

高可用性と高信頼性を求める企業の 基幹システムに最適なプラットフォームの 性能を検証

インテル® Xeon® プロセッサ E7 v2 ファミリー搭載サーバーが、
基幹系システムや大規模 BI プロセッシングのパフォーマンスを大幅に向上



「並列処理の最大限度テストでも、
インテル® HTテクノロジーを
搭載したインテル® Xeon®
プロセッサ E7 v2 ファミリーは、
多重処理の上限値を
さらに引き上げる高性能が
証明されました」

日本マイクロソフト株式会社
サーバープラットフォームビジネス本部
アプリケーションプラットフォーム製品部
技術顧問
熊澤幸生 氏

検証者

日本マイクロソフト株式会社
サーバープラットフォームビジネス本部
アプリケーションプラットフォーム製品部
技術顧問
熊澤幸生 氏

日本電気株式会社

SCSK 株式会社

インテル® Xeon® プロセッサ E7 v2 ファミリー搭載サーバーは、4CPU 構成において従来比で最大 2 倍の処理性能や最大 3 倍の搭載メモリー容量、最大 4 倍の I/O 帯域幅を実現しました。その結果、高いトランザクション処理性能を提供するとともに、サーバーのダウンタイムの発生頻度とコストを削減、同時に重要なデータの完全性を保護する高度な RAS 機能により、企業の基幹システムなどに必要な高い可用性を実現します。

今回、インテルをはじめ 4 社協働で行われたベンチマーク・テストでは、インテル® Xeon® プロセッサ E7-4890 v2 を 4 台搭載した 4CPU/60 物理コアの NEC のエンタープライズ・サーバー NX7700x A2010M-60 を使用。従来のインテル® Xeon® プロセッサ E7 ファミリーを搭載した 8CPU/80 物理コアのサーバーに比べ、3/4 のコア数で同等のパフォーマンスを発揮することを確認しました。さらに Hyper-V* による仮想化環境上で、物理サーバーとほぼ同等の処理能力を実現することを確認し、NX7700x A2010M-60 が極めて大量かつ複雑なデータ処理が求められるビッグデータ世代のミッション・クリティカル・ビジネスに不可欠の大量トランザクション処理、そして仮想化対応に最適なプラットフォーム製品であることを検証しました。

インテル® Xeon® プロセッサ E7 v2 ファミリー搭載エンタープライズ・ サーバーを使用し、優れた パフォーマンスと安定稼働を実現

今回、インテルと日本電気株式会社（以下、NEC）、SCSK 株式会社（以下、SCSK）、日本マイクロソフト株式会社（以下、日本マイクロソフト）の 4 社が協働したベンチマーク・テストでは、卸売企業の顧客管理システムで発生するさまざまなトランザクション処理をシミュレートし、OLTP 性能を評価する、業界で使われている OLTP 処理性能評価のためのベンチマークと同様のテストキットを使用しました。これを用いることで、高い可用性と信頼性が

求められる企業の基幹システムやビジネス・インテリジェンスでのビッグデータ解析など、ミッション・クリティカル領域におけるサーバー処理能力と安定性を、高い信頼性ととも評価できます。

ベンチマーク・テストのハードウェア環境とソフトウェア環境を表 1 に示します。

今回の検証には、インテル® Xeon® プロセッサ E7-4890 v2（15 コア、動作周波数 2.80GHz）を 4 台搭載した NEC のエンタープライズ・サーバー NX7700x A2010M-60 と SCSK が提供する Violin 6000 シリーズフラッシュメモリーアレイを使用しました。

サーバー	NEC NX7700x A2010M-60
メモリー	1TB
ソケット数(コア数)	4CPU/60 物理コア(コード名: Ivy Bridge-EXアーキテクチャ)
プロセッサ	インテル® Xeon® プロセッサ E7-4890 v2 (動作周波数 2.80GHz)
ストレージ	Violin フラッシュメモリーアレイ V-6606-HA24-8xFC 6TB
論理容量	3.37TB
物理サーバー用 LUN	3.17TB
Hyper-V* Guest 用 LUN	50GB×4
ソフトウェア	
サーバー OS	Windows Server* 2012 Data Center
データベース・プラットフォーム	SQL Server* 2012 Enterprise Edition SP1 x64 Edition

表 1. ベンチマーク・テストのハードウェア環境とソフトウェア環境

インテル® Xeon® プロセッサ E7 v2 ファミリーは、基幹システムにおける高い可用性や信頼性、またビッグデータ解析に不可欠なインメモリ分析での高速処理パフォーマンスを提供する、インテル® Xeon® プロセッサの最新製品です。

NEC NX7700x A2010M-60 は、このインテル® Xeon® プロセッサ E7 v2 ファミリーを最大 4 台搭載し、独自の RAS 技術によってシステムレベルの可用性をさらに向上。企業の基幹システムをはじめ情報管理や組織間連携、そしてビッグデータ活用基盤などの仮想化環境を含むミッション・クリティカル用途に向けて開発された、RISC ベースのプラットフォームと同等の可用性を持つエンタープライズ・サーバーです。

また、SCSK が提供する Violin 6000 シリーズフラッシュメモリアレイは、ミッション・クリティカルな基幹業務アプリケーション、リアルタイム大量データ分析およびスケールアウト仮想インフラストラクチャーに最適なストレージです。

ソフトウェア環境は、Microsoft® Windows Server® 2012 Datacenter と Microsoft® SQL Server® 2012 Enterprise Edition SP1 x64 Edition の大規模ミッション・クリティカルシステム向けの組み合わせを使用しました。

今回の検証では、大きく 2 つのテーマに沿って検証が行われました。1 つは、従来のインテル® Xeon® プロセッサ E7-8870 (動作周波数 2.40GHz、8CPU/80 物理コア) 搭載サーバーと比較して、どれだけ処理能力の向上が実現したかをテストします。ここではインテル® ハイパースレッディング・テクノロジー (インテル® HT テクノロジー)¹ のオン / オフを行いながら、CPU の性能限界値を検証しました。このテストにおいてはデータベースのサ

イズを非常に小さくし、すべてキャッシュ上に格納できるサイズに収めました。

2 つ目のテストは、基幹システムにおける仮想化環境利用の広がりに対応して、仮想化環境上でのデータベース処理のパフォーマンスを検証するものです。Windows Server® 2012 では、インテル® Xeon® プロセッサ E7 v2 ファミリーの Non-Uniform Memory Access (NUMA) の機能を Hyper-V® から利用できる Virtual Non-Uniform Memory Access (V-NUMA) という機能が提供されており、SQL Server® の大幅なパフォーマンス向上が期待できます。

なお、どちらのテストも、基幹業務アプリケーションに求められる高い可用性の実現を前提とするために、統合メモリー・コントローラーの動作モードは可用性を重視するロックステップ・モードを使用して評価を行いました。

インテル® HT テクノロジーが 高負荷時の処理性能を 15% 向上

今回のベンチマーク・テストを行った日本マイクロソフト 技術顧問 熊澤幸生氏は、テストの目的を次のように語っています。

「インテル® Xeon® プロセッサ E7 v2 ファミリーでは、これまでの CPU とメモリーに加え、ハイパーバイザーより下層の I/O 系レベルまでを完全にパーティショニングできるようになりました。仮想化環境におけるすべてのレイヤーをパーティショニングすることで、文字通り完全な仮想化が実現しました。NX7700x A2010M-60 では、この新しいインテル® Xeon® プロセッサをさらに機能拡張して、可用性などの面で多大な機能強化を実現しています。ここに高い可用性と大規模データ利用における優位性を提供する Violin フラッシュメモリアレイ 6000 シリーズを組み合わせ優

れたパフォーマンスと、仮想化環境への適合を実証したいと考えて検証を進めました」。

最初のテストでは、並列処理における Microsoft® SQL Server® 2012 のパフォーマンスを検証しました。まず、インサート系が 20%、アップデート系が 10%、残りをサイズの大きさを混在させた照会系の配分でトランザクション・ミックス (トランザクションの組み合わせ比率) を構成しました。このトランザクションをインテル® HT テクノロジーのオン / オフを繰り返しながら処理しました。なお今回使用した CPU であるインテル® Xeon® プロセッサ E7-4890 v2 は 15 コア CPU なので、並列処理の最大限度も物理コア数に合わせて 15 に上限を設定しました。

この結果、インテル® HT テクノロジーをオフにした場合のユーザーの多重度の上限は 2,300 スレッドであることが判明しました。

次に、インテル® HT テクノロジーをオンにして NUMA アーキテクチャーを機能させたところ、こちらは 2,500 スレッドが上限値でした。目立った大きな差はありませんが、インテル® HT テクノロジーをオンにすることによって高負荷時には約 15% のパフォーマンス向上が期待できることが検証できました。

並列処理でも約 2,000 スレッドまで 実用域での安定した性能を発揮

続いて、スレッド数を変えながら同時にインテル® HT テクノロジーのオン / オフと組み合わせ、合計 7 通りの並列処理のパフォーマンスを 5 秒ごとに 5 分間検証した結果が、図 1 です。

縦軸が 1 秒間当たりのトランザクション数、横のスケールの 1 目盛りが 5 秒間です。トランザクション数が少ない方から結果を見ていく

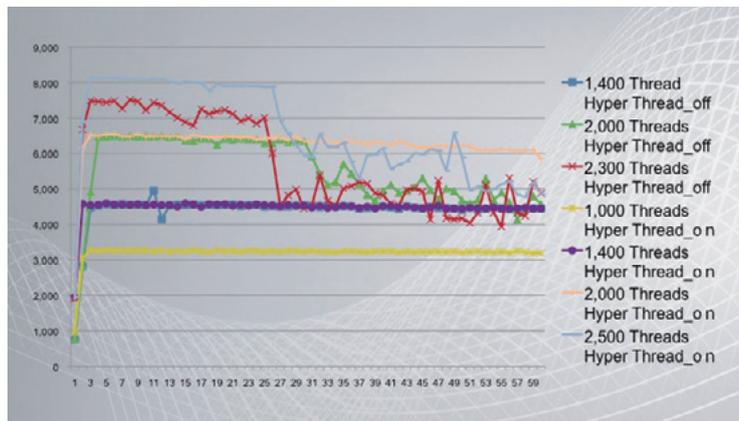


図 1. 並列処理スレッド数およびインテル® HT テクノロジーのオン / オフ別パフォーマンス推移

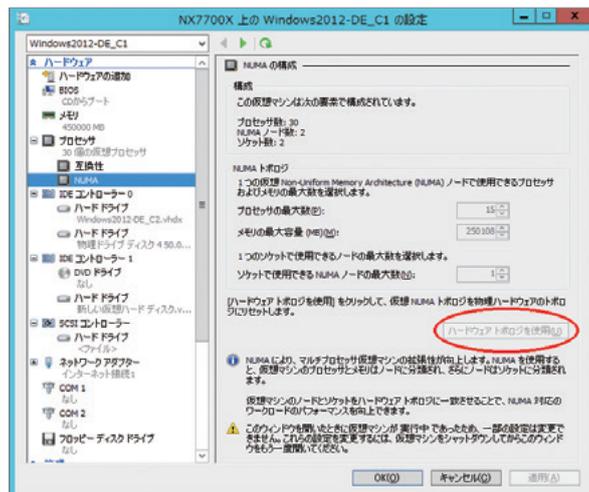


図 2. Hyper-V® マネージャーの V-NUMA 設定画面

と、負荷が非常に低い時はほぼ直線を描いて安定した状態で推移します。しかし負荷をかけると、最初はほぼ安定したまま推移するものの、2分を経過した頃から次第に待ち行列にキューが滞留して処理速度が低下してきます。これは過去のベンチマーク・テストでも確認されていた現象です。

今回はこの5分間の処理トランザクションの限界値を秒換算して、どれだけの処理が実行できたかを比較する方法でベンチマークを行いました。この結果、インテル® HTテクノロジーをオンにした場合は、約2,000スレッドまでは非常に安定して処理できることが分かりました。一方、インテル® HTテクノロジーがオフの場合は、それよりやや低い1,800スレッド付近がもっとも安定した処理が行えると推測しています。

現実のシステムにおけるオンライン・トランザクション処理では、この検証のような100%の負荷をかけて使用することは考えにくく、サイジングの70~80%にあたる、最も安定したパフォーマンスが期待できる負荷範囲内で運用するのが常識です。その観点からこのハードウェアの場合、インテル® HTテクノロジーがオンの場合の2,000スレッド、オフの場合の1,800スレッドというのは極めて常識的かつ現実的な安定運用の指針といえます。しかし同時にこの結果は、設計時には予期しなかった高負荷がかかった場合などは、やはりインテル® HTテクノロジーは有効なパフォーマンス維持の選択肢となることを示しています。

仮想化環境上での複数データベース稼働でも、安定したパフォーマンスを維持

次に行ったのは、仮想化におけるNUMAアーキテクチャーを利用したベンチマーク・テストです。ここではWindows Server® 2012

Hyper-V® のV-NUMAが、仮想化環境でSQL Server® 2012とインテル® Xeon® プロセッサ E7 v2 ファミリーの NUMA 機能を活用して高いパフォーマンスを実現できるかどうか、検証の大きな目的となりました。さらに仮想化環境上にある複数のデータベースのうち、いずれかがほぼ100%の過負荷状況に陥った場合でも、他の仮想化環境に対してまったく影響を及ぼすことなく独立して稼働できるか検証する目的もありました。そこで、Hyper-V® マネージャーを使って2つのゲスト環境をHyper-V® の仮想化環境上に構築して検証を行うことにしました。

なお、このテスト環境の構築にあたって、2つの設定上の留意点があります。図2はHyper-V® マネージャーの各仮想マシンのV-NUMA設定画面ですが、まずこの画面右下にあるボタン「ハードウェアプロロジを使用」を設定時に押すことで、V-NUMAが利用可能になります。

次にHyper-V® ホスト全体のV-NUMA設定画面で、NUMAノードにまたがるメモリの割り当ての中にある「仮想マシンに物理NUMAノードをまたがるメモリを割り当てる」というチェックボックスを外します。以上の設定を行わないと、SQL Server® 2012はサーバーをSMPマシンとして認識してしまい、NUMAアーキテクチャーが利用できません。

今回の検証では4CPU/60物理コアのサーバーを、Hyper-V® によって2CPU/30コアのゲスト環境2台に分割し、V-NUMAの挙動を確認しました。テストに使われたNX7700x A2010M-60は4CPU構成のため、4つのNUMAノードを持つことができます。SQL Server® 2012のaffinity maskオプションと呼ばれる、スレッドとプロセッサの関係付けを行う機能があります。この機能を使うと、「0番と1番の2つのノ

サーバーの能力を向上させる NUMAアーキテクチャー

Non-Uniform Memory Access (NUMA)は、マルチプロセッサ構成におけるメモリアクセスのアーキテクチャーの1つ。各CPUがローカルメモリーを持っているため、SMPのようなメモリアクセスの競合による処理の遅延が起きず、サーバーの処理性能を向上できるのが大きな特長です。

・SQL Server® の NUMA 対応
SQL Server® は、SQL Server® 2000 SP4以降からすでにNUMA対応を進め、インテル® Xeon® プロセッサなどのCPUに実装されたNUMAアーキテクチャーを利用することによって、大規模データベースやオンライン・トランザクション処理などにおけるパフォーマンスの向上を実現してきました。

・仮想化に対応した V-NUMA
Virtual Non-Uniform Memory Access (V-NUMA)は、Windows Server® 2012 Hyper-V® から提供されている、仮想化環境上でNUMAを実現する機能。NUMAの機能を利用できるHyper-V® 上のゲストOSから利用できるため、Hyper-V® 上のSQL Server® 2012などのパフォーマンスを大きく向上させることが可能です。

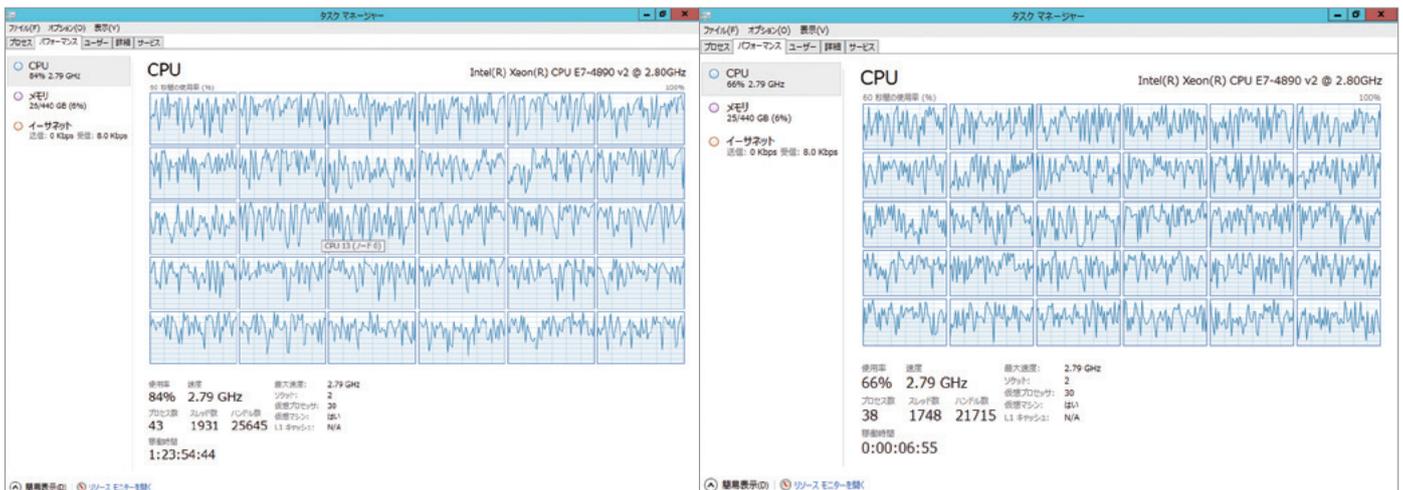


図3. V-NUMAによる仮想化データベースの独立性

ドのみを使ってインスタンスの処理を行う」といった設定が可能になり、ユーザーからはあたかも 2 ソケットのサーバーが稼働しているように見えるようになります。この設定でネイティブな 2CPU/30 物理コアマシンと同等の環境を構築し、V-NUMA 上に構築した 2 ソケット /30 コア仮想マシンとの比較ベンチマーク・テストが可能となります。

テストの結果、まず、従来の NUMA とのパフォーマンス比較として、通常の NUMA ノードで負荷をかけた場合、850 スレッドがほぼ最大値だというのが分かりました。続いて今度は V-NUMA 上に構築した 2 ソケット /30 コア仮想マシンに負荷をかけると、わずか 20 スレッド少ない 830 スレッドが上限であることが分かりました。このことから、オーバーヘッドは数%しか発生していないということが検証されました。

次は、仮想化環境上の複数のデータベースが独立性を保っているかどうかの検証です。図 3 は同時に 2 つのゲストから 830 スレ

ドの負荷をかけた場合でも、お互いのデータベースがまったく干渉せずに稼働できていることを証明しています。

図 4 はいずれも 830 スレッドの処理を、3 種類の設定で比較した場合のグラフです。青：V-NUMA による仮想マシン 1、緑：V-NUMA による仮想マシン 2、赤：V-NUMA を使用しないマシンです。Intel® HT テクノロジーはいずれもオフになっています。この結果を見ると、V-NUMA であるかどうかにかかわらず、ほぼ同等の処理能力が得られていることが証明できます。

**高負荷環境における Intel® HT テクノロジーが処理能力を 15%も向上
ミッション・クリティカル・システムに
不可欠な優れたパフォーマンスと
安定稼働を実証したプラットフォーム**

Intel® Xeon® プロセッサ E7 v2 ファミリーを搭載した NEC NX7700x A2010M-60 が、ミッション・クリティカル領域における

高い性能要求に応えうることを今回のベンチマーク・テストは立証しました。

従来の Intel® Xeon® プロセッサ E7-8870 (動作周波数 2.40GHz, 8CPU/80 物理コア) 搭載サーバーにおける SQL Server* 2008 R2 に比べ、今回の 4CPU/60 物理コアの SQL Server* 2012 SP1 を比較した場合、Intel® HT テクノロジーがオフの状態では 1.02 倍。オン状態では 0.99 倍と 3/4 のコア数で同等のパフォーマンスを実現していることが検証されています。

「すべてのインターコネクトのスピードが速くなり、さらに PCI やメモリアクセス、クロックなども全体に速くなったという事実が明確に証明できた検証だと思います。Intel® HT テクノロジーの効果も、負荷の低い状態では顕著な差は見られないが、高負荷環境では、約 15% の処理能力が向上するという従前から効果が確認されました」(熊澤氏)。

Intel® Xeon® プロセッサ E7 v2 ファミリーを搭載した NEC のエンタープライズ・サーバー NX7700x A2010M-60 は、基幹システムや大規模データをリアルタイム処理するビジネス・インテリジェンスなどの領域において、優れた安定性とパフォーマンスを実現するプラットフォームです。

Intel® Xeon® プロセッサ E7 v2 ファミリーの詳細については、<http://www.intel.co.jp/content/www/jp/ja/processors/xeon/xeon-processor-e7-family.html> を参照してください。

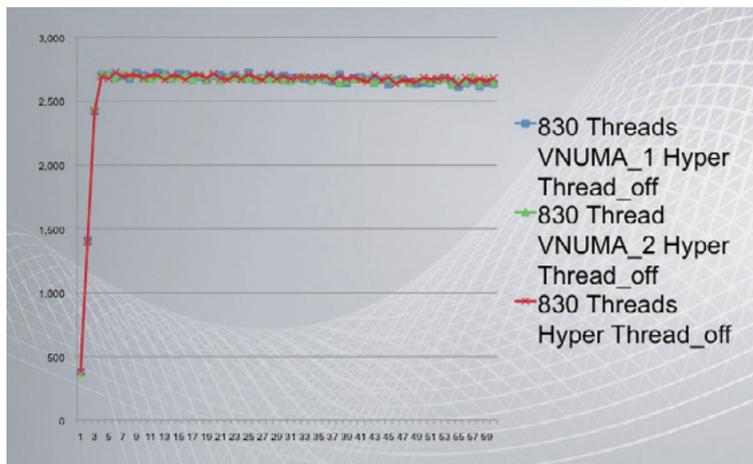


図 4. V-NUMA による 830 スレッド並列稼働結果

¹一部の Intel® プロセッサで利用できます。Intel® ハイパースレッディング・テクノロジーに対応したシステムが必要です。詳細については、各 PC メーカーにお問い合わせください。性能は、使用するハードウェアやソフトウェアによって異なります。Intel® HT テクノロジーに対応したプロセッサの情報など、詳細については、http://www.intel.co.jp/products/ht/hyperthreading_more.htm を参照してください。

出典: Intel 株式会社、日本マイクロソフト株式会社、日本電気株式会社、SCSK 株式会社が協働で行ったベンチマーク・テスト結果値 (2014 年 5 月)。

Intel は、本資料で参照しているサードパーティーのベンチマークまたは Web サイトの設計や実装について管理や監査を行っていません。本資料で参照している Web サイトまたは類似の性能ベンチマーク・データが報告されているほかの Web サイトも参照して、本資料で参照しているベンチマーク・データが購入可能なシステムの性能を正確に表しているかを確認されるようお勧めします。

Intel 製品は、予告なく仕様変更されることがあります。本資料に記載されているすべての日付および製品は、計画以外の目的ではご利用になれません。

本資料に掲載されている情報は、Intel 製品の概要説明を目的としたものです。本資料は、明示されているか否かにかかわらず、また禁反言によるとらやらずにかかわらず、いかなる知的財産権のライセンスを許諾するものではありません。製品に付属の売買契約書『Intel's Terms and conditions of Sales』に規定されている場合を除き、Intel はいかなる責任を負うものでもなく、また Intel 製品の販売や使用に関する明示または黙示の保証 (特定目的への適合性、商品適格性、あらゆる特許権、著作権、その他知的財産権の侵害への保証を含む) に関してもいかなる責任も負いません。Intel 製品は、医療、救命、延命措置などの目的への使用を前提としたものではありません。Intel 製品は、予告なく仕様や説明が変更されることがあります。

Intel、インテル、Intel ロゴ、Xeon、Xeon Inside は、アメリカ合衆国および / またはその他の国における Intel Corporation の商標です。

Microsoft、Hyper-V、SQL Server、Windows、Windows Server、Windows ロゴは、米国 Microsoft Corporation および / またはその関連会社の商標です。

* その他の社名、製品名などは、一般に各社の表示、商標または登録商標です。

Intel 株式会社
〒100-0005 東京都千代田区丸の内 3-1-1
<http://www.intel.co.jp/>

©2014 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。
2014 年 5 月

330612-001JA
JPN/1405/PDF/SE/RSGJ/TH

