

CBI学会2022年大会

# 今日から手軽に始める 創薬プロセスのクラウド化

アマゾンウェブサービスジャパン合同会社  
エンタープライズソリューションアーキテクト本部  
ヘルスケア・ライフサイエンスチーム



# 本セッションの概要

## 本セッションの狙い

創薬プロセスの様々なステップですぐに活用できる創薬特化のハンズオンやソリューションをご紹介させていただき、AWSクラウドのスケラビリティや俊敏性を、より手軽に、より素早く活用していただくための一助となれば幸いです

## 対象者

- 創薬でのAWSの利用に興味はあるが、どう活用していけばいいか悩まれている方
- 既にAWSを活用していて、別の新しいユースケースのための評価や環境構築に課題を感じている方

# 登壇者紹介

アマゾンウェブサービスジャパン合同会社  
エンタープライズソリューションアーキテクト本部  
ヘルスケア・ライフサイエンスチーム



原田 裕平

創薬プロセスハンズオンの  
全体像をご紹介



岡田 渚

HPC(High Performance Computing)  
分野のハンズオン・事例をご紹介

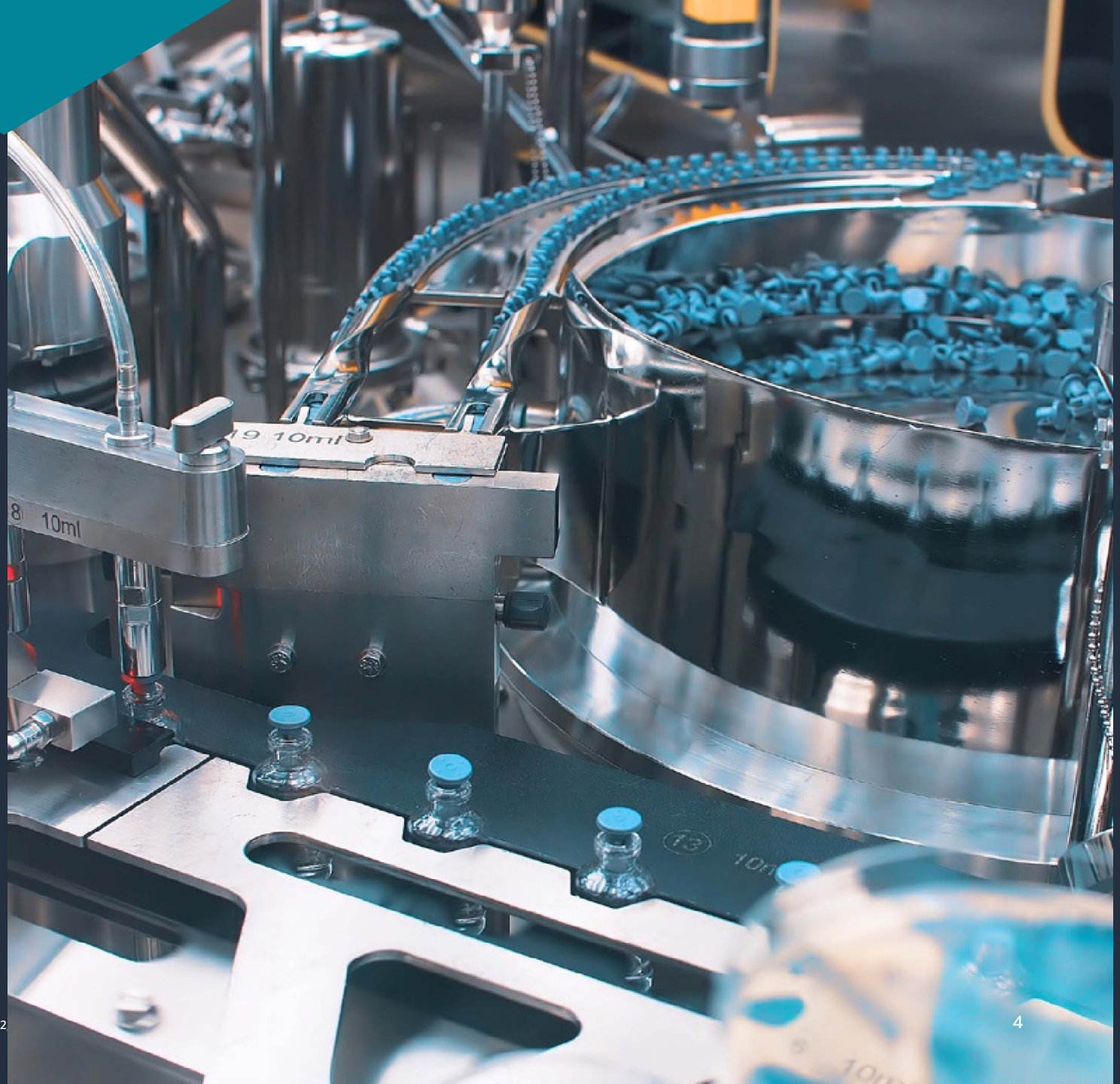


森下 裕介

AI/ML(Machine Learning)  
分野のハンズオン・事例をご紹介

# Agenda

- 現在の創薬プロセスにおける課題とAWSの提供する価値
  - クラウドのスケールビリティの活用
  - 試行錯誤を加速する仕組み
- 創薬プロセス  
ハンズオン・ソリューションの紹介
  - HPC領域ピックアップ
  - AI/ML領域ピックアップ
- まとめ



# 現在の創薬プロセスにおける課題と **AWS**の提供する価値

- SBDDなど創薬において計算機を利用する手法はますます存在感を高めている
- 抗体、核酸、中分子などモダリティが多様化し、創薬プロセスはより複雑化している
- ゲノミクスなど取り扱うデータ容量や計算量が増加している
- AlphaFold2によるタンパク質の構造推定など、機械学習ベースの手法も成果を上げつつある

# 創薬プロセスにおける計算環境の課題



膨大なデータ量



大規模計算環境

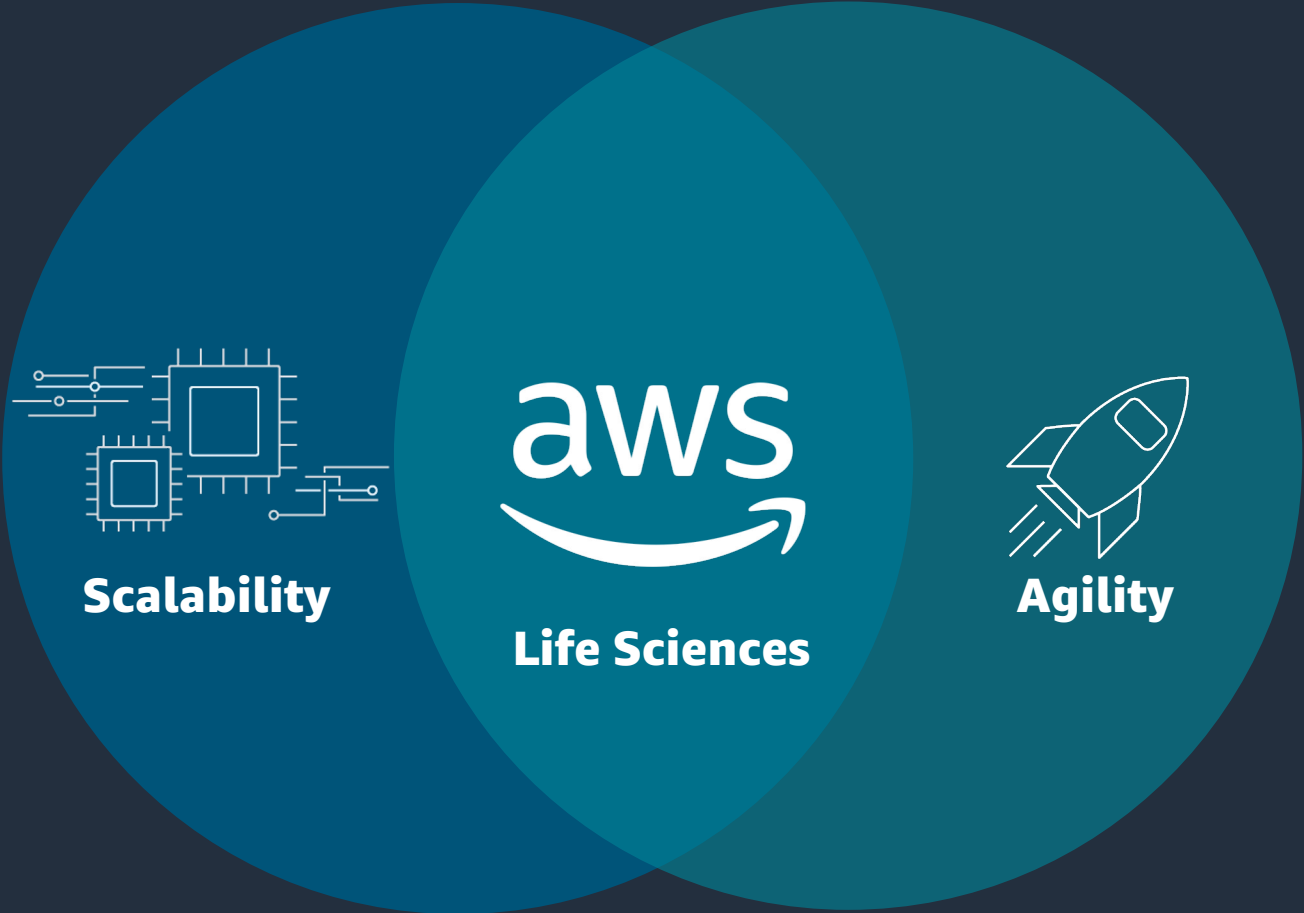


複雑なプロセス  
様々な新規手法

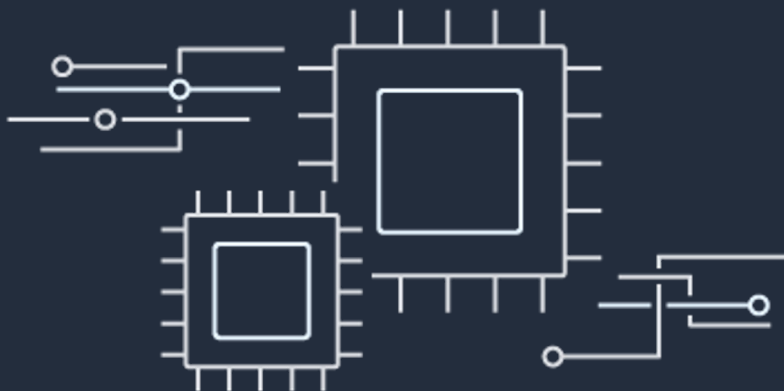
**AWS**のスケールビリティを活用

**AWS**の俊敏性を活用

# 創薬プロセスにおけるAWSの提供する価値

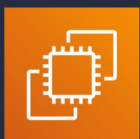


# コンピューートとストレージサービス



スケーラブルな計算環境とストレージをオンデマンドですぐに利用可能

料金は利用した分のみでコストエフェクティブ



Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2)



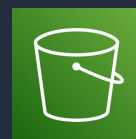
Amazon Elastic Container Service (Amazon ECS)



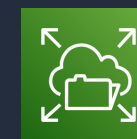
AWS ParallelCluster



AWS Batch



Amazon Simple Storage Service (Amazon S3)



Amazon Elastic File System (Amazon EFS)



Amazon FSx for Lustre

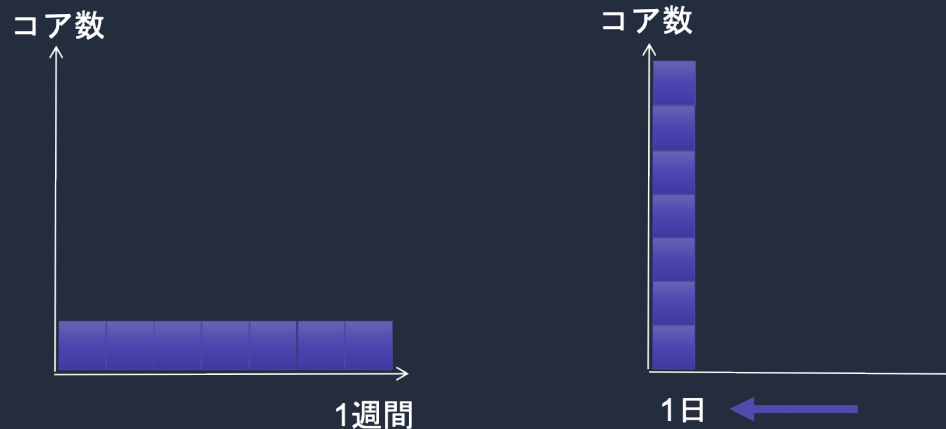
# AWSで大規模コンピューティングを実行するには

クラウドのスケラビリティの活用により  
コスト効率よく大量の計算を行うことが可能



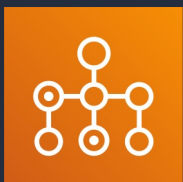
AWSサービスの組み合わせ実現可能  
しかし1からの構築は大変

実行基盤としてのEC2,ECS  
ジョブのスケジューリングやインスタンスのスケールの仕組み  
計算環境、ソフトウェアの管理  
etc ...



コンピューティング費用は「時間x台数」の積算なので  
逐次処理をしても並列処理をしても費用は同じ

AWSのHPC向けサービス活用により、すぐに利用いただくことが可能



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

**AWS Batch**



AWS上に HPC クラスタを自動で構築  
Slurm等の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 ParallelCluster**

# 素早く価値を生み出すAWSの仕組み



実現したいことに集中し試行錯誤を加速させる

---



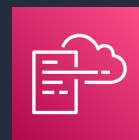
Building Block



Managed Services



AWS Solutions



AWS CloudFormation



AWS Cloud Development Kit  
(AWS CDK)



Amazon Genomics CLI



# ビルディングブロック

AWSはやりたいことをご自身で実現するSelf Service Platform

- 1つのサービスやツールでは自由度と実装コストの両立に限界
  - ⇒ 複数のサービスを適材適所で組み合わせ、**やりたいことを最小の手間**で実現する

➔ **Building Block**



[http://farm4.static.flickr.com/3514/3281353786\\_c1a130ff2e\\_b.jpg](http://farm4.static.flickr.com/3514/3281353786_c1a130ff2e_b.jpg)

- 価値創出にフォーカス
- 失敗や試行錯誤が容易
- リードタイムの短縮

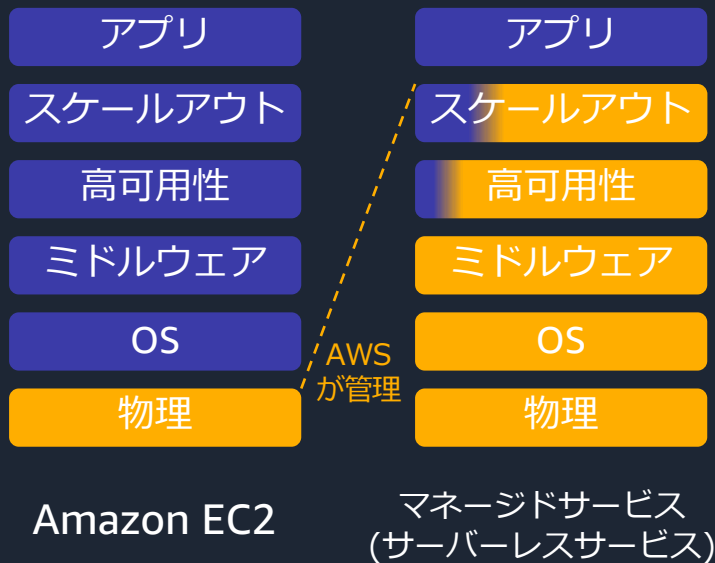


# マネージドサービス

AWSがインフラ層の管理を担当するサービス群

## コア領域に集中できる

差別化に繋がらない領域  
をAWSにオフロード



## 最新技術を活用

分析アルゴリズムや  
通信規格をAWSが拡充

# 3,084

2021年にリリースされた  
新サービス/機能の数  
(YoY +12%)

## 試行錯誤を加速

すぐに利用でき  
使った分だけのコスト

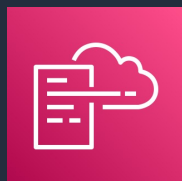


すぐに立ち上がる  
すぐに撤退できる

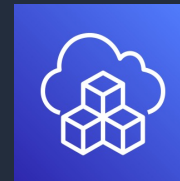


スモールスタート  
に適した料金体系

# プロビジョニングツール



AWS CloudFormation



AWS Cloud Development Kit  
(AWS CDK)

AWS各サービスのリソースや環境設定を設定ファイル(CloudFormation)またはコード(CDK)として管理、環境構築を自動化することのできるサービス

- AWSソリューションなど検証済みの構成を素早く立ち上げることが可能
- 作成した環境をまとめて削除できるため試行錯誤が容易
- 揮発性のある計算環境一式の運用が可能

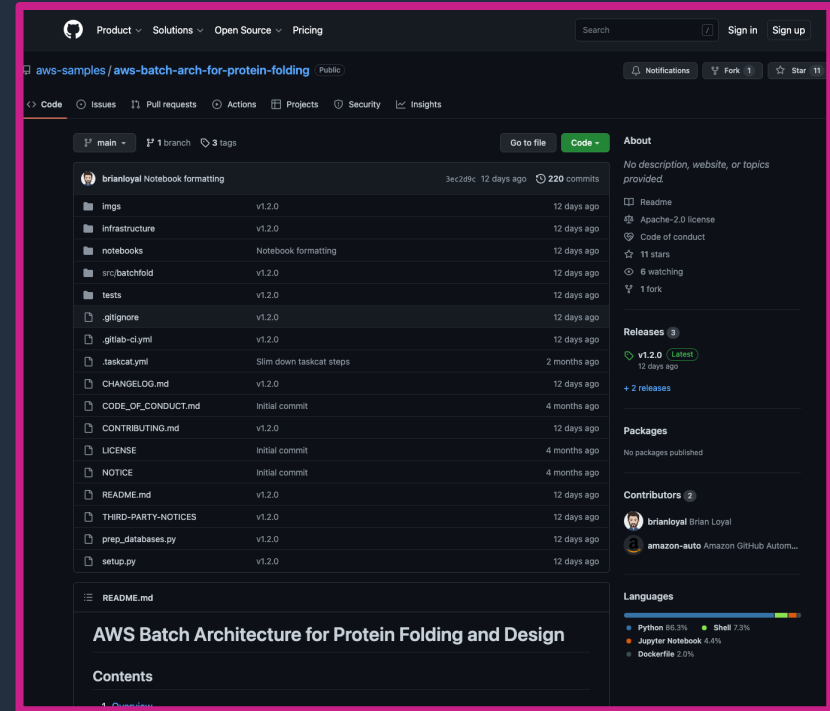
# AWS 創薬プロセス ハンズオン・ソリューション

製薬業界向けユースケースのハンズオン・ソリューションポートフォリオ

# ハンズオン・ソリューションとは

## ハンズオン

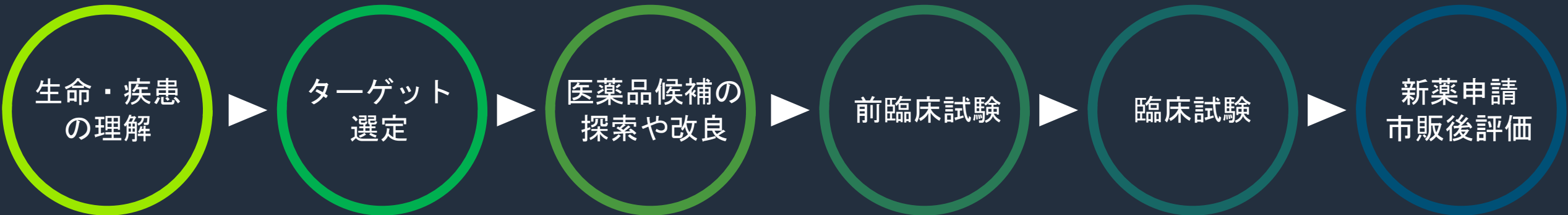
## ソリューション



サービスや特定のユースケースを簡単に体験・評価いただくためのステップバイステップの手順書

特定のユースケースを迅速に実利用・評価いただくためのコードやテンプレート

# 各創薬プロセスにおけるハンズオンやソリューション



- 論文検索
- 公開特許

- 化合物ライブラリ
- 遺伝子ライブラリ
- オミクス解析

- In silico スクリーニング
- タンパク質立体構造解析
- SBDD

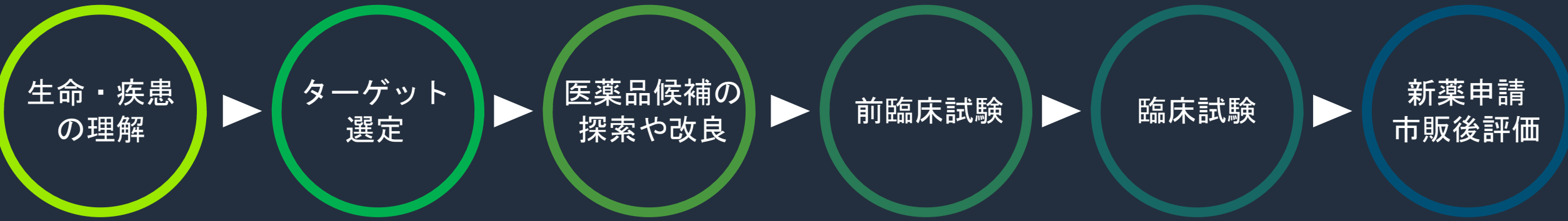
- 活性確認
- 毒性試験
- 薬理ゲノミクス

- Phase I
- Phase II
- Phase III

- 育薬
- RWD解析
- SNP解析



# 各創薬プロセスにおけるハンズオンやソリューション



PubMed論文  
Abstract分析

DeepChem on  
Sagemaker

GenomicsCLI

SageMaker DGL-LifeSci

Protein Folding  
(OpenFold/AlphaFold2/RoseTTAFold/OmegaFold)  
on AWS Batch

Cryo-EM on AWS  
ParallelCluster  
(CryoSPARC)

Cryo-EM on AWS  
ParallelCluster  
(Relion)

GROMACS on  
ParallelCluster

VirtualFlow on  
ParallelCluster

動物行動検出

白血球画像分類

MDV社  
RWD分析

SNS医療情報  
抽出・分析

ハンズオン

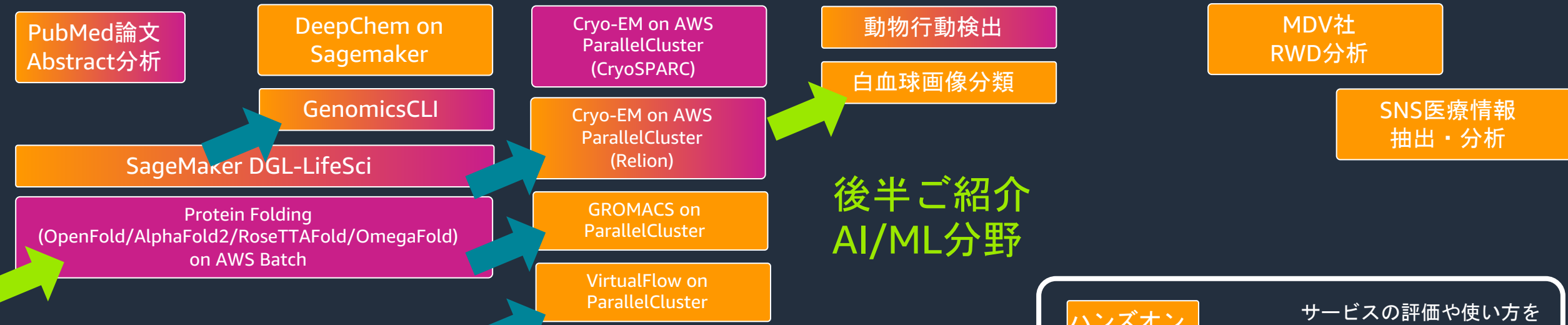
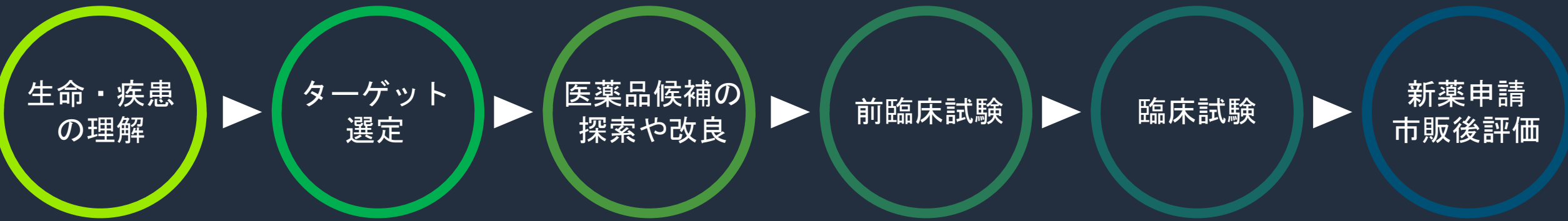
サービスの評価や使い方を体験いただける手順書

ソリューション

すぐに実際にご利用いただけるテンプレートや手順書



# 各創薬プロセスにおけるハンズオンやソリューション



前半ご紹介  
HPC分野

後半ご紹介  
AI/ML分野

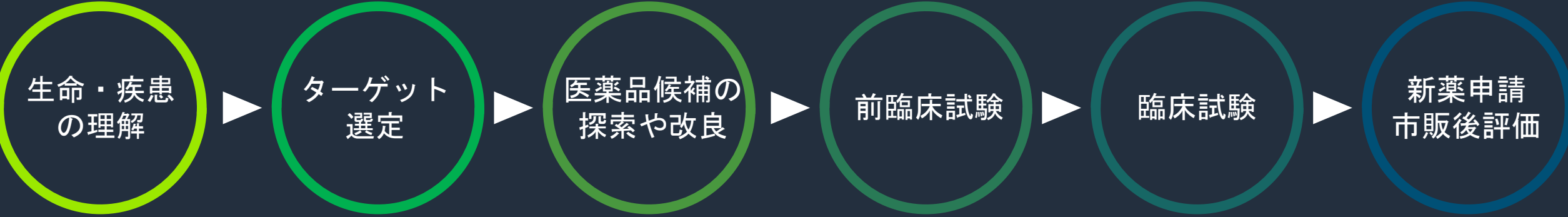
ハンズオン	サービスの評価や使い方を体験いただける手順書
ソリューション	すぐに実際にご利用いただけるテンプレートや手順書





# HPC on AWS

# 各創薬プロセスにおけるハンズオンやソリューション



PubMed論文  
Abstract分析

DeepChem on  
Sagemaker

GenomicsCLI

Cryo-EM on AWS  
ParallelCluster  
(CryoSPARC)

Cryo-EM on AWS  
ParallelCluster  
(Relion)

GROMACS on  
ParallelCluster

VirtualFlow on  
ParallelCluster

Protein Folding  
(OpenFold/AlphaFold2/RoseTTAFold/OmegaFold)  
on AWS Batch

動物行動検出

白血球画像分類

MDV社  
RWD分析

SNS医療情報  
抽出・分析

ハンズオン

サービスの評価や使い方を体験いただける手順書

ソリューション

すぐに実際にご利用いただけるテンプレートや手順書



# HPC on AWS ハンズオン概要

## 【課題】

- Ultra-large scale virtual screening を行いたい
- 計算量の大きい分子動力学（MD）法による化合物の選抜を行いたい
- クライオ電子顕微鏡などから出力される2D画像データを元にタンパク質の立体構造を解析したい

## 【実現すること】

VirtualFlow や GROMACS などのソフトウェアを用いた大規模な virtual screening や RELION を用いたタンパク質の構造解析を AWS クラウド上のスケーラブルな HPC 環境上で実行することで、コストを抑えつつ現実的な時間で計算結果を得ること

## 【本ハンズオン内のワークフロー詳細】

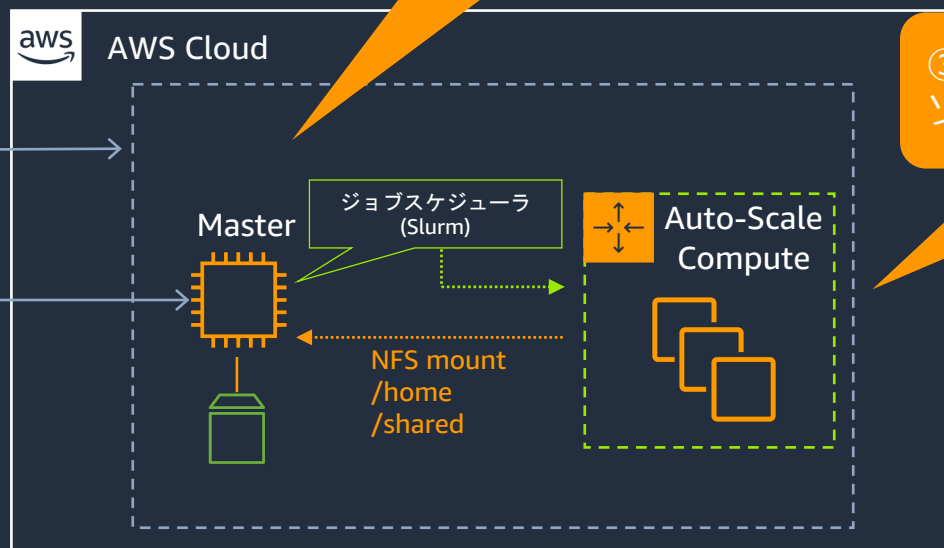
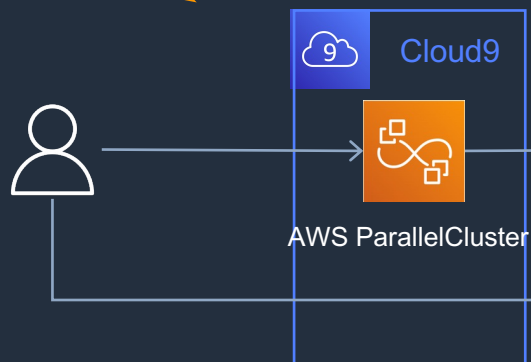
1. 数コマンドの実行により AWS クラウド上に HPC 環境を迅速に作成
2. 作成したHPC環境で動作するように、各種ソフトウェアをカスタマイズ
3. ジョブを実行することで水平スケールするサーバ上で計算が実行され、計算結果が得られることを確認

# HPC on AWS ハンズオンの実施イメージ

①数コマンドの実行により、自動でスケールするクラスタ環境をセットアップ

```
$pcluster create <クラスター名>
```

④NICE DCVによる可視化も可能



③ジョブ実行に応じて計算用リソースが作成され、計算を実行

②マスターサーバにログインし、必要なソフトウェアをインストール、ジョブを実行

※インフラ上で稼働させるソフトウェアはユースケースに応じてご選択

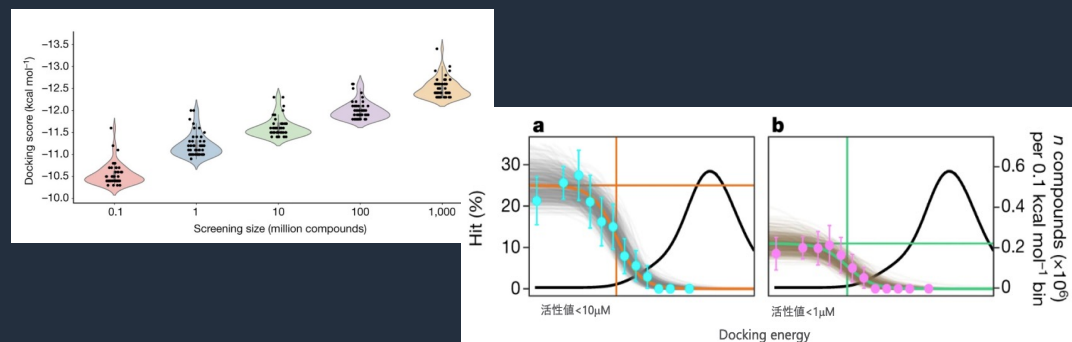


# アステラス製薬株式会社様

## Hit Identification における計算創薬のゲームチェンジに AWS を活用

✓ 億規模のライブラリを活用した virtual Screening の実施例が増加

✓ 億規模のライブラリを活用することでドッキングスコア、ヒット率が向上



億規模のライブラリを使用するためには  
クラウドのリソース活用が有効とご判断

AWS ParallelCluster による HPC 環境の管理自動化をいただいている



Ultra-large scale virtual screening実施可能なクラウド環境の構築 17

- BF-based VS: 超大規模な計算環境が必要(数千CPU)。
- ML-based VS: 数千もCPUは必要としないが、機械学習用に最新のGPUが望ましい。

技術検証段階でオンプレミスなサーバー構築は時間も費用も現実的ではない。

↓

☁️ 短時間での環境構築、最新のCPU/GPUが利用可能なクラウド環境を活用

**Point**

- ・セキュリティに問題がない。
- ・研究者が環境を構築でき、簡単に使う事が可能。
- ・オンプレミスに比べてコストが抑えられる。

# 高エネルギー加速器研究機構様

## クライオ電子顕微鏡から出力される大規模データの解析に AWS を活用

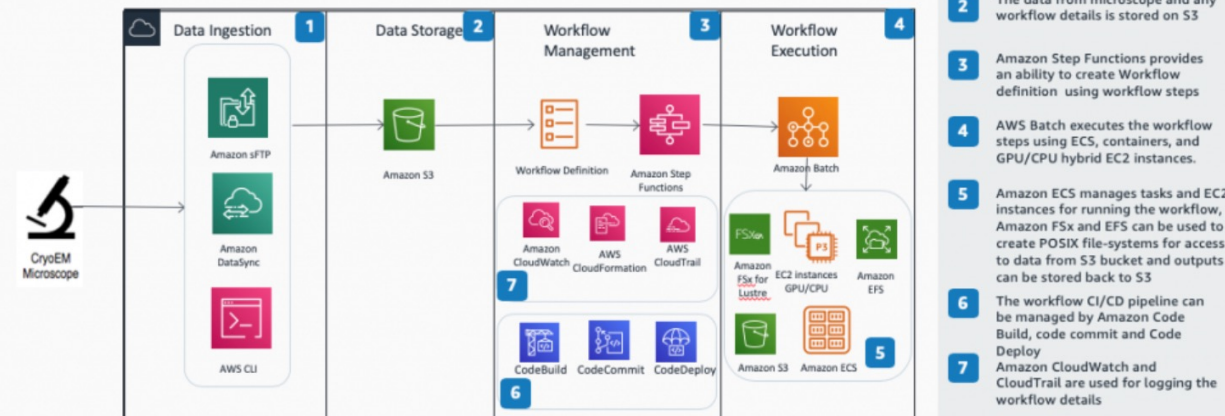


- ✓ KEK の保有するクライオ電子顕微鏡から出力されるデータをAWSにアップロード、HPC環境で高速に処理
- ✓ 大学や民間企業が SINET を通じてデータ分析することで、安全な公共/民間コラボレーションを実現

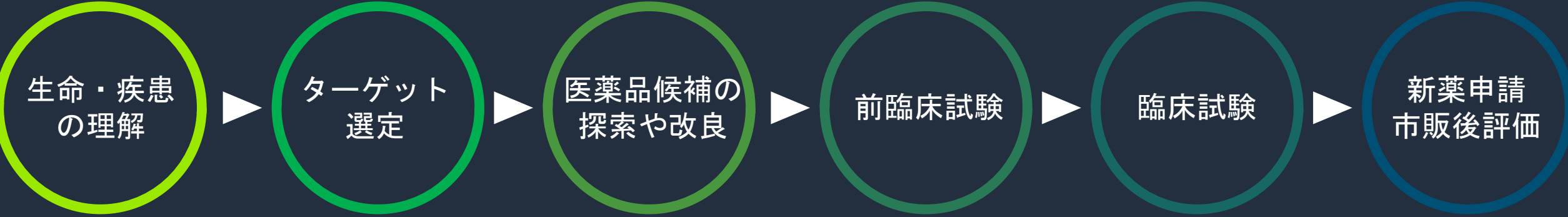
### CryoEM workflow on AWS

#### Using GPU/CPU

Typical Architecture for building CryoEM workflow on AWS.



# 各創薬プロセスにおけるハンズオンやソリューション



PubMed論文  
Abstract分析

DeepChem on  
Sagemaker

GenomicsCLI

Cryo-EM on AWS  
ParallelCluster  
(CryoSPARC)

Cryo-EM on AWS  
ParallelCluster  
(Relion)

GROMACS on  
ParallelCluster

VirtualFlow on  
ParallelCluster

Protein Folding  
(OpenFold/AlphaFold2/RoseTTAFold/OmegaFold)  
on AWS Batch

動物行動検出

白血球画像分類

MDV社  
RWD分析

SNS医療情報  
抽出・分析

ハンズオン

サービスの評価や使い方を体験いただける手順書

ソリューション

すぐに実際にご利用いただけるテンプレートや手順書



# ゲノミクスワークフロー on AWS ハンズオン概要

## 【課題】

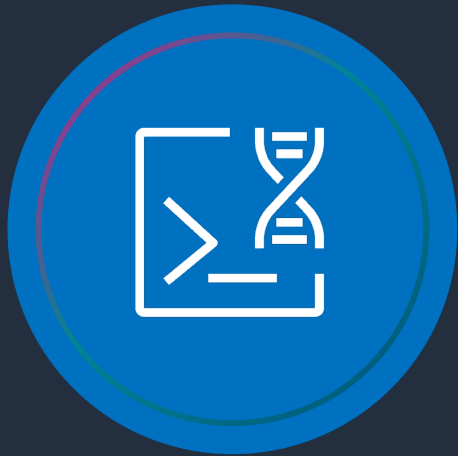
- ゲノム解析ワークロードのクラウド上での大規模実行を考えているが、そのためのクラウドの基礎学習コストが高い
- バイオインフォマティクス向けのワークフロー言語が乱立する中、何からは始めるのがよいか決めかねている

## 【実現すること】

- クラウドで様々なワークフロー言語に対応したゲノム解析を、環境作成含め迅速に開始する
- Nextflow を例としたワークフロー言語の基本的な使い方を簡易的な RNAseq ワークフローを通して学ぶ

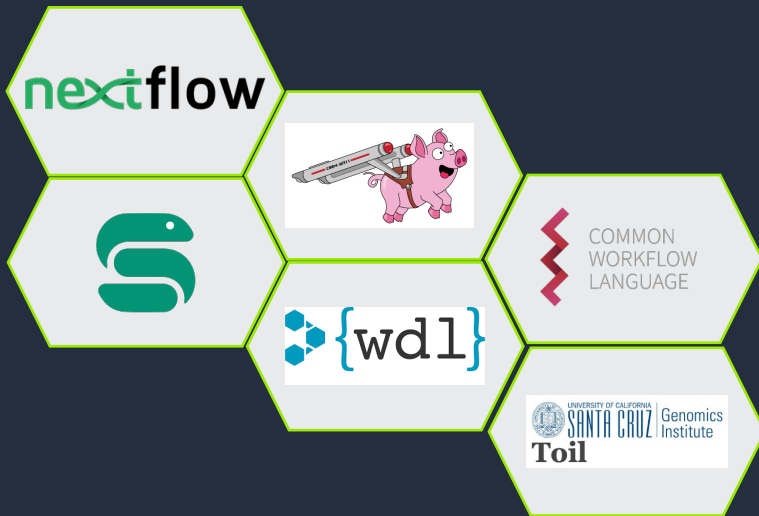
## 【本ハンズオン内のワークフロー詳細】

1. Amazon Genomics CLI の基本的使い方を学ぶ
2. 簡易 RNAseq フローの実装と Amazon Genomics CLI での実行を通じた実践的利用法を学ぶ
3. nf-core RNAseq フロー実行を通じたクラウドのスケーラビリティを学ぶ



# Amazon Genomics CLI

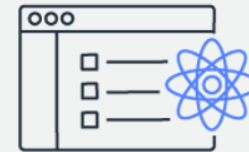
AWS をはじめてご利用されるお客様のゲノム解析ワークフロー環境の迅速な構築を支援するオープンソース CLI ツール



## Features



コマンドラインによる  
ワークフローの簡単な実行



インフラではなく  
サイエンスにフォーカス



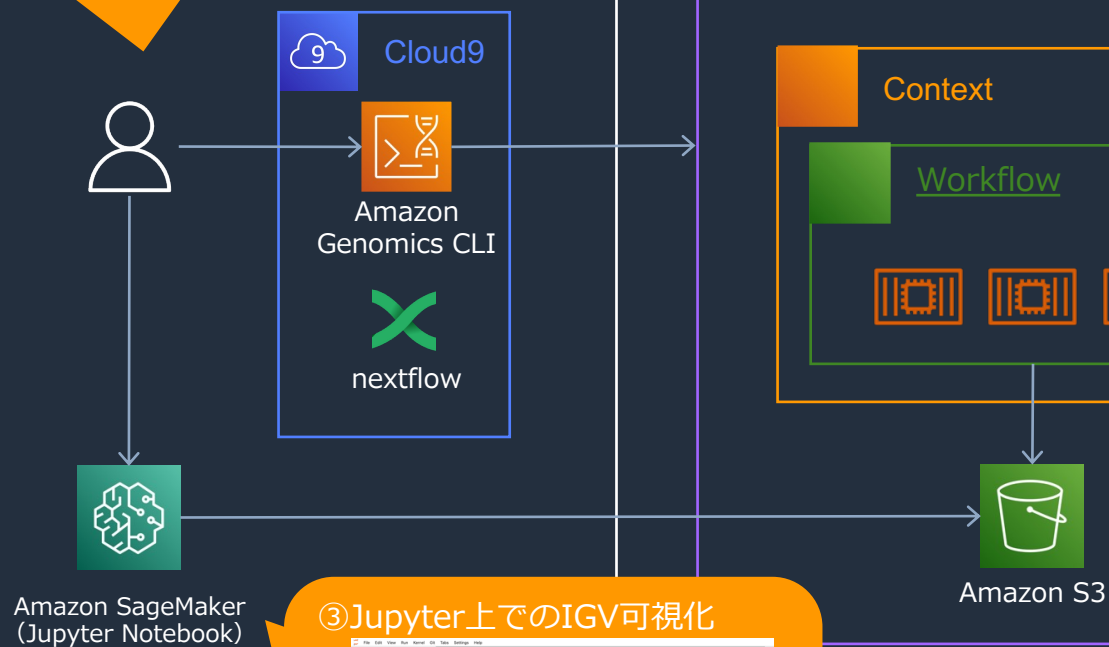
クラウドのスケールを活かした  
ゲノムワークフロー実行

# ゲノミクスワークフロー on AWS ハンズオン実施イメージ

Amazon Genomics CLI の使用により、スケーラブルなゲノミクスワークフロー環境を手軽に構築できることをご体感

①ベストプラクティスに従ったインフラ環境をコマンド 1 発で構築

```
$agc account activate
```



ハンズオンではシーケンサーから出力されたサンプルデータを元に以下のOSSを利用したゲノミクスワークフローをお試しいただけます

1

**FastQC**

(クオリティチェック)

2

**Trimmomatic**

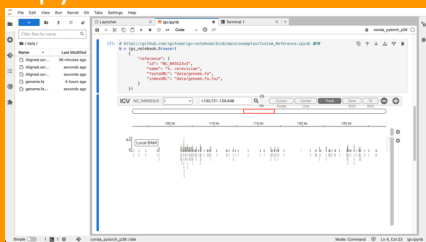
(アダプター配列除去)

3

**STAR**

(index作成・マッピング)

③Jupyter上でのIGV可視化



②簡単なコマンドで自動伸縮する計算環境上で nextflow ワークフローを実行、結果を S3 に出力

```
$agc workflow run <ワークフロー名> --context <計算環境名>
```



# 中外製薬株式会社様

## Cromwell を中心とした大規模 NGS 解析プラットフォームを AWS 上に構築

NGS解析での活用事例

### NGS解析プラットフォーム



- AWS上にNGS解析プラットフォームを構築中、本格的な運用は年明けを予定.

#### ○ AWS上に構築した解析プラットフォームの概略図

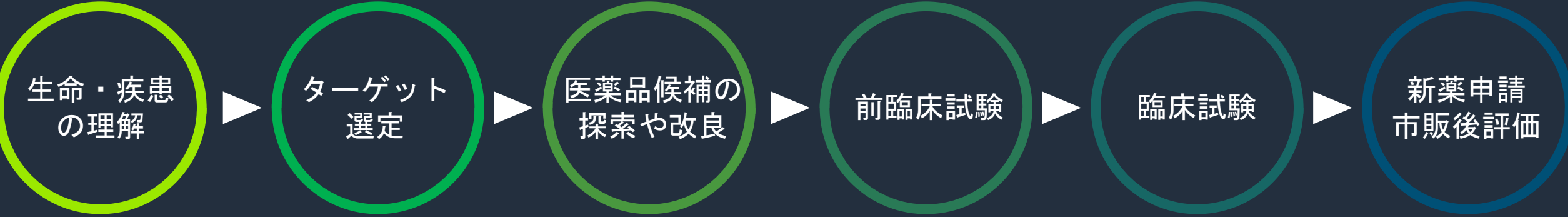


- ① 実行パラメータの登録を検知し、Cromwellに実行ジョブを投げる。
- ② CromwellにCWLのパイプラインを登録しておく。
- ③ 実行ジョブは、AWS Batchでスケーリングされる。
- ④ 出力結果はCromwell上でID管理され、S3に保存される。
- ⑤ S3を参照して、データ解析を行える。

# AI / ML on AWS



# 各創薬プロセスにおけるハンズオンやソリューション



PubMed論文  
Abstract分析

DeepChem on  
Sagemaker

GenomicsCLI

Cryo-EM on AWS  
ParallelCluster  
(CryoSPARC)

Cryo-EM on AWS  
ParallelCluster  
(Relion)

GROMACS on  
ParallelCluster

VirtualFlow on  
ParallelCluster

Protein Folding  
(OpenFold/AlphaFold2/RoseTTAFold/OmegaFold)  
on AWS Batch

動物行動検出

白血球画像分類

MDV社  
RWD分析

SNS医療情報  
抽出・分析

ハンズオン

サービスの評価や使い方を体験いただける手順書

ソリューション

すぐに実際にご利用いただけるテンプレートや手順書



# Protein Folding on AWS : Solution 概要

## 【課題】

- ドラッグデザインに機械学習によるタンパク質立体構造予測情報を活用し、創薬の加速・開発効率化を行いたい
- 複数人で大規模に機械学習による立体構造予測を行うには膨大な計算環境が必要
- 社外秘のデータを用いてセキュアに構造予測を行いたい

## 【実現すること】

パブリックデータや社内データに対して、AlphaFold2 や OpenFold などの  
タンパク質立体構造予測アルゴリズムをクラウド上のスケーラブルな環境で手軽に実行する

## 【本ソリューションのワークフロー詳細】

1. AWS が提供する環境構築テンプレート（CloudFormation）により、数クリックでタンパク質構造予測のためのAWS環境 + 必要なデータを自動的に作成・インストール
2. Jupyter Notebook を通じて、起動された構造予測の計算環境に対してアミノ酸配列を入力、出力された立体構造を確認

# Protein Folding on AWS : Solution 概要

- Protein Folding の HPC 環境 (AWS Batch) を AWS 上に構築
- デフォルトでは以下の構造予測アルゴリズムを実行可能 (2022年10月時点)
  - AlphaFold
  - OpenFold
  - OmegaFold
  - RoseTTAFold

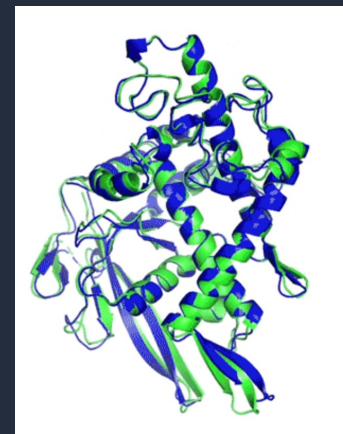
```
>Bxe_B3028
MAAEIIAVTQQKGGVVGKSTIAMHLGAAFHEKGKRV
LVVDADGQNTLIHWASASSDGDGTGIPFPVNLSEA
GSQIHREIKKFVADYDIIVVDCPPSITEKVSQVLLAA
SVAVIPTSSSPADYWSSIGLVKLVQQAQLMNEDLRA
VLLNKTEEKRMILTRELKRALEELGFLLKTQIPTREA
YKQAMALGQTVLQMNDRGAKLAAIEVRACANEIA
ALLP
```



MSA 生成  
(CPU処理)



構造予測  
(GPU処理)



入力 : アミノ酸配列 (Fasta形式)

<https://github.com/aws-samples/aws-batch-arch-for-protein-folding>  
<https://github.com/aws-samples/aws-rosettafold>

# Protein Folding on AWS : 作業イメージ



## II. Environment setup

```
In [ ]: ## Install dependencies
      %pip install -q -r requirements.txt
```

```
In [ ]: ## Import helper functions at rutils/rutils.py
      from rutils import rutils

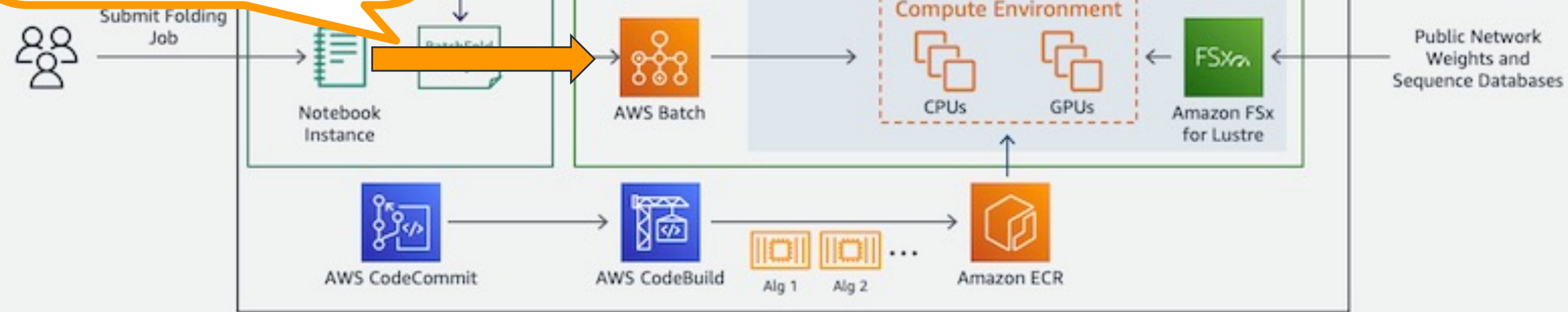
      ## Load additional dependencies
      from Bio import SeqIO
      from Bio.Seq import Seq
      from Bio.SeqRecord import SeqRecord
      import boto3
      import glob
      import json
      import pandas as pd
      import sagemaker
```

Jupyter Notebook を通じて  
構造予測ジョブを投入

AWS Batchでジョブを実行。  
サーバーを複数立ち上げる。  
ジョブの特性に応じてCPU環  
境・GPU環境を使い分け

ストレージに  
構造予測結果が  
出力される

入力となるアミノ酸配列を  
ストレージ (Amazon S3)  
に準備



# 参考：AlphaFold2構造予測サービス

- プロトタイプ支援チームでの事例。ITに馴染みの薄い研究員でも簡単な操作でAlphaFold2の構造予測が可能なシステムを提供。

Job Listing

[Create](#) ジョブの新規作成

Job ID	Job Name	Submitted	Job Ended	Status	Image	Job Details	Delete
15		August 29, 2022 12:25:24 UTC	August 29, 2022 12:46:27 UTC	SlurmStatus.COMPLETED		<a href="#">Job Detail</a>	<a href="#">Delete</a>
16		August 29, 2022 12:49:41 UTC	August 29, 2022 01:49:23 UTC	SlurmStatus.COMPLETED		<a href="#">Job Detail</a>	<a href="#">Delete</a>
17		August 29, 2022 12:25:44 UTC	August 29, 2022 12:26:25 UTC	SlurmStatus.CANCELLED		<a href="#">Job Detail</a>	<a href="#">Delete</a>

Testing now 20220822

ジョブの実行状況を参照

ジョブのキャンセル

# 参考：AlphaFold2構造予測サービス

- プロトタイプ支援チームでの事例。ITに馴染みの薄い研究員でも簡単な操作でAlphaFold2の構造予測が可能なシステムを提供。

The screenshot shows the 'Job Create' page of the AlphaFold2 service. It features a 'Fasta File Paste Here' section with a text area containing the following sequence:

```
>sp|Q5VSL9|STRP1_HUMAN Striatin-interacting protein 1
OS=Homo sapiens OX=9606 GN=STRIP1 PE=1 SV=1
MEPAVGGPGPLIVNNKQPQPPPPPPAAAQPPPGAPRAAAG
LLPGGKAREFNRNQRKDSE
GYSESPDLEFEYADTDKWAAEELSELYSYTEGPEFLMNRKCFE
EDFRIHVTDKKWTELDTN
QHRTHAMRLLDGLEVTAREKRLKVARAILYVAQGTFGESSE
AEVQSWMRYNIFLLLEVG
TFNALVELLNMEIDNSAACSSAVRKPAISLADSTDLRVLLNIM
YLIVETVHQECEGDKAE
```

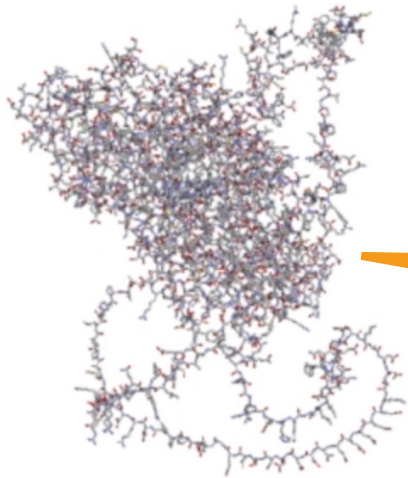
Two callout boxes highlight key elements: one points to the amino acid sequence with the text 'アミノ酸配列を入力' (Input amino acid sequence), and another points to the 'Submit' button with the text 'ジョブの実行' (Execute job). The AWS logo is visible in the bottom left corner.

# 参考：AlphaFold2構造予測サービス

- プロトタイプ支援チームでの事例。ITに馴染みの薄い研究員でも簡単な操作でAlphaFold2の構造予測が可能なシステムを提供。

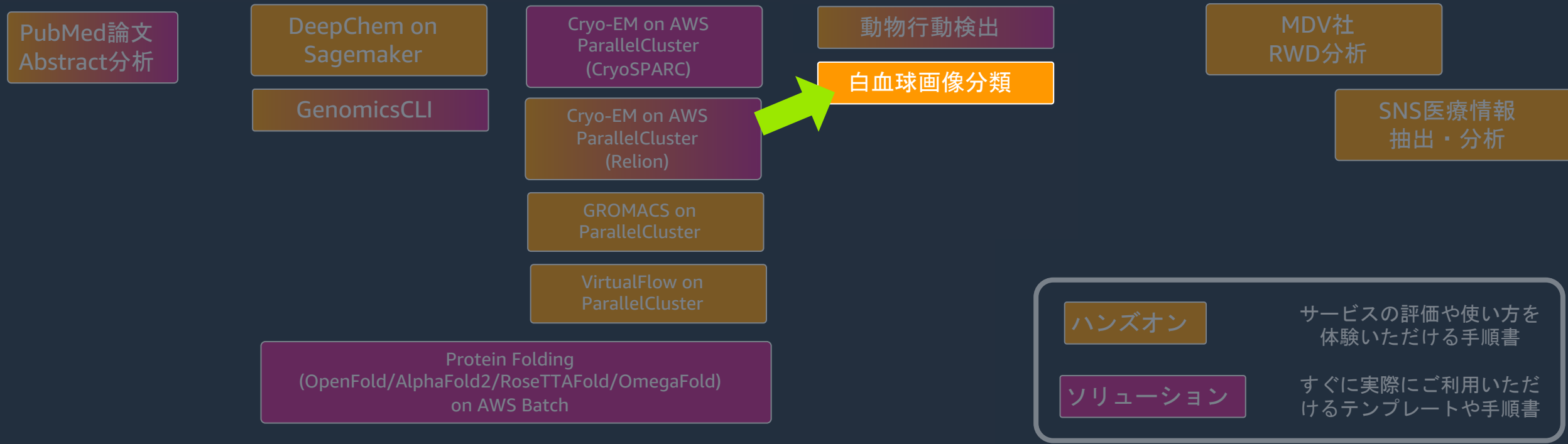
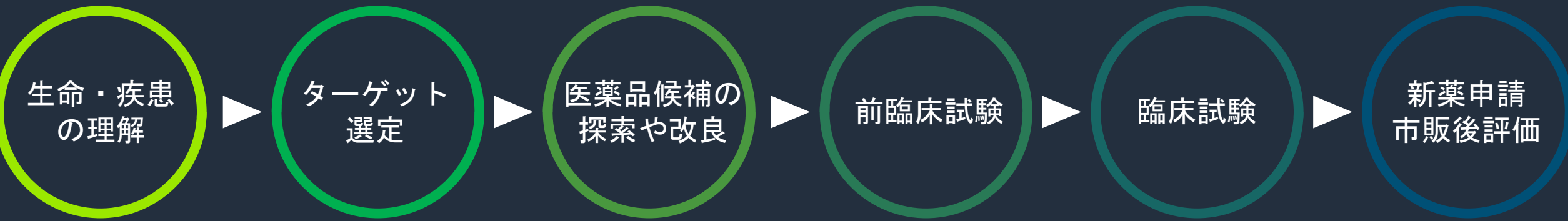
## You got the Detail of job 15

- Job ID 15で、SlurmStatus.COMPLETED のJobがあります



ジョブ完了後、構造予測結果を参照できる

# 各創薬プロセスにおけるハンズオンやソリューション



# 機械学習による細胞画像分類ハンズオン：概要

## 【課題】

- ・ 創薬のWETな実験においてHTSなどのデバイスから大量のパレット撮影画像が発生、大量の画像を保管する為の作業とITコストが高止まりしている
- ・ 大量の画像を手作業で分類するのは大変、研究者としてはもっと研究の本質部分に時間を割きたい

## 【実現すること】

- ・ クラウドにて安価に長期間、安全に画像を保管する
- ・ クラウド上の画像を用いてクラウドの拡張性・柔軟性を生かして細胞画像分類AIを作成する

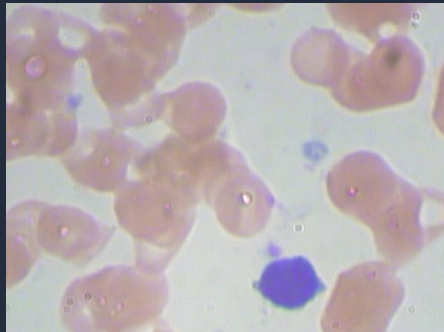
## 【本ハンズオン内のワークフロー詳細】

1. Amazon SageMaker（AI/ML環境）を起動しJupyter Notebookを使いながらモデルを作成
2. 学習に必要なサーバに関してCPU版とGPU版を使い速さを比較する
3. 実際に分類された細胞画像とその正確さ（Accuracy）を比較する

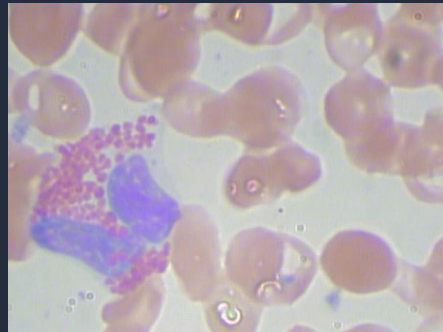
# 機械学習による細胞画像分類ハンズオン：概要

## Amazon SageMaker を利用した白血球の画像分類AIモデルの作成

- Lab1: Amazon SageMakerのノートブックインスタンス(Standalone環境)
- Lab2: Amazon SageMakerのトレーニングインスタンスと推論インスタンスを利用
- Lab3: Amazon SageMakerのBuilt-in Algorithmである『Image Classification』を利用



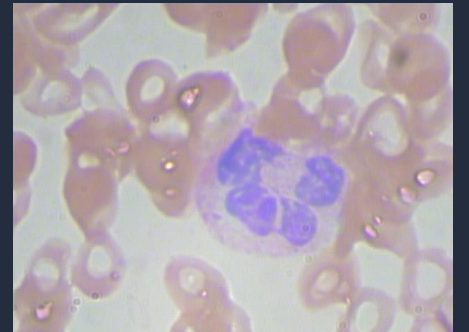
Lymphocyte



Eosinophil

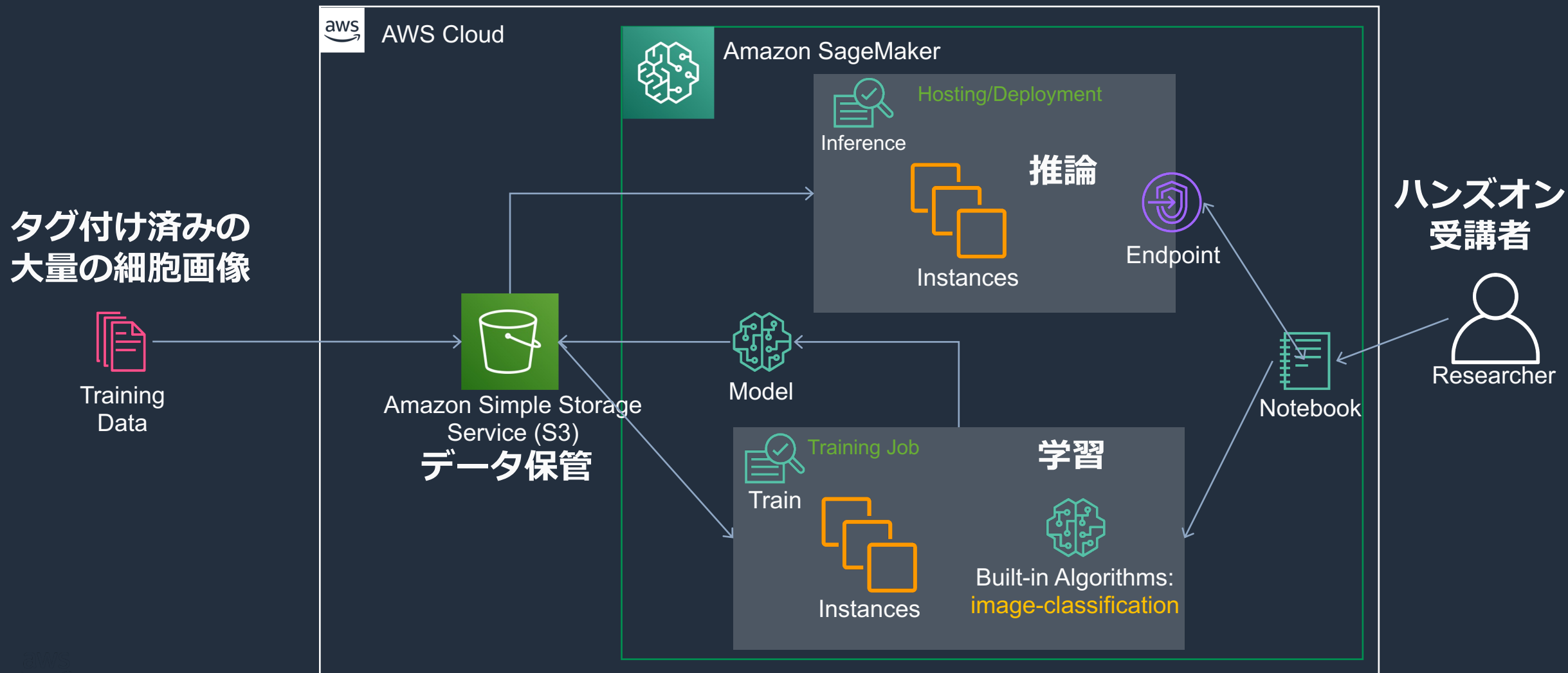


Monocyte

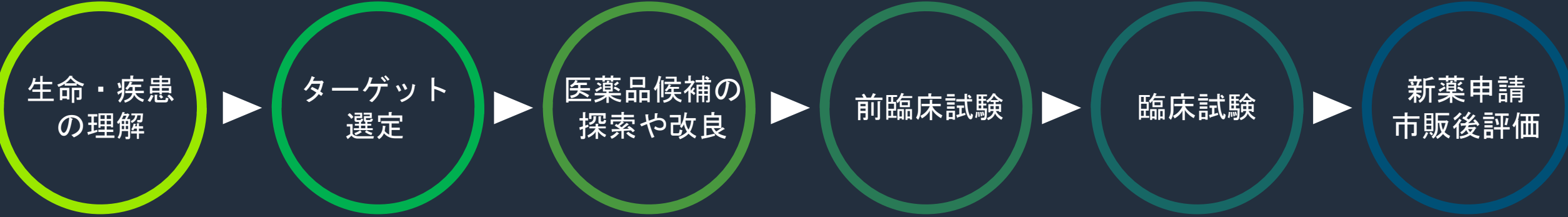


Neutrophil

# 機械学習による細胞画像分類ハンズオン：アーキテクチャ



# 各創薬プロセスにおけるハンズオンやソリューション



PubMed論文  
Abstract分析

DeepChem on  
Sagemaker

GenomicsCLI

Cryo-EM on AWS  
ParallelCluster  
(CryoSPARC)

Cryo-EM on AWS  
ParallelCluster  
(Relion)

GROMACS on  
ParallelCluster

VirtualFlow on  
ParallelCluster

Protein Folding  
(OpenFold/AlphaFold2/RoseTTAFold/OmegaFold)  
on AWS Batch

動物行動検出

白血球画像分類

MDV社  
RWD分析

SNS医療情報  
抽出・分析

ハンズオン

サービスの評価や使い方を体験いただける手順書

ソリューション

すぐに実際にご利用いただけるテンプレートや手順書



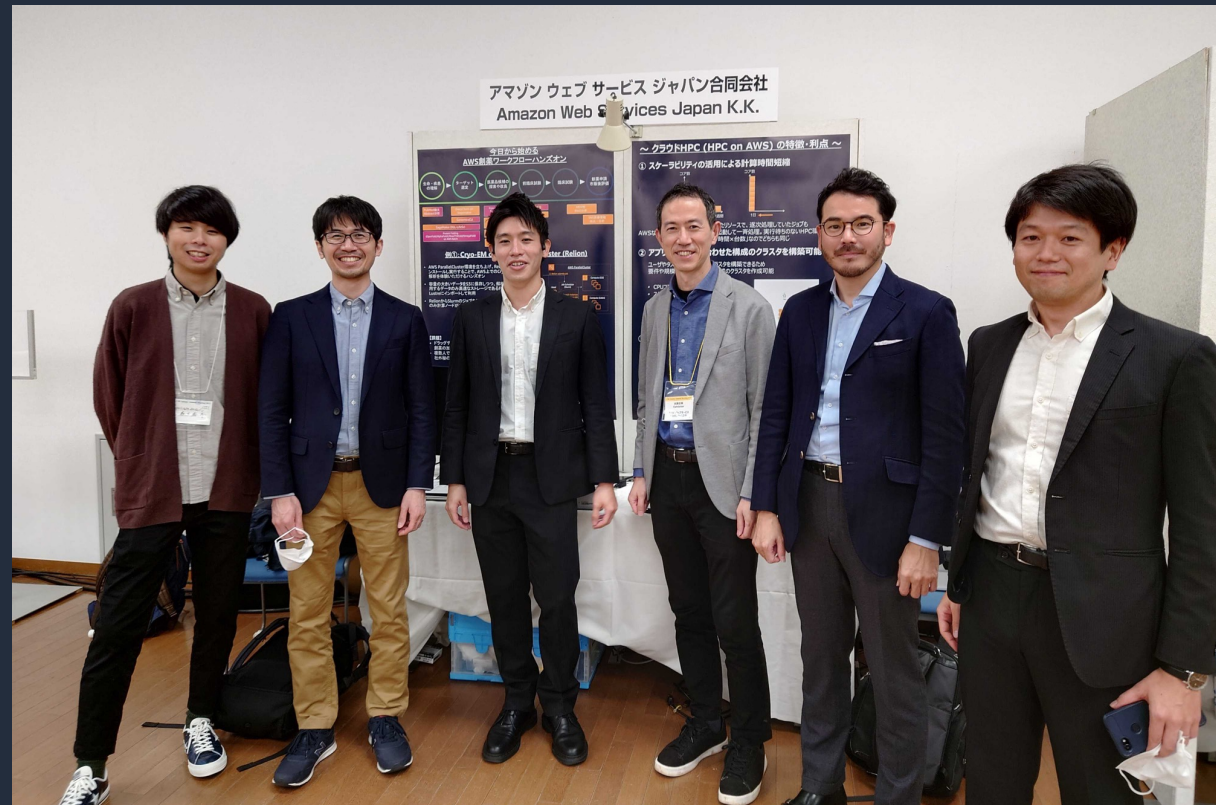
# まとめ

# まとめ

- 創薬プロセスの様々なステップですぐに活用できる創薬特化のハンズオンやソリューションをご用意しております。クラウドのスケラビリティや俊敏性をより手軽に、より素早く活用していただくことが可能に。
- AWSでは、今回ご紹介したコンテンツのご提供以外にも、創薬の様々な場面で使っていただける多数のサービスのご提供や、構築サポート等の技術支援を行っております。お気軽にご相談ください。

# 最後に

会場内のAWSブースにて本日ご紹介したハンズオン・ソリューションについてやその他クラウド利用に関するご質問の対応など行っております。ご興味お持ちになった方はお気軽にお越しください。



# ご清聴ありがとうございました。



本日ご紹介した  
コンテンツの  
リンク一覧は  
こちらから

<https://bit.ly/3Dbpx1Y>

本日の資料や  
コンテンツは  
後日こちらに公開



ヘルスケア・ライフサイエンス業界向けポータル  
<https://aws.amazon.com/jp/local/health/>