を測定する。

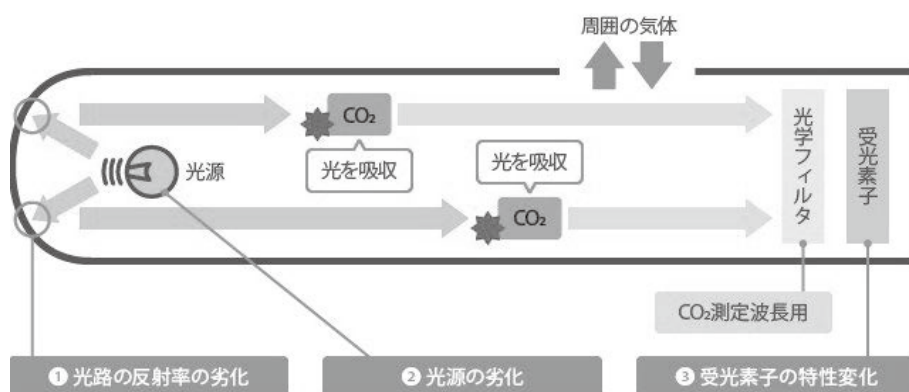


図 3.3.1 CO₂ センサの原理

②用途例

地球環境の状況把握、室内環境の把握、火災等に対する安全管理

(2) O₂ センサ

①動作原理

酸素が還元されるときに電流を酸素濃度として検知する。

電解液に溶ける金属(陽極)と、溶けない金属(陰極)を電解液に浸すと陽極では金属が溶け、電子を放出し、陰極に達します。陰極では薄膜を透過した酸素が、陽極で放出された電子を取り込みます。この電子の流れ(電流)は、薄膜から透過する酸素濃度に比例し、メーターで酸素濃度が測定できます。この反応は、自発的に起るため、センサ駆動用の電源は必要ありません。

センサの構造

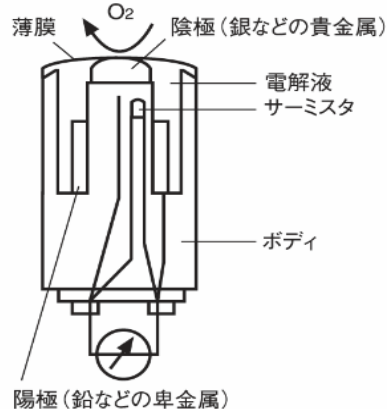


図 3.3.2 ガルバニ電池式センサ

②用途例

排ガス測定、環境測定、医療用途、食品産業

(3) 気象衛星

①動作原理

(a) 静止衛星

地球の自転と同じ周期で公転する。

(b) 太陽同期軌道衛星

衛星に対する太陽光の角度が常に一定になる。

観測の仕組み

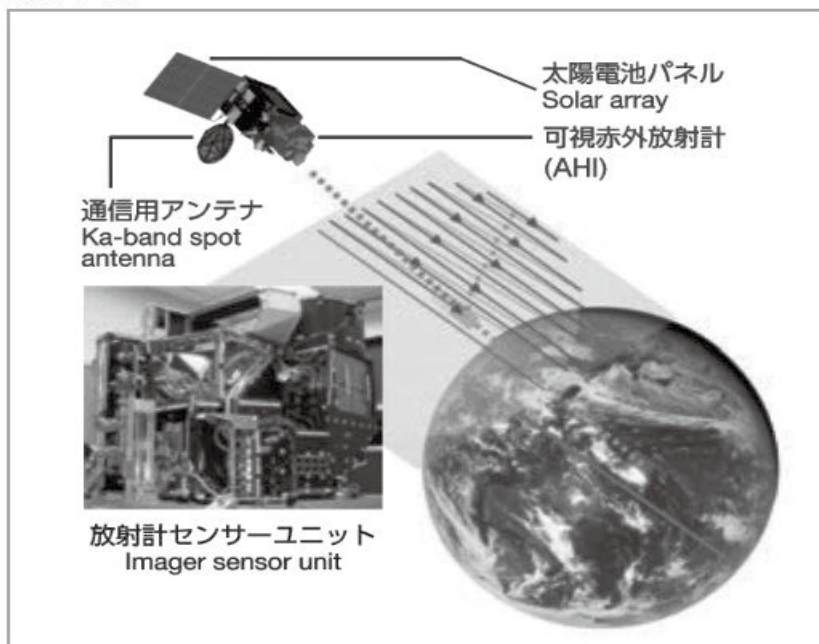


図 3. 3. 3 気象衛星の仕組み

②用途例

雲や海面の水温などの測定、地表面におけるオゾンなどのガス分布などの測定、宇宙環境の情報

(4) 望遠鏡

①動作原理

(a) 光学望遠鏡

可視光を用いた望遠鏡として屈折望遠鏡、反射望遠鏡がある。屈折望遠鏡は遠くからの光を屈折させて像を作りだすレンズ口径の大きな対物レンズと作られた像を拡大するレンズ口径の小さい接眼レンズとで構成される。反射望遠鏡は対物レンズの代わりに凹面鏡を用いることで集光する。

遠くのものを見る、拡大してみる → 像 をうまく作る

像とは、レンズや鏡などを使い、形を映し出しているもののこと

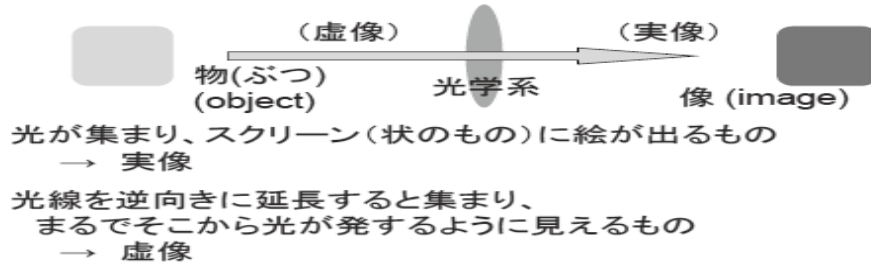


図 3.3.4 光学望遠鏡

(b) 電波望遠鏡

天体からの電波を収束することで天体を観測する。可視光を出さない天体や、ガスにさえぎられて光が届かないような天体を観測するために用いられる。



直径45mのパラボラアンテナを持つ電波望遠鏡

図 3.3.5 電波望遠鏡

②用途例

遠距離にある物体の観測

(5) 風向風速計

1) 動作原理

風車によって風を受け、その向きや方向を検知する。風型風向風速計は、プロペラ、回転円板、フォトカプラなどで構成されている。回転円板には無数の穴が明けられており、この穴を光が通過するかどうかカウントすることで回転

の速度をカウントする。フォトカプラは、発光素子と受光素子が対面するように設置したものであり、さえぎるものがなければ発光素子からの光は受光素子に受光されるようになっている。そのため、回転円板の穴の部分を通過すると、発光素子からの光は受光素子に受光される。一方、回転円板の穴ではない部分を通過すると、受光素子からの光は回転円板にさえぎられる。結果として、受光素子に到達する光は、パルス波となって受信される。このパルスの回数を数えることで風車の回転が数えられることとなる。

②用途例

環境測定



図 3. 3. 6 風向風速計

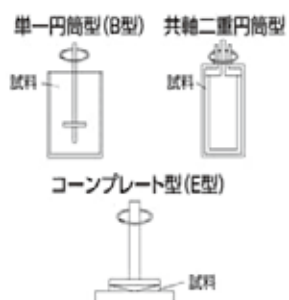
(6) 粘度センサ

①動作原理

(a) 回転粘度計

スプリングでつるした円筒の重りと、目盛り板、モータで構成される。モータを一定の速度で回転させたとき、円筒は液体の粘性によって妨げられ、ばねにねじれによるひずみが生じる。このスプリングのねじれ角を目盛り板で測定することで計算する。

用途



容器への注入性の評価・塗料、インクなどの塗工性評価・クリームの使用感、飲料などの飲みやすさ・ディップコート時の塗膜厚の予測・チューブからの押し出しやすさ・ポンプの能力評価などに使用。

主な回転式粘度計の種類(左図)

- ・単一円筒型(B型)
- ・共軸二重円筒型
- ・コーンプレート型(E型)

図 3.3.7 回転式粘度計

(b) 毛細管粘度計

毛細管の中を液体が自重で通過するときの速度を利用して粘度を測定する。キャノン・フェンスケ粘度計、ウベローデ粘度計、オストワルド粘度計などいくつかの種類がある。キャノン・フェンスケ粘度計はガラス管によって構成されており、試料ため球、試料が通過する毛細管、測時球からなっている。一定容積の液体が毛細管内部を落下するときにかかる時間を測定することで粘度を測定する。

②用途例

流体の粘度測定



図 3.3.8 キャノン・フェンスケ粘度計

(7) 密度センサ

①動作原理

(a) ガリレオの小天秤

天秤の片方には質量が既知の重りを吊るし、もう片方には密度未知の金属を吊るす。重りの方は左右にスライドできるようになっている。

このように構成された天秤に対して、金属片を水につけ、両端が釣り合う地点まで重りを移動させる。金属片の密度をもともと釣り合っていたときの長さ和水に加えたときに移動させた距離とを測ることで計算する。

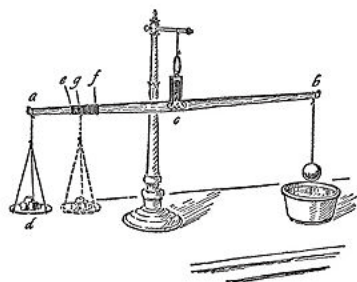


図 3.3.9 ガリレオの小天秤イメージ

(b) 浮子式密度計

浮ひょうを用いて測定する。浮ひょうは浮力を保つ胴部と目盛りのあるけい部からなっており、下部には重りがついている。

浮ひょうを密度が知りたい液体中に沈め、釣り合ったときの目盛りを測定する。液体の密度が大きいときは、浮ひょうはあまり沈まなく、液体の密度が小さいときは、浮ひょうはより沈む。

②用途例

物体の密度測定



図 3. 3. 1 0 浮き子式比重計

3. 4 今後の展開に対する期待

センサとしては、現在まで、小型化・低消費電力化等についての様々な開発が行われ、構造や材料の改良が繰り返されてきた。さらに、一個のセンサで複数の物を感知することが可能なマルチセンサの開発も行われてきた。

今後においても、新たな技術の導入によって、次のような事柄が進められると期待される。

- さらなる小型化・低消費電力化・応答性の向上・高耐久性や低価格化
- 使用環境等によって生じる誤動作の発生頻度が少ないセンサの開発

参 考 資 料

複合型サービスロボットの概要

資料提供

オムロンソーシアルソリューションズ株式会社
事業開発統轄本部 生活ソリューション事業本部

複合型サービスロボット Toritoss の概要

「簡単・安全・安心」の製品・サービスにより、どなたでもお使いいただけます。

“人と一緒に作業できるサービスロボット”



The image shows an Omron Toritoss service robot in a factory environment. The robot is white and grey, with a large screen on its front. It is surrounded by various callouts highlighting its features: '簡単' (Simple), '安全' (Safety), and '安心' (Peace of Mind).

簡単

- ・ロボットを手押しして、地図とルートを簡単設定
- ・バッテリー残量をロボット自身で判断し、自動的に充電

安全

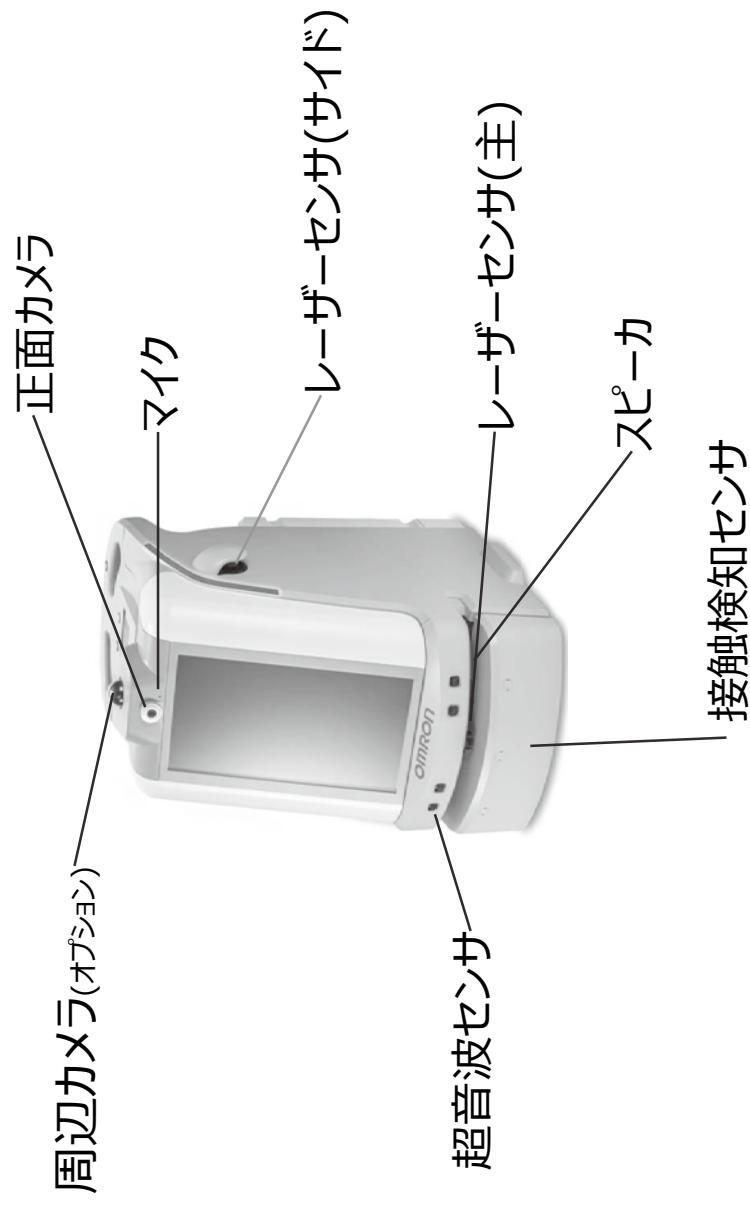
- ・最新の安全規格に準拠
- ・オムロンが手掛ける様々な事業で培ったノウハウ・技術

安心

- ・オムロンでの自社開発＆製造（共に国内）
- ・全国約140拠点で導入・運用・保守をトータルサポート

複合型サービスロボット Toritoss の概要

活用しているセンサの概要。
下図に示すようにロボットにはいくつかのセンサを内蔵しています。



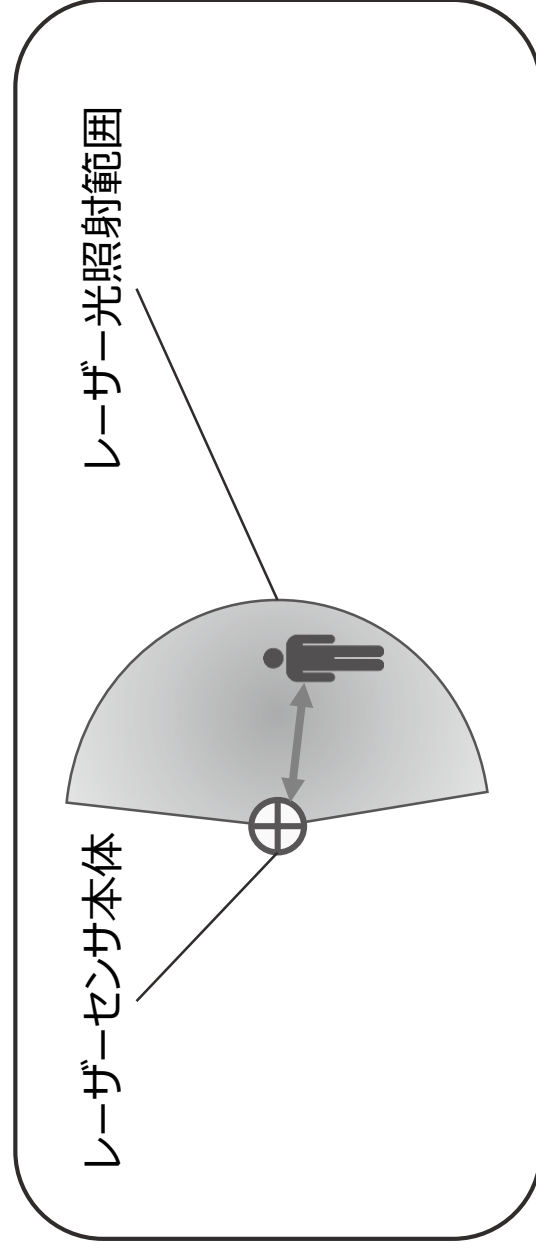
複合型サービスロボット Toritoss の概要

各センサの機能、働きについて

名称	機能
レーザセンサ(主)	前方に対して水平にレーザ光を照射し障害物検知を行う。
レーザセンサ(サイド)	左右2箇所を実装し垂直にレーザ光を照射し本体側面の障害物の検知を行う。
超音波センサ	前方の障害物検知の補助的な役割。
接触検知センサ	前面下部の障害物検知を行う。バンパのようなものでSWが内蔵されている。
正面カメラ	現在センシングには使用していない。遠隔で映像の確認が可能。
周辺カメラ(オプション)	ドーム型をしており360度の映像確認が可能。 PTZカメラ（パン、チルト、ズームを遠隔操作で可能）
マイク/スピーカ	遠隔地とのインタフオン機能で使用。

複合型サービスロボット Toritoss の概要

Appendix : レーザセンサの仕組み



レーザセンサはレーザを扇形に平面で照射し、支障物から反射して戻ってくる時間から距離を計算しています。

センサーそのものの性能にもよりますが、180度近くの角度を持つものや、180度以上の角度を持つものなど用途によって様々なものが存在します。

LiDARと言われるものはこの原理です。

参考文献

- 1) 「センサが一番わかる」(技術評論社 松本光春著)
- 2) 図 3.1.1 TDK <https://www.jp.tdk.com/tech-mag/hatena/017>
- 3) 図 3.1.2 <https://www.ring-g.co.jp/gazo/10002138-01.jpg>
- 4) 図 3.1.3
<https://www.keyence.co.jp/ss/products/recorder/lab/thermometry/thermocouple.jsp>
- 5) 図 3.1.4 <https://www.nicera.co.jp/products/infrared-sensor/about-pyro-sensor>
- 6) 図 3.1.5 <https://www.nicera.co.jp/products/infrared-sensor/about-pyro-sensor>
- 7) 図 3.1.6 ボロメータ - Wikipedia
- 8) 図 3.1.7 <https://wakariyasui.sakura.ne.jp/p/atom/ryuuha/koudenn.html>
- 9) 図 3.1.8 CdS 光導電セル (hi-ho.ne.jp)
- 10) 図 3.1.9 光電子増倍管 - Wikipedia
- 11) 図 3.1.10、図 3.1.11
ルネサス静電容量式タッチセンサシステム (第2世代タッチキー技術) | Renesas
- 12) 図 3.1.12、図 3.1.13 ロードセル入門「第2章ロードセルの測定原理」
計量・商品サービス 株式会社エー・アンド・デイ (aandd.co.jp)
- 13) 図 3.1.14 エンコーダーとは何かわかりやすく解説 | メルテック (e-meltec.jp)
- 14) 図 3.1.15 オーチス セレクター | 株式会社 山陽メンテナンス (amebaownd.com)
- 15) 図 3.1.16 超音波センサの原理と特長 - 半導体事業 - マクニカ (macnica.co.jp)
- 16) 図 3.2.1 ごみ処理工場の火災監視/日本アビオニクス㈱
- 17) 図 3.2.2 放射線を検知する仕組み/ATOMICA
(日本原子力研究所 国際原子力総合技術センター「原子力基礎用語集」P.10)
- 18) 図 3.2.3 顔認証システムにおける特徴情報/KDDI (TIME & SPACE)
- 19) 図 3.2.4 指紋認証システムの処理部の構造/KDDI (TIME & SPACE)
- 20) 図 3.2.5 指紋認証で用いる特徴点/KDDI (TIME & SPACE)
- 21) 図 3.2.6 光電式スポット型煙感知器の構造および動作原理
/一般社団法人 日本火災報知器工業会
- 22) 図 3.2.7 光電式分離型煙感知器の構造および動作原理
/一般社団法人 日本火災報知器工業会
- 23) 図 3.2.8 二酸化炭素から放出される赤外線/能美防災ホームページ
- 24) 図 3.2.9 紫外線式炎感知器の動作原理
/中学生・高校生向け映像授業サービス (Try iT)
- 26) 図 3.2.10 定温式スポット型熱感知器の構造および動作原理
/一般社団法人 日本火災報知器工業会

- 27) 図3.2.1.1 差動式スポット型熱感知器の構造および動作原理
/一般社団法人 日本火災報知器工業会
- 28) 図3.2.1.2 酸化スズ半導体式ガスセンサ動作原理
/水素エネルギー協会 地球環境産業技術研究所 環境触媒研究室 小林哲彦氏 作
の文献「水素エネルギーシステム(Vol. 19, No. 1, 1994)」
タイトル「水素および可燃性ガスセンサ技術」
- 29) 図3.3.1 CO₂ センサの技術説明/株式会社村田製作所
- 30) 図3.3.2 ガルバニ式電池について/ガステック株式会社

本レポートは、下記の設備保全部会委員により作成されました。
許可なく本レポートを複製・転載することを禁じます。

担当副会長	澤村剛士
部会長	米澤勉
副部会長	坂口保彦
副部会長	松原勉
部会委員	守家浩二（関西明装株式会社）
部会委員	山田崇（株式会社NTTファシリティーズ）
部会委員	中塚顕二（株式会社ジェアール西日本総合ビルサービス）
部会委員	藤田由和（株式会社榮光社）
部会委員	足立洋二（株式会社カンソー）

《会員限定頒布》

令和3年3月 発行

一般社団法人 大阪ビルメンテナンス協会

〒550-0002 大阪市西区江戸堀2丁目6番33号

江戸堀フコク生命ビル10F

Tel:(06)4256-5371 Fax:(06)4256-5375

E-mail:osakabma@obm.or.jp