【実習】μT-Kernel 入門
(協力：ルネサス エレクトロニクス)

プログラミング演習

目次

第 1 章

エミュレータの接続とプログラムの実行

1.1　演習環境とボード構成

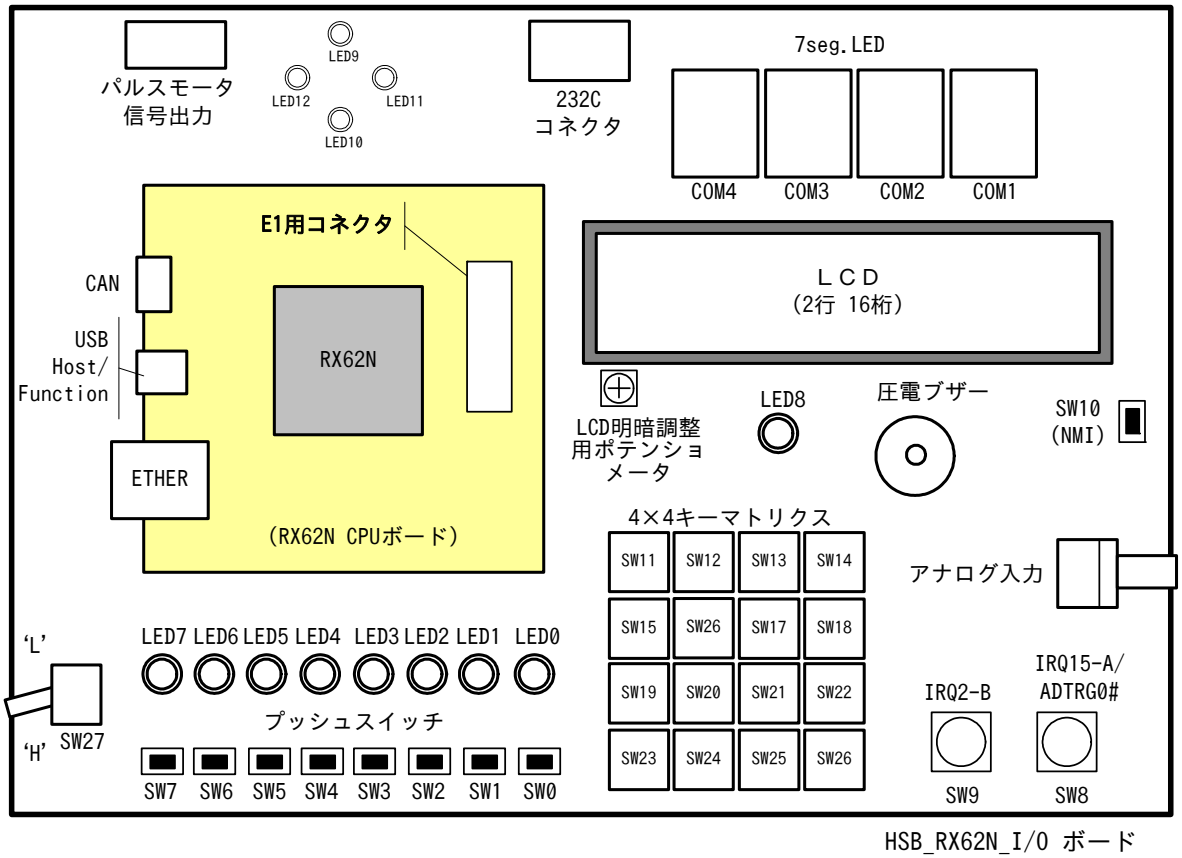
1.1.1　演習環境

(1) ターゲットボード：HSBRX62N(CPU ボード) + HSB_RX62N_I/O(I/O ボード)
(2) コンパイラ　　：RX C/C++ コンパイラ
(3) エミュレータ　　：E1 エミュレータ

1.1.2　演習フォルダ構成

```
C:¥workspace
    |-utkernel_source_rx62n
        |-ide
            |-cs
                |-01_task_manage.c
                |-02_task_sync.c
                |-03_semaphore.c
                |-04_eventflag.c
                |-05_mailbox.c
                |-06_mutex.c
                |-07_messagebuffer.c
                |-08_memorypool.c
                |-99_apl_sample.c
```

1.1.3　ターゲットボードの構成



HSB_RX62N_I/O ボード

1.1.4　入出力装置のポート割り付け（演習で使用する I/O のみ）

＜LED0 ～ 7＞

接続端子	シンボル	アクティブ
PA_0	LED0	“L”
PA_1	LED1	“L”
PA_2	LED2	“L”
PA_3	LED3	“L”
PA_4	LED4	“L”
PA_5	LED5	“L”
PA_6	LED6	“L”
PA_7	LED7	“L”

＜5φLED＞

接続端子	シンボル	アクティブ
P1_3/P1_5	LED8	“L”

＜7seg.LED＞

接続端子	シンボル	アクティブ
PE_0	セグメントa	“H”
PE_1	セグメントb	“H”
PE_2	セグメントc	“H”
PE_3	セグメントd	“H”
PE_4	セグメントe	“H”
PE_5	セグメントf	“H”
PE_6	セグメントg	“H”
PE_7	セグメントDp	“H”

接続端子	シンボル	アクティブ
P4_4	COM1(最右桁)	“H”
P4_5	COM2	“H”
P4_6	COM3	“H”
P4_7	COM4(最左桁)	“H”

＜プッシュスイッチ＞

接続端子	シンボル	入力レベル
PD_0	SW0	OFF=“H”, ON=“L”
PD_1	SW1	OFF=“H”, ON=“L”
PD_2	SW2	OFF=“H”, ON=“L”
PD_3	SW3	OFF=“H”, ON=“L”
PD_4	SW4	OFF=“H”, ON=“L”
PD_5	SW5	OFF=“H”, ON=“L”
PD_6	SW6	OFF=“H”, ON=“L”
PD_7	SW7	OFF=“H”, ON=“L”

＜トグルスイッチ＞

接続端子	シンボル	入力レベル
P1_7	SW27	上側に倒す→“L”、下側に倒す→“H”

＜IRQ 入力用スイッチ＞

接続端子	シンボル	入力レベル
ADTRG0#/IRQ15-A/P0_7	SW8	OFF=“H”, ON=“L”
IRQ2-B/P1_2	SW9	OFF=“H”, ON=“L”

＜アナログ入力＞

接続端子	シンボル	入力レベル
AN0/P4_0	R22	時計回りで0V→5V入力

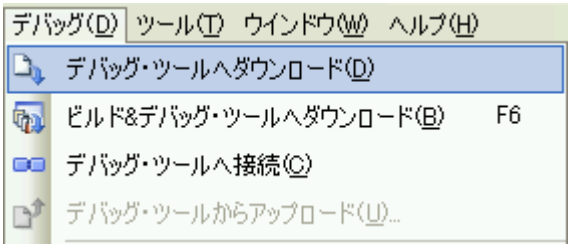
＜シリアル＞

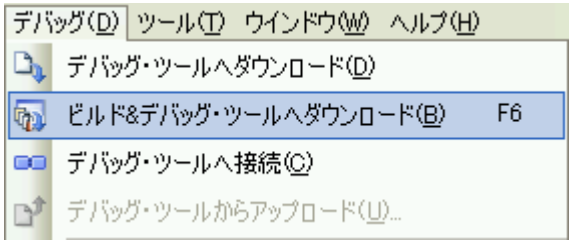
接続端子	シンボル
TxD6/P0_0	―
RxD6/P0_1	―
SCK6/P0_2	―

1.2　E1 エミュレータとの接続とプログラム実行

(1)　E1 エミュレータやシミュレータへのダウンロード

「デバッグメニュー」→「デバッグ・ツールへダウンロード」、あるいは「ビルド＆デバッグ・ツールへダウンロード」、または「F6」で E1 エミュレータへのダウンロードが行えます。

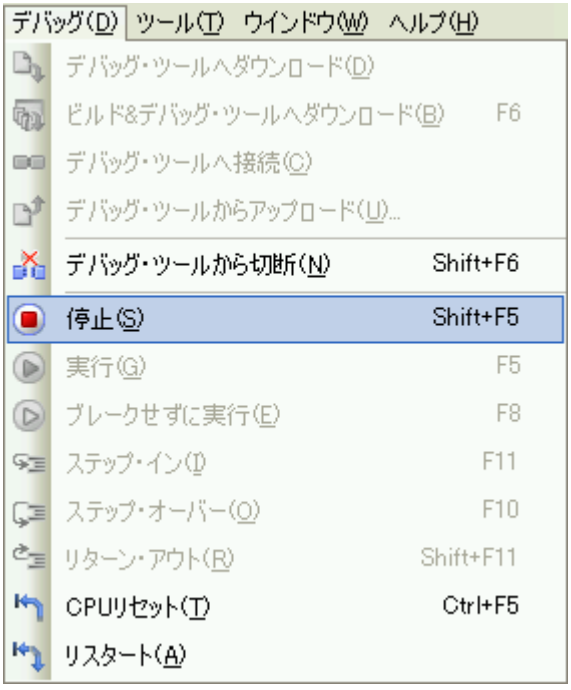




(2)　プログラムの実行と停止

「デバッグメニュー」→「実行」または「F5」でプログラムの実行が行えます。

「デバッグメニュー」→「停止」または「Shift ＋ F6」でプログラムの停止が行えます。

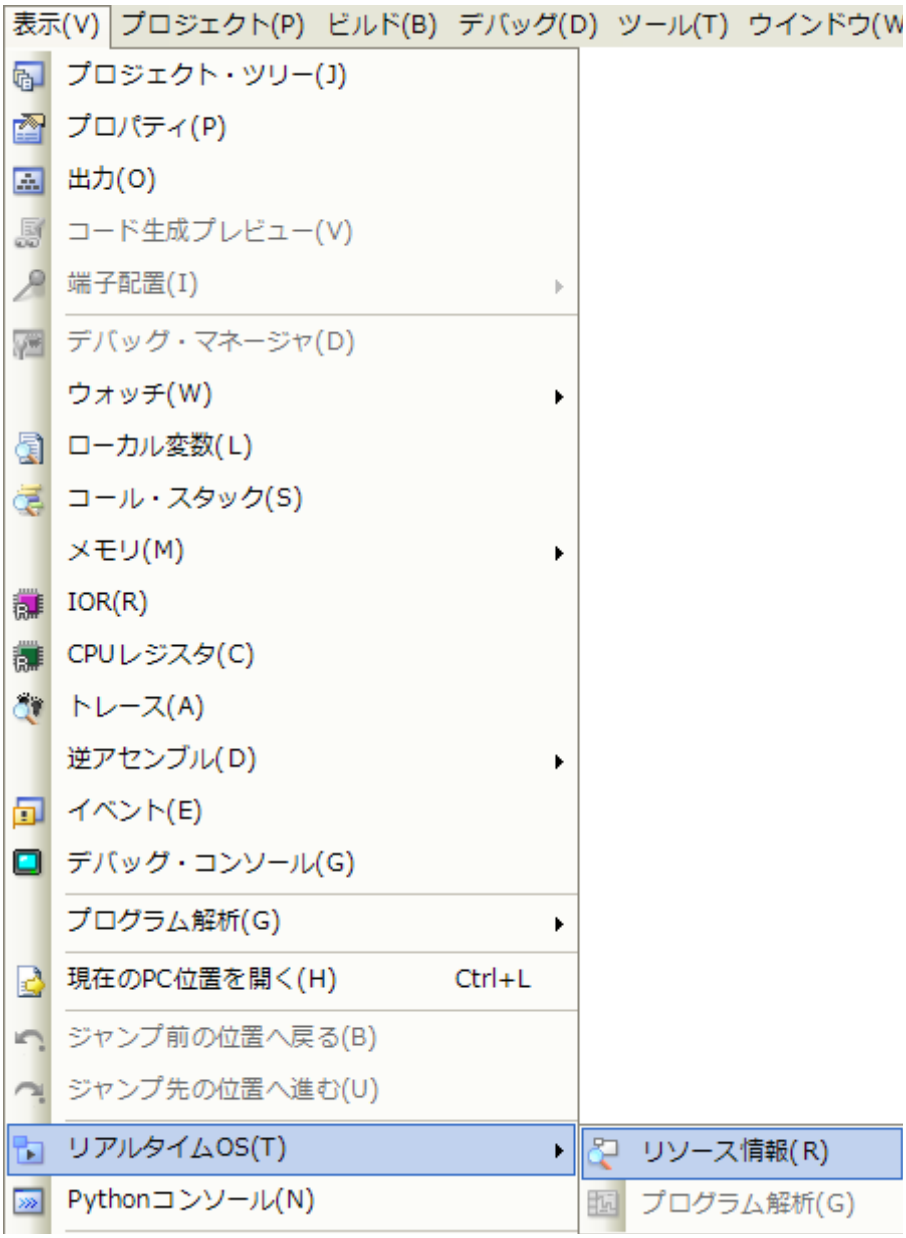


1.3　μT-Kernel のリソース情報表示

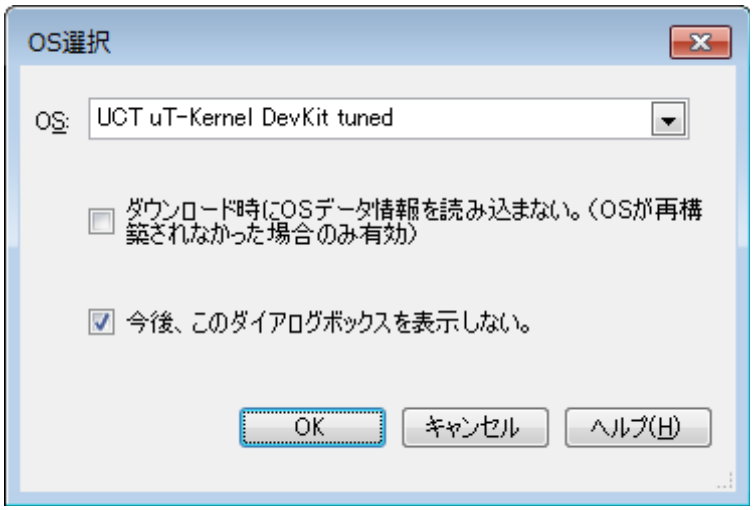
(1)　リソース情報

CubeSuite+ には μT-Kernel のリソース情報を表示する機能があります。

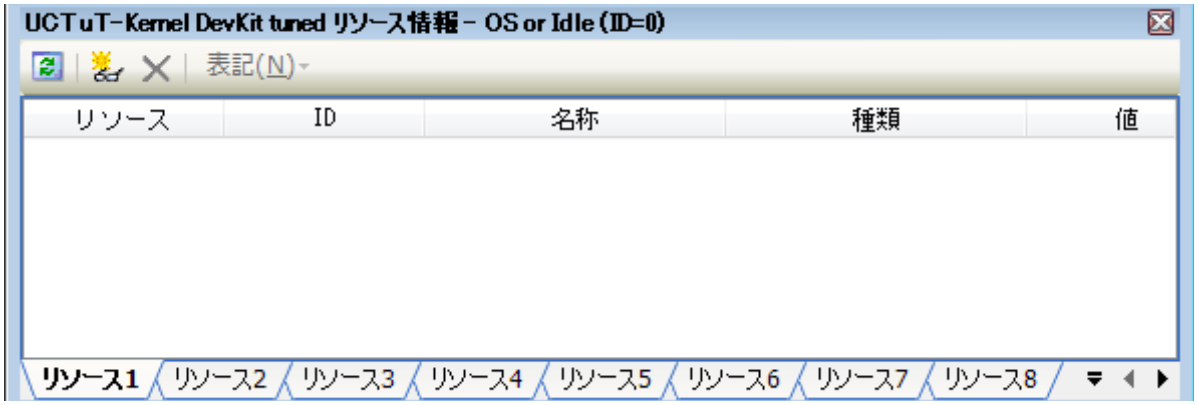
「表示メニュー」→「リアルタイム OS」→「リソース情報」を選択します。



表示された OS 選択のダイアログで「UCT uT-Kernel DevKit tuned」を選択してください。

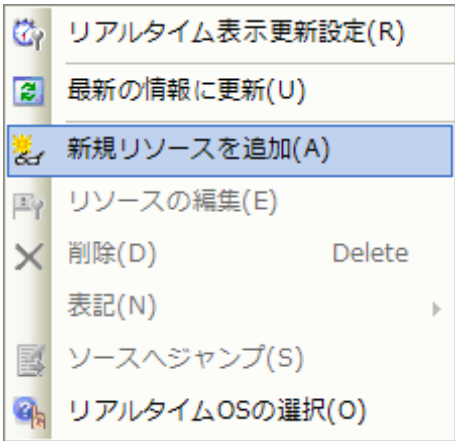


そうすると UCT uT-Kernel DevKit tuned のリソース情報のウィンドウが開かれます。

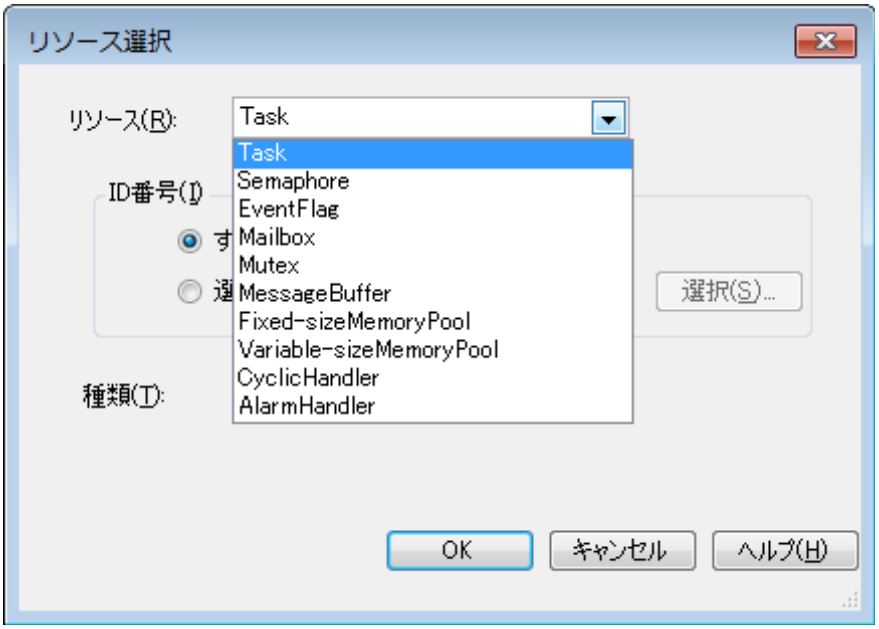


(2)　リソースの追加

表示されたUCT uT-Kernel DevKit tunedのリソース情報のウィンドウにリソースを追加する際は目的のウィンドウで右クリックし、「新規リソースの追加」を実行します。



表示されたリソース選択のダイアログ上で参照したいリソースを選択し、OK します。なお、選択したリソースはすべての ID を表示することと選択した ID だけを表示することが可能です。



以下はタスクのリソースを表示したものです。もし、すべての ID を選択した場合は μT-Kernel のコンフィグレーションで指定されたすべての ID が表示されます。また、各リソースを生成した際、TA_DSNAME の属性を指定し、パラメータパケットの dsname に名称を設定したものは、指定した名称が表示されます。

第 2 章

演習問題

演習１　　タスク管理機能の演習

・tsk_a、tsk_b の２つのタスクから構成
・tsk_a は SW8（IRQ15）で起動
・tsk_a から DORMANT 状態の tsk_b に対して、tk_sta_tsk を複数回発行した時の動作を確認する
・tk_sta_tsk による起動要求にはキューイング機能がないことを確認する
・tsk_a、tsk_b の優先度を変更することで動作タイミングが変わることを確認する

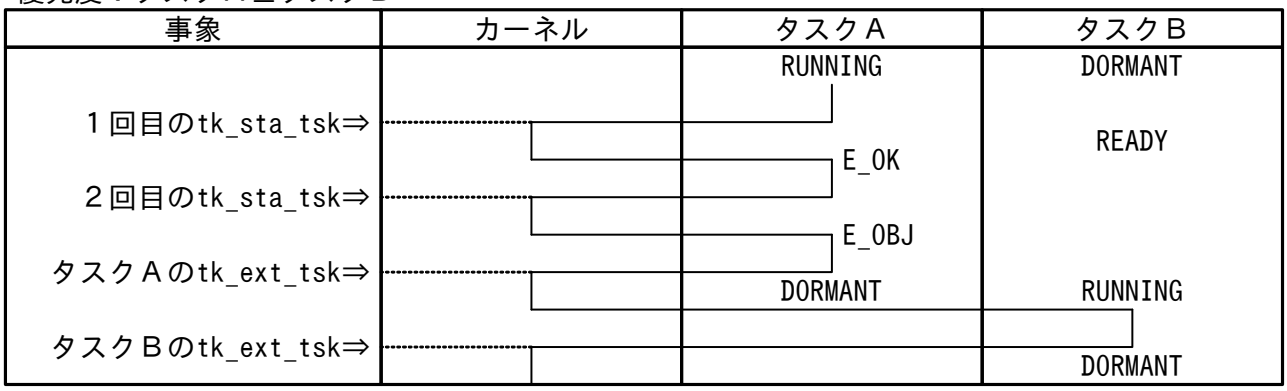
01_task_manage.c

```
#include <tk/tkernel.h>
#include <tm/tmonitor.h>
#include <libstr.h>
#include <machine.h>
#include "iodefine.h"

EXPORT void tsk_a(INT stacd, VP exinf);
EXPORT void tsk_b(INT stacd, VP exinf);
EXPORT void irq15_hdr(UINT dintno);

typedef enum { TSK_A, TSK_B, OBJ_KIND_NUM } OBJ_KIND;
EXPORT ID ObjID[OBJ_KIND_NUM];                          // ID テーブル

EXPORT INT usermain( void )
{
T_CTSK t_ctsk;
T_DINT t_dint;
ID objid;
        t_ctsk.tskatr = TA_HLNG | TA_DSNAME;
        t_ctsk.stksz = 1024;
        t_ctsk.task =  tsk_a;                           // tsk_a の起動アドレス
        t_ctsk.itskpri = 1;                             // tsk_a の優先度
        strcpy( (char *)t_ctsk.dsname, "tsk_a" );       // tsk_a の名称
        if( (objid = tk_cre_tsk( &t_ctsk )) <= E_OK ) {    // tsk_a の生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of tsk_a.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[TSK_A] = objid;
        tm_putstring("*** tsk_a created.¥n");

        t_ctsk.task = tsk_b;                            // tsk_b の起動アドレス
        t_ctsk.itskpri = 2;                             // tsk_b の優先度
        strcpy( (char *)t_ctsk.dsname, "tsk_b" );       // tsk_b の名称
        if( (objid = tk_cre_tsk( &t_ctsk )) <= E_OK ) {    // tsk_b の生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of tsk_b.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[TSK_B] = objid;
        tm_putstring("*** tsk_b created.¥n");
```

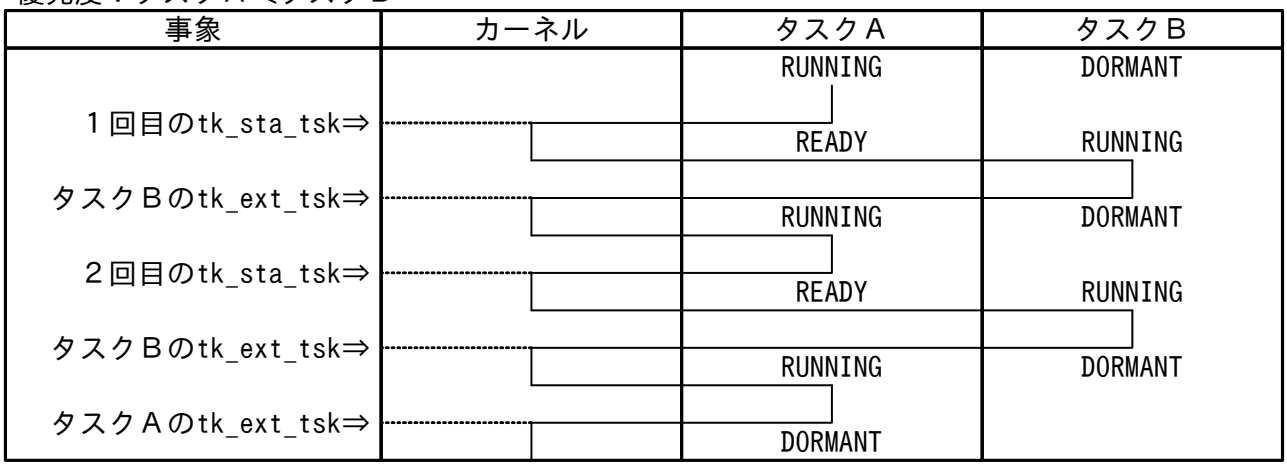
```
	t_dint.intatr = TA_HLNG;
	t_dint.inthdr = irq15_hdr;
	if( tk_def_int( VECT( ICU, IRQ15 ), &t_dint ) != E_OK ) {
		tm_putstring(" *** Failed in the definition of irq15_hdr.¥n");
		goto ERROR;
	}
	tm_putstring("*** irq15_hdr defined.¥n");

	PORTE.DR.BIT.B0 = 1;				// 最上位のセグメントラインを設定
	PORTE.DDR.BYTE = 0xFF;				// セグメントラインをアクティブに設定
	PORT4.DDR.BIT.B4 = PORT4.DR.BIT.B4 = 1;		// 最右桁の LED をアクティブに設定

	PORT0.ICR.BIT.B7 = 1;				// P07(IRQ15) の入力バッファを ON
	ICU.IRQCR[15].BIT.IRQMD = 1;			// IRQ15 を立ち下がりエッジに設定
	IR( ICU, IRQ15 ) = 0;				// IRQ15 の割り込み要求フラグをクリア
	IPR( ICU, IRQ15 ) = 1;				// IRQ15 の割り込みレベルを 1 に設定
	IEN( ICU, IRQ15 ) = 1;				// IRQ15 の割り込みを許可

	while( 1 )  wait( );
ERROR:
	return 0;
}

EXPORT void tsk_a(INT stacd, VP exinf)
{
int i;
	for( i=0 ; i<2 ; i++ )  {
		tm_putstring("*** tk_sta_tsk to tsk_b.¥n");
		if( tk_sta_tsk( ObjID[TSK_B], 0 ) != E_OK )	// tsk_b の起動
			tm_putstring(" *** Failed in tk_sta_tsk to tsk_b.¥n");
	}
	tk_ext_tsk( );						// tsk_a の終了
}

EXPORT void tsk_b(INT stacd, VP exinf)
{
int i;
	tm_putstring("*** tsk_b is Running.¥n");
	while( PORTE.DR.BYTE != 0x40 )  {			// LED のローテート処理
		for( i=0 ; i<12000000 ; i++ )  ;		// 500ms の待ち時間
		PORTE.DR.BYTE <<= 1;
	}
	PORTE.DR.BYTE = 0x01;
	tk_ext_tsk( );						// tsk_b の終了
}

EXPORT void irq15_hdr(UINT dintno)
{
	tk_sta_tsk( ObjID[TSK_A], 0 );				// tsk_a の起動
}
```

タスク管理機能のスケジューリング

優先度：タスクＡ≧タスクＢ



優先度：タスクＡ＜タスクＢ



演習２　　タスク付属同期機能の演習

・tsk_a、tsk_b の２つのタスクから構成
・tsk_a は SW8（IRQ15）で起動
・tsk_a から WAITING 状態の tsk_b に対して、tk_wup_tsk を複数回発行した時の動作を確認する
・tk_wup_tsk による起床要求にはキューイング機能があることを確認する
・tsk_a、tsk_b の優先度を変更することで動作タイミングが変わることを確認する

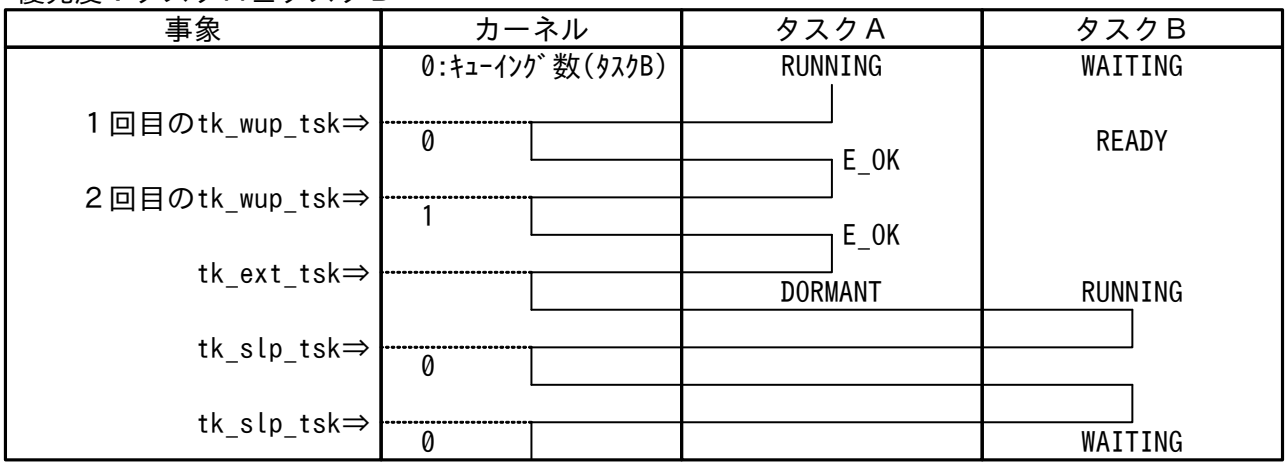
02_task_sync.c

```
#include <tk/tkernel.h>
#include <tm/tmonitor.h>
#include <libstr.h>
#include <machine.h>
#include "iodefine.h"

EXPORT void tsk_a(INT stacd, VP exinf);
EXPORT void tsk_b(INT stacd, VP exinf);
EXPORT void irq15_hdr(UINT dintno);

typedef enum { TSK_A, TSK_B, OBJ_KIND_NUM } OBJ_KIND;
EXPORT ID ObjID[OBJ_KIND_NUM];                          // ID テーブル

EXPORT INT usermain( void )
{
T_CTSK t_ctsk;
T_DINT t_dint;
ID objid;
        t_ctsk.tskatr = TA_HLNG | TA_DSNAME;
        t_ctsk.stksz = 1024;
        t_ctsk.task =  tsk_a;                           // tsk_a の起動アドレス
        t_ctsk.itskpri = 1;                             // tsk_a の優先度
        strcpy( (char *)t_ctsk.dsname, "tsk_a" );       // tsk_a の名称
        if( (objid = tk_cre_tsk( &t_ctsk )) <= E_OK ) {   // tsk_a の生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of tsk_a.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[TSK_A] = objid;
        tm_putstring("*** tsk_a created.¥n");

        t_ctsk.task = tsk_b;                            // tsk_b の起動アドレス
        t_ctsk.itskpri = 2;                             // tsk_b の優先度
        strcpy( (char *)t_ctsk.dsname, "tsk_b" );       // tsk_b の名称
        if( (objid = tk_cre_tsk( &t_ctsk )) <= E_OK ) {   // tsk_b の生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of tsk_b.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[TSK_B] = objid;
        tm_putstring("*** tsk_b created.¥n");
        if( tk_sta_tsk( ObjID[TSK_B], 0 ) != E_OK )     // tsk_b の起動
                tm_putstring(" *** Failed in start of tsk_b.¥n");
```

```
	t_dint.intatr = TA_HLNG;
	t_dint.inthdr = irq15_hdr;
	if( tk_def_int( VECT( ICU, IRQ15 ), &t_dint ) != E_OK ) {
		tm_putstring(" *** Failed in the definition of irq15_hdr.¥n");
		goto ERROR;
	}
	tm_putstring("*** irq15_hdr defined.¥n");
	PORTE.DR.BIT.B0 = 1;                        // 最上位のセグメントラインを設定
	PORTE.DDR.BYTE = 0xFF;                      // セグメントラインをアクティブに設定
	PORT4.DDR.BIT.B4 = PORT4.DR.BIT.B4 = 1;     // 最右桁の LED をアクティブに設定
	PORT0.ICR.BIT.B7 = 1;                       // P07(IRQ15) の入力バッファを ON
	ICU.IRQCR[15].BIT.IRQMD = 1;                // IRQ15 を立ち下がりエッジに設定
	IR( ICU, IRQ15 ) = 0;                       // IRQ15 の割り込み要求フラグをクリア
	IPR( ICU, IRQ15 ) = 1;                      // IRQ15 の割り込みレベルを 1 に設定
	IEN( ICU, IRQ15 ) = 1;                      // IRQ15 の割り込みを許可

	while( 1 )  wait( );
ERROR:
	return 0;
}

EXPORT void tsk_a(INT stacd, VP exinf)
{
int i;
	for( i=0 ; i<2 ; i++ )  {
		tm_putstring("*** tk_wup_tsk to tsk_b.¥n");
		if( tk_wup_tsk( ObjID[TSK_B] ) != E_OK )          // tsk_b の起床
			tm_putstring(" *** Failed in tk_wup_tsk to tsk_b.¥n");
	}
	tk_ext_tsk( );                                        // tsk_a の終了
}

EXPORT void tsk_b(INT stacd, VP exinf)
{
int i;
	tm_putstring("*** tsk_b started.¥n");
	while( 1 )  {
		tm_putstring("*** tsk_b is Waiting.¥n");
		tk_slp_tsk( TMO_FEVR );                           // tsk_b の起床待ち
		tm_putstring("*** tsk_b is Running.¥n");
		while( PORTE.DR.BYTE != 0x40 )  {                 // LED のローテート処理
			for( i=0 ; i<12000000 ; i++ )  ;          // 500ms の待ち時間
			PORTE.DR.BYTE <<= 1;
		}
		PORTE.DR.BYTE = 0x01;
	}
}

EXPORT void irq15_hdr(UINT dintno)
{
	tk_sta_tsk( ObjID[TSK_A], 0 );                        // tsk_a の起動
}
```

タスク付属同期機能のスケジューリング

優先度：タスクＡ≧タスクＢ



優先度：タスクＡ＜タスクＢ

演習3　　セマフォの演習

・tsk_a、tsk_b の２つのタスクと両者を周期的に起動する rand_tsk の３つから構成
・tsk_a は最左桁の７セグメント LED の上段を点灯する
・tsk_b は２桁目の７セグメント LED の下段を点灯する
・排他制御を行わないと７セグメント LED の表示が正しく行えないことを確認する
・セマフォにより排他制御を行えば７セグメント LED の表示を正しく行えることを確認する

03_semaphore.c

```
#include <tk/tkernel.h>
#include <tm/tmonitor.h>
#include <libstr.h>
#include <machine.h>
#include "iodefine.h"

EXPORT void tsk_a(INT stacd, VP exinf);
EXPORT void tsk_b(INT stacd, VP exinf);
EXPORT void rand_tsk(INT stacd, VP exinf);
EXPORT unsigned int rand(void);

typedef enum { SEMID, TSK_A, TSK_B, RAND_TSK, OBJ_KIND_NUM } OBJ_KIND;
EXPORT ID ObjID[OBJ_KIND_NUM];                          // ID テーブル

EXPORT INT usermain( void )
{
T_CSEM t_csem;
T_CTSK t_ctsk;
ID objid;
        t_csem.sematr = TA_TFIFO | TA_DSNAME;           // セマフォ属性の設定
        t_csem.isemcnt = 1;                             // セマフォの初期値の設定
        t_csem.maxsem = 1;                              // セマフォの最大値の設定
        strcpy( (char *)t_csem.dsname, "led_sem" );     // セマフォの名称
        if( (objid = tk_cre_sem( &t_csem )) <= E_OK ) {   // セマフォの生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of semaphore.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[SEMID] = objid;
        tm_putstring("*** semaphore created.¥n");
```

```
        t_ctsk.tskatr = TA_HLNG | TA_DSNAME;
        t_ctsk.stksz = 1024;
        t_ctsk.task =  tsk_a;                               // tsk_a の起動アドレス
        t_ctsk.itskpri = 2;                                 // tsk_a の優先度
        strcpy( (char *)t_ctsk.dsname, "tsk_a" );           // tsk_a の名称
        if( (objid = tk_cre_tsk( &t_ctsk )) <= E_OK ) {     // tsk_a の生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of tsk_a.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[TSK_A] = objid;
        tm_putstring("*** tsk_a created.¥n");

        t_ctsk.task = tsk_b;                                // tsk_b の起動アドレス
        t_ctsk.itskpri = 3;                                 // tsk_b の優先度
        strcpy( (char *)t_ctsk.dsname, "tsk_b" );           // tsk_b の名称
        if( (objid = tk_cre_tsk( &t_ctsk )) <= E_OK ) {     // tsk_b の生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of tsk_b.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[TSK_B] = objid;
        tm_putstring("*** tsk_b created.¥n");

        t_ctsk.task = rand_tsk;                             // rand_tsk の起動アドレス
        t_ctsk.itskpri = 1;                                 // rand_tsk の優先度
        strncpy( (char *)t_ctsk.dsname, "rand_tsk", 8 );    // rand_tsk の名称
        if( (objid = tk_cre_tsk( &t_ctsk )) <= E_OK ) {     // rand_tsk の生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of rand_tsk.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[RAND_TSK] = objid;
        tm_putstring("*** rand_tsk created.¥n");
        if( tk_sta_tsk( ObjID[RAND_TSK], 0 ) != E_OK )      // rand_tsk の起動
                tm_putstring(" *** Failed in start of rand_tsk.¥n");

        PORTE.DDR.BYTE = 0xFF;              // セグメントラインをアクティブに設定
        PORT4.DDR.BYTE = 0xC0;              // 左２桁の LED をアクティブに設定

        while( 1 )  wait( );
ERROR:
        return 0;
}
```

```
EXPORT void tsk_a(INT stacd, VP exinf)
{
int i, j;
//      tk_wai_sem( ObjID[SEMID], 1, TMO_FEVR );    // セマフォの獲得
        PORT4.DR.BYTE = 0x00;                       // ７セグメント LED を消灯
        PORTE.DR.BYTE = 0x63;                       // 上段のセグメントラインを点灯
        for( i=0 ; i<10 ; i++ )  {
                PORT4.DR.BYTE = 0x80;               // １桁目の LED を点灯
                for( j=0 ; j<24000 ; j++ )  ;       // 1ms の待ち時間
        }
//      tk_sig_sem( ObjID[SEMID], 1 );              // セマフォの返却
        tk_ext_tsk( );
}

EXPORT void tsk_b(INT stacd, VP exinf)
{
int i, j;
//      tk_wai_sem( ObjID[SEMID], 1, TMO_FEVR );    // セマフォの獲得
        PORT4.DR.BYTE = 0x00;                       // ７セグメント LED を消灯
        PORTE.DR.BYTE = 0x5C;                       // 下段のセグメントラインを点灯
        for( i=0 ; i<10 ; i++ )  {
                PORT4.DR.BYTE = 0x40;               // ２桁目の LED を点灯
                for( j=0 ; j<24000 ; j++ )  ;       // 1ms の待ち時間
        }
//      tk_sig_sem( ObjID[SEMID], 1 );              // セマフォの返却
        tk_ext_tsk( );
}
EXPORT void rand_tsk(INT stacd, VP exinf)
{
int i;
        while( 1 )  {
                tk_slp_tsk( i = (rand( ) & 7) + 6 );        // ランダム待ち
                tk_sta_tsk( ObjID[TSK_A], 0 );              // タスクの起動
                tk_slp_tsk( 21 - i );                       // ランダム待ち
                tk_sta_tsk( ObjID[TSK_B], 0 );              // タスクの起動
        }
}
```

演習４　　イベントフラグの演習

・tsk_a、tsk_b の２つのタスクから構成
・tsk_a から７セグメント LED への表示データをイベントフラグに設定
・tsk_b はイベントフラグから７セグメント LED の表示データを受け取り、表示
・タスクの優先度が tsk_a ＜ tsk_b でなければデータの受け渡しが正しくできないことを確認する
・イベントフラグのクリア方法を変更してもデータの受け渡しが正しくできることを確認する

04_eventflag.c

```
#include <tk/tkernel.h>
#include <tm/tmonitor.h>
#include <libstr.h>
#include <machine.h>
#include "iodefine.h"

EXPORT void tsk_a(INT stacd, VP exinf);
EXPORT void tsk_b(INT stacd, VP exinf);
EXPORT void irq15_hdr(UINT dintno);

typedef enum { FLGID, TSK_A, TSK_B, OBJ_KIND_NUM } OBJ_KIND;
EXPORT ID ObjID[OBJ_KIND_NUM];                          // ID テーブル

EXPORT INT usermain( void )
{
T_CFLG t_cflg;
T_CTSK t_ctsk;
T_DINT t_dint;
ID objid;
        t_cflg.flgatr = TA_TFIFO | TA_WSGL | TA_DSNAME;    // イベントフラグ属性の設定
        t_cflg.iflgptn = 0;                                 // イベントフラグの初期値の設定
        strcpy( (char *)t_cflg.dsname, "led_flg" );         // イベントフラグの名称
        if( (objid = tk_cre_flg( &t_cflg )) <= E_OK ) {     // イベントフラグの生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of eventflag.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[FLGID] = objid;
        tm_putstring("*** eventflag created.¥n");

        t_ctsk.tskatr = TA_HLNG | TA_DSNAME;
        t_ctsk.stksz = 1024;
        t_ctsk.task =  tsk_a;                               // tsk_a の起動アドレス
        t_ctsk.itskpri = 2;                                 // tsk_a の優先度
        strcpy( (char *)t_ctsk.dsname, "tsk_a" );           // tsk_a の名称
        if( (objid = tk_cre_tsk( &t_ctsk )) <= E_OK ) {     // tsk_a の生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of tsk_a.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[TSK_A] = objid;
        tm_putstring("*** tsk_a created.¥n");
```

```
        t_ctsk.task = tsk_b;                                    // tsk_b の起動アドレス
        t_ctsk.itskpri = 1;                                     // tsk_b の優先度
        strcpy( (char *)t_ctsk.dsname, "tsk_b" );               // tsk_b の名称
        if( (objid = tk_cre_tsk( &t_ctsk )) <= E_OK ) {         // tsk_b の生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of tsk_b.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[TSK_B] = objid;
        tm_putstring("*** tsk_b created.¥n");
        if( tk_sta_tsk( ObjID[TSK_B], 0 ) != E_OK )             // tsk_b の起動
                tm_putstring(" *** Failed in start of tsk_b.¥n");

        t_dint.intatr = TA_HLNG;
        t_dint.inthdr = irq15_hdr;
        if( tk_def_int( VECT( ICU, IRQ15 ), &t_dint ) != E_OK ) {
                tm_putstring(" *** Failed in the definition of irq15_hdr.¥n");
                goto ERROR;
        }
        tm_putstring("*** irq15_hdr defined.¥n");

        PORTE.DDR.BYTE = 0xFF;                          // セグメントラインをアクティブに設定
        PORT4.DDR.BYTE = 0xF0;                          // ７セグメント LED をアクティブに設定

        PORT0.ICR.BIT.B7 = 1;                           // P07(IRQ15) の入力バッファを ON
        ICU.IRQCR[15].BIT.IRQMD = 1;                    // IRQ15 を立ち下がりエッジに設定
        IR( ICU, IRQ15 ) = 0;                           // IRQ15 の割り込み要求フラグをクリア
        IPR( ICU, IRQ15 ) = 1;                          // IRQ15 の割り込みレベルを 1 に設定
        IEN( ICU, IRQ15 ) = 1;                          // IRQ15 の割り込みを許可

        while( 1 )  wait( );
ERROR:
        return 0;
}

EXPORT void tsk_a(INT stacd, VP exinf)
{
        tm_putstring("*** tsk_a called tk_set_flg.¥n");
        tk_set_flg( ObjID[FLGID], (0x06<<8) + 0x80 );       // Call tk_set_flg -> 1***
        tm_putstring("*** tsk_a called tk_set_flg.¥n");
        tk_set_flg( ObjID[FLGID], (0x5B<<8) + 0x40 );       // Call tk_set_flg -> *2**
        tm_putstring("*** tsk_a called tk_set_flg.¥n");
        tk_set_flg( ObjID[FLGID], (0x4F<<8) + 0x20 );       // Call tk_set_flg -> **3*
        tm_putstring("*** tsk_a called tk_set_flg.¥n");
        tk_set_flg( ObjID[FLGID], (0x66<<8) + 0x10 );       // Call tk_set_flg -> ***4
        tk_ext_tsk( );                                      // tsk_a の終了
}
```

```
EXPORT void tsk_b(INT stacd, VP exinf)
{
UINT flgptn;
int i;
        tm_putstring("*** tsk_b started.¥n");
        while( 1 )  {
                tm_putstring("*** tsk_b is Waiting at eventflag.¥n");
                tk_wai_flg( ObjID[FLGID], 0xFFFF, TWF_ORW | TWF_CLR, &flgptn, TMO_FEVR );
                tm_putstring("*** tsk_b is Running.¥n");
                PORTE.DR.BYTE = flgptn >> 8;                // セグメントラインの設定
                PORT4.DR.BYTE = flgptn;                     // ７セグメント LED の点灯
                for( i=0 ; i<24000000 ; i++ )  ;            // 1000ms の待ち時間
                PORT4.DR.BYTE = 0x00;                       // ７セグメント LED の消灯
        }
}

EXPORT void irq15_hdr(UINT dintno)
{
        tk_sta_tsk( ObjID[TSK_A], 0 );                      // tsk_a の起動
}
```

イベントフラグのスケジューリング

優先度：タスクＡ＜タスクＢ

事象	カーネル	タスクＡ	タスクＢ
	0000：ｲﾍﾞﾝﾄﾌﾗｸﾞ	RUNNING	WAITING
			ﾘﾀｰﾝﾊﾟﾗﾒｰﾀ
１回目のtk_set_flg⇒	0000	READY	RUNNING　0680
tk_wai_flg⇒	0000	RUNNING	WAITING
２回目のtk_set_flg⇒	0000	READY	RUNNING　5B40
tk_wai_flg⇒	0000	RUNNING	WAITING
３回目のtk_set_flg⇒	0000	READY	RUNNING　4F20
tk_wai_flg⇒	0000	RUNNING	WAITING
４回目のtk_set_flg⇒	0000	READY	RUNNING　6610
tk_wai_flg⇒	0000	RUNNING	WAITING
tk_ext_tsk⇒		DORMANT	

優先度：タスクＡ≧タスクＢ

事象	カーネル	タスクＡ	タスクＢ
	0000：ｲﾍﾞﾝﾄﾌﾗｸﾞ	RUNNING	WAITING
			ﾘﾀｰﾝﾊﾟﾗﾒｰﾀ
１回目のtk_set_flg⇒	0000		READY　0680
２回目のtk_set_flg⇒	5B40		
３回目のtk_set_flg⇒	5F60		
４回目のtk_set_flg⇒	7F70		
tk_ext_tsk⇒		DORMANT	RUNNING
tk_wai_flg⇒	0000		7F70
tk_wai_flg⇒	0000		WAITING

演習５　　メールボックスの演習

・tsk_a、tsk_b の２つのタスクから構成
・tsk_a から８個の LED への表示データをメッセージで送信
・tsk_b はメールボックスから８個の LED の表示データを受け取り、表示
・タスクの優先度が tsk_a ＜ tsk_b でなければデータの受け渡しが正しくできないことを確認する
・メッセージ本体の同期処理を追加すれば、データの受け渡しが正しくできることを確認する

05_mailbox.c

```
#include <tk/tkernel.h>
#include <tm/tmonitor.h>
#include <libstr.h>
#include <machine.h>
#include "iodefine.h"

EXPORT void tsk_a(INT stacd, VP exinf);
EXPORT void tsk_b(INT stacd, VP exinf);
EXPORT void irq15_hdr(UINT dintno);

typedef struct user_msg {
        T_MSG msghead;                  // メッセージキュー（OS 管理エリア）
        char *data;                     // 送信データの先頭アドレス
} USER_MSG;

typedef enum { MBXID, TSK_A, TSK_B, OBJ_KIND_NUM } OBJ_KIND;
EXPORT ID ObjID[OBJ_KIND_NUM];                          // ID テーブル

EXPORT INT usermain( void )
{
T_CMBX t_cmbx;
T_CTSK t_ctsk;
T_DINT t_dint;
ID objid;
        t_cmbx.mbxatr = TA_TFIFO | TA_MFIFO | TA_DSNAME;   // メールボックス属性の設定
        strcpy( (char *)t_cmbx.dsname, "led_mbx" );        // メールボックスの名称
        if( (objid = tk_cre_mbx( &t_cmbx )) <= E_OK ) {    // メールボックスの生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of mailbox.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[MBXID] = objid;
        tm_putstring("*** mailbox created.¥n");

        t_ctsk.tskatr = TA_HLNG | TA_DSNAME;
        t_ctsk.stksz = 1024;
        t_ctsk.task =  tsk_a;                              // tsk_a の起動アドレス
        t_ctsk.itskpri = 2;                                // tsk_a の優先度
        strcpy( (char *)t_ctsk.dsname, "tsk_a" );          // tsk_a の名称
        if( (objid = tk_cre_tsk( &t_ctsk )) <= E_OK ) {    // tsk_a の生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of tsk_a.¥n");
                goto ERROR;
        }
```

```
        ObjID[TSK_A] = objid;
        tm_putstring("*** tsk_a created.¥n");
        t_ctsk.task = tsk_b;                                    // tsk_b の起動アドレス
        strcpy( (char *)t_ctsk.dsname, "tsk_b" );               // tsk_b の名称
        t_ctsk.itskpri = 1;                                     // tsk_b の優先度
        if( (objid = tk_cre_tsk( &t_ctsk )) <= E_OK ) {         // tsk_b の生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of tsk_b.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[TSK_B] = objid;
        tm_putstring("*** tsk_b created.¥n");
        if( tk_sta_tsk( ObjID[TSK_B], 0 ) != E_OK )             // tsk_b の起動
                tm_putstring(" *** Failed in start of tsk_b.¥n");

        t_dint.intatr = TA_HLNG;
        t_dint.inthdr = irq15_hdr;
        if( tk_def_int( VECT( ICU, IRQ15 ), &t_dint ) != E_OK ) {
                tm_putstring(" *** Failed in the definition of irq15_hdr.¥n");
                goto ERROR;
        }
        tm_putstring("*** irq15_hdr defined.¥n");

        PORTA.DR.BYTE = 0xFF;                           // LED を消灯に設定
        PORTA.DDR.BYTE = 0xFF;                          // LED をアクティブに設定
        PORT0.ICR.BIT.B7 = 1;                           // P07(IRQ15) の入力バッファを ON
        ICU.IRQCR[15].BIT.IRQMD = 1;                    // IRQ15 を立ち下がりエッジに設定
        IR( ICU, IRQ15 ) = 0;                           // IRQ15 の割り込み要求フラグをクリア
        IPR( ICU, IRQ15 ) = 1;                          // IRQ15 の割り込みレベルを 1 に設定
        IEN( ICU, IRQ15 ) = 1;                          // IRQ15 の割り込みを許可

        while( 1 )  wait( );
ERROR:
        return 0;
}

EXPORT void tsk_a(INT stacd, VP exinf)
{
LOCAL USER_MSG msg;
        msg.data = "abc";                                       // 文字列 "abc" を設定
        tm_putstring("*** tsk_a called tk_snd_mbx.¥n");
        tk_snd_mbx( ObjID[MBXID], (T_MSG *)&msg );              // Call tk_snd_mbx
//      tk_slp_tsk( TMO_FEVR );                                 // 送信メッセージの処理待ち
        msg.data = "ABC";                                       // 文字列 "ABC" を設定
        tm_putstring("*** tsk_a called tk_snd_mbx.¥n");
        tk_snd_mbx( ObjID[MBXID], (T_MSG *)&msg );              // Call tk_snd_mbx
//      tk_slp_tsk( TMO_FEVR );                                 // 送信メッセージの処理待ち
        msg.data = "01234";                                     // 文字列 "01234" を設定
        tm_putstring("*** tsk_a called tk_snd_mbx.¥n");
        tk_snd_mbx( ObjID[MBXID], (T_MSG *)&msg );              // Call tk_snd_mbx
//      tk_slp_tsk( TMO_FEVR );                                 // 送信メッセージの処理待ち
        tk_ext_tsk( );                                          // tsk_a の終了
}
```

```
EXPORT void tsk_b(INT stacd, VP exinf)
{
USER_MSG *msg;
int i ,j;
        tm_putstring("*** tsk_b started.¥n");
        while( 1 )  {
                tm_putstring("*** tsk_b is Waiting at mailbox.¥n");
                tk_rcv_mbx( ObjID[MBXID], (T_MSG **)&msg, TMO_FEVR );
                tm_putstring("*** tsk_b is Running.¥n");
                for( i=0 ; msg->data[i]!='¥0' ; i++ )  {    // 文字列長のループ
                        PORTA.DR.BYTE = ~msg->data[i];      // LED に文字コードを表示
                        for( j=0 ; j<24000000 ; j++ )  ;    // 1000ms の待ち時間
                }
                PORTA.DR.BYTE = 0xFF;                       // LED を消灯に設定
//              tk_wup_tsk( ObjID[TSK_A] );                 // メッセージの処理完了通知
        }
}

EXPORT void irq15_hdr(UINT dintno)
{
        tk_sta_tsk( ObjID[TSK_A], 0 );                      // tsk_a の起動
}
```

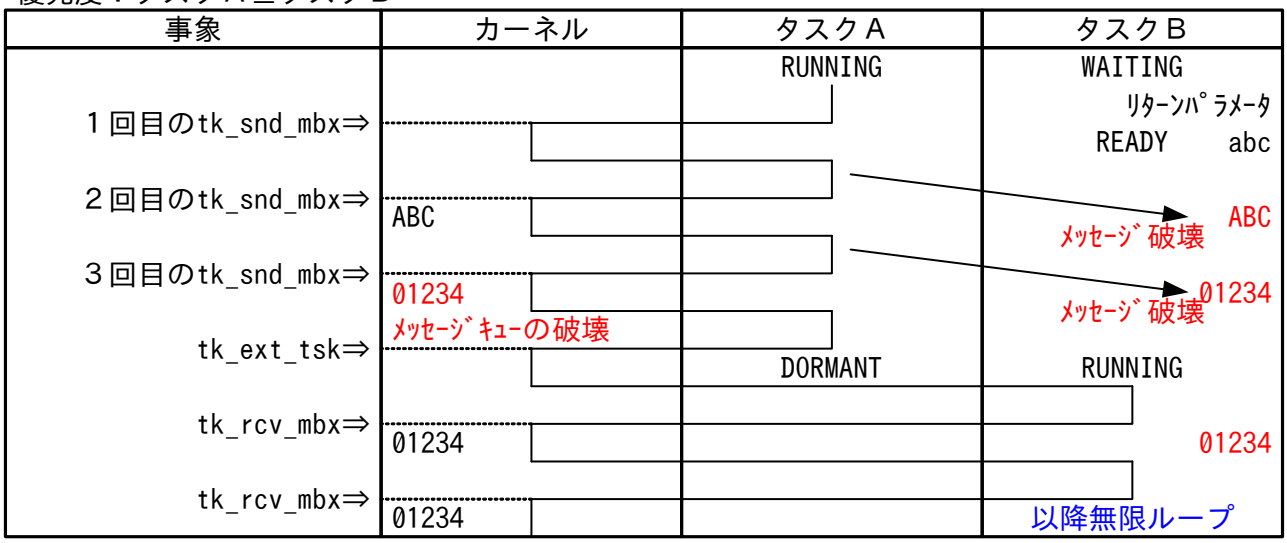
メールボックスのスケジューリング

優先度：タスクＡ＜タスクＢ

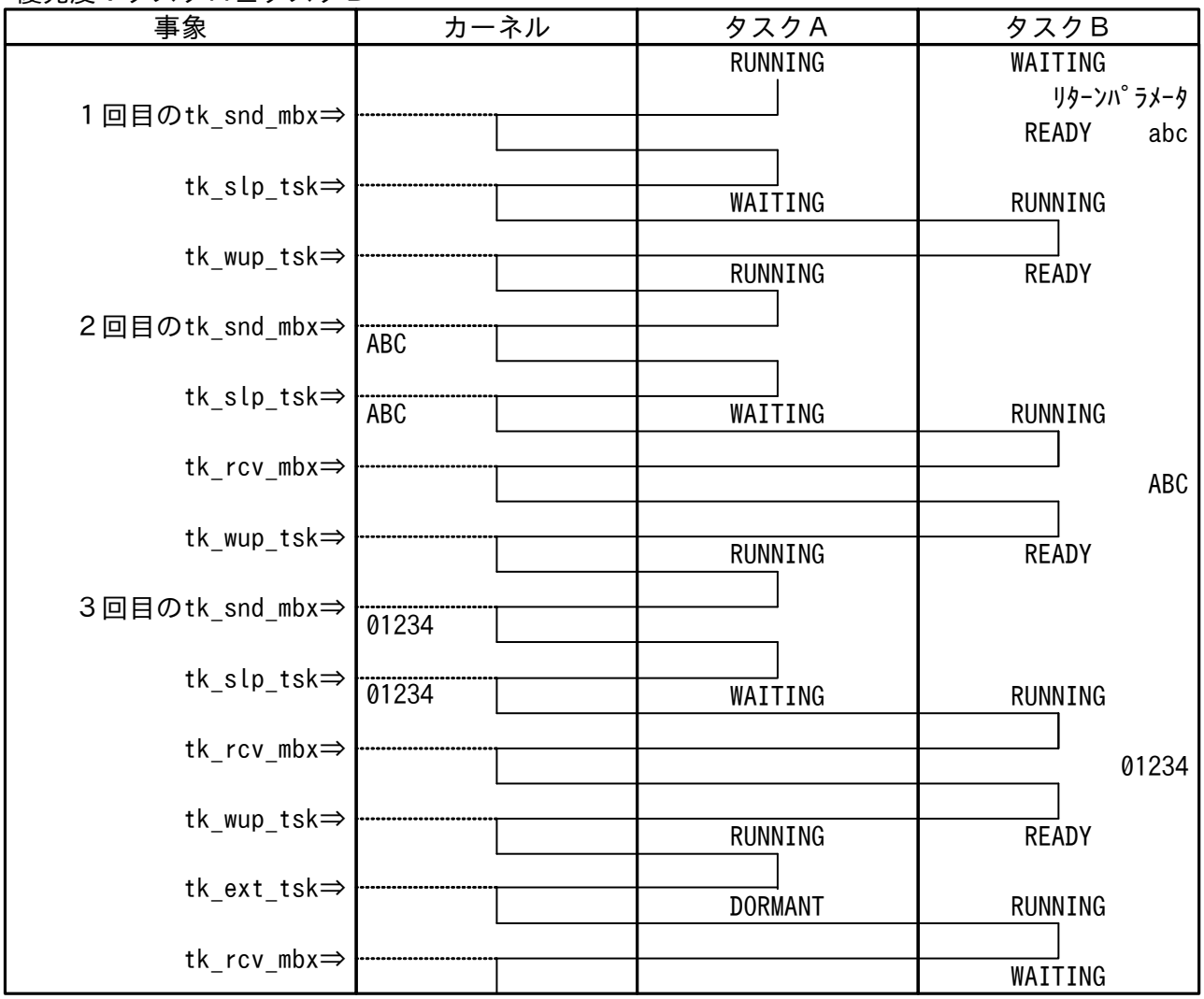
事象	カーネル	タスクＡ	タスクＢ
		RUNNING	WAITING
			ﾘﾀｰﾝﾊﾟﾗﾒｰﾀ
１回目のtk_snd_mbx⇒		READY	RUNNING　abc
tk_rcv_mbx⇒		RUNNING	WAITING
２回目のtk_snd_mbx⇒		READY	RUNNING　ABC
tk_rcv_mbx⇒		RUNNING	WAITING
３回目のtk_snd_mbx⇒		READY	RUNNING 01234
tk_rcv_mbx⇒		RUNNING	WAITING
tk_ext_tsk⇒		DORMANT	

メールボックスのスケジューリング

優先度：タスクＡ≧タスクＢ



優先度：タスクＡ≧タスクＢ



演習６　　ミューテックスの演習

・tsk_a、tsk_b の２つのタスクと両者を周期的に起動する rand_tsk の３つから構成
・tsk_a は最左桁の７セグメント LED の上段を点灯する
・tsk_b は２桁目の７セグメント LED の下段を点灯する
・排他制御を行わないと７セグメント LED の表示が正しく行えないことを確認する
・ミューテックスにより排他制御を行えば７セグメント LED の表示を正しく行えることを確認する

06_mutex.c

```
#include <tk/tkernel.h>
#include <tm/tmonitor.h>
#include <libstr.h>
#include <machine.h>
#include "iodefine.h"

EXPORT void tsk_a(INT stacd, VP exinf);
EXPORT void tsk_b(INT stacd, VP exinf);
EXPORT void rand_tsk(INT stacd, VP exinf);
EXPORT unsigned int rand(void);

typedef enum { MTXID, TSK_A, TSK_B, RAND_TSK, OBJ_KIND_NUM } OBJ_KIND;
EXPORT ID ObjID[OBJ_KIND_NUM];                          // ID テーブル

EXPORT INT usermain( void )
{
T_CMTX t_cmtx;
T_CTSK t_ctsk;
ID objid;
        t_cmtx.mtxatr = TA_INHERIT | TA_DSNAME;         // 優先度継承プロトコル
//      t_cmtx.mtxatr = TA_CEILING;                     // 優先度上限プロトコル
//      t_cmtx.ceilpri = 2;                             // 上限優先度の指定
        strcpy( (char *)t_cmtx.dsname, "led_mtx" );     // ミューテックスの名称
        if( (objid = tk_cre_mtx( &t_cmtx )) <= E_OK ) {   // ミューテックスの生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of mutex.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[MTXID] = objid;
        tm_putstring("*** mutex created.¥n");
```

```
        t_ctsk.tskatr = TA_HLNG | TA_RNG0;
        t_ctsk.stksz = 1024;
        t_ctsk.task =  tsk_a;                               // tsk_a の起動アドレス
        t_ctsk.itskpri = 2;                                 // tsk_a の優先度
        strcpy( (char *)t_ctsk.dsname, "tsk_a" );           // tsk_a の名称
        if( (objid = tk_cre_tsk( &t_ctsk )) <= E_OK ) {     // tsk_a の生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of tsk_a.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[TSK_A] = objid;
        tm_putstring("*** tsk_a created.¥n");

        t_ctsk.task = tsk_b;                                // tsk_b の起動アドレス
        t_ctsk.itskpri = 3;                                 // tsk_b の優先度
        strcpy( (char *)t_ctsk.dsname, "tsk_b" );           // tsk_b の名称
        if( (objid = tk_cre_tsk( &t_ctsk )) <= E_OK ) {     // tsk_b の生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of tsk_b.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[TSK_B] = objid;
        tm_putstring("*** tsk_b created.¥n");

        t_ctsk.task = rand_tsk;                             // rand_tsk の起動アドレス
        t_ctsk.itskpri = 1;                                 // rand_tsk の優先度
        strncpy( (char *)t_ctsk.dsname, "rand_tsk", 8 );    // rand_tsk の名称
        if( (objid = tk_cre_tsk( &t_ctsk )) <= E_OK ) {     // rand_tsk の生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of rand_tsk.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[RAND_TSK] = objid;
        tm_putstring("*** rand_tsk created.¥n");
        if( tk_sta_tsk( ObjID[RAND_TSK], 0 ) != E_OK )      // rand_tsk の起動
                tm_putstring(" *** Failed in start of rand_tsk.¥n");

        PORTE.DDR.BYTE = 0xFF;              // セグメントラインをアクティブに設定
        PORT4.DDR.BYTE = 0xC0;              // 左２桁の LED をアクティブに設定

        while( 1 )  wait( );
ERROR:
        return 0;
}
```

```
EXPORT void tsk_a(INT stacd, VP exinf)
{
int i, j;
//      tk_loc_mtx( ObjID[MTXID], TMO_FEVR );       // ミューテックスの獲得
        PORT4.DR.BYTE = 0x00;                       // ７セグメント LED を消灯
        PORTE.DR.BYTE = 0x63;                       // 上段のセグメントラインを点灯
        for( i=0 ; i<10 ; i++ )  {
                PORT4.DR.BYTE = 0x80;               // １桁目の LED を点灯
                for( j=0 ; j<24000 ; j++ )  ;       // 1ms の待ち時間
        }
//      tk_unl_mtx( ObjID[MTXID] );                 // ミューテックスの返却
        tk_ext_tsk( );
}

EXPORT void tsk_b(INT stacd, VP exinf)
{
int i, j;
//      tk_loc_mtx( ObjID[MTXID], TMO_FEVR );       // ミューテックスの獲得
        PORT4.DR.BYTE = 0x00;                       // ７セグメント LED を消灯
        PORTE.DR.BYTE = 0x5C;                       // 下段のセグメントラインを点灯
        for( i=0 ; i<10 ; i++ )  {
                PORT4.DR.BYTE = 0x40;               // ２桁目の LED を点灯
                for( j=0 ; j<24000 ; j++ )  ;       // 1ms の待ち時間
        }
//      tk_unl_mtx( ObjID[MTXID] );                 // ミューテックスの返却
        tk_ext_tsk( );
}

EXPORT void rand_tsk(INT stacd, VP exinf)
{
int i;
        while( 1 )  {
                tk_slp_tsk( i = (rand( ) & 7) + 6 );        // ランダム待ち
                tk_sta_tsk( ObjID[TSK_A], 0 );              // タスクの起動
                tk_slp_tsk( 21 - i );                       // ランダム待ち
                tk_sta_tsk( ObjID[TSK_B], 0 );              // タスクの起動
        }
}
```

演習７　　メッセージバッファの演習

・tsk_a、tsk_b の２つのタスクから構成
・tsk_a から７セグメント LED への表示データをメッセージバッファに設定
・tsk_b はメッセージバッファから７セグメント LED の表示データを受け取り、表示
・タスクの優先度に関係なくデータの受け渡しが正しくできることを確認する
・メッセージバッファのサイズに関係なく、データの受け渡しが正しくできることを確認する

07_messagebuffer.c

```
#include <tk/tkernel.h>
#include <tm/tmonitor.h>
#include <libstr.h>
#include <machine.h>
#include "iodefine.h"

EXPORT void tsk_a(INT stacd, VP exinf);
EXPORT void tsk_b(INT stacd, VP exinf);
EXPORT void irq15_hdr(UINT dintno);

typedef enum { MBFID, TSK_A, TSK_B, OBJ_KIND_NUM } OBJ_KIND;
EXPORT ID ObjID[OBJ_KIND_NUM];                          // ID テーブル

EXPORT INT usermain( void )
{
T_CMBF t_cmbf;
T_CTSK t_ctsk;
T_DINT t_dint;
ID objid;
        t_cmbf.mbfatr = TA_TFIFO | TA_DSNAME;       // メッセージバッファ属性の設定
        t_cmbf.bufsz = (4 + 4) * 1;                 // メッセージバッファのサイズの設定
        // ( 管理エリア＋データ長 )× 個数
        t_cmbf.maxmsz = 2;                          // メッセージの最大長の設定
        strcpy( (char *)t_cmbf.dsname, "led_mbf" );         // メッセージバッファの名称
        if( (objid = tk_cre_mbf( &t_cmbf )) <= E_OK ) {     // メッセージバッファの生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of messagebuffer.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[MBFID] = objid;
        tm_putstring("*** messagebuffer created.¥n");

        t_ctsk.tskatr = TA_HLNG | TA_RNG0;
        t_ctsk.stksz = 1024;
        t_ctsk.task =  tsk_a;                               // tsk_a の起動アドレス
        t_ctsk.itskpri = 1;                                 // tsk_a の優先度
        strcpy( (char *)t_ctsk.dsname, "tsk_a" );           // tsk_a の名称
        if( (objid = tk_cre_tsk( &t_ctsk )) <= E_OK ) {     // tsk_a の生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of tsk_a.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[TSK_A] = objid;
        tm_putstring("*** tsk_a created.¥n");
```

```
        t_ctsk.task = tsk_b;                                    // tsk_b の起動アドレス
        t_ctsk.itskpri = 2;                                     // tsk_b の優先度
        strcpy( (char *)t_ctsk.dsname, "tsk_b" );               // tsk_b の名称
        if( (objid = tk_cre_tsk( &t_ctsk )) <= E_OK ) {         // tsk_b の生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of tsk_b.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[TSK_B] = objid;
        tm_putstring("*** tsk_b created.¥n");
        if( tk_sta_tsk( ObjID[TSK_B], 0 ) != E_OK )             // tsk_b の起動
                tm_putstring(" *** Failed in start of tsk_b.¥n");

        t_dint.intatr = TA_HLNG;
        t_dint.inthdr = irq15_hdr;
        if( tk_def_int( VECT( ICU, IRQ15 ), &t_dint ) != E_OK ) {
                tm_putstring(" *** Failed in the definition of irq15_hdr.¥n");
                goto ERROR;
        }
        tm_putstring("*** irq15_hdr defined.¥n");

        PORTE.DDR.BYTE = 0xFF;              // セグメントラインをアクティブに設定
        PORT4.DDR.BYTE = 0xF0;              // 7セグメント LED をアクティブに設定

        PORT0.ICR.BIT.B7 = 1;               // P07(IRQ15) の入力バッファを ON
        ICU.IRQCR[15].BIT.IRQMD = 1;        // IRQ15 を立ち下がりエッジに設定
        IR( ICU, IRQ15 ) = 0;               // IRQ15 の割り込み要求フラグをクリア
        IPR( ICU, IRQ15 ) = 1;              // IRQ15 の割り込みレベルを 1 に設定
        IEN( ICU, IRQ15 ) = 1;              // IRQ15 の割り込みを許可

        while( 1 )  wait( );
ERROR:
        return 0;
}

EXPORT void tsk_a(INT stacd, VP exinf)
{
UB data[2];
        tm_putstring("*** tsk_a called tk_snd_mbf.¥n");
        data[0] = 0x06;    data[1] = 0x80;
        tk_snd_mbf( ObjID[MBFID], data, 2, TMO_FEVR );     // Call tk_snd_mbf -> 1***
        tm_putstring("*** tsk_a called tk_snd_mbf.¥n");
        data[0] = 0x5B;    data[1] = 0x40;
        tk_snd_mbf( ObjID[MBFID], data, 2, TMO_FEVR );     // Call tk_snd_mbf -> *2**
        tm_putstring("*** tsk_a called tk_snd_mbf.¥n");
        data[0] = 0x4F;    data[1] = 0x20;
        tk_snd_mbf( ObjID[MBFID], data, 2, TMO_FEVR );     // Call tk_snd_mbf -> **3*
        tm_putstring("*** tsk_a called tk_snd_mbf.¥n");
        data[0] = 0x66;    data[1] = 0x10;
        tk_snd_mbf( ObjID[MBFID], data, 2, TMO_FEVR );     // Call tk_snd_mbf -> ***4
        tk_ext_tsk( );                                     // tsk_a の終了
}
```

```
EXPORT void tsk_b(INT stacd, VP exinf)
{
UB data[2];
int i;
        tm_putstring("*** tsk_b started.¥n");
        while( 1 )  {
                tm_putstring("*** tsk_b is Waiting at messagebuffer.¥n");
                tk_rcv_mbf( ObjID[MBFID], data, TMO_FEVR );        // tk_rcv_mbf
                tm_putstring("*** tsk_b is Running.¥n");
                PORTE.DR.BYTE = data[0];                    // セグメントラインの設定
                PORT4.DR.BYTE = data[1];                    // ７セグメントLEDの点灯
                for( i=0 ; i<24000000 ; i++ )  ;            // 1000msの待ち時間
                PORT4.DR.BYTE = 0x00;                       // ７セグメントLEDの消灯
        }
}

EXPORT void irq15_hdr(UINT dintno)
{
        tk_sta_tsk( ObjID[TSK_A], 0 );                      // tsk_aの起動
}
```

メッセージバッファのスケジューリング

優先度：タスクＡ≧タスクＢ

事象	カーネル	タスクＡ	タスクＢ
	----：ﾒｯｾｰｼﾞﾊﾞｯﾌｧ	RUNNING	WAITING
			ﾘﾀｰﾝﾊﾟﾗﾒｰﾀ
１回目のtk_snd_mbf⇒	----		READY　0680
２回目のtk_snd_mbf⇒	5B40		
３回目のtk_snd_mbf⇒	5B40	WAITING　4F20	RUNNING
tk_rcv_mbf⇒	4F20	RUNNING	READY　5B40
４回目のtk_snd_mbf⇒	4F20	WAITING　6610	RUNNING
tk_rcv_mbf⇒	6610	RUNNING	READY　4F20
tk_ext_tsk⇒		DORMANT	RUNNING
tk_rcv_mbf⇒	----		6610
tk_rcv_mbf⇒	----		WAITING

メッセージバッファのスケジューリング

優先度：タスクＡ＜タスクＢ

事象	カーネル	タスクＡ	タスクＢ
	----：ﾒｯｾｰｼﾞﾊﾞｯﾌｧ	RUNNING	WAITING
			ﾘﾀｰﾝﾊﾟﾗﾒｰﾀ
１回目のtk_snd_mbf⇒	----	READY	RUNNING　0680
tk_rcv_mbf⇒	----	RUNNING	WAITING
２回目のtk_snd_mbf⇒	----	READY	RUNNING　5B40
tk_rcv_mbf⇒	----	RUNNING	WAITING
３回目のtk_snd_mbf⇒	----	READY	RUNNING　4F20
tk_rcv_mbf⇒	----	RUNNING	WAITING
４回目のtk_snd_mbf⇒	----	READY	RUNNING　6610
tk_rcv_mbf⇒	----	RUNNING	WAITING
tk_ext_tsk⇒		DORMANT	

優先度：タスクＡ＞タスクＢ

事象	カーネル	タスクＡ	タスクＢ
		RUNNING	WAITING
			ﾘﾀｰﾝﾊﾟﾗﾒｰﾀ
１回目のtk_snd_mbf⇒			READY　0680
２回目のtk_snd_mbf⇒		WAITING　5B40	RUNNING
tk_rcv_mbf⇒		RUNNING	READY　5B40
３回目のtk_snd_mbf⇒		WAITING　4F20	RUNNING
tk_rcv_mbf⇒		RUNNING	READY　4F20
４回目のtk_snd_mbf⇒		WAITING　6610	RUNNING
tk_rcv_mbf⇒		RUNNING	READY　6610
tk_ext_tsk⇒		DORMANT	RUNNING
tk_rcv_mbf⇒			WAITING

演習８　　固定長メモリプールの演習

・tsk_a、tsk_b の２つのタスクから構成
・tsk_a は固定長メモリプールからメッセージ用のメモリブロックを獲得
・tsk_a から８個の LED への表示データをメッセージで送信
・tsk_b はメールボックスから８個の LED の表示データを受け取り、表示
・tsk_b はメッセージ用のメモリブロックを返却
・タスクの優先度に関係なくデータの受け渡しが正しくできることを確認する
・メモリブロック数に関係なく、データの受け渡しが正しくできることを確認する

08_memorypool.c

```
#include <tk/tkernel.h>
#include <tm/tmonitor.h>

#include <machine.h>
#include "iodefine.h"

EXPORT void tsk_a(INT stacd, VP exinf);
EXPORT void tsk_b(INT stacd, VP exinf);
EXPORT void irq15_hdr(UINT dintno);

typedef struct user_msg {
        T_MSG msghead;                          // メッセージキュー（OS 管理エリア）
        char *data;                             // 送信データの先頭アドレス
} USER_MSG;

typedef enum { MPFID, MBXID, TSK_A, TSK_B, OBJ_KIND_NUM } OBJ_KIND;
EXPORT ID ObjID[OBJ_KIND_NUM];                              // ID テーブル

EXPORT INT usermain( void )
{
T_CMPF t_cmpf;
T_CMBX t_cmbx;
T_CTSK t_ctsk;
T_DINT t_dint;
ID objid;
        t_cmpf.mpfatr = TA_TFIFO | TA_DSNAME;       // 固定長メモリプール属性の設定
        t_cmpf.mpfcnt = 2;                          // メモリブロックのブロック数の設定
        t_cmpf.blfsz = sizeof( USER_MSG );          // メモリブロックのサイズの設定
        strcpy( (char *)t_cmpf.dsname, "msg_mbf" );         // 固定長メモリプールの名称
        if( (objid = tk_cre_mpf( &t_cmpf )) <= E_OK ) {     // 固定長メモリプールの生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of memorypool fixed.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[MPFID] = objid;
        tm_putstring("*** memorypool fixed created.¥n");
```

```
        t_cmbx.mbxatr = TA_TFIFO | TA_MFIFO | TA_DSNAME;   // メールボックス属性の設定
        if( (objid = tk_cre_mbx( &t_cmbx )) <= E_OK ) {    // メールボックスの生成
        strcpy( (char *)t_cmbx.dsname, "led_mbx" );        // メールボックスの名称
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of mailbox.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[MBXID] = objid;
        tm_putstring("*** mailbox created.¥n");

        t_ctsk.tskatr = TA_HLNG | TA_DSNAME;
        t_ctsk.stksz = 1024;
        t_ctsk.task =  tsk_a;                              // tsk_a の起動アドレス
        t_ctsk.itskpri = 2;                                // tsk_a の優先度
        strcpy( (char *)t_ctsk.dsname, "tsk_a" );          // tsk_a の名称
        if( (objid = tk_cre_tsk( &t_ctsk )) <= E_OK ) {    // tsk_a の生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of tsk_a.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[TSK_A] = objid;
        tm_putstring("*** tsk_a created.¥n");

        t_ctsk.task = tsk_b;                               // tsk_b の起動アドレス
        t_ctsk.itskpri = 1;                                // tsk_b の優先度
        strcpy( (char *)t_ctsk.dsname, "tsk_b" );          // tsk_b の名称
        if( (objid = tk_cre_tsk( &t_ctsk )) <= E_OK ) {    // tsk_b の生成
                tm_putstring(" *** Failed in the creation of tsk_b.¥n");
                goto ERROR;
        }
        ObjID[TSK_B] = objid;
        tm_putstring("*** tsk_b created.¥n");
        if( tk_sta_tsk( ObjID[TSK_B], 0 ) != E_OK )        // tsk_b の起動
                tm_putstring(" *** Failed in start of tsk_b.¥n");

        t_dint.intatr = TA_HLNG;
        t_dint.inthdr = irq15_hdr;
        if( tk_def_int( VECT( ICU, IRQ15 ), &t_dint ) != E_OK ) {
                tm_putstring(" *** Failed in the definition of irq15_hdr.¥n");
                goto ERROR;
        }
        tm_putstring("*** irq15_hdr defined.¥n");

        PORTA.DR.BYTE = 0xFF;               // LED を消灯に設定
        PORTA.DDR.BYTE = 0xFF;              // LED をアクティブに設定
        PORT0.ICR.BIT.B7 = 1;               // P07(IRQ15) の入力バッファを ON
        ICU.IRQCR[15].BIT.IRQMD = 1;        // IRQ15 を立ち下がりエッジに設定
        IR( ICU, IRQ15 ) = 0;               // IRQ15 の割り込み要求フラグをクリア
        IPR( ICU, IRQ15 ) = 1;              // IRQ15 の割り込みレベルを 1 に設定
        IEN( ICU, IRQ15 ) = 1;              // IRQ15 の割り込みを許可
        while( 1 )  wait( );
ERROR:
        return 0;
}
```

```
EXPORT void tsk_a(INT stacd, VP exinf)
{
USER_MSG *msg;
       tk_get_mpf( ObjID[MPFID], (VP *)&msg, TMO_FEVR ); // メッセージ本体を獲得
       tm_putstring("*** tsk_a got memory block.¥n");
       msg->data = "abc";                                 // 文字列 "abc" を設定
       tm_putstring("*** tsk_a called tk_snd_mbx.¥n");
       tk_snd_mbx( ObjID[MBXID], (T_MSG *)msg );          // Call tk_snd_mbx
       tk_get_mpf( ObjID[MPFID], (VP *)&msg, TMO_FEVR ); // メッセージ本体を獲得
       tm_putstring("*** tsk_a got memory block.¥n");
       msg->data = "ABC";                                 // 文字列 "ABC" を設定
       tm_putstring("*** tsk_a called tk_snd_mbx.¥n");
       tk_snd_mbx( ObjID[MBXID], (T_MSG *)msg );          // Call tk_snd_mbx
       tk_get_mpf( ObjID[MPFID], (VP *)&msg, TMO_FEVR ); // メッセージ本体を獲得
       tm_putstring("*** tsk_a got memory block.¥n");
       msg->data = "01234";                               // 文字列 "01234" を設定
       tm_putstring("*** tsk_a called tk_snd_mbx.¥n");
       tk_snd_mbx( ObjID[MBXID], (T_MSG *)msg );          // Call tk_snd_mbx
       tk_ext_tsk( );                                     // tsk_a の終了
}

EXPORT void tsk_b(INT stacd, VP exinf)
{
USER_MSG *msg;
int i ,j;
       tm_putstring("*** tsk_b started.¥n");
       while( 1 )  {
              tm_putstring("*** tsk_b is Waiting at mailbox.¥n");
              tk_rcv_mbx( ObjID[MBXID], (T_MSG **)&msg, TMO_FEVR );
              tm_putstring("*** tsk_b is Running.¥n");
              for( i=0 ; msg->data[i]!='¥0' ; i++ )  {   // 文字列長のループ
                     PORTA.DR.BYTE = ~msg->data[i];      // LED に文字コードを表示
                     for( j=0 ; j<24000000 ; j++ )  ;    // 1000ms の待ち時間
              }
              PORTA.DR.BYTE = 0xFF;                      // LED を消灯に設定
              tm_putstring("*** tsk_b released memory block.¥n");
              tk_rel_mpf( ObjID[MPFID], msg );           // メッセージ本体を返却
       }
}

EXPORT void irq15_hdr(UINT dintno)
{
       tk_sta_tsk( ObjID[TSK_A], 0 );                    // tsk_a の起動
}
```

T-Engine フォーラム
【実習】μT-Kernel 入門(協力：ルネサス エレクトロニクス)
プログラミング演習

2014 年 11 月 27 日発行

発行所
T-Engine フォーラム
(YRP ユビキタス・ネットワーキング研究所内)
〒141-0031 東京都品川区西五反田 2-20-1 第 28 興和ビル
URL: http://www.t-engine.org/
TEL:03-5437-0572(代表)　FAX:03-5437-2399(代表)

T-Engine フォーラム©2014
Printed in Japan