

Nextorage

White Paper Nextorage製SSDの電源遮断耐性について

※本資料に記載されている電断耐性の特徴はNextorage製ファームウェアを搭載したSSDが対象となります。

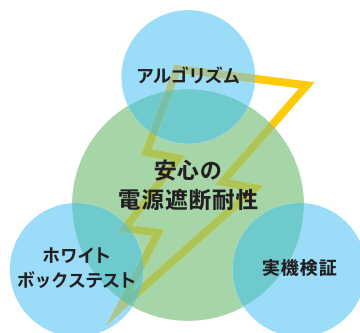
はじめに

Nextorage製 SSD は、産業用途で非常に重要な要素となる高い電源遮断耐性を実現しております。SSD は、ホスト機器から参照する論理アドレスと、NAND フラッシュに書き込む物理アドレスが一意に対応していないことから、正しく設計しないと不意の電源断が発生すると、正常に書き込まれた過去のデータが破壊されたり、最悪の場合ドライブとして認識不能に陥ったりすることがあります。Nextorage製 SSD は独自に開発したデータ書き込み及びリカバリのアルゴリズムを搭載した Firmware の制御により、高い電源遮断耐性を実現しています。※

※ Enterprise向けのSSDにはスーパーキャパシタのような二次電池を搭載して電源断に対応するものもありますが、Nextorage製 SSDはコストや部品寿命の観点から搭載しておりません。

高い電源遮断耐性を実現するためには、

1. 電源断を考慮したセキュアなデータ書き込み&リカバリアルゴリズム
 2. 実装したコードのカバレッジを網羅するホワイトボックステスト
 3. タイミングや書き込みパターンのバリエーションを増やした実機検証の全てが必要になります。
- これらは、自社で Firmware を開発する Nextorage だからこそ実現することができます。



電源遮断から保護されるデータ

Nextorage製 SSD は、「Volatile Cache」が有効な状態で起動します。その場合、Write コマンドが終了した段階では、揮発領域であるバッファに保存されている可能性があり、電断により当該データは失われる可能性があります。書き込んだデータを確実に不揮発領域 (NANDフラッシュ) に書き込むためには、「Flush Cache」コマンドを発行します。Flush Cache コマンドが正常に終了した以前に書き込まれたデータは、その後の任意のタイミングで発生した電源断に対しても保護されます。(図1)

また、Nextorage製 SSD は、Write コマンド後、一定期間後続の Write コマンドが無いことを検知し、自動的に不揮発領域にデータを保存する「Auto Flush」機能を搭載することで、Flush の発行が遅れるケースにおいても可能な限りデータの保護を実現します。(図2)

図1

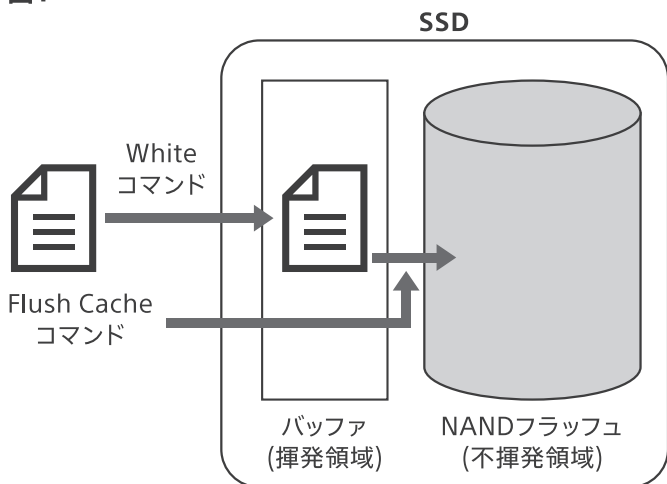
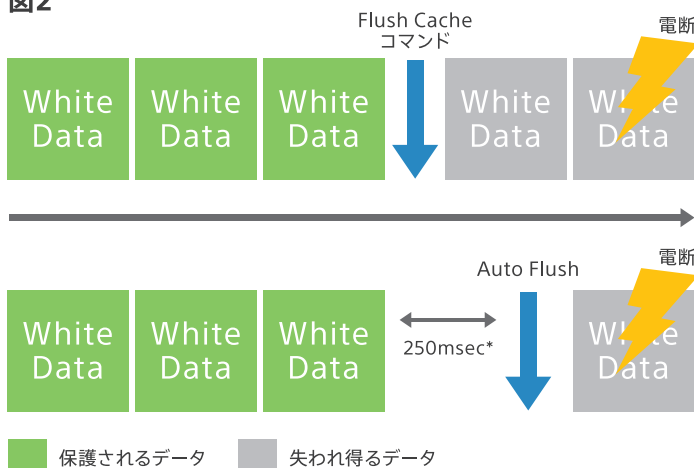


図2



* 実際にデータが不揮発領域に保存されるには、Auto Flush がトリガーされてから書き込み終了までに遅延が発生します。

電源遮断時のドライブ破壊のメカニズム

SSD には、ユーザデータ以外の「管理情報」が保存されており、この情報が無いとデータを正しく読み出せないばかりか、最悪の場合、ドライブとして起動できない状態となります。(図3)
管理情報も NANDフラッシュに保存されます。管理情報はユーザデータの書き込みと共に更新されますが、ユーザデータの書き込みの度にNAND フラッシュに保存すると、パフォーマンスに影響します。電断発生時に、NANDフラッシュに残ったユーザデータの情報と、管理情報に齟齬が発生し、ドライブ破損に繋がってしまいます。(図4)

図3

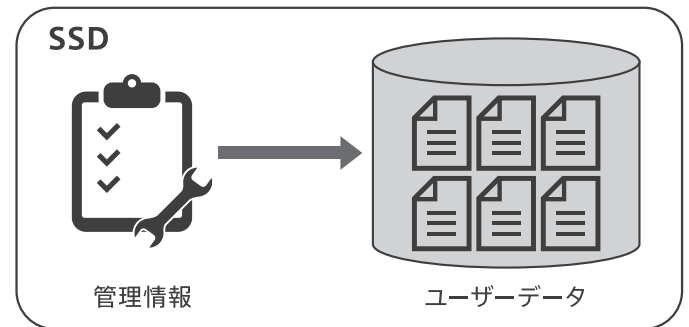
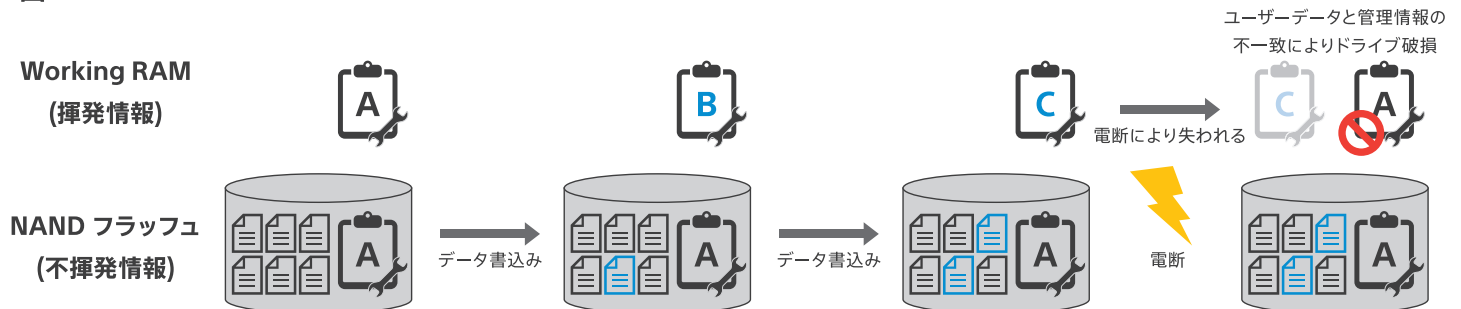


図4

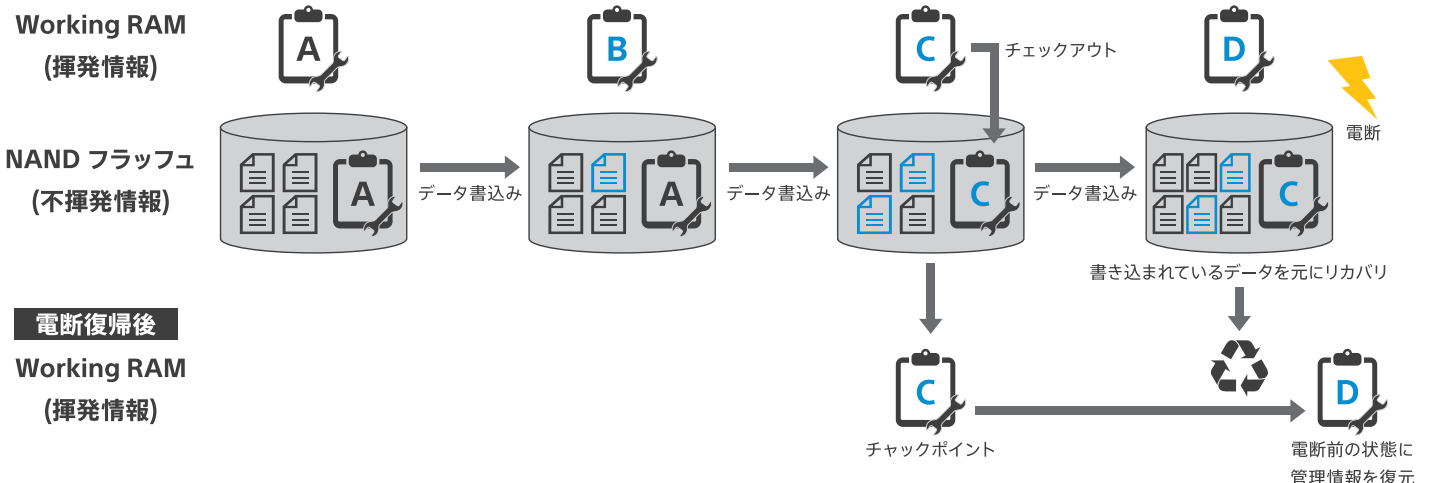


電源遮断からのリカバリのメカニズム

電源復帰からのリカバリは、管理情報をデータベース情報とした時の「チェックポイント&リカバリ」の方式で説明可能です。管理情報をリカバリ可能なタイミングで保存し、電断から復帰後、書き込まれているユーザデータから管理情報を復元することで、リカバリします。(図5)

図5

電断前



電源遮断からのリカバリにおける課題

電源遮断からのリカバリにおいて、単純に書き込まれているデータを元に復元させようとした場合、書き込み済データの走査が必要となりますが、そのために電源遮断後の起動時間が長くなってしまいますケースがあります。(図6)

Nextorage SSDではこの電源遮断後の起動時間を短くするための特別な管理情報を保存しており、これを用いる事で高速な復元が可能です。(図7)

図6

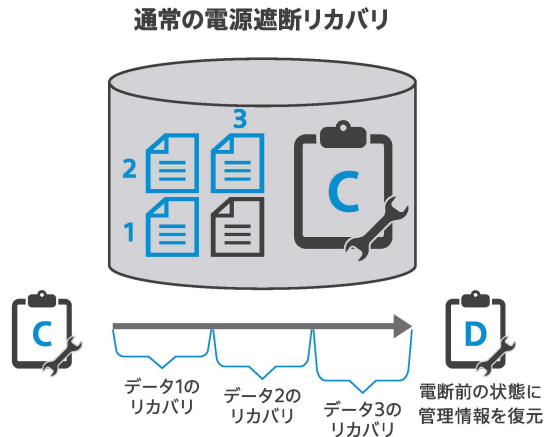
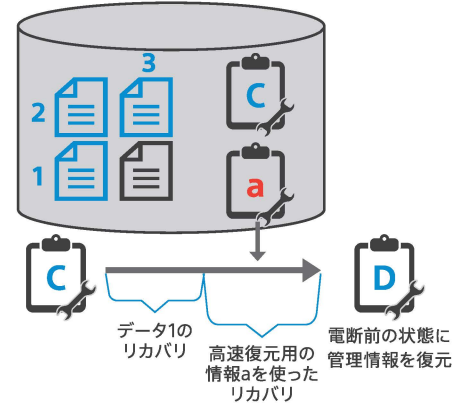


図7

Nextorage SSDの電源遮断リカバリ



Nextorage製ファームウェアで実現できること

データ/SSDの破損を防ぐ

安全



システム安定性に繋がる

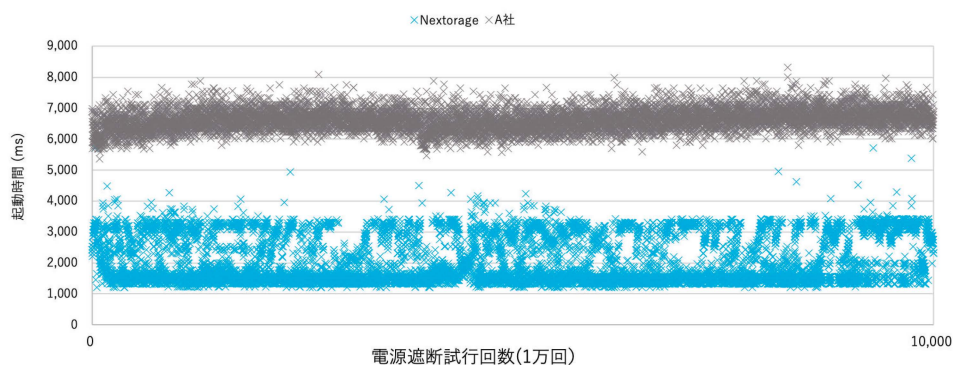
高速起動

Nextorage 製 SSD は、安全性に加えて、システム安定性を実現する高速起動を実現し、電源断の懸念がある環境下において、最適なソリューションを実現します。

Nextorage独自電断試験 結果

※ 本内容はNextorage株式会社にて独自に考案・実施された試験の結果であり、試験環境により結果が異なる可能性があります。

1万回の不正電源遮断後の起動時間



電源遮断試行回数	1万回 電断試験結果		平均起動時間(s)
	Nextorage SSD 960GB	Pass	2.111
	A社 SSD 960GB	Pass	6.019
	B社 SSD 1TB	Pass	6.693

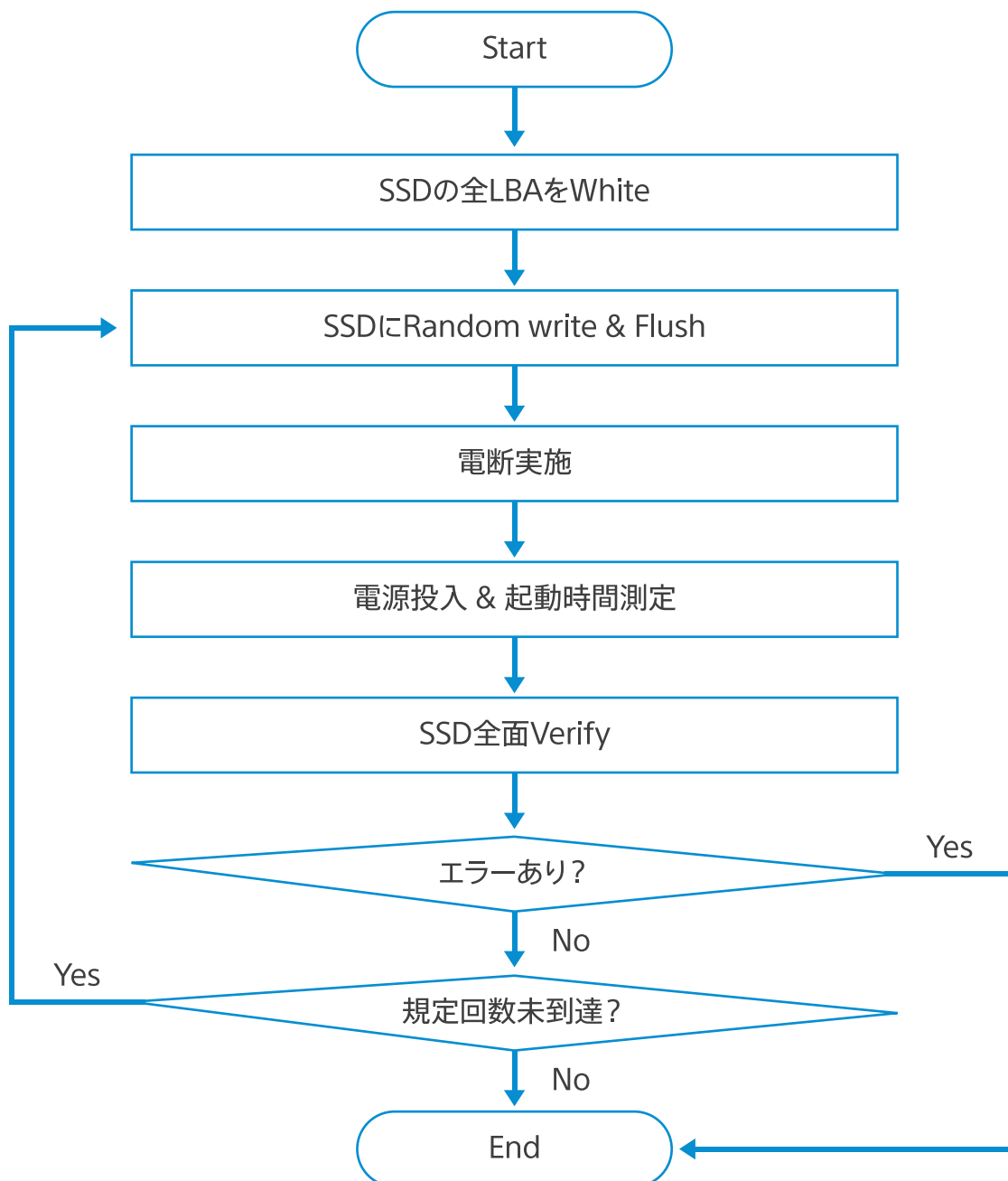
Nextorage独自電断試験 概要

Nextorage オリジナル電断試験は下記のフロー（図8）にて試験を実施しています。

本試験により、下記確認しています。

- ・Flush前に書き込んだデータが正しく読み出せること
- ・Flush後に書き込んだデータ領域にてReadエラーが発生しないこと
- ・書き込みしていない領域のデータが破損していないこと

図8



お問い合わせ先

Nextorage株式会社

〒210-0007 神奈川県川崎市川崎区駅前本町12-1 川崎駅前タワー・リパーク 9階

Mail : gp-b2b-inquiry@nextorage.jp HP : <https://www.nextorage.net/>