

ORACLE

データベースエンジニアのための、 MySQL HeatWave MLによる機械学習入門

オープンソースカンファレンス 2022 オンライン 名古屋

Yoshiaki Yamasaki

MySQL Principal Solution Engineer

MySQL Global Business Unit

2022年5月28日

はじめに

- 本資料は厳密な説明よりも分かりやすさを優先しています
- 本セミナーは、機械学習に興味があるデータベースエンジニアの方をターゲットとしています
(現時点のMySQL HeatWave MLは手動で色々カスタマイズしたい機械学習の専門家向けの機能は提供されていません)

アジェンダ

1. 機械学習概要
2. 機械学習の課題とMySQL HeatWave MLによる課題の解決
3. MySQL HeatWave概要
4. MySQL HeatWave MLの使い方

機械學習概要

機械学習とは？

Arthur Samuel の定義

明示的にプログラミングすることなく
コンピュータが能力を獲得する研究分野

Tom Mitchell の定義

コンピュータプログラムが、タスクのクラス T と
その性能指標 P に関して「経験 E から学習する」とは、
「 T 内のタスクに対する P が E により改善する」ことを言う

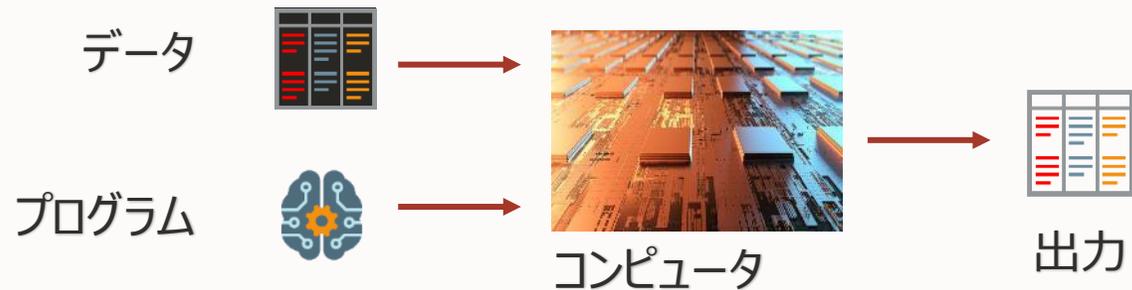


機械学習とは？

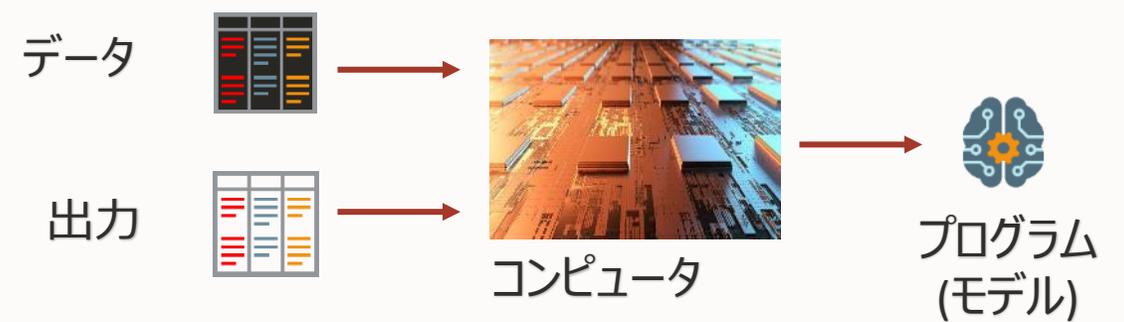
Arthur Samuel の定義

明示的にプログラミングすることなくコンピュータが能力を獲得する研究分野

プログラミングの場合



機械学習の場合



機械学習とは？

Tom Mitchell の定義

コンピュータプログラムが、タスクのクラス T とその性能指標 P に関して「経験 E から学習する」とは、「 T 内のタスクに対する P が E により改善する」ことを言う

具体例で考えると・・・

- タスク：明日の売上を予測する
- 経験：過去の売上データ
- 性能指標：実際の売上との誤差

⇒ 過去の売上データから明日の売上データを予測し、その誤差を少なくしていく



機械学習の種類

<h2>教師あり学習</h2> <p>正解を含むデータを提供し、 そのデータから学習してモデルを作成する</p>	<h2>教師なし学習</h2> <p>正解データなしで入力したデータから 特徴やルールを学習してモデルを作成する</p>
<h2>半教師あり学習</h2> <p>少数の正解を含むデータと 大量の正解を含まないデータを提供し、 それらのデータから学習して モデルを作成する</p>	<h2>強化学習</h2> <p>「エージェント」が「環境」の中で 最も多く報酬が得られるような 振る舞いを試行錯誤しながら学習し、 モデルを作成する</p>



代表的なタスク

<p>教師あり学習</p> <ul style="list-style-type: none">・分類：いくつかのクラスに識別する・回帰：連続する値を予測する	<p>教師なし学習</p> <ul style="list-style-type: none">・クラスタリング：似た特徴を持つものを識別する
<p>半教師あり学習</p>	<p>強化学習</p>



機械学習の活用例

分類 (Classification) : いくつかのクラスに識別する

活用例)

- Eメールがスパムか否かを判定する
- ローンを承認していい顧客かどうか判定する
- 顧客の解約率の予測する (解約率を高・中・低に分類する)

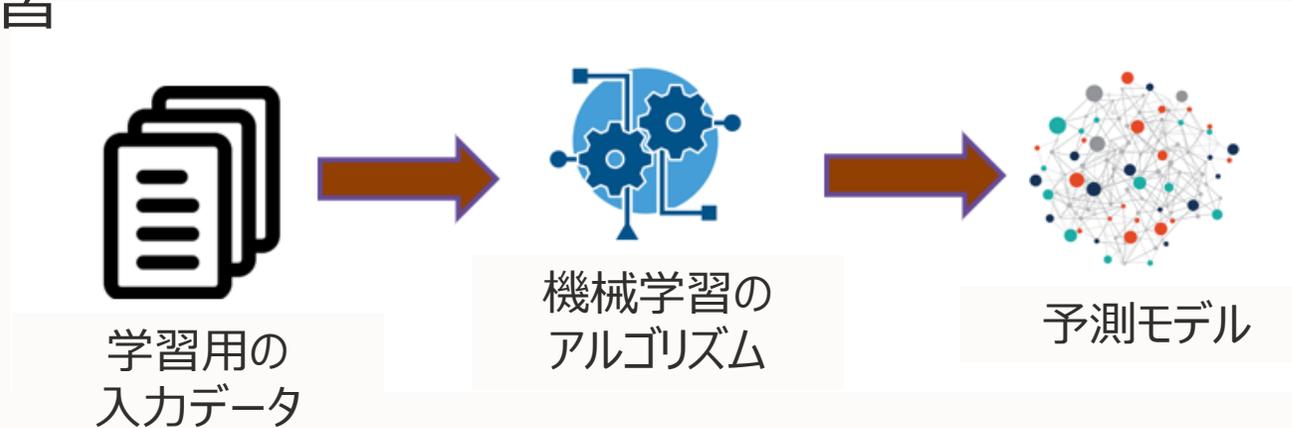
回帰 (Regression) : 連続する値を予測する

活用例)

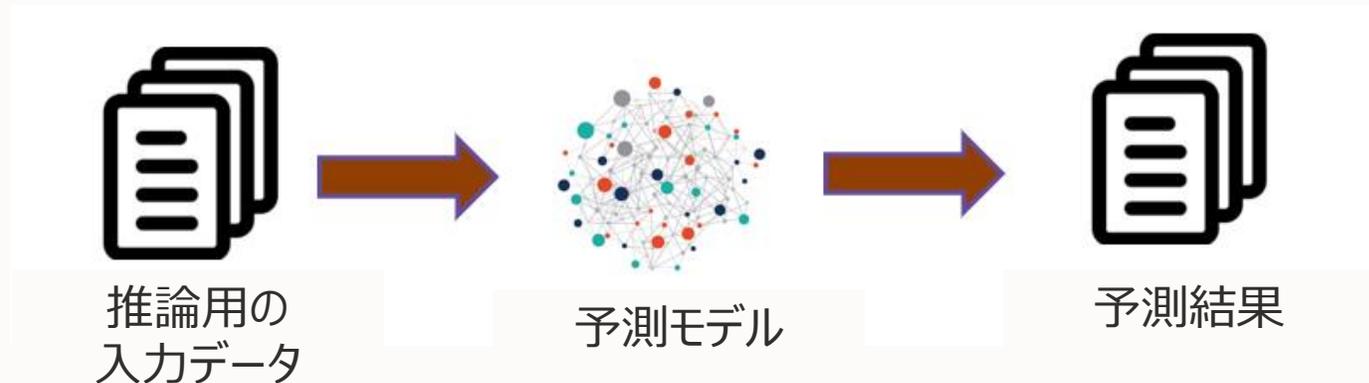
- 住宅価格を予測する
- 将来の売上を予測する
- 顧客の待ち時間を予測する

学習(Training)と推論(Inference)

学習



推論



学習と推論の流れ

1. 学習用のデータから機械学習のアルゴリズムを使って学習し、モデルを作成する
2. そのモデルを使って推論用のデータから結果を予測する



機械学習アルゴリズムの例

分類

- デシジョンツリー
- ロジスティック回帰
- ランダムフォレスト
- ニューラルネットワーク
- サポートベクターマシーン

-
-
-

回帰

- 線形回帰
- ベイズ線形回帰
- ランダムフォレスト
- ブーストデシジョンツリー
- ニューラルネットワーク

-
-
-

様々な機械学習アルゴリズムが存在する



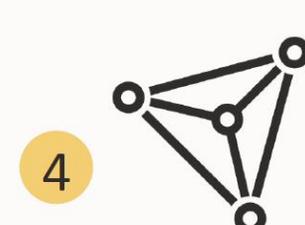
機械学習を現場で活用する流れ (モデルの作成まで)

ビジネス上の目的を設定する



必要なデータを集める、
データの形式を整える

データの中から特徴量(※)を抽出し、
最適なアルゴリズムを選択する
※予測の手掛かりとなる変数



データを使って学習する、
ハイパーパラメータ(※)を
チューニングする

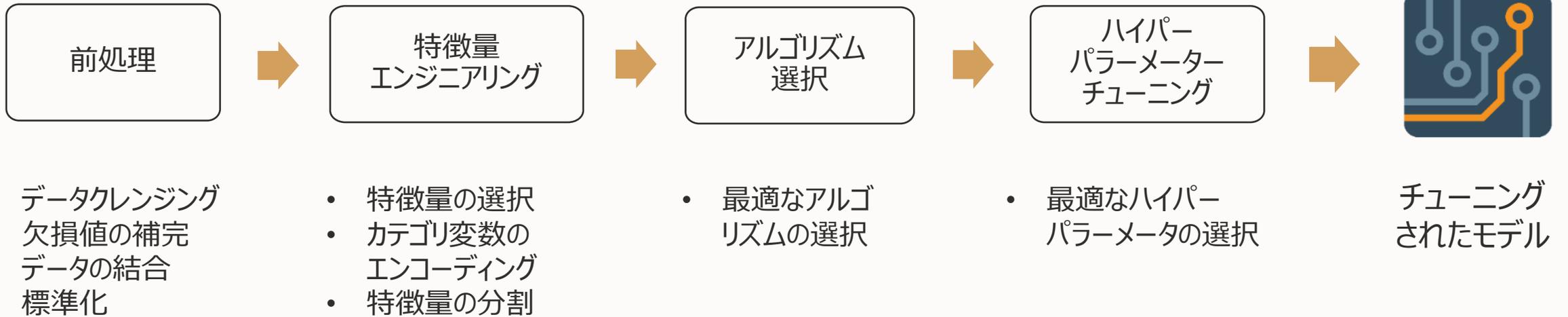
モデルが完成する



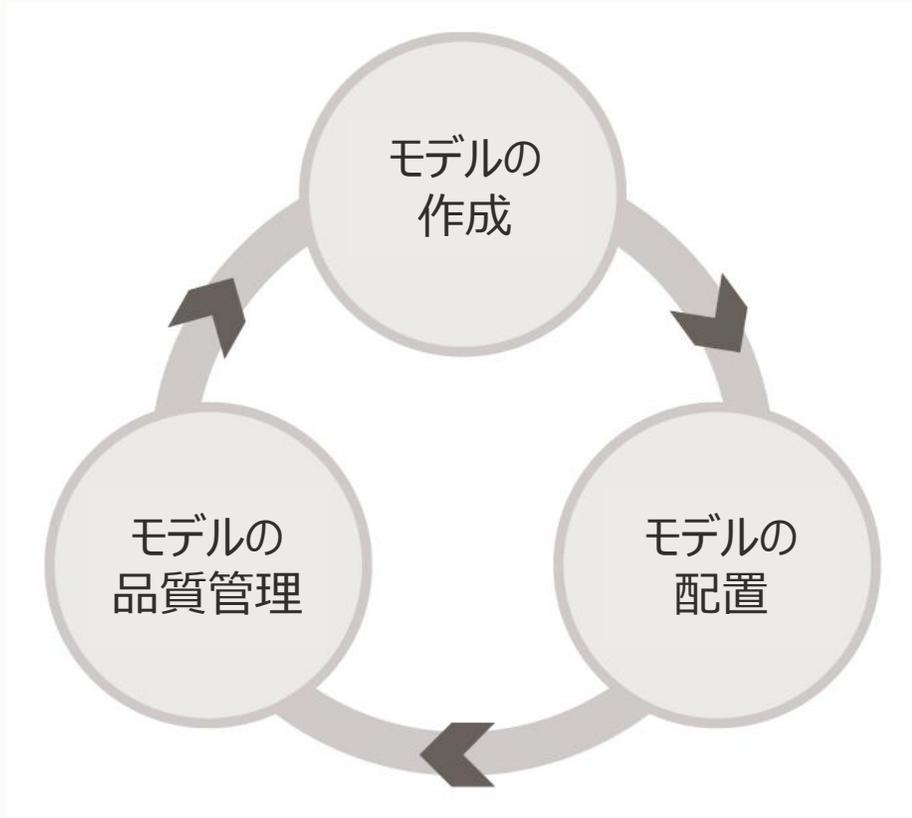
※機械学習アルゴリズムの挙動を設定するパラメータ
(モデル学習する前段階で設定するパラメータ)



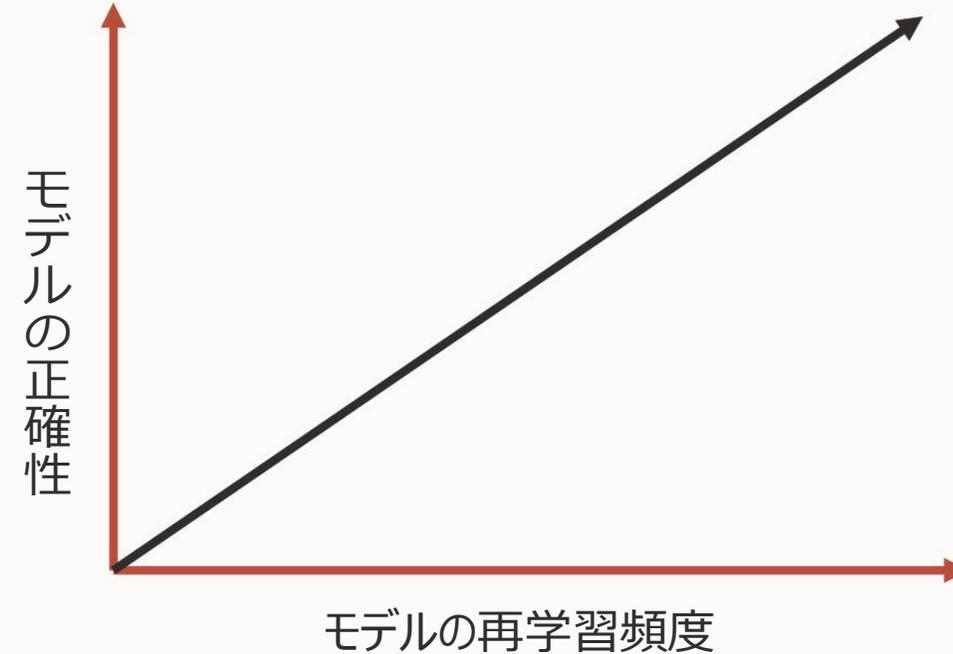
モデルのチューニング過程



機械学習のライフサイクル



より最新のデータ、より関連性の高いデータを使って再学習することでモデルの正確性を向上できる



機械学習の課題と MySQL HeatWave MLによる 課題の解決

機械学習は
まるで **魔法** のよう

なのになぜみんな使わないの？

機械学習

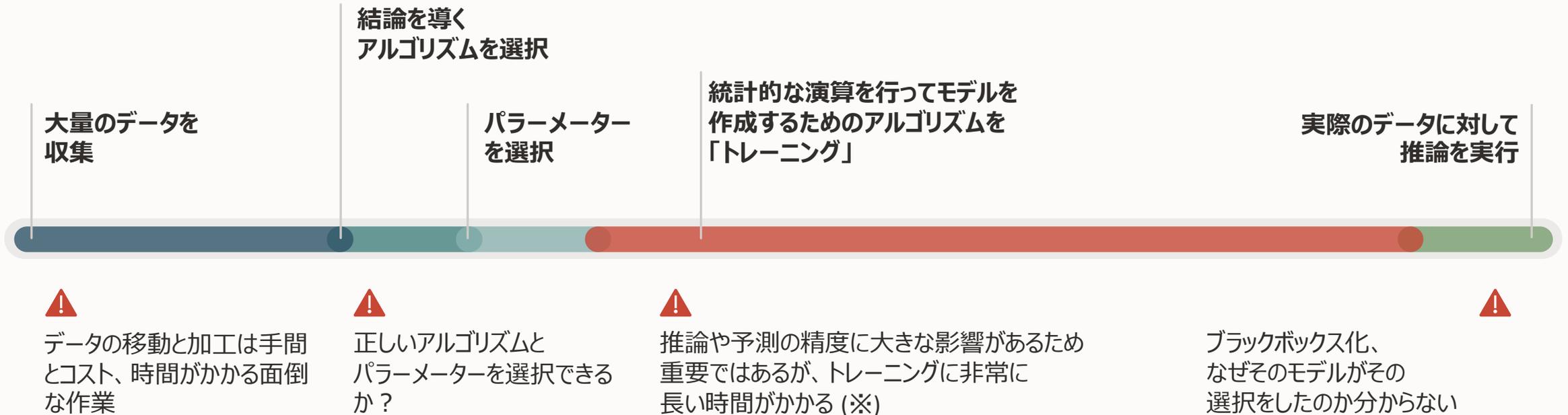
は

難しい &

お金がかかる

機械学習の工程と各工程での課題

工程



※トレーニングは、推論に比べて非常に時間がかかる



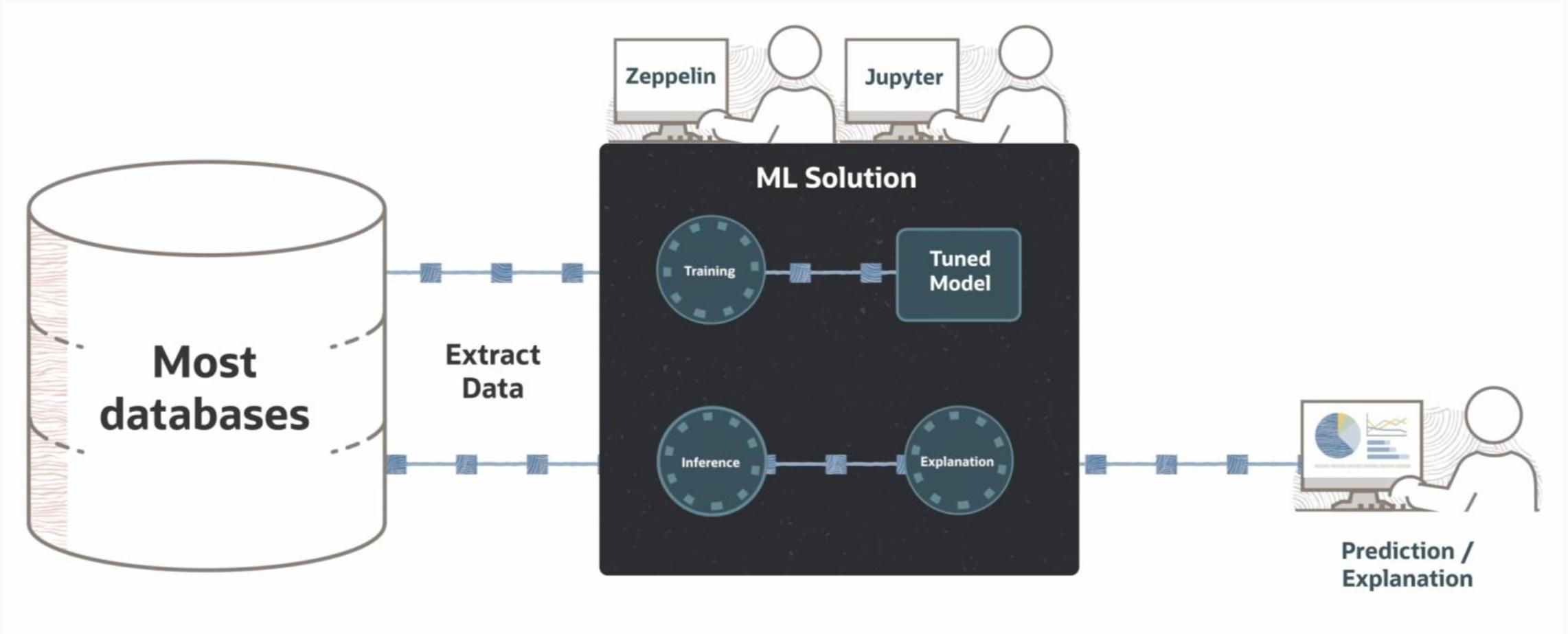
機械学習の課題

- データの準備に手間がかかる、データのセキュリティを担保することが難しい
- 機械学習に関する広範な専門知識とデータサイエンス専門家の関与が必要
 - 膨大な数のアルゴリズム/モデルから最適なものを選択する必要がある
 - アルゴリズムごとにハイパーパラメータのチューニングが必要
 - 特徴量の抽出が複雑化する傾向がある
 - データ型毎に異なるデータ前処理をする必要があり手間がかかる
- モデルの品質を維持する難しさ
 - コンセプトドリフト&データドリフト(※)の検出と再トレーニングが必要であるが、学習を繰り返し行うことは容易ではない
 - モデルの品質と公平性を高めるための最適化
- ほとんどの機械学習フレームワークがPythonであるため、Pythonの専門知識を必要とする

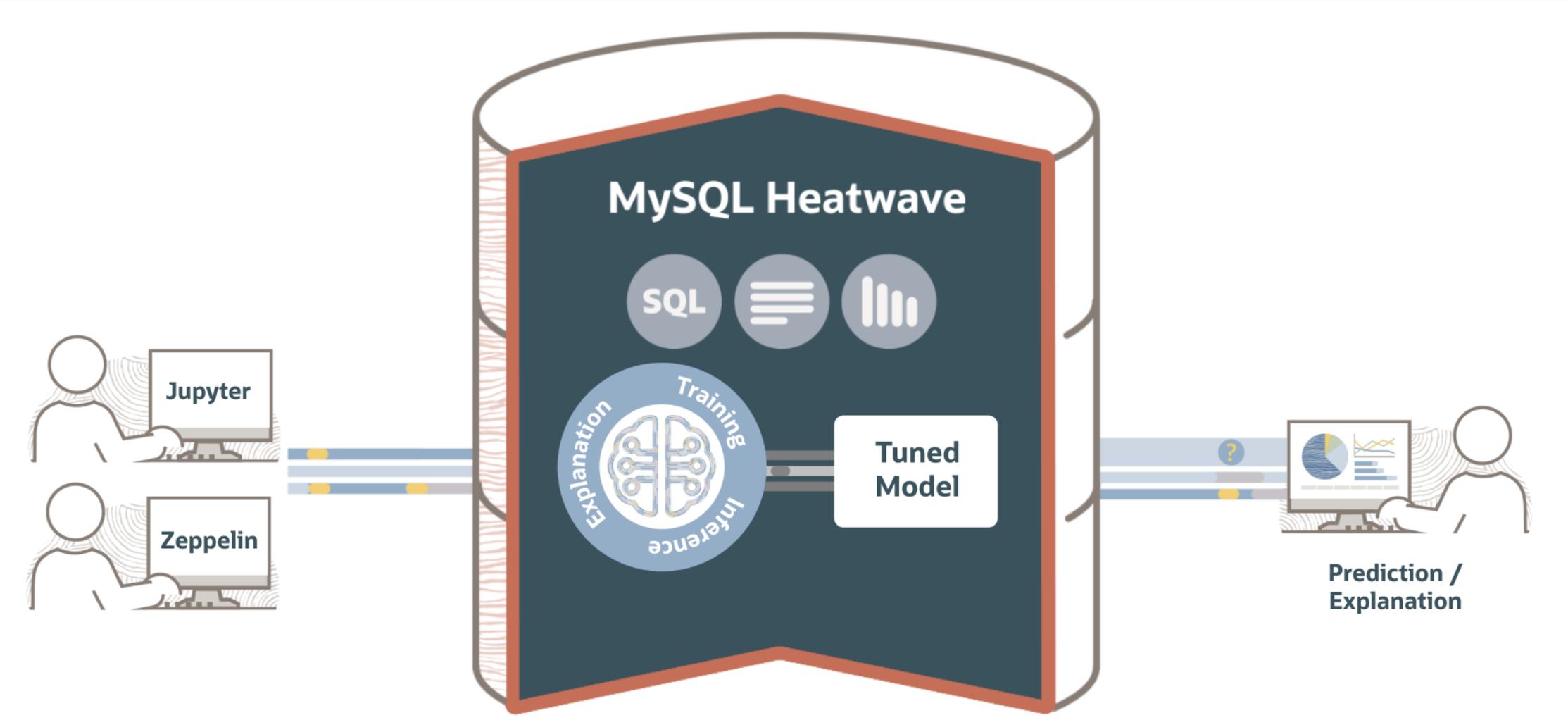
※ドリフト：何らかの予期せぬ変化により、モデルの精度が劣化すること



機械学習を活用するためにはデータベースからデータを取り出し、 様々な処理を行う必要がある

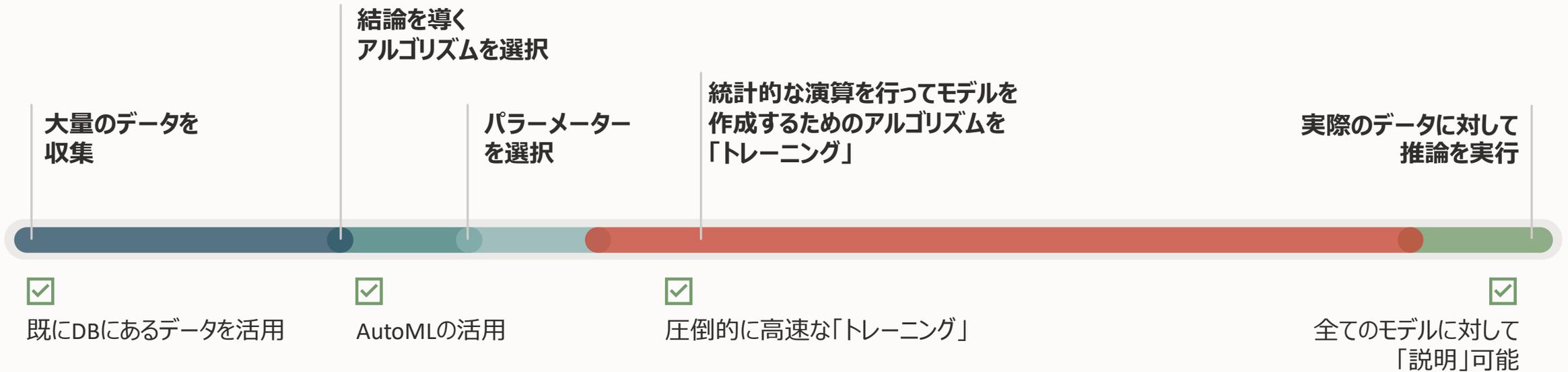


MySQL HeatWave MLで機械学習は簡単に



機械学習の工程と各工程での課題

工程

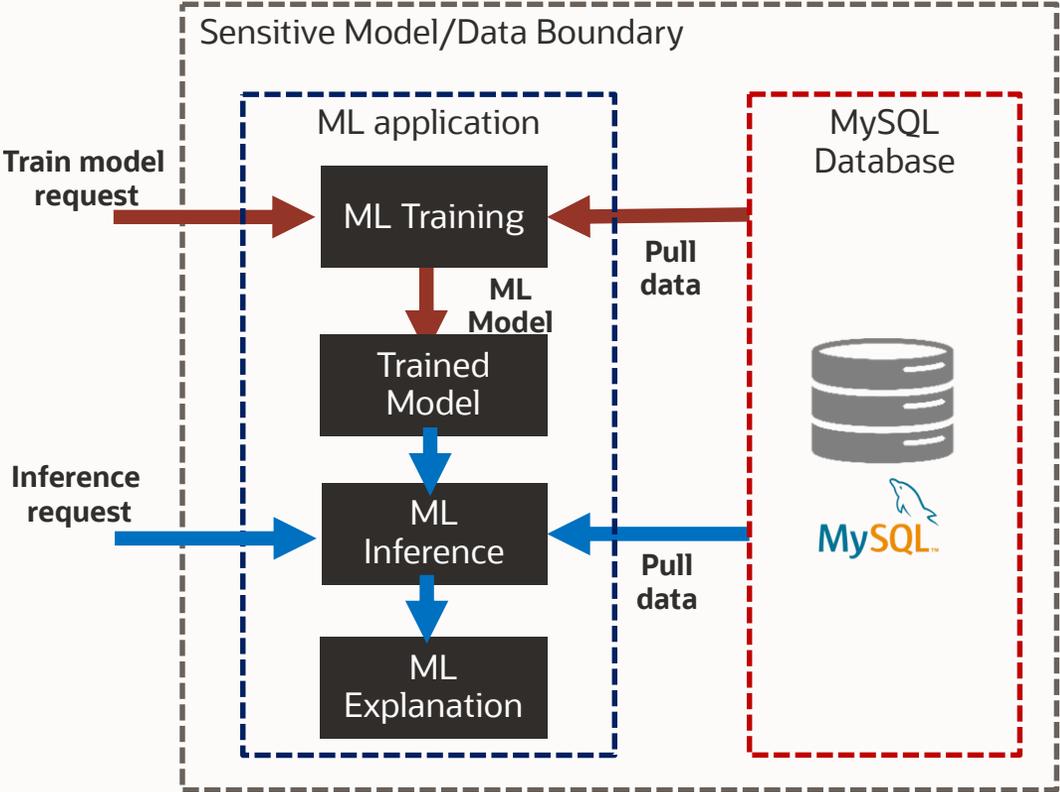


機械学習の悩みをHeatWaveが解決

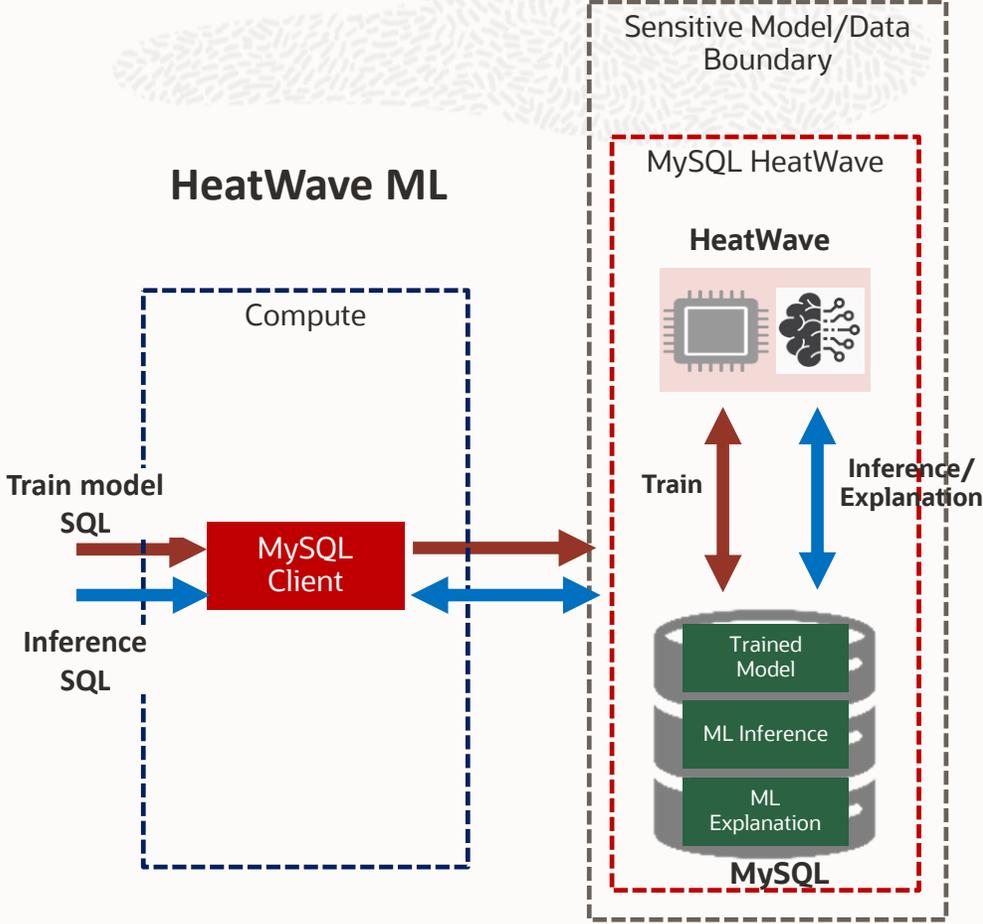


既にDBにあるデータを活用可能、モデルもDB内で管理する為MLOpsも実現しやすい

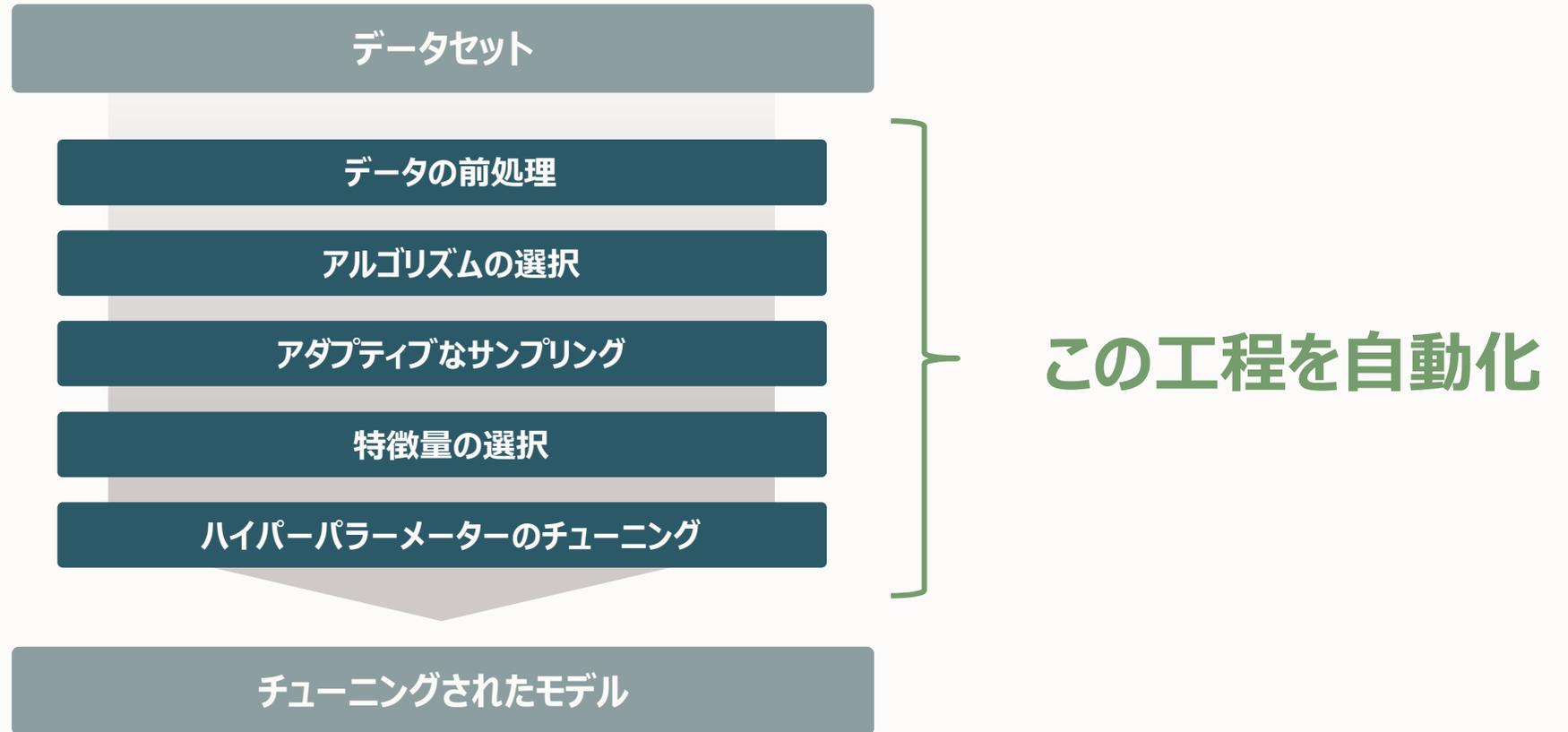
従来の方でMySQLデータに対する機械学習処理を行う場合



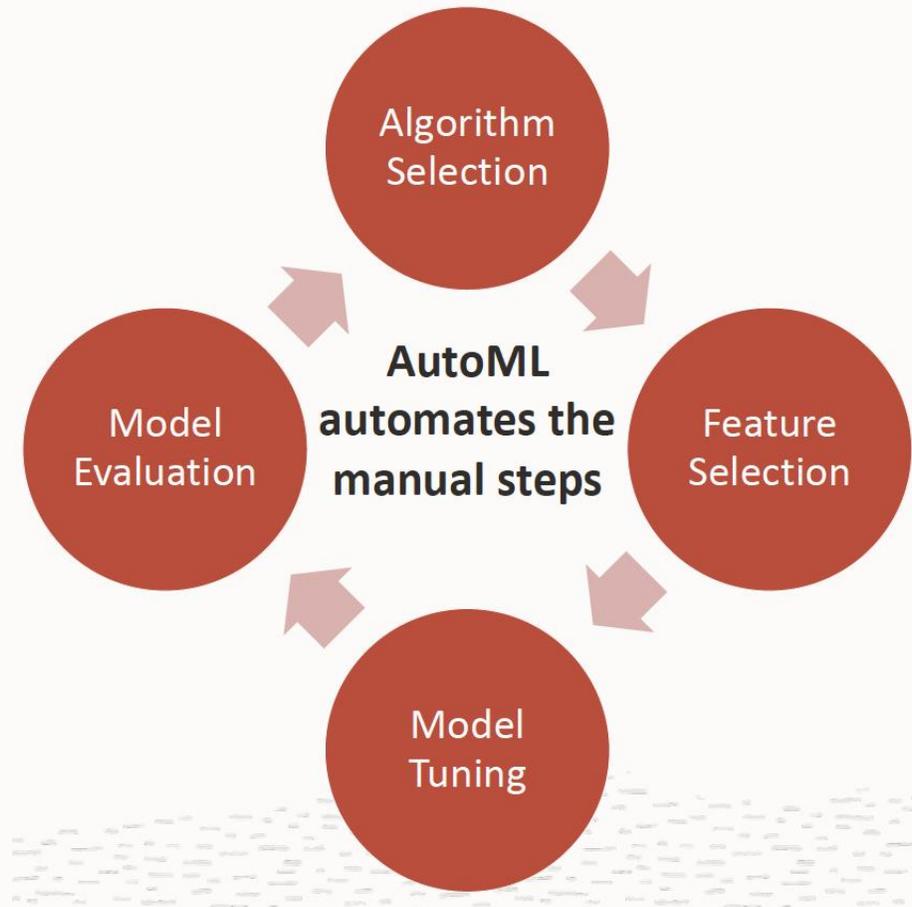
HeatWave ML



Oracle AutoMLにより簡単にモデルを作成



Oracle AutoMLにより簡単にモデルを作成



機械学習モデル生成で繰り返されるトライアージとエラー処理のステップを**自動化**する

より良いモデルの作成を**加速**させる

各アルゴリズムの**詳細な理解**は**必要**ない

AutoMLは、**最終的なモデル**を提供することも、そこからモデルを微調整することも可能 (※)

※現時点でのMySQL HeatWave MLは、モデルの微調整機能は提供していません

MySQL HeatWave MLにより高速なトレーニングを実現

HeatWave MLは
Redshift MLより
平均
25倍
高速

データセット	トレーニング時間 (分)		性能向上
	Redshift ML	HeatWave ML (2 ノード)	
分類			
Airlines	90.00	2.71	33.21
Bank	90.00	3.72	24.19
CNAE-9	失敗	5.91	X
Connect-4	90.00	7.13	12.62
Fashion MNIST	失敗	181.85	X
Nomao	90.00	3.30	27.27
Numerai	90.00	0.34	264.71
Higgs	90.00	68.58	1.31
Census	90.00	1.22	73.77
Titanic	90.00	0.47	191.49
CC Fraud	90.00	29.06	3.10
KDD Cup	失敗	3.55	X
幾何平均	90.00	3.56	25.27
回帰			
Black Friday	90.00	1.14	78.80
Diamonds	90.00	2.40	37.42
Mercedes	失敗	1.16	X
News Popularity	90.00	0.60	149.13
NYC taxi	90.00	7.34	12.26
Twitter	90.00	44.24	2.03
幾何平均	90.00	3.52	25.58

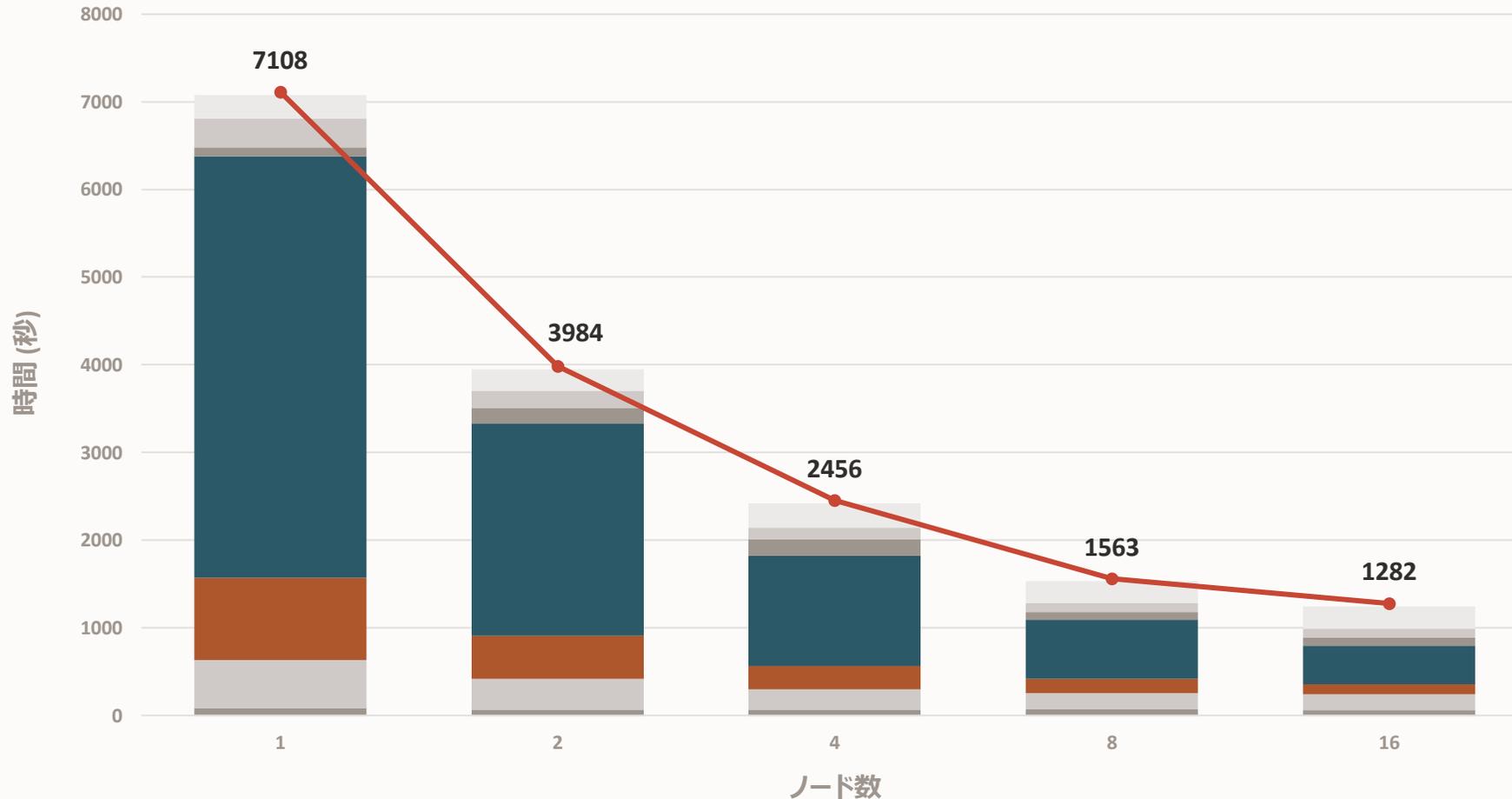


MySQL HeatWave MLにより高速なトレーニングを実現

ノード数を追加することによりトレーニング時間を短縮可能



ヒッグス粒子のデータセット



11倍

モデルのチューニング
を高速化

8倍

特徴量の選択
を高速化



MySQL HeatWave MLではモデルの「説明」も可能

ある銀行が口座保持者に定期預金を勧誘した場合のデータで作成したモデルでの例

```
mysql> SELECT model_explanation FROM ML_SCHEMA_root.MODEL_CATALOG
        WHERE model_handle=@model;
```

id	feature	impact
1	duration	0.0658
2	pmonth	0.0303
3	pday	0.0152
4	contact	0.0148
5	poutcome	0.0138
6	balance	0.0085
7	housing	0.007
8	age	0.0059

このモデルで最も影響の大きい特徴量

※duration：勧誘電話の通話時間、pmonth：勧誘を行った月

直感的には影響が大きそうだが、実際には影響が小さい特徴量

※balance：口座残高

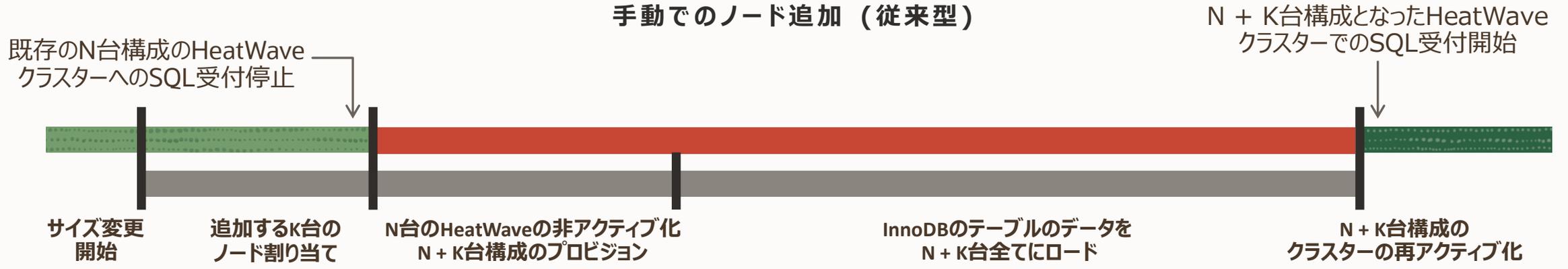
HeatWave MLと他のクラウド・データベースのソリューションとの比較

機能	HeatWave ML	Redshift ML	Snowflake ML
API	SQL	SQL	Java, Scala, Pythonでプログラミング
MLが内包されたデータベース	Yes	No	No
データとモデルをDB内に格納	Yes	No	No
全てのモデルに対する説明可能性	Yes	No	No
完全な自動化	Yes	No	No
ノードを追加して実行可能	Yes	No	No

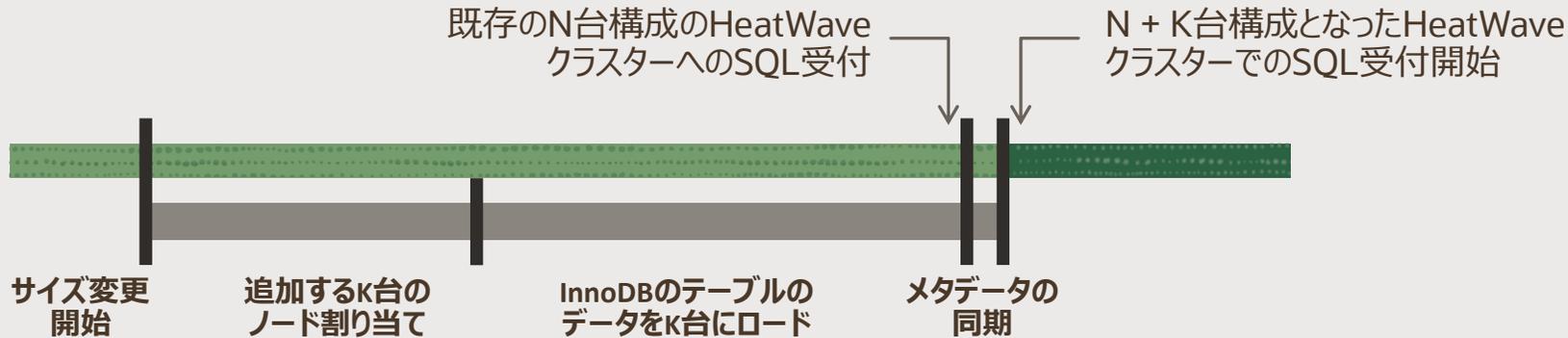


近日実装予定の機能：リアルタイムの伸縮性

HeatWaveノードのノード数追加/削除をオンラインで実行可能に

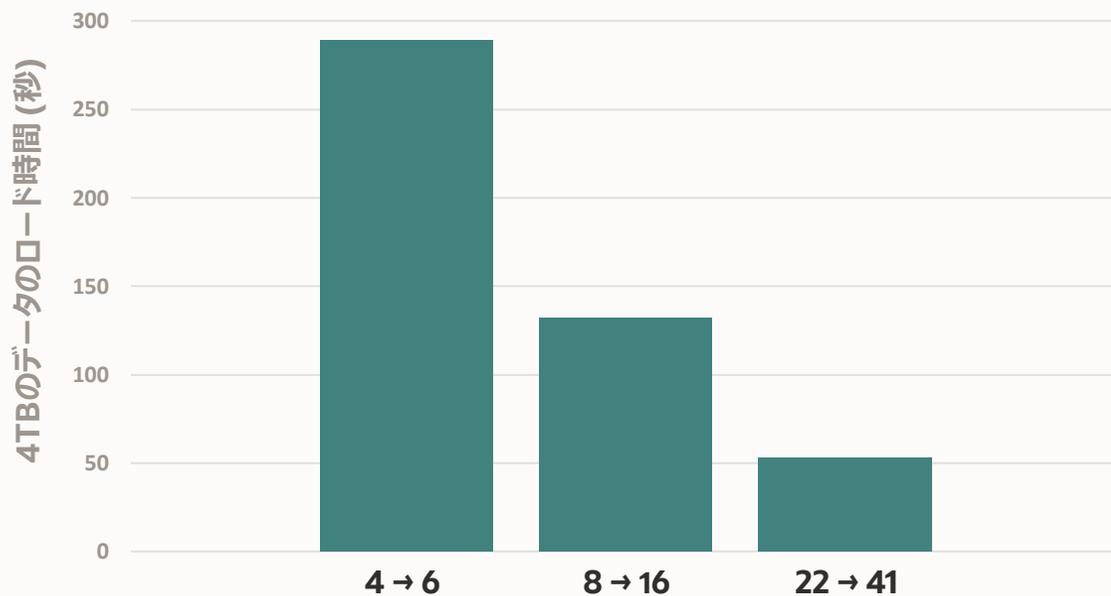


新手法でのノード追加



ノード数を増加することによりデータロード時間も短縮、メタデータの同期による一時停止時間は0.2ミリ秒以下

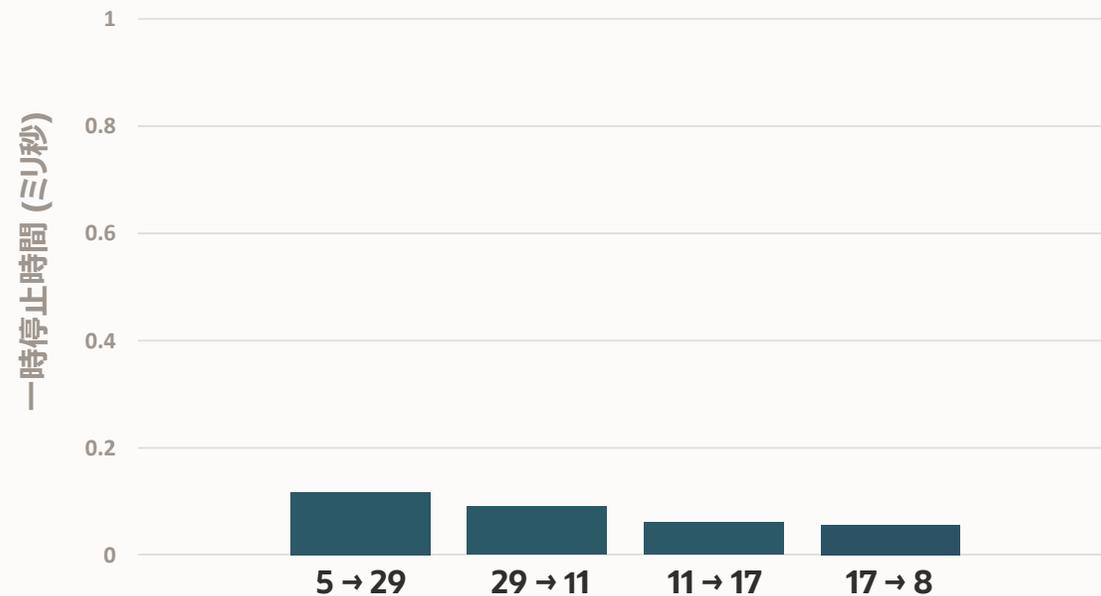
大きなクラスターサイズへの変更による
データロード時間の短縮



高速化
ほぼオブジェクトストレージの
帯域性能に相当

予測可能
時間はノードあたりの
データサイズに依存

クエリの一時的停止時間



いつでも利用可能
HeatWaveノードのメモリー内に格納された
パーティション構成情報の更新の間だけ一時停止

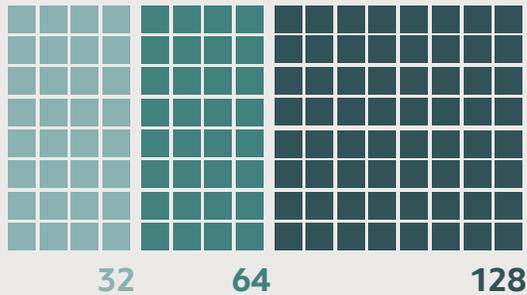


競合サービスとの比較

- HeatWaveは1ノード単位で自由にサイズ変更(ノード数変更)可能
- HeatWaveでは停止時間はほとんど発生しない、データ再構成も不要

Snowflake

特定のサイズへのみ
変更可能



AWS Redshift

10-15分間クエリの実行停止
手動でのデータ再構成



リアルタイムの伸縮性のデモ

- デモ動画

<https://youtu.be/DuG2iPqJffc?t=1269s>

- デモ内容

- TPCHのQ1を繰り返し実行しながらHeatWaveノードの数を5ノードから29ノードに変更
⇒ 実行時間が37秒程度 → 7秒程度に高速化される (画面上部のコンソール)
⇒ 最初から存在するHeatWaveノード(1~5)のメモリ使用量は、ノード追加が終わるまでは変化せず、ノード追加が完了した瞬間に約300GB → 約60GBに縮小される (画面下部のコンソール)
- TPCHのQ1を繰り返し実行しながらHeatWaveノードの数を29ノードから11ノードに変更
⇒ 実行時間が7秒程度 → 17秒程度に変化する (画面上部のコンソール)
⇒ 各ノードのメモリ使用量は約60GB → 約140GB に変化する (画面下部のコンソール)



MySQL HeatWave 概要

MySQL HeatWaveとは？

- MySQL Database Service専用のクエリ・アクセラレーター
(マネージドのDWHサービス)
 - MySQL Database Service(はOracle Cloud Infrastructure(OCI)上で提供しているMySQLのマネージドサービス
- インメモリ&超並列処理により読取り処理を高速化
 - Oracle Labs(※)のProject RAPIDの成果を活用
<https://labs.oracle.com/pls/apex/f?p=94065:12:103385944489261:14>
- TPC-Hのクエリの処理性能は
 - Amazon Auroraの1,000倍以上高速、コスト1/3以下
 - Amazon Redshiftの2.7倍高速、コスト1/3以下
- ベンチマークテスト再現手順も公表
<https://www.oracle.com/mysql/analytics/performance/>

MySQL HeatWaveとは？

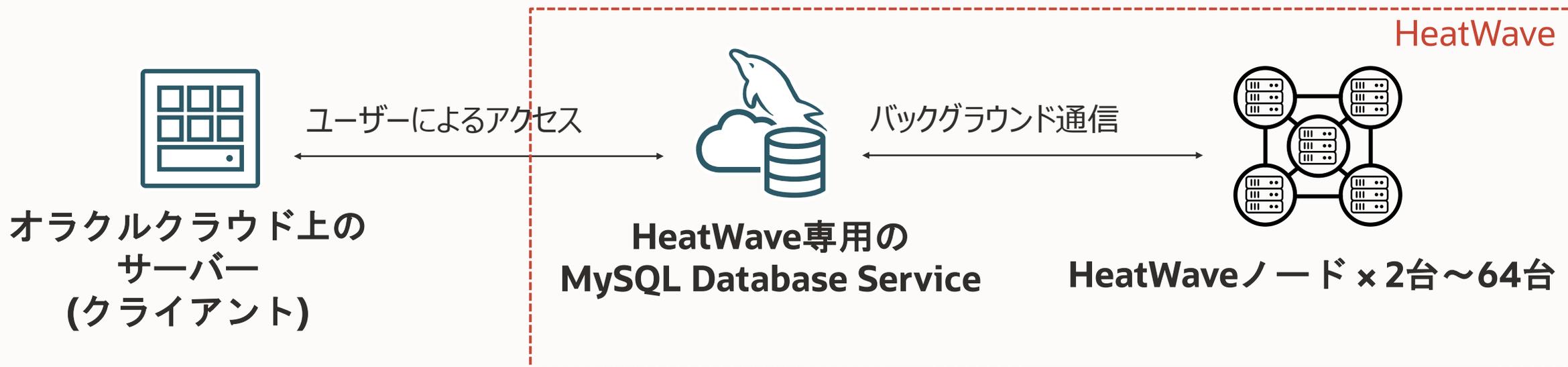
- オラクル社の共同設立者 兼 会長 兼 CTO であるラリー・エリソンも注目しているサービス
 - 決算報告においてMySQL HeatWaveについて何度も言及している
 - 「HeatWave」というサービス名称はラリーが命名
- 2020年12月のサービスリリース後も積極的に開発が続いており、先進的な機能を実装し続けている
 - 2021年8月：MySQL Autopilot リリース
 - 2022年3月：MySQL HeatWave ML リリース など



MySQL HeatWave MLの使い方

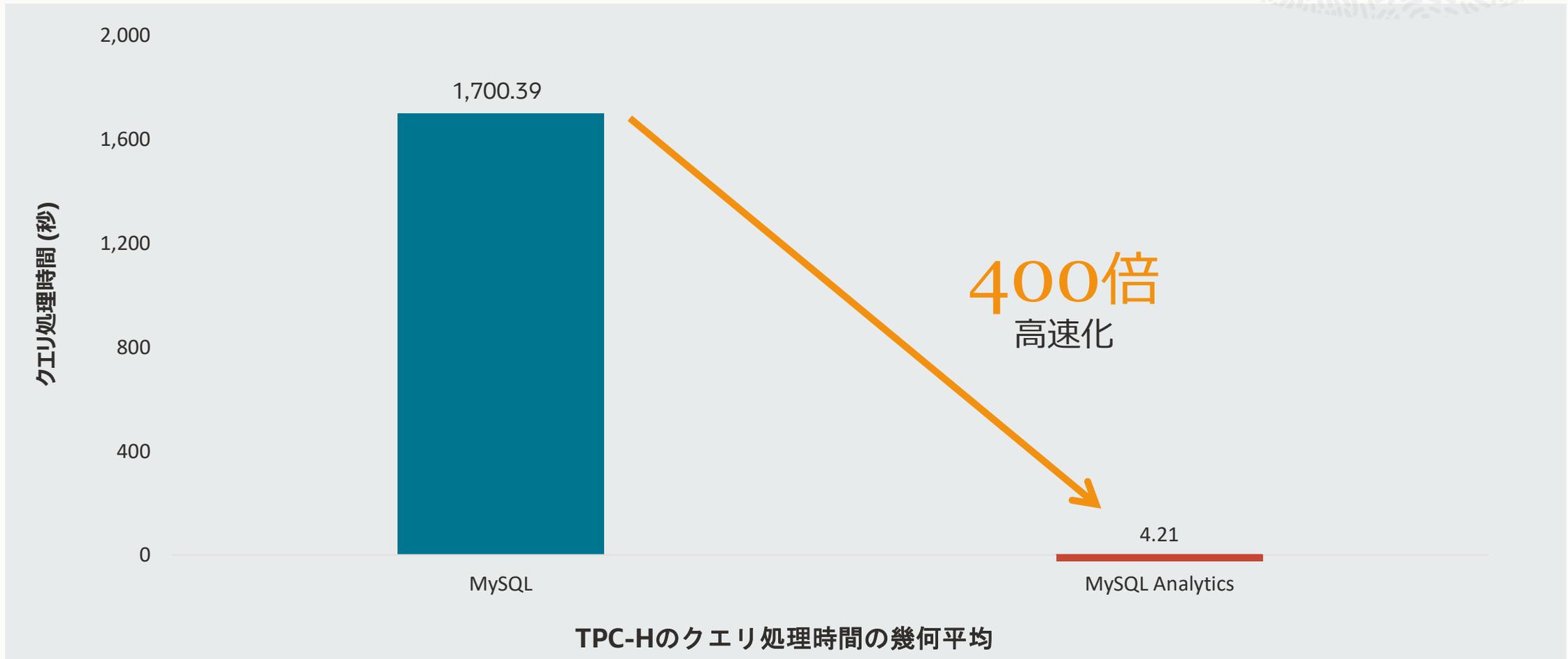
- MySQLに接続してSQLを実行するだけで自動的に高速化されるため、**使い勝手はMySQLそのもの**
 - ユーザーはHeatWaveノードへアクセスする必要が無い (HeatWaveノードへ直接アクセスしない)

※HeatWaveを使う時は、事前にHeatWaveノードにデータをロードしておく必要があります
(その後、MySQL上でデータを更新した場合は、HeatWaveノード上のデータも自動的に更新されます)



MySQL HeatWaveによる分析処理の大幅な性能向上

400G, 64 cores



HeatWaveの顧客事例



Big Queryと比較して
300倍高速 & 85%
のコスト削減



Auroraと比較して
10倍高速、
コストも大幅に低減



想定性能の**90倍高速**で
複雑な分析処理を
毎時実行可能に



他のクラウド・サービスよりも
3倍高速かつ**60%低コスト**



Auroraと比較して複雑なクエリ処理が**1,000倍高速 & 60%のコスト削減**



ミリ秒レベルの応答性能、
Aurora & Redshiftの**半額**で利用可能



EC2上のMySQLよりも**5倍高速**
& **半分のコスト**



MySQL HeatWaveに
AWS Auroraから移行することで、
性能が10倍向上し、コストも
大幅に削減することができました

しかも、そのために
アプリケーションを変更する
必要はありませんでした。

鈴木 健治

株式会社ファンコミュニケーションズ A8事業部
プロダクト開発部長 兼 A8 2.0推進室長

FANCOM





GENIUS (SONORITY)

ゲーム難易度の調整やイベントの参加率をリアルタイムで分析したいと考えていました。

MySQL HeatWaveを導入したおかげで
想定最大の90倍もの高速化を実現し、
リアルタイム分析を毎時間行うことができます。

プログラム開発の負荷や事前の
想定処理時間では実現不可能と
思っていたので、本当に驚きです。

川本 昌之

ジニアス・ソリティ株式会社
取締役 / 最高技術責任者

HeatWave最小構成での概算月額費用(データ量約1.6TB以内の場合)

▶ MySQL Database - Standard - E3 (B92962)	¥0
▶ MySQL Database - Standard - E3 - Memory (B92963)	¥0
▶ MySQL Database - Storage (B92426) / 1000 Gigabyte Storage Capacity Per Month	¥4,800
▶ MySQL Database - Backup Storage (B92483) / 1000 Gigabyte Storage Capacity Per Month	¥4,800
▶ MySQL HeatWave - Standard - E3 (B92023) / 2 Node Per Hour	¥63,139
▶ MySQL Database for Heatwave - Standard - E3 (B92024) / 1 Node Per Hour	¥31,569
▶ MySQL Database - Bare Metal Standard - E2 (B92807)	¥0
▶ MySQL Heatwave - Bare Metal Standard - E2 (B92759)	¥0
▶ MySQL Database - Standard - E2 (B92425)	¥0

[Remove All](#)

* The pricing estimates displayed are monthly amounts and are based on your selected Cloud Services, configurations and dependent services. Monthly costs are billed on actual usage, prepayment is not required. Annual flex is a fixed commitment and is available from your Sales Representative. Your actual price at checkout may differ from this estimate. Complete pricing information [here](#).

To find out where a specific Oracle Cloud service is available refer to [Data Regions for Platform and Infrastructure Services](#)

Monthly Cost *

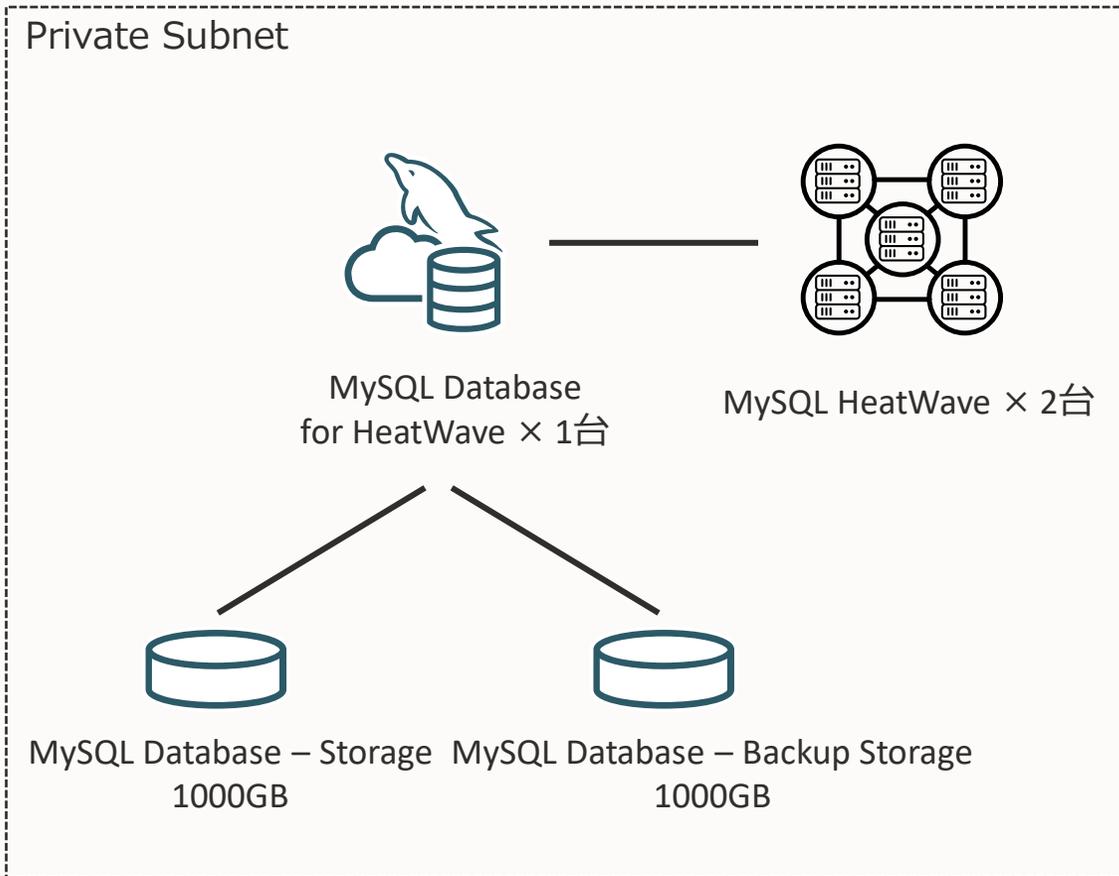
¥104,308

/mo

[Start for Free](#)



HeatWave最小構成 (データ量約1.6TB以内)



- HeatWaveノードの構成台数は、最低2台、最大64台
- HeatWaveノードはインメモリでデータを保持し、1ノードで約800GBのデータを保持できる
(HeatWave 8.0.28-u2より、データ圧縮機能が実装され、1ノード当たり格納できるデータ量が400GB→800GBに拡張されました)

[概算見積もり方法]

- 最低限必要なHeatWaveノード数は、「分析対象データ量/800GB」で計算する (最小構成は2ノードから)
- HeatWaveノードのストレージ領域は見積り不要
(HeatWaveノードが内部的に使用するストレージ領域の費用は、HeatWaveノードの費用に含まれている)
- HeatWave用のMDSが使用するストレージ領域、バックアップ用ストレージ領域は見積り必要
 - MDSが使用するストレージ領域には、実データ以外にログデータ等も格納されるため、実データ量よりも余裕をもって大きく確保する



MySQL HeatWave MLの使い方

MySQL HeatWave MLの基本的な使い方

1. MySQL HeatWave環境を構築する
2. MySQL HeatWaveにデータを入れ、HeatWaveが使える状態にする
 - 学習用データを格納するテーブルと、推論用データを格納するテーブルを分ける
 - 学習用データには正解の列を含めておく
3. MySQL HeatWave MLのプロシージャを実行し、学習してモデルを作成する
4. MySQL HeatWave MLのプロシージャを実行し、モデルを使って推論する



MySQL HeatWave環境の構築方法 & HeatWaveが使える状態にする方法

OCIのチュートリアルページにMySQL Database Service、HeatWaveのチュートリアルを掲載しています！(入門編：その9、その10)
画面キャプチャー付きで詳細に手順を解説しています！

チュートリアル：Oracle Cloud Infrastructure を使ってみよう

<https://oracle-japan.github.io/ocitutorials/>

入門編 - Oracle Cloud Infrastructure を使ってみよう

<https://oracle-japan.github.io/ocitutorials/beginners/>

準備 - Oracle Cloud の無料トライアルを申し込む

• Oracle Cloud 無料トライアルを申し込む

Oracle Cloud のほとんどのサービスが利用できるトライアル環境を取得することができます。このチュートリアルの内容を試すのに必要になりますので、まずは取得してみましょう。

※認証のためにSMSが受け取れる電話とクレジット・カードが必要です(希望しない限り課金はされませんのでご安心を!!)

- [Oracle Cloud 無料トライアルサインアップガイド](#)
- [Oracle Cloud 無料トライアルに関するよくある質問\(FAQ\)](#)

チュートリアル入門編 - Oracle Cloud Infrastructure を使ってみよう

• OCIコンソールにアクセスして基本を理解する - Oracle Cloud Infrastructure を使ってみよう(その1)

まずはコンソールにアクセスしてみましょう。そしてリージョン、アベイラビリティ・ドメイン、コンパートメント、ポリシー(ACL)、サービス・リミットなどのOCIの基本的なコンセプトについて学びます。

• クラウドに仮想ネットワーク(VCN)を作る - Oracle Cloud Infrastructure を使ってみよう(その2)

クラウドの最初の一步は、クラウド上に皆さん専用のネットワーク(VCN)を作るところから始まります。難しい作業はありません。まずはやってみましょう!!

• インスタンスを作成する - Oracle Cloud Infrastructure を使ってみよう(その3)

ネットワークができたら、いよいよインスタンスを立ち上げましょう。OCIなら仮想マシンもベアメタルサーバーも同じように簡単に作成できます。



[その9 - クラウドでMySQL Databaseを使う](#)

クラウド環境でも人気の高いMySQL Database！OCIならMySQL開発チームによるMySQLのマネージドサービスが利用できます！簡単に構築できるので、まずは触ってみましょう！



[その10 - MySQLで高速分析を体験する](#)

OCIではMySQLベースのデータウェアハウスサービスであるHeatWaveが使えます！MySQLからレプリケーションでデータ連携もできるため、ETLを使わずにデータウェアハウスを構築することもできます！性能もコストパフォーマンスも非常に高いサービスなので、是非試してみてください！



学習用データと推論用データ

機械学習の「分類」のチュートリアルとしてよく使われるアヤメの品種分類での例

学習用データ

```
mysql> SELECT * FROM ml_data.iris_train;
```

sepal length	sepal width	petal length	petal width	class
6.4	2.8	5.6	2.2	Iris-virginica
5	2.3	3.3	1	Iris-setosa
4.9	2.5	4.5	1.7	Iris-virginica
4.9	3.1	1.5	0.1	Iris-versicolor
<略>				
5.7	3	4.2	1.2	Iris-setosa
4.4	2.9	1.4	0.2	Iris-versicolor
4.8	3	1.4	0.1	Iris-versicolor
5.5	2.4	3.7	1	Iris-setosa

120 rows in set (0.00 sec)

class列を正解として学習させる
(教師あり学習)

推論用データ

```
mysql> SELECT * FROM ml_data.iris_test;
```

sepal length	sepal width	petal length	petal width
5.9	3	4.2	1.5
6.9	3.1	5.4	2.1
5.1	3.3	1.7	0.5
6	3.4	4.5	1.6
<略>			
5.2	4.1	1.5	0.1
6.7	3.1	4.7	1.5
6.7	3.3	5.7	2.5
6.4	2.9	4.3	1.3

30 rows in set (0.00 sec)

正解であるclass列が無いテーブル

- sepal length : ガクの長さ
- sepal width : ガクの太さ
- petal length : 花びらの長さ
- petal width : 花びらの太さ
- class : アヤメの品種
(セトサ種、バージカラー種、バージニカ種)



MySQL HeatWave MLのプロシージャ

ML_TRAIN : 学習用データを入力してモデルを作成

ML_MODEL_LOAD : HeatWave MLにモデルをロード

ML_PREDICT_ROW : 1行以上のデータに対する予測値をJSONで生成

ML_PREDICT_TABLE : テーブルを入力として各行に対する予測値を生成し、新しいテーブルに保存

ML_EXPLAIN_ROW : 1行以上のデータに対する「説明」をJSONで生成

ML_EXPLAIN_TABLE : テーブルを入力として各行に対する「説明」を生成し、新しいテーブルに保存

ML_SCORE : モデルの妥当性、品質をスコアで算出して確認

ML_MODEL_UNLOAD : HeatWave MLで使用しているモデルをアンロード



HeatWave MLでの「トレーニング」

`ML_TRAIN`(テーブル名, 対象列名, [オプション], モデル名)

- オプション
 - 分類の場合: `NULL` または `JSON_OBJECT('task', 'classification')`
 - 回帰の場合: `JSON_OBJECT('task', 'regression')`

実行例) `ml_data.iris_train`テーブルの`class`列に対する分類(アヤメの品種分類)

```
CALL sys.ML_TRAIN('ml_data.iris_train', 'class', JSON_OBJECT('task', 'classification'), @iris_model);
```

「トレーニング」終了後に `SELECT @iris_model;` で生成されたモデル名を確認可能

HeatWave MLでのモデルのロード

ML_MODEL_LOAD(モデル名, ユーザー名)

- ユーザー名に「NULL」を指定した場合は、現在のユーザーが指定される

実行例) 前ページの実行例で作成したモデルをロード

```
mysql> CALL sys.ML_MODEL_LOAD(@iris_model, NULL);
```



HeatWave MLでの「推論」 ※行の場合

ML_PREDICT_ROW(対象データ,「トレーニング」済みモデル名)

- 指定した行データに対する予測

実行例) 作成したモデルを使って、アヤメのデータを1行だけ与えて品種(class列)を求める

```
SELECT sys.ML_PREDICT_ROW(JSON_OBJECT("sepal length", 7.3, "sepal width", 2.9,
                                       "petal length", 6.3, "petal width", 1.8), @iris_model);
```

```
+-----+
| sys.ML_PREDICT_ROW(JSON_OBJECT("sepal length", 7.3, "sepal width", 2.9, "petal length", 6.3, "petal width", 1.8), @iris_model) |
+-----+
| {"Prediction": "Iris-virginica", "petal width": 1.8, "sepal width": 2.9, "petal length": 6.3, "sepal length": 7.3} |
+-----+
```

- sepal length : ガクの長さ
- sepal width : ガクの太さ
- petal length : 花びらの長さ
- petal width : 花びらの太さ
- class : アヤメの品種
(セトサ種、バージカラー種、バージニカ種)



HeatWave MLでの「推論」 ※テーブルの場合

ML_PREDICT_TABLE(対象データ, 「トレーニング」済みモデル名, 出力テーブル)

- 指定したテーブル全体のデータに対する予測
- 結果は出力テーブルに格納される

実行例) 作成したモデルを使って、アヤメの品種(class列)を求める

```
mysql> CALL sys.ML_PREDICT_TABLE('ml_data.iris_test', @iris_model, 'ml_data.iris_predictions');
mysql> SELECT * FROM iris_predictions LIMIT 2;
***** 1. row *****
sepal length: 5.9
sepal width: 3
petal length: 4.2
petal width: 1.5
Prediction: Iris-setosa
***** 2. row *****
sepal length: 6.9
sepal width: 3.1
petal length: 5.4
petal width: 2.1
Prediction: Iris-virginica
```



HeatWave MLでの「説明」 ※行の場合

ML_EXPLAIN_ROW(対象データ,「トレーニング」済みモデル名)

- 指定した行データに対する説明

実行例) 分類結果に対する説明を求める

```
SELECT sys.ML_EXPLAIN_ROW(JSON_OBJECT("sepal length", 7.3, "sepal width", 2.9,  
                                     "petal length", 6.3, "petal width", 1.8), @iris_model);
```

```
+-----+  
| sys.ML_EXPLAIN_ROW(@row_input, @iris_model) |  
+-----+  
| {"Prediction": "Iris-virginica", "petal width": 1.8, "sepal width": 2.9, |  
| "petal length": 6.3, "sepal length": 7.3, "petal width_attribution": 0.2496, |  
| "petal length_attribution": 0.9997} |  
+-----+
```

このモデルによって
バージニカ種に分類した時に、
影響度が大きかった列を
確認できる

- sepal length : ガクの長さ
- sepal width : ガクの太さ
- petal length : 花びらの長さ
- petal width : 花びらの太さ
- class : アヤメの品種
(セトサ種、バージカラー種、バージニカ種)



HeatWave MLでの「説明」 ※テーブルの場合

ML_EXPLAIN_TABLE(対象データ, 「トレーニング」済みモデル名, 出力テーブル)

- 指定したテーブル全体のデータに対する説明
- 結果は出力テーブルに格納される

実行例) 分類結果に対する説明を求める

```
mysql> CALL sys.ML_EXPLAIN_TABLE('ml_data.iris_test', @iris_model, 'ml_data.iris_explanations');
mysql> SELECT * FROM iris_explanations LIMIT 1;
***** 1. row *****
      sepal length: 5.9
      sepal width: 3
      petal length: 4.2
      petal width: 1.5
      Prediction: Iris-setosa
      petal length_attribution: -0.0088
      petal width_attribution: 0.1793
```



HeatWave ML Advantages



単一のデータベースでの機能提供



説明可能性



自動化



高速



セキュリティ



クラスターサイズに応じた性能拡張性



追加料金不要

MySQL HeatWave MLを 是非お試し下さい！！

この後12:00～、MySQL HeatWaveのハンズオン会を開催します。
HeatWave MLも試して頂けますので、気になった方は是非ご参加下さい！
飛び入り参加可能です！！ Zoomのみで開催します。(YouTube Liveでの配信はありません)
Zoom URLはconnpassのページでも案内しています。

Zoom URL : https://bit.ly/OSC2022Nagoya_MySQL

参考情報

ドキュメント、リリースノート

- MySQL Database Serviceのドキュメント
<https://docs.oracle.com/en-us/iaas/mysql-database/index.html>
<https://docs.oracle.com/ja-jp/iaas/mysql-database/index.html>
- MySQL Database Serviceのリリースノート
<https://docs.oracle.com/en-us/iaas/releasenotes/services/mysql-database/>
- HeatWaveのドキュメント
<https://dev.mysql.com/doc/heatwave/en/>
- HeatWaveのドキュメント
<https://dev.mysql.com/doc/relnotes/heatwave/en/>

Oracle Cloud Days 2021でのMDS & HeatWave関連セッション

- トヨタ自動車株式会社様の発表
 - 先進モビリティ・サービス実現のためのデータ収集・管理基盤
<https://www.oracle.com/jp/cloud/events/cloud-days/on-demand/#tab3>
- 株式会社りらく様の発表
 - 高性能なMySQL Database Serviceを採用したシステム統合計画
<https://www.oracle.com/jp/cloud/events/cloud-days/on-demand/#tab3>
- 株式会社ファンコミュニケーションズ様の発表
 - 他のクラウドから基幹データベースと分析基盤を移行！その理由と効果
<https://www.oracle.com/jp/cloud/events/cloud-days/on-demand/#tab2>

※発表資料のダウンロードだけでなく、セッション動画も視聴可能ですので是非ご覧下さい！



HeatWave検証事例 (パートナーブログ、検証まとめ資料)

- 株式会社アトミック様
 - Oracle Cloud MDS (MySQL Database Service)のHeatWave機能を検証しました！
<https://cloudii.jp/news/blog/oracle-cloud/mds-heatwave/>
- 株式会社スマートスタイル様
 - MySQLで分析処理を高速化させる HeatWave を使ってみた
<https://blog.s-style.co.jp/2021/02/7211/>
 - MySQL Database Service HeatWave と Amazon Redshift の TPC-H 派生ベンチマーク比較
<https://blog.s-style.co.jp/2021/05/7585/>
 - HeatWave と AQUA (Advanced Query Accelerator) for Amazon Redshift の比較
<https://blog.s-style.co.jp/2021/06/7937/>
- 株式会社データベーステクノロジー様
 - 【Oracle Cloud Infrastructure】MySQL Database Service 高可用性 & HeatWave 検証
<https://www.slideshare.net/ssuserbe6417/oracle-cloud-infrastructuremysql-database-servise-heatwave-249604448>

HeatWave検証事例 (パートナーブログ)

- SCSK株式会社様
 - [MySQL]HeatWave特集第1回 2021年、大注目の「HeatWave」とは？
<http://scsk-db.jp/mysql/topics/2021/03/04-153223.html>
 - [MySQL]HeatWave特集第2回 HeatWaveとLookerの連携手順
<http://scsk-db.jp/mysql/topics/2021/03/05-094735.html>
 - [MySQL]HeatWave特集第3回 LookerからHeatWaveのデータを表示する
<http://scsk-db.jp/mysql/topics/2021/03/05-161437.html>
- テクバン株式会社様
 - MDSのHeatWave機能を使ってみた
<https://blogs.techvan.co.jp/oci/2021/03/15/mds%E3%81%AEheatwave%E6%A9%9F%E8%83%BD%E3%82%92%E4%BD%BF%E3%81%A3%E3%81%A6%E3%81%BF%E3%81%9F/>
 - Amazon Aurora から MDS(HeatWave) へのレプリケーション
<https://blogs.techvan.co.jp/oci/2021/03/24/amazon-aurora-%e3%81%8b%e3%82%89-mdsheatwave-%e3%81%b8%e3%81%ae%e3%83%ac%e3%83%97%e3%83%aa%e3%82%b1%e3%83%bc%e3%82%b7%e3%83%a7%e3%83%b3/>



Oracle Cloud Infrastructure 無償学習プログラム

「だれでも。必要なときに。必要な学習を。」

Oracle Cloud への移行をスキル習得の側面からご支援します。
無償の OCI トレーニングと期間限定の無償認定試験で
Oracle Cloud Infrastructure をはじめませんか。

Training

OCI ラーニング・サブスクリプション

- OCI トレーニング (日本語・英語)
- テキストの閲覧
- Oracle Cloud を使用した
実機演習
- 資格取得準備セミナー
- 模擬問題集
- ライブ・セッション

Certification

OCI 認定試験

- OCI Foundations 試験の無償受験
(オンライン試験)



今すぐ学習を開始できます



- 1 [Oracle University Web ページ](#) から、ロールにあった学習パスを選択

- 2 [Enroll this pass] をクリックし、Oracle SSOアカウントでサインイン



ロールにあった認定資格を選択

- ✓ 入門・営業/プリセールス向け
Oracle Cloud Infrastructure Foundation
- ✓ 中級・アーキテクト/構築担当者向け
Oracle Cloud Infrastructure Architect Associate
- ✓ 上級・アーキテクト/構築担当者向け
Oracle Cloud Infrastructure Architect Professional
- ✓ 中級・運用担当者向け
Oracle Cloud Infrastructure Operation

- 3 利用規約をご確認後、トレーニングを開始。



※随時、追加されていきます。

無償学習プログラムを活用して多くのプロフェッショナルを育成し、スキルを社内外に証明してください！



Oracle Cloud Infrastructure の日本語書籍

Amazon、その他オンラインショップで単行本・電子書籍ともに販売！

Oracle Cloud Infrastructure エンタープライズ構築実践ガイド



著者：大塚 紳一郎 氏
株式会社野村総合研究所
NRI認定ITアーキテクト / Oracle ACE

2021年1月5日発売

書籍詳細：
技術評論社様ホームページ
<https://gihyo.jp/book/2021/978-4-297-11809-9>

<https://www.amazon.co.jp/dp/4297118092>

Oracle Cloud Infrastructure 徹底入門

NEW!!



著者：日本オラクル株式会社
塩原 浩太, 近藤 暁太, 丸川 祐考, 小西 朋子,
南野 英梨子, 山田 恭平, 林 妙子, 宮崎 博之,
土岐 建太, 中川 健太郎

2021年7月21日発売予定

書籍詳細：
翔泳社様ホームページ
<https://www.shoehisha.co.jp/book/detail/9784798169033>

<https://www.amazon.co.jp/dp/479816903X/>



Oracle Cloud Infrastructure 主要情報一覧

Oracle Cloud Infrastructure 主要情報をまとめたポータル（以下 1 – 9 を含む）

https://blogs.oracle.com/oracle4engineer/column_oci_links

1 Oracleアーキテクチャ・センター

<https://docs.oracle.com/ja/solutions/>

クラウド環境の検討や実装に役立つように設計されたリファレンス・アーキテクチャとソリューション・プレイブックのカタログを多数掲載。ダウンロード、カスタマイズ、およびデプロイできるコードまたはスクリプトも含む。

リファレンス・アーキテクチャ、ソリューション・プレイブックを概説した下記ブログもご参照ください。

<https://blogs.oracle.com/oracle4engineer/move-workload-to-oraclecloud>

2 OCIサービスアップデート

<https://blogs.oracle.com/oracle4engineer/category/o4e0-4サービス・アップデート>

毎月公開するOCIのサービス・アップデート情報をスライドで分かり易く説明。各サービスの詳細なアップデート情報は、各サービスのドキュメントや下記「OCI活用資料集」をご覧ください。

3 OCIお客様活用事例

<https://blogs.oracle.com/oracle4engineer/oracle-cloud-platformpaasiaas>

OCIを活用したお客様の事例のご紹介。データベースはもちろんのこと、アナリティクス、セキュリティ、システム管理、コンテンツ管理、ブロックチェーン、チャットボットなど様々なサービスのお客様事例をご紹介します。

4 OCI活用資料集

<https://oracle-japan.github.io/ocidocs/>

OCIを使ってみたい! という方のための技術ドキュメント集。OCIのサービス別技術資料をはじめ、PPTスライドを中心とした公開ドキュメントや、セミナーで使用した資料をアップロードしています。

5 チュートリアル: OCI を使ってみよう

<https://oracle-japan.github.io/ocitutorials/>

OCIを使ってみよう! という人のためのチュートリアル集。各項目ごとに画面ショットなどを交えながらステップ・バイ・ステップで作業を進めて、OCIの機能についてひとつひとつ学習することができるようになっています。

6 OCIセミナー情報

https://blogs.oracle.com/oracle4engineer/column_cloud_seminar

今後開催予定のウェビナー(含むハンズオントレーニング)についてご案内します。

ほぼ毎週 2回+ハンズオンを様々なテーマで開催中!

7 Oracle Code Night

<https://oracle-code-tokyo-dev.connpass.com/>

オラクルのテクノロジーだけに限定しない、Developer（開発者）のDeveloper（開発者）によるDeveloper（開発者）のための開発者向けコミュニティ Meetup セミナーのこと。

ほぼ毎週 様々なテーマで開催中!

8 オラクルエンジニア通信

<https://blogs.oracle.com/oracle4engineer/>

技術資料、コラム、マニュアルなど、OCIに関するその他の情報は、「オラクルエンジニア通信」よりお届けしています。

9 OCIドキュメント

各サービスのマニュアル。

<https://docs.cloud.oracle.com/ja-jp/iaas/Content/home.htm>



【お問い合わせ先】

MySQLお問い合わせ窓口

0120-065-556

MySQL-Sales_jp_grp@oracle.com

