



ビギナーのためのストレージ講座

JDSFエデュケーション部門

開催日時

2026年8月26日(水)13:30－17:15

- 本書で記載している製品名は、各社の商標です。

- 1. ストレージ概論
- 2. ストレージネットワークングの基礎
- 3. テープストレージのテクノロジー
- 4. バックアップ・アーカイブ概論

- 1. ストレージ概論
- 2. ストレージネットワーキングの基礎
- 3. テープストレージのテクノロジー
- 4. バックアップ・アーカイブ概論

1. ストレージ概論

目次

1. 磁気ディスク装置
2. フラッシュ・ストレージ
3. テープ装置・・詳細はテープストレージのセッションにて・・
4. ソフトウェア・デファインド・ストレージとは？
5. オブジェクト・ストレージとは？
6. Erasure Coding（消失訂正符号）とは？
7. コンバージド・インフラ
8. ハイパーコンバージド・インフラ（HCI）
9. ストレージでのランサムウェア対策例
10. まとめ・・最後に

ここから本題です・・ストレージ（装置/システム）とは？

ストレージ（Storage）： ＊保管、貯蔵（所）、倉庫、保管料

＊ SANSEIDO DAILY CONCISE ENGLISH DICTIONARY

ITシステムではデータを保管する装置を指します。
現在は「ディスク装置」を指しているように記載している資料もありますが、正しくはディスク装置以外にもデータ保管をする装置である「テープ装置」、「光媒体、光磁気媒体などを使用した装置」
「半導体を使用した装置」などすべてが「ストレージ」となります。



1 磁気ディスク装置

1-1-1 構造(参考例)

当初のディスク装置はキャッシュが搭載されていないかった。

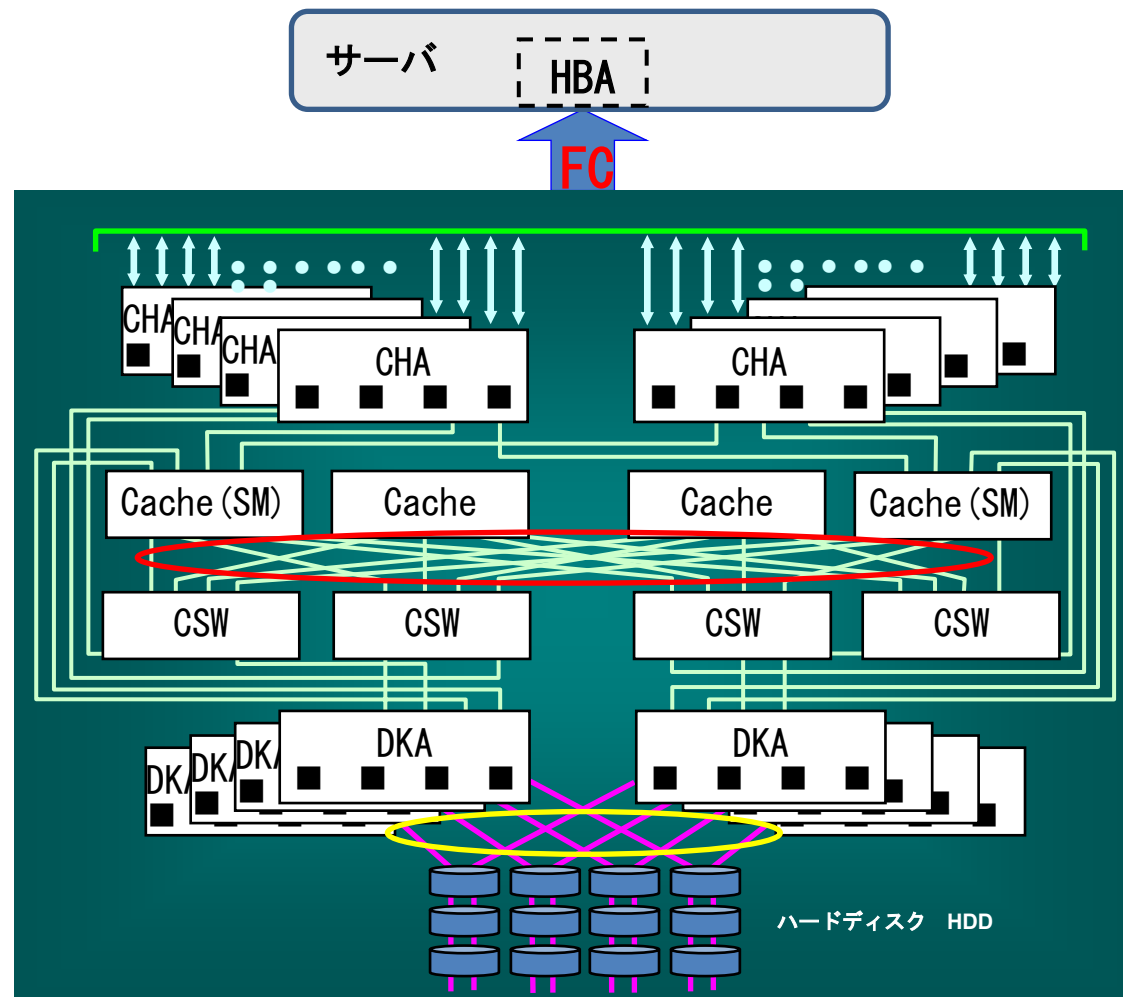
最初にREADキャッシュ付きのディスク装置が出現した。

- ・ READされる特徴からアルゴリズムを導き出し、HDDからキャッシュへデータを事前にステージングして、高速アクセスができるようにしていた

キャッシュヒット率が各社製品（アルゴリズム、ソフトウェアの作成手法など）で異なっていて実環境でのテストなども行っていた。

その後、WRITEも含めてキャッシュ経由となる。

現在ではすべて半導体のディスク製品も増えている・・半導体の製造技術とコストの下落・・



SM : Shared Memory CHA : Channel Adapter DKA : Disk Adapter
CSW : Cache Switch FC : ファイバチャネル ■ : プロセッサ

1 磁気ディスク装置

1-1-2 ハードディスクの物理構造



プラッタ

スピンドル
モータ

ヘッド

アーム
サスペンション

Seagate社
CMR方式 32TB



Western Digital社



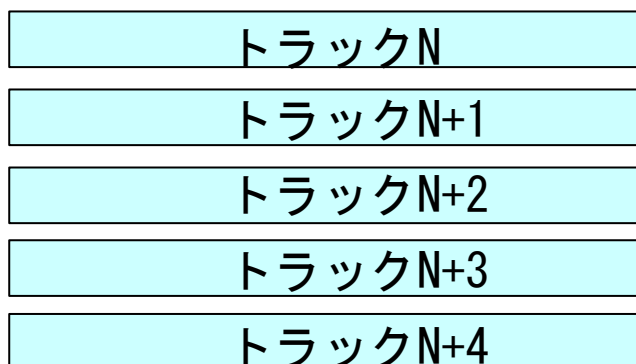
SMR方式 32TB



1 磁気ディスク装置

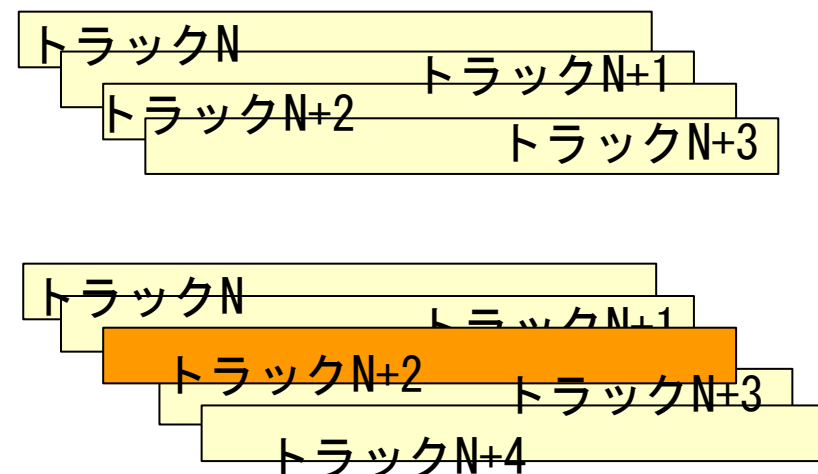
1-1-3 ハードディスクの書き込み方式

CMR方式 Conventional Magnetic Recording



トラックは独立しており、干渉しないようにするためガードバンド有り。

SMR方式（瓦書き方式） Shingled Magnetic Recording

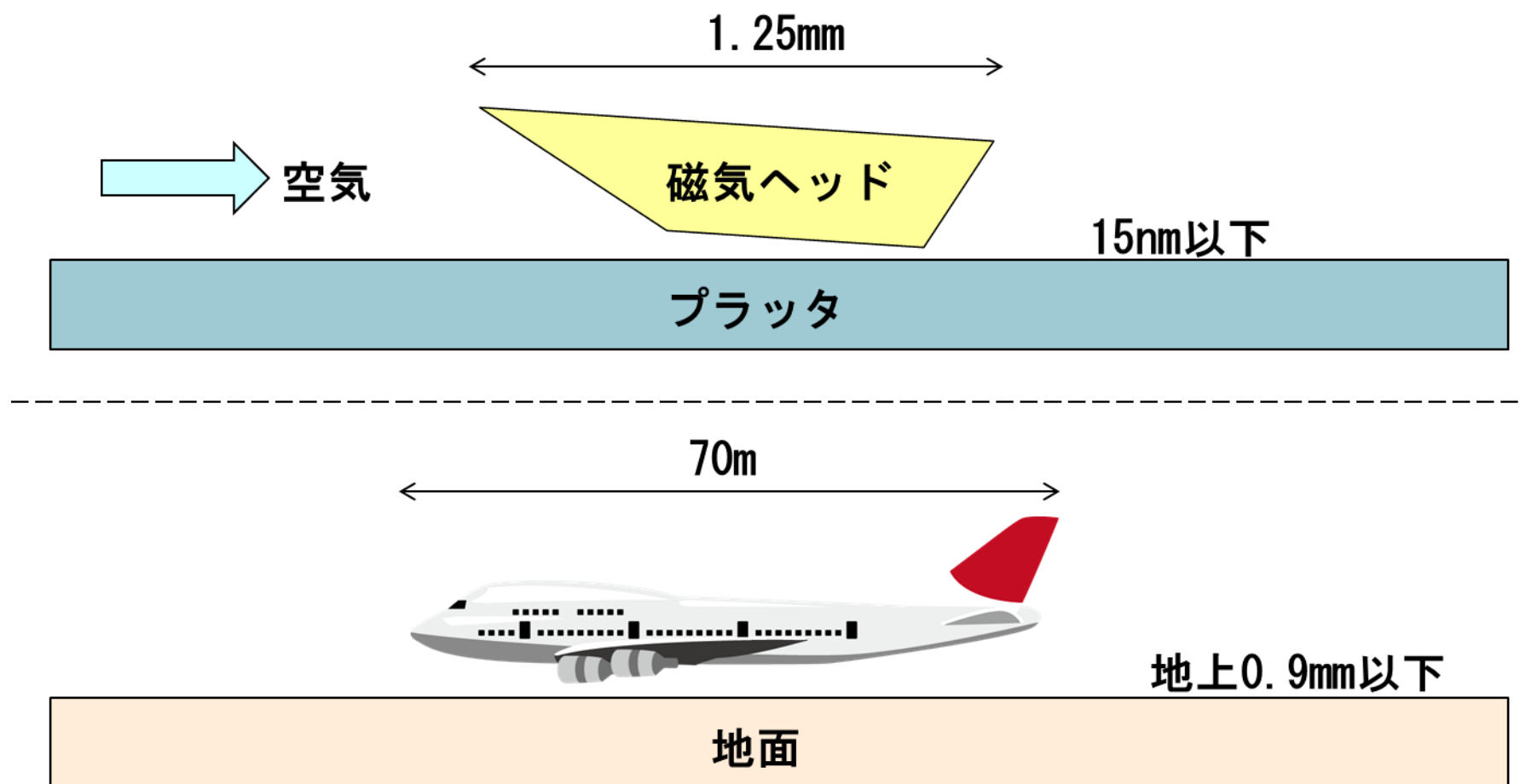


読み出しヘッドは書き込みヘッドと比較すると小さい幅の読み取りが可能でそのばらつきも小さい。この特徴を活かして瓦のようにデータを書き込みのがSMR方式。

デメリットは下側の図のトラックN+2のデータを書き換えする時に上下のトラックに影響する。このため、トラックN+2のデータを書き換える場合は元のトラックのデータを放棄してN+4に新たに書き込む。結果的に容量は増えるがパフォーマンスに影響する。

1 磁気ディスク装置

1-1-4 HDDヘッドの浮上イメージ・以下数値はあくまでも参考数値です



1 磁気ディスク装置

1-2 冗長性の確保

1-2-1 HDDの冗長化 RAID

RAID : Redundant Array of Inexpensive (Independent) Disks

安価なハードディスクドライブを複数並列に接続し、可用性、性能向上を図る目的で生まれた技術

1988年にデイビッド・パターソン他2名による「A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks (RAID)」にて提唱

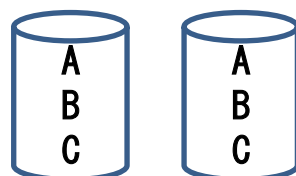
この論文でRAID 1からRAID 5までの5種類を定義している。
最近ではRAID 6やRAID 10という定義もある。



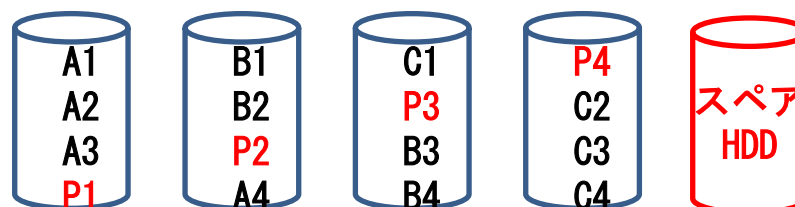
1 磁気ディスク装置

1-2-2 RAID構成例

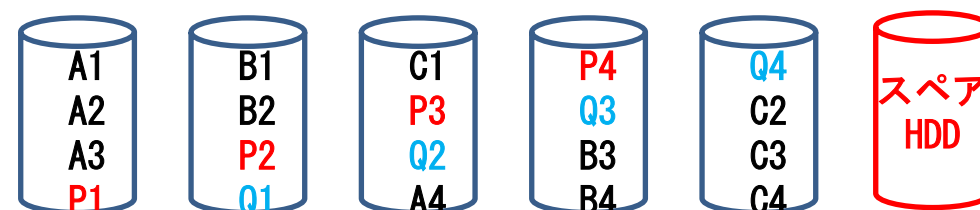
RAID1: 同じデータを2つのハードディスクに記録



RAID5: 1台のHDD障害でも処理継続 パリティ（誤り訂正符号データ）とデータを分散記録



RAID6: 2台のHDD障害でも処理継続 パリティを2台に分散記録



1 磁気ディスク装置

1-2-3 RAIDの考慮点

RAIDでHDDが障害起こした際には前ページの通り、データの復旧行われます。

(リビルドとかリコンストラクションと言われる)

HDDは大容量となっていており、当初RAIDが発明された状況と大きく変わってきています。

(1992年 HDD容量は2.1GB・・最新は~26TB)

当初は数時間でデータ復旧が可能であったものが、現在は数10時間から数週間かかる場合もあります。

(特に大容量のHDD搭載時、またサーバーからのアクセスを優先した場合など)

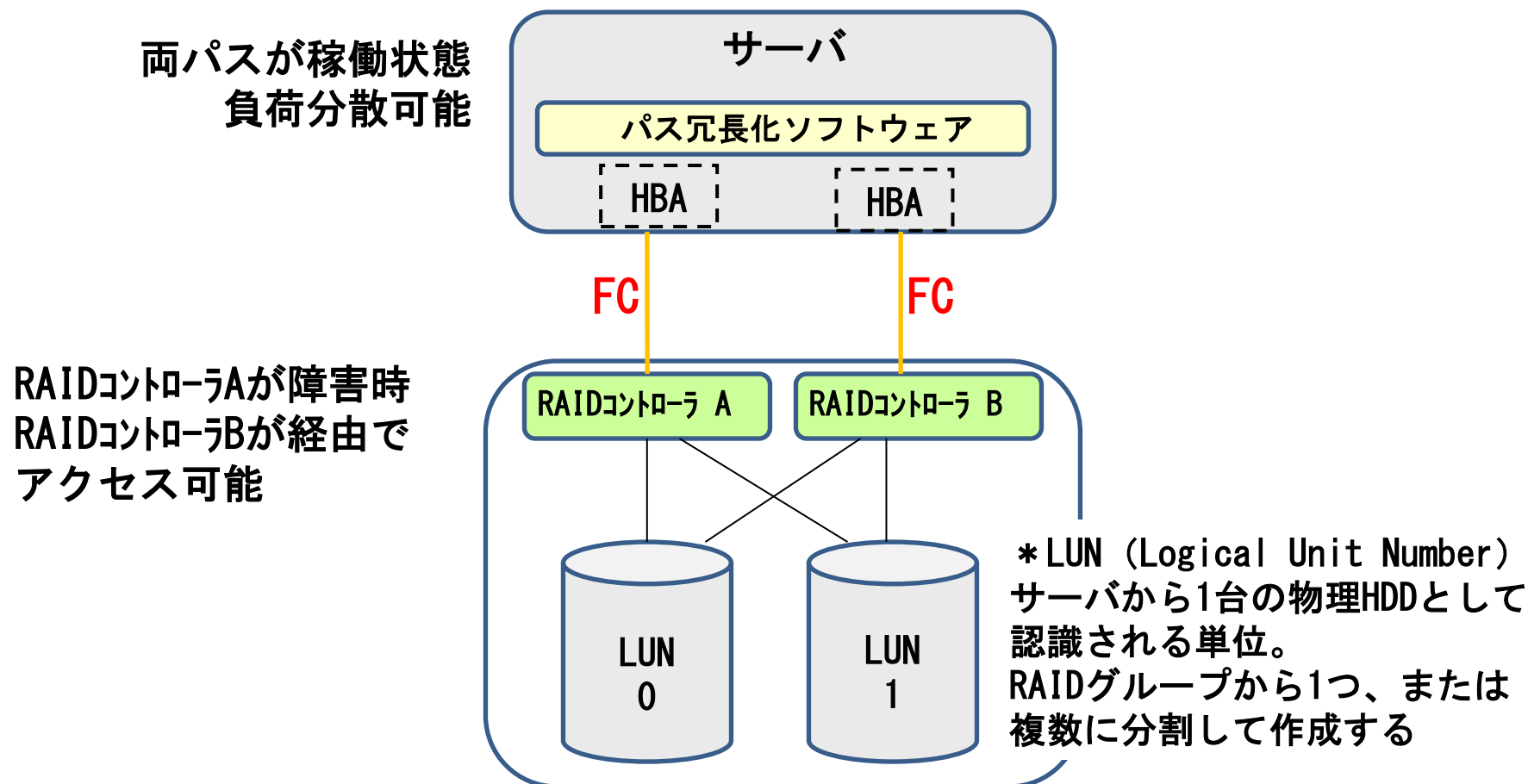
この間はパフォーマンスが低下したり、データ保護のレベルが低い状態が続くことになります。

このようなリビルド・リコンストラクション長時間化を改善する手法も各社発表しています。

システム構築(導入)する際にはこのような点も十分に検討してください。

1 磁気ディスク装置

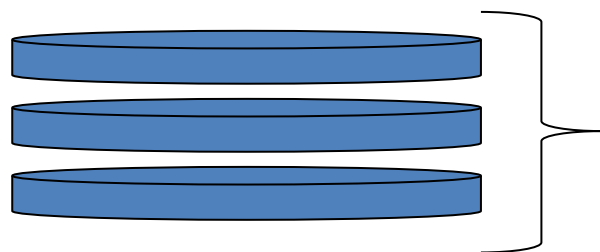
1-2-4 パスの冗長化例 アクティブ・アクティブ方式



1 磁気ディスク装置

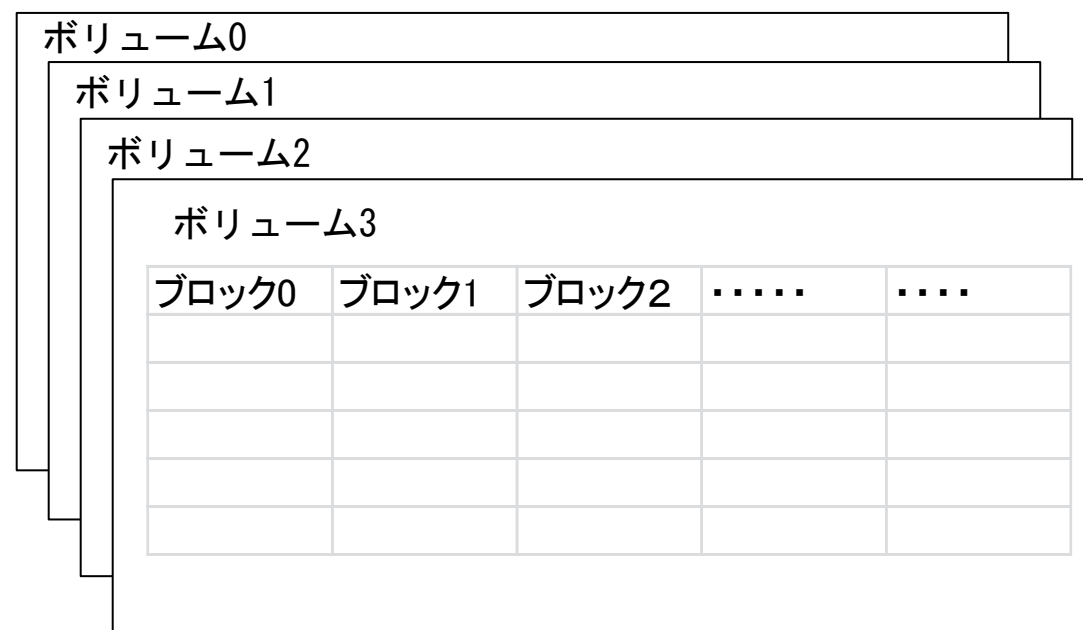
- 1－3 アクセス方式
- 1－3－1 ブロックアクセス

固定長のブロック単位でデータをアクセスする手法
 ディスクを論理ボリュームに分割し、論理のボリュームをブロックに
 分割してボリュームN0とブロックN0でデータを特定してアクセス



特長：高速アクセス

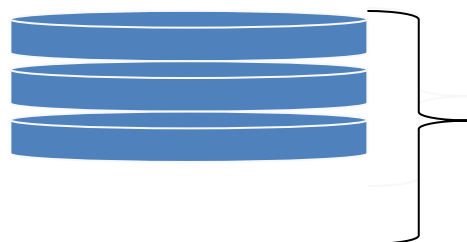
**トランザクションデータ、更新
 頻度の高いデータアクセスを伴
 うアプリケーションに最適**



1 磁気ディスク装置

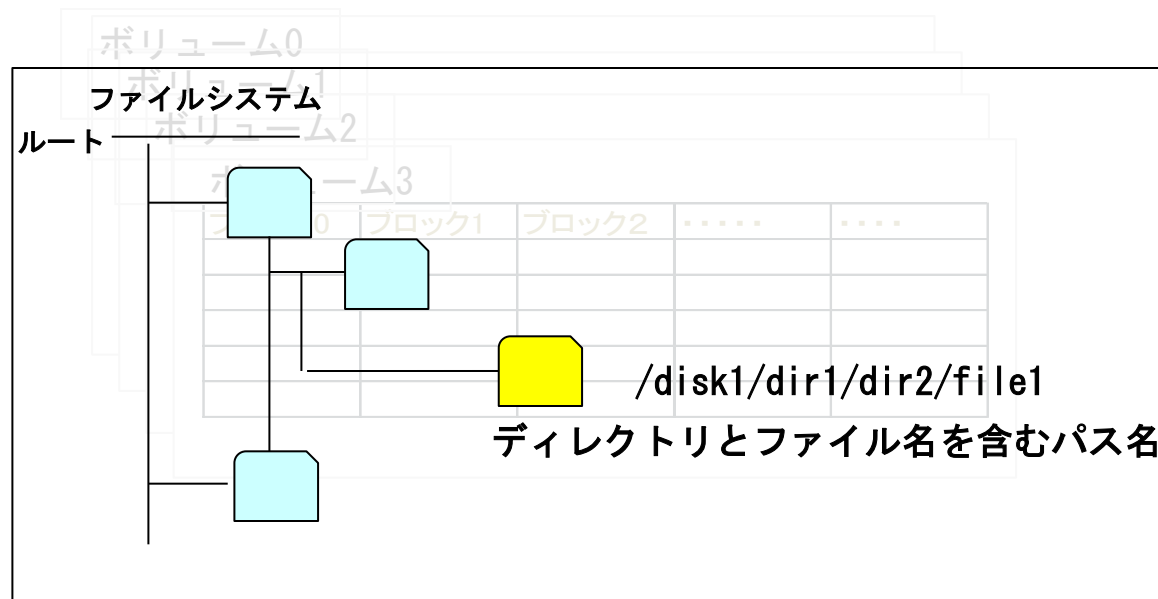
1-3-2 ファイルアクセス

可変長のファイル単位でデータをアクセスする手法
 ディスクを論理ボリューム、ブロックに分割は行うが、ストレージに
 搭載されたファイルシステム*によりルートとディレクトリとファイル
 名を含むパス名でファイルを特定しアクセス
 1ファイルは複数のブロックから構成されます。 *FAT, NTFS, など



特長：アクセスの容易性

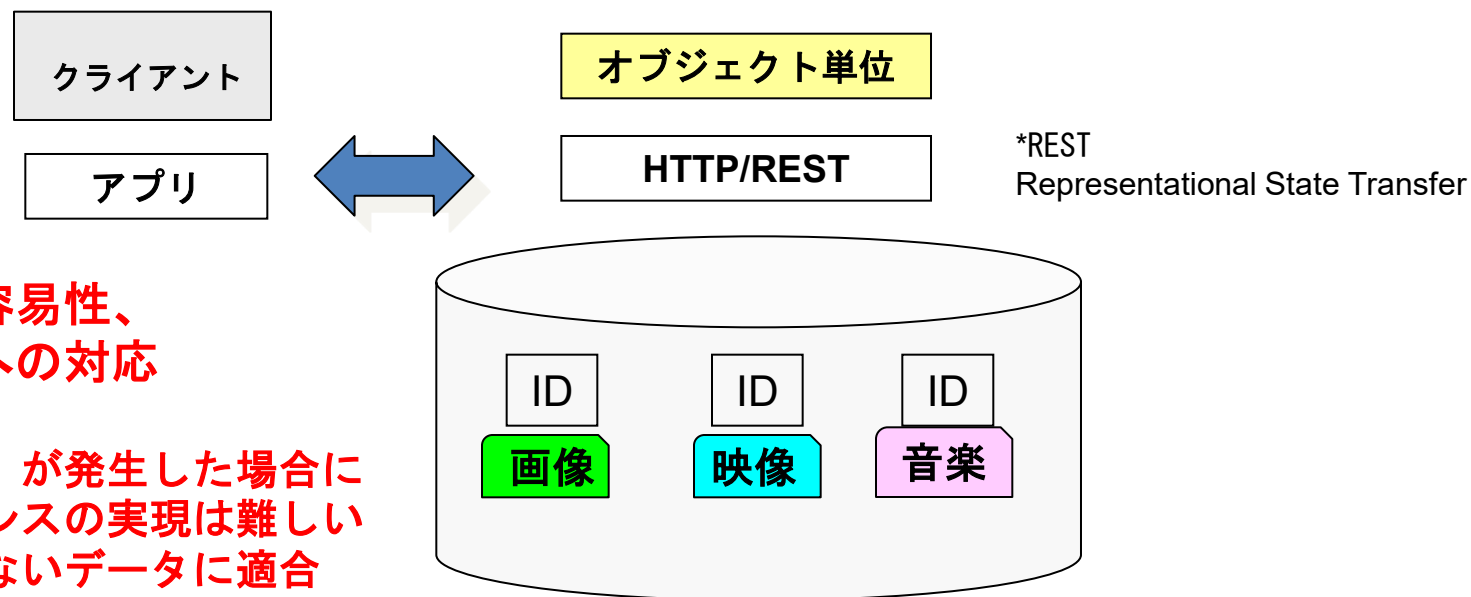
**ファイル単位で活用する
アプリケーションに最適**



1 磁気ディスク装置

1-3-3 オブジェクト・アクセス

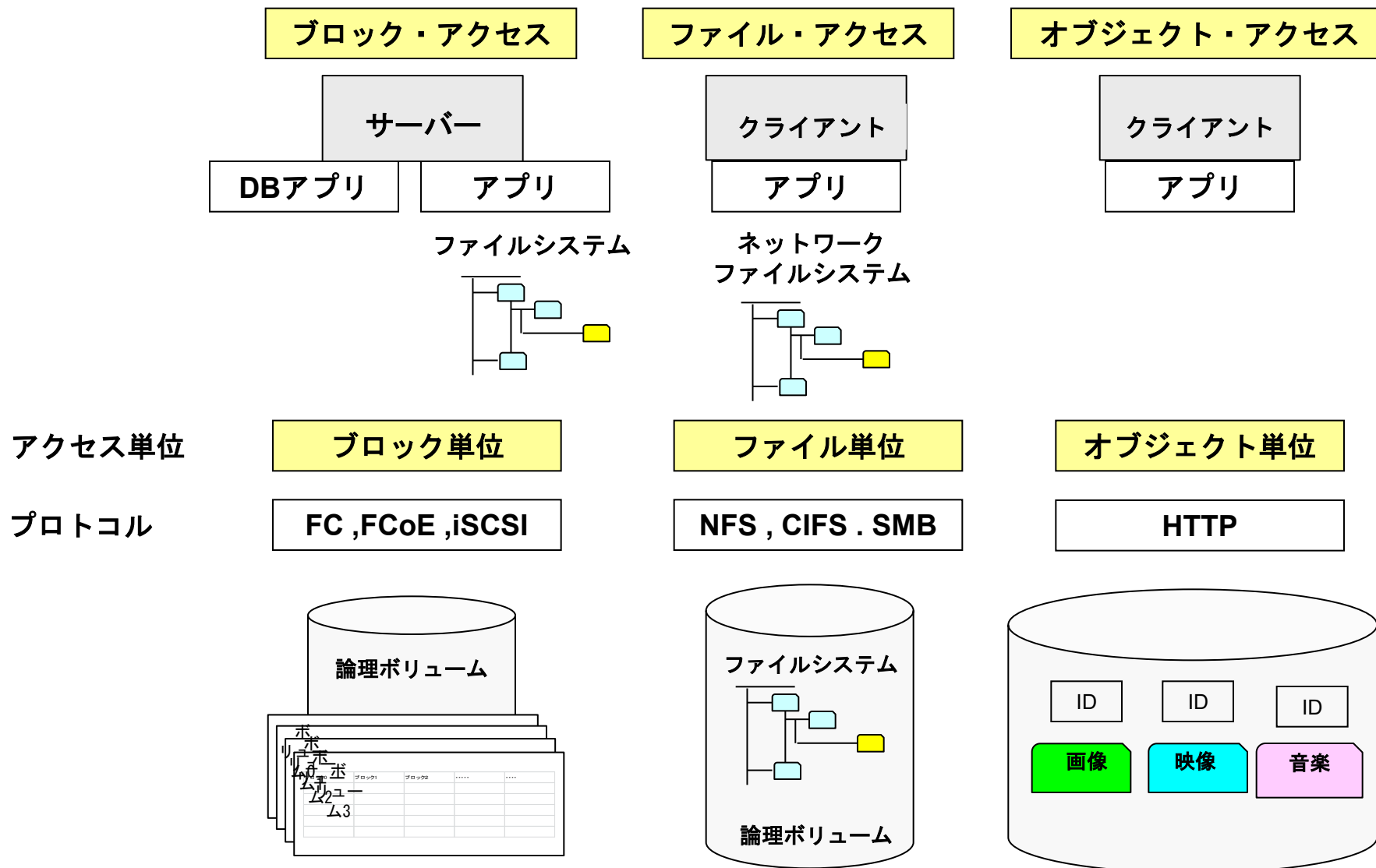
データをオブジェクトという単位でアクセスする手法。
 前述のブロック単位、ファイル単位でのアクセスではない。
 オブジェクト単位で固有ID（URI）が付与され、データとそれを扱うためのメタデータによって構成される。
 メタデータは作成日時、作成者、データの種類、保存期間やコピー回数などの情報を持つことが可能。



**特長：管理の容易性、
大容量データへの対応**

**変更（書き換え）が発生した場合には高パフォーマンスの実現は難しい
 比較的変更が少ないデータに適合**

1 磁気ディスク装置



1 磁気ディスク装置

1-4 サーバとの接続形態 ・ ・ 詳細はストレージネットワーキングの講座で ・ ・

①Direct Attached Storage
＞サーバと直結接続

②FC SAN : Fibre Channel Storage Area Network
＞Fibre Channelプロトコル使用
光ファイバーケーブルを使用し、高速なストレージ専用ネットワーク

③IP SAN : IP(Network) Storage Area Network
＞IPネットワーク経由でSCSI接続を可能にするiSCSI
(internetSCSI) プロトコルを使用して構築したStorage Area Network

1 磁気ディスク装置

④FCoE:Fibre Channel over Ethernet

＞イーサネット上でのFibre Channelデータ（FCフレーム）を運ぶことを目的に開発された技術

④Network Attached Storage

＞通常のネットワークに接続したファイルアクセスストレージ装置
プロトコルはCIFS、NFSなどを使用

機能は**ファイルサーバ(+ストレージ)**

⑤ユニファイド・ストレージ（マルチ・プロトコル・ストレージ）

＞複数のアクセス形式やプロトコルをサポートするストレージ。
一般的にはSANとNASの両方に対応するストレージを指す。
（例 ②, ③、④が一台の装置に実装）

1 磁気ディスク装置

1-5 様々な付加機能

①（仮想化）ストレージ（仮想化）

＞何を仮想化しているのか・・・要確認！

例）・1システムの制御装置で複数のディスク装置を制御させる

- ・階層間のデータ自動再配置

- ・1システムでサーバ毎の性能・容量設計などが可能

（Thin-Provisioning）

②スナップショット

＞データそのもののコピーではなく、元のストレージ領域における

データブロックの目次を別のストレージ領域に取っておく機能

非常に短時間で実行可能

③レプリケーション

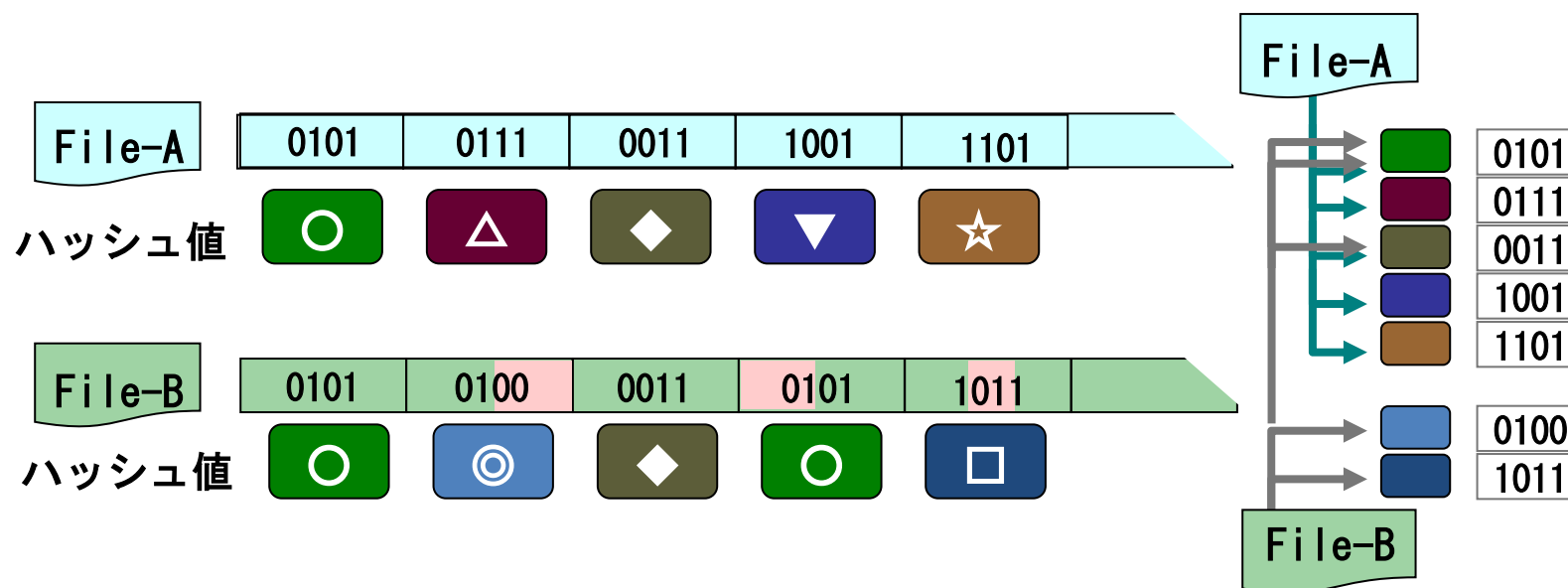
＞複製（レプリカ）の作成。

同一筐体、別筐体、同一サイト、遠隔地サイトなどいろいろな方式があります。

1 磁気ディスク装置

④De-dupe（重複排除）

＞データ保管する際に同じデータをそのままにして、変更されたデータのみを記録・・容量の削減・・転送時容量削減



2 フラッシュ・ストレージ

2-1 フラッシュ・ストレージの特徴

①HDDと比較して物理的なアクセス早い。

但し・・・読み出しと書き込みの差も有り！

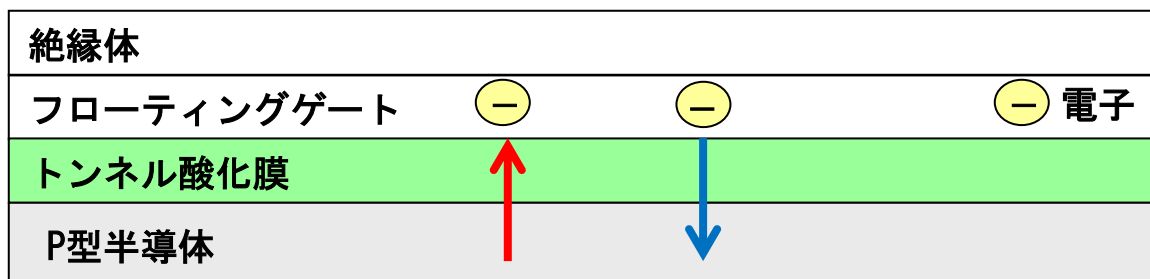
NAND型構造上データの書き込み、読み込みはPageと呼ばれる複数ビット単位で行い、消去はBlockとよばれるPageを複数でひとまとめにした単位で一括して行われるため・・・詳細は次ページ以降で説明します。

②HDDに比較して、消費電力低い

③セルの絶縁層の劣化・・・書き換え回数の上限あり・・・対策が「ウェアレベリング」後述

2 フラッシュ・ストレージ

2-2-1 NAND型メモリの動作 その1



トンネル酸化膜は通常は絶縁。書き込み時に高電圧をかける。結果として電子がトンネル酸化膜を通過して浮遊ゲートへ格納。消去の時は逆に電圧をかけると放出される。

書き換えを頻繁に行うとトンネル酸化膜の劣化が発生する。

一般的にはSLC：5～10万回 MLC：5000～1万回ほどが目安

フラッシュメモリー基本動作は次のyoutubeなどを参考にしてください

<https://www.youtube.com/watch?v=XBnTChw08xA>

メモリーの種類

SLC (Single Level Cell)

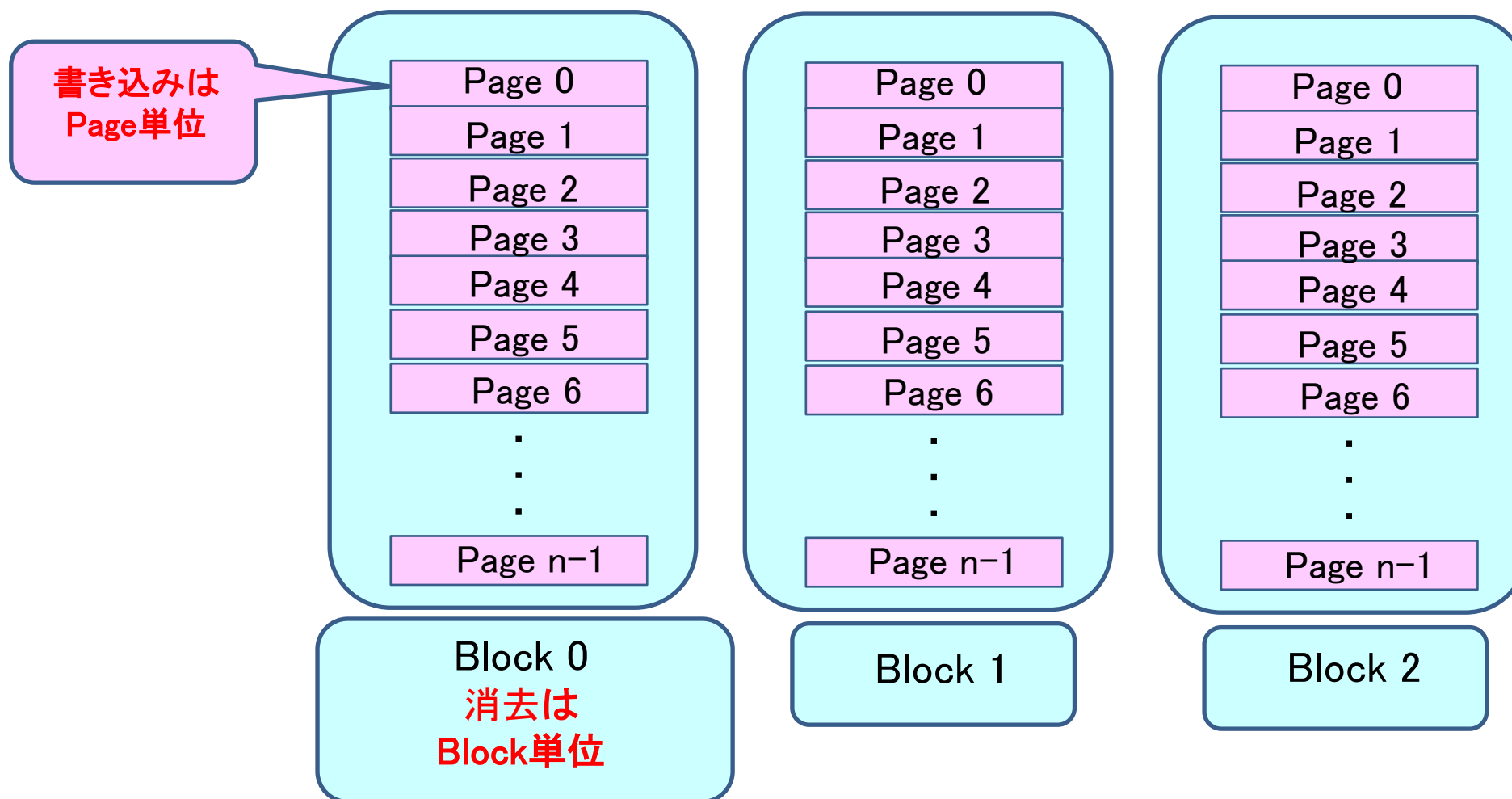
各セルに1ビットのデータ書き込み、高速転送、低消費電力、優れた耐久性・・・コスト高

MLC (Multi Level Cell)

各セルに複数ビットのデータ書き込み、SLCと比べて転送速度は遅く、消費電力は高く、耐久性も劣る・・・ただしコスト安

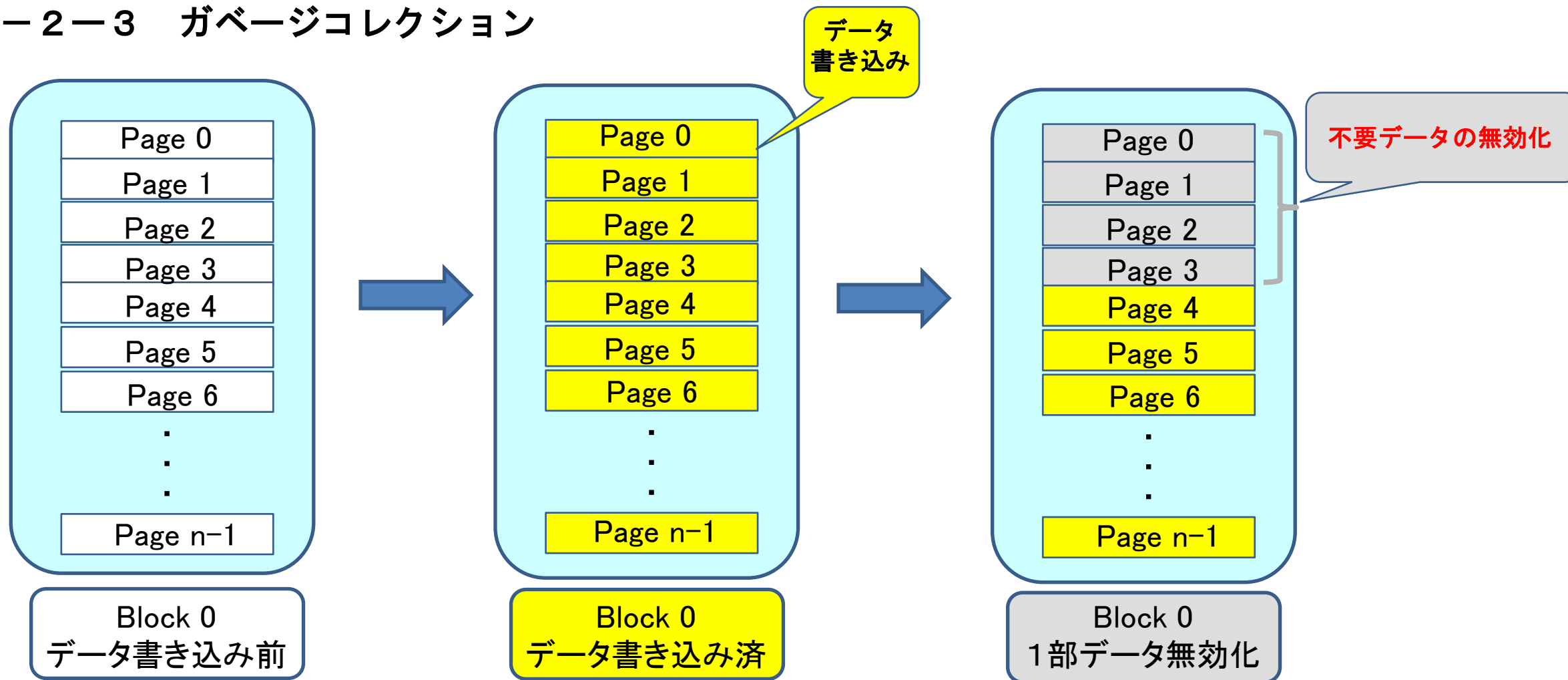
2 フラッシュ・ストレージ

2-2-2 NAND型メモリの動作 その2 ・ ・ 書き込みと消去のロジック



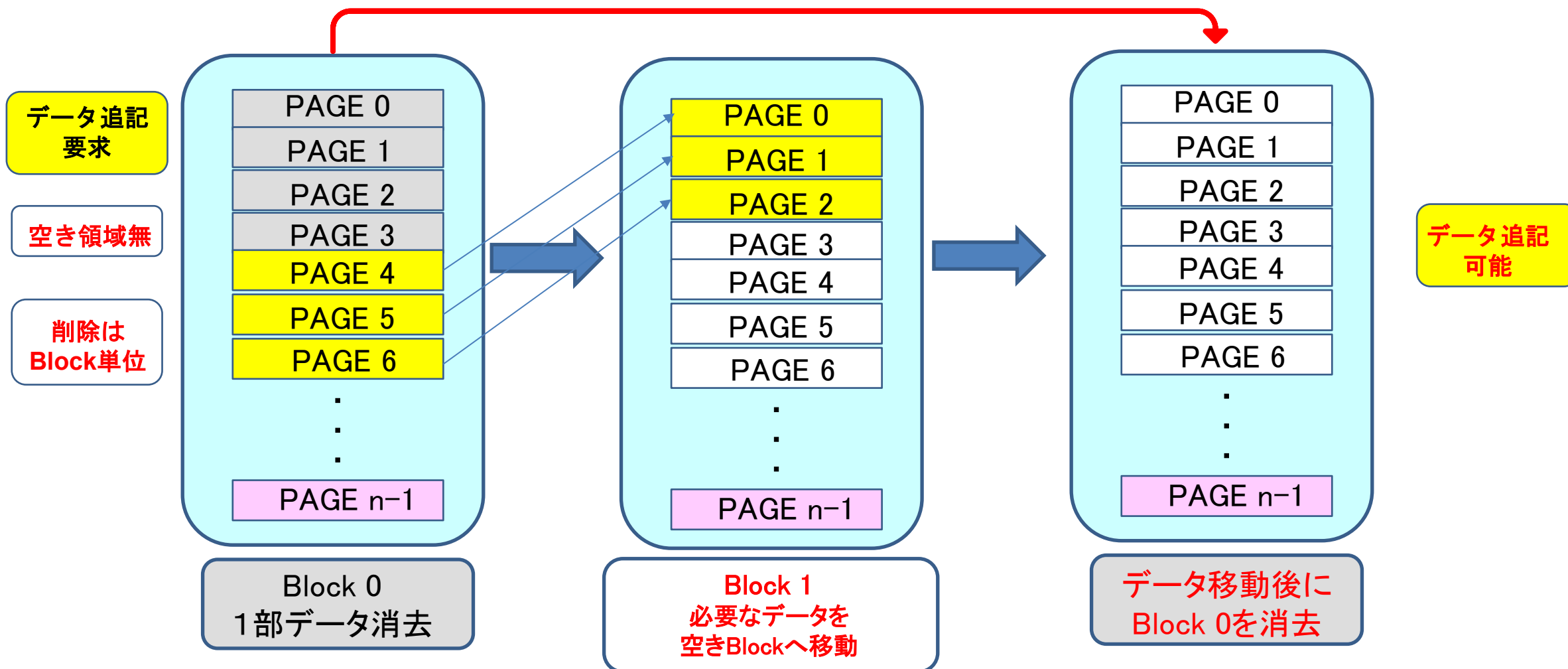
2 フラッシュ・ストレージ

2-2-3 ガベージコレクション



2 フラッシュ・ストレージ

2-2-3 ガベージコレクション



現在はこの処理はほとんどバックグラウンド行われており、パフォーマンス低下を防ぐ工夫がされています。

AIの大規模化への対応・・革新メモリ ZAM (Z-Angle Memory)

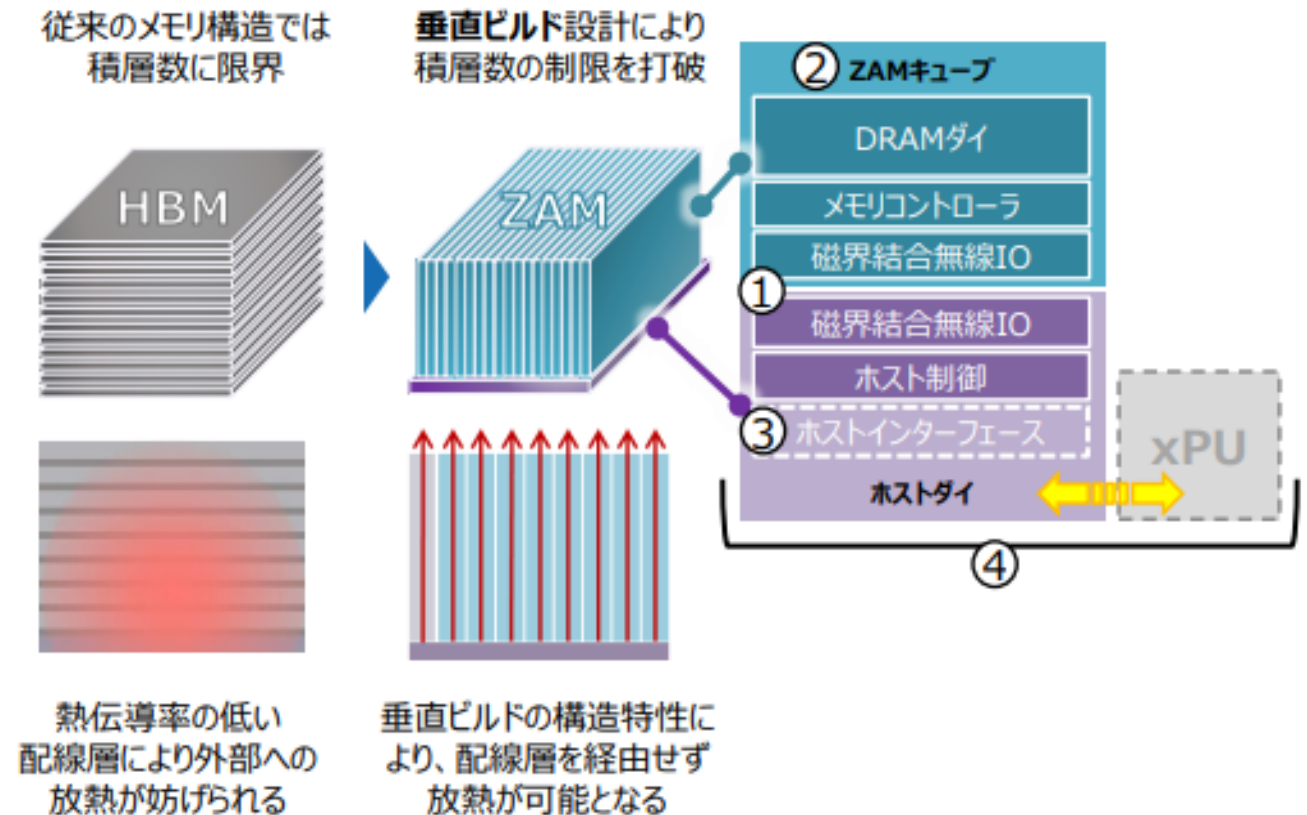
生成AIモデルの大規模化に伴って、プロセッサ（GPU等）の演算性能ではなくメモリ帯域幅がボトルネックになりつつあり、メモリの更なる大容量化および広帯域化が重要となっている。

他方で、現在主流となっているHBMは大容量化・広帯域化に向けて熱の滞留等の構造的な課題がある。

更なる広帯域化を実現するため、新しい構造の広帯域メモリ半導体の研究開発プロジェクトを採択。

DRAMダイの積層方法を改良（※）することで放熱特性を向上し、AI計算の更なる高度化に必要な高メモリ密度・広帯域・低消費電力を実現する。

（※）磁界で接続する「磁界結合無線通信 I/O」を備えたDRAMダイを垂直ビルドしたZAM（Z-Angle Memory）



3 テープ装置

テープストレージに関してはテープストレージのテクノロジーのセッションでJEITAテープストレージ専門委員会から最新情報を説明させていただきます。

皆様が考えている以上に進化しており、新たな発見があると思います・・・楽しみに・・・



4 ソフトウェア・デファインド・ストレージとは？

ソフトウェア・デファインド・ストレージ（SDS）の定義

製品提供ベンダーによって定義は異なる・・・

参考）SNIA：Storage Networking Industry Associationによる要件

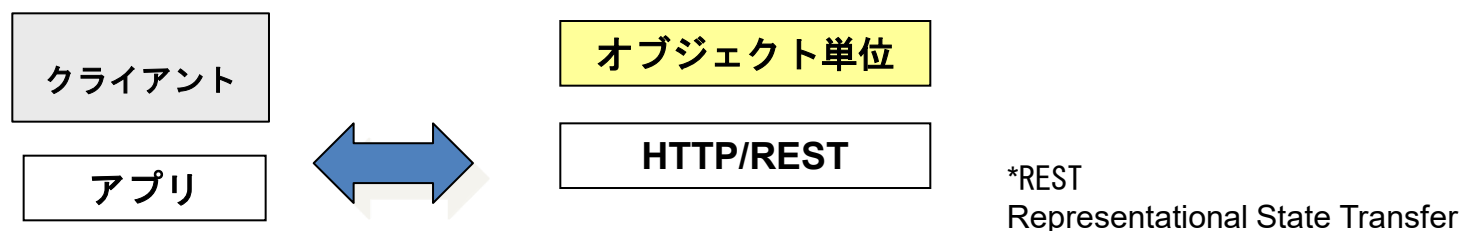
- ①Automation：自動化
- ②Standard Interface：標準化インターフェイスの実装
- ③Virtualized Data Path：仮想化されたデータパス*1の実装
- ④Scalability：拡張性
- ⑤Transparence：透過性

を有したものがソフトウェア・デファインド・ストレージとの定義

[参考）SNIA Software Defined Storage White Paper v1.pdf](#)

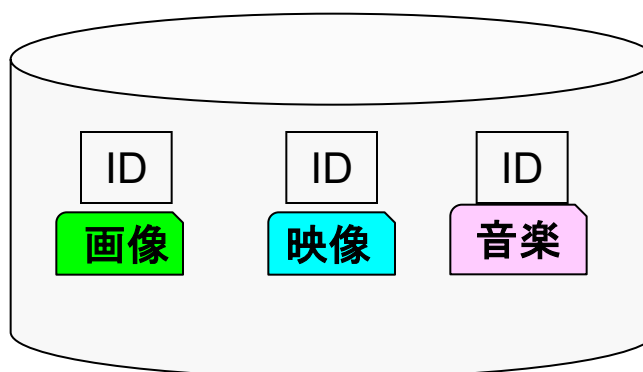
5 オブジェクト・ストレージとは？

オブジェクト・アクセスにて動作するストレージ
オブジェクト単位で固有ID（URI）が付与され、データとそれを扱うためのメタデータによって構成される。
メタデータは作成日時、作成者、データの種類、保存期間やコピー回数などの情報を持つことが可能。



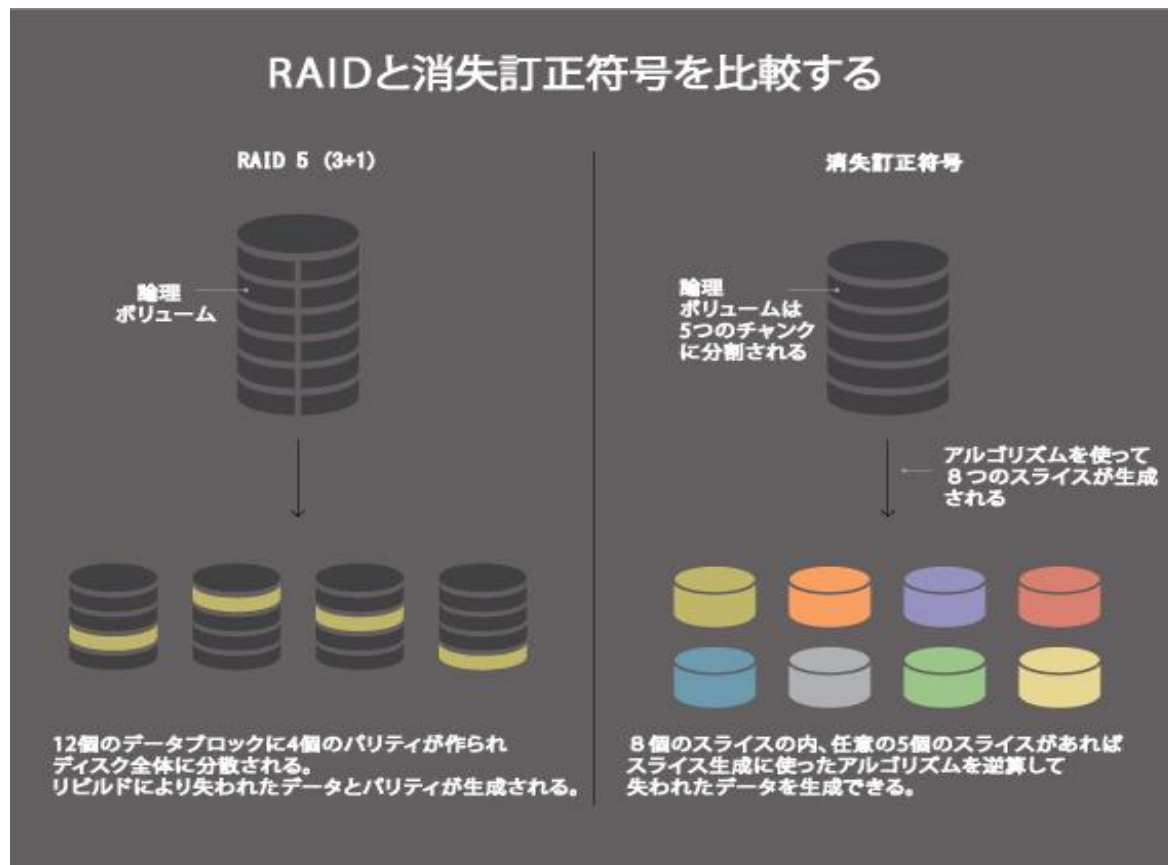
**特長：管理の容易性、
大容量データへの対応**

**変更（書き換え）が発生した場合には高パフォーマンスの実現は難しい
比較的変更が少ないデータに適合**



6 Erasure Coding（消失訂正符号）とは？

オブジェクト・ストレージにおけるデータ冗長化手法：「Erasure Coding（消失訂正符号）」



現在HDDの容量も非常に大きくなり、RAIDのリビルド時間も長時間必要となっている。（前述の通り）

オブジェクトストレージは大容量のデータである画像、動画、音楽などを取り扱うことに適したストレージです。

障害対応としてRAID機能だけでは復旧時間、復旧までの信頼性の確保などで問題が発生します。

そのためにオブジェクト・ストレージでは冗長化の機能としてErasure Codingを採用しているものが増えています。

優れた点として別筐体との連携した構築が可能であったり、復旧が早い、複数台のディスクが故障しても普及可能などがありますが、逆に基本的には大規模システムに適している手法のため小規模システムには不適であったり、処理が分散化されているので高速処理が困難などの問題もあります。

基本的には大規模システム向けで小規模なオブジェクトを取り扱うのシステムには向いていないと一般的には言われています。

この部分も後述する適材適所の良い例になると思います。

上記資料はJDSFメールマガジン2015/8月のStorage Magazine翻訳記事より抜粋しています。

詳細は以下URLより参照ください。

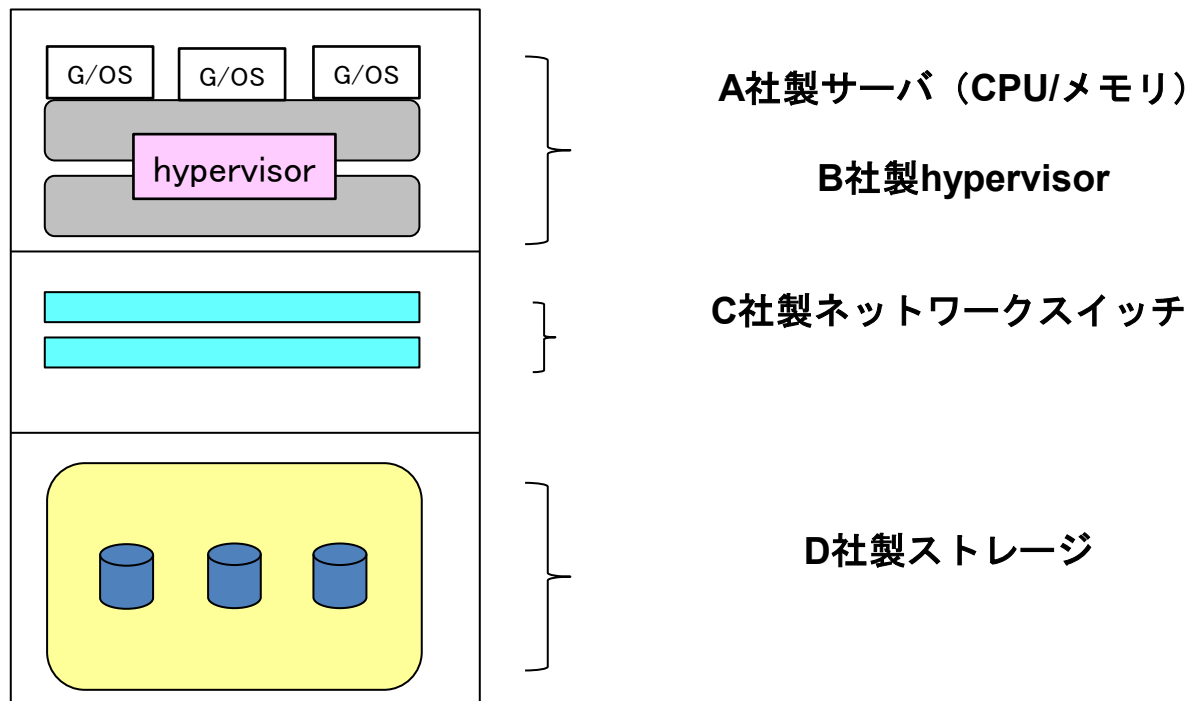
<https://www.jdsf.gr.jp/sms/stm/201508.html>

7 コンバージド・インフラ

コンバージド・インフラ

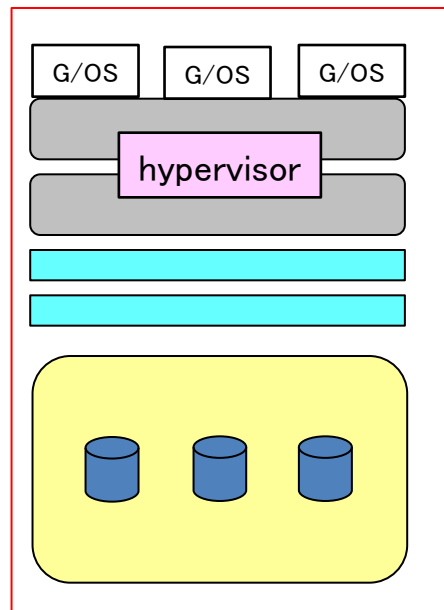
何故コンバージド・インフラが必要だったのか？

＞一般的な仮想インフラ(3Tier環境) ・ ・ ラック内に各社製品を実装
課題：複雑な構成・運用管理、検証必要、拡張時の限界など



7 コンバースド・インフラ

前ページの課題の解決 ・ ・ **すべてではないが** ・ ・

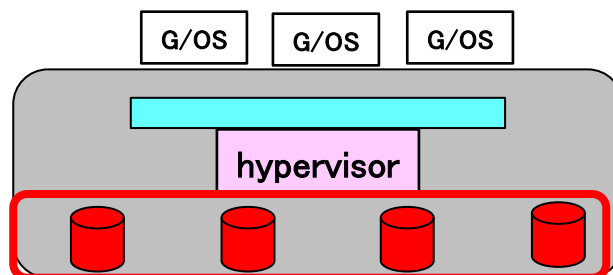


A社、B社、C社、D社が共同で検証した
ラッキングされた「パッケージ製品」と
して出荷

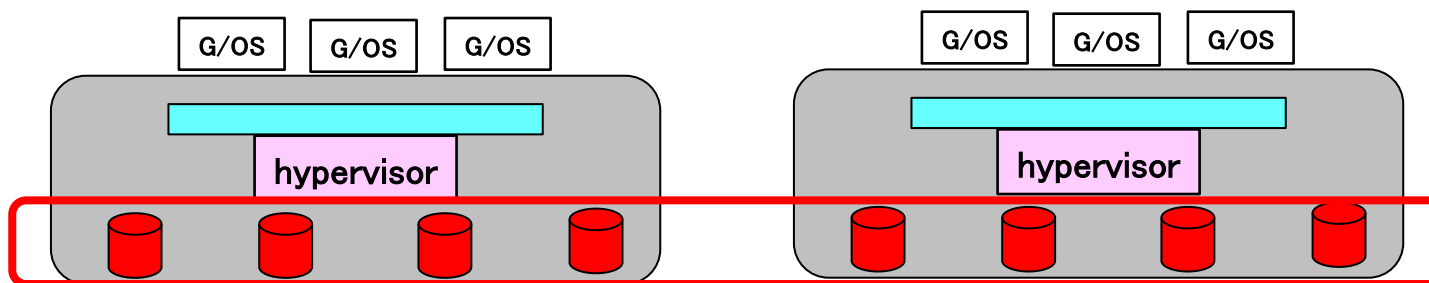
8 ハイパーコンバージド・インフラ (HCI)

ハイパー・コンバージド・インフラ (HCI)

前ページの解決・・・サーバー内で完結
管理ツール、CPU、メモリ、ネットワーク、hypervisor、内蔵ストレージによる
パッケージ・・・スモールスタート、増設、管理の容易性



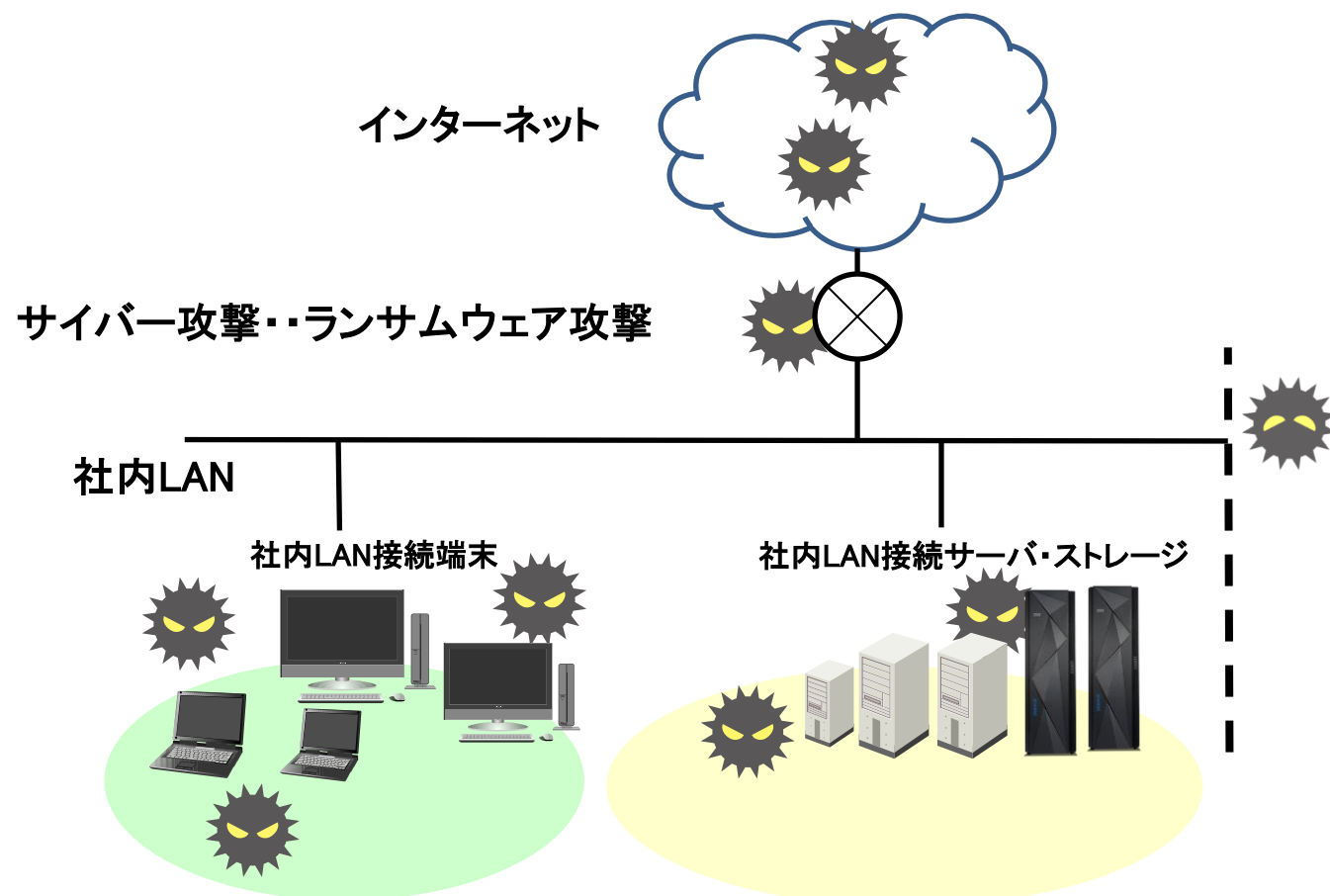
リソース不足の際にはこの単位で増設



ストレージ視点としてこのストレージ部分を仮想化して共有化
実現するためにSDSの技術を利用

9 ストレージでのランサムウェア対策例

ランサムウェア対策 ・ ・ エアギャップとイミュータブル



エアギャップ：物理的隔離
「金庫に入っているイメージ」
ネットワークから切り離されて
いる状態
ネットワーク経由感染防ぐ

イミュータブル：不変、変更不可
データの変更ができない機能の実装



システム復旧時には感染されていないデータが必須です！
バックアップデータを保管するストレージの役割はとても重要です！！

良く使われる用語

①クラウドサービス

＞ネットワーク経由で情報システムサービスを提供

SaaS (Software as a Service)、PaaS (Platform as a Service)、IaaS (Infrastructure as a Service) など

②パブリッククラウド

＞様々なユーザー(企業・組織)に対し、製品、ソフトウェアなどを提供するサービス

③プライベートクラウド・・自社専用で企業内に構築されたクラウド

④オンプレミス

＞自社で情報システム全般を構築・運営(製品購入、運用)

⑤CAPEX

＞Capital Expenditure: 設備投資・・製品購入など

⑥OPEX

＞Operating Expense: 運用費用・・月々の費用

⑦サブスクリプション

＞定額料金制

⑧ゼロトラスト

⑨エアギャップ

⑩イミュータブル (immutable): 不変(性)

⑪レジリエンシー(resiliency): 復元力、回復力

⑫JBOF・・Just a Bunch of Flash ご参考: JBOD Just a Bunch of Drives

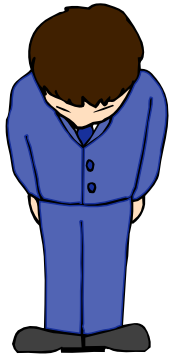
ストレージ選択の際には「要件」を明確に！

項目例

- ①パフォーマンスの要求
- ②使用アプリケーション・・・データ特性
- ③データ使用方法
- ④データ更新頻度
- ⑤データ保護（最重要～不要）
- ⑥障害時の業務継続要求
（RTOとRPO・・・佐野さんのセッションで詳細説明・・・）
- ⑦データ保管場所・・・社内/外部
- ⑧遠隔地での使用場合のネットワーク帯域 など・・・

*** ストレージ機能は業務そのもの、アプリケーション・環境、使用する製品の変化により日々進化しています・・・**

- ①データを貯蔵する（もの） ・ ・ Store ・ ・ Storage
- ②概して、早いものは高い！
- ③適材適所
- ④製品のスペックを良く知る（良い点も懸念点も）
- ⑤システム全体の整合性と拡張性&コスト
コストと機能は「トレードオフ」の関係です！！



最終的にはシステムの特性を良く考えて選定しましょう。

残念ながらシステムの障害は「0」にはできません。
想定外のことが起こることを「想定」して対策を考えておきましょう。

・ ・ **佐野さんセッションの最後の部分が重要です！！**

ご清聴いただき、ありがとうございました。