

Dell™ OpenManage™ Power Center を活用した 先進のパワーマネジメント



データセンターを大きく変えるものには2つあります。1つは、顧客/社員のニーズに応えるための強力がつー貫したサーバ性能、そして、もう1つは、運用費を抑えるための優れた管理テクノロジーです。この運用費の中でも、特にサーバを稼働・冷却するための電力コストは、支出の大勢を占めるようになりました。

最新のデルサーバは、iDRAC7 Enterprise、インテル® ノードマネージャテクノロジー、Dell OpenManage Power Center との連携により、データセンターの電力利用をまったく新しい観点から管理できます。この Power Center は、消費電力データを Dell PowerEdge サーバ、PDU (配電ユニット)、UPS (無停電電源装置)、Dell PowerEdge ブレードサーバシャーシから取得することができる、オープン&標準ベースの電力管理アプリケーションです。今や管理者は、アップタイムを向上し、サーバ密度を高め、電力利用の効率化を図るために、電力の利用状況を部屋全体、ラック単位、サーバ単位で収集/監視/最適化できるようになりました。

今回、Principled Technologies 社は、ラボ施設に数台の Dell PowerEdge R720 サーバをセットアップし、データセンターにおける Power Center の効果を検証しました。その結果、Dell OpenManage Power Center は、電力利用を広く制御できる、フル機能の使いやすいツールであることが実証されました。



Dell OpenManage Power Center

最新の機器と管理ソフトウェアに投資する最大のメリットの1つは、新しい省電力テクノロジーが入手できることです。デルの電力管理ソリューション「Dell OpenManage Power Center」を使用すると、個々のデルサーバからデータセンター全体まで消費電力と温度を監視・管理することができ、さらに、サーバの電力利用をインテリジェントに制限するスレッショルド/アラートの設定や、ポリシーの作成もサポートします。

データセンターを隅々まで監視

消費電力を管理すると言っても、まず、関連データを収集できなければ何も始まりません。OpenManage Power Center には、データセンターの電力利用を監視するアドバンス機能が豊富に揃っており、データセンター全体、または、ルーム、通路 (アイル)、ラック、サーバ単位で最大 (ピーク) 電力、最小電力、平均電力を確認することができます。また、消費電力の推移を直近の15分、1時間、1日、1週、1か月、3か月、1年間で追跡することも可能です。このように電力の利用状況を把握することができれば、サーバの高密度化、省電力化、アップタイム向上を図る可能性が大きく開かれます。

電力キャップとは?

一般的なサーバは、負荷が増えるにつれ消費電力も増えます。そこで、サーバやサーバグループの電力消費を制限するポイント、つまり、「電力キャップ」を設定することができれば、性能を必ずしも低下させずに、極めて柔軟な運用が可能になります。

システム管理者は、Dell PowerEdge R720 のような最新のデルサーバと OpenManage Power Center を活用することで、サーバ単位から、ラック、通路、ルーム、データセンター全体に至るまで、キャップを設定することができます。また、時間に応じて異なるキャップを設定することも可能で、たとえば、処理量の減る夜間はサーバのキャップ値を低めにして節電効果を上げ、高性能が必要となる営業時間中はキャップ値を高めにして、より多くの電力が利用できるように調整できます。

電力キャップは、様々な設定方法を提供しているので柔軟な対応が可能です。それではまず、基本的な仕組みから説明しましょう。最新世代のデルサーバ (Dell PowerEdge R720 など) は、ブート処理中にテストを実行して、サーバに入力できる最大電力を調べます。このデータが、「上限」として OpenManage Power Center に報告されます。この値は、理論的に導き出された数値でもなければ、データシートに記載されたサーバ仕様の近似値でもありません。これは、ブート時のテストによって明らかになる値であり、サーバのハードウェア特性が変われば、この値も変わります。

最も基本的なキャッピングの利用法とは、「上限」の何%まで使えるようにするのか指定することです。たとえば、サーバ電力の上限が 600 ワットの場合、50% のキャップを設定すると、このサーバは常に 300 ワット以下の電力を使用するようになります。

他の設定方法として、キャップに固定値 (ワット数) を指定することも可能です。たとえば、350 ワットを設定すると、サーバはこのレベルを超えることができません。このように静的な電力キャップ値を設定するときは、まず、期間を様々に変えて実際の消費電力を追跡し、平均的な利用動向を把握するようお勧めします。たとえば、電力モニタリング機能を使って 2 ヶ月間の電力消費動向を見れば、サーバが絶対に超えない電力レベルがわかるはずです。このように電力制限機能を正しく活用すれば、ブレーカーが落ちる心配をせずに、同じ電源サーキット内により多くのサーバを安全に設置でき、高密度化が図れます。

電力キャップの影響

サーバのワークロードにもよりますが、電力キャップを適切に設定すれば、性能への影響を最小限に抑えることができます。たとえば、図 1 は、現実的なデータベースワークロードを稼働し、電力を 20% 削減してテストした例ですが、性能低下はわずか 1% 未満に抑えられました。

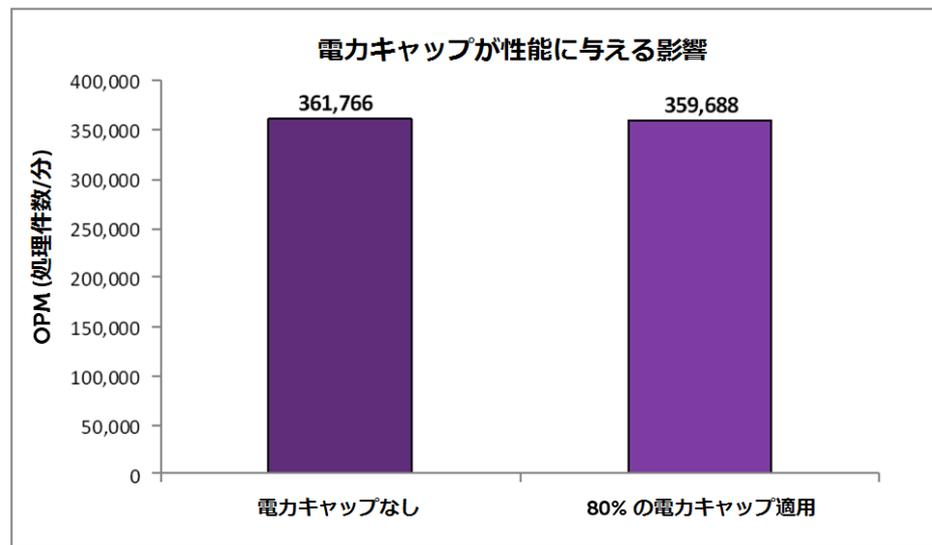


図 1. プロセッサ利用率 = 80% 前後という現実的な負荷をかけ、電力キャップの有無で比較した DVD Store テスト結果 (値の大きい方が高性能)

このキャップ機能テストでは、DVD Store 2.1 を使用し、Dell PowerEdge R720 サーバ上にある 4 つの 6GB の Microsoft SQL Server 2008 R2 データベースを処理させました (ワークロードの詳細は、[「付録 B」](#) をご覧ください)。図 2 は、本テスト結果を一覧にしたものです。

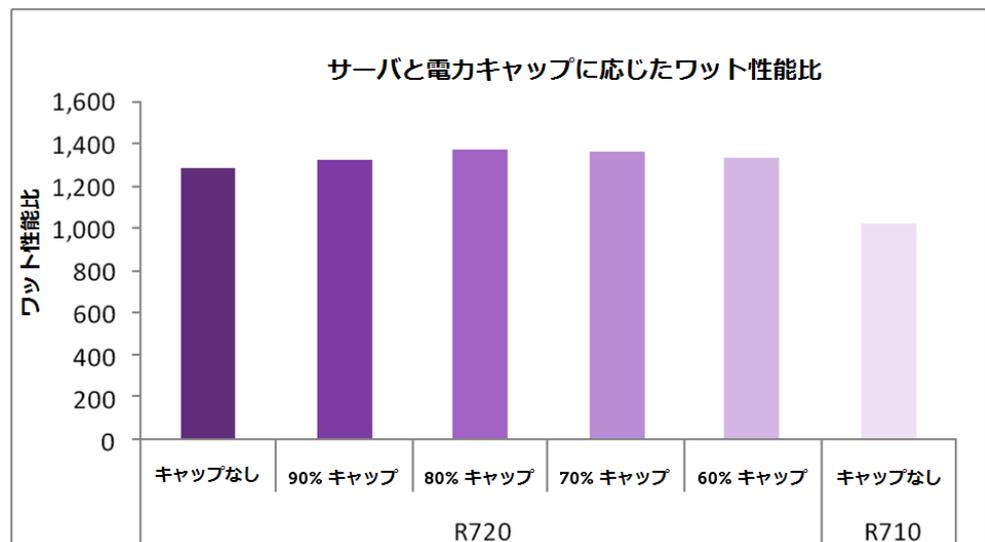
このテストではまず、サーバの CPU 利用率を 100% 近くまで上げて最大性能を引き出し、ピーク電力の平均値を記録しました。以降、この値をピーク電力の設定点として使用しています。次に、プロセッサ利用率が 80% 前後になるような、より現実的なワークロードを実行しました。このときはまだ、電力キャップを設定していません。最後に、上述の平均ピーク電力から 20% 減らすキャップ値を設定しました。その結果、期待どおり電力が 20% 削減できたうえ、性能への影響はほとんどなく、データベース総合性能の差はわずか 1% 未満でした。

PowerEdge R720	合計 OPM	CPU 利用率 (%)	電力 設定点 (W)	消費電力		ワット 性能比
				ピーク	アクティビティなし	
最大性能、キャップなし	463,625	98.3	–	363.3	112.0	1,276
現実的な負荷 (CPU 利用率 80%) での性能、キャップなし	361,766	79.0	–	293.2	113.4	1,233
現実的な負荷 (CPU 利用率 80%) での性能、80% のキャップ設定	359,688	81.1	–	286.6	112.8	1,255

図 2. CPU 利用率と使用可能な電力に応じた DVD Store 結果
(ワット性能比 = 値の大きい方が優れる、消費電力 = 値の小さい方が優れる)

また、新しい Dell PowerEdge R720 サーバのワット性能比を様々な電力レベルで評価し、前世代の Dell PowerEdge R710 サーバと比較したところ、PowerEdge R720 は、R710 に比べて最高 40% もの節電を果たし、ワット性能比の差も歴然としています (図 3)。実際、PowerEdge R720 のワット性能比は、20% の電力キャップを設定したときに最高となりました。このような電源キャップの実用例として、CPU 集中型の夜間のバッチジョブに適用することが考えられます。夜間バッチなら、完了が数分長引いても大勢に影響はありません。この結果から、本テストでは、電力を 80% でキャップすると運用効率が向上できることが明らかになりました。実際、80% でキャップした PowerEdge R720 上でこのデータベースワークロードを実行すると 35.9 分で完了できており、キャップなしの実行時間 (30 分) から 5.9 分遅れるだけで、20% もの節電が果たせています。

図 3. Dell PowerEdge R720 のワット性能比は、一般的に PowerEdge R710 を凌ぎ、電力キャップ = 80% のときに最高記録を達成 (値の大きい方が高性能)



このキャップ機能のテストは DVD Store 2.1 (DS2) を使用しており、この DS2 が、Dell PowerEdge R720 サーバ上で 8 つの Microsoft SQL Server 2008 R2 データベースを実行します。まず、最大のワット性能比を明らかにするため、各システムのプロセッサ利用率ができる限り 100% に近づくよう実行しました。図 4 は、このテスト結果を示したものです。

PowerEdge R720	合計 OPM	CPU 利用率 (%)	電力設定点 (W)	消費電力 (W)		ワット性能比
				ピーク	アクティビティなし	
電力キャップなし	463,625	98.3	制限なし	363.3	112.0	1,276
90% キャップ	423,782	98.5	327	322.0	111.9	1,316
80% キャップ	387,031	98.4	291	283.2	111.6	1,367
70% キャップ	339,574	98.3	254	249.9	111.7	1,359
60% キャップ	283,589	98.2	218	214.0	111.7	1,325

図 4. CPU 利用率と使用可能な電力に応じた Dell PowerEdge R720 の DVD Store 結果 (OPM とワット性能比=値の大きい方が優れる、消費電力=値の小さい方が優れる)

次に、前世代の Dell PowerEdge R710 サーバを電力キャップなしでテストしました。図 5 は、このテスト結果を示したものです。

PowerEdge R710	合計 OPM	CPU 利用率 (%)	電力設定点 (W)	消費電力		ワット性能比
				ピーク	アクティビティなし	
電力キャップなし	335,078	97.9	制限なし	330.0	146.0	1,015

図 5. CPU 利用率と使用可能な電力に応じた Dell PowerEdge R710 の DVD Store 結果 (OPM とワット性能比=値の大きい方が優れる、消費電力=値の小さい方が優れる)

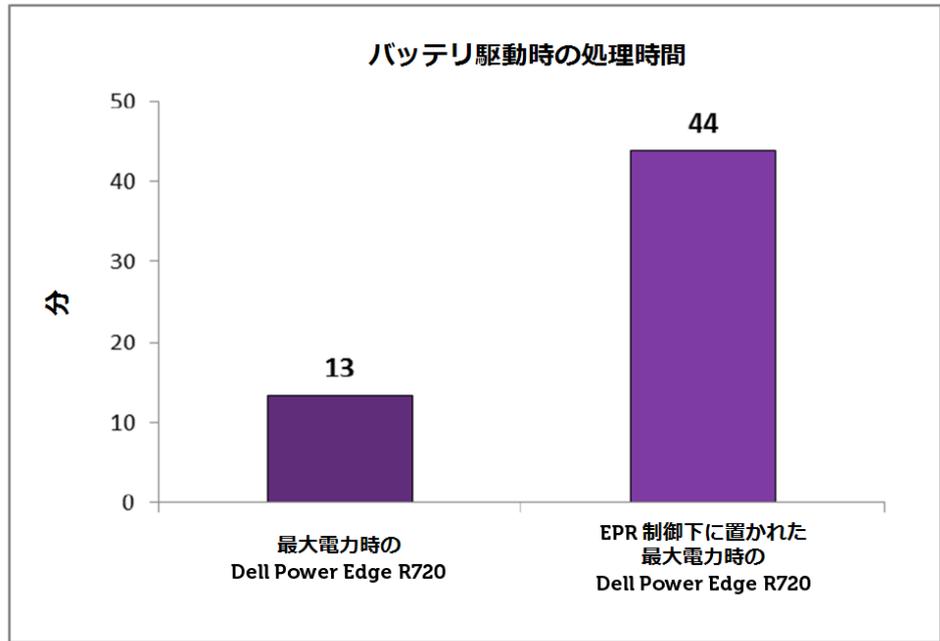
停電時の信頼性

データセンターのサーバに期待されるのは、常に稼働し続け、常にユーザから利用できる状態を保つことです。OpenManage は、緊急電力削減 (Emergency Power Reduction、EPR) と呼ばれる機能を提供しているため、システム管理者は電力供給の有事に際し、即座に機器の入力電力を低減することができます。

この機能をテストするため、非常用電源 (バッテリー) 駆動に切り替えた PowerEdge R720 を使用し、プロセッサ利用率 = 100% でデータベースワークロードを実施しました。まず、電力キャップなしでサーバを実行し、次に、EPR オプションを選択して同じテストを繰り返したところ、本テスト環境では、EPR を選択してからわずか数秒で、サーバを EPR 制御下に移行させることができました。

図 6 に示すとおり、EPR 制御下にあるサーバは、処理時間が 3 倍以上に増えています。このように電力を低減することでサーバ性能は低下するものの、電力障害時でもサーバをできる限り長時間稼働し続け、ユーザへのサービス中断を避けることは有意義なことです。

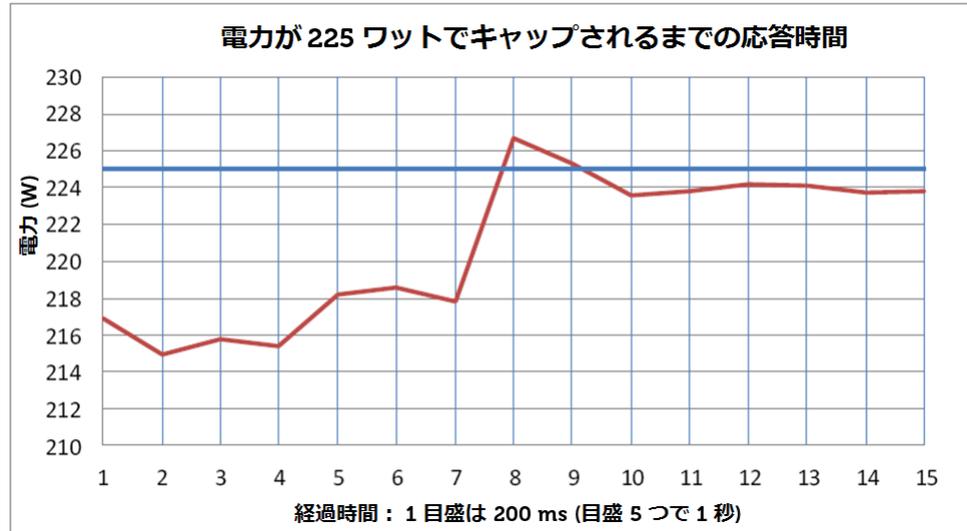
図 6. バッテリ駆動の Dell PowerEdge R720 で、電力を最大限使用したときと、それを OpenManage Power Center の EPR 制御下に置いたときの性能比較 (値の大きい方が高性能)



電力キャップの応答時間

電力キャップを設定しているとき、OpenManage Power Center は、1 秒未満で即座に電力を制御することができます。このような高速応答は、システム管理者がサーキット内のサーバ密度を高めるときに欠かせません。管理者はキャップ値を過剰に逸脱するような事態を確実に避ける必要があるため、電力が制限値に到達し次第、ほぼ瞬時に制約をかける (キャップする) 能力が必要不可欠です。この能力を検証するため、サーバの電力キャップを 225 ワットに設定し、データベースワークロードを開始しました。ワークロードの実行に伴い、サーバの電力は最大 225 ワットのキャップ値に近付いていきます。図 7 に示したとおり、電力キャップ超えは 300 ミリ秒以内に収まっており、その後電力はすぐに低下し、電力キャップ値の 1% 以内で安定しました。

図 7.1 秒未満でキャップが適用された例



温度とのバランス

Dell PowerEdge R720 サーバには様々な強みがありますが、そのうちの 1 つは、より高い温度で稼働できる耐久性です。室温の温度設定を上げることができれば、データセンターの冷房コストを節約することができます。この能力を評価するため、Dell PowerEdge R720 サーバを 2 つの異なる室温 (約 22.2 °C=72°F と 40°C = 104°F) で稼働させました。図 8 に、このテスト結果を示します。このように室温を 18°C (32 °F) 近く上げてても (その結果、システム内のファンがより多くの動力源を必要としても)、電力は 8.5% しか増えませんでした。「電力が増えてしまったのだから逆効果では？」と感じるかもしれませんが、室温を上げることで節約できる冷房費の方がはるかに大きくなります。デルによると、デルサーバの定格は最大動作温度が 45°C (113°F) とのこと、データセンター施設に対する冷却費用の大幅削減が可能です¹。データセンターには省エネを最大限に図る可能性が潜んでおり、ほとんどの管理者にとって最善策となるのは、温度と利用パターンを調査して、最も効率的な「スイートスポット」を明らかにすることです。デルが推進する「Fresh Air」(フレッシュエア、外気冷却) 戦略の詳細は、www.dell.com/freshair をご覧ください。

室温	合計 OPM	CPU 利用率 (%)	消費電力		ワット性能比	温度	
			ピーク	アクティビティなし		吸気	排気
22.2°C	463,625	98.3	363.3	112.0	1,276.1	22.3°C	30.7°C
40°C	460,033	98.3	394.2	117.3	1,167.0	39.6°C	48.4°C

図 8. 2 つの室温で測定した Dell PowerEdge R720 の CPU 利用率、消費電力、DVD Store 結果 (OPM とワット性能比 = 値の大きい方が優れる、消費電力 = 値の小さい方が優れる)

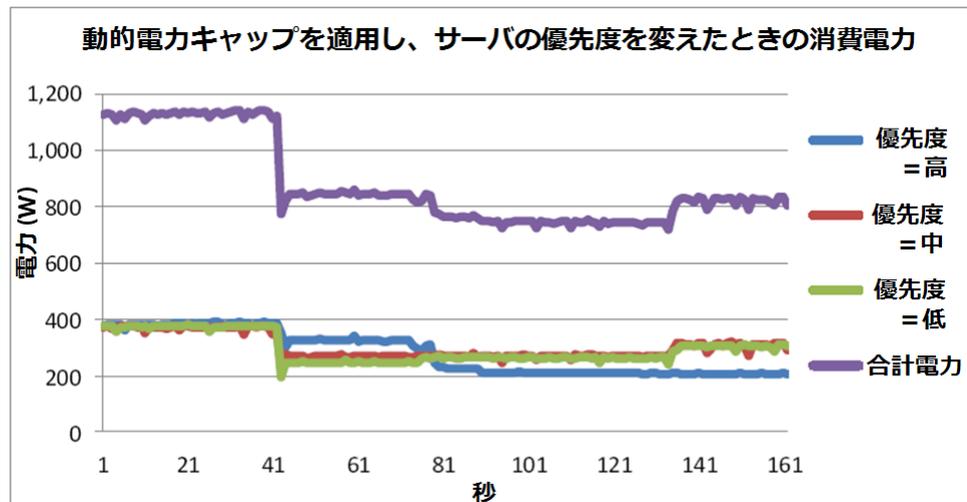
¹ <http://en.Community.dell.com/dell-blogs/direct2dell/b/direct2dell/archive/2012/03/06/12-things-you-need-to-know-about-dell-poweredge-12th-generation-servers-and-solutions-part-iii.aspx>

サーバ優先度の設定

電源キャップを使用するときは、サーバ上で稼働するアプリケーションのために適切な性能を維持することが大切です。OpenManage Power Centerには、電力制限を動的に適用する機能があり、ルーム、通路、サーバラック単位で優先度を指定することができます。このような動的キャップを適用するときは、各グループの性能や電力ニーズに応じて、高、中、低の優先度を設定してください。たとえば、サーバラックに動的キャップを適用する場合、どのサーバを優先し、どのサーバを優先しないのか選択することになります。

この機能をテストするため、PSECjbb2005 ベンチマークを使用して、ラック内の3サーバに一定のワークロードを処理させました。このときは、いずれのサーバも100%のCPU利用率で稼働しています。3台すべてのサーバが稼働しているとき、全体の消費電力は約1,150ワットでした。次に、電力を850ワットに制限する動的キャップを設定し、各サーバの優先度をそれぞれ高、中、低に設定しました。キャップを適用すると、全サーバの消費電力が低下しますが、その度合いはサーバの優先度によって変わります(図9)。このグラフからも、キャップの適用によって電力が急降下することが確認可能です。その後、優先度=高のサーバのワークロードを停止させたところ、OpenManage Power Centerが、優先度=中と低のサーバで利用できるワット数を明らかにし、850Wという制限内で、この両サーバにより多くの電力を割り当てます。このようにグループ全体に電力キャップを適用すると、優先度の低いサーバは、より優先度の高いサーバの可用性を守るため、電力を温存することがわかります。

図 9.3 台の同一のサーバにそれぞれ高・中・低の優先度を設定し、動的電力キャップを使用したときの消費電力



まとめ

データセンターが拡張すれば、それに伴い消費電力も増えます。電気料金の高騰に対策を講じるには、データセンターの効率化が欠かせません。

iDRAC7 Enterprise、インテル[®] ノードマネージャテクノロジー、Dell OpenManage Power Center をサポートする最新のデルサーバは、データセンターの電力利用をこれまでになかった視点から捉え、制御することができます。管理者は、Dell OpenManage Power Center を通して電力の利用状況を収集、監視、最適化できるようになり、アップタイムの延長、サーバ密度の向上、省電力化に活用できます。

付録 A : サーバとストレージの構成内容

図 10 に、テストした両サーバの構成内容を示します。

システム	Dell PowerEdge R720	Dell PowerEdge R710
電源装置		
合計数	2	2
ベンダとモデル番号	Dell D750E-S1	Dell N870-S0
1 台あたりのワット数	750	870
冷却ファン		
合計数	6	5
ベンダとモデル番号	AVC [®] DBTC0638B2V	Sanyo [®] 9GV0612P1M041
1 台あたりの寸法 (高さ x 幅)	約 6.5 cm x 6.5 cm	約 6.5 cm x 6.5 cm
ボルト	12	12
アンペア	1.2	1.5
一般情報		
プロセッサパッケージ数	2	2
プロセッサあたりのコア数	8	6
コアあたりのハードウェアスレッド数	2	2
システムの電力管理設定	Balanced (バランス)	Balanced (バランス)
CPU		
ベンダ	インテル [®]	インテル [®]
製品名	Xeon [®]	Xeon [®]
モデル番号	E5-2680	X5670
ステッピング	C1	B1
ソケットタイプ	LGA2011	FCLGA1366
コア周波数 (GHz)	2.70	2.93
バス周波数 (GT/s)	8.0	6.4
L1 (2 次) キャッシュ	32 KB + 32 KB (コアあたり)	32 KB + 32 KB (コアあたり)
L2 (2 次) キャッシュ	256 KB (コアあたり)	256 KB (コアあたり)
L3 (3 次) キャッシュ	20 MB	12 MB
プラットフォーム		
ベンダとモデル番号	Dell PowerEdge R720	Dell PowerEdge R710
マザーボードの型番	00W9X3	0N0H4P
BIOS 名とバージョン	Dell 0.3.38	Dell 6.1.0
BIOS 設定	デフォルト	デフォルト
メモリモジュール		
システム内の合計 RAM (GB)	64	96
ベンダとモデル番号	Hynix HMT31GR7BFR4A-H9	Samsung M393B1K70BH1-CH9
種類	PC3-10600R	PC3-10600R
スピード (MHz)	1,333	1,333
システム内の動作速度 (MHz)	1,333	1,333
タイミングレイテンシ	tCL-tRCD-tRP-tRASmin=9-9-9-36	tCL-tRCD-tRP-tRASmin=9-9-9-24
容量 (GB)	8	8
RAM モジュール数	8	12

システム	Dell PowerEdge R720	Dell PowerEdge R710
チップ構成	両面搭載	両面搭載
ランク	デュアル	デュアル
オペレーティングシステム		
製品名	Windows Server 2008 R2	Windows Server 2008 R2
ビルド番号	7601	7601
ファイルシステム	NTFS	NTFS
言語	English	English
グラフィックス		
ベンダとモデル番号	Matrox [®] G200e	Matrox G200e
グラフィックメモリ (MB)	8	8
ドライバ	Matrox 2.4.1.0	Microsoft 6.1.7600.16385
RAID コントローラ		
ベンダとモデル番号	PERC H710P ミニ	PERC 6/i
ファームウェアバージョン	3.130.05-1311	1.22.32-1371
ドライバのバージョン	Dell 5.1.90.64	LSI 1.28.3.52
キャッシュサイズ	1 GB	256 MB
ハードドライブ 1		
ベンダとモデル番号	Seagate ST9300605SS	Seagate ST973402SS
システム内のディスク数	2	2
容量 (GB)	300	73
バッファサイズ (MB)	64	16
回転速度 (RPM)	10,000	10,000
種類	SAS	SAS
ハードドライブ 2		
ベンダとモデル番号	Pliant [®] LB 150S	Pliant LB 150S
システム内のディスク数	2	2
容量 (GB)	150	150
バッファサイズ (MB)	–	–
回転速度 (RPM)	–	–
種類	SAS	SAS
Ethernet アダプタ		
ベンダとモデル番号	インテル [®] I350 ギガビット コントローラ	Broadcom [®] NetXtreme [®] II GigE 5709C クアッドポート Ethernet
種類	オンボード	オンボード
ドライバ	インテル [®] 11.14.42.0	Microsoft 4.8.4.1
オプティカルドライブ		
ベンダとモデル番号	TEAC DV-28SW	TEAC DV-28SV
種類	DVD-ROM	DVD-ROM
USB ポート		
数	4 x 外部、1 x 内部	4 x 外部、1 x 内部
タイプ	2.0	2.0

図 10. テストサーバの構成内容

付録 B : データベースワークロード

ワークロードの構築には、DVD Store バージョン 2.1 (DS2) を使用しました。この DS2 は、DVD オンラインストアの電子商取引をシミュレーションするオープンソースのベンチマークツールです。DS2 にはデータベースコンポーネントと Web サーバコンポーネントが含まれるほか、これらのコンポーネントに重いワークロードをかける駆動 (ドライバ) プログラムも含まれます。DVD Store バージョン 2.1 では、1つのソースクライアントから、複数のデータベースをターゲットに指定できる新機能が加わりました。今回、この機能を使用して、各データベースターゲットから出力された OPM (1分あたりの受注処理件数) 性能を記録しています。

現実的な負荷をかけるテストでは、Dell PowerEdge R720 上で 2つの Microsoft SQL Server® 2008 R2 インスタンスと、インスタンスあたり 2つの 6GB データベースを実行しました。また、プロセッサ利用率を 100% にする極限テストでは、Dell PowerEdge R720 上で 4つの Microsoft SQL Server® 2008 R2 インスタンスと、インスタンスあたり 2つの 6GB データベースを実行しました。

DS2 が出力する主な性能評価基準は、駆動プログラムが計算する 1分あたりの受注処理件数 (OPM) であり、この結果がクライアントマシン上のテキストファイルに書き込まれます。DVD Store のクライアントアプリケーションは、10秒間隔で OPM を出力します。本テストでは、このワークロードをサーバ上で 30分実行し、ベンチマークが最後に出力した OPM スコアを結果として採用しました。

DS2 の受注処理には、顧客のログイン、題名/出演者/種類による DVD 映画の検索、購入が含まれます。その他にも DS2 ワークロードには、新規顧客の追加など、様々な操作が含まれており、データベース機能を幅広く検査できるようになっています。

前述のとおり、本テストは、データベースサーバの性能測定のみを目的としているため、DS2 コンポーネントのうち、フロントエンドの Web クライアントは使用していません。したがって、コンパイル済みの駆動 (ドライバ) プログラムを、クライアントマシン上のコマンドラインインタフェースから直接実行しています。DS2 のパラメータとセットアップ構成は基本的にデフォルト値を使用しましたが、一部、例外があるため、詳細は、後述の「DVD Store バージョン 2.1 のセットアップ」セクションをご覧ください。

クライアントマシンは 8 台用意し、計 8 個のデータベースにそれぞれ 1 台ずつ割り当てました。ただし、現実的な負荷のテストでは、4 台のクライアントマシンしか使用していません。負荷の重い環境をシミュレーションするときは、各クライアントマシンが DS2 の 1 インスタンスずつ実行し、16 スレッドを駆動しており、サーバを可能な限り高速稼働させる負荷を生成するため、「新規顧客の比率 = 5%」「シンクタイム = なし」という設定で処理要求を出し続けました。

DS2 ツールの詳細は、<http://delltechcenter.com/page/DVD+Store> をご覧ください。

DVD Store テスト用サーバのセットアップ

DVD Store テスト環境は、評価対象の Dell PowerEdge R720 または Dell PowerEdge R710 サーバと、8 台のインテル® ベースクライアントで構成しました。各クライアントには、インテル® Pentium 4 プロセッサ 3.00GHz、1 GB のメモリ、ギガビットネットワークカードがデフォルト設定で構成されています。これらのシステム間は、ギガビットネットワークスイッチで連結し、サーバには、Windows Server 2008 R2 Enterprise Edition を新規インストールしました。

Windows Server 2008 R2 Enterprise Edition のインストール

1. サーバを起動し、Windows Server 2008 R2 のインストール DVD を DVD-ROM ドライブに入れます。
2. [言語の選択] 画面で、[次へ] を押します。
3. [今すぐインストール] を押します。
4. [Windows Server 2008 R2 Enterprise (フルインストール)] を選び、[次へ] を押します。
5. ライセンス条項に [同意する] チェックボックスをクリックし、[次へ] を押します。
6. [カスタム] をクリックします。
7. [Windows のインストール場所を選択してください] 画面で [ドライブオプション (詳細)] をクリックします。
8. 正しいドライブが選択されていることを確認した後、[新規] を押します。
9. パーティションのサイズを入力し、[適用] を押します。(本テストでは、ディスク全体を使用しました。)

10. Windows が追加のパーティションを作成することを知らせるポップアップ画面が出たら、[OK] を押します。
11. [Windows のインストール場所を選択してください] 画面で、[次へ] を押します。
12. [ユーザーは最初にログオンする前にパスワードを変更しなければなりません] という画面が出たら、[OK] を押します。
13. 新しいパスワードを両方のフィールドに入力した後、矢印ボタンを押して続行します。
14. [パスワードは変更されました] 画面で [OK] を押します。

サーバのネットワーク構成

1. [スタート]→[コントロールパネル]→[ネットワークとインターネット]→[ネットワークと共有センター]→[アダプタ設定の変更] を選択します。
2. ネットワークアダプタを右クリックし、ドロップダウンメニューから [プロパティ] を選択します。
3. [インターネットプロトコルバージョン 4 (TCP/IPv4)] を選び、[プロパティ] をクリックします。
4. [インターネットプロトコルバージョン 4 (TCP/IPv4) のプロパティ] 画面で [次の IP アドレスを使う] ラジオボタンを押します。
5. 有効な静的 IP アドレス、サブネットマスク、デフォルトゲートウェイを入力します。
6. [OK] を押してウィンドウを閉じます。
7. [ローカルエリア接続のプロパティ] ウィンドウで、[閉じる] を押します。
8. [ネットワーク接続] ウィンドウを閉じます。

Windows Server 2008 R2 システムアップデートのインストール

本テスト環境では、Microsoft Windows Update 機能を使って、2012/1/31 現在リリースされているすべての重要なアップデートをサーバ上にインストールしました。

SQL Server 2008 R2 のサーバへのインストール

1. SQL Server 2008 R2 のインストール DVD を DVD ドライブに入れます。
2. オートプレイによってインストールが自動的に開始されなかった場合は、SQL Server 2008 の DVD 上でダブルクリックします。
3. .NET のインストールに関するプロンプトが表示されたら、[OK] を押して、「.NET Framework Core 役割」を有効にします。
4. [SQL Server インストールセンター] 画面で、[インストール] をクリックします。
5. [新規インストールを実行するか、既存のインストールに機能を追加します。] を選択します。
6. [セットアップサポートルール] 画面で、[OK] を押します。
7. [プロダクトキー] 画面で [無償のエディション] から評価版 [Enterprise Evaluation] を指定し [次へ] を押します。
8. [ライセンス条項] 画面で同意し、[次へ] を押します。
9. [セットアップサポートファイル] 画面で、[インストール] を押します。
10. [セットアップサポートルール] 画面で、[次へ] を押します。
11. [セットアップロール] 画面で [SQL Server 機能のインストール] を選択し、[次へ] を押します。
12. [機能の選択] 画面では、データベースエンジンサービス、フルテキスト検索、クライアントツール接続、クライアントツールの旧バージョンとの互換性、管理ツール - 基本、管理ツール - 完全を選択して、[次へ] を押します。
13. [インストールルール] 画面で、[次へ] を押します。
14. [インスタンスの構成] 画面では、デフォルト設定のままにし、[次へ] を押します。
15. [必要なディスク領域] 画面で、[次へ] を押します。
16. [サーバの構成] 画面では、[SQL Server Agent] と [SQL Server Database Engine] を [NT AUTHORITY\SYSTEM] に変更し、[次へ] を押します。
17. [データベースエンジンの構成] 画面で [混合モード] を選択し、システム管理者 (sa) アカウントのパスワードを入力したら [現在のユーザの追加] をクリックします。[次へ] を押します。
18. [エラーレポート] 画面で、[次へ] を押します。
19. [インストール構成ルール] 画面で、[次へ] を押します。
20. [インストールの準備完了] 画面で、[インストール] を押します。
21. [完了] 画面で、[閉じる] を押します。
22. 重要：合計 4 つの SQL Server 2008 R2 インスタンスを作成するため、このインストール手順をあと 3 回繰り返してください。
23. すべてのインスタンスに、SQL Server 2008 Service Pack 1 とパッチをインストールします。

SQL Server 2008 R2 の構成

SQL Server 2008 R2 のインストールが完了したら、次は、SQL Server Browser と TCP/IP を有効にします。この構成手順は次のとおりです。

1. [スタート]→[管理ツール]→[サービス] を選択します。
2. 右側のペインで [SQL Server Browser] を右クリックし、ドロップダウンメニューから [プロパティ] を選択します。
3. [スタートアップの種類] ドロップダウンメニューから [自動] を選択し、[OK] を押します。
4. [サービス] ウィンドウを閉じます。
5. [スタート]→[すべてのプログラム]→[Microsoft SQL Server 2008 R2]→[構成ツール]→[SQL Server 構成マネージャ] を選択します。
6. 左側のペインから [SQL Server のサービス] を選択します。
7. 右側のペインで [SQL Server Browser] を右クリックし、ドロップダウンメニューから [開始] を選択します。
8. 左側のペインで [SQL Server ネットワークの構成] を展開し、[<MSSQLSERVER> のプロトコル] を選択します (MSSQLSERVER = 最初の SQL Server インスタンス名)。
9. 右側のペインで [TCP/IP] を右クリックし、ドロップダウンメニューから [有効] を選択します。
10. 残り 3 つの SQL Server インスタンスについても、ステップ 9 を繰り返します。
11. 左側のペインから [SQL Server のサービス] を選択します。
12. 右側のペインで [SQL Server (MSSQLSERVER)] を右クリックし、ドロップダウンメニューから [再開] を選択します。
13. 残り 3 つの SQL Server インスタンスについても、ステップ 12 を繰り返します。

データベースクライアントのインストールと構成

今回のテストでは、DS2 スクリプト用に 8 台のクライアントを用意して、サーバに負荷をかける多数のユーザをシミュレーションしています。各サーバには 1 台のドライブを搭載し、それぞれに Windows Server 2003 R2 Enterprise Edition を新規インストールしました。また、各クライアントには .NET 3.5 SP1 Framework をインストールしましたが、これは、DS2 テスト用実行形式ファイルが .NET2.0 以上を必要とするためです。インストール後、サーバ上に DS2 実行形式ファイルを保存するためのフォルダを 2 つ作成し、各フォルダをそれぞれのクライアントインスタンスに対応させました。いずれのインストールも、次のように設定しています。

1. Windows Server 2003 R2 Enterprise Edition x86 Edition と Service Pack 2 をクライアントにインストールします。
2. データベースクライアントに「Clientx」というコンピュータ名を付けます。このとき「x」にはクライアント番号が入ります。
3. ライセンスモードは、デフォルト設定 (5 人の同時接続ユーザ) を採用します。
4. 管理者ログオン用のパスワードを入力します。
5. タイムゾーン (時間帯) は、東部標準時を選択します。
6. ネットワークのインストールには、典型的な設定を使用します。
7. ワークグループには、「Workgroup」と入力します。
8. Windows Update と .NET 3.5 SP1 Framework をインストールし、DVD Store クライアント用実行形式ファイルを 2 つのフォルダにそれぞれコピーします。

データベースクライアント上のスクリプト作成

テストをシンプルにするため、8 台すべてのクライアント上に「test.bat」という名前のバッチファイルを作成し、DVD Store の実行形式ファイルを正しいパラメータと共に開始できるようにしました。このバッチファイルは、クライアントの「c:\clientshare」上に保存しています。クライアントのうち 4 台については、c:\clientshare に保存されたバッチファイルに次のテキストが記述されています。残り 4 クライアントのバッチファイルにも、基本的に同じテキストが記述されていますが、ドライブが別のデータベース (-database_name=ds2-1) をポイントする点が異なります。

```
C:\clientshare\ds2sqlserverdriver.exe --target=192.168.2.120 --ramp_rate=10 --run_time=30 --n_threads=16 --db_size=6GB --think_time=0 -database_name=ds2 --detailed_view=Y --warmup_time=1 --pct_newcustomers=5 --output_path=c:\clientshare\opmoutds2.txt
```

DVD Store バージョン 2.1 のセットアップ

データ生成の概要

データの生成には、DVD Store バージョン 2.1 (DS2) に含まれている Install.pl スクリプトを使用しました。パラメータには、データベースサイズとして「20GB」を、また、実行するデータベースプラットフォームとして「Microsoft SQL Server」を指定しています。この Install.pl スクリプトは、Linux を稼働するユーティリティシステム上で実行しました。この Install.pl スクリプトは、データベーススキーマも生成します。

データの生成処理が完了したら、次は、SQL Server 2008 R2 SP1 を稼働する Windows システムに、データファイルとスキーマ生成ファイルを転送しました。SQL Server 2008 R2 SP1 に 20GB のデータベースを構築した後、フルバックアップを実行し、そのバックアップファイルを高速アクセスできる C: ドライブに格納しました。このバックアップファイルは、テストとテストの合間に、サーバにリストアされます。

スキーマ生成スクリプトに加えた唯一の変更点は、今回使用したデータベースのファイルサイズを指定したことです。これらのファイルは、必要以上に大きな値を設定しましたが、その理由はファイル拡張処理がテスト結果に影響を及ぼさないようにするためです。このファイルサイズの変更を除けば、あとはすべて DVD Store のドキュメントどおりにデータベーススキーマを作成・ロードしています。具体的な手順は、次のとおりです。

1. ダウンロードした DS2 にはデータベース作成スクリプトが含まれるため、これを使ってデータを生成し、データベースとファイル構造を作成します。今回のテスト用にデータベースサイズを 20GB に変更し、適切なドライブ文字に変更します。
2. これらのファイルを Linux ベースのデータ生成システムから、SQL Server を稼働する Windows システムに転送します。
3. DVD Store から提供されるスクリプトを使用して、データベーステーブル、ストアードプロシージャ、オブジェクトを作成します。
4. ログの過剰な書き込みを避けるため、データベースリカバリモデルをバルクログに設定します。
5. 生成したデータをデータベースにロードします。データのロードには、SQL Server Management Studio のインポートウィザードを使用しました。オリジナルのスクリプトで使っていた「Enable Identity Insert」などのオプションは、必要に応じて残しています。
6. データベース作成スクリプトを使って、インデックス、フルテキストカタログ、主キー、外部キーを作成します。
7. 各テーブルの統計を、データベース作成スクリプトに従って更新します (抽出標本はテーブルデータの 18%)。
8. 次の Transact SQL (TSQL) スクリプトを使い、SQL Server インスタンス上で ds2user という名の SQL Server ログインを作成します。

```
USE [master]
GO
CREATE LOGIN [ds2user] WITH PASSWORD=N'',
                DEFAULT_DATABASE=[master],
                DEFAULT_LANGUAGE=[us_english],
                CHECK_EXPIRATION=OFF,
                CHECK_POLICY=OFF
GO
```

9. データベースリカバリモデルを「フル」に戻します。
10. SQL Server Management Studio を使用して、必要なフルテキストインデックスを作成します。
11. データベースユーザを作成し、このユーザを SQL Server ログインにマッピングします。
12. 本テストでは、ここでデータベースのフルバックアップを実施しました。このバックアップを活用することで、次のテストに移る前に、比較的素早くデータベースを初期状態に戻すことができます。
図 11 は、初期ファイルサイズの変更値を一覧にしたものです。

論理名	ファイルグループ	初期サイズ (MB)
データベースファイル		
Primary	PRIMARY	3
cust1	DS_CUST_FG	2,168
cust2	DS_CUST_FG	2,168
cust3	DS_CUST_FG	2,168
cust4	DS_CUST_FG	2,168
cust5	DS_CUST_FG	2,168
cust6	DS_CUST_FG	2,168
cust7	DS_CUST_FG	2,168
cust8	DS_CUST_FG	2,168
ind1	DS_IND_FG	1,280
ind2	DS_IND_FG	1,280
ind3	DS_IND_FG	1,280
ind4	DS_IND_FG	1,280
ind5	DS_IND_FG	1,280
ind6	DS_IND_FG	1,280
ind7	DS_IND_FG	1,280
ind8	DS_IND_FG	1,280
ds_misc1	DS_MISC_FG	256
ds_misc2	DS_MISC_FG	256
ds_misc3	DS_MISC_FG	256
ds_misc4	DS_MISC_FG	256
ds_misc5	DS_MISC_FG	256
ds_misc6	DS_MISC_FG	256
ds_misc7	DS_MISC_FG	256
ds_misc8	DS_MISC_FG	256
orders1	DS_ORDERS	1,536
orders2	DS_ORDERS	1,536
orders3	DS_ORDERS	1,536
orders4	DS_ORDERS	1,536
orders5	DS_ORDERS	1,536
orders6	DS_ORDERS	1,536
orders7	DS_ORDERS	1,536
orders8	DS_ORDERS	1,536
ログファイル		
ds_log	適用外	20,480

図 11. 本テストで使用した初期ファイルサイズの変更値

ワークロードスクリプト (ds2xdriver.cs モジュール) の編集

DVD Store バージョン 2.1 では、1つのソースクライアントから複数のデータベースターゲットを指定できる新機能が加わったため、今回、これを活用しています。また、それぞれのデータベースターゲットから出力された OPM (受注処理件数/分) 性能を記録するため、ds2xdriver を変更して、この情報を各クライアントシステム上にあるログファイルに記録するようにしました。具体的には、StreamWriter メソッドを使用してクライアントシステム上に新しいテキストファイルを作成し、次に、WriteLine と Flush メソッドを使用して、テスト中、該当する結果がこれらのファイルに書き込まれるようにしています。また、名前の異なるデータベースをターゲットとする機能も追加しました。

これらの変更を加えた後、DVD Store ドキュメントの指示に従い、ds2sqlserverfns.cs と ds2xdriver.cs モジュールを Windows 上で再コンパイルしました。ただし、DS2 ドキュメントに書かれている手順は、コマンドラインからコンパイルする方法だったため、代わりに Visual Studio がインストールされているシステムを使い、次の手順を実行しました。

1. コマンドプロンプトを開きます。
2. cd コマンドを使って、目的のソースを含むディレクトリに移動します。
3. 次のコマンドを実行します。

```
csc /out:ds2sqlserverdriver.exe ds2xdriver.cs ds2sqlserverfns.cs  
/d:USE_WIN32_TIMER /d:GEN_PERF_CTRS
```

データベース用ディスクドライブのセットアップ

Dell PowerEdge サーバには、データベースとログファイル用として、2 台の Pliant LB 150S SSD ドライブをインストールしました。これらのドライブを 2 つの個別のディスクとして構成し、それぞれ volume1 (E:)、volume2 (F:) と名付けました。データベースとログはそれぞれ別のボリューム上に配置しています。たとえば、データベース 1 の各データベースファイルは volume1 に、ログファイルは volume2 に格納し、次のデータベースでは逆にしました (つまり、データベースファイルを volume2 に、ログファイルを volume1 に格納)。以降、残りのデータベースインスタンスについても同様に配置しています。このようにセットアップすることで、両方の RAID ボリュームで発生するディスク処理量が均等になります。

付録 C : Java ワークロード

SPECjbb2005 の構成

今回使用したベンチマークプログラムは、2006年3月15日にリリースされた SPECjbb2005 バージョン 1.07 です。本テストは、SPEC の実施規定に従って進められました。(SPECjbb2005 と実施規定の詳細は、<http://www.spec.org/jbb2005/docs/RunRules.html> をご覧ください。) SPECjbb2005 のインストールは、SPECjbb2005 CD の内容を各サーバのハードディスク (C:\SPECjbb2005v1.07 ディレクトリ) にコピーして行いました。

SPECjbb2005 の場合、テスト対象システムに JVM (Java Virtual Machine) を搭載する必要があります。そこで今回は、Java HotSpot 64-bit Server VM (ビルド 20.6-b01) を使用し、デフォルト設定のままインストールしました。

正規の SPECjbb2005 テストでは、実施規定どおり SPECjbb2005 のルートディレクトリにある SPECjbb_config.props ファイルを編集して、情報開示に必要なサーバとライセンス情報を入力する必要があります。しかし本テストは、サーバに負荷をかけることを目的としており、公式な SPECjbb2005 記録を求めているわけではないため、この手順は省きました。ただ、JVM インスタンス数を 2 に変更する必要があったため、いずれにせよ SPECjbb.props ファイルは編集しています。この変更により、テスト中、サーバは 2 つの JVM インスタンスを実行することができます。

また、ベンチマークを起動するため、Java 実行コマンドを記述したバッチファイルを作成し、SPECjbb2005 のルートディレクトリに保存しました。テストでは、Microsoft Windows Server 2003 x64 Edition のコマンドプロンプトウィンドウを使って、このバッチファイルを実行しています。ファイルの内容は、次のとおりです。

```
@echo off
set path="C:\Java\bin";%path%

set JVM=2
:: Set JAVA_HOME to Java.exe path.
Set JAVA_HOME="C:\Java\bin"

:stage1
set PROPFILE=SPECjbb.props
set JAVAOPTIONS= -Xms512m -Xmx512m
rem set JBBJARS=. \jbb.jar; . \check.jar
set JBBJARS=. \jbb.jar; . \jbb_no_precompile.jar; . \check.jar; . \reporter.jar
set CLASSPATH=%JBBJARS%;%CLASSPATH%

:stage2
echo Using CLASSPATH entries:
for %%c in ( %CLASSPATH% ) do echo %%c
@echo on
start /b C:\Java\bin\java.exe %JAVAOPTIONS% spec.jbb.Cntroller -
propfile %PROPFILE%
@echo off
set I=0
:LOOP
set /a I=%I + 1
echo.
echo Starting JVM Number %I% with Affinity to CPU %J%
```

```
echo.
@echo on
start /B C:\Java\bin\java.exe -Xmx18g -Xms18g -Xmn16g -XX:SurvivorRatio=60 -
XX:TargetSurvivorRatio=90 -XX:ParallelGCThreads=8 -XX:AllocatePrefetchDistance=192 -
XX:AllocatePrefetchLines=4 -XX:LoopUnrollLimit=45 -XX:InitialTenuringThreshold=12 -
XX:MaxTenuringThreshold=15 -XX:InlineSmallCode=5500 -XX:MaxInlineSize=220 -
XX:FreqInlineSize=2500 -XX:+UseLargePages -XX:+UseParallelOldGC -
XX:+UseCompressedStrings -verbose:class -XX:+AggressiveOpts spec.jbb.JBBmain -
propfile %PROPFILE% -id %I% > multi.%I%
@echo off
IF %I% == %JVM% GOTO END
GOTO LOOP
:END
```

付録 D：電力測定

ワークロードの電力測定

ワークロードテスト中に各サーバが消費した電力は、Extech Instrument[®] 社 (www.extech.com) の 380803 Power Analyzer/Datalogger (電力分析/データ記録器) を使って測定しました。接続方法は、まず、テスト対象サーバの電源コードを、Power Analyzer の出力側コンセントに差し込みます。次に、Power Analyzer の入力電圧側から出ている電源コードを、120 ボルトの電源コンセントに差し込みます。

すべての記録は、Power Analyzer の Data Acquisition (データ取得) ソフトウェアバージョン 2.11 を使ってキャプチャしました。このソフトウェアは、別途用意したインテル[®] プロセッサ搭載の PC にインストールしており、この PC と Power Analyzer を RS-232 ケーブル で接続しています。消費電力量は、1 秒ごとに計測しました。

OS が何も処理をしていないときの消費電力を評価するため、各サーバで OS だけが稼働し、アプリケーションを何も実行していないときの消費電力を 2 分間記録しました。

次にテスト用ワークロードを実行し、その間、各サーバの消費電力 (ワット数) を 1 秒ごとに記録しました。平均消費電力は、サーバがピーク性能で稼働している間の電力消費を平均することで求めました。この評価時間を、電力測定インターバルと呼びます。

電力に対する応答時間の測定

電力キャップの応答時間テストには、Yokogawa[®] WT210 と WtViewer 8.11 ソフトウェアを使用しました。具体的には、電源コードを Yokogawa WT210 に接続して、120 ボルトの供給電圧を使用する Dell PowerEdge R720 を測定しています。さらに、RS-232 ケーブルを使って WT 210 とデスクトップと接続し、WtViewer 内で記録する間隔を 100ms に設定しました。注：WtViewer は、RS-232 インタフェースのため、最低でも 200ms 間隔でデータを記録します。

Principled Technologies 社について



Principled Technologies, Inc.
1007 Slater Road, Suite 300
Durham, NC, 27703
www.principledtechnologies.com

Principled Technologies 社は、テクノロジー評価と事実重視のマーケティングサービスで業界をリードする企業です。弊社の豊富な経験と専門知識を結集させて、最新技術の調査から、新手法の開発、既存および新ツールのテストに至るまで、テクノロジーをあらゆる角度から検証・分析します。

また、評価遂行のあかつきには、幅広い読者層に結果を提示する術も心得ており、テストレポート、性能評価、ホワイトペーパーなど、実践に役立つマーケット本位のデータから、カスタマイズした販促資料まで、お望みの資料をご提供いたします。すべてのドキュメントは、信頼性の高い、独立した分析結果に基づくものです。

PT 社は、お客様固有のニーズに的を絞ったカスタマイズサービスを提供します。ハードウェア、ソフトウェア、Web サイト、サービス、その他、テクノロジー分野を問わず、弊社の豊富な経験、専門知識、ツールを活かして、お客様の競争力、性能、市場性、品質、信頼性を評価いたします。

創設者の Mark L. Van Name と Bill Catchings は共に、テクノロジー評価分野で 20 年以上の豊富な経験があり、ジャーナリストとして、広範な技術分野を対象に、千件以上の記事を世に送り出してきました。Ziff Davis Media の Winstone や WebBench を開発した Ziff-Davis Benchmark Operation を発足させ、リードしてきたのもこの両名であり、eTesting Labs の創設・経営に携わった後、Lionbridge Technologies 社が同社を買収してからは、VenTest 社の代表と CTO に就きました。

Principled Technologies は、Principled Technologies, Inc. の登録商標です。その他の製品名は、それぞれの所有者の商標です。

保証の免責、賠償責任の制限について：

PRINCIPLED TECHNOLOGIES, INC. は、テストの精度と有効性を確保すべく、最善の努力を払っていますが、テストの結果と分析、精度、完全性、品質について、明示的、暗示的を問わず、特定の用途に対する適合性の暗黙的保証も含め、いかなる保証もいたしません。いかなる個人、団体とも、テスト結果に対する信頼は自己責任に基づくものとし、また、その際は、いかなるテスト手順または結果の誤り、不備から生じたいかなる損失、損害についても、PRINCIPLED TECHNOLOGIES, INC. の社員または請負業者に一切の責任を問わないことに合意したものと見なされます。

PRINCIPLED TECHNOLOGIES, INC. は、テストに関する間接的な、特殊な、偶発的な、必然的な損害について、たとえ、その可能性を通達していたとしても、一切の責任を負いません。PRINCIPLED TECHNOLOGIES, INC. のテストに係る想定外の支出、直接的な損害、その他が発生しても、PRINCIPLED TECHNOLOGIES, INC. に一切の責を問うことはできません。お客様の唯一かつ排他的な法的救済は、ここに示したとおりとします。
