AWS KMS 暗号化の詳細

AWS Key Management Service

AWS Key Management Service: AWS KMS 暗号化の詳細

Table of Contents

序章 1
概念 2
設計目標 4
AWS Key Management Service 基盤 6
暗号化の基本 6
エントロピーと乱数生成 6
対称キーのオペレーション (暗号化のみ) 6
非対称キーのオペレーション (暗号化、デジタル署名、署名の検証) 7
キー導出関数 7
AWS KMS デジタル署名の内部使用 8
エンベロープ暗号化 8
AWS KMS key 階層 8
ユースケース 11
EBS ボリュームの暗号化 11
クライアント側の暗号化 13
AWS KMS keys 15
CreateKey の呼び出し 15
キーマテリアルのインポート 18
ImportKeyMaterial 呼び出し 18
キーの有効化と無効化 19
キーの削除 19
キーマテリアルのローテーション 20
顧客データオペレーション 21
データキーの生成 21
暗号化 23
Decrypt 24
暗号化されたオブジェクトの再暗号化 25
AWS KMS 内部オペレーション 28
ドメインとドメインの状態 28
ドメインキー 29
エクスポートされたドメイントークン 29
ドメイン状態の管理 30
内部通信セキュリティ 32
キー確立 32

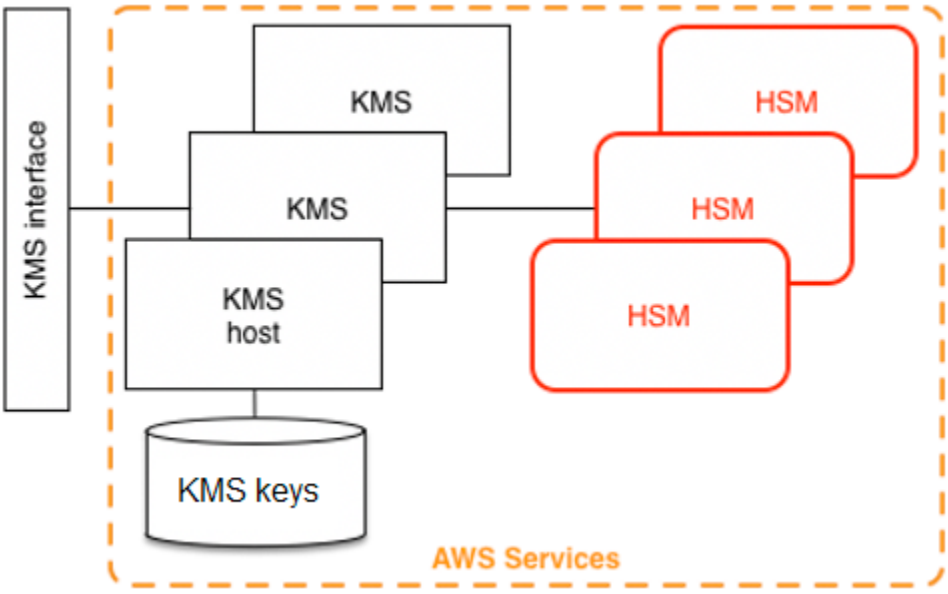
HSM セキュリティ境界 32
定足数署名付きコマンド 33
認証済みセッション 34
マルチリージョンキーのレプリケーションプロセス 35
耐久性の保護 36
リファレンス 37
省略形 37
キー 38
寄稿者 39
参考資料 40
ドキュメント履歴 42
..... xliii

の暗号化の詳細の概要 AWS KMS

AWS Key Management Service (AWS KMS) は、暗号化キーを生成および管理するためのウェブインターフェイスを提供し、データを保護するための暗号化サービスプロバイダーとして機能します。は、 AWS サービスと統合された従来のキー管理サービス AWS KMS を提供し AWS、一元的な管理と監査により、顧客のキーの一貫したビューを提供します。このホワイトペーパーでは、 のサービスが提供する機能の評価に役立つ AWS KMS の暗号化オペレーションの詳細な説明を提供します。

AWS KMS には AWS マネジメントコンソール、、コマンドラインインターフェイス、および RESTful API オペレーションを介したウェブインターフェイスが含まれており、FIPS 140-3 検証済みハードウェアセキュリティモジュール (HSMs) の分散フリートの暗号化オペレーションをリクエストできます[1]。 AWS KMS HSM は、 のセキュリティとスケーラビリティの要件を満たす専用の暗号化機能を提供するように設計されたマルチチップスタンドアロンハードウェア暗号化アプライアンスです AWS KMS。 AWS KMS keysとして管理しているキーで、独自の HSM ベースの暗号化階層を確立できます。これらのキーは HSM 上でのみ使用でき、暗号化リクエストの処理に必要な時間だけメモリ内にあります。複数の KMS キーを作成できます。各キーはキー ID で表されます。各顧客が管理する AWS IAM ロールとアカウントでのみ、顧客の KMS キーを作成、削除、またはデータの暗号化、復号、署名、検証に使用できます。キーにアタッチされたポリシーを作成することで、KMS キーを管理および/または使用できるユーザーに関するアクセス制御を定義できます。このようなポリシーを使用すると、API オペレーションごとにキーにアプリケーション固有の使用を定義できます。

さらに、ほとんどの AWS サービスは、KMS キーを使用した保管中のデータの暗号化をサポートしています。この機能を使用すると、KMS キーにアクセスする方法とタイミングを制御することで、AWS サービスが暗号化されたデータにアクセスする方法とタイミングを制御できます。



AWS KMS は、ウェブ向け AWS KMS ホストと HSMs。これらの階層型ホストのグループ化は AWS KMS スタックを形成します。へのすべてのリクエストは、Transport Layer Security プロトコル (TLS) 経由で行い、 AWS KMS ホストで終了 AWS KMS する必要があります。 AWS KMS ホストは、完全なフォワード secrecy を提供する暗号スイートでのみ TLS を許可します。他のすべての AWS API オペレーションで使用できる (IAM) の AWS Identity and Access Management 同じ認証情報とポリシーメカニズムを使用して、リクエストを AWS KMS 認証および承認します。

基本概念

いくつかの基本的な用語と概念を学ぶと、 を最大限に活用するのに役立ちます AWS Key Management Service。

AWS KMS key

> **Note**
>
> AWS KMS は、カスタマーマスターキー (CMK) という用語を AWS KMS keyおよび KMS キーに置き換えます。この概念に変更はありません。重大な変更を防ぐために、 AWS KMS ではこの用語のバリエーションがいくつか残されています。

キー階層の最上位を表す論理キーです。KMS キーには、一意のキー識別子またはキー ID を含む Amazon リソースネーム (ARN) が与えられます。 AWS KMS keys には、次の 3 つのタイプがあります。

- カスタマーマネージド型キー – お客様が作成およびライフサイクルとキーポリシーの管理を行います。これらのキーに対して行われたすべてのリクエストは、CloudTrail イベントとして記録されます。
- AWS マネージドキー - 顧客の リソース AWS マネージドキーである のライフサイクルポリシーとキーポリシー AWS を作成および制御します AWS アカウント。お客様は、 AWS マネージドキーのアクセスポリシーと CloudTrail イベントを確認できますが、これらのキーの側面を管理することはできません。これらのキーに対して行われたすべてのリクエストは、CloudTrail イベントとして記録されます。
- AWS 所有のキー – これらのキーは、 によって作成され、さまざまな AWS サービスにわたる内部暗号化オペレーション AWS 専用に使用されます。お客様は、CloudTrail のキーポリシーや AWS 所有のキー 使用状況を可視化できません。

エイリアス

KMS キーに関連付けられているわかりやすい名前です。エイリアスは、多くの AWS KMS API オペレーションでキー ID と互換的に使用できます。

アクセス許可

キーに対するアクセス許可を定義する KMS キーにアタッチされたポリシーです。デフォルトのポリシーでは、定義したすべてのプリンシパルを許可し、 AWS アカウント がキーを参照する IAM ポリシーを追加できるようにします。

権限

最初に目的の IAM プリンシパルまたは使用期間が知られていないため、キーや IAM ポリシーに追加できない場合、KMS キーの使用のために委任されるアクセス許可です。グラントの 1 つの用途は、 AWS サービスで KMS キーを使用する方法の範囲を限定したアクセス許可を定義することです。サービスでは、直接署名された API コールがない場合、ユーザーに代わり暗号化されたデータに対して非同期作業を行うためにキーを使用することがあります。

データキー

HSMs、KMS キーによって保護されます。 は、承認されたエンティティが KMS キーによって保護されているデータキーを取得 AWS KMS できるようにします。これらは、プレーンテキスト (暗号化されていない) データキーおよび暗号化されたデータキーの両方として返すことができます。データキーは、対称キーでも非対称キーでも構いません (パブリックおよびプライベートの両方の部分が返されます)。

暗号文

の暗号化された出力 AWS KMS。混同を排除するために顧客の暗号文と呼ばれることもあります。暗号文には、追加情報を含む暗号化されたデータが含まれています。この情報により、復号化のプロセスで使用する KMS キーを識別できます。暗号化されたデータキーは KMS キーを使用する際に生成される暗号文の一般的な例の 1 つですが、サイズが 4 KB 未満のデータは KMS キーで暗号化し、暗号文を生成できます。

暗号化コンテキスト

保護された情報に関連付けられている追加情報のキーと値のペアマップ。 AWS KMSは、認証された暗号化 AWS KMS を使用してデータキーを保護します。暗号化コンテキストは、 AWS KMS 暗号化された暗号文で認証された暗号化の AAD に組み込まれます。このコンテキスト情報はオプションで、キー (または暗号化オペレーション) のリクエスト時には返されません。使用する場合、このコンテキスト値は復号オペレーションを正常に完了するために必要です。暗号化コンテキストの使用目的の 1 つは、追加の認証情報を提供することです。この情報は、ポリシーを適用し、 AWS CloudTrail ログに含めるのに役立ちます。例えば、{"key name":"satellite uplink key"} のキーと値のペアを使用して、データキーに名前を付けられます。キーを後から使用すると、「キー名」「衛星アップリンクキー」を含む AWS CloudTrail エントリが作成されます。この追加情報は、特定の KMS キーが使用された理由を理解するのに役立つコンテキストを提供します。

パブリックキー

非対称暗号 (RSA または楕円曲線) を使用する場合、パブリックキーはパブリック/プライベートのキーペアの“public component”です。パブリックキーは、パブリック/プライベートのキーペアの所有者のデータを暗号化するエンティティに共有および分散できます。デジタル署名オペレーションでは、パブリックキーを使用して署名を検証できます。

プライベートキー

非対称暗号 (RSA または楕円曲線) を使用する場合、プライベートキーはパブリック/プライベートのキーペアの「プライベートコンポーネント」です。プライベートキーは、データの復号またはデジタル署名の作成に使用されます。対称 KMS キーと同様に、プライベートキーは HSM で暗号化されます。これらは、暗号化リクエストの処理に必要な期間、HSM の短期メモリにのみ復号されます。

AWS KMS 設計目標

AWS KMS は、以下の要件を満たすように設計されています。

耐久性

暗号化キーの耐久性は、 の最高の耐久性サービスに等しいように設計されています AWS。1 つの暗号化キーで、長期間にわたって蓄積された大量のデータを暗号化できます。

信頼性

キーの使用は、ユーザーが定義および管理するアクセス制御ポリシーによって保護されます。プレーンテキストの KMS キーをエクスポートするメカニズムはありません。暗号化キーの機密性は重要です。HSM で管理アクションを実行するには、定足数ベースのアクセス制御にロール固有のアクセス権を持つ複数の Amazon 従業員が必要です。

低レイテンシーと高スループット

AWS KMS は、 の他のサービスでの使用に適したレイテンシーおよびスループットレベルで暗号化オペレーションを提供します AWS。

リージョンの独立性

AWS は、異なるリージョンでデータアクセスを制限する必要があるお客様向けに、独立したリージョンを提供します。キーの使用は、 AWS リージョン内に限ることができます。

元になる乱数の安全性

強力な暗号は、真に予測不可能な乱数生成に依存するため、 AWS KMS には、高品質で検証済みの乱数のソースが用意されています。

監査

AWS KMS は、 AWS CloudTrail ログに暗号化キーの使用と管理を記録します。 AWS CloudTrail ログを使用して、ユーザーに代わって AWS のサービスによるキーの使用など、暗号化キーの使用を検査できます。

これらの目標を達成するために、 AWS KMS システムには、「ドメイン」を管理する AWS KMS 一連の演算子とサービスホスト演算子 (総称して「オペレータ」) が含まれています。ドメインは、リージョンで定義された AWS KMS サーバー、HSMs、および演算子のセットです。各 AWS KMS 演算子には、アクションの認証に使用されるプライベートキーとパブリックキーのペアを含むハードウェアトークンがあります。HSM には、HSM 状態の同期を保護する暗号化キーを確立するために、追加のプライベートとパブリックのキーペアがあります。

このホワイトペーパーでは、 が暗号化するキーやその他のデータ AWS KMS を保護する方法を説明します。このドキュメントでは、暗号化する暗号化キーまたはデータを「シークレット」または「シークレットマテリアル」と呼びます。

AWS Key Management Service 基盤

この章のトピックでは、 の暗号化プリミティブ AWS Key Management Service とその使用場所について説明します。また、 の基本要素も紹介します AWS KMS。

トピック

- 暗号化の基本
- AWS KMS key 階層

暗号化の基本

AWS KMS は設定可能な暗号化アルゴリズムを使用するため、システムは承認されたアルゴリズムまたはモードから別のアルゴリズムにすばやく移行できます。初期の暗号化アルゴリズムのデフォルトセットは、安全性とパフォーマンスのため、連邦情報処理標準 (FIPS 承認) のアルゴリズムから選択されています。

エントロピーと乱数生成

AWS KMS キーの生成は、 AWS KMS HSMs で実行されます。HSM では、AES-256 を使った NIST SP800-90A 決定論的ランダムビットジェネレーター (DRBG) CTR_DRBG を使用したハイブリッド乱数生成機能を実装しています。非決定論的ランダムビットジェネレーターは 384 ビットのエントロピーでシードされ、追加のエントロピーで更新されます。これにより、暗号化マテリアルの呼び出しごとに予測抵抗が提供されます。

対称キーのオペレーション (暗号化のみ)

HSM 内で使用されるすべての対称キーの暗号化コマンドには、高度暗号化規格 (AES) で 256 ビットキーの Galois Counter Mode (GCM) を使用します。復号化のための同様の呼び出しには、逆関数を使用します。

AES-GCM は認証済みの暗号化スキームです。プレーンテキストの暗号化による暗号文の生成に加えて、暗号文と認証が必要な追加データ (追加で認証されたデータ、または AAD) に対する認証タグを計算します。認証タグは、データが意図されたソースからのものであり、暗号文および AAD が変更されていないことを確認するのに役立ちます。

多くの場合、特にデータキーの暗号化を参照する場合、 は説明に AAD を含めることを AWS 省略します。これらのケースでは周囲のテキストにより、暗号化される構造が、暗号化されるプレーンテキストと保護されるクリアテキスト AAD の間で分割されることが暗示されます。

AWS KMS には、 を使用してキーマテリアルを生成する AWS KMS key 代わりに、キーマテリアルを AWS KMS にインポートするオプションが用意されています。このインポートされたキーマテリアルは、RSAES-OAEP または RSAES-PKCS1-v1_5 を使用して暗号化し、 AWS KMS HSM への転送中にキーを保護することができます。RSA キーペアは、 AWS KMS HSM で生成されます。インポートされたキーマテリアルは AWS KMS HSM で復号され、サービスによって保存される前に AES-GCM で再暗号化されます。

非対称キーのオペレーション (暗号化、デジタル署名、署名の検証)

AWS KMS は、暗号化オペレーションとデジタル署名オペレーションの両方で非対称キーオペレーションの使用をサポートしています。非対称キーのオペレーションは、数学的に関連するパブリックキーとプライベートキーのペアに依存します。これらは暗号化および復号化、または署名およびその検証に使用できますが、両方には使用できません。プライベートキーが暗号化 AWS KMS されていないままになることはありません。API AWS KMS オペレーションを呼び出し AWS KMS て 内でパブリックキーを使用するか、パブリックキーをダウンロードして 外で使用できます AWS KMS。

AWS KMS は 3 種類の非対称暗号をサポートしています。

- RSA-OAEP (暗号化用) および RSA-PSS/RSA-PKCS-#1-v1_5 (署名および検証用) – さまざまなセキュリティ要件に対応できるよう、RSA キーの長さは 2048、3072、4096 (ビット単位) がサポートされています。
- 楕円曲線 (ECC) – 署名と検証にのみ使用できます。ECC 曲線 NIST P256、P384、P521、SECP 256k1 がサポートされています。
- Post Quantum Cryptography - 量子コンピューティングに耐性がある新しいパブリックキー暗号化アルゴリズム。ML_DSA_44、ML_DSA_65、および ML_DSA_87 キーサイズの NIST FIPS 204 Module-Lattice Digital Signature Algorithm (ML-DSA) をサポートします。

キー導出関数

キー導出関数は、最初のシークレットまたはキーから追加のキーを取得するために使用されます。 AWS KMS では、キー導出関数 (KDF) を使用して、 AWS KMS keyでの暗号化の呼び出しごとにキーを取得します。すべての KDF オペレーションでは、SHA256 [FIPS180] で HMAC [FIPS197]、カウンタモードの KDF を使用します。256 ビットの導出キーは AES-GCM とともに使用され、顧客データとキーを暗号化または復号化します。

AWS KMS デジタル署名の内部使用

デジタル署名は、 AWS KMS エンティティ間のコマンドや通信を認証するためにも使用されます。すべてのサービスエンティティには、楕円曲線デジタル署名アルゴリズム (ECDSA) のキーペアがあります。Use of Elliptic Curve Cryptography (ECC) Algorithms in Cryptographic Message Syntax (CMS) および X9.62-2005: Public Key Cryptography for the Financial Services Industry: The Elliptic Curve Digital Signature Algorithm (ECDSA) で定義されているように、これらにより ECDSA が実行されます。エンティティでは、Federal Information Processing Standards Publications,FIPS PUB 180-4 で定義されている、SHA384 と呼ばれる安全なハッシュアルゴリズムを使用します。キーは、曲線 secp384r1 (NIST-P384) 上で生成されます。

エンベロープ暗号化

エンベロープ暗号化は、多くの暗号化システムで使用されている基本的な構造です。エンベロープ暗号化では、2 つ以上の暗号化キーを使用してメッセージを保護します。通常、キーのうち 1 つはより長期的な静的キー k から取得します。もう 1 つはメッセージの暗号化のために生成されるメッセージごとのキー msgKey です。エンベロープは、メッセージ ciphertext = Encrypt(msgKey, message) の暗号化により形成されます。その後、長期的な静的キー encKey = Encrypt(k, msgKey) でメッセージキーが暗号化されます。最後に、2 つの値 (encKey, ciphertext) が、1 つの構造またはエンベロープで暗号化されたメッセージにパッケージ化されます。

k へのアクセス権を持つ受信者は、最初に暗号化されたキーを復号化してからメッセージを復号化することで、エンベロープされたメッセージを開くことができます。

AWS KMS は、これらの長期的な静的キーを管理し、データのエンベロープ暗号化のプロセスを自動化する機能を提供します。

AWS Encryption SDK は、 AWS KMS サービス内で提供される暗号化機能に加えて、クライアント側のエンベロープ暗号化ライブラリを提供します。これらのライブラリを使用して、データとその暗号化に使用している暗号化キーを保護できます。

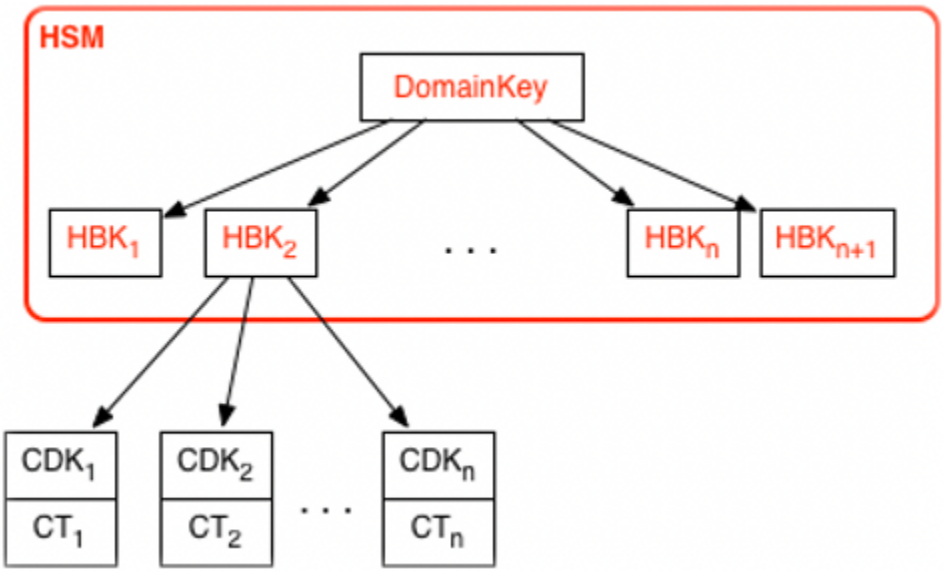
AWS KMS key 階層

キー階層は、最上位の論理キー で始まります AWS KMS key。KMS キーは、最上位のキーマテリアルのコンテナを表し、Amazon リソースネーム (ARN) を持つ AWS のサービス名前空間内で一意に定義されます。ARN には、一意に生成されたキー識別子である キー ID が含まれています。KMS キーは、ユーザーが開始したリクエストに基づいて作成されます AWS KMS。受信時に、 は KMS キーコンテナに配置する最初の HSM バッキングキー (HBK) の作成を AWS KMS リクエストしま

す。HBK は、ドメイン内の HSM 上で生成され、プレーンテキストで HSM からエクスポートされないように設計されています。そうではなく、HBK は HSM 管理ドメインキーで暗号化されてエクスポートされます。これらのエクスポートされたHBKは、エクスポートされたキートークン (EKT) と呼ばれます。

EKTは、耐久性に優れた低レイテンシーのストレージにエクスポートされます。例えば、論理 KMS キーへの ARN を受け取ったとします。これは、キー階層、つまり暗号化コンテキストの最上位を表します。アカウント内に複数の KMS キーを作成し、他の AWS 名前付きリソースと同様に KMS キーにポリシーを設定できます。

特定の KMS キーの階層内では、HBK は KMS キーのバージョンと考えることができます。KMS キーをローテーションする場合は AWS KMS、新しい HBK が作成され、KMS キーのアクティブな HBK として KMS キーに関連付けられます。古い HBK は保持され、以前に保護されていたデータの復号化と検証に使用できます。ただし、新しい情報を保護するために使用できるのはアクティブな暗号化キーだけです。



KMS キーを使用して情報を直接保護 AWS KMS したり、KMS キーで保護されている追加の HSM 生成キーをリクエストしたりするには、 を通じてリクエストを行うことができます。これらのキーは、お客様データキー、または CDK と呼ばれます。CDKは、暗号文 (CT) として暗号化して、プレーンテキストで、またはその両方で返すことができます。KMS キーで暗号化されたすべてのオブジェクト (お客様が指定したデータまたは HSM で生成されたキー) は、呼び出しによって HSM でのみ復号できます AWS KMS。

返された暗号文または復号されたペイロードは、 内に保存されません AWS KMS。この情報は、AWS KMSへの TLS 接続を介してユーザーに直接返されます。これは、ユーザーに代わって AWS のサービスによって行われた呼び出しにも適用されます。

次の表に、キーの階層と特定のキープロパティを示します。

キー	説明	ライフサイクル
ドメインキー	HSM のメモリ内のみにある 256 ビットの AES-GCM キー。KMS キーのバージョン (HSM バッキングキー) をまとめるために使用されます。	毎日ローテーション[1]
HSM バッキングキー	256 ビットの対称キー、または、RSA または楕円曲線のプライベートキー。顧客データとキーを保護するために使用され、ドメインキーの下に暗号化されて保存されます。1 つ以上の HSM バッキングキーで、keyId で表される KMS キーが構成されます。	毎年ローテーション[2] (設定はオプション)。
派生暗号化キー	お客様データとキーを暗号化するために使用される HSM のメモリ内のみにある 256 ビット AES-GCM キー。暗号化ごとに HBK から派生します。	暗号化ごとに 1 回使用され、復号時に再生成されます
お客様データキー	プレーンテキストおよび暗号文で HSMからエクスポートされたユーザー定義の対称キーまたは非対称キー。 HSM バッキングキーで暗号化され、TLS チャネル経由で許可されたユーザーに返されます。	アプリケーションによって制御されるローテーションと使用

[1] AWS KMS ドメインの管理および設定タスクを考慮して、ドメインキーのローテーションを最大週 1 回まで緩和する場合があります。

[2] AWS KMS ユーザーに代わって によって AWS マネージドキー 作成および管理されるデフォルトは、毎年自動的にローテーションされます。

AWS KMS ユースケース

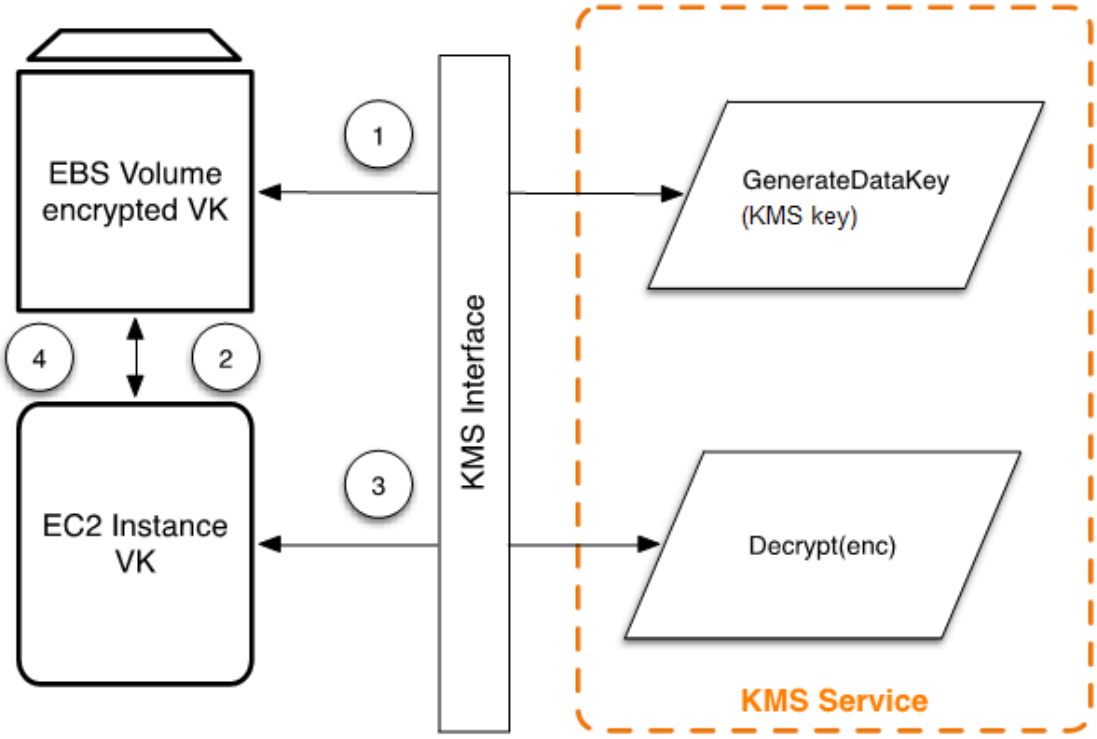
ユースケースは、 を最大限に活用するのに役立ちます AWS Key Management Service。1 つ目は、が Amazon Elastic Block Store (Amazon EBS) ボリューム AWS KMS keys で を使用してサーバー側の暗号化 AWS KMS を実行する方法を示しています。2 つ目は、エンベロープ暗号化を使用してコンテンツを保護する方法を示すクライアント側のアプリケーションです AWS KMS。

トピック

- Amazon EBS ボリュームの暗号化
- クライアント側の暗号化

Amazon EBS ボリュームの暗号化

Amazon EBS には、ボリューム暗号化機能が用意されています。各ボリュームは AES-256-XTS を使用して暗号化されています。これには 2 つの 256 ビットボリュームキーが必要です。これは、1 つの 512 ビットボリュームキーと考えることができます。ボリュームキーは、アカウントの KMS キーで暗号化されます。Amazon EBS でボリュームを暗号化するには、アカウントの KMS キーの下にボリュームキー (VK) を生成するためのアクセス権が必要です。これを行うには、データキーを作成し、これらのボリュームキーを暗号化および復号化するために、Amazon EBS に KMS キーへのアクセス権を付与します。Amazon EBS は、KMS キー AWS KMS で を使用して AWS KMS 暗号化されたボリュームキーを生成するようになりました。



次のワークフローでは、Amazon EBS ボリュームに書き込まれるデータが暗号化されます。

1. Amazon EBS は、TLS セッション AWS KMS を介して を介して KMS キーで暗号化されたボリュームキーを取得し、ボリュームメタデータとともに暗号化されたキーを保存します。
2. Amazon EBS ボリュームがマウントされると、暗号化されたボリュームキーが取得されます。
3. TLS AWS KMS を介した の呼び出しは、暗号化されたボリュームキーを復号するために行われます。 は KMS キー AWS KMS を識別し、フリート内の HSM に内部リクエストを実行して、暗号化されたボリュームキーを復号します。 AWS KMS その後、 は、TLS セッションを介してインスタンスを含む Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) ホストにボリュームキーを返します。
4. ボリュームキーは、アタッチされた Amazon EBS ボリュームとの間で送受信されるすべてのデータを暗号化および復号化するために使用されます。Amazon EBS は、メモリ内のボリュームキーが使用できなくなった場合に備えて、暗号化されたボリュームキーを保持します。

Amazon EBS ボリュームを KMS キーで暗号化する方法の詳細については、AWS Key Management Service デベロッパーガイドの「Amazon Elastic Block Store が AWS KMSを使用する方法」および Amazon EC2 ユーザーガイドhttps://docs.aws.amazon.com/AWSEC2/latest/WindowsGuide/EBSEncryption.htmlの「Amazon EBS 暗号化」を参照してください。

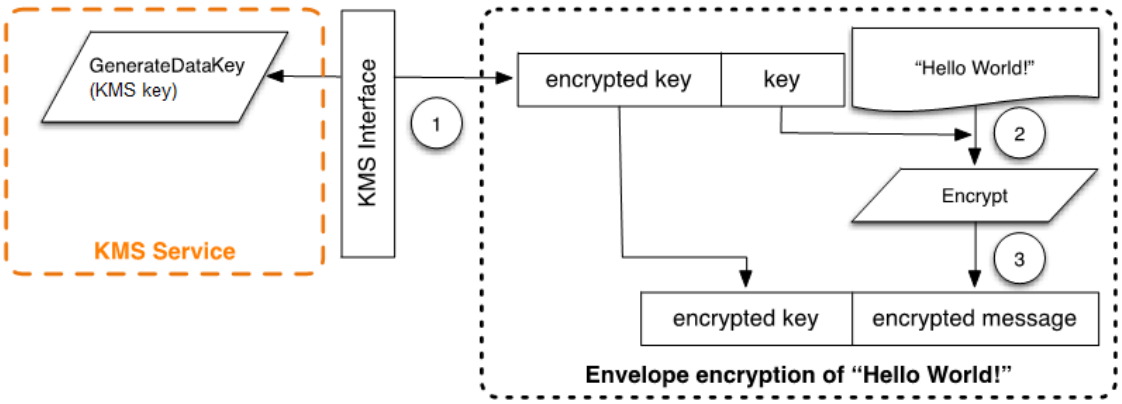
クライアント側の暗号化

AWS Encryption SDK には、KMS キーを使用してエンベロープ暗号化を実行するための API オペレーションが含まれています。推奨事項と使用方法の詳細については、関連ドキュメントを参照してください。クライアントアプリケーションは、 AWS Encryption SDK を使用してエンベロープ暗号化を実行できます AWS KMS。

```
// Instantiate the SDK
final AwsCrypto crypto = new AwsCrypto();
// Set up the KmsMasterKeyProvider backed by the default credentials
final KmsMasterKeyProvider prov = new KmsMasterKeyProvider(keyId);
// Do the encryption
final byte[] ciphertext = crypto.encryptData(prov, message);
```

クライアントアプリケーションは、次の手順で実行できます。

1. 新しいデータキーのリクエストが KMS キーの下で行われます。暗号化されたデータキーと、データキーのプレーンテキストバージョンが返されます。
2. 内では AWS Encryption SDK、プレーンテキストのデータキーを使用してメッセージを暗号化します。次に、プレーンテキストのデータキーがメモリから削除されます。
3. 暗号化されたデータキーと暗号化されたメッセージは、結合されて単一の暗号テキストのバイト配列になります。

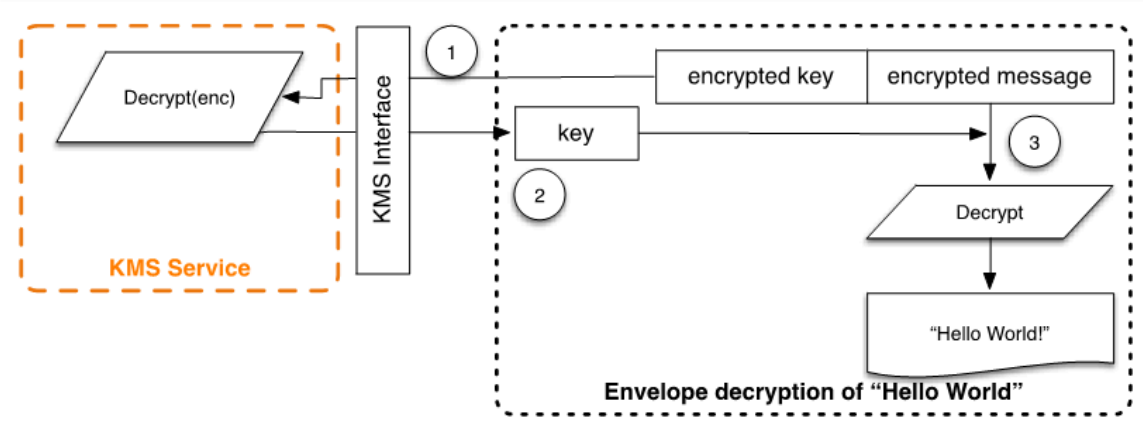


エンベロープ暗号化されたメッセージは、復号化機能を使用して復号化され、最初に暗号化されたメッセージが取得できます。

```
final AwsCrypto crypto = new AwsCrypto();
```

```
final KmsMasterKeyProvider prov = new KmsMasterKeyProvider(keyId);
// Decrypt the data
final CryptoResult<byte[], KmsMasterKey> res = crypto.decryptData(prov, ciphertext);
// We need to check the KMS key to ensure that the
// assumed key was used
if (!res.getMasterKeyIds().get(0).equals(keyId)) {
     throw new IllegalStateException("Wrong key id!");
}
byte[] plaintext = res.getResult();
```

1. は、エンベロープで暗号化されたメッセージを AWS Encryption SDK 解析して暗号化されたデータキーを取得し、 にデータキーの復号 AWS KMS 化をリクエストします。
2. は、プレーンテキストのデータキー AWS Encryption SDK を受け取ります AWS KMS。
3. 次に、データキーを使用してメッセージを復号化し、元のプレーンテキストを返します。

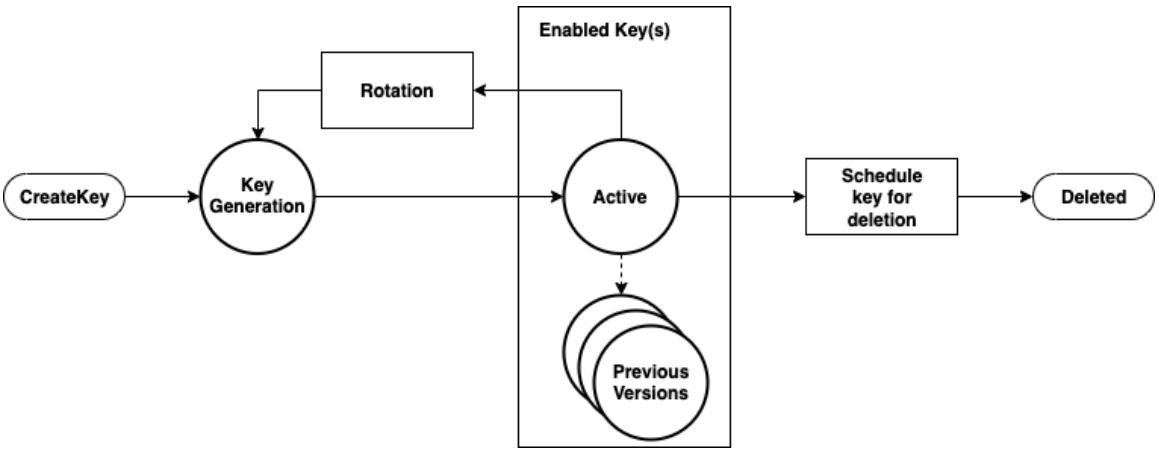


の使用 AWS KMS keys

AWS KMS key は、1 つ以上のハードウェアセキュリティモジュール (HSM) バッキングキー (HBKs。このトピックでは、KMS キーの作成方法、キーマテリアルのインポート方法、および KMS キーの有効化、無効化、ローテーション、削除方法について説明します。

> **Note**
>
> AWS KMS は、カスタマーマスターキー (CMK) という用語を AWS KMS keyおよび KMS キーに置き換えます。この概念に変更はありません。重大な変更を防ぐために、 AWS KMS は、この用語のいくつかのバリエーションを保持しています。

この章では、次の図に示すように、作成から削除までの KMS キーのライフサイクルについて説明します。



トピック

- CreateKey の呼び出し
- キーマテリアルのインポート
- キーの有効化と無効化
- キーの削除
- キーマテリアルのローテーション

CreateKey の呼び出し

AWS KMS key は、 `CreateKey` API コールの呼び出しの結果として生成されます。

CreateKey リクエスト構文のサブセットを次に示します。

```
{
  "Description": "string",
  "KeySpec": "string",
  "KeyUsage": "string",
  "Origin": "string";
  "Policy": "string"
}
```

リクエストは以下のデータを JSON 形式で受け入れます。

説明

(オプション) キーの説明。キーがタスクに適しているかどうかを判断するのに役立つ説明にすることをお勧めします。

KeySpec

作成する KMS キーのタイプを指定します。デフォルト値 SYMMETRIC_DEFAULT は、対称暗号化 KMS キーを作成します。このパラメーターは、対称暗号化キーでオプションですが、他のすべてのキー仕様では必須です。

KeyUsage

キーの用途を指定します。有効な値は ENCRYPT_DECRYPT、SIGN_VERIFY、または GENERATE_VERIFY_MAC です。デフォルト値は ENCRYPT_DECRYPT です。このパラメーターは、対称暗号化キーでオプションですが、他のすべてのキー仕様では必須です。

オリジン

(オプション) KMS キーのキーマテリアルのソースを指定します。デフォルト値は です。これはAWS_KMS、 が KMS キーのキーマテリアル AWS KMS を生成および管理していることを示します。その他の有効な値にはEXTERNAL、インポートされたキーマテリアルのキーマテリアルなしで作成された KMS キーを表AWS_CLOUDHSMし、ユーザーが管理する AWS CloudHSM クラスターにバックアップされたカスタムキーストアに KMS キーを作成する が含まれます。

ポリシー

(オプション) キーにアタッチするポリシー。ポリシーが省略された場合、キーは次に示すデフォルトのポリシーで作成され、ルートアカウントと AWS KMS プリンシパルを持つ IAM ユーザーがキーを管理できるようになります。

ポリシーの詳細については、「AWS Key Management Service デベロッパーガイド」の「AWS KMS のキーポリシー」を参照してください。

CreateKey リクエストはキー ARM を含むレスポンスを返します。

```
arn:<partition>:kms:<region>:<account-id>:key/<key-id>
```

Origin が AWS_KMSの場合、ARN が作成された後、認証されたセッションで、 AWS KMS HSM に HSM バッキングキー (HBK) のプロビジョニングがリクエストされます。HBK は、KMS キーのキー ID に関連付けられている 256 ビットのキーです。これは HSM 上でのみ生成でき、HSM 境界の外側にクリアテキストでエクスポートされないように設計されています。HBK は、現在のドメインキー DK_0 で暗号化されます。これらの暗号化された HBK は、暗号化キートークン (EKT) と呼ばれます。HSM はさまざまなキーラッピング方法を使用するように設定できますが、現在の実装では、Galois Counter Mode (GCM) の AES-256 と呼ばれる認証された暗号化方式が使用されます。この認証済み暗号化モードでは、クリアテキストでエクスポートされたキートークンのメタデータを保護できます。

これは、スタイル上は次のように表されます。

```
EKT = Encrypt(DK₀, HBK)
```

KMS キーとその後の HBK には、KMS キーに設定された許可ポリシーと、関連付けられた HBK の暗号化保護という 2 つの基礎的な保護方法が用意されています。残りのセクションでは、暗号化保護と の管理機能のセキュリティについて説明します AWS KMS。

ARN に加えて、キーのエイリアスを作成することで、わかりやすい名前を作成して KMS キーに関連付けることができます。エイリアスを KMS キーに関連付けると、エイリアスを使用して、暗号化操作で KMS キーを識別できます。詳細については、AWS Key Management Service デベロッパーガイドの「エイリアスの使用」を参照してください。

KMS キーの使用には、複数のレベルの認可が必要です。 AWS KMS では、暗号化されたコンテンツと KMS キーの認可ポリシーを別々にできます。例えば、 AWS KMS エンベロープで暗号化された Amazon Simple Storage Service (Amazon S3) オブジェクトは、Amazon S3 バケットのポリシーを継承します。ただし、必要な暗号化キーへのアクセスは、KMS キーのアクセスポリシーによって決まります。KMS キーの認可の詳細については、AWS Key Management Service デベロッパーガイドの「AWS KMSの認証とアクセスコントロール」を参照してください。

キーマテリアルのインポート

AWS KMS は、HBK に使用される暗号化マテリアルをインポートするためのメカニズムを提供します。CreateKey の呼び出しで説明しているとおり、Origin を EXTERNAL に設定して CreateKey コマンドを使用すると、基になる HBK を含まない論理 KMS キーが作成されます。暗号化マテリアルは、ImportKeyMaterial API コールを使用してインポートする必要があります。この機能を使用して、暗号マテリアルのキーの作成と耐久性を制御できます。この機能を使用する場合は、ご使用の環境におけるこれらのキーの取り扱いおよび耐久性に非常に注意することをお勧めします。キーマテリアルのインポートに関する詳細と推奨事項については、AWS Key Management Service デベロッパーガイドの「Importing key material」を参照してください。

ImportKeyMaterial 呼び出し

ImportKeyMaterial リクエストで、HBK に必要な暗号化マテリアルがインポートされます。暗号化マテリアルは 256 ビット対称キーである必要があります。これは、最近の GetParametersForImport リクエストで返されたパブリックキーを使用して、WrappingAlgorithm で指定されたアルゴリズムを使用して暗号化する必要があります。

ImportKeyMaterial リクエストは次の引数を取ります。

```
{
  "EncryptedKeyMaterial": blob,
  "ExpirationModel": "string",
  "ImportToken": blob,
  "KeyId": "string",
  "ValidTo": number
}
```

EncryptedKeyMaterial

GetParametersForImport リクエストで指定されたラッピングアルゴリズムを使用して、そのリクエストで返されたパブリックキーで暗号化されたインポート済みキーマテリアル。

ExpirationModel

キーマテリアルの有効期限が切れているかどうかを指定します。この値が KEY_MATERIAL_EXPIRES の場合は、ValidTo パラメータに有効期限が切れた日を含める必要があります。この値が KEY_MATERIAL_DOES_NOT_EXPIRE の場合は、ValidTo パラメータを含めないでください。有効な値は "KEY_MATERIAL_EXPIRES" および "KEY_MATERIAL_DOES_NOT_EXPIRE" です。

ImportToken

パブリックキーを提供した同じ GetParametersForImport リクエストによって返されるインポートトークン。

KeyId

インポートされたキーマテリアルに関連付けられる KMS キー。KMS キーの Origin は、EXTERNAL である必要があります。

指定した KMS キーでインポート済みのキーマテリアルを削除して同じキーを再度インポートできますが、その他のキーマテリアルの KMKMS キーをインポートすることや関連付けることはできません。

ValidTo

(オプション) インポートされたキーマテリアルの有効期限が切れる時刻。キーマテリアルが有効期限切れになると、 AWS KMS はキーマテリアルを削除し、KMS キーは使用不可能になります。このパラメータは、ExpirationModel の値が KEY_MATERIAL_EXPIRES の場合に必要です。それ以外の場合は、無効です。

リクエストが成功すると、KMS キーが指定されていれば、指定された有効期限 AWS KMS まで 内で使用できます。インポートされたキーマテリアルの有効期限が切れると、EKT は AWS KMS ストレージレイヤーから削除されます。

キーの有効化と無効化

KMS キーを無効にすることで、キーが暗号化オペレーションで使用されるのを防ぎます。KMS キーに関連付けられているすべての HBK を使用する機能が停止されます。有効にすると、HBK と KMS キーの使用が復元されます。有効化と無効化は、KMS キーのキー ID またはキー AEN のみを取るシンプルなリクエストです。

キーの削除

承認済みユーザーは、ScheduleKeyDeletion API を使用して、KMS キーおよび関連付けられたすべての HBK の削除をスケジュールできます。これは本質的に破壊的な操作であり、 からキーを削除するときは注意が必要です AWS KMS。 は、KMS キーを削除するときに 7 日間の最小待機時間 AWS KMS を適用します。待機期間中、キーは無効状態になり、キー状態は削除保留中になります。暗号化操作にこのキーを使用するすべての呼び出しは失敗します。ScheduleKeyDeletion は次のオプションの引数を取ります。

```
{
  "KeyId": "string",
  "PendingWindowInDays": number
}
```

KeyId

削除する KMS キーの一意の識別子。この値を指定するには、一意のキー ID または KMS キーのキー ARN を使用します。

PendingWindowInDays

(オプション) 待機期間 (日)。この値はオプションです。範囲は 7 ~ 30 日で、デフォルト値は 30 日です。待機期間が終了すると、 は KMS キーと関連するすべての HBKs AWS KMS を削除します。

キーマテリアルのローテーション

承認済みユーザーは、カスタマー管理の KMS キーの自動年次ローテーションを有効にできます。AWS マネージドキー は、毎年ローテーションされます。

KMS キーがローテーションされると、新しい HBK が作成され、すべての新しい暗号化リクエストのキーマテリアルの現在のバージョンとしてマークされます。HBK の以前のすべてのバージョンは、この HBK バージョンを使用して暗号化された暗号文を復号化するために引き続き永続的に使用できます。 AWS KMS は KMS キーで暗号化された暗号文を保存しないため、古いローテーションされた HBK で暗号化された暗号文では、HBK が復号化する必要があります。`ReEncrypt` API を使用して KMS キーの新しい HBK で暗号文を再度暗号化すること、またはプレーンテキストを公開することなく別の KMS キーで暗号文を再度暗号化することができます。

キーローテーションの有効化と無効化詳細については、AWS Key Management Service デベロッパーガイドの「AWS KMS キーのローテーション」を参照してください。

顧客データオペレーション

KMS キーを確立したら、それを使用して暗号化オペレーションを実行できます。KMS キーでデータが暗号化されるたびに、結果として得られるオブジェクトは顧客の暗号文になります。暗号文には、追加の認証データとして認証された暗号化スキームで保護される暗号化されていないヘッダー (またはクリアテキスト) 部分と暗号化された部分の 2 つのセクションがあります。クリアテキストの部分には、HBK 識別子 (HBKID) が含まれます。暗号文値のこれら 2 つのイミュータブルなフィールドは、 が将来オブジェクトを復号 AWS KMS 化できるようにするのに役立ちます。

トピック

- データキーの生成
- 暗号化
- Decrypt
- 暗号化されたオブジェクトの再暗号化

データキーの生成

承認されたユーザーであれば GenerateDataKey API (および関連 API) を使用して、特定のタイプのデータキーまたは任意の長さのランダムキーをリクエストできます。このトピックでは、この API オペレーションの簡略化されたビューを提供します。詳細については、AWS Key Management Service API リファレンスの GenerateDataKey API を参照してください。

- GenerateDataKey
- GenerateDataKeyWithoutPlaintext
- GenerateDataKeyPair
- GenerateDataKeyPairWithoutPlaintext

次に示すのは、GenerateDataKey のリクエスト構文です。

```
{
 “EncryptionContext”: {“string” : “string”},
 “GrantTokens”: [“string”],
 “KeyId”: “string”,
 “NumberOfBytes”: “number”
```

```
}
```

リクエストは以下のデータを JSON 形式で受け入れます。

KeyId

データキーの暗号化に使用するキーのキー識別子です。この値は、対称暗号化 KMS キーを識別する必要があります。

このパラメータは必須です。

NumberOfBytes

生成するバイト数を含む整数値です。このパラメータは必須です。

発信者は、`KeySpec` または `NumberOfBytes` を指定する必要があります。両方を指定することはできません。

EncryptionContext

(オプション) キーを使用する暗号化および復号化のプロセスで認証する追加データを含む名前と値のペアです。

GrantTokens

(オプション) キーを生成または使用するアクセス許可を提供する権限を示す、許可トークンのリストです。許可や許可トークンの詳細については、AWS Key Management Service デベロッパーガイドの「Authentication and access control for AWS KMS」を参照してください。

コマンドを認証した後、 AWS KMSは KMS キーに関連付けられた現在のアクティブな EKT を取得します。 AWS KMS ホストとドメイン内の HSM 間の保護されたセッションを介して、提供されたリクエストと暗号化コンテキストとともに EKT を HSM に渡します。

HSM は、次の操作を実行します。

1. リクエストされたシークレットマテリアルを生成し、揮発性メモリに保持します。
2. リクエストで定義された KMS キーのキー ID と一致する EKT を復号化し、アクティブな HBK = Decrypt(DK_i, EKT) を取得します。
3. ランダムなノンス N を生成します。
4. HBK および N から、256 ビットの AES-GCM 導出暗号化キー K を生成します。
5. シークレットマテリアル ciphertext = Encrypt(K, context, secret) を暗号化します。

GenerateDataKey は、 AWS KMS ホストと HSM の間の安全なチャネルを介してプレーンテキストのシークレットマテリアルと暗号文を返します。 AWS KMS その後、 は TLS セッションを介してそのマテリアルを送信します。プレーンテキストや暗号文は保持 AWS KMS されません。暗号文、暗号化コンテキスト、KMS キーを使用する権限がない場合、基礎となるシークレットを返すことはできません。

次に示すのは、応答の構文です。

```
{
 "CiphertextBlob": "blob",
 "KeyId": "string",
 "Plaintext": "blob"
}
```

データキーの管理は、アプリケーションデベロッパーに委ねられています。データキーによるクライアント側の暗号化 (ただし AWS KMS 、データキーペアではない) のベストプラクティスとして、 を使用できますAWS Encryption SDK。

データキーは任意の頻度でローテーションできます。さらに、データキーは、ReEncrypt API オペレーションを使用して、異なる KMS キーまたはローテーションされる KMS キーに再暗号化することができます。詳細については、AWS Key Management Service API リファレンスの ReEncrypt を参照してください。

暗号化

の基本的な機能は、KMS キーでオブジェクトを暗号化 AWS KMS することです。設計上、 AWS KMS では HSM で低レイテンシーの暗号化オペレーションが提供されます。この結果として、暗号化関数への直接の呼び出しで暗号化できるプレーンテキストの量には 4 KB という制限があります。を使用して、より大きなメッセージを暗号化 AWS Encryption SDK できます。 コマンドを認証すると、 は AWS KMS KMS キーに関連する現在のアクティブな EKT を取得します。EKT は、プレーンテキストと暗号化コンテキストとともに、リージョン内の利用可能なすべての HSM に渡されます。これらは、 AWS KMS ホストとドメイン内の HSM の間で認証されたセッションを介して送信されます。

HSM では、次の操作を実行します。

1. EKT を復号化し、HBK = Decrypt(DK_i, EKT) を取得します。
2. ランダムなノンス N を生成します。

3. HBK および N から、256 ビットの AES-GCM 導出暗号化キー K を取得します。
4. プレーンテキスト ciphertext = Encrypt(K, context, plaintext) を暗号化します。

暗号文の値が返され、プレーンテキストのデータも暗号文も AWS インフラストラクチャのどこにも保持されません。暗号文、暗号化コンテキスト、KMS キーを使用する権限がない場合、基礎となるプレーンテキストを返すことはできません。

Decrypt

暗号文値を復号 AWS KMS するための の呼び出しは、暗号化された値の暗号文と暗号化コンテキストを受け入れます。 はAWS 、署名バージョン 4 の署名付きリクエストを使用して呼び出し AWS KMS を認証し、暗号文からラッピングキーの HBKID を抽出します。HBKID は、暗号文、キー ID、およびそのポリシーを復号化するために必要な EKT の取得に使用されます。リクエストは、キーポリシー、存在する可能性のある許可、およびキー ID を参照する関連 IAM ポリシーに基づいて許可されます。`Decrypt` 関数は、暗号化関数に類似しています。

次に示すのは、`Decrypt` のリクエスト構文です。

```
{
 "CiphertextBlob": "blob",
 "EncryptionContext": { "string" : "string" }
 "GrantTokens": ["string"]
}
```

次に示すのは、リクエストパラメータです。

CiphertextBlob

メタデータを含む暗号文です。

EncryptionContext

(オプション) 暗号化コンテキストです。これが `Encrypt` 関数で指定されている場合、ここで指定する必要があります。そうしないと、復号オペレーションが失敗します。詳しくは、AWS Key Management Service デベロッパーガイドの「Encryption context」を参照してください。

GrantTokens

(オプション) 復号化を実行するためのアクセス許可を提供する権限を示す、許可トークンのリストです。

暗号文と EKT は、認証されたセッションを通じて暗号化コンテキストとともに HSM に送信され、復号化が行われます。

HSM では、次の操作を実行します。

1. EKT を復号化し、HBK = Decrypt(DK_i, EKT) を取得します。
2. 暗号文構造から、ノンス N を抽出します。
3. HBK および N から、256 ビットの AES-GCM 導出暗号化キー K を再生成します。
4. 暗号文を復号化し、plaintext = Decrypt(K, context, ciphertext) を取得します。

生成されたキー ID とプレーンテキストは、セキュアセッションを介して AWS KMS ホストに返され、TLS 接続を介して呼び出し元のカスタマーアプリケーションに戻ります。

次に示すのは、応答の構文です。

```
{
    "KeyId": "string",
    "Plaintext": blob
}
```

呼び出し元のアプリケーションからプレーンテキストの信頼性を確認したい場合は、返されたキー ID が期待どおりであることを確認する必要があります。

暗号化されたオブジェクトの再暗号化

KMS キーで暗号化された既存の顧客暗号文は、再暗号化コマンドを使用して別の KMS キーに再暗号化できます。再暗号化では、クライアント側にキーのプレーンテキストを公開することなく、サーバー側で新しい KMS キーを使用してデータを暗号化できます。データを復号化してから暗号化します。

次に、リクエスト構文を示します。

```
{
 "CiphertextBlob": "blob",
 "DestinationEncryptionContext": { "string" : "string" },
 "DestinationKeyId": "string",
 "GrantTokens": ["string"],
       "SourceKeyId": "string",
 "SourceEncryptionContext": { "string" : "string"}
```

```
}
```

リクエストは以下のデータを JSON 形式で受け入れます。

CiphertextBlob

再暗号化するデータの暗号文です。

DestinationEncryptionContext

(オプション) データを再暗号化する際に使用される、暗号化コンテキストです。

DestinationKeyId

データの再暗号化に使用されるキーのキー識別子です。

GrantTokens

(オプション) 復号化を実行するためのアクセス許可を提供する権限を示す、許可トークンのリストです。

SourceKeyId

(オプション) データの復号化に使用されるキーのキー ID です。

SourceEncryptionContext

(オプション) `CiphertextBlob` パラメータで指定されたデータの暗号化と復号化に使用される、暗号化コンテキストです。

このプロセスでは、前の説明の復号化および暗号化オペレーションを組み合わせます。顧客暗号文は、顧客暗号文で参照される最初の HBK で、意図した KMS キーで管理されている最新の HBK に復号化されます。このコマンドで使用されている KMS キーが同じである場合、コマンドは旧バージョンから最新バージョンの HBK に顧客暗号文を移動します。

次に示すのは、応答の構文です。

```
{
    "CiphertextBlob": blob,
    "DestinationEncryptionAlgorithm": "string",
    "KeyId": "string",
    "SourceEncryptionAlgorithm": "string",
    "SourceKeyId": "string"
}
```

呼び出し元のアプリケーションから基礎となるプレーンテキストの信頼性を確認したい場合は、返された SourceKeyId が期待どおりであることを確認する必要があります。

AWS KMS 内部オペレーション

AWS KMS 内部は、グローバルに分散されたキー管理サービスの HSMs をスケーリングして保護するために必要です。

トピック

- ドメインとドメインの状態
- 内部通信セキュリティ
- マルチリージョンキーのレプリケーションプロセス
- 耐久性の保護

ドメインとドメインの状態

内の信頼できる内部 AWS KMS エンティティの協調的なコレクション AWS リージョン は、ドメインと呼ばれます。ドメインには、信頼済みエンティティのセット、ルールのセット、およびドメインキーと呼ばれる秘密キーのセットが含まれます。ドメインキーは、ドメインのメンバーである HSM 間で共有されます。ドメイン状態は次のフィールドで構成されます。

名前

このドメインを識別するドメイン名。

メンバー

ドメインのメンバーである HSM のリスト。パブリック署名キーとパブリック共有キーを含む。

演算子

エンティティ、パブリック署名キー、およびこのサービスのオペレーターを表すロール (AWS KMS オペレーターまたはサービスホスト) のリスト。

ルール

HSM でコマンドを実行するために満たす必要がある各コマンドの定足数ルールのリスト。

ドメインキー

ドメイン内で現在使用されているドメインキー (対称キー) のリスト。

完全なドメイン状態は、HSM 上でのみ取得できます。ドメイン状態は、エクスポートされたドメイントークンとして HSM ドメインメンバー間で同期されます。

ドメインキー

ドメイン内のすべてのHSMは、ドメインキーのセット $\{DK_r\}$ を共有します。これらのキーは、ドメイン状態のエクスポートルーチンで共有されます。エクスポートされたドメイン状態は、ドメインのメンバーになっている任意の HSM にインポートできます。

ドメインキーのセット $\{DK_r\}$ には、常に 1 つのアクティブなドメインキーと、いくつかの非アクティブなドメインキーが含まれます。ドメインキーは、 がキー管理の推奨事項 - パート 1 AWS に準拠するように毎日ローテーションされます。ドメインキーのローテーション中に、送信ドメインキーの下で暗号化された既存の KMS キーはすべて、新しいアクティブなドメインキーの下で再暗号化されます。アクティブなドメインキーが、新しい EKT の暗号化には使用されます。期限切れのドメインキーは、最近ローテーションされたドメインキーの数と同等の日数の間、以前に暗号化された EKT を復号化するためにのみ使用できます。

エクスポートされたドメイントークン

ドメイン参加者間で定期的に状態を同期させる必要があります。これは、ドメインに変更が加えられるたびにドメインの状態をエクスポートすることによって実現されます。ドメインの状態は、エクスポートされたドメイントークンとしてエクスポートされます。

名前

このドメインを識別するドメイン名。

メンバー

ドメインのメンバーである HSM のリスト。署名パブリックキーおよび共有パブリックキーを含む。

演算子

エンティティ、パブリック署名キー、およびこのサービスのオペレーターを表すロールのリスト。

ルール

HSM ドメインメンバーでコマンドを実行するために満たす必要がある各コマンドの定足数ルールのリスト。

暗号化されたドメインキー

エンベロープで暗号化されたドメインキー。ドメインキーは、上記の各メンバーの署名メンバーによって暗号化され、パブリック共有キーにエンベロープされます。

署名

HSM によって生成されるドメイン状態の署名。ドメイン状態をエクスポートしたドメインのメンバーである必要があります。

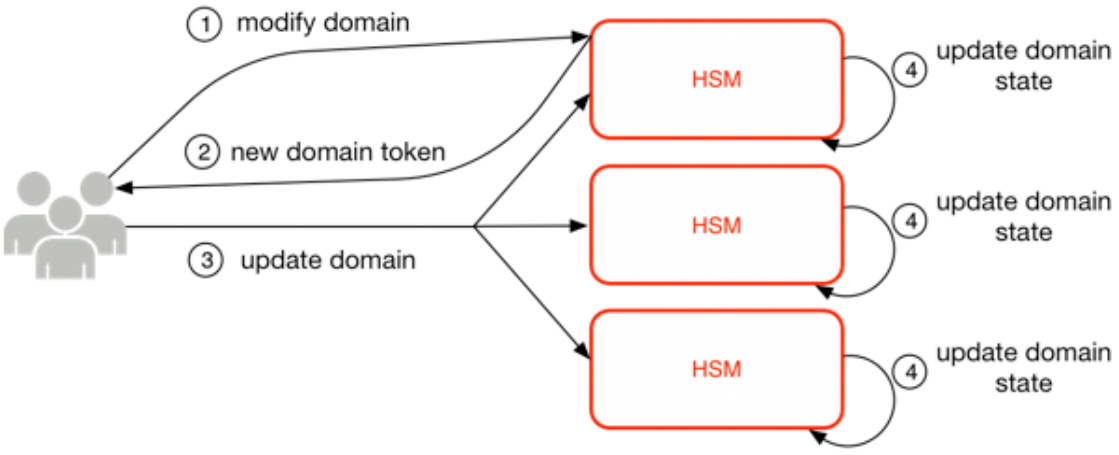
エクスポートされたドメイントークンは、ドメイン内で動作するエンティティの信頼の基盤を形成します。

ドメイン状態の管理

ドメインの状態は、定足数認証コマンドを使用して管理されます。これらの変更には、ドメイン内の信頼済み参加者のリストの変更、HSM コマンドを実行するための定足数ルールの変更、ドメインキーの定期的なローテーションが含まれます。これらのコマンドは、次の図に示すように、認証されたセッションオペレーションではなく、コマンド単位で認証されます。

初期化され動作状態にある HSM は、自己生成の非対称 ID キー、署名キーペア、およびキー確立キーペアのセットを含んでいます。手動プロセスにより、 AWS KMS オペレーターはリージョンの最初の HSM に作成される初期ドメインを確立できます。この初期ドメインは、このトピックで以前に定義した完全なドメイン状態で構成されます。ドメイン内の定義済みの HSM メンバーごとに、join コマンドを使用してインストールされます。

HSM が初期ドメインに参加すると、そのドメインで定義されているルールにバインドされます。これらのルールは、お客様の暗号化キーを使用するコマンドや、ホストまたはドメインの状態を変更するコマンドを管理します。暗号化キーを使用する認証済みセッション API オペレーションは、以前に定義されています。



上の図は、ドメインの状態がどのように変更されるかを示しています。このプロセスは次の 4 つのステップで構成されています。

1. ドメインを変更するために、定足数ベースのコマンドが HSM に送信ます。
2. 新しいドメイン状態が生成され、新しいエクスポートされたドメイントークンとして工クスポートされます。HSM 上の状態は変更されません。つまり、HSM 上で変更が行われません。
3. 2 番目のコマンドが新しく工クスポートされたドメイントークンの各 HSM に送信され、ドメインの状態を新しいドメイントークンで更新します。
4. エクスポートされた新しいドメイントークンにリストされている HSM は、コマンドとドメイントークンを認証できます。また、ドメイン内のすべての HSM のドメイン状態を更新するために、ドメインキーを解凍することもできます。

HSM は互いに直接通信しません。代わりに、定足数のオペレーターがドメインの状態の変更を要求し、結果として新しいエクスポートされたドメイントークンを生成します。ドメインのサービスホストメンバーが、ドメイン内のすべての HSM に新しいドメイン状態を配布するために使用されます。

ドメインの脱退と参加は、HSM 管理機能によって行われます。ドメイン状態の変更は、ドメイン管理機能によって行われます。

ドメインからの脱退

HSM はドメインから脱退し、すべての残留物とそのドメインのキーがメモリから削除されます。

ドメインへの参加

HSM は新しいドメインに参加するか、現在のドメイン状態を新しいドメイン状態に更新します。既存のドメインは、このメッセージを認証するためのルールの初期セットのソースとして使用されます。

ドメインの作成

HSM 上に新しいドメインを作成します。ドメインのメンバー HSM に配布できる最初のドメイントークンを返します。

オペレーターの変更

許可されたオペレーターとドメイン内のオペレーターのロールのリストにオペレーターを追加または削除します。

メンバーの変更

ドメイン内の許可された HSM のリストに HSM を追加または削除します。

ルールの変更

HSM でコマンドを実行するために必要な定足数ルールのセットを変更します。

ドメインキーのローテーション

新しいドメインキーが作成され、アクティブドメインキーとしてマークされます。これにより、既存のアクティブキーが非アクティブ化されたキーになり、最も古い非アクティブ化されたキーがドメイン状態から削除されます。

内部通信セキュリティ

サービスホストまたは AWS KMS オペレータと HSMs 間のコマンドは、 に示されている 認証済みセッション2 つのメカニズム、つまりクォーラム署名付きリクエストメソッドと HSM サービスホストプロトコルを使用した認証済みセッションによって保護されます。

定足数署名付きコマンドは、HSM が提供する重要なセキュリティ保護を 1 人のオペレーターが改変できないように設計されています。認証されたセッションで実行されるコマンドは、許可されたサービスオペレーターだけが KMS キーに関連する操作を実行できるようにするのに役立ちます。顧客宛ての機密情報はすべて、 AWS インフラストラクチャ全体で保護されます。

キー確立

内部通信を保護するために、 は 2 つの異なるキー確立方法 AWS KMS を使用します。1 つ目は、「Recommendation for Pair-Wise Key Establishment Schemes Using Discrete Logarithm Cryptography (Revision 2)」で、C(1, 2, ECC DH) と定義されています。このスキームには、静的な署名キーを持つイニシエータがあります。イニシエータは、静的 ECDH 共有キーを持つ受信者を対象として、一時的な楕円曲線 Diffie-Hellman (ECDH) キーを生成し、署名します。このメソッドは、ECDH を使用した 1 つの一時的キーと 2 つの静的キーを使用します。これは、ラベル C(1, 2, ECC DH) の導出です。この方法は、ワンパス ECDH と呼ばれることもあります。

2 つ目のキー確立方法は、 (2, 2, ECC, DH) です。この方式では、両当事者は静的な署名キーを持ち、一時的な ECDH キーを生成、署名、交換します。この方法では、ECDH をそれぞれ使用した 2 つの静的キーと 2 つの一時的キーを使用します。これは、ラベル C(2, 2, ECC, DH) の導出です。この方法は、ECDH Ephemeral または ECDHE と呼ばれることもあります。すべての ECDH キーは、曲線 secp384r1 (NIST-P384) 上で生成されます。

HSM セキュリティ境界

の内部セキュリティ境界 AWS KMS は HSM です。HSM には独自のインターフェイスがあり、動作状態では他のアクティブな物理インターフェイスはありません。動作中の HSM は、ドメイン内でのロールを確立するために必要な暗号化キーを使用して初期化中にプロビジョニングされます。HSM

の機密暗号化マテリアルは、揮発性メモリにのみ保存され、意図的であるかないかにかかわらず、シャットダウンやリセットなど、動作状態でなくなると消去されます。

HSM API オペレーションは、個々のコマンドによって、またはサービスホストによって確立された相互に認証された機密セッションによって認証されます。

定足数署名付きコマンド

定足数署名付きコマンドは、オペレーターによって HSM に対して発行されます。このセクションでは、定足数ベースのコマンドを作成、署名、および認証する方法について説明します。これらのルールはかなり簡単です。例えば、コマンド Foo には、ロール Bar からの 2 人のメンバーが必要といったものです。定足数ベースのコマンドの作成と検証には、3 つのステップがあります。最初のステップは元になるコマンドの作成で、2 番目のステップは署名する追加のオペレーターへの送信、3 番目のステップは検証と実行です。

概念を説明するために、次のように仮定します。オペレーターのパブリックキーとロールの信頼できるセット $\{QOS_s\}$ があり、一連の定足数ルール $QR = \{Command_i, Rule_{\{i, t\}}\}$ があるとします。ここで、各ルールはロールと最小数 N $\{Role_t, N_t\}$ のセットです。コマンドが定足数ルールを満たすためには、$\{QOS_s\}$ にリストされている一連のオペレーターが、そのコマンド用にリストされているルールのいずれかを満たすように、コマンドデータセットに署名する必要があります。前述のように、定足数ルールとオペレーターのセットは、ドメイン状態とエクスポートされたドメイントークンに保存されます。

実際には、最初の署名者はコマンド $Sig_1 = Sign(dO_{p1}, Command)$ に署名します。2 番目のオペレーターもコマンド $Sig_2 = Sign(dO_{p2}, Command)$ に署名します。2 者に署名されたメッセージは、実行のために HSM に送信されます。HSM は、次の内容を実行します。

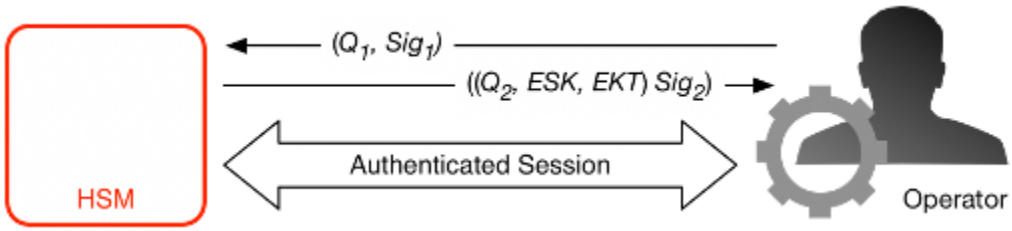
1. 署名ごとに、ドメイン状態から署名者のパブリックキーを抽出し、コマンドの署名を検証します。
2. 署名者のセットがコマンドのルールを満たしていることを確認します。

認証済みセッション

キーオペレーションは、外部向け AWS KMS ホストと HSMs の間で実行されます。これらのコマンドは、暗号キーの作成と使用、および安全な乱数の生成に関係します。コマンドは、サービスホストと HSM の間のセッション認証チャネル上で実行されます。これらのセッションには、真正性が必要なだけでなく、機密性も必要です。これらのセッションで実行されるコマンドは、発行者に向けてクリアテキストのデータキーや復号化されたメッセージを返送することがあります。中間者 (MITM) 攻撃によってこれらのセッションが崩壊しないようにするため、セッションは認証されます。

このプロトコルは、HSM とサービスホスト間で相互に認証された ECDHE キー共有を実行します。交換はサービスホストが開始し、HSM が完了させます。HSM は、ネゴシエートされたキーによって暗号化されたセッションキー (SK) と、セッションキーを含むエクスポートされたキートークンも返します。エクスポートされたキートークンには有効期間が含まれています。有効期間が終了すると、サービスホストはセッションキーを再ネゴシエートする必要があります。

サービスホストはドメインのメンバーであり、ID 署名キーペア ($dHOS_i$, $QHOS_i$) と HSM の ID パブリックキーの信頼できるコピーを持っています。サービスホストは、ID 署名キーのセットを使用して、サービスホストとドメイン内の任意の HSM との間で使用できるセッションキーを安全にネゴシエートします。エクスポートされたキートークンには有効期間が関連付けられています。有効期間が終了すると、新しいキーをネゴシエートする必要があります。



このプロセスは、サービスホストが、自身とドメインの HSM メンバー間で機密通信フローを送受信するにはセッションキーが必要であることを認識することから始まります。

1. サービスホストが ECDH 一時的キーペア (d_1, Q_1) を生成し、これに ID キー Sig1 = Sign(dOS,Q_1) で署名します。
2. HSM は、受信したパブリックキーの署名を現在のドメイントークンを使用して検証し、ECDH 一時的キーペア (d_2, Q_2) を作成します。その後、「Recommendation for Pair-Wise Key Establishment Schemes Using Discrete Logarithm Cryptography (Revised)」に従って ECDH キー交換を完了させ、ネゴシエートされた 256 ビット AES-GCM キーを形成します。HSM は、新しい 256 ビット AES-GCM セッションキーを生成します。ネゴシエートされたキーを使用してセッションキーを暗号化し、暗号化されたセッションキー (ESK) を形成します。また、ドメインキー

の下にあるセッションキーをエクスポートされたキートークン EKT として暗号化します。最後に、ID キーペア Sig_2 = Sign(dHSK, (Q_2, ESK, EKT)) で戻り値に署名します。

3. サービスホストは、現在のドメイントークンを使用して、受信したキーの署名を検証します。次に、サービスホストは「Recommendation for Pair-Wise Key Establishment Schemes Using Discrete Logarithm Cryptography (Revised)」に従って、 ECDH キー交換を完了させます。次に ESK を復号化し、セッションキー SK を取得します。

EKT の有効期間中は、サービスホストはネゴシエートされたセッションキー SK を使用して、エンベロープで暗号化されたコマンドを HSM に送信できます。この認証されたセッションでサービスホストが開始するコマンドにはすべて、EKT が含まれています。HSM は、ネゴシエートされた同じセッションキー SK を使用して応答します。

マルチリージョンキーのレプリケーションプロセス

AWS KMS は、クロスリージョンレプリケーションメカニズムを使用して、KMS キーのキーマテリアルを の HSM から別の の HSM AWS リージョン にコピーします AWS リージョン。このメカニズムを機能させるには、レプリケートされる KMS キーがマルチリージョンキーである必要があります。KMS キーをあるリージョンから別のリージョンにレプリケートする場合、リージョン内の HSM は分離されたネットワーク内にあるため、直接通信できません。代わりに、クロスリージョンレプリケーション中に交換されるメッセージは、プロキシサービスによって配信されます。

クロスリージョンレプリケーション中、 AWS KMS HSM によって生成されたすべてのメッセージは、レプリケーション署名キーを使用して暗号で署名されます。レプリケーション署名キー (RSK) は、NIST P-384 曲線上の ECDSA キーです。各リージョンは少なくとも 1 つの RSK を所有し、各 RSK のパブリックコンポーネントは同じ AWS パーティション内の他のすべてのリージョンと共有されます。

リージョン A からリージョン B にキーマテリアルをコピーするクロスリージョンレプリケーションプロセスは、次のように機能します。

1. リージョン B の HSM は、NIST P-384 曲線上に一時的な ECDH キーを生成します。Replication Agreement Key (レプリケーションアグリーメントキー) B (RAKB) です。RAKB のパブリックコンポーネントは、プロキシサービスによってリージョン A の HSM に送信されます。
2. リージョン A の HSM は RAKB のパブリックコンポーネントを受け取り、NIST P-384 曲線上に別の一時的な ECDH キーを生成します。Replication Agreement Key (レプリケーションアグリーメントキー) A (RAKA) です。HSM は、RAKA と RAKB のパブリックコンポーネント上で ECDH キー確立スキームを実行し、出力から対称キーを導出します。Replication Wrapping Key (レプリ

ケーションラッピングキー) (RWK) です。RWK は、レプリケートされるマルチリージョン KMS キーのキーマテリアルを暗号化するために使用されます。

3. RAKA のパブリックコンポーネントと RWK で暗号化されたキーマテリアルは、プロキシサービスを通じてリージョン B の HSM に送信されます。
4. リージョン B の HSM は、RAKA のパブリックコンポーネントと RWK を使用して暗号化されたキーマテリアルを受け取ります。HSM は、RAKB と RAKA のパブリックコンポーネント上で ECDH キー確立スキームを実行し RWK で派生します。
5. リージョン B の HSM は、RWK を使用してリージョン A のキーマテリアルを復号化します。

耐久性の保護

オフライン HSM の使用、エクスポートされたドメイントークンの複数の不揮発性ストレージ、および暗号化された KMS キーの冗長ストレージにより、サービスによって生成されたキーに対するサービスの耐久性が強化されます。オフライン HSM は、既存のドメインのメンバーです。オンラインではなく、通常のドメイン操作に参加している場合を除き、オフライン HSM は既存の HSM メンバーと同じドメイン状態で表示されます。

耐久性設計は、オンライン HSMs またはプライマリストレージシステムに保存されている一連の KMS キーのいずれかが広範囲に失われ AWS た場合に、リージョン内のすべての KMS キーを保護することを目的としています。インポートされたキーマテリアル AWS KMS keys を持つ は、他の KMS キーに許容される耐久性保護には含まれません。でリージョン全体の障害が発生した場合 AWS KMS、インポートされたキーマテリアルを KMS キーに再インポートする必要がある場合があります。

オフラインの HSM と、それらにアクセスするための認証情報は、複数の独立した地理的場所にある監視された安全室内の金庫に保存されます。各金庫には、これらの資料を取得するために、 の 2 つの独立したチームから少なくとも 1 人の AWS セキュリティ責任者と 1 AWS人の AWS KMS オペレーターが必要です。これらのマテリアルの使用は、クォーラムの AWS KMS 演算子の存在を要求する内部ポリシーによって管理されます。

参照資料

このドキュメントで引用されている略語、キー、寄稿者、および出典の情報を得るには、次の参考資料を使用してください。

トピック

- 省略形
- キー
- 寄稿者
- 参考資料

省略形

次のリストは、このドキュメントで参照されている略語を示しています。

AES

Advanced Encryption Standard

CDK

お客様データキー

DK

ドメインキー

ECDH

Elliptic Curve Diffie-Hellman

ECDHE

Elliptic Curve Diffie-Hellman Ephemeral

ECDSA

Elliptic Curve Digital Signature Algorithm

EKT

エクスポートされたキートークン

ESK

暗号化されたセッションキー

GCM

Galois Counter Mode

HBK

HSM バッキングキー

HBKID

HSM バッキングキー識別子

HSM

ハードウェアセキュリティモジュール

RSA

Rivest Shamir and Adleman (暗号)

secp384r1

Standards for Efficient Cryptography 素数 384 ビットランダム曲線 1

SHA256

ダイジェスト長 256 ビットの Secure Hash Algorithm

キー

次のリストは、このドキュメントで参照されているキーの定義を示しています。

HBK

HSM バッキングキー: HSM バッキングキーは 256 ビットのルートキーで、そこから特定の用途のキーが派生します。

DK

ドメインキー: ドメインキーは、256 ビット AES-GCM キーです。これは、ドメインのすべてのメンバー間で共有され、HSM バッキングキーマテリアルと HSM サービスホストセッションキーを保護するために使用されます。

DKEK

ドメインキー暗号化キー: ドメインキー暗号化キーは、ホスト上で生成された AES-256-GCM キーで、HSM ホスト間でドメイン状態を同期するドメインキーの現在のセットを暗号化するために使用されます。

(dHAK,QHAK)

HSM 共有キーペア: 開始された HSM はすべて、secp384r1 (NIST-P384) 曲線上にローカルに生成された楕円曲線 Diffie-Hellman 共有キーペアを持ちます。

(dE, QE)

一時的共有キーペア: HSM とサービスホストは、一時的共有キーを生成します。これらは、secp384r1 (NIST-P384) 曲線上の楕円曲線 Diffie-Hellman キーです。これらは、次の 2 つのユースケースにおいて生成されます。ドメイントークンでドメインキーの暗号化キーを転送するホストからホストへの暗号化キーを確立する場合と、機密性の高い通信を保護するための HSM サービスホストセッションキーを確立する場合です。

(dHSK,QHSK)

HSM 署名キーペア: 開始された HSM はすべて、secp384r1 (NIST-P384) 曲線上にローカルに生成された楕円曲線デジタル署名キーペアを持ちます。

(dOS,QOS)

演算子署名キーペア: サービスホスト演算子と AWS KMS 演算子の両方に、他のドメイン参加者に対して自身を認証するために使用される ID 署名キーがあります。

K

データ暗号化キー: SHA256 で HMAC を使用したカウンタモードで NIST SP800-108 KDF を使用して HBK から派生した 256 ビットの AES-GCM キー。

SK

セッションキー: セッションキーは、認証済み 楕円曲線 Diffie-Hellman キーがサービスホストオペレーターと HSM の間で交換された結果として作成されます。交換の目的は、サービスホストとドメインのメンバー間の通信を保護することです。

寄稿者

このドキュメントには、次の個人および組織が貢献しました。

- KMS, AWS Cryptography、総支配人、Ken Beer
- Matthew Campagna、Principal Security Engineer、 AWS Cryptography

参考資料

AWS Key Management Service HSMs の詳細については、NIST Computer Security Resource Center の暗号化モジュール検証プログラムの検索ページに移動しAWS Key Management Service 、HSM を検索します。

Amazon Web Services、全般のリファレンス (バージョン 1.0)、 AWS 「API リクエストの署名」、http://docs.aws.amazon.com/general/latest/gr/signing_aws_api_requests.html。

Amazon Web Services、「 とは AWS Encryption SDK」、http://docs.aws.amazon.com/encryption-sdk/latest/developer-guide/introduction.html。

Federal Information Processing Standards Publications, FIPS PUB 180-4。Secure Hash Standard、2012 年 8 月 https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/FIPS/NIST.FIPS.180-4.pdf から入手可能。

Federal Information Processing Standards Publication 197、Announcing the Advanced Encryption Standard (AES)、2001 年 11 月。http://csrc.nist.gov/publications/fips/fips197/fips-197.pdf から入手可能。

Federal Information Processing Standards Publication 198-1、The Keyed-Hash Message Authentication Code (HMAC)、2008 年 7 月。http://csrc.nist.gov/publications/fips/fips198-1/FIPS-198-1_final.pdf から入手可能。

NIST Special Publication 800-52 Revision 2、Guidelines for the Selection, Configuration, and Use of Transport Layer Security (TLS) Implementations、2019 年 8 月。https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.800-52r2.pdf。

PKCS#1 v2.2: RSA Cryptography Standard (RFC 8017)、Internet Engineering Task Force (IETF)、2016 年 11 月。https://tools.ietf.org/html/rfc8017。

Recommendation for Block Cipher Modes of Operation: Galois/Counter Mode (GCM) and GMAC、NIST Special Publication 800-38D、2007 年 11 月。http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-38D/SP-800-38D.pdf から入手可能。

Recommendation for Block Cipher Modes of Operation: The XTS-AES Mode for Confidentiality on Storage Devices、NIST Special Publication 800-38E、2010 年 1 月。https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-38e.pdf から入手可能。

Recommendation for Key Derivation Using Pseudorandom Functions、NIST Special Publication 800-108、2009 年 10 月、https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/legacy/sp/nistspecialpublication800-108.pdf から入手可能。

Recommendation for Key Management - Part 1: General (Revision 5)、NIST Special Publication 800-57A、2020 年 5 月、https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-57pt1r5 から入手可能。

Recommendation for Pair-Wise Key Establishment Schemes Using Discrete Logarithm Cryptography (Revised)、NIST Special Publication 800-56A Revision 3、2018 年 4 月。https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.800-56Ar3.pdf から入手可能。

Recommendation for Random Number Generation Using Deterministic Random Bit Generators、NIST Special Publication 800-90A Revision 1、2015 年 6 月、https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.800-90Ar1.pdf から入手可能。

SEC 2: Recommended Elliptic Curve Domain Parameters、Standards for Efficient Cryptography Group、Version 2.0、2010 年 1 月 27 日。

Use of Elliptic Curve Cryptography (ECC) Algorithms in Cryptographic Message Syntax (CMS)、Brown, D.、Turner, S.、Internet Engineering Task Force、2010 年 7月、http://tools.ietf.org/html/rfc5753/。

X9.62-2005: Public Key Cryptography for the Financial Services Industry: The Elliptic Curve Digital Signature Algorithm (ECDSA)、American National Standards Institute、2005。

AWS KMS 暗号化の詳細のドキュメント履歴

以下の表は AWS Key Management Service 暗号化の詳細ドキュメントの重要な変更点をまとめたものです。また、お客様からいただいたフィードバックに対応するために、ドキュメントを頻繁に更新しています。

変更	説明	日付
更新された内容	オペレーションの実装に関する詳細を追加しました AWS KMS `ReplicateKey` 。	2021 年 10 月 28 日
ドキュメントの変更	カスタマーマスターキー (CMK) という条件が AWS KMS key および KMS キーに置き換えられています。	2021 年 8 月 30 日
初回リリース	このガイドは「KMS 暗号化の詳細」技術文書を基に作成	2020 年 12 月 30 日

翻訳は機械翻訳により提供されています。提供された翻訳内容と英語版の間で齟齬、不一致または矛盾がある場合、英語版が優先します。