

プログラミング演習1(2021)

課題4:アセンブリ言語

第1回 入出力と条件分岐

本年度の授業の進め方

□前半は例題の説明

□後半は課題 (宿題)

課題がすべてクリアできた状態でないと
レポート課題に取り組むのはほぼ無理です

□次回講義の冒頭で
課題のフィードバックを行います

本日の授業の流れ

- I. アセンブラってなに？
- II. 例題1
- III. 例題2
- IV. 例題3
- V. 課題の説明

アセンブラってなに？

□ C言語, C++等 (高水準言語, 上級言語)

自然語に近い
(printf, getなど)

人間にとってかなり理解しやすい

機械語に近い
(2進数, 16進数を用いる)

人間にとってやや理解しやすい

□ アセンブラ言語 (低水準言語, 下級言語)

機械語 0010 0000 0001 0000 0000 0000 0000 1010

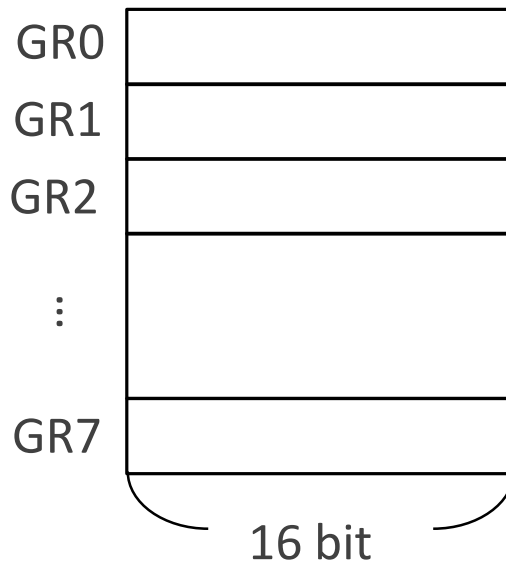
アセンブラ言語 ADDA GR1, ADDRESS

➡ 機械語を記号で書いたもの

CASL IIについて

- 基本情報技術者試験で出題される言語
- 架空のハードウェアCOMET IIで実行可能なアセンブラ言語として定義

- 汎用レジスタ



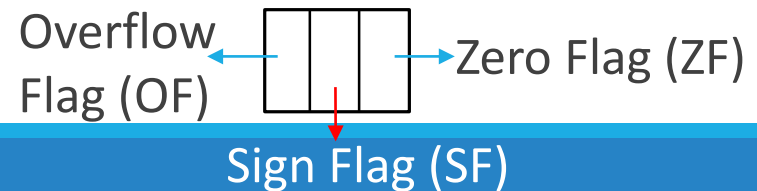
- プログラムレジスタ



- スタックポインタ



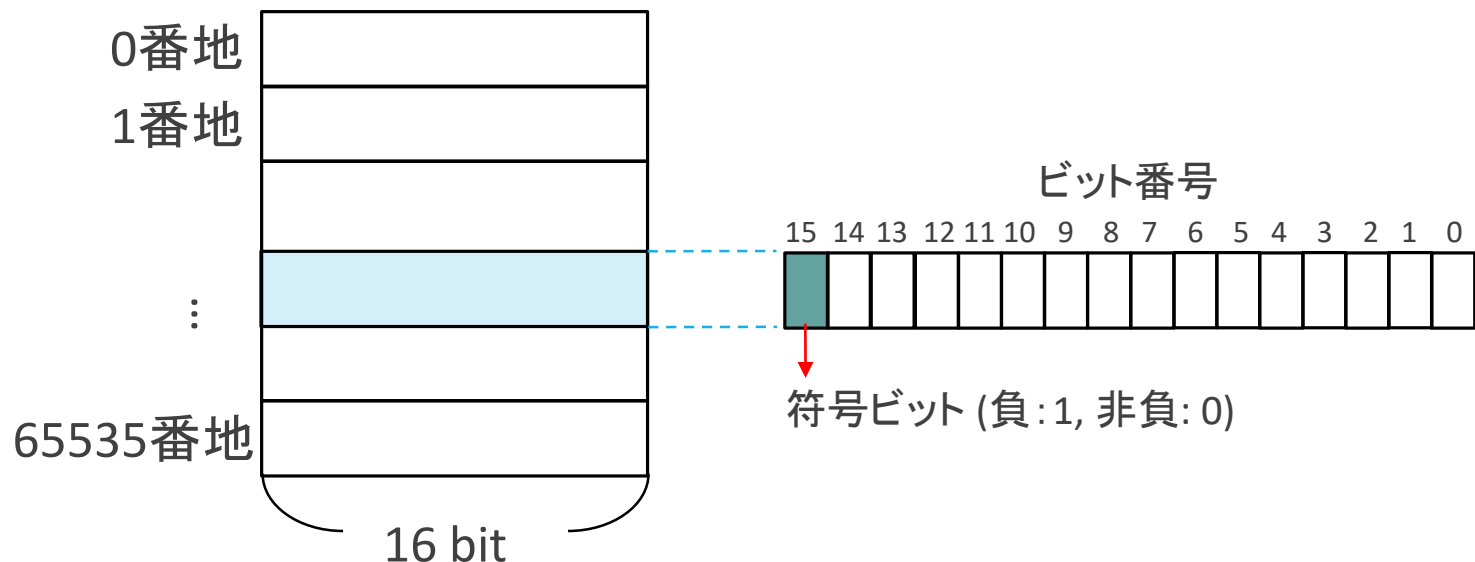
- フラグレジスタ 3 bit



CASL IIについて

- 基本情報技術者試験で出題される言語
- 架空のハードウェアCOMET IIで実行可能なアセンブラ言語として定義

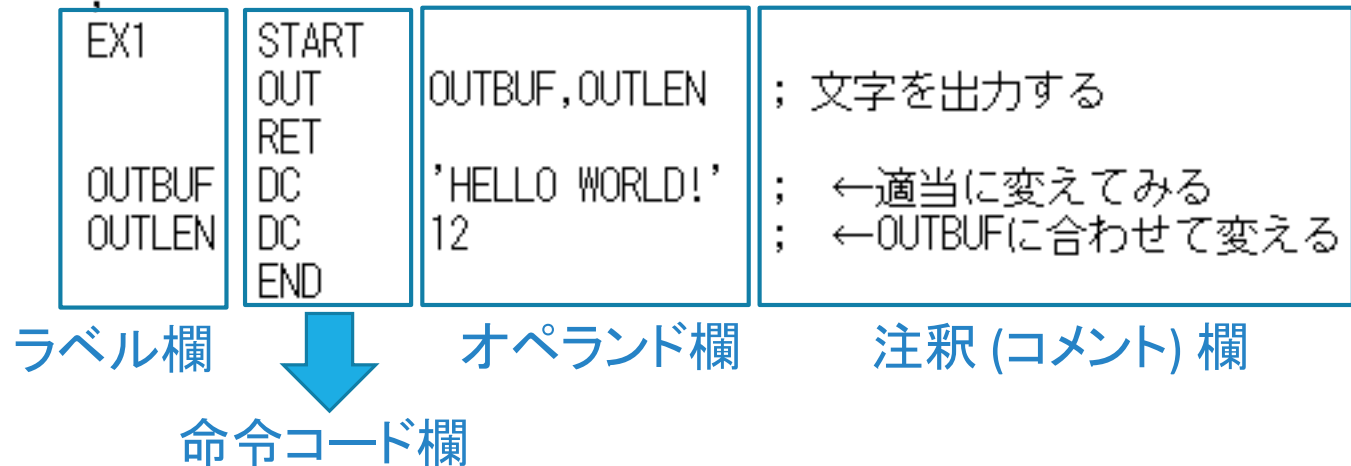
- 主記憶



例題1:短い文を印刷する

□ アセンブリ言語の書き方

例題1 ; 例1 文字列の出力



例題1:短い文を印刷する

□ アセンブリ言語の書き方

例題1 ; 例1 文字列の出力

EX1	START	
	OUT	OUTBUF,OUTLEN ; 文字を出力する
	RET	
OUTBUF	DC	'HELLO WORLD!' ; ←適当に変えてみる
OUTLEN	DC	12 ; ←OUTBUFに合わせて変える
	END	

ラベル欄

□ ラベル名は8文字以内

□ 先頭の文字は大文字のアルファベット

(2文字目以降は大文字のアルファベット、数字のいずれでも可)

□ 1文字目が空白の場合は命令コードと解釈される

例題1:短い文を印刷する

□ アセンブリ言語の書き方

例題1 ; -----
; 例1 文字列の出力
; -----
EX1 START
 OUT OUTBUF,OUTLEN ; 文字を出力する
 RET
OUTBUF DC 'HELLO WORLD!' ; ←適当に変えてみる
OUTLEN DC 12 ; ←OUTBUFに合わせて変える
 END

命令コード欄

講義ページの「命令コード」一覧を参照

例題1:短い文を印刷する

□ アセンブリ言語の書き方

例題1 ; -----
; 例1 文字列の出力
; -----
EX1 START
 OUT OUTBUF,OUTLEN ; 文字を出力する
 RET
OUTBUF DC 'HELLO WORLD!' ; ←適当に変えてみる
OUTLEN DC 12 ; ←OUTBUFに合わせて変える
 END

講義ページの「命令コード」一覧を参照

例題1:短い文を印刷する

□ アセンブリ言語の書き方

例題1

```

;-----
; 例1 文字列の出力
;-----
EX1      START
          OUT      OUTBUF,OUTLEN    ; 文字を出力する
          RET
OUTBUF    DC      'HELLO WORLD!'    ; ←適当に変えてみる
OUTLEN    DC      12                ; ←OUTBUFに合わせて変える
          END
```

□ 非実行命令

□ DC (Define Constant): アドレス定数

□ DS (Define Storage): 領域の確保

⇒プログラムの後半にまとめて記述する

例題1:短い文を印刷する

□ アセンブリ言語の書き方

例題1

```
-----  
; 例1 文字列の出力  
-----  
EX1      START  
          OUT      OUTBUF,OUTLEN ; 文字を出力する  
          RET  
OUTBUF    DC      'HELLO WORLD!' ; ←適当に変えてみる  
OUTLEN    DC      12             ; ←OUTBUFに合わせて変える  
          END
```

オペランド欄

- 各命令に使うレジスタやアドレスを記入する
(命令コードの後に1文字以上の空白を置く)
- 命令によって必要な場合と不必要な場合がある
- 次の行に継続して書くことはできない

例題1:短い文を印刷する

□ アセンブリ言語の書き方

例題1 ; -----
; 例1 文字列の出力
; -----
EX1 START
 OUT OUTBUF,OUTLEN
 RET
OUTBUF DC 'HELLO WORLD!'
OUTLEN DC 12
 END

; 文字を出力する

; ←適当に変えてみる

; ←OUTBUFに合わせて変える

注釈 (コメント) 欄

□ セミicolon以降の文字を注釈として扱う

□ オペランド欄に文字列として含まれるセミicolonは例外

例題1:短い文を印刷する

□ 命令コードの説明

例題1

```
-----  
; 例1 文字列の出力  
-----  
EX1      START  
          OUT      OUTBUF,OUTLEN ; 文字を出力する  
          RET  
OUTBUF   DC      'HELLO WORLD!' ; ←適当に変えてみる  
OUTLEN   DC      12             ; ←OUTBUFに合わせて変える  
          END
```

例題1:短い文を印刷する

□ マクロ命令 (IN, OUT, RPUSH, RPOP)

□ 入力命令 IN

[ラベル] IN ラベル1, ラベル2



入力領域をさすラベル名



入力文字長が入る1語長の
領域をさすラベル名

□ 出力命令 OUT

[ラベル] OUT ラベル1, ラベル2



出力領域をさすラベル名



出力文字長が入る1語長の
領域をさすラベル名

例題1:短い文を印刷する

□ 命令コードの説明

例題1

```
-----  
; 例1 文字列の出力  
-----  
EX1      START  
          OUT      OUTBUF,OUTLEN ; 文字を出力する  
          RET  
OUTBUF DC 'HELLO WORLD!' ; ←適当に変えてみる  
OUTLEN DC 12             ; ←OUTBUFに合わせて変える  
          END
```

出力領域をさすラベル名: OUTBUF, 中身は文字列 HELLO WORLD!

出力文字長をさすラベル名: OUTLEN, 12 bit

☆OUTBUF, OUTLEN を自由に変更して実行してみましょう。

例題2:大小判定

```
-----
; 例2 比較と条件分岐
;-----
EX2    START
      LD    GR1, DATAA      ;GR1 ← ( DATAA )
      CPA   GR1, DATAB      ;( GR1 ) - ( DATAB )
      JMI   LESS            ;FRの値が X1X の時に LESS へ分岐する
      JZE   EQUAL          ;FRの値が XX1 の時に EQUAL へ分岐する
      OUT   OTMSG1, OUTLEN  ;文字を出力する
      JUMP  OWARI          ;無条件に OWARI へ分岐する
EQUAL  OUT   OTMSG2, OUTLEN  ;文字を出力する
      JUMP  OWARI          ;無条件に OWARI へ分岐する
LESS   OUT   OTMSG3, OUTLEN ;文字を出力する
OWARI  RET
DATAA  DC    3
DATAB  DC    8
OTMSG1  DC    'B is less than A'
OTMSG2  DC    'B is equal to A'
OTMSG3  DC    'A is less than B'
OUTLEN  DC    16
      END
```

例題2:大小判定

```

;-----
; 例2 比較と条件分岐
;-----
EX2      START
        LD      GR1, DATAA      ;GR1 ← ( DATAA )
        CPA     GR1, DATAB       ;( GR1 ) - ( DATAB )
        JMI     LESS             ;FRの値が X1X の時に LESS へ分岐する
        JZE     EQUAL            ;FRの値が XX1 の時に EQUAL へ分岐する
        OUT     OTMSG1, OUTLEN   ;文字を出力する
        JUMP    OWARI            ;無条件に OWARI へ分岐する
EQUAL    OUT     OTMSG2, OUTLEN   ;文字を出力する
        JUMP    OWARI            ;無条件に OWARI へ分岐する
LESS     OUT     OTMSG3, OUTLEN   ;文字を出力する
OWARI    RET
DATAA    DC      3
DATAB    DC      8
OTMSG1    DC      'B is less than A'
OTMSG2    DC      'B is equal to A'
OTMSG3    DC      'A is less than B'
OUTLEN    DC      16
        END

```

例題2: 大小判定

□ LD (LoaD) 命令とレジスタ

[ラベル] LD r1, r2

⇒ r2で指定したレジスタの内容をr1で指定したレジスタに入れる

[ラベル] LD r, adr[,x]

⇒ adr[,x] で指定した主記憶の内容をrで指定したレジスタに入れる

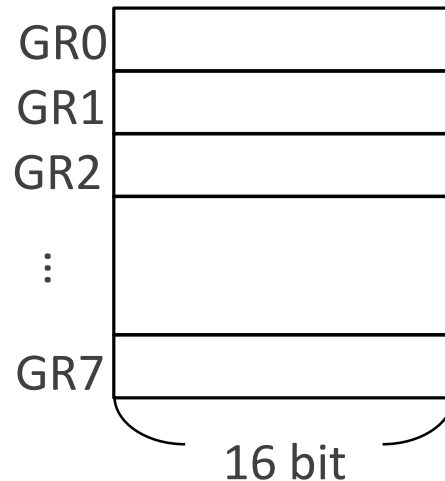


「実効アドレス」

例題2: 大小判定

□ 汎用レジスタ

- GR0からGR7まで存在
- 予約語なので他の変数としては使えない
- GR1からGR7は指標レジスタとしても使用



例題2: 大小判定

□ 指標レジスタ (汎用レジスタの使い方の1方法)

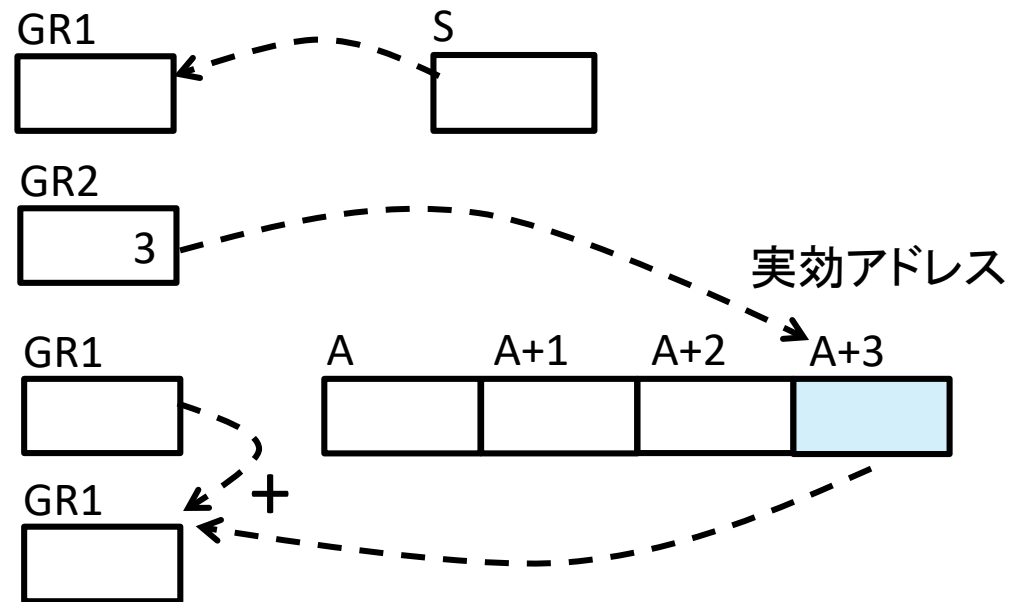
□ 例: データAのアドレスから3番目の内容を加算する

LD GR1, S

LAD GR2, 3

ADDA GR1, A, **GR2**

ST GR1, S

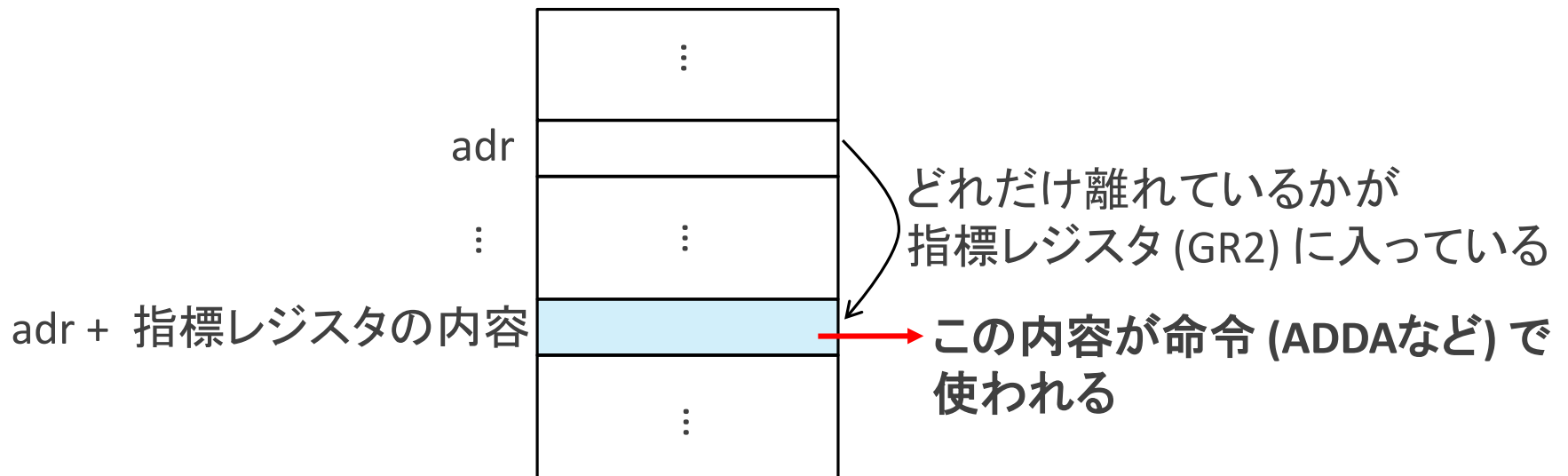


例題2: 大小判定

□ 実効アドレス

□ 指示したアドレスに指標レジスタの内容を加算した値

□ 先ほどの例の場合: $\text{ADDA GR1, A, GR2} \Rightarrow A+3$



例題2:大小判定

; 例2 比較と条件分岐

EX2 START
 LD GR1, DATAA ;GR1 ← (DATAA)
 CPA GR1, DATAB ; (GR1) - (DATAB)
 JMI LESS ;FRの値が X1X の時に LESS へ分岐する
 JZE EQUAL ;FRの値が XX1 の時に EQUAL へ分岐する
 OUT OTMSG1, OUTLEN ;文字を出力する
 JUMP OWARI ;無条件に OWARI へ分岐する
EQUAL OUT OTMSG2, OUTLEN ;文字を出力する
 JUMP OWARI ;無条件に OWARI へ分岐する
LESS OUT OTMSG3, OUTLEN ;文字を出力する
OWARI RET

DATAA DC 3
DATAB DC 8
OTMSG1 DC 'B is less than A'
OTMSG2 DC 'B is equal to A'
OTMSG3 DC 'A is less than B'
OUTLEN DC 16
 END

➡ DATAAという名前のついた主記憶に
3 (10進数) を入れる

例題2: 大小判定

□ 定数の記述方法 (DC命令; Define Constant)

□ 10進定数

[ラベル] DC 3

□ 16進定数

[ラベル] DC #00C7  (0000 0000 1100 0111)₂

□ 文字定数

[ラベル] DC '文字列'

□ アドレス定数

[ラベル] DC ラベル名 (DATAAなど)

例題2:大小判定

```
-----
; 例2 比較と条件分岐
-----
EX2      START
        LD      GR1, DATAA      ;GR1 ← ( DATAA )
        CPA     GR1, DATAB       ;( GR1 ) - ( DATAB )
        JMI     LESS             ;FRの値が X1X の時に LESS へ分岐する
        JZE     EQUAL            ;FRの値が XX1 の時に EQUAL へ分岐する
        OUT     OTMSG1, OUTLEN    ;文字を出力する
        JUMP    OWARI            ;無条件に OWARI へ分岐する
EQUAL    OUT     OTMSG2, OUTLEN    ;文字を出力する
        JUMP    OWARI            ;無条件に OWARI へ分岐する
LESS     OUT     OTMSG3, OUTLEN    ;文字を出力する
OWARI    RET
DATAA    DC      3
DATAB    DC      8
OTMSG1    DC      'B is less than A'
OTMSG2    DC      'B is equal to A'
OTMSG3    DC      'A is less than B'
OUTLEN    DC      16
        END
```

例題2: 大小判定

□ CPA (ComPare Arithmetic; 算術比較) 命令

[ラベル] CPA r1, r2

⇒ r1で指定したレジスタの内容と
r2で指定したレジスタの内容を符号付きの数として比較

[ラベル] CPA r, adr[,x]

⇒ rで指定した内容と adr[,x] (実効アドレス) で指定した
主記憶の内容を符号付きの数として比較



結果によってFR (Flag Register) の値が設定される

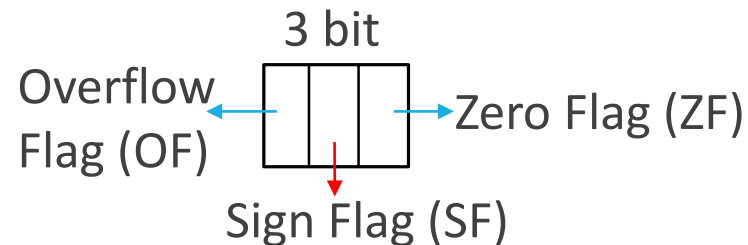
例題2: 大小判定

□ フラグレジスタ

□ OF (Overflow Flag)

□ SF (Sign Flag)

□ ZF (Zero Flag)



例題2: 大小判定

□ フラグレジスタ

Flag	bit	ビットが設定される条件
OF (Overflow Flag)	1	・算術演算の結果が-32768～32767に収まらなくなったとき ・論理演算の結果のが0～65535に収まらなくなったとき ・シフト演算でレジスタから最後に送り出されたビットが格納される
	0	上記以外するとき
SF (Sign Flag)	1	演算結果の符号が負 (ビット番号15が1) のとき
	0	演算結果の符号が正 (ビット番号15が0) のとき
ZF (Zero Flag)	1	演算結果が零 (全部のビットが0) のとき
	0	上記以外するとき

例題2: 大小判定

□ CPA (ComPare Arithmetic; 算術比較) 命令

[ラベル] CPA r1, r2

⇒ r1で指定したレジスタの内容と
r2で指定したレジスタの内容を符号付きの数として比較

[ラベル] CPA r, adr[,x]

⇒ rで指定した内容と adr[,x] (実効アドレス) で指定した
主記憶の内容を符号付きの数として比較

比較結果	GR1 > B	GR1 = B	GR1 < B
SF	0	0	1
ZF	0	1	0

例題2:大小判定

```
-----
; 例2 比較と条件分岐
;-----
EX2      START
        LD      GR1, DATAA      ;GR1 ← ( DATAA )
        CPA     GR1, DATAB       ;( GR1 ) - ( DATAB )
        JMI     LESS             ;FRの値が X1X の時に LESS へ分岐する
        JZE     EQUAL            ;FRの値が XX1 の時に EQUAL へ分岐する
        OUT     OTMSG1, OUTLEN    ;文字を出力する
        JUMP    OWARI            ;無条件に OWARI へ分岐する
EQUAL    OUT     OTMSG2, OUTLEN    ;文字を出力する
        JUMP    OWARI            ;無条件に OWARI へ分岐する
LESS     OUT     OTMSG3, OUTLEN    ;文字を出力する
OWARI    RET
DATAA    DC      3
DATAB    DC      8
OTMSG1   DC      'B is less than A'
OTMSG2   DC      'B is equal to A'
OTMSG3   DC      'A is less than B'
OUTLEN   DC      16
        END
```

→ DATABという名前の主記憶には
8 (10進数) が入っている

例題2:大小判定

```
-----
; 例2 比較と条件分岐
;-----
EX2      START
        LD      GR1,DATAA      ;GR1 ← ( DATAA )
        CPA     GR1,DATAB      ;( GR1 ) - ( DATAB )
        JMI     LESS           ;FRの値が X1X の時に LESS へ分岐する
        JZE     EQUAL         ;FRの値が XX1 の時に EQUAL へ分岐する
        OUT     OTMSG1,OUTLEN  ;文字を出力する
        JUMP    OWARI         ;無条件に OWARI へ分岐する
EQUAL    OUT     OTMSG2,OUTLEN  ;文字を出力する
        JUMP    OWARI         ;無条件に OWARI へ分岐する
LESS     OUT     OTMSG3,OUTLEN  ;文字を出力する
OWARI    RET
DATAA    DC      3
DATAB    DC      8
OTMSG1    DC      'B is less than A'
OTMSG2    DC      'B is equal to A'
OTMSG3    DC      'A is less than B'
OUTLEN    DC      16
        END
```

例題2: 大小判定

- 分岐命令 : 演算結果とフラグレジスタの値で分岐先を決める
 - JPL (Jump on PLus) : SFとZFが両方とも0のとき分岐
 - JMI (Jump on MInus) : SFが1のとき分岐
 - JNZ (Jump on Non Zero) : ZFが0のとき分岐
 - JZE (Jump on ZEro) : ZFが1のとき分岐
 - JOV (Jump on OVerflow) : OFが1のとき分岐
 - JUMP : 無条件に分岐

例題2:大小判定

```
-----
; 例2 比較と条件分岐
-----
EX2      START
        LD      GR1,DATAA      ;GR1 ← ( DATAA )
        CPA     GR1,DATAB      ;( GR1 ) - ( DATAB )
        JMI     LESS           ;FRの値が X1X の時に LESS へ分岐する
        JZE     EQUAL         ;FRの値が XX1 の時に EQUAL へ分岐する
        OUT     OTMSG1,OUTLEN  ;文字を出力する
        JUMP    OWARI         ;無条件に OWARI へ分岐する
EQUAL    OUT     OTMSG2,OUTLEN  ;文字を出力する
        JUMP    OWARI         ;無条件に OWARI へ分岐する
LESS     OUT     OTMSG3,OUTLEN  ;文字を出力する
OWARI    RET
DATAA    DC      3
DATAB    DC      8
OTMSG1    DC      'B is less than A'
OTMSG2    DC      'B is equal to A'
OTMSG3    DC      'A is less than B'
OUTLEN    DC      16
        END
```

例題3: 読み書きの例題

```
-----  
; 例3 ループ  
-----  
EX3      START  
YOMU     IN      INBUF, INLENG ;文字を入力する  
          LD      GR1, INLENG  ;GR1 ← ( INLENG )  
          JZE     OWARI        ;FRの値が XX1 の時に OWARI へ分岐する  
          OUT     INBUF, INLENG ;文字を出力する  
          JUMP    YOMU         ;無条件に YOMU へ分岐する  
  
OWARI     RET  
INBUF     DS      80  
INLENG    DS      1  
          END
```

例題1:短い文を印刷する(再掲)

□ マクロ命令 (IN, OUT, RPUSH, RPOP)

□ 入力命令 IN

[ラベル] IN ラベル1, ラベル2



入力領域をさすラベル名
(入力された内容)



入力文字長が入る1語長の領域をさすラベル名
(入力された内容の長さを格納)

例題3: 読み書きの例題

```
-----  
;  
; 例3 ループ  
;-----
```

```
EX3      START  
YOMU     IN      INBUF, INLENG  
          LD      GR1, INLENG  
          JZE     OWARI  
          OUT     INBUF, INLENG  
          JUMP    YOMU  
  
OWARI     RET  
INBUF     DS      80  
INLENG     DS      1  
          END
```

```
;文字を入力する  
;GR1 ← ( INLENG )  
;FRの値が XX1 の時に OWARI へ分岐する  
;文字を出力する  
;無条件に YOMU へ分岐する
```

例題3: 読み書きの例題

```
-----  
; 例3 ループ  
-----
```

```
EX3      START  
YOMU     IN      INBUF, INLENG  
          LD      GR1, INLENG  
          JZE     OWARI  
          OUT     INBUF, INLENG  
          JUMP    YOMU  
OWARI     RET  
INBUF     DS      80  
INLENG     DS      1  
END
```



;文字を入力する
;GR1 ← (INLENG)
;FRの値が XX1 の時に OWARI へ分岐する
;文字を出力する
;無条件に YOMU へ分岐する

宿題

- 課題1：偶奇の判定
 - マスク処理が必要 ⇒ 要調査
 - データが0や負の場合も考慮
- 課題2：月名の判定
 - データが0や負の場合も「DATA ERROR」と印刷
- 課題3：8の倍数の判定
 - データが0や負の場合も判定
- 課題4：数値の判定（レポート課題2と関連）
 - マスク処理が必要
 - 課題1～3と同様に0や負の場合も判定を行う