

## 第6章 **STAGE3** 搭載マイコン MSP430の得意技！

# 0.1 $\mu$ A以下の 超低消費電力モードに入れてみる

渡辺 明禎  
Akiyoshi Watanabe

### ● 開発&設計中級編のねらい

開発&設計中級編では、MSP430F4270の大きな特徴で、使いこなしにややテクニックを必要とする内蔵モジュールについて取り上げます。

取り上げるのは、動作モードの違いによる低消費電力モードLPMとその使い方、 $\Sigma$ - $\Delta$ 型A-Dコンバータ搭載のSD16\_Aモジュールの使い方、LCD駆動用LCD\_Aモジュールを使ったLCDの表示方法です。

開発&設計中級編でも、第1章で説明したマザーボードとサンプル・プログラムを使って説明します。

## 低消費電力モードLPM

### ● 低消費電力モードの動作

MSP430F4270の動作モードには、Activeモードとソフトウェアで選択可能な五つの低消費電力動作モードLPMがあります。

これらの動作モードは、図1に示す遷移図で把握することができます。電源をONにするかRST端子を'0'から'1'にすると、POR(Power On Reset)状態となりPUC(Power Up Clear)が発生して、周辺モジュールなどの初期化がされ、CPUが動作を開始します(Activeモード)。

この状態で、RST/NMI端子をNMI端子に設定すると、①のようにRST/NMIの信号で周辺モジュールなどの初期化なしにCPUに割り込みを入れることができます。

Activeモードからは、低消費電力モードであるLPM0~LPM4モードに容易に移行することができます。

各LPMxからのウェイクアップは割り込みを利用しますが、LPM0~LPM3モードまではACLKが動作しているため、タイマ・モジュールを使うことがで

きます。LPM4モードはすべてのクロックが停止しているため、ポート割り込みかNMI割り込みを使います。

### ● LPM0モード

Cでは次のように定義されています。

```
#define LPM0_bits (CPUOFF)
```

これは、CPUのクロックを遮断するだけなので、周辺モジュールは通常通りに動作しており、特に使用上で問題となる点はありません。

割り込みが入ることによりCPUのクロックが供給され、割り込み処理ルーチンが実行されます。そして、割り込み処理ルーチンの実行が終わり、リターンするときに、自動的にLPM0モードへ移行します。

ちょうど、イベント・ドリブンプログラムと同じで、イベントが起きていない間はCPUが眠っていることになります。

実際の使い方は、第5章のTimer\_A3のサンプルでも使っているため、そちらを参考にしてください。

### ● LPM1モード

Cでは次のように定義されています。

```
#define LPM1_bits (SCG0+CPUOFF)
```

FLL+の機能が停止します。

LPM0モードより大幅に消費電力が小さくなるわけではないので、低消費電力モードというよりは、FLL+機能を停止させたい場合に使うモードです。またActiveモードでも、FLL+を停止させる目的でSCG0='1'とすることもあります。

割り込み処理ルーチンでは、SCG0フラグは自動的にクリアされません。したがって、FLL+を使いたい場合は、ユーザがSCG0フラグをクリアする必要があります。これはLPM2~LPM4でも同じです。

## Keywords

低消費電力モード、LPM、POR、PUR、Activeモード、ウェイクアップ

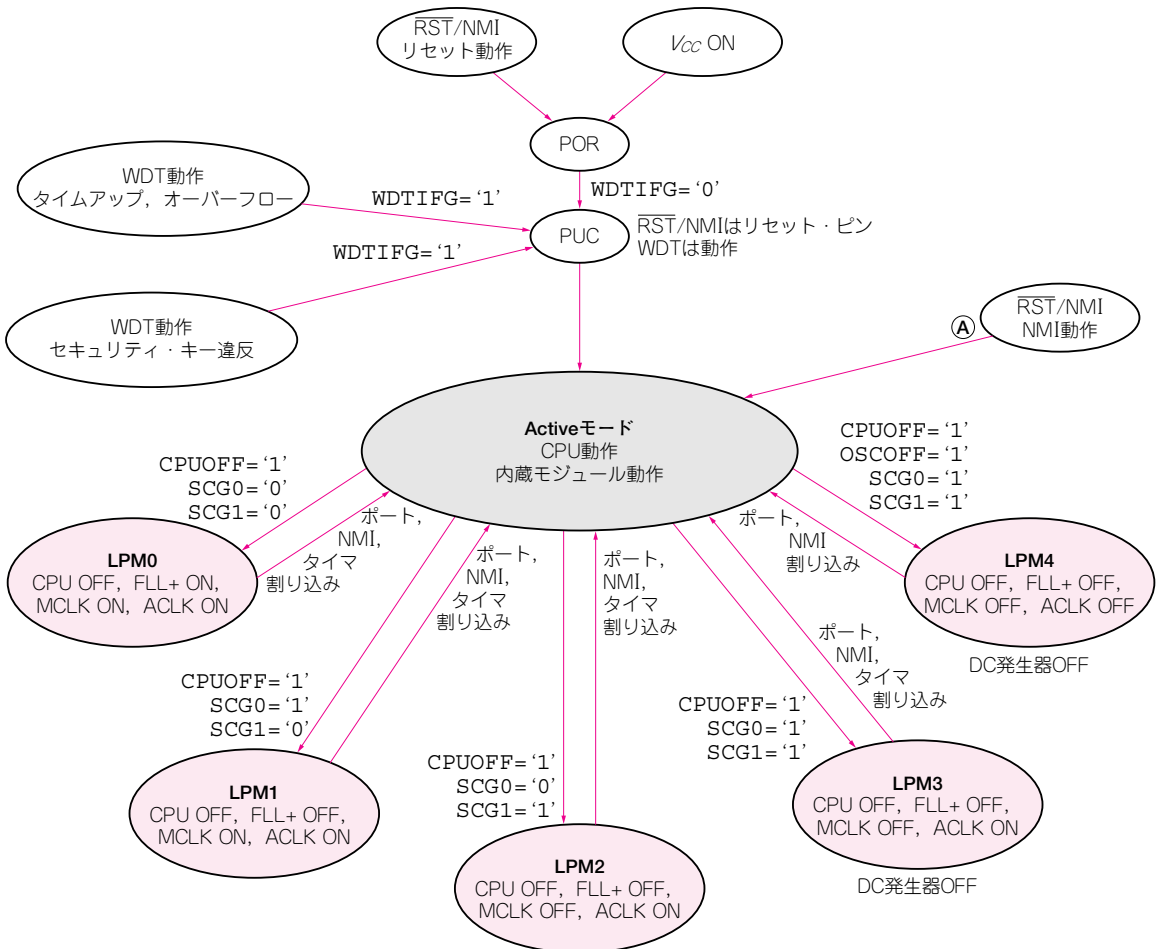


図1 MSP430F4270 の動作モードの遷移  
一つの Active モードと五つの低消費電力動作モード LPM がある

## ● LPM2 モード

Cでは次のように定義されています。

```
#define LPM2_bits (SCG1+CPUOFF)
```

ACLK以外のクロックは停止となります。

DC発生器は停止許可なので、設定によりDC発生

器も停止することもできます。

## ● LPM3 モード

Cでは次のように定義されています。

```
#define LPM3_bits (SCG1+SCG0+CPUOFF)
```

## 用語解説—1

### ウェイクアップ

コンピュータの動作が停止しており、低消費電力となっている状態をスリープ状態と呼びます。そのような状態で、割り込みなどでスリープ状態が解除され、プログラムの実行が開始されるときに、コンピュータがウェイクアップ(目覚め)したという表現を使います。

ウェイクアップの主な要因は、割り込み、リセットなどです。MSP430の場合、容易にCPUの動作を停止でき、あらゆる割り込みで動作を再開できるので、割り込み要素のすべてをウェイクアップ用に使うことができます。

スリープとウェイクアップという表現は、CPUの動作

以外に、装置が実質動作していない状態をスリープと呼び、何らかの要因で再び装置の動作が開始するのをウェイクアップと呼びます。