

Beyond5Gに向けた 自律型ネットワークに関する標準化動向

「モバイルネットワークと広帯域化に関する新しいアーキテクチャ勉強会」

2022/10/27 15:30～17:00

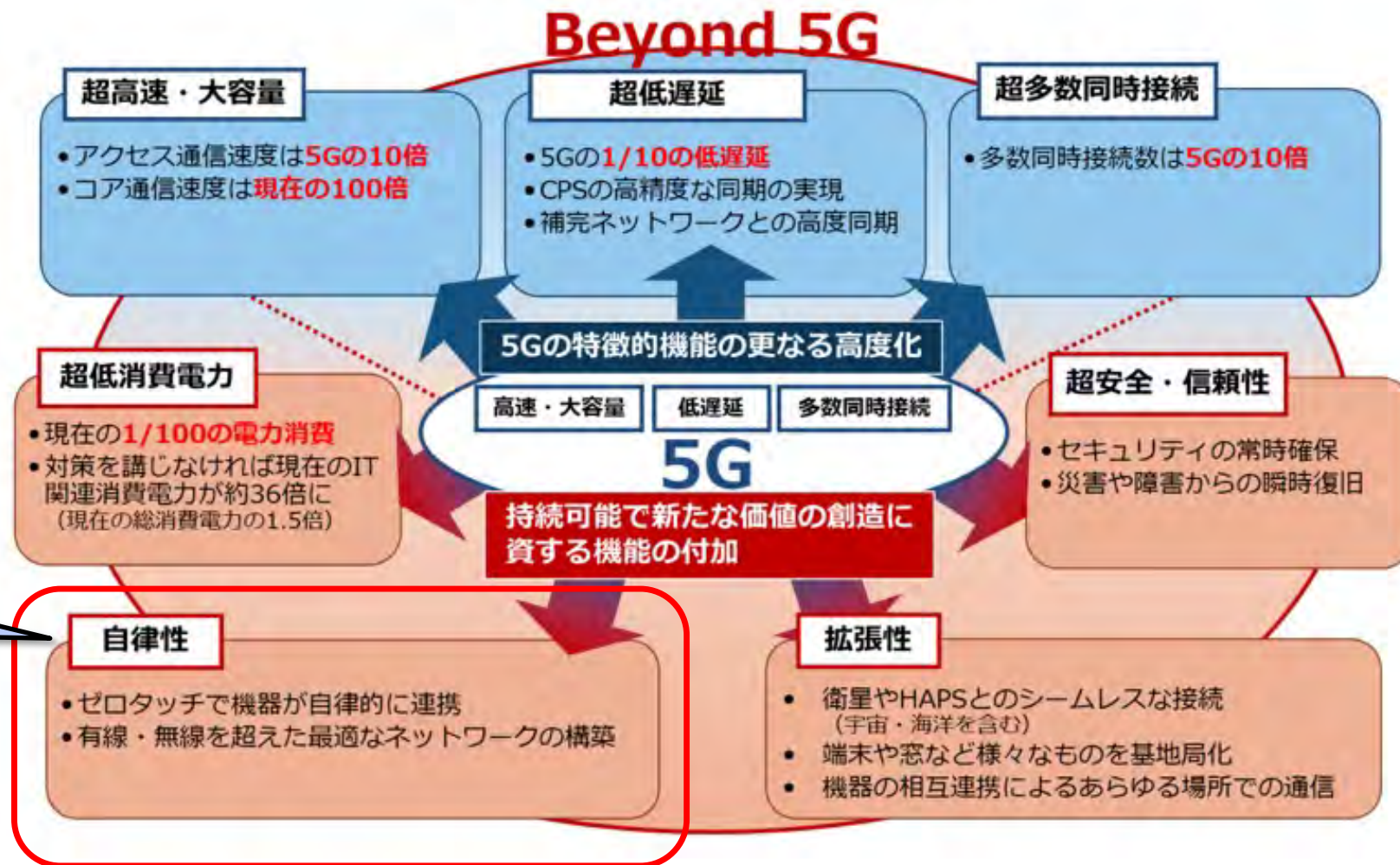
KDDI総合研究所
宮坂拓也

Beyond5G/6Gに向けた…

■自律型ネットワークに関する標準化動向・例

1. ITU-T
2. TM Forum
3. 3GPP

(図表3：Beyond 5G に求められる機能)



本日の話

https://www.soumu.go.jp/main_content/000696613.pdf

■ 自律性 (Autonomy)

- 自律した性質のこと、それ自身だけで調整したりコントロールしたりすることができるような性質や傾向のこと。
- <https://www.weblio.jp/content/%E8%87%AA%E5%BE%8B%E6%80%A7>

■ 自律性+ネットワーク=自律型ネットワーク (Autonomous Network)

- 上の言葉の定義を引用すると、以下のようなネットワーク
 - ・ ネットワーク自身だけで調整したりコントロールしたりするネットワーク
- もちろん「ネットワークのあるべき姿・状態 (Intent)」は人間が指定する必要がある

1000万人収容できる
6Gネットワークを作ってほしい！

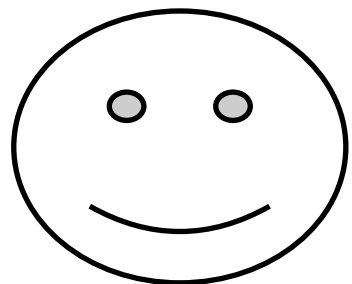
運用者・顧客

自律型ネットワーク

NW
構成要素

NW
構成要素

NW
構成要素

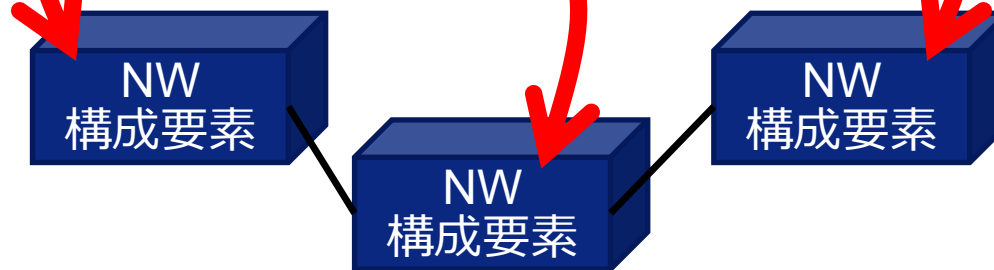


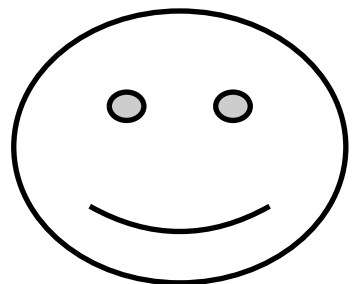
運用者・顧客

1000万人収容できる
6Gネットワークを作ってほしい！

1000万人収容するための
最適NWを自身で設計し、
展開する

自律型ネットワーク





運用者・顧客

1000万人収容できる
6Gネットワークを作ってほしい！

障害を検知し、Intentを
実現するために、自動
でNWを再構成する

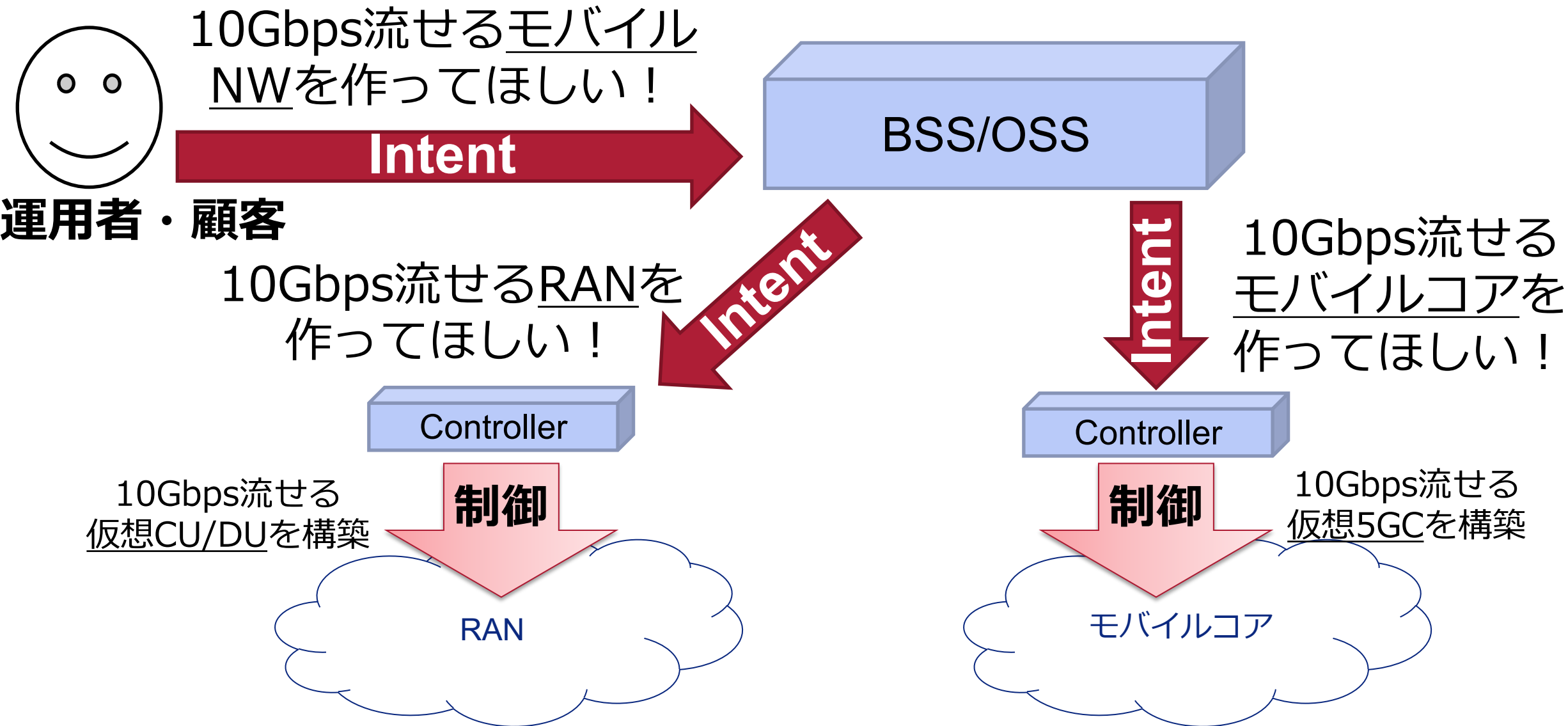
自律型ネットワーク

障害

NW
構成要素

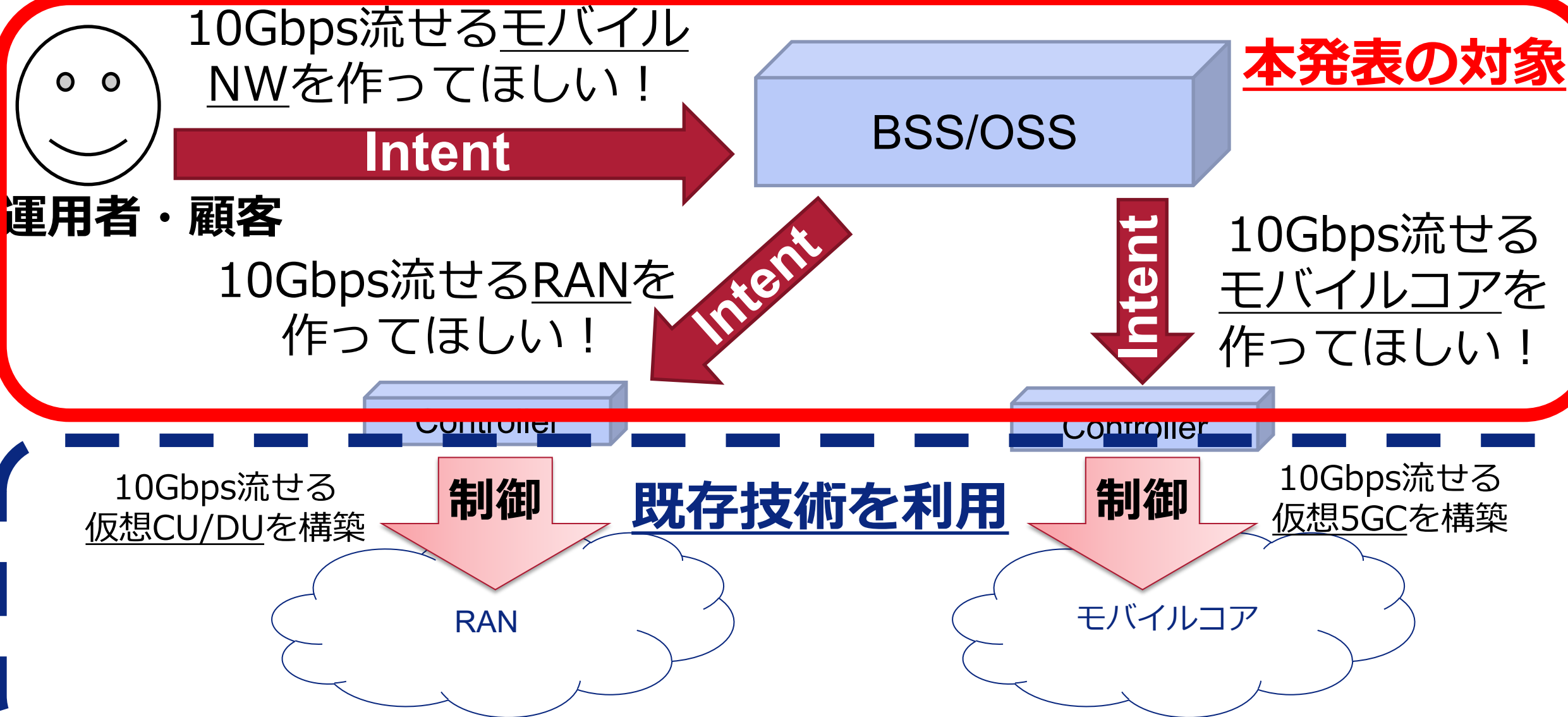
NW
構成要素

モバイルネットワークにおける自律型ネットワークの例



※BSS: Business Support System, OSS: Operation Support System

モバイルネットワークにおける自律型ネットワークの例



※BSS: Business Support System, OSS: Operation Support System

標準化団体	活動概要
ITU-T	SG13のFocus GroupであるFG-AN (Autonomous Network)において、自律型ネットワークに関するユースケース、アーキテクチャ検討を実施
TMForum	Autonomous Network Projectにおいて、OSS/BSSを中心とした、自律型ネットワークに関するアーキテクチャやAPI（例：Intent）の検討を実施
3GPP	SA5を中心に、自律型ネットワークのためのモバイルNWにおける管理機構、API（例：Intent）の検討を実施。

※他にO-RAN、ETSI(ZSM)、IETF(ANIMA)等様々な取り組みがありますが、時間の都合上次の機会とさせていただきます・・・

■ 2020年に設立された、Autonomous Network(AN)に関するITU-T SG13の Focus-Group

- 議長は楽天のLeon Wongさん
- 成果物としては以下を予定している（リンク有資料は公開済のもの）
 - ・ [ユースケース](#)
 - ・ [アーキテクチャ](#)
 - ・ [IMT-2020とその先を含んだANに対する信頼性評価](#)
 - ・ PoC
 - ・ ギャップ分析
 - ・ 用語集

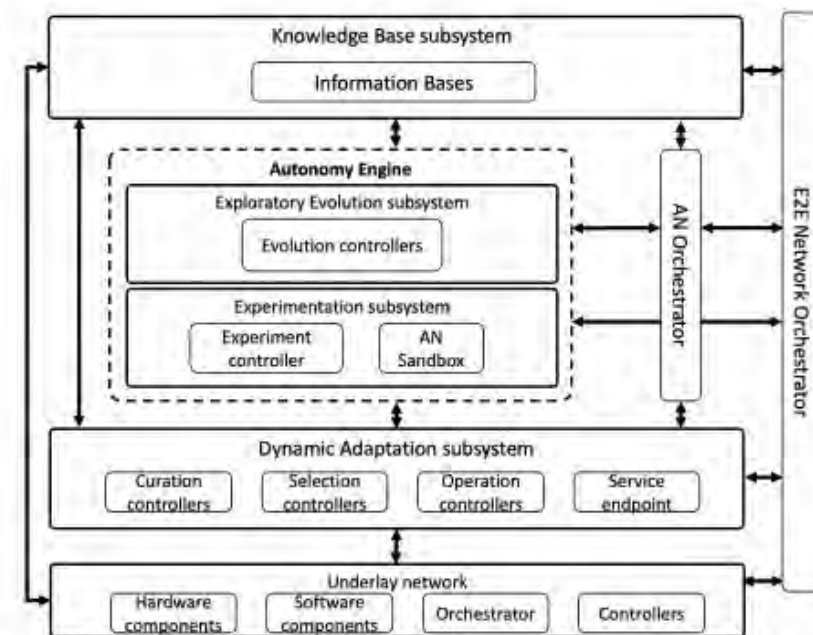


Figure 5: High-Level Framework for Autonomous Network

<https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/an/Pages/default.aspx>

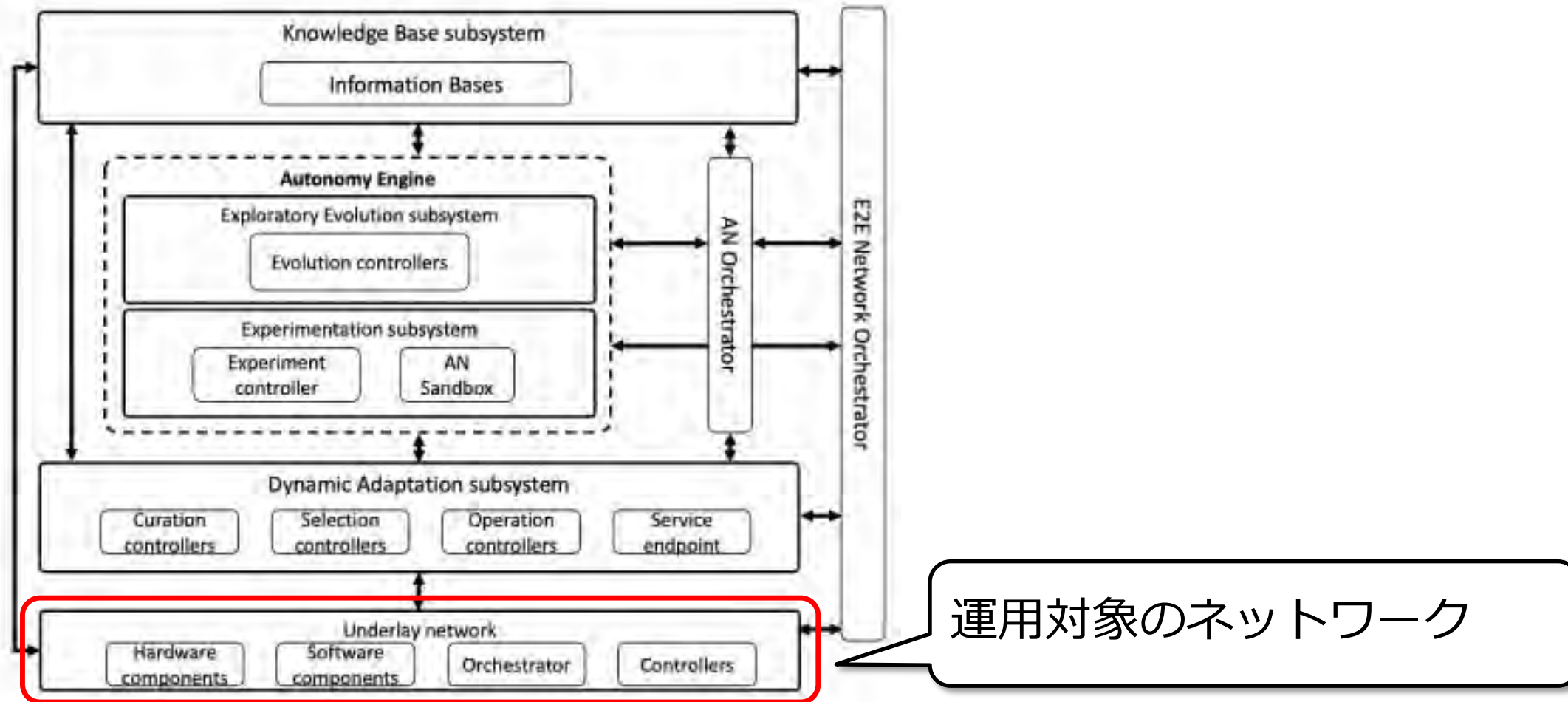


Figure 5: High-Level Framework for Autonomous Network

<https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/an/Documents/Architecture-AN.pdf>

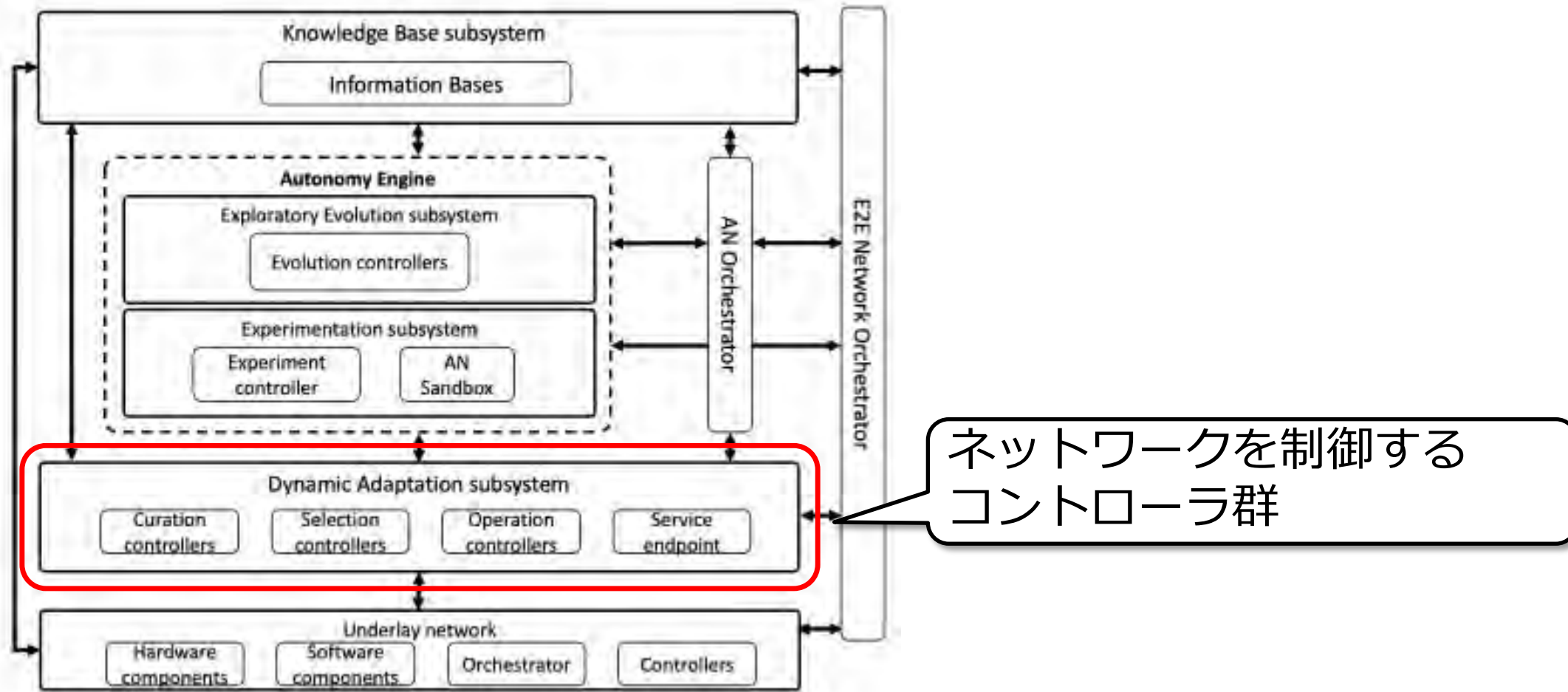
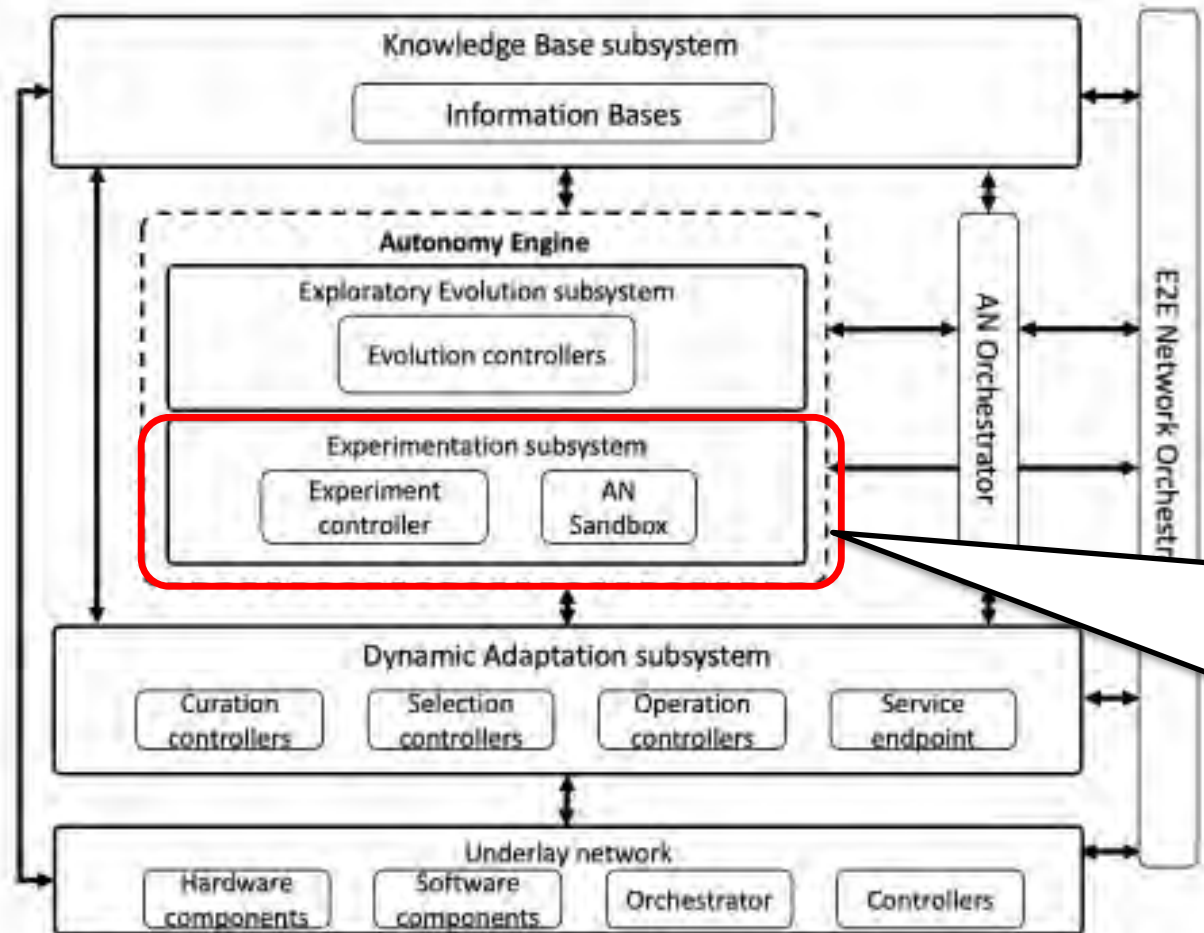


Figure 5: High-Level Framework for Autonomous Network

<https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/an/Documents/Architecture-AN.pdf>

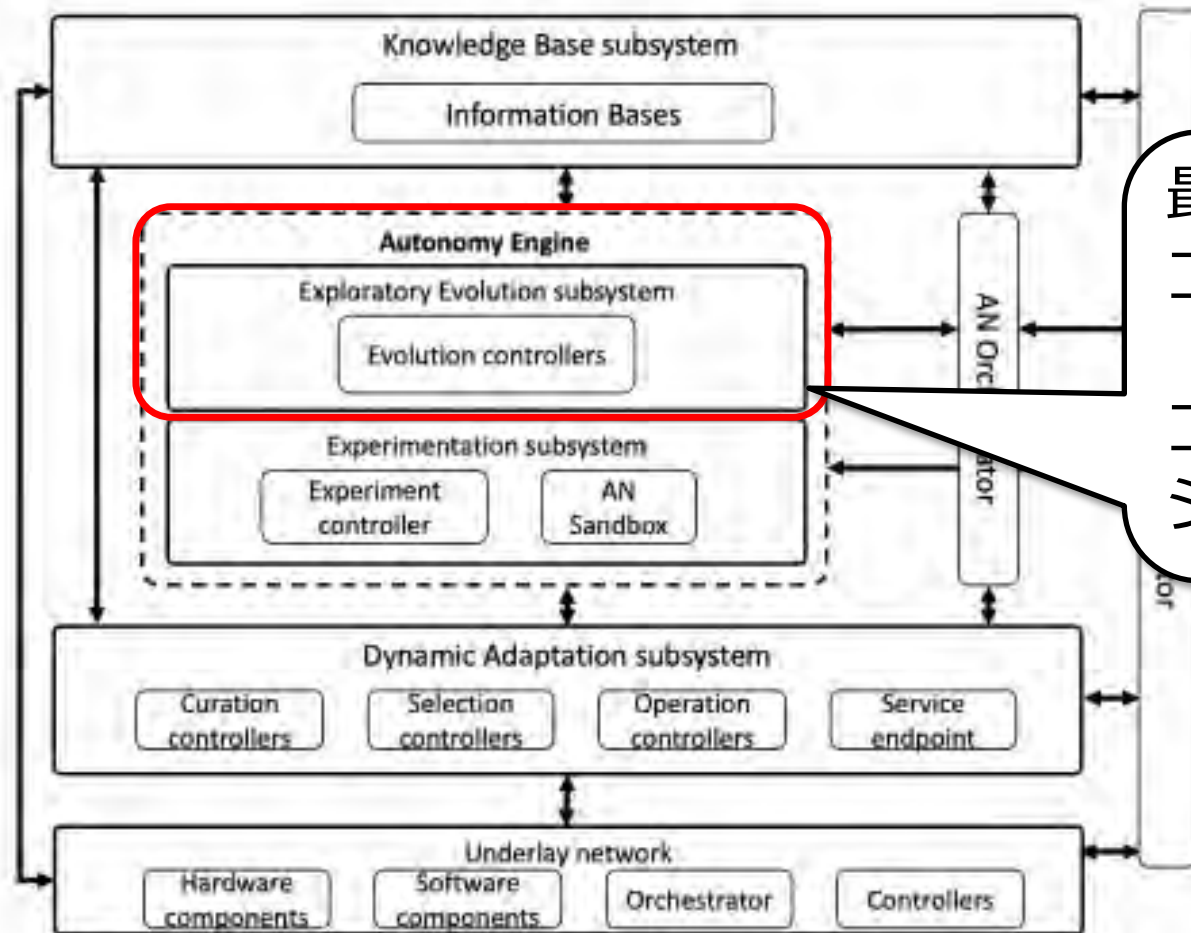


コントローラの性能を”実験”にて評価するシステム。

AN sandboxが実験を行う実験環境
(検証環境？デジタルツイン？)

Figure 5: High-Level Framework for Autonomous Network

<https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/an/Documents/Architecture-AN.pdf>

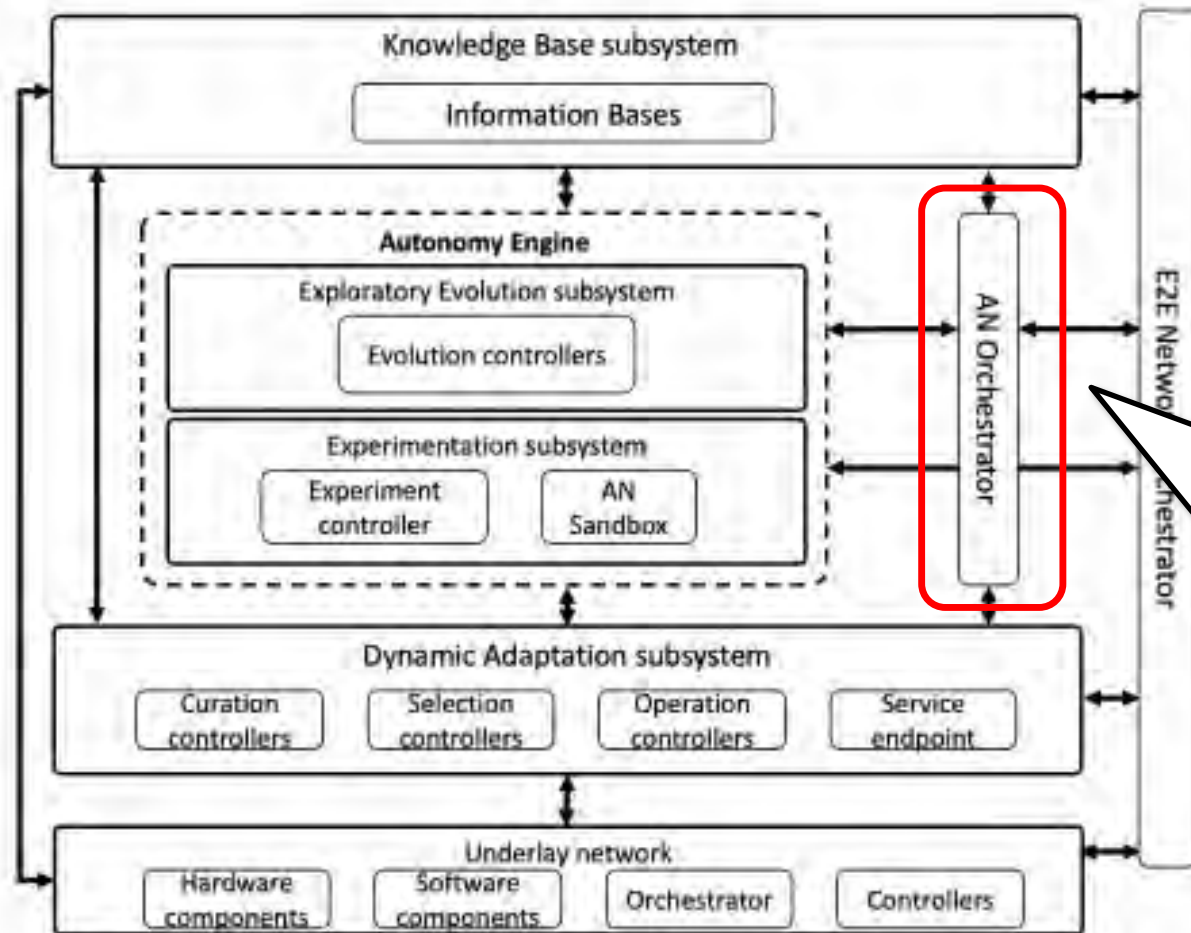


最新の運用状況や、実験結果をもとに、コントローラを”進化”させるシステム。

コントローラのパラメータや適切なモジュールを自動で決定する。

Figure 5: High-Level Framework for Autonomous Network

<https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/an/Documents/Architecture-AN.pdf>



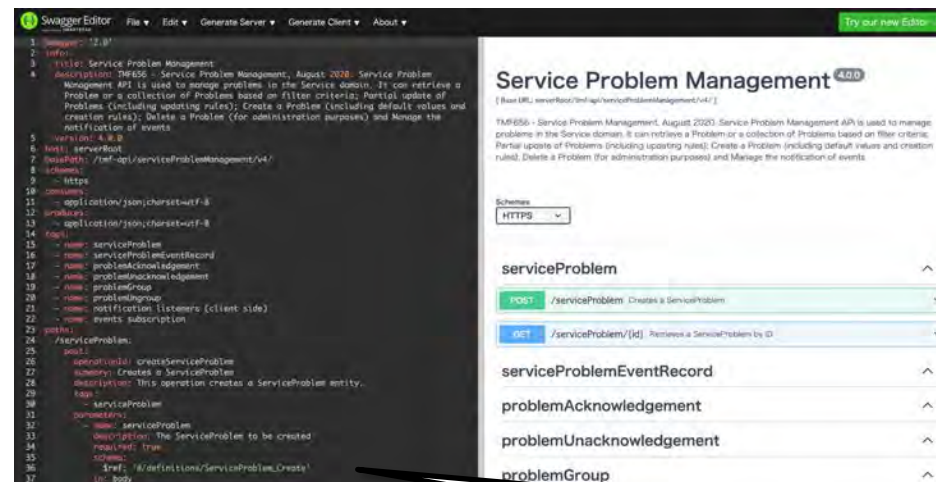
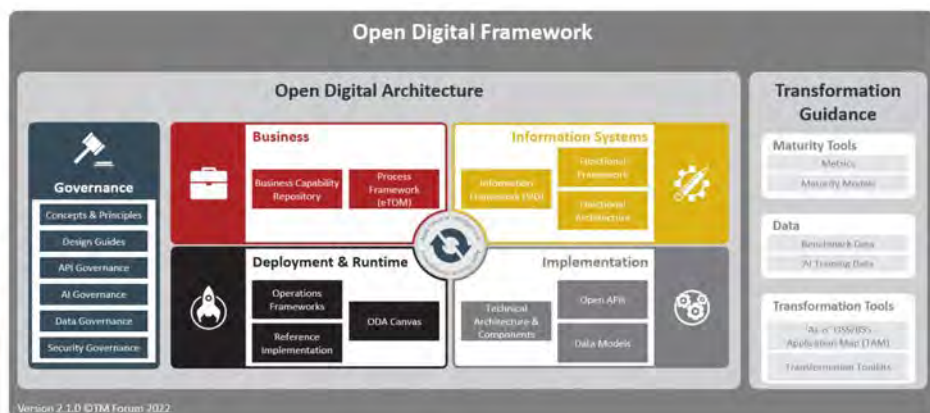
Autonomous Networkに関するコントローラ、システムを集中的に管理するオーケストレータ

Figure 5: High-Level Framework for Autonomous Network

<https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/an/Documents/Architecture-AN.pdf>

■ TM Forumとは？

- 通信事業者やコンテンツプロバイダが利用する、Operation Support System(OSS)、Business Support System(BSS)に関する標準化団体
 - <https://www.tmforum.org/>
- OSS/BSSに関する全体フレームワーク・アーキテクチャをOpen Digital Framework(ODF), Open Digital Architecture (ODA)として公開している
- OSS/BSSを構成するために必要な様々なAPIを規定
 - <https://github.com/tmforum-apis>
 - 例：顧客からのオーダー管理、ネットワークのリソース管理、トラブルチケット管理・・・



<https://www.tmforum.org/opendigitalframework/>

■ Autonomous Network project

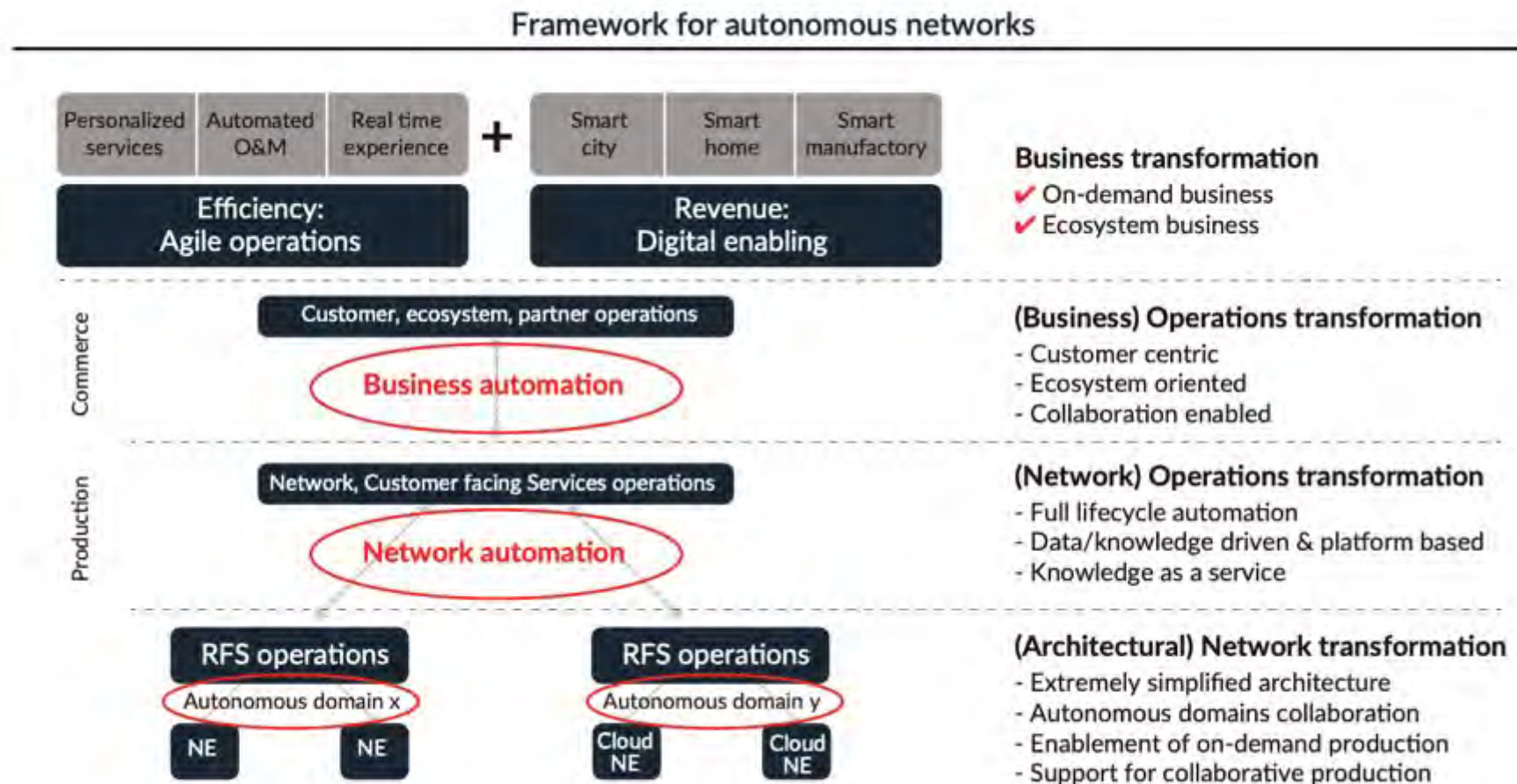
- OSS/BSS観点におけるAutonomous Networkのアーキテクチャを定義しようとしている
- APIの観点では、顧客・通信事業者の「ネットワークのあるべき姿」を示すIntentを管理するためのAPIを規定している
 - [TMF921A Intent Management API Profile v1.1.0](#)

※残念ながら、現状でAPI等の詳細文書はTMF会員のみ閲覧できる状態なのでここでは紹介できません…

Asset Category	Toolkit
Autonomous Networks Business Architecture provides the business architecture, requirements and use cases to enable fully autonomous operations & networks.	Go to toolkit
Autonomous Networks Technical Architecture provides the technical architecture and automation levels to enable fully autonomous operations & networks.	Go to Toolkit
Intent for understanding the role of intent in autonomous network and enabling the autonomous system to adapt its behavior and generate new solutions.	Go to Toolkit

Autonomous Network projectによる成果物

<https://www.tmforum.org/resources/toolkit/autonomous-networks-toolkit/>



Autonomous network level in TMForum

Autonomous networks levels

Level Definition	L0: Manual Operation & Maintenance	L1: Assisted Operation & Maintenance	L2: Partial Autonomous Network	L3: Conditional Autonomous Network	L4: High Autonomous Network	L5: Full Autonomous Network
Execution	P	P/S	S	S	S	S
Awareness	P	P	P/S	S	S	S
Analysis	P	P	P	P/S	S	S
Decision	P	P	P	P/S	S	S
Intent/Experience	P	P	P	P	P/S	S
Applicability	N/A	Select scenarios				All scenarios

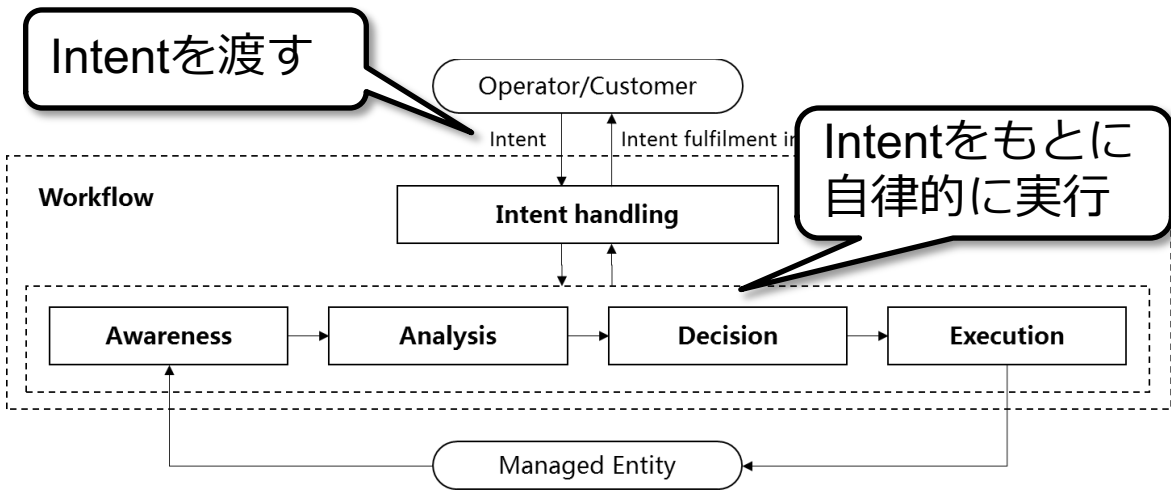
P: Personnel, S: Systems

<https://www.tmforum.org/wp-content/uploads/2019/05/22553-Autonomous-Networks-whitepaper.pdf>

- モバイルネットワークの運用管理を扱うSA5において、Release17よりIntent-driven network management, Autonomous Networkに関する取り組みが進められている

- Rel18において進行中のItem
 - Study on evaluation of autonomous network levels (FS_ANLEVA)
 - Study on enhancement of autonomous network levels (FS_eANL)
 - Study on intent-driven management for network slicing (FS_NETSLICE_IDMS)
 - Study on enhanced intent driven management services for mobile networks (FS_eIDMS_MN)

- TS28.100において、モバイルネットワークにおけるAutonomous networkのコンセプト、レベルを規定している
 - <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3756>



全体フレームワーク (TS28.100)

Table 5-1: Framework approach for evaluating autonomous network levels

Autonomous network level		Task categories				
		Execution	Awareness	Analysis	Decision	Intent handling
L0	Manual operating network	Human	Human	Human	Human	Human
L1	Assisted operating network	Human & Telecom system	Human & Telecom system	Human	Human	Human
L2	Preliminary autonomous network	Telecom system	Human & Telecom system	Human & Telecom system	Human	Human
L3	Intermediate autonomous network	Telecom system	Telecom system	Human & Telecom system	Human & Telecom system	Human
L4	Advanced autonomous network	Telecom system	Telecom system	Telecom system	Telecom system	Human & Telecom system
L5	Full autonomous network	Telecom system	Telecom system	Telecom system	Telecom system	Telecom system

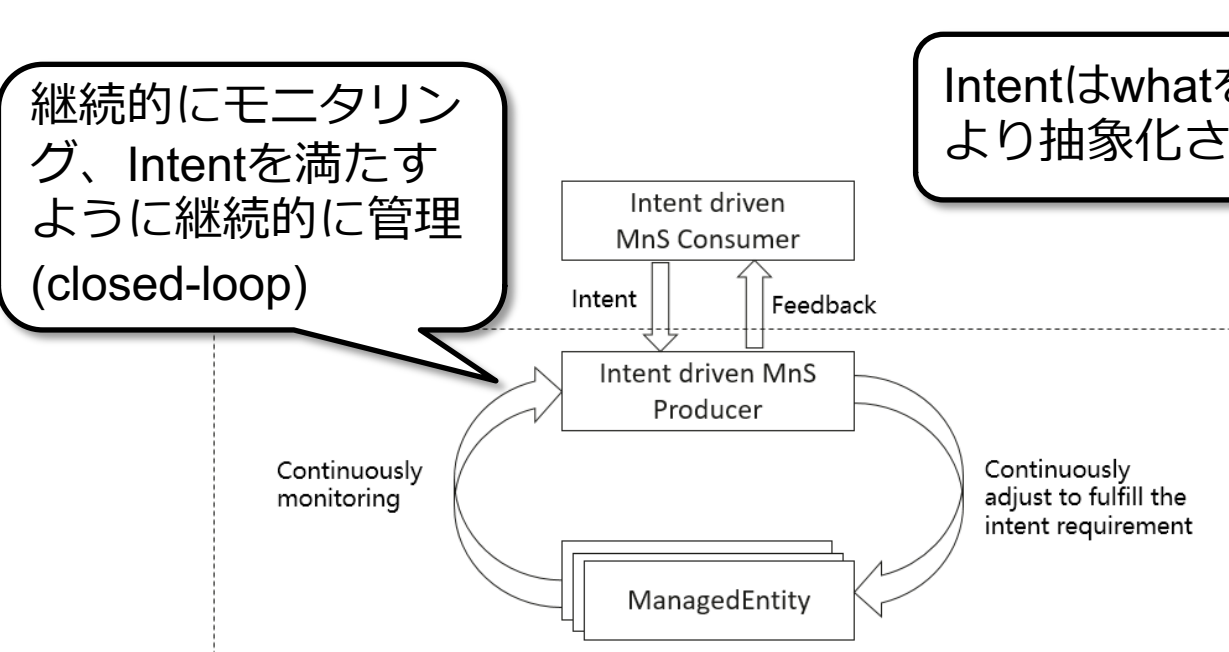
NOTE 1: Human reviewed decision have the highest authority in each level if there is any conflict between human reviewed decision and telecom system generated decision.

NOTE 2: The order of above five task categories does not reflect the workflow sequence.

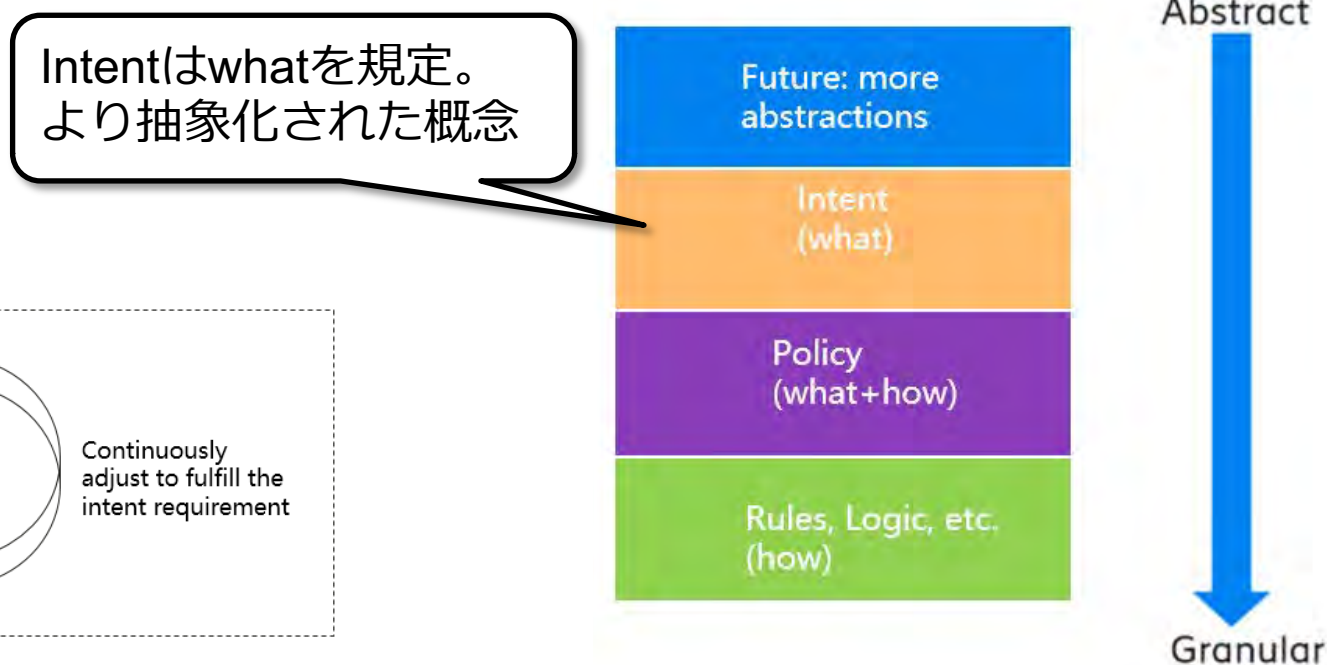
Autonomous network level (TS28.100)

■ TS28.312において、Intentによるネットワーク管理に関するフレームワーク、Intentのスキーマを規定している

- <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3554>



Intent driven closed-loop (TS28.312)



Relation between rule, policy and intent (TS28.312)

Intent Network Resource Model (NRM) in TS28.312

Intent-Single:

```
allOf:
- $ref: 'TS28623_GenericNrm.yaml#/components/schemas/Top'
- type: object
properties:
  userLabel:
    type: string
  intentExpectations:
    type: array
    items:
      type: object
      oneOf:
        - $ref: "#/components/schemas/IntentExpectation"
        - $ref: "#/components/schemas/RadioNetworkExpectation"
        - $ref: "#/components/schemas/ServiceSupportExpectation"
  intentContexts:
    type: array
    items:
      $ref: "#/components/schemas/IntentContext"
  intentFulfilmentInfo:
    $ref: "#/components/schemas/FulfilmentInfo"
```

IntentはExpectation（期待）により構成。

一般的なもの、RANに特化したもの、サービスに特化したものが現状規定されている

```
expectationTargets:
```

```
  type: array
```

```
  items:
```

```
    type: object
```

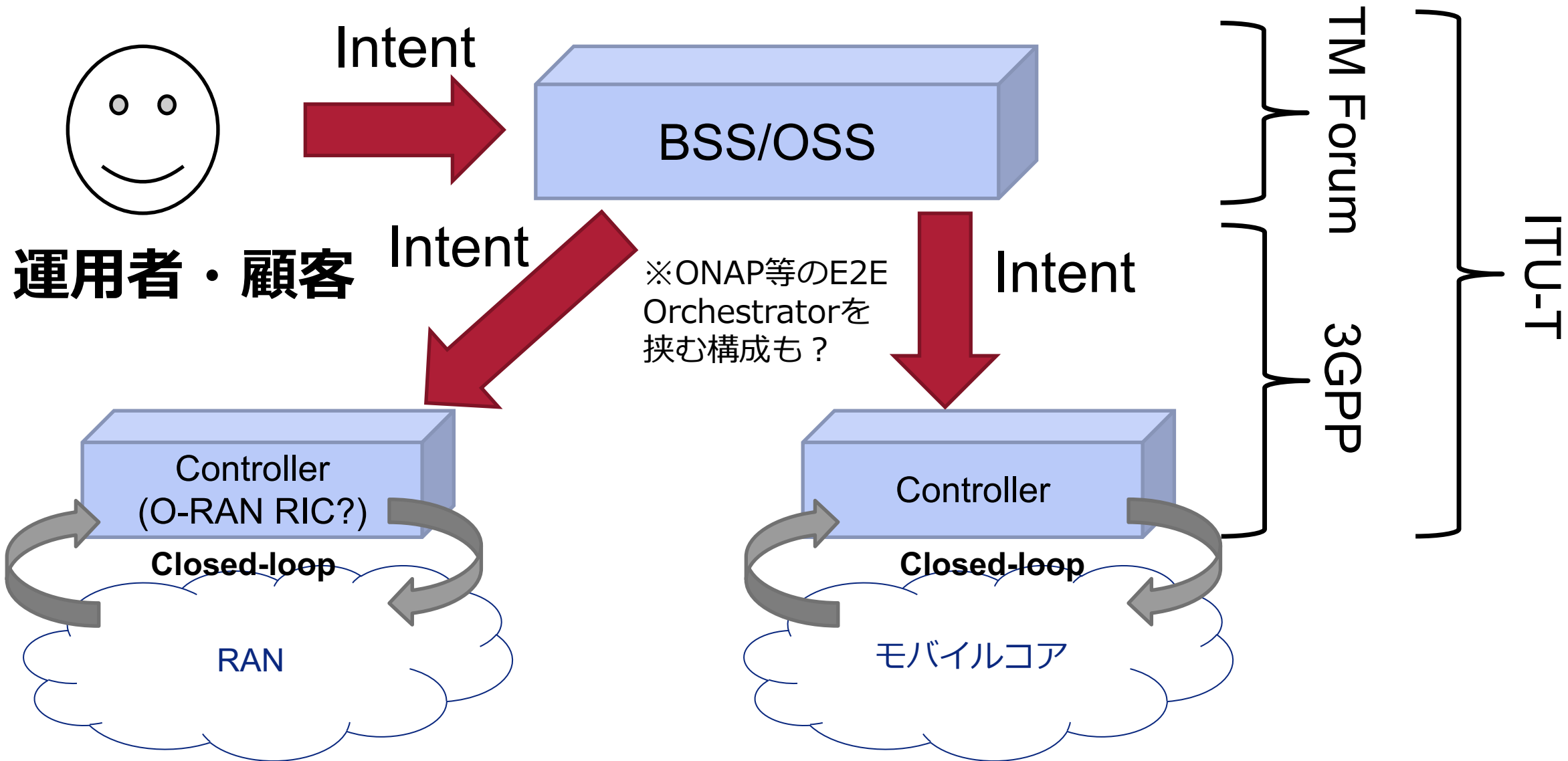
```
    oneOf:
```

- \$ref: "#/components/schemas/DLThptPerUETarget"
- \$ref: "#/components/schemas/ULThptPerUETarget"
- \$ref: "#/components/schemas/DLLatencyTarget"
- \$ref: "#/components/schemas/ULLatencyTarget"
- \$ref: "#/components/schemas/MaxNumberOfUEsTarget"
- \$ref: "#/components/schemas/ActivityFactorTarget"
- \$ref: "#/components/schemas/UESpeedTarget"
- \$ref: "#/components/schemas/ExpectationTarget"

ServiceSupportExpectaion
のTarget例

UEのスループットの期待
値、遅延の期待値、最大
UE数などを指定できる

全体まとめ (マッピングは宮坂の私見です)



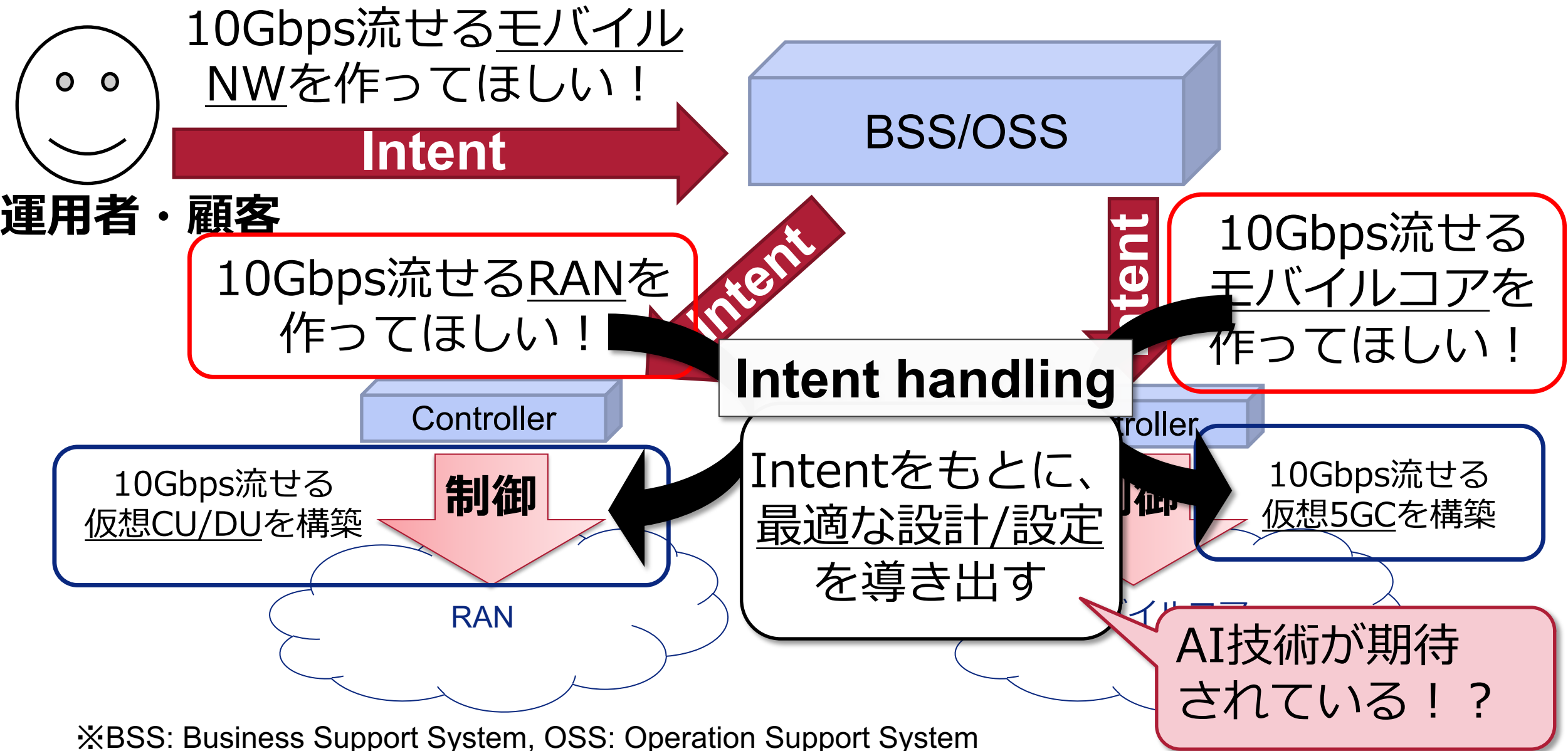
IP Transportはどうしよう・・・？

■標準化観点

- ITU-T, TM Forum, 3GPP, O-RAN, ETSI, IETF…といった様々な標準化団体を横断的に整合性を担保しないといけない

■ネットワークアーキテクチャ観点

- 機械学習や深層学習などのAI技術を用いたIntentを処理する機能が必要か
- そもそも「自律的な制御がしやすい」シンプルなネットワークアーキテクチャである必要がある
≡自動化しやすい？



※BSS: Business Support System, OSS: Operation Support System

■自律型ネットワーク実現のためのネットワークアーキテクチャ

- 人間の運用者になるべく介在させないことが前提
- ワークフロー、機械学習(ML)/深層学習(DL)による自律的な実行となる
 - ・ 目的はIntentによって記述されている
- ML/DLは近年技術革新がすごいが、制御対象のNWが複雑なアーキテクチャでは「正解の手順」に辿り着く精度は落ちてしまう



■Beyond5G/6Gに向けた自律型ネットワークに関する標準化動向を紹介しました

1. ITU-T
2. TM Forum
3. 3GPP

■自律型ネットワーク実現に向けた課題の考察も共有しました、皆様の意見を聞かせてほしいです！

ありがとうございました！