



PGECcons
PostgreSQL Enterprise Consortium

2022年度WG3活動成果報告 性能トラブル調査編@Amazon Aurora

**PostgreSQL エンタープライズコンソーシアム
WG3 パブリッククラウド検証チーム**

Contents

- 活動概要
- 検証結果
 - autovacuumのパラメータ検証
 - 性能状態を把握するための監視
 - ケーススタディ
- 総括

責任範囲

- 本資料は、PGEConsが独自に検証した結果であり、結果はPGEConsの責任の元、公開しています。

活動概要

- **WG3の2018年度検証（過去検証）”性能トラブル調査編”は以下の観点で性能トラブル対策の一助となる情報を提供**
 - 予防：性能トラブルを発生させないために考慮すべきポイント
 - 検知：性能状態を把握するために必要な監視情報や調査観点
 - 事例：性能トラブル事例をもとに、性能情報等を使用した調査
- **上記の検証を基に、Amazon AuroraのPostgreSQL版（以降、Aurora）で適用する際の考慮点を調査**
 - 既存のチューニング手法が適用できるか（実施する必要があるか）
 - Aurora独自の機能で対応可能か

活動概要

- 過去検証の中から、一部項目を抽出し、Auroraにおける影響を確認

■ 検証項目

- ☐ autovacuumのパラメータ検証
- ☐ 性能状態を把握するための監視
- ☐ ケーススタディ
 - ディスク性能の考慮漏れによる性能トラブル
 - 適切でない実行計画が選択されてしまうことによる性能トラブル

活動概要

■ autovacuumのパラメータ検証

- autovacuumの処理性能を向上させるパラメータ
 - autovacuum_vacuum_cost_delay
 - autovacuum_vacuum_cost_limit
- パラメータ変更を行い、過去検証と同じ傾向がAuroraでも得られるかどうか実機検証を実施
- Auroraはautovacuumの実行時間が短く
テーブルサイズの肥大化が起こりにくいことを確認

活動概要

■ 性能状態を把握するための監視

- 過去検証で整理されている性能情報の調査方法に対し、Auroraの機能で確認する方法があるか調査
 - Amazon RDS Performance Insights (Performance Insights)
 - Amazon RDS 拡張モニタリング (拡張モニタリング)
 - Amazon CloudWatch Logs (CloudWatch Logs)
- 上記の機能により、確認することの出来る性能情報を整理し、確認手順も簡単に記載

活動概要

■ ケーススタディ

□ ディスク性能の考慮漏れによる性能トラブル

- ストレージの性能特性 (HDD/SSD) の考慮漏れによる性能トラブル、およびパラメータチューニングの対応がAuroraでは発生しない (最適値設定されている)

□ 適切でない実行計画が選択されてしまうことによる性能トラブル

- チューニングの1つの手法としてAuroraの機能であるQuery Plan Management (QPM) による実行計画の固定化を紹介

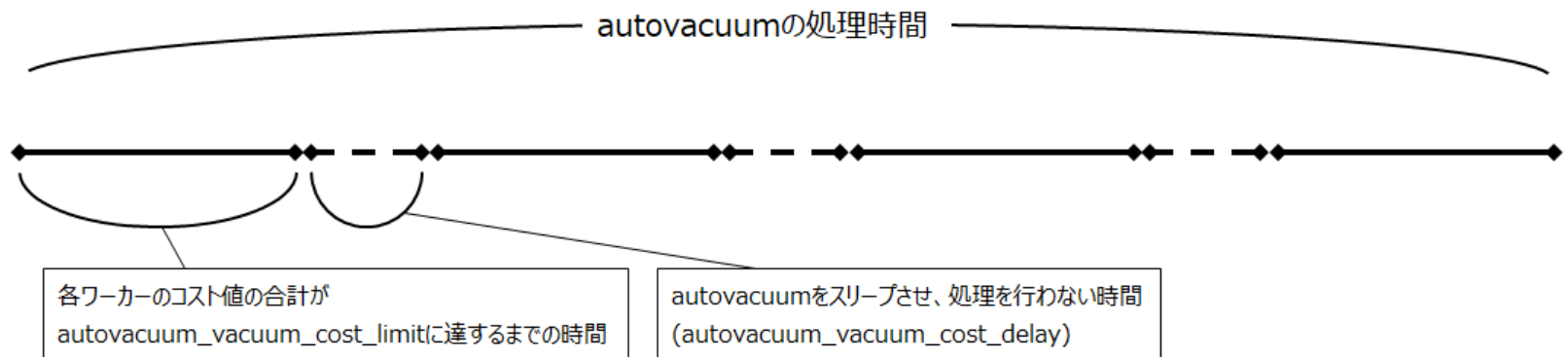
autovacuumのパラメータ検証

autovacuumのパラメータ検証

■ 検証概要

□ autovacuum

- 定期的にテーブル状態を監視し、不要領域が閾値を超えた場合にVACUUMとANALYZEを実行
- VACUUMを実行する際は、各ワーカーでのコスト値の合計がautovacuum_vacuum_cost_limitに達した時にautovacuum_vacuum_cost_delayの間作業を中断することで、I/O負荷が高負荷にならないように動作



※コスト値：シーケンシャルI/Oで1ページを読み込むコストを1.0とした際の相対値

https://pgecons-sec-tech.github.io/tech-report/html_wg3_performance/wg3_performance.html

autovacuumのパラメータ検証

■ 検証概要

- 更新によって発生する不要領域に対してautovacuumが追い付かない場合、テーブルサイズの肥大化が発生する
- テーブルサイズの肥大化を防ぐautovacuumのパラメータチューニングが検証の目的
- 以下のパラメータを変更し、autovacuumによる不要領域の回収速度を測定
 - autovacuum_vacuum_cost_limit
 - autovacuum_vacuum_cost_delay

autovacuumのパラメータ検証

■ 検証環境

| 項目 | 本検証パラメータ | 過去検証 |
|------------|-------------------------------|--------------------|
| マシンスペック | db.r5.large (2vCPU, 16GB MEM) | 2vCPU, 8GB MEM |
| Aurora | 14.5.1 | - |
| PostgreSQL | 14.5 | 11.1 |
| pgbench | PostgreSQL 14.1 付属 | PostgreSQL 11.1 付属 |

autovacuumのパラメータ検証

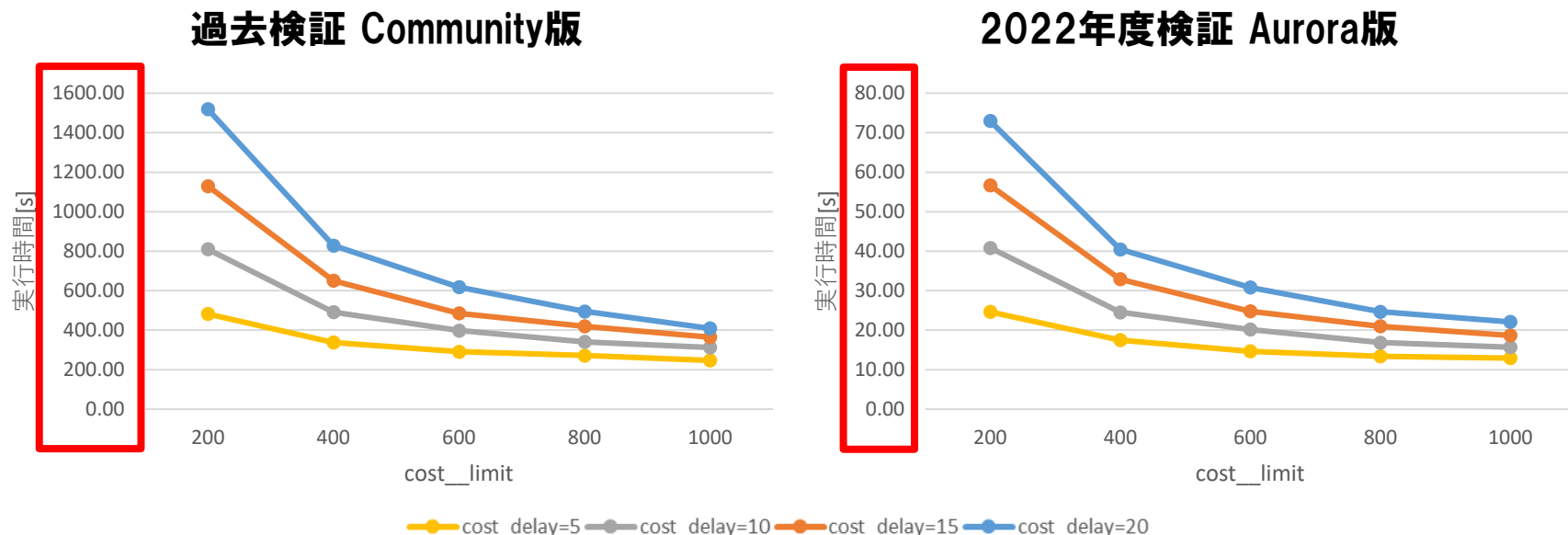
■ 検証環境

| 項目 | 本検証パラメータ※ | 過去検証 |
|--------------------------------|----------------------------|------|
| max_connections | 300 | 同左 |
| shared_buffers | 2GB | 同左 |
| effective_io_concurrency | 256 | 200 |
| max_wal_size | 1GB | 4GB |
| min_wal_size | 0.5GB | 2GB |
| checkpoint_completion_target | 0.9 | 同左 |
| random_page_cost | 1.1 | 同左 |
| autovacuum_vacuum_cost_limit | {200, 400, 600, 800, 1000} | 同左 |
| autovacuum_vacuum_cost_delay | {20, 15, 10, 5} | 同左 |
| autovacuum_vacuum_scale_factor | 0.2 | 同左 |

※ Auroraで設定できない項目を除き、各パラメータの値は過去検証と同等

autovacuumのパラメータ検証

■ 検証結果 (autovacuum処理時間)

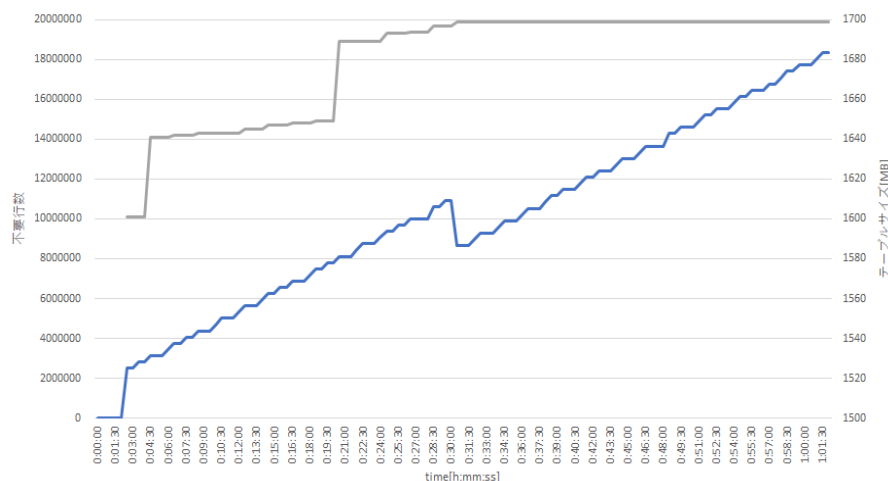


- 各パラメータによるautovacuumの処理時間は過去検証と同じ傾向
- Auroraのautovacuum実行時間が短い

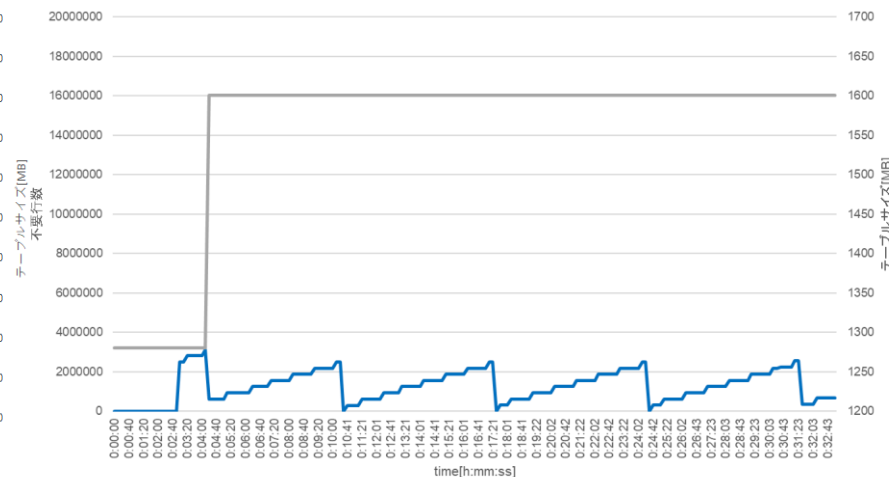
autovacuumのパラメータ検証

■ 検証結果（更新トランザクションと不要行数の推移）

過去検証 Community版



2022年度検証 Aurora版



— dead_tup — table_size[MB]

□ Auroraのautovacuum実行時間が短い

- 過去検証と同じパラメータでは、
不要領域の増加によるテーブル肥大化は発生しない

autovacuumのパラメータ検証

■ 検証結果考察

- Auroraのautovacuumの性能が高い結果は、以下の要因が複合的に関連していると推測
 - メジャーバージョンによるvacuumパフォーマンスの差異
 - HW 性能の不均一性
 - DB パラメータの差異
 - Auroraのアーキテクチャーの優位性
- ただし、追加検証から、同一 HW、同一メジャーバージョンという前提において、Auroraにおけるアーキテクチャーの違いがautovacuumの性能差異の大きな要因であると推測
 - ※ Amazon Web Services Japan社にご相談し、追加検証を実施いただきました

autovacuumのパラメータ検証

■ 追加検証概要

- RDSとAuroraの以下PostgreSQLバージョンにおいてautovacuumの処理時間を計測
 - RDS : PostgreSQL 11, 12, 13, 14
 - Aurora : PostgreSQL 11, 12, 13, 14
- RDSとAuroraの各バージョンにおける測定結果から、複合的に関連している要因について考察

- 追加検証での計測結果と考察の詳細は、成果報告書の 4.4 節を参照

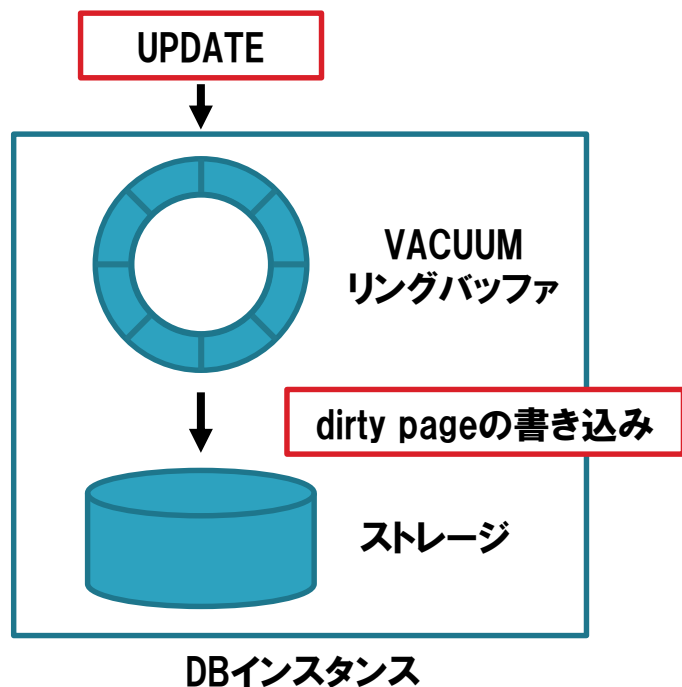
autovacuumのパラメータ検証

■ 検証結果考察

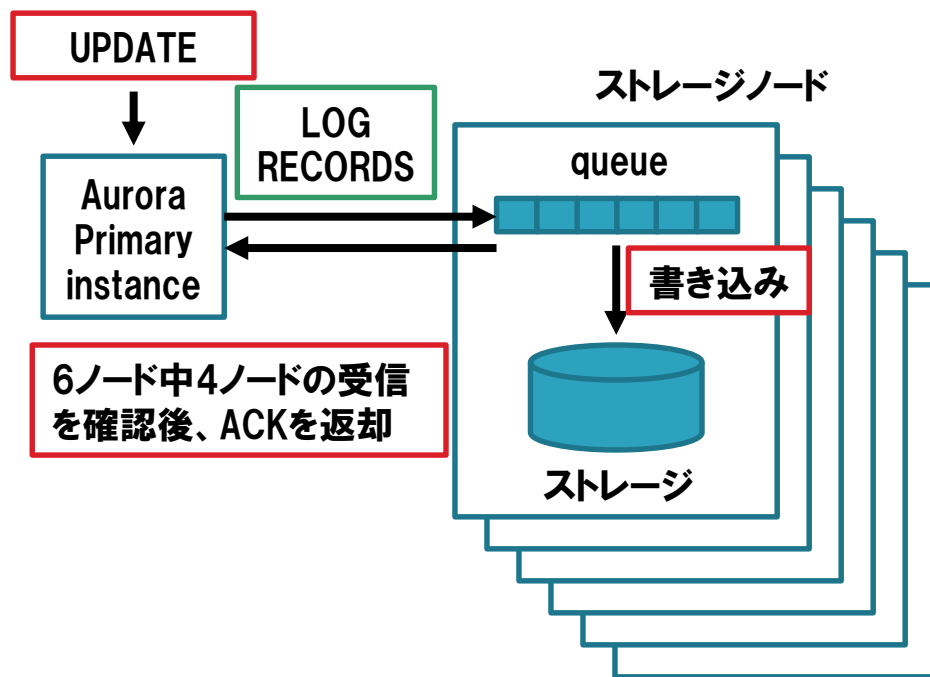
□ Auroraのアーキテクチャー

- ページイメージをストレージに書き込む処理が非同期であるため、Community版と比べて書き込みを待つ必要がなく、処理が高速

Community版



Aurora





性能状態を把握するための監視

性能状態を把握するための監視

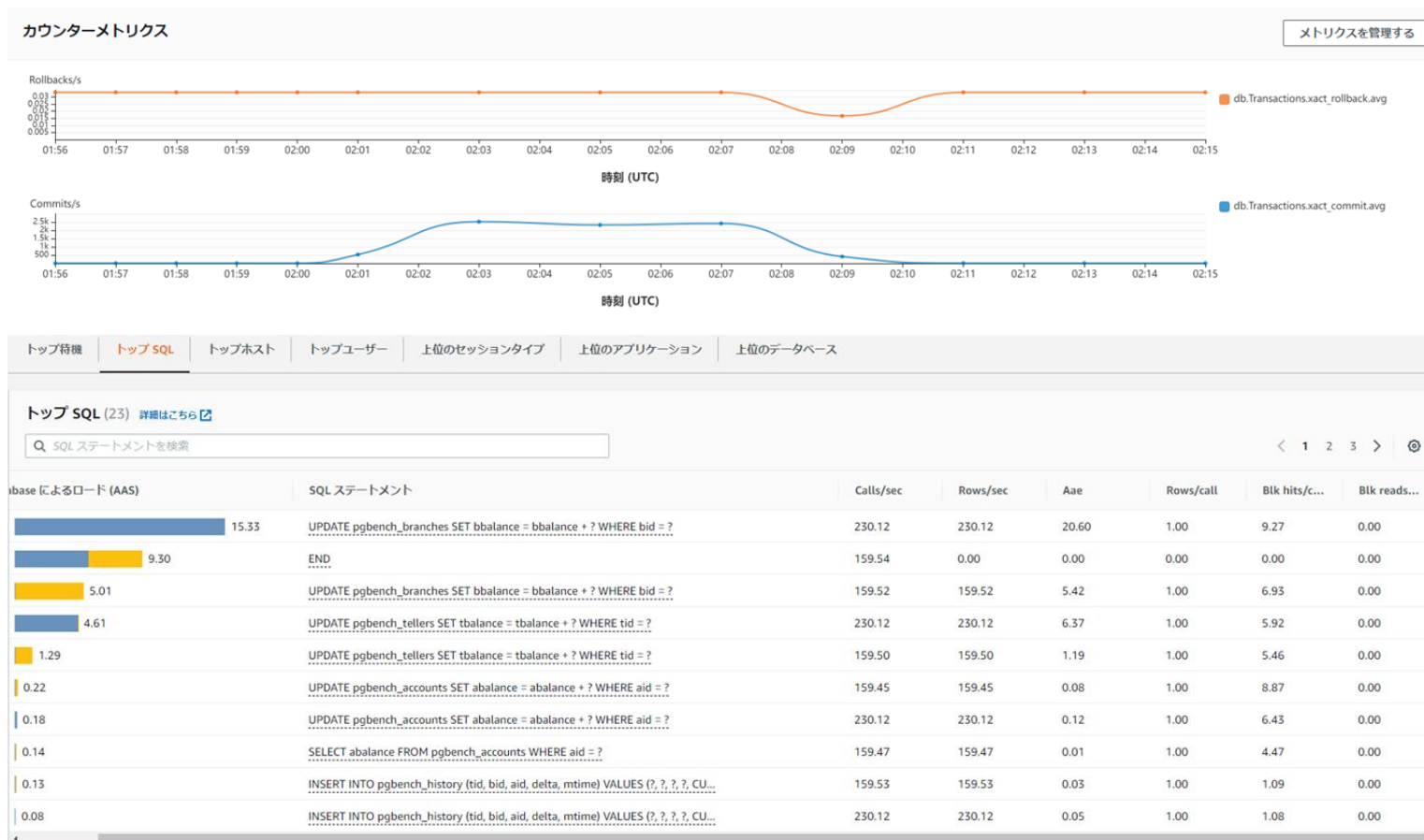
■ 検証概要

- 過去検証では、トランザクション数やCPU使用率などの性能に関連する情報(性能情報)の確認方法を調査
- 本資料では、Auroraにおける性能情報の確認方法についてまとめる
- 以下のいずれかの方法で確認
 - Amazon RDS Performance Insights (Performance Insights)
 - Amazon RDS 拡張モニタリング (拡張モニタリング)
 - Amazon CloudWatch Logs (CloudWatch Logs)
 - 確認用 SQL (過去検証と同じ SQL)
- Performance InsightsなどAurora独自の機能で確認用SQLと同等の性能情報が確認できるか調査

性能状態を把握するための監視

■ 検証結果

□ Performance Insights



性能状態を把握するための監視

■ 検証結果

□ 拡張モニタリング

接続とセキュリティ

モニタリング

ログとイベント

設定

メンテナンスとバックアップ

タグ

オペレーティングシステムのプロセスリスト

🔄

モニタリング ▼

処理一覧

🔍 postgres

✕

<

1

2

3

4

5

6

7

...

10

>

⚙

| NAME | ▼ | VIRT | ▼ | RES | ▼ | CPU% | ▼ | MEM% | ▼ | VMLIMIT | ▼ |
|---|---|-----------|---|-----------|---|----------------------|---|------|---|-----------|---|
| ▼ postgres [501]! | | 20.47 GiB | | 209.54 MB | | 0.430000000000000005 | | 1.33 | | unlimited | |
| postgres: postgres db01 10.10.7.30(36372) UPDATE w... | | 20.48 GiB | | 28.96 MB | | 0 | | 0.18 | | unlimited | |
| postgres: rdsadmin rdsadmin [local] idle [571]! | | 20.49 GiB | | 29.19 MB | | 0.01 | | 0.19 | | unlimited | |
| postgres: rdsadmin rdsadmin [local] idle [569]! | | 20.49 GiB | | 33.16 MB | | 0.02 | | 0.21 | | unlimited | |
| postgres: rdsadmin rdsadmin [local] idle [556]! | | 20.48 GiB | | 34.81 MB | | 0.02 | | 0.22 | | unlimited | |
| postgres: rdsadmin rdsadmin [local] idle [555]! | | 20.48 GiB | | 24.14 MB | | 0.01 | | 0.15 | | unlimited | |
| postgres: postgres db01 10.10.7.30(36250) UPDATE w... | | 20.48 GiB | | 28.98 MB | | 0 | | 0.18 | | unlimited | |
| postgres: postgres db01 10.10.7.30(36370) UPDATE w... | | 20.48 GiB | | 29.05 MB | | 0 | | 0.18 | | unlimited | |
| postgres: stats collector [530]! | | 1.22 GiB | | 13.11 MB | | 0.04 | | 0.08 | | unlimited | |
| postgres: autovacuum launcher [529]! | | 20.47 GiB | | 15.99 MB | | 0.01 | | 0.1 | | unlimited | |

PostgreSQLプロセス

性能状態を把握するための監視

■ 検証結果

□ CloudWatch Logs

ログイベント

下のフィルターバーを使用して、ログイベント内の用語、語句、値の検索や照合ができます。 [フィルターパターンの詳細](#)



アクション ▼

メトリクスフィルターを作成

LOG duration



2023-02-14 (19:59:21) > End date



表示 ▼



メッセージ

```
2023-02-14 10:59:21 UTC:10.10.7.30(52510)::postgres@db01:[6620]:LOG: duration: 607.437 ms plan:
Query Text: UPDATE pgbench_tellers SET tbalance = tbalance + 703 WHERE tid = 8;
Update on pgbench_tellers (cost=0.14..2.35 rows=0 width=0)
-> Index Scan using pgbench_tellers_pkey on pgbench_tellers (cost=0.14..2.35 rows=1 width=10)
Index Cond: (tid = 8)

2023-02-14 10:59:21 UTC:10.10.7.30(52476)::postgres@db01:[6603]:LOG: duration: 28.430 ms plan:
Query Text: UPDATE pgbench_branches SET bbalance = bbalance + -4647 WHERE bid = 1;
Update on pgbench_branches (cost=0.13..2.35 rows=0 width=0)
-> Index Scan using pgbench_branches_pkey on pgbench_branches (cost=0.13..2.35 rows=1 width=10)
Index Cond: (bid = 1)
```

性能状態を把握するための監視

■ 検証結果まとめ

- Auroraも過去検証のSQLを実行可能
- 以下の各種機能は用途に合わせて使い分ける

| 機能 | 特徴 |
|----------------------|--|
| Performance Insights | OSメトリクスはCloudWatch等からも確認できるが、グラフィカルにDBメトリクスや高負荷SQLの確認が可能 |
| Amazon RDS 拡張モニタリング | OSメトリクスはCloudWatch等からも確認できるが、OSプロセスごとのメトリクスも確認可能 |
| CloudWatch Logs | RDS標準機能でもログは確認だが、文字列検索など簡単にログデータのリアルタイム分析が可能 |

- 基本的にはPerformance Insightsでインスタンス全体の傾向を確認後、詳細情報はSQLで確認といった使い分けが適している



ケーススタディ

ケーススタディ

■ 検証概要

- 過去検証の性能トラブルのケーススタディを通して、Auroraにおけるチューニング手法を調査
 - ディスク性能の考慮漏れによる性能トラブル
 - Auroraにおけるディスク関連の性能トラブルについて整理
 - 適切でない実行計画が選択されてしまうことによる性能トラブル
 - Auroraの機能であるQuery Plan Management (QPM)による実行計画の性能トラブル手順を整理

適切でない実行計画による性能トラブル

■ トラブル概要

- 最適でない実行計画の選択によるSQLの実行時間劣化に対し、過去検証ではDBパラメータの変更や、統計情報の更新を行うことで改善

■ Auroraにおける調査結果

- 上記のDBパラメータの変更や、統計情報更新は有効
- Aurora特有の機能であるQuery Plan Management (QPM)を用いることで、特定クエリの実行計画を固定化が可能
 - 性能チューニング方法の1つとして利用できる

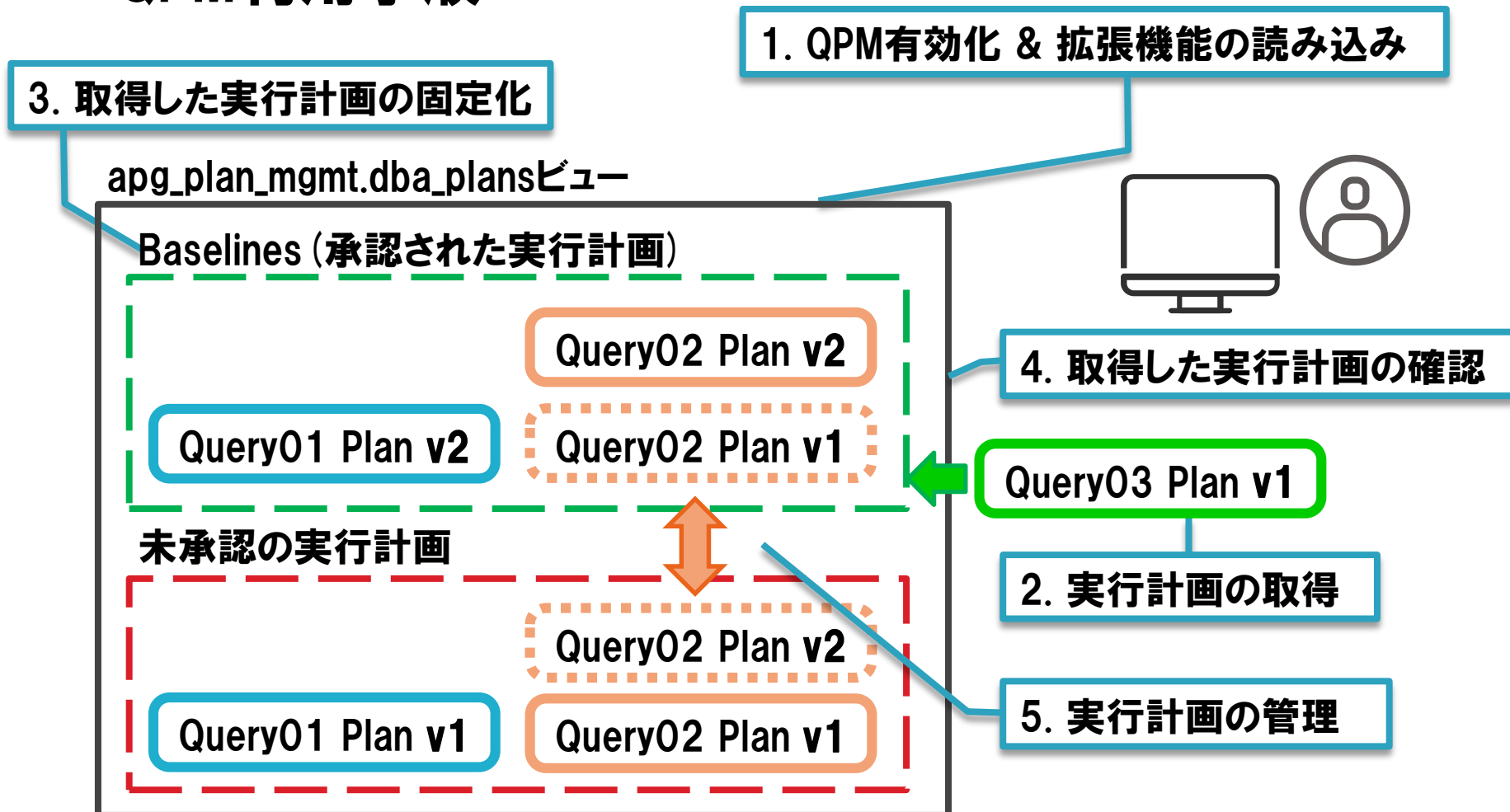
適切でない実行計画による性能トラブル

■ QPM概要

- クエリの実行計画の変更方法と変更タイミングを制御し、管理する機能
- QPMが有用なケース
 - 実行計画の固定化が可能となり、実行計画のリグレッション回避
 - パッケージ製品を利用している等、アプリケーション(SQL文)の書き換えが難しい場合
 - 緊急対応として直前の実行計画に戻す場合
- 注意点
 - RDSでは使用できない(Auroraの機能)
 - QPMの管理対象を整理し、実行計画の更新などの運用を行う

適切でない実行計画による性能トラブル

■ QPM利用手順



総括

総括

- 性能トラブル対策の一助となる過去検証に対し、Auroraで適用する際の考慮点を確認
 - autovacuumのパラメータ検証
 - Auroraはautovacuumの実行時間が短く、テーブルサイズの肥大化が起こりにくいことを確認
 - 性能状態を把握するための監視
 - Performance Insights等を用いて確認できる項目を整理
 - ケーススタディ
 - 実行計画のコスト算出に用いるディスク性能周りのパラメータが最適な値に設定されていることを確認
 - QPMによる実行計画固定化を用いたチューニング手法の紹介



PGECons

PostgreSQL Enterprise Consortium