

ラボ検証 レポート

VMware と Pure Storage でワークロードを統合

テストに使用したワークロード: Horizon View によるデスクトップ仮想化と、
電子メールおよびデータベースのサーバー仮想化

ラボアナリスト マイク・レオネ (Mike Leone)
シニアラボアナリスト トニー・パルマー (Tony Palmer)

2015 年 8 月

目次

はじめに	3
背景	3
ピュア・ストレージ FlashArray//m	4
ESG ラボによる検証	6
テスト開始	6
ワークロードの統合	8
高可用性と復旧力	13
ESG ラボによる検証の概要	17
検討すべき課題	17
さらに重要な事実	18
付録	20

ラボ検証レポート

このラボ検証レポートは、IT プロフェッショナルに多様な業種や規模の企業に適用できるデータセンター向け技術製品を学んでいただくために作成されました。本レポートは、製品購入の意思決定に先立って実施すべき評価プロセスを変更するためのものではなく、新技術に関する洞察を提供するものです。製品の重要な仕様や機能を調査し、その機能を使用して顧客の実際の課題を解決し、改善が必要な部分を特定する方法を示すことを目的としています。ESG ラボは独自の現地テストに加え、本番環境でこれらの製品を使用する顧客にインタビューを行い、それに基づいて専門的な第三者機関としての見解を提供しました。本レポートは、ピュア・ストレージおよび VMware から資金提供を受けています。

All trademark names are property of their respective companies. Information contained in this publication has been obtained by sources The Enterprise Strategy Group (ESG) considers to be reliable but is not warranted by ESG. This publication may contain opinions of ESG, which are subject to change from time to time. This publication is copyrighted by The Enterprise Strategy Group, Inc. Any reproduction or redistribution of this publication, in whole or in part, whether in hard-copy format, electronically, or otherwise to persons not authorized to receive it, without the express consent of The Enterprise Strategy Group, Inc., is in violation of U.S. copyright law and will be subject to an action for civil damages and, if applicable, criminal prosecution. Should you have any questions, please contact ESG Client Relations at 508.482.0188.

はじめに

このラボ検証レポートは、[ピュア・ストレージ](#) FlashArray//m ストレージシステムの実地テストと検証の結果を文書化したものです。本レポートの目的は、デスクトップ仮想化、データベース、電子メールなどのティア 1 アプリケーションワークロードを共有の統合ストレージアレイ上で稼働させ、サービスレベルを低下させずに一貫して 1 ミリ秒未満のレスポンスタイムを実現できることを証明することにあります。5,000 人のユーザーを擁する企業がオールフラッシュストレージのシングルアレイを使用すると仮定してシミュレーションを行い、さらに障害シナリオに基づく復旧テストを行いました。

背景

大規模および中規模企業ではサーバー仮想化の採用が進んでいます。調査に参加した企業 4 社のうち 1 社が、仮想化テクノロジーの導入促進を 2015 年の IT 優先課題の 1 つに挙げていました¹。また、ESG の「2015 年 IT 支出計画調査 (2015 IT Spending Intentions Survey)」によると、「デスクトップの仮想化」と「増大するデータの管理」は、2011 年以降最もよく取り上げられる IT 優先課題の上位 5 位に入っています。

図 1: 2015 年における IT 優先課題の上位 10 位



Source: Enterprise Strategy Group, 2015.

ESG ラボは経験から、デスクトップとアプリケーションの仮想化はデータセンターにおいて、特に複雑で要求の多いストレージワークロードをもたらす得ることを理解しています。企業は、増加の一途をたどり、多様化する仮想デスクトップのユーザーのために、品質と生産性に優れ予測可能なコンピューティング環境を提供しなくてはなりません。デスクトップ仮想化を導入した、または導入を検討している企業にとって、パフォーマンスは、導入を成功につなげるために考慮すべき最も重要な基準の 1 つです。

それに加え、エンタープライズアプリケーション環境では、基盤の IT インフラが複雑化し、規模が拡大し、ビジネス上の重要性が高まってきたことから、予測がますます困難になってきました。ミッションクリ

¹ 出典: ESG 調査レポート「[2015 年 IT 支出計画調査 \(2015 IT Spending Intentions Survey\)](#)」、2015 年 2 月

ティカルなビジネスアプリケーションのパフォーマンスは、ストレージのパフォーマンスやレイテンシーに影響を受けるだけでなく、エンタープライズ IT 環境の復旧力にも大きく左右されます。ESG は最近の調査レポート²の中で、エンタープライズ環境では、非常に短いレスポンスタイムで極めて高いパフォーマンスを達成できるフラッシュベースのシステムが一般的になってきたことを明らかにしています。

デスクトップ仮想化を導入する企業の多くが、他のインフラから独立した専用ストレージシステムの採用でフラッシュベースのシステムを運用しているのも当然のことかもしれません。クライアントデバイスの増加と多様化、年中無休の IT サービスへの要望、従業員のモビリティ向上、法令順守、厳しいセキュリティ要件、企業需要など、IT 部門にとってフラッシュベースのストレージから得られる価値を最大化すべき理由は数多くあります。

ピュア・ストレージ FlashArray//m

ソフトウェア定義ストレージの登場で、カスタムハードウェアの価値に疑問が生じています。ストレージハードウェアを、イノベーションと開発のみを目的としてソフトウェアを活用するコモディティと見なすべきかどうかという疑問がその最たるものです。ピュア・ストレージはこの疑問に対し、FlashArray//m アーキテクチャを通じて明確な「ノー」を示しました。

FlashArray//m は、ピュア・ストレージの顧客が期待するモジュール性やアップグレード可能性を損なわずに、優れたパフォーマンス、密度、電力効率を実現することを目指して設計されました。FlashArray//m は、ソフトウェアおよびハードウェアコンポーネントのデータインプレースアップグレードを、パフォーマンスを低下させずに無停止で実施します。

図 2:ピュア・ストレージ FlashArray//m によるストレージ統合

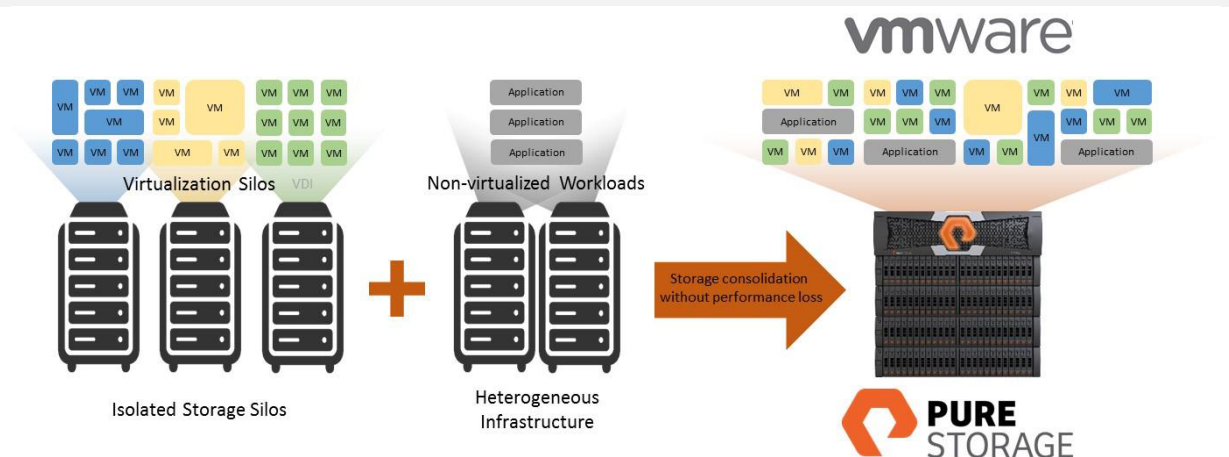
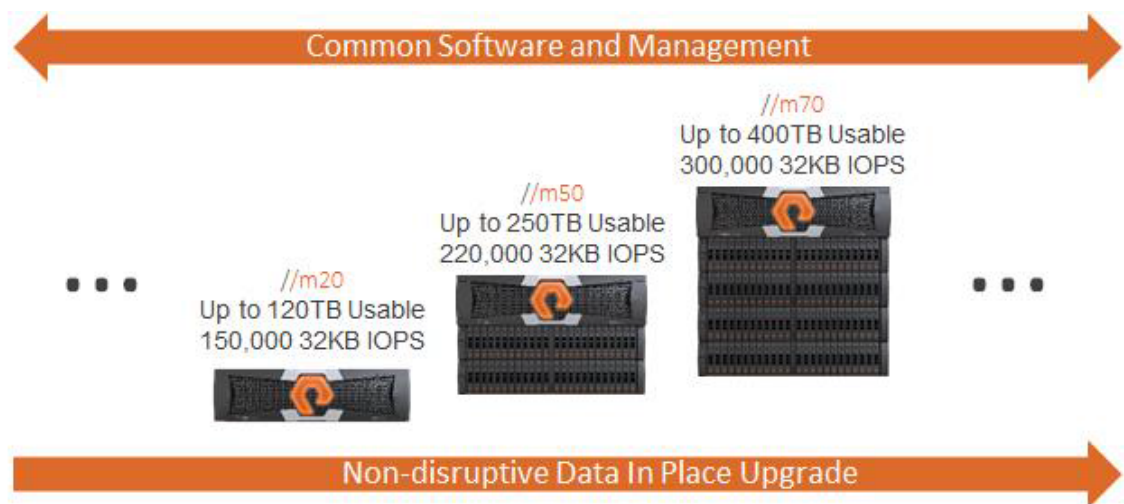


図 3 が、IOPS を 32KB とした場合のパフォーマンスを示していることに注目してください。多くのベンダーは、システムがより多くの小さな I/O リクエストに対応できるという理由から、4KB の IOPS でのテスト結果を報告しています。しかし ESG ラボの調査によると、実環境における I/O のほとんどは平均 32KB でした。FlashArray//m はブロックの大きさにかかわらず、あらゆる I/O に合わせて自動調整を行うため、アプリケーションのチューニングをせずに、パフォーマンス、スケーラビリティ、データ削減を最大化できます。

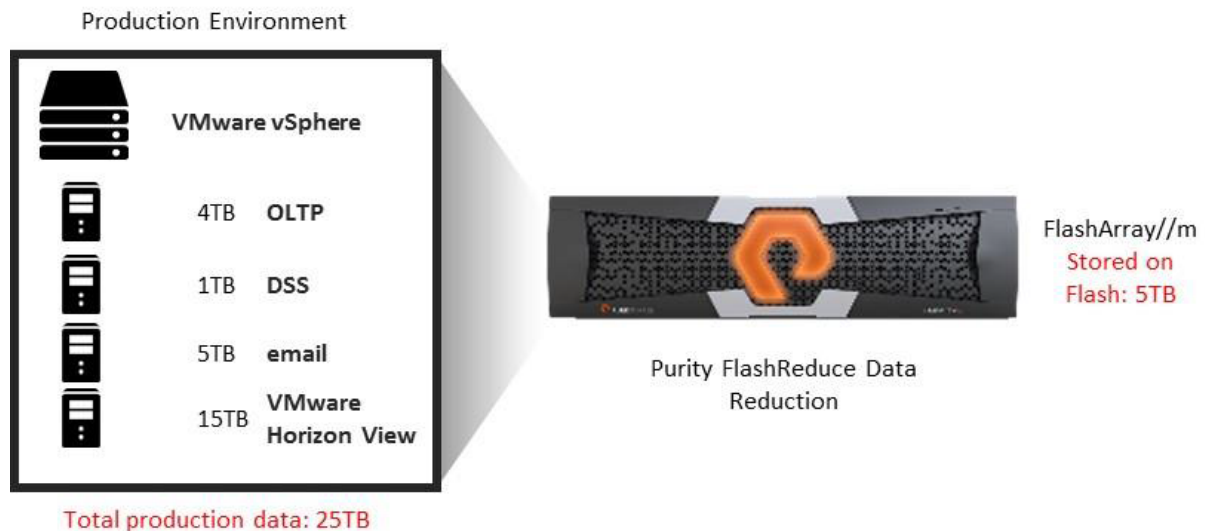
² 出典:ESG 調査レポート「[次世代ストレージアーキテクチャ\(Next-generation Storage Architectures\)](#)」、2015 年 3 月

図 3: ピュア・ストレージ FlashArray//m



ピュア・ストレージが大きな差別化要因だと考えているのが、独自のデータ削減テクノロジーである FlashReduce です。FlashReduce は、アレイへのライブデータ書き込みにあたって自動的に重複を排除し、データを圧縮します。ピュア・ストレージによるとデータ削減率は平均で 5:1(80%)ですが、これはアプリケーションの種類により変動します。図 4 は本番環境での数値の例ですが、シンプロビジョニングによる削減分は含まれていません。ピュア・ストレージのボリュームでは自動的にシンプロビジョニングが行われるため、数値はさらに小さくなります。

図 4: ピュア・ストレージ FlashArray//m によるデータ削減



コモディティのハードウェアとは何かという認識は、それが正しいかどうかはともかくとして、ストレージコストの低さに関連付けられます。しかしいずれにせよ、最終目的は顧客価値の提供でなければなりません。ピュア・ストレージが届けようとしている価値として以下が挙げられますが、これらに限定されません。

- ・ **簡素さ:** モジュール型設計により、オンラインでのハードウェアおよびソフトウェアのデータインプレースアップグレードと容量拡張シェルフのサポートを提供。HA、DR、スナップショット、管理などのあらゆるソフトウェア機能が含まれており、追加料金は発生しません。

- **管理のしやすさ:** Pure1 により、クラウドベースの単一プラットフォームからの統合管理とサポート、プロアクティブアラートによるリアルタイムのストレージ分析を提供。どこからでもモニタリングでき、管理デバイスの設置とメンテナンスは不要です。
- **高密度:** 3U シャーシで最大 120TB、11U シャーシで最大 400TB の有効容量をサポート。
- **長寿命:** FlashArray//m のモジュール型設計により高い柔軟性を実現し、世代を超えたアップグレードが可能。保守には、3 年ごとのコントローラーアップグレードとすべてのソフトウェアアップグレードを含みます。
- **高電力効率:** 優れたエネルギー効率により、最大 120TB の有効容量を 1kW 未満で使用可能。
- **復旧力:** ホットスワップ可能な冗長ハードウェア設計に加え、ステートレスコントローラーと不揮発性 RAM での分散データミラーリングを採用。RAID-3D と呼ばれるデュアルパリティシステムにより、データをフラッシュ特有の障害モードから保護。

統合はデータセンターの経費を軽減しますが、ピュア・ストレージは独自のデータ削減テクノロジーによりこれを実現しました。

ESG ラボによる検証

ESG ラボは米国カリフォルニア州マウンテンビューにあるピュア・ストレージのテスト施設において、実地環境における FlashArray//m の評価およびテストを実施しました。テストでは、複数のティア 1 アプリケーションを同時稼働させた場合に予測可能で優れたパフォーマンスを維持できるかどうか注目し、シングル FlashArray//m ストレージシステムの統合能力について検証を行いました。また、多様なストレージハードウェア障害において、そうしたパフォーマンスを維持できるかどうかについてもテストを実施しました。

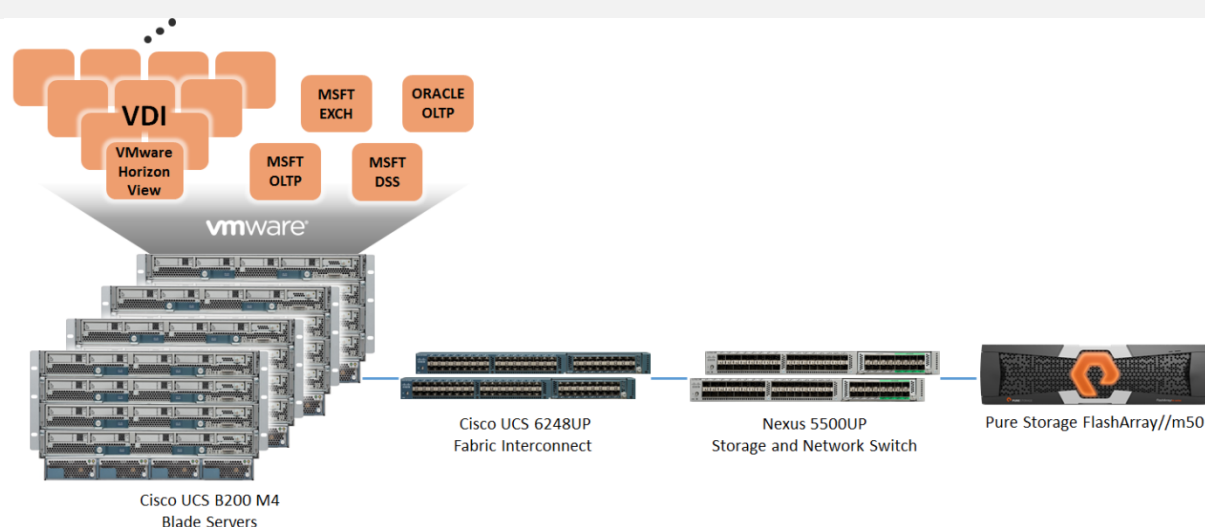
テスト開始

テストは、図 5 に示すような配線済みかつ構成済みのテストベッドを使用して開始されました。それぞれ 12 コアの 2.3GHz プロセッサと 256GB の RAM を搭載した 32 基の Cisco UCS B2000 M4 ブレードサーバーに、VMware vSphere 6.0 仮想インフラを実装しています。vNIC および vHBA テンプレートを備えたサービスプロファイルテンプレートを用いて全サーバーのサービスプロファイルを作成し、両方について VMware アダプタポリシーを選びました。また、FlashArray ソフトウェアのプライベートボリューム機能を使用し、Boot-from-SAN 機能を構成しました³。

サーバーは 10GB のイーサネットを経由して冗長な Cisco UCS 6248UP ファブリックインターコネクタに接続され、各インターコネクタの最後の 8 ポートはファイバーチャネル(FC)ポートとして構成されています。インターコネクタは FC およびイーサネットの両方についてエンドホストモードで構成し、同様に FC とイーサネットをサポートするよう構成された冗長な Nexus 5500UP ストレージおよびネットワークスイッチに接続しました。スイッチは 2 組の 8GB の FC ケーブルを経由し、2 つのドライブパックで Purity 4.5.1 を稼働させるピュア・ストレージ FlashArray//m50 に接続されています。

³ 本構成に関する詳細は「VDI のための FlashStack コンバージドインフラストラクチャソリューション (FlashStack Converged Infrastructure solution for VDI) <http://www.purestorage.com/solutions/flashstack/>」を参照。

図 5: ユーザー 5,000 人のエンタープライズ環境をシミュレートする ESG ラボのテストベッド



よく使用される 5 つのミッションクリティカルなアプリケーションを、仮想デスクトップ環境 (VDI)、3 つの固有のデータベース環境、電子メール環境を含む VMware 仮想インフラ内に実装しました。VDI は、VMware vSphere の仮想デスクトップホストプラットフォームである VMware Horizon 6 により管理および制御されています。32GB のベースイメージを利用した Horizon View デスクトップイメージテンプレートから、非永続型リンククローン仮想デスクトップ 1,500 台を作成しました。各デスクトップは Windows 7 Enterprise edition (64 ビット) を使用し、2 基の vCPU、4GB の RAM、vmxnet3 vNIC アダプタ 1 基、LSI ロジック仮想ストレージアダプタ 1 基で構成されています。インストールされたアプリケーションは Microsoft Office 2010、Adobe Reader 11、Flash Player Active X、Doro 182、Internet Explorer、Archive-7Zip、Windows Media Player などです⁴。

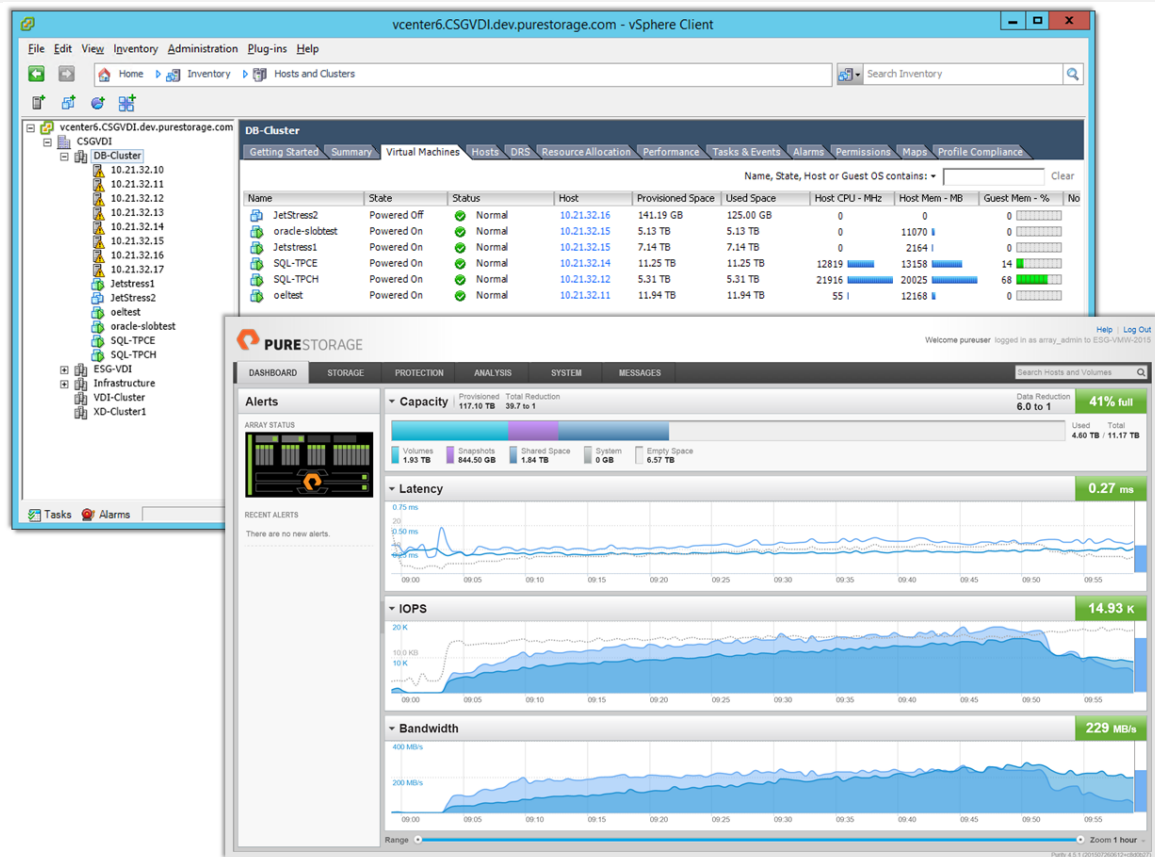
2 つの Microsoft SQL Server 2014 Enterprise Edition インスタンスが、1 つは OLTP データベースとして、もう 1 つは 意思決定支援のためのデータウェアハウスとして作成されました。OLTP データベースインスタンスは 128GB の RAM、10 基の vCPU、4 基の vSocket を持つ仮想マシンで稼働しています。30 万のユーザーを持つデータベースを、9 ファイル、計 3.2TB のファイルグループに分散させました。データウェアハウスデータベースは、計 656GB のプライマリデータファイルと 297GB のログファイルで構成されています。

電子メールについては、それぞれ 1GB のメールボックス 5,000 個で構成された Microsoft Exchange Server 2013 環境を使用しました。電子メールデータベースは 4.91TB で、トランケート設定済みのログファイルで構成されています。最後に、1TB の Oracle OLTP データベースを、最大 128 人の同時ユーザーをサポートできるように構成しました。

ESG ラボは、VMware vCenter とピュア・ストレージの Web 管理インターフェースの両方を使用し、インストールしたアプリケーションの管理とモニタリングを行いました。図 6 は、VMware vCenter 内で 5 つの仮想アプリケーションを稼働させた場合の画面です。またピュア・ストレージのダッシュボードには、アプリケーションのアラート、リアルタイムのパフォーマンス、容量情報が表示されています。ピュア・ストレージのダッシュボードは、ネイティブの Web GUI としても、vSphereWeb クライアントのプラグインとしても利用できることに注目してください。本レポートでは、ピュア・ストレージのスクリーンショットはすべて、ネイティブの GUI から取得されています。

⁴ テストベッドに関する詳細情報は付録を参照。

図 6: VMware vCenter およびピュア・ストレージの Web 管理インターフェースから見るテストベッドモニタリング



ワークロード開始後、さまざまなコンポーネント障害をシミュレートしてソリューションの復旧テストも行いました。このテストは、ワークロード全体でパフォーマンスへの影響を最小限にとどめられることの確認を目的としています。

これが重要である理由

動的 IT 環境にいる IT 管理者には、ビジネスの要求を満たせるよう速やかにデータサービスのプロビジョニングと管理を行う能力が必須となります。IT 部門は少ない労力とコストで多くの成果を得ることを求められ、最低限の労力で効率的にプロビジョニングや管理を実行できる柔軟で使いやすいツールを探しています。アプリケーション統合によってリソースを有効活用しながら厳しい予算に対応できる仮想サーバー環境では、こうしたツールが特に重要です。

Pure Storage FlashArray//m を基盤のストレージシステムとして利用することで、企業は最も要求の多いティア 1 仮想アプリケーションを同時に稼働させつつ、パフォーマンスと可用性に関する SLA も満たせるという安心感を持つことができます。ピュア・ストレージの管理インターフェースを通じてストレージ集中管理のメリットが得られるのに加え、VMware vCenter を通じて統合 VM 管理のメリットが得られます。

ワークロードの統合

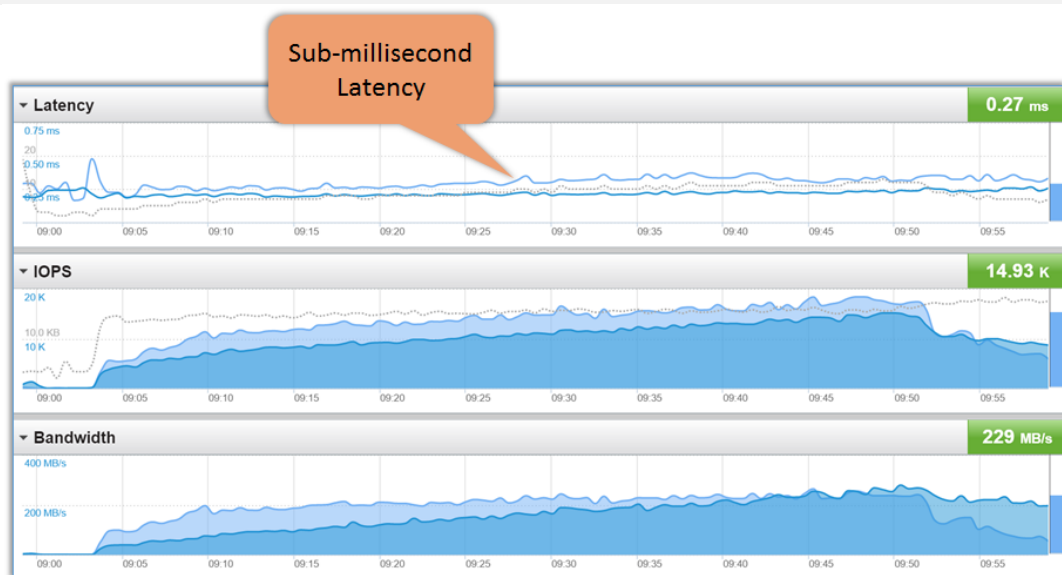
ESG ラボは仮想インフラを利用し、同時稼働する 5 つのアプリケーションのそれぞれについてパフォーマンステストを実施しました。ESG ラボが意図したのは、ピュア・ストレージ FlashArray//m が、統合された仮想インフラの厳しいパフォーマンス要件を簡単に満たせるのを示すことです。テストプロセスにおい

では、まずアプリケーションワークロードの 1 つを開始し、定常状態になったら次のアプリケーションを起動して、最終的に 5 つのアプリケーションを同時に稼働させます。このプロセスで ESG ラボは、ピュア・ストレージの管理インターフェースから各アプリケーションのレイテンシー、IOPS、スループットと累積パフォーマンスをモニタリングしました。

最初のワークロードは、Horizon View 仮想デスクトップ 1,500 台のアクティビティをエミュレートする Login VSI のワークロードです。Login VSI は業界標準の仮想デスクトップインフラ(VDI)ベンチマーキングツールであり、事前定義されたさまざまな VDI ワークロードのアプリケーションパフォーマンスとレスポンスタイムの検証を行います。このテストの最終目的は、特定のハードウェアおよびソフトウェアコンポーネントでのデスクトップ密度改善の可能性を示すことです。テストは、Microsoft Office、Internet Explorer、Adobe Acrobat リーダーなどのよく知られたデスクトップアプリケーションでのユーザーの振る舞いをまねる方法で実施されました。このフェーズでは典型的な「パワーユーザー」の振る舞いをシミュレートする「ヘビー」なワークロードを稼働させています。

シミュレーションでは仮想デスクトップ 1,500 台が同時にログオンし、膨大な数のエンドユーザーが同時に仮想デスクトップを起動させるという状況を作りました。データリクエストが急増すると、たいていはレスポンスタイムが長くなり、サービスが劣化します。しかし図 7 に示すとおり、ワークロードが上昇して最終的に定常状態になるまでの間、レイテンシーが 1 ミリ秒を超えることはありませんでした。

図 7: Horizon View で見るワークロードの上昇と定常状態への到達



次に、Microsoft Exchange Jetstress 2013 ワークロードを使用し、典型的な電子メールユーザーのストレージアクティビティをエミュレートしました。Jetstress は特定数のユーザーによる Exchange データベースとログファイルのロードをシミュレートします。

Jetstress は VM 当たり最大 5,000 のメールボックスをエミュレートできるよう構成されています。メールボックスサイズは 1GB、メールボックス当たりの I/O レートは 0.5 IOPS です。

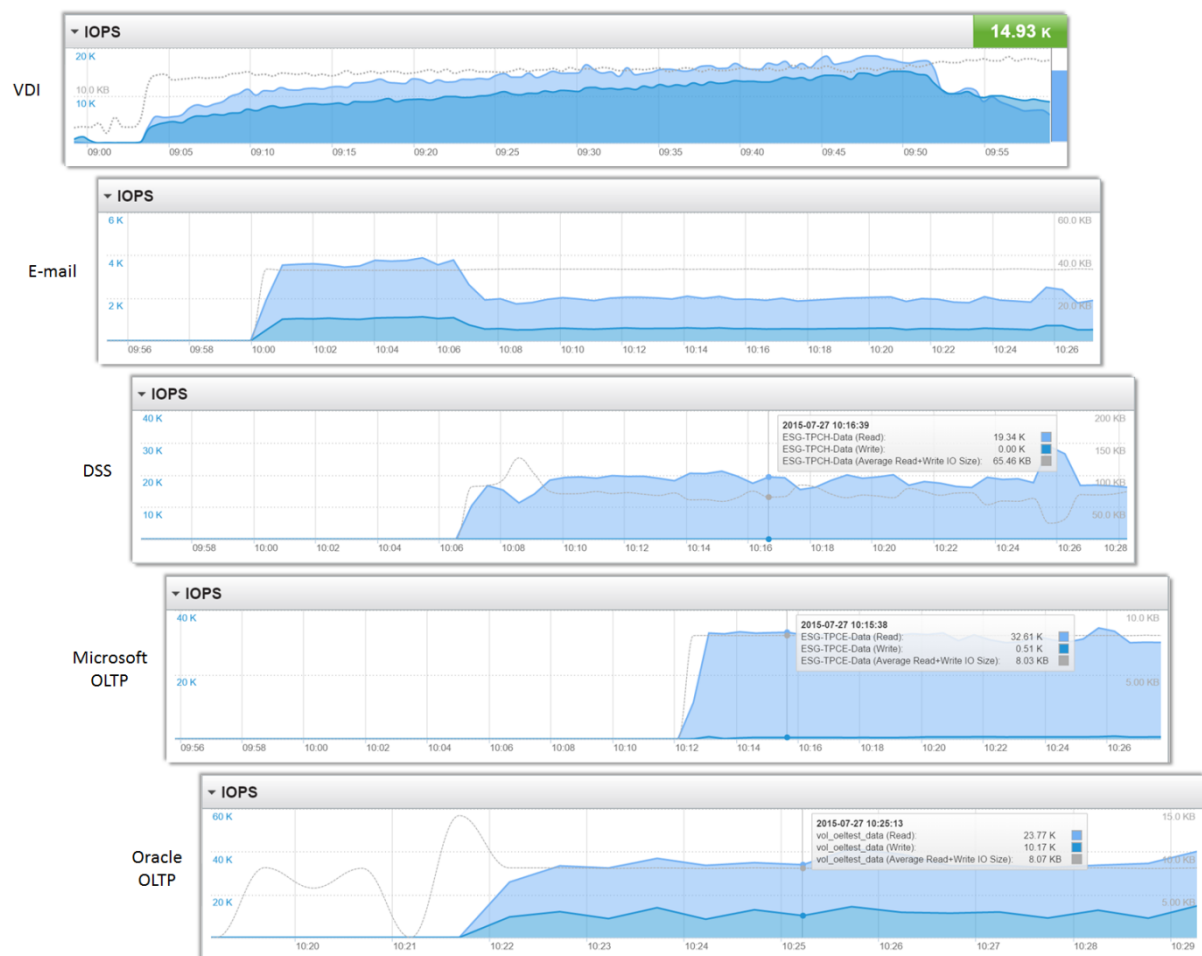
次に、業界標準のオープンソースデータベースロードテストおよびベンチマーキングツールである HammerDB を使用して、DSS ワークロードをシミュレーションしました。このテストでは、スケール係数を 700、仮想ユーザーを 150 人、反復回数を 100 回、MAXDOP を 8 としています。定常状態に達したところで、専用の Microsoft OLTP テストツールを用いて、Microsoft SQL Server のユーザーを数千人と仮

定してアクティビティのシミュレーションを行いました。典型的なオンライン証券会社のワークロードを想定し、取引、顧客からの問い合わせ、市場調査などのデータベースアクティビティをエミュレートしました。ワークロードは 10 種類のトランザクションを一定比率で配分しています。そのうち 4 つのトランザクションではデータベースアップデートを実施し、それ以外のトランザクションは読み込み専用としました。

最後のワークロードである OLTP ワークロードは Oracle データベースで稼働させました。公開され広く導入されている Silly Little Oracle Benchmark (SLOB) キットを使用し、システム全体で実際的なシングルブロックのアプリケーションに依存しない SQL クエリーをランダムに効果的に生成しました。SLOB ベンチマークツールは、特定のロードを生成するアプリケーションに限定せず、SGA バッファされたランダム I/O を通じて Oracle の物理 I/O レイヤを強調することにより、サーバーおよびストレージサブシステムの全コンポーネントを稼働させます。

図 8 は 5 つのワークロードのそれぞれについて、上昇し定常状態になるまでの合計 IOPS を示しています。これを見ると、1 時間半のテストの間に 5 つのアプリケーションのすべてが開始され定常状態になったことが分かります。もう 1 つのパフォーマンス基準となるのがレイテンシーです。すべてのアプリケーションで、起動時のレイテンシーが管理可能な低いレベルであり、レスポンスタイムも 1 ミリ秒未満にとどまりました。

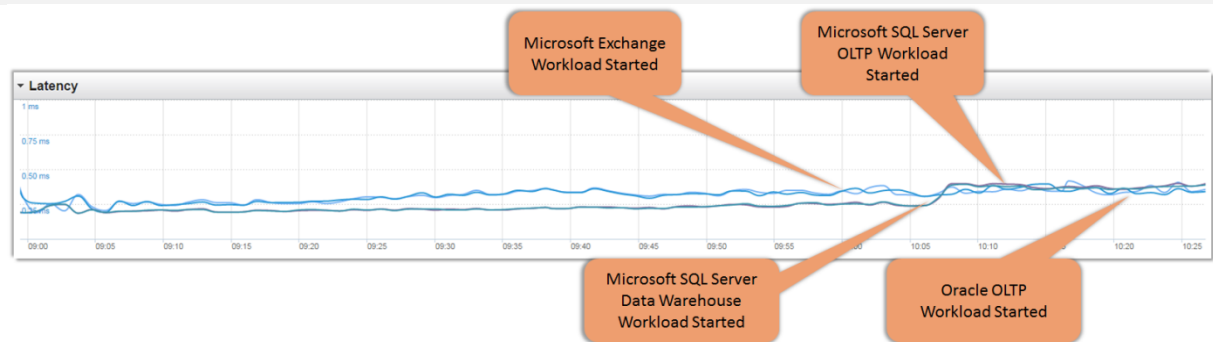
図 8: 統合ワークロードのパフォーマンス測定



ワークロード統合において注意すべき点は、複数のアプリケーションを同時稼働させたとき、相互にパフォーマンスに影響を与える可能性があることです。ESG ラボはこの可能性を考慮し、最初の VDI ワー

クロードを見直して、1 時間半の間のそれぞれのパフォーマンス測定値を調べました。それぞれのアプリケーションワークロードが開始され最終的に定常状態になるまでの間、最初の VDI ワークロードにはほとんど、あるいは全く影響が見られませんでした。これは、中断されずに常に重要なデスクトップアプリケーションにアクセスしたいというエンドユーザーの要望を満たせるような VDI の実現には不可欠です。図 9 は各アプリケーションを起動してからの Horizon View ワークロードの I/O レイテンシーを示しています。吹き出しは各ワークロードの開始時点です。

図 9: 統合ワークロードのパフォーマンス測定



すべてのワークロードが同時稼働したところで、ピュア・ストレージの管理インターフェースのメインダッシュボード画面に戻り、累積パフォーマンス値を確認しました。図 10 に示すように、このシミュレーションにおいて同時稼働するアプリケーションの I/O レイテンシーは管理可能な低いレベルにとどまりました。また、IOPS とスループットは安定しており予測可能なレベルでした。ピュア・ストレージ FlashArray//m が 5 つのアプリケーションのすべてのワークロードについて、一貫した予測可能なパフォーマンスを同時に提供したことは、ESG ラボにとっても驚きでした。各ワークロードはパフォーマンスへの要求だけでなく、基盤のストレージプラットフォームへの要求も異なっていますが、FlashArray//m はこうしたさまざまな要求を難なくサポートしたのです。

図 10: 5 つの仮想アプリケーションの累積パフォーマンス



テストの次のフェーズでは、他のワークロードだけでなく、1,500 台の仮想デスクトップすべてについて再構成プロセスを確認しました。この再構成プロセスは、リンククローン VDI が新しいレプリカに接続された

とき、ユーザーを全く新しい VDI に強制的に組み込むものです。この強制的オペレーションにより、既存ユーザーが自身の仮想デスクトップに接続できなくなってしまう場合もあります。他の 4 つのミッションクリティカルなアプリケーションが起動して定常状態に達し、仮想デスクトップ 1,500 台が一斉に起動し始めました。起動が完了すると、再構成オペレーションが開始されました。

図 11 は、他の 4 つのワークロードが定常状態に達した後のパフォーマンスを示しています。仮想デスクトップのランプアップ時間は約 50 分ででした。次に、再構成が開始され、わずか 5 分の時間差でリンククローンのレプリカが形成されます。この 5 分の中で 1 分未満にわたり約 2 ミリ秒のレイテンシー上昇がありました。その後、レイテンシーは通常の 1 ミリ秒未満に戻り、再構成プロセスの間中、その数値を維持しました。

図 11: 統合仮想環境における仮想デスクトップ 1,500 台の再構成



これが重要である理由

仮想化によるワークロード統合は、リソースの有効利用によってインフラ効率を向上させる可能性があります。複数のアプリケーションが同じ基盤ストレージシステムを共有すれば、たちまち問題が起きかねません。1 つのアプリケーションの I/O アクティビティが爆発的に増えれば（長く続くデータベースクエリーなど）、他のすべてのアプリケーションに深刻な影響を与え、レスポンスタイムの悪化や生産性の低下を招くだけでなく、最悪の場合、収益低下の可能性もあります。

ESG ラボは検証により、5 つの仮想化されたミッションクリティカルなアプリケーションが、相互の影響を生じさせることなく、単一のピュア・ストレージ FlashArray//m に容易に統合されることを明らかにしました。実際のワークロードの上昇のシミュレーションを行ったところ、1,500 人のヘビーユーザーをサポートする要求の多い VDI において優れたパフォーマンスを維持できました。特に混合ワークロードを扱う統合仮想環境では、さまざまな種類や規模の I/O により各アプリケーションのレイテンシーが上昇する可能性があります。レイテンシーがこうした環境で最も重要な注目すべきパフォーマンス基準であることは、ほとんど疑いの余地はありません。ESG ラボのテストでは、再構成中に 1 分に満たない間、レイ

テンシーが最大 2 ミリ秒まで上がったことを除けば、テストの全フェーズで各アプリケーションのレスポンスタイムは 1 ミリ秒未満だったことが確認されました。

高可用性と復旧力

ピュア・ストレージ FlashArray//m プラットフォームは、ハードウェアとソフトウェアの両方についてイノベーションを活用しています。これは、ハードウェアやソフトウェアのアップグレード中や機能停止中でも中断のないアクセスと最高のパフォーマンスを提供する、可用性の高いストレージインフラの提供を目指して設計されたイノベーションです。モジュール型の全面的に冗長な FlashArray//m ハードウェアプラットフォームは可用性が高く、現場でのサービスが利用可能であり、コンパクトなエネルギー効率の高いパッケージとして提供されています。ピュア・ストレージはアクティブ/アクティブのフロントエンドとアクティブ/スタンバイのバックエンドとを組み合わせ、計画的な機能停止、あるいは予想外の機能停止にあたってその影響を最低限に抑えます。

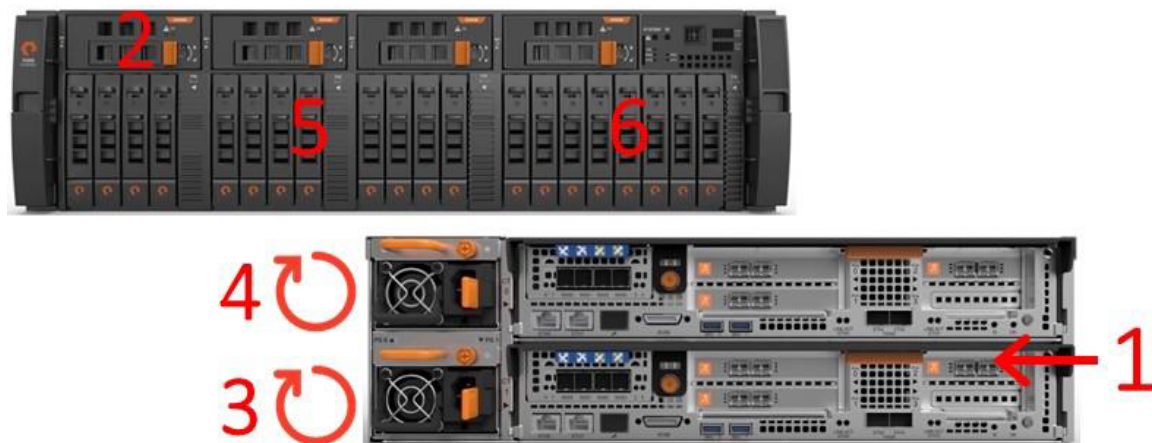
さらに FlashArray//m は、内蔵のデータ保護機能により、ボリュームごとに容量効率の高い数千枚のスナップショットをサポートできるため、ローカルプロテクションとリモートレプリケーションによってディープデータリテンションとオフサイトプロテクションが可能です。

ESG ラボのテスト

ESG ラボテストに使用した FlashArray//m50 のシャーシは 2 基のアクティブコントローラー、2 基の NVRAM モジュール、そして計 20TB のドライブパック 2 基を含んでいます。

ESG ラボはシステム障害を発生させ、アラートシステムをモニタリングし、障害が発生したコンポーネントをバックグラウンドで稼働する同様の I/O 集約的な混合アプリケーションワークロードに無停止で置き換えることで、FlashArray//m の信頼性とサービス可能性を検証しました。それぞれにエラーを発生させ、復旧させてから、定常状態になるのを待って次のテストを行いました。

図 12: 障害発生テスト



ESG ラボのテストでは、以下の手順で障害を発生させました。図 12 をご覧ください。

1. 冗長な FC ホストのインターフェースケーブルを抜く

2. NVRAM モジュールを取り外す
3. セカンダリコントローラーを再起動する
4. プライマリコントローラーを再起動する
5. 現場での交換可能なフラッシュモジュールを取り外す
6. 2 つ目の現場交換可能なフラッシュモジュールを取り外す

まず ESG ラボはファイバーチャネルケーブルの 1 つを抜き、SAN の障害シミュレーションを行います。Pure1 管理インターフェースには速やかにアラートが表示されました。システムを 5 分間そのまま稼働させておいてから、ケーブルをつなぎ直します。切断時に IOPS がわずかに下がりますが、再接続するとトラフィックのリバランスにより、レスポンスタイムには測定可能な変化は見られません。

次に 2 つの NVRAM モジュールのうち 1 つを取り外します。モジュールが取り外されると、レスポンスタイムが 3 ミリ秒に跳ね上がりましたが、1 分以内に定常状態レベルの 600 μ s 未満になりました。5 分待ってから、モジュールの電源を入れ直しました。

図 13: 障害発生テスト—SAN と NVRAM

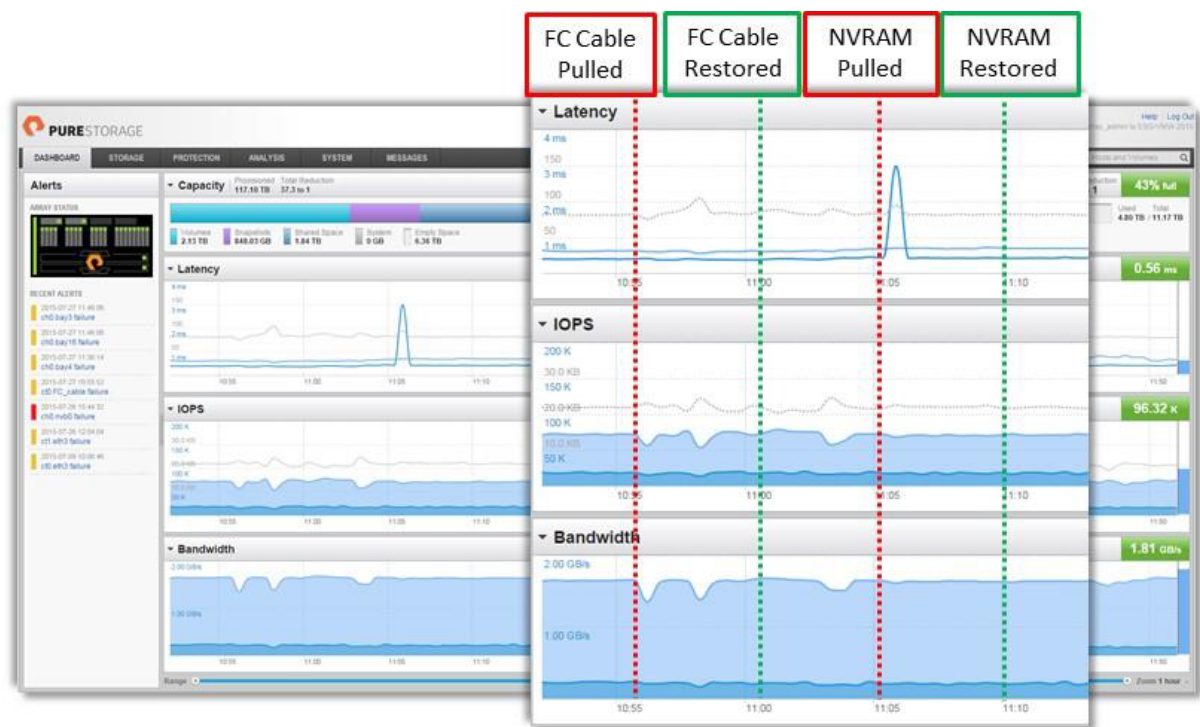


図 13 のとおり、IOPS や帯域幅には測定可能な変動は見られず、レスポンスタイムへの影響もありませんでした。

次に ESG ラボは、ソフトウェアやコントローラーハードウェアのアップグレード中に起こり得るシナリオとして、コントローラーを連続して再起動しました。図 14 は Pure1 コンソールにより報告されたシステムパフォーマンスです。

図 14: 障害発生テスト—コントローラー/ソフトウェアアップグレードのシミュレーション



コントローラーの再起動時に IOPS と帯域幅にはわずかに一時的な影響が見られますが、I/O は停止せず、プライマリコントローラーの再起動が約 2 分間にわたってレスポンスタイムに影響を与えたのみにとどまりました。

最後に、ランダムに選んだフラッシュモジュールを取り外し、複数のフラッシュモジュール障害シミュレーションを行いました。1つのモジュールの障害をシミュレートし、次に2つのモジュールの障害をシミュレートしています。図15に示すように、1つのモジュールの接続を切ったときでも、2つのモジュールの接続を切ったときでも、IOPS、帯域幅、レスポンスタイムに大きな影響はありませんでした。

図15: 障害発生テスト(複数のフラッシュモジュールの取り外し)



すべてのケースで、アプリケーションワークロードはエラーもなく稼働し続け、オペレーティングシステムのイベントログへのエントリも見つかりませんでした。

これが重要である理由

ESG の調査では、事業継続性とディザスタリカバリが、最もよく取り上げられる IT 優先課題の上位 10 位に入りました⁵。IT 部門がアプリケーションおよびサービスを顧客とユーザーに動的に、かつオンデマンドで提供しようと努める一方で、サーバー、デスクトップ、ビジネスアプリケーションの仮想化によってデータストレージの要件と複雑さが増しています。また同調査では、調査対象となった企業 4 社のうち 1 社が、IT 投資の中で最も大きいのは SAN ストレージシステムの新規購入だと答えています。つまり、ストレージとサーバーを 1 つの IT リソースとしてまとめた場合、企業はデータ移行の増加とデータ可用性への影響に対処しなければなりません。ユーザーは、サーバーとアプリケーションに高可用性と優れたデータ保護機能を持たせる必要があります。

ESG ラボは検証により、ピュア・ストレージ FlashArray//m の全面的に冗長なアーキテクチャは非常に可用性が高く、使いやすいことを明らかにしました。特に、複数の大規模システム障害のシミュレーションにおいては、5,000 人のユーザーを擁する企業の要求の大きい混合ワークロードに対応し、I/O への影響を最小限に、レスポンスタイムを 1 ミリ秒未満に抑えることができました。

⁵ 出典: ESG 調査レポート「[2015 年 IT 支出計画調査\(2015 IT Spending Intentions Survey\)](#)」、2015 年 2 月

ESG ラボによる検証の概要

- ☑ ESG ラボは単一のピュア・ストレージ FlashArray//m50 を使用し、VMware Horizon View (VDI)、Microsoft Exchange Server (電子メール)、Microsoft SQL Server (OLTP)、Microsoft SQL Server (データウェアハウス)、Oracle (OLTP) という 5 つのミッションクリティカルな仮想アプリケーションを実装しました。
- ☑ その結果、データ削減率は 6:1 (83%以上) となったことが分かりました。
- ☑ 各アプリケーションワークロードのパフォーマンスを、起動から定常状態に達するまでの間モニタリングしました。
- ☑ VDI ワークロードは、「バースト的」であり大量の書き込みアクティビティを含むため、ミッションクリティカルな他のアプリケーションワークロードとの統合は難しいと考えられています。しかしこのテストでは、1 つのアレイで他の 4 つのアプリケーションが同時稼働している間もパフォーマンスの低下は見られませんでした。
- ☑ テストの全フェーズで、レスポンスタイムは管理可能なレベルに保たれ、ワークロードのピーク時の平均は 0.57 ミリ秒でした。
- ☑ すべてのワークロードを稼働させた状態で 6 種類の障害シミュレーションを実施したところ、一時的にわずかな影響が認められたほかは、優れたパフォーマンスを持続できました。レスポンスタイムも極めて一定しており、1 ミリ秒を超えたのはプライマリコントローラーが再起動したときと、NVRAM モジュールが取り外されたときの 2 回だけでした。

検討すべき課題

- ☑ 本レポートのテスト結果は、業界標準のテストツールを使用し、管理された環境で実装したアプリケーションとベンチマークに基づいて取得されたものです。データセンターの本番環境ごとに変数が異なるため、各ユーザーが実際の環境で容量計画およびテストを実施することが推奨されます。
- ☑ テストでは、デフォルトのサーバー BIOS、オペレーティングシステム、アプリケーション設定を使用しました。通常はアプリケーションワークロードのチューニングが行われますが、このテストではチューニングを行わずにティア 1 ワークロードを統合することができました。本レポートの結果を見る限り、高度に仮想化された混合ワークロード環境での優れたパフォーマンスを証明するという目標が達成できたと ESG ラボは考えています。
- ☑ モジュール型の FlashArray//m は、データ移行不要の世代間アップグレードを可能にするピュア・ストレージの Evergreen Storage オーナーシップモデルの主要コンポーネントです。Evergreen Storage は、数年のストレージ寿命を 10 年以上に延ばすインフラにより、フォークリフトアップグレードを排除することを目指しています。Evergreen Storage はピュア・ストレージの Forever Flash プログラムを拡大し、現行の保守プログラムに 3 年ごとのコントローラーアップグレードを追加したほか、すべてのソフトウェアの新バージョンへのアップグレードを追加しました。また追加容量の購入でコントローラーのアップグレードが必要になった場合は、既存コントローラーに対しトレードインクレジットが提供されます。
- ☑ 本レポートで具体的な数値が示されているものの、FlashArray//m でカスタムストレージハードウェアを設計するというピュア・ストレージの方針に疑問を持たれるかもしれません。ストレージ業界では、コモディティハードウェアは常に低コストだという表面的な認識に基づき、コモディティハードウェアを選ぶ傾向があります。ピュア・ストレージはデータ削減テクノロジーによるコ

スト軽減を証明できますが、本当に重要なのは、長期的な価値を提供すること、そして将来的なアップグレード時の負担を軽減できることだと考えています。こうしたアップグレードは IT 部門にとって大きな問題となりかねません。世代を超えたアップグレードは、さらに大きな負担となります。結局のところ、ピュア・ストレージ FlashArray//m の成功は、企業が長期的価値を優先できるかどうかにかかってくるでしょう。

さらに重要な事実

ESG の調査によると、サーバーおよびデスクトップ仮想化テクノロジーの導入と、増大するデータの管理は、IT 部門の最重要課題として頻繁に取り上げられています⁶。企業が保管すべきデータが増え続け、データのタイプも多様化していることから、ストレージの使用量や費用は増える一方です。また IT 管理者にとっては、優れたパフォーマンスを維持して社内ユーザーに可能な限り最高のユーザーエクスペリエンスを提供することも、大きな課題となっています。特に仮想デスクトップや、仮想化が進むミッションクリティカルなアプリケーションを導入するには、こうした課題への対応が欠かせません。

サーバーおよびネットワークリソースは着実に進歩していますが、多くのユーザーとワークロードがインフラに追加され、基盤ストレージの共有プールを利用するようになったことで、I/O ボトルネックへの懸念が広がっています。ボトルネックが起きる理由の 1 つは I/O トラフィックの増加であり、もう 1 つは I/O のランダム性です。その結果、IT 部門にとっては、容量とパフォーマンスをシームレスに拡張し、高い可用性を維持する先進的ソリューションを見いださなければならないという大きなプレッシャーが生じます。

ピュア・ストレージ FlashArray//m は価値を提供するだけでなく、ソリッドステートに関する戦略的な議論を進めることを意図しています。FlashArray//m は「無停止」を目指して設計されました。ピュア・ストレージは FlashArray//m を Evergreen Storage モデルと組み合わせることで、ストレージアーキテクチャを通じた価値提案に長期的展望を追加できるようになりました。これにより企業は容量当たりの価格や機能を単純に比較するだけでなく、ソリッドステートの総所有コストに関するさまざまなメリットを検討できます。

ESG ラボはテストを通じて、ピュア・ストレージ FlashArray//m が、デスクトップ仮想化を含む非常に手ごわいビジネスクリティカルおよびミッションクリティカルなワークロードをパフォーマンスと可用性に優れたシングルプラットフォームに統合できることを明らかにしました。このテスト環境は、27.6TB のライブデータを扱う、実際のビジネス環境をシングル FlashArray//m50 にまとめたものです。5,000 シートの Exchange ユーザー、1,500 台の VMware Horizon View 仮想デスクトップ、数百人の Oracle および SQL サーバーユーザーをサポートしていますが、ピュア・ストレージのデータ削減テクノロジーを使用してデータを 4.9TB に抑えています。この統合環境はすべてのワークロードで 1 ミリ秒未満のレスポンスタイムを実現し、複数の障害シミュレーションにおいてもアクセスの中断を発生させませんでした。本レポートに記述されたパフォーマンスは、インラインのデータ削減、保存データの暗号化、実際に使用されている有効なスナップショットにより達成されたものであることは重要なポイントです。さらに Pure1 によって、シンプルで直観的なクラウドベースの管理と、どこからでもアクセス可能なシステムモニタリングを実施しました。

ピュア・ストレージは、過去 4 年間に販売されたすべてのティア 1 ストレージアレイを FlashArray//m ハードウェアと置き換えた場合、データセンター800 カ所分のスペースと、原子力発電所およそ 2 基分に当たる 3.86 メガワットの電力が節約できると述べています。こうした見解は常に、複数の仮定が重なりあったものに基づいているものの、ピュア・ストレージが独自ハードウェアの価値の全体像を明らかにす

⁶ 出典:ESG 調査レポート「[2015 年 IT 支出計画調査\(2015 IT Spending Intentions Survey\)](#)」、2015 年 2 月

る一助となります。中小企業は概ね設置スペースと消費電力の削減メリットを期待しますが、メリットは他にもあります。大規模な IT インフラの構築を検討する企業にとっては、こうした設置スペースと消費電力の大幅な節減は非常に魅力的だと思います。統合はデータセンターの経済効率を向上させますが、ピュア・ストレージのデータ削減テクノロジーはここでも力を発揮するでしょう。

ESG ラボは検証により、ピュア・ストレージ FlashArray//m が、非常に低いレスポンスタイムで優れたパフォーマンスを持続させることを証明しました。また、高度に仮想化されパフォーマンスが重視されるインフラにおいて、実際によく使用される要求の高い複数のビジネスアプリケーションを同時稼働させるのに適していることも明らかにできました。ピュア・ストレージ FlashArray//m には、包括的なデータ管理ソフトウェア、HA-DR 機能、容量効率を向上させるテクノロジーがすべて基本価格に含まれています。ビジネスクリティカルおよびミッションクリティカルなアプリケーションとユーザーの統合による価値を検討しているものの、パフォーマンスと可用性を懸念されている企業は、ぜひピュア・ストレージ FlashArray//m をご検討ください。

付録

表 1:ESG ラボのテストベッド

Hardware	
Pure Storage FlashArray//m50	Two 16G Fibre Channel ports Purity Software Ver. 4.5.1
Cisco UCS Blade Server B200 M4	Quantity: 32 E5-2670 (12 core, 2.3 GHz) 256GB memory Version 2.2.3f
Cisco UCS 6248UP (Fabric Interconnect)	Version 2.2.3f
Nexus 5500UP series (Storage and Network Switch)	Version 5.2(1)N1(6)
Software	
VMware vSphere 6.0	6.0.0 Enterprise-Build 2494585
VMware Horizon View 6.0	32GB desktop image template of Windows 7 Enterprise Edition (64-bit) 1,500 non-persistent, linked-clones • Two vCPUs • 4GB of RAM • One vmxnet3 vNIC adapter • One LSI Logic virtual storage adapter
Windows Server 2012	R2 Update
Microsoft SQL Server 2014	SP1
Microsoft Exchange Server 2013	
Oracle 12c	
Cisco UCS Blade Server and Infrastructure Bundle	Version 2.2.3f
Workload Drivers	HammerDB version 2.1.7 Internal OLTP tool supplied by Microsoft Microsoft Jetstress 2013 LoginVSI 4.1.3 SLOB 2.3



Enterprise Strategy Group | **Getting to the bigger truth.**

20 Asylum Street | Milford, MA 01757 | Tel: 508.482.0188 Fax: 508.482.0218 | www.esg-global.com