

マイクロコンピュータ

E1533 西総一郎

平成 29 年 1 月 9 日

目 次

1	リスト 5.1(LED 点灯プログラム 1)	4
1.1	フローチャート	4
1.2	ソースコード	5
1.3	実行結果	5
1.4	考察	5
1.5	練習問題 5.1	6
2	リスト 5-2(タイマの基本プログラム)	7
2.1	フローチャート	7
2.2	ソースコード	7
2.3	考察	8
3	リスト 5-3(10 秒タイマプログラム)	9
3.1	フローチャート	9
3.2	ソースコード	10
3.3	実行結果	11
3.4	考察	11
3.5	練習問題 5.2	11
3.6	練習問題 5.3	13
4	リスト 5-4(LED 点滅プログラム)	14
4.1	フローチャート	14
4.2	ソースコード	15
4.3	実行結果	16
4.4	考察	16
4.5	練習問題 5.4	17
4.6	練習問題 5.5	17
5	リスト 5-5(光が流れるプログラム (片道バージョン))	18
5.1	フローチャート	18
5.2	ソースコード	19
5.3	実行結果	20
5.4	考察	20
5.5	練習問題 5.6	21
5.6	練習問題 5.7	21

6	リスト 5-6(光が流れるプログラム (往復バージョン))	22
6.1	フローチャート	22
6.2	ソースコード	23
6.3	実行結果	24
6.4	考察	25
6.5	練習問題 5.8	25
6.6	練習問題 5.9	26
6.7	練習問題 5.10	26
7	リスト 5-7(スイッチ入力プログラム)	27
7.1	フローチャート	27
7.2	ソースコード	28
7.3	実行結果	28
7.4	考察	28

1 リスト 5.1(LED 点灯プログラム 1)

1.1 フローチャート

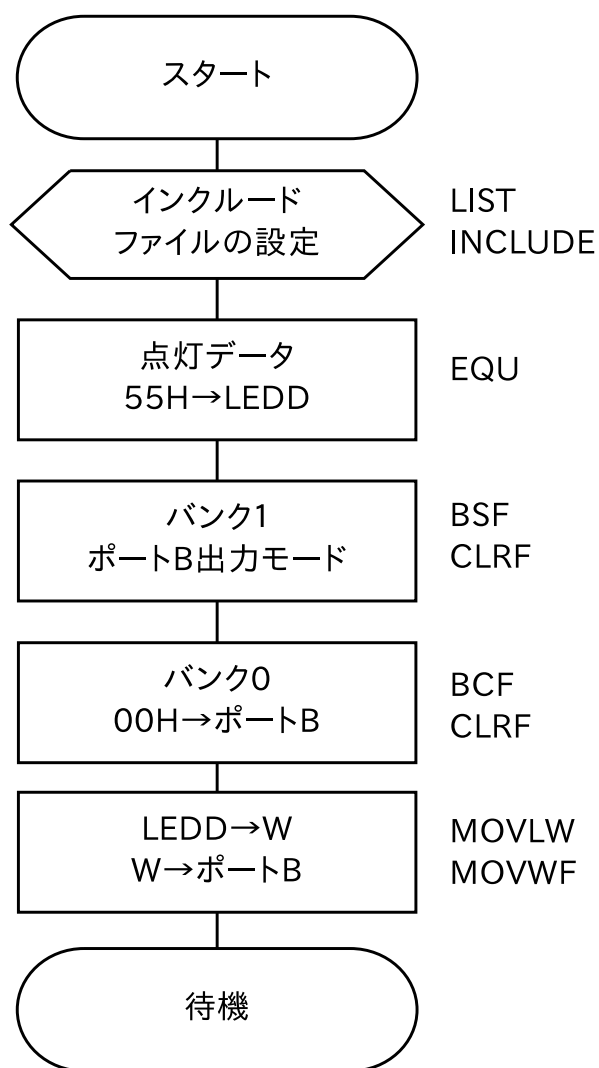


図 1: フローチャート

1.2 ソースコード

```
;5-1
;header
        LIST      P=PIC16F84A
        INCLUDE   "P16F84A.INC"
;var
LEDD     EQU      55H
;main
        ORG       0
        BSF       STATUS,RP0
        CLRF      TRISB
        BCF       STATUS,RP0
        CLRF      PORTB
        MOVLW     LEDD
        MOVWF     PORTB
WAIT     GOTO     WAIT

        END
```

1.3 実行結果

：点灯　：消灯

のようにLEDが点灯した。

1.4 考察

LEDDで宣言している16進数の点灯データを2進数に変換した

$$55_{16} = 01010101_2$$

の1のところが点灯したと考えられる。

1.5 練習問題 5.1

例えば、

 : 点灯 : 消灯

のように点灯させたければ

$$00111000_2 = 38_{16}$$

なので、点灯データを 38H とすれば良い。

2 リスト5-2(タイマの基本プログラム)

2.1 フローチャート

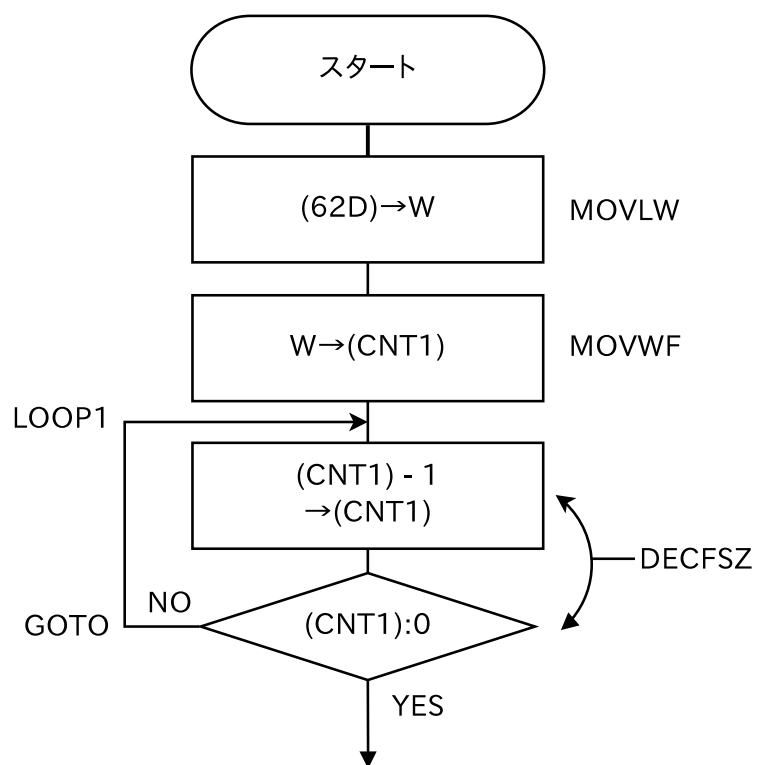


図 2: フローチャート

2.2 ソースコード

TIMER	MOVLW	D'62'
	MOVWF	CNT1
LOOP1	NOP	
	DECFSZ	CNT1,F
	GOTO	LOOP1

2.3 考察

PIC のクロック周波数は 10MHz なので、1 クロックあたりは

$$\frac{1}{10\text{MHz}} = 0.1\ \mu\text{s}$$

4 クロックで 1 サイクルなので、1 サイクルあたりは

$$0.1\ \mu\text{s} \times 4 = 0.4\ \mu\text{s}$$

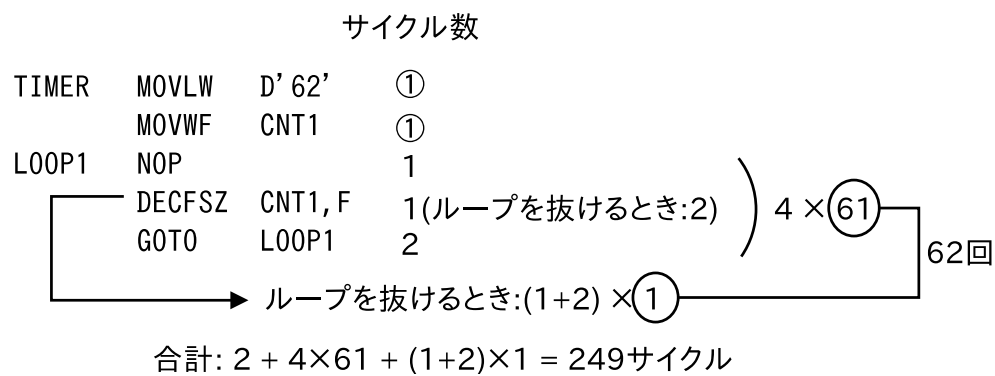


図 3: サイクル数

このループのサイクル数は 249 サイクルなので、

$$0.4\ \mu\text{s} \times 249 = 99.6\ \mu\text{s} = 0.1\ \text{ms}$$

となり、このループでは 0.1 ms が消費される。

3 リスト 5-3(10 秒タイマプログラム)

3.1 フローチャート

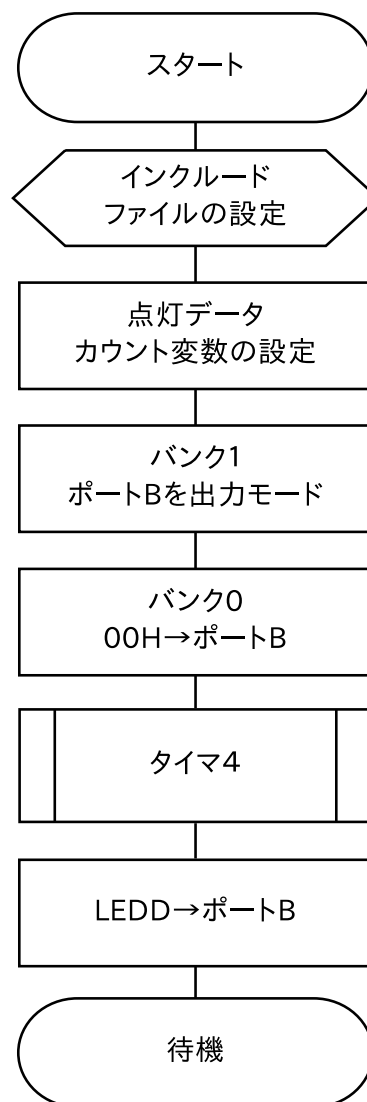


図 4: フローチャート

3.2 ソースコード

```
;5-3
;header
        LIST      P=PIC16F84A
        INCLUDE   "P16F84A.INC"

;var
LEDD    EQU       OFFH
CNT1    EQU       0CH
CNT2    EQU       0DH
CNT3    EQU       0EH
CNT4    EQU       OFH

;main
        ORG       0

        BSF       STATUS,RP0
        CLRF      TRISB
        BCF       STATUS,RP0
        CLRF      PORTB

        CALL      TIMER4

        MOVLW     LEDD
        MOVWF     PORTB

WAIT     GOTO      WAIT

TIMER1   MOVLW     D'62'           ;0.1ms
        MOVWF     CNT1
LOOP1    NOP
        DECFSZ    CNT1,F
        GOTO      LOOP1
        RETURN

TIMER2   MOVLW     D'100'          ;10ms
        MOVWF     CNT2
LOOP2    NOP
        CALL      TIMER1
        DECFSZ    CNT2,F
        GOTO      LOOP2
        RETURN

TIMER3   MOVLW     D'100'          ;1s
        MOVWF     CNT3
LOOP3    NOP
        CALL      TIMER2
        DECFSZ    CNT3,F
```

```

        GOTO    LOOP3
        RETURN

TIMER4  MOVLW   D'10'           ;10s
        MOVWF   CNT4
LOOP4   NOP
        CALL    TIMER3
        DECFSZ  CNT4,F
        GOTO    LOOP4
        RETURN

        END

```

3.3 実行結果

10 秒後に

$$FF_{16} = 11111111_2$$

：点灯 ：消灯

このようにすべての LED が点灯する。

3.4 考察

$$0.1\text{ms}\{timer1\} \times 100\{timer2\} \times 100\{timer3\} \times 10\{timer4\} = 10\text{s}$$

リスト 5-2 の 0.1 ms タイマのサブルーチンを 100000 回呼び出すことで、10 秒タイマを実装してる。

3.5 練習問題 5.2

リスト 5-2 の 0.1 ms タイマのサブルーチンを 5000 回呼び出すことで、0.5 秒タイマにする

```

;5-3-1
;header

        LIST    P=PIC16F84A
        INCLUDE "P16F84A.INC"

```

```

;var
LEDD      EQU      OFFH
CNT1      EQU      0CH
CNT2      EQU      0DH
CNT3      EQU      0EH
CNT4      EQU      0FH
;main
          ORG      0

          BSF      STATUS ,RPO
          CLRF     TRISB
          BCF      STATUS ,RPO
          CLRF     PORTB

          CALL     TIMER3

          MOVLW    LEDD
          MOVWF    PORTB

WAIT      GOTO     WAIT

TIMER1    MOVLW    D'62'          ;0.1ms
          MOVWF    CNT1
LOOP1     NOP
          DECFSZ   CNT1 ,F
          GOTO     LOOP1
          RETURN

TIMER2    MOVLW    D'100'        ;10ms
          MOVWF    CNT2
LOOP2     NOP
          CALL     TIMER1
          DECFSZ   CNT2 ,F
          GOTO     LOOP2
          RETURN

TIMER3    MOVLW    D'50'         ;0.5s
          MOVWF    CNT3
LOOP3     NOP
          CALL     TIMER2
          DECFSZ   CNT3 ,F
          GOTO     LOOP3
          RETURN

          END

```

3.6 練習問題 5.3

クロック周波数が 4 MHz なので、1 クロックあたりは

$$\frac{1}{4\text{MHz}} = 0.25\ \mu\text{s}$$

4 クロックで 1 サイクルなので、1 サイクルあたりは

$$0.25\ \mu\text{s} \times 4 = 1\ \mu\text{s}$$

つまり 1 サイクルで目的の $1\ \mu\text{s}$ のタイマになるので、

TIMER1	NOP
--------	-----

となる。

4 リスト 5-4(LED 点滅プログラム)

4.1 フローチャート

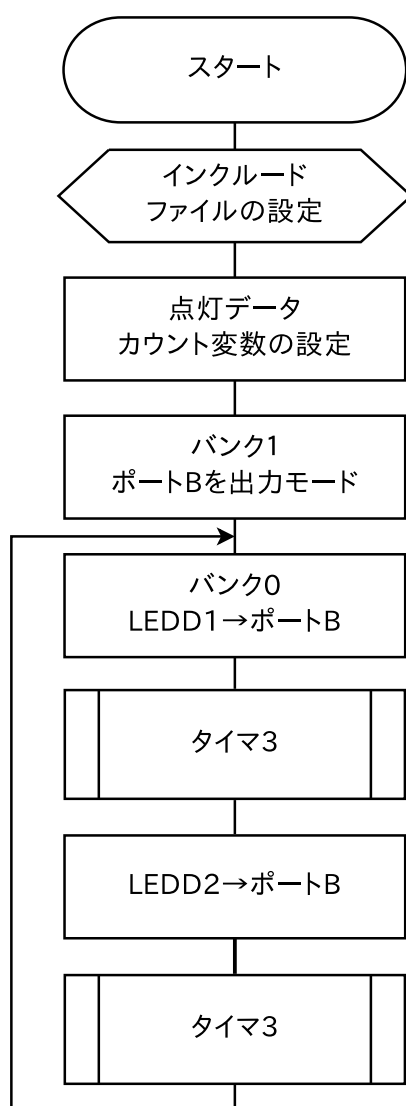


図 5: フローチャート

4.2 ソースコード

```
;5-4
;header
        LIST      P=PIC16F84A
        INCLUDE   "P16F84A.INC"

;var
LEDD1   EQU       0AAH
LEDD2   EQU       55H
CNT1    EQU       0CH
CNT2    EQU       0DH
CNT3    EQU       0EH

;main
        ORG       0

        BSF       STATUS,RP0
        CLRF      TRISB
        BCF       STATUS,RP0

REPEAT  MOV LW    LEDD1
        MOV WF    PORTB

        CALL      TIMER3

        MOV LW    LEDD2
        MOV WF    PORTB

        CALL      TIMER3

        GOTO      REPEAT

TIMER1  MOV LW    D'62'           ;0.1ms
        MOV WF    CNT1
LOOP1   NOP
        DECFSZ    CNT1,F
        GOTO      LOOP1
        RETURN

TIMER2  MOV LW    D'100'         ;10ms
        MOV WF    CNT2
LOOP2   NOP
        CALL      TIMER1
        DECFSZ    CNT2,F
        GOTO      LOOP2
        RETURN

TIMER3  MOV LW    D'100'         ;1s
        MOV WF    CNT3
```

```

LOOP3  NOP
        CALL    TIMER2
        DECFSZ   CNT3 ,F
        GOTO     LOOP3

        RETURN

        END

```

4.3 実行結果

$$AA_{16} = 10101010_2$$

$$55_{16} = 01010101_2$$

: 点灯 : 消灯

この2つを1秒ごとに繰り返す。

4.4 考察

$$0.1\text{ms}\{timer1\} \times 100\{timer2\} \times 100\{timer3\} = 1\text{s}$$

リスト 5-2 の 0.1ms タイマのサブルーチンを 1000 回呼び出すことで、1 秒タイマを実装してる。

4.5 練習問題 5.4

例えば、

: 点灯 : 消灯

のように点灯させたいければ、

LEDD1	EQU	C7H
LEDD2	EQU	38H

のように点灯データをセットしてやればいい。

4.6 練習問題 5.5

点滅の間隔を 2 秒にするには、

TIMER1	MOVLW	D'62'	; 0.1ms
	MOVWF	CNT1	
LOOP1	NOP		
	DECFSZ	CNT1, F	
	GOTO	LOOP1	
	RETURN		
TIMER2	MOVLW	D'100'	; 10ms
	MOVWF	CNT2	
LOOP2	NOP		
	CALL	TIMER1	
	DECFSZ	CNT2, F	
	GOTO	LOOP2	
	RETURN		
TIMER3	MOVLW	D'200'	; 2s
	MOVWF	CNT3	
LOOP3	NOP		
	CALL	TIMER2	
	DECFSZ	CNT3, F	
	GOTO	LOOP3	

このようにする。

5 リスト 5-5(光が流れるプログラム (片道バージョン))

5.1 フローチャート

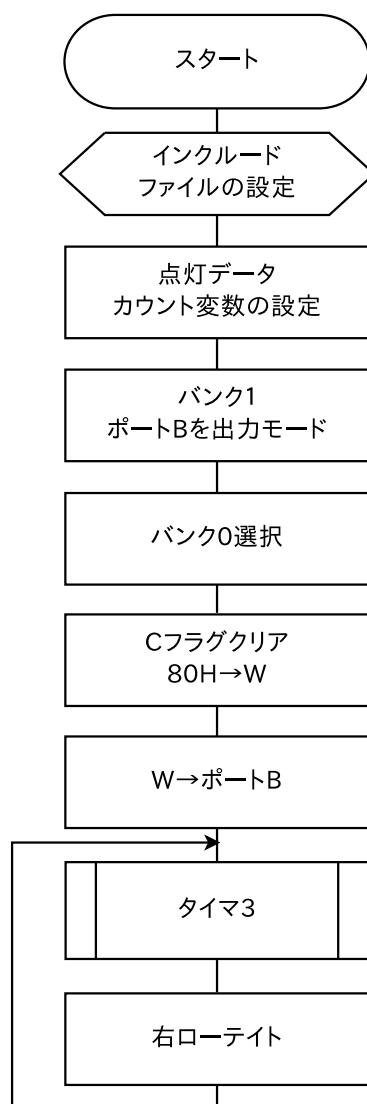


図 6: フローチャート

5.2 ソースコード

```
;5-5
;header
        LIST      P=PIC16F84A
        INCLUDE   "P16F84A.INC"

;var
LEDD     EQU      80H
CNT1     EQU      0CH
CNT2     EQU      0DH
CNT3     EQU      0EH
;main
        ORG       0

        BSF       STATUS,RP0
        CLRF      TRISB
        BCF       STATUS,RP0
        BCF       STATUS,C

        MOVLW     LEDD
        MOVWF     PORTB
REPEAT   CALL      TIMER3
        RRF       PORTB,1      ;右方向
;        RLF       PORTB,1      ;左方向
        GOTO      REPEAT

TIMER1   MOVLW     D'62'        ;0.1ms
        MOVWF     CNT1
LOOP1    NOP
        DECFSZ    CNT1,F
        GOTO      LOOP1
        RETURN

TIMER2   MOVLW     D'100'       ;10ms
        MOVLW     CNT2
LOOP2    NOP
        CALL      TIMER1
        DECFSZ    CNT2,F
        GOTO      LOOP2
        RETURN

TIMER3   MOVLW     D'50'        ;0.5s
        MOVWF     CNT3
LOOP3    NOP
        CALL      TIMER2
        DECFSZ    CNT3,F
        GOTO      LOOP3
        RETURN
```

END

5.3 実行結果

$$80_{16} = 10000000_2$$

$$40_{16} = 01000000_2$$

$$20_{16} = 00100000_2$$

$$10_{16} = 00010000_2$$

$$8_{16} = 00001000_2$$

$$4_{16} = 00000100_2$$

$$2_{16} = 00000010_2$$

$$1_{16} = 00000001_2$$

：点灯 ：消灯

このように、0.5 秒毎に光る場所が、右に動いていく。

5.4 考察

ローテイト (RRF) 命令は 1 ビットずつ右にシフトさせるもの。16 進数で 1 ビット右にシフトさせることは 2 で割ることになる。

5.5 練習問題 5.6

;	RRF	PORTB,1	; 右方向
	RLF	PORTB,1	; 左方向

このように RRF を RLF に変更する。16 進数で 1 ビット左にシフトさせることは 2 をかけることになる。

5.6 練習問題 5.7

TIMER1	MOVLW	D'62'	; 0.1ms
	MOVWF	CNT1	
LOOP1	NOP		
	DECFSZ	CNT1,F	
	GOTO	LOOP1	
	RETURN		
TIMER2	MOVLW	D'100'	; 10ms
	MOVLW	CNT2	
LOOP2	NOP		
	CALL	TIMER1	
	DECFSZ	CNT2,F	
	GOTO	LOOP2	
	RETURN		
TIMER3	MOVLW	D'10'	; 0.1s
	MOVWF	CNT3	
LOOP3	NOP		
	CALL	TIMER2	
	DECFSZ	CNT3,F	
	GOTO	LOOP3	
	RETURN		

このようにタイマのところを変更する。

6 リスト 5-6(光が流れるプログラム (往復バージョン))

6.1 フローチャート

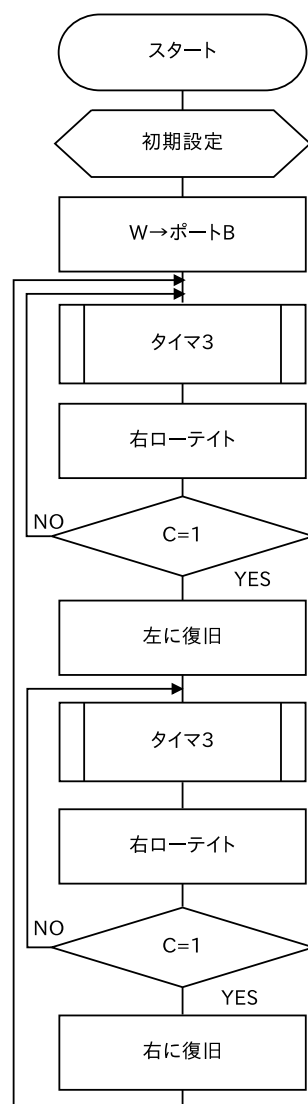


図 7: フローチャート

6.2 ソースコード

```

;5-6
;header
        LIST      P=P16F84A
        INCLUDE   "P16F84A.INC"

;var
;LEDD   EQU       80H           ;左端から右方向にスタート
LEDD     EQU       01H         ;右端から左方向にスタート
CNT1     EQU       0CH
CNT2     EQU       0DH
CNT3     EQU       0EH
;main
        ORG       0

        BSF       STATUS,RP0
        CLRF      TRISB
        BCF       STATUS,RP0
        BCF       STATUS,C
        MOVLW     LEDD
        MOVWF     PORTB

RIGHT    CALL      TIMER3
        RRF       PORTB,1
        BTFSS     STATUS,C
        GOTO      RIGHT

        RLF       PORTB,1       ;過分ローテイトの復旧
        RLF       PORTB,1

LEFT     CALL      TIMER3
        RLF       PORTB,1
        BTFSS     STATUS,C
        GOTO      LEFT

        RRF       PORTB,1       ;過分ローテイトの復旧
        RRF       PORTB,1
        GOTO      RIGHT

TIMER1   MOVLW     D'62'
        MOVWF     CNT1
LOOP1    NOP
        DECFSZ    CNT1,F
        GOTO      LOOP1
        RETURN

TIMER2   MOVLW     D'100'
        MOVWF     CNT2

```

```

LOOP2    NOP
          CALL    TIMER1
          DECFSZ   CNT2 , F
          GOTO     LOOP2
          RETURN

TIMER3    MOVLW   D'20'
          MOVWF    CNT3
LOOP3     NOP
          CALL     TIMER2
          DECFSZ   CNT3 , F
          GOTO     LOOP3
          RETURN

          END

```

6.3 実行結果

$$80_{16} = 10000000_2$$

$$40_{16} = 01000000_2$$

$$20_{16} = 00100000_2$$

$$10_{16} = 00010000_2$$

$$8_{16} = 00001000_2$$

$$4_{16} = 00000100_2$$

$$2_{16} = 00000010_2$$

$$1_{16} = 00000001_2$$

$$2_{16} = 00000010_2$$

$$4_{16} = 00000100_2$$

$$8_{16} = 00001000_2$$

$$10_{16} = 00010000_2$$

$$20_{16} = 00100000_2$$

$$40_{16} = 01000000_2$$

$$80_{16} = 10000000_2$$

：点灯 ：消灯

0.2 秒毎に光るところが右に動いていき右端になったら、左方向に戻ってくる。

6.4 考察

ローテイト命令は、C フラグを含めてシフトするので、光が右端（0 ビット目）または左端（7 ビット目）に移動したことを C フラグで判定。C フラグが 1 の場合はオーバーフローかアンダーフローしているので、過分ローテイトの復旧（2 ビット復旧）することで、なめらかに移動するように見える。

6.5 練習問題 5.8

LEDD	EQU	80H	; 左端から右方向にスタート
; LEDD	EQU	01H	; 右端から左方向にスタート

このように、LEDD のデータを 80H から 01H に変更する。

6.6 練習問題 5.9

過分ローテイトの復旧がないと、すべての LED が点灯しない瞬間が生じる。

6.7 練習問題 5.10

7 リスト 5-7(スイッチ入力プログラム)

7.1 フローチャート

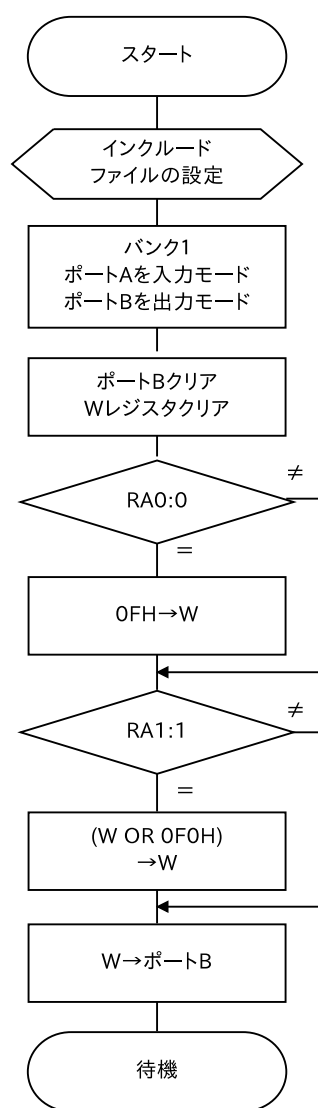


図 8: フローチャート

7.2 ソースコード

```
;5-7
;header
        LIST      P=PIC16F84A
        INCLUDE   "P16F84A.INC"
;main
        ORG       0

        BSF       STATUS,RP0
        MOVLW     1FH
        MOVWF     TRISA
        CLRF      TRISB
        BCF       STATUS,RP0
        CLRF      PORTB

        CLRW
        BTFSC     PORTA,0
        MOVLW     0FH
        BTFSC     PORTA,1
        IORLW     0F0H
        MOVWF     PORTB

WAIT     GOTO      WAIT

        END
```

7.3 実行結果

7.4 考察

8 リスト 5-8(リレー制御プログラム)

8.1 フローチャート

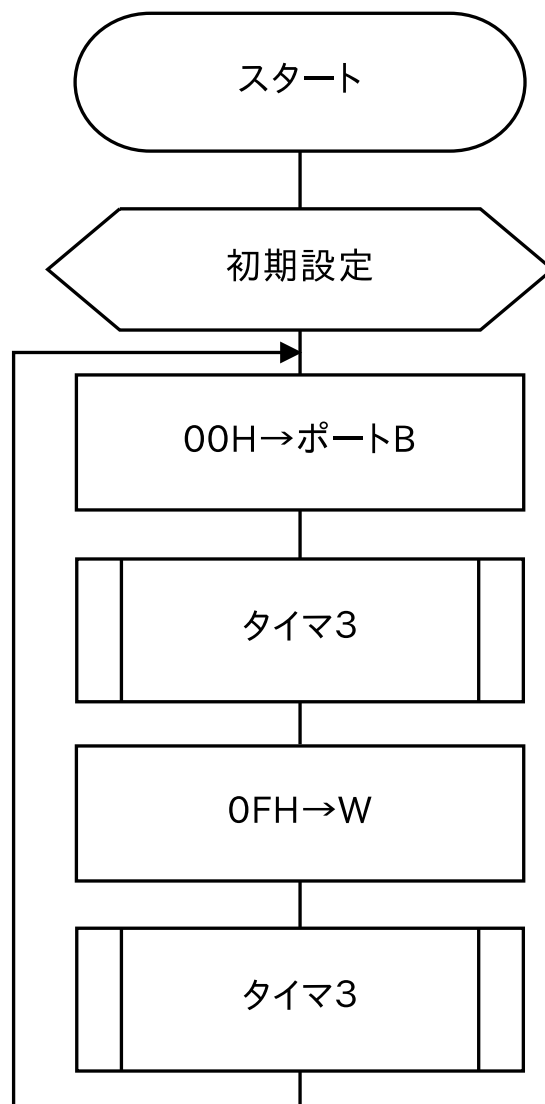


図 9: フローチャート

8.2 ソースコード

```
;5-8
;header
        LIST      P=PIC16F84A
        INCLUDE   "P16F84A.INC"

;var
RELAY    EQU      01H
CNT1     EQU      0CH
CNT2     EQU      0DH
CNT3     EQU      0EH
;main
        ORG       0

        BSF       STATUS,RP0
        CLRF      TRISB
        BCF       STATUS,RP0

REPEAT   CLRF      PORTB
        CALL      TIMER3
        MOVLW     RELAY
        MOVWF     PORTB
        CALL      TIMER3
        GOTO      REPEAT

TIMER1   MOVLW     D'62'
        MOVWF     CNT1
LOOP1    NOP
        DECFSZ    CNT1,F
        GOTO      LOOP1
        RETURN

TIMER2   MOVLW     D'100'
        MOVWF     CNT2
LOOP2    NOP
        CALL      TIMER1
        DECFSZ    CNT2,F
        GOTO      LOOP2
        RETURN

TIMER3   MOVLW     D'100'
        MOVWF     CNT3
LOOP3    NOP
        CALL      TIMER2
        DECFSZ    CNT3,F
        GOTO      LOOP3
        RETURN

        END
```

8.3 実行結果

8.4 考察