



JSOL



「プライベート富岳」構築マニュアル

2025年4月1日

ver0.01

国立研究開発法人 理化学研究所 計算科学研究センター／
株式会社 JSOL／株式会社 理研数理

1. 「バーチャル富岳」とは
 - (1) [「バーチャル富岳」概要](#)
 - (2) [「サテライト富岳」と「プライベート富岳」](#)
 - (3) [「バーチャル富岳」についての参考資料](#)
2. 「プライベート富岳」の構築
 - (1) 「プライベート富岳」の構成
 - [「プライベート富岳」の基本構成例](#)
 - [「プライベート富岳」の構成要素](#)
 - [使用するAWSサービス](#)
 - (2) クラスタ環境の構築
 - [ネットワーク構築](#)
 - [ParallelCluster実行用インスタンスの作成](#)
 - [ParallelClusterのセットアップ](#)
 - [外部ストレージの構築](#)
 - [クラスタ構築](#)
 - [テストジョブの実行](#)
 - [共有ストレージへのデータ転送](#)
 - [外部ストレージへのデータエクスポート](#)
 - [ローカル環境からクラスタへのデータの転送](#)

目次

- (3) 「バーチャル富岳」のインストール
 - [Singularityとは](#)
 - [Singularityのインストール](#)
 - [「バーチャル富岳」環境の取得](#)
3. アプリケーションの実行
 - (1) 「バーチャル富岳」にインストールされたアプリケーションの実行
 - [実行するアプリケーション](#)
 - [GENESISの実行](#)
 - [GROMACSの実行](#)
 - [SCALEの実行](#)
4. 「プライベート富岳」の削除
 - (1) [クラスタ環境の削除](#)

参考資料

参考資料 1 : [「バーチャル富岳」にインストールされているパッケージ](#)

参考資料 2 : [AWS ParallelCluster 共有ストレージ一覧](#)

1. 「バーチャル富岳」とは



(1) 「バーチャル富岳」概要

「バーチャル富岳」の目的

- 「富岳」のソフトウェアの成果を広く普及する。
スーパーコンピュータ「富岳」向けに高度に準備、チューニングされたソフトウェアスタックをパッケージ化して世界中に提供することで、スーパーコンピュータ用ソフトウェアスタックのデファクトスタンダードを目指す。
- 共通環境でアプリを作成・活用できる仕組みを提供する。
従来のスーパーコンピュータの利用者は、個別の環境に習熟する必要があり、別のスーパーコンピュータに移行する際に再学習する必要があった。またスーパーコンピュータ環境の提供側もシステム更新ごとにソフトウェアをゼロから整備する必要があり大変な手間や投資が必要であった。「バーチャル富岳」は、共通環境でアプリケーションを作成・活用できる仕組みを提供することで、これらの課題の解決を目指す。

「バーチャル富岳」の特徴

- 最先端の研究プラットフォームに必要なソフトウェアを厳選している。
- 「富岳」は現在アクティブな主力システムであるため、すべてのソフトウェアが継続的に更新される。
- 標準仕様はアプリケーション中心である。(基本的にミドルウェアは含まれない)
- Spackやコンテナ仮想化技術などの汎用技術に基づいて標準仕様を定義している。

(2) 「サテライト富岳」と「プライベート富岳」

「バーチャル富岳」には「サテライト富岳」、「プライベート富岳」の2種類の環境がある。
本マニュアルでは、2種類の環境のうち「プライベート富岳」についての環境構築手順について解説する。

- 「サテライト富岳」

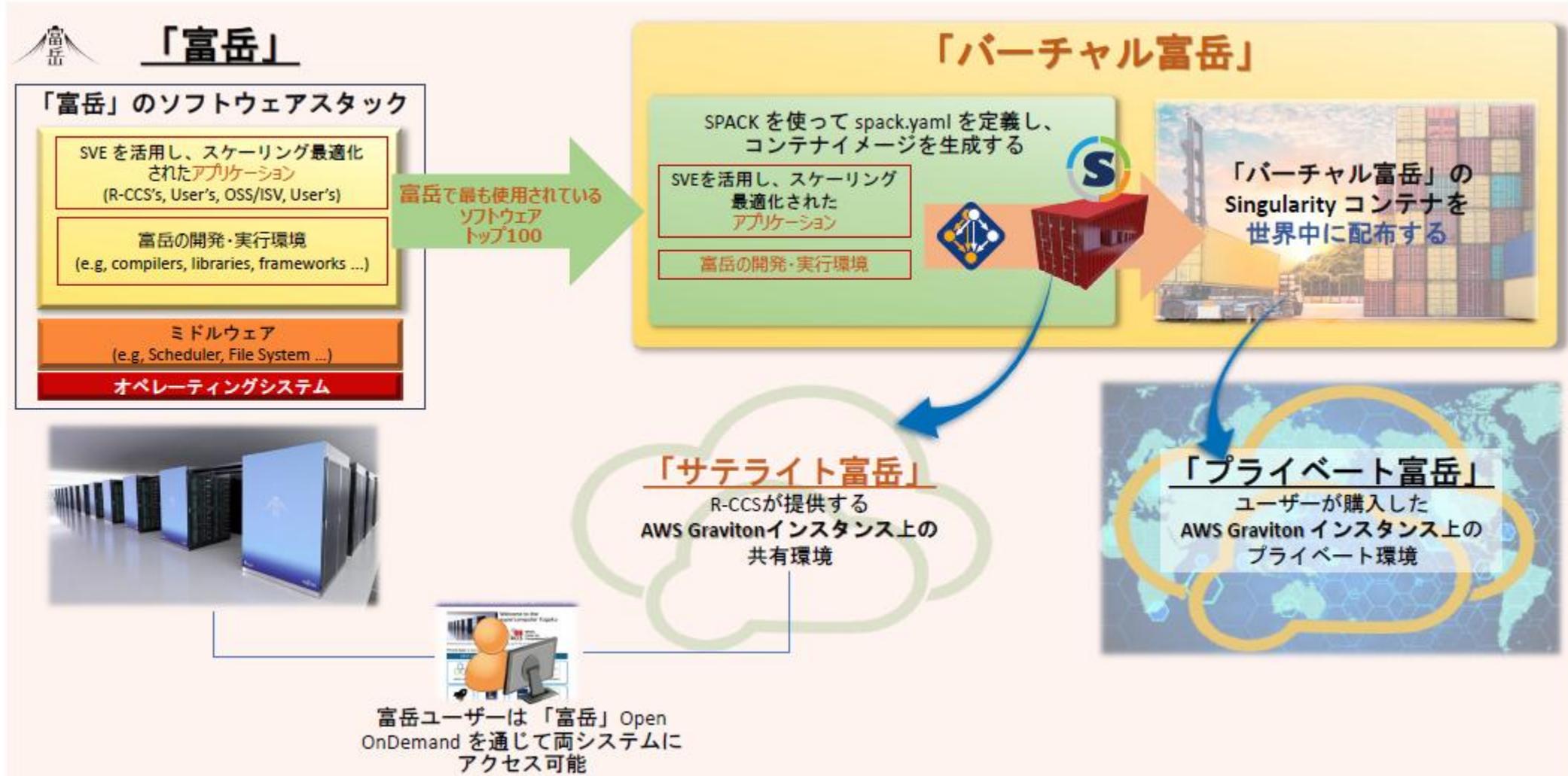
R-CCSが提唱する「バーチャル富岳」の実証・開発環境として整備された計算機システムであり、商用クラウド上に「富岳」と同等のソフトウェアスタックを構築している。富岳ユーザ向けの試行用共用環境として提供される。

- 「プライベート富岳」

利用者が自ら購入したAWSクラウドインスタンスに、事前構築済みのソフトウェアスタックを含むコンテナイメージをインストールすることで、自由に構築できるプライベートな「富岳」環境である。

(2) 「サテライト富岳」と「プライベート富岳」

「サテライト富岳」・「プライベート富岳」概要



(2) 「サテライト富岳」と「プライベート富岳」

「サテライト富岳」

「サテライト富岳」とは、R-CCSが提唱する「バーチャル富岳」の実証・開発環境として整備された、商用クラウド上に「富岳」と同等のソフトウェアスタックを構築した計算機システムである。

- 特徴
 - 「富岳」アカウント所持者のみ利用可能な共用環境である。
 - 「富岳」のログインノードからのみ接続可能である。
 - 検証用のため、小規模な環境である。

- 用途
 - 「富岳」利用者へ提供する「バーチャル富岳」の試験環境

「バーチャル富岳」を試してみたい「富岳」利用者の利用や、将来の「バーチャル富岳」へソフトウェアの提供を検討しているソフトウェア開発者の開発環境としての利用を想定している。また、「富岳」利用者に試験的に「バーチャル富岳」を使ってもらうことで、ソフトウェアの構成内容を見直し「バーチャル富岳」のアップデートを継続的に行う。

(2) 「サテライト富岳」と「プライベート富岳」

「プライベート富岳」

利用者が自ら購入したクラウドインスタンスやコンピュータシステムに、「バーチャル富岳」を導入することで構築するプライベートな「富岳」環境である。だれでも「富岳」と同じ環境を自身のプライベートな環境に構築できる。また、利用にあたって成果公開の義務はなく、高い秘匿性が担保された環境を構築可能である。

- 特徴

- 利用にあたって審査不要で、利用者が自身で準備した環境に利用者が自由に構築する。
- 成果公開の義務はなく、秘匿性が担保された環境である。

- 用途

- 秘匿性が高いシミュレーション環境

最先端の研究では「富岳」を使用してシミュレーションを行い、その成果を活用した製品開発時には、秘匿性は担保された「プライベート富岳」を使用してシミュレーションを実施する。

- 「富岳」での大規模計算の前の検証用環境

「プライベート富岳」上の小規模な環境で基本となるプログラムの開発や動作検証を行い、その検証結果をもとに「富岳」を用いて大規模なシミュレーションを実施する。

(3) 「バーチャル富岳」についての参考資料

参考資料

「バーチャル富岳」について詳しい情報は理化学研究所の下記HP、プレスリリースを参照方。

- 「バーチャル富岳」(R-CCS公式HP)

URL : <https://www.r-ccs.riken.jp/fugaku/virtual-fugaku/>

- 「バーチャル富岳」初版の提供を開始 – 次世代計算基盤にもつながるエコシステム構築へ大きな一歩 – (2024年8月5日理化学研究所 プレスリリース)

URL : https://www.riken.jp/pr/news/2024/20240805_1/index.html

問合せ先



virtual-fugaku@ml.riken.jp

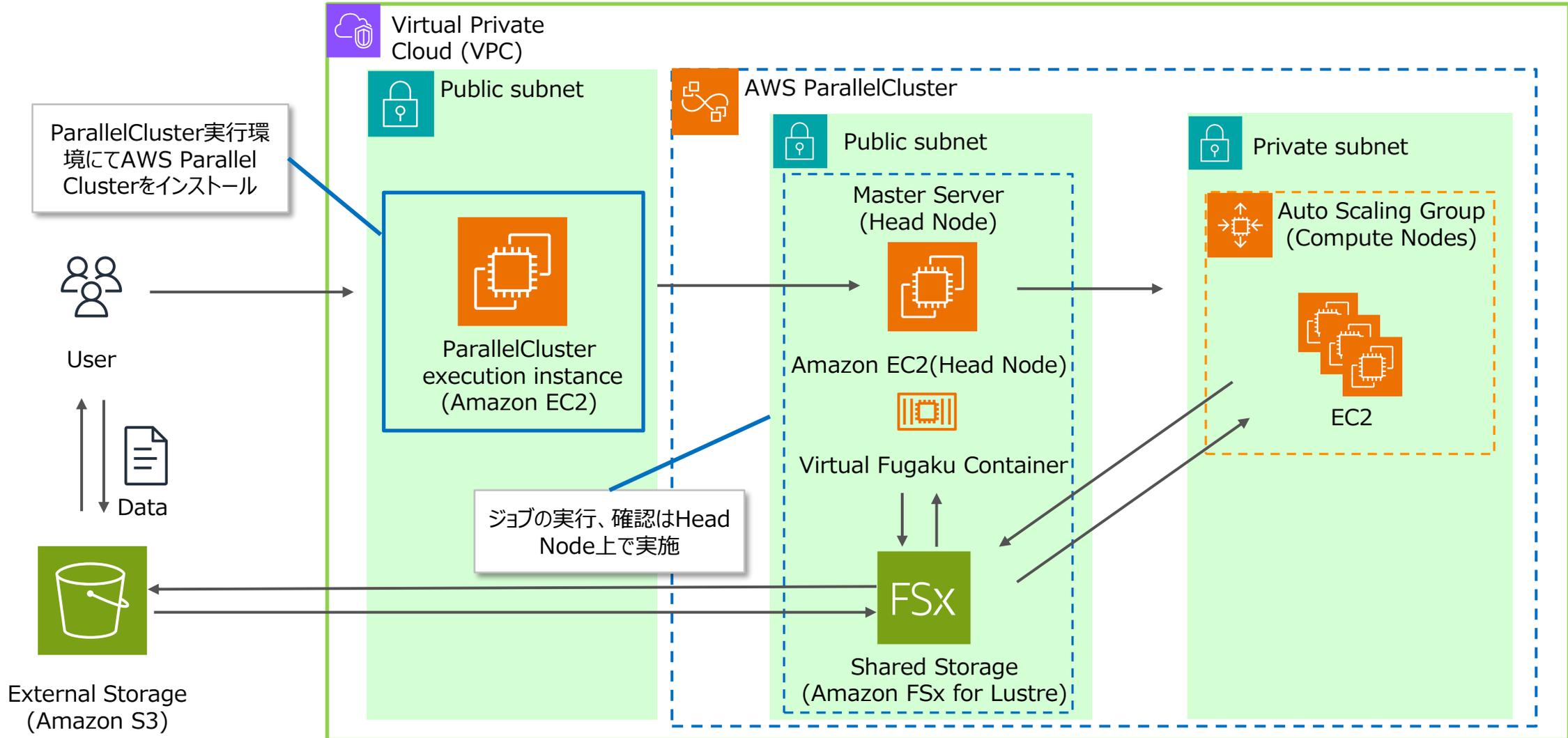
2. 「プライベート富岳」の構築

(1) 「プライベート富岳」の構成



「プライベート富岳」の基本構成例

現在、「バーチャル富岳」は、AWS が提供する Graviton3/3E ベースのインスタンス上で動作検証が行われている。本マニュアルでは、AWS クラウド環境における「プライベート富岳」の構築方法について、以下に示す構成を例に解説する。環境は任意のリージョンで構築可能である。本マニュアルでは東京リージョンを選択している。



「プライベート富岳」の構成要素

「プライベート富岳」は下記要素で構成される。

Head Node

膨大な計算リソースを備えた計算ノードにアクセスするための入り口であり、ユーザーがファイルの参照、ジョブの投入・状況確認、コードのコンパイルなどを実行する環境である。

計算ノード

長時間かかる計算や、大量の CPU やメモリを使用する計算を行うためのノードである。直接ログインすることはできず、ユーザーはログインノードからジョブスクリプトを経由してアプリケーションやプログラムを実行する。

「バーチャル富岳」コンテナ

「富岳」向けに整備されたソフトウェア群のうち、利用頻度の高いものを抽出し、それらのバイナリを一体化して Singularity コンテナイメージとして配布したもの。ユーザーは、自身が購入したクラウドインスタンスに「バーチャル富岳」コンテナイメージをダウンロードすることで、「富岳」と同等の環境を構築できる。

共有ストレージ

Head Node と計算ノードで共有されるストレージである。ジョブの入出力ファイルの格納場所として利用する。

外部ストレージ

データを長期的に保存するためのストレージである。AWS ParallelCluster で構築した環境は、削除すると環境内に保存されているデータも消去される。そのため、クラスタ内のファイルシステムに保存したデータを外部ストレージにエクスポートすることで、クラスタ削除後もデータを保持できる。

使用するAWSサービス

「プライベート富岳」では主に下記のAWSサービスを利用する。

Amazon VPC

AWS上に仮想ネットワークを構築するサービスである。「プライベート富岳」は、本サービスを利用して構築された仮想ネットワーク環境に構築される。

Amazon EC2

AWSが提供する仮想サーバーを構築できるサービスである。本サービスを利用して構築された仮想サーバ上にAWS ParallelClusterをインストールし、クラスターを構築する。

AWS ParallelCluster

オープンソースのクラスター管理ツールであり、簡単にハイパフォーマンスコンピューティング (HPC) クラスターをデプロイおよび管理できる。本ツールは「プライベート富岳」においてクラスタの構築に使用される。

使用するAWSサービス

「プライベート富岳」のストレージでは主に下記のAWSが提供するサービスを利用する。

AWS FSx for Lustre

AWSが提供するフルマネージド型の共有ストレージサービスである。ヘッドノードおよび計算ノードからデータの保存や削除が可能な共有ストレージとして使用する。

Amazon S3

AWSが提供するオブジェクトストレージサービスの一種であり、外部ストレージとして利用する。クラスタ内の共有ストレージに保存されたデータを、Amazon S3で構築した外部ストレージにエクスポートすることで、クラスタ削除後もデータを保持できる。

使用するAWSサービス

各AWSのサービスについて詳細は下記URLを参照方。

- Amazon VPC
URL : https://aws.amazon.com/jp/vpc/?nc2=h_ql_prod_fs_vpc
- Amazon EC2
URL : https://aws.amazon.com/jp/ec2/?nc2=h_ql_prod_fs_ec2
- AWS ParallelCluster
URL : <https://aws.amazon.com/jp/hpc/parallelcluster/>
- AWS FSx for Lustre
URL : <https://aws.amazon.com/jp/fsx/lustre/>
- Amazon S3
URL : <https://aws.amazon.com/jp/pm/serv-s3/>

2. 「プライベート富岳」の構築 (2) クラスタ環境の構築



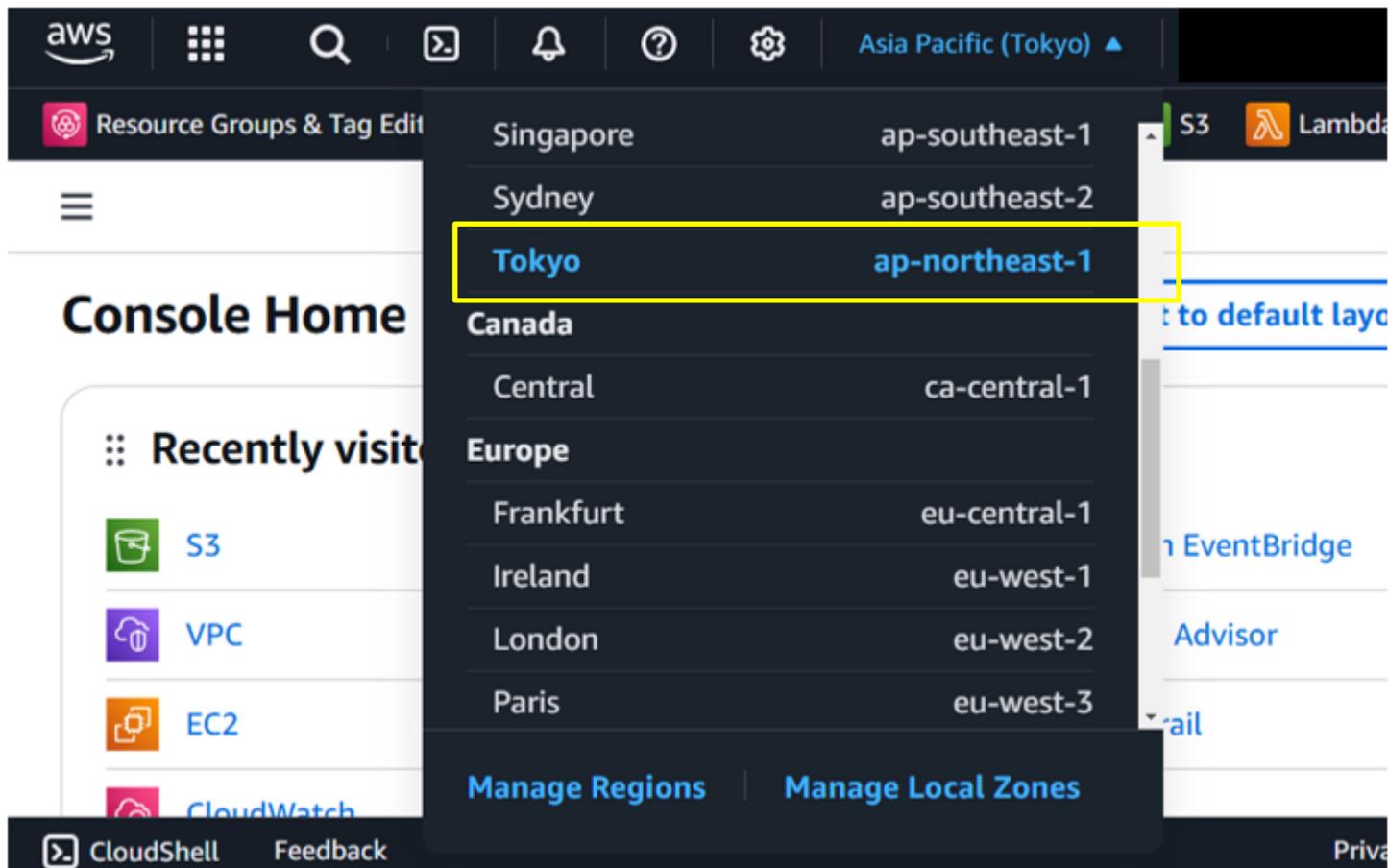
ネットワーク構築の流れ

AWS ParallelCluster を用いてクラスタ環境を構築する際は、まずネットワークを設定する必要がある。本項では、クラスタ構築時のネットワーク設定方法について解説する。クラスタ構築に当たって必要なネットワーク環境は、以下の手順で構築する。次ページ以降では、それぞれの手順を詳しく説明する。

1. リージョンの選択
2. VPCの作成
3. DNSホスト名の有効化
4. パブリックサブネットの作成
5. インターネットゲートウェイの作成
6. インターネットゲートウェイのVPCへアタッチ
7. ルートテーブルの作成
8. ルートテーブルの関連付け
9. ルート設定の追加
10. キーペアの作成
11. セキュリティグループの作成

1. リージョンの選択

1.1 AWSマネジメントコンソールの右上にあるプルダウンから「Tokyo ap-northeast-1」を選択する。



2. VPCの作成(1/3)

2.1 VPC一覧ページへアクセスする。

<https://ap-northeast-1.console.aws.amazon.com/vpcconsole/home?region=ap-northeast-1#vpcs>

2.2 右上の「VPCを作成」をクリックする。

Your VPCs (5) [Info](#)

Q Search

<input type="checkbox"/>	Name	VPC ID	State	Block Public...	IPv4 CIDR	IPv6 CIDR	DHCP option se
--------------------------	------	--------	-------	-----------------	-----------	-----------	----------------

Last updated
less than a minute ago



Actions ▾

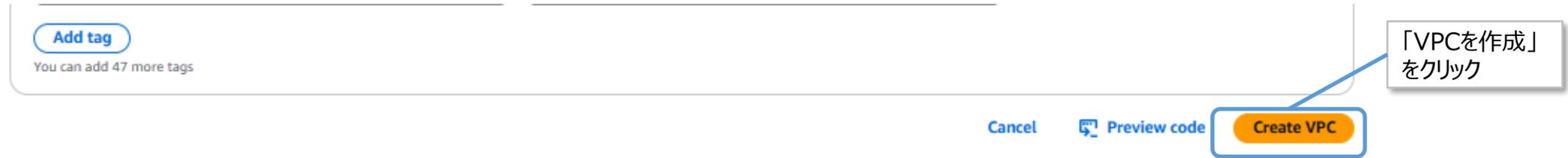
Create VPC

< 1 > ⚙



2. VPCの作成(3/3)

2.4 「VPCを作成」をクリックする。



2.5 下記の画面が表示されるとVPCの作成が完了する。



3. DNSホスト名の有効化(1/2)

3.1 VPC一覧ページへアクセスする。

<https://ap-northeast-1.console.aws.amazon.com/vpcconsole/home?region=ap-northeast-1#vpcs>

3.2 作成したVPCを選択する。



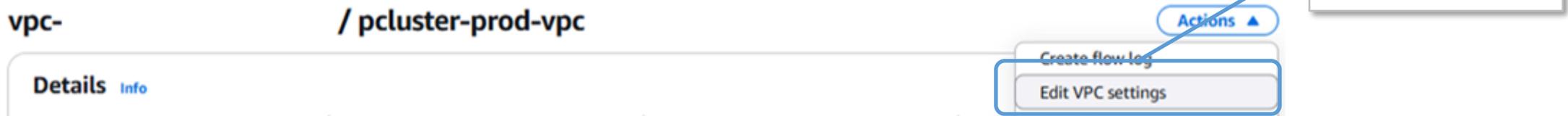
Your VPCs (1/5) Info

Search

Name	VPC ID	State	Block Public...	IPv4 CIDR	IPv6 CIDR
<input checked="" type="checkbox"/> pcluster-prod-vpc		Available	Off	10.0.0.0/16	-

Create VPC

3.3 右上の「アクション」=>「VPCの設定を編集」をクリックする。



vpc- / pcluster-prod-vpc

Actions

- Create flow log
- Edit VPC settings

Details Info

3. DNSホスト名の有効化(2/2)

3.4 「DNS解決を有効化」と「DNSホスト名を有効化」にチェックを入れ「保存」をクリックする。

Edit VPC settings [Info](#)

VPC details

VPC ID



Name



DHCP settings

DHCP option set [Info](#)

dopt-1

「DNS解決を有効化」と「DNSホスト名を有効化」に
チェックを入れる

DNS settings

Enable DNS resolution [Info](#)

Enable DNS hostnames [Info](#)

Network Address Usage metrics settings

Enable Network Address Usage metrics [Info](#)

「保存」をクリック

Cancel

Save

4. パブリックサブネットの作成(1/3)

4.1 サブネット一覧ページへアクセスする。

<https://ap-northeast-1.console.aws.amazon.com/vpcconsole/home?region=ap-northeast-1#subnets>

4.2 「サブネットの作成」をクリックする。

「サブネットの作成」
をクリック



Subnets (17) [Info](#)

Last updated 1 minute ago  [Actions](#)  **Create subnet**

| Name | Subnet ID | State | VPC

< 1 > 

ネットワーク構築

4. パブリックサブネットの作成(2/3)

4.3 下記のようにパラメータを設定する。

Create subnet Info

VPC

VPC ID

Create subnets in this VPC.

vpc- (pcluster-prod-vpc)

Associated VPC CIDRs

IPv4 CIDRs

10.0.0.0/16

作成したVPCを選択
ここでは、「pcluster-prod-vpc」と設定

Subnet settings

Specify the CIDR blocks and Availability Zone for the subnet.

Subnet 1 of 1

Subnet name

Create a tag with a key of 'Name' and a value that you specify.

pcluster-prod-private-subnet-1a

The name can be up to 256 characters long.

任意の名称を設定する
ここでは、「pcluster-prod-public-subnet-1a」と設定

Availability Zone Info

Choose the zone in which your subnet will reside, or let Amazon choose one for you.

Asia Pacific (Tokyo) / ap-northeast-1a

「ap-northeast-1a」と設定

IPv4 VPC CIDR block Info

Choose the VPC's IPv4 CIDR block for the subnet. The subnet's IPv4 CIDR must lie within this block.

10.0.0.0/16

「10.0.0.0/16」と設定

IPv4 subnet CIDR block

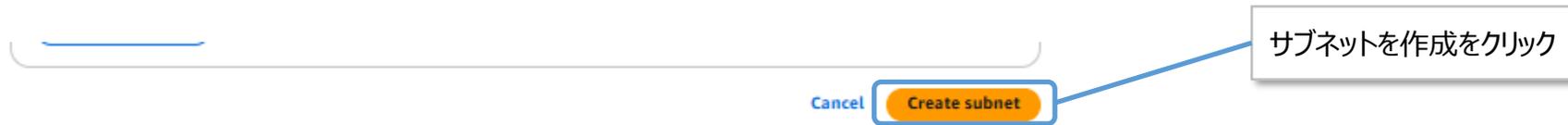
10.0.11.0/24

256 IPs

「10.0.21.0/24」と設定

4. パブリックサブネットの作成(3/3)

4.4 「サブネットを作成」をクリックする。



4.5 下記の画面が表示されるとサブネットの作成が完了する。

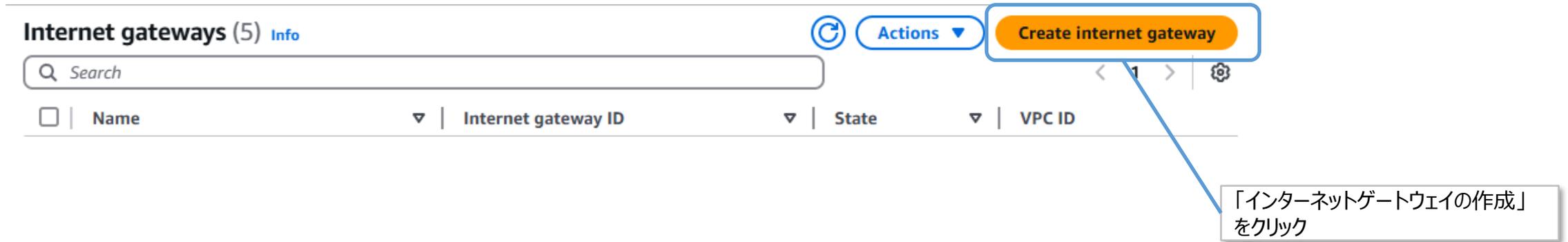


5. インターネットゲートウェイの作成(1/2)

5.1 インターネットゲートウェイ一覧ページへアクセスする。

<https://ap-northeast-1.console.aws.amazon.com/vpcconsole/home?region=ap-northeast-1#igws>

5.2 「インターネットゲートウェイの作成」をクリックする。



The screenshot shows the AWS Management Console interface for 'Internet gateways'. The page title is 'Internet gateways (5) Info'. There is a search bar with the placeholder text 'Search'. Below the search bar is a table with columns: Name, Internet gateway ID, State, and VPC ID. In the top right corner, there is a 'Create internet gateway' button highlighted with a blue box. A blue arrow points from this button to a callout box containing the text: 「インターネットゲートウェイの作成」をクリック.

ネットワーク構築

5. インターネットゲートウェイの作成(2/2)

5.3 下記のように名前タグに名称を設定し、「インターネットゲートウェイの作成」をクリックする。

Create internet gateway Info

An internet gateway is a virtual router that connects a VPC to the internet. To create a new internet gateway, you must specify a name tag.

名前タグに任意の名称を設定する
ここでは、「pcluster-prod-igw」とする

Internet gateway settings

Name tag

Creates a tag with a key of 'Name' and a value that you specify.

pcluster-prod-igw

「インターネットゲートウェイの作成」
をクリック

You can add 47 more tags.

Cancel

Create internet gateway

5.4 画面に下記メッセージが表示されるとインターネットゲートウェイの作成が完了する。

✔ The following internet gateway was created: igw-██████████ - pcluster-prod-igw. You can now attach to a VPC to enable the VPC to communicate with the internet.

Attach to a VPC

✕

6. インターネットゲートウェイのVPCへのアタッチ(1/2)

6.1 インターネットゲートウェイ一覧ページへアクセスする。

<https://ap-northeast-1.console.aws.amazon.com/vpcconsole/home?region=ap-northeast-1#igws>

6.2 作成したインターネットゲートウェイを選択する。



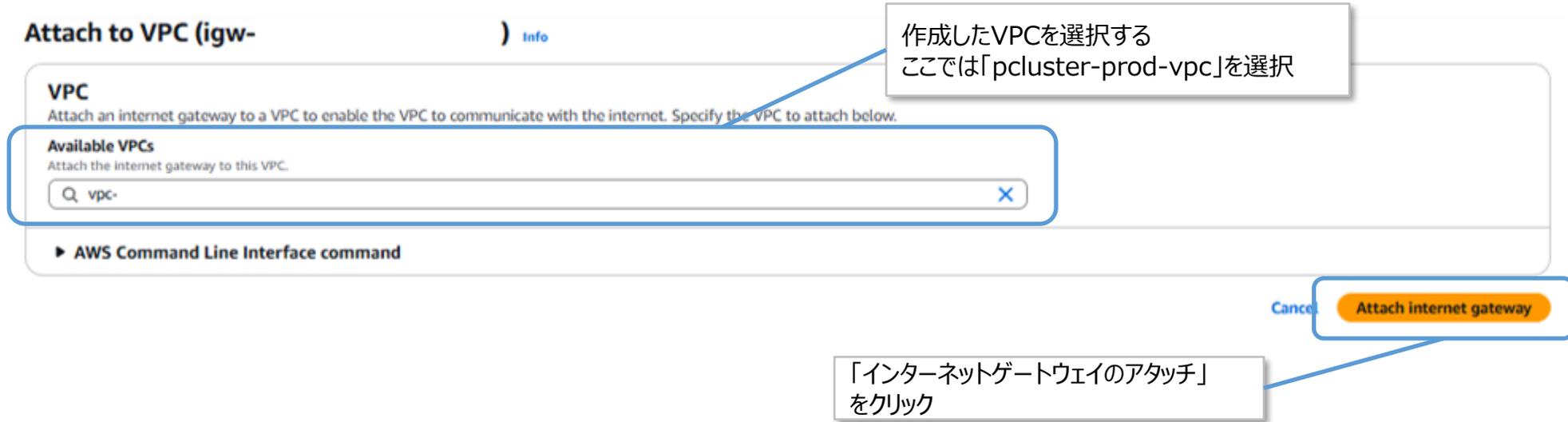
6.3 右上の「アクション」=> 「VPCにアタッチ」をクリックする。



ネットワーク構築

6. インターネットゲートウェイのVPCへのアタッチ(2/2)

6.4 「使用可能なVPC」のプルダウンから作成したVPCを選択し、「インターネットゲートウェイのアタッチ」をクリックする。



Attach to VPC (igw-) Info

VPC
Attach an internet gateway to a VPC to enable the VPC to communicate with the internet. Specify the VPC to attach below.

Available VPCs
Attach the internet gateway to this VPC.

Q vpc- X

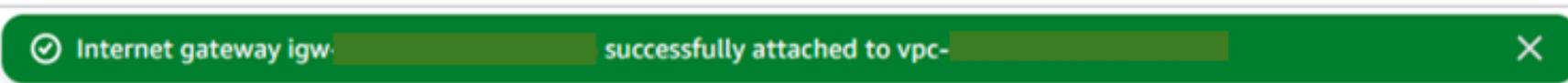
▶ AWS Command Line Interface command

Cancel **Attach internet gateway**

作成したVPCを選択する
ここでは「pcluster-prod-vpc」を選択

「インターネットゲートウェイのアタッチ」
をクリック

6.5 画面に下記メッセージが表示されるとインターネットゲートウェイのVPCへのアタッチが完了する。



Internet gateway igw- successfully attached to vpc- X

7. ルートテーブルの作成(1/3)

7.1 ルートテーブル一覧ページへアクセスする。

<https://ap-northeast-1.console.aws.amazon.com/vpcconsole/home?region=ap-northeast-1#RouteTables>

7.2 「ルートテーブルを作成」をクリックする。



「ルートテーブルを作成」をクリック

7. ルートテーブルの作成(2/3)

7.3 下記のようにパラメータを設定し、「ルートテーブルを作成」をクリックする。

Create route table info

A route table specifies how packets are forwarded between the subnets within your VPC, the internet, and your VPN connection.

Route table settings

Name - optional

Create a tag with a key of 'Name' and a value that you specify.

pcluster-prod-public-1a-rtb

VPC

The VPC to use for this route table.

vpc (pcluster-prod-vpc)

Add new tag

You can add 47 more tags.

任意のルートテーブル名を設定する
ここでは「pcluster-prod-public-1a-rtb」
とする

作成したVPCを選択
ここでは「pcluster-prod-vpc」を選択

Cancel

Create route table

「ルートテーブルを作成」をクリック

7. ルートテーブルの作成(3/3)

7.4 画面に下記メッセージが表示されるとルートテーブルの作成が完了する。

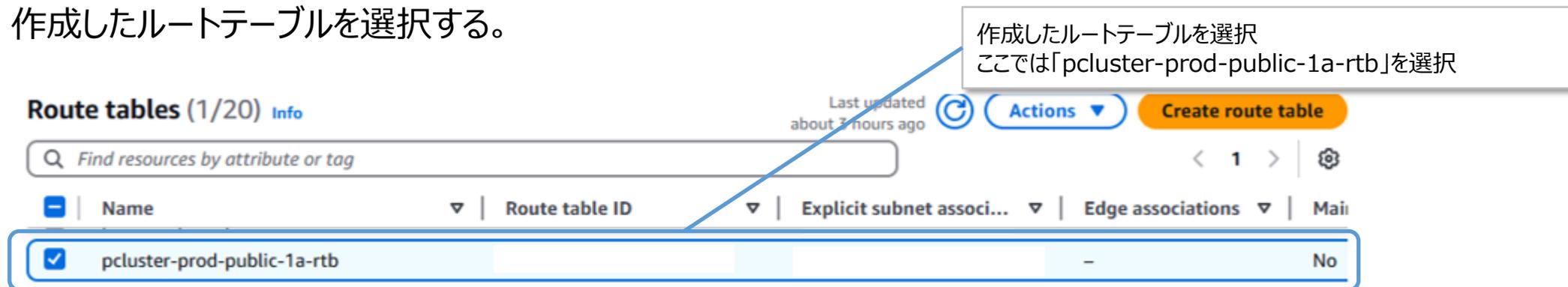
✔ Route table rtb- [redacted] | pcluster-prod-public-1a-rtb was created successfully. ✕

8. ルートテーブルの関連付け(1/2)

8.1 ルートテーブル一覧ページへアクセスする。

<https://ap-northeast-1.console.aws.amazon.com/vpcconsole/home?region=ap-northeast-1#RouteTables>

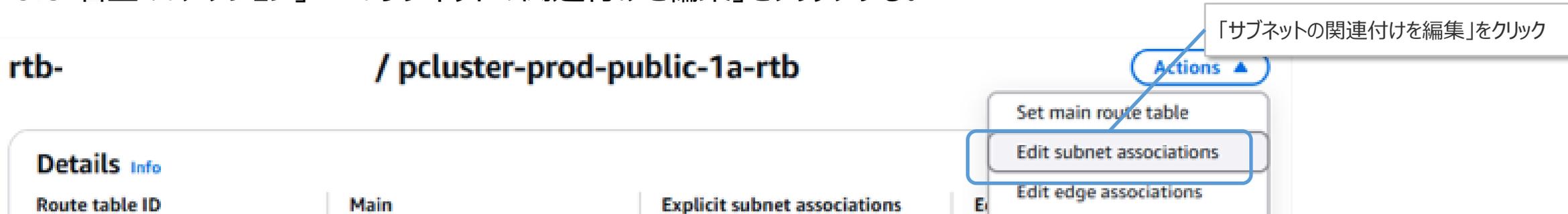
8.2 作成したルートテーブルを選択する。



作成したルートテーブルを選択
ここでは「pcluster-prod-public-1a-rtb」を選択

Name	Route table ID	Explicit subnet associ...	Edge associations	Main
<input checked="" type="checkbox"/> pcluster-prod-public-1a-rtb			-	No

8.3 右上の「アクション」=>「サブネットの関連付けを編集」をクリックする。



「サブネットの関連付けを編集」をクリック

rtb- / pcluster-prod-public-1a-rtb

Actions

- Set main route table
- Edit subnet associations**
- Edit edge associations

Details Info

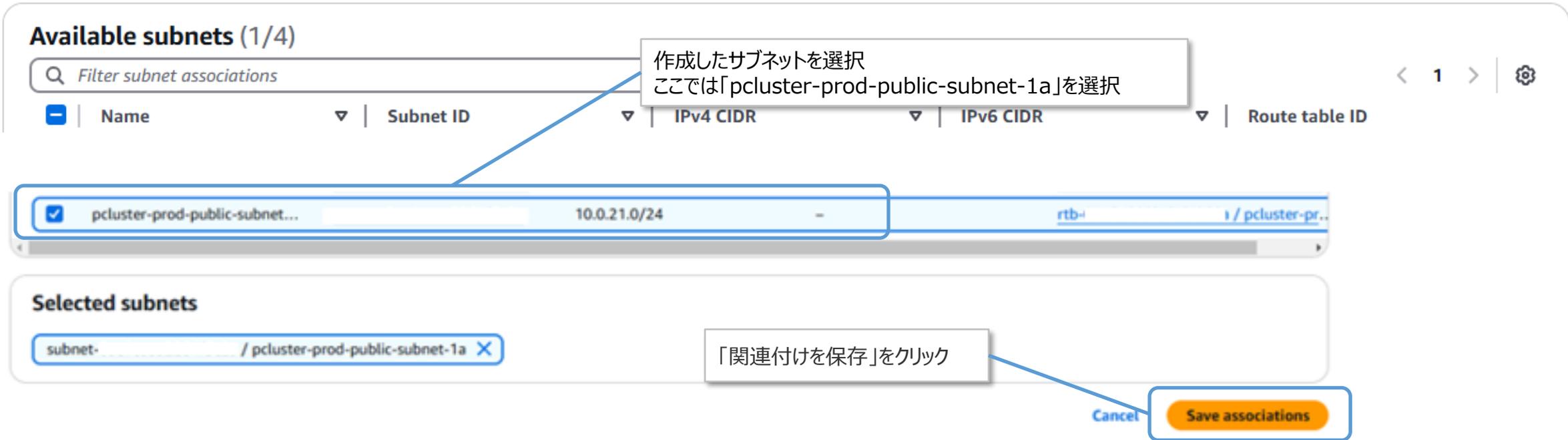
Route table ID	Main	Explicit subnet associations	E
----------------	------	------------------------------	---

8. ルートテーブルの関連付け(2/2)

8.4 作成したサブネットを選択し、「関連付けを保存」をクリックする。

Edit subnet associations

Change which subnets are associated with this route table.



Available subnets (1/4)

Filter subnet associations

Name	Subnet ID	IPv4 CIDR	IPv6 CIDR	Route table ID
<input checked="" type="checkbox"/> pcluster-prod-public-subnet...		10.0.21.0/24	-	rtb-... / pcluster-pr...

Selected subnets

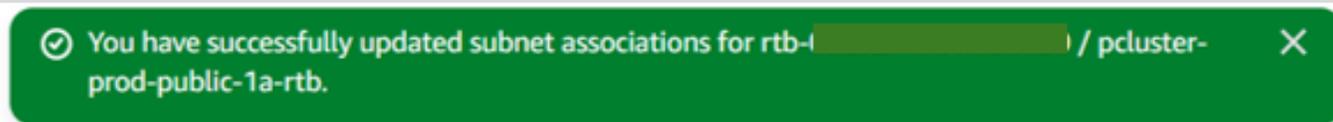
subnet-... / pcluster-prod-public-subnet-1a

Buttons: Cancel, Save associations

Callout 1: 作成したサブネットを選択
ここでは「pcluster-prod-public-subnet-1a」を選択

Callout 2: 「関連付けを保存」をクリック

8.5 画面に下記メッセージが表示されるとルートテーブルの関連付けが完了する。



✔ You have successfully updated subnet associations for rtb-... / pcluster-prod-public-1a-rtb. ✕

9. ルート設定の追加(1/3)

9.1 ルートテーブル一覧ページへアクセスする。

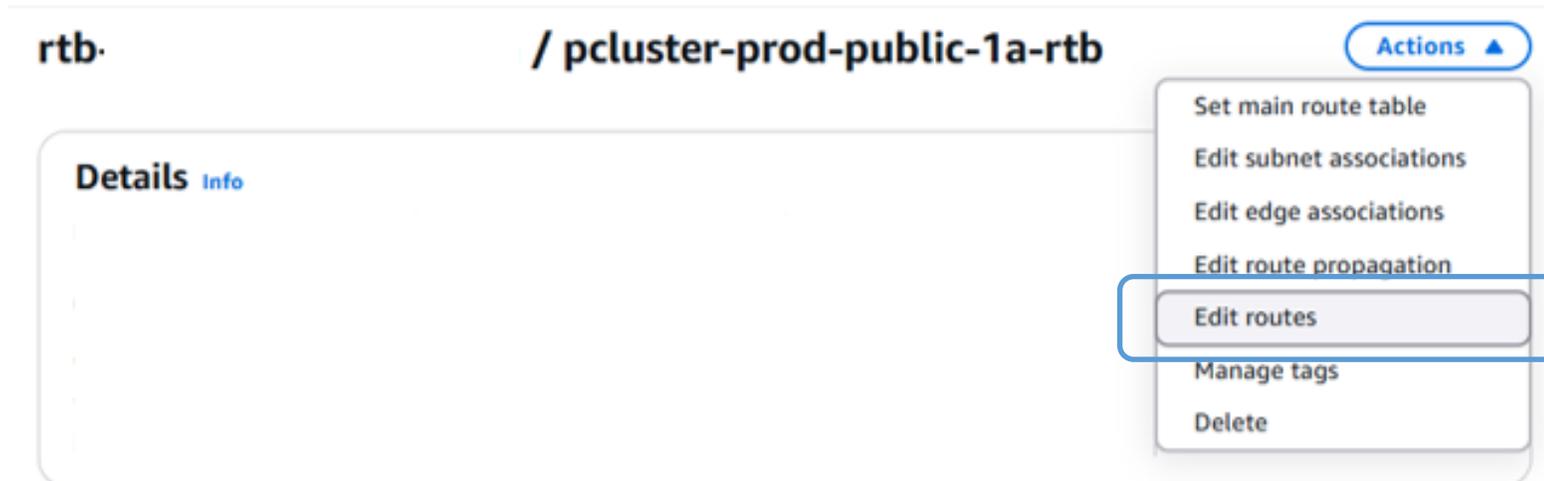
<https://ap-northeast-1.console.aws.amazon.com/vpcconsole/home?region=ap-northeast-1#RouteTables>

9.2 作成したルートテーブルを選択する。

作成したルートテーブルを選択
ここでは、「pcluster-prod-public-1a-rtb」を選択



9.3 右上の「アクション」=>「ルートを編集」をクリックする。



「ルートを編集」をクリック

9. ルート設定の追加(2/3)

9.4 「ルートを追加」をクリックする。

Edit routes

Destination	Target	Status	Propagated
10.0.0.0/16	<input type="text" value="「ルートを追加」をクリック"/> <input type="text" value="local"/>	Active	No

9.5 下記のようにパラメータを設定し、「変更を保存」をクリックする。

Destination	Target	Status	Propagated
10.0.0.0/16	<input type="text" value="「0.0.0.0/0」と設定"/> <input type="text" value="local"/> <input type="text" value="Q local"/> <input type="text" value="Internet Gateway"/> <input type="text" value="Q igw-"/>	Active Active Active	No No No

作成したのインターネットゲートウェイを選択
※「igw-」をクリックすると候補が表示される

「変更を保存」をクリック

9. ルート設定の追加(3/3)

9.6 画面に下記メッセージが表示されるとルート設定の追加が完了する。



✔ You have successfully updated subnet associations for rtb-XXXXXXXXXX / pcluster-prod-public-1a-rtb. ✕

10. キーペアの作成(1/3)

10.1 キーペア一覧ページへアクセスする。

<https://ap-northeast-1.console.aws.amazon.com/ec2/home?region=ap-northeast-1#KeyPairs>

10.2 「キーペアを作成」をクリックする。



10. キーペアの作成(2/3)

10.3 下記のようにパラメータを設定する。

Create key pair [Info](#)

Key pair

A key pair, consisting of a private key and a public key, is a set of security credentials that you use to prove your identity when connecting to an instance.

Name

aws-pcluster-ed25519-20250122_tokyo

The name can include up to 255 ASCII characters. It can't include leading or trailing spaces.

Key pair type [Info](#)

RSA

ED25519

Private key file format

.pem
For use with OpenSSH

.ppk
For use with PuTTY

任意の名称を入力する。
ここでは、「aws-pcluster-ed25519-yyyyymmdd_Tokyo」と入力
※yyyyymmddの部分は作成する日時を入力する

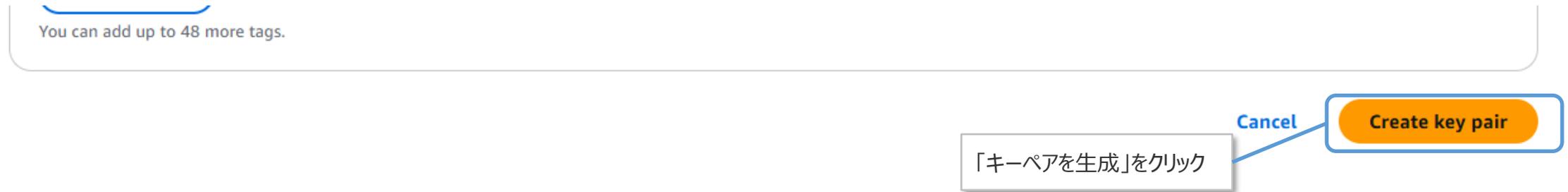
「ED25519」を選択

「.pem」を選択

10. キーペアの作成(3/3)

10.4 「キーペアを生成」をクリックする。

「キーペアを生成」をクリック後、生成された秘密鍵が自動的にダウンロードされる。



10.5 画面に下記メッセージが表示されるとキーペアを生成が完了する。

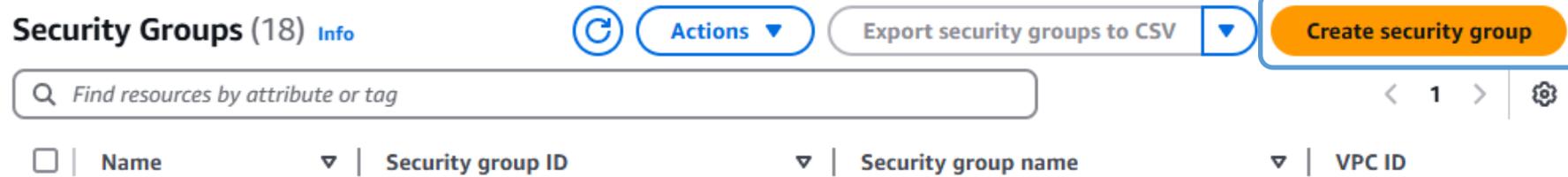


11. セキュリティグループの作成(1/4)

11.1 セキュリティグループ一覧ページへアクセスする。

<https://ap-northeast-1.console.aws.amazon.com/ec2/home?region=ap-northeast-1#SecurityGroups>

11.2 「セキュリティグループを作成」をクリックする。



11. セキュリティグループの作成(2/4)

11.3 下記のようにパラメータを設定する

Create security group Info
 A security group acts as a virtual firewall for your instance to control inbound and outbound traffic. To create a new security group, you must specify a name, a description, and a VPC.

Basic details

Security group name Info
 pcluster-prod-admin-sg
Name cannot be edited after creation.

Description Info
 For ParallelCluster Admin Server

VPC Info
 vpc-..... (pcluster-prod-vpc)

任意の名称を入力
 例として「pcluster-prod-admin-sg」と入力

セキュリティグループの説明を入力
 ここでは、「For ParallelCluster Admin Server」と入力

作成したVPCを選択
 ここでは、「pcluster-prod-vpc」を選択

Inbound rules Info

Type	Protocol	Port range	Description - optional
SSH	TCP	22	

Source: Anywhere-IPv4 (0.0.0.0/0)

インバウンドルールに下記を入力
 タイプ: SSH
 プロトコル: TCP
 ポート範囲: 22
 ソース: Anywhere-IPv4(0.0.0.0/0)
 説明: *** 記入しない ***

11. セキュリティグループの作成(3/4)

11.4 下記のようにパラメータを設定し「セキュリティグループを作成」をクリックする。



Outbound rules Info

Type <small>Info</small>	Protocol <small>Info</small>	Port range <small>Info</small>	Destination <small>Info</small>	Description - optional <small>Info</small>
All traffic ▼	All	All	Custom ▼ 0.0.0.0/0 ✕	

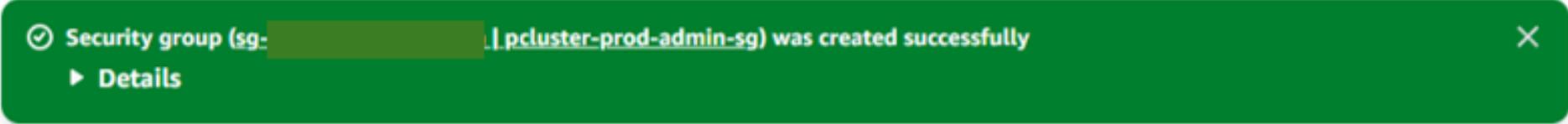
Callout Box:
 アウトバウンドルールに下記を入力
 タイプ: すべてのトラフィック
 プロトコル: すべて
 ポート範囲: すべて
 送信先: カスタム(0.0.0.0/0)
 説明: *** 記入しない ***

Bottom Callout:
 「セキュリティグループを作成」をクリック

Buttons: Add rule, Add new tag (You can add up to 47 more tags), Cancel, Create security group

11. セキュリティグループの作成(4/4)

11.5 画面に下記メッセージが表示されるとセキュリティグループの作成が完了する。



✔ Security group (sg- | pcluster-prod-admin-sg) was created successfully

▶ Details

ParallelCluster実行用インスタンスの作成

ParallelCluster実行用インスタンスの作成の流れ

本項では、ParallelCluster 実行用インスタンスの作成手順について解説する。本マニュアルでは、ParallelCluster 実行用インスタンス上で、AWS ParallelCluster のインストール、セットアップ、クラスタの Head Node へのログインなどの作業を行う。ParallelCluster実行用インスタンスは、以下の手順で構築する。次ページ以降では、それぞれの項目について詳しく解説する。

1. EC2インスタンスの作成
2. 固定IPアドレスの発行
3. 固定IPアドレスの関連付け
4. アクセスキーの作成
5. ParallelCluster実行用インスタンスへのログイン

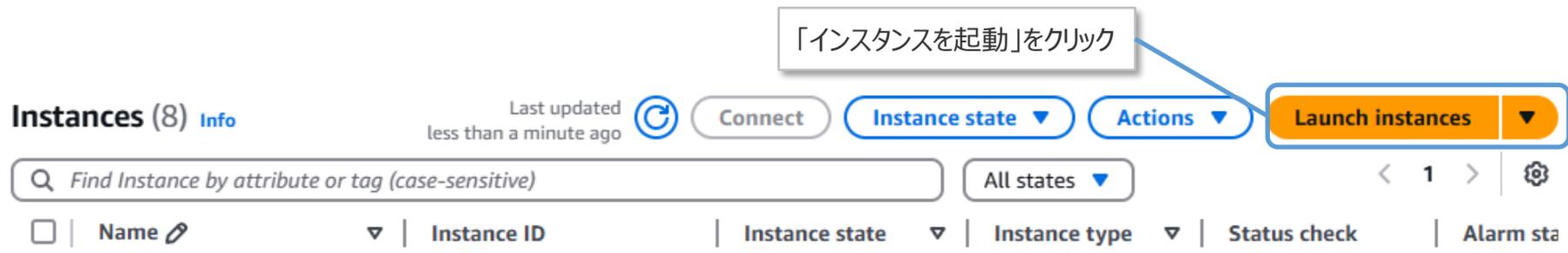
ParallelCluster実行用インスタンスの作成

1. EC2インスタンスの作成(1/8)

1.1 セキュリティグループ一覧ページへアクセスする。

<https://ap-northeast-1.console.aws.amazon.com/ec2/home?region=ap-northeast-1#Instances>

1.2 右上の「インスタンスを起動」をクリックする。



The screenshot shows the AWS Management Console interface for EC2 instances. At the top right, there are several buttons: 'Connect', 'Instance state', 'Actions', and 'Launch instances'. The 'Launch instances' button is highlighted with a blue border and a callout box pointing to it with the text 「インスタンスを起動」をクリック. Below the buttons, there is a search bar with the placeholder text 'Find Instance by attribute or tag (case-sensitive)', a filter dropdown set to 'All states', and a pagination control showing '1'. Below these elements, the start of a table is visible with columns: Name, Instance ID, Instance state, Instance type, Status check, and Alarm sta.

ParallelCluster実行用インスタンスの作成

1. EC2インスタンスの作成(2/8)

1.3 下記のようにパラメータを設定する。

Launch an instance [Info](#)

Amazon EC2 allows you to create virtual machines, or instances, that follow the simple steps below.

任意の名称を設定
ここでは、「pcluster-prod-admin-1a-01」とする

Name and tags [Info](#)

Name

pcluster-prod-admin-1a-01

[Add additional tags](#)

1. EC2インスタンスの作成(3/8)

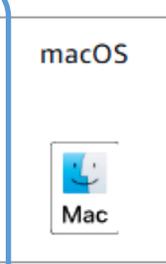
1.4 下記のようにパラメータを設定する。

▼ **Application and OS Images (Amazon Machine Image)** [Info](#)

An AMI is a template that contains the software configuration (operating system, application server, and applications) required to launch your instance. Search or Browse for AMIs if you don't see what you are looking for below

🔍 Search our full catalog including 1000s of application and OS images

Recents | My AMIs | **Quick Start**

 <p>Amazon Linux</p> <p>aws</p>	 <p>macOS</p> <p>Mac</p>	 <p>Ubuntu</p> <p>ubuntu</p>	 <p>Windows</p> <p>Microsoft</p>	 <p>Red Hat</p> <p>Red Hat</p>
---	--	--	---	--

[Browse more AMIs](#)
Including AMIs from AWS, Marketplace and the Community

「Amazon Linux」のアイコンをクリック

1. EC2インスタンスの作成(4/8)

1.5 下記のようにパラメータを設定する。

Amazon Machine Image (AMI)

Amazon Linux 2023 AMI Free tier eligible
 ami-06c6f3fa7959e5fdd (64-bit (x86), uefi-preferred) / ami-0ffeb6c61663cf92e (64-bit (Arm), uefi) ▼
 Virtualization: hvm ENA enabled: true Root device type: ebs

Description

Amazon Linux 2023 is a modern, general purpose Linux-based OS that comes with 5 years of long term support. It is optimized for AWS and designed to provide a secure, stable and high-performance execution environment to develop and run your cloud applications.

Amazon Linux 2023 AMI 2023.6.20250128.0 x86_64 HVM kernel-6.1

Architecture	Boot mode	AMI ID	Username
64-bit (x86) ▼	uefi-preferred	ami-06c6f3fa7959e5fdd	ec2-user ⓘ

Verified provider

「64ビット(x86)」を選択

ParallelCluster実行用インスタンスの作成

1. EC2インスタンスの作成(5/8)

1.6 下記のようにパラメータを設定する。

「t3.micro」を選択

▼ Instance type [Info](#) | [Get advice](#)

Instance type

t3.micro
 Family: t3 2 vCPU 1 GiB Memory Current generation: true
 On-Demand Windows t3.micro Pricing: 0.0228 USD per Hour
 On-Demand Linux base pricing: 0.0136 USD per Hour
 On-Demand SUSE base pricing: 0.0136 USD per Hour
 On-Demand RHEL base pricing: 0.0424 USD per Hour
 On-Demand Ubuntu Pro base pricing: 0.0171 USD per Hour

All generations

[Compare instance types](#)

Additional costs apply for AMIs with pre-installed software

▼ Key pair (login) [Info](#)

You can use a key pair to securely connect to your instance. Ensure that you have access to the selected key pair before you launch the instance.

Key pair name - *required*

aws-pcluster-ed25519-20250122_tokyo ▼

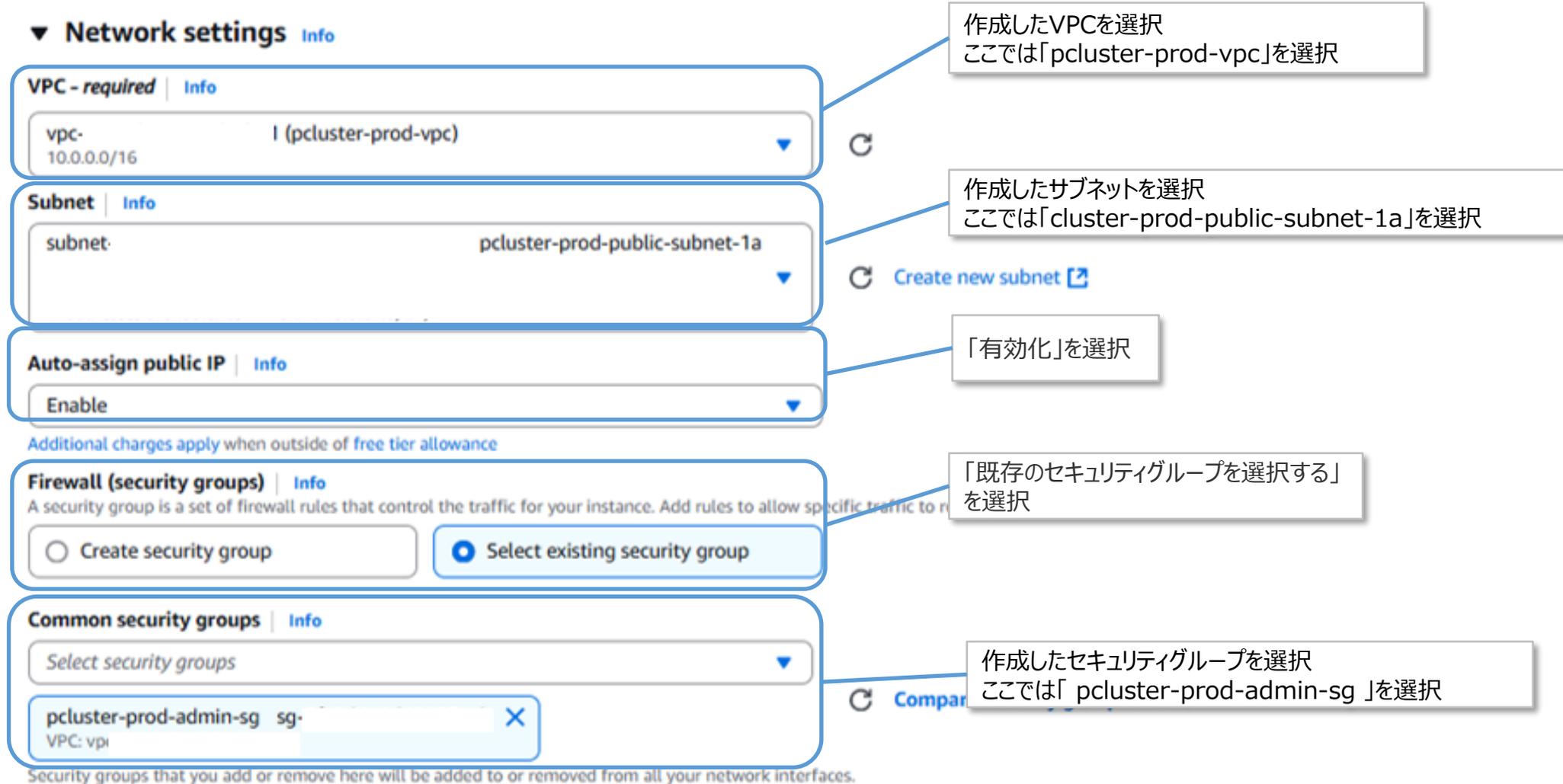
作成したキーペアを選択

[Create new key pair](#)

ParallelCluster実行用インスタンスの作成

1. EC2インスタンスの作成(6/8)

1.7 下記のようにパラメータを設定する。



The screenshot shows the 'Network settings' section of the AWS console. It includes the following elements and callouts:

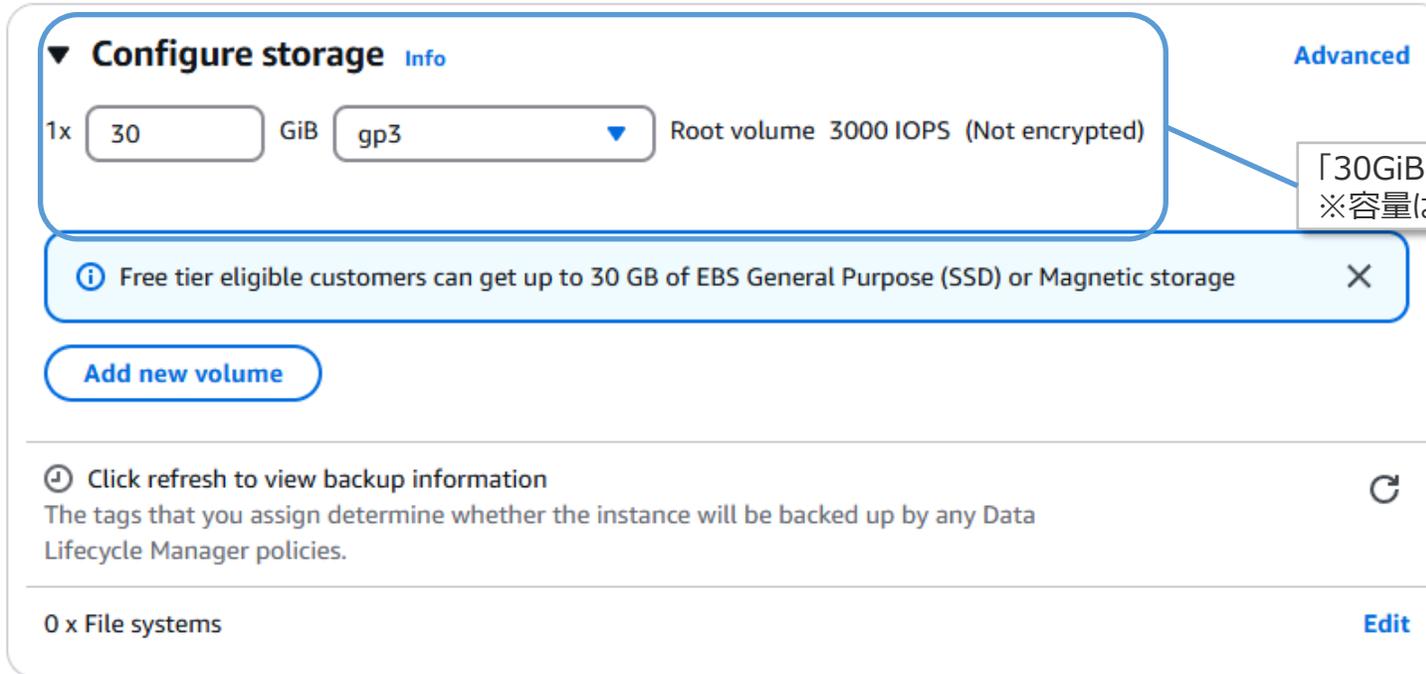
- VPC - required**: A dropdown menu showing 'vpc-10.0.0.0/16' and '(pcluster-prod-vpc)'. A callout box points to this dropdown with the text: '作成したVPCを選択
ここでは「pcluster-prod-vpc」を選択'.
- Subnet**: A dropdown menu showing 'subnet-pcluster-prod-public-subnet-1a'. A callout box points to this dropdown with the text: '作成したサブネットを選択
ここでは「cluster-prod-public-subnet-1a」を選択'.
- Auto-assign public IP**: A dropdown menu showing 'Enable'. A callout box points to this dropdown with the text: '「有効化」を選択'.
- Firewall (security groups)**: Two radio buttons: 'Create security group' (unselected) and 'Select existing security group' (selected). A callout box points to the 'Select existing security group' option with the text: '「既存のセキュリティグループを選択する」を選択'.
- Common security groups**: A dropdown menu showing 'Select security groups'. Below it, a search box contains 'pcluster-prod-admin-sg' and 'sg-'. A callout box points to this search box with the text: '作成したセキュリティグループを選択
ここでは「 pcluster-prod-admin-sg 」を選択'.

Additional text at the bottom of the screenshot: 'Additional charges apply when outside of free tier allowance' and 'Security groups that you add or remove here will be added to or removed from all your network interfaces.'

ParallelCluster実行用インスタンスの作成

1. EC2インスタンスの作成(7/8)

1.8 下記のようにパラメータを設定する。



▼ **Configure storage** [Info](#) Advanced

1x GiB ▼ Root volume 3000 IOPS (Not encrypted)

[Add new volume](#)

🔄 Click refresh to view backup information
The tags that you assign determine whether the instance will be backed up by any Data Lifecycle Manager policies.

0 x File systems Edit

「30GiB gp3」に設定
※容量は用途に合わせる

1.9 右側の「インスタンスを起動」をクリックする。

「インスタンスを起動」をクリック

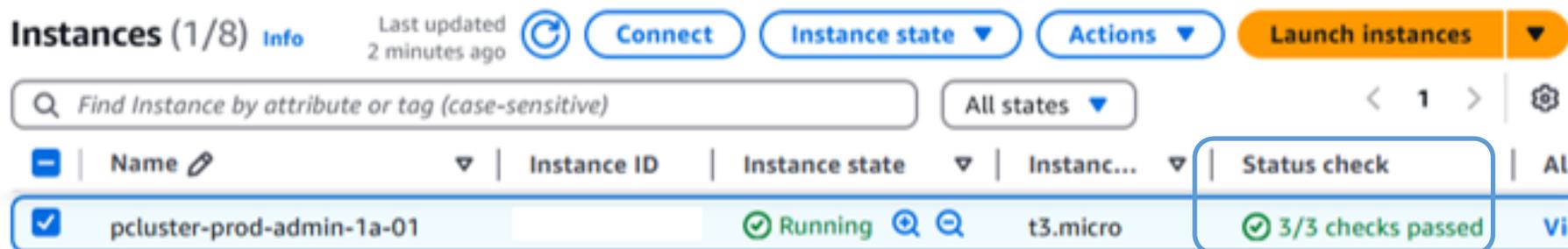
Cancel

Launch instance

ParallelCluster実行用インスタンスの作成

1. EC2インスタンスの作成(8/8)

1.10 EC2インスタンス一覧ページへ戻り、数分経過後に作成中のEC2インスタンスの「ステータスチェック」が「3/3のチェックに合格しました」になることを確認する。



The screenshot shows the AWS Management Console 'Instances' page. At the top, it says 'Instances (1/8)' and 'Last updated 2 minutes ago'. There are buttons for 'Connect', 'Instance state', 'Actions', and 'Launch instances'. Below these is a search bar and a filter dropdown set to 'All states'. The main table has columns for Name, Instance ID, Instance state, Instance type, and Status check. One instance is listed: 'pcluster-prod-admin-1a-01' with Instance ID 'i-0123456789abcdef0', Instance state 'Running', Instance type 't3.micro', and Status check '3/3 checks passed'. A blue box highlights the 'Status check' column for this instance.

Name	Instance ID	Instance state	Instance type	Status check
pcluster-prod-admin-1a-01	i-0123456789abcdef0	Running	t3.micro	3/3 checks passed

「ステータスチェック」が「3/3の
チェックに合格しました」になるこ
とを確認

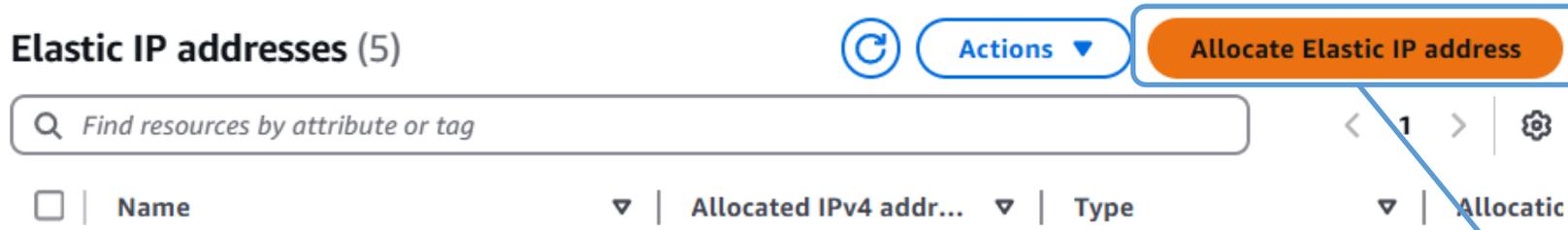
ParallelCluster実行用インスタンスの作成

2. 固定IPアドレスの発行(1/3)

2.1 Elastic IPアドレスを発行するため、EIP一覧ページへアクセスする。

<https://ap-northeast-1.console.aws.amazon.com/ec2/home?region=ap-northeast-1#Addresses>

2.2 右上の「Elastic IPアドレスを割り振る」をクリックする。



「Elastic IPアドレスを割り振る」
をクリック

2. 固定IPアドレスの発行(2/3)

2.3 下記のようにパラメータを設定する。

Allocate Elastic IP address Info

Elastic IP address settings Info

Public IPv4 address pool

- Amazon's pool of IPv4 addresses
- Public IPv4 address that you bring to your AWS account with BYOIP. (option disabled because no pools found) [Learn more](#)
- Customer-owned pool of IPv4 addresses created from your on-premises network for use with an Outpost. (option disabled because no customer owned pools found) [Learn more](#)
- Allocate using an IPv4 IPAM pool (option disabled because no public IPv4 IPAM pools with AWS service as EC2 were found)

Network border group Info

🔍 ap-northeast-1 ✕

「AmazonのIPアドレスプール」を選択

「ap-northeast-1」を選択

ParallelCluster実行用インスタンスの作成

2. 固定IPアドレスの発行(3/3)

2.4 右下の「割り振る」をクリック。

you can add up to 4 / more tag

Cancel

Allocate

「割り振る」をクリック

2.5 画面に下記メッセージが表示されるとElastic IPアドレスを発行が完了する。

✔ Elastic IP address allocated successfully.
Elastic IP address / pcluster-prod-admin-1a-01-eip

Associate this Elastic IP address



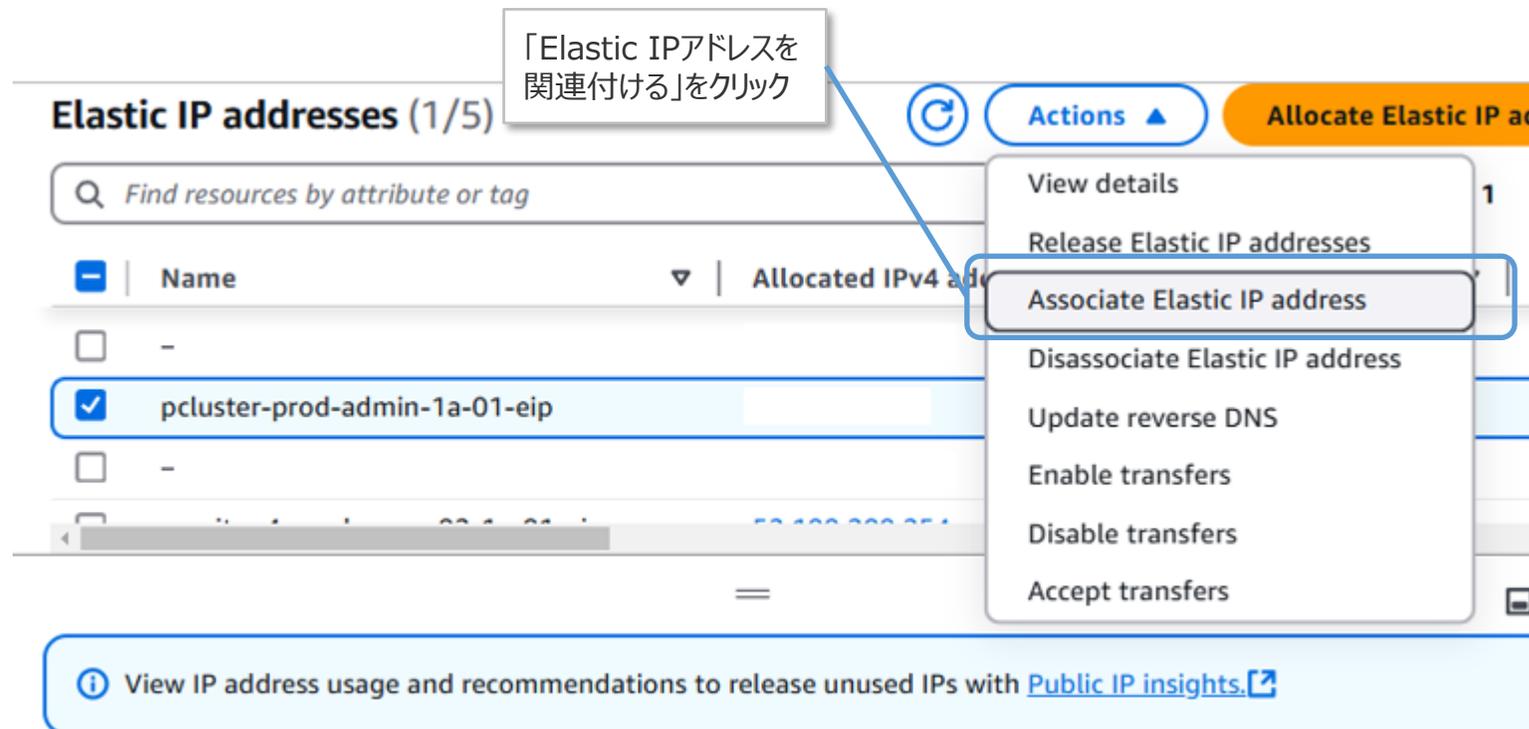
ParallelCluster実行用インスタンスの作成

3. 固定IPアドレスの関連付け(1/2)

3.1 EIP一覧ページへアクセスする。

<https://ap-northeast-1.console.aws.amazon.com/ec2/home?region=ap-northeast-1#Addresses>

3.2 EC2インスタンスに割り当てするEIPを選択し、右上の「アクション」=>「Elastic IPアドレスを関連付ける」をクリックする。



ParallelCluster実行用インスタンスの作成

3. 固定IPアドレスの関連付け(2/2)

3.3 下記のようにパラメータを設定し、「関連付ける」をクリックする。

The screenshot shows the 'Associate Elastic IP address' dialog box in the AWS console. The 'Resource type' section has 'Instance' selected. The 'Instance' search box contains 'i-'. The 'Private IP address' search box contains 'Choose a private IP address'. The 'Reassociation' section has 'Allow this Elastic IP address to be reassociated' unchecked. The 'Associate' button is highlighted.

Annotations:

- インスタンスを選択 (Instance selected)
- 作成したParallelCluster実行用インスタンスを選択
ここでは「pcluster-prod-admin-1a-01」を選択 (Select the created ParallelCluster execution instance, here 'pcluster-prod-admin-1a-01')
- 入力しない (Do not input)
- チェックを入れない (Do not check)
- 「関連付ける」をクリック (Click 'Associate')

3.4 画面に下記メッセージが表示されるとElastic IPアドレスの関連付けが完了する。

Elastic IP address associated successfully.
Elastic IP address has been associated with instance i-0c558f39bb80e9c94

ParallelCluster実行用インスタンスの作成

4. アクセスキーの作成(1/4)

4.1 IAM User一覧ページへアクセスする。

<https://us-east-1.console.aws.amazon.com/iam/home?region=ap-northeast-1#/users>

4.2 自身がAWSマネジメントコンソールのログインに利用しているIAM Userの「ユーザー名」をクリックする。

Users (1/5) Info
An IAM user is an identity with long-term credentials that is used to interact with AWS in an account.

Search

User name	Path	Group	Last activity	MFA	Password age
<input checked="" type="checkbox"/>	/	0	2 hours ago	Virtual	23 days

ログインに利用しているIAM Userの「ユーザー名」をクリックする。

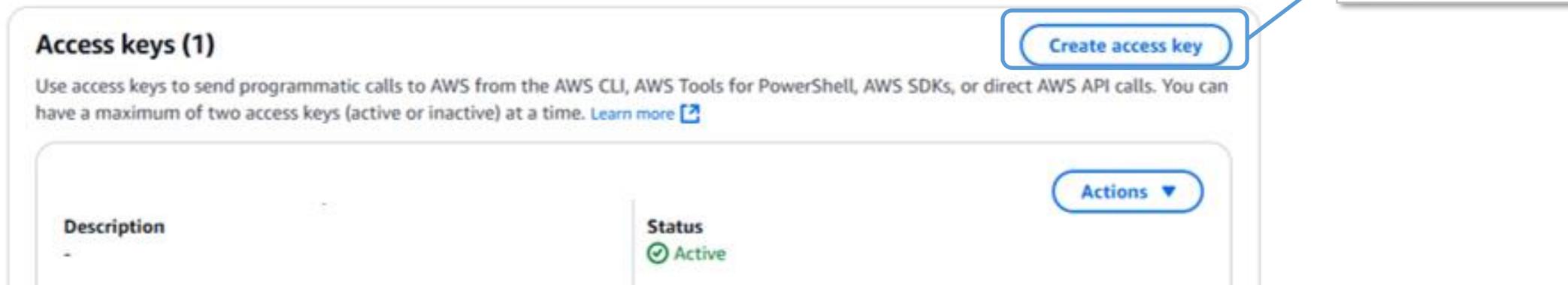
ParallelCluster実行用インスタンスの作成

4. アクセスキーの作成(2/4)

4.3 「セキュリティ認証情報」をクリックする。



4.4 「アクセスキーを作成」をクリックする。



ParallelCluster実行用インスタンスの作成

4. アクセスキーの作成(3/4)

4.5 「コマンドラインインターフェース(CLI)」を選択する。

Access key best practices & alternatives Info

Avoid using long-term credentials like access keys to improve your security. Consider the following use cases and alternatives.

Use case

- Command Line Interface (CLI)**
You plan to use this access key to enable the AWS CLI to access your AWS account.

「コマンドラインインターフェース (CLI)」を選択

4.6 「上記のレコメンデーションを理解し、アクセスキーを作成します」にチェックを入れ、「次へ」をクリックする。

Confirmation

I understand the above recommendation and want to proceed to create an access key.

「上記のレコメンデーションを理解し、アクセスキーを作成します」にチェックを入れる

Cancel **Next**

「次へ」をクリック

ParallelCluster実行用インスタンスの作成

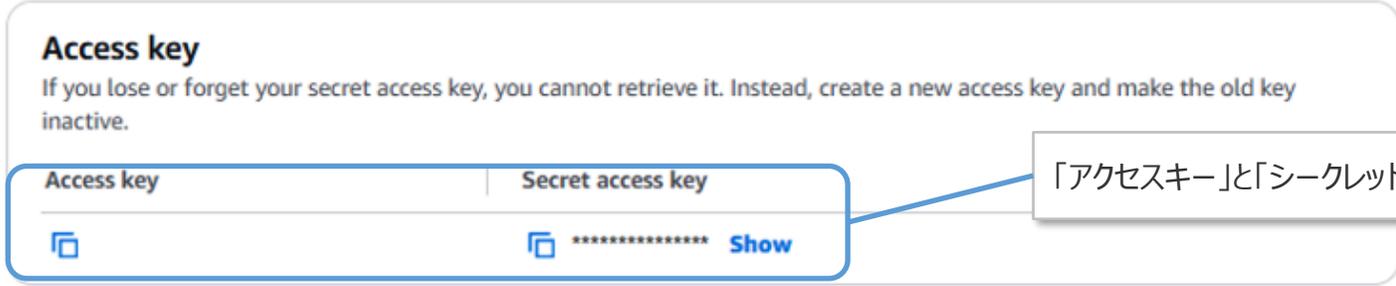
4. アクセスキーの作成(4/4)

4.7 「アクセスキーを作成」をクリックする。



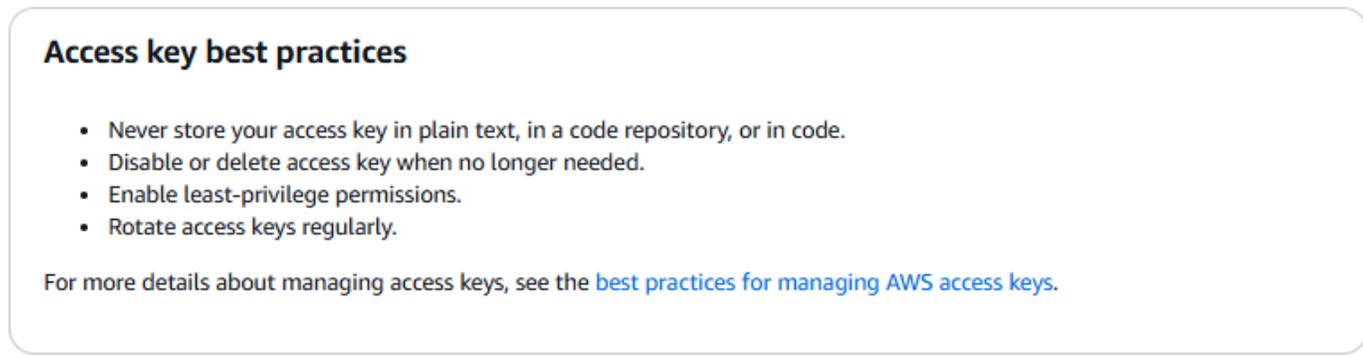
「アクセスキーを作成」をクリックする。

4.8 「アクセスキー」と「シークレットアクセスキー」を控えておく。「シークレットアクセスキー」はマスクされているので、「表示」をクリックして文字列を表示し、その文字列をシークレットアクセスキーとして控えておく。



「アクセスキー」と「シークレットアクセスキー」を控える

4.9 「完了」をクリックする。



「完了」をクリック



ParallelClusterのセットアップ

AWS ParallelClusterのセットアップの流れ

本項では、AWS ParallelCluster のセットアップ手順について解説する。AWS ParallelCluster のセットアップは、ParallelCluster 実行用インスタンス上で、以下の手順に従って実行する。以降のセクションで、それぞれの項目について具体的な手順を解説する。

1. AWS ParallelClusterのインストール
2. クラスタのセットアップ

ParallelClusterのセットアップ

1. AWS ParallelClusterのインストール(1/2)

1.1 pipのインストール

ParallelCluster実行用インスタンスにログインし下記コマンドを実行してpipをインストールする。

```
$ curl -O https://bootstrap.pypa.io/get-pip.py
$ python3 get-pip.py
```

下記コマンドを実行し、バージョン情報が表示されるとインストール成功である。

```
$ pip --version
-----
pip 24.3.1 from /home/ec2-user/apc-ve/lib/python3.9/site-packages/pip (python 3.9)
-----
```

1.2 virtualenvのインストール

下記コマンドを実行し、Pythonの仮想環境構築ライブラリvirtualenvをインストールする。

```
$ python3 -m pip install --upgrade pip
$ python3 -m pip install --user --upgrade virtualenv
```

1.3 仮想環境の作成

下記コマンドを実行し、仮想環境を構築する。

```
$ python3 -m virtualenv ~/apc-ve
```

1.4 仮想環境をアクティブ化

下記コマンドを実行して仮想環境をアクティブ化する。

```
$ source ~/apc-ve/bin/activate
```

ParallelClusterのセットアップ

1. AWS ParallelClusterのインストール(2/2)

1.5 ParallelClusterをインストール

pipを使ってParallelClusterをインストールする。

```
(apc-ve) $ pip3 install aws-parallelcluster==3.10.1
```

下記コマンドを実行してバージョン情報が出力されるとインストール成功である。

```
(apc-ve) $ pcluster version
```

```
-----  
{  
"version": "3.10.1"  
}  
-----
```

1.6 Node.jsのインストール

下記のコマンドを実行してNode.jsをインストールする。

```
(apc-ve) $ curl -o- https://raw.githubusercontent.com/nvm-sh/nvm/v0.38.0/install.sh | bash  
(apc-ve) $ chmod ug+x ~/.nvm/nvm.sh  
(apc-ve) $ source ~/.nvm/nvm.sh  
(apc-ve) $ nvm install --lts
```

下記コマンドを入力してバージョン情報が出力されるとインストール成功である。

```
(apc-ve) $ node --version
```

```
-----  
{  
v22.13.0  
}  
-----
```

2. クラスターのセットアップ(1/4)

2.1 AWS認証情報のセット

下記コマンドを入力して、認証情報を入力する。

```
$ aws configure
-----
AWS Access Key ID [None]: {アクセスキーを入力}
AWS Secret Access Key [None]: {シークレットアクセスキーを入力}
Default region name [None]: ap-northeast-1
Default output format [None]: {入力せずEnterキーを押す}
-----
```

※アクセスキー/シークレットアクセスキーは「[アクセスキーの作成](#)」で控えた文字列を入力

2. クラスターのセットアップ(2/4)

2.2 config作成コマンドの実行

下記コマンドを実行する。

```
(apc-ve)$ mkdir ~/pcluster-config
(apc-ve)$ pcluster configure --config ~/pcluster-config/cluster-config-01.yaml
```

2.3 パラメータ情報の入力

config作成コマンドの実行後、入力項目が表示されるのでパラメータ情報を入力していく。

(1) リージョンの選択: 「ap-northeast-1」を選択する。

```
AWS Region ID [ap-northeast-1]:ap-northeast-1
```

(2) キーペアの選択:「[キーペアの作成](#)」で作成したキーペア名を選択する。

```
EC2 Key Pair Name [aws-pcluster-ed25519-20250115_tokyo]:{ノードに利用するキーペアを選択}
```

(3) スケジューラの選択:Slurmを選択する。

```
Allowed values for Scheduler:
1. slurm
2. awsbatch
Scheduler [slurm]: slurm
```

ParallelClusterのセットアップ

2. クラスターのセットアップ(3/4)

(4) OSの選択:rhel8を選択する。

```
Allowed values for Operating System:
1. alinux2
2. alinux2023
3. ubuntu2004
4. ubuntu2204
5. rhel8
6. rocky8
7. rhel9
8. rocky9
Operating System [alinux2]: rhel8
```

(5) Head Nodeのインスタンスタイプの選択:Graviton3/3Eベースのインスタンスを設定する。
例では「m7g.medium」を選択している。

```
Head node instance type [t2.micro]: m7g.medium 用途に合わせて設定する。
```

(6) Queue構成の選択:用途に合わせて設定する。(下記には入力コマンド例を記載する。)

```
Number of queues [1]: 1 ...queueの数を設定する。※Slurmでは計算ノードを「queue」という論理グループに分割できる。
Name of queue 1 [queue1]: queue1 ...queue名をqueue1とする。
[queue1]: queue1 Number of compute resources for queue1 [1]: 1 ...Queue1に割り当てる計算リソース数を設定する。
Compute instance type for compute resource 1 in queue1 [t2.micro]: m7g.2xlarge ...計算ノードのインスタンスタイプを設定する。
Maximum instance count [10]: 10 ...最大利用できるnode数を設定する。例では最大10node使って計算可能。
```

Compute instance typeはGraviton3/3Eベースのインスタンスを選択する。

例では「m7g.2xlarge」を選択している。

※インスタンスを選択する際は、目的に合わせて必要なスペックを見積り、下記URLから選択する。

インスタンスタイプに応じて利用料金が異なるため注意する必要がある。

<https://aws.amazon.com/jp/ec2/instance-types/>

2. クラスターのセットアップ(4/4)

(7) VPCの自動作成:yを選択する。

```
Automate VPC creation? (y/n) [n]: y
```

(8) AZの選択:「ap-northeast-1a」を選択する。

```
Allowed values for Availability Zone:
1. ap-northeast-1a
2. ap-northeast-1c
3. ap-northeast-1d Availability Zone [ap-northeast-1a]: ap-northeast-1a
```

(9) Head NodeとCompute Nodeの構成:1を選択する。

```
Allowed values for Network Configuration:
1. Head node in a public subnet and compute fleet in a private subnet
2. Head node and compute fleet in the same public subnet
Network Configuration [Head node in a public subnet and compute fleet in a private subnet]: Head node in a public
subnet and compute fleet in a private subnet
Network Configuration [Head node in a public subnet and compute fleet in a private subnet]: 1
```

入力完了後、ParallelCluster用のVPCやネットワーク設定が自動で作成される。作成は数分で完了し、その後はコマンド入力ができるようになる。

外部ストレージの構築について

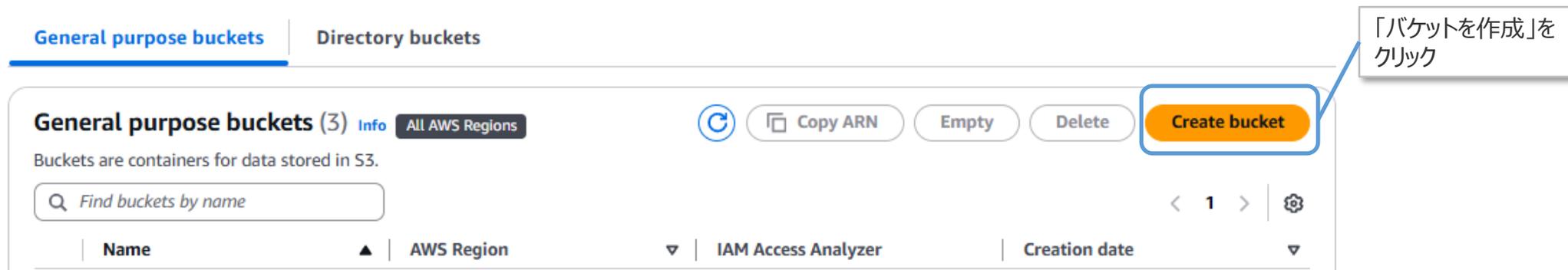
本マニュアルで構築するクラスタ環境では、計算結果などを長期保存するため、外部ストレージとしてS3 バケットを使用する。本項では、S3 バケットの作成手順について解説する。

1. S3バケットの作成(1/4)

1.1 S3バケット一覧ページへアクセスする。

<https://ap-northeast-1.console.aws.amazon.com/s3/buckets?region=ap-northeast-1&bucketType=general>

1.2 「バケットを作成」をクリックする。



1. S3バケットの作成(2/4)

1.3 下記のようにパラメータを設定する。

Create bucket Info

Buckets are containers for data stored in S3.

General configuration

AWS Region
Asia Pacific (Tokyo) ap-northeast-1

Bucket type Info

General purpose
Recommended for most use cases and access patterns. General purpose buckets are the original S3 bucket type. They allow a mix of storage classes that redundantly store objects across multiple Availability Zones.

Directory
Recommended for low-latency use cases. These buckets use only the S3 Express One Zone storage class, which provides faster processing of data within a single Availability Zone.

Bucket name Info

pcluster-prod-lustre-

Bucket name must be unique within the global namespace and follow the bucket naming rules. [See rules for bucket naming](#)

Copy settings from existing bucket - optional
Only the bucket settings in the following configuration are copied.

[Choose bucket](#)

Object Ownership Info

Control ownership of objects written to this bucket from other AWS accounts and the use of access control lists (ACLs). Object ownership determines who can specify access to objects.

ACLs disabled (recommended)
All objects in this bucket are owned by this account. Access to this bucket and its objects is specified using only policies.

ACLs enabled
Objects in this bucket can be owned by other AWS accounts. Access to this bucket and its objects can be specified using ACLs.

Object Ownership
Bucket owner enforced

「汎用」を選択

任意のバケット名を記載する。
※例「pcluster-prod-lustre- {Account ID} 」と入力

「ACL無効」を選択

1. S3バケットの作成(3/4)

1.4 下記のようにパラメータを設定する。

Block Public Access settings for this bucket

Public access is granted to buckets and objects through access control lists (ACLs) and bucket policies. In order to ensure that public access to this bucket and its objects is blocked, you must turn on Block Public Access for this bucket and its access points. AWS recommends that you turn on Block Public Access for all buckets. To ensure that your applications will work correctly without public access to buckets and objects, you can customize the individual settings below to suit your specific storage use cases. [Learn more](#)

「パブリックアクセスをすべてブロック」にチェックを入れる

Block all public access

Turning this setting on is the same as turning on all four settings below. Each of the following settings are independent of one another.

Block public access to buckets and objects granted through new access control lists (ACLs)

S3 will block public access permissions applied to newly added buckets or objects, and prevent the creation of new public access ACLs for existing buckets and objects. This setting doesn't change any existing permissions that allow public access to S3 resources using ACLs.

Block public access to buckets and objects granted through any access control lists (ACLs)

S3 will ignore all ACLs that grant public access to buckets and objects.

Block public access to buckets and objects granted through new public bucket or access point policies

S3 will block new bucket and access point policies that grant public access to buckets and objects. This setting doesn't change any existing policies that allow public access to S3 resources.

Block public and cross-account access to buckets and objects through any public bucket or access point policies

S3 will ignore public and cross-account access for buckets or access points with policies that grant public access to buckets and objects.

Bucket Versioning

Versioning is a means of keeping multiple variants of an object in the same bucket. You can use versioning to preserve, retrieve, and restore every version of every object stored in your Amazon S3 bucket. With versioning, you can easily recover from both unintended user actions and application failures. [Learn more](#)

Bucket Versioning

Disable

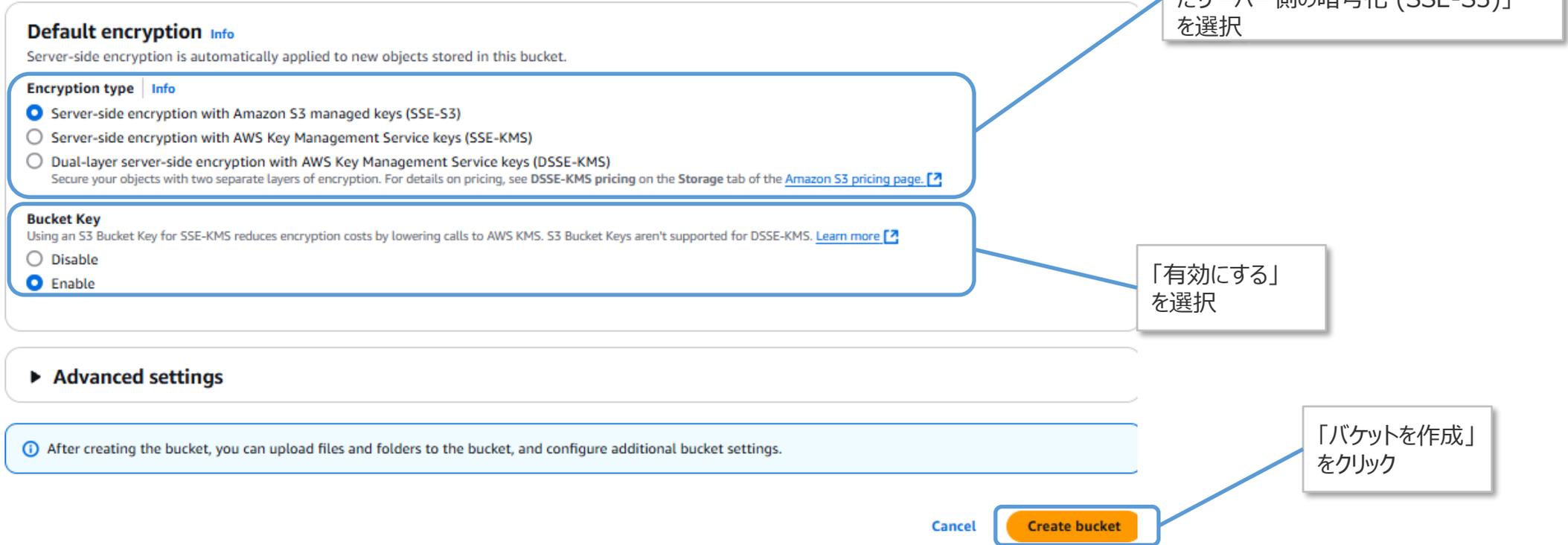
Enable

必要に応じて設定する
ここでは「無効にする」に
チェックを入れる

外部ストレージの構築

1. S3バケットの作成(4/4)

1.5 下記のようにパラメータを設定し、「バケットを作成」をクリックする。



Default encryption [Info](#)
Server-side encryption is automatically applied to new objects stored in this bucket.

Encryption type | [Info](#)

- Server-side encryption with Amazon S3 managed keys (SSE-S3)
- Server-side encryption with AWS Key Management Service keys (SSE-KMS)
- Dual-layer server-side encryption with AWS Key Management Service keys (DSSE-KMS)
Secure your objects with two separate layers of encryption. For details on pricing, see [DSSE-KMS pricing](#) on the [Storage](#) tab of the [Amazon S3 pricing page](#).

Bucket Key
Using an S3 Bucket Key for SSE-KMS reduces encryption costs by lowering calls to AWS KMS. S3 Bucket Keys aren't supported for DSSE-KMS. [Learn more](#)

- Disable
- Enable

▶ **Advanced settings**

ⓘ After creating the bucket, you can upload files and folders to the bucket, and configure additional bucket settings.

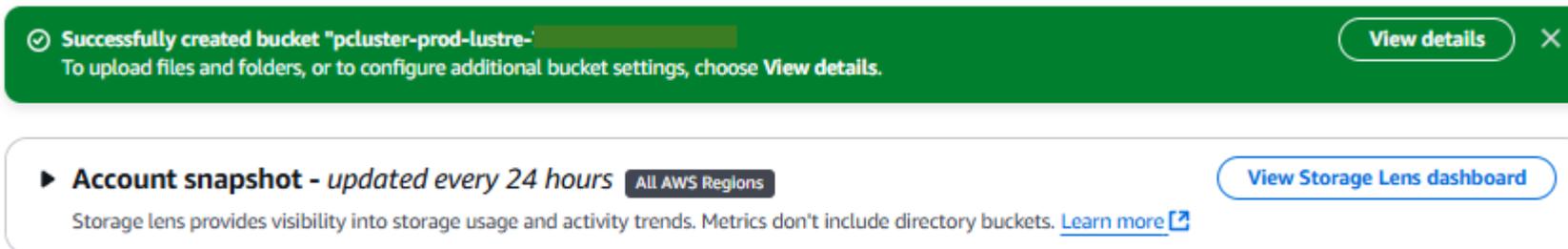
Cancel **Create bucket**

「Amazon S3 マネージドキーを使用したサーバー側の暗号化 (SSE-S3)」を選択

「有効にする」を選択

「バケットを作成」をクリック

1.6 下記の画面が表示されるとS3バケットの作成が完了し、外部ストレージの構築が完了する。



✔ **Successfully created bucket "pcluster-prod-lustre-"** [View details](#) ×
To upload files and folders, or to configure additional bucket settings, choose [View details](#).

▶ **Account snapshot - updated every 24 hours** [All AWS Regions](#) [View Storage Lens dashboard](#)
Storage lens provides visibility into storage usage and activity trends. Metrics don't include directory buckets. [Learn more](#)

クラスタ構築

クラスタ構築の流れ

本項では、クラスタの作成手順について解説する。AWS ParallelCluster のセットアップと外部ストレージの構築が完了すると、クラスタを構築できるようになる。クラスタは、ParallelCluster 実行用インスタンス上で、以下の手順に従って構築する。次ページ以降では、クラスタ構築に必要な各項目の具体的な手順を解説する。

1. cluster-config-01.yamlの設定
2. クラスタの作成
3. Head Nodeへのログイン

クラスタ構築

1. cluster-config-01.yamlの設定

1.1 pcluster-configディレクトリ中に生成されたcluster-config-01.yamlに下記の赤字で示すストレージ設定を追記する。

※ 生成されたcluster-config-01.yamlには「ParallelClusterのセットアップ」にて指定した設定情報が記載される。

```

Region: ap-northeast-1
Image:
  Os: rhel8
HeadNode:
  InstanceType: m7g.medium
  Networking:
    SubnetId: subnet-xxxxxxxxxxx
  LocalStorage:
    RootVolume:
      Size: 64
      Encrypted: true
      VolumeType: gp2
      DeleteOnTermination: true
  Ssh:
    KeyName: aws-pcluster-ed25519-yyyymmdd_tokyo
Scheduling:
  Scheduler: slurm
  SlurmQueues:
    - Name: queue1
      ComputeResources:
        - Name: m7g2xlarge
          Instances:
            - InstanceType: m7g.2xlarge
          MinCount: 0
          MaxCount: 10
      Networking:
        SubnetIds:
          - subnet-xxxxxxxxxxxxxxxx
  
```

任意のストレージサイズを設定する。

Head Nodeのストレージ設定を追加する。サイズは「バーチャル富岳」コンテナをダウンロードするため、ストレージサイズ64GB以上に設定する。

```

SharedStorage:
  - MountDir: /lustre01
    Name: lustre01
    StorageType: FsxLustre
    FsxLustreSettings:
      ImportedFileChunkSize: 1024
      DeploymentType: PERSISTENT_1
      PerUnitStorageThroughput: 100
      StorageCapacity: 1200
      AutoImportPolicy: NEW CHANGED DELETED
      ExportPath: s3://pcluster-prod-lustre- {Account ID}
      ImportPath: s3://pcluster-prod-lustre- {Account ID}
  
```

共有ストレージの設定を追加する。

作成したS3バケット名を記載する
例「pcluster-prod-lustre- {Account ID} 」と入力

共有ストレージの設定を本ファイル上で設定することで、自動的に共有ストレージが構築される。

2. クラスタの作成

2.1 クラスタ作成コマンドの実行

下記のコマンドを入力するとクラスタが作成される。作成完了までの時間は、FSx for Lustreなどが含まれているため20分程度かかる。

```
(apc-ve)$ pcluster create-cluster --cluster-name cluster01 --cluster-configuration ~/pcluster-config/cluster-config-01.yaml
```

2.2 クラスタのステータス確認

下記のコマンドを入力するとクラスタの作成状況が表示される。「cloudFormationStackStatus」が「CREATE_IN_PROGRESS」の場合はまだ作成進行中であり、「CREATE_COMPLETE」となっていればクラスタの作成は完了している。

```
(apc-ve)$ pcluster describe-cluster --cluster-name cluster01 |grep "cloudFormationStackStatus"
```

3. Head Nodeへのログイン(1/2)

Head Nodeへログインする際は、ParallelCluster実行用インスタンスにログインしてログイン操作を実施する。

3.1 仮想環境をアクティブ化

ParallelCluster実行用インスタンスへログインし、下記コマンドを実行する。

```
$ source ~/apc-ve/bin/activate
```

3.2 秘密鍵の保存

下記コマンドを実行し、キーペア秘密鍵の文字列を張り付けてキーペアの秘密鍵ファイルを作成し、ParallelCluster実行用インスタンス内に保存する。

```
(apc-ve)$ vi ~/.ssh/aws-pcluster-ed25519-yyyymmdd_tokyo.pem  
***** キーペアの秘密鍵の文字列を貼り付ける *****
```

3. Head Nodeへのログイン(2/2)

3.3 秘密鍵のパーミッションを変更

下記のコマンドを入力して秘密鍵ファイルのパーミッション設定を変更する。

```
(apc-ve)$ chmod 600 ~/.ssh/aws-pcluster-ed25519-20250115_tokyo.pem
```

3.4 Head NodeへSSH接続

下記コマンドを実行してHead Nodeへ接続する。

```
(apc-ve)$ pcluster ssh --cluster-name cluster01 -i ~/.ssh/aws-pcluster-ed25519-20250115_tokyo.pem
```

画面に下記のメッセージが表示されるとHead Nodeに接続に成功し、クラスタの構築が完了する。

```
Register this system with Red Hat Insights: insights-client --register  
Create an account or view all your systems at https://red.ht/insights-dashboard  
Last login: Tue Feb 18 04:56:09 2025 from xx.xx.xxx.xx
```

テストジョブの実行

クラスタ上でのジョブの投入

スーパーコンピュータを含むクラスタ環境では、ジョブ単位でプログラムを実行する仕組みが一般的である。本マニュアルで扱うクラスタでは、ジョブ管理システムSlurmを使用してジョブを投入し、実行する。Slurmを用いたジョブ投入では、以下の sbatch コマンドを使用する。

```
$ sbatch [ファイル名]
```

次ページ以降に簡単なテストジョブの実行手順について解説する。

テストジョブの実行

1. テストジョブ実行手順(1/2)

1.1 テスト用ジョブスクリプト作成

Head Node上で「vim sleep.sh」と入力して、ジョブスクリプトsleep.shを作成し、スクリプト内に下記内容を記載する。

```
$ vim sleep.sh
=====
#!/bin/bash
echo "sleeping..."
sleep 60
echo "done!"
=====
```

1.2 ジョブの実行

下記のsbatchコマンドを入力してジョブを投入する。しばらくするとジョブが計算ノード上で実行される。

※計算ノードはジョブが実行されると自動作成され、ジョブが完了すると自動的に削除される。

```
$ sbatch sleep.sh
-----
Submitted batch job 1
-----
```

1. テストジョブ実行手順(2/2)

1.3 ジョブの状況確認

ジョブの状況を確認したい場合はsqueueコマンドを実行することで確認できる。

```
$ squeue
-----
JOBID PARTITION NAME USER ST TIME NODES NODELIST(REASON)
1 queue1 sleep.sh ec2-user CF 0:08 1 queue1-dy-m7gmedium-12
-----
```

※ジョブの状態コードの見方は下記URL参照方

<https://slurm.schedmd.com/squeue.html#lbAG>

1.4 計算終了

計算終了後slurm-xx.out(xxには番号が表示される。)というファイルが出力される。ファイル内に下記の内容が出力されていると計算完了である。

```
$ cat slurm-1.out
-----
sleeping...
done!
-----
```

共有ストレージへのデータ転送

共有ストレージについて

本項では、共有ストレージへのデータ転送方法について解説する。Head Node の特定のディレクトリには、Lustre ファイルシステム（FSx for Lustre）がマウントされており、共有ストレージとして利用される。Lustre ファイルシステム上のデータは、Head Node および計算ノードから保存・削除できる。

共有ストレージ
(FSx for Lustre)

/lustre01

1. 共有ストレージ(Lustreファイルシステム)へのデータ転送

- Head Nodeにログインし、下記のコマンドを実行するとHead Node内のデータをLustreファイルシステム内にコピーできる。
（下記コマンドは、test.txtというファイルをLustreファイルシステムへコピーしている。）

```
$ cp test.txt /lustre01/
```

- Head Nodeにログインし、下記のコマンドを実行するとLustreファイルシステム内のデータをHead Node内にコピーできる。（下記コマンドは、test.txtというファイルをHead Nodeへコピーしている。）

```
$ cp /lustre01/test.txt .
```

- 下記コマンドを実行することでLustreファイルシステム内のデータを確認できる。

```
$ ls -l /lustre01/
```

```
-----  
-rw-rw-r-- 1 ec2-user ec2-user 5 Jan 17 23:23 test.txt  
-----
```

外部ストレージへのデータエクスポート

外部ストレージへのデータ転送の流れ

本項では、外部ストレージへのデータ転送手順について解説する。クラスタ環境を削除すると、共有ストレージのデータも消去されるため、外部ストレージへの保管が必要となる。次ページ以降では、S3 バケットを使用した外部ストレージへのデータ転送方法について解説する。

1. 共有ストレージから外部ストレージへのエクスポート
2. S3バケット内のファイル確認とダウンロード

外部ストレージへのデータエクスポート

1. 共有ストレージから外部ストレージへのエクスポート

下記コマンドを実行することで、共有ストレージからS3バケットにデータをエクスポートできる。

- 下記コマンドを実行することでLustreファイルシステム内のデータをS3バケットへコピーすることができる。

```
$ nohup find /lustre01/ -type f -print0 | xargs -0 -n 1 sudo lfs hsm_archive
```

- 下記コマンドを実行することでLustreファイルシステム内の特定のファイルをS3バケットへコピーすることができる。
(下記コマンドはtest.txtをS3バケットにコピー)

```
$ sudo lfs hsm_archive /lustre01/test.txt
```

外部ストレージへのデータエクスポート

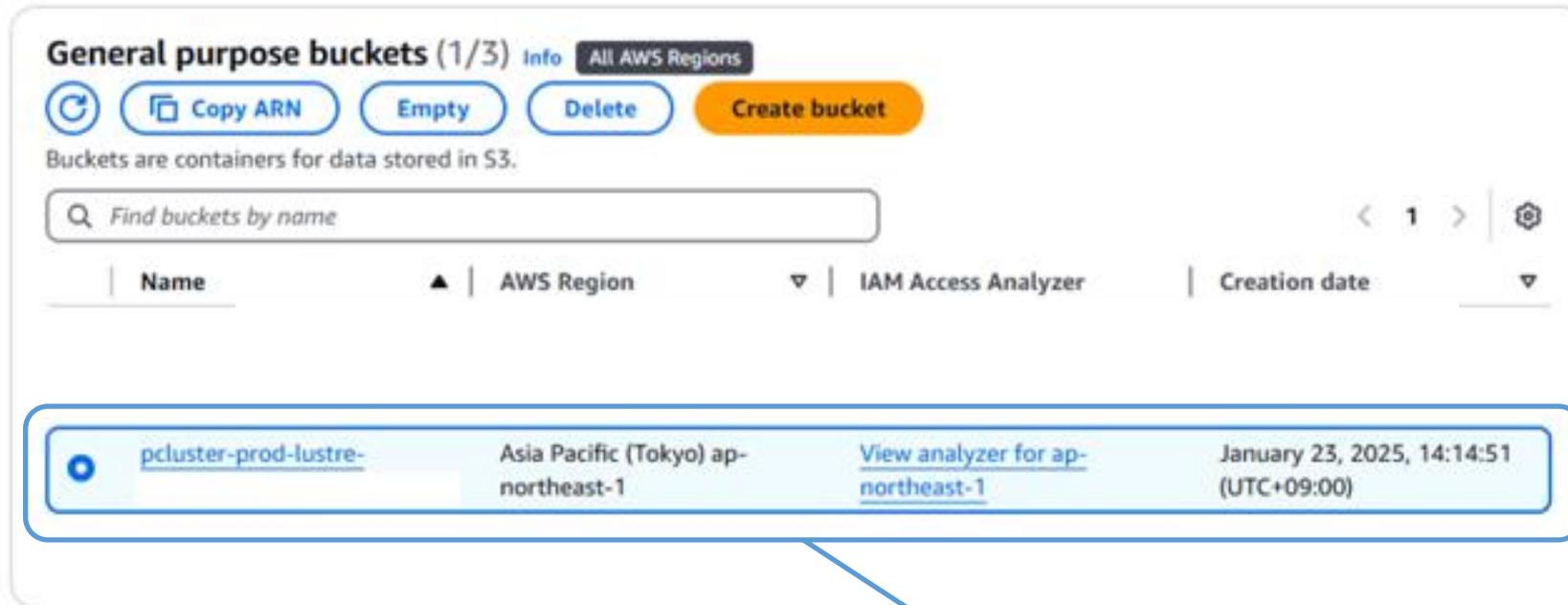
2. S3バケット内のファイル確認とダウンロード(1/3)

下記手順でS3バケット内のファイルを確認する。

2.1 S3バケット一覧ページへアクセスする。

<https://ap-northeast-1.console.aws.amazon.com/s3/buckets?region=ap-northeast-1&bucketType=general>

2.2 [外部ストレージの構築](#)で作成したS3バケット名をクリックする。



作成したS3バケット名をクリック

外部ストレージへのデータエクスポート

2. S3バケット内のファイル確認とダウンロード(2/3)

2.3 S3バケット内にLustreファイルシステムのデータが保存されていることを確認する。

Objects (14)

Objects are the fundamental entities stored in Amazon S3. You can use [Amazon S3 inventory](#) to get a list of all objects in your bucket. For others to access your objects, you'll need to explicitly grant them permissions. [Learn more](#)

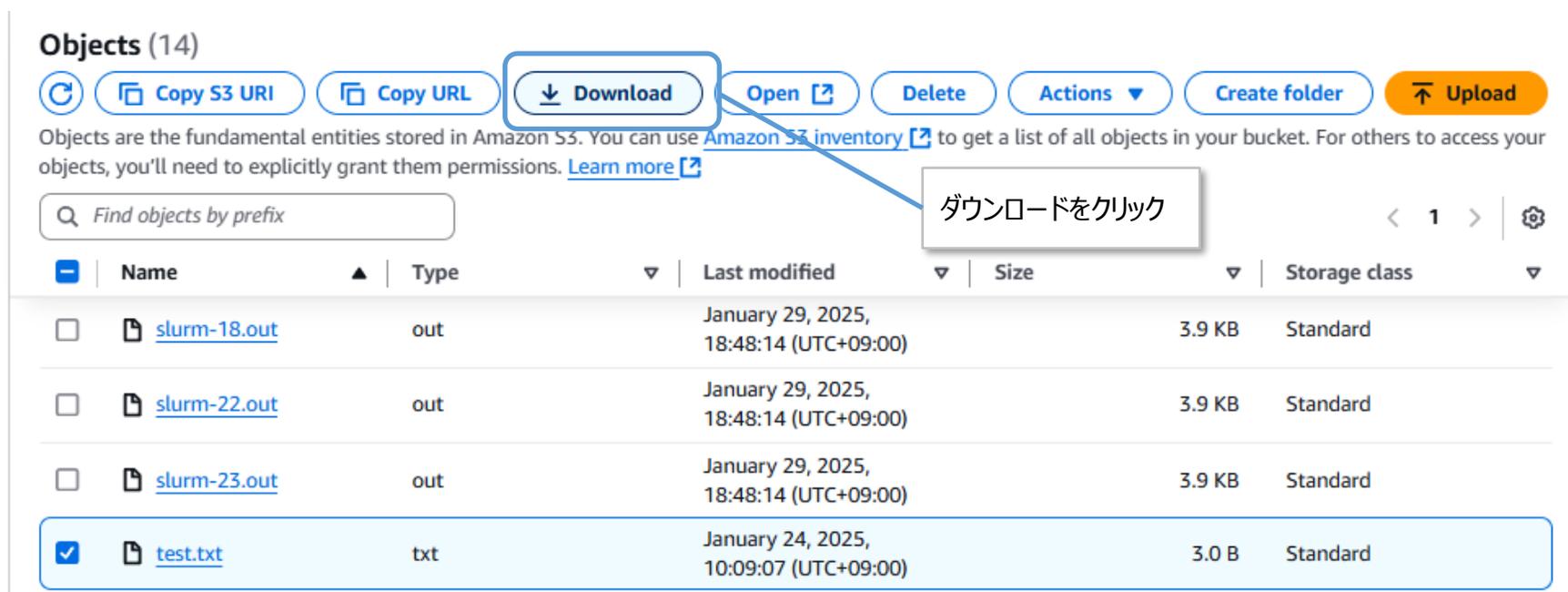
Find objects by prefix

Name	Type	Last modified	Size	Storage class
<input type="checkbox"/> slurm-18.out	out	January 29, 2025, 18:48:14 (UTC+09:00)	3.9 KB	Standard

Lustreファイルシステムから転送されたデータが表示される。

2. S3バケット内のファイル確認とダウンロード(3/3)

2.4 ローカル端末に保存する必要があるデータがあれば対象のオブジェクトを選択し、「ダウンロード」をクリックしてローカル端末に保存する。(図ではtest.txtを選択)



Objects (14)

Refresh Copy S3 URI Copy URL **Download** Open Delete Actions Create folder Upload

Objects are the fundamental entities stored in Amazon S3. You can use [Amazon S3 inventory](#) to get a list of all objects in your bucket. For others to access your objects, you'll need to explicitly grant them permissions. [Learn more](#)

Find objects by prefix

<input type="checkbox"/>	Name	Type	Last modified	Size	Storage class
<input type="checkbox"/>	slurm-18.out	out	January 29, 2025, 18:48:14 (UTC+09:00)	3.9 KB	Standard
<input type="checkbox"/>	slurm-22.out	out	January 29, 2025, 18:48:14 (UTC+09:00)	3.9 KB	Standard
<input type="checkbox"/>	slurm-23.out	out	January 29, 2025, 18:48:14 (UTC+09:00)	3.9 KB	Standard
<input checked="" type="checkbox"/>	test.txt	txt	January 24, 2025, 10:09:07 (UTC+09:00)	3.0 B	Standard

ローカル環境からクラスタへのデータの転送

ローカル環境からクラスタへのデータの転送の流れ

本項では、ローカル環境からクラスタへのデータ転送手順について解説する。クラスタ上で計算を実行する際は、必要なデータを Head Node に転送する。Head Node へのデータ転送は、以下の手順で行う。次ページ以降では、それぞれの項目について具体的な操作手順を解説する。

1. ローカル環境から共有ストレージへファイルアップロード
2. 共有ストレージからデータの取得

ローカル環境からクラスタへのデータの転送

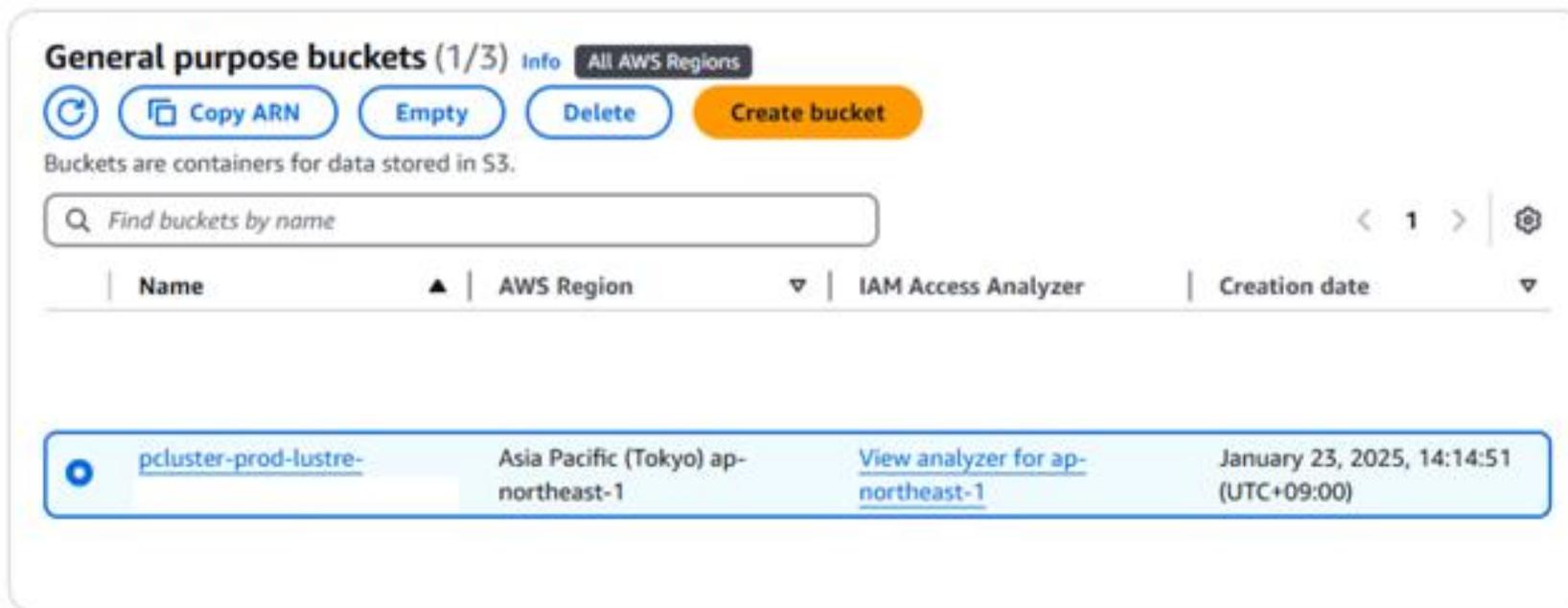
1. ローカル環境から共有ストレージへファイルアップロード(1/3)

下記手順でS3バケット内のファイルを確認する。

1.1 S3バケット一覧ページへアクセスする。

<https://ap-northeast-1.console.aws.amazon.com/s3/buckets?region=ap-northeast-1&bucketType=general>

1.2 [外部ストレージの構築](#)で作成したS3バケット名をクリックする。

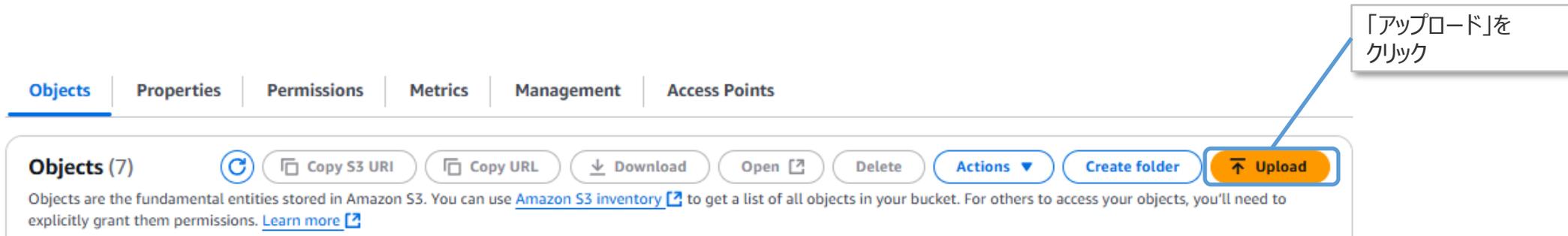


ローカル環境からクラスタへのデータの転送

1. ローカル環境から共有ストレージへファイルアップロード(2/3)

下記手順でS3バケット内のファイルを確認する。

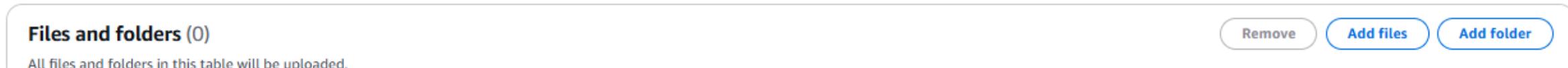
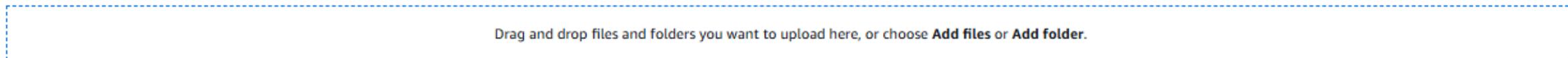
1.3 アップロードをクリックする。



1.4 アップロードしたいファイルをドラッグアンドドロップする。

Upload [Info](#)

Add the files and folders you want to upload to S3. To upload a file larger than 160GB, use the AWS CLI, AWS SDKs or Amazon S3 REST API. [Learn more](#)



ローカル環境からクラスタへのデータの転送

1. ローカル環境から共有ストレージへファイルアップロード(3/3)

1.5 アップロードをクリック

ここでは、test_data.datというファイルをアップロードする。

Files and folders (1 total, 55.0 B) Remove Add files Add folder

All files and folders in this table will be uploaded.

Find by name < 1 >

<input type="checkbox"/>	Name	Folder	Type	Size
<input type="checkbox"/>	test_data.dat	-	-	55.0 B

Destination [Info](#)

Destination
[s3://pcluster-](#)

▶ **Destination details**
 Bucket settings that impact new objects stored in the specified destination.

▶ **Permissions**
 Grant public access and access to other AWS accounts.

▶ **Properties**
 Specify storage class, encryption settings, tags, and more.

下記画面が表示されるとS3バケットへのアップロードが完了する。

✔ **Upload succeeded**
 For more information, see the **Files and folders** table.

「アップロード」をクリック



ローカル環境からクラスタへのデータの転送

2. 共有ストレージからデータの取得

外部ストレージと共有ストレージはリンクしており、外部ストレージにアップロードされたデータは、共有ストレージから参照できる。

2.1 Head Nodeにログインして下記コマンドを実行してLustreファイルシステム内のデータを確認する。

```
$ ls /lustre01/  
-----  
slurm-1.out  test_data.dat  
-----
```

2.2 下記コマンドを実行してLustreファイルシステム内からHead Nodeにデータをコピーする。
ここではtest_data.datをコピーする。

```
$ cp /lustre01/test_data.dat .
```

2. 「プライベート富岳」の構築

(3) 「バーチャル富岳」のインストール



Singularityとは

Singularity概要

Singularityとは主にHPCの分野で使用されている、コンテナプラットフォームである。Singularity を使うと、アプリケーションの実行に必要なシステム要件のうち、カーネル以外の部分を独立に構成・保持でき、アプリケーションと一体とできるため、同一アーキテクチャの環境であれば、実行環境をまるごと持ち運ぶことが可能になる。

また、アプリケーションに必要なランタイムライブラリの更新頻度が高い場合や、多彩なアプリケーションを駆使する必要がある場合に、それぞれの要件を個別に整えたり切り替えたりすることを考えなくてよくなる。さらに古い実行環境を保存しておくことも容易なため、データの再検証などもやりやすくなるメリットがある。

他の実装との違い

他の実装と比べた Singularity の際立った特徴は以下の4点である。

- イメージが単一ファイルで作成されるため、コンテナイメージの管理が直感的で容易である。
- イメージを展開せず、単一ファイルのまま利用できるため、アプリケーション稼働時の共有ファイルシステムへの I/O を抑制できる。
- 起動したユーザーのID・権限がコンテナ内部で継承され、同一ユーザーとしてファイル・ハードウェア・プロセスにアクセス可能である。
- イメージ作成やコンテナ実行に際して、root 権限やデーモンを一切介在させないため、セキュアな運用が可能である。

Singularityのインストール

Singularityのインストールの流れ

本項では、Singularityのインストール手順について解説する。以下の手順に従ってインストールを進める。次ページ以降で、それぞれの項目について詳しく説明する。

1. 依存関係のインストール
2. Goのインストール
3. Singularityのコンパイル
4. SingularityコマンドのPath設定

Singularityのインストール

1. 依存関係のインストール

Singularityのインストール作業はHead Node上でおこなうため、Head Nodeにログインして作業を行う。

1.1 下記コマンドを実行して、依存関係をインストールする。

```
# Install basic tools for compiling
sudo dnf groupinstall -y 'Development Tools'
# Install RPM packages for dependencies
sudo dnf install -y ¥
  autoconf ¥
  automake ¥
  crun ¥
  cryptsetup ¥
  fuse ¥
  fuse3 ¥
  fuse3-devel ¥
  git ¥
  glib2-devel ¥
  libseccomp-devel ¥
  libtool ¥
  squashfs-tools ¥
  wget ¥
  zlib-devel
```

Singularityのインストール

2. Goのインストール

SingularityのインストールにはGo言語が必要であるため、Go言語をインストールする。

2.1 Go言語を下記コマンドでインストールする。

```
$ sudo yum install -y golang
```

2.2 Go言語を下記コマンドを実行しバージョン情報が出力されるとインストール成功である。

```
$go version
=====
go version go1.22.9 (Red Hat 1.22.9-1.module+el8.10.0+22500+ae717ef) linux/arm64
=====
```

Singularityのインストール

3. Singularityのコンパイル

3.1 下記コマンドを入力し、Singularityソースコードを取得する。バージョンはv4.1.0を使用する。

```
$ export VERSION=4.1.0 && # adjust this as necessary ¥  
  wget https://github.com/sylabs/singularity/releases/download/v${VERSION}/singularity-ce-${VERSION}.tar.gz && ¥  
  tar -xzf singularity-ce-${VERSION}.tar.gz && ¥  
  cd singularity-ce-${VERSION}
```

3.2 下記のコマンドを実行してSingularityをコンパイルする。

Singularityは計算ノードからも実行できるようにする必要があり、計算ノードと共有される領域にインストールする必要がある。そのため、--prefixで共有領域である「/opt/parallelcluster/shared」を指定してコマンドを実行する。

```
$ ./mconfig --prefix=/opt/parallelcluster/shared && ¥  
  make -C ./builddir && ¥  
  sudo make -C ./builddir install
```

Singularityのインストール

4. SingularityコマンドのPath設定

4.1 下記のコマンドを入力して.bashrcを開く。

```
$ vim ~/.bashrc
```

4.2 .bashrcファイル内に下記を入力し保存する。

```
export PATH=/opt/parallelcluster/shared/bin:$PATH
```

4.3 下記コマンドを実行して追加したPATH設定を反映させる。

```
$ source ~/.bashrc
```

4.4 下記コマンドを実行して4.1.0というバージョン情報が表示されるとSingularityのインストールは成功である。

```
$ singularity version
=====
4.1.0
=====
```

「バーチャル富岳」環境の取得

「バーチャル富岳」環境の取得方法

「富岳」と同等の環境をクラスタ上に展開するために、「富岳」にインストールされたソフトウェアスタックを含む Singularity コンテナイメージをダウンロードする。本項では、「バーチャル富岳」コンテナイメージのダウンロード方法を解説する。

1. 「バーチャル富岳」コンテナイメージファイルのダウンロード

1.1 Head Nodeにログインし、homeディレクトリ上で下記のコマンドを実行し、Sylabs Cloud LibraryからSingularity コンテナイメージをダウンロードする。

※ 以下は、バージョン1.1 のコンテナイメージの例である。実際には最新バージョンを指定してダウンロードして下さい。
最新バージョンの版数は、「バーチャル富岳」公式サイト (<https://www.r-ccs.riken.jp/fugaku/virtual-fugaku/>) で確認できます。

```
$ singularity pull library://riken-rccs/virtual-fugaku/vf-ver1.1
```

ダウンロードが完了すると「バーチャル富岳」のインストールが完了する。

3. アプリケーションの実行

(1) 「バーチャル富岳」にインストールされたアプリケーションの実行



実行するアプリケーション

本マニュアルでは、「バーチャル富岳」にインストールされている下記の3アプリケーションの実行例について解説する。

- GENESIS

超並列分子動力学計算ソフトウェアである。独自の計算アルゴリズムを用いて、並列計算を高効率化し、細胞環境を想定した1億個の原子で構成される系に対して、高速なシミュレーションが可能である。

URL:https://www.r-ccs.riken.jp/software_center/jp/software/genesis/overview/

- GROMACS

オープンソースの古典分子動力学アプリケーションソフトウェアである。主に生体分子系の計算事例が多く、高速な並列計算が可能なのが特徴である。

URL:<https://www.gromacs.org/>

- SCALE

スーパーコンピュータから汎用計算機に至るまで広く用いられることを念頭において開発されている次世代気象科学における基盤ライブラリーである。

URL:<https://scale.riken.jp/ja/>

GENESIS実行の流れ

本項では、GENESISの実行手順として、必要ファイルのダウンロード、ジョブスクリプトの作成、実行、および結果の確認までの流れを解説する。

1. 実行手順(1/3)

以降の操作はHead Node上で実施する。

1.1 必要ファイルのダウンロード

任意のディレクトリ上で下記コマンドを実行する。

```
$ wget https://www.r-ccs.riken.jp/labs/cbrt/wp-content/uploads/2020/12/benchmark_mkl_ver4_nocrowding.tar.gz
$ tar -xzvf benchmark_mkl_ver4_nocrowding.tar.gz
```

1.2 ディレクトリbenchmark_mkl_ver4_nocrowdingに移動する。

```
$ cd benchmark_mkl_ver4_nocrowding
```

1. 実行手順(2/3)

1.3 ジョブスクリプトの作成

ディレクトリbenchmark_mkl_ver4_nocrowdingに下記のジョブスクリプトgenesis.shを作成する。

■ genesis.sh

```
#!/bin/bash
#SBATCH -p queue1
#SBATCH --ntasks=8
#SBATCH --nodes=2
#SBATCH --ntasks-per-node=4
#SBATCH --cpus-per-task=2
#SBATCH -J test_genesis

set -ex

SIFFILE=~/.vf-ver1.1_latest.sif

export SINGULARITYENV_LD_LIBRARY_PATH=/usr/lib64:/opt/amazon/efa/lib64
export SINGULARITY_BIND=${PWD},/opt/amazon,/usr/lib64/libefa.so.1,/usr/lib64/libibverbs.so.1
export OMP_NUM_THREADS=${SLURM_CPUS_PER_TASK}

cd npt/genesis1.6_2.5fs/jac_amber
mpirexec --use-hwthread-cpus -n ${SLURM_NTASKS} singularity -v run ${SIFFILE} spdyn p${SLURM_NTASKS}.inp
```

1.4 ジョブの実行

下記のコマンドを実行してジョブを投入する。

```
$ sbatch genesis.sh
```

1. 実行手順(3/3)

1.5 結果の確認

ジョブが完了するとジョブを投入したディレクトリにslurm-xx.outというファイルが出力される。(xxはジョブIDが表示される。)ファイルの中身を確認し、下記の情報が出力されているとアプリケーションが正常動作している。

```
Output_Time> Averaged timer profile (Min, Max)
total time      =      56.798
  setup         =       1.057
dynamics        =     55.741
  energy        =     42.362
  integrator    =       6.591
  pairlist      =     4.504 (    4.376,    4.620)
=====以下省略=====
```

GROMACS実行の流れ

本項では、GROMACSの実行手順として、必要ファイルのダウンロード、ジョブスクリプトの作成、実行、および結果の確認までの流れを解説する。

1. 実行手順(1/3)

以降の操作はHead Node上で実施する。

1.1 必要ファイルのダウンロード

任意のディレクトリ上で下記コマンドを実行する。

```
$ wget https://ftp.gromacs.org/pub/benchmarks/ADH_bench_systems.tar.gz  
$ tar -xzvf ADH_bench_systems.tar.gz
```

1.2 ディレクトリADH内のにadh_cubicディレクトリに移動する。

```
$ cd ADH/adh_cubic
```

1. 実行手順(2/3)

1.3 ジョブスクリプトの作成

ディレクトリadh_cubic内に下記のジョブスクリプトgromacs.shを作成する。

■ gromacs.sh

```
#!/bin/bash
#SBATCH -p queue1
#SBATCH --ntasks=8
#SBATCH --cpus-per-task=2
#SBATCH --nodes=4#SBATCH --ntasks-per-node=2
#SBATCH -J test_gromacs
SIFFILE=~/.vf-ver1.1_latest.sif
export SINGULARITYENV_LD_LIBRARY_PATH=/usr/lib64:/opt/amazon/efa/lib64
export SINGULARITY_BIND=/opt/amazon,/usr/lib64/libefa.so.1,/usr/lib64/libibverbs.so.1
mpiexec --use-hwthread-cpus -n 1 singularity run ${SIFFILE} gmx_mpi grompp -f pme_verlet.mdp -c conf.gro -p topol.top -o ions.tpr
mpiexec --use-hwthread-cpus -n ${SLURM_NTASKS} singularity run ${SIFFILE} gmx_mpi mdrun -ntomp ${SLURM_CPUS_PER_TASK} -s ions.tpr
```

1.4 ジョブの実行

下記のコマンドを実行してジョブを投入する。

```
$ sbatch gromacs.sh
```

1. 実行手順(3/3)

1.5 結果の確認

ジョブが完了するとジョブを投入したディレクトリにslurm-xx.outというファイルが出力される。(xxはジョブIDが表示される。)ファイルの中身を確認し、下記の情報が出力されているとアプリケーションが正常動作している。

```
Dynamic load balancing report:
DLB was turned on during the run due to measured imbalance.
Average load imbalance: 1.0%.
The balanceable part of the MD step is 68%, load imbalance is computed from this.
Part of the total run time spent waiting due to load imbalance: 0.7%.
Steps where the load balancing was limited by -rdd, -rcon and/or -dds: X 0 %
      Core t (s)   Wall t (s)      (%)
Time:      2017.288   126.081   1600.0           (ns/day)   (hour/ns)
Performance:    13.707     1.751
GROMACS reminds you: "Even if you are on the right track, you will get run over if you just sit there." (Will Rogers)
```

SCALE実行の流れ

本項では、SCALEの実行手順として、必要ファイルのダウンロード、ジョブスクリプトの作成、実行、および結果の確認までの流れを解説する。また、可視化ツールGrADSを用いた計算結果可視化方法について解説する。

1. 実行手順(1/4)

以降の操作はHead Node上で実施する。

1.1 必要ファイルのダウンロード

任意のディレクトリ上で下記コマンドを実行する

```
$ wget https://scale.riken.jp/archives/scale-5.4.5.tar.gz  
$ tar -xzvf scale-5.4.5.tar.gz
```

1.2 ディレクトリscale-5.4.5に移動する。

```
$ cd scale-5.4.5
```

1. 実行手順(2/4)

1.3 ジョブスクリプトの作成

ディレクトリscale-5.4.5内に下記のジョブスクリプトscale.shを作成する。

■ scale.sh

```
#!/bin/bash
#SBATCH -p queue1
#SBATCH --ntasks=2
#SBATCH --cpus-per-task=8
#SBATCH --nodes=2
#SBATCH --ntasks-per-node=1
#SBATCH -J test_scale
SIFFILE=~/.vf-ver1.1_latest.sif
export SINGULARITYENV_LD_LIBRARY_PATH=/usr/lib64:/opt/amazon/efa/lib64
export SINGULARITY_BIND=${PWD},/opt/amazon,/usr/lib64/libefa.so.1,/usr/lib64/libibverbs.so.1
cp -pr ../scale-5.4.5/scale-rm/test/tutorial/ideal/* .
#初期値の作成
cp sample/init_R20kmDX500m.conf ./init_R20kmDX500m.conf
mpexec --use-hwthread-cpus -n ${SLURM_NTASKS} singularity run ${SIFFILE} scale-rm_init init_R20kmDX500m.conf
#シミュレーションの実行
cp sample/run_R20kmDX500m.conf ./run_R20kmDX500m.conf
mpexec --use-hwthread-cpus -n ${SLURM_NTASKS} singularity run ${SIFFILE} scale-rm run_R20kmDX500m.conf
#後処理
cp sample/net2g_R20kmDX500m.conf ./net2g_R20kmDX500m.conf
mpexec --use-hwthread-cpus -n ${SLURM_NTASKS} singularity run ${SIFFILE} net2g net2g_R20kmDX500m.conf
```

1. 実行手順(3/4)

1.4 ジョブの実行

下記のコマンドを実行してジョブを投入する。

```
$ sbatch scale.sh
```

1.5 結果の出力

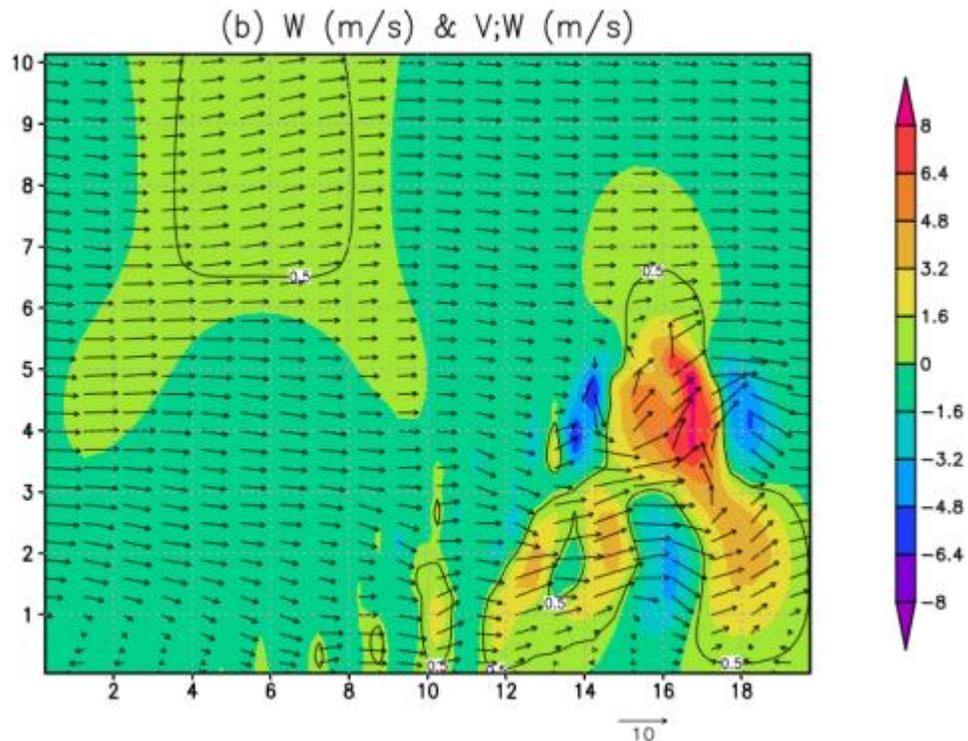
ジョブが完了するとジョブを投入したディレクトリにslurm-xx.outというファイルと下記の結果ファイルが出力される。(xxはジョブIDが表示される)下記の結果ファイルをローカル環境にダウンロードする。

- QHYD_d01z-3d.ctl
- QHYD_d01z-3d.grd
- V_d01z-3d.ctl
- V_d01z-3d.grd
- W_d01z-3d.ctl
- W_d01z-3d.grd

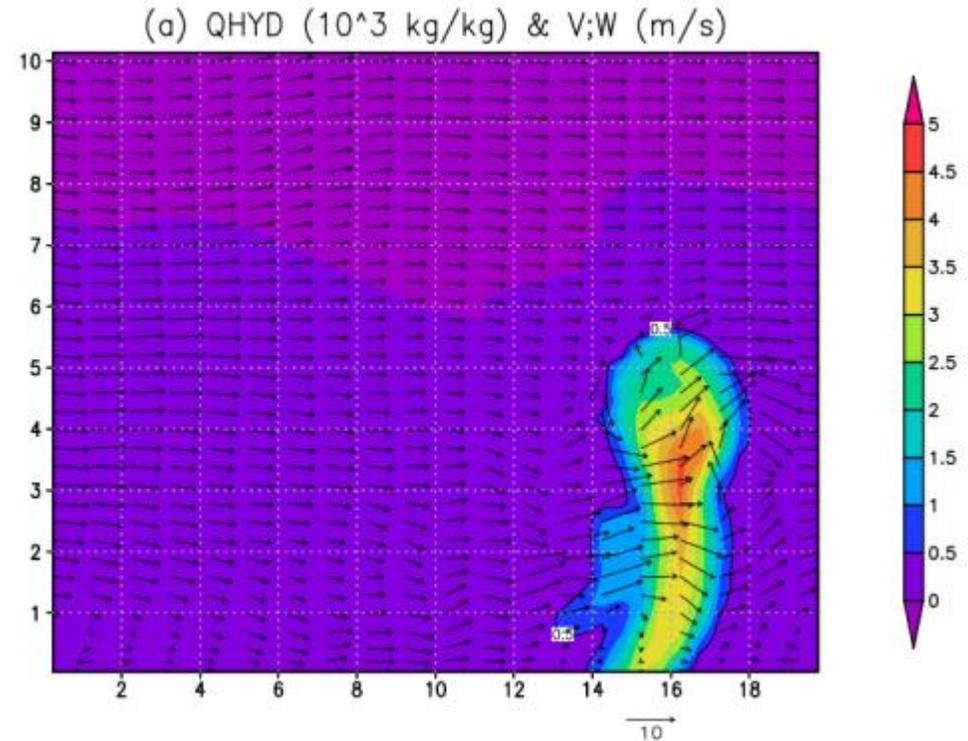
1. 実行手順(4/4)

1.6 結果の確認

ダウンロードしたファイルをローカル環境で GrADS を用いて可視化し、以下の2つの可視化結果ファイルが出力されていれば、アプリケーションは正常に動作している。(GrADSを用いた可視化方法は次ページに記載)



ideal_W.png



ideal_qhyd.png

2. GrADSによる可視化方法(1/2)

ローカル環境でのGrADSによるSCALEの結果ファイルの可視化方法を解説する。可視化処理を行うローカル環境はUbuntu22.04.4環境を想定している。

2.1 GrADSのインストール

ローカル環境にて下記コマンドを実行してGrADSをインストールする。

```
$ sudo apt-get upgrade  
$ sudo apt-install grads
```

2.2 可視化用GrADSスクリプトの取得

SCALEを実行する際にダウンロードしたディレクトリscale-5.4.5内の「scale-rm/test/tutorial/ideal」配下にcheckfig_ideal.gsという計算結果可視化用スクリプトファイルが配置されている。本ファイルを計算結果ファイルとともにローカル環境にコピーする。

2. GrADSによる可視化方法(2/2)

2.3 可視化の実行

計算結果ファイルとスクリプトcheckfig_ideal.gsが配置されたディレクトリに移動し、下記のコマンドを実行するとGrADSが起動し可視化処理が実行される。

```
$ grads -blc checkfig_ideal.gs
```

2.4 コマンド実行後、ディレクトリ内に下記の可視化結果ファイルが出力される。

- ideal_qhyd.png
- ideal_W.png

4. 「プライベート富岳」の削除 (1) クラスタ環境の削除



クラスタ環境の削除

クラスタ環境削除の流れ

本項では、ParallelCluster で構築したクラスタ環境の削除手順について解説する。計算に使用したクラスタ環境が不要になった場合は、以下の手順で削除する。次ページ以降では、クラスタ削除に必要な手順を詳しく説明する。

1. クラスタの削除
2. クラスタ用VPCの削除
3. ParallelCluster実行用インスタンスの削除
4. 固定IPアドレスの解放

クラスタ環境の削除

クラスタ環境の削除作業は、ParallelCluster実行用インスタンスにSSHログインして作業を進める。

1. クラスタの削除

1.1 下記コマンドでPython仮想環境をアクティブ化する。

```
$ source ~/apc-ve/bin/activate
```

1.2 下記コマンドを入力してクラスタを削除する。実行後削除完了まで10～20分ほど時間がかかる。

```
(apc-ve)$ pcluster delete-cluster --region ap-northeast-1 --cluster-name cluster01
```

1.3 クラスタの状況は下記コマンドを実行することで確認できる。「cloudFormationStackStatus」が「DELETE_IN_PROGRESS」の場合はクラスタ削除中である。クラスタ削除完了していた場合は何も出力されない。

```
(apc-ve)$ pcluster describe-cluster --cluster-name cluster01 |grep "cloudFormationStackStatus"
```

2. クラスタ用VPCの削除(1/3)

2.1 下記コマンドを実行してスタックを確認する。

```
(apc-ve)$ aws --region ap-northeast-1 cloudformation list-stacks --stack-status-filter "CREATE_COMPLETE" --query
"StackSummaries[].StackName" |grep -e "parallelclusternetworking-"
-----
"parallelclusternetworking-pubpriv-xxxxxxxxxxxxxxx",
-----
```

「parallelclusternetworking-pubpriv-xxxxxxxxxxxxxxx」はVPC作成に関するCloudFormationスタック名である。この文字列を控えておく。

2.2 スタックの削除

下記コマンドを実行してスタックを削除する。「parallelclusternetworking-pubpriv-xxxxxxxxxxxxxxx」の部分は先ほど控えたスタック名を入力する。

```
(apc-ve)$ aws --region ap-northeast-1 cloudformation delete-stack --stack-name parallelclusternetworking-pubpriv-
xxxxxxxxxxxxxxx
```

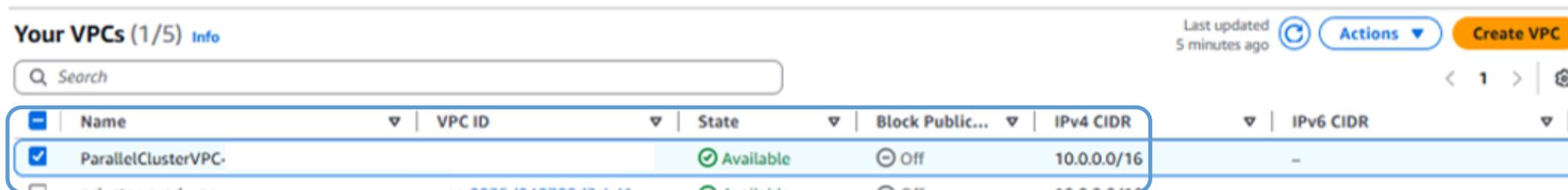
クラスタ環境の削除

2. クラスタ用VPCの削除(2/3)

2.3 VPC一覧ページへアクセス

<https://ap-northeast-1.console.aws.amazon.com/vpcconsole/home?region=ap-northeast-1#vpcs>

削除対象のVPCを選択する。



Your VPCs (1/5) Info

Last updated 5 minutes ago Actions Create VPC

Search

Name	VPC ID	State	Block Public...	IPv4 CIDR	IPv6 CIDR
<input checked="" type="checkbox"/> ParallelClusterVPC-		Available	Off	10.0.0.0/16	-

削除対象のVPCを選択

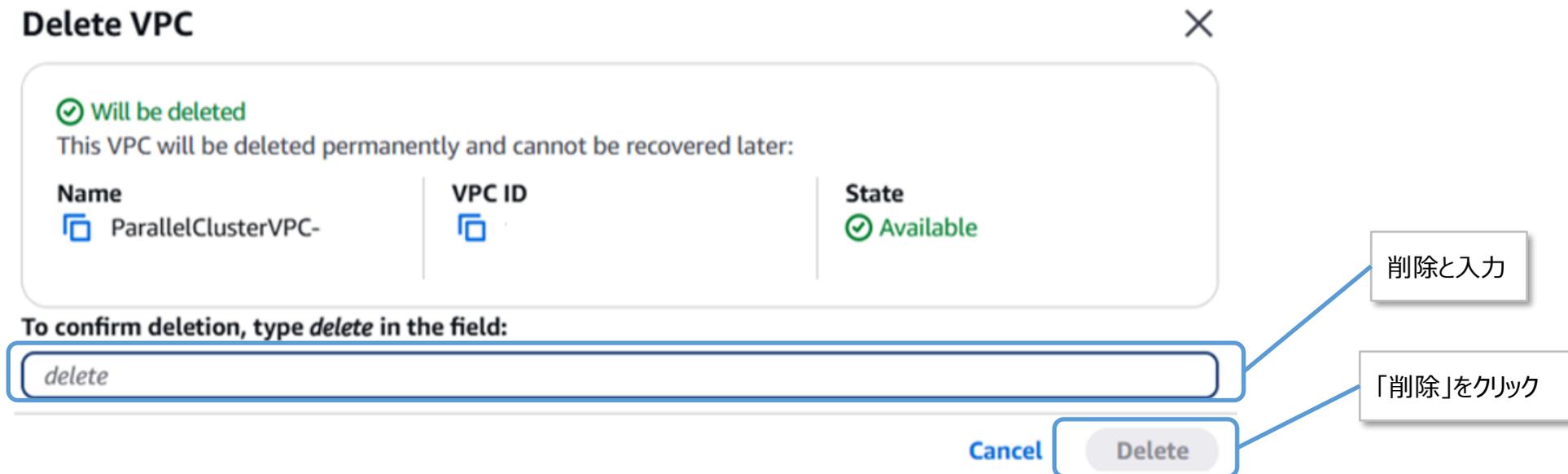
クラスタ環境の削除

2. クラスタ用VPCの削除(3/3)

2.4 右上の「アクション」=>「VPCの削除」をクリックする。



2.5 削除と確認欄に入力し「削除」をクリックするとVPCが削除される。



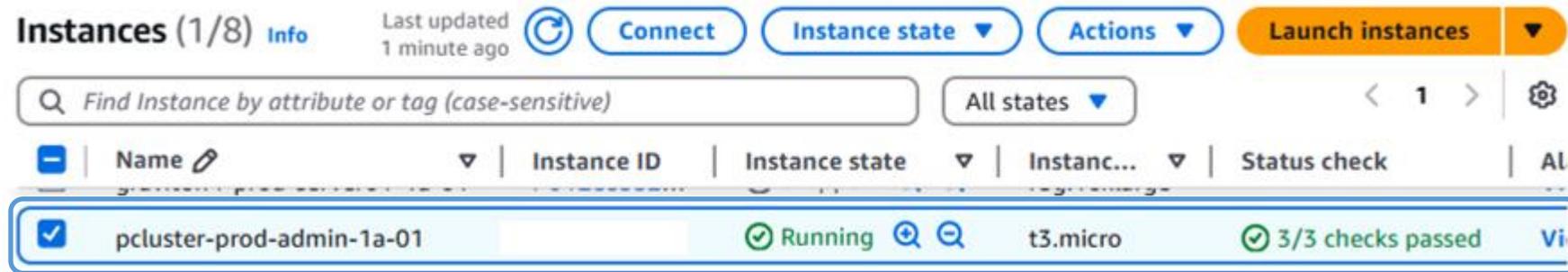
クラスタ環境の削除

3. ParallelCluster実行用インスタンスの削除(1/2)

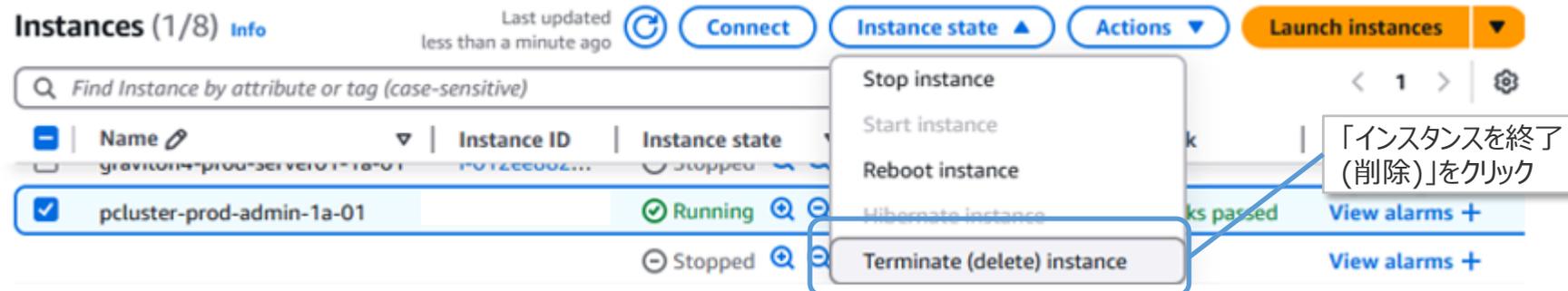
3.1 EC2インスタンス一覧ページへアクセスする。

<https://ap-northeast-1.console.aws.amazon.com/ec2/home?region=ap-northeast-1#Instances>

3.2 「pcluster-prod-admin-1a-01」を選択する。



3.3 右上の「インスタンスの状態」=>「インスタンスを終了(削除)」をクリックする。



クラスタ環境の削除

3. ParallelCluster実行用インスタンスの削除(2/2)

3.4 「終了(削除)」をクリックをクリックする。

Terminate (delete) instance? ×

⚠ On an EBS-backed instance, the default action is for the root EBS volume to be deleted when the instance is terminated. Storage on any local drives will be lost.

Are you sure you want to terminate these instances?

Instance ID	Termination protection
	✔ Disabled

Clean up associated resources

Associated resources may incur costs after these instances are terminated.

▶ **Release attached Elastic IPs**

To confirm that you want to delete the instances, choose the terminate button below. Instances with termination protection enabled will not be terminated. Terminating the instance cannot be undone.

Cancel
Terminate (delete)

「終了(削除)」をクリックをクリックする。

クラスタ環境の削除

4. 固定IPアドレスの解放(1/3)

ParallelCluster実行用インスタンス削除後、ParallelCluster実行用インスタンスに割り当てていた固定IPアドレスを開放する。

4.1 EIP一覧ページへアクセスする。

<https://ap-northeast-1.console.aws.amazon.com/ec2/home?region=ap-northeast-1#Addresses> :

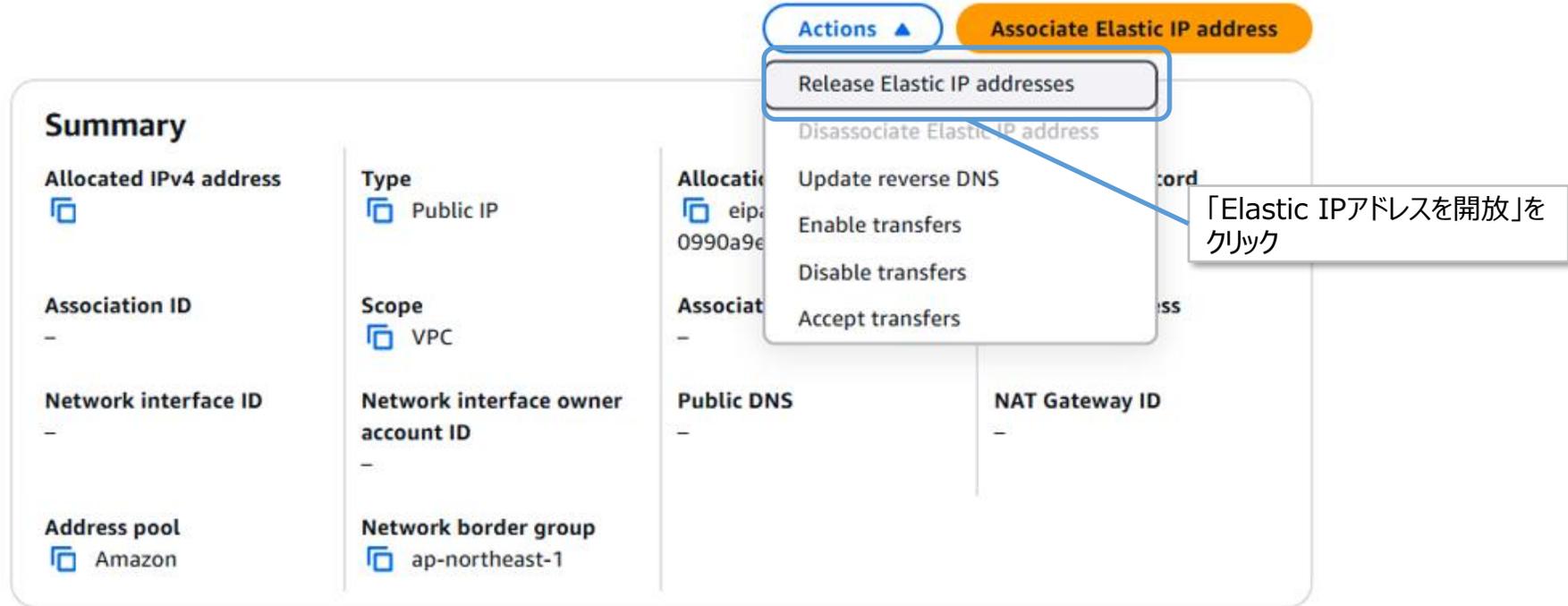
4.2 開放するElastic IPアドレスを選択する。

Name	Allocated IPv4 addr...	Type	Allocation ID
-		Public IP	eipat10c-00euz/
pcluster-prod-admin-1a-01-eip		Public IP	

クラスタ環境の削除

4. 固定IPアドレスの解放(2/3)

4.3 右上の「アクション」=>「Elastic IPアドレスを解放」をクリックする。



The screenshot shows the AWS console interface for an Elastic IP address. On the left, there is a 'Summary' section with the following details:

- Allocated IPv4 address:** [icon]
- Association ID:** -
- Network interface ID:** -
- Address pool:** [icon] Amazon
- Type:** [icon] Public IP
- Scope:** [icon] VPC
- Network interface owner account ID:** -
- Network border group:** [icon] ap-northeast-1

On the right, there is an 'Actions' dropdown menu with the following options:

- Associate Elastic IP address
- Release Elastic IP addresses (highlighted with a blue box)
- Disassociate Elastic IP address
- Update reverse DNS
- Enable transfers
- Disable transfers
- Accept transfers

A callout box with a blue arrow points to the 'Release Elastic IP addresses' option, containing the text: 「Elastic IPアドレスを開放」をクリック

クラスタ環境の削除

4. 固定IPアドレスの解放(3/3)

4.4 「解放」をクリックする。

Release Elastic IP addresses



Will be released

If you release the following Elastic IP addresses, they will no longer be allocated to your account and you can no longer associate them with your resources.

Name	IPv4 address	Allocation ID
pcluster-prod-admin...		

Cancel

Release

「解放」をクリック

4.5 Elastic IPアドレスが解放されると下記のメッセージが表示される。

✔ Elastic IP addresses released.
Elastic IP addresses



参考資料



「バーチャル富岳」にインストールされているパッケージ

「バーチャル富岳」にインストールされているパッケージ一覧

「バーチャル富岳」コンテナにはスーパーコンピュータ「富岳」での利用頻度が高い下記のアプリケーションがインストールされている。(2025/2/19時点)

順次アップデートされるため、最新の状況は下記URLを参照方。

URL:<https://www.r-ccs.riken.jp/fugaku/virtual-fugaku/>

- GENESIS 2.1.3 (genesis)
- Gnuplot 6.0.0 (gnuplot)
- GROMACS 2024.2 (gromacs)
- GNU Scientific Library (GSL) 2.7.1 (gsl)
- Julia 1.10.2 (julia)
- LAMMPS 20230802.3 (lammmps)
- Metis 5.1.0 (metis)
- Open Babel 3.1.1 (openbabel)
- OpenFoam 2312 (openfoam)
- Paraview 5.12.1 (paraview)
- Parmetis 4.0.3 (parmetis)
- PETSC 3.21.2 (petsc)
- Atomic Simulation Environment 3.21.1 (py-ase)
- Matplotlib (py-matplotlib)
- MPI for Python (py-mpi4py)
- NumPy (py-numpy)
- pandas (py-pandas)
- scikit-learn (py-scikit-learn)
- SciPy (py-scipy)
- TOML (py-toml)
- Quantume Espresso 7.3.1 (quantum-espresso)
- SCALE 5.4.4 (scale)
- tmux 3.4 (tmux)

AWS ParallelCluster 共有ストレージ一覧

ParallelCluster環境における共有ストレージ

下記表に示すHead Node内のディレクトリは計算ノードとNFSで共有されている。計算時に必要なファイルはHead Node上の「/home」や「/opt/parallelcluster/shared」に保存することで計算ノードと共有することが可能である。

共有ストレージ(EBS)
/home
/opt/parallelcluster/shared
/opt/slurm (書き込み権限なし)