

## ファイル管理テーブル VTOC のアクセス方式が システム性能に及ぼす影響†

末 永 正††\* 藤 村 直 美††\*\* 牛 島 和 夫††

汎用計算機システムにおけるファイルは、通常磁気ディスク装置の記録媒体（ボリュームと呼ぶ）上に記録され、それぞれのボリュームごとに VTOC (Volume Table Of Contents) と呼ばれるファイル・ラベル（一種のファイル）によって管理されている。最近のように、1 ボリュームの記憶容量が大きくなると、1 ボリューム上のファイル数が多くなり、VTOC アクセス方式の効率がシステム全体の性能に大きな影響を与えるようになる。しかし、ファイル・ラベルに対するアクセス効率の分析については、今まで定量的な評価があまり行われないうまま放置されてきた。ここでは、代表的な 3 種類の VTOC アクセス方式がシステム性能に及ぼす影響について考察する。

### 1. はじめに

現在の情報処理においては、それぞれの目的にあわせてパソコンからスーパーコンピュータまで適宜使い分けが行われている。しかしながら、その中でも汎用計算機システムは依然として情報処理の中核であり、民間企業だけでなく大学や研究所などにおいても重要な役割を果たしている。こうした汎用計算機システムの総合処理能力が実は磁気ディスク装置の性能に大きく依存する場合が多いことは広く知られている。しかし、近年、磁気ディスク装置の大容量化に伴って、1 台の磁気ディスク装置に記録されるファイル数が増大しているにもかかわらず、目的のファイルを見出す手法についての十分な解析はなされていない。

汎用計算機システムにおける一般のファイルは、磁気ディスク装置の記録媒体（ボリュームと呼ぶ）上に記録され、それぞれのボリュームごとに VTOC (Volume Table Of Contents) と呼ばれるファイル・ラベル（一種のファイル）によって管理されている。あるファイルを参照する場合、VTOC から目的ファイルのエントリを探し、実際の記録位置を得る。また、ファイルを新規に作成する場合、同名のファイルが存在しないことを確認した後でそのファイルのエントリを VTOC に追加する。そのためファイルのアクセスに際しては必ず VTOC に対するアクセスを伴う。

最近のように 1 ボリュームの記憶容量が大きくなると、1 ボリューム上のファイル数が多くなり、VTOC アクセス方式の効率がシステム全体の性能に大きな影響を与えるようになる。しかし、ファイル・ラベルに対するアクセス効率の分析については、今まで定量的な評価があまり行われていないまま見過ごされてきた。数少ない評価例として、2 種類のアクセス方式を比較した文献<sup>1)</sup>があるが、総合的な分析がなされていない。

VTOC アクセス方式には様々な種類が考えられる。ここでは実用化されている 3 種類の VTOC アクセス方式<sup>2)~4)</sup>について考察する。さらに、九州大学情報処理教育センター（以下、センターと略す）における 5 年間の運用を通じて、それぞれの VTOC アクセス方式を採用したことによる性能の変化について解析・評価する。

### 2. VTOC アクセス方式

VTOC は、6 種類の制御ブロック (DSCB と呼ぶ) を重複してもつ一種の順編成ファイルである。各ブロックは、キー部とデータ部から構成される。OS (Operating System) は、ファイルの割り当て要求があると、VTOC 中の該当ファイルの DSCB を探し、実際のファイル位置を得る。1 ボリューム内のファイル数が増大すると、DSCB の検索効率が著しく低下することがある。VTOC に対するアクセス比率が高い場合（筆者らが使用しているシステムでは、全アクセスの 1/2 を超える）、そのアクセス効率は非常に重要である。

ここでは、以下の代表的なアクセス方式を考える。

- i) VTOC 領域を先頭から順番に読み、目標

† A System Performance Analysis in Relation to the VTOC Access Methods by TADASHI SUENAGA, NAOMI FUJIMURA and KAZUO USHIJIMA (Educational Center for Information Processing, Kyushu University)

†† 九州大学情報処理教育センター

\* 現在 九州工業大学  
Kyushu Institute of Technology

\*\* 現在 九州芸術工科大学  
Kyushu Institute of Design

DSCB を検索するアクセス方式 (以後, S 方式と呼ぶ).

- ii) 目的ブロックへの指標 (インデクス) ファイルを新たに設け, VTOC 中の目標 DSCB へのアクセスを数回の I/O (Input/Output) によって行う方式 (以後, I 方式と呼ぶ).
- iii) ファイル名に基づいたハッシュ関数から VTOC 中の目標 DSCB の位置を直接計算する方式 (以後, H 方式と呼ぶ).

### 2.1 S 方式

この方式は, VTOC 領域の先頭から順次検索するもっとも単純な方式である. ファイルを新規に作成する場合には, すべての VTOC 領域を読み, ファイル名の重複検査を行う. ただし, 目標 DSCB の検索にはハードウェアのサーチ・キー命令を使用できる. このサーチ・キー命令は 1 命令でディスクの 1 シリンダを走査でき, CPU の負荷が少なく済む. しかし, この間, チャンネルはビジー状態が続き, 他の I/O 要求を処理できないという欠点がある. なお, この方式では, VTOC 中で使用している DSCB の最終位置を記録しており, その位置以降の無駄な検索は行わないようになっている.

### 2.2 I 方式

この方式は, インデクス・ファイルを用いて, 目標 DSCB を検索する方式である. インデクス・ファイルは, ボリュームの初期化時に S 方式の VTOC から構築される. 以後, DSCB の内容に変更がある場合 (ファイルの作成, 削除, および改名) には, このインデクス・ファイルも同時に更新される. また, ファイルの数が増えるとインデクス・ファイル中のエントリを階層的にグループ化して管理する. このときの階層化レベルは, ファイル数やファイル名の平均的な長さに依存する.

なお, インデクス・ファイルを除いた VTOC の構成は基本的に S 方式と同じである. ただし, ディスクの空領域管理や DSCB の最終位置管理は, インデクス・ファイル上で行われるため, そのための情報は存在しない.

### 2.3 H 方式

この方式は, ハッシュ関数を用いて目標 DSCB の検索を行う方式である. その目的のために, VTOC 領域を以下のように 3 つに分割管理する.

- i) ディスク空領域の管理用領域
- ii) ファイル管理用領域

### iii) オーバフロー領域

目標 DSCB は, ファイル名に基づいて計算したハッシュ値からファイル管理用領域のトラックに配置される (1 トラックには数十個の DSCB を記録できる). 目標 DSCB が特定のトラックに集中して 1 トラックに収まらなくなると, そのトラックの先頭にオーバフローが起きたことを示すフラグをたて, オーバフロー領域に記録する. 目標 DSCB を検索する場合は, まずハッシングによって求めたトラックを先頭から順に探し, オーバフロー・フラグがあればその領域も探す (オーバフロー領域では, 特別な配置規則はなく, S 方式と同様な順次検索を行う).

## 3. 分析と考察

以上に述べた 3 種類の VTOC アクセス方式について, 筆者らは, 以下の分析を行った.

- (i) 無負荷時におけるファイル処理形態 (作成, 参照, 改名, 削除) 別アクセス時間
- (ii) 実稼働時における TSS の応答性
- (iii) システムの運用管理面における保守性
- (iv) ボリュームのスペース利用効率

分析に必要な計測は, センターの計算機システムで行った. このときのシステム構成と磁気ディスク装置のハードウェア性能を表 1 に示す. センターのシステムは, 主に学生のプログラミング演習のために使用されており, FORTRAN 77 や PASCAL で記述した比較的簡単なプログラムが TSS の下で実行される. また, ユーザ個々のファイルは 1 ボリュームあたり 4~5000 個のファイルが作成される.

### 3.1 アクセス時間

VTOC アクセス時の所要時間は, ファイルの処理形態 (作成, 参照, 改名, 削除) によって異なる. 各処理形態ごとの比較を表 2 に示す. 図 1 は, ファイルを参照する際の VTOC アクセス時間がファイル数によって変化する様子を示したものである.

表 1 センターのシステム構成  
Table 1 System configuration.

計算機名	FACOM M-360 (システム A: 1986 年 10 月まで) FACOM M-380 Q (システム B: 1986 年 11 月から)
ディスク	448MB×24 スピンドル (ボリューム) 平均アクセスタイム 26.4 ミリ秒 データ転送速度 1859 KB/秒
TSS 端末	キャラクタ・ディスプレイ装置 180 台

表 2 ファイル処理時間  
Table 2 Required time for the file accesses.

処理	VTOC 方式	平均 ミリ秒	最大 ミリ秒	最小 ミリ秒	標準偏差	相関係数	回帰係数 a/b
作成	S	456	760	170	166	0.99	0.57 /168
	I	214	320	170	14	0.40	0.02 /204
	H	210	300	170	20	-0.13	-0.01 /215
参照	S	156	310	10	84	0.99	0.29 / 10
	I	49	80	20	9	0.06	0.002/ 49
	H	27	50	10	6	0.07	0.001/ 26
改名	S	435	780	120	175	0.99	0.61 /132
	I	235	360	190	16	0.28	0.02 /228
	H	256	390	200	25	0.01	0.001/256
削除	S	281	460	120	83	0.99	0.28 /138
	I	205	280	170	13	0.18	0.009/201
	H	193	330	160	19	-0.04	-0.002/194

相関係数はファイル数と処理時間との相関を示す。また回帰係数は、処理時間を  $Y$ 、ファイル数を  $X$  とし、 $Y=aX+b$  で近似したときの係数  $a$  および  $b$  である。

測定は、FILE  $i$  を計測対象のファイルとして、  
for  $i=1,1000$  do FILE  $i$  の作成、参照、改名 end  
for  $i=1,1000$  do FILE  $i$  の削除 end

の手順で行い、それぞれの処理に対応したマクロ命令 (作成: SVC 99, 参照: SVC 27, 改名: SVC 30, 削除: SVC 99) の所要時間を計測することによって行った。また、測定時の VTOC 領域は十分に大きく (5000 個のファイルを管理できる程度)、H 方式におけるオーバフロー領域は使用されていない。

上記の測定から、各アクセス方式は次のような特徴

をもつことが明らかになった。

### (1) S 方式

すべての処理形態において、ボリューム上に存在するファイルの数に比例した処理時間を要する。作成と改名の処理時間が参照に比べてかなり長く、削除はその中間にあたる。

### (2) I 方式

すべての処理形態において、処理時間に対するファイル数の影響度が低い。インデクス・ファイルの階層化レベルによる違い (この場合、125 個のファイルでレベル 1 からレベル 2 に変化した) は 20 ミリ秒程度である。

### (3) H 方式

処理時間に対するファイル数の影響度が I 方式よりもさらに低い。ただし、参照を除く処理形態において、ばらつきが大きい。

これらの結果を総合すると、ファイル数がごく少ない場合には S 方式が他の方式よりも優れていることがわかる。これは、I 方式の場合、インデクス・ファイルへのアクセスが影響しているためであり、H 方式の場合、1トラック内の DSCB (測定したシステムでは 52 個) をすべて検査しなければならないためである。S 方式と他の方式間とのファイル数による分岐点をそれぞれの回帰直線 (表 2 の回帰係数による) から求め

処理時間 (ミリ秒)

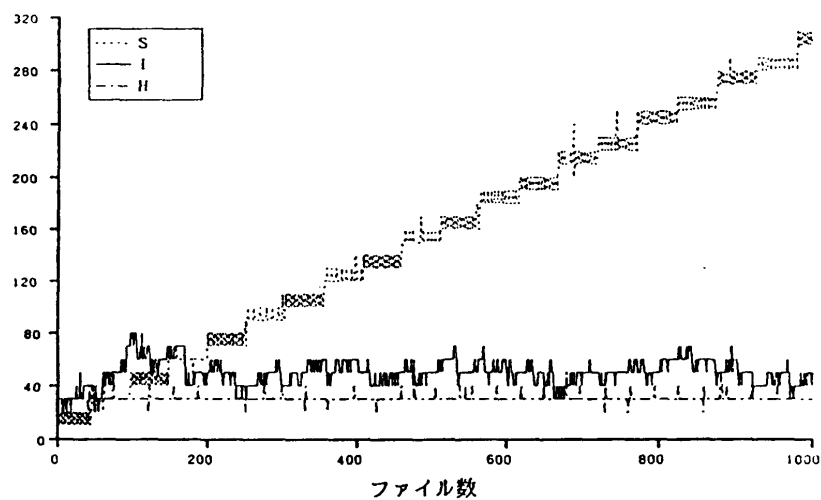


図 1 ファイル数と参照アクセス時間

Fig. 1 The number of files and the access time for reference.

ると表3のようになる。

I方式とH方式との違いを表2の平均値から判断すると、H方式による参照処理時間はI方式の約55%である。また、作成や削除の場合でも、H方式による処理時間の方が多少短い。しかし、改名では、逆に、H方式が対象ファイルのDSCBを物理的に再配置しなければならないことから、I方式よりも悪い。センターでの各ファイル処理形態比率を調査したところ、表4の結果を得た。これから、各方式のアクセス時間の期待値を求めると、I方式で69.8ミリ秒、H方式で49.7ミリ秒となる。したがって、平均的には、I方式に比べてH方式のアクセス性能が高いと判断できる。

以上、3つのアクセス方式によって、VTOCアクセス時間が異なる様子を示した。測定は、各方式の性能特性を正確に評価するために、システムを無負荷状態にして行った。したがって、実稼働状態において性能上重要な要素であるチャンネル負荷との関係については解明できていない。しかし、チャンネル使用率が高くなれば、平均のI/O待ち時間が増えることになり、アクセス性能がチャンネル使用率にも依存することは容易に推察できる。特に、目標DSCBの検索終了までのチャンネル占有時間が長いS方式の場合、チャンネル使用率を著しく高めることになり、結果的にVTOCアクセス自身の性能を低下させる。

また、ここで得られた結果は、ディスク装置のディスク回転時間に強く依存しており、ディスク装置のハードウェア性能に影響される。しかし、今日一般に使用されているディスク装置のディスク回転数は、毎分3600回転程度で一致しており、評価が大きく異なることはない。

ところで、最近のディスクでは、固体素子記憶機構(ディスク・キャッシュと呼ばれる)を付加することによって、平均のアクセス時間を短縮することができる。このディスク・キャッシュは、ディスク上のデータの一部をメモリ上に記録し、機械的な動作を伴わずにアクセスを可能にするものである。ただし、一般に普及しているこれらの装置を有効に使用するには、対象となるデータ量が少なく、リード/ライト比率の高いものが望ましい。この点、I方式のインデックス・ファイルはディスク・キャッシュの利用目的によく適合する。したがって、インデックス・ファイルをディスク・キャッシュの対象にしたI方式は、参照処理に関してもH方式に近い性能を期待できる。

表3 S方式との損益分岐ファイル数  
Table 3 Break-even number of files against the S method.

	作成	参照	改名	削除
I方式	65	135	162	232
H方式	81	55	203	198

表4 アクセス比率  
Table 4 Percentages of the file accesses.

処理種別	比率(%)
作成	7.2
参照	87.1
改名	0.1
削除	5.6

類似の方法として、インデックス・ファイルを主記憶に置き、この部分に対するI/Oを省くことによって高速化する方法が考えられる。しかし、システム障害時のデータ保全上の問題や、複数システム間でディスクを共有する際のデータ保証上の問題が残る。

### 3.2 TSSの応答性

前節では、無負荷時の各アクセス方式の性能について解析・評価してきた。しかしながら、最終的には、実稼働状態における処理性能が重要である。センターでは、過去5年間のシステム運用において、VTOCアクセス方式をS方式からI方式、H方式へと切り換えてきた。この間、主にTSSコマンドの応答時間を中心に継続して計測してきており<sup>5)</sup>、実際の運用での性能変化を調べることができた。調査期間中には入出力装置を除くシステム機器の入替があったため、同一のハードウェア環境のもとで3方式を一元的に評価できず、S方式とI方式、I方式とH方式という2段階で別々に評価した。

実働の計算機システムでは、負荷の内容(利用形態、端末接続台数など)が常に変化しており、平均端末応答時間を単純に比較しても意味がない。ここでは、システムの負荷が重くも軽くもない状態を想定し、端末接続台数が30台以上、50台以下という条件のもとでのTSSコマンドの応答時間を調査分析した。VTOCアクセス方式との関連が強いと思われるファイル操作用TSSコマンドの処理時間の変化を表5に示す。

システムA上で行ったS方式からI方式への切り換えでは、SAVE、DELETEコマンドのいずれも平均応答時間が約半分に短縮されており、改善の効果が

さい。また、S方式では最小値と最大値の差が著しいのに対し、I方式ではその差が少なく比較的安定している。応答時間のばらつきは、少なければ少ないほど、利用者に対するサービス性が均一化されることから、優れたシステムを実現する際の重要な尺度の1つである。

I方式からH方式への切り換えは、システムAと異なるシステム(システムB)上で行った。この2

つの方式を比較すると、平均値、ばらつき共にH方式の方がよい値を示している。この差は、S方式からI方式に切り換えたとときほど顕著ではない。しかし、平均値で15%以上の違いがあることは注目すべきであろう。なお、同じI方式であっても、システムAとシステムBとでは、ばらつきに違いがみられる。これについては、両システムの詳細な比較分析を行うことができず、解明できなかった。

測定したシステムには、ディスク・キャッシュがなく、このようなハードウェア環境においては、H方式がI方式を性能上凌駕することが実働状態でも確認された。なお、詳細は省略するが、システムが過負荷になっている状態でもこれらのコマンドの応答性が改善されていることが別の解析から判明している。

3.1節および本節において、各アクセス方式におけるCPU使用時間の差異、およびチャンネル使用率との関係については何も示していない。これは、システム性能の比較分析に適したデータがそろわなかったためである。計測を開始した時点で将来必要なデータをすべて予想して収集しようとしても限界があり、またデータを過去にさかのぼって収集することも不可能であることから、システム更新前後の性能解析において不十分さが残ることもやむを得ない。しかし、今後この種の計測を行う場合に採取すべきデータ項目として考慮すべきことを示唆している。

### 3.3 保守性

VTOCのアクセス方式は、これを取り扱うユーティリティの性能にも影響を与える。5000個のファイルを管理できるVTOCで、1000個のファイルを作成し、全ファイルの一覧リストをアルファベット順に印刷したときの処理経過時間は、S方式で16秒、I方式で17秒、H方式で128秒であった。

システムを管理する立場からすると、ディスクを操

表5 TSS コマンド応答時間

Table 5 Response time of the TSS commands.

VTOC方式	システム種別	測定件数	SAVE コマンド				DELETE コマンド			
			平均	最小	最大	偏差	平均	最小	最大	偏差
S	A	64	7.7	5	14	1.8	7.9	4	32	3.8
I	A	96	3.8	3	6	0.6	4.2	4	7	0.6
	B	91	4.0	3	9	1.2	3.7	3	15	1.5
H	B	111	3.2	2	6	0.7	3.1	2	7	0.9

- ・SAVE: 編集テキストの保存, DELETE: ファイルの削除。
- ・コマンドの応答時間は秒単位であり、偏差は標準偏差を示す。
- ・端末接続台数: 30台以上, 50台以下。

作するこうしたユーティリティ(ディスクの初期化、ファイル名一覧のリスティング、バックアップなど)の処理時間も非常に重要である。たとえば、ファイル名一覧をリスティングするユーティリティをファイルの課金処理や不要ファイルの削除(ゴミ消し)のために利用することがある。このような処理は通常システムのサービス時間外に単独で行うことが多く、その処理時間が長くなれば実効稼働時間の短縮を招き、利用者サービスにも直接影響を与えることになる。

また、VTOCの管理情報に矛盾が発生した場合(ディスクを複数のシステムで共用する場合に多くみられる)、その矛盾をなくすためにVTOCの再構成が必要になる。その際の処理時間はできるかぎり短いものでなければならない。約5000個のファイルを管理しているVTOCの再構成所要時間は、S方式およびI方式で約30秒、H方式で約5分であった。さらに、I方式ではS方式との相互変換が容易であるのに対し、H方式ではいったんこの方式に移行した場合、容易に他の方式に戻れないという欠点がある。以上のことから、保守性を重視するとH方式よりもI方式に優位性がある。

### 3.4 ボリュームのスペース効率

I方式とH方式は、VTOC構成の冗長性を増すことによって、S方式におけるアクセス時間の短縮を図るものである。3.2節で述べたシステムAの測定において、S方式ではVTOC領域として100トラックを割り当て、I方式ではインデクス・ファイルとして10トラックを新たに加えた。この2つの方式では、VTOCの再構成が同一VTOC上で行えることから、VTOC以外の領域をすべてファイルに割り当てることができる。システムAおよびシステムBのディスク装置には、1ボリュームあたり16660トラックのデータ記録域があり、この場合のスペース効率の低下率は

0.06% (10/(16660-100)×100) となる。

一方、H方式では、ハッシング衝突による『あふれ』の危険性を少なくするために、VTOC領域にある程度余裕をもたせる必要がある。図2は、S方式で必要なVTOC領域に対する倍率(VTOC倍率と名付ける)と、『あふれ』を起こすファイルが全ファイルに占める比率(百分率)との関係を示したものである。図2より、H方式ではS方式の1.6倍以上のVTOC領域が必要となることがわかる。また、この方式では、VTOC

の再構成のために、さらにこれと同じ領域を確保しておかなければならないという問題がある。

このことから、S方式やI方式に比べて、H方式はより多くのVTOC領域を要し、ボリュームのスペース効率が他の方式の場合よりも低下することがわかる。なお、3.3節で述べた保守性に関する問題もVTOC領域の大きさに依存しているといえる。

3.2節に示したシステムBの測定では、合計320トラックをVTOC領域と再構成用VTOC領域として割り当てた。このときのスペース効率はI方式に比べて約1.3%低下したことになる。しかし、3.1節および3.2節で述べたように、アクセス性能がI方式よりさらに15%以上向上することを考慮すると、この程度の低下率は十分許容範囲にあるといえよう。

#### 4. おわりに

以上、汎用計算機システムにおけるファイル・ラベル(VTOC)に対する3種類のアクセス方式(S方式、I方式、H方式)の特徴と性能について定量的に述べた。汎用計算機システムの利用形態は、大別して、オンライン処理、バッチ処理、およびTSS処理に分けられる。このうち、ファイル・ラベルに対するアクセス効率が重要となるのは、多数の利用者が個々のファイルを頻りに開閉するTSS処理であろう。オンライン処理では、ディスク上のファイルは常時開かれた状態にあるのが一般的であり、ファイル・ラベルへのアクセスは少ない。また、バッチ処理の場合、1ジョブの実行時間は長く、1つのジョブが参照するファイル

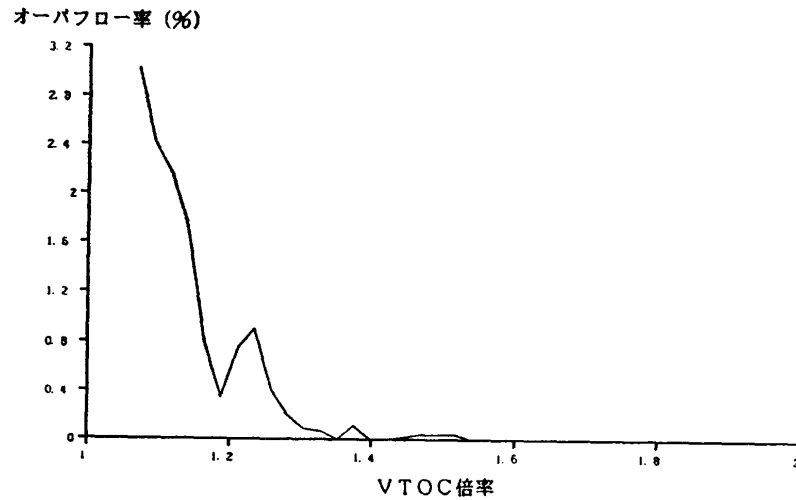


図2 VTOC倍率とオーバーフロー率  
Fig. 2 VTOC space ratio and the overflow rates.

も比較的少ないことから、ファイル・ラベルに対するアクセス頻度が少ない。上記のことから、以下に述べる本論文の結論は、TSS処理を主体にしたシステムに対して特に有効なものといえる。

本研究で分析した3種類のアクセス方式にはそれぞれ得失があり、すべてに優れた方式はない。1ボリューム中のファイルの数が少ない(100程度までの)場合、S方式が優れ、それ以上のボリュームでは、システムの規模、運用状況に応じて、I方式またはH方式を選択すべきである。I方式では保守性に優れ、H方式ではファイルの検索効率に優れている。しかしながら、ディスク・キャッシュを備えたシステムの場合、I方式でも検索効率を大幅に改善できるため、H方式よりも優れた方式といえる。これらの3方式について、本来はボリュームごとに使い分けることが望ましい。しかし、I方式とH方式の両方を同一OSで使用できるシステムは現在のところ存在しない。

九州大学情報処理教育センターでは、システム性能の分析を継続的に行い、その結果をセンターの実際の運用に役立ててきた<sup>6)</sup>。そのためにはここで使用したような簡単にかつ継続してシステム性能を評価できるような道具が有用である<sup>6),7)</sup>。センターでは、システムの利用実体に基づく分析の結果、H方式が最適な方式であると判断してこれを採用し、効果をあげている。

ところで、VTOC以外のディレクトリ管理方式を採るシステム(たとえば、多くのミニコンピュータやワークステーションで採用されているオペレーティン

グ・システム UNIX) については, ファイル・ラベルの参照方式が異なるため, 本研究で得られた結果を適用することはできない. UNIX では, ディスク上のファイル・ラベル (iノードリストと呼ばれる) と同一の内容を主記憶上に保持し, I/O を伴わずに目的のファイル位置を得ることができる. したがって, 主記憶内の検索効率が問題になるとしても, ディスク上のファイル・ラベルに対するアクセス性能が問題となることはない.

### 参 考 文 献

- 1) Wheaton, J.: Performance Comparisons of Indexed VTOCS VS OSVTOCS, CMG XV International Conference on the Management and Performance Evaluation of Computer Systems, *Conference Proceedings*, pp. 204-210 (1984).
- 2) Paans, R.: *A Close Look at MVS Systems, Mechanisms, Performance and Security*, North-Holland, New York (1986).
- 3) 富士通マニュアル: FACOM OS IV/F 4 MSP DM/DSE 運用手引書, 78 SP-2130 (1982).
- 4) 富士通マニュアル: FACOM OS IV/F 4 MSP DSEF 運用手引書, 78 SP-2250 (1986).
- 5) 藤村, 牛島: OS の改版による性能の変化とその評価について, 情報処理学会論文誌, Vol. 27, No. 12, pp. 1197-1208 (1986).
- 6) 末永, 景川, 藤村: ディスク負荷の自動分析システム, 九州大学大型計算機センター計算機科学研究報告, 第5号, pp. 9-17 (1988).
- 7) 藤村, 牛島: TSS 計算機システムの性能解析・評価システムとその適用例, 情報処理学会論文誌, Vol. 26, No. 2, pp. 365-373 (1985).

(平成元年2月20日受付)

(平成元年9月12日採録)



末永 正 (正会員)

昭和24年生. 昭和47年九州大学工学部電子工学科卒業. 同年住友金属工業(株)入社. 昭和48年九州大学大型計算機センター助手. 昭和62年九州大学情報処理教育センター助手. 平成元年九州工業大学情報科学センター助教授. 計算機システムの性能評価を主な研究テーマにしている. 人工知能学会, 電子情報通信学会各会員.



藤村 直美 (正会員)

昭和25年生. 昭和48年九州大学工学部電子工学科卒業. 昭和53年同大学院工学研究科博士課程単位取得退学. 同年九州大学工学部助手. 昭和56年九州大学情報処理教育センター助教授. 昭和63年九州芸術工科大学助教授. 工学博士. 計算機システムの性能の計測・評価・試験, ソフトウェアの品質・生産性に関心がある. 電子情報通信学会, ソフトウェア科学会, ACM, IEEE 各会員.



牛島 和夫 (正会員)

1937年生. 1961年東京大学工学部応用物理学科(数理工学)卒業. 1963年同大学院修士課程修了. 同年九州大学中央計数施設勤務. 1977年九州大学工学部情報工学科教授(計算機ソフトウェア講座担当), 現在に至る. 1964年4月から九州大学情報処理教育センター長を兼務. 工学博士. 著書「Fortran プログラミングツール」(産業図書)ほか. 日本ソフトウェア科学会, 電子情報通信学会, ACM 各会員.