

例外処理

このPDFは、CQ出版社発売の「ARM Cortex-M3システム開発ガイド」の一部の見本です。内容・購入方法などにつきましては以下のホームページをご覧ください。
<<http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/36/36491.htm>>

この章では以下の項目を紹介します。

- ▶ 例外タイプ
- ▶ 優先度の定義
- ▶ ベクタ・テーブル
- ▶ 割り込み入力と保留動作
- ▶ フォールト例外
- ▶ SVCとPendSV

7.1 例外タイプ

Cortex-M3には、多くのシステム例外と外部割り込みをサポートする機能を含んだ例外アーキテクチャがあります。例外処理は、システム例外として番号1～番号15を、外部割り込み入力用に番号16以上を使います。ほとんどの例外処理はプログラムできる優先度をもちますが、いくつかのものは優先度が固定です。

Cortex-M3チップは、異なる数の外部割り込み入力(1～240)と、異なる数の優先度レベルをもつことができます。これは、チップ設計者が異なったニーズに対して、CortexM3の設計ソース・コードを構成できるようにしたからです。

表7.1に示すように、例外番号1～例外番号15はシステム例外(例外番号0はない)です。例外番号16以上の例外は外部割り込み入力です(表7.2)。

現在実行している例外番号の値は、特殊レジスタIPSR、あるいはNVICの割り込み制御ステータス・レジスタ(Interrupt Control State Register, VECTACTIVEフィールド)で示されます。

ここで、割り込み番号(たとえば割り込み#0)はCortex-M3のNVICへの割り込み入力を指しています。実際のマイクロコントローラ製品すなわちSoCでは、外部割り込み入力ピン番号は、NVICの割り込み入力番号と一致しないかもしれません。たとえば、最初のうちのいくつかの割り込みは内部ペリフェラルに割り当てられます。外部割り込みピンはその後のいくつかの割り込み入力に割り当てることができます。したがって、割り込みの番号付けを決定するには半導体メーカーのデータシートを参照する

表7.1 システム例外一覧

例外番号	例外タイプ	優先度	説明
1	リセット	-3 (最上位)	リセット
2	NMI	-2	ノンマスクابل割り込み (外部NMI入力)
3	ハード・フォールト	-1	対応するフォールト・ハンドラが有効でない場合は、すべてのフォールト状態
4	MemManage フォールト	プログラマブル	メモリ管理フォールト、MPU違反あるいは違法な位置へのアクセス
5	バス・フォールト	プログラマブル	バス・エラー、AHBインターフェースがバス・スレープからエラー応答を受け取った場合に発生 (それが命令フェッチならプリフェッチ・アボートを、データ・アクセスである場合はデータ・アボートを呼び出す)
6	用法フォールト	プログラマブル	プログラム・エラーあるいはコプロセッサにアクセスしようとしたことによる例外 (Cortex-M3はコプロセッサのサポートは行わない)
7~10	予約	NA	-
11	SVCall	プログラマブル	システム・サービス呼び出し (またはスーパーバイザ・コール)
12	デバッグ・モニタ	プログラマブル	デバッグ・モニタ (ブレイクポイント、ウォッチポイントあるいは外部デバッグ要求)
13	予約	NA	-
14	PendSV	プログラマブル	システム・サービス用の保留可能な要求
15	SysTick	プログラマブル	システム・タイマ

表7.2
外部割り込みのリスト

例外番号	例外タイプ	優先度
16	外部割り込み #0	プログラマブル
17	外部割り込み #1	プログラマブル
...
255	外部割り込み #239	プログラマブル

必要があります。

許可された例外が発生したが、直ちに実行することができない場合 (たとえば、より優先度の高い割り込みの処理ルーチンが実行中とか、割り込みマスク・レジスタがセットされている場合)、その例外は保留されます (いくつかのフォールト例外を除く^{注1})。これは、例外を実行できるようになるまでレジスタ (保留ステータス) が例外要求を保持することを意味します。これは従来のARMプロセッサとは異なります。以前は、(IRQ/FIQのような) 割り込みを生成するデバイスは、目的を果たすまで、割り込み要求を保持しなければなりませんでした。現在は、NVICの保留レジスタで、割り込み要求元がその要求信号を持続しなくても、発生している割り込みは処理されます。

7.2 優先度の定義

Cortex-M3では、例外を実行できるかどうか、いつ実行できるかなどは、例外の優先度によって影響される場合があります。より優先順位の高い (優先度レベルの数値が小さい) 例外は、より優先順位

注1：例外保留時の振る舞いには少数の例外がある。あるフォールトが起きたが、より最優先のハンドラが実行しているので、対応するフォールト・ハンドラを直ちに実行することができない場合、ハード・フォールト・ハンドラ (最高位優先度のフォールト・ハンドラ) が代わりに実行されるかもしれない。この話題については、後で本章のフォールト例外のところでも詳細に取り扱う。全詳細は *Cortex-M3 Technical Reference Manual* と *ARM v7-M Architecture Application Level Reference Manual* にある。