

# 基礎コンピュータ工学

## 第5章 機械語プログラミング

### (パート9：論理演算命令)

<https://github.com/tctsigemura/TecTextBook>

本スライドの入手：



「2.8 コンピュータの基本回路」で学んだ論理演算を再確認.

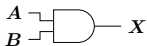
## 論理積 (AND)

入力		出力
A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

AND の真理値表

$$X = A \cdot B$$

AND の論理式



AND の回路記号

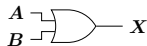
## 論理和 (OR)

入力		出力
A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

OR の真理値表

$$X = A + B$$

OR の論理式



OR の回路記号

## 排他的論理和 (XOR)

入力		出力
A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

XOR の真理値表

$$X = A \oplus B$$

XOR の論理式



XOR の回路記号

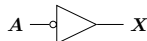
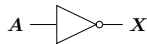
## 否定 (NOT)

入力	出力
A	X
0	1
1	0

NOT の真理値表

$$X = \bar{A}$$

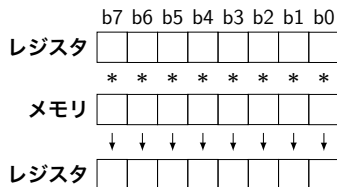
NOT の論理式



NOT の回路記号

## 論理演算を行う TeC の命令

8 ビットデータを単位に、ビット毎の論理演算を行う。

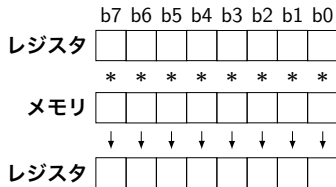


次の 3 種類がある (NOT はない).

- 論理積 (AND)
- 論理和 (OR)
- 排他的論理和 (XOR)

# AND (Logical AND) 命令 (論理積)

レジスタ値とメモリ値のビット毎の  
**論理積**を計算し、結果をレジスタに  
格納する。



**Cフラグ** 常に0になる。

**Sフラグ** 結果が負 (MSB が1) なら1, それ以外は0になる。

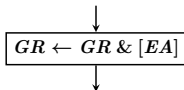
**Zフラグ** 結果がゼロなら1, それ以外は0になる。

**ニーモニック** : AND GR,EA            ( $GR \leftarrow GR \& [EA]$ )

**命令フォーマット** : 2バイトの長さを持つ。

第1バイト		第2バイト
OP	GR XR	
0110 <sub>2</sub>	GR XR	aaaa aaaa

## フローチャート：Java の演算子を流用する.



**使用例：** A 番地のデータと B 番地のデータのビット毎の論理積を計算し，C 番地に格納するプログラムの例を示す.

番地	機械語	ラベル	ニーモニック
00	10 07		LD GO,A
02	60 08		AND GO,B
04	20 09		ST GO,C
06	FF		HALT
07	63	A	DC 63H
08	0F	B	DC 0FH
09	00	C	DS 1

	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
A=63H	0	1	1	0	0	0	1	1
	*	*	*	*	*	*	*	*
B=0FH	0	0	0	0	1	1	1	1
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
C=03H	0	0	0	0	0	0	1	1

# AND 命令の応用 (1)

特定のビットがゼロか判定する.

AND の結果が  $00_{16}$  かどうかで判断できる.

次は最下位ビット (LSB) を調べる例.

ラベル	ニーモニック	
L1	...	
	AND	GO, ONE
	JZ	L1
	...	
ONE	...	
	DC	01H

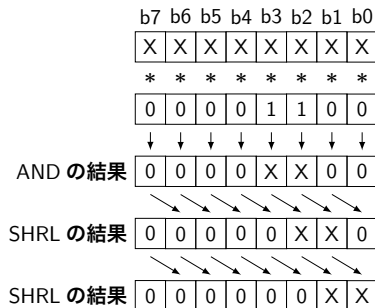
	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
GO	X	X	X	X	X	X	X	X
	*	*	*	*	*	*	*	*
ONE	0	0	0	0	0	0	0	1
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
GO	0	0	0	0	0	0	0	X

LSB : Least Significant Bit (最下位ビットのこと, P.10 参照)

## AND 命令の応用 (2)

特定のビットを右詰めで取り出す.  
( $b_3$ ,  $b_2$  を右詰めで取り出す.)

ラベル	ニーモニック	
	...	
	AND	GO, MSK
	SHRL	GO
	SHRL	GO
	...	
MSK	DC	OCH



# OR (Logical OR) 命令 (論理和)

レジスタ値とメモリ値のビット毎の**論理和**をレジスタに格納する.

**Cフラグ** 常に0になる.

**Sフラグ** 結果が負 (MSB が1) なら1, それ以外は0になる.

**Zフラグ** 結果がゼロなら1, それ以外は0になる.

**ニーモニック** : OR GR,EA            ( $GR \leftarrow GR \mid [EA]$ )

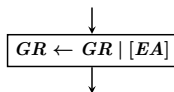
**命令フォーマット** : 2バイトの長さを持つ.

第1バイト		第2バイト
OP	GR XR	
0111 <sub>2</sub>	GR XR	aaaa aaaa

MSB : Most Significant Bit (最上位ビットのこと, P.10 参照)



**フローチャート：** Java の演算子を流用する.



**応用：** G0 の上位 4 ビットを全部 1 にする.

ラベル	ニーモニック	
	...	
	LD	GO, DATA
	OR	GO, MSK
	...	
DATA	DC	OAAH
MSK	DC	OFOH

	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
	1	0	1	0	1	0	1	0
	+	+	+	+	+	+	+	+
	1	1	1	1	0	0	0	0
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
OR の結果	1	1	1	1	1	0	1	0

**16進数の表記：** ラベルと区別が付くように注意！（P.44 参照）

# XOR (Logical XOR) 命令 (排他的論理和)

レジスタ値とメモリ値のビット毎の**排他的論理和**をレジスタに格納する.

**Cフラグ** 常に0になる.

**Sフラグ** 結果が負 (MSB が1) なら1, それ以外は0になる.

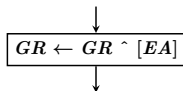
**Zフラグ** 結果がゼロなら1, それ以外は0になる.

**ニーモニック** : XOR GR,EA            ( $GR \leftarrow GR \wedge [EA]$ )

**命令フォーマット** : 2バイトの長さを持つ.

第1バイト		第2バイト
OP	GR XR	
$1000_2$	<i>GR XR</i>	<i>aaaa aaaa</i>

フローチャート： Java の演算子を流用する.



応用： G0 上位 4 ビットの 1/0 を入れ替える (ビット反転する).

ラベル	ニーモニック	
	...	
	LD	GO, DATA
	XOR	GO, MSK
	...	
DATA	DC	0AAH
MSK	DC	0F0H

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
1	0	1	0	1	0	1	0
⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
1	1	1	1	0	0	0	0
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
XOR の結果							
0	1	0	1	1	0	1	0

## 学んだこと

- ビット毎の論理演算命令
- TeC は次の演算命令を持っている.
  - (1) 論理積 (AND) 命令
  - (2) 論理和 (OR) 命令
  - (3) 排他的論理和 (XOR) 命令

## 演習

- TeC には NOT 命令が無い.  
NOT 命令があったとすると, どんな計算をする命令になるか?
- NOT 命令の代用となる命令を考えなさい.
- 値が奇数か偶数か判定する方法を考えなさい.
- 8 で割った余りを計算する方法を考えなさい.