



M. Accetta, R. Baron, W. Bolosky, D. Golub, R. Rashid, A. Tevanian and M. Young : Mach : A New Kernel Foundation For UNIX Development

Proc. of USENIX Summer Conference (1986)

Mach は、1985 年から 1994 年までカーネギーメロン大学で行われたオペレーティングシステムの研究・開発プロジェクトである。表題の論文は、Mach の思想と初期設計を論じたものであり、Mach の名前とともに参照されることが多い。

Mach はマイクロカーネル構成のオペレーティングシステムとして、後に広く知られるようになる。表題の論文が執筆された時点では、まだマイクロカーネル構成とはなっていないものの、「カーネル化されたカーネル (kernelized kernel)」という表現を用いて、マイクロカーネルの必要性を論じ、将来的に Mach をマイクロカーネル構成で実現することを約束している。実際に Mach がマイクロカーネル構成となるのは Mach3 まで待たなければならないが、概念的な基本設計は表題の論文の時点ではほぼ完成されているといっていよう。

この論文が執筆された時点で、4.3BSD とのバイナリ互換性がほぼ実現されており、それに加え、密結合および疎結合のマルチプロセッサのサポート、カーネル・レベルでのマルチスレッド機能、ユーザレベルでの外部ページの機構、ケーパビリティによるプロセス間通信の機能などを備えていた。こうした 4.3BSD にはない機能を実現するため、やみくもに 4.3BSD カーネルを拡張するという方針をとらず、「オペレーティングシステムを構築する基盤 (foundation) となるソフトウェア階層を提供する」という方針をとった。これがマイクロカーネルの出発点である。

このような方針をとった背景には、オペレーティングシステムの複雑化を回避したいという問題意識があった。アプリケーションやハードウェアの多様化に伴い、オペレーティングシステムも複雑化する。UNIX もその例外ではなく、ファイルとして統一的に抽象化されていた外部デバイスも、さまざまな拡張がなされ、その当時ですら一貫したビューを提供しているとはいいがたい状況にあった。カーネルは基本的な抽象化だけを提供し、従来はカーネルで提供してきたサービスもユーザレベルで提供するようにすれば、オペレーティングシステムの拡張性が増し、結果としてカーネルの複雑化を回避できると

発想したわけである。

Mach はその基本的な抽象化として、(1) タスク、(2) スレッド、(3) ポート、(4) メッセージ、(5) メモリ・オブジェクトを提供している。タスクはおおよそ UNIX のプロセスに相当する。ポートは保護付きの通信チャネルである。メモリ・オブジェクトはメモリに張り付けて利用されるモノを表す。たとえばファイルをメモリ・オブジェクトとすれば、ファイルシステムはそのオブジェクトを管理するユーザレベルのサーバとして実現できる。

当時、まだマイクロカーネルは実現できていないにもかかわらず、これらの基本機能を利用すれば、その上位に 4.3BSD 相当のすべてのサービスをユーザレベルで実現できると主張している。その根拠ははっきりとは示されていないものの、不思議と実現できそうな気がしてくる。このように思えるのは、Mach の基本設計がすっきりと洗練されており、各プリミティブが十分に強力なものであるからであろう。

その後、1989 年に Mach2.5 が OSF に採用されることが発表となり、Mach は一躍脚光を浴びるようになった。Mach やその派生は、NeXTSTEP や Mac OS X などの商用オペレーティングシステムに取り込まれていく。それだけではなく、マイクロカーネルという考え自体も、その後のオペレーティングシステムの研究・開発に大きな影響を与えた。マイクロソフト社の Windows NT がマイクロカーネル構成を採用していることは周知の通りである。また、Tanenbaum 教授が Linux のことをマイクロカーネルではないと批判し、Linus Torvalds 氏と論争したこともよく知られている。

マイクロカーネルというアプローチを見つめ直してみると、オペレーティングシステムが動作するための仮想環境を提供しているという意味で、昨今の仮想化技術と相通ずるものを感じる。仮想化技術がメインフレーム時代の技術のリバイバルだとすれば、近いうちにマイクロカーネルのリバイバル技術が新たな旋風を巻き起こすのだろうか？

(平成 17 年 12 月 31 日受付)

河野健二／慶應義塾大学理工学部
kono@ics.keio.ac.jp