

IPv6 への移行に関する
ケーブルテレビ事業者リファレンスモデル

IPv6 普及・高度化推進協議会

ビジネステストベッド WG

2011 年 9 月

1. ケーブルテレビ事業者のリファレンスモデル

1.1. 前提となるネットワーク

ケーブルテレビ事業者リファレンスモデルの前提となるネットワークを図 1 に示す。

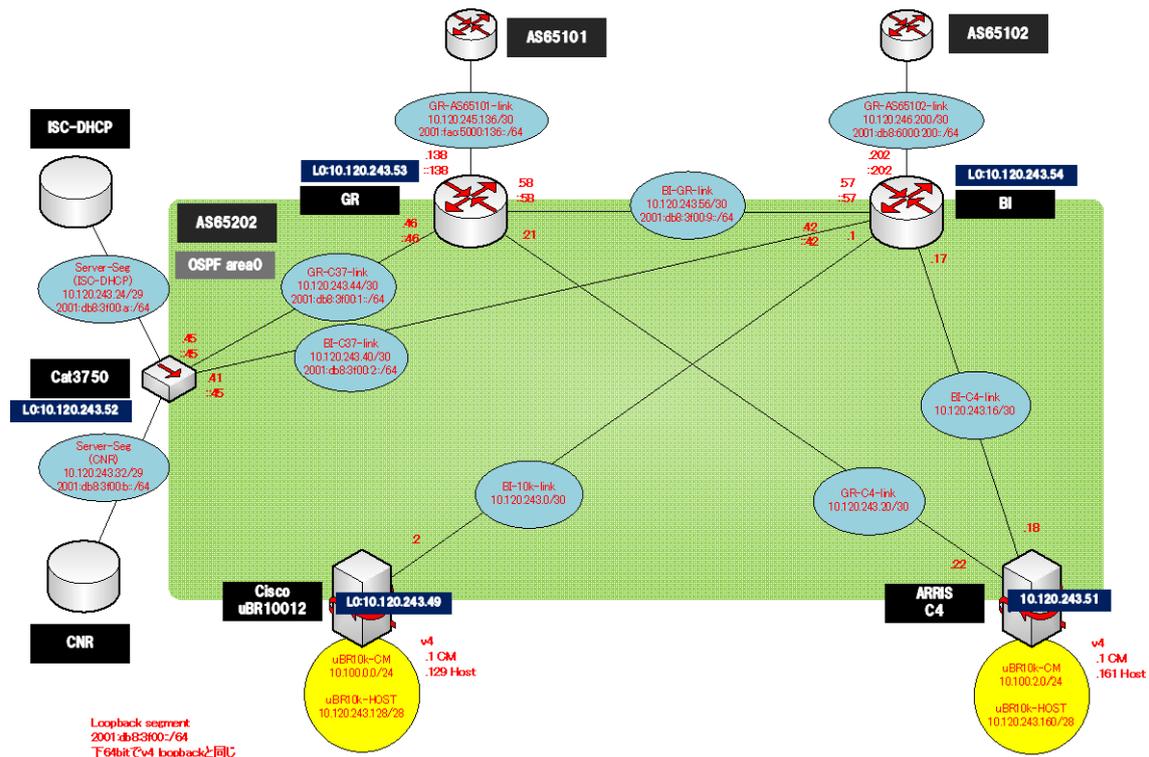


図 1 ケーブルテレビ事業者リファレンスモデル:前提ネットワーク

本ネットワークでは、独自 AS である AS65202 を確立し、上位のネットワークは AS65101,AS65102 の 2 つに BGP のマルチホームを利用して接続をする。AS65202 の内部には、Cisco 社の CMTS(Cable Modem Termination System)を設置する。CMTS の下部にエンドユーザを収容することとする。また、以下のことをネットワークの前提条件とする。

- CMTS の前段までのバックボーンでは IPv4/IPv6 の Dual Stack 化が完了していること
- DOCSIS 規格に準拠したケーブルモデムシステムでサービスしていること。
- CMTS は DOCSIS3.0 対応のソフトウェアをインストールできるハードウェアであること。
- レイヤ 3 終端するルータ型 CMTS を使ってサービスしていること
- 上記に該当するシステムを使って IPv4 インターネット接続サービスを提供していること

1.2. 新たに必要となるもの

本ネットワークを構築するにあたり、新規に購入したものは次の通りである。

CMTS

(1) Cisco 社 uBR10012 を用いる場合

- CMTS(uBR10012)の DOCSIS3.0 対応モジュール
PRE4
ラインカード(GbE)
- CMTS(uBR10012)の DOCSIS3.0 対応 OS バージョンアップ

(2) ARRIS 社 C4 を用いる場合

- Rel. 7.4 以降のソフトウェア

プロビジョニングシステム

- Cisco 社 CNR を用いる場合
 - CNR version 7.0 ライセンス
- Sigma System DPM を用いる場合
 - Software License
- ISC dhcpd を用いる場合
 - 4.1.1 以降の Software (オープンソースソフトウェア)
ただし DOCSIS CM との組み合わせでの IPv6 対応で未対応の機能があるため、商用運用においては課題がある。

1.3. 移行手順

移行手順を付録「ケーブル移行シナリオ検証手順書」に示す。

1.4. 移行後のネットワーク

Dual Stack に移行後のネットワークを図 2 に示す。

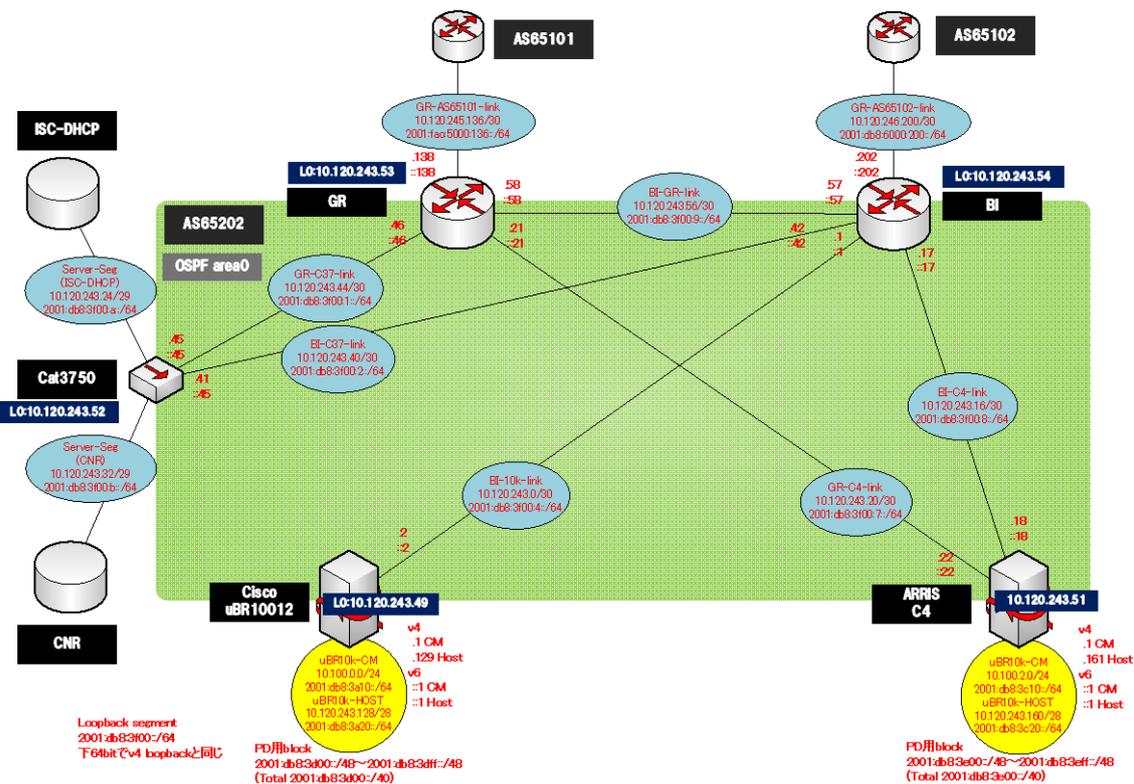


図 2 ケーブルテレビ事業者リファレンスモデル: Dual Stack 移行後のネットワーク

1.5. 予想されるコスト

(1) 移行の実作業を開始してから完了するまでの稼働人数と稼働時間

本事業での移行検証では、既に IPv6 に関して十分な知識を有している技術者で検証作業を実施した。実施人数および実施時間は以下の通り。なお、この実施人数および実施時間には、ユーザ宅内のケーブルモデム交換作業は含まない。

実施人数： 8 人

実施時間： 8 時間 × 5 日

(2) 新規に購入した機器の費用

- Cisco 社 uBR10012 の場合

CMTS(uBR10012)の DOCSIS3.0 対応モジュール追加購入費用

1. PRE4
2. ラインカード(GbE)

- ARRIS 社 C4 の場合

無し

(3) 新規に購入したソフトウェアの費用

CMTS

● Cisco 社 uBR10012 の場合

- ・ CMTS(uBR10012)の DOCSIS3.0 対応 OS バージョンアップ費用
- ・ CNR version 7.0 ライセンス費用

(2) ARRIS 社 C4 の場合

Rel. 7.4 ソフトウェアライセンス費用 (一般的に保守契約に含まれる)

プロビジョニング

(1) Cisco 社 CNR を用いる場合

CNR version 7.0 ライセンス費用

(2) Sigma System DPM を用いる場合

Software License 費用

(3) ISC dhcpd を用いる場合

無し(オープンソースソフトウェア)

(4) エンドユーザに対するサービスに不具合が生じると想定される場合、その内容と影響時間

ケーブルテレビネットワーク内での構成変更においては、エンドユーザに対しての影響は生じないように移行作業を実施した。

エンドユーザ側では、ケーブルモデムを DOCSIS3.0 または DOCSIS 2.0+IPv6 対応に変更する必要があり、交換作業する時間接続性が失われる。ただし、これはエンドユーザの都合で実施できるため、影響は最小限に抑えることができる。

(5) 運用者の知識、負担

IPv4 の運用に従事している運用管理者、運用技術者が IPv6 に関する知識および運用技術を習得することを前提とする。知識・技術の習得には個人差があり、一概に必要な時間を明示することは難しい。また、新しい知識などは運用しながら習得していくものである。

IPv6 技術に精通した運用者となるためには、基礎知識をベースとして半年以上の運用経験を積む必要があると考える。

(1)～(5)以外に、追加されたコスト

上記以外のコストとして、ネットワークの設計から移行の実作業を行うまでの検証作業にかかる稼働コストが挙げられる。詳細を表 1-1 に示す。

表 1-1 移行作業準備段階での稼働コスト

大項目	作業項目	人数 (単位:人)	日数 (単位:日)	備考
現状調査	現状で、どの機器がOSのバージョンアップでdual stack化が可能か、どの機器は入れ替えをしなければならないかなどの調査をする。			
	使用機材、使用ファームウェアのリストアップ	2	1	
	カタログによる調査	2	1	
	ベンダへの確認	1	1	返事が来るまで2日程度
IPv6アドレスの取得	IPv6アドレスを取得する。			
	JPNICへ申請	1	1	
	JPNICから割り当てを受ける	1		申請から割り当てまで3週間程度
ネットワークデザイン	dual stack 対応のネットワークを設計する			
	ネットワークの全体構成の見直し 大枠構成などの基本設計	4	2	
		4	5	
機器選定、構成確定	設計に基づいて、機器の機種、ファームウェア、ポート数などを確定させる。			
	機種選定	4	2	
	構成設計、メディア選定	4	1	
	ファームウェア選定	4	2	
詳細設計	ネットワークデザイン、選定した機器を基に、詳細設計を行なう。			
	IPアドレス設計	4	1	
	L2(vlan等)設計	4	1	
	L3(ルーティング等)設計	4	1	
	config設計	4	3	
機器納入	機器が納入されるまでの調整を行なう。			
	社内決裁(説得)	2	1	
	ベンダとの契約	2	7	
	日程等機器納入調整	2	2	
設置工事	新規導入する機器の設置を行なう。			
	新規設置機器のリストアップ	2	1	
	必要な電力、ラックスペース、空調の把握	2	1	
	電源、ラック、空調の空き状況調査	2	1	
	電源増設工事			工事業者へ外部委託
	ラック増設工事			工事業者へ外部委託
	空調設備増設工事			工事業者へ外部委託
	機器設置工事	4	1	
移行手順書作成	ネットワークデザイン、詳細設計に基づき、現状のネットワークからの移行手順書を作成する。			
	詳細移行手順書の作成	2	4	
	作成した手順書の確認、机上シミュレート	4	2	

付録: ケーブル移行シナリオ検証手順書

2011年6月

中項番	作業項目	対象機器	小項番	項目	担当	結果	記事
1	CMTSをバージョンアップ	c-ubr10k	1	flashディスクにIOSイメージが格納されていることとチェックサムを確認する dir disk0: Directory of disk0:/ 7 -rw- 68032840 Nov 20 2009 04:50:16 +09:00 ubr10k2-k9p6u2-mz.122-33.SCC.bin 128151552 bytes total (46641152 bytes free) verify /md5 disk0:ubr10k2-k9p6u2-mz.122-33.SCC.bin (中略) Done! verify /md5 (disk0:ubr10k2-k9p6u2-mz.122-33.SCC.bin) = 97d6327403ede42fca4ed04728598f55			
			2	boot行を変更して新バージョンで起動するように指定する conf t no boot system bootflash:ubr10k2-k8p6u2-mz.123-23.BC6.bin boot-start-marker boot system flash disk0:ubr10k2-k9p6u2-mz.122-33.SCC.bin boot system bootflash:ubr10k2-k8p6u2-mz.123-23.BC6.bin boot-end-marker			
			3	reloadし12.2(33)SCCで起動していることを確認する reload (中略) sh ver Cisco IOS Software, 10000 Software (UBR10K2-K9P6U2-M), Version 12.2(33)SCC, RELEASE SOFTWARE (fcl)			
		試験用CM 試験用PC	4	IPv4通信確認 ケーブルモデムがオンラインか IPv4アドレスを正常に取得できているか ipconfig /release ipconfig /renew ipconfig /all (IPアドレス、デフォルトルート、DNSサーバは正しいか?) デフォルトルートがpingに反応するか? IPv4サイトにアクセスできるか? http://www.itscom.net/ デュアルスタックサイトにアクセスしてIPv4でアクセスしていることを確認 http://www.kokatsu.jp/			
2	OSPFv3を設定し、loopbackとGbEにIPv6を設定	c-ubr10k	1	OSPFv3を設定する conf t ipv6 router ospf 1 router-id 10.120.243.49 log-adjacency-changes redistribute connected metric-type 1			
			2	loopbackインターフェースにIPv6アドレスを設定する conf t interface loopback0 ipv6 address FE80::49 link-local ipv6 address 2001:DB8:3F00:0:211:120:243:49/128 ipv6 enable ipv6 ospf 1 area 0 end sh ipv6 int lo0			
			3	GigabitEthernetインターフェースにIPv6アドレスを設定する conf t interface GigabitEthernet4/0/0 ipv6 address FE80::2 link-local ipv6 address 2001:DB8:3F00:4::2/64 ipv6 enable ipv6 nd ra suppress ipv6 ospf 1 area 0 end sh ipv6 int g4/0/0			
		試験用CM 試験用PC	4	OSPFv3 neighbor、IPv6経路を確認 sh ipv6 ospf nei sh ipv6 route ping ipv6 fe80::1			
3	ケーブルモデムをIPv6化(dualstackでプロビ)	c-ubr10k	1	Bundle IFにIPv6アドレスを設定する conf t interface Bundle1 ipv6 address 2001:DB8:3A10::1/64 ipv6 nd prefix default no-advertise ipv6 nd managed-config-flag ipv6 nd other-config-flag ipv6 nd ra interval 5 ipv6 dhcp relay destination 2001:DB8:3F00:B::34 end sh ipv6 int bu1			
			2	cableIFにモデムのプロビジョニングモードを設定する conf t int Cable 8/0/0 cable ip-init dual-stack			
		CNR7.1サーバ	3	CNRでケーブルモデム用のアドレスプールを設定する 2001:DB8:3a10::/64			
試験用CM 試験用PC	c-ubr10k	4	ケーブルモデムをリセットし、DOCSIS3.0モデムがIPv6で起動していることを確認する clear cable modem cable 8/0/0 all reset sh cable modem sh cable modem ipv6				
		5	IPv4通信確認 ケーブルモデムがオンラインか IPv4アドレスを正常に取得できているか ipconfig /release				

中項番	作業項目	対象機器	小項番	項目	担当	結果	記事
				<pre>ipconfig /renew ipconfig /all (IPアドレス、デフォルトルート、DNSサーバは正しいか?) デフォルトルートがpingに反応するか? IPv4サイトにアクセスできるか? http://www.itscom.net/ デュアルスタックサイトにアクセスしてIPv4でアクセスしていることを確認 http://www.kokatsu.jp/</pre>			
4	CPEをデュアルスタック化	c-ubr10k	1	<pre>BundleIFにCPE用アドレスを設定する conf t interface Bundle1 ipv6 address 2001:DB8:3A20::1/64 end sh ipv6 int bun 1 Bundle1 is up, line protocol is up</pre>			
		CNR7.1サーバ	2	<pre>CNRでCPE用のアドレスプールを設定する 2001:DB8:3a20::/64</pre>			
		試験用CM 試験用PC	3	<pre>IPv4通信確認 ケーブルモデムがオンラインか IPv4アドレスを正常に取得できているか ipconfig /release ipconfig /renew ipconfig /all (IPアドレス、デフォルトルート、DNSサーバは正しいか?) デフォルトルートがpingに反応するか? IPv4サイトにアクセスできるか? http://www.itscom.net/ デュアルスタックサイトにアクセスしてIPv4でアクセスしていることを確認 http://www.kokatsu.jp/</pre>			
			4	<pre>IPv6通信確認 ケーブルモデムがオンラインか IPv6アドレスを正常に取得できているか ipconfig /release6 ipconfig /renew6 ipconfig /all (IPアドレス、デフォルトルート、DNSサーバは正しいか?) デフォルトルートがpingに反応するか? IPv6シングルスタックサイトにアクセスできるか? http://ipv6.google.com/ デュアルスタックサイトにアクセスしてIPv6でアクセスしていることを確認 http://www.kokatsu.jp/</pre>			

中項番	作業項目	対象機器	小項番	項目	担当	結果	記事
1	CMTSをバージョンアップ	c-c4	1	ディスクにOSイメージが格納されていることを確認する dir /update			
			2	新OSでブートさせる reload /update/CMTS_V07.03.00.91.img show version			
		試験用OM 試験用PC	3	IPv4通信確認 ケーブルモデムがオンラインか IPv4アドレスを正常に取得できているか ipconfig /release ipconfig /renew ipconfig /all (IPアドレス、デフォルトルート、DNSサーバは正しいか?) デフォルトルートがpingに反応するか? IPv4サイトにアクセスできるか? http://www.itscom.net/ デュアルスタックサイトにアクセスしてIPv4でアクセスしていることを確認 http://www.kokatsu.jp/			
2	GbE IFにIPv6アドレスを設定する	c-c4	1	GigabitEthernetインターフェースにIPv6アドレスを設定する configure interface gigabitEthernet 17/3.0 ipv6 enable configure interface gigabitEthernet 17/3.0 ipv6 address FE80::18/64 link-local configure interface gigabitEthernet 17/3.0 ipv6 address 2001:DB8:3F00:8::18/64 configure interface gigabitEthernet 17/3.0 ipv6 no nd ra suppress configure interface gigabitEthernet 18/3.0 ipv6 enable configure interface gigabitEthernet 18/3.0 ipv6 address FE80::22/64 link-local configure interface gigabitEthernet 18/3.0 ipv6 address 2001:DB8:3F00:7::22/64 configure interface gigabitEthernet 18/3.0 ipv6 no nd ra suppress show ipv6 interface gigabitEthernet 17/3.0 show ipv6 interface gigabitEthernet 18/3.0			
		試験用OM 試験用PC	2	IPv4通信確認 ケーブルモデムがオンラインか IPv4アドレスを正常に取得できているか ipconfig /release ipconfig /renew ipconfig /all (IPアドレス、デフォルトルート、DNSサーバは正しいか?) デフォルトルートがpingに反応するか? IPv4サイトにアクセスできるか? http://www.itscom.net/ デュアルスタックサイトにアクセスしてIPv4でアクセスしていることを確認 http://www.kokatsu.jp/			
3	OSPFv3の設定	c-c4	1	OSPFv3を起動する configure ipv6 router ospf router-id 10.120.243.100 configure ipv6 router ospf no shutdown configure ipv6 router ospf redistribute connected metric 1 OSPFv3でNeighborを確認するインターフェースを設定する configure interface gigabitEthernet 17/3.0 ipv6 ospf network point-to-point configure interface gigabitEthernet 17/3.0 ipv6 ospf area 0.0.0.0 OSPFv3 Neighbor確認 show ipv6 ospf neighbor ルーティングテーブル確認 show ipv6 route			
		上位ルーター	2	OSPFv3 Neighbor確認 show ipv6 ospf neighbor ルーティングテーブル確認 show ipv6 route			
4	ケーブルモデムをIPv6化 (CMをIPv6でプロビする場合のみ)	c-c4	1	cable-mac IFにIPv6アドレスを設定する configure interface cable-mac 1.0 ipv6 enable configure interface cable-mac 1.0 ipv6 address 2001:DB8:3C10:101::2/64 dhcp-link-address cable-modem configure interface cable-mac 1.0 ipv6 dhcp relay destination 2001:DB8:3F00:A::27 configure interface cable-mac 1.0 ipv6 nd managed-config-flag configure interface cable-mac 1.0 ipv6 nd other-config-flag configure interface cable-mac 1.0 ipv6 no nd ra suppress show ipv6 interface cable-mac 1.0			
			2	cableIFにモデムのプロビジョニングモードを設定する configure interface cable-mac 1 cable cm-ip-prov-mode ipv6only			
		DHCPv6サーバ	3	DHCPサーバでケーブルモデム用のアドレスプールを設定する 2001:DB8:3C10::/64			
		c-c4	4	ケーブルモデムをリセットし、DOCSIS3.0モデムがIPv6で起動することを確認する clear cable modem cable all reset show cable modem			
		試験用OM 試験用PC	5	IPv4通信確認 ケーブルモデムがオンラインか IPv4アドレスを正常に取得できているか ipconfig /release ipconfig /renew ipconfig /all (IPアドレス、デフォルトルート、DNSサーバは正しいか?) デフォルトルートがpingに反応するか? IPv4サイトにアクセスできるか? http://www.itscom.net/ デュアルスタックサイトにアクセスしてIPv4でアクセスしていることを確認 http://www.kokatsu.jp/			
5	D3.0のMDDI/MDFを指定	c-c4	1	cable-mac IFにMDFを指定 configure interface cable-mac 1 cable mcast-fw-by-dsid			
			2	ケーブルモデムをリセットし、試験用モデムがオンラインになっていることを確認する clear cable modem cable all reset show cable modem			
		試験用OM 試験用PC	3	IPv4通信確認 ケーブルモデムがオンラインか IPv4アドレスを正常に取得できているか ipconfig /release ipconfig /renew ipconfig /all (IPアドレス、デフォルトルート、DNSサーバは正しいか?) デフォルトルートがpingに反応するか? IPv4サイトにアクセスできるか? http://www.itscom.net/ デュアルスタックサイトにアクセスしてIPv4でアクセスしていることを確認 http://www.kokatsu.jp/			
6	CPEをデュアルスタック化	c-c4	1	cable-mac IFにCPE用アドレスを設定する configure interface cable-mac 1.0 ipv6 address 2001:DB8:3C20:101::2/64 dhcp-link-address host show ipv6 interface cable-mac 1.0			
			DHCPv6サーバ	2	DHCPv6サーバでCPE用のアドレスプールを設定する 2001:DB8:3a20::/64		
		試験用OM 試験用PC	3	IPv4通信確認 ケーブルモデムがオンラインか PCがIPv4アドレスを正常に取得できているか ipconfig /release ipconfig /renew			

中項番	作業項目	対象機器	小項番	項目	担当	結果	記事
				<pre>ipconfig /all (IPアドレス、デフォルトルート、DNSサーバは正しいか?)</pre> PCからデフォルトルートがpingに反応するか? PCからIPv4サイトにアクセスできるか? http://www.itscom.net/ PCからデュアルスタックサイトにアクセスしてIPv4でアクセスしていることを確認 http://www.kokatsu.io/			
			4	IPv6通信確認 ケーブルモデムがオンラインか PCがIPv6アドレスを正常に取得できているか <pre>ipconfig /release6</pre> <pre>ipconfig /renew6</pre> <pre>ipconfig /all (IPアドレス、デフォルトルート、DNSサーバは正しいか?)</pre> PCからデフォルトルートがpingに反応するか? PCからIPv6シングルスタックサイトにアクセスできるか? http://ipv6.google.com/ PCからデュアルスタックサイトにアクセスしてIPv6でアクセスしていることを確認 http://www.kokatsu.io/			
7	ホームルーター収容の設定	c-c4	1	DHCPv6-PR Route Injectionの設定 <pre>configure ipv6 pd-route-injection</pre> <pre>configure ipv6 router ospf redistribute pd</pre> <pre>show ipv6 interface cable-mac 1.0</pre>			
		DHCPv6サーバ	2	DHCPv6サーバでDHCPv6-PDE用のPrefix Rangeを定める 2001:DB8:3b20:1000:: 2001:DB8:3b20:ff00:: /56			
		c-c4	3	ホームルーターを接続した際のPD-Routeの確認 <pre>show ipv6 route pd</pre>			
		上位ルーター	4	ルーティングテーブル確認 <pre>show ipv6 route</pre>			
		試験用OM 試験用ホーム ルーター	5	IPv6通信確認 ケーブルモデムがオンラインか PCがIPv6アドレスを正常に生成しているか <pre>ipconfig</pre> PCからデフォルトルートがpingに反応するか? PCからIPv6シングルスタックサイトにアクセスできるか? http://ipv6.google.com/ PCからデュアルスタックサイトにアクセスしてIPv6でアクセスしていることを確認 http://www.kokatsu.io/			