



VMware View® 5 の パフォーマンスと ベスト プラクティス

パフォーマンスに関する調査

テクニカル ホワイト ペーパー

目次

はじめに.....	4
View 5 の新機能.....	5
エンド ユーザー使用環境の監視.....	5
3D グラフィックスのサポート.....	5
継続性サービス.....	5
View 5 のパフォーマンスの向上.....	6
PCoIP プロトコルの向上.....	6
VMware vSphere 5 によるプラットフォームの機能向上.....	6
CPU スケジューラ.....	6
メモリ占有量の削減.....	6
保守的なバルーニング.....	6
View 5 における PCoIP プロトコルの向上.....	7
帯域幅の向上.....	7
可逆圧縮コーデックの最適化.....	7
クライアント側のキャッシュ機能.....	8
可逆圧縮.....	9
帯域幅全体の削減.....	10
CPU の向上.....	10
アイドル状態の CPU 使用率.....	11
コードの最適化.....	11
SIMD アクセラレーション.....	11
パフォーマンスの結果： View PCoIP の機能拡張.....	12
評価用構成.....	12
ネットワーク環境.....	13
パフォーマンス メトリック.....	13
ワークロード.....	13
View 4.5 と比較したパフォーマンスの向上.....	14
アプリケーション応答時間.....	14
帯域幅の使用量.....	15
CPU 使用率.....	15
その他のリモート表示プロトコルとの比較.....	16
応答時間.....	16
帯域幅の使用量.....	17

CPU 使用率.....	18
パフォーマンスの結果： vSphere 5 プラットフォームの機能向上.....	19
View 4.5 との比較.....	19
CPU 使用率.....	19
メモリ オーバーヘッドの削減.....	20
ストレージ.....	22
View Composer.....	23
View 5 のベスト プラクティス.....	24
プラットフォームのベスト プラクティス.....	24
CPU 統合.....	24
メモリ統合.....	24
ストレージ.....	25
ゲストのベスト プラクティス.....	25
View PCoIP のベスト プラクティス.....	27
ネットワークの最適化.....	28
まとめ.....	30
参考資料.....	30
執筆者について.....	31
謝辞.....	31

はじめに

VMware View を使用すると、エンド ユーザーは特定のシステムに縛られることなく、あらゆる場所でコンピューティング環境を利用できるようになります。また、デスクトップ管理を簡素化および自動化することにより、IT を変革します。IT 管理者は、場所やプロファイルに基づいて仮想デスクトップを必要に応じて構築し、時間と場所を問わずデスクトップおよびデバイスに提供できます。図 1 に示すように、VMware View ではデスクトップ、アプリケーション、およびデータの統合管理により、コストの削減やセキュリティの強化を実現しながら、エンド ユーザーの可用性と柔軟性を向上することができます。

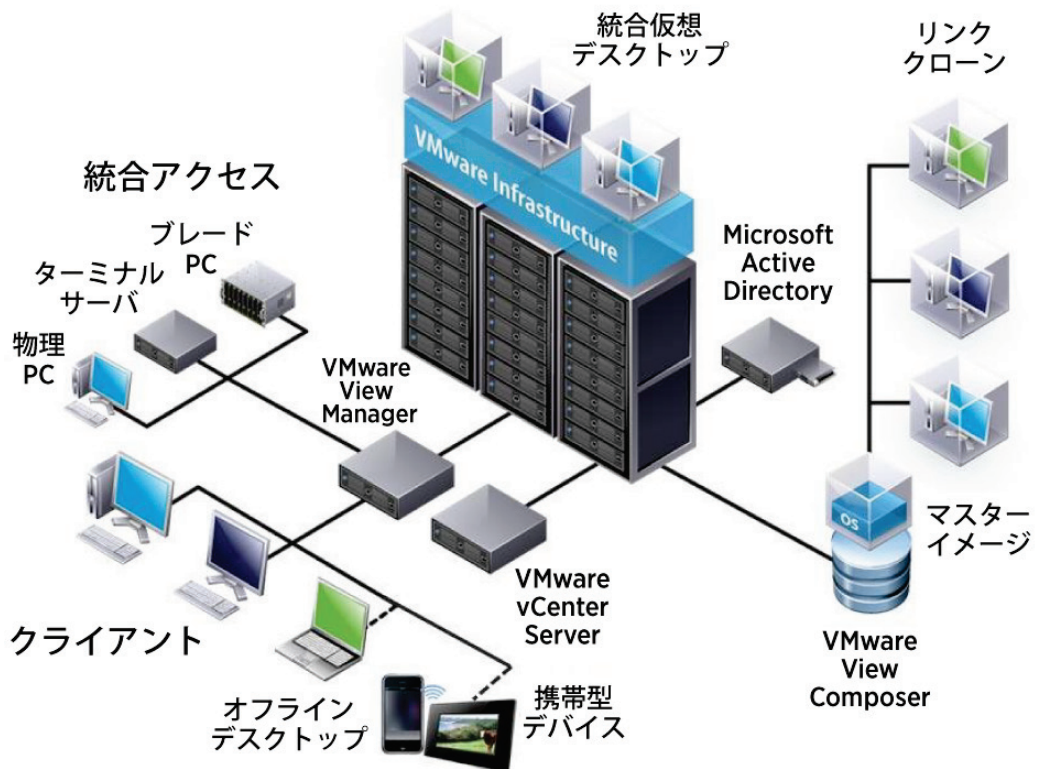


図 1: View アーキテクチャの概要図

VMware View 5 は、LAN、WAN、および Extreme WAN を通じて、最高の使用環境とパフォーマンスをエンドユーザーに提供します。VMware View の PCoIP プロトコルの応用技術により、最適化された仮想デスクトップを LAN と WAN の両方で提供できます。View 5 では、単一のプロトコルで幅広い使用方法と展開オプションに対応します。また、時間や場所を問わず、アプリケーションやエンドユーザーのデータおよび設定を含むカスタマイズされた仮想デスクトップにアクセスできます。View 5 は、管理、運用、およびリソースを統合し、リモート オフィスから IT インフラストラクチャを排除することにより、デスクトップコンピューティングの総コストを削減します。

View 5 の新機能

このあとのセクションで説明する重要なパフォーマンス最適化機能の他にも、VMware View 5 にはいくつかの重要な新機能があります。

エンド ユーザー使用環境の監視

View 5 では、PCoIP プロトコルの主要なパフォーマンス メトリックに簡単にアクセスできます。イメージングの統計情報からネットワーク帯域幅情報まで、30 を超える統計情報が個別に収集されます。これらのメトリックを使用すると、ユーザーや管理者は perfmon などの WMI ベースのツールを用いて、個々のデスクトップの問題に対して迅速にトラブルシューティングを実行できるようになります。また VMware vCenter Operations やほかのサードパーティ製管理ソリューションでこれらのメトリックを使用すると、より厳密な監視を行うことができます。

3D グラフィックスのサポート

VMware vSphere 5 では、ハードウェア アクセラレーション不要の 3D グラフィックスを仮想マシン内で使用することができます（サポート対象は、DirectX 9 または OpenGL 2.1）。View 5 ではこの機能を十分に活用して、特別なグラフィック カードやクライアント デバイスを使用せずに、Aero、Office 2010 などの基本的な 3D アプリケーションを View デスクトップで実行できるようにします。また、OpenGL や DirectX を必要とするその他のアプリケーションの実行も可能です。

継続性サービス

View 5 はネットワークの信頼性に左右されずに、シームレスな使用環境をエンドユーザーに提供します。PCoIP プロトコルはネットワークの中断を自動的に検出し、セッションの再接続を実行します。セッションの再接続は最大で 30 秒間試行されるため、一時的にネットワークが中断した場合はセッションを再接続して再認証する必要はありません。また、大量のパケット ロスが発生する場合でも、継続性サービスにより、ネットワーク セッションの復元性は向上します。

View 5 のパフォーマンスの向上

PCoIP プロトコルの向上

View 5 では、PCoIP プロトコルのパフォーマンスが大幅に向上しています。たとえば、WAN 向けの消費帯域幅の削減や CPU 使用率が低減しています。このあとのセクションでは、これらの詳細について説明します。

VMware vSphere 5 によるプラットフォームの機能向上

VMware vSphere 5 を使用するとパフォーマンスが大幅に向上するため、単一の ESXi サーバに統合できるデスクトップ数が増加します。

CPU スケジューラ

VMware は、デスクトップ ワークロード（特にハイパースレッド プロセッサ上のワークロード）向けの CPU スケジューリング機能を向上しました。これにより、デスクトップ ワークロードは、追加設定なしで ESXi サーバ上で優れたパフォーマンスを示します。vSphere 4.1 では、デスクトップ ワークロードの最適なパフォーマンスを実現するために、高度なスケジューラ オプションが必要でしたが（[KB 1020233](#)）、vSphere 5 では不要になりました。

メモリ占有量の削減

ESXi には、仮想マシンに割り当てられた VRAM だけでなく、仮想マシンに代わってブックキーピング メモリを維持する機能があります。vSphere 5 では、必要に応じたメモリ割り当てを行い、メインメモリに割り当てられるゲスト VRAM のサイズを拡大するスワップ メカニズムを実装することによって、このブックキーピング メモリのスキームを変更しました。メモリ占有量の削減率は 60 % ほどになり、高い統合率を実現できます。

保守的なバルーニング

vSphere 5 のバルーニング メカニズムは、vSphere 4.1 よりも保守的になっています。vSphere 4.1 以前では、未使用のシステム メモリがメモリ全体の 6 % 未満になると、仮想マシンのバルーンドライバが有効になりました。しかし、大量のメイン メモリを搭載したサーバの場合、6 % の空きメモリは十分大きなサイズであるため、バルーニングは本来必要ありません。このため、vSphere 5 ではスラブ ベースのバルーニング メカニズムを実装しています。メモリ サイズが少量のマシンに対しては 6 % のしきい値を維持し、メモリ サイズが大量のマシンに対しては 1 % のしきい値を使用します。この機能により、大規模サーバでの仮想マシン統合率は大幅に向上します。

View 5 における PCoIP プロトコルの向上

VMware View 5 では PCoIP プロトコルにさまざまな方法で重要な最適化が加えられており、PCoIP プロトコルのリソース使用率を大幅に低減できます。これにより、ほとんどの使用例でユーザーにメリットが提供されます。大まかに分けると、これらの最適化機能は、帯域幅の最適化とコンピューティングの最適化という 2 つの大きなカテゴリに分類されます。

帯域幅の改善

仮想デスクトップ インフラストラクチャの表示プロトコルでは、ネットワーク帯域幅の使用率を制御することが重要になります。これは、ネットワーク帯域幅が比較的不足しているリソース共有率の高い WAN 環境では特に重要です。View 5 を使用すると、ユーザーの使用環境を維持したまま、PCoIP プロトコルのリソース使用率を大幅に低減できます。一般的なオフィス ユーザー環境では、消費帯域幅は最大で 75 % 削減されます（約 4 倍向上）。次のセクションでは、これらのメリットを実現する最適化機能について説明します。

可逆圧縮コーデックの最適化

仮想デスクトップ インフラストラクチャ環境の場合、ユーザーの画面は通常、アイコン、グラフィックス、動画、写真、テキストなど、さまざまな形式のコンテンツで構成されます。仮想デスクトップ インフラストラクチャの表示プロトコルは、ユーザーが表示しているコンテンツのタイプをアクティブに監視し、各画面領域で利用される圧縮アルゴリズムを動的に管理して、最適なユーザー使用環境を実現します。たとえば、テキスト指向のコンテンツに非可逆圧縮技術を単純に適用すると、テキストの輪郭が不鮮明になり、非常に目立つ場合があります。そのため、PCoIP プロトコルでは、テキスト圧縮用に開発された効率的な可逆圧縮アルゴリズムを使用して、帯域幅と CPU 使用率の両方を最小化します。

View 5 では、PCoIP プロトコルの可逆圧縮コーデックが大幅に拡張されており、拡張された可逆圧縮アルゴリズムでは、圧縮率と堅牢性の両方が向上しています。たとえば、このアルゴリズムをクリア タイプなどのアンチエイリアス フォントを含むコンテンツに適用した場合、旧バージョンのアルゴリズムに比べて圧縮率が 2 倍になります。

一般的なオフィス ユーザーのデスクトップには、通常、Web ページのテキスト、E メール、プレゼンテーション、PDF ドキュメントなど、重要なテキスト コンテンツが表示されます。そのため、クライアント デバイスに送信されるイメージ データの大部分は、可逆圧縮アルゴリズムを使用して頻繁に圧縮されます。その結果、View 5 で拡張された可逆圧縮アルゴリズムを一般的なオフィス ユーザーのワークフローで使用すると、帯域幅の使用量が 30 ~ 40 % 削減されます。

クライアント側のキャッシュ機能

PCoIP プロトコルのさまざまな機能の 1 つに、デスクトップ画面の更新情報をクライアント デバイスに効率的に伝達して、ローカルに表示するという機能があります。多くの場合、デスクトップ画面のほんの一部の領域のみが変更されるため、PCoIP プロトコルなどの仮想デスクトップ インフラストラクチャのプロトコルでは、単に画面全体を送信するのではなく、空間フィルタリングを実行して画面上の変更部分に関する情報のみを送信します。ただし、空間フィルタリングだけでなく、時間的解析も実行できます。たとえば、アプリケーションの最小化、ウィンドウのドラッグ、スライドセットによる移動、またはドキュメント内のスクロールについて考えてみます。いずれの場合も、一連の画面更新の大部分は、直前に表示されていた（移動した可能性のある）ピクセルで構成されます。したがって、直前に表示されていたイメージ ブロックのキャッシュがクライアント デバイスで管理されている場合は、これらの更新画面を一連のキャッシュ インデックスとしてエンコードするだけで、PCoIP プロトコルは帯域幅を大幅に削減できます。該当ブロックを再送信する必要はありません。

View 5 にはクライアント側イメージ キャッシュ機能が導入されているため、一般的なオフィスユーザーのワークフローのインスタンスでは、多くの場合、帯域幅を 30 % 削減できます。このキャッシュはシンプルな定位置のキャッシュを実行する機能だけでなく、画面更新時の空間的および時間的な冗長性を確保するという機能も備えています。イメージ キャッシュを使用すると、一般的な操作（ウィンドウの最小化 / 最大化、スタート メニューなど）で使用する帯域幅を最適化できるだけでなく、スクロールやウィンドウのドラッグなど、多くのインタラクティブな操作での帯域幅の使用量も大幅に削減できます。そのため、帯域幅が制限されている WAN 環境でも、スムーズで即応性に優れた操作が可能になります。

たとえば、PDF ドキュメントをスクロールする場合について考えてみます。ドキュメントを下方にスクロールするにつれて、新しいコンテンツがウィンドウの下部に表示され、古いコンテンツが上部から消えていきます。アプリケーション ウィンドウ内のその他すべてのコンテンツは、単に上部へ移動するだけで基本的に変化しません。PCoIP プロトコルのイメージ キャッシュでは、この空間的および時間的な冗長性を検出できます。そのため、スクロール操作の場合、クライアント デバイスに送信される表示情報の多くは一連のキャッシュ インデックスのみとなり、帯域幅は大幅に削減されます。

イメージ キャッシュを利用した効率的なスクロールには、主に次の 2 つのメリットがあります。

- 帯域幅に比較的制約のない LAN ネットワークでは、クライアント側のキャッシュが無効な場合でも、高品質のスクロールを実現するために必要な帯域幅が十分にあります。このような状況でクライアント側のイメージ キャッシュを有効にすると、帯域幅の使用量が大幅に削減されます。さまざまなアプリケーションおよびコンテンツ タイプ（テキストやイメージを多用している場合など）で検証した結果、帯域幅の削減率はキャッシュが無効な場合に比べて 4 倍以上になりました。この値は変動する可能性があります、ほぼ一貫していることを確認しました。
- WAN ネットワークでは帯域幅がかなり不足しているため、クライアント側キャッシュを無効にすると、使用可能な帯域幅内でスクロールのパフォーマンスが低下することがあります。このような場合、クライアント側キャッシュを有効にすると、帯域幅が削減されるだけでなく（削減率は、クライアント側キャッシュが無効な場合のスクロール パフォーマンスの低下率によって異なる）、帯域幅が制限されている WAN 環境でも、スムーズで即応性に優れたスクロール操作を実行できます。

可逆圧縮

一般的なオフィス ユーザーの場合、圧縮率の向上とイメージ キャッシュを組み合わせることによって、LAN と WAN のいずれの使用事例でも、追加設定なしで帯域幅を約 60 % 削減できます（2.5 倍に向上）。

View 5 では、新しく導入されたイメージ品質制御機能を利用すると、帯域幅の使用効率をさらに向上させることができます。PCoIP プロトコルは、デフォルトで可逆圧縮イメージを作成します。画面が更新されると、初期イメージは PCoIP プロトコルによって直ちに送信され、クライアントに表示されます。その後も PCoIP は絶え間なくクライアントのイメージ品質を高めて、高品質の非可逆圧縮イメージを作成します。PCoIP の用語では、このイメージを「知覚的な可逆圧縮」イメージといいます。画面が安定したら、PCoIP はクライアントのバックグラウンドでイメージの改良を継続し、可逆圧縮イメージを作成します（つまり PCoIP が可逆圧縮（BTL）を実行します）。アプリケーション スペースによっては可逆圧縮イメージの作成機能が重要になることがありますが、多くのオフィス ユーザーの場合、可逆圧縮のサポートを無効にしてもイメージ品質に影響はありません（実際、品質の違いは認識されません）。また、可逆圧縮を無効にすると、帯域幅の使用量が大幅に削減されます。多くの場合、可逆圧縮の無効化によって帯域幅の使用量が約 30 % 削減されます。

通常、完全な可逆圧縮イメージと知覚的な可逆圧縮イメージはほとんど区別が付きません。図 2 では、小さな 2 つのイメージを拡大して、このことを視覚的に示しています。いずれのイメージも、View の完全な可逆圧縮によるイメージと View の知覚的な可逆圧縮によるイメージを並べて比較しています。拡大した場合も、ほとんど違いがないことがわかります。

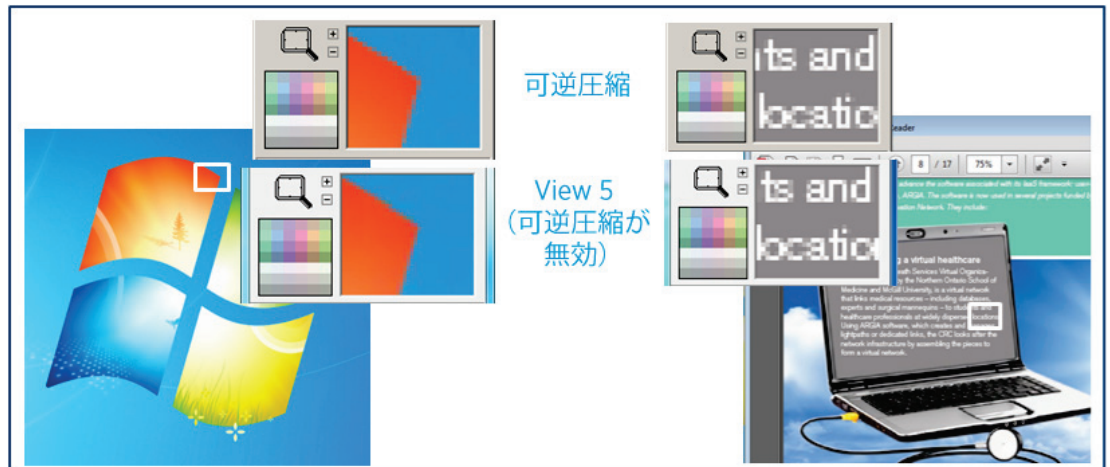


図 2：完全な可逆圧縮イメージと知覚的な可逆圧縮イメージの品質の比較

定性分析だけでなく、PSNR（Peak Signal to Noise Ratio）や RMS（Root-Mean-Square）エラーデータを使用する定量的な分析も注目に値します。かなり複雑なイメージ（樹木を背景として、その上に細部まで再現された紅葉の景色など）について、知覚的な可逆圧縮と完全な可逆圧縮（RGB スペース）を比較すると、PSNR 値は 45.8 dB、RMS エラー値は 1.3 になります。このことから、知覚的な可逆圧縮イメージでは品質がほとんど低下しないことがわかります。たとえば、RMS エラーが 1.3 であるとして、32 ビット カラーの場合、各 RGBA コンポーネントの精度は 8 ビットになり、0 ～ 255 の値を取ります。このイメージに知覚的な可逆圧縮を行うと、これらの値に ± 1.3 の平均誤差が発生しますが、ほとんどの使用事例においてこの値は無視できるものです。

帯域幅全体の削減

圧縮率の向上、クライアント キャッシュ、および可逆圧縮の無効化を組み合わせると、一般的なオフィス ワークロードの場合、通常は最大 75 % の帯域幅が削減されます（4 倍に向上）。

CPU の向上

VDI 環境では、デスクトップの統合が重要になります。1 つのシステムで処理できるユーザー デスクトップの数が増えると（統合率が高まると）、VDI 導入環境で実現できるコスト削減率が高まります。したがって、VDI プロトコルによって CPU オーバーヘッドが生じないように、慎重に抑制する必要があります。View 5 では PCoIP プロトコルが拡張され、CPU オーバーヘッドをさまざまな方法で最小にすることができます。

アイドル状態の CPU 使用率

VDI プロトコルの側から見ると、ビデオを見ているとき以外、ユーザーはかなりの期間アイドル状態です。たとえば、ユーザーが新しい Web ページをロードする場合は、Web ページをロードして画面が更新されるときに、アクティビティが突発的に発生します。ところが、ユーザーがページの内容を参照しているときは、数秒間、または数分間画面が固定されたままになります。VDI プロトコルでは、画面の変更を効率的にエンコードするだけでなく、このようなアイドル期間中に発生するすべてのバックグラウンド アクティビティの関連オーバーヘッドを最小にすることも重要になります。View 5 では、これらのコード パスが大幅に最適化されているため、PCoIP プロトコルのアイドル CPU 消費量はごくわずかです。また、多くのワークロードで、セッションのキープアライブ（ハートビート）帯域幅が半分に削減されています。

コードの最適化

View 5 では最新のイメージ処理機能と圧縮機能が見直され、アルゴリズムが微調整されているため、効率性を高めて、実装環境をさらに最適化することができます。

SIMD アクセラレーション

イメージ操作を快適に行うには、通常、最新の x86 プロセッサでサポートされている SSE 命令などの SIMD（Single Instruction Multiple Data）命令を使用してアクセラレーションを行います。View 5 では、x86 プロセッサで使用可能な SSE SIMD サポートをさらに活用できるように PCoIP プロトコルが最適化されているため、コード ベース範囲が拡張されるだけでなく、最新プロセッサ（SSE 4.2 や AES-NI など）で使用可能な SSE 命令も利用できます。

パフォーマンスの結果：View PCoIP の機能拡張

このセクションでは、View 5 PCoIP の機能拡張によって向上したパフォーマンスについて説明します。次のセクションでは、vSphere 5 プラットフォームとの統合によって向上した View のパフォーマンスについて説明します。

以降のセクションでは、最初にパフォーマンス向上の分析に使用した評価用構成について詳細に説明してから、View 5 と View 4.5 の評価結果を比較します。さらに、Citrix PortICA（XenDesktop 5）や Microsoft RDP（RDP 7.0）などの異なるリモート表示プロトコルとの比較調査も行います。

評価用構成

図 3 に示すように、すべてのプロトコルの評価で同じ構成を使用しています。デスクトップ仮想マシンは、2.53 GHz Intel Xeon 5400 プロセッサと 32 GB 物理メモリを搭載した IBM ブレードにホストしました。このブレードは NFS ストレージ アレイに接続しています。また、デスクトップ仮想マシンに 1 個の vCPU と 1 GB の仮想メモリを割り当て、32 ビットの Windows 7 を実行しました。比較調査で使用した画面解像度は 1152 × 864 です。また、PCoIP プロトコルを使用して、32 ビットの Windows XP クライアントをリモート デスクトップに接続しました。この評価では、PCoIP プロトコルの可逆圧縮（BTL）設定を無効にして、知覚的な可逆圧縮の品質でイメージを作成しています。オフィス ユーザー ワークロードでは完全な可逆圧縮の品質とほとんど区別できません。

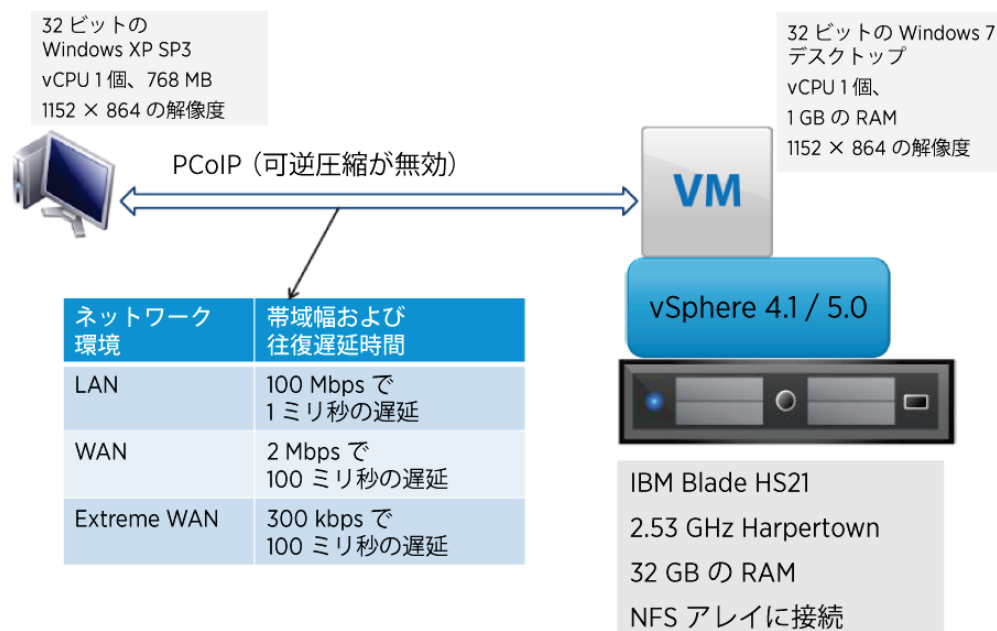


図 3： リモート表示プロトコルのパフォーマンスを比較するための評価用構成

ネットワーク環境

リモート デスクトップにはメイン オフィス、支店、または自宅からアクセスできるため、ネットワーク環境は状況に応じて大きく異なります。そのため、評価用構成図に示すように、3 つの一般的なネットワーク環境を使用しました。

- LAN： 大量の帯域幅を使用でき、遅延はほとんど発生しません。
- WAN： 帯域幅は制限されていて（2 Mbps）、往復で 100 ミリ秒の遅延が発生します。
- Extreme WAN： 帯域幅は厳しく制限されていて（300 kbps）、往復で 100 ミリ秒の遅延が発生します。

パフォーマンス メトリック

一般的な VDI 導入環境では、次の点を考慮することが重要です。

- 1) 指定されたハードウェア プラットフォームおよびネットワーク リンクでサポートできるユーザー数
- 2) 展開コストを最小化する方法
- 3) VDI のユーザー使用環境を最大限に効率化する方法

（1）ユーザー統合と（2）コストには、CPU コアあたりのユーザー数が関連します。この数は、一般的なオフィス ユーザー ワークロードのゲスト CPU 使用率を示します。（2）コストと（3）ユーザー使用環境の向上については、WAN 環境におけるアプリケーション応答時間と帯域幅の使用量を調査する必要があります。したがって、パフォーマンスの観点から、次の 3 つのメトリックが重要になります。

- アプリケーションの応答時間： ユーザー使用環境を測定するために使用
- 帯域幅の使用量： 共有ネットワーク リンクでサポートできるユーザー数
- CPU 使用率： 所定のプラットフォームでコアごとにサポートできるユーザー数

ワークロード

どの評価にも、MS Word での単語入力、PowerPoint スライドショーの再生、Outlook E メール参照、PDF ページ参照、Web ページ参照、ビデオの視聴など、オフィスでの一般的なユーザー操作をシミュレートする VMware View Planner というワークロード ジェネレータを使用しました。View Planner の詳細については、VMware View Planner ユーザー ガイド [5] を参照してください。

View 4.5 と比較したパフォーマンスの向上

View 4.5 および View 5 で 3 つのネットワーク環境（LAN、WAN、および Extreme WAN）に対して VMware View Planner のワークロードを実行し、アプリケーションの応答時間、ダウンリンクの帯域幅の使用量、ゲスト CPU 使用率などのパフォーマンス結果を収集しました。図のデータは、すべてのネットワーク環境で得られた View 4.5 および View 5 の「最大」値に合わせて正規化されています。たとえば、LAN 構成の View 4.5 で帯域幅の使用量が最大になった場合は、この値が 1.0 に正規化され、それ以外の値はこの値に合わせて増減されます。この例では、比較のベースラインとして LAN 構成の View 4.5 を使用しています。

アプリケーション応答時間

ユーザー使用環境の効率を最大化するには、どのネットワーク環境においても、アプリケーション応答時間を短縮する必要があります。帯域幅に関する最新の機能拡張により、Extreme WAN 環境で PCoIP プロトコルを使用した場合のほうが、応答時間は短縮されます。図 4 では、View 5 と View 4.5 の正規化された応答時間について比較します。

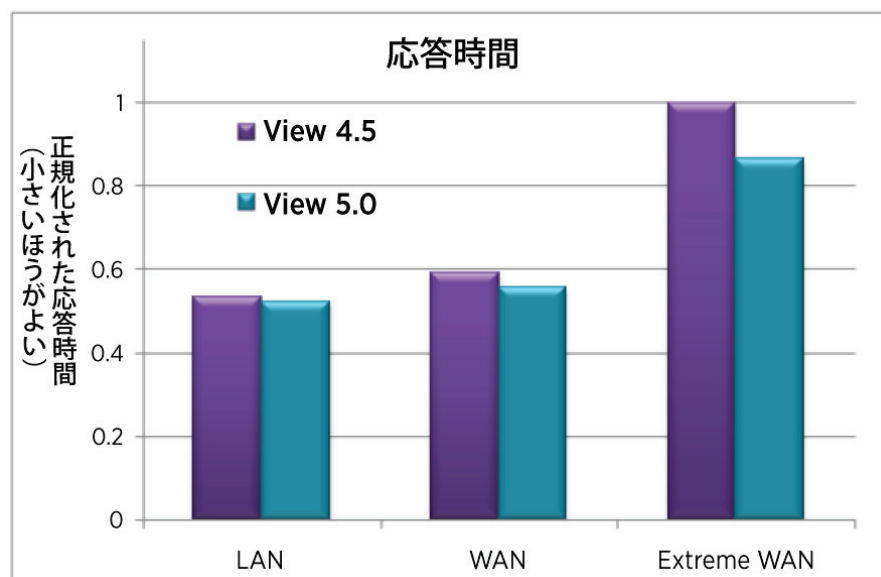


図 4：さまざまなネットワーク環境における View 4.5 および 5 のアプリケーション応答時間

この図では、環境が LAN から Extreme WAN に変わると、応答時間が増加する傾向にあることを示しています。ここでは、Extreme WAN と View 4.5 を組み合わせた場合に遅延が最大になるため、この値が 1.0 に正規化され、ベースラインとして使用されています。LAN および WAN 環境を見ると、View 4.5 と 5 で応答時間に大きな違いはありません。しかし、Extreme WAN では、View 5 のほうが使用環境の効率が約 15 % 向上しています。これは、View 5 PCoIP で WAN 機能が拡張されて帯域幅の使用量が最小化されるとともに、更新された表示フレームの送信に必要なデータ量と時間が削減されるためです。

帯域幅の使用量

View 5 では帯域幅の使用量が大幅に最適化され、WAN の使用環境が向上しました。図 5 に、さまざまなネットワーク環境における View 4.5 および View 5 の帯域幅の使用量を示します。y 軸は正規化された帯域幅の使用量を示します（小さいほうがよい）。結果を見ると、一般的なオフィスユーザー ワークロードの場合、View 5 では帯域幅が大幅に削減されています。LAN では帯域幅の使用量が約 75 % 減少し、WAN および Extreme WAN では 70 ~ 75 % 減少しています。これは非常に大きな削減率であり、同じネットワーク リンクで最大 4 倍のユーザーをサポートできます。また、View Planner ワークロードでは、ほとんどすべてのネットワーク環境で帯域幅の使用量は約 50 kbps 以下になっています。

CPU 使用率

View 5 で最適化された機能には、アイドル状態の CPU の最適化、コードの最適化、および最適化されたライブラリの使用などがあります。キャッシュや可逆圧縮コーデックなどの新機能を使用した場合も、ゲスト CPU 全体の使用率は削減されます。図 6 は、これについて説明したものです。

LAN 構成で View 4.5 を使用した場合に CPU 使用率が最大になったため、この値が 1.0 に正規化され、ベースラインとして使用されています。ゲスト CPU 使用率は、LAN では 10 % 以上削減され、WAN および Extreme WAN では 5 ~ 10 % 削減されています。つまり、View 5 を使用すると、ホスト統合率が向上することがわかります。

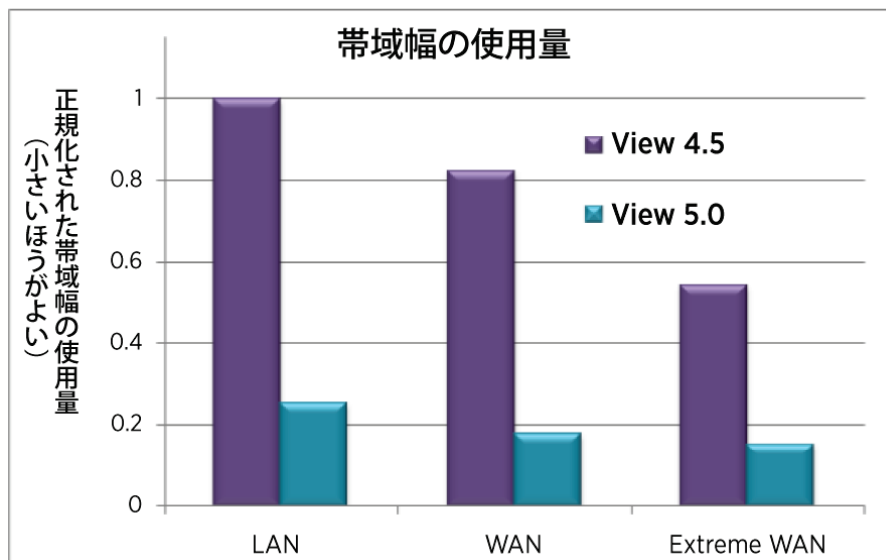


図 5：さまざまなネットワーク環境における View 4.5 および 5.0 の帯域幅の使用量

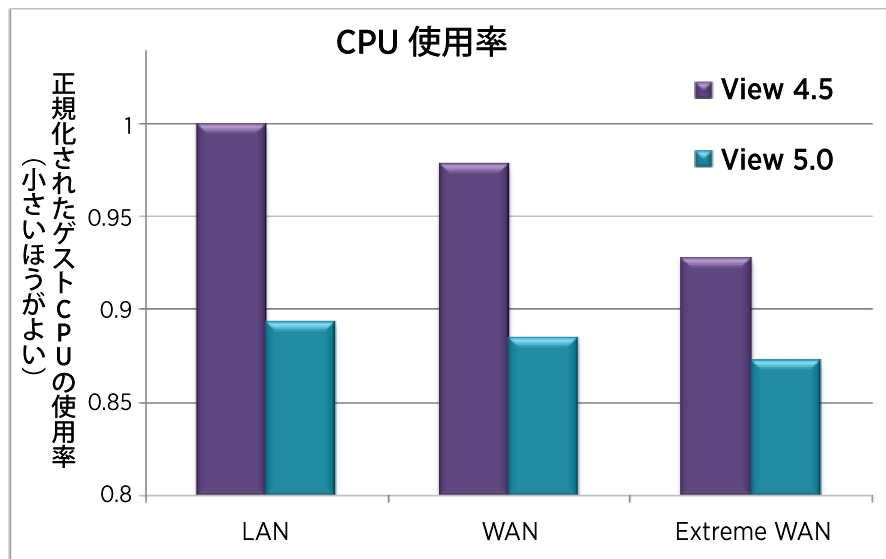


図 6：さまざまなネットワーク環境における View 4.5 および 5.0 のゲスト CPU 使用率

その他のリモート表示プロトコルとの比較

この評価では、前回のテストと同じ構成およびワークロード（VMware View Planner）を使用して、さまざまなリモート表示プロトコルのパフォーマンスを比較しました。評価の仕様の一部を次に示します。

- VMware View PCoIP：View バージョン 5 を使用し、PCoIP プロトコル設定で可逆圧縮 を無効にした
- Citrix PortICA または HDX：XenDesktop バージョン 5 を使用し、圧縮レベルを中に設定してプログレッシブなグラフィックス表示を有効にした
- Microsoft RDP：RDP バージョン 7.0 を使用して、MMR を有効にし、それに合わせてネットワーク環境を設定した

評価結果は、すべてのプロトコルおよびネットワーク環境の「最大」値に合わせて正規化されています。

応答時間

すべてのネットワーク環境のすべてのリモート表示プロトコルに対して View Planner のワークロードを実行し、パフォーマンス結果を収集しました。図 7 では、3 つのプロトコルすべてのアプリケーション応答時間を比較しています。y 軸は正規化された応答時間を示します。Extreme WAN 環境での RDP 応答時間が最大になったため、この値をベースラインに使用して比較します。

図 7 の LAN 環境を見ると、すべてのプロトコルで応答時間に明確な違いはありません。WAN のシナリオでは、PCoIP プロトコルを使用した場合に応答時間が最も短くなり、ユーザーの使用環境が最適化されます。一方、RDP を使用すると、応答時間は最も長くなります。Extreme WAN では RDP の応答時間は約 40 % 長くなりますが、PCoIP プロトコルを使用すると、Extreme WAN 環境でもユーザーの使用環境が向上します。

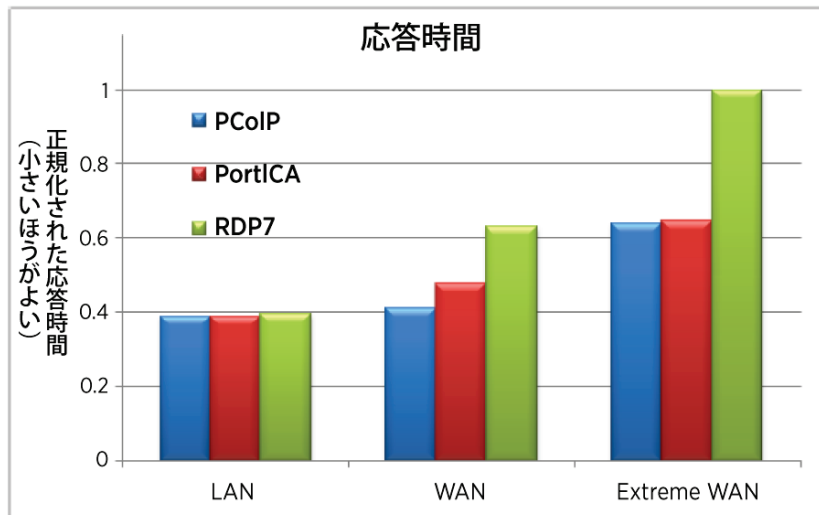


図 7：さまざまなネットワーク環境における各表示プロトコルのアプリケーション応答時間

帯域幅の使用量

図 8 では、さまざまなネットワーク環境での帯域幅の使用量を比較します。帯域幅の使用量は LAN 環境で RDP を使用した場合に最大になるため、この値は各事例と比較する場合のベースラインとして使用されます。図に示すように、ほとんどすべてのネットワーク環境で PCoIP プロトコルは帯域幅の使用量が極めて小さくなり、帯域幅の使用量に関しては PortICA と同等になります。また、RDP を使用すると、ほとんどすべてのネットワーク環境で帯域幅の使用量が大きくなります。もう 1 つ注目すべき点は、LAN 環境から Extreme WAN 環境に移行すると、品質を維持したまま、PCoIP プロトコルの帯域幅の使用量が 50 % 低下することです。RDP では、ビデオ再生効率が低下し、グラフィックスを多用する処理の応答時間が低下したため、帯域幅の使用量が低下しました。

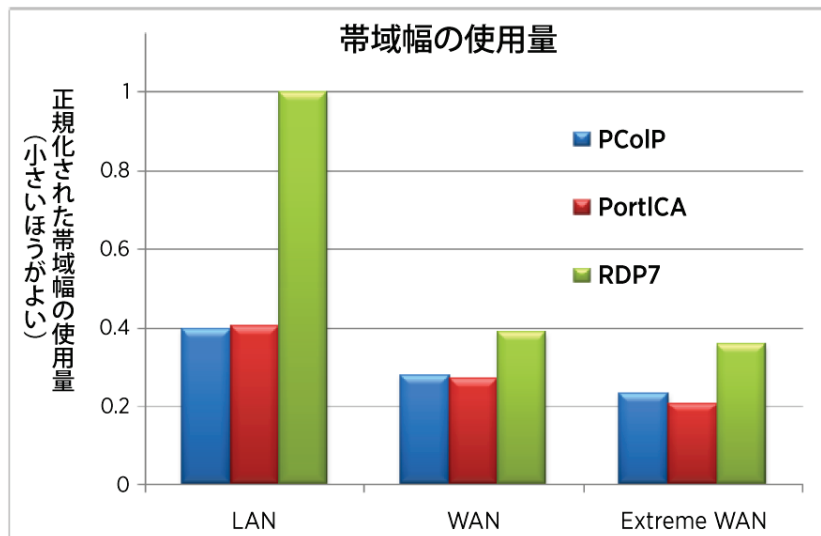


図 8：さまざまなネットワーク環境における各表示プロトコルの帯域幅の使用量

CPU 使用率

特定のハードウェア プラットフォームで必要となるユーザー統合を実現するには、ゲスト CPU 使用率を最小にすることが非常に重要です。図 9 では、LAN、WAN、および Extreme WAN 環境で View PCoIP、PortICA、および RDP7 プロトコルを使用した場合について、View Planner ワークロードのゲスト CPU 使用率を比較します。図 9 に示すように、LAN 環境で PortICA を使用した場合に、CPU 使用率は最大になります。LAN 環境の場合、PCoIP プロトコルは PortICA と比べて CPU 使用率が約 10 % 低減され、WAN および Extreme WAN 環境でも同様に低減されます。Extreme WAN では、RDP を使用した場合に CPU 使用率が低減されましたが、これはグラフィックスを多用する処理にもかかわらず、ビデオ速度が極端に低かったためです。

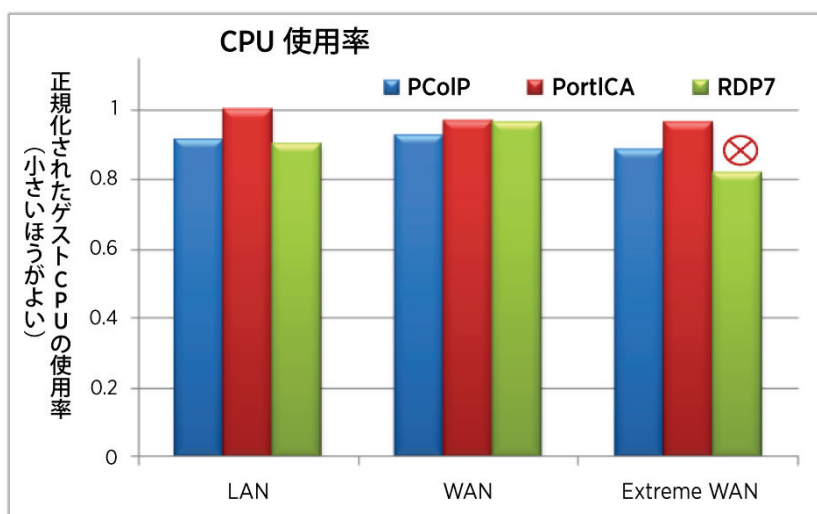


図 9：さまざまなネットワーク環境における各表示プロトコルのゲスト CPU 使用率

パフォーマンスの結果： vSphere 5 プラットフォームの機能向上

View 4.5 との比較

vSphere 5 では CPU およびメモリが最適化されているため、デスクトップの統合率が向上します。Windows 7 は Windows XP よりも多くのメモリ リソースを使用するため、メモリ最適化は特に Windows 7 導入環境で役立ちます。次のグラフでは、Windows 7 導入環境で vSphere 5 を使用した場合の統合率の向上について、vSphere 4.1 を使用した場合と比較しながら概要を示します。

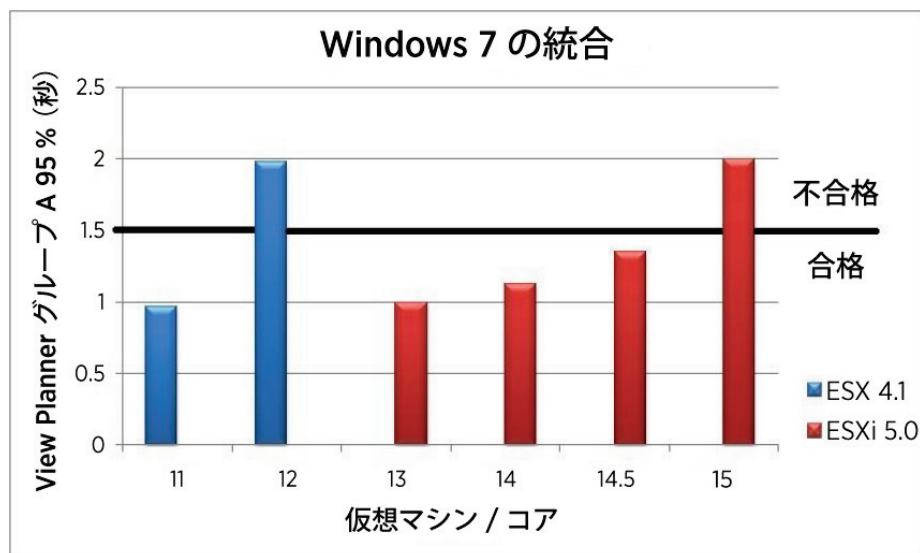


図 10： VMware vSphere 4.1 および 5.0 と Windows 7 の統合の比較

図 10 に、VMware View Planner ワークロードを使用した場合で、サービス品質要件に合格したデスクトップ数を示します。アプリケーション応答時間が 1.5 秒未満であれば合格、それ以上の場合は不合格です。vSphere 4.1 では 1 つのコアで Windows 7 仮想マシンを 11 台、vSphere 5 では 14.5 台実行できました。次のセクションでは、View Planner の実行中に測定されたパフォーマンスメトリックの一部について説明します。

CPU 使用率

VMware vSphere 5 では CPU スケジューラ、中でもハイパースレッドに関するスケジューラが最適化されています。これにより、ハイパースレッド コア上で複数のデスクトップのスケジューリングが最適化されて、CPU の使用効率が高まります。図 11 に、vSphere 5 で Windows 7 仮想マシンを実行した場合の CPU 使用率のヒストグラムを示します。

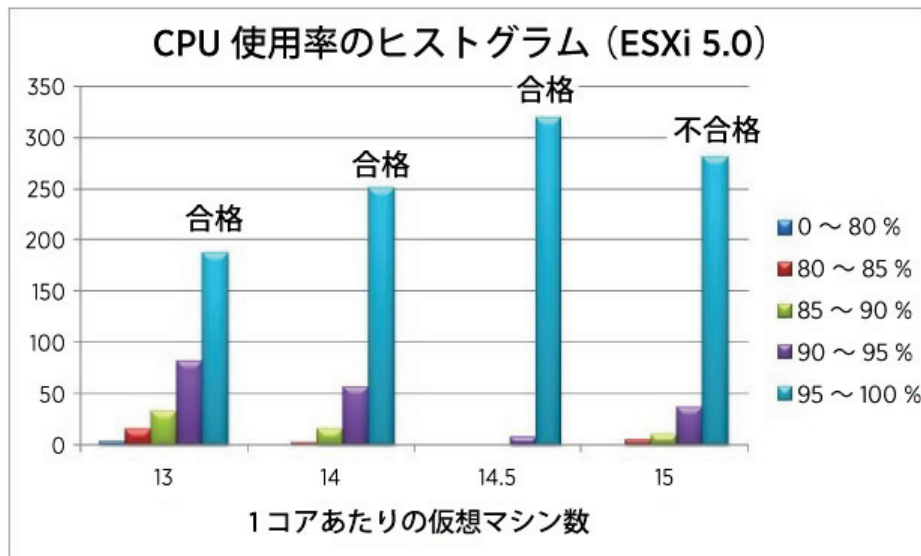


図 11：1 コアあたりの仮想マシン数を変更した場合のホスト CPU 使用率のヒストグラム

この図は、ESXi サーバの CPU 使用率のヒストグラムを示したものです。View Planner ワークロードの実行中に、バッチ モードで esxtop を使用して CPU 使用率を測定しました。esxtop によって数秒おきに収集されたパフォーマンスのサンプルから、CPU 使用率を抽出し、ヒストグラムとして表示しました。1 コアあたり 14.5 台の仮想マシンを実行した場合、ほとんどすべてのサンプルが 95 ~ 100 % の範囲に収まり、CPU が効率的に使用されていることがわかりました。1 コアあたりの仮想マシン数が 14.5 台を超えると CPU 使用率は低減されますが、これは、ゲスト メモリをページ ファイルに書き込むときに、バレーニングの増大などのほかの要因が発生するためです。

メモリ オーバーヘッドの削減

vSphere 5 では、メイン メモリに保持する必要がある仮想マシン ブックキーピング データのサイズが小さくなるため、デスクトップ VRAM で使用可能なメモリ サイズは増加します。図 12 に、1 GB のメモリを搭載した Windows 7 デスクトップで削減されるメモリ占有量を示します。

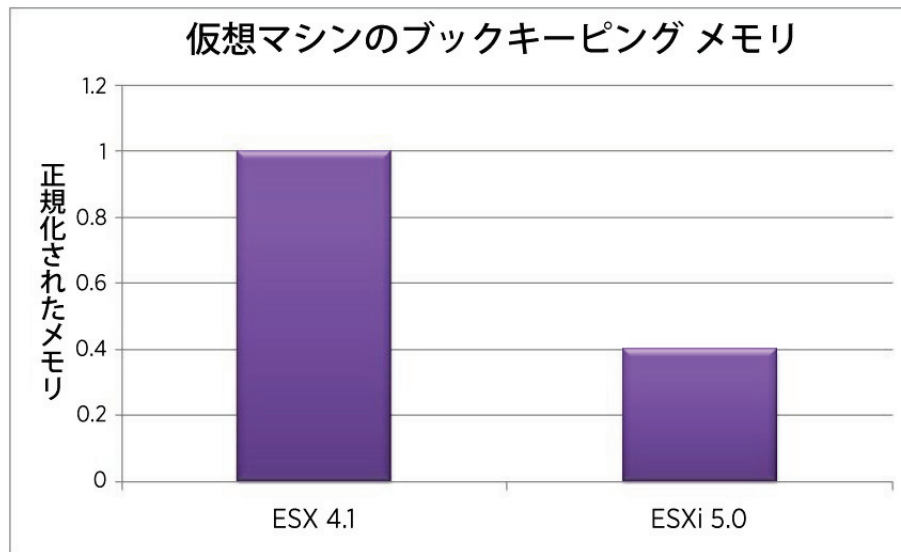


図 12： ESXi 5.0 で削減される仮想メモリ ブックキーピング メモリ サイズ

図 12 に示すように、仮想マシンあたりのブックキーピング メモリ サイズは ESXi 5.0 で 60 % 削減されました。このため、より多くのデスクトップを ESXi サーバで実行できます。

ESXi 5.0 で拡張されたもう 1 つの機能は、従来のバルーニング技術の使用です。ESXi 5.0 ではスラブベースの手法を使用してシステムの空きメモリのしきい値を決定し、これによってバルーニングの開始時期を決定しています。メイン メモリ サイズが大きいほど、空きメモリの割合を示すしきい値は小さくなります。図 13 に示すように、ESXi サーバのメモリのオーバー コミットメントが 21 % の場合も、バルーニングされる平均メモリ サイズは非常に小さくなります。

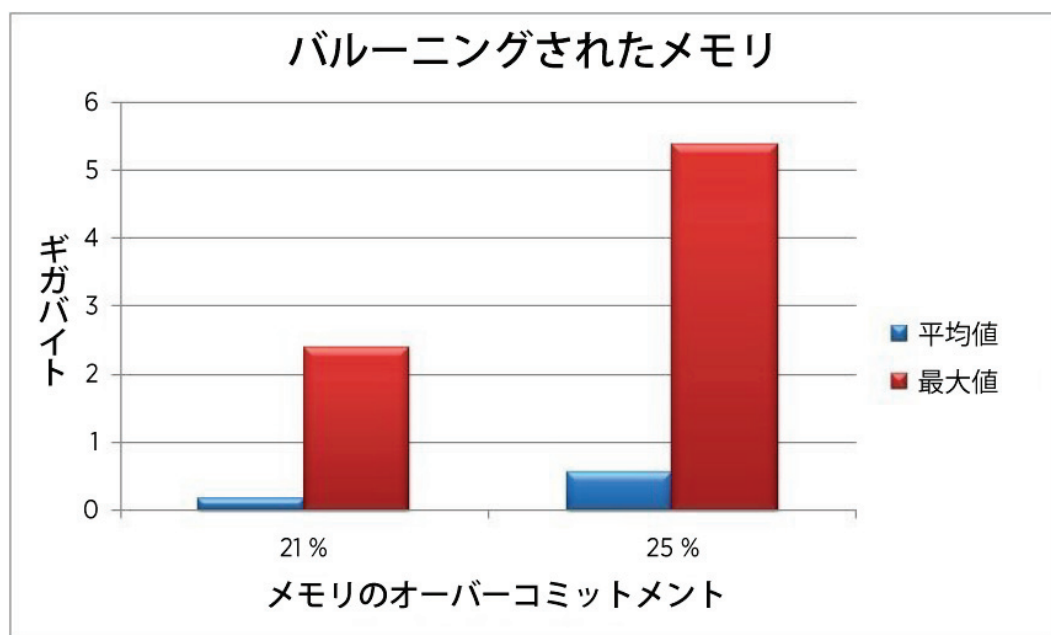


図 13：さまざまなメモリ オーバーコミットメント率における ESXi 5.0 でバルーニングされたメモリ

ストレージ

VDI ワークロードの I/O ロード特性には、2 つの形式があります。デスクトップの起動時に I/O ロードは大量に発生しますが、デスクトップでオフィス ワークロードを実行しているときは比較的少なくなります。このような環境（特に VDI）には、ストレージの階層化が最適です。

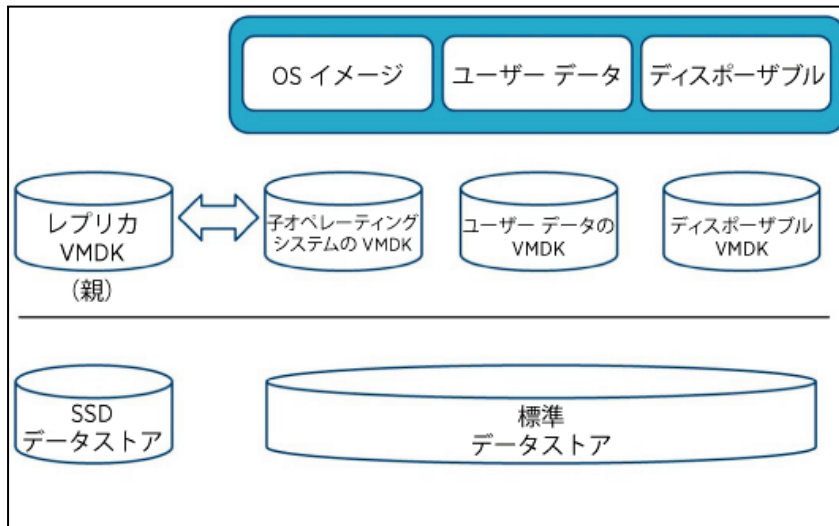


図 14：VDI ストレージ階層化の構成

図 14 に、VDI で使用可能なストレージ階層化の構成を示します。デスクトップ仮想マシンには、オペレーティング システム イメージ、ユーザー設定管理データ、ページ ファイル用のディスポーザブル ディスクなど、さまざまな仮想ディスクがあります。起動時に生成される I/O は、主にオペレーティング システム イメージ ディスクで発生します。オペレーティング システム イメージ ディスクは通常、レプリカ ディスクを親として持つリンク クローンです。したがって、ブート ストーム中のパフォーマンスを最適化するには、レプリカ ディスクを SSD データストアに格納して、必要な I/O ロードの量に対応できるようにします。その他のディスクは、負荷の軽い安定状態のオフィス ワークロードをサポートできるよう、低速な回転メディアで構成された標準データストアに格納できます。

View Composer

View では vSphere プラットフォームや基本ハードウェア リソースが提供するサービスを利用するため、デスクトップ プロビジョニングにはさまざまな要因が影響します。vSphere プラットフォームに同時に送信できる要求数は、同時に実行される処理数によって決まります。デフォルト値は、ほとんどの標準ハードウェアで有効となるように調整されています。なお、ハードウェアに余裕がある場合は、いくつかの同時性パラメータの値を大きくして、プロビジョニングの処理速度を向上できます。

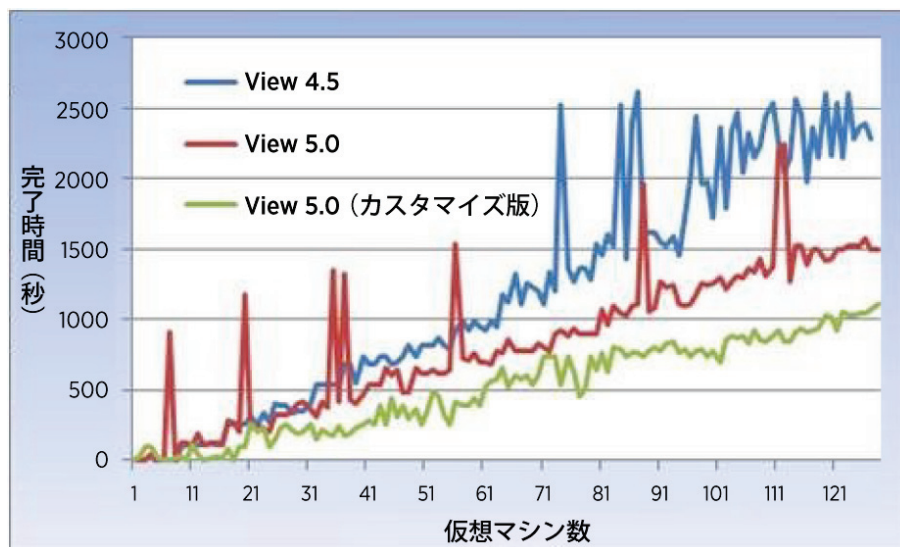


図 15： View 4.5 および View 5.0 のプロビジョニング時間

図 15 では、View 4.5 および View 5 のプロビジョニング パフォーマンスを比較します。デフォルト設定の場合も、View 5 のほうが View 4.5 よりもパフォーマンスに優れています。並行処理パラメータを設定すると、View 5 のプロビジョニング時間は約 30 % 短縮されます。表 1 に、ADAM サーバに適用可能な並行処理に関する設定を示します。

ADAM パラメータ	値
pae-VCAIIRefitRampFactory	12
pae-SVICreateRampFactor	20

表 1： View プロビジョニングのための ADAM パラメータ

View 5 のベスト プラクティス

このセクションでは、ゲスト、プラットフォーム、プロトコル、またはネットワーク レイヤーに適用できるすべてのベスト プラクティスについて説明します。

プラットフォームのベスト プラクティス

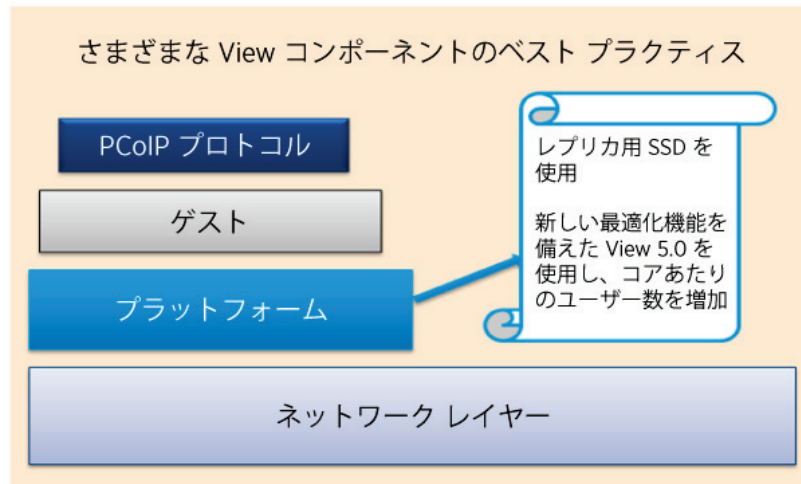


図 16：プラットフォームのベスト プラクティス

CPU 統合

vSphere 5 では良好なパフォーマンスを維持したまま、1 つのコアで最大 14.5 台の Windows 7 デスクトップを正常に実行できます。これは、低～中レベルのオフィス ワークロードが発生した場合の値です。より大量のワークロードが発生すると、CPU 使用率は増大し、統合率が低下します。

メモリ統合

Windows 7 デスクトップ仮想マシンに 1 GB のメモリを割り当てた場合、搭載メモリごとに vSphere 5 がサポートできるデスクトップ数は増加します。大まかな例として、次の値を使用できます。

物理メモリ (GB)	ESX 4.1 の仮想マシン数	ESXi 5.0 の仮想マシン数
96	84	91
256	223	242
512	446	483

表 2：ESXi 5.0 における仮想マシン統合率の増加

表 2 から、Windows 7 仮想マシンに 1 GB のメモリを割り当てた場合、vSphere 5 では vSphere 4.1 より統合率が約 8 % 向上できます。

ストレージ

VDI 環境ではストレージ階層化を使用します。デスクトップ プールをプロビジョニングするときに、SSD データストアにレプリカを作成して、ブート ストームおよびログイン ストームをサポートできるようにします。その他の仮想ディスクには、適切な速度とキャパシティを備えたディスクからなる標準データストアを必要に応じて使用します。

ゲストのベスト プラクティス

リンク クローンまたは完全なクローンを作成する前に、マスター仮想マシンを最適化することが非常に重要です。ゲスト仮想マシンにさまざまな最適化を施すことにより、帯域幅の使用量、ストレージ要件などの貴重なリソースの一部を節約できます。図 17 に、ゲストに関するベスト プラクティスをいくつか示します。

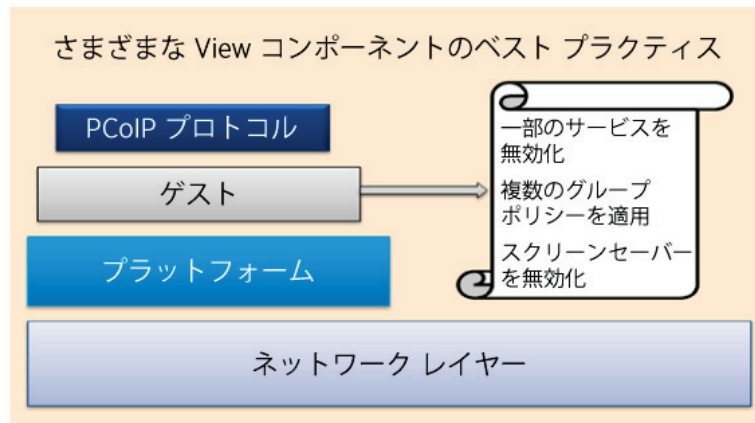


図 17：ゲストのベスト プラクティス

表 3 に、仮想マシンが 1 台の場合の結果を収集する際に適用した設定を示します。標準ハードウェア構成の場合、標準的なオフィス ユーザーごとに vCPU を 1 個使用することを推奨します。ただし、負荷の高いマルチメディア アプリケーションや CPU の負荷が高いアプリケーションを実行する場合は、vCPU を 2 個使用することを推奨します。

Windows XP の場合は仮想メモリを 512 ～ 768 MB に、32 ビットの Windows 7 の場合は 1 GB に、64 ビットの Windows 7 の場合は 2 GB に設定します。パフォーマンスを上げるために、ネットワーク アダプタ対応の vmxnet3 ドライバをインストールします。ストレージ アダプタには、PVSCSI または LSI Logic SAS を使用することもできます。最新の VMware Tools をインストールして、バルーン ドライバが正しく実行されていることを確認することも推奨します。

ストレージ スペースおよび帯域幅の使用量を節約するために、ゲスト内部をさらに最適化できます。リンク クローンによる REDO ログの増大を抑えるために、Windows アップデート、スーパーフェッチ、Windows サーチ、インデックス サービスなどのサービスを無効にしてください。

さらに、一部のグループ ポリシーを適用して、ハイバネーションやシステムのリストアを無効にすることができます。スクリーンセーバーも無効にして、壁紙を使用しないように設定します。帯域幅の使用量を節約するには、Windows の視覚の設定を調整してパフォーマンスを最適化します。これにより、WAN 環境でさらに 10 ～ 20 % の帯域幅を削減できます。帯域幅をさらに削減するには、フェード効果およびクリアタイプを無効にします。そのうえで、外部ドライブ キャッシュの無効化によるリリース時間の短縮や自動再生の無効化を行い、WAN 経由で USB ドライブの情報が取得されないようにします。ゲストに関するその他の最適化方法については、『VMware View Optimization Guide for Windows 7』（英語）を参照してください。[1]

パラメータ	構成
vCPU	Windows XP および Windows 7 では 1、マルチメディアを多用するアプリケーションでは 2
メモリ	Windows XP では 512 ～ 768 MB、32 ビットの Windows 7 では 1 GB、64 ビットの Windows 7 では 2 GB メモリ負荷の高いアプリケーションの場合、Windows XP および 32 ビットの Windows 7 では 1.5 ～ 2 GB、64 ビットの Windows 7 では 3 GB
ネットワーク アダプタ	Vmxnet3（柔軟な設定が可能）
ストレージ アダプタ	PVSCSI または LSI Logic SAS
VMware Tools	最新版をインストール
視覚の設定	「パフォーマンスが最適化されるように調整」
サービスの無効化	Windows Update、スーパーフェッチ、Windows インデックス
グループ ポリシーの設定	ハイバネーションの無効化 システム リストアの無効化 スクリーンセーバーを解除
その他の設定	クリアタイプの無効化 フェード効果の無効化 自動再生および外部ドライブ キャッシュの無効化によるリリース時間の短縮 最新アクセス タイムスタンプの無効化

表 3：帯域幅およびストレージ リソースを節約するためのゲストのベスト プラクティス

View PCoIP のベスト プラクティス

マスター仮想マシンを最適化すると、PCoIP プロトコルのベスト プラクティスの一部を適用して、図 18 に示すような最適なユーザー使用環境を実現できるようになります。

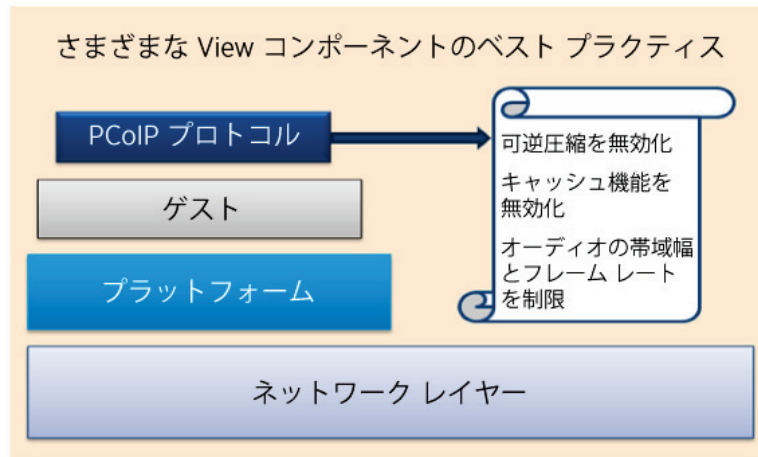


図 18：PCoIP プロトコルのベスト プラクティス

表 4 に、WAN 環境のユーザー使用環境を向上させるために適用できる GPO 設定を示します。表内の最初の 2 つの設定は、ネットワーク条件に関係なく行うことができます。変更すると帯域幅は大幅に削減されますが、品質面で大きな違いはほとんど生じません。

設定値	デフォルト	推奨方法	説明
可逆圧縮	オン	オフにする	可逆圧縮を有効または無効にする機能が使用可能
セッション オーディオ 帯域幅の制限	500 Kbps	50 ～ 100 Kbps	実用的な品質を維持したままオーディオの帯域幅の使用量を削減する
最大フレーム レート	30	ネットワーク設定に基づいて 10 ～ 15 に変更する	WAN 環境では、ビデオ再生や高速グラフィックス処理に役立つ
最大セッション帯域幅	-	ネットワーク環境に基づいて設定する	帯域幅の見積もりが大きい場合に適している

表 4：PCoIP プロトコルの GPO 設定およびベスト プラクティス

可逆圧縮を無効にする最初の設定は、知覚的な可逆圧縮の品質に関するものであるため、非常に重要です。この品質は、オフィス ユーザー ワークロードの場合、完全な可逆圧縮と区別することは困難です。この設定により、20 ～ 30 % の帯域幅が削減されます。また、セッション オーディオ帯域幅を 50 ～ 100 kbps に制限することも推奨します。この値でも、実用的なオーディオ品質は確保され、帯域幅の使用量は大幅に削減されます。最後の 2 つの設定である最大フレーム レートと最大セッション帯域幅は、ネットワーク環境に応じて設定できます。最大フレーム レートのデフォルト値は 30 です。一般的な WAN 環境の場合、10 ～ 15 の任意の値まで下げることができますが、この設定でもビデオ再生パフォーマンスは問題ありません。最後の設定である最大セッション帯域幅は、リンク帯域幅に基づいて設定できます。同じリンクを共有するユーザー使用環境を最大限に利用する場合や、帯域幅の見積もりが大きい状況で PCoIP プロトコルを使用する場合に役立ちます。PCoIP プロトコル設定の詳細については、VMware サイトで入手可能な View Network 最適化ガイドを参照してください。

ネットワークの最適化

このセクションでは、End-to-End で最適な使用環境を実現するネットワークの最適化およびベスト プラクティスについて説明します。ベスト プラクティスには、適切なトラフィックの優先順位の割り当て、パケット ロスの最小化、UDP を使用した VPN 接続などがあります（図 19 を参照）。

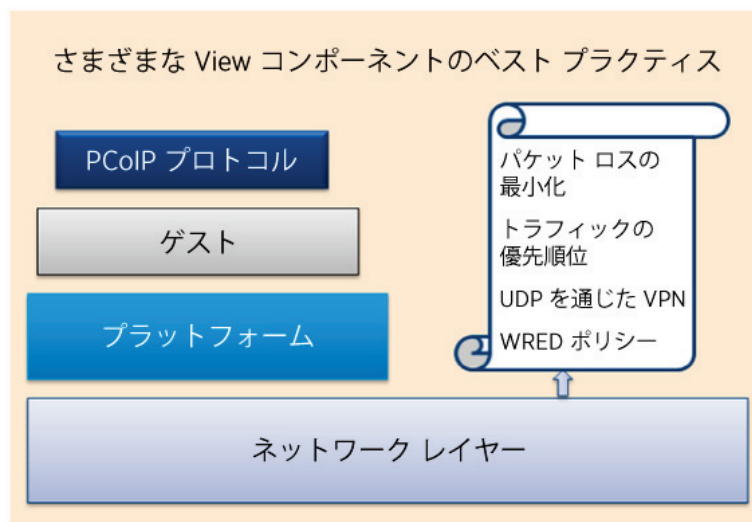


図 19：PCoIP プロトコル トラフィックに関するネットワークのベスト プラクティス

View 5 を使用すると、PCoIP プロトコルのパフォーマンスを監視する新しい手法（WMI ベースのツールで分析可能な、約 30 の新しいパフォーマンス カウンタ）を端末デバイスに追加するため、パフォーマンスの監視やトラブルシューティングに使用できます。

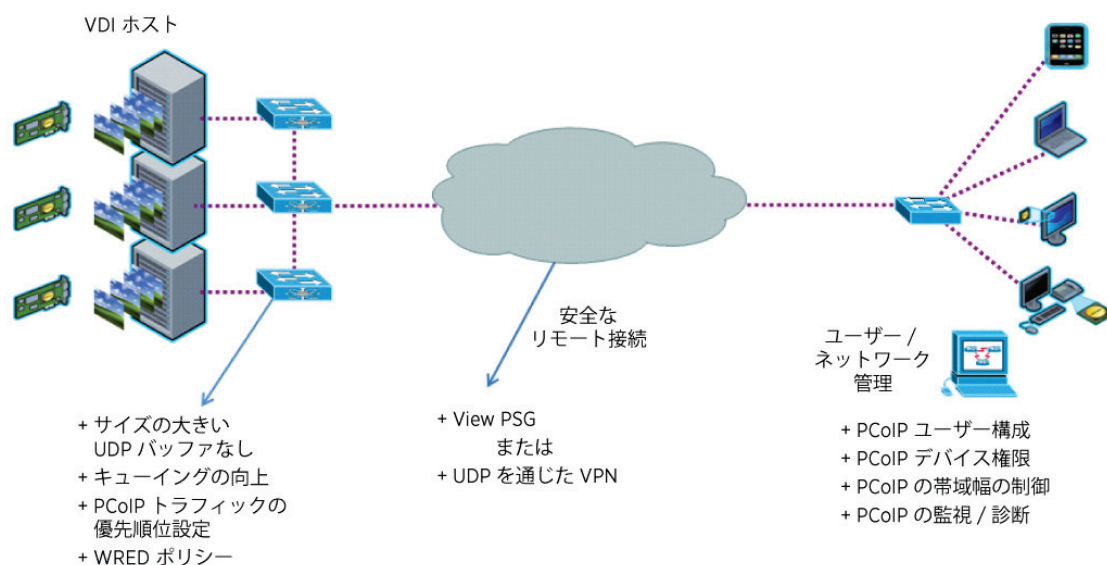


図 20： エッジ ルータおよび端末デバイスにおけるネットワークのベスト プラクティス

図 20 に、ネットワーク アーキテクチャ図、およびエッジ ルータや端末デバイスに適用できるベスト プラクティスを示します。エッジ ルータにサイズの大きな UDP バッファが搭載されている場合は、遅延が増大します。また、PCoIP プロトコルは適応性の高いプロトコルであるため、これによってパフォーマンスが少し低下することがあります。したがって、ルータの UDP バッファを調べて、約 50 ～ 100 ミリ秒のトラフィックを処理できるように構成することを推奨します。また、ネットワーク内でパケットの順序変更やパケット ロスが発生するか調べて、発生する場合は最小にすることも推奨します。PCoIP プロトコル トラフィックのパフォーマンスを引き上げるには、適切なトラフィック優先順位を割り当てることも非常に重要です。TCP トラフィックよりも高く、VoIP トラフィックよりも低い優先順位を割り当てることを検討してください。ネットワークの混雑を適切に回避するには、テール ドロップ手法ではなく、WRED（Weighted Random Early Drop）ポリシーを使用することを推奨します。バックボーン ルータやエッジ ルータに関してもう 1 つ考慮すべき点は、パケットが特定のサイズ（1,500 バイトなど）よりも大きい場合にデータを分割することです。分割と再構成によってトラフィックに不要な遅延が生じ、処理が最適化されないことがあります。したがって、GPO 設定を適切に適用して、PCoIP の MTU の上限を 1,300 バイトに設定してください。

安全なリモート PCoIP 接続を実現するために、View 4.6 以降のバージョンに付属の PSG（PCoIP Security Gateway）を使用できます。ただし、VPN を使用してデスクトップに接続している場合は、UDP を通じて VPN を使用するか、DTLS モードで VPN を使用するとパフォーマンスが向上するため、VPN 接続には UDP / DTLS を使用する必要があります。

まとめ

View 5 と vSphere 5 を組み合わせると、ユーザー使用環境および統合率が大幅に向上すると同時に、帯域幅の使用量が大幅に削減されます。この文書では、View で実現された PCoIP 可逆圧縮アルゴリズムの機能拡張とクライアント側イメージ キャッシュのサポートを組み合わせることにより、以前のリリースの View と比べて WAN および LAN 環境の帯域幅が最大 75 % 削減される仕組みについて説明しました。

また、View 5 を使用して、ほかの VDI ソリューションよりも優れたユーザー使用環境を実現する方法についても説明しました。View 5 では、すべてのネットワーク構成で、帯域幅および CPU リソースの消費量を Microsoft RDP7 よりも大幅に削減し、Citrix HDX と同等の帯域幅を維持します。

さらに、ユーザーが VDI 環境を最大限に活用するための環境変数や VDI のベスト プラクティスをいくつか示しました。View 5 PCoIP プロトコルは、ネットワークや CPU の制約を変更しても動的に対応できるため、追加設定なしで優れたユーザー使用環境を実現できます。

参考資料

- 1 : [VMware View Optimization Guide for Windows 7](#)
- 2 : [Using PCoIP Host Cards Brokered by VMware View 4](#)
- 3 : [Using PCoIP Zero Clients with PCoIP Host Cards](#)
- 4 : [VMware View ドキュメント](#)

[VMware View アーキテクチャ プランニング ガイド](#)

[VMware View 管理者ガイド](#)

[VMware View インストール ガイド](#)

[VMware View アップグレード ガイド](#)

[VMware View Client ドキュメント](#)

[VMware View Integration Guide](#)

- 5 : [VMware View Planner: 大規模 VDI 導入環境のための拡張および特性解析ツール](#)
- 6 : [Performance Best Practices for VMware vSphere 5](#)

執筆者について

Dr. Banit Agrawal は VMware の研究開発パフォーマンス チームのシニア パフォーマンス エンジニアです。VMware View だけでなく、PCoIP プロトコルなどのリモート表示プロトコル、一連の表示ベンチマークを使用したパフォーマンス特性解析、View Planner、およびパフォーマンスのトラブルシューティングに関する専門知識を有しています。

Dr. Lawrence Spracklen は、VMware のシニア パフォーマンス エンジニアです。現在は、VDI 導入環境、特にプロトコルの最適化とマルチメディア品質分析について研究しています。

Sunil Satnur は過去 5 年間、VMware のパフォーマンス エンジニアリング部門に所属していました。その間、デスクトップおよびクラウド環境でストレージの拡張性を向上する方法に取り組んできました。デスクトップ ワークロード ジェネレータの実装および分析を行い、表示ベンチマークの分野で特許を取得しています。

Rishi Bidarkar は VMware パフォーマンス チームのシニア マネージャであり、VDI パフォーマンスおよび View Planner チームのリーダーです。VDI パフォーマンスおよび表示ベンチマークの分野で特許をいくつか申請しています。

謝辞

Uday Kurkure 氏、Mason Uyeda 氏、View 開発チーム、Teradici チーム、および Julie Brodeur 氏から貴重なフィードバックと提案を寄せていただきました。ここに謝意を表します。



ヴァイエムウェア株式会社 〒105-0013 東京都港区浜松町 1-30-5 浜松町スクエア 13F www.vmware.com/jp

Copyright © 2012 VMware, Inc. All rights reserved. 本製品は、米国および国際的な著作権法および知的財産法によって保護されています。VMware の製品は、<http://www.vmware.com/go/patents> のリストに表示されている 1 つまたは複数の特許の対象です。VMware は、米国およびその他の地域における VMware, Inc. の登録商標または商標です。他のすべての名称ならびに製品についての商標は、それぞれの所有者の商標または登録商標です。

アイテム No. : PS-View-102011-01