

4 OS 発展の歴史

技術発展の歴史を眺めると技術の基本的な部分が見えてくることがある。

⇒ OS 発展の歴史を眺めてみる。

吉沢 (2000) の分類

黎明期

OS 第1世代：入出力処理の一般化とバッチ処理

OS 第2世代：多重プログラミング

OS 第3世代：TSSと仮想記憶の出現

OS 第4世代：分散システムの時代

OS 第5世代：通信・マルチメディアの時代

4-1 黎明期

当初の状況：

- システムソフトウェアと呼べるものは**アセンブラのみ**。プログラムを2進コードで入力することも普通。
- **入出力装置の制御コマンド(調べる)** やその動作誤りに対する処置をプログラムの中にきちんと入れておかなければならなかった。

⇒ 多くの人が共通に利用する**入出力プログラム**は比較的早い時期に開発された。

⇒ 後に**ファイル管理システム**へと発展。

(ディスクとのデータ交換も入出力の一種)

4-2 OS 第1世代：入出力処理の一般化とバッチタ

当初の状況：

例えばアセンブラを使う場合は、

- ① アセンブラのバイナリコードの入った紙テープを紙テープ読み取り機から読み取り、主記憶に格納。
- ② カードに穿孔されたプログラムやデータを読み込む。
- ③ アセンブラを起動し、②のプログラム／データを機械語に翻訳する。そして、出来上がったオブジェクトプログラムを紙テープに出力する。
- ④ ③の紙テープを紙テープ読み取り機から読み取り、主記憶に格納した上で実行する。

人手が必要だと、コンピュータの性能が上がっても生産性の向上にはあまり繋がらない。
⇒ 人手操作を減らすことが必要。

⇒(次頁).....

- ⇒ ● 生産性向上のため操作を自動的に行うためのソフトウェアが出来た。
これがこの当時のOS。
- 人手介入を省くためにこの当時考えられたのは一括処理。

一括処理 (バッチ処理) : ... (岩波情報科学辞典を参照)

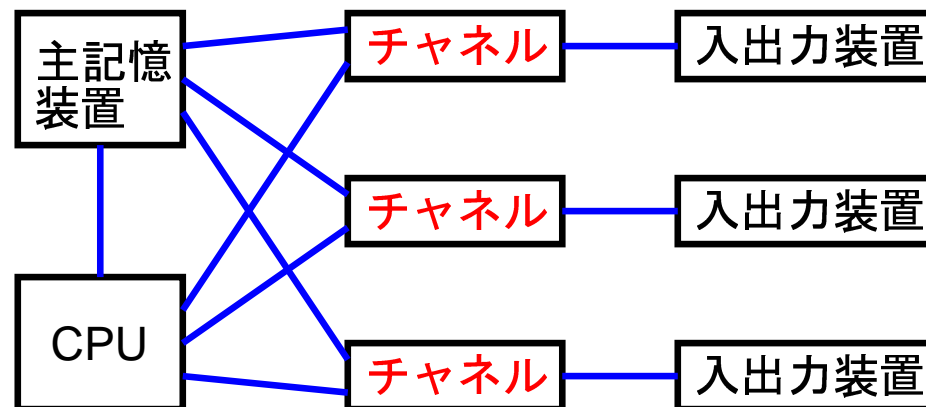
OSの機能によってジョブを蓄積し一括して処理するデータ処理の形態をいう。

- ジョブ制御言語でジョブを記述してジョブを蓄積しておけば、原始プログラムのコンパイル即実行が自動的に行われる。
- 初期の頃はジョブの束から1つずつジョブを取り出してはコンパイル即実行等の処理を自動的に繰り返す、いわゆる連続バッチ処理だけ。
- 一括処理では、蓄積したジョブを時分割処理のバックグラウンドジョブとして計算機資源の利用が空いている時に処理したり、蓄積したジョブをうまく組み合わせて並行に処理(多重プログラミング)したり出来るので、計算機の処理効率を高めることが出来る。

4-3 OS第2世代：多重プログラミング

連続バッチ処理では、ジョブが1つずつ逐次的に処理されるので、入出力装置を多用するジョブを処理する時にCPUが遊んでしまう。

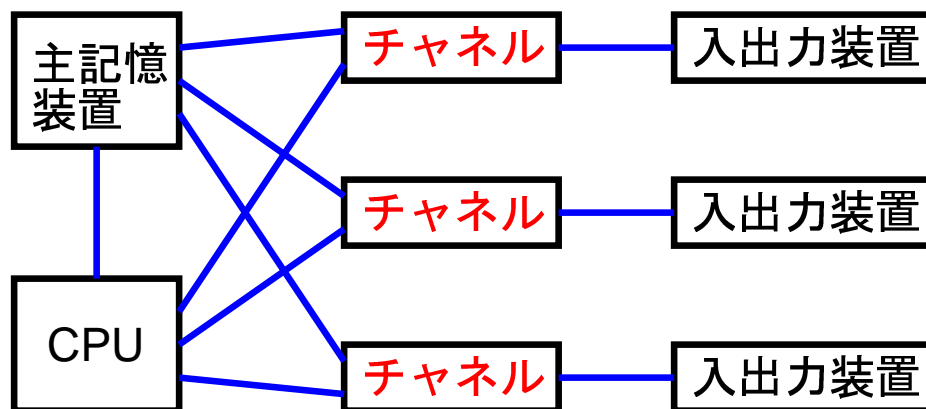
⇒ 入出力とCPUの実行を独立に並行して行わせるために、**入出力チャネル**または**チャネル**と呼ばれる装置が作られた。



- チャネルもコンピュータの一種
- CPUから入出力指令が出ると、チャネルは
CPUが用意した「チャネルプログラム」を主記憶から読み出して実行することによって、指定されたデータ転送を制御する。



入出力とCPUの実行を独立に並行して行わせるハードウェアが出現。



- チャンネルからCPUへの連絡は **(入出力完了) 割込み**によって行う。
- チャンネルと割込みによって、複数のジョブを並行して動作させ (**多重プログラミング**と言う) CPUの有効利用が出来るようになった。

入出力になったジョブは休止させCPUに別のジョブを実行させる。これによって、CPUが遊び状態のまま入出力の終了を待つという非効率を回避できる。



多重プログラミングの**多重度**をどうやって上げるかが、CPUの効率的な利用の鍵を握る重大な問題となった。

4-4 OS 第3世代：TSSと仮想記憶の出現

(多重プログラミング等により)コンピュータの処理能力が向上すると、確かにジョブ実行の時間は短くなったが、一括処理では一般ユーザの

{ ジョブを依頼 (穿孔したカードを持って行く)
↓
計算結果を得る (取りに行く)

の時間 (ターンアラウンドタイムと言う) はそれほど改善されない。

⇒(次頁).....

⇒ ● **スループット** (i.e. 単位時間当たりのジョブ処理件数) 以外にも **応答時間** の短さもコンピュータの性能の尺度として重要

⇒ **対話型処理**

- この当時、コンピュータは高価なので、2種類の処理
 - 一括処理 ... スループットが大事
 - 対話型処理 ... 応答時間が大事は1つのシステム内に共存。

⇒ 並行して走る複数のプロセスを少しの時間 (**タイムスライス** と言う) ずつ実行してゆく方式が考えられた。

- 複数のユーザが対話型処理を行うために、**タイムシェアリングシステム (TSS)** も考え出された。

TSS ... 多数の利用者が①1台の計算機を同時に、そして②オンラインで③会話的に利用する方式。

⇒(次頁).....

- ⇒ ● **仮想記憶**が研究・実験段階から**実用化**の段階に入ったことに伴い、更に、**TSS環境**で多くの端末をサポートする可能性が開けた。

関連技術の発展：

大きな主記憶に対するニーズが高まって来た。

- 大きなプログラムを走らせたい。
- 大きな配列を使う計算がしたい。
-

⇒ 仮想記憶の考えが生まれ、それが研究・実験段階から実用化の段階に入った。

仮想記憶の初期の頃は次のような現象も起きた。

スラッシング ... ページフォールトが多発し、外部記憶装置へのアクセスにほとんどのCPU資源を消費してしまう。

フラグメンテーション ... 実記憶内に小さな空き領域が増え、大きなメモリを要する処理が出来なくなってしまう。

これらの課題解決を通して、仮想記憶の技術が進歩していった。

4-5 OS 第4世代：分散システムの時代

半導体の集積化技術の進歩によりコンピュータのダウンサイジング、低価格化が進み、それまでの**ダム端末**(データ処理能力がなく入出力機能しか持たない端末)を**インテリジェント端末**(高度な処理機能の一部を実行できる汎用の端末)もしくはコンピュータで置き換えることが出来るようになった。

- ⇒
- **端末で出来る処理は端末内で行うのが良い。**
(負荷/計算能力の分散)
 - 近くのコンピュータ同士をネットワークで繋げるようになると、それらのコンピュータの間でディスクやプリンタなどの**資源を共有**する方が経済的でしかも便利。(資源の共有・**分散**)
-

関連技術の発展：

1969年 ARPA ネットワークが稼働

(高度並列計算機 ILLIAC IV の様な特殊機器や各種研究情報を各地の計算機利用者が共同利用することを目的に稼働を開始した世界初の研究機関間ネットワーク。米国国防総省高等計画研究局, Advanced Research Project Agency, の支援の下で構築された。当時としては全く新しいパケット交換方式を採用。)

1970年 ALOHA ネットワークが稼働

(Hawaii 大。ハワイ諸島を無線で結ぶ計算機ネットワークで、今日の一斉同報通信型の LAN である Ethernet 発想の原点。)

1973年 革新的な計算機 Alto

(Xerox 社 PaloAlto 研究所。ビットマップディスプレイ、マウス、ネットワーク機能を有し、その後のワークステーションの原型になった。)

1974年 TSS用OS UNIX を発表

(AT&T ベル研 K.L.Thompson & D.M.Ritchie)

1975年 Ethernet を開発

(Xerox 社。同軸ケーブルをデータ伝送媒体に用いたバス型 CSMA/CD 方式 LAN の商品名。)

1977年 BSD を開発

(カリフォルニア大バークレイ校。その後 Bill Joy 達により発展。)

1982年 ワークステーション Sun を発表

(Sun Microsystems 社。OS は 4.2BSD。CPU はまだ CISC。)

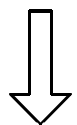
1985年 NFS(Network File System) を開発

(Sun Microsystems 社。)

1986年 X-Window システムを開発

(MIT。)

各種計算機ネットワークが構築されるようになった。
半導体の集積化技術の急激な進歩、
ワークステーション/UNIXやパソコンが出現・高性能化・低価格化、
これらのネットワーク化、
計算能力/資源の分散化



ネットワーク管理機能の付いたOSが必要になる。

ARPA ネットの様にネットワーク上の計算機が各々独立なOSを持ちこれらのOSが他の計算機と通信を行う場合、これらのOSをネットワークOSと言う。

また、利用者や応用プログラムにデータや機器の物理的分散を意識させない(i.e.利用者から見てネットワークを透明なものにする)ものを分散型OSと言う。

分散型OSにより、利用者はネットワーク内の計算機全てが1つの大局的なOSに管理されているように感じる。

4-6 OS 第5世代：通信・マルチメディアの時代

- コンピュータの高性能化・低価格化
 - ⇒ オフィスを始め至る所にコンピュータ / パソコンが普及
(様々な利用者)
- インターネットの発展 (e-mail, WWW, ...)
- マルチメディア化 (音声, 静止画, 動画, ...)

⇒ OS も大規模なネットワークを想定したものにする必要がある。
例えば、

- セキュリティ対策が必要。

新潟大でも

- ◇ セキュリティに関する8箇条,
- ◇ 情報セキュリティポリシー

4-7 代表的なオペレーティングシステムの発展

(1) OS/360 とその発展 :

1964年 IBM System/360 ... OS/360

- (a) 多重プログラミング
- (b) 統一したファイル管理
 - { SAM (Sequential Access Method)
 - { DAM (Direct Access Method)

1970年 IBM System/370 ... OS/VS1, OS/VS2-Rel.1

- (c) 仮想記憶
- (d) 大規模な On-Line Transaction Processing
- (e) Virtual Telecommunication Access method

1974年 ... MVS (OS/VS/2 Rel.2.1)

- (f) TSS の標準装備
- (g) 多重仮想記憶
 - (各ジョブに独立な 16MB の仮想記憶空間)
- (h) 2種類の多重プロセッサをサポート
 - { Tightly Coupled Multi-Processor
 - { Loosely Coupled Multi-Processor

198?年

... MVS/ES

(i) 多重仮想記憶空間の拡張

(31 ビットのアドレス空間
⇒ 各ユーザの仮想記憶空間が 2GB に拡張)

(j) 拡張サブチャネルにより入出力スループットの大幅な改善を図る。

(2) UNIXの発展： ...

MIT, GE, ベル研が共同で開発を進めた Multics があまりにも大規模な汎用TSSになった反省から生まれた、柔軟性が高く使いやすいの良いTSS用の(小型)OS。

- 1969年 UNIXの開発に着手 (AT&T ベル研
K.L.Thompson & D.M.Ritchie)

設計目標：

- (a) TSSを前提にした対話型システム
- (b) 木構造のファイルシステム
- (c) 柔軟なコマンドインタプリタ
- (d) プログラマ向きの機能豊富なテキスト編集
- (e) C言語によるシステム記述
 - ⇒ どんなコンピュータにも移植可能
- (f) C言語ソースコードの公開
 - ⇒ 大学・研究者などにより様々な拡張が為された

- 1969年 初版をミニコン PDP-7 上に開発
 - 1971年 ミニコン PDP-11 に移植 (Ver.2)
 - 1972年 C言語とそのコンパイラを開発
 - 1973年 C言語を用いてUNIXのソースを全面的に書き換え (Ver.5)
 - ⇒ どんなコンピュータにも移植が簡単に行えるようになった。
 - 1974年 UNIX を発表
 - 1975年 (Ver.6の) ソースコードが外部の大学や研究所にも配布されるようになった。
 - ⇒ 大学・研究者などにより様々な拡張が為された。
 - 1977年 BSD (California大学Berkley校;
K.L.Thompsonの指導, Bill Joy)
 - 1980年 4.1BSD がスーパーミニコンVAX用の開発される。
 - 1982年 ワークステーション Sun /4.2BSD
(Sun Microsystems社)
-

●1983年 4.2BSD

UNIX Ver.6からの拡張点：

- (a) 仮想記憶
- (b) Cシェル
- (c) viエディタ
- (d) メールシステム
- (e) TCP/IP ネットワーク,
ソケット (トランスポート層のサービスを利用して
アプリケーションを書く時のインターフェース)

●1983年 UNIX System V (AT&T)

●1985年 NFS(Network File System) (Sun Microsystems社)

●1986年 X-Window システム (MIT)

- 1980年代 高性能RISCプロセッサをベースにしたUNIXワークステーション

分散環境下での利用

{ WS群の統括管理
プリンタサーバ
ファイルサーバ
電子メールのサービス
(後に WWWサーバ)

- 1989年8月 WWWのプロジェクト(スイス
欧州素粒子物理研究所 Tim.Berners-Lee)
- 1991年8月 無償提供のMINIXクローン
(Linus Torvalds フィンランド)
- 1992年1月 Linux 0.12 (これ以降様々な人達が開発に参加)
- 1993年12月 FreeBSD 1.0
- 1994年 WWWブラウザ Mosaic (イリノイ大
NCSA, National Center for Supercomputing Applications)

(3) パソコン用OSの発展：

- 1977年 Apple II (Apple社 Steve Jobs; BASIC)
- 1979年 表計算ソフト Visicalc (Apple II用)
- 1979年 8ビットパソコン PC-8001 (日本電気)
- 1981年 MS-DOS (Microsoft社)
- 1981年 IBM PC / MS-DOS
- 1982年 16ビットパソコン PC-9800 (日本電気)
- 1983年 表計算ソフト Lotus 1-2-3
- 1984年 Macintosh (Apple社)
 - { GUIによって使い易さを追求、
ディスプレイ画面をデスクトップ(机の上の仕事場)と見なす、
レーザプリンタと組み合わせてDeskTopPublishing
- 1992年 Windows 3.1 (Microsoft社)
- 1994年 WWWブラウザ Mosaic
- 1995年 Windows95 (Microsoft社)
- 1998年 Windows98 (Microsoft社)