1.01 (10進法数表示) と (2進法数表示)

K	K[ ]
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	1010

通常ベクトルを $\vec{a}$ などと書くが、ここでは a[ ] と書く！

$\vec{a}$ = a[ ] = (ベクトル)

たとえば、K=5, n=3 の時、

k[n] = 5[3] = 0 となる。

また、$\vec{7}$ = 7[ ] = $(0111)_2$ のことで、

10進法数 7 は $(7)_{10} = (0111)_2$ = 7[ ] = $\vec{7}$

ここで 7は 2進法数表記では、4ケタの数字 $(0111)_2$ となり、2進法表記では、(数の集合体)=(ベクトル) となる。7[0]=1; 7[1]=1; 7[2]=1; 7[3]=0;

1.02 ある整数(y)をもう1つの整数(x)で割った時、商が(S)で、余りが(R)とすると、

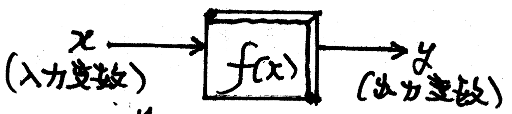
y=SX+R と書くが、R=0の時、(x)は(y)の約数という。

※ 2つ以上の整数に共通な整数のことを公約数という。

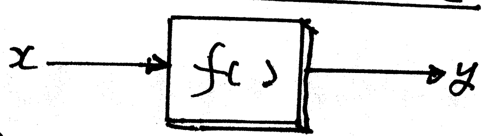
(整数)=(0, ±1, ±2, ±3, ...)
(自然数)=(1, 2, 3, 4, ...)
1はすべての整数の約数である。

1.03 (40の約数の集合)=(1,2,4,5,8,10,20,40)
1.04 (48の約数の集合)=(1,2,3,4,6,8,12,16,24,48)
1.05 (40と48の公約数の集合)=(1,2,4,8)
1.06 公約数の中で最大のものを最大公約数という。
1.07 (40と48の最大公約数)=8
1.08 公約数はすべて、最大公約数の「約数」になっている。「約数」の関係になっている。
1.09 関数とは、入力変数(x)の値が定まると、出力変数(y)の値が一意的に定まる数の関係をいう。

y=f(x) と表記する。xが入力で、yが出力変数値である。



関数 y=f(x) の flow chart

デジタル回路 f( ) の Block 図


※ デジタル回路も数学的には関数である!!
入力信号(x)が入ると、出力信号(y)が出る!

[x] f( ) ⟶ [y] と表記する。

1.10 任意の整数(x)を、整数(k)倍した数(y)のこと。y=kx となる。

公倍数とは 2つ以上の整数に共通な倍数のこと。

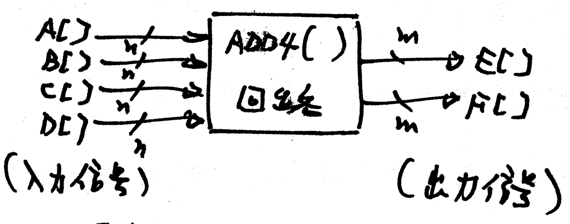
1.11 (6の倍数)=(6,12,18,24,30,36,42,...)=(無限集合)
1.12 (4の倍数)=(4,8,12,16,20,24,28,32,...)=(無限集合)
1.13 (6と4の公倍数)=(12,24,36,...)=(無限集合)=(6と4の最小公倍数の倍数の集合)
1.14 公倍数の中で最小のものを最小公倍数という。
1.15 (6と4の最小公倍数)=12;
1.16 (公倍数)=(最小公倍数の倍数)

1.17 2つ以上の分数がある時、分母を同一の分数にすることを<u>通分</u>するという。

1.18 2つの分数のたし算やひき算は、分母を通分して、共通として、各分子の和又は差を求めれば良い。

$$\frac{A}{B} \pm \frac{C}{D} = \frac{(A)(D) \pm (B)(C)}{(B)(D)} = \frac{E}{F}$$ として求める。

1.19 A[ ]B[ ]C[ ]D[ ]ADD4( ) → E( )F( ) ; たし算回路の定義である。

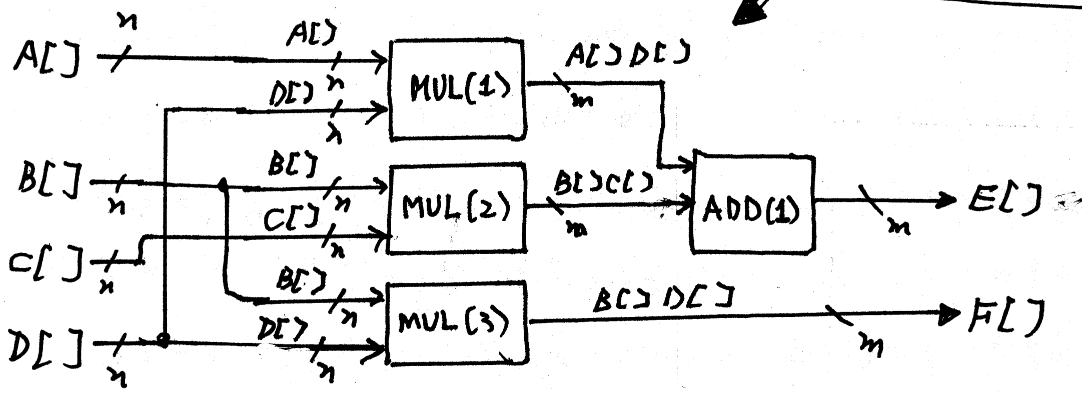


(A)(D) + (B)(C) → (E)

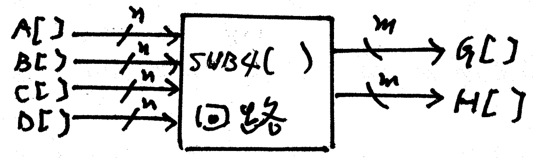
(B)(D) → (F)

(分数のたし算回路ADD4( )の内部)

かけ算回路が3つとたし算回路が1つ必要となる。



A[ ]B[ ]C[ ]D[ ]SUB4( ) → G[ ]H[ ] ; ひき算回路の定義である。

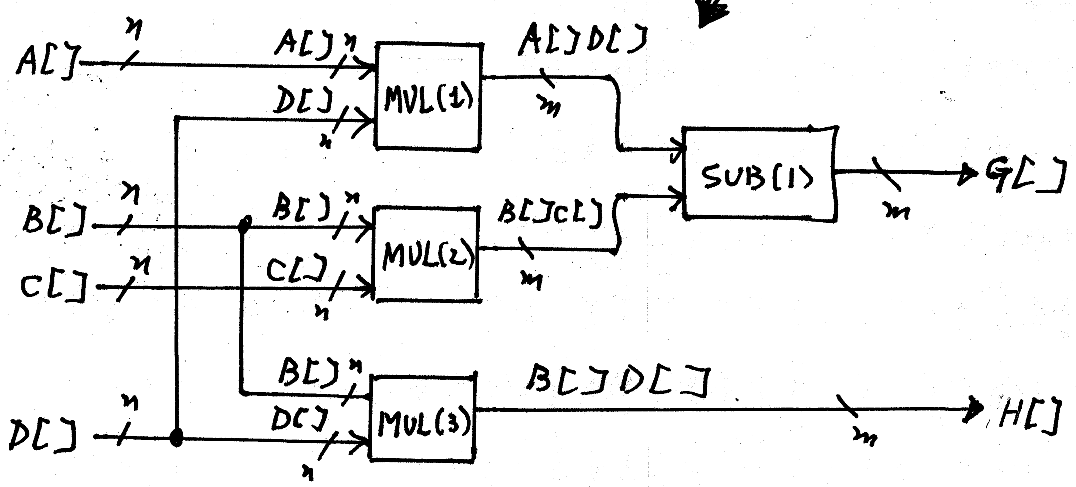


(A)(D) − (B)(C) → (G)

(B)(D) → (H)

(分数のひき算回路SUB4( )の内部)

かけ算回路が3つとひき算回路が1つ必要となる。



1.20 $1[\,]4[\,]2[\,]5[\,]ADD4(1)3[\,]10[\,]SUB4(1) \rightarrow X[\,]Y[\,]$; の意味は、

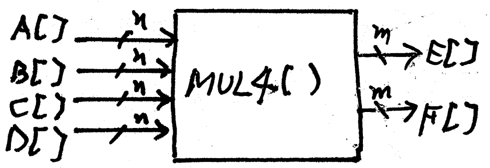
$$\left(\frac{1}{4}+\frac{2}{5}\right)-\left(\frac{3}{10}\right)=\frac{(1)(5)+(4)(2)}{(4)(5)}-\frac{(3)}{(10)}=\frac{(5)+(8)}{(20)}-\frac{(3)}{(10)}=\frac{(13)-(3)(2)}{(20)}=\frac{7}{20}$$

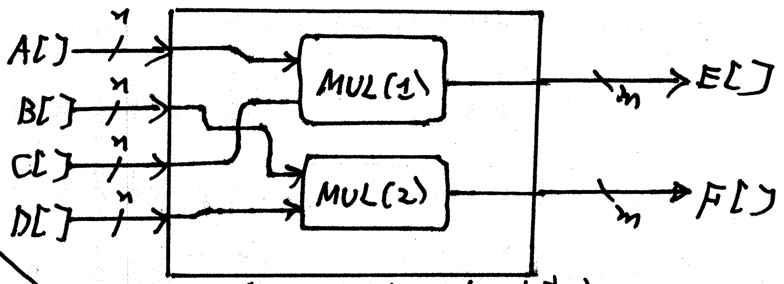
$$\begin{pmatrix} 7=1+2+4 \\ 20=4+16 \end{pmatrix} \quad \begin{matrix} (1)_{10}=(1)_2 \\ (2)_{10}=(10)_2 \\ (4)_{10}=(100)_2 \\ (16)_{10}=(10000)_2 \end{matrix} \quad \begin{pmatrix} x[\,]=7=(00111)_2 \\ y[\,]=20=(10100)_2 \end{pmatrix}$$

となる。

1.21 2つの分数$\left(\frac{A}{B}\right)$と$\left(\frac{C}{D}\right)$のかけ算回路 MUL4( )の定義

$$\left(\frac{A}{B}\right)\times\left(\frac{C}{D}\right)=\frac{(A)(C)}{(B)(D)}=\left(\frac{E}{F}\right); \quad (A)(C)\rightarrow(E); \quad (B)(D)\rightarrow(F);$$





(MUL4( )回路の内部)

```
define MUL4( ){
    input A[],B[],C[],D[];
    output E[],F[];
      A[]C[] MUL(1) → E[];
      B[]D[] MUL(2) → F[]; }
```

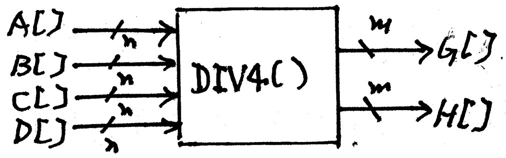
DCDL code

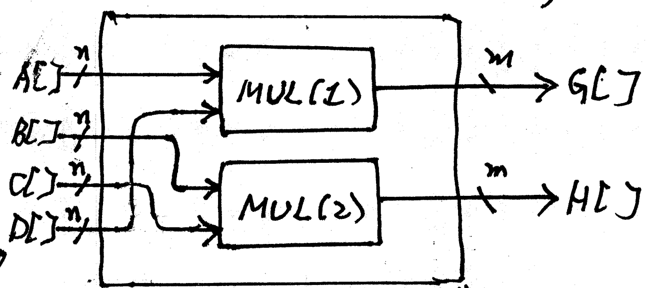
(デジタル回路記述言語) (DCDL) = (digital circuit discription language)

1.22 $\left\{\left(\frac{3}{4}\right)\times\left(\frac{5}{2}\right)\right\}\times\left(\frac{4}{25}\right)=\frac{(3)(5)(4)}{(4)(2)(25)}=\frac{(3)}{(10)}=\frac{(X)}{(Y)}$ $\begin{pmatrix} X[\,]=3=(0011)_2 \\ Y[\,]=10=(1010)_2 \end{pmatrix}$

1.23 2つの分数$\left(\frac{A}{B}\right)$と$\left(\frac{C}{D}\right)$のわり算回路 DIV4( )の定義

$$\left(\frac{A}{B}\right)\div\left(\frac{C}{D}\right)=\frac{(A)(D)}{(B)(C)}=\frac{(G)}{(H)}; \quad (A)(D)\rightarrow(G); \quad (B)(C)\rightarrow(H);$$





2つの分数$\left(\frac{A}{B}\right)$と$\left(\frac{C}{D}\right)$のわり算回路もかけ算回路で構築できる!

DIV4( )回路の内部

1.24 (1) $6[\,]1[\,]1[\,]3[\,]DIV4(1)\rightarrow X[\,]Y[\,]$ の意味は、

$$\left(\frac{6}{1}\right)\div\left(\frac{1}{3}\right)=\left(\frac{6}{1}\right)\left(\frac{3}{1}\right)=18=\left(\frac{X}{Y}\right) \quad \begin{pmatrix} X[\,]=18=(10010)_2 \\ Y[\,]=1=(00001)_2 \end{pmatrix}$$

(2) $5[\,]7[\,]6[\,]1[\,]DIV4(1)\rightarrow X[\,]Y[\,]$ の意味は、

$$\left(\frac{5}{7}\right)\div\left(\frac{6}{1}\right)=\left(\frac{5}{7}\right)\left(\frac{1}{6}\right)=\frac{5}{42}=\left(\frac{X}{Y}\right) \quad \begin{matrix} X[\,]=5=4+1 \\ Y[\,]=42=32+8+2 \end{matrix}$$

$$X[\,]=(000101)_2; \quad Y[\,]=(101010)_2;$$

1.25 分数 $(\frac{B}{A})$ があって、さらに、A, Bの一方、あるいは両方が分数の時、これを繁分数という。

1.26 (1) {2[ ]3[ ] DIV(1)}{4[ ]5[ ] DIV(2)} DIV(3) → X[ ]Y[ ] の意味は、

$$\left(\frac{2}{3}\right) \div \left(\frac{4}{5}\right) = \left(\frac{2}{3}\right)\left(\frac{5}{4}\right) = \frac{5}{6} = \frac{x}{y} \; ; \; \left(\begin{array}{l} X[\,]=5=(101)_2 \\ Y[\,]=6=(110)_2 \end{array}\right) \Leftarrow$$

(2) 1[ ]1[ ]{3[ ]4[ ]2[ ]3[ ] ADD4(1)} DIV4(1) → X[ ]Y[ ] の意味は、

$$\left(\frac{1}{1}\right) \div \left(\frac{3}{4}+\frac{2}{3}\right) = (1) \div \left(\frac{(3)(3)+(4)(2)}{(4)(3)}\right) = (1) \div \left(\frac{9+8}{12}\right) = (1) \div \left(\frac{17}{12}\right) = \left(\frac{12}{17}\right) = \left(\frac{x}{y}\right)$$

$X[\,]=12=(01100)_2$; $Y[\,]=17=(10001)_2$;

1.27 2つの式または数を等号(=)で結んだ式を<u>等式</u>という。
(左辺)=(右辺) で、(左辺)の値と(右辺)の値が等しい事を意味する。

1.28 文字x などで表記し、まだ値がわかっていない文字(未知数)を含む等式のことである。

1.29 その方程式 $f(x)=0$ にあてはまる文字xの値を「方程式の解」と言う。

1.30 方程式の解を求めることを、方程式を解くという。

1.31 その方程式に含む文字(xなど)がどんな値でも成り立つ等式のこと。
たとえば、 $x^2-1=(x+1)(x-1)$; ($f(x)=g(x)$ として、 $f(x)=x^2-1$; $g(x)=(x+1)(x-1)$ など。)

1.32 4つの等式の基本性質
(a) if $a=b$, $a+c=b+c$
(b) if $a=b$, $a-c=b-c$
(c) if $a=b$, and if $c \neq 0$, $ac=bc$; ($c=0$でもOKだが意味がない..)
(d) if $a=b$, and if $c \neq 0$, $\frac{a}{c}=\frac{b}{c}$;

1.33 (a)の例 if $x-12=-3$, $x-12+12=-3+12=9$ ←

1.34 (b)の例 if $x+13=8$, $x+13-13=8-13=-5$ ←

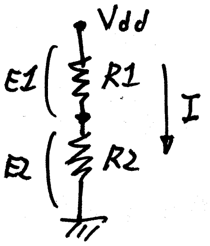
1.35 (c)の例 if $\left(\frac{x}{4}\right)=-3$, $\left(\frac{x}{4}\right)(4)=(-3)(4)=-12$; $x=-12$ ←

1.36 (d)の例 if $-7x=14$, $(-7x)/(-7)=(14)/(-7)=-2$; $x=-2$ ←

1.37 分数の基本性質 (e) if $c \neq 0$, $\left(\frac{a}{b}\right)=\frac{(a)(c)}{(b)(c)}$;
(f) if $c \neq 0$, $\left(\frac{a}{b}\right)=\frac{(a/c)}{(b/c)}$;

1.38 電流(I)と電圧(V)は比例する。

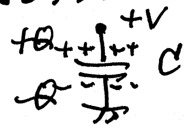
1.39 電圧(V)と電流(I)の比、すなわち $\frac{\text{電圧}(V)}{\text{電流}(I)}$ = 電気抵抗(R) と言う。
(電気抵抗(R)の単位は Ohm(Ω)である。
電圧(V)の単位は volt である。
電流(I)の単位は ampere である。) ($R=\frac{V}{I}$; $V=IR$;)

1.40


$V_{dd}=E1+E2=(I)(R1+R2) \rightarrow I=\left(\frac{V_{dd}}{R1+R2}\right)$

$$\left(\begin{array}{l} E2=(I)(R2)=\left(\frac{R2}{R1+R2}\right)V_{dd} \\ E1=(I)(R1)=\left(\frac{R1}{R1+R2}\right)V_{dd} \end{array}\right)$$ となる… (E1はR1に比例する。 E2はR2に比例する。)

1.41 コンデンサーの記号 (capacitor)

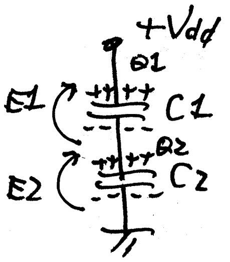


$Q = CV$

(コンデンサーにたまる電荷Qは、電圧に比例する。)

$I = \dfrac{dQ}{dt} = C\dfrac{dV}{dt}$ (電流) $= \dfrac{\Delta Q}{\Delta t}$ (単位時間に出入りする電荷の量を電流という。)

1.42



$Vdd = E1 + E2$; $Q1 = (C1)(E1)$; $Q2 = (C2)(E2)$; $Q = Q1 = Q2$;

$(C1)(E1) = (C2)(E2) \longrightarrow (E1) = \left(\dfrac{C_2}{C_1}\right)(E2)$

$(E2) = \left(\dfrac{C_1}{C_2}\right)(E1)$

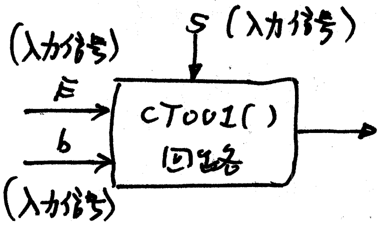
$Vdd = E1 + \left(\dfrac{C_1}{C_2}\right)E1 = \left(\dfrac{C_2}{C_1}\right)E2 + E2$;

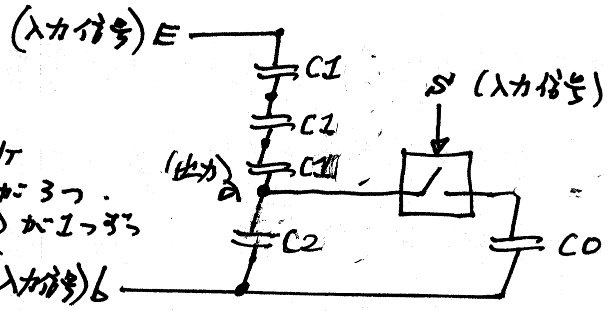
$E1 = \dfrac{Vdd}{1 + \dfrac{C_1}{C_2}}$; $E2 = \dfrac{Vdd}{1 + \dfrac{C_2}{C_1}}$;

$$\boxed{E1 = \frac{C2}{C_1 + C_2}Vdd \qquad E2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2}Vdd}$$

(E1とE2の比)は、(C1とC2の比)と相反する。

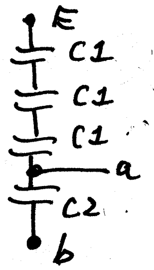
1.43



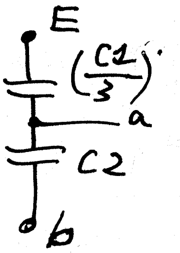


switchが1ケ
C1()の容量が3つ。
C2()とC0()が1つずつ

1.44 switchがoffの時 (S=0)



$\Longrightarrow$

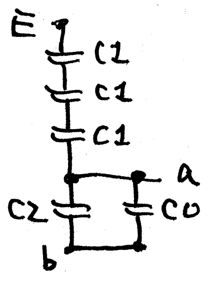


$E1 = a[\,] - b[\,] = \dfrac{\left(\frac{C_1}{3}\right)(E)}{\left(\frac{C_1}{3}\right) + C2}$;

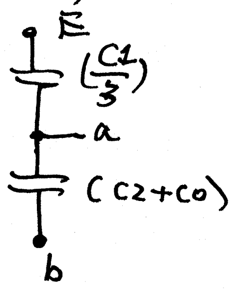
$E = \left(1 + \dfrac{3C2}{C1}\right)E1$ となる

たとえば、$E1 = 15$ volt, $C_1 = 0.6\mu F$, $C_2 = 1\mu F$ する。 $E = \left(1 + \dfrac{3}{0.6}\right)(15) = 90$ volt.

次にswitchがONの時。(S=1)



$\Longrightarrow$

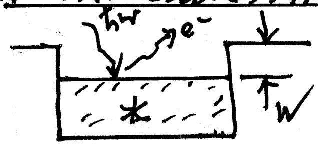


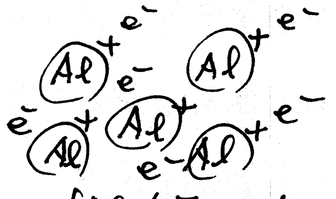
$E2 = a[\,] - b[\,] = \dfrac{\left(\frac{C_1}{3}\right)(E)}{\left(\frac{C_1}{3}\right) + (C2 + C0)}$

$E2 = \dfrac{}{1 + \dfrac{(3)(C2+C0)}{C1}} = \dfrac{90}{1 + \dfrac{(3)(1+0.3)}{0.6}}$

もし、$C_0 = 0.3\mu F$ なら、 $E2 = \dfrac{90}{1 + (5)(1.3)} = \dfrac{90}{7.5} = 12$ volt.

1.45 金属の物理モデルは
水の入った器(うつわ)だ!!





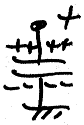
しかし、Al金属の外には出る事ができない!!

脱出エネルギーが必要となる!!

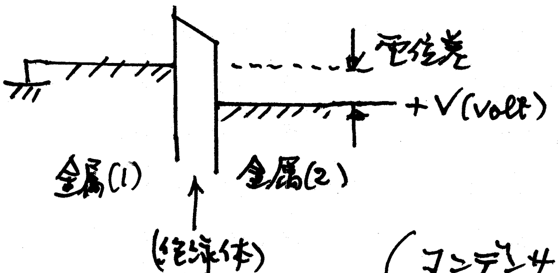
(金属に光を当てると、電子が飛び出す!!)

(器に入った水に日光を照らすと、水が蒸発する!!)

(Al金属から自由電子が飛び出し、Al金属の中を自由に移動する)

1.46 コンデンサーは記号のごとく、金属板2枚のことである!! 

$Q=CV$

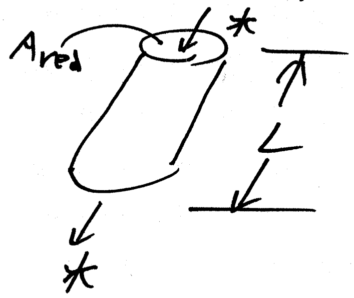


ダムの水で水力発電が可能なように、ダムでは水の水位の差を利用して、水の位置エネルギーを源として、水力発電が可能となる。

(コンデンサーも、電荷をためると、電荷の量に比例して、金属板の間に電圧差 $V=QC$ が生じる。)

1.47 絶縁体は、器のふちにある壁(かべ)のようなもので、電子が入りこめない。かなりのエネルギーを持ってぶつかると、壁の分子をこわして、中に無理やり入ることができるのと同じように、大きなエネルギーを持った電子は、実際には、絶縁体の中にも入り込める... 毛糸などが冬に静電気を起こすのも、よく似た原理による。

1.48 抵抗体は、電圧と電流の比例関係を示す物理量 $V=IR$ である。水道管にたとえられる... 水の流れる、流れやすさは、抵抗体の逆数の関係がある...



$$\left(\frac{1}{R}\right) \approx \frac{(\text{Area})}{(\text{Length})}$$

$$R \approx \frac{(\text{Length})}{(\text{Area})}(\text{抵抗率}) = \text{抵抗}(\text{Ohm})$$

(抵抗率) = (Ohm)(cm) の単位を持つ。(物質固有の値)

1.49 電子は、電荷を持った粒子。体積がない点と考えられる!!
「電荷」は電気力の源である...
物質には、質量があるが、これは重力の源である...
ぼんやりとしか、人類は理解していない色々な「力の源」がある。
(原子) = (電子) + (中性子) + (陽子) で、太陽系と惑星にたとえる。
(マイナスの電荷) (プラスの電荷)

1.50 金属 $(R \approx 0)$ と絶縁体 $(R \approx \infty)$ の中間の性質を持ち。
人間が少し工夫すると、抵抗の値が $R=0$ から $R=\infty$ の間で自由にコントロールできる物質である... それを材料にして、diode や transistor が製造され、デジタル回路となり、computer が構築される!