将来網及び新興ネットワーク技術の標準化最新動向―SG13活動をベースに―

国立研究開発法人情報通信研究機構　ネットワーク研究所
ネットワークアーキテクチャ研究室
ベド プラサド カフレ
Ved Prasad Kafle

1. はじめに

現在私は、SG13のラポータ活動をしている。最初にITU-T SG13の概要について紹介し、その後、SG13で成立したITU-T勧告についてピックアップして紹介する。

2. ITU-T SG13について

SG13のテーマは、Future networks and emerging network technologies（将来網及び新興ネットワーク技術）で、主要な研究課題には次のようなものがある。

・Future networks such as Beyond IMT-2020（5G）and IMT-2030（6G）networks（non-radio parts）
・Fixed-mobile-satellite convergence network architectures
・Cloud computing
・Machine learning, AI networks
・Quantum key distribution networks

会合は年に3回程度行われており、1回の会合期間は2週間ほど、平均約45か国から300人位が参加している。1会合で200以上の寄書が出されている。SG13で作られた勧告には、要求条件、フレームワーク、アーキテクチャ、機能、インタフェース、ユースケース、実装シナリオなどがある。

SG13のマネジメントチームと、ワーキングパーティ（WP）、グループを表1、表2に示す。

■表1. ITU-T SG13のManagement Team（敬称略）

議長	谷川 和法	Japan（NICT）
副議長	Faleh AL-GHAMDI	Saudi Arabia
	Bülent Arsal	Turkey
	Obid Asadov	Uzbekistan
	Rim Belhassine-Cherif	Tunisia
	Soumaya Benbartaoui	Algeria
	Anabel Del Carmen Cisneros	Argentina
	Hyung-Soo（Hans）Kim	Korea
	Scott Mansfield	Canada
	Mark Mcfadden	United Kingdom
	Brice Murara	Rwanda
	Mehmet Toy	United States
	Abhay Shanker Verma	India
	Yuan Zhang	China

3. SG13で成立した勧告について

3.1 マシンラーニング（ML）、AI関連

3.1.1 Y.3172：Architectural framework for machine learning in future networks including IMT-2020

この勧告では、MLをネットワークで使うときの要求条件が書いてある。図1の1番下にある物理あるいは仮想のアンダーレイネットワーク、それを制御するためのMLオーバーレイ、さらにMLオーバーレイを制御するためのMLファンクションのオーケストレータがある。MLオーバーレイの中に2つ

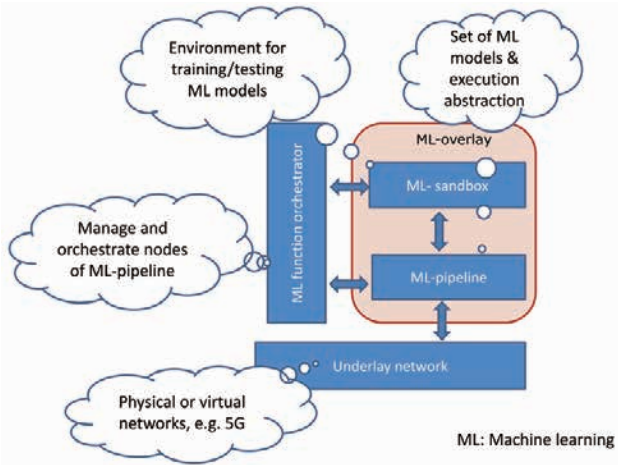
■表2. ITU-T SG13のワーキングパーティ、グループ

Working Parties（WP）：		
WP1/13	IMT-2020 and Beyond：Networks & Systems	
WP2/13	Cloud Computing & Data Handling	
WP3/13	Network Evoluton, Trust and Quantum Enhanced Networking	

Regional Groups（RG）：		
1	Eastern Europe, Central Asia and Transcaucasia（EECT）RG	
2	African RG	

Joint Coordination Activity（JCA）：		
1	JCA on IMT-2020 and Beyond	
2	JCA on Machine Learning	

Focus Groups（FG）：		
1	Focus Group on Autonomous Networks（FG-AN）	←recently completed
2	Focus Group on AI-Native Networks（FG-AINN）	←under consideration to establish



■図1. 機械学習を使用したアーキテクチャフレームワークの簡易版［ITU-T Y.3172より］

のブロックがある。サンドボックスはMLをテストする環境として使い、MLパイプラインは、MLモデルが複数あることを想定している。この4つのブロックで構成されている。

3.1.2 Y.3173：Framework for evaluating intelligence levels of future networks including IMT-2020

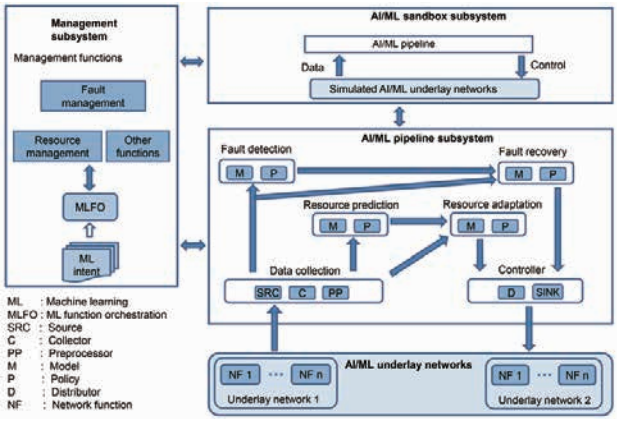
インテリジェンスレベルを評価するための基準と方法を示した勧告。どの部分が人力なのかシステム化されているのかにより、ネットワークインテリジェンスのレベルを5段階に示している。

3.1.3 Y.3174：Framework for data handling to enable machine learning in future networks including IMT-2020

データハンドリングのフレームワークについての勧告。各コンポーネントが生成するデータの多様性が課題である。MLにデータを使う時に合わせなければならない要求条件として56のリクワイヤメントを収集し、MLインプットデータコレクション、MLプロセッシング、MLデータアウトプットの3グループに分類、リスト化している。

3.1.4 Y.3177：Architectural framework for AI-based network automation for resource and fault management

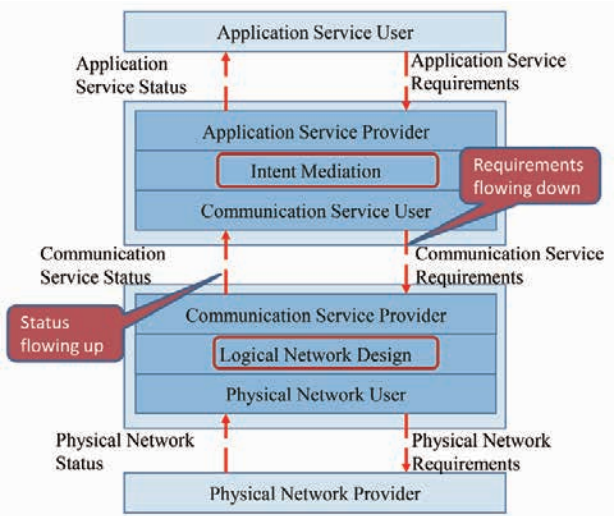
日本が提案した寄書から作られた勧告。ネットワークの資源と障害を管理する立場から書いているフレームワークである（図2）。



■図2. ネットワークのリソースと障害管理のためにAI/MLを使用したアーキテクチャフレームワークの簡易版［ITU-T Y.3177より］

3.1.5 Y.3178：Functional framework of AI-based network service provisioning

日本が提案した寄書から作られた。AIを使ってネットワークサービスをデザインするための勧告（図3）。

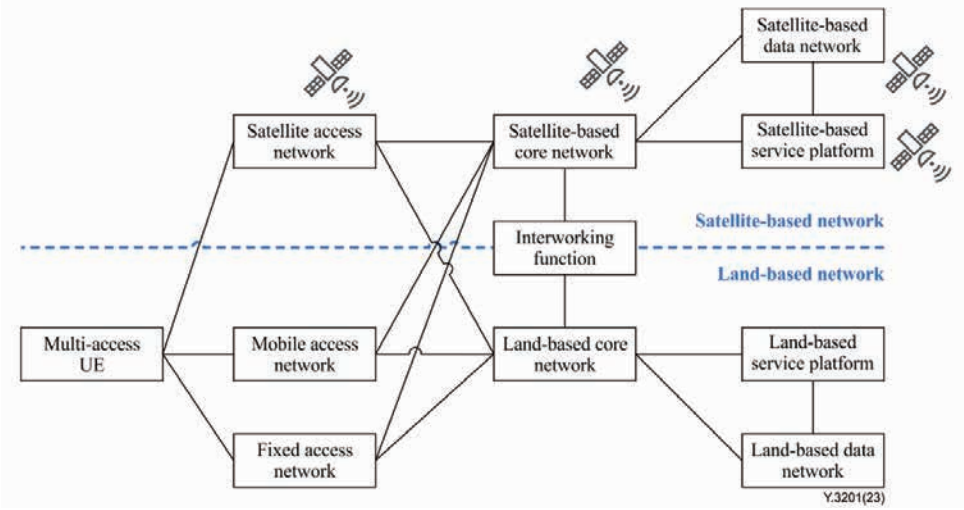


■図3. Application service user, application service provider, communication service providerとPhysical network provider間のインターアクションフレームワーク。Intents mediationとLogical network designが主な機能である。［ITU-T Y.3178より］

3.2 固定通信、移動通信、衛星通信の統合（FMSC）に関する勧告

3.2.1 Y.3201：FMSC–Framework for IMT-2020 networks and beyond

FMSCの概略を図4に示す。地上ネットワークは既に存在しているが、今後は衛星ネットワークも出来上がり、アクセスを広げるために相互に利用されることになると想定している。



■図4. FMSCのフレームワーク［ITU-T Y.3201より］

3.2.2 Y.3202：FMSC-Mobility management for IMT-2020 networks and beyond

マルチアクセス端末利用時には、状況・環境によりどの通信ネットワークにアクセスするかが変わる可能性があるが、その管理に関する勧告。

3.2.3 Y.3203：FMSC-Connection management for IMT-2020 networks and beyond

Mobility managementと同様に、connection managementも重要なポイントである。制御planeの機能と、通信ネットワークのアクセス状況との連携について示している。

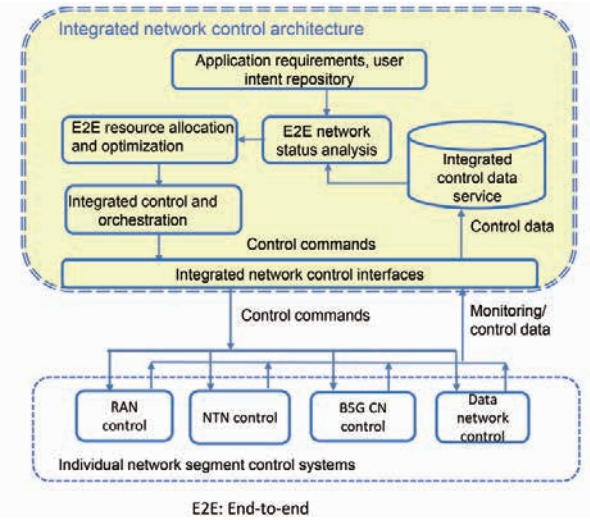
3.2.4 Y.3207：FMSC-Integrated network control architecture for IMT-2020 networks and beyond

地上と非地上ネットワークの統合ネットワーク制御に関する勧告である。ネットワークの制御はすべてインテグレイテッドマナーで送らなければならないことになっているが、それに関する標準の文書がなかったので、私たちが2年かけて作った（図5）。

このアーキテクチャに関して、私たちは、実験システムを作っている。AI技術を動かし、各ネットワークコントローラから収集したデータを分析し、ネットワークの状況を知ることができる。このシステムは皆さんも使える可能性がある。

3.3 量子鍵配布ネットワーク（QKDN）関連のITU-Tの標準規格

この分野でも日本の寄書から作られた勧告がある。



■図5. FMSC-統合ネットワーク制御アーキテクチャ［ITU-T Y.3207より］

3.3.1 Y.3800：Overview on networks supporting quantum key distribution

量子鍵を生成し配布するためのネットワークの概要。キージェネレーション、キーマネジメントワークのコントロールとマネジメントが大切である。

3.3.2 Y.3802：QKDN-Functional architecture

機能構造のモデルが詳しく示されている。量子鍵配布の理解にこの勧告はとても役立つと思う。

3.3.3 Y.3803：QKDN-Key management

量子キーマネジメントについて、機能と要求条件が示されている。

3.4　クラウドコンピューティング（CC）、コンピューティングを考慮したネットワーク（CAN）に関連したITU-Tの標準規格

CCに関しては50を超える寄書が提出されている。

3.4.1　Y.3502：Cloud computing–Reference architecture

CCのレイヤー構造とそれぞれのレイヤーの機能について示している。

3.4.2　Y.3515：Cloud computing–Functional architecture of Network as a Service（NaaS）

NaaSの特徴と機能について示している。クラウドサービスがオンデマンドで作りやすく、プログラム変更しやすく、ユーザーが必要な分だけの課金で使うことができる。ソフトウェアでサービスを実現できる。

3.5　SG13で標準化された追加のトピック

3.5.1　Y.3073：Framework for service functional chaining in information-centric networking

日本から寄書提案されたもので、情報志向ネットワーク構造についての勧告。2023年3月に文章が修正され、追加機能についても記載された。

3.6　最近SG13に導入された新しいトピック

3.6.1　Y.3061：Autonomous networks（AN）–Architecture framework

自律型ネットワーク（AN）についての勧告。オートノマスとは、インテリジェントよりさらに進んだもので、コントロールの種類やインテリジェントモードの使用を自律的に判断する機能を有している。

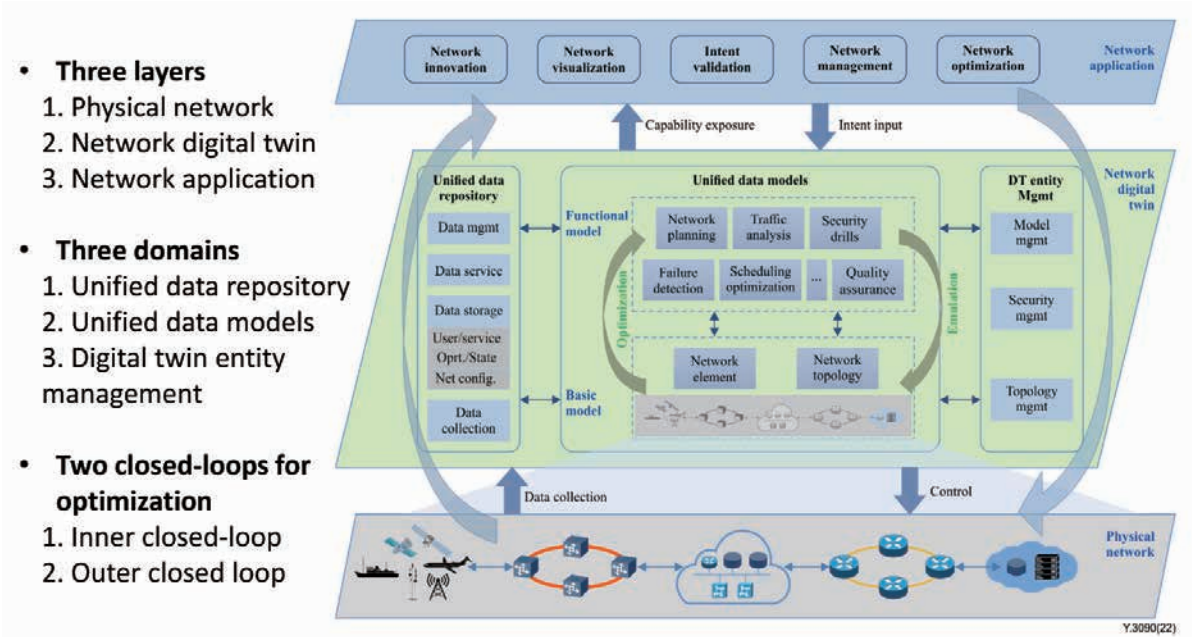
3.6.2　Y.3090：Digital twin network–Requirements and architecture

最近始まったデジタルツインネットワークについて、これまでに勧告は2つできている。これはアーキテクチャについての勧告である。ネットワークのデジタルコピーを作るためにデータを収集しモデル化する、データを管理する等が可能になるというのが、デジタルツインネットワークのアーキテクチャである（図6）。

4. おわりに

SG13では新しい将来ネットワークアーキテクチャの検討をしている。本講演では触れていないが、コンピューティングとネットワーキングの融合（CNC）、Web3.0ネットワーキングについては、今後議論される可能性がある。

（本記事は、2024年4月19日開催のITU-T研究会での講演を日本ITU協会がリライトしたものです。）



■図6.　デジタルツインネットワークのアーキテクチャ［ITU-T Y.3090より］