

ポスト4G 移動体通信と規格標準化に係わる 環境的課題

山 本 雅 昭

目 次

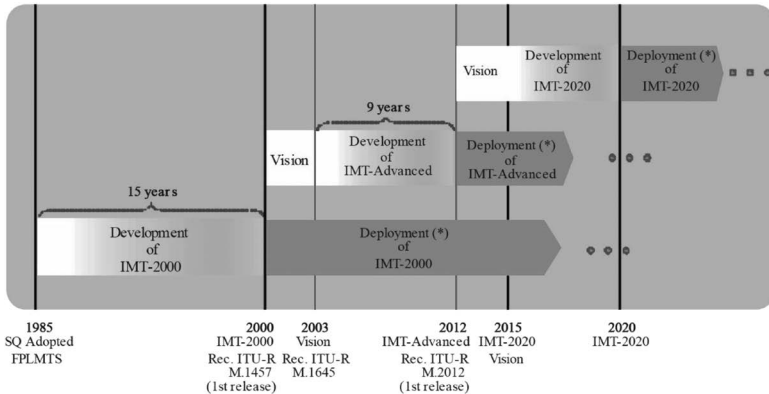
- 1 研究の背景と目的
- 2 第三世代通信の騒乱
- 3 第三世代通信時代の閉塞感
- 4 第四世代通信と VoLTE の矛盾
- 5 WiMAX と LTE : 歪んだ勢力図
- 6 「脱 Qualcomm」を阻む壁
- 7 IMT-Advanced と IMT-2020の意義
- 8 知的財産権を巡る場外戦
- 9 結び

1 研究の背景と目的

21世紀に入り、IEEE 規格標準化作業部会において、802.16と802.20の二つの部会が激しく衝突していた¹⁾。802.16の牽引者はIntelであり、802.20の主導者はQualcommであった。「半導体製造業界の巨人」と称されたIntelと、3G世代のCDMA技術を独占し、「通信業界の巨人」と称されていたQualcommの二社が次世代移動体通信規格を巡り、正面から激突した。結果的に、4G世代の移動体通信技術規格の中核はそのいずれの規格でもなく、3GPPと移動体通信キャリア企業が後ろ盾したLTE (Long Term

Evolution) へと帰結していった。

ITU-R の作業部会「WP 5D (Working Party 5D)」は、第三世代移動体通信規格の策定時に用いた名称「IMT-2000²⁾」に倣い、「IMT-2020」という名称を用い、2020年以降の IMT 開発の枠組みと目的を定義するために、「IMT VISION」を2015年9月に勧告した³⁾。この勧告中の「3.1 How IMT has developed」には IMT の開発経過が記されている。第三世代移動体通信規格の勧告であった「IMT-2000」は、1985年に開発を開始し、2000年に「ITU-R M.1457」において初期作業を終えたことになっているが、図1が示すように、現在も実用的開発は継続として扱われている。また、経過的に第四世代移動体通信規格への橋渡し役となった「IMT-Advanced」は、2000年に「VISION」と命名された準備作業に3年をかけ、2003年に「M.1645」を勧告し、2012年の「M.2012」をもって基本開発段階を終えた。これ以降の実用的開発は現在も継続として扱われている。しかも、IMT-2000と IMT-Advanced とともに2020年以降も開発が継続される予定となっている。ITU の観点からも、これらは共用され、さらに IMT-2020を上乗せするような開発工程が想定されている。



(*) Deployment timing may vary across countries.

(出所：ITU-R, 2015b, p. 10)

図1 Overview of timeline for IMT development and deployment

この開発工程の興味深い点は、図1中のIMTの開発期間である。IMT-2000の開発期間は合計15年となっているが、IMT-Advancedでは12年に短縮され、IMT-2020では開発期間は8年にまで短縮されている。しかも、ITU-RでのIMT-2020用の「VISION」の策定には3年も費やされており、実質的な開発期間は5年ほどしか残されていない。IMT-Advancedにおける実質的な開発期間は9年と記されており、事実上、IMT-2020の開発期間はほぼ半分に短縮された。ただし、この詳細は本節中において論じるが、IMT-AdvancedとIMT-2020には技術的な重複領域が多く、先行的な研究開発が各技術領域において進められてきたためである⁴⁾。

本研究の着手は、ITU-Rの「IMT-2020 VISION」が始まった2012年よりも以前に遡る。参考文献中の山本(2009)の研究中に、802.16/16e(WiMAX⁵⁾)とLTEの通信規格が双方ともに未成熟な機能と技術を残しながらも、試験運用や調査運用を切り上げて、本格運用へと移行し始めた。WiMAXは当初から2009年を本格運用の目標に掲げていたが、LTEは半ば強引に運用開始時期をWiMAXへ同調させようとしていた。2008年から2009年にかけて、技術開発主管組織の異なる類似した二つの通信規格が現れ、ITUの対応は明らかに後手に回っていた。IMT-Advanced上では「3.9G」という曖昧な境界線の名称を用いて、IMTの開発工程表との整合性を保とうとしたものの、それらが実質的にIMT-2020の技術開発領域に既に踏み入っていたことは明らかであった。ここが本研究の開始点となった。以降、この動向を注視し、世界的な普及状況と業界動向の調査を継続してきた。

WiMAXは2009年に業務運用を開始し、これを追うかのように、2010年にはNTT DocomoがLTEの運用を先行的に開始した。ただし、図1の「IMT-Advanced」の開発期間を参照しても分かるように、これが仮に「3.9G」であったとしても、NTT Docomoは二年以上も予定を繰り上げたことになる。結果的に、ITUは「IMT-Advanced⁶⁾」の開発期間中に運用を開始した「WirelessMAN-Advanced」と「LTE-Advanced」をともに、2012年によろやく「次世代移動体通信向けの規格⁷⁾」として承認するに至った⁸⁾。こ

れにより、概念上の矛盾は抜本的に解消されたかのように映るが、事実上、「IMT-Advanced」と「IMT-2020」の境界線は失われてしまった。本稿は、この開発経過と普及状況を遡りながら、現状の移動体通信業界の事業環境的な課題について検証し、それらの論点も踏まえて現状を検証する。

2 第三世代通信の騒乱

IMT-2000に準じ、第三世代（3G）の移動体通信技術にはCDMA方式が採用され、移動体通信業界はW-CDMA派とCDMA2000派に分かれて、3G通信サービスを開始した。このCDMA方式の基本特許を有するQualcommは、このライセンスを盾にして3G市場における支配的地位を構築していった。Qualcommは急成長を遂げ、この市場に独占的な地位を確立した。

図1に従うかのように、2000年11月、NTT DocomoがFOMA（W-CDMA）のサービスを開始した。日本国内におけるこの3G通信サービスの開始からわずか一年後の2001年12月には、IEEEに「Wireless MAN」の規格作業部会が設置された。この作業部会は「802.16」とされ、2004年には「802.16-2004」として正式承認され、規格適合審査組織となるWiMAX Forumも同時に動き出した。さらに、2005年には高速移動体通信向けの「802.16e（Mobile WiMAX）」がIEEEからの承認を受けた。一方において、3G通信サービスの開始から約5年を迎えようとしていたが、国内におけるFOMAの通信契約率はまだ50%にも達していなかった⁹⁾。

初期のWiMAXの最大通信速度は約70 Mbps、この後に規格化されたMobile WiMAXの最大通信速度は約75 Mbpsであった。これに対して、初期のW-CDMAの最大通信速度は384 Kbpsにすぎず、またQualcommの推進していたCDMA2000の最大通信速度も約2.4 Mbpsでしかなかった。このように通信規格を時系列的な観点から追っていくと、この当時の移動体通信の発展過程に既に矛盾が生じていたことを認識できるはずである。この矛盾を解消するために、CDMA方式にも広帯域化が図られ、HSPA

(High Speed Packet Access) や HSPA+ 等の拡張通信機能が採用されて、最大通信速度を 10 Mbps 以上、あるいは 20 Mbps 以上へと引き上げていった。これらの広帯域化による通信速度向上こそが「IMT-Advanced」の本流であった。ただし、それでも仕様上の最大通信速度に関しては Mobile WiMAX には及ばなかった。3 GPP が HSPA+ の規格標準化を終えたのは 2007 年であり、この通信サービスの開始は 2009 年であった。

NTT Docomo の FOMA の通信契約率が 90% を超えたのは 2009 年であった¹⁰⁾。ところが、この時には、日本国内においても既に UQ Communications (KDDI) が設立¹¹⁾ されており、Mobile WiMAX の試験サービスを終え、事業が開始されていた¹²⁾。さらに、翌年 12 月には NTT Docomo が Xi (LTE) のサービスを開始した。結果的に、3G 通信の利用契約者数が 90% にようやく到達した時には、Mobile WiMAX の通信サービスも開始されており、この 1 年半後には LTE の通信サービスも始まっていた。それにかかわらず、2009 年以降から HSPA+ や HSUPA 等の CDMA 方式の高速規格が投入されていった。そして、2010 年にはこれらの拡張通信規格をデュアルチャネル化して、最大通信速度を倍化した DC-HSDPA と DC-HSPA も登場した。

3 第三世代通信時代の閉塞感

第三世代移動体通信市場における最大の事業環境的課題は、IMT2000 の基軸を CDMA 技術の上に集束させたことから生じた。ただし、これは CDMA 技術そのものの欠陥や課題を意味するものではない。しかし、結果的に、これが Qualcomm に独占的な地位を与え、高圧的な振る舞いを許すこととなった。Qualcomm の CDMA 基礎技術は、Qualcomm 自身が規格化した CDMA2000 に対してだけでなく、その対抗技術であったはずの W-CDMA 技術にも及んだ。Qualcomm の高額な CDMA ライセンス料は度々問題視され、非難や法的紛争等も起こった¹³⁾。このため、CDMA 技術の上に成立した第三世代移動体通信市場は、業界内に不満を蓄積させていくこととなった。そして、これが本稿中の 2 において論じた時系列の

矛盾を引き起こす要因ともなった。

IEEE において802.16の標準化作業が準備段階に入った時点において、IT 業界内には二つの不満が燻っていた。その一つが上述した通信業界内の不満であった。当時の移動体通信業界と Qualcomm の関係は必ずしも良好なものではなかった。しかし、Qualcomm が CDMA 技術の基本特許を有し、これを通信業界が利用する限り、これは回避な難題でもあった。

第二の不満は、コンピュータ業界と通信業界の間に存在していた住み分けの境界線から生じた。この当時のコンピュータ業界の観点からは、通信業界は極めて閉鎖的かつ排他的であり、各国の電波法と行政管理下にあることを利用し、参入障壁を築いているように映っていた。特に通信機器や通信用チップ等がこれに該当した。インターネットの普及にともない、この市場は急成長していたが、コンピュータ業界はこの市場への本格参入に苦心していた。同じ半導体製造事業者でありながらも、コンピュータ用途と通信用途では事業者が明らかに異なっていた。前者の大手事業者は IBM, Intel, AMD 等であり、後者は TI, Motorola, Nokia 等であった。ところが、通信事業向けの半導体とソフトウェアの市場規模が急速に拡大するにつれて、コンピュータ業界にとってこの境界線が邪魔になり始めた。これはソフトウェア業界でも同様であり、従来の情報システム市場やアプリケーション市場だけでなく、通信関連のソフトウェア市場が急拡大するにつれて、ソフトウェア業界も不満を募らせていった。

表1は2006年と2007年の携帯電話機市場である。この当時の市場首位にいた Nokia の携帯電話機の総出荷台数は、一年間に4億台を大きく超過し、市場規模も約11.5億台に達していた。ところが、韓国勢の Samsung と LG の名前を除けば、コンピュータ業界に属する大手企業は見当たらなかった。これは携帯電話機の製品市場だけでなく、その内部部品やソフトウェアについても同様であった。プラットフォームは ARM, ベースバンドチップは Qualcomm, ベースファームウェアは Symbian や Maemo が標準的に使われ、基地局アンテナから交換装置に至るまで通信業界の勢力域は広範

表 1 Worldwide Mobile Terminal Sales to End-Users in 2007

Vendor	2007 Sales	2007 Share	2006 Sales	2006 Share
1. Nokia	435,453.10	37.8%	344,915.90	34.8%
2. Motorola	164,307.00	14.3%	209,250.90	21.1%
3. Samsung	154,540.70	13.4%	116,480.10	11.8%
4. Sony Ericsson	101,358.40	8.8%	73,641.60	7.4%
5. LG	78,576.30	6.8%	61,986.00	6.3%
Others	218,604.30	18.9%	184,588.00	18.6%
TOTAL	1,152,839.80	100%	990,862.50	100%

単位：1000台
(出所：Gartner¹⁴⁾)

に及んでいた。

20世紀末、移動体通信技術が第三世代に移行する際に、通信業界には予想していなかった異端児が急速に頭角を現した。それが Qualcomm であった。Qualcomm は通信業界のそれまでの業界勢力図や商取引関係等を全て無視し、業界内における独占的な地位の確立へと動いた。この Qualcomm の事業活動が通信業界全体を揺るがす、大きな変化を生む起点となった。ファブレス企業の Qualcomm は、2005年に Samsung と半導体生産のパートナーシップ契約を締結し¹⁵⁾、ライセンスビジネスだけでなく、大規模な半導体製造事業にまでも進出していった。この Qualcomm の事業拡大により生じた通信業界内の混乱に乗じて、コンピュータ業界から多数の企業が一気にこの市場へ参入していった。

4 第四世代通信と VoLTE の矛盾

2014年5月、NTT Docomo は VoLTE による通話サービスの開始を発表し¹⁶⁾、同年6月からこのサービスを開始した。au¹⁷⁾ と Softbank¹⁸⁾ も同様に、同年末までに VoLTE サービスの開始をアナウンスした。ただし、これら三社の中でも、KDDI 傘下の au だけは、この通信サービス開始を「国内通信事業者として初めて、全ての音声通話とデータ通信を4G LTE ネット

ワークのみで提供することで、より高品質で安定した通信サービスを実現¹⁹⁾」と記した。同時に、同社は2020年までにVoLTE サービスに完全移行し、3Gによる音声通信サービスを同時期までに終了予定と発表した。

この発表後に登場したスマートフォン新製品にも、auはLTE通信機能のみの製品の販売を始めた。実は、auにとって、VoLTEサービスの開始は競合二社よりも事業戦略上において重要なポイントであった。NTT DocomoとSoftbankの採用してきた3G通信サービスはW-CDMA方式であるが、auだけはQualcomm方式のCDMA2000を採用している。このため、auのスマートフォン製品の選択肢は、CDMA2000対応のベースバンドチップを搭載した機種に限定されてきた。LTEのみに通信サービスを限定できるようになれば、auはスマートフォン製品の選択肢の制約を解消できる。auはLTE、WiMAX、CDMA2000という三つの通信サービスを併行運用してきた。LTEとWiMAXは基本的に同質的な通信技術であり、相互補完的に運用することも可能であるものの、CDMA2000は他の通信方式との互換性を有していない。このため、auの3G通信サービスは音声通話とLTE通信サービスエリア外における補完的運用が主となっている。VoLTEへの完全移行は、auにとって事業戦略上の重要な転換点となる。

論点を整理するためにも、ここでLTEのサービス開始時に遡ってみる。日本国内において最初にLTE通信サービスを開始したのはNTT Docomoであった。2010年12月、同社はLTEの通信サービス「Xi」を開始した²⁰⁾。auはNTT Docomoに約1年半遅れの2012年7月から²¹⁾、Softbankはこの2ヶ月後の2012年9月からLTEの通信サービスを開始した²²⁾。ここにおいて、再度VoLTEのサービス開始時期に目を向けると、LTE通信サービスに関する根本的な矛盾を認識できるはずである。LTE上において、VoLTE通信サービスが開始され、LTEによる通話サービスが広範に利用できるようになったのは、実質的には2015年頃からである²³⁾。2012年にITU-RがLTE-AdvancedとWirelessMAN-Advancedの二つのみを「次世代通信規格」と公表をしてから²⁴⁾、実に三年近くを経た後に、ポスト3Gの

通話サービスが公に機能し始めたことになる。

NTT Docomo が総務省に提出した導入計画案²⁵⁾では、VoLTE の国内サービスは2012年の開始予定になっていた。また、米国における VoLTE のサービス開始予定は2013年であった。ところが、日本と米国ともに実質的な VoLTE サービスの開始は2015年へとスライドした。しかも、VoLTE への移行を急いでいる au でさえも、全面的な移行完了は2020年の予定である。つまり、2010年の NTT Docomo の先行運用から10年を経た後に、音声通話を含む LTE への全面移行が完了し、2020年頃から3G 通信サービスは終息過程へと向かうことになる。

NTT Docomo が LTE 通信サービスを2010年に開始してから、既に6年が経過したが、第三世代の CDMA 技術は今なお音声通話の主力として使われている。特に、LTE 通信サービス開始からの数年間の通信カバーエリアは非常に狭く、この通信サービス契約者から高額な通信料金を徴収しながらも、人口密集地以外では CDMA 通信方式の3G を利用させてきた。現状においても、VoLTE による音声通話には原則的に契約と通話料が課されており、この契約者であり、かつ VoLTE の端末設定がなされている利用者以外は、自動的に CDMA 通信サービスを利用させられている。裏を返せば、2015年までは、LTE 通信サービスエリア内であっても、3G 通信サービスに接続できない状況下では、データ通信経由の IP フォン (VoIP) の通話が可能であっても、標準通話サービスには接続できずにいた。これは、通話時に自動的に3G 回線通話に切り替える CSFB (Circuit Switched FallBack: 回線交換フォールバック) を利用しているためで、一般的な通話利用者はこの自動切換を認識していない。事実上、2015年までの LTE 通信サービスはデータ通信専用契約であった。

先述したように、ITU-R は LTE-Advanced を「次世代通信規格」として認定したわけだが、2015年までは実質的には「3.9G」であった²⁶⁾。これは、2010年の LTE 通信サービスの開始が時期尚早であったことを間接的に意味する。結果的に、LTE 通信サービス網整備の初期投資をこの通信サー

ビス利用料から徴収したにすぎない。真の意味での LTE 通信サービスの開始は、通信サービス網、通信速度と通信安定性の向上、VoLTE の三点が揃った、2015年からであった²⁷⁾。換言すれば、利用者にとって「4G」の通信環境基盤が整備されてからようやく二年が経過したにすぎない。世界規模において第四世代の基本通信サービスを提供できるようになるのは、さらに遅れて2020年以降になる。Ericsson Mobility Report²⁸⁾ は、世界規模での VoLTE の利用者数は2015年末においても約 1 億人超にしかすぎないとしている。また、この予測は2018年から2019年にかけて利用者数は急増し、2021年には約23億人程度にまで膨らむとしている。CDMA 方式の 3G の終息期は、VoLTE の世界的な普及の進行速度が鍵を握ることになる。

5 WiMAX と LTE : 歪んだ勢力図

本稿中の 2 において、2001年から開始された IEEE 802.16を巡る騒乱について概説したが、この背景には、本稿の 3 中でも解説したように、コンピュータ業界と移動体通信業界との間の複雑な構図があった。IEEE 802.16/16e の牽引役は、「半導体業界の巨人」と称される Intel であり、この通信規格の擁立に助力した企業の多くはコンピュータ業界に属していた。このグループが真っ先に次世代無線通信規格の作業部会を IEEE へ提起し、802.16として規格化を進めた。この当時に 3G に係わる各国の移動体通信キャリア企業、主要な端末製造事業者、通信機器製造事業者等は、一部を除きこの動きを静観していた。

この Intel を牽引役とする IEEE 802.16の動きを警戒し、直ぐに対抗案を準備し始めたのは、「通信業界の巨人」にまで成長した Qualcomm であった。2002年に Qualcomm は、同様に IEEE に「802.20」の作業部会を設置して、先行していた802.16を猛追し始めた。しかも、IEEE 802.16の基本であった「OFDMA」と「MIMO」等を802.20にも採用し、さらに独自方式も加えて、事実上の対抗規格案とした。これにより、IEEE には802.16と802.20という二つの類似の作業部会が設置されるという異常事態に陥った。

この Qualcomm の擁立した IEEE 802.20 の登場により、この二つの作業部会は対立関係となった。そして、802.16 推進グループは、さらに移動体通信対応を図った 802.16-2004（翌年には「802.16e」）を始動させた。この IEEE 802.16/16e と 802.20 の間の対立にさらに激しくなっていたが、本論とは無関係のため、この点は割愛する²⁹⁾。しかし、この一連の騒乱の中で、突如として本格始動した IEEE 802.16 への移動体通信機能付加に対して焦燥感を露わにしたのは、Qualcomm よりも、むしろ移動体通信業界であった。日本国内では 3G 通信サービスがようやく普及し始めた段階にあり、この当時の国内の 3G 通信サービス契約率も 50% に届いていなかった。初期の CDMA 方式の最大伝送速度は、384 Kbps から 2.4 Mbps という水準であった。これに対して、IEEE 802.16e では最大伝送速度を約 75 Mbps（20 MHz の帯域幅）に目標設定していた。しかも、既述したように、WiMAX としてのサービス開始時期を 2009 年に設定し、2010 年からの本格運用を計画していた。これは、3G 通信サービスへの巨額投資と通信網整備を進めていた移動体通信業界にとって、明らかな脅威と映った。

IEEE 802.16 系の通信規格がこの当時の移動体通信業界にとって脅威と映った理由は以下の二点であった。IEEE 802.16/16e は規格化作業と同時に、この規格適合審査組織となる非営利団体「WiMAX Forum」を設置し、規格の厳格かつ公平なサービス開始の体制を整えた。通信技術の基本仕様は、IEEE の作業部会がまとめ、製品化の要件設定（主にネットワーク層やアプリケーション層）や通信機器間の相互接続試験と規格適合認定を WiMAX Forum が担った。WiMAX Forum の役割と組織運営は、IEEE 802.11 の各作業部会と Wi-Fi Alliance の関係を倣っており、異なる製造事業者の通信装置・機器であっても接続性を検証し、厳格な規格標準化を主管した。この WiMAX Forum のような厳格かつ公平な規格適合審査組織は、それまでの移動体通信業界には存在しておらず、各移動体通信事業者は通信機器間の相互接続試験にかなりの時間と費用を要していた。これに対して、WiMAX Forum の認定製品群は接続試験済みであるため、導入試験の期間

と経費を大幅に削減できた。また、WiMAX Forumの規格適合製品は、世界市場向けに量産可能となり、通信機器も格段に安価になった³⁰⁾。これは、WiMAX通信装置・機器の製造事業者と導入事業者の双方に魅力的であった。第二は、SIMカード方式の接続認証を採用していないことであった。802.16/16eの標準化は、IEEE内にその作業部会が設置され、それをITU-Tが認定するプロセスであったために、IMSI (International Mobile Subscriber Identity) と電話番号を結び付けるSIMカード方式を採用していない。WiMAX準拠の通信モジュールを搭載し、この電波を受信できていれば、SIMカードなしに世界中で随時に通信契約を結べる。

これらのWiMAXの長所は、その当時の移動体通信事業者にとっては、従来型の移動体通信業界のビジネスモデルを破壊しかねない脅威であった。安価かつ高速、そして世界共通の2.5 GHz周波数帯の通信サービスである上に、事業参入コストも格段に安く、SIMカードさえも不要であった。しかも、Intelがこのベースバンドチップを量産し、普及推進役を担っていたため、IntelプラットフォームのPCにはCentrino³¹⁾の標準仕様としてこの通信機能がサポートされていた。Centrino準拠のPCを購入すれば、電源投入時からWiMAXを利用できる通信環境が世界規模で整備されようとしていた。また、急成長していたスマートフォン製品市場に対しても、Wi-Fi通信サービスのように、SIMカードなしで利用可能な高速通信サービスが突然に出現しようとしていた。

WiMAX (Mobile WiMAXを含む)の通信サービス開始は2009年に設定され、この準備作業が進行していた。そこに、第三代通信サービスの規格化を主管していた3GPPとこの中心メンバー(移動体通信事業者)が主導して、2006年からLTEの規格化の作業を本格化させた³²⁾。この3GPPは大変に明瞭な目標を掲げた。それは、2010年に「LTE通信サービスを開始」であった。WiMAXの規格化作業の経過と通信サービス網整備の予定を踏まえると、3GPPの狙いはあまりにも明白であった。しかも、この当時のLTEは「Long Term Evolution of the 3GPP radio technology」と記

されている³³⁾。第三世代通信規格協議会であったはずの3GPPが別組織や協議会を設置することなく、3GPPのままでLTEの実用化作業を取り仕切ることとなった。これにより、本稿の1中でも述べたように、通信業界内ではWiMAXやLTEに対して「3.5G」や「3.9G」の用語が用いられる矛盾を生んだ。

結果的に、3GPPはLTEのサービス開始時期から逆算的に開発作業を進行させることとなった。限られた時間内に、何としてもWiMAXと同レベル程度の通信サービスを開始しなければならなかった。このために、最も単純な解決法が採用された。Mobile WiMAXとLTEの基礎的な要素技術はほぼ同様となった。これは、WiMAXと同様に、LTEもデータ通信の高速性を最優先にした通信規格であることを意味する。通話の優先処理は、LTEのデータ通信と通信ネットワーク網のQoS制御等を用いることになる。VoLTEによる通話サービスの本格運用がLTEの通信サービス開始から実質的に約五年も遅れた理由はここにある。

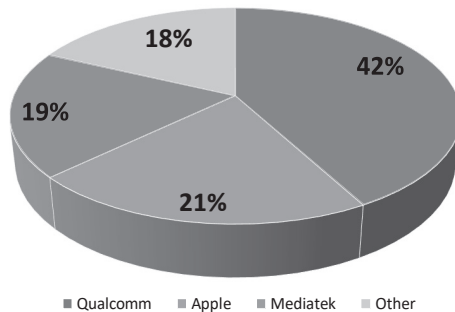
CDMA方式による3G移動体通信サービスは、局所的には移動体通信端末と基地局アンテナの間の通信であるが、総体的には、基幹回線網を含む通信システム全体も同時に第三世代へと移行しなければならなかった。これは4Gの移動体通信サービスでも同様である。例えば、商業的な「4G」の語だけであれば、NTT Docomoやauの事業活動領域だけがこの対象として映るが、実際には、NTTやKDDIの通信ネットワーク網と基幹通信システムが刷新されない限り、移動体通信サービスだけの世代交代では真の価値は生じない。VoLTEの技術開発と普及状況も、正にこの点を指している。仮に、LTEやWiMAXの最大通信速度だけをGbpsのレートに引き上げたとしても、地域IP網や基幹回線等を含む通信システム総体と通信許容量を同次元に向上させないことには、局所的なM2MやD2D等の用途を満足させることしかできない。しかし、基幹通信システムが世界規模で第四世代へ移行するにはまだかなりの時間を必要とする。

6 「脱 Qualcomm」を阻む壁

IEEE 802.16は初期の規格化時点からデータ通信用途であった。ただし、802.16の MAC レイヤーは QoS によるパケット優先度設定を備えており、VoIP 等の通話サービスにも対応可能である³⁴⁾。そして、UQ Communications は、WiMAX の VoLTE による通話サービスも2015年から開始した³⁵⁾。順調に普及が進めば、先述した KDDI の予定のように、2020年頃には4G 通信サービスの独り立ちを迎えることになろう。

一方において、この WiMAX と LTE の騒乱により、移動体通信業界はもう一つの課題を解消できなくなった。NTT Docomo の命名した「Super 3G」が示すように、CDMA 方式の3G 通信サービスは LTE 通信サービスと併用されている。このため、Qualcomm の CDMA 技術上の優位性は依然として継続している。これはスマートフォン製品市場においても顕著に表れている。LTE、CDMA、GSM、Wi-Fi、さらに CDMA 方式の上位規格となる HSPA や HSDPA 等の通信機能を統合した SoC チップやベースバンドチップの市場において、Qualcomm は他の追従を許していない。

図2は、2015年のスマートフォン製品向けの SoC チップ市場を売上高からグラフ化したものである。Qualcomm のこの市場におけるシェアは2



(出所：Strategy Analytics³⁶⁾)

図2 Smartphone AP Market 2015 (\$20.1 Billion)

位の Apple の二倍にも達する。しかも、この Apple の SoC チップには通信機能が統合されていない。例えば、iPhone 6 と iPhone6 Plus のベースバンドチップには MDM9625M が使われている。この MDM9625M は Qualcomm 製品である。図 2 中の Mediatek だけは、Qualcomm と同様に通信モジュール統合型の SoC チップを生産しており、ベースバンドチップ生産も行っている。それでも、売上高ベースの観点においては、自社分とグラフ中の「その他」の 18% を Qualcomm とその他のベースバンドチップ生産者が競っているにすぎない。このスマートフォン製品市場における Qualcomm の力は圧倒的である。LTE 方式の通信サービスへと移動体通信市場が移行しているとはいえ、CDMA 方式の通信サービスを併行運用する限りにおいて、Qualcomm の優位性は揺るぎない。

2015年7月、EU では Qualcomm の独占禁止法違反の調査開始が発表された³⁷⁾。Qualcomm は2015年2月にも、中国国内における独占禁止法違反で1150億円もの巨額の罰金を課せられた³⁸⁾。最近では、2016年7月に韓国においても同様に罰金刑を課せられた³⁹⁾。日本国内においても、2006年から公正取引委員会による調査を受け、2009年9月に排除措置命令が出された⁴⁰⁾。

LTE や WiMAX の通信サービスが普及、あるいは開始された地域であっても、残念ながら「脱 Qualcomm」は進展していない。仮に、VoLTE の技術開発が2011年から2012年に実用段階に到達していれば、一部の途上国は GSM から LTE へ一足飛びに移行する選択肢を得られたかもしれない。この点を踏まえると、LTE 技術開発の一部を見切り発車してでも、WiMAX の普及の阻止に動いた移動体通信業界は、重大な失策を犯したと言えよう。

7 IMT-Advanced と IMT-2020 の意義

2012年に公表された ITU-R の声明 “IMT-Advanced Standards announced for next generation mobile technology⁴¹⁾” の内容は、次世代通信規格につ

いて極めて的確であった。IMT-2020の「M.2083-0」中に記されているのは、新たな通信規格や通信技術の開発ではなく、2020年代の次世代社会と経済環境において必要とされる要件と要求仕様の明確化であった。ITU-RがLTE-AdvancedとWirelessMAN-Advancedの二つの通信規格を2012年に「次世代通信規格」と認定したのは、IMT-2020の基本通信規格としての指名であって、IMT-2020のVISIONではそのための改善点や強化点を明確にしたにすぎない。IMT-2020は、商業的には「5G」として扱われているが、ITUはこの世代分けから距離を置いて、IMTの計画を推進してきた。

ITU-Tでは、2016年時点においてもVoLTEの一部の開発作業を継続しているが、3GPPやESTIともに2015年までに基本作業を終えている⁴²⁾。これはIMT-2020の開発作業工程に従い、非常に厳格に進められている。「6.1.2 Relationship between existing IMT and IMT-2020」中には以下のよう
に記されおり、IMT-2020の果たすべき役割は、この説明文に集約されている。

The minimum technical requirements (and corresponding evaluation criteria) to be defined by ITU-R based on these capabilities for IMT-2020 could potentially be met by adding enhancements to existing IMT, incorporating new technology components and functionalities, and/or the development of new radio interface technologies.

Furthermore, IMT-2020 will interwork with and complement existing IMT and its enhancements.

(ITU-R, 2015b, p. 17)

ITUは「4G」や「5G」の語を否定しているわけではない。ITUの観点からは、IMT-2020の枠組みの中ではそのいずれもが部分なのである。ただし、これらの呼称が極めて商業的な背景の上に用いられているために、ITUは中立的なポジションを常に強調している。例えば、ITUは“IMT

for 2020 and beyond⁴³⁾” 中において、WP5D の役割について下記のように記している。

Through the leading role of Working Party 5D, ITU's Radiocommunication Sector (ITU-R) has finalized its view of a timeline towards IMT-2020. The detailed investigation of the key elements of “5G” are already well underway, once again utilizing the highly successful partnership ITU-R has with the mobile broadband industry and the wide range of stakeholders in the “5G” community.

この文面からだけでも、「5G」という語とこの関連団体に対する ITU の立ち位置が十分に認識できる。LTE-Advanced と WirelessMAN-Advanced の VoLTE の技術開発過程と運用状況をみても、これらの作業は IMT-Advanced から IMT-2020 へと切れ目なく橋渡しされてきた重要な技術開発であり、世代で分けすべきものではない。他方、「5G」は移動体通信市場において既にバズワード化しており、ITU は “the wide range of stakeholders in the ‘5G’ community⁴⁴⁾” と暗喩しながら、これらとの共生と舵取りこそがポスト4G の実像を決定する過程になるとしている。

ITU の主管した IMT-2000 は、一社に基本技術特許を集中させてしまう結末を招いた。その後の移動体通信市場における Qualcomm の躍進は、その他の移動体通信技術開発事業者にとっては悪夢のような状況を生み、フィーチャーフォンからスマートフォンへと端末製品が移行する際に、Nokia と Motorola を端末製品市場から失う事態へと至った。Motorola は Google に吸収され、Nokia は端末製品製造事業を Microsoft へと譲渡した。Nokia と Ericsson は移動体通信市場において事業活動を継続しているが、事業領域や規模は明らかに縮小した。結果的に、ITU が主管し、デジュリスタンダードと認定した移動体通信規格の登場により、この市場構造は根本から覆された。

商業的な観点からは、通信サービスは既に「4G」へと世界的に移行を始めている。先述したように、IMTは「LTE-Advanced」と「WirelessMAN-Advanced」の二つの通信規格のみに次世代通信規格の認定を行った。これにより、商業上の「4G」の技術開発領域では、これらの主管組織を「3GPP」と「IEEE 802.16 (x)」に定められてしまった。基本技術や関連技術の承認を各々の作業部会に諮らなければならず、一部企業による独走的な先行技術開発や独自技術開発には歯止めがかけられた。これは極めて重要なステップであった。

一方において、「5G」の語は既に広範に使われ始めている。ここまで論じてきたように、過度な商業的開発競争により、広義の「第四世代移動体通信」の開発には部分的な遅れ、未成熟な技術、未開発の技術領域も残されている。VoLTEだけでなく、キャリアアグリゲーション、MIMO 応用技術、レイテンシー等々、枚挙に暇がない。ところが、これらの多くの課題は、若干の水準差はあるものの、IMT-2020に掲げられている技術目標と重複している。ITUがIMT-2020と「5G」の間に一線を引いている理由もここにある。技術開発と機能追加を高次に進展させていくことにより、「4G」が「5G」へと昇華されるという考え方への疑念である。そして、この本質的矛盾については、今やLTEの技術開発母体ともなっている3GPPでさえ、間接的に認める結果になっている。3GPPは、LTEの技術開発段階を既に「LTE-Advanced」から「LTE-Advanced Pro⁴⁵⁾」へと進めおり、先述のLTEの技術開発や機能追加等の作業に取り組み始めた。皮肉な事に、この「LTE-Advanced Pro (R.13)」は事実上「4.5G」と定義されていながら、「シームレスに5Gへ移行する道」とされている⁴⁶⁾。このLTE-Advanced Proの世代定義の扱いからも、IMT-2020が実質的に4Gの延長線上に位置することは明らかであるが、商業的な呼称としての「5G」の流布までは抑止できない。

8 知的財産権を巡る場外戦

ITUにとって最も解決の難しい課題は、移動体通信規格に係わる特許出願競争である。特に次世代移動体通信に係わる技術開発は、それらの大半が実用新案としての価値を有するだけに、この知的財産権を巡る競争は熾烈なものとなる。QualcommがCDMA技術の基本技術特許をほぼ独占的に手中にしている現状を見るなら、移動体通信業界に属する企業が新領域における技術開発と知的財産権の獲得に注力するのは当然である。

ITUを中心にして、IMT上に集約されていく無線通信技術は、各標準規格を実行可能な枠組みとするための構成要素となるが、実際のハードウェアとソフトウェアによる制御や電波送受信に係わる課題の解決等は、一部の企業が先行的かつ独走的に技術開発を行っている。当然ながら、これらの実用的な技術開発活動は、新案として特許出願されることになる。新規性と進歩性を備え、「発明」として認められれば、先願性の原則の上に、その特許権者となれる。ただし、ISO、ITU、IECのような標準化機関は、IPR (Intellectual Property Right) ポリシーを制定して、必須特許の報告(データベース登録)や取扱宣言を要求することはあっても、原則的に特許審査等には関与しない⁴⁷⁾。ITUは次世代移動体通信規格について、LTE-AdvancedとWirelessMAN-Advancedの二つに絞り込むことにより、無用な新移動体通信規格が現れる事態は阻止したが、これらの移動体通信規格に関する基本技術や関連技術の知的財産権の争奪戦からは距離を置いている⁴⁸⁾。

これは予想される事態ではあったが、移動体通信業界は「4.5G」や「5G」の語を用いて、新たな技術利権を生み出そうとしている。移動体通信業界では、独善的かつ独創的な通信技術開発を強行する企業が多く、無用な技術開発競争が断続的に起こっている。単独や少数企業のグループが、一方的に新たな通信技術開発を提起し、試作と実験を行い、この基本特許を各国の特許管理組織へ申請する。この類の企業群は「IMT-2020」ではなく、

「4.5G」や「5G」の呼称を用いながら、独自技術をITU認定の作業部会活動外において推進している⁴⁹⁾。例えば、Qualcommは既に「LTE-U」という独自技術を開発し、Wi-Fiで利用されている免許不要の周波数帯（主に5GHz帯）における応用技術として推進し始めた。これに反旗を掲げるかのように、3GPPからも同種のLAA（Licensed-Assisted Access using LTE）が提案され、この推進を始めた。これらの技術の狙いは、Wi-Fiで使用されている5GHzの周波数帯である。当然ながら、これに対して、これまでWi-Fiを主管してきたIEEE 802.11とWi-Fi Allianceは反発し、この対立が深刻化している⁵⁰⁾。

LTE-UとLAAのような合法的であるものの、一方的な事業推進活動に対して、Wi-Fi Allianceが米国連邦通信委員会（FCC）へLTE-UやLAAの対応機器への認証を行わないように要請する事態に至った⁵¹⁾。LTE-UとLAAの推進側からは、Wi-Fiのこれまでの貢献と既に広範に普及した対応機器の存在等は既に小事にすぎない。IEEE中に「802.11」の作業部会を置くWi-Fiは、世界共通のデファクトスタンダードである。他方、LTE-UやLAAの推進派からは、Wi-Fiはあくまで「デファクトスタンダード」であって、「デジュリスタンダード」ではない。つまり、通信技術特許獲得競争の攻撃対象として捉えれば、これは自由な技術競争であり、代替可能な通信技術規格でしかない。Wi-Fiは既に「Wi-Fi Direct」というM2M用途の技術を加えており、プリンター等の周辺機器を中心に広範に利用されている。ただし、Wi-Fiの技術開発がIoTを前提とするD2Dの技術領域にまでに踏み込む以前に、LTE-UとLAAからの強引な割り込みを受けている。この件については、Googleが中立的な立場から実験⁵²⁾を行い、“LTE over unlicensed coexists poorly with Wi-Fi⁵³⁾”とFCCへ報告している。それでも、LTE-UとLAAからの攻勢は継続しており、「自由競争」の原則を掲げられてしまえば、IEEEだけではこのような活動を抑止できない状況に陥っている。

この5GHz帯の件に関する事例を挙げても、加熱の一途を辿る移動体通

信技術特許の獲得競争に対して、抜本的な方策が求められているは明らかである。Wi-Fiのような公共的な無線通信環境が突然に標的にされ、特許獲得競争の戦場と化そうとしている。ITUも、IEEEも、自由かつ公平な技術開発競争を推進するために、このような活動を抑止、あるいは制限する権限は有していない。低次元のデファクトスタンダードとデジュリスタンダードの獲得競争は既に過去の競争戦略論と化しており、現在では「技術開発」は「特許開発」となり、そして「標準規格化」から「特許出願数」を競争する時代を迎えている。

9 結び

移動体通信業界では「4G」と「5G」が頻繁に用いられる。しかし、通信業界全体の観点に立つなら、現状は第四世代通信への移行過程に位置している。移動体端末と基地局アンテナの間の通信技術の刷新や進展は、通信業界全体のシステムやネットワーク網の中でのラストワンマイルの進化にすぎない。VoLTEやその他のVoIPを含む新通話サービスとシステムの移行を一例として取り上げても、この総体が第三世代から第四世代への移行を終えるまでにはかなりの時間を要する。この観点においては、「IMT-Advanced」と「IMT-2020」のいずれもが通信業界の第四世代への完全移行プロセスの一部にすぎない。特にIMT-2020中に掲げられた三要点（通信速度、接続数、信頼性とレイテンシー）は、移動体通信に関わる技術開発だけでなく、同時に通信回線やシステムの総体の技術と性能も大幅に向上させなければならない。

今後、最も重要視されるべきは、第三世代移動体通信の終息時期とそのプロセスの明示である。第三世代移動体通信において、業界標準規格のCDMA方式の基本技術特許を一社がほぼ独占するという結末となり、通信業界全体に対して不利益が生じてきた。図1のIMT-2000は2020年以降も技術開発は継続しているが、この点については見直すべきである。このためには、通信業界全体が第四世代への移行速度を上げ、通信業界全体で

2020年頃から3G 移動体通信サービスを終息させていく必要がある。また、これには途上国における3G 移動体通信網整備への投資抑制も同時に図らなければならない。

もう一つの要所は、過熱する無線通信技術開発の特許出願競争の鎮静化である。現状は「技術開発」と称する「特許開発」の競争である。無線通信技術の研究開発領域は、新規性と進歩性の観点から、実用技術開発をそのまま特許として申請し易い。そのため、移動体通信規格に関わる基本技術と関連技術の両面において、特許申請可能な技術領域への投資と技術開発に極端に傾倒している。本節中において論じたように、移動体通信業界だけが「5G」を標榜したとしても、通信業界全体の動きはまだ「4G」への道中にある。ラストワンマイルの技術開発には一般消費者市場も直接的に含まれるため、これらの特許開発は巨大な利権を生み出す。移動体通信業界の一部企業は、「5G」と称してこの利権を争奪し合っているにすぎない。

デジュリスタンダードは、本来においてこのような無用な技術開発競争を抑止する役割を果たすはずである。ところが、現状はデファクトスタンダード獲得のための市場競争環境に近い。この状況が継続していけば、移動体通信業界の一部企業に基本技術特許や関連技術特許が集中し、自由かつ平等な技術開発は消滅してしまいかねない。ITU, ISO, IEC や IEEE 等の世界的な規格標準化の機関・組織が存在しながら、真の意味での「スタンダード」を策定できない状況へと向かっている。移動体通信技術と規格標準化に関する最大の環境的課題は、正にこの点にある。

注

- 1) この詳細については、下記の日経エレクトロニクスの特集を参照していただきたい。
『「標準が作れない」崩壊寸前の IEEE802委員会』、『日経エレクトロニクス』、2007年1月15号, pp. 55-61.
- 2) 「IMT」は“International Mobile Telecommunications”の略称。

- 3) 参考文献中の ITU-R (2015b)。
- 4) 特に M2M や D2D 等の IoT 関連技術は企業単位で研究開発が既に進められている。
- 5) World Interoperability for Microwave Access の略称。
- 6) 2010年9月に ITU の広報担当者であった Acharya に出したプレスリリース “ITU paves way for next-generation 4G mobile technologies” は、IMT-Advanced を「4G」として扱い、これが IMT-Advanced に関する誤認を広めてしまう結果となった。
http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2010/40.aspx
- 7) これは LTE-Advanced を実質的に標準規格化していた 3GPP の経過報告に明確に示されている。例えば、NTT ドコモが2011年11月にリリースした「LTE-Advanced の概要と標準化動向」において、IMT-Advanced と LTE-Advanced を結び付けることはあっても、「4G」は一度も用いられていない。この報告中でも明記されているように、LTE-Advanced とは「LTE Rel. 10 and beyond」であり、LTE の技術仕様の拡張と更新である。これに世代分けを当てはめると、「LTE Ref. 9」は 3G であるが、「LTE Ref. 10」からが 4G のようになる。これは全く無価値な世代分けでしかない。
www.ntt.co.jp/journal/1111/files/jn201111051.pdf
- 8) ITU-R は、「IMT-xxxx」の定義と開発を 4G や 5G のような商業的な世代分けの呼称から切り離して用いてようとしてきた。2010年、LTE や WiMAX 等の高速通信規格を「IMT-Advanced」に含めたが、先述したように、これが誤認を生じさせた。最終的に、IMT-Advanced の基本開発期間を終える時期の2012年に、二つの通信規格を「次世代移動体通信向け」とアナウンスした。しかも、「LTE-Advanced」と「WirelessMAN-Advanced」の二つのみをこの対象として定め、IMT-2020への強い含みを残す文面になっている。この英文タイトルが“IMT-Advanced Standards announced for next generation mobile technology”となっている点に注意が必要である。
http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2012/02.aspx#V_3Bj3_ruo
- 9) FOMA の通信契約者数が50%を超えたのは2006年であった。
- 10) https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/page/090615_00.html
- 11) http://www.uqwimax.jp/annai/news_release/200709181.html
- 12) UQ Communications は2009年2月に WiMAX 事業を開始した。
http://www.uqwimax.jp/annai/news_release/200902261.html
- 13) この点については、本稿中の6の「『脱 Qualcomm』を阻む壁」を参照いただきたい。
- 14) Gartner のプレスリリース “Worldwide Mobile Phone Sales Increased 16 Per Cent in 2007” 中から参照。
<http://www.gartner.com/newsroom/id/612207>

- 15) この詳細は Qualcomm の2005年のプレスリリースを参照していただきたい。
<https://www.qualcomm.com/news/releases/2005/11/22/qualcomm-selects-samsung-electronics-co-ltd-new-supply-partnership>
- 16) https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2014/05/14_01.html
- 17) <http://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2014/10/27/726.html>
- 18) http://www.softbank.jp/corp/group/sbm/news/press/2014/20141212_02/
- 19) <http://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2014/10/27/726.html>
- 20) https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2010/11/08_01.html
- 21) http://www.kddi.com/corporate/news_release/2012/0914a/
- 22) <http://www.softbank.jp/mobile/info/personal/news/service/201209141009260000/>
- 23) VoLTE の運用には、このサービス開始だけでなく、端末と基地局アンテナの対応や一部更新も不可欠となる。
- 24) http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2012/02.aspx#V_3Bj3_ruo
- 25) NTT Docomo の提出資料：情報通信審議会情報通信技術分科会、IP ネットワーク設備委員会技術検討作業会（第22回）の資料「VoLTE の動向と技術基準について」
- 26) 実際に、NTT Docomo も3GPP に対して、当初は「Super 3G」と記していた。詳細は NTT Docomo の公表技術資料「Super 3G の技術動向」を参照いただきたい。
https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol14_2/vol14_2_050jp.pdf
- 27) ただし、VoLTE による通話サービスの開始は、国内外の他社との互換性や通話システム全体の運用に課題が残されており、通信業界全体が通話システムを完全に置き換えるにはまだかなりの時間を要する。
- 28) Ericsson (2016, p. 12)
- 29) この詳細については、下記の日経エレクトロニクスの特集を参照していただきたい。
『「標準が作れない」崩壊寸前の IEEE802委員会』、『日経エレクトロニクス』、2007年1月15日号, pp. 55-61.
- 30) 要海 (2010, p. 707)
- 31) Intel の事業戦略上のブランドコンセプトとして用いられ、主にモバイル向け製品群に対して総称的に使用されていた。
- 32) 3GPP の LTE 作業部会報告の「UTRA-UTRAN Long Term Evolution (LTE) and 3GPP System Architecture Evolution (SAE)」を参照。この報告中の経過に明記されているように、3GPP は2004年から LTE について協議を始めたが、2006年から現実的な規格作業に突然切り替わっている。ただし、この時点では協議は「LTE/SAE」の名称でもあった。

- 33) *ibid.*
- 34) この詳細は参考文献中の Dubey (2012) を参照いただきたい。
- 35) http://www.uqwimax.jp/annai/news_release/201511161.html
- 36) Strategy Analytics の記事 “Smartphone Apps Processor Revenue Declined 4 Percent in 2015 to Reach \$20.1 Billion” を参照。
[https://www.strategyanalytics.com/strategy-analytics/news/strategy-analytics-press-releases/strategy-analytics-press-release/2016/02/17/strategy-analytics-smartphone-apps-processor-revenue-declined-4-percent-in-2015-to-reach-\\$20.1-billion#.V4iIR38kruo](https://www.strategyanalytics.com/strategy-analytics/news/strategy-analytics-press-releases/strategy-analytics-press-release/2016/02/17/strategy-analytics-smartphone-apps-processor-revenue-declined-4-percent-in-2015-to-reach-$20.1-billion#.V4iIR38kruo)
- 37) http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-5383_en.htm
- 38) http://www.nikkei.com/article/DGXLASGM10H16_Q5A210C1EAF000/
- 39) http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1330169
- 40) <http://www.jftc.go.jp/houdou/pressrelease/h21/sep/09093001.html>
- 41) http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2012/02.aspx#_V_3Bj3__ruo
- 42) この概要については、ITU-T の「A.5 justification information for draft new G.1028 (ex G.VoLTE)」を参照していただきたい。
- 43) <http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2020/Pages/default.aspx>
- 44) *Ibid.*
- 45) LTE-Advanced Pro に関する詳細については、参考文献中の Dahlman *et. al.* や 3GPP のサイト情報を参照していただきたい。
http://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1745-lte-advanced_pro
- 46) 例えば、Qualcomm の2016年1月のプレゼンテーション資料 “Leading the path towards 5G with LTE Advanced Pro” 中においても、“Progress LTE capabilities towards 5G” の項において、LTE-Advanced Pro がそのまま「5G」に発展していく過程が示されている。
<https://www.qualcomm.com/media/documents/files/leading-the-path-towards-5g-with-lte-advanced-pro.pdf>
- 47) IEC, ISO and ITU (2015, p. 9) において “are not in a position to give authoritative or comprehensive information about evidence, validity or scope of patents or similar rights, but it is desirable that the fullest available information should be disclosed” と記している。
- 48) IEC, ISO and ITU (2015)
- 49) M2M や D2D 等の IoT 技術が特に多い。
- 50) 詳細は Wi-Fi Alliance の発表「LAA (License-Assisted Access using LTE) に対する見解を発表」を参照いただきたい。
<https://www.wi-fi.org/ja/news-events/newsroom/wi-fi-alliance-laa-license-assisted->

access-using-lte

- 51) この概要については EE Times の記事「アンライセンス周波数帯をめぐる対立、深まる溝」を参照いただきたい。
<http://eetimes.jp/ee/articles/1509/01/news123.html>
- 52) <https://drive.google.com/file/d/0B-iq0rxkyMLyVUXkNWtoUzItZDA/view>
- 53) <https://publicpolicy.googleblog.com/2015/06/encouraging-innovation-wi-fi-and-lte-in.html>

参 考 文 献

- BuySellSignals (2016) *Qualcomm: Mid Year Review 2016*, B01HVQ0S1G, BuySellSignals.
- 知的財産研究所 (2013) 「標準規格必須特許の権利行使に関する調査研究」, 知的財産研究所調査研究報告書.
- 知的財産研究所 (2013) 「標準規格必須特許の権利行使に関する調査研究 (II)」, 『知財研紀要』, Vol. 22.
- Choice Level (2009) *QUALCOMM, Inc. Business Background Report*, B002FSI0ZM, Choice Level Books.
- Dahlman, E., Parkvall, S., Skold, J. (2016) *4G, LTE-Advanced Pro and The Road to 5G (3rd Ed.)*, Academic Press.
- Dubey, A. (2012) Quality of Service (QoS) in Wireless Network, VOIP Simulation Environment, *International Journal of Computer Science and Communication Engineering: IJCSCE Special issue on "Emerging Trends in Engineering"*, ICETIE 2012.
- Ericsson (2016) *Ericsson Mobility Report JUNE 2016*, EAB-16: 006659 Revision A.
- ETSI and 3GPP (2013) Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN): Overall description Stage-2, *TS 36.300 version 13.2.0 Release 13*, 3GPP.
- Federal Communications Commission (2013) *FCC White Paper: The Mobile Broadband Spectrum Challenge: International Comparisons*, February, FCC.
- Ho, Q-D., Tweed, D. and Le-Ngoc, T. (2016) *Long Term Evolution in Unlicensed Bands (SpringerBriefs in Electrical and Computer Engineering)*, Springer.
- Holma, H. and Toskala, A. (2012) *LTE Advanced: 3GPP Solution for IMT-Advanced*, Wiley.
- Holma, H., Toskala, A. and Reunanen, J. (2016) *LTE Small Cell Optimization: 3GPP Evolution to Release 13*, Wiley.
- IEC, ISO and ITU (2015) *Guidelines for Implementation of the Common Patent Policy for ITU-T/ITU-R/ISO/IEC Rev. 2*, 26/06/2015, ITU.

- ITU (2012) *Radio Regulations Articles*, Edition of 2012, ISBN 978-92-61-14021-2.
- ITU-R (2000) Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000), *Recommendation ITU-R M.1457-0*, ITU.
- ITU-R (2003) Framework and overall objectives of the future development of IMT-2000 and systems beyond IMT-2000, *Recommendation ITU-R M.1645*, ITU.
- ITU-R (2010) Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000), *Recommendation ITU-R M.1457-9*, ITU.
- ITU-R (2012) Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications Advanced (IMT-Advanced), *Recommendation ITU-R M.2012*, ITU.
- ITU-R (2014) Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications Advanced (IMT-Advanced), *Recommendation ITU-R M.2012-1*, ITU.
- ITU-R (2015a) Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications-Advanced (IMT-Advanced), *Recommendation ITU-R M.2012-2*, ITU.
- ITU-R (2015b) IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond, *Recommendation ITU-R M.2083-0*, ITU.
- Korhonen, J., Savolainen, T. and Soininen, J. (2013) *Deploying IPv6 in 3GPP Networks: Evolving Mobile Broadband from 2G to LTE and Beyond*, Wiley.
- Mock, D. (2005) *The Qualcomm Equation: How A Fledgling Telecom Company Forged A New Path To Big Profits And Market Dominance*, Amacom Books.
- Nokia (2014) LTE for unlicensed spectrum, *Nokia Networks White Paper*, Nokia.
- 永野志保 (2013) 「知的財産と国際標準化」, 『特技懇』, No. 268.
- Osseiran, A., Monserrat, J. F., Marsch, P. (2016) *5G Mobile and Wireless Communications Technology*, Cambridge University Press .
- Qualcomm Technologies (2014) LTE in Unlicensed Spectrum: Harmonious Coexistence with Wi-Fi, *Qualcomm Research June 2014*, Qualcomm.
- 三菱総合研究所 (2013) 「パテントプールを巡る諸課題に関する調査研究報告書」, 『平成24年度 特許庁産業財産権制度問題調査研究報告書』, 特許庁 .
- 山本雅昭 (2009a) 「インテルのウルトラモバイル戦略と WiMAX の相互連関」, 『広島経済大学経済研究論集』, Vol. 31, No. 4, March.
- 山本雅昭 (2009b) 「Intel MID のソフトウェアプラットフォーム戦略とその問題点の検証」, 『広島経済大学経済研究論集』, Vol. 32, No. 2, September.
- 山本雅昭 (2013) 「スマートフォン市場におけるロックイン戦略の検証—Apple の成

- 長戦略(1)―』、『広島経済大学経済研究論集』, Vol. 36, No. 2, September.
- 山本雅昭(2014)「スマートフォン市場におけるロックイン戦略の検証—Appleの成長戦略(2)―』、『広島経済大学経済研究論集』, Vol. 37, No. 2, September.
- 山本雅昭(2015)「スマートフォン市場におけるSamsungの成長戦略』、『広島経済大学経済研究論集』, Vol. 38, No. 2, September.
- 山本雅昭(2016a)「2015年から2016年Q1のスマートフォン市場動向の検証』、『広島経済大学経済研究論集』, Vol. 39, No. 3・4, December.
- 山本雅昭(2016b)「2015年のスマートフォン市場動向からみる半導体業界』、『広島経済大学経済研究論集』, Vol. 39, No. 3・4, December.
- 要海敏和(2010)「モバイル WiMAX の最新動向』、『情報処理』, Vol. 51, No. 6, June, pp. 700-710.
- 和久井理子(2010)「技術標準をめぐる法システム—企業間協力と競争, 独禁法と特許法の交錯―』, 商事法務.