

IoTシステム設計 ノート

Chapter 5 デバイス

Chapter 5 デバイス

32 IoTデバイスの構成

IoTデバイスとは

IoTデバイス

別称（「」）

身近な温度などのデータを測定する

実体は（） + （）等

ネットワークを介して

サーバやクラウドに（）

+

サーバやクラウドの指示で（）を行う

Chapter 5 デバイス

32 IoTデバイスの構成

Raspberry PI

Raspberry PI

教育用 ARMプロセッサ搭載

マウス、キーボード、HDMIでディスプレイも
接続可能

() をストレージとして使用

LinuxなどのOSも稼働

PCの代替可能

「 」

Chapter 5 デバイス

32 IoTデバイスの構成

Arduino

Arduino

教育用ワンボードマイコン

（ （試作） ） 、

小型の実用システム

8bit マイクロコントローラ（ ）

PCと統合開発環境が必要

ハードウェア、ソフトウェアとも

（ ）

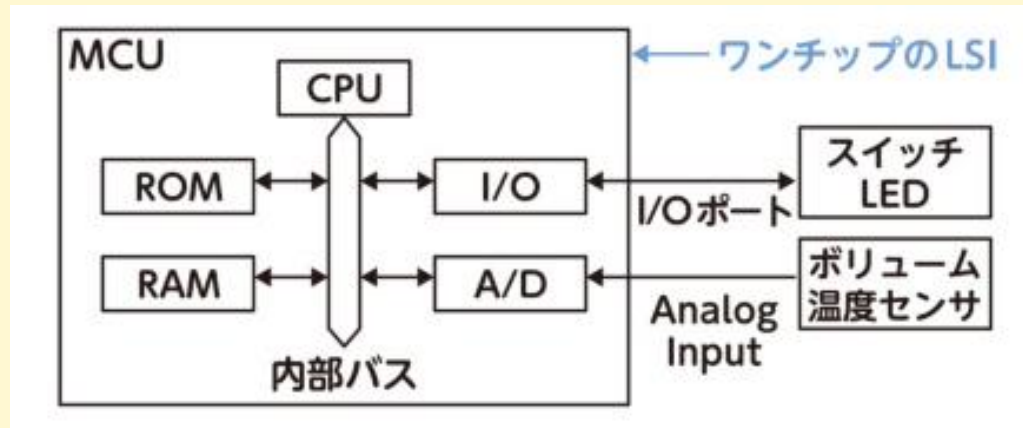
↓

独自のシステムを開発可能

Chapter 5 デバイス

32 IoTデバイスの構成

IoTデバイスの構成



IoTデバイスの構成

MCU ()

SoC () と呼ぶ

CPU、メモリ、周辺回路、
A/Dコンバータ等が一体化



LED、スイッチ、センサー等を接続して
IoTデバイスを構成

Chapter 5 デバイス

32 IoTデバイスの構成

I/Oポート

I/O = Input / Output

I/Oポートに各種デバイスを接続して
IoTデバイスを構成

入力：スイッチ、センサー等

出力：LED、ブザー、モータ等

センサーは（ ）になることが多い

センサー自体は（ ）が変化

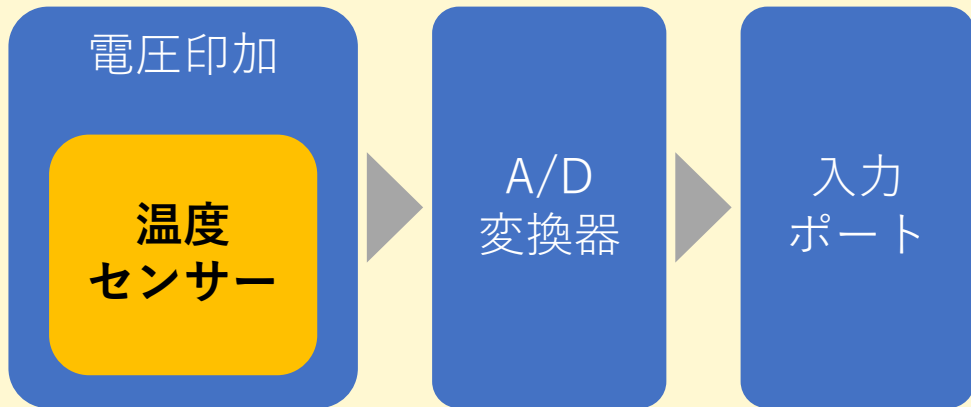
電圧を加え、電圧の変化として入力

（ ）してデータにする

Chapter 5 デバイス

33 IoTデバイスの入出力

I/Oの種類



I/Oの種類

信号が出入りするので“I/Oポート”

I/Oは（ ）

アナログはデジタル変換が必要

<入力>

温度センサー：温度で（ ）が変化

電圧の変化になるように回路を作成

↓

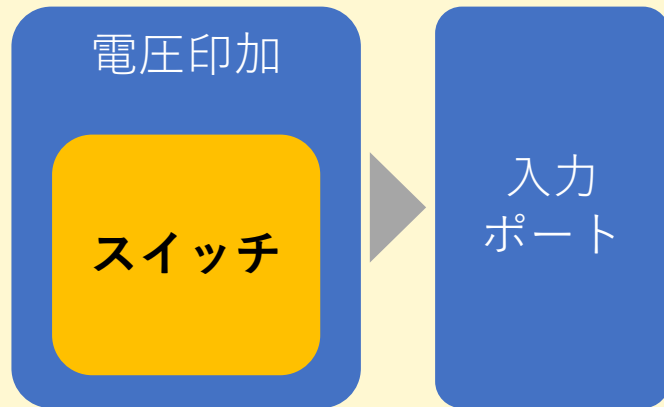
A/D変換器でデジタル変換して

入力ポートから取り込む

Chapter 5 デバイス

33 IoTデバイスの入出力

I/Oの種類



(<入力> の続き)

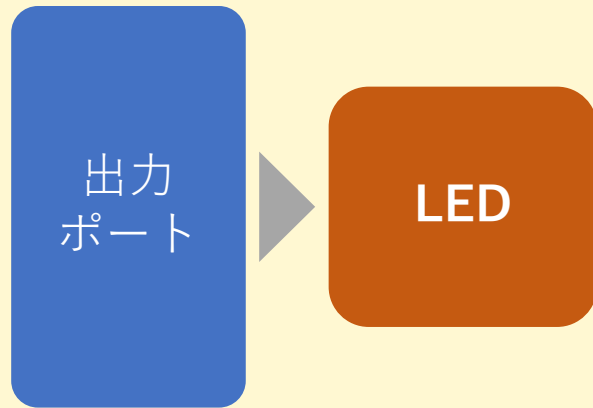
スイッチ : ON/OFFを () に変換

そのままコンピュータに取り込める

Chapter 5 デバイス

33 IoTデバイスの入出力

I/Oの種類



<出力の場合>

LEDの点灯・消灯

I/Oポートから（ ）可能

LEDの明るさ制御

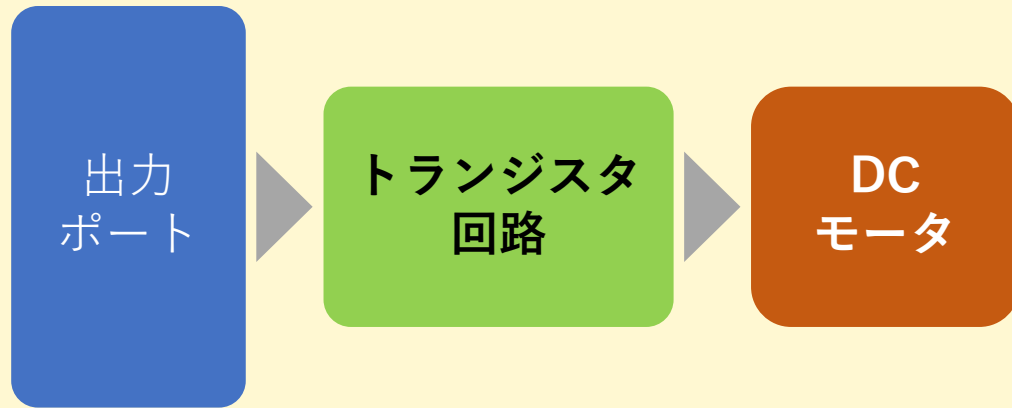
明るさの変化 = （ ）の変化

（ ）で行う

Chapter 5 デバイス

33 IoTデバイスの入出力

I/Oの種類



<出力の場合>

DCモータ

モータは（ ）が多いため

コンピュータから直接制御できない

↓

（ ）でON/OFFする

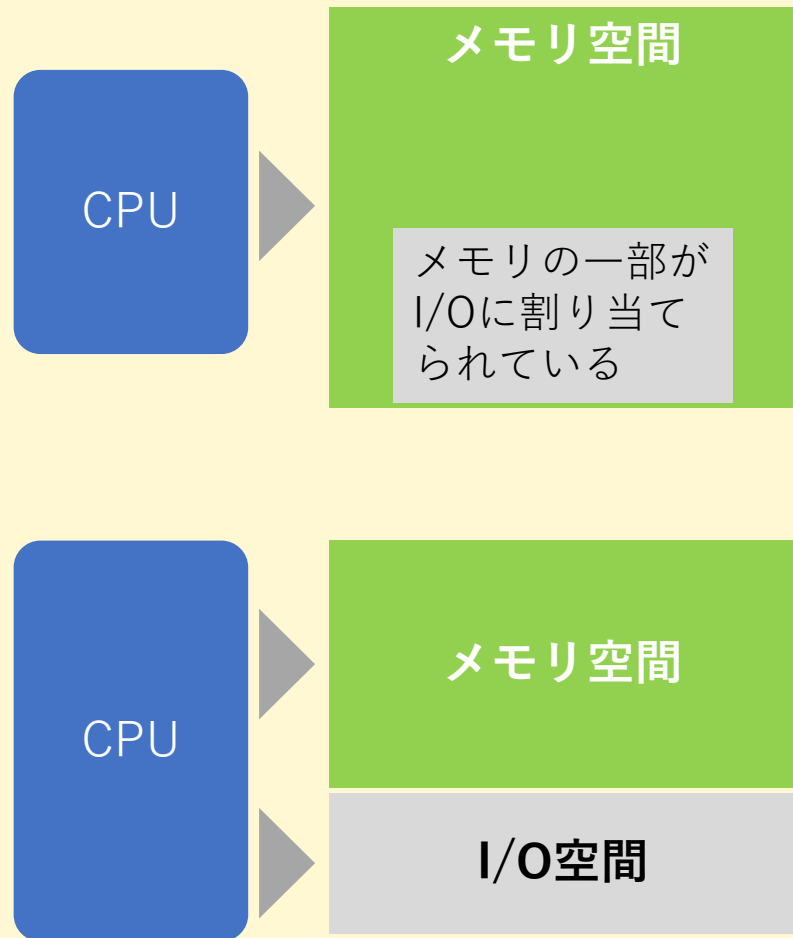
専用のICを使うことが多い

DCモータコントローラ

Chapter 5 デバイス

33 IoTデバイスの入出力

2種類のI/O



<2種類のI/O>

メモリマップドI/O

メモリアクセスと同じように
Read/Write命令によって
入力・出力する

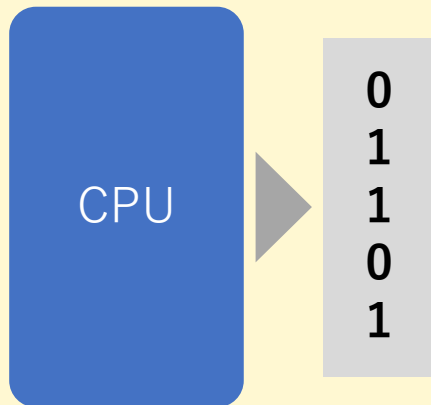
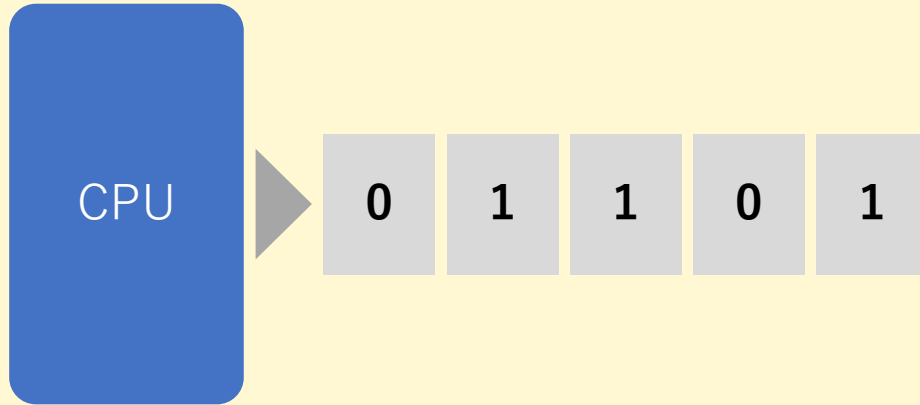
I/OマップドI/O

メモリアクセスとは別に
Input/Output 命令が用意されている

Chapter 5 デバイス

33 IoTデバイスの入出力

デジタルの入出力



<デジタルの入出力>

汎用的なI/O GPIO

General Purpose I/O

入出力はビット単位、バイト単位など
さまざま

シリアルI/Oはビット単位

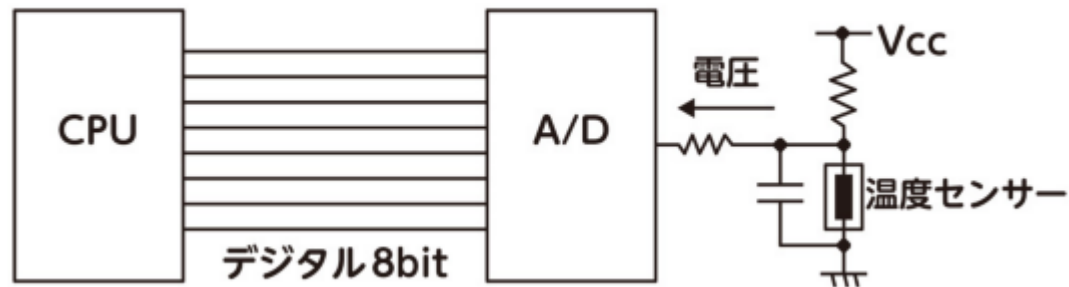
パラレルI/Oは複数ビットまとめて

Chapter 5 デバイス

33 IoTデバイスの入出力

アナログの入出力

■ 温度に対応したデジタル信号でCPUに入力



<アナログの入出力>

アナログ入力

抵抗値が変化するセンサーなど

電圧の変化に変換し

さらにA/D変換して入力

A/D変換器（コンバータ）

サンプリング（標本化）

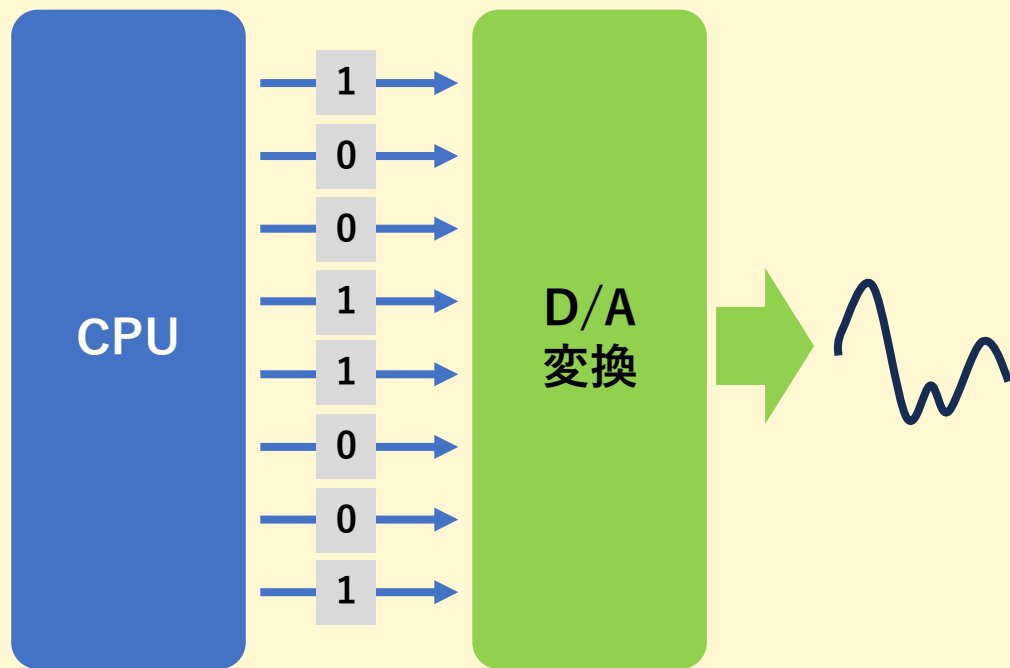
サンプリング周波数

量子化 + 分解能（図では8ビット）

符号化

33 IoTデバイスの入出力

アナログの入出力



<アナログの入出力>

アナログ出力

DCモータの速度制御

LEDの明るさ制御

音声出力 など

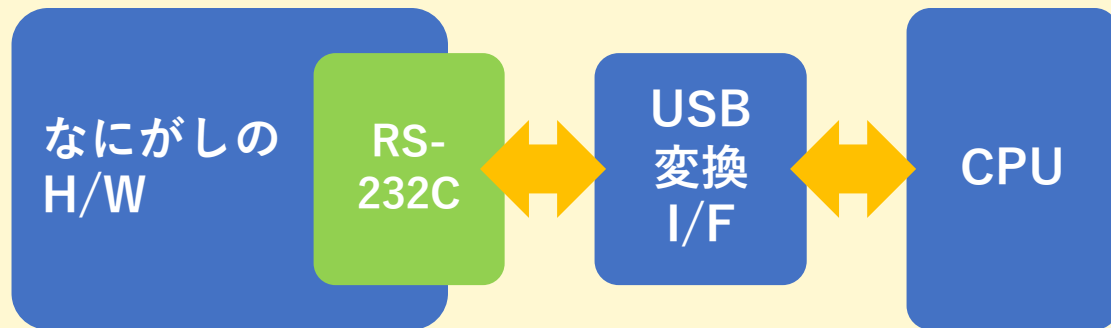
電圧・電流を変化させる制御は

- ① D/A変換のしくみを使う
- ② PWMによる制御

Chapter 5 デバイス

33 IoTデバイスの入出力

シリアル通信



シリアル通信

<シリアル通信>

1ビットずつ入力／出力

RS-232C（レガシーな規格）

現在は**USB**なので

信号を変換するために

専用のインタフェースが使われる

34 デバイスの回路

電子回路の電源

直流電源 DC

Vcc (Vdd)
GND (Vss)

1. 電子回路の電源

電子回路の動作には

() が不可欠

プラス側 = ()

マイナス側 = ()

電圧の規格は様々なので

Vcc (Vdd) は 5V、3.3V、3Vなど

GNDは常に0V

Chapter 5 デバイス

34 デバイスの回路

電圧と電流

2. 電圧と電流

電圧を加える = ()

電圧と電流は () 関係

抵抗 = ()

抵抗は「**負荷**」ともいう

Chapter 5 デバイス

34 デバイスの回路

LED 発光ダイオード

3. LED

発光ダイオード

光の波長は様々

赤外線、可視光線、紫外線

ダイオードは一方向だけに電流を流す

「整流」

電流が流れる方向→（ ）

ダイオードに光を当てると

電流が流れる

光電池、フォトダイオードの原理

34 デバイスの回路

アクチュエータ

4. アクチュエータ

() を並進または回転運動に変換する駆動装置

代表的なアクチュエータ

① モータ

回転により動力を得る

② ソレノイド

電磁石を用いた機構

34 デバイスの回路

モータ

5. モータ

①DCモータ

() で動作

②ステッピングモータ

パルスで一定の角度ずつ回転

パルスに加えて電流も必要

専用ICを使うことが多い

③サーボモータ

() になるように制御

回転を検出するセンサーが付属

④ACモータ

交流電源で動作

Chapter 5 デバイス

35 IoTデバイスのセンサー

センサーとは

センサーとは

温度、圧力、動き、位置などの外部環境の
状況をコンピュータに入力するための素子

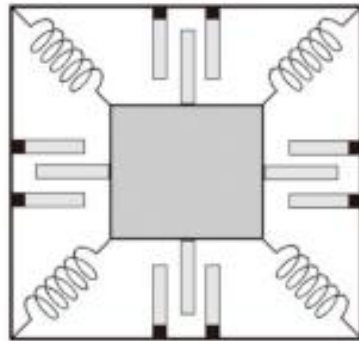
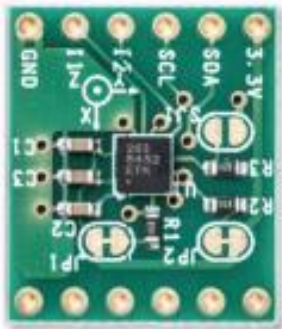
スマホの普及で小型化・安価
→ IoTでも活用しやすくなった

Chapter 5 デバイス

35 IoTデバイスのセンサー

加速度センサー

■ 加速度センサーとその原理図



加速度センサー

加速度 = () を検出

微小な機構と周辺回路を集積 MEMS技術

3 軸加速度センサー

X軸、Y軸、Z軸

静止状態で上下方向がわかる

→ スマホの縦・横位置を検出

歩数計のセンサーにもなる

Chapter 5 デバイス

35 IoTデバイスのセンサー

ジャイロセンサー



ジャイロセンサー

ジャイロ = ()

物体の () を検出

カメラの手振れ検出

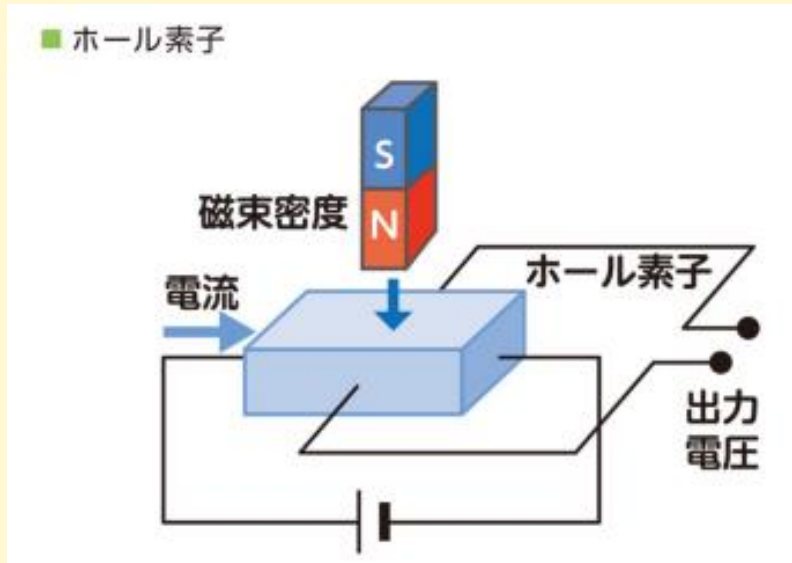
自動車の横滑り検出

携帯ゲーム機、スマホのUIなどに利用

Chapter 5 デバイス

35 IoTデバイスのセンサー

磁気センサー



磁気センサー

ホール素子が代表的

一定の電流を流し、磁界を加えると、
磁界の強さ = 磁束密度にほぼ比例した
電圧が発生

= ホール効果

携帯電話の開閉検出

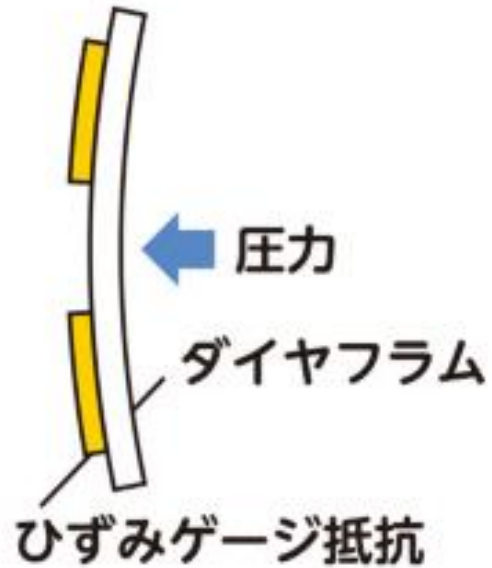
電子コンパス（方角を知る）

Chapter 5 デバイス

35 IoTデバイスのセンサー

圧力センサー

■ 圧力センサーの構造



圧力センサー

気体や液体の圧力を測定

圧力に応じて凹む薄い膜＝ダイヤフラムに

ひずみで抵抗値が変化する

「ひずみゲージ抵抗」などを貼り付けた構造

= ()

Chapter 5 デバイス

35 IoTデバイスのセンサー

温度センサー

温度センサー

サーミスタ

温度変化で抵抗値が変化する

半導体酸化物

導体は温度上昇で抵抗値も増加

(正の温度係数)

半導体は温度上昇で抵抗値は減少

(負の温度係数)

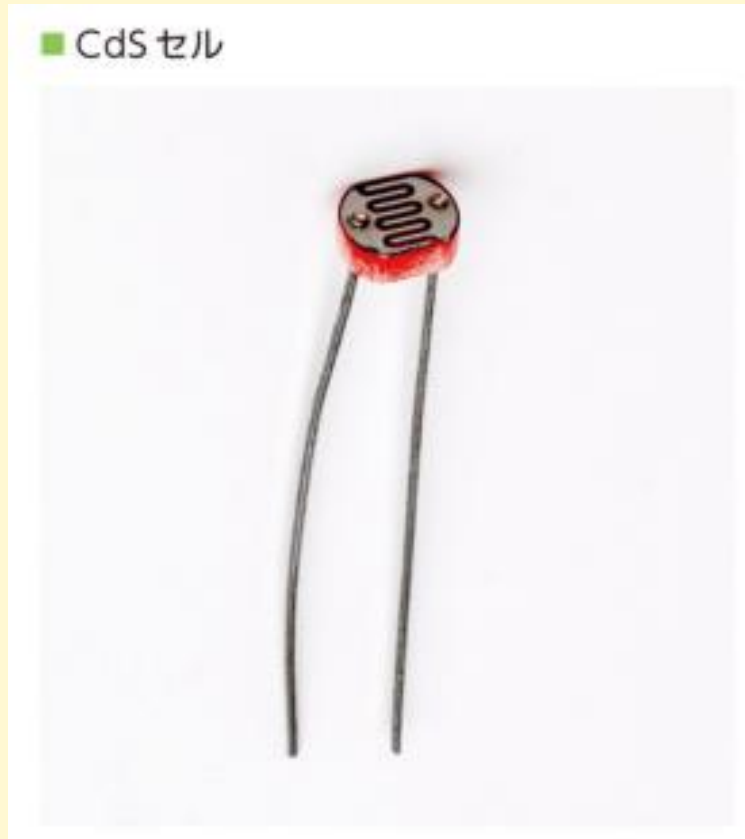
CPUの温度計測

電子体温計、エアコンなどで利用

Chapter 5 デバイス

35 IoTデバイスのセンサー

照度センサー



照度センサー

(1) CdSセル

硫化カドミウムセル

光が強まると抵抗値が減少

人間の目に近い特性

安価

街路灯、各種外部照明の自動点灯・消灯に

広く使われる

応答速度は（ ）

Chapter 5 デバイス

35 IoTデバイスのセンサー

照度センサー

照度センサー

(2) フォトダイオード

高精度な照度測定に利用

(3) フォトトランジスタ

光の強弱でスイッチング

反応する波長は様々

波長に合った光源（LED）が必要

フォトトランジスタ+LED

= フォトインタラプタ

人感センサーに使われる

Chapter 5 デバイス

35 IoTデバイスのセンサー

距離センサー

距離センサー

数cm～数十m程度の距離を測定

()、() による

TOF (Time Of Flight)

発射してから反射して返ってくるまでの
時間で距離を計測

音速 約340m/s

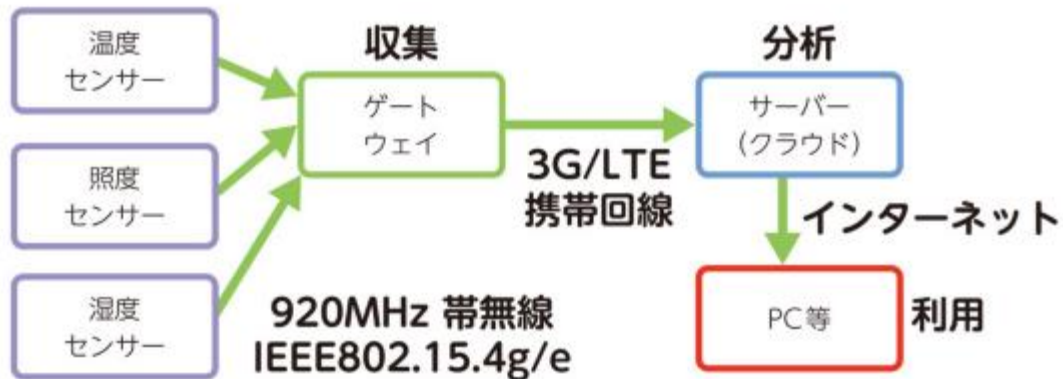
光速 約30万km/s

Chapter 5 デバイス

36 IoTデバイスの実例

農業IoT

■ フォトランジスタ



農業IoT

田畑の温度、照度、湿度などを測定

ゲートウェイ（親ノード）

センサーノード（子ノード）

低消費電力の無線によるセンサーネットワーク

親ノードにデータを集約

携帯電話回線等を利用してサーバに送信

Webサーバから処理結果をPC等に配信

Chapter 5 デバイス

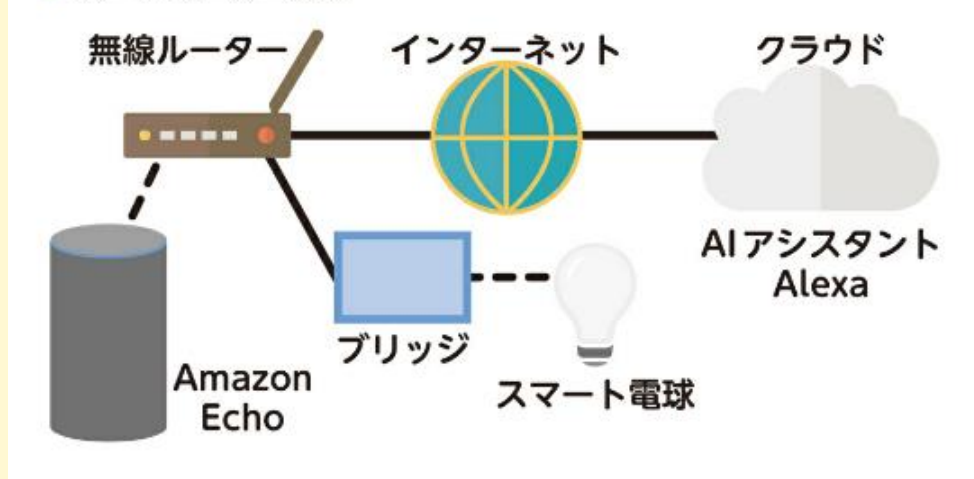
36 IoTデバイスの実例

スマートホーム

■ ホームハブの構成例



■ スマートスピーカーの構成



スマートホーム

スマホ等から

照明、施錠・解錠、エアコン制御

などができる

家全体を監視するデバイス「ホームハブ」
が必要

※ホームハブ

センサー等から受け取る信号で動作

Nest 室温を制御するサーモスタット

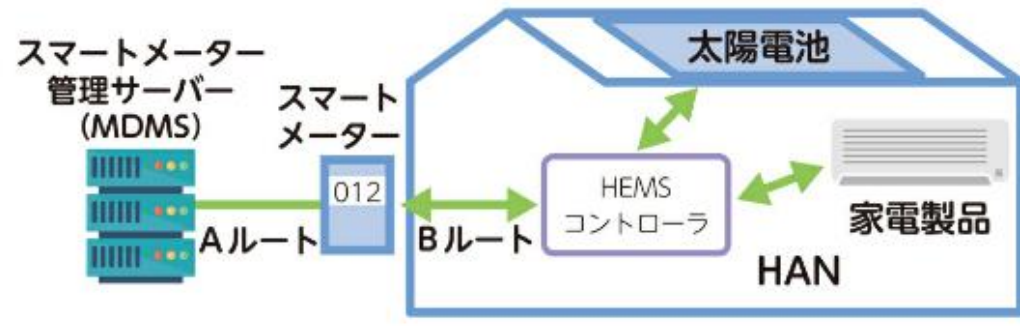
スマートスピーカー

Chapter 5 デバイス

36 IoTデバイスの実例

スマートハウス

■ スマートハウスの構成例



スマートハウス

HEMSによる家庭内（ ）

スマートメーター（通信機能付き電力量計）と
HEMSコントローラをHANで接続
家電製品も接続可能

電力会社の管理サーバ（MDMS）と接続

Aルートで使用電力量を計測

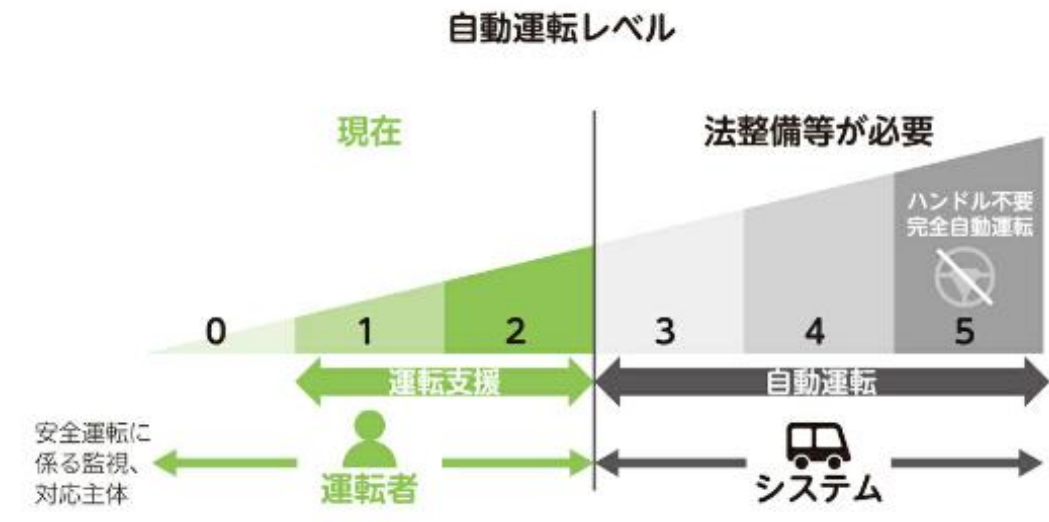
HEMSコントローラに接続するBルートで
エネルギー消費を制御

Chapter 5 デバイス

36 IoTデバイスの実例

コネクテッドカー

■ 自動運転のレベル



コネクテッドカー

自動車からインターネット接続

自動運転

カメラ、距離センサーにより車線維持

<自動運転の定義>

レベル0 自動化なし

レベル1 運転支援 自動ブレーキ

レベル2 部分自動運転 車線維持

レベル3 条件付き運転自動化

レベル4 高度自動運転化

レベル5 完全自動運転化