



Technical Report

# NetApp AFF A800 and PRIMERGY GX2570 M5 for AI/ML Model Training Workloads

David Arnette, NetApp  
Takashi Oishi, Fujitsu

December 2020 | TR-4815

## 要約

本書は富士通 PRIMERGY サーバと NetApp ストレージシステムと CISCO のネットワークインフラストラクチャによるスケールアウト技術を活用したディープラーニングシステムのリファレンスアーキテクチャについてまとめたものです。

FUJITSU Server PRIMERGY GX2570 M5 及び、NetApp AFF A800 のシステムを MLPerf v0.6 の学習モデルのベンチマークを用いて検証しています。

## 目次

<b>1</b>	<b>はじめに.....</b>	<b>2</b>
1.1	対象読者 .....	2
1.2	事例要旨 .....	2
<b>2</b>	<b>適用技術 .....</b>	<b>2</b>
2.1	NetApp AFF ストレージシステム .....	3
2.2	FUJITSU Server PRIMERGY GX2570 M5 .....	6
2.3	Cisco Nexus 3232C .....	6
2.4	RDMA over Converged Ethernet (RoCE) .....	7
2.5	Ansible によるシステムインフラストラクチャの自動構築と維持 .....	7
<b>3</b>	<b>システム検証 .....</b>	<b>8</b>
3.1	システム構成 .....	8
3.2	ハードウェア .....	9
3.3	ソフトウェア .....	9
<b>4</b>	<b>テストプランと検証結果 .....</b>	<b>10</b>
4.1	テストプラン .....	10
4.2	テスト結果 .....	11
<b>5</b>	<b>まとめ .....</b>	<b>12</b>
	<b>Acknowledgments.....</b>	<b>13</b>
	<b>Where to Find Additional Information.....</b>	<b>13</b>

# 1 はじめに

本書は、AI ワークフローに最適化された NetApp ストレージシステムと富士通 PRIMERGY サーバによるクラスタリング技術を中心にしたリファレンスアーキテクチャについて述べます。この中で PRIMERGY GX2570 M5 サーバ及び NetApp AFF A800 ストレージシステムによる検証結果について説明します。NVIDIA Tesla® V100 SXM2 GPU を使用したハイパフォーマンスで分散学習に最適化されたクラスタソリューションと ONTAP クラウド接続型データストレージによるエンタープライズレベルのデータ管理機能を実現することができます。

## 1.1 対象読者

本書はデータサイエンティスト・データエンジニア・データ管理者・AI システムの開発者を対象としています。

- AI モデルとソフトウェアの開発を担当するアーキテクト
- DL/ML の効果的な開発目標を見定めるデータサイエンティスト・データエンジニア
- AI 活用によってより迅速なタイムトゥマーケットを達成しようとする IT 責任者やビジネス責任者

## 1.2 事例要旨

コンピュータビジョンは自動運転から AI 支援診断まで、ほぼすべての業界に大きな影響を与えています。DL/ML によるアルゴリズムのトレーニングは大量のデータと多大な計算能力を必要とするワークロードです。本書では業界標準のコンピュータビジョンモデルとデータセットを使用して、NetApp 及び富士通のソリューションのパフォーマンスを示します。

# 2 適用技術

本リファレンスアーキテクチャは、最新の CPU 及び GPU の高性能な処理能力を使用し、高速インターコネクトで結合し、大規模なデータセットを処理するように設計されています。この構成により、PRIMERGY GX2570 サーバと NetApp ストレージを使用したスケールアウトアーキテクチャによる、ハイパフォーマンスで最適なデータ管理および保護が行えます。

本アーキテクチャの主要なメリット：

NetApp AFF シリーズコントローラと複数 PRIMERGY GX2570 との組合せによるスケラビリティ

- データロスの無い目標復旧時点(RPO)と目標復旧時間(RTO)を達成する堅牢なデータ保護
- 無駄の無い開発ワークフローのためのスナップショットやクローンによるデータ管理の最適化
- 複数の PRIMERGY GX2570 の計算能力と NetApp ストレージのフルスケラビリティ

## 2.1 NetApp AFF ストレージシステム

最先端の NetApp AFF ストレージシステムにより、業界最速のパフォーマンス、優れた柔軟性、クラウド統合、クラス最高のデータ管理により、エンタープライズ・ストレージの要件に対応できるようになります。フラッシュ専用に設計された AFF システムは、ビジネスに重要なデータの高速アクセス、管理、および保護に有効です。

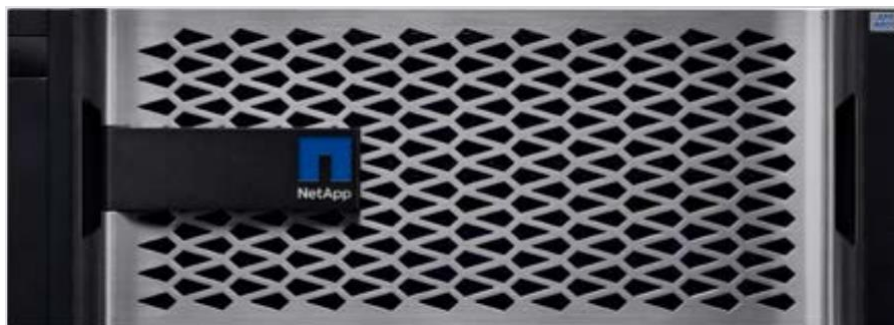
NetApp AFF A800 システムは、業界初のエンド・ツー・エンド NVMe ソリューションです。NAS ワークロードの場合、単一の AFF A800 システムが、シーケンシャル読み取りでは 25GB/s のスループットをサポートし、500μs 未満のレイテンシーでの小規模なランダム読み取りでは 100 万 IOPS をサポートします。

AFF A800 システムは、次の機能をサポートします。

- 24 ノードクラスターで最大 300GB/s, 1140 万 IOPS の優れたスループット
- 100Gb Ethernet および 32Gb FC 接続
- 最大 30TB の SSD (マルチストリーム書き込み)
- 2U ドライブ・シェルフで 2PB の高密度を実現
- 200TB(コントローラ×2)から 9.6 PB(24 コントローラ)への拡張が可能
- NetApp ONTAP 9.5 が先進的なデータ保護およびレプリケーション機能を提供

NetApp の他のストレージシステム (AFF A700、AFF A400、AFF A320、AFF A220 など) では、より低コストで小規模な環境向けに、より低いパフォーマンスと容量のオプションを提供しています。

Figure 1) NetApp AFF A800



### NetApp ONTAP 9

ONTAP9 は、企業のインフラストラクチャをクラウド対応データセンターにモダナイズできるようにする NetApp の最新世代のストレージ管理ソフトウェアです。ONTAP は、業界をリードするデータ管理機能を活用して、データの保存場所にかかわらず、単一のツールセットでデータの管理と保護を可能にします。データは、エッジ、コア、クラウドなど、必要な場所に自由に移動できます。ONTAP 9 には、データ管理のシンプル化、重要なデータの高速化と保護、およびハイブリッドクラウドアーキテクチャ全体にわたる将来性のあるインフラストラクチャを実現する多数の機能が含まれています。

### データ管理の簡素化

企業の IT 運用にとって、アプリケーションとデータセットに適切なリソースを割り当てるデータ管理が不可欠です。ONTAP には、運用を合理化および簡素化し、総運用コストを削減する次の機能があります。

- **インラインデータ圧縮技術と拡張された重複排除機能:**

データの圧縮により、ストレージブロック内の無駄なスペースが削減され、重複排除により有効容量が大幅に増加します。ローカルに保存されたデータとクラウドに階層化されたデータにも適用されます。

- **最小～最大、適応性の高い QoS:**

きめ細かい QoS 制御により、高度な共有環境における重要なアプリケーションのパフォーマンス・レベルを維持できます。

- **ONTAP FabricPool:**

この機能は、Amazon Web Services(AWS)、Azure、NetApp StorageGRID®オブジェクトストレージなどのパブリックおよびプライベートクラウドストレージオプションにコールドデータの自動階層化を提供します。

## 高速化とデータ保護

ONTAP は優れたレベルのパフォーマンスとデータ保護を提供します。

- **パフォーマンスと低レイテンシー:**

ONTAP は可能な限り低レイテンシーで最大のスループットを提供します。

- **データ保護:**

ONTAP には、すべてのプラットフォームで共通で使えるデータ保護の管理機能を備えています。

- **NetApp ボリューム暗号化:**

ONTAP はオンボード及び外部両方のキー管理によるボリュームレベル暗号化機能を提供します。

## 進化を続けるインフラストラクチャ

ONTAP 9 は絶えず変化し要求が厳しいビジネスニーズに対応します。

- **シームレスな拡張と無停止運用:**

ONTAP は、無停止で既存のコントローラへ容量追加やクラスタのスケールアウトをサポートします。お客様は NVMe や 32Gb FC などの最新技術へのアップグレード時にも、コストのかかるデータ移行やシステム停止の必要がありません。

- **クラウド接続:**

ONTAP は、最も多くクラウド接続されたストレージ管理ソフトウェアであり、すべてのパブリッククラウドにソフトウェアデファインドストレージ機能(ONTAP Select)及びクラウドネイティブインスタンス(NetApp Cloud Volumes Service)のオプションを提供します。

- **最新アプリケーションとの統合:**

ONTAP は、既存のエンタープライズアプリをサポートする同じ環境上で、OpenStack、Hadoop、MongoDB などの次世代プラットフォームやアプリケーション向けにエンタープライズレベルのデータサービスを提供します

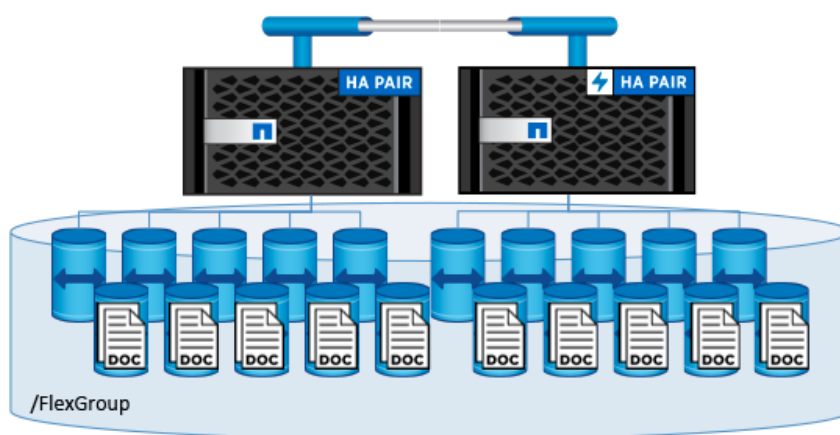
## NetApp FlexGroup Volumes.

ディープラーニングのトレーニングデータセットは、通常、数十億個のファイルの集合です。ファイルには、テキスト、オーディオ、ビデオ、その他の構造化されていない形式のデータを取り扱います。これらのデータは、並行して、読み込み、保存および処理される必要があります。このためストレージシステムは、大量の小さいファイルを格納し、シーケンシャル I/O およびランダム I/O に対し、これらのファイルを並行して読み取る必要があります

FlexGroup Volumes(図 3)は、複数の NetApp FlexVol®論理ボリュームから構成されるシングルネームスペースです。FlexGroup Volumes 内のファイルは独立したメンバーボリュームに割り当てられ、ボリュームやノードをまたいで分割されません。

- 最大 20 ペタバイトの容量と、様々なデータに一貫した低レイテンシー環境
- シングルネームスペースに最大 4000 億個のファイル
- 複数の FlexVolume から構成されるスケールアウト NAS ファイルシステム

Figure 2) NetApp FlexGroup volumes



## 2.2 FUJITSU Server PRIMERGY GX2570 M5

最新のプロセッサ 第二世代 Intel® Xeon® Scalable Processor Family を搭載した 4U デュアルプロセッササーバ FUJITSU Server PRIMERGY GX2570 M5 は 125TFLOPS の NVIDIA® Tesla® V100 SXM2 GPU (HBM 32GB) を 8 基搭載し、AI や HPC のワークロードに最適な PFLOPS クラスの高性能サーバです。

各 CPU に GPU を均等に配置したバランス型 PCIe トポロジーを採用、システムメモリ-GPU デバイスメモリ間の転送を効率良く行うことができます。また GPU-GPU 間は NVLink® で接続され最大 50GB/s の帯域幅があります。

より大規模なワークロードの処理ではマルチノード環境を構築してノード間を高速インターコネクトで接続する構成が可能です。PRIMERGY GX2570 M5 では 2GPU 毎に 16lane の PCI slot を配置していますので、リモートノードの GPU との間で高速な RDMA を行うことで通信処理を効率よく行うことができます。

内蔵ストレージは PCH 経由で SATA3.0 HDD/SSD を 6 本搭載可能、更に高速な PCIe Gen3 4lane の NVMe SSD を 4 本搭載可能です。ディープラーニングで最適なパラメータを見つけ出すまでに必要な試行については高速な内蔵ストレージを使い、より大規模データを学習する場合は外部ストレージを活用するなどの使い分けが可能です。

背面 PCIe スロットにはロープロファイルのインターコネクト用カードを最大 4 枚まで搭載できます。Mellanox 社の ConnectX-5 をサポートしており、InfiniBand, Ethernet のいずれでも 100Gbps 帯域で RDMA を行うことができます。

NVIDIA® Tesla® V100 SXM2 GPU の並列処理能力を最大限発揮するためのアプリケーションやフレームワークを使うには NVIDIA GPU Cloud (NGC) から検証済みのコンテナを入手します。

Figure 3) Fujitsu PRIMERGY GX2570 M5 Server



## 2.3 Cisco Nexus 3232C

Cisco Nexus3232C スイッチ(図 3)は、データセンター向けに設計された低レイテンシー、高密度、ハイパフォーマンス、省電力性に優れた 100Gbps スイッチです。このコンパクトな 1 ラックユニット(1RU)モデルは、すべてのポートでワイヤレートレイテンシが 450ns のレイヤ 2 およびレイヤ 3 スイッチングを提供します。このスイッチは広く実績のある Cisco Nexus3200 プラットフォームシリーズのモデルで、業界をリードする Cisco NX-OS ソフトウェアにより様々な機能を提供します。Cisco Nexus3232C は、32 個の Quad Small Form-Factor Pluggable(QSFP28)ポートを備えています。各ポートは 10、25、40、50、および 100Gbps に対応し、25Gbps 時最大 128 ポートまで動作します。

Figure 4) Cisco Nexus switches with NX-OS support for CEE standards and RoCE v1 and v2





## 2.4 RDMA over Converged Ethernet (RoCE)

ダイレクトメモリアクセス(DMA)機能はネットワークアダプターや GPU などのハードウェアサブシステムが CPU 処理を介さずにシステムメモリにアクセスしてデータの読み書きを行う技術です。リモート DMA(RDMA)は OS やデバイスドライバーを介さずにネットワークアダプターがサーバーノードをまたぐアプリケーションメモリ間でデータ転送を行うゼロコピー機能です。この機能により CPU のオーバーヘッドとレイテンシーを大幅に改善することができ、従来 HPC などの大量のワークロードを処理するインフラストラクチャで活用されてきました。

RDMA over Converged Ethernet (RoCE)は、RDMA に従来使われてきた InfiniBand によるインターコネクトではなくエントプライズデータセンターに多く採用されている Ethernet を使用して RDMA を実現する技術です。従来の Ethernet はベストエフォート型のデータ転送であったため GPU ノード間の通信に必要な低レイテンシー/高帯域のデータ転送には不向きでした。RoCE ではロスレスの物理層メディア上の特定のトラフィックに帯域を割り当てることにより、イーサネットパケットをロスレス転送するための優先フロー制御を可能にしています。これにより帯域保証された GPU ノード間の RDMA を実現させながら、同じ 100GbE リンクを使い NFS ストレージアクセスを同時に行うことができるようになります。

## 2.5 Ansible によるシステムインフラストラクチャの自動構築と維持

Ansible は RedHat 社が開発する DevOps スタイルの構成管理ツールです。可読性の高い YAML 形式の定義ファイルにシステムの構成を記述し、各ハードウェアのソフトウェア構成や各種環境設定を管理しシステムインフラストラクチャの自動構築を可能にします。システム管理者は一般のソフトウェアのバージョン管理と同様に、システムインフラストラクチャのバージョン管理・状態維持を行うことができます。

Ansible には NetApp や Cisco から様々な機能モジュールが提供されており、PRIMERGY GX2570 M5 だけでなく NetApp AFF A800 などのストレージや CISCO Nexus3232C ネットワークスイッチの自動構築・構成管理が可能です。

これにより GPU ノードの増設やホスト OS 上でのソフトウェア環境の一時設定変更などを容易に行うことができるため、システム管理者の負荷を大きく軽減します。



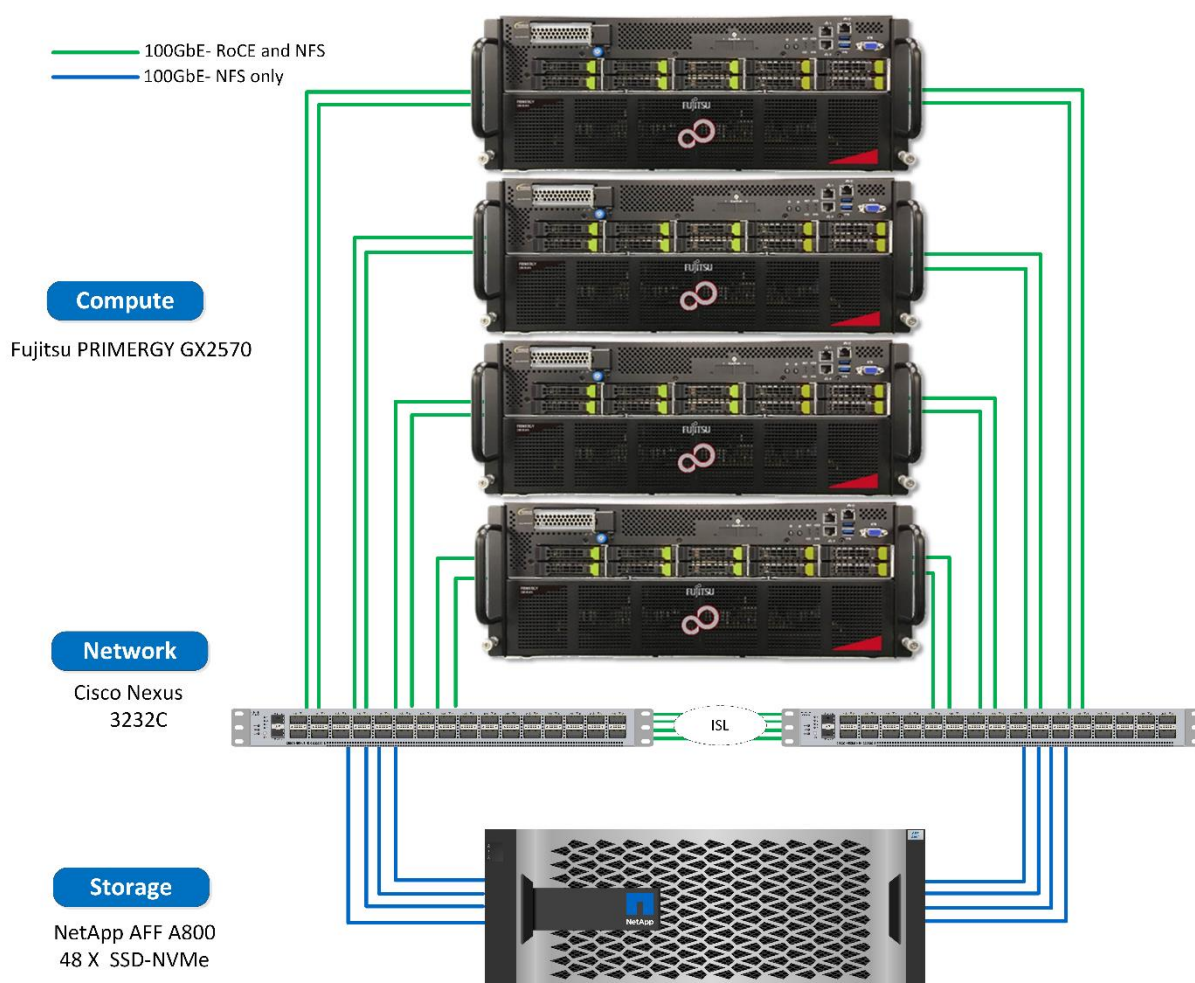
### 3 システム検証

本章では今回のソリューションで検証したシステム環境の詳細について説明します。

#### 3.1 システム構成

このソリューションは、NetApp AFF A800 ストレージシステム (2 コントローラによるクラスタ構成)、PRIMERGY GX2570 M5 サーバ (1~4 台)、および Cisco Nexus 3232C 100GbE スイッチ (2 台冗長構成) で検証されました。図 4 に示すように、各 PRIMERGY GX2570 M5 は、Mellanox ConnectX 5 ネットワークアダプターを介して 4 つの 100GbE 接続で Nexus スイッチに接続され、コンバードイーサネット (RoCE) を介したリモートダイレクトメモリアクセス (RDMA) を GPU 間通信に使用しています。NFS ストレージアクセスの従来の IP 通信もこれらのリンクで発生します。2 台の各ストレージコントローラーも、4 つの 100GbE リンクを使用してネットワークスイッチに接続されます。

Figure 5) Network topology of tested configuration



## 3.2 ハードウェア

今回のソリューションでは以下の機器を使用しています。

Table 1) Hardware requirements

Hardware	Quantity	Note
PRIMERGY GX2570 M5 server	4	CPU : Dual 24 core Intel® Xeon® 8280 System Memory: 12 x DDR4 32GB 2933MHz GPU : 8 x NVIDIA® Tesla® V100 SXM2 32GB Storage : 2 x SATA SSD, 2 x NVMe SSDs Network: 2 x Mellanox ConnectX-5 2ports HCA Power Consumption: max 3,656[W]
NetApp AFF A800 system	1	High-availability (HA) pair, including 2 controllers and 48x NVMe SSDs
Cisco Nexus 3232C network switches	2	

## 3.3 ソフトウェア

今回のソリューションでは以下のソフトウェアを使用しています。

Table 2) Software requirements

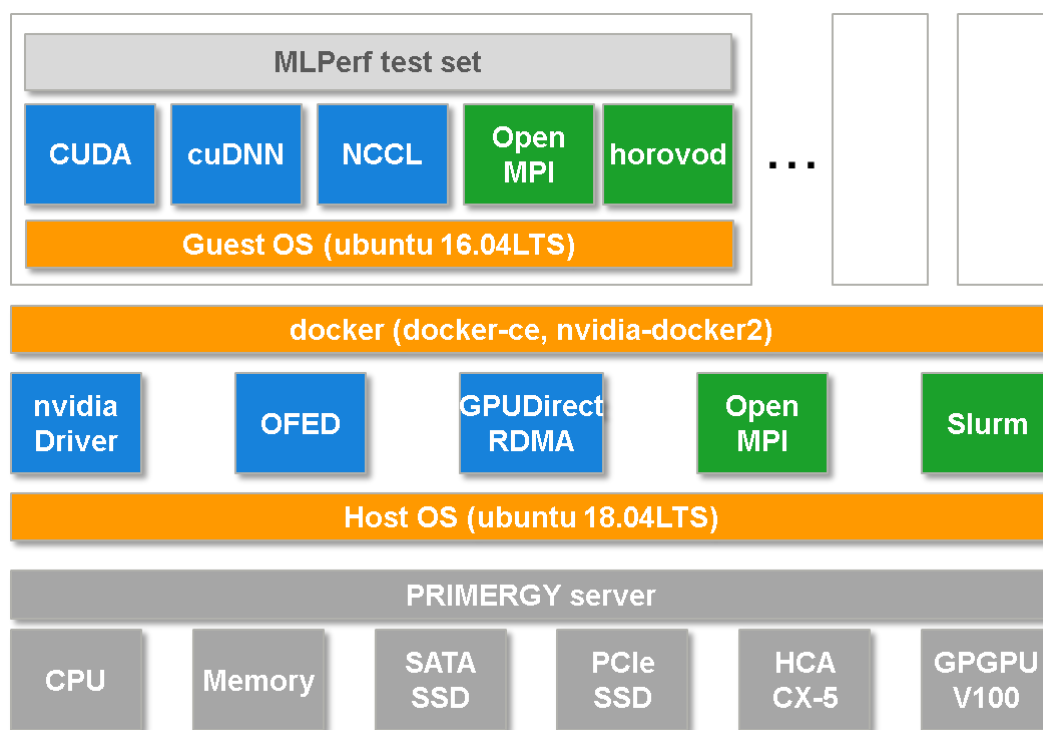
Software	Version or Other Information
OS	Ubuntu 18.04.3 LTS
Docker container platform	18.09.4-ce
NVIDIA-Docker Container	nvcr.io/NVIDIA/pytorch:19.05-py3 nvcr.io/NVIDIA/mxnet:19.05-py3 nvcr.io/NVIDIA/tensorflow:19.05-py3
Cuda	10.1
Slurm	19.05.4
Benchmark software	<a href="#">SSD300 v1.1 for PyTorch</a>
	<a href="#">Mask R-CNN for PyTorch</a>
	<a href="#">ResNet-50 v1.5 for Mxnet</a>
	Minigo for Tensorflow
Mellanox HCA Driver	OFED 4.6
NVIDIA Peer Memory Client	Nv-peer-memory 1.0.8
Munge	
Open-mpi	3.1.5

## 4 テストプランと検証結果

### 4.1 テストプラン

このソリューションは、MLPerf v 0.6 ベンチマークモデルとテスト手順を使用して検証されました。各モデルは、セクション 3.1 で説明した構成で、PRIMERGY GX2570 M5 サーバと NetApp AFF A800 ストレージシステムを使用してトレーニングされました。単一のサーバで各モデルをテストしたほか、アーキテクチャの拡張性を実証するために、PRIMERGY GX2570 M5 サーバを 2～4 台を使用して ResNet-50 モデルをトレーニングしました。

Figure 6) MLPerf benchmark software stack



本テストプランでは [MLPerf v0.6](#) のテスト手順を用いてそれぞれ性能を測定しています。

- テスト結果の内、最も良い値と悪い値を除いた 3 回の平均値を用いています。
- MLPerf の各モデルで用いる推奨データセットを使っています。
- 各モデルのパラメーターは MLPerf の推奨値を使っています。
- テストには下記のモデルを採用しました
- [SSD](#) : 様々なカテゴリに対応する最も一般的な物体検出のニューラルネットワークです。Single Shot Multibox Detector(SSD)は Faster R-CNN よりも高速な Frames per sec (FPS)レートを実現しながら、非常に優れた検出精度も実現します。SSD は GPU だけでなく複雑なオブジェクト検出を行うために CPU の性能も必要とします。このテストでは CoCo2017 データセットを用いました。
- [Mask R-CNN](#) : Mask R-CNN は高速な領域型畳み込みニューラルネットワーク (R-CNN)を拡張し、最小限の処理能力でオブジェクト検知とセグメンテーションの両方を実現できるようにしたモデルです。この試験でも CoCo2017 データセットを用いました。

- [ResNet-50](#) : ResNet-50 は画像分類のための最も一般的な畳み込みニューラルネットワーク(CNN)モデルのひとつです。このテストでは ImageNet データセットを用いて実行しています。
- [Minigo](#) : Mini-Go は 9x9 の碁盤を使った強化学習のベンチマークです。Mini-Go は AlphaGo をモデルにしたプロジェクトです。TensorFlow を用いたニューラルネットワークでセルフプレー、トレーニング、モデル評価の主要なフェーズを Python で実装したモデルです。

## 4.2 テスト結果

### MLPerf ベンチマーク性能

各ベンチマークでは、モデル毎に指定されたデータセットを用いて、一定の品質の信頼度に到達するまでモデルをトレーニングするのに必要な時間を測定します。次表は、トレーニングされた各モデルの処理時間の結果を示しています。

Model	Training time result
SSD	19.54 minutes
MaskR-CNN	186.22 minutes
ResNet-50	94.76 minutes
Minigo	24.97 minutes

※これらは非公式の MLperf 結果であり、レビューや検証のために提出されたものではありませんが、公的に入手可能な公式結果と比較して優れています。

Note that these are unverified score of 0.6 on the MLPerf Image Classification benchmarking and have not been submitted for review or validation but do compare favorably to publicly available official result<sup>1</sup>

### スケールアウト性能

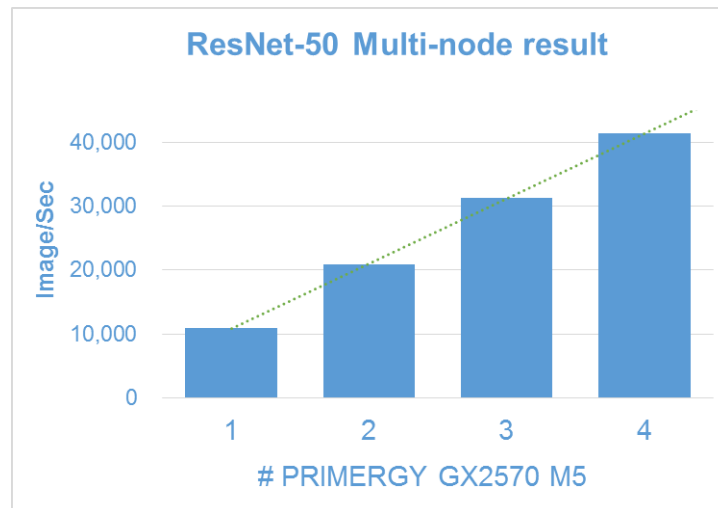
基本的なベンチマークテストに加えて、最大 4 台の PRIMERGY GX2570 M5 サーバを使用して ResNet-50 でソリューションを検証し、相互接続として RDMA/RoCE を使用する複数の GPU に渡るスケーラビリティを実証しました。

<sup>1</sup> Results not verified by MLPerf. MLPerf name and logo are trademarks. See [www.mlperf.org](http://www.mlperf.org) for more information.

図 4 は ResNet-50 用の PRIMERGY サーバを最大 4 台までのスケールアウト性能を示しています。

マルチノードでの学習には Horovod を用いて分散学習を行い、インターコネクトと NFS を両立させるために 100GbE の物理リンク上で RoCE を用いています。RoCE の通信帯域幅をより有効に使うために、メモリ、GPU コア、HCA、各ノード上の VLAN ポートをそれぞれの MPI プロセスと NCCL プロセスに紐付けています。その結果、マルチノード構成における良好な計算性能を確保することができています。このグラフは、PRIMERGY GX2570 M5 サーバが追加された場合に、学習におけるイメージデータの処理枚数が完全に線形でスケールすることを示しています。これは、ネットワークまたはストレージサブシステムにボトルネックがないことを示しています。

Figure 7) Training results – ResNet-50 with up to 4 PRIMERGY Servers



## 5 まとめ

富士通の PRIMERGY GX2570 サーバは、高性能な NetApp AFF A800 オールフラッシュストレージや高速ネットワークインフラストラクチャから最大の価値を引き出す、非常に強力なディープラーニングプラットフォームです。PRIMERGY サーバと NetApp ストレージシステムを組み合わせたソリューションは、業界をリードするデータ管理、優れたパフォーマンス、シームレスな拡張性を提供するインフラストラクチャを提供できます。

## Acknowledgments

The authors gratefully acknowledge the contributions that were made to this technical report by our esteemed colleagues from Fujitsu, Munenori Maeda, Akihiko Kasagi, Takumi Danjo, Yasushi Hara, and Kai Yutaka.

The authors would also like to acknowledge the contributions of our NetApp team members, Sung-Han Lin and Sathish Thyagarajan.

## Where to Find Additional Information

To learn more about the information described in this document, refer to the following documents and/or websites:

- NetApp All Flash Arrays product page  
<https://www.netapp.com/us/products/storage-systems/all-flash-array/aff-a-series.aspx>
- NetApp ONTAP data management software product page  
<http://www.netapp.com/us/products/data-management-software/ontap.aspx>
- MLPerf  
<https://mlperf.org/>
- MLPerf training rules  
[https://github.com/mlperf/training\\_policies/blob/master/training\\_rules.adoc](https://github.com/mlperf/training_policies/blob/master/training_rules.adoc)
- SSD model  
<https://github.com/NVIDIA/DeepLearningExamples/tree/master/PyTorch/Detection/SSD>
- Mask R-CNN  
<https://github.com/NVIDIA/DeepLearningExamples/tree/master/PyTorch/Segmentation/MaskRCNN>
- ResNet-50  
<https://github.com/NVIDIA/DeepLearningExamples/tree/master/MxNet/Classification/RN50v1.5>
- Minigo  
[https://github.com/mlperf/training\\_results\\_v0.6/tree/master/NVIDIA/benchmarks/minigo/implementations/tensorflow](https://github.com/mlperf/training_results_v0.6/tree/master/NVIDIA/benchmarks/minigo/implementations/tensorflow)
- Horovod  
<https://github.com/horovod/horovod>

### Version History

Version	Date	Document Version History
Version 1.0	February 2020	Initial release

Refer to the [Interoperability Matrix Tool \(IMT\)](#) on the NetApp Support site to validate that the exact product and feature versions described in this document are supported for your specific environment. The NetApp IMT defines the product components and versions that can be used to construct configurations that are supported by NetApp. Specific results depend on each customer's installation in accordance with published specifications.

### Copyright Information

Copyright © 2020 NetApp, Inc. All Rights Reserved. Printed in the U.S. No part of this document covered by copyright may be reproduced in any form or by any means—graphic, electronic, or mechanical, including photocopying, recording, taping, or storage in an electronic retrieval system—without prior written permission of the copyright owner.

Software derived from copyrighted NetApp material is subject to the following license and disclaimer: THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY NETAPP "AS IS" AND WITHOUT ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, WHICH ARE HEREBY DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL NETAPP BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE

OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

NetApp reserves the right to change any products described herein at any time, and without notice. NetApp assumes no responsibility or liability arising from the use of products described herein, except as expressly agreed to in writing by NetApp. The use or purchase of this product does not convey a license under any patent rights, trademark rights, or any other intellectual property rights of NetApp.

The product described in this manual may be protected by one or more U.S. patents, foreign patents, or pending applications.

Data contained herein pertains to a commercial item (as defined in FAR 2.101) and is proprietary to NetApp, Inc. The U.S. Government has a non-exclusive, non-transferrable, non-sublicensable, worldwide, limited irrevocable license to use the Data only in connection with and in support of the U.S. Government contract under which the Data was delivered. Except as provided herein, the Data may not be used, disclosed, reproduced, modified, performed, or displayed without the prior written approval of NetApp, Inc. United States Government license rights for the Department of Defense are limited to those rights identified in DFARS clause 252.227-7015(b).

### **Trademark Information**

NETAPP, the NETAPP logo, and the marks listed at <http://www.netapp.com/TM> are trademarks of NetApp, Inc. Other company and product names may be trademarks of their respective owners.