

# RENESAS TECHNICAL UPDATE

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24 豊洲フォレシア  
 ルネサス エレクトロニクス株式会社  
 問合せ窓口 <https://www.renesas.com/jp/ja/support/contact/>

製品分類	MPU & MCU	発行番号	TN-RA*-A0152A/J	Rev.	第1版
題名	低消費電力モード移行時の割込みの注意点		情報分類	技術情報	
適用製品	RA8M1, RA8D1, RA8E1, RA8E2, RA8T1 グループ	対象ロット等	関連資料	表参照	
		すべて			

下記 1, 2 に示すようにユーザーズマニュアル ハードウェアの図と表に修正が入ります。

ソフトウェアが下記 4 に記載の該当条件に記載した条件に該当する場合、意図した低消費電力モードに遷移できなくなります。

下記 4 の注意事項に記載の意図しない状態を許容できない場合には下記 5 の回避策を適応ください。

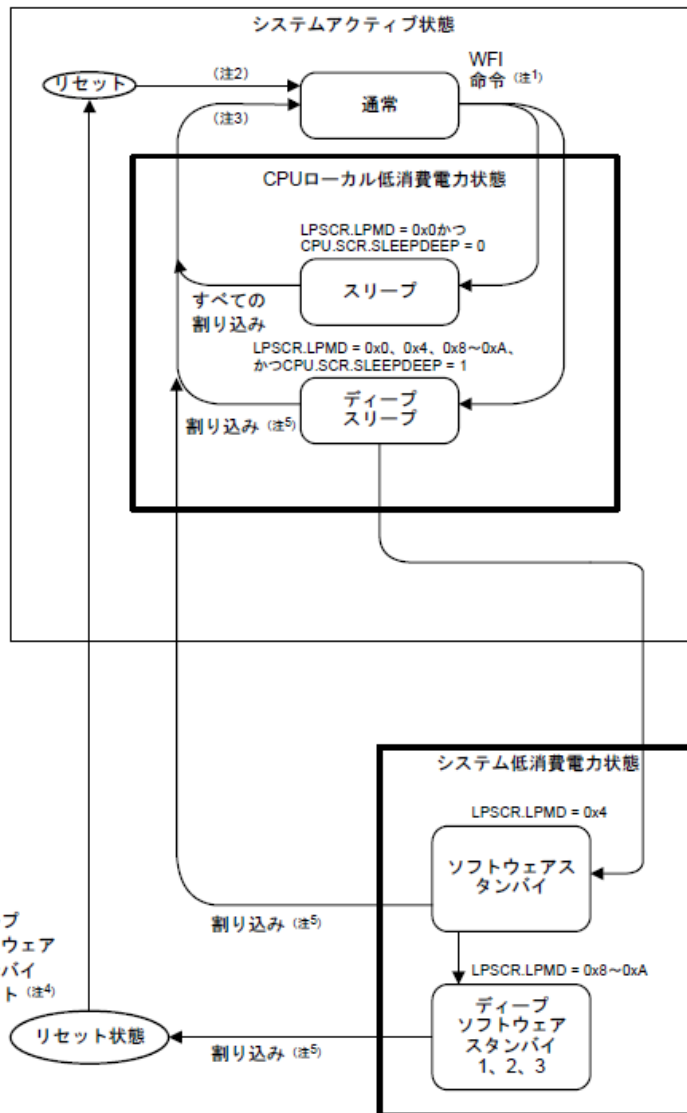
## 目次

1. 低消費電力モードのモード遷移図の修正 .....	2
2. 各低消費電力モードの動作状態の表の修正 .....	4
3. Sleep-on-exitにより低消費電力モードに遷移する場合の注意事項 .....	6
4. 該当条件と注意事項 .....	6
5. 回避策 .....	7

1. 低消費電力モードのモード遷移図の修正

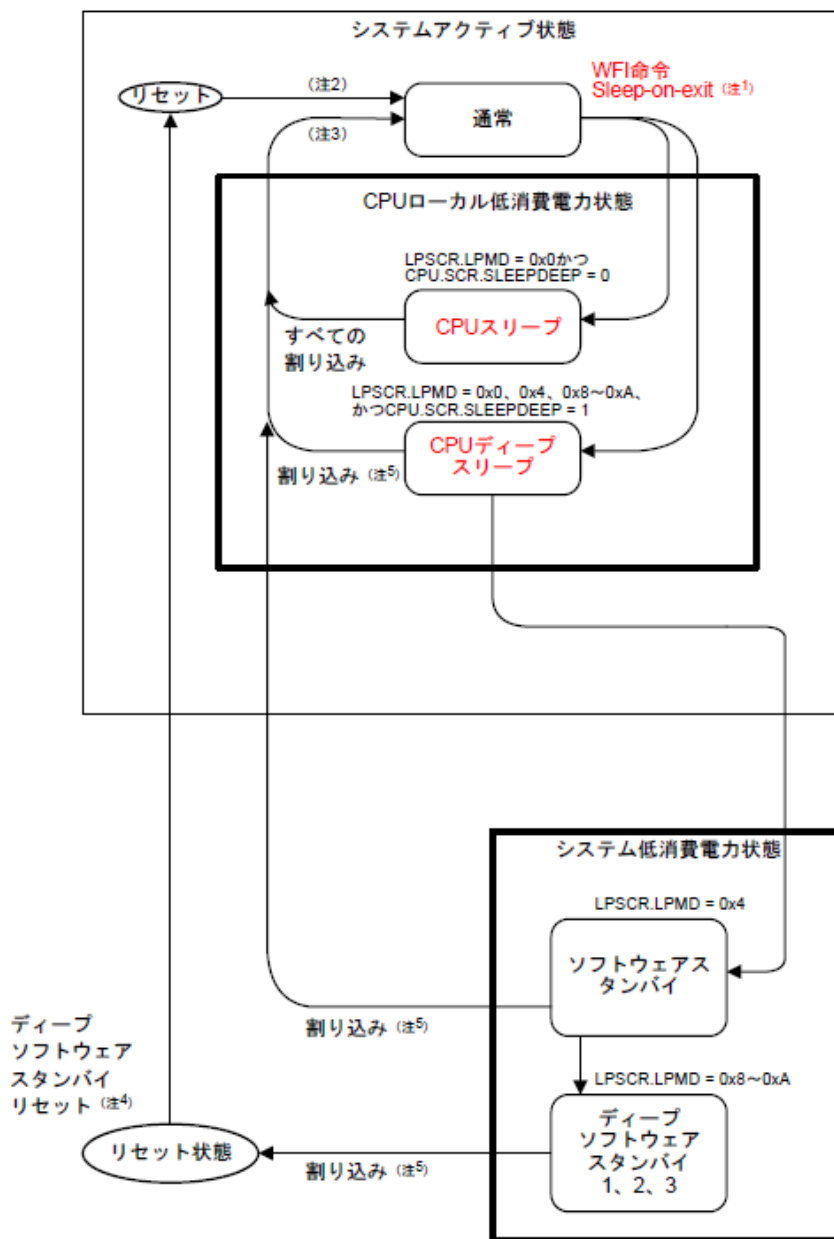
低消費動作モード遷移の図 10.1 に訂正が入ります。

修正前



- 注 1. WFI 命令の実行後、プログラム停止状態へ遷移する途中に解除トリガとして割り込みが受け付けられると、低消費電力モードへ遷移せずに、MCU は割り込み例外処理を実行します。ディープソフトウェアスタンバイモードへの遷移時、状態が遷移した後に割り込みが発生した場合、モード遷移終了後にディープソフトウェアスタンバイリセットにより復帰します。
- 注 2. リセット状態から通常モードへ遷移した後は、MOCO クロックが動作クロックソースです。
- 注 3. 割り込みによって CPU スリープモード、CPU ディープスリープモード、またはソフトウェアスタンバイモードから通常モードに遷移した場合、各低消費電力モードへの遷移前と同じクロックソースが使用されます。
- 注 4. 利用可能な割り込み要求が発生すると、内部リセット（ディープソフトウェアスタンバイリセット）が一定時間発生します。内部リセット状態の解除とともにディープソフトウェアスタンバイモードは解除されます。その後、MCU は通常モードへ遷移して、MOCO クロックを動作クロックソースとしてリセット例外処理を実行します。
- 注 5. 各低消費電力モードの割り込み要因については、表 10.4 を参照してください。

修正後



- 注 1. CPUスリープモードもしくはCPUディープスリープモードへ遷移中にCPUスリープモードの解除要因となるような割り込みが受け付けられると、MCUはCPUスリープモードもしくはCPUディープスリープモードへ遷移せずに通常モードへ戻ります。
- 注 2. リセット状態から通常モードへ遷移した後は、MOCOクロックが動作クロックソースです。
- 注 3. 割り込みによってCPUスリープモード、CPUディープスリープモード、またはソフトウェアスタンバイモードから通常モードに遷移した場合、各低消費電力モードへの遷移前と同じクロックソースが使用されます。
- 注 4. 利用可能な割り込み要求が発生すると、内部リセット（ディープソフトウェアスタンバイリセット）が一定時間発生します。内部リセット状態の解除とともにディープソフトウェアスタンバイモードは解除されます。その後、MCUは通常モードへ遷移して、MOCOクロックを動作クロックソースとしてリセット例外処理を実行します。
- 注 5. 各低消費電力モードの割り込み要因については、表 10.4 を参照してください。

2. 各低消費電力モードの動作状態の表の修正

各低消費動作モードの動作状態の表に訂正が入ります。

1)表 10.2

修正前

項目	CPU スリープモード	CPU ディープスリープモード
遷移条件	CPU0.SCR.SLEEPDEEP = 0 設定後のWFI の命令	CPU0.SCR.SLEEPDEEP = 1 設定後のWFI の命令
割り込みによる解除後の状態	プログラム実行状態 (割り込み処理)	プログラム実行状態 (割り込み処理)

修正後

項目	CPU スリープモード	CPU ディープスリープモード
遷移条件	CPU.SCR.SLEEPDEEP=0 の状態で [条件1] または [条件2] を満たす場合 [条件1] ・WFI命令 ・有効な割り込み要求(*1)がCPUに受け付けられない (WFI命令実行後からCPUスリープモードへの遷移が完了するまでの遷移中も含む) [条件2] ・CPU.SCR.SLEEPONEXIT=1 ・すべての例外ハンドラの実行を完了 ・有効な割り込み要求(*1)がCPUに受け付けられない (WFI命令実行後からCPUスリープモードへの遷移が完了するまでの遷移中も含む)	CPU.SCR.SLEEPDEEP=1 の状態で [条件1] または [条件2] を満たす場合 [条件1] ・WFI命令 ・有効な割り込み要求(*1)がCPUに受け付けられない (WFI命令実行後からCPUディープスリープモードへの遷移が完了するまでの遷移中も含む) [条件2] ・CPU.SCR.SLEEPONEXIT=1 ・すべての例外ハンドラの実行を完了 ・有効な割り込み要求(*1)がCPUに受け付けられない (WFI命令実行後からCPUディープスリープモードへの遷移が完了するまでの遷移中も含む)
割り込み要求による解除後の状態	プログラム実行状態	プログラム実行状態

(\*1) 有効な割り込み要求とは、現在の例外の優先度レベル、および、BASEPRI による優先度レベルによってマスクされていない、すべての割り込み/例外を指します。さらに、割り込み要求が IELSRn の場合には、NVIC\_ISERn によって割り込みを有効する必要があります。

2)表 10.3

修正前

項目	ソフトウェアスタンバイモード (SSTBY)	ディープソフトウェアスタンバイモード (DSTBY)		
	SSTBY	DSTBY1	DSTBY2	DSTBY3
遷移条件	LPSCR およびCPU0.SCR.SLEEPDEEP = 1 設定後の WFI の命令	LPSCR およびCPU0.SCR.SLEEPDEEP = 1 設定後の WFI の命令		
割り込みによる解除後の状態	プログラム実行状態 (割り込み処理)	リセット状態		

修正後

項目	ソフトウェアスタンバイモード (SSTBY)	ディープソフトウェアスタンバイモード (DSTBY)		
	SSTBY	DSTBY1	DSTBY2	DSTBY3
遷移条件	LPSCR.LPMD ビットが 0x4 で、かつ CPU.SCR.SLEEPDEEP=1 の状態で [条件1] または [条件2] を満たす場合 [条件1] ・WFI命令 ・有効な割り込み要求(*1)がCPUに受け付けられない (WFI命令実行後からCPUディープスリープモードへの遷移が完了するまでの遷移中も含む) [条件2] ・CPU.SCR.SLEEPONEXIT=1 ・すべての例外ハンドラの実行を完了 ・有効な割り込み要求(*1)がCPUに受け付けられない (WFI命令実行後からCPUディープスリープモードへの遷移が完了するまでの遷移中も含む)	LPSCR.LPMD ビットが 0x8, 0x9, 0xA で、かつ CPU.SCR.SLEEPDEEP=1 の状態で [条件1] または [条件2] を満たす場合 [条件1] ・WFI命令 ・有効な割り込み要求(*1)がCPUに受け付けられない (WFI命令実行後からCPUディープスリープモードへの遷移が完了するまでの遷移中も含む) [条件2] ・CPU.SCR.SLEEPONEXIT=1 ・すべての例外ハンドラの実行を完了 ・有効な割り込み要求(*1)がCPUに受け付けられない (WFI命令実行後からCPUディープスリープモードへの遷移が完了するまでの遷移中も含む)		
割り込み要求による解除後の状態	プログラム実行状態	リセット状態		

(\*1) 有効な割り込み要求とは、現在の例外の優先度レベル、および、BASEPRI による優先度レベルによってマスクされていない、すべての割り込み／例外を指します。さらに、割り込み要求が IELSRn の場合には、NVIC\_ISERn によって割り込みを有効する必要があります。

### 3. Sleep-on-exit により低消費電力モードに遷移する場合の注意事項

本製品では低消費電力モードへのエントリは WFI 命令、Sleep-on-exit 機能の 2 種類があります。Sleep-on-exit 機能を用いて低消費電力モードに遷移する場合は本マニュアル記載の WFI 命令実行に関しての規定が、Sleep-on-exit 機能による低消費電力モードへの遷移の場合にも適用されます。

### 4. 該当条件と注意事項

#### [条件]

下記全ての条件に合致した場合

- 1) CPU ディープスリープモード、ソフトウェアスタンバイモードを使用するために、LPSCR.LPMD ビットが 0x0, 0x4 かつ、CPU.SCR.SLEEPDEEP=1 を設定した状態で、CPU ディープスリープモードへの遷移トリガ(WFI 命令, SLEEPONEXIT)によって、CPU ディープスリープモードへの遷移を開始する。
- 2) CPU ディープスリープモードへの遷移を開始するときの ICLK 周波数が 90MHz を超えている、かつ、周波数比が CPUCLK:ICLK=2:1 に設定されている。
- 3) CPU ディープスリープモードへの遷移中の特定の期間(ICLK 1cycle)に、CPU ディープスリープモードを解除するための割り込み要因ではない以下の割り込み要求のいずれかが CPU に受け付けられる。
  - a) SysTick 割り込み要求 (以下の全てに該当)
    - ・割り込みベクタテーブルの Exception number 15
    - ・割り込み要求が Base Priority Mask Register (BASEPRI) によってマスクされていない  
(BASEPRI=0 または BASEPRI > SHPR3.PRI\_15)
  - b) CPU ディープスリープモードを解除するための割り込み要因ではないマスカブル割り込み要求 (以下の全てに該当)
    - ・割り込みベクタテーブルの 例外番号 16~111 の中で WUPEN によって CPU ディープスリープモードからの復帰を許可されていないもの
    - ・割り込み要求が Interrupt Set-Enable Register (NVIC\_ISERn) によって有効になっている
    - ・割り込み要求が Base Priority Mask Register (BASEPRI) によってマスクされていない  
(BASEPRI=0 または BASEPRI > NVIC\_IPRn.PRI\_N)

#### [注意事項]

前述の条件に合致した場合、稀に意図しない状態になる場合があります。この意図しない状態は、リセット要求でのみ解決できます。意図しない状態になった場合には、次回以降の CPU ディープスリープモード、ソフトウェアスタンバイモード、ディープソフトウェアスタンバイモードへの遷移ができなくなります。この状態で、CPU ディープスリープモード、ソフトウェアスタンバイモード、ディープソフトウェアスタンバイモードへ遷移する場合の動作を以下に示します。

これらの意図しない状態を許容できない場合には回避策を適応ください。

- 1) CPU ディープスリープモードへ遷移する場合 (LPSCR.LPMD=0x0、かつ、CPU.SCR.SLEEPDEEP=1)

クロックは CPU ディープスリープモードへの遷移を開始する前と同様に動作を継続します。

  - CPU のみ動作を停止し、消費電力は CPU スリープモードと同等になります。
  - CPU ディープスリープモードを解除するための割り込み要因で通常モードへ復帰できます。
- 2) ソフトウェアスタンバイモードへ遷移する場合 (LPSCR.LPMD=0x4、かつ、CPU.SCR.SLEEPDEEP=1)

クロックは CPU ディープスリープモードへの遷移を開始する前と同様に動作を継続します。

- CPU のみ動作を停止し、消費電力は CPU スリープモードと同等になります。
- ソフトウェアスタンバイモードへの遷移を開始する前と同様にタイマなどが動作し続けて、設定によってはタイマなどの割り込み要求が発生します。
- WDT クロック(PCLKB)が停止しないため、ソフトウェアスタンバイモードへの遷移を開始する前の設定によっては、WDT のリセット、または、割り込み要求が発生します。
- 割り込み要求は、IR フラグ(IELSRn)で保持されます。
- CPU ディープスリープモードを解除するための割り込み要因で通常モードへ復帰できます。

3) ディープソフトウェアスタンバイモードへ遷移する場合 (LPSCR.LPMD=0x8~0xA、かつ、CPU.SCR.SLEEPDEEP=1)

ディープソフトウェアスタンバイモードへの遷移はできず、「2) ソフトウェアスタンバイモードへ遷移する場合」に示した状態を継続します。

ディープソフトウェアスタンバイモードを解除するための割り込み要因(DPSIERn) の設定と同じく、CPU ディープスリープモードを解除するための割り込み要因(WUPEN)の設定をしている場合に限り、それらの割り込み要求で通常モードへ復帰できます。

5. 回避策

[回避策]

前述の意図しない状態を回避するには、CPU ディープスリープモード、ソフトウェアスタンバイモードへの遷移条件が成立する前に、以下の回避策のどちらか一方を適応してください。

- 1) 周波数比を CPUCLK:ICLK=1:1 にする。
- 2) CPU ディープスリープモードを解除するための割り込み要因ではない割り込み要求を無効にする。  
(設定手順は「CPU ディープスリープモード、ソフトウェアスタンバイモードへ遷移するための設定手順」を参照)
  - a) SysTick 割り込み要求を無効にする  
Interrupt vector table の Exception number 15
  - b) CPU ディープスリープモードを解除するための割り込み要因ではないマスクブル割り込み要求を無効にする  
Interrupt vector table の Exception number 16~111 の中で WUPEN によって CPU ディープスリープモードからの復帰を許可されていないもの

**CPU スリープモード、ソフトウェアスタンバイモードへ遷移するための設定手順**

意図しない状態を回避するための手順を示します。

マスクブル割り込み要求を無効にする方法の違いによって、CPU ディープスリープモード、ソフトウェアスタンバイモードから復帰した後の割り込み要求の扱いが異なります。どちらか、一方を適用してください。

手順 A) マスクブル割り込み要求の受け付けを無効する

割り込み要求の受け付けを無効にしている期間に発生した割り込み要求は 破棄されます。

CPU ディープスリープモード、ソフトウェアスタンバイモードへの遷移前

Step1: SysTick 割り込み要求を無効にする。(\*1)

Step2: ICU の IELSRn をクリアして、CPU ディープスリープモードを解除するための割り込み要因ではないマスク

ブル割り込み要求の受け付けを無効にする。

Step3: ICU の IELSRn を読み出し、ICU の IELSRn がクリアされたことを確認する。

Step4: ソフトウェアスタンバイモードへの遷移(WFI 命令, SLEEPONEXIT)

CPU ディープスリープモード、ソフトウェアスタンバイモードからの復帰後

Step5: SysTick 割り込み要求を有効する。

Step6: ICU の IELSRn をセットして、CPU ディープスリープモードを解除するための割り込み要因ではないマスクブル割り込み要求の受け付けを有効にする。

手順 B) マスカブル割り込み要求を無効にする

割り込み要求を無効にしている期間に発生した割り込み要求は IELSRn.IR フラグに保持されます。そのため、CPU ディープスリープモード、ソフトウェアスタンバイモードから復帰し、マスカブル割り込みを有効にした後、割り込みを処理することが可能です。

CPU ディープスリープモード、ソフトウェアスタンバイモードへの遷移前

Step1: SysTick 割り込み要求を無効にする。(\*1)

Step2: CPU の NVIC\_ICERn の該当するビットに1を書き込み、CPU ディープスリープモードを解除するための割り込み要因ではないマスカブル割り込み要求を無効にする。

Step3: バリア命令(DSB) を実行する。

Step4: ソフトウェアスタンバイモードへの遷移(WFI 命令, SLEEPONEXIT)

CPU ディープスリープモード、ソフトウェアスタンバイモードからの復帰後

Step5: SysTick 割り込み要求を有効する。

Step6: CPU の NVIC\_ISERn の該当するビットに1を書き込み、CPU ディープスリープモードを解除するための割り込み要因ではないマスカブル割り込み要求を有効にする。

\*1: SysTick 割り込み要求を無効にすることによって、直近の SysTick 割り込み要求が発生せず、SysTick 割り込み要求の処理が SysTick タイマの1周期分遅れる場合があります。

本 TU 対象の製品と図番号、エラーの関係

1. 割り込みベクタテーブルは下記の表番号になります。  
RA8M1 グループ,RA8D1 グループ,RA8E1 グループ,RA8E2 グループ, RA8T1 グループでは、表 13.3 が割り込みベクタテーブルです。
2. WUPEN レジスタ名は下記の通りです。  
RA8M1 グループ,RA8D1 グループ,RA8E1 グループ,RA8E2 グループ, RA8T1 グループでは WUPEN0/1 です。

**関連資料**

製品	資料名
RA8M1 グループ	Renesas RA8M1 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.20

RA8D1 グループ	Renesas RA8D1 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.20
RA8E1 グループ	Renesas RA8E1 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.00
RA8E2 グループ	Renesas RA8E2 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.00
RA8T1 グループ	Renesas RA8T1 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.20