

PRIMEPOWERの世界最高性能を支える「SPARC64 V」

世界に通用するプロセッサ開発を目指して

富士通のUNIXサーバ

～ものづくりにかける富士通のDNA～

処理性能の高さはもとより、優れたRAS機能(Reliability - 信頼性 Availability - 可用性 Serviceability - 保守性)から、市場より高い評価を得ている富士通のUNIXサーバ「PRIMEPOWER」。そのPRIMEPOWERに搭載されているプロセッサ「SPARC64 V」が、このたび新技術の採用などにより、さらなる進化を遂げました。そこで、新プロセッサがもたらすメリットや魅力、そしてその開発にかけた熱き想いについて、開発に携わった技術者が紹介します。



サーバシステム事業本部
エンタプライズサーバ開発統括部
第二プロセッサ開発部 部長
井上 愛一郎

最初に、今回のエンハンスにあたってのミッション、コンセプトなどについて教えてください。

サーバに求められるものは何か。それは高い性能と信頼性です。そこで世界で一番の性能と他社にはない高い信頼性を持つ、そんなサーバを目指して我々はプロセッサ開発に日夜取り組んでいます。全世界において負けない最先端技術を開発することで、この技術をご利用いただくお客様や社会に貢献できると信じています。

ありがたいことに、2002年に発表したSPARC64 Vは各方面から好評を頂いており、特に信頼性の面では、我々設計チームも非常に完成度が高いものができたと自負しております。ですから、従来のSPARC64 Vの良いところをしっかりと継承しつつさらに性能を向上させるため、当社の電子デバイス部門が研究・開発した90nm(ナノメートル)プロセス技術という最新の半導体技術をどのように実装するか、という点が今回のプロセッサ作りにおけるスタートでした。

90nmプロセス技術の採用は、性能向上に大きく貢献しているのですか。

そうですね。しかし、単純に周波数を1.35GHzから1.89GHzに上げたり、半導体を従来の130nmから90nmへ移行したりするだけでは、性能向上にはつながりません。90nmを採用することでチップに搭載できるトランジスタの数が増えるため、それらをチップ上に適切にレイアウトするなど90nmの特性に合わせた設計を行わなければ、性能向上は達成できないのです。

90nmという新しいプロセス技術を採用することは、プロセッサ設計者として大きな挑戦でしたか。

確かに大きな挑戦でしたが、最新技術を採用することは大きなアドバンテージにもなります。コンピュータの世界ではプロセッサの性能競争が大変激しく、競合他社が競争力を高めてくるなか、我々もさらに高い性能を目指さなければなりません。他社も90nm技術を使ったプロセッサ開発を進めていますから、競争力強化という意味でも最新技術の採用は大変重要で

エンハンスの際に、設計で特に工夫した点はありますか。



SPARC64 V

我々は設計論理や実装技術など、パーツを部品化、ブロック化して階層ごとに整理し、それらを組み合わせたり再利用する設計スタイルを採用しています。もちろんプロセス技術が微細化すると特性も変わってきますから、そのまま再利用できる部分があれば、チューニングが必要な部分もあります。しかしこのような設計スタイルを採用することで、ゼロから設計する場合に比べて遙かに短期間で、なおかつ精度も信頼性も高いプロセッサを開発することができるのです。

SPARC64 Vの特長を教えてください。

大きく分けて性能と信頼性の2点があります。

性能というと皆さんCPU周波数に着目しがちですが、実はそれだけで性能が決まるわけではありません。我々はプロセッサ内のボトルネックを解消することで、プロセッサ全体の性能向上を目指しました。ボトルネックがひとつ存在するとその部分が足かせとなってしまい、全体の性能が引っ張られてしまうからです。

イメージしやすいように、プロセッサの働きを料理に例えてみましょう。データを持ってきて処理することを、材料を買ってきて調理することに置き換えます。調理をするためには、まずお店(=メモリ)から材料(=データ)を買ってきて、調理する場所に近い冷蔵庫(=2次キャッシュ)に保管します。調理する際は冷蔵庫からキッチンの台上(=1次キャッシュ)に必要な材料を用意しておき、まな板やコンロ(=演算器)で調理を行います。

CPU周波数の向上は、料理におけるまな板やコンロでの調理スピードが速くなったことを意味します。例えば、コロッケを1分間に10個作ることができるのです。材料があらかじめキッチンの台上に用意できていれば、1分間に10個作るのは可能です。しかし、材料がキッチンの台上に用意されていなければ、冷蔵庫に取りに行く必要があります。

ここでもし、キッチンは1階にあるのに冷蔵庫が2階に置いてあったらどうでしょうか。冷蔵庫から材料を持ってくるためにとても時間がかかってしまいます。仮に冷蔵庫から材料を取り出すために3分もかかってしまったら、3分間に10個しかコロッケが作れないことになり、作業効率は1/3に落ちてしまいます。したがって、コロッケを1分間に10個作るためには、材料を用意する部分のスピードアップも必要になります。

つまり演算器の性能をフルに生かすために

は、メモリアクセスやキャッシュアクセスなどを含めた全体のスルーブットを向上しなければなりません。PRIMEPOWERが導入されているミッションクリティカルシステムでは、24時間365日常に大量のデータ処理が行われています。そのため、ボトルネックを解消して全体最適を図ることは特に重要であると考えます。





PRIMEPOWERの世界最高性能を支える「SPARC64 V」

富士通のUNIXサーバ

世界に通用するプロセッサ開発を目指して

～ものづくりにかける富士通のDNA～

他にも性能向上のために工夫した点はありますか。

Out-Of-Order(アウトオブオーダー)実行を強化しています。Out-Of-Order実行とは、プログラムに記述されている順序に関わらず、必要なデータが揃った命令を先行して実行することで性能を向上させる手法です。この機能は、SPARC64 GP(SPARC64 Vの世代前のプロセッサ)でも演算器周りという限られた範囲では採用されていました。しかしSPARC64 Vでは、Out-Of-Order実行ができる範囲をメモリアクセスにまで広げました。



これもまた料理に置き換えて考えてみましょう。今日はまずコロッケを作り、その後サラダを作るとします。キッチンの台の上にサラダの材料はありますがコロッケの材料は買いに行かないとない状態だったとします。従来はサラダの材料が揃っていたとしても、コロッケの材料を買って来て先にコロッケを作ってからでないと、サラダは作れませんでした。コロッケの材料を買いに行っている間は調理がストップしてしまい、まな板やコンロは使われない状態になっていました。

しかしSPARC64 Vでは、材料が揃っているサラダを先に作り、材料が整い次第コロッケを作り始めることができるようになりました。

全体のスループット向上のために、さまざまな工夫が施されているのです。では、信頼性という面ではどのような特長がありますか。

前世代であるSPARC64 GPも、競合製品と比べてRAS機能(信頼性、可用性、保守性)という点で非常に充実していたのですが、その部分にさらに磨きをかけました。

また料理を例に説明しますと、冷蔵庫やキッチンの台には材料の品質をチェックする番人がいて、運ばれてきた材料が傷んでいないかどうかをチェックしています。しかし今までは、実際に調理し始めてから傷んでしまった場合はチェックできませんでした。この状況を改善して、材料を買って来て、調理して、さらに食卓に送り出すまで、すべての段階でチェックできるようにしました。

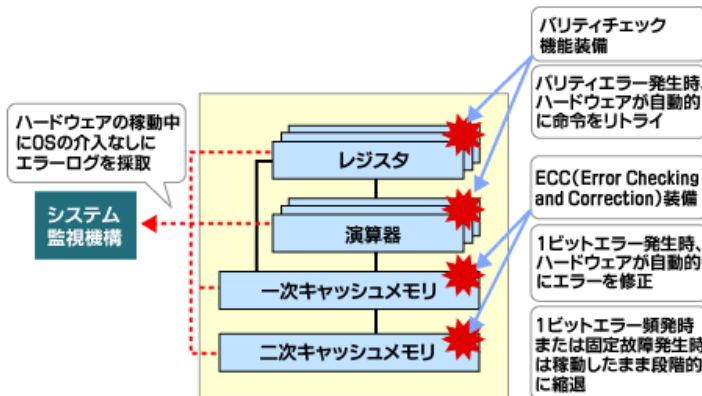
具体的にはどのような改善を行ったのですか。



PRIMEPOWER 2500

SPARC64 Vでは、演算器やレジスタも含めてすべてのデータパスにもれなくチェックを設け、詳細にエラーをチェックしています。最新のSPARC64 Vの場合、チェックの数はプロセッサあたり803個、システムあたり(PRIMEPOWER 2500, 128CPU)では実に約32万個になり、他社のプロセッサでここまで信頼性を考えているものはほとんどないと思います。これがメインフレームと同等のRAS機能、すなわち信頼性を実現するベースとなっているのです。

PRIMEPOWERはお客様の基幹業務を支える大事なサーバですから、エラーを発見できずに間違っただけで処理が進んでしまうようなことは許されません。



[図: SPARC64 Vのデータ保護機能]

もしエラーが発見された際の対処はどうなりますか。

エラーが発生した場合、検出するだけではなく修復しなければなりません。エラーを修復するためには、OSなどのソフトウェアで行う方法もありますが、SPARC64 Vではハードウェアが自己修復するという考え方を採用しています。そのひとつが「命令リトライ」と呼ばれる機能で、エラーを検出した命令処理をハードウェアが自動的に繰り返し再実行することで、エラーをできる限り救済します。

ハードウェアが自らエラーを訂正するメリットは、どのようなところにありますか。

ソフトウェアがエラーを修復すると考えた場合、そのソフトウェアが動くのはエラーが発生しているハードウェアの上です。これでは、病気の方が自分で自分を診療するようなもので、あまり適切な対処法とはいえません。そこでSPARC64 Vでは、プロセッサ内にエラーのチェックとリカバリーを実行する専用の機構を設置し、それを使って自己修復を行う方法を採用しました。これは、病気の方に専属のお医者さんをつけるイメージです。

この方法であれば、ソフトウェアが誤動作するような状況下にあってもエラーの報告や修復がきちんと行えます。この機構を設置するために使用するトランジスタの数はそれほど多くありません。安心して使ってもらえるプロセッサに仕上げるためには、このような機能は大変重要だと考えています。PRIMEPOWERでは他にもさまざまな信頼性を向上させる技術を採用しています。これまでメインフレーム開発で培ってきた技術やノウハウが、富士通のUNIXサーバ開発に生かされているのです。

開発中にはさまざまな苦労もあったかと思いますが、振り返ってみてどのような感想をお持ちですか。

競争が激しくなると、それだけ迅速に新しいサーバを市場へ投入していかなければなりません。実は、今回発表したSPARC64 Vは2003年の6月末に設計をスタートしたのですが、現在すでに品質保証部門がテストを行うという開発の最終段階に至っています(注1)。



今回の開発において、我々設計者も今までになく非常に密度の濃い仕事をしなければならなかった。しかし、できる限り再利用するという設計スタイル、そしてSPARC64 Vの基本性能・信頼性の高さといった我々の積み重ねがあったからこそ、1年未満という

短期間で開発を仕上げるのができたのでしょう。従来のSPARC64 Vもすばらしいプロセッサですが、さらにそれを上回るような狙い通りのエンハンスに成功したと思っています。

注1: 本取材は、2004年5月中旬に実施しました。

厳しい開発期間を終え、一息つく間もなくまた次の開発がスタートしていると思いますが、今後の意気込みをお願いします。



新プロセッサでは、いくつかの性能ベンチマークテストで世界一を記録することができました。しかし、たとえ今世界一を記録していたとしても、それはいつまでも続きません。他社も常に進歩し続けているため、現状に満足して足踏みをしていたら、どんどん取り残されてしまいます。

ですから、「我々は世界の競争と戦えるポジションを常に維持する」ということを目指して、すでに次の開発に取り組んでいます。競争力の高いプロセッサを市場へ送り出してはじめて、我々設計者の存在価値があるのであり、「負けたら最後、創っている意味がない」という気持ちを常に持ち続けています。なかなか厳しい競争ですが、設計者一丸となってこれからも頑張っていきたいと思っています。

富士通株式会社

プラットフォームソリューションセンター プロダクトマーケティング統括部
エンタープライズサーバ部
〒105-7123 東京都港区東新橋1-5-2 汐留シティセンター
TEL: 03-6252-2655 / FAX: 03-6252-2952
URL <http://primeserver.fujitsu.com/primepower>

・各種製品名は、各社の製品名称、商標または登録商標です。

2004年6月