

## 3.3

## 割込み①

コンピュータや機械は、どのようにして動き出すのでしょうか？ 例えば、電源をONにして、スタートボタンを押すと、動き出します。その「電源がONになった」という事象(イベント)や、「スタートボタンが押された」というイベントを、割込みと呼びます。

### 割込みとは

コンピュータは、勝手には動き出しません。必ず、外界の変化をハードウェアが検知して、それが**トリガー**(引き金)となって動き出します。例えば、「ボタンが押された」や、「物体がセンサの前を横切った」や、「電波信号を受信した」などの変化がまず起きます。このような事象のことを、**イベント**と呼びます。イベントは専用のハードウェアによって検知され、MPUに伝えられます。そして、MPUは、それに対応するようにプログラムを動作させます。このように、ハードウェアが検知したイベントを、MPUとソフトウェアに伝える仕組みが**割込み**です。割込みは、コンピュータが動くすべての始まりなのです。



### 割込みはMPUに伝わり、OSに通知される

コンピュータのボード上で、ハードウェアとMPUは**割込み線**でつながれています。ハードウェアでイベントが発生すると、割込み線を通じて、電気信号がMPUに伝わり、MPUは割込みを検知します。MPUは割込みを検知すると、その割込みに応じるソフトウェアを動かす準備をします。

割込みが発生したときに、別のプログラムを動作させている場合もあります。そのとき、MPUはまず、現在実行中のプログラムの動きを止めなければなりません。割込みが発生すると、MPUはプログラムカウンタ(PC)の値を、**割込みベクタ**と呼ばれるアドレスへ強制的に変更します。割込みベクタは、MPUが定める所定のメモリアドレスです。RTOSは、このアドレスに割込みを処理するプログラムを配置しておくのです。そうして、以前のプログラムの進みを止め、別のプログラムを動作させるよう、RTOSに通知します。動作を中断させられたプログラムも、それで終わりではありません。割込みによるプログラムの動作が終わったら、止められたところから動作を再開しなければなりません。そのプログラムが、どこ(PCの値がどのときに)で割込まれたかを覚えておく必要があります。このPCの値を、**退避プログラムカウンタ(EPC)**や、**セーブドプログラムカウンタ(SPC)**などと呼ばれる別の専用レジスタに保存し

ておくことも、割込み発生時のMPUの仕事です。そのほかにも、MPUの動作モードを変更したり、PC以外にも、スタックポインタなどのレジスタを保存したりと、RTOSが別のプログラムをすぐに動かしやすくする準備をします。このような準備のもと、MPUはPCに割込みベクタのアドレスをセットし、RTOSに割込み処理を実行させるのです。

### 割込みにも種類がある

割込みは、ハードウェアがイベントを通知するものと説明してきました。実は、割込みにはほかにも種類があります。いままで説明してきた、ハードウェアが起こす割込みを**外部割込み**といいます。

一方、割込みには**内部割込み**と呼ばれるものもあります。内部割込みは、文字どおりMPUの内部で発生する割込みです。内部割込みには、次のようなものがあります。

#### ▶プログラム例外割込み

プログラムを実行していて、エラーとなった場合に発生します。例えば、命令ではないデータを命令として解析したり、存在しないメモリにアクセスしたり(**データアポート**)、**0での割算**をしてしまったりなど、プログラムのエラーを検出します。

#### ▶ソフトウェア割込み

ソフトウェアが故意に発生させる割込みです。このためにMPUが特別な命令を用意しています。おもにRTOSを呼び出す場合などに使用します。**スーパーバイザコール(SVC)**と呼ぶこともあります。

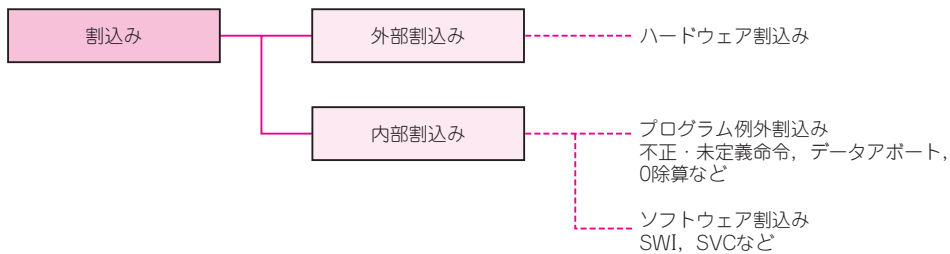


図3.3.1 割込みの種類

### 関連する項目

MPU	割込み	RTOS
割込みハンドラ	デバイスドライバ	デバイス制御

### まとめ

- コンピュータは常に、割込みをトリガーにして動作を始めます。
- ハードウェアが検知する外界の変化などの事象を、イベントと呼びます。
- 割込みはハードウェアで起きたイベントを、MPUを経由してRTOSに伝えるしくみです。
- MPUは割込みを検知すると、現在のプログラムを停止して割込みに対応するプログラムを実行します。そのために、プログラムカウンタ(PC)を割込みベクタのアドレスにセットします。
- MPUは割込みが発生すると、RTOSが便利のように、割込み発生PCやスタックポインタ(SP)などのレジスタの値を保存します。
- 割込みにはハードウェアが起こす外部割込みと、MPUの内部で発生する内部割込みがあります。
- 内部割込みはプログラムの実行エラーや、ソフトウェア割込みなどがあります。