



ネットワークインフラ技術の進展

- digital時代のネットワークアーキテクチャ

Miya Kohno

Distinguished Systems Engineer, Cisco Systems

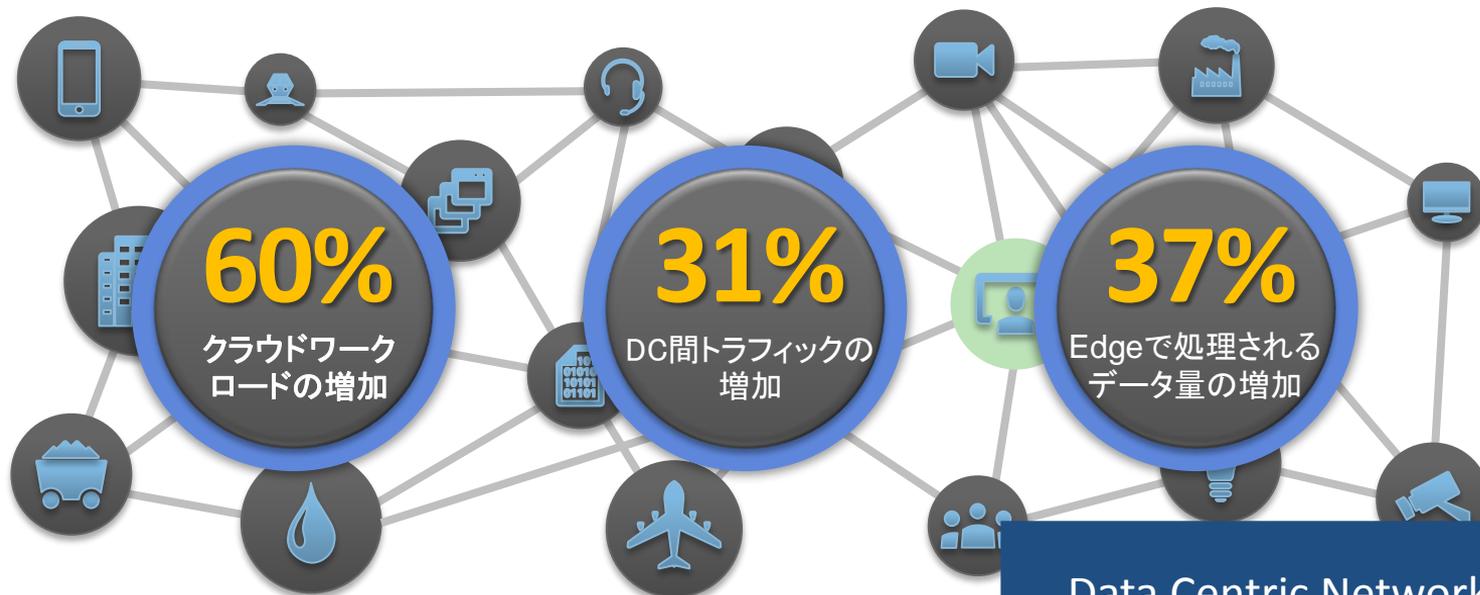
31 March 2017

デジタル時代のネットワーキング

デジタル化されるデータ量の急増

2014 - 3.4 ZB 2019 - 10.4 ZB

- 多くのものがつながる
- 多くのことが“As A Service”として提供される
- 多くのデータが照合され、統計的、人工知能的に分析される



Data Centric Networkingへ

Data Centric Networkingへ

Hardware Centric Networking



- 専用設計のアプライアンス
- 高可用性
- 高信頼性

SDN / NFV



- 仮想化・抽象化
- 論理的集中
- ルールに基づく自動化
- 迅速なプロビジョニングおよびサービス作成

Data Centric Networking



- データの偏在
- 統計と機械学習処理
- データに基づく、Reactiveで自律的な自動化
- よりきめの細かいプログラマビリティ
- 分散コンピューティングプラットフォーム

Cisco VNI (Visual Network Index)



2016 Cisco VNI Complete Forecast



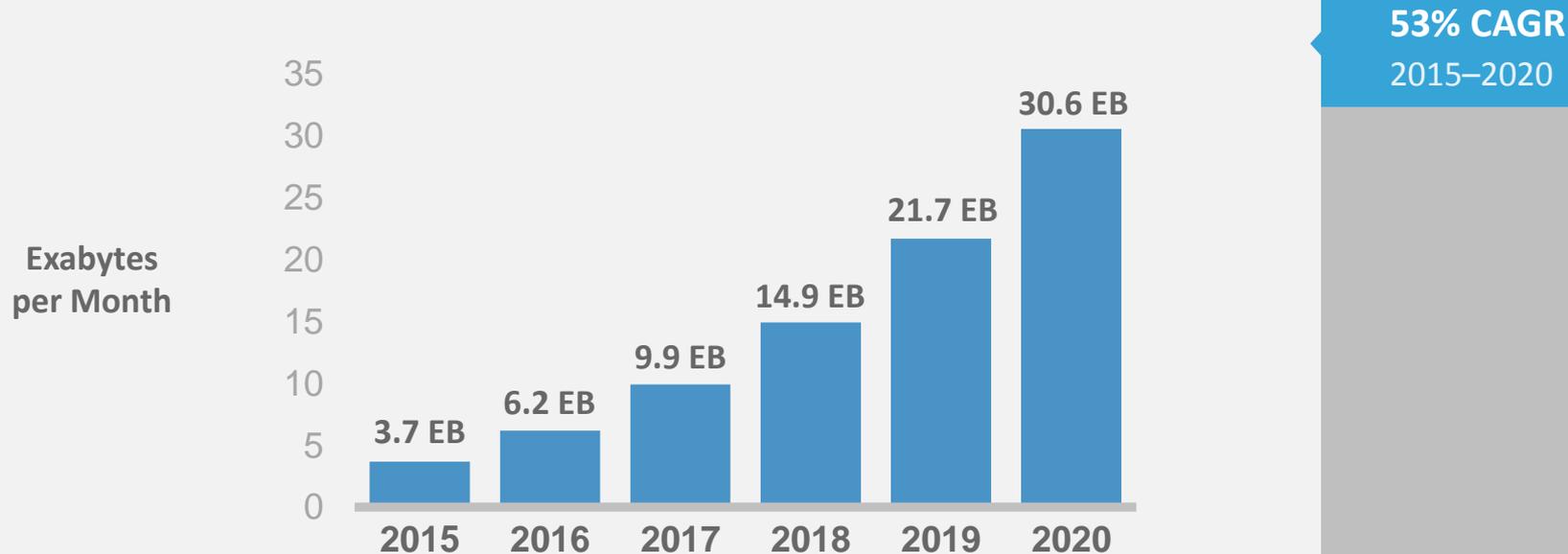
- Cisco VNIは、全世界の IP ネットワークの成長を予測することを目的とした、Cisco の継続的な取り組みである。
- トラフィック量の推移、コミュニケーション環境を変容させているサービス、およびテクノロジーのトレンドを分析する。
- 当初は社内向けであったが、2007年から一般公開を開始し、2016年で10年を迎えた。2009年からはモバイルデータトラフィック (Mobile VNI)、2010年からはデータセンター、クラウド、仮想化トラフィックの動向を分析するGCI(Global Cloud Index) の公開を開始した。
- 包括的なIPトラフィックの予測指標として、ネットワークプロバイダーだけでなく世界中の投資家やアナリスト、政府機関でも幅広く活用されている。

2016年調査からのポイント

- モバイルトラフィックの継続的増加 (CAGR > 53%)
- モバイルオフロードトラフィックの増加
 - 今回の調査で、ついにオフロードトラフィックがセルラートラフィックを上回った。世界のモバイルデバイスが生成するデータトラフィックの51% (3.9 EB/月) が、Wi-Fi などによって固定網 (有線インフラ) へオフロードされた。
 - つまり、モバイルトラフィックの増加は、そのまま固定トラフィックの増加に直結する。
- ビデオトラフィックの増加
 - ビデオトラフィックの増大傾向も続いており、今回の調査では全モバイルトラフィックの55%がビデオであった。2020年には75%に達する見込み。
- IoT/M2Mの進展
- データセンタートラフィックの進展

モバイルトラフィックの継続的増加

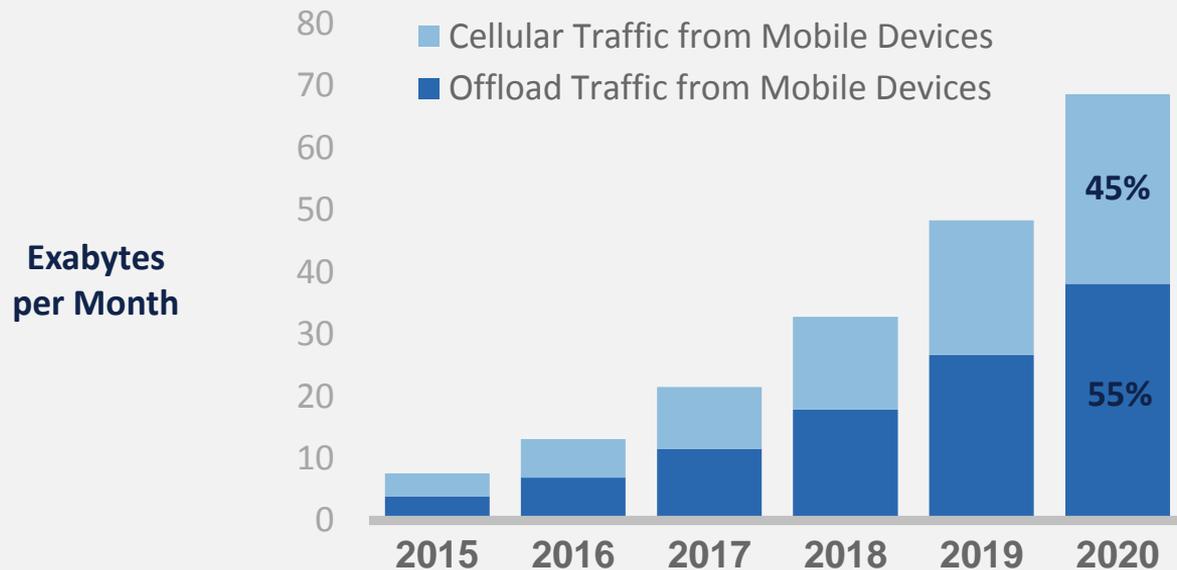
- 年率 53 %増で推移しており、2020 年には30 EB を超える見込み



Source: Cisco VNI Global Mobile Data Traffic Forecast, 2015–2020

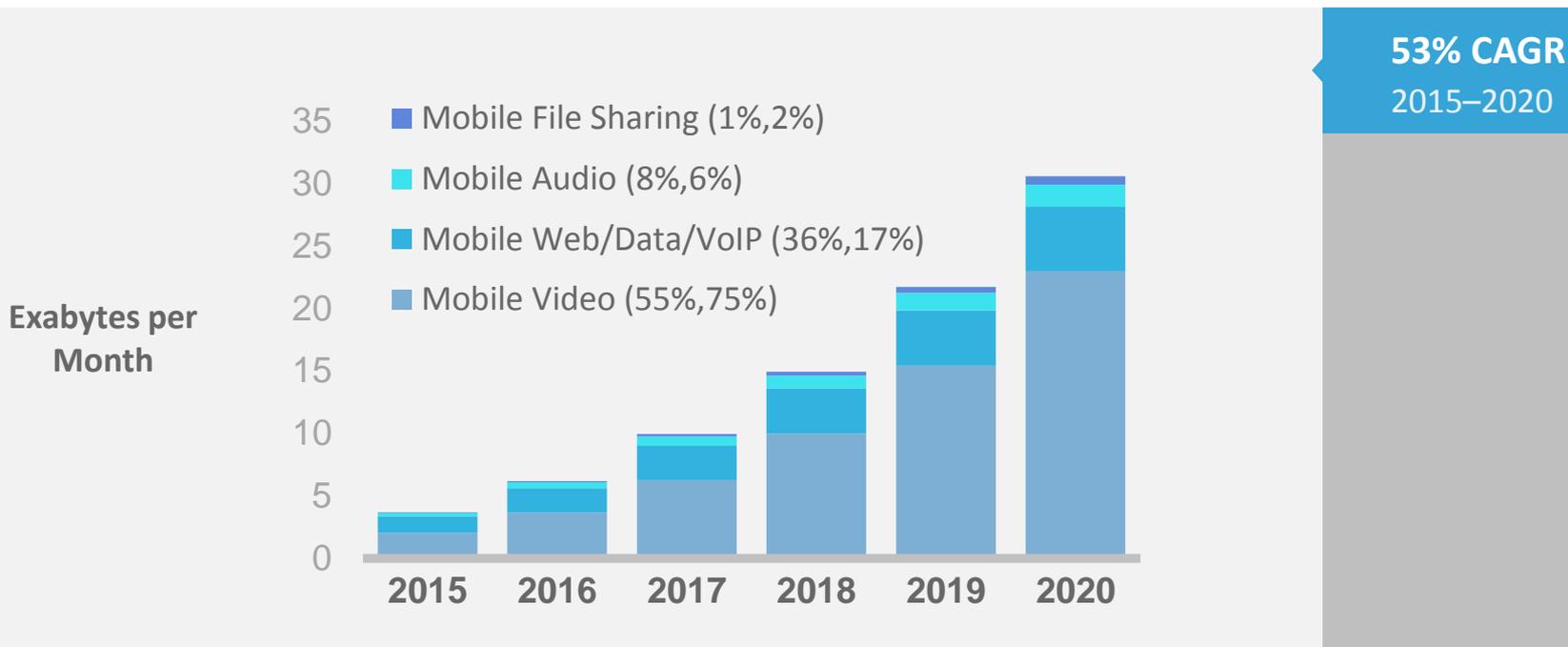
モバイル オフロード トラフィックの増加

- 今回の調査で、Wifiなどにオフロードされるトラフィック量が、セルラーのトラフィック量を上回った(51%)
- 2020年までに55%がオフロードされる見込み



ビデオトラフィックの増加

- ビデオが全トラフィック量の55%を占める。2020年には75%(23 EB)に達する見込み

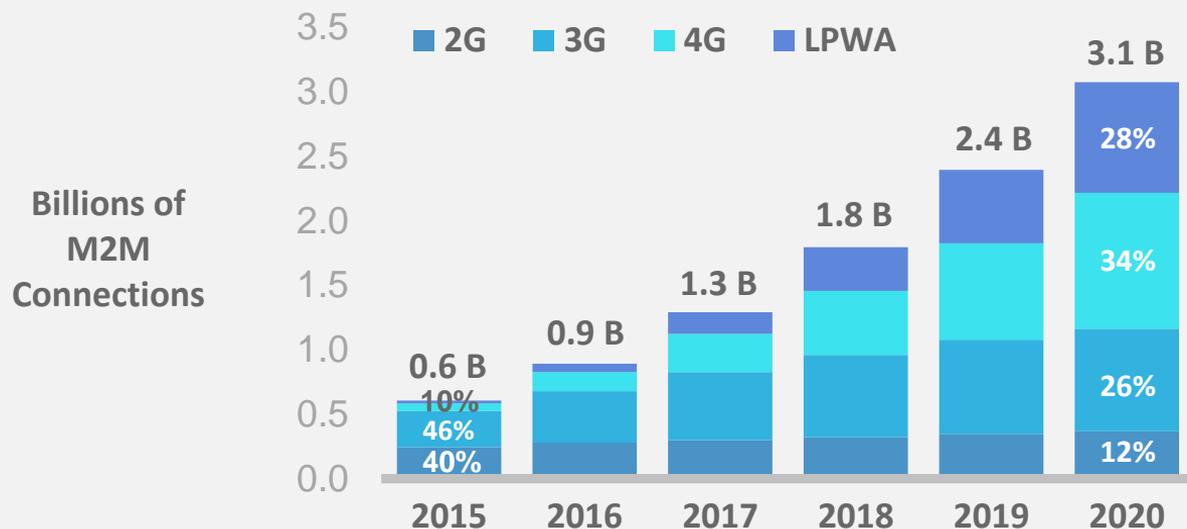


* Figures (n) refer to 2015 and 2020 mobile data traffic shares

Source: Cisco VNI Global Mobile Data Traffic Forecast, 2015–2020

IoT/M2M の進展

- IoT/M2Mの進展が見られ、2020年には接続数が5倍になる見込み



38% CAGR
2015–2020

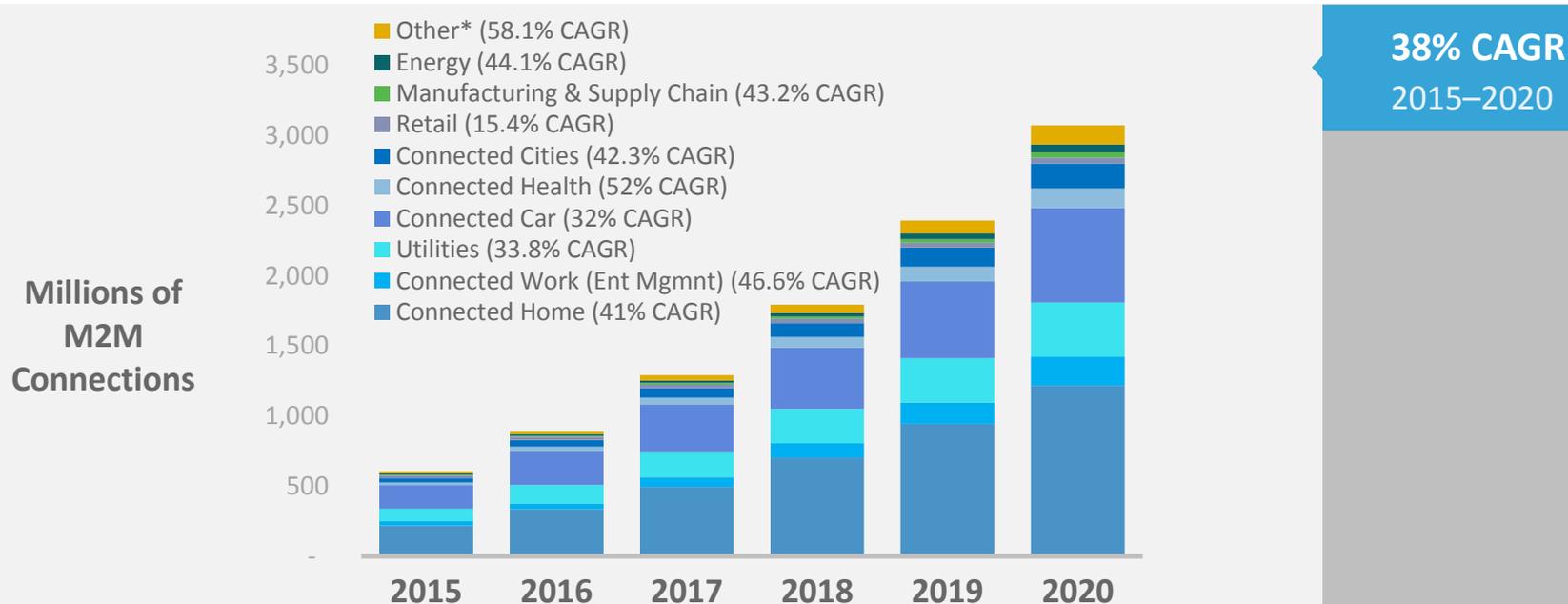
[Back to Trends Menu](#)

* In 2015, 4G accounts for 10% and LPWA accounts for 4% of global mobile M2M connections.

Source: Cisco VNI Global Mobile Data Traffic Forecast, 2015–2020

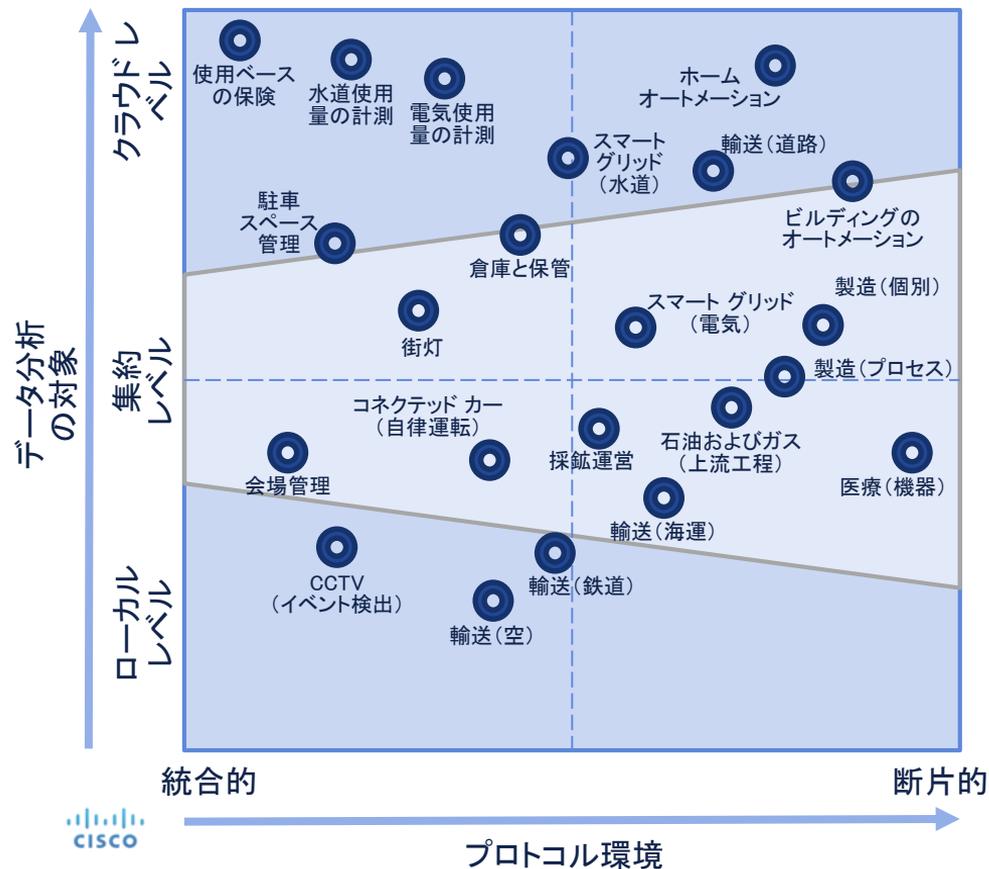
IoT/M2M の進展 - アプリケーション別

- 接続数が最も多いのはConnected Home
- 最も成長が速いと見込まれるのはConnected Health



[Back to Trends Menu](#)

IoT/M2M アプリケーションとコンピューティング



コンピューティング処理を行う場所は、

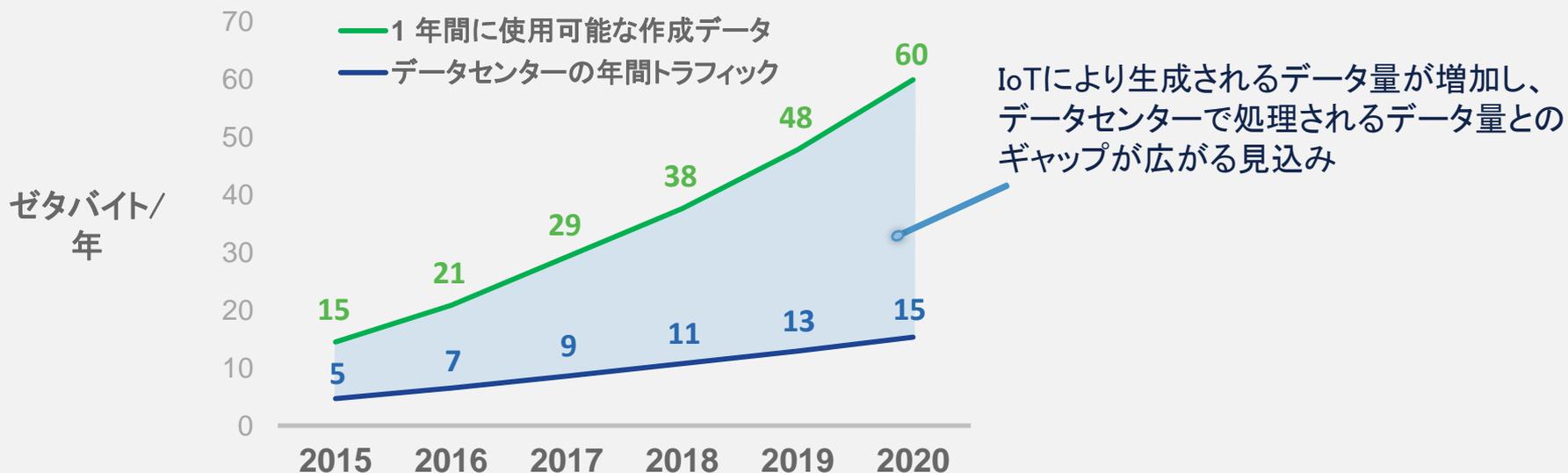
- データ分析を行う場所
- アプリケーション要件
- プロトコル変換の必要性

により決定される。

出典: Cisco Global Cloud Index (2015 ~ 2020 年)
Machina Research

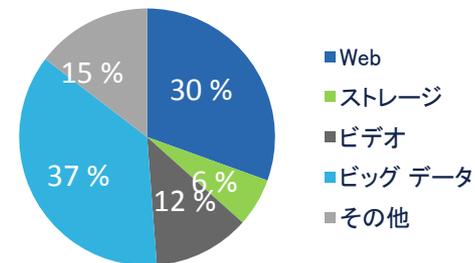
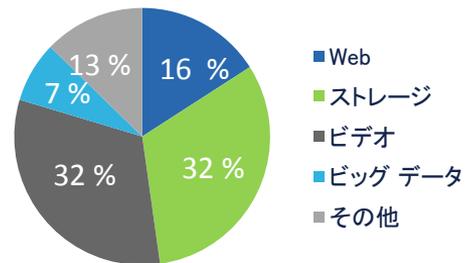
生成される データ と データセンター トラフィック

- 生成されるデータがデータセンタートラフィック上回る



出典: Cisco Global Cloud Index (2015 ~ 2020 年)

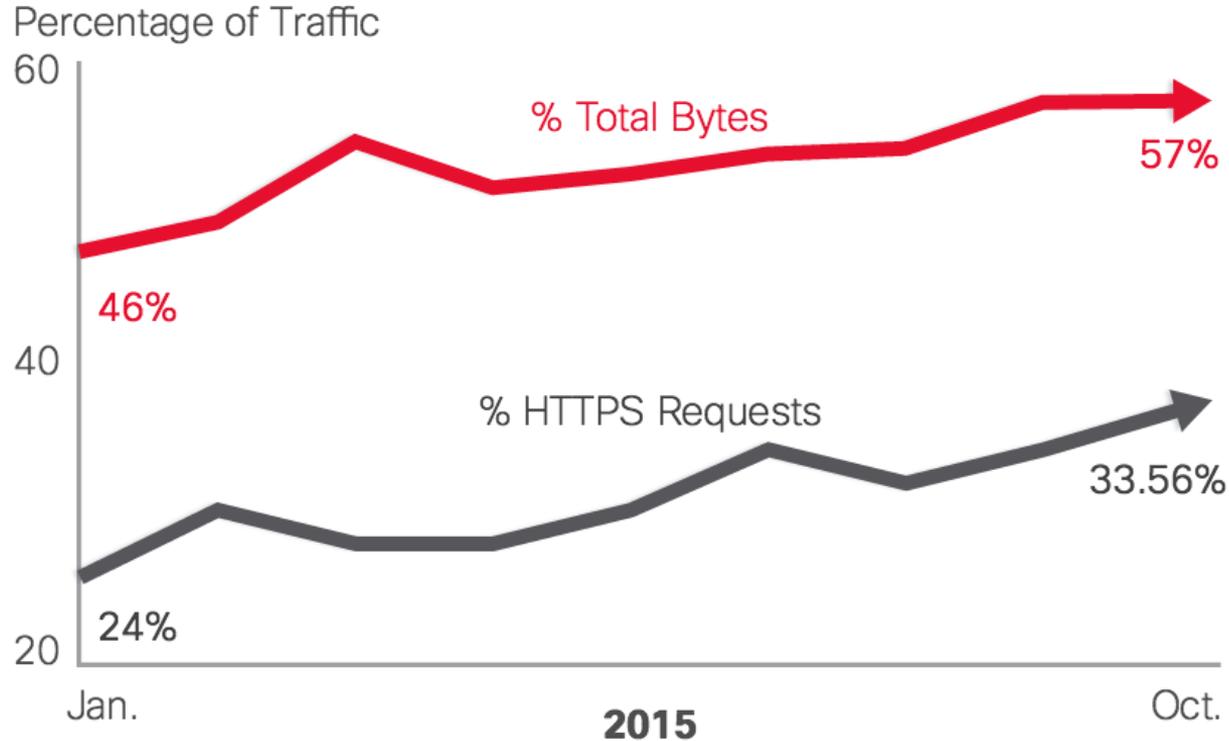
データセンター インフラストラクチャ とトラフィック



出典 : Cisco Global Cloud Index (2015 ~ 2020 年)

暗号化トラフィックの増加

Figure 25. SSL Percentages



トラフィック動向から読み解くこれからのネットワーク

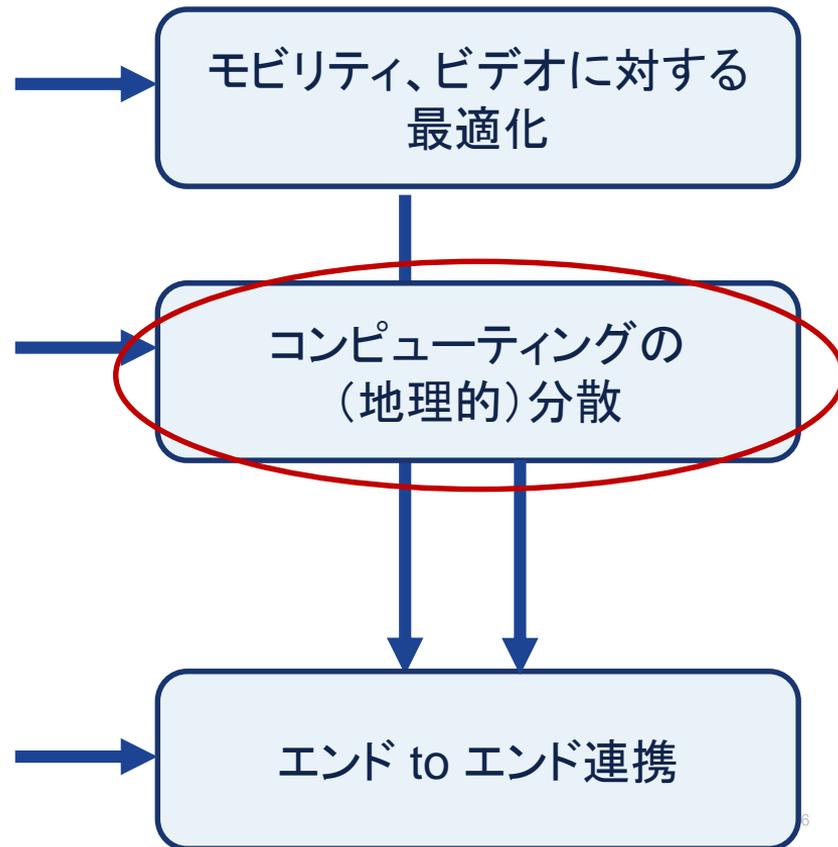
- トラフィックの増加
 - モバイル+固定トラフィックの増加
 - ビデオトラフィックの増加
- IoT/AIの進展
 - 生成されるデータ量が、データセンターで処理されるデータ量を上回る
 - データ分析を行う場所は、ローカル・集約レベルが適する場合もあり得る
- データ中心へ
 - Rack Levelで処理されるトラフィックの37%がビッグデータ

トラフィック動向から読み解くこれからのネットワーク

- トラフィックの増加
 - モバイル+固定トラフィックの増加
 - ビデオトラフィックの増加
- IoT/AIの進展
 - 生成されるデータ量が、データセンターで処理されるデータ量を上回る
 - データ分析を行う場所は、ローカル・集約レベルが適する場合もあり得る
- データ中心へ
 - Rack Levelで処理されるトラフィックの37%がビッグデータ



暗号化トラフィックの増加

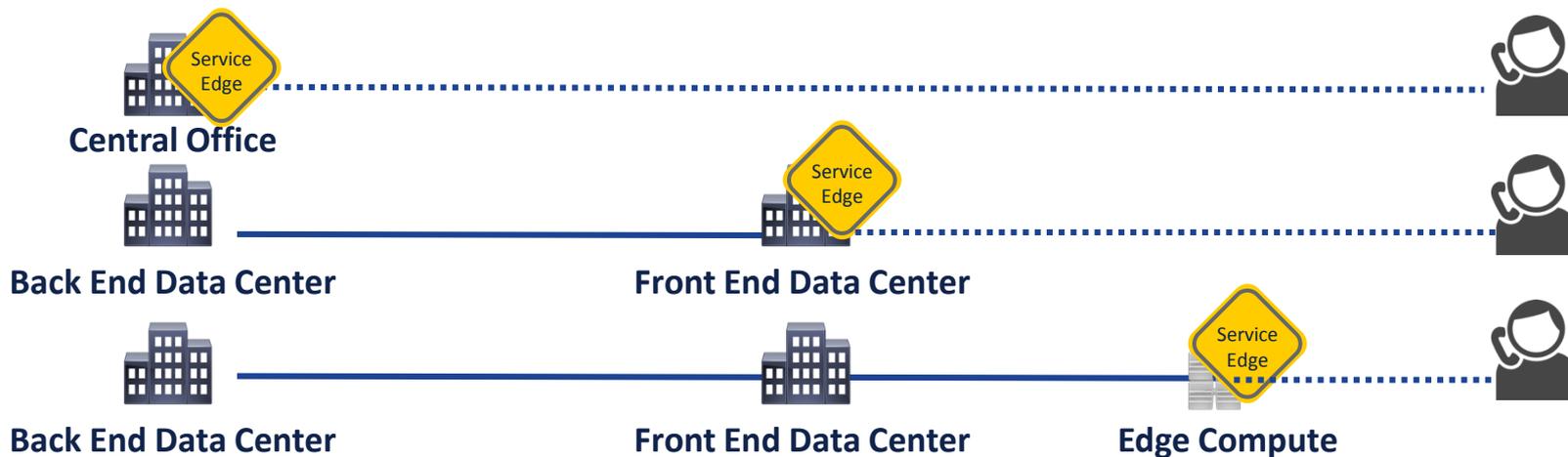


コンピューティングの(地理的)分散?!

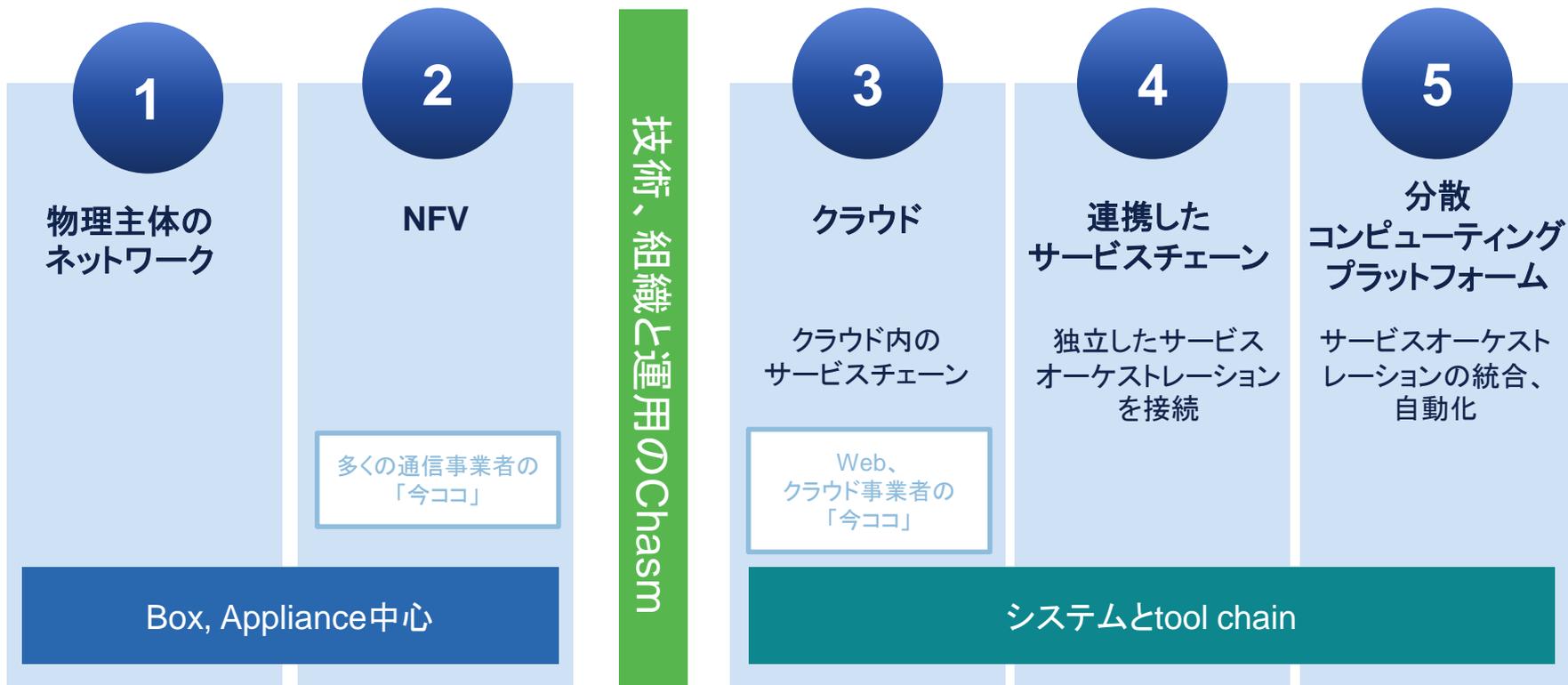
- 5G CUPS – 3GPP
- Multi-Access Edge Computing (MEC) – ETSI
<http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/mobile-edge-computing>
- Fog Computing – Cisco, Open Fog Consortium
<http://research.cisco.com/research#rfp-2013078>
<https://www.openfogconsortium.org/>
- Cloudlet - Carnegie Mellon University <http://elijah.cs.cmu.edu/>
- Micro data center – Microsoft Research
<http://www.networkworld.com/article/2979570/cloud-computing/microsoft-researcher-why-micro-datacenters-really-matter-to-mobiles-future.html>
- Central Offices Re-architected as Datacenters (CORD) – AT&T, ON.lab
 <http://opencord.org/>

サービスの分散

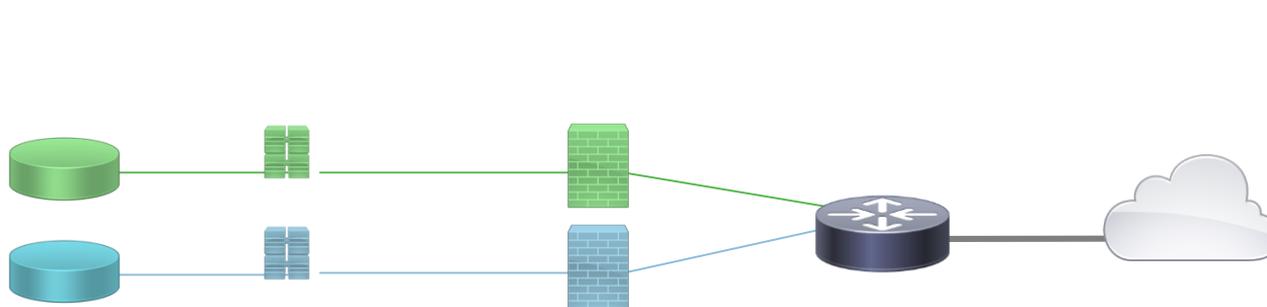
- よりユーザに近い位置でのサービス実行
- QoEの向上、新たなサービス機会の可能性、セキュリティ強化
- ネットワークの効率化、スケーリング



サービスの分散に向けたインフラの進化



Phase 1: 物理主体のネットワーク



物理デバイスを通じてサービスを提供



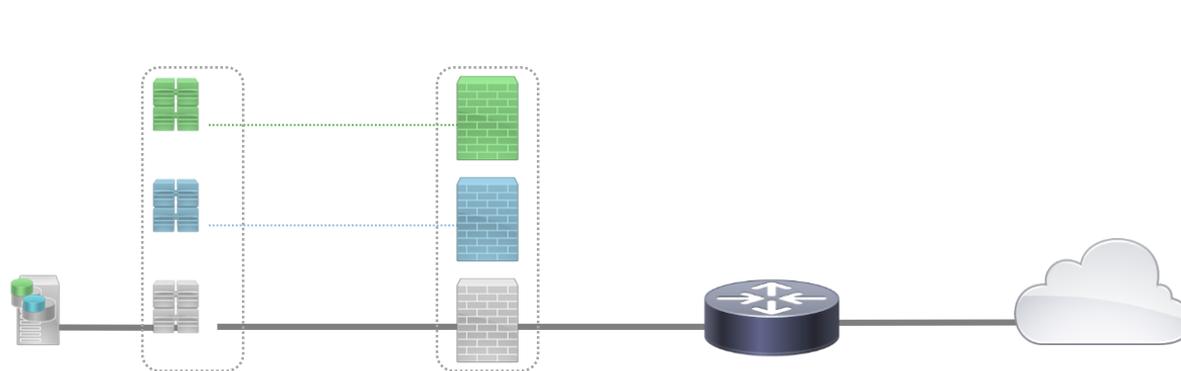
サービス提供速度



コスト

- Box, Appliance主体
- 機器コスト、オペレーションコストは高止まる傾向

Phase 2: NFV



サービス提供速度

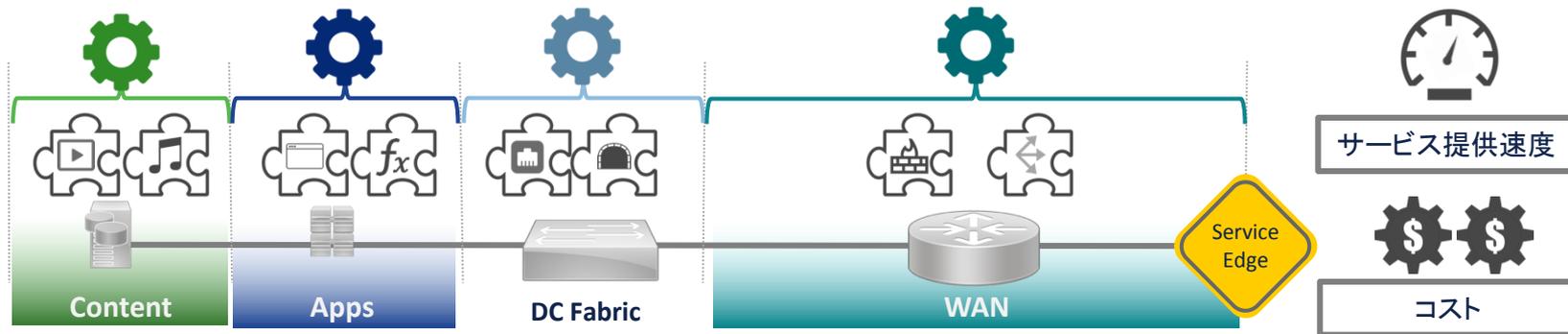


コスト

サービス機能の仮想化

- Box, Appliance主体であることは、あまり大きく変わらない
- 可用性、性能、スケーリングの向上にはコストがかかる

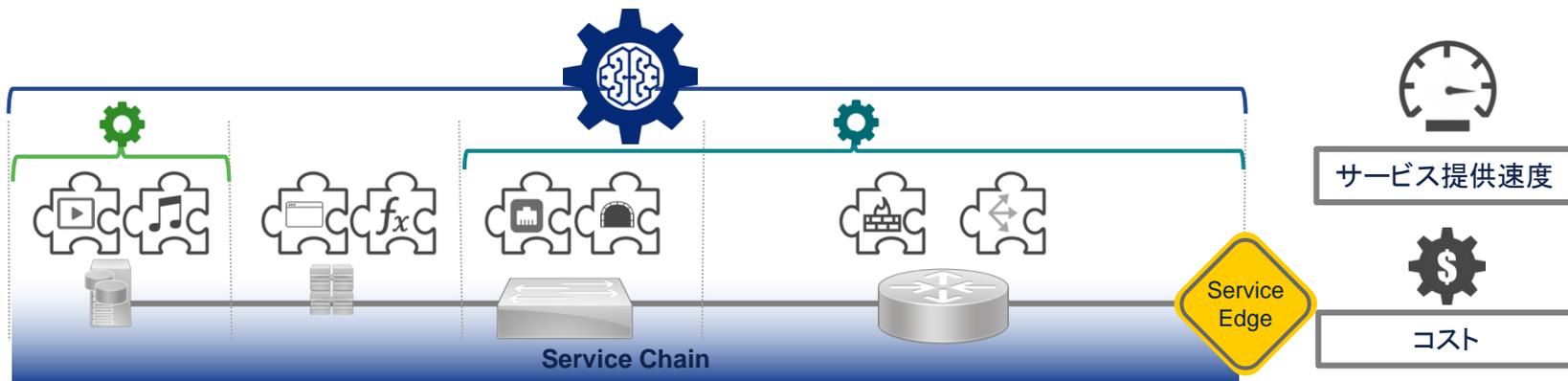
Phase 3: クラウド



物理的なインフラは抽象化され、シンプルかつ高速にサービス提供が行われる

- クラウド単独でのサービス

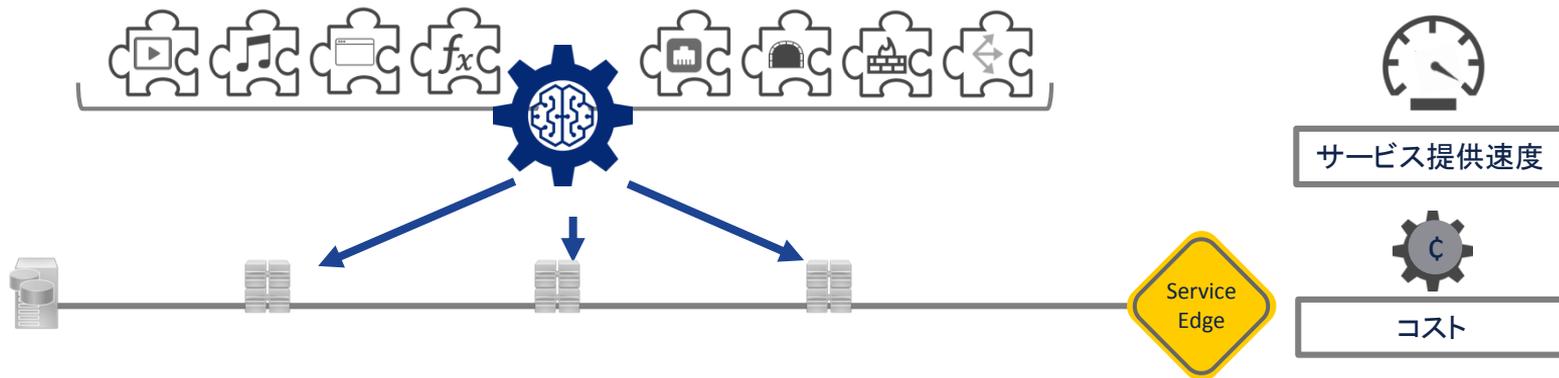
Phase 4: 連携したサービスチェーン



Toolchainにより、End-to-Endのクロスサービスチェーンを実現

- 複数箇所にまたがるサービスチェーン

Phase 5: 分散コンピューティングプラットフォーム



サービスを任意の適切な場所で行う

地理的分散を伴うマイクロサービスアーキテクチャ

- アプリケーションとインフラの区別はなくなる
(アプリケーション側からはインフラを意識せずに、必要な最適化を行う)

分散プラットフォームの例 Cisco EFF (Edge Fog Fabric)

分散データ、マイクロサービスアーキテクチャを実現するための、
オープンでモジュラーなプラットフォーム



Edge Location

Sensors & Edge Processing

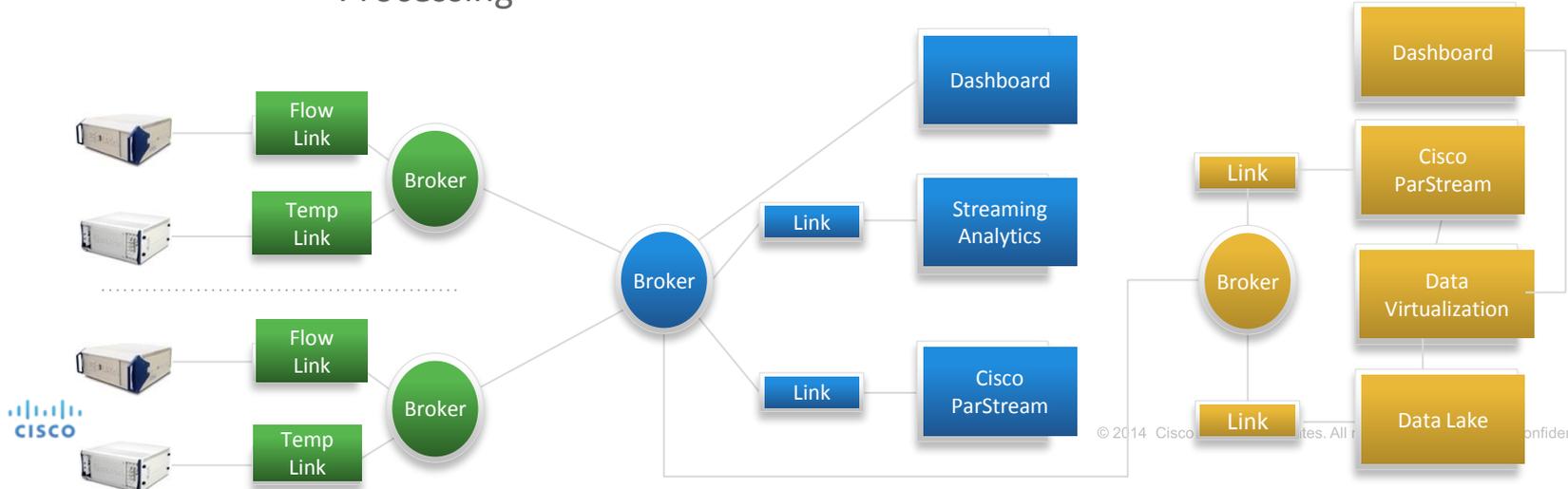


Processing Platforms

Fog Processing
集約とデータ準備

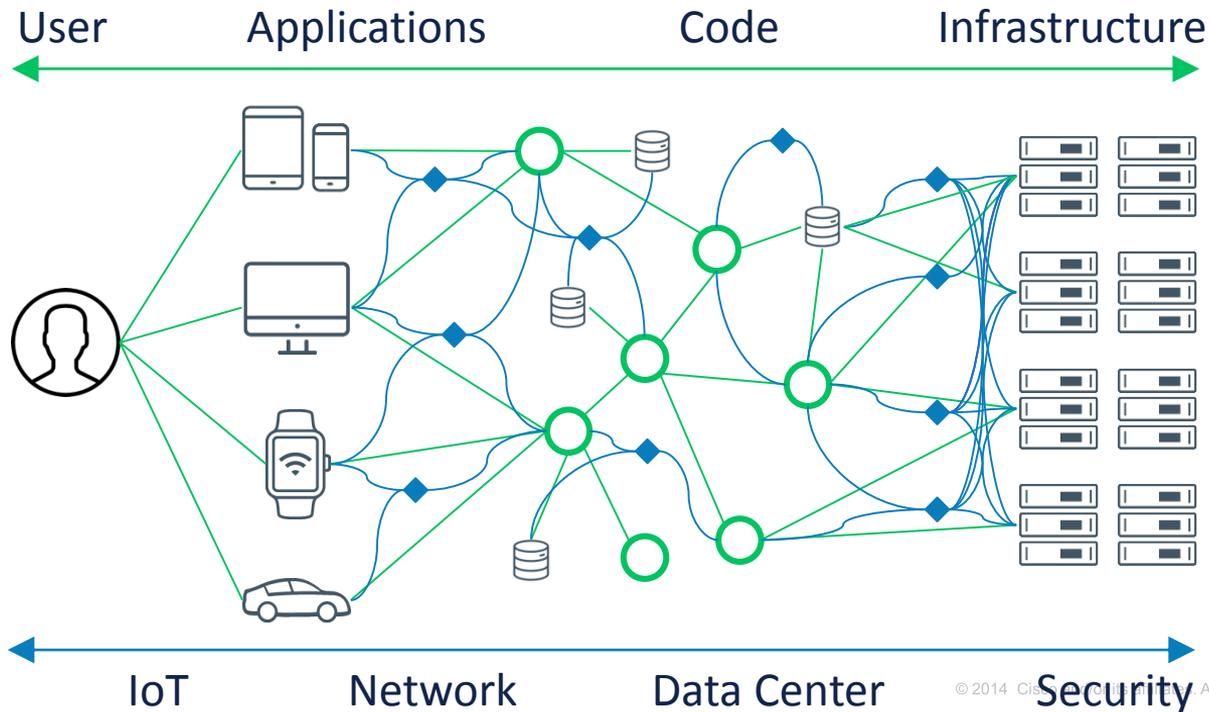


Regional Data Center



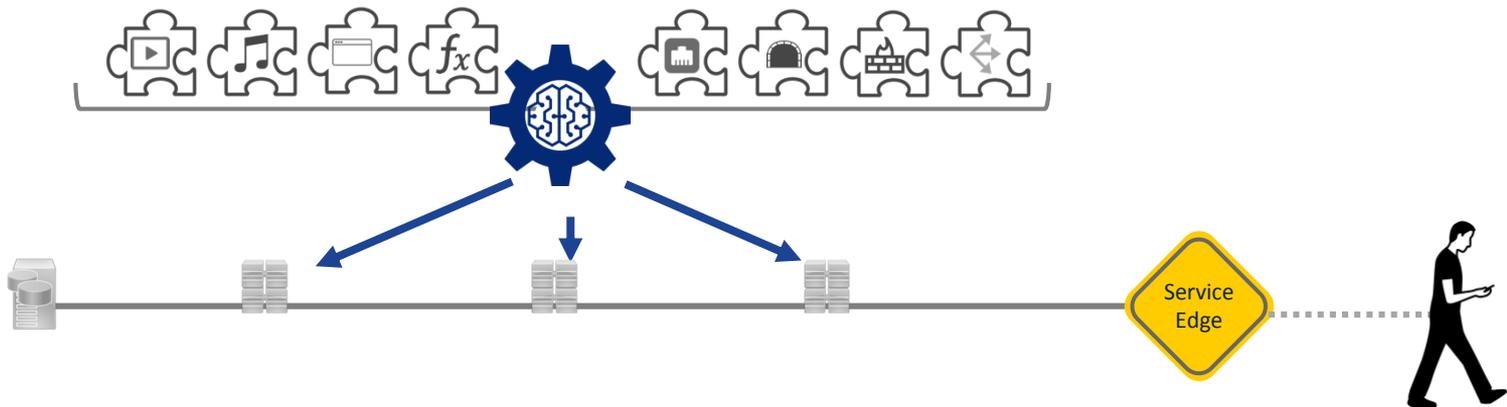
分散プラットフォームの例 Cisco & AppDynamics

ビジネストランザクション単位に、
ユーザとWebアプリケーション間のEnd to Endのパフォーマンス・モニタリングを提供



SRv6 (Segment Routing IPv6)

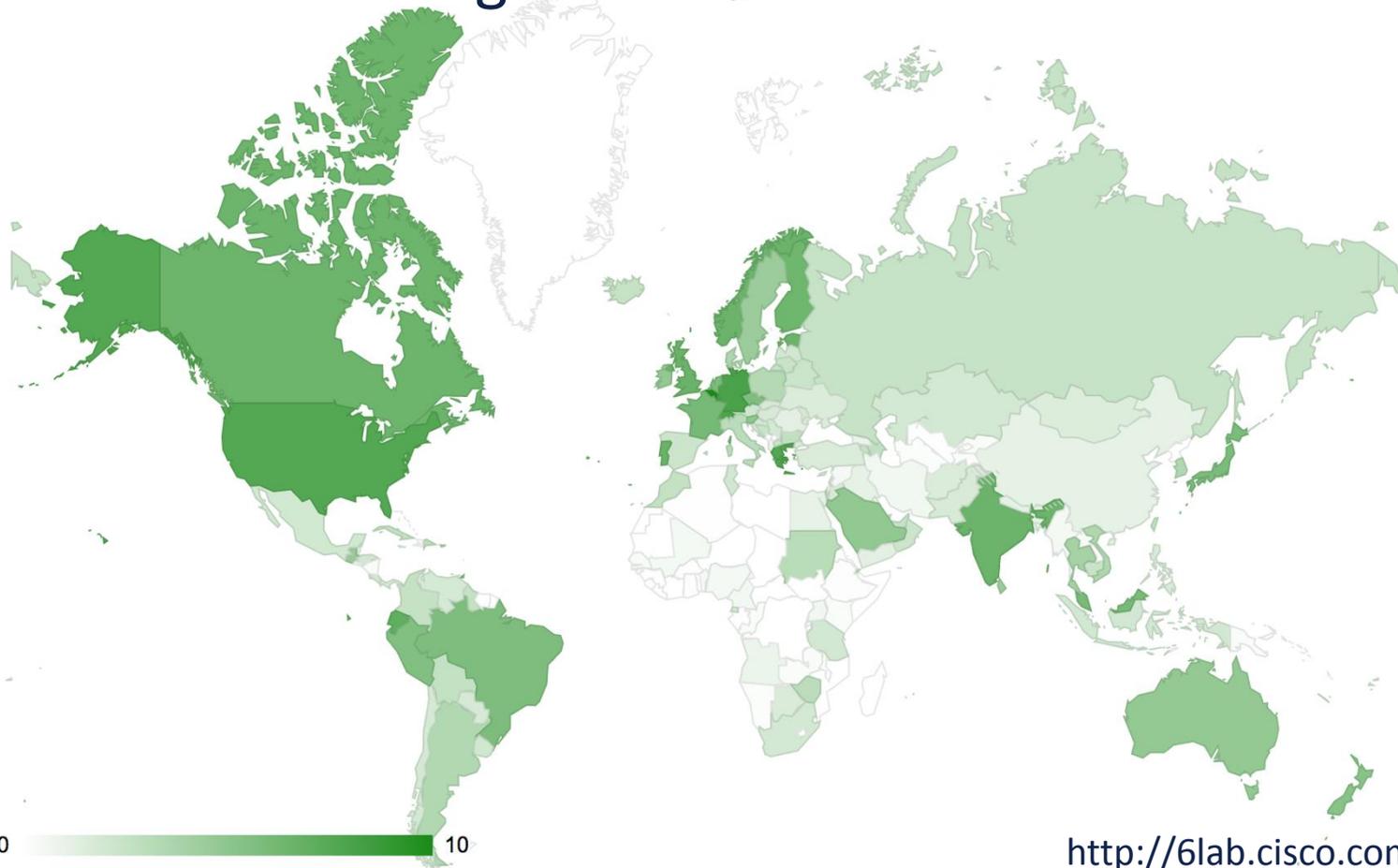
phase 4 & 5を実現するためのインフラ技術



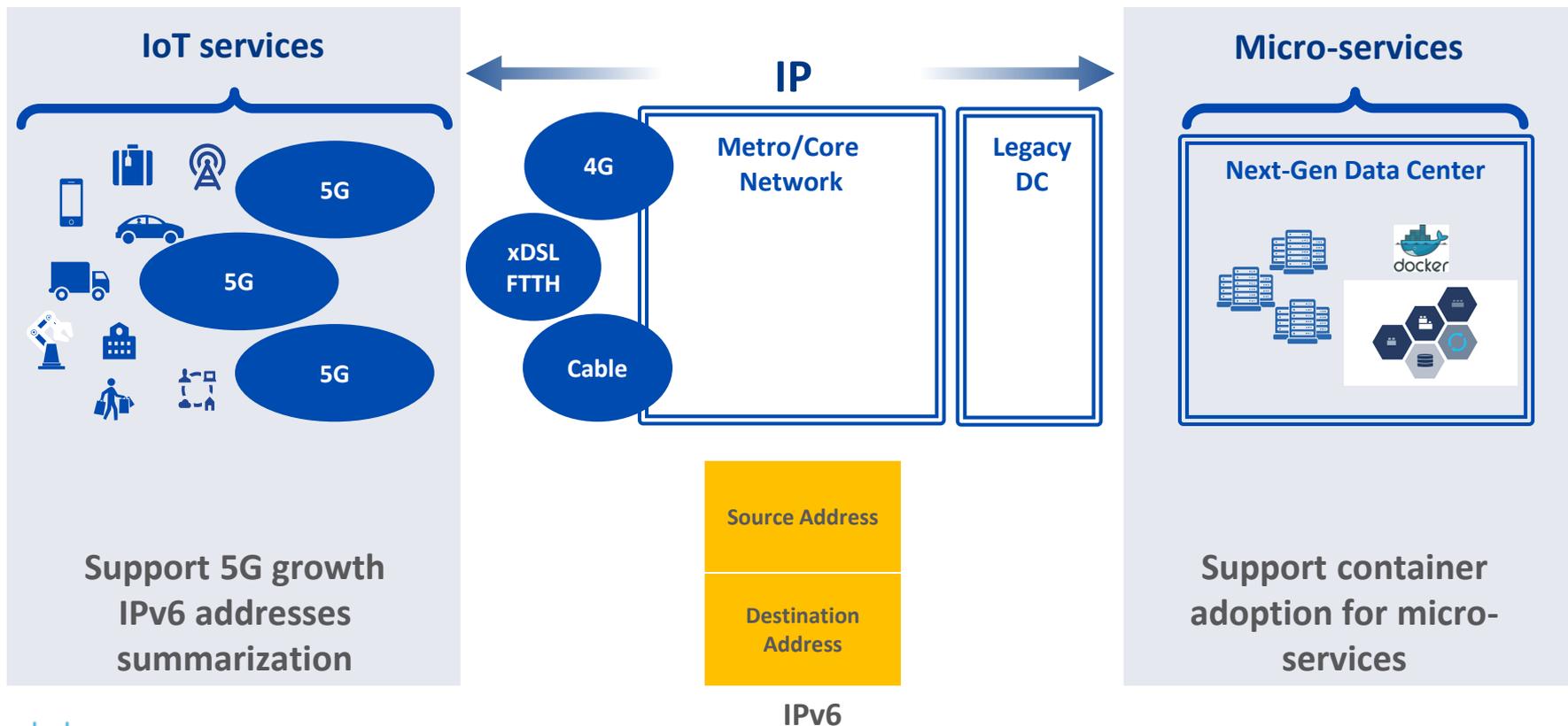
- 複数のドメイン (Application, DC, Backbone, Access...) に共通な
フォワーディングメカニズム
- Built-inされたNetwork Programmability

IPv6 Centric Networking

IPv6の普及がいよいよ本格化



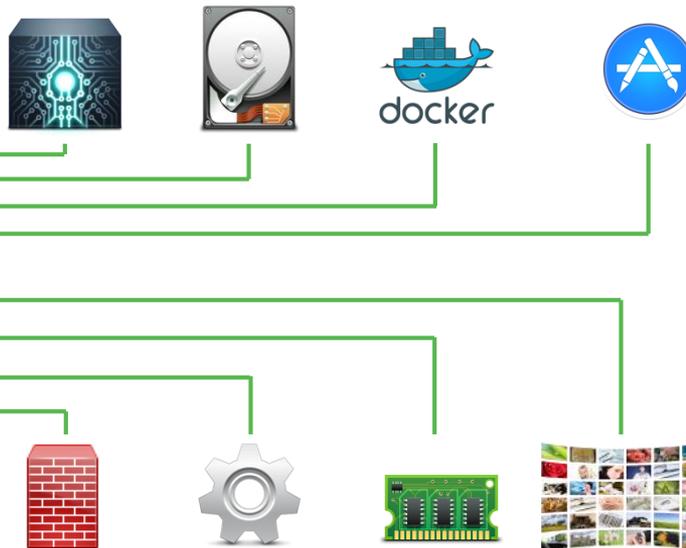
IPv6 によるシームレスな到達性とセグメンテーション



end-to-end IDとしてのIPv6

It isn't just about address space

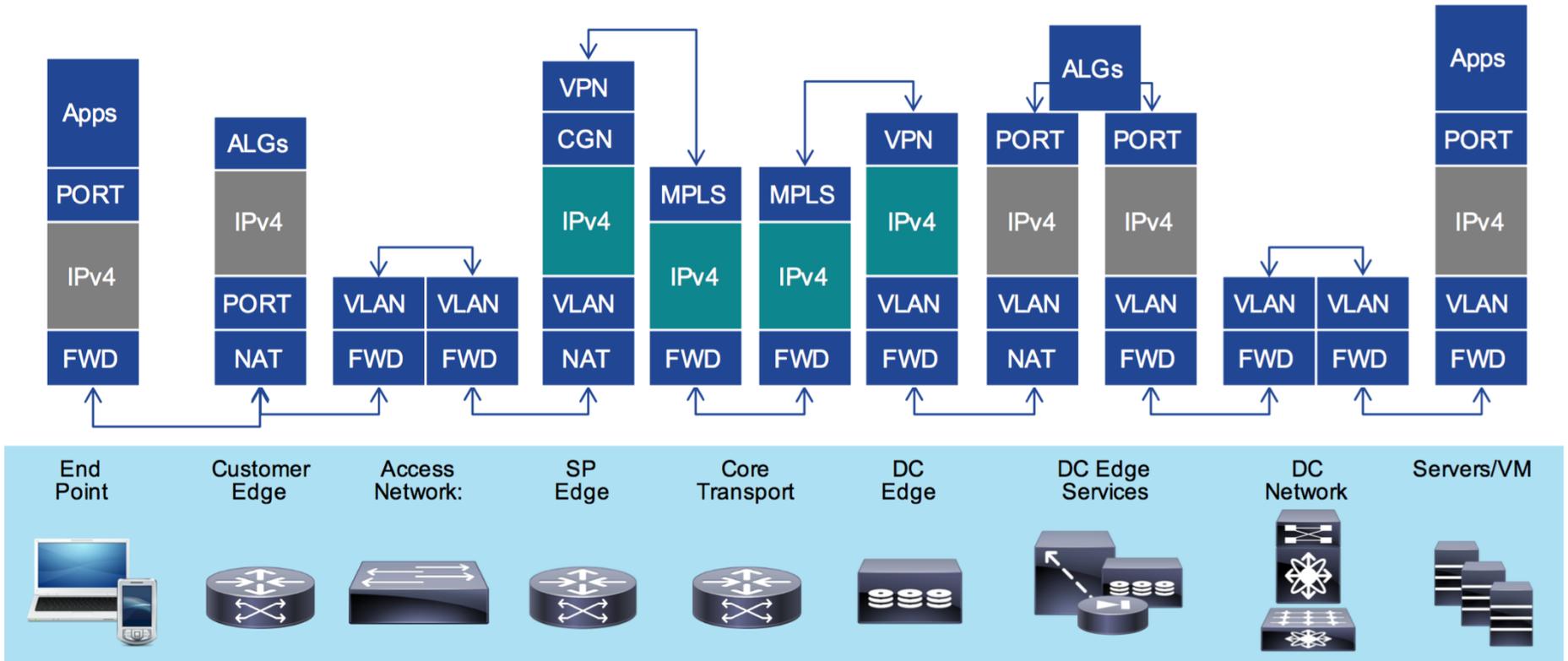
IPv6



- Native IPv6 Routing to Containers, Services, and Content
- No more vlan-tag management

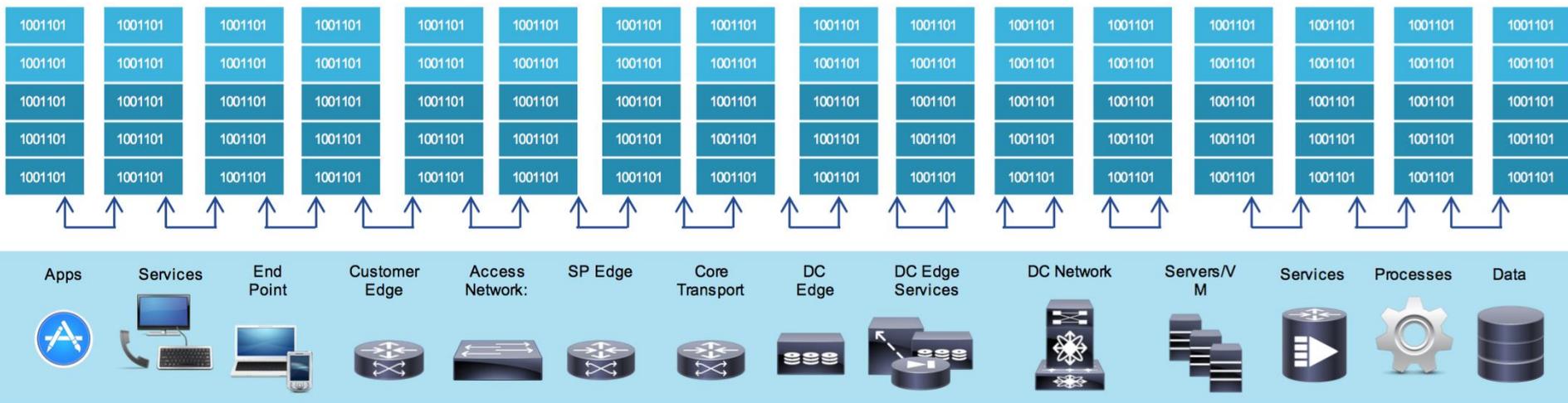
IPv6 Centric Networking

- 現状 Private IPv4 → ドメインごとに分断



IPv6 Centric Networkingへ

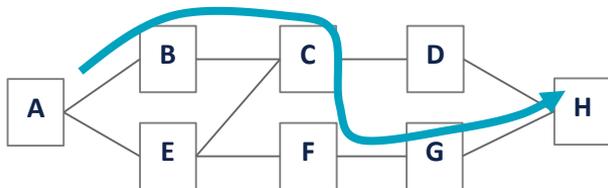
- フォワーディングの統一 (Access, WAN, DC, Applications..) → シンプル性
- SRv6(Segment Routing IPv6)によるunderlay高度化とプログラマビリティ



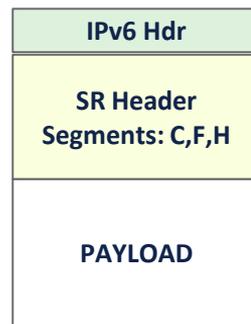
Segment Routingによるネットワークのシンプル化

Underlayの高度化:

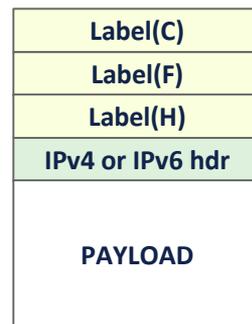
- Traffic Steering, FRR/Protection
 - RSVP-TEやLDPなどのコントロールプレーンを使用せず、パケットに含まれるSegment情報により制御する → RSVP-TE/LDPの排除 → シンプル化
- ネットワーク内でのステートは不要
→ スケーリングボトルネックがない



SRv6 では、Label/Shim-layerも排除



SR-IPv6



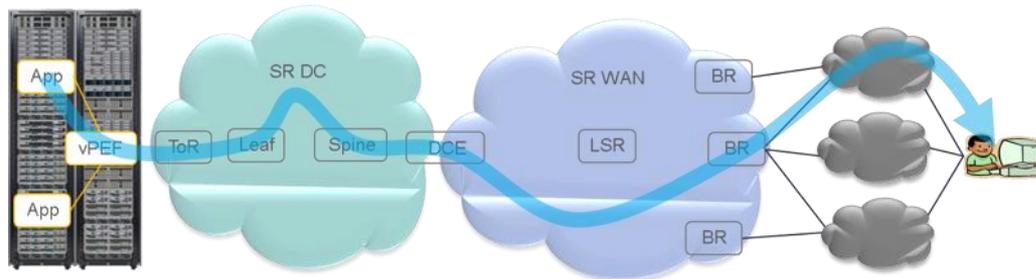
SR-MPLS

Segment Routingによるネットワークのシンプル化

Segment情報(SID)により, 任意の属性を表現可能

(例)

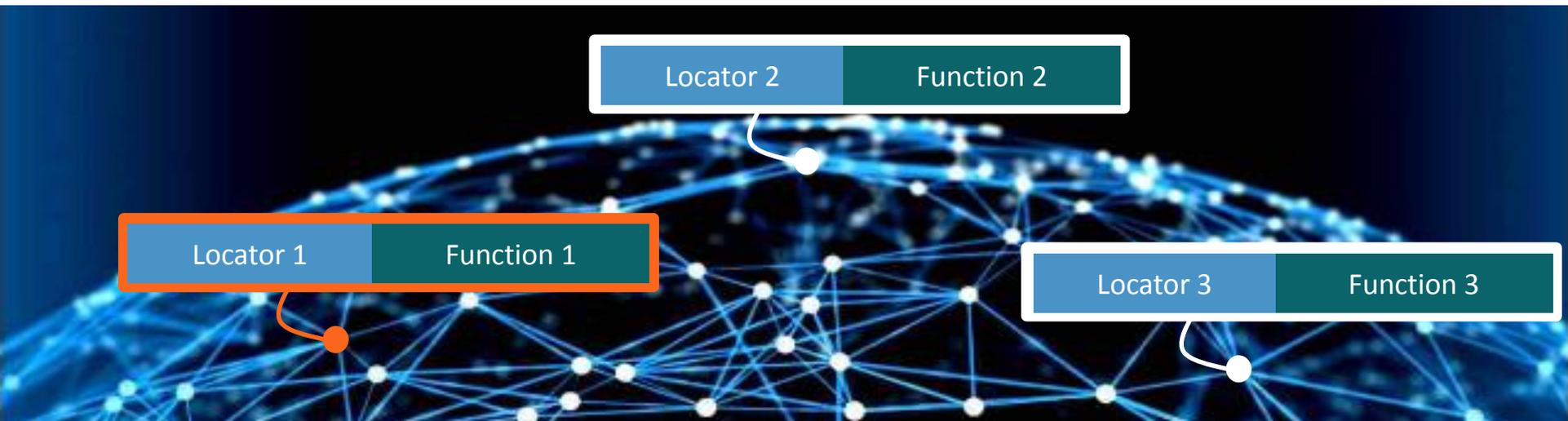
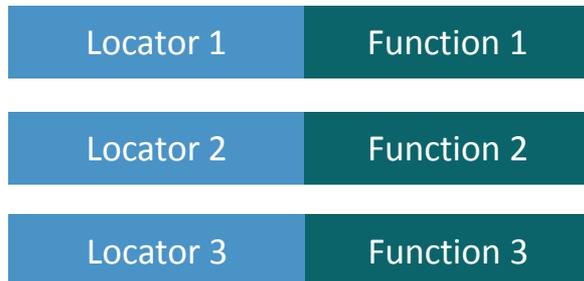
- Locator
 - IGPによる転送情報
 - BGPによる転送情報
- サービス
- 任意のコンテキスト



各ドメインのセグメント情報を用いて, マルチドメインに跨る end-to-endでトラフィックを制御することが可能.

SRv6によるNetwork Programmability

Next Segment



SRv6の可能性

SRv6 for Anything Else
(SRv6 Net
Programmability)



- L2/L3 VPN, Service Overlay
- NSH (Service Chain for NFV)
- Content Networking
- Load Balancing

SRv6 for Underlay

Fast Protection, Traffic Steering

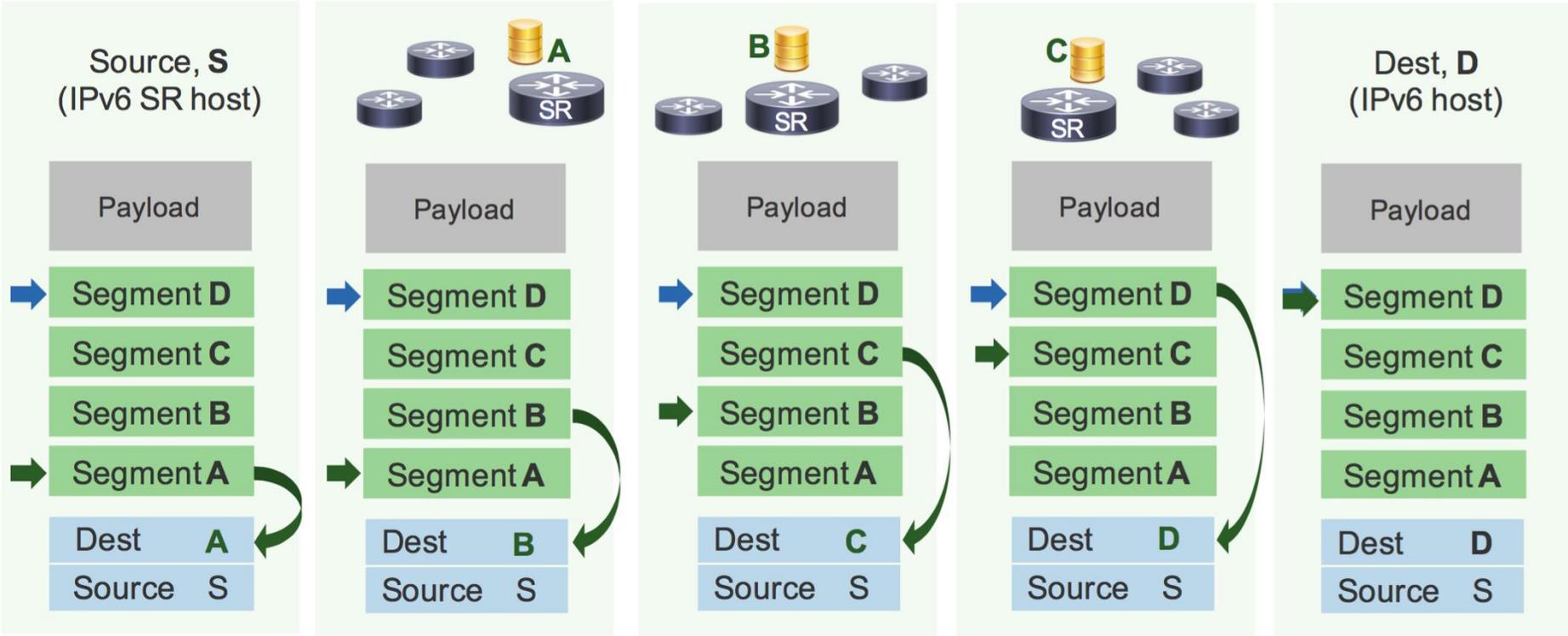
IPv6 for reachability

Seamless Reachability

実装: IOS-XE, IOS-XR, Linux, fd.io..



SRv6によるContent Networking



SRv6 まとめ

End-to-Endでの共通転送メカニズム

- シームレスな到達性とセグメンテーション
- Access, WAN, DC, Compute共通の転送メカニズム
- シンプル化
 - RSVPなどのコントロールプレーンの排除
 - MPLS/Shim layerの排除
- Underlayの高度化
 - Fast Protection, Traffic Steeringの実現

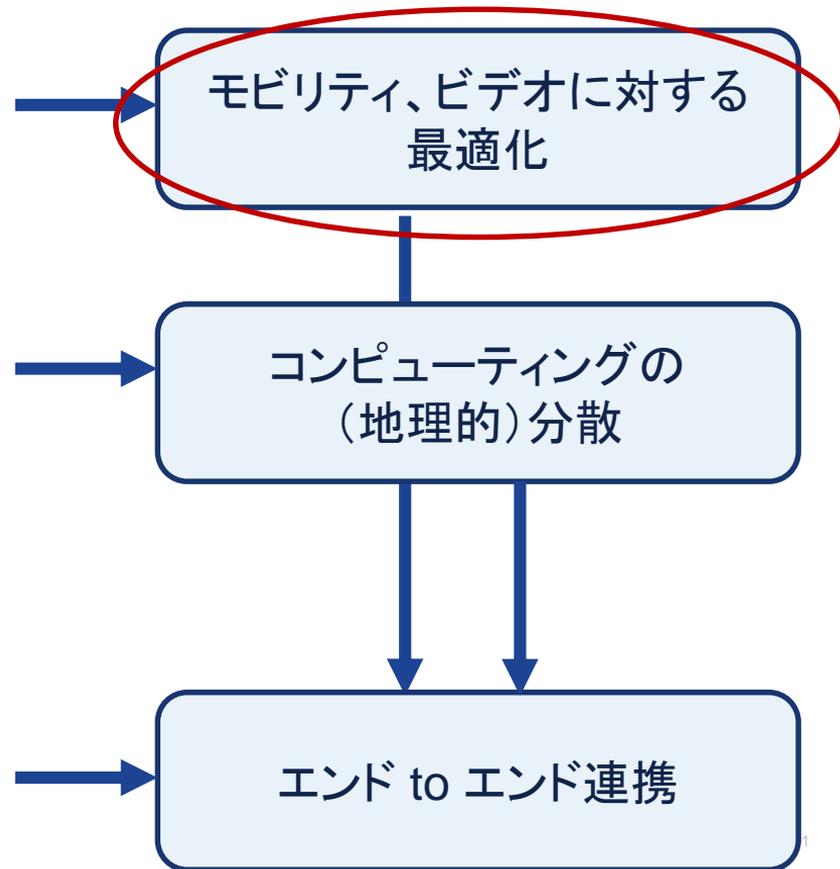
SRv6 SIDによるNetwork Programmability

- SRv6 for Any Service
 - VPN, NFV Service Chaining, Content Networking, etc.

トラフィック動向から読み解くこれからのネットワーク

- トラフィックの増加
 - モバイル+固定トラフィックの増加
 - ビデオトラフィックの増加
- IoT/AIの進展
 - 生成されるデータ量が、データセンターで処理されるデータ量を上回る
 - データ分析を行う場所は、ローカル・集約レベルが適する場合もあり得る
- データ中心へ
 - Rack Levelで処理されるトラフィックの37%がビッグデータ

 暗号化トラフィックの増加



ICN (Information Centric Networking) の可能性 ?!

- Telephony



- Internet
(TCP/IP)



- ??

背景	技術
<ul style="list-style-type: none">• 高速・広帯域化• コンピュータの普及• 音声中心からデータ中心へ	<ul style="list-style-type: none">• Circuit -> Packet<ul style="list-style-type: none">• 当初、TCP/IPは、Telephony Infrastructure上に実装され (e.g. IP over dial-up, ISDN..)、その後逆転した (e.g. NGN, Voice/Circuit over IP)• Connection Oriented -> Connectionless<ul style="list-style-type: none">• 但し、TCPはConnection Oriented• エンド-エンド輻輳制御によりthroughput限界も• Mobilityは、Overlay(GTP, [P]MIP)により実装• Content最適化は、HTTP Proxyにより実装
<ul style="list-style-type: none">• Mobilityトラフィックの増加• ビデオトラフィックの増加	<ul style="list-style-type: none">• MobilityやContentに最適化したネットワークアーキテクチャが必要

ICN アーキテクチャ

基本理念：“Where”でなく“What”

- 現在 - 宛先ベースのIPルーティング
URIを指定しIPアドレス(Location情報)を得て、GETリクエストをそこに投げ、Contentを得る
- ICN – Contentの名前を指定し、Contentを得る

3つの主要要素

Named Data

Dynamic
Forwarding

Connection-less
Transport

- ✓ ユーザエクスペリエンスの向上
 - 低遅延
 - マルチパス
- ✓ スケーラビリティ
- ✓ トランスポートのコスト削減
- ✓ モビリティとの親和性

ICNへの段階的移行

IP Content-networking

Content NameをIPv6 ヘッダに埋め込む

- Segment Routingを使った、Nameに基づく L4-7 request routing
- アプリケーションレイヤ (CDN)による、事前のキャッシング
- モビリティは、トンネルベース (Anchor-based mobility)

hICN (hybrid ICN)

- Segment Routingを使った、Nameに基づくL3 ルーティング
- 部分的な対称ルーティング
- アンカレスなモビリティの実現
- リアクティヴなキャッシング

ICN

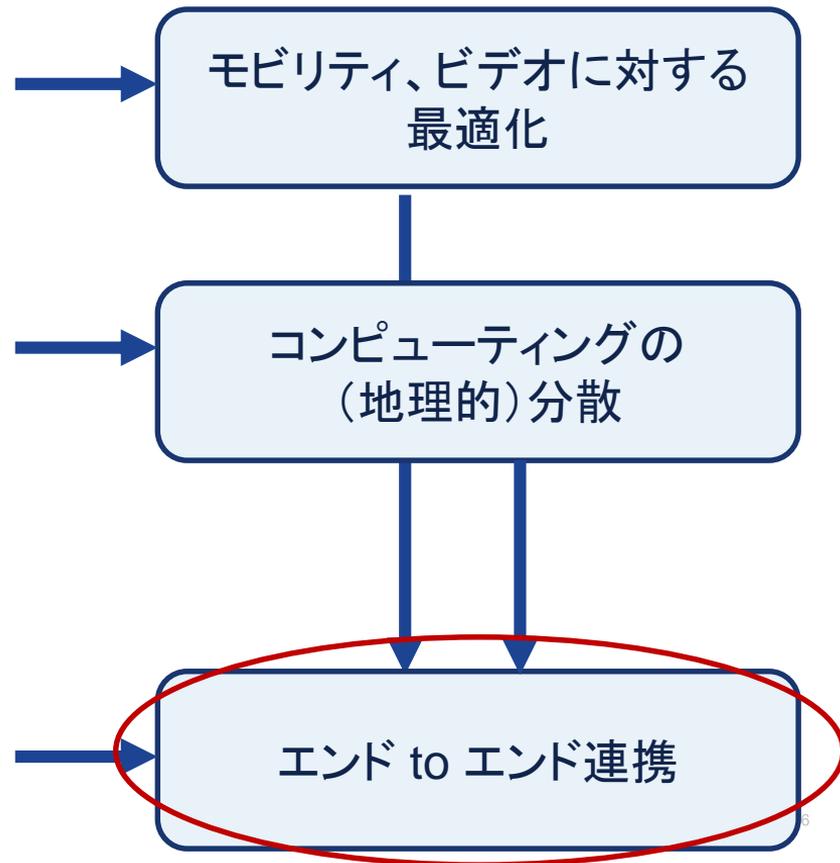
- 可変長のContent Nameによるルーティング
- Nameに基づくL3 ルーティング
- 対称ルーティング
- アンカレスなモビリティの実現
- リアクティヴなキャッシング

トラフィック動向から読み解くこれからのネットワーク

- トラフィックの増加
 - モバイル+固定トラフィックの増加
 - ビデオトラフィックの増加
- IoT/AIの進展
 - 生成されるデータ量が、データセンターで処理されるデータ量を上回る
 - データ分析を行う場所は、ローカル・集約レベルが適する場合もあり得る
- データ中心へ
 - Rack Levelで処理されるトラフィックの37%がビッグデータ



暗号化トラフィックの増加



エンド to エンド連携 ?

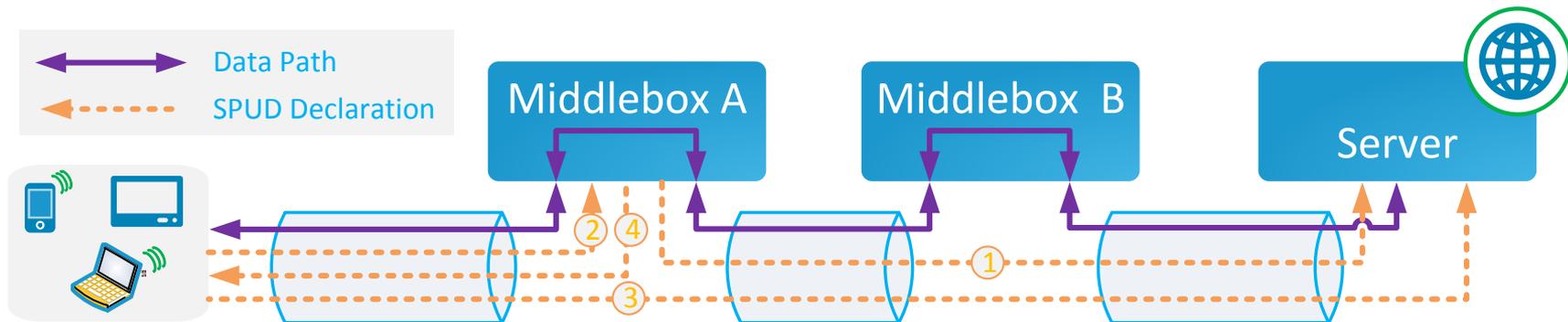
コンピューティングの地理的分散やICNをどう実装するか

- Verticalに展開 (e.g. Connected Car)
- ひそかに展開 (e.g. Akamai, Google Cache)
- 明示的に連携
 - サービスやコンテンツを提供する事業者や企業が、アクセス事業者、モバイル通信事業者と連携する
 - 5Gには「スライス」の概念がある
 - サービス毎、サービス提供者毎のスライスをつくれる可能性がある

SPUD/PLUS - 分散アプライアンス(Middlebox)との連携

<http://www.tik.ee.ethz.ch/file/84f1fc268860f31a4ed7e0345231b855/spud.pdf>

BOF @IETF 96 PLUS – Path Layer UDP Substrate (<http://bit.ly/Plus-BOF>)



- 暗号化トラフィックが増加し、今後DPI等によるトラフィック識別は使えなくなる
 - SPUDヘッダに、必要な特性(”tube”^[*])をメタデータとして記述することによりトラフィック識別を行う
- [*] draft-trammell-spud-req

まとめ

コンピューティングの
(地理的)分散

- 分散コンピューティングプラットフォームとしてのネットワークインフラへ
- SRv6 (Segment Routing IPv6)

モビリティ、ビデオに対する
最適化

- ICN(Information Centric Networking)の可能性と道筋

エンド to エンド連携

- コンピューティングの地理的分散やICNをどう実装するか



CISCO

TOMORROW starts here.