

# CPU の行方

~ CPU の最新技術と今後 ~

荒久田 博士, 斉藤 宏樹

Hiroshi ARAKUTA, Hiroki SAITO

## 1 はじめに

近年のインターネット及び電気通信の急速な成長に伴い, より高いプロセッサ・パフォーマンスが要求されている. しかしトランジスタの微細化によるリーク電流や, ソース・ドレイン間の電気抵抗による消費電力の増大といった問題があるため, 今後は従来のプロセッサ設計技術に変わる新たな技術が必要となる.

本報告では, 過去から現在に至るまでの CPU 性能の流れを示し, 注目を集めている最新技術を紹介する. そして最後に, CPU の市場におけるシェアについて予測する.

## 2 CPU の進化

現在に至るまで CPU の性能は Fig. 1 に示すとおり, ムーアの法則<sup>1</sup>に従って年々向上してきた. また, CPU に集積するトランジスタ数が増加していることが Fig. 2 より分かる. しかしトランジスタ微細化にはリーク電流や, ソース・ドレイン間の電気抵抗による消費電力の増大といった問題があり, 今後は従来の設計手法だけでは高いパフォーマンスを実現することが困難となりつつある.

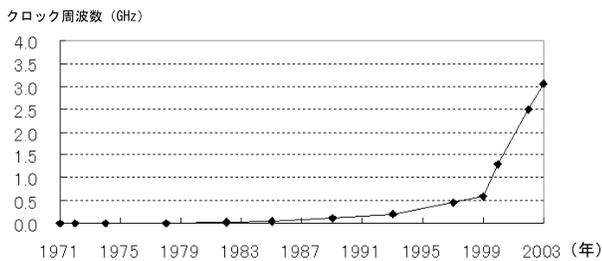


Fig. 1 動作周波数の推移

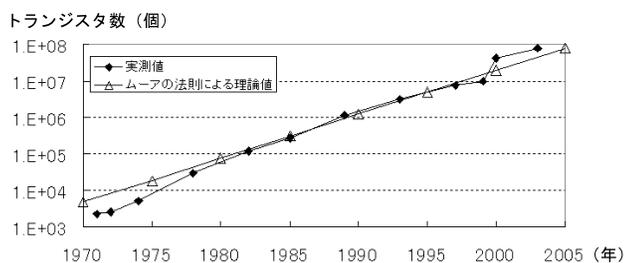


Fig. 2 トランジスタ数の推移

<sup>1</sup>トランジスタの集積度は約 2 年で 2 倍になるという法則.

## 3 各メーカーの最新技術

### 3.1 intel

従来の CPU の設計技術では, 性能向上に限界がある. またトランジスタ数や消費電力を抑えながらパフォーマンスを向上できるかが大きな課題となっている. これらの新たな解決策の 1 つとして intel 社が開発した Hyper Threading (以下 HT) が期待されている. HT はインテル・アーキテクチャに SMT<sup>2</sup>のアプローチの概念を導入したものであり, 1 つの物理プロセッサを 2 つの論理プロセッサとして OS やアプリケーション・ソフトウェアに認識させる技術である. 1 つの CPU に 2 つのスレッドを実行することで約 20% の処理の高速化を実現している. 2 つの論理プロセッサは物理的な実行リソースの大部分を共有するが, アーキテクチャステート<sup>3</sup>に関してはそれぞれ専用のものが用意されている. Fig. 3 にその概念を示す.

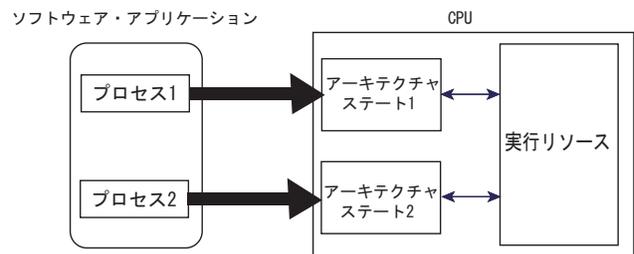


Fig. 3 HT の概念図

### 3.2 AMD

CPU の高性能化において CPU とメモリ間のレイテンシが大きな問題となっている. AMD が開発した HyperTransport はマシン内部にチップ間のデータ転送の速度と量を上げるための経路を作ることでレイテンシを減らし, PC やほかのコンピュータ機器のパフォーマンス向上を行う技術である. 現在の技術ではコンピュータ機器内部において, チップ間のデータ転送に 1 つの I/O 経路を共有しているが, HyperTransport では各部品に個別の経路を割り当てることで, データ転送の高速化を行う.

<sup>2</sup>Simultaneous Multi-Threading

<sup>3</sup>CPU 内部の状態を反映した一種の窓口.

### 3.3 Transmeta

Transmeta の主要製品は Crusoe プロセッサである。このプロセッサは他製品より極めて低い消費電力を実現している。それらを実現しているのが以下の技術である。

- LongRun パワーマネージメント

LongRun パワーマネージメントは、システムの負荷に合わせて CPU のクロックスピードと電圧を瞬時に調整する技術である。システムの稼動状態から必要なパフォーマンスを予測し、電力消費を最適化を行う。また、周波数と電圧を調整することでプロセッサの温度を適性値に保つ。これにより冷却装置や CPU の温度管理の必要が無くなり、システムの軽量化や開発期間を短縮することが可能となる。

- VLIW

VLIW はマイクロプロセッサの高速化技術である。依存関係のない複数の命令を一つの命令語としてまとめ、同時に複数の命令を実行する。処理の度に各命令語が並列処理可能であるか分析する必要がなくなるため、HD のコストを下げ CPU の高速化を行うことができる。

## 4 次世代 CPU

現在、CPU の主流が 32bitCPU から 64bitCPU へ切り変わりつつある。演算処理能力が向上することも理由の 1 つであるが、メモリ空間を大量に確保できる<sup>4</sup>ことが大きな理由である。巨大なメモリ空間があれば、データをメモリに展開して巨大なディスクキャッシュとして使うことが出来る。そうすることで、CPU が処理の度に HD とのデータのやりとりを行う必要がなくなり、迅速な処理が可能となるためである。サーバー向け 64bitCPU として、次の 2 つを紹介する。

- Itanium2

intel 社の 64bitCPU である。単一の CPU としては後述する Opteron よりも高性能である。Itanium2 は、将来に渡り Itanium プロセッサ・ファミリにおいて利用することの出来るアーキテクチャとなっている。しかしアーキテクチャが従来のものと全く異なるため、32bitCPU との互換性が低い。一方でこのアーキテクチャはシステムベンダーから広く賛同を得ている。そのため、将来的にユーザの目的や予算に合わせた選択が可能となるメリットがある。

- Opteron

AMD 社の 64bitCPU である。Opteron の主要機能は、CPU 同士の連結を可能とする HyperTransport、メモリと CPU 間のデータ転送速度を加速させる統合型メモリコントローラである。Itanium2 と異なる

点として、互換性が高いことが挙げられる。32bit ソフトと 64bit ソフトの両方を実行することが可能である。このことから、64bit 環境の普及を担う CPU として期待されている。

## 5 今後の展望

### 5.1 技術の動向

CPU にはトランジスタ微細化の技術的な問題、消費電力、CPU とメモリ間のレイテンシといった問題がある。そのため、トランジスタ数と消費電力を抑えながらパフォーマンスの向上を実現する手法の開発が進むと考えられる。チップ内に存在しながら使われていないレジスタやパイプラインを使用することでチップ上のリソースを有効に活用し、性能向上だけでなく、発熱量や回路規模を従来より比較的小さくすることが可能となる intel 社の HT 技術の重要性は大きくなると言える。

しかしプロセッサの発熱量や消費電力に関しては Transmeta 社の技術が重要である。動作周波数は高くないが、前節で示した技術による低発熱、低消費電力の技術はモバイル機器に非常に有効である。現在普及しつつあるノート PC 等のモバイル機器に求められるのは、長時間利用に耐えられる低消費電力である。Crusoe は、今後多くのモバイル機器に搭載されシェアを広げていくと考えられる。

### 5.2 CPU 市場の動向

CPU 市場におけるシェア<sup>5</sup>は intel 社が最大の 86.8% AMD 社が 11.6% となっている。この 2 社の CPU に対するアプローチ方法は異なっている。intel 社は動作周波数を、AMD 社は IPC<sup>6</sup>を重視して CPU の性能を高めている。デスクトップ向け次世代 CPU として intel 社は 2003 年 2 月、動作周波数 4~5GHz をターゲットとした Prescott を年内に市場へ投入することが発表された。AMD 社はすでに、年内に動作周波数 1.6GHz~2.4GHz の 64bitCPU、ClawHammer を投入することを発表している。現在の CPU 市場では動作周波数の高い CPU が高性能であるとみなされる傾向がある。そのため、次世代 CPU であるにも関わらず動作周波数の低い AMD 社のアプローチ方法は不利となる。1 年後も、市場から高性能と見なされる動作周波数に開発の重点をおいている intel 社が CPU 市場におけるシェアの多くを保持していると考えられる。

## 参考文献

- 1) intel . <http://www.intel.co.jp/>
- 2) AMD . <http://www.amd.com/jp-ja/>
- 3) Transmeta . <http://www.crusoe.jp/index.html>

<sup>4</sup>32bit では  $2^{32}$  つまり約 4Gbyte, 64bit では  $2^{64}$  つまり約 180 億 Gbyte

<sup>5</sup>2002 年 10 月 31 日において。

<sup>6</sup>1 クロックあたりに実行可能な命令数。