

# White paper FUJITSU Storage ETERNUS AF series, ETERNUS DX series と Emulex HBA で実現する Oracle Linux による エンドツーエンドのデータ保護

システム全体のさらなる信頼性の向上



## Content

はじめに	2
1. T10 PI によるデータ保護	3
■1.1 T10 PI と、DIX とは	3
■1.2 T10 PI の保護情報フィールド形式	3
■1.3 T10 PI を利用した I/O 処理の流れ	3
■1.4 DIX を利用した I/O 処理の流れ	4
2. エンドツーエンドのデータ整合性を実現するコンポーネント	4
3. データ整合性を実現するコンポーネントと機能の組み合わせ	5
4. まとめ	5

## はじめに

昨今、データ保護に対する要求は益々高まっており、顧客データの完全性を保障することが非常に重要な課題となっています。この課題に対応するため、ストレージ装置内だけでなくシステム全体でデータ保護が求められています。

本ドキュメントでは、Oracle Linux Unbreakable Enterprise Kernel (UEK) や FUJITSU Storage ETERNUS AF series, ETERNUS DX series、Emulex HBA が備えている T10 Protection Information (T10 PI)を利用して、システム全体のデータ保護を実現する仕組みを説明します。

本書は 2019 年 11 月時点の情報です。

**ORACLE**<sup>®</sup>  
LINUX

**ORACLE** Diamond  
Partner



**BROADCOM**<sup>®</sup>  
connecting everything<sup>®</sup>



FUJITSU Storage  
ETERNUS AF series  
FUJITSU Storage  
ETERNUS DX series

## 1. T10 PI によるデータ保護

### ■1.1 T10 PI と、DIX とは

データ保護は新しいことではなく、メモリのパリティ検出、通信プロトコルによるエラー検出、Storage System の CRC エラー検出、冗長化などシステムの構成要素はそれぞれデータ保護の機能を備えています。(図 1.1 I. 従来のデータ整合性機能)

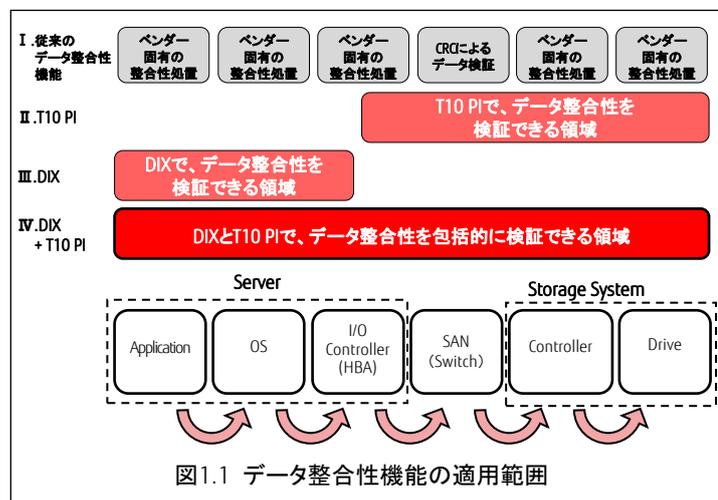
T10 PI は通信経路やデバイス境界をまたがって標準化されたデータ整合性保護のメカニズムを定義します。また、Application から Drive までエンドツーエンドのデータ整合性は、T10 Protection Information (T10 PI) と Data Integrity Extensions (DIX) の組み合わせで実装されます。

T10 PI は I/O Controller (HBA) でデータに保護情報を付加します。I/O Controller (HBA) より下位の T10 PI をサポートするデバイスに保護情報を渡し、Drive までのデータ書き込みを含めた、データの整合性を検証します。(図 1.1 II. T10 PI)

しかし、I/O Controller (HBA) で保護情報を付加するため、I/O Controller (HBA) より上位のレイヤー (Application、OS) でデータ保護が行えません。

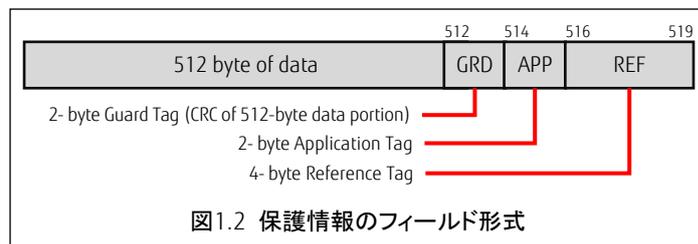
さらに、アプリケーションと OS を含むデータ保護が、DIX 仕様で実装されます (Linux カーネルと HBA の間で、T10 保護情報のやりとりが可能になります)。(図 1.1 III. DIX)

T10 PI と DIX の構成により、エンドツーエンドのデータ保護が完全に実装されます。(図 1.1 IV. DIX + T10 PI)



### ■1.2 T10 PI の保護情報フィールド形式

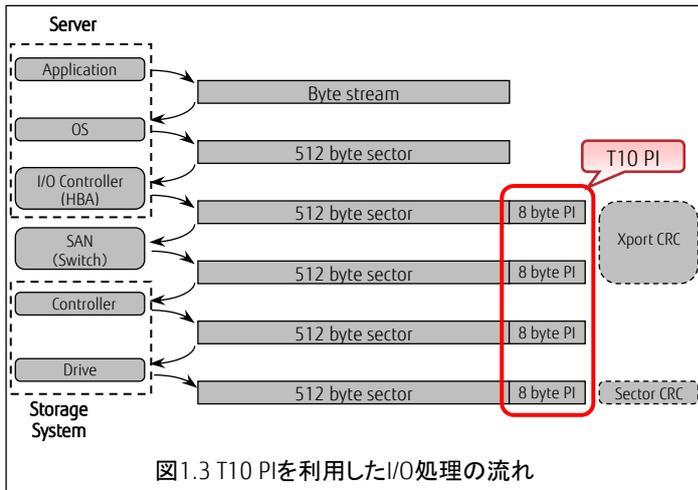
T10 PI が I/O 操作で付加する 8 バイトの保護情報は図 1.2 に示すように Reference Tag、Application Tag、および Guard Tag で構成されます。



- Reference Tag: 誤ったブロックへのデータ書き込みを検出します。
- Application Tag: Application が固有で、データの目的を定義します。
- Guard Tag: CRC でセクターのデータ部を保護します。

### ■1.3 T10 PI を利用した I/O 処理の流れ

T10 PI は I/O Controller で保護情報 (8 byte PI) を付加し、I/O Controller より下位のレイヤーでデータ整合性を検証します。T10 PI を利用した I/O 処理の流れを図 1.3 に示します。

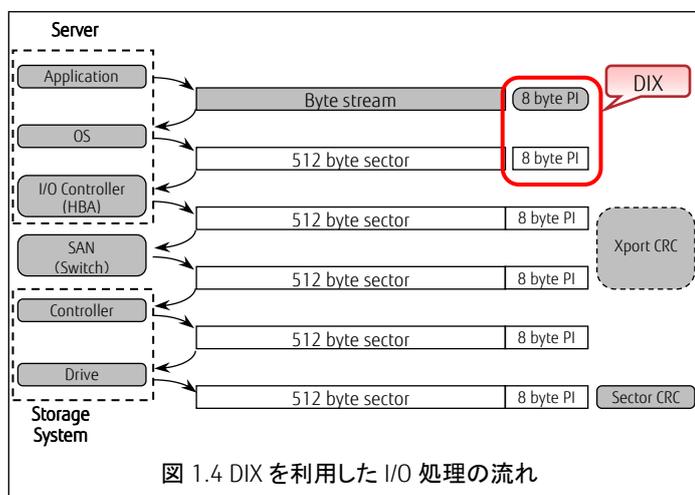


- Application は OS に書き込みデータを渡します。
- OS (ファイルシステム) は 512 バイトセクターの論理ブロックとして書き込みデータを I/O Controller (HBA) に渡します。
- I/O Controller は保護情報を生成・付加し、520 バイトセクターのデータを SAN に送ります。
- Controller (Storage System) は、保護情報および保存先を検証します。
- Drive は書き込み前に、保護情報を検証します。

## ■1.4 DIX を利用した I/O 処理の流れ

DIX は、Application および OS でデータ整合性を検証します。

DIX を利用した I/O 処理の流れを図 1.4 に示します。



- Application 固有の整合性処置は必要に応じて、データに保護情報を生成し、OS に書き込みデータと保護情報を渡します。
- OS は DIX を使用し、書き込みデータと保護情報を I/O Controller (HBA) に渡します。  
保護情報が生成されていない場合は、OS が自動的に保護情報を生成し、データに付加します。
- I/O Controller はデータと保護情報を結合し、520 バイトセクターのデータで SAN に送ります。
- 以降の処理は、「■1.3 T10 PI を利用した I/O 処理の流れ」と同様です。

以上のように、T10 PI と DIX を組み合わせることで、エンドツーエンドのデータ整合性を実現します。

## 2. エンドツーエンドのデータ整合性を実現するコンポーネント

エンドツーエンドのデータ整合性を実現する 3 つのコンポーネント(OS、I/O Controller (HBA)、Storage System)について説明します。

- Oracle Linux Unbreakable Enterprise Kernel(UEK)
- Emulex LightPulse® LPe12000/LPe16000 series 8GB, 16GB Fibre Channel HBA
- FUJITSU Storage ETERNUS AF series, ETERNUS DX series

## ■Oracle Linux

Oracle Linux は、Linux メインラインに最新革新技術を統合しており、エンタープライズ システムまたはアプリケーションで卓越したパフォーマンス、高度なスケーラビリティおよび信頼性を提供します。また、従来の環境やクラウドベースの環境、仮想環境において変革と連携、そしてソリューションの創出を可能にする最新のツール、機能を提供します。

UEK を備えた Oracle Linux は、複数のコアやスレッド、NUMA ノードで構成されたシステムで効率的に動作します。

そしてデータ整合性のサポートとハードウェア故障管理を提供します。Oracle データベースなどに要求されるワークロードをサポートするために開発 テストされており、企業での実用に最も信頼できる 速さと拡張性を備えた OS です。

その他、UEK は T10 PI や DIX のサポートなど、データセンターで稼働する Linux に関連する多くの新しい特長を備えています。

UEK を備えた Oracle Linux は、GNU GPL より実行形式とソース形式で提供され、[edelivery.oracle.com/linux](http://edelivery.oracle.com/linux) から無料でダウンロードできます。Oracle Linux サポートを利用のお客様は 既存サポートの一部としてカーネルへの完全サポートを受けられます。バグ修復とセキュリティ更新は ULN より提供され、EL-errata メーリングリストで通知されます。

## ■Emulex LightPulse LPe12000/LPe16000 series Fibre Channel HBA

Emulex 社の LightPulse LPe12000/LPe16000 series 8GB, 16GB Fibre Channel HBA は BlockGuard テクノロジーにより T10 PI と DIX のデータ整合性機能を実装します。

### ■データ整合性オフロードのサポート

- Emulex LightPulse Fibre Channel HBAファミリーはデータ整合性オフロード機能によりT10 PIを標準実装します。
- ApplicationからSANに転送されるユーザーデータの整合性をT10 PIで確保します。
- データ整合性オフロードは UEKとカーネルに常駐するEmulex LightPulse Fibre Channel HBAドライバで動作します。

### ■Emulex LightPulse LPe12000 series Fibre Channel HBA

- 8Gbit/s Fibre Channel
- PCI Express 2.0
- Single-Port Host Bus Adapter(LPe12000)
- Dual-Port Host Bus Adapter(LPe12002)

### ■Emulex LightPulse LPe16000 series Fibre Channel HBA

- 16Gbit/s Fibre Channel
- PCI Express 3.0
- Single-Port Host Bus Adapter(LPe16000)
- Dual-Port Host Bus Adapter(LPe16002)
- T10 PIタスクのハードウェアオフロードをサポート
- T10 PIIによるエンドツーエンドのデータ整合性機能をハードウェアにオフロードします。  
ファームウェア実装よりも40%高い性能で提供します。

### ■FUJITSU Storage ETERNUS AF series, ETERNUS DX series

ETERNUS AF series, ETERNUS DX series は多様なビジネス要件に応える柔軟性と、データ保護を実現し、抜群の信頼性を提供するストレージシステムです。

T10 PI と DIX 機能を併用し、OS で生成された保護情報は UEK、HBA で保護を保証してストレージシステムに渡され、ディスクへ書き込むまで、データの整合性を検証します。

ETERNUS AF series, ETERNUS DX series はデータの信頼性を向上する独自の機能「データ・ブロックガード」を T10 PI とは別に備えています。データ・ブロックガードは、ディスクへデータ書き込み時にデータの各ブロックにチェックコードを付加し、複数のチェックポイントでデータの整合性確認を行う機能です。

これにより、万一 ETERNUS AF series, ETERNUS DX series ストレージシステム内のドライブ故障が発生してもデータの誤りを検出し、ストレージシステム全体でデータの整合性を確認・保証します。

ETERNUS AF series および、ETERNUS DX S3 series 以降 ※ は T10 PI をサポートしております。

※ ETERNUS DX8100 S4 は対象外です。

### 3. データ整合性を実現するコンポーネントと機能の組み合わせ

データ整合性を実現するコンポーネントとデータ整合性機能の関連を図 3. に示します。

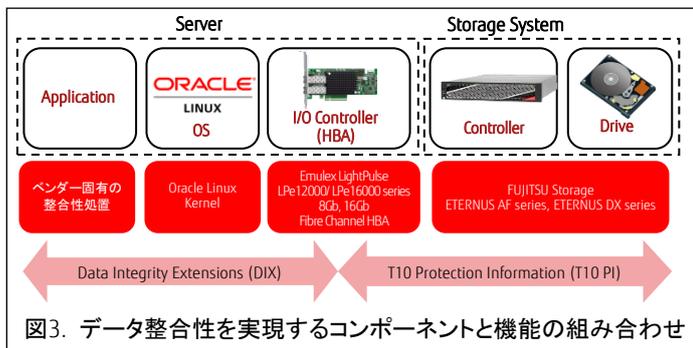


図3. データ整合性を実現するコンポーネントと機能の組み合わせ

- ・ DIX は、Application から I/O Controller(HBA)まで、データの整合性を検証します。
- ・ T10 PI は、I/O Controller(HBA)から Drive まで、データの整合性を検証します。

### 4. まとめ

T10 PI と DIX 機能により Application から Drive までのデータ書き込みを含めた、システム全体のデータ保護を実現します。

システム全体のデータ保護により、データ破損や不整合によるシステム障害が防止され、システムの信頼性が向上することから、システムの停止時間短縮とエンドユーザの保守対応に伴うコストが削減されま

す。本ドキュメントで紹介したコンポーネントに関するその他の仕様・機能などの情報については、以下の URL を参照して下さい。

- ・ Oracle Linux  
<https://www.oracle.com/linux/operating-system/index.html>
- ・ Emulex LightPulse LPe12000/LPe16000 series Fibre Channel HBA  
<https://jp.broadcom.com/products/storage/fibre-channel-host-bus-adapters/lpe12000>  
<https://jp.broadcom.com/products/storage/fibre-channel-host-bus-adapters/lpe16000b>
- ・ FUJITSU Storage ETERNUS AF series, ETERNUS DX series  
<https://www.fujitsu.com/jp/eternus/>

### Contact

インターネット情報ページ  
<https://www.fujitsu.com/jp/eternus/>

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  
(土曜・日曜・祝日・当社指定の休業日を除く)

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

### ■商標登記について

Oracle と Java は、Oracle Corporation およびその子会社、関連会社の米国およびその他の国における登録商標です。Linux は、Linus Torvalds 氏の米国およびその他の国における登録商標または商標です。Broadcom ロゴ、Emulex は、米国およびその他の国における Broadcom の商標または登録商標です。

### ■本書について

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。