

クラウド・ネットワーキング：データセンター・ネットワークのスケールアウト

世の中は、俊敏性と経済性の向上を実現するためにクラウドへと移行しつつあり、過去10年にわたってアプリケーション配信の経済的側面を再定義してきた、先行する大手クラウド事業者のあとを追っています。こうした動きを可能にしているのが、クラウド・ネットワーキングにおけるアリスタネットワークスのイノベーションです。ソーシャル・メディアやビッグ・データのような最近の新しいアプリケーション、高密度サーバー仮想化やIPストレージのような新しいアーキテクチャ、すべてのアプリケーションへのモバイル・アクセスの要請により、データセンター内のネットワーク・インフラストラクチャに対する要求は膨大なものになっています。

ネットワーク・アーキテクチャ、それにクラウドを可能にするネットワーキング・オペレーティング・システムは、極度のオーバーサブスクリプション状態にあつてコストがかかる過去の階層的なマルチティアのレガシ・ソリューションとは基本的に異なります。

より大きな帯域幅を必要とする高性能のサーバーおよびアプリケーションの導入の増加により、40および100ギガビット・イーサネットと組み合わせた10および25ギガビット・イーサネット・スイッチングの採用が進んでいます。最新世代のスイッチ用シリコンは、10および40ギガビットから25および100ギガビットのイーサネットへのシームレスな遷移をサポートしています。

このホワイトペーパーでは、独自仕様のプロトコルやロックイン、フォークリフト式のアップグレードを必要とせずに未曾有の規模、性能、および密度を提供する、アリスタネットワークスの2階層のスパイン(幹)/リーフ(葉)構成および1階層のSpline™ユニバーサル・クラウド・ネットワークの設計について詳しく解説します。

ARISTA設計の重要なポイント

すべてのAristaユニバーサル・クラウド・ネットワークの設計は、以下の9つの設計目標に基づいて行われています。

1. **独自仕様のプロトコルやベンダー・ロックインを排除。**アリスタネットワークスはオープン・スタンダードを信頼しています。当社の実証済みリファレンス設計は、収束が迅速で大きな障害ドメインを持たない非常に大規模なスケールアウト・ネットワークを構築するうえで独自仕様のプロトコルやベンダー・ロックインが必要ないことを示しています。
2. **階層は多いよりも少ないほうがよい。**ほんの数年前まで、要求されるポート数を実現するために3つ以上の階層を必要とすることがあったレガシ・ネットワーク設計は、1階層または2階層の設計で実現することができます。階層の数がより少ない設計(たとえば、3階層ではなく、2階層のスパイン/リーフ型設計)では、コスト、複雑性、ケーブル配線、電力/発熱が減少します。
1階層のSplineネットワーク設計では、スイッチの各階層を相互接続するためのポートを一切使用していないので、使用可能なポート数あたりのコストが最小になります。
3. **プロトコル非依存。**アリスタネットワークスでは、レイヤ2(L2)またはレイヤ3(L3)、あるいはハイブリッドL2/L3で構築されるスケールアウト設計を、スケールアウトに関するL2の柔軟性とL3の耐障害性の特徴を組み合わせたVXLANのような、マルチベンダーでサポートされているオープンなプロトコルを用いてサポートしています。また、かなり大きな障害ドメインの本質的な問題を起こすことなく大規模な設計を実現しています。
4. **最近のインフラストラクチャはアクティブ/アクティブで実行すること。**レイヤ2のマルチシャーシ・リンク・アグリゲーション(MLAG)とレイヤ3の等価コスト・マルチパス(ECMP)により、任意の2台のデバイス間で使用可能なすべてのリンクをネットワークで使用できるように、どのポートもブロックせずにアクティブ/アクティブ構成としてインフラストラクチャを構築することができます。

5. **設計は俊敏なものとし、ポート速度の柔軟性を許容する。** 現在、データセンター内のサーバー/コンピューティングおよびストレージ機器の大多数は、10Gでスイッチに接続されており、そのスイッチのアップリンクには40Gまたは100Gが使われています。さらにこれからは、25Gによってギガビットあたりのコストが減少し、第3世代のPCIeの速度や、最新の25G/50GのNICで提供されるハードウェアのオフロード機能とうまく足並みが揃います。Aristaスイッチと当社のユニバーサルクラウド・ネットワーク設計は、リーフ部での1Gから10G、さらに25Gへの柔軟な移行、スパイン部からリーフ部への接続でのシームレスな遷移については10Gから40G、さらに100Gへの移行、および25G/50Gのブレイクアウト・オプションを実現します。
6. **スケールアウト設計によって小さく始めて長期的に成長するインフラストラクチャを実現。** 2-wayのECMP設計は、2-wayから4-way、8-way、16-way、さらには64-wayの設計へと発展させることができます。ECMP設計は、大きな先行投資なしに時間の経過とともに発展させることが可能です。
7. **大きなバッファが重要になりうる。** 最近のオペレーティング・システム、ネットワーク・インターフェイス・カード(NIC)、およびスケールアウト・ストレージ・アレイでは、TCPセグメンテーション・オフロード(TSO)、GSO、LSOのような技術を利用しています。これらの技術は、サーバーが大量のデータを送信する際に必要となる、CPUサイクル数の削減に欠かせません。こうした技術の副作用として、大量のデータを送信しようとするアプリケーション/OS/ストレージはNICへのオフロードを行います。NICは、そのデータをセグメントに分割してバックツーバック・フレームとして回線速度でワイヤ上に流します。これらのうち複数が同じ出力ポート宛てになっている場合は、マイクロバースト輻輳が発生します。
バーストに対処する1つの方法は、オーバーサブスクリプションを最小限に抑えたネットワークを構築し、バーストを吸収できるようなオーバーサブスクリプション用のリンクを用意することです。もう1つは、トラフィックのファンインを減らすことです。代替手法は、パケットの破棄、ひいては有効なスルーput (good-put) の低下につながるバーストを吸収できるディープ・バッファを備えたスイッチを導入することです。
8. **一貫性のある機能とOS。** すべてのAristaスイッチは、同じArista EOSを使用しています。プラットフォーム、ソフトウェア・トレイン、OSの違いは一切ありません。どのスイッチでもバイナリ・イメージは同じものです。
9. **相互運用性。** アリスタネットワークスのスイッチと設計は、独自仕様によるロックインなしにほかのネットワーキング・ベンダーとの相互運用が可能です。

設計上の選択肢-階層の数

ネットワーク設計について一般的に認められた原則として、設計は短期的な要件に基づいたものであってはならず、むしろネットワークまたはネットワーク・ポッドが今後どこまで拡大する可能性があるかという長期的な要件に従うべきだというものがあります。ネットワーク設計は、必要となる使用可能ポートの最大数や、長期にわたってそれらのポートに接続しているデバイス間のトラフィックにとって適切なオーバーサブスクリプション率に基づいている必要があります。

ポートの数に対する長期的な要件を1台のスイッチ(またはHA設計における1組のスイッチ)で満たせる場合は、1階層の *Spline* (スプライン)設計を使用しない理由はどこにもありません。

スプライン・ネットワーク設計

スプライン設計は、これまであったスパインおよびリーフの各階層をスプラインという1つの層にまとめたものです。1階層のスプライン設計では、(スイッチの各階層の相互接続に使用されるポートがないので)設備投資や運用コスト、レイテンシーが常に最小限に抑えられます。また、本質的にオーバーサブスクリプションが発生せず、管理のタッチ・ポイントが2つで済みます。

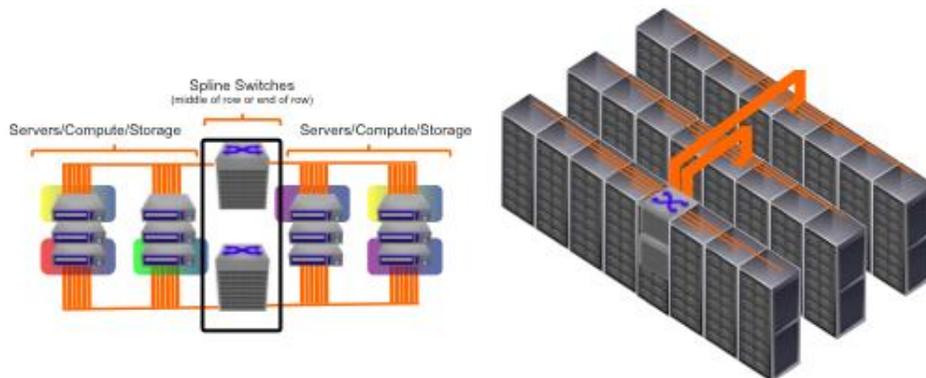


図1: 最大2,000台の物理サーバー(49ラック分の1Uサーバー)に対応できる1階層のAristaスプライン・ネットワーク設計

以下に示すAristaスイッチ(表1を参照)は、128x25Gまたは10Gポート(3ラック)の小さなものや、1024x25Gから、2048x10Gポート(49ラック)までの大きな1階層スプライン・ネットワーク設計で利用できます。

表1:1階層のスプライン・ネットワーク設計*

スイッチ・プラットフォーム	最大ポート数					スイッチ・インターフェイス のタイプ	スイッチ・プラットフォームの 主な特徴
	10G	25G	40G	50G	100G		
Arista 7500Eシリーズ						RJ45 (100/1000/10G-T) SFP+/SFP (10G/1G) QSFP+ (40G/4x10G)	2階層のスパン/リーフ型設計に最適であるがスプライン設計にも使用可能
Arista 7508E	1152		288		96		
Arista 7504E	576		144		48	MXP (100G/3x40G/12x10G) CFP2 (100G) QSFP100 (100G)	MXPポートはほとんどのインターフェイス速度に対応できる柔軟性を提供 ディーブ・バッファ
Arista 7320Xシリーズ							
Arista 7328XおよびArista 7324X	1024 512	1024 512	256 128	512 256	256 128	QSFP100 (100G/4x25G/2x50G) QSFP+ (40G/4x10G)	比較的大規模なスプラインのエンドオブロー/ミドルオブロー設計に最適であるが最大10G/40Gの容量を持つ2階層設計でスパンとしても使用可能
Arista 7300Xシリーズ						RJ45 (100/1000/10G-T) SFP+/SFP (10G/1G) QSFP+ (40G/4x10G)	比較的大規模なスプラインのエンドオブロー/ミドルオブロー設計に最適であるが最大10G/40Gの容量を持つ2階層設計でスパンとしても使用可能
Arista 7316X	2048		512				
Arista 7308X	1024		256				
Arista 7304X	512		128				RJ45 10GBASE-Tはシームレスな100M/1G/10G遷移を実現
Arista 7260Xおよび7060Xシリーズ							
Arista 7260CX-64	258	256	64	128	64	QSFP+ (40G/4x10G) QSFP100 (100G/2x50G/4x25G)	光/DAC接続がある中規模スプラインのエンドオブロー/ミドルオブロー設計に最適
Arista 7260QX-64	2		64			QSFP+ (40G)	スプライン設計の対象外
Arista 7060CX-32S	130	128	32	64	32	QSFP+ (40G/4x10G) QSFP100 (100G/2x50G/4x25G)	光/DAC接続がある小規模スプラインのエンドオブロー/ミドルオブロー設計に最適
Arista 7250Xおよび7050Xシリーズ							
Arista 7250QX-64	256		64			QSFP+ (40G/4x10G)	光/DAC接続がある中規模スプラインのエンドオブロー/ミドルオブロー設計に最適
Arista 7050QX-32S	96		32				
Arista 7050SX-128	96		8				
Arista 7050TX-128	96		8			RJ45 (100/1000/10G-T) [TX]	
Arista 7050SX-72Q	48		6			SFP+/SFP (10G/1G) [SX]	
Arista 7050TX-72Q	48		6			QSFP+ (40G/4x10G) [QX]	
Arista 7050SX-96	48		6			QSFP+ (40G) [SX/TX-96]	光/DAC接続がある小規模スプラインのエンドオブロー/ミドルオブロー設計に最適
Arista 7050TX-96	48		6			MXP (3x40G) [SX/TX-72]	
Arista 7050SX-64	48		4			QSFP+ (40G/4x10G) [SX/TX-64]	
Arista 7050TX-64	48		4			QSFP+ (40G/4x10G) [TX-48]	
Arista 7050TX-48	32		4				
Arista 7150Sシリーズ							
Arista 7150S-64	48		4 (16)			SFP+/SFP (10G/1G)	光/DAC接続がある小規模スプラインのエンドオブロー/ミドルオブロー設計に最適
Arista 7150S-52	52		(13)			QSFP+ (40G/4x10G)	
Arista 7150S-24	24		(6)				

*2015年9月

スプライン/リーフ型ネットワーク設計

1階層のスプライン設計に適合しない設計の場合は、次に2階層のスプライン/リーフ型設計を考えるのが合理的です。2階層の設計では、上位層にスパイン・スイッチを、下位層にリーフ・スイッチを配置し、サーバー/コンピューティング/ストレージ機器は常に、すべてのラックの最上段(より高密度なリーフ・スイッチの場合はラックN個ごとの最上段)にあるリーフ・スイッチに接続され、リーフ・スイッチは2台以上のスパイン・スイッチにアップリンク接続されます。

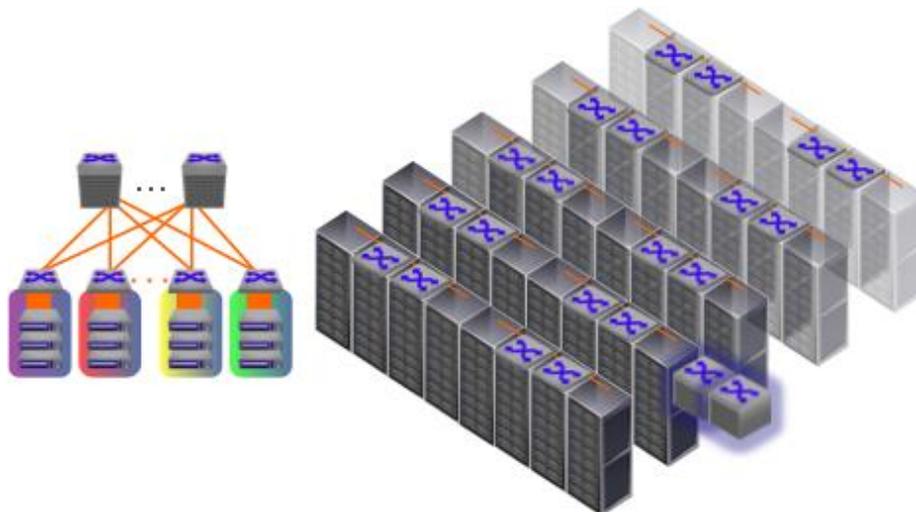


図2: アリスタネットワークスのスパイン/リーフ型2階層設計では、100,000台を超える物理サーバーを擁する規模を実現できます。

スケールアウト設計は、1対のスパイン・スイッチと何台かのリーフ・スイッチから始めることができます。10Gの接続デバイスのオーバーサブスクリプションが3:1である2階層のリーフ/スパイン・ネットワーク設計は、サーバー/コンピューティング/ストレージ機器用に96x10Gポートと、リーフ・スイッチ1台につき8x40Gアップリンクを持ちます(Arista 7050SX-128の場合: 96x10G: 8x40Gアップリンク=3:1のオーバーサブスクリプション比)。

10Gクラウド向けのもう一つの設計では、100Gのアップリンクを利用することもできます(例: サーバー/コンピューティング/ストレージ機器用に4x10Gのブレイクアウト・モードで動作する24x100Gポートと8x100Gアップリンクを備えたArista 7060CX-32S)。現在、このような設計は1:2:1のオーバーサブスクリプションにしかありません。

25Gの接続デバイス向けの設計で、7060CX-32Sを使用することもできます。24x100Gポートを96x25Gポートにブレイクアウトしてサーバー/コンピューティング/ストレージ機器用とし、残りの8x100Gポートをアップリンク用にすれば3:1となります(96x25G = 2400G: 8x100G = 800G)。

2階層のスプライン/リーフ型ネットワーク設計では、次第に増えるリーフ・スイッチの数に応じてスパイン・スイッチの数を線形に増やすことで、水平方向の拡張(スケールアウト)を実現できます。実現できる最大の規模は、スパイン・スイッチの密度、実現可能なスケールアウト(これはケーブル配線と各リーフ・スイッチからの物理アップリンク数で決まります)、好ましいオーバーサブスクリプション比によって決まります。

モジュール型または固定構成のスイッチのどちらでも、2階層のスプライン/リーフ型設計のスパイン・スイッチとして使用できます。ただし、スパイン・スイッチの選択によって設計の規模を最大でどこまで拡大できるかが決まります。このことは、以下の表2(リーフへの10G接続)と表3(リーフへの25G接続)に示されています。

表2: アリスタネットワークスの2階層スパイン/リーフ型設計で実現できる最大規模(40Gアップリンクを搭載した10Gの接続デバイスの場合*)

スパイン・スイッチ・プラットフォーム	スパイン・スイッチ数(スケールアウト)	オーバーサブスクリプション(スパイン:リーフ)	リーフからスパインへの接続	リーフ・スイッチ・プラットフォーム	設計でサポートされる最大リーフポート数(10Gの場合)
Arista 7504E	2	3:1	8x40G	Arista 7050QX-32または Arista 7050SX-128	36リーフ x 96x10G = 3,456 x 10G
	4				72リーフ x 96x10G = 6,912 x 10G
	8				144リーフ x 96x10G = 13,824 x 10G
Arista 7508E	2	3:1	8x40G	Arista 7050QX-32または Arista 7050SX-128	72リーフ x 96x10G = 6,912 x 10G
	4				144リーフ x 96x10G = 13,824 x 10G
	8				288リーフ x 96x10G = 27,648 x 10G
Arista 7508E	2	3:1	16x40G	Arista 7250	36リーフ x 192x10G = 6,912 x 10G
	4				72リーフ x 192x10G = 13,824 x 10G
	8				144リーフ x 192x10G = 27,648 x 10G
	16				288リーフ x 192x10G = 55,296 x 10G
Arista 7508E	2	3:1	32x40G	Arista 7304X + 7300X -32Q LC	18リーフ x 384x10G = 6,912 x 10G
	4				36リーフ x 384x10G = 13,824 x 10G
	8				72リーフ x 384x10G = 27,648 x 10G
	16				144リーフ x 384x10G = 55,296 x 10G
	32				288リーフ x 384x10G = 110,592 x 10G
Arista 7316X	2	3:1	64x40G	Arista 7308X + 7300X -32Q LC	16リーフ x 768x10G = 12,288 x 10G
	4				32リーフ x 768x10G = 24,576 x 10G
	8				64リーフ x 768x10G = 49,152 x 10G
	16				128リーフ x 768x10G = 98,304 x 10G
	32				256リーフ x 768x10G = 196,608 x 10G
	64				512リーフ x 768x10G = 393,216 x 10G

表3: アリスタネットワークスの2階層スパイン/リーフ型設計で実現できる最大規模(100Gアップリンクを搭載した25Gの接続デバイスの場合*)

スパイン・スイッチ・プラットフォーム	スパイン・スイッチ数(スケールアウト)	オーバーサブスクリプション(スパイン:リーフ)	リーフからスパインへの接続	リーフ・スイッチ・プラットフォーム	設計でサポートされる最大リーフポート数(10Gの場合)
Arista 7508E	2	3:1	8x100G	Arista 7060CX-32	24リーフ x 96x25G = 2,304 x 25G
	4				48リーフ x 96x25G = 4,608 x 25G
	8				96リーフ x 96x25G = 9,216 x 25G
Arista 7508E	4	3:1	16x100G	Arista 7260CX-64	24リーフ x 192x25G = 4,608 x 25G
	8				48リーフ x 192x25G = 9,216 x 25G
	16				96リーフ x 192x25G = 18,432 x 25G
Arista 7328X	4	3:1	8x100G	Arista 7060CX-32	128リーフ x 96x25G = 12,288 x 25G
	8				256リーフ x 96x25G = 24,576 x 25G
Arista 7328X	4	3:1	16x100G	Arista 7260CX-64	64リーフ x 192x25G = 12,288 x 25G
	8				128リーフ x 192x25G = 24,576 x 25G
	16				256リーフ x 192x25G = 49,152 x 25G
Arista 7328X	16	3:1	64x100G	Arista 7328X + 7320C X-32 LC	64リーフ x 768x25G = 49,152 x 25G
	32				128リーフ x 768x10G = 98,304 x 25G
	64				256リーフ x 768x10G = 196,608 x 25G 512リーフ x 768x10G = 393,216 x 25G

*2015年9月

リーフ/スパインによるネットワーク設計に関する考慮事項

使用可能なポートあたりの設備投資コスト

階層の多い設計は、階層の少ない設計よりも拡張性が高くなります。しかしその代償として、設備投資 (CAPEX) と運用コスト (OPEX) も高くなります。階層が増えるほどデバイスの数は増えます。管理すべきデバイスが増えるのみならず、スイッチ間のファンアウト相互接続で使用するポートも増えるということです。

単純化した例で考えてみましょう。4つのポートを持つスイッチを使用し、オーバーサブスクリプションのない Clos ネットワークのトポロジだとします。ネットワークで4つのポートが必要な場合は、1台のスイッチで要件を満たすことができます (あまりに単純な例ですが、これは根本的な原理を示すためのものです)。

必要なポートが4つから8つへと要件が倍増し、ポートが4つのスイッチを構成要素として使用する場合、ネットワークは1階層から2階層へと広がり、オーバーサブスクリプションなしのネットワークを維持するために必要なスイッチの数は1台から6台に増えます。使用可能なポートの数が2倍になったのに対し、使用可能ポート1つあたりのコストは3倍です (実際には、相互接続のケーブルやトランシーバー/光ファイバーのコストもかかるため、3倍よりさらに上です)。

ポート数の要件が8から16へとさらに倍増した場合、3番目の階層が必要となり、スイッチの数は6台から20台へと増えます。キャパシティが倍増しただけで、単位コストあたりのデバイス数は3.3倍になります。1階層の設計と比べると、この3階層の設計は、使用可能ポート数が4から16へと4倍に増えましたが、コストを比べると、当初のスイッチ1台の設計と比べて20倍以上です。

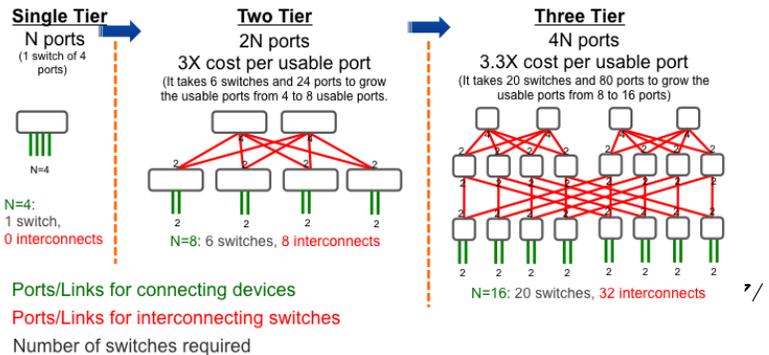
規模が拡大すると、設備投資 (CAPEX) コストが増えます。ただし、少ない数の階層でネットワークを構築できれば、設備投資コストを大幅に削減できます。階層間の相互接続に投じるコストを抑えられるからです。また、運用 (OPEX) コストも劇的に削減できます。管理すべきデバイスの数、消費電力、冷却コストなどを抑えられるからです。ネットワーク設計はすべて、使用可能なポート (サーバーやストレージに使用するポート) 1つあたりのコストという観点で、ネットワークの存続期間全体にわたって捉えることが必要です。使用可能なポート1つあたりのコストは、次の式で計算できます。

$$\frac{\text{スイッチのコスト (CAPEX)} + \text{光学機器 (CAPEX)} + \text{ファイバー (CAPEX)} + \text{電力 (OPEX)}}{\text{合計ノード数} \times \text{オーバーサブスクリプション}}$$

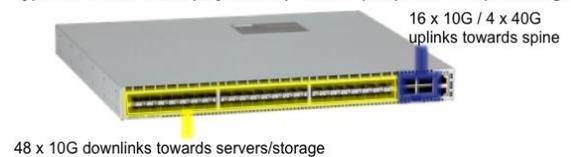
オーバーサブスクリプション

オーバーサブスクリプションとは、仮にすべてのデバイスがトラフィックを同時に送信した場合に生じる競合の比率のことです。North/Southの方向 (データセンターに出入りするトラフィック) と、East/Westの方向 (データセンター内のデバイス間のトラフィック) の両方で測定できます。旧来のデータセンター設計では、North/SouthとEast/Westの両方で、20:1を超える非常に大きなオーバーサブスクリプション比が多く見られました。階層の数が多く、スイッチの密度/ポートが限られていることに加え、従来はサーバー1台あたりのトラフィック・レベルが低かったことによるものです。また、旧来の設計では通常、L3ゲートウェイがコアまたはアグリゲーション層にあったため、VLAN間のトラフィックはすべての階層を通過せざるを得ませんでした。多くのレベルではこれが最適にはなりません。

マルチコアCPU、サーバー仮想化、フラッシュ・ストレージ、ビッグデータ、クラウド・コンピューティングなどの利用が大きくなった最近のネットワークでは、オーバーサブスクリプションを抑えることが要件になっています。最新のネットワーク設計では、オーバーサブスクリプション比が3:1以下です。2階層の設計では、このオーバーサブスクリプション比をダウンリンク・ポート数 (サーバー/ストレージへのポート) のアップリンク・ポート数 (スパイン・スイッチへのポート) に対する比として算出できます。この場合は、ポート数が64のリーフ・スイ



Typical Arista switch deployed at Top of Rack (ToR) in a Leaf/Spine design



ツチであれば、ダウンリンク・ポート数が48、アップリンク・ポート数が16となります。一方、オーバーサブスクリプションが1:1の場合、64ポートのリーフ・スイッチでは、ダウンリンク・ポート数が32、アップリンク・ポート数が32となります。

最近のデータセンターの経験則では、オーバーサブスクリプション比のスタートラインは3:1です。Aristaレイテンシー・アナライザ（LANZ）のような機能を使用すると、（パケットの破棄として観測される）サービス低下が発生する前に、輻輳の発生箇所を特定できます。これにより、トラフィックが処理能力の許容範囲を超えた場合に、設計の比率をある程度柔軟に変更できます。

図4: 3:1のオーバーサブスクリプションで展開されたリーフ・スイッチ（ダウンリンクは48x10G、アップリンクは4x40G）

リーフからスパインへの10G、40G、または100Gアップリンク

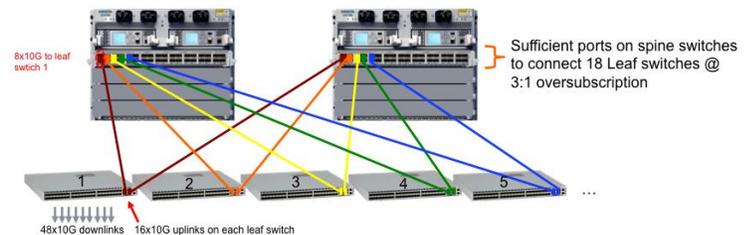
スパイン/リーフ型ネットワークでは、リーフからスパインへのアップリンクは通常、10Gまたは40Gです。最初は10G (N x 10G) から始め、あとで40G (N x 40G) へと移行できます。アリストアネットワークスの（7050SX-128および7050TX-128を除く）すべての10G ToRスイッチは、こうした柔軟性を備えており、QSFP+の40Gポートは、ソフトウェアでの設定によって1x40Gまたは4x10Gとして動作できます。また、一部のAristaスイッチが備えるAgilePort機能では、4つの10G SFP+ポートのグループを1つの40Gポートとして動作させることができます。

理想的なシナリオでは、1台のホストが回線速度でバースト通信している際のマイクロバーストによるブロッキングを発生させないように、必ずアップリンクがダウンリンクよりも高速で動作させます。

2階層スパイン/リーフの長期的なスケールアウト

通常、スケールアウト設計は、1対のスパイン・スイッチと何台かのリーフ・スイッチから始まります。このような設計を長期的にどのようにスケールアウトするかを例を示すために、次の設計を考えます。Arista 7504Eモジュール型スイッチをスパイン層に、Arista 7050SX-64をリーフ層に配置した、オーバーサブスクリプションが3:1の設計です。各リーフ・スイッチは、サーバー/コンピューティング/ストレージ機器用の48x10Gポートと、スパインへの合計16x10Gのアップリンクを備えています。アップリンク側は、アクティブ/アクティブの状態では2つのグループの8x10Gに分割され、2台のスパイン・スイッチ間で利用されます。

各スパイン・スイッチはDCS-7500E-36Qラインカード（36x40G/144x10G）を1枚を搭載し、最初のネットワークは拡張によって18台のリーフ・スイッチの接続に対応できます（864x10Gの接続デバイス、エンドツーエンドで3:1のオーバーサブスクリプション）。これを表したのが図5です。



リーフ・スイッチの数が増え、スパイン・スイッチの1枚目のラインカード上のポートがすべて使用済みになった場合は、シャーシごとに2枚目のラインカードを追加し、半数のリンクを2枚目のラインカードに移します。この設計では、リーフ・スイッチを18台から36台まで拡張できます（1,728x10Gの接続デバイス、エンドツーエンドで3:1のオーバーサブスクリプション）。これを表したのが図6です。

図5: スケール設計のスタート・ポイント: 1対のスイッチごとに1枚のラインカード

この拡張を何回か繰り返します。リーフとスパインの間のアップリンクが10Gの場合、それぞれのアップリンクは、各スイッチの4枚のラインカードにある4つのポート間で分配できます。



図6: スケールアウト設計におけるスパインの最初の拡張: 2枚目のラインカード・モジュール

この設計の最終的な規模は、スパイン・スイッチのポートの規模/密度、目的のオーバーサブスクリプション比、スパイン・スイッチの数によって決まります。スパイン・スイッチが2台あれば、この設計はレイヤ2またはレイヤ3で構築できます。2台のスパイン・スイッチがArista 7504Eの場合の最終的な規模は、リーフ・スイッチが72台で、3,456x10G、エンドツーエンドで3:1のオーバーサブスクリプションです。1対のArista 7508Eスイッチを使用した設計の場合、規模はこの倍となります。つまり、リーフ・スイッチが144台で、6,912x10G、エンドツーエンドで3:1のオーバーサブスクリプションです（図7を参照）。

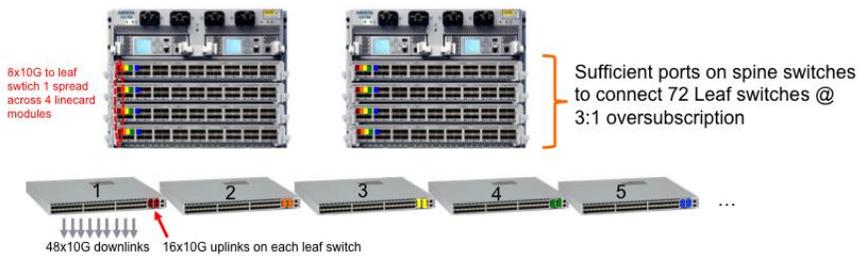


図7: スケールアウト設計でのスパインの最終的な拡張: Arista 7504Eのそれぞれに4枚目のラインカード・モジュールを追加

25Gまたは50Gのアップリンク

25Gおよび50Gのブレイクアウトに対応した100Gポートを備えたAristaスイッチの場合、25Gおよび50Gは、100Gポートから4x25Gまたは2x50Gを取り出してレイヤ3のECMP設計のファンアウト数を増やす手段になります。この方法を使用すると、スケールアウト設計におけるスパイン・スイッチの数を増やし、スパイン数、さらにはファンアウトの拡大によってリーフ・スイッチ数も増やすことができます。

レイヤ2またはレイヤ3

2階層のスパイン/リーフ型ネットワークは、レイヤ2(VLANを全体に展開)またはレイヤ3(サブネット)で構築できます。それぞれにメリットとデメリットがあります。

レイヤ2の設計は、最も柔軟性があり、VLANを全体に展開してMACアドレスをどこにでも移行できます。デメリットは、障害ドメインが1つで共通であること(非常に大きくなる可能性があること)、ネットワーク内で最小のスイッチのMACアドレスのテーブル・サイズによって規模が制限されるため、トラブルシューティングが困難な場合があることです。L3の規模および収束時間は、L3ゲートウェイのHost Routeテーブルのサイズで決まり、最大のノンブロッキング・ファンアウト・ネットワークは、スイッチ2台でマルチシャシー・リンク・アグリゲーション(MLAG)を利用するスパイン・レイヤです。

レイヤ3設計は、最も高速な収束が可能で、最大32台またはそれ以上のアクティブ/アクティブ・スパイン・スイッチをサポートする等価コスト・マルチパス(ECMP)により、ファンアウトに関して最大の規模を実現できます。こうした設計では、L2/L3ゲートウェイが先頭ホップのスイッチに限定されるため、異なるクラスのスイッチを最大限の処理能力まで最も柔軟に活用でき、スイッチ間の機能低下(最小共通項への移行)がありません。

レイヤ3設計では、VLANとMACアドレスのモビリティが1台のスイッチまたは1対のスイッチに制限されるため、VMのモビリティの範囲は1台のスイッチまたは1対のスイッチの範囲に制限されます。これは通常、1つまたはせいぜい数個のラック内に収まる範囲です。

VXLANオーバーレイを伴うレイヤ3アンダーレイ

VXLANは、独自仕様でないマルチベンダーのVXLAN標準によってレイヤ3アンダーレイ全域でレイヤ2オーバーレイを有効にすることで、レイヤ3設計を補完します。また、最善のレイヤ3設計(スケールアウト、大規模なネットワーク規模、迅速な収束と最小の障害ドメイン)とレイヤ2の柔軟性(VLANおよびMACアドレスのモビリティ)を結合し、レイヤ2とレイヤ3の双方の設計のデメリットを軽減します。

VXLAN機能は、仮想サーバー・インフラストラクチャの一部である仮想スイッチを介してソフトウェア内で有効にできます。この方法は、レイヤ2をレイヤ3上に拡張しますが、トラフィックが最善の方法で適切な物理サーバーにどのように到達するかを扱ってはいません。VXLANまたはほかのオーバーレイをネットワーク内に展開するソフトウェアベースの方法もまた、NICのオフロード機能が無効になった結果として、サーバーのCPUサイクルを消費することになります。

AristaスイッチのハードウェアVXLANゲートウェイ機能は、非常に高い柔軟性、最大の規模、トラフィックの最適化を実現します。物理ネットワークは、最大限のスケールアウト、テーブル/機能の最適な利用、最短の収束時間を実現するためにレイヤ3にとどまります。サーバーは引き続き、NICのCPUオフロード機能を提供し、VXLANハードウェア・ゲートウェイは、レイヤ3転送上のレイヤ2オーバーレイと並行して、レイヤ2およびレイヤ3転送を提供します。

表4:レイヤ2、レイヤ3、およびVXLAN対応のレイヤ3の各設計の長所/短所

設計タイプ	長所	短所
レイヤ2	VLANを全体に展開することで柔軟性が最も高い MACモビリティによってシームレスなVMモビリティを実現	単一の(大きな)障害ドメイン 冗長/HA リンクがSTPIによってブロックされる 障害ドメインの拡大なしにはポッドやデータセンターの枠を越えた拡張が困難 L3ゲートウェイの収束がコントロール・プレーンの速度(1秒あたりのARP数)の制約を受ける L3の規模がL3ゲートウェイでのホスト・ルートの規模で決まる 規模は2-way止まり(MLAGアクティブ/アクティブ) VLANの最大数xスイッチのポート数が、スパンニング・ツリーの論理ポート数の規模に制約される トラブルシューティングが困難
レイヤ3	ポッド間やデータセンター間で拡張可能 ECMPIにより非常に大規模なスケールアウトが可能 収束/再収束が非常に高速	VLANは1台のスイッチに制限 MACモビリティは1台のスイッチ内のみ
VXLANオーバーレイを伴うレイヤ3アンダーレイ	VXLAN ではVLAN を任意のスイッチ/デバイスに拡張可能 MACモビリティがL3接続の範囲全体に拡大 ポッド間やデータセンター間で拡張可能 MACモビリティによってシームレスなVMモビリティを実現 ECMPIにより非常に大規模なスケールアウトが可能 収束/再収束が非常に高速	ソフトウェア/ハイパーバイザによる仮想スイッチ・ベースのVXLANによってホストにCPUオーバーヘッドの負担が発生(ハードウェアVXLANゲートウェイでは問題とならない)

ハードウェアによるVXLANゲートウェイ機能を備えたAristaスイッチ・プラットフォームは、型番に「E」または「X」が含まれているすべてのAristaスイッチ(Arista 7500Eシリーズ、Arista 7280E、Arista 7320Xシリーズ、Arista 7300Eシリーズ、Arista 7060Xシリーズ、Arista 7050Xシリーズ)とArista 7150Sシリーズです。

これらのプラットフォームは、Arista CloudVision、オープンな標準ベースの独自仕様でないプロトコル(OVSDBなど)、または静的な設定によるオーケストレーションを用いてユニキャストベースのハードウェアVXLANゲートウェイ機能をサポートしています。ハードウェアVXLANゲートウェイ機能に対するこうしたオープンなアプローチは、独自仕様によるベンダー・ロックインなしにクラウド・オーケストレーション・プラットフォームの選択肢をエンドユーザーに提供します。

フォワーディング・テーブルのサイズ

イーサネット・スイッチングASICは、フォワーディングに関する決定を行うために、MACテーブル(L2)、ホスト・ルート・テーブル(L3)、L3プレフィックス検索用の最長プレフィックス一致(LPM)テーブルといった数々のフォワーディング・テーブルを使用します。L2またはL3に構築できるネットワークの最大サイズは、これらのテーブルのサイズによって決まります。

これまで、1台のサーバーやホストは、MACアドレスとIPアドレスを1つずつしか持っていませんでした。サーバーの仮想化により、仮想サーバー(VM)1台あたりのMACアドレスとIPアドレスは少なくとも1つずつとなり、追加の仮想NIC(vNIC)が定義されている場合は、VM1台あたりのアドレス数が2つ以上となります。多くのIT組織はIPv4/IPv6のデュアル・スタックの展開(または将来的にそうする計画)を進めており、スイッチのフォワーディング・テーブルではIPv4とIPv6の両方のテーブル要件を考慮する必要があります。

ネットワークがレイヤ2に構築されている場合、そのネットワーク内のすべてのMACアドレスをすべてのスイッチが学習します。スパインのスイッチは、レイヤ2とレイヤ3の間のフォワーディングを提供し、ゲートウェイのホスト・ルートを提供する必要があります。

ネットワークがレイヤ3に構築されている場合、スパイン・スイッチは、リーフ・スイッチ1台につき1つ(または2つ)のサブネットに対するIPフォワーディングを使用するだけで済みます。ホストのMACアドレスについて把握しておく必要はありません。一方、リーフ・スイッチは、ローカルのIPホスト・ルートとMACアドレスは知っておく必要がありますが、ローカル接続より外の部分については何も知っておく必要はありません。リーフ・スイッチが必要とするルーティング・プレフィックスは、スパイン・スイッチに対するデフォルト・ルート1つのみです。

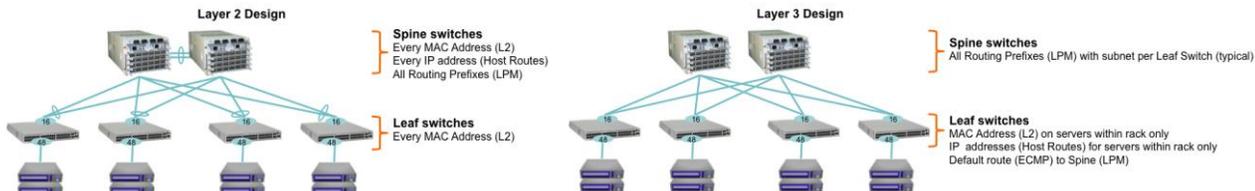


図8:レイヤ2とレイヤ3の設計の対比

ネットワークがレイヤ2とレイヤ3のどちらに構築されているかに関係なく、ネットワーキング・テーブルのサイズに対して強い影響力を持つのは多くの場合、VMの数です。最新のx86サーバーはデュアル・ソケットで、ソケットあたりのCPUコア数は6~8です。一般的な企業のワークロードでは、CPU1コアあたり10台のVMIに対応できます。そのため、一般的なサーバーで60~80台のVMが稼働していることも珍しくありません。この数は今後増加の一途をたどるものと予想されます。

1CPUあたりのVMが10台、CPUはクアッドコアで物理サーバー1台あたり2ソケット、ラック1台あたりの物理サーバーが40台、ラック数が20という設計の場合、ネットワークのフォワーディング・テーブルの要件は次のようになります。

表5:レイヤ2設計とレイヤ3設計のフォワーディング・テーブルの規模

フォワーディング・テーブル	レイヤ2のスパイン/リーフ型設計		レイヤ3のスパイン/リーフ型設計	
	スパイン・スイッチ	リーフ・スイッチ	スパイン・スイッチ	リーフ・スイッチ
MAC アドレス (1vNIC/VM)	1 MACアドレス/VM x 10 VM/CPU x 4 CPU/ソケット x 2 ソケット/サーバー = 80 VM/サーバー x 40 サーバー/ラック = 3,200 MACアドレス/ラック x 20ラック = 64K MACアドレス		最小限 (スパイン・スイッチはL3で動作するため、L2のフォワーディング・テーブルは不使用)	1 MACアドレス/VM x 10 VM/CPU x 4 CPU/ソケット x 2S = 80 VM/サーバー x 40 サーバー/ラック = 3,200 MACアドレス
IPルートLPM	少数の IPプレフィックス	なし (L2で動作するリーフ・スイッチはL3なし)	1 サブネット/ラック x 20 ラック = 20 IPルートLPMプレフィックス	最小限 (スパイン・スイッチに対して単一のECMP ート)
IPホスト・ルート (IPv4のみ)	1 IPv4ホスト・ルート/VM 3200 IPv4ホスト・ルート/ラック x 20 ラック = 64K IPホスト・ルート	なし (L2で動作するリーフ・スイッチはL3なし)	最小限 (スパイン・スイッチにIPホスト・ルートなし)	1 IPv4ホスト・ルート/VM 3200 IPv4ホスト・ルート/ラック = 3200 IPホスト・ルート
IPホスト・ルート (IPv4 + IPv6デュアル・スタック)	1 IPv4とIPv6のホスト・ルート/VM 64K IPv4ホスト・ルート + 64K IPv6ホスト・ルート	なし (L2で動作するリーフ・スイッチはL3なし)	最小限 (スパイン・スイッチにIPホスト・ルートなし)	1 IPv4とIPv6のホスト・ルート/VM 3200 IPv4ホスト・ルート + 3200 IPv6ホスト・ルート

レイヤ2のスパニング・ツリーの論理ポート数の規模

大規模なレイヤ2ネットワークに対する一般的な懸念(ブロードキャスト・ドメインの大きさ、単一の障害ドメイン、トラブルシューティングの難しさ)にもかかわらず、制約となる要因で見過ごされがちなものの1つに、スイッチでのスパニング・ツリー・プロトコルの動作に伴う、コントロール・プレーンのCPUオーバーヘッドがあります。スパニング・ツリーがプロトコルとして比較的ユニークな点は、プロトコルの処理が失敗した場合に、現在では一般的な「フェイル・クローズ」状態ではなく、「フェイル・オープン」状態になることです。何らかの理由でプロトコルに不具合が生じると、ネットワークにループが生じます。スパニング・ツリーにはこうした特徴があることから、スイッチのコントロール・プレーンに負担がかからないようにすることが不可欠です。

Rapid Per VLAN Spanning Tree (RPVST)により、スイッチは、複数の独立したスパニング・ツリーのインスタンスを(VLANごとに)維持し、ポートでのBPDUの送受信を一定間隔で行います。また、これらのBPDUに基づいて、物理ポートの状態をラーニング/リスニング/フォワーディング/ブロッキングの間で遷移させています。

同期されていない大量の独立したインスタンスを扱うことから、VLANランキングを注意深く設計しない限り、規模の面で困難が生じます。たとえば、1つのポートで4KのVLANをランキングする場合、それぞれのVLANの状態を個別に追跡する必要があります。

RPVSTよりも好ましいのは、Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP)です。スパニング・ツリー・プロトコルの稼働インスタンス数が少なく、物理ポートの状態遷移もグループで行うことができるからです。しかし、こうした改良があっても、レイヤ2の論理ポート数は依然として慎重に管理する必要があります。

スパニング・ツリーに参加するスイッチの規模に関する個別の特性はさまざまですが、設計で考慮すべき主なポイントとしては以下のものが挙げられます。

- 対象のスイッチがサポートするSTPの論理ポート数(VLANポートの数として示される場合もあります)
- RPVSTを使用する場合にサポートされるスパニング・ツリーのインスタンス数

Aristaは、スパニング・ツリーによる大規模なレイヤ2設計よりも、レイヤ2をレイヤ3上に拡大するオーバーレイを実現するために使用されるVXLANを用いたレイヤ3のECMP設計を常に推奨します。レイヤ3とVXLANを用いた設計は、高い柔軟性、最大レベルの規模およびトラフィック最適化と最小レベルの障害ドメインを提供し、最適なテーブル/キャパシティの利用状況、きわめて短い収束時間を実現します。

アリスタネットワークスの2階層スパイン/リーフ型スケールアウト設計

2階層のスパイン/リーフ型設計では、それぞれのリーフ・スイッチをすべてのスパイン・スイッチに接続します。この設計はレイヤ2とレイヤ3のどちらにも構築できますが、レイヤ3の設計のほうが拡張性に優れています。2台を超えるスパイン・スイッチを配置でき、MACアドレスのエントリやホスト・ルートは所定の1台または1対のリーフ・スイッチに局所化されるからです。

ARISTA 7500シリーズ2台をスパイン・スイッチに使用した1Gノードのスパイン/リーフ型設計

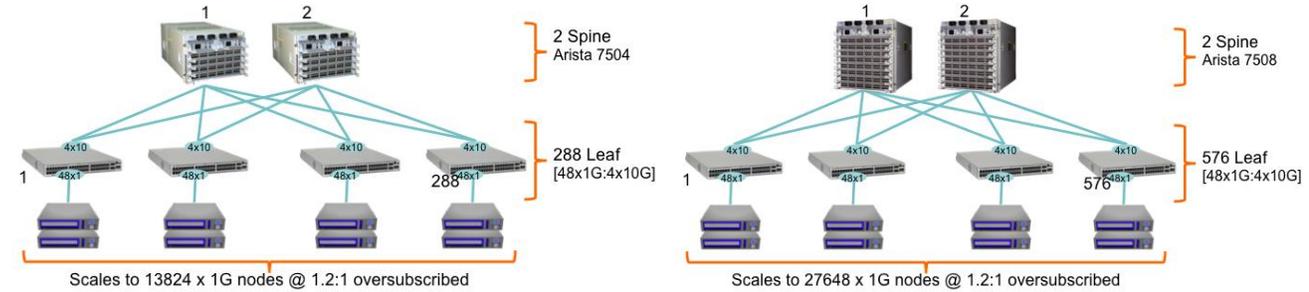


図9: 10Gのアップリンクを持つArista 7504E/7508Eスパイン・スイッチを使用した1G接続ノードのスパイン/リーフ型ネットワーク設計 (スイッチ2台での最大限の規模)

ARISTA 7500シリーズ2台をスパイン・スイッチに使用した10Gノード、オーバーサブスクリプション比3:1のスパイン/リーフ型設計

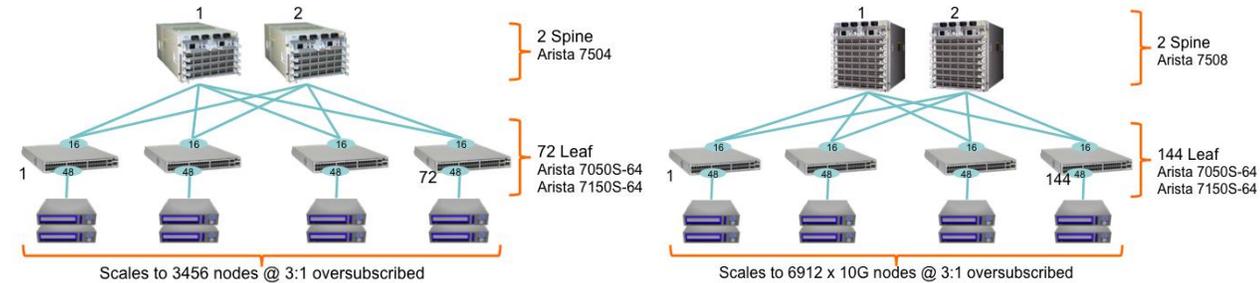


図10: 10Gのアップリンクを持つArista 7504E/7508Eスパイン・スイッチを使用した10G接続ノード、サブスクリプション比3:1のスパイン/リーフ型ネットワーク設計 (スイッチ2台での最大限の規模)

ARISTA 7500シリーズ2台をスパイン・スイッチに使用した10Gノード、オーバーサブスクリプションなしのスパイン/リーフ型設計

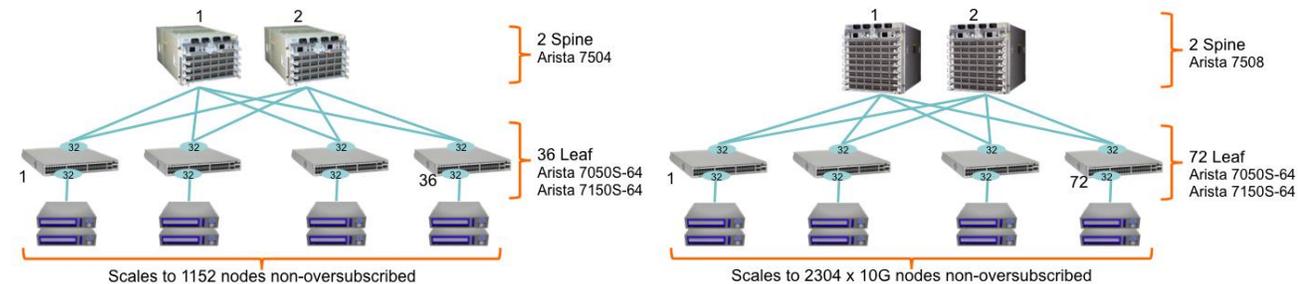


図11: 10Gのアップリンクを持つArista 7504E/7508Eスパイン・スイッチを使用した10G接続ノード、オーバーサブスクリプションなしのスパイン/リーフ型ネットワーク設計 (スイッチ2台での最大限の規模)

これらのトポロジはいずれも、レイヤ2とレイヤ3のどちらでも構築できます。設計がレイヤ2の場合、MLAGを使用することにより、リンクのブロックなしでアクティブ/アクティブで動作するL2ネットワークを構築できます。これには、スパイン・スイッチ間のMLAGピアリンクが必要です。

また、サーバー/ストレージをアクティブ/アクティブで接続するために、リーフ・スイッチでMLAGを使用することが望ましい場合もあります。この場合、1対のリーフ・スイッチがMLAGのペアとなり、MLAGピアリンクで相互接続します。MLAGピアリンクは比較的少数の物理リンク(最低2本)でも可能です。MLAGはネットワーク・トラフィックの優先順位付けを行い、両接続のデバイスのスイッチに対してローカルとなるようにするからです。

10Gアップリンクを使用した大規模なスパイン/リーフ型設計

レイヤ3を使用して、ECMPレイアウトで最大128台のスパイン・スイッチまで設計をスケールアウトすることもでき、リーフ・スイッチのファンアウトを非常に大きくすることが可能です。ネットワークの拡張に合わせてスパイン・スイッチにラインカード・モジュールを増設していくのと同じような考え方で、スパイン・スイッチを増やしていくことができます。2台のスパイン・スイッチから、4台、8台、16台、最終的には128台のスパイン・スイッチまでネットワークを拡張できます。スパインとリーフの間のすべてのパスは、BGPやOSPFなどの標準のルーティング・プロトコルを使用してアクティブ/アクティブで動作し、最大128-wayのECMPを使用してすべてのパスがアクティブ/アクティブ・モードで稼働します。以下の図に、3:1のオーバーサブスクリプションの10G設計で4台のスパイン・スイッチから8台および16台にネットワークが拡大するようすを示します(図12~14を参照)。

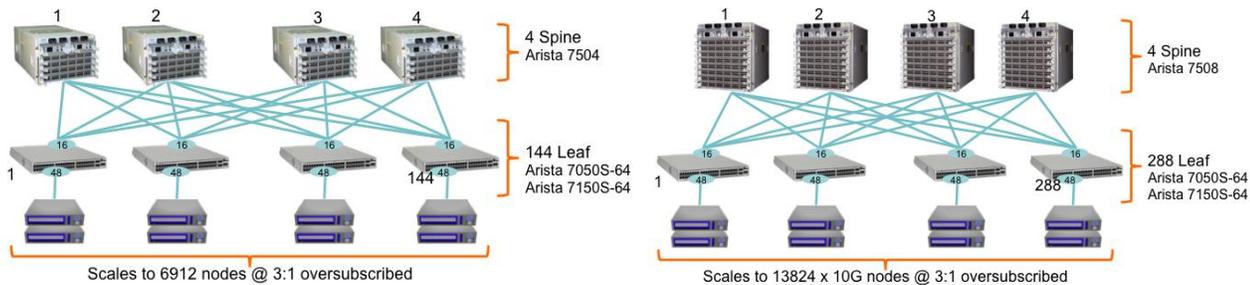


図12: Arista 7504E/7508Eスパイン・スイッチ、4-way ECMP、Arista 64ポート 10Gリーフ・スイッチ、3:1のオーバーサブスクリプション

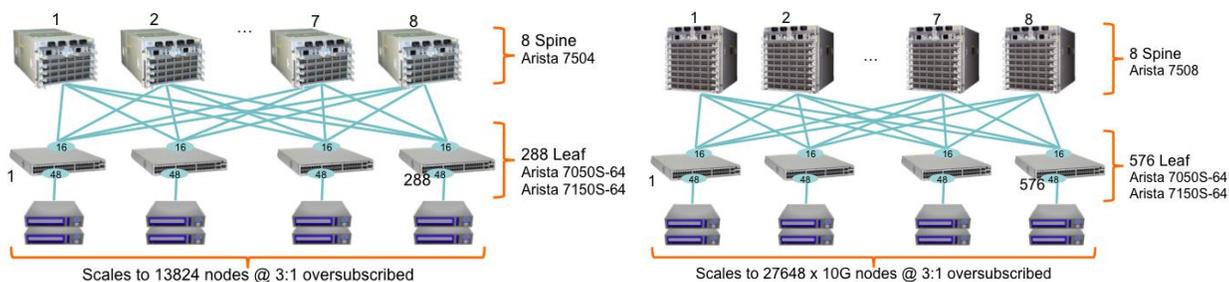


図13: Arista 7504E/7508Eスパイン・スイッチ、8-way ECMP、Arista 64ポート 10Gリーフ・スイッチ、3:1のオーバーサブスクリプション

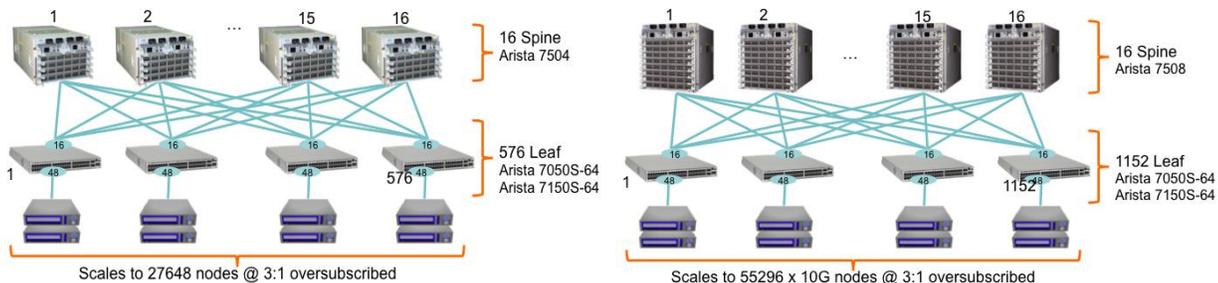


図14: Arista 7504E/7508Eスパイン・スイッチ、16-way ECMP、Arista 64ポート 10Gリーフ・スイッチ、3:1のオーバーサブスクリプション

以下の図に、4-way ECMPでの1Gサーバー設計を拡張するようすを示します(各リーフ・スイッチは4x10Gアップリンクを持ち、48x1Gのサーバー/ストレージ接続に対応)。

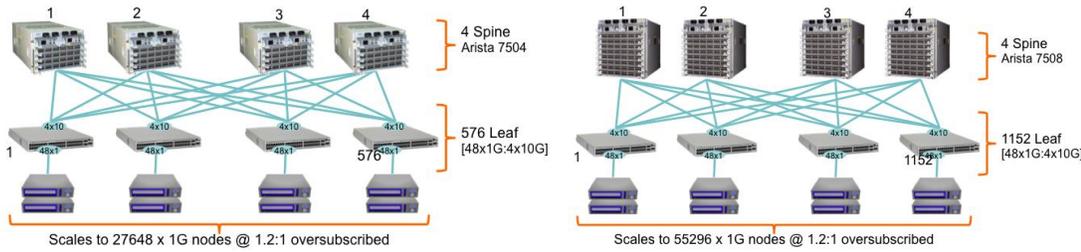


図15: Arista 7504E/7508Eスパイン・スイッチ、4-way ECMP、Arista 48x10Gリーフ・スイッチ、1:2:1のオーバーサブスクリプション

同じ設計原則を適用して、オーバーサブスクリプションなしの10Gネットワークを構築できます。ネットワークのサイズを徐々に拡大していくことにより、設備に対する先行投資をある程度抑えることができます。

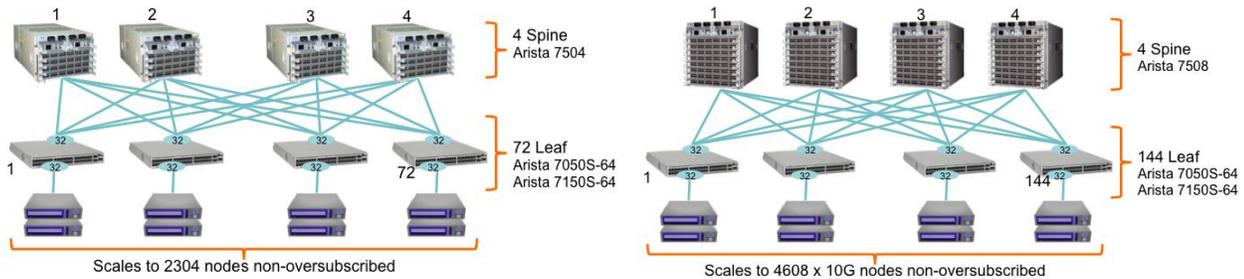


図16: Arista 7504E/7508Eスパイン・スイッチ、4-way ECMP、Arista 64ポート 10Gリーフ・スイッチ、オーバーサブスクリプションなし

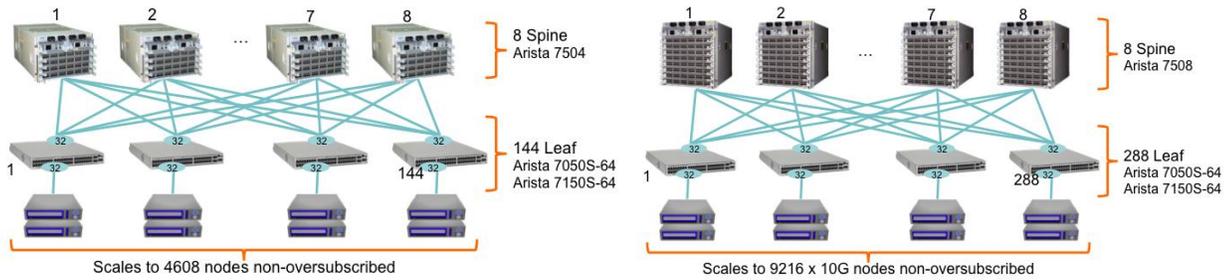


図17: Arista 7504E/7508Eスパイン・スイッチ、8-way ECMP、Arista 64ポート 10Gリーフ・スイッチ、オーバーサブスクリプションなし

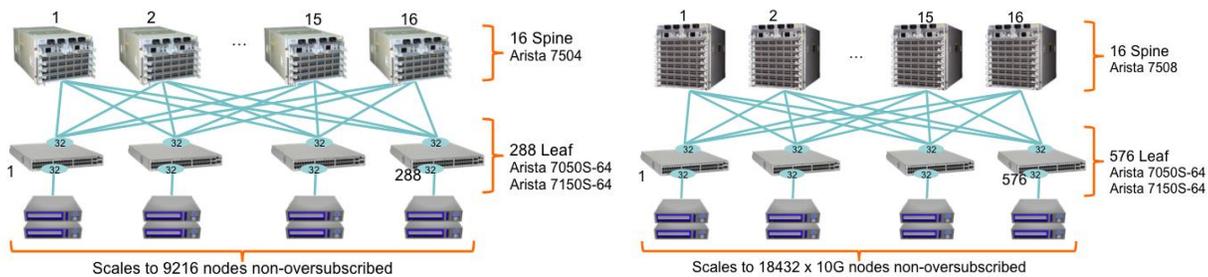


図18: Arista 7504E/7508Eスパイン・スイッチ、16-way ECMP、Arista 64ポート 10Gリーフ・スイッチ、オーバーサブスクリプションなし

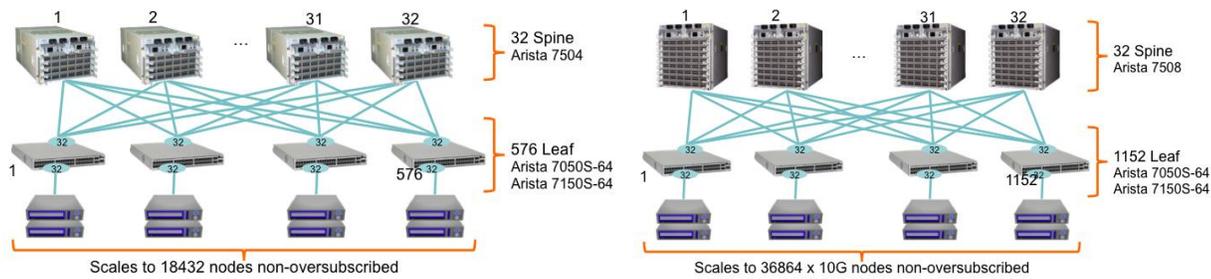


図19: Arista 7504E/7508Eスパイン・スイッチ、32-way ECMP、Arista 64ポート 10Gリーフ・スイッチ、オーバーサブスクリプションなし

40Gアップリンクを使用した大規模設計

同様のシンプルな設計原則によって、スパイン/リーフ間に10Gのアップリンクではなく40Gのアップリンクを使用したネットワークを構築できます。Aristaスイッチでは、40G QSFP+ポートを1x40Gと4x10Gのどちらとしても設定でき、光ブレークアウトの併用により個別の10Gリンクとして利用できます。多くの設計は、10Gのアップリンクから40Gのアップリンクへと非常に簡単に拡張でき、両者の組み合わせにも対応しています。AgilePortをサポートするAristaスイッチ・プラットフォーム(たとえばArista 7150S)の場合は、4つのSFP+インターフェイスを1つの40Gポートとして設定できることから、アップリンク速度の組み合わせの選択でさらなる柔軟性が得られます。

以下の図に、レイヤ3のECMP設計で、リーフからスパインへの40Gのアップリンクを使用し、3:1のオーバーサブスクリプションが行われた10Gノードの場合の最大の規模を示します。

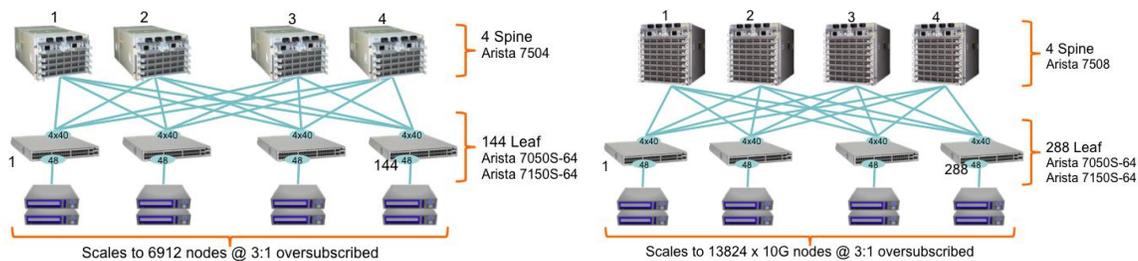


図20: Arista 7504E/7508Eスパイン・スイッチ、4-way ECMP、Arista 48x10G + 4x40Gリーフ・スイッチ、3:1のオーバーサブスクリプション

光ファイバー、ケーブル、トランシーバーの選択肢

トランシーバー、光ファイバー、ケーブルにはさまざまな選択肢があります。SFP+/SFPIは、10G/1Gで最も一般的なトランシーバーで、広範囲の距離をサポートしています。

表6: SFP+/SFPTランシーバーのオプション

タイプ	速度	距離	媒体	補足
10GBASE-CR	10G	0.5m、1m、1.5m、2m、2.5m、3m、5m、7m	ダイレクト・アタッチ (DAC) CX1 Twinax	両端をトランシーバーで事前終端処理済み、銅線ケーブルと結合
10GBASE-SRL	10G	100m (OM3) 150m (OM4)	50μ MMF	光接続で10GBASE-SRと100mまで相互運用可能
10GBASE-SR	10G	100m (OM3) 150m (OM4)	50μ MMF	光接続で10GBASE-SRLと100mまで相互運用可能
10GBASE-AOC	10G	3m、5m、7m、10m、15m、20m、25m、30m	事前に終端処理された光トランシーバー	両端をトランシーバーで事前終端処理済み、光ケーブルと結合
10GBASE-LRL	10G	1km	9μ SMF	光接続で10GBASE-LRと1kmまで相互運用可能

10GBASE-LR	10G	10km	9μ SMF	光接続で10GBASE-LRLと1kmまで相互運用可能
10GBASE-ER	10G	40km	9μ SMF	
10GBASE-ZR	10G	80km	9μ SMF	
10GBASE-DWDM	10G	40km/80km	9μ SMF	43波長に対応
1000BASE-T	100M/1G	100m	Cat5e	
1000BASE-SX	1G	550m	50μ MMF	
1000BASE-LX	1G	10km	9μ SMF	

QSFP+トランシーバーは40G接続に使用します。これらは、1つの物理ポートを分岐して1x40Gまたは4x10Gのいずれかとして使用することもできます。



表7: QSFP+トランシーバーのオプション

タイプ	速度	距離	媒体	補足
40GBASE-CR4	40G	0.5m、1m、2m、3m、5m	ダイレクト・アタッチ (DAC)	両端をトランシーバーで事前終端処理済み、銅線ケーブルと結合
40GBASE-CR4から4x10GBASE-CR	4x10G	0.5m、1m、2m、3m、5m	ダイレクト・アタッチ (DAC)	一端はQSFP+、他端は4xSFP+で事前終端処理済み、銅線ケーブルと結合
40GBASE-AOC	40G	3m、5m、7m、10m、15m、20m、25m、30m、50m、75m、100m	アクティブ・オプティカル (AOC)	両端をトランシーバーで事前終端処理済み、光ケーブルと結合
40GBASE-SR4	40G	100m (OM3) 150m (OM4)	50μ MMF MTP12	1x40G (40GBASE-SR4) または 4x10G (10GBASE-SR/SRL 互換) として動作可能
40GBASE-XSR4	40G	300m (OM3) 400m (OM4)	50μ MMF MTP12	1x40G (40GBASE-XSR4) または 4x10G (10GBASE-SR/SRL 互換) として動作可能、40GBASE-SR4と150mまで互換性あり
40GBASE-UNIV	40G	150m (50μ MMF) 500m (9μ SMF)	50μ MMF または 9μ SMF LC	MMF または SMF 上で動作、SMF 上で40GBASE-LR4と500mまで互換性あり
40GBASE-SRBD	40G	100m (OM3) 150m (OM4)	50μ MMF LC	40G BiDiとも表記 既存のMMF LCファイバー・プラント上で40G-40Gに対応
40GBASE-LRL4	40G	1km	9μ SMF LC	双方向ファイバー、低コスト、1kmまで40GBASE-LR4と1kmまで互換性あり
40GBASE-PLRL4	40G	1km	9μ SMF MTP12	1x40G (40G-PLRL4) または 4x10G (1kmまで10GBASE-LR/LRL互換)
40GBASE-PLR4	40G	10km	9μ SMF MTP12	1x40G (40G-PLR4) または 4x10G (10kmまで10GBASE-LR 互換) として動作可能
40GBASE-LR4	40G	10km	9μ SMF LC	すべての40GBASE-LR4光ケーブルと、1kmまでは40G-LRL4と、マルチベンダーによる相互運用可能
40GBASE-ER4	40G	40km	9μ SMF LC	

Arista 7500E-72S-LCや7500E-12CM-LCなどのラインカード・モジュールでは、組み込みの100G光ファイバー・モジュールを使用して、業界標準の100GBASE-SR10、40GBASE-SR4、10GBASE-SRポートにトランシーバーなしで対応しています。これにより、業界トップクラスのコスト効率と高密度で10/40/100G接続が可能です。各ポートは、標準のMPO/MTP24ケーブル(1つのケーブル/コネクタで12ファイバー・ペア)に適合し、1つのポートを次のいずれとしても動作させることができる、非常に高い構成面での柔軟性を提供します。

- ・ 1 x 100GBASE-SR10
- ・ 3 x 40GBASE-SR4
- ・ 2 x 40GBASE-SR4 + 4 x 10GBASE-SR
- ・ 1 x 40GBASE-SR4 + 8 x 10GBASE-SR
- ・ 12 x 10GBASE-SR



これらのポートではOM3/OM4 MMFを使用できます。サポートする距離は100m(OM3)および150m(OM4)です。MPO-12xLCのパッチケーブルは、12xLCコネクタに分岐し、SFP+への接続に対応しています。

一部のスイッチが備えるArista AgilePortでは、SFP+の4または10ポートのグループを使用して、業界標準の40GBASE-SR4または100GBASE-SR10を構成できます。これにより、10Gから40G、100Gへとネットワークを拡張する上での柔軟性がさらに高まり、サポート可能な距離の点でも柔軟性が向上します。

QSFP100のトランシーバーは、100Gでのデータセンター接続範囲に最適化されています。一部のスイッチ・プラットフォームには、4x25G/2x50Gに分岐させるためのオプションもあります。

表8: QSFP100トランシーバーのオプション

タイプ	速度	距離	媒体	補足
100GBASE-CR4	100G	1m、2m、3m、5m	ダイレクト・アタッチ (DAC)	両端をトランシーバーで事前終端処理済み、銅線ケーブルと結合
100G~4x25G	4x25G	0.5m、1m、2m、3m、5m	ダイレクト・アタッチ (DAC)	一端はQSFP100、他端は4xQSFP+で事前終端処理済み、銅線ケーブルと結合
100GBASE-AOC	100G	3m、5m、7m、10m、15m、20m、25m、30m	アクティブ・オプティカル (AOC)	両端をトランシーバーで事前終端処理済み、光ケーブルと結合
100GBASE-SR4	100G	70m(OM3) 100m(OM4)	50μ MMF MTP1 2	一部のスイッチ・プラットフォームでは1x100Gまたは4x25Gで動作可能
100GBASE-LRL4	100G	1km	9μ SMF LC	双方向ファイバー、低コスト、1kmまで100GBASE-LR4と1kmまで互換性あり
100GBASE-LR4	100G	10km	9μ SMF LC	すべての100GBASE-LR4光ケーブルと、1kmまでは100G-LRL4と、マルチベンダーによる相互運用可能

CFP2のトランシーバーは、同一メトロ領域にあるデータセンター間の長距離接続用に最適化されています。

表9: CFP2トランシーバーのオプション

タイプ	速度	距離	媒体	補足
100GBASE-XSR10	100G	300m(OM3) 400m(OM4)	50μ MMF MTP2 4	100GBASE-SR10と100m(OM3)/150m(OM4)まで互換性あり
100GBASE-LR4	100G	10km	9μ SMF LC	
100GBASE-ER4	100G	40km	9μ SMF LC	

前述の設計を実現するARISTA EOSの基盤機能

オープン・アーキテクチャ

アリストネットワークスのソリューションは、いかなるベンダーの製品または独自仕様プロトコルへの「ロックイン」も生じさせない、お客様による完全に自由な選択を可能にします。Aristaユニバーサル・クラウド・ネットワーク(UCN)アーキテクチャは、BGP、OSPF、LACP、VXLANなど、標準ベースのツールに全体として基づいており、お客様はニーズに基づいた製品の完全な相互交換性を活かすことができます。こうしたアプローチにより、当社のお客様は将来のネットワーク要求の変化に応じて柔軟な採用を行うことができます。

すべてのレイヤでのプログラマビリティ

多くのネットワーク・ベンダーは、自社のシステムがオープンでプログラム可能だと主張していますが、よく調べると、プログラマビリティは制限され、実装が不十分(スタックの一部しか対処されておらず、使用やメンテナンスが困難)なことがわかります。全面的な管理権をユーザに委ねるといふコアとなる信念に基づき、Arista EOSでは、適切に構造化されたオープンなAPIを使用して、ソフトウェア・スタックのすべてのレイヤ(カーネル、ハードウェア、コントロール・プレーン、管理)にアクセスできます。

この革新的な構造により、EOSはほかに例を見ない、プログラムによるアクセスを実現しています。

- Arista EOS SDK – 業界初のプログラム可能かつ拡張可能なネットワーク・プラットフォームをお客様の導入例とともに公開
- EOS API – 基盤となるシステムへの実用性の高いアクセスが可能なJSON over HTTP/HTTPS API
- テクノロジー・パートナーによるアリストネットワークスのOpen APIを用いたSplunk、F5、Palo Alto、Nuage、VMwareをはじめとする各社製品との統合
- Arista CloudVision – アリストネットワークスでは、ネットワーク全体の多機能コントローラを、リアルタイム・プロビジョニング、オーケストレーション、マルチベンダー・コントローラとの統合のための単一APIとして提供することで、EOSプラットフォームの拡張を進めています。CloudVisionは、SysDBの一元化されたインスタンスを提供することでネットワーク内のすべてのスイッチの状態を抽象化します。SysDBは、ネットワーク全体の可視性に対する信頼できるスケラブルな手法を提供します。

アリストネットワークスのユニバーサル・クラウド・ネットワーク設計は、受賞歴を誇るAristaのExtensible Operating Systemの数々の基盤的機能によって支えられています。

マルチシャーシ・リンク・アグリゲーション(MLAG)

MLAGでは、1対のAristaスイッチ(MLAGペア)にデバイスを接続し、すべてのリンクをアクティブ/アクティブの状態に維持できます。MLAGではボトルネックが解消され、耐障害性も得られます。また、STPによるリンクのブロックとは違って、帯域幅の50%を無駄にすることなく、レイヤ2のリンクをアクティブ/アクティブで稼働できます。L3 Anycast Gateway(仮想ARP/VARP)とMLAGによって、HSRPやVRRPのようなプロトコルのオーバーヘッドなしで、L3ゲートウェイをアクティブ/アクティブ・モードで稼働できます。

隣接するデバイスに対しては、MLAGの動作は標準的なリンク・アグリゲーション(LAG)と同様です。Link Aggregation Control Protocol(LACP)(以前はIEEE 802.3ad、最近はIEEE 802.1AX-2008)を使用するか、または静的な「mode on」の構成で動作します。

スイッチのMLAGペアは、転送状態を互いに同期しており、1つのノードで障害が発生しても、中断や停止には至りません。デバイスはアクティブ/アクティブ・モードで動作していることから、スタンバイからアクティブに移行するプロトコルや、新しい状態の学習はありません。

ゼロ・タッチ・プロビジョニング(ZTP)

ZTPを使用すると、どのような設定も行わずに、スイッチを物理的に展開できます。ZTPでは、ネットワーク内の一元的な場所からスイッチがイメージと設定を読み込みます。これによって展開作業が簡単になり、ネットワーク・エンジニアリングのリソースをより生産的な作業に充てることができます。スイッチのプロビジョニングのような反復作業で貴重な時間を浪費したり、ネットワーク・エンジニアがシリアル・コンソール・ケーブル片手に歩き回ったりする必要はありません。

ZTPを拡張したゼロ・タッチ・リプレイス (ZTR) は、スイッチを物理的に交換するときに、交換前のスイッチと同じイメージや設定を交換後のスイッチがそのまま引き継ぐというものです。スイッチの識別情報と設定は、スイッチのMACアドレスと関連付けられているのではなく、(近隣のデバイスからのLLDP情報に基づいて) ネットワーク内でデバイスが接続されている場所と関連付けられています。ハードウェア障害やRMAは頻繁にあるものではありませんが、たとえ実際に起きた場合でも、ZTRがあれば、復旧に要する時間は、新しいスイッチが届いて物理的な配線を行う時間のみに短縮されます。ネットワーク・エンジニアの時間を確保する必要はありません。シリアル・コンソール・ケーブルを片手にスイッチの前で設定作業を行わなくてもよいからです。

VM TRACER

仮想データセンターの規模が拡大するにつれ、その基盤となる物理ネットワークと仮想ネットワークのサイズや複雑さも増大しています。仮想マシンはまず仮想スイッチに接続し、そこから物理インフラへとつながるため、抽象化と複雑さのレイヤが1つ追加されます。VMware管理者が仮想マシンや仮想ネットワークを管理しやすくするためのサーバー側のツールは登場していますが、ネットワーク管理者が物理ネットワークと仮想ネットワークの間の競合を解決するためのツールは、これまでありませんでした。

Arista VM Tracerはその隙間を埋める機能です。どの物理サーバーが仮想化されているかを、VMware vCenter APIを利用して自動的に検知し、それがどのVLANに該当するかを、vCenterのポリシーに基づいて判断したうえで、vMotionのイベントにより物理スイッチのポート設定をリアルタイムで自動的に適用します。こうして、ポートの構成やVLANデータベースのメンバー構成を自動化でき、トランク・ポートに対してVLANを動的に追加/削除できます。

また、VM Tracerでは、ネットワーク・エンジニアが物理スイッチのポート上のVMや物理サーバーについて詳細に把握できるほか、サーバー・チームとネットワーク・チームの間の柔軟な対応や自動化を実現します。

VXLAN

VXLANとは、ネットワーク仮想化に関するテクノロジーの1つです。業界全体がサポートし、複数のベンダーが対応しています。レイヤ2で巨大なネットワークを構築でき、大規模なレイヤ2ネットワークに付き物の拡張性の問題を解決できます。VLANのようなカプセル化の手法を利用して、レイヤ2のイーサネット・フレームをレイヤ3のIPパケット内にカプセル化していることから、「オーバーレイ」ネットワークに分類されています。仮想マシンの観点で見ると、VXLANを利用することで、物理サーバーが属するIPサブネットやVLANとは関係なく、あらゆる場所のあらゆるサーバーにVMを展開できるようになります。

VXLANを利用すれば、レイヤ2ネットワークの規模に関する根本的な問題を解決できます。たとえば、次のような点です。

- 障害ドメインを増大させることなく、大規模なレイヤ2ネットワークを構築可能
- VLANの上限数である4Kを超えて拡張可能
- 物理的に異なる場所やポッドの間でレイヤ2接続が可能
- フラッドニング (不明な宛先) やブロードキャスト・トラフィックを単一サイトに局所的に限定することが可能
- 各デバイスがほかのすべてのMACアドレスを参照しなくてもよい形で大規模なレイヤ2ネットワークを構築可能

VXLANは、レイヤ3上でレイヤ2オーバーレイをサポートする業界標準の手法です。複数のベンダーがサポートしていることから、VXLANには多種多様な展開方法があります。ハイパーバイザ上の仮想スイッチのソフトウェア機能、ファイアウォールやロード・バランシング・アプライアンス、L3スイッチ内に組み込まれたVXLANハードウェア・ゲートウェイなどです。ハードウェアによるVXLANゲートウェイ機能を備えたAristaスイッチ・プラットフォームは、型番に「E」または「X」が含まれているすべてのAristaスイッチ (Arista 7500Eシリーズ、Arista 7280E、Arista 7320Xシリーズ、Arista 7300Eシリーズ、Arista 7060Xシリーズ、Arista 7050Xシリーズ) とArista 7150シリーズです。

これらのプラットフォームは、Arista CloudVision、オープンな標準ベースの独自仕様でないプロトコル (OVSDBなど)、または静的な設定によるオーケストレーションを用いてユニキャストベースのハードウェアVXLANゲートウェイ機能をサポートしています。ハードウェアVXLANゲートウェイ機能に対するこうしたオープンなアプローチは、独自仕様によるベンダー・ロックインなしにクラウド・オーケストレーション・プラットフォームの選択肢をエンドユーザーに提供します。

LANZ

Aristaレイテンシー・アナライザー(LANZ)は、輻輳によってパフォーマンスの問題が生じる前の段階から、ネットワークの輻輳をリアルタイムで追跡できます。現在のシステムは、だれかから「ネットワークが遅いようだ」という不満の声が上がる頃になって輻輳を検出することが少なくありません。ネットワーク・チームがトラブル対応のサポート・チケットを受け取り、調査を行った時点で重要なインターフェイスでのパケット損失が確認される場合があるわけです。これまでは、ネットワーク・チームが実行できる最善の策は、問題が起きているポートをミラーリングしてパケット・キャプチャ・デバイスに取り込み、輻輳の問題が再現されることを祈るくらいでした。

今では、LANZの事前対応的な輻輳検出機能や警告機能を活用することで、管理者や統合型アプリケーションが次のような対処を行うことができます。

- レイテンシーやパケット損失につながるネットワーク状況を先回りの回避する。
- 一般的な状況に基づいたアプリケーション動作を適応させる。
- ボトルネックになっている可能性がある箇所を早い段階で分離し、事前対応的なキャパシティ・プランニングを実現する。
- 後行程の関連テストやバックテストのために調査データを保存しておく。

ARISTA EOS API

Arista EOS API (eAPI) 内のCommand API (CAPI) を使用すると、アプリケーションやスクリプトにより、体系的で使いやすい構文を用いたEOSに対する完全なプログラムの制御が可能になります。eAPIでは、Aristaスイッチの全機能に関するすべての状態とすべての設定コマンドがプログラムAPIによって公開されています。

eAPIを有効にすると、スイッチはアリスタネットワークスのCLI構文を使用してコマンドを受理し、JSONでシリアル化され、HTTPまたはHTTPS経由で送信される、機器で読み取るための出力やエラーを返します。こうしたプロトコルは単純で、JSON-RPCクライアントはすべてのスクリプト言語で使用できるので、eAPIは、言語にとらわれず、既存のどのようなインフラストラクチャやワークフロー内にも容易に統合して、オンボックスでもオフボックスでもスクリプトから利用できます。

アリスタネットワークスでは、コマンドの構造化された出力が必ず将来のバージョンのEOSに対する前方互換性を維持するようにしています。こうすることで、エンドユーザーはより新しいEOSリリースにアップグレードしたり新機能にアクセスできる機能に悪影響を及ぼすことなく、重要なアプリケーションを安心して開発することができます。

OPENWORKLOAD

OpenWorkloadは、オープンなワークロードの可搬性、トップクラスの仮想化およびオーケストレーション・システムとの統合による自動化、物理および仮想面の十分な可視性の提供によるトラブルシューティングの簡素化を可能にするネットワーク・アプリケーションです。

- シームレスなスケーリング - ネットワーク仮想化、主要なSDNコントローラへの接続を全面的にサポート
- オーケストレーションの統合 - VMware NSX™、OpenStack、Microsoft、Chef、Puppet、Ansibleなどへのインターフェイスを提供して、プロビジョニングを簡素化
- ワークロードの可視性 - VMレベルの可視性によって、可搬性のあるポリシー、持続的なモニタリング、クラウド・ネットワークの迅速なトラブルシューティングが可能

VMware、OpenStack、Microsoft OMIと統合できるように設計された、アリスタネットワークスのオープンなアーキテクチャを使用することで、仮想化およびオーケストレーション・システムとの統合が可能になります。

スマート・システム・アップグレード

スマート・システム・アップグレード(SSU)は、ネットワーク・アップグレードの負担を軽減し、アプリケーションのダウンタイムを最小限に抑えるとともに、重要な変更管理に伴うリスクを軽減します。SSUは、デバイスをシームレスにサービスから抜き出したり戻したりできる統合によってMicrosoft、F5、Palo Alto Networksのようなデータセンター・インフラストラクチャ・パートナー製品を緊密に結び付ける、十分にカスタマイズ可能なひと揃いの機能を提供します。これは、お客様は不必要なダウンタイムやシステム停止を発生させることなく最新のソフトウェア・リリースを利用し続けるのに役立ちます。

ネットワーク・テレメトリ

ネットワーク・テレメトリは、障害検出から障害分離までのトラブルシューティングを迅速化するための新しいモデルです。ネットワーク・テレメトリは、アンダーレイ・ネットワークとオーバーレイ・ネットワークの両方の統計情報を含むネットワーク状態に関するデータを、Splunk、ExtraHop、Corvil、およびRiverbed製のアプリケーションに対してストリーミングします。アプリケーション層に公開されている重要なインフラストラクチャ情報により、問題を事前対応的に回避できます。

OPENFLOWとDIRECTFLOW

Arista EOSでは、トラフィックのフィルタリングとリダイレクトをOpenFlowコントローラで制御するOpenFlow 1.0をサポートしています。また、Arista EOSは、アリスタのDirectFlowを基盤とするコントローラレス・モードもサポートしており、トラフィックをTAPアグリゲータなどのSDNアプリケーションに送ることができます。これにより、実稼働ネットワークで標準IPルーティング・プロトコルを実行し、同時に、SDNアプリケーション用の特定のフロー処理をプログラムによって設定することができます。

ARISTA EOS: 安定性と柔軟性をねらったプラットフォーム

Arista Extensible Operating System (EOS) は、入手できる最先端のネットワーク・オペレーティング・システムです。現代的なソフトウェアとOSアーキテクチャ、透過的に再起動可能なプロセス、オープンなプラットフォーム開発、改変なしのLinuxカーネル、ステータフルなパブリッシュ/サブスクライブ・データベース・モデルを組み合わせたものになっています。

EOSの中核となるのはシステム・データベース (SysDB) です。SysDB は、マシン生成のソフトウェア・コードで、EOSの各プロセスの状態を保存するために必要なオブジェクト・モデルを基盤としています。EOSのすべてのプロセス間通信は SysDBオブジェクトへの書き込みとして実装されています。これらの書き込みは、サブスクライブ対象のエージェントに伝播され、これらのエージェントでイベントが発生します。たとえば、ユーザーレベルのASICドライバーは、いずれかのポートでリンク障害を検出した場合、そのことをSysDBに書き込みます。続いて、LEDドライバーがSysDBから更新を受け取り、ポートの状態を読み取って、それに従ってLEDステータスを調整します。こうして、一元的なデータベースを利用してシステム全域で状態情報の受け渡しを行う方法や、SysDBのコードの生成を自動化する方法により、リスクや誤りが減少し、ソフトウェア機能の俊敏性が高まります。また、お客様は、同じAPIを使用して、SysDBからの通知の受信と、スイッチ機能のカスタマイズや拡張を柔軟に行うことができます。

アリスタネットワークスのソフトウェア・エンジニアリングの方法論は、品質や一貫性の面でも、次のようなメリットをお客様にもたらしめます。

- ユーザー領域で障害を完全に分離し、SysDBを通じて、致命的なイベントを害のないイベントへと適切に変換できる。メモリ・リークなどの一般的な状況に対してはシステムが自己修復を行う。すべてのプロセスが分離され、IPCや共有メモリによって全体が道連れになることはない。また、エンディアンの影響はなく、可能な部分ではマルチスレッドを利用している。
- 手動でのソフトウェア・テストが不要。すべての自動テストを24時間体制で常時実行し、オペレーティング・システムをエミュレータ内とハードウェア上で動かすことで、プロトコルと単体テストを高いコスト効率で拡張できる。
- すべてのプラットフォームで共通のシステム・バイナリを継続的に利用できる。これにより、各プラットフォームでのテストの詳細さが高まり、市場投入までの時間を短縮して、機能やバグ解決の互換性をすべてのプラットフォーム間で維持できる。

EOSは、拡張性というコアとなる考え方を実現する開発フレームワークを提供します。オープンな基盤と、トップクラスのソフトウェア開発モデルにより、機能を俊敏に実現し、稼働率を高め、メンテナンスを容易にし、ツールやオプションの選択肢を提供します。

ARISTA EOSの拡張性

Arista EOSでは、rootレベルの管理者がLinuxシェルに完全にアクセスできるようになっており、お客様は Linuxベースの多種多様なツールを利用できます。「オープン」の精神に基づいて、SysDBのプログラミング・モデルとAPIセットが完全に公開されており、標準のbashシェルから使用できます。SysDBは「隠ぺい」されたAPIではありません。つまり、アリスタネットワークスが使用しているAPIのごく一部のみを一般向けに公開しているわけではありません。アリスタネットワークスのソフトウェア開発者がEOSのアドレス空間内で使用しているのと同じプログラミング・インターフェイスすべてを、サード・パーティの開発者やお客様も利用できます。

Arista EOSのカスタマイズや拡張性の活用例としては、次のようなものがあります。

- NFSまたはCIFSの特定の共有場所にすべてのログ・ファイルを毎晩バックアップするには:スイッチからストレージを直接マウントし、rsyncまたはスナップショットを利用して設定ファイルをコピーする
- スwitchのインターフェイスの統計情報やLANZのストリーミング・データをラウンド・ロビン・データベースに保存するには:スイッチでMRTGを実行する。
- Internet2 perfSONARのようなパフォーマンス管理アプリケーションを使用するには:そのままローカルで実行する。
- サーバーの起動時にNessusでセキュリティ・スキャンを実行するには:ポートの立ち上げ時に実行されるイベント・ハンドラを作成する
- Chef、Puppet、CFEngine、Sprinkleを使用してサーバー環境を自動化するには:これらのいずれかまたはすべてを使用してAristaスイッチの設定とモニタリングを自動化する。
- スwitchからサーバーのPXEブートを行うには:単純にスイッチでDHCPおよびTFTPサーバーを実行する。

EOSが動作するのと同じLinuxインスタンスでコードを実行するのを避けたいければ、スイッチに内蔵のKVMでゲストOSを実行することも可能です。ゲストOSにリソース(CPU、RAM、vNIC)を割り当てることができます。当社では、エンタープライズ・クラスのSSDを使用してフラッシュ・ストレージを増強したスイッチも出荷しています。

その他のSOFTWARE DEFINED CLOUD NETWORKING(SDCN)テクノロジー

Arista Software Defined Cloud Networking(SDCN)は、これまでに説明してきたEOSの基盤技術に加えて、自動化したスケールアウト・ネットワーク設計を実現するその他のさまざまなテクノロジーも取り入れています。たとえば、次のようなテクノロジーです。

- 高度イベント・モニタリング(AEM)
- 自動モニタリング/管理
- Arista CloudVision

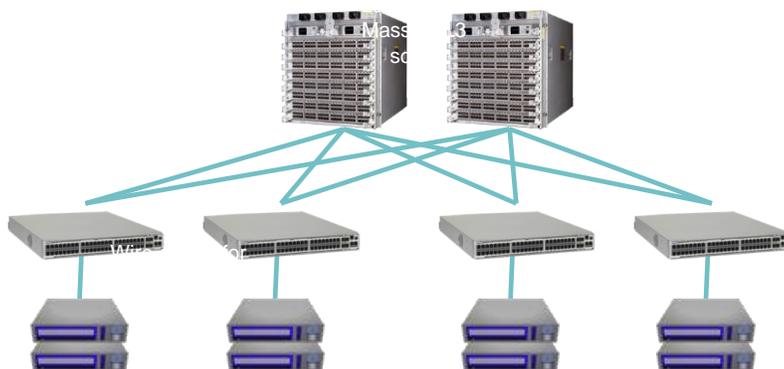


図21: Arista EOSの基盤機能とクラウド・ネットワークの拡張性

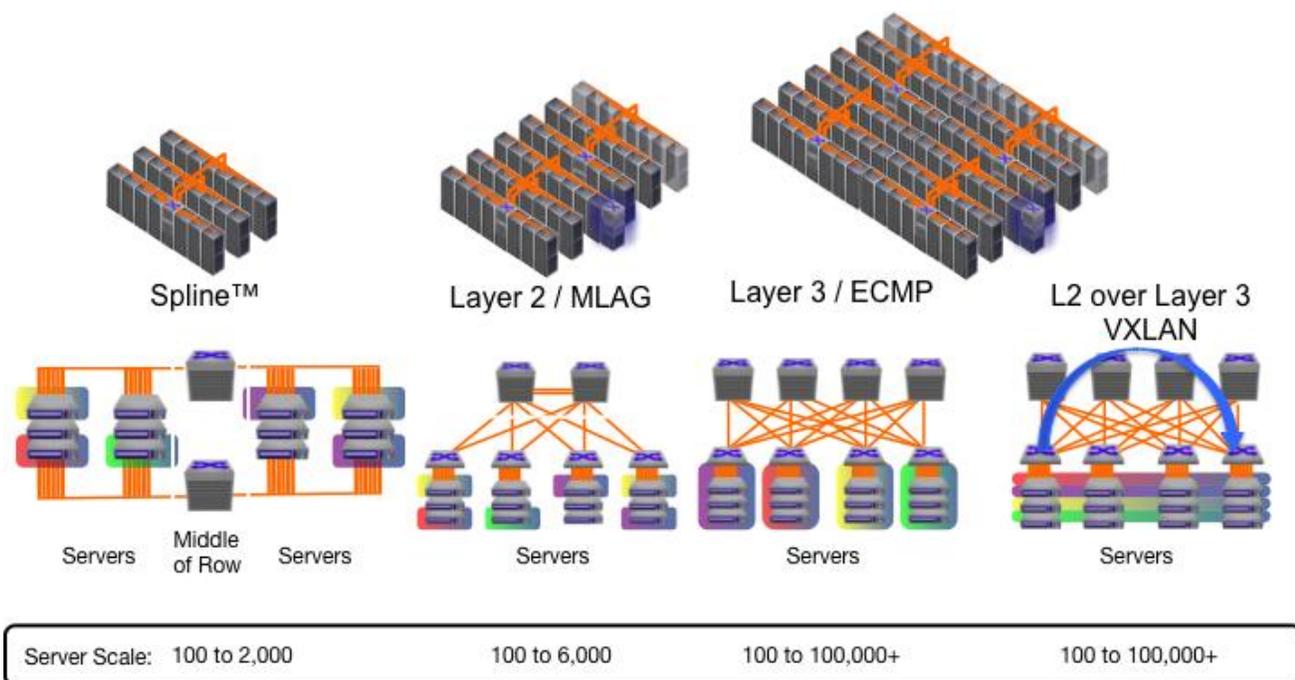


図22: アリスタネットワークスのクラウド・ネットワーク設計: 1階層のSpline™と2階層のスパイン/リーフ型(ポート数: 100~100,000以上)

まとめ

アリスタネットワークスのクラウド・ネットワーク設計は、クラウド・コンピューティングを魅力的なものにしている原則(自動化、セルフサービス・プロビジョニング、パフォーマンスと経済性の双方のリニアなスケーリング)に従っており、それらをネットワーク仮想化、カスタム化に対応したプログラマビリティ、簡素化されたアーキテクチャ、手頃な価格帯の実現といったSoftware Defined Networkingの原則と組み合わせています。

この組み合わせにより、企業とサービス・プロバイダーの両方のデータセンターに対し、ネットワークの価値を最大限に高める業界最高水準のソフトウェア基盤が構築されます。ITインフラ内の非常にミッション・クリティカル性の高い場所を対象とする新しいアーキテクチャは、制御と可視化の機能をネットワークおよびシステム管理者に提供しつつ、管理とプロビジョニングの簡素化、サービス提供の迅速化、コストの削減、競合との差別化をはかる機会の創出を実現します。

ARISTA

アリスタネットワークスジャパン合同会社

〒170-6045 東京都豊島区東池袋3-1-1 サンシャイン60 45F
Tel: 03-5979-2012(代表)

西日本営業本部

〒530-0001 大阪市北区梅田2-2-2
ヒルトンプラザウエストオフィスタワー19階
Tel: 06-6133-5681

お問い合わせ先

Japan-sales@arista.com

アリスタネットワークスについて

アリスタネットワークスは、大規模なデータセンターとコンピューティング環境に特化したSDCN (Software Defined Cloud Networking) ソリューション企業として設立されました。受賞歴のあるArista 10ギガビット・イーサネット・スイッチは、拡張性、堅牢性、価格性能比を改めて規定する製品です。世界中で100万を超えるクラウド・ネットワーキング・ポートが展開されています。Aristaプラットフォームの中核になっているのは、世界の最先端を行くネットワーク・オペレーティング・システムであるExtensible Operating System (EOS®) です。アリスタネットワークスの製品は、流通パートナー、システム・インテグレータ、販売代理店によって世界中で販売されています。

詳細な情報やリソースについては、www.aristanetworks.com を参照してください。

Copyright © 2015 Arista Networks, Inc. All rights reserved. CloudVision、Extensible Operating System、およびEOSは登録商標であり、Arista NetworksはArista Networks, Inc.の商標です。その他すべての会社名は各社の商標です。この文書の情報は、予告なく変更される可能性があります。一部の機能はまだ使用できない場合があります。Arista Networks, Inc.は本書に含まれるおそれがあるいかなる誤りについても一切責任を負いません。 09/15