



PCクラスタコンソーシアム

Amazon Web Services における Arm 活用

Specialist Solutions Architect, HPC
Daisuke Miyamoto
2021/08/26

自己紹介

□ 名前

宮本 大輔 （みやもと だいすけ）

□ 所属

アマゾン ウェブ サービス ジャパン 株式会社
技術統括本部
Specialist Solutions Architect, HPC



本日の概要

- AWS Graviton2 登場までの歴史
- AWS Graviton2 概要
- AWS Graviton2 の HPC 活用

AWS Graviton2 登場までの歴史

突然ですが...

AWS の仮想サーバサービスである

Amazon EC2 が登場したのは何年前でしょう？

Happy 15th Birthday Amazon EC2

仮想サーバのサービスである Amazon EC2 は、
2006年8月25日に Beta 提供を開始

“Your applications run on a “virtual CPU”, the
equivalent of a 1.7 GHz Xeon processor, 1.75 GB of
RAM, 160 GB of local disk and 250 Mb/second of
network bandwidth.”

ちなみに2006年当時のTop500 1位はIBM BlueGene/L で、Rmax=280.6 TFLOPS



15 YEARS
of Amazon EC2

<https://aws.amazon.com/blogs/aws/happy-15th-birthday-amazon-ec2/>
https://aws.amazon.com/blogs/aws/amazon_ec2_beta/

Descartes Labs on Top500

Amazon EC2 による HPC クラスタを構築し **9.95 PFLOPS** の性能を達成

- Top500 June 2021 で 40 位
- 4,096 EC2 インスタンス (C5, C5d, R5, R5d, M5, and M5d)
- 172,692 cores
- On-demand capacity reservation によるインスタンス確保

Descartes Labs は2019年にもチャレンジしており、その時は 1.93 PFLOPS (136位) であった

<https://medium.com/descarteslabs-team/thunder-from-the-cloud-40-000-cores-running-in-concert-on-aws-bf1610679978>

<https://www.top500.org/system/179974/>

<https://blog.descarteslabs.com/achieves-number-41-in-top500-cloud-based-supercomputing>

<https://aws.amazon.com/blogs/aws/planetary-scale-computing-9-95-pflops-position-41-on-the-top500-list/>

AMAZON EC2 INSTANCE CLUSTER US-EAST-1A -
AMAZON EC2 R5.24XLARGE, XEON PLATINUM 8260 24C
2.4GHZ, 25G ETHERNET

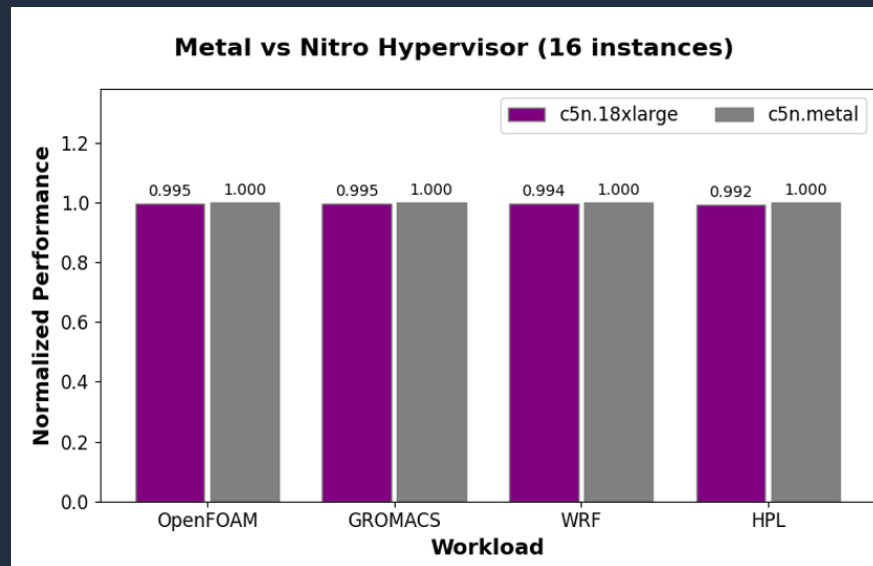
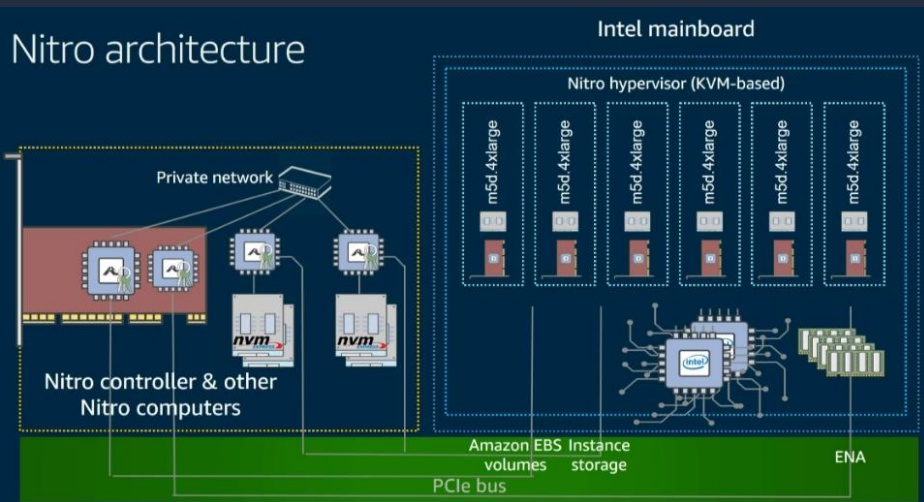
Site:	Descartes Labs
System URL:	https://aws.amazon.com/ec2/instance-types/
Manufacturer:	Amazon Web Services
Cores:	172,692
Memory:	917,520 GB
Processor:	Xeon Platinum 8124M 18C 3GHz
Interconnect:	25G Ethernet
Performance	
Linpack Performance (Rmax)	9,950.26 TFlop/s
Theoretical Peak (Rpeak)	15,106.5 TFlop/s
Nmax	7,864,320

現行 EC2 の仮想化基盤である Nitro Architecture

2017年に新しい仮想化基盤である Nitro Architecture を発表

仮想化のために必要な処理を、**外部の専用ハードウェアにオフロード**

仮想化オーバーヘッドによるパフォーマンス影響を極小化、セキュリティの向上

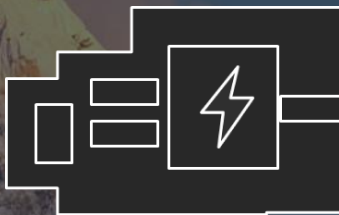
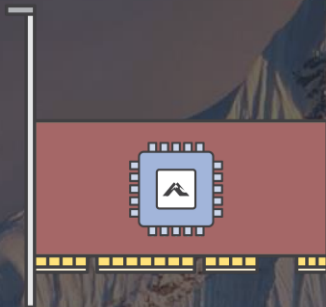


<https://aws.amazon.com/blogs/hpc/bare-metal-performance-with-the-aws-nitro-system/>

Annapurna Labs によるチップ開発の歴史

I/O Accelerator Card

Nitro Card



5+ years of innovation with Annapurna Labs

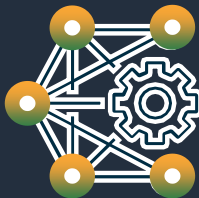
**Annapurna Labs によるチップ開発の経験から
Arm アーキテクチャの採用によって
よりコストパフォーマンスの高い選択肢を
カスタマーに提供できるのではないか**

第一世代 AWS Graviton プロセッサ

2018 年 11 月に発表



64-bit Arm コア採用AWSカスタムチップ、16 物理コア搭載



A1 インスタンスファミリーとしてローンチ



顧客からのフィードバックのもと
Arm エコシステムの醸成に貢献

re:Invent 2019 – Graviton2 搭載 M6g, R6g, C6g 発表

M6g, R6g, C6g instances

Powered by Arm-based AWS Graviton2 processors

Customized 64-bit Neoverse cores with AWS-designed 7 nm silicon

Up to 64 vCPUs

25 Gbps enhanced networking

18 Gbps EBS bandwidth

4x more compute cores, 5x faster memory, and 7x the p
initial Graviton offering

40% price/performance advantage over x86 generation 5

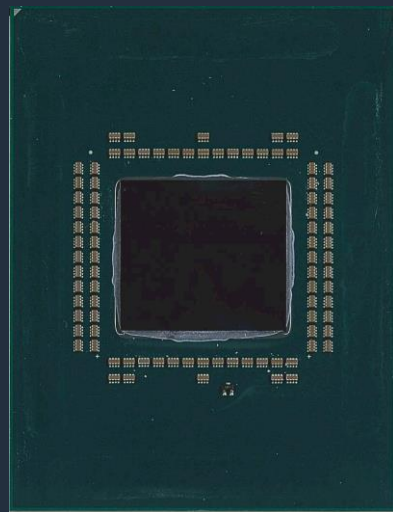


AWS Graviton2 概要

AWS Graviton2 プロセッサ

AWS が独自に設計した Arm Neoverse N1 コア採用のCPU

- 1 チップに 64 物理コアを搭載
- 7 nm プロセスルール、300億トランジスタ
- 前世代 AWS Graviton と比較して 4 倍の vCPU 数、7 倍の CPU 性能



AWS Graviton2-based instances

既存 x86 インスタンスと比較して最大 40 % のコストパフォーマンス向上
多くのインスタンスファミリーがローンチ済み

M6g

General purpose
workloads

T4g

Burstable general
purpose workloads

Free
Trial

C6g

Compute-intensive
workloads

R6g

Memory-intensive
workloads

C6gn

100 Gbps Networking
38 Gbps EBS

X2gd

Memory optimized
Lowest \$/GiB of RAM

Local NVMe-based SSD storage 搭載:
general purpose (M6gd), compute-optimized (C6gd), and memory-optimized (R6gd & X2gd)

ベアメタルタイプも提供中:
(M6g.metal, M6gd.metal, C6g.metal, C6gd.metal, R6g.metal, R6gd.metal, X2gd.metal)

NVIDIA GPU搭載タイプも近日登場予定:

<https://aws.amazon.com/blogs/machine-learning/aws-and-nvidia-to-bring-arm-based-instances-with-gpus-to-the-cloud/>

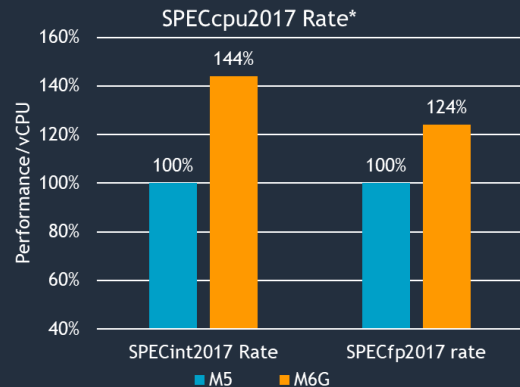
AWS Graviton2 搭載インスタンスの利点

コスト :

- x86 系インスタンスの同サイズと比較した場合、**約 20 % 安価**
 - 例 : m5.16xlarge: 3.968 USD/hour
m6g.16xlarge: 3.168 USD/hour

パフォーマンス :

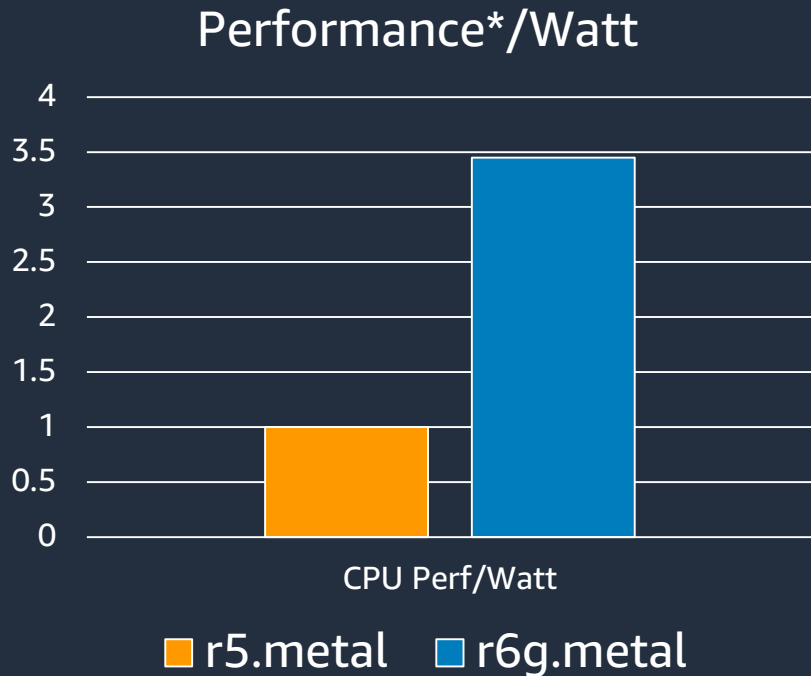
- x86 系インスタンスでは 2 vCPU = 1 物理コア だが、Arm 系インスタンスは 1 vCPU = 1 物理コア であり、同インスタンスサイズでは **2 倍の物理コアが利用可能**
 - 例 : m5.16xlarge: 64 vCPU = 32 物理コア
m6g.16xlarge: 64 vCPU = 64 物理コア



* All SPEC scores estimates, compiled with gcc v9 -O3 -march=native, run on largest single-socket size for each instance type tested.

Webサーバ、コンテナ基盤、BigData処理、HPC、機械学習等様々なベンチマークで既存の x86 系インスタンスと比較して**約 40 % のコストパフォーマンス向上**

Processor Power Efficiency



*Estimated SPECint2017

低消費電力

- 高密度
- 安価なコスト
- 低いカーボンフットプリント

Graviton2 – CPUコア

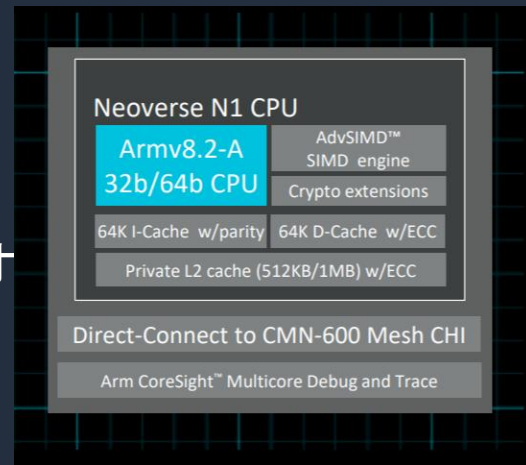
Arm Neoverse N1 コア

Arm v8.2 準拠

- 各vCPU毎に64KB L1キャッシュ、1MB L2キャッシュを持つ
- コヒーレント命令キャッシュ
- 割り込み、仮想化、コンテキストスイッチにおいて少ないオーバーヘッド
- 4命令同時デコード、8命令同時発行
- Dual-SIMD ユニット
- ML推論をアクセラレートする命令セット: int8, fp16対応

vCPUは物理コアと一対一で対応

- 同時マルチスレッディング(SMT) は無く、1 vCPU = 1 物理コア



https://www.hotchips.org/hc31/Hc31_1.2_20190816_Arm_Neoverse_N1_CPU.pdf

Graviton2 – メモリ・インタコネクト

64コア間は~2TB/s メッシュ型インタコネクトで接続

32MB LLC

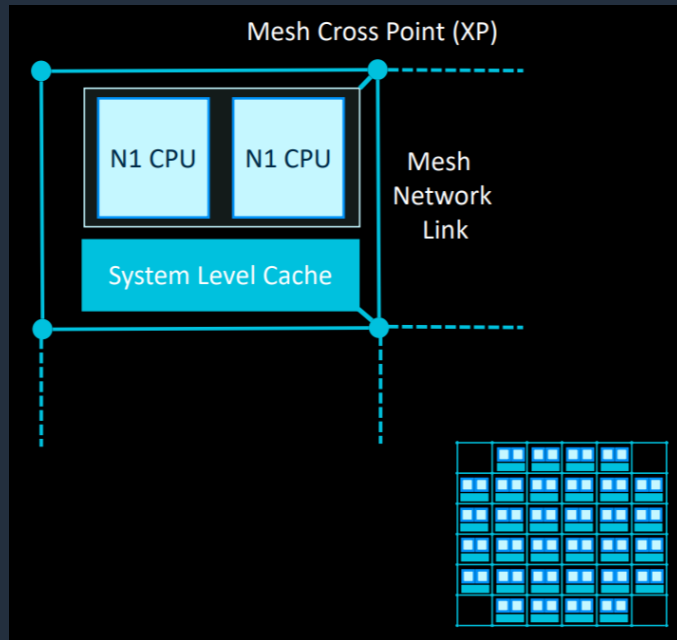
- プライベートキャッシュと合わせ約100MBのアクセス可能なキャッシュを搭載

8 x DDR-3200チャネル (> 200GB/s)

- インスタンス上のDRAMメモリの内容は常時AES-256で暗号化
- 全てのコアからメモリ及び他のコアへのパスが同様に見える内部構成（NUMAの懸念の解消）

64レーン PCIe Gen4

- 異なるインスタンスの構成に対して柔軟に対応



メッシュインターコネクト例

https://www.hotchips.org/hc31/HC31_1.2_20190816_Arm_Neoverse_N1_CPU.pdf

AWS Graviton2 を取り巻く Arm エコシステム

Arm エコシステムを重視し、多くの AWS サービスが Graviton2 をサポート

OPERATING SYSTEMS



Amazon Linux 2

ubuntu®

Ubuntu 16.04, 18.04
and newer



RedHat Enterprise Linux
7.6 and 8.0



SUSE Linux Enterprise Server
for Arm 15



Docker Desktop
Community and Docker
Enterprise Engine

CONTAINERS



Most Docker official images
support arm64



Amazon ECS



Amazon EKS

INTEGRATED SERVICES



AWS
Marketplace



AWS
Systems
Manager



AWS
CloudWatch



AWS
CodeCommit



AWS
Cloud9



AWS
CodePipeline

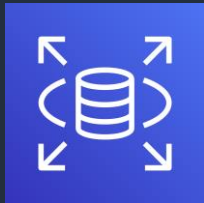


Amazon
Inspector

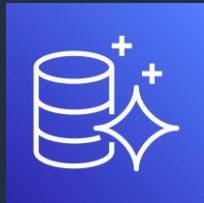


Amazon
Batch

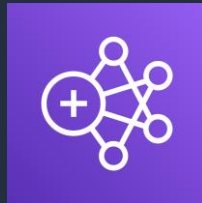
マネージドサービスでの Graviton2 活用



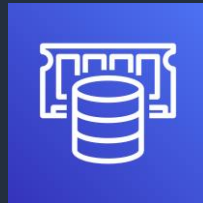
Amazon RDS
(Open-Source Databases)



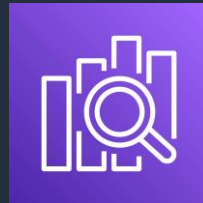
Amazon Aurora



Amazon EMR
(Hadoop, Spark)



Amazon ElastiCache
(Memcached and Redis)



Amazon Elasticsearch
Service

- RDS: Graviton2 instances provide **up to 35% performance improvement** and **up to 52% price/performance improvement** for open source databases depending on database engine, version, and workload.
- Aurora: Graviton2 instances provide **up to 20% performance improvement** and **up to 35% price/performance improvement** for Aurora depending on database size.
- EMR: Amazon EMR provides **up to 35% lower cost** and **up to 15% improved performance** for Spark workloads on Graviton2-based instances versus previous generation instances
- ElastiCache: Up to a **45% price/performance improvement** over previous generation instances. **Graviton2 instances are now the default choice.**
- ElasticSearch: **Up to 38% improvement in indexing throughput**, **50% reduction in indexing latency**, and **30% improvement in query performance** when compared to the corresponding x86-based instances from the current generation (M5, C5, R5)

マネージドサービスでは、計算基盤が x86 であるか Arm であるかを意識する必要がほとんど無い
パフォーマンス検証は必要だが、ユーザ負担がほとんどなく Graviton2 を活用できる

Amazon Prime Day での AWS Graviton2 事例

Amazon は、Datapath と呼ばれる構造化データのクエリ・ルックアップ・結合を担当する内部サービスを Graviton2 に移植した

- 53,200 台を超える C6g インスタンスを使用
- 同等の第 5 世代 x86 ベースインスタンスと比較した場合、Graviton2 のコストパフォーマンスは最大 40% 優れていた
- Graviton2 の電力効率は、気候変動に対処するための目標達成に役立つ

その他のデータ：

Amazon CloudFront - 1 分あたり 2 億 9,000 万件を超える HTTP リクエストのピーク負荷を処理し、合計 6,000 億件を超える HTTP リクエストを処理

Amazon Elastic Block Store - 159 ペタバイトのストレージを追加し、1 日あたり 614 ペタバイトを転送

Amazon Aurora - 3,715 インスタンスが 2,330 億件のトランザクションを処理し、1,595 テラバイトのデータを格納し、615 テラバイトのデータを転送

<https://aws.amazon.com/jp/blogs/news/prime-day-2021-two-chart-topping-days/>

日本でも様々なカスタマーが Graviton2 を活用中



CyberAgent is a Japanese internet media-services company operating a wide variety of web services in support of media, Internet advertising and game businesses.

"The CyberAgent Service Reliability Group performs verification of each web service are migrating multiple services from existing x86-based EC2 instances to AWS Graviton2-based instances. The dot money by Ameba award point exchange service was the first service to migrate. Adopting Graviton2 delivered total cost reductions of 50-60% from a combination of reduced development fleet size, and production service optimization using smaller instances that reduce costs while maintaining service performance. Based on this positive experience we look forward to adopting Graviton2 for additional services to drive additional cost savings."

- Takuya Hasegawa, Engineer, Service Reliability Group, CyberAgent, inc.

NAVITIME

"NAVITIME is the leading provider of navigation technology and services in Japan. We completed the deployment of 4 services, the common API, map data, tile map, and full-text search distribution services, running on x86 based instances to Graviton2-based M6g and C6g instances within just 3 months for the purpose of cost reduction. These services are running on Java8 and C/C++ applications with Amazon EKS/ECS. Migration to M6g instance provided up to 15% higher throughput at 20% lower cost. We are investigating additional workloads to migrate to Graviton2 instances."

Katsuhide Kayashima, senior engineer, NAVITIME JAPAN Co., Ltd.

nulab

"Nulab is a software development company by and for creators. Our products — a project management tool called Backlog, an online diagramming tool called Cacoo, and a team chat tool called Typetalk — help teams around the world enjoy and simplify the creative process of bringing their ideas to life. Nulab migrated all of the Typetalk workloads from Amazon EC2 M5 to AWS Graviton2-powered M6g instances. As a result, the overall response time of production environment improved by up to 30%, and our annual EC2 costs were reduced by about 30%. The migration was quick, and Graviton2 exceeded our expectations. The Nulab team is excited about migrating even more workloads to Graviton2-based instances for price performance gains."

- Hisatomo Futahashi, Site Reliability Engineer, Nulab Inc.



Supership enables enterprise digital transformation with one-stop solution for collecting, analyzing data scattered throughout the company, and automating them with AI technology.

"We had two major challenges in business - to reduce large number of lightweight web application infrastructure cost and to improve mass data processing performance. For lightweight web applications, we could see ~40% higher request-per-second performance at lower cost on m6g.large comparing to m5.large. As mass data processing performance, we tested Elasticsearch7.3/OpenJDK11 workload on c6g.xlarge up to c6g.8xlarge and confirmed ~40% better price performance compared to C5 instances. It was easy to transition most of our workloads from x86 to Arm-based AWS Graviton2. Most of processing systems could be built without any special effort."

- Yutaka Nakano, Data Solution Studio Engineering Group II - Supership Inc.

<https://awsj-compute.connpass.com/event/189336/>
https://aws.amazon.com/jp/ec2/graviton/customers/?nc1=h_ls

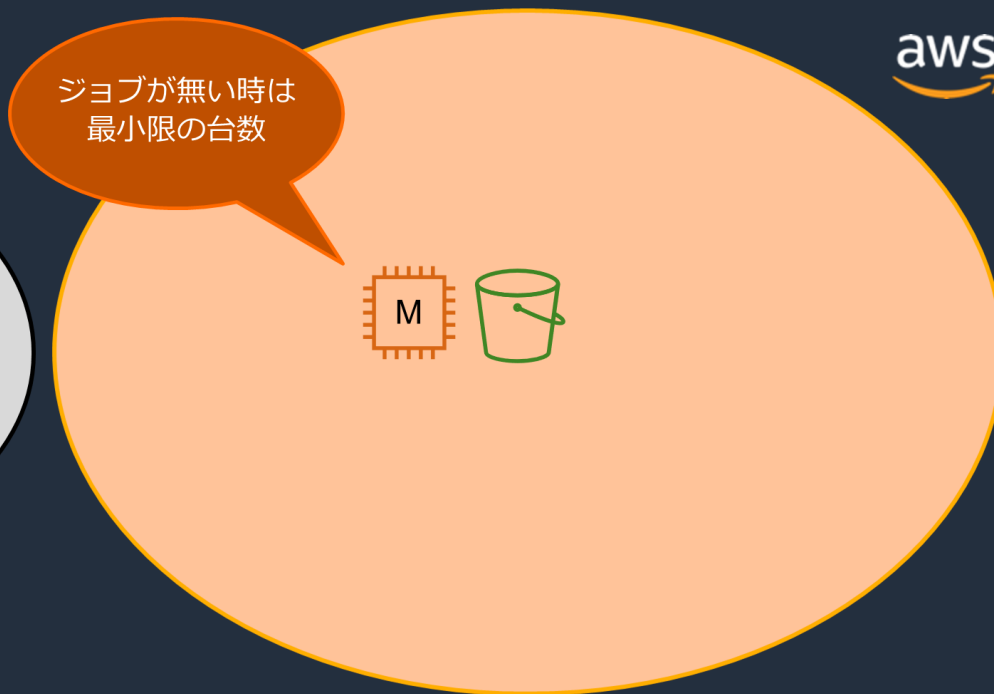
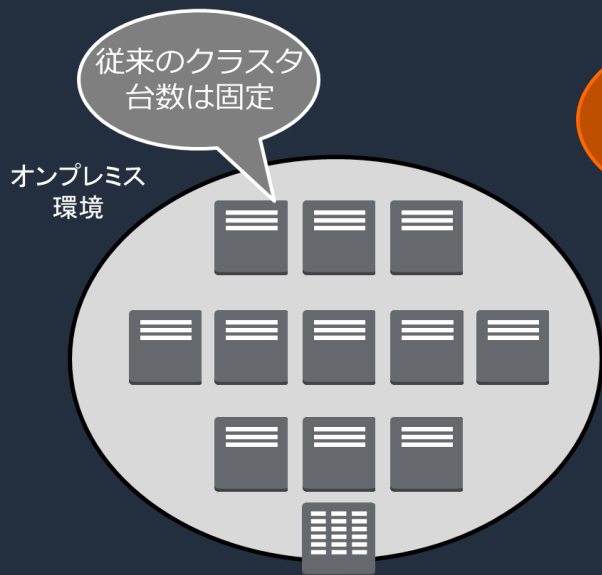
その他の Graviton2 活用

- Compiling **Unreal Engine 4** Dedicated Servers for AWS Graviton EC2 Instances
<https://aws.amazon.com/jp/blogs/gametech/compiling-unreal-engine-4-dedicated-servers-for-aws-graviton-ec2-instances/>
- ARM Native **Android** environment now on AWS by Genymotion
<https://www.genymotion.com/blog/just-launched-arm-native-android-in-the-cloud-environment-on-aws/>
- Announcing **Anaconda** Support on AWS Graviton2 by Anaconda
<https://www.anaconda.com/blog/anaconda-aws-graviton2>

AWS Graviton2 の HPC 活用

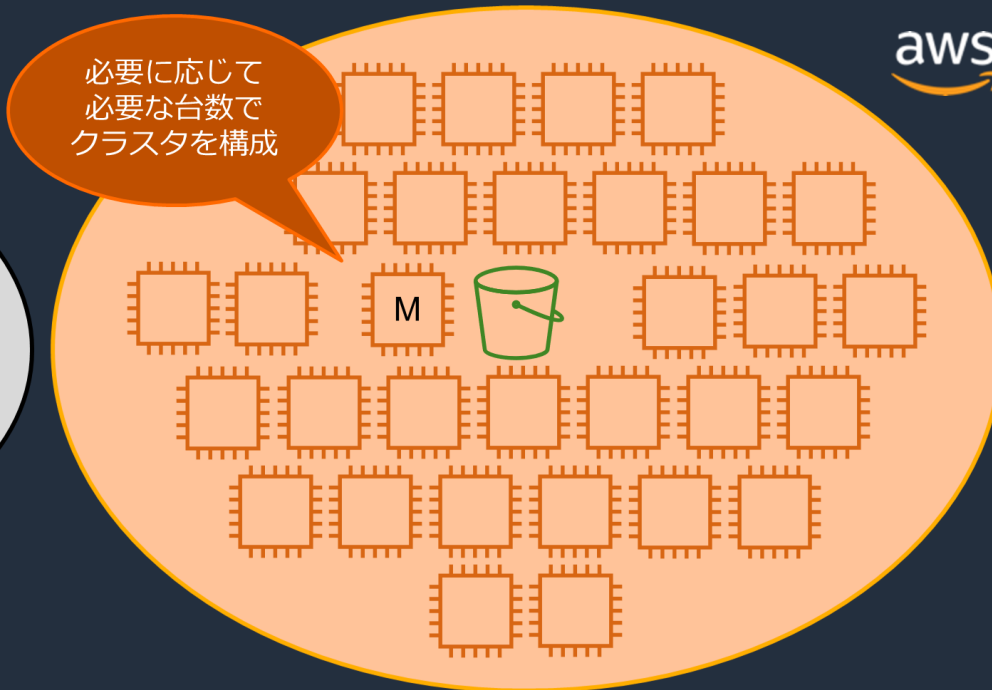
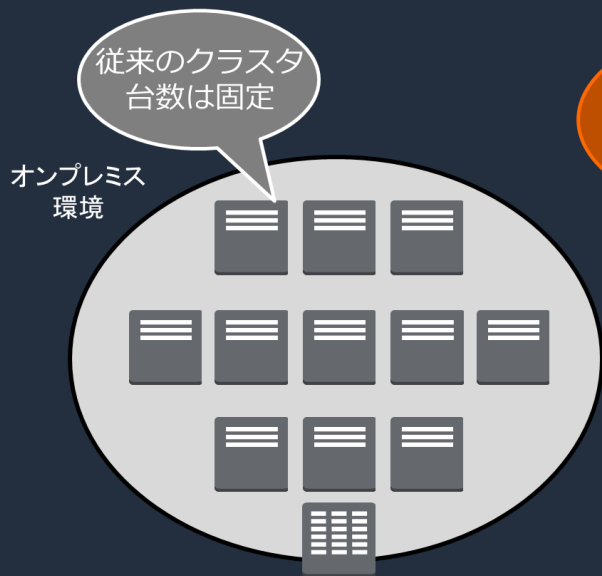
AWSなら、必要な時に必要なだけ利用可能

スケーラブルなリソースによりジョブ実行待ちの無いHPC環境を実現



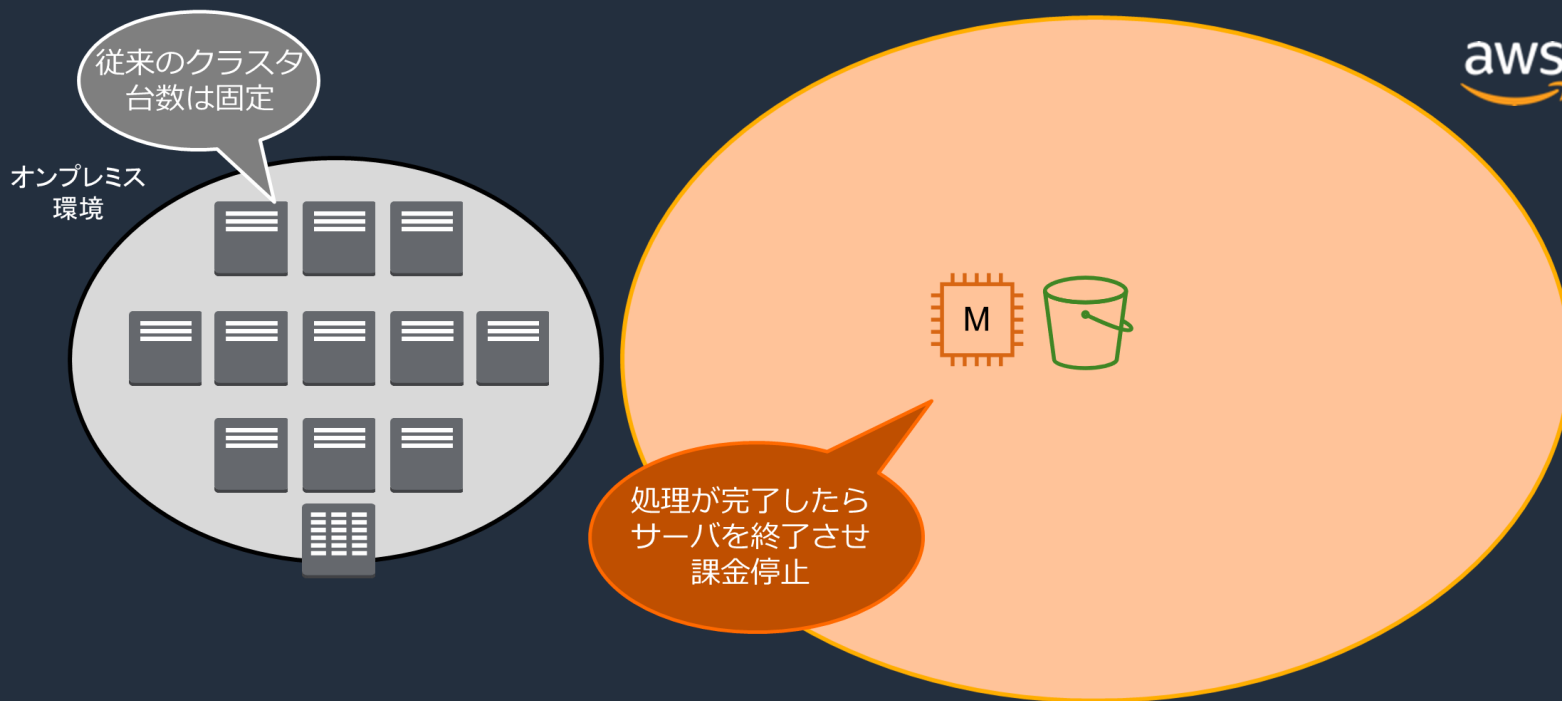
AWSなら、必要な時に必要なだけ利用可能

スケーラブルなリソースによりジョブ実行待ちの無いHPC環境を実現



AWSなら、必要な時に必要なだけ利用可能

スケーラブルなリソースによりジョブ実行待ちの無いHPC環境を実現



AWS における HPC 関連サービス

多様な HPC ワークロードに対応するための数多くのサービス

コンピューート

Amazon EC2



用途に応じて多様なインスタンスを利用可能な仮想サーバサービス



NVIDIA A100 GPU
搭載



Xilinx Virtex
UltraScale+ 搭載



100 Gbps の
ネットワーク帯域

スポットインスタンスの活用で大幅なコスト減も可能

ネットワーク

Placement Group

EC2インスタンスの基盤上の配置を制御してネットワークを高速化

Elastic Fabric Adapter

MPI/NCCL 専用の低レイテンシネットワークアダプタ

ストレージ

Amazon FSx for Lustre



S3連携可能な高速な分散ファイルシステムをフルマネージドで提供

管理自動化

AWS ParallelCluster



AWS上に HPC クラスターを自動で構築。
Slurm / SGE / Torque
といったジョブスケジューラに対応しており既存HPC環境からの移行が容易

AWS Batch

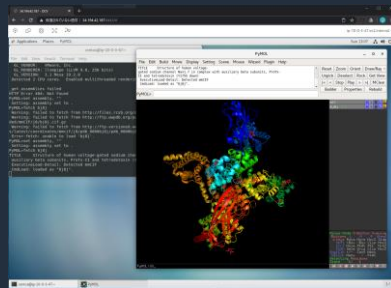


コンテナベースの大規模バッチジョブコンピューティング環境をフルマネージドで提供

可視化

NICE-DCV

ブラウザや専用アプリケーションからクラウドのデスクトップ環境にアクセス可能でクラウド上でのPre/Post処理を実現。GPUアクセラレーションにも対応



AWS Graviton2 対応済み！



EFA: Elastic Fabric Adapter

MPI/NCCL で利用可能な低レイテンシネットワークアダプタ

c5n.18xlarge, c6gn.16xlarge, p4dn.24xlarge 等の EFA 対応インスタンスで利用可能

OpenMPI, Intel MPI, MVAPICH2 が対応

通信プロトコルとして、TCP/IP ではなく、独自の SRD (Scalable Reliable Datagram) を使用

インスタンス間通信速度

C5n

c5n.18xlarge
100 Gbps

C6gn

c6gn.16xlarge
100 Gbps

P4d

p4d.24xlarge
400 Gbps
GPUDirect RDMA対応

計算ノード間の通信レイテンシが重要となる処理例



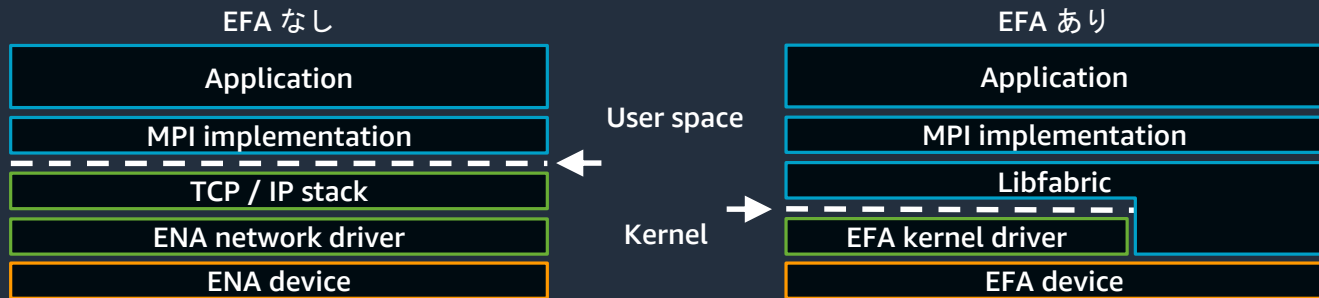
流体解析



地震
シミュレーション



気象予測



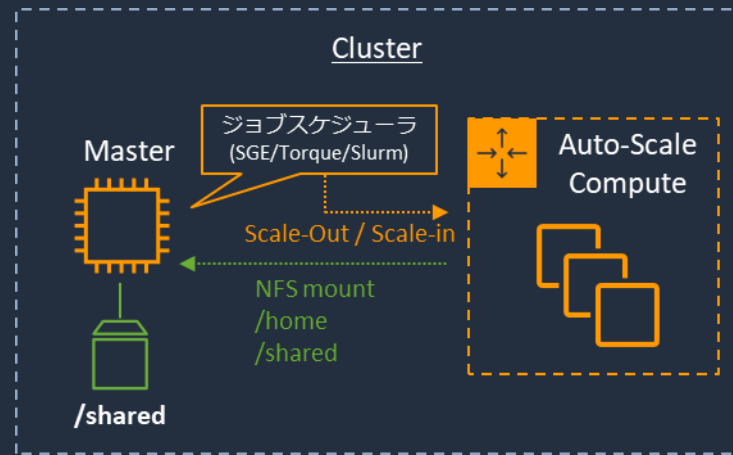
AWS ParallelCluster とは

ジョブ投入に応じて自動でスケールするクラスタを
AWS 上に構築可能な AWS 公式のオープンソースソフトウェア

AWS ParallelCluster の特徴

- 既存のHPC向けジョブスケジューラと Auto-Scaling を連携した環境を作成
Slurm / SGE / Torque ※に対応
- 少しのコマンド操作でクラスタ作成可能
- MPI/NCCL 環境がセットアップ済みで、すぐに利用可能
- 使用するOSやネットワーク環境、ストレージ構成などを柔軟にカスタマイズ可能
- オープンソースプロジェクトであり、誰でもソースコードを入手可能

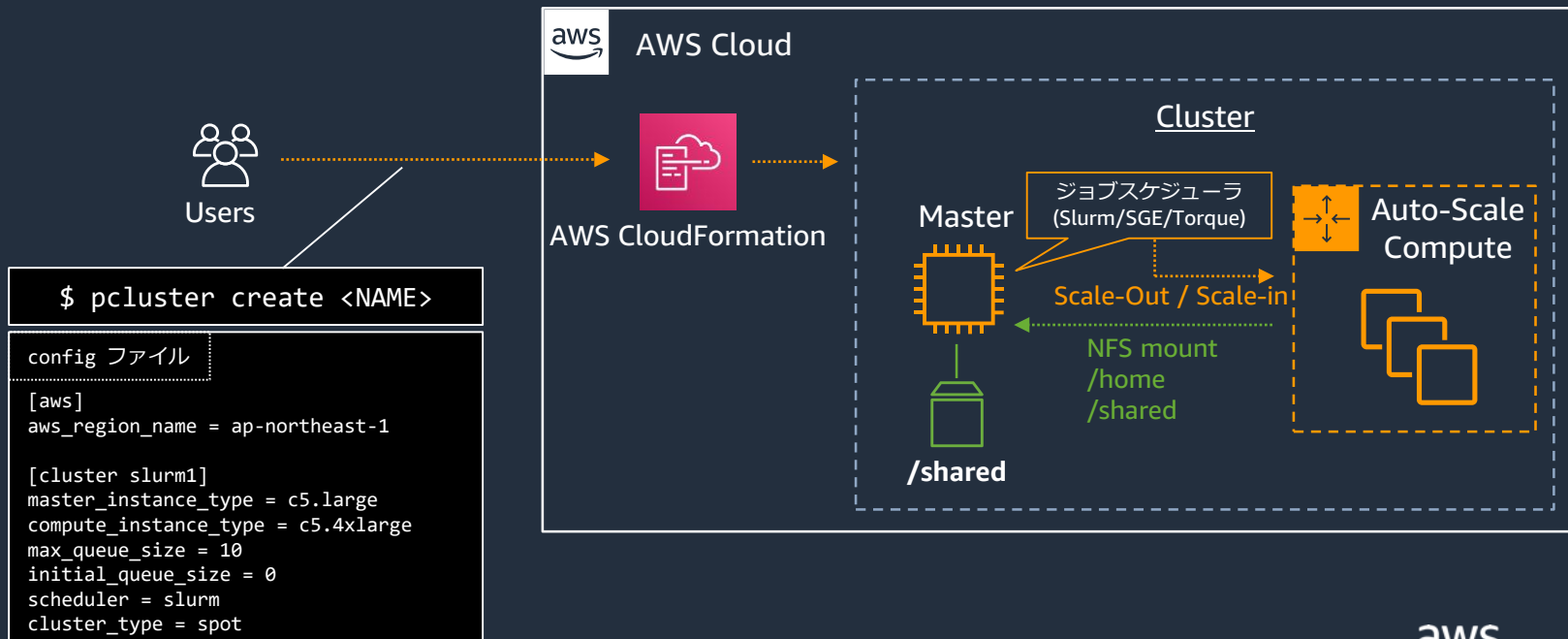
<https://github.com/aws/aws-parallelcluster>



※ 将来的にSGE/Torqueについてはサポートの終了がアナウンスされており、Slurmの利用を推奨

AWS ParallelCluster の利用イメージ

まずは自分のPC等に ParallelCluster ソフトウェアをインストール
config ファイルを記述し、pcluster create コマンドを実行することで、
ジョブ投入に応じて Auto-Scale するクラスタ環境が自動的に作成される



HPC on Graviton2 例

OpenFOAM

- <https://aws.amazon.com/blogs/compute/c6g-openfoam-better-price-performance/>
- <https://youtu.be/4WgE472wlqU>

GROMACS

- <https://aws.amazon.com/blogs/hpc/gromacs-price-performance-optimizations-on-aws/>
- <https://youtu.be/Zz91uPbk12Y>

WRF

- <https://aws.amazon.com/jp/blogs/hpc/numerical-weather-prediction-on-aws-graviton2/>
- <https://youtu.be/D2ppdRKSz5I>

Genomics (BWA)

- <https://aws.amazon.com/blogs/publicsector/accelerating-genome-assembly-aws-graviton2/>
- <https://aws.amazon.com/jp/blogs/publicsector/generalized-approach-benchmarking-genomics-workloads-cloud-bwa-read-aligner-graviton2/>

Arm 社の HPC Blog にも多くの Graviton2 活用事例が掲載中

<https://community.arm.com/developer/tools-software/hpc/b/hpc-blog>

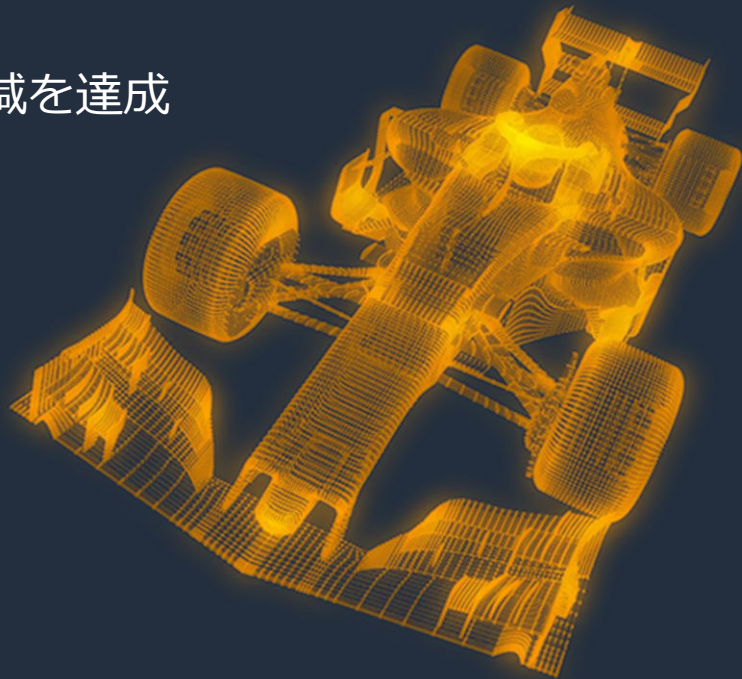
FORMULA 1 での CFD Project

次世代 F1 カーの設計のための空力シミュレーションのために AWS を利用

AWS Graviton2 の活用により30 % のコスト削減を達成

“This project with AWS was one of the most revolutionary in the history of Formula 1 aerodynamics.”

—**Pat Symonds**, Chief Technical Officer of
Formula 1



<https://www.aboutamazon.com/news/aws/formula-1-uses-aws-to-develop-next-generation-race-car>

An Arm-on-Arm World

- **Arm is moving the majority of its Electronic Design Automation (EDA) workloads to AWS**, as part of our effort to reduce our global datacenter footprint by at least 45% and our on-premises compute capabilities by 80% as we complete our migration to AWS.
- Cadence, Mentor, Synopsys and other leading EDA vendors are porting and optimizing their technology to run on Arm compute environments

<https://www.arm.com/ja/company/news/2020/12/arm-moves-production-level-electronic-design-automation-to-the-cloud-with-the-help-of-aws>

<https://community.arm.com/developer/tools-software/hpc/b/hpc-blog/posts/designing-arm-cortex-m55-cpu-on-arm-neoverse-powered-aws-graviton2-processors>

<https://community.arm.com/developer/tools-software/hpc/b/hpc-blog/posts/increasing-the-pace-of-innovation-with-arm-and-aws-for-silicon-design-using-eda-software>

<https://aws.amazon.com/jp/solutions/case-studies/arm-case-study/>



myPresto5 virtual screening on AWS Graviton2

国産の創薬ソフトウェアである myPresto5 によるバーチャルスクリーニング
株式会社バイオモデリングリサーチ様が検証を行い300万化合物に対するドッキング計算で、c6g.16xlarge は c5.18xlarge と比較して 32 % のコスト削減

スクリーニング計算の時間とコストまとめ(Parallel Cluster)

c6g.16xlarge	: 154 分, 3,669円, (0.68)
c5.18xlarge (HT on)	: 180 分, 5,380円, (1.00) (ドッキング計算時間を補正-10分)
c5.18xlarge (HT of)	: 149 分, 6,788円, (1.26)
c5a.16xlarge (HT on)	: 168 分, 4,011円, (0.74) (ドッキング計算時間を補正-5分)

HT on/offは、ハイパースレッディングのon/off
1ドル, 104.75円で換算

括弧内の数字は、c5.18xlarge(HT on)を1とした場合のコストの比率。

スクリーニング計算時間は、ドッキング計算時間+60分で算出。

補正分は、計算機コストをより正確に求めるために、ノード起動数の時間変化グラフから概算。

インスタンス料金

c5a.16xlarge (64 vCPU, 3.072 USD/時間 = 321.8円/時間)
c5.18xlarge (72 vCPU, 3.852 USD/時間 = 403.5円/時間)
c6g.16xlarge (64 vCPU, 2.739 USD/時間 = 286.9円/時間)
オンデマンド料金、東京リージョン (2020/10/26)
円の計算は1ドル=104.75円で換算

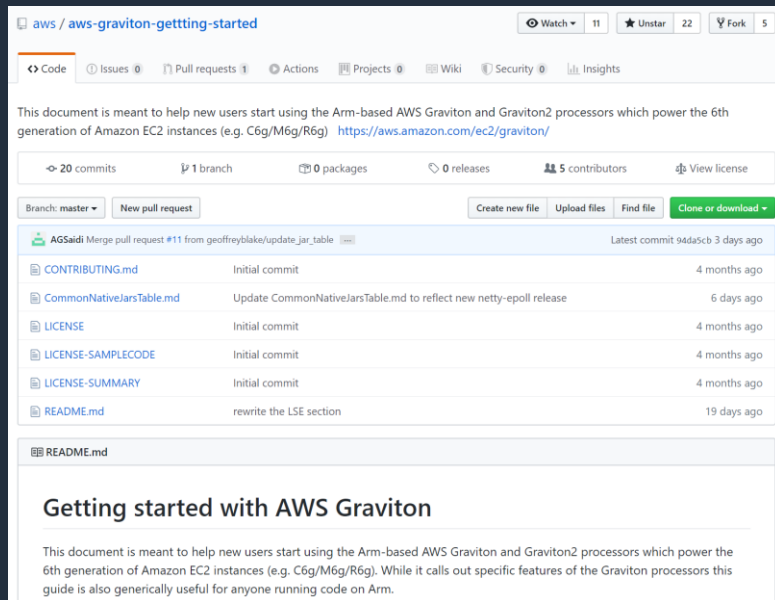
CBI 学会2020年大会における株式会社バイオモデリングリサーチ様のご登壇より

AWS Graviton getting-started

Graviton/Graviton2利用時に最初にご確認いただきたいドキュメント

<https://github.com/aws/aws-graviton-getting-started>

- 推奨コンパイルオプション
- OS サポート情報
- 各種アプリケーションでの推奨バージョン、設定
- デバッグ・プロファイル
- 言語別考慮事項
- etc..



移植時の注意事項などについては以下の資料も併せてご参照ください

<https://speakerdeck.com/daisukemiyamoto/aws-graviton2-insutansufalsegoshao-jie>

AHUG Hackathon: Cloud Hackathon for Arm-based HPC

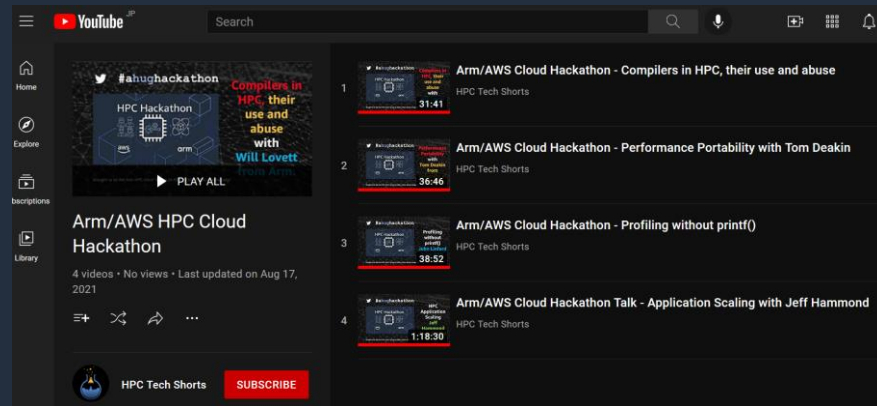
Arm + AWS 共催のハッカソンを開催 (Week commencing July 12th 2021)
セッション動画も HPC Tech Shorts で公開中

- **“Compilers in HPC, their use and abuse”** with Will Lovett from Arm
- **“Performance Portability”** with Tom Deakin from University of Bristol
- **“Profiling without printf()”** with John Linford from Arm
- **“Application Scaling”** with Jeff Hammond from NVIDIA

AHUG Hackathon: Cloud Hackathon for Arm-based HPC

Week of July 12th, 2021

Please note: that this event will be held in a digital fashion.



<https://a-hug.org/hackathons/aws-hackathon/>

<https://www.youtube.com/channel/UChSlN5kcWQvJxW17KljDLVw>

まとめ

- AWS では、専用ハードウェア開発に継続的な投資を行っており、その成果の一つが AWS Graviton2
- AWS Graviton2 は、既に国内外様々なお客様が活用しており、ウェブシステム・ビッグデータ処理・検索バックエンドなど多様なワークロードで最大40%のコストパフォーマンス向上が得られている
- 100 Gbps のネットワーク帯域 + EFA を持つ c6gn.16xlarge といったインスタンスタイプもローンチしており、HPC 領域でも活用が行われている
- Hackathon の実施など様々な観点からエコシステムの拡充を実施

クラウドはすぐに始められるのがメリット
是非ご自身のアプリケーション・モデルでチャレンジを！



HPC on AWS