プログラミング演習1
課題4:アセンブリ言語

第2回 2進数の印刷など

- 座席は自由です
- 講義資料ページを開いておく
- WebClassで出席を登録する準備

課題 (宿題) のチェック

- 例題の説明後，今週の課題に入ってから確認
- 第1回目の宿題のチェックは今週のみ受付ける
- 最終週 (7/23) までに第1回目，第2回目の宿題が1つでも終わってない人は別途個別課題を出します

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

例題4:2進数の印刷

```
;-----------------------
; 例4 2進数の印刷
;-----------------------
EX4 START
      LAD GR3,15        ;ループのカウンタの初期化(GR3←15 (16桁の2進数だから))
      LD   GR1,DATA02     ;GR1 ← (DATA02)
LOOP     LAD GR2,0,GR1      ;GR1をGR2に退避
      AND       GR1,HEX01      ;GR1と#0001との論理積を取る
      ADDL      GR1,ZONE       ;'0'との論理加算により文字コードを得る
      ST   GR1,OUTBUF,GR3  ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
      LAD GR1,0,GR2      ;GR1を復元
      SRL  GR1,1         ;GR1を1ビット論理右シフト
      LAD GR3,-1,GR3     ;GR3 ← -1 + GR3
      CPA GR3,ZERO       ;GR3と0を算術比較
      JPL  LOOP          ;GR3 > 0 ならLOOPへ
      JZE  LOOP          ;GR3 = 0 ならLOOPへ
      OUT OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
      RET
DATA02 DC   25          ;←適当に変えてみる
HEX01    DC   #0001
ZONE     DC   '0'
ZERO     DC   0
OUTBUF  DS   16          ;16個の領域を確保
OUTLEN  DC   16          ;出力する文字列の長さ16
      END
```

例題4:2進数の印刷

- 文字列の出力：OUT 命令
  - OUT DATA02, OUTLEN ではダメなのか??

- OUT命令は文字列しか出力できない

DATA02に入っている値が0か1かを判定

⇒ 文字列に変換

例題の補足ページ:
http://www.ced.is.utsunomiya-u.ac.jp/lecture/2019/prog/p1/kadai4/hosoku.htm

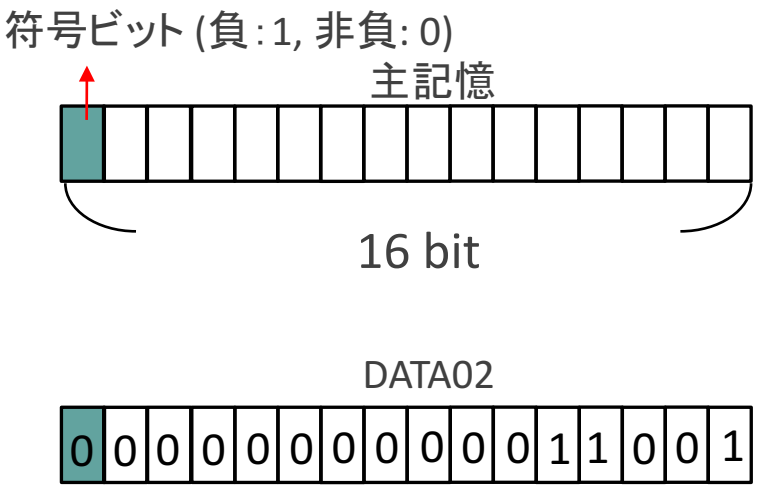
例題4:2進数の印刷

- 処理の流れ
  1. ループカウンタを設定
  2. 最下位1ビットが1か0かの判定を行う (マスク処理)
  3. 1 or 0の文字コードを計算
  4. 最下位ビットの表示位置に計算した文字コード格納
  5. DATA02を1ビット右にシフト，表示位置を一つ左に
  6. 1. の処理に戻る

例題の補足ページ:
http://www.ced.is.utsunomiya-u.ac.jp/lecture/2019/prog/p1/kadai4/hosoku.htm

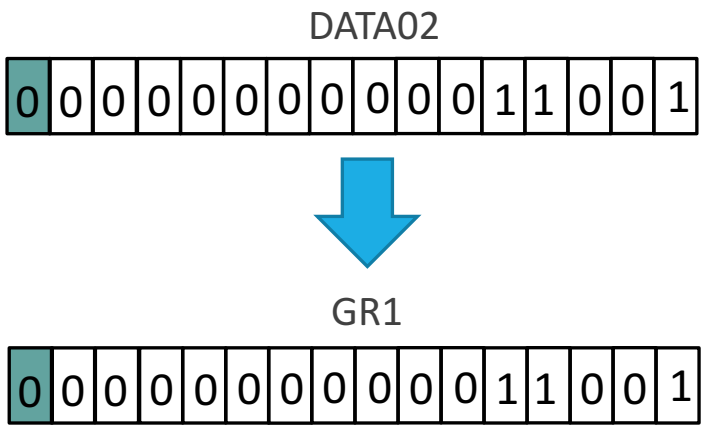
例題4:2進数の印刷

```
;-----------------------
; 例4 2進数の印刷
;-----------------------
EX4  START
       LAD GR3,15        ;ループのカウンタの初期化(GR3←15 (16桁の2進数だから))
       LD   GR1,DATA02     ;GR1 ← (DATA02)
LOOP   LAD GR2,0,GR1       ;GR1をGR2に退避
       AND       GR1,HEX01       ;GR1と#0001との論理積を取る
       ADDL      GR1,ZONE        ;'0'との論理加算により文字コードを得る
       ST   GR1,OUTBUF,GR3  ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
       LAD GR1,0,GR2       ;GR1を復元
       SRL  GR1,1          ;GR1を1ビット論理右シフト
       LAD GR3,-1,GR3      ;GR3 ← -1 + GR3
       CPA GR3,ZERO        ;GR3と0を算術比較
       JPL  LOOP           ;GR3 > 0 ならLOOPへ
       JZE  LOOP           ;GR3 = 0 ならLOOPへ
       OUT OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
       RET
DATA02 DC   25             ;←適当に変えてみる
HEX01  DC   #0001
ZONE   DC   '0'
ZERO   DC   0
OUTBUF DS   16             ;16個の領域を確保
OUTLEN DC   16             ;出力する文字列の長さ16
       END
```



例題4:2進数の印刷

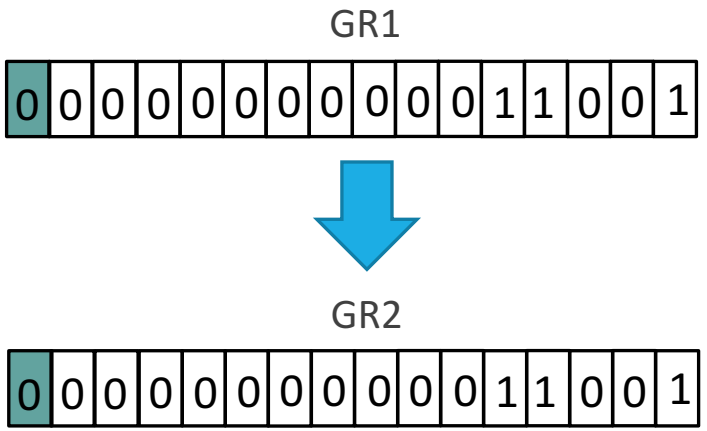
```
;-----------------------
; 例4 2進数の印刷
;-----------------------
EX4 START
      LAD GR3,15        ;ループのカウンタの初期化(GR3←15 (16桁の2進数だから))
      LD   GR1,DATA02    ;GR1 ← (DATA02)
LOOP     LAD GR2,0,GR1      ;GR1をGR2に退避
      AND      GR1,HEX01      ;GR1と#0001との論理積を取る
      ADDL     GR1,ZONE       ;'0'との論理加算により文字コードを得る
      ST   GR1,OUTBUF,GR3  ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
      LAD GR1,0,GR2      ;GR1を復元
      SRL  GR1,1         ;GR1を1ビット論理右シフト
      LAD GR3,-1,GR3     ;GR3 ← -1 + GR3
      CPA GR3,ZERO       ;GR3と0を算術比較
      JPL  LOOP          ;GR3 > 0 ならLOOPへ
      JZE  LOOP          ;GR3 = 0 ならLOOPへ
      OUT OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
      RET
DATA02 DC   25           ;←適当に変えてみる
HEX01    DC   #0001
ZONE     DC   '0'
ZERO     DC   0
OUTBUF  DS   16          ;16個の領域を確保
OUTLEN  DC   16          ;出力する文字列の長さ16
      END
```



例題4:2進数の印刷

```
;-----------------------
; 例4 2進数の印刷
;-----------------------
EX4 START
      LAD GR3,15        ;ループのカウンタの初期化(GR3←15 (16桁の2進数だから))
      LD   GR1,DATA02     ;GR1 ← (DATA02)
LOOP      LAD GR2,0,GR1       ;GR1をGR2に退避
      AND       GR1,HEX01       ;GR1と#0001との論理積を取る
      ADDL      GR1,ZONE        ;'0'との論理加算により文字コードを得る
      ST   GR1,OUTBUF,GR3  ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
      LAD GR1,0,GR2       ;GR1を復元
      SRL  GR1,1          ;GR1を1ビット論理右シフト
      LAD GR3,-1,GR3      ;GR3 ← -1 + GR3
      CPA GR3,ZERO        ;GR3と0を算術比較
      JPL  LOOP           ;GR3 > 0 ならLOOPへ
      JZE  LOOP           ;GR3 = 0 ならLOOPへ
      OUT OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
      RET
DATA02 DC   25            ;←適当に変えてみる
HEX01    DC   #0001
ZONE     DC   '0'
ZERO     DC   0
OUTBUF  DS   16           ;16個の領域を確保
OUTLEN  DC   16           ;出力する文字列の長さ16
      END
```

GR1は後の処理で論理積を取る (マスク処理) ため



例題4:2進数の印刷

```
;-----------------------
; 例4 2進数の印刷
;-----------------------
EX4 START
      LAD GR3,15        ;ループのカウンタの初期化(GR3←15 (16桁の2進数だから))
      LD   GR1,DATA02     ;GR1 ← (DATA02)
LOOP     LAD GR2,0,GR1       ;GR1をGR2に退避
      AND       GR1,HEX01     ;GR1と#0001との論理積を取る
      ADDL      GR1,ZONE      ;'0'との論理加算により文字コードを得る
      ST   GR1,OUTBUF,GR3  ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
      LAD GR1,0,GR2       ;GR1を復元
      SRL  GR1,1          ;GR1を1ビット論理右シフト
      LAD GR3,-1,GR3      ;GR3 ← -1 + GR3
      CPA GR3,ZERO        ;GR3と0を算術比較
      JPL  LOOP           ;GR3 > 0 ならLOOPへ
      JZE  LOOP           ;GR3 = 0 ならLOOPへ
      OUT OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
      RET
DATA02 DC   25            ;←適当に変えてみる
HEX01    DC   #0001
ZONE     DC   '0'
ZERO     DC   0
OUTBUF  DS   16           ;16個の領域を確保
OUTLEN  DC   16           ;出力する文字列の長さ16
      END
```

マスク処理 (最下位ビットが 0 or 1)

GR1

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1

＋ AND (論理積)

HEX01

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

＝

GR1

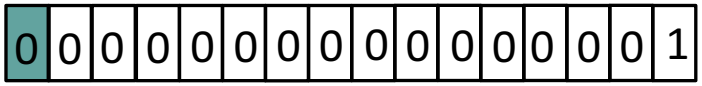
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

例題4:2進数の印刷

```
;-----------------------
; 例4 2進数の印刷
;-----------------------
EX4 START
      LAD GR3,15        ;ループのカウンタの初期化(GR3←15 (16桁の2進数だから))
      LD   GR1,DATA02     ;GR1 ← (DATA02)
LOOP     LAD GR2,0,GR1      ;GR1をGR2に退避
      AND       GR1,HEX01      ;GR1と#0001との論理積を取る
      ADDL      GR1,ZONE       ;'0'との論理加算により文字コードを得る
      ST   GR1,OUTBUF,GR3  ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
      LAD GR1,0,GR2      ;GR1を復元
      SRL  GR1,1         ;GR1を1ビット論理右シフト
      LAD GR3,-1,GR3     ;GR3 ← -1 + GR3
      CPA GR3,ZERO       ;GR3と0を算術比較
      JPL  LOOP          ;GR3 > 0 ならLOOPへ
      JZE  LOOP          ;GR3 = 0 ならLOOPへ
      OUT OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
      RET
DATA02 DC   25           ;←適当に変えてみる
HEX01    DC   #0001
ZONE     DC   '0'
ZERO     DC   0
OUTBUF  DS   16          ;16個の領域を確保
OUTLEN  DC   16          ;出力する文字列の長さ16
      END
```

文字列変換

GR1



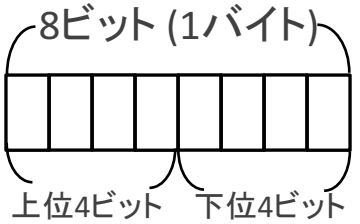
例題4:2進数の印刷

文字コード

上位４ビット　→

下位4ビット ↓	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0				0	@	P	’	p				ー	タ	ミ		
1			!	1	A	Q	a	q			。	ア	チ	ム		
2			”	2	B	R	b	r			「	イ	ツ	メ		
3			#	3	C	S	c	s			」	ウ	テ	モ		
4			$	4	D	T	d	t			。	エ	ト	ヤ		
5			%	5	E	U	e	u			・	オ	ナ	ユ		
6			&	6	F	V	f	v			ヲ	カ	ニ	ヨ		
7			’	7	G	W	g	w			ァ	キ	ヌ	ラ		
8			(	8	H	X	h	x			ィ	ク	ネ	リ		
9			)	9	I	Y	i	y			ゥ	ケ	ノ	ル		
A			*	:	J	Z	j	z			ェ	コ	ハ	レ		
B			+	;	K	[	k	{			ォ	サ	ヒ	ロ		
C			,	<	L	¥	l	|			ャ	シ	フ	ワ		
D			−	=	M	]	m	}			ュ	ス	ヘ	ン		
E			.	>	N	^	n	￣			ョ	セ	ホ	゛		
F			／	?	O	_	o				ッ	ソ	マ	゜		

- 1文字のビット構成



文字列 ‘0’

0	0	1	1	0	0	0	0

文字コード一覧 (講義ページ)
http://www.ced.is.utsunomiya-u.ac.jp/lecture/2019/prog/p1/kadai4/characterCode.htm

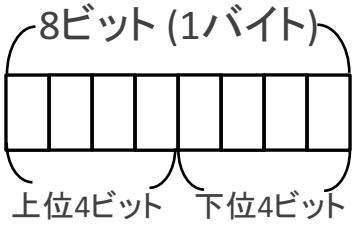
例題4:2進数の印刷

文字コード

上位４ビット　→

下位4ビット ↓	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0				0	@	P	’	p				ー	タ	ミ		
1			!	1	A	Q	a	q			。	ア	チ	ム		
2			”	2	B	R	b	r			「	イ	ツ	メ		
3			#	3	C	S	c	s			」	ウ	テ	モ		
4			$	4	D	T	d	t			。	エ	ト	ヤ		
5			%	5	E	U	e	u			・	オ	ナ	ユ		
6			&	6	F	V	f	v			ヲ	カ	ニ	ヨ		
7			’	7	G	W	g	w			ァ	キ	ヌ	ラ		
8			(	8	H	X	h	x			ィ	ク	ネ	リ		
9			)	9	I	Y	i	y			ゥ	ケ	ノ	ル		
A			*	:	J	Z	j	z			ェ	コ	ハ	レ		
B			+	;	K	[	k	{			ォ	サ	ヒ	ロ		
C			,	<	L	¥	l	|			ャ	シ	フ	ワ		
D			−	=	M	]	m	}			ュ	ス	ヘ	ン		
E			.	>	N	^	n	￣			ョ	セ	ホ	゛		
F			／	?	O	_	o				ッ	ソ	マ	゜		

- 1文字のビット構成



文字列 ‘0’

0	0	1	1	0	0	0	0

文字列 ‘1’

0	0	1	1	0	0	0	1

文字コード一覧 (講義ページ)
http://www.ced.is.utsunomiya-u.ac.jp/lecture/2019/prog/p1/kadai4/characterCode.htm

例題4:2進数の印刷

- 文字コードと数値

  10進数の7 : $(7)_{10} = (07)_{16} = (0000\ 0111)_2$

  文字列'7' : '7' = $(37)_{16}$ = $(0011\ 0111)_2$

  $(37)_{16}$ → 文字コード

  $(0011\ 0111)_2 = (55)_{10}$

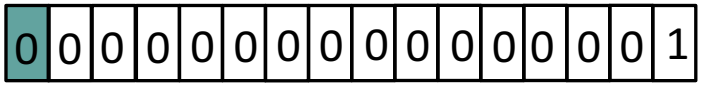
- 命令によって区別される
  - ADDA命令 : 2進数の数値のみ扱う
    ⇒ $(0011\ 0111)_2$ は10進数の55として処理
  - OUT命令 : 文字列のみ扱う
    ⇒ $(0011\ 0111)_2$ は文字列'7'として処理

例題4:2進数の印刷

```
;-----------------------
; 例4 2進数の印刷
;-----------------------
EX4 START
      LAD GR3,15        ;ループのカウンタの初期化(GR3←15 (16桁の2進数だから))
      LD   GR1,DATA02     ;GR1 ← (DATA02)
LOOP     LAD GR2,0,GR1      ;GR1をGR2に退避
      AND       GR1,HEX01      ;GR1と#0001との論理積を取る
      ADDL      GR1,ZONE       ;'0'との論理加算により文字コードを得る
      ST   GR1,OUTBUF,GR3  ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
      LAD GR1,0,GR2      ;GR1を復元
      SRL  GR1,1         ;GR1を1ビット論理右シフト
      LAD GR3,-1,GR3     ;GR3 ← -1 + GR3
      CPA GR3,ZERO       ;GR3と0を算術比較
      JPL  LOOP          ;GR3 > 0 ならLOOPへ
      JZE  LOOP          ;GR3 = 0 ならLOOPへ
      OUT OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
      RET
DATA02 DC   25           ;←適当に変えてみる
HEX01    DC   #0001
ZONE     DC   '0'
ZERO     DC   0
OUTBUF  DS   16          ;16個の領域を確保
OUTLEN  DC   16          ;出力する文字列の長さ16
      END
```

文字列変換

GR1



例題4:2進数の印刷

- ADDL (ADD Logical; 論理加算) 命令

  [ラベル] ADDL r1, r2

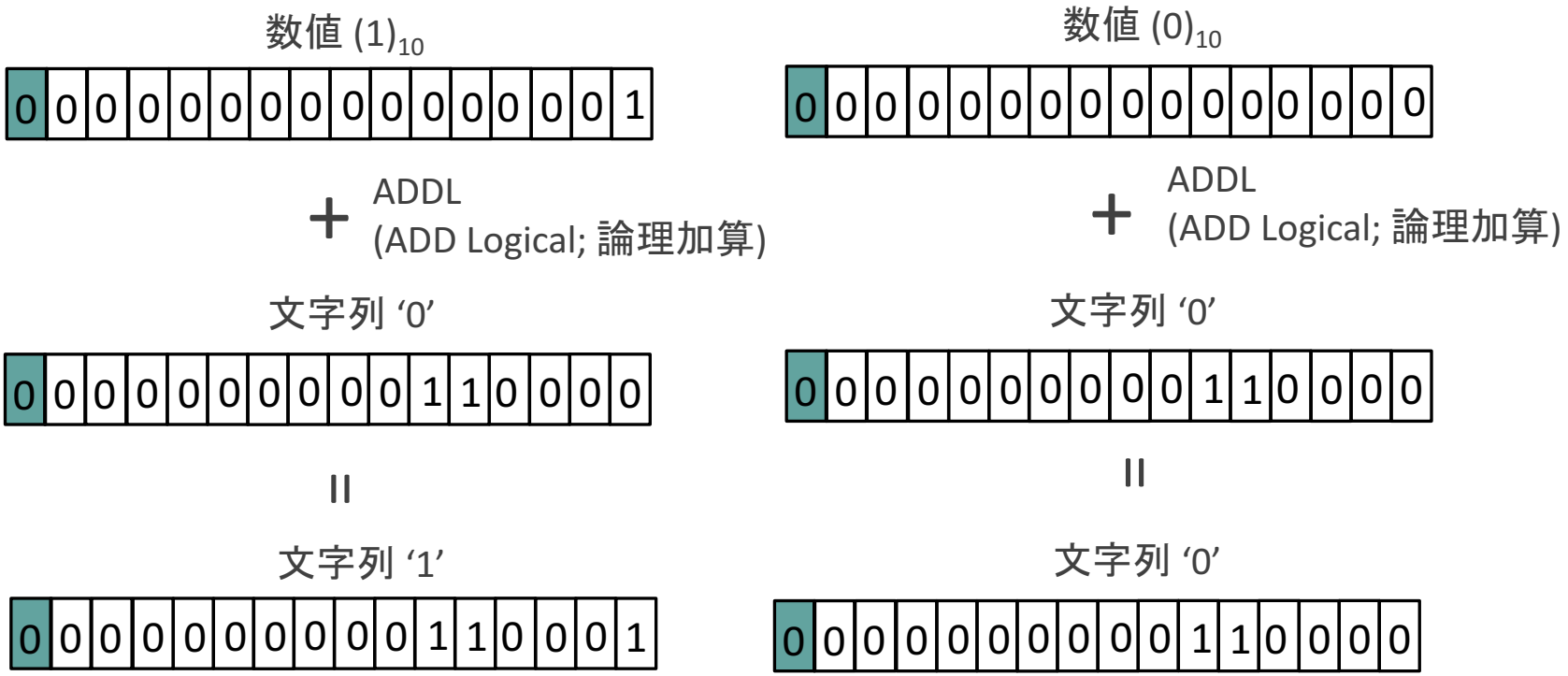
  ⇒ r1で指定したレジスタの内容とr2で指定したレジスタを符号のない数値とみなして加算，結果をr1に入れる

  [ラベル] ADDL r, adr[,x]

  ⇒rで指定したレジスタの内容とadr[,x]で指定した主記憶の内容を符号のない数値とみなして加算，結果をrに入れる

例題4:2進数の印刷

- 文字列への変換



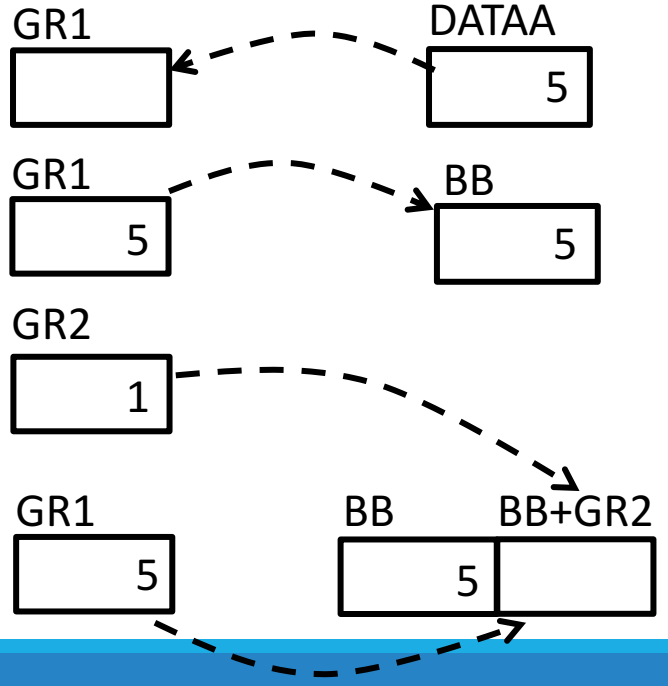
例題4:2進数の印刷

```
;-----------------------
; 例4 2進数の印刷
;-----------------------
EX4 START
      LAD GR3,15        ;ループのカウンタの初期化(GR3←15 (16桁の2進数だから))
      LD   GR1,DATA02     ;GR1 ← (DATA02)
LOOP     LAD GR2,0,GR1      ;GR1をGR2に退避
      AND      GR1,HEX01      ;GR1と#0001との論理積を取る
      ADDL     GR1,ZONE       ;'0'との論理加算により文字コードを得る
      ST   GR1,OUTBUF,GR3 ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
      LAD GR1,0,GR2      ;GR1を復元
      SRL  GR1,1         ;GR1を1ビット論理右シフト
      LAD GR3,-1,GR3     ;GR3 ← -1 + GR3
      CPA GR3,ZERO       ;GR3と0を算術比較
      JPL  LOOP          ;GR3 > 0 ならLOOPへ
      JZE  LOOP          ;GR3 = 0 ならLOOPへ
      OUT OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
      RET
DATA02 DC   25           ;←適当に変えてみる
HEX01    DC   #0001
ZONE     DC   '0'
ZERO     DC   0
OUTBUF  DS   16          ;16個の領域を確保
OUTLEN  DC   16          ;出力する文字列の長さ16
      END
```

例題4:2進数の印刷

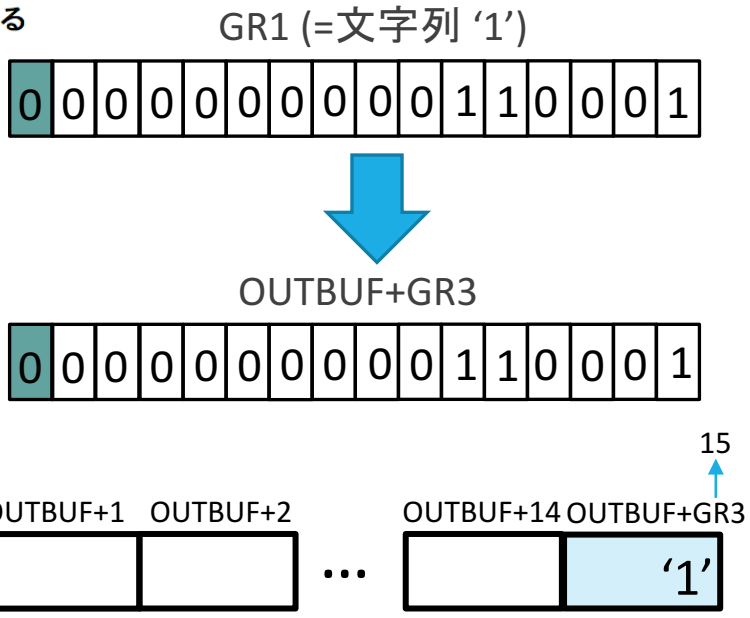
- ST (Store; ストア) 命令
  [ラベル]　ST　r, adr[,x]
  ⇒rで指定したレジスタの内容をadr[,x]で指定した主記憶に入れる

```
PGM     START
        LD      GR1, DATAA
        ST      GR1, BB
        LAD     GR2, 1
        ST      GR1, BB, GR2
        RET
DATAA   DC      5
BB      DS      2
        END
```



例題4:2進数の印刷

```
;-----------------------
; 例4 2進数の印刷
;-----------------------
EX4 START
      LAD GR3,15        ;ループのカウンタの初期化(GR3←15 (16桁の2進数だから))
      LD   GR1,DATA02     ;GR1 ← (DATA02)
LOOP     LAD GR2,0,GR1       ;GR1をGR2に退避
      AND       GR1,HEX01       ;GR1と#0001との論理積を取る
      ADDL      GR1,ZONE        ;'0'との論理加算により文字コードを得る
      ST   GR1,OUTBUF,GR3 ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
      LAD GR1,0,GR2       ;GR1を復元
      SRL  GR1,1          ;GR1を1ビット論理右シフト
      LAD GR3,-1,GR3      ;GR3 ← -1 + GR3
      CPA GR3,ZERO        ;GR3と0を算術比較
      JPL  LOOP           ;GR3 > 0 ならLOOPへ
      JZE  LOOP           ;GR3 = 0 ならLOOPへ
      OUT OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
      RET
DATA02 DC   25            ;←適当に変えてみる
HEX01    DC   #0001
ZONE     DC   '0'
ZERO     DC   0
OUTBUF  DS   16           ;16個の領域を確保
OUTLEN  DC   16           ;出力する文字列の長さ16
      END
```



例題4:2進数の印刷

```
;-----------------------
; 例4 2進数の印刷
;-----------------------
EX4 START
      LAD GR3,15        ;ループのカウンタの初期化(GR3←15 (16桁の2進数だから))
      LD   GR1,DATA02     ;GR1 ← (DATA02)
LOOP     LAD GR2,0,GR1      ;GR1をGR2に退避
      AND      GR1,HEX01      ;GR1と#0001との論理積を取る
      ADDL     GR1,ZONE       ;'0'との論理加算により文字コードを得る
      ST   GR1,OUTBUF,GR3  ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
      LAD GR1,0,GR2      ;GR1を復元
      SRL  GR1,1         ;GR1を1ビット論理右シフト
      LAD GR3,-1,GR3     ;GR3 ← -1 + GR3
      CPA GR3,ZERO       ;GR3と0を算術比較
      JPL  LOOP          ;GR3 > 0 ならLOOPへ
      JZE  LOOP          ;GR3 = 0 ならLOOPへ
      OUT OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
      RET
DATA02 DC   25           ;←適当に変えてみる
HEX01    DC   #0001
ZONE     DC   '0'
ZERO     DC   0
OUTBUF  DS   16          ;16個の領域を確保
OUTLEN  DC   16          ;出力する文字列の長さ16
      END
```

GR1 (= 文字列'1')

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1

GR2 (=DATA02の値，25)

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1

GR1 (= DATA02の値，25)

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1

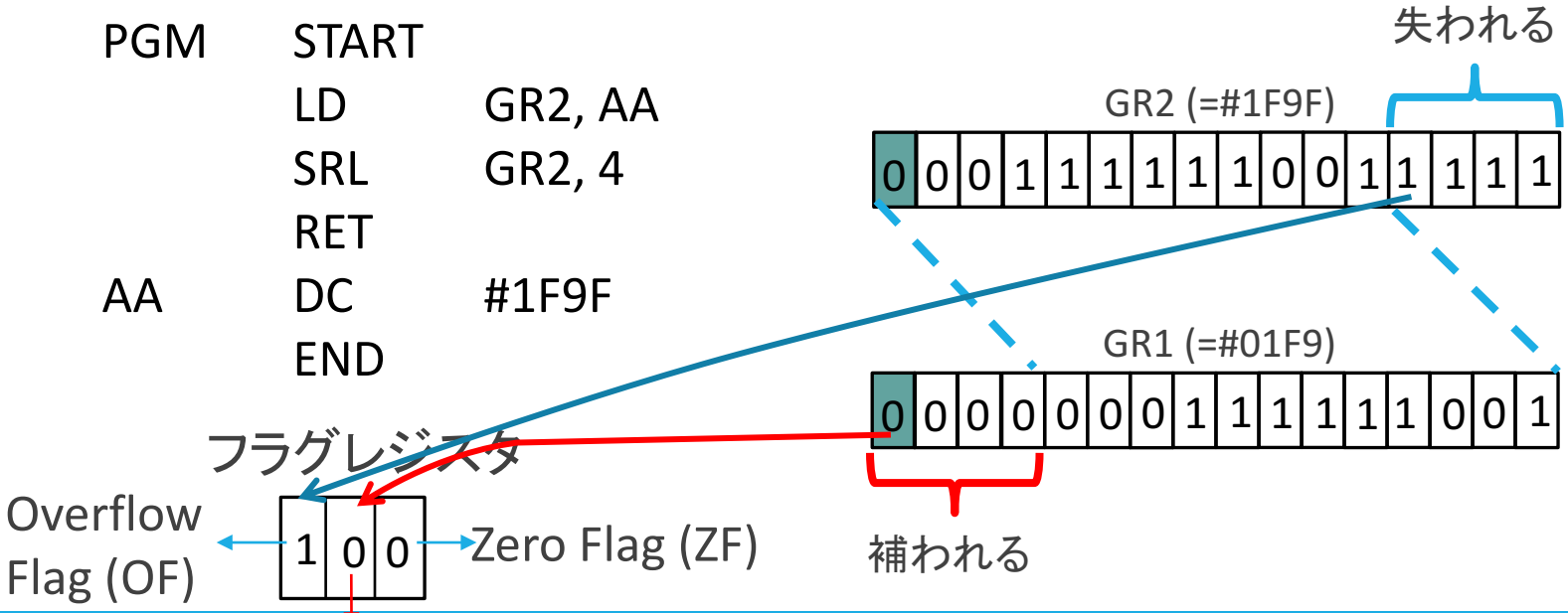
例題4:2進数の印刷

```
;-----------------------
; 例4 2進数の印刷
;-----------------------
EX4 START
      LAD GR3,15        ;ループのカウンタの初期化(GR3←15 (16桁の2進数だから))
      LD   GR1,DATA02     ;GR1 ← (DATA02)
LOOP     LAD GR2,0,GR1      ;GR1をGR2に退避
      AND      GR1,HEX01      ;GR1と#0001との論理積を取る
      ADDL     GR1,ZONE       ;'0'との論理加算により文字コードを得る
      ST   GR1,OUTBUF,GR3  ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
      LAD GR1,0,GR2      ;GR1を復元
      SRL  GR1,1         ;GR1を1ビット論理右シフト
      LAD GR3,-1,GR3     ;GR3 ← -1 + GR3
      CPA GR3,ZERO       ;GR3と0を算術比較
      JPL  LOOP          ;GR3 > 0 ならLOOPへ
      JZE  LOOP          ;GR3 = 0 ならLOOPへ
      OUT OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
      RET
DATA02 DC   25           ;←適当に変えてみる
HEX01    DC   #0001
ZONE     DC   '0'
ZERO     DC   0
OUTBUF  DS   16          ;16個の領域を確保
OUTLEN  DC   16          ;出力する文字列の長さ16
      END
```

例題4:2進数の印刷

- SRL (Shift Right Logical; 論理右シフト) 命令
  [ラベル]　SRL　r, adr[,x]
  ⇒rで指定したレジスタの内容をadr[,x]で指定したビット数だけ右にシフトする (※シフト後空いたビットには0が入る)

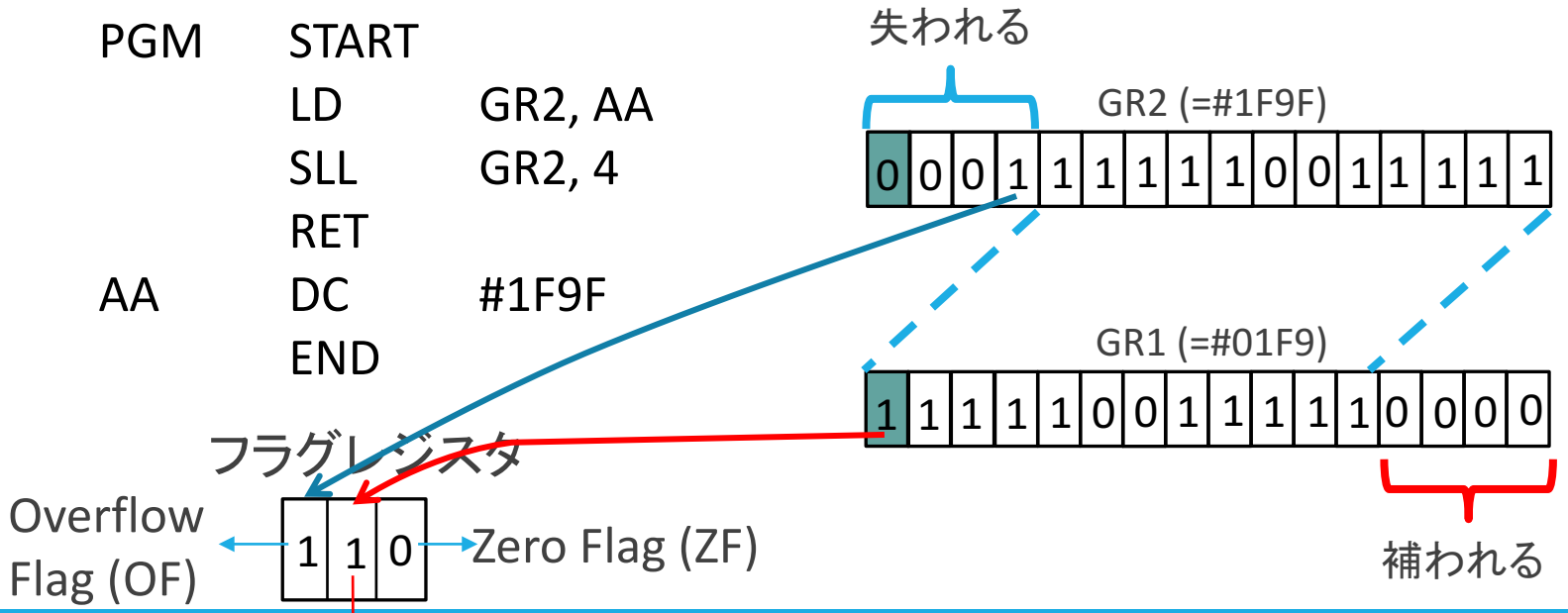
```
PGM     START
        LD      GR2, AA
        SRL     GR2, 4
        RET
AA      DC      #1F9F
        END
```



例題4:2進数の印刷

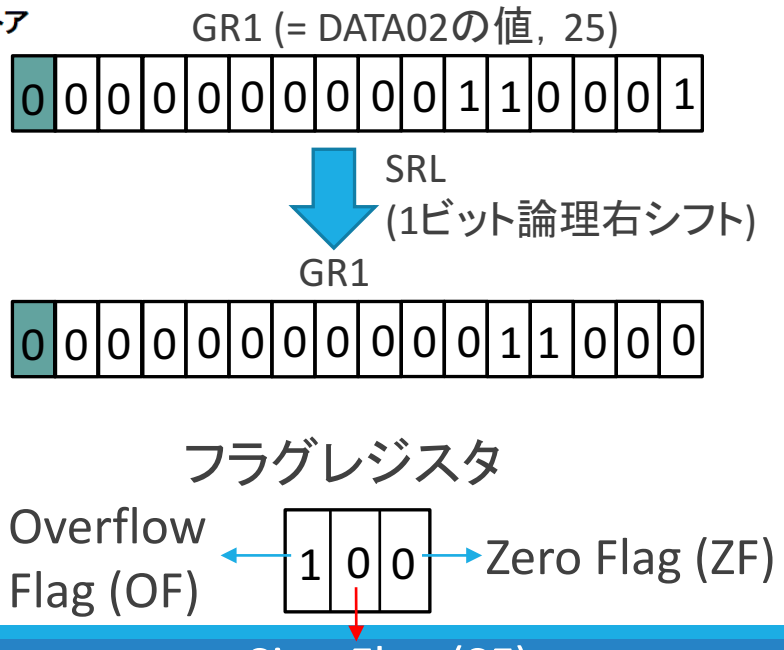
- SLL (Shift Left Logical; 論理左シフト) 命令
  [ラベル]　SLL　r, adr[,x]
  ⇒rで指定したレジスタの内容をadr[,x]で指定したビット数だけ左にシフトする (※シフト後空いたビットには0が入る)

```
PGM     START
        LD      GR2, AA
        SLL     GR2, 4
        RET
AA      DC      #1F9F
        END
```



例題4:2進数の印刷

```
;-----------------------
; 例4 2進数の印刷
;-----------------------
EX4 START
      LAD GR3,15        ;ループのカウンタの初期化(GR3←15 (16桁の2進数だから))
      LD   GR1,DATA02     ;GR1 ← (DATA02)
LOOP     LAD GR2,0,GR1      ;GR1をGR2に退避
      AND      GR1,HEX01      ;GR1と#0001との論理積を取る
      ADDL     GR1,ZONE       ;'0'との論理加算により文字コードを得る
      ST   GR1,OUTBUF,GR3  ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
      LAD GR1,0,GR2      ;GR1を復元
      SRL  GR1,1         ;GR1を1ビット論理右シフト
      LAD GR3,-1,GR3     ;GR3 ← -1 + GR3
      CPA GR3,ZERO       ;GR3と0を算術比較
      JPL  LOOP          ;GR3 > 0 ならLOOPへ
      JZE  LOOP          ;GR3 = 0 ならLOOPへ
      OUT OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
      RET
DATA02 DC   25           ;←適当に変えてみる
HEX01    DC   #0001
ZONE     DC   '0'
ZERO     DC   0
OUTBUF  DS   16          ;16個の領域を確保
OUTLEN  DC   16          ;出力する文字列の長さ16
      END
```



例題4:2進数の印刷

```
;-----------------------
; 例4 2進数の印刷
;-----------------------
EX4 START
      LAD GR3,15        ;ループのカウンタの初期化(GR3←15 (16桁の2進数だから))
      LD   GR1,DATA02     ;GR1 ← (DATA02)
LOOP     LAD GR2,0,GR1      ;GR1をGR2に退避
      AND       GR1,HEX01      ;GR1と#0001との論理積を取る
      ADDL      GR1,ZONE       ;'0'との論理加算により文字コードを得る
      ST   GR1,OUTBUF,GR3  ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
      LAD GR1,0,GR2      ;GR1を復元
      SRL  GR1,1         ;GR1を1ビット論理右シフト
      LAD GR3,-1,GR3     ;GR3 ← -1 + GR3
      CPA GR3,ZERO       ;GR3と0を算術比較
      JPL  LOOP          ;GR3 > 0 ならLOOPへ
      JZE  LOOP          ;GR3 = 0 ならLOOPへ
      OUT OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
      RET
DATA02 DC   25           ;←適当に変えてみる
HEX01    DC   #0001
ZONE     DC   '0'
ZERO     DC   0
OUTBUF  DS   16          ;16個の領域を確保
OUTLEN  DC   16          ;出力する文字列の長さ16
      END
```

ループカウンタのデクリメント

GR3 = 14

例題4:2進数の印刷

```
;-----------------------
; 例4 2進数の印刷
;-----------------------
EX4 START
      LAD GR3,15        ;ループのカウンタの初期化(GR3←15 (16桁の2進数だから))
      LD   GR1,DATA02     ;GR1 ← (DATA02)
LOOP  LAD GR2,0,GR1     ;GR1をGR2に退避
      AND       GR1,HEX01      ;GR1と#0001との論理積を取る
      ADDL      GR1,ZONE       ;'0'との論理加算により文字コードを得る
      ST   GR1,OUTBUF,GR3  ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
      LAD GR1,0,GR2       ;GR1を復元
      SRL  GR1,1          ;GR1を1ビット論理右シフト
      LAD GR3,-1,GR3      ;GR3 ← -1 + GR3
      CPA GR3,ZERO        ;GR3と0を算術比較
      JPL  LOOP           ;GR3 > 0 ならLOOPへ
      JZE  LOOP           ;GR3 = 0 ならLOOPへ
      OUT OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
      RET
DATA02 DC   25            ;←適当に変えてみる
HEX01  DC   #0001
ZONE   DC   '0'
ZERO   DC   0
OUTBUF DS   16            ;16個の領域を確保
OUTLEN DC   16            ;出力する文字列の長さ16
      END
```

ループカウンタは15～0まで実行

ループカウンタがマイナスになったら
(ループが16回実行されたら) 印刷

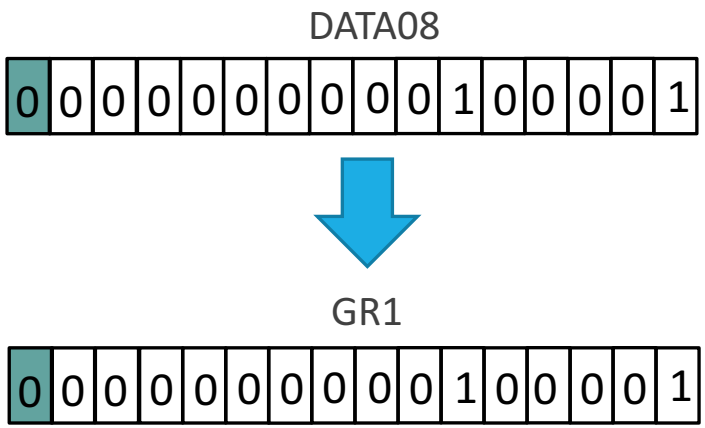
例題5:8進数の印刷

```
;----------------------
; 例5 8進数の印刷
;----------------------
EX5  START
     LAD  GR3,5        ;ループのカウンタの初期化(GR3←5)
     LD   GR1,DATA08   ;GR1 ← (DATA08)
LOOP LAD  GR2,0,GR1    ;GR1をGR2に退避
     AND  GR1,HEX07    ;GR1と#0007との論理積を取る
     ADDL GR1,ZONE     ;'0'との論理加算により文字コードを得る
     ST   GR1,OUTBUF,GR3 ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
     LAD  GR1,0,GR2    ;GR1を復元
     SRL  GR1,3        ;GR1を3ビット論理右シフト
     LAD  GR3,-1,GR3   ;GR3 ← -1 + GR3
     CPA  GR3,ZERO     ;GR3と0を算術比較
     JPL  LOOP         ;GR3 > 0 ならLOOPへ
     JZE  LOOP         ;GR3 = 0 ならLOOPへ
     OUT  OUTBUF,OUTLEN  ;文字を出力
     RET
DATA08 DC  33          ;←適当に変えてみる
HEX07  DC  #0007
ZONE   DC  '0'
ZERO   DC  0
OUTBUF DS  6           ;6個の領域を確保
OUTLEN DC  6           ;出力する文字列の長さ6
     END
```

10進数	2進数	8進数	16進数
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

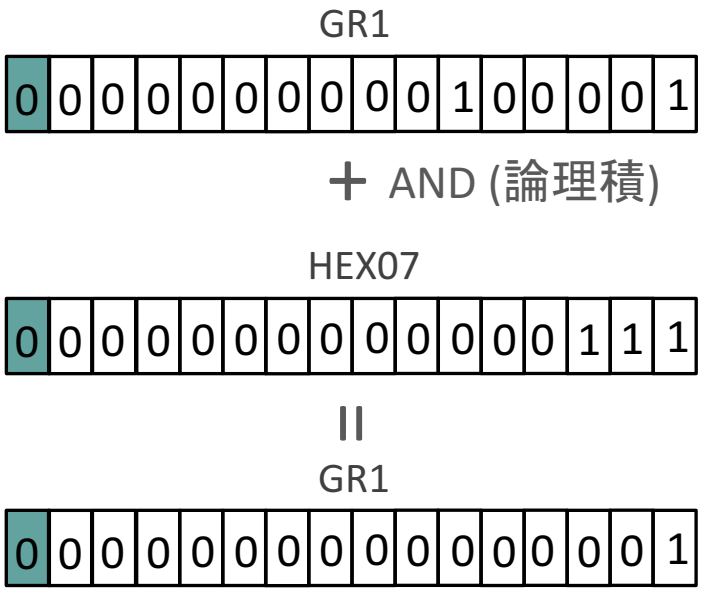
例題5:8進数の印刷

```
;----------------------
; 例5 8進数の印刷
;----------------------
EX5  START
     LAD GR3,5          ;ループのカウンタの初期化(GR3←5)
     LD   GR1,DATA08    ;GR1 ← (DATA08)
LOOP LAD GR2,0,GR1      ;GR1をGR2に退避
     AND      GR1,HEX07     ;GR1と#0007との論理積を取る
     ADDL     GR1,ZONE      ;'0'との論理加算により文字コードを得る
     ST   GR1,OUTBUF,GR3 ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
     LAD GR1,0,GR2      ;GR1を復元
     SRL  GR1,3         ;GR1を3ビット論理右シフト
     LAD GR3,-1,GR3     ;GR3 ← -1 + GR3
     CPA GR3,ZERO       ;GR3と0を算術比較
     JPL  LOOP          ;GR3 > 0 ならLOOPへ
     JZE  LOOP          ;GR3 = 0 ならLOOPへ
     OUT OUTBUF,OUTLEN  ;文字を出力
     RET
DATA08 DC   33          ;←適当に変えてみる
HEX07  DC   #0007
ZONE   DC   '0'
ZERO   DC   0
OUTBUF DS   6           ;6個の領域を確保
OUTLEN DC   6           ;出力する文字列の長さ6
     END
```



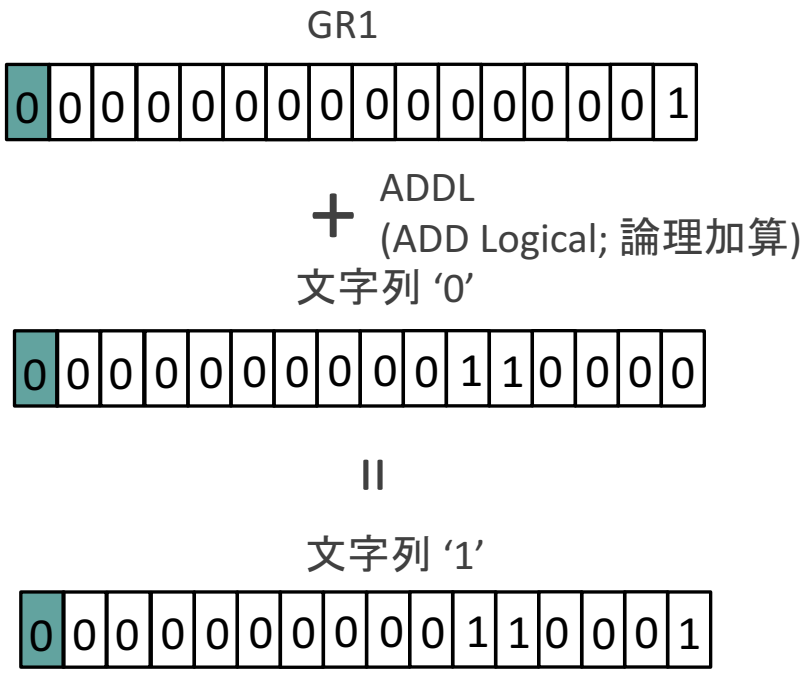
例題5:8進数の印刷

```
;----------------------
; 例5 8進数の印刷
;----------------------
EX5  START
     LAD  GR3,5        ;ループのカウンタの初期化(GR3←5)
     LD   GR1,DATA08   ;GR1 ← (DATA08)
LOOP LAD  GR2,0,GR1    ;GR1をGR2に退避
     AND  GR1,HEX07    ;GR1と#0007との論理積を取る
     ADDL GR1,ZONE     ;'0'との論理加算により文字コードを得る
     ST   GR1,OUTBUF,GR3 ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
     LAD  GR1,0,GR2    ;GR1を復元
     SRL  GR1,3        ;GR1を3ビット論理右シフト
     LAD  GR3,-1,GR3   ;GR3 ← -1 + GR3
     CPA  GR3,ZERO     ;GR3と0を算術比較
     JPL  LOOP         ;GR3 > 0 ならLOOPへ
     JZE  LOOP         ;GR3 = 0 ならLOOPへ
     OUT  OUTBUF,OUTLEN ;文字を出力
     RET
DATA08 DC  33          ;←適当に変えてみる
HEX07  DC  #0007
ZONE   DC  '0'
ZERO   DC  0
OUTBUF DS  6           ;6個の領域を確保
OUTLEN DC  6           ;出力する文字列の長さ6
     END
```



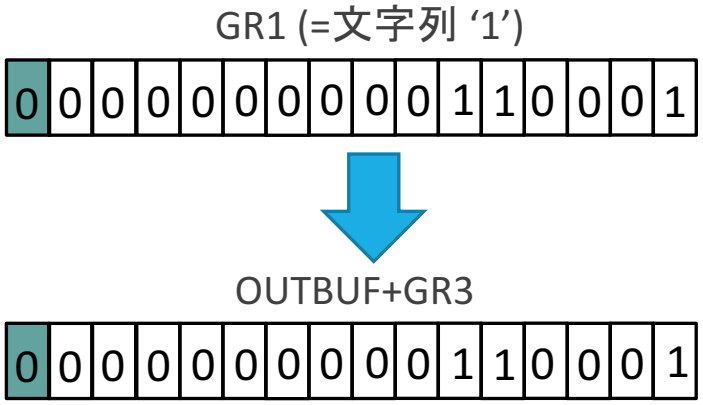
例題5:8進数の印刷

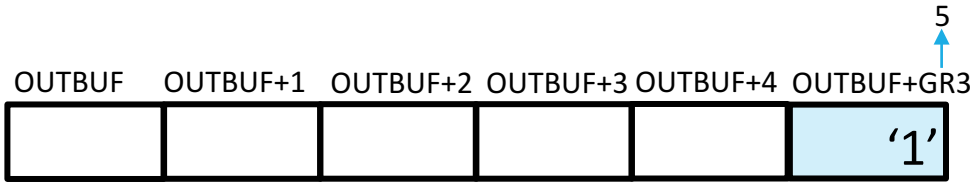
```
;----------------------
; 例5 8進数の印刷
;----------------------
EX5 START
      LAD GR3,5         ;ループのカウンタの初期化(GR3←5)
      LD   GR1,DATA08     ;GR1 ← (DATA08)
LOOP     LAD GR2,0,GR1       ;GR1をGR2に退避
      AND       GR1,HEX07       ;GR1と#0007との論理積を取る
      ADDL      GR1,ZONE        ;'0'との論理加算により文字コードを得る
      ST   GR1,OUTBUF,GR3  ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
      LAD GR1,0,GR2       ;GR1を復元
      SRL  GR1,3          ;GR1を3ビット論理右シフト
      LAD GR3,-1,GR3      ;GR3 ← -1 + GR3
      CPA GR3,ZERO        ;GR3と0を算術比較
      JPL  LOOP           ;GR3 > 0 ならLOOPへ
      JZE  LOOP           ;GR3 = 0 ならLOOPへ
      OUT OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
      RET
DATA08 DC   33            ;←適当に変えてみる
HEX07    DC   #0007
ZONE     DC   '0'
ZERO     DC   0
OUTBUF  DS   6            ;6個の領域を確保
OUTLEN  DC   6            ;出力する文字列の長さ6
      END
```



例題5:8進数の印刷

```
;----------------------
; 例5 8進数の印刷
;----------------------
EX5 START
      LAD GR3,5        ;ループのカウンタの初期化(GR3←5)
      LD   GR1,DATA08    ;GR1 ← (DATA08)
LOOP    LAD GR2,0,GR1     ;GR1をGR2に退避
      AND      GR1,HEX07     ;GR1と#0007との論理積を取る
      ADDL     GR1,ZONE      ;'0'との論理加算により文字コードを得る
      ST   GR1,OUTBUF,GR3 ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
      LAD GR1,0,GR2     ;GR1を復元
      SRL  GR1,3        ;GR1を3ビット論理右シフト
      LAD GR3,-1,GR3    ;GR3 ← -1 + GR3
      CPA GR3,ZERO      ;GR3と0を算術比較
      JPL  LOOP         ;GR3 > 0 ならLOOPへ
      JZE  LOOP         ;GR3 = 0 ならLOOPへ
      OUT OUTBUF,OUTLEN  ;文字を出力
      RET
DATA08 DC   33          ;←適当に変えてみる
HEX07    DC   #0007
ZONE     DC   '0'
ZERO     DC   0
OUTBUF  DS   6          ;6個の領域を確保
OUTLEN  DC   6          ;出力する文字列の長さ6
      END
```





例題5:8進数の印刷

```
;----------------------
; 例5 8進数の印刷
;----------------------
EX5 START
      LAD GR3,5        ;ループのカウンタの初期化(GR3←5)
      LD   GR1,DATA08     ;GR1 ← (DATA08)
LOOP     LAD GR2,0,GR1       ;GR1をGR2に退避
      AND       GR1,HEX07       ;GR1と#0007との論理積を取る
      ADDL      GR1,ZONE        ;'0'との論理加算により文字コードを得る
      ST   GR1,OUTBUF,GR3  ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
      LAD GR1,0,GR2       ;GR1を復元
      SRL  GR1,3          ;GR1を3ビット論理右シフト
      LAD GR3,-1,GR3      ;GR3 ← -1 + GR3
      CPA GR3,ZERO        ;GR3と0を算術比較
      JPL  LOOP           ;GR3 > 0 ならLOOPへ
      JZE  LOOP           ;GR3 = 0 ならLOOPへ
      OUT OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
      RET
DATA08 DC   33            ;←適当に変えてみる
HEX07    DC   #0007
ZONE     DC   '0'
ZERO     DC   0
OUTBUF  DS   6            ;6個の領域を確保
OUTLEN  DC   6            ;出力する文字列の長さ6
      END
```

GR1 (= 文字列'1')

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1

GR2 (=DATA08の値，33)

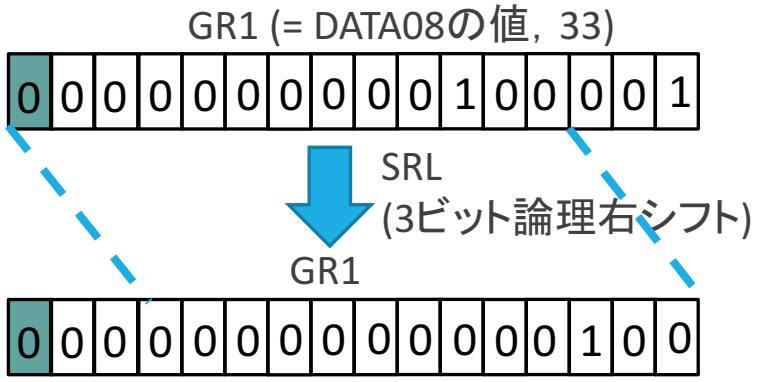
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

GR1 (= DATA08の値，33)

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

例題5:8進数の印刷

```
;----------------------
; 例5 8進数の印刷
;----------------------
EX5  START
     LAD GR3,5        ;ループのカウンタの初期化(GR3←5)
     LD  GR1,DATA08   ;GR1 ← (DATA08)
LOOP LAD GR2,0,GR1    ;GR1をGR2に退避
     AND  GR1,HEX07   ;GR1と#0007との論理積を取る
     ADDL GR1,ZONE    ;'0'との論理加算により文字コードを得る
     ST   GR1,OUTBUF,GR3 ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
     LAD GR1,0,GR2    ;GR1を復元
     SRL GR1,3        ;GR1を3ビット論理右シフト
     LAD GR3,-1,GR3   ;GR3 ← -1 + GR3
     CPA GR3,ZERO     ;GR3と0を算術比較
     JPL LOOP         ;GR3 > 0 ならLOOPへ
     JZE LOOP         ;GR3 = 0 ならLOOPへ
     OUT OUTBUF,OUTLEN ;文字を出力
     RET
DATA08 DC  33         ;←適当に変えてみる
HEX07  DC  #0007
ZONE   DC  '0'
ZERO   DC  0
OUTBUF DS  6          ;6個の領域を確保
OUTLEN DC  6          ;出力する文字列の長さ6
     END
```



例題5:8進数の印刷

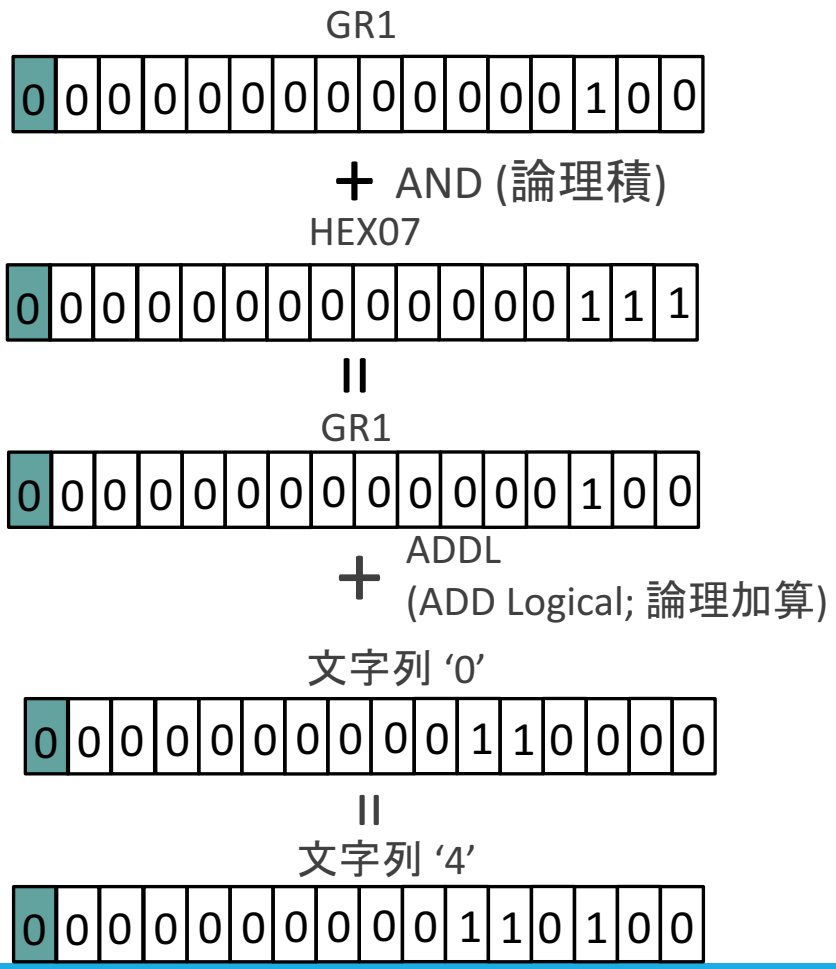
```
;----------------------
; 例5 8進数の印刷
;----------------------
EX5  START
     LAD GR3,5        ;ループのカウンタの初期化(GR3←5)
     LD  GR1,DATA08   ;GR1 ← (DATA08)
LOOP LAD GR2,0,GR1    ;GR1をGR2に退避
     AND     GR1,HEX07    ;GR1と#0007との論理積を取る
     ADDL    GR1,ZONE     ;'0'との論理加算により文字コードを得る
     ST  GR1,OUTBUF,GR3 ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
     LAD GR1,0,GR2     ;GR1を復元
     SRL GR1,3         ;GR1を3ビット論理右シフト
     LAD GR3,-1,GR3    ;GR3 ← -1 + GR3
     CPA GR3,ZERO      ;GR3と0を算術比較
     JPL LOOP          ;GR3 > 0 ならLOOPへ
     JZE LOOP          ;GR3 = 0 ならLOOPへ
     OUT OUTBUF,OUTLEN  ;文字を出力
     RET
DATA08 DC  33          ;←適当に変えてみる
HEX07  DC  #0007
ZONE   DC  '0'
ZERO   DC  0
OUTBUF DS  6           ;6個の領域を確保
OUTLEN DC  6           ;出力する文字列の長さ6
     END
```

ループカウンタのデクリメント

GR3 = 4

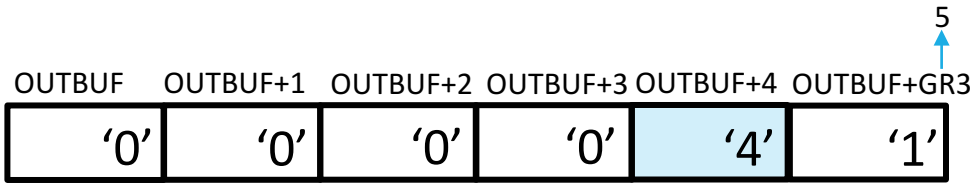
例題5:8進数の印刷

```
;----------------------
; 例5 8進数の印刷
;----------------------
EX5 START
      LAD GR3,5        ;ループのカウンタの初期化(GR3←5)
      LD   GR1,DATA08     ;GR1 ← (DATA08)
LOOP     LAD GR2,0,GR1     ;GR1をGR2に退避
      AND      GR1,HEX07      ;GR1と#0007との論理積を取る
      ADDL     GR1,ZONE       ;'0'との論理加算により文字コードを得る
      ST   GR1,OUTBUF,GR3  ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
      LAD GR1,0,GR2      ;GR1を復元
      SRL  GR1,3         ;GR1を3ビット論理右シフト
      LAD GR3,-1,GR3     ;GR3 ← -1 + GR3
      CPA GR3,ZERO       ;GR3と0を算術比較
      JPL  LOOP          ;GR3 > 0 ならLOOPへ
      JZE  LOOP          ;GR3 = 0 ならLOOPへ
      OUT OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
      RET
DATA08 DC   33           ;←適当に変えてみる
HEX07    DC   #0007
ZONE     DC   '0'
ZERO     DC   0
OUTBUF  DS   6           ;6個の領域を確保
OUTLEN  DC   6           ;出力する文字列の長さ6
      END
```



例題5:8進数の印刷

```
;----------------------
; 例5 8進数の印刷
;----------------------
EX5  START
     LAD GR3,5        ;ループのカウンタの初期化(GR3←5)
     LD  GR1,DATA08   ;GR1 ← (DATA08)
LOOP LAD GR2,0,GR1    ;GR1をGR2に退避
     AND  GR1,HEX07   ;GR1と#0007との論理積を取る
     ADDL GR1,ZONE    ;'0'との論理加算により文字コードを得る
     ST   GR1,OUTBUF,GR3 ;GR1を(OUTBUF+GR3)番地にストア
     LAD GR1,0,GR2    ;GR1を復元
     SRL GR1,3        ;GR1を3ビット論理右シフト
     LAD GR3,-1,GR3   ;GR3 ← -1 + GR3
     CPA GR3,ZERO     ;GR3と0を算術比較
     JPL LOOP         ;GR3 > 0 ならLOOPへ
     JZE LOOP         ;GR3 = 0 ならLOOPへ
     OUT OUTBUF,OUTLEN  ;文字を出力
     RET
DATA08 DC  33         ;←適当に変えてみる
HEX07  DC  #0007
ZONE   DC  '0'
ZERO   DC  0
OUTBUF DS  6          ;6個の領域を確保
OUTLEN DC  6          ;出力する文字列の長さ6
     END
```



例題6:10進数の印刷

```
;---------------------
; 例6 10進数の印刷
;---------------------
EX6     START
        LD      GR1,DATA10      ;データをGR1にセット
        LAD     GR3,0           ;文字列を数えるカウンタ
LOOP1   LAD     GR2,-1          ;商の設定
LOOP2   LAD     GR2,1,GR2       ;GR2 ← 1 + GR2
        SUBA    GR1,C10X,GR3    ;GR1 ← (GR1)-(C10X+GR3)
        JPL     LOOP2           ;減算結果が >0 ならばLOOP2へ
        JZE     LOOP2           ;減算結果が =0 ならばLOOP2へ
        ADDA    GR1,C10X,GR3    ;GR1が負になっているので(C10X + GR3)番地のデータを加算
        ADDL    GR2,ZONE        ;GR2と'0'との論理加算により文字コードを得る
        ST      GR2,OUTBUF,GR3  ;GR2を(OUTBUF+GR3)番地にストア
        LAD     GR3,1,GR3       ;GR3 ← 1 + GR3
        CPA     GR3,F5          ;GR3と5を算術比較
        JMI     LOOP1           ;GR3 < 0 ならLOOP1へ
        OUT     OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
        RET
DATA10  DC      23542           ;←適当に変えてみる
C10X    DC      10000,1000,100,10,1 ;連続領域
ZONE    DC      '0'
OUTBUF  DS      5
OUTLEN  DC      5
F5      DC      5
        END
```

例題6:10進数の印刷

- 処理の流れ
  1. GR1 (=DATA) から10000を何回引くと負になるかを求める
     ⇒ n回で負になったら，nが万の位の値
  2. nを文字列‘0’と加算することで文字列に変換
  3. GR1は「-????」という4桁以下の負の値になっている
     ⇒ 10000を足して4桁の正の数にする
  4. GR1から引く数を1000に変え，nを求める
  5. nを文字列に変換
  6. GR1に1000を足して3桁以下の正の数にする
  7. …以下，100,10,1とGR1から引く数を変えながら繰り返し

例題の補足ページ:
http://www.ced.is.utsunomiya-u.ac.jp/lecture/2019/prog/p1/kadai4/hosoku.htm

例題6:10進数の印刷

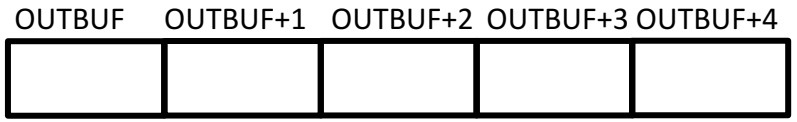
- 処理の流れ
  - 万の位の場合

```
GR2 = 0;
DATA10 = 23542;
GR1 = DATA10;
while (1){
GR1 = GR1 – 10000;
//1回目 GR1 = 13542
//2回目 GR1 = 3542
//3回目 GR1 = -6458
if (GR1 < 0) break;
GR2 = GR2+1;
}
```

GR2 =2 ← 万の位: 2

例題6:10進数の印刷

```
;---------------------
; 例6 10進数の印刷
;---------------------
EX6    START
       LD     GR1,DATA10        ;データをGR1にセット
       LAD    GR3,0             ;文字列を数えるカウンタ
LOOP1  LAD    GR2,-1            ;商の設定
LOOP2  LAD    GR2,1,GR2         ;GR2 ← 1 + GR2
       SUBA   GR1,C10X,GR3      ;GR1 ← (GR1)-(C10X+GR3)
       JPL    LOOP2             ;減算結果が >0 ならばLOOP2へ
       JZE    LOOP2             ;減算結果が =0 ならばLOOP2へ
       ADDA   GR1,C10X,GR3      ;GR1が負になっているので(C10X + GR3)番地のデータを加算
       ADDL   GR2,ZONE          ;GR2と'0'との論理加算により文字コードを得る
       ST     GR2,OUTBUF,GR3    ;GR2を(OUTBUF+GR3)番地にストア
       LAD    GR3,1,GR3         ;GR3 ← 1 + GR3
       CPA    GR3,F5            ;GR3と5を算術比較
       JMI    LOOP1             ;GR3 < 0 ならLOOP1へ
       OUT    OUTBUF,OUTLEN     ;文字を出力
       RET
DATA10 DC     23542             ;←適当に変えてみる
C10X   DC     10000,1000,100,10,1 ;連続領域
ZONE   DC     '0'
OUTBUF DS     5
OUTLEN DC     5
F5     DC     5
       END
```



例題6:10進数の印刷

```
;----------------------
; 例6 10進数の印刷
;----------------------
EX6    START
       LD     GR1,DATA10        ;データをGR1にセット
       LAD    GR3,0             ;文字列を数
LOOP1  LAD    GR2,-1            ;桁の設定
LOOP2  LAD    GR2,1,GR2
       SUBA   GR1,C10X,GR3      ;GR1 ← (GR1)-(C10X+GR3)
       JPL    LOOP2             ;減算結果が >0 ならばLOOP2へ
       JZE    LOOP2             ;減算結果が =0 ならばLOOP2へ
       ADDA   GR1,C10X,GR3      ;GR1が負になっているので(C10X + GR3)番地のデータを加算
       ADDL   GR2,ZONE          ;GR2と'0'との論理加算により文字コードを得る
       ST     GR2,OUTBUF,GR3    ;GR2を(OUTBUF+GR3)番地にストア
       LAD    GR3,1,GR3         ;GR3 ← 1 + GR3
       CPA    GR3,F5            ;GR3と5を算術比較
       JMI    LOOP1             ;GR3 < 0 ならLOOP1へ
       OUT    OUTBUF,OUTLEN     ;文字を出力
       RET
DATA10 DC     23542             ;←適当に変えてみる
C10X   DC     10000,1000,100,10,1 ;連続領域
ZONE   DC     '0'
OUTBUF DS     5
OUTLEN DC     5
F5     DC     5
       END
```

計算する位が変わる度にGR2を-1に初期化→LOOP2でインクリメントしてGR2は0になる

LOOP2で減算する度にGR2をインクリメントして各桁の値を求める

例題6:10進数の印刷

```
;---------------------
; 例6 10進数の印刷
;---------------------
EX6    START
       LD     GR1,DATA10        ;データをGR1にセット
       LAD    GR3,0             ;文字列を数えるカウンタ
LOOP1  LAD    GR2,-1            ;商の設定
LOOP2  LAD    GR2,1,GR2         ;GR2 ← 1 + GR2
       SUBA   GR1,C10X,GR3      ;GR1 ← (GR1)-(C10X+GR3)
       JPL    LOOP2             ;減算結果が >0 ならばLOOP2へ
       JZE    LOOP2             ;減算結果が =0 ならばLOOP2へ
       ADDA   GR1,C10X,GR3      ;GR1が負になっているので(C10X + GR3)番地のデータを加算
       ADDL   GR2,ZONE          ;GR2と'0'との論理加算により文字コードを得る
       ST     GR2,OUTBUF,GR3    ;GR2を(OUTBUF+GR3)番地にストア
       LAD    GR3,1,GR3         ;GR3 ← 1 + GR3
       CPA    GR3,F5            ;GR3と5を算術比較
       JMI    LOOP1             ;GR3 < 0 ならLOOP1へ
       OUT    OUTBUF,OUTLEN     ;文字を出力
       RET
DATA10 DC     23542             ;←適当に変えてみる
C10X   DC     10000,1000,100,10,1 ;連続領域
ZONE   DC     '0'
OUTBUF DS     5
OUTLEN DC     5
F5     DC     5
       END
```

例題6:10進数の印刷

- SUBA (SUBtract Arithmetic;算術計算) 命令

  [ラベル]　SUBA r1, r2

  ⇒ r1で指定したレジスタの内容からr2で指定したレジスタの内容を符号付きの数として減算，結果をr1に入れる

  [ラベル]　SUBA r, adr[,x]

  ⇒ rで指定したレジスタの内容からadr[,x] で指定した主記憶の内容を符号付きの数として減算，結果をrに入れる

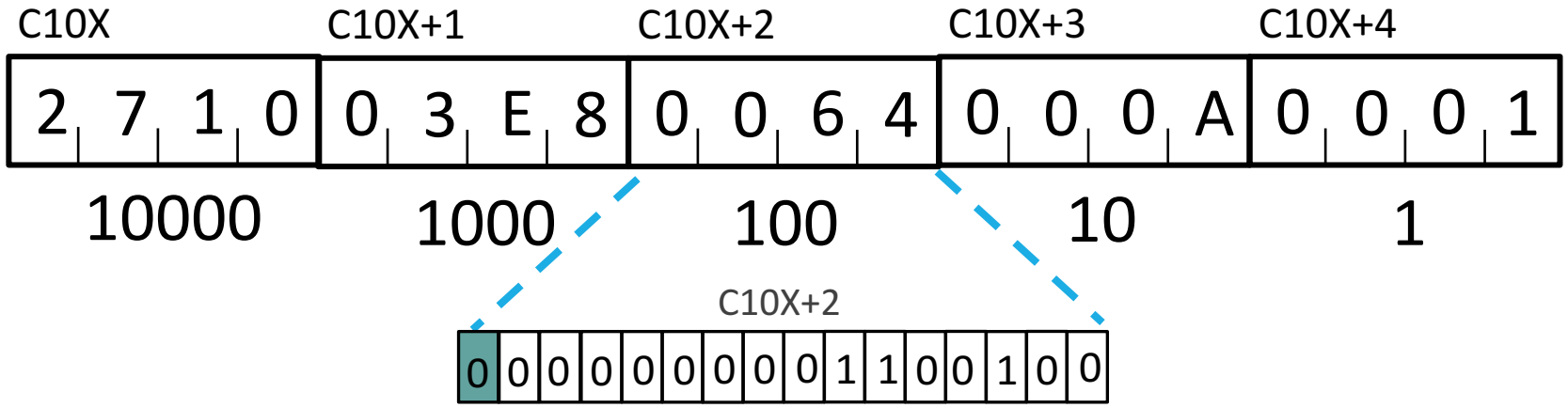
例題6:10進数の印刷

```
;---------------------
; 例6 10進数の印刷
;---------------------
EX6     START
        LD      GR1,DATA10      ;データをGR1にセット
        LAD     GR3,0           ;文字列を数えるカウンタ
LOOP1   LAD     GR2,-1          ;商の設定
LOOP2   LAD     GR2,1,GR2       ;GR2 ← 1 + GR2
        SUBA    GR1,C10X,GR3    ;GR1 ← (GR1)-(C10X+GR3)
        JPL     LOOP2           ;減算結果が >0 ならばLOOP2へ
        JZE     LOOP2           ;減算結果が =0 ならばLOOP2へ
        ADDA    GR1,C10X,GR3    ;GR1が負になっているので(C10X + GR3)番地のデータを加算
        ADDL    GR2,ZONE        ;GR2と'0'との論理加算により文字コードを得る
        ST      GR2,OUTBUF,GR3  ;GR2を(OUTBUF+GR3)番地にストア
        LAD     GR3,1,GR3       ;GR3 ← 1 + GR3
        CPA     GR3,F5          ;GR3と5を算術比較
        JMI     LOOP1           ;GR3 < 0 ならLOOP1へ
        OUT     OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
        RET
DATA10  DC      23542           ;←適当に変えてみる
C10X    DC      10000,1000,100,10,1 ;連続領域
ZONE    DC      '0'
OUTBUF  DS      5
OUTLEN  DC      5
F5      DC      5
        END
```

例題6:10進数の印刷

- DC (Define Constant) 命令
  - 複数の定数を記述する場合→ 定数をカンマで区切る

```
C10X    DC    10000, 1000, 100, 10, 1
```



例題6:10進数の印刷

```
;----------------------
; 例6 10進数の印刷
;----------------------
EX6    START
       LD     GR1,DATA10       ;データをGR1にセット
       LAD    GR3,0            ;文字列を数えるカウンタ
LOOP1  LAD    GR2,-1           ;商の設定
LOOP2  LAD    GR2,1,GR2        ;GR2 ← 1 + GR2
       SUBA   GR1,C10X,GR3     ;GR1 ← (GR1)-(C10X+GR3)
       JPL    LOOP2            ;減算結果が >0 ならばLOOP2へ
       JZE    LOOP2            ;減算結果が =0 ならばLOOP2へ
       ADDA   GR1,C10X,GR3     ;GR1が負になっているので(C10X + GR3)番地のデータを加算
       ADDL   GR2,ZONE         ;GR2と'0'との論理加算により文字コードを得る
       ST     GR2,OUTBUF,GR3   ;GR2を(OUTBUF+GR3)番地にストア
       LAD    GR3,1,GR3        ;GR3 ← 1 + GR3
       CPA    GR3,F5           ;GR3と5を算術比較
       JMI    LOOP1            ;GR3 < 0 ならLOOP1へ
       OUT    OUTBUF,OUTLEN    ;文字を出力
       RET
DATA10 DC     23542            ;←適当に変えてみる
C10X   DC     10000,1000,100,10,1 ;連続領域
ZONE   DC     '0'
OUTBUF DS     5
OUTLEN DC     5
F5     DC     5
       END
```

今，GR3 = 0 すなわちC10Xの値

GR1 – C10X = 23542 – 10000

※実際の演算は16ビットの2進数

例題6:10進数の印刷

```
;---------------------
; 例6 10進数の印刷
;---------------------
EX6     START
        LD      GR1,DATA10      ;データをGR1にセット
        LAD     GR3,0           ;文字列を数えるカウンタ
LOOP1   LAD     GR2,-1          ;商の設定
LOOP2   LAD     GR2,1,GR2       ;GR2 ← 1 + GR2
        SUBA    GR1,C10X,GR3    ;GR1 ← (GR1)-(C10X+GR3)
        JPL     LOOP2           ;減算結果が >0 ならばLOOP2へ
        JZE     LOOP2           ;減算結果が =0 ならばLOOP2へ
        ADDA    GR1,C10X,GR3    ;GR1が負になっているので(C10X + GR3)番地のデータを加算
        ADDL    GR2,ZONE        ;GR2と'0'との論理加算により文字コードを得る
        ST      GR2,OUTBUF,GR3  ;GR2を(OUTBUF+GR3)番地にストア
        LAD     GR3,1,GR3       ;GR3 ← 1 + GR3
        CPA     GR3,F5          ;GR3と5を算術比較
        JMI     LOOP1           ;GR3 < 0 ならLOOP1へ
        OUT     OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
        RET
DATA10  DC      23542           ;←適当に変えてみる
C10X    DC      10000,1000,100,10,1 ;連続領域
ZONE    DC      '0'
OUTBUF  DS      5
OUTLEN  DC      5
F5      DC      5
        END
```

GR2 = 1

GR1 = 13542

例題6:10進数の印刷

```
;----------------------
; 例6 10進数の印刷
;----------------------
EX6     START
        LD      GR1,DATA10      ;データをGR1にセット
        LAD     GR3,0           ;文字列を数えるカウンタ
LOOP1   LAD     GR2,-1          ;商の設定
LOOP2   LAD     GR2,1,GR2       ;GR2 ← 1 + GR2
        SUBA    GR1,C10X,GR3    ;GR1 ← (GR1)-(C10X+GR3)
        JPL     LOOP2           ;減算結果が >0 ならばLOOP2へ
        JZE     LOOP2           ;減算結果が =0 ならばLOOP2へ
        ADDA    GR1,C10X,GR3    ;GR1が負になっているので(C10X + GR3)番地のデータを加算
        ADDL    GR2,ZONE        ;GR2と'0'との論理加算により文字コードを得る
        ST      GR2,OUTBUF,GR3  ;GR2を(OUTBUF+GR3)番地にストア
        LAD     GR3,1,GR3       ;GR3 ← 1 + GR3
        CPA     GR3,F5          ;GR3と5を算術比較
        JMI     LOOP1           ;GR3 < 0 ならLOOP1へ
        OUT     OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
        RET
DATA10  DC      23542           ;←適当に変えてみる
C10X    DC      10000,1000,100,10,1 ;連続領域
ZONE    DC      '0'
OUTBUF  DS      5
OUTLEN  DC      5
F5      DC      5
        END
```

GR1 – C10X = 13542 – 10000

GR1 = 3542

例題6:10進数の印刷

```
;----------------------
; 例6 10進数の印刷
;----------------------
EX6    START
       LD     GR1,DATA10        ;データをGR1にセット
       LAD    GR3,0             ;文字列を数えるカウンタ
LOOP1  LAD    GR2,-1            ;商の設定
LOOP2  LAD    GR2,1,GR2         ;GR2 ← 1 + GR2
       SUBA   GR1,C10X,GR3      ;GR1 ← (GR1)-(C10X+GR3)
       JPL    LOOP2             ;減算結果が >0 ならばLOOP2へ
       JZE    LOOP2             ;減算結果が =0 ならばLOOP2へ
       ADDA   GR1,C10X,GR3      ;GR1が負になっているので(C10X + GR3)番地のデータを加算
       ADDL   GR2,ZONE          ;GR2と'0'との論理加算により文字コードを得る
       ST     GR2,OUTBUF,GR3    ;GR2を(OUTBUF+GR3)番地にストア
       LAD    GR3,1,GR3         ;GR3 ← 1 + GR3
       CPA    GR3,F5            ;GR3と5を算術比較
       JMI    LOOP1             ;GR3 < 0 ならLOOP1へ
       OUT    OUTBUF,OUTLEN     ;文字を出力
       RET
DATA10 DC     23542             ;←適当に変えてみる
C10X   DC     10000,1000,100,10,1 ;連続領域
ZONE   DC     '0'
OUTBUF DS     5
OUTLEN DC     5
F5     DC     5
       END
```

GR2 = 2

例題6:10進数の印刷

```
;---------------------
; 例6 10進数の印刷
;---------------------
EX6     START
        LD      GR1,DATA10      ;データをGR1にセット
        LAD     GR3,0           ;文字列を数えるカウンタ
LOOP1   LAD     GR2,-1          ;商の設定
LOOP2   LAD     GR2,1,GR2       ;GR2 ← 1 + GR2
        SUBA    GR1,C10X,GR3    ;GR1 ← (GR1)-(C10X+GR3)
        JPL     LOOP2           ;減算結果が >0 ならばLOOP2へ
        JZE     LOOP2           ;減算結果が =0 ならばLOOP2へ
        ADDA    GR1,C10X,GR3    ;GR1が負になっているので(C10X + GR3)番地のデータを加算
        ADDL    GR2,ZONE        ;GR2と'0'との論理加算により文字コードを得る
        ST      GR2,OUTBUF,GR3  ;GR2を(OUTBUF+GR3)番地にストア
        LAD     GR3,1,GR3       ;GR3 ← 1 + GR3
        CPA     GR3,F5          ;GR3と5を算術比較
        JMI     LOOP1           ;GR3 < 0 ならLOOP1へ
        OUT     OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
        RET
DATA10  DC      23542           ;←適当に変えてみる
C10X    DC      10000,1000,100,10,1 ;連続領域
ZONE    DC      '0'
OUTBUF  DS      5
OUTLEN  DC      5
F5      DC      5
        END
```

GR1 – C10X = 3542 – 10000

GR1 = -6458

GR1 + C10X = -6458+10000

GR1 = 3542

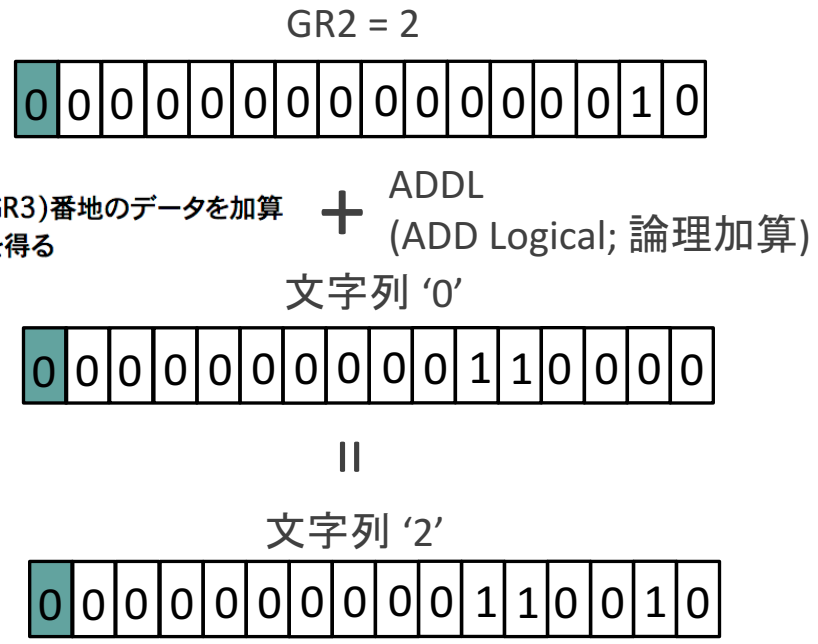
例題6:10進数の印刷

```
;---------------------
; 例6 10進数の印刷
;---------------------
EX6    START
       LD     GR1,DATA10        ;データをGR1にセット
       LAD    GR3,0             ;文字列を数えるカウンタ
LOOP1  LAD    GR2,-1            ;商の設定
LOOP2  LAD    GR2,1,GR2         ;GR2 ← 1 + GR2
       SUBA   GR1,C10X,GR3      ;GR1 ← (GR1)-(C10X+GR3)
       JPL    LOOP2             ;減算結果が >0 ならばLOOP2へ
       JZE    LOOP2             ;減算結果が =0 ならばLOOP2へ
       ADDA   GR1,C10X,GR3      ;GR1が負になっているので(C10X + GR3)番地のデータを加算
       ADDL   GR2,ZONE          ;GR2と'0'との論理加算により文字コードを得る
       ST     GR2,OUTBUF,GR3    ;GR2を(OUTBUF+GR3)番地にストア
       LAD    GR3,1,GR3         ;GR3 ← 1 + GR3
       CPA    GR3,F5            ;GR3と5を算術比較
       JMI    LOOP1             ;GR3 < 0 ならLOOP1へ
       OUT    OUTBUF,OUTLEN     ;文字を出力
       RET
DATA10 DC     23542             ;←適当に変えてみる
C10X   DC     10000,1000,100,10,1 ;連続領域
ZONE   DC     '0'
OUTBUF DS     5
OUTLEN DC     5
F5     DC     5
       END
```

GR2 = 2

例題6:10進数の印刷

```
;----------------------
; 例6 10進数の印刷
;----------------------
EX6    START
       LD     GR1,DATA10        ;データをGR1にセット
       LAD    GR3,0             ;文字列を数えるカウンタ
LOOP1  LAD    GR2,-1            ;商の設定
LOOP2  LAD    GR2,1,GR2         ;GR2 ← 1 + GR2
       SUBA   GR1,C10X,GR3      ;GR1 ← (GR1)-(C10X+GR3)
       JPL    LOOP2             ;減算結果が >0 ならばLOOP2へ
       JZE    LOOP2             ;減算結果が =0 ならばLOOP2へ
       ADDA   GR1,C10X,GR3      ;GR1が負になっているので(C10X + GR3)番地のデータを加算
       ADDL   GR2,ZONE          ;GR2と'0'との論理加算により文字コードを得る
       ST     GR2,OUTBUF,GR3    ;GR2を(OUTBUF+GR3)番地にストア
       LAD    GR3,1,GR3         ;GR3 ← 1 + GR3
       CPA    GR3,F5            ;GR3と5を算術比較
       JMI    LOOP1             ;GR3 < 0 ならLOOP1へ
       OUT    OUTBUF,OUTLEN     ;文字を出力
       RET
DATA10 DC     23542             ;←適当に変えてみる
C10X   DC     10000,1000,100,10,1 ;連続領域
ZONE   DC     '0'
OUTBUF DS     5
OUTLEN DC     5
F5     DC     5
       END
```

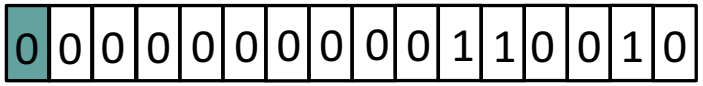


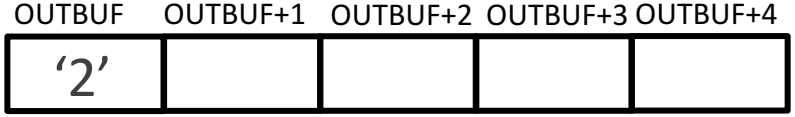
例題6:10進数の印刷

```
;----------------------
; 例6 10進数の印刷
;----------------------
EX6    START
       LD     GR1,DATA10       ;データをGR1にセット
       LAD    GR3,0            ;文字列を数えるカウンタ
LOOP1  LAD    GR2,-1           ;商の設定
LOOP2  LAD    GR2,1,GR2        ;GR2 ← 1 + GR2
       SUBA   GR1,C10X,GR3     ;GR1 ← (GR1)-(C10X+GR3)
       JPL    LOOP2            ;減算結果が >0 ならばLOOP2へ
       JZE    LOOP2            ;減算結果が =0 ならばLOOP2へ
       ADDA   GR1,C10X,GR3     ;GR1が負になっているので(C10X + GR3)番地のデータを加算
       ADDL   GR2,ZONE         ;GR2と'0'との論理加算により文字コードを得る
       ST     GR2,OUTBUF,GR3   ;GR2を(OUTBUF+GR3)番地にストア
       LAD    GR3,1,GR3        ;GR3 ← 1 + GR3
       CPA    GR3,F5           ;GR3と5を算術比較
       JMI    LOOP1            ;GR3 < 0 ならLOOP1へ
       OUT    OUTBUF,OUTLEN    ;文字を出力
       RET
DATA10 DC     23542            ;←適当に変えてみる
C10X   DC     10000,1000,100,10,1 ;連続領域
ZONE   DC     '0'
OUTBUF DS     5
OUTLEN DC     5
F5     DC     5
       END
```

GR3 = 0

GR2 (=文字列 ‘2’)





例題6:10進数の印刷

```
;---------------------
; 例6 10進数の印刷
;---------------------
EX6    START
       LD     GR1,DATA10        ;データをGR1にセット
       LAD    GR3,0             ;文字列を数えるカウンタ
LOOP1  LAD    GR2,-1            ;商の設定
LOOP2  LAD    GR2,1,GR2         ;GR2 ← 1 + GR2
       SUBA   GR1,C10X,GR3      ;GR1 ← (GR1)-(C10X+GR3)
       JPL    LOOP2             ;減算結果が >0 ならばLOOP2へ
       JZE    LOOP2             ;減算結果が =0 ならばLOOP2へ
       ADDA   GR1,C10X,GR3      ;GR1が負になっているので(C10X + GR3)番地のデータを加算
       ADDL   GR2,ZONE          ;GR2と'0'との論理加算により文字コードを得る
       ST     GR2,OUTBUF,GR3    ;GR2を(OUTBUF+GR3)番地にストア
       LAD    GR3,1,GR3         ;GR3 ← 1 + GR3
       CPA    GR3,F5            ;GR3と5を算術比較
       JMI    LOOP1             ;GR3 < 0 ならLOOP1へ
       OUT    OUTBUF,OUTLEN     ;文字を出力
       RET
DATA10 DC     23542             ;←適当に変えてみる
C10X   DC     10000,1000,100,10,1 ;連続領域
ZONE   DC     '0'
OUTBUF DS     5
OUTLEN DC     5
F5     DC     5
       END
```

例題6:10進数の印刷

```
;----------------------
; 例6 10進数の印刷
;----------------------
EX6    START
       LD     GR1,DATA10        ;データをGR1にセット
       LAD    GR3,0             ;文字列を数えるカウンタ
LOOP1  LAD    GR2,-1            ;商の設定
LOOP2  LAD    GR2,1,GR2         ;GR2 ← 1 + GR2
       SUBA   GR1,C10X,GR3      ;GR1 ← (GR1)-(C10X+GR3)
       JPL    LOOP2             ;減算結果が >0 ならばLOOP2へ
       JZE    LOOP2             ;減算結果が =0 ならばLOOP2へ
       ADDA   GR1,C10X,GR3      ;GR1が負になっているので(C10X + GR3)番地のデータを加算
       ADDL   GR2,ZONE          ;GR2と'0'との論理加算により文字コードを得る
       ST     GR2,OUTBUF,GR3    ;GR2を(OUTBUF+GR3)番地にストア
       LAD    GR3,1,GR3         ;GR3 ← 1 + GR3
       CPA    GR3,F5            ;GR3と5を算術比較
       JMI    LOOP1             ;GR3 < 0 ならLOOP1へ
       OUT    OUTBUF,OUTLEN     ;文字を出力
       RET
DATA10 DC     23542             ;←適当に変えてみる
C10X   DC     10000,1000,100,10,1 ;連続領域
ZONE   DC     '0'
OUTBUF DS     5
OUTLEN DC     5
F5     DC     5
       END
```

F5 = 5

G3 < F5 なのでLOOP1へ

例題6:10進数の印刷

```
;---------------------
; 例6 10進数の印刷
;---------------------
EX6     START
        LD      GR1,DATA10      ;データをGR1にセット
        LAD     GR3,0           ;文字列を数えるカウンタ
LOOP1   LAD     GR2,-1          ;商の設定
LOOP2   LAD     GR2,1,GR2       ;GR2 ← 1 + GR2
        SUBA    GR1,C10X,GR3    ;GR1 ← (GR1)-(C10X+GR3)
        JPL     LOOP2           ;減算結果が >0 ならばLOOP2へ
        JZE     LOOP2           ;減算結果が =0 ならばLOOP2へ
        ADDA    GR1,C10X,GR3    ;GR1が負になっているので(C10X + GR3)番地のデータを加算
        ADDL    GR2,ZONE        ;GR2と'0'との論理加算により文字コードを得る
        ST      GR2,OUTBUF,GR3  ;GR2を(OUTBUF+GR3)番地にストア
        LAD     GR3,1,GR3       ;GR3 ← 1 + GR3
        CPA     GR3,F5          ;GR3と5を算術比較
        JMI     LOOP1           ;GR3 < 0 ならLOOP1へ
        OUT     OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
        RET
DATA10  DC      23542           ;←適当に変えてみる
C10X    DC      10000,1000,100,10,1 ;連続領域
ZONE    DC      '0'
OUTBUF  DS      5
OUTLEN  DC      5
F5      DC      5
        END
```

GR2 = -1

例題6:10進数の印刷

```
;----------------------
; 例6 10進数の印刷
;----------------------
EX6     START
        LD      GR1,DATA10      ;データをGR1にセット
        LAD     GR3,0           ;文字列を数えるカウンタ
LOOP1   LAD     GR2,-1          ;商の設定
LOOP2   LAD     GR2,1,GR2       ;GR2 ← 1 + GR2
        SUBA    GR1,C10X,GR3    ;GR1 ← (GR1)-(C10X+GR3)
        JPL     LOOP2           ;減算結果が >0 ならばLOOP2へ
        JZE     LOOP2           ;減算結果が =0 ならばLOOP2へ
        ADDA    GR1,C10X,GR3    ;GR1が負になっているので(C10X + GR3)番地のデータを加算
        ADDL    GR2,ZONE        ;GR2と'0'との論理加算により文字コードを得る
        ST      GR2,OUTBUF,GR3  ;GR2を(OUTBUF+GR3)番地にストア
        LAD     GR3,1,GR3       ;GR3 ← 1 + GR3
        CPA     GR3,F5          ;GR3と5を算術比較
        JMI     LOOP1           ;GR3 < 0 ならLOOP1へ
        OUT     OUTBUF,OUTLEN   ;文字を出力
        RET
DATA10  DC      23542           ;←適当に変えてみる
C10X    DC      10000,1000,100,10,1 ;連続領域
ZONE    DC      '0'
OUTBUF  DS      5
OUTLEN  DC      5
F5      DC      5
        END
```

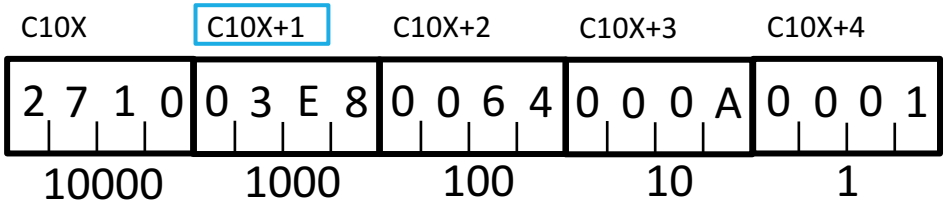
GR2 = 0

例題6:10進数の印刷

```
;----------------------
; 例6 10進数の印刷
;----------------------
EX6    START
       LD     GR1,DATA10       ;データをGR1にセット
       LAD    GR3,0            ;文字列を数えるカウンタ
LOOP1  LAD    GR2,-1           ;商の設定
LOOP2  LAD    GR2,1,GR2        ;GR2 ← 1 + GR2
       SUBA   GR1,C10X,GR3     ;GR1 ← (GR1)-(C10X+GR3)
       JPL    LOOP2            ;減算結果が >0 ならばLOOP2へ
       JZE    LOOP2            ;減算結果が =0 ならばLOOP2へ
       ADDA   GR1,C10X,GR3     ;GR1が負になっているので(C10X + GR3)番地のデータを加算
       ADDL   GR2,ZONE         ;GR2と'0'との論理加算により文字コードを得る
       ST     GR2,OUTBUF,GR3   ;GR2を(OUTBUF+GR3)番地にストア
       LAD    GR3,1,GR3        ;GR3 ← 1 + GR3
       CPA    GR3,F5           ;GR3と5を算術比較
       JMI    LOOP1            ;GR3 < 0 ならLOOP1へ
       OUT    OUTBUF,OUTLEN    ;文字を出力
       RET
DATA10 DC     23542            ;←適当に変えてみる
C10X   DC     10000,1000,100,10,1 ;連続領域
ZONE   DC     '0'
OUTBUF DS     5
OUTLEN DC     5
F5     DC     5
       END
```

GR1 = 3542, GR3 = 1

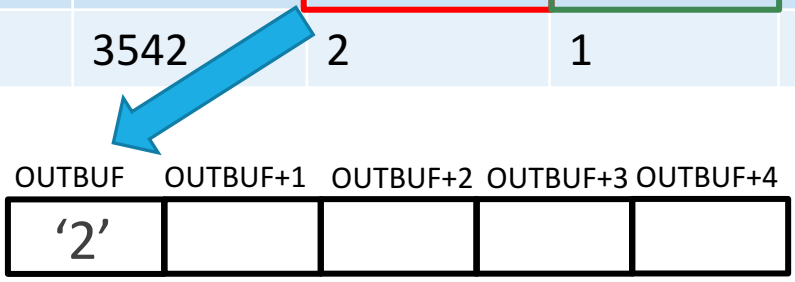
(GR1) – (C10X+1) = 3542 - 1000



例題6:10進数の印刷

- 各レジスタの値の変化
  - 万の位

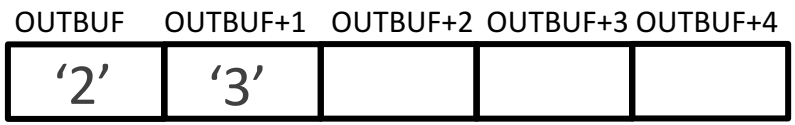
ループ回数	GR1	GR2	GR3	C10X+GR3
0	23542	-1	0	
1	23542	0	0	10000
2	13542	1	0	10000
3	3542	2	0	10000
4	-6458	2	0	10000
4	3542	2	1	1000



例題6:10進数の印刷

- 各レジスタの値の変化
  - 千の位

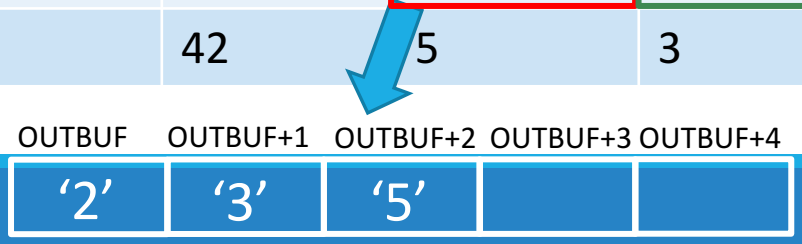
ループ回数	GR1	GR2	GR3	C10X+GR3
0	3542	-1	1	
1	3542	0	1	1000
2	2542	1	1	1000
3	1542	2	1	1000
4	542	3	1	1000
5	-458	3	1	1000
5	542	3	2	100



例題6:10進数の印刷

- 各レジスタの値の変化
  - 百の位

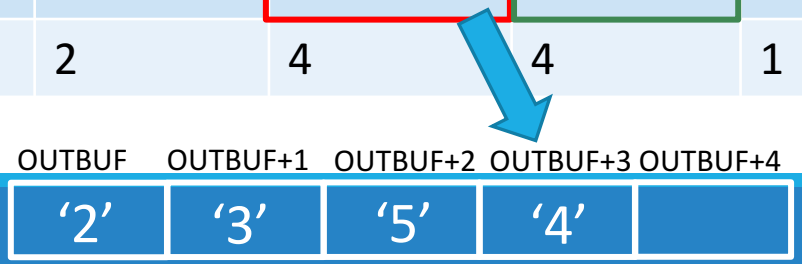
ループ回数	GR1	GR2	GR3	C10X+GR3
0	542	-1	2	
1	542	0	2	100
2	442	1	2	100
3	342	2	2	100
4	242	3	2	100
5	142	4	2	100
6	42	5	2	100
7	-58	5	2	100
7	42	5	3	10



例題6:10進数の印刷

- 各レジスタの値の変化
  - 十の位

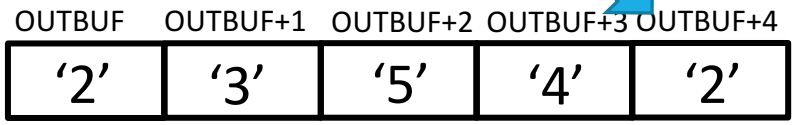
ループ回数	GR1	GR2	GR3	C10X+GR3
0	42	-1	3	
1	42	0	3	10
2	32	1	3	10
3	22	2	3	10
4	12	3	3	10
5	2	4	3	10
6	-8	4	3	10
6	2	4	4	1



例題6:10進数の印刷

- 各レジスタの値の変化
  - 一の位

ループ回数	GR1	GR2	GR3	C10X+GR3
0	2	-1	4	
1	2	0	4	1
2	1	1	4	1
3	0	2	4	1
4	-1	2	4	1
4	-1	2		



課題

- 課題5
  - 例題4，5を参考に
    ⇒ マスク処理，シフト演算，文字列変換
  - 講義ページのヒントも要確認

- 課題6
  1. 文字コードの説明は今日の講義資料も参考に
  2. 3桁毎の判別をどのように行うか考える
  3. 例題6を参考に