

サイト間 IPSec VPN のためのハイ アベイラビリティ機能の設定

目次

[概要](#)

[前提条件](#)

[要件](#)

[使用するコンポーネント](#)

[表記法](#)

[設定](#)

[ネットワーク図](#)

[設定](#)

[動作の仕組み](#)

[通常的环境 \(フェールオーバー発生前 \)](#)

[HSRP と IPSec のフェールオーバーの後](#)

[元の HSRP プライマリ ルータが停止状態から回復した後](#)

[関連情報](#)

概要

この文書は、サイトツーサイト IPSec VPN ネットワークの新規ハイ アベイラビリティ機能について説明しています。 Hot Standby Router Protocol (HSRP; ホットスタンバイ ルータ プロトコル) は、ルータのインターフェイスのステータスを監視して、ルータ間でのフェールオーバーを行うために頻繁に使用されています。しかし、IPSec と HSRP の間には本質的な関連性がないため、HSRP では IPSec の security association (SA; セキュリティ アソシエーション) の状態は監視されず、また IPSec ではフェールオーバーが発生した際に HSRP フェールオーバーと同期するための方策が必要です。IPSec と HSRP とを密接に結びつけるための方策の要点を次に示します。

- Internet Key Exchange (IKE) キープアライブを使用すると、IPSec で HSRP フェールオーバーが遅れずに検出されます。
- 特定のルータ インターフェイスに適用された暗号化マップが、このインターフェイス上で設定された HSRP グループにリンクされることにより、IPSec で HSRP 設定が認識されます。また、これにより IPSec では、HSRP の仮想 IP アドレスを、HSRP ルータの Internet Security Association and Key Management Protocol (ISAKMP) ID として使用できます。
- Reverse Route Injection (RRI) 機能を使用すると、HSRP および IPSec のフェールオーバー時にダイナミック ルーティング情報が更新されます。

注: この資料に VPN と Hot Standby Router Protocol (HSRP) を使用する方法を記述されています。HSRP も壊れる ISP リンクをトラッキングするのに使用されています。ルータの冗長 ISP リンクを設定するために、[IPサービスレベルをICMPエコーオペレーションを使用して分析することを参照](#)して下さい。ここに source デバイスはルータであり、デスティネーションデバイスは

ISP デバイスです。

[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](#)

このドキュメントの情報は、次のソフトウェアとハードウェアのバージョンに基づくものです。

- Cisco 7200 シリーズ ルータ
- Cisco IOS® ソフトウェア リリース 12.3(7)T1、c7200-a3jk9s-mz.123-7.T1

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たものです。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。対象のネットワークが実稼働中である場合には、どのような作業についても、その潜在的な影響について確実に理解しておく必要があります。

[表記法](#)

ドキュメント表記の詳細は、『[シスコ テクニカル ティップスの表記法](#)』を参照してください。

[設定](#)

この項では、このドキュメントで説明する機能の設定に必要な情報を提供します。

注: このセクションで使用されているコマンドの詳細を調べるには、[Command Lookup Tool](#) ([登録ユーザ専用](#)) を使用してください。

[ネットワーク図](#)

このドキュメントでは、次のネットワーク構成を使用しています。

[設定](#)

このドキュメントでは、次の設定を使用します。

- [Cisco VPN 7200 の設定](#)
- [Cisco 7204VXR-1 の設定](#)
- [Cisco 7204VXR-2 の設定](#)
- [Cisco 7206-1 の設定](#)

Cisco VPN 7200 の設定

```
vpn7200#show run Building configuration... Current
configuration : 1854 bytes ! version 12.2 service
timestamps debug datetime msec service timestamps log
datetime msec no service password-encryption ! hostname
```

```

vpn7200 !! ip subnet-zero ip cef !--- Defines ISAKMP
policy and IKE pre-shared key for !--- IKE
authentication. Note that 172.16.172.53 is the !--- HSRP
virtual IP address of the remote HSRP routers. crypto
isakmp policy 1 hash md5 authentication pre-share crypto
isakmp key cisco123 address 172.16.172.53 !--- IKE
keepalive to detect the IPSec liveness of the remote !--
- VPN router. When HSRP failover happens, IKE keepalive
!--- will detect the HSRP router switchover. crypto
isakmp keepalive 10 !! crypto ipsec transform-set myset
esp-des esp-md5-hmac !--- Defines crypto map. Note that
the peer address is the !--- HSRP virtual IP address of
the remote HSRP routers. crypto map vpn 10 ipsec-isakmp
set peer 172.16.172.53 set transform-set myset match
address 101 ! interface Loopback0 ip address 20.1.1.1
255.255.255.255 ! interface FastEthernet0/0 ip address
10.48.66.66 255.255.254.0 duplex full speed 100 !
interface FastEthernet0/1 ip address 172.16.172.69
255.255.255.240 duplex full speed 100 crypto map vpn !
ip classless ip route 10.1.1.0 255.255.255.0
172.16.172.65 ip route 99.99.99.99 255.255.255.255
172.16.172.65 ip route 172.16.172.48 255.255.255.240
172.16.172.65 no ip http server ! access-list 101 permit
ip 20.1.1.0 0.0.0.255 10.1.1.0 0.0.0.255 access-list 101
permit ip 20.1.1.0 0.0.0.255 host 99.99.99.99 ! line con
0 exec-timeout 0 0 line aux 0 line vty 0 4 login ! end

```

Cisco 7204VXR-1 の設定

```

7204VXR-1#show run Building configuration... Current
configuration : 1754 bytes ! version 12.3 service
timestamps debug datetime msec service timestamps log
datetime msec no service password-encryption ! hostname
7204VXR-1 ! boot-start-marker boot-end-marker !! no aaa
new-model ip subnet-zero !! no ip domain lookup !! ip
cef! !--- Defines ISAKMP policy. crypto isakmp policy 1
hash md5 authentication pre-share crypto isakmp key
cisco123 address 172.16.172.69 crypto isakmp keepalive
10 !! crypto ipsec transform-set myset esp-des esp-md5-
hmac !--- Defines crypto map. Note that "reverse-route"
!--- turns on the RRI feature. crypto map vpn 10 ipsec-
isakmp set peer 172.16.172.69 set transform-set myset
match address 101 reverse-route !! !--- Define HSRP
under the interface. HSRP will track the !--- internal
interface as well. HSRP group name must be !--- defined
here and will be used for IPSec configuration. !--- The
"redundancy" keyword in the crypto map command !---
specifies the HSRP group to which IPSec will couple. !--
- In normal circumstances, this router will be the HSRP
!--- primary router since it has higher priority than
the !--- other HSRP router. interface FastEthernet0/0 ip
address 172.16.172.52 255.255.255.240 duplex full speed
100 standby 1 ip 172.16.172.53 standby 1 priority 200
standby 1 preempt standby 1 name VPNHA standby 1 track
FastEthernet0/1 150 crypto map vpn redundancy VPNHA !
interface FastEthernet0/1 ip address 10.1.1.1
255.255.255.0 duplex full speed 100 ! interface ATM1/0
no ip address shutdown no atm ilmi-keepalive ! interface
FastEthernet3/0 no ip address shutdown duplex half !
interface ATM6/0 no ip address shutdown no atm ilmi-
keepalive !--- Define dynamic routing protocol and re-
distribute static !--- route. This enables dynamic
routing information update !--- during the HSRP/IPSec
failover. All the "VPN routes" !--- that are injected in
the routing table by RRI as static !--- routes will be

```

```
redistributed to internal networks. ! router ospf 1 log-adjacency-changes redistribute static subnets network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0 ! ip classless ip route 172.16.172.64 255.255.255.240 172.16.172.49 no ip http server no ip http secure-server ! ! !--- Defines VPN traffic. The destination IP subnet will be !--- injected into the routing table as static routes by RRI. access-list 101 permit ip 10.1.1.0 0.0.0.255 20.1.1.0 0.0.0.255 access-list 101 permit ip host 99.99.99.99 20.1.1.0 0.0.0.255 ! line con 0 exec-timeout 0 0 stopbits 1 line aux 0 stopbits 1 line vty 0 4 ! ! ! end
```

Cisco 7204VXR-2 の設定

```
7204VXR-2#show run Building configuration... Current configuration : 2493 bytes ! version 12.3 service timestamps debug datetime msec service timestamps log datetime msec no service password-encryption ! hostname 7204VXR-2 ! boot-start-marker boot system flash disk1:c7200-a3jk9s-mz.123-7.T1 boot-end-marker ! no aaa new-model ip subnet-zero ! ! no ip domain lookup ip host rund 10.48.92.61 ! ! ip cef ! crypto isakmp policy 1 hash md5 authentication pre-share crypto isakmp key cisco123 address 172.16.172.69 crypto isakmp keepalive 10 ! ! crypto ipsec transform-set myset esp-des esp-md5-hmac ! crypto map vpn 10 ipsec-isakmp set peer 172.16.172.69 set transform-set myset match address 101 reverse-route ! !--- During normal operational conditions this router !--- will be the standby router. interface FastEthernet0/0 ip address 172.16.172.54 255.255.255.240 ip directed-broadcast duplex full standby 1 ip 172.16.172.53 standby 1 preempt standby 1 name VPNHA standby 1 track FastEthernet1/0 crypto map vpn redundancy VPNHA ! interface FastEthernet1/0 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0 ip directed-broadcast duplex full ! interface FastEthernet3/0 ip address 10.48.67.182 255.255.254.0 ip directed-broadcast shutdown duplex full ! router ospf 1 log-adjacency-changes redistribute static subnets network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0 ! ip classless ip route 172.16.172.64 255.255.255.240 172.16.172.49 no ip http server no ip http secure-server ! ! ! access-list 101 permit ip 10.1.1.0 0.0.0.255 20.1.1.0 0.0.0.255 access-list 101 permit ip host 99.99.99.99 20.1.1.0 0.0.0.255 ! line con 0 exec-timeout 0 0 transport preferred all transport output all stopbits 1 line aux 0 transport preferred all transport output all stopbits 1 line vty 0 4 login transport preferred all transport input all transport output all ! ! ! end
```

Cisco 7206-1 の設定

```
7206-1#show run Building configuration... Current configuration : 1551 bytes ! version 12.2 no service pad service timestamps debug datetime msec localtime service timestamps log datetime msec localtime no service password-encryption ! hostname 7206-1 ! ip subnet-zero no ip source-route ip cef ! interface Loopback0 ip address 99.99.99.99 255.255.255.255 ! interface FastEthernet0/0 shutdown duplex full speed 100 ! !--- Define dynamic routing protocol. All the "VPN routes" !--- will be learned and updated dynamically from upstream HSRP !--- routers using the dynamic routing protocols. interface FastEthernet0/1 ip address 10.1.1.3 255.255.255.0 duplex full speed 100 ! router ospf 1 log-adjacency-changes passive-interface Loopback0 network
```

```
10.1.1.0 0.0.0.255 area 0 network 99.99.99.99 0.0.0.0
area 0 ! ip classless no ip http server ! ! ! line con 0
exec-timeout 0 0 line aux 0 line vty 0 4 login ! end
```

動作の仕組み

この例では、上記の設定によって、HSRP と IPSec のフェールオーバーが同時に動作する仕組みについて説明しています。このケーススタディでは、次の3つの面に重点を置いています。

- インターフェイス障害による HSRP フェールオーバー。
- HSRP フェールオーバーの後に IPSec フェールオーバーが発生する仕組み。上記からわかるように、ここでは IPSec フェールオーバーは「ステートレス フェールオーバー」となります。
- フェールオーバーによるルーティング情報の変更が動的に更新され、内部ネットワークに伝搬される仕組み。

注: ここでのテストトラフィックは、Cisco 7206-1 のループバック IP アドレス (99.99.99.99) および Cisco VPN 7200 のループバック IP アドレス (20.1.1.1) の間の Internet Control Message Protocol (ICMP; インターネット制御メッセージ プロトコル) パケットであり、この2つのサイト間で VPN トラフィックがシミュレートされます。

通常的环境 (フェールオーバー発生前)

フェールオーバーの前は、Cisco 7204VXR-1 がプライマリ HSRP ルータであり、Cisco VPN 7200 には Cisco 7204VXR-1 との IPSec SA が設定されています。

インターフェイスにクリプト マップが設定されていると、設定されている IPSec access control list (ACL; アクセスコントロール リスト) とクリプト マップの **set peer** コマンド文に一致するように、RRI 機能によって VPN ルートが挿入されます。このルートはプライマリ HSRP ルータの 7204VXR-1 のルーティング テーブルに追加されます。

次の **debug crypto ipsec** コマンドの出力には、VPN ルート 20.1.1/24 が Routing Information Base (RIB; ルーティング情報ベース) に追加されたことが示されています。

```
IPSEC(rte_mgr): VPN Route Added 20.1.1.0 255.255.255.0
via 172.16.172.69 in IP DEFAULT TABLE
```

プライマリ HSRP ルータのルーティング テーブルでは、スタティック ルートが 20.1.1/24 に含まれています。これは Open Shortest Path First (OSPF) によってセカンダリ HSRP ルータである 7204VXR-2 と、内部ルータの 7206-1 に再配布されます。

ルータ 7204VXR-1 の RIB にスタティック ルートとして挿入された VPN ルート 20.1.1/24 に対するネクストホップは、リモート クリプトピアの IP アドレスです。この場合では、VPN ルート 20.1.1/24 のネクストホップは 172.16.172.69 です。VPN ルートのネクストホップの IP アドレスは、この Cisco Express Forwarding テーブルに示されているように、再帰的なルート ルックアップによって解決されます。

```
7204VXR-1#show ip route Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP D -
EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area, N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 -
OSPF NSSA external type 2, E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, i - IS-IS, su -
IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area, * - candidate
default, U - per-user static route o - ODR, P - periodic downloaded static route Gateway of last
resort is not set 99.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets O 99.99.99.99 [110/2] via 10.1.1.3,
00:11:21, FastEthernet0/1 20.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets S 20.1.1.0 [1/0] via 172.16.172.69
172.16.0.0/28 is subnetted, 2 subnets C 172.16.172.48 is directly connected, FastEthernet0/0 S
```

```
172.16.172.64 [1/0] via 172.16.172.49 10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks C
10.1.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1 S 10.48.66.0/23 [1/0] via 10.1.1.2 7204VXR-
1#show ip cef 20.1.1.0 detail 20.1.1.0/24, version 66, epoch 0, cached adjacency 172.16.172.49 0
packets, 0 bytes via 172.16.172.69, 0 dependencies, recursive next hop 172.16.172.49,
FastEthernet0/0 via 172.16.172.64/28 valid cached adjacency
```

セカンダリ HSRP ルータと内部ルータ 7206-1 は、この VPN ルートを OSPF/ 経由で学習します。ネットワーク管理者がスタティック ルートを手作業で入力する必要はありません。さらに重要なのは、フェールオーバーによって生じたルーティングの変更はダイナミックに更新されることです。

```
7204VXR-2#show ip route Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP D -
EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area, N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 -
OSPF NSSA external type 2, E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, i - IS-IS, su -
IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area, * - candidate
default, U - per-user static route o - ODR, P - periodic downloaded static route Gateway of last
resort is 10.48.66.1 to network 0.0.0.0 99.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets O 99.99.99.99
[110/2] via 10.1.1.3, 00:29:31, FastEthernet1/0 20.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets O E2
20.1.1.0 [110/20] via 10.1.1.1, 00:11:06, FastEthernet1/0 172.16.0.0/28 is subnetted, 2 subnets
C 172.16.172.48 is directly connected, FastEthernet0/0 S 172.16.172.64 [1/0] via 172.16.172.49
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks C 10.1.1.0/24 is directly connected,
FastEthernet1/0 C 10.48.66.0/23 is directly connected, FastEthernet3/0 S* 0.0.0.0/0 [1/0] via
10.48.66.1 7206-1#show ip route Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP D -
EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area, N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 -
OSPF NSSA external type 2, E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, i - IS-IS, su -
IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area, * - candidate
default, U - per-user static route o - ODR, P - periodic downloaded static route Gateway of last
resort is not set 99.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets C 99.99.99.99 is directly connected,
Loopback0 20.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets O E2 20.1.1.0 [110/20] via 10.1.1.1,
FastEthernet0/1 172.16.0.0/28 is subnetted, 1 subnets O E2 172.16.172.64 [110/20] via 10.1.1.1,
00:32:21, FastEthernet0/1 [110/20] via 10.1.1.2, 00:32:21, FastEthernet0/1 10.0.0.0/8 is
variably subnetted, 2 subnets, 2 masks C 10.1.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1 O E2
10.48.66.0/23 [110/20] via 10.1.1.2, 00:32:22, FastEthernet0/1
```

ルータ 7204VXR-1 はプライマリ HSRP ルータで、内部インターフェイス Fa0/1 を監視します。

```
7204VXR-1#show standby FastEthernet0/0 - Group 1 State is Active 2 state changes, last state
change 03:21:20 Virtual IP address is 172.16.172.53 Active virtual MAC address is 0000.0c07.ac01
Local virtual MAC address is 0000.0c07.ac01 (v1 default) Hello time 3 sec, hold time 10 sec Next
hello sent in 0.172 secs Preemption enabled Active router is local Standby router is
172.16.172.54, priority 100 (expires in 7.220 sec) Priority 200 (configured 200) Track interface
FastEthernet0/1 state Up decrement 150 IP redundancy name is "VPNHA" (cfgd)
```

show track コマンドを使用すると、HSRP によって監視されるすべてのオブジェクトの一覧を確認できます。

```
7204VXR-1#show track Track 1 (via HSRP) Interface FastEthernet0/1 line-protocol Line protocol is
Up 1 change, last change 03:18:22 Tracked by: HSRP FastEthernet0/0 1
```

ルータ 7204VXR-2 はスタンバイ HSRP ルータです。通常の動作状況では、このデバイスは内部インターフェイス Fa1/0 を監視します。

```
7204VXR-2#show standby FastEthernet0/0 - Group 1 State is Standby 1 state change, last state
change 02:22:30 Virtual IP address is 172.16.172.53 Active virtual MAC address is 0000.0c07.ac01
Local virtual MAC address is 0000.0c07.ac01 (v1 default) Hello time 3 sec, hold time 10 sec Next
hello sent in 0.096 secs Preemption enabled Active router is 172.16.172.52, priority 200
(expires in 7.040 sec) Standby router is local Priority 100 (default 100) Track interface
FastEthernet1/0 state Up decrement 10 IP redundancy name is "VPNHA" (cfgd)
```

次の IPsec 関連の show コマンドでは、Cisco VPN 7200 ルータに関する情報が出力されます。ここでは、Cisco VPN 7200 とプライマリ HSRP ルータである Cisco 7204VXR-1 との間の ISAKMP と IPsec SA の情報が表示されています。

```
7204VXR-1#show crypto isakmp sa detail Codes: C - IKE configuration mode, D - Dead Peer
Detection K - Keepalives, N - NAT-traversal X - IKE Extended Authentication psk - Preshared key,
```

```
rsig - RSA signature renc - RSA encryption C-id Local Remote I-VRF Encr Hash Auth DH Lifetime
Cap. 1 172.16.172.53 172.16.172.69 des md5 psk 1 23:49:52 K Connection-id:Engine-id =
1:1(software) 7204VXR-1#show crypto ipsec sa interface: FastEthernet0/0 Crypto map tag: vpn,
local addr. 172.16.172.53 protected vrf: local ident (addr/mask/prot/port):
(99.99.99.99/255.255.255.255/0/0) remote ident (addr/mask/prot/port):
(20.1.1.0/255.255.255.0/0/0) current_peer: 172.16.172.69:500 PERMIT, flags={origin_is_acl,}
#pkts encaps: 5, #pkts encrypt: 5, #pkts digest: 5 #pkts decaps: 5, #pkts decrypt: 5, #pkts
verify: 5 #pkts compressed: 0, #pkts decompressed: 0 #pkts not compressed: 0, #pkts compr.
failed: 0 #pkts not decompressed: 0, #pkts decompress failed: 0 #send errors 0, #recv errors 0
local crypto endpt.: 172.16.172.53, remote crypto endpt.: 172.16.172.69 path mtu 1500, media mtu
1500 current outbound spi: 44E0B22B inbound esp sas: spi: 0x5B23F22E(1529082414) transform: esp-
des esp-md5-hmac , in use settings ={Tunnel, } slot: 0, conn id: 2000, flow_id: 1, crypto map:
vpn crypto engine type: Software, engine_id: 1 sa timing: remaining key lifetime (k/sec):
(4504144/2949) ike_cookies: B57A9DC9 FA2D627B F70FEDF6 FAAF9E34 IV size: 8 bytes replay
detection support: Y inbound ah sas: inbound pcp sas: outbound esp sas: spi:
0x44E0B22B(1155576363) transform: esp-des esp-md5-hmac , in use settings ={Tunnel, } slot: 0,
conn id: 2001, flow_id: 2, crypto map: vpn crypto engine type: Software, engine_id: 1 sa timing:
remaining key lifetime (k/sec): (4504145/2949) ike_cookies: B57A9DC9 FA2D627B F70FEDF6 FAAF9E34
IV size: 8 bytes replay detection support: Y outbound ah sas: outbound pcp sas: vpn7200#show
crypto isakmp sa dst src state conn-id slot 172.16.172.53 172.16.172.69 QM_IDLE 1 0 7204VXR-
2#show crypto ipsec sa interface: FastEthernet0/1 Crypto map tag: vpn, local addr. 172.16.172.69
local ident (addr/mask/prot/port): (20.1.1.0/255.255.255.0/0/0) remote ident
(addr/mask/prot/port): (99.99.99.99/255.255.255.255/0/0) current_peer: 172.16.172.53 PERMIT,
flags={origin_is_acl,} #pkts encaps: 10, #pkts encrypt: 10, #pkts digest 10 #pkts decaps: 10,
#pkts decrypt: 10, #pkts verify 10 #pkts compressed: 0, #pkts decompressed: 0 #pkts not
compressed: 0, #pkts compr. failed: 0, #pkts decompress failed: 0 #send errors 5, #recv errors 0
local crypto endpt.: 172.16.172.69, remote crypto endpt.: 172.16.172.53 path mtu 1500, ip mtu
1500 current outbound spi: 5B23F22E inbound esp sas: spi: 0x44E0B22B(1155576363) transform: esp-
des esp-md5-hmac , in use settings ={Tunnel, } slot: 0, conn id: 2029, flow_id: 1, crypto map:
vpn sa timing: remaining key lifetime (k/sec): (4607997/2824) IV size: 8 bytes replay detection
support: Y inbound ah sas: inbound pcp sas: outbound esp sas: spi: 0x5B23F22E(1529082414)
transform: esp-des esp-md5-hmac , in use settings ={Tunnel, } slot: 0, conn id: 2030, flow_id:
2, crypto map: vpn sa timing: remaining key lifetime (k/sec): (4607998/2824) IV size: 8 bytes
replay detection support: Y outbound ah sas: outbound pcp sas:
```

HSRP と IPsec のフェールオーバーの後

Cisco 7204VXR-1 で Fa0/0 をシャットダウンすることにより、フェールオーバーが開始されます。同様の動作が、他のインターフェイス Fa0/1 がダウンしたときにも見られます。これは HSRP ではこのインターフェイスのステータスも監視されているためです。

プライマリ HSRP ルータへ送られた IKE キープアライブ パケットへの応答が Cisco VPN 7200 で受信されないと、ルータではその IPsec SA が廃棄されます。

この `debug crypto isakmp` コマンドの出力では、IKE キープアライブによってプライマリ ルータの停止をどのように検出したかが示されています。

```
ISAKMP (0:1): received packet from 172.16.172.53 (I) QM_IDLE
ISAKMP (0:1): processing HASH payload. message ID = 1585108592
ISAKMP (0:1): processing NOTIFY ITS_ALIVE protocol 1
spi 0, message ID = 1585108592, sa = 61C3E754
ISAKMP (0:1): sending packet to 172.16.172.53 (I) QM_IDLE
ISAKMP (0:1): purging node -1484552386
ISAKMP (0:1): deleting node 1585108592 error FALSE
reason "informational (in) state 1"
ISAKMP (0:1): purging node 642343711
ISAKMP (0:1): sending packet to 172.16.172.53 (I) QM_IDLE
ISAKMP (0:1): purging node -523181212
ISAKMP (0:1): purging node -2089541867
ISAKMP (0:1): incrementing error counter on sa: PEERS_ALIVE_TIMER
ISAKMP (0:1): sending packet to 172.16.172.53 (I) QM_IDLE
ISAKMP (0:1): purging node 1671177686
```

```

ISAKMP (0:1): incrementing error counter on sa: PEERS_ALIVE_TIMER
ISAKMP (0:1): sending packet to 172.16.172.53 (I) QM_IDLE
ISAKMP (0:1): purging node 1706520344
ISAKMP (0:1): incrementing error counter on sa: PEERS_ALIVE_TIMER
ISAKMP (0:1): sending packet to 172.16.172.53 (I) QM_IDLE
ISAKMP (0:1): purging node 503375209
ISAKMP (0:1): incrementing error counter on sa: PEERS_ALIVE_TIMER
ISAKMP (0:1): sending packet to 172.16.172.53 (I) QM_IDLE
ISAKMP (0:1): purging node 1272270610
ISAKMP (0:1): incrementing error counter on sa: PEERS_ALIVE_TIMER
ISAKMP (0:1): peer not responding!
ISAKMP (0:1): peer does paranoid keepalives.

ISAKMP (0:1): phase 1 going away; let's be paranoid.
ISAKMP (0:1): Bring down phase 2's
ISAKMP (0:1): That phase 1 was the last one of its kind.
    Taking phase 2's with us.
ISAKMP (0:1): peer does paranoid keepalives.

ISAKMP (0:1): deleting SA reason "P1 errcounter exceeded
    (PEERS_ALIVE_TIMER)" state (I)
    QM_IDLE (peer 172.16.172.53) input queue 0
IPSEC(key_engine): got a queue event...
IPSEC(key_engine_delete_sas): rec'd delete notify from ISAKMP
IPSEC(key_engine_delete_sas): delete all SAs shared with 172.16.172.53
IPSEC(delete_sa): deleting SA,
(sa) sa_dest= 172.16.172.69, sa_prot= 50,
sa_spi= 0x44E0B22B(1155576363),
sa_trans= esp-des esp-md5-hmac , sa_conn_id= 2029
IPSEC(delete_sa): deleting SA,
(sa) sa_dest= 172.16.172.53, sa_prot= 50,
sa_spi= 0x5B23F22E(1529082414),
sa_trans= esp-des esp-md5-hmac , sa_conn_id= 2030
ISAKMP (0:1): sending packet to 172.16.172.53 (I) MM_NO_STATE
ISAKMP (0:1): purging node -248155233
ISAKMP (0:1): peer does paranoid keepalives.

IPSEC(key_engine): got a queue event...
IPSEC(key_engine_delete_sas): rec'd delete notify from ISAKMP
IPSEC(key_engine_delete_sas): delete all SAs shared with 172.16.172.53
ISAKMP (0:1): purging node 958118275

```

Cisco 7204VXR-1 プライマリ HSRP ルータでフェールオーバーが発生すると、このデバイスはスタンバイ ルータになります。既存の ISAKMP と IPsec SA は廃棄されます。Cisco 7204VXR-2 セカンダリ HSRP ルータがアクティブになり、Cisco VPN 7200 によって新しい IPsec SA が確立されます。

debug standby events コマンドの出力では、HSRP に関連したイベントが示されています。

```

HSRP: Fa0/0 API Software interface going down
HSRP: Fa0/0 API Software interface going down
HSRP: Fa0/0 Interface down
HSRP: Fa0/0 Grp 1 Active: b/HSRP disabled
HSRP: Fa0/0 Grp 1 Active router is unknown, was local
HSRP: Fa0/0 Grp 1 Standby router is unknown, was 172.16.172.54
HSRP: Fa0/0 Grp 1 Active -> Init %HSRP-6-STATECHANGE: FastEthernet0/0 Grp 1 state Active -> Init
HSRP: Fa0/0 Grp 1 Redundancy "VPNHA" state Active -> Init %CRYPTO-5-SESSION_STATUS: Crypto
tunnel is DOWN. Peer 172.16.172.69:500 Id: 172.16.172.69 HSRP: Fa0/0 Grp 1 Redundancy enquiry
for VPNHA succeeded HSRP: Fa0/0 API Add active HSRP addresses to ARP table %LINK-5-CHANGED:
Interface FastEthernet0/0, changed state to administratively down HSRP: API Hardware state
change %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to down
インターフェイスがシャットダウンされたため、HSRP の状態は「Init」に変わります。

```


paal#show standby FastEthernet0/0 - Group 1 State is Init (interface down) 3 state changes, last state change 00:07:29 Virtual IP address is 172.16.172.53 Active virtual MAC address is unknown Local virtual MAC address is 0000.0c07.ac01 (v1 default) Hello time 3 sec, hold time 10 sec Preemption enabled Active router is unknown Standby router is unknown Priority 200 (configured 200) Track interface FastEthernet0/1 state Up decrement 150 IP redundancy name is "VPNHA" (cfgd)

Cisco 7204VXR-2 はアクティブな HSRP ルータになり、状態は「Active」に変わります。

```
HSRP: Fa0/0 Grp 1 Standby: c/Active timer expired (172.16.172.52)
HSRP: Fa0/0 Grp 1 Active router is local, was 172.16.172.52
HSRP: Fa0/0 Grp 1 Standby router is unknown, was local
HSRP: Fa0/0 Grp 1 Standby -> Active (active 0->1, passive 2->1) %HSRP-6-STATECHANGE:
FastEthernet0/0 Grp 1 state Standby -> Active HSRP: Fa0/0 Grp 1 Redundancy "VPNHA" state Standby
-> Active !--- VPN route 20.1.1.0/24 is added to the routing table. IPSEC(rte_mgr): VPN Route
Added 20.1.1.0 255.255.255.0 via 172.16.172.69 in IP DEFAULT TABLE 7204VXR-2#show standby
FastEthernet0/0 - Group 1 State is Active 2 state changes, last state change 00:10:38 Virtual IP
address is 172.16.172.53 Active virtual MAC address is 0000.0c07.ac01 Local virtual MAC address
is 0000.0c07.ac01 (v1 default) Hello time 3 sec, hold time 10 sec Next hello sent in 0.116 secs
Preemption enabled Active router is local Standby router is unknown Priority 100 (default 100)
Track interface FastEthernet1/0 state Up decrement 10 IP redundancy name is "VPNHA" (cfgd)
```

RRI がイネーブルであると、フェールオーバーの際に VPN ルートがダイナミックにアップデートされます。スタティックルート 20.1.1.0/24 が削除され、Cisco 7204VXR-1 ルータは Cisco 7204VXR-2 ルータからのルートを学習します。

show ip route コマンドから得られた出力には、このダイナミック アップデートが示されています。

```
7204VXR-1#show ip route Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP D -
EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area, N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 -
OSPF NSSA external type 2, E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, i - IS-IS, su -
IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area, * - candidate
default, U - per-user static route o - ODR, P - periodic downloaded static route Gateway of last
resort is not set 99.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets O 99.99.99.99 [110/2] via 10.1.1.3,
02:46:16, FastEthernet0/1 20.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets O E2 20.1.1.0 [110/20] via
10.1.1.2, 00:08:35, FastEthernet0/1 172.16.0.0/28 is subnetted, 1 subnets O E2 172.16.172.64
[110/20] via 10.1.1.2, 00:07:56, FastEthernet0/1 10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2
masks C 10.1.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1 S 10.48.66.0/23 [1/0] via 10.1.1.2
```

スタティック VPN ルートは、Cisco 7204VXR-2 ルータのルーティング テーブルに挿入されます。

```
7204VXR-2#show ip route Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP D -
EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area, N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 -
OSPF NSSA external type 2, E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, i - IS-IS, su -
IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area, * - candidate
default, U - per-user static route o - ODR, P - periodic downloaded static route Gateway of last
resort is not set 99.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets O 99.99.99.99 [110/2] via 10.1.1.3,
03:04:18, FastEthernet1/0 20.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets S 20.1.1.0 [1/0] via 172.16.172.69
172.16.0.0/28 is subnetted, 2 subnets C 172.16.172.48 is directly connected, FastEthernet0/0 S
172.16.172.64 [1/0] via 172.16.172.49 10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets C 10.1.1.0 is directly
connected, FastEthernet1/0
```

内部ルータ 7206-1 は、リモート VPN ピアへの 20.1.1/24 のルートを、自身の OSPF ネイバー ルータである 7204VXR-2 から学習します。これらのルーティングの変更は、HSRP/RRI と OSPF の組み合わせによってダイナミックに行われます。

```
7206-1#show ip route Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP D - EIGRP,
EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area, N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF
NSSA external type 2, E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, i - IS-IS, su - IS-
IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area, * - candidate
default, U - per-user static route o - ODR, P - periodic downloaded static route Gateway of last
resort is not set 99.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets C 99.99.99.99 is directly connected,
Loopback0 20.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets O E2 20.1.1.0 [110/20] via 10.1.1.2, 00:13:55,
```

FastEthernet0/1 172.16.0.0/28 is subnetted, 1 subnets O E2 172.16.172.64 [110/20] via 10.1.1.2, 00:13:17, FastEthernet0/1 10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks C 10.1.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1 O E2 10.48.66.0/23 [110/20] via 10.1.1.2, 03:06:08, FastEthernet0/1

Cisco 7204VXR-2 が HSRP フェールオーバーの際にアクティブ ルータになった後、Cisco 7204VXR-2 と Cisco VPN 7200 ルータとの間の VPN トラフィックによって、ISAKMP と IPsec SA が起動します。

VPN 7200 ルータでの `show crypto isakmp sa` コマンドおよび `show crypto ipsec sa` コマンドの出力を次に示します。

```
7204VXR-2#show crypto isakmp sa detail Codes: C - IKE configuration mode, D - Dead Peer
Detection K - Keepalives, N - NAT-traversal X - IKE Extended Authentication psk - Preshared key,
rsig - RSA signature renc - RSA encryption C-id Local Remote I-VRF Encr Hash Auth DH Lifetime
Cap. 1 172.16.172.53 172.16.172.69 des md5 psk 1 23:53:47 K Connection-id:Engine-id =
1:1(software) 7204VXR-2#show crypto ipsec sa interface: FastEthernet0/0 Crypto map tag: vpn,
local addr. 172.16.172.53 protected vrf: local ident (addr/mask/prot/port):
(99.99.99.99/255.255.255.255/0/0) remote ident (addr/mask/prot/port):
(20.1.1.0/255.255.255.0/0/0) current_peer: 172.16.172.69:500 PERMIT, flags={origin_is_acl,}
#pkts encaps: 9, #pkts encrypt: 9, #pkts digest: 9 #pkts decaps: 9, #pkts decrypt: 9, #pkts
verify: 9 #pkts compressed: 0, #pkts decompressed: 0 #pkts not compressed: 0, #pkts compr.
failed: 0 #pkts not decompressed: 0, #pkts decompress failed: 0 #send errors 0, #recv errors 0
local crypto endpt.: 172.16.172.53, remote crypto endpt.: 172.16.172.69 path mtu 1500, media mtu
1500 current outbound spi: 83827275 inbound esp sas: spi: 0x8D70E8A3(2372987043) transform: esp-
des esp-md5-hmac , in use settings ={Tunnel, } slot: 0, conn id: 2000, flow_id: 1, crypto map:
vpn crypto engine type: Software, engine_id: 1 sa timing: remaining key lifetime (k/sec):
(4453897/3162) ike_cookies: 95074F89 3FF73F2B F70FEDF6 5998090C IV size: 8 bytes replay
detection support: Y inbound ah sas: inbound pcp sas: outbound esp sas: spi:
0x83827275(2206364277) transform: esp-des esp-md5-hmac , in use settings ={Tunnel, } slot: 0,
conn id: 2001, flow_id: 2, crypto map: vpn crypto engine type: Software, engine_id: 1 sa timing:
remaining key lifetime (k/sec): (4453898/3162) ike_cookies: 95074F89 3FF73F2B F70FEDF6 5998090C
IV size: 8 bytes replay detection support: Y outbound ah sas: outbound pcp sas: vpn7200#show
crypto isa sa dst src state conn-id slot 172.16.172.53 172.16.172.69 QM_IDLE 1 0 vpn7200#show
crypto ipsec sa interface: FastEthernet0/1 Crypto map tag: vpn, local addr. 172.16.172.69 local
ident (addr/mask/prot/port): (20.1.1.0/255.255.255.0/0/0) remote ident (addr/mask/prot/port):
(99.99.99.99/255.255.255.255/0/0) current_peer: 172.16.172.53 PERMIT, flags={origin_is_acl,}
#pkts encaps: 19, #pkts encrypt: 19, #pkts digest 19 #pkts decaps: 19, #pkts decrypt: 19, #pkts
verify 19 #pkts compressed: 0, #pkts decompressed: 0 #pkts not compressed: 0, #pkts compr.
failed: 0, #pkts decompress failed: 0 #send errors 6, #recv errors 0 local crypto endpt.:
172.16.172.69, remote crypto endpt.: 172.16.172.53 path mtu 1500, ip mtu 1500 current outbound
spi: 8D70E8A3 inbound esp sas: spi: 0x83827275(2206364277) transform: esp-des esp-md5-hmac , in
use settings ={Tunnel, } slot: 0, conn id: 2029, flow_id: 1, crypto map: vpn sa timing:
remaining key lifetime (k/sec): (4607997/3070) IV size: 8 bytes replay detection support: Y
inbound ah sas: inbound pcp sas: outbound esp sas: spi: 0x8D70E8A3(2372987043) transform: esp-
des esp-md5-hmac , in use settings ={Tunnel, } slot: 0, conn id: 2030, flow_id: 2, crypto map:
vpn sa timing: remaining key lifetime (k/sec): (4607998/3070) IV size: 8 bytes replay detection
support: Y outbound ah sas: outbound pcp sas:
```

元の HSRP プライマリ ルータが停止状態から回復した後

元の HSRP プライマリ ルータである Cisco 7204VXR-1 でサービスが回復した後、このデバイスはアクティブ ルータとしての地位を取り戻します。これは、このデバイスの方が優先順位が高く、HSRP preempt が設定されているためです。

他のルータから得られた `show` コマンドおよび `debug` コマンドの出力には、HSRP と IPsec の他のスイッチオーバーが示されています。ISAKMP および IPsec SA は自動的に再確立され、ルーティング情報の変更はダイナミックにアップデートされます。

次の出力例には、ルータ 7204VXR-1 の状態が「Active」に変わることが示されています。

```
HSRP: Fa0/0 API 172.16.172.52 is not an HSRP address
HSRP: Fa0/0 API MAC address update
HSRP: Fa0/0 API Software interface coming up
%LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
HSRP: API Hardware state change
HSRP: Fa0/0 API Software interface coming up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0,
  changed state to up
HSRP: Fa0/0 Interface up
HSRP: Fa0/0 Starting minimum interface delay (1 secs)
HSRP: Fa0/0 Interface min delay expired
HSRP: Fa0/0 Grp 1 Init: a/HSRP enabled
HSRP: Fa0/0 Grp 1 Init -> Listen HSRP: Fa0/0 Grp 1 Redundancy "VPNHA" state Init -> Backup HSRP:
Fa0/0 Grp 1 Listen: c/Active timer expired (unknown) HSRP: Fa0/0 Grp 1 Listen -> Speak HSRP:
Fa0/0 Grp 1 Redundancy "VPNHA" state Backup -> Speak HSRP: Fa0/0 Grp 1 Speak: d/Standby timer
expired (unknown) HSRP: Fa0/0 Grp 1 Standby router is local HSRP: Fa0/0 Grp 1 Speak -> Standby
HSRP: Fa0/0 Grp 1 Redundancy "VPNHA" state Speak -> Standby HSRP: Fa0/0 Grp 1 Redundancy enquiry
for VPNHA succeeded HSRP: Fa0/0 Grp 1 Standby: c/Active timer expired (unknown) HSRP: Fa0/0 Grp
1 Active router is local HSRP: Fa0/0 Grp 1 Standby router is unknown, was local HSRP: Fa0/0 Grp
1 Standby -> Active %HSRP-6-STATECHANGE: FastEthernet0/0 Grp 1 state Standby -> Active HSRP:
Fa0/0 Grp 1 Redundancy "VPNHA" state Standby -> Active HSRP: Fa0/0 Grp 1 Active: i/Resign rcvd
(100/172.16.172.54) HSRP: Fa0/0 Grp 1 Redundancy group VPNHA state Active -> Active HSRP: Fa0/0
Grp 1 Redundancy group VPNHA state Active -> Active HSRP: Fa0/0 Grp 1 Standby router is
172.16.172.54
```

ルータ 7204VXR-2 の状態が「Standby」に変わります。VPN ルートがルーティング テーブルから削除されます。

```
HSRP: Fa0/0 Grp 1 Standby router is 172.16.172.52
HSRP: Fa0/0 Grp 1 Hello in 172.16.172.52 Active pri 200 vIP 172.16.172.53
hel 3000 hol 10000 id 0000.0c07.ac01
HSRP: Fa0/0 Grp 1 Active router is 172.16.172.52, was local
HSRP: Fa0/0 Grp 1 Standby router is unknown, was 172.16.172.52
HSRP: Fa0/0 Grp 1 Active: g/Hello rcvd from higher pri Active router (200/172.16.172.52) HSRP:
Fa0/0 Grp 1 Active -> Speak (active 1->0, passive 0->1) %HSRP-6-STATECHANGE: FastEthernet0/0 Grp
1 state Active -> Speak HSRP: Fa0/0 Grp 1 Redundancy "VPNHA" state Active -> Speak HSRP: Fa0/0
Grp 1 Speak: d/Standby timer expired (unknown) HSRP: Fa0/0 Grp 1 Standby router is local HSRP:
Fa0/0 Grp 1 Speak -> Standby (active 0, passive 1) HSRP: Fa0/0 Grp 1 Redundancy "VPNHA" state
Speak -> Standby HSRP: Fa0/0 Grp 1 Redundancy enquiry for VPNHA succeeded addr 172.16.172.53
name VPNHA state Speak active 172.16.172.52 standby 172.16.172.54 !--- The VPN route is removed.
IPSEC(rte_mgr): VPN Route Removed 20.1.1.0 255.255.255.0 via 172.16.172.69 in IP DEFAULT TABLE
```

[関連情報](#)

- [IPSec ネゴシエーション/IKE プロトコルに関するサポート ページ](#)
- [テクニカルサポートとドキュメント - Cisco Systems](#)