

課題 15-5

コード

TopModule.v

```
module TopModule(
    //////////// CLOCK ////////////
    input          CLK1,
    input          CLK2,
    //////////// SEG7 ////////////
    output [7:0]    HEX0,
    output [7:0]    HEX1,
    output [7:0]    HEX2,
    output [7:0]    HEX3,
    output [7:0]    HEX4,
    output [7:0]    HEX5,
    //////////// Push Button ////////////
    input [1:0]     BTN,
    //////////// LED ////////////
    output [9:0]    LED,
    //////////// SW ////////////
    input [9:0]     SW

);

wire clk, j, k, q, rb, nq;

assign j  = SW[3];
assign k  = SW[2];
assign rb = SW[1];

m_RSFF u1(~BTN[0], ~BTN[1], clk, nq); //プッシュボタンによるクロックの生成

m_JKFF u2(clk, j, k, q, rb);

assign LED={7'h0, clk, j, k, rb, q }; //LEDは下位5bitを使用

assign HEX0=8'hff; //7segは不使用
assign HEX1=8'hff;
assign HEX2=8'hff;
assign HEX3=8'hff;
assign HEX4=8'hff;
assign HEX5=8'hff;

endmodule
```

FlipFlop.v

```

module m_RSFF( S, R, Q, QB );
    input S, R;
    output Q, QB;

    assign Q = ~(~S & QB);
    assign QB = ~(~R & Q);

endmodule

module m_JKFF ( CK, J, K, Q, RB );
    input CK, J, K, RB;
    output Q;
    reg Q;
    always @( posedge CK or negedge RB )
    begin
        if( RB == 1'b0 )
            Q <= 1'b0;
        else
            case( {J,K} )
                2'b00: Q <= Q;
                2'b01: Q <= 1'b0;
                2'b10: Q <= 1'b1;
                2'b11: Q <= ~Q;
            endcase
        end
    end
endmodule

```

動作確認

- ボタンの on / off でのクロック生成がLEDR4を通して確認できた
- RB (SW1)が off のときはJ (SW3)、K (SW2)がどのような状態でクロックを生成してもQ (LEDR0)が消灯していた
- RB (SW0)が on のときは以下の挙動を確認した (CLK立ち上がり時の挙動)
 - Jが on、Kが off のときはQが on になった
 - Jが off、Kが on のときはQが off になった
 - Jが on、Kが on のときはQが反転した
 - Jが off、Kが off のときはQの変化がなかった
- RBが on の状態から off にするとどのような入力でもQは off になった

解説

JKフリップフロップは、JとKの入力に応じて出力Qが変化する記憶素子である。

TopModuleモジュール内で、SW[3]をJ、SW[2]をK、SW[1]をRBに対応させ、プッシュボタンでクロックを生成している。

FlipFlopモジュール内で、m_RSFFモジュールはRSフリップフロップを実装し、m_JKFFモジュールでJKフリップフロップを実装している。

m_JKFFモジュールでは、RBが0のときにQを0にリセットし、RBが1のときにJとKの組み合わせに応じてQを更新する。

このようにして、JKフリップフロップの動作を確認した。

