

フラッシュメモリガイド

Kingston® は、メモリ製品の世界有数の独立系メーカーです。ストレージにフラッシュメモリチップを採用したフラッシュカード、USB フラッシュドライブ、ソリッドステートドライブ (SSD) (総称してフラッシュストレージデバイス) を幅広く提供しています。当ガイドの目的は、利用可能なさまざまな技術やフラッシュメモリ製品を説明することです。

注：フラッシュメモリ技術の進歩により、本書に記載された仕様は予告なく変更されることがあります。

1.0 フラッシュメモリ：新世代のフラッシュストレージデバイスを強化します

東芝は、1980年代に、メモリデバイスが電源から切断されてもデータを保存できる新しいメモリ技術としてフラッシュメモリを発明しました。このデータには、ドキュメント、画像、ビデオ、オーディオファイル、ソフトウェアアプリケーションなど、さまざまな種類のファイルが含まれます。それ以来、フラッシュメモリ技術は民生用および産業用の多様なデバイス用の優先的なストレージメディアへと進化してきました。

民生機器では、フラッシュメモリは以下の分野で広く使われています：

- ・ ノートパソコン
- ・ デジタルカメラ (デジタル一眼レフ、ミラーレス、ビデオカメラなど)
- ・ タブレット端末
- ・ 携帯電話
- ・ 全地球測位システム (GPS)
- ・ 電子楽器
- ・ テレビのセットトップボックス
- ・ ドローン
- ・ 携帯型/据え置き型のゲーム機
- ・ アクションカメラ
- ・ ドライブレコーダー
- ・ フィットネストラッカー
- ・ 玩具
- ・ 自動車
- ・ パソコン

フラッシュメモリは、電源オフ時の信頼性とデータ保持が重要な要件となる、次のような多くの産業用アプリケーションでも使用されています：

- ・ セキュリティシステム/IP カメラ
- ・ 軍事システム
- ・ 組込みコンピュータ
- ・ セットトップボックス
- ・ ネットワークおよび通信製品
- ・ 無線通信機器
- ・ 小売管理製品 (例：手持ち式スキャナ)
- ・ POS デバイス

注意事項：Kingston の大部分のフラッシュメモリは、一般消費者向けの製品と互換性を持つように設計と試験が行われています。消費者の標準的な日常の使用を超える産業用の用途や特殊な用途の場合は、Kingston 宛に直接ご照会ください。フラッシュセルの耐久性に大きな影響を及ぼす用途では、特殊な設定が特に必要な場合があります (第 3.0 項をご覧ください)。

2.0 SSD、フラッシュカード、および USB フラッシュドライブ容量

フラッシュストレージデバイスの容量の一部は、フォーマット (初期化) およびその他の機能に使用されるため、データ保管には使用できません。

フラッシュストレージデバイスの設計時や製造時には、デバイスが確実に動作し、ホストデバイス (コンピュータ、デジタルカメラ、タブレット、携帯電話など) をメモリセルに確実にアクセスさせるための手順が講じられます。フォーマットには、以下の動作が含まれます。

1. フラッシュストレージデバイス内の各メモリセルのテスト。

フラッシュメモリガイド

2. 不良セルの識別、および不良セルに対するデータの書き込み/読み出しを防ぐ措置。
3. 一部のセルを「予備」用として確保。フラッシュメモリセルは長寿命ですが、しかし寿命は有限です。従って一部のセルは、時間の経過と共に故障するおそれのあるセルを交換するための予備として確保します。
4. ファイルアロケーションテーブル (FAT) または別のディレクトリの作成。フラッシュデバイスがユーザーファイルへの保存やアクセスを容易に行うことができるように、ファイル管理システムを作成して、それぞれのデバイスまたはパソコンがフラッシュストレージデバイスに保存されたファイルを識別できるようにしなければなりません。フラッシュストレージデバイス用に最も一般的なタイプのファイル管理システムは、ハードドライブでも使用されているファイルアロケーションテーブル (FAT) です。
5. フラッシュストレージデバイスのコントローラに使用されるため、例えば、ファームウェアの更新や他のコントローラ固有の情報を保存するために、一部のセルを確保します。
6. 適用可能な場合、一部のセルを特殊な機能用に確保する。たとえば、セキュアデジタル (SD) カードの仕様では、特殊なコピー保護やセキュリティ機能に対応するために、予約領域が必要です。
7. フラッシュストレージデバイスにはラベルまたは名前が付けられており、コンピュータに接続するときに識別するために使用されます。
8. フラッシュストレージデバイスは、コンピュータのオペレーティングシステム内にマウントするか、カメラや携帯電話などのデバイスで利用できるようにすることで使用可能になります。

3.0 Kingston フラッシュストレージ製品の機能

Kingston のフラッシュストレージデバイスには多くの利点があります。

- ・ フラッシュストレージデバイスの保証*：Kingston は、正規エンドユーザーであるお客さまに対し、その製品に、材料面と製造上の欠陥がないことを、ここに規定する条件に基づいて保証します。
(*注意：保証内容は変更される場合があります)

製品寿命保証：以下の Kingston 製品は、製品寿命期間保証の対象となります。ValueRAM®、HyperX®、Kingston FURY™、Server Premier、市販メモリ、Kingston システム固有のメモリなどのメモリモジュール。セキュアデジタル (SD)、セキュアデジタル HC (SDHC) と XC (工業用温度と耐久カードを除く)、コンパクトフラッシュ、マルチメディアカード、スマートメディア、およびフラッシュアダプターなどのフラッシュメモリカード。

5年間保証：以下の Kingston 製品は、正規エンドユーザーのお客様が購入された日より 5 年間保証されます。USB DataTraveler® ドライブ (DataTraveler 2000 を除く)、デザインインクライアント DRAM (「CBD」)、IronKey™ ドライブ (IKVP80ES、IKKP200、IKKP200C、IKD500SM を除く)、および産業温度 microSD カード (SDCIT)。

5年間の条件付き SSD 保証：次の Kingston 製品は、次のいずれの事象が最初に発生した場合に、この保証の対象となります。(i) 元のエンドユーザー顧客による購入日から 5 年間。(ii) 「SSD Wear Indicator」 (SSD 消耗インジケータ) とラベル付けされた Kingston の SMART 属性 231 の実装によって測定された SATA SSD の使用量が、Kingston SSD マネージャー (「KSM」) によって示される正規化された値 1 に達したとき、または (iii) Kingston のヘルス属性「使用率」の実装によって示される NVMe SSD の使用量が、KSM によって示される正規化値の 100 に達したか、それを超えた場合。

KSM は製品のデータシートに指定されており、Kingston の Web サイト (kingston.com/SSDmanager) から入手できます。SATA SSD では、新品未使用品の消耗インジケータ値 (wear indicator value) が 100 であるのに対し、保証限度に達した製品の消耗インジケータ値は 1 となります。NVMe SSD では、新品未使用品の使用率 (Percentage Used) が 0 であるのに対し、保証限度に達した製品の使用率 (Percentage Used) が 100 以上と表示されます。

[詳細](#) >>

フラッシュメモリガイド

各製品別の保証情報については、以下のSSD保証一覧表をご参照ください。

5年間条件付き保証表 (SATA SSD)	
ドライブファミリー	部品番号
DC600M	SEDC600Mxxx
DC500	SEDC500xxx
DC400	SEDC400S37xxx
DC450R	SEDC450Rxxx
KC400	SKC400S37xxx
KC600	SKC600xxx
M.2 SATA G2	SM2280S3G2xxx
UV500	SUV500xxx

5年間条件付き保証表 (NVMe SSD)	
ドライブファミリー	部品番号
A1000	SA1000M8xxx
DC1000B	SEDC1000BMBxxx
DCP1000*	SEDC1000Hxxx*
KC1000	SKC1000xxx
KC2000	SKC2000xxx
DC1000M	SEDC1000Mxxx
DC1500M	SEDC1500Mxxx
KC2500	SKC2500xxx
A2000	SA2000M8xxx
KC3000	SKC3000xxxx
Kingston Fury Renegade	SFYRxxxx

5年間条件付き保証表 (ポータブル SSD)	
XS1000	SXS1000xxxx
XS2000	SXS2000xxxx

3年保証：以下の Kingston 製品は、正規エンドユーザーのお客様が購入された日より3年間保証されます。IronKey™ Vault Privacy 80 外付けSSD (IKVP80ES)、Keypad 200 (IKKP200)、Keypad 200C (IKKP200C)、高耐用 microSD カード (SDCE)、工業用カード (SDCIT2、SDIT)、DataTraveler microDuo3 G2 (DTDUO3G2)、HyperX Savage (SHSS37Axxx)。

3年間の条件付き SSD 保証：次の Kingston 製品は、次のいずれの事象が最初に発生した場合に、この保証の対象となります。(i) 正規エンドユーザー顧客による購入日から3年間。(ii) 「SSD Wear Indicator」(SSD 消耗インジケータ)とラベル付けされた Kingston の SMART 属性 231 の実装によって測定された SATA SSD の使用量が、Kingston SSD Manager (「KSM」)によって示される正規化された値 1 に達したとき、または (iii) Kingston のヘルス属性「使用率」の実装によって測定された NVMe SSD の使用量が、KSM によって示される正規化された値の 100 に達したか、それを越えたとき。

[詳細 >>](#)

フラッシュメモリガイド

KSMは特定の製品のデータシートに指定されており、KingstonのWebサイト (kingston.com/SSDmanager) から入手できます。SATA SSDでは、新品未使用品の消耗インジケータ値 (wear indicator value) が100であるのに対し、保証限度に達した製品の消耗インジケータ値は1となります。NVMe SSDの場合、新しい未使用の製品の使用率の値は0ですが、保証限度に達した製品の使用率の値は100以上になります。

各製品別の保証情報については、以下のSSD保証一覧表をご参照ください。

3年間条件付き保証表 (SATA SSD)	
ドライブファミリー	部品番号
A400	SA400S37xxx
Q500	SQ500S37xxx
UV400	SUV400S37xxx
HyperX Savage EXO	SHSX100xxx

3年間条件付き保証表 (NVMe SSD)	
ドライブファミリー	部品番号
NV1	SNV5xxx
NV2	SNV2Sxxx

2年間保証：以下のKingston製品は、正規エンドユーザーのお客様が購入された日より2年間保証されます。IronKey™D500SM, DataTraveler® Bolt Duo、MobileLite® ワイヤレス - Gen 3、MobileLite ワイヤレス - Gen 2、MobileLite リーダー、microSD リーダー、Nucleum ワークフローステーションとワークフローリーダー、および Kingston カスタマイゼーションプログラム下の製品。Kingston カスタマイゼーションプログラム製品については、2年間の保証期間中、クレジットまたは返金に限定されます。Kingstonは独自の判断により、Kingston ロゴプログラムで発注した製品に欠損がある場合に、機能的に等価の製品との交換を選択する場合があります。

1年保証：以下のKingston製品は、正規エンドユーザーのお客様が購入された日より1年間保証されます。MobileLite ワイヤレス - Gen.1、DataTraveler アクセサリキット、Wi-Drive®、TravelLite SD/MMC リーダー、Bali microSDHC クラス 10 UHS-1。

製品の製造が終了した場合、Kingstonは自己の裁量により、該当する製品の修理、同等製品との交換、購入価格と該当製品の現在の価値のいずれか低い額の返金、のいずれかを選択するものとします。

修復した製品または交換品は残りの保証期間または90日間のうちのどちらか長い方の期間、本限定保証が継続して有効となります。

本限定保証は正規エンドユーザー顧客にのみ適用され、ここに記載されている条件と要件が適用されます。本限定保証書を譲渡することはできません。キットの一部として購入した製品の保証を受けるには、キット全体を返品する必要があります。

組み込みコンポーネント製品とDRAMコンポーネント製品:製品固有の保証に関する追加情報については、[組み込み](#)、[DRAM](#)、および[デザインイン SSD](#) コンポーネントの保証規定を参照してください。

詳細については、kingston.com/company/warranty.aspを参照してください

- ・ソリッドステート：フラッシュストレージデバイスには、半導体ストレージデバイスであるため、可動部品がなく、ハードドライブのような機械的故障の問題はありません。0デシベルのノイズレベルで動作する静かさとともにその全体的なデータの信頼性によって、利便性を重視したポータブルメモリ製品市場を制覇しました。

詳細 >>

フラッシュメモリガイド

- 小さな物理的サイズ（フォームファクタ）：フラッシュストレージデバイスは簡単に持ち運ぶことができるように設計されています。利便性は、特に消費者や企業の用途で重要な条件です。
- データの高い信頼性：フラッシュメモリは非常に信頼性が高く、また多くのタイプのフラッシュストレージデバイスにはエラー訂正コード (ECC) 検査の機能と、高度なウェアレベリング技術が組み込まれています。
- Kingston フラッシュのデータ保持：Kingston フラッシュストレージ デバイスは主に SLC/MLC/TLC/QLC フラッシュメモリを使用しています。メモリのサイクル時間がデータ保持に影響するため、フラッシュメモリのデータ保持は動的に変化します。重要な情報は他のメディアに常にバックアップして、長期的に安全に保管する必要があります。
- ウェアレベリング技術：Kingston のフラッシュストレージデバイスには、フラッシュメモリ間でプログラム/消去 (P/E) サイクル数を均等にする、高度なウェアレベリング技術を利用するコントローラが内蔵されています。このウェアレベリング技術はフラッシュメモリカードの耐用年数を延長するものです（詳しくは、次の Kingston のフラッシュセルの耐久性の項をご覧ください）。
- フラッシュセルの耐久性：不揮発性フラッシュメモリセルのプログラム/消去 (P/E) サイクル数は有限です。平たく言えば、フラッシュストレージデバイスにデータが書き込まれるか、フラッシュストレージデバイスからデータが消去されるたびに、プログラム/消去サイクルの数が減少し、最終的にフラッシュメモリが使用できなくなったときに不揮発性フラッシュメモリセルの使用限界です。
- マルチレベルセル (MLC) フラッシュの場合、本書作成時点のリソグラフィプロセスに基づいて、最大 10,000 プログラム消去 (P/E) サイクル。シングルレベルセル (SLC) フラッシュの場合、最大 100,000 プログラム消去 (P/E) サイクル。トリプルレベルセル (TLC) の場合、最大 3000 プログラム消去 (P/E) サイクル。クアドレベルセル (QLC) の場合、最大 1000 プログラム消去 (P/E) サイクル。フラッシュメモリダイのリソグラフィ技術はセルの耐久性に重要な役割を果たし、ダイサイズが小さくなるにつれて低下します。
- フラッシュメモリの技術：マルチレベルセル (MLC) フラッシュの場合は、セル当たりで複数のレベルが使用され、それにより同じ数の半導体を用いて、更に多くのビットを保存することが可能です。MLC の NAND フラッシュ技術では、セル当たり 4 つの状態を使用します。シングルレベルセル (SLC) の場合、各セルは 2 つの可能な状態で保存できます。トリプルレベルセル (TLC) の場合、ビットは 8 つの可能な状態で保存できます。クアドレベルセル (QLC) の場合、ビットは 16 の可能な状態で保存できます。フラッシュメモリダイのリソグラフィ技術はセルの耐久性に重要な役割を果たし、ダイサイズが小さくなるにつれて低下します。
- 書き込み増幅率 (WAF)：書き込み増幅率 (WAF) は、フラッシュ NAND ストレージデバイスへのデータ書き込みの効率を評価するために使用される重要な指標であり、すべてのフラッシュストレージデバイスに存在します。書き込み増幅率は、ホストから書き込まれるデータ量とフラッシュメモリチップに書き込まれるデータ量の比率です。WAF が高いのは、データ管理が非効率であることを示し、パフォーマンスの低下、磨耗の増加、フラッシュメモリの寿命短縮につながるおそれがあります。
- 自動不良セクター再マッピング: Kingston フラッシュコントローラは不良メモリセル（「不良ブロック」）のセクションを自動的にロックアウトし、データの破損を避けるためにそのデータを他のセクション（「空きブロック」）に移します。フラッシュストレージデバイスの耐用年数と信頼性を延ばすため、時間の経過とともに不良セクターを再マップするためのスペアブロックを工場出荷時のフォーマットの際に（セクション 2 で説明）フラッシュストレージデバイス上に確保します。
- 高品質のコネクタ：Kingston のフラッシュストレージデバイスは、フラッシュメモリデバイスの長寿命と信頼性の高い使用を保証するために、高定格のはめ合わせコネクタを必ず使用します。
- 動作温度と湿度：

詳細 >>

フラッシュメモリガイド

SSD：0～70°C、湿度：85% RH

USB フラッシュドライブ：0～60°C、湿度：20%～80% RH

SD および Micro SD：-25°C～85°C、湿度：5%～95% RH

カードリーダー：0～60°C、湿度：95% RH

製品の詳細な環境仕様については、Kingston の製品ページとデータシートをご確認ください。

- 大容量：フラッシュストレージデバイスは、大きな記憶容量を非常に小さなフォームファクタで提供できます。その柔軟性により、フラッシュストレージデバイスは、デジタルフィルムや文書の保管場所など、携帯性と利便性が重要な消費者向けの用途に最適です。

注意事項：記載されている容量の一部はフォーマットやその他の機能に使用されるため、データの保存には使用できません。詳しくは第2項をご覧ください。

- 高性能：Kingston の超高速 (UHS) フラッシュカードと Hi-Speed/SuperSpeed DataTraveler USB フラッシュドライブは、多くの標準フラッシュ製品や競合製品よりも高速動作です。Kingston のフラッシュカードが最高レベルのパフォーマンスを発揮できるよう、Kingston の技術者は高性能なコントローラをテストし、選択しています。USB、Hi-Speed、および Super Speed USB のパフォーマンスについては、付録を参照してください。Kingston の標準フラッシュ製品は、一般用途向けに適度なパフォーマンスレベルをお届けします。
- 低消費電力：データを保持するために常に電源を供給する必要がある標準的な DRAM メモリと異なり、フラッシュメモリは不揮発性で、データの保持に電源は必要ありません。フラッシュメモリの消費電力が低さは、ホストデバイスの長いバッテリー寿命につながります。
- プラグアンドプレイ対応：Kingston のフラッシュメモリはプラグアンドプレイに対応しています。プラグアンドプレイ技術と互換性のあるコンピュータオペレーティングシステムを使用すると、フラッシュストレージデバイスをコンピュータやフラッシュメディアリーダーに挿入すれば、コンピュータがすぐに認識してアクセスできます。
- ホットスワップ対応：ホットスワップを使用すると、コンピュータの電源をオフにして再起動することなく、フラッシュストレージデバイスを互換性のあるコンピュータまたはリーダーに接続したり取り外したりすることができます。この機能により、データ、写真、音楽などを2台のパソコンまたはデバイス間で転送可能になり、フラッシュストレージデバイスの携帯性と利便性が向上します。

4.0 不揮発性 NOR および NAND フラッシュの技術

DRAM (ダイナミック・ランダム・アクセス・メモリ) と異なり、フラッシュメモリは不揮発性です。不揮発性メモリは、電源が入っていなくてもデータを保持します。たとえば、コンピュータの場合は、電源がオフになると、DRAM メモリにあったデータはすべて消去されます。しかし、フラッシュストレージデバイスをデジタルカメラから取り外す場合、すべてのデータ (および画像) はフラッシュストレージデバイスに保存されて残ります。このように、データを保持する機能は、デジタルカメラのデジタルフィルム、携帯電話、タブレット、その他の携帯型デバイスなどのフラッシュメモリアプリケーションにとって重要です。

フラッシュメモリには、次のように2つの主要な技術があります：NORとNANDです。次の表にまとめたとおり、この2つの技術にはさまざまな用途に適した長所があります：

	NOR フラッシュ	NAND フラッシュ
高速アクセス	あり	あり
ページモードのデータアクセス	なし	あり
バイトレベルのランダムアクセス	あり	なし
主な用途	ネットワークングデバイスメモリ	産業用ストレージ

詳細 >>

4.1 NOR フラッシュメモリ

NOR は、特定のデータマッピング (Not OR) にちなんで名付けられたもので、高速のフラッシュテクノロジーを意味します。NOR フラッシュメモリは高速ランダムアクセス機能を提供し、シーケンシャルモードでメモリにアクセスすることなく、メモリ内の特定の場所でデータの読み書きを行うことができます。NAND フラッシュと異なり、NOR フラッシュは1バイト単位でデータを読み出すことが可能です。NOR フラッシュは、データをランダムに読み出したり書き込んだりするアプリケーションに優れています。NOR は (携帯電話の OS を保存するため) ほとんどの携帯電話および PDA に内蔵されており、またブート機能を実行する BIOS プログラムの保存用に、パソコンでも使用されています。

4.2 NAND フラッシュメモリ

NAND フラッシュは NOR フラッシュの後に発明され、データに使用される特定のマッピング技術にちなんで名付けられました (Not AND)。NAND フラッシュメモリは、高速シーケンシャルモードで、小さなブロックサイズ (「ページ」) のデータの読み取りと書き込みを行います。NAND フラッシュは1ページ単位でデータの読み出しと書き込みを行うことができますが、NOR フラッシュのように個々のバイトを読み出すことはできません。

NAND フラッシュメモリは、ソリッドステートハードドライブ、オーディオおよびビデオのフラッシュメディアデバイス、テレビのセットトップボックス、デジタルカメラ、携帯電話 (データストレージ用)、およびデータが通常連続的に書き込まれたり読み取られたりするその他のデバイスでよく使用されます。

たとえばデジタルカメラでは、写真は撮影と保存がシーケンシャルに行われるため、ほとんどのデジタルカメラが NAND フラッシュベースのデジタルフィルムを使用しています。また NAND フラッシュは、ページ全体のデータを非常に高速で転送するため、写真をより効率的に読み出せます。順次記憶媒体として、NAND フラッシュはデータ保存に最適です。

NAND フラッシュメモリは NOR フラッシュメモリよりも安価で、同じダイサイズでより多くの記憶容量を収容できます。

セルあたり1ビット (例えば、セルあたり“0”または“1”の値) を記憶するフラッシュメモリは、シングルレベルセル (SLC) フラッシュとして知られています。

5.0 ダイスタッキング、3D NAND および マルチレベルセル / マルチビットセルフラッシュテクノロジー

フラッシュメモリチップに収容できるビットストレージ量を安価に増やすために、メーカーは3D NANDとマルチレベルセルまたはマルチビットセル技術を利用しています。これらの技術により、1つのチップに多くのデータを保存できるフラッシュメモリチップが実現します。

5.1 3D NANDとダイスタッキング

3D NAND フラッシュ技術とダイスタッキングは、半導体メモリ設計における大きな進歩を表しています。3D NAND では、単一チップ内でメモリセル層を垂直に積層し、従来の平面型 NAND と比較して大容量化とパフォーマンスの向上を実現します。ダイスタッキングは通常、NAND フラッシュメモリ以外での応用が多く見られますが、3D NAND 技術と並行して利用することもできるため、DDP (ダブルダイパッケージ)、QDP (クアッドダイパッケージ)、ODP (オクトダイパッケージ)、そして HDP (16ダイパッケージ) といった構成になります。ダイスタッキング技術により、USB ドライブや M.2 SSD などの小さなフォームファクタで大容量化を実現します。デュアルダイおよびクアッドダイパッケージ。これらの構成では、ストレージ容量の増加、パフォーマンスの向上、コスト効率の向上など、両方の技術の利点が組み合わされています。

[詳細 >>](#)

3D NAND がどのように機能するかを理解するために、関連するプロセスとコンポーネントを詳しく見てみましょう。

NAND フラッシュメモリは、格子状構造のメモリセルで構成されます。各メモリセルは、複数の電圧レベルを利用して複数ビットの情報を保存できます。通常はセルあたり 2、3、または 4 ビット（それぞれ MLC、TLC、または QLC）です。

平面型 NAND 構造：当初、NAND フラッシュメモリは、メモリセルが単一層に並べて配置された平面構造で構築されました。しかし、テクノロジーが進歩するにつれて、チップサイズを管理可能な制限内に維持しながらストレージ容量を増やすことが困難になりました。平面型 NAND 構造の限界を克服するために、メーカーは 3D NAND 技術を利用して、小さなフォームファクタを維持しながら記憶容量を増やし始めました。

チャージトラップテクノロジー：3D NAND で一般的に使用される技術の 1 つに、チャージトラップがあります。フローティングゲート (平面型 NAND で使用) を使用する代わりに、チャージトラップ技術では 3D チャージトラップ構造が採用されています。この構造により、メモリセルの電荷保持特性を適切に制御でき、パフォーマンスと信頼性が向上します。

垂直接続性：1 つの NAND フラッシュチップ内で複数のメモリセル層を積層できる複雑な構造で垂直接続されています。現在の最大積層数は NAND チップあたり 256 層です。各層には、データの保存に使用されるメモリセルのグリッドが含まれています。これらの層は互いに積み重ねられて、記憶容量を増加しています。

周辺回路：NANDフラッシュデバイスには、メモリセルに加えて、コントローラ、エラー訂正メカニズム、データ転送インターフェースなどの周辺回路も搭載されています。これらの回路はストレージ操作を管理し、データの整合性を確保し、ホストシステムとの通信を円滑にしています。

このような積層技術とダイスタッキング技術を採用して、メーカーは NAND フラッシュデバイスでより高い記憶容量を実現できます。一緒に積み重ねられる層またはダイの数は、使用される特定のテクノロジーと必要な記憶容量によって異なります。高度な 3D NAND 技術により、小さなフォームファクタでテラバイト (TB) のストレージを備えたドライブが可能になりました。

重要なのは、3D NAND は大容量ドライブを実現するための 1 つの手段にすぎないということです。全体的な記憶容量は、個々のメモリセルのサイズ、セルごとに記憶されるビット数 (SLC、MLC、TLC、または QLC)、全体的な製造プロセスの進歩などの要因によっても変化します。

まとめると、3D NAND とダイスタッキングは、半導体メモリソリューションに大容量、優れたパフォーマンス、低コスト化、柔軟性をもたらし、コンシューマおよびエンタープライズ NAND ベースのストレージソリューションの需要に対応する、幅広い用途にわたる最新のストレージ技術に不可欠なコンポーネントとなっています。

5.2 マルチレベルセル (MLC) / トリプルレベルセル (TLC) / クアッドレベルセル (QLC) フラッシュテクノロジー

NAND および NOR フラッシュメモリチップは、1 ビットの値 (0 または 1 の値) を各セルに保存します。マルチレベルのフラッシュ技術では、2 つの値が各セルに保存されます。マルチレベルのフラッシュ技術では、各セルに 3 つの値が格納されます。クアッドレベルのフラッシュ技術では、各セルに 4 つの値が格納されます。これまでに述べたすべての技術が、Kingston のフラッシュカード、SSD、DataTraveler USB フラッシュドライブに組み込まれています。さらに、Kingston は、テストが完了し、信頼性が高まり、利用可能になり次第、新しいフラッシュテクノロジーを活用します。

チャージトラップテクノロジー：3D NAND で一般的に使用される技術の 1 つに、チャージトラップがあります。フローティングゲート (平面型 NAND で使用) を使用する代わりに、チャージトラップ技術では 3D チャージトラップ構造が採用されています。この構造により、メモリセルの電荷保持特性を適切に制御でき、パフォーマンスと信頼性が向上します。

[詳細 >>](#)

6.0 フラッシュストレージデバイスの性能

フラッシュカードストレージデバイスのパフォーマンスは、次の3つの要素によって決まります：

- 特定のフラッシュメモリチップを使用：TLC NANDはセルあたり3ビットのデータを格納するのに対し、QLC NANDはセルあたり4ビットのデータを格納するため、QLC NANDの密度が高まり、ギガバイトあたりのコストが低くなります。しかし、この高密度化の代償として、TLC NANDに比べて耐久性が低下し、性能が低下します。TLC NANDは一般的に寿命が長く、読み書きの速度が速くなります。
- フラッシュストレージデバイスのコントローラ：今日のフラッシュストレージデバイスは、フラッシュメモリコントローラを内蔵しています。この特別なチップは、ホストデバイスへのインターフェイスを管理し、フラッシュストレージデバイス上のフラッシュチップに対するすべての読み取りおよび書き込みを処理します。ホストコントローラがより高速なデータ転送速度をサポートできる場合、最適化されたフラッシュコントローラを使用すると、フラッシュメモリへのデータの読み取りまたは書き込みの時間を大幅に節約できます。
- フラッシュストレージデバイスを接続するホストデバイス：ホストデバイス(コンピュータ、デジタルカメラ、携帯電話など)が特定の読み取りおよび書き込み速度に制限されている場合、より高速なフラッシュストレージデバイスを使用しても、パフォーマンスは向上しません。例えば、USB 5Gbpsの速度しかサポートしていないコンピュータでUSB 20Gbpsフラッシュドライブを使用しても、転送速度は速くなりません。さらに、ハードウェアとソフトウェアの両方でより高速な転送をサポートするようにコンピュータを適切に構成する必要があります。PCの場合、システムボードにUSB 20Gbpsコネクタが組み込まれている必要があります。USB 20Gbps転送をサポートするには、オペレーティングシステム(Windowsなど)にも適切なUSBドライバをインストールしておく必要があります。

USBのパフォーマンスの詳細は、付録Aをご覧ください。

フラッシュメモリ製品のメーカーは、フラッシュカードにスピードクラス評価を用意しています。SD Association (SDカード協会)は、フラッシュカードのスピードクラスを標準化する方法を提供しています。これらは、速度の点でハードウェアデバイスに最適なメモリカードを、消費者が選択しやすいように作られています。詳細については、kingston.com/en/blog/personal-storage/memory-card-speed-classesを参照してください。

キングストンのフラッシュデバイスが消費者にとって優れた価格性能比を持つように、キングストン社は世界の半導体およびコントローラのメーカーと密接に連携しています。最高のパフォーマンスを求める愛好家や上級顧客向けに、KingstonはCanvas Go!を提供しています。microSDとSDカードのPlusとReact Plusライン、DataTraveler 10Gbps、20Gbps USBフラッシュドライブ、およびFury SSD。

7.0 Kingstonのフラッシュストレージ製品ラインナップ

Kingstonが提供するフラッシュストレージデバイスには、以下のようにいくつかのタイプがあります：

- USBフラッシュドライブ (DataTraveler®)
- 暗号化USBフラッシュドライブ (IronKey™)
- セキュアデジタルカード (SD、SDHC、SDXC、microSD、microSDHC、microSDXC)
- ソリッドステートドライブ (SSD)
- 組み込みソリューション (デザインイン)

7.1 USBフラッシュドライブ

2002年に導入されたUSBフラッシュドライブは、大容量ストレージ、高速データ転送速度、優れた柔軟性の驚くべき組み合わせをすべて手のひらサイズでお届けします。フロッピーディスクやCD-ROMドライブの代替品として知られるUSBドライブは、標準的なフロッピーディスクやCD-ROMドライブの代替品よりもはるかに多くの記憶容量を備えています。たとえば、Kingstonには、約2,900枚のCD (700MB CD)相当のデータ、425枚のDVD相当のデータ (4.7GB DVD)、および40枚のデュアルBlu-rayディスク相当のデータ (50GB Blu-ray)を保存できる2TB USBフラッシュドライブを提供しています。USBフラッシュドライブは、コンピュータまたはデバイス間で素早く手軽にダウンロードし、デジタルファイルを転送できます。

詳細 >>

USB フラッシュドライブは NAND フラッシュとコントローラを、カプセル・ケースの形で内蔵しています。USB フラッシュドライブは、ほとんどの PC、タブレット、テレビ、携帯電話など、ユニバーサルシリアルバスインターフェイスを搭載したほとんどのコンピュータとデバイスで動作します。

Kingston では、DataTraveler USB フラッシュドライブのフルラインアップを提供しています。詳細については、以下をご覧ください <https://www.kingston.com/en/usb-flash-drives>

USB の各世代の詳細については、<https://www.kingston.com/en/usb-flash-drives/usb-30> をご覧ください。

7.2 暗号化された USB フラッシュドライブ

USB フラッシュドライブは、その可搬性と利便性で、データの保存と転送に不可欠なツールになっています。しかし、データ漏洩や不正アクセスの脅威が高まる中、機密情報を保護するための強固なセキュリティ対策が求められています。Kingston の暗号化 USB フラッシュドライブの IronKey シリーズは、暗号化アルゴリズムと認証メカニズムを通じてデータの機密性を確保することで、信頼性の高いソリューションを提供します。

AES（高度暗号化標準）などの対称暗号化アルゴリズムは、Kingston の暗号化 USB フラッシュドライブで広く使用されています。これは、データの暗号化と復号化の両方に単一の暗号化キーを使用します。このアプローチは高速かつ効率的な暗号化が可能であり、リアルタイムのデータ転送に適しています。

Kingston では、USB フラッシュドライブ内の専用の暗号化プロセッサを使用する、オンザフライ暗号化とも呼ばれるハードウェア暗号化を使用しています。このアプローチで、暗号化/復号化タスクの負担がホストコンピュータから軽減され、セキュリティとパフォーマンスの強化につながっています。

Kingston は、エンタープライズクラスのマネージド暗号化 USB フラッシュドライブを提供しています：セキュア USB 管理を使用すると、企業組織は、Windows/Mac OS で使用されるセキュア USB ストレージデバイスの在庫管理、監査、制御を行うためのコマンドセンターを迅速かつ簡単に確立できます。

以下の機能が存在します：

- ・ リモートでのパスワードのリセット
- ・ パスワードポリシー
- ・ デバイスの監査
- ・ デバイスの状態管理
- ・ 地理位置情報とジオフェンシング

(Linux サポートは基本的なロック/ロック解除コマンドに限定されており、Linux システムでは完全な管理機能は利用できません)。

暗号化 USB フラッシュドライブの重要性：

データ保護：暗号化 USB フラッシュドライブは、機密データを不正アクセスから保護し、機密性を確保し、データ漏洩を防止します。データが紛失した場合や盗難された場合でも、暗号化キーがなければ暗号化されたデータにアクセスできないため、データ漏洩のリスクを軽減できます。

コンプライアンス：医療、金融、政府などの規制が厳しい業界では、データ保護規制に準拠するために暗号化された USB フラッシュドライブが必要な場合がめずらしくありません。この点で極めて重要な規格のひとつが、米国国立標準技術研究所 (NIST) が発行する連邦情報処理規格 (FIPS) です。FIPS 準拠により、USB フラッシュドライブで採用されている暗号化アルゴリズムとセキュリティメカニズムが政府機関によって設定された厳しい要件を満たしていることが保証されます。

詳細 >>

携帯可能なセキュリティ：暗号化 USB フラッシュドライブは、外出先で機密情報を頻繁に取り扱う専門家や個人に、携帯可能なセキュリティのソリューションを提供します。これらのデバイスにより、データの整合性を損なうことなく、安全なデータの保存、共有、コラボレーションが可能になります。

7.2.1 OS に依存しないハードウェア暗号化 USB ドライブ

Kingston IronKey™ Keypad 200 は、英数字キーパッドを通じて便利な PIN アクセスを提供する、優れたハードウェア暗号化 USB ドライブです。オペレーティングシステムを選ぶことなく動作し、さまざまなプラットフォーム間の互換性が保証されます。

KP200 は、高度な XTS-AES 256 ビットハードウェアベースの暗号化を備えており、高水準のデータセキュリティを確立します。FIPS 140-3 レベル 3 認定を取得中であり、軍用レベルの保護を提供し、期待を超えるデータ保護を提供します。セキュリティ対策をさらに強化するため、ドライブの回路は特殊なエポキシ層でシールドされており、不可逆的な損傷を与えることなくコンポーネントを改ざんしたり取り外したりすることは事実上不可能です。このタンパーエビデント設計を通じて、ユーザーは不正アクセスの試みを検知できます。さらに、このドライブには、デジタル署名されたファームウェアを採用することにより、ブルートフォースパスワード攻撃や BadUSB による 익스プロイトへの対策が組み込まれています。

KP200 の英数字キーパッドは使いやすさだけでなく、プライバシーを確保するために慎重に設計されています。キーはポリマー層でコーティングされており、磨耗から保護しながら、指紋分析によるキーの使用状況の違法確認を防ぎます。

KP200 の優れた機能の 1 つは、内蔵の充電式バッテリーで、ユーザーはソフトウェアに頼らずにドライブのロックを解除できます。このバッテリー電源により、USB タイプ A または USB タイプ C 大容量ストレージデバイスをサポートするあらゆるデバイスへの簡単な接続も可能になり、プラットフォームやオペレーティングシステムが異なっても比類のない柔軟性を提供しています。

Kingston IronKey™ Keypad 200 の詳細については、以下をご覧ください：

[Kingston IronKey Keypad 200 暗号化 USB フラッシュドライブ - Kingston Technology](#)

Kingston IronKey™ Vault Privacy 80 外付け SSD は、データ保護のためのタッチスクリーンを備え、Kingston 初の革新的な OS に依存しないハードウェア暗号化外付け SSD です。VP80ES は、デジタル署名ファームウェアにより、ブルートフォース攻撃や BadUSB から保護します。デフォルトでは、管理者パスワードとユーザーパスワードをデフォルトで連続 15 回間違えて入力すると、ブルートフォース攻撃保護によりドライブが暗号化消去されます。このドライブは、Common Criteria EAL5+ (CC EAL5+) 認定のセキュアマイクロプロセッサを使用した XTS-AES 256 ビット暗号化で FIPS 197 認定を受けており、TAA に準拠しています。

スマートフォンのロック解除とシンプルなドラッグアンドドロップファイル転送のように、VP80ES はユーザーフレンドリーでありながら、データを保護するように設計されています。Vault Privacy 80ES は、直感的なカラータッチスクリーンと、数値 PIN モードまたはパスフレーズモードを備えたマルチパスワード（管理者およびユーザー）オプションを備えており、インターネットサービスやクラウドサービスを使用してデータを保護する方式よりも優れています。

重要な企業情報、顧客文書を扱う中小企業（SMB）から、高解像度画像や動画を扱うコンテンツ作成者まで、本ドライブは理想的です。USB Type-C®2 - Type-A および Type-C - Type-C の、2 本の USB 3.2 Gen 1 アダプターケーブルが付属しているため、コンピュータやその他のデバイスに簡単に接続できます。VP80ES は、現場や外出先で安全なデータとコンテンツが必要な場合の完璧なお供であり、ポータブルな生産性と利便性を手のひらに収まるサイズで実現します。

Kingston IronKey™ Vault Privacy 80 外付け SSD の詳細については、以下を参照してください：

[Kingston Kingston IronKey Vault Privacy 80 暗号化外付け SSD](#)

7.2.2 FIPS 準拠基準

IPS は、連邦情報セキュリティ管理法（FISMA）に従って米国標準技術研究所（NIST）によって開発され、商務長官によって承認された連邦コンピュータシステムの標準およびガイドラインです。これらの標準とガイドラインは、政府の特定の要件に対して受け入れられる業界標準やソリューションがない場

詳細 >>

合に開発されます。FIPS は連邦政府が使用するために開発されましたが、民間部門の多くは自主的にこれらの標準を使用しています。(「コンプライアンス FAQ：連邦情報処理規格 (FIPS) | NIST, 2021)

FIPS 140-2 の後継である **FIPS 140-3** では、進化する暗号化の脅威と脆弱性に対処するために、セキュリティ標準に大幅な進歩が導入されています。

セキュリティ慣行の近代化：FIPS 140-3 は、セキュリティ慣行に関する現代の人々の理解を反映しています。FIPS 140-3 は、刻々と変化するサイバー脅威の状況を考慮し、2001 年の FIPS 140-2 の公開後に発生したセキュリティ侵害から学んだ教訓が組み込まれています。

テストの厳格化：FIPS 140-3 では、暗号モジュールに対してより厳格なテストと評価プロセスが義務付けられています。この強化されたセキュリティ検査は、モジュールが高度な攻撃に対して耐性があることを確認するための、包括的な侵入テスト、脆弱性分析、潜在的な弱点の詳細な検査などからなります。

より強いアルゴリズム要件：この規格は暗号アルゴリズムの水準を引き上げるものです。暗号研究の進歩を反映し、より新しく安全なアルゴリズムの使用を奨励しています。これにより、暗号化モジュールは、古いアルゴリズムの脆弱性につけ込むおそれのある最新の暗号攻撃を確実に防ぎます。

物理的セキュリティの強化に関する考慮事項：FIPS 140-3 では、物理的なセキュリティ要件に大きな注意が払われています。これには、強化された改ざん防止メカニズムや、暗号鍵や機密データへの不正アクセスを防ぐための物理的攻撃に対する保護の強化など、改ざんに対する保護手段が含まれます。

鍵管理の改善：この規格では、安全な鍵管理の実践に重点が置かれています。規格では、鍵の生成、保管、取り扱いに関するより厳格なガイドラインを概説し、不正アクセスや鍵侵害のリスクを抑制します。

新興技術への適応：FIPS 140-3 は、クラウドコンピューティング、IoT デバイス、モバイルアプリケーションなどの最新技術への暗号化モジュールの統合がますます増加していることを認めています。FIPS 140-3 は、これらの新しいコンテキストの中でこれらのモジュールを安全に使用方法についてのガイダンスを提供しています。

互換性と移行：FIPS 140-3 は、強固なセキュリティの向上を目指していますが、同時に FIPS 140-2 からの移行の必要性にも対応しています。そういった取り組みとしては、現在 FIPS 140-2 準拠モジュールを使用している企業のためのガイダンスがあり、それによってこれらの企業がセキュリティを維持しながら FIPS 140-3 に確実に移行できるようサポートします。

本質的に、FIPS 140-3 は、進化する脅威の状況を考慮し、最新のセキュリティのベストプラクティスを組み込む先進的なアプローチを採用することで、暗号化モジュールのセキュリティ体制を強化するように設計されています。これらの機能強化は、暗号化モジュールが現在および将来の脅威に対して最高レベルのセキュリティを提供することを保証することを目的としています。

FIPS 140-2 は、暗号化モジュールのセキュリティ要件を規定した規格です。レベル 1 からレベル 4 まで、4 つのセキュリティレベルが定義されています。FIPS 140-2 準拠の主要な要件とテスト手順は次のとおりです：

暗号化モジュール仕様：The 暗号化モジュールには、セキュリティ機能、暗号化アルゴリズム、キー管理、認証メカニズム、および物理的セキュリティ対策の概要を説明した詳細な仕様書が必要です。

暗号化アルゴリズムの検証：AES（高度暗号化標準）などのモジュールで使用される暗号化アルゴリズムは、FIPS 認証標準に対して検証する必要がありますこの検証により、アルゴリズムが必要なセキュリティ基準を満たしていることを確認できます。

鍵管理：このモジュールには、安全な鍵の生成、保管、および処理メカニズムが必要です。ライフサイクル全体を通じて暗号化キーの機密性と完全性を保護する必要があります。鍵管理手順は強固で、攻撃に対する耐性が必要です。

物理的なセキュリティ：このモジュールには、改ざんや不正アクセスから保護するための物理的なセキュリティメカニズムが必要です。そのようなセキュリティメカニズムには、不正開封防止コーティング、侵入検知メカニズム、安全な筐体設計などの機能があります。

動作環境：このモジュールでは、温度、湿度、電力要件など、目的の動作環境を指定する必要があります。また、環境にともなう潜在的なリスクに対処する必要があります。

[詳細 >>](#)

自己テスト：モジュールは自己テストを実施して、その整合性と機能を検証する必要があります。これらのテストでは、潜在的なセキュリティの脆弱性や誤動作を検出して報告する必要があります。

設計保証：このモジュールの設計と実装は、セキュリティの脆弱性を最小限に抑えるためのベストプラクティスに従う必要があります。設計は徹底的なレビューとテストによって、必要なセキュリティ要件を満たしていることを確認する必要があります。

ドキュメント：モジュールには、ユーザーガイド、インストール手順、セキュリティポリシーなどの詳細なドキュメントが必要です。ドキュメントでは、モジュールを安全に使用方法について、明確な手順を記載する必要があります。

FIPS 197 は、対称暗号化アルゴリズムである高度暗号化標準 (AES) を指定しています。FIPS 197 への準拠により、AES 実装が必要なセキュリティ標準を満たしていることが保証されます。FIPS 197 準拠の主な要件とテスト手順は次のとおりです：

鍵長：AES では、さまざまなレベルの暗号化強度を提供するために、128、192、および 256 ビットの鍵長のサポートが必要です。

暗号化と復号化：AES 実装では、指定された鍵の長さでアルゴリズムで、データを正しく暗号化し、復号化する必要があります。

鍵スケジュール：鍵スケジュールアルゴリズムでは、暗号化と復号化の各ラウンドに必要なラウンドキーを正確に生成する必要があります。

逆暗号：逆暗号では、暗号文を正しく復号して元の平文を復元する必要があります。

セキュリティ分析：AES 実装は、既知の暗号化攻撃に対する耐性を確保するために、厳密なセキュリティ分析を受ける必要があります。この分析には、アルゴリズムの数学的特性、鍵の感度、および差分暗号解読と線形暗号解読に対する耐性の調査が含まれます。

7.3 セキュアデジタルカード (SD、SDHC、SDXC、microSD、microSDHC、microSDXC)

2001 年末に導入されたセキュアデジタルは、マルチメディアカード (MMC) 標準の第 2 世代派生標準です。SD (セキュア デジタル) カードおよび microSD カードはストレージ業界に革命をもたらし、さまざまな電子機器にコンパクトで大容量のソリューションを提供しています。Kingston がエグゼクティブメンバーを務める SD Card Association (SD カード協会) がセキュアデジタルカードの基準を定めています。Kingston は、エントリーレベルの Canvas Select Plus、ミッドレンジの Canvas Go からなるカードラインアップを用意しています! さらに、最高のパフォーマンスを誇る Canvas React Plus。これらのカードは、Kingston の製品寿命期間保証の対象となります。記憶容量が 4GB から始まる SDHC (セキュアデジタル高容量)、および記憶容量が 64GB から始まる SDXC (セキュアデジタル拡張容量) は、大容量のデータストレージと最適化された記録パフォーマンスを持ち、FAT/FAT32/exFAT の各ファイルフォーマットに対応しています。さらに、Kingston SDHC と SDXC カードは、クラス 10、UHS スピード クラス 1 と 3、およびビデオスピードクラス 10、30、90 として知られるスピードクラス評価を使用しており、SDHC デバイスと SDXC デバイスで最適なパフォーマンスを実現するための最小データ転送速度を実現します。サイズはオリジナル SD カードと同じですが、SDHC カードと SDXC カードは設計が異なっており、これらのカードは SDHC ホストデバイスまたは SDXC ホストデバイスによってのみ認識されます。互換性を確かめるには、カードデバイスやホストデバイス (カメラ、カムコーダーなど) に SDHC ロゴか SDXC ロゴがあるかご確認ください。

microSD (SDC) は、携帯電話やその他のポータブル デバイスで使用される SD カードのモバイル用プラットフォーム向けフォームファクタです。microSD は標準 SD カードの数分の 1 のサイズであり、付属のアダプタと一緒に使用すると、標準 SD デバイススロット (たとえば、フラッシュメディアリーダー) で使用できます。

microSDHC カードと microSDXC カードは、多くの音楽、多くのビデオ、多くの写真、多くのゲームなど、今日のモバイル世界のあらゆるコンテンツを保存できる大容量のストレージを備えています。さらに、Kingston microSDHC および microSDXC カードは、クラス 10、UHS スピード クラス 1 および 3、およびビデオスピード クラス 10、30、および 90 として知られるスピードクラス評価を使用しており、microSDHC/microSDXC デバイスで最適なパフォーマンスを実現するための最小データ転送速度を実現します。microSDHC カードと microSDXC カードで、ユーザーは今日の革新的なモバイルデバイスのストレージを最大限に活用できます。

[詳細 >>](#)

インターフェース	電圧	ピン数	寸法 (mm)
SD / SDHC / SDXC (非 UHS および UHS-I)	2.7V~3.3V	9	32 x 24 x 2.1
Secure Digital/SDHC/SDXC (UHS-II)	2.7V~3.3V	17	32 x 24 x 2.1
microSD / microSDHC microSDXC	2.7V~3.3V	8	15 x 11 x 1

7.4 高耐久性および産業用セキュアデジタル (SD) カード

高い耐久性と保持率とともに、長寿命のメモリカードを求めるユーザー向けに、Kingston は耐久性と信頼性の向上を約束する高耐久性 microSD、産業用 microSD、およびフルサイズ SD カードによるソリューションを用意しています。これらのソリューションには、3年間の保証と無料の技術サポートが付いています。

Kingston の高耐久性 microSD カードのラインナップには、容量 32GB、64GB、128GB、256GB のモデルがあります。Kingston の産業用カードのラインナップには、8GB、16GB、32GB、および 64GB の容量を備えたモデルが含まれています。Kingston の高耐久性および産業用カードは、書き込みの負荷が高い状況で耐久性と信頼性を強化できるよう、特別に設計されています。これらのカードは、耐久性を向上させるために、高度なフラッシュメモリテクノロジーと洗練されたウェアレベリング用アルゴリズムで作成されています。高耐久性 microSD カードは、一般に、標準の microSD カードと比較してプログラム/消去 (P/E) サイクル数が非常に多く、長い寿命と一貫したパフォーマンスを保証します。

高耐久性の仕様に関して、これらのカードは驚異的な数の P/E サイクルを誇ります。たとえば、Kingston の高耐久性 microSD カードは最大 3,000 P/E サイクルの定格、または最大 30,000 P/E サイクルの産業定格を備えています。この優れた耐久性により、集中的なデータ書き込み操作に耐えることができるため、継続的なデータログ、監視システム、車載カメラ、または頻繁かつ持続的な書き込み操作が発生するその他の用途に最適です。

さらに、高耐久性カードと産業用カードは、高度なエラー修正メカニズムとデータ保持テクノロジーを備えており、データの完全性と長期的な信頼性を保証します。また、ファームウェアベースの停電保護メカニズムも組み込まれており、予期しない停電から保護し、書き込み操作中のデータ破損のリスクを軽減します。

パフォーマンス面では、Kingston の高耐久性 microSD カードは最大 95MB/秒の読み取り速度と 45MB/秒の書き込み速度を実現しています。Kingston の工業用カードは、30MB/秒以上の持続的書き込み速度を備えています。そのため、効率的な読み書き操作が可能で、保存された情報に迅速にアクセスできます。

Kingston の工業用 microSD と SD カードは産業用温度定格を備えており、極端な温度環境でも確実に動作する特別な設計から、要求の厳しい産業用途に適しています。これらのカードは耐久性の高いコンポーネントと高度なテクノロジーで構築されており、過酷な条件下でも耐久性、データの整合性、一貫したパフォーマンスを保証します。Kingston の産業用 microSD および SD カードの主な特徴は、幅広い温度範囲に対応できることです。これらのカードは、-40°C~85°C の範囲の極端な温度変化に耐えるように設計されています。これにより、産業用自動化システム、屋外監視、航空宇宙アプリケーション、自動車システムなど、極度の暑さ、寒さ、または急激な温度変化がある環境でもシームレスに機能することができます。

[詳細 >>](#)

全体として、高耐久性カードと産業用カードは、卓越した耐久性レベル、強固なデータ保護機能、および集中的な書き込み用途の要求を満たす信頼性の高いパフォーマンスを兼ね備えており、重要なデータニーズに対応する耐久性と信頼性の高いストレージソリューションをユーザーに提供します。

7.5 ソリッドステートドライブ (SSD)

ソリッドステートドライブ (SSD) は、従来のハードディスクドライブ (HDD) と同じ方法でアクセスを提供することを目的として、ソリッドステートメモリを使用してデータを保存するデータストレージデバイスです。2023年現在、ほとんどの SSD はデータを保持するために不揮発性の NAND ベースのフラッシュメモリを使用しており、可動部品を含んでいません。HDDと比較して、SSD は一般的に物理的な衝撃を受けにくく、無音で、アクセス時間と遅延時間が短く、はるかに高いパフォーマンスを備えています。

Kingston はビジネス分野の専門家、一般ユーザー、システムインテグレータ、およびパワーユーザーのニーズに合うように、広範囲のソリッドステートドライブを提供しています。Kingston のビジネスクラスの SSD は、業界で最速の動作と長い保証期間を誇っています。Kingston のクライアント SSD は価格とパフォーマンスのバランスが取れており、エンタープライズであれば Kingston の FURY SSD の超高速パフォーマンスとスタイリングを楽しむことができます。

フラッシュと SSD :

SSD で使用するフラッシュメモリにはさまざまな種類があります。シングルレベルセル (SLC)、マルチレベルセル (MLC)、トリプルレベルセル (TLC)、クアドレベルセル (QLC)。これらのタイプのフラッシュメモリは、さまざまなパフォーマンスと耐久性の特性を備えています。SLC フラッシュメモリと MLC フラッシュメモリは高価なため、クライアントベースのノートパソコンやデスクトップパソコンで構築される SSD で使用されるのは TLC フラッシュメモリと QLC フラッシュメモリの方が一般的です。サーバー用に設計される SSD では、特定の NAND とコントローラを組み合わせ、データセンター (DC) とエンタープライズストレージの要件を満たしています。さらにコントローラのファームウェアは、DC/エンタープライズのワークロードに最適化されています。DC/エンタープライズ SSD は耐久性が高く、ハイエンドサーバーのワークロードに適しています。

SSD の耐久性：SSD の耐久性は、SSD に書き込むことができる量に基づいており、一般的に総書き込みバイト数 (TBW) の観点から分類されます。これは、ドライブの耐用期間中にドライブに書き込まれると予想されるデータの総量です。フラッシュメモリの耐久性は主に、NAND 内のダイの縮小と、「書き込み増幅率」または WAF と呼ばれる原因で低下します。WAF の値は、ホストの書き込み回数と、1 回の書き込み動作における NAND へのデータ書き込みの総数で異なります。SSD などのフラッシュメモリデバイスはページに書き込みます。すでにデータが含まれているページに書き込むには、ページ内の正常なデータを新しいデータと結合してフラッシュに再度書き込む必要があります。たとえば、2GB のデータを SSD に書き込んだ場合、フラッシュに書き込まれる実際のデータは 4GB になります。この場合、WAF の値は 2 になります。

SSD ストレージコントローラ (SATA) : SSD は、高度なフラッシュコントローラを使用して、シリアル ATA ホストコントローラと SSD 上のフラッシュチップ間の通信を行います。この特殊なチップは、SSD のフラッシュメモリに対するすべての読み取りと書き込みを管理します。SSD コントローラも、ドライブの寿命を延ばし、ドライブの寿命期間を通じて一貫した性能レベルを維持するために、ウェアレベリングやガーベッジコレクションなどのその他の重要な機能を管理します。

SATA (シリアル ATA) ホストインタフェース：Kingston の SATA SSD は、SATA ホストインタフェース接続をサポートしているため、Kingston SSD は、過去 10 年間に構築されたほとんどの主流のノートパソコン、デスクトップ、およびサーバーコンピュータに接続できます。Kingston SATA SSD は、ほとんどの SATA リビジョン 2、3Gbps および SATA リビジョン 3、6Gbps ホストコントローラと互換性があります。大部分の SATA ホストコントローラには下位互換性がありますが、SATA ホストコントローラが特定の読み書き速度に制限されている場合、高速の SSD を使用しても、その高い転送速度は利用できません。たとえば、SATA Rev. 3 の SSD を SATA Rev. 2 のホストコントローラに接続した場合、データの転送速度はホストコントローラの上限速度に限定されます。

[詳細 >>](#)

インターフェース	速度	電圧	ピン数	寸法 (mm)
SATA Rev. 2	3 Gbps	5 Volt	22 ピン SATA	69,85 x 100 x 9,5/7
SATA Rev. 3	6 Gbps	5 Volt	22 ピン SATA	69,85 x 100 x 7
世代	スピード x4	電圧	SSDのフォームファクタ	ピン数 (M.2 2280 M-キー)
PCIe 3.0	4 GB/s	3.3V	M.2 2280	75
PCIe 4.0	8 GB/s	1.8V/3.3V	M.2 2280	75
PCIe 4.0	16 GB/s	1.8V/3.3V	M.2 2280	75

NVMe (エヌブイエムイー) プロトコル: NVMe プロトコルは、高速 PCIe インターフェースを活用できるように SSD 向けに特別に設計されています。SSD にアクセスして管理するための効率的かつ合理的な方法を提供します。PCIe の並列処理と低遅延を活用して、読み取りおよび書き込み速度を大幅に高速化し、データアクセスと転送時間を短縮します。NVMe により、複数の SSD との間での同時データ転送が可能になります。この拡張性は、サーバーや高性能ワークステーションなど、高速ストレージを必要とするエンタープライズ環境やシステムで特に有益です。NVMe は、SATA ベースの SSD と比較して入出力 (I/O) 遅延を大幅に短縮します。この遅延の短縮により、システムの応答性が向上し、特に大量のデータアクセスを伴うタスクでは全体的なパフォーマンスが向上します。

7.6 mSATA (MO300) およびハーフスリム (MO297) ソリッドステートドライブ

Kingston は、商用アプリケーション向けに小型フォームファクタの mSATA およびハーフスリム SATA SSD をインテグレータおよびシステムビルダーに提供しています。

MO-300 – mSATA すなわち Mini-SATA は、2009 年 9 月に、Serial ATA International Organization (シリアル ATA 国際機関) によって発表されました。そのアプリケーションには、小型のソリッドステートドライブを必要とするノートパソコン、ネットパソコンおよび他のデバイスが含まれています。コネクタの外観は PCI Express ミニカードインタフェースに似ており、両者は電気的に互換性がありますが、データ信号は、PCI Express ホストコントローラではなく、SATA ホストコントローラに送る必要があります。すべての Mini PCIe 接続が SATA に対応するわけではないため、詳細は現在サービスを受けているシステムプロバイダにご確認ください。

MO-297 – Slim SATA は、専用フォームファクタを備えたソリッドステートドライブで、標準のケースレスフォームファクタで優れたパフォーマンスを実現し、サイズは 2.5 インチ SSD の半分未満です。Slim SATA は、標準の SATA ドライブと 2.5 インチ SSD の電源接続を使用し、幅広い各種のホストシステムと互換性があります。Slim SATA は業界標準の JEDEC フォームファクタ (MO-297) を持ち、4ヶ所でドライブをシステムに固定します。

M.2 – M.2 は、超小型 SATA および PCIe ベースのソリューション向けに設計された次世代ストレージ用フォームファクタです。M.2 は PCI-SIG によって開発され、さまざまな鍵のタイプがあり、それによって M.2 スロットとの互換性と機能が決まります。B Key は PCIe ×2/SATA SSD 用、M Key は PCIe ×4 SSD 用、B+M Key は両方のタイプを多用途にサポートします。インストール時の互換性を適切に保つために、M.2 SSD の鍵タイプとシステムのスロットを一致させてください。M.2 モジュールは長方形で、複数の幅と長さが用意されています。ただし、市販の M.2 モジュールの幅は 22 mm のみで、長さだけが 30、42、60、80、110 mm とさまざまです。すべての M.2 接続で SATA がサポートされているわけではありません。詳細についてはシステムプロバイダーに確認してください。

詳細 >>

フラッシュメモリガイド

インターフェース	インターフェース	電圧	ピン数	寸法 (mm)
MO-300	SATA	3.3V	52 ピン PCIe Mini Card	50.8 x 30
MO-297	SATA	5V	22 ピン SATA	54 x 39
M.2	PCI Express	3.3V	75 ピン PCIe M.2	22 x 30, 42, 60, 80, 110

Kingston のフラッシュデバイスが消費者へ優れた価格性能比を提供できるように、Kingston は世界の半導体およびコントローラのメーカーと密接に連携しています。

7.7 組み込みおよびデザインインソリューション

Kingston® は、eMMC や DRAM コンポーネントを含む、さまざまな組み込みストレージとメモリ製品を世界中のお客様にお届けしています。エンジニアリング部門と開発部門は、エンドツーエンドのソリューションの構築、接続、作成を支援します。これらのストレージおよびメモリ製品は、モバイル/組み込みアプリケーションおよびシステム設計者にとって完璧なストレージソリューションです。入手できる製品：

eMMC：eMMC は、組み込みの不揮発性メモリシステムです。フラッシュメモリとフラッシュメモリコントローラの両方で構成されており、アプリケーションインタフェースの設計を簡素化し、ホストプロセッサを低レベルのフラッシュメモリの管理から解放します。

eMCP：eMCP は、組み込みマルチメディアカード (eMMC) ストレージと低電力ダブルデータレート (LPDDR) DRAM を 1 つの小さなフットプリントのマルチチップパッケージ (MCP) に統合したものです。

ePoP：ePoP は、組み込みマルチメディアカード (eMMC) ストレージと低電力ダブルデータレート (LPDDR) DRAM をパッケージオンパッケージ (PoP) ソリューションに組み合わせた、高度に統合された JEDEC 標準コンポーネントです。

UFS：ユニバーサルフラッシュストレージ (UFS) は、1 つの統合パッケージで高性能と低消費電力を必要とするアプリケーションにとって理想的なストレージソリューションです。

デザインインSSD：システム設計者や構築者向けに特別に作成されたデザインイン SATA および NVMe ソリッドステートドライブ。デザインイン SSD には、ウェアレベリング、ガベージコレクション、その他の NAND フラッシュ管理機能を自動的に実行する高度なコントローラが組み込まれています。

Kingston 組み込み製品およびデザインイン製品の詳細については、以下を参照してください。

[モバイル、IoT 向けの組み込みフラッシュおよび DRAM ソリューション - Kingston Technology](#)

8.0 Kingston フラッシュメディアリーダー

フラッシュメディアリーダーにより、フラッシュストレージデバイスをコンピュータのポータブルストレージとして使用したり、写真、音楽、その他のデータをアップロードまたはダウンロードしたりすることができます。

フラッシュメディアリーダーでは、ホストデバイスがサポートできる速度よりも高速でデータを転送できます。たとえば、USB リーダーは、シリアルインターフェイスを使用するホストデバイス (デジタルカメラなど) よりもはるかに高速です。ホストデバイスが高速転送に対応していない場合でも、高速のメディアリーダーがデータの転送時間を大幅に短縮します。

Kingston は、フラッシュストレージデバイスをパソコンやノートパソコンに簡単に接続できるように、フラッシュメディアリーダーを提供しています。

フラッシュメディアについては、Kingston は、USB 2.0 メディアリーダーよりも最大 10 倍高速な高速データ転送を実現する USB 5Gbps メディアリーダーを用意しています。Kingston は、Hi-Speed USB 2.0 と USB 5Gbps をサポートするシステムへの高性能データ転送を実現する、便利なポータブルリーダーである MobileLite Plus SD と MobileLite Plus microSD リーダーも提供しています。

[詳細 >>](#)

9.0 フラッシュメモリの手入れ

Kingston® フラッシュメモリカード、DataTraveler® USB フラッシュドライブ、IronKey暗号化USB フラッシュドライブは、写真、音楽、ビデオ、その他の重要なデータファイル向けの携帯に便利なストレージです。

データ損失を最小限に抑え、Kingston フラッシュストレージデバイスから最良の結果を確実に得るには、次の簡単な推奨事項に従ってください。

バッテリー残量低下の警告が表示されたら、ホストデバイスのバッテリーを交換するか、充電してください。

バッテリー放電は、フラッシュストレージデバイスの写真やその他のデータの損失を引き起こす最もよくある問題の1つです。フラッシュストレージデバイスへの書き込み操作の途中でホストデバイスのバッテリーが切れた場合、書き込み中のファイルが破損するだけでなく、デバイス全体が破損する可能性があります。例えば、ファイルアロケーションテーブル (FAT) ディレクトリファイルの更新が不完全で、FAT ファイルが破損した場合、フラッシュストレージデバイス上の一部またはすべてのファイルにアクセスできなくなることがあります。カメラやフィールドレコーダーなどのデバイスは必ず完全に充電してください。

ただし、市販のディスク回復ソフトウェアを使用してフラッシュストレージデバイスを修復できる場合があります。これらの回復プログラムを使用しても、フラッシュストレージデバイス上の一部のデータまたはファイルが失われる可能性はありますが、残りは回復できる可能性があります。

これらの問題を回避するには、可能であれば予備のバッテリーを持ち歩くか、バッテリー残量が非常に少なくなった場合はデバイスの使用を中止してください。

2. フラッシュストレージデバイスをホストデバイスから適切に取り外します。

コンピュータでは、OS を介して DataTraveler またはカードリーダーの USB 接続を停止することが重要です。Windows 10/11 で USB ドライブを停止するには、システムトレイの「ハードウェアの安全な取り外し」アイコンを使用します。MacOS で USB ドライブを停止するには、USB アイコンをデスクトップからピンにドラッグするか、マウントされたボリュームのリストで「取り出し」ボタンをクリックします。コンピュータは多くの場合、データをメモリに「キャッシュ」するため、USB フラッシュドライブへの書き込みが遅れることがあります。原則的に、DataTraveler ドライブへのデータの書き込みが終了した後、少なくとも2分間待ってください。XS2000、DTMax、IronKey シリーズのドライブなどのモデルには、ドライブの使用中に点滅する LED があります。

ほとんどのデジタルカメラでは、フラッシュ書き込み操作中にライトが点滅するため、すべての操作が完了するまで待つことが重要です。

PC では、Windows 経由で DataTraveler の USB 接続を停止することが重要です (Windows XP では、システムトレイの「ハードウェアの安全な取り外し」アイコンを使用します)。DataTraveler Elite ドライブの場合は、MyTraveler の「取り出し」ボタンを使用できます。コンピュータはメモリにデータをキャッシュする機会が多く、USB ドライブへの書き込みが遅れることがあります。原則的に、DataTraveler ドライブへのデータの書き込みが終了した後、少なくとも2分間待ってください。

3. フラッシュカードはプラスチックケースに適切に保管し、DataTraveler ドライブのキャップを閉めてください。

Kingston フラッシュメモリカード、DataTraveler ドライブ、および IronKey 暗号化 USB フラッシュドライブは、高レベルの静電気放電に耐えるように設計されています。ただし、極度の ESD は損傷を引き起こす可能性があります。

さらに、静電気によってフラッシュストレージデバイスが損傷する可能性もあります。たとえば、乾燥した日にドアノブやその他の金属物体に触れると、火花を引き起こすほどの静電気が発生することがあります (これは静電気放電または ESD と呼ばれます)。

Kingston フラッシュカードと DataTraveler ドライブは、高レベルの静電気放電に耐えるように設計されています。ただし、極度の ESD は損傷を引き起こす可能性があります。

[詳細 >>](#)

フラッシュメモリガイド

4. フラッシュストレージ デバイスをコネクタに無理に押し込まないでください。

USB Type-C コネクタを持つドライブやリーダーを除き、ほとんどの USB フラッシュドライブコネクタやフラッシュメモリカードは一方方向性です。これは、フラッシュストレージデバイスを一方向のみに挿入する必要があることを意味します。フラッシュストレージデバイスやソケットの損傷を防ぐため、ドライブやカードを挿入できなくても無理に押し込まないでください。フラッシュカードまたは USB フラッシュドライブの正しい挿入方法の詳細については、ホストデバイスのユーザーマニュアルを参照してください。USB Type-C コネクタは回転対称なので、どのように接続しても構いません。

5. 可能であれば、フラッシュストレージデバイスを機内持ち込み手荷物に詰めてください。

世界中で数千万台のフラッシュストレージデバイスが使用されていますが、空港の X 線スキャナーによるフラッシュストレージの損傷に関する検証可能な報告はありません。

国際画像産業団体 (IBA) による 2004 年の調査では、現在空港で使用されている X 線装置はフラッシュメモリカードに危険ではないことが確認されました。

旅客検査での放射線レベルは新しい手荷物検査機で使用される放射線レベルよりもはるかに低いため、Kingston では予防策として、フラッシュカードと DataTraveler ドライブを未現像のフィルムと同様に扱い、機内持ち込み手荷物の中に保管することを推奨しています。

6. 常にデータのバックアップを作成してください。

フラッシュストレージデバイスは完全ではなく、上記の要因によりデータが破損する可能性があります。重要な情報を複数のメディアにバックアップしたり、長期保存するには紙に印刷データを保存したりすることが重要です。重要なデータをフラッシュストレージデバイスだけに保存しないでください。

10.0 ユーザーへの電磁両立性情報

10.1 米国・連邦通信委員会 (FCC) の声明：

本機器は FCC 規定第 15 項に準拠しています。操作には、以下の 2 つの条件が適用されます。(1) このデバイスは有害な干渉を引き起こしてはならず、(2) このデバイスは、望ましくない動作を引き起こす可能性のある干渉を含め、受信したあらゆる干渉を受け入れることとします。

本機は FCC 規定第 15 章によるクラス B のデジタル装置の規制に準拠していることが試験により確認されています。これらの規制は、住宅に設置した状態で、有害な電波障害から適切に保護することを目的としています。この装置は無線周波数エネルギーを生成、使用、放射するおそれがあるため、指示に従って設置および使用しないと、無線通信に有害な干渉を引き起こすおそれがあります。ただし、特定の設置条件で電波障害が発生しないと保証するものではありません。本機がラジオやテレビに有害な電波障害を引き起こしている場合、本機の電源をオン/オフすることで検証できます。電波障害を引き起こしている場合は、次のいずれかの方法で解消することをお勧めします。

- ・ 受信アンテナの方向または場所を変える。
- ・ 本機と受信機を離す。
- ・ 本機を受信機とは別のコンセントに接続する。
- ・ 販売店または専門のラジオ/TV 技術者に問い合わせる。

*** コンプライアンスに責任を持つ当事者によって明示的に承認されていない変更または修正は、装置を操作する権限を無効にする可能性があることに注意してください。

詳細 >>

10.2 カナダ産業省 (IC) の声明：

このクラス [B] のデジタル機器は、Canadian ICES-003 規格に準拠しています。Cet appareil numérique de la classe [B] est conforme à la norme NUM-003 du Canada.

11.0 詳細情報：

Kingston 製品の詳細については、こちらをご覧ください：kingston.com



付録：USB の性能

ユニバーサルシリアルバス（USB）は、フラッシュカードリーダーをコンピュータに接続するための推奨インターフェイスです。最新の USB 仕様は USB4 です。古い仕様は USB 3.0 と USB 2.0 でした。USB4 仕様には、下位互換性の理由から USB 3.0 および USB 2.0 の速度が含まれています。

フラッシュストレージデバイスの性能に何が影響を及ぼすかを理解するには、いくつかの要因を考慮する必要があります（次のページを参照）。

[詳細 >>](#)

フラッシュメモリガイド

<p>フラッシュメモリチップの技術</p> <p>シングルレベルセル (SLC) とマルチレベルセル (MLC) /トリプルレベルセル (TLC) /クアドレベルセル (QLC) の比較</p>	<p>一般的に、マルチレベルセル (MLC) NAND フラッシュで構築されたフラッシュストレージデバイスは、標準的なトリプルレベルセル (TLC) NAND フラッシュやクアドレベルセル (QLC) NAND フラッシュ、NAND フラッシュベースのカードや DataTraveler よりも高い性能を発揮します。</p> <p>標準フラッシュカードまたは DataTraveler USB ドライブは、デジタル カメラ、タブレット、携帯電話、その他の電子デバイスのほとんどのユーザーに最高の価格性能比の付加価値を提供します。</p> <p>UHS カードまたは USB4 および USB 3.2 USB フラッシュドライブは、より高速な読み取りと書き込みを実現し、上級ユーザー、写真専門家、愛好家に最適です。</p> <p>もちろん、より高速なフラッシュカードまたは USB フラッシュドライブのパフォーマンス上の利点を実現するには、ユーザーは互換性のある高速デバイスと適切に構成されたコンピュータを持っている必要があります。一部のデジタルカメラやその他のデバイスが適切に機能するには、フラッシュベースの高性能フラッシュカードが必要です。</p>
<p>一般消費者向けのホストデバイス (民生機器)</p> <p>デジタルカメラ、携帯電話、ドローン、タブレット、PC、その他のデバイス</p>	<p>多くの民生デバイスでフラッシュカードや USB フラッシュドライブとインターフェイスする内蔵コントローラでは、帯域幅が限られている場合があります。詳細については、ユーザーマニュアルを参照するか、デバイスの製造元に問い合わせてください。</p> <p>他の条件がすべて同じであれば、達成可能な性能レベルは、ホストコントローラ、フラッシュカードまたは USB フラッシュドライブがサポートする最小データ転送レベルとなります。</p>
<ul style="list-style-type: none"> Kingston のメディアリーダー、MobileLite Plus SD および MobileLite Plus microSD リーダーを介してフラッシュカードをコンピュータに接続する USB フラッシュドライブをコンピュータの USB スロットに直接接続する 	<p>最新の USB 仕様は USB4 です。USB4 仕様には、下位互換性のために USB 3.2 および 2.0 の速度が含まれています。</p> <p>USBフラッシュドライブおよびデジタルメディアリーダー/ライターは、性能レベルを示すために以下の用語を使用します：</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 10px;">  </div> <div> <p>USB 2.0：データ転送速度は、最大 480MB/秒 (480MB/秒または 60MB/秒) です。USB 2.0 Hi-Speed とも呼ばれています。Hi-Speed USB は、通常の USB よりも最高で 40 倍高速で、最大速度 12Mb/秒 (または 1.5MB/秒) の USB 2.0 フルスピードモードを通じて通常の USB と完全に下位互換性があります。</p> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: flex-start; margin-top: 10px;"> <div style="margin-right: 10px;">  </div> <div> <p>USB4 と 3.2：これらの仕様は、いずれも 40Gbps、20Gbps、10Gbps、5Gbps の 4 つの転送速度に関連付けられます。USB 40Gbps の理論上の転送データ速度は 40Gbps、20Gbps の理論上の転送データ速度は 20Gbps、以下同様です。記載されている仕様はすべて下位互換性がありますが、USB ポートの仕様でのみ動作します。たとえば、USB 20Gbps は USB 2.0 と下位互換性がありますが、USB 2.0 の速度で動作します。</p> </div> </div>

注意事項：記載されている容量の一部はフォーマットやその他の機能に使用されるため、データの保存には使用できません。

