

# 2019年度 各回のテーマと内容(予定)

(注: 各回の内容は進捗などにより変更することがあります.)

第1回	04/08	ガイダンス, 計測制御システムの基礎, 計測とは, 測定法, 単位, 測定値の取り扱いと評価(1) ～確度, 有効数字～
第2回	04/15	測定値の取り扱いと評価(2) ～誤差, 平均, 最小二乗法(1)～
第3回	04/22	測定値の取り扱いと評価(3) ～ 最小二乗法(2), 誤差の伝搬～
第4回	05/13	センサの種類, 原理, 使用法など
第5回	05/20	データ変換(1) レベル変換
第6回	05/27	データ変換(2) D/A変換, A/D変換
第7回	06/03	中間学力考查

モバイルコンピューティング推進コンソーシアム講演会

---

# 実世界をつなぐセンサ技術

東京電機大学 工学部

情報通信工学科

鈴木 剛

# 本日の内容

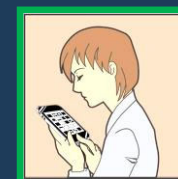
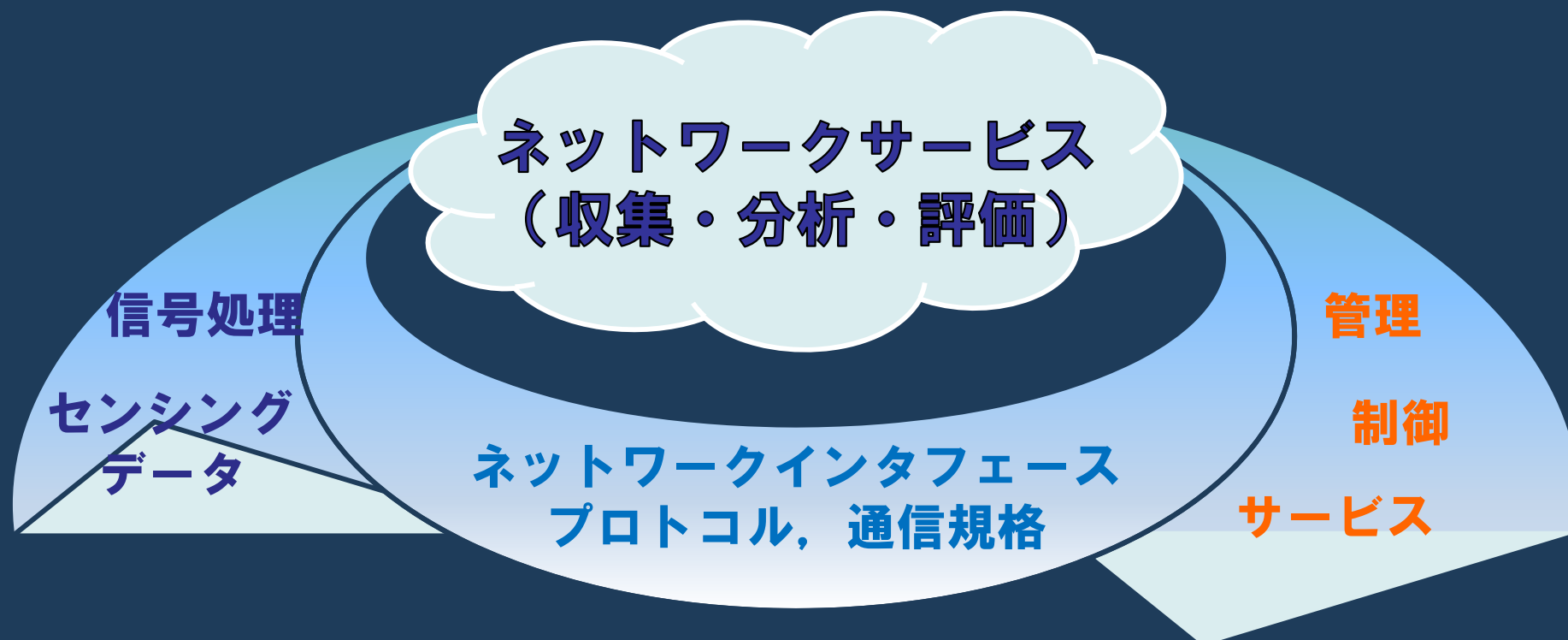
---

1. はじめに
2. センサの基礎
3. 主なセンサの原理
  1. 光センサ
  2. 磁気センサ
  3. 超音波センサ
  4. 加速度センサ
  5. その他センサと原理
4. センサ信号のデジタル化とネットワーク接続
5. センサ情報の扱い
6. まとめ

---

はじめに

# M2M (Machine to Machine) への期待



交通 / 物流 / 公共インフラ・構造物 / 医療・福祉 / ヒューマンセンシング / 農業

# M2Mの応用例



ナビゲーション  
メンテナンス  
交通整理  
設備維持管理  
事故防止

・  
・  
・

商品管理  
運行管理  
効率化  
利便性向上

・  
・  
・

状態監視  
設備維持管理  
セキュリティ  
災害対応

・  
・  
・

健康管理  
遠隔医療  
安心・安全  
サービス

・  
・  
・

嗜好解析  
行動解析  
人流誘導  
商品開発  
利便性向上  
安心・安全  
サービス

・  
・  
・

育成管理  
機器管理  
機器制御

・  
・  
・

見える化

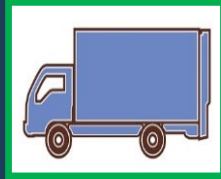
各種センサデータ

# 測定する情報の例

※順不同。測定情報は目的により異なる。



車両位置  
走行速度  
走行距離  
車間距離  
衝突時衝撃  
交通量  
大気温度  
大気湿度  
照度  
車内外映像  
道路映像  
振動・騒音



車両位置  
車両速度  
走行距離  
交通量  
庫内温度  
庫内湿度  
商品ID



ひずみ  
振動  
衝撃  
傾斜  
欠損の有無  
大気温度  
大気湿度  
屋内温度  
屋内湿度  
屋内CO<sub>2</sub>濃度  
使用電力  
屋内外映像



体温  
心拍  
体内状態  
音声  
位置  
室内温度  
室内湿度  
使用電力  
個人認証  
映像



位置  
加速度  
傾斜  
移動距離  
移動方向  
映像  
大気温度  
屋内温度  
大気湿度  
屋内湿度



大気温度  
大気湿度  
土壌温度  
土壌水分  
CO<sub>2</sub>濃度  
照度  
稼働状況  
作物映像

# 主な測定情報に対応するセンサの例

センサ	情報
光センサ	位置情報, 距離情報, 照度, 映像情報, 物体検知
磁気センサ	方向, 電力
加速度センサ	加速度, 方向, 振動, 衝撃, 傾斜
超音波センサ	距離情報, 欠損の有無, 心拍, 体内状態
温度センサ	温度情報
圧力センサ	圧力, 変位, 振動
ジャイロセンサ	方向, 傾斜
湿度センサ	湿度情報, 水分量
GPSセンサ	位置情報
ICタグ／タグリーダ	商品ID
電流／電圧センサ	電流, 電圧, 電力
ガスセンサ	CO <sub>2</sub> 濃度



---

# センサの基礎

# センサ



対象となる外界からの信号を，センサによって操作可能な物理量（主に電気信号）に変換し，これを信号として情報の伝送，または，信号処理を行い，出力する．

信号の変換には，主に次の効果が使われる．

**物理効果：** 物理現象を利用

**化学効果：** 触媒との反応などを利用

**生物効果：** 微生物の特性などを利用

# センサの種類

五感との 対応	測定量	センサ名	デバイス例
視覚(目)	光	光センサ	フォトダイオード, 赤外線センサ, 他
聴覚(耳)	音波	音響センサ	マイク, 圧電素子, 他
触覚 (皮膚)	圧力 温度	振動センサ 温度センサ 力センサ	超音波センサ, 加速度センサ, 他 焦電センサ, 他 ひずみゲージ, 他
味覚(舌)	味物質	味センサ	粒子センサ, 他
嗅覚(鼻)	匂い物質	臭いセンサ	生化学素子, 他

# センサの種類

五感には対応しないもの

測定量	デバイスまたはセンサ例
距離	光センサ（赤外線センサ，エンコーダ，レーザーレンジファインダ），超音波センサ，近接スイッチなど
磁気	ホール素子，MR素子など
放射線	ガイガーカウンタなど

# センサの分類(1)

---

## 内界(internal)センサと外界(external)センサ

**内界センサ：** システム内部の状態を測るセンサ

例) エンコーダ(光センサ), 電流センサ, 電圧センサ,  
温度センサ(光センサ, 測温抵抗), 加速度センサなど

**外界センサ：** システム外部の状態を測るセンサ

例) 視覚センサ(光センサ), 温度センサ(光センサ,  
測温抵抗), 距離センサ(光センサ, 超音波センサ),  
磁気センサ, 加速度センサなど

測定箇所および目的による分類

# センサの分類 (2)

---

## 受動 (passive) センサと能動 (active) センサ

**受動センサ：** 情報源が発する信号を受けてその状態を測るセンサ

例) 視覚センサ (光センサ), 温度センサ (光センサ, 測温抵抗), 磁気センサ,

**能動センサ：** センサ自身が信号を発してその状態を測るセンサ

例) 距離センサ (超音波センサ, 光センサ), 温度センサ (光センサ),

センサの測定原理による分類

# センサの分類 (3)

---

## 接触 (contact) センサと非接触 (non-contact) センサ

**接触センサ：** 対象に接触して信号を測るセンサ

例) 変位センサ [微小変位, 表面粗さ] (磁気センサ),  
スイッチ (圧力), 圧力センサ, 力センサ (歪センサ),  
温度センサ (測温抵抗) など

**非接触センサ：** 対象に接触せずに信号を測るセンサ

例) 超音波センサ (距離, 探傷, 体内検査, 物体検知),  
光センサ (距離, 温度)

センサの測定方法による分類

---

# 主なセンサの原理



---

# 光センサ

## 検出できる情報

光, 照度, 位置, 距離, 物体検知, 温度, スイッチ,  
ガス濃度など, 応用により多種情報の取得

# 光とは

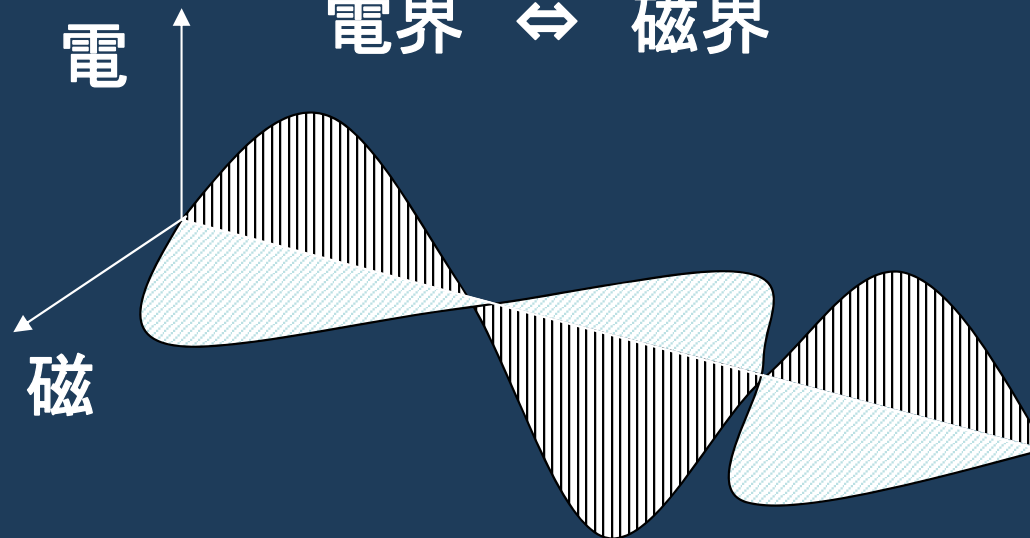
光： 電磁波の一種

波長(1nm ~ 1mm)

X線, 紫外線, 可視光線, 赤外線

マクスウェル(1831~1879, イギリス)の理論

電界  $\leftrightarrow$  磁界



$$E = h\nu$$

光は波動性と粒子性の二重性を持つ

# 光の波長とセンサ

$10^{-3}\text{nm}$	γ線	フォト ダイオード UVトロン フォトマル	化学 線
1nm	X線		
10nm	極遠紫外線		
100nm	遠紫外線		
280nm	中紫外線		
315nm	近紫外線	フォト ダイオード	光
380nm	青紫		
	緑		
	赤	フォト ダイオード 焦電素子 サーミスタ	熱線
780nm	近赤外線		
1.5mm	中赤外線		
5mm	遠赤外線		
100mm	極遠赤外線		
1mm	電波		

自然光  
LED  
レーザ  
など

発光

受光

発光源の波長や性質・条件  
によって、受光するセンサ  
を選ぶ。

# 光センサの種類

分類	センサ	素材
半導体 接合あり	PNフォトダイオード PINフォトダイオード アバランシェフォトダイオード フォトトランジスタ フォトIC	Si, Ge, GaAs Si Si, Ge Si Si
接合なし	光導電素子 焦電素子	CdS, PbS PTZ
真空管類	光電管, フォトマル	
応用	固体イメージセンサ (CCDなど) カラーセンサ PSD (位置センサ) 太陽電池	Si Si, a-Si Si Si, a-Si

# 光センサの原理

**光電効果（こうでんこうか）** (photo-electric effect) を利用  
物質が光子（素粒子）を吸収して電子を放出する現象

— **光起電力効果（ひかりきでんりょくこうか）**

フォトダイオード，フォトトランジスタ，  
太陽電池など

— **光導電効果（こうどうでんこうか）**

CdSセル，PbSセル

— **光電子放出効果**

光電管

# 光センサの原理

**原理：** 光起電力効果 を利用

半導体のP-N接合部に光が照射されると、光電効果により電位差が生じ電流が流れる。

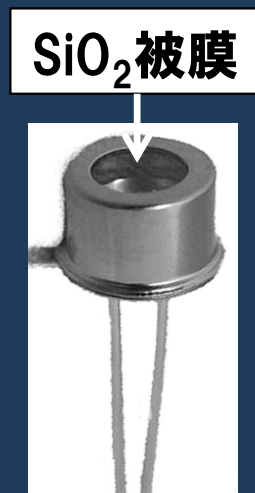
**特徴：**

応答性が良く、線形性がある。

**利用例：** カメラの光量センサ、照度計、光通信など



フォトダイオード



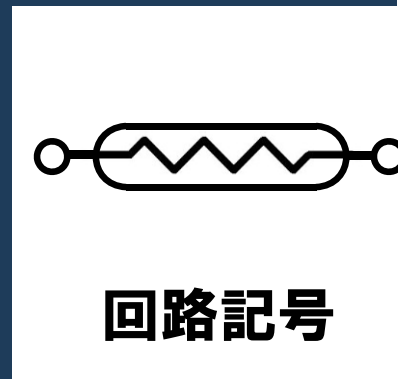
**原理：** 光導電効果 を利用

光によって導電率（電気の流れやすさ）が変化⇒抵抗が変化

**特徴：**

可視光-近赤外 (400-900nm) で高感度。応答性が良くないため、比較的ゆるやかな照度変化の検出に適している。

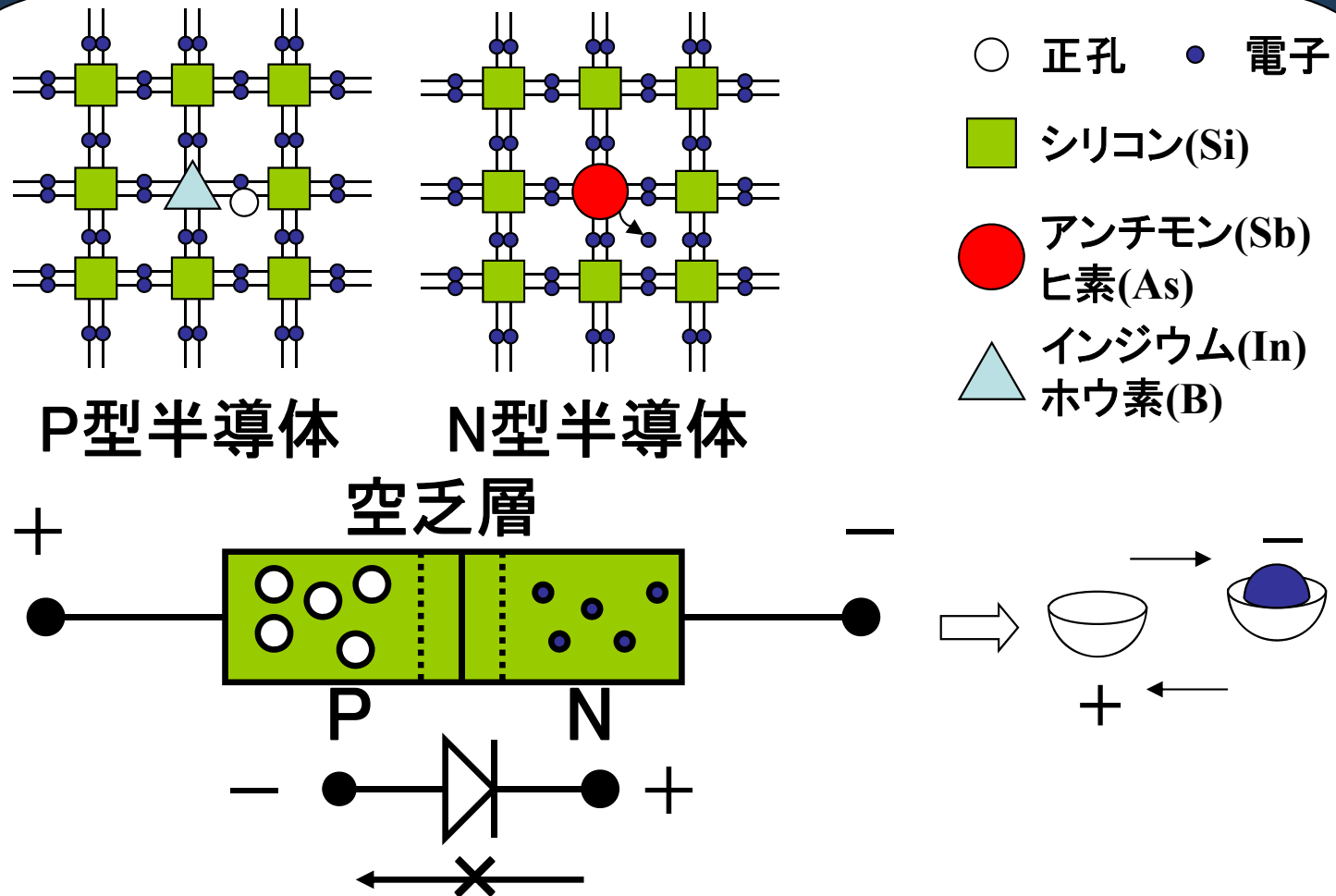
**利用例：** 照度計、自動点滅器（標識灯）など。



CdS光導電セル



# フォトダイオード



# 光センサの原理

分類	効果	素材	取り扱いメーカー
<b>量子型</b> 高感度 高速応答 波長依存	<b>光起電力効果</b>	Si(シリコン) InAs(インジウムヒ素) InSb(テルル化すず鉛) PbSnTe(テルル化カドミウム水銀)	東芝, 浜ホト
	<b>光導電効果</b>	PbS(硫化鉛) CdS(硫化カドミウム) CdSe(セレン化カドミウム) HgCdTe(テルル化カドミウム水銀)	富士通
<b>熱型</b> 低感度 低速応答 波長非依存	<b>熱起電力効果</b>	サーモパイル	新日本無線
	<b>焦電効果</b>	PZT(ジルコン酸チタン酸鉛)	村田製作所など
	<b>熱導電効果</b>	サーミスタボロ・メータ	芝浦電子など



# 光センサの原理

## 赤外線センサ

**赤外線：** 780nm～1.5mmの近赤外。人に見えないもの。  
非接触で温度測定可能。

## 原理

**量子型：** 光センサと同じ

## 熱型：

**原理：** 焦電効果を利用

強誘電体（PTZなど）が熱エネルギーを吸収して自発分極に変化を起こし電氣的に不平衡な状態になり、それに応じて電荷が誘起される。

**特徴：** 温度変化に応答，安価（数百円～）

**応用例：** 温度センサ，物体検知，距離計測，セキュリティ

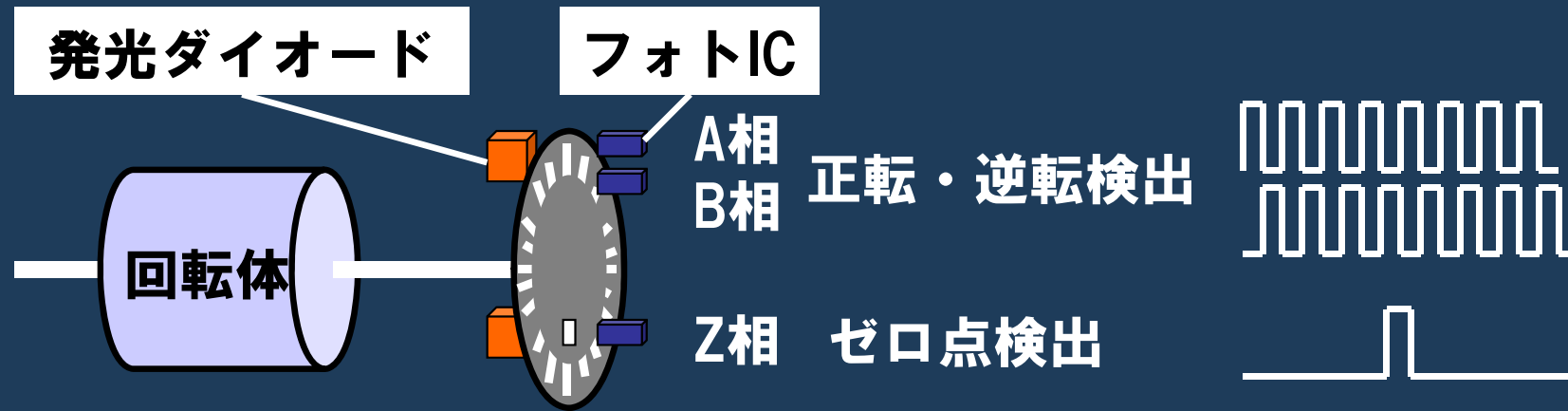


焦電型赤外線センサ  
AKE-1  
（秋月電子通商）

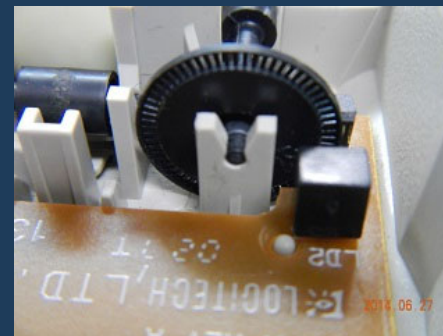
# 光センサの応用

## ロータリーエンコーダ :

光センサを位置検出に応用したもの  
回転角度をデジタル信号（パルス）に変換



スリット数  $\Rightarrow$  出力パルス数 (=分解能)

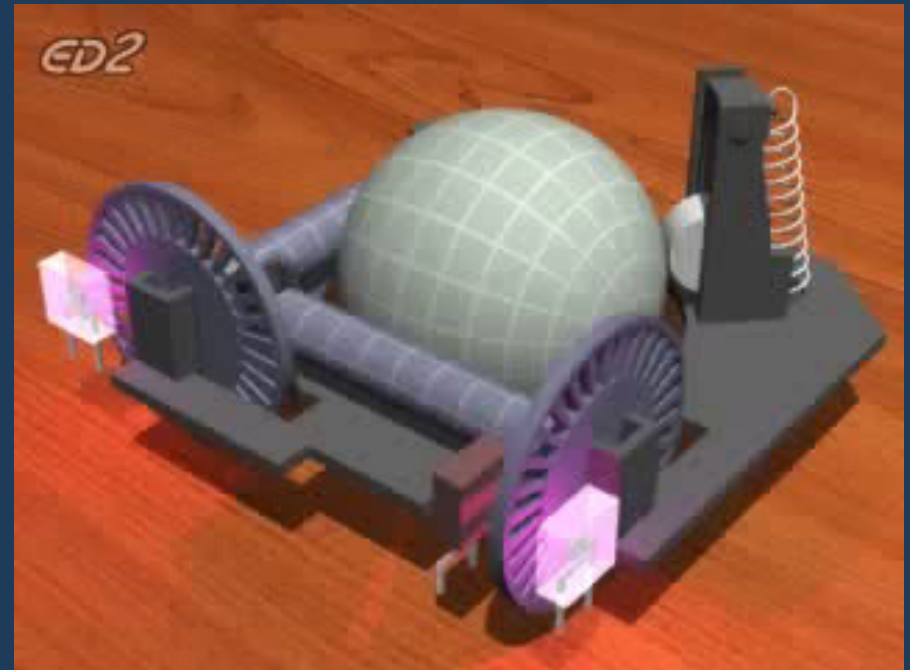


メカニカルマウスのエンコーダ

# 位置センサ

---

## ロータリーエンコーダの利用例

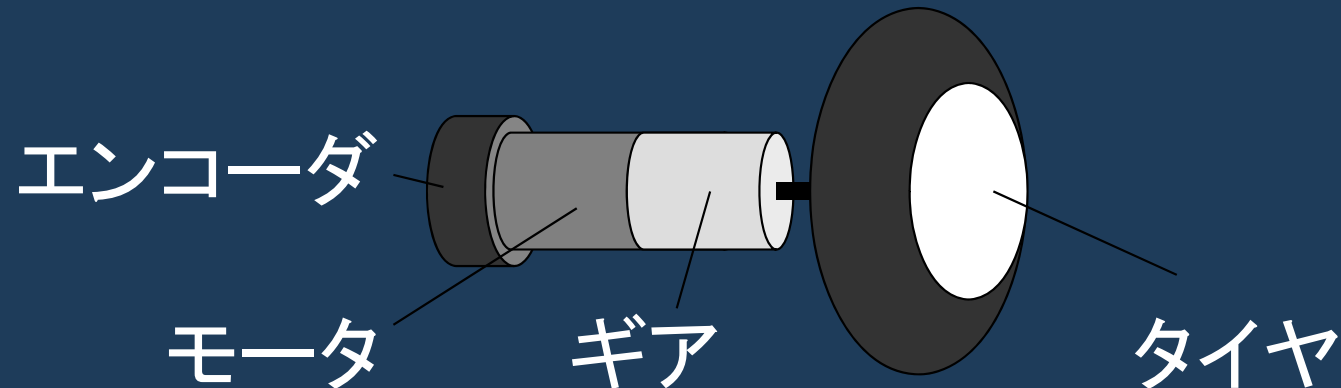


## メカニカルマウス

# 位置センサ

ロータリーエンコーダによる距離計測

例) 分解能 500 [puls/round] のエンコーダと減速比1/50のギアの付いた モータに, 直径 0.12[m]のタイヤが取り付けられている. これが走行し, パルスカウント値 100000が得られたとすると, タイヤの進んだ距離はどのくらいか.



# 位置センサ

分解能 500 puls/round のエンコーダからパルスカウント値 100000が得られたとすると、モータ軸の回転数は

$$100000 / 500 = 200 \text{ 回転}$$

減速比1/50なので、モータ200回転で車輪は

$$200 \times 1/50 = 4 \text{ 回転}$$

車輪直径 $D = 0.12$  [m]とすると車輪一回転の走行距離は、

$$\pi D = 0.38 \text{ [m]}$$

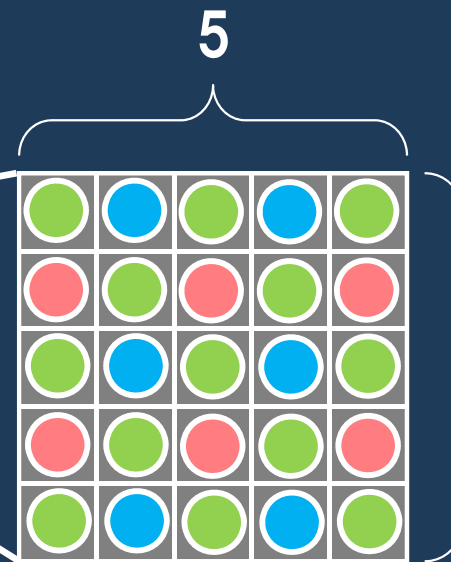
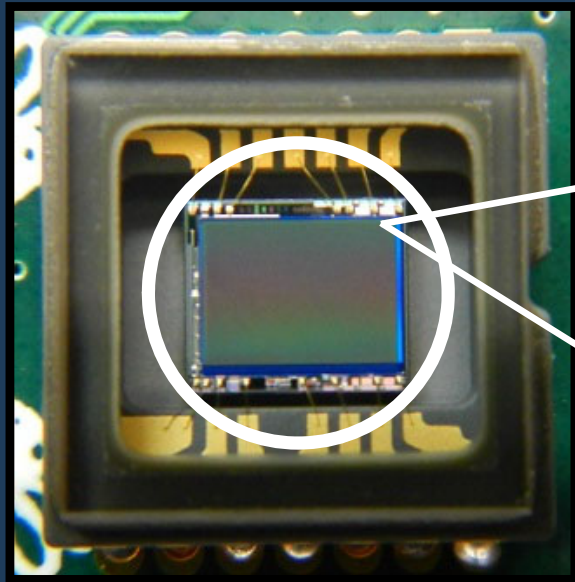
よって、車輪4回転の走行距離は  $0.38 * 4 = 1.5$  [m]

⇒ 設定座標系での位置を把握

# 光センサの応用

## 個体イメージセンサ：

光センサ（フォトダイオードとスイッチング素子）を  
アレイ状に並べたもの。

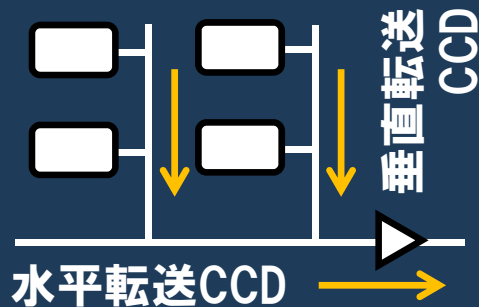


25画素  
||  
25ピクセル

# 光センサの応用

## CCDイメージセンサ

Charge Coupled Device  
電荷結合素子

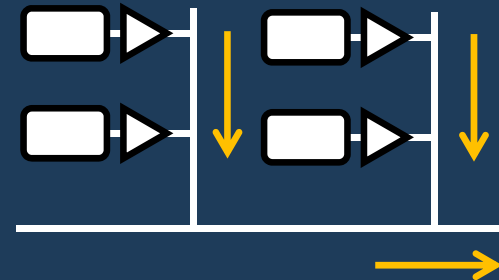


各センサで得られた電荷をバケツリレー方式で転送し最後に増幅。転送時にノイズ。高価。

■ フォトダイオード ▶ 増幅素子

## CMOSイメージセンサ

Complementary Metal-Oxide  
Semiconductor  
相補型金属酸化膜半導体

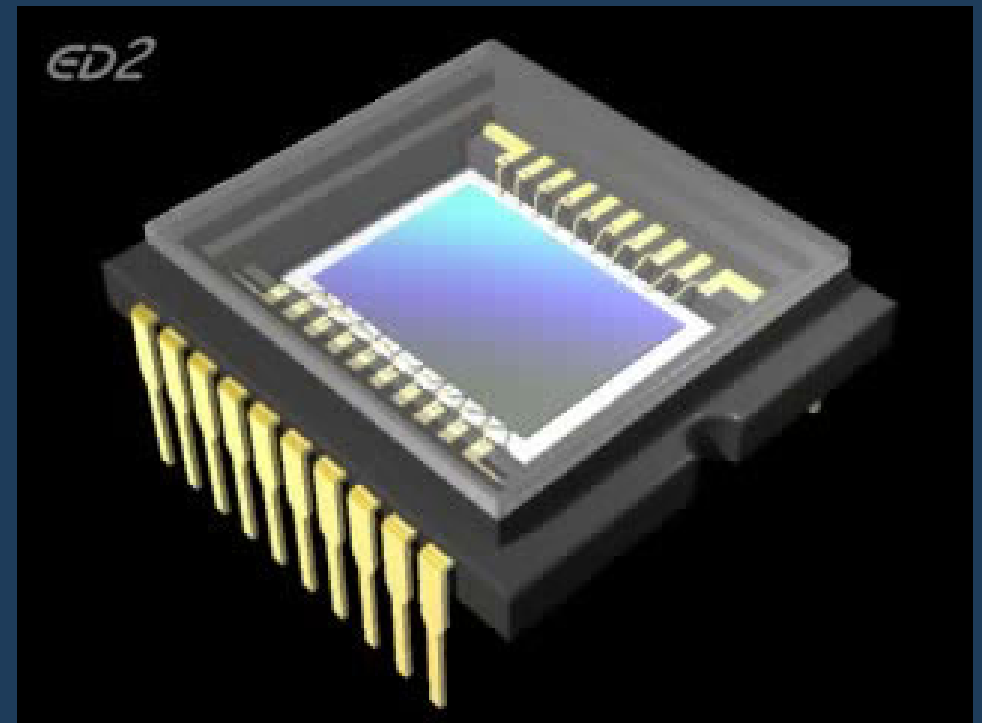
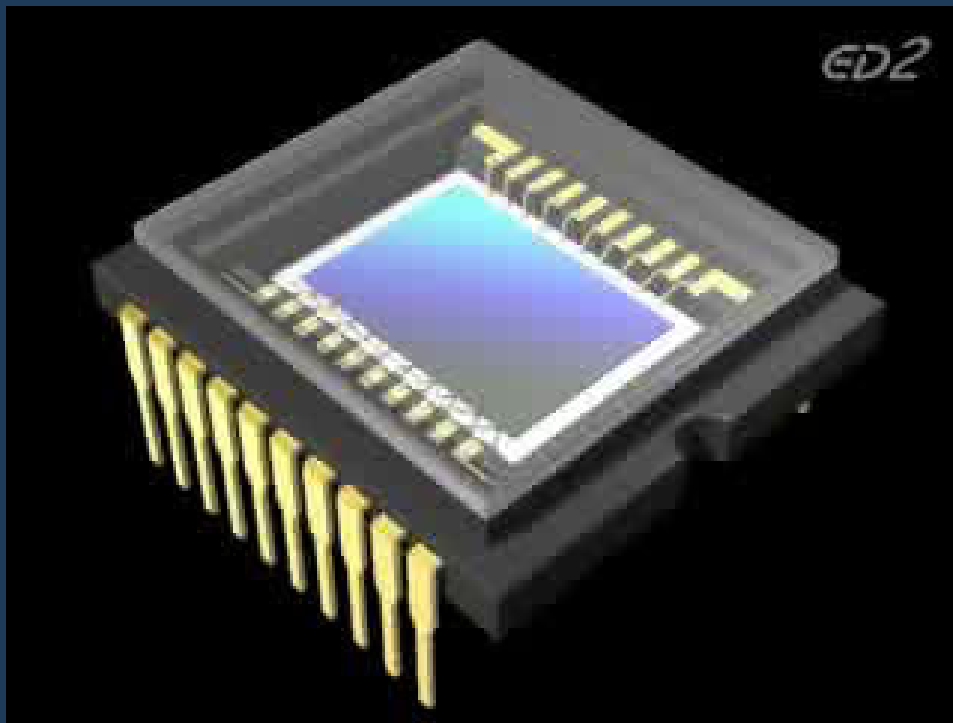


各センサ毎に電荷を増幅。  
半導体製造工程で製造できる  
ため安価，小消費電力，かつ，  
周辺回路を組み込みやすい。  
個体差によるノイズがある。  
撮像タイミングがずれる。  
⇒ 欠点を周辺回路で解決

光の強度によって電荷量に変化

# 固体イメージセンサ

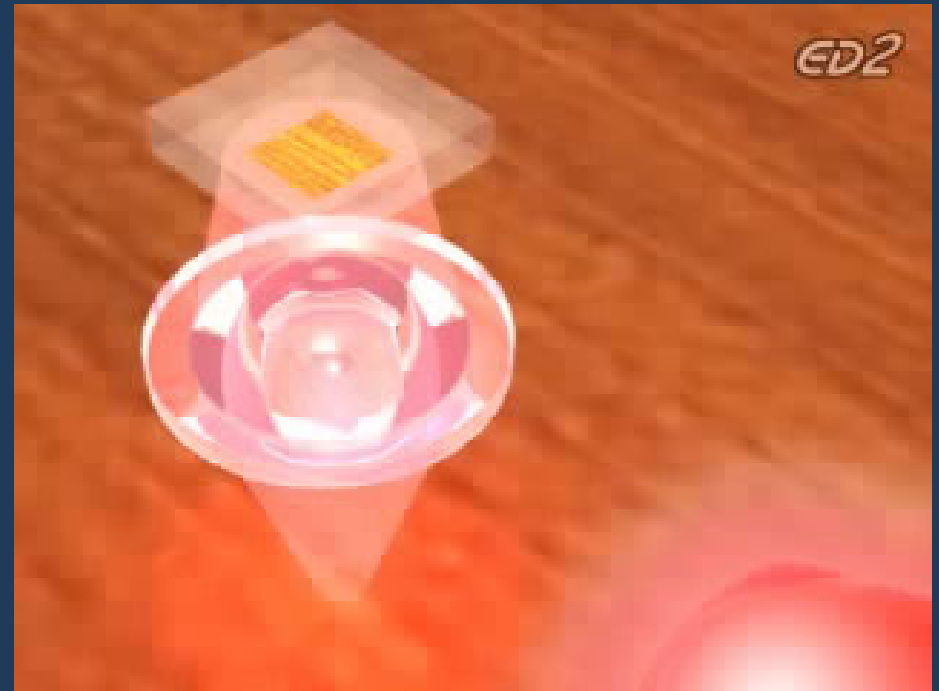
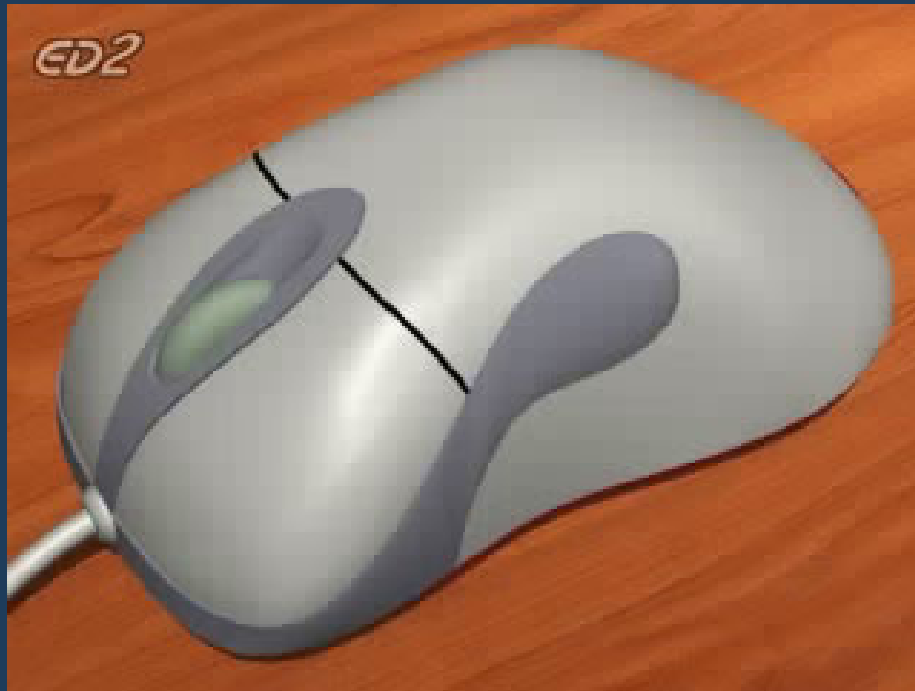
---





# 固体イメージセンサ

---



その他, デジタルカメラ, 携帯電話, スキャナ, FAXなど

# 光センサの応用

## PSD (Position Sensitive Detector)

レーザなどのスポット光の位置を検出するセンサ

半導体面上にスポット光が入力されると電荷が発生し、スポット光位置からの距離に反比例した電化量が電極から得られるため、スポット光の位置を算出可能。高応答性、高信頼性、高分解能。

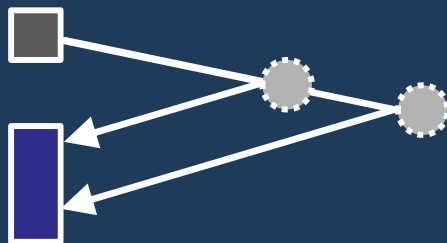
1次元PSD、2次元PSDなどがあり、距離計測、精度を必要とする位置決めなどに用いられる。

### 赤外線距離センサ

赤外線の反射光をPSDで測定し、PSDの出力電圧の変化から距離を計算

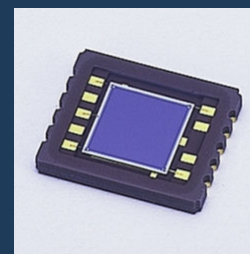


シャープ  
測距モジュール GP2Y0A60SZ0F

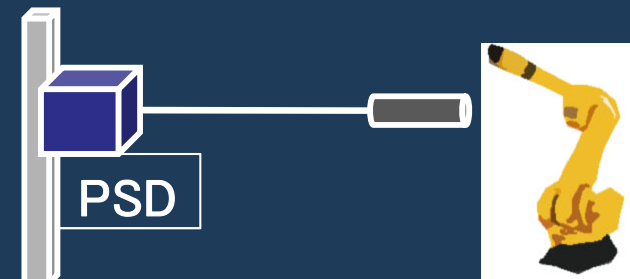


### 精密位置決め

直進性のあるレーザ光をPSDで測定し、計測機器や加工機の位置決めを利用



浜松ホトニクス  
2次元PSD S5990-01



---

# 磁気センサ

## 検出できる情報

磁気, 方向, 位置, 回転角度, 傾斜, 電流, 近接スイッチ  
など多種情報の取得

# 磁気センサ

## 磁気エネルギー

地磁気，モータ，脳波などいたるところに存在。  
光と異なり我々には感知できないため，磁気センサにより検出。

動作原理	デバイスなど
電磁誘導作用	磁気ヘッド，カレント・トランス，タコジェネレータ，差動トランス，他
磁電変換作用 (電流磁気効果)	磁気トランジスタ，ホール素子，磁気抵抗素子 (半導体MR,強磁性体MR)
磁気吸引反発作用	リードスイッチ，磁針（コンパス），磁石，磁性流体・粉体
超電導効果	SQUID（ジョセフソン装置）
核磁気共鳴	光ポンピング型，プロトン型
磁気・光作用	ジャイレータ
磁気・熱作用	サーモ・フェライト，サーモスタット

# 磁気センサ

## 原理： 電磁誘導

コイルを貫く磁束の変化に対して、その変化を妨げる向きに電流が流れるように、コイルに誘導起電力が発生する。誘導起電力の大きさは、ファラデーの法則で表される。

$$E[V] = -n \frac{d\phi}{dt}$$

$n$ : コイル巻数,  $\phi$ : 磁束 [Wb]

起電力は、磁束の微分、つまり、磁束の時間的变化量に比例して発生するため、静磁界（変化のない磁束）の検出はできない。

## 原理： 磁電変換

電流磁気効果、磁電効果ともいう。磁電変換作用を利用した現象には、**ホール効果**と**磁気抵抗効果**がある。

### ホール効果：

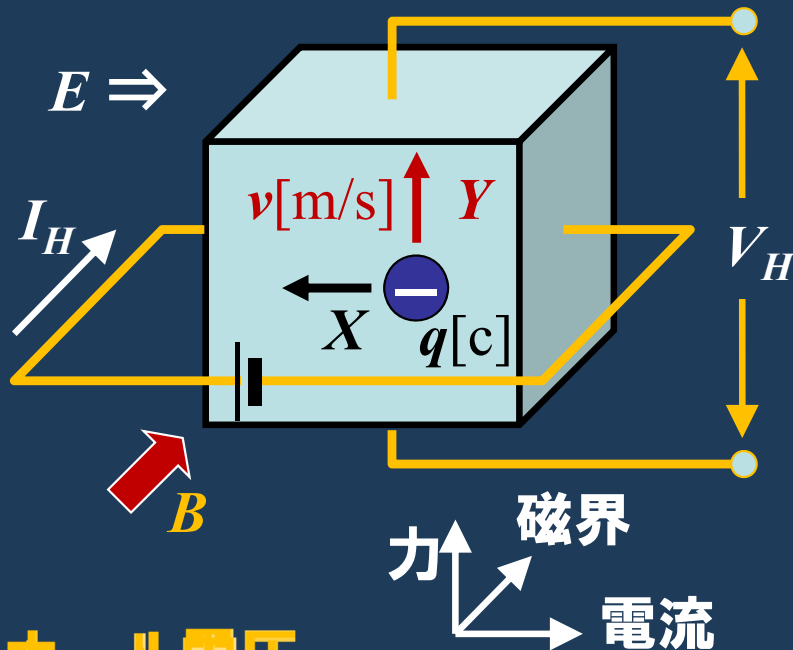
ローレンツ力の作用により電圧  $V_H[V]$  が発生する。エドウィン・ハーバード・ホール（物理学者・アメリカ）による。

### 磁気抵抗効果：

磁界によるローレンツ力により、電流の向きが傾き、抵抗値が変化する。

# 磁気センサ

## ホール効果：



## ホール電圧

$$V_H = \left( \frac{R_H}{d} \right) \cdot I_H \cdot B = K \cdot I_H \cdot B$$

$R_H$ ：ホール係数，

$d$ ：素子の厚さ，

$I_H$ ：ホール電流（バイアス）

$K$ ：積感度  $I_H = 1[\text{mA}]$ ,  $B = 0.1[\text{T}]$  の時のホール電圧.  $K$  が大きいほど高感度.

## 電子にかかる力

電界による作用（ $X$ 方向）

$$F_X = q \cdot E$$

磁界による作用（ $Y$ 方向）

$$F_Y = q \cdot v \cdot B$$

（ローレンツ力）

ホール電圧  $V_H$  は，使用素子（ $d$  の値）が決まれば，ホール電流  $I_H$  と磁束  $B$  に比例する.

## ホール素子の素材

InSb（インジウムアンチモン）

◎高感度，温度係数大

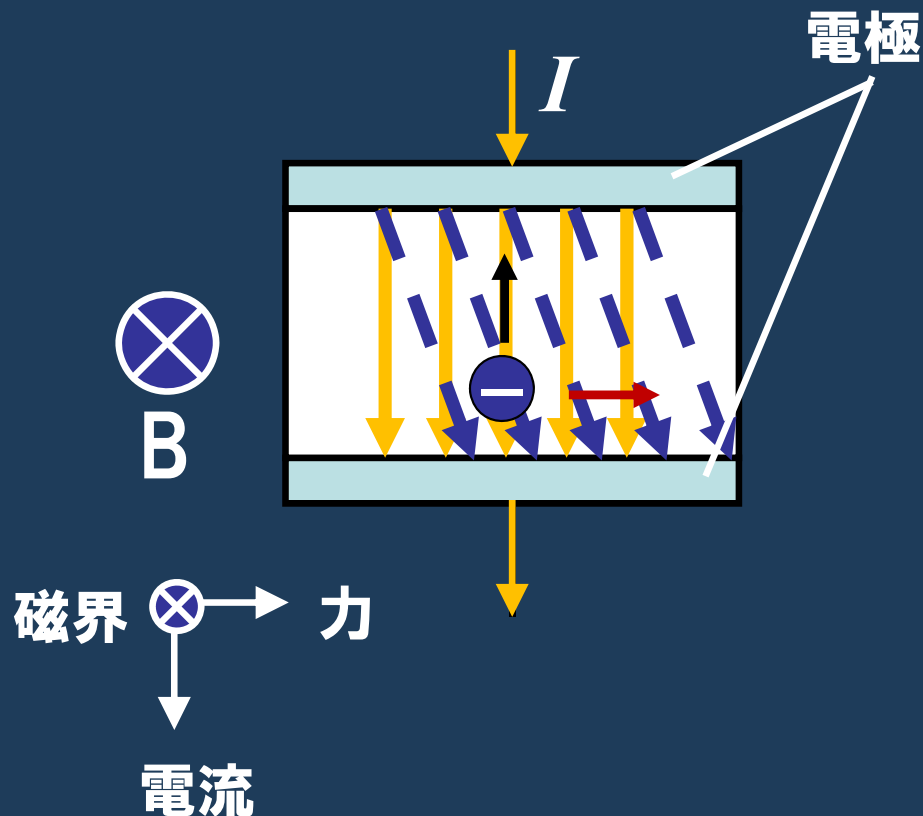
InAs（インジウムヒ素）

GaAs（ガリウムヒ素）

◎低感度，温度係数小

# 磁気センサ

## 磁気抵抗効果：



磁気抵抗効果を利用した素子を  
MR (Magnetoresistance) 素子

化合物半導体MR 磁界によって 抵抗値が大	InSb NiSb InAs GaAs
強磁性体金属MR 磁界によって 抵抗値が小	Ni Ni-Co Ni-Fe

## 磁気センサの応用例：

磁気計測，電流計測，無接触スイッチ，磁気エンコーダ など

---

# 超音波センサ

## 検出できる情報

音響振動の反射と位相，応用により距離や非接触物体検知など

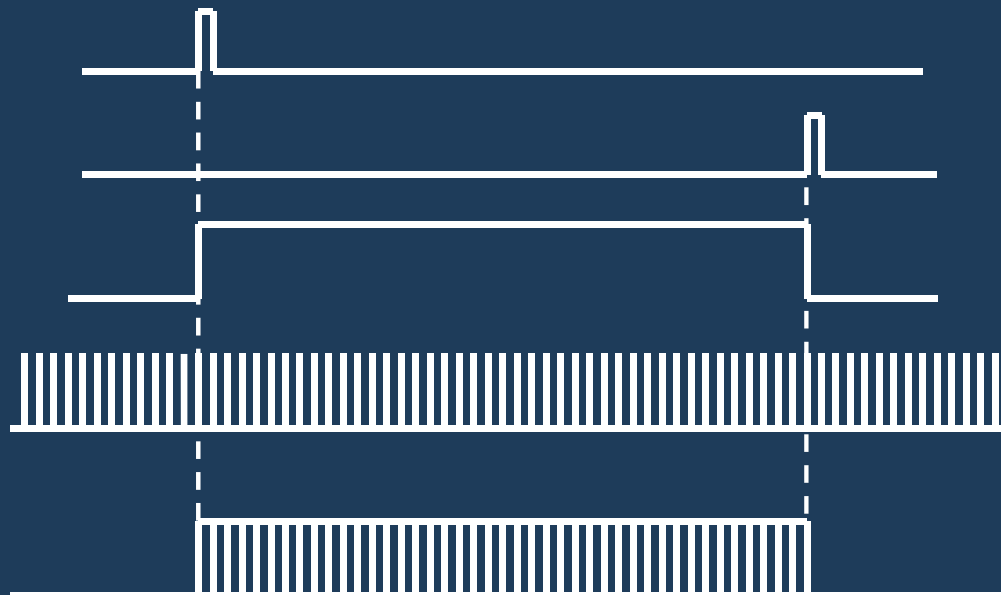


# 超音波センサ

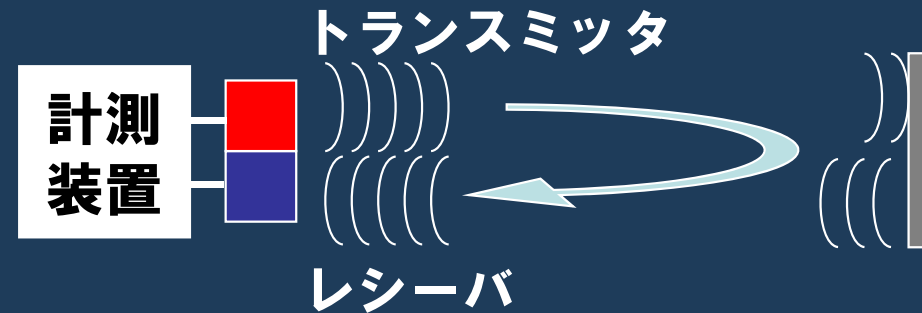
**超音波**：空気や水などの媒質を  
伝わる音響振動

16Hz                      20kHz～  
低周波～可聴周波数～超音波  
(明確な周波数の規定はない)

高域周波数帯の音響振動の検出



圧電素子



送信

受信

送受信の間隔

クロックパルス

送信から受信までの時間を計測

# 超音波センサ

温度  $T[^\circ\text{C}]$  とすると、空気中の  
音波の伝播速度  $V[\text{m/s}]$  は、

$$V = 331.5 + 0.60714 T$$

例)  $20.0^\circ\text{C}$  の場合:

$$\begin{aligned} V &= 331.5 + 0.60714 * 20.0 \\ &\doteq 343 [\text{m/s}] \\ &1480 [\text{m/s}] \text{ (水中)} \end{aligned}$$

距離計測への応用:

測定距離  $L[\text{m}]$ , 時間  $T[\text{s}]$

$$L = \frac{V \cdot T}{2} [\text{m}]$$

使用例)

ソナー (水中通信)

魚群探知

距離計

診断, 探傷 (非破壊検査)

洗浄

モータ

飲食物の味の改善



株式会社ダイセン電子工業  
超音波距離センサー

# 超音波センサ

---

例)

20℃の空気中で、対象物に向かって超音波を発したところ、0.05秒で反射波を受信した。対象物までの距離はいくらか。

$$\begin{aligned} L &= VT / 2 \\ &= 343 * 0.05 / 2 \\ &= 8.58[\text{m}] \end{aligned}$$

---

# 加速度センサ

## 検出できる情報

加速度, 重力方向, 傾斜, 振動, 衝撃, など

# 加速度センサ

## 原理：ニュートンの運動方程式

ばね定数  $k[\text{N/m}]$  のばねにつながれた質量  $M[\text{kg}]$  の物体に力が加わった場合、そのときの変位  $x[\text{m}]$  がわかれば、

$$F = M \cdot \alpha = k \cdot x[\text{N}]$$

より加速度  $\alpha[\text{m/s}^2]$  を

$$\alpha = \frac{k \cdot x}{M} [\text{m/s}^2]$$

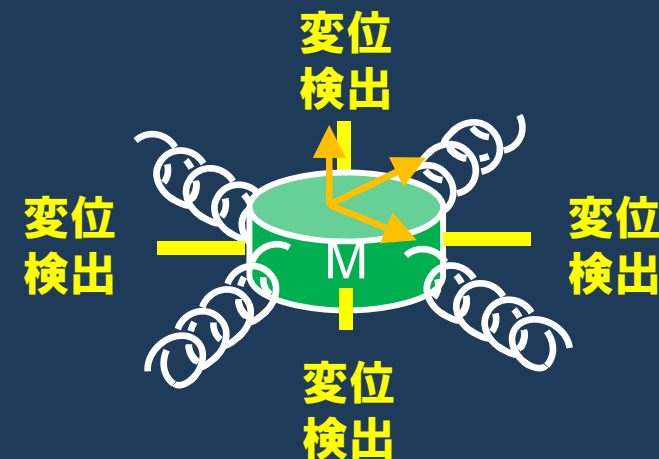
と求められる。



3D Module Sensor  
Bitech TDS01V  
3軸加速度,  
3軸地磁気, 気圧

変位  $x$  を求める方法として、半導体にひずみを与えると電気抵抗が変化するピエゾ（圧電）抵抗効果を利用する**ピエゾ抵抗式**、電極間の静電容量変化を電圧に変換する**静電容量式**などがある。

MEMS技術により数  $[\text{mm}]$  角のチップとなっている。



---

## その他センサの主な原理

# 主なセンサと原理

注) すべてのセンサの原理や効果を挙げてはいません

センサ	原理・効果
温度センサ	<p><b>金属測温抵抗体</b>： 金属の温度変化に伴う抵抗値の変化を利用。</p> <p><b>サーミスタ</b>： 半導体の温度変化に伴う抵抗値の変化を利用。出力特性が高い。</p> <p><b>IC温度センサ</b>： 温度変化に対する半導体のベース・エミッタ間電圧の変化を利用。周辺回路の組込，小型化が可能。</p> <p><b>熱電対</b>： ゼーベック効果を利用。</p>
圧力センサ	<p><b>圧電素子/ひずみゲージ</b>： ピエゾ（圧電）抵抗効果を利用。</p> <p><b>弾性体方式（ブルドン管など）</b>： 弾性を持つ薄膜や金属の変形を機械的あるいは電氣的（静電容量変化など）に検出。</p> <p><b>その他</b>： <b>感圧素材</b>や<b>半導体</b>どの利用。</p>

# 主なセンサと原理

注) すべてのセンサの原理や効果を挙げてはいません

センサ	原理・効果
ジャイロセンサ	<p><b>振動ジャイロ：</b> 定常振動体に加わるコリオリ力による変形を電位差として検出.</p> <p><b>ガスレートジャイロ：</b> ガスを吹き付けた高温の半導体に加わるコリオリ力により，噴流の当たる位置が変化</p> <p><b>光ファイバジャイロ：</b> 光ファイバを通る光が回転により位相差を生じ干渉することを利用.</p>
湿度センサ	高分子や多孔質セラミックなどの感湿表面に水分子が吸着しイオン化することによる電気抵抗の変化を利用.



---

# センサ信号のデジタル化と ネットワーク接続

# センサシステムの基本構成

ネットワークサービス  
(上位アプリケーション)

ネットワークI/F

④入出力処理

⑤入出力I/F

⑥上位処理

情報源  
(対象)

①センサ

②信号増幅

③A/D変換

# センサシステムの基本構成

---

- ① センサにより外界の信号を電気信号に変換する。
- ② 一般にセンサの出力信号は微小なので、オペアンプなどを用いた増幅を行う。
- ③ センサ出力は主にアナログ電圧信号のため、A/D変換によりデジタルデータに変換する。
- ④ それらの入出力および簡単な信号処理は、PICやマイコンなどで処理することが多い。ネットワークI/Fの実装により、データをネットワークに送信できる。
- ⑤ USB等のI/Fの実装により、上位処理計算機への接続が可能となる。また、上位アプリケーションのデータから、センサの制御も行う。

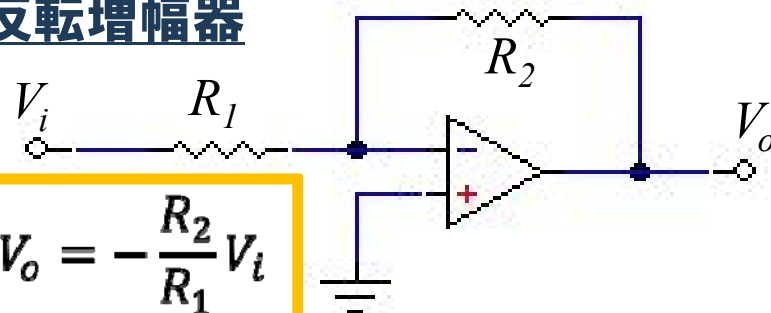
# センサシステムの基本構成

## オペアンプによる信号増幅

利得は抵抗の比で決まる。  
入力インピーダンスが高い。

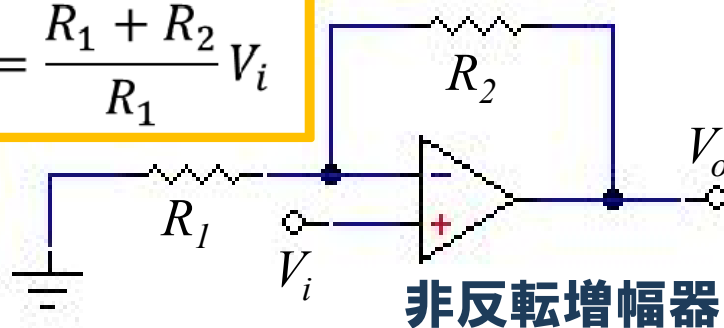
**反転増幅器**：入出力が逆相。

### 反転増幅器



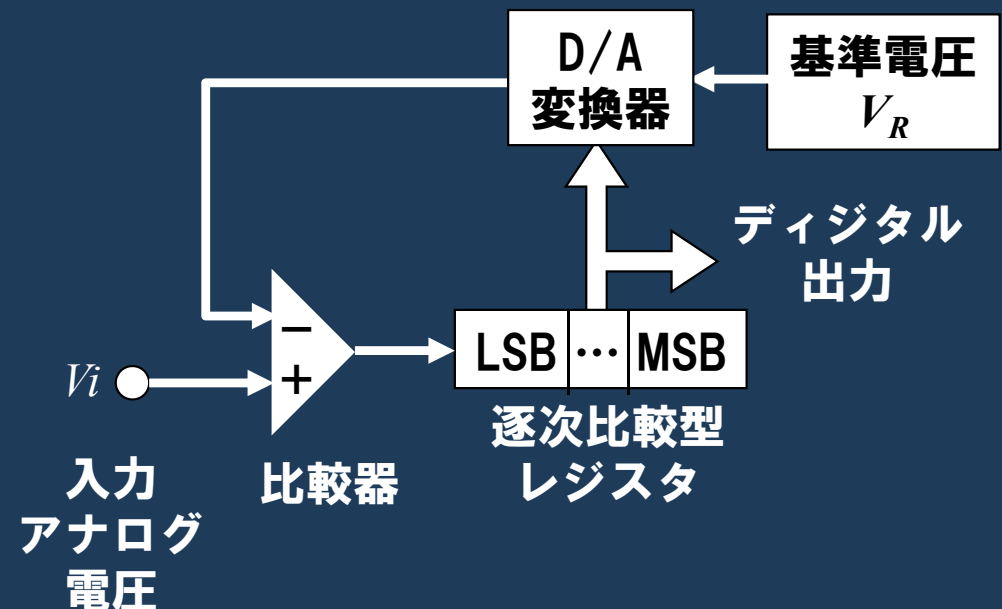
**非反転増幅器**：入出力が同相。

$$V_o = \frac{R_1 + R_2}{R_1} V_i$$



## 逐次比較型A/D変換器

D-A変換のデジタル入力値を変化させ、その出力電圧とアナログ入力電圧を比較し、電圧が一致した時のD-A変換への入力デジタル値がA-D変換の値になる。



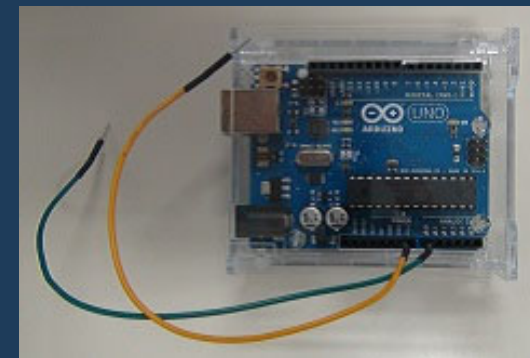
# センサシステムの基本構成

近年，Arduino，Raspberry Pi，TWE-Liteなど，アナログ／デジタル入力を備えた手軽に使えるマイコンにより，センサの接続が容易になっている。

ZigBeeや無線LANなどのI/Fデバイスが実装，あるいは，周辺機器として揃っている。

センサ自身にも，入出力I/Fが実装されているものや，オンチップで処理できるものなど，高度化している。

各種センサをPCなどに接続するI/Fデバイスなども出ている。



Arduino UNO

---

# センサ情報の扱い

# センサ情報の処理と解析(1)

## 一次情報と二次情報

**一次情報：** センサが電気信号に変換可能な，対象から得られる直接的な情報

**二次情報：** センサの出力を解析して得られる間接的な情報

例) 生体信号の計測では，例えば，温度センサで体表温を測り（一次情報），情報の履歴や経時変化から食事や運動などの行動情報を測る（二次情報）。

目的の情報を得るのに，どのセンサ（の組み合わせ）が必要か？

# センサ情報の処理と解析 (2)

---

## 解像度と精度

**解像度（分解能）：** 対象の情報の詳細さ

**精度：** 対象の情報の正確さ。

## サンプリング周期と処理周期

**サンプリング周期：** センサ情報を取得する頻度

**処理周期：** 収集されたセンサ情報を処理する頻度  
ネットワークトラフィックにも関係



# センサ情報の処理と解析 (3)

---

## 規模と密度

**規模：** センサを設置する対象範囲（ネットワーク含む）

**密度：** 対象の面積（体積）に設置するセンサの個数

## 情報の整合性と誤差・誤報の対処

**情報の整合性：** 多種多数のセンサの非同期／同期データの処理

**誤差・誤報の対処：** センサ情報の正確さの検証。誤報が含まれる場合、どのセンサデータを信頼するか、など

# センサ開発の今後

---

- ・ 小型化，システムオンチップ化
- ・ 高精度化
- ・ 省電力化，無電源化
- ・ 低コスト化
- ・ インタフェースの多様化
- ・ インテリジェント化

# まとめ

---

**M2Mサービスの実世界I/F = センサ**

**センサの原理は、さまざまな現象や効果を利用**

**同じ情報を得られるセンサでも、原理・測定範囲・特性が異なるため、それらを把握し、利用目的に応じて選択**

**M2Mサービスに必要な情報（二次情報）とセンサで取得する一次情報の対応を検討**

**情報の統合・解析は、情報量、情報の整合性、信頼度なども考慮**

# 主な参考文献・出典元

---

- ・「事例で見るモバイルM2Mのビジネスモデル事例集 第二版」, MCPC モバイルM2M委員会, モバイルコンピューティング推進コンソーシアム (2014.2.1)
- ・「スマートセンシング」, 日経エレクトロニクス 他編集, 日経BP社 (2013.11.22)
- ・「センサーのすべて」, 谷腰欣司, 電波新聞社 (2001.9.20 第2版)
- ・「パーソナルヘルスケア」, 達吉郎 他著, NTS (2013.10.23)
- ・「超五感センサの開発最前線」, 向井利春 他著, NTS (2005.11.25)
- ・「センサネットワーク技術」, 安藤 繁 他著, 東京電機大学出版局 (2005.5.20)

など