

# 授業内容

データ表現	0/1、論理値の世界	論理値と論理演算
	数、0/1による表現	2進表現、2進演算機構
構成	コンピュータの構成	コンピュータの構成
CPU	命令	命令とは、実行の仕組 アドレッシング、命令セット、処理性能
	命令とプログラム	アセンブラプログラム、IF文 ループ (FOR文)、配列
	CPUの構成	ハーバードアーキテクチャ、RISC
メモリ	メモリ、メモリ装置	メモリの概念、各種のメモリ素子・装置
	メモリ階層とキャッシュ	階層の概念、キャッシュの仕組 キャッシュの性能モデル
入出力	入出力接続の方法 個々の入出力機器	割込・入出力アーキテクチャ キーボード/マウス/プリンタ/ディスプレイ
高速化	パイプライン	パイプラインの考え方、性能モデル



東邦大学

いのち  
生命の科学で未来をつなぐ

## 2進数の原理



# 2進数は、数の**表し方**

10進なら

$9_{10}$

2進なら

$1001_2$



$9_{10} = 1001_2$

10進の  $9_{10}$  を

2進では  $1001_2$  と表す

では、少しひちめんどくさいことを

「桁」（位取り）の  
話です

4

$234_{10}$  は  $2 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 4 \times 10^0$

5

$$234_{10} \text{ は } 2 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 4 \times 10^0$$

100の桁 10の桁 1の桁

**2進数でも同じこと！**

1001<sub>2</sub> は

$$1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

2 <sup>3</sup> の桁	2 <sup>2</sup> の桁	2 <sup>1</sup> の桁	2 <sup>0</sup> の桁
1000 <sub>2</sub>	100 <sub>2</sub>	10 <sub>2</sub>	1 <sub>2</sub>
8 <sub>10</sub>	4 <sub>10</sub>	2 <sub>10</sub>	1 <sub>10</sub>

**N進数でも同じこと！**

$1001_N$  は

$$1 \times N^3 + 0 \times N^2 + 0 \times N^1 + 1 \times N^0$$

$N^3$ の桁	$N^2$ の桁	$N^1$ の桁	$N^0$ の桁
$\overset{\parallel}{1}000_N$	$\overset{\parallel}{1}00_N$	$\overset{\parallel}{1}0_N$	$\overset{\parallel}{1}_N$
$\square_{10}$	$\square_{10}$	$\square_{10}$	$\square_{10}$

**2進数やN進数の  
原理が分かりましたか？**

↓  
次へ

テストです

$2121_3$  は

$$\square \times \square^3 + \square \times \square^2 + \square \times \square^1 + \square \times \square^0$$

テストです

$2121_3$  は

$$\square \times 3^3 + \square \times 3^2 + \square \times 3^1 + \square \times 3^0$$

# テストです

$2121_3$  は

$$2 \times 3^3 + 1 \times 3^2 + 2 \times 3^1 + 1 \times 3^0$$

# テストです

$2121_3$  は

$$2 \times 3^3 + 1 \times 3^2 + 2 \times 3^1 + 1 \times 3^0$$

$3^3$ の桁

$3^2$ の桁

$3^1$ の桁

$3^0$ の桁

$1000_3$

$100_3$

$10_3$

$1_3$

<sub>10</sub>

<sub>10</sub>

<sub>10</sub>

<sub>10</sub>



# テストです

$2121_3$  は

$$2 \times 3^3 + 1 \times 3^2 + 2 \times 3^1 + 1 \times 3^0$$

$3^3$ の桁

$3^2$ の桁

$3^1$ の桁

$3^0$ の桁

$1000_3$

$100_3$

$10_3$

$1_3$

$27_{10}$

$9_{10}$

$3_{10}$

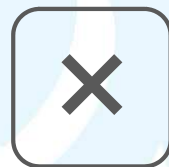
$1_{10}$

$$2 \times 27 + 1 \times 9 + 2 \times 3 + 1 \times 1 = 70$$

16



できましたか？



次へ

17



# おまけの話題（でも大事！）

18



10進3桁の数字で  
最大の数は？  
最小の数は？

19



10進3桁の数字で

最大の数は？  $\Rightarrow$  999

最小の数は？  $\Rightarrow$  000

ですね

では

10進 **M** 桁の数字で

最大の数は？

10進 **M**桁の数字で

最大の数は？  $\Rightarrow$   $\underbrace{99\cdots 9}_{\text{M桁}}$

22

10進 **M**桁の数字で

最大の数は？  $\Rightarrow$   $\underbrace{99\cdots 9}_{\text{M桁}}$

$(10^{\text{M}} - 1)$

23

では

**N**進M桁の数字で

最大の数は？  $\Rightarrow$   $\underbrace{\quad \dots \quad \dots}_{M \text{桁}}$

M桁

$$\left( \overset{\swarrow}{M} - 1 \right)$$

**N**進M桁の数字で

最大の数は？  $\Rightarrow$   $\underbrace{(N-1) \dots (N-1)}_{M \text{桁}}$

M桁

$$\left( \overset{\swarrow}{M} - 1 \right)$$

N進M桁の数字で

最大の数は？  $\Rightarrow (N-1) \cdots (N-1)$

M桁

$(N^M - 1)$

では

2進16桁の数字で  
最大の数は？



2進16桁の数字で  
最大の数は？



$$(2^{16} - 1) = 65535$$

この数覚えておくと便利



東邦大学

同様に

2進32桁の数字で  
最大の数は？



$$(2^{32} - 1) = 4294967295$$

こちらは必須

この数字は覚えてなくても困らない



東邦大学

言い換えると

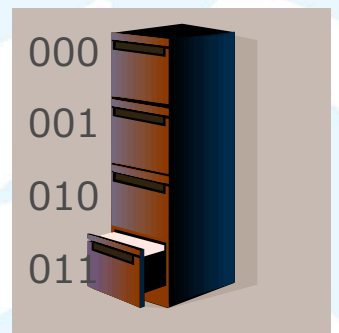
**32ビット** (= 2進32桁) で  
表せる最大の数は？



$$(2^{32} - 1)$$

応用問題

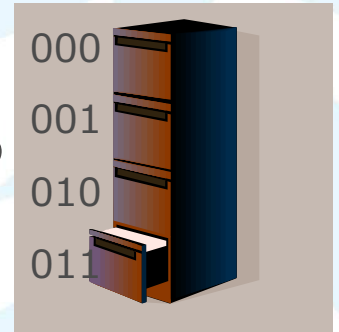
**2進24桁**で番号付けされた  
引き出しがあるとして  
その引き出しの数は？





## 応用問題

2進24桁で番号付けされた  
引き出しがあるとして  
最大の引き出しの番号は？



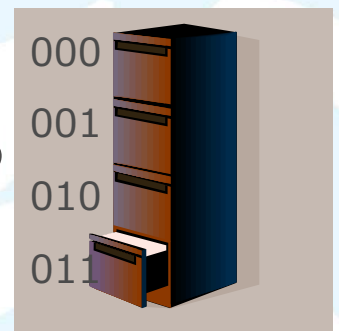
↓  
(  $2^{24} - 1$  ) 番



32

## 応用問題

2進24桁で番号付けされた  
引き出しがあるとして  
最大の引き出しの番号は？



↓  
(  $2^{24} - 1$  ) 番

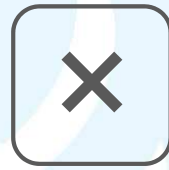
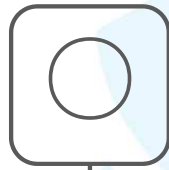
後で、引き出し ⇒ メモリ

番号 ⇒ アドレス と読み替えます



33

2進数の表せる範囲が  
分かりましたか？



↓  
次へ