

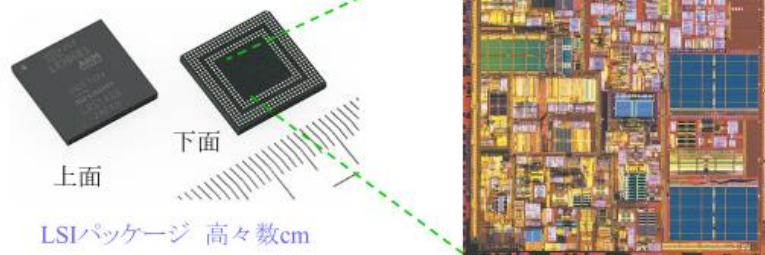
## 一般工学知識

サクセス インターナショナル 株式会社  
講師:小川 公裕

# サンプル

スマホの機能は半導体が支えている

- **LSI** とは大規模集積回路 (Large Scale Integrated Circuit) の略で半導体の主力製品
  - ✓ スマホの機能のほぼ全てを担当
  - ✓ 前項のスマホの分解時、複数個の黒いパッケージが見える
  - ✓ その中身は右下の様に **Si (シリコン) 上の回路パターン**



## 目次

- 電気系の基礎
  1. LSIとは
  2. LSIの利用で今後発展が期待される分野
  3. アナログとデジタル
  4. 電気の基礎
  5. 直流と交流
  6. 電磁波の基礎

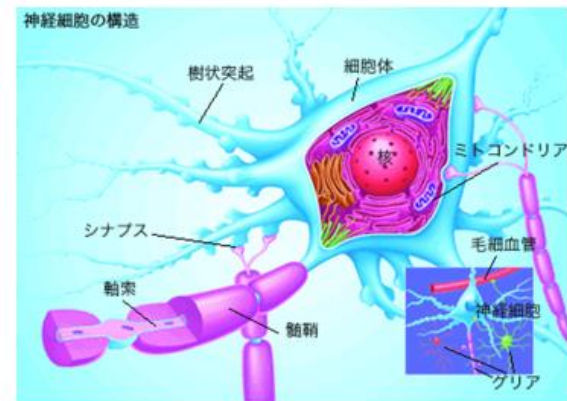
ちなみに人間の神経細胞

### ニューロン

脳は神経細胞の巨大なネットワーク。  
その主役は「神経細胞」で、電気信号を発して情報を交換する特殊な細胞。  
その数は

**大脳で数百億個、  
小脳で千億個、  
脳全体では千数百億個  
にもなる。**

即ち、LSIのMOSの数は  
人間の神経細胞の数と  
並ぶところまで来た。



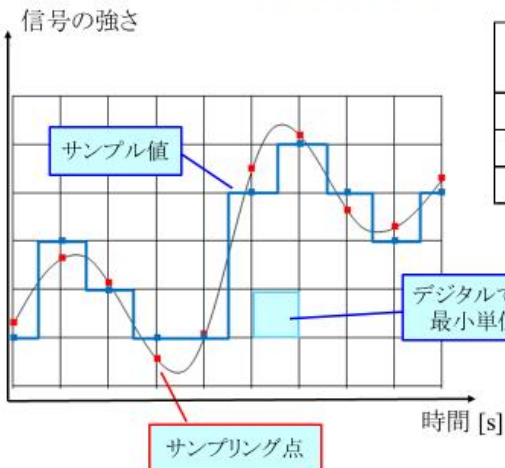
# アナログからデジタルへ 音楽、映像フォーマットの例

Confidential



$2^{16}=65536$

フォーマット	サンプリング 周波数 [Hz]	ビット数
MP3	48K	16
DVD-Video	96K	24 (8×3)
Blu-ray	192K	24 (8×3)



# サンプル

# アナログとデジタル

Confidential



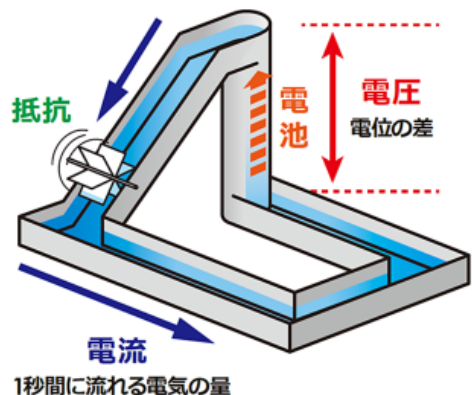
項目	アナログ	デジタル
データ表現	連続量(実数)	離散量(整数)
データ量	必要最小量	精度を上げるため巨大化
入出力	アナログ、自然	アナログ⇄デジタル変換必要
内部処理	アナログ、回路動作	デジタル、数値計算
ソフトウェア化	不可	容易
LSI微細化	乗り難い、小さくし難い	容易、多大な恩恵
ノイズ耐性	弱い、コピーで劣化 記録装置自体も劣化 遠距離伝送に難	強い、コピー劣化無し 遠距離伝送 誤り訂正可能

# 電流・電圧と水流・水圧

Confidential



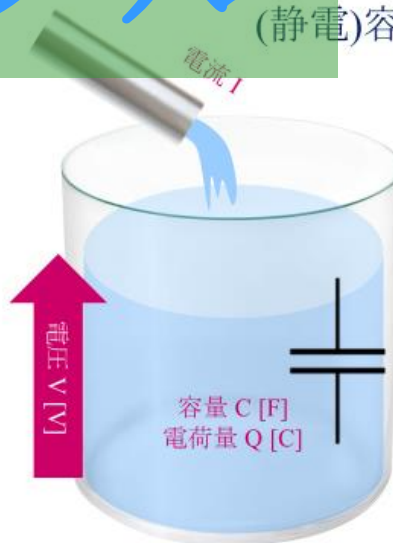
電流は目に見えないため、水流に例えて想像してみる。



水	電気	記号	単位
水分子	電子	e	Electron
水量	電荷量	Q	C Coulomb
水圧	電圧	V	V Volt
流速	電流	I	A Ampere
抵抗	電気抵抗	R	$\Omega$ Ohm
容量	(静電)容量 (コンデンサ)	C	F Farad
慣性	インダクタンス (コイル)	L	H Henry

# (静電)容量 電荷を貯める

Confidential



容量 C: 容器の大きさ=底面積  
 電荷量 Q: 水量、水の体積  
 電圧 V: 水面の高さ

$Q=CV \Rightarrow C=Q/V$ : 底面積

流れ込む電流 I を貯め込んだ (積分した) のが電荷量 Q

$\int I \cdot dt = Q = CV$

逆に電流 I は電荷の時間変化

$I = dQ / dt = d(CV) / dt$

$I = C \cdot dV / dt$



# 電気量と基本素子と相互関係式

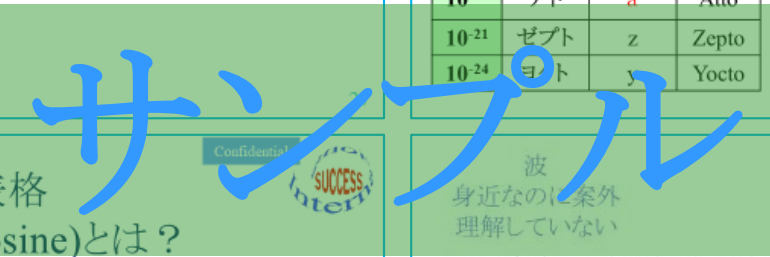
項目	記号	単位	
電子	e	略	原語
電荷量	Q	C	Coulomb
電圧	V	V	Volt
電流	I	A	Ampere
電気抵抗	R	Ω	Ohm
(静電)容量 コンデンサ	C	F	Farad
インダクタンス (コイル)	L	H	Henry

- ① 抵抗  $V = R \cdot I$
- ② 容量  $I = dQ / dt = C \cdot dV / dt, Q = CV$
- ③ インダクター  $V = L \cdot dI / dt$

工学において単位系の確認は大変重要な間違いの発見もあり

単位系の確認

- ① [V]=[Ω]・[A]
- ② [A]=[C/s]=[F]・[V/s], [C]=[F]・[V]
- ③ [V]=[H]・[A/s]



# 単位、スケール

電気回路、電磁気等では fF: フェムト・ファラッド、 $10^{-15}$  THz: テラ・ヘルツ  $10^{12}$  等 微小～巨大、広ダイナミックレンジの数値、単位が登場してくるので、慣れましょう。

オーダー	スケール文字		
	名称	記号	英語
$10^{-1}$	デシ	d	Deci
$10^{-2}$	センチ	c	Centi
$10^{-3}$	ミリ	m	Milli
$10^{-6}$	マイクロ	μ	Micro
$10^{-9}$	ナノ	n	Nano
$10^{-12}$	ピコ	p	Pico
$10^{-15}$	フェムト	f	Femto
$10^{-18}$	アト	a	Atto
$10^{-21}$	ゼプト	z	Zepto
$10^{-24}$	ヨクト	y	Yocto

オーダー	スケール文字		
	名称	記号	英語
$10^{24}$	ヨッタ	Y	Yotta
$10^{21}$	ゼッタ	Z	Zetta
$10^{18}$	エクサ	E	Exa
$10^{15}$	ペタ	P	Peta
$10^{12}$	テラ	T	Tera
$10^9$	ギガ	G	Giga
$10^6$	メガ	M	Mega
$10^3$	キロ	K	Kilo
$10^2$	ヘクト	h	Hecto
$10^1$	デカ	da	Deca
$10^0$	*	*	

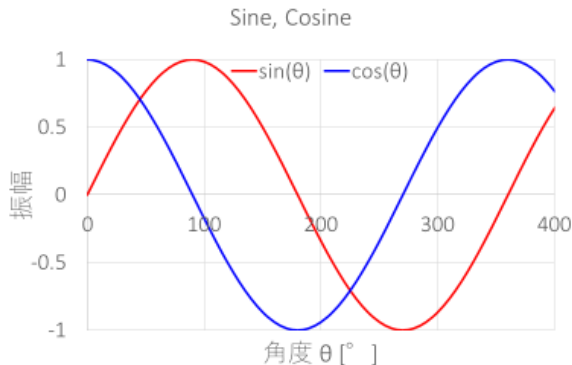
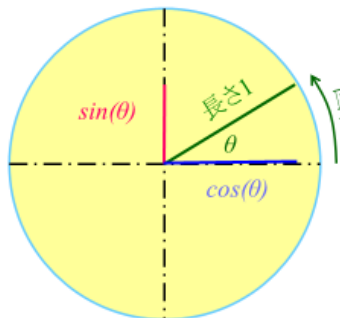
赤字は既に日常的に登場



# 交流信号の代表格 正弦波(sine)、余弦波(cosine)とは？

長さ1の棒が反時計回りに回転する  
その時 X軸上に写る棒の影が  $\cos(\theta)$   
Y軸上に写る棒の影が  $\sin(\theta)$

波



波 身近なのに案外理解していない

# まず音波から

- 音波は空気の振動。空気は目に見えないが、目、肌、耳を通して間接的にその存在を感じることは出来る。
- 速度が 340 [m/s] と比較的遅いので伝搬や変調(周波数変換)を体感可能。  
✓ やまびこ、ドップラー効果
- 音波は空気の粗密の振動で、波の振動と進行方向が一致する縦波。
- 動画で確認 (次項)



ウーファー

赤外線  
超音波  
通信



リモコンの向きを選ばない



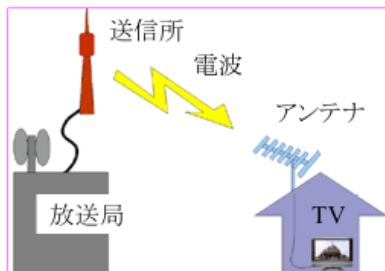
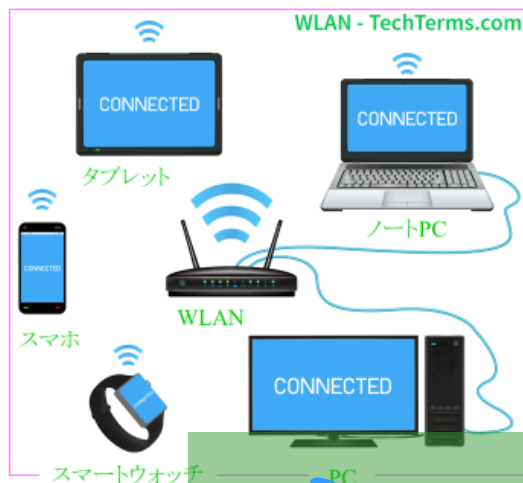
Beamed Ultrasound





## 電波(電磁波)

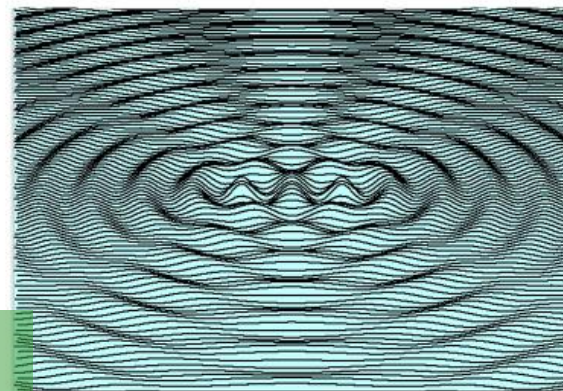
無線通信全盛時代  
私達はありとあらゆる  
電磁波に取り囲まれて  
生活している



サンプル

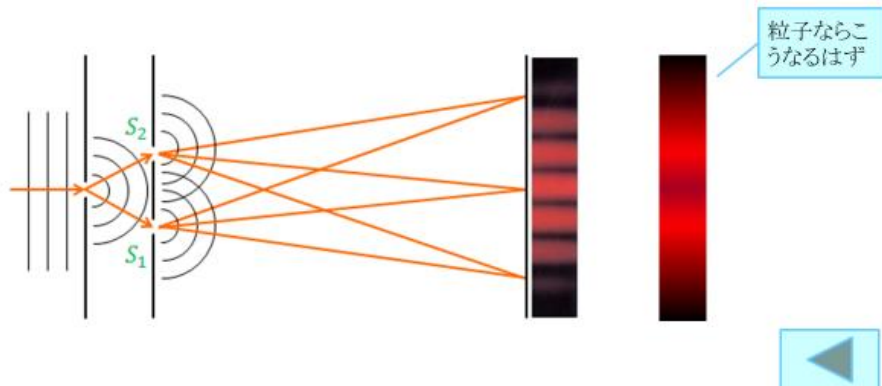
## そして電磁波

- 電磁波は一部(可視光)を除いて目に見えない、しかも3次元空間の波で、超高速(=光速=30万 K[m/s] = 3G [m/s] = 1.1T [m/h])、高周波 ( G[Hz]~T[Hz] ) なので、人間の目で直接、波として観測するのは不可能。
- 2次元表面で低速の横波である 水面波 を使って感覚を掴もう。
- 動画で確認



## 余談: 光は波である

- 電磁波(光)を運ぶのは光子である。
- しかし、光が粒子なら、下図のような干渉縞は絶対発生しない。
- 光は波である。



## 余談: 光は粒子である

目に見える恒星までの距離 数[光年] ~ 数万[光年] ほぼ大きさ0の点光源。  
恒星からの光はあまりに遠いため「光子」として捉えることになる。光の強さそのものは惑星などと同等であっても、絶対的な「光量」が足りない。なので、わずかな大気のゆれで「光が届かなくなる」。

恒星が瞬くのは、1個1個の光子が目飛び込んで来るためと考えられる。波だったら、弱過ぎて感じる事が出来ないはず。

光は粒子である

