

第2章

キャッシュ管理の基本からハイパースレッドまで

マルチコア、マルチプロセッサのハードウェア

中森 章

マルチプロセッサを実現するためには、単純にプロセッサを複数搭載すればよいというわけではない。複数プロセッサをバスに接続するだけでは、バスの奪い合いになり、思ったように性能が上がらない。また、共有メモリの排他制御なども問題になる。これらはプロセッサのハードウェアを工夫することで解決することが可能だ。ここでは、マルチコア、マルチプロセッサから、ハイパースレッドまで、ハードウェア面の工夫について解説する。

性能向上には マルチコア化が必然

昨今、半導体メーカーがマイクロプロセッサやマイクロコントローラを作るために使用するCPUコアの種類が、各企業ごとに淘汰されてきた感があります。また、ARM社やMIPS Technologies社といったCPUコアを提供するIPベンダからCPUコアを買ってきて、そのまま組み込むというケースも増えてきました。

しかし、1980年代には、各半導体メーカーがCPUのさまざまなアーキテクチャを開発し、それを業界標準とすべく躍起になっていました。そのような時代においても、CPU単体の性能向上はいつか限界に達すると予測されており、最終的には「マルチプロセッサが主流になっていくのは必然」と考えられていました。

冗談として、一つのプロセッサ内にマルチプロセッサ・システムを構築する「1チップ・マルチプロセッサ」という言葉が話題になったものです。つまり、「マルチプロセッサなのに一つのプロセッサ？」というのが言葉遊びのように矛盾する感覚で興味深かったのです。

しかし、この冗談が今や現実味を帯びてきました。一つのチップに集積する場合は、「マルチプロセッサ」という単語はやはり違和感があるのか、「マルチコア」、「メニイ・コア」という言葉が使われています。マルチコアへの方向性を決定的にしたのはIntel社ですが、最初は性能向上の手段というよりも、性能を維持しつつ消費電力を下げる手段として提案されました。動作周波数が数GHzを超えるCPUコアの開発では、製造プ

ロセスを微細化する必要があり、トランジスタのスレッショルド電圧を低く抑えた結果、リーク電力(スタンバイ電力)が巨大になって使いものにならなくなるという事情があります。また、当然、動作周波数が増えれば、動作電力(ダイナミック電力)も周波数に比例して上昇していくので、その影響も受けます。

これと同じような傾向は、組み込み制御の世界にも起きています。CPUコアを現実的な消費電力(2W～3W程度)で動作させるには、動作周波数を400MHz～600MHz程度に制限せざるを得ません。そこで、それ以上の性能向上を狙うにはマルチコア化が必然となってきます。

とはいえ、CPUコアを二つ持ったからといって、2倍の性能が得られるとは限りません。各CPU間がお互いに協調して動作する仕組みを作り込むことが必要です。それにも増して、OSの手助けが必須となります。

本章では、マルチコアのハードウェアに求められる最低限の基幹技術を俯瞰していきたくと思います。なお、マルチコアといっても、その実体はマルチプロセッサ・システムを1チップに集積しただけで、基幹技術はマルチプロセッサと同じです。以降では、典型的なマルチプロセッサの基礎知識を紹介していきます。

マルチプロセッサの構成

● マルチプロセッサの目的は全体的な処理時間の短縮

マルチプロセッサとは、プロセッサが複数存在する