
富士通 ETERNUS ディスクアレイの MAID 技術による省エネルギー

2007 年 11 月

富士通株式会社

目次

1. はじめに	1
1-1. 目的	1
1-2. 富士通 ETERNUS ディスクアレイ	1
1-3. 富士通 ETERNUS ディスクアレイの信頼性	2
1-3.1. ホットスペアディスク	2
1-3.2. 障害予兆検知	2
2. 富士通 ETERNUS ディスクアレイの省エネ機能	3
2-1. データストレージ階層の定義	3
2-1.1. ETERNUS ディスクアレイの階層ストレージ	3
2-2. ETERNUS ディスクアレイの仮想化	3
2-2.1. 情報ライフサイクル管理 (ILM)	4
2-3. ETERNUS ディスクアレイがサポートしているディスクドライブ	4
2-3.1. ETERNUS2000 がサポートしているディスクドライブ	4
2-3.2. ETERNUS8000 と ETERNUS4000 がサポートしているディスクドライブ	5
2-4. エコモード - MAID 技術	5
3. ベストプラクティス	6
3-1. エコモードの機能	6
3-2. エコモード設定のためのオペレーション形式	6
3-3. 消費電力の目安	7
3-4. エコモードが使用できない場合について	8
3-5. スケジュールの設定と RAID 構成についての注意事項	8
4. テクニカルレファレンス	9

1. はじめに

本ドキュメントでは富士通 ETERNUS ディスクアレイのエコモードを使用したエネルギー消費の削減についてご説明いたします。

1-1. 目的

ストレージ容量への要求が強まっている今日では、データセンターの電力供給、空調冷却の問題が深刻化しています。ストレージシステムの高密度化、ストレージへの貪欲な要求、そしてエネルギーコストの上昇は、データセンターの電力が危機的状況に陥る前兆と言えます。

アナリストによると、近い将来データセンターの電力、空調冷却は限界に達することが予測されており、企業がビジネスの拡張に伴って市場セグメントのITサポート強化を行うには、ITシステムとオペレーションのエネルギー効率を向上させることが必要不可欠です。米国ガートナー社は、今後数年のうちに世界のデータセンターの半分以上が電力とスペースの制約によって陳腐化され、IT予算の 3 分の 1 がエネルギーコストに費やされると予測しています。米国ガートナー社はまた、2008 年にはデータセンターのうちの 50%がITシステムの電力と空調冷却に対する要求に対応できなくなるだろうとの見通しを持っています。^{*1}

高騰するエネルギーコストの他に、より優れた性能への要求と、実装技術の高密度化(単位面積あたりのストレージ容量)も大きな要因です。増加するインターネットメディアの使用とインターネットを介した電子通信には、今後最も IT サポートが必要であると多くの専門家は見ています。

また、加速するビジネスプロセスの電子化や国による規制、および災害対策もこの傾向を加速させています。

このような状況で、企業がより新しく、さらに強力なアプリケーションを導入するには最新のハードウェアテクノロジーを選択する必要があります。最新のストレージシステムとサーバはほとんどの場合、従来機種に比べて優れたパフォーマンスと容量を、より少ないスペースで提供しています。

富士通は、高まるグリーンテクノロジーへの要求に対応すべく、過去 10 年にわたり環境に配慮する考え方を富士通の環境活動^{*2}に取り入れてきました。富士通のこういった活動の成果が、環境保護デザインとテクノロジーのリーダーシップとなって製品に反映されています。RoHS対応のストレージを提供するベンダーとして業界をリードしているのも、有害なE-Waste(電気電子機器廃棄物)の問題に取り組む必要性を認識しているからです。

富士通の ETERNUS ディスクアレイは、電力、環境に関する問題に配慮した機能を提供しています。RAID マイグレーション、RAID エクスパンションおよび LUN 結合といった仮想化機能で、ストレージ容量の使用効率を改善することができます。使用効率を改善すれば消費電力量を削減でき、コスト削減につながります。ETERNUS ディスクアレイは、アクセス頻度の低い RAID グループの回転を停止させる MAID 技術に基づいたエコモードをサポートしています。エコモードを有効に使用することで、ETERNUS ディスクアレイの消費電力量を 20%、もしくはそれ以上削減することが可能です。

電力供給の問題に対処するには消費電力の少ないシステムを選ぶことが第一ですが、消費電力を削減する方法は他にもあります。富士通 ETERNUS ディスクアレイのエコモードは、エネルギー節約の一つの方法として有効な機能です。

1-2. 富士通 ETERNUS ディスクアレイ

現在販売中の ETERNUS ディスクアレイは富士通が提供するディスクアレイ製品群の第 4 世代にあたり、ミッションクリティカル環境の全てのシステム要件を満たす製品です。ETERNUS8000 は接続性、容量の両面で高い拡張を持つ高性能、大容量ディスクアレイで、ETERNUS4000 は柔軟な構成に対応するミッドレンジクラスのディスクアレイです。また、エントリークラスの ETERNUS2000 ディスクアレイもラインナップしています。主要コンポーネント(ファン、電力供給など)は全てのモデルで冗長化しており、活性交換も可能で、高い可用性を保ちながらビジネスの継続性を支援します。

^{*1} "Meeting the Data Center Power and Cooling Challenge", Michael A. Bell, Gartner Research ID Number G00144986, 12/19/06.

^{*2} 富士通の環境活動: <http://jp.fujitsu.com/about/csr/eco/>

1-3. 富士通 ETERNUS ディスクアレイの信頼性

1-3.1. ホットスペアディスク

ホットスペアディスクは、RAID グループのディスクドライブが故障した場合のスペアディスクとして使用します。

ホットスペアディスクを使用するには、ETERNUS ディスクアレイにホットスペアディスクを設定する必要があります。ホットスペアディスクを設定すると、RAID グループ内のディスクドライブに問題が生じた場合、そのドライブのデータはホットスペアディスクに自動的にリビルドされます。

注: エコモードはホットスペアディスクには使用できません(詳細は 3-4 節をご参照ください)。

1-3.2. 障害予兆検知

ETERNUS ディスクアレイは、ディスクドライブの S.M.A.R.T 機能(セルフモニタリング・アナリシス・アンド・リポーティング・テクノロジー)を利用して監視を行い、エラー統計を集計し、RAID グループ内のデータ冗長が失われる前にディスクドライブの故障を発見します。この機能により、ディスクドライブ交換とコピー中の冗長性を維持することが出来ます。

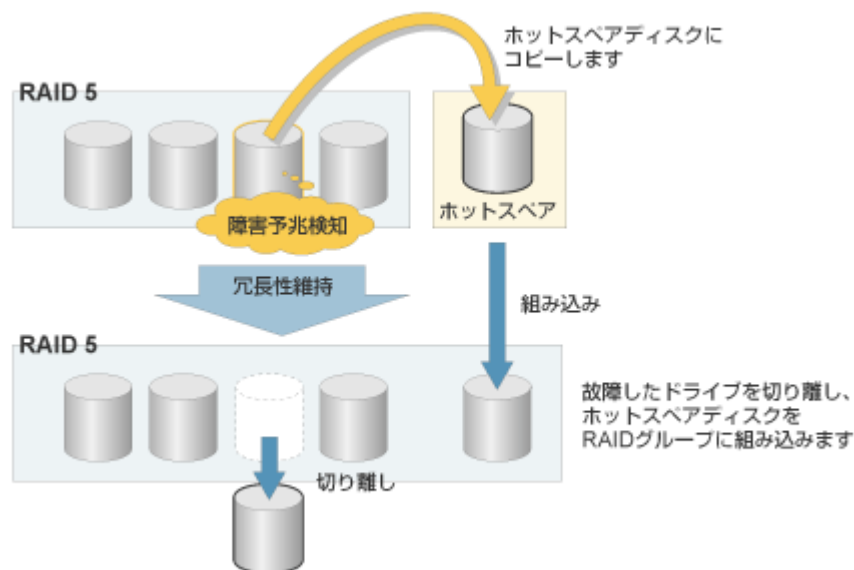
ETERNUS ディスクアレイはディスクドライブを診断し、故障の予兆を検知します。ディスクドライブの予防保守が必要と判断すると、そのドライブのデータをホットスペアに自動的にリビルドし、データの冗長性を保証します。

ディスクドライブは、必ずデータのバックアップコピーが完了した後に切り離されます。リダンダント・コピー機能がデータを完全な冗長性を維持しながらホットスペアに生成するため、リカバリープロセスの最中でも他のディスクドライブの故障をリカバリーすることができ、可用性をより高めます。

このセルフモニタリング機能とレポーティング技術により、エコモードを有効にしたドライブを含む RAID グループ内の信頼性を向上させることが出来ます。

注: リビルド/コピーバックを実施している RAID グループではエコモードを使用できません(詳細は 3-4 節をご参照ください)。

以下の図はこの機能の適用方法について説明しています。



2. 富士通 ETERNUS ディスクアレイの省エネ機能

2-1. データストレージ階層の定義

“オンライン”とは、銀行業務、金融アプリケーションやその他のミッションクリティカルなシステムに代表される高い可用性が要求されるトランザクションデータを指し、高速なファイバチャネル(FC)、SAS といった高い性能と信頼性をもつディスクドライブに格納する必要があります。

“ニアライン”とは、アクセス頻度は低いが必要に応じて使用できないデータデータを指します。医療データ、イメージ、音声ファイルや E メール・アーカイブなどがこれにあたり、比較的成本が低く、大容量で信頼性も高いニアラインディスクドライブが適しています。D2D(Disk to Disk)コピー用のストレージスペースもニアラインにあたります。

“オフライン”とは、ほとんどアクセスされないが、長期に渡るデータの安全保護目的や法的な要求などによって、または複数世代のデータスナップショットのアーカイブとして保存しなければならないデータを指し、大容量のテープドライブが最も適しています。

2-1.1. ETERNUS ディスクアレイの階層ストレージ

ETERNUS ディスクアレイでは、73GB～300GB の 15,000rpm(15Krpm)ファイバチャネルディスクドライブ、300GB の 10,000rpm(10Krpm)ファイバチャネルディスクドライブ(ETERNUS8000、ETERNUS4000 のみ)、そして 500GB、750GB の 7,200rpm(7.2Krpm)ニアラインディスクドライブのいずれのタイプのディスクドライブも使用でき、それらを混在させることも可能です。ETERNUS ディスクアレイで使用可能な様々なディスクドライブについての詳細は、2-3 節で説明しています。ETERNUS ディスクアレイは、異なるタイプやサイズのディスクドライブを使用する際、追加のハードウェアロジックを必要とせず、ディスクドライブを柔軟に構成して用途に応じて最大限に活用することができます。

2-2. ETERNUS ディスクアレイの仮想化

富士通の ETERNUS ディスクアレイは、二種類の論理ボリューム管理機能を提供します。

論理ボリュームマイグレーションは、論理ボリュームが置かれている RAID グループを変更します。論理ボリュームの全体を、ある RAID グループから別の RAID グループへサーバやアプリケーションソフトウェアに影響を与えることなく移行することができます。

一つは論理ボリュームをある RAID グループタイプから、その場で別の RAID グループに移行する機能です。つまり、現行の RAID グループで使用しているディスクドライブを移行先の RAID グループでも使用します。これは同じドライブを使用して RAID レベルを変更したい場合に有効です。例えば RAID5(3+1)から RAID1+0(2+2)への変更は、追加ディスクドライブなしに実行できます。

もう一つは、2 つの異なる RAID グループを用意し、ある RAID グループから別の RAID グループへ論理ボリュームを移行させる機能です。この機能は、異なるタイプのディスクドライブを使用して論理ボリュームを別の RAID グループに移行させる場合に適しています。例えば、10Krpm のディスクドライブを使用している RAID5 から、15Krpm ディスクドライブを使用している RAID1 へ論理ボリュームを移行させることができます。

いずれの機能を使用した場合でも、論理ボリュームへのアクセスは移行が完了すると ETERNUS ディスクアレイ内で自動的に変更されます。

この機能を複数階層のストレージでエコモードと共に使用することで、ストレージの容量管理を簡単に、効率的に行うことができます。

2-2.1. 情報ライフサイクルマネジメント(ILM)

ETERNUS ディスクアレイでは、異なるタイプのディスクドライブを混在してデータの価値や使用頻度に柔軟にマッチしたシステムを構築することができます。

使用頻度の高いデータを高性能(15Krpm)ディスクドライブに格納し、バックアップやアーカイブ用のデータをニアラインディスクドライブに格納することで、コスト効率に優れた 24 時間 365 日稼働のデータストレージを実現できます。

2-3. ETERNUS ディスクアレイがサポートしているディスクドライブ

2-3.1. ETERNUS2000 がサポートしているディスクドライブ

SASディスクドライブ
(15,000 rpm)
SAS 3Gbps

ディスク容量
円板/ヘッド数

300GB
4 / 8

146GB
2 / 4

73GB
1 / 2

**Nearline
SATAディスクドライブ**
(7,200 rpm)
SATA 3Gbps

ディスク容量
円板/ヘッド数

750GB
4 / 8

500GB
3 / 6

2-3.2. ETERNUS8000、ETERNUS4000 がサポートしているディスクドライブ

高性能オンライン FCディスクドライブ (15,000 rpm) FC 4Gbps

ディスク容量
円板/ヘッド数

300GB
4 / 8

146GB
2 / 4

73GB
1 / 2

大容量オンライン FCディスクドライブ (10,000 rpm) FC 2Gbps

ディスク容量
円板/ヘッド数

300GB
4 / 8

ニアラインSATA ディスクドライブ (7,200 rpm) FC 4Gbps

ディスク容量
円板/ヘッド数

750GB
4 / 8

500GB
3 / 6

500GB、750GB ニアラインディスクドライブを使用すると、バックアップ、アーカイブをさらにコスト効率よく行うことができます。7,200 rpm で回転し、冗長化されたインターフェースでシステムに高い信頼性を保障する一方、ニアラインディスクドライブはFCディスクドライブと比較して大幅なコスト削減が可能です。一般的に、FCディスクドライブは高いトランザクション性能と信頼性が要求されるミッションクリティカルなシステムのオンラインストレージオペレーションに使用され、ニアラインディスクドライブはアクセス頻度の低いストレージやバックアップ、アーカイブオペレーションといった、大容量を低価格で必要とするオペレーションに使用されます。

ストレージスペースの階層は、RAID1、1+0、5、6 で構成することができます。高性能トランザクションオペレーション用には 146GB/15,000rpm ファイバチャネルディスクドライブを使用した RAID1+0 を、バックアップ用には 300GB/10,000rpm ファイバチャネルディスクドライブ(ETERNUS8000、ETERNUS4000 のみ使用可能)を使用した RAID5を、そしてアーカイブ用には 500GB/7,200rpm ニアラインディスクドライブを使用した RAID5を、といった構成が可能です。

2-4. エコモード- MAID 技術

ETERNUS ディスクアレイはまた、MAID (Massive Array of Idle Disks) 技術に基づくエコモードを提供します。この機能は、アクセスパターン及びポリシー設定によってディスクドライブのスピンドル回転をオン/オフするものです。エコモードを使用しないシステム環境に比べ、大幅な消費電力削減が可能です。例えば、バックアップオペレーションの対象となるボリュームについて、使用時にディスクドライブを回転させ、コピーが完了すると回転を止めるという使い方ができます。この機能の使用により 20%、もしくはそれ以上の消費電力を削減することができます。

3. ベストプラクティス

3-1. エコモードの機能

ETERNUS8000、ETERNUS4000、ETERNUS2000 ディスクアレイはエコモードを備えており、ライセンス料無しで使用できます。

ETERNUS ディスクアレイの消費電力は、各 RAID グループのディスクドライブにスケジュールされたオペレーション期間を設定、管理することで削減できます。エコモードは RAID グループごとに設定され、各 RAID グループのディスクオペレーションのスケジュールの設定、管理は ETERNUSmgr で行います。エコモードはどのような RAID グループでも設定できますが、設定の際は各 RAID グループの使用状態を確認し、アーカイブやバックアップといったアクセス頻度の低いデータを格納している RAID グループに使用することをお勧めします。

エコモードは、最後のアクセスからエコモードをスタートさせるまでの待ち時間を選んで設定することが可能です。初期設定は 30 分で、使用方法に応じて 10 分から 60 分まで 10 分間隔で設定できます。

サーバから、あるいは高速バックアップ機能の EC (Equivalent Copy) または OPC (One Point Copy) によるアクセスがあると、停止していたディスクドライブを回転させ、短時間で通常の状態でのアクセスを可能にします。^{*3}

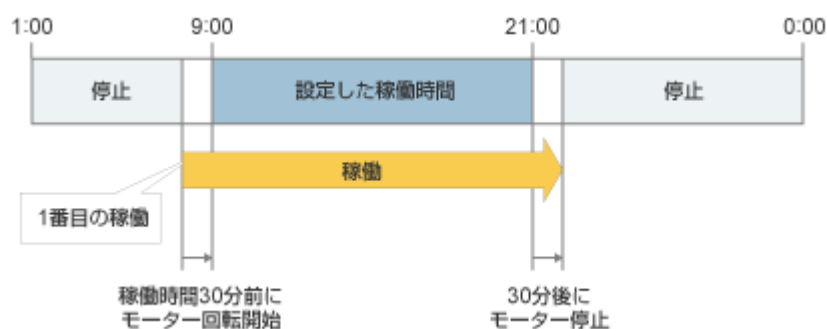
ディスクドライブを停止状態から稼働する回数^{*4}が 1 日に設定された数を超えるとアクセス頻度が増加したと見なし、エコモードはそのディスクドライブのモーターを停止しないようにします。

3-2. エコモード設定のためのオペレーション形式

ETERNUS ディスクアレイでは、実際にエコモードを稼働させる方法が二つあります。

一つはエコモードを稼働させる場合をポリシーとして設定する方法で、もう一つはディスクへのアクセスが無い状態が一定時間経過した場合にエコモードを稼働させるように設定する方法です。

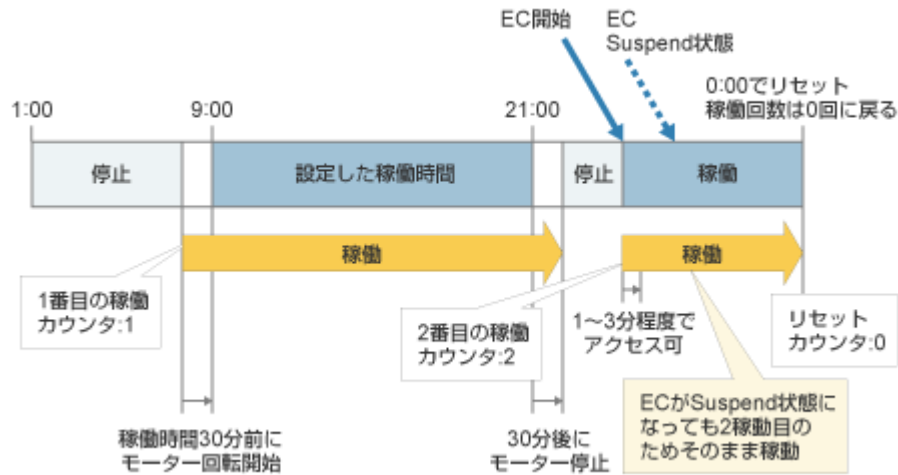
(例1) 稼働時間 9:00～21:00 設定、稼働数 2 回、スケジュール期間外のアクセスなしの場合



^{*3} 数秒～3分で通常のアクセスが可能です。

^{*4} 稼働可能回数は1～5回までの間で設定可能です。初期設定では3回となっています。

(例2) 稼働時間9:00～21:00設定、稼働数2回、スケジュール期間外のアクセスありの場合



3-3. 消費電力の目安

エコモードは、RAID グループごとに選択されたドライブの回転を止めることができ、アーカイビングやアクセス頻度の少ないオペレーション用に3階層目のストレージスペースを作成することができます。ディスクのスピンドル回転時間が少なくて済むため、エネルギーの節約と空調冷却の軽減に効果があります。ETERNUS ディスクアレイのランニングコストは他のストレージシステムに比べてかなり少なく、格納データが増えるほどその効果は顕著になります。ETERNUS ディスクアレイは、ハードウェア自体が(エコモードを使用しない場合でも)消費電力を低く抑えるよう設計されています。

エコモードが特に有効なのはシステムがスリープ状態にある場合、つまりデータがアクセスされていない状態では、大幅な消費電力の削減が可能です。

バックアップ時間の問題を解消し、D2Dバックアップによる迅速なリカバリーを実現するため、バックアップターゲット容量用のRAIDグループを定義し、そのRAIDグループをバックアップの間だけ回転させることができます。これにより経済的で、大容量の富士通ニアラインディスクドライブ上のストレージ容量の消費電力と空調冷却をさらに軽減することができます。

ETERNUS ディスクアレイ エコモード - MAID 電力仕様
 500GB/7,200 rpm ニアラインディスクドライブで測定
 回転時の電力: 19.3W
 停止時の電力: 4.7W

ETERNUS2000 の例

ETERNUS2000 モデル 200 の構成: ラックマウント、5DE、72 ディスクドライブ
 ニアラインディスクドライブ 40 本(8RAID グループ)にエコモードを設定し、16 時間/日稼働
 SAS ディスクドライブ 25 本(5RAID グループ)をエコモード設定なしで稼働
 その他: 4FC、4Gbps CA ポート、2CM、4GB キャッシュ
 消費電力(通常): 1,504kWh x 13.75 円 = 20,680 円/月
 消費電力(エコモード使用時): 1,377kWh x 13.75 円 = 18,933.75 円/月

電力コスト削減予想: 月 1,476.25 円、年間 20,955 円

注: 装置冷却コストを除く。

ETERNUS4000 の例

ETERNUS4000 モデル 500 の構成: 28 DE、420 ディスクドライブ
 ニアラインディスクドライブ 275 本をエコモード設定で 16 時間/日稼動
 FC ディスクドライブ 125 本をエコモード設定なしで稼動
 その他: 16FC、4Gbps CA ポート、2CM、32GB キャッシュ
 消費電力(通常): 8,375kWh x 13.75 円 = 115,156.25 円/月
 消費電力(エコモード使用時): 7,037kWh x 13.75 円 = 96,758.75 円
 電力コスト削減予想: 月 18,397.5 円、年間 220,770 円
 注: 装置冷却コストを除く。

3-4. エコモードが使用できない場合について

エコモードは以下のディスクドライブには使用できません。

- システムディスク
- エコモードのスケジュールが設定されていない RAID グループ内のディスク
- ホットスペアディスク

エコモードは以下のような故障が発生した場合や保守時、およびその他の機能を使用している場合は、一時的に使用できません。

エコモードが装置全体で使用できない場合

- コントローラーモジュール(CM)およびディスクアクセス経路に関するモジュールに故障した部品がある場合
- メンテナンスエンジニアが保守作業を行っている場合

エコモードがある RAID グループに対して使用できない場合

- ディスクドライブが故障した場合
- 論理ボリュームでフォーマットを実施している場合
- 論理ボリュームでロジカル・デバイス・エクспанション(LDE)を実施している場合
- 論理ボリュームでリビルド/コピーバックを実施している場合
- 論理ボリュームで暗号化を実施している場合
- 論理ボリュームで RAID マイグレーションを実施している場合
- 論理ボリュームにアドバンスド・コピーのコピーデータがある場合
- EC、REC セッションがある場合(コピーデータが無い場合を含む。ただし、EC、REC セッションをサスペンドした場合は、ディスクモーターが停止します。)
- 論理ボリュームに QuickOPC、SnapOPC セッションがある場合(コピーデータが無い場合を含む)

3-5. スケジュールの設定と RAID 構成についての注意事項

割り当てられていないディスク: エコモードを有効にした ETERNUS ディスクアレイにディスクドライブを追加した場合、そのディスクドライブは始めいずれの RAID グループにも属さず、モーターは無条件に停止します。

新しい RAID グループ: RAID グループが割り当てられていないディスクドライブから構成された場合、その RAID グループではエコモードは無効となり、構成ディスクドライブのモーターは常に回転します。

ETERNUS ディスクアレイは、起動電力を最小限にするため、一つのドライブエンクロージャ(DE)で一度に起動するディスクドライブを 8 台までとしています。8 台以上のディスクドライブを一度に起動させようとした場合は、8 台ずつ、何度かに分けて起動させます。ただしこの場合、サーバへのレスポンスタイムが長くなり、アクセスパスが切れる可能性があるため装置の RAID 構成を見直す必要があります。

クリティカルシステムモード(CSM)^{*5}が設定されている場合、I/Oタイムアウト設定によりレスポンスタイムが制限されるため、回転していないディスクドライブはサーバからのアクセスが生じても稼動せず、I/Oは行われません。この場合、ディスクオペレーションのスケジュールは業務時間に合わせて厳密に設定する必要があります。

^{*5} ETERNUS8000 では CSM が初期設定されており、解除できません。ETERNUS4000 では初期設定で解除されており、要望に応じて稼動させることができます。

ETERNUS8000、ETERNUS4000、ETERNUS2000 ディスクアレイは、ネットワークタイムプロトコル(NTP)の使用が可能で、離れた場所に設置された装置の同期化には DST(夏時間)機能もサポートしています。

4. テクニカルリファレンス

ETERNUS ディスクアレイ全製品の仕様と機能は、以下 URL の富士通ウェブサイトで公開しています。

<http://storage-system.fujitsu.com/jp/>

■ホワイトペーパーについて

本書は、技術情報として提供するものであり、本書に記載されている内容は改善のため、予告なく変更することがあります。

記載内容に誤りがあれば、富士通株式会社までお知らせください。

富士通株式会社は、本書の内容に関して、いかなる保証もいたしません。また、本書の内容に関連した、いかなる損害についてもその責任は負いません。

インターネット情報ページ <http://storage-system.fujitsu.com/jp/>

製品・サービスについてのお問い合わせは

富士通コンタクトライン 0120-933-200

受付時間 9:00～17:30 (土・日・祝・年末年始を除く)

富士通株式会社 〒105-7123 東京都港区東新橋 1-5-2 汐留シティセンター
