

ゼタバイト時代： トレンドと分析

2017年6月

このドキュメントは、ビジュアル ネットワーキング アプリケーションの影響を追跡し、予測することを目的とした継続的なイニシアチブ「Cisco Visual Networking Index™ (Cisco VNI™)」の一環として作成されたものです。ここでは、全世界の IP トラフィックに対するシスコの予測と主な所見に加え、IP トラフィック量の増加がサービス プロバイダーに与える影響を考察します。予測の詳細や予測方法については、『[Cisco Visual Networking Index \(VNI\) : 予測と方法論、2016 ~ 2021 年](#)』を参照してください。

目次

概要

予測の概要

トレンド 1: デバイス数と接続数が引き続き増加

トレンド 2: IPv6 による Internet of Everything の実現

トレンド 3: さまざまな業界において M2M アプリケーションが IoT を加速

トレンド 4: アプリケーショントラフィックの増加

トレンド 5: 「コードカッティング」の分析

トレンド 6: セキュリティ分析

トレンド 7: トラフィック増加の加速による影響

トレンド 8: 急速に成長するモビリティ (Wi-Fi)

トレンド 9: トラフィック パターンの分析 (ピーク時と平均の比較、および CDN の普及、SD-WAN)

その他の注目トレンド

関連情報

Appendix: シスコによる全世界の IP トラフィック予測

概要

2021 年までに、全世界の年間 IP トラフィックは 3.3 ZB (月間 278 エクサバイト (EB)) に達すると予測されます。2016 年には、全世界の IP トラフィックの年間レートは 1.2 ZB (月間 96 EB) でした。

全世界の IP トラフィックは、今後 5 年間で約 3 倍に増加する見込みです。2016 ~ 2021 年の期間における IP トラフィック全体の年平均成長率 (CAGR) は 24 % になると予測されます。月間の IP トラフィックは、2016 年には 1 人あたり 13 GB でしたが、2021 年には 1 人あたり 35 GB に到達すると予測されます。

最頻時 (1 日のうち通信量が最大になる 60 分間) のトラフィックは平均トラフィックよりも速いペースで増加しています。2016 年における平均トラフィックの増加率は 32 % でしたが、最頻時のトラフィック増加率は 51 % でした。2016 年から 2021 年の期間に、最頻時のインターネットトラフィックは 4.6 倍に増加し、平均インターネットトラフィックは 3.2 倍に増える見込みです。

スマートフォンのトラフィックが PC のトラフィックを上回るようになると予測されています。2016 年に PC のトラフィックは IP トラフィック全体の 46 % を占めていましたが、2021 年までには 25 % まで低下する見込みです。IP トラフィック全体に占めるスマートフォンの割合は 2016 年には 13 % でしたが、2021 年には 33 % になる見込みです。PC によるトラフィックの CAGR は 10 %、テレビ、タブレット、スマートフォン、および Machine-to-Machine (M2M) モジュールによるトラフィックの成長率はそれぞれ 21 %、29 %、49 %、49 % となる見込みです。

ワイヤレス デバイスやモバイル デバイスからのトラフィックは、2021 年までに IP トラフィック全体の 63 % を超えるようになります。2021 年には、IP トラフィックに占める有線デバイスの割合は 37 % になり、Wi-Fi デバイスとモバイル デバイスの割合が 63 % になる見込みです。2016 年には、有線デバイスが IP トラフィックの半分以上 (51 %) を占めていました。

コンテンツ配信ネットワーク (CDN) は、2021 年までにインターネットトラフィック全体の 71 % を占めると予測されます。全世界のインターネットトラフィック全体に占める CDN の割合は、2016 年の 52 % から 2021 年には 71 % に増加すると予測されます。

エンド ユーザのインターネットトラフィック全体に占めるメトロ ネットワークの割合は、2016 年の 22 % から 2021 年には 35 % に増加すると予測されます。

IP ネットワークに接続されるデバイス数は、2021 年には全世界の人口の 3 倍を超える見込みです。2016 年にはネットワーク デバイスは 1 人あたり約 2.3 台でしたが、2021 年には 1 人あたり 3.5 台になると予測されます。2016 年に 171 億台であったネットワーク デバイス数は、2021 年までに 271 億台となる見込みです。

ブロードバンドの速度は、2021 年にはほぼ 2 倍になります。全世界の固定ブロードバンドの通信速度は、2016 年の 27.5 Mbps から 2021 年には 53 Mbps に拡大する見込みです。

ハイライト:全世界のインターネットビデオおよびゲーム

2021年には、全世界のIPネットワークで1か月に伝送されるビデオの総量は500万年以上の視聴時間に相当する見込みです。つまり、1秒あたり100万分の視聴時間に相当するビデオコンテンツがネットワーク上を流れることとなります。

世界中の全IPトラフィック(ビジネスとコンシューマの両方)に占めるIPビデオトラフィックの割合は、2016年の73%から2021年には82%に増加する見込みです。2016～2021年の間に全世界のIPビデオトラフィックは約3倍に増加すると予測されています(CAGR 26%)。2016～2021年の間にインターネットビデオトラフィックは約4倍に増加すると予測されています(CAGR 31%)。

ライブインターネットビデオがインターネットビデオトラフィック全体に占める割合は、2021年には13%になる見込みです。2016～2021年の間に、ライブビデオは15倍に増加すると予測されています。

インターネットのビデオ監視トラフィックは2016年に71%増大しました。2015年末は月間516ペタバイト(PB)でしたが、2016年には月間883PBに達しています。2016～2021年の間に、インターネットのビデオ監視トラフィックは7倍に増加する見込みです。世界のインターネットビデオトラフィック全体に占めるビデオ監視は、2016年の1.8%が2021年には3.4%に増加すると予測されます。

全世界の仮想現実(VR)および拡張現実(AR)のトラフィックは、2016～2021年の間に20倍(CAGR 82%)にまで増加すると見込まれています。

テレビ視聴のインターネットビデオは2016年に50%増加しました。テレビで視聴されるインターネットビデオは今後も高い成長率で増え続け、2021年までに3.6倍に達する見込みです。固定コンシューマインターネットビデオトラフィックに占めるテレビ視聴のインターネットビデオトラフィックの割合は2021年には26%になる見込みです。

コンシューマビデオオンデマンド(VoD)トラフィックは、2021年までに2倍近くに増加します。2021年の月間VoDトラフィック量はDVD72億枚に相当します。

2016～2021年の間にインターネットゲームトラフィックは約10倍に増加し、CAGRは57%になる見込みです。2016年には全世界のコンシューマインターネットトラフィックに占めるゲームトラフィックの割合は1%でしたが、2021年には4%になる見込みです。

ハイライト:全世界のモバイル

世界中のモバイル端末によるデータトラフィック量は2016年から2021年にかけて7倍に増加する見込みです。2016年から2021年までのモバイルデータトラフィックのCAGRは

46%と予測され、2021年には月間48.3エクサバイトに達する見込みです。

2016から2021年の間に、全世界のモバイルデータトラフィックは、固定IPトラフィックの2倍のペースで増加する見込みです。2016～2021年の間に、固定IPトラフィックはCAGR 21%で成長し、モバイルトラフィックはCAGR 46%で成長する見込みです。全世界のモバイルデータトラフィックは、2016年にはIPトラフィック全体の7%でしたが、2021年には17%になると予測されます。

ハイライト:地域別

IPトラフィックの成長率が最も高いのは中東およびアフリカで、アジア太平洋地域がこれに続きます。中東およびアフリカのトラフィックは、2016年から2021年の間にCAGR 42%のペースで増加します。

地域別成長率の概要は以下のとおりです。

- ・北米のIPトラフィックは2021年には月間85EBに達し、CAGRは20%になる見込みです。
- ・西ヨーロッパのIPトラフィックは2021年には月間37EBに達し、CAGRは22%になる見込みです。
- ・アジア太平洋地域のIPトラフィックは2021年には月間108EBに達し、CAGRは26%になる見込みです。
- ・中南米のIPトラフィックは2021年には月間16EBに達し、CAGRは21%になる見込みです。
- ・中央および東ヨーロッパのIPトラフィックは2021年には月間17EBに達し、CAGRは22%になる見込みです。
- ・中東およびアフリカのIPトラフィックは2021年には月間16EBに達し、CAGRは42%になる見込みです。

注:シスコが提供する対話形式のツールでは、地域別、国別、アプリケーション別、エンドユーザセグメント別に、独自の概要と予測グラフを作成できます([Cisco VNI Forecast Highlights ツール](#) [英語]、[Cisco VNI Forecast Widget ツール](#) [英語] を参照してください)。

ハイライト:全世界のビジネス

ビジネスIPトラフィックは、2016年から2021年にかけて、CAGR 21%のペースで増大するものと予測されています。企業部門における高度なビデオコミュニケーションの普及がビジネスIPトラフィックの増加を促し、2021年には2016年比約3倍増となる見込みです。

ビジネスインターネットトラフィックは、IP WANを上回るペースで成長すると予測されています。IP WANトラフィックのCAGRが10%であるのに対し、固定ビジネスインターネットのCAGRは20%、モバイルビジネスインターネットトラフィックのCAGRは41%になる見込みです。

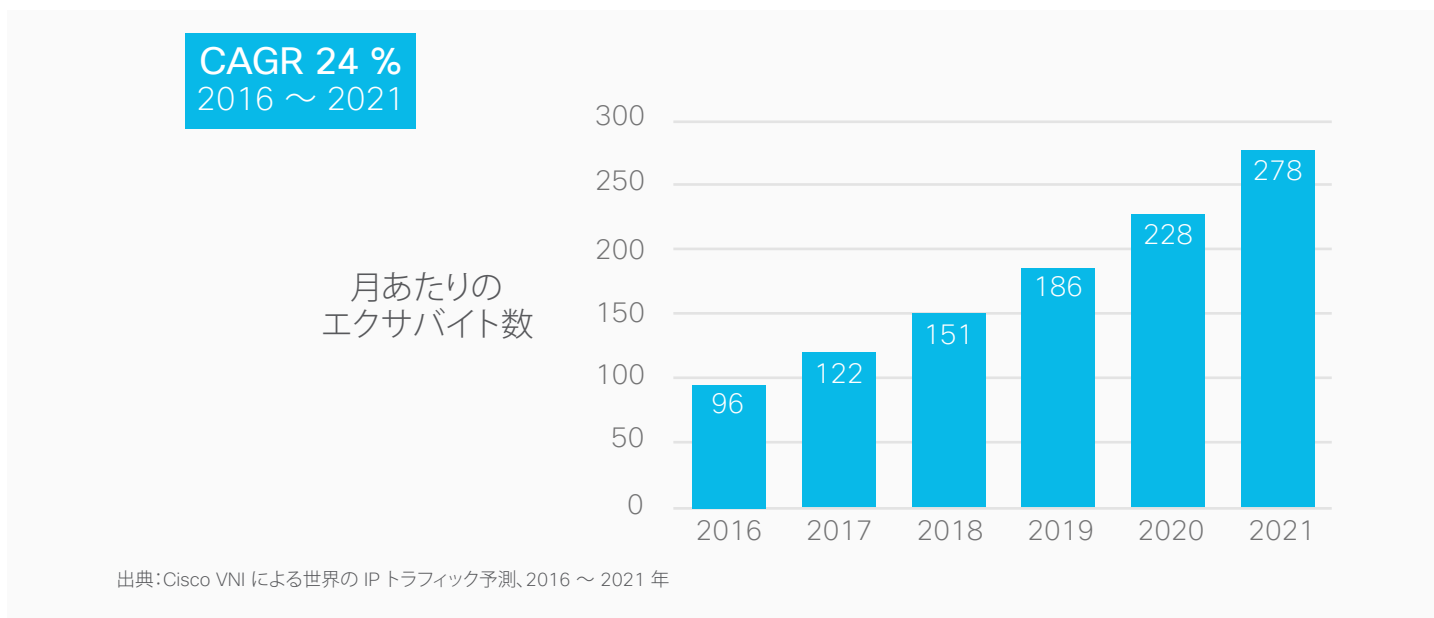
IP WAN トラフィック全体に占める SD-WAN の割合は 2016 年には 6 % でしたが、2021 年には 25 % になる見込みです。 2016 ~ 2021 年の間に、SD-WAN トラフィックは 6 倍増加し (CAGR 44 %)、従来の WAN トラフィックの CAGR は 5 % になる見込みです。

ビジネス IP トラフィックの成長速度が最も早いのは北米となる見込みです。 北米のビジネス IP トラフィックは CAGR 23 % で成長する見込みです。このペースは世界平均の 21 % を大きく上回っています。ビジネス IP トラフィックの総量はアジア太平洋地域が最大で、2021 年には月間 17 EB に達する見込みです。第 2 位は北米で、月間 14 EB と予測されます。

予測の概要

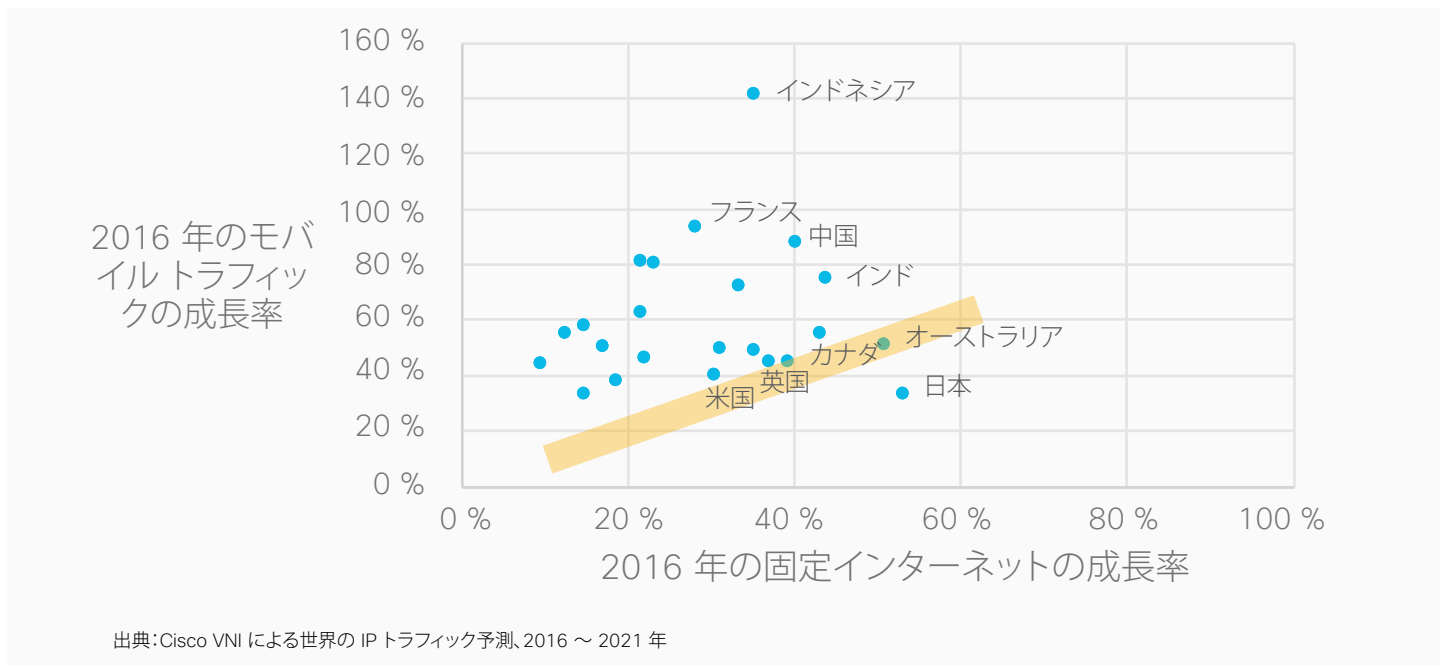
最新の Cisco Visual Networking Index (VNI) の予測では、2016 ~ 2021 年に全世界の IP トラフィックは 3 倍近くまで増大すると見込まれています。詳細なサマリーについては、Appendix を参照してください。

図 1. Cisco VNI の予測によると、2021 年には IP トラフィックが月間 278 EB になる見込み



シスコの予測方法の詳細については、ホワイトペーパー『Cisco Visual Networking Index (VNI) : 予測と方法論、2016 ~ 2021 年』を参照してください。

図 2. 2016 年の固定およびモバイル インターネットトラフィックの成長率



インターネットトラフィックの総量は過去 20 年間に急増しました。20 年以上前の 1992 年には、世界のインターネットネットワークでやりとりされるトラフィックは 1 日あたり約 100 GB でした。その 10 年後の 2002 年には 1 秒あたり 100 GBps が増え、2016 年には、全世界のインターネットトラフィックは 20,000 GBps 以上に到達しました。表 1 に、インターネットトラフィック全体量の増大を表すベンチマーク的な指標の変遷を示します。

表 1. Cisco VNI 予測: インターネットトラフィックの変遷

年	世界のインターネットトラフィック
1992	100 GB/日
1997	100 GB/時
2002	100 GB/秒
2007	2,000 GB/秒
2016	26,600 GB/秒
2021	105,800 GB/秒

IP トラフィックとインターネットトラフィックの 1 人あたりのデータ量は、この 10 年間に同じような急成長の道をたどってきました。2016 年には 1 か月間に 1 人あたり 13 GB だった世界の IP トラフィックは 2021 年には 35 GB に達し、2016 年には 1 人あたり 10 GB だったインターネットトラフィックは 2021 年には 30 GB に増加すると見込まれます。10 年前の 2007 年には、1 人あたりのインターネットトラフィックは月間 1 GB を大きく下回っていました。2000 年の 1 人あたりのインターネットトラフィックは月間 10 メガバイト (MB) でした。

以降のセクションでは、全世界の IP トラフィックに継続的な増加をもたらしているトレンドについて説明します。

出典: Cisco VNI, 2017 年

トレンド 1: デバイス数と接続数が引き続き増加

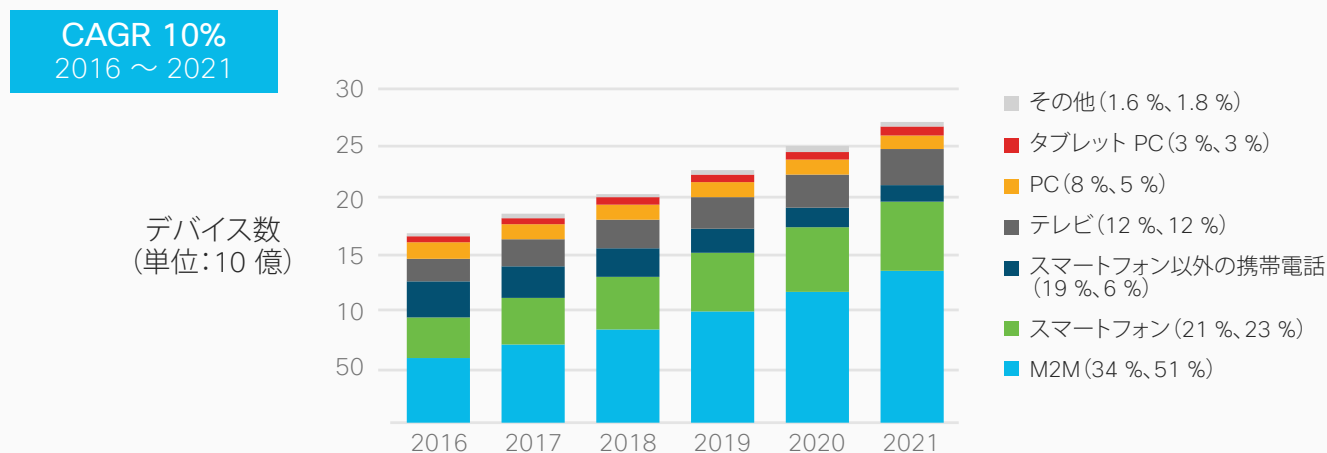
世界的に見ると、デバイスおよび接続数の成長速度 (CAGR 10%) は、総人口 (CAGR 1.1%) やインターネット ユーザ数 (CAGR 7%) の成長速度を追い抜くと予想されます (図 3)。この傾向により、デバイスおよび接続の世帯あたりおよびインターネット ユーザあたりの平均数の増加が加速しています。毎年、機能やインテリジェンスが強化された新製品が多様なフォームファクタで市場に投入され、普及しています。スマートメーター、ビデオ監視、ヘルスケア モニタリング、輸送、パッケージ、資産のトラッキングなどの M2M アプリケーションが増加しており、デバイスおよび接続の主な成長要因となっています。2021 年には、M2M の接続数はデバイス/接続合計の 51% になる見込みです。

最も成長が著しい接続カテゴリは M2M で、予測期間中、2021 年までに約 2.4 倍の成長が見込まれます (CAGR 19%、接続数 137 億)。

次に成長が速いのはスマートフォンで、CAGR は 11% (1.7 倍の成長) になると見込まれます。その次に成長が早いと予測されるのはネットワーク接続型 AV 機器 (フラットパネルテレビ、セットトップボックス、デジタルメディアアダプタ (DMA)、ブルーレイディスクプレーヤー、ゲームコンソールを含む) で、2021 年までに 32 億台に達する見込みです (CAGR 9%)。PC は予測期間の間、減少を続ける見込みです (2.5% の減少)。ただし、予測対象期間を通じて、2021 年末でも、PC の数はタブレットよりも多くなると予測されます (PC が 13 億に対してタブレットが 7 億 5,000 万)。

2021 年には、固定デバイスとモバイル デバイスを合わせたコンシューマ デバイスがデバイス全体の 71% を占め、残りの 29% がビジネス デバイスとなります。コンシューマ デバイスの割合は、CAGR 8.7% で増加し、ビジネス セグメントの成長率 (CAGR 12.2%) をわずかに下回る見込みです。

図 3. 世界的なデバイス数と接続数の増加



カッコ内の数値は、それぞれ 2016 年と 2021 年のそのデバイスのシェアを示します。

出典: Cisco VNI による世界の IP トラフィック予測、2016 ~ 2021 年

世界的に見ると、1人あたりの平均デバイス数および接続数は2016年の2.3から2021年には3.5に増加すると予想されます(表2)。

2021年には、人口1人あたりの平均デバイスおよび接続数の平均が最も高い国は、米国(13.2)、韓国(12)、および日本(11.4)になる見込みです。

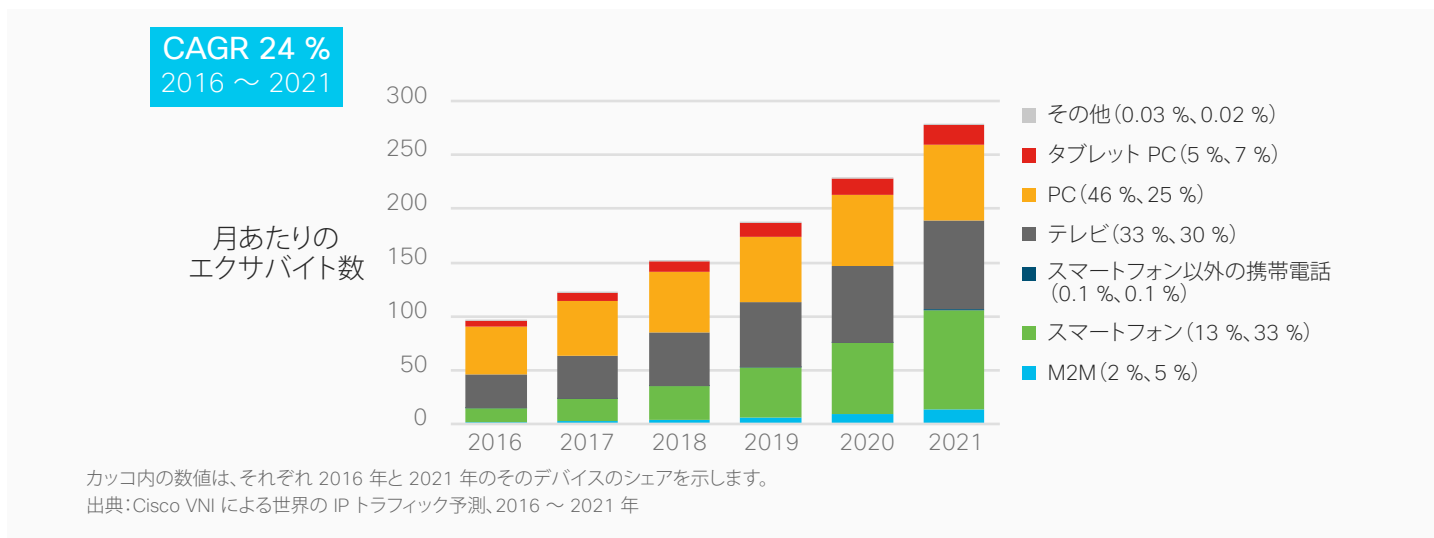
デバイスおよび接続数の内訳の変化や複数デバイス所有者の増加がトラフィックに影響し、IPトラフィック全体へのデバイスの貢献度が変化する可能性があります。2016年末時点でIPトラフィックの54%、およびコンシューマインターネットトラフィックの48%がPC以外のデバイスによるものでした。2021年には、非PCデバイスからのトラフィックがIPトラフィックの75%、コンシューマインターネットトラフィックの76%を占めるようになります(図4)。

表2. 1人あたりのデバイスおよび接続数の平均

	2016年	2021年	CAGR
アジア太平洋	1.9	2.9	8.3%
中央および東ヨーロッパ	2.5	3.8	9.1%
中南米	2.1	2.9	7.0%
中東およびアフリカ	1.1	1.4	5.4%
北米	7.7	12.9	11.0%
西ヨーロッパ	5.3	8.9	10.9%
全世界	2.3	3.5	8.5%

出典: Cisco VNI, 2017年

図4. 全世界のIPトラフィック(デバイス別)



モバイル ネットワークと同様に、ビデオ デバイスもトラフィックに大きな影響をもたらす可能性があります。インターネット対応の HD テレビ 1 台に毎日インターネットから 90 分のコンテンツが流れると、現在の全世帯分に相当するインターネットトラフィックが生成されます。スマートフォンおよびタブレットでのビデオ視聴の拡大に伴い、インターネットトラフィック全体に占めるこれらのデバイスからのトラフィックの割合が増加しています。世界のインターネットトラフィック全体に占める PC の割合は、2016 年の 56 % から、2021 年には 28 % まで減少する見込みです。世界のインターネットトラフィック全体に占めるスマートフォンの割合は 2016 年には 17 % でしたが、2021 年には 39 % になる見込みです (図 5)。

トラフィックに対するデバイスのビデオの影響は、ウルトラ HD (UHD) または 4K ビデオ ストリーミングの導入によってさらに顕著になります。4K ビデオのビット レート (約 18 Mbps) は、HD ビデオの 2 倍以上、標準画質 (SD) ビデオの 9 倍以上にもなるためです。2016 年には、設置されるフラットパネルテレビ セットの 15 % が UHD ですが、2021 年には半分以上の 56 % まで増大します (図 6)。

図 5. 全世界のインターネットトラフィック(デバイス別)

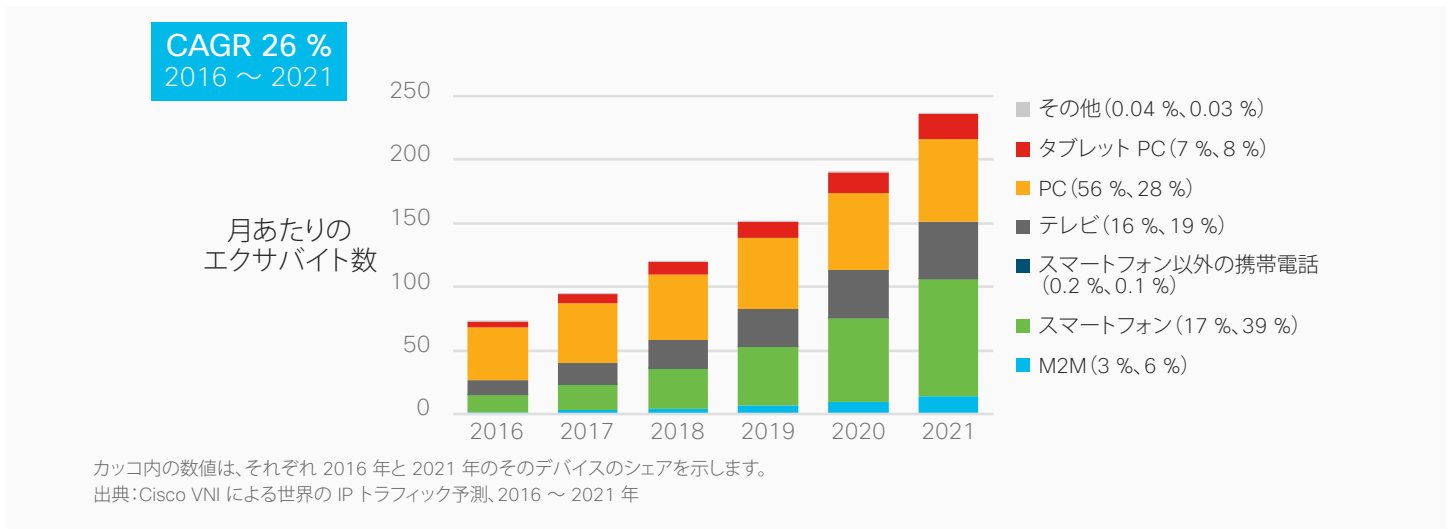
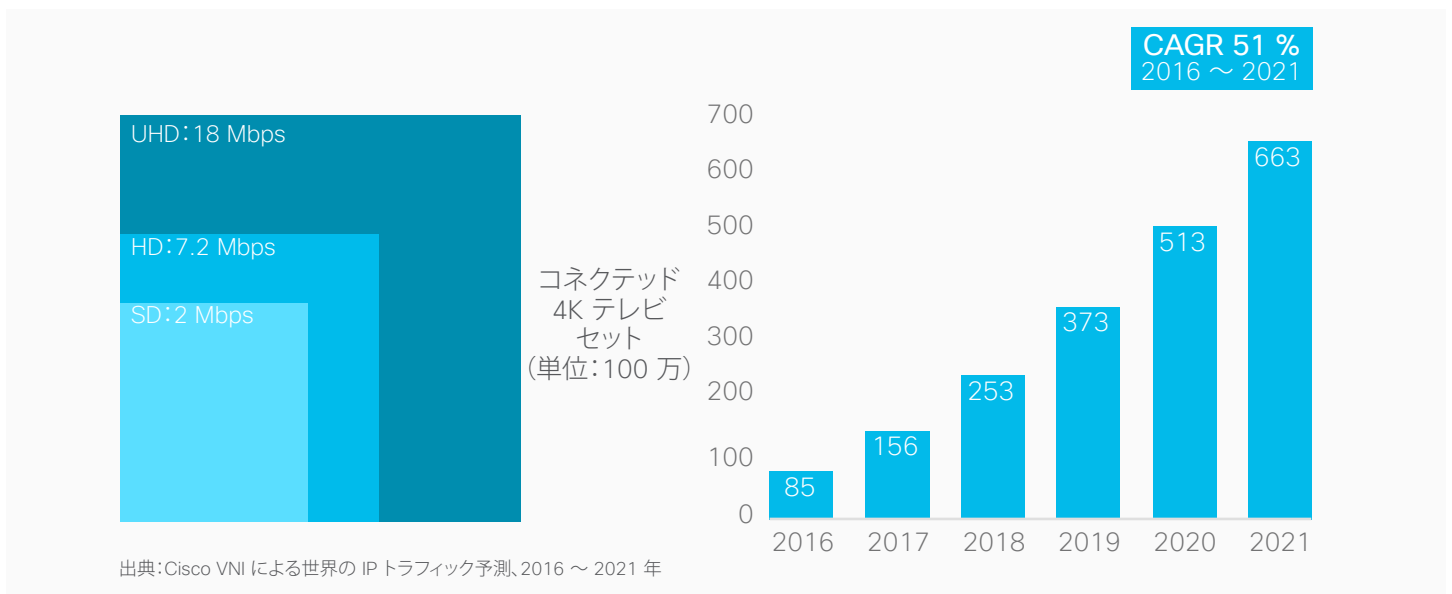
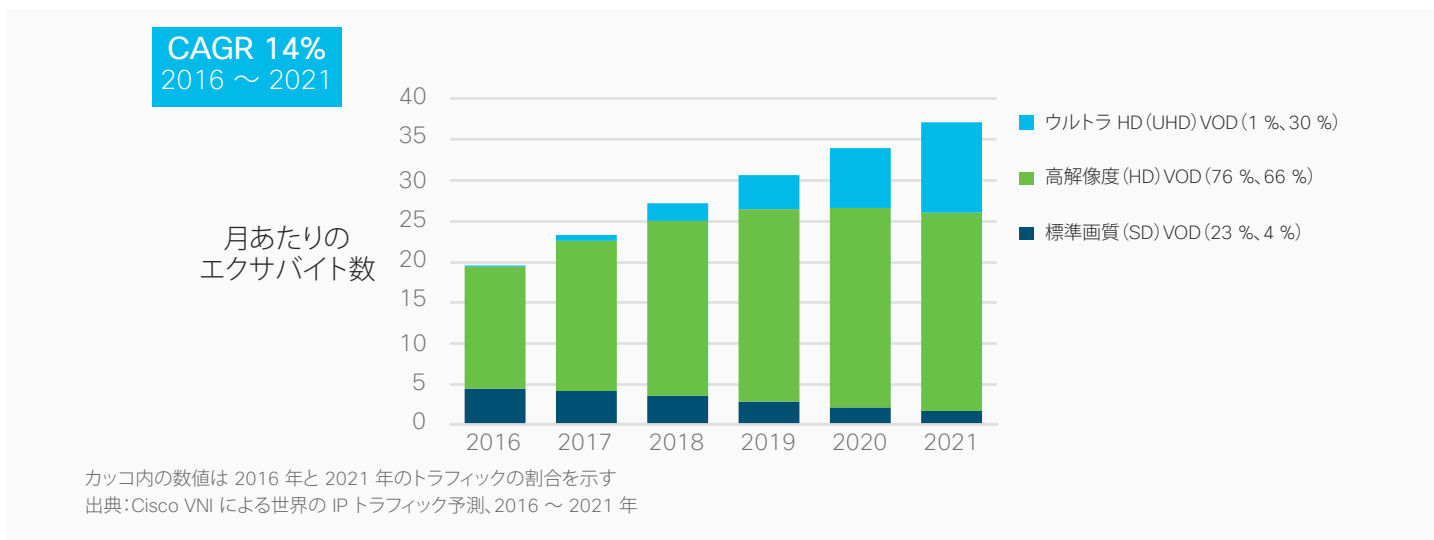


図 6. ビデオ解像度の向上:2021 年までにネットワークに接続されているフラットパネル テレビ セットの 56 % が 4K になる見込み



ウルトラ HD (4K) IP VoD は、2021 年には世界の VoD トラフィックの 30 % を占めるようになります (図 7)。インターネットビデオトラフィックに占める UHD の割合は、2021 年にはわずかに下がり、19 % になる見込みです。

図 7. 世界における 4K VoD トラフィック



トレンド 2: IPv6 による Internet of Everything の実現

IPv6 デバイスの機能、コンテンツへの対応、IPv6 をネットワークに実装する事業者の増加から判断すると、IPv4 環境から IPv6 環境への移行は順調に進んでいると考えられます。アジア、ヨーロッパ、北米、および中南米では IPv4 アドレスがすでに枯渇しており、アフリカでは 2018 年に IPv4 の割り当

てが不足すると予測されているため、IPv6 への移行はきわめて重要です。

表 3 に、地域インターネットレジストリ (RIR) が発表した、IPv4 アドレスの枯渇日を示します (2017 年 5 月時点)。

表 3. IPv4 アドレスの枯渇日

地域インターネットレジストリ	枯渇日
Asia Pacific Network Information Centre (APNIC)	2011 年 4 月 19 日 (実績)
Réseaux IP Européens Network Coordination Centre (RIPE NCC)	2012 年 9 月 14 日 (実績)
Latin America and Caribbean Network Information Centre (LACNIC)	2014 年 6 月 10 日 (実績)
American Registry for Internet Numbers (ARIN)	2015 年 9 月 24 日 (実績)
African Network Information Center (AFRINIC)	2018 年 6 月 11 日 (予測)

Cisco VNI の IPv6 対応デバイスの分析によると、2016 年に世界で約 50 億台だった IPv6 対応の固定およびモバイル デバイスは、2021 年には約 165 億台に達します (CAGR 27%)。IPv6 対応デバイス全体のうち、ネットワークに接続される固定およびモバイル デバイスが占める割合は、2016 年の 30% から 2021 年には 61% に拡大します (図 8)。

この推測は、IPv6 をサポートするデバイスの性能とネットワーク接続に基づくもので、アクティブな IPv6 接続を予測したものではありません。モバイルデバイスが IPv6 に対応しているかどうかは、OS の IPv6 サポートの有無と、デバイスが接続可能なモバイル ネットワーク インフラストラクチャ (3.5 世代 (3.5G) 以降) に基づいて推計されています。固定デバイスが IPv6 に対応しているかどうかは、デバイスの IPv6 サポートの有無に加え、そのデバイスのエンドユーザ セグメントに応じて、顧客宅内機器 (CPE) またはビジネス ルーターが IPv6 をサポートしているかどうかを推定する方法で判断しています。

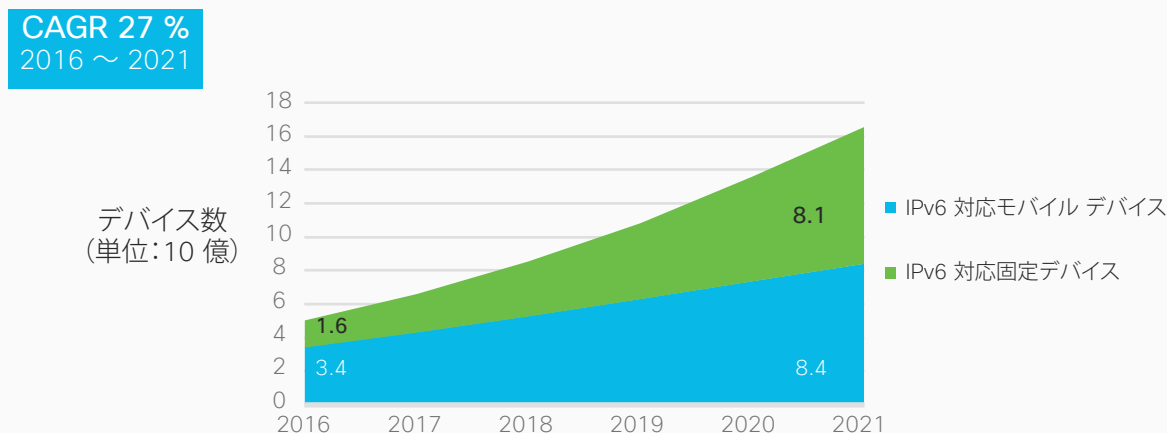
2016 年には、世界のスマートフォンおよびタブレットの 68% が IPv6 に対応していましたが、2021 年には 93% に増大し

ます。IPv6 対応のスマートフォンおよびタブレットの台数は、2016 年には全世界で 26 億台でしたが、2021 年には 61 億台になると予測されています。

World IPv6 Launch Organization によれば、2017 年 5 月現在、世界の固定ネットワークとモバイル ネットワークの事業者は IPv6 の導入を進めつつあり、IPv6 トラフィックの生成が顕著になっています。IPv6 の導入状況について、ルーマニアの RCS & RDS は約 16%、フランスの Free Telecom は 22%、KDDI は約 35%、Comcast は 54%、AT&T は 66%、Reliance Jio Infocomm は 81%、Verizon Wireless は 83% と報告しています。Google によると、2017 年 5 月に IPv6 を使用して Google にアクセスしたユーザの比率は約 11% です。

このような業界の発展を受けて、Cisco VNI の予測では、デバイスの種類ごとに推計した世界の月間平均トラフィックに基づき、IPv6 対応デバイスが実際に IPv6 ネットワークに接続されるようになった場合に生成される潜在的な IPv6 ネットワークトラフィックを算定しています。

図 8. 全世界における IPv6 対応デバイスと接続の予測 (2016 ~ 2021 年)



出典: Cisco VNI による世界の IP トラフィック予測、2016 ~ 2021 年

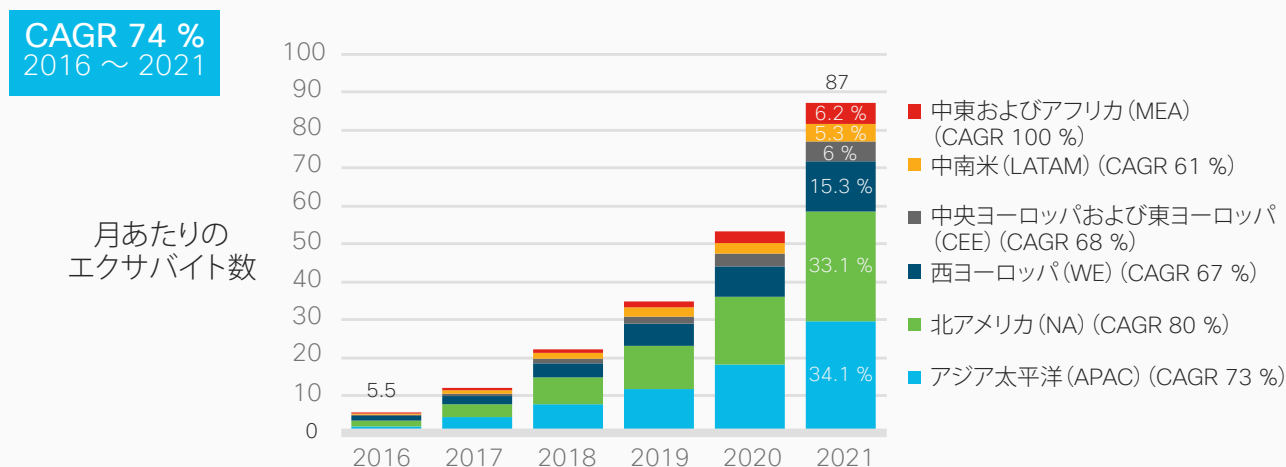
2021 年の数値を見てみると、IPv6 対応のデバイスの 60 % が能動的に IPv6 ネットワークに接続すると仮定して、世界の IPv6 トラフィックは月あたり 87 EB、インターネットトラフィック全体の 37 % になると予測しています (図 9)。

この潜在的な IPv6 トラフィックの推測は、IPv6 デバイスの性能やコンテンツの IPv6 対応、IPv6 ネットワーク導入が現在のトレンドのペースに合わせて進展し、予測対象期間中もさらに促進されるという仮定に基づいています。これらの可変要素の相互依存性を考慮すると、予測の仮定条件は分析を進める過程で精度が高まる可能性があります。コンテンツプロバイダーもまた、自社のサイトやサービスの IPv6 対応を進めています。[Cisco® Ipv6 ラボ](#)によると、IPv6

を介して利用可能になるコンテンツは、2021 年には 48 % に達する見込みです。ただし、この数値は地域および国の Web サイトの利用者数によって異なる可能性があります。さらに、各国の具体的な取り組みやコンテンツプロバイダーの展開が地域的な IPv6 コンテンツの普及に貢献しています。

全体的に、インターネットトラフィックのかなりの部分が IPv6 ネットワークにより生成されるようになる可能性があり、これは、IPv6 のスケーラビリティおよび性能を活用し、Internet of Everything (IoE) を利用可能にすることを求めているネットワーク事業者、コンテンツプロバイダー、およびエンドユーザーにとって注目すべき機会と言えます。

図 9 全世界の固定とモバイルの IPv6 トラフィックの予測 (2016 ~ 2021 年)



出典: Cisco VNI による世界の IP トラフィック予測、2016 ~ 2021 年

トレンド 3: さまざまな業界の M2M アプリケーションが IoE を加速

人、プロセス、データ、モノが相互に、そしてインターネットにつながる Internet of Everything (IoE) は、確実に浸透しています。世界の M2M 接続数は、2016 年の 58 億から 2021 年には 2.4 倍の 137 億に増加する見込みです (図 10)。2021 年には、世界の M2M 接続数が人口 1 人あたり 1.75 になると予測されています。

2021 年には、ホーム オートメーション、ホーム セキュリティ、ビデオ監視、家電、追跡用アプリケーションなど、家庭内のコ

ネクテッド アプリケーションが M2M 接続の 46 % を占めると予測され、生活に M2M が浸透することが示されています (図 11)。ヘルス モニタ、調剤、緊急対応要員へのアクセス、遠隔医療などのコネクテッド ヘルスケアは最も成長が速いセグメントであり、CAGR は 30 % です。コネクテッド カーとコネクテッド シティのアプリケーションはその次に成長が早く、CAGR はそれぞれ 29 % です。

図 10. 世界的な M2M 接続の成長

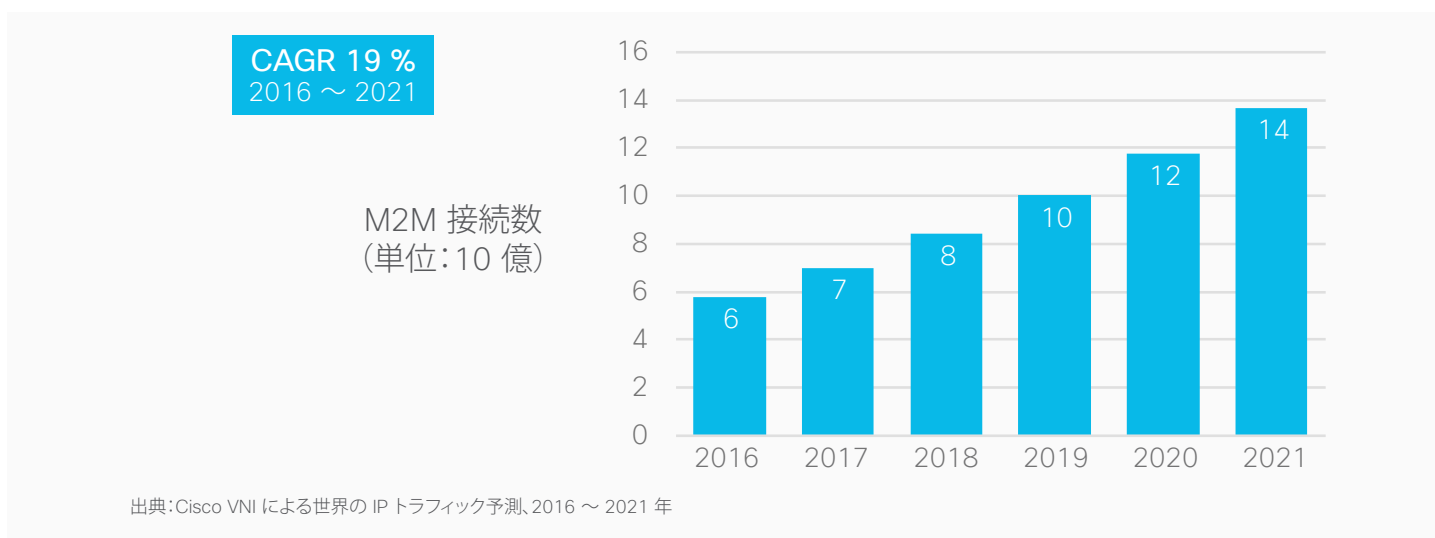
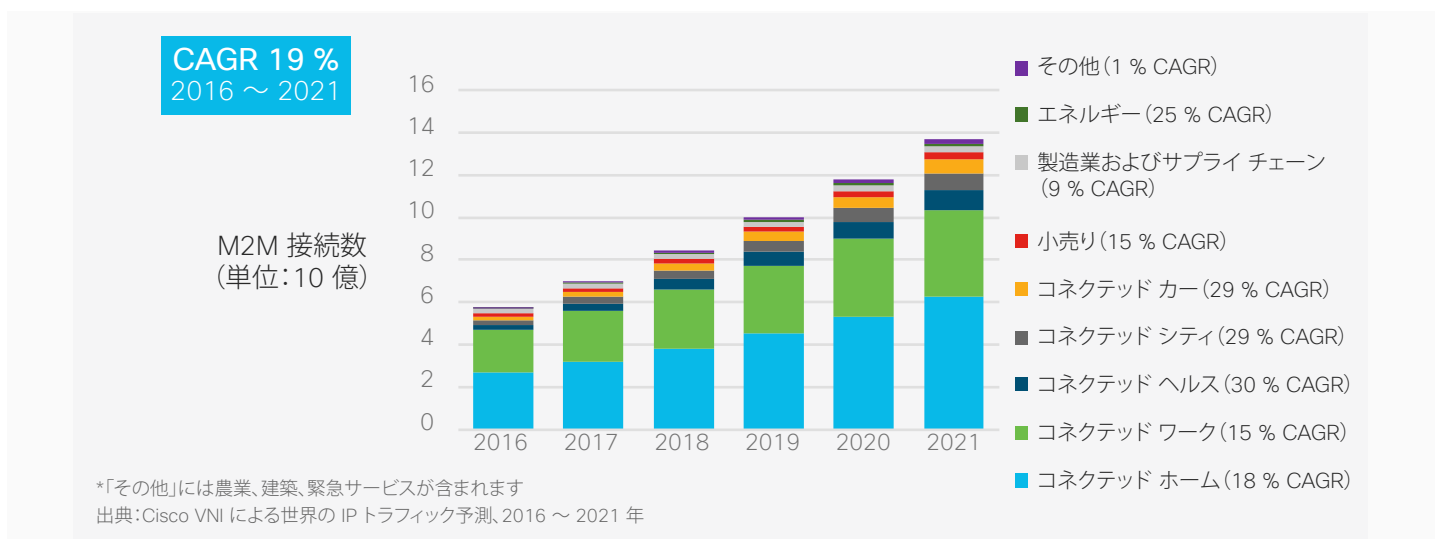


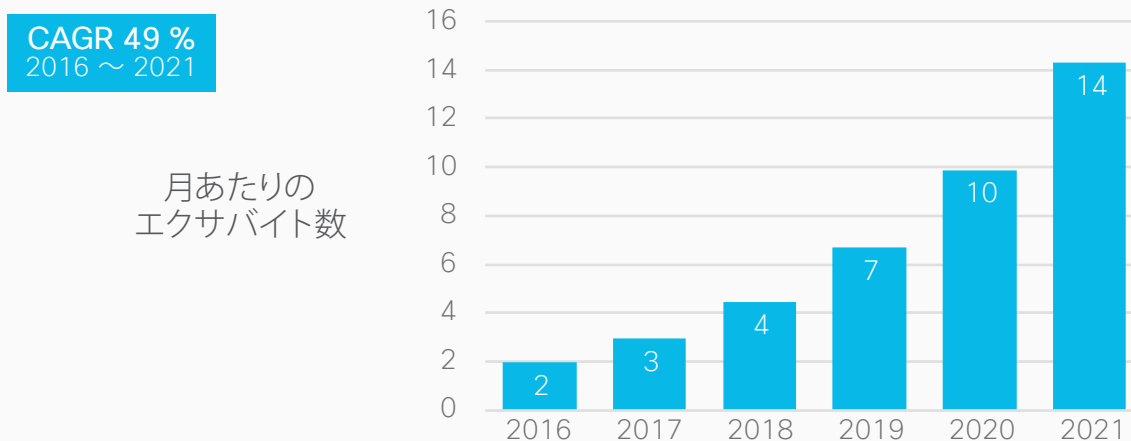
図 11. 全世界における M2M 接続の増加 (業種別)



世界の M2M 接続数の増加は約 2.5 倍ですが、M2M の IP トラフィックは同期間に 7 倍以上となり、2016 年の 2 EB (世界の IP トラフィックの 2 %) から 2021 年には 14 EB 以上 (世界の IP トラフィックの 5 %、図 12 を参照) に増加します。トラフィック量は接続数よりも速く成長しています。これ

は、M2M 接続で導入されるビデオ アプリケーションが増えていること、および広帯域幅と低遅延が不可欠な遠隔医療やスマートカー ナビゲーション システムなどの用途で使用量が増えていることが原因です。

図 12. 全世界における M2M トラフィックの増大:エクサバイト/月

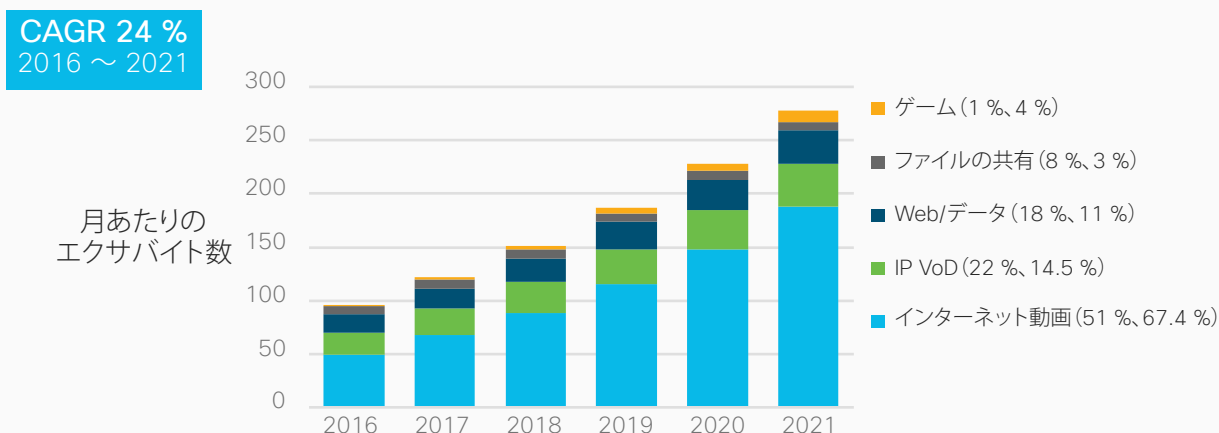


出典: Cisco VNI による世界の IP トラフィック予測、2016 ~ 2021 年

トレンド 4: アプリケーション トラフィックの増加

すべての形式の IP ビデオ (インターネット ビデオ、IP VoD、ファイル共有によるビデオ ファイルの交換、ビデオ ストリーミングによるゲーム、ビデオ会議) は引き続き IP トラフィック全体の 80 ~ 90 % を占める見込みです。世界の IP ビデオ トラフィックは、2021 年にはトラフィックの 82 % を占めると予測されています (図 13)。

図 13. 世界の IP トラフィック (アプリケーション カテゴリ別)



カッコ内の数値は 2016 年と 2021 年のトラフィックの割合を示す
出典: Cisco VNI による世界の IP トラフィック予測、2016 ~ 2021 年

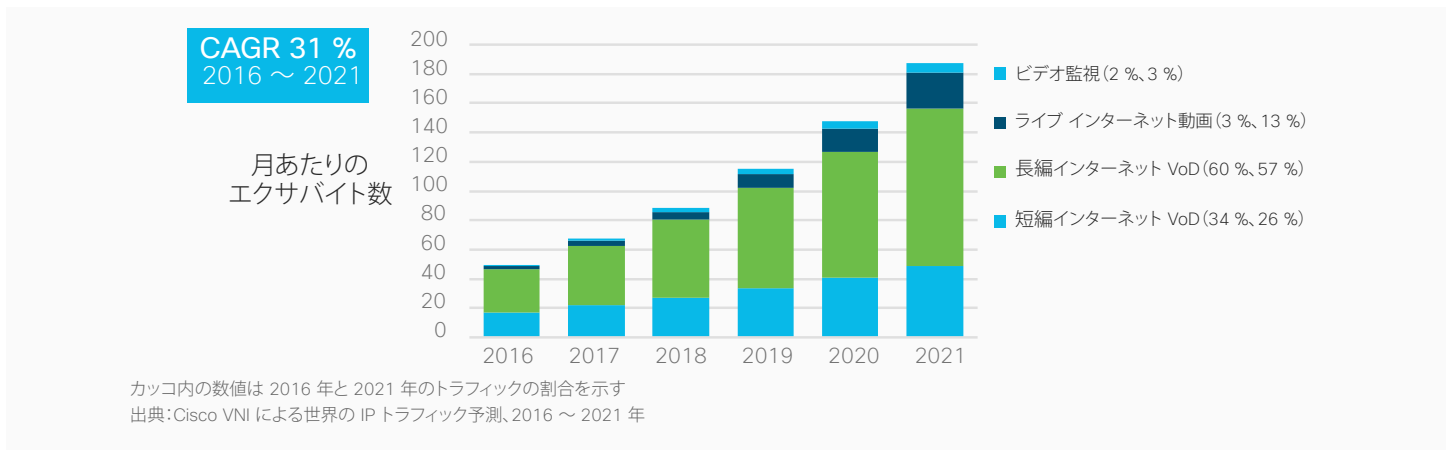
ビデオの増加は、誇張することが難しいほど大きな影響をもたらすと考えられます。ビデオの増加によって、インターネットトラフィックは、比較的安定したトラフィック ストリーム (ピアツーピア (P2P) トラフィックの特性) からダイナミックなトラフィック パターンに変化します。

過去 2 年間でサービス プロバイダー各社は、ゲームのダウンロードに伴う大幅なトラフィック増加を経験してきました。Xbox One や PlayStation 4 のような比較的新しいコンソールは十分なストレージを内蔵しているため、新しいゲームをディスクで購入する代わりにダウンロードできます。これらのゲームでは画像が多用されるため、膨大なファイル サイズとなります。ゲームのダウンロードは、2021 年には 4 % に達する見込みです。なお、これらのダウンロードは、ピーク使用時間帯に行われることが多く、最頻時のトラフィックの 8 % に

到達しています。ゲームトラフィックは増え続けることが予測され、そのため 2021 年のビデオトラフィックの成長率が、予測されている 82 % を超えない可能性があります。

インターネットビデオトラフィック自体にも変化があります。特にライブインターネットビデオは従来のテレビ放送を置き換え、多量のトラフィックを生み出す可能性があります。ライブビデオはすでにインターネットビデオトラフィック全体の 3 % を占めており、2021 年には 15 倍の 13 % に達する見込みです。もう 1 つ注目すべきなのは、ビデオ監視トラフィック (Dropcam) です。このトラフィックはライブストリーミングやオンデマンドストリーミングとは性質が大きく異なり、家庭やスモールビジネスからクラウドへの継続的なアップロードが行われるため、継続的にアップストリームビデオカメラトラフィックを生み出します。

図 14. 全世界のインターネットビデオ (サブセグメント別)



ビデオがトラフィックの対称性に与える影響

短時間のビデオとビデオ通話を除き、ほとんどの形式のインターネットビデオは、アップストリームの割合が大きくありません。そのため、ユーザ生成コンテンツが一般的になったときに多くの人々が予測していたほどには、トラフィックの対称化は進んでいません。コンテンツを制作する加入者の出現は、社会的、経済的、および文化的にきわめて重要な現象と言えますが、それでもなお、加入者は全体として、生成する量よりはるかに大量のビデオを視聴しています。アップストリームトラフィックの比率は、数年間の間にわずかに減少しています。

今後 2 ~ 3 年間は家庭向けのインターネットトラフィックは引き続き非対称のままであると予想されます。ただし、結果的に対称性を高めるシナリオもいろいろあります。次のような例が考えられます。

- コンテンツプロバイダーやディストリビューターが、配信のメカニズムとして P2P を採用した場合。P2P は長年にわたって低コストのコンテンツ配信システム (CDS) として有力な存在でしたが、ほとんどのコンテンツプロバイダーとディストリビューターは直接配信を選択しました。例外は中国での PPStream や PPLive などのアプリケーションで、P2P でのライブビデオストリーミングの提供で大きな成功を収めています。その他の地域のコンテンツプロバイダーが同様に提供を行うと、トラフィックの対称性が急速に高くなる可能性があります。

- ・ハイエンドのビデオ通信が急速に発展し、帯域幅の対称性が必要になった場合。PC 間のビデオ通話が普及しつつあり、初期段階のモバイルでのビデオ通話の市場は将来性があると考えられます。ハイエンドのビデオ通話が一般的になると、トラフィックの対称性が増す可能性があります。

一般的に、サービス プロバイダーが十分なアップストリーム帯域幅を提供すると、アップストリームのキャパシティを利用するアプリケーションが登場し始めます。

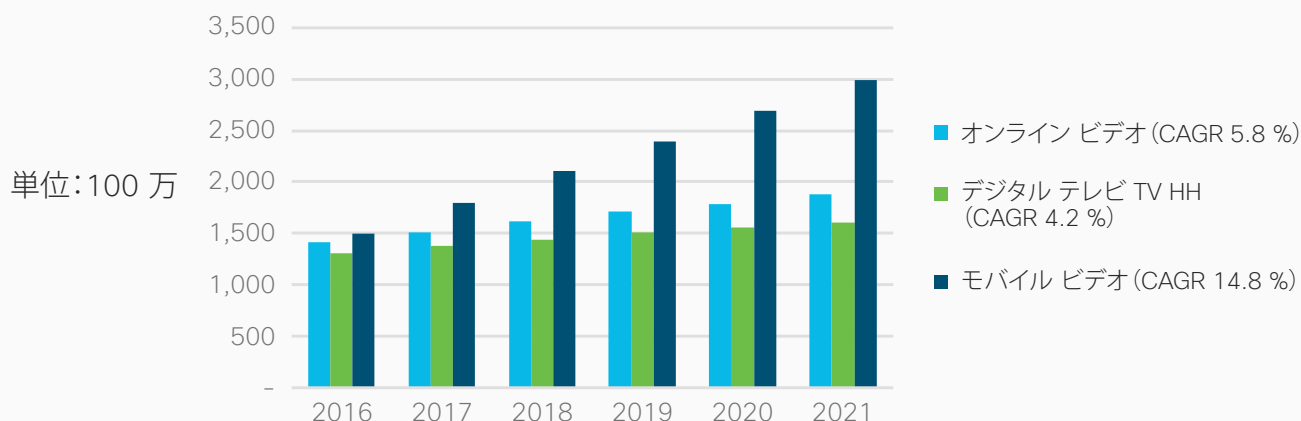
トレンド5:「コードカッティング」の分析

Cisco VNI の予測における「コードカッティング」とは、従来型のテレビ視聴が、オンライン ビデオやモバイル ビデオなど、イ

ンターネットによるビデオ視聴に取って代わられる傾向を表しています。

デジタル プラットフォーム（ケーブル、IPTV、衛星放送など）を利用してテレビを視聴するデジタル テレビ サービスの成長は、モバイル ビデオと比べるとかなり遅くなっています（図 15）。このトレンドは、北米や西ヨーロッパなど、デジタル テレビがすでに普及している地域でより明白です。デジタル テレビが 2 桁の成長率を維持しているのは中東およびアフリカのみであり、CAGR は 11 % です。昨年までデジタル テレビと同等の成長率であったオンライン ビデオは、現在ではデジタル テレビの成長率を上回っています。また、新興国では固定回線が導入されない傾向にあるため、モバイル ビデオの成長率がさらに高まります。

図 15. モバイル ビデオの成長が最も速く、オンライン ビデオとデジタル ビデオは同レベルで成長



出典: Cisco VNI による世界の IP トラフィック予測、2016 ~ 2021 年

また、デジタルメディアアダプタ(DMA)のようなインターネットデバイスについては、インターネット接続セットトップボックス(STB)(サービスプロバイダーのSTB、ゲームコンソール、および直接接続のインターネットテレビセットを含む)全体の16%を占めるのみですが、2021年には、これらのデバイスが34%を占めると予測されています。この傾向も、インターネットアクセスに関して、サービスプロバイダーが管理するSTBへの依存度が(特にビデオについて)全体的に低下していることを裏付けています(図16)。

従来型のテレビを利用している世帯については、インターネットビデオを利用している世帯と比べて、生成する平均トラフィックが少ないと見込んでいます(図17)。従来型のテレビを使用していない世帯は2017年に1か月あたり117GBのトラフィックを生成しましたが、平均的な世帯は1か月あたり63GBでした。従来型のテレビでは、インターネットビデオ(インターネットビデオデバイスへのユニキャスト)に比べて、生成されるトラフィックが非常に少ないことが原因です。従来型のテレビでは、1つのビデオストリームが多数の世帯で共有されます。

図 16. 世界のデジタルメディアアダプタの増加

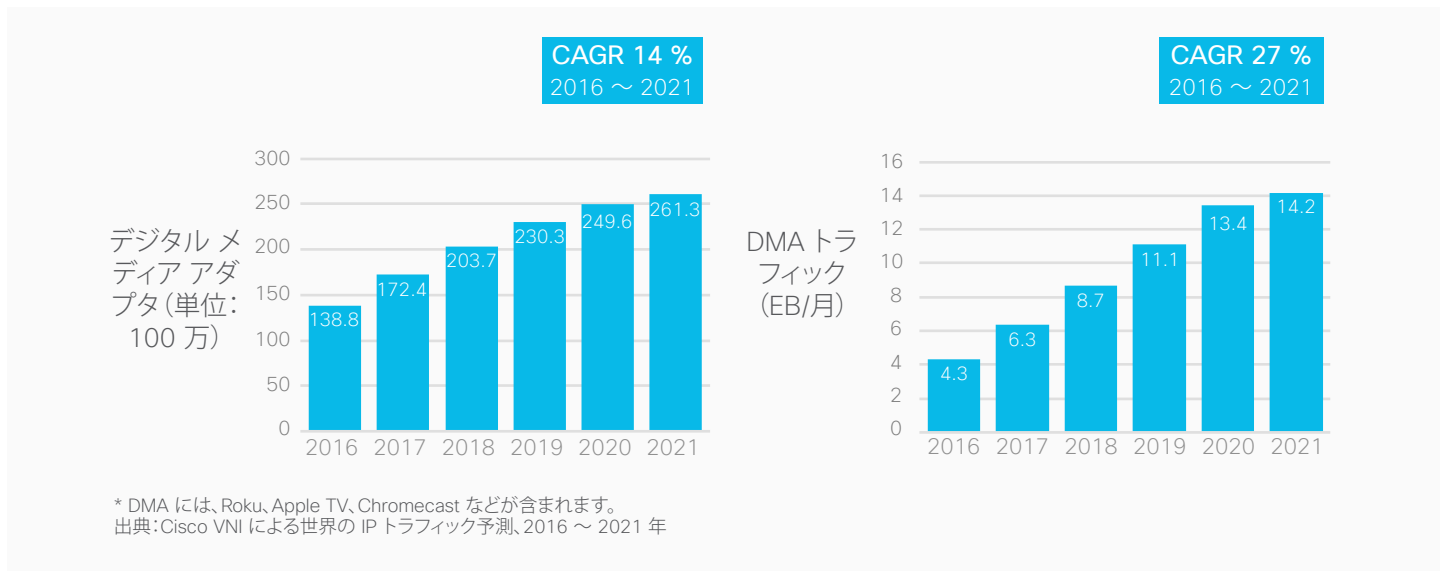
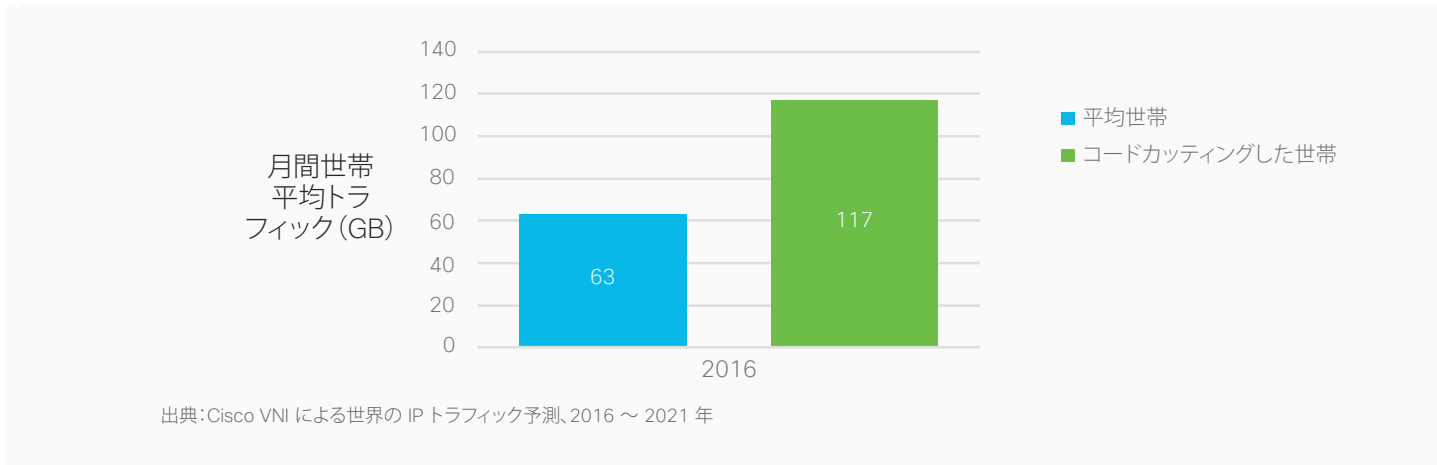


図 17. 全世界におけるインターネットビデオへの切り替えによるトラフィックの倍増



トレンド6:セキュリティ分析

ユーザは、常に使用可能かつ安全で、個人とビジネスの資産の安全を確保できるオンライン エクスペリエンスを求めています。セキュリティの大手企業から発表された 2017 年のセキュリティレポートでは、サイバー犯罪、データ漏えい、産業スパイ、および軽減戦略への対応を強化する必要性が強調されています(図 18)。

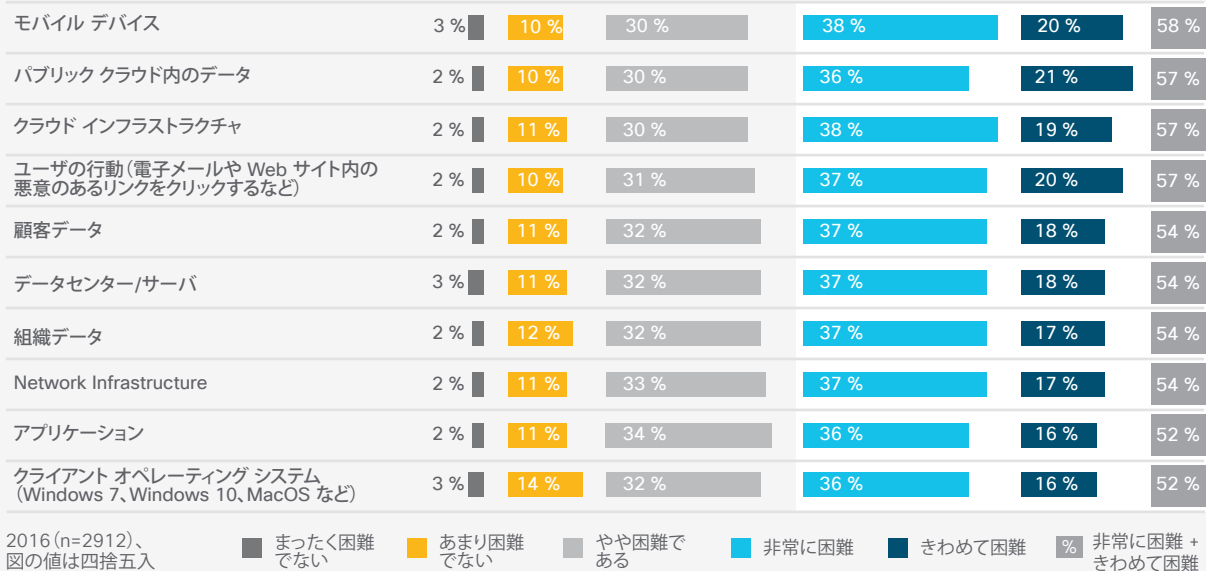
[シスコの 2017 年の年次セキュリティレポート](#)では、攻撃を受けた組織の約 4 分の 1 がビジネス チャンスを失ったことが判明しています。また、その 40 % が相当な損失を被ったと述べています。20 % の組織は攻撃によって顧客を失い、およそ 30 % は収益を失いました。

この数年間は、セキュリティ脅威の観点から見ると、重大な出来事が空前の規模で多発した期間であったことは明らかです。メディアでもデータ漏えいが数多く報道されました。最新の例としては、2017 年 5 月の「WannaCry」ランサムウェアが挙げられます。ランサムウェアは、サイバーセキュリティが直面する重大な問題の 1 つです。これはドキュメントを PC 上で、さらにはネットワーク上で暗号化するマルウェアです。ほとんどの被害者は、ランサムウェアを作成した犯罪者に身代金を支払わない限り、ファイルや PC に対するアクセスを回復できません。「WannaCry」は、150 以上の国の約 20 万台のコンピュータを侵害しました。

2016 年には合計 1,093 件のデータ漏えいが発生し、約 3,660 万件のデータが盗まれました。2016 Identity Theft Resource Center によれば、2016 年にデータ漏えい 1 件について盗まれたレコード数は、平均 33,488 件に上ります。最も漏えい数が多かったのがヘルスケア分野でした。IBM と Ponemon Institute の共同研究によれば、3 年間の 1 データあたりのデータ漏えいの平均コストが増加しています。全世界の 1 データあたりのデータ漏えいの平均コストは、2015 年は 154 ドル、2016 年は 158 ドルでした。1 データあたりのコストは米国とドイツで最も高く、それぞれ 221 ドルと 213 になっています。インドとブラジルは最も低く、それぞれ 61 ドルと 100 ドルです。

セキュリティや認証のために、安全性を高めたインターネットサーバの導入が増えており、エンド ユーザのトランザクションやコミュニケーションでの安全性が向上しています。セキュアソケットレイヤ(SSL)を使用してインターネット上のトランザクションを暗号化するセキュアなインターネットサーバが、Web 接続のサーバ総数に占める割合を見ると、セキュリティの広がりがわかります。合計 Web 接続サーバ数に対する安全なインターネットサーバ数の比率が最も高いのが中央および東ヨーロッパの 46 % で、これに西ヨーロッパの 40 % が続きます。北米と西ヨーロッパでは、安全なインターネットサーバ数が最も多くなっています。

図 18. セキュリティ プロフェッショナルの最大の懸念はサイバー攻撃に関する問題



出典: 2017 年のシスコによるセキュリティ機能のベンチマーク調査

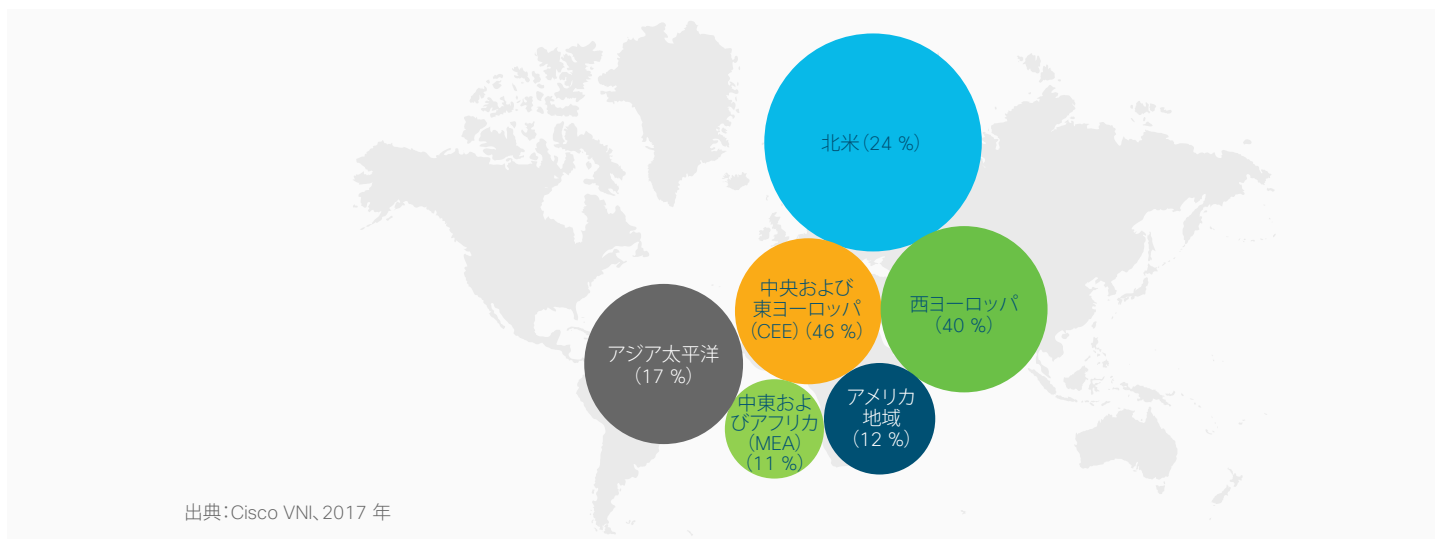
2017年に Verizon が公表したデータ漏えい調査によれば、データ漏えいの 62 % はハッキングが原因です。半数を超える漏えいではマルウェアが関連しています。ハッキングが原因の漏えいケースのうち、81 % では流出パスワードや脆弱なパスワードが悪用されています。

分散サービス拒否 (DDoS) 攻撃は、複数のシステムがターゲット システムの帯域幅やリソース (主に 1 つ以上の Web サーバ) のフラッディングを発生させます。このような攻撃は多くの場合、侵害された複数のシステムのトラフィックによって、ターゲット システムでフラッディングを発生させます。DDoS 攻撃のピーク規模 (Gbps) は増加し続けています。Arbor Networks の 12th Annual Infrastructure Security レポートによれば、ピーク攻撃は 2014、2015、および 2016 年に、それぞれ 400、500、800 Gbps に達しています。DDoS 攻撃の規模は、ほとんどの組織が完全にオフラインになる 1.2 Gbps にまで増えています。DDoS 攻撃は、トラフィックとほぼ同等の比率で増加しています。DDoS 攻撃発生時のトラ

フィックは国によっては全インターネット トラフィックの 18 % を占める可能性すらあります。2016 年の DDoS 攻撃の動機として最も多かったのは犯罪者による攻撃能力の誇示、2 番目がゲーム感覚、3 番目が恐喝です。

2016 年と 2017 年第 1 四半期の攻撃においても、攻撃者が DDoS 攻撃を実行するためのコンピューティング リソースを増やしていることが確認されています。DDoS 攻撃を実行するためのツールを所有し、増幅攻撃を行う攻撃者は、ネットワークやコンピュータ リソースの脆弱性を悪用します。IoT が成長しており、脆弱なデバイスと古い PC が広範に使用されていることから、アプリケーションに存在する大量の設定の欠陥がターゲットにされる可能性があります。セキュリティベンダーは、サイバー犯罪者がこうした攻撃から利益を上げることをないように取り組んでいます。全世界における 1 Gbps を超える DDoS 攻撃の数は 2016 年には 172 % 増加し、2021 年までに 2.5 倍の 310 万に達する見込みです (図 20)。

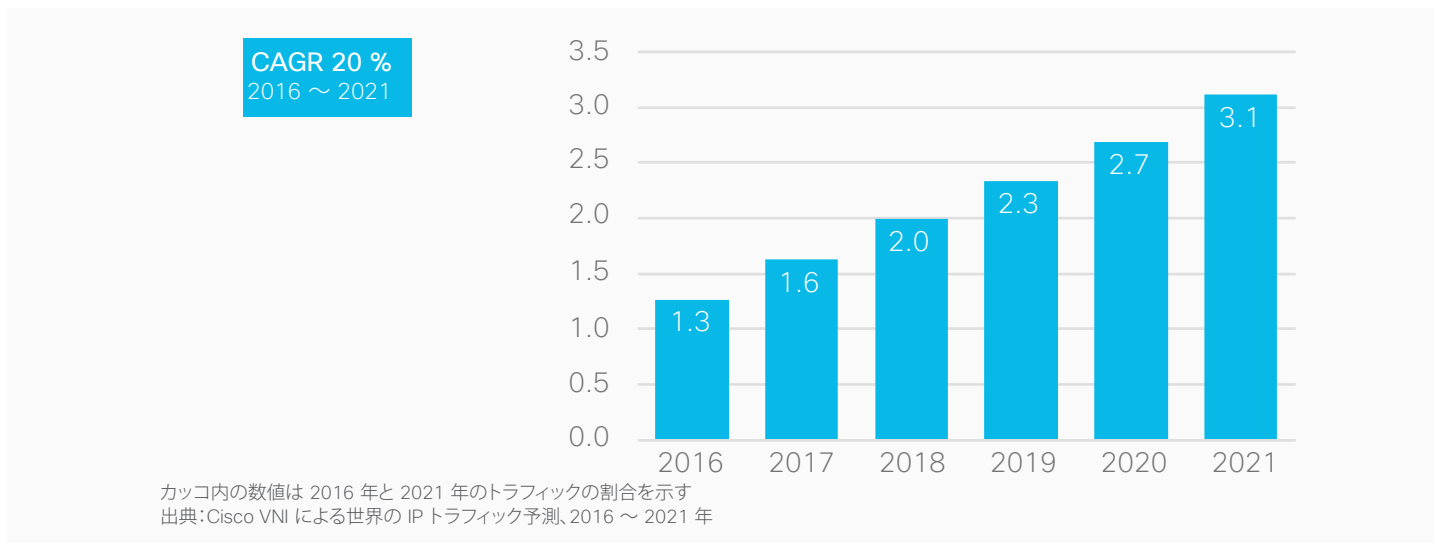
図 19. 認証で守られた安全なインターネットを構築する: Web 接続サーバ全体における、安全なインターネット サーバの割合



2016 年の Mirai Botnet 攻撃以来、家庭用の監視システムやデバイスに関連する IoT の脆弱性が、侵害とハッキングの対象になっています。この懸念は、家庭を超えて広がっています。たとえば、コネクテッドカーのさまざまな領域でセキュリティ上の問題が発生しています。Volkswagen では、一般的な自動車が 2020 年までに 150 のセンサーを備えるようになると予測しています。最新のコネクテッドカーでは、タイヤプレッシャーモニタリングシステム (TPMS) にコンピュータの MAC アドレスのような専用のアドレスが割り当てられます。

スマートフォンアプリの脆弱性も、マルウェアにより侵害される危険性があります。またスマートシティや次世代モバイル、Wi-Fi 規格によって、車両間 (V2V) 通信と Vehicle-to-everything (V2X) 通信が可能になっています。キーフォブスキャン、エアバッグシステムや衝突防止システムの乗っ取りなどが発生する可能性があります。IoT の導入と普及には、セキュリティが重要な役割を担っています。

図 20. 全世界での DDoS 攻撃の予測、2016 ~ 2021 年



トレンド 7: トラフィック増加の加速による影響

固定ブロードバンドの速度

ブロードバンドの速度は IP トラフィックの重要な促進要因です。ブロードバンドの高速化により、帯域幅の大きいコンテンツやアプリケーションの消費と利用が増加します。全世界のブロードバンドの平均速度は、今後も高速化が続き、2016 年の 27.5 Mbps から、2021 年には約 2 倍の 53.0 Mbps になる見込みです。表 4 に、2016 年から 2021 年にかけてのブロードバンド速度の予測値を示しま

す。固定ブロードバンドの速度予測には、全体的なブロードバンドの普及のほか、Fiber to the Home (FTTH) の導入と普及、高速 DSL やケーブルブロードバンドの普及など、いくつかの要因が影響します。この調査の対象国のなかでも、Cisco FTTH が広く普及している日本、韓国、スウェーデンが、VNI 対象国におけるブロードバンド速度を牽引しています。

表 4. 固定ブロードバンドの速度 (Mbps)、2016 ~ 2021 年

地域	2016	2017	2018	2019	2020	2021	CAGR (2016 ~ 2021 年)
世界	27.5	39.0	42.3	47.9	50.4	53.0	14 %
アジア太平洋	33.9	46.2	49.8	56.4	59.4	63.7	13 %
中南米	9.3	11.7	13.6	15.0	17.6	20.5	17 %
北米	32.9	43.2	51.0	57.5	65.0	74.2	18 %
西ヨーロッパ	30.2	37.9	40.7	46.9	49.3	53.6	12 %
中央および東ヨーロッパ	29.2	32.8	36.0	39.0	41.6	45.5	9 %
中東およびアフリカ	29.3	39.0	46.0	51.6	59.2	67.4	18 %

出典: Cisco VNI, 2017 年

これらの速度で HD 動画をダウンロードする場合の所要時間は、10 Mbps では 20 分、25 Mbps では 9 分かかりますが、100 Mbps ではわずか 2 分です。コンシューマ クラウド ストレージをサポートするには広帯域幅の速度が不可欠です。この速度が向上すれば、サイズの大きいマルチメディア ファイルをハード ドライブからの転送と同様に高速ダウンロードできます。表 5 に、各地域での 10 Mbps、25 Mbps、50 Mbps を超える速度のブロードバンド接続の割合を示します。

表 5. 10 Mbps を超える速度のブロードバンド、2016 ~ 2021 年

地域	10 Mbps 超					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
世界	48 %	53 %	63 %	69 %	74 %	77 %
アジア太平洋	46 %	53 %	69 %	77 %	81 %	84 %
中南米	27 %	27 %	31 %	35 %	38 %	40 %
北米	58 %	64 %	74 %	78 %	81 %	86 %
西ヨーロッパ	51 %	54 %	61 %	66 %	70 %	74 %
中央および東ヨーロッパ	53 %	58 %	63 %	66 %	71 %	75 %
中東およびアフリカ	16 %	17 %	17 %	19 %	20 %	21 %

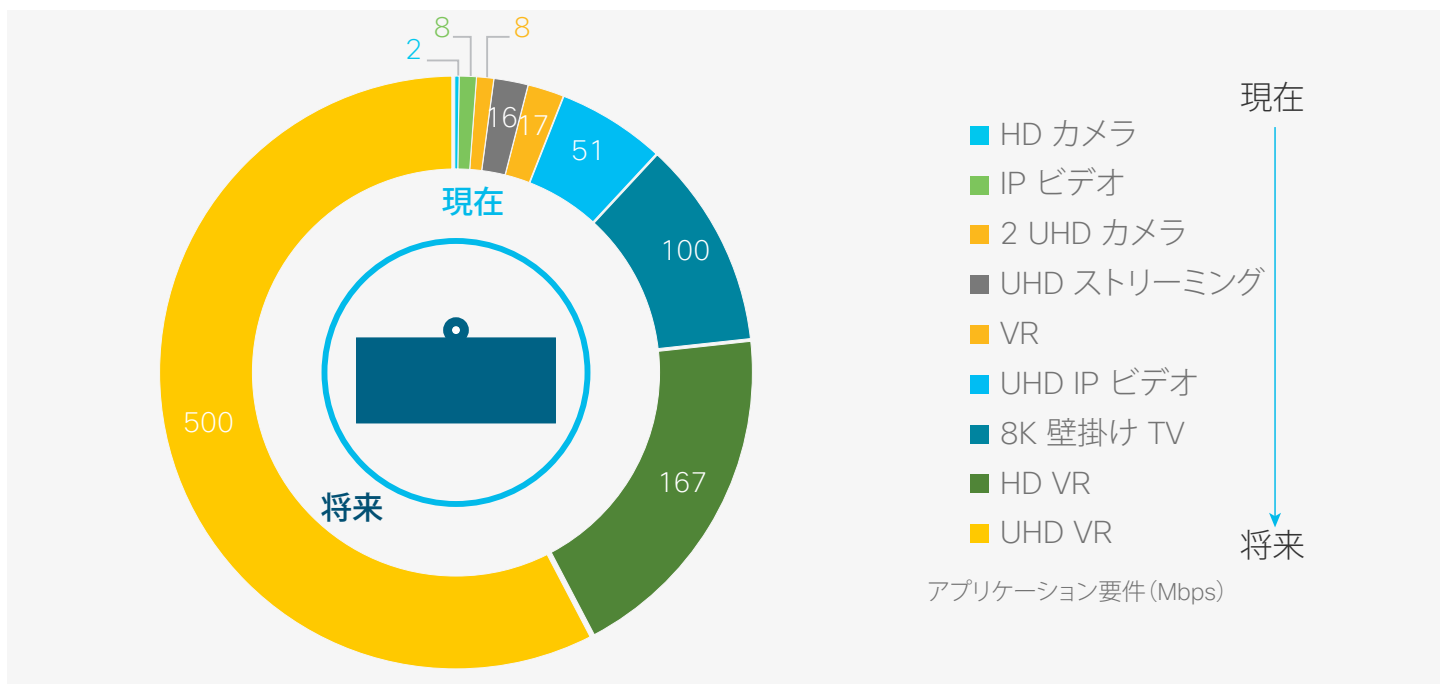
地域	25 Mbps 超					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
世界	48 %	53 %	63 %	69 %	74 %	77 %
アジア太平洋	46 %	53 %	69 %	77 %	81 %	84 %
中南米	27 %	27 %	31 %	35 %	38 %	40 %
北米	58 %	64 %	74 %	78 %	81 %	86 %
西ヨーロッパ	51 %	54 %	61 %	66 %	70 %	74 %
中央および東ヨーロッパ	53 %	58 %	63 %	66 %	71 %	75 %
中東およびアフリカ	16 %	17 %	17 %	19 %	20 %	21 %

地域	50 Mbps 超					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
世界	21 %	29 %	33 %	38 %	43 %	48 %
アジア太平洋	25 %	36 %	42 %	48 %	54 %	59 %
中南米	5 %	6 %	7 %	7 %	8 %	9 %
北米	27 %	34 %	38 %	42 %	45 %	51 %
西ヨーロッパ	18 %	25 %	28 %	33 %	38 %	44 %
中央および東ヨーロッパ	23 %	24 %	26 %	29 %	33 %	36 %
中東およびアフリカ	3 %	2 %	3 %	3 %	4 %	5 %

出典: Cisco VNI, 2017 年

いくつかの国では、すでに 125 Mbps を超える通信環境が導入されており、将来のビデオ需要が予測されます。今日、家庭におけるビデオに対しては膨大な需要が引き続き存在していますが、予測期間を超えて 2021 年以降も、ビデオ アプリケーションが要求する帯域幅は非常に大きくなります。図 21 は、将来のビデオ アプリケーションのシナリオを示しています。現在の帯域幅のニーズは、将来のニーズに比べればわずかなものでしかありません。

図 21. 将来の家庭におけるビデオ需要の増大



モバイル速度

2016年の全世界のモバイルネットワークの平均接続速度は、6.8 Mbps でした。2021年には2倍を超える20.4 Mbpsになると予測されています。一般的に、第3世代(3G)以降のスマートフォンの平均速度は、2021年でも変わらないことが予測されます。

速度の向上が全体の利用増につながることは事例から明らかですが、速度が向上してから利用量が増加するまでタイムラグが生じることも多くあります。タイムラグは数か月の場合

もあれば、数年の場合もあります。タブレットとスマートフォンの導入に関しては逆の現象、つまりデバイスがサポートできる実質速度の方が遅れてやってくることもあります。Cisco VNI 予測では、アプリケーションのビットレートを各国の平均速度に関連付けています。トラフィックに関する予測結果におけるトレンドの多くは、速度の予測にも見られます。先進地域と比較した場合、発展途上国や地域での増加率が高くなっています(表6)。

表 6. 地域別および国別のモバイルネットワークの平均接続速度の予測 (Mbps)

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	CAGR (2016 ~ 2021 年)
全世界							
全世界での平均速度:すべての携帯端末	6.8	8.7	11.1	14.3	17.7	20.4	24 %
全世界での平均速度:スマートフォン	12.1	13.5	14.9	16.2	18.1	20.3	11 %
全世界での平均速度:タブレット	19.1	22.6	24.5	26.2	27.2	27.8	8 %
地域別							
アジア太平洋	9.8	10.6	12.9	16.0	18.8	20.4	16 %
中南米	3.8	4.9	6.4	7.9	10.0	12.4	27 %
北米	13.7	16.3	17.6	19.8	22.8	25.2	13 %
西ヨーロッパ	11.4	16.0	18.6	21.6	25.7	28.5	20 %
中央および東ヨーロッパ	6.3	10.1	12.3	13.6	16.2	18.4	24 %
中東およびアフリカ	3.8	4.4	5.3	6.8	8.5	10.8	23 %

出典: Cisco VNI Mobile, 2017 年

現在および過去の速度は、Ookla の Speedtest のデータに基づいています。今後のモバイルデータ速度の予測は、2021年までのモバイル接続における2G、3G、3.5G、および4Gの相対的な比率に関する第三者機関の予測に基づいたものです。

この予測期間にモバイル接続速度の上昇をもたらす大きな促進要因は、第4世代(4G)モバイル接続の割合の増加です。モバイルWiMAXやLong Term Evolution (LTE)などの4G接続は、非常に大きなモバイルデータトラフィックを生成し、トラフィックに大きな影響を与えます。

モバイル デバイスの Wi-Fi 速度

世界的に見ると、デュアルモードのモバイル デバイスから提供される Wi-Fi 接続速度は、2021 年には現在の約 2 倍になる見込みです。Wi-Fi ネットワークの平均接続速度(2016 年は 18.2 Mbps)は、2021 年には 37.1 Mbps を越える見込みです。Wi-Fi の速度が最も速くなると推定されているのは北米で、2021 年には 52.3 Mbps になる見込みです(表 7)。

Wi-Fi 速度は本質的に、建物へのブロードバンド接続の品質に依存します。速度は、CPE デバイスの Wi-Fi 規格にも依存します。

有線を補完すると見なされている最新の IEEE 802.11ac および 802.11ad 規格は、これまでよりも高いデータ レートが必要とする高解像度ビデオ ストリーミングやサービスを実現にします。さらにホットスポットの数と可用性も、Wi-Fi テクノロジー利用の重要な要素です。

表 7. 地域別および国別の Wi-Fi ネットワークの平均接続速度の予測 (Mbps)

地域	2016	2017	2018	2019	2020	2021	CAGR (2016 ~ 2021 年)
全世界	18.2	24.4	29.7	33.1	35.2	37.1	15 %
アジア太平洋	19.5	26.7	34.1	36.3	38.4	40.7	16 %
中南米	7.7	9.0	9.5	11.4	12.9	13.9	13 %
北米	27.4	37.1	42.4	46.1	48.4	52.3	14 %
西ヨーロッパ	20.3	25.0	27.8	29.9	31.9	35.1	12 %
中央および東ヨーロッパ	16.7	19.5	22.0	25.0	29.1	31.6	14 %
中東およびアフリカ	4.9	6.2	7.0	7.8	8.6	9.0	13 %

出典: Cisco VNI, 2017 年

トレンド 8: 急速に成長するモビリティ (Wi-Fi)

世界の公共 Wi-Fi ホットスポットの数は、2016 年の 9,400 万から 6 倍に増加し、2021 年には約 5 億 4,160 万になると予測されます。ホットスポット数は西ヨーロッパが最も多く、2016 年には世界の Wi-Fi ホットスポットの 44 % を占めています。2021 年にはアジア太平洋が最も多くなり、45 % を占めると予測されます。この予測における公共 Wi-Fi にはコミュニティ ホットスポットが含まれています。コミュニティ ホットスポット (ホームスポット) は、公共 Wi-Fi において、今後、重要となる可能性があります。このモデルでは、加入者は一時的な使用のために自身の家庭用ゲートウェイの容量の一部を開放します。ホームスポットは、ブロードバンドなどのプロバイダーが直接、またはパートナーを介して提供する場合もあります。

ホームスポットの普及はアジア太平洋地域が牽引するものと予測されます。2021 年までに、ホームスポット数が最も多くなるのは中国で、米国と日本がそれに続く見込みです。

2021 年にホットスポット数が最も多くなると予測されているのは、ホテル、カフェ、レストランです。最も成長が速いのは医療機関 (病院) であり、予測期間中にホットスポット数が 3 倍になると予測されています。病院の Wi-Fi の目的は、第 1 に医療サービスとスタッフの生産性の向上であり、第 2 に患者と家族、面会者にインターネット アクセスを提供することにあります。

こうした業種に将来にわたって不可欠になるのが、革新的な IoT デバイスと接続です。Maravedis/Rethink の調査と WBA Alliance によれば、携帯電話会社の 3 分の 2 (67 %) とケーブル会社の 78 % が、2020 年までに IoT サービスのサポートに Wi-Fi を利用すると予測されています。

Hotspot 2.0 に必須なのは、高速の Wi-Fi ゲートウェイと IEEE 802.11ac および 802.11n 標準規格の採用です。Wi-Fi の最新の規格である IEEE 802.11ac は、2016 年から 2021 年にかけて世界中で急速に浸透するものと予測されます。

2016 年に全世界で出荷された Wi-Fi ルータの 59.5 % が 802.11ac 対応でした。2021 年までに、ホーム Wi-Fi ルータの 98.1 % が 802.11ac 対応になる見込みです。2007 年に批准された IEEE 802.11n は幅広い通信速度を提供しているため、中程度の解像度のビデオ ストリーミング視聴に高いスループットで対応することができます。

しかし、最新規格である IEEE 802.11ac の理論速度は非常に高速であり、有線接続を補完できる規格とみなされています。高解像度のビデオ ストリーミングや高データレートが必要なサービスにも対応できます (図 22)。

モバイル データトラフィックの急速な増加は、広く認知され、報告されています。モバイル重視の傾向は固定ネットワークの領域にも見られるようになり、ポータブル デバイスまたはモバイル デバイスからのトラフィックの割合は今後も増加します。図 23 は、Wi-Fi およびモバイルトラフィックの成長を有線デバイスのトラフィックと比較したものです。2021 年には、IP トラフィックに占める有線ネットワークの割合が 37 % になり、Wi-Fi デバイスとモバイルのネットワークの割合が 63 % になる見込みです。2016 年には、有線ネットワークが世界の IP トラフィックの半分以上 (51 %) を占め、Wi-Fi は 41 %、モバイルまたは携帯電話のネットワークは 7.5 % でした。

図 22. 有線およびワイヤレス テクノロジーの将来

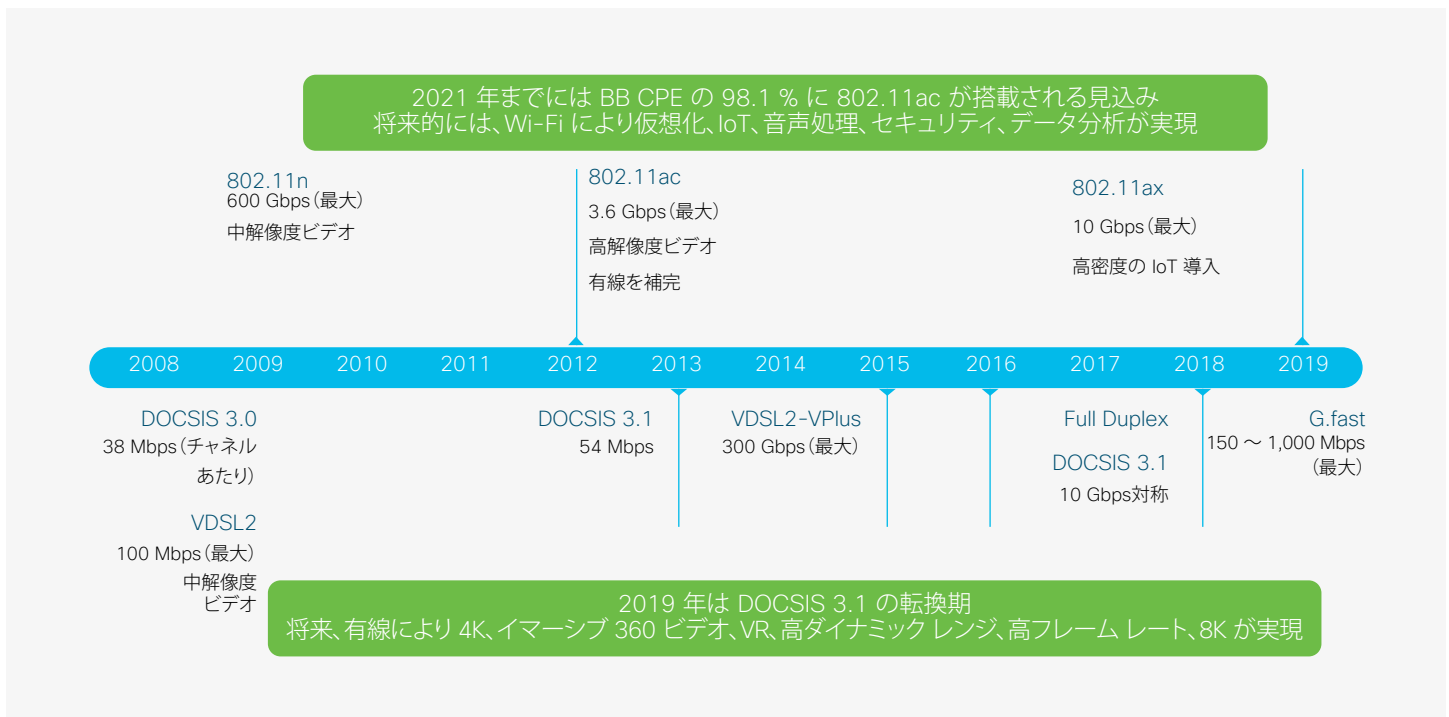
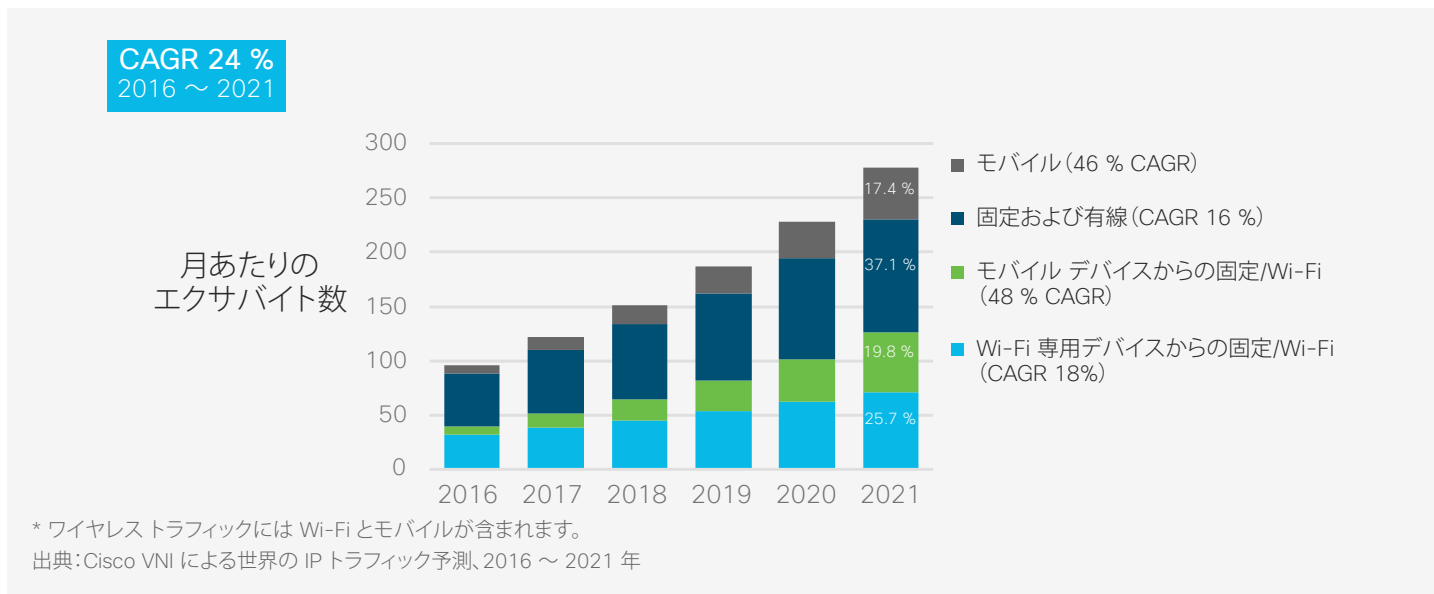
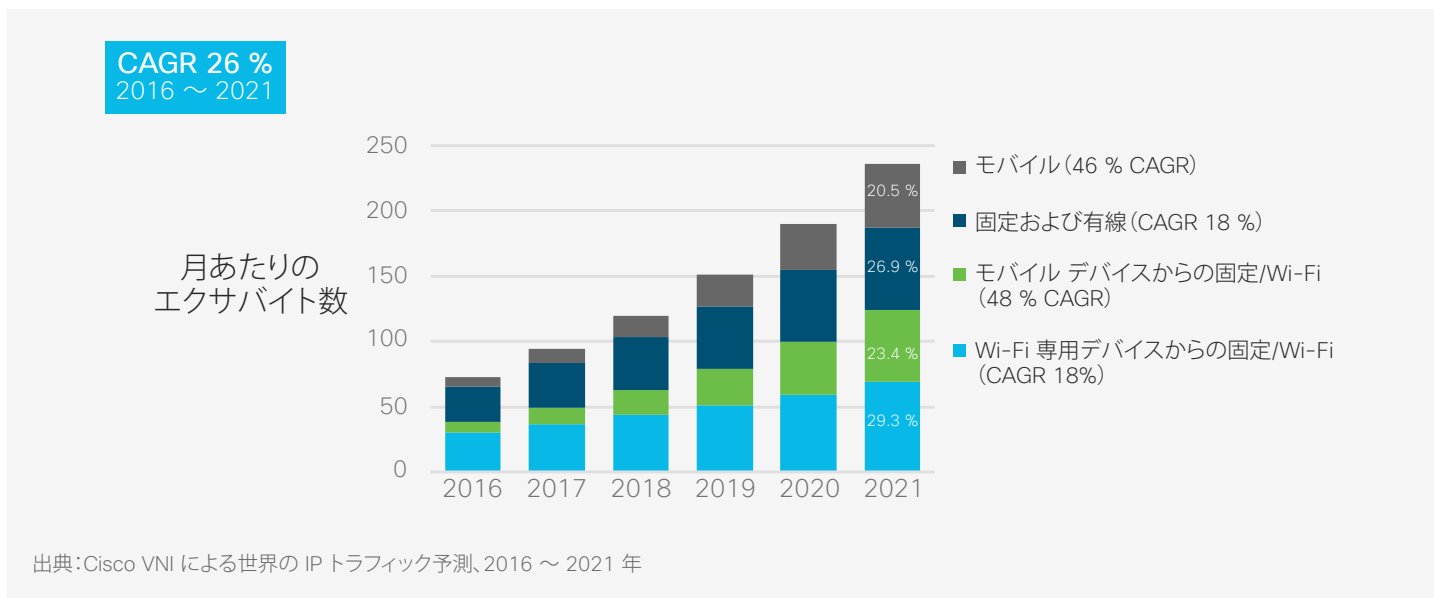


図 23. 全世界の IP トラフィック (有線と無線)*



インターネット トラフィックに焦点を絞って、マネージド IP トラフィックを除外すると、より顕著な傾向が現れます。2021 年には、インターネット トラフィックに占める有線デバイスの割合は 27 % になり、Wi-Fi デバイスとモバイル デバイスの割合が 73 % になる見込みです (図 24)。2016 年には、インターネット トラフィックの半分弱 (38 %) を有線デバイスが占めていました。

図 24. 全世界のインターネット トラフィック (有線と無線)



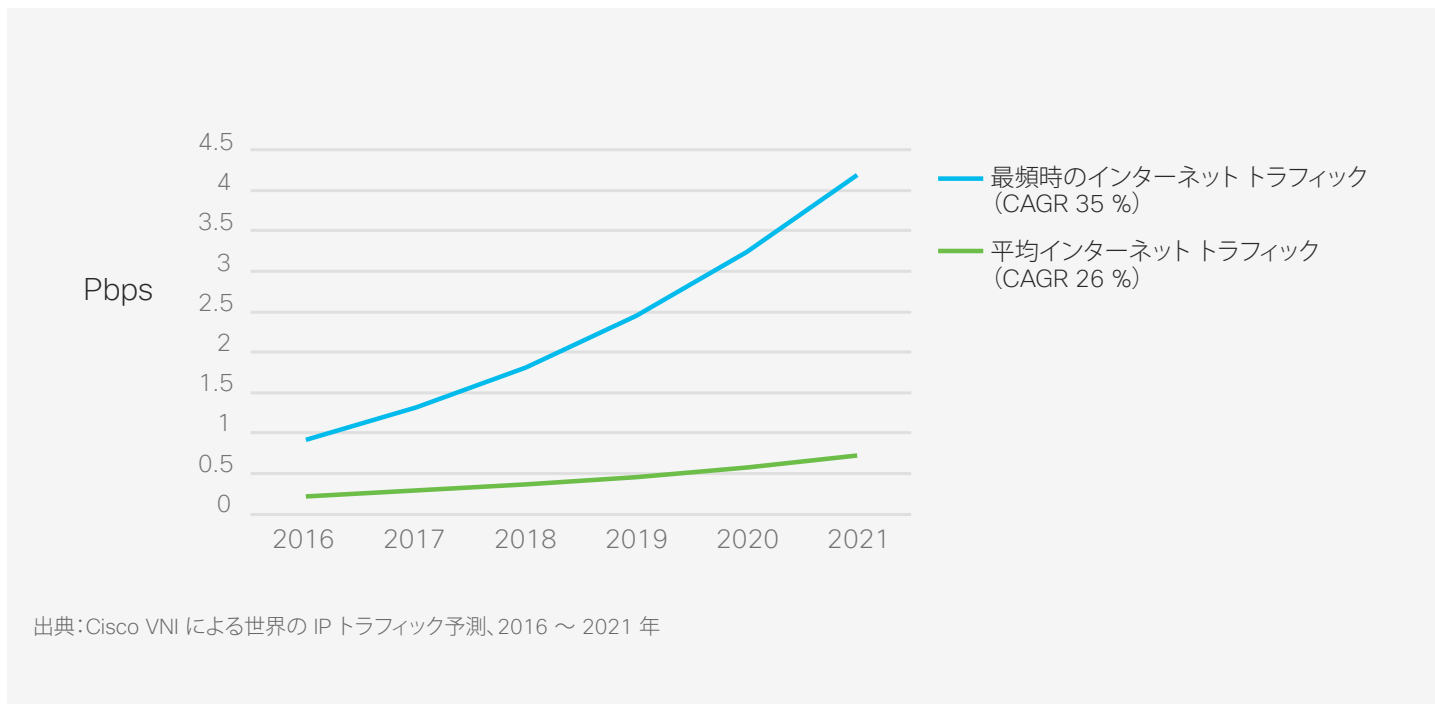
トレンド 9:トラフィック パターンの分析 (ピーク時と平均の比較、および CDN の普及、SD-WAN)

インターネットの平均トラフィックが着実な成長パターンを示す一方で、最頻時トラフィック(1日でも最も利用頻度の高い60分間のトラフィック)は平均インターネットトラフィックよりも速いペースで増加し続けています。サービスプロバイダーは、平均レートではなく最頻時のレートに基づいてネットワークの容量を計画します。2016年には、最頻時のインターネットトラフィックは51%増加しましたが、平均トラフィックの増加率は32%でした。2016年から2021年にかけての世界のインターネット使用量は、最頻時のCAGRが35%の成長を示すのに対し、平均インターネットトラフィックは26%にとどまります(図25)。

最頻時のトラフィック増加を加速させている理由は、ビデオにあります。その他のトラフィック形態(Web閲覧やファイル共

有)が1日にわたって均等に分散しているのに対し、ビデオには「プライムタイム」が存在する傾向があります。ビデオに消費パターンがあることにより、最頻時のインターネットでは以前よりもさらに大量のデータがやりとりされるようになっています。ビデオはデータやファイル共有と比べて、平均に対するピーク時の量が大きく、また、トラフィックに占めるビデオの割合は増大しつつあるので、ピーク時のインターネットトラフィックは平均トラフィックよりも早いペースで増加すると予測されます。ピークトラフィックと平均トラフィックの増加率のギャップは、インターネットビデオの割合が変化するにつれて、さらに増幅されます。ライブビデオ、アンビエントビデオ(監視用などの継続的ビデオストリーム)、ビデオ通話などのリアルタイムビデオは、オンデマンドビデオよりも、ピーク時と平均の差が大きくなっています。

図 25. インターネットトラフィックの最頻時の成長率と平均成長率の比較



データ配信におけるコンテンツ配信ネットワーク(CDN)の役割が大きくなったことによって、トラフィックのトポロジが変化しつつあります。CDN がインターネットトラフィックに占める割合は、2016 年の 52 % から、2021 年には 71 % に増えると予測されています(図 26)。ネットワークのパフォーマンスは、サービスプロバイダーが提供するサービスの速度や遅延に常に影響を与えますが、CDN が使用する配信アルゴリズムもまた、パフォーマンスより重大ではないにしても、同等の影響をビデオ品質に及ぼします。

CDN トラフィックの多くは、第三者機関の CDN ではなくプライベート CDN が占めます。プライベート CDN は、コンテンツプロバイダーが自社のコンテンツのみを配信するために構築、運営されるものです。プライベート CDN の容量を、他のコンテンツプロバイダーが購入することはできません。大規模なプライベート CDN 事業者としては、Google、Amazon、Facebook、Microsoft などがあります。2021 年には、CDN トラフィックの 68 % をプライベート CDN が占めると予測されています(図 27)。

図 26. 全世界のコンテンツ配信ネットワークのインターネットトラフィック(2016 ~ 2021 年)

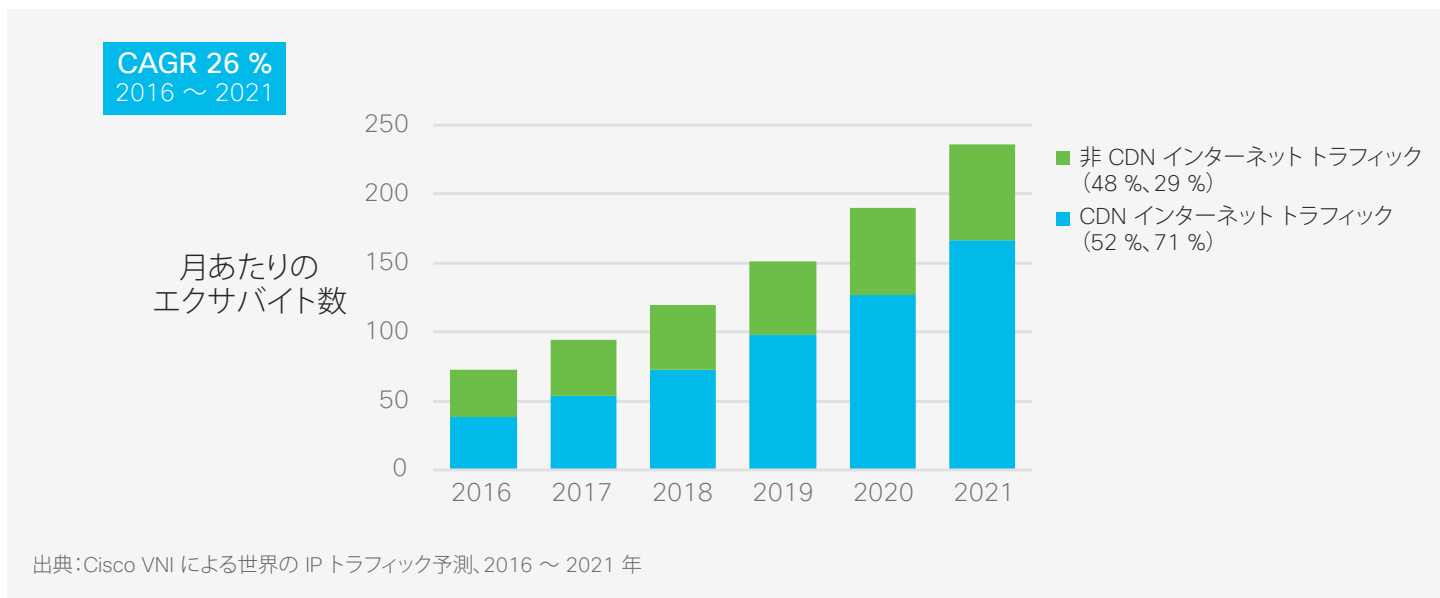
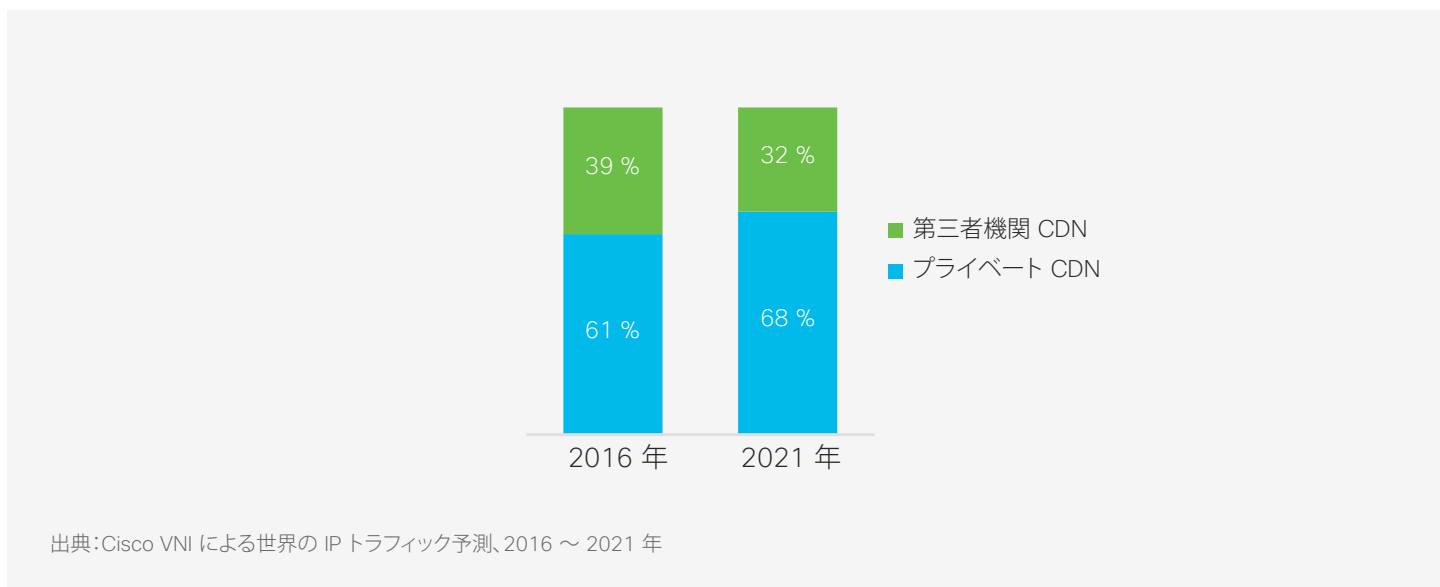


図 27. プライベートおよび第三者機関のコンテンツ配信ネットワークのインターネットトラフィック(2016 年および 2021 年)



CDN はエンド ユーザに近接したトラフィックを伝送することを目的としていますが、現状では CDN トラフィックの多くが地域のコア ネットワークによって提供されているため、メトロ配信されるトラフィックの割合は、CDN トラフィックの割合を下回っています。ただしメトロ配信のトラフィックはコア配信のトラフィックに比べて成長が速く、2021 年にはエンド ユーザトラフィック全体の 35 % を占めると予測されています (2016 年は 22 %) (図 28)。

速度はインターネット トラフィックの重要な要素です。速度が増加すると、ユーザはさらに容量の大きいコンテンツのス

トリーミングやダウンロードを行うことができるようになり、適応型のビットレート ストリーミングは、利用可能な帯域幅に応じて自動的にビット レートを増やします。サービス プロバイダーは、広帯域幅を使用するユーザが、さらに大きなトラフィックを生成することを認識しています。2016 年に、全世界の高速光ファイバ接続を使用する世帯は、DSL およびケーブル ブロードバンド接続を使用する世帯より 28 % 多くトラフィックを生成しました (図 29)。FTTH を使用する世帯が 2016 年に生成したのは平均で 1 か月あたり 84 GB でしたが、2021 年には 1 か月あたり 183 GB を生成する見込みです。

図 28. インターネットトラフィックがエッジに近づく

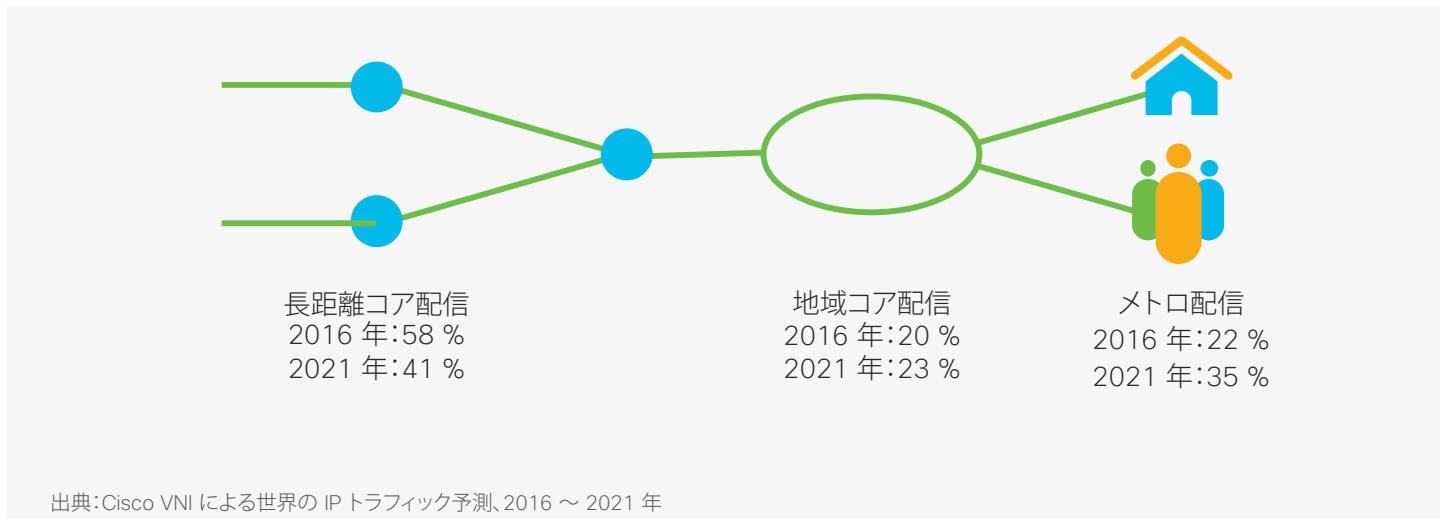
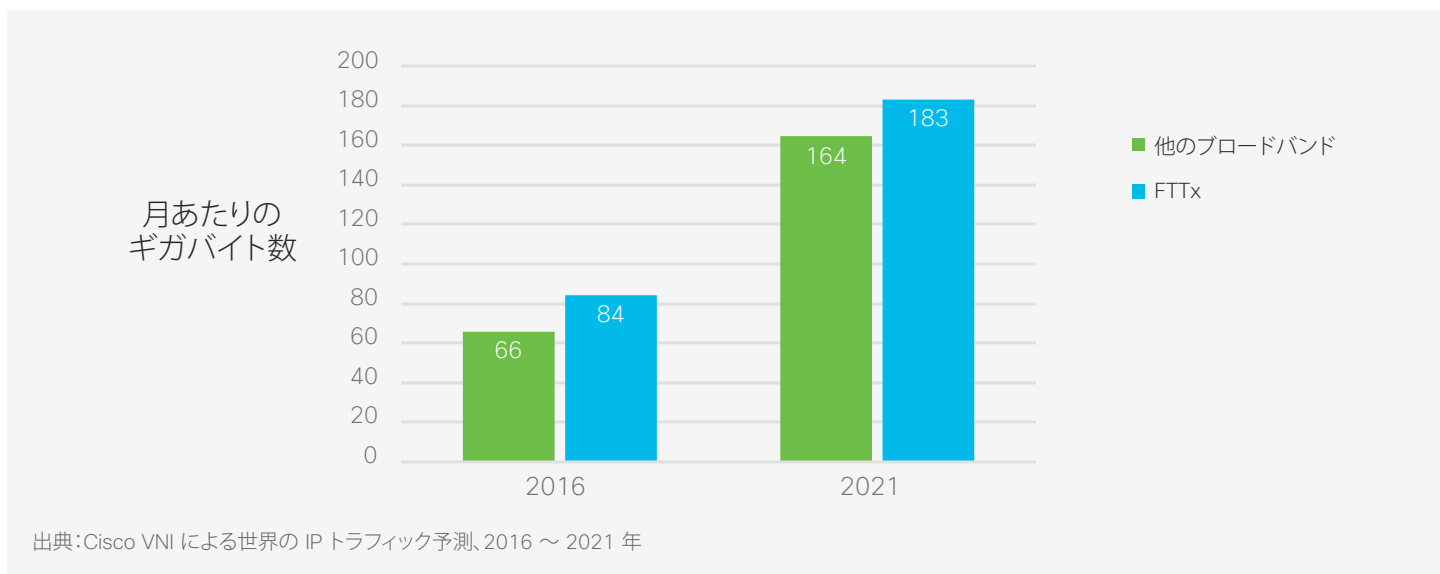


図 29. 光ファイバ接続を使用する世帯は、他のブロードバンドを使用する世帯よりも多くのトラフィックを生成



トラフィックのボリュームを制限するために、サービス プロバイダーは従量制による段階的な価格を設定し、データの上限を設けることができます。

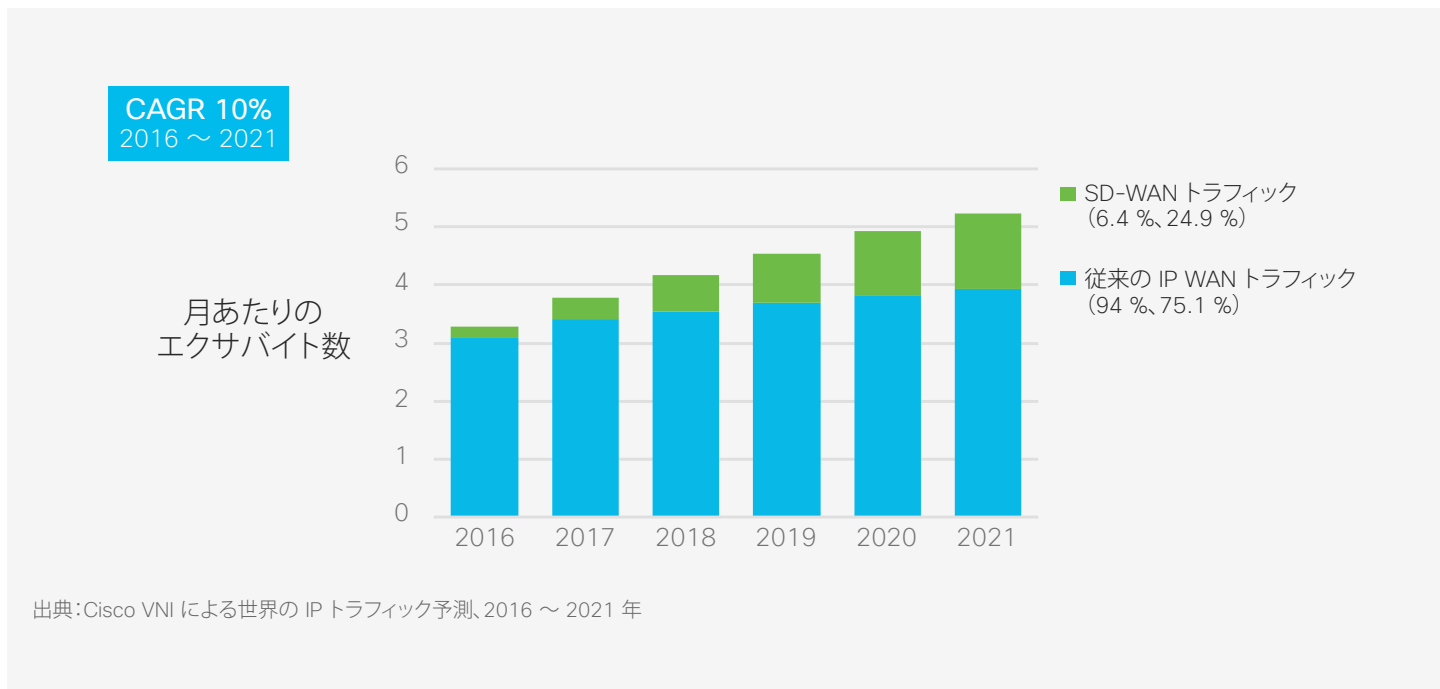
モバイル ネットワークについては、Tier 1 の携帯電話会社が運用する 33,000 以上の回線を 2010 年から 2016 年にかけて調査したところ、上位 1 % のユーザが全体に占める月間トラフィックは、2010 年の 52 % から 2016 年には 18 % に下落しており、段階課金の効果を裏付けています。多くの国のあらゆる地域でモバイルの普及が飽和状態に達しつつあるなか、データを収益化し、トラフィックの上位ユーザを効果的に管理、抑制する方法として段階的プランへの移行がトレンドとなっています。固定ネットワークでは、ビデオの視聴を望む加入者の増加に合わせて、データ量の上限が拡大しつつあります。米国では、現在 Tier 1 の通信事業者がさまざまな使用限度を設定しており、最も緩やかな制限では 1 か月 1 TB です。日本の某大手プロバイダーは 1 日のアップロード上限を 30 GB に設定しています。Netflix は数か国で、インターネットビデオの視聴時間とトラフィックのサイズを大幅に拡大しています。

Twitch.TV のように、ビデオ ゲーマーがお互いのプレイを視聴するライブ ストリーミング サービスは、世界の多数の固定ネットワークで、不確定な量のトラフィックを生成しています。

データ上限の影響を受ける割合は、固定ネットワーク ユーザよりもモバイル ネットワーク ユーザの方が大きいと考えられます。Tier 1 キャリアを使用するモバイル ユーザのうち月間利用量が 2 GB (モバイル データの一般的な上限) を超えるユーザは約 12 % ですが、月間利用量が 500 GB (固定データの一般的な上限) を超える固定ネットワーク ユーザはわずか 1.4 % です。

トラフィック フローを調整するテクノロジーの最終トレンドは、企業の SD-WAN 導入です。SD-WAN トラフィックは CAGR 44 % で成長します (従来の MPLS ベースの WAN は CAGR 5 %)。2021 年には SD-WAN は 6 倍になり、WAN トラフィックの 25 % を占めるようになります。

図 30. 全世界の企業の SD-WAN トラフィック



その他の注目トレンド

シスコは IP トラフィックの予測値を控えめに見積もっていますが、新たなトレンドによって、今後トラフィックが大幅に増大する可能性もあります。

- ・ ソーシャル メディア、ビデオ、トラッキング IoT/デジタル化アプリケーションなど、あるいは従来の音声通話用の「通信ハブ」として、**スマートフォンが成長**しています。このトレンドは、スマートフォンが、コンシューマやビジネス ユーザによるインターネットおよび IP ネットワークへのアクセス方法や利用方法に与える影響を示しています。
- ・ **インターネット ゲームが復活**しており、2016 年から 2021 年にかけてトラフィックが約 10 倍になる見込みです。ゲーム オン デマンドとストリーミング ゲームのプラットフォームはここ数年で成長し、多数のサービスが新たにリリースされています。従来のゲームにおけるグラフィック処理は、ローカル(ゲーム ユーザのコンピュータ上やコンソール上)で実行されてきました。クラウド ゲームではグラフィックがリモート サーバ上で処理され、ネットワークを介してゲーム ユーザに送信されます。クラウド ゲームが普及すれば、ゲームはインターネット トラフィックの主要カテゴリになる可能性があります。
- ・ **仮想現実 (VR) と拡張現実 (AR)** : 個人ユーザが新しいハードウェアを使用できるようになったこと、および利用できるコンテンツの数が増加していることから、VR と AR は著しく成長しています。仮想現実アプリケーションと拡張現実アプリケーションに伴うトラフィックは、2021 年までに 20 倍にまで増加すると見込まれています。この成長は、主に仮想

現実の大きなコンテンツ ファイルやアプリケーションのダウンロードによるものですが、不確定要因として重視すべきなのが仮想現実ストリーミングです。これは、このストリーミングが普及すれば、予想をさらに上回る成長が実現する可能性があるためです。

- ・ **イマーシブ ビデオ**: 新たに出現したこの種のトラフィックは、高帯域幅を消費するため、ネットワーク設計にも大きな影響を与えます。Facebook などのソーシャル メディアプラットフォームは、360 度対応のイマーシブ ビデオに対するサポートを開始しています。複数のカメラ アングルを統合して 1 つのビデオ ストリームを形成し、視聴者は好みの角度から画面を見ることができます。この種のビデオは、従来の HD ビデオと比べて 3 ~ 10 倍のビット レートを生成する可能性があります。
- ・ **ビデオ監視**: 新しいインターネット接続のビデオ監視カメラは、リモートでの監視を目的として、ビデオ ストリームを常時クラウドにアップロードします。各カメラからビデオ トラフィックが常時送信されるため、ビデオ監視はすでにインターネット トラフィック全体に影響を及ぼしています。ビデオ監視は現在インターネット ビデオ トラフィックの 3 % を占めており、2021 年には 15 倍の 13 % に達する見込みです。このようなデバイスが今後 5 年間で大規模な市場を構築すると、ビデオ カメラによるトラフィックの大幅増が考えられます。たとえば混雑地域を FHD で監視する場合、カメラごとに最大で月間 300 GB のトラフィックを生成する可能性があります。

関連情報

シスコによる IP トラフィック予測の詳細については、『Cisco Visual Networking Index (VNI) : 予測と方法論、2016 ~ 2021 年』を参照してください。また、www.cisco.com/go/vni で、その他のリソースや最新情報をご覧ください。地域別、国別、アプリケーション別、エンドユーザ セグメント別に独自の概要および予測グラフを作成できる、対話形式のツールがいくつかあります。[Cisco VNI Highlights ツール](#) [英語]、[Cisco VNI Forecast Widget ツール](#) [英語] を参照してください。お問い合わせは traffic_inquiries@cisco.com 宛にお送りください。

Appendix: シスコによる全世界の IP トラフィック予測

表 8 は全世界の IP トラフィックに対するシスコの予測をまとめたものです。詳細およびその他の表については、『Cisco Visual Networking Index (VNI) : 予測と方法論、2016 ~ 2021 年』を参照してください。

表 8. 全世界の IP トラフィック (2016 ~ 2021 年)

IP トラフィック (2016 ~ 2021 年)							
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	CAGR (2016 ~ 2021 年)
タイプ別 (PB/月)							
固定インターネット	65,942	83,371	102,960	127,008	155,121	187,386	23 %
マネージド IP	22,911	27,140	31,304	35,226	38,908	42,452	13 %
モバイル データ	7,201	11,183	16,646	24,220	34,382	48,270	46 %
セグメント別 (PB/月)							
コンシューマ	78,250	99,777	124,689	154,935	190,474	232,655	24 %
ビジネス	17,804	21,917	26,220	31,518	37,937	45,452	21 %
地域別 (PB/月)							
アジア太平洋	33,505	43,169	54,402	68,764	86,068	107,655	26 %
北米	33,648	42,267	51,722	62,330	73,741	85,047	20 %
西ヨーロッパ	14,014	17,396	21,167	25,710	30,971	37,393	22 %
中央および 東ヨーロッパ	6,210	7,451	8,940	11,016	13,781	17,059	22 %
中南米	5,999	7,502	9,141	10,861	12,909	15,464	21 %
中東および アフリカ	2,679	3,910	5,538	7,773	10,941	15,490	42 %
合計 (PB/月)							
総 IP トラフィック	96,054	121,694	150,910	186,453	228,411	278,108	24 %

出典: Cisco VNI, 2017 年

定義

- ・ **コンシューマ**: 家庭、大学、インターネット カフェで生成された固定 IP トラフィック
- ・ **ビジネス**: 企業および政府機関で生成された固定 IP WAN またはインターネット トラフィック (バックアップ トラフィックを除く)
- ・ **モバイル**: 2G、3G、または 4G モバイル アクセス テクノロジーを介して送受信されるインターネット トラフィック
- ・ **インターネット**: インターネット バックボーンを通過するすべての IP トラフィック
- ・ **非インターネット IP**: 企業の IP WAN トラフィック、テレビおよび VoD の IP トランスポート、「閉じられた環境」でのモバイルのトラフィック