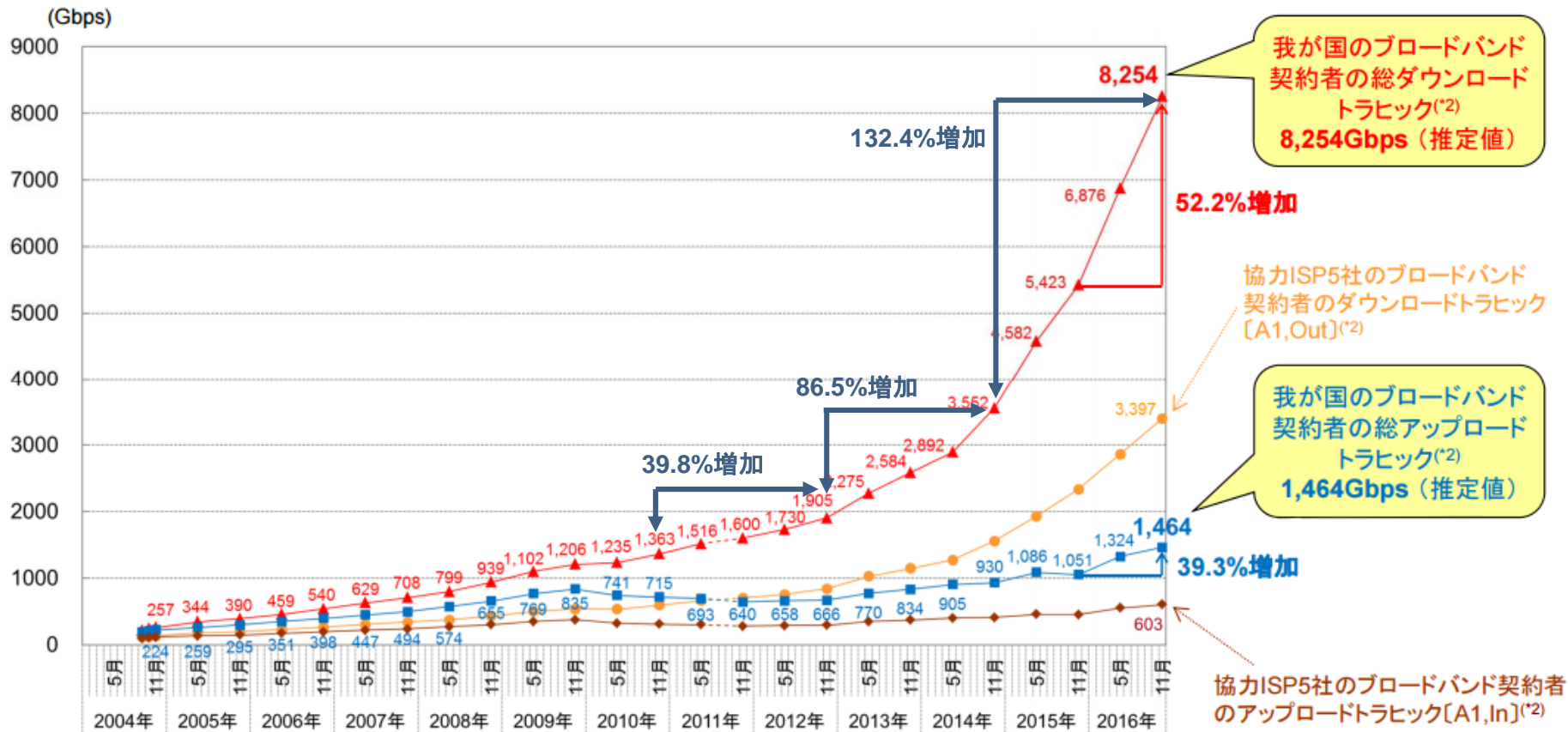


国内外のトラヒック予測及びその周辺動向のご紹介

2017年2月20日

我が国のブロードバンド契約者の総トラフィック

- ブロードバンドサービス契約者数の総ダウンロード／アップロードトラフィックは、約8.3Tbps／約1.5Tbps（推定）
- アップロード／ダウンロードともに増加率自体が経年で大きくなっている状態



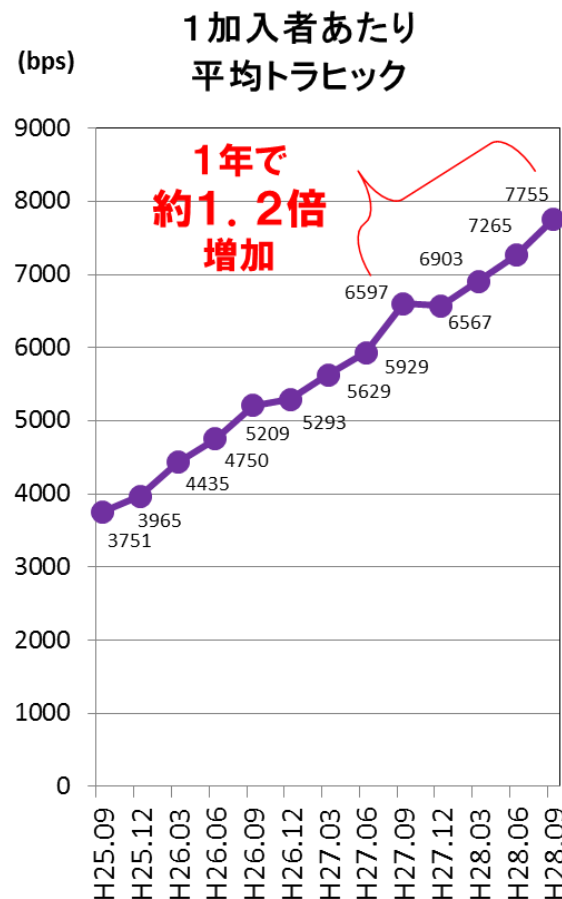
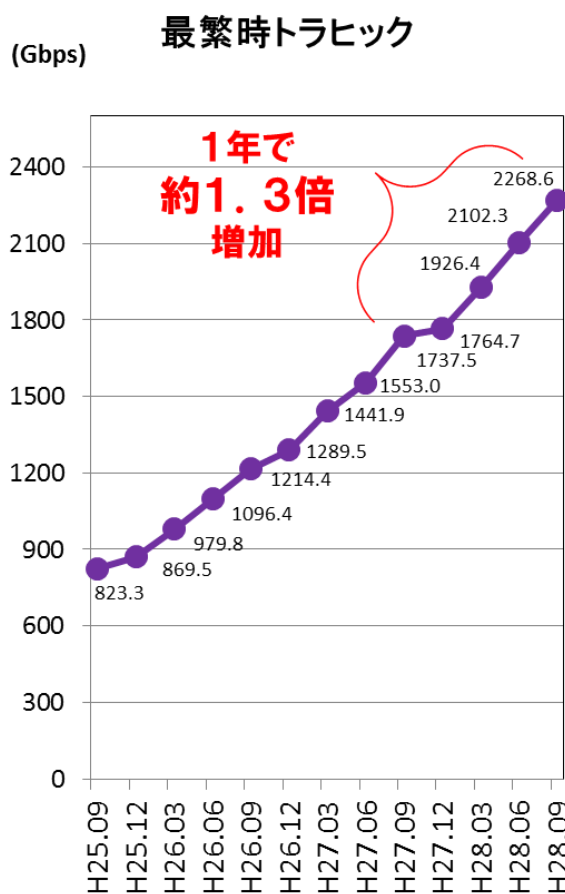
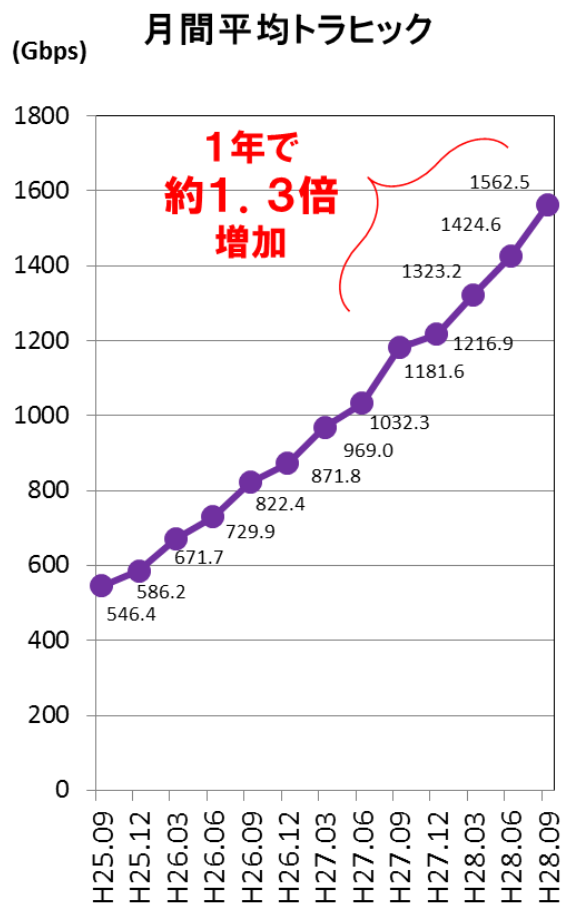
(*1) FTTH, DSL, CATV, FWA

(*2) 2011年5月以前は、一部の協力ISPとブロードバンドサービス契約者との間のトラフィックに携帯電話網との間の移動通信トラフィックの一部が含まれていたが、当該トラフィックを区別することが可能となったため、2011年11月より当該トラフィックを除く形でトラフィックの集計・試算を行うこととした。

出典：総務省「我が国のインターネットにおけるトラフィックの集計結果(2016年11月分)」

我が国の移動通信トラフィックの推移

- 移動通信トラフィックは、月平均で1,562.5Gbps(下り1.345.0Gbps/上り217.5Gbps)(2016年9月時点)
- 最繁時トラフィックは2,268.6Gbpsであり、1加入者あたり平均トラフィックは7,755bps



出所)総務省「我が国の移動通信トラフィックの現状(平成28年9月分)」

英国におけるブロードバンドトラフィックの概況

【固定系ブロードバンド】

- 2016年6月の月間トラフィック総量は、2,750PB (8,488Gbps相当)
- 世帯1ヶ月あたりの平均データ量は、2016年6月に132GBとなっており、前年／一昨年比で36.1%／127.6%増となっている。

【移動系ブロードバンド】

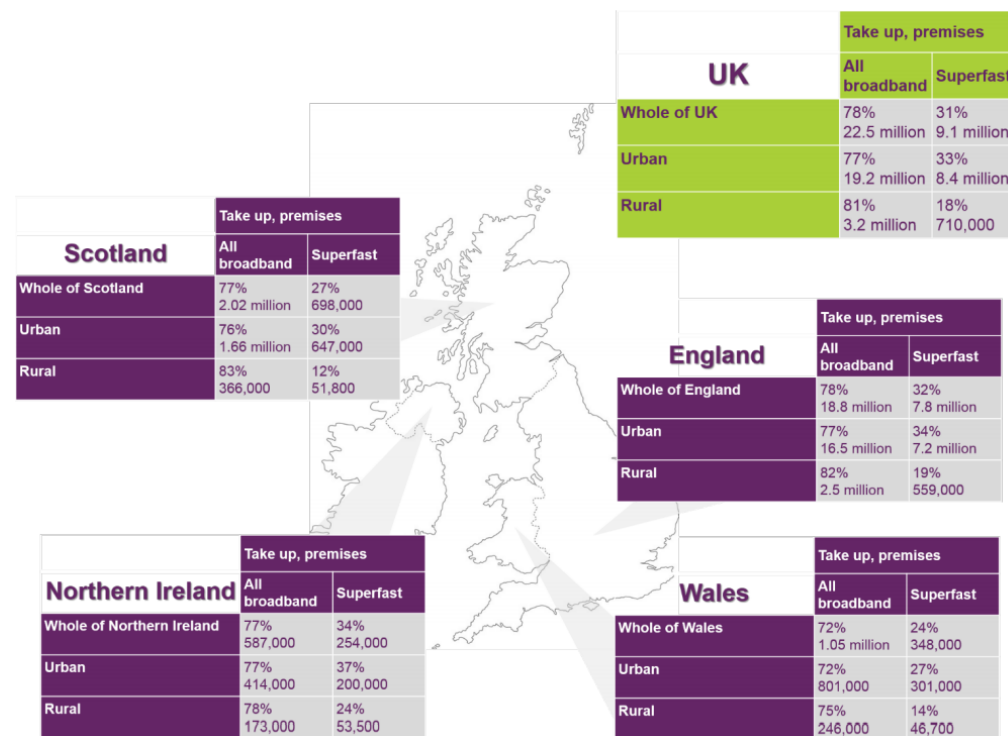
- 2016年6月の月間トラフィック総量は、105.5PB (326Gbps相当)であり、前年比44.7%増となっている。
- ⇒ 固定系は日本とほぼ同じトラフィック量であるが、移動系は約1/5程度のトラフィック量

固定系ブロードバンド環境の概況

		2014	2015	2016
全体	月間トラフィック総量[PB]	N/A	N/A	2,750
	平均データ量/月/世帯[GB]	58	97	132
	平均ダウンロード速度[Mbps]	23	29	37
	平均アップロード速度[Mbps]	N/A	4	4
30Mbps以上	年間トラフィック総量[PB]	N/A	N/A	1,434
	平均データ量/月/世帯[GB]	N/A	112	169
	平均ダウンロード速度[Mbps]	54	65	74

移動系ブロードバンド環境の概況

		2014	2015	2016
全体	アクティブ接続数[百万]	83.2	83.7	83.6
	月間トラフィック総量[PB]	44.3	72.9	105.5
	平均データ量/月/SIM[GB]	0.53	0.87	1.3



出所) Ofcom "Connected Nations 2015" 及び "Connected Nations 2016"

主要国におけるブロードバンドトラフィックの概況

- Akamaiのレポートによれば、2016年第1四半期におけるブロードバンドの1人あたり平均／ピーク接続速度は、グローバルで、それぞれ6.3Mbps／34.7Mbpsであり、それぞれ前年度比23%、14%で増加
- 平均接続速度は、上位10ヶ国・地域において、前年度比約20%以上増速している状況
- ピーク接続速度は、上位10ヶ国・地域において、80Mbpsを超えている状況であり、前年度比約20%以上増速している状況

国・地域別平均接続速度

	Country/Region	Q1 2016 Avg. Mbps	QoQ Change	YoY Change
-	Global	6.3	12%	23%
1	South Korea	29.0	8.6%	24%
2	Norway	21.3	14%	68%
3	Sweden	20.6	8.3%	32%
4	Hong Kong	19.9	19%	19%
5	Switzerland	18.7	12%	25%
6	Latvia	18.3	9.8%	33%
7	Japan	18.2	4.6%	20%
8	Netherlands	17.9	5.5%	20%
9	Czech Republic	17.8	12%	31%
10	Finland	17.7	6.9%	30%

国・地域別ピーク接続速度

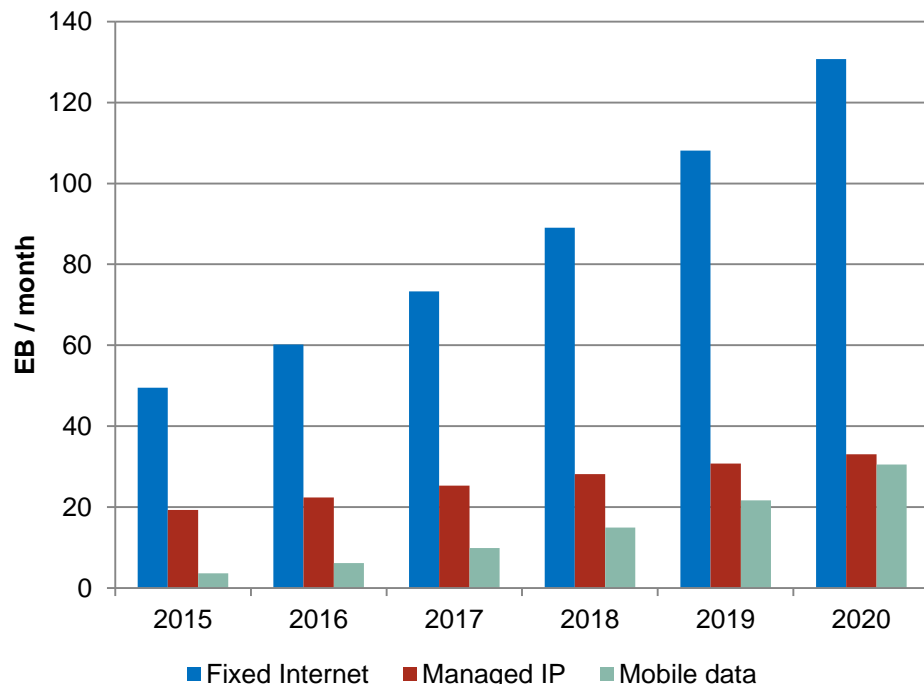
	Country/Region	Q1 2016 Peak Mbps	QoQ Change	YoY Change
-	Global	34.7	6.8%	14%
1	Singapore	146.9	8.3%	49%
2	Hong Kong	110.3	4.9%	19%
3	Indonesia	110.2	38%	535%
4	South Korea	103.6	8.7%	32%
5	Qatar	89.2	15%	27%
6	Macao	85.9	3.3%	48%
7	Japan	84.6	2.0%	21%
8	Taiwan	83.1	5.4%	20%
9	Romania	82.4	12%	20%
10	Mongolia	80.4	2.0%	17%

出所) akamai's [state of the internet] Q1 2016 report

将来的なトラフィック需要の予測

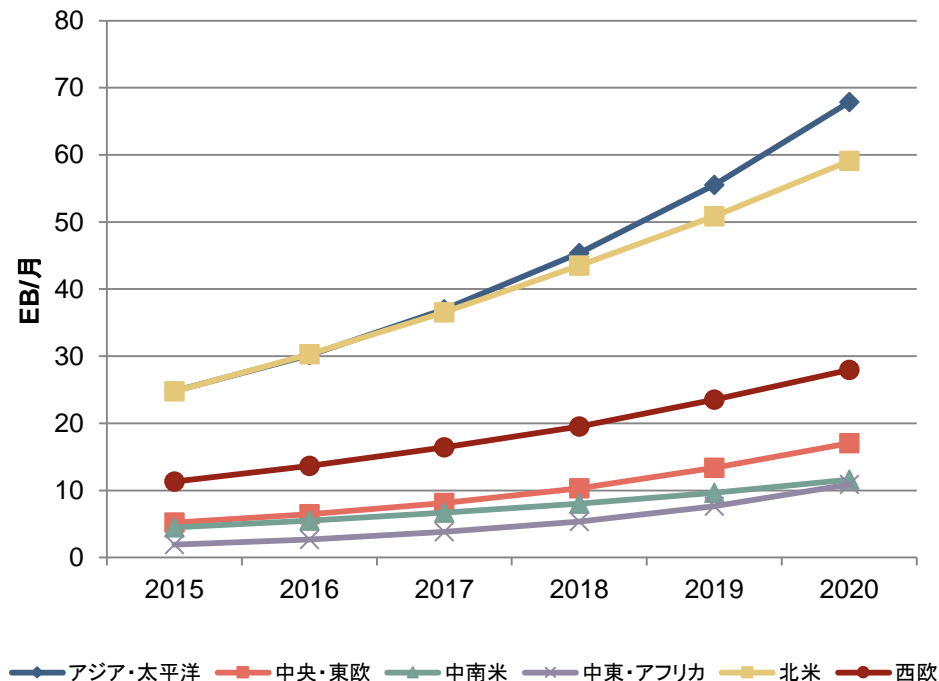
- Ciscoのレポートによれば、グローバルの年間IPトラフィックは、2020年には約2.3ZBに到達することが予想されており、これは2015年の約3倍である。
- 2020年には月間トラフィック量は、IPトラフィック全体で約194EB/月 (約600Tbps相当) となり、そのうち固定インターネットが約130EB/月 (約403Tbps相当)、モバイルデータが約31EB/月 (約94Tbps相当)となる。年平均成長率は、固定インターネットで約21.4%、モバイルデータで約52.7%となる。

タイプ別グローバルIPトラフィックの予測



出所) Cisco : "Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2015-2020" (2016), MRI作成

地域別グローバルIPトラフィックの予測



主要国におけるブロードバンドトラフィックの概況

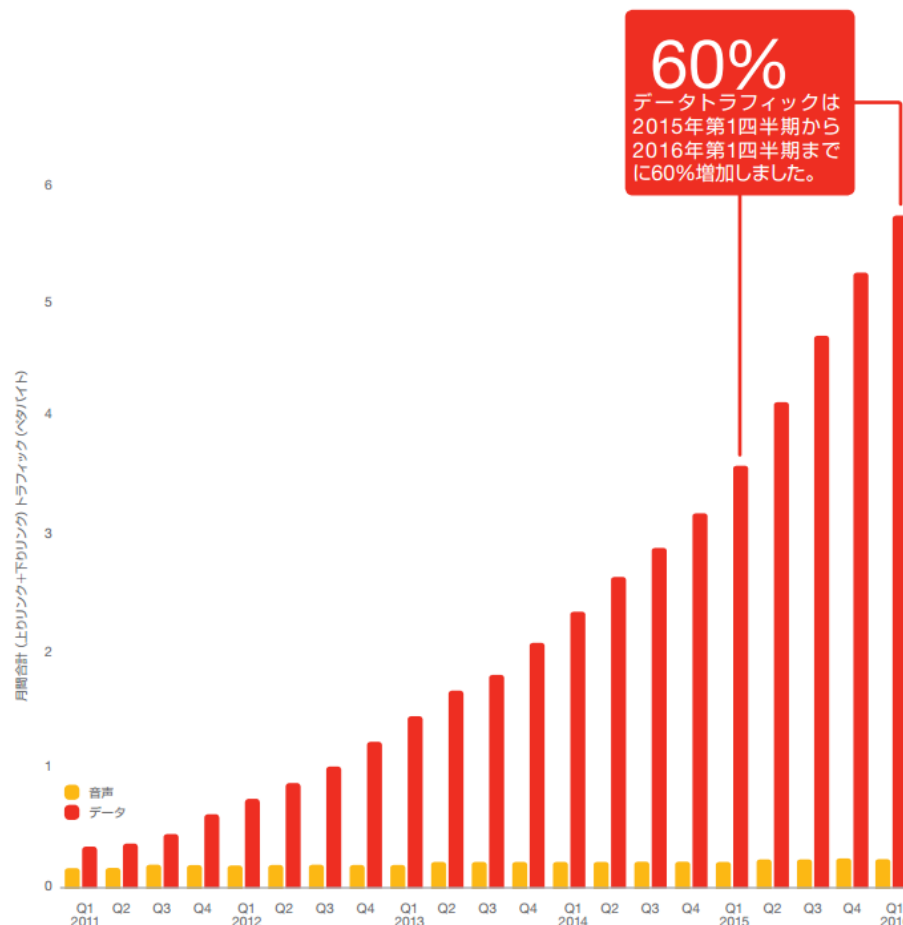
- Ericssonの発表によれば、2021年時点でのグローバルでの携帯電話加入者数は、90億になることが予想されており、それに付随して発生するトラフィック量は、グローバルでモバイルで52EB/月 (160Tbps)、有線で150EB/月 (463Tbps)になることと予想
- 移動系(スマートフォン)の端末あたりトラフィック量は、西欧、米国で、それぞれ18GB/月、22GB/月になると予想

モバイル加入契約数	2014	2015	2021 予測	CAGR 2015~2021	単位
全世界のモバイル加入契約数	7,100	7,300	9,000	5%	100万
> スマートフォン加入契約数	2,600	3,200	6,300	10%	100万
> モバイルPC、タブレット、 モバイルルーター* 加入契約数	250	250	300	5%	100万
> モバイルブロードバンド加入契約数	2,900	3,500	7,700	15%	100万
> GSM/EDGEのみのモバイル加入契約数	4,000	3,600	1,200	-15%	100万
> WCDMA/HSPAモバイル加入契約数	1,900	2,100	3,100	5%	100万
> LTEモバイル加入契約数	500	1,100	4,300	25%	100万
> 5Gモバイル加入契約数			150		100万

トラフィック概観**	2014	2015	2021 予測	CAGR 2015~2021	単位
> スマートフォン1台あたりの月間データトラフィック	1.0	1.4	8.9	35%	GB/月
> モバイルPC1台あたりの月間データトラフィック	3.9	5.8	20	25%	GB/月
> タブレット1台あたりの月間データトラフィック	1.8	2.6	10	25%	GB/月
月間モバイルデータトラフィック合計	3.2	5.3	52	45%	EB/月
月間固定データトラフィック合計	50	60	150	20%	EB/月

モバイルトラフィックの増加予測	倍率 2015~2021	CAGR 2015~2021
モバイルデータ合計	10	45%
> スマートフォン	12	50%
> モバイルPC	2	15%
> タブレット	6	35%

スマートフォン1台あたりの 月間データトラフィック	2015	2021	単位
> 西ヨーロッパ	1.9	18	GB/月
> 中央ヨーロッパ・東ヨーロッパ	1.4	11	GB/月
> 中東・アフリカ	1.0	6.0	GB/月
> アジア太平洋	1.0	6.5	GB/月
> 北米	3.7	22	GB/月
> ラテンアメリカ	1.2	7.0	GB/月

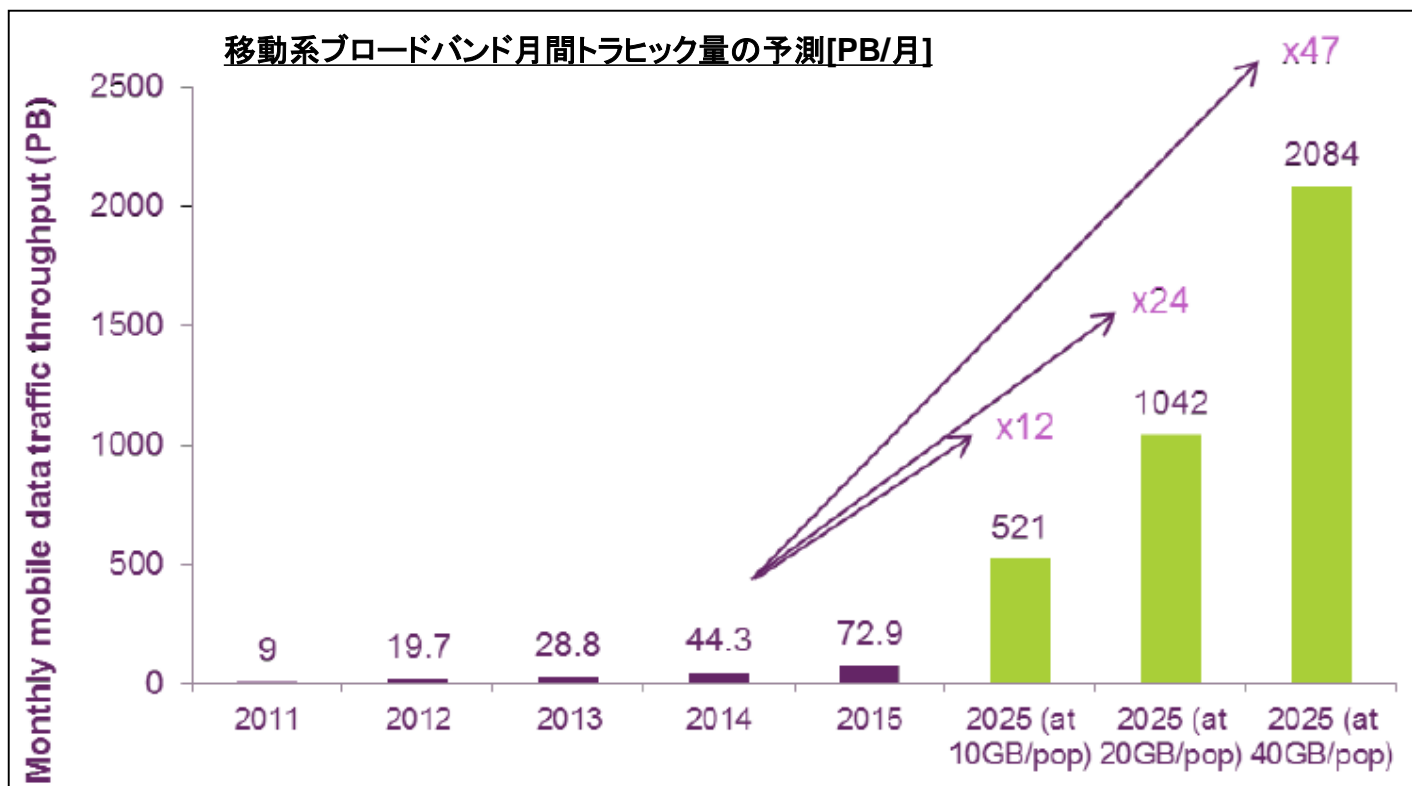


出所) Ericsson Mobility Report (Nov., 2016)

<http://www.ericsson.co.jp/communication/upload/EMR%20June%202016%20JP.pdf>

英国における移動系ブロードバンドトラフィックの予測

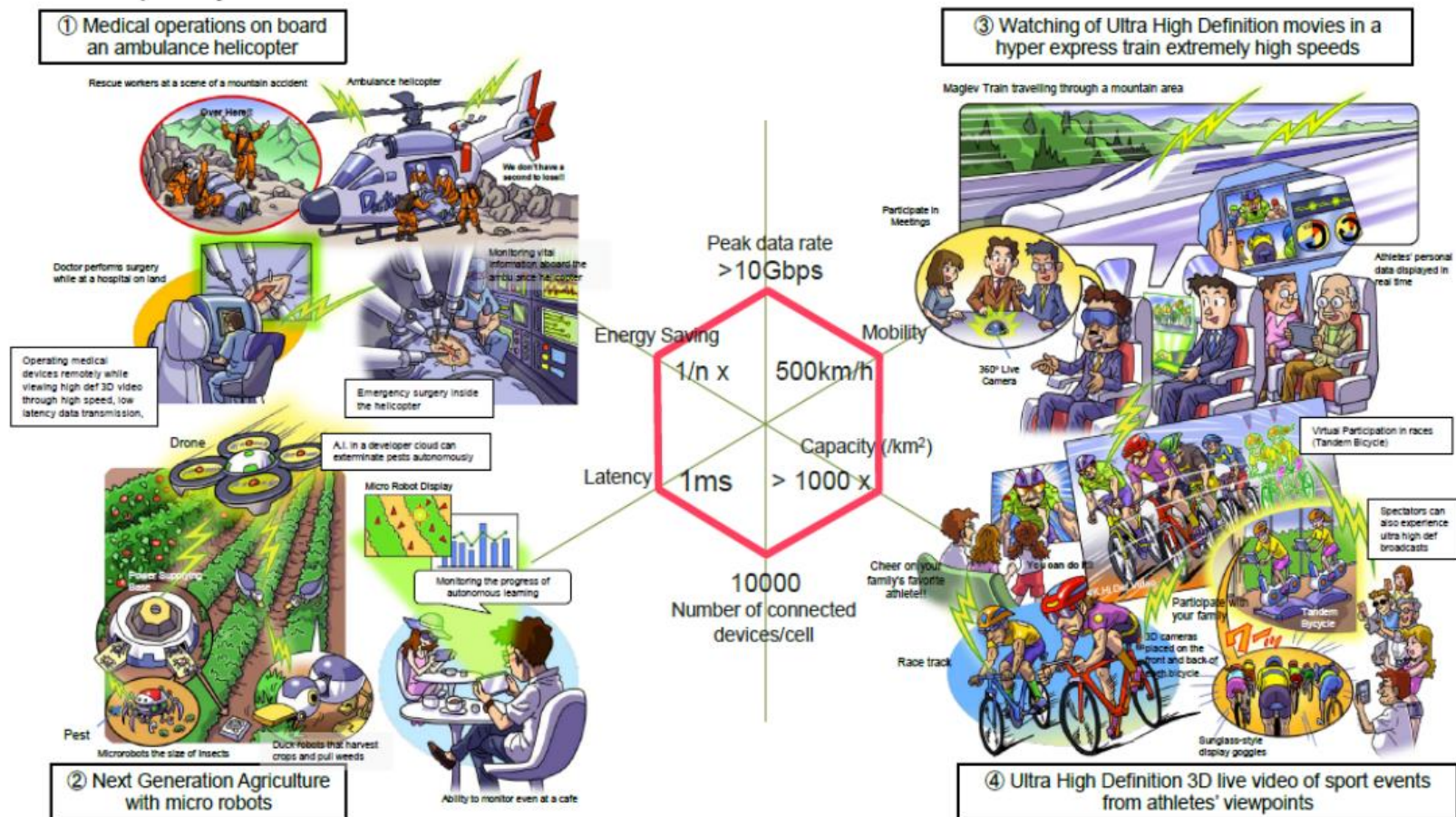
- Ofcomでは、5Gの導入等を踏まえ、2025年の移動系ブロードバンドトラフィックの予測を3つのシナリオに基づき予測している。(シナリオは、周波数の割当戦略等)
- 3つのシナリオでは、成人1人あたりの移動系ブロードバンドトラフィックが10GB/月、20GB/月、40GB/月になるとしており、これに基づくと、移動系ブロードバンドの月間総トラフィック量は、それぞれ約521[PB/月] (約1.6Tbps相当)、約1,024[PB/月] (3.2Tbps相当)、約2,084[PB/月] (約6.4Tbps相当)となる。



出所) Ofcom : "Mobile Data Strategy" (June 2016)

今後実現が見込まれる新しいサービス

- 5GMFが公表しているホワイトペーパーによれば、5Gの活用が期待されるサービスとしては、例えば、以下に示すようなものが存在する。
- 例えば、災害時における遠隔医療、ロボット手術等、超高速移動時における動画視聴／遠隔会議、超高臨場感での映像視聴、IoT技術等を活用した農業等がユースケースとして示されている。

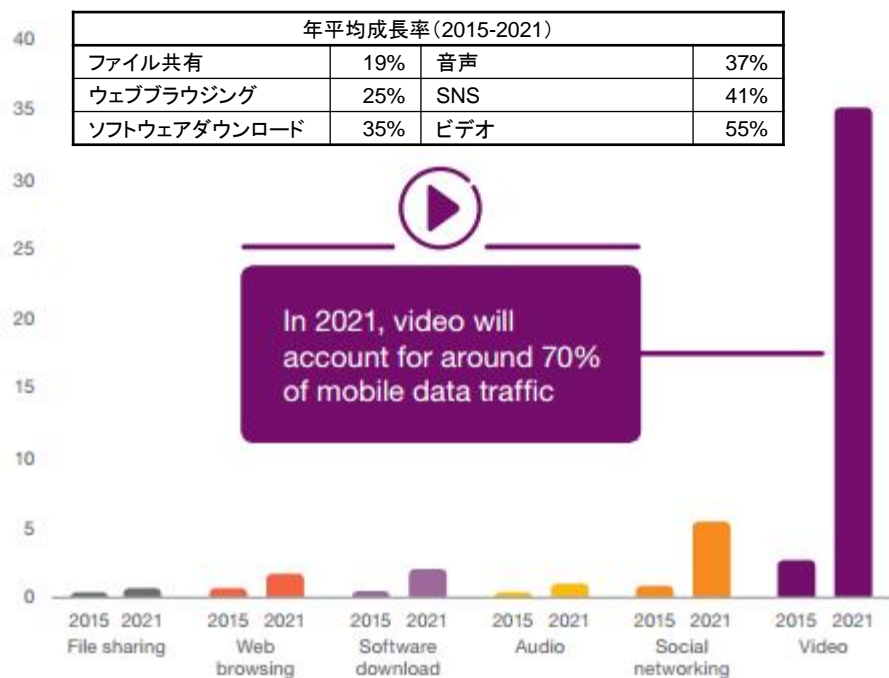


出所)5GMF White Paper 第1.01版

新サービスの創出等を考慮した将来トラフィック予測

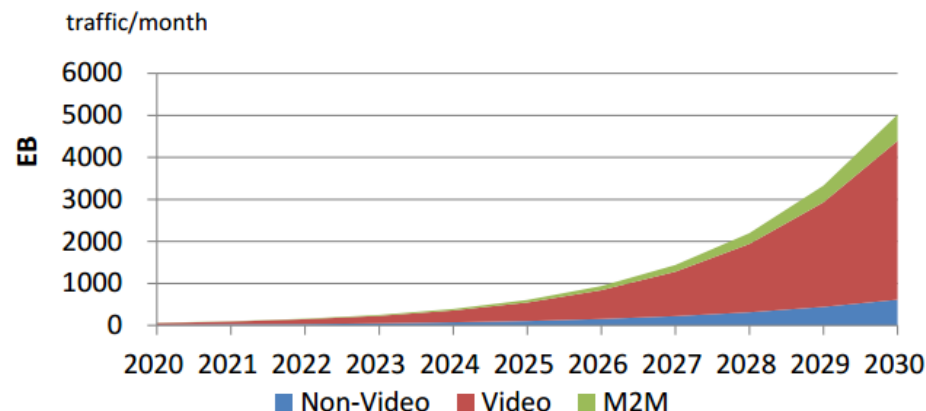
- エリクソンの予測によれば、アプリケーション別のモバイルデータトラフィックの2015-2021年の年平均成長率を見ると、ビデオが最も高く、55%に達する。この結果、2021年にはモバイルトラフィックの全体の約70%をビデオが占めるようになる。
- ITU-R “Report ITU-R M.2370”によれば、モバイルデータトラフィックは、2020年の62[EB/月](約191Tbps相当)から、拡大を続け、2025年に607[EB/月](約1,870Tbps相当)、2030年に5,016[EB/月](約15,500Tbps相当)となる。そのうち、ビデオのトラフィック量が最も大きく、2025年に約440[EB/月](約1,350Tbps相当)、2030年に約3,760[EB/月](約11,600Tbps相当)になることが見込まれており、2030年時点では約75%程度を占めるようになる。

モバイルデータトラフィック(アプリケーション別[EB/月])[Ericsson]



出所) Ericsson Mobility Report (Nov., 2016)

モバイルデータトラフィック(データタイプ別[EB/月])[ITU-R]

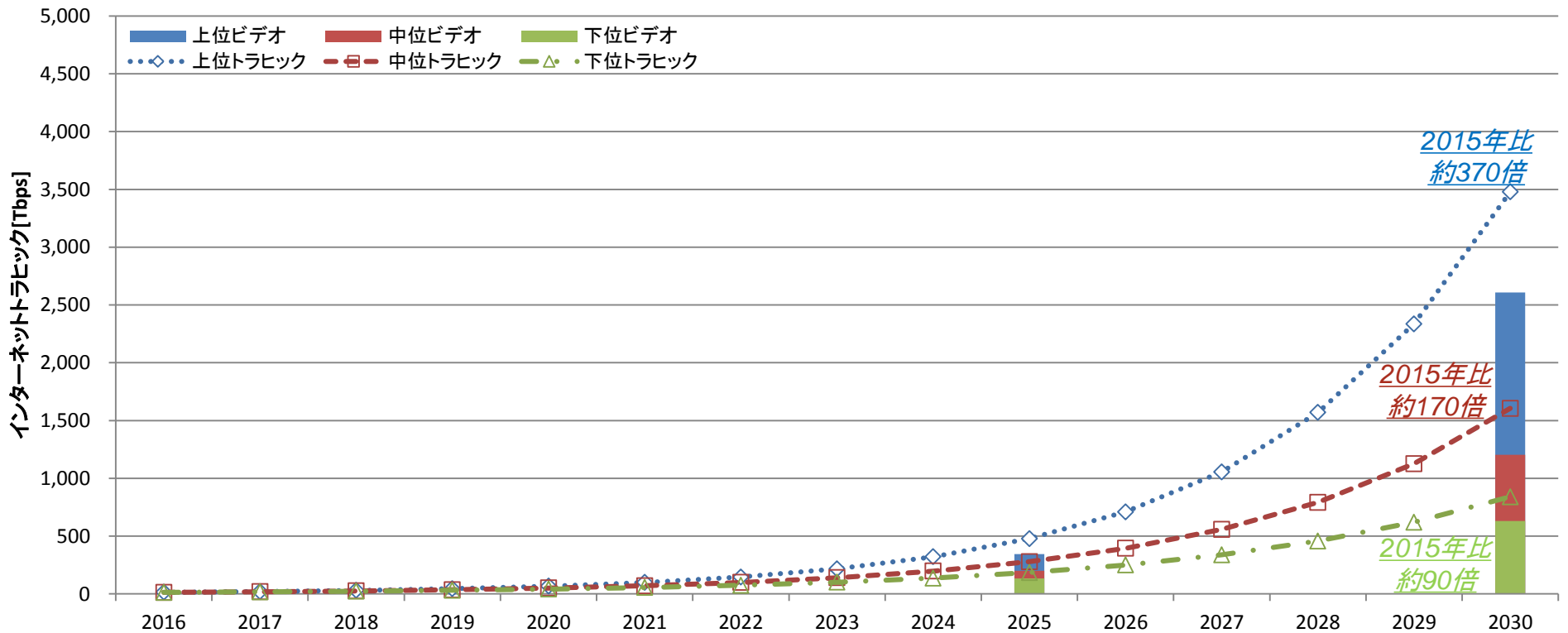


	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030
Video + Non-Video	57	91	144	226	353	543	4,394
M2M	5	8	14	23	37	64	622

出所) ITU-R “Report ITU-R M.2370”を基にMRI作成

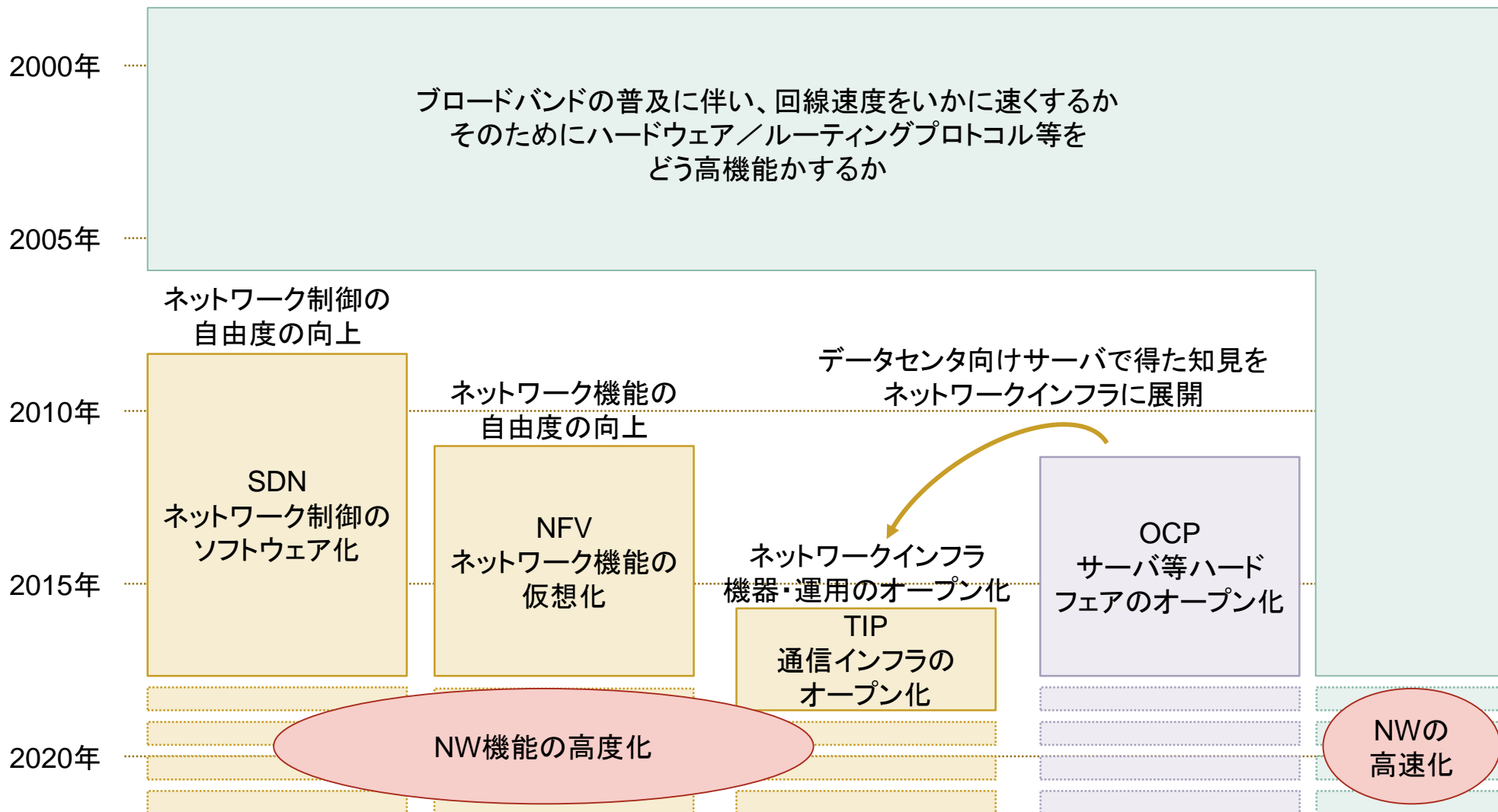
日本におけるトラフィック推計(一試算)

- 中長期的な日本におけるトラフィックとしては、上位シナリオの場合、2020年に約65Tbps (約20[EB/月]相当)、2030年に約3,500Tbps(約1,100[EB/月]相当)に達する。下位シナリオの場合であっても、2020年に約40Tbps (約13[EB/月]相当)、2030年に約840Tbps(約272[EB/月]相当)程度になることが予想される。
- 各種資料によれば、2020年時点で約7割程度、2030年時点で約7.5割程度がビデオトラフィックになることが予想されるため、上位シナリオの場合、2020年時点で約43Tbps (約14[EB/月]相当)、2030年時点で約2,600Tbps (約850[EB/月]相当)をビデオトラフィックが占めることが予想される。M2Mトラフィックは、2020年時点で約1割弱、2030年時点で1.2割程度になることが予想されており、残りが他のアプリケーションとなる。



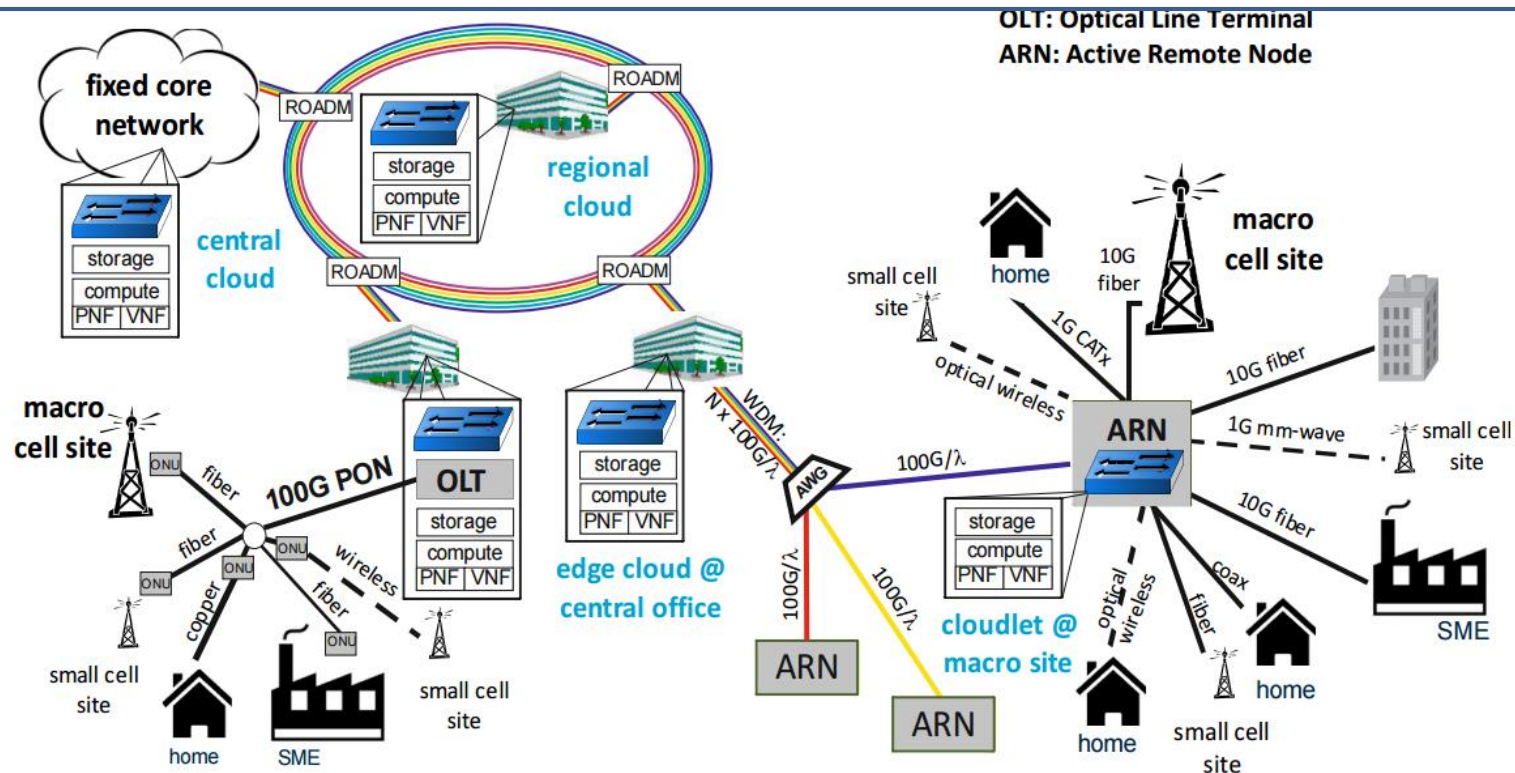
出所)各種資料よりMRI推計

通信業界(及びその周辺)で今起きていること／起こりつつあること



5G時代に向けた光の高速化に向けた取り組み

- 欧州の5G推進機関である5G PPP (Public Private Partnership)では、5Gに向けた研究開発を推進しており、5G時代における有線ネットワークの構成についても検討を行っている。
- 5Gでは有線と無線のシームレスな連携が必要とされており、その実現に向けて光回線についてはソフトウェアで光伝送を制御可能な光ファイバー技術等が必要とされている。
- メトロ、アクセスネットワークの光回線においては、PON (Passive Optical Network), ARN (Active Remote Node), MP2MP (MultiPoint-to-MultiPoint)、及びフレームベースの光交換ノード等を活用していく必要があるとされている。



出所) 5G PPP : "5G Vision – The 5G Infrastructure Public Partnership: the next generation of communication networks and services" (Feb. 2015)
Dr. Simone Redana, "View on 5G Architecture"

NW機能の高度化(SDN、NFV等)によって何が変わるか？

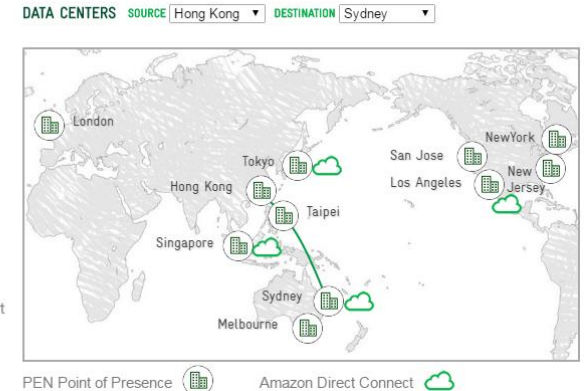
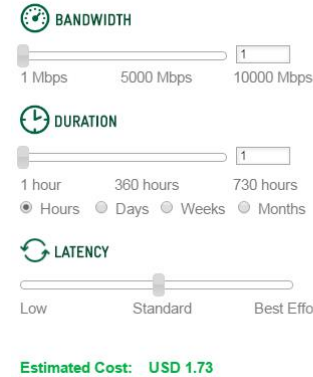
- 利用者(アプリ/サービス提供事業者やエンドユーザ)は、必要なネットワークリソース(帯域/遅延/品質要件、機能等)を、必要な時に必要なだけ利用できるようになることが期待されている。

今まで

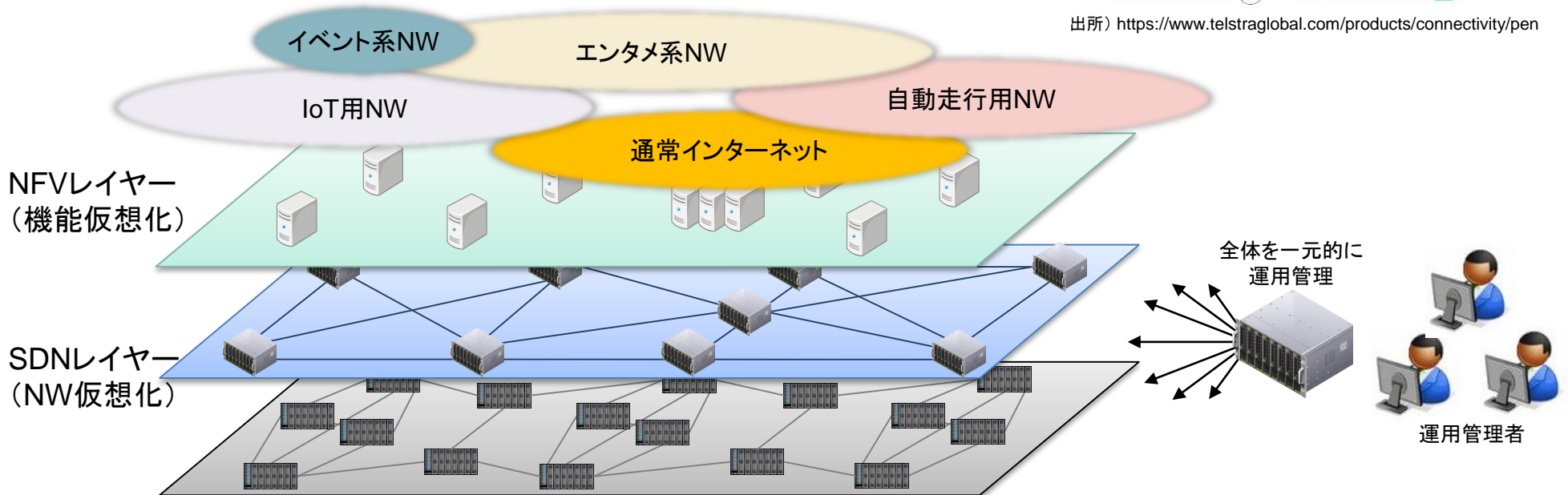
- NW構築を要求してから、実際に構築されるまで数日から数週間が必要
- 一度構築したNWの変更は大変

SDN/NFV導入後

- NWを構築したいと思ったら、数十秒から数分で構築可能
- 利用状況に応じて、リソースを柔軟に変更可能



出所) <https://www.telstraglobal.com/products/connectivity/pen>



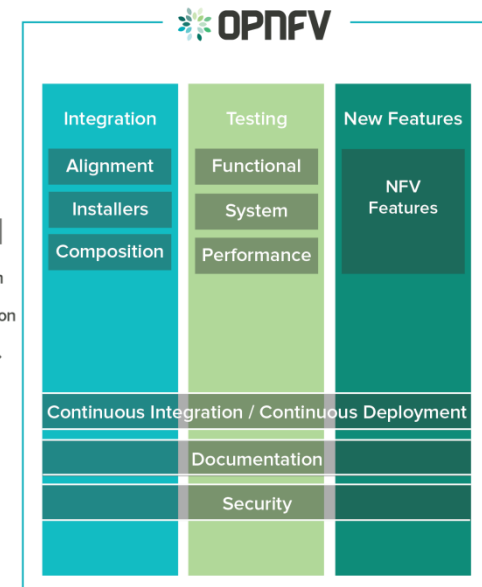
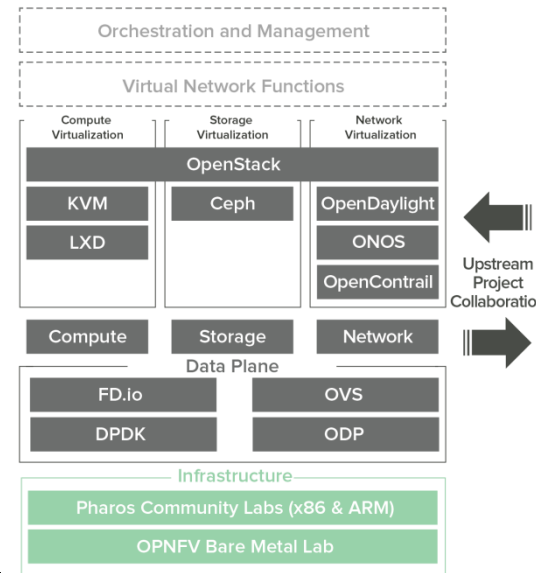
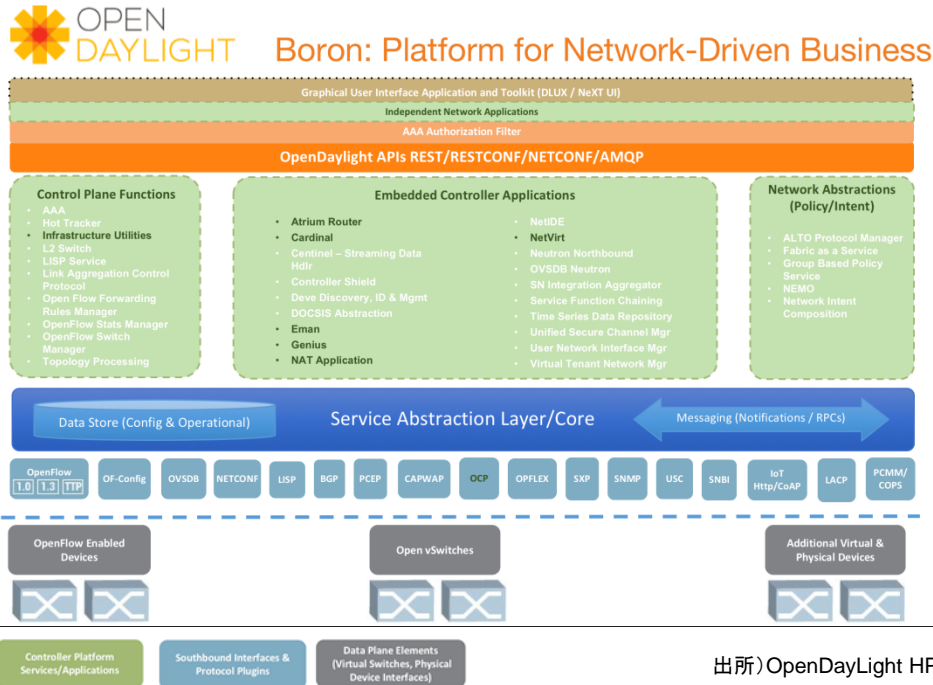
NW機能の高度化に向けた取り組み事例 ①

OpenDayLight

- OpenDayLightは、Linux Foundationによって2013年に設立された団体であり、OSSでSDN Platformの開発を進めている。ベンダー、通信事業者、クラウド事業者等が参加しており、既に国内外で、OpenDayLightを採用したSDNソリューションが商用で展開されている。
- OpenDayLightは、SDNプラットフォームという位置付けであり、下位(Southbound)に多様なネットワークを収容可能である。

OPNFV

- OPNFV (Open Platform for NFV) は、Linux Foundation協力のもと、2014年に設立されたプロジェクトであり、NFVのOSS実装を進めている。
- 従来、通信事業者が専用通信設備で行ってきた通信処理を、汎用ハードウェア上で仮想化技術も活用し提供するための取り組みである。エッジコンピューティング等への活用も期待されている。



注)他にも多数のSDN/NFV関連のOSS (Open Source Software) が公開されているが、ここでは代表的なものとして、OpenDayLight、OPNFVを取り上げた。

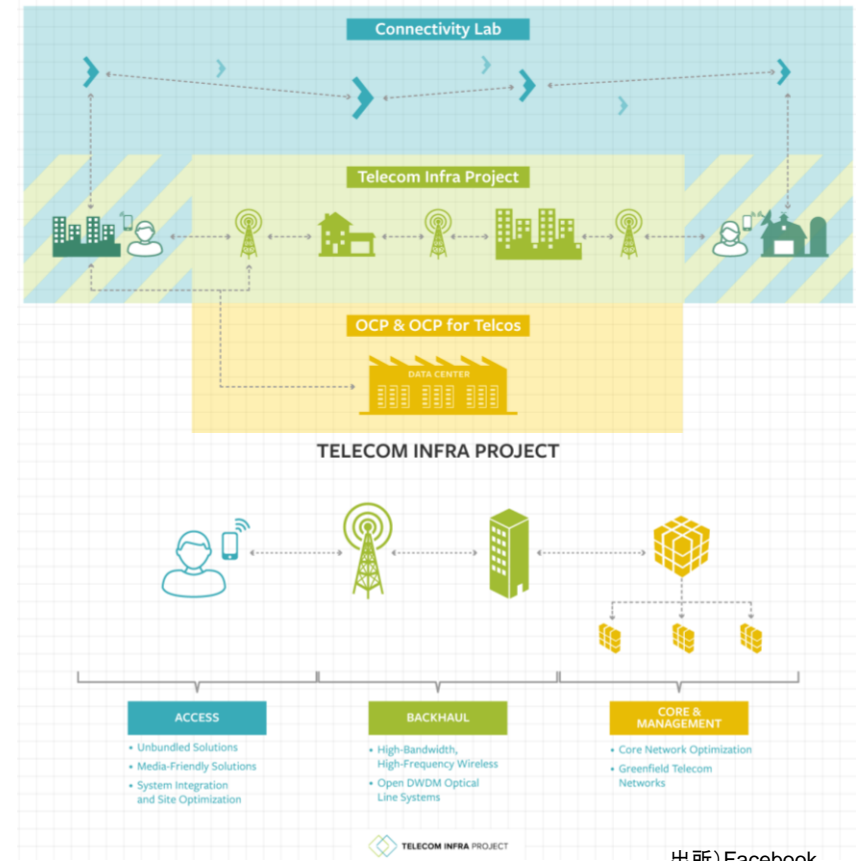
NW機能の高度化に向けた取り組み事例 ②

Telecom Infra Project (TIP)

- Telecom Infra Projectは、2016年にFacebookが主導して設立された組織であり、特に携帯通信事業者等が、オープンなハードウェアでインフラを構築・運用できるようになることを目的として活動を行っている。Facebookは、2011年にサーバ等のハードウェアの設計図や仕様のオープンソース化を推進する組織として、OCP (Open Compute Project) を立ち上げており、そこで得た知見・ノウハウを通信事業者向けインフラに展開しようとしている。

TIP (Telecom Infra Project) の活動

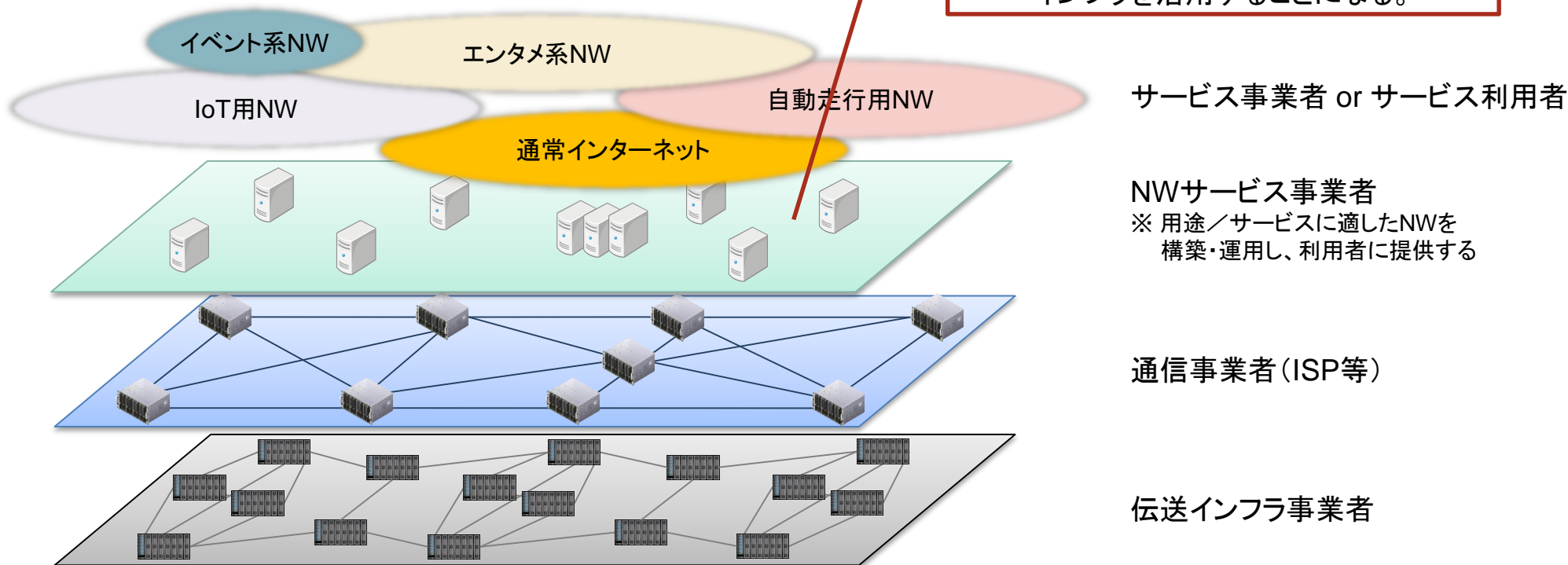
Open Access	Media-friendly Solutions	MEC (Mobile Edge Computing) のオープン・アーキテクチャ、ライブラリ、ソフトウェアを活用して、RAN (Radio Access Network) においてサービス/アプリケーションを構築・提供可能とする技術文書の提供
	Opencellular – Wireless Access Platform Design	低コストで、エネルギー効率がよく、メンテナンス容易な無線(携帯を含む)アクセスプラットフォーム及び関係技術に係るアーキテクチャ及びデザインを構築
	People and Process	事業者の主要な指標を改善させる文化的かつプロセス変革アプローチとプラクティス等を共有するためのコミュニティを構築
	System Integration and Site Optimization	地方と都市部の双方において最適で収益性の高い方法でサービスを提供するために、革新的で費用対効果の高い効率的なエンドツーエンドソリューションを活用したシステム・インテグレーションに取り組む
Backhaul	Open Optical Packet Transport	オープンなDWDMパケット転送技術を定義する。オープンなDWDMシステムには、オープンラインのシステムと制御、トランスポンダとネットワーク管理、パケット交換とルータ技術が含まれる。
Core and Management	Core network optimization	オープンコアのクラウドアーキテクチャ、ライブラリ、ソフトウェアスタック、APIを活用して、無線コアネットワークのサービス/アプリケーションのレシピを提供
	Greenfield telecom networks	ネットワークのトラフィック量を常時管理し、ネットワークの経済的に実現可能な範囲を拡大するためのソリューションを提供



今後検討が必要と思われる事項 ①

- サービス利用者視点から見ると、その基盤を提供する事業者が階層的となり、かつそれぞれの事業者が物理的なリソース(回線、NW機器、NW機能等)を相互に共有しながら、サービスを構築・運用することになる。
- 利用者に対して、適切なサービス品質を提供する役割を担う事業者が上位にシフトしていくことになることが予想されるが、適切なサービス品質を確保・提供できているかを保証・確認する仕組みが必要になっていくのではないか。

利用者に対して、サービス品質を保証する責任のある主体だが、サービス提供にあたっては、より下位の事業者に提供されるインフラを活用することになる。



今後検討が必要と思われる事項 ②

今後の方向性	問題認識・課題(案)	ポイント
<p>ソフトウェア化・オープンソース化が進み、柔軟にシステムを構築・運用可能に。DevOpsの考え方とも相まって、運用部隊と開発部隊が密接に連携しながら、ネットワークの高度化を進めて行くことに。</p>	<p>ソフトウェア化が進むことにより、バグ、セキュリティ対応が大変になるのではないか。</p>	<p>セキュリティ対策</p>
<p>利用者は、自らのニーズ(帯域、遅延、品質等)に応じて、それに最適なネットワークを、必要な時に必要なだけ利用可能に。</p>	<p>マルチレイヤーを活用して、利用者向けのネットワークを構築し、物理的リソースを共有する場合、利用者が要求した要求を適切に充足していることを担保するのが困難なのではないか。</p>	<p>品質保証</p>
	<p>物理ネットワークと論理ネットワークが分離され、かつ論理ネットワークが多層的に形成されるようになると、障害検知・原因究明が困難になるのではないか。</p>	<p>障害対応</p>
<p>利用者は、自らのニーズ(機能)に応じて、柔軟に機能を配置可能に。エッジコンピューティング等の活用により、特定の機能だけをエッジ側で提供するなども可能に。 (IoT、自動走行、映像配信等様々なニーズに柔軟に対応可能に)</p>	<p>機能が分散配置され、かつそれが動的に再配置可能になるとすると、何か問題が生じた時に、どこで障害が生じているかを究明するのが困難になるのではないか。</p>	<p>障害対応</p>
<p>ネットワークリソース／機能が仮想化され、仮想リソースを活用して、(通信インフラ事業者以外の)サービス提供事業者が自由にサービスを構築・提供可能に。</p>	<p>障害等発生時における責任分界点の考え方を整理する必要があるのではないか。</p>	<p>役割分担 責任分界</p>