

ES/1 NEO

MFシリーズ

MF-PREDICT

パフォーマンス・チューニング作業

第2版 2024年 2月

©版權所有者 株式会社 アイ・アイ・エム 2024年

© COPYRIGHT IIM CORPORATION, 2024

ALL RIGHT RESERVED. NO PART OF THIS PUBLICATION MAY
REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM BY ANY MEANS,
ELECTRONIC OR MECHANICAL, INCLUDING PHOTOCOPY RECORDING,
OR ANY INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM WITHOUT
PERMISSION IN WRITING FROM THE PUBLISHER.

“RESTRICTED MATERIAL OF IIM “LICENSED MATERIALS – PROPERTY OF IIM

目次

第 1 章 パフォーマンス・チューニング作業	1
1.1 本章の使用方法.....	1
IOSS01n	2
IOSS02n	4
IOSS05n	9
IOSS06n	10
IOSS08n	11
IOSS11n	11
IOSS15n	12
PRD10n	13
PRD11n	14
PRD201	16
PRD301	17
PRD401	18

第1章 パフォーマンス・チューニング作業

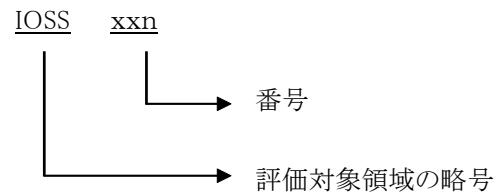
1.1 本章の使用方法

チューニング・シミュレーションでは各種のチューニング・ヒントを出力します。しかし、出力されるメッセージだけでは、そのすべてを説明することは困難です。この章では出力されるチューニング・ヒントに対応したチューニング作業について解説します。

なお、チューニング作業の具体的な実施方法で疑問などがある場合は、弊社担当者へお問い合わせください。各種の方法で、チューニング作業の支援を行います。

出力されるチューニング・ヒントには、参照コードと重要度が付加されています。参照コードは、評価対象領域の略号と3桁の番号により構成されています。この参照コードは、本章の各ページの上段に示されたページ識別名に対応付けられています。

<参照コード/ ページ識別名の形式>



IOSS01n

【説明】

入出力サブシステムへのアクセス・パスを構成するチャンネルもしくはチャンネル・パスの使用率が高すぎます。アクセス・パスのバランス化を考慮すると同時にディスク装置でのRPSミス時間に注意してください。

【解説】

ディスク装置の応答時間は次のように分類できます。



図 1.1.1-1

これらの項目のうち、アクセス・パスの使用率に関する項目は、RPSミス時間です。他の項目は、その他の要因によって決定されます。RPSミス時間はシーク動作完了後、目的レコードがリード／ライト機構の直前に到着した時点で、入出力装置と実ストレージ間のアクセス・パスを専有できるか否かによって、その長さが決まります。もし、アクセス・パスを構成するチャンネル(CH)やコントロール・ユニット(CU)およびヘッド・オブ・ストリング(HOS)のいずれかでも、他の装置に専有されていれば、目的レコードがリード／ライト機構を通過してしまいます。この場合、データ転送を開始するためには目的レコードが再びリード／ライト機構の直前に到着するまで、1回転(16.7ミリ秒)の待ちが生じます。この時間のことをRPSミス時間と呼びます。

このRPSミスは、アクセス・パスを構成する3つの装置の全てが未使用状態で、そのアクセス・パスを専有できるまで繰り返されます。このためRPSミス時間は、次の確率計算で求めることが可能です。

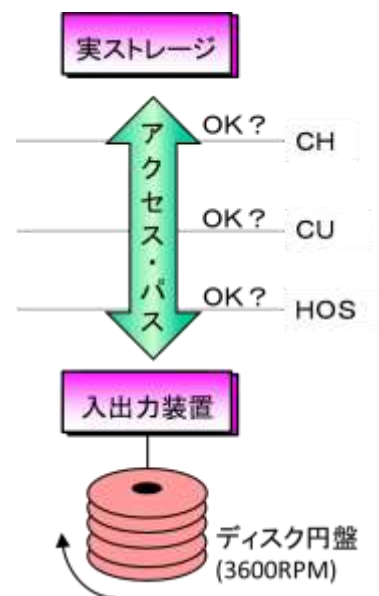


図 1.1.1-2

$$\begin{aligned} \text{RPSミス時間} &= RV \times (\text{1回ミスする確率}) + RV \times (\text{2回ミスする確率}) \\ &+ RV \times (\text{3回ミスする確率}) + \dots \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RPSミス時間} &= RV \times \rho + RV \times \rho^2 \\ &+ RV \times \rho^3 + \dots \end{aligned}$$

$$\text{RPSミス時間} = RV \times \frac{\rho}{(1-\rho)}$$

式中のRVはディスク円盤の回転時間であり、16.7ミリ秒です。また、 ρ はアクセス・パスの使用率です。チャンネル使用率からアクセス・パスの使用率を求める場合には、次式を使用して下さい。



図 1.1.1-3

DPRの無いディスク装置のアクセス・パスの使用率

$$\frac{(\text{CHB1} \times \text{CHB2} \cdots \times \text{CHBn}) + (\text{CHB1} + \text{CHB2} \cdots + \text{CHBn})}{2} / n$$

DPRの有るディスク装置へのアクセス・パスの使用率

$$\text{CHB1} \times \text{CHB2} \cdots \times \text{CHBn}$$

このように、RPSミス時間はチャンネル・パスの使用率より理論的に求めることができます。また、チャンネル・パスの使用率が増加すると、RPSミス時間は指数的に増加します。しかし、RPSミス時間を直接測定することができないため、無視されているのが現状です。

ディスク装置の性能が改善され、その処理速度が高速化されるにつれ、RPSミス時間の重要性が増しています。充分、RPSミスに注意し、ディスク装置のサービス時間を改善されることをお勧めいたします。

ディスク装置の回転数が3600RPM以外の場合は、回転時間が16.7ミリ秒ではなく、次のようになります。

$$1\text{回転時間（ミリ秒）} = \frac{60}{\text{回転数}} \times 1000$$

メーカー名	製品名	回転数（／分）
I B M	3380	3600
	3390	4260
富士通	6425 (H以外)	3600
	6425H	4340
日立製作所	6586K	3600

図 1.1.1-4

【対応策】

- ボリューム移動によるアクセス・パスの使用率をバランス化する。
- アクセス・パスを増強する。（例：ABBBの構成をABABの2系列にする。）
- DASD/ADVISORでRPSミス時間を監視する。



DASD / ADVISORはブール&バページ社の商品名でIBMシステムのみで動作します。

10SS02n

【説明】

ディスク装置へのアクセスを行う際の応答時間が長過ぎます。重要なディスクボリュームが指摘されている時は、その応答時間の内訳を調査の上対処してください。

【解説】



図 1.1.2-1

アクセス待ち時間	同一ディスク・ボリュームに複数の業務プログラムからの要求が同時に発生した時の待ち時間
アクセス・パス待ち時間	チャンネルや制御装置が使用中のため、入出力要求が待たされた時間
デバイス待ち時間	共用ディスク・ボリュームによる待ち時間
シーク	ヘッドが目的シリンダへ移動する時間
回転待ち	回転数に依存した定数 $\frac{60}{\text{回転数} \times 2} \times 1000 \text{ (ミリ秒)}$ (例) 3600RPM の時は約 8.3 ミリ秒
RPS ミス	データ転送を行う際、アクセス・パスが使用中のために待たされた時間
データ転送	データ転送に要した時間

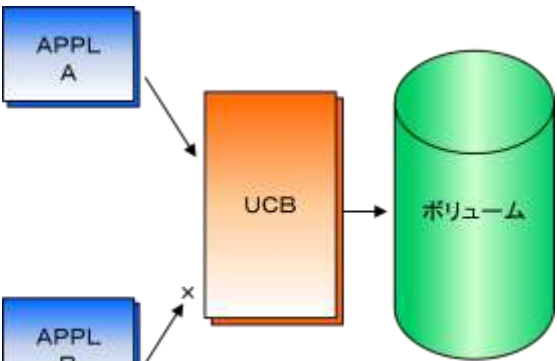
図 1.1.2-2

次に各時間の詳細を記述します。

① アクセス待ち時間

ディスク装置の場合、1台の装置にマウントされた1つのディスク・ボリューム内に、複数のデータセットを配置し、同時に使用することが可能です。同一ディスク・ボリューム内の複数データセットを1つの業務で使用する際には、シーク時間に注意するだけで事足ります。しかし、複数の業務プログラムで同一ディスク・ボリューム内のデータセットを使用する際には、そのアクセス要求はシリアルライズ(逐次化)されるため、アクセス待ち時間にも注意する必要があります。

アクセス待ち時間とは、先行した入出力動作が完了するまで入出力装置の制御テーブルであるUCB(ユニット・コントロール・ブロック)で新たなアクセス要求が待たされる時間のことです。各ソフトウェア・モニタは、このアクセス待ち時間を各ディスク装置毎に時間かもしくはキュー長でレポートします。複数の業務プログラムが同一ボリュームを全くランダムにアクセスする際の待ち時間は待ち行列技法のM/M/1の公式で求めることができます。



$$\text{アクセス待ち時間} = \text{サービス時間} \cdot \frac{\rho}{(1-\rho)}$$

式中の ρ はデバイス使用率であり、サービス時間は競合が無い状態でアクセスした時の応答時間です。この計算結果は右図のようになります。

アクセス待ち時間は、サービス時間の半分程度に抑えるべきであると考えられます。前述の式にこの条件を代入するとデバイス使用率が33.33...%であるとの結論を得ることができます。

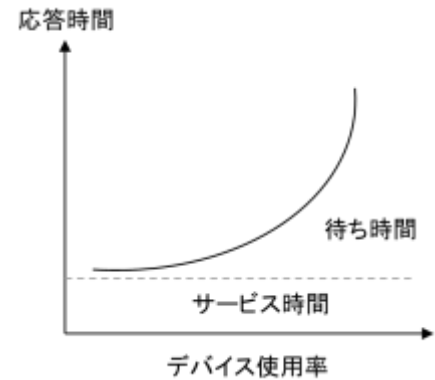


図 1.1.2-3

$$\text{アクセス待ち時間} \leq \text{サービス時間} \div 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\rho}{(1-\rho)} \quad \begin{array}{l} 0.333... \\ 0.666... \end{array}$$

この根拠で、長い間、ディスク装置のデバイス使用率は30%程度に保つようにとのガイドラインが設定されていました。

アクセス待ち時間がサービス時間の半分以上になりますと、どのように高速のデバイスを導入しても、その効果を半減させていると言えます。充分、アクセス待ち時間に注意し、ディスク装置の応答時間を改善されることをお勧めいたします。

② アクセス・パス待ち時間

オペレーティング・システムがディスク装置に入出力要求をハードウェアに実行させる際に、チャネルや制御装が使用中のために待たされた時間をアクセス・パス待ち時間と呼びます。ソフトウェア・モニタでは、ディスク・ボリュームの応答時間を次のようにレポートします。

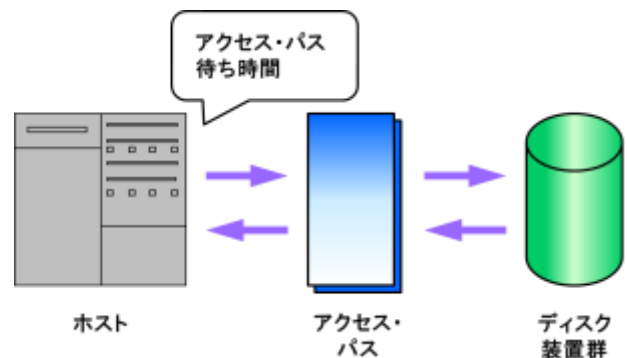


図 1.1.2-4

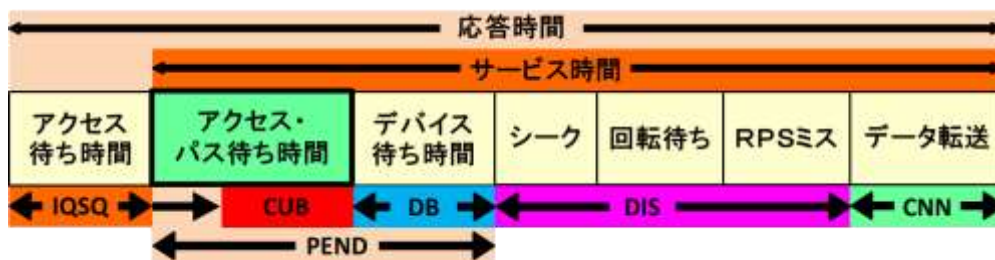


図 1.1.2-5

ES/1NEOでは、ソフトウェア・モニタが計測したデータから次の計算式を使用してアクセス・パス待ち時間を求めています。

$$\text{アクセス・パス待ち時間} = \text{ペンディング時間（PEND）} - \text{デバイス待ち時間（DB）}$$

このディスク・ボリューム毎のアクセス・パス待ち時間をアクセスするルート単位である論理制御装置で合計した時間を評価しています。この時間が長い場合、この論理制御装置に接続されているディスク・ボリューム群へのアクセス要求が多く、ディスク・ボリュームの応答時間にも影響がでていると思われます。各ディスク・ボリュームの負荷を調査し、その負荷の分散を検討してください。

③ デバイス待ち時間

同一サイトにおいて、複数システムを運用している場合、ディスク・ボリュームを共用することがあります。このようなディスク・ボリュームをアクセスする場合、その実行結果に矛盾が発生しないようにするため、リザーブ指令を使用した排他制御を行います。

例えば、システムAでVOL-BのVTOCを更新する場合、システムBからVOL-Bへのアクセスができないように、リザーブ指令を実行します。一度リザーブ指令が実行されると、次にリリース指令が出されるまで、システムBからのアクセス要求は実行を拒否されます。このために生じる待ち時間をデバイス待ち時間と言います。

このデバイス待ち時間が応答時間に占める割合が大きい場合は、各システムからのアクセス要求の正当性を調査します。そのアクセス要求が不当な場合は、その要求者を排除し、正当な場合は、該当ディスク・ボリューム内のデータセットの使用状況を調査し、データセットを他のディスク・ボリュームに分散させることを検討してください。

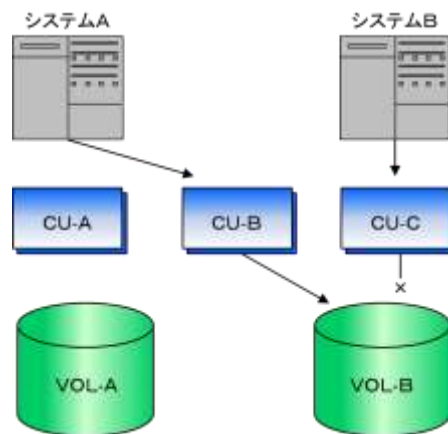


図 1.1.2-6

④ シーク

ここでは、シーク時間について説明します。

シーク時間について考察する場合、次の3つの点に注意してください。

■ 異なったデータセット間のアクセスの競合

同一ボリューム内の複数データセットが同時にアクセスされると、そのデータセット間をリード／ライト機構が移動するためのシーク時間が増加します。

■ 同一データセットの異なったエクステント間のアクセスの競合

1つのデータセットが1つの連続した領域（エクステント）で構成されるとは限りません。複数のエクステントで構成されたデータセットをアクセスする際にも、シーク時間が増加します。

■ 巨大エクステント内でのアクセスの競合

非常に大きな連続した領域で構成されたデータセットであっても、シーケンシャル以外での処理を行う場合に、シーク時間は増大します。

⑤ RPSミス

RPSミス時間はシーク動作完了後、目的レコードがリード／ライト機構の直前に到着した時点で、入出力装置と実ストレージ間のアクセス・パスを専有できるか否かによって、その長さが決まります。もし、アクセス・パスを構成するチャンネル（CH）やコントロール・ユニット（CU）およびヘッド・オブ・ストリング（HOS）のいずれかでも、他の装置に専有されていれば、目的レコードがリード／ライト機構を通過してしまいます。この場合、データ転送を開始するためには目的レコードが再びリード／ライト機構の直前に到着するまで、1回転（16.7ミリ秒）の待ちが生じます。この時間のことをRPSミス時間と呼びます。

このRPSミスは、アクセス・パスを構成する3つの装置の全てが未使用状態で、そのアクセス・パスを専有できるまで繰り返されます。このためRPSミス時間は、次の確率計算で求めることが可能です。

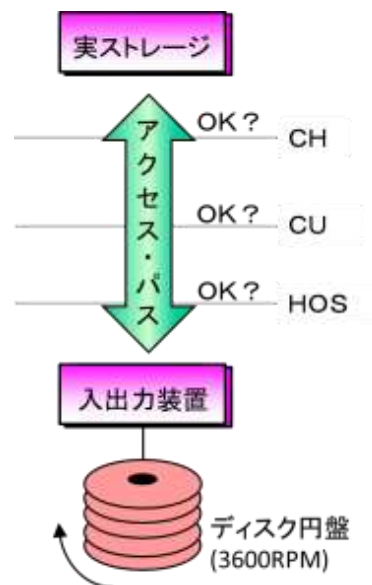
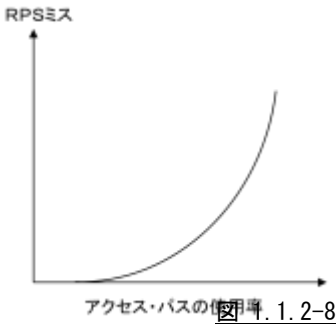


図 1.1.2-7

RPSミス時間 = RV × (1回ミスする確率) + RV × (2回ミスする確率)
+ RV × (3回ミスする確率) +

RPSミス時間 = RV × ρ + RV × ρ²
+ RV × ρ³ +

RPSミス時間 : $\frac{\rho}{(1-\rho)}$



式中のRVはディスク円盤の回転時間であり、16.7ミリ秒です。また、ρはアクセス・パスの使用率です。チャンネル使用率からアクセス・パスの使用率を求める場合には、次式を使用してください。

DPRの無いディスク装置のアクセス・パスの使用率

$$\frac{(\text{CHB1} \times \text{CHB2} \cdots \times \text{CHBn}) + (\text{CHB1} + \text{CHB2} \cdots + \text{CHBn})}{2} / n$$

DPRの有るディスク装置へのアクセス・パスの使用率

$$\text{CHB1} \times \text{CHB2} \cdots \times \text{CHBn}$$

このように、RPSミス時間はチャンネル・パスの使用率より理論的に求めることができます。また、チャンネル・パスの使用率が増加すると、RPSミス時間は指数的に増加します。しかし、RPSミス時間を直接測定することができないため、無視されているのが現状です。

ディスク装置の性能が改善され、その処理速度が高速化されるにつれ、RPSミス時間の重要性が増しています。充分、RPSミスに注意し、ディスク装置のサービス時間を改善されることをお勧めいたします。

ディスク装置の回転数が3600RPM以外の場合は、回転時間が16.7ミリ秒ではなく、次のようになります。

$$\text{1回転時間 (ミリ秒)} = \frac{60}{\text{回転数}} \times 1000$$

メーカー名	製品名	回転数 (／分)
I B M	3380	3600
	3390	4260
富士通	6425 (H以外)	3600
	6425H	4340
日立製作所	6586K	3600

図 1.1.2-9

【対応策】

① アクセス待ち時間

- 同時にアクセスされているデータセットを他のボリュームに分散する。
- 単一の区分データセットが同時にアクセスされている場合は、そのデータセットを分割し、他のボリュームに分散する。
- 資源管理プログラムへのパラメータで入出力優先順位制御を使用すると、アクセス待ち時間の長いボリュームへの優先制御が行えます。

② アクセス・パス待ち時間

- ディスク・ボリュームの負荷を調査し、ディスク・ボリュームの移動やデータセットの移動を行う。
- チャンネルを増設する。

③ デバイス待ち時間

- 共用ディスク・ボリュームへのアクセス要求の正当性を確認する。
- データセットを他のディスク・ボリュームに分散する。
- 運用において各業務プログラムの実行をシフトする。

④ シーク

- 同時にアクセスされているデータセットを他のボリュームに分散する。
- ボリューム内でのデータセットの配置を適正化する。
- データセットのエクステント数を減少させる。
- DSO (データセット・オプティマイザ) でシーク時間を監視する。
- PDLのVOLUMEサンプラーでシーク時間を監視する。
- RMFのモニタIIやSAR/Dでプログラム単位のディスク・ボリューム競合状況を監視してください。



DSOはブール&バページ社の商品名でIBMシステムでのみ稼働します。



RMF は IBM、PDL は富士通、SAR / D は日立システムのソフトウェア・モニタです。

⑤ RPSミス

- ボリューム移動によるアクセス・パスの使用率をバランス化する。
- アクセス・パスを増強する。(例:ABBBの構成をABABの2系列にする。)
- DASD/ADVISORでRPSミス時間を監視する。



DASD/ADVISORはブール&バページ社の商品名でIBMシステムのみで動作します。

IOSS05n

【説明】

オペレーティング・システムがディスク・ボリュームをアクセスするルート(アクセス・パス)毎のディスク・ボリュームの負荷が均等ではなく、大きな片寄りがあります。負荷を分散し、均等化を図ってください。

【解説】

入出力サブシステムは複数のディスク装置とそれをアクセスするルートであるアクセス・パス群により構成されています。このようなサブシステムのパフォーマンスを良好に保つ唯一の手段が、アクセスの負荷を各ハードウェア資源に均等に分散させることです。もし、負荷の分布に片寄りが発生しますと、負荷が高いハードウェア資源がシステム・ボトルネックとなります。この負荷の分布状況は、アクセス・パス(論理チャネルもしくは論理制御装置)とディスク・ボリュームの単位で監視します。アクセス・パス

の負荷分布に片寄りがある場合は、ディスク・ボリュームのRPSミス時間に注意してください。また、ディスク・ボリュームの負荷分布に片寄りがある場合は、アクセス待ち時間に注意してください。

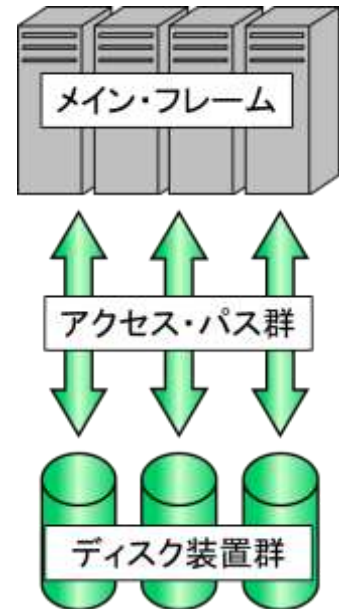


図 1.1.3-1

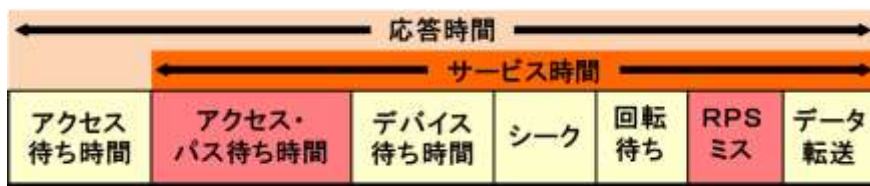


図 1.1.3-2

【対応策】

- アクセス・パスのバランス化はボリューム移動(負荷の低いアクセス・パスのディスク・ボリュームと入替え)で対応する。この場合、チューニング・ヒント“IOSS08n”に示されるディスク・ボリューム群を参考にしてください。
- ディスク・ボリュームのバランス化は、データセットの分散で対応する。

【注意点】

- このチューニング・ヒントは、I/Oスキャン機能(特定の時間帯)の評価結果です。選択された時間帯を確認してください。

IOSS06n

【説明】

ディスク・ボリュームの負荷が均等ではなく、大きな片寄りがあります。負荷の高いディスク・ボリュームで応答時間の長いディスク・ボリュームを原因コードで示された項目に対応したチューニング手法を選択して実施してください。

【解説】

入出力サブシステムの評価を行う場合、重要なディスク・ボリュームもしくは負荷の高いディスク・ボリュームに着目する必要があります。チューニングを実施する場合には、各ディスク・ボリュームの応答時間の内訳を調査し、チューニング手法を選択しなければなりません。ディスク・ボリュームの応答時間は次のように分類されます。



図 1.1.4-1

ディスク・ボリュームの応答時間の内訳で、アクセス・パス待ち時間はアクセス・パスの競合による待ち時間で1～5ミリ秒程度の時間であり、回転待ち時間は定数で、データ転送時間は、データブロック長とデータ転送速度により決定されるものです。このため、ディスク・ボリュームの応答時間を大きく変動させる要因には、アクセス待ち時間(Q)、デバイス待ち時間(C)、シーク時間(S)、RPSミス時間(R)の時間要素があります。

$$\text{デバイス待ち時間} = \frac{60}{\text{回転数} \times 2} \times 1000 \text{ミリ秒}$$

各時間要素が長くなる原因としては次のことが考えられます。

アクセス待ち時間 (Q)	:	複数の業務プログラムでの競合
デバイス待ち時間 (C)	:	複数システムでの競合
シーク時間 (S)	:	アクセス機構の競合
RPS ミス時間 (R)	:	アクセス・パスの競合

各時間の詳細につきましては、IOSS02n を参照してください。

【対応策】

- IOSS02n を参照してください。

IOSS08n**【説明】**

ディスク・ボリュームの負荷を評価した際に、負荷の低いディスク・ボリューム群を示しています。負荷の分散を行う時の候補としてください。

【解説】

入出力サブシステムは、複数のディスク装置とそれをアクセスするルートであるアクセス・パス群により構成されています。このようなサブシステムのパフォーマンスを良好に保つ唯一の手段が、アクセスの負荷を各ハードウェア資源に均等に分散させることです。もし負荷の分布に片寄りが発生しますと、負荷の高いハードウェア資源がシステム・ボトルネックとなります。負荷を分散する場合には、このチューニング・ヒントで示されたディスク・ボリューム群を移行先の候補としてください。

【対応策】

- 負荷分散時の移行先を候補リストから選択する。

【注意点】

- このチューニング・ヒントは I/O スキャン機能(特定の時間帯)の評価結果です。選択された時間帯を確認してください。

IOSS11n**【説明】**

論理チャネルか、もしくは論理制御装置のデータがありません。

【解説】

入力されたパフォーマンス・データ内に入出力サブシステムの構成データが見つかりませんでした。これは、システム特有の制限事項です。このため、チャネルの評価が出来ていません。この現象は次の場合に発生します。

- 仮想マシン (VM/AVM) 下で稼働しているオペレーティング・システム
- 国産システムの一部

【対応策】

- 特になし。

IOSS15n

【説明】

ディスクアレイ装置でパリティグループ間の負荷が均等ではなく、大きな片寄りがあります。負荷を分散して均等化を図ってください。

【解説】

ディスクアレイ装置は、従来のディスクディスクボリュームと異なり、複数の論理ボリューム群をパリティグループと呼ばれる複数のディスク装置群でエミュレートしています。このパリティグループ毎の論理ボリューム数は、ディスクアレイ装置のモデルにより異なります。論理ボリューム群はそのパリティグループを構成する全てのディスク装置群を共有します。オペレーティング・システムは論理ボリューム単位の逐次処理は行いますが、パリティグループ単位の逐次化は行いません。そのため、パリティグループ内の複数の論理ボリュームを同時にアクセスすることができますが、実際にアクセスするディスク装置群での競合により待ち状態が発生することがあります。

ディスクアレイ装置を管理するためには、パリティグループ単位や論理ボリューム単位での負荷バランスに注意する必要があります。

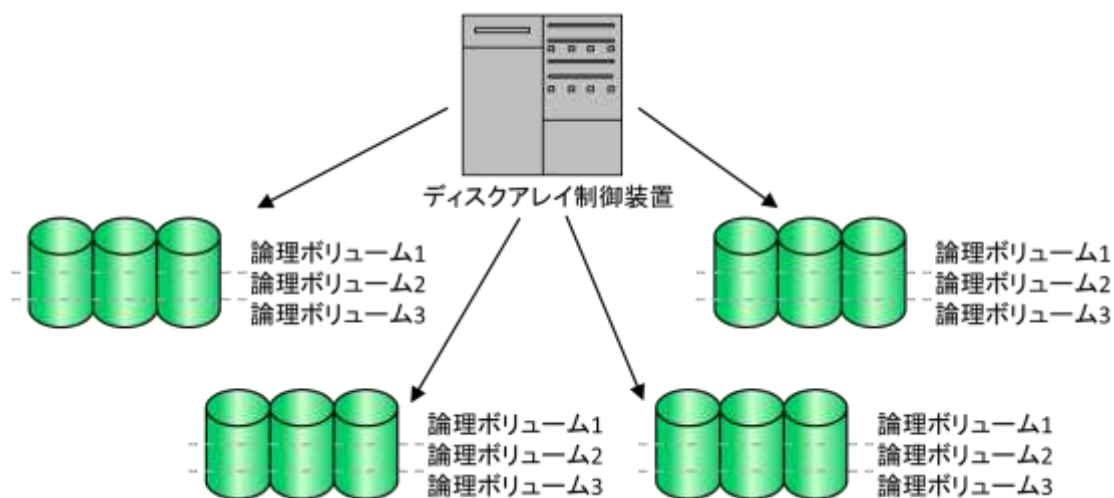


図 1.1.7-1

【対応策】

- 負荷の高い複数の論理ボリュームを同じパリティグループに配置しないようにしてください。
- 論理ボリュームのバランス化はデータセットの分散で対応してください。

PRD10n

【説明】

システム負荷指標の一つであるディスク・ボリューム群への総入出力回数とプロセッサ使用率の間に相関傾向があることが確認されました。この結果から入出力サブシステムに対するシステム負荷量の最大値を算出して評価・解析をしています。

【解説】

システムでは数多くの業務プログラムが同時に実行されており、それらの業務プログラムがプロセッサを共用しています。また、運用中の業務プログラムを制御するためのオペレーティング・システムもプロセッサを使用します。このオペレーティング・システムによるプロセッサ使用をシステム・オーバヘッドと呼び、ページングやスワップ動作および入出力割り込み処理に起因されています。このため、同時に実行される業務プログラムの本数(プログラム多重度)に比例してシステム・オーバヘッド量も増加します。また、業務プログラムによるプロセッサ使用もプログラム多重度に比例します。この際、プロセッサ使用率はプログラム多重度に比例し、線形で増加します。

運用されているシステムには、オンライン主体の場合があります。その際、プログラム多重度とプロセッサ使用率の間には、前述のような相関関係が確認できないことがあります。これは、プログラム多重度で表す「同時に実行されているプログラム本数」が、同時にスワップ・インされているアドレス空間数であることに起因します。

オンライン制御プログラムによっては、オンライン・システム起動時に一定数のアドレス空間を立ち上げ(スワップ・イン状態)で運用するものがあります。この場合、実際に処理されるトランザクションに関係なくアドレス空間が存在するため、プログラム多重度は業務負荷を表す指標にはなりません。

オンライン・システムでは、本来、同時に実行されているオンライン・トランザクション数をシステム負荷指標とすべきです。しかし、システム内ではオンライン制御プログラムだけではなくネットワーク制御プログラムなどの他のプログラムも数多く実行されています。この為、処理トランザクション数を統合的に表すディスク装置への総入出力回数をシステム負荷指標とすることが最適です。プログラム多重度をシステム負荷指標とすることが出来ないシステムでは、このディスク装置への総入出力回数をシステム負荷指標とすることができます。

総入出力回数とプロセッサ使用率について直線回帰分析を行ったところ、2つのデータ間に相関傾向を確認できました。この際の総入出力回数とプロセッサ使用率との相関度を表す相関係数が同時に表示されます。この相関係数が0.7以上で1に近い程、相関傾向が高いことを意味します。

現行システムにおいて、総入出力回数が増加していった場合、プロセッサ使用率が100%に達した時点の総入出力回数を相関判定の結果から算出することができます。これは、相関判定で総入出力回数とプロセッサ使用率の関係を直線式で表すことで可能となります。

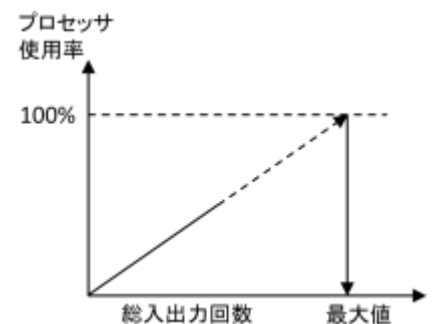


図 1.1.8-1

【対応策】

- 今後、業務負荷とシステム負荷指標としての総入出力回数との関連を調査することで、将来のプロセッサ使用率の変動を知ることができます。

【注意点】

- 評価対象の日や時間帯により、相関係数が変化する事があります。
- 相関係数が低い際には、入力とする日や時間帯を変更して再実行してください。

PRD11n

【説明】

システム負荷指標とシステム資源の間に相関傾向があることが確認されました。今後の業務負荷が増大した際のシステム資源の状況を把握するための基礎資料としてください。

【解説】

システム資源としては、プロセッサ、主記憶や拡張記憶(あるいはシステム記憶)と入出力サブシステムがあります。これらのシステム資源とシステム負荷量との特性を考える際、実際に実行している業務プログラムの特性を吟味する必要があります。

業務プログラムの特性とは、1つのトランザクション(バッチジョブやオンライン・トランザクションなど)を処理するために必要なシステム資源の使用量を意味します。これらの使用量はパフォーマンス計測ツールが収集したデータから求めることができます。

1つのトランザクションで使用するシステム資源の量が判明すると、システム負荷量が増加するごとに線形にシステム資源の負荷も増加することが判ります。例えば、プロセッサ使用率の場合、1本の業務プログラムで5%を使用する時には、10本では50%を使用すると予測できます。しかし、実際にはオペレーティング・システムのオーバーヘッドを考慮しなければなりません。この為、プロセッサ捕捉率で補正する必要があります。

ストレージの場合は、トランザクションが頻繁に使用するWSS(ワーキング・セット・サイズ)を使用します。この際、オペレーティング・システムが専有する容量やページ固定される容量などを考慮する必要があります。

プログラム多重度が増大すると入出力要求回数も同様に増加します。これは、データベースへのアクセスログ・ファイルへのアクセスが発生するためです。

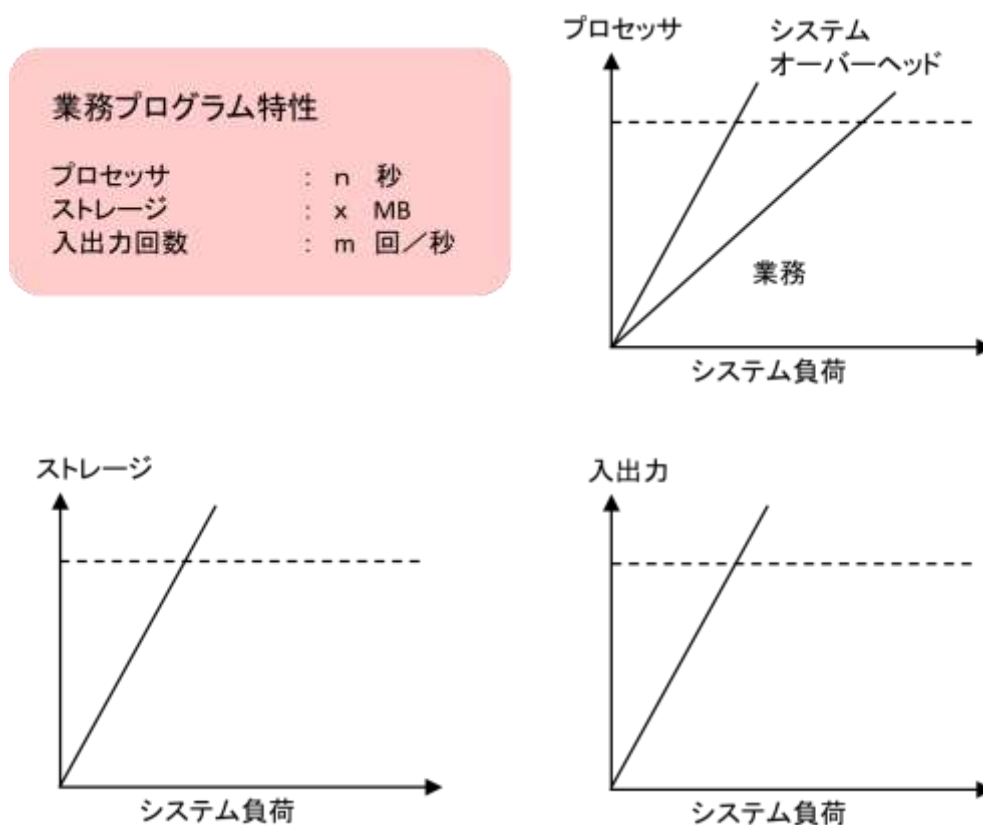


図 1.1.9-1

運用されているシステムにおいて、各システム資源の使用状況に影響を与える変動要素を見つけることは非常に重要です。各システム資源に対応する変動要素を見つけるには、そのリソースの使用率と変動要素との相関判定を行うことで可能となります。この相関判定では、次に示すシステム資源と負荷指標についての相関関係を判定しています。

<システム負荷指標>

- ・ プログラム多重度
- ・ 総入出力回数

<システム資源>

- ・ プロセッサ使用率
- ・ 主記憶使用率
- ・ 拡張記憶あるいはシステム記憶の使用率

このチューニング・ヒントでは、システム負荷指標の名称と相関傾向にあるシステム資源の名称及びその相関係数を表示しています。この中で、相関係数は、0.7以上であれば相関があると判断しています。

システム負荷指標としてはプログラム多重度と全ディスク・ボリューム群への秒当たりの総入出力回数があります。これらのシステム負荷指標とシステム資源の間に相関傾向を確認することができました。このことから、システム負荷指標が大きくなるとシステム資源も線形で増加することを意味します。

【対応策】

- 今後の業務負荷の増大に伴うシステム資源の使用状況を監視するための基礎資料としてください。

【注意点】

- 評価対象の日や時間帯に応じて、相関係数が変化する事があります。

PRD201

【説明】

システム負荷指標と主記憶使用率との相関判定で相関傾向がある場合に、最大システム負荷量を与えた際に主記憶使用率が100%を越える結果がでました。

【解説】

最大システム負荷量を求める場合、まず、システム負荷指標とプロセッサ使用率の相関判定を行います。その結果からプロセッサ使用率が100%に達した時点のシステム負荷量を最大値としています。

この際のシステム負荷指標としてはプログラム多重度と総入出力回数を対象としています。この結果からシステム負荷指標と主記憶使用率の相関判定を行い、相関傾向が確認されると最大システム負荷量に対応した主記憶使用率を算出しています。ここで算出された主記憶使用率が100%を越えた際にこのチューニング・ヒントが表示されます。

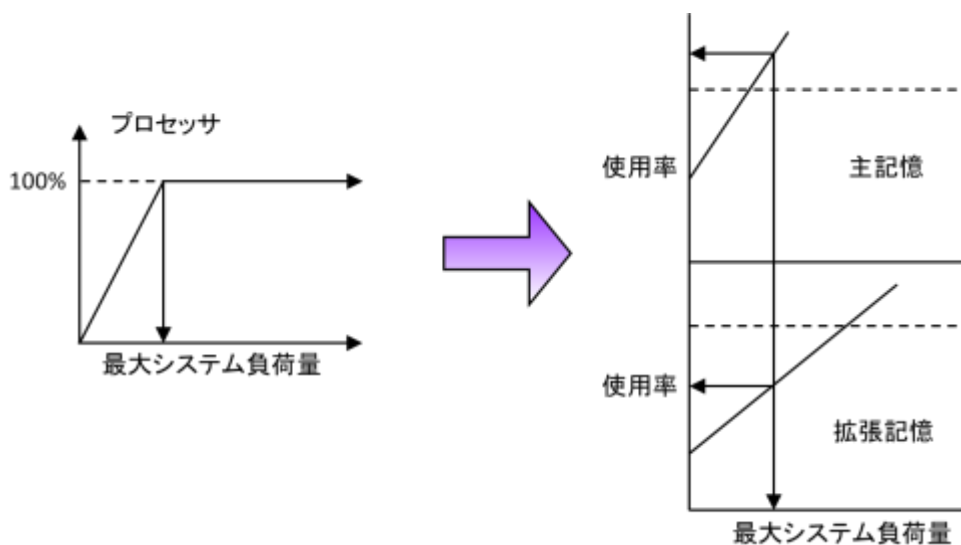


図 1.1.10-1

主記憶使用率（全体容量から未使用量を減じた値）は、オペレーティング・システムの制御がページング処理の高速化のために必ずある一定量だけを未使用域として維持するために100%になることはありません。これは、要求量が主記憶容量を越えるとその結果ページング処理が多発し業務プログラムに悪影響を与えます。これらのことから、もし、直線回帰で100%を越える結果が得られた際には、ページング処理が多発していることを示します。また、プロセッサの能力と主記憶容量のバランスを考えた際に、主記憶容量がプロセッサ能力に比べて小さいことを意味します。

【対応策】

- 今後、主記憶使用率の監視を継続してください。

【注意点】

- 評価対象の日や時間帯により、相関係数が変化する事があります。

PRD301

【説明】

システム負荷指標と拡張記憶(システム記憶)使用率との相関判定で相関傾向がある場合に、最大システム負荷量を与えた際に拡張記憶(システム記憶)使用率が100%を越える結果がでました。

【解説】

最大システム負荷量を求める場合、まず、システム負荷指標とプロセッサ使用率の相関判定を行います。その結果からプロセッサ使用率が100%に達した時点のシステム負荷量を最大値としています。この際のシステム負荷指標としてはプログラム多重度と総入出力回数を対象としています。この結果からシステム負荷指標と拡張記憶(システム記憶)使用率の相関判定を行い、相関傾向が確認されると最大システム負荷量に対応した拡張記憶(システム記憶)使用率を算出しています。ここで算出された拡張記憶(システム記憶)使用率が100%を越えた際にこのチューニング・ヒントが表示されます。

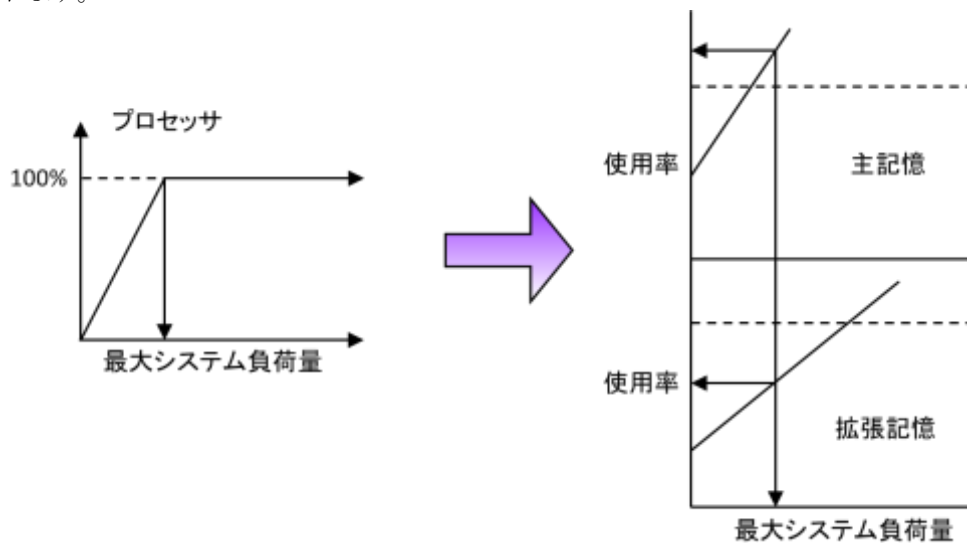


図 1.1.11-1

拡張記憶(システム記憶)使用率(全体容量から未使用量を減じた値)は、オペレーティング・システムの制御がページング処理の高速化のために必ずある一定量だけを未使用域として維持するために100%になることはありません。これは、要求量が拡張記憶(システム記憶)容量を越えるとその結果ページング処理が多発し業務プログラムに悪影響を与えます。これらのことから、もし、直線回帰で100%を越える結果が得られた際には、ページング処理が多発していることを示します。また、プロセッサの能力と拡張記憶(システム記憶)容量のバランスを考えた際に、拡張記憶(システム記憶)容量がプロセッサ能力に比べて小さいことを意味します。

【対応策】

- 今後、拡張記憶(システム記憶)使用率の監視を継続してください。

【注意点】

- 評価対象の日や時間帯により、相関係数が変化する事があります。

PRD401

【説明】

現行の入出力サブシステム構成で最大システム負荷量进行处理しようとした場合に、特定のディスクボリュームのデバイス使用率が100%を越えてしまいます。この際の最大システム負荷量は、プロセッサ使用率が100%に達した際に予想される総入出力回数から算出しています。

【解説】

ディスク・ボリュームの応答時間を説明する際には、待ち行列理論を利用する必要があります。実際に待ち行列理論をディスク・ボリュームに適用した場合には、右図のようになります。母集団とは、そのディスク・ボリュームをアクセスする業務プログラムであり、待ち行列は同時にアクセス要求が発生した際に逐次制御でUCBの待ち行列につながれます。先行する入出力が完了すると次の要求がディスク・ボリューム（サーバ）で処理されます。

右図において、リトルの法則では、平均待ち個数は平均アクセス回数と平均待ち時間の積に等しいとされています。つまり、数（長さ）を時間に換算する際に利用され、次の式で表現されます。

$$\begin{aligned} R &= Q + S \\ Nq &= \lambda \times Q \quad \therefore Q = Nq / \lambda \\ S &= \rho / \lambda \quad \therefore \rho = S \times \lambda \end{aligned}$$

上記の式は、パフォーマンス計測ツールで収集されたデータから時間に換算する際に利用されています。また、この関係をプロットすると応答時間や使用率との関連は次のようになります。

これらのことから、個々のディスク・ボリュームへのアクセス回数が增大した際のディスク装置の使用率を算出することができます。ディスク装置の使用率はアクセス回数（到着率）とサービス時間の積で求められます。その値は100%を越えることはありません。

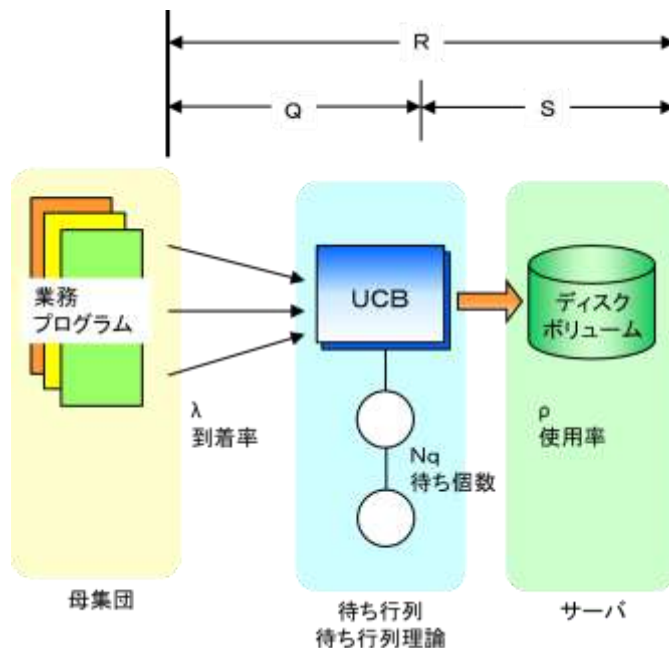


図 1.1.12-1

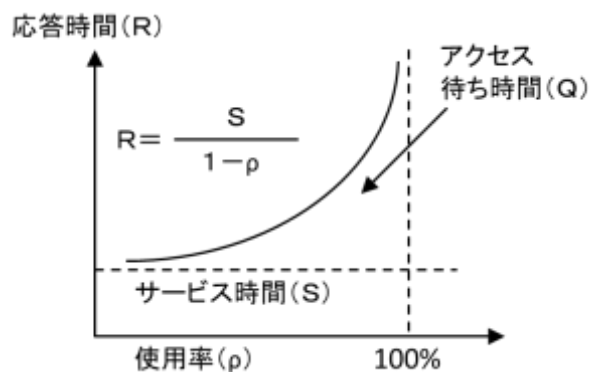


図 1.1.12-2

【対応策】

- 今後の業務負荷の増大に注意して下さい。
- データセットの再配置や分割などでアクセス回数を減らすことを検討して下さい。
- 最大システム負荷量については、「PRD10n」を参照して下さい。

【注意点】

- 評価対象の日や時間帯により、予測された応答時間が変化する事があります。