



STORAGETEK

Oracle ホワイト・ペーパー  
2013年9月

## StorageTek T10000 テープ・ドライブの データ整合性検証機能

概要.....	1
はじめに .....	1
価値あるデータの移動に伴う問題.....	2
オラクルのデータ整合性検証機能.....	3
データ整合性検証：CRCの実装.....	3
データ整合性検証：検証の実装 .....	4
まとめ .....	4

## 概要

格納データが正確に記録されている状態を確保することは非常に重要です。オラクルのStorageTek T10000CおよびStorageTek T10000Dテープ・ドライブに搭載されているデータ整合性検証機能は、ホストで生成されたCRCチェックサムを検証することにより、さらに一歩進んだデータ整合性を実現します。

## はじめに

現代のビジネス環境では、ほぼすべてのエンタープライズ・データがデジタル形式で格納されています。この価値ある情報は正しいものであり、そのデータが破棄されるまで正確であることが保証されなければなりません。多くのストレージ・デバイスは、データが一旦格納されるとそのデータは保護されるという点で十分な役割を果たしています。

テープ・ドライブでは、データは書込み時にリード・アフター・ライト検証によって保護されます。また、誤り訂正符号（ECC）を付加することで、メディアに格納されたデータを確実にリカバリできるようにします。さらに、一般的なテープ・ドライブでは、レコードを受信した直後に巡回冗長符号（CRC）による保護が追加されます。これにより、レコードが内部メモリ間で移動する間に破損しないことが保証されます。

ところが、これらのテクノロジーによるデータ保護は、ストレージ・デバイス外で移動するデータにまで及びません。つまり、データがストレージまで、またはストレージから移動する間に破損する可能性があるということです。

オラクルは、データがいかに重要かを理解しており、エンタープライズ・データをエンド・ツー・エンドで保護するために、StorageTek T10000テープ・ドライブのデータ整合性検証機能を開発しました。

## 価値あるデータの移動に伴う問題

一般に、データは、多様なハードウェア（スイッチ、バック・プレーン、バス、アダプタ、各種メモリ・バッファ）にまたがって移動し、各コンポーネントでは、それぞれの制御下にある間にデータが破損することはないとしています。ディスクのRAID 6やテープ・ドライブの内部データ・チェックといったさまざまなストレージ保護テクノロジーでは、公表されているとおりのデータ保護機能が提供されます。この他、ユーザー・データの破損を完全に防ぐための安全措置として、誤り訂正符号（ECC）、巡回冗長符号（CRC）、その他のハッシュベースのデータ・チェック手法などのテクノロジーが使用されています。図1は、ディスクからテープへのデータ移動を示す一例です。

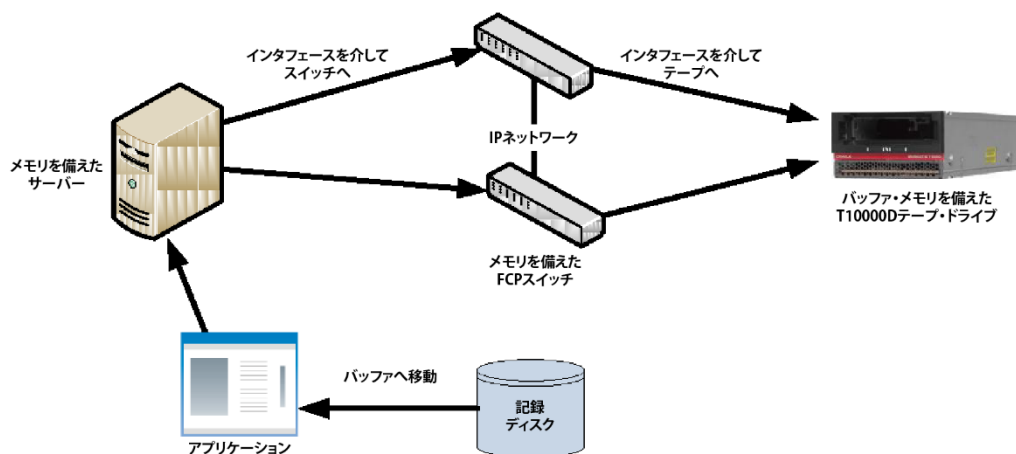


図1：一般的な環境で移動するレコード

1. レコードは、アプリケーションによってディスク・メモリからサーバー・バッファ・メモリへと移動します（ディスク・ドライブが整合性をチェック）。
2. レコードは、フレームに分割され、バッファ・メモリからインタフェース・トランスポート（ファイバ・チャンネル・ホスト・バス・アダプタ、HBA）を介してファイバ・チャンネル・プロトコル（FCP）スイッチへと移動します（サーバーが整合性をチェック）。
3. レコードは、インタフェース・トランスポートを介してスイッチのバッファ・メモリへと移動します（FCPインタフェースICが整合性をチェック）。
4. レコードは、スイッチのバッファ・メモリから別のインタフェース・トランスポートへ移動します（FCPスイッチが整合性をチェック）。
5. レコードは、インタフェース・トランスポートを介してテープ・ドライブのバッファ・メモリへと移動します（FCP ICが整合性をチェック）。
6. レコードは、バッファ・メモリからテープへと移動します（テープ・ドライブが整合性をチェック）。

この例では、ステップ1でテープディスク・ドライブが整合性を保証し、ステップ2でサーバーが整合性を保証し、ステップ3でFCPICが整合性を保証します。また、ステップ4でスイッチが整合性を保証し、ステップ5でFCPICが整合性を保証し、ステップ6でテープ・ドライブが整合性を保証します。

この基本的な例でさえ、6種類ものテクノロジーがそれぞれの領域内で整合性を保証していますが、エンド・ツー・エンドで（ステップ1から6まで）データの整合性を保証する単一のテクノロジーはありません。

## オラクルのデータ整合性検証機能

このデータ移動の問題を解決するために、オラクルはデータ整合性をエンド・ツー・エンドでチェックする機能を導入しました。オラクルのStorageTek T10000テープ・ドライブは、ANSI X3.139規格の32ビットCRCをチェックできます。これは、光伝送のファイバ・チャンネル・プロトコルおよびFiber Distributed Data Interface (FDDI) で使用されているものと同じCRCです。そのため、生成多項式をそのまま利用できます。これは標準インタフェースCRCですが、ここで重要なのは、このチェックがインタフェース・プロトコル外で実行されるという点です。また、ドライブでは、iSCSI CRC32c (Intel XeonおよびオラクルのSPARC T4チップでサポートされる) の使用および生成と、リード・ソロモンCRC (Intel XeonおよびSPARC T4チップでサポートされない) の使用および生成が可能です。

この機能を使用する仕組みは単純です。アプリケーションまたはファイル・システムにより、そこに保持されているデータに対してCRCが生成され、StorageTek T10000テープ・ドライブに送信されるレコードにそのCRCが付加されます。ドライブがデータ整合性検証モードにある場合、ドライブでは、受信するすべてのレコードについてこのCRCがチェックされます。

このCRCはレコードと共にテープに格納され、以降の読取り時にアプリケーションへ返されるレコードに付加されます。このソリューションにより、レコードの書込み時にはテープ・ドライブによってエンド・ツー・エンドのデータ整合性がチェックされ、後でレコードを読み取る際には、アプリケーションがエンド・ツー・エンドのデータ整合性をチェックできるようになります。

## データ整合性検証：CRCの実装

データ整合性検証機能をサポートするには、アプリケーションまたはドライバから指定のSCSIモード選択コマンドを送信して、StorageTek T10000テープ・ドライブをデータ整合性検証モードにします。ドライブがこのモードにあるときは、レコードの最後の32ビットがCRCとして扱われ、各レコードの整合性をチェックするために使用されます。CRCチェックに失敗した場合、書込みエラーがレポートされるため、アプリケーションはレコードを再送できます。不正なレコードがテープに書き込まれることはありません。CRCが正しい場合、そのCRCがレコードと共にテープに格納され、以後、レコードが読み取られるたびにチェックされます。このすべての処理が、テープ・ドライブのパフォーマンスをまったく損なうことなく実行されます。

遅延書込みエラーがアプリケーションにレポートされた場合、アプリケーションではRead Positionコマンドにより返される遅延エラーのResiduals情報またはLast Block Locationフィールドのいずれかの手法を使用して、エラーになったレコードを判断できます。その後、アプリケーションに必要な処理は、Backspace Blockコマンドを実行して捕捉されている書込みデータを削除し、次にForespace Blockコマンドによりデータの終わりに移動することだけです。アプリケーションが前回書込みに失敗したレコードと残りのデータ・レコードを再送すると、リカバリが完了します。

以後、レコードを読み取る際にドライブがデータ整合性検証モードにある場合、レコードにCRCが付

加されます。これにより、アプリケーションまたはドライバでそれぞれのデータ整合性チェックを実行し、数か月後、さらに数年後もデータが破損していないことを保証できます。Intel CRC32cフォーマットを使用することで、アプリケーションによる非常に高速なCRC処理およびチェックが可能になります。ユーザー・アプリケーションまたはドライバでは、データ整合性検証機能を次の形で利用できます。

- データ整合性検証機能を使用して書き込み、データ整合性検証機能を使用して読み取り
- データ整合性検証機能を使用して書き込み、通常のモードで読み取り
- 通常のモードで書き込み、データ整合性検証モードで読み取り（注：この場合、DIV読み取りCRC-ドライブによりオンザフライで生成される一はテープに格納されていない）

## データ整合性検証：検証の実装

データ整合性検証モードでテープに書き込むと、テープ・ドライブでVerifyコマンドを使用して個々のレコード、1個のファイル、複数のファイル、またはテープ全体をチェックできるという利点も得られます。このとき、データの妥当性を検証するために、すべてのデータをアプリケーションに送信する必要はありません。これが可能なのは、データ整合性検証CRCが各レコードと共にテープに記録され、そのCRCによって各レコードを検証する機能をテープ・ドライブが備えているためです。データ整合性検証CRCはわずか32ビットのため、そのCRCをチェックするだけで、貴重な処理リソースと時間を節約できます。

## まとめ

膨大な量の重要データがデジタル形式で格納されている環境では、データの中身が移動中や長期間格納されている間に変化しないことが極めて重要です。法的な目的を果たすため、またデータを維持するためには、このデータの不変性を検証することが必要です。StorageTek T10000CおよびStorageTek T10000Dテープ・ドライブに搭載されているオラクルのデータ整合性検証機能を使用することで、アプリケーション、ドライバ、およびファイル・システムでCRCチェックサムを使用し、重要なデータの整合性を確保できます。

**ORACLE**

StorageTek T10000テープ・ドライブの  
データ整合性検証機能  
2013年9月

Oracle Corporation  
World Headquarters  
500 Oracle Parkway  
Redwood Shores, CA 94065  
U.S.A.

海外からのお問い合わせ窓口：  
電話：+1.650.506.7000  
ファクシミリ：+1.650.506.7200

oracle.com



Oracle is committed to developing practices and products that help protect the environment

Copyright © 2013, Oracle and/or its affiliates. All rights reserved. 本文書は情報提供のみを目的として提供されており、ここに記載される内容は予告なく変更されることがあります。本文書は一切間違いがないことを保証するものではなく、さらに、口述による明示または法律による黙示を問わず、特定の目的に対する商品性もしくは適合性についての黙示的な保証を含み、いかなる他の保証や条件も提供するものではありません。オラクル社は本文書に関するいかなる法的責任も明確に否認し、本文書によって直接的または間接的に確立される契約義務はないものとします。本文書はオラクル社の書面による許可を前もって得ることなく、いかなる目的のためにも、電子または印刷を含むいかなる形式や手段によっても再作成または送信することはできません。

OracleおよびJavaはOracleおよびその子会社、関連会社の登録商標です。その他の名称はそれぞれの会社の商標です。

AMD、Opteron、AMDロゴおよびAMD Opteronロゴは、Advanced Micro Devicesの商標または登録商標です。IntelおよびIntel XeonはIntel Corporationの商標または登録商標です。すべてのSPARC商標はライセンスに基づいて使用されるSPARC International, Inc.の商標または登録商標です。UNIXはX/Open Company, Ltd.によってライセンス提供された登録商標です。0913

**Hardware and Software, Engineered to Work Together**