

データベースエンジンShunsakuによる AsIsコンセプトの実現

AsIs Data Searching Using Database Engine “Shunsaku Data Manager”

あらまし

近年、システム構築に際して、従来は当たり前とされていたデータ構造の事前設計や検索要件の事前定義が難しくなっている。これは、システムや要件の多様性・変化が飛躍的に増大してきている一方で、より素早いシステム構築が求められるようになったためである。この課題を解決するためには、従来のような事前設計型のアプローチでは不十分であり、「データをあるがままに格納し、思うがままに活用する」AsIs（アズイズ）コンセプトに従ったアプローチが有効である。富士通が提供するInterstage Shunsaku Data Managerは、これを実現する全く新しいデータベースエンジンであり、スキーマレスかつインデックスレスという従来の常識では考えられなかった特長を持つ。

本稿では、実際のInterstage Shunsaku Data Managerの適用例から有効性を説明した上でテクノロジーを概観し、最後に今後の展開について述べる。

Abstract

Conventionally, when new systems are constructed, it is common to pre-design the data construction and pre-define the search requirements. However, these tasks have recently become difficult because systems and system requirements are changing and diversifying and also because systems need to be constructed faster than before. To cope with this trend when conventional pre-design models are insufficient, it becomes necessary to store data as is and be able to search data in whatever manner is preferred. Fujitsu has used the term “AsIs” to describe this concept of data storage and searching. Interstage Shunsaku Data Manager is an innovative database engine based on the AsIs concept and has some unconventional features such as “no-schema” and “no-index.” This paper describes some of the practical benefits that Shunsaku Data Manager has provided and gives an overview of its technologies. It then describes the evolution of Shunsaku Data Manager.



長倉浩士（ながくら ひろし）
ミドルウェアソリューション事業部
Shunsaku技術開発部 所属
現在、Shunsakuの開発・企画およびビジネス推進に従事。

ま え が き

従来、計算機システムで処理するデータは、Symfoware ServerやOracleのようなリレーショナルデータベース（以下、RDB）に格納するのが当たり前と思われてきた。そして、RDBにデータを格納し十分な速度で検索するために、事前に詳細なデータ構造を設計し、検索要件を明確にするのが当然であった。

ところが近年、とくに情報活用のためのシステム構築においては、事前にデータ構造を設計したり、要件を明確にしたりすることが非常に難しくなっている。データや要件の多様性が増すとともに変化の頻度が高くなったため、全部を設計するだけの時間も投資も許される状況ではなくなっている。こういった状況では、データをできるだけ「あるがままに」格納し、どのような条件でも「思うがままに」検索できるシステム構築手法・製品が重要になってくる。これがAsIs（アズイズ）コンセプトである。このAsIsコンセプトを実現するのに適した新たなデータベースエンジンが、Interstage Shunsaku Data Manager（以下、Shunsaku）である。

本稿では、AsIsコンセプトを実現するShunsakuの有用性とそれを支える技術について紹介する。

AsIsコンセプトが求められる背景

情報活用系を中心としてAsIsコンセプトが重要になってきている理由は二つある。

第一の理由は、データの項目数や属性（型や長さなど）を事前に決められなくなったことである。

どこの組織でも、業務ごとのシステム化はほぼ達成されており、さらなる業務改善・効率化達成のためには、複数の業務にまたがった分析が必要とされるようになってきた。つまり、複数のシステムから発生する複数のデータを横断的に検索・分析できることが情報活用システムの重要な要件となってきた。例えば、製造業での「在庫」という基本的なデータであっても、正確な量を知るためには、完成品在庫だけでなく部品在庫まで生産にかかわるすべての工場からデータを集め、さらに流通経路全体にわたるすべての拠点や運送中のトラックのデータも集める必要がある。しかも、これらのデータ収集元

がすべて自社に属していることは稀であり、取引先企業の社内システムからデータを集めて自社で扱えるように変換するといった手順も必要となる。サプライチェーンやデマンドチェーンの隅々からデータを集めようとすれば、「大事なデータは外からやってくる」と考えた方が正しい。システムが異なれば、使われているデータの項目数や型、長さなども異なるのが普通である。また、取引先の増減・再構成や企業の合併・統合といった動きがあれば、突然今までにはなかったデータを扱う必要も出てくる。このデータの多様性と変化の激しさが、事実上、データの事前定義を不可能にしつつある。富士通で稼働しているデイリー棚残照会システムでも、複数の工場からのデータを横断的に取り扱えるデータベースが実現のポイントであり、Shunsakuが採用されている最大の理由である。

第二の理由は、検索要件や情報活用要件が事前に決められなくなったことである。

例えば、富士通では、サーバ製品の製造・検査状況を逐一参照するためのオーダトラッキングシステムによって、受注品の現在の仕掛かり状況が全社から参照できるようになっている。このシステムでは、あるオーダの状況を照会するために、様々な観点からの検索ができる。営業部門であれば自分の名前を検索する、工務部門であれば欠品状態の部品を検索する、検査部門であれば本日検査予定の品目を検索する、といったように、一つのデータを様々な部門の人々が様々な観点から検索することで、全体状況を「見える化」し、問題点の発見と対処が迅速に行えるようになった。この検索の観点は当初から決めてあったのではなく、システムを運用し始めてから、様々な利用者の要望を取り入れていくうちに改善・増加してきた。一般に、業務の全体最適化を行うためには、ある部門のデータをほかの部門から今までとは違った観点で検索・参照する必要が出てくる。データを提供する側も、データを活用する側も、どのようにどのデータを使えば業務改善に役立つのかわらかじめ分かっているわけではない。システムを使って初めて、何がやりたいか、何ができればもっと良くなるかが分かるようになる。要件の事前定義ができないケースは今後も増えていくだろう。

XMLデータ

情報活用システムの構築では、データの取扱いが課題の中核にある。AsIsコンセプトを実現するためのデータ表現形式としてXMLが脚光を浴びている。

従来、XMLデータというと、企業間や組織間のデータ交換・データ共有が主な用途と考えられてきた。しかし、多様なシステムから出てきた様々なデータや、時間とともに情報量・情報個数が変化しうる可能性のあるデータを柔軟に保存・活用しようとしたときに、柔軟性のあるXMLはとても適している。もともと可変長・可変項目のデータを表現することが容易で、かつ、一件一件のデータを独立して記述できるので、複数種類のデータを混在させたり、途中から項目を増やしたりといった多様性や変化に強い。

このような利点のあるXMLだが、なかなか使われてこなかった。それは、XMLで表現し、XMLでデータを保存したとしても、それを登録し、自在に使いこなせるデータベースが事実上存在しなかったことが大きな理由だと考える。

AsIsデータを活用できるShunsaku

データの表現形式としてXMLが重要になってくる一方、既存のXMLデータベースではデータ活用には十分ではない。

初期のXMLデータベースのように事前にXMLデータのスキーマ宣言が必須だと、データ登録に対する柔軟性を失うため、最近ではスキーマレスのXMLデータベースが主流となってきている。しかし、現状では、複雑な構造を持つXMLデータに対する検索の自由度を確保するために、複雑なインデックスを自動的に設定するのが技術的な解決手段となっている。インデックスを使うと、インデックスを設定した項目を想定どおりの方法（例えばその項目のみの完全一致）で検索する場合には、検索速度を大幅に向上できる。しかし、その反面、インデックスを設定していない項目や、想定していない検索方法（例えば文字列の部分一致）で検索すると、インデックスをうまく利用できず、大幅な検索速度の低下を引き起こすことになる。そのため、「AsIsコンセプトが求められる背景」の章で挙げた要件を

満たせず、以下のような問題が生じる。

- (1) 特定の検索条件（例えば、パス指定の完全一致検索など）では高速だが、部分一致や複数条件の組合せのような複雑な検索条件指定時に性能が著しく低下するため、要件が確定できない用途に向かない。
- (2) データ量が大きくなると、インデックス維持のためのオーバーヘッドが大きくなり、データ登録性能が低下する。

これに対し、Shunsakuでは、インデックスを排し、検索性能を向上させるために次章で述べるSIGMAエンジンとハイトラフィック技術という独自技術を開発した。そのため、複雑なXMLデータであっても、一切スキーマ情報を与えなくとも、どの項目も同じ速度で検索できるという大きな特長を持っている。部分列一致検索を多重に行うような環境でも、多重度の増加に対して処理時間がほとんど増加しない優良な性能傾向を示している。すでに、国立遺伝学研究所の大規模な遺伝子情報データベース⁽¹⁾を筆頭に、インターネットから検索できるシステムをShunsakuで構築している事例が10システム以上ある。これは、多様な条件に対して安定した性能を発揮できる性質が評価されたためである。

また、インデックスの作成・維持のオーバーヘッドがないため、Shunsakuに登録されているデータ量が増加しても、登録・更新性能が劣化しない。実際、空の状態に1 Mバイトのデータを登録する場合と、すでに10 Gバイト登録された状態に1 Mバイトのデータを登録する場合で、所用時間の差はわずか数%以内である。

Shunsakuのテクノロジー

本章では、AsIsコンセプトを支えるShunsakuのテクノロジーについて説明する。

- (1) 基本検索アルゴリズム（SIGMA検索技術）

Shunsakuの中核となる検索エンジンは、オートマトン（状態遷移グラフ）を使ったパターンマッチングアルゴリズムを使っており、これをSIGMAエンジンと呼んでいる。SIGMAは、九州大学の有川節夫特任教授と研究グループが開発した一方向逐次処理による高速文字列照合アルゴリズムである^{(2),(3)}。この最大の特長は、一方向逐次的なベタ読みによる検索であり、複数の検索条件に対する検索も1回の

ベタ読み過程で実行できることにある。これは複数の条件を受理する単一のオートマトンを合成し、検索対象となる文字を順々にオートマトンに当てはめ、条件に合致するか評価できるからである。つまり、検索条件が1個でも100個でもデータを1回ベタ読みするだけで検索結果を返せる。

(2) 多重要求同時処理（ハイトラフィック技術）

Shunsakuでは、複数の検索を多重に要求されたときに、それらを内部的に一つの多条件検索に一体化して実行している。これをハイトラフィック技術（図-1）と呼ぶ。上述のSIGMAエンジンの特質から、複数の検索要求が多重にあった場合でも、データを1回ベタ読みすれば検索を完了できる。

多重要求への対応は、データベースエンジンとしては必須であるが、従来の技術では、ひたすら1回の要求へのレスポンス時間の短縮によって多重度をこなせるようにするしかなく、そのためにインデックスに頼る結果となっていた。Shunsakuでは、この常識を打破し、インデックスレスであるにもかかわらず、多重度に強い検索を提供している。この中核にあるのが、ハイトラフィック技術である。

(3) 並列処理による高速化・大容量対応

ベタ読み検索処理を高速化するために、Shunsakuでは、検索対象となるデータをすべてメモリ上に展開している。このとき、メモリ量の上限が扱えるデータ量の上限とならないよう、「サーチサーバ」と呼ぶ複数台のサーバにデータを分散して配置し、検索処理を並列実行することにより、大容量データへ容易に対応できるようにするとともに、検索性能の向上を実現している。複数台のサーチサーバを束

ねて、検索要求の受付、一体化、サーチサーバへの分配、検索結果の受け取り、アプリケーションへの結果返却という一連の処理を行うサーバを「ディレクタサーバ」と呼んでいる。登録されるデータの分配処理もディレクタサーバで自動的にを行い、常に各サーチサーバには等量のデータが分配される。

(4) スケーラビリティ

データ量の増大には、サーチサーバの増設というスケールアウト方式で対応できる。サーチサーバでは、単純明快なベタ読み検索を行っており、インデックスのような複雑な二次情報を管理していないため、増設は簡単で、運用を継続したままサーバを追加できる。

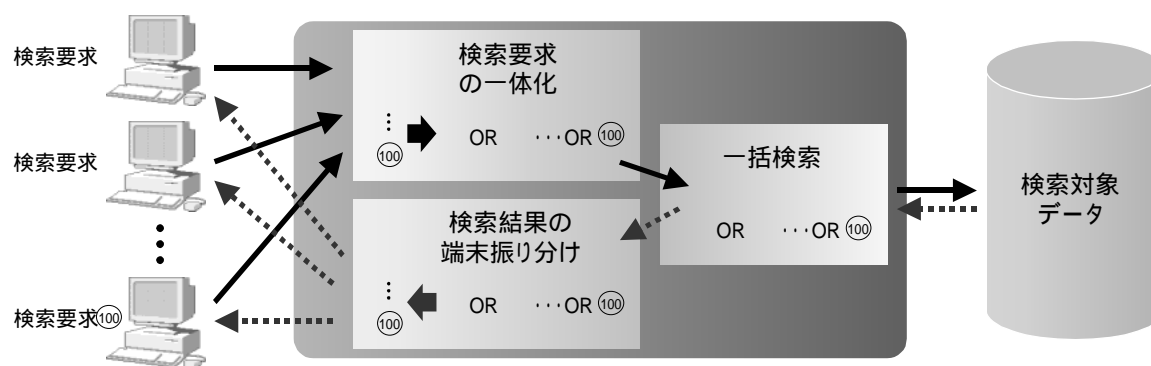
1 Mバイト程度の小規模な構成（サーバ1台）からテラバイト級の大規模な構成（サーバ数百台以上）まで、様々な規模の実システムが稼働しており、データ量に対するスケーラビリティはShunsakuの大きな特長となっている。

(5) トランザクション管理

コミット命令とロールバック命令を使ったトランザクション管理も可能である。また、トランザクションの切れ目でオンラインバックアップを取れるため、データ保全を必要とする業務システムにも安心して使っていただける。

(6) 運用継続性

図-2を用いて説明する。サーチサーバに障害が発生した場合、そのサーチサーバをシステムから切り離し（ ），残りのサーチサーバに壊れたサーチサーバ分のデータの再配置を行う（ ）。この結果、最小限の時間で運用を再開できる。この機能を自動



一方向逐次的なベタ読み検索で安定したスループット、レスポンスを保証

図-1 ハイトラフィック技術
Fig.1-High-traffic technology.

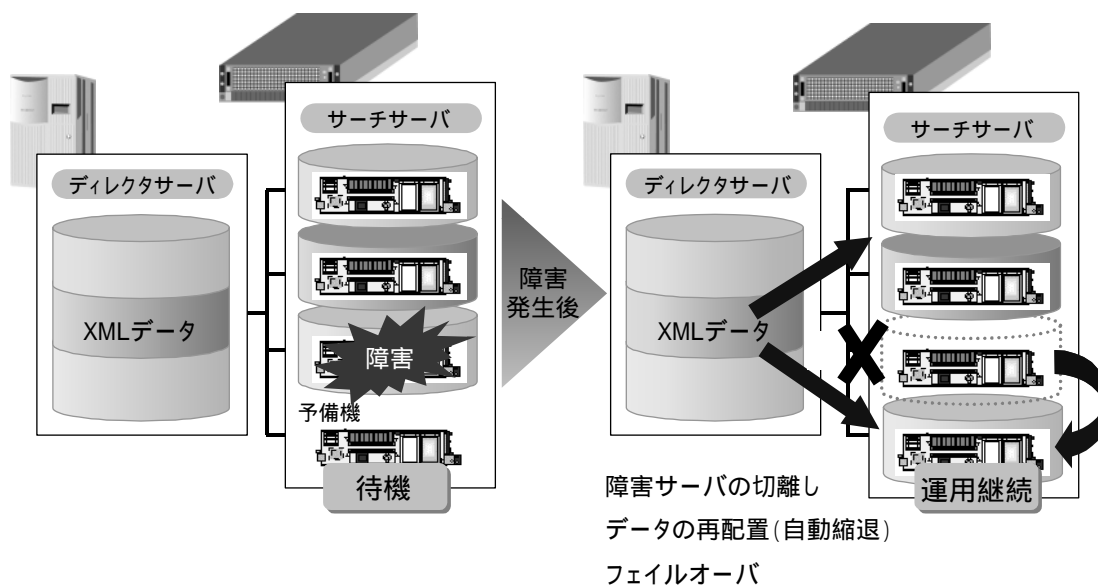


図-2 フェイルオーバー(サーチサーバ)
Fig.2-Failover.

縮退機能という。しかし、縮退では、不十分な場合もある。例えば、縮退前と同等の性能を期待できない。また、異常が発生したサーチサーバを正常な状態に復旧する際、サーチデータを手動で再配置する必要がある。このような場合、事前にサーチサーバ予備機を準備して、配置・起動・接続しておく。サーバに障害が発生した場合、壊れたサーチサーバのデータを予備機に再割当てする()。この機能をフェイルオーバーという。予備機のサーチサーバを用意しておくことで、障害時に自動的にサーチサーバを切り替え、縮退と同様に最小限の時間で業務を再開できる。しかも、運用時の性能を保証しながら業務を継続することができる。また、ディレクタサーバについても運用待機型のクラスタ構成を組める。フェイルオーバーによる運用継続性の実現も業務運用にとっては重要である。

今後の展開

2003年にShunsakuを製品化してから現在まで様々な業種・業務でシステムが構築されてきた。

AsIsコンセプトは、テラバイト級の大量データを蓄積し分析する用途でも大きく期待されている。また、今後予定されている日本版SOX法対応では、社内の様々なシステムのログを収集・蓄積し、特定のパターンを随時検出する機能を期待されている。また、SOA (Service Oriented Architecture) の考

え方で各システムが接続されるのを契機に、XMLやテキストの形式で受注・売上などの実績データを蓄積し、変化に強い分析システムとしての機能も期待されている。

上記を受け、従来のShunsakuの機能に加え、データをディスク上に置いたまま検索・集計できる機能を拡張していく予定である。この機能を使えば、レスポンス時間は10秒から10分、1時間と長くなるが、大量に蓄積されたデータを安価なシステム構成で柔軟に分析できるようになる。こういった蓄積データを取り扱うシステムでは、レスポンス時間が10分でも十分に高速という用途は多く存在している。この領域では、データが大量になるためRDBに格納すること自体が大変なボトルネックであり、AsIsコンセプトのデータ活用が可能になれば、大きな価値をお客様に提供していくことができるであろう。

む す び

本稿では、近年のシステム構築におけるAsIsコンセプトの重要性と、その実現に最適な新しいデータベースであるShunsakuの技術・製品を紹介した。

Shunsakuは、長年培われてきた技術に立脚するRDBを置き換えるものではない。データ構造をきっちり正規化して維持・管理した方が良いケースや、データ構造を単純化して非常に高い更新性能を

実現するケースなど、RDBが得意とする領域では今後もRDBが利用されていくだろう。しかし、データが多様で変化が激しく、事前設計が困難な領域では、ShunsakuのようなAsIsコンセプトに従った新たなデータベースが求められている。システム構築に当たっては、システムの性質を見極めた上で、データ管理の方式や素材製品を選択すべきだと考える。

参 考 文 献

- (1) 西宮直樹：国際塩基配列データベース検索システムへのInterstage Shunsakuの適用．*FUJITSU*，Vol.56，No.1，p.54-58（2005）．
- (2) 有川節夫ほか：研究者用ファイルシステムSIGMAについて（ ） システムの概要．情報処理学会第23回全国大会講演論文集，1981，p.477-478．
- (3) S. Arikawa：One-Way Sequential Search System and Their Powers，*Bull. Math. Stat.*，Vol.19，p.69-85（1981）．

