

第7部

特集7 WIDEボード合宿:インターネットと5G

近藤賢郎、島慶一

第1章 背景

WIDEプロジェクトでは年に一回、WIDEボードメンバーと有志メンバーが集合し、今後のWIDEプロジェクトの方向性に影響を与えるテーマについて、様々な議論を行う合宿形式の研究会を開催している。今年は「インターネットと5G」をテーマとし、これから5Gネットワークインフラが直面する課題とソフトウェア技術によるネットワークならびにサービスのインフラ構築アーキテクチャに関して議論を交わした。

合宿では、5Gに深く関わっている・関わることとなるオペレータ、ベンダーのキーパーソンに声をかけ、技術の概要の共有や今後の動きを確認した。インターネットを始めとする情報通信網はファイバーなどの地上線を用いて展開されているものの、末端の利用者はすでに無線通信での利用が大半となっている。それも、WiFiのような個人運用の無線通信技術ではなく、主に携帯電話キャリアが提供する3G・LTEでのデータ通信利用が主流である。国内におけるモバイル端末の世帯保有率は94%を超えており、そのうちスマートフォン端末が72%を占めている。平成29年度の情報通信白書によれば、すでに1億件に上るLTE回線が契約されており、その基盤ネットワークの運用維持・高度化は今後のますます重要になっていく。

本報告では、この分野において特に重要と考える点と、今後のWIDEプロジェクトの研究開発の方向性を議論した結果を共有する。

第2章 5Gの特徴と普及見込み

5Gの特徴として注目されているのは、「高速・大容量」「低遅延」「同時接続数」の三つである。速度に関しては、最大20Gbps、遅延については0.5ms、接続数については100万デバイス/km²が目標として設定されており、実現を目指して関係組織が研究開発を進めている段階となる。

高速・大容量通信の応用としては、AR/VRなどの超現実メディア、8K/16Kなどの超高精細データなどが検討されている。低遅延通信の応用としては、ドローン・ロボットなどの遠隔操作、触覚センサー、遠隔医療などの即応性が必要なUIが検討されている。同時接続はスマートシティ、スマートマニファクチャリングなどでのIoT向け応用が期待されている。

高速・大容量に関しては、基本的にこれまでの3G・LTEの流れの先にあるものであり、技術的な開発や利用シーンもある程度予測されたものとなっている。しかしながら、低遅延に関しては、通信の経路が物理的な配置に縛られている以上、現在のような中央サーバーあるいはクラウドと、末端のクライアントの通信という範囲では実現できない。そのため、学術分野を含め、エッジコンピューティングやフォグコンピューティングなどの技術検討が盛んに進められている。

3つの特徴的な機能は、同時に利用されるものというよりは、それぞれのサービスに特化した応用が想定されている。すべての要素を同時に満たすことは現状技術的に難しいこともその理由のひとつである。それぞれの特徴を実現するために、MIMOなどのアンテナ技術、OMA/

NOMAなどの信号処理技術、データフレームの縮小による低遅延アクセス、ライセンス帯域、非ライセンス帯域の同時利用による帯域確保など、さまざまな技術の実装が進む予定となっている。

すでに、米国ではVerisonによる商用5Gサービスが開始されており、国内キャリアも2019年のサービス開始に向けた準備が進んでいる。当初は高速・大容量サービスにフォーカスしたものになると思われるが、技術的要件、サービス条件が整い次第、他の二つの特徴を打ち出すサービスが展開されるものと想定される。

第3章 3GPPとIETF

4G・LTEネットワークは、3G時代からのしがらみを引き継いでおり、その運用管理の負担がキャリアから指摘されている。特にユーザープレーンは様々な種類のID空間が定義されており、何重にも階層化された形で運用されている。これを踏まえ、3GPPやIETFなどで、より高度なサービスを低い運用負担で対応するための設計が進められている。その一つの候補として検討されているものがセグメントルーティングである。セグメントルーティングはIPv6ベースの技術であり、ユーザーデータのやりとりにセグメントルーティングを使うにはIPv6が通信基盤として採用されている必要がある。この点については、(米国の)モバイルキャリアではすでに75%以上の割合でIPv6が普及しているとのデータもあり、相応の現実味がある。

現状、多数のアンカーポイントをトンネルで配送されているデータを、ひとつのIPv6ネットワーク上のセグメント情報のみで配送できれば、網の構成が簡単になるとともに、近年注目されているネットワークファンクションなどの機能との融合もより簡単になると考えられている。セグメントルーティングを支持する意見のひとつとして、APNICのブログ記事(<https://blog.apnic.net/2018/03/07/reducing-complexity-5gnetworks-using-segment-routing-ipv6/>)などでも、その効果が評価されている。

IETFでは、現在以下のドラフトが議論されている。

- User Plane Protocol and Architectural Analysis on 3GPP 5G System (<https://datatracker.ietf.org/doc/draft-hmm-dmm-5g-uplane-analysis/>)
- Segment Routing IPv6 for Mobile User Plane (<https://datatracker.ietf.org/doc/draft-ietf-dmm-srv6-mobile-uplane/>)

またIETFと3GPPリエゾンも発足しており、共同で問題の解決にあっている。

第4章 ソフトウェアベースのモバイルサービス運用

ソフトウェア技術の進歩および仕様のオープン化により、コアサービスをオープンソース製品で構成したり、さらに踏み込んでサービスの一部を自前で製作したりすることも一般的になっている。MVNO事業者の中にはモバイルサービスコンポーネントの一部であるEPCを自作しているところもあり、さくらインターネットよりGo言語で実装したEPCの紹介があった。この話題はすでにJANOG42で発表されたものであり、内容の一部はJANOGのウェブページ(<https://www.janog.gr.jp/meeting/janog42/program/goepc>)から参照できる。

自社制作では、高額な商用製品を購入を回避できたり、必要な機能を迅速に追加実装できるという利点があるものの、開発にかかるコストはもちろん、その後の維持管理、トラブル発生時の対応コストなど継続的にかかる負担との兼ね合いが重要になる。さくらインターネットの場合は、IoT関連のSIMサービスを安価に提供するため、上記のコストのバランスをとった結果の判断と言える。

第5章 5Gにおけるネットワークサービス

5Gでは、そのサービス構成がソフトウェアベースとなり、ネットワークファンクション仮想化(Network Function Virtualization、NFV)やネットワークスライスなどの新たな概念が実現されるといわれている。これまでひとつ

の大きなネットワークの中に、さまざまな要求の異なる利用者が一緒に収容されていたものが、基盤ネットワークのレベルで分離され、必要な機能が必要な利用者に提供される。これにより、たとえば、低遅延ネットワークが必要な自動運転などに特化した自動車用ネットワークスライスなどが実現される可能性がある。さらには、同じ自動車用ネットワークであっても、各自動車ベンダーごとに独自の機能を打ち出すより特化したネットワークなどが実現するかもしれない。

こういったネットワークの運用を、どのレベルで誰が担当するのか、現時点ではまだ明確な合意はない。MNOが自社サービスとして提供するのか、MNOの機能を一部引き継いだMVNOが実現するのか、その場合はどの機能がMVNO事業者に公開されるのか、あるいはサービス利用者、たとえば先の例で言えば自動車会社がMNOもしくはMVNOから機能の一部を引き継いで運用するのか等、これから議論、事例を積み重ねて検討していく必要があると思われる。

業界団体によっては、すでに目的別の5Gスライス設計を検討し始めているところもある。

- 5G-ACIA: The 5G Alliance for Connected Industries and Automation(<https://www.5g-acia.org/>)
- 5GAA: Automotive Association(<http://5gaa.org/>)

各業界ごとに、業界サービスと通信サービスを連携させる動きが今後活発になっていくと考えられる。

5Gサービスのひとつの特徴とされている低遅延サービスについては、さらなる技術革新とサービスモデルが必要になる。遅延を短縮するためには、通信端末間の物理的距離を縮める必要があり、必然的にネットワーク網内にサービスを提供する機能を出現させる必要が出てくる。エッジクラウドやフォグコンピューティングと呼ばれる概念がこれに相当するが、そういったサービスを誰がホストするのか、物理的な機材で実現されるのか、NFVなどの仮想環境で実現されるのか、仮想環境で実現する場合は、その実態をどこが負担するのかなど、課題は多い。

第6章 オープンソースの活用

これまでキャリア独自の仕様に従い、専用の機材を用いて構築されてきた携帯電話などの広域無線通信網にも、IP化の波は押し寄せてきており、多くのサービスがすでにIPベースの技術で運用されるに至っている。これに伴い、コンピュータの世界が専用機から汎用機へ移行し、ハードウェアからソフトウェアベースの機能提供に移行してきた歴史をなぞるように、ネットワークサービスも徐々に専用機によるハードウェア機能を中心とした構成から、汎用機とソフトウェアを活用したモデルに置きかわりつつある。

5Gとは関係なく、クラウド環境の普及をきっかけにソフトウェアベースのネットワーク機能は広がり始めていた。古い例ではOpen vSwitchなどの仮想スイッチソフトウェアが代表的であり、これら仮想スイッチソフトウェアはSDNやNFVが普及するにつれてますますその重要性を増してきている。ネットワークサービスアプライアンスでも、仮想化技術の進歩とともに、仮想アプライアンスという形で、それまでハードウェア機能、あるいは特定のハードウェアとの組み合わせのみで提供されていたものがソフトウェアとして提供される場合もでてきた。ルータ機能についても、VyOSのようなLinuxベースのものから、Cisco IOS XRvやJuniper vMXなどルーターベンダーが提供する仮想ルータも選択可能になっている。実際にコアネットワークに利用するためには、ハードウェアのアクセラレーションなしでは実用にならないと思われるので、用途は限定されるものの、さまざまなサービスネットワークをソフトウェアで定義できるようになったことは、サービスの構成や運用の自由度を大きく向上させている。

NFVやネットワークスライスなどの高度なサービスが必要とされる5G基盤ネットワークでは、すべてのサービスにフルスペックの機材が必要なわけでも、またコスト的に導入できるわけでもないため、今後はよりソフトウェアベースのネットワーク機能の活用が重要になっていくと考えられる。

第7章 WIDEプロジェクトの取り組み

一連の議論を受け、産学連携を念頭に活動しているWIDEプロジェクトが今後目指す方向が議論された。WIDEプロジェクトは小規模ながら全国に展開する実験ネットワークを運用管理している。もともとは、インターネットの普及を目指し、商用化に向けた実証実験基盤としての役割を果たしてきたものであり、その志は今も変わらない。インターネットの商用化、技術革新の速度は凄まじく、現時点では技術や標準化を先導しているのは実際のビジネスを展開している企業が中心となっている面もある。

WIDEインターネットの設計は今となっては新しいものではなく、今回議論となったNFVやネットワークスライスなどの実験環境として十分な機能を提供しているとは言いがたい。5G基盤など、今後はよりソフトウェアを中心としたネットワーク基盤構築が重要になっていくと思われるが、この分野はまだ実験的な要素も多く、自由に実験ができる環境への要求が高い。

WIDEプロジェクトでは、WIDEインターネットの再設計を含め、今後の研究開発に必要とされる実験基盤ネットワークが提供できるような体制を整え、5Gで用いられるSDN、NFV、ネットワークスライスをはじめとする様々なネットワーク実験をホストし、実際の広域ネットワークを用いた検証ができる環境の提供を目指すことを確認した。今後は、WIDEプロジェクトで実験網の運用管理を担っているTWOワーキンググループ、および、広域実験ネットワークの構築運用に興味を持ち、参加を表明していただけるオペレーター、ベンダーの方々と協力しつつ、柔軟かつ高品質な実験運用ネットワークの設計と実装を進めていく。

第8章 参考資料

8.1 2018年ボード合宿開催概要

日時	2018年8月3日(金)～2018年8月5日(日)
場所	さくらインターネット石狩データセンター(8月3日) ホテルミリオーネ(8月4日～8月5日)
参加者数	28名(内17名はWIDEボードメンバー)

8.2 プログラム概要

2018年8月3日(金)

@さくらインターネット石狩データセンター

14:00	ブリーフィング
15:00	セッション0: さくらインターネット石狩データセンター見学 さくらインターネットの会社・石狩DC紹介 モバイルネットワークのEPCの設計と実装
18:00	夕食
19:00	セッション1: IETFアップデート

2018年8月4日(土)

@ホテルミリオール

10:00	セッション2: キャリアから見た5G(1/2) SRv6 for 5G Mobile
12:00	昼食
13:15	セッション3: キャリアから見た5G(2/2) 5G最新動向と展望
15:00	休憩
15:30	セッション4: インターネットと5G インターネット技術者から見た5G要素技術 E2Eスライスに関する検討 オープンソースを活用したキャリアルータの 開発に関する検討

2018年8月5日(日)

@ホテルミリオール

9:00	セッション6: MVNOと5G Open Source solution for Whitebox MVNOの挑戦: 3G/4Gから5Gへ向けて
11:00	ラップアップ&クロージング