

# オペレーティングシステム

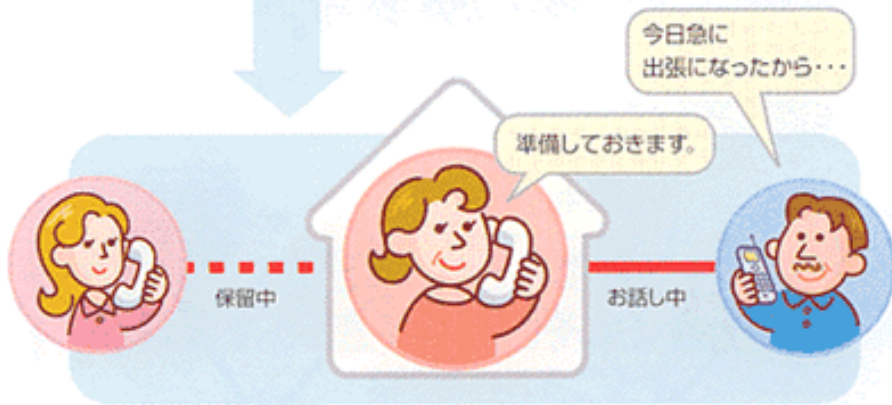
第5回(2009.05.14)

割り込みとプロセス制御

# キャッチホン

- 電話のお話中に電話がかかってくる
  - 通知される。
    - ツー・ツー……ツー・ツー……
  - 会話を中断して出るかどうかは本人次第。
  - お話中に、別の電話があったことがわかる。
- なぜ、こんな機能があるの？
- NTTは「キャッチホン」(登録商標)と呼ぶ。
  - 他社は？
    - 「割込通話」機能 と呼んでいる。

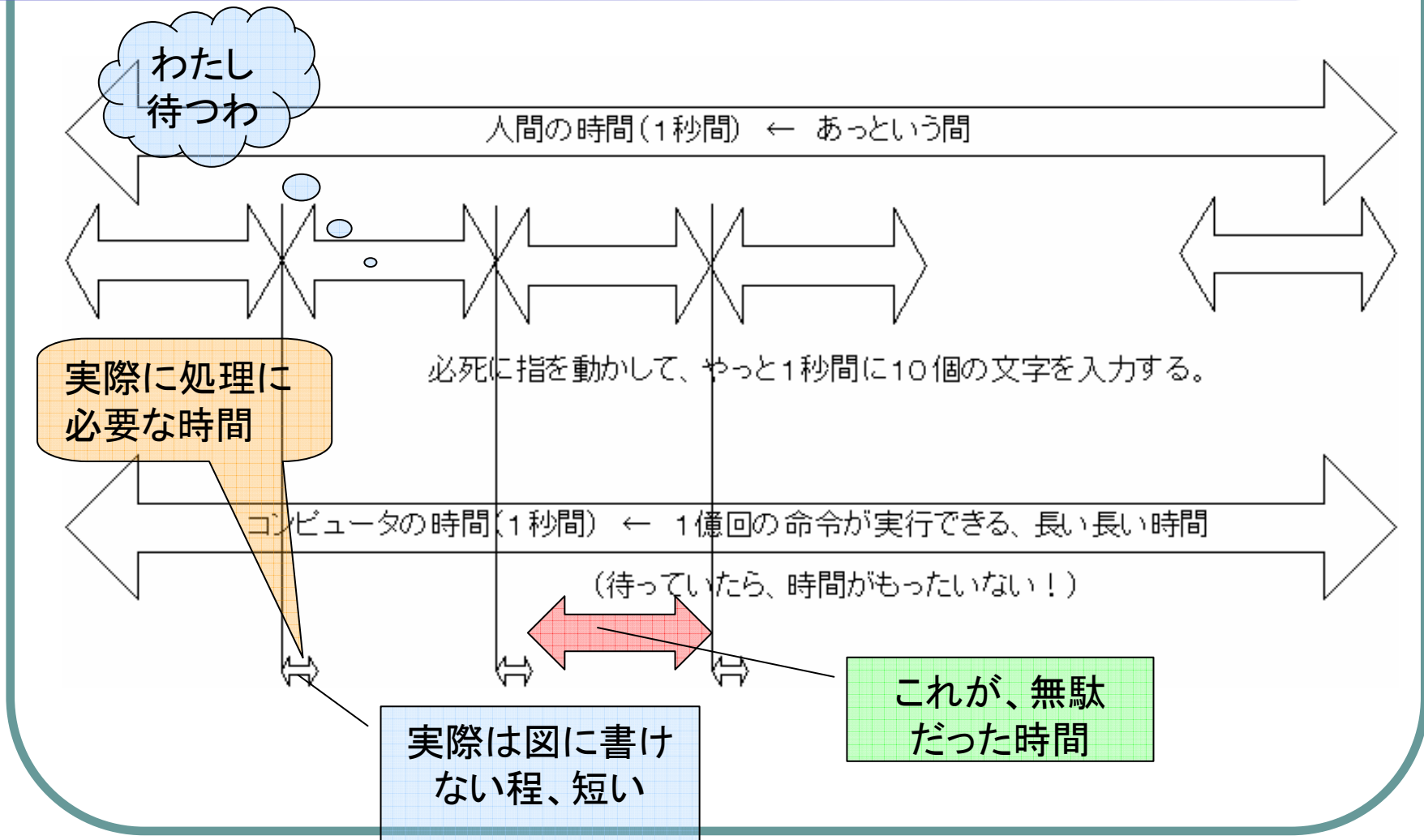
# 割込通話 (電話会社のWEBページから)



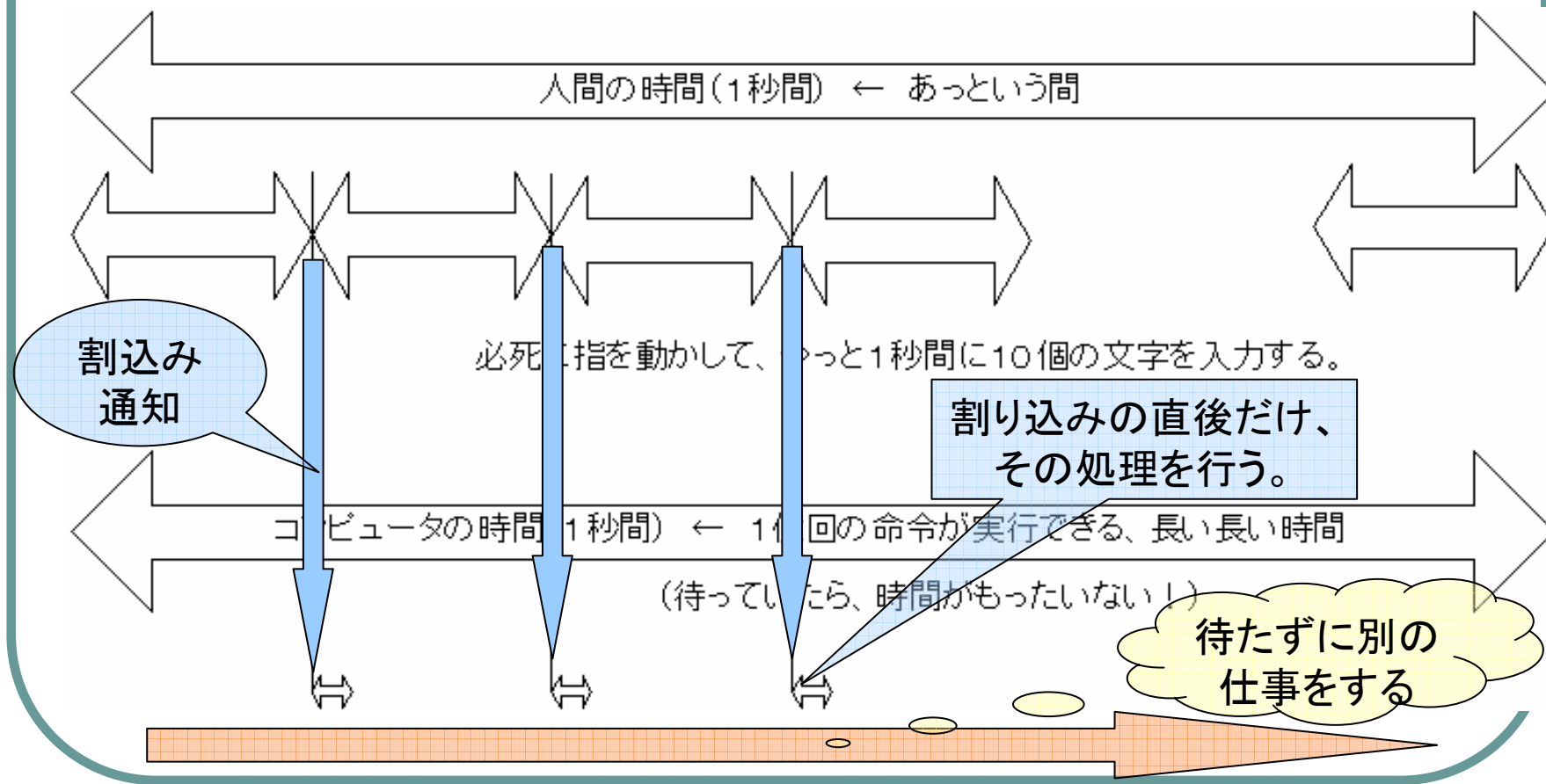
# キーボードの入力

- ユーザが、キーボードで文字を入力する。
  - 1秒間に何文字？
    - 20文字打てる人は、まず、いない！
    - 一文字の入力時間は、どんなに早くても0.05秒程度
    - 20cps (character per second)
      - → 160 bps (bit per second)
- コンピュータの命令処理速度は・・・
  - 1秒間にコマンドいくつ？
    - 100MIPS (Mega Instruction Per Second)とは？
      - 1秒間に、1億の命令を処理する。

# コンピュータの時間と人間の時間



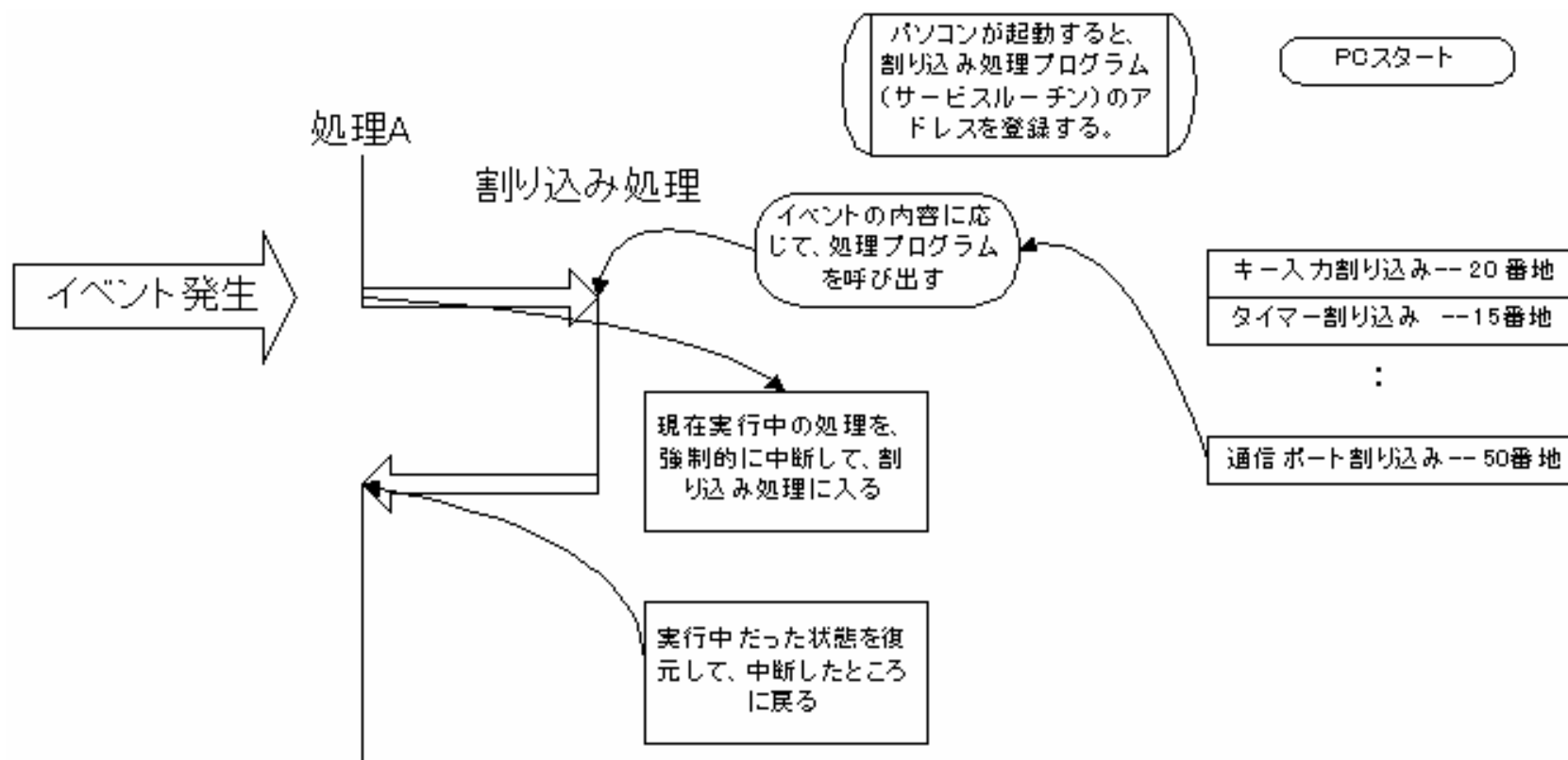
# キー入力と、割り込みの発生



# イベント発生

- Event Driven のプログラミング
- イベントって何？
  - 「イベント」= お祭りではなくて・・・
  - 「出来事」= 何かが発生した。
    - キーが入力された。
    - 一定時間が経過した。
    - 電源ボタンが押された。
    - エラーが発生した。
      - など
- 「事象励起」のプログラミング
  - ユーザからの要求も、時間の経過も、「イベント」として考える。
  - 「オブジェクト指向」 Object Oriented の設計方法。
    - オブジェクト間のMessageを軸に、プログラムが動作する。

# イベントの発生と、割り込みサービス





# 割り込み

- CPUに「割り込み発生」を通知する。
  - CPUは、現在実行中のプログラムを、「いつでも再開できる」状態で中断する。
  - CPUは、「割り込み番号」に応じて、「割り込み処理」テーブルを参照し、割り込み処理プログラムを起動する。
- 「割り込み処理」が終了すると、「割り込み発生前」のプログラム処理を再開する。

# 割込みの分類

- 割り込みの発生メカニズムによる分類
  - ハードウェア割込み
  - ソフトウェア割込み
- プログラム実行との関連による分類
  - 外部割込み
  - 内部割込み
- 割込みの優先順位
  - NMI (Non-Maskable Interrupt)
  - Maskable Interrupt
- 教科書: P42

# CPUの実行エラーと割込み

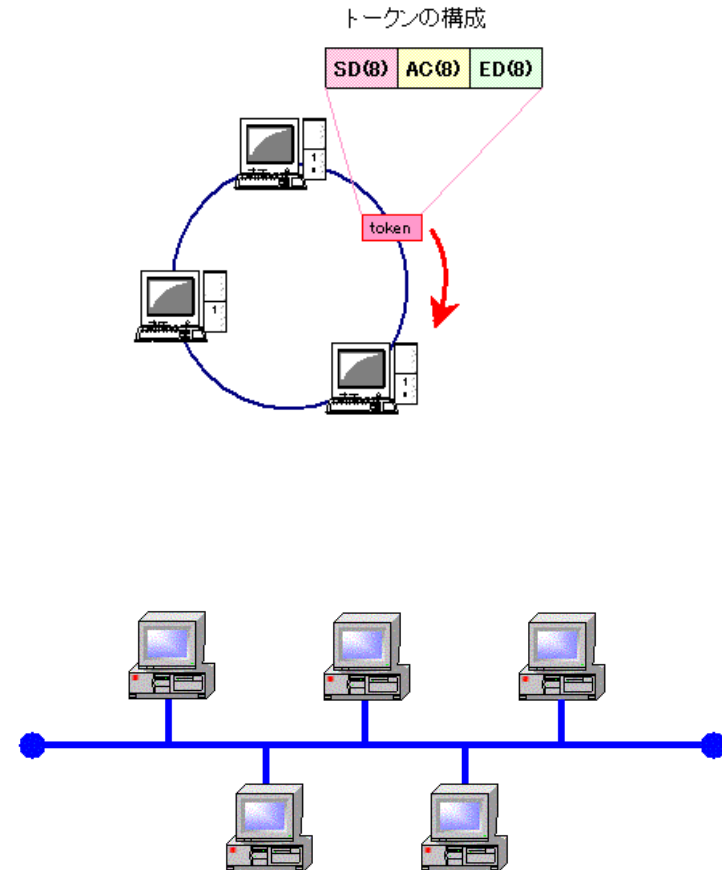
- Divide by Zero割込み
  - CPUの演算命令で、分母がゼロの場合
  - ハードウェアレベルでコンピュータ全体が実行停止状態になることを避けるために、「割込み」を発生させる。
    - ハードウェア割込みで、「回復処理」をとる。
- アドレス変換エラー割込み
  - 「仮想メモリ」のアドレスで、「物理メモリ」への割り当てで、実アドレスが存在しないなどのエラーが発生した場合
- その他の演算エラーなど
  - オーバフロー、アンダフローの発生(桁あふれなど)

# タイマ割り込み

- タイマー割り込み
  - 1秒間に10回などの間隔で、システムに「時間だよ」という通知を行う。(間隔は、システムによって異なる。)
  - 一定時間間隔で、複数のプログラムに「実行権」を割り振る。
- 「タイマー」は、キー入力などと同様に、いくつもある「ハードウェア」割り込みの一つ

# 実行権って？

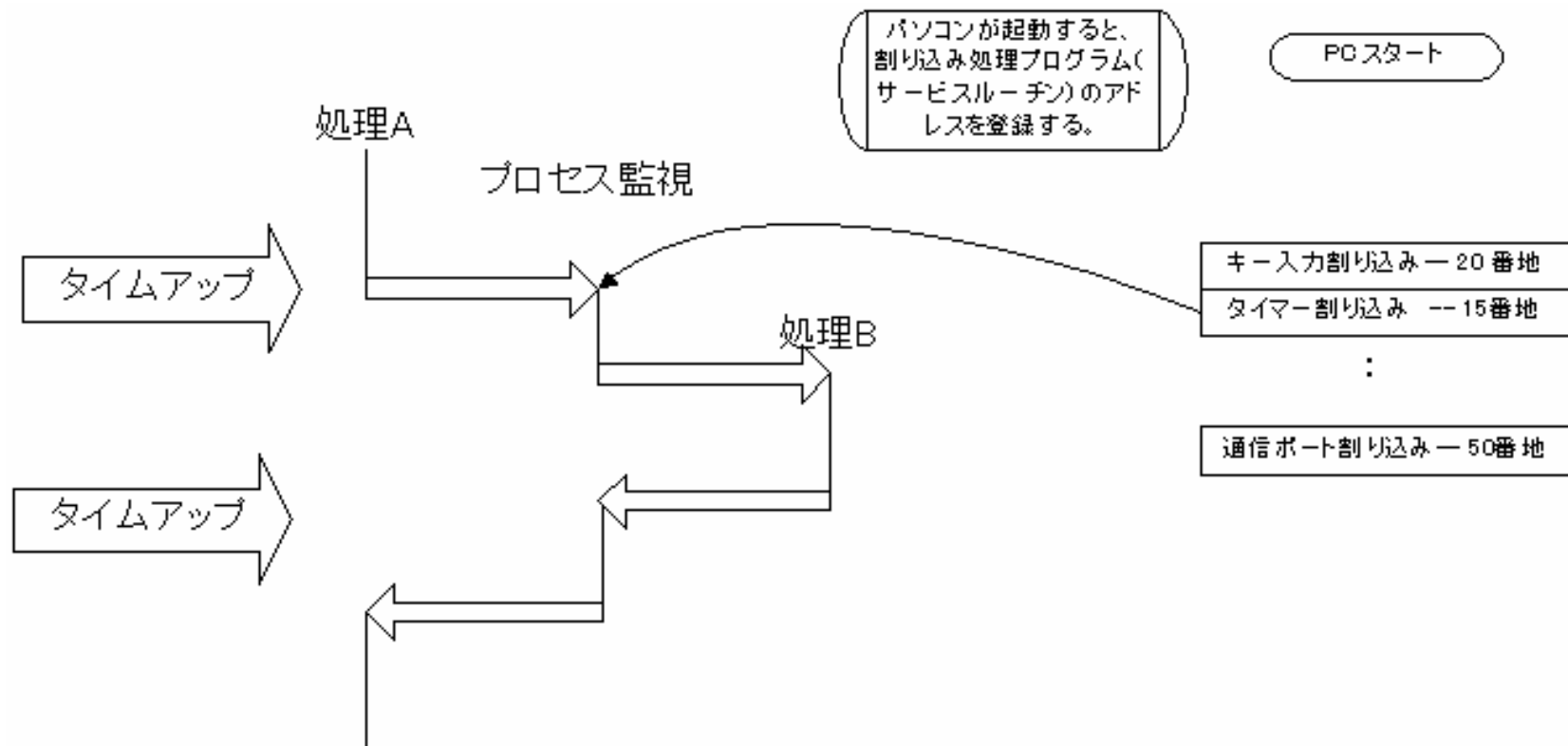
- CPUを占有する権利
  - 同時に実行されている複数のプログラムで、どれが「主役」になれるか。
- LAN
  - どれか1台がデータを送信して、他は全て「受信」する。
  - 「会話」が成り立つのはどうして？
  - トークンによる制御
- 順番を決めて、自分に順番が回ってきたら「実行」する。



# トークン(token)って何？

- アメリカの地下鉄で使われているコイン型の「乗車券」
  - これが元々の意味
    - 私の「初めて」のアメリカで...
- LAN(Local Area Network)での「発信する権利」
  - トークンを持っているコンピュータが、データを送信できる。
  - トークンは、規約に従って次々と「次の順番のコンピュータ」に回していく。
  - 今回は、「実行権」の例として、このLANのトークンを説明した。
- コンピュータの言語を、「文法解析」する際に、文字列の中で「構成要素」として定義される最小単位
  - オペレーティングシステムとはあまり関係なくて、コンパイラを開発する(勉強する)際には、LANのトークンとは全く別の意味を持つ。

# タイマー割り込みとプロセス制御



# プロセスの切り替え

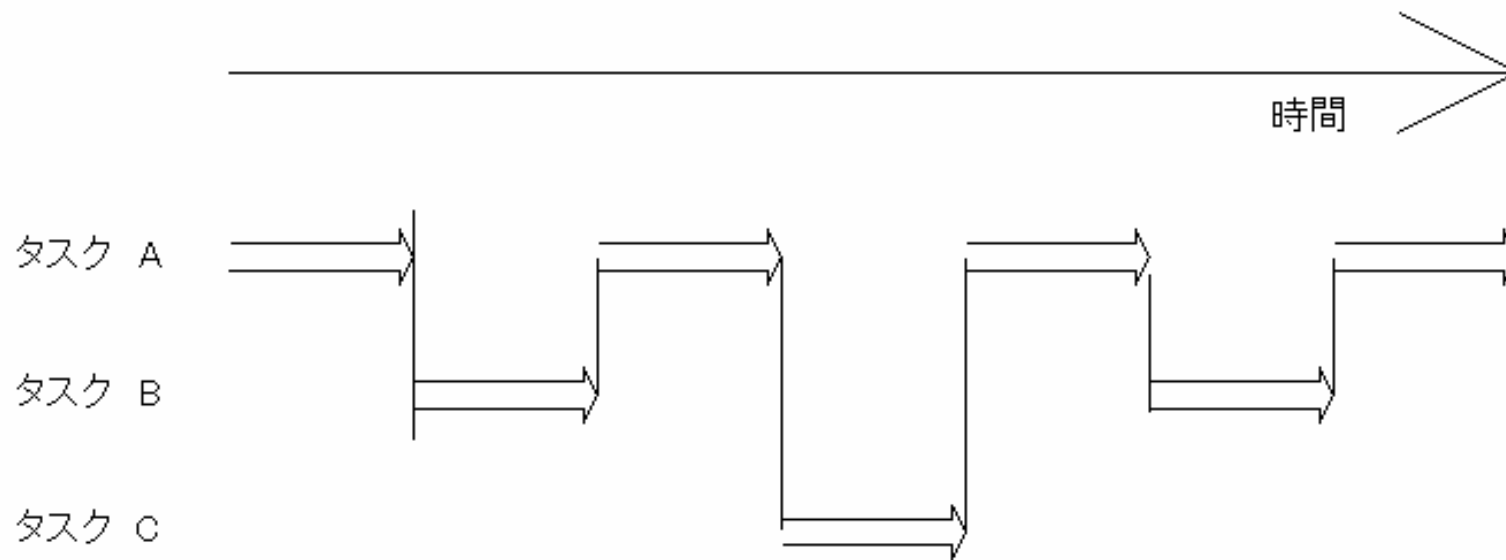
- タイムシェアリング
  - 時分割システム
    - TSS
    - Time Sharing System
- マルチタスクの実現
  - ⇔ シングルタスク
  - マルチタスクって何？
  - 見かけ上、複数の仕事を同時にこなしているように見えること



# マルチタスクって何？

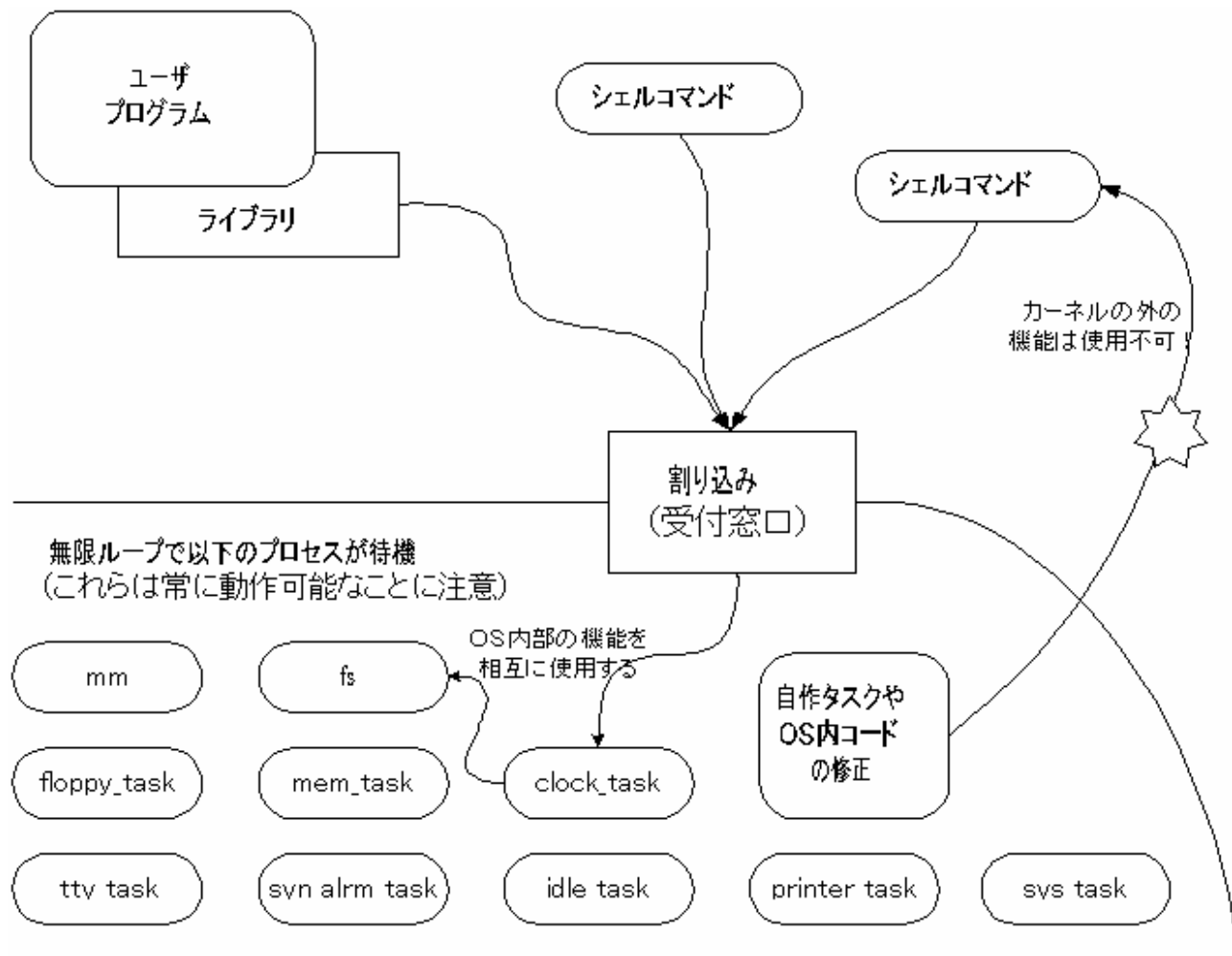
- タスク= task
  - コンピュータが行う仕事の単位
- タスクを複数「同時」に実行するのがマルチタスク
  - CPUコアが一つならば、実際には「一度」に実行しているタスクは一つ
  - 時分割で、複数動作しているように見えるだけ

# タイムシェアリングって何？



見かけ上、A、B、Cの三つのタスクを実行している。  
時間(Time)を分割しているから、「時分割(Time Sharing)」システム  
複数のタスクを実行しているように見えるから、「マルチタスク」

# カーネルの機能と割り込み



/usr/src/kernel/table.c で記述されたtasktabの関数群

# カーネルと割込み禁止

- 教科書:P45
- カーネルは、コンピュータそのものを動作させる「心臓部」
  - カーネルの機能は、割込みを「受付窓口」にしている。
- 教科書:P47
- 割込み処理プログラムの中では、割り込みを禁止する。

# プロセスの状態

- プロセスの状態
  - 教科書P88
  - 実行中状態
  - レディ状態
  - 待ち状態
- プロセスの状態に応じて、スケジュールを組み直す
  - プロセススケジューリング (P90)
  - 全部が「待ち」になったらどうするの？
    - この時間を、「分散システム」で有効活用する！

# TSSとラウンドロビン

- 時分割システムでの、プロセスの切り替え方法
- Round Robin
  - 全員が平等に「持ち時間」(Time slice)を割り振られる。
  - 語源は...
- 「真の平等」とは！
  - ロジックは、皆さんで考えてください。

# まとめ

- 割り込み処理は、コンピュータの資源(特に「時間」)を有効に使うために画期的な発明で、コンピュータの進化の引き金となった。
- 割り込みの目的は
  - ① 入出力の制御の効率化。
  - ② 複数のプロセスを切り替える。
- コンピュータの起動時に、「割り込みサービス」のプログラムアドレスが登録される。
- 割り込みが発生すると、現在実行中のプログラムの状態を記録し、割り込み処理プログラムを起動する。
- タイマーの割り込みで、プロセスを切り替える。
- カーネルは、コンピュータの心臓部分
- カーネルの呼び出しは、割込みで行う。