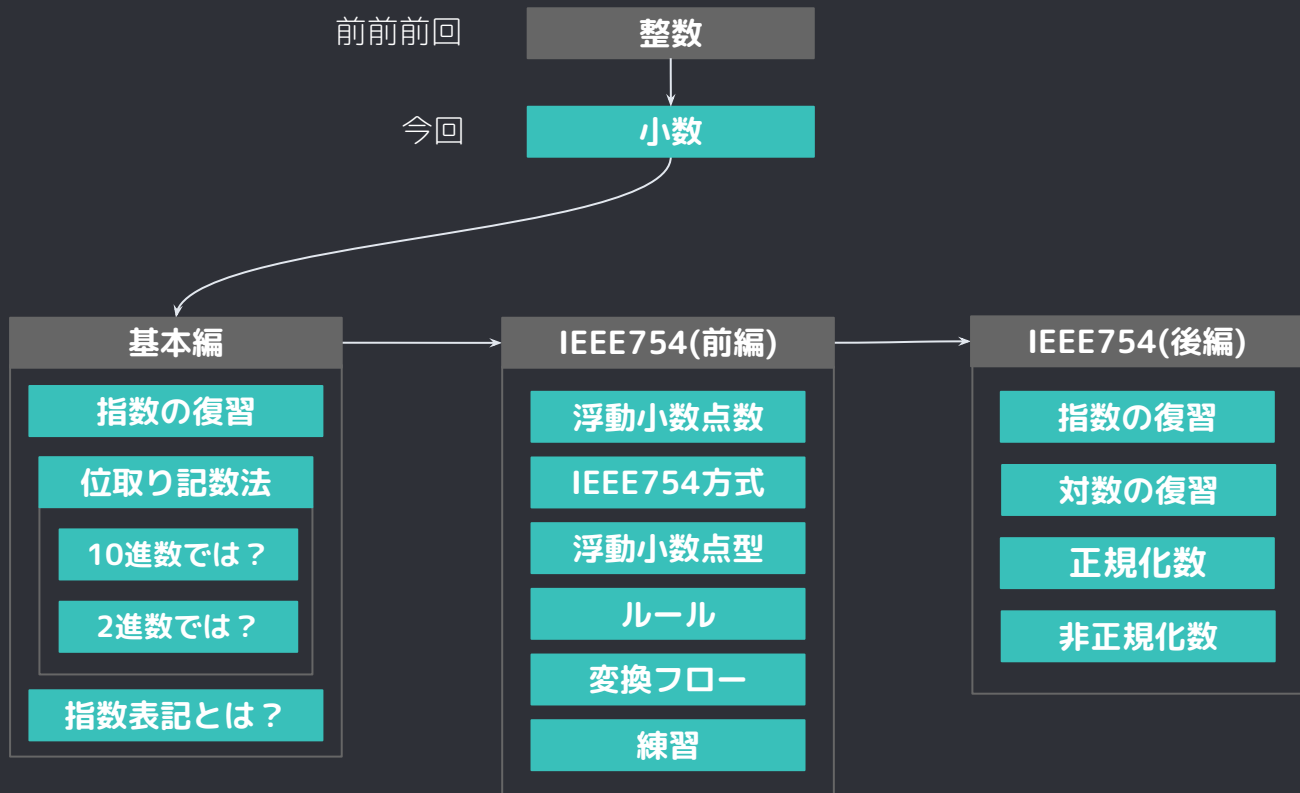




2進数で小数を表す(基本編)

プログラマのためのC言語 第9回

概要



“

指数の復習

指数とは？



これ

指数とは？

a^n

これ


10のn乗

The diagram illustrates the relationship between powers of 10 and their decimal equivalents. It features a table with two rows of values, with arrows indicating the operations used to move between them.

10^3	10^2	10^1	10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
1000	100	10	1	0.1	0.01	0.001

Arrows above the table point from right to left, labeled $\times 10$, indicating multiplication by 10 to move from a lower power to a higher one. Arrows below the table point from left to right, labeled $\div 10$, indicating division by 10 to move from a higher power to a lower one.

指数とは？



2のn乗

2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}
8	4	2	1	0.5	0.25	0.125

“

位取り記数法で小数を表す

- 位取り記数法 10進数の場合

10進数 1 . 7 5

- 位取り記数法 10進数の場合

桁

10^0

1

10^{-1}

0.1

10^{-2}

0.01

10進数

1

.

7

5

- 位取り記数法 10進数の場合

桁

10^0

1

10^{-1}

0.1

10^{-2}

0.01

10進数

1

.

7

5

$$1 + 0.7 + 0.05 = 1.75$$

- 位取り記数法 2進数の場合

2進数

1

.

1

1

- 位取り記数法 2進数の場合

桁

2^0

1

2^{-1}

0.5

2^{-2}

0.25

2進数

1

.

1

1

- 位取り記数法 2進数の場合

桁

2^0

1

2^{-1}

0.5

2^{-2}

0.25

2進数

1

.

1

1

$$1 + 0.5 + 0.25 = 1.75$$

“

指数表記

- 指数表記 10進数の例

指数表記

$$1234.0 = \underbrace{1.234}_{\text{仮数部}} \times \underbrace{10^3}_{\text{基数}}$$

指数部

● 指数表記 10進数の例

指数表記

$$1234.0 = \underbrace{1.234}_{\text{仮数部}} \times \underbrace{10^3}_{\text{基数}}$$

指数部

非常に大きな数や小さい数を表す時に使われる数の表記方法の1つ

(例)

$$123400000 = 1.234 \times 10^8$$
$$0.00001234 = 1.234 \times 10^{-8}$$

● 指数表記 10進数の例

指数表記

$$1234.0 = \underbrace{1.234}_{\text{仮数部}} \times \underbrace{10^3}_{\text{基数}}$$

指数部

非常に大きな数や小さい数を表す時に使われる数の表記方法の1つ

(例)

$$123400000 = 1.234 \times 10^8$$
$$0.00001234 = 1.234 \times 10^{-8}$$

正規化

仮数部が **1以上 10未満** になるように表記することを **正規化** という

- 指数表記 2進数の例

指数表記

$$1111.0 = \underbrace{1.111}_{\text{仮数部}} \times \underbrace{2^3}_{\text{基数}}$$

指数部

● 指数表記 2進数の例



● 指数表記 2進数の例



- 10進数の 1234.0 を 2進数の指数表記で表すと



- 10進数の 1234.0 を 2進数の指数表記で表すと

10進数の 1234.0 を 2進数で表すと **10011010010.0**



- 10進数の 1234.0 を 2進数の指数表記で表すと

10進数の 1234.0 を 2進数で表すと **10011010010.0**

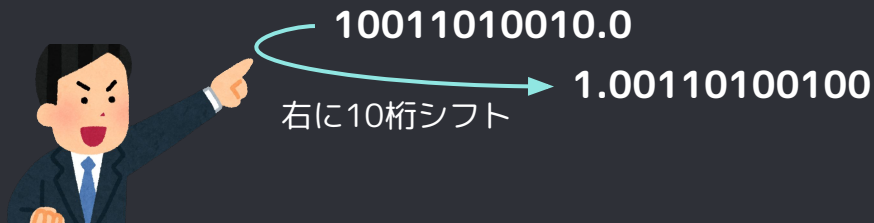
1.xxxxx... の形にして、指数表記(正規化)で表すと



● 10進数の 1234.0 を 2進数の指数表記で表すと

10進数の 1234.0 を 2進数で表すと **10011010010.0**

1.xxxxx... の形にして、指数表記(正規化)で表すと



$$1.00110100100 \times 2^{10}$$

2の10乗をかければ元通り

仮数部

指数部

2進数の場合、1以上、2未満 になる

練習

2進数で表された以下の値を10進数で表すと？

(1) 0.1

(2) 1.101

(3) 111.111

練習

2進数で表された以下の値を10進数で表すと？

(1) 0.1

	1	.	0.5	
2進数	0	.	1	
10進数		.		

(2) 1.101

	1	.	0.5	0.25	0.125	
2進数	1	.	1	0	1	
10進数		.				

(3) 111.111

	4	2	1	.	0.5	0.25	0.125	
2進数	1	1	1	.	1	1	1	
10進数				.				

練習

2進数で表された以下の値を10進数で表すと？

(1) 0.1

	1	.	0.5	
2進数	0	.	1	
10進数	0	.	0.5	0.5

(2) 1.101

	1	.	0.5	0.25	0.125	
2進数	1	.	1	0	1	
10進数	1	.	0.5	0	0.125	1.625

(3) 111.111

	4	2	1	.	0.5	0.25	0.125	
2進数	1	1	1	.	1	1	1	
10進数	4	2	1	.	0.5	0.25	0.125	7.825

● 練習

○ 10進数で表された以下の値を2進数で表すと？

(1) 7.5

練習

10進数で表された以下の値を2進数で表すと？

(1) 7.5

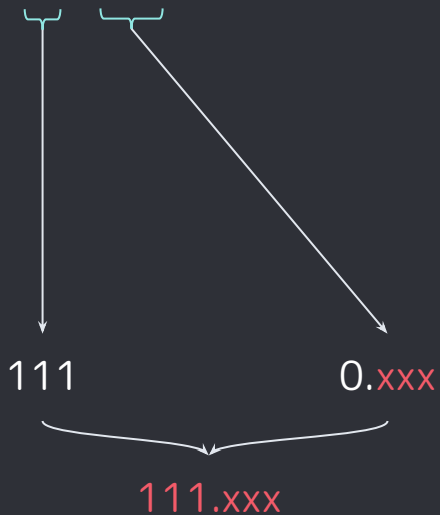
$$7.5 = 7 + 0.5$$

練習

10進数で表された以下の値を2進数で表すと？

(1) 7.5

$$7.5 = 7 + 0.5$$

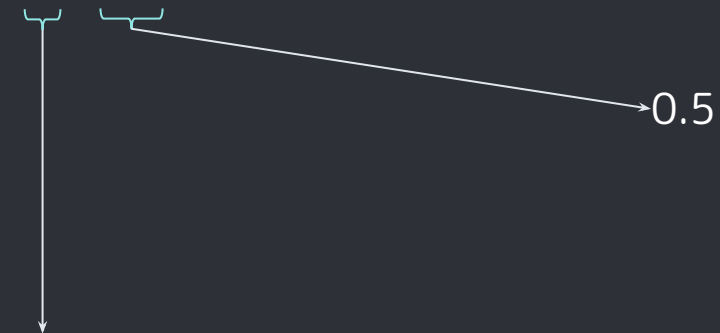


練習

10進数で表された以下の値を2進数で表すと？

(1) 7.5

$$7.5 = 7 + 0.5$$



0	0	0	.	x	x	x
---	---	---	---	---	---	---

111

0.xxx

111.xxx

練習

10進数で表された以下の値を2進数で表すと？

(1) 7.5

$$7.5 = 7 + 0.5$$



0	0	0	.	x	x	x
0	0	1	.	0	0	0

練習

10進数で表された以下の値を2進数で表すと？

(1) 7.5

$$7.5 = 7 + 0.5$$

7

0.5

×2

0.5

1.0

0	0	0	.	1	0	0
0	0	1	.	0	0	0

÷2

111

0.1

111.1

0.5 は 2進数だと **0.1**

1を1回2で割れば0.5になる
1を1桁右シフトしたのが0.5か

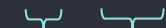


練習

10進数で表された以下の値を2進数で表すと？

(1) 7.5

$$7.5 = 7 + 0.5$$



111

×2

0.5

1.0

0	0	0	.	1	0	0
0	0	1	.	0	0	0

÷2

0.5 は 2進数だと 0.1

0.1

111.1

正規化

1.111×2^2

● 練習

○ 10進数で表された以下の値を2進数で表すと？

(2) 9.625

練習

10進数で表された以下の値を2進数で表すと？

(2) 9.625

$$9.625 = 9 + 0.625$$



練習

10進数で表された以下の値を2進数で表すと？

(2) 9.625

$$9.625 = 9 + 0.625$$



0	0	0	.	x	x	x	÷2
0	0	1	.	x	x	x	÷2
0	1	0	.	x	x	x	÷2
1	0	1	.	0	0	0	÷2

練習

10進数で表された以下の値を2進数で表すと？

(2) 9.625

$$9.625 = 9 + 0.625$$



0	0	0	.	1	0	1	↻
0	0	1	.	0	1	0	↻
0	1	0	.	1	0	0	↻
1	0	1	.	0	0	0	↻

↻ ÷2

↻ ÷2

↻ ÷2

練習

10進数で表された以下の値を2進数で表すと？

(2) 9.625

$$9.625 = 9 + 0.625$$



1001

0.101

1001.101

x2
x2
x2

0.625
1.25
0.5
1.0

0	0	0	.	1	0	1
0	0	1	.	0	1	0
0	1	0	.	1	0	0
1	0	1	.	0	0	0

÷2
÷2
÷2

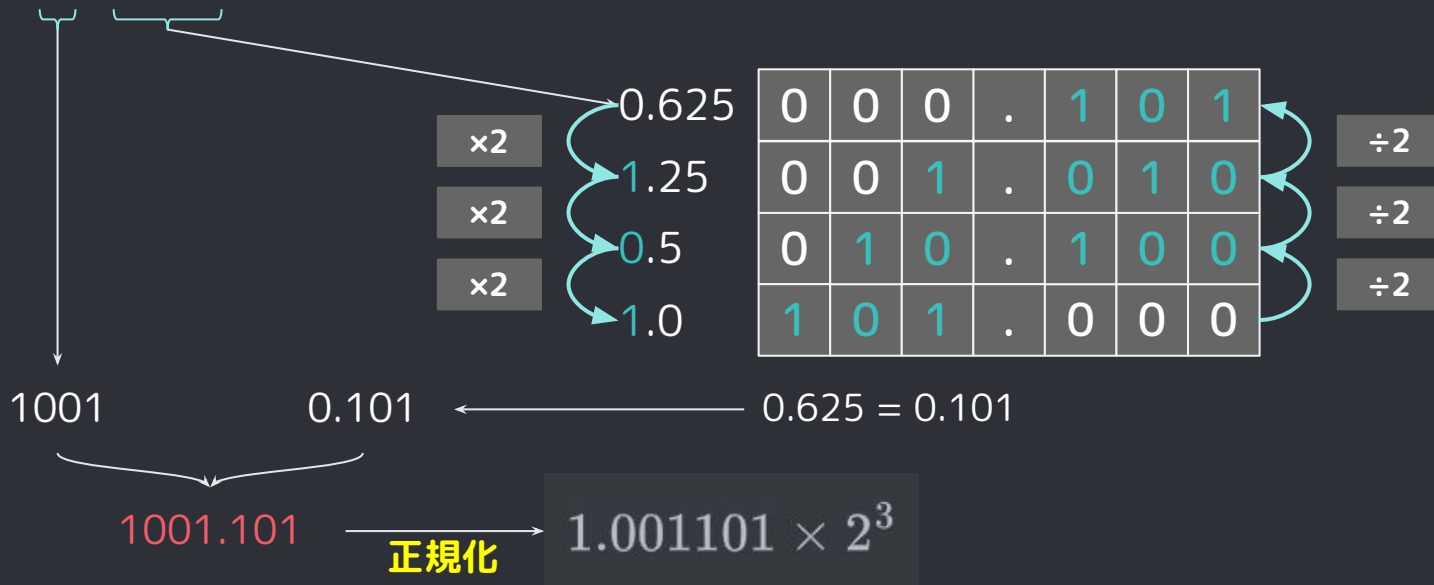
0.625 = 0.101

練習

10進数で表された以下の値を2進数で表すと？

(2) 9.625

$$9.625 = 9 + 0.625$$



● 練習

○ 10進数で表された以下の値を2進数で表すと？

(3) 0.1

練習

10進数で表された以下の値を2進数で表すと？

(3) 0.1

0.1	0.xxxx
0.2	00.xxxx
0.4	000.xxxx
0.8	0000.xxxx
1.6	00001.xxxx
1.2	000011.xxxx
0.4	0000110.xxxx
0.8	00001100.xxxx
1.6	000011001.xxxx
1.2	0000110011.xxxx
0.4	00001100110.xxxx
0.8	000011001100.xxxx
...	

練習

10進数で表された以下の値を2進数で表すと？

(3) 0.1

0.1	0.xxxx
0.2	00.xxxx
0.4	000.xxxx
0.8	0000.xxxx
1.6	00001.xxxx
1.2	000011.xxxx
0.4	0000110.xxxx
0.8	00001100.xxxx
1.6	000011001.xxxx
1.2	0000110011.xxxx
0.4	00001100110.xxxx
0.8	000011001100.xxxx
...	

$0.1 \doteq 0.00011001100\dots$

10進数の 0.1 は 2進数で表すと
循環小数 になり表しきれない

小数点誤差 が発生する

練習

10進数で表された以下の値を2進数で表すと？

(3) 0.1

0.1	0.xxxx
0.2	00.xxxx
0.4	000.xxxx
0.8	0000.xxxx
1.6	00001.xxxx
1.2	000011.xxxx
0.4	0000110.xxxx
0.8	00001100.xxxx
1.6	000011001.xxxx
1.2	0000110011.xxxx
0.4	00001100110.xxxx
0.8	000011001100.xxxx
...	

$0.1 \doteq 0.00011001100\dots$



正規化

$0.1 \doteq 1.1001100\dots \times 2^{-4}$

10進数の 0.1 は 2進数で表すと
循環小数 になり表しきれない

小数点誤差 が発生する

● まとめ

- ✓ 小数以下の桁も考え方は位取り記数法と同じ
- ✓ 指数表記を用いた数の表し方、仮数部、指数部、正規化
- ✓ 小数を含む2進数を10進数で表す
- ✓ 小数を含む10進数を2進数で表す
- ✓ 小数点誤差



おしまい