

5G-UPF の概要

この章では、次のトピックについて取り上げます。

- 機能の概要と変更履歴, on page 1
- 製品の説明, on page 2
- ユースケースと機能, on page 3
- 展開アーキテクチャおよびインターフェイス, on page 7
- 標準準拠, on page 11

機能の概要と変更履歴

要約データ

Table 1: 要約データ

該当製品または機能エリア	5G-UPF
該当プラットフォーム	VPC-SI SMI
機能のデフォルト設定	無効：ライセンスが必要
このリリースでの関連する変更点	N/A
関連資料	該当なし

更新履歴

Table 2: マニュアルの変更履歴

改訂の詳細	リリース
UPF クラウドネイティブ デプロイメントのサポートが追加されました。	2023.01.0
最初の導入。	2020.02.0

製品の説明

ユーザープレーン機能（UPF）は、5G コアネットワーク（5GC）のネットワーク機能（NF）の 1 つです。UPF は、5G アーキテクチャにおける、パケットルーティングと転送、パケットインスペクション、QoS 処理、およびデータネットワーク（DN）の相互接続を担当します。

UPFは、ユーザー通信に高性能な転送エンジンを提供する別個の仮想ネットワーク機能（VNF）です。ベクトルパケット処理（VPP）テクノロジーを使用して、UPFは、すべてのユーザープレーン機能との互換性を維持しながら、超高速パケット転送を実現します。たとえば、シャロー パケット インスペクション（SPI）/ディープ パケット インスペクション（DPI）、通信最適化、インラインサービス（NAT、ファイアウォール、DNS スヌーピングなど）が挙げられます。UPF は現在、統合ディープ パケット ベース インスペクション（DPI）サービスを提供するように設計されています。

UPF の 1 つのインスタンスで次の機能の一部またはすべてが提供されます。

- RAT 内および RAT 間モビリティのアンカーポイント（該当する場合）。
- データネットワークへのインターコネクトの外部 PDU セッションポイント。
- パケットのルーティングと転送。
- パケットインスペクションたとえば、service data flow テンプレートと、追加で SMF から受信したオプションの PFD に基づくアプリケーション検出です。
- ポリシールール適用のユーザープレーン部分。たとえば、ゲーティング、リダイレクト、通信ステアリングなどです。
- 合法的傍受（UP コレクション）
- 通信使用状況レポート。
- ユーザープレーンのQoS処理。たとえば、アップリンク（UL）およびダウンリンク（DL）のレートの適用、DL でのリフレクティブ QoS マーキングなどです。
- アップリンク通信の検証（SDF からQoS フローへのマッピング）。
- アップリンクおよびダウンリンクでのトランスポートレベルのパケットマーキング。

- ダウンリンク パケット バッファリングとダウンリンクデータ通知のトリガー。
- 1 つ以上の「End Marker」を送信元 NG-RAN ノードに送信および転送します。

UPF は、モバイル仮想ネットワークオペレータ（MVNO）モデルをサポートします。これにより、モバイルネットワークオペレータ（MNO）は、リースされた MVNO サブスクライバのセカンダリ認証を実行できます。

ユースケースと機能

UPF の構成と導入要件

5G デプロイメントでは、Cisco UPF と Cisco 以外の SMF、および Cisco SMF と Cisco 以外の UPF 間での相互運用性が必要です。また、SMF と UPF 間の構成関連のメッセージの分離には、次の利点があります。

- ユーザープレーンとコントロールプレーン間の設定分岐に関する 3GPP 標準に準拠しています。
- SMF での構成管理の複雑さを軽減します。
- ユーザープレーン関連の構成における構成および変更管理を簡素化、効率化できます。これは、SMF が構成を管理および分散する必要がないためです。
- シスコ以外の SMF と UPF 間のインターワーキングを実現するように拡張できます。

Cisco UPF は、N4 インターフェイスで 3GPP 指定の属性をサポートします。現在のアーキテクチャでは、UPF のみが SMF に関連付けられます。

次の機能は、このユース ケースに関連しています。

- UPF デプロイメント アーキテクチャ （7 ページ）
- UPF ローカル構成
- N4 Session Management、Node Level、および Reporting 手順
- セッションリカバリ
- 1:1 冗長性
- UPF 入力インターフェイス

RAT 内および RAT 間モビリティのアンカーポイント

UPF は、モバイル インフラストラクチャとデータネットワーク（DN）間のアンカーポイントです。つまり、ユーザープレーン（GTP-U）の GPRS トンネリングプロトコルのカプセル化とカプセル化解除です。このユースケースでは、Xn ハンドオーバーなどの RAT 内モビリティ

と、4G から 5G や 5G から 4G へのハンドオーバーなどの RAT 間モビリティがサポートされています。

GTP-U のサポート 機能は、このユース ケースに関連しています。

データネットワークにインターコネクトする外部PDUセッションポイント

UPF は、データネットワークにインターコネクトする外部 PDU セッションポイントとして機能し、N3、N4、およびN6インターフェイスをサポートします。PDU レイヤは、PDUセッション中に UE と PDN の間で転送される PDU に対応します。PDU セッションのタイプは、IP パケットを転送するための IPv4 または IPv6 です。ユーザープレーン（GTP-U）の GPRSトンネリングプロトコルは、コアネットワークの N3 インターフェイス（5G アクセスノードと UPF 間）経由でユーザーデータをトンネリングすることにより、異なる PDU セッションからの通信の多重化をサポートします。GTP は、すべてのエンドユーザー PDU をカプセル化し、PDU セッションごとにカプセル化します。このレイヤは、QoS フローに関連付けられているマーキングも転送します。5G カプセル化レイヤは、N9インターフェイス（異なる UPF 間のインターフェイス）を介した異なる PDU セッションからの通信の多重化をサポートします。PDU セッションごとにカプセル化し、QoS フローに関連付けられたマーキングを反映します。

次の機能は、このユース ケースに関連しています。

- コントロールプレーンが開始する N4 アソシエーションのサポート
- PDU セッション情報の N3 転送
- N4 Session Management、Node Level、および Reporting 手順
- N4/Sx インターフェイス経由の負荷と過負荷の制御

パケットインスペクション

Cisco UPF は、受信したユーザー通信の L3/L4 および L7 インスペクションを実行します。L3/L4 インスペクションには、IP アドレス/ポートの照合が含まれ、ディープ パケット インスペクションには、L7ヘッダーフィールドの照合が含まれます。

ディープ パケット インスペクションとインラインサービス 機能は、このユース ケースに関連しています。

ポリシールールの適用のユーザープレーン部分

Cisco UPF は、SMF から受信したポリシーに基づいてさまざまな適用メカニズムを提供します。UPF は、アクセスドメインとIPドメイン間の境界であり、ポリシーベースの適用を実装するのに最適な場所です。PCF が指定する pcc ルールと SMF で事前定義されたルールは、N4 インターフェイス経由でアップロードされ、DNN ごとに UPF にインストールされます。これにより、差別化された課金と QoS 適用を有効にするダイナミックポリシーが許可されます。

- ダイナミックおよび静的 PCC ルール
- 音声の新しいラジオ

合法的傍受

合法的傍受（LI）は、裁判所または行政機関による命令を根拠として、LEA が個人（ターゲット）に対して電子監視を実施できるようにするプロセスです。合法的傍受プロセスを容易にするために、特定の法律および規制によって、サービスプロバイダーおよびインターネットサービスプロバイダーに対して、認可された電子監視を明示的にサポートするようにネットワークを実装することが定められています。サービスプロバイダーが実行するアクションには、ネットワーク内でターゲットアイデンティティをプロビジョニングして、ターゲットの通信の分離（他のユーザーの通信からの分離）を可能にすること、コピーを LEA に送信するための通信の複製、および傍受製品を LEA に配送することが挙げられます。

UPF による合法的傍受のサポートについては、シスコのアカウント担当者にお問い合わせください。

通信使用状況レポート（課金）

UPF の使用状況の測定とレポート機能は、SMF によって制御されます。SMF は、次の方法でこれらの機能を制御します。

- サービスデータフロー、アプリケーション、ベアラー、またはセッション（まだ存在していない場合）を表すために必要な PDR を作成します。
- Charging Key、および Charging Key と Service ID の組み合わせの URR を作成します。また、Charging Key、Sponsor ID および Application Service Provider ID の組み合わせに対する URR を作成します。

  静的ルールの場合、UPF が URR ID を作成することに注意します。URR ID は、UPF で構成されているオンライン/オフラインおよび Content ID + Service ID の組み合わせに基づいて作成されます。
- SDF、セッション、またはアプリケーションレベルでの使用状況レポートのために、PFCP セッションで定義された関連する PDR に URR を関連付けます。
- オンライン課金では、オンライン課金サーバー（OCS）からボリュームと時間クォータを受信した場合、SMF は、それらをプロビジョニングします。

課金サポート 機能は、このユース ケースに関連しています。

ユーザープレーンの QoS 処理

5G QoS モデルでは、サブスクリプション関連および呼び出し関連の優先順位メカニズムに基づいて、特定のサービスの分類と差別化を行うことができます。これらのメカニズムは、優先

順位が のQoS フローを呼び出す、変更、維持、リリースしたり、ネットワーク輻輳条件でのQoS特性に従ってQoS フローパケットを配信したりする機能を提供します。

ダイナミックおよび静的 PCC ルール 機能は、このユース ケースに関連しています。

ダウンリンク パケット バッファリングおよびデータ通知トリガー処理

バッファリング アクションルール（BAR）は、UPF のバッファリング動作を制御する指示を提供します。BAR は、パケット転送制御プロトコル（PFPC）セッションのすべての転送アクションルール（FAR）のバッファリング動作を制御します。この制御は、パケットをバッファリングしそれぞれの BAR に関連付けることを要求する Apply Action パラメータを PFCP セッションが設定している場合に適用されます。

アイドルモードのバッファリングとページング機能は、このユース ケースに関連しています。

エンドマーカーをソース NG-RAN ノードに転送する

ハンドオーバー手順の時点で、UPF ノードで構成される UE のPDU セッションは、PDU セッションアンカーおよび中間の UPF 終端 N3 参照ポイントとして機能します。SMF は、NG-RAN の新しい AN トンネル情報を含む N4 Session Modification 要求メッセージを送信し、N3 パスに切り替える UPF を指定します。さらに、SMF は、古い N3 ユーザープレーンパスで End Marker パケットを送信する UPF も指定します。UPF が指示を受信すると、End Marker が作成され、古いパスの最後の PDU を送信した後、送信元 NG-RAN に向けて各 N3 GTP-U トンネルに送信されます。

N4 Session Management、Node Level、および Reporting 手順 機能は、このユース ケースに関連しています。

MVNO サポート

SMF は、エンタープライズ MVNO モデルをサポートします。モバイル ネットワーク オペレータは、リースされた MVNO サブスクライバのセカンダリ認証を実行でき、AAA サーバーに関連する追加の機能もサポートできます。

次の機能は、このユース ケースに関連しています。

- APN ACL のサポート

  選択的なサブスクライバセッションに通信分類とポリシーの適用を適用するための設定可能なメカニズム。

- ダイナミックおよび静的 PCC ルール

  帯域幅ポリシーあたりのグループ最大数を増加します。

- 仮想ルーティングおよび転送

  重複する IP プールと IP プールチャンクをサポートします。

スマートライセンシング

UPF は、Cisco Smart Licensing をサポートします。これは、クラウドベースのライセンスモデルでシスコのソフトウェアアセットの購入、デプロイメント、管理を簡単にします。詳細については、「Smart Licensing」コレクションページを参照してください。

展開アーキテクチャおよびインターフェイス

Cisco UPF は、共通の Mobile Core Platform アーキテクチャを使用する 5GC ネットワーク機能ポートフォリオ（AMF/SMF/NRF/PCF/NSSF/UPF）の一部です。

UPF アーキテクチャ

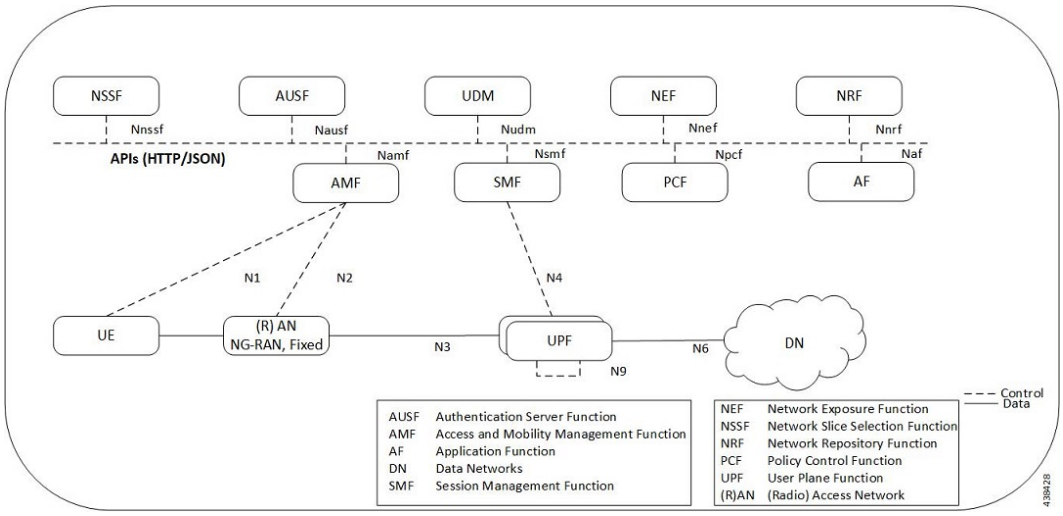
ユーザープレーン機能（UPF）は、3GPP 5G コア インフラストラクチャ システム アーキテクチャの基本的なコンポーネントです。UPF は、コントロールプレーンとユーザープレーンの分離（CUPS）戦略のデータプレーンの進化を表し、最初は 3GPP のリリース 14 仕様の既存の Evolved Packet Cores（EPC）の拡張として導入されました。CUPS 分離パケットゲートウェイ（P-GW）制御およびユーザープレーン機能により、データ転送コンポーネント（PGW-U）の分散化を可能にします。これにより、ネットワークエッジに近い場所でパケット処理と通信集約を実行できるため、ネットワーク負荷を軽減しながら帯域幅の効率性を高めることができます。P-GW 処理シグナリング通信（PGW-C）は、モビリティ マネージメント エンティティ（MME）のノースバウンドのコアに残ります。

CUPS の主な目標は、5G 新しい無線（NR）の実装をサポートし、早期 IoT アプリケーションとより高いデータレートを可能にすることです。CUPS の完全な実装にコミットすることは、ネットワークスライシングを提供する 5G ユーザープレーン機能（5G-UPF）を採用するオペレータにとっては一部の利点しか得られないため、複雑な提案です。仮想マシン（VM）としてデプロイされるユーザープレーン機能は、サービスベースアーキテクチャ（SBA）のパケット処理基盤を提供します。

UPF は、N4 参照ポイント経由で SMF から受信した情報に基づいて、ユーザープレーン通信フローを識別します。N4 インターフェイスは、CUPS のサポートにおいて Sx/N4 参照ポイントで使用するために 3GPP 技術仕様 29.244 で定義されているパケット転送制御プロトコル（PFPC）を採用しています。PFCP は、OpenFlow に似ていますが、モバイルネットワークのサポートに必要な機能のみに制限できます。UPF で確立される PFCP セッションは、パケットの識別方法（パケット検出ルール/ PDR）、転送（転送アクションルール/FAR）、処理（バッファリング アクション ルール/BAR）、マーク（QoS 適用ルール/QER）およびレポート（使用状況レポートルール/URR）を定義します。

UPF デプロイメント アーキテクチャ

次の図は、UPF の大まかなデプロイメント アーキテクチャとその他の NF を示しています。



VM の展開

仮想化パケットコア：単一インスタンス（VPC-SI）

VPC-SI は、StarOS を実行している物理的な Cisco ASR 5500 シャーシの動作を、既製品の（COTS）サーバー上で実行できる 1 つの仮想マシン（VM）に統合します。これは、企業内、リモートサイト内、または顧客のデータセンター内のスタンドアロンの単一仮想マシンとして使用できます。また、VPC-SI を大規模なサービスプロバイダーオーケストレーションソリューションの一部として統合することもできます。

VPC-SI は、サポートされているハイパーバイザ KVM（カーネルベースの仮想マシン）と VMware ESXi とのみ連携します。物理的なデバイスの知識はほとんどないか、まったくありません。

UPF は、5G ベースの VNF デプロイメントでユーザープレーンノードとして機能します。UPF は、StarOS の 1 つのスタンドアロンインスタンスを実行する VNFC としてデプロイされます。展開要件に基づいて拡張性を得るために、複数の UPF VNFC を展開できます。

ハイパーバイザ要件

VPC-SI は、次のハイパーバイザで実行する資格があります。

- カーネルベースの仮想マシン（KVM）：QEMU エミュレータ 2.0 VPC-SI StarOS インストールビルドには、Ubuntu Server 18.04 の仮想マシン作成用の libvirt XML テンプレートと ssi_install.sh が含まれます。

（注） UPF のポートがシャットダウンされ、その後起動した場合、ポートインターフェイスは Ubuntu バージョン 18.04 および NIC ドライバ i40e バージョン 2.12.6 で表示されます。これらのインターフェイスの BGP は自動的に回復しません。

UPF を完全に復元するには、UPF をリロードする必要があります。Ubuntu バージョン 20.04 および NIC ドライバ i40e バージョン 2.17.15 では、ポートインターフェイスと BGP の両方が自動的に回復します。

- KVM：Red Hat Enterprise Linux 7.2：VPC-SI StarOS インストールビルドには、qvpc-si_install.sh というインストールスクリプトが含まれています。
- VMware ESXi 6.7：VPC-SI StarOS インストールビルドには、ESXi GUI を介した VM の作成用の OVF（オープン仮想化フォーマット）と OVA（オープン仮想アプリケーション）のテンプレートが含まれています。

vNIC のオプション

サポートされている vNIC オプションは次のとおりです：

- VMXNET3：VMware 用の準仮想 NIC
- VIRTIO：KMV 用の準仮想 NIC
- ixgbe：Intel 10 ギガビット NIC 仮想機能
- enic：Cisco UCS NIC
- SR-IOV：シングルルート I/O 仮想化。

SR-IOV の仕様は、1 つのルート機能（1 つのイーサネットポートなど）を複数の個別の物理デバイスのように表示できるメカニズムを提供します。Intel 82599 10G は、SR-IOV 対応デバイスであり、PCI 構成スペースで複数の機能（PF および VF）として表示するように（通常はハイパーバイザによって）設定できます。仮想機能（VF）は、Nova 仮想マシンに割り当てることができます。これにより、仮想マシンからの通信がハイパーバイザをバイパスして、ファブリックインターコネクトに直接送信されます。この機能により、仮想マシンへの通信スループットが増加し、UCS サーバーの CPU 負荷が軽減されます。

キャパシティ、CEPS、およびスループット

VPC-SI インスタンスのサイズ変更には、予想されるコールモデルのモデリングが必要です。

サービスタイプの多くは、他よりも多くのリソースを必要としています。パケットサイズ、セッションあたりのスループット、CEPS（コールイベント/秒）レート、IPSec の使用率（サイト間、サブスクライバ、LI）、その他の VM との競合、および基盤となるハードウェアのタイ

プ（CPU の速度、vCPU の数）によって、サブスクライバの最大有効数がさらに制限されます。同等のハードウェアとハイパーバイザ設定でのコールモデルの認定が必要です。

VPP の構成例

5G-UPF の場合、FORWARDER_TYPE は「vpp」です。

次に、VPP 構成の出力例を示します。

```
show cloud configuration
Thursday January 30 12:18:10 UTC 2020
Card 1:
  Config Disk Params:
-------------------------
FORWARDER_TYPE=vpp
VNFM_INTERFACE=MAC:fa:11:3e:22:d8:33
MGMT_INTERFACE=MAC:fa:11:3e:44:af:9e
VNFM_IPV4_ENABLE=true
VNFM_IPV4_DHCP_ENABLE=true
SERVICE1_INTERFACE=MAC:fa:11:3e:11:9d:23
SERVICE2_INTERFACE=MAC:fa:11:3e:99:ec:7b
VPP_CPU_WORKER_CNT=8
VPP_DPDK_TX_QUEUES=9
VPP_DPDK_RX_QUEUES=8
CHASSIS_ID=xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

  Local Params:
-------------------------
    No local param file available
```

（注） VPC-SI ビルドコンポーネント、boot パラメータ、VPC-SI boot パラメータの設定、仮想マシンの構成、vCPU と vRAM のオプション、VPP 構成パラメータなどの詳細については、『*VPC-SI* システム アドミニストレーション ガイド』を参照してください。

VPC-SI を使用した UPF のデプロイメント

VPC-SI のその他の情報、サポートされているオペレーティングシステム、ハイパーバイザパッケージ、プラットフォーム構成、ソフトウェアのダウンロードとインストール、UPF デプロイメントの詳細については、シスコのアカウント担当者にご連絡ください。

リリースパッケージの詳細については、このビルドに含まれている対応するリリースノートを参照してください。

SMI Cluster Manager を使用した UPF デプロイメント

Ultra Cloud Core Subscriber Microservices Infrastructure（SMI）は、Cisco Cloud-Native Network Function（CNF）のデプロイおよび管理のためにランタイム環境を提供します。これは、アプリケーションとも呼ばれます。

これは、Kubernetes（K8s）、Docker、Helm、etcd、confd、gRPC などのオープンソースプロジェクトに基づいて構築されており、デプロイした cNF が使用する共通のサービス一式を提供します。

SMIは、マイクロサービスベースのアプリケーションの迅速なデプロイメントとシームレスなライフサイクル運用を可能にするクラウドテクノロジーの階層化されたスタックです。

SMI スタックは、Kubernetes（K8s）クラスターを作成する SMI Cluster Manager とソフトウェアリポジトリで構成されます。SMI Cluster Managerは、デプロイメント、アップグレード、拡張を含むクラスターに対して、継続的なライフサイクル管理（LCM）を行います。

SMI Cluster Manager は、仮想化テクノロジーであるカーネルベースの仮想マシン（KVM）を使用して、ユーザープレーン機能（UPF）仮想マシンをデプロイします。

詳細については、『*UCC SMI* 運用ガイド』を参照してください。

SAEGW-C と SMF の同じ UP プール

SAEGW と SMF は、UP の同じプールを使用できます。ユーザープレーンは、UP と UPF として同時に機能できます。Sx インターフェイス経由で SAEGW に、N4 インターフェイス経由で SMF にサービスを提供できます。SAEGW と SMF の同じサブスクライバ IP プールは、異なる VRF でのみサポートされます。

この機能は、UP および UPF として機能するユーザープレーンに適合しており、5G コール用の 2G、3G、4G RAT、および SMF N4 インターフェイスの CUPS および SAEGW Sx インターフェイス（Sxa、Sxb、および Sxab）を同時にサポートします。

（注） UP と UPF を組み合わせたコールは、このリリースでは認定されません。

サポートするインターフェイス

この項では、UPF と 5GC の他のネットワーク機能との間でサポートされるインターフェイスについて説明します。

- N3：RAN（gNB）と（最初の）UPF 間のインターフェイス。3GPP TS 29.281 および 3GPP TS 38.415（2018 年 10 月）に準拠しています。
- N4：セッション管理機能（SMF）と UPF 間のインターフェイス。3GPP TS 29.244（2018 年 12 月）に準拠しています。
- N6：データネットワーク（DN）と UPF 間のインターフェイス。3GPP TS 29.561（2018 年 12 月）に準拠しています。
- Sx：Evolved Packet Core（EPC）の分割型 P-GW、S-GW、および TDF アーキテクチャでのコントロールプレーンとユーザープレーン間のインターフェイス。3GPP TS 23.214 および 3GPP TS 33.10 に準拠しています。

標準準拠

Cisco UPF は、以下の基準に準拠しています：

- コントロールプレーンとユーザープレーンノード間のインターフェイス：3GPP TS 29.244 バージョン 15.4.0。（2018 年 12 月）
- General Packet Radio System (GPRS) Tunneling Protocol User Plane（GTPv1-U）：3GPP TS 29.281 バージョン 15.5.0（2018 年 12 月）。
- NG-RAN：PDU Session User Plane protocol：3GPP TS 38.415（2018 年 12 月）
- 5G システム：5G ネットワークおよび外部データネットワーク間のインターワーキング、ステージ 3：3GPP TS 29.561（2018 年 12 月）

翻訳について
このドキュメントは、米国シスコ発行ドキュメントの参考和訳です。リンク情報につきましては、日本語版掲載時点で、英語版にアップデートがあり、リンク先のページが移動/変更されている場合がありますことをご了承ください。あくまでも参考和訳となりますので、正式な内容については米国サイトのドキュメントを参照ください。

翻訳について
このドキュメントは、米国シスコ発行ドキュメントの参考和訳です。リンク情報につきましては、日本語版掲載時点で、英語版にアップデートがあり、リンク先のページが移動/変更されている場合がありますことをご了承ください。あくまでも参考和訳となりますので、正式な内容については米国サイトのドキュメントを参照ください。