Catalyst 9000でのMACsecのトラブルシューティング

内容

はじめに

このドキュメントでは、MACsec機能、その使用例、およびCatalyst 9000スイッチでこの機能をトラブルシューティングする方法について説明します。

前提条件

要件

このドキュメントに関する固有の要件はありません。

使用するコンポーネント

- C9300
- C9400
- C9500
- C9600

注：シスコの他のプラットフォームでこれらの機能を有効にするために使用されるコマンドについては、該当するコンフィギュレーション ガイドを参照してください。

このドキュメントの情報は、特定のラボ環境にあるデバイスに基づいて作成されました。このドキュメントで使用するすべてのデバイスは、クリアな（デフォルト）設定で作業を開始しています。本稼働中のネットワークでは、各コマンドによって起こる可能性がある影響を十分確認してください。

背景説明

このドキュメントの対象範囲は、2台のスイッチ/ルータ間のLAN上のMedia Access Security Control(MACsec)です。

クリアテキストのデータ通信は、セキュリティ上の脅威に対して脆弱です。 セキュリティ違反は、OSIモデルの任意の層で発生する可能性があります。レイヤ2での一般的な違反には、スニッフィング、パケット盗聴、改ざん、インジェクション、MACアドレススプーフィング、ARPスプーフィング、DHCPサーバに対するサービス拒否(DoS)攻撃、VLANホッピングなどがあります。

MACsecは、IEEE 802.1AE標準で規定されているL2暗号化テクノロジーです。 MACsecは物理メディア上のデータを保護し、上位レイヤでデータが危険にさらされることを不可能にします。その結果、IPsecやSSLなどの上位レイヤでは、MACsec暗号化が他の暗号化方式よりも優先されます。

MACsecの利点

クライアント指向モード：MACsecは、互いにピアリングしている2台のスイッチが、キーを交換する前にキーサーバまたはキークライアントとして交互に使用できるセットアップで使用されます。キーサーバは、2つのピア間でCAKを生成および維持します。

データ整合性チェック：MACsecはMKAを使用して、ポートに着信するフレームの整合性チェック値(ICV)を生成します。生成されたICVがフレーム内のICVと同じである場合、フレームは受け入れられ、それ以外の場合はドロップされます。

データ暗号化：MACsecは、スイッチのインターフェイスでポートレベルの暗号化を提供します。つまり、設定されたポートから送信されたフレームは暗号化され、ポートで受信されたフレー

ムは復号化されます。また、MACsecは、暗号化されたフレームのみか、またはすべてのフレームかを設定できるメカニズムも提供します

フレーム（暗号化およびプレーン）はインターフェイスで受け入れられます。

再生保護：フレームがネットワークを介して送信されると、フレームが順序シーケンスから外れる可能性があります。MACsecは、指定された数のシーケンス外フレームを受け入れる設定可能なウィンドウを提供します。

MACsecおよびMTU

MACsecヘッダーは、最大32バイトのヘッダーオーバーヘッドを追加します。MACsecヘッダーによって追加されるオーバーヘッドに対応するために、パス内のスイッチでより大きなシステム/インターフェイス最大伝送ユニット(MTU)を検討してください。 MTUが低すぎると、高いMTUを使用する必要があるアプリケーションで予期しないパケット損失または遅延が発生する可能性があります。

注:MACsecに関連する問題がある場合は、互換性マトリクス(PDF)に従って、両端のGigabyte Interface Converter(GBIC)がサポートされていることを確認してください。

MACsecの使用場所

キャンパスの使用例

- ホストとスイッチ間
- サイト間または建物間
- マルチテナントのフロア間

データセンターの使用例

- データセンターの相互接続ページ
- サーバとスイッチ間

WANの使用例

- データセンターの相互接続ページ
- キャンパス相互接続
- ハブスポーク

用語

MKA	MACsecキー契約	MACsecピアの検出とキーのネゴシエーションを行うためのキー合意プロトコルとしてIEEE 802.1X REV-2010で定義
CAK	接続アソシエーションキー	MACsecに使用される他のすべてのキーを生成するために使用される長期のプライマリキー。 LANの実装は、MSK（EAP交換中に生成される）からこれを取得します
PMK	ペアワイズプライマリ	トラフィックの暗号化に使用されるセッションキーを取得するた

	キー	めに使用されるコンポーネントの1つ。手動で設定、または802.1Xから派生
CKN	CAKキー名	キー値またはCAKの設定に使用されます。16進数の文字数が偶数の場合のみ、64文字まで入力できます。
サック	セキュアなアソシエーションキー	選択されたキーサーバによってCAKから取得され、特定のセッションのトラフィックを暗号化するためにルータ/エンドデバイスによって使用されるキーです。
ICV	Integrity Check Valueキー	CAKから取得され、フレームが認証されたピアからのものであることを証明するために、すべてのデータ/制御フレームでタグ付けされます。8 ~ 16バイト（暗号スイートによって異なる）
ケク	キー暗号化キー	CAK（事前共有キー）から派生し、MACsecキーを保護するために使用される
SCI	セキュアチャネルID	各仮想ポートは、16ビットポートIDと連結された物理インターフェイスのMACアドレスに基づいて、一意のSecure Channel Identifier(SCI)を受信します

シナリオ1：事前共有キー(PSK)モードのSAPを使用したMACsecスイッチ間リンクセキュリティ

トポロジ

ステップ 1：リンクの両側で設定を検証します。

<#root>

9300_stack#

show run interface gig 1/0/1

```
interface GigabitEthernet1/0/1
description MACsec_manual_3850-2-gi1/0/1
switchport access vlan 10
switchport mode trunk
```

cts manual

no propagate sgt

sap pmk

AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

mode-list gcm-encrypt <-- use full packet encrypt mode

3850#

show run interface gig1/0/1

interface GigabitEthernet1/0/1
description 9300-1gi1/0/1 MACsec manual
switchport access vlan 10
switchport mode trunk

cts manual

no propagate sgt

sap pmk

AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

mode-list gcm-encrypt

NOTE:

cts manual

<-- Supplies local configuration for Cisco TrustSec parameters

no propagate sgt

<-- disable SGT tagging on a manually-configured TrustSec-capable interface,

if you do not need to propage the SGT tags.

sap pmk AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA mode-list gcm-encrypt

<--

Use the sap command to manually specify the Pairwise Primary Key (PMK) and the Security Association Prot

authentication and encryption modes to negotiate MACsec link encryption between two interfaces.

The default encryption is sap modelist gcm-encrypt null

9300_stack#(config-if-cts-manual)#

sap pmk fa mode-list

?
gcm-encrypt GCM authentication, GCM encryption
gmac GCM authentication, no encryption
no-encap No encapsulation
null Encapsulation present, no authentication, no encryption

Use "gcm-encrypt" for full GCM-AES-128 encryption.

These protection levels are supported when you configure SAP pairwise primary key (sap pmk):

SAP is not configured— no protection.
sap mode-list gcm-encrypt gmac no-encap—protection desirable but not mandatory.
sap mode-list gcm-encrypt gmac—confidentiality preferred and integrity required.
The protection is selected by the supplicant according to supplicant preference.
sap mode-list gmac —integrity only.
sap mode-list gcm-encrypt-confidentiality required.
sap mode-list gmac gcm-encrypt-integrity required and preferred, confidentiality optional.

ステップ 2： MACsecの状態を確認し、パラメータとカウンタが正しいことを確認します。

<#root>

Ping issued between endpoints to demonstrate counters

Host-1#

ping 10.10.10.12 <-- sourced from Host-1 IP 10.10.10.11

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

9300_stack#

sh MACsec summary

Interface

Transmit SC Receive SC <-- Secure Channel (SC) flag is set for transmit and receive

GigabitEthernet1/0/1

1 1

9300_stack#

sh MACsec interface gigabitEthernet 1/0/1

MACsec is enabled

Replay protect : enabled
Replay window : 0
Include SCI : yes
Use ES Enable : no
Use SCB Enable : no
Admin Pt2Pt MAC : forceTrue(1)
Pt2Pt MAC Operational : no

Cipher : GCM-AES-128

Confidentiality Offset : 0
!

Capabilities

ICV length : 16
Data length change supported: yes
Max. Rx SA : 16
Max. Tx SA : 16
Max. Rx SC : 8
Max. Tx SC : 8
Validate Frames : strict
PN threshold notification support : Yes

Ciphers supported :

GCM-AES-128

GCM-AES-256

GCM-AES-XPN-128

GCM-AES-XPN-256

!

Transmit Secure Channels

```
   SCI : 682C7B9A4D010000
   SC state : notInUse(2)


 Elapsed time : 03:17:50


   Start time : 7w0d
   Current AN: 0
   Previous AN: 1
   Next PN: 185
   SA State: notInUse(2)
   Confidentiality : yes
   SAK Unchanged : no


  SA Create time : 03:58:39



   SA Start time : 7w0d


   SC Statistics
   Auth-only Pkts : 0
   Auth-only Bytes : 0
   Encrypt Pkts : 2077


   Encrypt Bytes : 0
!
SA Statistics


   Auth-only Pkts : 0


Encrypt Pkts : 184



<-- packets are being encrypted and transmitted on this link


!
Port Statistics
   Egress untag pkts 0
   Egress long pkts 0
!
Receive Secure Channels


   SCI : D0C78970C3810000
   SC state : notInUse(2)
   Elapsed time : 03:17:50
   Start time : 7w0d
   Current AN: 0
   Previous AN: 1
   Next PN: 2503
   RX SA Count: 0
   SA State: notInUse(2)
   SAK Unchanged : no
```

SA Create time : 03:58:39

SA Start time : 7w0d

SC Statistics
Notvalid pkts 0
Invalid pkts 0
Valid pkts 28312
Valid bytes 0
Late pkts 0
Uncheck pkts 0
Delay pkts 0
UnusedSA pkts 0
NousingSA pkts 0
Decrypt bytes 0
!

SA Statistics

Notvalid pkts 0
Invalid pkts 0

Valid pkts 2502

<-- number of valid packets received on this link

UnusedSA pkts 0
NousingSA pkts 0
!
Port Statistics
Ingress untag pkts 0
Ingress notag pkts 36
Ingress badtag pkts 0
Ingress unknownSCI pkts 0
Ingress noSCI pkts 0
Ingress overrun pkts 0
!

9300_stack#

sh cts interface summary

Global Dot1x feature is Disabled
CTS Layer2 Interfaces

Interface Mode IFC-state dot1x-role peer-id IFC-cache Critical-Authentication
---
Gi1/0/1

MANUAL OPEN

unknown unknown invalid Invalid

CTS Layer3 Interfaces

```
Interface IPv4 encap IPv6 encap IPv4 policy IPv6 policy
-------------------------------------------------------------------------------
!

9300_stack#
```

sh cts interface gigabitEthernet 1/0/1

```
Global Dot1x feature is Disabled
Interface GigabitEthernet1/0/1:
```

CTS is enabled, mode: MANUAL

```
IFC state: OPEN
```

Interface Active for 04:10:15.723 <--- Uptime of MACsec port

```
Authentication Status: NOT APPLICABLE
Peer identity: "unknown"
Peer's advertised capabilities: "sap"
Authorization Status: NOT APPLICABLE
!
```

SAP Status: SUCCEEDED <-- SAP is successful

```
   Version: 2
   Configured pairwise ciphers:
   gcm-encrypt
!
```

Replay protection: enabled

Replay protection mode: STRICT

```
!
Selected cipher: gcm-encrypt
!
Propagate SGT: Disabled
Cache Info:
Expiration : N/A
Cache applied to link : NONE
!
Statistics:
   authc success: 0
   authc reject: 0
   authc failure: 0
   authc no response: 0
   authc logoff: 0
```

sap success: 1 <-- Negotiated once

sap fail: 0   <-- No failures

authz success: 0

authz fail: 0

port auth fail: 0

L3 IPM: disabled

ステップ 3： リンクがアップしたら、ソフトウェアのデバッグを確認します。

<#root>

Verify CTS and SAP events

debug cts sap events
debug cts sap packets

Troubleshoot MKA session bring up issues

debug mka event
debug mka errors
debug mka packets

Troubleshoot MKA keep-alive issues

debug mka linksec-interface
debug mka MACsec
debug MACsec

*May 8 00:48:04.843: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet1/0/1, changed state to down
*May 8 00:48:05.324: interface GigabitEthernet1/0/1 is UP

***May 8 00:48:05.324: CTS SAP ev (Gi1/0/1): Session started (new).**

***May 8 00:48:05.324: cts_sap_session_start CTS SAP ev (Gi1/0/1) peer:0000.0000.0000**
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

CTS SAP ev (Gi1/0/1): Old state: [waiting to restart],
event: [restart timer expired], action:

[send message #0] succeeded.

New state: [waiting to receive message #1].

***May 8 00:48:05.449: CTS SAP ev (Gi1/0/1): EAPOL-Key message from D0C7.8970.C381   <-- MAC of peer switc**

***May 8 00:48:05.449: CTS SAP ev (Gi1/0/1): EAPOL-Key message #0 parsed and validated.**

***May 8 00:48:05.449: CTS SAP ev (Gi1/0/1): Our MAC = 682C.7B9A.4D01 <-- MAC of local inte**

peer's MAC = D0C7.8970.C381.
CTS SAP ev (Gi1/0/1): Old state: [waiting to receive message #1],

event: [received message #0], action: [break tie] succeeded.

New state: [determining role].

***May 8 00:48:05.449: cts_sap_generate_pmkid_and_sci CTS SAP ev (Gi1/0/1) auth:682c.7b9a.4d01 supp:d0c7.8**
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

CTS SAP ev (Gi1/0/1): Old state: [determining role],

event: [change to authenticator], action: [send message #1] succeeded.

New state: [waiting to receive message #2].

***May 8 00:48:05.457: CTS SAP ev (Gi1/0/1): EAPOL-Key message from D0C7.8970.C381.**

CTS SAP ev (Gi1/0/1): New keys derived:
KCK = 700BEF1D 7A8E10F7 1243A168 883C74FB,
KEK = C207177C B6091790 F3C5B4B1 D51B75B8,
TK = 1B0E17CD 420D12AE 7DE06941 B679ED22,

***May 8 00:48:05.457: CTS SAP ev (Gi1/0/1): EAPOL-Key message #2 parsed and validated.**

***May 8 00:48:05.457: CTS-SAP ev: cts_sap_action_program_msg_2: (Gi1/0/1) GCM is allowed.**

*May 8 00:48:05.457: MACsec-IPC: sending clear_frames_option
*May 8 00:48:05.457: MACsec-IPC: geting switch number
*May 8 00:48:05.457: MACsec-IPC: switch number is 1
*May 8 00:48:05.457: MACsec-IPC: clear_frame send msg success
*May 8 00:48:05.457: MACsec-IPC: getting MACsec clear frames response
*May 8 00:48:05.457: MACsec-IPC: watched boolean waken up
*May 8 00:48:05.457: MACsec-CTS: create_sa invoked for SA creation
*May 8 00:48:05.457: MACsec-CTS: Set up TxSC and RxSC before we installTxSA and RxSA
*May 8 00:48:05.457: MACsec-CTS: create_tx_sc, avail=yes sci=682C7B9A
*May 8 00:48:05.457: NGWC-MACsec: create_tx_sc vlan invalid
*May 8 00:48:05.457: NGWC-MACsec: create_tx_sc client vlan=1, sci=0x682C7B9A4D010000
*May 8 00:48:05.457: MACsec-IPC: sending create_tx_sc
*May 8 00:48:05.457: MACsec-IPC: geting switch number
*May 8 00:48:05.457: MACsec-IPC: switch number is 1
*May 8 00:48:05.457: MACsec-IPC: create_tx_sc send msg success
*May 8 00:48:05.458: MACsec API blocking the invoking context
*May 8 00:48:05.458: MACsec-IPC: getting MACsec sa_sc response
*May 8 00:48:05.458: MACsec_blocking_callback
*May 8 00:48:05.458: Wake up the blocking process

```
*May 8 00:48:05.458: MACsec-CTS: create_rx_sc, avail=yes sci=D0C78970
*May 8 00:48:05.458: NGWC-MACsec: create_rx_sc client vlan=1, sci=0xD0C78970C3810000
*May 8 00:48:05.458: MACsec-IPC: sending create_rx_sc
*May 8 00:48:05.458: MACsec-IPC: geting switch number
*May 8 00:48:05.458: MACsec-IPC: switch number is 1
*May 8 00:48:05.458: MACsec-IPC: create_rx_sc send msg success
*May 8 00:48:05.458: MACsec API blocking the invoking context
*May 8 00:48:05.458: MACsec-IPC: getting MACsec sa_sc response
*May 8 00:48:05.458: MACsec_blocking_callback
*May 8 00:48:05.458: Wake up the blocking process
*May 8 00:48:05.458: MACsec-CTS: create_tx_rx_sa, txsci=682C7B9A, an=0
*May 8 00:48:05.458: MACsec-IPC: sending install_tx_sa
*May 8 00:48:05.458: MACsec-IPC: geting switch number
*May 8 00:48:05.458: MACsec-IPC: switch number is 1
*May 8 00:48:05.459: MACsec-IPC: install_tx_sa send msg success
*May 8 00:48:05.459: NGWC-MACsec:Sending authorized event to port SM
*May 8 00:48:05.459: MACsec API blocking the invoking context
*May 8 00:48:05.459: MACsec-IPC: getting MACsec sa_sc response
*May 8 00:48:05.459: MACsec_blocking_callback
*May 8 00:48:05.459: Wake up the blocking process
*May 8 00:48:05.459: MACsec-CTS: create_tx_rx_sa, rxsci=D0C78970, an=0
*May 8 00:48:05.459: MACsec-IPC: sending install_rx_sa
*May 8 00:48:05.459: MACsec-IPC: getting switch number
*May 8 00:48:05.459: MACsec-IPC: switch number is 1
*May 8 00:48:05.460: MACsec-IPC: install_rx_sa send msg success
*May 8 00:48:05.460: MACsec API blocking the invoking context
*May 8 00:48:05.460: MACsec-IPC: getting MACsec sa_sc response
*May 8 00:48:05.460: MACcsec_blocking_callback
*May 8 00:48:05.460: Wake up the blocking process
CTS SAP ev (Gi1/0/1): Old state: [waiting to receive message #2],
event: [received message #2], action: [program message #2] succeeded.
New state: [waiting to program message #2].
CTS SAP ev (Gi1/0/1): Old state: [waiting to program message #2],
event: [data path programmed], action: [send message #3] succeeded.
```

New state: [waiting to receive message #4].

***May 8 00:48:05.467: CTS SAP ev (Gi1/0/1): EAPOL-Key message from D0C7.8970.C381.**

***May 8 00:48:05.467: CTS SAP ev (Gi1/0/1): EAPOL-Key message #4 parsed and validated.**

***May 8 00:48:05.473: CTS-SAP ev: cts_sap_sync_sap_info: incr sync msg sent for Gi1/0/1**

***May 8 00:48:07.324: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet1/0/1, changed state to up**

ステップ 4：リンクがアップしたときのプラットフォームレベルのトレースを確認します。

<#root>

9300_stack#

sh platform software fed switch 1 ifm mappings

Interface IF_ID Inst Asic Core Port SubPort Mac Cntx LPN GPN Type Active

GigabitEthernet1/0/1 0x8 1 0 1 0 0 26 6 1 1 NIF Y

Note the IF_ID for respective intf

- This respective IF_ID shows in MACsec FED traces seen here.

9300_stack#

set platform software trace fed switch 1 cts_aci verbose

9300_stack#

set platform software trace fed switch 1 MACsec verbose

<-- switch number with MACsec port

9300_stack#

request platform software trace rotate all

/// shut/no shut the MACsec interface ///

9300_stack#

show platform software trace message fed switch 1

2019/05/08 01:08:50.688 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (info): FED sent MACsec_

2019/05/08 01:08:50.688 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (info): FED sending MACs

2019/05/08 01:08:50.688 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Running Instal
2019/05/08 01:08:50.688 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Processing job
2019/05/08 01:08:50.688 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Install RxSA c
2019/05/08 01:08:50.688 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Processing SPI
2019/05/08 01:08:50.688 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (info): MACSec install
2019/05/08 01:08:50.688 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (info): Entering ins_rx_

2019/05/08 01:08:50.688 {fed_F0-0}{1}: [l2tunnel_bcast] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (ERR): port_idMA

2019/05/08 01:08:50.687 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (info): FED sent macsec_

2019/05/08 01:08:50.687 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (info): FED sending macs

2019/05/08 01:08:50.687 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): if_id = 8, cts_

2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Calling Install

2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [sec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): sci=0x682c7b9a4d01

2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Processing job

2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Create time of

2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): sci=0x682c7b9a4

2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Install TxSA ca

2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Processing SPI

2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (info): MACSec install T

2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (info): Entering ins_tx_

2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (info): FED sent macsec_

2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (info): FED sending macs

2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Conf_Offset in

2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Successfully in

2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Secy policy han

2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Install policy

2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Attach policy

2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Creating drop e

2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): if_id = 8, cts_

2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): sci=0x682c7b9a4

2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Create RxSC ca
2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Processing SPI
2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (info): MACSec create R
2019/05/08 01:08:50.686 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (info): Entering cre_rx
2019/05/08 01:08:50.685 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (info): FED sent macsec
2019/05/08 01:08:50.685 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (info): FED sending mac
2019/05/08 01:08:50.685 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): txSC setting x

2019/05/08 01:08:50.685 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Conf_Offset in

2019/05/08 01:08:50.685 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): if_id = 8, cts_

2019/05/08 01:08:50.685 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): secy created su

2019/05/08 01:08:50.685 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): if_id = 8, cts_

2019/05/08 01:08:50.685 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): if_id = 8, cts_

2019/05/08 01:08:50.685 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): is_remote is 0

2019/05/08 01:08:50.685 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Create TxSC cal

2019/05/08 01:08:50.685 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Processing SPI
2019/05/08 01:08:50.685 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (info): MACSec create T
2019/05/08 01:08:50.685 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (info): Entering cre_tx
2019/05/08 01:08:50.685 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (info): FED sent clear_
2019/05/08 01:08:50.685 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (info): FED sending mac
2019/05/08 01:08:50.685 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Processing job
2019/05/08 01:08:50.685 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (debug): Processing SPI
2019/05/08 01:08:50.685 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (info): MACSec clear_fr
2019/05/08 01:08:50.685 {fed_F0-0}{1}: [MACsec] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (info): Entering clear_
2019/05/08 01:08:50.527 {fed_F0-0}{1}: [pm_xcvr] [17885]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (note): XCVR POST:XCVR
speed_auto Oper Speed:speed_gbps1 Autoneg Mode:Unknown autonegmode type
2019/05/08 01:08:50.525 {fed_F0-0}{1}: [xcvr] [17885]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (note): ntfy_lnk_status:

2019/05/08 01:08:48.142 {fed_F0-0}{1}: [pm_xcvr] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (note): Enable XCVR for

2019/05/08 01:08:48.142 {fed_F0-0}{1}: [pm_tdl] [16837]: UUID: 0, ra: 0, TID: 0 (note): Received PM port

ステップ 5：ハードウェアのMACsecインターフェイスの状態を確認します。

<#root>

9300_stack#

sh platform pm interface-numbers

```
interface iif-id gid slot unit slun   HWIDB-Ptr      status   status2   state snmp-if-index
---------------------------------------------------------------------------------------------------

Gi1/0/1     8     1   1    1    1    0x7F2C90D7C600  0x10040  0x20001B   0x4       8
```

9300_stack#

sh pl software fed switch 1 ifm if-id 8 <-- iif-id 8 maps to gig1/0/1

```
Interface IF_ID : 0x0000000000000008
Interface Name : GigabitEthernet1/0/1

Interface Block Pointer : 0x7f4a6c66b1b8
Interface Block State : READY
Interface State : Enabled

Interface Status : ADD, UPD
Interface Ref-Cnt : 8
Interface Type : ETHER
Port Type : SWITCH PORT
Port Location : LOCAL

Slot : 1
Unit : 0
Slot Unit : 1
SNMP IF Index : 8
GPN : 1
EC Channel : 0
EC Index : 0
Port Handle : 0x4e00004c

LISP v4 Mobility : false
LISP v6 Mobility : false
QoS Trust Type : 3
!
Port Information
Handle ..... [0x4e00004c]
Type ..... [Layer2]
Identifier ..... [0x8]
Slot ..... [1]
```

```
Unit ..............  [1]

Port Physical Subblock
Affinity ..........  [local]
Asic Instance .....  [1 (A:0,C:1)]
AsicPort ..........  [0]
AsicSubPort .......  [0]
MacNum ............  [26]
ContextId .........  [6]
LPN ...............  [1]
GPN ...............  [1]
Speed .............  [1GB]
type ..............  [NIF]

PORT_LE ...........  [0x7f4a6c676bc8]


<--- port_LE


L3IF_LE ...........  [0x0]
DI ................  [0x7f4a6c67d718]
SubIf count .......  [0]

Port L2 Subblock
Enabled ...........  [Yes]
Allow dot1q .......  [Yes]
Allow native ......  [Yes]
Default VLAN ......  [1]
Allow priority tag ...  [Yes]
Allow unknown unicast [Yes]
Allow unknown multicast[Yes]
Allow unknown broadcast[Yes]
Allow unknown multicast[Enabled]
Allow unknown unicast [Enabled]
Protected .........  [No]
IPv4 ARP snoop ....  [No]
IPv6 ARP snoop ....  [No]
Jumbo MTU .........  [1500]
Learning Mode .....  [1]
Vepa ..............  [Disabled]

Port QoS Subblock
Trust Type ..................  [0x2]
Default Value ...............  [0]
Ingress Table Map ...........  [0x0]
Egress Table Map ............  [0x0]
Queue Map ...................  [0x0]
Port Netflow Subblock
Port Policy Subblock
List of Ingress Policies attached to an interface
List of Egress Policies attached to an interface


Port CTS Subblock


Disable SGACL ...............  [0x0]
Trust .......................  [0x0]
Propagate ...................  [0x0]
%Port SGT ...................  [-1717360783]
```

Physical Port Macsec Subblock <-- This block is not present when MACsec is not enabled

MACsec Enable .... [Yes]

MACsec port handle.... [0x4e00004c] <-- Same as PORT_LE

MACsec Virtual port handles....

.....[0x11000005]

MACsec Rx start index.... [0]
MACsec Rx end index.... [6]
MACsec Tx start index.... [0]
MACsec Tx end index.... [6]

Ref Count : 8 (feature Ref Counts + 1)
IFM Feature Ref Counts
FID : 102 (AAL_FEATURE_SRTP), Ref Count : 1
FID : 59 (AAL_FEATURE_NETFLOW_ACL), Ref Count : 1
FID : 95 (AAL_FEATURE_L2_MULTICAST_IGMP), Ref Count : 1
FID : 119 (AAL_FEATURE_PV_HASH), Ref Count : 1
FID : 17 (AAL_FEATURE_PBB), Ref Count : 1
FID : 83 (AAL_FEATURE_L2_MATM), Ref Count : 1
FID : 30 (AAL_FEATURE_URPF_ACL), Ref Count : 1
IFM Feature Sub block information
FID : 102 (AAL_FEATURE_SRTP), Private Data : 0x7f4a6c9a0838
FID : 59 (AAL_FEATURE_NETFLOW_ACL), Private Data : 0x7f4a6c9a00f8
FID : 17 (AAL_FEATURE_PBB), Private Data : 0x7f4a6c9986b8
FID : 30 (AAL_FEATURE_URPF_ACL), Private Data : 0x7f4a6c9981c8

9300_stack#

sh pl hard fed switch 1 fwd-asic abstraction print-resource-handle 0x7f4a6c676bc8 1 <-- port_LE handle

Handle:0x7f4a6c676bc8 Res-Type:ASIC_RSC_PORT_LE Res-Switch-Num:0 Asic-Num:1 Feature-ID:AL_FID_IFM Lkp-f
priv_ri/priv_si Handle: (nil)Hardware Indices/Handles: index1:0x0 mtu_index/l3u_ri_index1:0x2 sm handle
Detailed Resource Information (ASIC# 1)

snip
LEAD_PORT_ALLOW_CTS value 0 Pass
LEAD_PORT_ALLOW_NON_CTS value 0 Pass

LEAD_PORT_CTS_ENABLED value 1 Pass <-- Flag = 1 (CTS enabled)

LEAD_PORT_MACsec_ENCRYPTED value 1 Pass <-- Flag = 1 (MACsec encrypt enabled)

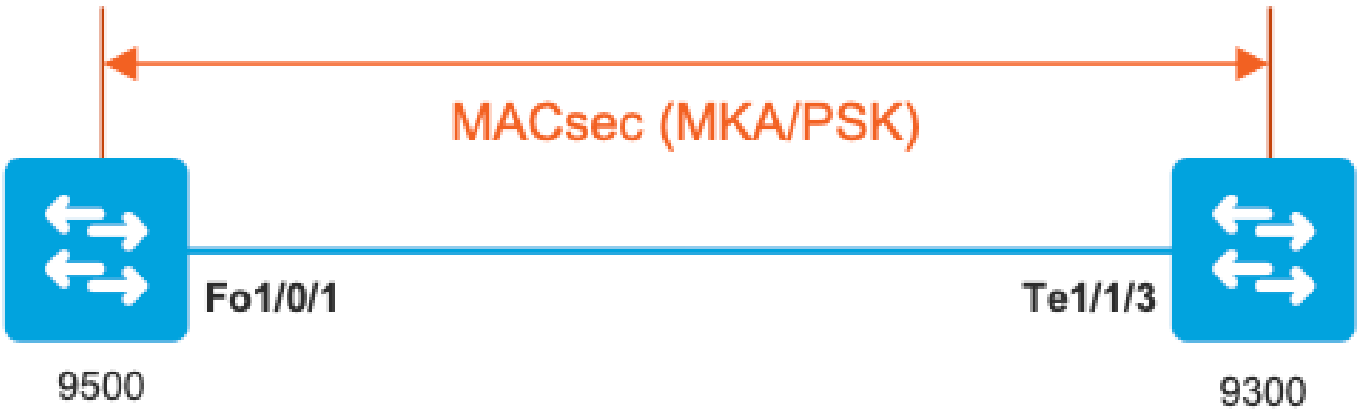
LEAD_PORT_PHY_MAC_SEC_SUB_PORT_ENABLED value 0 Pass
LEAD_PORT_SGT_ALLOWED value 0 Pass

LEAD_PORT_EGRESS_MAC_sec_ENABLE_WITH_SCI value 1 Pass <-- Flag = 1 (MACsec with SCI enabled)

```
LEAD_PORT_EGRESS_MAC_sec_ENABLE_WITHOUT_SCI value 0 Pass
LEAD_PORT_EGRESS_MAC_sec_SUB_PORT value 0 Pass
LEAD_PORT_EGRESS_MACsec_ENCRYPTED value 0 Pass
**snip**
```

シナリオ2：事前共有キー(PSK)モードのMKAを使用したMACsecスイッチ間リンクセキュリティ

トポロジ



ステップ 1：リンクの両側で設定を検証します。

<#root>

C9500#

sh run | sec key chain

```
key chain KEY MACsec
 key 01
   cryptographic-algorithm aes-256-cmac
  key-string 7 101C0B1A0343475954532E2E767B3233214105150555030A0004500B514B175F5B05515153005E0E5E505C52
```

lifetime local 00:00:00 Aug 21 2019 infinite <-- use NTP to sync the time for key chains

mka policy MKA

```
key-server priority 200
MACsec-cipher-suite gcm-aes-256
confidentiality-offset 0
```

C9500#

sh run interface fo1/0/1

```
interface fo1/0/1
MACsec network-link

mka policy MKA

mka pre-shared-key key-chain KEY


C9300#
sh run interface te1/1/3

interface te1/1/3
MACsec network-link

mka policy MKA

mka pre-shared-key key-chain KEY
```

手順2:MACsecが有効になっていて、すべてのパラメータとカウンタが正しいことを確認します。

<#root>

```
### This example shows the output from one side, verify on both ends of MACsec tunnel ###

C9500#
sh MACsec summary

Interface                   Transmit SC      Receive SC
FortyGigabitEthernet1/0/1       1                1


C9500#
sh MACsec interface fortyGigabitEthernet 1/0/1

MACsec is enabled

Replay protect : enabled
Replay window : 0
Include SCI : yes
```

Use ES Enable : no
Use SCB Enable : no
Admin Pt2Pt MAC : forceTrue(1)
Pt2Pt MAC Operational : no

Cipher : GCM-AES-256

Confidentiality Offset : 0

Capabilities

ICV length : 16
Data length change supported: yes
Max. Rx SA : 16
Max. Tx SA : 16
Max. Rx SC : 8
Max. Tx SC : 8
Validate Frames : strict
PN threshold notification support : Yes

Ciphers supported : GCM-AES-128

GCM-AES-256

GCM-AES-XPN-128

GCM-AES-XPN-256

Transmit Secure Channels

SCI : 0CD0F8DCDC010008
SC state : notInUse(2)

Elapsed time : 00:24:38

Start time : 7w0d
Current AN: 0
Previous AN: -
Next PN: 2514
SA State: notInUse(2)
Confidentiality : yes
SAK Unchanged : yes

SA Create time : 1d01h

SA Start time : 7w0d

SC Statistics

Auth-only Pkts : 0
Auth-only Bytes : 0

Encrypt Pkts : 3156 <-- can increment with Tx traffic

Encrypt Bytes : 0

SA Statistics

Auth-only Pkts : 0

Encrypt Pkts : 402 <-- can increment with Tx traffic

Port Statistics

Egress untag pkts 0
Egress long pkts 0

Receive Secure Channels

SCI : A0F8490EA91F0026
SC state : notInUse(2)

Elapsed time : 00:24:38

Start time : 7w0d
Current AN: 0
Previous AN: -
Next PN: 94
RX SA Count: 0
SA State: notInUse(2)
SAK Unchanged : yes
SA Create time : 1d01h
SA Start time : 7w0d

SC Statistics

Notvalid pkts 0
Invalid pkts 0
Valid pkts 0
Valid bytes 0
Late pkts 0
Uncheck pkts 0
Delay pkts 0
UnusedSA pkts 0
NousingSA pkts 0
Decrypt bytes 0

SA Statistics

```
Notvalid pkts 0
Invalid pkts 0
```

Valid pkts 93

```
UnusedSA pkts 0
NousingSA pkts 0
!
```

Port Statistics

```
Ingress untag pkts 0
```

Ingress notag pkts 748

```
Ingress badtag pkts 0
Ingress unknownSCI pkts 0
Ingress noSCI pkts 0
Ingress overrun pkts 0



C9500#
```

sh mka sessions interface fortyGigabitEthernet 1/0/1

```
Summary of All Currently Active MKA Sessions on Interface FortyGigabitEthernet1/0/1...
================================================================================================
Interface    Local-TxSCI
```

Policy-Name

```
   Inherited   Key-Server
Port-ID      Peer-RxSCI        MACsec-Peers    Status      CKN
================================================================================================
```

Fo1/0/1   0cd0.f8dc.dc01/0008

MKA

```
              NO        YES
```

8   a0f8.490e.a91f/0026   1   Secured01   <-- CKN number must match on both sides

0cd0.f8dc.dc01

<--

MAC of local interface

a0f8.490e.a91f

<--

MAC of remote neighbor

8

<-- indicates IIF_ID of respective local port (here IF_ID is 8 for local port fo1/0/1)

C9500#

sh platform pm interface-numbers | in iif|1/0/1

interface

iif-id

  gid slot unit slun   HWIDB-Ptr   status   status2 state snmp-if-index

Fo1/0/1

8

     1   1   1   1   0x7EFF3F442778 0x10040 0x20001B 0x4   8

C9500#

sh mka sessions interface fortyGigabitEthernet 1/0/1 detail

MKA Detailed Status for MKA Session
==========
Status: SECURED - Secured MKA Session with MACsec

Local Tx-SCI..... 0cd0.f8dc.dc01/0008

Interface MAC Address.... 0cd0.f8dc.dc01

MKA Port Identifier..... 8

Interface Name..... FortyGigabitEthernet1/0/1

Audit Session ID.....
CAK Name (CKN)..... 01
Member Identifier (MI)... DFDC62E026E0712F0F096392

Message Number (MN)..... 536   <-- can increment as message numbers increment

EAP Role..... NA
Key Server..... YES

MKA Cipher Suite..... AES-256-CMAC

```
Latest SAK Status........ Rx & Tx
Latest SAK AN............ 0
Latest SAK KI (KN)....... DFDC62E026E0712F0F09639200000001 (1)
Old SAK Status........... FIRST-SAK
Old SAK AN............... 0
Old SAK KI (KN).......... FIRST-SAK (0)

SAK Transmit Wait Time... 0s (Not waiting for any peers to respond)
SAK Retire Time.......... 0s (No Old SAK to retire)
SAK Rekey Time........... 0s (SAK Rekey interval not applicable)

MKA Policy Name.......... MKA
Key Server Priority...... 200
Delay Protection......... NO
Delay Protection Timer.......... 0s (Not enabled)

Confidentiality Offset... 0
Algorithm Agility........ 80C201
SAK Rekey On Live Peer Loss........ NO
Send Secure Announcement.. DISABLED
SAK Cipher Suite......... 0080C20001000002 (GCM-AES-256)
MACsec Capability........ 3 (MACsec Integrity, Confidentiality, & Offset)
MACsec Desired........... YES
```

# of MACsec Capable Live Peers............ 1 <-- Peers capable of MACsec

# of MACsec Capable Live Peers Responded.. 1 <-- Peers that responded to MACsec negotiation

Live Peers List:

MI	MN	Rx-SCI (Peer)	KS Priority	RxSA Installed	
ACF0BD8ECCA391A197F4DF6B	**537**	**a0f8.490e.a91f/0026**	**200**	**YES**	**<-- One live peer**

!

Potential Peers List:

MI	MN	Rx-SCI (Peer)	KS Priority	RxSA Installed

Check the MKA policy and ensure that it is applied to expected interface

C9500#

sh mka policy MKA

MKA Policy defaults :
Send-Secure-Announcements: DISABLED
!
MKA Policy Summary...
!
Codes : CO - Confidentiality Offset, ICVIND - Include ICV-Indicator,
SAKR OLPL - SAK-Rekey On-Live-Peer-Loss,
DP - Delay Protect, KS Prio - Key Server Priority

Policy

KS DP CO SAKR ICVIND Cipher Interfaces

Name

Prio OLPL Suite(s) Applied
==========

MKA

200 FALSE 0 FALSE TRUE

GCM-AES-256

Fo1/0/1 <-- Applied to Fo1/0/1

Ensure that PDU counters are incrementing at Tx/Rx at both sides.

This is useful to determine the direction of issues at transport. ###

C9500#

sh mka statistics | sec PDU

MKPDU Statistics

MKPDUs Validated & Rx..... 2342 <-- can increment

"Distributed SAK"..... 0
"Distributed CAK"..... 0

MKPDUs Transmitted..... 4552 <-- can increment

MKA Error Counters

C9500#

show mka statistics

```
** snip***

MKA Error Counter Totals

========================

Session Failures


Bring-up Failures.............. 0
Reauthentication Failures........ 0
Duplicate Auth-Mgr Handle........ 0
!

SAK Failures


SAK Generation................... 0
Hash Key Generation.............. 0
SAK Encryption/Wrap.............. 0
SAK Decryption/Unwrap............ 0
SAK Cipher Mismatch.............. 0
!

CA Failures


Group CAK Generation............. 0
Group CAK Encryption/Wrap........ 0
Group CAK Decryption/Unwrap...... 0
Pairwise CAK Derivation.......... 0
CKN Derivation................... 0
ICK Derivation................... 0
KEK Derivation................... 0
Invalid Peer MACsec Capability... 0
!

MACsec Failures


Rx SC Creation................... 0
Tx SC Creation................... 0
Rx SA Installation............... 0
Tx SA Installation............... 0
!

MKPDU Failures


MKPDU Tx......................... 0
MKPDU Rx Validation.............. 0
MKPDU Rx Bad Peer MN............. 0
MKPDU Rx Non-recent Peerlist MN.. 0
```

ステップ3 ~ 5

シナリオ1と同じ手順を使用します。

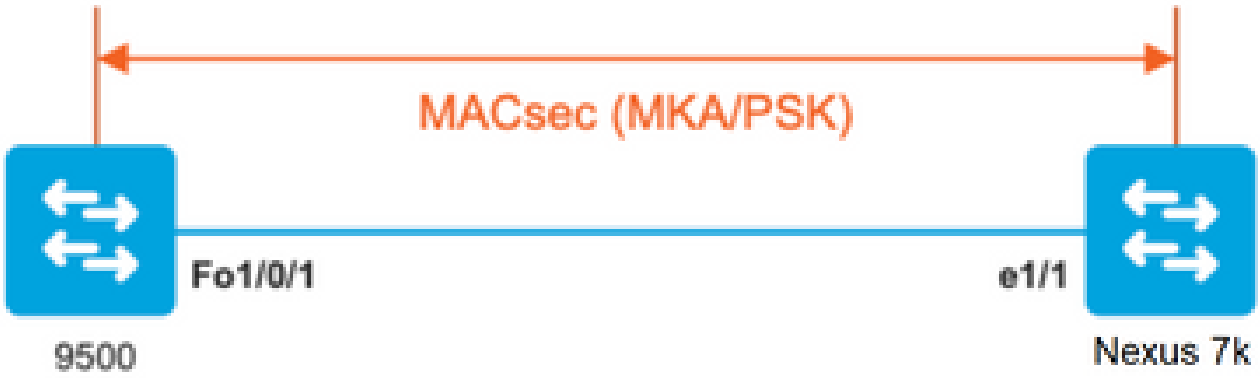
⚠ 警告：相互運用性を確保するため、一部のプラットフォームではパディングが行われ、一部

のプラットフォームでは行われないことに注意してください。これは、mkaセッションがInit状態のままになるという重要な問題につながる可能性があります。これは、show mka sessionsコマンドで確認できます。

パディングの問題の例

この使用例は、NX-OS 8.2(2)のCatalyst 9500およびNexus 7000を示していますが、C3560CXなどのCatalystデバイスでも発生する可能性があります。

(Cisco Bug ID CSCvs92023に問題が記載されています)。



- シナリオ2に示されている設定を使用する場合、キーの不一致が原因でMKAはトンネルを確立できません。
- このデバイスはパディングを行わないため、9500側で0のキーを手動で入力する必要があります。

Catalyst 9500

<#root>

```
conf t
  key chain MACsec1 MACsec
     key

01000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000 --> device does not do padding automati

       key-string 12345678901234567890123456789012
       end
```

Nexus 7000

<#root>

```
conf t
  key chain MACsec1 MACsec
```

```
key 01  --> Device does automatic padding.

      key-octet-string 12345678901234567890123456789012
      end
```

その他の設定オプション

バンドル/ポートチャネルインターフェイスでのMKAを使用したMACsecスイッチ間リンクセキュリティ

- L3およびL2ポートチャネル（LACP、PAgP、およびモードON）
- 暗号化タイプ（AES-128およびAES-256、AES-256はAdvantageライセンスに適用可能）
- キー交換MKA PSKのみ

対応プラットフォーム:

- Catalyst 9200（AES-128のみ）
- Catalyst 9300
- Catalyst 9400
- Catalyst 9500およびCatalyst 9500H
- Catalyst 9600

スイッチとスイッチ間のEtherchannelの設定例

キーチェーンとMKAポリシーの設定は、「MKAの設定」セクションで示した設定と同じです。

<#root>

```
interface <>  <-- This is the physical member link. MACsec encrypts on the individual links
```

```
 MACsec network-link
```

```
    mka policy <policy-name>
    mka pre-shared-key key-chain <key-chain name>
    macsec replay-protection window-size frame number
```

```
channel-group
```

```
mode active <-- Adding physical member to the port-channel
```

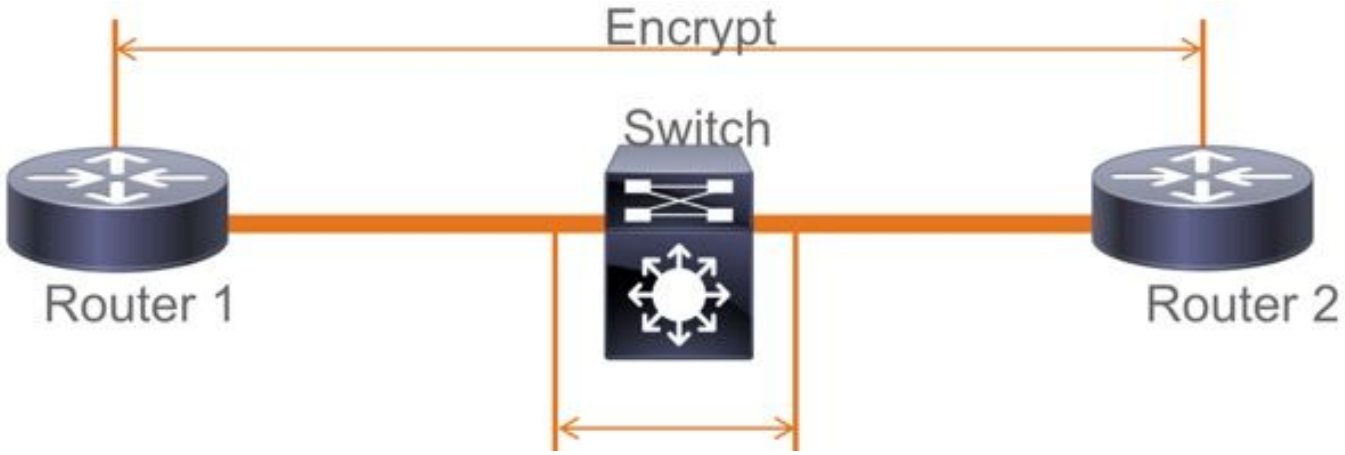
L2中間スイッチ間のMACsecスイッチ間リンクセキュリティ、PSKモード

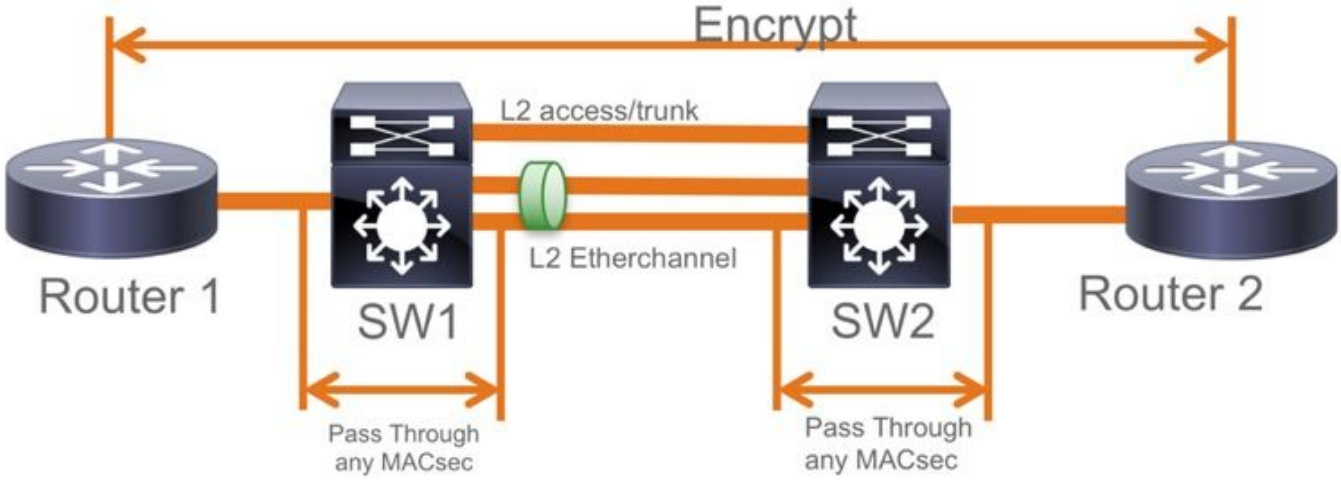
このセクションでは、Cat9Kが暗号化されたパケットを透過的に渡す必要がある、サポートされているWAN MACsecシナリオの一部を説明します。

ルータが直接接続されていないがL2中継スイッチがある場合があり、L2スイッチは暗号化を処理せずに暗号化パケットをバイパスできます。

Catalyst 9000スイッチは、16.10(1)以降のClear Tagを使用して、透過的にパケットを転送します

- MKA/SAPではパススルーがサポートされています。
- L2アクセス、トランク、またはEtherchannelでサポート
- デフォルトでサポート（有効/無効にするconfig CLIなし）
- ルータがデフォルト以外の(0x888E)イーサタイプのEAPOLフレームを送信することを確認します。

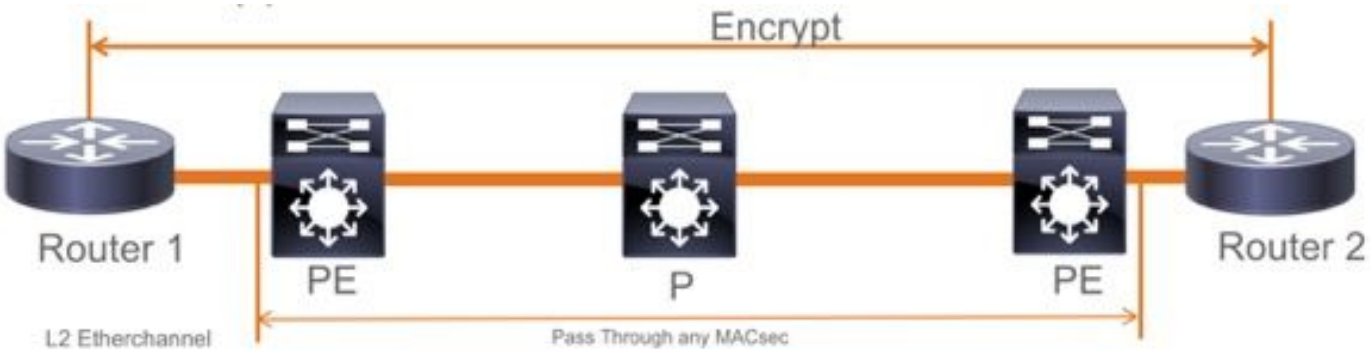




EoMPLS/VPLSトポロジ

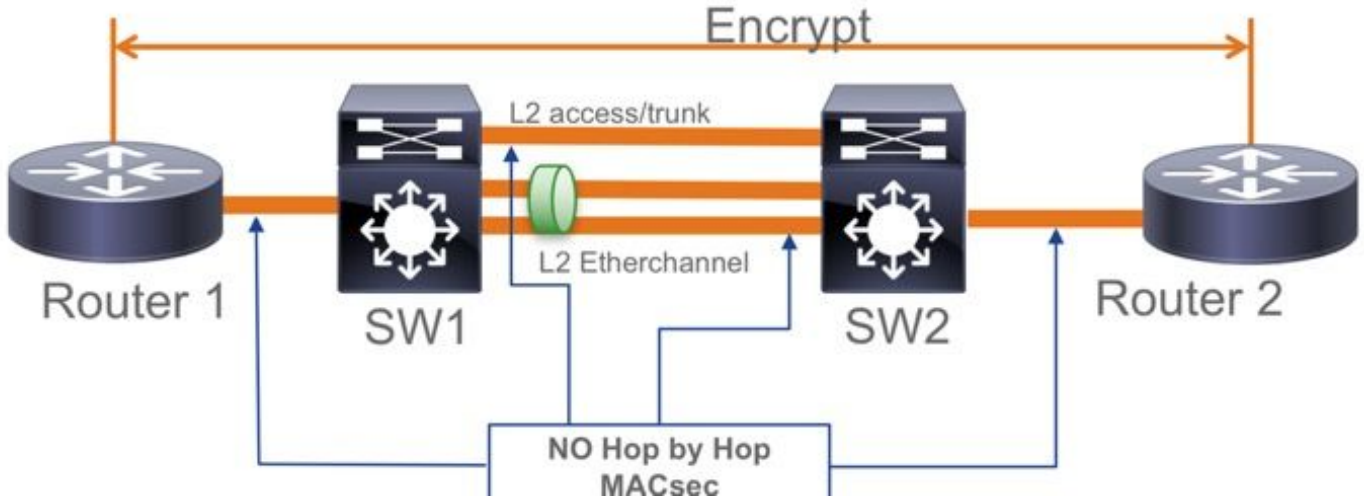
PEまたはPデバイスとしてサポートされているプラットフォームCat 9300/9400、9500/9500H

- VPLS
- EoMPLS
- デフォルトでサポート（有効/無効にするconfig CLIなし）
- 16.10(1)を開始

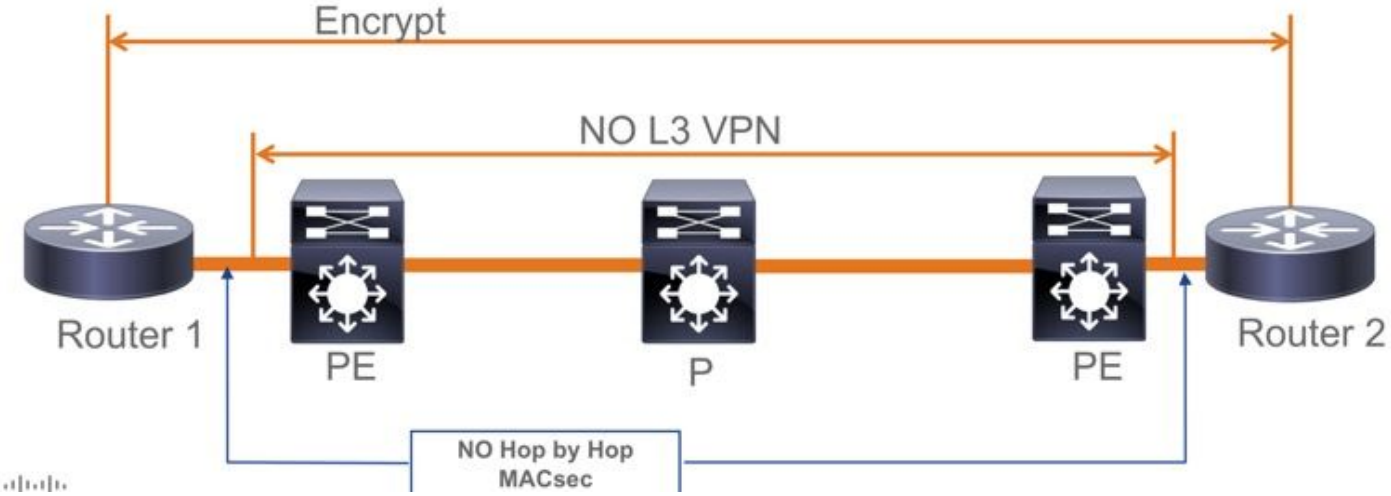


制約

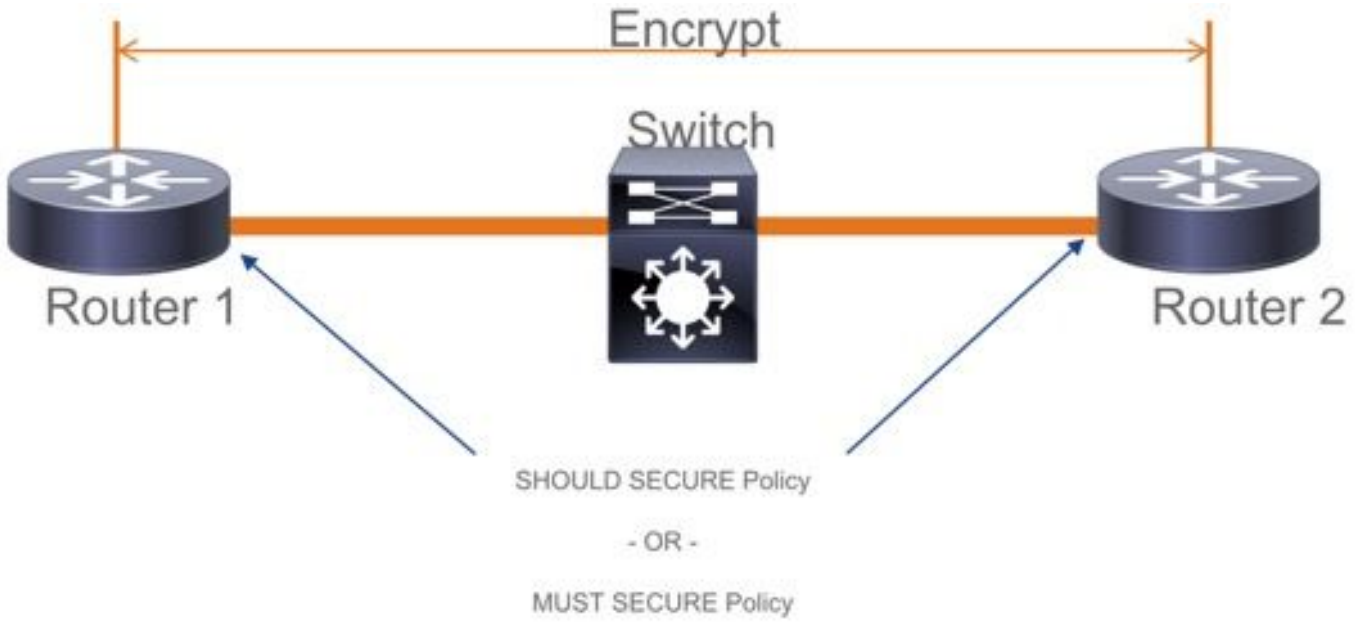
二重暗号化はサポートされていません。Clearタグを使用したエンドツーエンドMACsecでは、直接接続されたL2リンクでHop by Hop(HOP)スイッチを有効にしないようにする必要があります。



- ClearTag + EoMPLS（中間レイヤ2専用スイッチを使用、MACsecはCE-PEリンクで有効にできない）
- 中間スイッチを使用したClearTag + L3VPNはサポートされない



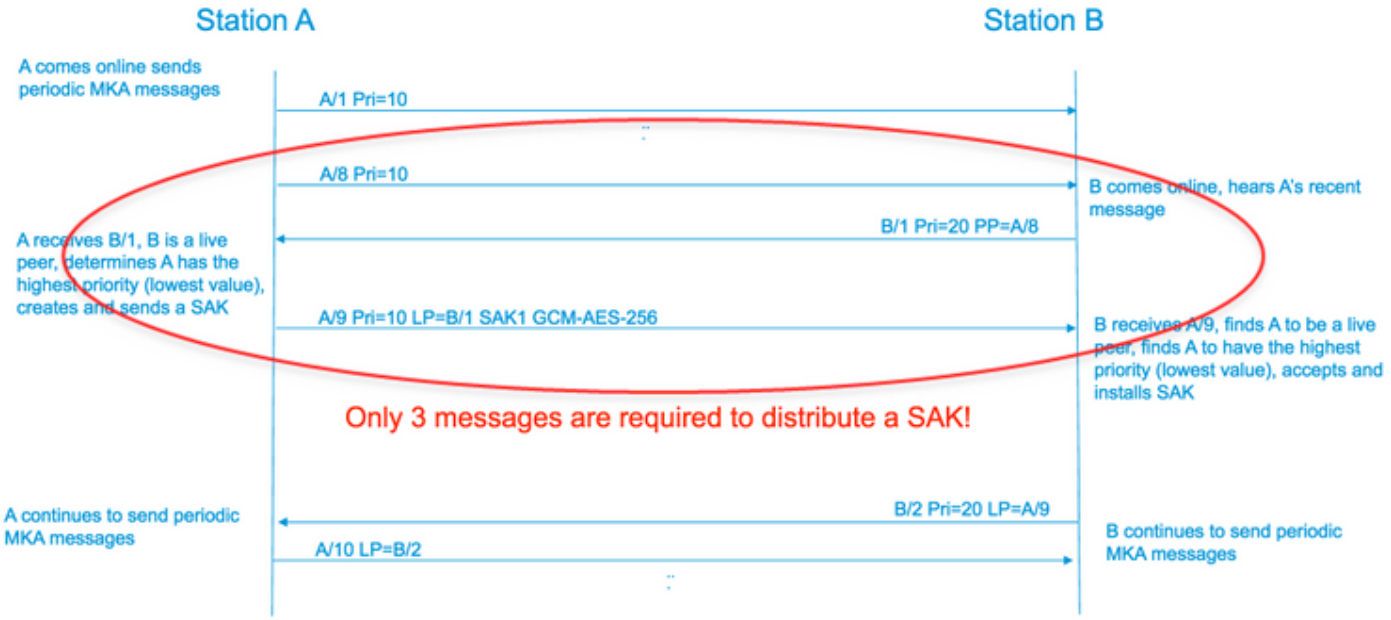
- PSKモードでのShould Secureはサポートされていません。Must Secureがデフォルトモードです。
- MACsec設定をネゴシエートするために、SecureポリシーはEAPoLだけを暗号化しないことが必要です。



MACsecの動作情報

操作の順序

1. リンクと両方のエンドデバイスが起動すると、MKAフレームが交換されます（EtherType = 0x888E、EAPOLと同じ、パケットタイプはMKA）。マルチポイント間ネゴシエーションプロトコルである。ピアを検出して受け入れるには、CAKキー値（通常はスタティック事前共有）、キー名(CKN)が一致し、ICVが有効である必要があります。
2. キーサーバのプライオリティが最も低い（デフォルトは0）デバイスがキーサーバとして選択されます。キーサーバはSAKを生成し、MKAメッセージを介して配信します。Secure Channel Identifier(SCI)が最も高い値の場合は優先されます。
3. その後、すべてのMACsecセキュアフレームは対称暗号キー(SAC)で暗号化されます。TXとRXのセキュアなチャネルが別々に作成されます。ただし、暗号化と復号化の両方に同じキーSAKが使用されます。
4. （EAPOL-MKAメッセージを通じて）マルチアクセスLANで新しいデバイスが検出されると、キーサーバはすべてのデバイスで使用する新しいキーを生成します。新しいキーは、すべてのデバイスによって確認応答（IEEE Std 802.1X-2010のセクション9.17.2を参照）された後で使用されるようになります。



MACsecパケット

制御フレーム(EAPOL-MKA)

- EAPOL宛先MAC = 01:80:C2:00:00:03：複数の宛先にパケットをマルチキャストする
- EAPOLイーサタイプ= 0x888E

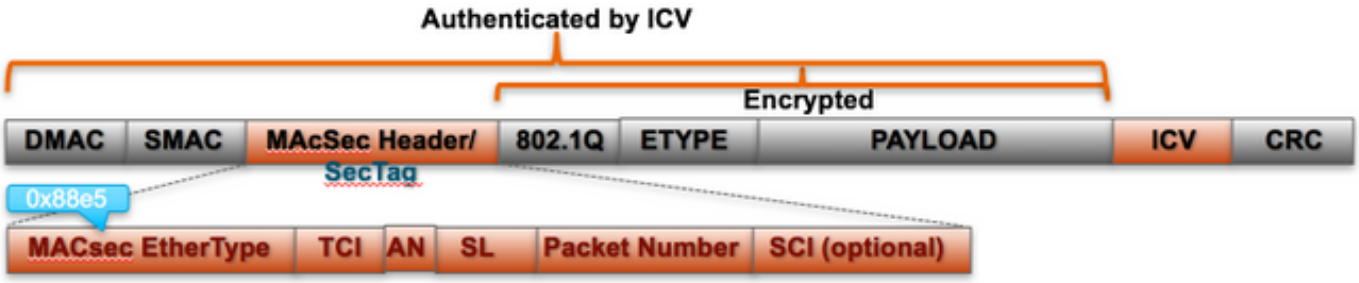
コントロールフレーム形式のL2ペイロード。

Protocol Version		
Packet Type = EAPOL-MKA		
Packet Body Length		Size
Packet Body (MKPDU)	Basic Parameter Set	Multiple of 4 octets
	Parameter Set	Multiple of 4 octets
	Parameter Set	Multiple of 4 octets
	ICV	16 octets

データフレーム

MACsecは、最大オーバーヘッドが32バイト（最小16バイト）のデータフレームに2つの追加タグを挿入します。

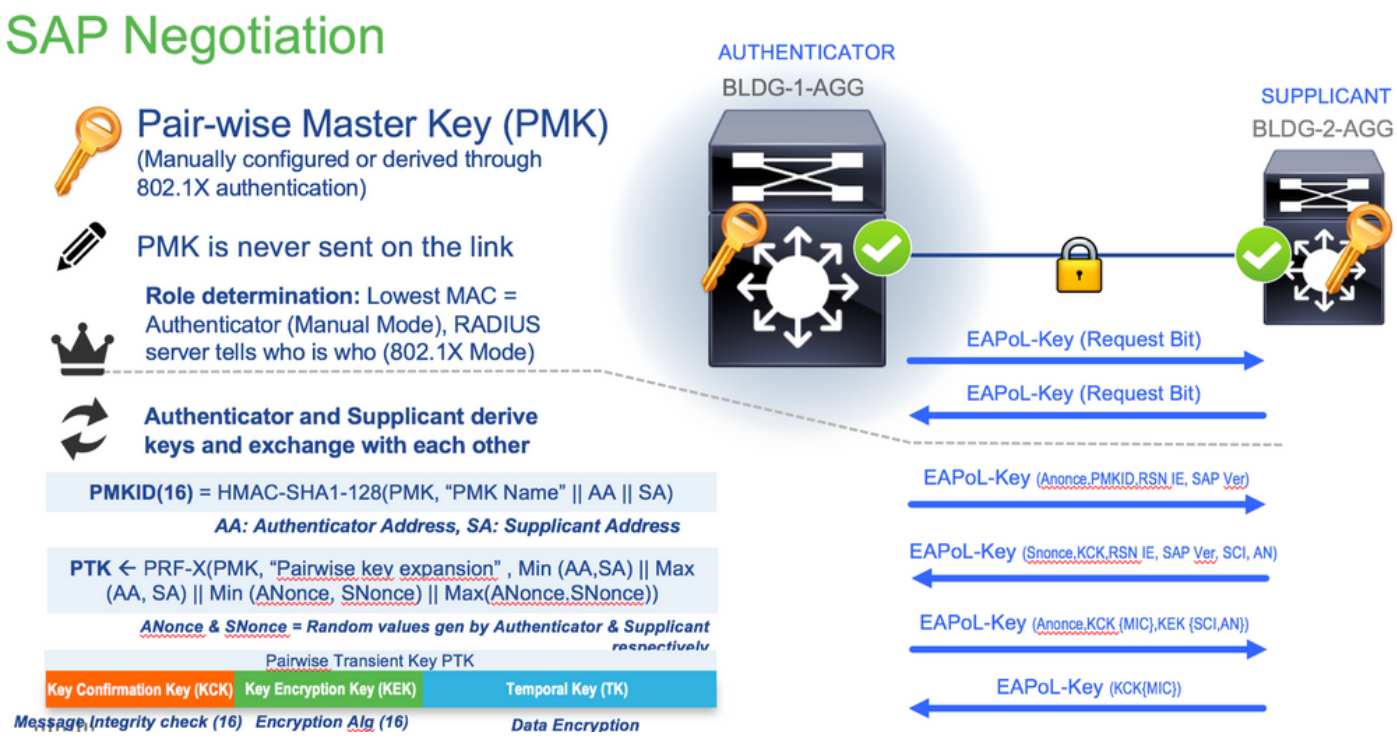
- SecTag = 8 ~ 16バイト（8バイトのSCIはオプション）
- ICV = 8 ~ 16バイト（暗号スイートに基づく）(AES128/256)



MACsec Tag Format

Field	Size	Description
Ethertype	16 bit	MAC length/type value for MACsec packet Ethertype = 88-E5
TCI	6 bit	Tag control info contains: Version, ES, SC, SCB, E, C (indicates how frame is protected)
AN	2 bit	Association number
SL	8 bit	Short Length Indicates MSDU length of 1-48 octets 0 indicates MSDU length > 48 octets
PN	32 bit	Packet sequence number
SCI	64 bit	Secure channel identified (optional)

SAP ネゴシエーション



キー交換

MACsec Key Derivation Schemes

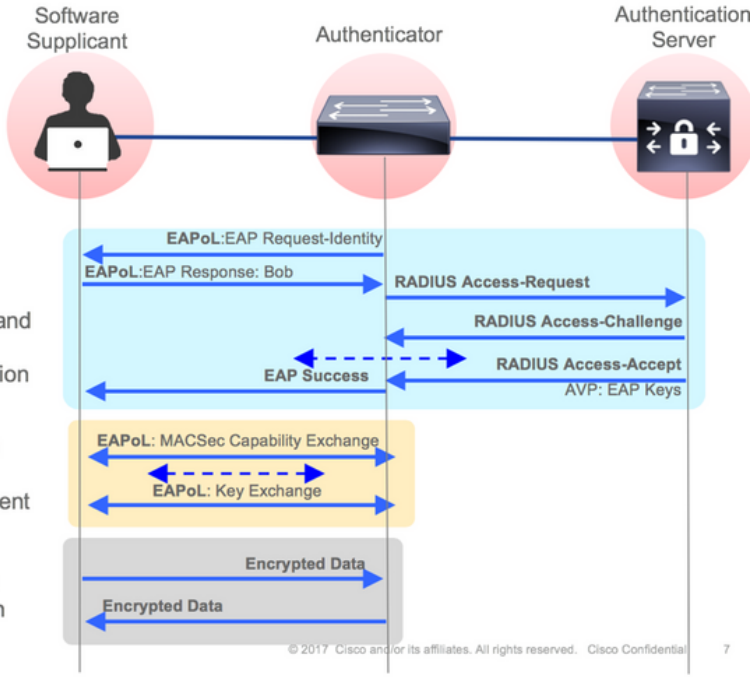
Session Key Agreement Protocols

SAP — **Security Association Protocol** is Cisco proprietary protocol for MACSec Key negotiation.

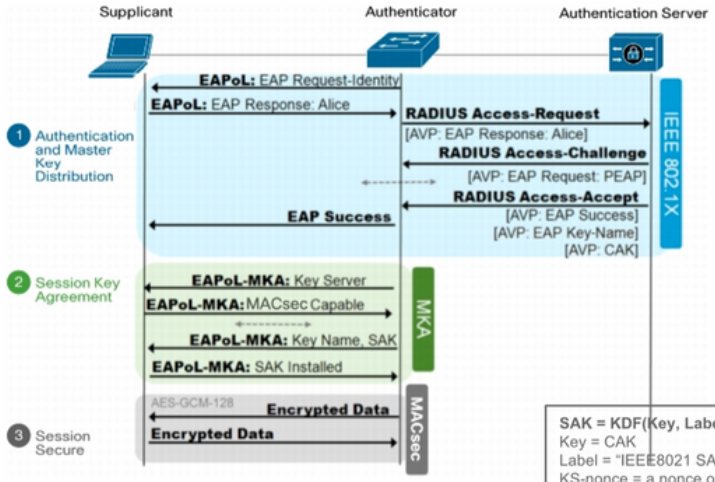
Used only for Switch-to-Switch encryptions.

MKA — MKA (**MACsec Key Agreement**) is defined in IEEE 802.1X-2010.

Used today for Switch-to-Host encryptions. Router MACsec uses MKA



MKA Exchange



ICV = AES-CMAC(ICK, M, 128)
M = DA + SA + (MSDU – ICV)

A pairwise CAK (Connectivity Association Key) is derived directly from the EAP MSK:
CAK = KDF(Key, Label, mac1 | mac2, CAKlength)

Key = MSK[0-15] for a 128 bit CAK, MSK[0-31] for a 256 bit CAK
Label = "IEEE8021 EAP CAK"
mac1 = the lesser of the two source MAC addr used in the EAPOL-EAP exchange
mac2 = the greater of the two source MAC addr used in the EAPOL-EAP exchange
CAKlength = two octets representing an integer value (128 for a 128 bit CAK, 256 for a 256 bit CAK) with the most significant octet first

The KEK(Key Encryption Key) is derived from the CAK using the following transform:
KEK = KDF(Key, Label, Keyid, KEKLength)

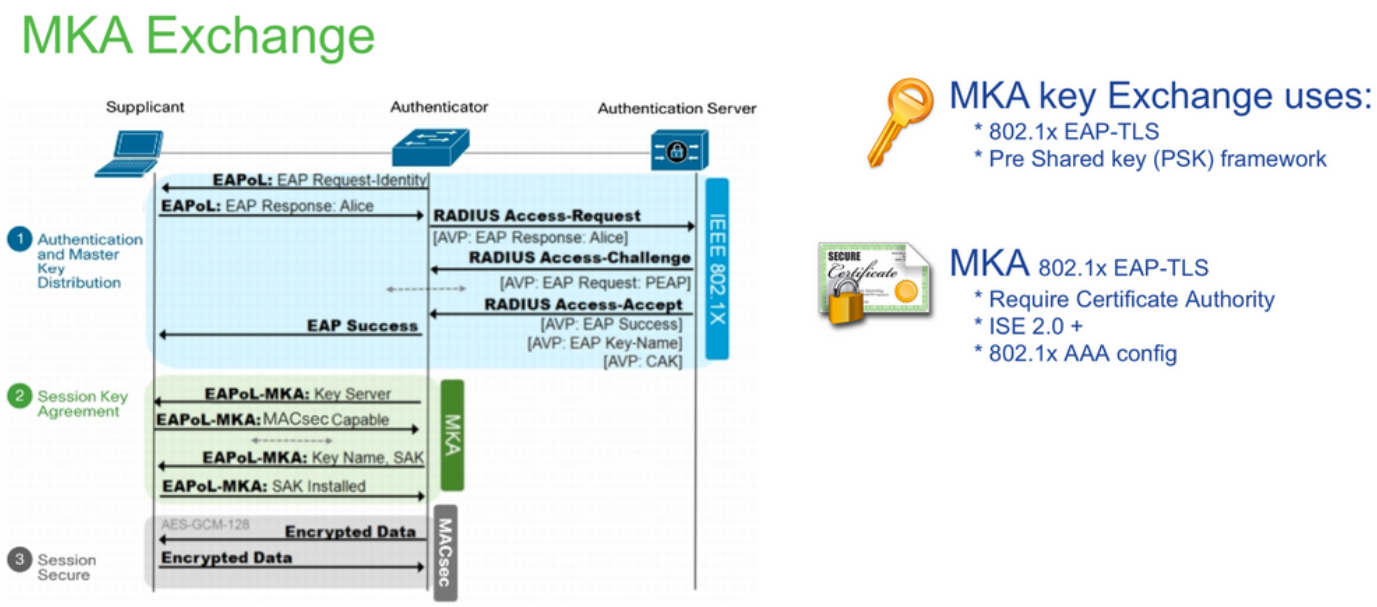
Key = CAK
Label = "IEEE8021 KEK"
Keyid = the first 16 octets of the CKN, with null octets appended to pad to 16 octets
KEKLength = two octets representing an integer value (128 for a 128 bit KEK, 256 for a 256 bit KEK) with the most significant octet first

The ICK (ICV Key) is derived from the CAK using the following transform:

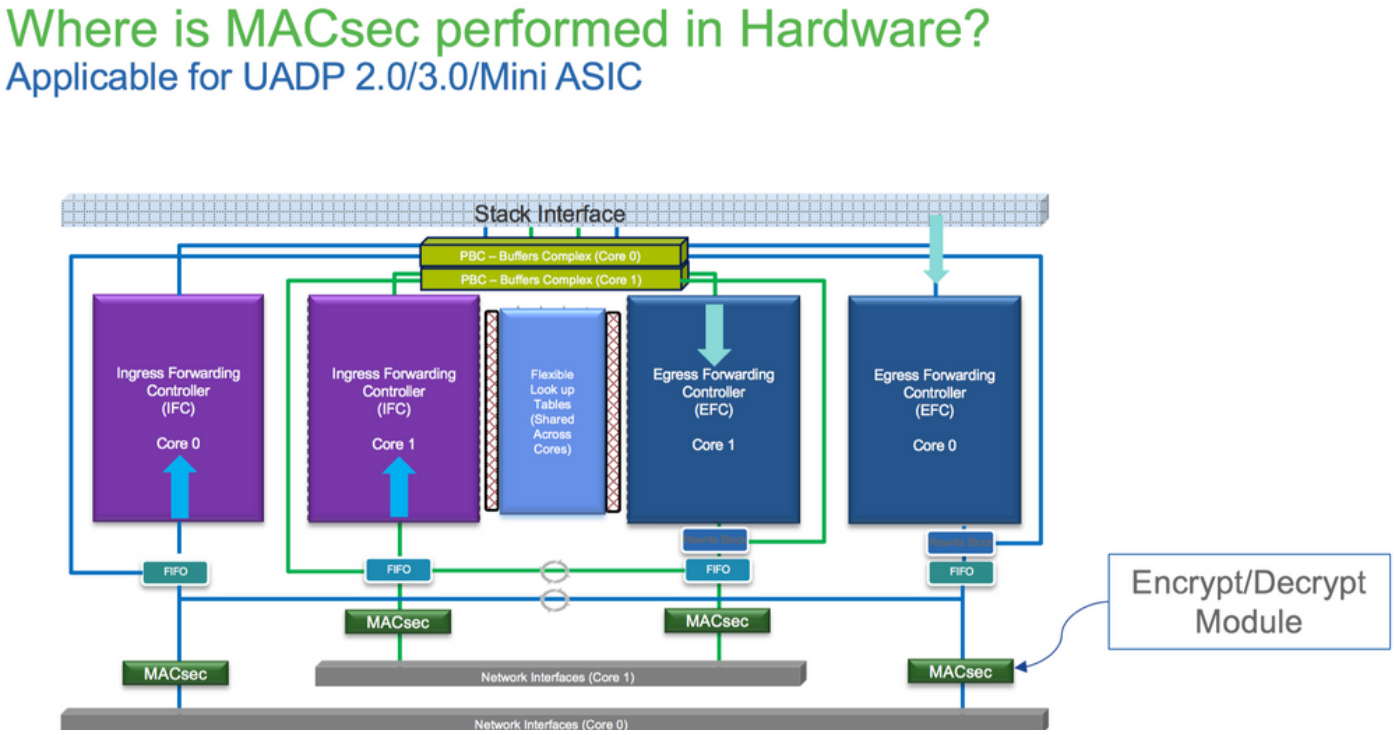
ICK = KDF(Key, Label, Keyid, ICKLength)

Key = CAK
Label = "IEEE8021 ICK"
Keyid = the first 16 octets of the CKN, with null octets appended to pad to 16
ICKLength = two octets representing an integer value (128 for a 128 bit ICK, 256 for a 256 bit ICK) with the most significant octet first

SAK = KDF(Key, Label, KS-nonce | MI-value list | KN, SAKlength)
Key = CAK
Label = "IEEE8021 SAK"
KS-nonce = a nonce of the same size as the required SAK, obtained from an RNG each time an SAK is generated.
MI-value list = a concatenation of MI values (in no particular order) from all live participants
KN = four octets, the Key Number assigned by the Key Server as part of the KI
SAKlength = two octets representing an integer value (128 for a 128 bit SAK, 256 for a 256 bit SAK) with the most significant octet first.



プラットフォーム上のMACsec



製品の互換性マトリクス

LAN MACsec Support per Platform

	MACsec	Cat 9200		Cat 9300		Cat 9400		Cat 9500		Cat 9500H / 9600	
		SW	License	SW	License	SW	License	SW	License	SW	License
Switch to Switch	128 Bits SAP	16.10.1 +	NE	16.6.1 +	NE	16.10.1 +	NE	16.6.1 +	NE	16.9.1 + / 16.11.1 +	NE
	128 Bits MKA	16.10.1 +	NE	16.6.1 +	NE	16.10.1 +	NE	16.6.1 +	NE	16.9.1 + / 16.11.1 +	NE
	256 Bits MKA	Not Supported		16.6.1 +	NA	16.10.1 +	NA	16.6.1 +	NA	16.9.1 + / 16.11.1 +	NA
	ClearTag Pass Through	16.10.1 +	NE	16.10.1 +	NE	16.10.1 +	NE	16.10.1 +	NE	16.10.1 + / 16.11.1 +	NE
Host to Switch	128 Bits MKA	16.10.1 +	NE	16.8.1 +	NE	16.9.1 +	NE	16.8.1 +	NE	16.9.1 + / 16.11.1 +	NE
	256 Bits MKA	Not Supported		16.9.1 +	NA	16.10.1 +	NA	16.9.1 +	NA	16.9.1 + / 16.11.1 +	NA

NE – Network Essentials. NA – Network Advantage.
C9300 Stackwise 480 / C9500 SWV High Availability is not supported for MACsec
C9400 Sup 1XL-Y does not Support MACsec on any Supervisor ports
C9400 Sup 1 and 1XL support MACsec for only for interfaces with speed 10/40 Gbps

LAN MACsec Performance Data

	MACsec	Cat 9200	Cat 9300	Cat 9400	Cat 9500	Cat 9500H / 9600
Switch to Switch	128 Bits SAP	Line Rate	Line Rate	Line Rate	Line Rate	Line Rate
	128 Bits MKA	Line Rate	Line Rate	Line Rate	Line Rate	Line Rate
	256 Bits MKA	Not Supported	Line Rate	Line Rate	Line Rate	Line Rate
Host to Switch	128 Bits MKA	Line Rate	Line Rate	Line Rate	Line Rate	Line Rate
	256 Bits MKA	Not Supported	Line Rate	Line Rate	Line Rate	Line Rate

C9400 Sup 1XL-Y does not Support MACsec on any Supervisor ports
C9400 Sup 1 and 1XL support MACsec for only for interfaces with speed 10/40 Gbps

NE – Network Essentials. NA – Network Advantage.
Line rate is calculated with the additional MACsec header overhead

関連情報

[セキュリティ設定ガイド、Cisco IOS® XE Gibraltar 16.12.x（Catalyst 9300スイッチ）]

翻訳について
シスコは世界中のユーザにそれぞれの言語でサポート コンテンツを提供するために、機械と人による翻訳を組み合わせて、本ドキュメントを翻訳しています。ただし、最高度の機械翻訳であっても、専門家による翻訳のような正確性は確保されません。シスコは、これら翻訳の正確性について法的責任を負いません。原典である英語版（リンクからアクセス可能）もあわせて参照することを推奨します。