

# 平成16年度 情報理論及演習

2004年4月19日

担当：池口 徹

埼玉大学 大学院 理工学研究科 情報数理科学専攻 助教授

Email : tohru@ics.saitama-u.ac.jp

URL : <http://www.nls.ics.saitama-u.ac.jp/~tohru>

# 整数の10進法表現

## ◀ 10進法とは？

0 ~ 9 の 10 種類の自然数を用いる表現法 .

例 : 0, 2, 4, 7, 32, 128, 2012...

## ◀ 128 という整数は , 100 が 1 個 , 10 が 2 個 , 1 が 8 個 .

$$\begin{aligned} 128 &= 100 \times 1 + 10 \times 2 + 1 \times 8 \\ &= 10^2 \times 1 + 10^1 \times 2 + 1 \times 8 \\ &= 10^2 \times 1 + 10^1 \times 2 + 10^0 \times 8 \end{aligned}$$

$10^0$  の位

$10^1$  の位

$10^2$  の位

# 整数の2進法表現

◀ 2進法とは，どのような表現か？

**2種類の自然数**で表す表現法．

↪ 0, 1

例：0, 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 1000, ...

◀ 例えば，2進法での $(111)_2$ という整数は，

$$(\textcolor{red}{1}\textcolor{blue}{1}\textcolor{green}{1})_2 = 2^2 \times \textcolor{red}{1} + 2^1 \times \textcolor{blue}{1} + 2^0 \times \textcolor{green}{1}$$

と考えることになる．

# 整数の2進法表現

◀ 2進法での  $(111)_2$  という整数は ,

$$(111)_2 = 2^2 \times 1 + 2^1 \times 1 + 2^0 \times 1$$

$2^2$  の位が 1



$2^1$  の位が 1

$2^0$  の位が 1

◀ つまり , 2進法での  $(111)_2$  は ,

$2^2 = 4$  が 1 個 ,  $2^1 = 2$  が 1 個 ,  $2^0 = 1$  が 1 個

ということ .

# 2進法と10進法の関係

## ◀ 2進法 → 10進法

$$(111)_2 = 2^2 \times 1 + 2^1 \times 1 + 2^0 \times 1 = (7)_{10}$$

## ◀ 10進法 → 2進法

$$\begin{aligned}(31)_{10} &= 16 + 8 + 4 + 2 \\ &= 2^4 \times 1 + 2^3 \times 1 + 2^2 \times 1 + 2^1 \times 1 + 2^0 \times 1 \\ &= (11111)_2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(60)_{10} &= 32 + 16 + 8 + 4 \\ &= 2^5 \times 1 + 2^4 \times 1 + 2^3 \times 1 + 2^2 \times 1 + 2^1 \times 0 + 2^0 \times 0 \\ &= (111100)_2\end{aligned}$$

# 2進法と10進法の関係

◀ 10進法を用いると、ある整数  $Z$  は、

$$\begin{aligned}(Z)_{10} &= \dots D_4 D_3 D_2 D_1 D_0 \\ &= \dots + 10^4 D_4 + 10^3 D_3 + 10^2 D_2 + 10^1 D_1 + 10^0 D_0 \\ &= \sum_{i=0}^{\infty} 10^i D_i \quad (D_i = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)\end{aligned}$$

◀ 2進法を用いると、ある整数  $Z$  は、

$$\begin{aligned}(Z)_2 &= \dots B_4 B_3 B_2 B_1 B_0 \\ &= \dots + 2^4 B_4 + 2^3 B_3 + 2^2 B_2 + 2^1 B_1 + 2^0 B_0 \\ &= \sum_{i=0}^{\infty} 2^i B_i \quad (B_i = 0, 1)\end{aligned}$$

# 実数の 10 進法表現

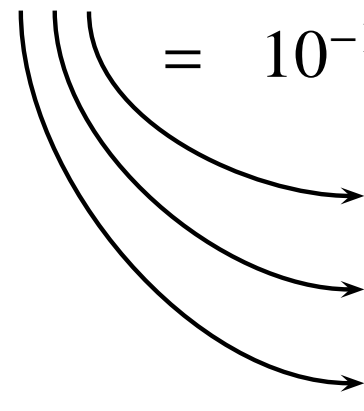
## ◀ 10 進法とは?

0 ~ 9 の 10 種類の自然数を用いる表現法 .

例 : 0.1, 2.2, 3.4, 0.07, 0.32, 0.128, 20.12...

## ◀ 0.128 という実数は , 0.1 が 1 個 , 0.01 が 2 個 , 0.001 が 8 個 .

$$\begin{aligned} 0.128 &= 0.1 \times 1 + 0.01 \times 2 + 0.001 \times 8 \\ &= 10^{-1} \times 1 + 10^{-2} \times 2 + 10^{-3} \times 8 \end{aligned}$$

  $10^{-1}$  の位  
 $10^{-2}$  の位  
 $10^{-3}$  の位

# 実数の 2 進法表現

◀ 2 進法とは , どのような表現であったか?

**2 種類**の自然数 で表す表現法 .

↪ 0, 1

◀ 従って , 2 進法での実数の例は以下のようになる .

例 : 0, 0.1, 0.11, 1.101, 11.111, 0.00001111, ...

◀ 例えば , 2 進法での  $0_2 111$  という実数は ,

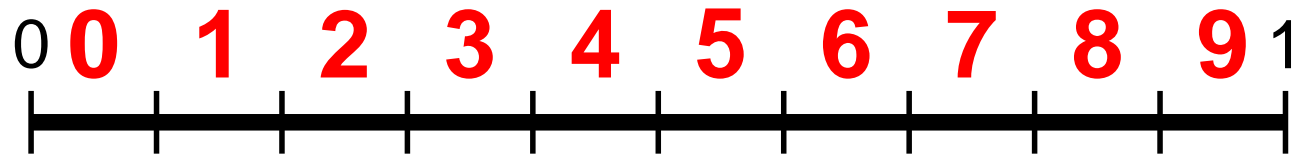
$$0_2 \textcolor{red}{1}\textcolor{blue}{1}\textcolor{green}{1} = 2^{-1} \times \textcolor{red}{1} + 2^{-2} \times \textcolor{blue}{1} + 2^{-3} \times \textcolor{green}{1}$$

と考えることになる .



# 実数 $R \in [0, 1]$ の10進法表現

# 実数 $R \in [0, 1]$ の10進法表現



01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789

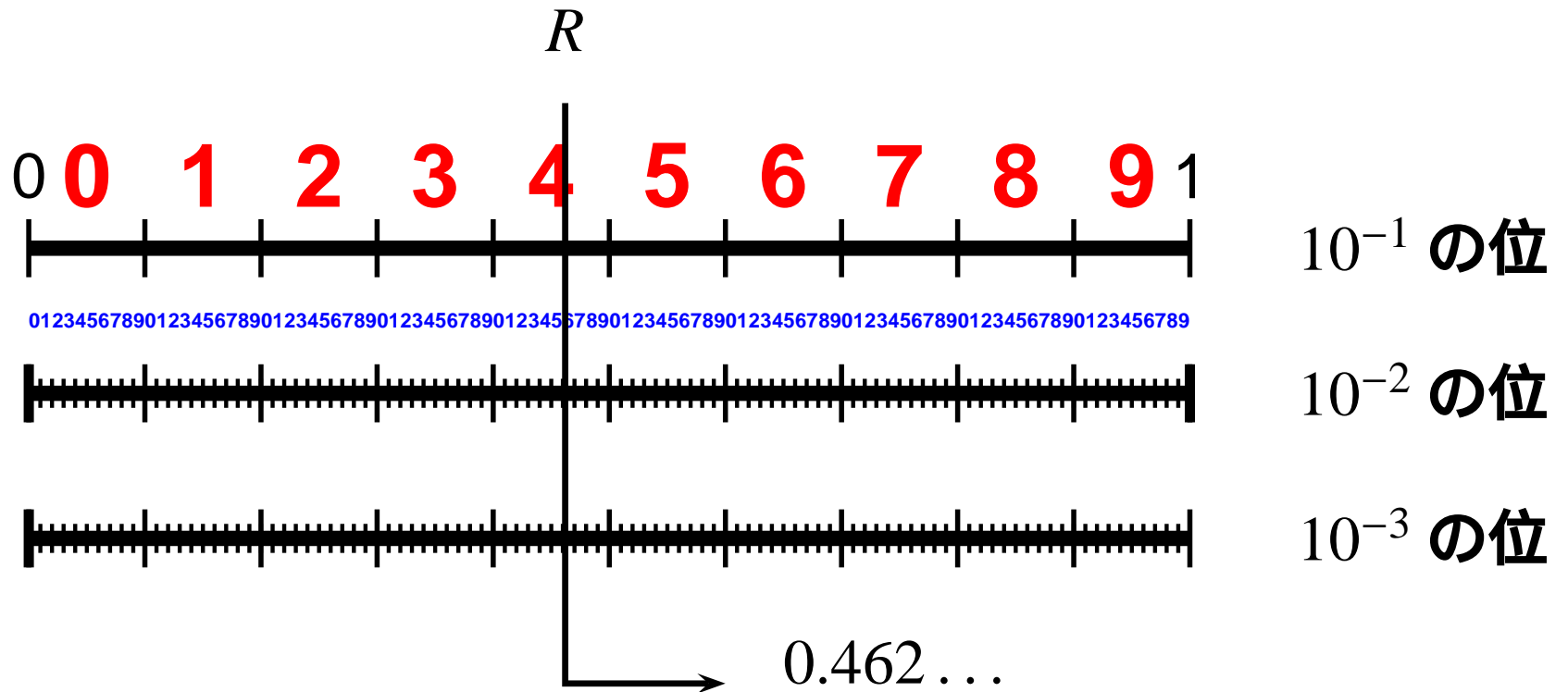


$10^{-1}$  の位

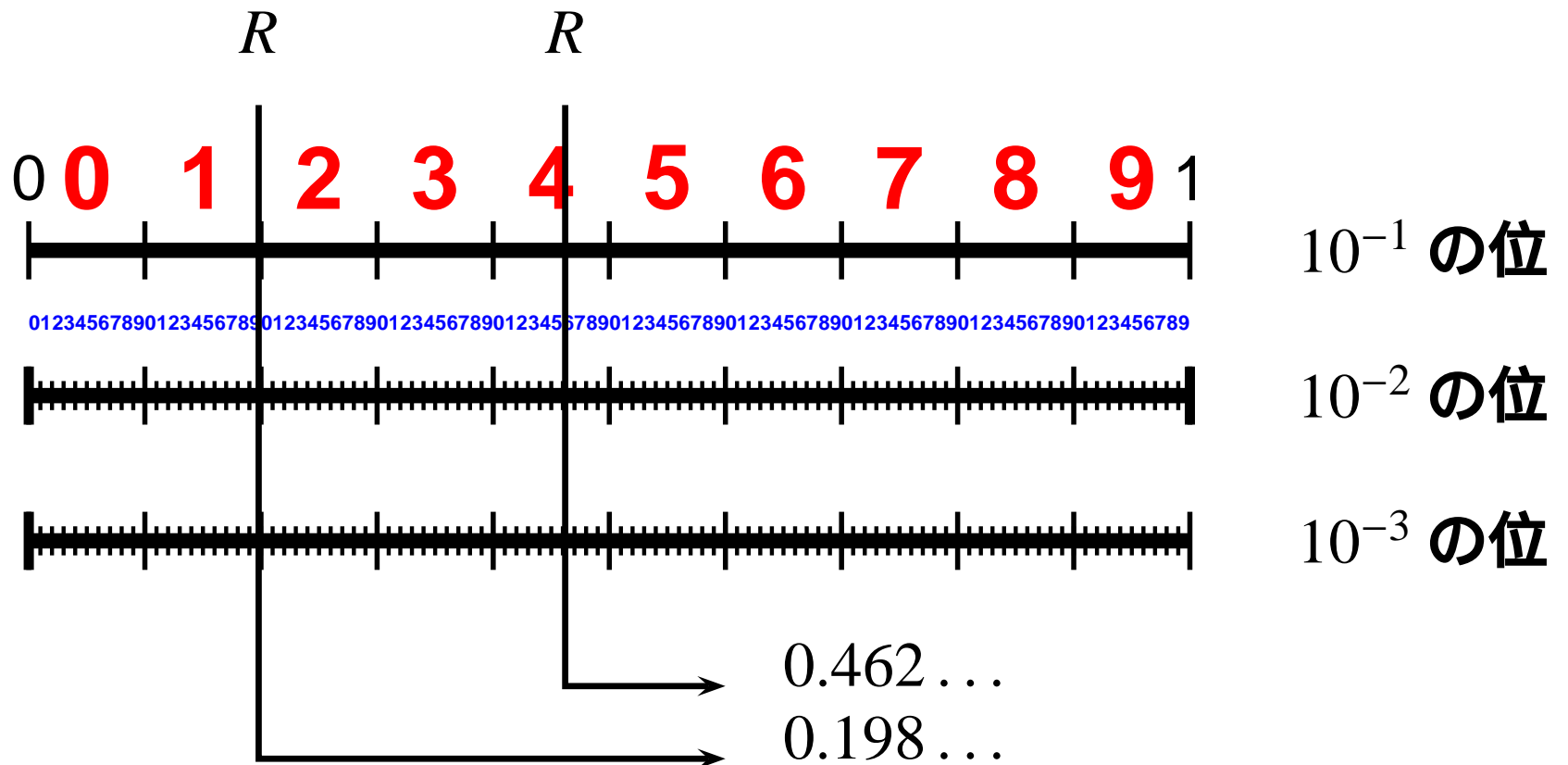
$10^{-2}$  の位

$10^{-3}$  の位

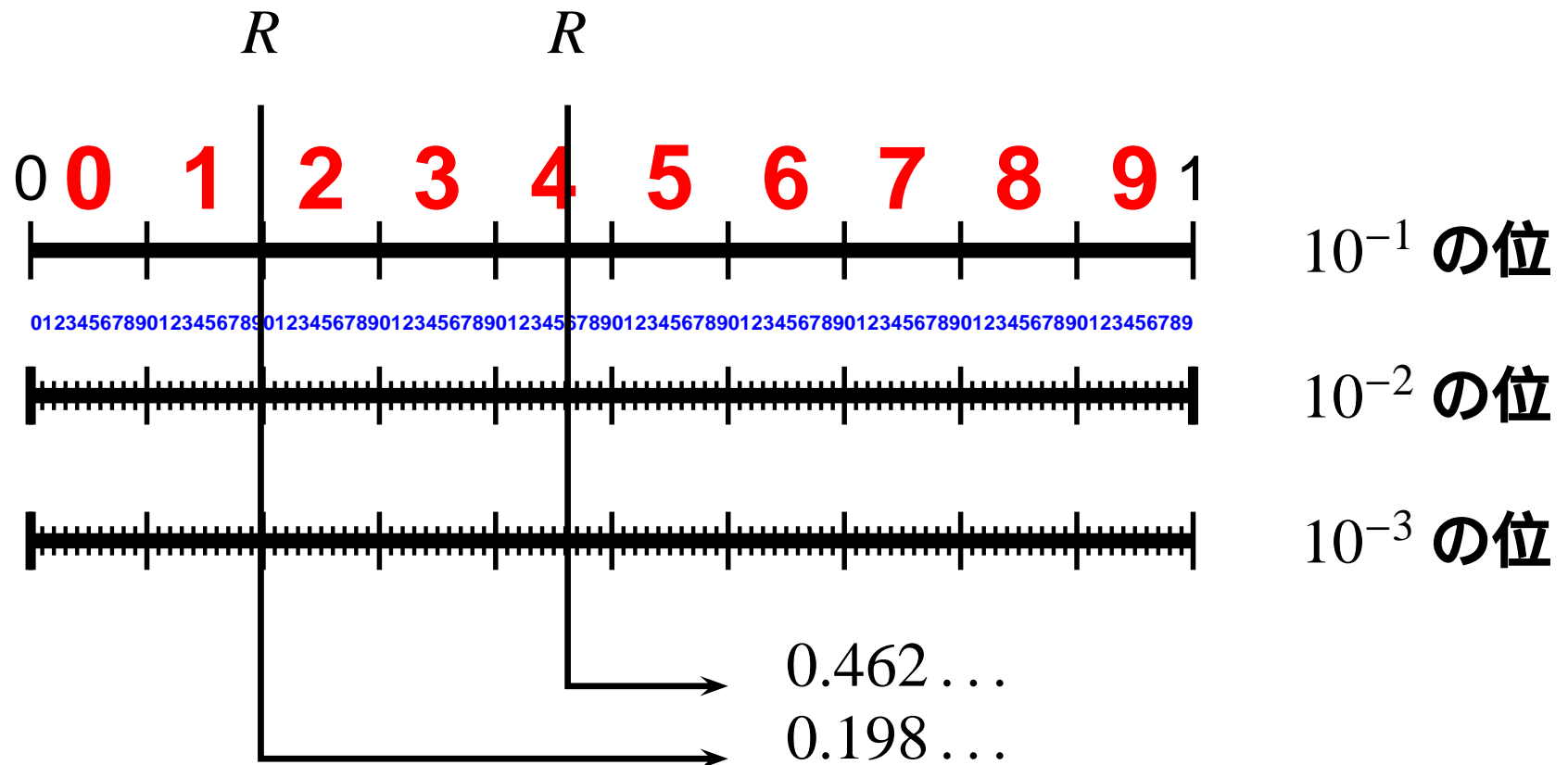
# 実数 $R \in [0, 1]$ の10進法表現



# 実数 $R \in [0, 1]$ の10進法表現



# 実数 $R \in [0, 1]$ の10進法表現

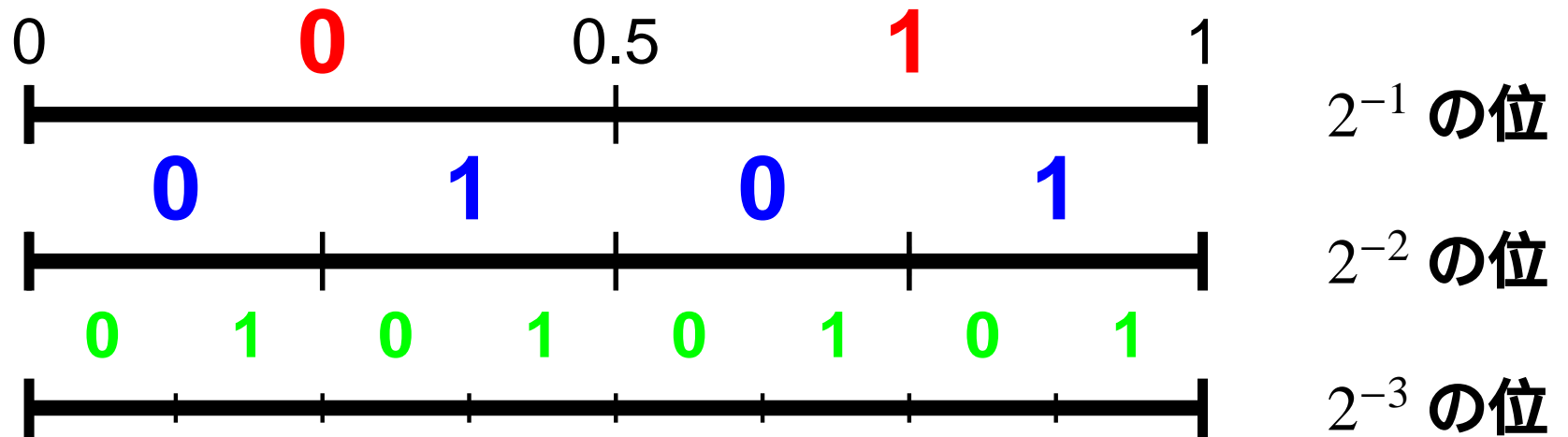


$$R = 0.d_1d_2d_3d_4\dots = \frac{d_1}{10^1} + \frac{d_2}{10^2} + \frac{d_3}{10^3} + \frac{d_4}{10^4} + \dots$$

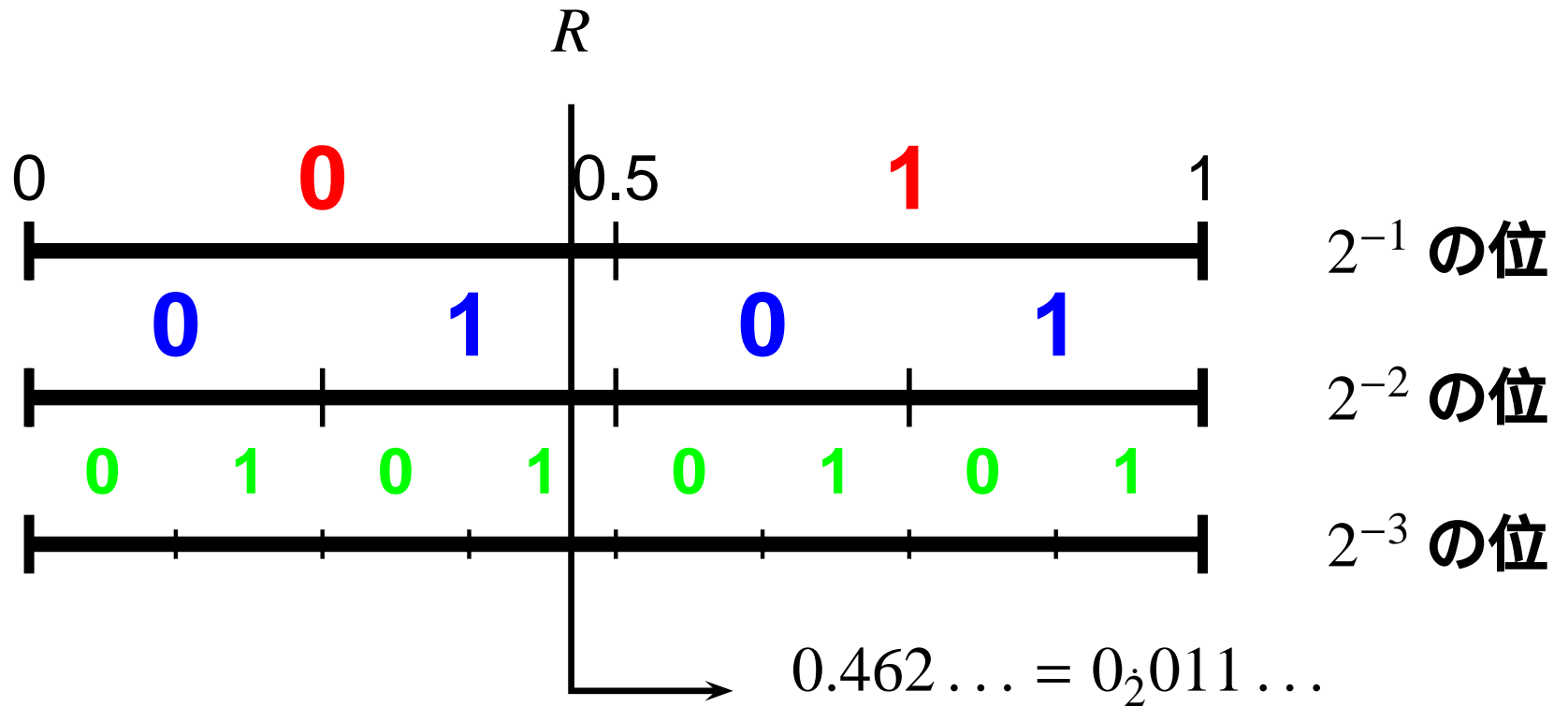
$(d_i = 0, 1, 2, \dots, 9)$

# 実数 $R \in [0, 1]$ の 2 進法表現

# 実数 $R \in [0, 1]$ の 2 進法表現

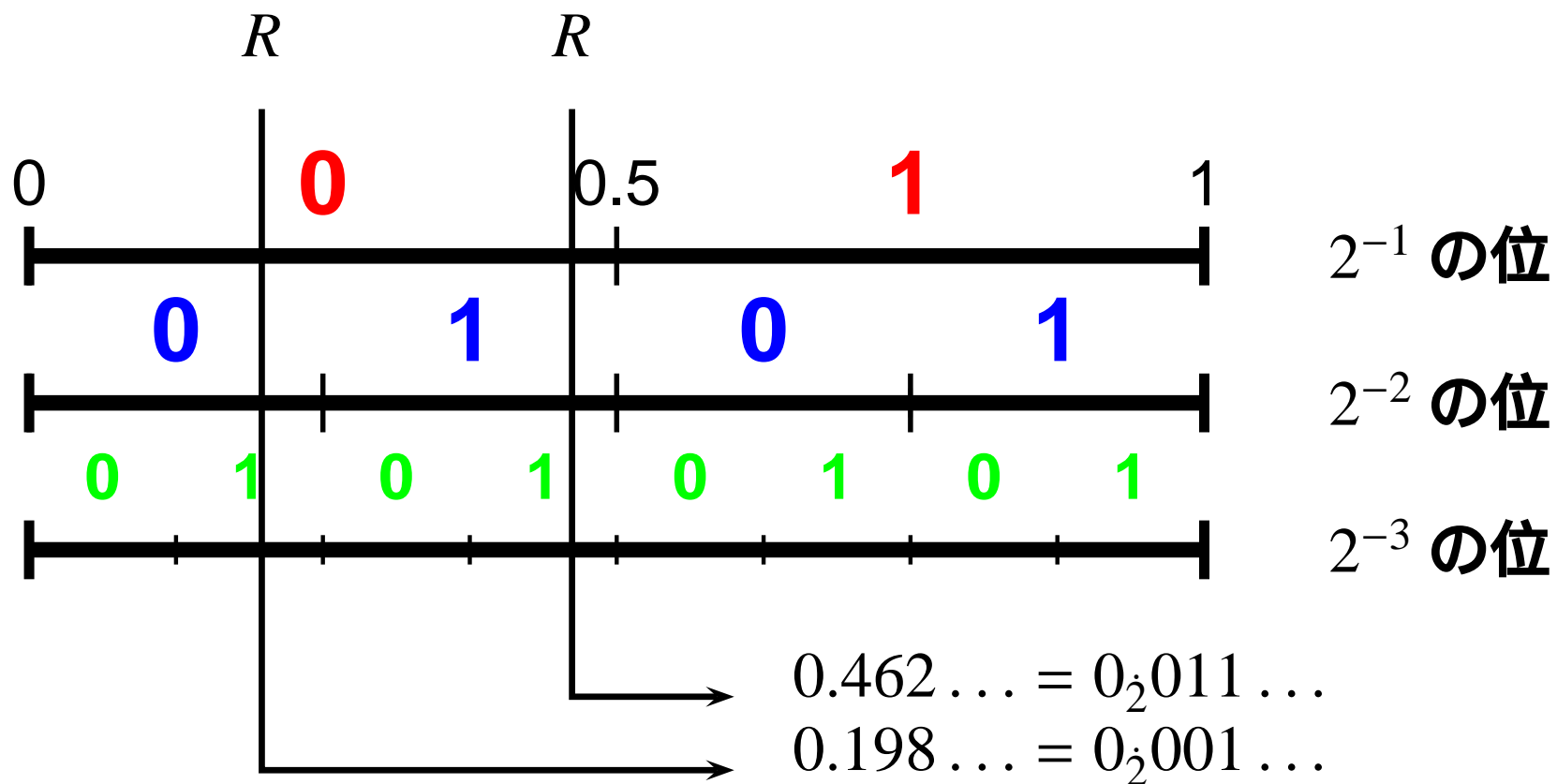


# 実数 $R \in [0, 1]$ の 2 進法表現

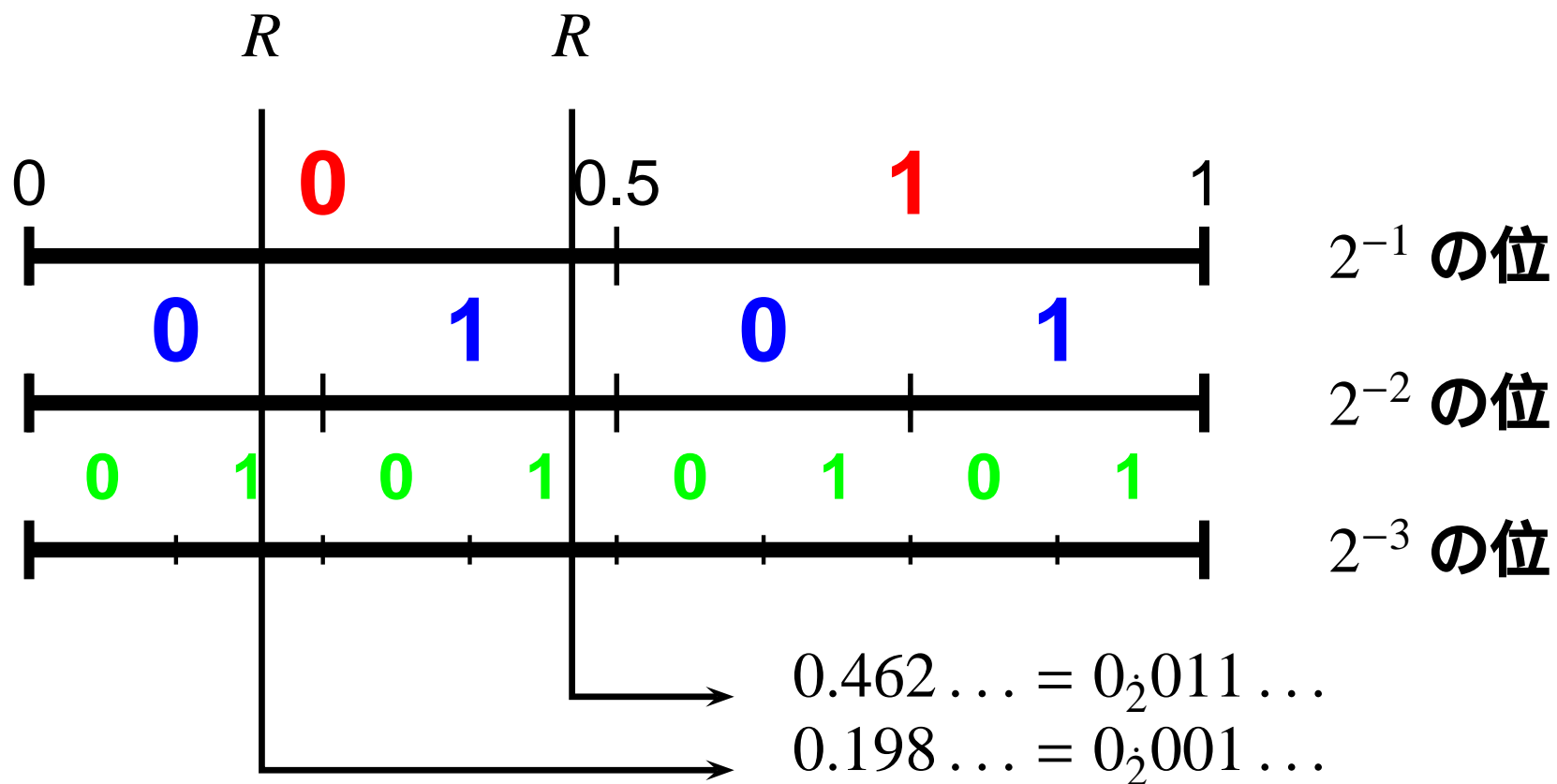




# 実数 $R \in [0, 1]$ の 2 進法表現



# 実数 $R \in [0, 1]$ の 2 進法表現



$$R = 0_2 b_1 b_2 b_3 b_4 \dots = \frac{b_1}{2^1} + \frac{b_2}{2^2} + \frac{b_3}{2^3} + \frac{b_4}{2^4} + \dots$$

$(b_i = 0, 1)$

# 整数の8進法表現

## ◀ 8進法とは?

0 ~ 7 の 8 種類の自然数を用いる表現法 .

例 : 0, 2, 4, 7, 32, 127, 2012...

## ◀ 例えば , 8進法での $(127)_8$ という整数は ,

$$(\textcolor{red}{1}\textcolor{blue}{2}\textcolor{green}{7})_8 = 8^2 \times \textcolor{red}{1} + 8^1 \times \textcolor{blue}{2} + 8^0 \times \textcolor{green}{7} = (87)_{10}$$

となる .

# 整数の16進法表現

## ◀ 16 進法とは?

0 ~ 9 と A, B, C, D, E, F の 16 種類の記号を用いる表現法 .

例 : 0, 2, 4, 7, A2, BED, FACE...

◀ A → 10, B → 11, C → 12  
D → 13, E → 14, F → 15

◀ 例えば , 16 進法での  $(1C9E)_{16}$  という整数は ,

$$\begin{aligned} (1C9E)_{16} &= 16^3 \times 1 + 16^2 \times 12 + 16^1 \times 9 + 16^0 \times 14 \\ &= (7326)_{10} \end{aligned}$$

となる .

# $n$ 進法表現

- ◀ 任意の  $n$  に対して,  $n$  進法を考えることができる.
- ◀ しかし, よく用いられるのは
  - 2 進法, 8 進法, 16 進法

# $n$ 進法表現

- ◀ 任意の  $n$  に対して,  $n$  進法を考えることができる.
- ◀ しかし, よく用いられるのは
  - 2 進法, 8 進法, 16 進法
    - ◆ 3 ビットで表現できるのは,  
 $(000)_2 \sim (111)_2 = 0 \sim 7 = 8$  進法で 1 桁
    - ◆ 4 ビットで表現できるのは,  
 $(0000)_2 \sim (1111)_2 = 0 \sim 15 = 16$  進法で 1 桁