

## 実世界情報演習2: マイコンの理解

李 周浩



### 1. コンピュータの仕組み

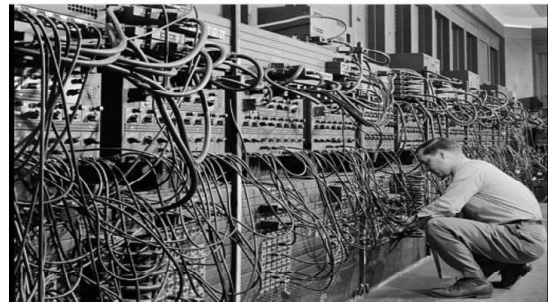
#### ■ コンピュータ(Computer)

- 人間の命令に従って、複雑な計算やいろいろなデータ処理ができる機械
- 主な特徴
  - ・ 高速な計算
  - ・ 精確な計算
  - ・ 大容量の記憶

## 1. コンピュータの仕組み

### ■ 世界初のコンピュータENIAC

- 1946年にアメリカで開発
- 約17,000個の真空管、  
約70,000個の抵抗、  
約10,000個のコンデンサで構成
- 幅24m、重さ30トン
- 計算能力
  - ・ 加算が5,000回/秒、乗算14回/秒



## 1. コンピュータの仕組み

### ■ 第1世代

- 真空管が論理素子として用いられる

### ■ 第2世代

- トランジスタ(Tr)が論理素子として用いられる

### ■ 第3世代

- 多量のトランジスタを集約させた集積回路(IC, Integrated Circuit), 大規模集積回路(LSI, Large Scale Integrated Circuit)が用いられる

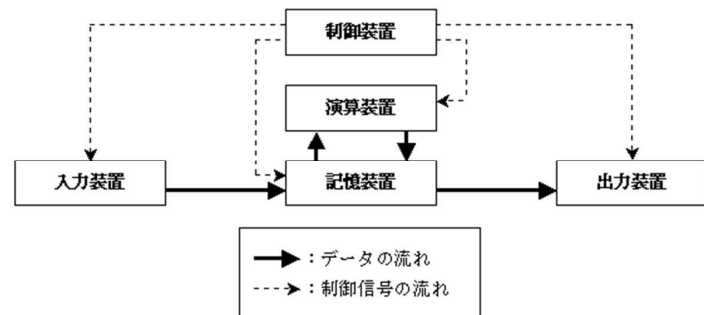
### ■ 第4世代

- 超大規模集積回路(VLSI, Very Large Scale Integrated Circuit)が用いられる

# 1. コンピュータの仕組み

## ■ コンピュータの基本構成

1. 中央処理装置  
(CPU, Central Processing Unit)
2. 主記憶装置  
(Main Memory)
3. 入力装置  
(Input Device)
4. 出力装置  
(Output Device)
5. 補助記憶装置  
(Auxiliary Storage)



## 1-1. CPU

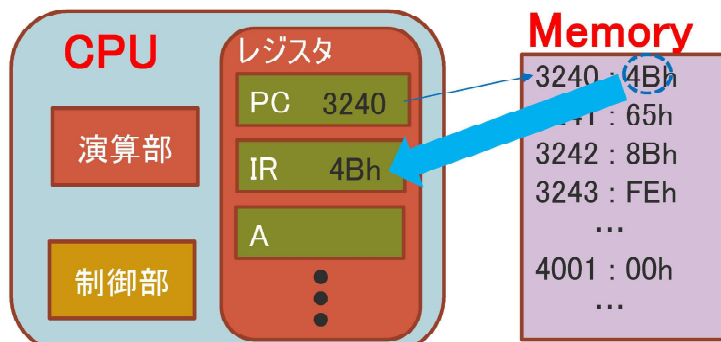
- CPUは、コンピュータの頭脳であり、制御と演算を担当する
- CPUの構成
  - 演算部, 制御部
  - 2進数の論理演算ができるAND, OR, NOT, XORと一時的な記憶ができるフリップフロップ (Flip Flop) などの論理回路で実現されている

## 1-1. CPU

- CPUは主に4ステップで機械語と呼ばれる命令群から一つずつ命令を遂行する

### 1. 命令の読み出し

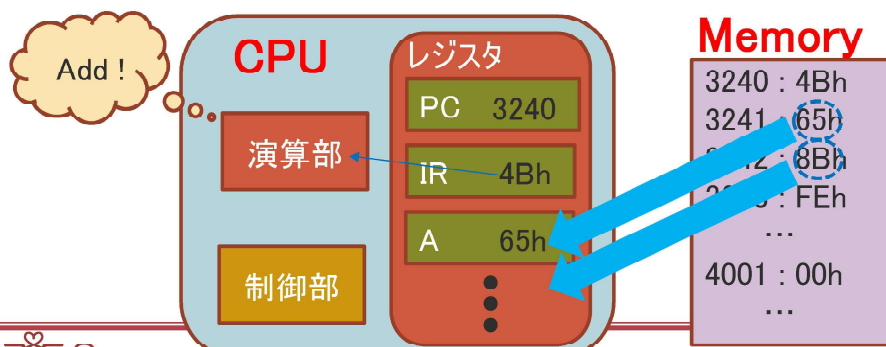
- プログラムカウンタに、命令が保存されているメモリのアドレスが示されているので、機械語の命令を命令レジスタに読みこむ



## 1-1. CPU

### 2. 命令の解読

- 命令レジスタで命令部の内容がデコーダにより解読され、算術論理演算器に命令の演算内容を伝える
- 演算の対象データがある場合、そのデータを算術論理演算器に、または算術論理演算器を通してレジスタに読み込む



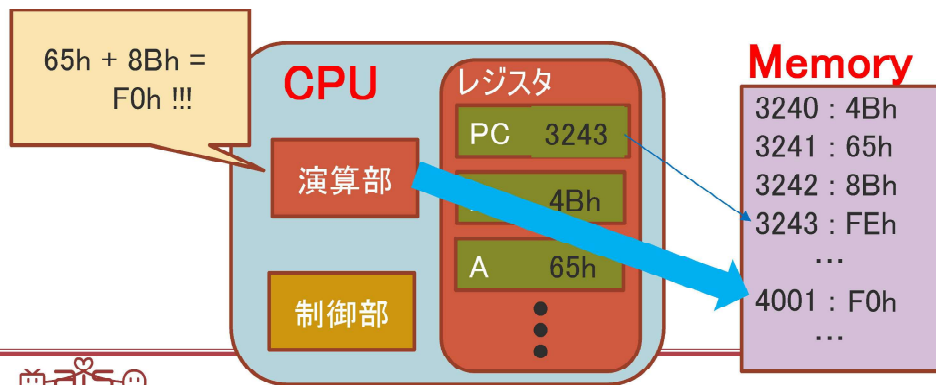
## 1-1. CPU

### 3. 演算の実行

- 算術論理演算器で読み出したデータとレジスタのデータを演算する

### 4. 結果の格納

- 演算結果をレジスタまたはメモリに記録して、プログラムカウンタを次の命令のアドレスに更新する



## 1-2. Main Memory

### ■ 主記憶装置

- プログラムやデータを記憶する装置
- CPUと直接やり取りしながら高速で命令を提供したり, データを保存したりする
- 主記憶装置は大きく分けてROMとRAMがある

## 1－2. Main Memory

### ■ ROM (Read Only Memory)

- － 物体の性質を半永久的に変化させ、データを記録する装置（電源を切っても消えない）
- － コンピュータの最も基本的なプログラムはROMに格納され、コンピュータの電源を入れた際に実行される
- － SDカードやUSBメモリもROMの一種である
- － 一般的にRAMに比べて読み書き速度が遅く、書き込み可能な回数が少ない（良くて10万回）

## 1－2. Main Memory

### ■ RAM (Random Access Memory)

- － 読み書きが自由な装置で、ROMと比べて高速で読み書きができる
- － 書き込み可能回数もほぼ無制限
- － 電源を切るとメモリ内の内容がすべて消えてしまうため、変数やプログラムを一時的に保管する場所として主に使用する

## 1-3. その他の装置

### ■ 入力装置

- ユーザからの入力を受ける, キーボード, マウスなどがある

### ■ 出力装置

- ユーザにコンピュータの計算結果を知らせる, モニタ, プリンタなどがある

### ■ 補助記憶装置

- 大容量のデータやプログラムを記録しておく, HDD, USBメモリなどがある
- 使用するときはそのデータやプログラムを主記憶装置であるRAMにコピーする

## 2. コンピュータとソフトウェア

### ■ コンピュータは命令を受け, それを実行する装置

### ■ 命令とは?

- CPUは論理回路を複雑に組み合わせたもの
- 論理回路にある入力を入れると何らかの結果を出力する
- 論理回路の中にはFF(フリップフロップ)回路も含まれているため過去の演算結果の影響を現在の演算が受けたりする

命令とは, このCPUという論理回路に与える入力のことを意味し, 特に, この命令を意味のあるように並べてCPUに一連の動作をさせるものが「プログラム」

## 2. コンピュータとソフトウェア

命令とは、このCPUという論理回路に与える入力のことを意味し、特に、この命令を意味のあるように並べてCPUに一連の動作をさせるものが「プログラム」

### ■ ここでいうプログラムとは？

- 一般的に言うPythonやJavaなどのプログラムと違って、2進数でできているもの
- この2進数のプログラムを機械語と呼び、論理回路で構成されているCPUに入力され、CPUを意図したとおりに動かす

## 2. コンピュータとソフトウェア

### ■ 機械語とアセンブリ言語

機械語		アセンブリ言語		意味
01101001	↔	LD A, B		ロード命令
01011010	↔	LD B, C		ロード命令
10010110	↔	ADD A, B		加算命令
10100101	↔	CLR B		クリア命令
		↑ 1対1に対応 ↑		
2進数の並び		ニーモニック(略記号)で記述される		

- CPUが理解可能な(実行可能な)言語は、機械語のみでその他の言語は理解不可能である
- C, C++, Java, Pythonなどの言語を機械語に翻訳してくれるコンパイラ(Compiler)またはインタプリタ(Interpreter)が存在する



## 2. コンピュータとソフトウェア

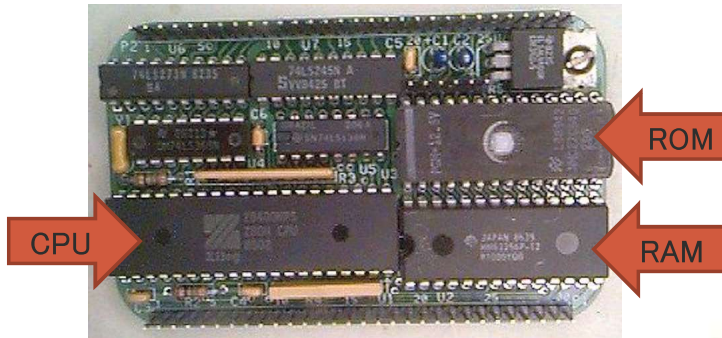
- 機械語は単純な命令しか存在しない
  - － 高度な言語には高度な命令が存在するため、高度な言語の1行を機械語に変換すると数十行から数千行になる
  - － 昔は、高度な言語でプログラムを書くとコンパイラの性能が悪く、実行速度が遅くなるためアセンブリ言語（機械語の命令一つ一つに対応する言語で人が見てもわかるようにした言語）でプログラムを開発するケースもよくあった
  - － 近年は、CPU速度の向上とコンパイラの性能向上により、高度な言語を用いても十分速度の速いソフトウェア（SW, Software）が開発できる

## 3. マイコン

- マイクロコンピュータ（Micro Computer）のことを略してマイコンと呼ぶ
- 最低限の構成でできている小さいコンピュータまたは一つのチップにコンピュータの機能の殆どまたは全部を入れ、そのチップで作ったコンピュータのことを意味する
- 特に、電気炊飯器、エアコンなど特定機器を制御するためにその機器に入っているマイコンは組み込みシステム（Embedded System）と呼ぶ

### 3. マイコン

#### ■ マイコンの例



Z80 CPUを用いたマイコンの例



ワンチップマイコンの例



Arduinoマイコンの例

### 3-1. マイコンとコンピュータの違い

- 基本的にマイコンもコンピュータの一種である
- 使用先や目的から違いが生じる
  - － 一般的にマイコンは、特定のロボット、または、特定の洗濯機を制御するためになど、汎用的な使用を行わないことが多い
- コンピュータと違ってマイコンは、入力装置や出力装置が省略され簡略化されたりすることが多い
  - － キーボードやディスプレイがないのが一般的
  - － 代わりに、入力装置としてスイッチを使用したり、出力装置としてLEDや小型液晶を使用したりする

## 3-2. マイコンでのプログラム開発

- CPUが理解できる言語は機械語のみ
- 昔はアセンブリ言語で開発
- 近年は高度な言語を用いてプログラムを作成し、コンパイラまたはインタプリタで機械語に変換して使うのが主流である
- コンパイラの場合は、普通のコンピュータで開発してからマイコンのCPU用の機械語に変換してマイコンのROMに書き込む
  - 最近のマイコンはROMにデータを書き込む機能が内蔵されている
  - シリアルまたはUSB通信を用いてROMに転送する

## 3-3. マイコンによるハードウェア制御

- マイコンの主な応用例は組み込みシステム
  - 特定のハードウェア (HW, Hardware) を制御するために使うということを意味する
- マイコンはどのように他のHWを制御する？
  - 電気信号を利用する
  - 単なるON/OFFなら1か0かのデジタル信号で
  - ON/OFFではなく程度を表現するような場合はアナログ信号で
  - マイコンと繋がっているHWに通信機能があってマイコンからの制御信号を通信によって受け取る場合はこの通信で制御を行う

### 3-3. マイコンによるハードウェア制御

- アナログ信号を出力する場合
  - デジタル信号をアナログ信号に変換してくれるDAコンバータが必要
- アナログ信号を入力する場合
  - アナログ信号をデジタル信号に変換してくれるADコンバータが必要
- 近年の殆どのマイコンにはADC機能が備えられている



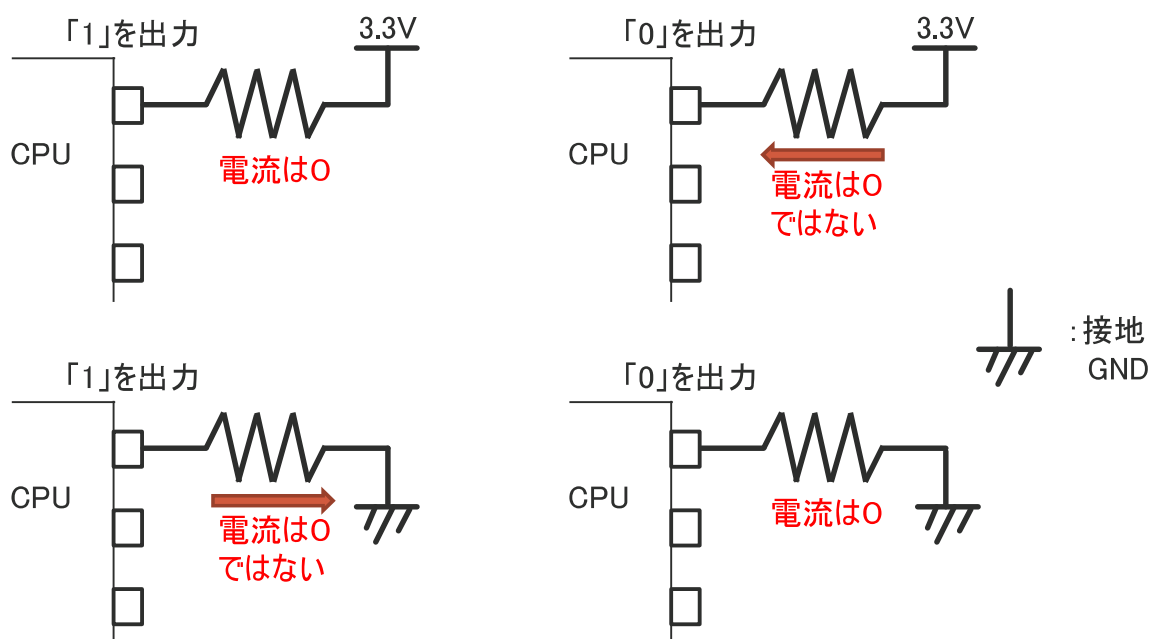
## 4. マイコンと電気

- 電気信号は常にマイコンに流れている
  - マイコンの原動力となる電源
  - データのやり取りなどのデータ信号
- 正しい電源を与えるとマイコンは決まった位置からプログラムを読んできてその内容に合わせて動作を行う
- 「プログラムを読む」、「実行結果を表す」などは、実際には論理回路などによる電気信号の流れである
- 電気信号の要素には電圧と電流があるがデジタル信号の場合は電圧で1と0を表す

## 4. マイコンと電気

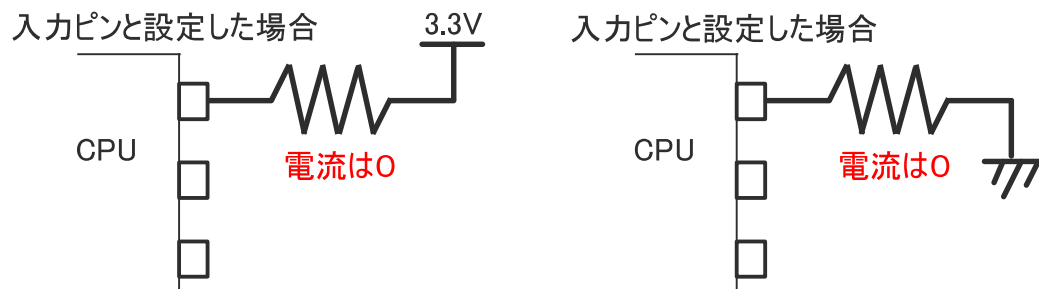
- マイコンの特定出力ピンに1を出力するとそれはそのピンからある決まった電圧を出力することを意味する
  - 殆どの場合, 1を表す電圧は5Vまたは3.3Vである
  - 0を出力する場合, 0Vを出力する
  - 0Vは基準電圧である場合が多く, GND(グラウンド)と同等な電位として使用するのが一般的
  - 0Vは何にも出力しないことを意味するのではなく 0Vの電圧を出力することを意味する

## 4. マイコンと電気



- CPUから出力される「1」を3.3V, 「0」を0Vとする

## 4. マイコンと電気



- 入力の場合は内部インピーダンスが大きいため電流はほぼ流れない。

## 4. マイコンと電気

### ■ LED

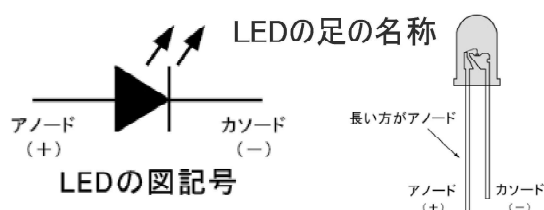
- ダイオードの一種で順バイアスの場合、一定値以上の電流で光る



順バイアス  
(電流流れる、光る)



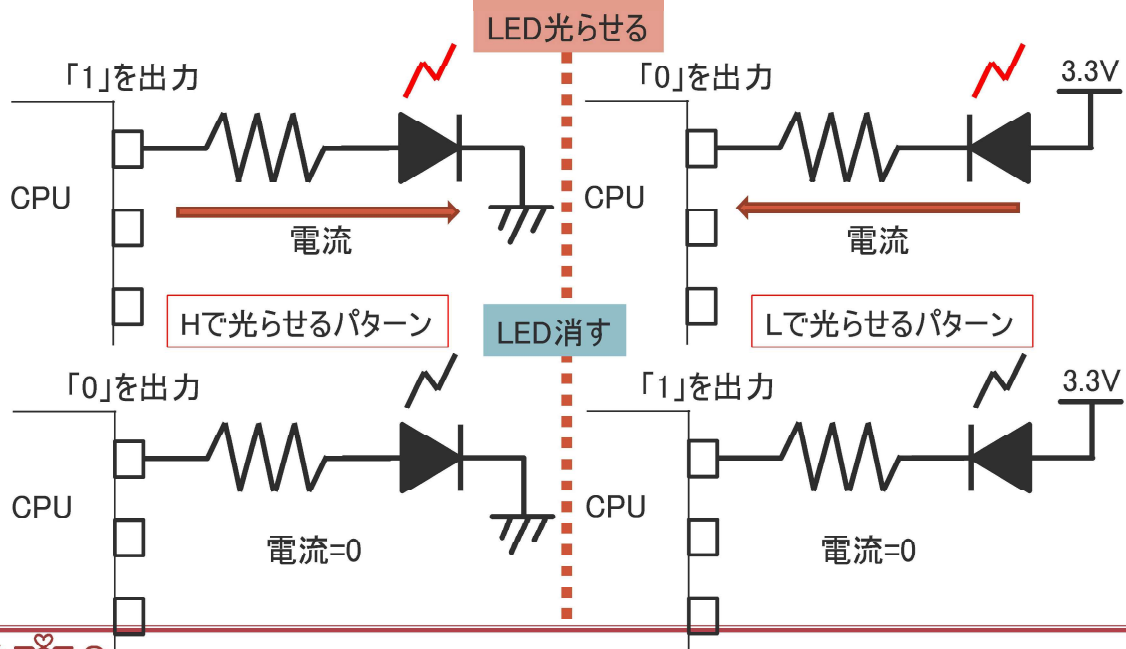
逆バイアス  
(電流流れない、光らない)



## 4. マイコンと電気

### ■ LEDを制御する二つのパターン

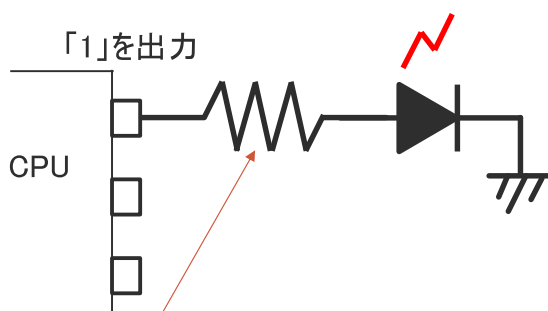
(CPUから出力される「1」を3.3V, 「0」を0Vとする)



## 4. マイコンと電気

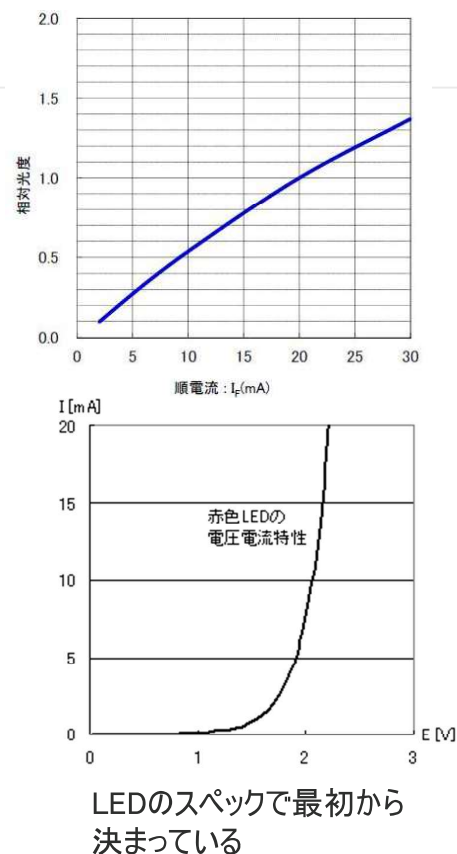
### ■ 抵抗の選定方法

(CPUから出力される「1」を3.3V, 「0」を0Vとする)



LEDの前または後ろに抵抗を入れる理由はLEDに流れる電流を制限したいから

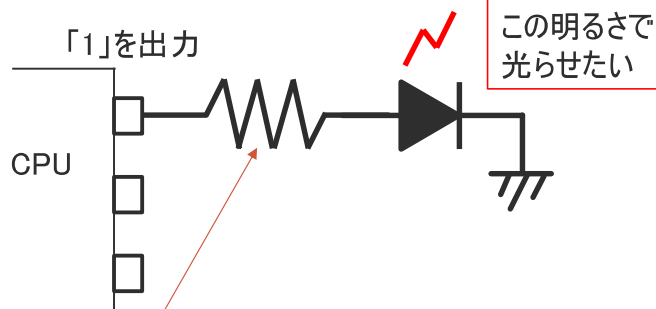
- 抵抗が小さいと電流が大きくなりLEDは明るくなるが電力消費が激しくなる
- 抵抗が大きいと電流が小さくなるが、電力消費は抑えられるためLEDが暗くなる



## 4. マイコンと電気

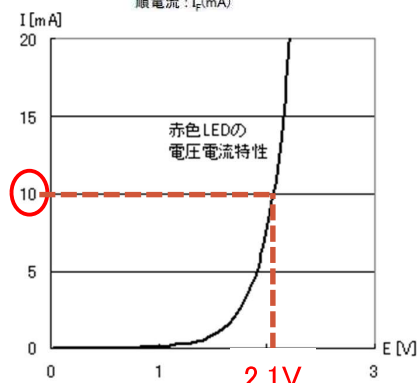
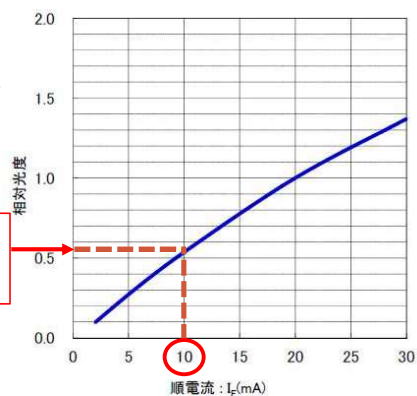
### ■ 抵抗の選定方法

(CPUから出力される「1」を3.3V, 「0」を0Vとする)



LEDの前または後ろに抵抗を入れる理由はLEDに流れる電流を制限したいから

- 抵抗が小さいと電流が大きくなりLEDは明るくなるが電力消費が激しくなる
- 抵抗が大きいと電流が小さくなるが、電力消費は抑えられるためLEDが暗くなる



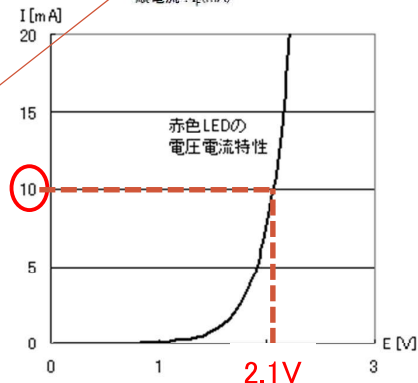
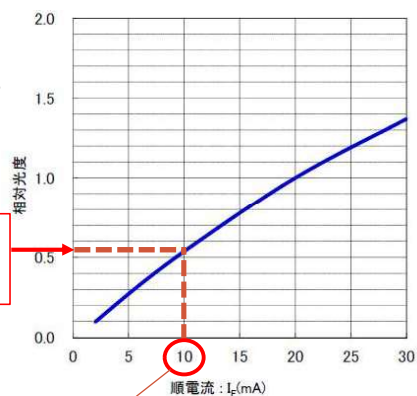
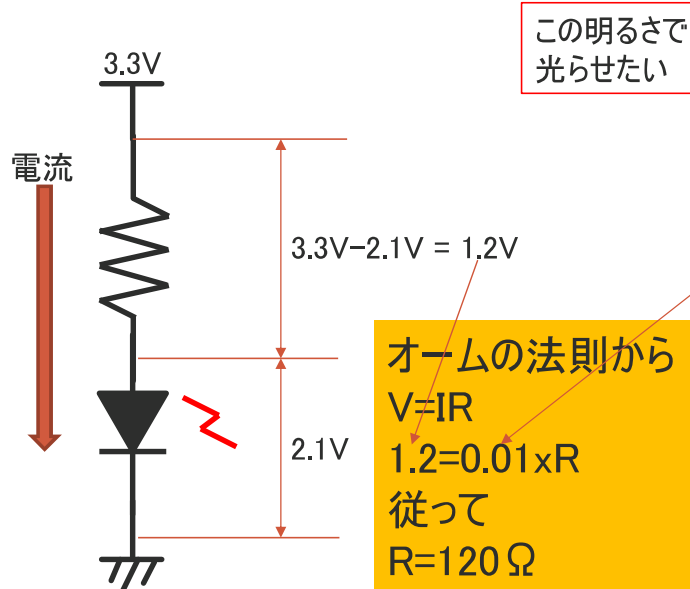
LEDのスペックで最初から決まっている



## 4. マイコンと電気

### ■ 抵抗の選定方法

(CPUから出力される「1」を3.3V, 「0」を0Vとする)



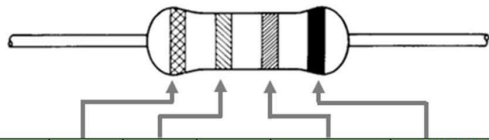
LEDのスペックで最初から決まっている



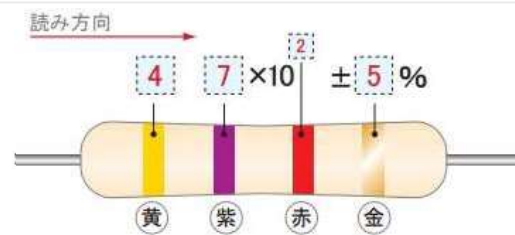


## 4. マイコンと電気

### ■ 抵抗の読み方



色	第1数字	第2数字	第3数字	乗数	抵抗値許容差 Tolerance		覚え方
Color	1st band	2nd band	3rd band	Multiplier	±%	記号 Code	
黒 Black	0	0	0	1( $=10^0$ )			黒い礼服(黒0)
茶 Brown	1	1	1	10( $=10^1$ )	1	F	茶を一杯(茶1)
赤 Red	2	2	2	100( $=10^2$ )	2	G	赤いニンジン(赤2)
橙 Orange	3	3	3	1,000( $=10^3$ )	0.05	W	第三の男(橙3)
黄 Yellow	4	4	4	10,000( $=10^4$ )			岸恵子(黄4) 女優さんです
緑 Green	5	5	5	100,000( $=10^5$ )	0.5	D	緑はGo(緑5)
青 Blue	6	6	6	1,000,000( $=10^6$ )	0.25	C	あおむし(青6)
紫 Violet	7	7	7	10,000,000( $=10^7$ )	0.1	B	紫式部(紫7)
灰 Gray	8	8	8				ハイヤー(灰8)
白 White	9	9	9	0.001			白いクリスマス(白9)
金 Gold				0.1	5	J	—
銀 Silver				0.01	10	K	—



$$4700 \Omega = 4.7k \Omega$$



\_\_\_\_\_  $\Omega$