



ITU-T SG13の活動動向及びIMT-2020についての展望 —IMT-2020、SDN、クラウドなど将来網のアーキテクチャー—



日本電信電話株式会社 ネットワーク基盤技術研究所 主任研究員

SG13 副議長
ごとう よしのり
後藤 良則

1. はじめに

SDN (Software Defined Networking) やスライスなど仮想化技術のネットワークへの導入の可能性が様々な標準化団体で議論されるようになってきた。これらの議論は、かつて将来網 (Future Networks) というテーマでITU-T SG13で検討が開始され、学術、産業界、各国政府の参加者の議論が積み重ねられてきた。本稿ではSG13におけるこれら将来網技術の議論の経緯を最近活動したFG IMT-2020の動向を交えて紹介したい。

2. SG13の位置付け

ITU-Tには図1に示すように現在11のSGが設置されている。ここでは便宜的に各SGをいくつかの性格のグループに分類している。通信技術はレイヤ構造で表現することが多いが、このレイヤ構造にほぼ対応しているのがレイヤ別SG群としているSG11、SG13、SG15、SG16である。SG13はSG11とともにネットワークレイヤに対応するグループで、SG11がプロトコルの技術仕様を担当しているのに対してSG13はネットワーク全体のアーキテクチャ策定を担当しており、両グループで補完的な業務を担っている。レイヤ構造にとらわれず特定のテーマを検討する特定テーマ対応SG群もあり、SG5、SG9、SG12、SG17、SG20がある。これらはテーマの性質上様々なレイヤにまたがって検討することが特徴である。ITU-Tは国際通信の規制機関としての性格も持っており、これに対応するグループとして規制対応

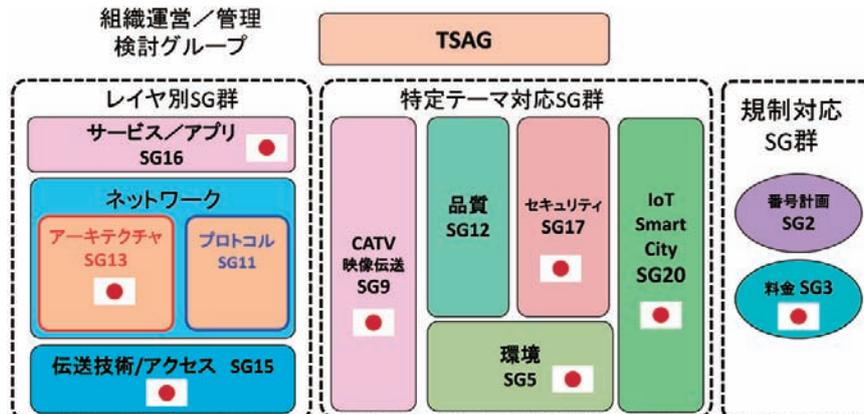
SG群がある。これはSG2とSG3がある。

SG13はレイヤ別SG群、特定テーマ別SG群に対してはネットワークアーキテクチャ策定の責任SGとして将来のネットワークの在り方を提示する責任を持ち、各SGの技術検討を促進する役割を担う。また、規制対応SG群に対しては新技術の導入により新たな規制の対応などが求められる場合に技術面で助言を提供する責任がある。

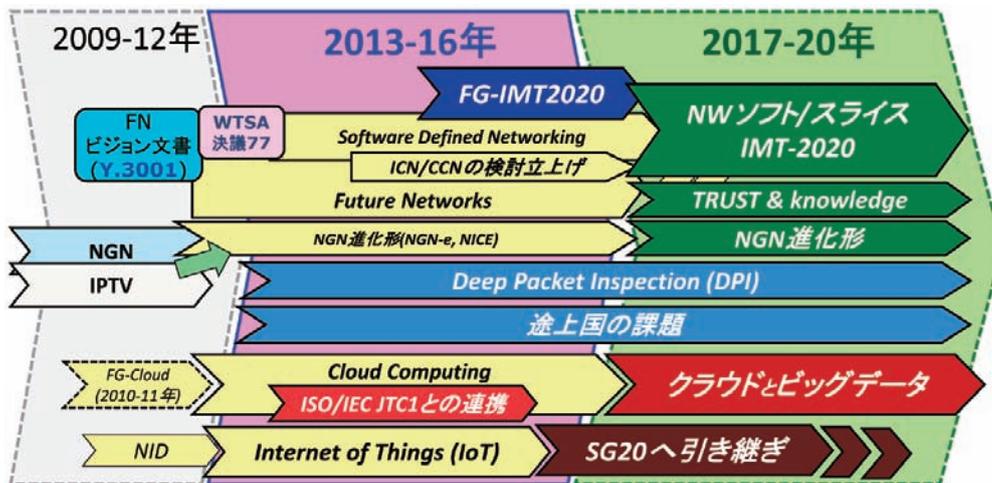
3. テーマの変遷

図2にSG13の検討の流れをまとめてみた。かつてSG13はNGNのアーキテクチャ検討で中心的役割を担っていた。NGNの特徴的なアプリケーションの一つであるIPTVにおいてもFG IPTV (2006 ~ 2007年) の親SGとしてIPTV標準化の中心的なグループの一つとして活動した。NGNやIPTVの検討が一段落した2009年頃から、将来網の検討が本格化した。将来網の検討はIPを基本としたこれまでのネットワークの在り方そのものを見直すという野心的な構想であり、技術検討に先立って将来網のあるべき姿をビジョンとして策定することから始まった。将来網の検討は、2012年のWTSAで策定されたSDNの検討推進に関する決議77を受けてSDNの検討に引き継がれた。その後、2015年から始まったFG IMT-2020でのネットワークソフト化の議論へと発展を遂げている。将来網は、ほかにもICN/CCNやTrustといった新しい検討分野の開拓にもつながっている。

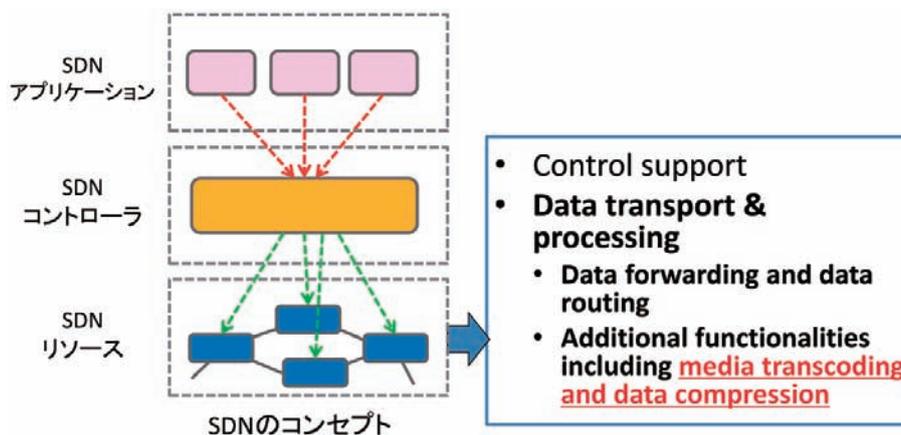
NGNは技術的に成熟しているが、中国など新興国を中



■ 図1. ITU-TのSG構成



■ 図2. SG13のテーマの変遷



■ 図3. Y.3300の概要

心にNGNの発展型の検討を求める声があり、NGNの進化形 (NGNe) やNICEといったNGNアーキテクチャをSDNなど新技術と組み合わせる検討が進んでいる。

クラウドコンピューティングの検討は2010年のFG cloudから始まった。コンピューティングは通信と近いと考えられがちであるが、実際には標準化の活動としてはISO/IEC JTC1が影響力を維持している。このため、ISO/IEC JTC1と連携して検討が進められた。クラウドの検討はビッグデータの検討へと変化し、通信業界とビッグデータの関わりについて議論が続けられている。

IoT (Internet of Things) はSG13で全体概要や用語などの検討が進められたが、2015年にIoTを担当するSG20が設置されたことにより作業を移管した。

また、DPI (Deep Packet Inspection) や途上国におけるICTの普及促進に関する課題も継続的に議論されている。

4. 検討テーマ

4.1 将来網とSDN

将来網の検討は2011年に承認された勧告Y.3001 (将来網の設計指針) に始まる。この勧告は将来網が備えるべき4つの特徴 (サービス指向、データ指向、環境指向、社会経済指向) を記述している。本勧告は日本が主導して作成したもので、従来のIPベースのネットワーク技術による制約にとらわれることなく、通信ネットワークが本来持つべき特徴を記述したものになっている。

Y.3001作成後、様々な角度から将来網検討が続けられたが、2012年のWTSAでSDNの検討促進に関する決議77が採択されたことを受けて、SDNを将来網の検討の柱として据えて検討が行われた。SDNはONF (Open Network Foundation) など民間のフォーラムの活動が活発な分野であるが、SG13ではこれまでフォーラムでは十分検討されて



こなかったデータプレーンのプログラム性に注目して検討した。この検討で作成された勧告Y.3300 (図3) はSDNの構成として広く認識されているアプリケーション、コントローラ、リソースの3層構造を踏襲しつつ、リソースにおいてメディアのトランスコーディング、データ圧縮などコンテンツ処理を取り込んだことに特徴がある。

SDNの検討は後述するFG IMT-2020でのネットワークソフト化に継承されており、現在も発展している。

4.2 ICN/CCN

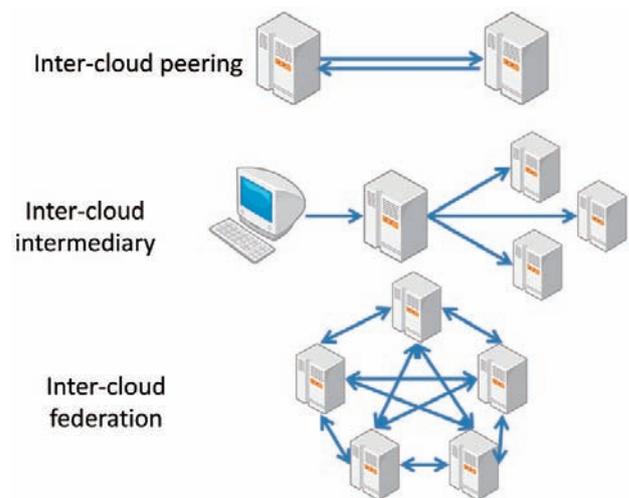
ICN/CCNはコンテンツを中心にしたネットワーク技術である。近年、動画関係のトラフィックの増大により、より効率的にコンテンツを送信できるネットワーク技術への関心が高まっている。ICN/CCNはこれまで用いられているCDNを発展させたもので、ネットワーク技術との連携に注目している。図4にICN/CCNの特徴をまとめてみたが、コンテンツを効率的に配信するためにネットワーク内のノードでコンテンツをキャッシュするほかにアクセス回線の能力に応じて適切なエンコードレートで伝送する機能を取り込むことも視野に入れている。コンテンツを中心に考えるならば、コンテンツを蓄積しているサーバのアドレスはそれほど重要な意味を持たないので、IDについても見直しが必要になるだろう。この課題認識から発展してIDとロケータを分離したID方式についても検討が進んでいる。

4.3 Cloud Computing

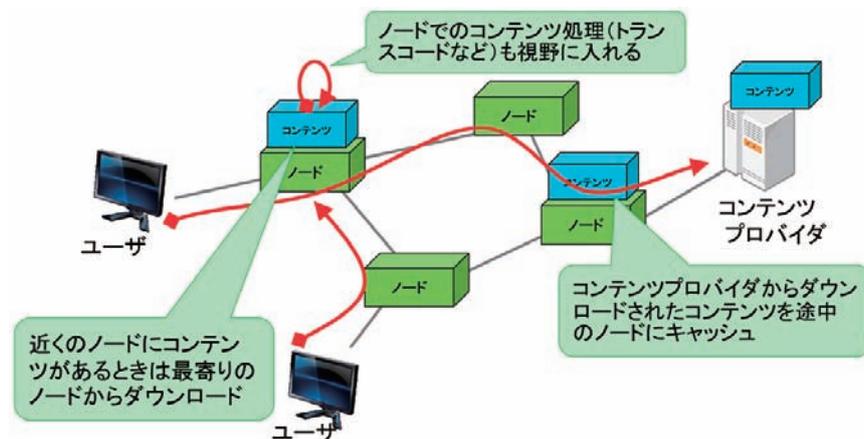
クラウドの検討は2010年のFG cloudの設置に遡る。当時はクラウドが注目されており、ITU-Tとしてもクラウドとネットワークの関連を検討する必要性が認識されていた。FGの

活動はSG13に継承されたが、当初からコンピューティングはISO/IEC JTC1が所掌しており、ここと連携することが必要と考えられていた。特に用語とアーキテクチャはそれぞれの活動の基本となるので、密接な連携が必要と考えられた。両者の連携を推進するために、共通標準作成を目標としたCT (Collaborative Team) を設置した。共通の用語集作成を行うCTとしてCT-CCVOCAB、共通アーキテクチャ作成を行うCTとしてCT-CCRAが設置された。SG13側は当時クラウドを担当していたWP2/13、ISO/IEC JTC1側はSC38/WG3を親グループとした。これらのCTの活動の結果、共通の用語集として勧告Y.3500、ISO/IEC17788、共通のアーキテクチャとして勧告Y.3502、ISO/IEC17789が作成された。

クラウドは、業界では大手クラウド事業者が市場を寡占しつつあるが、ITU-Tとしての独自色を出すためにイン



■図5. インタークラウドの形態



■図4. ICN/CCNの概要

クラウドの検討を行った。インタークラウドは、複数のクラウドプロバイダがネットワークを介して連携してユーザーにサービスを提供する形態である。インタークラウドの形態には図5に示したようにpeering、intermediary、federationの3通りの形態がある。クラウドを単純にコンピューティング技術と考えるとITU-Tの役割が限定的となるが、インタークラウドのようなユースケースは通信ネットワークの標準化に強みを持つITU-Tならではの活動と言える。なお、インタークラウドは日本が主導する形で勧告Y.3511を作成したが、その後インタークラウドの重要性が広く認識され、フランス、ポーランド、中国など各国が参加して関連する勧告の作成が進んでいる。

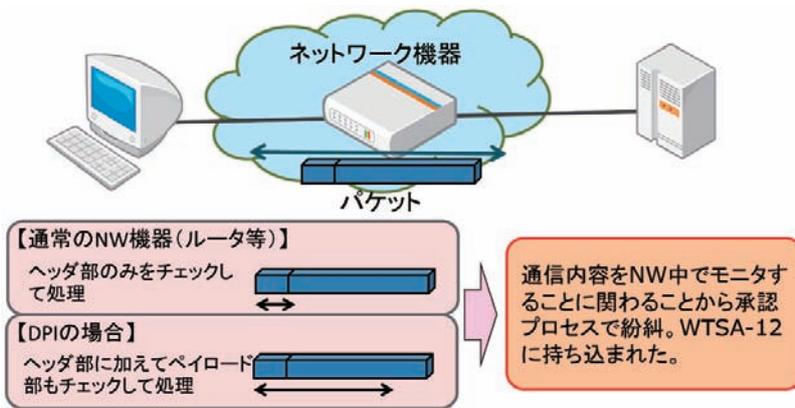
4.4 DPI

DPIはパケットの内容を分析して、ネットワークの管理に適用する技術である。通常のルータがパケットのヘッダのみをチェックするのに対して、DPIは図6に示したようにヘッダとともにペイロードもチェックするのが特徴である。セキュ

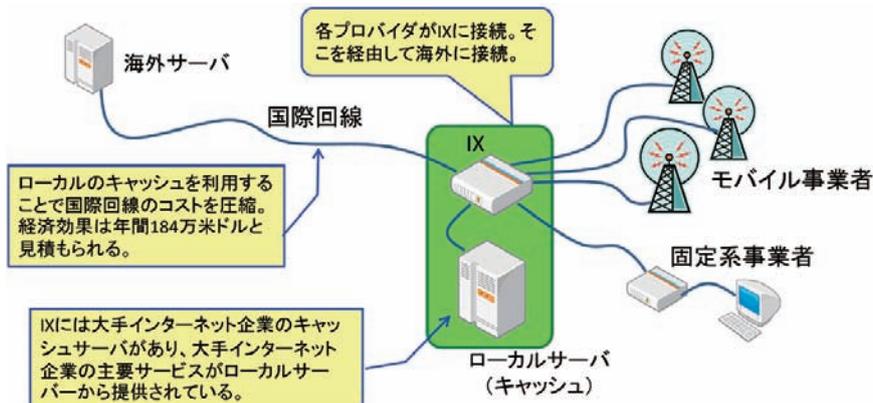
リティや品質の向上に効果があると言われている。一方でパケット、特にペイロード部をモニターすることは多くの国で認められている通信の秘密に関わると考えられており、勧告Y.2770 (DPI要求条件) の承認の際にはWTSA-12に持ち込まれ紛糾した。その後もDPI関係の勧告は規制事項に関わり勧告の承認に適用されるTAP手続きにより承認されている。DPIはネットワーク制御への応用が考えられており、これをBig Dataの情報源の一つととらえ、ネットワーク制御を行うBig Data Driven Networkingの検討に発展している。

4.5 アフリカ諸国の活動

アフリカ諸国を中心に途上国の活動もSG13では活発である。SG13には途上国の課題を扱う課題5が設置されているが、2013年にSG13アフリカ地域グループが設置され、アフリカ諸国向けのワークショップや情報交換が行われている。会合招致も熱心であり、2013年にはSG13会合をウガンダで開催した。



■図6. DPIの概要



■図7. ブルキナファソのIX



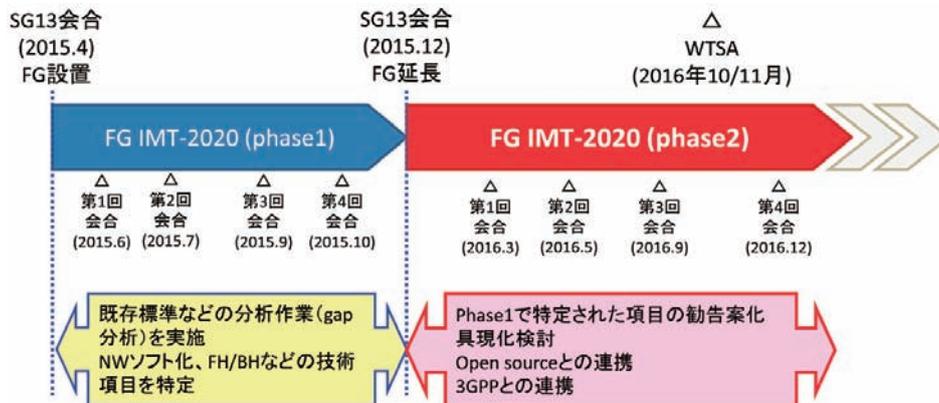
SG13では各国から情報インフラの構築事例が紹介されることが多い。例えば、ブルキナファソでは、インターネットの海外への接続回線の費用を削減するためにインターネットソサエティと世界銀行の協力のもと、IXを設置した事例(図7)が紹介された。このようなインフラ構築事例の紹介を通じて途上国の知識向上にも貢献している。

途上国の側から見ると固定電話の普及率が低く、国民の多くがモバイルへの依存を高めている中、自国の通信キャリアが十分技術にキャッチアップできていないことが課題となっているようである。通信業界を規制する政府も技術的知識が不足していれば業界を規制することもできず、外資系ベンダと対抗するためにもITU-Tを利用した技術知識の向上に努めているようである。

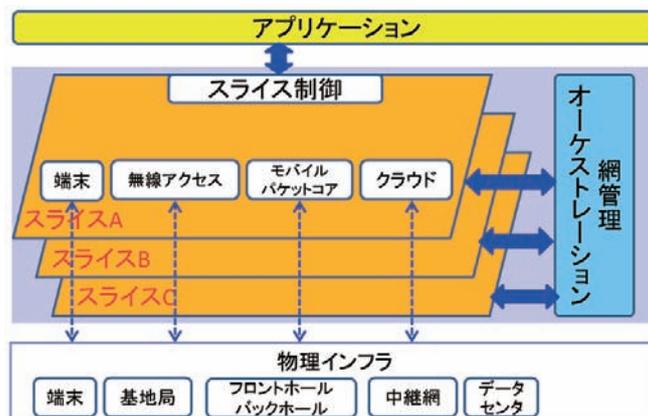
5. FG IMT-2020

SG13におけるIMT-2020の取組みは2015年4月のFG IMT-2020の設置に始まる。FG IMT-2020の活動の流れを図8にまとめてみた。SG13はそれ以前から3GPPと連携して

IMT関係の技術仕様書のITU-T勧告化の作業を行っていたが、技術検討については主にモビリティやFMCを中心に研究的側面の検討が中心であった。IMT-2020への関心が高まる中、仮想化を中心にこれまでSG13で続けてきた将来網の技術検討を応用すべきとの機運が高まり、IMT-2020向けの技術検討を推進することになった。一方でこれまでIMTの技術検討は3GPPが中心であったことや各民間フォーラムにおいてもIMT-2020向けの検討が活性化していることから、独自の検討に着手する前に関連グループの動向を分析して、ITU-Tの取組み領域を特定した上で技術検討に着手するというアプローチが取られた。2015年4月に設置されたFG IMT-2020 (phase-1) は2015年10月まで4回会合を開催し、ネットワークソフト化をはじめIMT-2020への適用が想定されるいくつかの新技术について標準化の進め方を提言した。なお、IMT-2020は無線と有線の部分があるが、ITU-Tは無線部分を扱わない(無線部分はITU-Rの所掌)ので本FGの検討範囲も有線部分に限定されている。この結果を受けて2015年12月のSG13会合でFG IMT-



■図8. FG IMT-2020の活動の流れ



■図9. ネットワークソフト化のコンセプト



2020のphase-2への延長と技術検討の促進、具現化を中心としたToRの改定が行われた。

FG IMT-2020ではネットワークソフト化、エンド-エンドネットワーク管理、ICN/CCNが要求条件やアーキテクチャとともに議論された。ネットワークソフト化はその中でも重要なコンセプトで、3GPPのNextGenでも検討されているスライスとも関連するものである。モバイルネットワークには無線アクセス、モバイルパケットコアなど様々なネットワーク機能がある。図9に示したように、これらを組み合わせて仮想ネットワーク（スライス）を構成するのがネットワークソフト化である。FGの議論では、将来のモバイル網の機能向上に伴い既存網向けの機能をスライスとして提供するアイデア（LTE in slice）やIoT向けのスライスといったアイデアが議論された。また、スライスの生成、運用、消滅といったライフサイクルの側面の検討の重要性も認識された。

スライスの応用例としてSIMを使わない認証方式が提案された。複数のスライスが利用可能な場合にどのスライスを利用できるか、スライスごとにアクセスして利用の可否を判断するのは効率が悪い。また、各スライスに対応してSIMカードを端末に搭載するのもスライスの数が2～3程度ならともかく、数が増えると現実的ではない。このため、認証関係の共通機能を1つのスライスにまとめ、そこから必要に応じて各スライスに切り替えることができれば効率的であると考えられている。本件の提案は、SIM管理を治安対策に利用しているアフリカ諸国から注目を呼んだ。アフリカ諸国では盗難SIMの問題が深刻化しているため、SIMを使わないソリューションに利点を見出したようである。本件は結果的にSG13での議論の結果、勧告化は時期尚早との結論になったが、途上国の独自の要件が垣間見られた事例である。

技術の具現化に関しては2016年12月会合の際にワークショップが開催され、IMT-2020に関する様々な技術が紹介された。特にフロントホールについては、これに必要な高精度の時刻、周波数同期を提供可能なEthernetベースの伝送技術が多数紹介された。ほかにも各会合の際に日本のO3 Projectをはじめネットワークソフト化を中心にオープンソースの活動が紹介された。

6. SG13体制と今後の進め方

FGの活動の終了は4年に1度のITU-Tの検討体制の見直しの時期と重なったこともあり、IMT-2020の検討を推進するための体制整備が行われた。2013年からの研究会期の体制を検討するWTSA-16に対してSG13は表に示された13課題を提案した。13課題のうち5つがIMT-2020関係の課題に指定され、これらを中心にIMT-2020を担当するWorking Partyを構成する予定である。IMT-2020関係の課題はそれぞれFG IMT-2020のWGに対応しており、FGの成果文書をもとに様々な勧告案を作成する予定である。IMT-2020以外にはクラウドを中心としたWorking Party、将来網を中心としたWorking Partyも設けられる予定である。

WTSA-16ではIMT-2020の検討促進のための決議92が採択された。従来はIMTに関するセクター間の連携に関する決議38があったが、IMT-2020への取組みを強化するために旧決議38の内容に加えて各SGの役割を明確にしている。SG13に関しては、ネットワークソフト化などの技術検討に加えてITUの各セクター間の連携、JCA IMT-2020の設置も求められている。今後本決議をうけてIMT検討の中心グループとして活動する予定である。

(2017年1月25日 ITU-T研究会より)

■表. SG13の体制

Study Group 13			FG-IMT2020 WG
WP	Title	Question	
1	IMT-2020 Networks & Systems	Q.20: IMT-2020: Network requirements and functional architecture	Requirement & Architecture
		Q.21: Software-defined networking, network slicing and orchestration	Softwarization E2E management
		Q.6: Quality of service (QoS) aspects including IMT-2020 networks	QoS
		Q.22: Upcoming network technologies for IMT-2020 and future networks	ICN/CCN
		Q.23: Fixed-mobile convergence including IMT-2020	FMC
2	Cloud Computing & Big Data	Q.7(DPI), Q.17(cloud req), Q.18(cloud arch), Q.19(cloud management)	
3	Future Network Evolution & Trust	Q.1(Innovation services), Q.2(NGNe), Q.5(developing countries), Q.16(knowledge & trust)	