

NECのAI研究用スーパーコンピュータを支える DDN Lustreを活用した大規模ストレージシステム

NEC デジタルテクノロジー開発研究所 シニアAIプラットフォームアーキテクト

北野 貴稔

北野 貴稔 KITANO TAKATOSHI





- インド国民13億人が利用する世界最大の大規模生体認証システム(アドハー) を実現、警察・空港等を中心に生体認証PFを世界40か国へと展開
- 機械学習の研究テーマリーダーを経て、現在は国内企業で最大規模となる「NECのAIスーパーコンピュータ」の企画・設計・開発・運用を統括
- 担当の技術レイヤは全て。NECのAIスパコンの開発責任者として、HWの選 定・調達から計算機基盤・SW基盤等のアーキ設計・開発・運用の全てを担当

目次

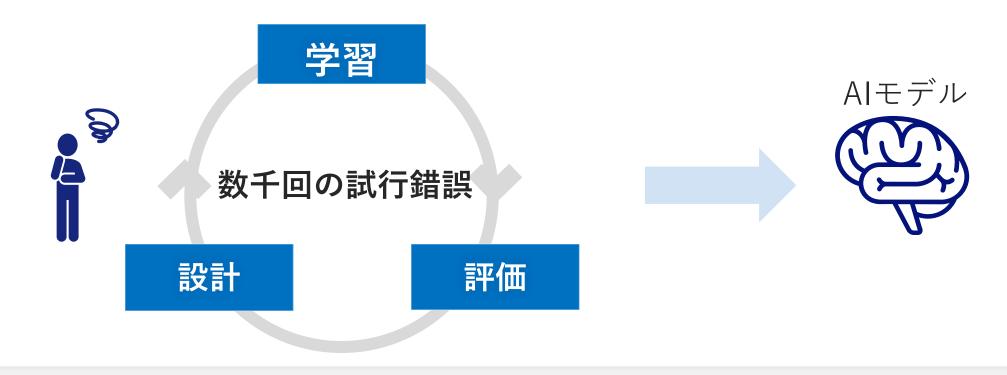
- 1. NECのAIスーパーコンピュータの概要
- 2. NECのAIスパコンのストレージシステム

国内企業で最大規模となる NECのAIスーパーコンピュータの概要

AIの学習では、多量のデータによる多数の試行錯誤が必要

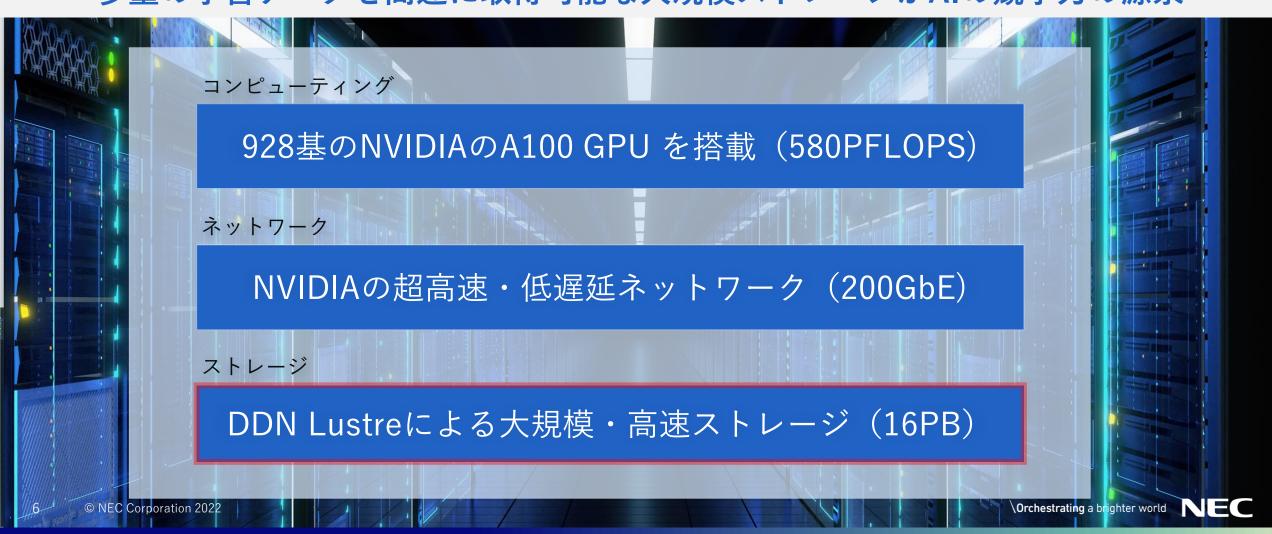
深層学習の要求計算量が増大、試行錯誤のサイクルの短縮が競争力に直結

- ・深層学習の要求計算量・データの増大で、**学習が1回あたり数千時間**と長時間化
- ・Alスパコンがなければ、先進Alの研究開発は不可能な時代に



国内企業で最大規模のAIスーパーコンピュータをFY22末に稼働

多数の試行錯誤を可能にするAI創出のための圧倒的な計算能力と 多量の学習データを高速に取得可能な大規模ストレージがAIの競争力の源泉



NECの全研究所での先進AI研究を強化、社会価値創造を加速



NECのAI研究用スーパーコンピュータの稼働状況

現在は20台のGPUサーバ(160GPU)がフル稼働、NECのAI研究者数百名が利用中 2023年3月に96台のGPUサーバー(768GPU)を追加し強化、先進AIの競争優位を実現

現在の利用状況

利用するユーザー

利用する 研究者数 Alスパコンの 利用率

NECの研究者

数百名

100%

次期AIスパコン(A100が928基)

稼働時期

GPUの演算能力



2023年3月

 $100 \Rightarrow 580$ (PFLOPS)

グローバルテック企業に伍する競争力に!



現在構築中の次期AIスパコン



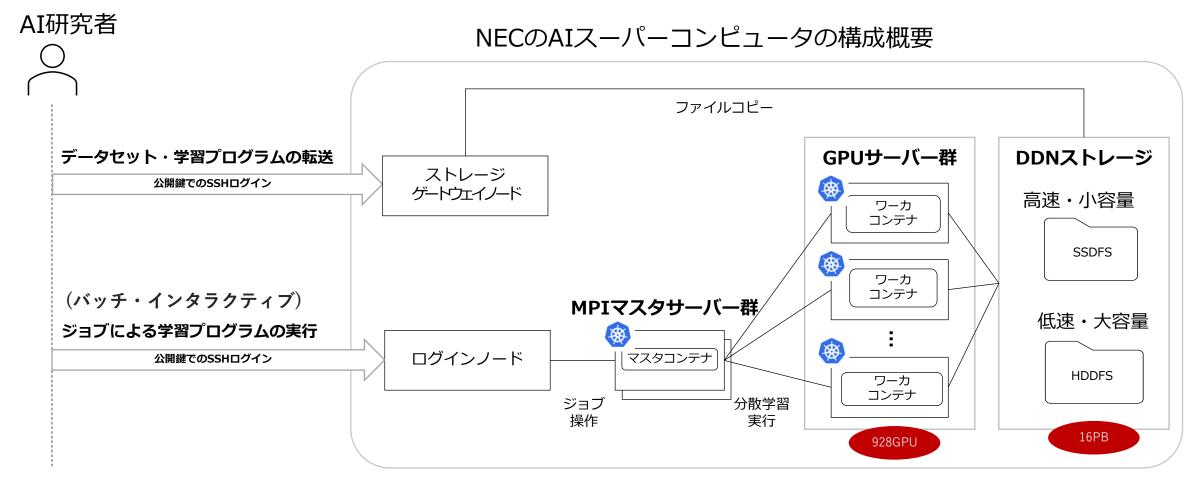
AI研究のセンター・オブ・エクセレンスへ



NECのAI研究用スーパーコンピュータのストレージシステムについて

NECのAIスーパーコンピュータの全体システム構成の概要

Kubernetesを用いて最新の深層学習FWをジョブスケジューラで高効率で利用可能 先進HW・先端SWを密結合した設計で、高効率・利便性の高い分散学習システムに



NECのAIスパコンのストレージシステムの構成の概要

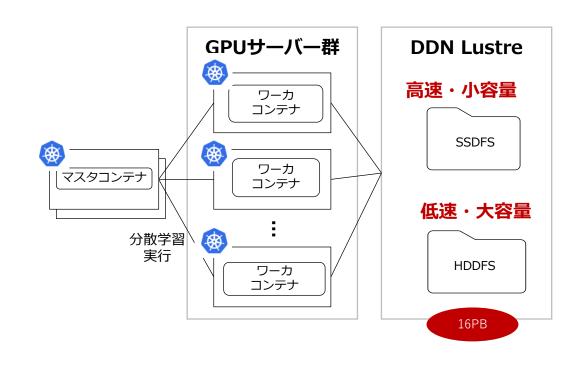
DDNストレージ(Lustre) は全GPUサーバーからマウントされ全コンテナからアクセス可能 高IOPSのSSDの領域、大容量のHDDの領域から構成される、16PBの大規模分散ファイルシステム

高IOPSのSSD領域と大容量が必要なHDD領域を分離

- ✓ NVMeで構成される高速領域と HDDによる大容量の通常領域を分離し構成
- ✔ 研究者の用途によって使い分けれるよう分離

高速領域・通常領域共にアーキテクチャは同一

- ✓ OSSのペア数等は異なるがシステム上のアーキテク チャは基本的に同じ
- ✔ OSSのペア数でスケールアウトできるように構成



GPUサーバーとストレージの関係

NECのAIスパコンのDDN Lustreの利用用途

分散深層学習での複数GPUサーバーからのデータ取得が主の利用用途 映像・画像・音声・テキスト等の大規模データを用いた学習で利用

用途としては、AI研究者が分散深層学習用のAIストレージとして利用

✓ 複数GPUサーバーから深層学習フレームワークがデータを分割して取得

AIの研究分野は多岐に渡り、映像・画像・音声・テキスト等の大規模データで学習



画像認識 映像分析 音声分析



言語・意味理解 予測予兆検知 最適計画



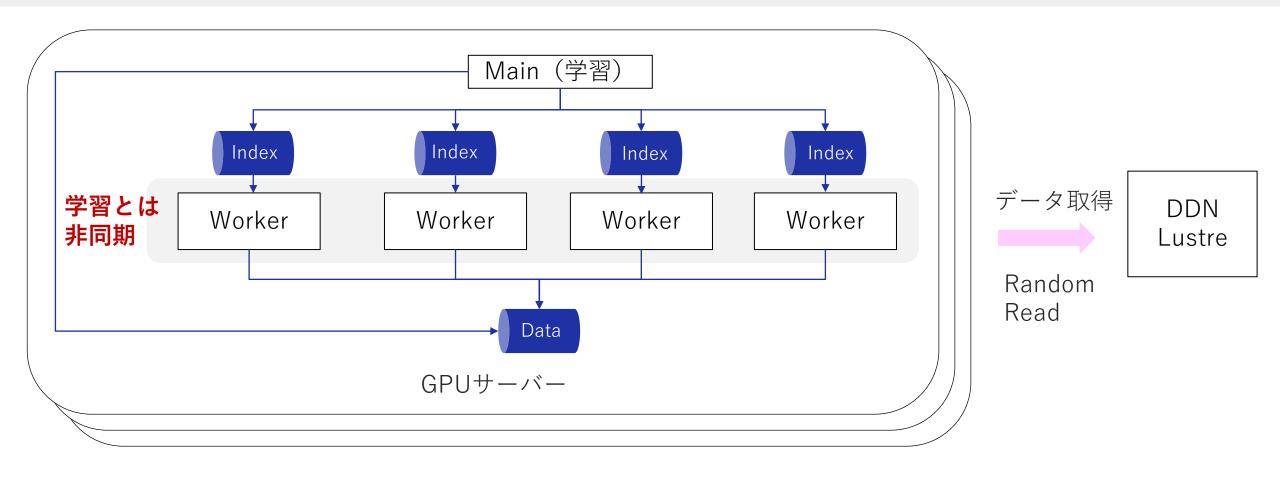
制御

I/O特性としては、Random Readが多い(データサイズは多様)

✓ 研究者側のプログラムの多くはファイルシステムを直接利用、Lustreは便利

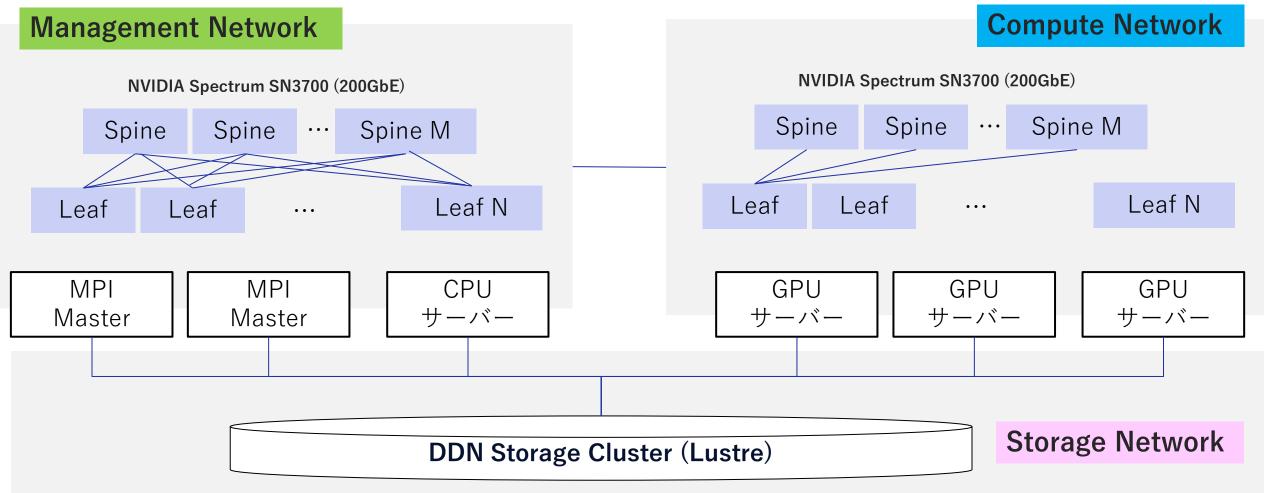
深層学習フレームワークからのDDN Lustreの利用の仕方

PyTorch/TensorFlowは学習のメインプロセスとは別のWorkerが非同期にデータを取得 複数GPUサーバーで複数のデータ取得のプロセスがDDN LustreにRandom Readを行い学習実行



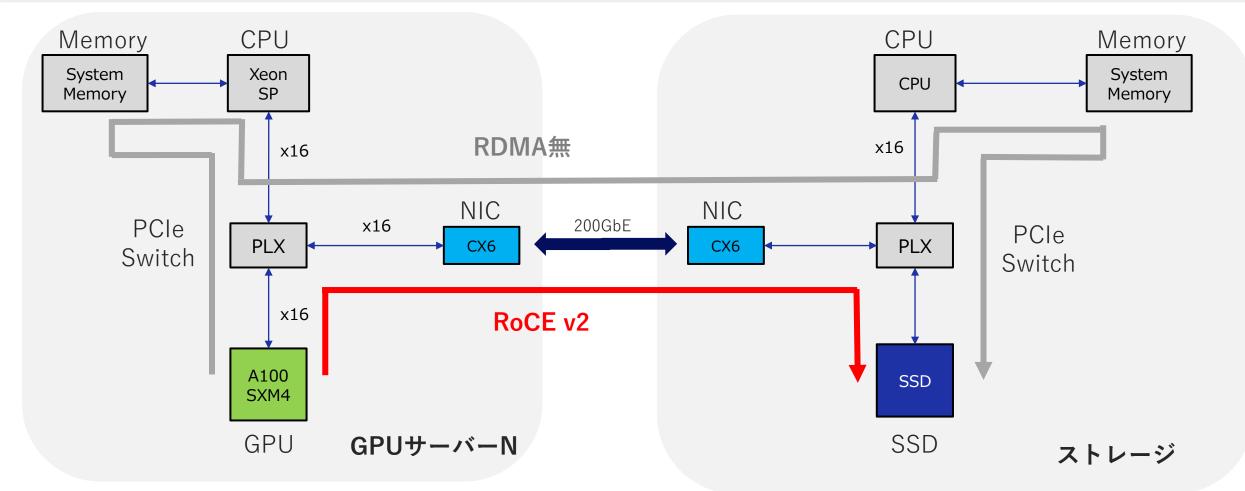
各種サーバー群とDDN Lustreを接続する高速ネットワーク

全NWはSpine/Leafアーキテクチャで構成し、RoCEv2で低レイテンシ・高バンド幅で通信可能 複数のGPUサーバーから高速にDDN Lustreと通信することが可能



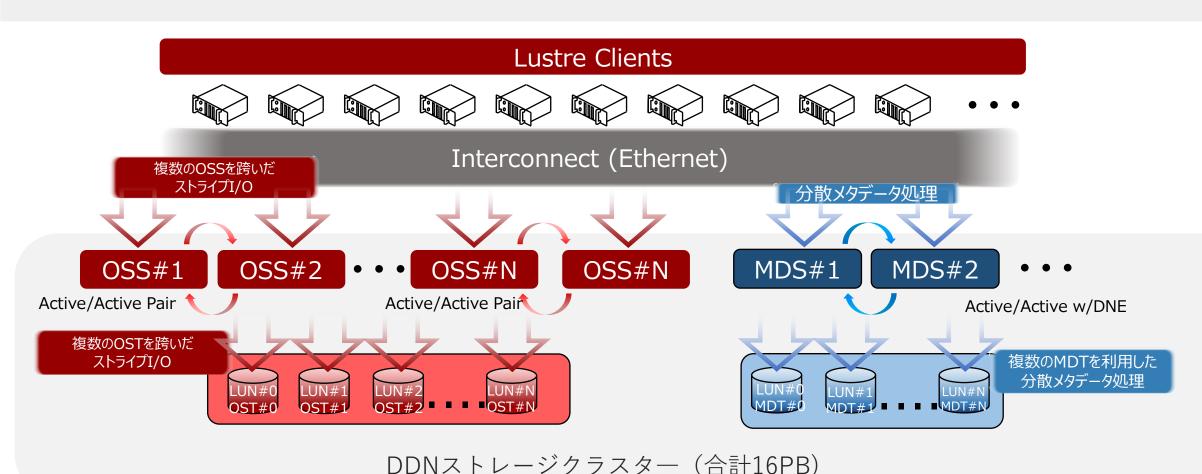
RoCE v2でGPUサーバー・ストレージ間を低レイテンシ・高スループットで通信

RoCE v2を用いることで、GPUサーバー・ストレージ間の通信において CPUをショートカットすることで、低遅延化・スループット向上



NECのAlスパコンのストレージシステムのアーキテクチャ

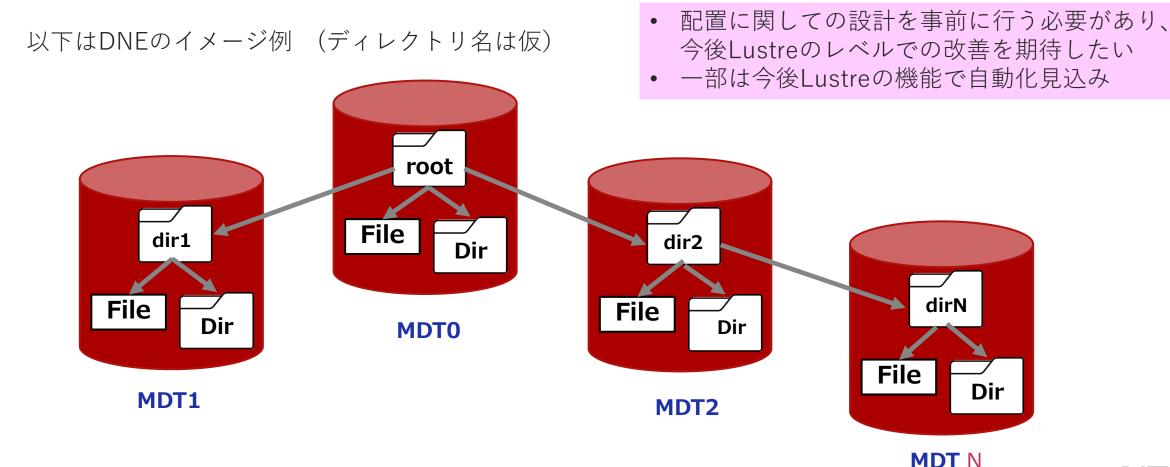
MDSがActive/Activeでメタデータ処理、OSSがActive/Activeでデータ管理し、高可用性・高信頼性を実現 メタデータの性能はDNEを用いて複数のMDSを使いスケール、データのスループットはOSSをNペア用意しスケールアウト



Orchestrating a brighter world

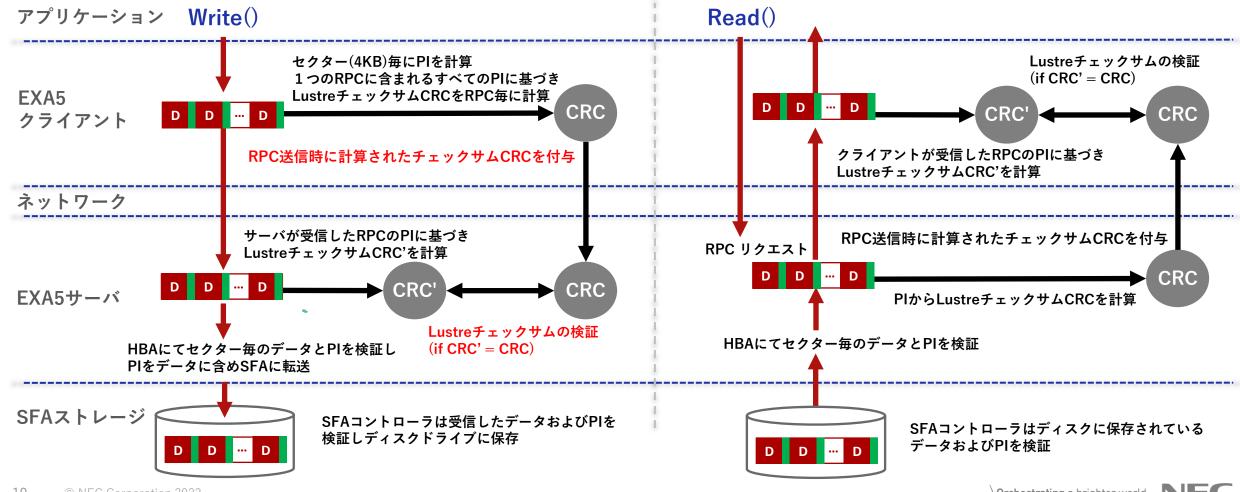
Lustre DNEを用いたメタデータ性能のスケールアウト

ユーザー群を、複数のMDT数に合わせて自動分散配置する機能をNEC側で開発 DNEにより複数のMDSを活用してMetadata性能をスケールアウト、大規模FSの性能向上



EXAScaler T10Pl End-to-End Data Integrityによるデータ保護

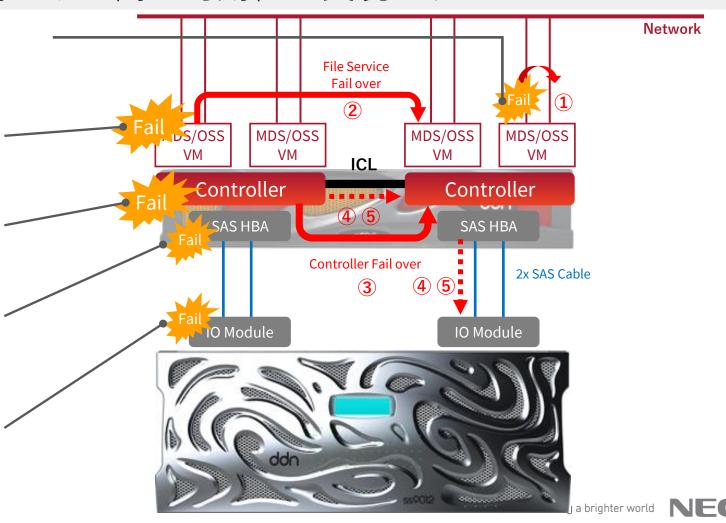
RoCE v2はプロトコル的にパケットのDropがあり得、スイッチ・NIC・ドライバ等も含めた大規模ネットワークのデバッグが困難 End-to-End Data IntegrityによりクライアントとストレージでLustreチェックサムCRCによる検証が出来、問題切り分けが容易に



DDNのストレージアプライアンスの高可用性

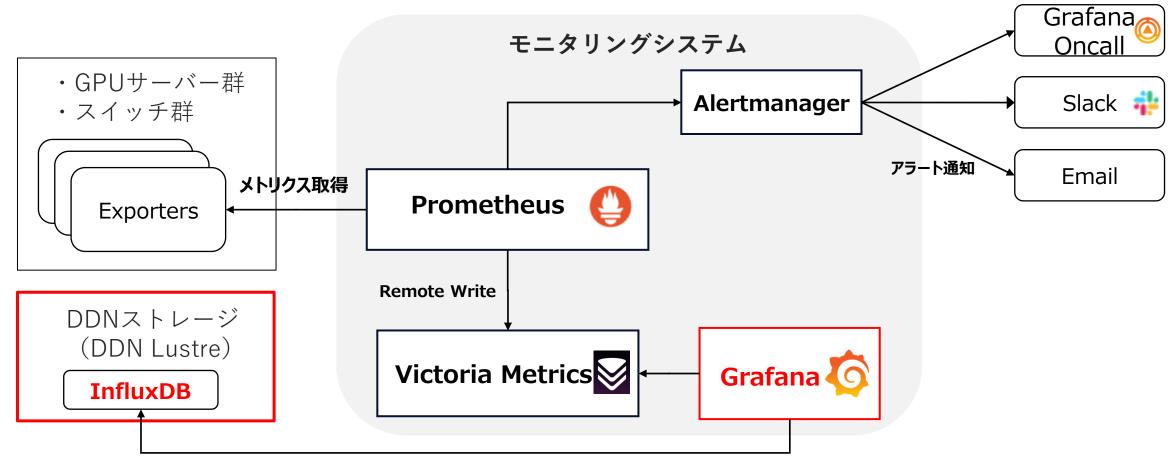
DDNのストレージアプライアンスは、各コンポーネントが冗長構成に 全サーバーからの集中利用に耐えうる高い可用性が実現されている

- 1 ネットワークの冗長性 障害時は別ポートでのアクセス
- ② ファイルサービスの冗長性
- ③ コントローラの冗長性 ControllerがActive/Activeで動作
- ④ SAS HBA障害時のFailover
- ⑤ エンクロージャ IO Module 障害時のFailover



効率的・安定的なストレージを支えるモニタリングシステム

DDN Lustreのスループット・メタデータ性能を、DDN Monitoring ToolのInfluxDBからデータを取得し、 自社のGrafanaに統合することで、DDNストレージをモニタリング



何故DDN Lustreを採用したのか?

①高いスケーラビリティ、②実証された実性能の高さ、③ファイルシステムとして 扱えコード変更が不要、④性能モニタリングの容易性 これらが採用の決め手

Lustreはメタデータ性能とデータ処理性能の双方が、リニアにスケールアウト可能なアーキテクチャ

- ✓ メタデータの性能は、Lustre DNEを用いてディレクトリ配置を工夫すれば、MDT数に応じて処理性能向上
- ✓ データの容量やスループットは、OSSのペアを複数用意することで、リニアに容量・性能が向上

多様なI/Oワークロードにおいてスループット・IOPS共に高い要求水準をクリア

- ✔ NECでは画像・映像認識、言語・意味理解、データ分析、予測予兆検知、最適計画・制御等のAIを開発
- ✓ 画像、映像、音声、テキスト等の多様かつ大規模なI/Oのワークロードを高い水準で扱えたから

Lustreはファイルシステムとしてマウント可能、AI研究者が既存コードの変更必要なし

- ✔ 多くの研究者はGPUサーバー上にて、ファイルシステム上のデータにアクセスするプログラムを実装。
- ✔ Lustreはファイルシステムとしてマウントが可能で、既存コードの移行が容易

Lustreのメトリックによる性能のモニタリングが可能で、I/Oの多いユーザー・プログラムの特定が可能



\Orchestrating a brighter world

NECは、安全・安心・公平・効率という社会価値を創造し、

誰もが人間性を十分に発揮できる持続可能な社会の実現を目指します。