



Kingston Technology DC500M エンタープライズソリッドステートドライブを用いた SQL Server パフォーマンスの改善とコスト削減

2019 年 10 月

著者：DB Best Technology テクニカルプロダクトマネジメントディレクター、ビル・ラモス。

テクニカルレビューアー：Kingston Technology システムエンジニア、ハゼム・アワダラ



内容

要旨	3
課題：SQL Server 2008 サポートの終了	6
解決策：HDD ドライブを Kingston Technology Data Center DC500 Enterprise ソリッドステートドライブ (SSD)に交換し、SQL Server 2017 にアップグレードします	7
ハードウェア	9
ソフトウェア	10
テストシナリオのベンチマーク	12
テスト結果	15
結果：HDD に 16 個の vCore を備えた SQL Server 2008 R2	15
結果：DC500M 16 vCore における SQL Server 2017	16
結果：DC500M 8 vCore における SQL Server 2017	17
結果：DC500M 4 vCore における SQL Server 2017	19
結論	21
次のステップ	22
DB Best により環境の評価を実施します	22
付属 A-テストシステムの部品表	23
サーバー構成	23
ソフトウェアプラットフォーム	25
図表	27
商標	28

要旨

SQL Server 2008 と SQL Server 2008 R2 を使用している企業は、Microsoft がこれらデータベースのサポートを終了（EOS）¹した 2019 年 7 月に重大な問題に直面しました。Microsoft は、EOS に伴ってオンプレミスの SQL Server リリースに対するセキュリティ更新プログラムのリリースを停止しました。これらのデータベースは、ハッキングされる大きなリスクに直面し、多くの規制要件に適合しなくなります。

規制上の理由で、または、顧客の要求に従い、オンプレミスのままにする必要がある SQL Server 2008²ワークロードを移行および統合するには、費用対効果の高いソリューションが必要です。

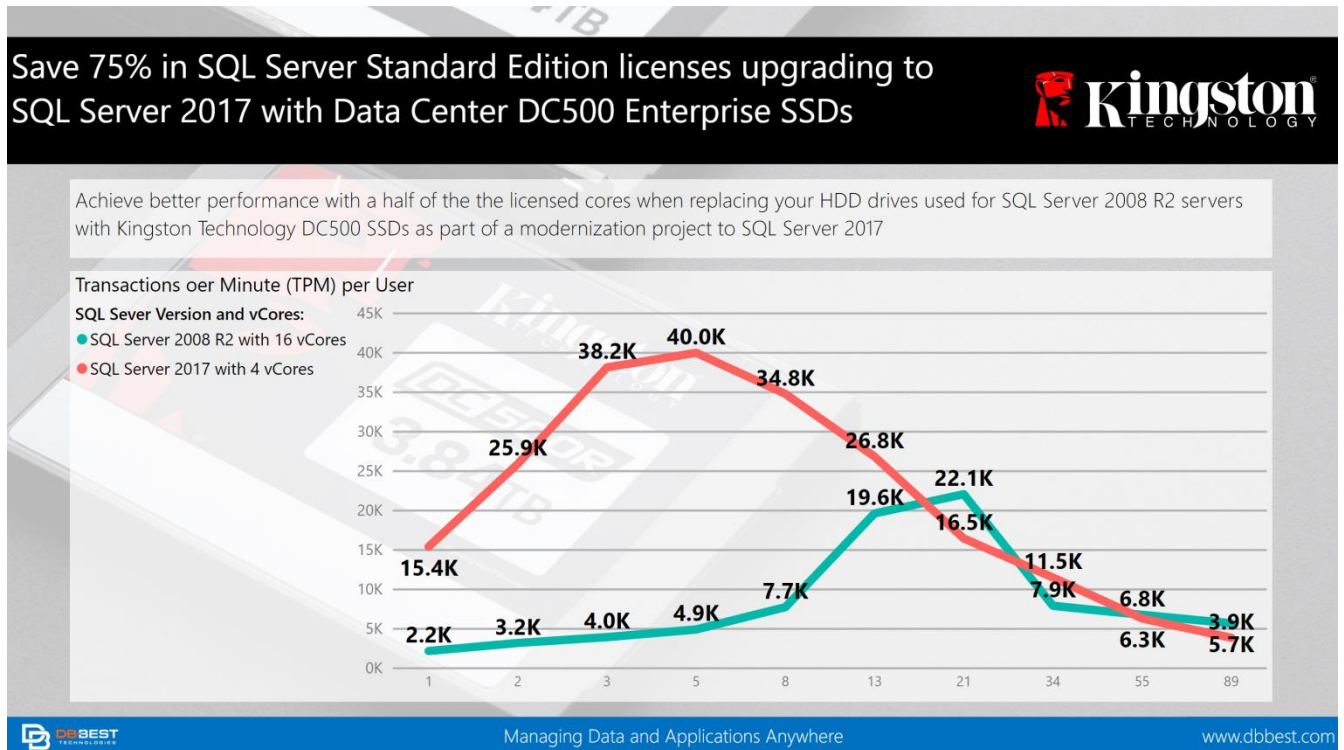
このホワイトペーパーでは、最新のサーバーおよび [Kingston Technology DC500M エンタープライズソリッドステートドライブ](#)（SSD）と Microsoft SQL 2017 Windows Server 2019 Datacenter Edition を使用して、SQL Server 2008 のワークロードを最新のハードウェアおよびソフトウェアソリューションに、費用対効果が高い方法で移行できることを実証します。

DB Best Technologies は先日 Kingston Technology と提携し、8 つの仮想コア（vCore）を備えた SQL Server 2017 と [Kingston Technology DC500 エンタープライズソリッドステートドライブ](#)（SSD）の組み合わせが、ハードドライブ（HDD）を使用し 16 個の vCore を備えた SQL Server 2008 R2 よりも高速に動作することを実証しました。新しいバージョンの SQL Server に SQL Server 2008 Server をアップグレードすることを検討しているお客様と協力する際、データ、ログおよび tempdb に HDD ドライブを使用されていることがよくあります。

¹ 「SQL Server 2008 and SQL Server 2008 R2 End of Support」 <<https://www.microsoft.com/en-us/sql-server/sql-server-2008>>

² 簡潔にするために、「SQL Server 2008」は、SQL Server 2008 および SQL Server 2008 R2 の両方のリリースを指します。

以下のグラフは、4 つの vCore および [Kingston Data Center DC500M SATA 6GBps 960 GB ドライブ](#) を実行する SQL Server 2017 で 2000 のウェアハウスを使用し、[HammerDB TPC-C ベンチマーク](#) を実行した場合、16 vCores と [Dell 400-ATJL 10,000 RPM SAS 12 GBps 1.2 TB HDD](#) を使用する SQL Server 2008 R2 の場合より優れた結果が出せることを示します。



他のハードウェアメーカーやクラウドベンダーで行った事前のベンチマークに基づき、古いバージョンの SQL Server から、データログおよび tempdb に SSD を使用する SQL Server 2017 に移行することで、vCore の使用量を減らすことが判明しています。

SQL Server 2008 R2 サーバーを SQL Server 2017 にアップグレードすると、パフォーマンスが向上し、SQL Server のライセンスコストを 75%削減できるということです！

Component	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2	SQL Server 2017 4 vCores	SQL Server 2017 8 vCores	SQL Server 2008 R2 16 vCores
Hardware Costs					
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	\$7,595.62	\$7,595.62			
KTD-PE426/32G	\$4,919.76	\$4,919.76			
SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/s	\$1,815.92				
DELL 400-AJPI 1.2 TB SAS 1.2Gb/s		\$1,560.00			
Sub total for hardware	\$14,331.30	\$14,075.38			
Software Costs					
Windows Server Data Center Edition	\$12,310.00	\$12,310.00			
SQL Server 2017 Standard			\$7,434.00	\$14,868.00	\$29,736.00
Total			\$34,075.30	\$41,509.30	\$56,121.38
Percentage of savings for the total server compared to SQL Server 2008 R2 with 16 vCores			39%	26%	0%
Savings in cost compared to SQL Server 2018 R2 with 16 vCores			\$22,046.08	\$14,612.08	\$0.00
Savings in SQL Server licensing costs			75%	50%	0%

SQL Server 2008 R2 サーバーは、旧式のソフトウェアとハードウェアで通常は実行されるサーバーとして構成されました。具体的には、オペレーティングシステムに Windows Server 2008 R2 Datacenter 64 ビットを使用し、個別のデータファイルとログファイル用に RAID 10 として 2 つの物理ボリュームで構成された、合計 8 台の Dell 10K SAS (Dell 部品番号 ST1200MM0099) ドライブを使用しました。

SQL Server 2017 サーバーは、最新のサーバーとして構成されました。具体的には、オペレーティングシステムに Windows Server 2019 Datacenter 64 ビットを使用し、個別のデータファイルとログファイル用に RAID 10 として二つの論理ボリュームで構成された、合計 8 台の Kingston Technology SEDC500M960G ドライブを使用しました。

両方のサーバーは、Windows Hyper-V で構成されました。SQL Server 2008 R2 システムには、仮想マシン用に 16 個の vCore と 128 GB の RAM を備えました。SQL Server 2017 システムは、仮想マシン用に 128GB の RAM を備えた、8 つの vCore と 4 つの vCore で試験されました。

課題：SQL Server 2008 サポートの終了

SQL Server 2008 は、最も普及した SQL Server データベースリリースに挙げられ、2019 年 7 月に Microsoft が SQL Server 2008 のサポートを終了（EOS）したことで、多くのお客様が重要な課題を抱えました。規制上の理由で、または顧客の要求に従い、オンプレミスのままにする必要があるデータベースワークロードのために、サポート対象の SQL Server および Windows Server³リリースに対する移行を含む、費用対効果の高いソリューションが必要です。Microsoft は SQL Server と Windows Server の両方についてコアごとのライセンスモデルに変更したため、ライセンスの決定がより複雑になり、決定を誤ればより高価につくようになってしまいました。

多くのお客様では、SQL Server 2008 ワークロードが現在実行されている 2008 年代のハードウェアをようやく廃止し、移行したワークロードを実行する新しいハードウェアを決定する必要があります。多くの選択肢があります。物理サーバー、仮想化ワークロードをホストするサーバー、プライベートクラウド。ハイパーコンバージドまたは非アグリゲートアーキテクチャ。従来の SAN または DAS ストレージ、または新しいソフトウェア定義のストレージソリューション。

近年の Microsoft のソフトウェアライセンスモデルへの変更により、ライセンスの選択がより複雑になり、ソフトウェアライセンスのコストがシステムの総コストの大半を占めるようになるほど、ソフトウェアライセンスのコストが増加しました。それに伴い、ライセンス決定を誤れば、高価なミス犯すリスクが高まっています。十分な情報に基づいて選択すれば、ソフトウェアライセンスコストを最小限に抑えることができることをこれから証明します。

このホワイトペーパーでは、Kingston Technology Data Center DC500 Enterprise ソリッドステートドライブ（SSD）を使用することで、全体的な資産コストとライセンスコストを 39%削減できることを実証します。

このホワイトペーパーおよびベンチマークプロジェクト文書は、ハードウェアシステムアーキテクチャとソフトウェアにおける近年の進化を活用する利点を定量化し、SQL Server 2008 のサポート終了に対処しなければならない顧客が直面する課題に対する費用対効果の高いソリューションを実現します。

³ Windows Server 2008 および Windows Server 2008 R2 のサポート終了も 2020 年 1 月に予定されています。「Windows Server 2008 and 2008 R2 End of Support」 <<https://www.microsoft.com/en-us/cloud-platform/windows-server-2008>>を参照してください

解決策：HDD ドライブを Kingston Technology Data Center DC500 Enterprise ソリッドステートドライブ(SSD)に交換し、SQL Server 2017 にアップグレードします

365 日 24 時間の稼働時間と信頼性を要求する企業に合わせた Kingston Enterprise SSD は、予測可能なパフォーマンスと徹底的なテストを経た信頼性を組み合わせる高性能ストレージを提供します。Kingston の DC500 シリーズ SSD は、ワークロードに対して最も費用対効果の高い SSD をデータセンターが選択できるようにするための機能を提供します。企業は、製品、ソリューション、およびサービスレベル契約 (SLA) を満足させられる成果を求めます。Kingston の DC500 シリーズ SSD はこれらの期待に沿えるように設計されています。

Microsoft SQL Server 2017

SQL Server 2017 は、ミッションクリティカルなワークロードのニーズのための信頼性、セキュリティおよび簡素化された管理の全てを、オンライントランザクション処理 (OLTP) データベースへのメモリ内パフォーマンスに優れたデータプラットフォーム上で提供します。

SQL Server 2008 R2 以降、SQL Server チームは、2017 リリースで 100 を超える重要な新機能を提供してきました。

WHAT'S NEW IN SQL SERVER 2017 SINCE 2008 R2					
OLTP Performance	Security	Business Intelligence	Hybrid Cloud		
- Real-time operational analytics with in-memory OLTP or on disk - In-memory for more applications - Unparalleled scalability with Windows Server 2016, with 12TB memory and Windows Server 2016 max cores - Enhanced AlwaysOn, with 8 secondaries and Replica Wizard - Multiple node failover clustering (3 synchronous, up to 8 replicas) - In-memory OLTP - Buffer Pool Extension to SSDs - Enhanced query processing - Resource Governor adds IO governance - SysPrep at cluster level - Predictable performance with tiering of compute, network and storage with Windows Server 2012 R2 - Delayed Durability - Clustered Shared Volume support, VHDX support (Windows Server 2012 R2) - Manage on-premises and cloud apps (System Center 2012 R2) - Query optimization enhancements - Recovery Advisor - Windows Server Core - Live Migration - Online operations enhancements - Query Store - Temporal support	- SQL Server Data Tools - Local DB runtime (Express) - Data-tier application component project template - Data-Tier Application Framework (DAC Fx) - Interoperability support (ADO.NET, JDBC, ODBC, ADO APIs and .NET C/C++, Java, Linux and PHP platforms) - Enhanced support for ANSI SQL standards - Transact-SQL Static Code Analysis tools - Transact-SQL code snippets - IntelliSense - FileTable build on FILESTREAM - Remote Blob Storage with SharePoint 2010 - Statistical Semantic Search - Spatial features, Full Globe and arcs - Large user-defined data types - Distributed Replay - Contained Database Authentication for SQL Server 2012 - System Center Management Pack for SQL Server 2012 - Windows PowerShell 2.0 support - Multi-server Management with SQL Server Utility Control Point - Data Tier Application Component - Automatic Plan Correction	- Transparent Data Encryption - Always Encrypted - Enhanced separation of duty - Row-level security - Dynamic data masking - Enhanced separation of duties - Default schema for groups - SQL Server Audit - SQL Server fine-grained auditing	- Enhanced connectors, new transformations, object-level security, ragged hierarchies** - Graph data support - Mobile BI - Enhanced SSIS - Enterprise-grade Analysis Services - Advanced tabular models - In-memory analytics - Enhanced multidimensional models - JSON support - Enhanced DQS - Enhanced MDX - Modern Reporting Services - Temporal tables - Advanced data mining - Create mobile reports using the SQL Server Mobile Report Publisher - Consume with Power BI mobile apps - Azure IoT Insight Service - Power BI - Power Map for Excel - Mash up data from different sources, such as Oracle & Hadoop - HA for StreamInsight, complex event processing - SQL Server Data Tools support for BI - Change Data Capture for Oracle - Import PowerPivot models into Analysis Services	- Enhanced productivity and performance - Power View - Configurable reporting alerts - Reporting as SharePoint Shared Service - Build organization knowledge base - Connect to 3rd party data cleansing providers - Master Data Hub - Master Data Services Add-in for Excel - Graphical tools in SSIS - Extensible object model - SSIS as a Server - Broader data integration with more sources: DB vendors, cloud, Hadoop - Pipeline improvements	- Stretch database - Partitioning for efficient data loading - Hybrid scenarios with SSIS - Enhanced backup to Azure - Easy migration to the cloud - Simplified cloud DR with AlwaysOn replicas - Simplified backup to Azure - Support for backup of previous versions of SQL Server to Azure - Cloud back-up encryption support - Simplified cloud Disaster Recovery with AlwaysOn replicas in Azure VMs - New Azure Deployment UI for SQL Server - Larger SQL Server VMs and memory sizes available in Azure - SQL Server Data Tools - Snapshots backups to Azure via SQL Server Management Studio
	Data Warehousing - Adaptive Query Processing - Operational analytics - In-memory ColumnStore - Deployment rights for APS - Enhanced In-memory ColumnStore for DWH - PolyBase for simple T-SQL to query structured and unstructured data - Enhanced database caching - Up to 15,000 partitions - Analytics Platform System	Advanced Analytics - Python integration** - R built-in to your T-SQL - RRE APIs with full parallelism and no memory limits for scale performance - Built-in In-memory Advanced Analytics - Advanced tabular model - Direct query - Advanced data mining - SSDT in Visual Studio	Platform - Linux support - Container support		

図 1 - SQL Server 2008 R2 以降に SQL Server に追加された新機能

SQL Server 2017 で利用できる主要な OLTP 処理機能には、以下があります：

- **パフォーマンス**：SQL Server の統合メモリ内ツールセットは、個別機能をはるかに超え、幅広いシナリオで、パフォーマンスを劇的に改善するためのサポートを提供します。
- **セキュリティおよびコンプライアンス**：SQL Server の進化に伴い、保存中および移動中のデータを保護するための新しい機能が追加され、Always Encrypted（常時暗号化）および Row-Level Security（行レベルセキュリティ）などの新機能が追加されました。

- **汎用性**：堅実で、信頼性の高いパフォーマンスで知られる SQL Server は、負荷分散の改善や柔軟で効率的なバックアップのための新機能など、AlwaysOn に重要な新しい拡張機能を追加しています。
- **拡張性**：コンピューティング、ストレージおよびネットワーキングにおける新たな進化により、ミッションクリティカルな SQL Server ワークロードに直接、影響が与えられます。
- **クラウドサービス**：SQL Server と Microsoft Azure の新しいツールにより、クラウドへの拡張がさらに簡単になりました。パッチ適用、バックアップおよび災害復旧ソリューションを構築し、オンプレミス、プライベートクラウドまたは公開クラウドのどこであってもリソースにアクセスできます。

このテストは、インメモリ OLTP 機能を利用する代わりに、デフォルトのディスクベースのテーブルを使用することに焦点を当てています、これは、Kingston Technology の DC500M ドライブと SQL Server 2017 を使用し、データベースに変更を加えずに、単純なアップグレードだけで、最新のハードウェアで実行することにより、SQL Server 2008 ワークロードを統合できることを示すことが目標だったからです。

Windows Server 2019 Datacenter

Windows Server 2019 はクラウドに対応したオペレーティングシステムです。ビジネスの原動力となるアプリケーションとインフラストラクチャにセキュリティを追加し、Microsoft Azure にヒントを得たイノベーションを提供します。ストレージの観点から見ると、Windows Server 2019 には、ソフトウェア定義ストレージと従来のファイルサーバーの新機能と拡張機能が含まれています。

Kingston Data Center DC500 SSD シリーズ

Kingston の Data Center DC500 (DC500R/DC500M)は、読み取り中心および混合型のサーバー負荷用に設計された、最新の 3D TLC NAND を使用した高性能な 6Gbps の SATA SSD です。当デバイスは Kingston の厳密な QoS 要件を満たしており、予測可能なランダム I/O パフォーマンスと、幅広い読み取りおよび書き込み負荷の下で、予測可能な低レイテンシを保証します。AI、マシンラーニング、ビッグデータ分析、クラウドコンピューティング、ソフトウェア定義ストレージ、運用データベース (ODB)、データベースアプリケーション、データウェアハウスなどの生産性を向上させることができます。480GB、960GB、1.92TB、3.84TB の各容量モデルが用意されています。



図 2 - Kingston Data Center DC500M - ソリッドステートドライブ - 960 GB - SATA 6Gb/s

ハードウェア

このテストでは、二台の Dell PowerEdge R740XD サーバーを使用しました。一つは、Dell 10,000 RPM SAS 1.2 TB ハードドライブを使用して、Windows Server 2008 R2 上で実行されている SQL Server 2008 R2 のベンチマークに使用されました。これは、SQL Server 2008 R2 をまだ実行しているサーバーの典型的なものです。二番目のサーバーは、DC500M 960GB ソリッドステートドライブを使用し、Windows Server 2019 上で実行される SQL Server 2017 のベンチマークに使用されました。

各サーバーは、二つの Intel Xeon Silver 4114 2.2G、10C / 20T、9.6GT/秒、14M キャッシュ、Turbo、HT (85W) DDR4-2400 プロセッサを合計 40 の仮想コア (vCore) で使用しました。

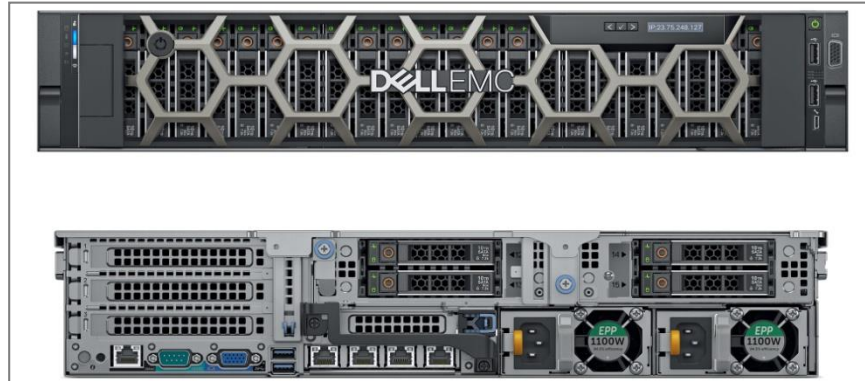


図 3 - PowerEdge R740xd Rack Server

各サーバーは、合計 768GB の RAM を備える Kingston の Server Premier KTD-PE426/32G メモリのモジュールを 24 個搭載しました。



図 4 - Kingston の Server Premier - DDR4 - 32 GB - DIMM 288 ピン 登録済みメモリモジュール

SQL Server 2008 R2 のために、8 台の Dell -ハードドライブ- 1.2 TB - SAS 12Gb/秒ドライブを使用しました。



図5 - Dell - ハードドライブ - 1.2 TB - SAS 12Gb/秒

四台のドライブは、SQL Server データファイルに使用される論理ボリュームとして、64K ストライプおよび 64k 割り当てサイズの RAID 10 を使用する 8GB NV キャッシュを備えた PERC H740P RAID コントローラーを使用し構成されました。他の四台のドライブも、SQL Server ログファイルに使用される論理ボリュームとして、64k ストライプおよび 8k 割り当てサイズの RAID 10 で構成されました。RAID コントローラーの先読み、ライトスルーキャッシュを使用しました。

ソフトウェア

各ベアメタルサーバーは、Hyper-V の役割を持つ Windows Server 2019 Datacenter（10.0、ビルド 17763）で実行されました。接続されたストレージには Windows Storage Spaces を使用することを検討しました。しかし、Storage Spaces は、Windows Server 2008 R2 Datacenter では使用できなかったため、RAID コントローラーを使用しディスクを構成することを選択しました。

各サーバーは、それぞれ 16 個の vCore と 128GB の RAM を備えた二台の仮想マシンで構成されました。テストサーバーにトランザクションを送信する HammerDB プログラムを実行するためのテストドライバーVM として一つの画像を使用しました。

SQL Server 2017 ワークロードは、Hyper-V 仮想マシンで実行され、Windows Server 2019 をゲスト OS として、SQL Server 2017 Developer Edition を実行し、16 個の vCore を起動します。SQL Server 2008 R2 ワークロードは、Hyper-V 仮想マシンで実行され、Windows Server 2008 R2 をゲスト OS として、SQL Server 2008 R2 Developer Edition および 16 個の vCore を実行します。

ディスクレイアウトには以下が含まれます：

ドライブ	サイズ (GB)	目的	備考	使用される SQL Server ファイルの合計サイズ (GB)
C:	129	OS	SQL Server は sysprep を使用して各 VM にインストールされました	
D:	282	データ	64k でのフォーマット	TPCC データ(193)、TempDB データ(16)
L:	400	ログ	8k でのフォーマット	TPCC ログ(20)、TempDB ログ(0.5)

図6 - 157 GB データベース用に 2,000 のウェアハウスを備えた TPC-C を実行している SQL Server VM のディスクレイアウト。

負荷生成と HammerDB のセットアップ

HammerDB ツールを使用して、2000 のウェアハウス用に TPC-C 的なトランザクションワークロードを生成しました。 [HammerDB](#) は、一般にデータベースのベンチマークに使用され、コミュニティによって管理されている業界標準のようなものです。TPC-C は、OLTP ワークロード向けにトランザクション処理性能評議会（TPC）によって公開されたベンチマーク標準です。 TPC-C 仕様に準拠すると、テストの信頼性と一貫性が保証されます。

試験実行時には、DB Best の顧客から収集したデータに基づいた中規模の OLTP データベースを表す 157GB のデータベースを使用しました。 以下は、SQL Server Management Studio の **Disk Usage by Top Tables**（上位テーブルごとのディスク利用）レポートで報告される各テーブルのサイズを示しています。

This report provides detailed data on the utilization of disk space by top 1000 tables within the Database. The report does not provide data for memory optimized tables.						
Table Name	# Records	Reserved (KB)	Data (KB)	Indexes (KB)	Unused (KB)	
dbo.stock	200,000,000	64,134,928	64,000,000	134,896	32	
dbo.customer	60,000,000	53,378,304	43,636,368	9,741,808	128	
dbo.order_line	599,962,513	39,434,768	39,341,808	92,888	72	
dbo.history	60,000,000	3,605,944	3,605,184	184	576	
dbo.orders	60,000,000	3,093,584	1,959,184	1,134,272	128	
dbo.new_order	18,000,000	321,544	320,720	736	88	
dbo.district	20,000	321,016	160,000	160,952	64	
dbo.warehouse	2,000	32,272	16,000	16,096	176	
dbo.item	100,000	9,544	9,416	32	96	

図7 - TPCC 2,000 のウェアハウスデータベースの各テーブルのサイズ

1、2、3、5、8、13、21、34、55 および 89 のフィボナッチ数列を使用して、仮想ユーザーの 10 グループを実行することを選択しました。

SQL Server セットアップ

仮想マシンの SQL Server 2017 Standard Edition は、以下の表に示すように構成されました。

パラメーター名	最小	最大	設定値	実行値
並列処理のコストしきい値	-	32,767	50	50
カーソルしきい値	(1)	2,147,483,647	(1)	(1)
デフォルトのトレースが有効	-	1	1	1
最大並列度	-	32,767	1	1
最大サーバーメモリ (MB)	128	2,147,483,647	104,857	104,857
ネットワークパケットサイズ(B)	512	32,767	4,096	4,096
クエリ待機(s)	(1)	2,147,483,647	(1)	(1)

図8 - OLTP ワークロード向けに最適化された SQL Server 構成

テスト結果は、HammerDB ドライバーVM に書き込まれ、結果を分析するために Power BI に読み込まれました。

テストシナリオのベンチマーク

ベンチマークの理論的根拠

TPC-C ベンチマークは 1992 年から存在しており、正式な定義が tpc.org⁴で利用できます。さまざまなサーバー構成の潜在的なパフォーマンスをよりよく理解するため、SQL Server およびサーバーハードウェアの現実的なテストを提供します。DB Best は、このベンチマークを使用し、オンプレミスまたは異なるクラウドで実行されている様々なサイズの VM をベースライン化し、お客様が新しい環境への展開をより適切に計画できるようにします。

HammerDB は、SQL Server、Oracle Database、IBM DB2、MySQL、MariaDB、PostgreSQL、Redis および Amazon Redshift をサポートする、無料のオープンソースベンチマークアプリケーションです。OLTP の TPC-C ベンチマークとデータウェアハウス分析ワークロードの TPC-H ベンチマークの実行をサポートします。HammerDB のソースコードは [GitHub](https://github.com/HammerDB/hammerdb) で入手できます。[TPC](#) によってホストされているため、データベースベンダーは、ベンチマークの独自のバージョンを追加できます。

HammerDB⁵は、データベースを生成し、データをテストし、ベンチマークを実行するスクリプトを作成できます。このベンチマークではオートパイロット機能を使用し、一度に、1/2/3/5/8/13/21/34/55/89 人のユーザーでベンチマークを実行しました。フィボナッチ数列はシステムがより多くのユーザーにどのように反応するかを体感できるため、当社は積極的に使用しています。

オートパイロット機能は、全てのユーザーがトランザクション処理を開始し、データベースをデータベースサーバーのメモリにヒートアップできるよう、ランプアップ時間を定義する方法を提供します。通常、最大 100 人のユーザーを起動するのに 1 分かかります。テストサイクルが始まる前に十分な時間を確保するため、3 分のランプアップ時間を使用しました。

テストサイクルでは、5 分間を使用しました。この間、ベンチマークは、通常のオーダー入力プログラムが指定された期間にトランザクションを処理すると予想されるため、新たなオーダーを生成しています。HammerDB は、データベースが達成する必要がある実際の作業量として、新規オーダーの処理に使用される実際のトランザクション数と一分あたりの新規オーダー（NOPM）の値を記録します。

実行の最後に、HammerDB は各ユーザー実行のトランザクション情報を含むログファイルを作成します。さらに、基本的なパフォーマンスカウンターとその他のシステム情報をキャプチャし、結果を CPU、ディスク、ネットワークおよびメモリのパフォーマンスと関連させました。

⁴ すべての TPC 仕様一覧は、以下で確認できます。

http://www.tpc.org/tpc_documents_current_versions/current_specifications.asp

⁵ HammerDB ウェブサイト - http://www.tpc.org/tpc_documents_current_versions/current_specifications.asp

CPU パフォーマンス

CPU パフォーマンスには、テスト開始前に SQL Server を使用し、シングルスレッドのパフォーマンステストを使用します⁶。一般に、テストに使用した 2.2 GHz の Intel Xeon Silver 4114 CPU は、Gold または Platinum プロセッサよりもクロック速度が遅くなります⁷。

この場合、約 14,000 の値を取得しました。一般に、新しいプロセッサは約 7,000 の値でこのテストを実行します。しかし、既存の SQL Server 2008 R2 データベースソリューションを実行するため、現在一般的に使用される CPU としてこの CPU を選択しました。（14000 の値は、7000 の値よりも良いですか、悪いですか？私個人が理解するためです。ペーパーのためではありません）

TPC-C ベンチマークは、より高速な CPU を優先します。したがって、SQL Server 2017 に最新の CPU を使用すると、必要な vCore の数を削減するのにも役立ちます。ただし、結果へ最も大きな影響を与えるのはディスクドライブのパフォーマンスです。

ディスクパフォーマンス

Windows プラットフォームでのディスクパフォーマンスを理解するため、Microsoft⁸が最初に開発した Diskspd と呼ばれるオープンソースプログラムを使用します。Linux プラットフォームには、FIO を使用します。Diskspd の実行では、SQL Server トランザクションに使用される I/O パターンに一致させるための Diskspd の使用方法について、SQL Server の MVP である Glen Berry のガイダンスを使用します。⁹ コマンドラインは次のようになります：

```
diskspd -b8K -d30 -o4 -t8 -h -r -w25 -L -Z1G -c20G T:\iotest.dat > DiskSpeedResults.txt
```

ここでは、HDD 上の SQL Server 2008 R2 と DC500M 上の SQL Server 2017 で使用されるデータファイルボリュームに対して Diskspd を実行した際のハイライトを示します。どちらも、RAID 10 を使用する四台のドライブで構成されています。

⁶ SQL Server のシングルスレッドパフォーマンステストのソースコードは、以下で入手できます。

<https://www.hammerdb.com/blog/uncategorized/hammerdb-best-practice-for-sql-server-performance-and-scalability/>

⁷ Intel Xeon プロセッサとその完全な仕様一覧は、以下で入手できます。

<https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/series/125191/intel-xeon-scalable-processors.html>

⁸ Windows Diskspd の GitHub リポジトリ <https://github.com/Microsoft/diskspd>

⁹ Microsoft DiskSpd を使用し、次の場所でストレージサブシステムをテストします。 <https://sqlperformance.com/2015/08/io-subsystem/diskspd-test-storage>

SQL Server 2008 R2 データファイルに使用される、HDD ディスクボリュームの結果を次に示します。

Total IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	459390976	56078	14.60	1869.31	17.119	23.801
Read IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	344678400	42075	10.96	1402.53	20.563	21.940
Write IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	114712576	14003	3.65	466.78	6.772	26.069
Latency (ms)						
%-ile	Read (ms)	Write (ms)	Total (ms)			
min	0.290	0.259	0.259			
25th	8.306	0.722	5.497			
50th	14.220	2.336	10.825			
75th	25.396	6.475	21.006			
90th	42.511	11.673	37.731			
95th	56.386	15.962	51.870			
99th	94.808	73.804	93.303			

図9 - SQL Server 2008 R2 に使用される HDD のデータドライブ Diskspd の結果

Kingston Technology DC500M ドライブを使用したデータボリュームの結果と比較してください。

Total IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	24128364544	2945357	767.02	98178.97	0.325	0.252
Read IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	18084192256	2207543	574.88	73585.07	0.334	0.262
Write IO						
thread	bytes	I/Os	MB/s	I/O per s	AvgLat	LatStdDev
total:	6044172288	737814	192.14	24593.90	0.297	0.219
Latency (ms)						
%-ile	Read (ms)	Write (ms)	Total (ms)			
min	0.074	0.063	0.063			
25th	0.211	0.199	0.208			
50th	0.281	0.257	0.274			
75th	0.377	0.333	0.365			
90th	0.524	0.464	0.512			
95th	0.629	0.570	0.612			
99th	1.384	0.868	1.272			

図10 - SQL Server 2017 に使用される DC500M ドライブのデータドライブ Diskspd の結果

顧客のデータベースをアップグレードする際、旧式のドライブと SQL Server が一致しないこの状態をよく目にします。

パフォーマンスメトリックス

実際のテスト実行中に Windows typeperf コマンドを使用し、OS および SQL Server のパフォーマンスカウンターを収集してパフォーマンスを追跡します¹⁰。

テスト結果

テスト実行ごとに三回実行し、パフォーマンスを平均して結果を報告します。

結果：HDD に 16 個の vCore を備えた SQL Server 2008 R2

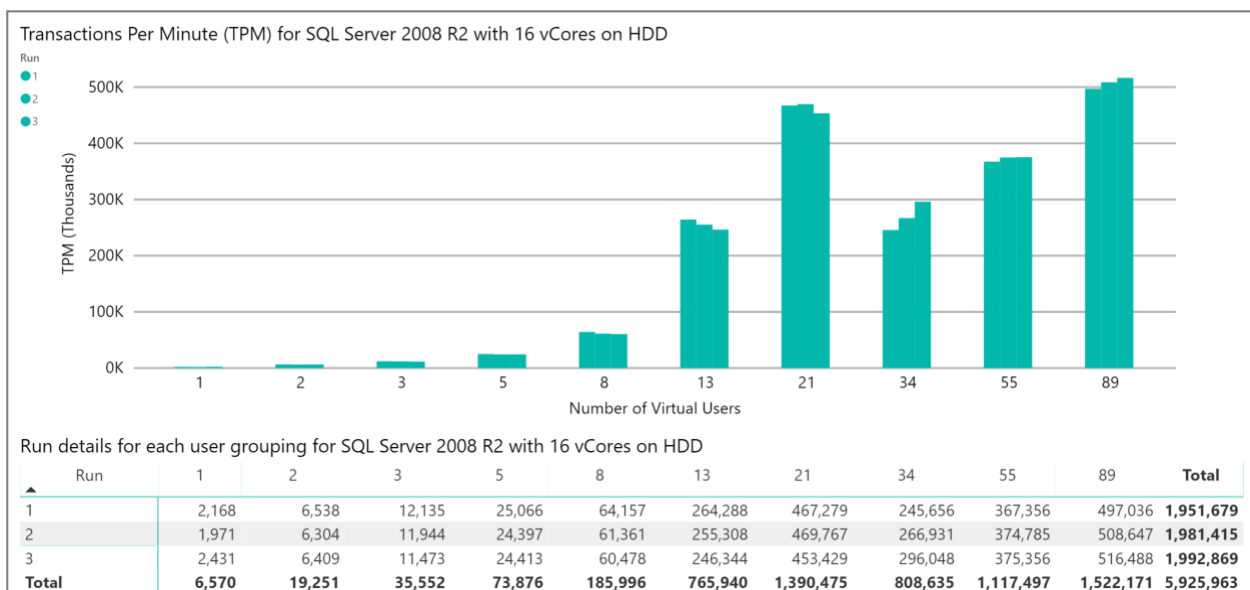


図 11 - HDD に 16 個の vCore を備えた SQL Server 2008 R2 の結果

¹⁰ Windows typeperf に関する文書は、次の場所にあります <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/administration/windows-commands/typeperf>

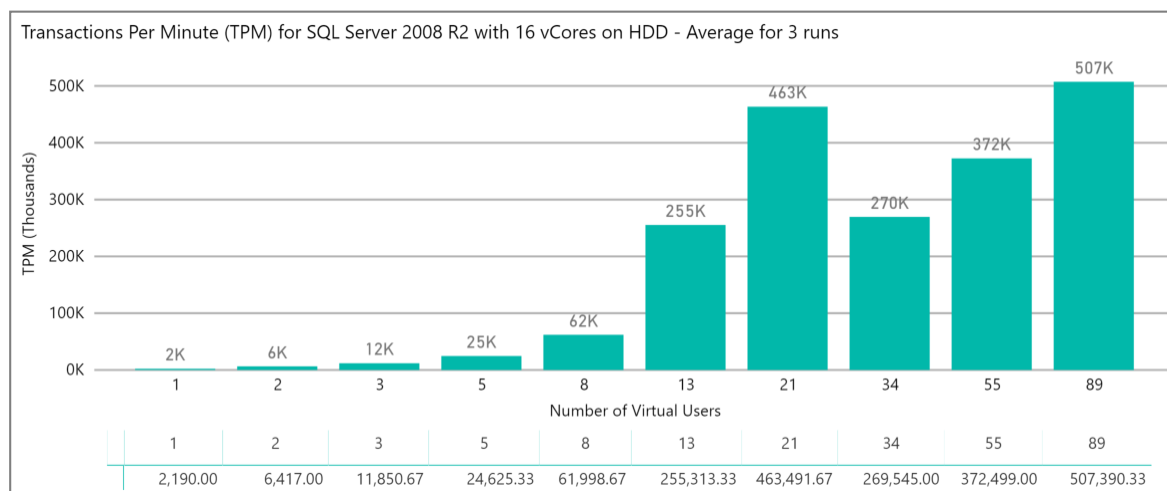


図 12 - HDD に 16 個の vCore を備えた SQL Server 2008 R2 - 3 回の平均

結果：DC500M 16 vCore における SQL Server 2017

SQL Server 2017 の場合、HDD で実行されている SQL Server 2008 R2 と比較してどうなるかという感覚をつかむために、最初に 16 個の vCore を使用してシステムをテストしました。二つのバージョンの比較を以下に示します。

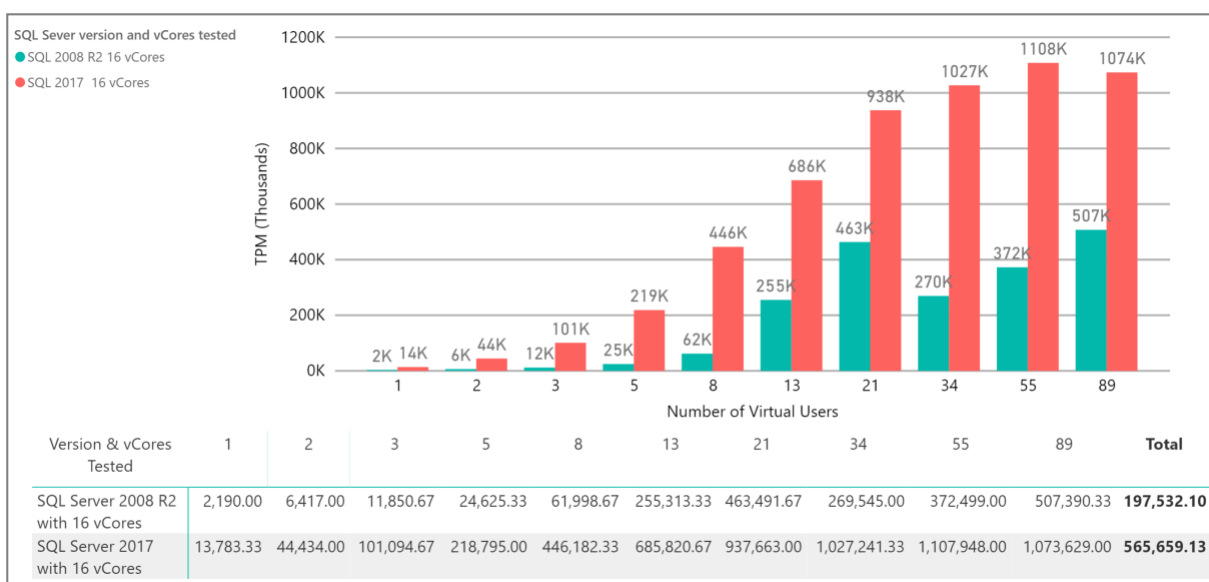
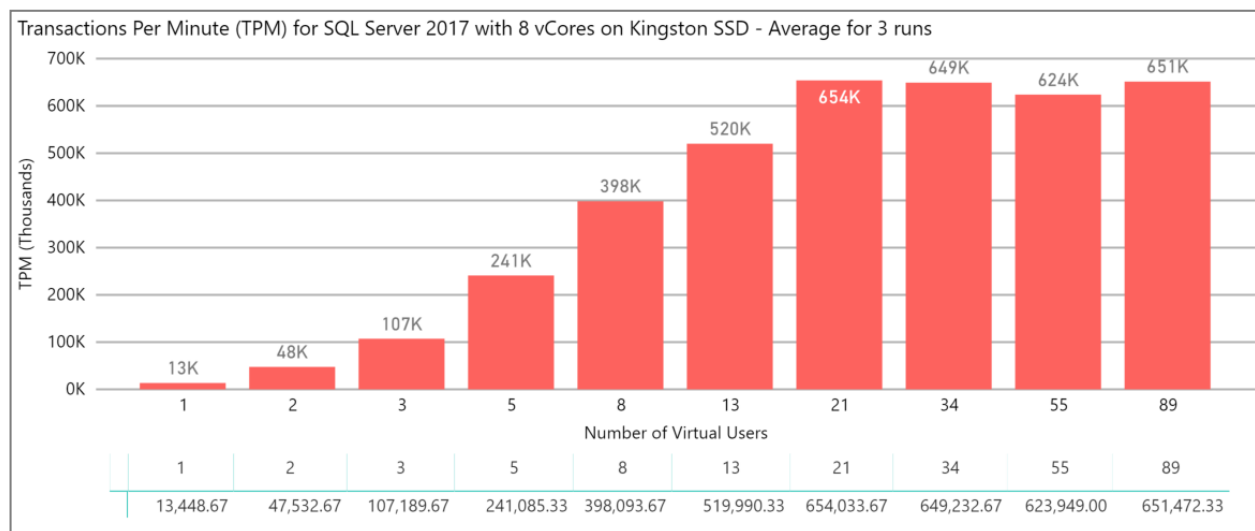
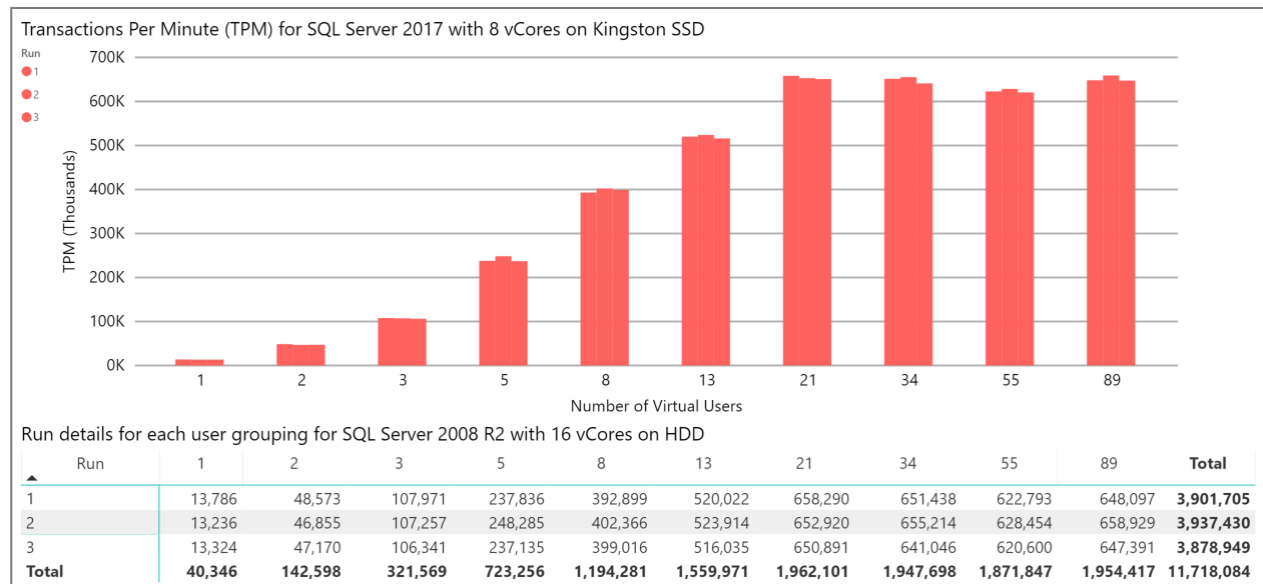


図 13 - HDD 上の SQL Server 2008 R2 と 16 個の vCore を持つ DC500M ドライブ上の SQL Server 2017 の比較

劇的な全体的なパフォーマンスの向上が見られます。SQL Server 2008 R2 システムのユーザーが、現在のパフォーマンスに満足している場合、DC500M ドライブを搭載した SQL Server 2017 に驚くでしょう。プロジェクトが統合およびデータベースのアップグレードを目的とする場合、顧客が最新版の SQL Server に移行するためのコストを削減する方法を検討します。DC500M ドライブを使用すると、エンタープライズ SSD がより少ないレイテンシでより多くのトランザクションを処理できるため、既存のデータベースソリューションと同様のパフォーマンスを得るために必要な vCore を削減できます。

結果：DC500M 8 vCore における SQL Server 2017

次のテストでは、わずか 8 個の vCore と同じ 128GB のサーバー DRAM を搭載した VM で、ベンチマークを実行しました。以前の経験に基づき、メモリを 32GB に削減しても、同様の結果が得られました。



このテスト実行では、ベンチマークプロセス中に使用された CPU の割合とアイドルプロセス時間を追跡しました。

以下のグラフでは、1 ユーザーの 94 で始まる赤い線は、システムのアイドルプロセスの割合を表します。緑色の線は、SQL Server が使用している CPU 時間の割合を表します。

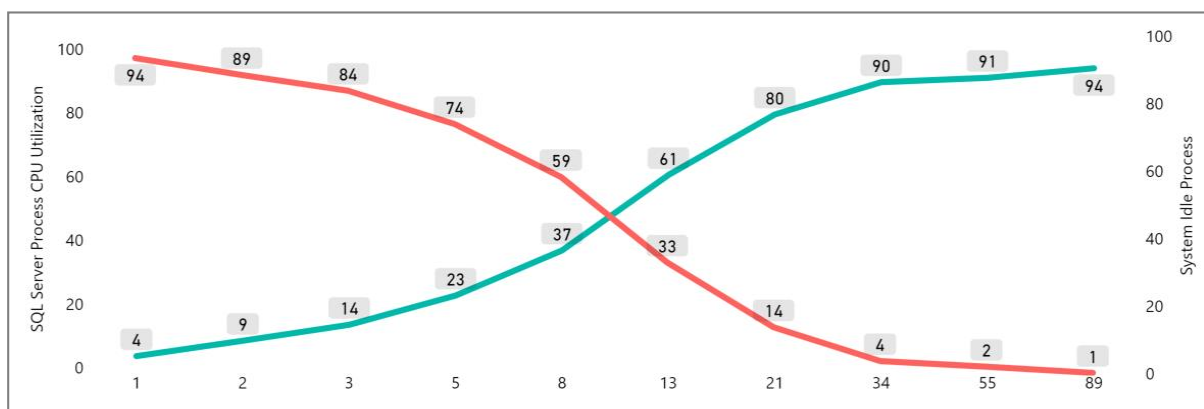


図 14 - 8 個の vCore で実行されている SQL Server 2017、CPU とアイドル時間の割合を表示

ユーザー数が少ない場合、SQL Server は、トランザクション要求を処理するために CPU をほとんど必要としません。下端のシステムアイドルプロセスは、主に Kingston DC500M ドライブが高効率なために起こっています。基本的に、サーバーは文字通り何もしていません。

ユーザー数が増えると、ボトルネックとして、CPU に到達し始めるまで、CPU 使用率が増加します。一方、システムのアイドルプロセスは、純粋なアイドル時間が減少すると、減少することが予想されます。しかし、別のシステムアイドルプロセスが入り込み始めます。これは、トランザクション数の増加に伴い、SQL Server がメモリからトランザクションログファイルにデータを書き込むのに必要となってくる待機時間です。これは、いいことです。

四台の RAID 10 ドライブが 99 パーセント、1.3 ms のディスク待ち時間で、最大 98,000 の読み取り/書き込み IOPS を達成できることを実質的に示しているためです。

ユーザーが 89 人の場合、システムは CPU が 94%、待機時間が 1%、8 個の vCore と、最適な状態で稼働しています。

16 個の vCore と HDD を備えた SQL Server 2018 R2 の以下のデータとこれを比較してください。

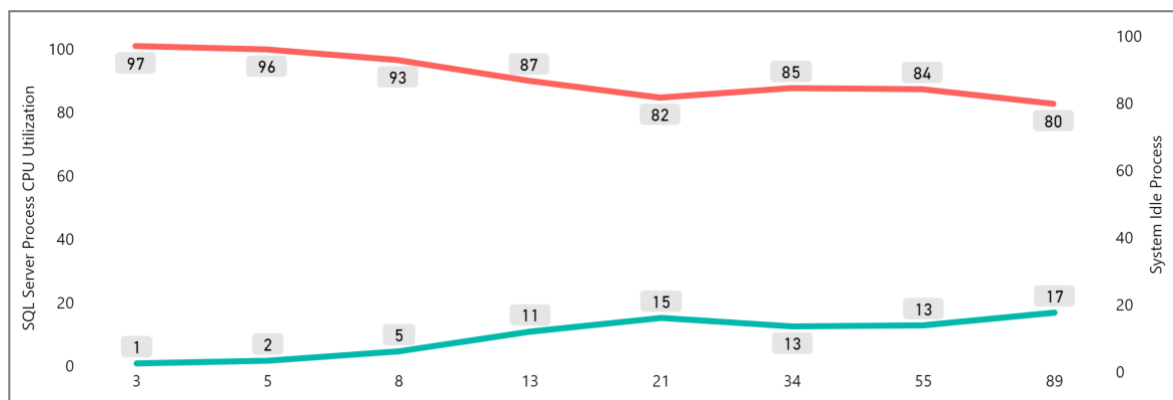


図 15 - 16 個の vCore で実行されている SQL Server 2018 R2、CPU とアイドル時間の割合を表示

CPU 使用率が SQL Server 2017 の実行時ほど増加しない理由は、稼働する他のアイドルプロセスが、SQL Server 2008 R2 がより低速のドライブからバッファプールキャッシュにデータを読み込むのに要する待ち時間となるからです。HammerDB も高速でトランザクションを発行しているため、SQL Server はさらに待機時間が長くなり、ラッチとロックで待機しています。

HDD ドライブの場合、Diskspd によって報告される IOPS はわずか約 1900 でした。これは Kingston DC500M ドライブの 50 分の 1 未満の低速です！

以下は、16 個の vCore を備えた SQL Server 2008 R2 と 8 個の vCore のみを備えた SQL Server 2017 を並べて比較しています。

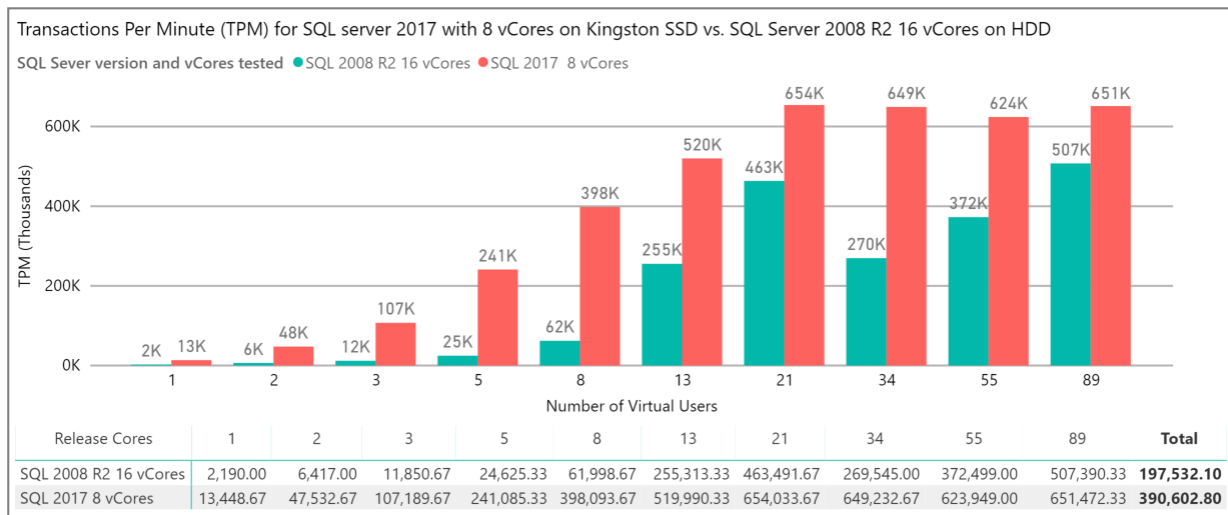


図 16 - 16 個の vCore を備えた SQL Server 2008 R2 と 8 個の vCore のみを備えた SQL Server 2017 との並列比較

これは、SQL Server 2017 の優れたパフォーマンスを示していますが、vCore の数を減少する余地がまだあります。

結果：DC500M 4 vCore における SQL Server 2017

Kingston DC500M ドライブが SQL Server に必要なコアをどれだけ高速に削減できるかをさらに理解するため、128 GB の RAM を持つ 4 個の vCore にコアを削減しました。以下のグラフは、HDD 上の SQL Server 2008 R2 の TPM における比較を示しています。

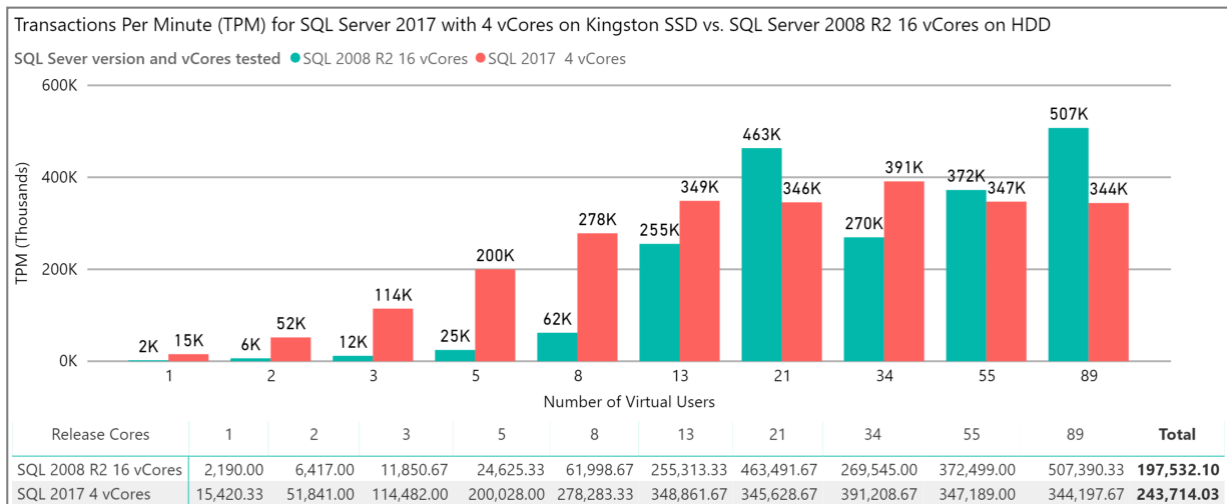


図 17 - 16 個の vCore を備えた SQL Server 2008 R2 と 4 個の vCore のみを備えた SQL Server 2017 との並列比較

このグラフは、全ユーザーの実行について、SQL Server 2008 R2 の平均 TPM が、197,532 であったのに対し、4 個の vCore のみを備えた SQL Server 2017 が 243,714 であったことを示しています。基本的に、Kingston DC500M ドライブで、4 個の vCore を使用する SQL Server 2017 は 1.2 倍高速です。

ユーザーの観点から、以下のグラフは、16 個の vCore を備えた SQL Server 2018 R2 と 4 個の vCore を備えた SQL Server 2017 の各ユーザーグループの TPM /ユーザーを示しています。

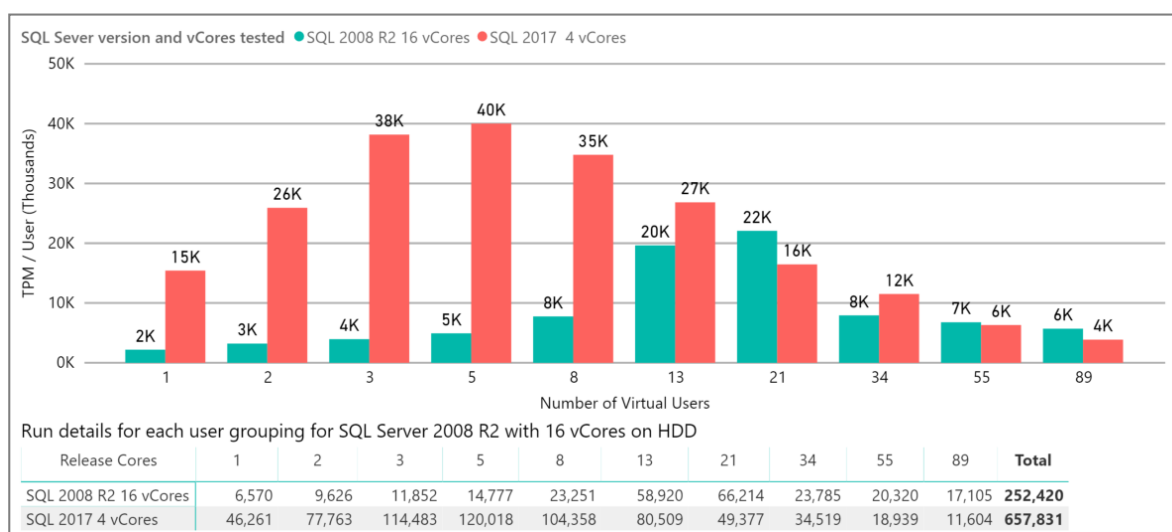


図 18 - 16 個の vCore を備えた SQL Server 2008 R2 と 4 個の vCore を備えた SQL Server 2017 TPM /ユーザーの比較

TPM /ユーザーの観点から見ると、HDD に 16 個の vCore を持つ SQL Server 2008 R2 のユーザー一名で、2,190 TPM を達成することができました。89 ユーザーでは、SQL Server 2008 R2 は 5,702 TPM / ユーザーでしたが、4 個の vCore と Kingston DC500M ドライブしか備えていない SQL Server 2017 は、3,868 TPM /ユーザーを維持することができました。ユーザーの観点から見ると、SQL Server 2017 は、SQL Server 2008 R2 よりも 1.8 倍近く高速です。

結論

ワークロード統合は、現代のホストサーバーの向上し続ける能力を活用し、増加するワークロードをサポートするため、クラウドおよびホスティングプロバイダー、および IT 組織の効率を向上させます。ワークロード密度（ホストサーバーで実行されるワークロードの数）を増加すると、特定の数のワークロードを実行するために必要なホストサーバーの数が減り、統合の経済性が高まります。

Kingston の高性能データセンターストレージとメモリーソリューションは SSD（DC500M）とサーバーメモリー（Server Premier）にて構成されており、ワークロード効率を改善するだけでなく、業務の利益率をも最大限に上げ、同時に全体の TCO（総合所有コスト）を最適化するコストパフォーマンスを実現します。

必要なホストサーバーの数を削減し、ハードウェアとソフトウェアの両方のライセンスコストを削減します。このテスト中に使用されるホストサーバー構成の小売コストを記載する [付録 A-テストシステムの部品表](#) に示されているように、潜在的な節約を評価する際に、ソフトウェアライセンスコストを考慮することは重要です。

ソフトウェアライセンスコストは、総システムコスト（主に、コアあたりの SQL Server Standard Edition ライセンスのコスト）のほとんどであり、16 個の vCore のシステムコスト全体の 113% を占めます。

Component	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2	SQL Server 2017 4 vCores	SQL Server 2017 8 vCores	SQL Server 2008 R2 16 vCores
Hardware Costs					
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	\$7,595.62	\$7,595.62			
KTD-PE426/32G	\$4,919.76	\$4,919.76			
SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/s	\$1,815.92				
DELL 400-AJPI 1.2 TB SAS 1.2Gb/s		\$1,560.00			
Sub total for hardware	\$14,331.30	\$14,075.38			
Software Costs					
Windows Server Data Center Edition	\$12,310.00	\$12,310.00			
SQL Server 2017 Standard			\$7,434.00	\$14,868.00	\$29,736.00
Total			\$34,075.30	\$41,509.30	\$56,121.38
Percentage of savings for the total server compared to SQL Server 2008 R2 with 16 vCores			39%	26%	0%
Savings in cost compared to SQL Server 2018 R2 with 16 vCores			\$22,046.08	\$14,612.08	\$0.00
Savings in SQL Server licensing costs			75%	50%	0%
Percentage of the SQL Server license costs compared to the hardware and OS			28%	56%	113%

図 19 - コストの全体的な比較と、vCore を削減することで DC500M ドライブのコストを劇的に削減できる様子

より少ないコアを使用したワークロードの統合の強化により、必要なコアごとのライセンスが少なくなり、大幅な節約を実現できます。

I/O 待ち時間がほぼゼロの CPU 使用率が高いということは、SSD ストレージのパフォーマンスが、ユーザーカウント数を最大限に利用しても、CPU をビジー状態に保つのに十分高いことを示しています。

次のステップ

Data Center DC500 (DC500R / DC500M) エンタープライズソリッドステートドライブ (SSD) が、どのようにビジネスニーズを最適化し、ワークロード効率を改善し、Microsoft SQL Server 2008 ワークロードを SQL Server 2017 に移行する際に TCO を削減するかについては、Kingston Technology にお問い合わせください。

以下のウェブサイト で Kingston DC500 エンタープライズ SSDs について詳しくご覧いただけます。

<https://www.kingston.com/us/ssd/dc500-data-center-solid-state-drive>。また、ライブチャットもご利用いただけます <https://www.kingston.com/us/support/technical/emailcustomerservice>。

DB Best により環境の評価を実施します

お客様のホストサーバーの構成とワークロードは、弊社のテスト環境と同一ではなく、これらのソリューションの影響に違いが生じることが予想されます。弊社のテスト環境に反映された仮定と選択は、合理的かつ象徴的であり、観察された結果は、厳密なテストを反映していると考えますが、これらのソリューションの適用性を評価するお客様には、DB Best にご連絡いただき、独自の環境の評価をお申し込みいただくことをお勧めします：

以下から、ご連絡ください <https://www.dbbest.com/company/contact-us/>

または、ディミトリ・バリン Dmitry@dbbest.com か、この文書の作成者にご連絡ください。

付属 A – テストシステムの部品表

サーバー構成

以下は、合計 20 個の物理コア/ 40 個の仮想コアを備える二つの Intel Xeon Silver 4114 2.2G サーバーを搭載した Dell PowerEdge R740XD の部品表のコピーです。

PowerEdge R740XD - [amer_r740xd_12238]		1	\$7,595.62
Estimated delivery date: Nov. 9, 2018			
210-AKZR	PowerEdge R740XD Server	1	-
329-BDKH	PowerEdge R740/R740XD Motherboard	1	-
461-AADZ	No Trusted Platform Module	1	-
321-BCRC	Chassis up to 24 x 2.5 Hard Drives including 12 NVME Drives, 2CPU Configuration	1	-
340-BLBE	PowerEdge R740XD Shipping	1	-
343-BBFU	PowerEdge R740 Shipping Material	1	-
338-BLUS	Intel Xeon Silver 4114 2.2G, 10C/20T, 9.6GT/s, 14M Cache, Turbo, HT (85W) DDR4-2400	1	-
374-BBPP	Intel Xeon Silver 4114 2.2G, 10C/20T, 9.6GT/s, 14M Cache, Turbo, HT (85W) DDR4-2400	1	-
412-AAIQ	Standard 1U Heatsink	1	-
412-AAIQ	Standard 1U Heatsink	1	-
370-ADHU	2666MT/s RDIMMs	1	-
370-AAIP	Performance Optimized	1	-
780-BCDS	Unconfigured RAID	1	-
405-AAHR	PERC H740P RAID Controller, 8GB IV Cache, Adapter, Full Height	1	-
619-ABVR	No Operating System	1	-
421-5736	No Media Required	1	-
385-BBKT	IDRAC9 Enterprise	1	-
528-BCBW	IDRAC Digital License	1	-
379-BCQV	IDRAC Group Manager, Enabled	1	-
379-BCSF	IDRAC Factory Generated Password	1	-
330-BBHD	Riser Config 6, 5 x8, 3 x16 slots	1	-
540-BBBW	Broadcom 5720 QP 1Gb Network Daughter Card	1	-
384-BBPZ	6 Performance Fans for R740/R740XD	1	-
450-ADWS	Dual, Hot-plug, Redundant Power Supply (1+1), 750W	1	-
350-BBBW	No Bezel	1	-
389-BTTO	PE R740XD Luggage Tag	1	-
350-BBJV	No Quick Sync	1	-
750-AABF	Power Saving Dell Active Power Controller	1	-
770-BBBQ	ReadyRails Sliding Rails Without Cable Management Arm	1	-
631-AAAC	No Systems Documentation, No OpenManage DVD Kit	1	-
332-1286	US Order	1	-
813-6068	Dell Hardware Limited Warranty Plus On-Site Service	1	-
813-6075	ProSupport: Next Business Day On-Site Service After Problem Diagnosis, 3 Years	1	-
813-6087	ProSupport: 7x24 HW/SW Technical Support and Assistance, 3 Years	1	-
989-3439	Thank you choosing Dell ProSupport. For tech support, visit //www.dell.com/support or call 1-800-945-3355	1	-
900-9997	On-Site Installation Declined	1	-
973-2426	Declined Remote Consulting Service	1	-
370-ADHI	8GB RDIMM, 2666MT/s, Single Rank	2	-
400-ASEG	120GB SSD SATA Boot 6Gbps 512n 2.5in Hot-plug Drive, 1 DWPD, 219 TBW	2	-
400-AWLI	Intel 1TB, NVMe, Read Intensive Express Flash, 2.5 SFF Drive, U.2, P4500 with Carrier	1	-
450-AALV	NEMA 5-15P to C13 Wall Plug, 125 Volt, 15 AMP, 10 Feet (3m), Power Cord, North America	2	-

図 20 - Dell PowerEdge R740XD 部品表

Kingston Technology は、クライアントおよびエンタープライズシステム向けのメモリの大手プロバイダーであるため、KTD-PE426/32G メモリモジュールを使用することを決定しました。サーバーは 24 のモジュールを使用し、現在(XXX 付け)、CDW¹¹でモジュールあたり\$204.99 で掲載されています。サーバーメモリの合計「小売」価格は、4,919.76 ドルになります。

¹¹ Kingston Technology KTD-PE426/32G の定価は、2019 年 10 月 16 日付けで <https://www.cdw.com/product/kingston-ddr4-32-gb-dimm-288-pin-registered/4862854?pfm=srh> から取得されました。

SQL Server 2017 テストシステムのため、Kingston Technology は 8 台の SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/秒 ドライブを提供しました。これらのドライブは現在(XXX 付け)、CDW¹²で\$226.99、総コスト\$1,815.92 で掲載されています。

SQL Server 2008 R2 テストシステム用に、8 台の Dell 400-ATJL ドライブの部品表が添付されています。

Billing Address		Shipping Address		Ship Method	
Kingston Technology Company, Inc 17600 Newhope Street Fountain Valley CA, 92708 USA		, USA		Comments	
Product ID	Description	Qty	Unit Price	Ext Amt	
400-ATJL	DELL 10,000 RPM SAS HARD DRIVE 12GBPS 512N 2.5IN HOT-PLUG DRIVE - 1.2 TB,CK	8	\$195.00	\$1,560.00	
	Pieces	8			
	Lines	1	Sub Total	\$1,560.00	
			Sales Tax	\$0.00	
			Freight	\$0.00	
			TOTAL	\$1,560.00	

図 21 - 8 台の Dell 400-ATJL ドライブの部品表

以下の表は、テストシステムのハードウェアコストの概要です。

部品	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	\$7,595.62	\$7,595.62
KTD-PE426/32G	\$4,919.76	\$4,919.76
SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/s	\$1,815.92	
DELL 400-AJPI 1.2 TB SAS 1.2Gb/秒		\$1,560.00
合計	\$14,331.30	\$14,075.38

図 22 - ハードウェアサーバーコスト

¹² Kingston Technology SEDC500M/960G の定価は、2019 年 10 月 16 日付けで取得されました。

ソフトウェアプラットフォーム

テストされたシステムは、Windows Server 2019 Data Center Edition および SQL Server 2017 Developer Edition を使用しました。以下に示すライセンスコストは、SQL Server がオペレーティングメモリに使用できる最大 24 コアと 128 GB のメモリをサポートするため、SQL Server Standard Edition を使用します。

SQL Server ライセンスについて

このソリューションで想定されている SQL Server 2008 ワークロードは、SQL Server 2008 Standard Edition を使用しましたが、SQL Server 2017 の Standard Edition を引き続き使用します。

SQL Server の複数の仮想化されたインスタンスを実行する場合、考慮すべきライセンス戦略がいくつかあります¹³。

- 各 VM は、個別にライセンスされます - 各 VM には、Standard Edition のライセンスがあり、VM ごとに最低 4 つのコアライセンスがあります（4 つ未満の仮想コアを使用する VM の場合でも同様です）。
- Standard Edition 「オープンノーレベルの価格設定（US\$）」は、2 コアパックあたり\$3,717 です¹⁴。
- 通常、Dell PowerEdge R740XD プロセッサで利用可能なサーバーハイパースレッディングテクノロジーを使用した物理コアに対する仮想コア（vCore）の比率は、2 対 1 です。
- 顧客が、Per Core モデルを使用して、個々の VM にライセンスを付与するには、VM に割り当てられた各 v-core（または、仮想プロセッサ、仮想 CPU、仮想スレッド）のコアライセンスを購入する必要があります。ライセンスに従い、仮想コアはハードウェアスレッドにマッピングされます。

¹³ さらに情報は、以下の SQL Server 2017 ライセンスガイドに記載されています。

https://download.microsoft.com/download/7/8/C/78CDF005-97C1-4129-926B-CE4A6FE92CF5/SQL_Server_2017_Licensing_guide.pdf

¹⁴ SQL Server 2017 の価格は、2019 年 10 月 16 日付けで <https://www.microsoft.com/en-us/sql-server/sql-server-2017-pricing> から取得されました。

以下の表は、Standard Edition で Per Core モデルを使用する VM の SQL Server ライセンスコストを示しています。

SQL Server Standard Edition 2 コアパック	ライセンス付与用 vCore	ライセンスコスト
\$3,717.00	4	\$7,434.00
	8	\$14,868.00
	16	\$29,736.00

図 23 - Standard Edition を使用する VM 向けの Per Core ライセンス

明らかに、SQL Server 2008 R2 から SQL Server 2017 にアップグレードする際は、vCore の数を減少することが明確な優先事項になります。

Windows Server のライセンスについて

このシステムは、Windows Server 2019 Datacenter Edition を使用しますまた、これには、ライセンス付きのサーバーごとに無制限の Hyper-V VM が付与されます。Datacenter edition の価格は、16 のコアライセンスに対して、オープン価格で NL ERP (USD)\$6,155 です。各物理サーバーには 20 のコアがあるため、Window Server 2019 Datacenter Edition のコストは、\$12,310¹⁵になるでしょう。

総システムコスト

以下の表は、テストしたシステムのハードウェアおよびソフトウェアの合計コストを示します。

Component	SQL Server 2017	SQL Server 2008 R2	SQL Server 2017 4 vCores	SQL Server 2017 8 vCores	SQL Server 2008 R2 16 vCores
Hardware Costs					
Dell PowerEdge R740XD Intel 4114 2400 MHz	\$7,595.62	\$7,595.62			
KTD-PE426/32G	\$4,919.76	\$4,919.76			
SEDC500M 960 GB SATA 6Gb/s	\$1,815.92				
DELL 400-AJPI 1.2 TB SAS 1.2Gb/s		\$1,560.00			
Sub total for hardware	\$14,331.30	\$14,075.38			
Software Costs					
Windows Server Data Center Edition	\$12,310.00	\$12,310.00			
SQL Server 2017 Standard			\$7,434.00	\$14,868.00	\$29,736.00
Total			\$34,075.30	\$41,509.30	\$56,121.38
Percentage of savings compared to SQL Server 2008 R2 with 16 vCores			39%	26%	0%
Savings in cost compared to SQL Server 2018 R2 with 16 vCores			\$22,046.08	\$14,612.08	\$0.00

図 24 - Kingston DC500M ドライブを使用した 4 個および 8 個の vCore を備えた SQL Server 2017 に対し、SQL Server 2008 R2 を HDD で実行する場合の総コスト

ご覧のように、Kingston Technology DC500M ドライブで SQL Server 2017 を実行するために必要な vCore を 16 個から 8 個に削減することで、節約されるコストを使用し新しいサーバーを購入できます。4 個の vCore にすると、\$7,434 がさらに削減され、Windows Server 2019 Datacenter エディションのライセンスコストの 60%をカバーできます。

¹⁵ Windows Server 2019 Datacenter の価格は、2019 年 10 月 16 日付けで <https://www.microsoft.com/en-us/cloud-platform/windows-server-pricing> から取得されました。

図表

図 1 - SQL Server 2008 R2 以降に SQL Server に追加された新機能	7
図 2 - Kingston Data Center DC500M - ソリッドステートドライブ - 960 GB - SATA 6Gb/s	8
図 3 - PowerEdge R740xd Rack Server	9
図 4 - Kingston の Server Premier - DDR4 - 32 GB - DIMM 288 ピン 登録済みメモリモジュール	9
図 5 - Dell - ハードドライブ - 1.2 TB - SAS 12Gb/秒	10
図 6 - 157 GB データベース用に 2,000 のウェアハウスを備えた TPC-C を実行している SQL Server VM のディスクレイアウト。	10
図 7 - TPCC 2,000 のウェアハウスデータベースの各テーブルのサイズ	11
図 8 - OLTP ワークロード向けに最適化された SQL Server 構成	11
図 9 - SQL Server 2008 R2 に使用される HDD のデータドライブ Diskspd の結果	14
図 10 - SQL Server 2017 に使用される DC500M ドライブのデータドライブ Diskspd の結果	14
図 11 - HDD に 16 個の vCore を備えた SQL Server 2008 R2 の結果	15
図 12 - HDD に 16 個の vCore を備えた SQL Server 2008 R2 - 3 回の平均	16
図 13 - HDD 上の SQL Server 2008 R2 と 16 個の vCore を持つ DC500M ドライブ上の SQL Server 2017 の比較	16
図 14 - 8 個の vCore で実行されている SQL Server 2017、CPU とアイドル時間の割合を表示	18
図 15 - 16 個の vCore で実行されている SQL Server 2008 R2、CPU とアイドル時間の割合を表示	18
図 16 - 16 個の vCore を備えた SQL Server 2008 R2 と 8 個の vCore のみを備えた SQL Server 2017 との並列比較	19
図 17 - 16 個の vCore を備えた SQL Server 2008 R2 と 4 個の vCore のみを備えた SQL Server 2017 との並列比較	20
図 18 - 16 個の vCore を備えた SQL Server 2008 R2 と 4 個の vCore を備えた SQL Server 2017TPM /ユーザーの比較	20
図 19 - コストの全体的な比較と、vCore を削減することで DC500M ドライブのコストを劇的に削減できる様子	21
図 20 - Dell PowerEdge R740XD 部品表	23
図 21 - 8 台の Dell 400-ATJL ドライブの部品表	24
図 22 - ハードウェアサーバーコスト	24
図 23 - Standard Edition を使用する VM 向けの Per Core ライセンス	26
図 24 - Kingston DC500M ドライブを使用した 4 個および 8 個の vCore を備えた SQL Server 2017 に対し、SQL Server 2008 R2 を HDD で実行する場合の総コスト	26

商標

Kingston (キングストン) およびキングストンのロゴは、Kingston Technology Corporation の登録商標です。IronKey は、Kingston Digital, Inc の登録商標です。無断複写・転載を禁じます。すべての商標に関する権利は、それぞれの権利の所有者に帰属します。

以下の用語は、他社の商標です：Intel、Xeon および Intel のロゴは、米国およびその他の国における Intel Corporation またはその子会社の商標または登録商標です。Active Directory、Hyper-V、Microsoft、SQL Server、Windows、Windows Server および Windows のロゴは、Microsoft Corporation の米国およびその他の国における商標です。その他の会社、製品またはサービス名は、他社の商標またはサービスマークである場合があります。