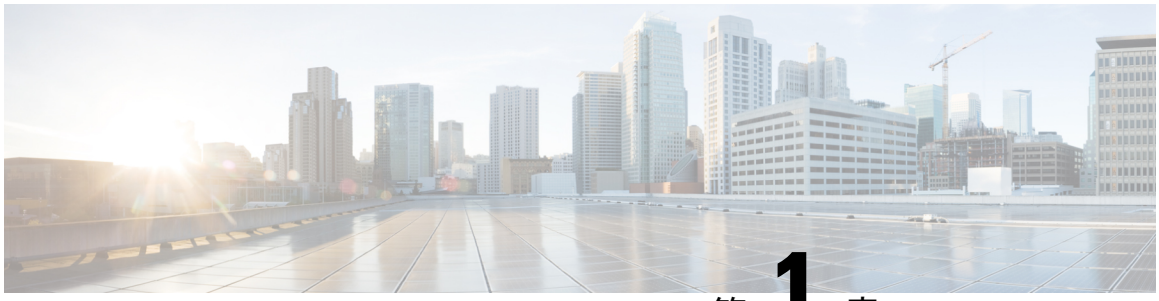
Cisco NCS 560 シリーズ ルータ（Cisco IOS XR リリース 7.0.x）システム セキュリティ コンフィギュレーション ガイド

初版：2019 年 8 月 30 日

シスコシステムズ合同会社
〒107-6227 東京都港区赤坂9-7-1 ミッドタウン・タワー
http://www.cisco.com/jp
お問い合わせ先：シスコ コンタクトセンター
0120-092-255 （フリーコール、携帯・PHS含む）
電話受付時間：平日 10:00～12:00、13:00～17:00
http://www.cisco.com/jp/go/contactcenter/

目 次



第 1 章

AAA サービスの設定

このモジュールでは、ソフトウェア システムでユーザ アクセスの制御に使用されるタスクベース認可の管理モデルの実装について説明します。タスクベース認可の実装では、主にユーザ グループおよびタスク グループを設定する必要があります。

ユーザ グループとタスク グループは、認証サービス、認可サービス、アカウンティング（AAA）サービスで使用されるソフトウェア コマンドセットを介して設定されます。認証コマンドは、ユーザまたはプリンシパルの ID の検証に使用されます。認可コマンドは、認証済みユーザ（またはプリンシパル）に特定のタスクを実行するための権限が付与されていることを確認するために使用します。アカウンティング コマンドは、セッションのログイン、および特定のユーザまたはシステムにより生成されるアクションを記録することで監査証跡を作成するときに使用されます。

AAA はソフトウェア ベース パッケージの一部であり、デフォルトで使用可能です。

AAA サービスの設定

このモジュールでは、ソフトウェア システムでユーザ アクセスの制御に使用されるタスクベース認可の管理モデルの実装について説明します。タスクベース認可の実装では、主にユーザ グループおよびタスク グループを設定する必要があります。

ユーザ グループとタスク グループは、認証サービス、認可サービス、アカウンティング（AAA）サービスで使用されるソフトウェア コマンドセットを介して設定されます。認証コマンドは、ユーザまたはプリンシパルの ID の検証に使用されます。認可コマンドは、認証済みユーザ（またはプリンシパル）に特定のタスクを実行するための権限が付与されていることを確認するために使用します。アカウンティング コマンドは、セッションのログイン、および特定のユーザまたはシステムにより生成されるアクションを記録することで監査証跡を作成するときに使用されます。

AAA はソフトウェア ベース パッケージの一部であり、デフォルトで使用可能です。

AAA サービスの設定に関する前提条件

次に、AAA サービスの設定に関する前提条件を示します。

- 適切なタスク ID を含むタスク グループに関連付けられているユーザ グループに属している必要があります。このコマンド リファレンスには、各コマンドに必要なタスク ID が含まれます。ユーザ グループの割り当てが原因でコマンドを使用できないと考えられる場合、AAA 管理者に連絡してください。
- 初期設定ダイアログを使用してルート システム ユーザを確立します。管理者は、特定の AAA 設定なしでいくつかのローカル ユーザを設定できます。外部セキュリティ サーバは、ユーザアカウントが管理ドメイン内の複数のルータで共有される場合に必要になります。一般的な設定では、外部サーバが到達不能になった場合のバックアップとしてローカルデータベース オプションを使用して、外部 AAA セキュリティ サーバおよびデータベースを使用します。

AAA サービスの設定に関する制約事項

ここでは、AAA サービスを設定する場合の制限を示します。

互換性

互換性は Cisco のフリーウェア TACACS+ サーバおよび FreeRADIUS だけで検証されます。

相互運用性

ルータの管理者は、ルータと現在 Cisco ソフトウェアを実行していない他のシスコ製機器に対して、同じ AAA サーバのソフトウェアとデータベース（CiscoSecure ACS など）を使用できます。タスク ID をサポートしない外部 TACACS+ サーバとルータとの間の相互運用性をサポートするには、「TACACS+ および RADIUS 認証ユーザのタスク ID （37 ページ）」の項を参照してください。

タスク グループの設定

タスクベースの認可では、その基本要素としてタスク *ID* の概念が使用されます。タスク ID は、ユーザの操作実行許可を定義します。各ユーザは、タスク ID で識別される許可されたルータ操作タスクのセットが関連付けられます。ユーザは、ユーザ グループに関連付けられることで許可が付与されます。ユーザ グループには、タスク グループが関連付けられます。各タスク グループは 1 つ以上のタスク ID に関連付けられます。認可スキームを設定する場合、最初にタスク グループを設定します。次に、タスク グループ、個々のユーザの順に設定します。

no プレフィックスを指定して **task** コマンドを使用すると、特定のタスク ID をタスク グループから削除できます。

タスク グループ自体は削除できます。ドキュメント名のあるタスク グループを削除すると、エラーが発生します。

始める前に

タスク グループを作成して、タスク ID を関連付ける前に、タスク ID のルータ リストおよび各タスク ID の目的について理解しておく必要があります。タスク ID の完全なリストを表示するには、**show aaa task supported** コマンドを使用します。

（注） AAA タスク ID の write 許可を持っているユーザだけタスク グループを設定できます。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **taskgroup** *taskgroup-name*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# taskgroup beta
```

特定のタスク グループの名前を作成し、タスク グループ コンフィギュレーション サブモードを開始します。

- **taskgroup** コマンドの **no** 形式を指定すると、特定のタスク グループをシステムから削除できます。

ステップ 3 **description** *string*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-tg)# description this is a sample task group description
```

（任意）ステップ 2 で指定したタスク グループの説明を作成します。

ステップ 4 **task** {**read** | **write** | **execute** | **debug**} *taskid-name*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-tg)# task read bgp
```

ステップ 2 で指定したタスク グループに関連付けるタスク ID を指定します。

- そのタスク ID が関連付けられ、タスク グループのメンバにより実行される任意の CLI または API 呼び出しに **read** 許可を割り当てます。
- **no** プレフィックスを指定して **task** コマンドを使用すると、特定のタスク ID をタスク グループから削除できます。

ステップ 5 ステップ 2 で指定したタスク グループに関連付ける各タスク ID に対して手順を繰り返します。

—

ステップ 6 **commit**

次のタスク

タスク グループのすべてのセットの設定が完了したら、ユーザ グループのフル セットを設定します（「ユーザ グループの設定」の項を参照）。

ユーザ グループの設定

ユーザ グループは、タスク グループなど一連のユーザに対するコマンド パラメータによって設定されます。 **usergroup** コマンドを入力すると、ユーザ グループ コンフィギュレーション サブモードが開始されます。 **usergroup** コマンドの **no** 形式を使用すると、特定のユーザ グループを削除できます。システムで参照されているユーザ グループを削除すると、警告が表示されます。

始める前に

（注） WRITE:AAA タスク ID が関連付けられているユーザだけ、ユーザ グループを設定できます。ユーザ グループは、事前定義されたグループのプロパティ（owner-sdr など）を継承できません。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **usergroup** *usergroup-name*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# usergroup beta
```

特定のユーザ グループの名前を作成し、ユーザ グループ コンフィギュレーション サブモードを開始します。

- **usergroup** コマンドの **no** 形式を指定すると、特定のユーザ グループをシステムから削除できます。

ステップ 3 **description** *string*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-ug)#
description this is a sample user group description
```

（任意）ステップ 2 で指定したユーザ グループの説明を作成します。

ステップ 4 **inherit usergroup** *usergroup-name*

例：

```
 RP/0/RP0/cpu 0: router(config-ug)#
inherit usergroup sales
```

- ユーザ グループの権限を明示的に定義します。

ステップ 5 **taskgroup** *taskgroup-name*

例：

```
 RP/0/RP0/cpu 0: router(config-ug)# taskgroup beta
```

ステップ 2 で指定したユーザ グループをこのステップで指定したタスク グループに関連付けます。

- ユーザ グループは、入力したタスク グループに対してすでに定義されている設定属性（タスク ID リストと権限）を取ります。

ステップ 6 ステップ 2 で指定したユーザ グループを関連付ける各タスク グループに対して手順を繰り返します。

—

ステップ 7 **commit**

ユーザの設定

ユーザを設定するには、次のタスクを実行します。

各ユーザは、管理ドメイン内で一意のユーザ名によって識別されます。各ユーザは、少なくとも 1 つのユーザ グループのメンバーであることが必要です。ユーザ グループを削除すると、そのグループに関連付けられたユーザが孤立する場合があります。AAA サーバでは孤立したユーザも認証されますが、ほとんどのコマンドは許可されません。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **username** *user-name*

例：

```
 RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# username user1
```

新しいユーザの名前を作成（または現在のユーザを識別）して、ユーザ名コンフィギュレーション サブモードを開始します。

- *user-name* 引数には 1 つの単語だけ使用できます。スペースと引用符は使用できません。

ステップ 3 次のいずれかを実行します。

- **password** {**0** | **7**} *password*
- **secret** {**0** | **5**} *secret*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-un)# password 0 pwd1
```

または

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-un)# secret 0 sec1
```

ステップ 2 で指定したユーザのパスワードを指定します。

- **secret** コマンドを使用して、ステップ 2 で指定したユーザ名用の安全なログイン パスワードを作成します。
- **password** コマンドの後に **0** を入力すると、暗号化されていない（クリアテキスト）パスワードが続くことが指定されます。 **password** コマンドの後に **7, 8, 9, 10** を入力すると、暗号化されたパスワードが続くことが指定されます。
- **secret** コマンドの後に **0** を入力すると、セキュアな暗号化されていない（クリアテキスト）パスワードが続くことが指定されます。 **secret** コマンドの後に **5** を入力すると、セキュアな暗号化されたパスワードが続くことが指定されます。
- タイプ **0** が、 **password** コマンドおよび **secret** コマンドのデフォルトです。

ステップ 4 **group** *group-name*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-un)# group sysadmin
```

ステップ 2 で指定したユーザを **usergroup** コマンドで定義したユーザ グループに割り当てます。

- ユーザは、ユーザ グループのさまざまなタスク グループへの割り当てによって定義された内容に従って、ユーザ グループのすべての属性を受け取ります。
- 各ユーザは、少なくとも 1 つのユーザ グループに割り当てる必要があります。ユーザは複数のユーザ グループに属することがあります。

ステップ 5 ステップ 2 で指定したユーザに関連付けるユーザ グループごとに、ステップ 4 を繰り返します。

—

ステップ 6 **commit**

RADIUS サーバ通信用のルータの設定

ルータと RADIUS サーバの通信を設定します。通常、RADIUS ホストは、シスコ（CiscoSecure ACS）、Livingston、Merit、Microsoft、または他のソフトウェア プロバイダーの RADIUS サーバ ソフトウェアを実行するマルチユーザ システムです。RADIUS サーバとの通信のためにルータを設定するには、次のような要素があります。

- ホスト名または IP アドレス
- 認証の宛先ポート

- アカウンティングの宛先ポート
- 再送信回数
- タイムアウト時間
- キー文字列

RADIUS セキュリティ サーバは、ホスト名または IP アドレス、ホスト名と特定のユーザ データグラム プロトコル（UDP）ポート番号、または IP アドレスおよび特定の UDP ポート番号により識別されます。固有の識別情報は、IP アドレスと UDP ポート番号の組み合わせで構成されます。これにより、RADIUS ホストとして定義されているさまざまなポートが、固有の AAA サービスを提供できるようになります。つまり、この固有識別情報を使用して、ある IP アドレスに位置する 1 台のサーバ上に複数の UDP ポートが存在する場合、それぞれの UDP ポートに対して RADIUS 要求を送信できます。同じ RADIUS サーバ上の異なる 2 つのホスト エントリに同じサービス（たとえばアカウンティング）を設定した場合、2 番めに設定したホスト エントリは、最初に設定したホスト エントリの自動スイッチオーバー バックアップとして動作します。この場合、最初のホスト エントリがアカウンティング サービスを提供できなかった場合、ネットワーク アクセス サーバは同じ装置上でアカウンティング サービス用に設定されている 2 番めのホスト エントリを試行します（試行される RADIUS ホスト エントリの順番は、設定されている順序に従います）。

RADIUS サーバと Cisco ルータは、共有秘密テキスト ストリングを使用してパスワードを暗号化し、応答を交換します。RADIUS を設定して AAA セキュリティ コマンドを使用するには、RADIUS サーバデーモンを実行するホストと、ルータと共有する秘密テキスト（キー）ストリングを指定する必要があります。

タイムアウト値、再送信値、および暗号キー値には、すべての RADIUS サーバを対象にしたグローバル設定、サーバ別設定、またはグローバル設定とサーバ別設定の組み合わせを使用できます。すべての RADIUS サーバとルータとの通信にこのようなグローバル設定を適用するには、**radius-server timeout**、**radius-server retransmit**、および **radius-server key** という 3 つの固有なグローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。特定の RADIUS サーバにこれらの値を適用するには、**radius-server host** コマンドをグローバル コンフィギュレーション モードで使用します。

（注） 同じシスコ製ネットワーク アクセス サーバで、タイムアウト、再送信、およびキー値のコマンドを同時に設定（グローバル設定およびサーバ別設定）できます。ルータにグローバル機能とサーバ別機能の両方を設定する場合、サーバ別のタイマー、再送信、およびキー値のコマンドの方が、グローバルのタイマー、再送信、およびキー値のコマンドよりも優先されます。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **radius-server host** {*hostname* | *ip-address*} [**auth-port** *port-number*] [**acct-port** *port-number*] [**timeout** *seconds*] [**retransmit** *retries*] [**key** *string*]

例：

```
RP/0//CPU0:router(config)# radius-server host host1
```

リモート RADIUS サーバ ホストのホスト名または IP アドレスを指定します。

- **auth-port** *port-number* オプションを使用して、認証専用の RADIUS サーバに固有の UDP ポートを設定します。
- **acct-port** *port-number* オプションを使用して、アカウンティング専用の RADIUS サーバに固有の UDP ポートを設定します。
- ネットワーク アクセス サーバが単一の IP アドレスと関連付けられた複数のホスト エントリを認識するように設定するには、このコマンドを必要な回数だけ繰り返します。その際、各 UDP ポート番号が異なっていることを確認してください。各 RADIUS ホストで使用するタイムアウト、再送信回数、および暗号キーの値をそれぞれ設定してください。
- タイムアウトを設定しない場合、グローバル値が使用されます。設定する場合、値の範囲は 1 ～ 1000 です。再送信値を設定しない場合、グローバル値が使用されます。設定する場合、値の範囲は 1 ～ 100 です。キー文字列を指定しない場合、グローバル値が使用されます。

（注） キーは、RADIUS サーバで使用する暗号化キーに一致するテキスト ストリングでなければなりません。キーの先頭にあるスペースは無視されますが、キー内のスペースとキー末尾のスペースは使用されるため、キーは常に **radius-server host** コマンド構文の最後のアイテムとして設定してください。キーにスペースを使用する場合、引用符をキーに含める場合を除き、引用符でキーを囲まないでください。

ステップ 3 **radius-server retransmit** *retries*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# radius-server retransmit 5
```

ソフトウェアが RADIUS サーバ ホストのリストを検索する回数の最大値を指定します。

- この例では、再送信の試行回数は 5 に設定されます。

ステップ 4 **radius-server timeout** *seconds*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# radius-server timeout 10
```

タイムアウトになるまでルータがサーバ ホストの応答を待機する秒数を設定します。

- 次に、インターバル タイマーが 10 秒に設定されている例を示します。

ステップ 5 **radius-server key** {**0** *clear-text-key* | **7** *encrypted-key* | *clear-text-key*}

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# radius-server key 0 samplekey
```

ルータおよび RADIUS デーモン間のすべての RADIUS コミュニケーションの認証キーおよび暗号キーを指定します。

ステップ 6 **radius source-interface** *type instance* [**vrf** *vrf-id*]

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# radius source-interface 0/3/0/1
```

（任意）RADIUS で、すべての発信 RADIUS パケットに指定のインターフェイスまたはサブインターフェイスの IP アドレスが使用されるようにします。

- 指定されたインターフェイスまたはサブインターフェイスには、IP アドレスが関連付けられている必要があります。指定のインターフェイスまたはサブインターフェイスに IP アドレスが設定されていないか、そのインターフェイスがダウン状態にある場合、RADIUS はデフォルトに戻ります。これを回避するには、インターフェイスまたはサブインターフェイスに IP アドレスを追加するか、そのインターフェイスをアップ状態にします。

vrf キーワードは、VRF 単位で仕様を有効にします。

ステップ 7 設定する各外部サーバに対して ステップ 2 ～ 6 を繰り返します。

—

ステップ 8 **commit**

ステップ 9 show radius

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# show radius
```

（任意）システムに設定されている RADIUS サーバの情報を表示します。

Radius の要約の例

```
radius source-interface Mgm0/rp0/cpu0/0 vrf default
radius-server timeout 10
radius-server retransmit 2
!
! OOB RADIUS
radius-server host 123.100.100.186 auth-port 1812 acct-port 1813
key cisco123
timeout 10
retransmit 2
!
radius-server host 123.100.100.187 auth-port 1812 acct-port 1813
key cisco123
timeout 10
retransmit 2
!
aaa group server radius radgrp
server 123.100.100.186 auth-port 1812 acct-port 1813
server 123.100.100.187 auth-port 1812 acct-port 1813
!
aaa authorization exec radauthen group radgrp local
aaa authentication login radlogin group radgrp local
!
line template vty
authorization exec radauthen
```

```
login authentication radlogin
timestamp disable
exec-timeout 0 0
!
vty-pool default 0 99 line-template vty
```

RADIUS Dead サーバ検出の設定

RADIUS Dead-Server Detection 機能を使用すると、RADIUS サーバをデッド状態と指定するために使用する条件を設定および決定できます。条件が明示的に設定されていない場合は、条件は未処理のトランザクションの数に基づいて動的に計算されます。RADIUS Dead-Server Detection を設定すると、応答を停止しているRADIUSサーバが即時検出されます。この未応答RADIUSサーバの即時検出、動きが鈍いサーバの誤検出の回避、デッド状態とライブ状態を繰り返す現象の回避が有効になると、デッドタイムが短くなり、パケット処理が高速になります。

ルータが RADIUS サーバから有効なパケットを最後に受け取ってから RADIUS サーバがデッド状態と指定されるまでに経過する必要がある最低時間を秒単位で設定することができます。ルータが起動してからパケットの受信がなく、タイムアウトになると、時間基準は満たされたものとして処理されます。

さらに、RADIUSサーバがデッド状態と指定されるまでにルータで発生する必要がある連続タイムアウト回数を設定することもできます。サーバが認証とアカウンティングの両方を実行する場合、両方の種類のパケットがこの回数に含まれます。正しく作成されていないパケットは、タイムアウトになっているものとしてカウントされます。カウントされるのは再転送だけで、最初の転送はカウントされません。たとえば、各タイムアウトで1回の再送信が送信されます。

（注） 時間の条件と試行回数の条件の両方を満たしていないと、サーバはデッド状態と指定されません。

radius-server deadtime コマンドは、サーバがデッド状態とマークされて、デッド状態に留まる時間を分単位で指定します。この時間が経過すると、サーバからの応答が受信されない場合でも、サーバは稼働中とマークされます。デッド条件を設定しても、**radius-server deadtime** コマンドを設定しない限り、サーバはモニタされません。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **radius-server deadtime** *minutes*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# radius-server deadtime 5
```

いくつかのサーバが使用不能になったときのRADIUSサーバの応答時間を短くし、使用不能になったサーバがすぐにスキップされるようにします。

ステップ 3 **radius-server dead-criteria time** *seconds*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# radius-server dead-criteria time 5
```

RADIUS サーバがデッド状態として指定されるデッド条件の時間を確立します。

ステップ 4 **radius-server dead-criteria tries** *tries*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# radius-server dead-criteria tries 4
```

RADIUS サーバがデッド状態として指定されるデッド条件の試行回数を確立します。

ステップ 5 **commit**

ステップ 6 **show radius dead-criteria host** *ip-addr* [**auth-port** *auth-port*] [**acct-port** *acct-port*]

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# show radius dead-criteria host 172.19.192.80
```

（任意）指定 IP アドレスで RADIUS サーバに要求された dead-server-detection 情報を表示します。

TACACS+ サーバの設定

TACACS+ サーバを設定します。

ポートが指定されていない場合、標準ポート番号 49 がデフォルトで使用されます。**timeout** および **key** パラメータは、すべての TACACS+ サーバに対してグローバルで指定できます。**timeout** パラメータは、AAA サーバが TACACS+ サーバから応答を受信するまでの時間を指定します。**key** パラメータは、AAA サーバと TACACS+ サーバ間で共有される認証および暗号キーを指定します。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **tacacs-server host** *host-name* **port** *port-number*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# tacacs-server host 209.165.200.226 port 51
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-tacacs-host)#
```

TACACS+ ホスト サーバを指定し、オプションでサーバ ポート番号を指定します。

- このオプションによって、デフォルトのポート 49 は上書きされます。有効なポート番号の範囲は 1 ～ 65535 です。

ステップ 3 **tacacs-server host** *host-name* **timeout** *seconds*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-tacacs-host)# tacacs-server host 209.165.200.226 timeout
30
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)#
```

TACACS+ ホスト サーバを指定し、オプションで、AAA サーバが TACACS+ サーバからの応答を待機する時間の長さを設定するタイムアウト値を指定します。

- このオプションを指定すると、このサーバに限り、 **tacacs-server timeout** コマンドで設定されたグローバル タイムアウト値が上書きされます。タイムアウト値は、タイムアウト間隔を指定する整数として表されます。範囲は 1 ～ 1000 です。

ステップ 4 **tacacs-server host** *host-name* **key** [**0** | **7**] *auth-key*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# tacacs-server host 209.165.200.226 key 0 a_secret
```

TACACS+ ホスト サーバを指定し、オプションで、AAA サーバと TACACS+ サーバ間で共有される認証および暗号キーを指定します。

- TACACS+ パケットは、このキーを使って暗号化されます。このキーは TACACS+ デーモンで使用されるキーと一致する必要があります。このキーを指定すると、このサーバに限り、 **tacacs-server key** コマンドで設定されたグローバル キーが上書きされます。
- （任意）**0** を入力することにより、暗号化されていない（クリアテキスト）キーが続くことを指定します。
- （任意）**7** を入力することにより、暗号化された（クリアテキスト）キーが続くことを指定します。
- *auth-key* 引数は、AAA サーバと TACACS+ サーバ間で共有される暗号化されたまたは暗号化されていないキーを指定します。

ステップ 5 **tacacs-server host** *host-name* **single-connection**

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# tacacs-server host 209.165.200.226 single-connection
```

単一 TCP 接続を介してすべての TACACS+ 要求をこのサーバに多重化するようにルータを設定します。デフォルトでは、セッションごとに別個の接続が使用されます。

ステップ 6 **tacacs source-interface** *type instance*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# tacacs source-interface 0/4/0/0
```

（任意）すべての発信 TACACS+ パケットに対して、選択したインターフェイスの発信元 IP アドレスを指定します。

- 指定されたインターフェイスまたはサブインターフェイスには、IP アドレスが関連付けられている必要があります。指定のインターフェイスまたはサブインターフェイスに IP ア

ドレスが設定されていないか、そのインターフェイスがダウン状態にある場合、TACACS+はデフォルトインターフェイスに戻ります。これを回避するには、インターフェイスまたはサブインターフェイスに IP アドレスを追加するか、そのインターフェイスをアップ状態にします。

- **vrf** オプションは、AAA TACACS+ サーバ グループのバーチャル プライベート ネットワーク（VPN）ルーティングおよび転送（VRF）参照を指定します。

ステップ 7 設定する各外部サーバに対して ステップ 2 ～ 5 を繰り返します。

—

ステップ 8 **commit**

ステップ 9 **show tacacs**

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# show tacacs
```

（任意）システムに設定されている TACACS+ サーバの情報を表示します。

Tacacs の要約の例：

```
! OOB TAC
tacacs-server host 123.100.100.186 port 49
key lm51
!
tacacs-server host 123.100.100.187 port 49
key lm51
!
aaa group server tacacs+ tacgrp
server 123.100.100.186
server 123.100.100.187
!
aaa group server tacacs+ eem
server 123.100.100.186
server 123.100.100.187
!
aaa authorization exec tacauthen group tacgrp local
aaa authentication login taclogin group tacgrp local
!
line console
authorization exec tacauthen
login authentication taclogin
timeout login response 30
timestamp
exec-timeout 0 0
session-timeout 15
!
vty-pool default 0 99 line-template console
```

RADIUS サーバ グループの設定

この作業では、RADIUS サーバ グループを設定します。

1 つ以上の **server** コマンドを入力できます。 **server** コマンドは、外部 RADIUS サーバのホスト名または IP アドレスをポート番号とともに指定します。設定されている場合、このサーバグループは、AAA 方式リスト（認証、認可またはアカウンティングの設定に使用されます）から参照できます。

始める前に

正常に設定を行うため、外部サーバが設定時にアクセスできる必要があります。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **aaa group server radius** *group-name*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# aaa group server radius radgroup1
```

各種サーバ ホストを別個のリストにグループ化し、サーバ グループ コンフィギュレーション モードを開始します。

ステップ 3 **server** {*hostname* | *ip-address*} [**auth-port** *port-number*] [**acct-port** *port-number*]

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-sg-radius)# server 192.168.20.0
```

外部 RADIUS サーバのホスト名または IP アドレスを指定します。

- サーバ グループは、設定されると、AAA 方式リスト（認証、認可またはアカウンティングの設定に使用されます）から参照できます。

ステップ 4 ステップ 3 で指定したサーバ グループに追加する各外部サーバに対し、ステップ 4 を繰り返します。

—

ステップ 5 **deadtime** *minutes*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-sg-radius)# deadtime 1
```

RADIUS サーバ グループ レベルでデッドタイム値を設定します。

- *minutes* 引数には、トランザクション要求によって RADIUS サーバをスキップする時間を分単位で指定します。最長 1440 分（24 時間）まで指定できます。指定できる範囲は 1 ～ 1440 です。

RADIUS サーバ グループ radgroup1 が認証要求への応答に失敗したときの **deadtime** コマンドに対して、1 分のデッドタイムを指定する例を示します。

（注） グループの作成後にグループ レベルのデッド タイムを設定できます。

ステップ 6 **commit**

ステップ 7 **show radius server-groups** [*group-name* [**detail**]]

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# show radius server-groups
```

（任意）システムで設定されている各 RADIUS サーバ グループの情報を表示します。

次のタスク

RADIUS サーバ グループを設定したら、認証、認可およびアカウンティングを設定して方式リストを定義します

TACACS+ サーバ グループの設定

TACACS+ サーバ グループを設定します。

1 つ以上の **server** コマンドを入力できます。 **server** コマンドは、外部 TACACS+ サーバのホスト名または IP アドレスを指定します。設定後は、このサーバ グループは、AAA 方式リスト（認証、認可またはアカウンティングの設定に使用されます）から参照できます

Cisco IOS XR ソフトウェアは、TACACS+ サーバで Per VRF AAA を設定できる **TACACS+ サーバの Per VRF** 機能をサポートしています。その具体的な設定については、ステップ 5 および 6 に記載されている **server-private** コマンドと **vrf** コマンドを参照してください。また、TACACS+ サーバの特定の VRF を設定する前に、VRF インスタンスが指定されていることを確認してください。

始める前に

正常に設定を行うため、外部サーバが設定時にアクセスできる必要があります。グローバルおよび VRF 設定の両方に同じ IP アドレスを設定するときは、server-private パラメータが必要です。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **aaa group server tacacs+** *group-name*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# aaa group server tacacs+ tacgroup1
```

各種サーバ ホストを別個のリストにグループ化し、サーバ グループ コンフィギュレーション モードを開始します。

ステップ 3 **server** {*hostname* | *ip-address*}

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-sg-tacacs+)# server 192.168.100.0
```

外部 TACACS+ サーバのホスト名または IP アドレスを指定します。

- 設定されている場合、このグループは、AAA方式リスト（認証、認可またはアカウンティングの設定に使用されます）から参照できます

ステップ 4 ステップ 2 で指定したサーバ グループに追加する各外部サーバに対し、ステップ 3 を繰り返します。

—

ステップ 5 **server-private** {*hostname* | *ip-address in IPv4 or IPv6 format*} [**port** *port-number*] [**timeout** *seconds*] [**key** *string*]

例：

```
Router(config-sg-tacacs+)# server-private 10.1.1.1 key a_secret
```

グループ サーバに対するプライベート TACACS+ サーバの IP アドレスを設定します。

（注） プライベート サーバ パラメータが指定されていない場合、グローバル コンフィギュレーションが使用されます。グローバル コンフィギュレーションが指定されていない場合、デフォルト値が使用されます。

ステップ 6 （任意）**vrf** *vrf-id*

例：

```
Router(config-sg-tacacs+)# vrf test-vrf
```

vrf オプションは、AAA TACACS+ サーバ グループのバーチャル プライベート ネットワーク（VPN）ルーティングおよび転送（VRF）参照を指定します。

ステップ 7 **commit**

ステップ 8 **show tacacs server-groups**

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# show tacacs server-groups
```

（任意）システムで設定されている各 TACACS+ サーバ グループの情報を表示します。

一連の認証方式の作成

認証は、ユーザ（またはプリンシパル）が検証されるプロセスです。認証設定は、方式リストを使用して、さまざまなデータ ソースに保存されている、AAA データ ソースの優先順位を定義します。認証を設定して、複数の方式リストを定義できます。アプリケーションは（ログインなど）、これらのいずれかを選択できます。たとえば、コンソール ポートと VTY ポートとで異なる方式リストを使用できます。方式リストが指定されていない場合、アプリケーションは、デフォルトの方式リストを使用します。

（注） 方式リストが有効になるようにするには、アプリケーションは明示的に定義済みの方式リストを示す必要があります。

認証は、**login authentication** ライン コンフィギュレーション サブモード コマンドを使用して、TTY 回線に適用できます。方式が、サーバ グループではなく、RADIUS または TACACS+ サーバの場合、RADIUS または TACACS+ サーバは、設定されている RADIUS および TACACS+ サーバのグローバル プールから、設定順に選択されます。このグローバル プールから選択されるサーバは、サーバ グループに追加できるサーバです。

後続の認証方式は、初期方式がエラーを返すか、要求が拒否された場合だけ使用されます。

始める前に

（注） デフォルトの方式リストは、デフォルト以外の名前付き方式リストが明示的に設定されている場合（この場合は名前付き方式リストが適用される）を除き、認証のすべてのインターフェイスに適用されます。

aaa authentication コマンドの **group radius, group tacacs+** および **group** *group-name* 形式は、以前に定義した一連の RADIUS サーバまたは TACACS+ サーバを参照します。ホスト サーバを設定するには、**radius server-host or tacacs-server host** コマンドを使用します。特定のサーバ グループを作成するには、**aaa group server radius or aaa group server tacacs+** コマンドを使用します。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **aaa authentication** {**login**} {**default** | *list-name*} *method-list*

例：

```
RP/0//CPU0:router(config)# aaa authentication login default group tacacs+
```

一連の認証方式、つまり方式リストを作成します。

- **login** キーワードを使用すると、ログインの認証が設定されます。**ppp** キーワードを使用すると、ポイントツーポイント プロトコルの認証が設定されます。
- **default** キーワードを入力すると、このキーワードの後ろにリストされている認証方式が、認証のデフォルトの方式リストになります。
- *list-name* 文字列を入力すると、認証方式リストが識別されます。
- 方式リストのタイプの後ろに *method-list* 引数を入力します。方式リスト タイプは、目的の順序で入力します。リストされる方式タイプは、次のいずれかのオプションです。

- **group tacacs+**：サーバ グループまたは TACACS+ サーバを認証に使用します
- **group radius**：サーバ グループまたは RADIUS サーバを認証に使用します
- **group***named-group*：TACACS+ サーバまたは RADIUS サーバの名前付きサブセットを認証に使用します。
- **local**：ユーザ名またはパスワードのローカル データベースを認証に使用します
- **line**：回線パスワードまたはユーザ グループを認証に使用します

- この例では、**default**方式リストが認証に使用されます。

ステップ 3 **commit**

ステップ 4 設定されるすべての認証方式リストに対して、ステップ 1 ～ 3 を繰り返します。

—

一連の許可方式の作成

許可方式リストによって、許可の実行方法とこれらの方式の実行順序が定義されます。方式リストは、シーケンスで照会される認可方式（TACACS+ など）を説明する単なる名前付きリストです。方式リストを使用すると、認可に使用するセキュリティ プロトコルを1つ以上指定できるため、最初の方式が失敗した場合のバックアップ システムを確保できます。ソフトウェアは方式リストの最初の方式を使用して、特定のネットワーク サービスに対してユーザを許可します。その方式が応答に失敗すると、方式リスト内の次の方式が選択されます。このプロセスは、リスト内の許可方式との通信に成功するまで、または定義されている方式を使い果たすまで続行されます。

（注） ソフトウェアは、前の方式から応答がない場合またはエラー（障害ではない）応答が返された場合にのみ、次に指定されている方式を使って許可を試みます。このサイクルの任意の時点で認可が失敗した場合（つまり、セキュリティ サーバまたはローカル ユーザ名データベースからユーザ サービスの拒否応答が返される場合）、認可プロセスは停止し、その他の認可方式は試行されません。

名前付き方式リストを作成すると、指定した許可タイプに対して特定の許可方式リストが定義されます。方式リストを定義した場合、定義した方式のいずれかを実行するには、まず特定の回線またはインターフェイスに方式リストを適用する必要があります。新しいメソッドリストを作成するときに、TACACS+ などの方式名を使用しないでください。

ラインテンプレートにコマンド認可方式リストを適用した結果の「コマンド」の許可とは別個であり、ルータで自動的に実行される「タスクベース」の許可に加えて実行される方式です。コマンドの許可のデフォルト動作はnoneです。デフォルトの方式リストが設定されていても、その方式リストは、使用するためのライン テンプレートに追加する必要があります。

aaa authorization commands コマンドにより、許可プロセスの一環として、一連の属性値（AV）ペアを含む要求パケットが TACACS+ デーモンに送信されます。デーモンは、次のいずれかのアクションを実行できます。

- 要求をそのまま受け入れます。
- 許可を拒否します。

aaa authorization コマンドを使用して、認可パラメータを設定し、各回線またはインターフェイスで使用できる特定の許可方式を定義する名前付き方式リストを作成します。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **aaa authorization** {**commands** | **eventmanager** | **exec** | **network**} {**default** | *list-name*} {**none** | **local** | **group** {**tacacs+** | **radius** | *group-name*}}

例：

```
RP/0//CPU0:router(config)# aaa authorization commands listname1 group tacacs+
```

一連の認可方式、つまり方式リストを作成します。

- **commands** キーワードは、すべての XR EXEC モード シェル コマンドに対して許可を設定します。コマンドの認可は、ユーザにより発行される EXEC モード コマンドに適用されます。コマンドの認可では、すべての XR EXEC モード コマンドに対して許可が試行されます。
- **eventmanager** キーワードは、イベント マネージャ（障害マネージャ）を許可するための許可方式を適用します。
- **exec** キーワードは、インタラクティブ セッション（XR EXEC モード）に対する許可を設定します。
- **network** キーワードは、PPP または IKE などのネットワーク サービスに対する許可を設定します。
- **default** キーワードを指定すると、このキーワードの後ろにリストされている許可方式が、許可のデフォルトの方式リストになります。
- *list-name* 文字列は、許可方式リストを識別します。方式リスト自体は、方式リスト名に続きます。方式リスト タイプは、目的の順序で入力します。リストされる方式リスト タイプは、次のいずれかにできます。
  - **none**：ネットワーク アクセス サーバ（NAS）は、許可情報を要求しません。認可は常に成功します。以降の認可方式は試行されません。ただし、タスク ID の許可は常に必要であり、ディセーブルにはできません。
  - **local**：ローカル データベースを認可に使用します。

- **group tacacs+**：設定されているすべての TACACS+ サーバのリストを許可に使用します。NAS は、認可情報を TACACS+ セキュリティ デーモンと交換します。TACACS+ 認可は、AV ペアを関連付けることでユーザに特定の権限を定義します。AV は適切なユーザとともに TACACS+ セキュリティ サーバのデータベースに保存されます。
- **group radius**：設定されているすべての RADIUS サーバのリストを許可に使用します。
- **group** *group-name*：**aaa group server tacacs+** または **aaa group server radius** コマンドによって定義されている名前付きサーバ グループ、TACACS+ または RADIUS サーバのサブセットを許可に使用します。

ステップ 3 **commit**

一連のアカウンティング方式の作成

aaa accounting コマンドを使用して、デフォルトまたは名前付き方式リストを作成し、各回線またはインターフェイスに使用可能な特定のアカウンティング方式を定義します。

現時点では、アカウンティングに対して TACACS+ および RADIUS の両方の方式がサポートされています。ルータは、アカウンティング レコードの形式で TACACS+ または RADIUS セキュリティ サーバにユーザ アクティビティを報告します。各アカウンティング レコードは、アカウンティング AV ペアが含まれ、セキュリティ サーバ上で保管されます。

アカウンティング方式リストには、アカウンティングの実行方法が定義されます。このリストを使用して、特定のタイプのアカウンティング サービスに固有の回線またはインターフェイスに使用する特定のセキュリティ プロトコルを指定できます。方式リストの名前を付ける場合、TACACS+ などの方式の名前を使用しないでください。

最低限のアカウンティングを行う場合は、**stop-only** キーワードを指定して、要求されたユーザ プロセスの終了時に「stop accounting」通知を送信するようにします。詳細なアカウンティングを行う場合は、**start-stop** キーワードを使用できます。このキーワードを指定すると、外部 AAA サーバは要求されたプロセスの開始時に「start accounting」通知を送信し、プロセスの終了時に「stop accounting」通知を送信します。また、 **aaa accounting update** コマンドを使用して、累積情報を含む更新レコードを定期的に送信できます。アカウンティング レコードは、TACACS+ または RADIUS サーバだけに格納されます。

AAA アカウンティングをアクティブにすると、ルータは、これらの属性をアカウンティング レコードとして報告します。そのアカウンティング レコードは、セキュリティ サーバ上のアカウンティング ログに格納されます。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 次のいずれかを実行します。

- **aaa accounting** {**commands** | **exec** | **network**} {**default** | *list-name*} {**start-stop** | **stop-only**}
- {none | method}

例：

```
RP/0//CPU0:router(config)# aaa accounting commands default stop-only group tacacs+
```

（注） コマンド アカウンティングは RADIUS ではサポートされいませんが、TACACS ではサポートされます。

一連のアカウンティング方式、つまり方式リストを作成します。

- **commands** キーワードは、XR EXEC モード シェル コマンドでアカウンティングを有効にします。
- **exec** キーワードは、インタラクティブ（XR EXEC モード）セッションに対するアカウンティングを有効にします。
- **network** キーワードは、ポイントツーポイント プロトコル（PPP）など、ネットワーク関連のすべてのサービス要求に対してアカウンティングを有効にします。
- **default** キーワードを指定すると、このキーワードの後ろにリストされているアカウンティング方式が、アカウンティングのデフォルトの方式リストになります。
- *list-name* 文字列は、アカウンティング方式リストを識別します。
- **start-stop** キーワードは、プロセスの開始時に「start accounting」通知を送信し、プロセスの終了時に「stop accounting」通知を送信します。要求されたユーザ プロセスは、「start accounting」通知がアカウンティング サーバで受信されたかどうかに関係なく開始されます。
- **stop-only** キーワードは、要求されたユーザ プロセスの終了時に「stop accounting」通知を送信します。
- **none** キーワードは、アカウンティングを行わないことを指定します。
- 方式リスト自体は、**start-stop** キーワードの後ろに続きます。方式リスト タイプは、目的の順序で入力します。method 引数には次のタイプがあります。
  - **group tacacs+**：アカウンティングにすべての設定済み TACACS+ サーバのリストを使用します。
  - **group radius—**アカウンティングにすべての設定済み RADIUS サーバのリストを使用します。
  - **group** *group-name*：**aaa group server tacacs+** または **aaa group server radius** コマンドによって定義されている名前付きサーバ グループ、TACACS+ または RADIUS サーバのサブセットをアカウンティングに使用します。
- この例は、**default** コマンドによるアカウンティング方式リストの定義を示しています。アカウンティング サービスは TACACS+ セキュリティ サーバによって提供され、stop-only 制限が設定されています。

ステップ 3 **commit**

中間アカウンティング レコードの生成

アカウンティング サーバに送信される定期的中間アカウンティング レコードをイネーブルにします。**aaa accounting update** コマンドをアクティブにすると、システム上のすべてのユーザの中間アカウンティング レコードが発行されます。

（注） 中間アカウンティング レコードは、インターネット キー交換（IKE）アカウンティングなど、ネットワーク セッションに対してのみ生成されます。これは、**network** キーワードを指定した **aaa accounting** コマンドで制御されます。システム、コマンドまたは EXEC アカウンティング セッションでは、中間レコードは生成されません。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **aaa accounting update** {**newinfo** | **periodic** *minutes*}

例：

```
RP/0//CPU0:router(config)# aaa accounting update periodic 30
```

アカウンティング サーバに送信される定期的中間アカウンティング レコードをイネーブルにします。

- **newinfo** キーワードを使用した場合は、レポートする新しいアカウンティング情報が発生するたびに、中間アカウンティング レコードがアカウンティング サーバに送信されます。たとえば、IPCP がリモート ピアとの間で IP アドレスのネゴシエーションを完了したときなどです。中間アカウンティング レコードには、リモート ピアに使用されるネゴシエート済み IP アドレスが含まれます。
- **periodic** キーワードを使用すると、中間アカウンティング レコードは引数の数字で定義されたとおり定期的に送信されます。中間アカウンティング レコードには、中間アカウンティング レコードが送信される時間までに、そのユーザについて記録されたすべてのアカウンティング情報が含まれます。

注意 **periodic** キーワードを使用すると、多数のユーザがネットワークにログインしているときに、大きな輻輳が生じる場合があります。

ステップ 3 **commit**

方式リストの適用

aaa authorization コマンドを使用して、特定のタイプの許可に対して名前付き許可方式リストを定義（またはデフォルトの方式リストを使用）した後、許可を実行する該当の回線に、定義済みのリストを適用する必要があります。**authorization** コマンドを使用し、選択した回線または回線グループに指定の方式リスト（または、方式リストを指定していない場合はデフォルトの方式リスト）を適用します。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **line** { **console** | **default** | **template** *template-name*}

例：

```
RP/0//CPU0:router(config)# line console
```

回線テンプレート コンフィギュレーション モードを開始します。

ステップ 3 **authorization** {**commands** | **exec**} {**default** | *list-name*}

例：

```
RP/0//CPU0:router(config-line)# authorization commands listname5
```

AAA 認可を特定の回線または回線のグループに対してイネーブルにします。

- **commands** キーワードは、すべてのコマンドに対して、選択した回線における許可を有効にします。
- **exec** キーワードは、インタラクティブ（XR EXEC モード）セッションに対する許可を有効にします。
- **default** キーワードを入力し、**aaa authorization** コマンドで定義されているように、デフォルトの方式リストの名前を適用します。
- 使用する認可方式リストの名前を入力します。リスト名を指定しない場合は、デフォルト名が使用されます。このリストは **aaa authorization** コマンドを使用して作成されます。
- 次に、方式リスト listname5 を使用したコマンド認可の例を示します。

ステップ 4 **commit**

次のタスク

AAA 認可をイネーブルにして認可方式リストを適用したら、AAA アカウンティングをイネーブルにしてアカウンティング方式リストを適用します

アカウンティング サービスのイネーブル化

アカウンティング サービスを特定の回線または回線のグループに対してイネーブルにします。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **line { console ｜ default | template template-name}**

例：

```
RP/0//CPU0:router(config)# line console
```

回線テンプレート コンフィギュレーション モードを開始します。

ステップ 3 **accounting** {**commands** | **exec**} {**default** | *list-name*}

例：

```
RP/0//CPU0:router(config-line)# accounting commands listname7
```

AAA アカウンティングを特定の回線または回線のグループに対してイネーブルにします。

- **commands** キーワードは、すべての XR EXEC モード シェル コマンドに対して、選択した回線におけるアカウンティングを有効にします。
- **exec** キーワードは、インタラクティブ（XR EXEC モード）セッションに対するアカウンティングを有効にします。
- **default** キーワードを入力し、**aaa accounting** コマンドで定義されているように、デフォルトの方式リストの名前を適用します。
- 使用するアカウンティング方式リストの名前を指定します。リスト名を指定しない場合は、デフォルト名が使用されます。このリストは **aaa accounting** コマンドを使用して作成されます。
- 次に、方式リスト listname7 を使用したコマンド アカウンティングの例を示します。

ステップ 4 **commit**

次のタスク

AAA アカウンティング サービスをイネーブルにしてアカウンティング方式リストを適用したら、ログイン パラメータを設定します

ログイン パラメータの設定

サーバがログインの応答を待機する間隔を設定します。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **line template** *template-name*

例：

```
RP/0//CPU0:router(config)# line template alpha
```

設定する回線を指定して、回線テンプレート コンフィギュレーション モードを開始します。

ステップ 3 **timeout login response** *seconds*

例：

```
RP/0//CPU0:router(config-line)# timeout login response 20
```

サーバがログインの応答を待つ時間を設定します。

- *seconds* 引数には、タイムアウト間隔（秒単位）を 0 ～ 300 の範囲で指定します。デフォルトは 30 秒です。
- この例では、インターバル タイマーを 20 秒に変更します。

ステップ 4 **commit**

タスク マップ

外部 TACACS+ サーバおよび RADIUS サーバを使用して認証されるユーザに対して、Cisco IOS XR ソフトウェア AAA は、タスク ID をリモートで定義する方式をサポートします。

タスク ストリングの形式

TACACS+サーバのコンフィギュレーションファイルのタスク文字列は、カンマ（,）で区切られたトークンで構成されます。各トークンは、タスク ID 名およびその許可、またはこの特定のユーザを含むユーザ グループのいずれかで構成されます（次の例を参照）。

task = “ *permissions* : *taskid name* , # *usergroup name* , ...”

（注） Cisco IOS XR ソフトウェアでは、タスク ID を外部 RADIUS または TACACS+ サーバの属性として指定できます。サーバが非 Cisco IOS XR ソフトウェア システムと共有される場合、これらの属性には、サーバマニュアルで示されているように、オプションマークが付けられます。たとえば、CiscoSecure ACS および Cisco のフリーウェア TACACS+ サーバでは、オプション属性の属性値の前に等号記号（=）ではなく、アスタリスク（*）が必要です。属性をオプションとして設定する場合、TACACS+ サーバのマニュアルを参照してください。

たとえば、user1 BGP という名前のユーザに、read、write および execute 許可を付与し、user1 を operator という名前のユーザ グループに含める場合、外部サーバの TACACS+ コンフィギュレーション ファイルのユーザ名エントリは次のようになります。

```
user = user1{
member = some-tac-server-group
opap = cleartext "lab"
service = exec {
task = "rwx:bgp,#operator"
}
}
```

r、w、x、d はそれぞれ read、write、execute、debug に対応し、ポンド記号（#）はユーザ グループが続くことを示します。

（注） Cisco IOS ソフトウェアに基づいたシステムとの相互運用性をイネーブルにするには、「task」の前にオプション キーワードを追加する必要があります。

CiscoSecure ACS が使用される場合、次の手順を実行して、タスク ID とユーザ グループを指定します。

手順

ステップ 1 ユーザ名とパスワードを入力します。

ステップ 2 [**Group Setup**] ボタンをクリックすると、[**Group Setup**] ウィンドウが表示されます。

ステップ 3 [Group] ドロップダウン リストから、更新するグループを選択します。

ステップ 4 [**Edit Settings**] ボタンをクリックします。

ステップ 5 スクロール矢印を使用して、[Shell (exec)] チェックボックスを探します。

ステップ 6 [**Shell (exec)**] チェックボックスをオンにして、カスタム属性設定を有効にします。

ステップ 7 [**Custom attributes**] チェックボックスをオンにします。

ステップ 8 フィールドに空白や引用符を含めずに次のタスク文字列を入力します。

例：

```
task=rwx:bgp,#netadmin
```

ステップ 9 [**Submit + Restart**] ボタンをクリックしてサーバを再起動します。

次の RADIUS ベンダー固有属性（VSA）の例では、ユーザは、sysadmin 事前定義タスク グループに含まれ、BGP を設定でき、OSPF の設定を表示できます。

例：

```
user Auth-Type := Local, User-Password == lab
        Service-Type = NAS-Prompt-User,
        Reply-Message = "Hello, %u",
        Login-Service = Telnet,
        Cisco-AVPair = "shell:tasks=#sysadmin,rwx:bgp,r:ospf"
```

user1 がユーザ名 user1 と適切なパスワードを使用して、正常に外部 TACACS+ サーバに接続してログインすると、XR EXEC モードで **show user tasks** コマンドを使用して、user1 が実行可能なタスクをすべて表示できます。次に例を示します。

例：

```
Username:user1
Password:
RP/0/RP0/cpu 0: router# show user tasks

Task:      basic-services  :READ    WRITE    EXECUTEDEBUG
Task:                 bgp  :READ    WRITE    EXECUTE
Task:                 cdp  :READ
Task:                diag  :READ
Task:          ext-access  :READ             EXECUTE
Task:             logging  :READ
```

タスク文字列が指定されていない user2 という名前のユーザが外部サーバにログインすると、次の情報が表示されます。

例：

```
Username:user2
Password:
RP/0/RP0/cpu 0: router# show user tasks
No task ids available
```

AAA サービスに関する情報

この項には、AAA でユーザ グループやタスク グループを設定したり、リモート認証ダイヤルイン ユーザ サービス（RADIUS）サーバまたは TACACS+ サーバを設定したりする前に、ソフトウェア ユーザが理解しておく必要があるすべての概念情報が記載されています。概念情報では、AAA について、およびなぜ重要なのかについても説明します。

ユーザ、ユーザグループおよびタスクグループ

ユーザ属性は、この Cisco ソフトウェアの管理モデルの基礎となるものです。各ルータ ユーザには、次の属性が関連付けられます。

- 管理ドメイン内でユーザを一意に特定するユーザ ID（ASCII 文字列）
- 253 文字以下のパスワードおよび一方向の暗号化シークレット
- ユーザがメンバである（タスク ID などの属性をイネーブルにした）ユーザ グループ（1 つ以上）のリスト

ユーザ カテゴリ

ルータ ユーザは、次のカテゴリに分類されます。

- ルート セキュア ドメイン ルータ（SDR）ユーザ（特定の SDR 管理権限）
- SDR ユーザ（特定の SDR ユーザ アクセス）

ルート システム ユーザ

ルート システム ユーザは、ルータ シャーシ全体の「所有」が許可されたエンティティです。ルート システム ユーザは、すべてのルータ コンポーネントに対して最も高い特権を持って操作し、システム内のすべてのセキュア ドメイン ルータをモニタできます。ルータの設定時に、少なくとも 1 つのルート システム ユーザ アカウントを作成する必要があります。ルート システム ユーザは複数作成できます。

ルート システム ユーザは次を含む設定またはモニタ タスクを実行できます。

- セキュア ドメイン ルータを設定します。
- ルート SDR ユーザを作成、削除、変更します（ルート システムとしてセキュア ドメイン ルータにログイン後）。
- セキュア ドメイン ルータ ユーザを作成、削除、変更し、ユーザ タスクの権限を設定します（ルート システムとしてセキュア ドメイン ルータにログイン後）。
- セキュア ドメイン ルータに割り当てられていないファブリック ラックまたはルータ リソースにアクセスし、セキュア ドメイン ルータの設定に関係なく、ルート システム ユーザが任意のルータ ノードに認証されるようにします。

ルート SDR ユーザ

ルート SDR ユーザは、特定の SDR の設定およびモニタリングを制御します。ルート SDR ユーザは、ユーザを作成し、SDR 内での権限を設定できます。複数のルート SDR ユーザが独立して作業できます。1 つの SDR に、複数の SDR ユーザを作成できます。

ルート SDR ユーザは、特定の SDR に対して次の管理タスクを実行できます。

- SDR のセキュア ドメイン ルータ ユーザおよび権限を作成、削除、変更します。
- SDR にアクセスできるユーザ グループを作成、削除、変更します。
- SDR のほぼすべてを管理します。

ルート SDR ユーザは、ルート システム ユーザへのアクセスを拒否できません

セキュア ドメイン ルータ（SDR）ユーザ

SDR ユーザには、ルート SDR ユーザによって定義された SDR への制限付きアクセス権があります。SDR ユーザは、日常のシステムおよびネットワーク管理アクティビティを行います。セキュア ドメイン ルータ ユーザが実行できるタスクは、そのユーザが属するユーザ グループに関連付けられているタスク ID によって決まりますシャーシ内での複数の SDR はサポートされません。

ユーザ グループ

ユーザ グループは、アクセス権限など、属性のセットを共有するユーザの集まりです。Cisco ソフトウェアでは、システム管理者は、ユーザのグループ、およびユーザのグループに共通するジョブ特性を設定できます。ユーザはデフォルトでグループに割り当てられないので、明示的に割り当てる必要があります。ユーザは、複数のグループに割り当てることができます。

各ユーザは、1つ以上のユーザ グループに関連付けることができます。ユーザ グループは、次の属性を持ちます。

- ユーザ グループは、ユーザの認証を定義するタスク グループのリストから構成されます。cisco-support以外のすべてのタスクは、デフォルトで、ルート システム ユーザに許可されています
- 各ユーザ タスクには、読み取り、書き込み、実行またはデバッグ権限を割り当てることができます。

事前定義ユーザ グループ

このCiscoソフトウェアには、属性が定義済みの一連のユーザ グループが用意されています。事前定義されているグループは次のとおりです。

- **cisco-support**：このグループは、Cisco サポート チームが使用します。
- **netadmin**：すべてのシステムおよびネットワーク パラメータを制御およびモニタできます。
- **operator**：基本権限を持つデモンストレーション グループ。
- **root-lr**：特定のセキュア ドメイン ルータを制御およびモニタできます。
- **sysadmin**：すべてのシステム パラメータを制御およびモニタできますが、ネットワーク プロトコルを設定できません。
- **serviceadmin**：セッション ボーダー コントローラ（SBC）などのサービス管理タスク。

ユーザ定義ユーザ グループ

管理者は、特定のニーズを満たすために自分のユーザ グループを設定できます。

ユーザ グループの継承

ユーザ グループは、別のユーザ グループから属性を継承できます。（同様に、タスク グループは、別のタスク グループから属性を継承できます）。たとえば、ユーザ グループ A がユーザ グループ B から属性を継承すると、ユーザ グループ A の新しいタスク属性セットは、A と B との集合になります。グループ A がグループ B から属性を継承する場合は、グループ B を明示的に再継承しなくても、グループ B での変更がグループ A に反映されます。この点で、ユーザ グループ間の継承関係は動的です。

タスク グループ

タスク グループは、アクションのタイプ（read、write など）に対応した許容タスク ID のリストによって定義します。タスク ID は、ルータ システムで基本的に定義されます。外部ソフトウェアのタスク グループを設定するには、タスク ID 定義が事前にサポートされている必要があります。

タスク ID は、外部 TACACS+ サーバまたは RADIUS サーバで設定できます。

事前定義タスク グループ

次に、管理者が通常の初期設定で使用できる事前定義タスク グループを示します。

- **cisco-support**：Cisco サポート担当タスク
- **netadmin**：ネットワーク管理者タスク
- **operator**：オペレータの日常業務（デモンストレーション目的）
- **root-lr**：セキュア ドメイン ルータ管理者タスク
- **sysadmin**：システム管理者タスク
- **serviceadmin**：SBC などのサービス管理タスク

ユーザ定義タスク グループ

ユーザは、特定のニーズを満たすために独自のタスク グループを設定できます。

グループ継承

タスク グループは、他のタスク グループからの継承をサポートします（同様に、ユーザ グループは、別のユーザ グループから属性を継承できます。たとえば、タスク グループ A がタスク グループ B から継承する場合、タスク グループ A の新しい属性セットは A と B の集合となります。

XR モードおよび管理モードでのコマンド アクセス

admin コマンドを使用して XR モードからシステム管理モードにアクセスすると、XR ユーザ グループとタスクが システム管理 VM グループにマッピングされます。ユーザは システム管理 VM で対応するアクセス権限を使用できます。現時点では、AAA グループ、管理タスク グループ、root lr グループのみが システム管理 VM グループまたはタスクにマッピングされます。プロトコルなどの他のタスクはマッピングされません。システム管理 VM ではこれらのサービスがサポートされていないからです。システム管理 VM のディザスタ リカバリ ユーザは、ホスト VM と同期されます。

XR のタスクまたはグループ	Sysadmin VM グループ	アクセス	例
root-lr	ルートシステム グループ	システム設定へのフルアクセス	RP/0/RP0/CPU0:ios#show user group Mon Nov 3 13:48:54.536 UTC root-lr, cisco-support RP/0/RP0/CPU0:ios#show user tasks | inc root-lr Mon Nov 3 13:49:06.495 UTC Task: root-lr : READ WRITE EXECUTE DEBUG (reserved) RP/0/RP0/CPU0:ios#admin sysadmin-vm:0_RP0# show aaa user-group Mon Nov 3 13:48:00.790 UTC User group : root-system

XR のタスクまたはグループ	Sysadmin VM グループ	アクセス	例
Admin-r/w/x/d	Admin-r	Sysadmin VM で読み取り専用コマンド	taskgroup tg-admin-write task write admin task execute admin ! usergroup ug-admin-write taskgroup tg-admin-write ! username admin-write group ug-admin-write password admin-write ! RP/0/RP0/CPU0:ios#show user group Mon Nov 3 14:09:29.676 UTC ug-admin-write RP/0/RP0/CPU0:ios#show user tasks Mon Nov 3 14:09:35.244 UTC Task: admin : READ WRITE EXECUTE RP/0/RP0/CPU0:ios#admin Mon Nov 3 14:09:40.401 UTC admin-write connected from 127.0.0.1 using console on xr-vm_node0_RP0_CPU0 sysadmin-vm:0_RP0# show aaa user-group Mon Nov 3 13:53:00.790 UTC User group : admin-r
Netadmin または sysadmin グループ Admin-r/ wx /d, aaa -r/w/x/d	Aaa -r および admin -r	Sysadmin VM で読み取り専用コマンド	RP/0/RP0/CPU0:ios#show user group Mon Nov 3 13:44:39.176 UTC netadmin RP/0/RP0/CPU0:ios#show user tasks | inc aaa Mon Nov 3 13:45:00.999 UTC Task: aaa : READ RP/0/RP0/CPU0:ios#show user tasks | inc admin Mon Nov 3 13:45:09.567 UTC Task: admin : READ RP/0/RP0/CPU0:ios#admin Mon Nov 3 13:46:21.183 UTC netadmin connected from 127.0.0.1 using console on xr-vm_node0_RP0_CPU0 sysadmin-vm:0_RP0# show aaa user-group Mon Nov 3 13:44:23.939 UTC User group : admin-r,aaa-r sysadmin-vm:0_RP0#

管理モデル

ルータは、管理（admin）プレーンとセキュア ドメイン ルータ（SDR）プレーンの 2 つのプレーンで機能します。admin（共有）プレーンは、すべての SDR で共有されるリソースで構成され、SDR プレーンは、特定の SDR に固有なリソースで構成されます。

各 SDR には、ローカル ユーザ、グループ、TACACS+ および RADIUS 設定など、独自の AAA 設定があります。1 つの SDR で作成されたユーザは、これらのユーザが他の SDR で設定されない限り、他の SDR にアクセスできません。

管理アクセス

システムへの管理アクセスは、次の操作を十分理解していない場合、または注意して計画していない場合、失われる可能性があります。

- 使用できないリモート AAA サーバを使用する認証（特にコンソールの認証）を設定する。

（注） 他の方式リストを指定せずに **none** オプションを使用することはサポートされていません。

- コンソールでコマンド認可または XR EXEC モード認可を設定する場合は十分に注意してください。これは、この設定により TACACS+ サーバが使用できなくなる、またはすべてのコマンドが拒否され、ユーザがロックアウトされる場合があるためです。このロックアウトは、特に、TACACS+ サーバで認識されていないユーザで認証が行われる場合、あるいは TACACS+ ユーザで何らかの理由によりほとんど、またはすべてのコマンドが拒否される場合に発生します。

ロックアウトを回避するには、次のいずれか、または両方を推奨します。

- コンソールで TACACS+ コマンド認可または XR EXEC モード認可を設定する前に、認可を設定するユーザが、TACACS+ プロファイルの適切なユーザ権限を使用してログインしていることを確認してください。
- サイトのセキュリティ ポリシーで許可されている場合は、コマンド認可や XR EXEC モード認可に **none** オプションを使用します。これにより、TACACS+ サーバに到達できない場合に、AAA が **none** 方式にロールオーバーするので、ユーザはコマンドを実行することができます。

AAA データベース

AAA データベースは、ユーザ、グループ、およびシステムへのアクセスを制御するタスクの情報を保存します。AAA データベースはローカルまたはリモートにできます。特定の状況で使用されるデータベースは、AAA 設定により異なります。

ローカル データベース

ユーザ、ユーザ グループ、タスク グループなどの AAA データは、セキュア ドメイン ルータ内でローカルに保存できます。このデータは、メモリ内データベースに保存され、コンフィギュレーション ファイルに保存されます。保存されたパスワードは暗号化されます。

（注） データベースは、保存されている特定のセキュア ドメイン ルータ（SDR）に対してローカルで、定義されているユーザまたはグループは、同じシステムの他の SDR に表示されません。

残りすべてのユーザをローカル データベースから削除できます。すべてのユーザを削除すると、ユーザが次にログインするときに、設定ダイアログが表示され、新しいユーザ名およびパスワードを入力するよう求められます。

（注） 設定ダイアログは、ユーザがコンソールにログインするときだけ表示されます。

リモート データベース

AAA データは、CiscoSecure ACS などの外部セキュリティ サーバに保存することができます。サーバに保存されているデータは、クライアントがサーバの IP アドレスと共有秘密がわかっていれば、任意のクライアント（ネットワーク アクセス サーバ[NAS]など）が使用できます。

リモート *AAA* 設定

CiscoSecure ACS のような製品は、共有または外部 AAA データベースを管理するために使用できます。ルータは、標準的な IP ベースのセキュリティ プロトコル（TACACS+ または RADIUS など）を使用してリモート AAA サーバと通信します。

クライアント設定

セキュリティ サーバは、ルータと共有するシークレット キーおよびクライアントの IP アドレスで設定する必要があります。

ユーザ グループ

外部サーバで作成されるユーザ グループは、ルータのローカル AAA データベース設定のユーザ グループとは関係がありません。外部 TACACS+ サーバまたは RADIUS サーバ ユーザ グループの管理は別であるため、ルータはユーザ グループ構造を認識しません。リモート ユーザまたはグループ プロファイルには、ユーザが属するグループ（ルータで定義）、および個々のタスク ID を指定する属性を含めることができます。

外部サーバのユーザ グループの設定は、個々のサーバ製品の設計により異なります。該当するサーバ製品のマニュアルを参照してください。

タスク グループ

タスク グループは、アクションのタイプ（read、write など）に対応した許容タスク ID のリストによって定義します。タスク ID は、ルータ システムで基本的に定義されます。外部ソフトウェアのタスク グループを設定するには、タスク ID 定義が事前にサポートされている必要があります。

タスク ID は、外部 TACACS+ サーバまたは RADIUS サーバで設定できます。

AAA 設定

ここでは、AAA 設定についての情報を提供します。

方式リスト

AAA データは、さまざまなデータ ソースに保存できます。AAA 設定は、方式リストを使用して、AAA データのソースの優先順位を定義します。AAA は、複数の方式リストを定義でき、アプリケーション（ログインなど）は、これらのいずれかを選択できます。たとえば、コンソール ポートと VTY ポートとで異なる方式リストを使用できます。方式リストが指定されていない場合、アプリケーションは、デフォルトの方式リストを使用します。デフォルトの方式リストが存在しない場合、AAA は、ローカル データベースとしてソースを使用します。

ロールオーバー メカニズム

AAA は、データベース オプションの優先順位リストを使用するよう設定できます。システムがデータベースを使用できない場合、リストの次のデータベースに自動的にロールオーバーします。認証、認可またはアカウンティング要件がデータベースで拒否されると、ロールオーバーは発生せず、要求が拒否されます。

次の方法が選択可能です。

- Local：ローカルで設定されるデータベースを使用します（アカウンティングや一部の認可には適していません）。
- TACACS+：TACACS+ サーバ（CiscoSecure ACS など）を使用します。
- RADIUS：RADIUS サーバを使用します。
- Line：回線パスワードおよびユーザ グループを使用します（認証のみに適しています）。
- None：要求を許可します（認証には適していません）。

サーバのグループ化

サーバの 1 つのグローバル リストを保持する代わりに、さまざまな AAA プロトコル（RADIUS や TACACS+ など）用のサーバ グループを作成し、AAA アプリケーション（PPP や XR EXEC モードなど）に関連付けることができます。

認証

認証は、プリンシパル（ユーザまたはアプリケーション）がシステムへのアクセスを取得する最も重要なセキュリティ プロセスです。プリンシパルは、管理ドメインで一意であるユーザ名（またはユーザ ID）により定義されます。ユーザにサービスを提供するアプリケーション（または管理エージェントなど）は、ユーザからユーザ名およびクレデンシャルを取得します。AAA は、アプリケーションにより渡されたユーザ名およびクレデンシャルに基づいて認証を実行します。認証ユーザのロールは、ユーザが属する 1 つ以上のグループにより決まります（ユーザは、1 つ以上のユーザ グループのメンバにすることができます）。

所有者以外のセキュア ドメイン ルータ ユーザの認証

所有者以外のセキュア ドメイン ルータにログインする場合、ルート システム ユーザは、「@admin」サフィクスをユーザ名に追加する必要があります。「@admin」サフィクスを使用すると、認証要求が所有者のセキュア ドメイン ルータに送信され、確認されます。所有者のセキュア ドメイン ルータは、認証方式の選択にリスト名 **remote** を使用します。**remote** 方式リストは、**aaa authentication login remote** *method1 method2 ...* コマンドを使用して設定されます。

所有者のセキュア ドメイン ルータ ユーザの認証

所有者のセキュア ドメイン ルータ ユーザは、所有者のセキュア ドメイン ルータ ユーザに関連付けられている特定のセキュア ドメイン ルータに属するノードだけにログインできます。ユーザが root-sdr グループのメンバである場合、ユーザは、所有者のセキュア ドメイン ルータ ユーザとして認証されます。

セキュア ドメイン ルータ ユーザの認証

セキュア ドメイン ルータ ユーザの認証は、所有者のセキュア ドメイン ルータ ユーザの認証と似ています。あるユーザが、指定された所有者のセキュア ドメイン ルータ ユーザ グループのメンバーであると判明しなかった場合、そのユーザはセキュア ドメイン ルータ ユーザとして認証されます。

認証フロー制御

AAA は、次のプロセスに従い認証を実行します。

1. ユーザが、ユーザ名およびパスワード（またはシークレット）を提供して認証を要求します。
2. AAA が、ユーザのパスワードを検証して、パスワードがデータベースのものと一致しない場合ユーザを拒否します。
3. AAA が、ユーザのロールを決定します（ルート SDR ユーザまたは SDR ユーザ）。
   - ユーザが所有者のセキュア ドメイン ルータ ユーザ グループのメンバとして設定されている場合、AAA は、そのユーザを所有者のセキュア ドメイン ルータ ユーザとして認証します。
   - ユーザがある所有者のセキュア ドメイン ルータ ユーザ グループのメンバーとして設定されていない場合、AAA は、そのユーザを所有者のセキュア ドメイン ルータ ユーザとして認証します。

クライアントは、ユーザの許可されているタスク ID を認証中に取得できます。この情報は、ユーザが属するユーザ グループで指定されているすべてのタスク グループ定義の集合を形成することで取得されます。このような情報を使用するクライアントは、通常、タスク ID セットが静的であるユーザのセッション（API セッションなど）を作成します。XR EXEC モードおよび外部 API クライアントは、どちらもこの機能を使用して操作を最適化できます。XR EXEC モードは該当しないコマンドを非表示にでき、EMS アプリケーションは、たとえば、該当しないグラフィカル ユーザ インターフェイス（GUI）メニューを無効にできます。

ユーザ グループ メンバーシップなどのユーザの属性やタスク権限が変更されると、これらの変更された属性は、ユーザの現在アクティブなセッションでは反映されません。これらは、ユーザの次のセッションで有効になります。

パスワード タイプ

ユーザおよびそのユーザのグループ メンバーシップを設定する場合、暗号化またはクリア テキストの 2 つのパスワードを指定できます。

ルータは、二方向および一方向（シークレット）の両方の暗号化ユーザ パスワードをサポートします。オリジナルの暗号化されていないパスワード文字列が暗号化シークレットからは推測できないため、シークレット パスワードはユーザ ログイン アカウントに適しています。アプリケーションによっては（PPPなど）、パケットでのパスワードの送信など、独自の機能のための保存パスワードを復号化する必要があるので、二方向のみのパスワードが必要です。ログインユーザでは、両方のタイプのパスワードを設定できますが、一方のパスワードがすでに設定されている状態でもう一方のパスワードを設定すると、警告メッセージが表示されます。

シークレットとパスワードの両方をユーザに設定すると、ログインなど、復号化できるパスワードを必要としないすべての操作で、シークレットが優先されます。PPPなどのアプリケーションでは、シークレットが存在する場合でも、二方向の暗号化パスワードが使用されます。

タスクベースの認可

AAA は、CLI または API を介した操作の任意の制御、設定またはモニタに「タスク許可」を使用します。特権レベルに関する Cisco IOS ソフトウェアの概念は、ソフトウェアではタスクベースの認可システムに置き換えられています。

タスク *ID*

ユーザによるCiscoソフトウェアの制御、設定、モニタを可能にする操作タスクは、タスクID別に示されます。タスク ID は、コマンドで操作をする許可を定義します。ユーザには、ルータに許可されているアクセスの範囲を定義するタスク ID のセットが関連付けられます。

タスク ID は、次のようにしてユーザに割り当てられます。

各ユーザは、1つの以上のユーザ グループに関連付けられます。各ユーザ グループは1つ以上のタスク グループに関連付けられます。次に、各タスク グループは、一連のタスク IDによって定義されます。つまり、ユーザと特定のユーザ グループを関連付けることで、そのユーザとタスク IDの特定のセットが関連付けられます。タスク IDに関連付けられたユーザは、そのタスク ID に関連する処理を実行できます。

タスク *ID* に関する一般的な使用上のガイドライン

大部分のルータ制御、設定、モニタリング操作（CLI、Netconf、Restconf、XML API）には、特定の タスク IDセットが関連付けられています。通常、特定の CLI コマンドまたは API イノベーションは、1つ以上のタスク IDが関連付けられます。configおよびcommitコマンドでは、特定のタスク ID許可は必要ありません。設定およびコミット操作では、特定のタスク ID許可は必要ありませんエイリアスでもタスク ID 許可は必要ありません。コンフィギュレーション交換は、root-lr許可が割り当てられるまで実行できません。コンフィギュレーション モードを開始しない場合、TACACS+ コマンド認可を使用して、config コマンドを拒否できます。これらの関連付けは、ルータ内でハードコード化されていて、変更できません。タスク ID は、特定のタスクを実行する許可を付与します。タスク ID では、タスクを実行する許可は拒否されません。タスク ID 操作は、次の表にリストされているクラスの 1 つ、すべて、または任意の組み合わせにすることができます。

（注） Restconf は今後のリリースでサポートされる予定です。

表 *1 :* タスク *ID* クラス

動作	説明
Read	読み取り専用操作を許可します。
Write	変更操作を許可、および読み取り操作を暗黙的に許可します。
Execute	ping や Telnet などのアクセス操作を許可します。
Debug	デバッグ操作を許可します。

システムは、各 CLI コマンドおよび API イノベーションがユーザのタスク ID 許可リストと一致しているか検証します。CLI コマンドの使用時に問題が発生した場合、システム管理者に連絡してください。

スラッシュで区切られた複数のタスク ID 操作（read/write など）は、両方の操作が指定のタスク ID に適用されることを示します。

カンマで区切られた複数のタスク ID 操作（read/write, execute など）は、両方の操作が個々のタスク ID に適用されることを示します。たとえば、**copy ipv4 access-list** コマンドを使用すると、読み取りおよび書き込み操作を acl タスク ID に適用し、実行操作を filesystem タスク ID に適用できます。

タスク ID と操作の列に値が指定されていない場合は、このコマンドの使用に際して、タスク ID および操作との以前の関連付けは考慮されません。また、ROM モニタ コマンドを使用するために、ユーザにタスク ID を関連付ける必要はありません。

コマンドが特定のコンフィギュレーション サブモードで使用される場合、そのコマンドを使用するための追加タスク ID をユーザに関連付ける必要があります。たとえば、**show redundancy** コマンドを実行するには、システム（read）タスク ID と操作をユーザに関連付ける必要があります（次の例を参照）。

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# show redundancy
```

TACACS+ および RADIUS 認証ユーザのタスク ID

Cisco ソフトウェアの AAA では、TACACS+ および RADIUS 方式で認証されるユーザに次の方法でタスク許可を割り当てることができます。

- タスク マップのテキスト バージョンを、外部 TACACS+ および RADIUS サーバのコンフィギュレーション ファイルに直接指定します。
- 外部 TACACS+ および RADIUS サーバのコンフィギュレーション ファイルで特権レベルを指定します。
- TACACS+ および RADIUS 方式で認証するユーザと同じユーザ名でローカル ユーザを作成します。
- 許可が TACACS+ および RADIUS 方式で認証する任意のユーザに適用されるデフォルト タスク グループを設定別に指定します。

特権レベル マッピング

タスク ID の概念をサポートしない TACACS+ デーモンとの互換性のため、AAA は外部 TACACS+ サーバ設定ファイル内でユーザに定義されている特権レベルとローカル ユーザ グループとの間のマッピングをサポートします。TACACS+ 認証後、外部 TACACS+ サーバから返される権限レベルからマッピングされたユーザ グループのタスク マップがユーザに割り当てられます。たとえば、特権レベル 5 が外部 TACACS サーバから返された場合、AAA はローカル ユーザ グループ priv5 のタスク マップを取得することを試みます。このマッピング プロセスは、1 ～ 13 の他の特権レベルでも同様です。特権レベル 14 は、ユーザ グループ オーナー SDR にマッピングされます。

たとえば、Cisco のフリーウェア TACACS+ サーバでは、コンフィギュレーション ファイルは、次の例に示すようにコンフィギュレーション ファイルで *priv_lvl* を指定する必要があります。

```
user = sampleuser1{
    member = bar
    service = exec-ext {
        priv_lvl = 5
    }
}
```

この例の 5 という数値は、ユーザの *sampleuser* に割り当てる必要がある任意の特権レベルに置き換えることができます。

AAA サービスの XML スキーマ

Extensible Markup Language（XML）インターフェイスは、XML ドキュメント形式で要求と応答を使用して、AAA を設定およびモニタします。AAA コンポーネントは、設定およびモニタリングに使用されるデータの内容と構造に対応する XML スキーマを発行します。XML ツールおよびアプリケーションは、このスキーマを使用して、XML エージェントと通信して設定を実行します。

次のスキーマは、AAA を使用して発行されます。

- 認証、認可、アカウンティング設定
- ユーザ、ユーザ グループおよびタスク グループ設定
- TACACS+ サーバおよびサーバ グループ設定
- RADIUS サーバおよびサーバ グループ設定

AAA サービスの *Netconf* および *Restconf*

XML スキーマと同様、Netconf および Restconf では、ユーザ名とパスワードはローカル サービスまたはトリプル A（AAA）サービスによって制御されます。

（注） Restconf は今後のリリースでサポートされる予定です。

RADIUS について

RADIUS は、不正なアクセスからネットワークのセキュリティを保護する分散クライアント/サーバ システムです。シスコの実装では、RADIUS クライアントは Cisco ルータ上で稼働します。認証要求とアカウンティング要求は、すべてのユーザ認証情報とネットワーク サービス アクセス情報が格納されている中央の RADIUS サーバに送信されます。

RADIUS は完全にオープンなプロトコルであり、ソース コード形式で配布されているため、現在使用できる任意のセキュリティ システムと連携するように変更できます。

シスコは、AAA セキュリティ パラダイムの下で RADIUS をサポートしています。RADIUS は、TACACS+、Kerberos、ローカル ユーザ名の検索など、他の AAA セキュリティ プロトコルと併用できます。

（注） RADIUS はすべての Cisco プラットフォームでサポートされますが、RADIUS でサポートされる一部の機能は、指定されたプラットフォームだけで実行されます。

RADIUS は、リモート ユーザのネットワーク アクセスを維持すると同時に高度なレベルのセキュリティを必要とするさまざまなネットワーク環境に実装されています。

RADIUS は、アクセスのセキュリティが必要な次のネットワーク環境で使用できます。

- それぞれが RADIUS をサポートする、マルチベンダー アクセス サーバによるネットワーク。たとえば、複数のベンダーのアクセス サーバが、1 つの RADIUS サーバベース セキュリティ データベースを使用します。複数ベンダーのアクセス サーバからなる IP ベースのネットワークでは、ダイヤルイン ユーザは RADIUS サーバを通じて認証されます。RADIUS サーバは、Kerberos セキュリティ システムで動作するようにカスタマイズされています。
- アプリケーションが RADIUS プロトコルをサポートするターンキー ネットワーク セキュリティ環境。たとえば、「スマート カード」アクセス コントロール システムを使用するアクセス環境。ある事例では、RADIUS と Enigma のセキュリティ カードを併用してユーザを検証し、ネットワーク リソースに対するアクセス権を付与しています。
- すでに RADIUS を使用中のネットワーク。RADIUS 機能を持つ Cisco ルータをネットワークに追加できます。Terminal Access Controller Access Control System Plus（TACACS+）サーバに移行する場合、これが最初の手順となります。
- ユーザが単一のサービスにだけアクセスする必要があるネットワーク。RADIUS を使用すると、単一ホスト、単一ユーティリティ（Telnet など）、または単一プロトコル（ポイントツーポイント プロトコル（PPP））に対するユーザ アクセスを制御できます。たとえば、ユーザがログインすると、RADIUS は、IP アドレス 10.2.3.4 を使用してそのユーザが PPP を実行する権限を持っていることを識別し、定義済みのアクセス リストが開始されます。
- リソース アカウンティングが必要なネットワーク。RADIUS アカウンティングは、RADIUS 認証または RADIUS 認可とは個別に使用できます。RADIUS アカウンティング機能を使用すると、サービスの開始および終了時に、セッション中に使用したリソース（時間、パケット、バイトなど）の量を示すデータを送信できます。インターネット サービス プロ

バイダー（ISP）は、RADIUS アクセス コントロールおよびアカウンティング ソフトウェアのフリーウェアバージョンを使用して、セキュリティおよび課金の独自ニーズを満たすこともできます。

- 事前認証をサポートしているネットワーク。ネットワークに RADIUS サーバを導入すると、AAA 事前認証を設定し、事前認証のプロファイルを設定できます。サービス プロバイダーが事前認証を使用すると、既存の RADIUS ソリューションを使用するポートの管理性が向上し、共有リソースを効率的に管理して、各種のサービスレベル契約を提供できるようになります。

RADIUS が適さないネットワーク セキュリティ状況

RADIUS は次のネットワーク セキュリティ状況には適していません。

- マルチプロトコル アクセス環境。RADIUS は次のプロトコルをサポートしていません。
  - NetBIOS Frame Control Protocol（NBFCP）
  - NetWare Asynchronous Services Interface（NASI）
  - X.25 PAD 接続
- ルータ間で接続している環境。RADIUS は、双方向認証を行いません。RADIUS は、ルータと RADIUS 認証を必要とするシスコ製以外のルータとの認証に使用できます。
- 各種のサービスを使用するネットワーク。RADIUS は、一般に 1 人のユーザを 1 つのサービス モデルにバインドします。

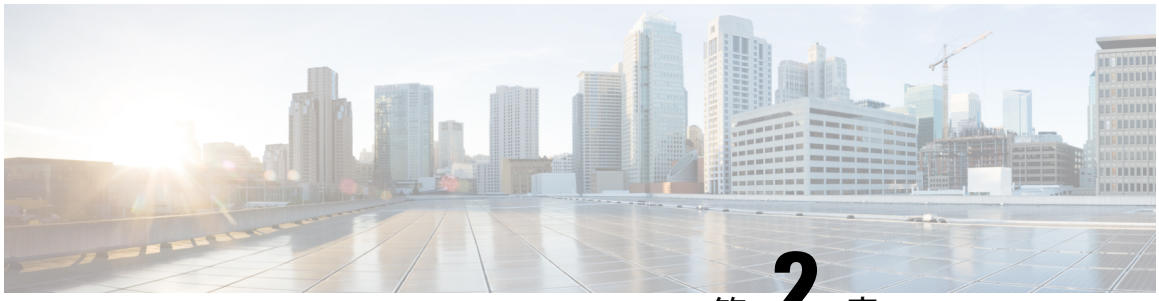
RADIUS の動作

ユーザがログインを試行し、RADIUS を使用してアクセス サーバから認証を受ける場合、次の手順が発生します。

1. ユーザが、ユーザ名とパスワードの入力を求められ、入力します。
2. ユーザ名および暗号化されたパスワードが、ネットワーク経由で RADIUS サーバに送信されます。
3. ユーザは、RADIUS サーバから次のいずれかの応答を受信します。
   1. ACCEPT：ユーザが認証されたことを表します。
   1. REJECT：ユーザは認証されず、ユーザ名とパスワードの再入力を求められるか、アクセスを拒否されます。
   1. CHALLENGE：RADIUS サーバによってチャレンジが発行されます。チャレンジは、ユーザから追加データを収集します。
   1. CHANGE PASSWORD：RADIUS サーバからユーザに対して新しいパスワードの選択を求める要求が発行されます。

ACCEPT または REJECT 応答には、XR EXEC モードまたはネットワーク認可に使用される追加データが含まれています。RADIUS 認可を使用するには、まず RADIUS 認証を完了する必要があります。ACCEPT または REJECT パケットに含まれる追加データの内容は次のとおりです。

- ユーザがアクセスできるサービス。これには、Telnet、rlogin、ローカルエリア トランスポート（LAT）の各接続、および PPP、Serial Line Internet Protocol（SLIP）、XR EXEC モードの各サービスなどが該当します。
- ホストまたはクライアントの IP アドレス、アクセス リスト、ユーザ タイムアウトなどの接続パラメータ。



第 2 章

認証局相互運用性の実装

CA の相互運用性により、デバイスと CA は通信でき、デバイスがデジタル証明書を CA から取得して使用できるようになります。IPSec は CA を使用せずにネットワークで実装できますが、CA を使用すると、IPSec の管理性と拡張性が提供されます。

（注） IPSec は将来のリリースでサポートされる予定です。

認証局相互運用性の実装

CA の相互運用性により、デバイスと CA は通信でき、デバイスがデジタル証明書を CA から取得して使用できるようになります。IPSec は CA を使用せずにネットワークで実装できますが、CA を使用すると、IPSec の管理性と拡張性が提供されます。

（注） IPSec は将来のリリースでサポートされる予定です。

認証局の実装に関する前提条件

CA 相互運用性を実装するには、次の前提条件を満たす必要があります。

- 適切なタスク ID を含むタスク グループに関連付けられているユーザ グループに属している必要があります。このコマンド リファレンスには、各コマンドに必要なタスク ID が含まれます。ユーザ グループの割り当てが原因でコマンドを使用できないと考えられる場合、AAA 管理者に連絡してください。
- セキュリティ ソフトウェアのパッケージインストレーションエンベロープ（PIE）をインストールしてアクティブにする必要があります。

  オプションの PIE インストールの詳細については、『*System Management Guide*』を参照してください。

Cisco IOS XR ソフトウェア Release 7.0.1 以降では、PIE はベースイメージ自体で使用できるため、この機能をインストールする必要はありません。

- この相互運用性機能を設定する前に、ネットワークで CA を使用可能にする必要があります。CA は、Cisco Systems PKI プロトコル、Simple Certificate Enrollment Protocol（SCEP）（以前の Certificate Enrollment Protocol（CEP））をサポートする必要があります。

認証局の実装に関する制約事項

ルータのホスト名および IP ドメイン名の設定

この作業では、ルータのホスト名および IP ドメイン名を設定します。

ルータのホスト名および IP ドメイン名が未設定の場合には、これらを設定する必要があります。ホスト名および IP ドメイン名が必要なのは、ルータが完全修飾ドメイン名（FQDN）を IPSec により使用されるキーおよび証明書に割り当て、ルータに割り当てられたホスト名および IP ドメイン名に FQDN が基づいているためです。たとえば、router20.example.com という名前の証明書は、router20 というルータのホスト名と example.com というルータの IP ドメイン名に基づいています。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **hostname** *name*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# hostname myhost
```

ルータのホスト名を設定します。

ステップ 3 **domain name domain-name**

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# domain name mydomain.com
```

ルータの IP ドメイン名を設定します。

ステップ 4 **commit**

RSA キー ペアの生成

RSA キー ペアを生成します。

RSA キー ペアは IKE キー交換管理メッセージの署名および暗号化に使用されます。また、ルータの証明書を取得する際に必要です。

手順

ステップ 1 **crypto key generate rsa** [**usage keys** | **general-keys**] [**keypair-label**]

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# crypto key generate rsa general-keys
```

RSA キー ペアを生成します。

- 特殊用途キーを指定するには、**usage keys** キーワードを使用します。汎用 RSA キーを指定するには、**general-keys** キーワードを使用します。
- *keypair-label* 引数は、RSA キー ペアを指定する RSA キー ペア ラベルです。

ステップ 2 **crypto key zeroize rsa** [**keypair-label**]

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# crypto key zeroize rsa key1
```

（任意）ルータからすべての RSA を削除します。

- 場合によっては、すべての RSA キーをルータから削除します。たとえば、何らかの原因で RSA キーペアの信用性が失われ、使用しなくなった場合、そのキーペアを削除します。
- 特定の RSA キー ペアを削除するには、*keypair-label* 引数を使用します。

ステップ 3 show crypto key mypubkey rsa

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# show crypto key mypubkey rsa
```

（任意）ルータの RSA 公開キーを表示します。

公開キーのルータへのインポート

公開キーをルータにインポートします。

公開キーがルータにインポートされ、ユーザが認証されます。

手順

ステップ 1 **crypto key import authentication rsa** [**usage keys** | **general-keys**] [**keypair-label**]

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# crypto key import authentication rsa general-keys
```

RSA キー ペアを生成します。

- 特殊用途キーを指定するには、**usage keys** キーワードを使用します。汎用 RSA キーを指定するには、**general-keys** キーワードを使用します。
- *keypair-label* 引数は、RSA キー ペアを指定する RSA キー ペア ラベルです。

ステップ 2 show crypto key mypubkey rsa

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# show crypto key mypubkey rsa
```

（任意）ルータの RSA 公開キーを表示します。

認証局の宣言と信頼できるポイントの設定

CA を宣言し、信頼できるポイントを設定します。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **crypto ca trustpoint ca-name**

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# crypto ca trustpoint myca
```

CA を宣言します。

- ルータがピアに対して発行された証明書を確認できるように、選択した名前で信頼できるポイントを設定します。
- トラストポイント コンフィギュレーション モードを開始します。

ステップ 3 **enrollment url CA-URL**

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-trustp)# enrollment url
http://ca.domain.com/certsrv/mscep/mscep.dll
```

CA の URL を指定します。

- URL には、非標準 cgi-bin スクリプトの場所が含まれている必要があります。

ステップ 4 **query url LDAP-URL**

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-trustp)# query url ldap://my-ldap.domain.com
```

（任意）CA システムにより LDAP プロトコルがサポートされている場合、LDAP サーバの位置を指定します。

ステップ 5 **enrollment retry period minutes**

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-trustp)# enrollment retry period 2
```

（任意）再試行期間を指定します。

- 証明書の要求後、ルータは CA からの証明書の受け取りを待機します。ルータが期間（再試行期間）内に証明書を受け取らない場合、ルータは、別の証明書要求を送信します。
- 範囲は 1 ～ 60 分です。デフォルトは 1 分です。

ステップ 6 **enrollment retry count number**

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-trustp)# enrollment retry count 10
```

（任意）失敗した証明書要求送信を続行する回数を指定します。

- 範囲は 1 ～ 100 です。

ステップ 7 **rsakeypair keypair-label**

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-trustp)# rsakeypair mykey
```

（任意）このトラストポイントに **crypto key generate rsa** コマンドを使用して生成した名前付き RSA キー ペアを指定します。

- このキーペアを設定しない場合、トラストポイントは現在の設定のデフォルトの RSA キーを使用します。

ステップ 8 **commit**

CA の認証

ここでは、ルータへの CA を認証します。

ルータは CA の公開キーが含まれている CA の自己署名証明書を取得して、CA を認証する必要があります。CA の証明書は自己署名（CA が自身の証明書に署名する）であるため、CA の

公開キーは、CA 管理者に連絡し、CA 証明書のフィンガープリントを比較して手動で認証します。

手順

ステップ 1 **crypto ca authenticate ca-name**

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# crypto ca authenticate myca
```

CA の公開キーを含む CA 証明書を取得することで、ルータに対して CA を認証します。

ステップ 2 show crypto ca certificates

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# show crypto ca certificates
```

（任意）CA 証明書に関する情報を表示します。

自身の証明書の要求

CA からの証明書を要求します。

ルータの RSA キー ペアごとに、CA からの署名付き証明書を取得する必要があります。汎用 RSA キーを生成した場合、ルータは 1 組の RSA キー ペアだけを持ち、1 個の証明書だけが必要です。前に特別な用途の RSA キーを生成した場合、ルータは 2 組の RSA キー ペアを持ち、2 個の証明書が必要です。

手順

ステップ 1 **crypto ca enroll ca-name**

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# crypto ca enroll myca
```

すべての RSA キー ペアの証明書を要求します。

- このコマンドでは、ルータは存在する RSA キー ペアと同数の証明書を要求するため、特定目的の RSA キー ペアがある場合にも、このコマンドは 1 回しか実行する必要はありません。
- このコマンドでは、設定に保存されないチャレンジ パスワードを作成する必要があります。証明書を失効させる必要が生じた場合、このパスワードが要求されるので、このパスワードを覚えておく必要があります。

- 証明書はすぐに発行できます。または、登録リトライ時間に達し、タイムアウトが発生するまで、ルータが証明書要求を毎分送信します。タイムアウトが発生した場合、システム管理者に要求承認を依頼して、このコマンドを再入力します。

ステップ 2 **show crypto ca certificates**

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# show crypto ca certificates
```

（任意）CA 証明書に関する情報を表示します。

カットアンドペーストによる証明書登録の設定

ルータが使用するトラストポイント認証局（CA）を宣言して、このトラストポイント CA をカットアンドペーストによる手動登録に設定します。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **crypto ca trustpoint** *ca-name*

例：

```
 RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# crypto ca trustpoint myca
RP/0//CPU0:router(config-trustp)#
```

ルータが使用する CA を宣言し、トラストポイント コンフィギュレーション モードを開始します。

- *ca-name* 引数を使用して、CA の名前を指定します。

ステップ 3 enrollment terminal

例：

```
 RP/0/RP0/cpu 0: router(config-trustp)# enrollment terminal
```

カットアンドペーストによる手動での証明書登録を指定します。

ステップ 4 **commit**

ステップ 5 **crypto ca authenticate** *ca-name*

例：

```
 RP/0/RP0/cpu 0: router# crypto ca authenticate myca
```

CA の証明書を取得することにより、CA を認証します。

- *ca-name* 引数を使用して、CA の名前を指定します。ステップ 2 で入力したのと同じ名前を使用します。

ステップ 6 **crypto ca enroll** *ca-name*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# crypto ca enroll myca
```

CA からルータの証明書を取得します。

- *ca-name* 引数を使用して、CA の名前を指定します。ステップ 2 で入力したのと同じ名前を使用します。

ステップ 7 **crypto ca import** ca- *name* **certificate**

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# crypto ca import myca certificate
```

端末で証明書を手動でインポートします。

- *ca-name* 引数を使用して、CA の名前を指定します。ステップ 2 で入力したのと同じ名前を使用します。

（注） 用途キー（署名キーおよび暗号キー）を使用する場合は、 **crypto ca import** コマンドを 2 回入力する必要があります。このコマンドを最初に入力した場合は、認証の 1 つがルータにペーストされます。2 回目に入力した場合は、他の認証がルータにペーストされます（どの証明書が最初にペーストされるかは重要ではありません）。

ステップ 8 show crypto ca certificates

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# show crypto ca certificates
```

証明書と CA 証明書に関する情報を表示します。

次に、CA 相互運用性を設定する例を示します。

さまざまなコマンドを説明するコメントが設定に含まれます。

```
configure
hostname myrouter
domain name mydomain.com
end

Uncommitted changes found, commit them? [yes]:yes

crypto key generate rsa mykey

The name for the keys will be:mykey
Choose the size of the key modulus in the range of 360 to 2048 for your General Purpose
 Keypair
Choosing a key modulus greater than 512 may take a few minutes.
How many bits in the modulus [1024]:
Generating RSA keys ...
Done w/ crypto generate keypair
[OK]
```

```
show crypto key mypubkey rsa

Key label:mykey
Type     :RSA General purpose
Size     :1024
Created  :17:33:23 UTC Thu Sep 18 2003
Data     :
 30819F30 0D06092A 864886F7 0D010101 05000381 8D003081 89028181 00CB8D86
 BF6707AA FD7E4F08 A1F70080 B9E6016B 8128004C B477817B BCF35106 BC60B06E
 07A417FD 7979D262 B35465A6 1D3B70D1 36ACAFBD 7F91D5A0 CFB0EE91 B9D52C69
 7CAF89ED F66A6A58 89EEF776 A03916CB 3663FB17 B7DBEBF8 1C54AF7F 293F3004
 C15B08A8 C6965F1E 289DD724 BD40AF59 E90E44D5 7D590000 5C4BEA9D B5020301
 0001

! The following commands declare a CA and configure a trusted point.

configure
crypto ca trustpoint myca
enrollment url http://xyz-ultra5
enrollment retry count 25
enrollment retry period 2
rsakeypair mykey
end

Uncommitted changes found, commit them? [yes]:yes

! The following command authenticates the CA to your router.

crypto ca authenticate myca

Serial Number  :01
Subject Name   :
cn=Root coax-u10 Certificate Manager,ou=HFR,o=Cisco Systems,l=San Jose,st=CA,c=US
Issued By      :
cn=Root coax-u10 Certificate Manager,ou=HFR,o=Cisco Systems,l=San Jose,st=CA,c=US
Validity Start :07:00:00 UTC Tue Aug 19 2003
Validity End   :07:00:00 UTC Wed Aug 19 2020
Fingerprint:58 71 FB 94 55 65 D4 64 38 91 2B 00 61 E9 F8 05
Do you accept this certificate?? [yes/no]:yes

! The following command requests certificates for all of your RSA key pairs.

crypto ca enroll myca

% Start certificate enrollment ...
% Create a challenge password. You will need to verbally provide this
  password to the CA Administrator in order to revoke your certificate.
% For security reasons your password will not be saved in the configuration.
% Please make a note of it.

Password:
Re-enter Password:
    Fingerprint: 17D8B38D ED2BDF2E DF8ADBF7 A7DBE35A

! The following command displays information about your certificate and the CA certificate.

show crypto ca certificates

Trustpoint       :myca
============================================================
CA certificate
  Serial Number  :01
  Subject Name   :
```

```
      cn=Root coax-u10 Certificate Manager,ou=HFR,o=Cisco Systems,l=San Jose,st=CA,c=US

  Issued By      :
      cn=Root coax-u10 Certificate Manager,ou=HFR,o=Cisco Systems,l=San Jose,st=CA,c=US

  Validity Start :07:00:00 UTC Tue Aug 19 2003
  Validity End   :07:00:00 UTC Wed Aug 19 2020
Router certificate
  Key usage      :General Purpose
  Status         :Available
  Serial Number  :6E
  Subject Name   :
        unstructuredName=myrouter.mydomain.com,o=Cisco Systems
  Issued By      :
      cn=Root coax-u10 Certificate Manager,ou=HFR,o=Cisco Systems,l=San Jose,st=CA,c=US

  Validity Start :21:43:14 UTC Mon Sep 22 2003
  Validity End   :21:43:14 UTC Mon Sep 29 2003
  CRL Distribution Point
        ldap://coax-u10.cisco.com/CN=Root coax-u10 Certificate Manager,O=Cisco Systems
```

認証局のトラスト プール管理

トラスト プール機能を使用すると、認証局（CA）と呼ばれる一般的に認識された信頼できるエージェントを使用して、デバイス間で発生する HTTPS などのセッションを認証できます。この機能はデフォルトでソフトウェアで有効になっており、セッションのセキュリティ保護のためにブラウザが提供するサービスと同じ方法で、既知の CA の証明書のプールのプロビジョニング、保管、管理を行うスキーマを作成できます。トラストプールと呼ばれる特別な信頼できるポイントが指定され、シスコから、および場合によっては他のベンダーからの複数の既知の CA 証明書が含まれています。トラスト プールは、組み込みの CA 証明書とダウンロードされた CA 証明書の両方で構成されます。

「認証局相互運用性の実装」では、認証局と信頼できるポイントの詳細について説明します。

トラスト プールでの CA 証明書のバンドル

ルータは、asr9k-k9sec PIE にパッケージ化された組み込みの CA 証明書バンドルを使用します。このバンドルは、シスコによって自動的に更新される、CA トラスト プールと呼ばれる特別な証明書ストアに含まれています。このトラストプールは、シスコおよび他のベンダーにも知られています。CA 証明書バンドルは次の形式で提供されます。

- 公開キー暗号メッセージ構文規格 7（pkcs7）内に含まれる識別符号化規則（DER）バイナリ形式の特権管理インフラストラクチャ（PMI）証明書。
- PEM ヘッダー付きプライバシー強化メール（PEM）形式の連結型 X.509 証明書を含むファイル。

CA トラストプールの更新

次の条件が発生した場合は、CA トラストプールを更新する必要があります。

- トラストプールの証明書が期限切れまたは再発行されている。

- 公開された CA 証明書のバンドルに、特定のアプリケーションで必要な追加の信頼できる証明書が含まれている。
- 設定が破損している。

CA トラストプールは単一のエンティティと見なされます。したがって、実行する更新によってトラストプール全体が置き換えられます。

（注） トラストプールに組み込まれた証明書は物理的に置き換えることができません。ただし、組み込まれた証明書の X.509 所有者名属性が CA 証明書バンドル内の証明書と一致する場合、組み込まれた証明書は無効と表示されます。

以下は、トラストプール内の証明書を更新するために使用できる方法です。

- **自動更新**：最も早い有効期限を持つ CA 証明書と一致するトラストプールにタイマーが確立されます。タイマーが作動しても、バンドルのロケーションが設定されておらず、明示的に無効になっていない場合、syslog 警告が適切な間隔で発行され、このトラストプールポリシーオプションが設定されていないことが管理者に警告されます。トラストプールの自動更新では設定済み URL を使用します。CA トラストプールが失効すると、ポリシーが読み込まれ、バンドルがロードされ、PKI トラストプールが置き換えられます。CA トラストプールの自動更新の開始時に問題が発生した場合は、ダウンロードが成功するまで、次のスケジュールで更新が開始されます。20 日、15 日、10 日、5 日、4 日、3 日、2 日、1 日、最後に 1 時間ごとです。
- **手動更新**：「トラスト プール内の証明書の手動更新 （53 ページ）」に詳細を示します。

トラスト プール内の証明書の手動更新

CA トラスト プール機能はデフォルトで有効で、トラスト プールに組み込まれた CA 証明書バンドルを使用し、シスコから自動更新を受信します。トラストプール内の証明書が最新のものではない、破損している、または特定の証明書を更新する必要がある場合は、次の作業を実行して証明書を手動で更新します。

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**crypto ca trustpool import url clean** 例： `RP/0/RP0/CPU0:IMC0#crypto ca trustpool import url clean`	（任意）ダウンロードしたすべての CA 証明書を手動で削除します。このコマンドは EXEC モードで実行されます。
ステップ 2	**crypto ca trustpool import url** *url* 例： `RP/0/RP0/CPU0:IMC0#crypto ca trustpool import url http://www.cisco.com/security/pki/trs/ios.p7b`	CA トラストプール証明書バンドルのダウンロード元となる URL を指定します。CA 証明書バンドルを CA トラストプールに手動でインポート（ダウンロー

	コマンドまたはアクション	目的
		ド）したり、既存のCA証明書バンドルを交換したりします。

ステップ 3	**show crypto ca trustpool policy**
	例：
	`RP/0/RP0/CPU0:IMC0#show crypto ca trustpool`
	
	`Trustpool: Built-In`
	`========`
	`CA certificate`
	`  Serial Number  :`
	`5F:F8:7B:28:2B:54:DC:8D:42:A3:15:B5:68:C9:AD:FF`
	
	`  Subject:`
	`  CN=Cisco Root CA 2048,O=Cisco`
	` Systems`
	`Issued By  :`
	`  CN=Cisco Root CA 2048,O=Cisco`
	` Systems`
	`  Validity Start : 20:17:12 UTC Fri`
	`May 14 2004`
	`  Validity End  : 20:25:42 UTC Mon`
	`May 14 2029`
	`  SHA1 Fingerprint:`
	
	`DE990CED99E0431F60EDC3937E7CD5BF0ED9E5FA`
	
	`Trustpool: Built-In`
	`========`
	`CA certificate`
	`  Serial Number  :`
	`2E:D2:0E:73:47:D3:33:83:4B:4F:DD:0D:D7:B6:96:7E`
	`Subject:`
	`  CN=Cisco Root CA M1,O=Cisco`
	`  Issued By  :`
	`  CN=Cisco Root CA M1,O=Cisco`
	`  Validity Start : 20:50:24 UTC Tue`
	`Nov 18 2008`
	`  Validity End  : 21:59:46 UTC Fri`
	`Nov 18 2033`
	`  SHA1 Fingerprint:`
	
	`45AD6BB499011BB4E84E84316A81C27D89EE5CE7`
		冗長形式でルータの CA トラスト プール証明書を表示します。

オプションのトラストプール ポリシー パラメータの設定

手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	**configure**	

	コマンドまたはアクション	目的

ステップ 2	**crypto ca trustpool policy**
	例：
	`RP/0/RP0/CPU0:IMC0(config)#crypto ca trustpool policy`
	`RP/0/RSP0/CPU0:IMC0(config-trustpool)#`
		CA トラストプール ポリシー パラメータを設定するコマンドにアクセスできる、ca-trustpool コンフィギュレーション モードを開始します。

ステップ 3	**cabundle url** *URL* 例： `RP/0/RP0/CPU0:IMC0(config-trustpool)#cabundle url http://www.cisco.com/security/pki/crl/crca2048.crl`	CA トラストプール証明書バンドルのダウンロード元となる URL を指定します。
ステップ 4	**crl optional** 例： `RP/0/RP0/CPU0:IMC0(config-trustpool)#crl optional`	トラストプール ポリシー使用時の失効確認を無効にします。デフォルトでは、ルータは証明書失効リスト（CRL）を照会することにより、証明書の失効ステータスのチェックを強制します。
ステップ 5	**description** *LINE* 例： `RP/0/RP0/CPU0:IMC0(config-trustpool)#description Trustpool for Test.`	

トラスト プールとトラスト ポイントの両方に表示される CA 証明書の処理

トラスト プールとトラスト ポイントの両方に CA が格納されている場合があります。たとえば、トラスト ポイントで CA を使用し、CA バンドルが同じ CA 内で後からダウンロードされたりします。このシナリオでは、トラストプール機能がルータに実装されても、現在の動作が変更されないようにするため、トラスト ポイント内の CA とそのポリシーは、トラスト プールまたはトラスト プール ポリシー内の CA より前に検討されます。

このポリシーは、セキュリティ アプライアンスが CA 証明書と CA によって発行されたユーザ証明書の認証ポリシーをどのように取得するかを示します。

認証局の実装について

認証局相互運用性のサポートされている標準

シスコでは次の標準をサポートしています。

- IKE：Oakley キー交換や Skeme キー交換をインターネット セキュリティ アソシエーションおよびキー管理プロトコル（ISAKMP）フレームワーク内部に実装したハイブリッドプロトコルです。IKE は他のプロトコルで使用できますが、その初期実装時は IPSec プロトコルで使用します。IKE は、IPSec ピアの認証を提供し、IPSec キーを交渉し、IPSec セキュリティ アソシエーション（SA）を交渉します。

- Public-Key Cryptography Standard #7（PKCS #7）：証明書登録メッセージの暗号化および署名に使用される RSA Data Security Inc. の標準。
- Public-Key Cryptography Standard #10（PKCS #10）：証明書要求のための RSA Data Security Inc. の標準構文。
- RSA キー：RSA は公開キー暗号化システムで、Ron Rivest、Adi Shamir、Leonard Adelman の 3 名によって開発されました。RSA キーは、1 つの公開キーと 1 つの秘密キーのペアになっています。
- SSL：Secure Socket Layer プロトコル。
- X.509v3 証明書：同等のデジタル ID カードを各デバイスに提供することで、IPSec で保護されたネットワークの拡張を可能にする証明書サポート。2 台の装置が通信する際、デジタル証明書を交換することで ID を証明します（これにより、各ピアで公開キーを手動で交換したり、各ピアで共有キーを手動で指定したりする必要がなくなります）。これらの証明書は CA から取得されます。X.509 は、ITU の X.500 標準の一部です。

認証局

CA の目的

CA は、証明書要求を管理し、参加する IPSec ネットワーク デバイスへの証明書の発行します。これらのサービスは、参加デバイスのキー管理を一元化して行います。

CA は、IPSec ネットワーク デバイスの管理を簡素化します。CA は、ルータなど、複数の IPSec 対応デバイスを含むネットワークで使用できます。

Public Key Cryptography によりイネーブルにされたデジタル署名は、デバイスおよび個人ユーザをデジタル認証します。RSA 暗号化システムなどの Public Key Cryptography では、各ユーザは、公開キーと秘密キーの両方を含むキーペアを使用します。これらのキーは、補足として機能し、一方で暗号化されたものは、もう一方で復号化できます。つまり、シグニチャは、データがユーザの秘密キーで暗号化されるときに形成されます。受信側は、送信側の公開キーを使用してメッセージを復号化することで、シグニチャを検証します。メッセージは、送信側の公開キーを使用して復号化できるため、秘密キーの所有者、つまり送信者がメッセージを作成することになります。このプロセスは、受信者が送信者の公開キーのコピーを持っていて、これが本当に送信者のものであり、送信者を騙る他人のものではないことを高い確実性を持って知っていることを基盤としています。

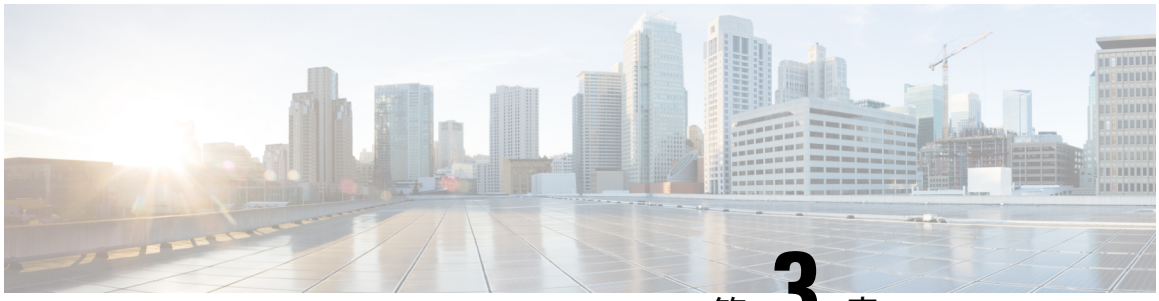
デジタル証明書はリンクを提供します。デジタル証明書には、名前、シリアル番号、企業、部署または IP アドレスなど、ユーザまたはデバイスを特定する情報を含んでいます。また、エンティティの公開キーのコピーも含んでいます。証明書自体は、受信者が身元を証明し、デジタル証明書を作成するうえで確実に信頼できるサードパーティである、CA により署名されます。

CA のシグニチャを検証するには、受信者は、CA の公開キーを認識している必要があります。通常、このプロセスは、アウトオブバンドで、またはインストールで行われる操作により処理されます。たとえば、通常の Web ブラウザでは、デフォルトで、複数の CA の公開キーが設

定されています。IKE は、IPSec の必須要素で、デジタル証明書を使用して、SA を設定する前にピア デバイスの拡張性を認証します。

デジタル シグニチャがない場合、ユーザは、IPSec を使用するデバイスの各ペア間で公開キーまたはシークレットを手動で交換して、通信を保護する必要があります。証明書がない場合、ネットワークに新しいデバイスが追加されるたびに、安全に通信を行う他のすべてのデバイスで設定を変更する必要があります。デジタル証明書がある場合、各デバイスは、CA に登録されます。2 台のデバイスが通信する場合、証明書を交換し、データをデジタル署名して、お互いを認証します。新しいデバイスがネットワークに追加されると、ユーザは、そのデバイスを CA に登録します。他のデバイスでは変更の必要はありません。新しいデバイスが IPSec 接続を試行すると、証明書が自動的に交換され、デバイスを認証できます。

CA 登録局



第 3 章

キーチェーン管理の実装

このモジュールでは、キーチェーン管理の実装方法について説明します。キーチェーン管理は、相互に信頼を確立する前にキーなどの秘密を交換するすべてのエンティティに共有秘密を設定する認証の一般的な方式です。ピアとの通信中に、Cisco IOS XR ソフトウェアのルーティングプロトコルおよびネットワーク管理アプリケーションは、多くの場合、セキュリティを強化するために認証を使用します。

キーチェーン管理の実装

このモジュールでは、キーチェーン管理の実装方法について説明します。キーチェーン管理は、相互に信頼を確立する前にキーなどの秘密を交換するすべてのエンティティに共有秘密を設定する認証の一般的な方式です。ピアとの通信中に、Cisco IOS XR ソフトウェアのルーティングプロトコルおよびネットワーク管理アプリケーションは、多くの場合、セキュリティを強化するために認証を使用します。

キーチェーン管理の実装に関する制約事項

システムクロックを変更すると、現在のコンフィギュレーションのキーの有効性に影響を与えることに注意する必要があります。

キーチェーンの設定

この作業では、キーチェーンの名前を設定します。

キーチェーンの名前を作成または変更できます。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **key chain** *key-chain-name*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# key chain isis-keys
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-isis-keys)#
```

キーチェーンの名前を作成します。

（注） キーの ID を設定せずにキーチェーン名のみを設定しても、操作は無効と見なされます。設定を終了しても、キー ID と 1 つ以上の モードの属性または keychain-key コンフィギュレーションモードの属性（ライフタイムやキー文字列など）を設定するまでは、変更のコミットは要求されません。

ステップ 3 **commit**

ステップ 4 **show key chain** *key-chain-name*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# show key chain isis-keys
```

（任意）キーチェーン名を表示します。

（注） *key-chain-name* 引数の指定は任意です。*key-chain-name* 引数で名前を指定しない場合は、すべてのキーチェーンが表示されます。

例

次に、キーチェーン管理を設定する例を示します。

```
configure
key chain isis-keys
accept-tolerance infinite
key 8
key-string mykey91abcd
cryptographic-algorithm MD5
send-lifetime 1:00:00 june 29 2006 infinite
accept-lifetime 1:00:00 june 29 2006 infinite
end

Uncommitted changes found, commit them? [yes]: yes

show key chain isis-keys

Key-chain: isis-keys/ -

accept-tolerance -- infinite
Key 8 -- text "1104000E120B520005282820"
  cryptographic-algorithm -- MD5
  Send lifetime:   01:00:00, 29 Jun 2006 - Always valid  [Valid now]
  Accept lifetime: 01:00:00, 29 Jun 2006 - Always valid [Valid now]
```

キーを受け付ける許容値の設定

このタスクでは、ルーティングおよび管理プロトコルなどのアプリケーションのヒットレス キー ロール オーバーを容易にするために、キーチェーンのキーを受け付ける許容値を設定します。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **key chain** *key-chain-name*

例：

```
RP/0//CPU0:router(config)# key chain isis-keys
```

キーチェーンの名前を作成します。

ステップ 3 **accept-tolerance** *value* [**infinite**]

例：

```
RP/0//CPU0:router(config-isis-keys)# accept-tolerance infinite
```

キーチェーンのキーを受け入れる際の許容値を設定します。

- 許容値を秒単位で設定するには、*value* 引数を使用します。範囲は、1 ～ 8640000 です。
- 許容範囲が無限であることを指定するには、**infinite** キーワードを使用します。

ステップ 4 **commit**

キーチェーンのキー ID の設定

この作業では、キーチェーンのキー ID を設定します。

キーチェーンのキーを作成または変更できます。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **key chain** *key-chain-name*

例：

```
RP/0//CPU0:router(config)# key chain isis-keys
```

キーチェーンの名前を作成します。

ステップ 3 **key** *key-id*

例：

```
RP/0//CPU0:router(config-isis-keys)# key 8
```

キーチェーンのキーを作成します。キー ID 番号は 10 進数から 16 進数に変換され、コマンドモード サブプロンプトが作成されます。

- *key-id* 引数は 48 ビット整数型として使用します。

ステップ 4 **commit**

キー文字列のテキストの設定

この作業では、キー文字列のテキストを設定します。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **key chain** *key-chain-name*

例：

```
RP/0//CPU0:router(config)# key chain isis-keys
```

キーチェーンの名前を作成します。

ステップ 3 **key** *key-id*

例：

```
RP/0//CPU0:router(config-isis-keys)# key 8
RP/0//CPU0:router(config-isis-keys-0x8)#
```

キーチェーンのキーを作成します。

ステップ 4 **key-string** [**clear** | **password**] *key-string-text*

例：

```
RP/0//CPU0:router(config-isis-keys-0x8)# key-string password 8
```

キーのテキスト文字列を指定します。

- クリア テキスト形式でキー文字列を指定するには **clear** キーワードを使用します。暗号化形式でキーを指定するには **password** キーワードを使用します。

ステップ 5 **commit**

有効なキーの判断

このタスクでは、リモート ピアを認証するローカル アプリケーションごとに、有効なキーを判断します。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **key chain** *key-chain-name*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# key chain isis-keys
```

キーチェーンの名前を作成します。

ステップ 3 **key** *key-id*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-isis-keys)# key 8
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-isis-keys-0x8)#
```

キーチェーンのキーを作成します。

ステップ 4 **accept-lifetime** *start-time* [**duration** *duration-value* | **infinite** | *end-time*]

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-isis-keys)# key 8
RP/0/(config-isis-keys-0x8)# accept-lifetime 1:00:00 october 24 2005 infinite
```

（任意）時間の観点から、キーのライフタイムの有効性を指定します。

ステップ 5 **commit**

アウトバウンド アプリケーション トラフィックの認証ダイジェストを生成するキーの設定

アウトバウンド アプリケーション トラフィックの認証ダイジェストを生成するためのキーを設定します。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **key chain** *key-chain-name*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# key chain isis-keys
```

キーチェーンの名前を作成します。

ステップ 3 **key** *key-id*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-isis-keys)# key 8
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-isis-keys-0x8)#
```

キーチェーンのキーを作成します。

ステップ 4 **send-lifetime** *start-time* [**duration** *duration-value* | **infinite** | *end-time*]

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-isis-keys)#key 8
RP/0/(config-isis-keys-0x8)# send-lifetime 1:00:00 october 24 2005 infinite
```

（任意）キーチェーンの認証キーが有効に送信される設定期間を指定します。時間の観点から、キーのライフタイムの有効性を指定できます。

また、start-time の値と次のいずれかの値を指定できます。

- **duration** キーワード（秒）
- **infinite** キーワード
- *end-time* 引数

キーのライフタイムを設定する場合は、ネットワーク タイム プロトコル（NTP）またはその他の同期方式を推奨します。

ステップ 5 **commit**

暗号化アルゴリズムの設定

暗号化アルゴリズムの選択を受け入れるためのキーチェーンを設定できるようにします。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **key chain** *key-chain-name*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# key chain isis-keys
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-isis-keys)#
```

キーチェーンの名前を作成します。

ステップ 3 **key** *key-id*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-isis-keys)# key 8
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-isis-keys-0x8)#
```

キーチェーンのキーを作成します。

ステップ 4 **cryptographic-algorithm** [**HMAC-MD5** | **HMAC-SHA1-12** | **HMAC-SHA1-20** | **MD5** | **SHA-1** | **AES-128-CMAC-96** | **HMAC-SHA-256** | **HMAC-SHA1-96**]

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-isis-keys-0x8)# cryptographic-algorithm MD5
```

暗号化アルゴリズムを選択します。次のアルゴリズムから選択できます。

- HMAC-MD5
- HMAC-SHA1-12
- HMAC-SHA1-20
- MD5
- SHA-1
- HMAC-SHA-256
- HMAC-SHA1-96
- AES-128-CMAC-96

各ルーティングプロトコルは、次のように異なる暗号化アルゴリズムのセットをサポートします。

- Border Gateway Protocol（BGP）は、HMAC-MD5 と HMAC-SHA1-12 だけをサポートします。
- Intermediate System-to-Intermediate System（IS-IS）は、HMAC-MD5、SHA-1、MD5、AES-128-CMAC-96、HMAC-SHA-256、HMAC-SHA1-12、HMAC-SHA1-20、および HMAC-SHA1-96 をサポートします。
- Open Shortest Path First（OSPF）は、MD5、HMAC-MD5、HMAC-SHA-256、HMAC-SHA1-12、HMAC-SHA1-20、および HMAC-SHA1-96 をサポートします。

ステップ 5 **commit**

キーのライフタイム

セキュリティ方式としてキーを使用する場合は、キーのライフタイムを指定して、期限が切れた際には定期的にキーを変更する必要があります。安定性を維持するには、各パーティがアプリケーションのキーを複数保存して同時に使用できるようにする必要があります。キーチェーンは、同じピア、ピアのグループ、またはその両方を認証するために一括管理されている一連のキーです。

キーチェーン管理では、一連のキーをキーチェーンの下にまとめてグループ化し、キーチェーン内の各キーをライフタイムに関連付けます。

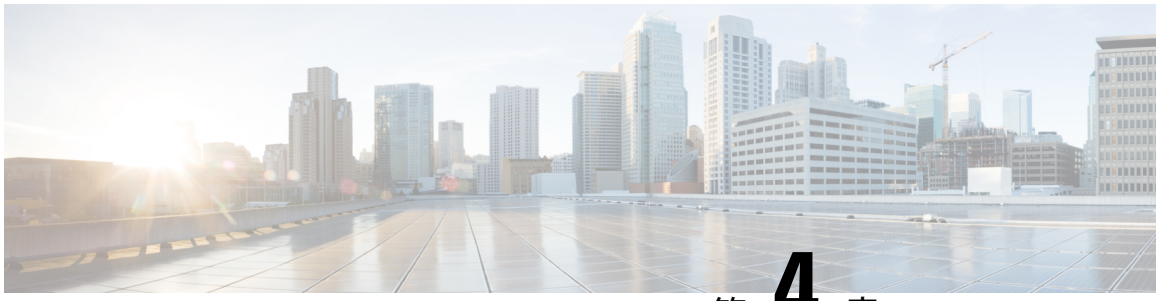
（注） ライフタイムが設定されていないキーはすべて無効と見なされるため、キーは設定中に拒否されます。

キーのライフタイムは、次のオプションによって定義されます。

- Start-time：絶対時間を指定します。
- End-time：開始時間に対応する絶対時間を指定するか、無期限を指定します。

キーチェーン内のそれぞれのキーの定義では、キーが有効な期間（ライフタイムなど）を指定する必要があります。指定したキーのライフタイム期間中は、この有効なキーとともにルーティング更新パケットが送信されます。キーが有効ではない期間はキーを使用できません。このため、指定したキーチェーンでは、キーの有効期間を重複させて、有効なキーの不在期間をなくすことを推奨します。有効なキーの不在期間が発生した場合、ネイバー認証は行われず、ルーティング更新は失敗します。

複数のキーチェーンを指定できます。



第 4 章

URPF について

偽装した IP アドレスを使用し（この手口は IP アドレス スプーフィングと呼ばれます）、サービス プロバイダーによる検出を回避するために送信元 IP アドレスを頻繁に変更することは、DoS 攻撃を計画するハッカーの常套手段となっています。

Unicast Reverse Path Forwarding（URPF）は、ルータで受信されたパケットの送信元 IP アドレスを検証するためのメカニズムです。URPF を設定されたルータは、FIB テーブルでリバース パス ルックアップを実行して、送信元 IP アドレスの存在を確認します。送信元 IP アドレスがテーブルにリストされていれば、送信元は到達可能かつ有効です。送信元 IP アドレスが FIB テーブルにない場合、パケットはルータによって悪意のあるものとして扱われ、廃棄されます。

ルータでは、ルーズ モードでの URPF の使用がサポートされています。URPF ルーズ モードは、ルータが FIB 内の送信元 IP アドレスのプレフィックスのみを検証し、パケットがルータに到達するために使用するインターフェイスは検証しないように設定されている場合に有効となっています。ルーズモードを設定することで、代替インターフェイスを使用してルータに到達する正当なトラフィックが悪意のあるものと誤解されることがなくなります。URPF ルーズ モードは、マルチホーム プロバイダー エッジ ネットワークで非常に役立ちます。

• URPF ルーズ モードの設定 （67 ページ）

URPF ルーズ モードの設定

ここでは、IPv4 と IPv6 の両方のネットワークに対し、ルータに URPF ルーズ モードを設定する方法について説明します。

はじめる前に

ルータにURPFルーズモードを設定する前に、ここで説明するように、ライン カードのデフォルト スケールを無効にする必要があります。

（注） IPv6 uRPF 設定では、すべてのタイプのカード（TCAM カードと非 TCAM カードの両方）に対し、**hw-module fib ipv6 scale internet-optimized-disable** コマンドが必要です。デフォルトでは、IPv6 はプレフィックスに内部メモリを使用します。したがって、**hw-module fib ipv6 scale internet-optimized-disable** コマンドを設定してから、ライン カードをリロードする必要があります。

（注） ライン カードは、デフォルト スケールを無効にした後でリロードする必要があります。このようにするのは、**hw-module** コマンドの設定がすぐに有効になるようにするためです。

すべてのタイプの非 TCAM ライン カードの場合：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# hw-module fib ipv4 scale host-optimized-disable
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# hw-module fib ipv6 scale internet-optimized-disable
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# commit
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# end
RP/0/RP0/cpu 0: router# reload location all
Proceed with reload? [confirm]
```

設定

ルータに URPF ルーズ モードを設定するには、次の設定を使用します。

（注） URPF を動作させるには、（この項で説明するとおり）IPv4 コマンドと IPv6 コマンドの両方を設定する必要があります。

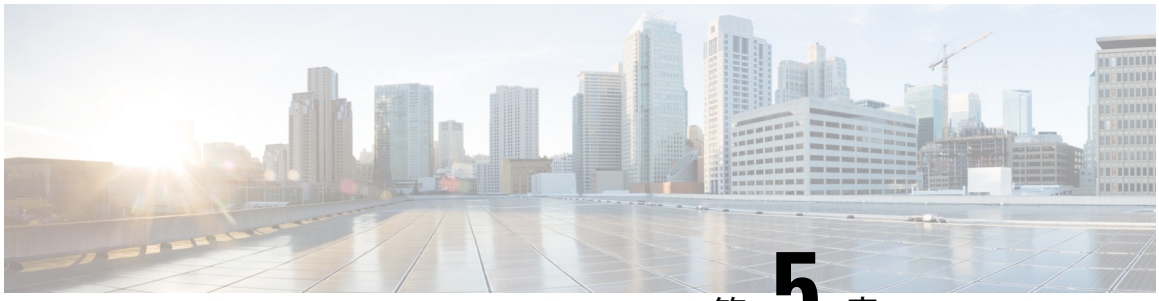
```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# interface bundle-ether1
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-if)# ipv4 address 10.0.0.1 255.255.255.0
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-if)# ipv4 verify unicast source reachable-via any
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-if)# ipv6 address 2001::1/64
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-if)# ipv6 verify unicast source reachable-via any
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-if)# commit
```

実行コンフィギュレーション

次のように設定されていることを確認します。

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-if)# show running-config
Thu Jul 27 14:40:38.167 IST
...
!
interface Bundle-Ether1
 ipv4 address 10.0.0.1 255.255.255.0
 ipv4 verify unicast source reachable-via any
ipv6 address 2001::1/64
 ipv6 verify unicast source reachable-via any
!
```

これで、ルータに URPF ルーズ モードが正常に設定されました。



第 5 章

管理プレーン保護の実装

管理プレーン保護（MPP）機能では、ネットワーク管理パケットのデバイスへの着信を許可するインターフェイスを制限できます。ネットワーク オペレータは MPP 機能を使用して、1 つ以上のルータ インターフェイスを管理インターフェイスとして指定できます。

MPP 保護機能は、MPP 配下のすべての管理プロトコルと同様、デフォルトではディセーブルになっています。インターフェイスをアウトオブバンドまたはインバンドとして設定すると、MPP が自動的に有効になります。これにより、MPP 配下のすべてのプロトコルもイネーブルになります。MPP がディセーブルでプロトコルがアクティブな場合、トラフィックはすべてのインターフェイスを通過できます。

アクティブなプロトコルが存在する状態で MPP がイネーブルになると、管理トラフィックを許可するデフォルトの管理インターフェイスはルートプロセッサ（RP）およびスタンバイ ルート プロセッサ（SRP）のイーサネット インターフェイスのみになります。MPP をイネーブルにする他のすべてのインターフェイスについては、手動で管理インターフェイスとして設定する必要があります。

以後は、デフォルト管理インターフェイスと事前に MPP インターフェイスとして設定したインターフェイスのみがデバイス宛のネットワーク管理パケットを受け付けます。他のすべてのインターフェイスは、デバイス宛のネットワーク管理パケットをドロップします。論理インターフェイス（またはデータ プレーンに存在しない他のすべてのインターフェイス）は、入力物理インターフェイスに基づいてパケットをフィルタリングします。

管理プレーン保護の利点

MPP 機能を設定すると、次の利点があります。

- すべてのインターフェイスで管理プロトコルを許可することを超える、デバイスの管理目的でのアクセス制御。

- 非管理インターフェイスでのデータ パケットのパフォーマンス向上。
- ネットワークの拡張性のサポート。
- インターフェイス単位のアクセス コントロール リスト（ACL）を使用することによる、デバイスへの管理アクセス制限の作業の簡易化。
- デバイスへのアクセスを制限するために必要な ACL 数の削減。
- スイッチングインターフェイスおよびルーティングインターフェイス上でパケットフラッディングの CPU への到達を防止。

管理プレーン保護の実装に関する制約事項

管理プレーン保護（MPP）の実装には次の制約事項があります。

- 現在、MPP は拒否またはドロップされたプロトコル要求を追跡していません。
- MPP 設定では、プロトコル サービスをイネーブルにはできません。MPP はさまざまなインターフェイスでサービスを利用可能にする役割のみを果たします。プロトコルは明示的にイネーブル化されます。
- インバンドインターフェイスで受信する管理要求は、その場で必ずしも認知されるわけではありません。
- MPP設定に加えた変更は、その変更よりも前に確立されているアクティブなセッションには影響を与えません。
- 現在、MPP は、TFTP、Telnet、簡易ネットワーク管理プロトコル（SNMP）、セキュアシェル（SSH）、XML、Netconf などのプロトコルに対して着信する管理要求のみを制御します。
- MPP は MIB をサポートしていません。

インバンドインターフェイスの管理プレーン保護のデバイスの設定

インバンド管理インターフェイスは、データ転送パケットだけでなく管理パケットも処理する、物理インターフェイスまたは論理インターフェイスです。インバンド管理インターフェイスは、共有管理インターフェイスとも呼ばれています。ネットワークに追加した直後のデバイスや、ネットワークですでに動作しているデバイスを設定するには、この作業を実行します。この作業では、特定のインターフェイスを通じてのみTelnetのルータへのアクセスが許可されるインバンドインターフェイスとして、MPP を設定する方法について説明します。

デフォルトでないVRFでインバンドMPPインターフェイスを設定するには、次の作業を追加で実行します。

- デフォルトでないインバンド VRF のインターフェイスを設定します。
- グローバル インバンド VRF を設定します。
- Telnet の場合は、インバンド VRF に対して Telnet VRF サーバを設定します。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 control-plane

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# control-plane
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-ctrl)#
```

コントロール プレーン コンフィギュレーション モードを開始します。

ステップ 3 management-plane

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-ctrl)# management-plane
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-mpp)#
```

管理プレーン保護を設定してプロトコルを許可および拒否し、管理プレーン保護コンフィギュレーション モードを開始します。

ステップ 4 inband

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-mpp)# inband
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-mpp-inband)#
```

インバンド インターフェイスを設定し、管理プレーン保護インバンド コンフィギュレーション モードを開始します。

ステップ 5 **interface** {*type instance* | **all**}

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-mpp-inband)# interface HundredGigE 0/9/0/0
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-mpp-inband-Gi0_0_1_0)#
```

特定のインバンド インターフェイスを設定するか、すべてのインバンド インターフェイスを設定します。管理プレーン保護インバンド インターフェイス コンフィギュレーション モードを開始するには、**interface** コマンドを使用します。

- **all** キーワードを使用して、すべてのインターフェイスを設定します。

ステップ 6 **allow** {*protocol* | **all**} [**peer**]

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-mpp-inband-Gi0_0_1_0)# allow Telnet peer
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-telnet-peer)#
```

指定されたプロトコルまたはすべてのプロトコルに対するインバンド インターフェイスとして、インターフェイスを設定します。

- *protocol* 引数を使用して、指定管理インターフェイスで管理プロトコルを許可します。
  - SNMP（バージョンも）
  - セキュア シェル（v1 および v2）
  - TFTP
  - Telnet
  - Netconf
  - XML
- **all** キーワードを使用して、プロトコルのリストで指定されるすべての管理トラフィックを許可するようにインターフェイスを設定します。
- （任意）**peer** キーワードを使用して、インターフェイスでピア アドレスを設定します。

ステップ 7 **address ipv4** {*peer-ip-address* | *peer ip-address/length*}

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-telnet-peer)# address ipv4 10.1.0.0/16
```

このインターフェイス上で管理トラフィックが許可されるピア IPv4 アドレスを設定します。

- *peer-ip-address* 引数を使用して、このインターフェイス上で管理トラフィックが許可されるピア IPv4 アドレスを設定します。
- *peer ip-address/length* 引数を使用して、ピア IPv4 アドレスのプレフィックスを設定します。

ステップ 8 **commit**

ステップ 9 **show mgmt-plane** [**inband** |] [**interface** {*type instance*}]

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# show mgmt-plane inband interface HundredGigE 0/9/0/0
```

インターフェイスのタイプやインターフェイスでイネーブルにされるプロトコルなど、管理プレーンに関する情報を表示します。

- （任意）**inband** キーワードを使用して、管理パケットおよびデータ転送パケットを処理するインターフェイスであるインバンド管理インターフェイスの設定を表示します。
- （任意）**interface** キーワードを使用して、特定のインターフェイスの詳細を表示します。

アウトオブバンドインターフェイスの管理プレーン保護のデバイスの設定

アウトオブバンドは、管理プロトコル トラフィックの転送または処理だけを許可するインターフェイスを意味します。アウトオブバンド管理インターフェイスは、ネットワーク管理トラフィックだけを受信するようネットワーク オペレータによって定義されます。転送（またはカスタマー）トラフィックの利点は、ルータの管理が妨害されないことであり、これにより、サービス拒否攻撃の可能性が大幅に低減します。

アウトオブバンド インターフェイスは、アウトオブバンド インターフェイス間のトラフィックのみを転送するか、ルータ宛の管理パケットを終端します。また、アウトオブバンド インターフェイスをダイナミック ルーティング プロトコルに加えることができます。サービス プロバイダーはルータのアウトオブバンドインターフェイスに接続し、ルータが提供可能なすべてのルーティング ツールおよびポリシー ツールを使用して、独立したオーバーレイ管理ネットワークを構築します。

アウトオブバンド MPP インターフェイスを設定するには、次の作業を実行します。

- アウトオブバンド VRF のインターフェイスを設定します。
- グローバル アウトオブバンド VRF を設定します。
- Telnet の場合は、アウトオブバンド VRF に対して Telnet VRF サーバを設定します。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 control-plane

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# control-plane
```

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-ctrl)#
```

コントロール プレーン コンフィギュレーション モードを開始します。

ステップ 3 management-plane

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-ctrl)# management-plane
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-mpp)#
```

管理プレーン保護を設定してプロトコルを許可および拒否し、管理プレーン保護コンフィギュレーション モードを開始します。

ステップ 4 out-of-band

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-mpp)# out-of-band
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-mpp-outband)#
```

帯域外インターフェイスまたはプロトコルを設定し、管理プレーン保護帯域外コンフィギュレーション モードを開始します。

ステップ 5 **vrf** *vrf-name*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-mpp-outband)# vrf target
```

帯域外インターフェイスのバーチャルプライベートネットワーク（VPN）Routing and Forwarding（VRF; VPN ルーティングおよび転送）リファレンスを設定します。

- *vrf-name* 引数を使用して、VRF に名前を割り当てます。

ステップ 6 **interface** {*type instance* | **all**}

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-mpp-outband)# interface HundredGigE 0/9/0/0
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-mpp-outband-if)#
```

特定のアウトオブバンド インターフェイス、またはすべてのアウトオブバンド インターフェイスをアウトオブバンドインターフェイスとして設定します。管理プレーン保護アウトオブバンド コンフィギュレーション モードを開始するには、**interface** コマンドを使用します。

- **all** キーワードを使用して、すべてのインターフェイスを設定します。

ステップ 7 **allow** {*protocol* | **all**} [**peer**]

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-mpp-outband-if)# allow TFTP peer
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-tftp-peer)#
```

指定されたプロトコルまたはすべてのプロトコルに対するアウトオブバンドインターフェイスとして、インターフェイスを設定します。

- *protocol* 引数を使用して、指定管理インターフェイスで管理プロトコルを許可します。
  - HTTP または HTTPS
  - SNMP（バージョンも）
  - セキュア シェル（v1 および v2）
  - TFTP
  - Telnet
  - Netconf
- **all** キーワードを使用して、プロトコルのリストで指定されるすべての管理トラフィックを許可するようにインターフェイスを設定します。
- （任意）**peer** キーワードを使用して、インターフェイスでピア アドレスを設定します。

ステップ 8 **address ipv6** {*peer-ip-address* | *peer ip-address/length*}

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config-tftp-peer)# address ipv6 33::33
```

このインターフェイス上で管理トラフィックが許可されるピア IPv6 アドレスを設定します。

- *peer-ip-address* 引数を使用して、このインターフェイス上で管理トラフィックが許可されるピア IPv6 アドレスを設定します。
- *peer ip-address/length* 引数を使用して、ピア IPv6 アドレスのプレフィックスを設定します。

ステップ 9 **commit**

ステップ 10 **show mgmt-plane** [**inband** | **out-of-band**] [**interface** {*type instance*} | **vrf**]

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# show mgmt-plane out-of-band interface HundredGigE 0/9/0/0
```

インターフェイスのタイプやインターフェイスでイネーブルにされるプロトコルなど、管理プレーンに関する情報を表示します。

- （任意）**inband** キーワードを使用して、管理パケットおよびデータ転送パケットを処理するインターフェイスであるインバンド管理インターフェイスの設定を表示します。
- （任意）**out-of-band** キーワードを使用して、アウトオブバンド インターフェイス設定を表示します。
- （任意）**interface** キーワードを使用して、特定のインターフェイスの詳細を表示します。
- （任意）**vrf** キーワードを使用して、アウトオブバンドインターフェイスのバーチャル プライベート ネットワーク（VPN）ルーティングおよび転送リファレンスを表示します。

例

次に、MMP 下での特定の IP アドレスに対するインバンドおよびアウトオブバンド インターフェイスを設定する例を示します。

```
configure
 control-plane
  management-plane
   inband
    interface all
     allow SSH
     !
    interface HundredGigE 0/9/0/0
     allow all
     allow SSH
     allow Telnet peer
      address ipv4 10.1.0.0/16
    !
   !
    interface HundredGigE 0/9/0/0
     allow Telnet peer
      address ipv4 10.1.0.0/16
     !
    !
   !
   out-of-band
    vrf my_out_of_band
    interface HundredGigE 0/9/0/0
     allow TFTP peer
      address ipv6 33::33
     !
    !
   !
  !
 !

show mgmt-plane

Management Plane Protection

inband interfaces
```

```
----------------------

interface - HundredGigE0_9_0_0
        ssh configured -
                All peers allowed
        telnet configured -
                peer v4 allowed - 10.1.0.0/16
        all configured -
                All peers allowed
interface - HundredGigE0_9_0_0
        telnet configured -
                peer v4 allowed - 10.1.0.0/16

interface - all
        all configured -
                All peers allowed

outband interfaces
----------------------
interface - HundredGigE0_9_0_0
        tftp configured -
                peer v6 allowed - 33::33

show mgmt-plane out-of-band vrf

Management Plane Protection -
        out-of-band VRF - my_out_of_band
```

管理プレーン保護の実装について

管理プレーン保護機能をイネーブルにする前に、次の概念について理解しておく必要があります。

インターフェイス上のピア フィルタリング

ピア フィルタリング オプションでは、特定のピアまたはピア範囲からの管理トラフィックの設定を許可します。

コントロール プレーン保護

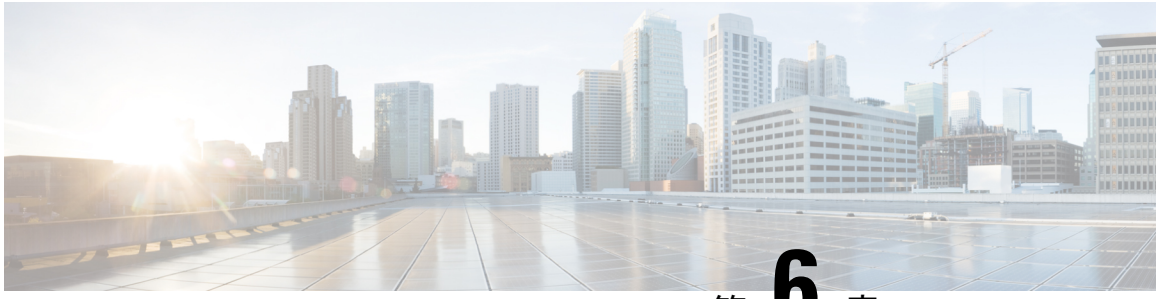
コントロール プレーンは、ルート プロセッサ上のプロセス レベルで稼働するプロセスの集合であり、ほとんどの Cisco ソフトウェアの機能に高レベルの制御を提供します。直接的または間接的にルータを宛先とするすべてのトラフィックは、コントロールプレーンによって処理されます。管理プレーン保護はコントロール プレーン インフラストラクチャ内で動作します。

管理プレーン

管理プレーンは、ルーティングプラットフォームの管理に関連するすべてのトラフィックの論理的なパスです。層およびプレーンで構成される通信アーキテクチャの 3 つのプレーンの 1 つである管理プレーンは、ネットワークの管理機能を実行し、すべてのプレーン（管理、制御、

およびデータ）間で機能を調整します。また、管理プレーンはネットワークとの接続を通じてデバイスの管理に使用されます。

管理プレーンで処理されるプロトコルの例は、簡易ネットワーク管理プロトコル（SNMP）、Telnet、SSH、XML および Netconf です。これらの管理プロトコルは、モニタリングやコマンドライン インターフェイス（CLI）のアクセスに使用されます。デバイスに対し、内部送信元（信頼ネットワーク）へのアクセスを制限することが重要です。



第 6 章

gRPC プロトコル

Google 定義されたリモート プロシージャ コール（gRPC）は、オープンソースの RPC フレームワークです。これはプロトコル バッファ（Protobuf）に基づいたオープンソースのバイナリシリアル化プロトコルです。gRPC は、XML などの構造化されたデータをシリアル化するための柔軟で効率的な自動メカニズムですが、小型で使いやすくなっています。ユーザは、.proto ファイルにプロトコル バッファ メッセージ タイプを定義することで構造を定義する必要があります。各プロトコル バッファ メッセージは、一連の名前と値のペアを含む情報の小型の論理レコードです。

Cisco gRPC インターフェイス定義言語（IDL）は、一連のサポートされている RPC（get-config、merge-config、replace-config、cli-config、delete-config、cli-show、get-models、action-json、commit、commit-replace など）を使用します。gRPC サーバは Extensible Manageability Services Daemon（EMSD）プロセス内で動作します。gRPC クライアントは任意のマシン上に配置できます。

gRPC は要求および応答をバイナリでエンコードします。gRPC は、Protobuf とともに他のコンテンツ タイプに拡張可能です。gRPC の Protobuf バイナリ データ オブジェクトは HTTP/2 を介して転送されます。

（注） gRPC を有効にする前に、TLS を設定することを推奨します。gRPC プロトコルを有効にすると、TCP で TLS が有効になっていないデフォルトの HTTP/2 トランスポートが使用されます。gRPC では、すべての gRPC 要求に対して AAA 認証および認可が義務付けられています。TLS が設定されていない場合、認証クレデンシャルは暗号化されていないネットワークを介して転送されます。非 TLS モードは、セキュアな内部ネットワークでのみ使用できます。

gRPC はクライアントとサーバ間の分散型のアプリケーションやサービスをサポートします。gRPC はサーバとクライアント間の設定データと運用データを交換するためにデバイス管理サービスを構築するインフラストラクチャを提供します。そのデータの構造は YANG モデルによって定義されます。

- サードパーティ製アプリケーションのためのトラフィック保護の制限事項 （82 ページ）
- gRPC を介したサードパーティ製アプリケーションのためのトラフィック保護の前提条件（82 ページ）
- サードパーティ製アプリケーションのための MPP の設定 （82 ページ）

• サードパーティ製アプリケーションのためのトラフィック保護のトラブルシューティング（83 ページ）

サードパーティ製アプリケーションのためのトラフィック保護の制限事項

サードパーティ製アプリケーションのためのトラフィック保護には、以下の制限事項が適用されます。

- TPA エントリがアクティブな RP 管理インターフェイスだけを使用して設定されている場合に冗長スイッチオーバーが実行されると、gRPC 接続が失敗します。

gRPCを介したサードパーティ製アプリケーションのためのトラフィック保護の前提条件

gRPC が設定されていることを確認します。

gRPC の設定

```
Router(config)# grpc port port-number
Router(config)# grpc no-tls
Router(config-grpc)# commit
```

実行コンフィギュレーション

```
Router# show running-config grpc

grpc port 57600
 no-tls
!
```

サードパーティ製アプリケーションのためのMPPの設定

次のタスクは、サードパーティ製アプリケーションのためのトラフィック保護を設定する方法を示しています。

```
RP/0/0/CPU0:ios#configure
RP/0/0/CPU0:ios(config)#tpa
RP/0/0/CPU0:ios(config-tpa)#vrf default
RP/0/0/CPU0:ios(config-tpa-vrf)#address-family ipv4
RP/0/0/CPU0:ios(config-tpa-vrf-afi)#protection
RP/0/0/CPU0:ios(config-tpa-vrf-afi-prot)#allow protocol tcp local-port port-number
remote-address IP remote address interface interface-name local-address IP local address
```

実行コンフィギュレーション

```
Router# show running-config
tpa
vrf-default
address-family ipv4
protection
allow protocol tcp local-port 57600 remote-address 10.0.0.2/32 local-address 192.168.0.1/32
allow protocol tcp local-port 57600 remote-address 10.0.1.1/24 local-address 192.168.0.1/32
allow protocol tcp local-port 57600 remote-address 10.0.2.3/24 local-address 192.168.0.1/32


address-family ipv6
allow protocol tcp local-port 57600 remote-address 2001:DB8::1/128 local-address
2001:DB8:0:ABCD::1/128
allow protocol tcp local-port 57600 remote-address 2001:DB8::1/128 local-address
2001:DB8:0:ABCD::1/128
allow protocol tcp local-port 57600 remote-address 2001:DB8::1/128 local-address
2001:DB8:0:ABCD::1/128
   !
  !
!
```

サードパーティ製アプリケーションのためのトラフィック保護のトラブルシューティング

次の show コマンドの出力は、TPA が設定されているかどうかを確認します。

```
Router# show running-config grpc

grpc
 no-tls
!
```

次の show コマンドの出力は、TPA の設定を表示しています。

```
Router# show running-config tpa


  tpa
   vrf default
    address-family ipv4
    allow local-port 57600 protocol tcp inter mgmtEth 0/RP0/CPU0/0 local-address
192.168.0.1/32 remote-address 10.0.0.2/32
    !
```

TPA を使用しない gRPC の設定

```
Router# show kim lpts database

State:
 Prog - Programmed in hardware
 Cfg  - Configured, not yet programmed
 Ovr  - Not programmed, overridden by user configuration
 Intf - Not programmed, interface does not exist

Owner  AF Proto State       Interface      VRF          Local ip,port > Remote ip,port
------ -- ----- ----- -------------- ------------ ------------------------------
Linux   2     6         Prog                          global-vrf            any,57600
 > any,0
```

```
Router# show lpts bindings brief | include TPA
 0/RP0/CPU0 TPA  LR IPV4 TCP    default   any          any,57600 any
```

TPA を使用する gRPC の設定

次の show コマンドの出力は、LPTS データベースに設定されている内容を表示しています。また、gRPC の設定がフィルタを使用せずに Linux によって所有されているかどうかも確認します。

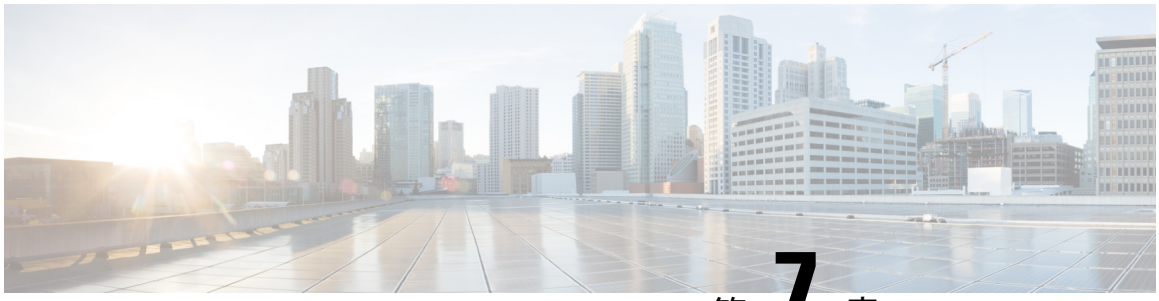
```
Router# show kim lpts database

State:
 Prog - Programmed in hardware
 Cfg  - Configured, not yet programmed
 Ovr  - Not programmed, overridden by user configuration
 Intf - Not programmed, interface does not exist

Owner  AF Proto State Interface      VRF          Local ip,port > Remote ip,port
------ -- ----- ----- -------------- ------------ ------------------------------
Client  2     6 Prog                 default      192.168.0.1/32,57600  > 10.0.0.2/32,0
Linux   2     6 Ovr                  global-vrf   any,57600  > any,0
```

```
Router# show lpts bindings brief | include TPA

 0/RP0/CPU0 TPA  LR IPV4 TCP    default   Mg0/RP0/CPU0/0 192.168.0.1,57600 10.0.0.2
Router#
Router# 0/RP0/ADMIN0:Mar 19 15:22:26.837 IST: pm[2433]:
%INFRA-Process_Manager-3-PROCESS_RESTART : Process tams (IID: 0) restarted
```



第 7 章

セキュア シェルの実装

セキュア シェル（SSH）は、Berkeley の r ツールへのセキュアな置換を提供するアプリケーションおよびプロトコルです。プロトコルは標準の暗号メカニズムを使用してセッションの安全を確保します。アプリケーションは Berkeley の **rexec** および **rsh** ツールと同様に使用できます。

SSH サーバとして、SSH バージョン 1（SSHv1）と SSH バージョン 2（SSHv2）の 2 種類のバージョンを使用できます。SSHv1 は Rivest、Shamir、Adelman（RSA）キーを使用し、SSHv2 はデジタル署名アルゴリズム（DSA）キーまたは Rivest、Shamir、Adelman（RSA）キー、または楕円曲線デジタル署名アルゴリズム（ECDSA）キーを使用します。Cisco ソフトウェアは SSHv1 と SSHv2 の両方をサポートしています。

このモジュールでは、セキュア シェルの実装方法について説明します。

セキュア シェルの実装

セキュア シェル（SSH）は、Berkeley の r ツールへのセキュアな置換を提供するアプリケーションおよびプロトコルです。プロトコルは標準の暗号メカニズムを使用してセッションの安全を確保します。アプリケーションは Berkeley の **rexec** および **rsh** ツールと同様に使用できます。

SSH サーバとして、SSH バージョン 1（SSHv1）と SSH バージョン 2（SSHv2）の 2 種類のバージョンを使用できます。SSHv1 は Rivest、Shamir、Adelman（RSA）キーを使用し、SSHv2 はデジタル署名アルゴリズム（DSA）キーまたは Rivest、Shamir、Adelman（RSA）キー、または楕円曲線デジタル署名アルゴリズム（ECDSA）キーを使用します。Cisco ソフトウェアは SSHv1 と SSHv2 の両方をサポートしています。

このモジュールでは、セキュア シェルの実装方法について説明します。

セキュアシェルの実装に関する前提条件

セキュア シェルを実装するには、次の前提条件を満たす必要があります。

- 必要なイメージをルータにダウンロードします。SSH サーバと SSH クライアントでは、暗号化パッケージ（データ暗号規格（DES）、トリプルDES、およびAES）をシスコからご使用のルータにダウンロードする必要があります。

（注） Cisco IOS XR ソフトウェア Release 7.0.1 以降では、SSH および SFTP コンポーネントはベースライン Cisco IOS XR ソフトウェア イメージ自体で使用できます。詳細については、「ベースライン Cisco IOS XR ソフトウェアイメージの SSH および SFTP（86 ページ）」を参照してください。

- ローカル アクセスまたはリモート アクセス用にユーザ認証を設定します。認証、許可、アカウンティング（AAA）の有無に関係なく、認証を設定できます。
- AAA 認証および認可はセキュア ファイル転送プロトコル（SFTP）で機能するように正しく設定されている必要があります。

ベースライン Cisco IOS XR ソフトウェアイメージの SSH および SFTP

Cisco IOS XR ソフトウェア Release 7.0.1 以降では、Cisco IOS XR セキュリティパッケージ（k9sec パッケージ）に含まれていた管理プレーンとコントロールプレーンのコンポーネントがベース Cisco IOS XR ソフトウェア イメージに移動されています。これには、SSH、SCP、SFTP が含まれます。ただし、データ プレーン コンポーネント（Dot1x など）は、輸出コンプライアンス規制に従ってセキュリティパッケージの一部として保持されます。このパッケージコンポーネントの分離により、ソフトウェアのモジュール化が進みます。また、要件に従って柔軟にセキュリティパッケージを含めたり除外したりできます。

コントロールプレーンがFIPS認定アルゴリズムをネゴシエートできるように、ベースパッケージとセキュリティパッケージは FIPS に対応しています。

セキュア シェルの実装に関する制約事項

SSH の基本的な制約事項と SFTP 機能の制限は、次のとおりです。

- 外部クライアントがルータに接続するには、ルータにRSA（SSHv1またはSSHv2の場合）またはDSA（SSHv2の場合）またはECDSA（SSHv2の場合）キー ペアが設定されている必要があります。ルータから外部ルーティング デバイスに SSH クライアント接続を開始する場合、ECDSA、DSA および RSA キーは必要ありません。これは SFTP も同様です。SFTP はクライアント モードでのみ動作するため、ECDSA、DSA および RSA キーは必要ありません。
- SFTP が正常に動作するには、リモート SSH サーバは SFTP サーバ機能をイネーブルにする必要があります。たとえば、**/etc/ssh2/sshd2_config** などの行を使用して、SFTP サブシステムを処理するように SSHv2 サーバを設定します。
- **subsystem-sftp /usr/local/sbin/sftp-server**

- SFTP サーバは通常パブリック ドメインの SSH パッケージの一部として含まれており、デフォルトの構成では有効になっています。
- SFTP は、SFTP サーバ バージョン OpenSSH_2.9.9p2 以上と互換性があります。
- SSH サーバおよび SFTP サーバでは、RSA ベースのユーザ認証がサポートされています。ただし、SSH クライアントではこの認証はサポートされていません。
- サポートされるアプリケーションは、実行シェルおよび SFTP のみです。
- SFTP クライアントは、ワイルドカード（* ?、[]）を含むリモート ファイル名をサポートしません。ソース ファイルをルータにダウンロードするには、ユーザは **sftp** コマンドを複数回発行するか、リモート ホストからすべてのソース ファイルを表示する必要があります。アップロードについては、この項の 1 番目から 3 番目までの箇条書きで示した問題が解決されている場合、ルータ SFTP クライアントはワイルドカードを使用した複数ファイルの指定をサポートできます。
- SSH サーバの暗号化設定は、AES128、AES192、AES256、トリプル DES の順です。サポートされていない暗号の場合、サーバはクライアントの要求をすべて拒否し、SSH セッションは続行されません。
- vt100 以外の端末タイプの使用はサポートされていません。この場合、ソフトウェアは警告メッセージを生成します。
- SSH クライアントでは、パスワード メッセージとして「none」を使用することはサポートされていません。
- ルータ インフラストラクチャは UNIX 同様のファイル権限をサポートしていないため、ローカル デバイスに作成されたファイルは元の権限情報を失います。リモート ファイル システム上に作成されたファイルの場合、ファイル権限は宛先ホストの umask に従い、変更時間および最終アクセス時間はコピーの時間になります。

SSH の設定

SSH を設定するには、次のタスクを実行します。

（注） SSHv1 の設定では、ステップが 1 ～ 4 が必須です。SSHv2 の設定では、ステップ ～ステップ 4 はオプションです。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **hostname** *hostname*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# hostname router1
```

ルータのホスト名を設定します。

ステップ 3 **domain name** *domain-name*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# domain name cisco.com
```

このソフトウェアで使用するデフォルトのドメイン名を定義し、不完全なホスト名のドメインを補完します。

ステップ 4 **commit**

ステップ 5 **crypto key generate rsa** [**usage keys** | **general-keys**] [*keypair-label*]

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# crypto key generate rsa general-keys
```

RSA キー ペアを生成します。RSA キー モジュラスの範囲は 512 ～ 4096 ビットです。

- RSA キー ペアを削除するには、**crypto key zeroize rsa** コマンドを使用します。
- このコマンドは SSHv1 だけに使用されます。

ステップ 6 crypto key generate dsa

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# crypto key generate dsa
```

ルータでローカルおよびリモート認証を行う SSH サーバをイネーブルにします。サポートされているキーのサイズは 512、768 および 1024 ビットです。

- 推奨する最小絶対サイズは 1024 ビットです。
- DSA キー ペアを生成します。

  DSA キー ペアを削除するには、**crypto key zeroize dsa** コマンドを使用します。
- このコマンドは、SSHv2 だけに使用されます。

ステップ 7 **crypto key generate ecdsa** [**nistp256** | **nistp384** |**nistp521**]

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# crypto key generate ecdsa nistp256
```

ECDSA キーペアを生成します。サポートされている ECDSA 曲線タイプは、Nistp256、Nistp384 および Nistp521 です。

- ECDSA キー ペアを削除するには、**crypto key zeroize ecdsa [nistp256 | nistp384 | nistp521]** コマンドを使用します。

- このコマンドは SSHv2 だけに使用されます。

ステップ 8 configure

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# configure
```

モードを開始します。

ステップ 9 **ssh timeout** *seconds*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# ssh timeout 60
```

（任意）AAA へのユーザ認証に対するタイムアウト値を設定します。

- 設定された時間内にユーザ自身の認証が AAA に対してできないと、接続は中断されます。
- 値を設定しなければ、30 秒のデフォルト値が使用されます。範囲は 5 ～ 120 です。

ステップ 10 次のいずれかを実行します。

- **ssh server** [**vrf** *vrf-name*]
- ssh server v2

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# ssh server v2
```

- （任意）32 文字までの指定された VRF を使用して SSH サーバを起動します。VRF が指定されていない場合、デフォルトの VRF が使用されます。

  SSH サーバが指定された VRF の接続をこれ以上受信しないようにするには、このコマンドの **no** 形式を使用します。VRF が指定されていない場合、デフォルトが使用されます。

（注） SSH サーバは複数の VRF を使用するように設定できます。

- （任意）**ssh server v2** コマンドを使用して SSHv2 オプションを設定すると、SSH サーバは SSHv2 クライアントだけを受け入れるようになります。**ssh server v2** コマンドを選択すると、SSH v2 クライアント接続だけが許可されます。

ステップ 11 **commit**

ステップ 12 show ssh

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# show ssh
```

（任意）ルータへの着信および発信の SSHv1 接続と SSHv2 接続をすべて表示します。

ステップ 13 show ssh session details

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# show ssh session details
```

（任意）ルータに対する SSHv2 接続の詳細レポートを表示します。

ステップ 14 **show ssh history**

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# show ssh history
```

（オプション）終了した最後の 100 個の SSH 接続を表示します。

ステップ 15 **show ssh history details**

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# show ssh history details
```

（オプション）終了した最後の 100 個の SSH 接続を詳細情報とともに表示します。このコマンドは **show ssh session details** コマンドに似ていますが、セッションの開始時刻と終了時刻も示されます。

ステップ 16 **show tech-support ssh**

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router# show tech-support ssh
```

（オプション）システム情報を表示する `show` コマンドを自動的に実行します。

（注） SSH 接続のネゴシエーションを行う際の優先順位は、次のとおりです。

1. ecdsa-nistp-521
2. ecdsa-nistp-384
3. ecdsa-nistp-256
4. rsa
5. dsa

SSH ホストキーペアの自動生成

この機能により、DSA、ECDSA（**ecdsa-nistp256**、**ecdsa-nistp384**、**ecdsa-nistp521** など）および RSA アルゴリズムの SSH ホストキーペアを自動的に生成できます。そのため、ルータの起動後に各 SSH ホストキーペアを明示的に生成する必要がなくなります。キーはすでにシステムに存在しているため、SSH クライアントは、基本的な SSH 設定を使用してルータが起動し

た直後に SSH サーバとの接続を確立できます。これは特に、ゼロタッチプロビジョニング（ZTP）およびゴールデン ISO の起動シナリオで役立ちます。

このように自動化される前は、**crypto key generate** コマンドを実行して必要なホストキーペアを生成する必要がありました。

この機能が導入されたためホストキーペアは自動生成されますが、従来どおり SSH サーバで必要なアルゴリズムだけを柔軟に選択できます。このためには、XR コンフィギュレーション モードで **ssh server algorithms host-key** コマンドを使用します。または、XR EXEC モードで既存の **crypto key zeroize** コマンドを使用して、不要なアルゴリズムを削除することもできます。

この機能が導入される前は、XR EXEC モードで **crypto key generate** コマンドを実行して必要なホストキーペアを生成する必要がありました。

（注） バージョン 1 からバージョン 2 へのシステム アップグレード シナリオでは、すでにバージョン 1 で生成されている SSH ホストキーペアは自動的に生成されません。ホストキーペアは、バージョン 1 で生成されなかった場合にのみ自動的に生成されます。

SSH クライアントの設定

SSH クライアントを設定するには、次の作業を実行します。

手順

ステップ 1 **configure**

ステップ 2 **ssh client knownhost** *device* **:**/*filename*

例：

```
RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# ssh client knownhost slot1:/server_pubkey
```

（任意）この機能がクライアント側でサーバの公開キー（pubkey）を認証し、確認できるようにします。

（注） ファイル名の完全なパスが必要です。コロン（:）とスラッシュ（/）も必要です。

ステップ 3 **commit**

ステップ 4 **ssh** {*ipv4-address* | *ipv6-address* | *hostname*} [**username** *user-* **cipher** | **source-interface** *type instance*]

発信 SSH 接続をイネーブルにします。

- SSHv2 サーバを実行するには、VRF が必要です。これはデフォルトの VRF でも固有の VRF でも構いません。VRF に関する変更は SSH v2 サーバのみに適用されます。

- SSH クライアントにより、リモート ピアへの SSHv2 接続が試みられます。リモート ピアで SSHv1 サーバしかサポートされていない場合、そのピアでリモート サーバへの SSHv1 接続が内部生成されます。
- **cipher des** オプションは、SSHv1 クライアントでのみ使用可能です。
- SSHv1 クライアントは、3DES 暗号化アルゴリズム オプションだけをサポートします。このオプションは、これらの SSH クライアントに対してだけ、まだデフォルトで使用可能です。
- *hostname* 引数が使用され、ホストに IPv6 と IPv4 の両方のアドレスがある場合、IPv6 アドレスが使用されます。

- SSHv1 を使用しており、SSH 接続が拒否されている場合は、RSA キーペアがゼロ設定されているか、ルータの RSA キーペアが適切に生成されていない可能性があります。また、ユーザが SSHv1 クライアントを使用して接続している SSH サーバが SSHv1 接続を受け入れていない可能性もあります。ホスト名およびドメインを指定していることを確認します。次に、**crypto key generate rsa** コマンドを使用して RSA キーペアを生成し、SSH サーバをイネーブルにします。
- SSHv2 を使用しており、SSH 接続が拒否されている場合は、DSA、RSA ホストキーペアがゼロ設定されている可能性があります。前述の同様の手順に従って必要なホストキーペアを生成し、SSH サーバをイネーブルにしてください。
- ECDSA、RSA または DSA キー ペアを設定する場合、次のエラー メッセージが表示されることがあります。
  - No hostname specified

  hostname コマンドを使用して、ルータのホスト名を設定する必要があります。
  - No domain specified

  domain-name コマンドを使用して、ルータのホスト ドメインを設定する必要があります。
- 使用できる SSH 接続数は、ルータに設定されている仮想端末回線の最大数に制限されます。各 SSH 接続は vty リソースを使用します。
- SSH では、ルータで AAA によって設定されるローカル セキュリティまたはセキュリティ プロトコルが、ユーザ認証に使用されます。AAA を設定する場合、コンソール上で AAA を無効にするためにグローバル コンフィギュレーション モードでキーワードを適用することにより、コンソールが AAA の下で実行されていないことを確認する必要があります。

（注） PuTTY バージョン 0.63 以降を使用して SSH クライアントに接続する場合は、PuTTY 設定の [SSH] > [Bugs] で [Chokes on PuTTYs SSH2 winadj request] オプションを [On] に設定します。これにより、大量の出力が IOS XR から PuTTY クライアントに送信されるたびにセッションが中断する可能性を回避できます。

セキュア シェルの設定

次に、SSHv2サーバを設定する方法の例を示します。この例では、ホスト名を作成し、ドメイン名を定義し、DSA キー ペアを生成することでルータでのローカルおよびリモート認証に対して SSH サーバをイネーブルにし、SSH サーバを起動し、コンフィギュレーション ファイルを実行するためのコンフィギュレーション コマンドを保存します。

SSH の設定が完了すると、ルータで SFTP 機能が使用できます。

```
configure
hostname router1
domain name cisco.com
exit
crypto key generate rsa/dsa
configure
ssh server
end
```

暗号公開キーと HMAC アルゴリズムを制限する SSH 設定オプション

Cisco IOS XR ソフトウェアには、ルータとの SSH 接続の確立中にピアとネゴシエートされるキーアルゴリズムを制御する新しい設定オプションが用意されています。この機能を使用すると、デフォルトでは無効になっているセキュアでない SSH アルゴリズムを SSH サーバで有効にすることができます。また、新しい設定オプションを使用して、SSHクライアントがルータ上の SSH サーバへの接続中に HMAC アルゴリズムを選択しないように制限することもできます。

暗号のリストをデフォルトの暗号リストとして設定することもできるため、特定の暗号を柔軟に有効または無効にできます。

警告 セキュアでない SSH アルゴリズムを有効にする際には、セキュリティ攻撃の可能性を回避するように注意してください。

HMACアルゴリズムを無効にするには、XR コンフィギュレーション モードで **ssh server disable hmac hmac-sha1** コマンドを使用します。

必要な暗号を有効にするには、XR コンフィギュレーション モードで **ssh server enable cipher** コマンドを使用します。

次の暗号化アルゴリズムがサポートされています。

- aes128-cbc
- aes256-cbc
- aes128-ctr
- aes256-ctr
- AEAD_AES_128_GCM
- AEAD_AES_256_GCM
- aes128-gcm@openssh.com
- aes256-gcm@openssh.com

暗号の優先順位は次のとおりです。

aes128-ctr、aes192-ctr、aes256-ctr、aes128-gcm@openssh.com、aes256-gcm@openssh.com、aes128-cbc、aes192-cbc、aes256-cbc、3des-cbc。

SSH では、CBC ベースの暗号はデフォルトで無効になっています。これらの暗号を有効にするには、それぞれの CBC オプション（aes-cbc または 3des-cbc）を指定して **ssh server enable cipher** コマンドを使用できます。CTR ベースおよび GCM ベースの暗号はすべてデフォルトで有効になっており、現在、これらの暗号を制御する明示的な設定はありません。

（注） FIPS モードでは、デフォルトで無効になっているアルゴリズムを有効にすることはできません。同様に、これらのアルゴリズムのいずれかを有効にしている場合は、FIPS モードを有効にすることはできません。

HMAC アルゴリズムの無効化

HMAC アルゴリズムを無効にする設定例

```
Router(config)# ssh server disable hmac hmac-sha1
Router(config)#commit
```

実行コンフィギュレーション

```
ssh server disable hmac hmac-sha1
!
```

関連項目

暗号公開キーと HMAC アルゴリズムを制限する SSH 設定オプション （93 ページ）

関連コマンド

- **ssh server disable hmac**

暗号公開キーの有効化

暗号公開キーを有効にする設定例

クライアントとサーバですべての暗号を有効にするには、次のようにします。

ルータ 1：

```
Router(config)# ssh client algorithms cipher aes256-cbc aes256-ctr aes192-ctr aes192-cbc
 aes128-ctr aes128-cbc aes128-gcm@openssh.com aes256-gcm@openssh.com
```

ルータ 2：

```
Router(config)# ssh server algorithms cipher aes256-cbc aes256-ctr aes192-ctr aes192-cbc
 aes128-ctr aes128-cbc aes128-gcm@openssh.com aes256-gcm@openssh.com
```

クライアントで CTR 暗号、サーバで CBC 暗号を有効にするには、次のようにします。

ルータ 1：

```
Router(config)# ssh client algorithms cipher aes128-ctr aes192-ctr aes256-ctr
```

ルータ 2：

```
Router(config)# ssh server algorithms cipher aes128-cbc aes256-cbc aes192-cbc
```

クライアントとサーバで暗号を使用しない場合は、次のようにします。

ルータ 1：

```
Router(config)# no ssh client  algorithms  cipher
```

ルータ 2：

```
Router(config)# no ssh server  algorithms  cipher
```

クライアントとサーバで廃止されたアルゴリズムのみを有効にするには、次のようにします。

ルータ 1：

```
Router(config)# ssh client algorithms cipher aes-cbc 3des-cbc
```

ルータ 2：

```
Router(config)# ssh server algorithms cipher aes-cbc 3des-cbc
```

クライアントとサーバで廃止されたアルゴリズムを有効にし（**enable cipher** コマンドを使用）、CTR 暗号を有効にする（**algorithms cipher** コマンドを使用）には、次のようにします。

ルータ 1：

```
Router(config)# ssh client enable cipher aes-cbc 3des-cbc
Router(config)# ssh client algorithms cipher aes128-ctr aes192-ctr aes256-ctr
```

ルータ 2：

```
Router(config)# ssh server enable cipher aes-cbc 3des-cbc
Router(config)# ssh server algorithms cipher aes128-ctr aes192-ctr aes256-ctr
```

実行コンフィギュレーション

クライアントとサーバですべての暗号が有効になっている場合：

ルータ 1：

```
ssh client algorithms cipher aes256-cbc aes256-ctr aes192-ctr aes192-cbc aes128-ctr
aes128-cbc aes128-gcm@openssh.com aes256-gcm@openssh.com
!
```

ルータ 2：

```
ssh client algorithms cipher aes256-cbc aes256-ctr aes192-ctr aes192-cbc aes128-ctr
aes128-cbc aes128-gcm@openssh.com aes256-gcm@openssh.com
!
```

関連項目

暗号公開キーと HMAC アルゴリズムを制限する SSH 設定オプション （93 ページ）

関連コマンド

- **ssh client enable cipher**
- **ssh server enable cipher**
- **ssh client algorithms cipher**
- **ssh server algorithms cipher**

セキュア シェルの実装について

SSH を実装するには、次の概念について理解しておく必要があります。

SSH サーバ

SSH サーバの機能によって、SSH クライアントは Cisco ルータに対してセキュアで暗号化された接続を実行できます。この接続は、インバウンド Telnet 接続の機能と同様です。SSH 以前は、セキュリティは Telnet のセキュリティに限定されていました。SSH を Cisco ソフトウェアの認証と併用することで、強力な暗号化が可能になります。Cisco ソフトウェアの SSH サーバは、市販の一般的な SSH クライアントと相互運用できます。

SSH クライアント

SSH クライアント機能は、SSH プロトコルを介して実行されるアプリケーションで、認証と暗号化を行います。SSH クライアントによって、Cisco ルータは他の Cisco ルータ、または SSH サーバを実行する他のデバイスに対して、セキュアで暗号化された接続を実行できます。この接続は、接続が暗号化されている点を除き、アウトバウンド Telnet 接続の機能と同様です。認証と暗号化により、SSH クライアントは、セキュリティ保護されていないネットワーク上でもセキュアな通信を実現できます。

SSH クライアントは、市販の一般的な SSH サーバと連動します。SSH クライアントは、AES、3DES、メッセージ ダイジェスト アルゴリズム 5（MD5）、SHA1、およびパスワード認証の暗号をサポートしています。ユーザ認証はルータへの Telnet セッションで実行されます。SSH がサポートするユーザ認証メカニズムには、Remote Authentication Dial-In User Service（RADIUS）、TACACS+、およびローカルに格納されたユーザ名とパスワードを使用した認証があります。

SSH クライアントでは、発信パケットに DSCP 値を設定することができます。

```
ssh client dscp <value from 0 - 63>
```

設定しない場合は、（クライアントとサーバの両方の）パケットにデフォルトの DSCP 値 16 が設定されます。

SSH クライアントは次のオプションをサポートしています。

- DSCP：SSH クライアント セッションの DSCP 値。

```
RP/0/5/CPU0:router#configure
RP/0/5/CPU0:router(config)#ssh ?
  client   Provide SSH client service
  server   Provide SSH server service
  timeout  Set timeout value for SSH
RP/0/5/CPU0:router(config)#ssh client ?
```

- Knownhost：ローカル データベースでのホストの pubkey チェックをイネーブルにします。
- Source-interface：SSH クライアント セッションの送信元インターフェイス。

```
RP/0/5/CPU0:router(config)#ssh client source-interface ?
  ATM                 ATM Network Interface(s)
  BVI                 Bridge-Group Virtual Interface
  Bundle-Ether        Aggregated Ethernet interface(s)
  CEM                 Circuit Emulation interface(s)
  GigabitEthernet     GigabitEthernet/IEEE 802.3 interface(s)
  IMA                 ATM Network Interface(s)
  IMtestmain          IM Test Interface
  Loopback            Loopback interface(s)
  MgmtEth             Ethernet/IEEE 802.3 interface(s)
  Multilink           Multilink network interface(s)
  Null                Null interface
```

```
      PFItestmain           PFI Test Interface
      PFItestnothw          PFI Test Not-HW Interface
      PW-Ether              PWHE Ethernet Interface
      PW-IW                 PWHE VC11 IP Interworking Interface
      Serial                Serial network interface(s)
      VASILeft              VASI Left interface(s)
      VASIRight             VASI Right interface(s)
      test-bundle-channel   Aggregated Test Bundle interface(s)
      tunnel-ipsec          IPSec Tunnel interface(s)
      tunnel-mte            MPLS Traffic Engineering P2MP Tunnel interface(s)
      tunnel-te             MPLS Traffic Engineering Tunnel interface(s)
      tunnel-tp             MPLS Transport Protocol Tunnel interface
    RP/0/5/CPU0:router(config)#ssh client source-interface
    RP/0/5/CPU0:router(config)#
```

SSH では、次のようにリモート コマンドを実行することもできます。

```
RP/0/5/CPU0:router#ssh ?
  A.B.C.D  IPv4 (A.B.C.D) address
  WORD     Hostname of the remote node
  X:X::X   IPv6 (A:B:C:D...:D) address
  vrf      vrf table for the route lookup
RP/0/5/CPU0:router#ssh 1.1.1.1 ?
  cipher            Accept cipher type
  command           Specify remote command (non-interactive)
  source-interface  Specify source interface
  username          Accept userid for authentication
  <cr>
RP/0/5/CPU0:router#ssh 12.28.46.6 username admin command "show redundancy sum"
Password:


Wed Jan  9 07:05:27.997 PST
    Active Node    Standby Node
    -----------    ------------
       0/4/CPU0        0/5/CPU0 (Node Ready, NSR: Not Configured)

RP/0/5/CPU0:router#
```

SFTP 機能の概要

SSH には、SSHv2 で導入された新たな標準ファイル転送プロトコルである Standard File Transfer Protocol（SFTP）のサポートが含まれています。この機能は、ルータ設定またはルータ イメージ ファイルをコピーするセキュアで認証された方法を提供します。

SFTP クライアント機能は SSH コンポーネントの一部として提供され、ルータで常にイネーブルになっています。このため、適切なレベルのユーザは、ルータへのファイルのコピーおよびルータからのファイルのコピーが可能です。**copy** コマンドと同様に、**sftp** コマンドは XR EXEC モードでのみ使用できます。

SFTP クライアントは VRF 対応であるため、接続の試行時に特定の送信元インターフェイスに関連付けられた VRF を使用するようにセキュア FTP クライアントを設定することもできます。SFTP クライアントはインタラクティブ モードもサポートしています。このモードでは、ユーザはサーバにログインして特定の作業を UNIX サーバ経由で実行できます。

SFTP サーバは SSH サーバのサブシステムです。つまり、SSH サーバが SFTP サーバ要求を受信すると、SFTP API は SSH サーバに対して子プロセスとして SFTP サーバを作成します。新たな要求のたびに、新しい SFTP サーバ インスタンスが作成されます。

SFTP は、次の手順で新たな SFTP サーバを要求します。

- ユーザが必要な引数を指定して **sftp** コマンドを実行します
- SFTP API は SSH サーバと通信する子プロセスを内部に作成します
- SSH サーバは SFTP サーバ子プロセスを作成します
- SFTP サーバおよびクライアントは暗号化形式で相互に通信します
- SFTP 転送は LPTS ポリサー「SSH-Known」の影響を受けます。ポリサーの値が低いと、SFTP 転送の速度に影響します。

（注） IOS-XR ソフトウェア リリース 4.3.1 以降では、SSH-Known のデフォルトのポリサー値が 2500 pps から 300 pps にリセットされました。この変更により転送速度の低下が予想されます。このパントの原因となる LPTS ポリサー値を高い値に調整することにより、転送速度を上げることができます

SSH サーバが SSH クライアントと新たな接続を確立すると、サーバ デーモンは新たな SSH サーバ子プロセスを作成します。子サーバプロセスは、キー交換とユーザ認証プロセスによって、SSH クライアントとサーバとの間にセキュアな通信チャネルを構築します。SSH サーバがサブシステムを SFTP サーバにする要求を受信した場合、SSH サーバ デーモンは SFTP サーバ子プロセスを作成します。SFTP サーバ サブシステム要求を受信するたびに、新たな SSH サーバ子インスタンスおよび SFTP サーバ インスタンスが作成されます。SFTP サーバはユーザ セッションを認証し、接続を開始します。ユーザのデフォルトディレクトリおよびクライアントの環境を設定します。

初期化が実行されると、SFTP サーバはクライアントからの SSH_FXP_INIT メッセージを待機します。このメッセージは、ファイル通信セッションを開始するためには不可欠です。このメッセージの後に、クライアントの要求に基づいたメッセージが続く場合があります。ここでは、プロトコルは「要求応答」モデルを採用しています。クライアントがサーバに要求を送信すると、サーバはこの要求を処理し応答を送信します。

SFTP サーバは次の応答を表示します。

- ステータス応答
- 処理応答
- データ応答
- 名前応答

（注） サーバは、着信する SFTP 接続を受け付けるために稼働している必要があります。

RSA ベースのホスト認証

サーバの正当性を検証することは、セキュアな SSH 接続を実現する最初の手順です。このプロセスはホスト認証と呼ばれ、クライアントが有効なサーバに接続していることを確認するために実施されます。

ホスト認証はサーバの公開キーを使用して実行されます。サーバは、キー交換フェーズの間に公開キーをクライアントに提供します。クライアントはこのサーバの既知ホストのデータベースと、対応する公開キーをチェックします。クライアントでサーバの IP アドレスが見つからなかった場合は、ユーザに警告メッセージを表示し、ユーザは公開キーを保存するか廃棄するかを選択できます。サーバの IP アドレスは見つかったものの公開キーが一致しない場合、クライアントは接続を終了します。公開キーが有効な場合、サーバは検証され、セキュアなSSH接続が確立されます。

IOS XR SSH サーバおよびクライアントは、DSA ベースのホスト認証をサポートしていました。ただし、IOSなどの他の製品との互換性のため、RSAベースのホスト認証のサポートも追加されました。

RSA ベースのユーザ認証

SSH プロトコルにおいてユーザを認証する方法の 1 つに、RSA 公開キー ベースのユーザ認証があります。秘密キーの保持がユーザ認証の役割を果たします。この方法は、ユーザの秘密キーで作成した署名を送信することで機能します。各ユーザは RSA キーペアをクライアントマシンに保持しています。RSA キーペアの秘密キーはクライアントマシンに残ったままです。

ユーザは、ssh-keygen などの標準的なキー生成メカニズムを使用して、RSA 公開キーと秘密キーのキーペアをUNIXクライアント上に生成します。サポートされているキーの最大の長さは 4096 ビットで、最小の長さは 512 ビットです。次に、一般的なキー生成アクティビティの例を示します。

```
bash-2.05b$ ssh-keygen -b 1024 -t rsa
Generating RSA private key, 1024 bit long modulus
```

公開キーを正常にボックスにインポートするには、公開キーがBase64エンコード（バイナリ）形式である必要があります。インターネットで入手できるサード パーティのツールを使用して、キーをバイナリ形式に変換できます。

公開キーがルータにインポートされると、SSHクライアントは内部で「-o」オプションを使用して要求を指定することで、公開キー認証方式を使用できるようになります。次に例を示します。

```
client$ ssh -o PreferredAuthentications=publickey 1.2.3.4
```

公開キーが RSA 方式によってルータにインポートされていない場合、SSH サーバはパスワードベースの認証を開始します。公開キーがインポートされている場合、サーバは両方の方式の使用を提案します。SSHクライアントはいずれかの方式を使用して、接続を確立します。SSHクライアントからの発信接続の数は 10 まで許可されます。

現時点では、SSH バージョン 2 および SFTP サーバのみが RSA ベースの認証をサポートしています。

（注） 推奨される認証方法は SSH RFC に記載されています。RSA ベース認証のサポートはローカル認証のみです。TACACS/RADIUS サーバに対してはサポートされていません。

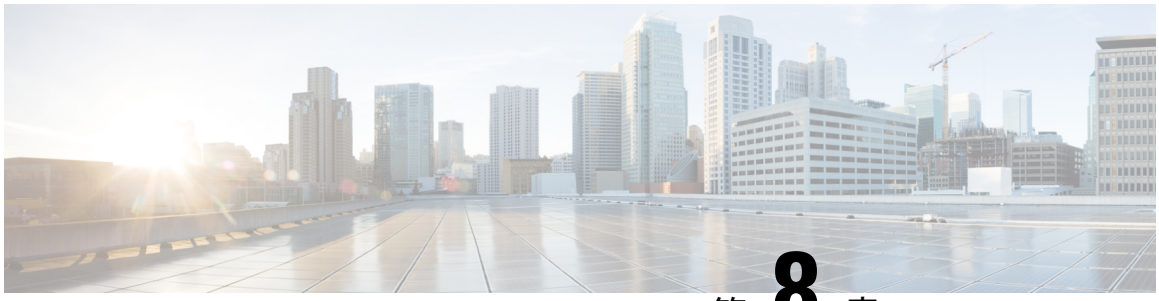
認証、許可、およびアカウンティング（AAA）は、Cisco ルータまたはアクセス サーバにアクセス コントロールを設定できる主要なフレームワークを提供する一連のネットワーク セキュリティ サービスです。

SSHv2 クライアント キーボード インタラクティブ認証

キーボードを使用して認証情報を入力する認証方式は、キーボードインタラクティブ認証と呼ばれます。この方式は、SSH プロトコルのインタラクティブな認証方式です。この認証方式では、SSH クライアントは、認証方法の基本的メカニズムを考慮することなく、さまざまな認証方法をサポートできます。

現在、SSHv2 クライアントはキーボード インタラクティブ認証をサポートしています。この認証方式は、インタラクティブなアプリケーションでのみ機能します。

（注） パスワード認証はデフォルトの認証方式です。キーボードインタラクティブ認証方式は、キーボードインタラクティブ認証のみをサポートするようにサーバが設定されている場合に選択されます。



第 8 章

合法的傍受の実装

合法的傍受とは、傍受対象の通信の合法的な傍受と監視です。回線交換とパケットのモードのネットワーク行う電子機器を用いて情報収集し、司法当局を支援することが世界中のサービスプロバイダーに合法的に求められます。

認可されたサービスプロバイダーの担当者のみが、法的に認可された傍受命令を処理および設定することを許可されています。ネットワーク管理者および技術者は、法的に認可された傍受命令、または進行中の傍受に関する知識を得ることを禁止されています。ルータにインストールされている傍受に関するエラー メッセージまたはプログラム メッセージは、コンソールには表示されません。

デフォルトでは、合法的傍受は Cisco IOS XR ソフトウェアに含まれていません。**ncs560-li-1.0.0.0-r66136I.x86_64.rpm** をインストールしてアクティブ化することによって、別途インストールする必要があります。

合法的傍受パッケージのアクティブ化と非アクティブ化の詳細については、「合法的傍受（LI）パッケージのインストール （107 ページ）」の項を参照してください。

合法的傍受の実装について

シスコの合法的傍受は、RFC3924 アーキテクチャと SNMPv3 プロビジョニング アーキテクチャに基づいています。SNMPv3 は、データの送信元を認証し、ルータから仲介デバイス（MD）への接続がセキュアであることを保証する要件に対応します。これにより、認可されていないパーティが傍受のターゲットを偽造できないようにします。

合法的傍受は、次の機能を提供します。

- SNMPv3 合法的傍受プロビジョニング インターフェイス
- 合法的傍受 MIB：CISCO-TAP2-MIB バージョン 2
- CISCO-IP-TAP-MIB は、IP 用のシスコの傍受機能を管理し、CISCO-TAP2-MIB とともに IP トラフィックの傍受に使用されます。
- IPv4 ユーザ データグラム プロトコル（UDP）の MD へのカプセル化
- 傍受されたパケットの MD への複製および転送

合法的傍受の実装に関する前提条件

合法的傍受の実装には、次の前提条件を満たす必要があります。

- ルータは、合法的傍受操作でコンテンツ傍受アクセスポイント（IAP）ルータとして使用されます。
- **プロビジョニングされたルータ**：ルータはプロビジョニング済みである必要があります。

  ヒント 合法的傍受のタップには、ループバック インターフェイスをプロビジョニングすると、他のインターフェイス タイプに比べて利点があります。

- **管理プレーンで SNMPv3 がイネーブルに設定されていること**：コマンドがルータのインターフェイス（ループバック インターフェイスが望ましい）に送信されるよう、管理プレーンが SNMP コマンドを受け付けられるようにします。これにより、メディエーション デバイス（MD）が物理インターフェイスと通信できるようになります。
- **VACM ビューが SNMP サーバ向けにイネーブルになっていること**：ビューベース アクセス制御モデル（VACM）ビューは、ルータでイネーブルになっている必要があります。
- **プロビジョニングされた MD**：詳細については、ご使用の MD に関するベンダーのマニュアルを参照してください。
- MD は **CISCO-TAP2-MIB** を使用して、コンテンツ IAP として動作しているルータと MD との間の通信をセットアップします。MD は **CISCO-IP-TAP-MIB** を使用して、傍受する IP アドレスとポート番号のフィルタをセットアップします。
- MD はネットワーク内の任意の場所に配置できますが、ターゲットの傍受に使用されているコンテンツ IAP ルータから到達可能である必要があります。MD はグローバル ルーティング テーブルからのみ到達可能で、VRF ルーティング テーブルからは到達不可である必要があります。

合法的傍受の実装に関する制約事項

合法的傍受には次の制限が適用されます。

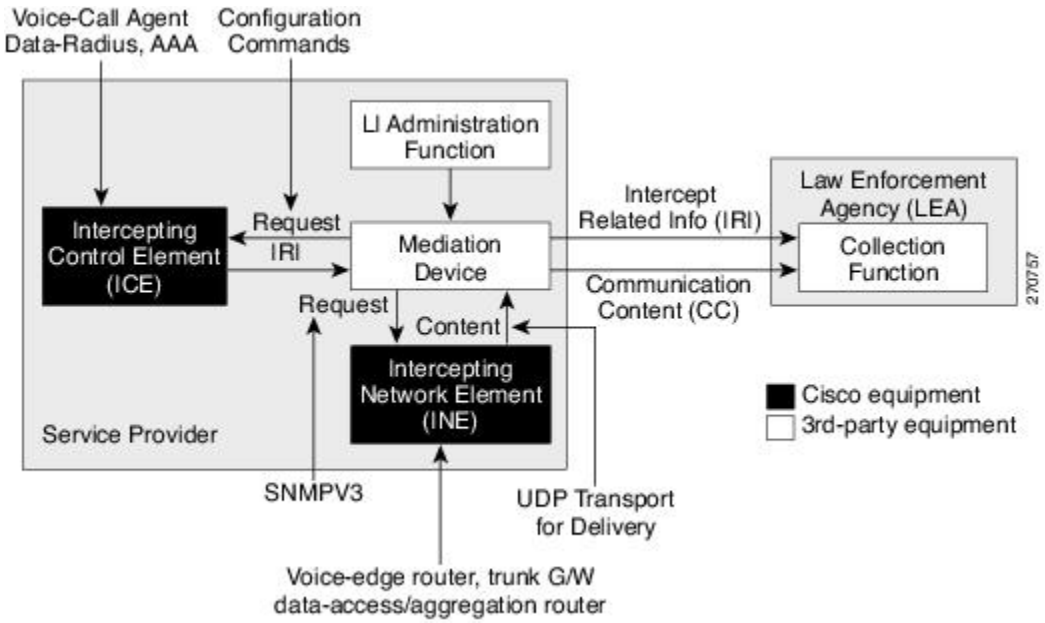
- 合法的傍受は、16 個の一意の送信元 IP アドレスのプールを tunnel-ip と共有します。GRE tunnel-ip と MD（cTap2MediationSrcInterface フィールド）を組み合わせた構成では、16 を超える一意の送信元 IP を生成してはいけません。MD を設定するときに、値 0 が cTap2MediationSrcInterface フィールドに渡されると、送信元 IP アドレスに解決されることに注意してください。その送信元 IP アドレスは、MD 宛先への出力 IP です。
- 合法的傍受は、純粋な IP over Ethernet パケットと照合するためにのみサポートされます。
- IPv4 では 250 の MD および 500 のタップのみがサポートされます。
- 複数の MD への単一タップはサポートされていません。
- ルートプロセッサのリロードまたはフェールオーバー後に、MD とタップの設定を再プロビジョニングする必要があります。
- IPv4 MD のみがサポートされています。
- MD へのパスには解決された ARP が必要です。その他のトラフィックまたはプロトコルで ARP をトリガーします。
- MD のネクストホップには解決された ARP が必要です。その他のトラフィックまたはプロトコルで ARP をトリガーします。
- 合法的傍受は GRE トンネル機能と交差することはありません。ただし、同じプールからハードウェアリソース（16 個の一意の出力 IP アドレス）が割り当てられる場合は除きます。通常、LI パケットの出力インターフェイスは転送アルゴリズムによって決まります。この一意のアドレスプールからのリソースは必要ありません。ただし、合法的傍受の設定で、合法的傍受パケットが特定のインターフェイス（MD 設定の cTap2MediationSrcInterface フィールド）を経由して出力する必要がある場合は、パケットがそのインターフェイスを通過するように転送モジュールを設定する必要があります。この場合、リソースは一意のアドレスプールから割り当てる必要があります。GRE ですべてのリソースが使用されている場合、LI は機能しません。
- 合法的傍受の統計情報はサポートされていません。
- 元のパケットをフラグメント化することはできますが、LI パケットをフラグメント化することはできません。MD への出力インターフェイスの MTU は、キャプチャされたパケットのサイズをサポートするのに十分な大きさである必要があります。
- 合法的傍受は、ルータで次の機能をサポートしていません。
  - IPv4 および IPv6 マルチキャスト タッピング
  - IPv6 MD カプセル化
  - インターフェイス別タッピング

- タグ付きパケット タッピング
- 複数の MD への単一タップの複製
- L2 フローのタッピング
- RTP のカプセル化
- 同じインターフェイス上の合法的傍受と SPAN

合法的傍受トポロジ

次の図に、音声とデータの両方の傍受のための、合法的傍受トポロジでの傍受アクセス ポイントとインターフェイスを示します。

図 *1:* 音声とデータの両方の傍受のための合法的傍受トポロジ



（注）

- ルータは、コンテンツ傍受アクセスポイント（IAP）ルータ、または合法的傍受オペレーションにおける傍受ネットワーク要素（INE）として使用されます。
- 傍受制御要素（ICE）は、シスコ機器またはサードパーティ機器のいずれかになります。

合法的傍受の利点

合法的傍受には、次の利点があります。

- 複数の LEA が相互に知られることなく同じルータに対して合法的傍受を実行できます。
- ルータでの加入者サービスには影響しません。
- 入力と出力の両方向の傍受をサポートします。
- レイヤ 3 トラフィックの傍受をサポートしています。
- ターゲットに気付かれません。
- 簡易ネットワーク管理プロトコルバージョン 3（SNMPv3）および View-based Access Control Model（SNMP-VACM-MIB）や User-based Security Model（SNMP-USM-MIB）などのセキュリティ機能を使用して、合法的傍受情報およびコンポーネントへのアクセスを制限します。
- 合法的傍受に関する情報を、最高特権を持つユーザ以外のユーザから秘匿します。管理者は、特権ユーザが法的傍受情報にアクセスできるアクセス権を設定する必要があります。

合法的傍受（LI）パッケージのインストール

LI はデフォルトで Cisco IOS XR イメージの一部ではないため、別途インストールする必要があります。

LI パッケージのインストールとアクティブ化

コミットされたソフトウェアパッケージを確認するには、EXEC モードで **show install committed** コマンドを使用します。

合法的傍受（LI）パッケージをインストールするには、**ncs560-li-1.0.0.0-r66136I.x86_64.rpm** をインストールしてアクティブ化する必要があります。

設定

```
Router# install add source
tftp://223.255.254.252/auto/tftp-sjc-users/username/ncs560-li-1.0.0.0-r66136I.x86_64.rpm
Router# install activate ncs560-li-1.0.0.0-r66136I.x86_64.rpm
Router# install commit
```

確認

```
Router# show install active
Node 0/RP0/CPU0 [RP]
  Boot Partition: xr_lv0
 Active Packages: 2
        ncs560-xr-6.6.1.36I version=6.6.1.36I [Boot image]
```

```
        ncs560-li-1.0.0.0-r66136I.x86_64.rpm

Node 0/0/CPU0 [LC]
  Boot Partition: xr_lcp_lv0
  Active Packages: 2
        ncs560-xr-6.6.1.36I version=6.6.1.36I [Boot image]
        ncs560-li-1.0.0.0-r66136I.x86_64.rpm
```

LI RPM の非アクティブ化

合法的傍受パッケージをアンインストールするには、次の手順に示すように、**ncs560-li-1.0.0.0-r66136I.x86_64.rpm** を非アクティブにします。

設定

```
Router# install deactivate ncs560-li-1.0.0.0-r66136I.x86_64.rpm
Router# install commit
Router# install remove ncs560-li-1.0.0.0-r66136I.x86_64.rpm
Router# show install committed
```

合法的傍受のための SNMPv3 アクセスを設定する方法

合法的傍受を有効化する目的で SNMPv3 を設定するには、次の手順を実行します。

SNMP ベースの合法的傍受のディセーブル化

合法的傍受は、**ncs560-li-1.0.0.0-r66136I.x86_64.rpm** をインストールしてアクティブにした後、ルータでデフォルトで有効になります。

- 合法的傍受をディセーブルにするには、グローバル コンフィギュレーション モードで **lawful-intercept disable** コマンドを入力します。
- 再びイネーブルにするには、このコマンドの **no** 形式を使用します。

SNMP ベースの合法的傍受のディセーブル化：例

```
Router# configure
Router(config)# lawful-intercept disable
```

（注） **ncs560-li-1.0.0.0-r66136I.x86_64.rpm** をインストールしてアクティブ化した後でのみ、**lawful-intercept disable** コマンドをルータで使用できます。

すべての SNMP ベースのタップは、合法的傍受がディセーブルのときはドロップします。

インバンド管理プレーン保護機能の設定

別のプロトコルを使用するように MPP を設定していない場合、合法的傍受用途で SNMP サーバにメディエーション デバイスとの通信を許可するように MPP 機能も設定されていないことを確認します。このような場合、指定したインターフェイスまたはすべてのインターフェイスを使用して SNMP コマンドがルータで許可されるように、MPP が明確にインバンド インターフェイスとして設定される必要があります。

（注） Cisco IOS から Cisco IOS XR ソフトウェアに最近移行し、MPP を所定のプロトコルに設定した場合でも、このタスクを必ず実行します。

合法的傍受では、多くの場合にループバック インターフェイスが SNMP メッセージに適しています。このインターフェイス タイプを選択した場合、インバンド管理設定にこれを含める必要があります。

例：インバンド管理プレーン保護機能の設定

次に、デフォルトでディセーブルになっている MPP 機能を合法的傍受の目的でイネーブルにする方法の例を説明します。

次の手順を使用して、管理アクティビティをグローバルまたはインバンドポート単位で明示的にイネーブルにする必要があります。インバンドMPPをグローバルにイネーブルにするには、**interface** コマンドで特定のインターフェイス タイプとインスタンス ID を使用するのではなく、**all** キーワードを使用します。

```
router# configure
router(config)# control-plane
router(config-ctrl)# management-plane
router(config-mpp)# inband
router(config-mpp-inband)# interface loopback0
router(config-mpp-inband-Loopback0)# allow snmp
router(config-mpp-inband-Loopback0)# commit
router(config-mpp-inband-Loopback0)# exit
router(config-mpp-inband)# exit
router(config-mpp)# exit
router(config-ctr)# exit
router(config)# exit
router# show mgmt-plane inband interface loopback0
Management Plane Protection - inband interface
interface - Loopback0
        snmp configured -
All peers allowed
router(config)# commit
```

合法的傍受 SNMP サーバ設定の有効化

次の SNMP サーバ設定作業では、MD によるデータ セッションの傍受を許可することで、Cisco IOS XR ソフトウェアを実行しているルータ上で Cisco LI 機能をイネーブルにします。

設定

```
router(config)# snmp-server engineID local 00:00:00:09:00:00:00:a1:61:6c:20:56
router(config)# snmp-server host 1.75.55.1 traps version 3 priv user-name udp-port 4444
router(config)# snmp-server user user-name li-group v3 auth md5 clear lab priv des56
clear lab
router(config)# snmp-server view li-view ciscoTap2MIB included
router(config)# snmp-server view li-view ciscoIpTapMIB included
router(config)# snmp-server view li-view snmp included
router(config)# snmp-server view li-view ifMIB included
router(config)# snmp-server view li-view 1.3.6.1.6.3.1.1.4.1 included
router(config)# snmp-server group li-group v3 auth read li-view write li-view notify
li-view
```

（注） LI RPM を無効にしている間は、SNMP 設定を削除する必要があります。

合法的傍受に関する追加情報

傍受モード

合法的傍受は、**グローバル LI** モードで動作します。

このモードでは、タップはすべてのライン カードで入力方向に取り付けられます。合法的傍受は、QoS ピアリングが有効になっているライン カードで利用できます。グローバル タップを使用すると、入力点に関係なく、ターゲットのトラフィックを傍受できます。インターフェイス フィールドにワイルド カードを持つタップだけがサポートされています。

データの傍受

データは、次の方法で傍受されます。

- MD は SNMPv3 を使用して、コンテンツ IAP ルータに通信内容の傍受要求を開始します。
- コンテンツ IAP ルータは通信内容を傍受し複製して、IPv4 UDP 形式で MD に送信します。
- 傍受されたデータ セッションは、サポートされている合法的傍受の提供規格を使用して、MD から司法当局の収集機能へ送信されます。

MD について

MD は次の作業を実行します。

- 認可された時間に傍受をアクティブにし、認可された期間が経過したときには傍受を削除する。
- 以下を確認するために、定期的にネットワーク内の要素を監査する。
  - 認可された傍受のみが存在していること。

• 認可された傍受がすべて存在していること。

スケールまたはパフォーマンスの値

ルータは、合法的傍受に対し次のスケーラビリティおよびパフォーマンスの値をサポートしています。

- IPv4、IPv6、または IPv4 と IPv6 の組み合わせでは、合法的傍受のタップ制限は最大 500 タップまでです。
- ポート範囲がタップで使用されている場合、スケールは減少します。
- IPv6 エントリは、IPv4 エントリのメモリを 2 倍消費します。したがって、IPv6 のスケールは IPv4 のスケールの半分に縮小されます。
- 最大 250 の IPv4 MD がサポートされます。
- 傍受率は、ラインカード NPU あたり 1 Gbps のベスト エフォートです。

IPv4 および IPv6 パケットの傍受

ここでは、ルータでサポートされる IPv4 および IPv6 パケットの傍受の詳細について説明します。

合法的傍受フィルタ

タップの分類では、次のフィルタがサポートされています。

- IP アドレス タイプ
- 宛先アドレス
- 宛先マスク
- 送信元アドレス
- 送信元マスク
- ToS（タイプ オブ サービス）および ToS マスク
- L4 Protocol
- 範囲の宛先ポート
- 範囲の送信元ポート
- VRF（ルーティングおよび転送）

（注） フロー ID およびインターフェイスフィルタはサポートされていません。

傍受パケットでサポートされるカプセル化タイプ

タップをマッピングする傍受パケットは複製およびカプセル化され、MD に送信されます。IPv4 および IPv6 パケットは、IPv4 UDP カプセル化を使用してカプセル化されます。複製されたパケットは、コンテンツ配信プロトコルに UDP を使用して、MD に転送されます。

傍受パケットには、新しい UDP ヘッダーと IPv4 ヘッダーが付与されます。IPv4 ヘッダーの情報は MD 設定から取得されます。IP ヘッダーおよび UDP ヘッダーとは別に、4 バイトのチャネル ID（CCCID）もパケットの UDP ヘッダーの後に挿入されます。ルータは、同じ複製パケットを複数の MD に転送することをサポートしていません。

（注） RTP や RTP-NOR などのカプセル化タイプはサポートされていません。

合法的傍受のハイ アベイラビリティ

合法的傍受のハイ アベイラビリティでは、タップ フローおよびプロビジョニングされた MD テーブルの継続的な運用を実現し、ルートプロセッサ フェールオーバー（RPFO）による情報の喪失を低減します。

ストリームの継続的な傍受を実現するには、RP フェールオーバーが検出された際に、MD が CISCO-TAP2-MIB および CISCO-IP-TAP-MIB に関連するすべての行を再プロビジョニングし、RP および MD にまたがるデータベース ビューを同期する必要があります。

RP フェールオーバー中のタップおよび MD テーブルの維持

任意の時点で、MDS は SNMP の設定プロセスによってタップの損失を検出する責任があります。

RPFO が完了すると、MD はストリーム テーブルのすべてのエントリ、MD テーブル、および IP タップにフェールオーバー前と同じ値を再プロビジョニングする必要があります。エントリが適時に再プロビジョニングされている限り、既存のタップは損失なく流れ続けます。

次の制限は、MD の再プロビジョニングと、citapStreamEntry、cTap2StreamEntry の cTap2MediationEntry MIB オブジェクトの SNMP 操作の動作に関連するタップ テーブルに適用されます。

- RPFO 後、再プロビジョニングされていないテーブルの行には、SNMP Get 操作の結果として、NO_SUCH_INSTANCE 値が返されます。
- テーブルの行全体が RPFO 前と完全に同じ値で、かつ rowStatus を CreateAndGo にして、1 回の設定ステップで作成される必要があります。例外は、有効な将来の時刻を反映する cTap2MediationTimeout オブジェクトのみです。

リプレイ タイマー

再送タイマーは、既存のタップ フローを維持する間、再プロビジョニングのタップ エントリに対する MDS で十分な時間を提供する内部タイム アウトです。RPFO タスクが行われるときに、ACTIVE RP でリセットされて開始されます。リプレイ タイマーは、ルータ内の LI エントリ数の係数で、最小値は 10 分です。

リプレイのタイムアウト後、傍受は再プロビジョニングされていないタップで停止します。

（注） ハイ アベイラビリティが必要ない場合、フェールオーバー後に MD はエントリがエージングアウトするのを待機します。MD はリプレイ タイマーが満了するまでエントリを変更できません。タップを現状のまま再インストールして変更する、またはエージングアウトするのを待機できます。