

Network Slicingとトランスポートに求められること

2018/7/12 15:35~16:15(40分)

JANOG42@津

KDDI総合研究所

宮坂 拓也

はじめに：本発表の流れ

1. 5Gについて
2. トランスポートネットワークとNetwork Slicingの連携の必要性
3. トランスポートネットワークにおける技術要素
4. まとめ & Discussion

5G

5Gのコンセプト

- ▶ 高速・大容量
- ▶ 多接続
- ▶ 高信頼・低遅延



4K/8K映像



IoT (Sensor Networks)

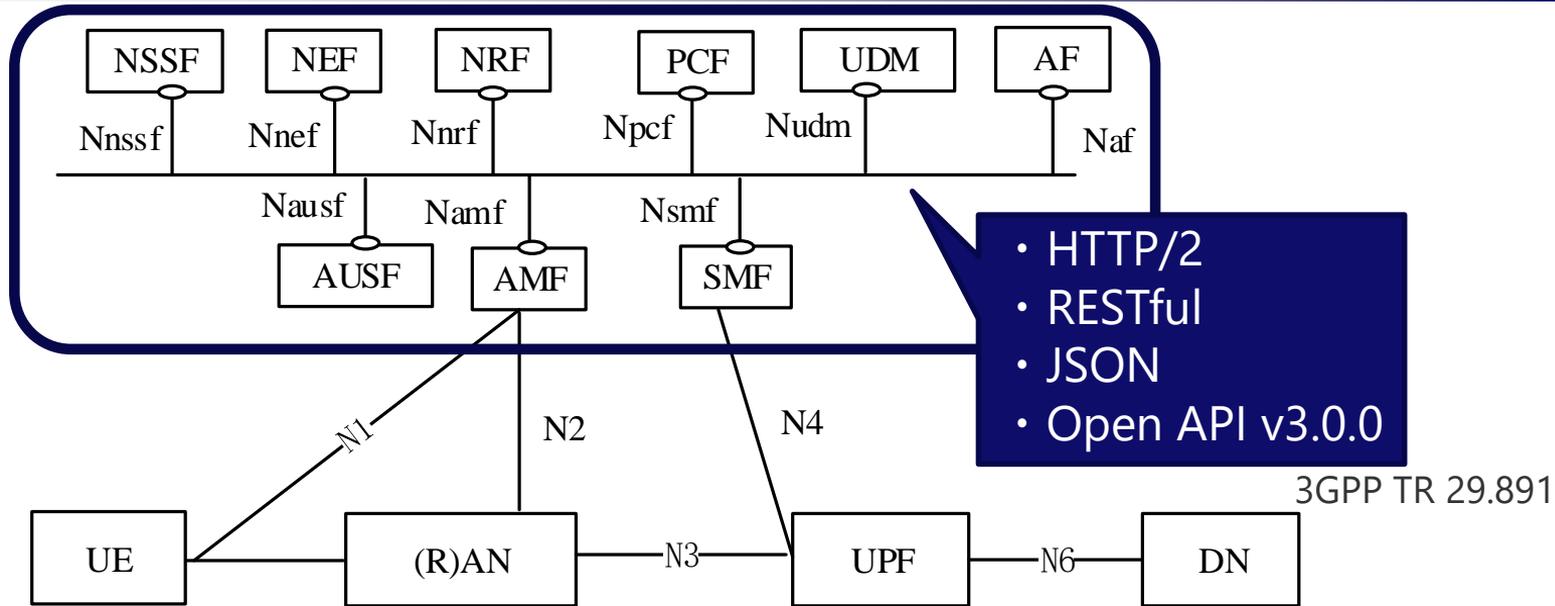


自動運転 (V2X)

**様々なアプリケーションを同一の
アーキテクチャ(5G Core Network)上で実現する**

- サービスベースアーキテクチャ
- ネットワークスライス

サービスベースアーキテクチャ

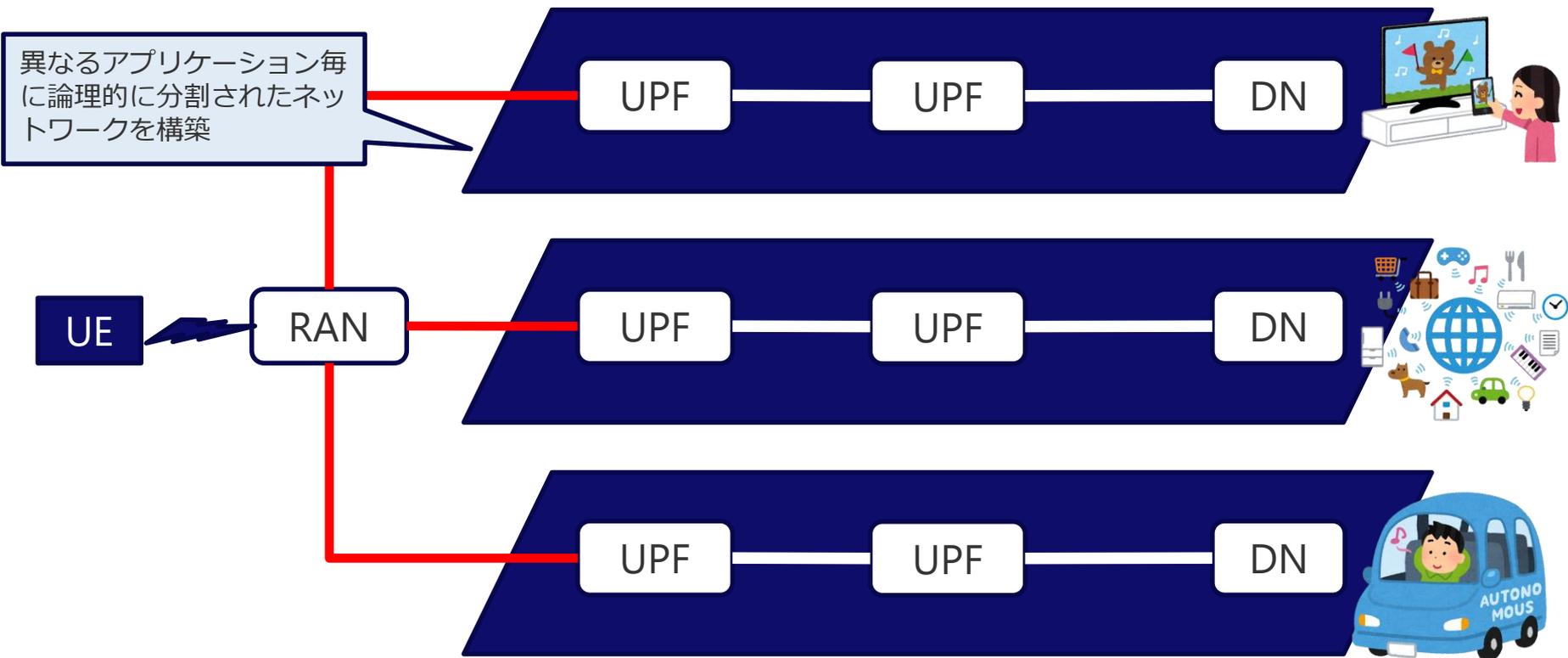


5G Architecture

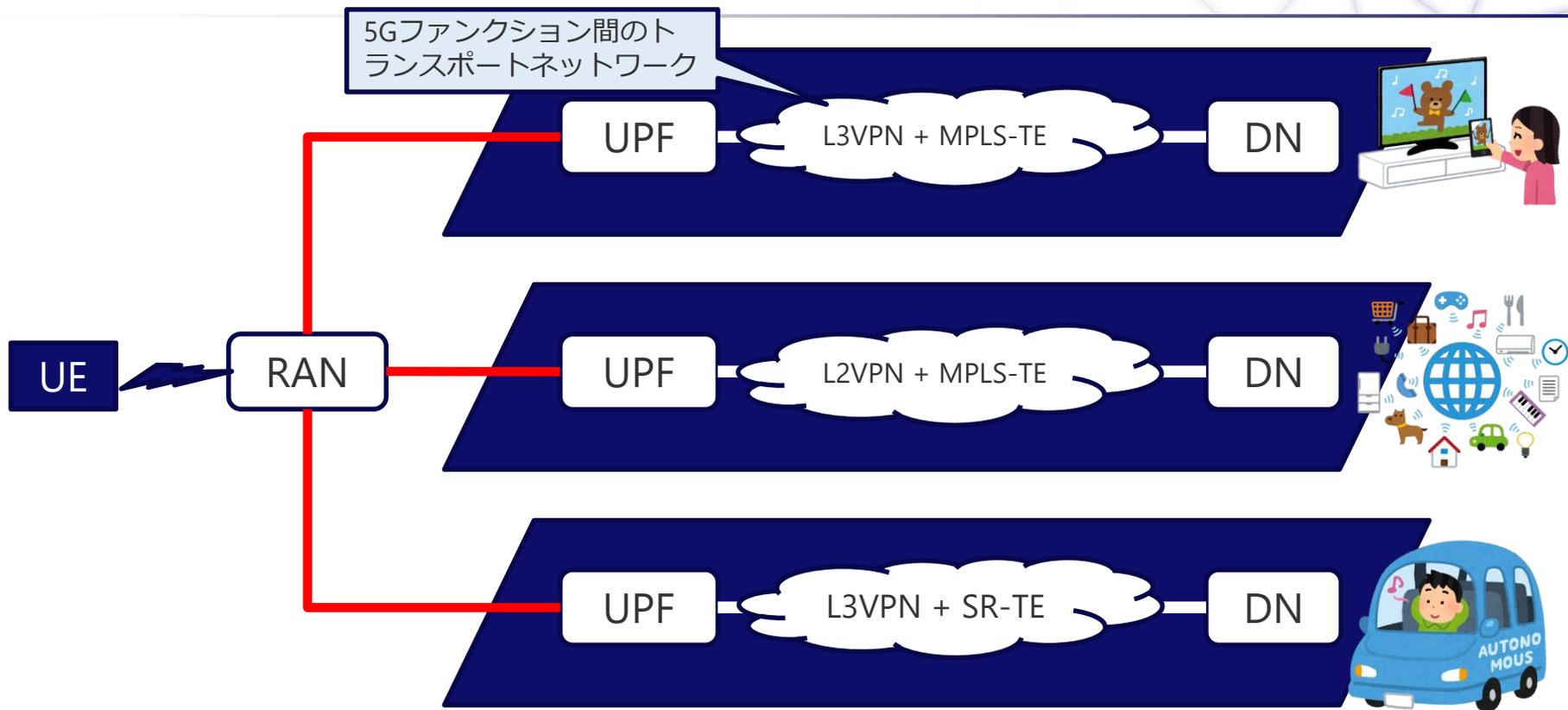
- ▶ Control Plane Function間のInterfaceは大きく変更

From 3GPP TS 23.501 Fig 4.2.3-1: 5G System architecture

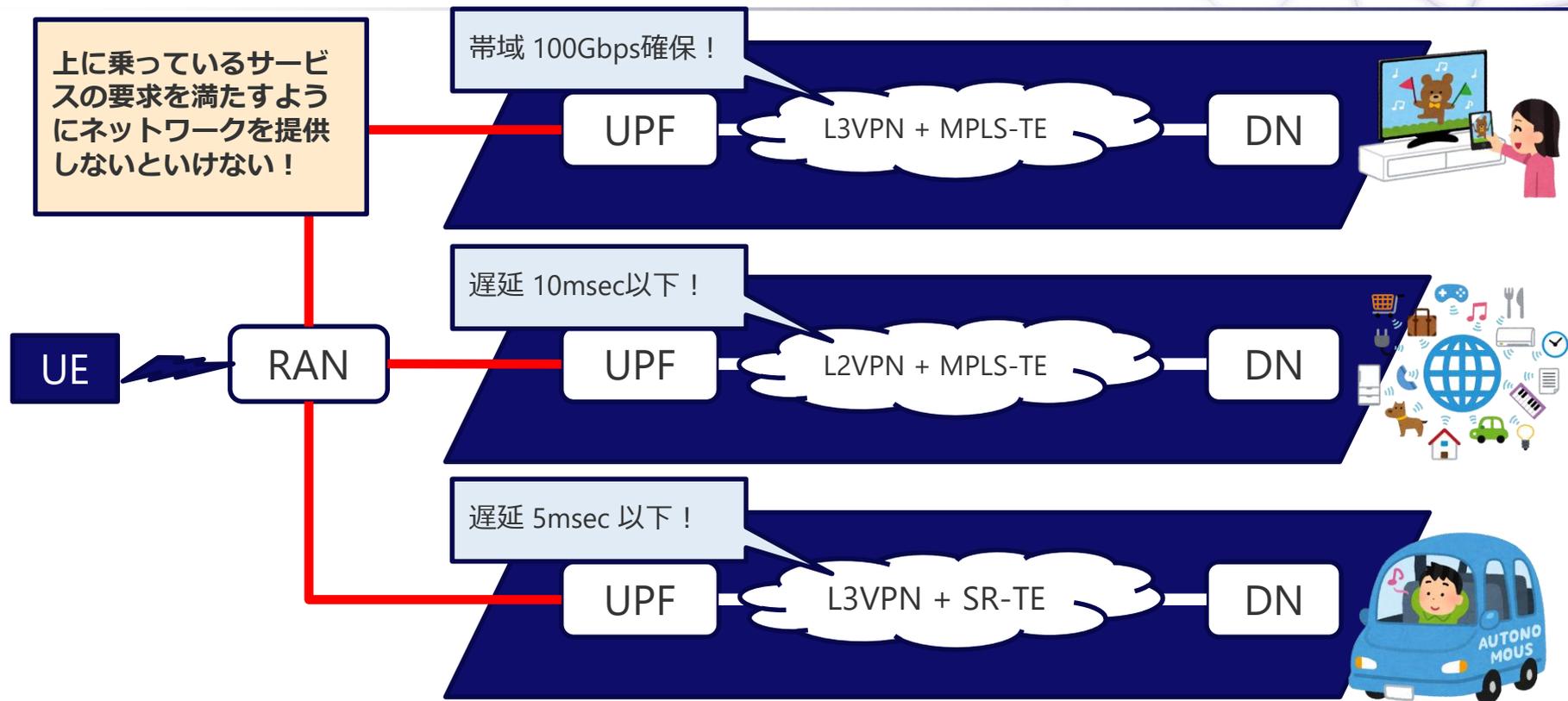
ネットワークスライス



5Gスライスの中にもトランスポートネットワークが存在する



5Gスライスの中にもトランスポートネットワークが存在する



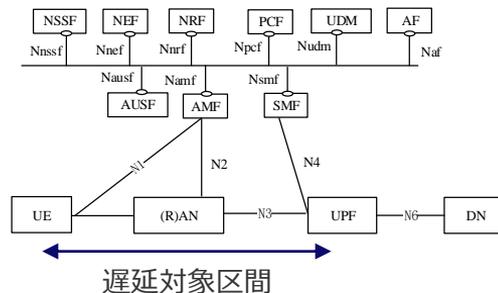
5QI : 5GにおけるQoS特性

Table 5.7.4-1: Standardized 5QI to QoS characteristics mapping

5QI Value	Resource Type	Default Priority Level	Packet Delay Budget	Packet Error Rate	Default Maximum Data Burst Volume (NOTE 2)	Default Averaging Window	Example Services
10	Delay Critical GBR	11	5 ms	10^{-5}	160 B	TBD	Remote control (see TS 22.261 [2])
11 NOTE 4		12	10 ms	10^{-5}	320 B	TBD	Intelligent transport systems
12		13	20 ms	10^{-5}	640 B	TBD	
16 NOTE 4		18	10 ms	10^{-4}	255 B	TBD	Discrete Automation
17 NOTE 4		19	10 ms	10^{-4}	1358 B NOTE 3	TBD	Discrete Automation
1	GBR NOTE 1	20	100 ms	10^{-2}	N/A	TBD	Conversational Voice
2		40	150 ms	10^{-3}	N/A	TBD	Conversational Video (Live Streaming)
3		30	50 ms	10^{-3}	N/A	TBD	Real Time Gaming, V2X messages Electricity distribution – medium voltage, Process automation - monitoring
4		50	300 ms	10^{-6}	N/A	TBD	Non-Conversational Video (Buffered Streaming)
65		7	75 ms	10^{-2}	N/A	TBD	Mission Critical user plane Push To Talk voice (e.g., MCPTT)
66	↓ 20	↓ 100 ms	↓ 10^{-2}	N/A	TBD	Non-Mission-Critical user plane Push To Talk voice	
75	25	50 ms	10^{-2}	N/A	TBD	V2X messages	
E NOTE 4	18	10 ms	10^{-4}	255 B	TBD	Discrete Automation	
F NOTE 4	19	10 ms	10^{-4}	1358 B NOTE 3	TBD	Discrete Automation	

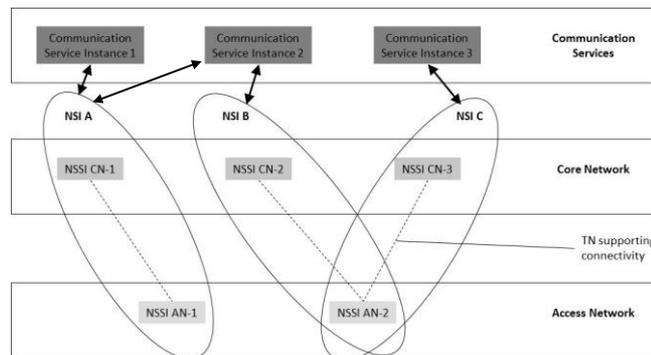
遅延・パケットロス率について
明確な定義がある

→ **トランスポートネットワーク
においても守らないといけない**

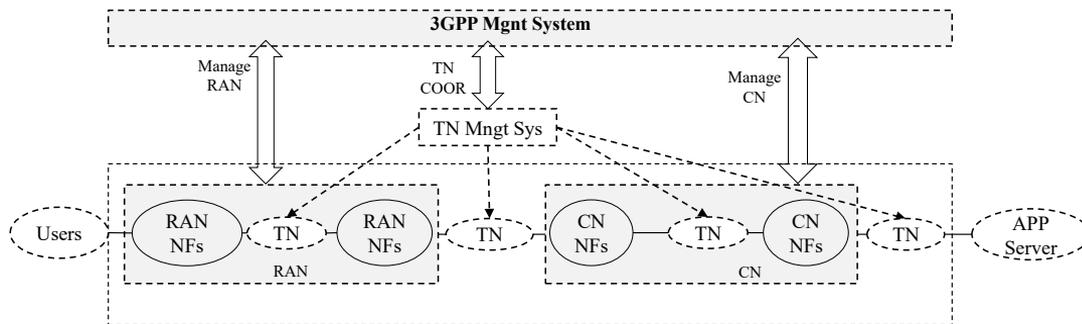


※この表の遅延区間はUEからN6を終端するUPFまで

3GPPにおける検討状況



3GPP TS 28.530 (3GPP SA5)

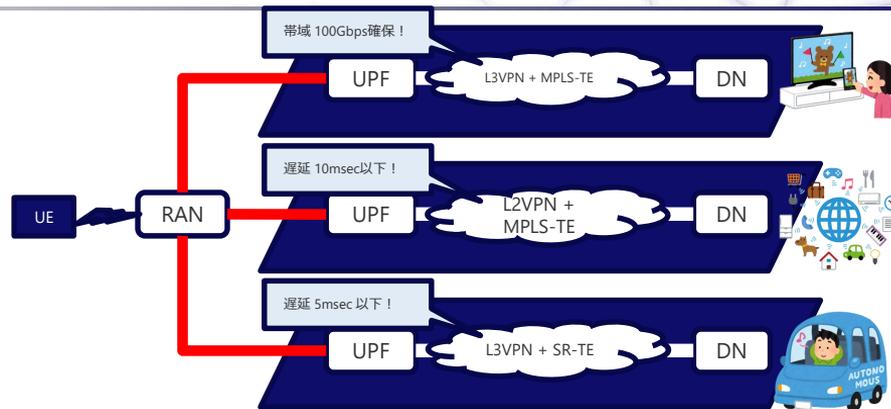
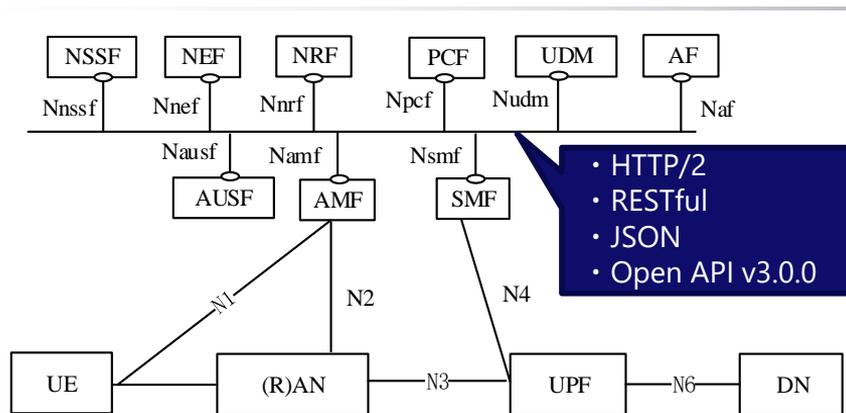


※ TN = Transport Network

Transport Networkを含めたNetwork Sliceの運用管理機構が必要
であることは3GPPにおいて認識されている

- しかしながら、具体的にどのように実施するかは3GPPの範囲外
- それを考えるのは我々Network Operatorの範疇！

トランスポートネットワークへの要求とは・・・？

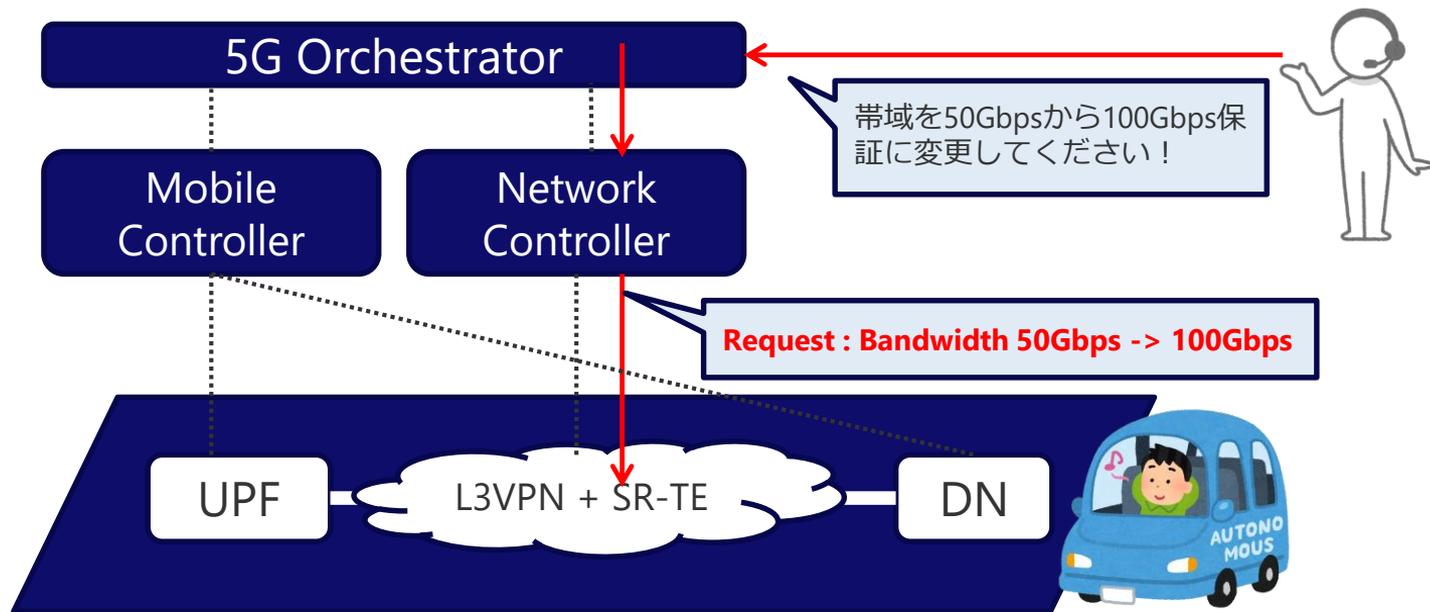


• API経由でネットワークの作成・変更・削除が容易にできる

• 論理的に分割された、各アプリケーションの要求を満たすネットワークを作成できる (**ファンクション間のネットワーク**)

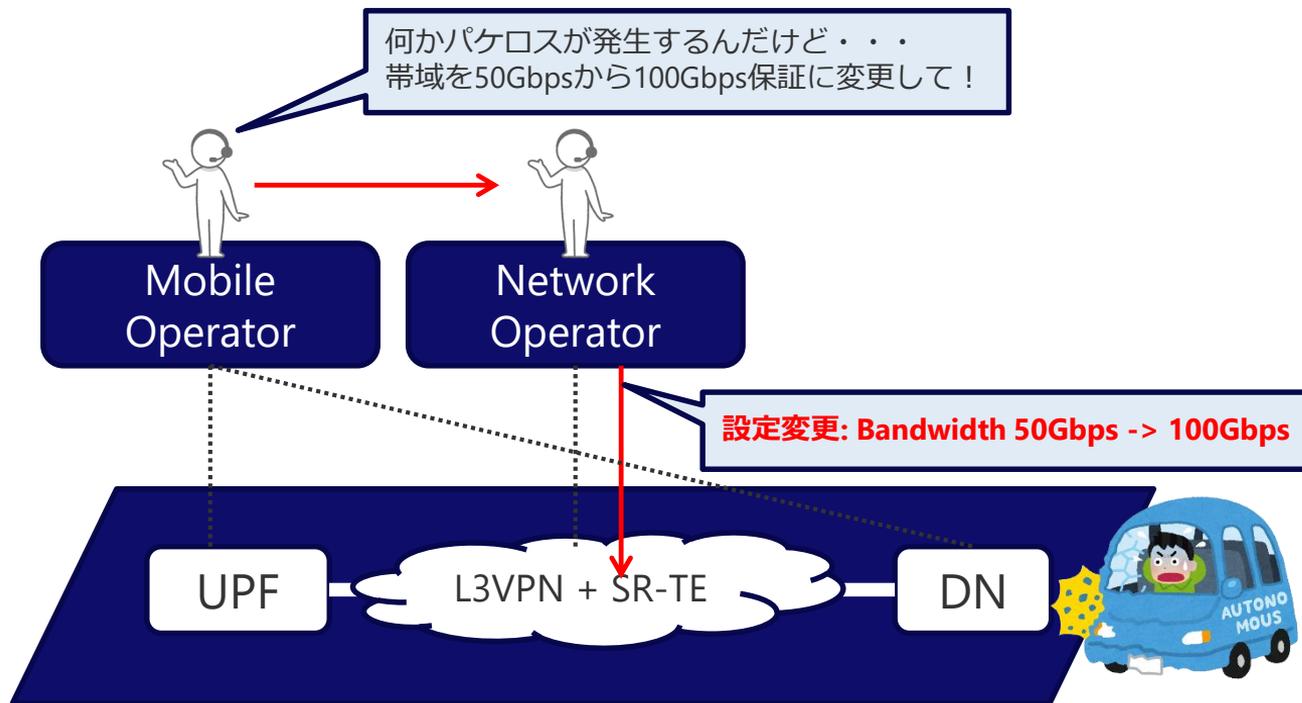
5G Network Slicingとトランスポートネットワークの連携

(1)ネットワークのサービスレベルを, (2)APIを介して制御できること

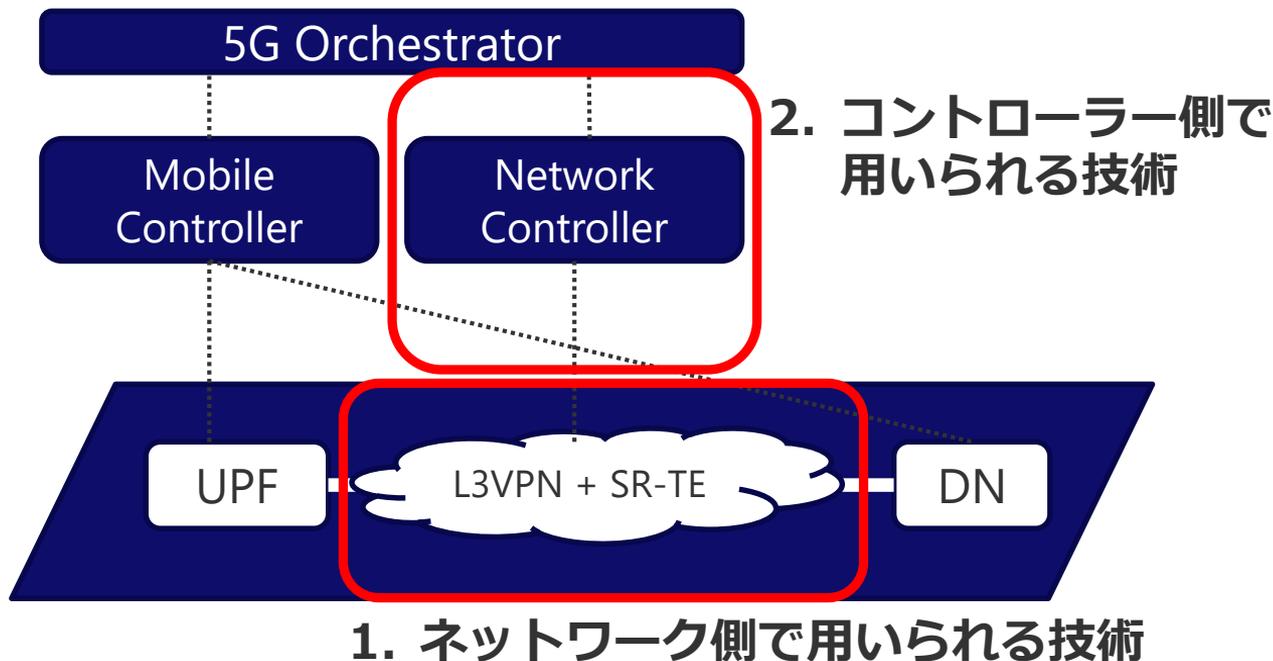


(参考) いままでは・・・ / これがないと・・・

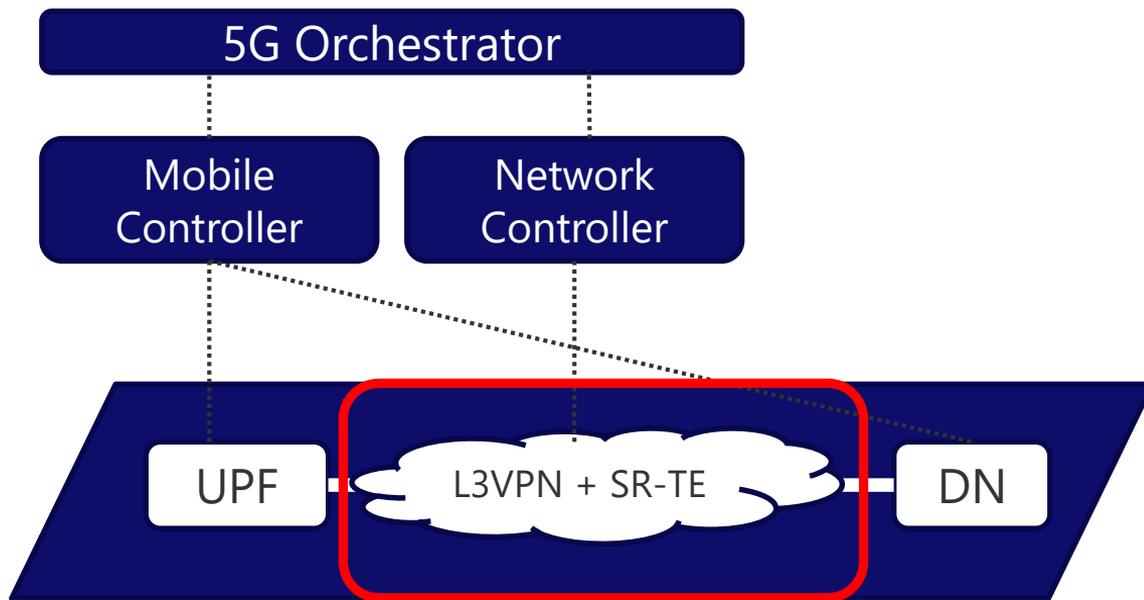
何も連携が無い今までは、すべてオペレーター（人間）が連絡して連携するしかなかった・・・



現在考案されている要素技術をピックアップして紹介します



現在考案されている要素技術をピックアップして紹介します



1. ネットワーク側で用いられる技術

昔ながらのTraffic Engineeringの問題点

MPLS-TE(RSVP-TE)を用いて、各スライスの帯域の確保を行う

▶ 遅延・ジッターといった時間的要素については考慮していない

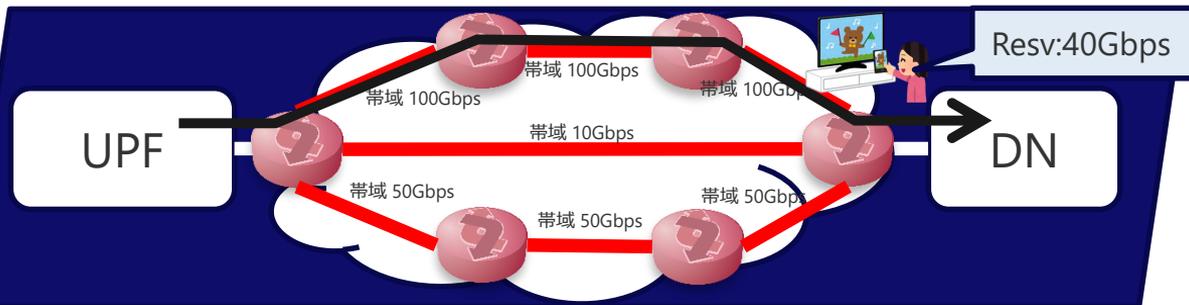
- 5Gにおいては、そこも含めて求められるから、それでは厳しい？

どうやって時間的要素(遅延・ジッター)を考慮するか？

▶ Performance-Monitoring Based Traffic Engineering

▶ IEEE TSN / IETF detnet

(注) 僕が本発表のためにつけた名前なので、一般的な用語ではないです



Performance-Monitoring Based Traffic Engineering

1. ネットワーク内の各リンクのパフォーマンス情報をコントローラーへ送信する

- ▶ BGP-LS拡張 : draft-ietf-idr-te-pm-bgp-10
- ▶ IGP拡張 : RFC7471 ,RFC7810

3.	TLV Details	3
3.1.	Unidirectional Link Delay TLV	3
3.2.	Min/Max Unidirectional Link Delay TLV	3
3.3.	Unidirectional Delay Variation TLV	4
3.4.	Unidirectional Link Loss TLV	4
3.5.	Unidirectional Residual Bandwidth TLV	5
3.6.	Unidirectional Available Bandwidth TLV	5
3.7.	Unidirectional Utilized Bandwidth TLV	6

Network
Controller

↑ 各リンクにおいて測定されたパフォーマンス情報をコントローラーへ送信する

[draft-ietf-idr-te-pm-bgp-10](#)



Performance-Monitoring Based Traffic Engineering

2. コントローラー側で、要求されたネットワーク要件を満たす経路を計算し、各スライスに割り当てる
- ▶ パス計算 : RFC 7823
 - ▶ control-plane : PCEPやNetconfなど
 - ▶ data-plane : MPLS-TE or Segment Routing (SR-MPLS and SRv6)

Network
Controller

各スライスの経路を指定する (PCEP, Netconfなど)

UPF

大容量がいいよ～

DN

低遅延がいいよ～

帯域 100Gbps
遅延 2msec

帯域 10Gbps
遅延 1msec

帯域 50Gbps
遅延 1msec

帯域 100Gbps
遅延 2msec

帯域 50Gbps
遅延 1msec

帯域 50Gbps
遅延 1msec

IEEE TSN and IETF detnet

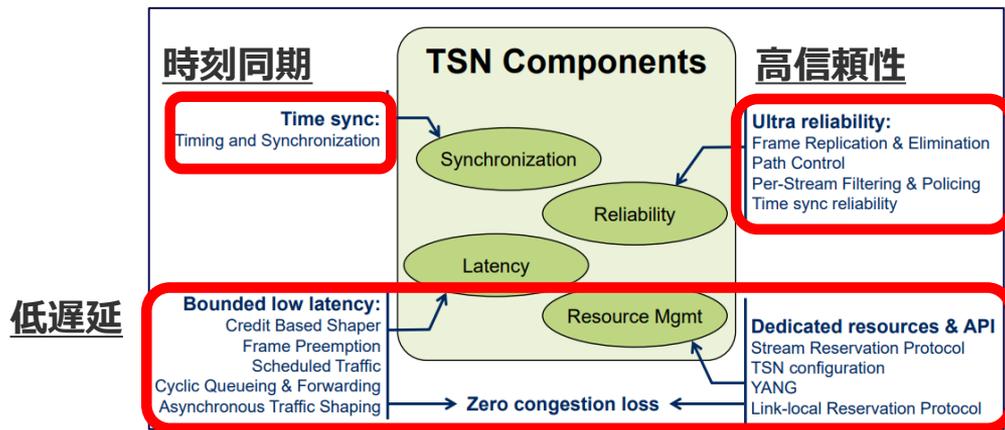
IEEE 802.1 Time-Sensitive Networking(TSN)

▶ L2ネットワークにおいて, **低遅延確保**・**高信頼性**・時刻同期を実現

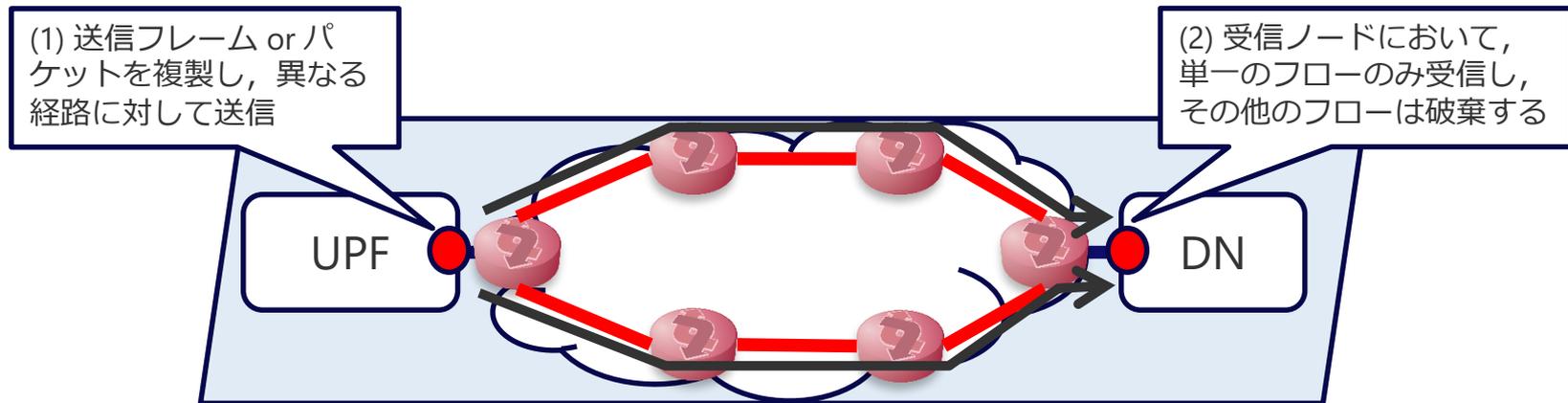
IETF Deterministic Networking(detnet)

- ▶ L3ネットワークにおいて, **低遅延確保**・**高信頼性**・時刻同期を実現
- L2のIEEE TSNをMPLSまたはIPを用いてカプセル化して送信する

両者は協調しながら進めている



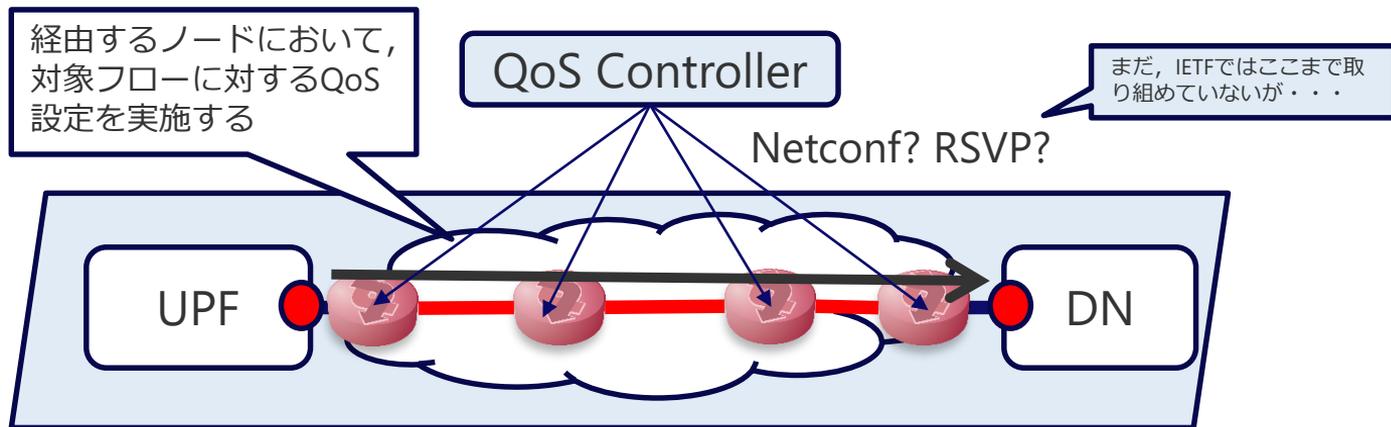
TSN/detnet : 高信頼性



高信頼性の確保

- ▶ フレーム/パケットを複製して送信する
- ▶ 伝送路障害などで複製したうちの1つのフローが破棄されたとしても, 他の経路で送信されたフローを利用することで, パケットロスを削減する
- ▶ もちろんだが, disjointな経路を指定して送信する必要がある

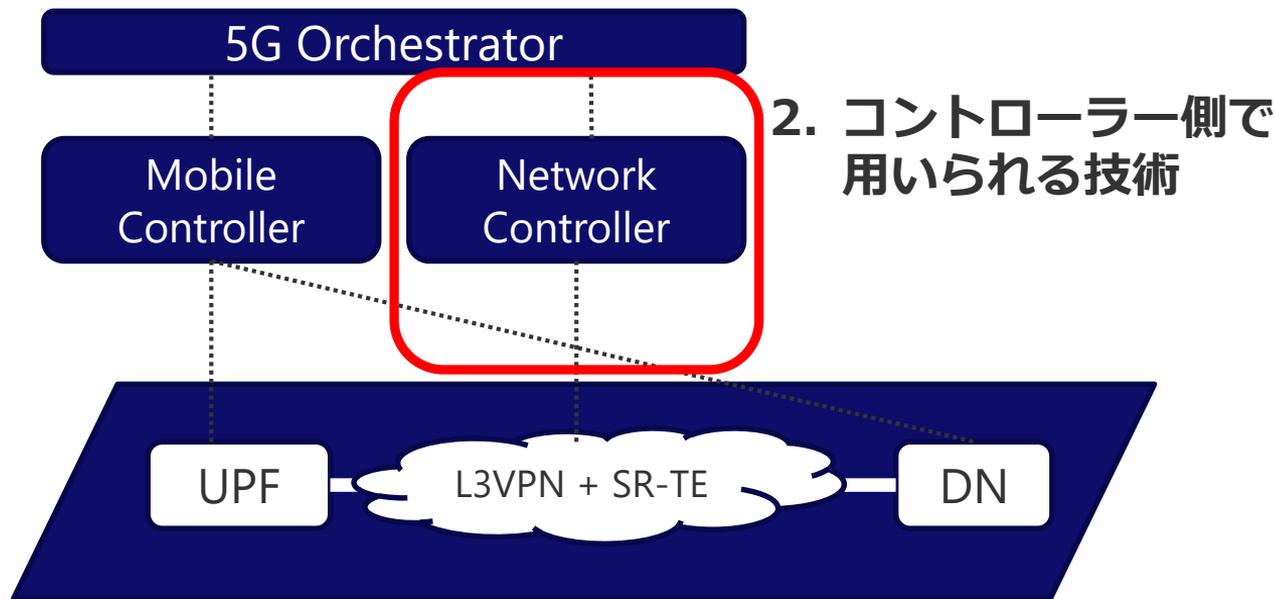
TSN/detnet : 低遅延



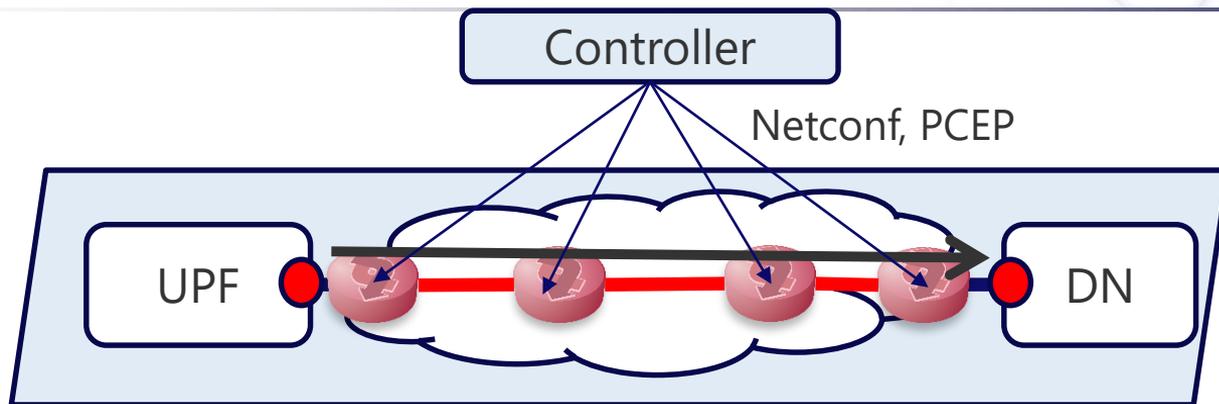
低遅延の担保

- 遅延時間=(1)ネットワーク伝送遅延+(2)機器内の処理遅延
 - TSNにおいては, **(2)機器内の処理遅延**を小さくすることで低遅延の担保を実現する
 - 伝送遅延は距離に依存するため, 基本的には固定値だよね
 - 低遅延の担保が必要なフローが経路するノードに対して, 対象フローを優先して処理するように設定を実施する
 - Queuing, Shaping, Scheduling etc.

現在考案されている要素技術をピックアップして紹介します



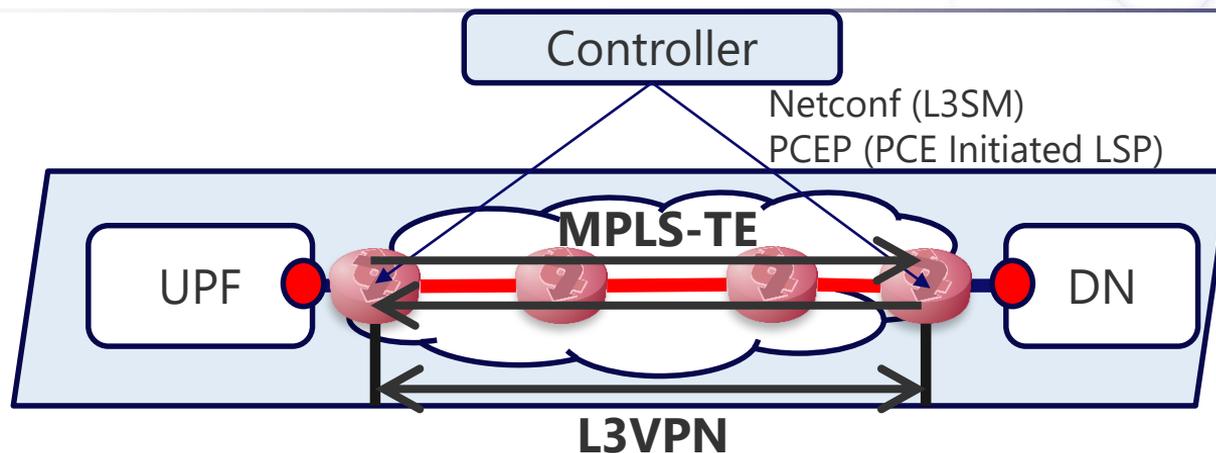
ネットワーク機器を操作する！



コントローラーによる中央制御手法

- ▶ Netconf
 - YANGで定義されたデータモデルに基づいて、各ネットワーク機器の設定を変更する
 - L3SM, L2SM, MPLS...
- ▶ ルーティングプロトコル
 - ルーティングプロトコルを用いて、ネットワーク機器のステータスを変更する
 - PCEP, BGP...

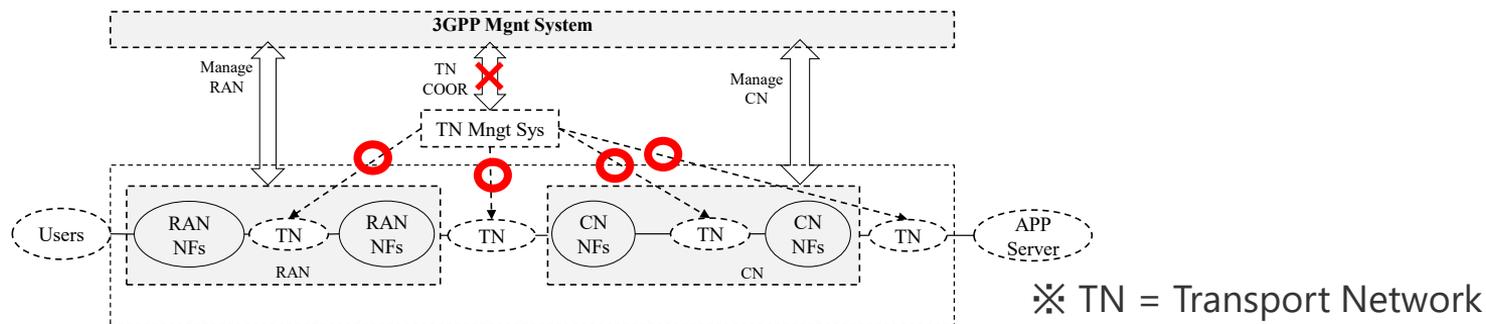
現状のIETF



IETFの現状は、各ネットワーク単体のデータモデル策定や、ルーティングプロトコル拡張策定がメイン
・それらを組み合わせて各社がソリューションを提供している状況

しかしながら、それらを複合的に組み合わせたフレームワークの標準提案も少しずつ出始めている

3GPPとの連携を考えると・・・



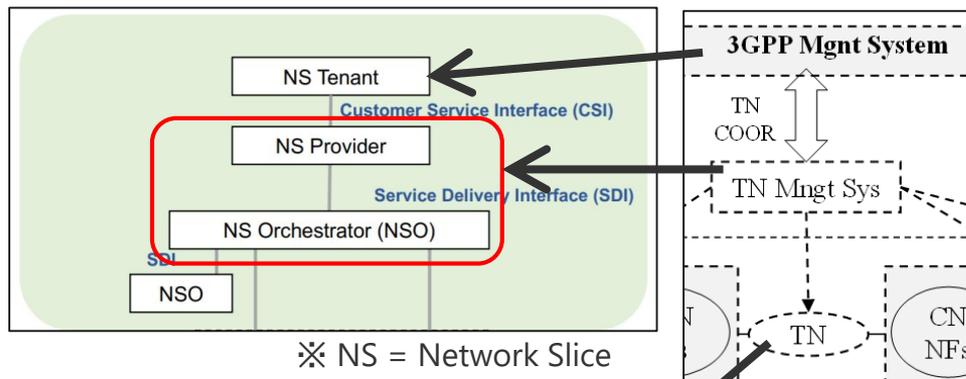
○ 各Transport Networkを制御するInterfaceの標準規格は有る

✕ 3GPP側のシステムとのInterfaceの標準規格は無い・・・？

- ▶ もし、このような状況だと、3GPP側のコントローラーとTransport Network側のコントローラーがベンダーロックされてしまうのでは・・・？

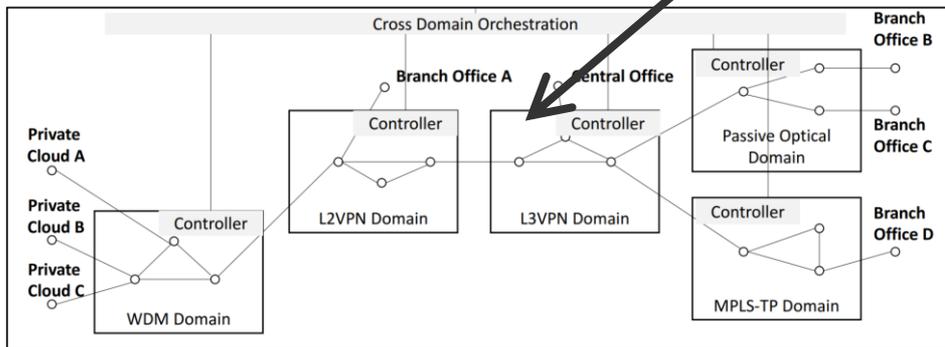
COMS

COMS Architecture



※ NS = Network Slice

COMS 制御対象ネットワーク



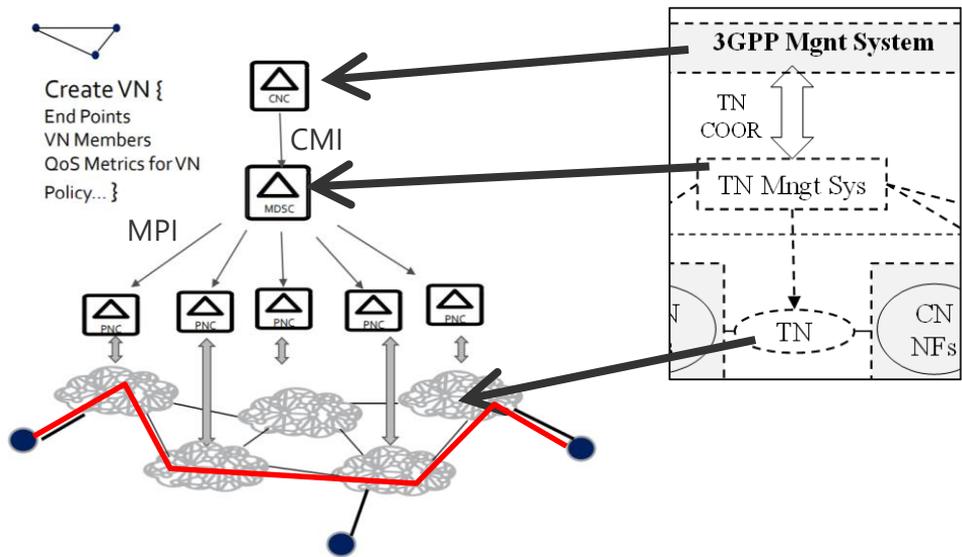
COMS

- ▶ Common Operation and Management on network Slices
 - 前回のIETF101でBoFを開催
- ▶ Network SliceにおけるTransport Networkの統合管理機構を定義しようとしている
 - ここでは5GのNetwork Sliceのみに限定しているわけではない
- ▶ 実際のネットワーク制御においては, L3SM, L2SM, ACTNといった既存の技術を用いる
- ▶ 残念ながら, 現状ではWGとして設立せず
 - 来週のIETF102ではnfvrgにてCOMS関係者のスロットがある

<https://datatracker.ietf.org/meeting/101/materials/slides/101-coms-problem-statement-and-architecture-of-coms-liang-geng-00>

ACTN

ACTN Architecture



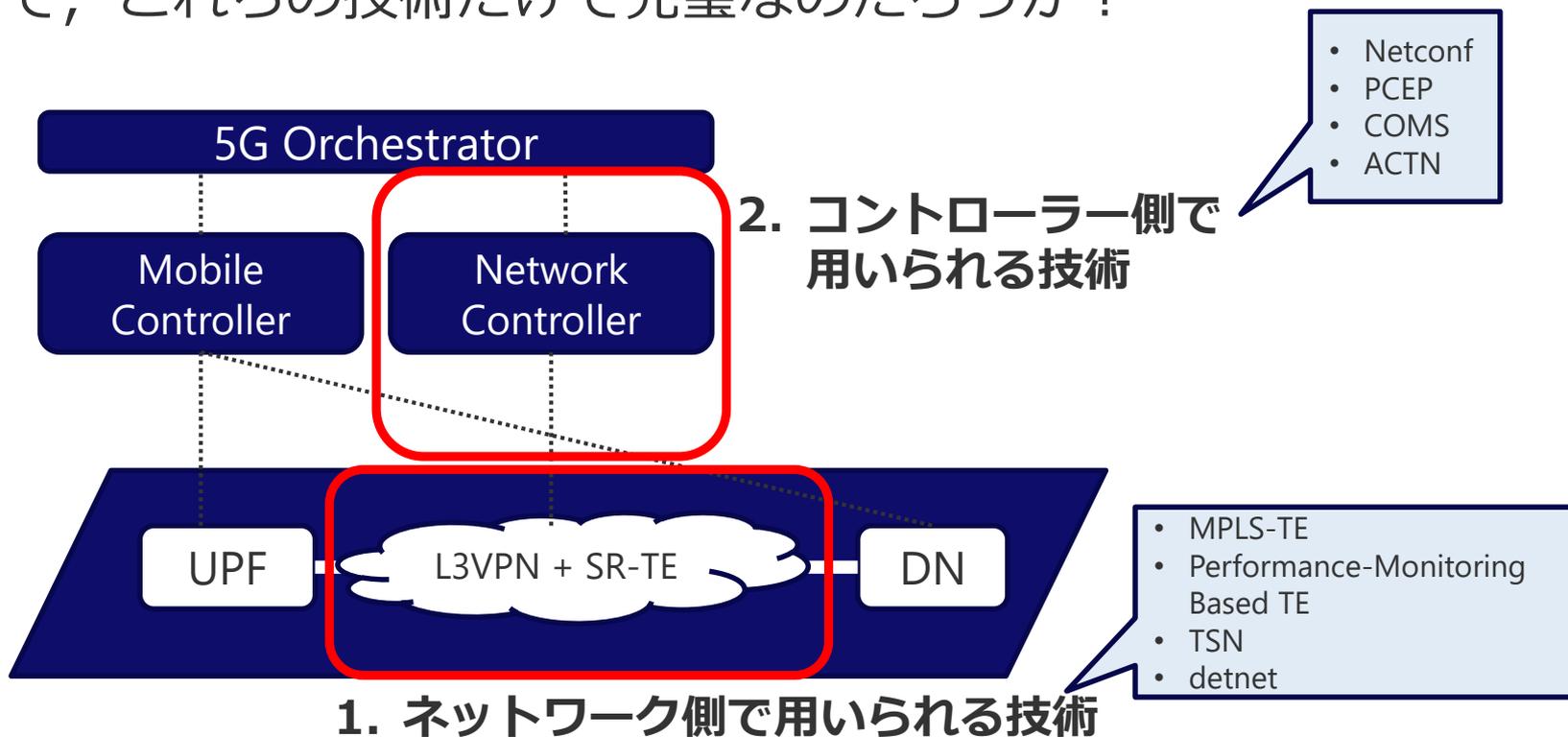
CNC=Customer Network Controller
MDSC=Multi-Domain Service Coordinator
PNC=Provisioning Network Controller

CMI=CNC-MDSC Interface
MPI=MDSC-PNC Interface

ACTN

- ▶ Abstraction and Control of Traffic Engineered Networks (draft-ietf-teas-actn-framework)
 - IETF teas wg
- ▶ 複数のネットワークドメインを統合管理し、Customerから求められる仮想ネットワークを作成するフレームワーク
 - Underlayとしては、Optical(GMPLS), MPLS-TP, MPLS-TEがスコープ
- ▶ CustomerとのInterface(CMI)を定義
 - Customerからの要求をもとに、トランスポートネットワークを構築
 - YANGデータモデルで記述
 - draft-lee-teas-actn-vn-yang
- ▶ 基本的にはMPLS系のネットワーク制御が対象になっており、L3VPNなどのOverlayなコネクティビティの提供についてはACTNの範囲外

はたして、これらの技術だけで完璧なのだろうか？



個人的には、これからやるべきこととして…

3GPPの仕様を理解することは大前提

- ▶ 5Gの仕様を理解する
 - IETF peopleの方には最初は読みづらいかもしれません
- ▶ その仕様の元で、みなさんのネットワークではどのような方法で、5Gのサービス要求を満たすかどうか検討する

Creation date	Author	Remark
No Remarks Added		

Action date	Action	Author
2016-12-15 14:56 UTC	Specification has been created for release Rel-15	Maurice Poppe
2017-12-22 11:49 UTC	Specification has been made Under Change Control	Maurice Poppe

公開文章は誰でも読めます！

3GPP TS 23.501 V15.1.0 (2018-03)

Technical Specification

**3rd Generation Partnership Project;
Technical Specification Group Services and System Aspects;
System Architecture for the 5G System;
Stage 2
(Release 15)**



文章はすべてword
(Officeが必要です！！)

まとめ

- 3GPP 5Gのアーキテクチャ
 - ▶ サービスベースアーキテクチャ
 - ▶ ネットワークスライス
- 5G Network SliceとTransport Networkとの連携が必要である
 - ▶ 各スライスの要求を満たすようにTransport Networkを制御しないといけない
- Transport Networkにおける技術
 - ▶ ネットワーク側で用いられるもの
 - ▶ コントローラー側で用いられるもの
- 3GPPとIETFが**仲良く**連携して進めていく必要がある！
 - ▶ ネットワーク側もちろんだが、サービスベースアーキテクチャの根幹であるHTTP/2といったレイヤーの連携も非常に重要