

Microsoft Azureによる、 クラウド時代のハイパフォーマンスコンピューティング

High Performance Computing in the Cloud Era by Microsoft Azure

日本マイクロソフト株式会社
デジタルトランスフォーメーション事業本部
エンタープライズクラウドアーキテクト技術本部
クラウドソリューション アーキテクト
五十木 秀一 (ごじゅうき しゅういち)

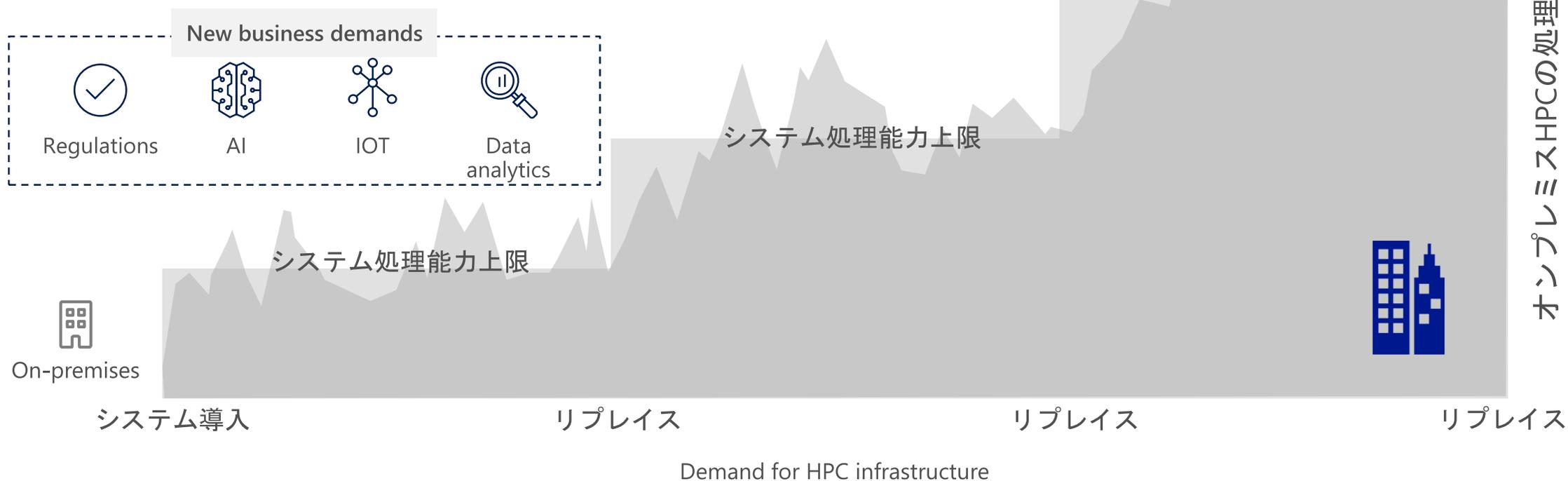
アジェンダ

- クラウド利用で変わるHPC
- Microsoft Azureのご紹介
- HPC on Azureのご利用イメージ
- AzureにおけるHPC/DLのサービス/ソリューション
- ケーススタディ
- Azure CycleCloud Demo

クラウド利用で変わるHPC

オンプレミスHPCの 計算リソースの需要と供給

従来のシミュレーションだけでなく、ディープラーニング等の新しいHPCの利用も増えオンプレミスのHPCの計算需要は増加傾向にあります。また、年度末や学会前などでは需要が高まります。計算リソースの需要が増加すると、オンプレミスHPC環境ではリソースの上限に達してしまい、ジョブが実行されるまでに長時間のキュー待ちなどの問題が発生します。一方で、需要が少ない場合、計算リソースが余剰になってしまいます。



ユーザーによるシステム需要

システム処理能力上限

システム処理能力上限

システム処理能力上限

オンプレミスHPCの処理能力

システム導入

リプレイス

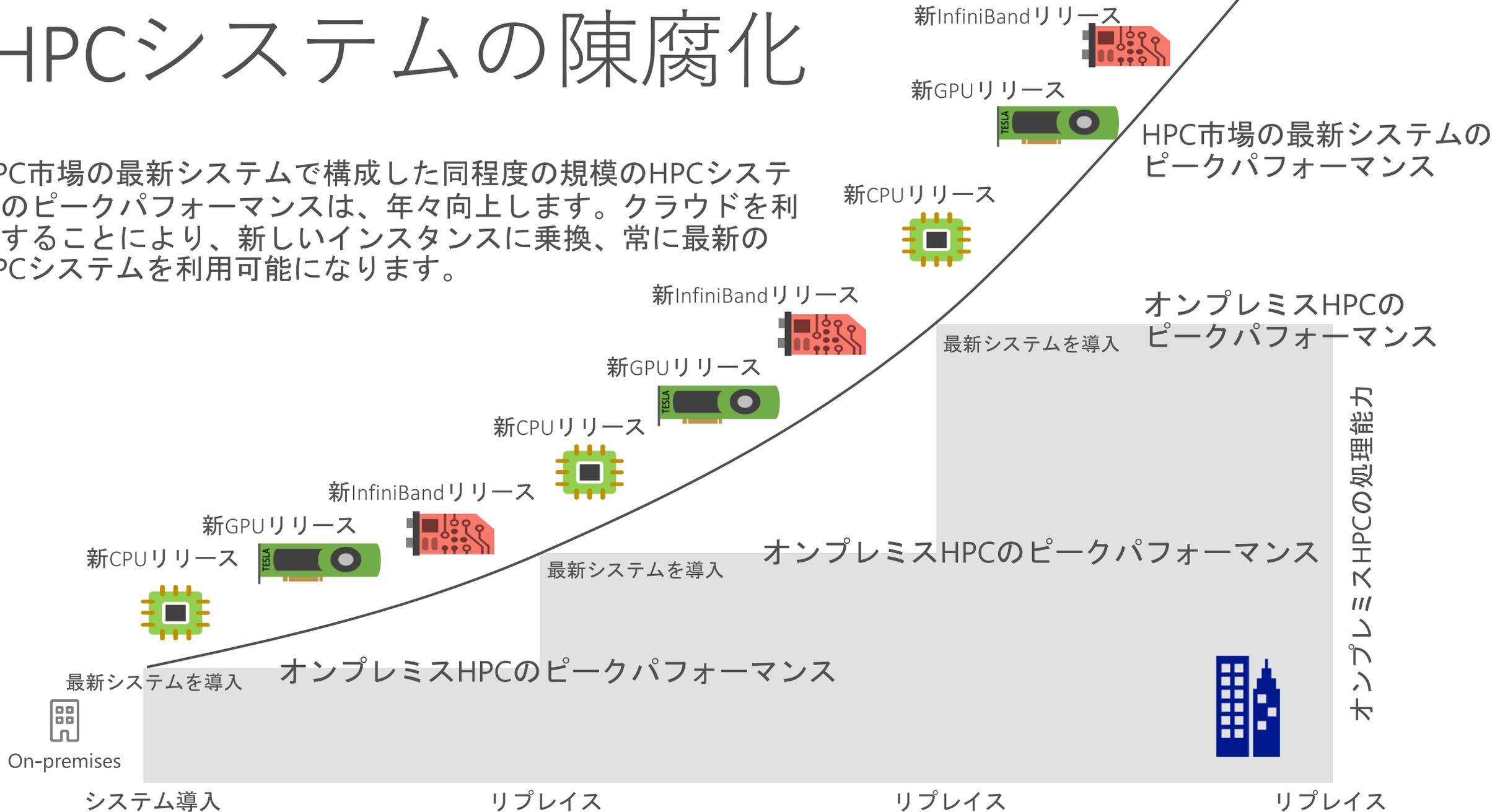
リプレイス

リプレイス

Demand for HPC infrastructure

HPCシステムの陳腐化

HPC市場の最新システムで構成した同程度の規模のHPCシステムのピークパフォーマンスは、年々向上します。クラウドを利用することにより、新しいインスタンスに乗換、常に最新のHPCシステムを利用可能になります。



HPCにおけるクラウド利用のメリット

次のリプレイスまで使い続ける必要がある

➢ システム(CPU, GPU, Inter Connect(InfiniBand)の陳腐化)

新しいインスタンスに乗換可能

✓ 常に最新のシステムを利用可能

消費電力が大きい

データセンターはクラウド事業者が管理

✓ 利用料金に電力、データセンターのコストも含まれる

データセンターの占有
限りあるリソースの共同利用

- ジョブの混雑による待ち時間
- 大規模計算の制限
- 処理時間の制限

突発的なリソース要求に対応できない

必要な時に必要なリソースを利用可能

- ✓ ジョブ混雑時には、利用可能な計算リソースを増量可能
- ✓ オンプレミスのリソース以上の計算リソースを一時的に利用することも可能
- ✓ リソースの占有が可能(実行時間に制限がない。使用するリソースを増やして処理時間を短縮)

特殊な設定をすることが困難

利用目的に合わせて個別に設定可能

運用・管理が面倒

クラウド事業者がシステム(H/W)の運用管理

システムメンテナンスによるシステム停止

全システムが同時に停止することはありません

✓ 可用性セットの設定 / 全世界のDCを利用可能



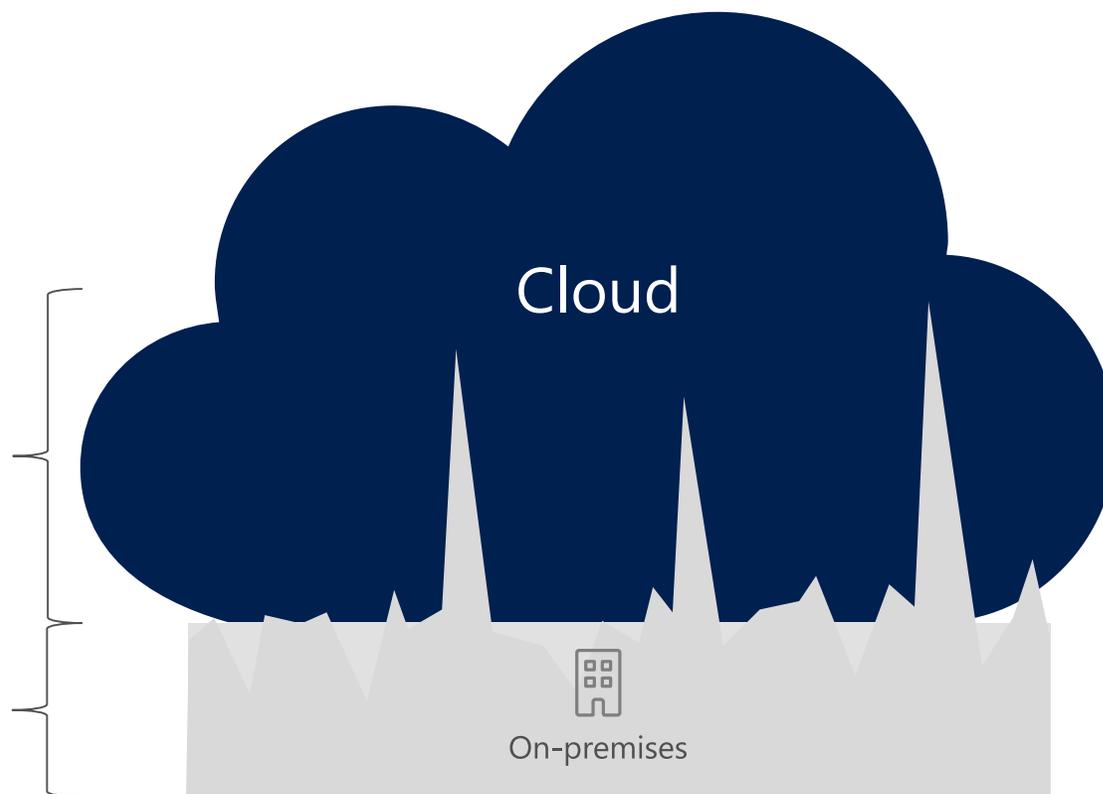
HPCにおけるクラウド利用①

オンプレミスHPCで重要が高まり処理しきれない需要に対して、クラウドのリソースで処理することが可能です。

これにより、ユーザのジョブ実行のための待ち時間が短縮されます。また、必要な時に必要なクラウド上の計算資源を活用することでパフォーマンス・コストを最適化することができます。

オンプレミスHPCで
処理しきれない需要

オンプレミスHPCで処理



On-premises + Cloud = Hybrid

HPCにおけるクラウド利用②

すべての需要をクラウドの計算資源で処理します。これにより、必要な時に必要な計算資源をクラウド上のリソースを利用することにより、より柔軟に計算資源投資でのリソースを増減させることができるため、パフォーマンス・コストを最適化することが可能になります。また、ユーザはジョブの待ち時間を最小化することができます。

全ての処理をクラウドで行う

Full Cloud

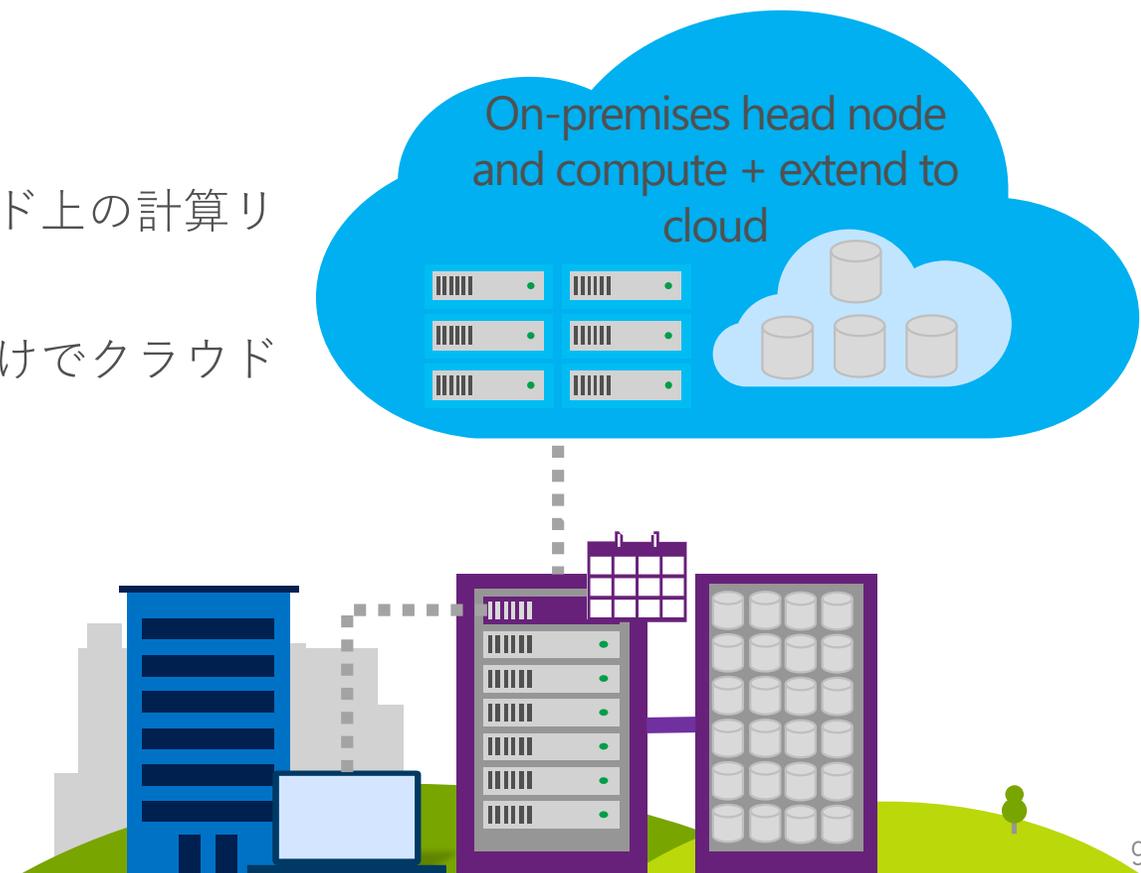


ハイブリッドシナリオ

オンプレミスの計算機環境の需要が増大し、処理しきれなくなったジョブをクラウド上に用意した計算ノードで処理をします。ヘッドノードはオンプレミスのものを利用し、クラウド上には、計算ノードとストレージを配置します。

<このシナリオのメリット>

- ▶ オンプレミスで処理しきれなくなった時のみ、クラウド上の計算リソースを利用
- ▶ ユーザはジョブスケジューラーでキューを変更するだけでクラウド上の計算リソースを利用しすぐに結果が得られる
- ▶ ユーザの利用方法はオンプレミスHPCと変わらない

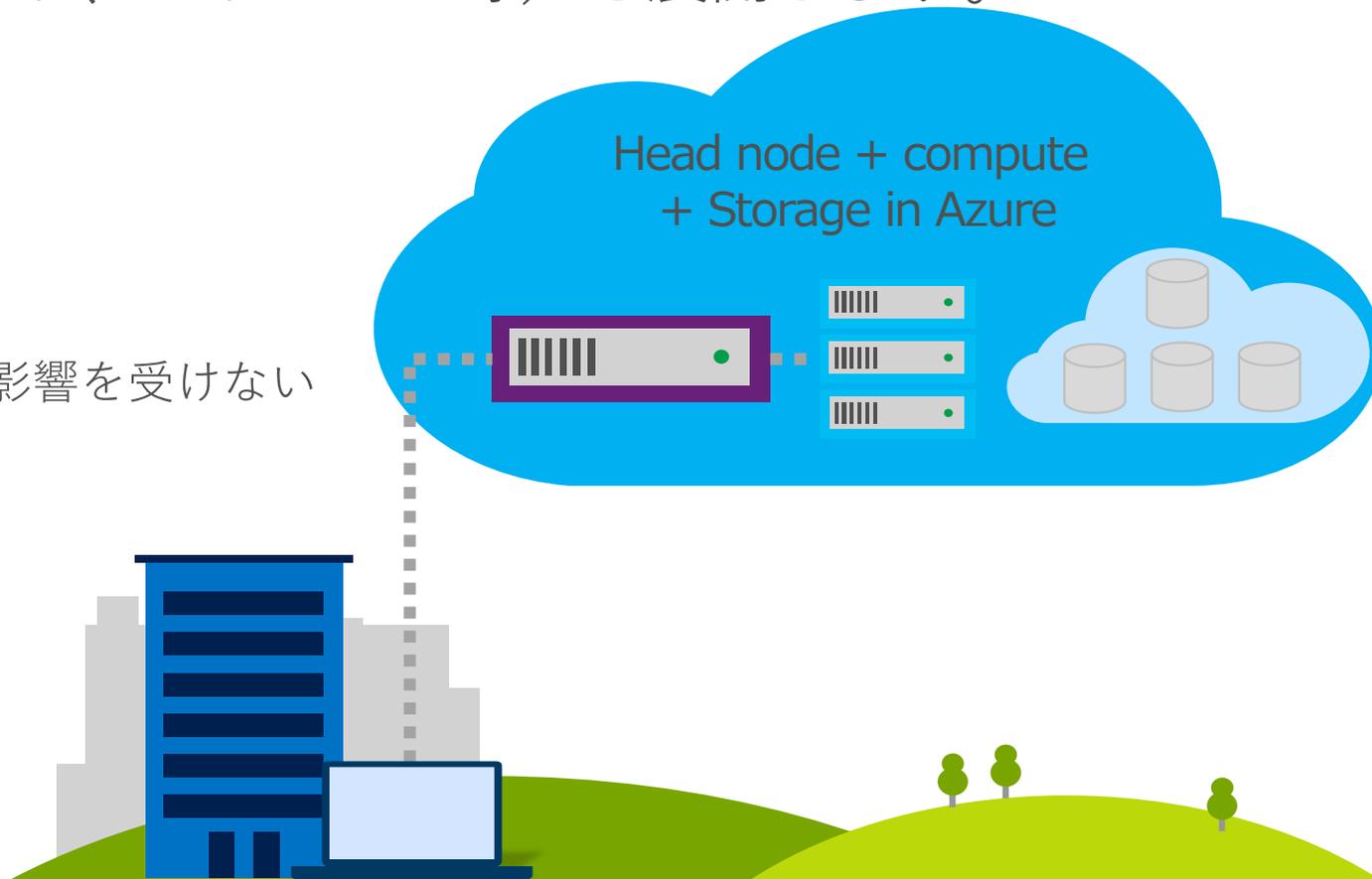


フルクラウドシナリオ

オンプレミスの計算機環境とは切り離して、クラウド上に計算に必要なすべてのリソース（ヘッドノード、計算ノード、ストレージ等）を展開します。

<このシナリオのメリット>

- 目的に合わせてカスタマイズ
- 他のユーザ(プロジェクト)のジョブの影響を受けない
- 必要な時にのみデプロイし利用可能
- 不要になればすべて削除可能



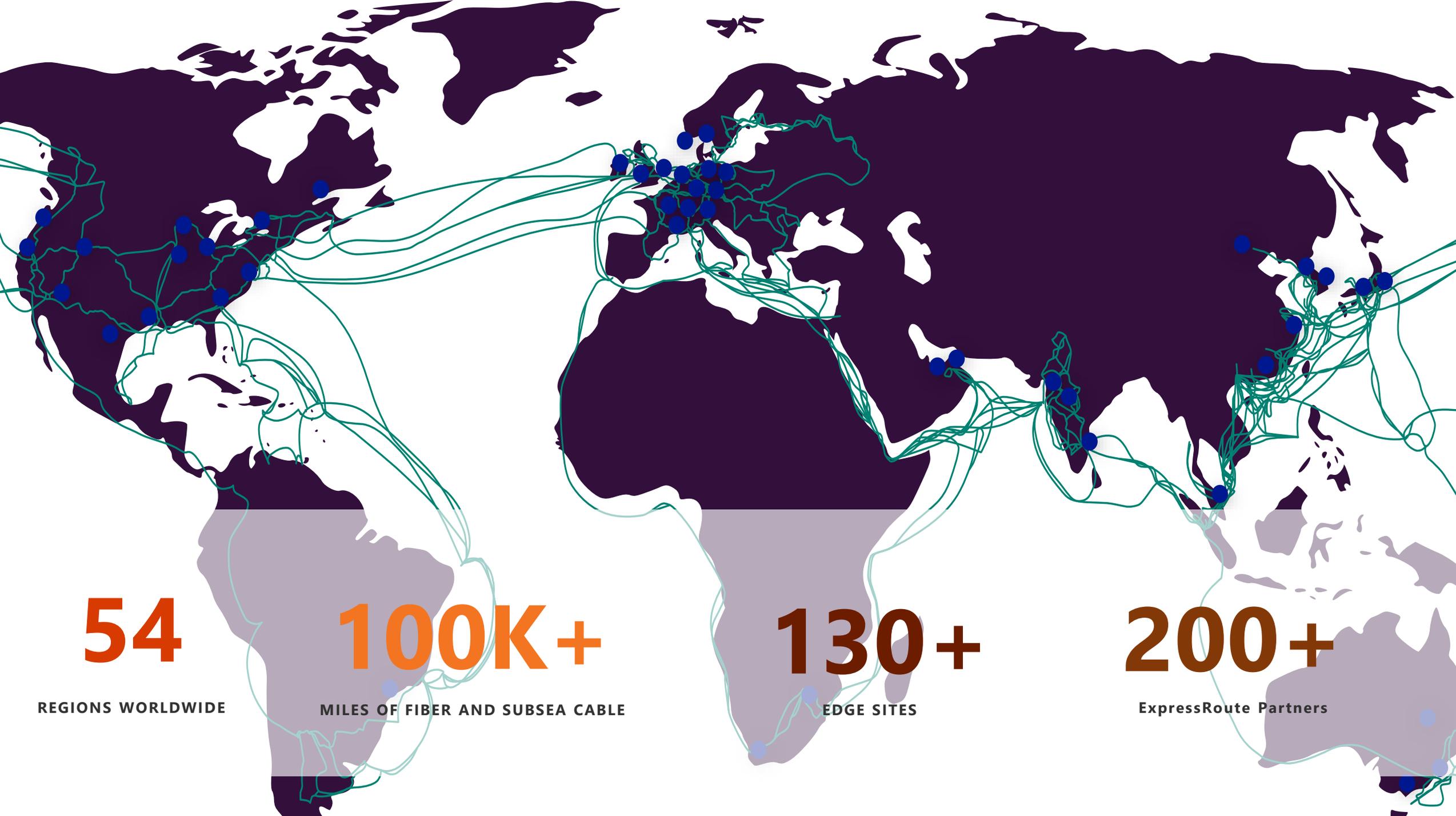
Microsoft Azureのご紹介

世界最大のインフラストラクチャー

54 の地域でサービス中、140カ国で利用可能

<https://azure.microsoft.com/en-us/regions/>





54

REGIONS WORLDWIDE

100K+

MILES OF FIBER AND SUBSEA CABLE

130+

EDGE SITES

200+

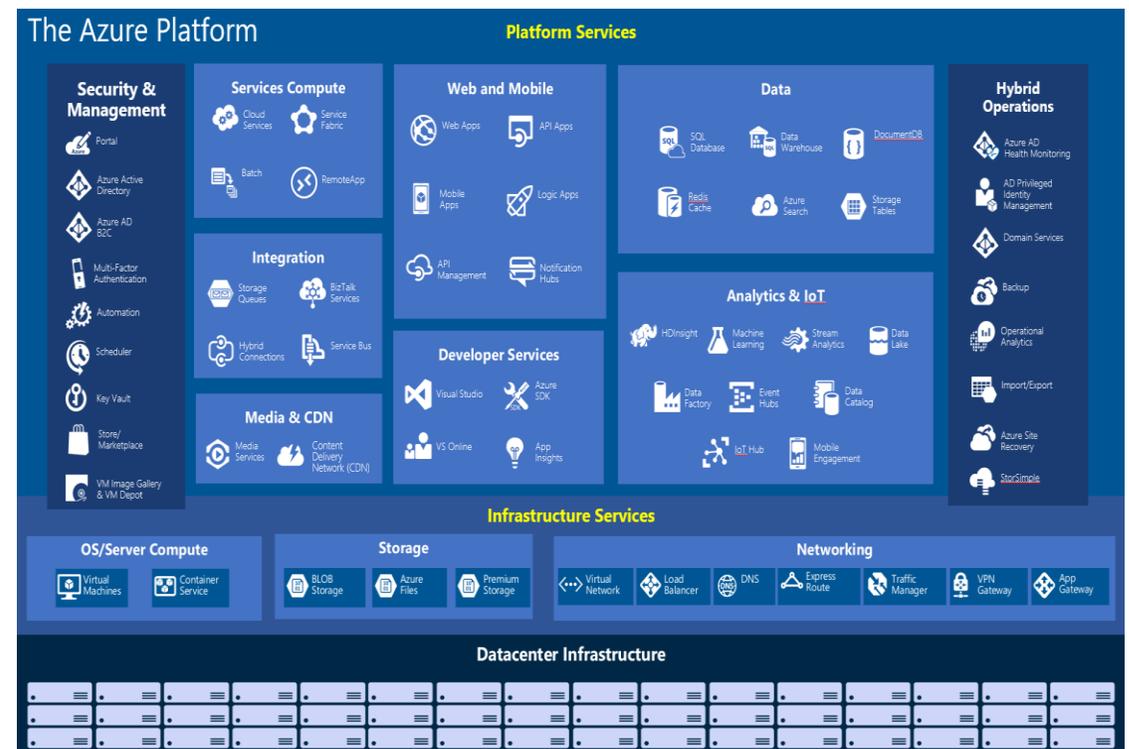
ExpressRoute Partners

Microsoft Azureの様々なサービス

Microsoft Azureには、様々なサービスがあります。
サブスクリプションを所有するユーザは、ポータル画面、コマンドライン、APIを通し Azure Platformをご利用いただけます。

<様々なAzureサービス群>

- AI + 機械学習
- DevOps
- ID
- Storage
- Web
- コンテナ
- コンピューティング
- セキュリティ
- データベース
- ネットワーク
- メディア
- IoT
- モバイル
- 移行
- 開発者ツール
- 管理とガバナンス
- 統合
- 分析



Azure Platform

Microsoft Azure のすべてのサービス 一覧 = <https://azure.microsoft.com/ja-jp/services/>

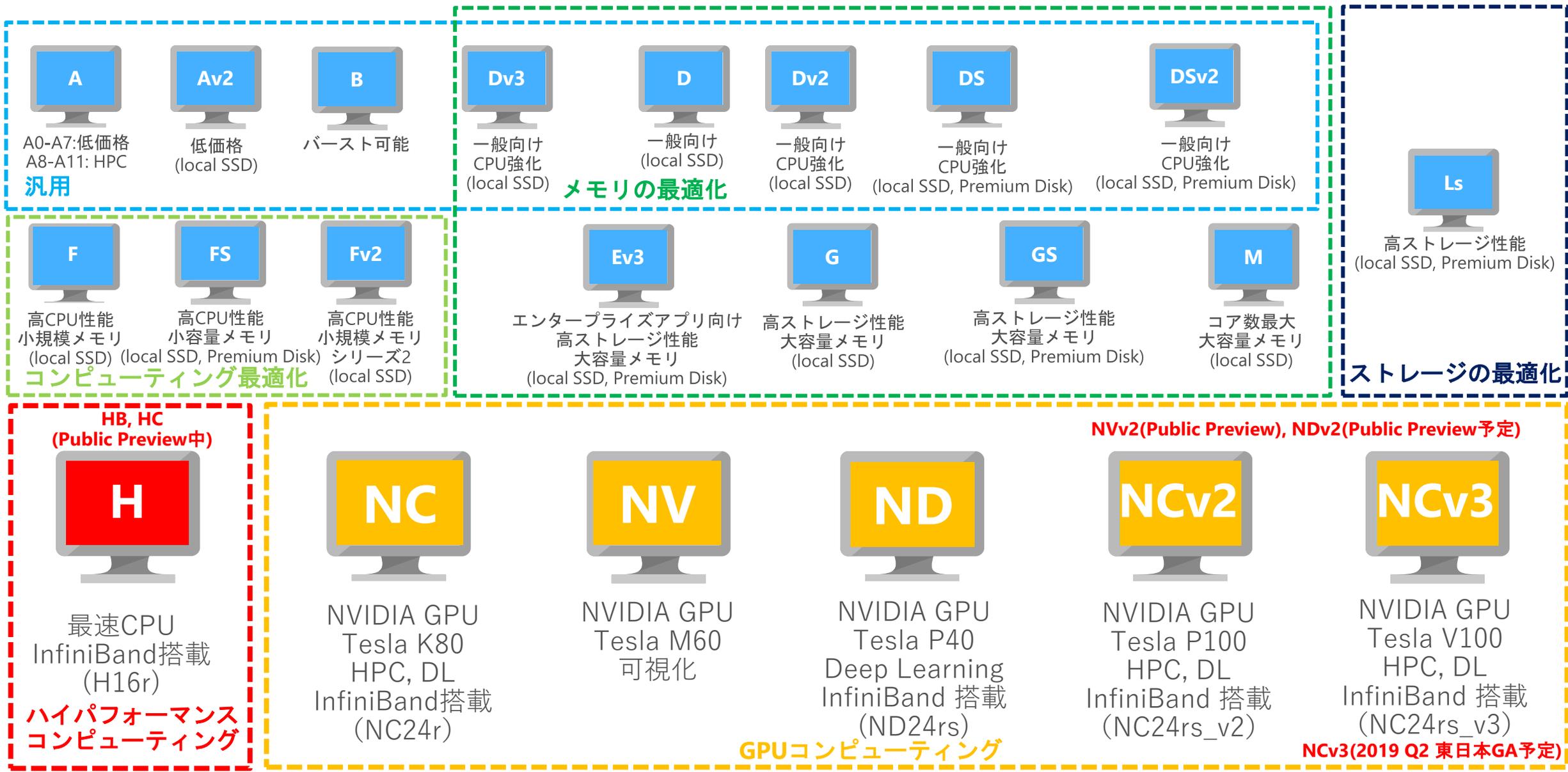
<h3>Management</h3> <ul style="list-style-type: none"> Azure Monitor Log Analytics Azure Policy Azure Blueprints Azure Backup Site Recovery Azure Migrate Databox Family Cost Management 	<h3>Platform as a Services (PaaS)</h3> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="326 285 861 492"> <h4>Compute/Containers</h4> <ul style="list-style-type: none"> Functions Container Instance Kubernetes Service Service Fabric </td> <td colspan="2" data-bbox="868 285 1676 492"> <h4>Web/Mobile</h4> <ul style="list-style-type: none"> Web Apps Mobile Apps Logic Apps Notification Hubs API Apps SignalR Service </td> <td colspan="2" data-bbox="1684 285 2221 492"> <h4>DevOps/Developer</h4> <ul style="list-style-type: none"> Azure DevOps Application Insights Lab Services SDK </td> </tr> <tr> <td data-bbox="326 496 861 704"> <h4>Integration</h4> <ul style="list-style-type: none"> API Management Service Bus Logic Apps Event Grid </td> <td data-bbox="868 496 1131 704"> <h4>IoT</h4> <ul style="list-style-type: none"> IoT Hub IoT Central Time Series Insights Azure Digital Twins IoT Edge </td> <td data-bbox="1138 496 1401 704"> <h4>AI</h4> <ul style="list-style-type: none"> Cognitive Services Machine Learning Studio Machine Learning Service Bot Services Azure Search </td> <td data-bbox="1409 496 1671 704"> <h4>Analytics</h4> <ul style="list-style-type: none"> SQL Data Warehouse Azure Databricks HDInsight Stream Analytics Data Lake Storage Gen2 </td> <td data-bbox="1679 496 2216 704"> <h4>Data Services</h4> <ul style="list-style-type: none"> SQL Database Database for MySQL Database for PostgreSQL Database for MariaDB Database Migration Service SQL Data Warehouse Cosmos DB Data Factory Azure Cache for Redis Table Storage </td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="326 708 861 978"> <h4>Media/CDN</h4> <ul style="list-style-type: none"> Media Services Video Indexer Content Protection Content Delivery Network </td> <td colspan="3"></td> <td></td> </tr> </table>					<h4>Compute/Containers</h4> <ul style="list-style-type: none"> Functions Container Instance Kubernetes Service Service Fabric 	<h4>Web/Mobile</h4> <ul style="list-style-type: none"> Web Apps Mobile Apps Logic Apps Notification Hubs API Apps SignalR Service 		<h4>DevOps/Developer</h4> <ul style="list-style-type: none"> Azure DevOps Application Insights Lab Services SDK 		<h4>Integration</h4> <ul style="list-style-type: none"> API Management Service Bus Logic Apps Event Grid 	<h4>IoT</h4> <ul style="list-style-type: none"> IoT Hub IoT Central Time Series Insights Azure Digital Twins IoT Edge 	<h4>AI</h4> <ul style="list-style-type: none"> Cognitive Services Machine Learning Studio Machine Learning Service Bot Services Azure Search 	<h4>Analytics</h4> <ul style="list-style-type: none"> SQL Data Warehouse Azure Databricks HDInsight Stream Analytics Data Lake Storage Gen2 	<h4>Data Services</h4> <ul style="list-style-type: none"> SQL Database Database for MySQL Database for PostgreSQL Database for MariaDB Database Migration Service SQL Data Warehouse Cosmos DB Data Factory Azure Cache for Redis Table Storage 	<h4>Media/CDN</h4> <ul style="list-style-type: none"> Media Services Video Indexer Content Protection Content Delivery Network 						<h3>Security</h3> <ul style="list-style-type: none"> Security Center Azure AD Azure AD for Domain Services Azure AD B2C DDoS Protection Key Vault Multi-Factor Authentication Azure ATP Role-based access control
<h4>Compute/Containers</h4> <ul style="list-style-type: none"> Functions Container Instance Kubernetes Service Service Fabric 	<h4>Web/Mobile</h4> <ul style="list-style-type: none"> Web Apps Mobile Apps Logic Apps Notification Hubs API Apps SignalR Service 		<h4>DevOps/Developer</h4> <ul style="list-style-type: none"> Azure DevOps Application Insights Lab Services SDK 																			
<h4>Integration</h4> <ul style="list-style-type: none"> API Management Service Bus Logic Apps Event Grid 	<h4>IoT</h4> <ul style="list-style-type: none"> IoT Hub IoT Central Time Series Insights Azure Digital Twins IoT Edge 	<h4>AI</h4> <ul style="list-style-type: none"> Cognitive Services Machine Learning Studio Machine Learning Service Bot Services Azure Search 	<h4>Analytics</h4> <ul style="list-style-type: none"> SQL Data Warehouse Azure Databricks HDInsight Stream Analytics Data Lake Storage Gen2 	<h4>Data Services</h4> <ul style="list-style-type: none"> SQL Database Database for MySQL Database for PostgreSQL Database for MariaDB Database Migration Service SQL Data Warehouse Cosmos DB Data Factory Azure Cache for Redis Table Storage 																		
<h4>Media/CDN</h4> <ul style="list-style-type: none"> Media Services Video Indexer Content Protection Content Delivery Network 																						

Infrastructure as a Services (IaaS)

<h4>Compute</h4> <ul style="list-style-type: none"> Windows Virtual Machines Linux Virtual Machine 	<h4>Storage</h4> <ul style="list-style-type: none"> Disk Storage Managed Disks 	<h4>Networking</h4> <ul style="list-style-type: none"> Virtual Network VPN Gateway Express Route Load Balancer Azure Firewall Virtual WAN 					<ul style="list-style-type: none"> Network Watcher
--	--	---	--	--	--	--	---

Azure Datacenter Infrastructure

Azure インスタンスラインナップ



HPC用途インスタンス (GPUなし/InfiniBand搭載)

Public Preview中

VMサイズ	H16r	HB60rs	HC44rs
コア数	16	60	44
CPU	Intel Xeon E5-2667 v3 3.2GHz (max 3.6GHz) – Haswell	AMD EPYC 7551 2GHz (max 3GHz)	Intel Xeon Platinum 8168 2.7GHz (max 3.7GHz) - Skylake
メモリ	114GB (7.125GB/core)	240GB(4GB/core)	351GB (8GB/core)
標準データディスク (local disk)	2.0 TiB SSD	700 GiB SSD	700 GiB SSD
フロント ネットワーク	40Gbps	40Gbps	40Gbps
バックエンドネットワーク	56Gbps 4x FDR InfiniBand	100Gbps 4x EDR InfiniBand	100Gbps 4x EDR InfiniBand
用途例	汎用HPC用途	メモリバンド幅依存アプリ (流体解析、有限要素法(陽解法)、気象モ デル)	高密度計算処理アプリ (有限要素法(陰解法)、油層シミュレー ション、計算化学)

GPU搭載 インスタンス①

- NVIDIA GPU搭載のインスタンス
- Kepler (K80), Maxwell(M60), Pascal(P100, P40), Volta(V100)



	NCシリーズ	NVシリーズ	NCv2シリーズ	NDシリーズ	NCv3シリーズ
用途	HPC & DL	可視化	HPC & DL	DL	HPC & DL
GPU	Tesla K80 (1~4GPU)	Tesla M60 (1~4GPU)	Tesla P100 (1~4GPU)	Tesla P40 (1~4GPU)	Tesla V100 (1~4GPU)
CPU	Xeon E5-2690 v3 (6~24コア)	Xeon E5-2690 v3 (6~24コア)	Xeon E5-2690 v4 (6~24コア)	Xeon E5-2690 v4 (6~24コア)	Xeon E5-2690 v4 (6~24コア)
メモリ	56~224GB	56~224GB	112GB~448GB	112GB~448GB	112GB~448GB
ローカルSSD	~1.4TB	~1.4TB	~1.344TB	~1.344TB	~1.344TB
InfiniBand	FDR InfiniBand	N/A	FDR InfiniBand	FDR InfiniBand	FDR InfiniBand

2019 Q2 東日本 GA予定

GPU搭載 インスタンス②

- NVIDIA GPU搭載のインスタンス
- NVv2シリーズ Maxwell(M60), NDv2シリーズ Volta(V100)+NVlink



	NVv2シリーズ		NDv2シリーズ	
用途	可視化 & DL	Public Preview中	HPC & DL	Public Preview中
GPU	Tesla M80 (1~4GPU)		Tesla V100 (8GPU)	
CPU	Xeon Broadwell (6~24コア)		Xeon Skylake (40コア)	
メモリ	112~448GB		672GB	
ローカルSSD	736GiB~2948GiB		1344GB	
Nvlink	N/A		あり	

<https://azure.microsoft.com/en-us/blog/unlocking-innovation-with-the-new-n-series-azure-virtual-machines/>

HPC on Azureの利用イメージ

ユーザ毎にパブリッククラウドの全機能を提供

ユーザ毎にサブスクリプションを提供し、ユーザが目的に合わせてクラウドの機能を選択して利用することができます。

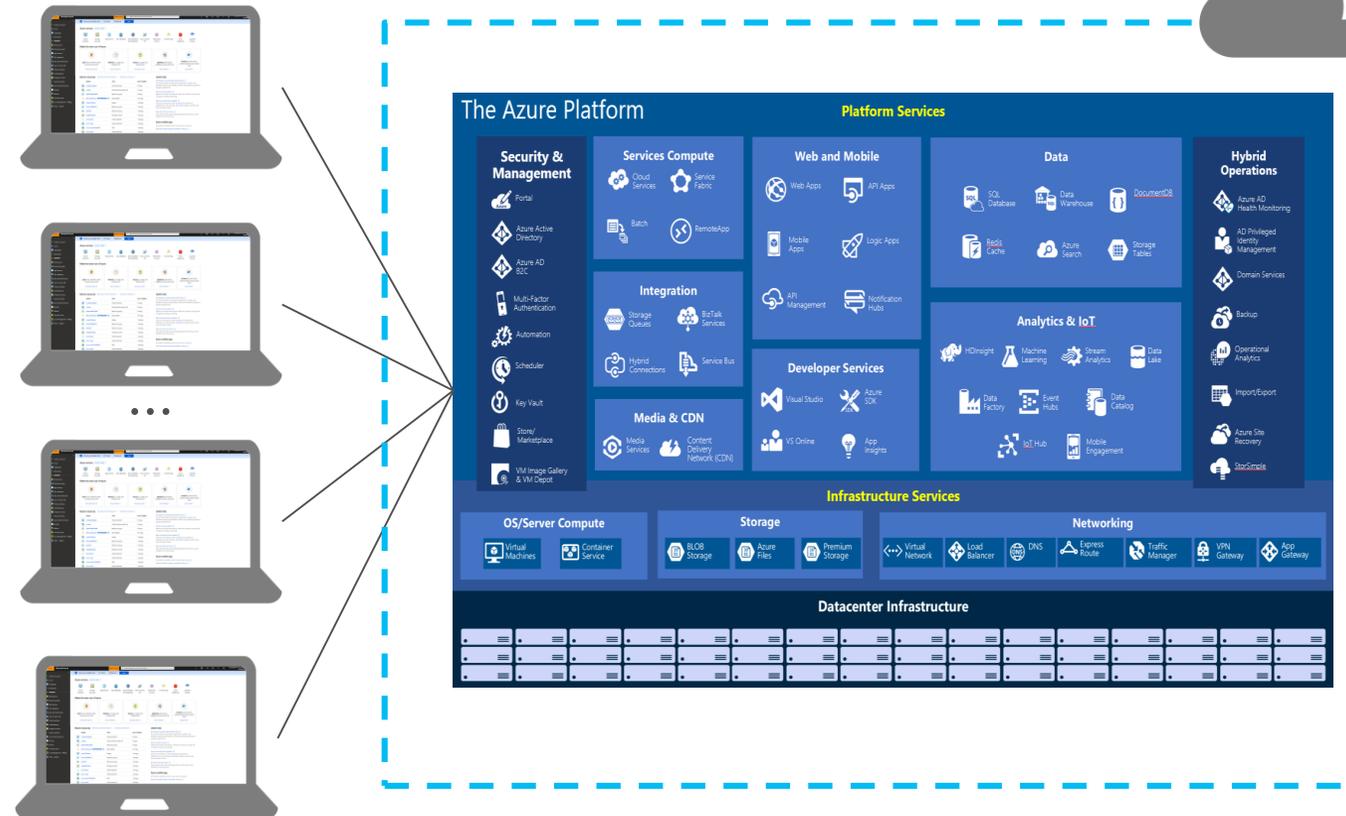
<メリット>

- ✓ ユーザがクラウドベンダーが提供する様々なサービスを利用可能
- ✓ ユーザが自分の利用したい環境を柔軟にカスタマイズできる

<デメリット>

- ✓ パブリッククラウドの独自の利用方法を習得する必要がある
- ✓ 利用したい環境を構築し、メンテナンスをユーザが行う必要がある

それぞれのユーザがAzureのすべての機能を利用可能



ユーザ・グループ毎に計算リソースを提供

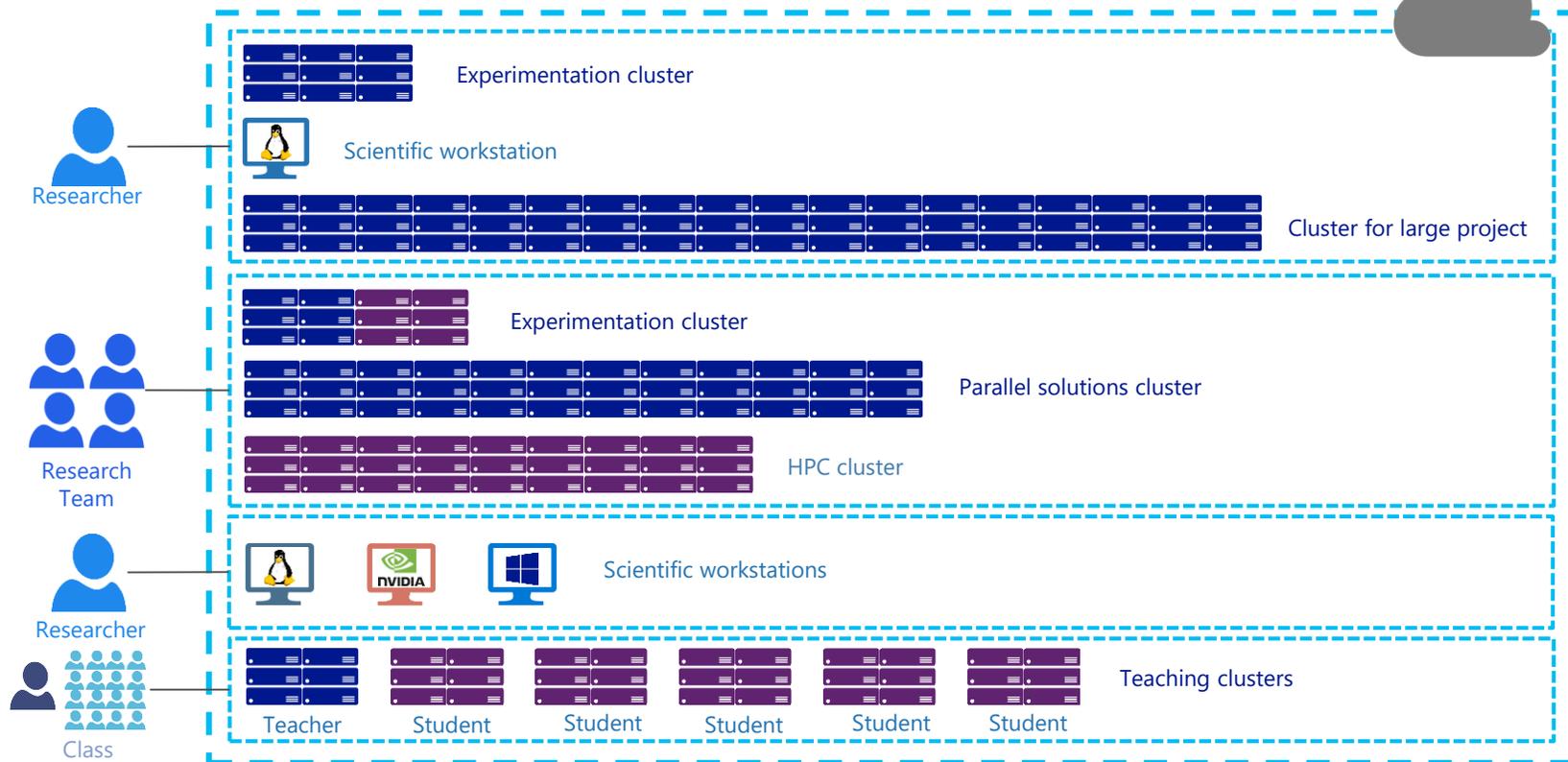
ユーザまたはグループ単位にクラウド上にHPC環境を提供します。ユーザは専用のクラウド上のHPC環境にログインしてオンプレミスHPCと同様の方法で利用することができます。

<メリット>

- ✓ ユーザまたはグループ専用カスタマイズされたHPC環境を利用できる
- ✓ 他のユーザまたはグループに影響されない

<デメリット>

- ✓ ユーザまたはグループでHPC環境の運用管理が必要
- ✓ IT部門が管理する場合は、管理するHPC環境の数が増える
- ✓ パブリッククラウドのその他の機能は利用できない（または別の方法で利用）



オンプレミスHPCにクラウドリソースを追加

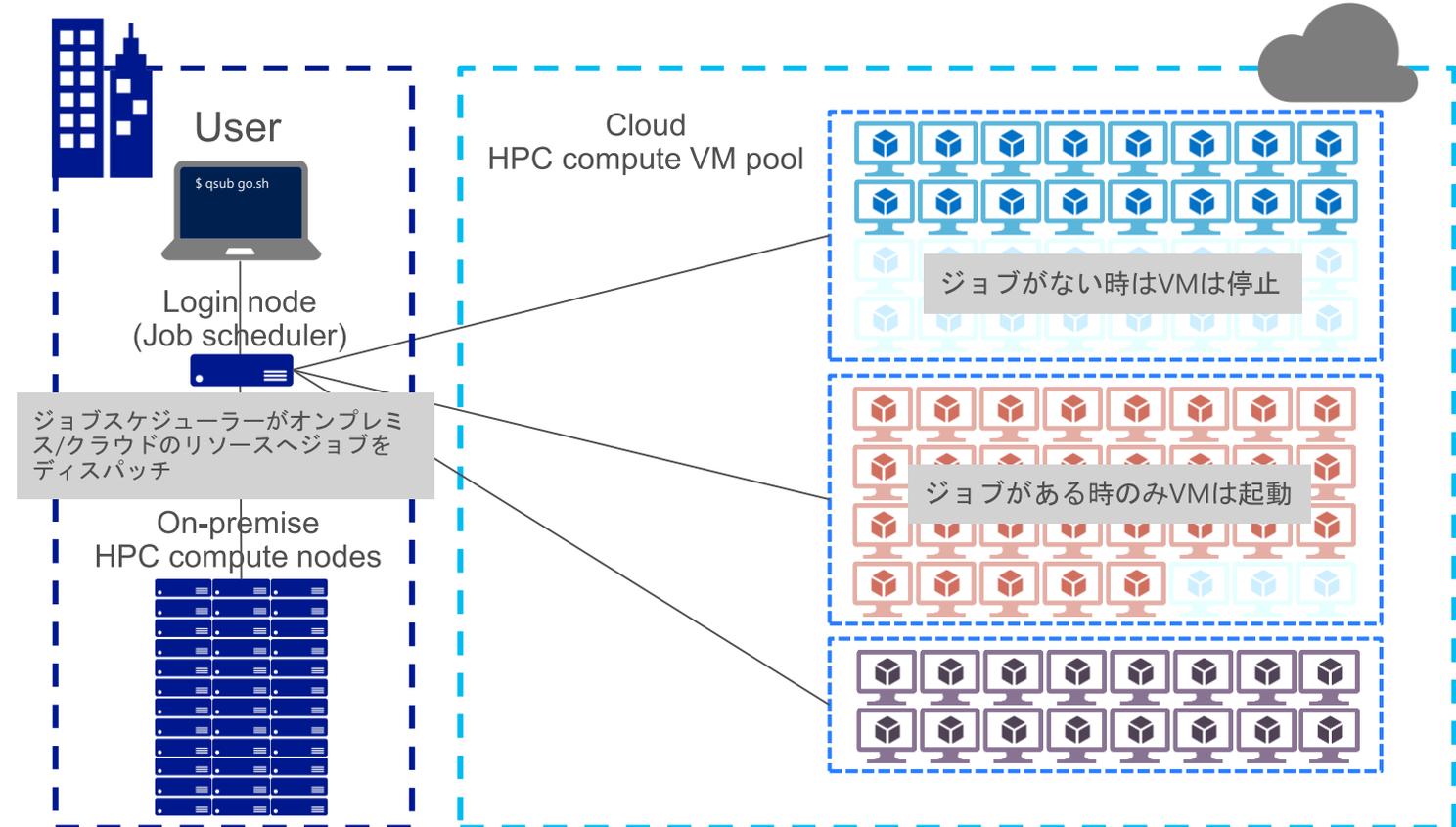
オンプレミスHPCにクラウドの計算リソースを追加し、ジョブスケジューラー等によりクラウド上の計算リソースへジョブを投入します。

<メリット>

- ✓ ユーザはオンプレミスのHPCと同様の利用方法でクラウドのリソースを利用可能
- ✓ オンプレミスHPCで処理しきれない需要をクラウドで処理できる
- ✓ ユーザはクラウド環境を運用管理する必要がない

<デメリット>

- ✓ IT部門(オンプレミスHPCを管理する部門)がクラウド環境を含めて運用管理する必要がある
- ✓ パブリッククラウドのその他の機能は利用できない(または別の方法で利用)



リモートワークステーション

高性能ワークステーション をオンデマンドにデプロイ

- GPUあり/なしの複数のワークステーションをクラウド上にデプロイ可能
- ノートPCやその他のデバイス(iOS, Android, Windows等)でリモート接続可
- いつでもどこからでも作業可能
- 遠隔地の共同研究者とのコラボレーション、共有、閲覧が容易に行えます
- 最適化された遠隔可視化の利用が可能 (Teradici PCoIP or Citrix HDX等)

On-premises



Tablet



Mobile device

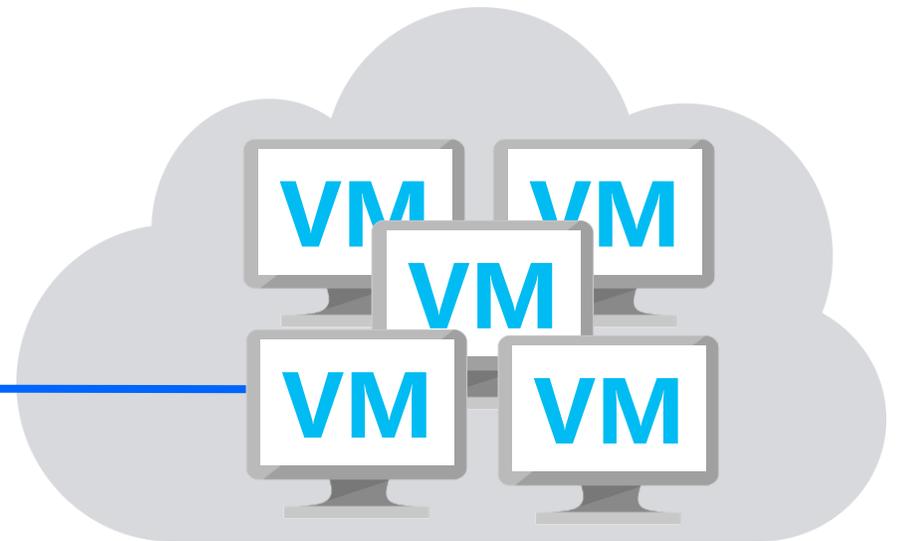


Laptop



Zero client

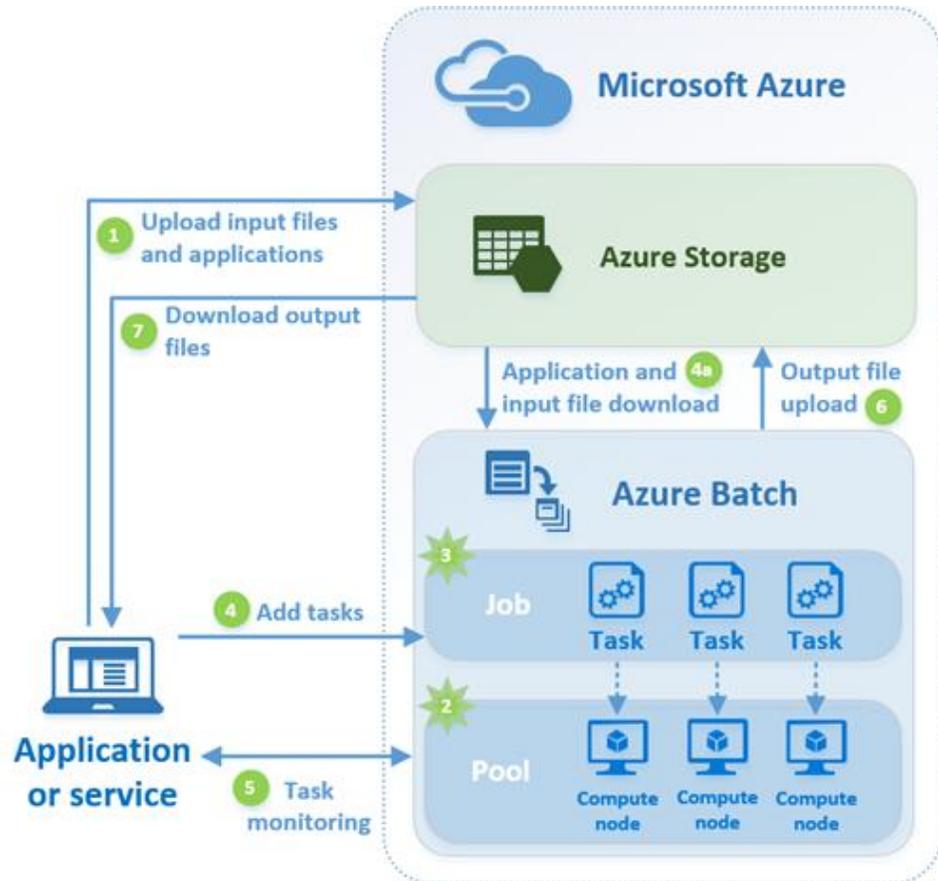
Remote workstations on the cloud



AzureにおけるHPC/DLの サービス/ソリューション

Azure Batch

Azure Batchは、大規模な並列コンピューティングやHPCアプリケーションをクラウドで効率的に実行するためのプラットフォームサービス(PaaS)です。



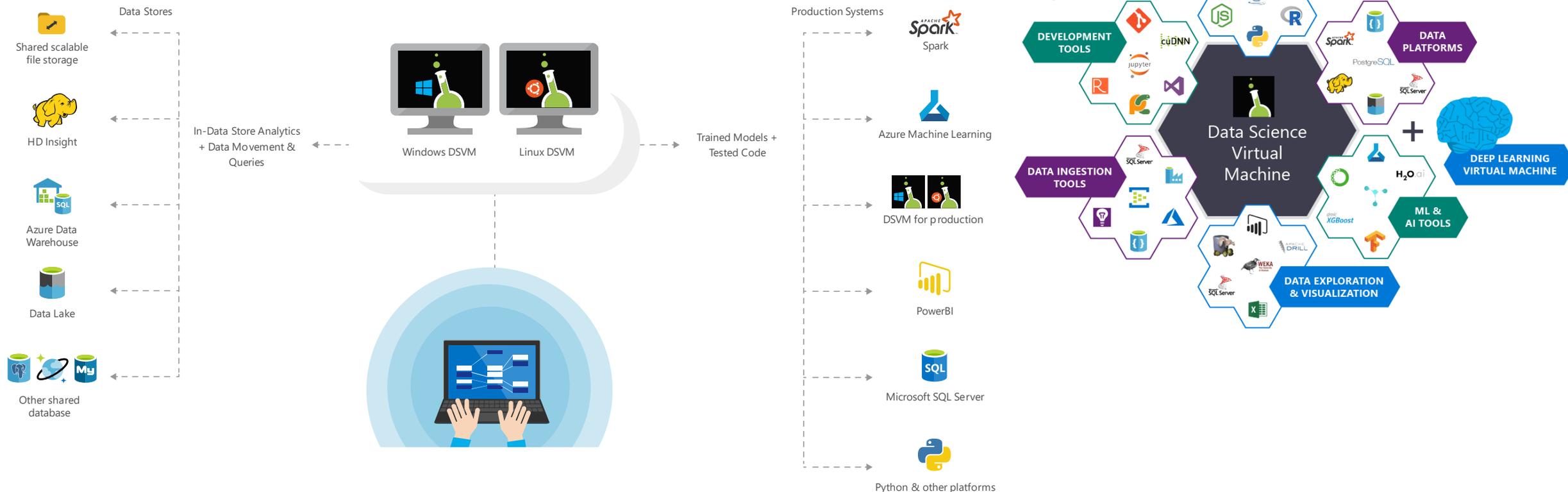
1. インプットとアプリケーションはAzure Storageへ
2. 計算リソースのプールを作成
3. バッチジョブを作成
4. ジョブの投入
4a. 必要な場合、インプットとアプリケーションが計算リソースに転送される
5. ジョブの進捗状況の確認
6. ジョブが終了するとAzure Storageへ結果が保存される

インフラの構築や管理を意識することなく、
InfiniBandで接続された大規模なクラスターシステムや
GPUクラスターで計算を実行することが可能

データサイエンス仮想マシン(DSVM)

データ分析、機械学習、AIトレーニングなどでよく使用される一般的なツールをインストール済みで、構成・テストされたAzureの仮想マシンです。

DSVMを使用したエンドツーエンドのデータサイエンスワークフロー

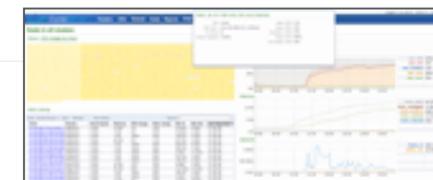
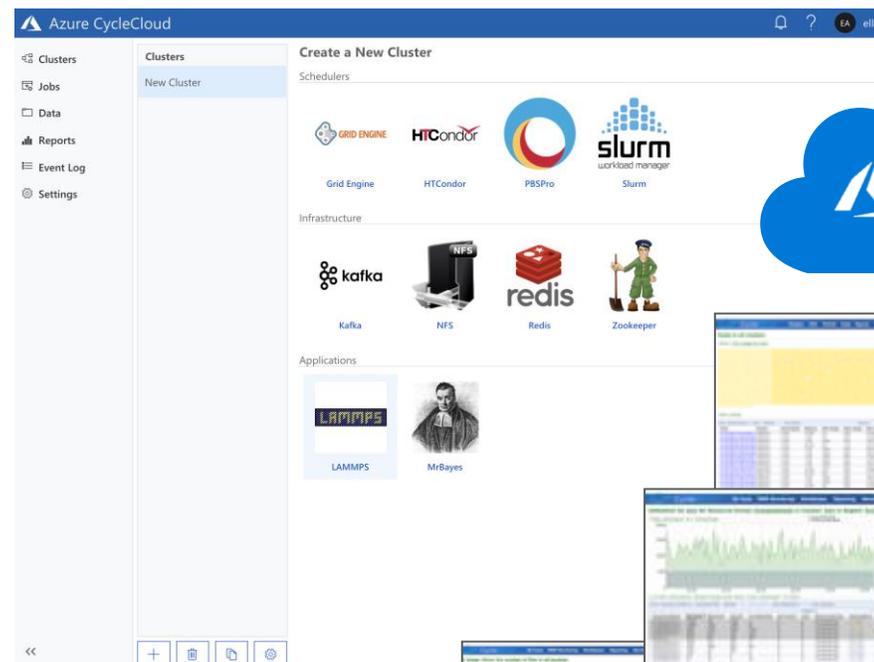


Azure CYCLE CLOUD



あらゆる規模のHPCクラスターやビッグコンピューティングクラスターを作成、管理、運用、最適化

- ✓ HPCクラスターを簡単に作成および管理
 - CycleCloudのウェブアプリケーションからHPCクラスターの構築や管理が可能
- ✓ あらゆるジョブスケジューラまたはソフトウェアスタックを使用
 - Slurm, Grid Engine, HPC Pack, HTCondor, LSF, PBS Pro, Symphonyなど様々なジョブスケジューラを選択可能
 - HPCアプリケーションやディープラーニングのフレームワークをインストール済みのイメージを利用可能
 - カスタムイメージでアプリケーションやジョブスケジューラのカスタマイズ可能
- ✓ HPCクラスターを任意のサイズに自動スケーリング
 - リソースの受領に合わせて、スケジューラ対応の自動スケーリング機能
- ✓ クラスターを制御および監視
 - Active DirectoryやLDAPサーバと統合しロールベースのアクセス制御を提供
 - コストの通知および制御
 - パフォーマンスの監視
- ✓ クラスターをカスタマイズ
 - テンプレートにより、目的に合わせたクラスター構成やアプリケーションをカスタマイズ可能
- ✓ ハイブリッドHPCを実現
 - Avere, Microsoft HPC Pack, 組み込みのデータ転送ツールのサポートにより、バーストおよびオンプレミス環境とのハイブリッドHPC環境を実現



ケーススタディ



Speeding drug research with cloud GPUs

- Use of GPUs in Azure to increase on-premises GPU resources as needed
- HPC resources used to simulate dynamic 3D protein structures
- Run the same operating system, tools and apps as researchers run on-premises
- Use a high-speed link to Azure for data movement

[Article](#)

City of Hope

- ✓ オンプレミスHPCのGPUの拡張としてAzureのGPUを利用
- ✓ 3Dタンパク質構造シミュレーションのためにHPCリソースを利用
- ✓ 研究者がオンプレミスHPCで利用している環境(Scheduler: Grid Engine, Monitoring tool: Ganglia, Applications: GROMACS, NAMD)と同様な環境をクラウドで利用
- ✓ データ転送のために専用線(ExpressRoute)を利用

[Article](#)



High-energy physics computing

- Flexible cloud system for large workloads, such as particle physics computing
- Used at peak times when reliable and performant computing resources are required only temporarily
- Completely transparent to the user and applicable to many other research fields

[Video](#) | [Article](#)

University of Victoria

- ✓ 高エネルギー物理学のような大規模なワークロードのためのフレキシブルなクラウドシステム
- ✓ 一時的に信頼性があり高性能な計算リソースが必要なピーク時に利用
- ✓ ユーザに対して完全に透過的で、他の多くの研究分野にも適用可能

[Article](#)



Highly-detailed flood model for cities

- Modeling flood risk changes under climate change for 571 cities across Europe
- Simulation run-time is reduced from 80 days to approximately 2 days
- Results data is hosted in the cloud to allow people to easily explore the findings

[Article](#)

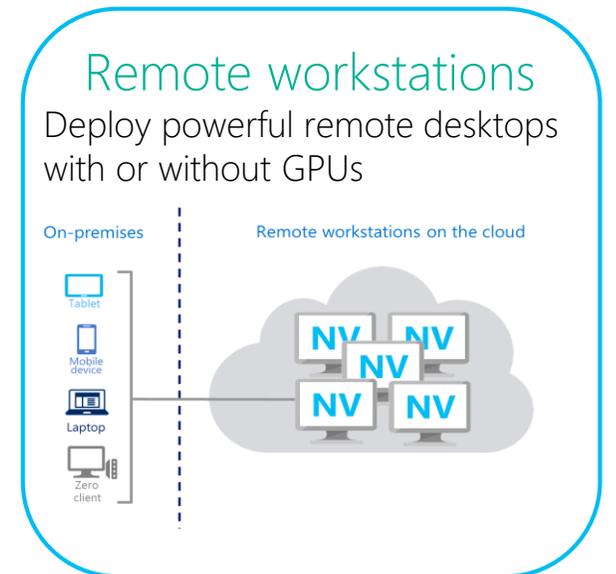
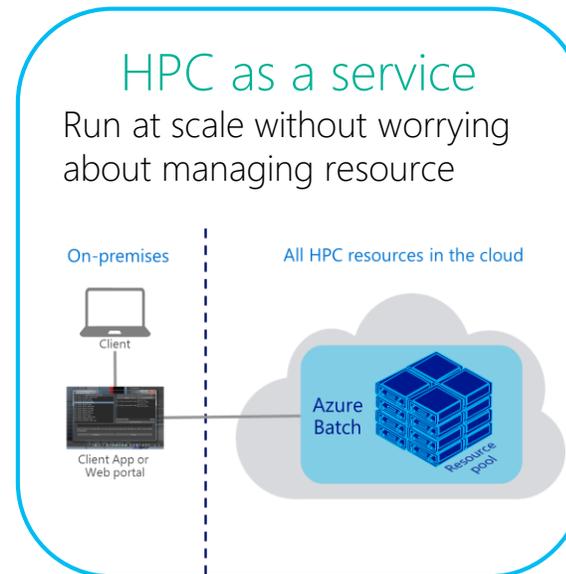
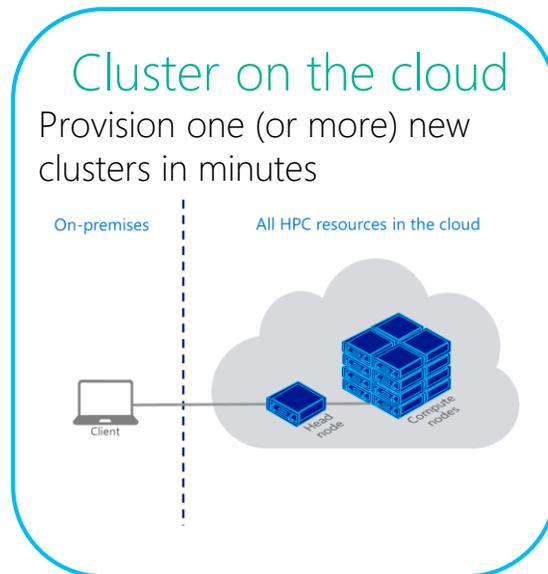
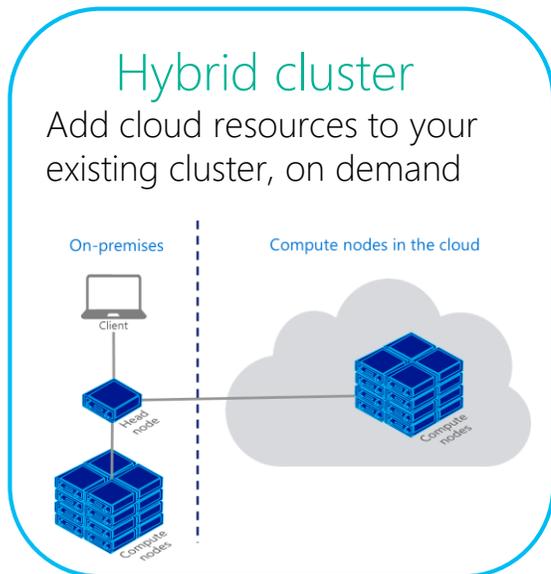
Newcastle University

- ✓ ヨーロッパの571都市における気候変動による洪水リスクモデルのシミュレーション
- ✓ Parameter Sweep PlatformとしてAzureを利用
- ✓ 80日間のシミュレーションをおおよそ2日間に短縮
- ✓ 結果をクラウド上で一般公開、簡単に結果を表示することが可能

[Result](#)

まとめ

- クラウドを利用することにより、柔軟な計算リソースの確保とリリースが可能になり、変動する計算需要に対応することができます。
- 利用目的に合わせた柔軟な構成が可能です。
- HPCの計算リソースとしてクラウドを利用するためのソリューションが充実してきており、パブリッククラウドはHPC Readyです。





Microsoft Confidential

- 本資料は情報提供のみを目的としており、本資料に記載されている情報は、本資料作成時点でのマイクロソフトの見解を示したものです。状況等の変化により、内容は変更される場合があります。本資料に特別条件等が提示されている場合、かかる条件等は、貴社との有効な契約を通じて決定されます。それまでは、正式に確定するものではありません。従って、本資料の記載内容とは異なる場合があります。また、本資料に記載されている価格はいずれも、別段の表記がない限り、参考価格となります。貴社の最終的な購入価格は、貴社のリセラー様により決定されます。マイクロソフトは、本資料の情報に対して明示的、黙示的または法的な、いかなる保証も行いません。

© 2019 Microsoft Corporation. All rights reserved.

Microsoft, Windows, その他本文中に登場した各製品名は、Microsoft Corporation の米国およびその他の国における登録商標または商標です。

その他、記載されている会社名および製品名は、一般に各社の商標です。