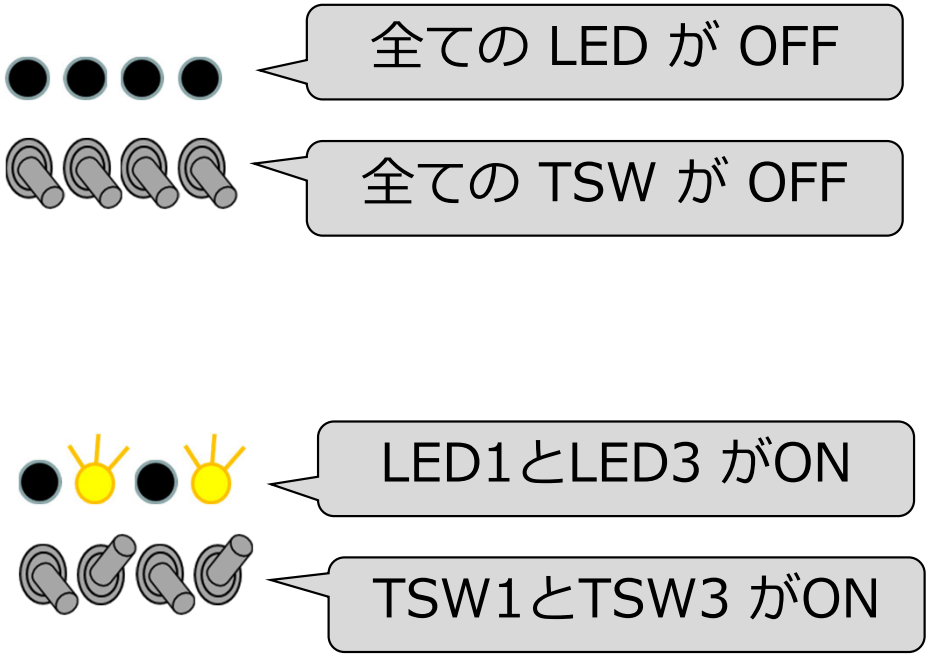
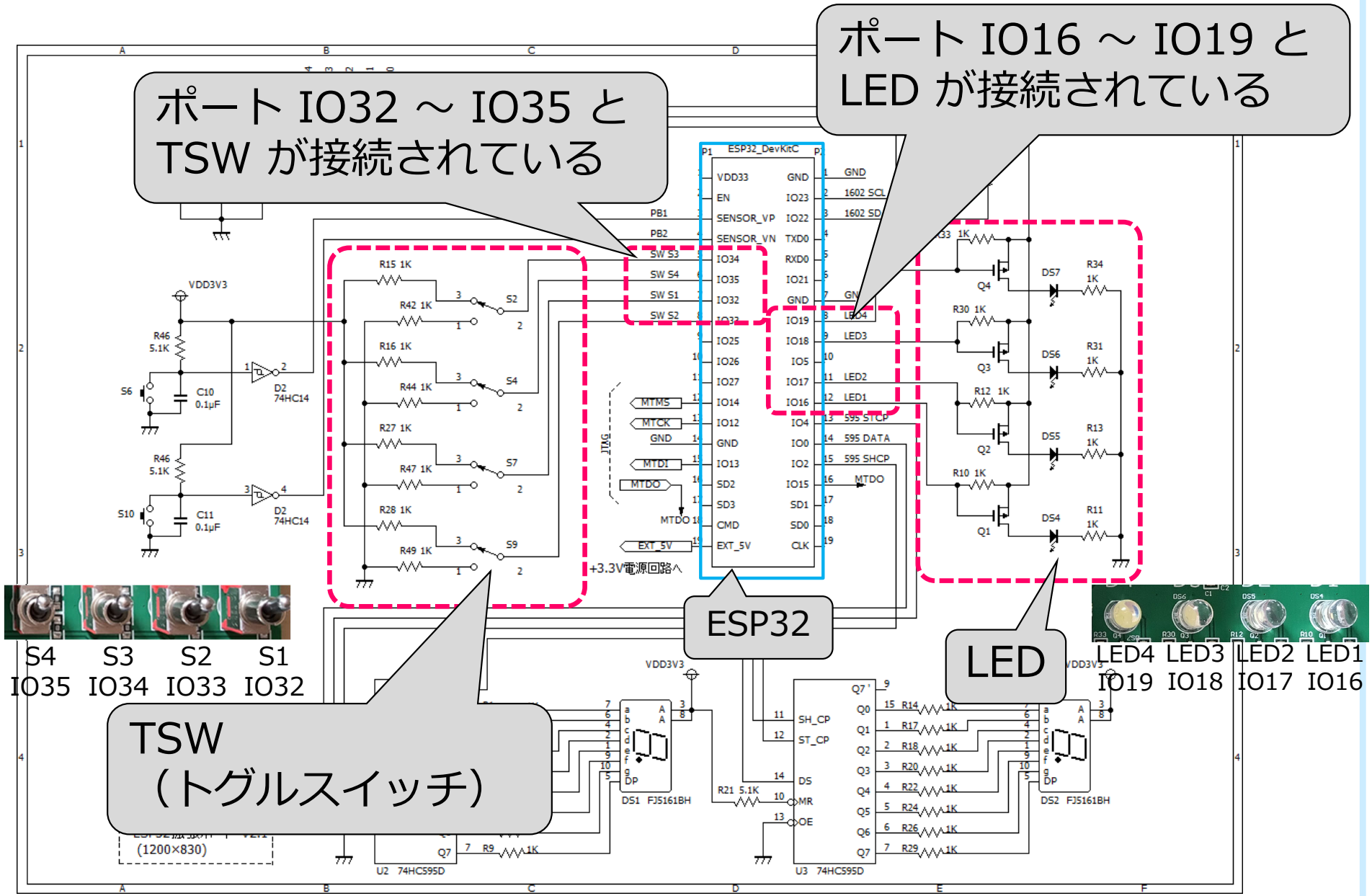
例題1　トグルスイッチと LED

- 4つのトグルスイッチの ON/OFF のとおりに 4つの LED を点灯する



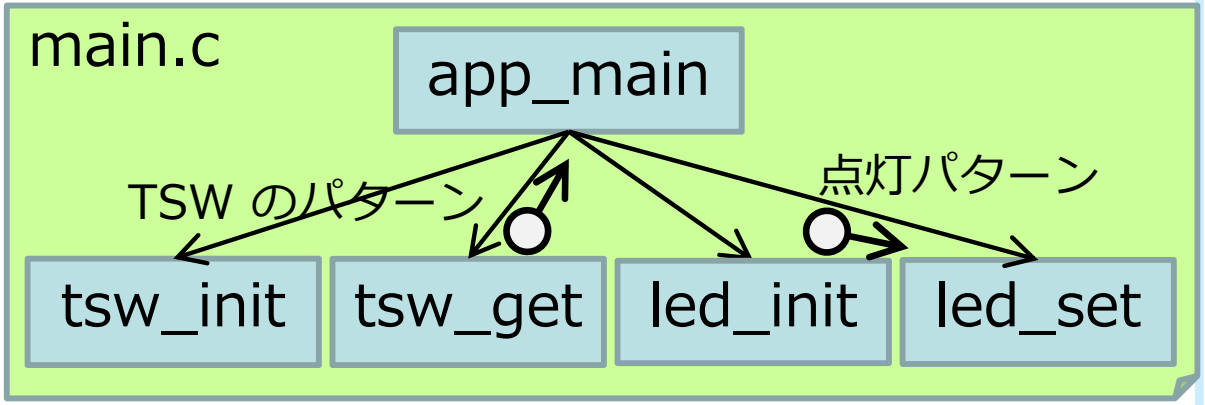
参考：スマートパネルの回路図



紹介するプログラム

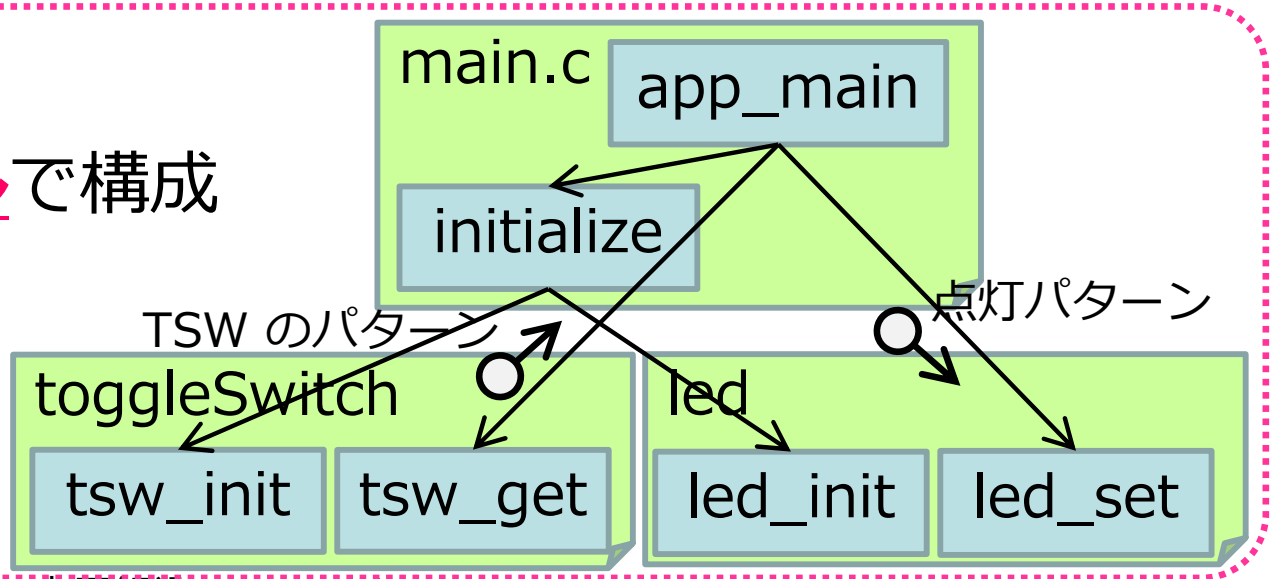
- 例題1-1
  - app_main 関数のみ

- 例題1-2
  - 複数の**関数**で構成



- 例題1-3
  - 複数の**ファイル**で構成

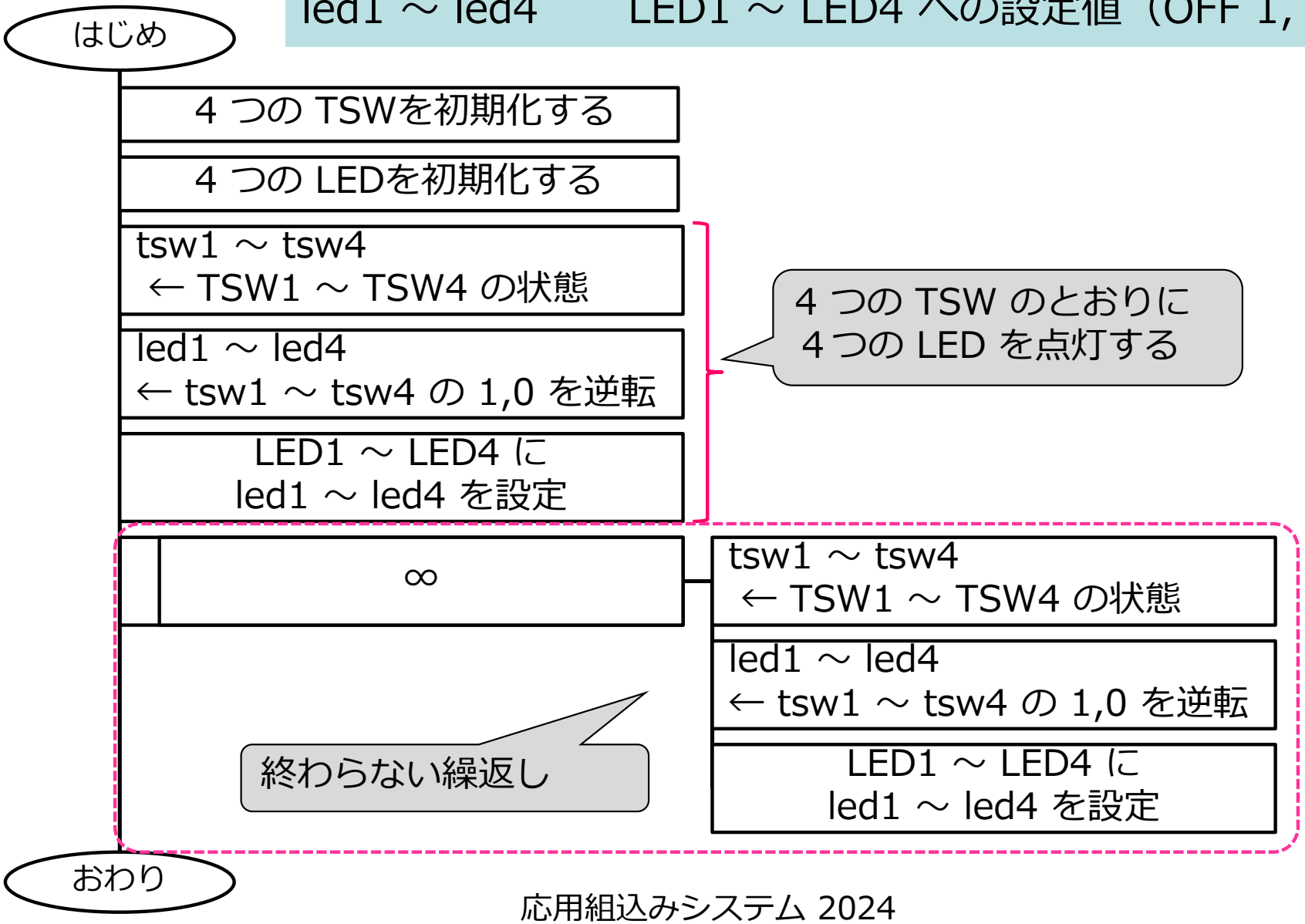
第２回以降は
例題1-3 の形を
使います



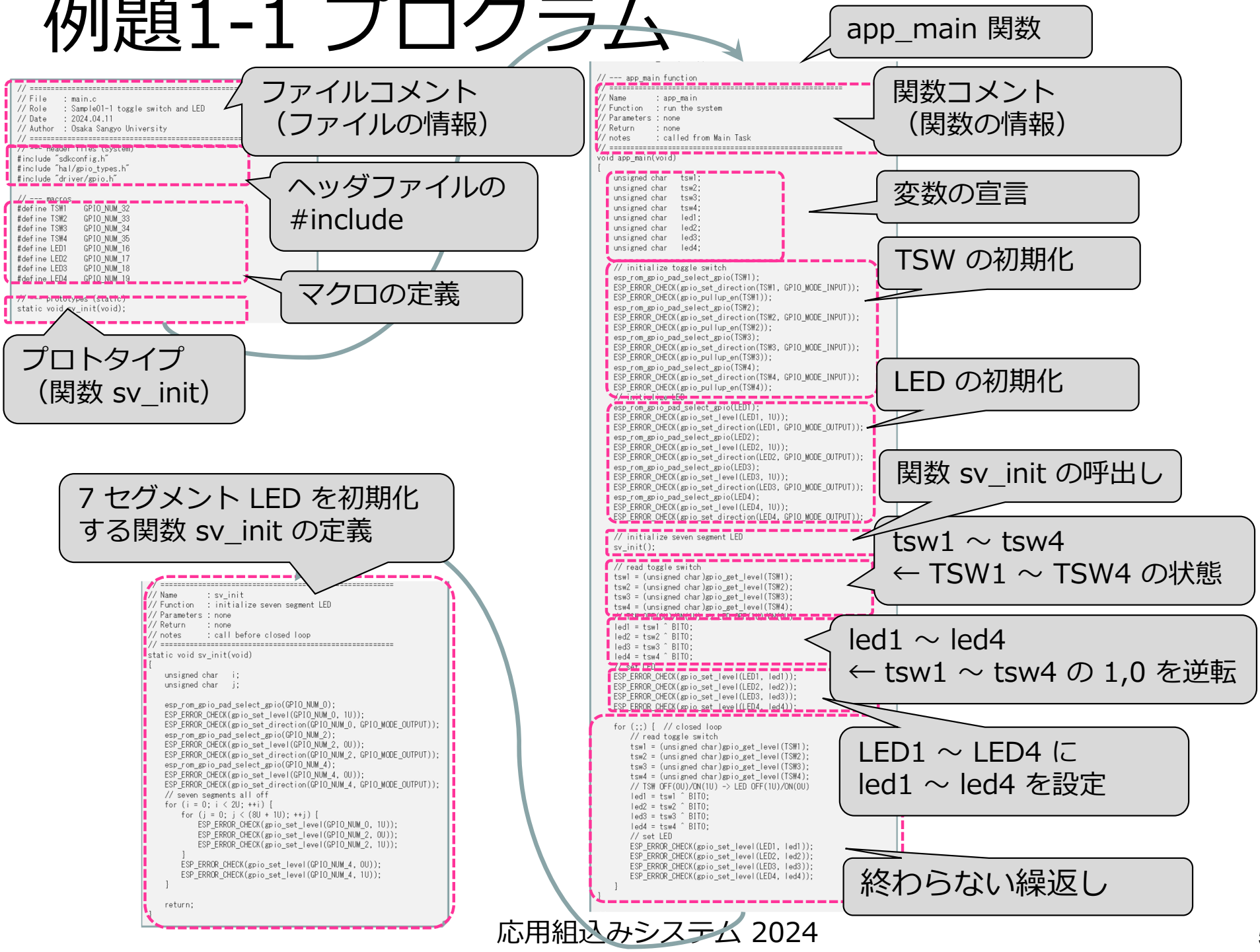
例題1-1 アルゴリズム

データ

tsw1 ～ tsw4	TSW1 ～ TSW4 の状態（OFF 0, ON 1）
led1 ～ led4	LED1 ～ LED4 への設定値（OFF 1, ON 1）



例題1-1 プログラム




```
// ==========================================
// File    : main.c
// Role    : Sample01-1 toggle switch and LED
// Date    : 2024.04.11
// Author  : Osaka Sangyo University
// ==========================================
// --- header files (system)
#include "sdkconfig.h"
#include "hal/gpio_types.h"
#include "driver/gpio.h"

// --- macros
#define TSW1    GPIO_NUM_32
#define TSW2    GPIO_NUM_33
#define TSW3    GPIO_NUM_34
#define TSW4    GPIO_NUM_35
#define LED1    GPIO_NUM_16
#define LED2    GPIO_NUM_17
#define LED3    GPIO_NUM_18
#define LED4    GPIO_NUM_19

// --- prototypes (static)
static void sv_init(void);
```

```
// --- app_main function
// ==========================================
// Name       : app_main
// Function   : run the system
// Parameters : none
// Return     : none
// notes      : called from Main Task
// ==========================================
void app_main(void)
{
    unsigned char   tsw1;
    unsigned char   tsw2;
    unsigned char   tsw3;
    unsigned char   tsw4;
    unsigned char   led1;
    unsigned char   led2;
    unsigned char   led3;
    unsigned char   led4;

    // initialize toggle switch
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(TSW1);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(TSW1, GPIO_MODE_INPUT));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_pullup_en(TSW1));
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(TSW2);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(TSW2, GPIO_MODE_INPUT));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_pullup_en(TSW2));
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(TSW3);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(TSW3, GPIO_MODE_INPUT));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_pullup_en(TSW3));
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(TSW4);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(TSW4, GPIO_MODE_INPUT));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_pullup_en(TSW4));
    // initialize LED
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(LED1);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED1, 1U));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(LED1, GPIO_MODE_OUTPUT));
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(LED2);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED2, 1U));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(LED2, GPIO_MODE_OUTPUT));
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(LED3);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED3, 1U));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(LED3, GPIO_MODE_OUTPUT));
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(LED4);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED4, 1U));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(LED4, GPIO_MODE_OUTPUT));

    // initialize seven segment LED
    sv_init();

    // read toggle switch
    tsw1 = (unsigned char)gpio_get_level(TSW1);
    tsw2 = (unsigned char)gpio_get_level(TSW2);
    tsw3 = (unsigned char)gpio_get_level(TSW3);
    tsw4 = (unsigned char)gpio_get_level(TSW4);
    // TSW OFF(0U)/ON(1U) -> LED OFF(1U)/ON(0U)
    led1 = tsw1 ^ BIT0;
    led2 = tsw2 ^ BIT0;
    led3 = tsw3 ^ BIT0;
    led4 = tsw4 ^ BIT0;
    // set LED
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED1, led1));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED2, led2));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED3, led3));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED4, led4));

    for (;;) {  // closed loop
        // read toggle switch
        tsw1 = (unsigned char)gpio_get_level(TSW1);
        tsw2 = (unsigned char)gpio_get_level(TSW2);
        tsw3 = (unsigned char)gpio_get_level(TSW3);
        tsw4 = (unsigned char)gpio_get_level(TSW4);
        // TSW OFF(0U)/ON(1U) -> LED OFF(1U)/ON(0U)
        led1 = tsw1 ^ BIT0;
        led2 = tsw2 ^ BIT0;
        led3 = tsw3 ^ BIT0;
        led4 = tsw4 ^ BIT0;
        // set LED
        ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED1, led1));
        ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED2, led2));
        ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED3, led3));
        ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED4, led4));
    }
}
```

```
// ==========================================
// Name       : sv_init
// Function   : initialize seven segment LED
// Parameters : none
// Return     : none
// notes      : call before closed loop
// ==========================================
static void sv_init(void)
{
    unsigned char   i;
    unsigned char   j;

    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(GPIO_NUM_0);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(GPIO_NUM_0, 1U));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(GPIO_NUM_0, GPIO_MODE_OUTPUT));
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(GPIO_NUM_2);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(GPIO_NUM_2, 0U));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(GPIO_NUM_2, GPIO_MODE_OUTPUT));
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(GPIO_NUM_4);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(GPIO_NUM_4, 0U));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(GPIO_NUM_4, GPIO_MODE_OUTPUT));
    // seven segments all off
    for (i = 0; i < 2U; ++i) {
        for (j = 0; j < (8U + 1U); ++j) {
            ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(GPIO_NUM_0, 1U));
            ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(GPIO_NUM_2, 0U));
            ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(GPIO_NUM_2, 1U));
        }
        ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(GPIO_NUM_4, 0U));
        ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(GPIO_NUM_4, 1U));
    }

    return;
}
```

例題1-1 マクロなど

- 定数に「意味を表す名前」をつける

```
// ======================================================
// File    : main.c
// Role    : Sample01-1 toggle switch and LED
// Date    : 2024.04.11
// Author  : Osaka Sangyo University
// ======================================================
// --- Header files (system)
#include "sdkconfig.h"
#include "hal/gpio_types.h"
#include "driver/gpio.h"

// --- macros
#define TSW1    GPIO_NUM_32
#define TSW2    GPIO_NUM_33
#define TSW3    GPIO_NUM_34
#define TSW4    GPIO_NUM_35
#define LED1    GPIO_NUM_16
#define LED2    GPIO_NUM_17
#define LED3    GPIO_NUM_18
#define LED4    GPIO_NUM_19
```

TSW1 ～ TSW4 の
ポートを指定するマクロ

LED1 ～ LED4 の
ポートを指定するマクロ

例題1-1 app_main 関数

■ 変数の宣言

```
// --- app_main function
// ================================================
// Name       : app_main
// Function   : run the system
// Parameters : none
// Return     : none
// notes      : called from Main Task
// ================================================
void app_main(void)
{
    unsigned char   tsw1;
    unsigned char   tsw2;
    unsigned char   tsw3;
    unsigned char   tsw4;
    unsigned char   led1;
    unsigned char   led2;
    unsigned char   led3;
    unsigned char   led4;
     // 次のページ以降へ
}
```

トグルスイッチの状態を
代入する変数の宣言

LED に設定する値を
代入する変数の宣言

例題1-1 周辺機器の初期化

```
void app_main(void)
{
    // 前ページより
    // initialize toggle switch
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(TSW1);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(TSW1, GPIO_MODE_INPUT));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_pullup_en(TSW1));
    // TSW2 ～ TSW4 の初期化省略

    // initialize LED
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(LED1);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED1, 1U));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(LED1, GPIO_MODE_OUTPUT));
    // LED2 ～ LED4 の初期化省略

    // initialize seven segment LED
    sv_init();
    // 次のページ以降へ
}
```

TSW1 を初期化する

LED1 を初期化する

関数 sv_init を呼出して
7 セグメント LED を初期化する
（点灯してしまうので）

例題1-1 TSW を読み LED に設定

```
void app_main(void)
{
    // 前ページより
    // read toggle switch
    tsw1 = (unsigned char)gpio_get_level(TSW1);
    tsw2 = (unsigned char)gpio_get_level(TSW2);
    tsw3 = (unsigned char)gpio_get_level(TSW3);
    tsw4 = (unsigned char)gpio_get_level(TSW4);
    // TSW OFF(0U)/ON(1U) -> LED OFF(1U)/ON(0U)
    led1 = tsw1 ^ BIT0;
    led2 = tsw2 ^ BIT0;
    led3 = tsw3 ^ BIT0;
    led4 = tsw4 ^ BIT0;
    // set LED
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED1, led1));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED2, led2));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED3, led3));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED4, led4));
    // 次ページ以降へ
}
```

変数 tsw1 ～ tsw4 に
TSW1 ～ TSW4 の状態を代入

変数 tsw1 ～ tsw4 の 1,0 を
逆転して変数 led1 ～ led4 に代入

LED1 ～ LED4 に
led1 ～ led4 を設定

例題1-1 終わらない繰返し

```
void app_main(void)
{
    // 前ページより
    for (;;) {  // closed loop
        // read toggle switch
        tsw1 = (unsigned char)gpio_get_level(TSW1);
        tsw2 = (unsigned char)gpio_get_level(TSW2);
        tsw3 = (unsigned char)gpio_get_level(TSW3);
        tsw4 = (unsigned char)gpio_get_level(TSW4);
        // TSW OFF(0U)/ON(1U) -> LED OFF(1U)/ON(0U)
        led1 = tsw1 ^ BIT0;
        led2 = tsw2 ^ BIT0;
        led3 = tsw3 ^ BIT0;
        led4 = tsw4 ^ BIT0;
        // set LED
        ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED1, led1));
        ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED2, led2));
        ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED3, led3));
        ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED4, led4));
    }
}
```

終わらない繰返し

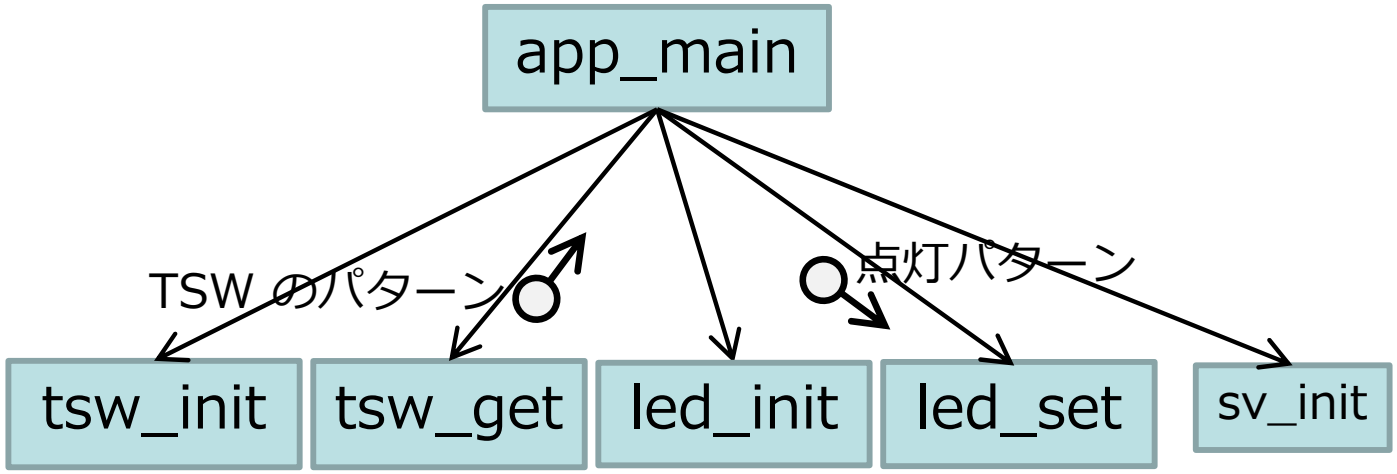
TSW を読み LED に設定

例題1-1 関数 sv_init の定義

```
// ======================================================
// Name       : sv_init
// Function   : initialize seven segment LED
// Parameters : none
// Return     : none
// notes      : call before closed loop
// ======================================================
static void sv_init(void)
{
    unsigned char   i;
    unsigned char   j;

    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(GPIO_NUM_0);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(GPIO_NUM_0, 1U));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(GPIO_NUM_0, GPIO_MODE_OUTPUT));
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(GPIO_NUM_2);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(GPIO_NUM_2, 0U));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(GPIO_NUM_2, GPIO_MODE_OUTPUT));
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(GPIO_NUM_4);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(GPIO_NUM_4, 0U));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(GPIO_NUM_4, GPIO_MODE_OUTPUT));
    // seven segments all off
    for (i = 0; i < 2U; ++i) {
        for (j = 0; j < (8U + 1U); ++j) {
            ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(GPIO_NUM_0, 1U));
            ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(GPIO_NUM_2, 0U));
            ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(GPIO_NUM_2, 1U));
        }
        ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(GPIO_NUM_4, 0U));
        ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(GPIO_NUM_4, 1U));
    }

    return;
}
```

7セグメントLEDの初期化

例題1-2 構造図

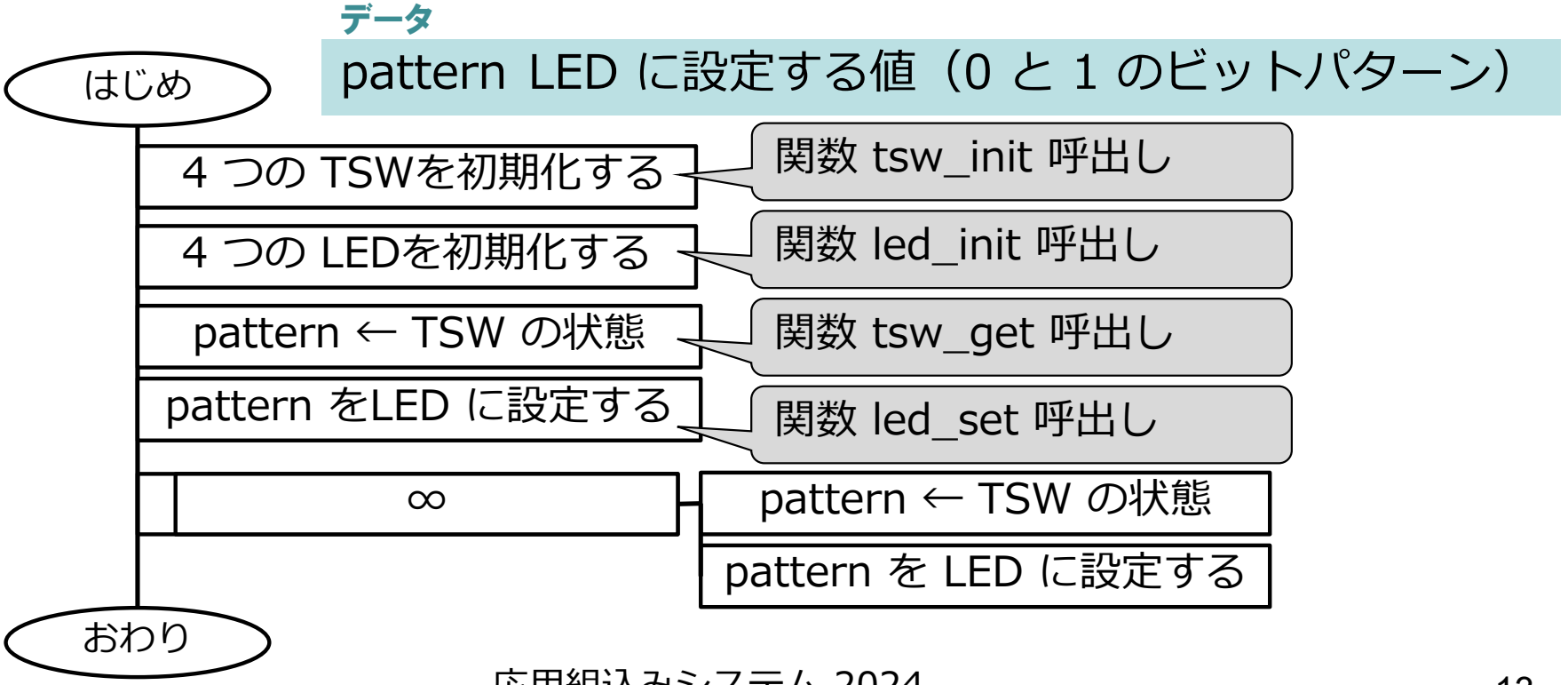


入出力装置	関数	機能	入力（引数）	出力（返却値）
TSW トグルスイッチ	tsw_init	TSW を初期化する	なし	なし
	tsw_get	TSW を読む	なし	TSW のパターン
LED	led_init	LED を初期化する	なし	なし
	led_set	LED に設定する	点灯パターン	なし

例題1-2 アルゴリズム

- TSW,LED とビットパターン

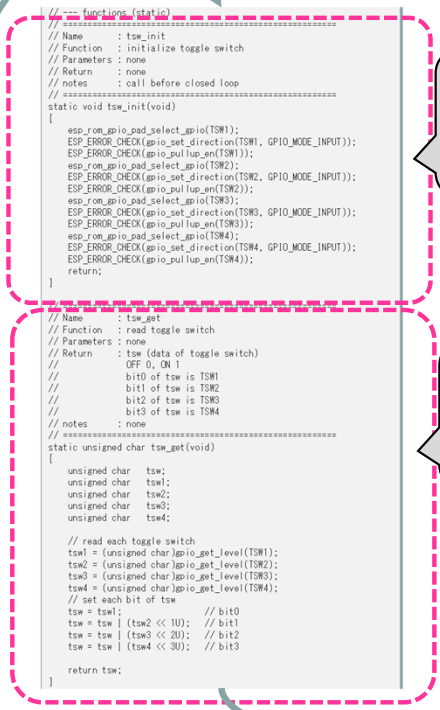
- アルゴリズム



例題1-2 プログラム

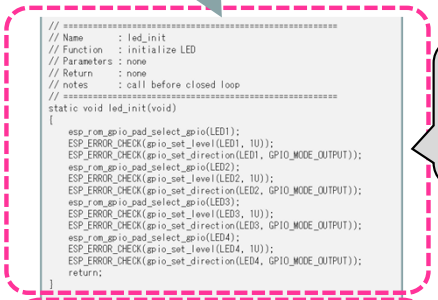
プロトタイプ

app_main 関数

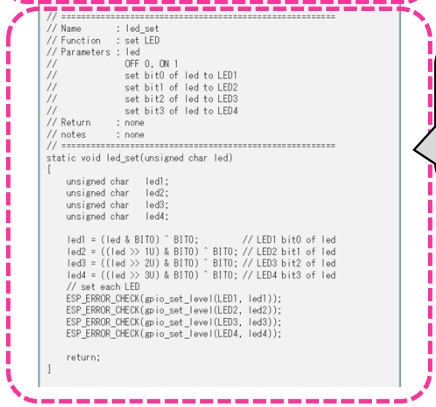


関数 tsw_init の定義

関数 tsw_get の定義



関数 led_init の定義



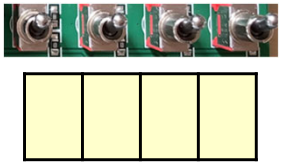
関数 led_set の定義

例題1-2 プロトタイプ

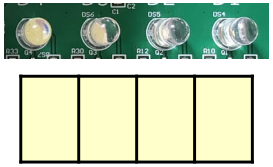
```
// --- prototypes (static)
static void             tsw_init(void);
static unsigned char    tsw_get(void);
static void             led_init(void);
static void             led_set(unsigned char led);
static void             sv_init(void);
```

ファイル内で定義され
ファイル内のみで使用する関数の
プロトタイプ

入出力装置	関数	機能	入力（引数）	出力（返却値）
TSW トグルスイッチ	tsw_init	TSW を初期化する	なし	なし
	tsw_get	TSW を読む	なし	TSW のパターン
LED	led_init	LED を初期化する	なし	なし
	led_set	LED に設定する	点灯パターン	なし

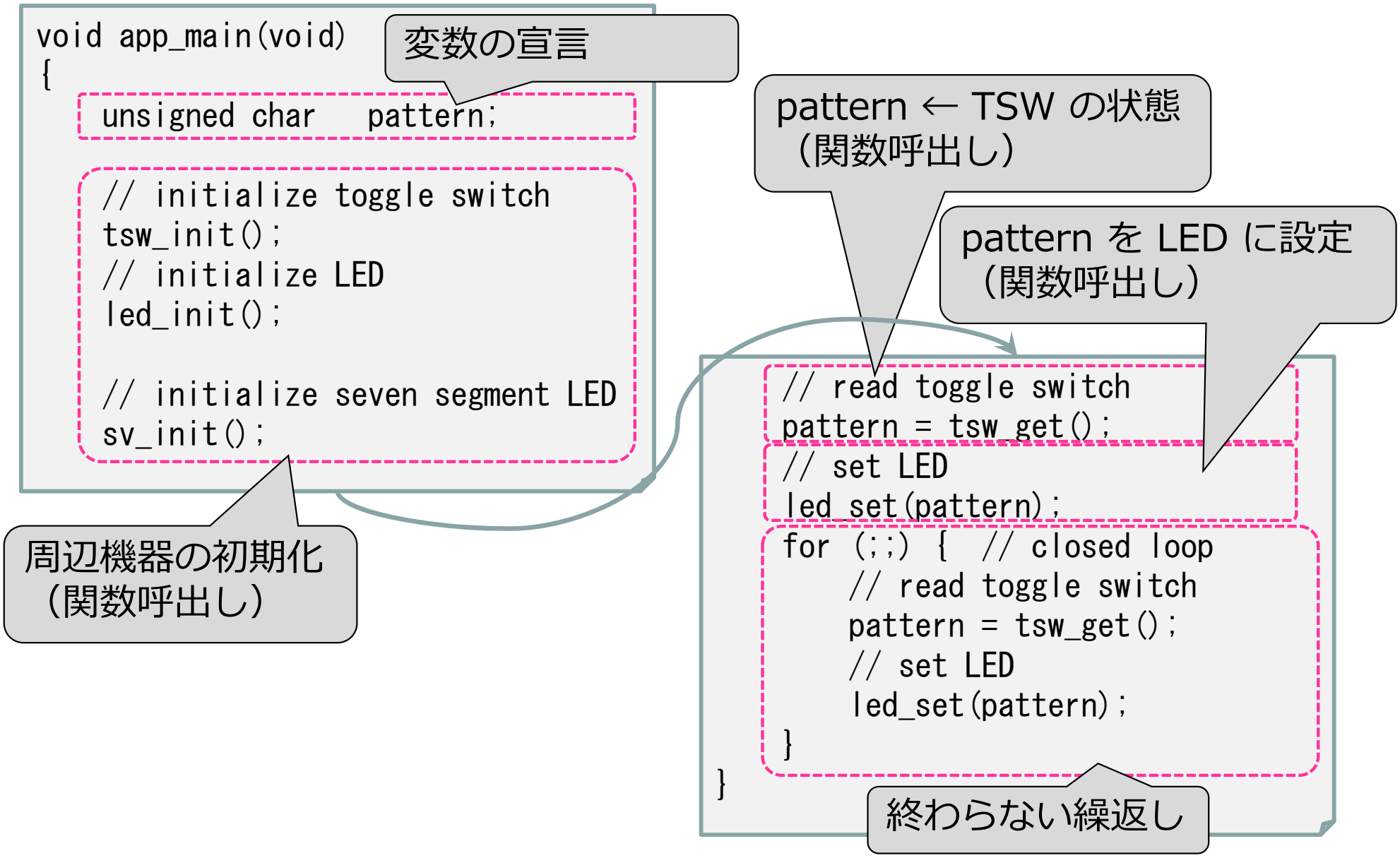


TSW のパターン



点灯パターン

例題1-2 app_main 関数



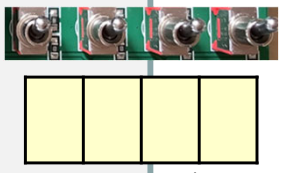
例題1-2 関数 tsw_init

```
static void tsw_init(void)
{
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(TSW1);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(TSW1, GPIO_MODE_INPUT));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_pullup_en(TSW1));
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(TSW2);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(TSW2, GPIO_MODE_INPUT));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_pullup_en(TSW2));
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(TSW3);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(TSW3, GPIO_MODE_INPUT));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_pullup_en(TSW3));
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(TSW4);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(TSW4, GPIO_MODE_INPUT));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_pullup_en(TSW4));
    return;
}
```

例題1-2 関数 tsw_get

```
static unsigned char tsw_get(void)
{
    unsigned char   tsw;
    unsigned char   tsw1;
    unsigned char   tsw2;
    unsigned char   tsw3;
    unsigned char   tsw4;

    // read each toggle switch
    tsw1 = (unsigned char)gpio_get_level(TSW1);
    tsw2 = (unsigned char)gpio_get_level(TSW2);
    tsw3 = (unsigned char)gpio_get_level(TSW3);
    tsw4 = (unsigned char)gpio_get_level(TSW4);
    // set each bit of tsw
    tsw = tsw1;                     // bit0
    tsw = tsw | (tsw2 << 1U);       // bit1
    tsw = tsw | (tsw3 << 2U);       // bit2
    tsw = tsw | (tsw4 << 3U);       // bit3

    return tsw;
}
```

変数 tsw の各ビットに
tsw1 ～ tsw4 の値を設定



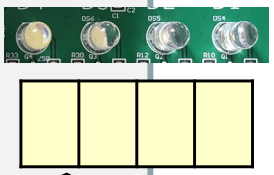
変数 tsw

例題1-2 関数 led_init

```
static void led_init(void)
{
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(LED1);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED1, 1U));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(LED1, GPIO_MODE_OUTPUT));
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(LED2);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED2, 1U));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(LED2, GPIO_MODE_OUTPUT));
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(LED3);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED3, 1U));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(LED3, GPIO_MODE_OUTPUT));
    esp_rom_gpio_pad_select_gpio(LED4);
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED4, 1U));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_direction(LED4, GPIO_MODE_OUTPUT));
    return;
}
```

例題1-2 関数 led_set

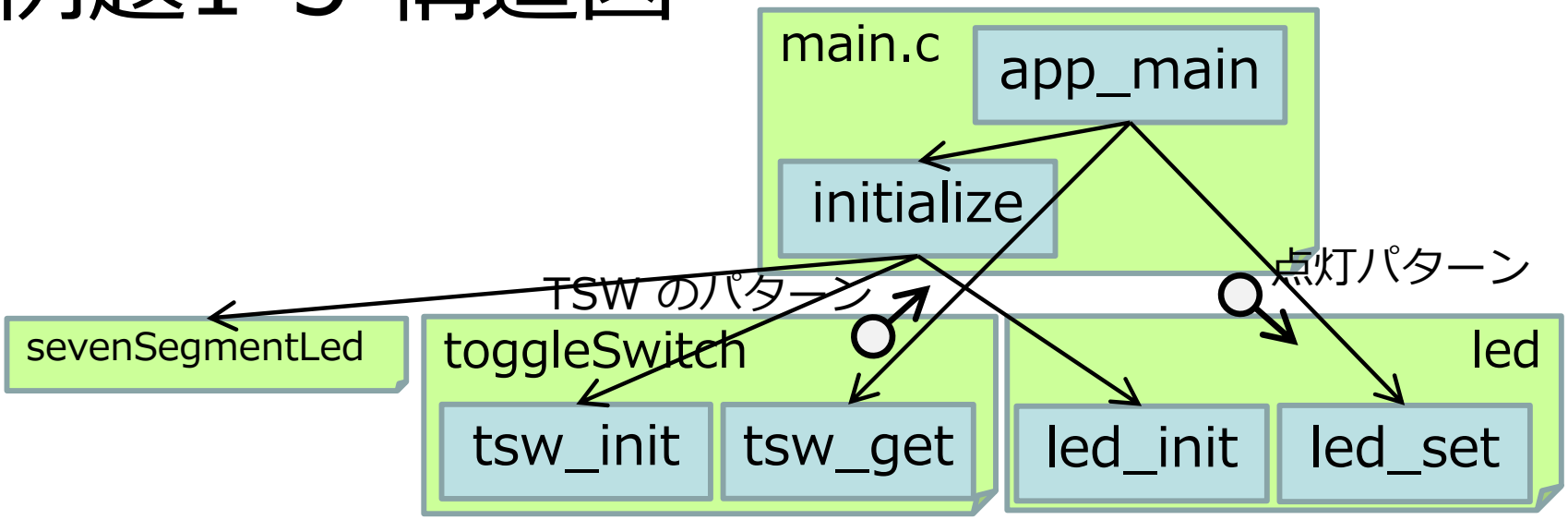
```
static void led_set(unsigned char led)
{
    unsigned char   led1;
    unsigned char   led2;
    unsigned char   led3;
    unsigned char   led4;

    led1 = (led & BIT0) ^ BIT0;         // LED1 bit0 of led
    led2 = ((led >> 1U) & BIT0) ^ BIT0; // LED2 bit1 of led
    led3 = ((led >> 2U) & BIT0) ^ BIT0; // LED3 bit2 of led
    led4 = ((led >> 3U) & BIT0) ^ BIT0; // LED4 bit3 of led
    // set each LED
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED1, led1));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED2, led2));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED3, led3));
    ESP_ERROR_CHECK(gpio_set_level(LED4, led4));

    return;
}
```



引数 led

引数 led の各ビットを
変数 led1 ～ led4 に代入

例題1-3 構造図



装置（ファイル）	関数	機能	入力（引数）	出力（返却値）
トグルスイッチ toggleSwitch.h toggleSwitch.c	tsw_init	TSW を初期化する	なし	なし
	tsw_get	TSW を読む	なし	TSW のパターン
LED led.h led.c	led_init	LED を初期化する	なし	なし
	led_set	LED に設定する	点灯パターン	なし
7セグメントLED sevenSegmentLed.h sevenSegmentLed.c	sv_init	7セグメントLED を初期化する	なし	なし

ファイル toggleSwitch.h

```
#ifndef TOGGLE_SWITCH_H
#define TOGGLE_SWITCH_H

// --- prototypes (extern)
extern void             tsw_init(void);
extern unsigned char    tsw_get(void);

#endif  // TOGGLE_SWITCH_H
```

実装ファイル（拡張子 .c のファイル）
で定義され
他のファイルから使用される関数の
プロトタイプ

ファイル toggleSwitch.c

```
// --- Header files (system)
#include "sdkconfig.h"
#include "hal/gpio_types.h"
#include "driver/gpio.h"
// --- Header of own file
#include "toggleSwitch.h"

// --- macros
#define TSW1    GPIO_NUM_32
#define TSW2    GPIO_NUM_33
#define TSW3    GPIO_NUM_34
#define TSW4    GPIO_NUM_35
```

自身のヘッダファイルを
#include

関数の定義
内容は同じだが
宣言に static をつけない

```
void tsw_init(void)
{
    // 省略
    return;
}

unsigned char tsw_get(void)
{
    unsigned char   tsw;
    // 省略
    return tsw;
}
```

ファイル led.h

```
#ifndef LED_H
#define LED_H

// --- prototypes (extern)
extern void led_init(void);
extern void led_set(unsigned char led);

#endif  // LED_H
```

実装ファイル（拡張子 .c のファイル）
で定義され
他のファイルから使用される関数の
プロトタイプ

ファイル led.c

```
// --- Header files (system)
#include "sdkconfig.h"
#include "hal/gpio_types.h"
#include "driver/gpio.h"
// --- Header of own file
#include "led.h"

// --- macros
#define LED1    GPIO_NUM_16
#define LED2    GPIO_NUM_17
#define LED3    GPIO_NUM_18
#define LED4    GPIO_NUM_19
```

自身のヘッダファイルを
#include

```
void led_init(void)
{
    // 省略
    return;
}

void led_set(unsigned char led)
{
    // 省略
    return;
}
```

関数の定義
内容は同じだが
宣言に static をつけない

ファイル main.c

```
// --- Header files (project)
#include "toggleSwitch.h"
#include "led.h"
#include "sevenSegmentLed.h"

// --- prototypes (static)
static void initialize(void);

void app_main(void)
{
    unsigned char   pattern;

    // initialize devices
    initialize();

    // 省略（TSW どおりに LED を点灯）
    for (;;) {  // closed loop
        // 省略（TSW どおりに LED を点灯）
    }
}
```

利用する関数のプロトタイプのあるヘッダを #include

ファイル内で定義され
ファイル内のみで使用する関数の
プロトタイプ

```
static void initialize(void)
{
    tsw_init();
    led_init();
    sv_init();
    return;
}
```