

# IPI を送信するシステムコール実装について

2015/3/30

藤田将輝

## 1 はじめに

新 B4 課題の (課題 3)IPI を送信するシステムコールの実装と実装手順書作成について, IPI を送信するシステムコールについては新 B4 が各自実装し, 動作させる. 動作確認をする割り込みハンドラについては予めソースを用意する. 本資料では用意する割り込みハンドラと, 割り込みハンドラ登録のシステムコールについて記述する. また, IPI の送信から割り込みハンドラの実行までの流れを記述する.

## 2 IPI の送信から割り込みハンドラが動作するまでの流れ

IPI が送信されてから割り込みハンドラが起動するまでの流れを以下に示し, 説明する.

- (1) ベクタ番号と Physical APIC ID を指定し, ICR というレジスタに値を書き込む.
- (2) ICR に値を書き込むと指定した Physical APIC ID をもつコアに IPI が送信される.
- (3) コアが IPI を受信すると, Interrupt Description Table(IDT) の  $n$  番目のエントリに登録された割り込みゲートを呼び出す.
- (4) 割り込みゲートはベクタ番号  $n$  を引数に, デバイスからの割り込みを処理する関数 `do_IRQ()` を呼び出す.
- (5) `do_IRQ()` はコアに対するベクタ管理表を用いて, ベクタ番号  $n$  から IRQ 番号  $p$  を求める.
- (6) OS は `irq_desc` 構造体を参照し, 求めた IRQ 番号  $p$  に対応する割り込み処理 (割り込みハンドラ) を実行する.

以上の流れにより, 割り込みハンドラを実行する. 新たに割り込みハンドラを追加するには以下の 2 つの操作が必要である.

- (1) `irq_desc` 構造体において, 割り込みハンドラと IRQ 番号を対応させる.
- (2) コアのベクタ管理表において, IRQ 番号とベクタ番号を対応させる.

以降では, IPI を送信するシステムコールを登録した後に, 登録したシステムコールを使用した際, IPI の送信が成功したことを確認するための割り込みハンドラと, その割り込みハンドラを登録するシステムコールについて記述する.

### 3 割り込みハンドラ

IPI の送信に成功したことを確認するために、新たに割り込みハンドラを作成する。今回作成した割り込みハンドラは、IPI を受信するとメッセージをカーネルのメッセージバッファに格納する機能を持つ。作成した割り込みハンドラについて以下に示す。

【形式】 `irqreturn_t message_handler(int irq, void *dev)`

【引数】 `int irq`: 割り込みハンドラを登録する IRQ 番号 `void *dev_id`: デバイス ID

【戻り値】 `IRQ_HANDLED`

【機能】 `printk()` を呼び出し、カーネルのメッセージバッファに「Recieved IPI」と表示する。

### 4 割り込みハンドラの登録

3 章の割り込みハンドラを使用可能にするために、割り込みハンドラを割り込みハンドラ管理テーブルに登録する。割り込みハンドラを登録するシステムコールを作成し、使用することで、3 章で作成した割り込みハンドラを登録する。以下に、割り込みハンドラを登録するシステムコールについて記述する。

【形式】 `asmlinkage int request_ipi_irq(int vector)`

【引数】 `int vector`: ベクタ番号

【戻り値】

成功: 割り込みハンドラを登録した IRQ 番号

失敗: -1

【機能】 登録可能な IRQ 番号の `irq` を探し、`irq` に割り込みハンドラ `message_handler` を登録する。その後、各コアのベクタ表 `vector_irq` のベクタ番号 `vector` のエントリに `irq` を登録する。

### 5 割り込みハンドラ登録までの流れ

#### 5.1 システムコールの登録

割り込みハンドラを登録するシステムコールを登録する。システムコールの登録手順の例を以下に示す。

(1) `ipi_syscall.c` のコピー

`/home/fujita/git/linux-3.17.0/arch/x86/kernel` に `ipi_syscall.c` をコピーする。

(2) システムコールの登録

資料 <271-03> を参考に、システムコール `message_handler()` を登録する。

通番	引数の意味	実行例における引数の値
1	request_ipi_irq() を登録したシステムコール番号	309
2	割り込みハンドラを登録するベクタ番号	100

表 1 引数について

## 5.2 割り込みハンドラの登録

割り込みハンドラの登録手順の例を以下に示す．

- (1) request\_ipi.c のコピー

任意のディレクトリに request\_ipi.c をコピーする．

- (2) request\_ipi.c のコンパイル

request\_ipi.c をコンパイルする．実行例を以下に示す．

```
$ gcc request_ipi.c -o request_ipi
```

- (3) request\_ipi の実行

引数を指定し，割り込みハンドラを登録する．実行例を以下に示す．

```
$ ./request_ipi 309 100
```

割り込みハンドラ登録時の引数の通番，引数の意味，および実行例における引数の値を表 1 に示す．

## 6 おわりに

本資料では，新 B4 課題の (課題 3)IPI を送信するシステムコールの実装と実装手順書の作成について記述した．具体的には，IPI 送信の成功を確認するための割り込みハンドラを登録する手順を示した．また，IPI を送信してから割り込みハンドラが動作するまでの流れを示した．