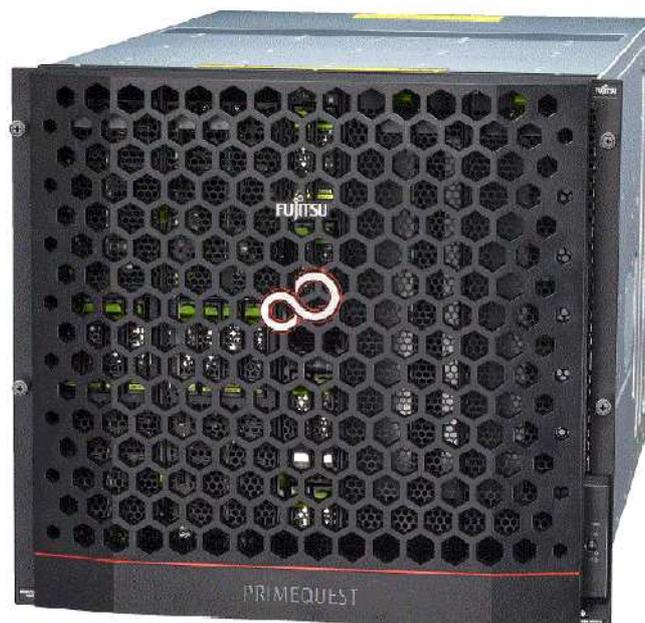


ホワイトペーパー

FUJITSU Server PRIMEQUEST

2400E2/2400L2

Memory Scale-up Board 性能検証報告



2015 年 10 月

1. はじめに

今日の CPU 性能の向上、コア数の増加は表 1 のように目覚ましいものがあり、スケーラビリティを確保することや CPU コアを使いこなすことが難しくなる場合があります。一方 OLTP (Online Transaction Processing) システムでは、性能を向上させるために大容量メモリを必要とします。しかし、今日の NUMA (Non-Uniform Memory Access) アーキテクチャでは、CPU 内に MMU (Memory Management Unit) が内蔵され、CPU から直接メモリに接続する形になっており、メモリを増設するには CPU を追加する必要があります。

表 1 PRIMEQUEST における性能比較 (2005 年を基準とする)

	2005年	2010年	2015年
CPU性能	1.0 倍 Itanium [1.6GHz, 1コア]	21.1 倍 Xeon X7560 [2.26GHz, 8コア]	89.8 倍 Xeon E7-8890v3 [2.5GHz/18コア]
メモリ性能	1.0 倍 DDR2-400	2.7 倍 DDR3-1066	5.3 倍 DDR4-2133
ネットワーク性能	1.0 倍 1 Gbps	1.0 倍 1 Gbps	10.0 倍 10 Gbps
ストレージ (HDD) 性能	1.0 倍 U320Wide SCSI	1.1 倍 SAS 3Gbps	1.1 倍 SAS 6Gbps

富士通が開発した「Memory Scale-up Board」(略称 MSB)は、PRIMEQUEST 2400E2/2400L2 の CPU を追加すること無しに、System Board(略称 SB)を使用した場合と同じ数のメモリ 48 枚を増設できるユニットです。本書は、OLTP システムの性能を、MSB 有/無で比較することにより、どのような場合に MSB が適用できるかを考察します。

2. メモリ増設の効果

オンライントランザクションなどデータベースシステムでは、期待した性能を發揮させるために、大容量メモリをデータベース用に一時的に保持するキャッシュメモリとして利用する方法があります。データベースキャッシュメモリとは、使用頻度の高いデータを高速な記憶装置に蓄えておくことにより、低速な装置から読み出す無駄を省いて高速化する、一時的なメモリ領域のことです。たとえば、データベースシステムを利用している会社がその性能を向上したい場合、サーバにメモリを増設しそれをデータベースキャッシュに割り当てることで、より多くのデータをメモリ上に置くことができ、その結果、メモリ上だけの読み書きの頻度が増加し、ディスクへのアクセスが減少します。メモリアクセスの増加とディスクアクセスの減少により、データベース性能が向上します。

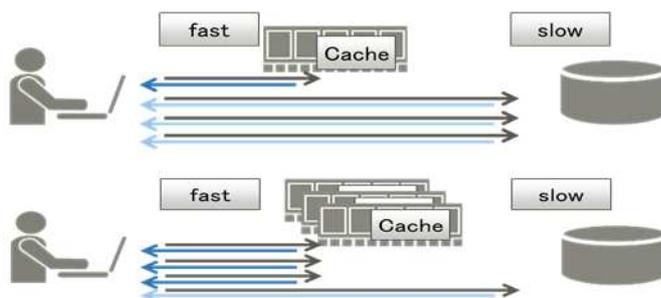


図 2 メモリ増設の効果

3. 検証概要

OLTP システムの性能を以下の4パターンについて測定します。検証の観点は以下です。

- (1) 搭載メモリを増加させることによるメモリ増設の性能効果について検証します。(表3、 、)
- (2) SB と MSB を同じ条件で比較することにより、どのような場合に MSB を適用できるか検証します。
(表3、)

表3 検証パターン

検証パターン	CPU 数	内蔵 DISK	全メモリサイズ	共有メモリサイズ(*)	データベースサイズ
1x SB	2	300GB	1.5TB	1.15TB	7TB
1x SB + 1x MSB	2	SAS HDD	3.0TB	2.3TB	
2x SB	4		3.0TB	2.3TB	
1x SB + 3x MSB	2		6.0TB	4.6TB	

(*)共有メモリサイズは、データベースキャッシュサイズを含み、データベースが自動管理する指定にしています。

本検証のシステム構成は以下の通りです。

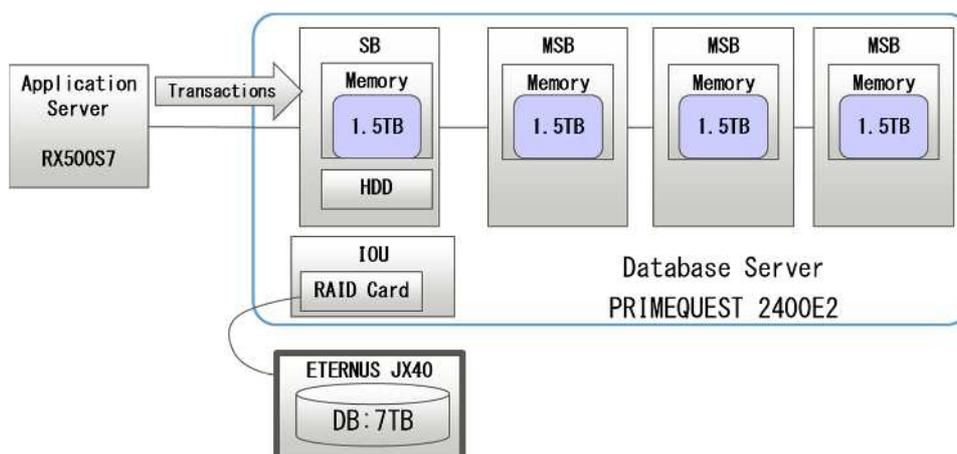


図4 システム構成概要

表5 システム構成一覧

Application Server (RX500S7)		Database Server (PRIMEQUEST 2400E2)		
CPU	Xeon E5-4650 (2.70GHz/8core) x4	Hardware	SB	CPU: Xeon E7-8890v3 (2.5GHz/18core/45MB) x2
DIMM	DDR3 RDIMM 16GB x 16(256GB)		MSB	RAM: 1.5TB (32GB LRDIMM x48)
Internal DISK	300GB RAID-0		Storage	ETERNUS JX40 (20x 600GB SAS HDD, HW RAID 0)
Network	1000BASE-T			
		Firmware	Memory Operation Mode	Performance Mode
			Power Technology	Energy Efficient
			Enhanced SpeedStep	Enable
			CPU C3/C6/C7 report	C3/C6 enable
			Package C State limit	no limit
		Operating System	OS Version	Red Hat Enterprise Linux 7.0
			kernel parameter	intel_idle.max_cstate=0 processor.max_cstate=0
		Benchmark	Benchmark name	JdbcRunner 1.2
			Scale factor (# of Warehouses)	80000
			Table size	7TB
		Database	Version	Oracle Database 12c

4. 検証結果

検証結果は以下になりました。

表 6 性能測定結果

	検証パターン	CPU 数	全メモリサイズ	共有メモリサイズ	TPS (*)
	1x SB	2	1.5TB	1.15TB	293
	1x SB + 1x MSB	2	3.0TB	2.3TB	423
	2x SB	4	3.0TB	2.3TB	423
	1x SB + 3x MSB	2	6.0TB	4.6TB	472

(*)TPS は、transactions per second (1 秒あたりのトランザクション数) を意味し、値が高いほど性能が高くなります。

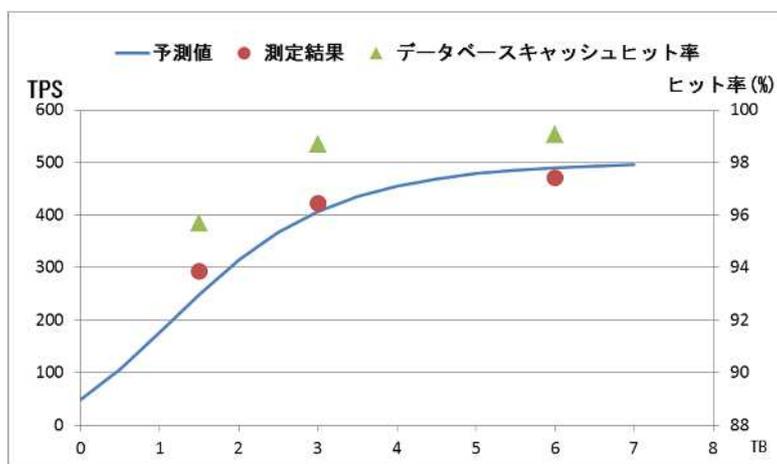


図 7 性能測定結果分析

(1) メモリ増設の性能効果について検証します。

図のように搭載メモリを増加させると、メモリサイズがデータベースサイズの 1/3 以下程度であれば、メモリ増設に比例してデータベースキャッシュヒット率が向上し、性能が向上します。性能向上は、メモリサイズがデータベースサイズの 1/2 程度まで続きますが、メモリサイズが大きくなりデータベースサイズに近づくと、メモリ増設による効果が小さくなります。

(2) MSB と SB で性能効果を比較します。

表 6 をみると、「SB 1 枚+MSB 1 枚」と「SB 2 枚」の性能が変わらないこと、つまり CPU の数が 2 以上であれば、CPU の数を増加しても性能が変わらないことがわかります。この表を見る限り、CPU 数増加に依存せず、メモリ増加により性能が向上するようにみえます。

この要因は下記のように考えられます。

- このシステムでは、CPU 時間に比べて I/O 時間が多く、I/O がボトルネックと考えられます。
- 上記 I/O ボトルネックにより、2 個以上の CPU を使いきれていないためと考えられます。
- MSB のメモリをデータベースのキャッシュに割り当てることで、ディスクアクセスが減少したと考えられます。データベースキャッシュヒット率が向上したことは図 7 のグラフからわかります。すなわち、I/O の中でディスクアクセスがボトルネックと考えられます。

しかし、この性能検証には注意が必要です。もしも、何等かの方法でディスクアクセス等のボトルネックを改善できれば、メモリではなく CPU を増加させた方がより性能向上すると考えられます。ディスクアクセスのボトルネックがある場合に、MSB によるデータベース性能への効果は高いと言えますが、その効果の度合いは個々のシステム環境に依存します。

5. まとめ

データベースシステムが期待した性能を発揮できないとき、原因がどこにあるのか究明することが重要です。たとえば、ディスクアクセスに原因する場合は、データベースキャッシュヒット率を向上させるために MSB を活用する方法があります。しかし、CPU が性能ボトルネックの場合は MSB ではなく、SB を追加し、CPU を増加させることで性能向上が期待できます。

MSB を活用すれば、PRIMEQUEST 2400E2/2400L2 で実現できない CPU コア数と最大メモリ容量の組み合わせが実現可能です。図 8 は、CPU コア数と最大メモリ容量の組み合わせです。緑で囲まれている箇所が PRIMEQUEST 2400E2/2400L2 で実現可能な CPU コア数と最大メモリ容量の組み合わせです。MSB を活用すると、新たに赤で囲まれている箇所が実現可能です。

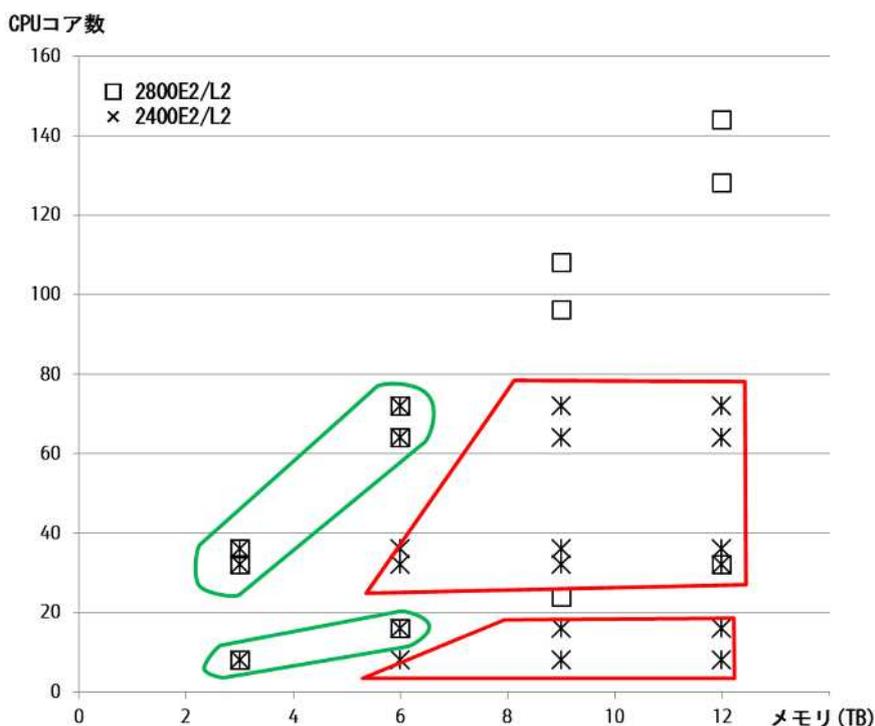


図 8 CPU コア数と最大メモリ容量の組み合わせ

それにより、同じメモリ容量を使用した場合の CPU コア数を削減することが可能となり、データベースソフトウェアのプロセッサライセンスを節約することができます。当社で扱うデータベースソフトウェアのプロセッサライセンス体系/価格については、当社担当営業までお問い合わせ下さい。