

2019. 6.10

電子計算機工学

Ibaraki Univ. Dept of Electrical & Electronic Eng.

Keiichi MIYAJIMA

今後の予定

中間試験までの予定

6月10日 割り込み

6月17日 中間試験

レポートについて

遅れて提出されたレポートは受理しますが
レポート点の減点の対象となります

遅れて提出されたレポート: 1件につき **-2点**

未提出のレポート: 1件につき **-10点**

中間テスト(6/17)の受験資格はレポートが
5件以上提出されていることです。

提出が5件未満の時は、中間試験の受験資格が
ありませんので注意してください。

レポートは全部で7件です。

中間試験について

中間試験のテスト範囲は、

**第1回から第7回までの全
てのレポート**

が、範囲となります。

満点は30点です。

大体10点分くらいはレポートに出した基本的事項を、
残り20点は記述式の問題となります。

中間試験で、持ち込み可能な物

中間試験では、

筆記用具、時計

のみ、持ち込み可とします。

注意！

携帯電話・PHS等は持ち込み不可です。

したがって、携帯電話の時計機能や電卓機能を使用することは認めません。

割り込み

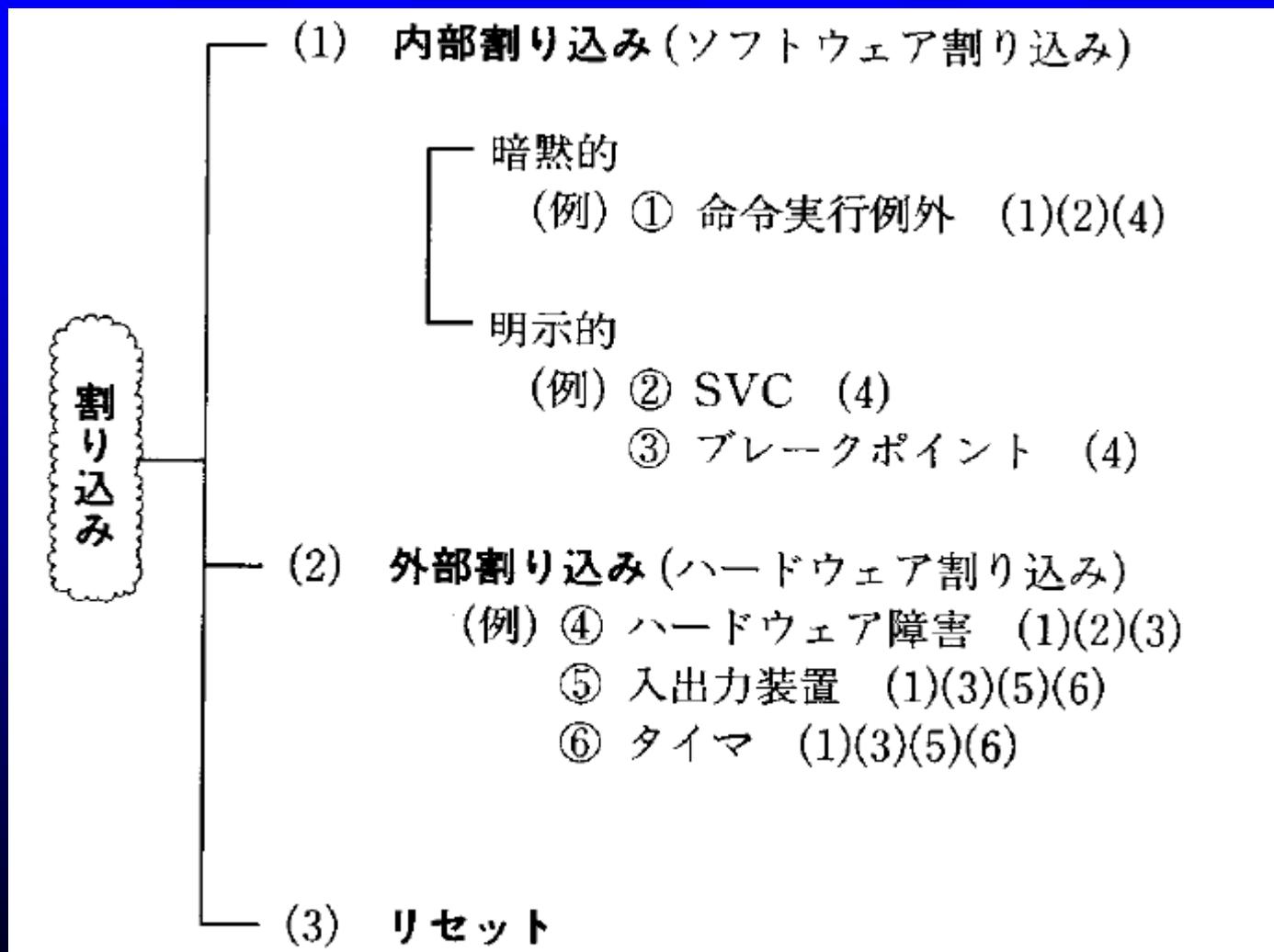
割り込み

割り込みの必要性

- (1) ユーザが想定していない不測の事態に対応する
- (2) 異常、エラー、例外などの検知に対処する
- (3) ハードと基本ソフト(OS)との通信機能
- (4) ユーザと基本ソフト(OS)との通信機能
- (5) 共用ハードウェアの競合を解決する
- (6) 非同期装置間の相互通信と同期

割り込みの要因

(1)内部割り込み (2)外部割り込み (3)リセット



割り込みの要因

分類	内容の例	
プログラム内の原因	プログラム・エラー	<ul style="list-style-type: none">• 誤った命令コード• 誤ったデータ種別
	プログラムの例外的な事象	<ul style="list-style-type: none">• 演算結果のオーバフロー• メモリ・アクセス法の誤り(ページ例外等)• 不当な演算(0での割算等)
	SVC 命令	
プログラム外の原因	外部事象	<ul style="list-style-type: none">• 入出力の終了• 外部端子• タイム・スライス
	ハードウェアの誤動作	<ul style="list-style-type: none">• 機械の故障
その他	デバッグ用	<ul style="list-style-type: none">• アドレスの一致• 分岐命令の成功

割り込み処理

- (1) 割り込みの発生
- (2) 割り込みの受付
- (3) 他の割り込みを禁止 (割り込み禁止状態移行)
- (4) PSWの退避
- (5) 割り込み要因の識別
- (6) 割り込みハンドラへの分岐
- (7) プロセスコンテキストのメモリへの退避
- (8) 割り込みハンドラによる要因毎の処理
- (9) プロセスコンテキストの回復
- (10) PSWの回復
- (11) 割り込み可能状態への移行
- (12) 割り込み受付時点への復帰

割り込み処理

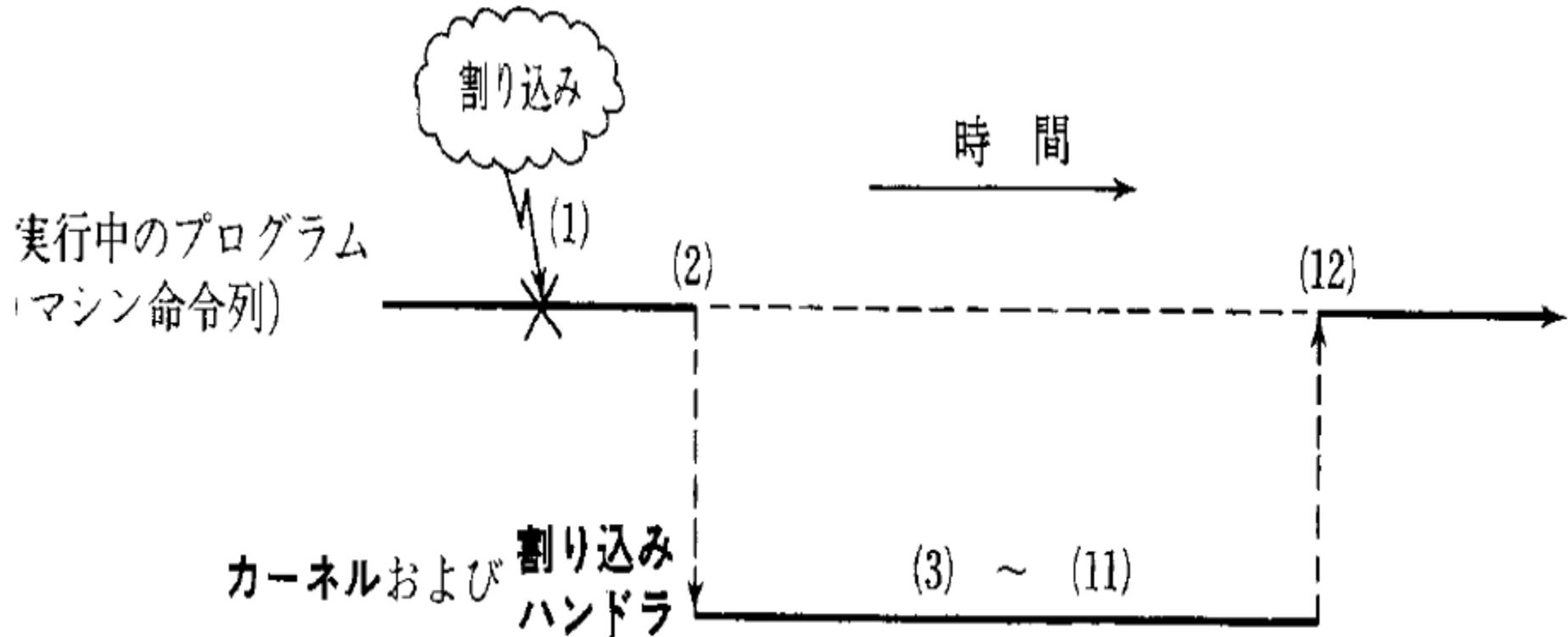
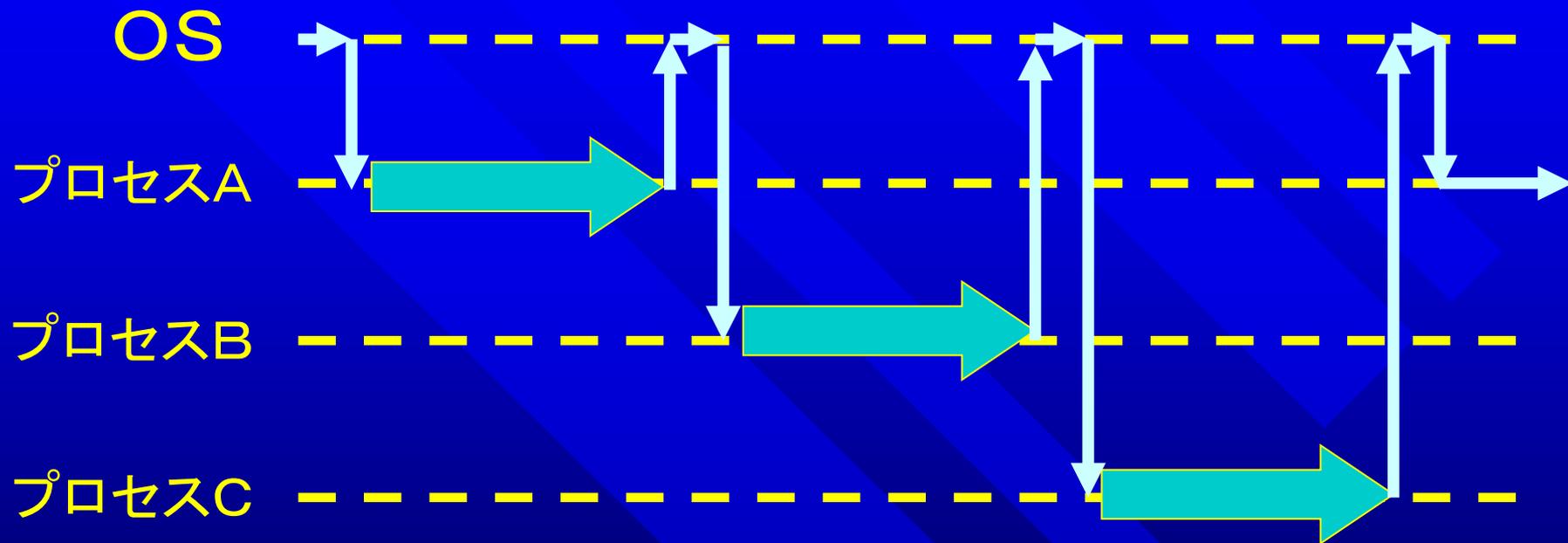


図 5.22 割り込み処理

割り込み処理



これも割り込みの例

割り込み要因の識別機構

処 理

分 担

- | | |
|---------------------------|-----------------|
| (a) 割り込み原因の発生 | ハードウェア |
| (b) 割り込みの検出 | ハードウェア |
| (c) 割り込まれた命令アドレスの退避 | ハードウェア |
| (d) 割り込み処理プログラムへの分岐 | ハードウェア |
| (e) (d)にさいして、レジスタ等の内容の退避 | ハードウェアまたはソフトウェア |
| (f) (d)にさいして、必要なら割り込みをマスク | ハードウェア |
| (g) さらに必要ならハードウェアの状態を変更 | ハードウェア |
| (h) 割り込みを処理 | ソフトウェア |
| (i) 割り込まれたアドレスへの復帰 | ソフトウェア |
| (j) (i)にさいして、レジスタ等の内容の回復 | ハードウェアまたはソフトウェア |
| (k) さらに必要ならハードウェアの状態を変更 | ハードウェア |
| (l) 割り込まれたプログラムの実行再開 | ソフトウェア |

割り込みハンドラ

(1)内部割込みに対する処理

- ①例外処理・・・ページフォールト
- ②SVCやブレークポイントによる割り込み

(2)外部割込みに対する処理

- ①入出力割込み・タイマー割り込み
 - wake-up
- ②ハードウェア障害・・・OSが対応
 - 表示・停止・リブート

(3)リセット

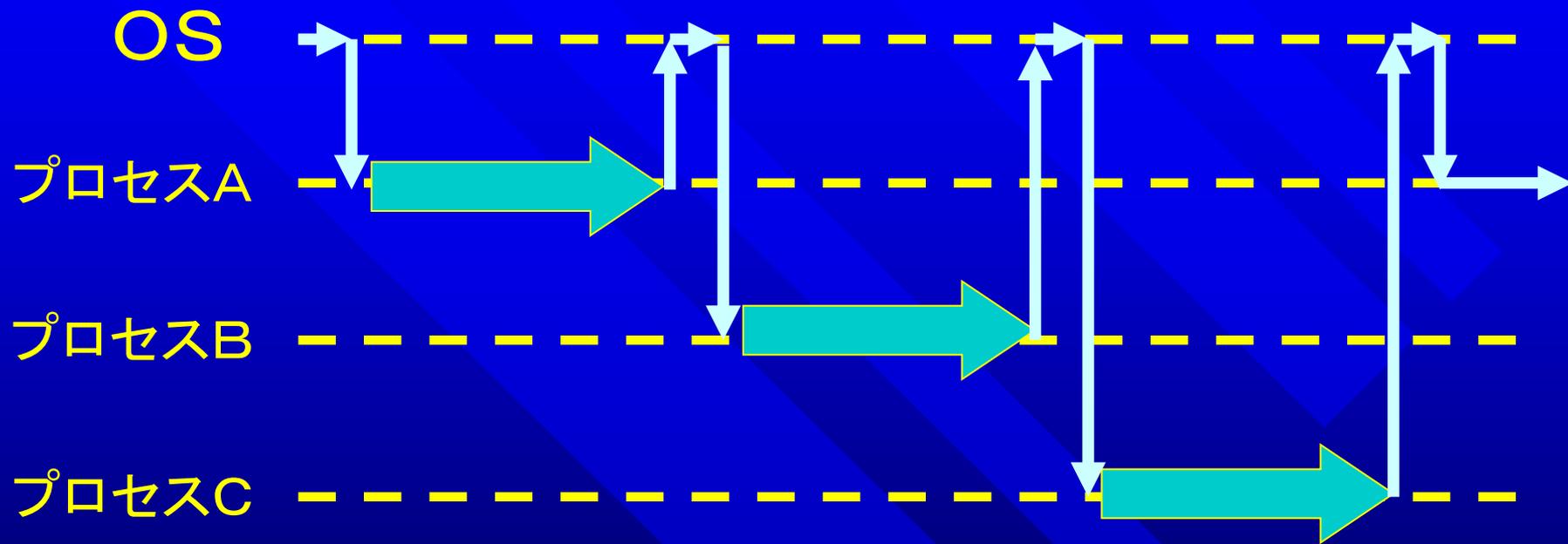
OSをリブート

割り込みと制御アーキテクチャ

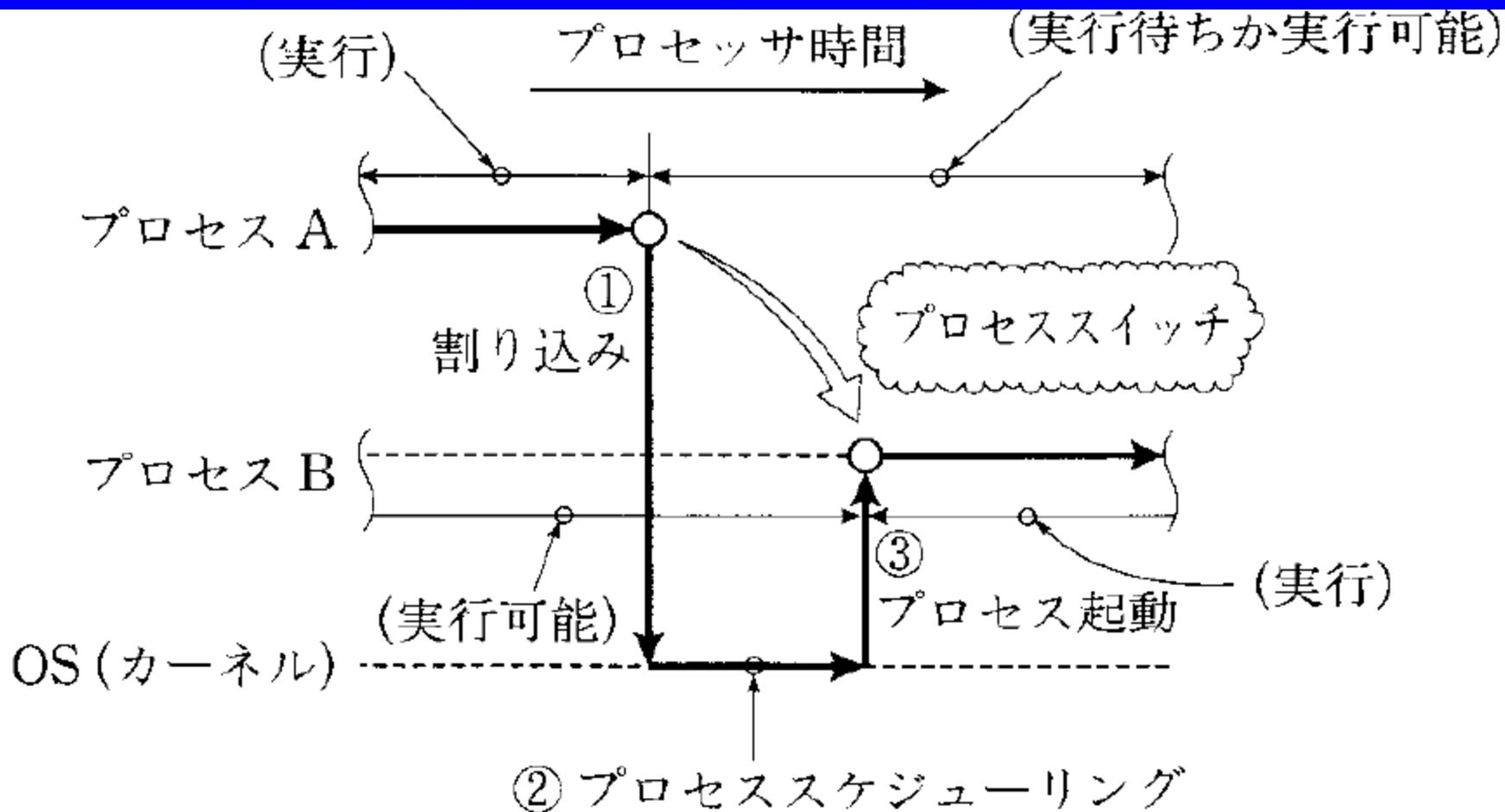
割り込みがOSと制御機構に与える効果

- (1) プログラムの実行を中止してOSへ制御を渡す
- (2) プロセススイッチが起きる
- (3) 実行待ちのプロセスが実行可能状態へ遷移する
- (4) プロセッサの状態がユーザモードから特権モード

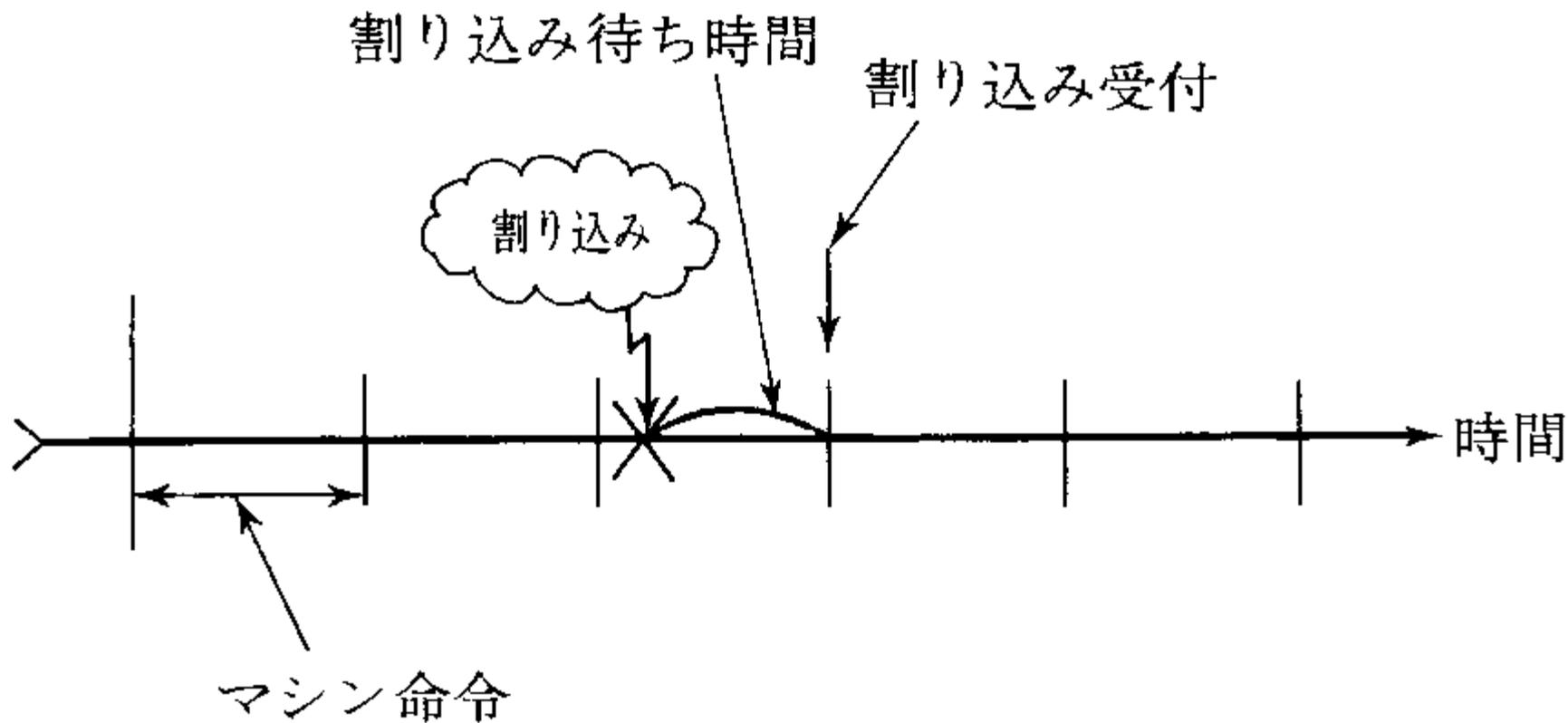
マルチタスキングと割り込み



マルチタスキングと割り込み



割り込みと割り込まれたマシン命令の処理

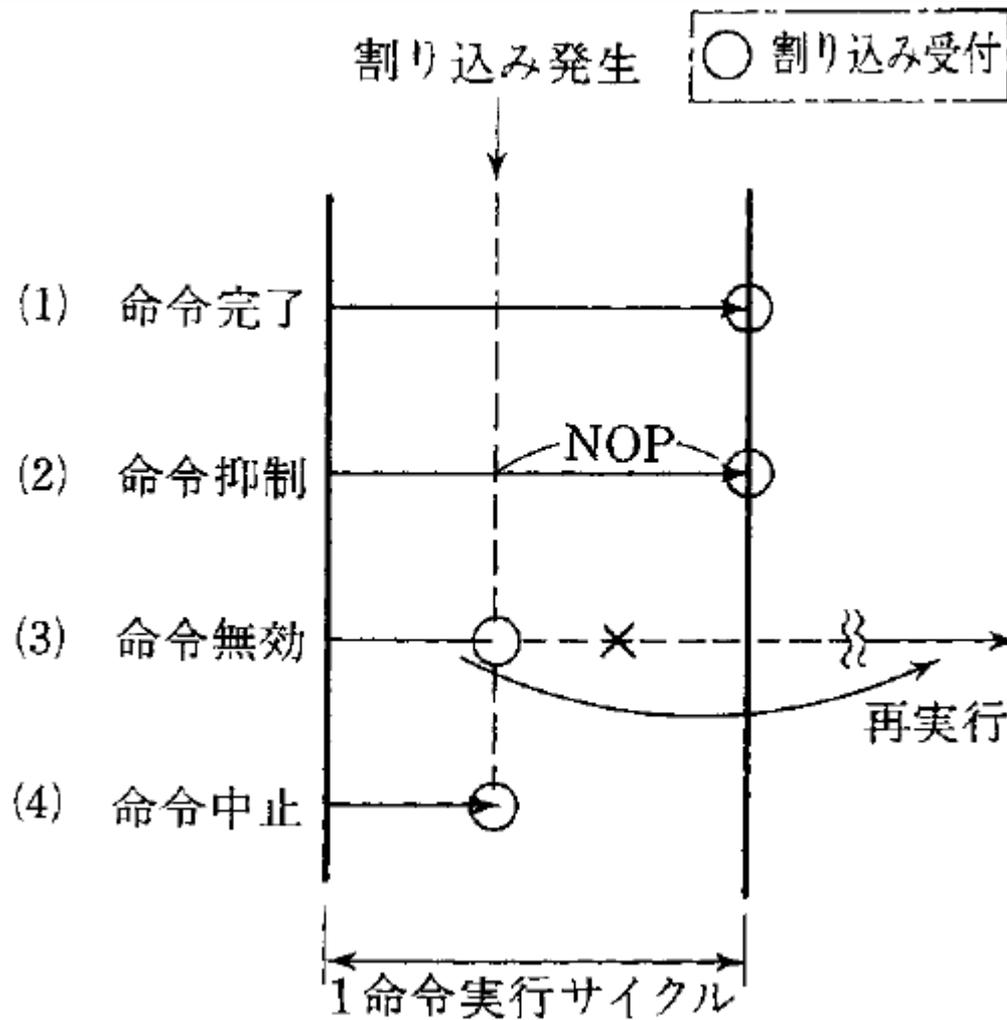


割り込みと割り込まれたマシン命令の処理

割り込み要因毎に異なる措置

- (1)命令完了:入出力・タイマ割り込み・演算例外
- (2)命令抑制:アクセス保護違反
- (3)命令無効:命令の中断→ページフォールト
- (4)命令中止:リセット・ハードウェア障害

割り込み受付タイミングと割り込まれたマシン命令の措置



多重レベル割り込み

複数の割り込みに対する処理

(1)優先度の高い割り込みを優先処理する

(2)割り込みの優先度

①リセット ②ハードウェア障害 ③命令実行例外

④入出力割り込み ⑤SVCやブレークポイント

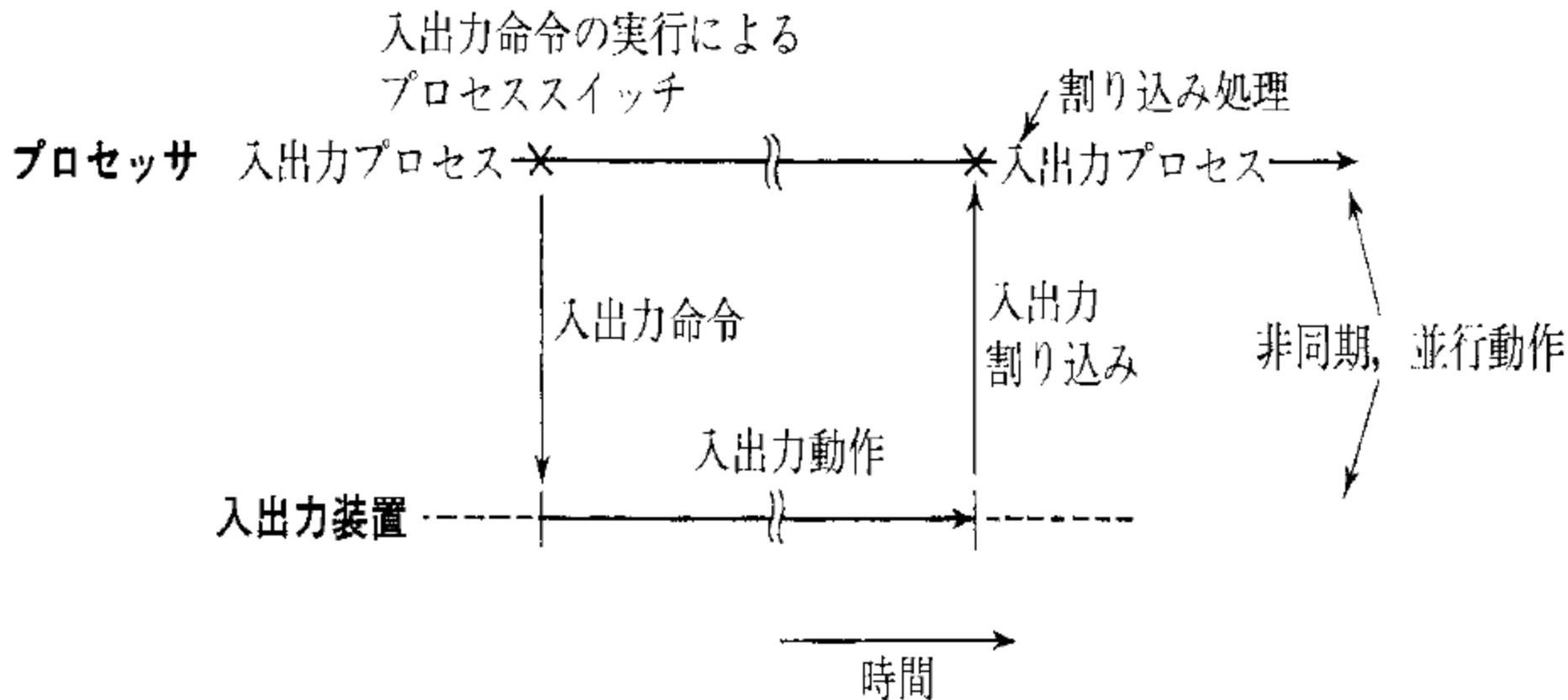
(ページホールド・アクセス保護 > 演算例外) ③

(高速入出力装置 > 低速入出力装置) ④

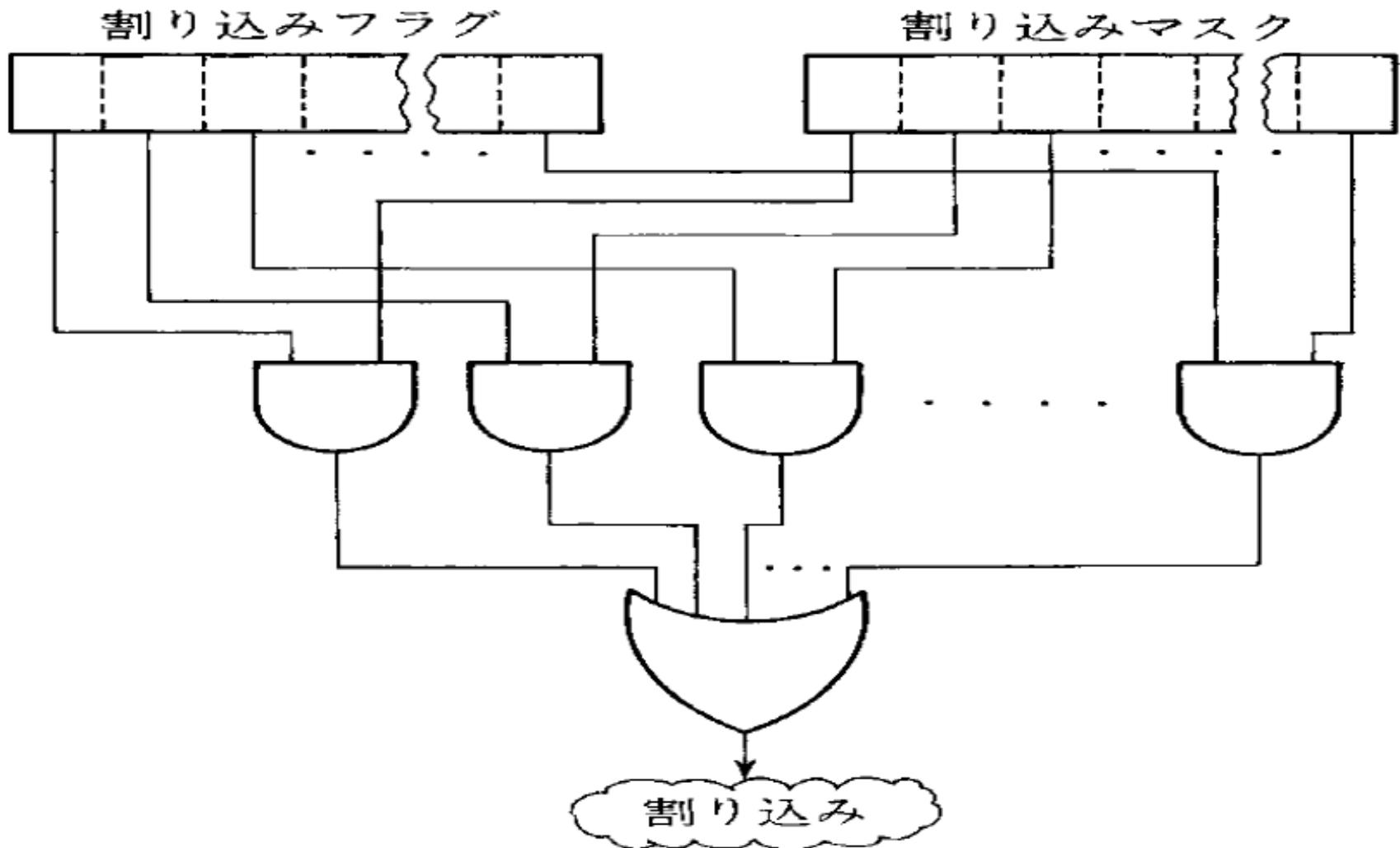


優先度はコンピュータ毎に異なる

入出力割り込み



割り込み検知機構



割り込み要因の識別機構

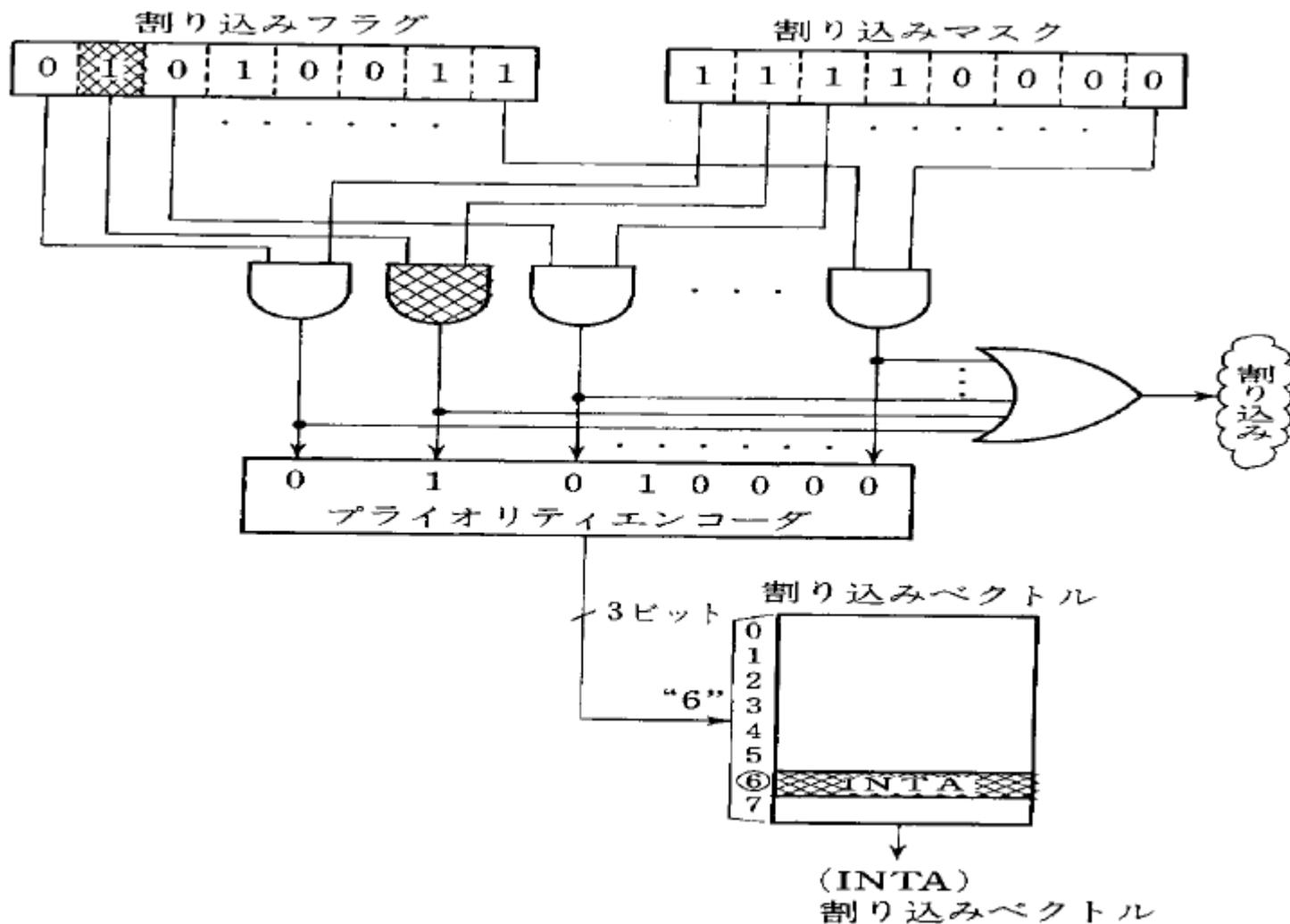
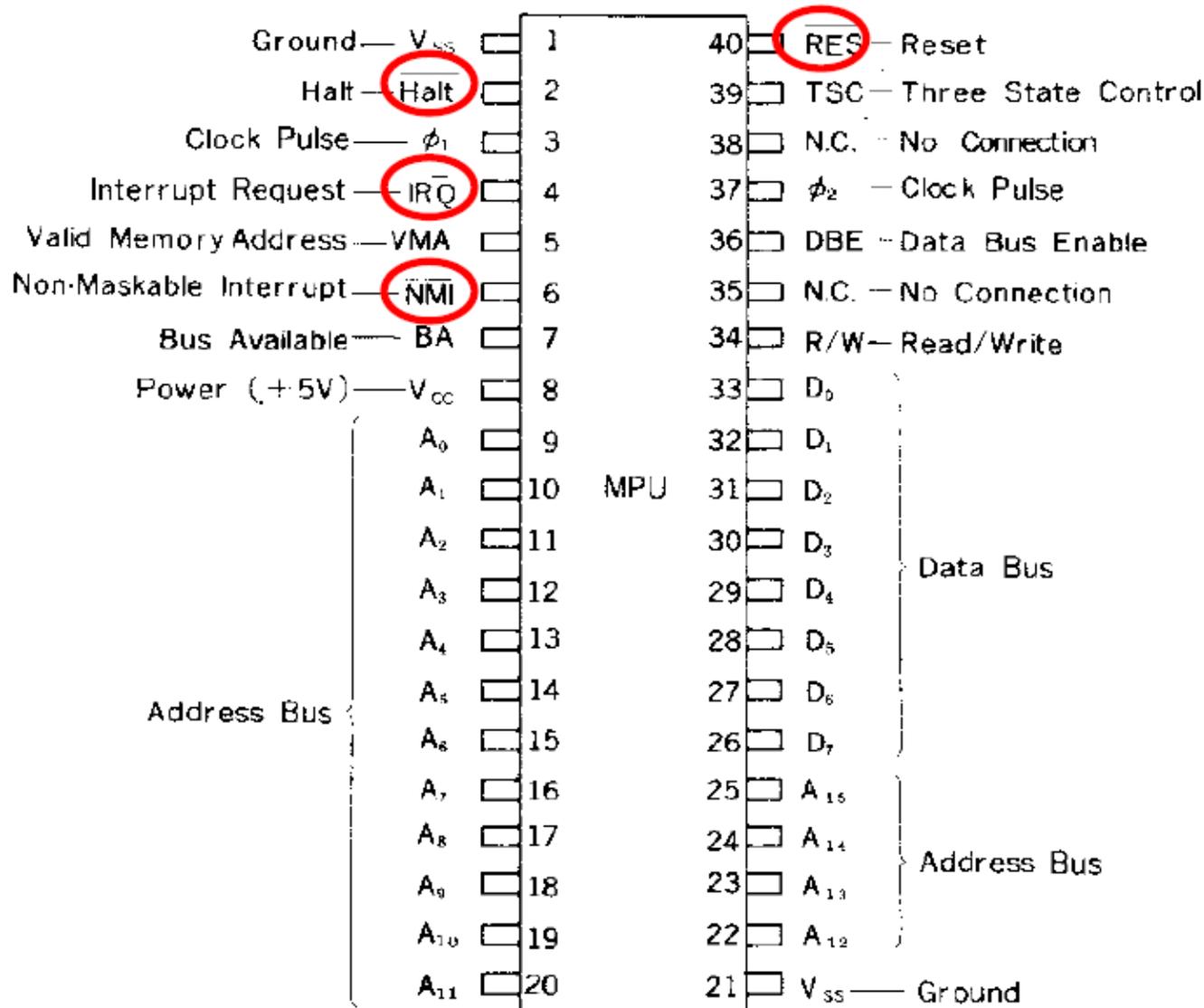


図 5.28 割り込みベクトル方式の割り込み要因識別機構とその動作例

割り込み処理機構

M6800 (Motorola)



本日のまとめ

割り込み

1. 割り込みとは

割り込みの必要性、割り込みの分類、割り込み処理、割り込みハンドラ、割り込みと制御アーキテクチャ、マルチタスキングと割り込み、割り込みと割り込まれたマシン命令の処理、多重レベル割り込み、入出力割り込み

2. 割り込み処理機構

割り込み検知機構、割り込み要因の識別機構

本日の課題

1. 割り込みの必要性について具体的に列挙せよ。
2. 割り込まれた時点で制御を戻す場合の割り込み処理の過程を割り込み発生時から箇条書きにして説明せよ。
3. 問2で列挙した各過程について、その処理をハードウェアとOSのいずれで行うのが適当か？理由を添えて述べよ。
4. マルチタスキングの実現方法について、OSが行うプロセス管理と割り込みとの関係の観点から説明せよ。