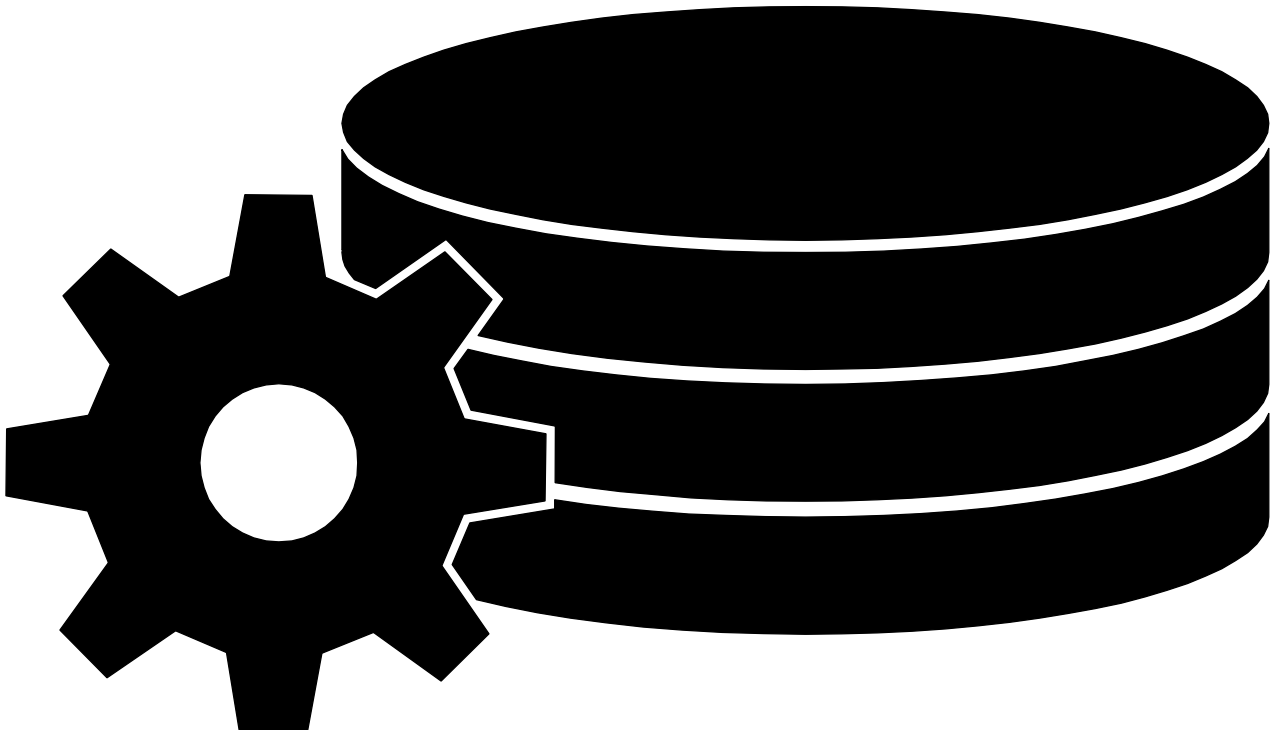




SAP Sybase IQ 16.0

ハードウェアサイジングガイド

TABLE OF CONTENTS

1	はじめに.....	5
1.1	目的	5
1.2	用語	5
2	SAP SYBASE IQ 16 の新機能について	6
2.1	IQ ラージメモリサポート	7
2.2	N-bit FP インデックス	7
3	サイジングの概要	8
3.1	一般的なハードウェア設定	8
3.2	IQ のストレージサイズ	8
3.3	一般的なデータベース構成	8
3.4	CPU	10
3.5	メモリ	10
3.6	ストレージと I/O	11
4	SAP SYBASE IQ メモリ管理.....	12
4.1	オペレーティングシステムと SAP Sybase IQ 以外のメモリ.....	12
4.2	SAP Sybase IQ メモリ	12
4.2.1	サーバ設定	12
4.2.2	メインキャッシュとテンポラリキャッシュ	13
4.2.3	IQ ラージメモリキャッシュ (LMA)	14
4.2.4	RLV キャッシュ	15
4.2.5	Max_Hash_Rows によるクエリチューニング	16
4.2.6	カタログキャッシュ	17

4.2.7	バージョンニング	20
4.2.8	ロード中に使用するキャッシュ	20
4.2.9	ビットマップメモリ	21
4.2.10	バックアップメモリ	23
4.3	IQ に割り当てる RAM 総量	24
4.4	スワップスペースの割り当て	24
4.5	メモリ構成例	25
5	SAP SYBASE IQ ディスク基本情報の概要	26
5.1	IQ_SYSTEM_MAIN	26
5.2	IQ 共有テンポラリストレージ	27
5.3	RLV 領域 -RLV ログ	27
5.4	読み込み・書き込み処理	28
5.5	ファイルの配置	28
6	CPU、コアおよびプロセッサのサイジング	30
6.1	データロード及びデータ変更操作	30
6.2	クエリ	30
7	メモリのサイジング	33
7.1	キャッシュとラージメモリのサイジング	33
7.2	RLV ストア	33
7.3	データロードと変更	33
7.4	クエリ	35
7.4.1	マルチホスト構成	36
8	ストレージのサイジング	37
8.1	IQ_SYSTEM_MAIN のサイジング	37
8.2	一般的なガイドライン	37

8.3	ストレージのストライプサイズ、ストライプ幅およびブロックサイズ	38
8.4	物理ドライブとデバイスコントローラー	41
8.5	DB ファイル.....	42
8.6	IQ デバイスの配置.....	42
8.7	IQ デバイスのマッピング.....	42
9	ネットワークのサイジング.....	44
9.1	パフォーマンス	44
9.2	コンテンツスイッチと IQ マルチプレックス.....	44
10	IQ ページサイズ	47
10.1	同時ユーザ数.....	48
10.2	テーブルのロー数.....	48
10.3	動作への影響.....	49
11	スレッド.....	51
11.1	スタートアップ時のスレッド割り当て	51
11.2	ディスク I/O スレッド.....	52
11.3	十分なスレッド数があるか？	53

1 はじめに

1.1 目的

本ガイドでは、SAP Sybase IQ 環境をサイジングする場合に考慮すべき点について説明します。

本ガイドは、ある特定の作業を元にしており、記載された情報の多くは実地体験から得られたものです。実際の構築には、お客様のシステム環境や利用環境を考慮し、調整を行う必要があります。ご参考としてご利用いただきますよう、あらかじめご了承ください。

1.2 用語

本ガイドを通して、CPU という用語が使用されていますが、SAP Sybase IQ では、CPU、プロセッサ、およびコアはすべて、同じ物理ハードウェアのことを示します。すなわち、コンピュータの処理を行なうプロセッサコアのことです。システムによって、シングルコアのプロセッサを使用している場合と、マルチコア（2、4、8 以上）のプロセッサを搭載している場合があります。本ガイドで CPU およびプロセッサと言及した場合、実際のプロセッサコアのことを意味します。

本ガイドには、CPU 用語におけるハイパースレッディングとその機能は含まれません。ハイパースレッドシステムは、SAP Sybase IQ のパフォーマンスを大幅に改善するかどうか実証されておらず、本ガイドのガイドラインとアルゴリズムでは、ハイパースレッディングを対象としていません。

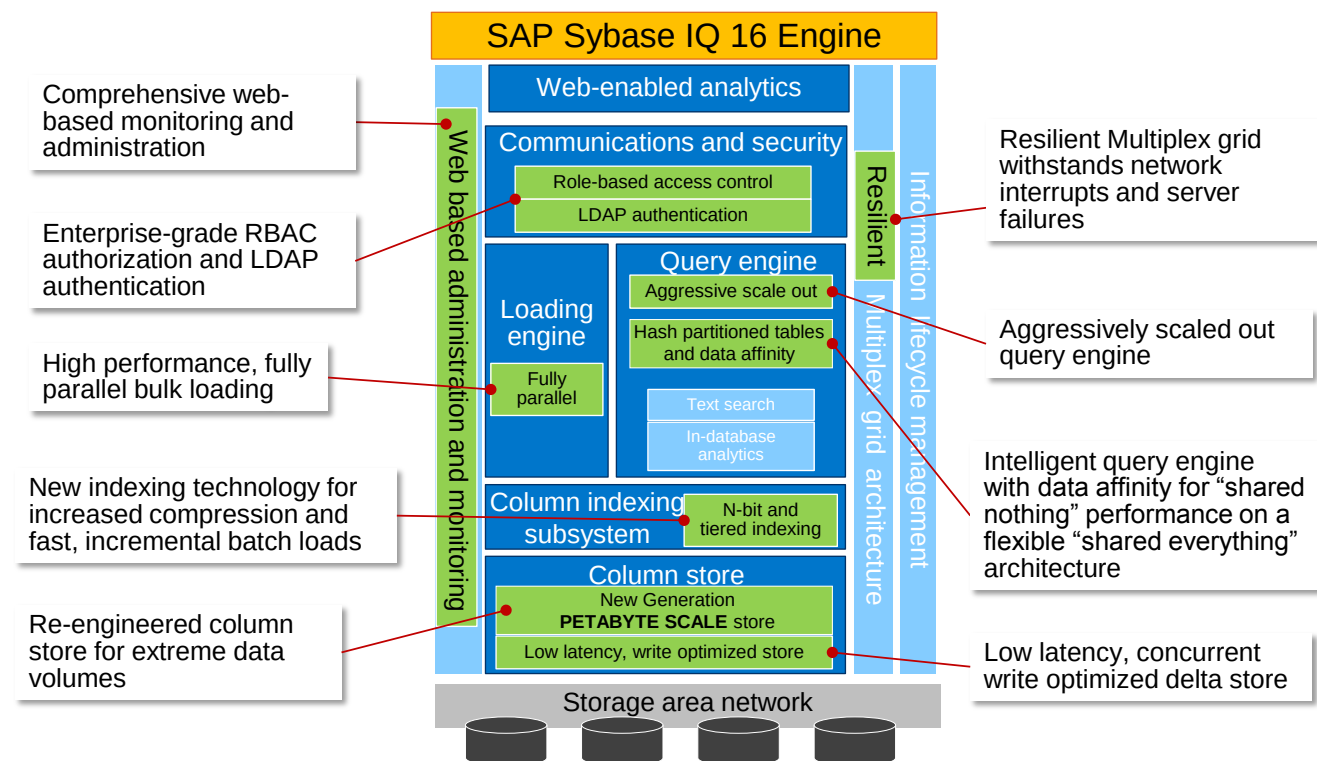
このため、ハイパースレッドのコアは、シングルコア/CPU として扱うものとします。SAP Sybase IQ でこの変更を有効にするには、`-iqnumbercpus` パラメータを使用して、オブティマイザにマシン上の正しいコア数を通知します。各コアが二重にハイパースレッドされた 4 コアマシンを、オペレーティングシステムは 8 コア/CPU であると見なします。`-iqnumbercpus` パラメータは、オブティマイザがシステムに作業を過剰な負担を掛けないように、「4」に設定する必要があります。

ハイパースレッディングと`-iqnumbercpus` の設定に関する言及は、AIX Power プラットフォームの場合も同様です。IBM ハードウェアにおける大部分の実装形態は、SMT(Simultaneous Multithreading) を許可し（SMT2 または SMT4）、SAP Sybase IQ のデフォルトではすべてのスレッドをコアと見なします。

`-iqnumbercpus` をコア数以外に設定する際は注意が必要です。これによりパフォーマンスが向上することもあります。ハードウェアに過剰な負荷をかけることでパフォーマンスが低下することもあります。これは使用するプラットフォームとアプリケーションにより異なりますので十分なテストが必要です。同様の理由で同じ IQ マルチプレックスに属するノード毎に SAP Sybase IQ のセッティングが異なることもありえます。

2 SAP SYBASE IQ 16 の新機能について

SAP Sybase IQ 16 の新機能、並びに機能拡張は多岐にわたります。



青の部分は過去のバージョンから引き継がれたアーキテクチャ部分で、緑の部分は IQ16 で拡張された機能を示します。

- ・ カラムストアは圧縮率を更に高めるために再設計されました。
- ・ データロードは大きく見て 3 つの機能拡張がされました。バルクロードは完全にパラレルロードが可能となり、CPU1 コアあたり 1 時間に 30~80GB のデータロードが可能になりました。HG インデックスが付与されているテーブルに対しての日次バッチでのロードのような追加ロードはパフォーマンスが予測しやすいように改善されました。また同じテーブルへの書き込みの同時並行性が向上しました。
- ・ マルチブックス構成時により効率の良いスケールアウトが可能のようにクエリエンジンが改良されました。
- ・ マルチブックス構成時の障害への対応の柔軟性が向上しました。
- ・ LDAP 認証とロールベースの権限制御が組み込まれました。
- ・ 管理ツール：Sybase Central は Web ベース管理ツールの Sybase Control Center に置き換えられました。

2.1 IQ ラージメモリサポート

新しいキャッシュメモリ領域が SAP Sybase IQ 16 では追加されています。この領域は IQ Large Memory (Large Memory Allocator / LMA)と呼ばれます。これは SAP Sybase IQ 16 のキャッシュメモリ周りでの大きな変更点です。

LMA (-iqlm オプション)はいくつかの点で IQ15 に勝る利点を提供します。LMA はメインキャッシュとテンポラリキャッシュの中間に位置し、共有リソースとして使用出来ます。LMA はシステムのワークロードに応じて動的にそれぞれのキャッシュに割り当てられ、不要になった場合は回収されます。

2.2 N-bit FP インデックス

IQ15 まで使用されていた FP インデックスは内部構造が変わります。これまでの Byte 単位の FP インデックスから Bit 単位の FP インデックスへと変更され、IQ16 ではこれが標準で使用されます。この新しい FP インデックスは N-Bit FP インデックス と呼ばれます。

1. IQ16 の FP インデックスは 1~31bit のトークンで構成されます。IQ15 では 8 bit, 16 bit, 24 bit (=1 Byte, 2 Byte, 3 Byte)の 3 種類で構成されていました。これにより IQ16 ではデータの圧縮率が向上します。
2. N-Bit FP インデックスはページ単位でエンコーディングが行われます。これまでの様にカラム単位でエンコーディングは行われません。IQ15 ではトークン数の増大により FP インデックスの Byte 数が増加した場合、そのカラムの全てのページのトークン部分の長さが変更されましたが、IQ16 では新たに追加するページのみ新しい Bit 数が使用されます。
3. N-Bit FP インデックスにより検索時とロード時のメタデータ (FP ディクショナリ) のメモリ使用量が減少します。また IQ15 ではこれは IQ main もしくは temp キャッシュに割り当てられていましたが、IQ16 では LMA から割り当てるようになっています。

この資料では以下の前提でサイジングを行なっています。

1. IQ UNIQUE()は使用しない。(IQ UNIQUE(0)も同様)
2. ロードや検索毎の LMA の使用量は計算しない。

3 サイジングの概要

本ガイドで詳細に取り扱う領域を、下記にリストします。表の説明は、以降で詳しく説明する内容の概要となります。なお、値は実際の予算、ビジネスニーズ、求められるパフォーマンスにより上下する必要があります。

3.1 一般的なハードウェア設定

サーバ・ハードウェアのタイプ	Windows (Intel/AMD), Linux (Intel/AMD/IBM), AIX, HP-UX (Itanium), Solaris (SPARC/x64)
ストレージ・ハードウェアのタイプ	ファイバ・チャネル、iSCSI ストレージ等現在販売されているストレージ・ハードウェア。RAID 機能やキャッシュ機能付きの物を推奨。
RAID レベル	パフォーマンス重視の場合は RAID 1 もしくは RAID 1+0 を推奨。コスト重視の場合は RAID 5 を推奨。
ボリュームマネージャ	不要（ボリュームマネージャで管理しているディスクを使用することは可能）
クラスタおよび HA ソフトウェア	不要、但し高可用性と障害復旧に使用可能

3.2 IQ のストレージサイズ

データ領域サイズ(データとインデックス)	格納するデータをテキストファイルにしたと想定し、その 30-80%
ストレージデバイスサイズ	RAID 構成に依存
ストレージブロックサイズ	可能な限り大きく設定。通常は IQ ページサイズと同サイズか 2 倍。

3.3 一般的なデータベース構成

データベースページサイズ	64K-512K (デフォルト 128K)
データベースブロックサイズ	デフォルトはページサイズの 1/16。(4K-32K)。基本的に変更する必要はありません。

データベースでの大文字小文字の区別	「Case Respect」（大文字小文字を区別する）を推奨。
スワップスペース	最小 1GB としてシステムが安定して稼働出来る量を割り当てる。（一般的には物理 RAM 量の 1～2 倍。）
一般的なメモリサイズのガイドライン	CPU コアごとに 8～16 GB

3.4 CPU

クエリに対する CPU 数 (コア数)	クエリ毎に 0.1~2 コア
ロードに対する CPU 数 (コア数)	「1 つのコアは 1 秒間に 10MB のデータの処理が可能」をガイドラインとしてビジネスニーズに合わせたコア数を設定する。

3.5 メモリ

1 ノード辺りの合計 RAM 量	8~16 GB/CPU コアとしてその合計
IQ が使用する合計メモリ量	OS の為に上記の 20%を割り当てた残り ※①
IQ Large Memory のサイズ(new)	使用可能な RAM の 1/3 (上記①の 1/3) ※②
クエリ時のメインキャッシュとテンポラリキャッシュ	それぞれ使用可能な RAM の 1/3 (①-②の残りを半分ずつ) ※③
RLVストア (new)	RLV の使用量に依存。使用する場合は②と③を減らして割り当てる。RLV 使用量は次章の説明を参照。
ロード時のメインキャッシュ	インデックスとカラム毎に 5~10 データベースページ
ロード時のテンポラリキャッシュ	各 HG : (8 + データ型の長さ) * ロードする行数 データベースページ 各 WD: (8 + データ型の長さ) * ロードする行数 * 語数 データベースページ ※端数は整数に切り上げる
IQ Large Memory Option を使用する場合のロードメモリ	IQ Large Memory Option のマニュアル参照
ロード時のビットマップメモリ	LF、HNG、DTTM、DATE、TIME、

	CMP の各インデックスにロードされた個別の値ごとに 8,192 バイト
バックアップ・メモリ	$\text{TmpVal} = \max(2 * \text{CPU コア数}, 8 * \text{IQ データ領域数})$ $\text{Memory} = (\text{TmpVal} * 20) * (\text{block factor} * \text{block_size})$
カタログキャッシュ (-c or -cl/-ch)	カタログ (.db) ファイルサイズの 2 ～ 16 倍

3.6 ストレージと I/O

CPU コアあたりの I/O 帯域幅	50～500 MB/秒
サーバあたりの総帯域幅	コア数 * 50～100 MB/s (要求されるサービスレベルに応じて増加させる)
CPU コアあたりの物理ディスク数	1 コア毎に 1～3 ディスク (メインとテンポラリは別々に数える)
IQ 共有テンポラリ・ストア ディスク数	マルチプレックス内で 1 コア毎に 1～2 ディスク。パフォーマンス重視の場合は SSD を推奨。
RLV ストア用ディスク(new, RLV)	トランザクションのコミット時に RLV ストアに対して発生する書き込み量を十分に許容出来る容量が必要。RLV ストア (メモリ) より大きくなければならない。
IQ メイン・ストア LUN 数	8 かそれ以上
IQ テンポラリ・ストア LUN 数	8 かそれ以上
IQ 共有テンポラリ・ストア LUN 数 (Multiplex 時)	4 かそれ以上
RLV ストア用 LUN 数 (new, RLV)	1 かそれ以上

4 SAP SYBASE IQ メモリ管理

起動時に与えられたメモリが IQ でどのように使用されるか、通常のオペレーション時にメモリ（ヒープ・メモリ）がどのように割り当てられるかを正確に理解する必要があります。一般的にメモリ設定を誤ると、スワッピングが発生するのでパフォーマンスが低下します。

4.1 オペレーティングシステムと SAP Sybase IQ 以外のメモリ

マシン上で IQ に使用出来る事ができるメモリ量を把握することは非常に重要です。初めに OS がメモリの一部を使用します。この量は OS に依存しますが一般的には総メモリ量の 10%~20%がガイドラインです。そしてこのマシン上で動作する他のアプリケーションが使用するメモリ量を調査します。それが完了する事で IQ がそのマシン上で使用することが出来るメモリ量を知ることができます。

上記の調査を行うことが出来ない場合、（そのマシン上で他に大量のメモリを消費するアプリケーションが動作していないのであれば）IQ 以外で総メモリ量の 25%が使用されていると仮定するという方法が使用されます。但し、この場合は本当に IQ 以外で 25%以上メモリが使用されないか監視が必要です。

4.2 SAP Sybase IQ メモリ

IQ が使用するメモリは大きく「サーバ設定」「バージョンニング」「ビットマップメモリ」「バックアップメモリ」に分けられます。

SAP Sybase IQ のメモリ構成は次のとおりです。:

- カタログキャッシュ(設定ファイルの-c/-ch/-cl オプション)
- スレッドメモリ (スタックサイズ * IQ スレッド数)
- メインキャッシュ(設定ファイルの-iqmc オプション)
- テンポラリキャッシュ (設定ファイルの-iqtc オプション)
- IQ ラージメモリ (設定ファイルの-iqlm オプション)
- IQ RLV メモリ (設定ファイルの-iqrlv o オプション)
- バージョンメモリ
- バックアップ時に使用するメモリ

4.2.1 サーバ設定

IQ サーバを開始すると、一連のパラメータが通常のオペレーション時の使用メモリ量に影響を与えます。

これらのパラメータは一般に設定ファイルで設定され、次の項目で構成されます。

- **カタログキャッシュ** - -c, -cl, -ch の各パラメータでカタログに与えられるメモリ量が決まります。
-ca はメモリ量が固定か可変かを制御します。
- **スレッドメモリ** - 起動時に分配される各スレッドのスタック・スペースに一定のメモリ量が割り当てられます。総スレッドメモリ量は、スタックサイズ * IQ スレッド数のアルゴリズムで計算します。スタックサイズは -iqtss パラメータで設定し、IQ スレッド数は -iqmt パラメータで設定します。
- **メインキャッシュ** - -iqmc パラメータによって設定され、メインの常駐データキャッシュのサイズを決定します。
- **テンポラリキャッシュ** - -iqtc パラメータによって設定され、テンポラリの一時的データキャッシュのサイズを決定します。
- **ラージメモリ** - IQ16 で追加された新しいメモリ領域です。ロード時に使用されます。
- **RLV メモリ** - IQ16 で追加された新しいメモリ領域です。書き込みに最適化されたインメモリストアに使用されます。この新機能を利用するテーブルに単位時間内に書き込まれるデータ量分必要です。この領域は固定サイズであり、単位時間内の書き込み量がこのサイズ以上になった場合は「out of space」エラーとなります。

4.2.2 メインキャッシュとテンポラリキャッシュ

メインキャッシュはデータベース内のデータや管理用のシステムデータ等を格納する固定サイズのメモリ領域です。テンポラリキャッシュはテンポラリテーブル、内部作業用テーブル、一時的に使用するデータ等を格納するメモリ領域です。

キャッシュ全体に割り当てられる RAM の量を決定した後、その 1/3 をメインキャッシュに、1/3 をテンポラリキャッシュに割り当てるのがキャッシュ周りの設定の基本となります。（残りの 1/3 については次項で説明します。）

この基本状態から、メインキャッシュとテンポラリキャッシュの量を増減させる形でチューニングを行います。

IQ15 では主に FP インデックス（データ）の為にメインキャッシュを使用しました。IQ16 では新しい n-bit FP インデックス（デフォルトです）が導入されたことによりメインキャッシュの使用量が削減されます。そしてラージメモリキャッシュ（LMA）という新しいキャッシュが導入されました。

分析よりデータロードのほうが実行されることが多いシステムでは HG/WD インデックス構築の処理の為にテンポラリキャッシュに多くのメモリを割り当てる方がシステムとしては良い結果が得られます。しかしメインキャッシュのサイズを小さくすることは IO の増大を招き、分析の方のパフォーマンスを劣化させます。

逆にロードより分析が主のシステムではメインキャッシュに多くのメモリを割り当てることでシステムとしては良い結果を得られます。この場合の注意は前述の逆でロード時のパフォーマンスに影響を与える場合があるのと分析の SQL で「テンポラリテーブル」「GROUP BY」「ORDER BY」句が使用される場合はテンポラリキャッシュが使用されることです。

実際のキャッシュ使用状況の監視を行い、それに合わせてキャッシュの設定を行うようにして下さい。

4.2.3 IQ ラージメモリキャッシュ (LMA)

起動パラメータの `-iqilm` (Large Memory Allocator / LMA)は SAP Sybase IQ が OS から動的に取得することができるラージメモリ領域の最大量を決定するパラメータです。この新しい領域により IQ16 はこれまでのバージョンよりより柔軟なメモリ管理を提供します。この新しい領域はメインキャッシュとテンポラリキャッシュの中間に位置し、システムのワークロードに応じてそれぞれのキャッシュに割り当てられます。

また、この新しい領域はロード時にも使用されます。

IQ16 はカラムに挿入されるデータが低～中カーディナリティの場合は n-Bit FP インデックス形式で、高カーディナリティの場合フラット FP 形式でディスク上に圧縮して保管します。(メモリ上では解凍されません。)

IQ UNIQUE(0)句によりフラット FP 形式が指定されない限り、LOB 型と BIT 型以外のカラムは n-bit FP インデックス形式で作成されます。データをカラムに追加した際のカーディナリティの増加により n-bit 形式からフラット FP 形式に変換が行われますが、これはデータベースオプションの

FP_NBIT_Autosize_Limit と **FP_NBIT_Lookup_MB** を使用する事で変換が行われるカーディナリティ数を制御する事ができます。

データのロード・挿入時に LMA は n-bit FP インデックスのディクショナリとカウントテーブル、ハッシュテーブルに使用されます。ディクショナリはカラムの「値」のリストです。これはカラムのデータ型により固定長か可変長の配列となります。カウントテーブルはディクショナリの「値」が何度出現したかを保存するカウンタでディクショナリの値毎に 8byte 使用されます。ハッシュテーブルはデータ挿入時にディクショナリの値毎に 32byte 使用されます。(これは 2 のべき乗で丸められます。) 8byte 以上のデータ型の場合はハッシュテーブルに追加領域が必要とされます。

デフォルトでは **FP_NBIT_Autosize_Limit** は 1,048,576、**FP_NBIT_Lookup_MB** は 64 と保守的な値に設定されています。デフォルト値の場合、8byte 以下のデータ型ではデータ挿入時にディクショナリに最大 8MB、カウントテーブルに最大 8MB、ハッシュテーブルに最大 32MB 使用します。大半はこれより少ないはずです。

カラムが多いテーブルでは大半のカラムは 1 桁から数千程度の少ないカーディナリティで有ることが多いです。残りの大半でない少数のカラムが非常に 10 億 20 億といった非常に大きなカーディナリティを持ちます。デフォルト設定の場合この少数カラムはフラット FP 形式に変換されます。カラムの多いテーブルでも n-Bit FP インデックス形式を取ったもののみメモリが使用されますので、多くても数 Gbyte 程しか n-Bit FP インデックスにはメモリを使用しません。

このようなテーブルに対しての最初のロードではメモリの大部分は n-bit カラムには使用されず、フラット FP に使用されます。デフォルト設定ではカラムのサイズ（幅）が 8byte 以下のデータ型ではフラット FP になるまでハッシュテーブルに最大 32MB 使用され、8byte 超のデータ型では最大 64MB 使用されます。これらのメモリはロード完了まで解放されません。その為 100 個のカラムを持ったテーブルではフラット FP になるまでに約 3GB(32MB*100)しか使用しません。

これまでの SAP Sybase IQ 15 と違い、低カーディナリティのカラムには自動的に n-bit FP インデックスが使用され、高カーディナリティのカラムは自動的にフラット FP に変換されますので SAP Sybase IQ 16 では IQ UNIQUE 句を使用する理由はあまりありません。

データベース、あるいはアプリケーションが小規模の場合等フラット FP ではなく n-bit FP を主に使用したい場合、FP_NBIT_Autosize_Limit に 100000000 か 200000000、FP_NBIT_Lookup_MB に 250~500 の値を設定してみてください。これらの値は temporary option として設定されます。これらのオプションはテーブル作成時やロード、挿入、更新の際に使用されます。テーブル毎のディクショナリのサイズ、トークン数、データ型等は sp_iqcolumnmetadata で調べることが可能です。

IQ UNIQUE(0)を指定するとカラムにフラット FP の使用を強制することが出来ます。IQ UNIQUE(N)を指定した場合はカラムは N で指定した byte 数の n-BitFP インデックスの形式で作成されます。これらの指定はあまり一般的ではなく特別な場合に行われます。

4.2.4 RLV キャッシュ

ローレベルバージョニング（RLV）ストアは行レベルの操作を高速化するために使用されるメモリ内に作成する領域です。もしテーブルの格納領域に RLV ストアが登録されていた場合、ロード、挿入、更新、削除の操作は RLV 機能を使用して行われます。この機能は上記のような更新系の動作を高速化する機能であり、参照系の動作を高速化するものではありません。

RLV が有効なテーブルでは複数の接続で同時にそのテーブルの（異なった）行を更新することが出来ます。これに対し RLV が有効でないテーブルでは 1 つの接続しかそのテーブルの更新を行うことが出来ません。

RLV ストアは既存の IQ メイン形式のディスク領域のデータ変更（ロード、挿入、更新、削除）の性能を著しく向上させる機能で、高速なメモリ領域と信頼性の高いディスク領域から構成されます。データ変更系の

操作は変更系操作に最適化された RLV ストア上で行われ、RLV ストア上の変更されたデータは本来のデータ格納場所となる参照系動作に最適化された IQ メイン・ストアに定期的に非同期でマージされます。これは自動でなく手動でマージさせるという設定も可能です。

現在のバージョンでは RLV ストアはシングルサーバ環境（シンプレックス、非マルチプレックス）でのみ有効です。

4.2.5 *Max_Hash_Rows* によるクエリチューニング

Max_Hash_Rows オプションはハッシュジョインを使用したクエリの実行の際にどのくらいキャッシュを使用するか指定するオプションです。デフォルトの値は 4GB の RAM を搭載したシステムでの使用を想定した値です。昨今のシステムではこれは小さい値となりますので、スループットを向上させるためにこの値を増やす必要があります。

Max_Hash_Rows オプションの設定の開始点として以下が挙げられます。

新しい値 → $2.5 \text{ Million} * (\text{IQ Memory} / 4\text{GB Memory})$

※ $\text{IQ Memory} = \text{IQ メインキャッシュ}[\text{GB}] + \text{IQ テンポラリキャッシュ}[\text{GB}]$

ユーザ数が少ないシステムでは下記のようにマシン上の RAM 全てを使用して計算しても良いでしょう。

新しい値 → $2.5 \text{ Million} * (\text{HostRAM} / 4\text{GB Memory})$

※ $\text{HostRAM} = \text{IQ をインストールしたマシンの RAM 搭載量}[\text{GB}]$

これはそれぞれのユーザが使用できる RAM 量が少し大きくなります。

RAM 内に一時的に保持できるハッシュ行数の最大を増やすことも RAM 内に常駐できるハッシュ行数を増やすことも重要です。（常駐するハッシュ行数は *Hash_Pinnable_Cache_Percent* で割合として指定します。）単に *Max_Hash_Rows* を増やしただけでは常駐ハッシュ行数は良い値になりません。一般的なシステムでは *Hash_Pinnable_Cache_Percent* は 30%（大規模のシステムでは 35%）に設定することが設定の開始点となります。

スタートアップオプションの -gm（接続数）はそれぞれのユーザごとにどのくらい RAM を使用できるかを決定する要素です。-gm オプションを実際に則した値に設定することも重要です。

4.2.6 カタログキャッシュ

カタログキャッシュは SAP Sybase IQ のシステム的な部分、システムカタログで使用するメモリです。

SAP Sybase IQ のシステムカタログ自体は SAP Sybase SQL Anywhere のデータベースとして実装され、拡張子.db で作成されている SAP Sybase IQ データベースを構成するファイルがそれにあたります。

カタログは SAP Sybase IQ 上のオブジェクトやメモリ、クエリ実行部分を除いた全ての動作に関わります。例えばクエリ処理自体は SAP Sybase IQ エンジンが担当しますが、クライアントアプリケーションからの接続、アプリケーションへの結果の応答等はカタログが担当します。

一般にカタログ自体はメモリや CPU を大量に使用する「重い」動作をするものではありませんが、どのようなときにこれらが必要になるかを覚えておくことはサイジングに有効です。

大半の環境に置いてカタログキャッシュはカタログファイル(.db ファイル)のファイルサイズの 2 倍~8 倍の量が必要です。もしカタログファイルが 25MB の場合、カタログキャッシュとしては 50MB~200MB が必要となります。もし SAP Sybase IQ に 50~100 以上の同時接続が必要な場合、4 倍~16 倍のカタログキャッシュを用意して下さい。

カタログキャッシュは SAP Sybase IQ あるいはカタログとなっている SAP Sybase SQL Anywhere 上でどのくらい接続やユーザがクエリを実行できるかも制御します。カタログキャッシュが小さすぎる場合パフォーマンスの劣化やリソースの問題によるエラーが発生します。

SAP Sybase IQ サーバでは各々のアクティブ状態にあるリクエストが利用できるカタログキャッシュメモリ量はサーバキャッシュ(-c)とアクティブリクエスト数(-gn)により計算されます。リクエストによりメモリが制限に達した場合、サーバはそのリクエストを"Statement size or complexity exceeds server limits"というエラーメッセージとともに拒否します。これはサーバキャッシュの量を増やす、アクティブリクエスト数を減らすという形で制御する事が出来ます。(起動時に指定する。)

デフォルトでは-gn は IQ 起動スクリプト内で設定されている-gm の 1.5 倍に自動設定されます。もし-gm を 100 に指定した場合、-gn は 150 となります。

重要なこととしてカタログキャッシュの使用量を増加させるタイプの SQL の書式が存在します。

結果セットを返すストアプロシジャ:

```
create procedure sp_test()
```

```
begin
```

```
select * from my_table;  
  
end;
```

SAP Sybase IQ ではこのプロシジャを 2 つの形で実行する事が出来ます。

Call 文を使用した直接実行方式:

```
call sp_test();
```

Select 文を介した実行方式:

```
select * from sp_test();
```

後者の Select 文を介した実行方式ではカタログキャッシュを使用します。これは劇的に増加する場合があります、殆どの場合カタログキャッシュが不足しカタログのテンポラリ領域（UNIX の場合/tmp）を使用します。

アプリケーション内でプロシジャを使用する場合、後者の形式でのプロシジャの実行（Select を介した実行）は推奨しません。前者の形式での実行を推奨します。

カタログキャッシュの量を決定する良い方法は実行環境の日々のワークロードを用いて計測した値から決定することです。この決定に利用できる統計情報値として以下があります。

- **UnschReq** – 使用可能なサーバスレッド待ち中のリクエスト数
- **ActiveReq** – リクエストを実行中のスレッド数
- **LockedHeapPages** – キャッシュ内でロックされているヒープページ数
- **CurrentCacheSize** – 現在のキャッシュサイズ (Kbyte)
- **PageSize** – データベースサーバのキャッシュページ量 (Kbyte)（注；これはカタログページを意味します。IQ ページではありません。）

リクエスト処理に使用されるキャッシュページの平均料は下記のようにキャッシュの使用量と実行中のリクエスト量から算出できます。

$$\text{PagesPerRequest} = \text{LockedHeapPages} / \text{ActiveReq}$$

これらの値は Interactive SQL 等から DB に接続し、property()関数を使用することで取得することが出来ます。property()関数で取得できる値は累積値や平均値ではなく property()関数実行時の（瞬間的な）値

であるものが存在します。その為ワークロード実行中に値を定期的に取り得なければならないということもあります。

下記の SQL は 5 秒毎に 100 回最大キャッシュ使用量を取得し、表示するものです。

```
begin

    declare c1 int;

    declare local temporary table #tmp1(ar bigint, lp bigint) in SYSTEM;

    set c1 = 0;

    lp: loop

        set c1 = c1 + 1;

        if c1 > 100 then

            leave lp

        end if;

        insert #tmp1 select property('ActiveReq'), property('LockedHeapPages');

        waitfor delay '00:00:05';

    end loop;

    select max(lp) as MaxLockedHeapPages,

           max(ar) as MaxActiveReq ,

           max(lp)/max(ar) as AvgPagesPerRequest

    from #tmp1;

end;
```

最大同時リクエスト数は以下の式を用いてキャッシュサイズとリクエストサイズから算出する事が出来ます。:

$$\text{MaxActiveReq} = \text{CurrentCacheSizeKB} / \text{PageSizeKB} / \text{AvgPagesPerRequest}$$

現在のキャッシュサイズが 256MB (CurrentCacheSizeKB)、カタログのページサイズが 4KB (PageSizeKB)、リクエストあたりの平均ページサイズが 500 (AvgPagesPerRequest) で有るならば、最大同時リクエスト数は以下のようになります。:

$$\text{MaxActiveReq} = (256 * 1024) / 4 / 500$$

$$\text{MaxActiveReq} = 131.072 \rightarrow \text{小数点以下は切り捨てて } 131 \text{ として扱う。}$$

4.2.7 バージョニング

バージョニング用のメモリは SAP Sybase IQ エンジンの実行中に割り当てられます。一般にこれは非常に少量です (バージョンごとに 1KB~3KB)。概してバージョニング用のメモリ量は KB 台~1 桁の MB 台で収まります。数十万または数百万のバージョンが同時にアクティブになっているシステムの場合、このメモリのサイジングは非常に重要になります。

4.2.8 ロード中に使用するキャッシュ

ロード時にメインキャッシュから割り当てられるメモリがあります。このメモリは、システムメモリ要件とロードしているテーブルのカラム数に基づいて、メインキャッシュで必要となる最小 RAM 容量に影響を与えます。

ロード中 IQ は FP インデックス毎に 1 ページ、LF インデックス内のユニークな値毎に 1 ページ割り当てます。最高のパフォーマンスを得るため、このメモリはメインキャッシュから直接割り当てられます。システムが同時に多数のロードを行う場合、あるいはテーブルのカラム数が非常に多い場合、メモリの必要量は非常に大きくなります。これらのページを RAM に配置できる十分な量がない場合、ロードに必要なページを再度ディスクから取得するためロードパフォーマンスが劣化します。

HG インデックスと WD インデックスはテンポラリキャッシュをロード中に使用します。各 HG または WD インデックスで、必要なテンポラリキャッシュの容量 (バイト単位) は凡そ以下のとおりとなります。

$$(8 + \text{sizeof}(\text{datatype})) * \text{numberRowsBeingLoaded}$$

100 行の integer 型 (4 バイトのデータタイプ) をロードする場合、およそ以下のとおりとなります

$$(8 + 4) * 100 \rightarrow 1,200 \text{ bytes}$$

100 行の varchar (20) をロードする場合、およそ以下のとおりとなります。

$$(8 + 20) * 100 \rightarrow 2,800 \text{ bytes}$$

WD インデックス は、データ値の各ワード（トークン）がテンポラリキャッシュを必要とするため、非常に多くの容量を使用します。各トークンは、HG インデックスと同じメモリ量を必要とします。すなわち、メモリ要件は、以下のようになります。:

$$\text{numberTokens} * (8 + \text{sizeof}(\text{datatype})) * \text{numberRows}$$

簡単な例として、char(20) フィールドがあり、各行内に 4 トークンが含まれる場合を考えてみます。テンポラリキャッシュの使用量は、およそ以下のとおりとなります。

$$4 * (8 + 20) * 100 \rightarrow 11,200 \text{ bytes}$$

WD インデックスのメモリの利用量はロードするトークンの数に依存します。しかし、トークン数を正確に予測する事は難しいため、メモリの容量を正確に予想することは困難です。

4.2.9 ビットマップメモリ

ビットマップ情報を保管する為に仮想またはヒープに追加で割り当てられるメモリがあります。これは SAP Sybase IQ で使用されるメモリとは別に割り当てられます。データをロードしないとカーディナリティに関する情報がわからないカラムのデータがあります。このようなカラムデータは、ロードしているデータの重複のない値をもとにビットマップメモリを使用します。

ロード中にビットマップメモリが必要となるインデックスタイプは、LF、HNG、DTTM、DATE、TIME、および CMP です。

例えば LF インデックスでは各重複のない値毎にビットマップが用意されます。各重複のない値とローグルーピングに対し、ロードでは、重複のない値に関連付けられたビットマップにビットを設定します。

ビットマップに一度に 1 つずつビットを設定すると、かなり時間が掛かります。パフォーマンス上の理由により、ビットグループに対してまとめてビットを設定します。ビットグループは一旦仮想メモリに保持されます。1 ビットグループ辺り最大 8,192 バイト使用します。

どのくらいメモリ使用量に影響が有るかを計算してみます。

ある LF インデックスがロード時に N 個の重複のない値を持っていたとします。この LF インデックスで使われる仮想メモリの容量は、以下の式で表されます。

$$\text{Total Bytes} = 8,192 * N$$

例として 500 個の LF インデックスを持ち、各カラムが N 個の重複のない値を持つと想定すると、使用される仮想メモリは、次のようになります。:

$$8,192 * 500 * N = 4,096,000 * N$$

このように、重複のない値が比較的少数でも、かなりの量の仮想メモリを使用します。各カラムが 100 個の重複のない値を持つ場合 (N=100) は、合計で 400MB を消費します (4,096,00 * 100 = 409,600,000 バイト、即ちおよそ 400MB)。

ロード前に、ロードエンジンはロード時に遭遇する重複のない値の数を把握できないため、SAP Sybase IQ では、LF インデックスが使用する仮想メモリの量を予測できないことがあります。

LF インデックスの場合、ビットマップキャッシュは、LF_BITMAP_CACHE_KB パラメータで調整できます。デフォルト値は、カラム毎に 4KB で、最大 8KB までとなります。

他にも比較的少量のキャッシュが使用されますが、これらの数/ サイズは重複のない数には依存しません。例えば、HG/WD インデックスは、ロード時に Btree ページを更新するためにキャッシュを使用します。これらの追加ヒープメモリキャッシュのサイズは比較的小さいため、メモリ割り当てに大きな影響を及ぼすことはありません。

データをロードするときに、ビットマップメモリをまったく考慮しない場合、OS レベルでスワッピングまたはページングが発生することがあります。これは、OS ツールを使用して、メモリ利用率 (vmstat コマンドはスワッピングおよびページングのアラートが可能)、または I/O 利用率 (iostat コマンドを使用して、アクティビティのスワップデバイスを監視可能) を監視して確認できます。また、ストアードプロシージャ sp_iqstatus を使用すると、メモリ競合の問題を確認できます。「IQ Dynamic Memory」という行に、Sybase IQ がすべてのメモリ構造体 (キャッシュ、ロードメモリ、バックアップメモリ、およびビットマップメモリ) に割り当てた現在の RAM 容量および最大の RAM 容量が示されます。この値を監視する事でメモリ不足を検知できます。

スペースのスワップのため、OS で頻繁にスワッピング/ ページングが発生している場合やスワップデバイスが使用されている場合はメモリの競合が発生しており、パフォーマンスを向上するために何らかの手段を取る必要があります。たとえば、マシン上の RAM 容量を拡張する、ロードメモリの制限を下げる、またはメインおよびテンポラリキャッシュサイズを小さくするなどが考えられます。

4.2.10 バックアップメモリ

バックアップ処理に使用されるメモリ量は以下の項目から算出が可能です。:

- CPU 数
- バックアップする dbspace 数
- ブロック係数
- IQ ブロックサイズ (sys.sysiqinfo のカラム'block_size'など)

必要な仮想メモリ量の概算は以下のように計算できます。

$$y = \max(2 * \text{number_of_cpus}, 8 * \text{number_of_main_or_local_dbspaces})$$

$$z = (y * 20) * (\text{block factor} * \text{block_size})$$

'z' は、バックアップ・オペレーション時に使用される仮想メモリ量の概算値を表します。次の構成のシステムを例に考えます。:

- dbspaces 数 = 50
- ブロック係数 = 100
- CPU 数 = 4
- IQ ブロックサイズ = 8,192

数式の結果は SAP Sybase IQ のバックアップ処理がとりうる最大のメモリ量です。実際のシステムではこの量が大きく異なることがあることに注意して下さい。バックアップデバイスの書き込み速度が重要です。実際 IQ データベースのディスク読み込み速度とバックアップ先となるファイルシステム、あるいはテープデバイスへの書き込み速度が凡そ同じであるならばメモリ使用量は低くなります。一般的にバックアップ中に使用するメモリ量は 5GB~10GB です。

上記の前提条件と前述の計算式から、バックアップ処理中に必要な RAM 容量は以下のとおりとなります:

$$'y' \text{ は } \max(8, 400) \rightarrow y=400$$

$$'z' \text{ は } (400 * 20) * (100 * 8,192) \rightarrow 6.5\text{GB}$$

このメモリはすべて OS から割り当てられます。これはヒープメモリであり、処理が完了したときにのみ解放されます。

メモリを制御する唯一のメカニズムが「ブロック係数」であり、十分な値を設定します。前述の例で「ブロック係数」を 10 に変更した場合、メモリ使用量は次のように減少します。:

$$(400 * 20) * (10 * 8,192) \rightarrow 655\text{MB}$$

ディスク I/O がボトルネックにならないと仮定した場合、メモリ使用量を小さくすると、オペレーションに十分な RAM が設定されないため、バックアップ動作が遅くなります。ディスク I/O サブシステムによるブロックの読み込みと書き込みの速度でバックアップが動作します。バックアップでは I/O のオーバーヘッドを軽減するために、1 回の I/O で「ブロック係数」単位で連続ブロックを読み込み、同様にブロックを書き出します。

バックアップに必要な RAM 容量をとりあえず計算するときは、ブロック係数を使用して、有効メモリを増やしたり、減らしたりします。メモリの増減はトレードオフの関係にあり（コスト対パフォーマンス）、このトレードオフを考慮することで初めて適切な計算を行うことができます。

4.3 IQ に割り当てる RAM 総量

Sybase IQ の RAM をサイジングするには 2 つのアプローチがあります。1 つは使用中のすべてのコンポーネントを算出しメモリを正確にサイジングする方法、もう 1 つは最初はおおよその数値を使用し必要に応じてパラメータを調整する方法です。

前者のメモリサイズの算出についてはこれまでの説明を参照して下さい。

後者の方法では適切な予測に基づき、大凡の値を決定した後に利用率を監視して調整します。この方法を用いる場合、通常は IQ メインおよびテンポラリキャッシュに総 RAM 容量の 2/3 以上を割り当てないようにします。64GB の RAM を搭載したシステムでは IQ メインキャッシュ(-iqmc)とテンポラリキャッシュ(-iqtc)の合計は 48GB を超えないようにします。これにより、システムに過負荷を掛けることなく、IQ は、その処理にかなり多くの RAM 容量を使用できます。

IQ キャッシュは IQ メモリの 80% 以上を消費する傾向があるため、これらのキャッシュのサイズを大きくしすぎると、サーバパフォーマンスの問題が発生し、OS でメモリからディスクへのスワップが必要となる場合があります。

4.4 スワップスペースの割り当て

一般に、システム・スワップスペースはマシンに搭載される RAM 容量の 2 倍に設定することを推奨します。但し、大容量 RAM のシステム（64GB 以上）では、スワップスペースに物理 RAM と同容量を割り当てるとすることも出来ます。これで十分なバッファが確保され、スワッピングが開始されても管理者が問題を検

出し、対処できます。すでに説明したように、Sybase IQ は、メインおよびテンポラリキャッシュ以外にかなり多くの RAM が必要となるケースがあります（ビットマップメモリとバックアップメモリ）。システムにあるすべての仮想メモリを使い果たすことがないように、スワップスペースを RAM 容量の約 2 倍に設定します。これによって物理 RAM をヒープメモリが超えるような不測の事態を補うだけの十分なスペースがシステムに与えられます。確かにパフォーマンスを犠牲にすることになりますが、メモリ（物理または仮想）不足によるオペレーションの障害は発生しません。

4.5 メモリ構成例

Operating System	RAM の 5~10%
Filesystem Cache	RAM の 20%
All Other Applications	アプリケーションに依存
IQ Catalog Memory	-c/-cl/-ch パラメータ
IQ Thread Memory	スタックサイズ * スレッド数
IQ Main Cache	RAM の残りの 40%
IQ Temporary Cache	RAM の残りの 60%
IQ Large Memory	大量のロード毎に 0.5~5 GB
RLV Cache	必要に応じた量
Backup Memory	バックアップインスタンス毎

5 SAP SYBASE IQ ディスク基本情報の概要

Sybase IQ には主としてメイン・ストアとテンポラリ・ストアの 2 種類の格納領域があります。T

メイン・ストアのデバイスは、ユーザ作成のテーブルに含まれるユーザデータとインデックスを格納します。メイン・ストアは、システムを再起動してもデータが維持される永続的な構造体です。

テンポラリ・ストアデバイスは、テンポラリテーブルやグローバル・テンポラリ・テーブルの一部として作成されるデータとインデックスの収納に使用します。ロード時にテンポラリ・ストアを使用し、HG インデックスと WD インデックスにロードされる中間データをキャッシュします。オプティマイザは、クエリの実行時にソートや特定のオペレーション内だけで存続するテンポラリ・リポジトリのためにテンポラリ・ストアを使用します。テンポラリ・リポジトリは、更新可能なカーソル、中間結果セットなどで作成されます。

IQ_SYSTEM_MAIN と構成により使用することになる IQ_SHARED_TEMP と RLV 領域に関してはこの後の説明を参照して下さい。

5.1 IQ_SYSTEM_MAIN

IQ_SYSTEM_MAIN DB 領域は重要な DB 領域です。これには DB 領域内でどのブロックが使用されているかを管理するフリーリスト、テーブルレベルバージョンング、マルチブックス環境のノード情報等の内部的に SAP Sybase IQ が使用するシステム情報が含まれています。

この DB 領域にもメイン・ストアと同様にユーザデータなどを格納することが出来ます。しかし、この領域にはユーザデータを保管しないことをお奨めします。ユーザデータは別に DB 領域を作成してそちらに格納するようにして下さい。

IQ_SYSTEM_MAIN は SAP Sybase ASE で例えると master に相当します。他の DBMS でもシステム領域などと呼ばれる重要なデータが含まれる DB 領域であり、ユーザデータの保管に使用する領域ではありません。

前述のとおり IQ_SYSTEM_MAIN には SAP Sybase IQ が使用するシステム情報が格納されています。これはデフォルトで IQ_SYSTEM_MAIN に割り当てられたディスク容量の 20%が予約されています。もしこれ以上の容量が必要になった場合、残りの容量から更に割り当てられます。必要な容量が割り当てられない場合は SAP Sybase IQ は停止します。

IQ_SYSTEM_MAIN 自体にディスク領域を追加することも可能ですが、その場合マルチブックス環境では DB のシャットダウンし、ノードを同期することが必要となります。

これらの理由により IQ_SYSTEM_MAIN にはユーザデータを格納しない、もしくは殆ど格納しない領域としておくべきです。

5.2 IQ 共有テンポラリストレージ

IQ_SHARED_TEMP はマルチプレックス環境においてのみ必要となる DB 領域です。この領域は DQP でクエリが動作した時に各ノードで実行された（分散された）クエリの結果を一次保管するために使用されます。以前のバージョンの Sybase IQ ではマルチプレックス環境の場合でも各ノード毎に別個にローカルシステムテンポラリ領域を確保する必要がありましたが、IQ16 ではセカンダリノードではそれは必須ではなくなり、IQ_SHARED_TEMP をローカルシステムテンポラリ領域の代わりに用いることが出来るようになりました。これにより分散クエリ処理のパフォーマンスが向上しています。

マルチプレックス環境では:

- サーバポリシーオプションの TEMP_DATA_IN_SHARED_TEMP を ON にすることで全てのテンポラリオブジェクトを IQ_SHARED_TEMP に作成します。反映には再起動が必要です。
- テンポラリテーブル等を IN 句を指定して明示的にテンポラリオブジェクトを IQ_SYSTEM_TEMP 領域に作成するとされた要求は TEMP_DATA_IN_SHARED_TEMP の設定により動作が変わります。ON の場合は自動的に（IQ_SYSTEM_TEMP が存在しても）IQ_SHARED_TEMP 領域に作成するようになります。OFF の場合はこれまでどおり IQ_SYSTEM_TEMP 領域に作成します。

5.3 RLV 領域 –RLV ログ

メモリ上の変更されたデータが非同期で DB 領域に反映される RLV 機能が使用するディスクの RLV DB 領域に記述するログは SAP Sybase IQ 自体のログとは機能的に別のものです。

RLV が有効なテーブルは RLV DB 領域に論理的で永続的なログを記述するようになります。このログは RLV DB 領域以外は使用しません。この領域はトランザクション中に使用され、マージすると開放されます。マージの最後にはマージ中に実行中のトランザクションを除き、RLV DB 領域内のログが削除されます。.

RLV DB 領域に記述されるログには RLV 機能でメモリ上に記述されるテーブルのレコードの内容が含まれます。これは圧縮された形で書き込まれ、I/O の削減やリカバリ時のパフォーマンス向上に寄与し、非同期に書き込まれることでテーブル変更に関するオーバーヘッドを最小化します。このログはインメモリの RLV 領域の復旧に使用され、IQ サーバ起動時に使用されます。

5.4 読み込み・書き込み処理

SAP Sybase IQ ではすべての読み込み/書き込みオペレーションが直接キャッシュに対して行われます。つまり、ディスクとの直接的なやり取りはありません。すべてのメイン・ストアとテンポラリ・ストアのオペレーションは、IQ バッファ・キャッシュに直接送られます。次のいずれかの場合のみに、このデータがキャッシュからディスクへフラッシュされます。

- キャッシュの「ダーティ」ページがしきい値を超えた場合
- トランザクションがテーブルの変更を「コミット」したとき

メインキャッシュまたはテンポラリキャッシュに十分なメモリが与えられていると、ストアはほとんど使用されません。しかしながら、ほとんどのシステムにはすべてのオペレーションをキャッシュできるだけのメモリが搭載されていないので、最適なパフォーマンスが得られるように、ディスクレイアウトとストアの配置を設計するときは慎重に検討する必要があります。

データをキャッシュに書き込むと、その後ディスクにも書き込まれます。Sybase IQ がディスクに書き込む場合、メモリページとそのデータ（ユーザデータ、インデックス、ビットマップなど）を使用し、そのメモリページに圧縮アルゴリズムを適用します。圧縮アルゴリズムの最終結果がデータのチャンクであり、デフォルトでは、16 で均等に除算できるページサイズの一部となります（デフォルト設定では、1 ページあたりで 16 ブロックが許可されています）。256K のページの場合、各ブロックは 16KB に相当します。読み出しまたは書き込みは常に、ディスクに対するこのブロックサイズの倍数となります。最小で 1 ブロック（最大圧縮）、最大で 16 ブロック（圧縮なし）となります。読み込みまたは書き込み処理は、単独の I/O 要求です。このページのデータにより、圧縮率とディスク書き込みサイズが決まります。

ページを 1 ブロックに圧縮しないかぎり、SAP Sybase IQ で、1 ブロックサイズの読み出しまたは書き込みが実行されることはほとんどありません。ディスクへのすべての読み込み/書き込みは常に、ブロックサイズの倍数で実行されます。1 ページがディスク上で 1 つのブロックに圧縮されることは非常にまれです。基本的に、ストレージサブシステムは読み込みおよび書き込みの長さがそれぞれ異なります。「異なる度合」は、圧縮に左右されます。I

5.5 ファイルの配置

SAP Sybase IQ のファイル群（カタログ、トランザクションログ、IQ メッセージファイル、サーバログ、エラーログ等）の配置場所はパフォーマンスに影響を与えることがあります。しかしながら IQ ではこれらのファイルの配置がパフォーマンスに影響を与えないよう、書き込みは大量に、頻繁に行わないように設計されています。

近年、弊社では何社かのお客様がネットワークファイルシステム(NFS)上にこれらのファイルを配置しているのを確認しています。確認したところ NFS は 5 倍~20 倍程ローカルのファイルシステムと比較して低速です。このことが求めるパフォーマンスにどのくらいの影響を与えるかは考慮する必要があります。ローカルファイルシステムを使用すればネットワーク経由での使用に起因する読み込みや書き込みの遅延を除外することが出来ます。

6 CPU、コアおよびプロセッサのサイジング

6.1 データロード及びデータ変更操作

SAP Sybase IQ での 1 ロードのデータ変更は、insert、update、および delete ステートメントを使って実行します。すなわち CPU 数とメモリサイズはこれらの処理にはあまり影響がありません。ユーザがこのような変更を行なうには 1 つまたは 2 つの CPU で十分処理できます。参考ですが、このような種類の処理（1 ロードのデータ変更）は、SAP Sybase IQ はあまり得意としていないため、使用はパフォーマンスが問題とならない場合のみに限定する必要があります。頻繁に行われる場合は RLV 機能の利用を考慮しても良いでしょう。

SAP Sybase IQ で最速のロードはバルクロードです。バルクロードのサイジングは、load table、insert from location、または insert select 構文を使って実行する処理に対応します。これらのメカニズムは、SAP Sybase IQ バルクローダーを呼び出し、データベースに一括変更を行います。複数行の一括更新・削除は並列処理で行われます。削除と更新はバルクローダーによって行われるものではありません。

IQ システムでのロードのサイジングは難しくありません。SAP Sybase IQ 16 のバルクローダーは全てのバルクロード操作で完全並列で行われます。load table、insert from location、select into /insert select での操作がこれに該当します。16 でバルクローダーは CPU コア数に対しよりリニアな性能を示すように再設計されています。簡単にいうと同じロードを 16 コア環境と 32 コア環境で行った場合、2 倍の性能の差が出ます。

弊社内とお客様環境での性能検証ではロードは 10MB~20MB/秒の性能を示しています。これは 1 時間あたりに直すと以下になります。

- 16 コア環境: $16 * 10 \text{ MB} * 3600 \text{ 秒} = 562 \text{ GB/1 時間} (\sim 1125 \text{ GB/1 時間})$
- 32 コア環境: $32 * 10 \text{ MB} * 3600 \text{ 秒} = 1125 \text{ GB/1 時間} (\sim 2250 \text{ GB/1 時間})$
- 64 コア環境: $64 * 10 \text{ MB} * 3600 \text{ 秒} = 2250 \text{ GB/1 時間} (\sim 4500 \text{ GB/1 時間})$

ロードパフォーマンスは CPU の速度と IO 帯域幅によっても変化します。現在のハードウェアでの性能測定では、凡そ 20~22MB/秒/コアあたりという結果が得られています。

6.2 クエリ

問い合わせに使用される CPU の利用率をより理解できるようにするためにクエリをクラス分け/分類することは非常に重要です。但し実際の実行結果無しでの分類も難しいと言えます。例えば 17 テーブルもジョインを行うような SQL が全て複雑で実行に時間が掛かる SQL であるとは限りません。この SQL は 30 秒で実行完了もありえますし、30 分以上時間がかかることも考えられます。

一般的な例として、所定のクエリが実行中に 1 または 2 の CPU を必要とすると仮定します。クエリがどれだけのデータを取り扱うかによって、クエリの実行時間は数ミリ秒や数秒で済む場合もあれば、数時間に及ぶ場合もあります。クエリのパフォーマンスとクエリの実行プロファイルを微細に調整するために、実行時間に基づいてクエリを分類することにします。

この項では次のクエリ・クラスを定義します。:

- **超高速** – 一般に実行が 5 秒未満のクエリ
- **高 速** – 一般に実行が 3 分未満のクエリ
- **中 速** – 一般に実行が 3 ～10 分のクエリ
- **低 速** – 一般に実行が 10 分を超えるクエリ
- **超低速** – 一般に実行が 30 分を超えるクエリ

クエリのタイプが定義されたので、クエリ・タイプをホストの CPU に適用します。

- **超高速** – 各 CPU は 10 以上の同時クエリを処理できる
- **高 速** – 各 CPU は 5 ～10 の同時クエリを処理できる
- **中 速** – 各 CPU は 2 ～5 の同時クエリを処理できる
- **低 速** – 各 CPU は 1 ～2 の同時クエリを処理できる
- **超低速** – 各 CPU は最大で 1 クエリしか処理できず、一般に 1 クエリに複数の CPU が必要

上記には例外があることに気をつけて下さい。それは並列処理です。SAP Sybase IQ ここ数年は 1 つのノードの中でも出来るだけ並列処理が可能ないようにする方向に力を注いでいます。これは CPU のマルチコア化が進んでいることとマルチプレックス環境での処理能力向上を見据えてのことです。

クエリは 4CPU のマシンと 8CPU、12CPU のマシンで違う実行方法で実行されることがあります。これは 8 コアのシンプレックス環境と 4 ノード計 8 コアのマルチプレックス環境の場合でも同様です。

実際のサイジングではユーザリクエストの想定やサービスレベルの協定もあり、設計者を悩ませます。コアを追加することやノードを追加する（マルチプレックス環境に変更）する等で利用可能なコア数が増えても恩恵を受けることができるのは、1 人のユーザであることを覚えておく必要があります。

また、単一のインスタンスに加わるユーザが増えるにつれ、システムの総パフォーマンスも変化します。ユーザが増え、クエリが並列して実行されると、クエリを実行するために IQ に与えられているリソース状態が変わります。

SAP Sybase IQ のこのような並列処理は、シングルユーザのパフォーマンスと総合的なシステムの並列性の中でバランスを取ろうとします。これは、実行時にリソースを動的に再割り当てすることで実現します。

すなわち、最初のユーザがクエリに必要なすべてのコアを取得します。2 番目のユーザは、最初のユーザが完了するまで待つのではなく、オプティマイザが、最初のユーザからリソースを引き出し、どちらのユーザも CPU リソースを均等に使用できるようにします。3 番目のユーザも同じように処理され、3 つのクエリが各システムのほぼ 1/3 を使用するようになります。クエリが完了すると、リソースは解放され、現在実行中のクエリに戻されます。

7 メモリのサイジング

7.1 キャッシュとラージメモリのサイジング

IQ16 で追加されたラージメモリ (LMA) キャッシュは、これまでのメモリ管理に勝るいくつかの利点を提供します。柔軟性と非柔軟性を併せ持った領域で、共有リソースとして機能します。LMA は、ハッシュとハッシュ-レンジテーブルのロードに柔軟なメモリ管理を提供し、ユーザが利用できる LMA メモリ量をシステム作業負担に基づき動的に配分します。LMA は n-Bit FP インデックスのメタデータ管理のキャッシュの中心としても機能し、他に使用された場合を除き再利用されます。

キャッシュのためにどのくらいのメモリを使用するかですが、これはメモリ管理の拡張により単純化されました。弊社並びに御協力頂きましたお客様環境でのテストの結果、それぞれ 33% ずつ割り当てる、すなわちメインキャッシュに 33%、テンポラリキャッシュに 33%、LMA に 33% を割り当てるという事が推奨設定となります。一般にシステムに搭載可能な RAM の 80% が IQ で使用できるメモリですのでそれから 33% ずつ割り当てて下さい。実際に RAM がどのくらい使用できるかはきちんと測定したほうが良いでしょう。

7.2 RLV ストア

RLV ストアは SAP Sybase IQ メイン・ストアにデータがマージされる前の、変更されたデータを蓄積出来るだけの容量が必要です。この量は RLV を使用するテーブル数、データの変更量、マージの頻度に依存します。

サイジングの開始点として、RLV を使用するテーブル毎に 250~500MB を割り当てることを推奨します。この値は RLV を有効にしたテーブルに同時にロードなどが行われても変更されるデータを蓄積出来るだけの安全マージンを含んだ量が必要です。

7.3 データロードと変更

一般に、Sybase IQ の 1 件処理には、大量のメモリは必要ありません。1 件の insert、update、または delete 処理に必要なメモリ容量は、バルク処理と同じアルゴリズムを使って計算できます。違いは、1 件処理中に影響があるのは 1 件だけだということです。

通常、RAM 容量は多いほうが良いパフォーマンスを得られます。しかし、ロードについては、必ずしもこれが正しいとはかぎりません。テンポラリキャッシュは、インデックス構造体を構築するときに使用する HG および WD インデックスデータを十分格納できる大きさにサイジングする必要があります。メインキャッシュは、スワップアウトによりディスクから取得する必要がないように、すべてのインデックスのヘッダーページを十分格納できるサイズであることが必要です。また、LMA の為に IQ 外にもメモリが必要です。

ロード中に、HG インデックスは、テンポラリキャッシュを使用して、HG インデックスに必要な中間データを格納します。ロードプロセスのパス 1 フェーズで、入力データから HG インデックスを構築するために必要なデータと情報が、テンポラリキャッシュに格納されます。ロードプロセスのパス 2 フェーズでは、このデータが現在の HG インデックスと統合され、ロードプロセスのパス 2 フェーズの最終ステップで書き戻されます。パス 1 フェーズでデータを格納する十分なテンポラリキャッシュがない場合、サーバは、テンポラリ・ストア内のディスクにページをフラッシュします。ロードを最適化するため、テンポラリキャッシュのサイズは、メモリからディスクへのページングが削減または排除されるように設定することをお勧めします。大規模なロードの場合、これにはコストが高くつくことがあるため、パフォーマンスと価格のトレードオフを十分に検討する必要があります。

テンポラリキャッシュのサイジングは、非常に簡単です。ロードする HG または WD インデックスを含むすべてのカラムに、以下のアルゴリズムを適用します。

$$\text{total_pages} = 1 + ((\text{number_of_rows_in_load_files} * \text{width_of_columns_in_hg}) \\ / \text{page_size_in_bytes})$$

number_of_rows_in_load_files – LOAD TABLE または INSERT コマンドを使ってロードする合計ロー数

width_of_columns_in_hg –これは、HG インデックスに含まれるすべてのカラムの合計バイナリ幅です。マルチカラム HG インデックス（プライマリキー、ユニーク制約、外部キーなど）の場合、すべてのカラムのバイナリ幅を考慮する必要があります

page_size_in_bytes –これは、データベース作成時に指定したバイト単位のページサイズです

たとえば、ページサイズが 256KB のデータベース上で、integer 型のカラムに 1 つの HG インデックスを含むテーブルに対して 1000 万ローのロードを実行したとします。このロードに必要な総テンポラリキャッシュは、以下のようになります。

$$\text{total_pages} = 1 + ((10,000,000 * 4) / 262,144)$$

$$\text{total_pages} = 1 + (40,000,000 / 262,144)$$

$$\text{total_pages} = 153 \text{ (256KB) pages 又は 38 MB}$$

同様に、integer 型および char(10) 型カラムのプライマリキーを含むテーブルに対してロードを実行する場合、このインデックスに必要なメモリは、以下のとおりです。:

$$\text{total_pages} = 1 + ((10,000,000 * (4 + 10)) / 262,144)$$
$$\text{total_pages} = 1 + (140,000,000 / 262,144)$$
$$\text{total_pages} = 535 \text{ (256KB) pages 又は } 134 \text{ MB}$$

メインキャッシュをサイジングするには、ロードしているテーブル上に存在するインデックスのタイプを詳細に検討する必要があります。.

- FP →各 FP インデックスごとに 1 ページ (+ 最適化 FP インデックス毎にテンポラリキャッシュに 3 ページ)
- LF → LF インデックスに現在ロードしている各重複のない値ごとに 1 ページ
- HNG, DATE, TIME, and DTTM →ビットマップ中の各ビットごとに 1 ページ
- CMP →インデックスごとに 3 ページ
- HG and WD →パス 1 フェーズではテンポラリキャッシュに（上記を参照）、最終ページを構築するパス 2 フェーズではメインキャッシュに依存します。テンポラリキャッシュへの依存性のため、HG および WD インデックスに必要な最小メインキャッシュがあります。

一般に、ロードしているテーブルの各インデックスに、5 ～10 ページのメインキャッシュを割り当てる必要があります。この数値はまず手始めとして使用する概数であるため、多数の重複のない値をロードする場合は適切に調整する必要があります。

50 カラムと 25 の追加インデックスを含むテーブルの場合、以下に相当します。

$$(50 \text{ FP indexes} + 25 \text{ additional indexes}) * (5,10) \rightarrow 375\text{-}750 \text{ pages}$$
$$375 \text{ pages} * 128\text{K page size} \rightarrow 46.875 \text{ MB}$$
$$750 \text{ pages} * 128\text{K page size} \rightarrow 93.75 \text{ MB}$$

7.4 クエリ

クエリのメモリをサイジングする場合、一般に、1CPU あたりで最低でも 8 ～16 GB RAM となるように、システムを構成する必要があります。小規模なシステムの場合（8 CPU 未満）、1CPU あたり 16GB RAM にできるだけ近くなるように、また大規模なシステムの場合は、1CPU あたり 8 ～16GB の範囲でサイジングすることをお勧めします。

7.4.1 マルチホスト構成

SAP Sybase IQ では同一のメイン・ディスク領域を複数のホストで共有して実行できます。これは一般に、SAP Sybase IQ Multiplex（マルチプレックス）またはマルチノード構成と呼ばれます。

クエリに対する CPU 数の設定指針で示したように、単一のシステムを構築して多数の CPU を搭載する必要はなく、CPU を異なるマシンに搭載できます。また、この方法ではロードをホスト間で分割できます。アプリケーション側で特定の問い合わせを特定のホストで行わせるということも可能です。

例えば前述の指針からデータウェアハウスに 16 個の CPU が必要になるとします。16 個の CPU が単一のホストに搭載されるか、複数のホストに搭載されるかは、ほとんどのクエリにとって重要ではありません。各システムに 4 個の CPU と 16 ～32GBRAM を搭載し、4 台のシステムでこのソリューションを実行できます。16 の CPU と 64 ～128GB RAM を単一のハードウェアに搭載するのに比べ、小型のハードウェアを複数使用するソリューションはハードウェア価格が大幅に安価になります。

8 ストレージのサイジング

8.1 IQ_SYSTEM_MAIN のサイジング

デフォルトのメイン・ストアのサイジングは比較的簡単で、ユーザ定義の DB 領域ファイルのサイズと、マルチプレックスを構成するノードの数に基づきます。

100GB 未満のデータベースの場合、IQ_SYSTEM_MAIN のサイズを 4GB 以上とし、通常は、ユーザ定義のメインスペースサイズ（100GB データベースの場合は 5 ～10GB）の 5 ～10% とすることをお勧めします。このインスタンスをマルチプレックスに移行する場合、マルチプレックスの 1 ノードごとに 1GB のスペースを追加する必要があります。100GB データベースを含む 2 ノードシステムの場合、IQ_SYSTEM_MAIN のサイズは 7 ～12GB となります。

100GB を超えるデータベースの場合、IQ_SYSTEM_MAIN を、シンプレックスでは 8GB 以上、マルチプレックスでは 16GB 以上にするをお勧めします。IQ_SYSTEM_MAIN は通常、ユーザ定義のメインスペースサイズの 1 ～2% にサイジングします（1TB データベースの場合で 10 ～20GB）。このインスタンスをマルチプレックスに移行する場合、マルチプレックス中の 1 ノードごとに 0.1 ～0.3%（1TB につき 1 ～3GB）のスペースを追加する必要があります。1TB データベースを含む 4 ノードシステムの場合、このサイズは、最低 16GB とマルチプレックス中のノードごと（4 ノード）に 1 ～3GB、つまり 20 ～28GB となります。

8.2 一般的なガイドライン

SAP Sybase IQ のディスクサイジング要件は、CPU 速度が速くなると変わります。このセクションに記載した数値は、すべてのシステムに関する一般的なガイドラインです。対象となるシステムが、市場でも最速である場合、記載された値の一部を増やすことを検討する必要があります。これは、CPU とメモリが実行する作業量を補正するために行います。SAP Sybase IQ は通常、ディスクまたは I/O ではなく、CPU に依存する傾向があります。CPU 速度とスループットが増加するにつれて、ボトルネックは、ディスクサブシステム側に移って行きます。IQ16 では並列処理の機能拡張により、よりディスクサブシステム側に比重が移ります。

複数の FC HBA が同じバスを共有しないことを確認してください。これも、ボトルネックの原因となることがあります。

通常のテーブルもしくはテンポラリテーブルへのロードでは、各 CPU は 10～20MB/秒でデータを処理することが出来ます。問い合わせでは 1 コアあたり 50～100MB のデータを処理できます。通常、ディスクファームは、マルチプレックス中の各 CPU で 10 ～20MB/ 秒でロードを実現できるように構成します。それに

くわえてクエリ処理の為には 50~100MB/秒/コアが必要です。追加で IQ テンポラリ・ストアへの転送幅も必要です。これは IQ メインとストアと同じくらい高速である必要があります。重要度は低いです。

LVM の使用は、SAP Sybase IQ の動作要件ではなく、SAP Sybase IQ に付加価値をもたらすことは通常ありません（ただし、LVM に Sybase 以外で動作上のメリットがないわけではありません）。マルチホスト構成の場合、LVM を使用すると、LVM の「クラスタ対応」バージョンを使用する必要があるため、システム導入コストが実際に上昇します。このようなバージョンは、システム全体のコストを引き上げます。

RAW デバイスは、ファイルシステムと比べて高速の I/O 処理速度を実現し、共有複数サーバノードが同じストレージデバイスに的確にアクセスできるようにします。ただし、Sybase IQ 15.1 ESD 3 以降では、IQ デバイスに RAW デバイスを使用できないサイト向けに、ダイレクト I/O が導入されています。Sybase IQ がピークレベルで動作し続けるには、適切なファイルシステムの構成が必要です。一般に、これは、ディスク上で小さな作業単位に分割されないように、フラグメントせずに非常に大きなディスク処理が可能ないように、ファイルシステムを構成する必要があることを意味します。

SAP Sybase IQ のディスクを選択する場合、大容量（146GB、300GB、500GB、750GB 以上）のディスクを使用することをお勧めします。ディスクスピードは毎分 15000 回転以上の物を推奨します。大半の場合、SAP Sybase IQ では大容量ディスクを使用することで TB 辺りのハードウェア・システムコストを下げる事が出来ます。

以下のセクションでは、IQ メインおよびテンポラリ・ストアに割り当てるデバイス数を計算するときに使用するアルゴリズムについて概説します。これらのアルゴリズムは、手順を開始するポイントとする必要があります。大量のロード/クエリ使用が予想されるシステムでは、以下で算出されたよりも高い数値を使用してください。また、SAP Sybase IQ のラージオブジェクト構造体（BLOB および CLOB データタイプ）にデータをロードする予定のシステムでも、これらの数値を大きくする必要があります。このような数値の増加は、タスクを最適に処理するために必要となる I/O 帯域の増加に伴うものです。

8.3 ストレージのストライプサイズ、ストライプ幅およびブロックサイズ

SAP Sybase IQ がディスクに書き込む場合、理想は書き込みプロセスを最適化し、SAP Sybase IQ がディスクを専有せずに多くのディスクへ同時に書き込めるようにすることにあります。これを達成するため、ストレージサブシステムでストライプサイズ、ストライプ幅、およびブロックサイズを適切に設定する必要があります。

ストレージのサイジングのためと、ストレージ管理者の理解を促すため、以下に用語を定義します。これらの用語は、SAP Sybase IQ のものと同じですが、定義は異なります。

ストライプ幅– IQ db ファイルの RAID グループを構成する物理ディスク数。4+1 構成の RAID 5 は、幅 4 となります。RAID 0+1 構成の場合は、幅 8 となります（4 プライマリ、4 ミラー）

ブロックサイズ– RAID グループ全体に 1 つの処理として書き込まれるデータの量。理想は IQ ページサイズとできるだけ一致させることです。

ストライプサイズ– RAID グループ内の各ディスクに書き込まれるデータの量

SAP Sybase IQ を導入する場合、SAP Sybase IQ が最適パフォーマンスに必要とする合計ディスク/ スピンドル数の最低要件を満たしているかぎり、通常は、RAID グループのストライプ幅はあまり関係ありません。

最新型のストレージシステムの場合、ストライプサイズは、IQ ページサイズを超えない範囲でできるだけ一致させることをお勧めします。これにより、1 つの非常に大きなデータチャンクが 1 つの連続チャンクとして 1 つのディスクに書き込まれ、最適なパフォーマンスが保証されます。

大きなストライプサイズを使用できる場合、SAP Sybase IQ では、ページサイズよりも大きいサイズをディスクに書き込むことができます。デフォルトでは、IQ は 1 つの I/O でページを書き込みます。オプション DEFAULT_KB_PER_STRIPE のデフォルト値 1K の場合は、どのような IQ ページサイズを選択しても、Sybase IQ が、DB 領域内の次の異なる IQ ファイルに順次、IQ ページサイズ単位で書き込まれることとなります。ページより小さい単位に分割されて書き込まれることはありません。

デフォルト値は小さすぎるということはありません。IQ が書き込みを行う際はページが圧縮されて 1 回の I/O で書き込まれます。IQ はページやファイル単位で圧縮を行うわけではありません。

DEFAULT_KB_PER_STRIPE オプションは、合計に達するまで、以降の書き込みが同じファイルに行なわれることを意味します。

実際のサイジング上の問題は、SAP Sybase IQ が次のファイルへ移動する前にどのくらい書き込むかということです。例えば 256K に設定してみます。SAP Sybase IQ は、次のファイルへ移動する前に、最大 256K まで（ブロックに圧縮）db ファイルにページを書き込みます。大容量書き込みに最適化されたディスクを含む、非常に I/O 比率の高いシステムの場合、DEFAULT_KB_PER_STRIPE を IQ ページサイズ単位で増やして、最適な値を求めることができます。このオプションはデータベースの再起動無しに動的に反映され、全ての書き込みが対象となります。

RAID 5 ストレージの場合、ストライプ幅は、RAID グループ内の総ドライブ数より 1 つ少ない値となります。これにより、RAID 5 パリティディスクと、実行される書き込みが補正されます。

ブロックサイズは、データベースを作成した SAP Sybase IQ ページサイズと一致させる必要があります。一部のシステムは、この大きさのブロックサイズをサポートしていない場合があります。このような場合、64K 以上のブロックサイズを選択してください。

書き込みプロセスを説明するため、以下の図を参照してください。SAP Sybase IQ がディスクへの書き込みを実行します。この処理中、SAN または OS が、1 つの SAP Sybase IQ I/O 処理を小さなチャンクに分割することも、しないこともあります。いずれにせよ、ブロックは、各ディスクに書き込まれるストライプチャンクに分割されます。

Sybase IQ が実行される最も一般的な 2 つの RAID タイプとして、RAID 5 と RAID 0+1 を以下に説明します。

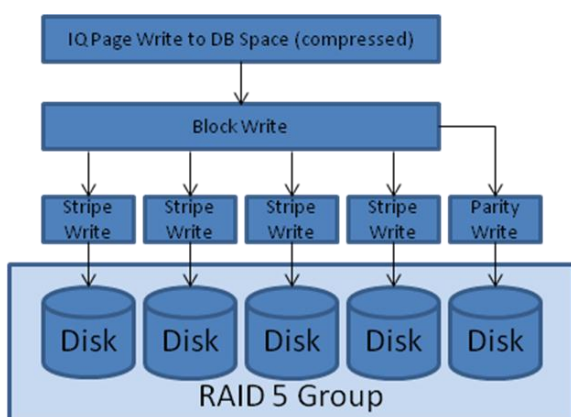


図 1 – RAID 5 (4+1) の例

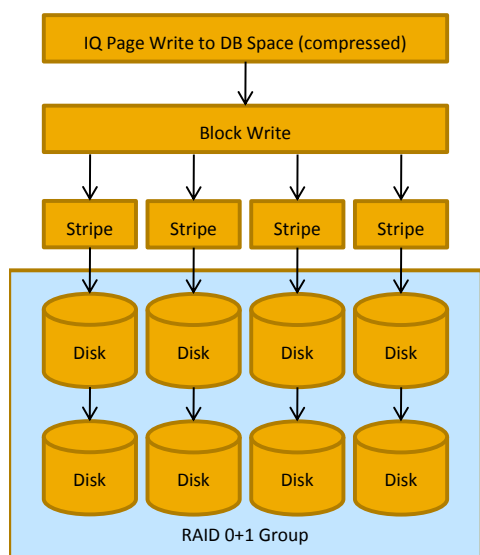


図 2 – RAID 0+1 (4 ディスク)の例

8.4 物理ドライブとデバイスコントローラー

1~3 ディスクあたり 1 コアが I/O 帯域を処理するのに必要です。一般的なハードディスクドライブは 30~40MB/秒、SSD やキャッシュを多く積んだ高速なハードディスクドライブ等は 100MB/秒以上のスループットが得られます。

非常に高い利用率が予想される高いシステムの場合、この数値を 50 ~100% 大きくし、追加のユーザや特殊なディスク集中処理によるディスクアクティビティの拡大に対応できるようにします。

例えば 20~60 ディスクを使用する場合 20 コアが必要です。I/O 集約型のシステムの場合は物理的なドライブ数は 30~120 まで増加することがあります。

IQ の物理ドライブをサイジングする場合、メイン・ストアおよびテンポラリー・ストアデバイスは、同じアルゴリズムに従います。ただし、メインおよびテンポラリー・ストアディスクは、最適なパフォーマンスとロードの分離のため、別にサイジングする必要があります。

ディスクドライブを制御するには、ディスクコントローラ（ファイバーコントローラ、ホストバスアダプター）が必要です。5 ~10 の CPU 毎に 1 つのディスクコントローラが必要となります。利用率の高いシステムでは、ロードに対応するため、コントローラを追加する必要があります。

ドライブを収容するストレージシステムと、ホストからストレージシステムへの接続も、SAP Sybase IQ のパフォーマンスに影響を及ぼします。マシンからストレージへのパスまたはストレージそのものが、SAP Sybase IQ をサポートする十分な帯域を持たない場合、多数のドライブやディスクコントローラがあっても不十分です。

一般に、ストレージシステムがサポートすべき合計帯域は、以下のアルゴリズムに従います。

$$\text{number_of_total_cores} * 100 \text{ MB/秒}$$

Number_of_total_cores はシステム全体の合計コア数です。シングルホストシステムの場合、これはホスト上にある CPU コア 数となります。マルチホストシステムの場合、すべての Sybase IQ ホスト上にある合計 CPU コア数となります。高い利用率が予想されるシステムの場合、50 ~100MB/ 秒という数値は当然大きくする必要があります。

IQ メイン・ストアおよびテンポラリー・ストアのコントローラをサイジングする場合、同じアルゴリズムに従います。ただし、メインおよびテンポラリー・ストアコントローラおよびディスクパスは、最適なパフォーマンスとロードの分離のため、お互いに別途にサイジングする必要があります。

8.5 DB ファイル

これまでの経験上、メイン・ストアとテンポラリ・ストアには 8~12 個の DB ファイルを使用します。システムメインには 1 個以上の DB ファイルが必要です。共有テンポラリ・ストアには 4 個以上の DB ファイルが必要です。もし、オプション設定でテンポラリ・ストアに作成されるオブジェクトを共有テンポラリ・ストアに作成するようにした場合、DB ファイルは最低 8~12 個必要になります。

8.6 IQ デバイスの配置

必須ではありませんが、メイン・ストアとテンポラリ・ストアの IQ デバイスは物理的に分離し、ストレージシステム内で同じ LUN や物理ドライブに置かないようにしてください。第 1 に、全体のスループット向上が望まれており、これらのデバイスを同じハードドライブに置くと、スラッシングの原因になります。ただし、ほとんどのストレージシステムにはデバイスでチューニング可能なキャッシュ・メカニズムが用意されています。その結果、異なる IQ デバイス・タイプに対してドライブ・アレイのキャッシュを個別にチューニングすることが可能です。SSD や大量のキャッシュを搭載した高速なディスク等はテンポラリ・ストアに使用したほうが良いでしょう。

8.7 IQ デバイスのマッピング

SAP Sybase IQ ストレージサブシステムを展開する場合、ストレージシステム全体を正しくサイジングすることが重要です。また、良好なパフォーマンスを得るには、ファイルシステム、メイン・ストア、およびテンポラリ・ストアデバイス間のワークロードを分離する必要があります。このような分離には、個別の HBA または I/O コントローラや、SAN インフラストラクチャでの異なるパスなどが含まれます。また、SAN では、他のアプリケーションが物理ディスクまたはスピンドルを共有しないようにしてください。

たとえば、Sybase IQ ストレージをレイアウトする概念的な概要図を以下に示します。Sybase IQ メイン・ストアは、4 つの異なる RAID 5 グルーピングで構成されます。各 RAID 5 グルーピングは、5 ディスク RAID 5 (4+1 パリティドライブ) 構成となります。RAID グループ全体は、SAN に接続されたいずれかのマシンへの 1 つのデバイスと見なされ、これら 4 ディスク (とパリティ用の 1 ディスク) のストレージコンテンツ全体が認識されます。

RAID 5 の「ディスク」は、OS では LUN と見なされます。LUN は、IQ では 1 つの db ファイルとして使用されます。論理ボリュームマネージャ (LVM) は必ずしも必要ありません。存在する場合、LVM は、他のデバイスと一緒にストライプされていない単独のディスクとして、元の LUN を Sybase IQ に認識させます。

また、マルチノード Sybase IQ 構成では、同じ IQ メインストアデバイスを同時に認識するには、マルチのホストが必要となります。ノード数が増えるにつれて、SAN および SAN スイッチにポートと帯域を追加することが、良好なパフォーマンスに欠かせません。

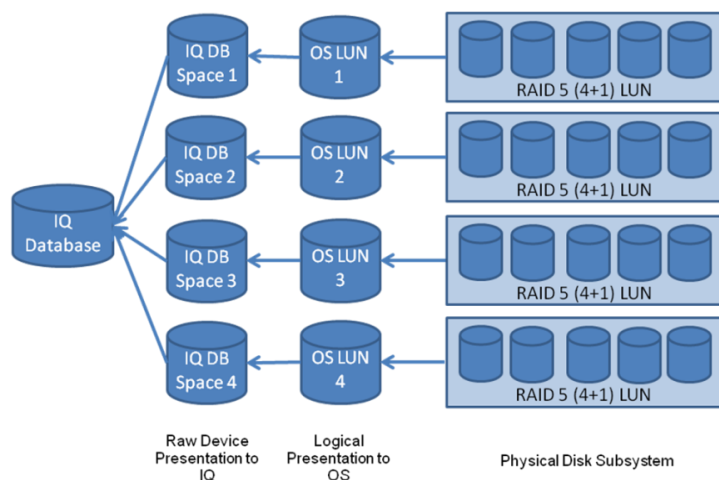


図 3 – マルチプレックスごとの IQ メインストアドライブのマッピング

ディスクレイアウトと認識は、IQ テンポラリー・ストアではあまり違いがありません。上記の例で使った 5 ディスク (4+1 パリティ) の 4 RAID 5 グルーピングが、IQ テンポラリー・ストアデバイスの例でも実行されます。

大きな違いは、IQ テンポラリー・ストアデバイスが 1 つのホストの専用となるのに比べて、メインストアデバイスはすべてのノードで共有されることです。ただし、各 Sybase IQ サーバのテンポラリー・ストアデバイスが、他の Sybase IQ インスタンスまたは Sybase IQ 以外のアプリケーションとディスク/ スピンドルリソースを共有しないことを確認しておく必要があります。

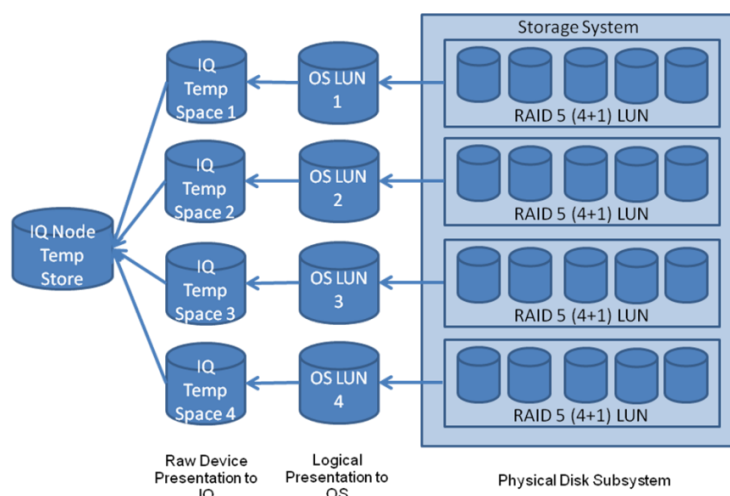


図 4 – ノードごとの IQ テンポラリーストアドライブのマッピング

9 ネットワークのサイジング

9.1 パフォーマンス

マルチブレイクス構成で DQP が無効の場合でデータロードがコーディネータノードで行われるのであればノード間は殆ど通信が発生しません。

Writer ノードがデータロードに使用される場合、Writer ノードとコーディネータノードの間でロック、ストレージ管理、コミットやロールバックの操作の為にわずかに通信が増加します。

IQ 16 では DQP 操作においてネットワークを用いたノード間のデータ転送がサポートされました。

(DQP_Enabled_Over_Network オプションを ON にする) これはネットワーク要件に重大な影響を与えます。

昨今 DQP を使用されるお客様が増えてまいりましたが、IQ16 で上記の機能を利用する場合は 10GB のイーサネットを用いる事を強く推奨します。

SAP Sybase IQ はパブリックネットワークとプライベートネットワークの両方（併用）をサポートします。推奨は DQP におけるノード間の通信にはプライベートネットワークを用いることです。これによりクライアントとの通信とノード間の通信の帯域幅が分離されます。

パフォーマンスを改善し、ネットワークの問題の危険性を軽減するためには、次の点に注意してください。

- 高速のネットワーク・カードを使用する
- 高速のネットワーク・トポロジを使用する（1Gb 対 100Mb）
- 複数のネットワーク・カードを IQ ホストに増設し、アプリケーションで異なる IP インタフェースを使用できるようにする
- クライアントアプリケーションの packet size を大きくする（ODBC、JDBC、Open Client 接続等接続方法に応じて方法は異なります。）
- insert...location 構文に 'packetsize' パラメータを使用して、リモート・データ・ロードの packet size を大きくする。これは IQ の機能として記載されていますが、現時点では packet size は 512 バイトに限定されており、今後のリリースに盛り込まれる予定です。

9.2 コンテントスイッチと IQ マルチブレイクス

IQ 16 では「ログインリダイレクション」という新機能が追加されました。この機能は論理サーバ内でクライアントが、処理負荷が高い状態にあるノードに接続しようとした際に処理負荷が低いノードに接続を転送するというロードバランシング機能を提供します。これはログインポリシーに従った動作となります。

LOGIN_REDIRECTION 論理サーバーポリシーを使用するとリダイレクションが有効になります。このポリシーを論理サーバに適用することで論理サーバの動作を変更することが出来ます。接続パラメータ、論理サーバ方ポリシー、ログインポリシーとユーザ特権は、処理のために特定のユーザが利用できるノードを決定します。

ビルトイン論理サーバー（COORDINATOR）を用いるとホスト名を知らなくても、現在のコーディネータノードを指定することができます。

ログインリダイレクションが有効な状態で接続が行われると、SAP Sybase IQ は以下の際に接続をリダイレクトします。

- （最初に）接続したノードが指定した論理サーバのメンバーノードでない場合
- （最初に）接続したノードは指定した論理サーバのメンバーノードだが、権限が不足している場合
- （最初に）接続したノードは指定した論理サーバのメンバーノードで、権限も満たしているがそのノードへの接続数が限界に達している場合

このようなログインリダイレクション機能が必要になる場合は様々です。多くのお客様はこの目的のためにコンテンツスイッチを使用します。ネットワーク関連機器ベンダー、例えば Cisco や F5、ServerIron は Web 環境などで用いられる同様の機能を持ったソリューションを提供しています。これらのソリューションでは仮想的な 1 つの IP/ポートを提供し、バックエンドのサーバ機器に IP とポートのペアをマッピングして（物理的な）転送を行う形式をとっています。IQ のログインリダイレクト機能はこのようなソリューションを必要とせずに同様の機能を実現します。

この機能は、アプリケーションが IQ マルチプレックスファームに対し、個々のノードの内容・役割を知らなくても接続を可能にします。耐障害性も考慮されており、もしあるノードがオフラインとなった場合、有効なノードに接続を転送することが出来ます。ダウンしたノードがオンラインに復帰するまで、そのノードには接続は転送されません。

ポートを複数使用して処理の分離に用いることができます。例えば 2 つ目のポートを特定のユーザのために追加した場合、ログインリダイレクト機能はポート単位で設定できますので、その特定のユーザのみログインリダイレクト機能を利用させるということも可能です。

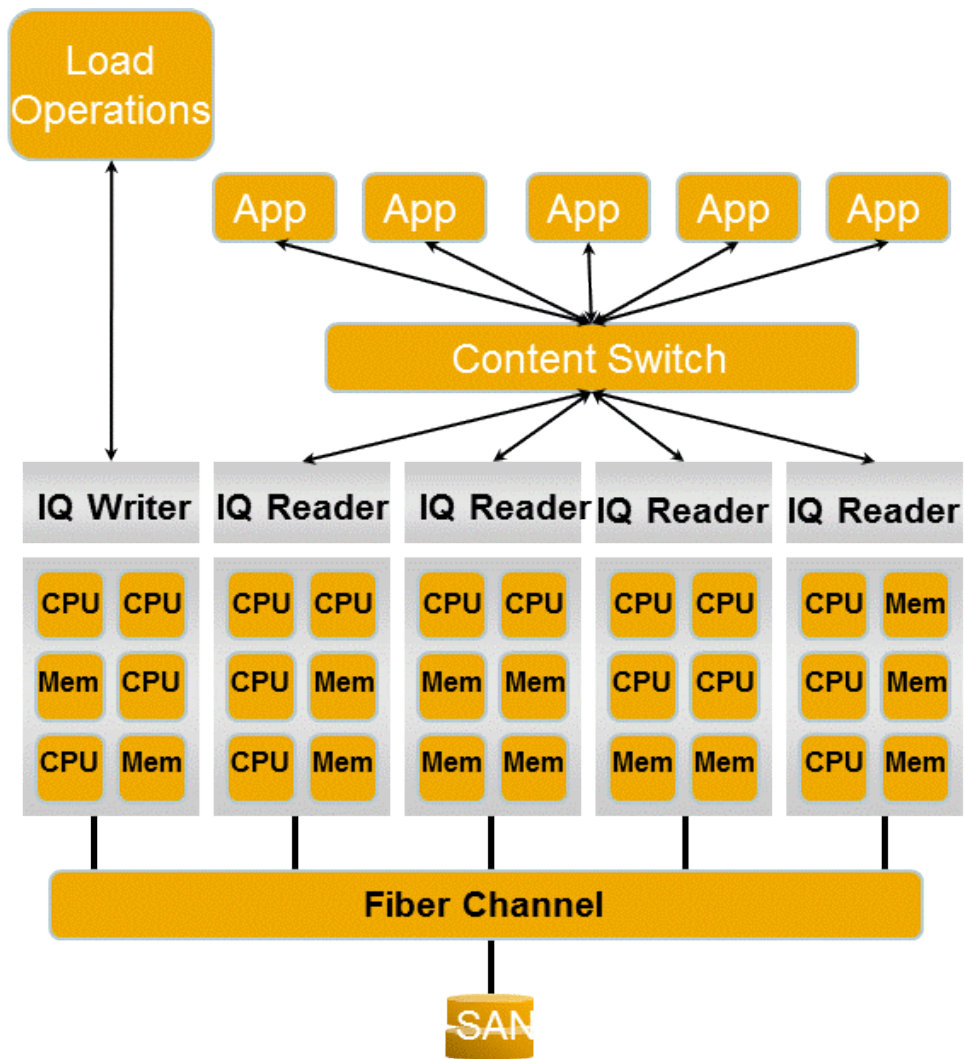


Figure 5 – IQ マルチプレックスと with コンテントスイッチ

10 IQ ページサイズ

SAP Sybase IQ では、データベースを作成するときに、IQ メイン・ストアおよびテンポラリーストアディスクデバイスに使用するページサイズを設定できます。現在のデフォルトは、128KB のページサイズです。ただし、64KB、128KB、256KB、および 512KB のページサイズも設定できます。

現在、64KB のような小さいページサイズが妥当な場合はほとんどありません。このようなサイズは通常、非常に RAM 容量が少ないシステム、32 ビットシステム、ストレージとメモリが限られた同時ユーザ数が非常に多い環境、および非常に小規模なデータベースなどで有効です。

メモリ (IQ ページ) からディスク (IQ ブロック) へデータを移動する場合、SAP Sybase IQ はディスク上の IQ ブロックにページを圧縮します。IQ がディスクに書き込む場合、メモリページとそのデータ (ユーザデータ、インデックス、ビットマップなど) を使用し、そのメモリページに圧縮アルゴリズムを適用します。圧縮アルゴリズムの最終結果がデータのチャンクであり、デフォルトでは、16 で均等に除算できるページサイズの一部となります (デフォルト設定では、1 ページあたりで 16 ブロックが許可されています)。

圧縮ステップの結果は常に、ディスク上に書き込まれるデータの連続チャンクとなります。このチャンクは、ページ上のデータの圧縮の程度に応じて異なります。チャンクは常に、IQ ブロックサイズの倍数となります (デフォルトは、ページサイズの 1/16)。

IQ ブロックサイズは、データベースの作成時に指定できますが、通常は指定の必要はありません。ほとんどの場合、デフォルトのブロックサイズで充分です (IQ ページサイズ設定の 1/16)。

IQ ページサイズは、メインストアデバイスとテンポラリー・ストアデバイスの両方に適用されます。これは、覚えておくべき重要な情報です。同時ユーザ数が多いシステムでは、テンポラリー・ストアを介したテンポラリーテーブルとワークテーブル利用率がかなり大きくなる可能性があります。通常、テンポラリーテーブルには、ソーステーブルの一部であるデータが含まれます。このデータは、多くの場合、数十から数千ローにすぎません。このようにロー数が少ないと、ページ上のデータを格納する最低要件により、オーバーヘッドが発生しやすくなります。

ページは、これらのテンポラリーオブジェクトの各カラムとインデックスに割り当てられます。オブジェクトのローが 100 ~1000 である場合、ページの大部分は空白のまま割り当てられることになります。これにより、格納しているデータと比較して、IQ テンポラリー・ストアで必要な空き容量とデータセットのテンポラリーキャッシュが大幅に増加することがあります。

たとえば、10 カラムでインデックスなしのテーブルを考えてみましょう。このテーブルには、最低で 10 ページが必要です（1 カラムあたりで 1 ページ）。データタイプとインデックスの最適化に応じて、ページは数十から数千のローを格納できます。200 ローぐらいのデータを格納するテーブルは、数千ローのデータのテーブルと同じぐらいのストレージを必要とします。

どのページサイズを使用するかを決定する場合、以下のように複数の要素を検討する必要があります。一部の要素はページサイズを左右し、その他の要素はページサイズ設定の結果となります。

- 同時ユーザ数
- テーブルのロー数
- 動作への影響（メモリ、テンポラリストレージ容量、バージョニングスペース）

10.1 同時ユーザ数

ユーザが X 人より少ないシステムはどれぐらいのページサイズを使用すべきであるかを規定するガイドラインはありません。同時ユーザ数は、データベースを作成した IQ ページサイズを左右しません。ただし、同時ユーザ数とページサイズがシステム全体に及ぼす影響は、かなり大きくなることがあります。IQ テンポラリー・ストアのページサイズ、同時ユーザ数、および仮想ストレージ（キャッシュと DB 領域）のバランスをとることが必要となります。

ページサイズが大きくなると、大きなページサイズに対応するため、RAM およびディスクスペースの容量もたくさん必要になります。同時ユーザ数が増加すると、大きなページサイズの影響により、多くのユーザを処理するため RAM およびディスク容量を拡大する必要があります。

10.2 テーブルのロー数

マニュアルでは、絶対的なデータベースサイズをページサイズの係数と言及していますが、現在の手順では、最適なページサイズを決定づける情報が他にない場合の最終手段と見なしています。ページサイズを決定する最適なデータ関連係数は、一番大きなテーブルでの予想される合計ロー数です。

『SAP Sybase IQ System Administration Guide』（Sybase IQ システム管理ガイド：第 1 巻）の第 5 章「IQ ページサイズの選択を理解するため、IQ ページサイズを設定する以下の推奨事項があります。

- 64KB --最大テーブルが最大で 10 億ローを含むデータベースの場合。これは、新しいデータベースの絶対最小値となります。32 ビットプラットフォームでは、64KB IQ ページサイズが最高のパフォーマンスを実現します。

- 128KB --最大テーブルが 10 億を超えて 40 億未満のローを含む 64 ビットプラットフォームのデータベースの場合。128KB は、デフォルトの IQ ページサイズとなります。この値はほとんどの環境で通常は問題なく使用できます。
- 256KB --最大テーブルが 40 億を超えるローを含む 64 ビットプラットフォームのデータベースの場合。
- 512KB --最大テーブルが 100 億を超えるローを含む 64 ビットプラットフォームのデータベースの場合。

最新の SAP Sybase IQ には、以下が反映されています。

- 64KB -- 32 ビット Windows 以外のシステムでは使用されていません。
- 128KB (IQ デフォルト) --大多数のデータベースではこのデフォルトページサイズが使用されています。これらのシステムは一般に、20 ～30 億ローのテーブルを使用します。
- 256KB --このページサイズを使用するシステムは 40 ～80 億ローのテーブルを含みます。
- 512KB --テーブルに数百億ローを含む大規模なシステムで、このページサイズを使用しています。

ロー数だけを使用することは、適切な IQ ページサイズの正しい指標とはなりません。一般的にはシステム上の RAM 容量が増加すると (=大規模になると)、ページサイズも増えるといえることが言えます。

10.3 動作への影響

ディスクスペースの消費、メモリの使用、およびバージョニングなど、IQ ページサイズを増やした場合に考慮すべきいくつかのマイナス面があります。

オブジェクトでのディスクスペース消費は、メイン・ストアでは問題となりません。その理由はこれらのオブジェクトが一般に大きく、ページサイズに関係なくページを満たすからです。ただし、小規模なルックアップおよび参照テーブル（通常は、数千ロー未満）ではページサイズが大きくなるとサイズが増える場合があります。小さいページは 50% がデータで埋められている一方で、大きなページでは同じデータが 25 ～33%しか埋められていないことがあります。これはデータに変わりはなくともデータを収容するストレージのデータ管理単位のサイズが変わることを意味します。

IQ では、ディスク上のデータを格納する前に圧縮アルゴリズムを適用しますが、これも懸念の一つです。ディスク上の最終的なデータは、ブロック単位で配置されます。ブロックは、デフォルトで 1 ページの 1/16 のサイズとなります。ページサイズが増えると、ブロックサイズも大きくなります。128KB のデータページは、1 つの 8KB ブロックに圧縮できます。同じデータを含む 256KB ページは、ディスク上で 16KB を使用します。

メインおよびテンポラリキャッシュは設定に従い同じサイズのままであるため、ページサイズを変更しても、メモリの使用は増えたり減ったりしません。但し、SAP Sybase IQ がキャッシュで参照できるメモリが不足する場合、パフォーマンスに影響が出ることがあります

同時接続ユーザ数が少ないシステムでは、同時接続ユーザ数が多い環境と比べて、メモリサイズが小さくても問題が発生する可能性は低いと言えます。

同時ユーザ数が増えると、メインおよびテンポラリキャッシュで使用中のページ数も増加します。ページサイズが大きく変化する場合、例えば 128KB ページを 256KB ページに倍増した場合、同じ容量の RAM に格納できるページ数は半分にになります。

ユーザが、ページ上のデータ部分を参照する場合、クエリを処理するために、多くのページを取り込む必要があります。キャッシュ専用を使用する RAM 容量を増やさないと、システムへの負荷が拡大し、新しいデータを RAM に取り込む前に、最も古いページをディスクにフラッシュアウトしてしまいます。倍増したページサイズで同じユーザ数を正しく処理するには、IQ キャッシュサイズも二倍にする必要があります。

テーブル中のロー数でのみページサイズを変更した場合、メモリ競合やディスクアクティビティの増加が発生することがあります。一般に大規模しすてむでは利用可能なメモリ容量が大きいいため影響を受けることはありません。RAM を拡張する予定がない場合でロー数によるサイジングで大きなページサイズが必要となるまでローが増加すると予想される場合、ページサイズの増加不要のように予め大きなページサイズを使用することをお勧めします。

バージョンニングは、ページサイズとの関連性が見逃されることが多い要素です。バージョンを追跡するのに必要なページ数は変化しませんが、キャッシュまたはディスク容量は増加することがあります。ページサイズを二倍にした場合、バージョンに使用するキャッシュまたはストレージの量も倍増する必要があります。

11 スレッド

11.1 スタートアップ時のスレッド割り当て

スタートアップ時に Sybase IQ に割り当てられるデフォルトのスレッド数は 2 つの要素にのみ左右されます。それは CPU コア数とユーザ接続数です (-gm スタートアップパラメータ)。またスタートアップ時に IQ が割り当てる合計スレッド数は-iqmt スタートアップオプションを使用して上書きできます。

デフォルトでは-iqmt は以下のように設定されます。:

$$60 * (\min(\text{numCores}, 4)) + 50 * (\text{numCores} - 4) + (\text{numConnections} + 6)$$

-gm (numConnections) が 20 に設定された 4 コアシステムでは以下ようになります。:

$$\text{iqmt} = 60 * (4) + 50 * (4-4) + (20+6)$$

$$\text{iqmt} = 266$$

-gm (numConnections) が 50 に設定された 12 コアシステムでは以下ようになります。:

$$\text{iqmt} = 60 * (4) + 50 * (12-4) + (50+6)$$

$$\text{iqmt} = 696$$

スレッドには接続スレッドとサーバスレッドという 2 つの明確な種類があります。これらは 1 つの大きなプールを構成して使用する形式ではありません。

接続スレッドはサーバの接続数設定に基づいてデフォルト値が算出されます(numConnections + 6)。この値は接続専用となりクエリやロードの処理には使用されません。

この挙動は-threads または-debug オプションを使用して IQ バッファーク্যাッシュモニタにより確認できます。「Free Threads (空きスレッド)」が「Reserved Threads (予約スレッド)」と同じである場合、残っているスレッドは接続用で並列処理には使用できません。

サーバスレッドは以下のように CPU コア数に基づいてデフォルト値が算出されます

$(60 * (\min(\text{numCores}, 4)) + 50 * (\text{numCores} - 4))$ 。これらのスレッドは並列ロードまたは並列クエリ

処理や、ディスク I/O の処理をサポートするために使用されます。処理を並列で実行するには、空きサーバスレッドが必要です。

-iqmt に値を設定する場合、-iqmt をデフォルトのスレッド数より大きくする必要があります。デフォルトより小さい値を指定すると SAP Sybase IQ はこれを無視しサーバを「最小スレッド」で起動するため、接続スレッドだけしか得られません。前述のように -iqmt は算出されたデフォルト値より大きな値に設定してください。これにより IQ は接続だけでなくクエリとロードの処理にもスレッドプールを確保できます。

64 ビットシステムの場合、論理的な上限は 4096 スレッドとなります。-iqmt とスタートアップパラメータ -gn で示される合計スレッド数はこの数値を超えてはいけません。-gn の値はデフォルトでは $gn + 5$ となります。この -gn は SQL Anywhere エンジンが使用するスレッド数です。

11.2 ディスク I/O スレッド

ディスク I/O を実行するスレッドには「スイーパー」と「プリフェッチ」の 2 つがあります。スイーパースレッドはダーティバッファを書き出し、プリフェッチスレッドはバッファを読み込みます。SAP Sybase IQ はメインとテンポラリのキャッシュそれぞれに上記のスレッドをペアで持っています、

それぞれのスレッド数は以下のオプションで設定します。:

`SWEEPER_THREADS_PERCENT`

`PREFETCH_THREADS_PERCENT`

各数値は SAP Sybase IQ に割り当てられた合計スレッド数の割合 (%) であり、SQL Anywhere スレッドを含みません。上記 2 つのオプションのデフォルト値は 10 です。これは IQ スレッド数の合計の 10% がスイーパースレッドとして、10% がプリフェッチスレッドとして割り当てられることを意味します。デフォルト値の 10 を使用した場合、全スレッド数のうち 20% が I/O に予約されていることを意味します。

スイーパースレッドはデータを書き出し、プリフェッチスレッドはデータを読み込みます。スイーパースレッドの処理は通常バックグラウンドで非同期に行われますが、スイーパースレッドの書き込み処理速度がバッファの変更量に間に合っていない場合、バッファマネージャがバッファの変更要求受信を一旦停止し、ディスクへの書き込みはバッファを再利用する前に受信スレッドによって（シーケンシャルに）直接実行されます。同様にプリフェッチスレッドがプリフェッチ処理に追い付かない場合、要求側スレッドはメモリ内

で該当するブロックを見つけられず、ディスク読み出しそのものを実行することが必要となります。スーパースレッドおよびプリフェッチスレッドが、ディスク I/O を実行する唯一のスレッドであることが理想です。

スーパースレッドは最も古いバッファからディスクに書き込みを行います。ディスクおよびスレッドをキューイングさせているわけではなく、スレッドはバッファを監視し見つけた内容を書き出します。

プリフェッチスレッドではオブティマイザによりフェッチする為のバッファを与えられます。オブティマイザがデータを必要としない場合、プリフェッチスレッドは待ち状態になります。プリフェッチスレッドは他の読込処理にも使用する事が出来ます。これは内部的な処理であり変更することは出来ません。

11.3 十分なスレッド数があるか？

IQ バッファーク্যাッシュモニタの-debug 出力結果には、詳細なスレッド情報を収集できるスレッド上のユニークなセクションがあります。この情報は sp_iqsysmon プロシージャでも利用可能です。

レポートのサンプル:

ThreadLimit= 1499 (100.0 %)

ThrNumThreads= 1499 (100.0 %)

ThrReserved= 566 (37.8 %)

ThrNumFree= 787 (52.5 %)

NumThrUsed 712 (47.5 %)

この例ではいくつかの興味深い情報が得られています。

まず ThreadLimit が常に ThrNumThreads と同じであり、必ず -iqmt 値より 1 小さい、または算出されたデフォルトの合計スレッド数より 1 小さい数値となります。これは SAP Sybase IQ は 1 つのスレッドを緊急接続用に確保している為です。上記の 1499 は、-iqmt が 1500 に設定されたシステムの場合となります。

次に、(ThrNumFree + NumThrUsed) は必ず ThreadLimit と同じです。いかなる場合も空きスレッド数に使用数を足すと利用可能な合計スレッド数となります。NumThrUsed にはカウンタはなく (ThreadLimit - ThrNumFree) として計算されます。

IQ は、ThrReserved で確保されたスレッド数を確認します。通常これは接続スレッドプール中のスレッド数を示します。このカウンタは他のカウンタとは直接関連性を持たず、他のカウンタが同じ数量だけ上下していなくてもわずかに変動することがあります。このようなわずかな変動は、I/O 処理に確保されたスレッドによります。

空きスレッド数は ThrNumFree で確認されます。この数値はすべてのサーバーアクティビティに使用できる空きスレッド数、すなわち、接続スレッド数とサーバスレッド数を示します。ThrNumFree と ThrReserved の数値が同じ場合、すべての利用可能な作業スレッドが使用中で、接続に確保されているスレッドのみが使用できることを意味します。このような状況が発生した場合（または値が非常に近接している場合）-iqmt を使用して作業スレッド数を増やすことをお勧めします。

© 2013 SAP AG. All rights reserved.

SAP, R/3, SAP NetWeaver, Duet, PartnerEdge, ByDesign, SAP BusinessObjects Explorer, StreamWork, SAP HANA, and other SAP products and services mentioned herein as well as their respective logos are trademarks or registered trademarks of SAP AG in Germany and other countries.

Business Objects and the Business Objects logo, BusinessObjects, Crystal Reports, Crystal Decisions, Web Intelligence, Xcelsius, and other Business Objects products and services mentioned herein as well as their respective logos are trademarks or registered trademarks of Business Objects Software Ltd. Business Objects is an SAP company.

Sybase and Adaptive Server, iAnywhere, Sybase 365, SQL Anywhere, and other Sybase products and services mentioned herein as well as their respective logos are trademarks or registered trademarks of Sybase Inc. Sybase is an SAP company.

Crossgate, m@gic EDDY, B2B 360°, and B2B 360° Services are registered trademarks of Crossgate AG in Germany and other countries. Crossgate is an SAP company.

All other product and service names mentioned are the trademarks of their respective companies. Data contained in this document serves informational purposes only. National product specifications may vary.

These materials are subject to change without notice. These materials are provided by SAP AG and its affiliated companies ("SAP Group") for informational purposes only, without representation or warranty of any kind, and SAP Group shall not be liable for errors or omissions with respect to the materials. The only warranties for SAP Group products and services are those that are set forth in the express warranty statements accompanying such products and services, if any. Nothing herein should be construed as constituting an additional warranty.

