

2026 年度 論理回路 第 2 回講義資料

情報コース 小野寺 優希也

2026 年 10 月 8 日

【本日の内容】

- 整数を 2 進数, 10 進数, 16 進数で表現できる.
- 小数を 2 進数, 10 進数, 16 進数で表現できる.

§1

進数・進数の表記・基数・基数変換

■**進数** 進数とは, 数を表現する際に用いる記数法であり, 使用する数字の種類と桁上がりの規則によって定められる. 一般に r 種類の数字 $0, 1, \dots, r-1$ を用い, r ごとに桁上がりする表現を r 進数という. 例えば, 10 進数では $0, 1, \dots, 9$ のように 10 個の数字を基本的には用いる. また, 2 進数の場合は $0, 1$ のように 2 種類の数字を用いる.

■**進数の表記・基数・基数変換** 本講義では, 様々な進数を扱うため, 例えば 10 と表記されているだけでは, 何進数であるかを判断できない. そこで, r 進数の数 N を

$$(N)_r \tag{1.1}$$

と表現する. ただし, r は $r > 1$ を満たす自然数である. 例えば $(10)_2$ と記載されれば 10 は 2 進数を表し, $(10)_{10}$ と記載すれば 10 は 10 進数を表す. 式 (1.1) における r を**基数**という. また, m 進数で表された数を n 進数の数に変換することを**基数変換**という. ここで, m, n は 1 より大きい自然数である.

§2

2 進数と 10 進数

コンピュータ内部では, 2 進数が使われている. その理由としては,

1. 記憶素子を低コストで実現できる
2. 信頼性の高い電子回路を実現できる
3. 電子回路の設計が容易になる

が挙げられる.

■ 1. 記憶素子を低コストで実現できる $\{0, 1\}$ からなるデータ列を **2 進符号**と呼ぶ。また、2 進符号の 1 桁分のデータを**ビット**と呼ぶ*1。2 進符号では 0 と 1 に対応する 2 つの状態 (図 2.1) を記憶すれば良いが、10 進符号の場合は 10 個の状態を記憶する必要があるため、その分コストが高くなる。

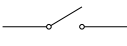
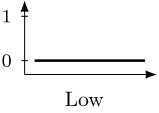
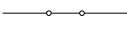
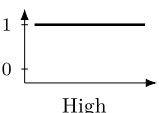
論理値	スイッチ	電球	電圧
0	 OFF	 消灯	
1	 ON	 点灯	

図 2.1 2 進符号と物理現象 ([1, 図 2.2] を参考に作成)

■ 2. 信頼性の高い電子回路を実現できる 例えば、図 2.2 のように信号に雑音に乗った場合、0 と 1 の状態しか取らない信号は容易に 0 と 1 を判断できる。しかし、10 状態を取る信号では雑音の振幅が複数のレベルにまたがることから、判別が難しくなる。

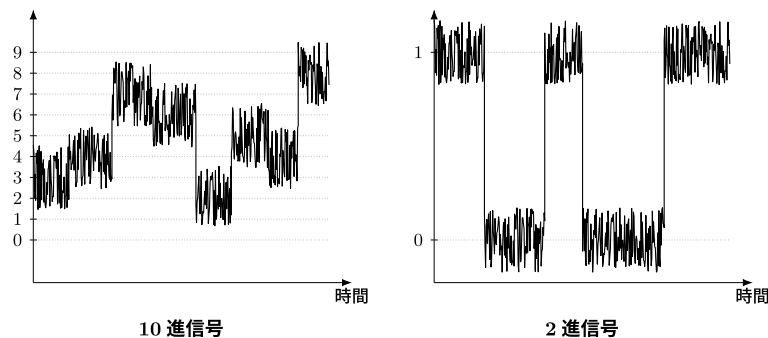


図 2.2 2 進符号と耐ノイズ性 ([1, 図 2.3] を参考に作成)

■ 3. 電子回路の設計が容易になる 2 進数で表現することにより論理回路 (AND 回路, OR 回路, NOT 回路) で情報の処理が可能となる。詳細は後半の講義で行う。

以上のように、コンピュータ内部で 2 進数を用いることには、記憶素子の実現コスト、耐ノイズ性、回路設計の容易さなどの利点がある。以下では、2 進数による数の表現を扱うために、まず 2 進数と 10 進数の間の基数変換について学ぶ。

2.1 10 進数から 2 進数への変換：整数

以下の手順で割り算を行う*2。

1. 2 で割り、そのときの余りを記載する。
2. 手順 1 を商が 0 になるまで続ける

*1 例えば、01000001 は 8 ビットの 2 進符号である。

*2 紹介している手順の一般論を知りたい場合には例えば [1, p.20] を参照すること。

3. 手順1で書いた余りを下から辿ると求める2進数になる.

以下の例題を通して, 10進数から2進数への変換の手順を確認する.

例題 2.1

$(30)_{10}$ を2進数に変換しなさい.

解答

図2.3より, $(11110)_2$ を得る. また, 図2.3の簡略記法を図2.4に示す^{*3}.

$$\begin{array}{rcl} 30 \div 2 = 15 & \text{余り} & 0 \\ 15 \div 2 = 7 & \text{余り} & 1 \\ 7 \div 2 = 3 & \text{余り} & 1 \\ 3 \div 2 = 1 & \text{余り} & 1 \\ 1 \div 2 = 0 & \text{余り} & 1 \end{array}$$

図2.3 $(30)_{10}$ の2進数への変換

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 30} \dots 0 \\ 2 \overline{) 15} \dots 1 \\ 2 \overline{) 7} \dots 1 \\ 2 \overline{) 3} \dots 1 \\ 2 \overline{) 1} \dots 1 \\ \hline 0 \end{array}$$

図2.4 簡略記法

□

2.2 2進数から10進数への変換：整数

2進数を10進数に変換するには, 各桁が表す値を考える必要がある. そこで, まず10進数を例に位取り記数法の仕組みを確認し, その考え方を2進数に適用することで, 2進数から10進数への変換方法を学習する.

■ **10進位取り記数法** 例えば, $(1234)_{10}$ は以下のように展開できる.

$$\begin{aligned} (1234)_{10} &= 1000 + 200 + 30 + 4 \\ &= 1 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 4 \times 10^0 \end{aligned}$$

このように, 各桁の数字に, その桁に対応する10のべき乗を掛け, それらを足し合わせることで数の値を表すことができる. また, 各桁に対応する10のべき乗を**重み**という. このような数の表し方を10進位取り記数法という. 例えば, $(1234)_{10}$ では, 左から順に $10^3, 10^2, 10^1, 10^0$ が各桁の重みとなる.

■ **2進位取り記数法** 同様の考え方は2進数にも適用できる. 例題2.1の答えであった $(11110)_2$ を考えると, 図2.5となる. したがって, 10進位取り記数法と同様に考えると,

$$\begin{aligned} (11110)_2 &= 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 \\ &= 16 + 8 + 4 + 2 \\ &= (30)_{10} \end{aligned}$$

となる.

^{*3} テストの答案を作成する際には図2.3の表記でも図2.4の表記のどちらを使用してもよい. なお, この注釈はこの例題の類題が確実にテストに出題されることを意味していない.

	1	1	1	1	0
桁数	5桁目	4桁目	3桁目	2桁目	1桁目
重み	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0

図 2.5

図 2.5 より、右から k 桁目の重みは 2^{k-1} となることがわかる。

■ **r 進位取り記数法** これまでの議論は r 進数に拡張することができる。ここで、 r は $r > 1$ の自然数である。今、 r 進数で表記された n 桁の数値

$$(a_{n-1}a_{n-2}\cdots a_1a_0)_r \quad (2.1)$$

を考える。ここで、 a_i は $i = 0, 1, \dots, n-1$ に対して、

$$a_i \in \{0, 1, 2, \dots, r-1\} \quad (2.2)$$

である。このとき、 r 進位取り記数法は以下の式で表すことができる。

$$(a_{n-1}a_{n-2}\cdots a_1a_0)_r = a_{n-1} \times r^{n-1} + a_{n-2} \times r^{n-2} + \cdots + a_1 \times r^1 + a_0 \times r^0 \quad (2.3)$$

2.3 10 進数から 2 進数への変換：小数

以下の手順で掛け算を行う^{*4}。

1. 2 を掛け、そのときの整数部分を脇に書く。
2. 手順 1 を掛けた結果の小数部分がなくなるまで続ける
3. 手順 1 で書いた整数部分の値を辿ると求める 2 進数になる。

ここでも、以下の例題を通して、手順を確認する。

例題 2.2

$(0.625)_{10}$ を 2 進数に変換しなさい。

解答

図 2.6 より、 $(0.101)_2$ を得る。

□

*4 紹介している手順の一般論を知りたい場合には例えば [1, p.24] を参照すること。

$$\begin{array}{r}
 0.625 \\
 \times 2 \\
 \hline
 1.250 \dots 1 \\
 \\
 0.250 \\
 \times 2 \\
 \hline
 0.500 \dots 0 \\
 \\
 0.500 \\
 \times 2 \\
 \hline
 1.000 \dots 1
 \end{array}
 \quad \downarrow$$

図 2.6

2.4 2 進数から 10 進数への変換：小数

整数の 2 進数から 10 進数への変換と同様にして考えることができる。例えば、 $(0.567)_{10}$ は

$$\begin{aligned}
 (0.567)_{10} &= 0.5 + 0.06 + 0.007 \\
 &= 5 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2} + 7 \times 10^{-3}
 \end{aligned}$$

と書くことができる。同様に $(0.101)_2$ を考えると、

$$\begin{aligned}
 (0.101)_2 &= 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\
 &= 0.5 + 0.125 \\
 &= (0.625)_{10}
 \end{aligned}$$

となる。これらの結果から、 r 進数による小数の位取り記数法は桁 $b_j \in \{0, 1, \dots, r-1\}$ ($j = 1, 2, \dots, m$) を用いて以下ようになる。

$$(0.b_1b_2 \dots b_m)_r = b_1 \times r^{-1} + b_2 r^{-2} + \dots + b_m r^{-m} \quad (2.4)$$

また、式 (2.3) と式 (2.4) を合わせれば

$$(a_{n-1} \dots a_1 a_0 . b_1 b_2 \dots b_m)_r = a_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + a_1 \times r^1 + a_0 \times r^0 + b_1 \times r^{-1} + b_2 r^{-2} + \dots + b_m r^{-m} \quad (2.5)$$

が得られる。例えば、 $(1011.11)_2$ を 10 進数に変換する場合には、

$$\begin{aligned}
 (1011.11)_2 &= 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} \\
 &= (11.75)_{10}
 \end{aligned}$$

となる。

問題 2.3 出典：平成22年度 IT パスポート試験（IP） 春期分 問 52

2進数 1.101 を 10進数で表現したものはどれか。

- (ア)1.2
- (イ)1.5
- (ウ)1.505
- (エ)1.625

問題 2.3 出典：平成 22 年度 IT パスポート試験（IP）春期分 問 52

2 進数 1.101 を 10 進数で表現したものはどれか。

- (ア)1.2
- (イ)1.5
- (ウ)1.505
- (エ)1.625

解答

$$\begin{aligned}(1.101)_2 &= 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ &= (1.625)_{10}\end{aligned}$$

より、(エ)となる。

□

問 題 2.4

$(23.6875)_{10}$ を 2 進数に変換せよ.

ヒント：整数部と小数部をそれぞれ分けて変換を行う.

問題 2.4

$(23.6875)_{10}$ を2進数に変換せよ.

ヒント：整数部と小数部をそれぞれ分けて変換を行う.

解答

図 2.7 より, $(10111.1011)_2$ を得る.

□

小数部	整数部
$\begin{array}{r} 0.6875 \\ \times 2 \\ \hline 1.3750 \dots 1 \\ 0.3750 \\ \times 2 \\ \hline 0.7500 \dots 0 \\ 0.7500 \\ \times 2 \\ \hline 1.5000 \dots 1 \\ 0.5000 \\ \times 2 \\ \hline 1.0000 \dots 1 \end{array}$	$\begin{array}{r} 2 \overline{) 23} \dots 1 \\ 2 \overline{) 11} \dots 1 \\ 2 \overline{) 5} \dots 1 \\ 2 \overline{) 2} \dots 0 \\ 2 \overline{) 1} \dots 1 \\ \hline 0 \end{array}$
↓	↑

図 2.7

§3

16 進数

16 進数は、表 3.1 に示すように、10 個の数字と 6 個の大文字のアルファベットを用いる。16 進数を用いる利点の一つは、2 進数よりも少ない桁数で数を表現できることである。実際、 $16 = 2^4$ であることから、2 進数の 4 桁を 16 進数の 1 桁で表現できる。

ここでは、2 進数と 10 進数の変換を元に 10 進数と 16 進数の変換を考える。その後、16 進数から他の進数についての変換も考える。

表 3.1 各進数の相対関係

10 進数	2 進数	16 進数
0	0	0
1	1	1
2	10	2
3	11	3
4	100	4
5	101	5
6	110	6
7	111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F
16	10000	10

3.1 10 進数から 16 進数への変換：整数

2.1 節で紹介した手順で 2 で割っているところを 16 に変えるだけである。

例題 3.1

$(2345)_{10}$ を 16 進数に変換せよ。

解答

図 3.1 より、 $(929)_{16}$ を得る。

$$\begin{array}{r}
 16 \overline{) 2 \ 3 \ 4 \ 5 \cdots 9} \uparrow \\
 16 \overline{) 1 \ 4 \ 6 \cdots 2} \\
 16 \overline{) 9 \cdots 9} \\
 0
 \end{array}$$

図 3.1

□

3.2 16 進数から 10 進数への変換：整数

式 (2.3) において, $r = 16$ とすると得られる.

例題 3.2

$(2BC)_{16}$ を 10 進数に変換せよ.

解答

$$\begin{aligned}
 (2BC)_{16} &= 2 \times 16^2 + B \times 16^1 + C \times 16^0 \\
 &= 2 \times 16^2 + 11 \times 16^1 + 12 \times 16^0 \\
 &= 512 + 176 + 12 \\
 &= (700)_{10}
 \end{aligned}$$

□

3.3 10 進数から 16 進数への変換：小数

2.3 節で紹介した手順で 2 を掛けているところを 16 に変えるだけである.

例題 3.3

$(0.625)_{10}$ を 16 進数に変換せよ.

解答

図 3.2 より, $(0.A)_{16}$ を得る.

$$\begin{array}{r}
 0.6 \ 2 \ 5 \\
 \times 1 \ 6 \\
 \hline
 1 \ 0.0 \ 0 \ 0 \cdots 10 \downarrow
 \end{array}$$

図 3.2

□

3.4 16 進数から 10 進数への変換：小数

式 (2.4) において, $r = 16$ とすると得られる.

例題 3.4

$(0.D8)_{16}$ を 10 進数に変換せよ.

解答

$$\begin{aligned}(0.D8)_{16} &= D \times 16^{-1} + 8 \times 16^{-2} \\ &= 13 \times 16^{-1} + 8 \times 16^{-2} \\ &= (0.84375)_{10}\end{aligned}$$

□

3.5 16 進数から他の進数への変換

16 進数から他の進数への変換を行いたい場合には, 16 進数を一度 10 進数に変換してから 10 進数以外の進数に変換をする. ここでは例として 16 進数から 2 進数への変換を行う.

例題 3.5

$(4A)_{16}$ を 2 進数に変換せよ.

解答

まずはじめに, $(4A)_{16}$ を 10 進数にする. すなわち,

$$\begin{aligned}(4A)_{16} &= 4 \times 16^1 + A \times 16^0 \\ &= 4 \times 16^1 + 10 \times 16^0 \\ &= 64 + 10 \\ &= (74)_{10}\end{aligned}$$

を得る. 次に, $(74)_{10}$ を 2 進数に変換する.

$$\begin{array}{r}
 2 \overline{) 74} \cdots 0 \\
 2 \overline{) 37} \cdots 1 \\
 2 \overline{) 18} \cdots 0 \\
 2 \overline{) 9} \cdots 1 \\
 2 \overline{) 4} \cdots 0 \\
 2 \overline{) 2} \cdots 0 \\
 2 \overline{) 1} \cdots 1 \\
 0
 \end{array}
 \uparrow$$

図 3.3

図 3.3 より, $(4A)_{16} = (74)_{10} = (1001010)_2$ を得る.

□

以上で扱った基数変換の方法を表 3.2 にまとめる.

表 3.2 基数変換の方法

変換	整数	小数
r 進数 $\rightarrow$ 10 進数	位取り記数法	位取り記数法
10 進数 $\rightarrow r$ 進数	r で割る	r を掛ける
m 進数 $\rightarrow n$ 進数	10 進数を経由	10 進数を経由

なお, 一般に 10 進数で有限小数でも r 進数に基数変換した際に無限小数や循環小数になる場合がある. 例えば, $(0.1)_{10}$ を 2 進数にした場合, 循環小数になる^{*5}. この際, コンピュータの内部では, 浮動小数点数の仕様に従って近似値として表現される.

*5 時間のある時に計算してみることに.

問 題 3.6

1. $(A3D.F)_{16}$ を 10 進数に変換せよ.
2. $(123.5625)_{10}$ を 8 進数に変換せよ.

問題 3.6

1. $(A3D.F)_{16}$ を 10 進数に変換せよ.
2. $(123.5625)_{10}$ を 8 進数に変換せよ.

解答

1.

$$\begin{aligned}
 (A3D.F)_{16} &= A \times 16^2 + 3 \times 16^1 + D \times 16^0 + F \times 16^{-1} \\
 &= 10 \times 16^2 + 3 \times 16^1 + 13 \times 16^0 + 15 \times 16^{-1} \\
 &= (2621.9375)_{10}
 \end{aligned}$$

2. 図 3.4 より, $(173.44)_8$ を得る.

整数部	↑	小数部
$ \begin{array}{r} 8 \overline{) 123} \cdots 3 \\ 8 \overline{) 15} \cdots 7 \\ 8 \overline{) 1} \cdots 1 \\ \hline 0 \end{array} $	↑	$ \begin{array}{r} 0.5625 \\ \times \quad 8 \\ \hline 4.5000 \cdots 4 \\ \\ 0.5000 \\ \times \quad 8 \\ \hline 4.0000 \cdots 4 \end{array} $

図 3.4

□

問題 3.7 出典：平成 26 年度 応用情報技術者試験（AP） 春期分 午前 問 1

2 進数で表現すると無限小数になる 10 進小数はどれか。

(ア)0.375

(イ)0.45

(ウ)0.625

(エ)0.75

問題 3.7 出典：平成 26 年度 応用情報技術者試験（AP） 春期分 午前 問 1

2 進数で表現すると無限小数になる 10 進小数はどれか。

(ア) 0.375

(イ) 0.45

(ウ) 0.625

(エ) 0.75

解答

図 3.5 より、(イ) となる。

(ア) $\begin{array}{r} 0.375 \\ \times 2 \\ \hline 0.750 \dots 0 \\ 0.750 \\ \times 2 \\ \hline 1.500 \dots 1 \\ 0.500 \\ \times 2 \\ \hline 1.000 \dots 1 \end{array}$	(ウ) $\begin{array}{r} 0.625 \\ \times 2 \\ \hline 1.250 \dots 1 \\ 0.250 \\ \times 2 \\ \hline 0.500 \dots 0 \\ 0.500 \\ \times 2 \\ \hline 1.000 \dots 1 \end{array}$	(エ) $\begin{array}{r} 0.750 \\ \times 2 \\ \hline 1.500 \dots 1 \\ 0.500 \\ \times 2 \\ \hline 1.000 \dots 1 \end{array}$
--	--	---

図 3.5

□

§ 4

自主学習問題

問題 4.1 出典：令和 2 年度 IT パスポート試験（IP） 秋期分 問 62

10 進数 155 を 2 進数であらわしたものはどれか。

(ア)10011011

(イ)10110011

(ウ)11001101

(エ)11011001

問題 4.1 出典：令和 2 年度 IT パスポート試験（IP）秋期分 問 62

10 進数 155 を 2 進数であらわしたものはどれか.

- (ア)10011011
- (イ)10110011
- (ウ)11001101
- (エ)11011001

解答

図 4.1 より, (ア) となる.

$$\begin{array}{r}
 2 \overline{) 155} \cdots 1 \\
 2 \overline{) 77} \cdots 1 \\
 2 \overline{) 38} \cdots 0 \\
 2 \overline{) 19} \cdots 1 \\
 2 \overline{) 9} \cdots 1 \\
 2 \overline{) 4} \cdots 0 \\
 2 \overline{) 2} \cdots 0 \\
 2 \overline{) 1} \cdots 1 \\
 \hline
 0
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \uparrow \\
 \uparrow \\
 \uparrow \\
 \uparrow \\
 \uparrow \\
 \uparrow \\
 \uparrow \\
 \uparrow
 \end{array}$$

図 4.1

□

問題 4.2 出典：平成 24 年度 IT パスポート試験（IP） 秋期分 問 79

16 進数 A3 は 10 進数で幾らか。

(ア)103

(イ)153

(ウ)163

(エ)179

問題 4.2 出典：平成 24 年度 IT パスポート試験（IP） 秋期分 問 79

16 進数 A3 は 10 進数で幾らか。

(ア)103

(イ)153

(ウ)163

(エ)179

解答

$$\begin{aligned}(A3)_{16} &= A \times 16^1 + 3 \times 16^0 \\ &= 10 \times 16 + 3 \times 16^0 \\ &= (163)_{10}\end{aligned}$$

より、(ウ)となる。

□

問題 4.3 出典：平成 22 年度基本情報技術者試験（FE）秋期分 午前 問 1

16 進数 3A.5C を 10 進数の分数で表したものはどれか。

(ア) $\frac{939}{16}$

(イ) $\frac{3735}{64}$

(ウ) $\frac{14939}{256}$

(エ) $\frac{14941}{256}$

問題 4.3 出典：平成 22 年度基本情報技術者試験（FE）秋期分 午前 問 1

16 進数 3A.5C を 10 進数の分数で表したものはどれか。

(ア) $\frac{939}{16}$

(イ) $\frac{3735}{64}$

(ウ) $\frac{14939}{256}$

(エ) $\frac{14941}{256}$

解答

$$\begin{aligned}(3A.5C)_{16} &= 3 \times 16^1 + A \times 16^0 + 5 \times 16^{-1} + C \times 16^{-2} \\ &= 3 \times 16^1 + 10 \times 16^0 + 5 \times 16^{-1} + 12 \times 16^{-2} \\ &= \frac{3735}{64}\end{aligned}$$

より、(イ) となる。

□

問題 4.4

$(1A.C)_{16}$ を 2 進数に変換せよ.

問題 4.4

$(1A.C)_{16}$ を 2 進数に変換せよ.

解答

$$\begin{aligned}(1A.C)_{16} &= 1 \times 16^1 + A \times 16^0 + C \times 16^{-1} \\ &= 1 \times 16^1 + 10 \times 16^0 + 12 \times 16^{-1} \\ &= (26.75)_{10}\end{aligned}$$

となる. 図 4.2 より, $(1A.C)_{16} = (11010.11)_2$ を得る.

整数部	小数部
$\begin{array}{r} 2 \overline{) 26} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 13} \cdots 1 \\ 2 \overline{) 6} \cdots 0 \\ 2 \overline{) 3} \cdots 1 \\ 2 \overline{) 1} \cdots 1 \\ \hline 0 \end{array}$	$\begin{array}{r} 0.75 \\ \times \quad 2 \\ \hline 1.50 \cdots 1 \\ 0.50 \\ \times \quad 2 \\ \hline 1.00 \cdots 1 \end{array}$

↑
↓

図 4.2

□

参考文献

- [1] 安井 浩之, 木村 誠聡, 辻 裕之, 基本を学ぶ コンピュータ概論 (改訂 2 版), オーム社, 2019, ISBN 978-4-274-22468-3.