

# スケールアウトによる負荷分散を実現する データ分析フレームワーク“AnalyticMart”

戎 直哉\*  
和田貴成\*  
山岸義徳\*\*

High Scalability Data Analysis Framework "AnalyticMart"

Naoya Ebisu, Takashige Wada, Yoshinori Yamagishi

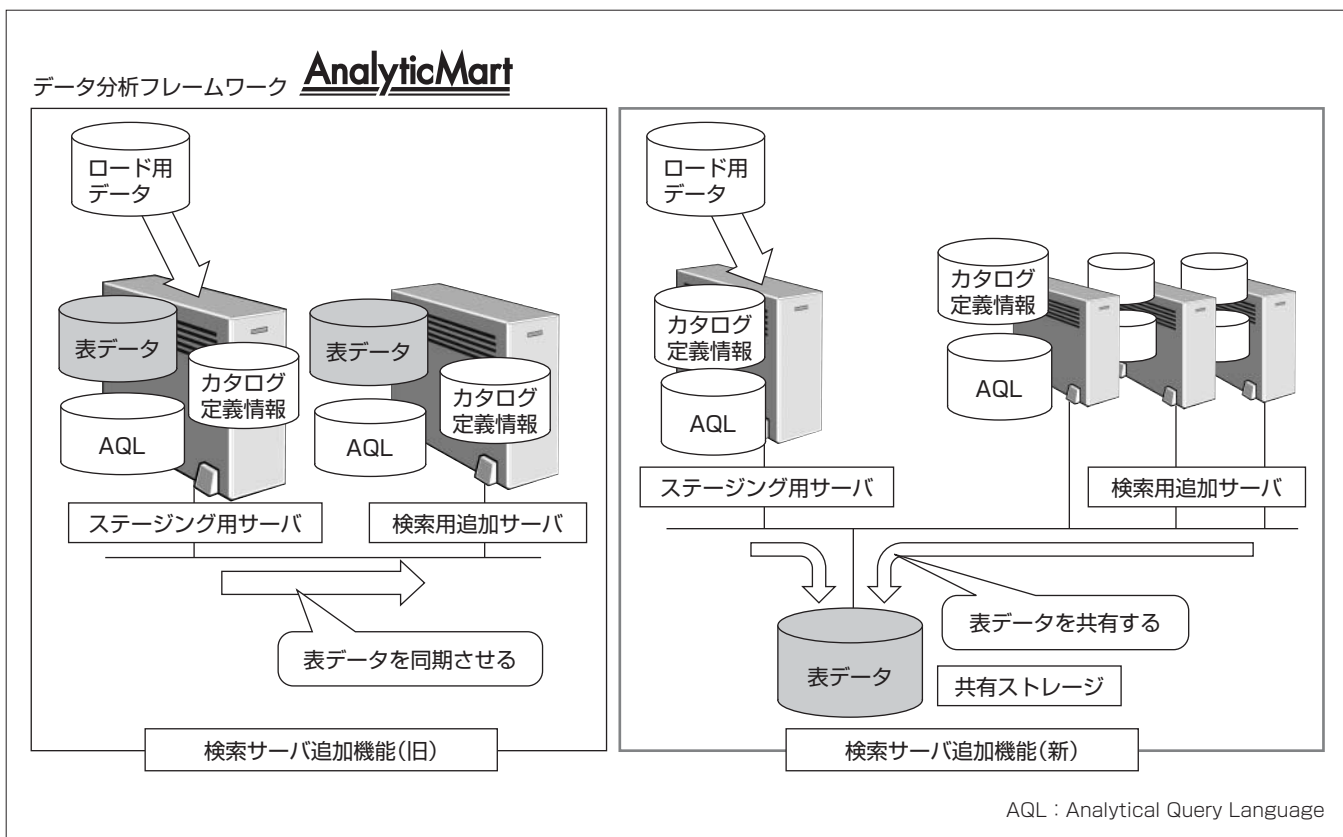
## 要 旨

近年、データ分析の重要性の高まりによって、データ分析システムの利用者数が増大するとともに、発生したデータの分析結果への短時間での反映が求められるようになってきた。頻繁にデータ投入が行われる環境で、多数の利用者からの検索処理を遅延なく実行するためには、処理負荷の分散を実現することが必須の要件となる。

三菱電機インフォメーションネットワーク㈱(MIND)が提供する“AnalyticMart”はデータ分析を低コストで実現できる製品(フレームワーク)で、負荷を分散する機能として、“検索サーバ追加機能”を提供してきた。従来の“検索サーバ追加機能”は、対象のソースから適切なデータの

加工・抽出・ロードを行うデータステージングと検索集計処理の負荷を2台のサーバで分散することを目的としているため、利用者数が増加した場合の拡張性や運用性に課題があり、より多くの利用者への対応が困難であった。

データ分析システム利用者数増加の課題に対応したデータ共有型の“検索サーバ追加機能”は、データロード用のステージング用サーバと複数の検索用追加サーバが、共有ストレージ上の表データを共有する構成である。利用者数の増加に応じて、容易に検索用追加サーバを増設(スケールアウト)することができ、全体のスループットを向上させることが可能である。



## 検索サーバ追加機能の新旧比較

検索サーバ追加機能は、データステージングと検索集計処理の負荷を分散させ、システムのスケラビリティ向上を実現する機能である。ステージング用サーバと検索用追加サーバで、表データを同期させる従来の構成に加えて、ステージング用サーバと複数の検索用追加サーバで共有ストレージ上の表データを共有する構成を新たに提供する。

## 1. ま え が き

DWH(Data WareHouse)に代表されるデータ分析システムは、従来、情報システム部門など一部の部門が活用してきた。しかし、近年、データ分析の重要性の高まりによって、マーケティング部門や経営企画部門などに活用範囲が拡大し、システムの利用者数が増加している。また、発生したデータをリアルタイムで分析に利用したいという要望もあり、データの投入頻度も増す傾向にある。このように、データのロードが頻繁に行われ、かつ、同時に多数のユーザーからの検索要求が発生するシステムでは、処理負荷の分散を実現することが必須となる。MINDが提供するデータ分析フレームワークAnalyticMartでは、負荷分散を実現するために“検索サーバ追加機能”を提供してきた。しかし、従来の“検索サーバ追加機能”では、拡張性や運用性の課題があり、より多くのデータ分析システム利用者への対応が困難であった。

本稿では、複数台のサーバを追加することによって負荷分散を容易に実現する“検索サーバ追加機能(データ共有型構成)”の機能や利点などを中心に述べる。

## 2. AnalyticMartでのスケールアウトへの対応

### 2.1 AnalyticMart

AnalyticMartは、販売分析、顧客分析、ログ分析、環境データ分析といった多様で形式の異なるデータの分析を、統一したアーキテクチャで効率よく低コストで実現できるフレームワーク<sup>(1)</sup>である。AnalyticMartが提供する統一した分析基盤によって、中小規模から大規模まで、規模に合わせたデータ分析システムの構築・運用を実現することができる。AnalyticMartではAQLと呼ばれる標準の構造化データ用データベースを使用しているが、そのアーキテクチャはデータ分析向けに最適化されたものである。AQLの特長<sup>(2)</sup>を次に挙げる。

#### (1) 高度な圧縮技術によるディスク容量の削減

元データを1/5から最大1/40のサイズに圧縮し、ストレージ容量の大幅な削減ができる<sup>(3)</sup>。

#### (2) 高速集計・検索

必要な列に限定した選択的な読み出し処理、圧縮・伸張処理の並列実行によって、高速な集計・検索性能を実現する。

### 2.2 検索サーバ追加機能

負荷分散を実現するための機能として、AnalyticMartでは、検索サーバ追加機能を提供してきた。従来の検索サーバ追加機能の構成を図1に示す。検索サーバ追加機能は、データロード処理を専用に行うステージング用サーバ1台、及び、データ分析システム利用者からの検索・集計の要求を処理する検索用追加サーバ1台の合計2台から構成されるシステムである。この機能では、ステージング用サーバ

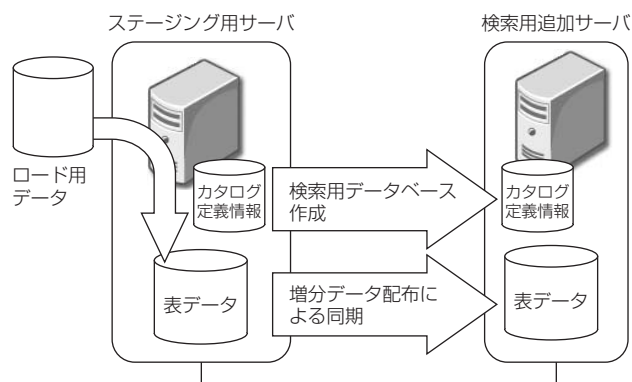


図1. 従来の検索サーバ追加機能

にロードされた表データ、及びカタログ定義情報(データベース全体の管理情報)を、定期的に検索用追加サーバに反映することによって、サーバ間でのデータ同期を実現している。表データの同期処理は、圧縮された増分データのみを配布することによって、短時間でのデータ同期が可能となる。

### 2.3 検索サーバ追加機能の課題

従来の検索サーバ追加機能は、ステージング処理と検索・集計処理の負荷分散が目的であり、データ分析システム利用者数が増加した場合には、検索用サーバをより高性能のものに置き換えて対応しなければならないという課題があった。1台のサーバで性能を向上させることは限界があるため、データ分析システム利用者数の増加に対応するためには、複数台のサーバを追加することによって負荷分散を実現する機能(スケールアウト)が必須となる。

### 2.4 スケールアウトを実現するための課題

サーバ間で表データを同期させる従来方式で、検索用追加サーバを複数台追加する構成にした場合、運用性について次のような課題が発生すると考えられる。

- (1) 表データ同期中のサーバ間でのデータ不整合を防止するために、同期が完了するまで検索ユーザーは待ち状態となる。そのため、検索用追加サーバが複数台存在する場合は、長時間の待ち状態が頻繁に発生する可能性がある。
- (2) 検索用追加サーバの増設時には、ステージング用サーバから、増設したサーバ全てにデータを配布する必要があるため、サーバ増設に要する時間が長くなる。
- (3) システム全体では、“データ規模×サーバ台数”に相当するストレージ容量が必要となる。

これらの課題を解決するために、新たな検索サーバ追加機能として、“データ共有型構成”の開発を行った。

## 3. 新検索サーバ追加機能(データ共有型構成)

### 3.1 システム構成

新しく検索サーバ追加機能として提供する“データ共有型構成”を図2に示す。この構成は、データロード処理を

専用に行うステージング用サーバ(1台)、データ分析システム利用者からの検索・集計の要求を処理する検索用追加サーバ(複数台)、及び、それらのサーバからアクセスが可能な共有ストレージで構成される。

ステージング用サーバがロードする表データは、共有ストレージ上に配置し、複数の検索用追加サーバと共有する。カタログ定義情報は、各々のサーバ上で管理する。

### 3.2 AQL分散実行機能

AQLでは、ユーザー定義情報、表定義情報などのカタログ定義情報をメモリ上に配置することによって、検索・集計時の高速処理を実現している。ディスク上のカタログ定義情報は、AQL起動時にメモリ上に展開され、カタログ定義情報の更新時には、メモリ上の定義情報とともに、ディスク上の定義情報が更新される。データ共有型構成では、各検索用追加サーバで同様の仕組みを実現するため、カタログ定義情報は各サーバに配置し、各サーバでカタログ定義情報の更新を実行する方式を採用した。この方式を実現するためには、複数サーバ上のカタログ定義情報を同期させて更新する必要があるが、各サーバで独立して更新処理を行うと、運用の負荷が増すとともに、不整合が生じる原因となり得る。そのため、ユーザーはステージング用サーバ上でのみカタログ定義情報の更新を行い、同じ内容が各検索用追加サーバで実行される機能(AQL分散実行機能)を開発した。

AQL分散実行機能の構成を図3に示す。AQL分散実行機能は、ステージング用サーバから自身及び各検索用追加サーバに対してカタログ定義操作命令(例：表作成)を送信する“分散操作実行ユーティリティ”と、分散操作実行ユーティリティから受信したカタログ定義操作命令を各サーバ上で実行する“分散操作サービス”の2つのコンポーネントで構成される。

### 3.3 データ共有型構成の特長

データ共有型構成の特長を次に挙げる。

- (1) 共有ストレージ上に配置された表データは全てのサーバで共有するため、サーバ間の表データの同期が不要である。そのため、表データ同期による検索ユーザーの長時間待機が発生しない。
- (2) 検索用追加サーバの増設時に表データの配布が必要ないため、システム拡張に要する時間が、従来の構成より短縮できる。
- (3) 表データはステージング用サーバ、及び、検索用追加サーバで共有する仕組みのため、ストレージ容量を従来の構成より削減できる。

以上の特長によって、データ分析システム利用者数が増加した場合の拡張性や運用性の課題が解決できる。

### 3.4 スケールアウトに関する性能評価

複数の検索用追加サーバによって負荷分散が実現できることを検証するための評価を実施した。

#### (1) 評価環境

ステージング用サーバ、及び、検索用追加サーバは、メモリ8Gバイト、CPU(Central Processing Unit)4個を搭載したサーバで評価した。

#### (2) 評価目的

検索処理を連続して実行するジョブが複数同時に要求された場合に、検索用追加サーバの増設に応じて、システム全体のスループットが向上することを確認する。

#### (3) 評価方法

評価では、19個の問合せを連続実行するジョブを30個同時に実行し、全てのジョブが完了するまでの時間を測定した。なお、各検索用追加サーバで同時に実行するジョブ数は、均等となるように配分した。

#### (4) 評価結果

検索用追加サーバの台数を変化させた場合のシステム全体のスループットを図4に示す。検索用追加サーバの台数が増加すると、スループットの向上は確認できたが、4台目の場合はスループットの向上率は低下する結果となった。

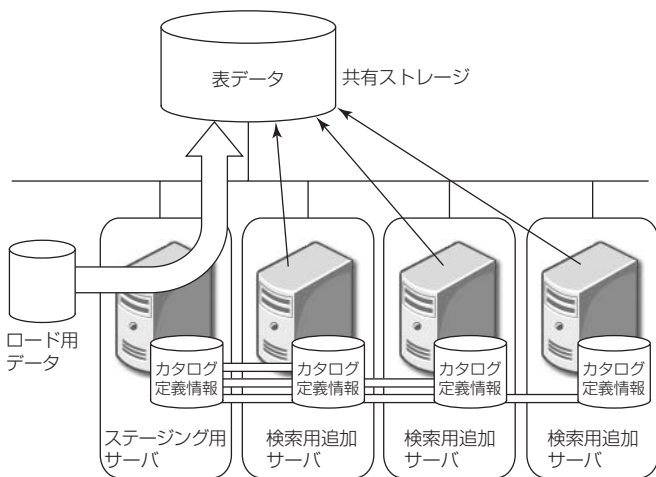


図2. データ共有型構成

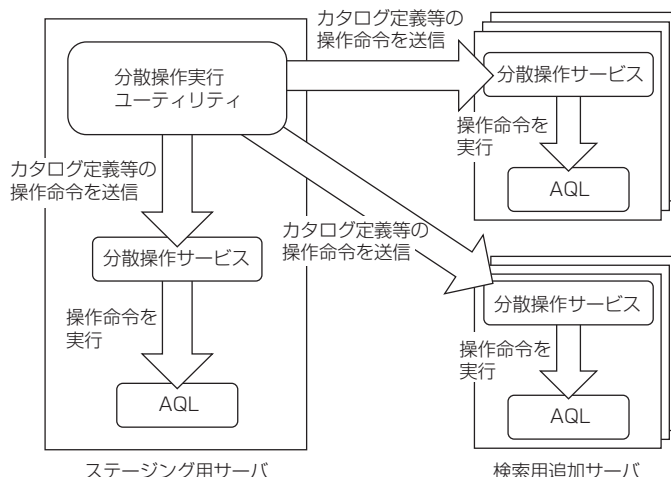


図3. AQL分散実行機能の構成

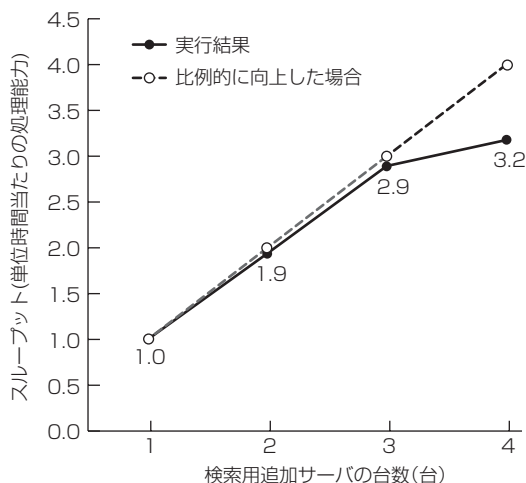


図4. 検索サーバ追加時の性能比較(検索サーバ1台の処理時間を1とした場合)

(5) 考察

評価の結果、検索用追加サーバ3台まではサーバ台数に比例しておおむね期待どおりのスループットが得られた。しかし、サーバ台数4台からスループットが向上しない傾向を示している。この主な原因は、1か所の共有ストレージに対して、ステージング用サーバ、及び、複数の検索用追加サーバから同時にアクセスされる仕組みにあると考えられる。検索内容によっては、共有ストレージから大量のデータが検索用サーバに転送されるため、ネットワーク負荷が上がるとともに、複数サーバから集中的に要求を受けた共有ストレージのI/O(Input/Output)処理性能の限界によって、スループットが低下したと推測される。これらの問題を解決するためには、十分なネットワーク帯域の確保とI/O処理性能の高いストレージを採用する必要がある。

4. 各構成の比較

従来の検索サーバ追加機能の構成とデータ共有型構成について、各構成の特徴を比較する(表1)。

利用者数の増加に関する拡張性については、従来構成の検索サーバ追加機能は、検索サーバをより高性能のものに置き換える方法のみで拡張に対応しているため、スループットの向上に限界がある。一方、データ共有型構成はスケールアウト方式による拡張が可能であるため、サーバ台数に応じてスループットが向上する。

表1. 各構成の特徴の比較

構成	利用者数の増加に関する拡張性	ストレージ故障時のシステムの連続稼働に関する可用性
従来構成	× スループットの向上に限界がある	○ すぐに縮退運転が可能となる
データ共有型構成	○ サーバ台数に応じてスループットが向上する	× すぐにシステムを復旧できない

一方、ストレージ故障時のシステムの連続稼働に関する可用性に関しては、従来構成の検索サーバ追加機能は、全てのデータを各サーバに配置して管理しているため、すぐに縮退運転が可能である。これに対して、データ共有型構成は、表データを共有ストレージ上に配置して全てのサーバで共有する仕組みであるため、単一障害点(共有ストレージ)が存在する。そのため、共有ストレージが、万一障害等で停止した場合、復旧までシステムは稼働できない。

これらのことから、検索サーバ追加機能を適切に使い分けることが望ましい。

5. むすび

複数台のサーバを追加することによってスケールアウトを容易に実現する“検索サーバ追加機能(データ共有型構成)”の機能と特長などについて述べた。この構成では、利用者数増加に応じて検索用追加サーバを増設することによって、全体のスループットを向上させることが可能である。

今後は、故障したサーバの縮退などを容易に実現する手段、及び、ステージング用サーバと複数台の検索用追加サーバを一元的に管理する手段の実現を検討していく。

参考文献

- (1) 小出健太：情報セキュリティを支えるデータ分析フレームワーク“AnalyticMart”，三菱電機技報，87，No. 7，405～408（2013）
- (2) 山岸義徳，ほか：高速集計検索エンジンとセンサデータベースへの応用，三菱電機技報，83，No.12，709～712（2009）
- (3) 郡 光則：データウェアハウス向け高性能データ圧縮方式，情報処理学会論文誌，47，No. SIG13，58～73（2006）