

次世代モバイルネットワークの導入・普及における国際協調

W-CDMA, CDMA2000などの第3世代に続き、次世代モバイルネットワークの標準化活動が3GPP, 3GPP2, IEEEなどの複数の標準化団体で並行して進められている。新技術の普及促進には、オペレータだけではなくベンダ・標準化団体・研究機関など関係者全体の協力が必須となる。そこでオペレータが中心となってNGMNイニシアティブを設立して、次世代モバイルネットワークのスムーズな導入・促進を行う枠組みを作り、要求条件の取りまとめ、標準技術の評価、発展シナリオの検討、相互接続性の確保などを開始した。次世代モバイルネットワーク技術の標準化動向と、NGMNイニシアティブにおける国際協調の現状を報告する。

つかだ せいし まとば なおと
塚田 晴史 的場 直人

1. まえがき

携帯電話の進化の歴史を顧みると、第1世代のアナログ携帯電話、第2世代のデジタル携帯電話は、日本・欧州・米国でそれぞれ異なる方式が採用されてきた。日本のユーザは、携帯電話会社に依頼し渡航先に対応した移動端末を借りることで、海外でも国内と同一番号で通話することができたが、海外渡航が容易になり、また携帯電話が世界的に普及するにつれて、自分の電話を世界で使えたほうが便利のため、海外でも日本の移動端末をそのまま利用したいという要望が高まってきた。以上のことから、第3世代の国際標準システムの必要性の気運が高まった。ドコモは、2001年にW-CDMA方式を世界に先駆けて採用したが、第3世代では、第2世代のPDC/GSM

(Global System for Mobile communications)と比較して多くの機能が加わったうえに、オプション機能が多く、1つのサービスを実現するために標準仕様のどの機能を選択するか判断が必要となる。また、仕様の解釈が異なるケースもあり、実装を一意的に決めることが困難であった。このため、日本だけではなく欧州・米国のオペレータも仕様の解釈が統一されて、相互接続性が実現されるまでに多くの時間を必要とした。

W-CDMAの発展系列ではHSDPA (High-Speed Downlink Packet Access) が、すでにサービス開始されており、HSUPA (High-Speed Uplink Packet Access) の標準化も終了して、次の3.9世代と呼ばれるモバイルネットワークの導入が目前に迫っている。NGMN (Next Generation Mobile Networks) イニ

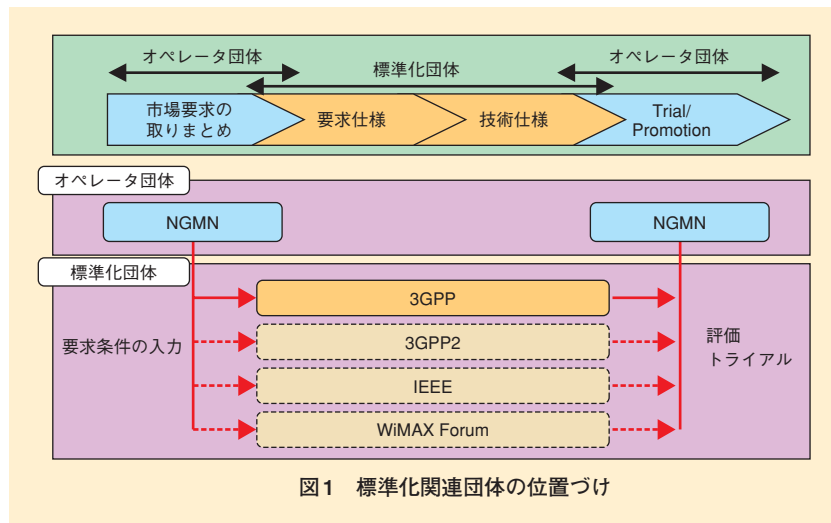
シアティブ[1]は、こうした背景から生まれたもので、欧州・米国・アジアの有力オペレータが協力してHSPA (HSDPA, HSUPA) /EVDO (Evolution Data Only/Optimized)*1の次の世代の方式導入・普及推進を協力する。次世代モバイルネットワーク技術の標準化は、3GPP (3rd Generation Partnership Project) だけではなく3GPP2, IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) など複数の団体で活発に行われている。

標準化団体とNGMNイニシアティブの関係を図1に示す。標準化団体は、要求条件仕様書、技術仕様書を策定するが、その前段階として市場から潜在的な要求を汲み上げて、どんな標準仕様を策定すればよいかの判断が必要である。また、技術仕様書の完成後に相互接続性を確保するための相互接続試験、実環境のト

*1 HSPA/EVDO : HSPAはHSDPAとHSUPAを合わせた呼称。HSDPA, HSUPAはそれぞれ、3GPPで規格化された、W-CDMA方式に基づく下り、上りリンクの高速パケット伝送方式。EVDO (正式にはCDMA2000 1xEV-DO)

は3GPP2で規格化された、cdma2000方式に基づく下り、上りリンクの高速パケット伝送方式。

Standardization



ライアルを経て、標準仕様に基づくサービスが世の中で使われるようになる。NGMN イニシアティブは、標準化団体の活動を補完して、この前後の工程を分担する。NGMN イニシアティブの活動は標準化のサポートで、NGMN イニシアティブ自体は標準化団体ではない。

以下、2章では次世代モバイルネットワーク技術の標準化状況について説明する。3章では、NGMN イニシアティブの設立経緯と、活動の内容、組織構成を説明する。また、4章ではNGMN イニシアティブと協力して3GPPのLTE (Long Term Evolution)^{*2}、SAE (System Architecture Evolution)^{*3}にてそれぞれ標準仕様を策定中の無線アクセス方式とネットワーク方式のトライアルを進めるLSTI (LTE/SAE Trial Initiative)^{*4}の活動を紹介する。最後に、今後の進め方とドコ

モの取組みを述べてまとめとする。

2. 次世代モバイルネットワーク技術の標準化動向

次世代モバイルネットワークに関する主な標準化団体と策定する標準化基本仕様の比較を表1[2][3]に示す。1998年より第3世代(3G: 3rd Generation) 移动通信シ

ステムの標準化は3GPP, 3GPP2で行われており、さらにWiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) Forum^{*5}において、Mobile WiMAXの仕様策定が行われている。以下にこれら最近の主要標準化団体の活動動向について述べる。

2.1 3GPPの動向

3GPPはevolved GSM コアネットワークとこれらでサポートされるRAN (Radio Access Network) をベースとした3G 移动通信システムの仕様策定を活動のスコップとしており、1999年に最初の仕様(Relase 99)を策定後、マーケットニーズ、技術の進展に合わせた改訂仕様を策定している。現在の主な活動としては、3G 移动通信システムの長期的な発展を目的としてLTE という作業名称にて検討が進めら

表1 次世代モバイルネットワーク基本仕様の比較

方式	IEEE 802.16e (Mobile WiMAX)	3GPP2 UMB	3GPP LTE (E-UTRAN/E-UTRA) (検討中)
多重方式	OFDMA	OFDMA CDMA ^{*1}	OFDMA SC-FDMA
複信方式	FDD/TDD	FDD	FDD/TDD
周波数幅 (Hz)	1.25~20MHz	1.25~20MHz	1.4~20MHz
データ サービス (bit/s)	セクタ 最大速度 (下り) Wave1: 20.16Mbit/s (10MHz, 上下比2:1TDD) Wave2: 40.32Mbit/s (10MHz, 上下比2:1TDD)	152Mbit/s (20MHz) 288Mbit/s (20MHz)	326Mbit/s (20MHz)
	セクタ 最大速度 (上り) Wave1: 5.04Mbit/s (10MHz, 上下比2:1TDD) Wave2: 10.08Mbit/s (10MHz, 上下比2:1TDD)	151Mbit/s (20MHz)	86Mbit/s (20MHz)

FDD (Frequency Division Duplex): 周波数分割複信。
TDD (Time Division Duplex): 時分割複信。
SC-FDMA: Single-Carrier Frequency Division Multiple Access
※1 一部上り制御信号はCDMAベースを使用。

*2 **LTE**: 3GPPで検討されている、第3世代移动通信方式を拡張した高速無線アクセス方式の作業名称。LTEで検討された仕様はE-UTRAN/E-UTRAと呼ばれる。

*3 **SAE**: 3GPPで検討が進められている、

evolved GSM コアネットワークの発展系列の作業名称。E-UTRANの収容を対象とし、さらにすべてのサービスをIP上で実現することを前提としている。SAEにて検討された仕様はEPCと呼ばれる。

*4 **LSTI**: 3GPP標準であるLTEとSAEの

相互接続性を推進する業界団体、ベンダとオペレータが協力して標準仕様の解釈の確認、テスト項目の策定、相互接続試験などを行う。

れている。3GPPでは、2007年9月にLTEでの無線エアインタフェース仕様の策定を完了し、次期Release 8としての仕様策定を目標としている。無線技術仕様はE-UTRAN (Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network) / E-UTRA (Evolved UTRA) (表1)と呼ばれる。LTEは、下り回線高速化技術 (HSDPA) で受信性能を向上させたRelease 6仕様から、さらなるデータ伝送速度の飛躍的な向上を図るため、Release 6と比較して3～4倍の周波数利用効率向上を目指しており、直交周波数分割多元接続 (OFDMA: Orthogonal Frequency Division Multiple Access)^{*6}やMIMO (Multiple Input Multiple Output)^{*7}など最新の技術を取り入れて技術検討が進められている。

また、E-UTRANを収容するコアネットワークについても、従来の3GPPで検討が進められてきたネットワークの発展系列の標準化がSAEにて進められている。技術仕様はEPC (Evolved Packet Core) と呼ばれ、同じRelease 8での標準仕様策定が進められている。EPCではすべてのサービスをIP上で実現するAll-IPネットワークを前提とし、また異種無線アクセスの収容が可能なアーキテクチャを目標としている。

2.2 3GPP2

3GPP2でも3GPPと同様、3G移

動通信システムの長期的な発展を目指し、UMB (Ultra Mobile Broadband) (表1)の標準化が行われ、2007年6月に最初の仕様が完成した。またコアネットワークについても、All-IPを志向したネットワーク仕様を策定中である。

2.3 IEEE 802.16/WiMAX Forum

IEEE 802.16^{*8}では、当初、固定無線アクセスとしてWiMAXと呼ばれる仕様が2004年に策定され、その後、移動管理が可能なIEEE 802.16e仕様が新たに追加された。IEEE 802.16e仕様に上位レイヤの機能を追加して規定したシステムの仕様が、Mobile WiMAX (表1)としてWiMAX Forumで策定されている。この仕様は3GPPなどの仕様と同様にオプションが多く、相互接続性に問題があるため、WiMAX ForumではこのIEEE 802.16e仕様から運用規定 (プロファイル) をWave1として規定した。さらにWave2ではMIMO、サービス品質 (QoS: Quality of Service)、IPv6を追加する。

3. 次世代モバイルネットワーク推進のためのオペレータの国際協調

3.1 NGMN イニシアティブ 設立の経緯と活動目的

次世代モバイルネットワークの

普及推進には、標準化団体が国際標準を作成することに加えて、インフラベンダ、移動端末ベンダ、インダストリフォーラム、研究機関、モバイルオペレータなど関係者全員から構成されるエコシステムのメンバの協力が不可欠である。そこで、基本的な要求条件、性能目標、ネットワークの配備や移行シナリオなどを共通ビジョンとして取りまとめ、メンバ間の新しいパートナーシップを作ることを目標とした活動が開始された。活動のイニシアティブを取ったのは欧州・米国・アジアの有力オペレータで、これらの内容を次世代モバイルネットワークが満たすべき基本要件条件としてまとめたWhite Paperを作成した。次にWhite Paperの要求を実現する次世代モバイルネットワークの導入・普及促進のために、2006年9月にイギリスの有限責任会社としてNGMN Ltd.を設立した。設立メンバは、China Mobile Communications Corporation, Orange S.A., Royal KPN NV, Sprint International Holding, Inc., T-Mobile International AG & Co KG, Vodafone Group Services Limited, ドコモの7社である。

NGMN イニシアティブの設立と並行して、活動目的を広めるテーマ別のワークショップが開催された。主なものとして、System Architecture Workshop (2006.07,

*5 WiMAX Forum: IEEE 802.16規格の開発を推進する業界団体。IEEE 802.16仕様に準拠した機器の相互運用性のテストや認定などを行う。WiMAXはIEEE 802.16規格の愛称。
*6 直交周波数分割多元接続: 直交周波数分

割多重 (OFDM) を用いた無線アクセス方式。OFDMは、高速データレートの広帯域信号を多数の低速データレートのマルチキャリア信号を用いて並列伝送することにより、マルチパス干渉 (遅延波からの干渉) に対しての耐性の高い高品質

伝送を実現する方式。
*7 MIMO: 複数のアンテナにより高速化を図る技術。

Standardization

2007.03), Chipsets Vendor Workshop (2006.11), Self-organizing Networks Workshop (2007.05), Terminals Workshop (2007.06) がある。こうした活動を通して、NGMN イニシアティブの理念に賛同して参加を希望するオペレータ・ベンダも増えて、2007年8月末現在で、オペレータ13社、ベンダ18社、2研究機関の合計33団体が参加している。NGMN イニシアティブに参加しているパートナーを図2に示す。NGMN イニシアティブの活動目的は、2007年1月に公開されたNGMN White Paperの中で、以下のように述べられている。

NGMN イニシアティブの活動目的は、一般ユーザにモバイルブロードバンドサービスを提供するためのプラットフォームとなる統合ネットワークを導入することである。新しく導入される次世代モバイルネットワークは、既存のネットワークと並存しており、スムーズな移行を可能にするものとなる。

この目的を達成するために、NGMN イニシアティブは推奨(Recommendation)を作成して、ベンダや標準化団体の活動への指針を示し、HSPA/EVDO以降にコスト効率のよいネットワークを提供するように先導する。

なお、White Paperは共通の要求条件を定めているが、NGMN イニシアティブとして特定の技術を選

択することは行わない。NGMN イニシアティブの役割は、2章で述べた国際標準化団体の定める候補技術に対して、要求条件を満たすかどうかの評価を行うことで、個々のオペレータは、評価結果を利用して、それぞれの市場の要求に応じた技術を選択する。

3.2 NGMN 要求条件

White Paperは、要求条件の鍵となる11のキーワードを選んで、プライオリティをつけている。その内容を図3[4]に示す。ここであげられているキーワードは、技術的な要求条件が中心であるが、Total cost of ownershipのようにシステム構築に関するものも含まれている。

番号	クラス	会社名	番号	クラス	会社名
1	Member	Royal KPN NV	1	Sponsor	Airvana Inc.
2	Member	China Mobile Communications Corporation	2	Sponsor	Huawei Technologies Company Ltd.
3	Member	AT&T Inc.	3	Sponsor	Samsung Electronics Company Ltd.
4	Member	T-Mobile International AG & Co KG	4	Sponsor	Starent Networks Corp.
5	Member	Vodafone Group Services Limited	5	Sponsor	ZTE USA Inc.
6	Member	Sprint Nextel Corp.	6	Sponsor	LG Electronics Inc.
7	Member	NTT DoCoMo, Inc.	7	Sponsor	NEC Corp.
8	Member	Orange S.A.	8	Sponsor	Alcatel Lucent S.A.
9	Member	Telefónica S.A.	9	Sponsor	Cisco Systems Inc.
10	Member	Alltel Corp.	10	Sponsor	Ericsson AB
11	Member	SK Telecom Company Ltd.	11	Sponsor	Intel Corp.
12	Member	Telecom Italia S.p.A.	12	Sponsor	Motorola Inc.
13	Member	Telus Corp.	13	Sponsor	Nokia Corporation
番号	クラス	会社名	14	Sponsor	Nokia Siemens Networks GmbH & Co. KG
1	Advisor	University of Surrey	15	Sponsor	Nortel Networks Inc.
2	Advisor	RH TW Aachen - UMIC	16	Sponsor	Texas Instrument Inc.
			17	Sponsor	Qualcomm Inc.
			18	Sponsor	Datang Mobile

図2 NGMN パートナー

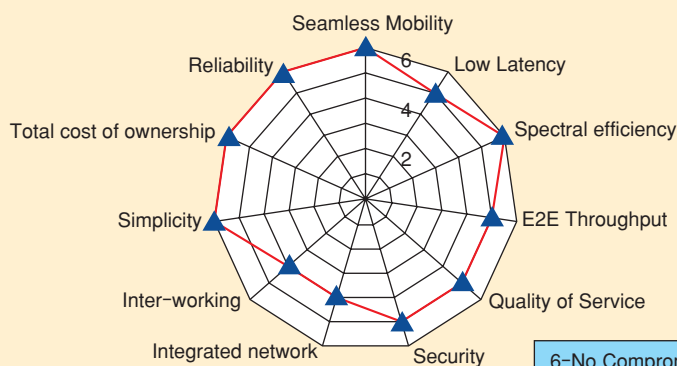


図3 プライオリティ

* 8 IEEE 802.16: 高速無線MAN (Metropolitan Area Network) に関する IEEE 802.16 委員会によって検討が進められている高速無線データ通信の規格。

NGMN ロードマップを図4[4]に示す。White Paperには、GSMから発展した3GPPにおけるロードマップのみが記述されている。GSM/UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) の発展系列の場合は、GSM から 3G (W-CDMA) へ、3G (W-CDMA) から 3G+HSDPAへ、3G+HSDPA から 3G+HSDPA+HSUPAと進化

が進み、NGMNが続く。NGMNの無線区間の伝送速度は、40Mbit/s ~ 100 Mbit/s 以上とあり、GSM/UMTSの発展系列ではLTEが対応している。商用サービスを開始するまでのマイルストーンを図5[4]に示す。White Paperが規定するNGMNの計画では、以下に示すとおりとなっており、後述のトライアルもこのマイルストーンに沿

って進められる。

- ・ 2008年末 標準化を終了
- ・ 2009年 オペレータトライアルのためのシステムが利用可能
- ・ 2010年 特定地域での商用サービス開始

NGMNの要求条件は、「共通推奨 (Common Recommendation)」, 「無線アクセスネットワーク推奨 (Radio Access Network Recommendation)」, 「コアネットワーク推奨 (Core Network Recommendation)」, 「端末推奨 (Terminal Recommendation)」, 「サービス (Service Creation & Delivery in NGMN)」の5つのパートに分かれている。共通推奨は18項目からなり、内容を表2に示す。

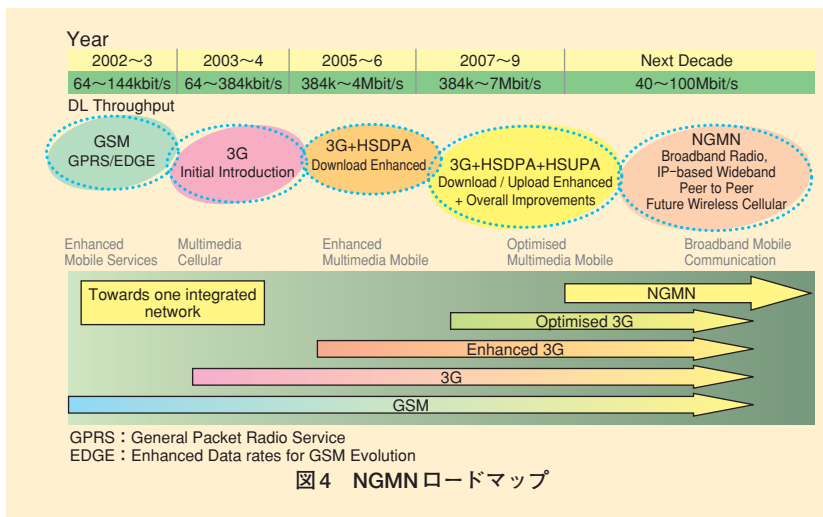


図4 NGMN ロードマップ

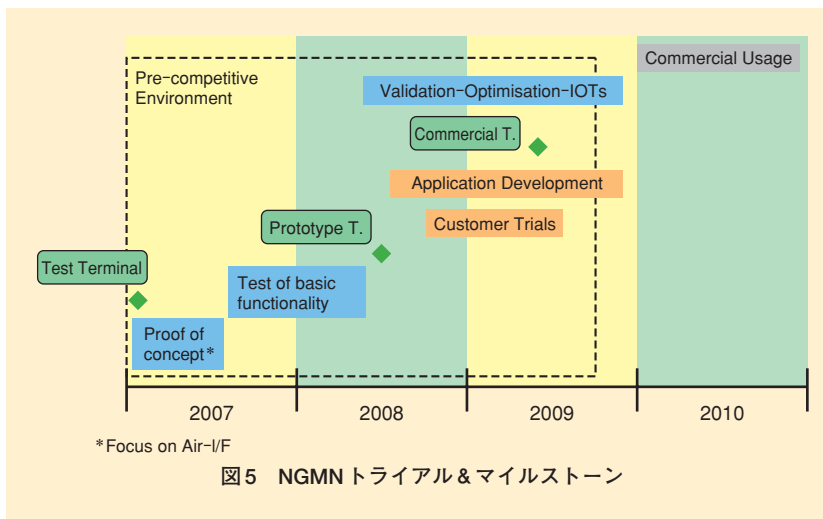


図5 NGMN トライアル & マイルストーン

3.3 NGMN イニシアティブの組織構成と活動概要

NGMN イニシアティブの組織構成を図6に示す。NGMN イニシアティブは3つの会員クラスを持つ。1つ目のクラスであるMemberは、モバイルオペレータもしくはその親会社/子会社である。同一グループで1社のみがMemberクラスに参加できる。Member以外は、Participantと呼ばれ、さらにSponsorとAdvisorの2つのクラスに分かれる。ベンダはSponsorクラスとなるが、大学・研究機関など非営利団体はAdvisorを選ぶことができる。

Standardization

表2 NGMN White Paperの共通推奨 (Common Recommendation)

技術面の推奨	・遅延の低減 ・最適化されたQoS ・効率的なalways-onのサポート ・シームレスモビリティ ・ネットワーク選択 ・マルチキャスト・ブロードキャストのサポート ・自律ネットワーク ・セキュリティ ・信頼性の確保 ・位置情報特定機能のサポート
システム運用の推奨	・キャリアグレードのオペレーション管理 ・統合ネットワーク管理
導入の容易性に関する推奨	・既存サービスからの連続性 ・現行システムからの移行パス ・ライセンス料の透明性 ・オープンな標準インタフェースの採用 ・埋め込みシステムへの実装の容易さ
規制面の推奨	・法令順守

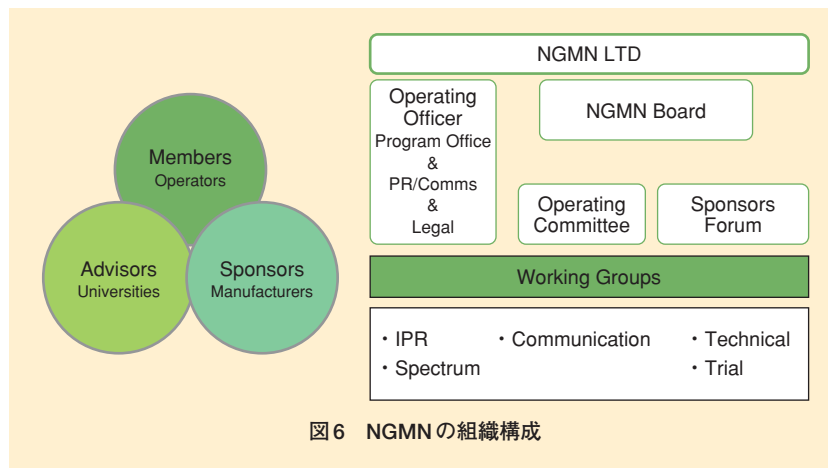


図6 NGMNの組織構成

NGMN Boardは、Memberクラスから選ばれる。設立から2年間は、設立メンバ7社がボードメンバである。Operating Committeeは、すべてのMember会社からの参加者で構成されて、ボードの配下で日常的な運営を委託されている。Operating Committeeの議長は、Operating Officerと呼ばれ、オペレータからの派遣ではなくNGMNイニシアティブの専任で仕事にあたる。Operating Officerはボード会議の

メンバでもあるが、投票権を持つのはNGMNイニシアティブの運営に関する課題に限定される。

さらに、NGMNイニシアティブでは、ミッションを実現するために以下の5つのWG (Working Group) が置かれている。

・ Technical WG

NGMN要求条件の詳細化、3GPPなど標準化団体への共同寄書の作成などを行う。また、標準化団体が作成した次世代

モバイルネットワーク技術が、NGMN要求条件を満たしているかどうかの判断を行う評価基準を作成する。

・ Spectrum WG

NGMNイニシアティブメンバー各社に共通する周波数に関する要求条件を取りまとめる。WGの成果は、Spectrum White Paperとして公開される。

・ IPR WG

モバイル業界における知的財産権 (IPR: Intellectual Property Right)^{*9}の枠組みの透明性を高めて、新システムの導入前にライセンス条件を予想可能なものにするための活動を行う。IPRの透明性は、NGMNイニシアティブのキーとなる貢献の1つで、業界の成功のために重要である。White PaperにはIPRに関する要求条件が記述されている。

・ Trial WG

標準化団体が定めた候補技術が、NGMN要求条件を満たしているかを評価する。Trial WGは、4章で説明するLSIIなどのTrial Initiativeと協力して評価を行う。

・ Communication WG

NGMNイニシアティブのプレスリリースを行い、外部からのフィードバックを集めて次世代モバイルネットワーク

*9 知的財産権：人間の創造的活動の成果として生み出される発明、考案、表現などの無体財産を保護するために、その創作者に与えられる権利で、特許権、実用新案権、意匠権、商標権、著作権などがある(本稿では、主に特許に関する検討が行われている)。

のエコシステムを構成するメンバー（オペレータ、ベンダ、標準化機関、研究機関など）の間のコミュニケーションを活発にする。

4. LTE/SAE Trial Initiative

NGMN 要求条件に対する候補技術は複数あるが、NGMN イニシアティブは特定の技術を選択しないし、また、メンバーによって興味のある技術も異なる。そこで、NGMN イニシアティブとは別の組織で、技術ごとにトライアルを行う。この時、NGMN Trial WGは、トライアルイニシアティブとの協力窓口となり、Technical WGが作成した評価基準に基づく技術評価の依頼と結果の取りまとめを行う。

現時点では、3GPPのLTE/SAEで標準仕様を策定中の無線アクセス方式とネットワーク方式のトライアルを行うLSTIの設立が、2007年5月に発表された。設立メンバーは、Alcatel Lucent S.A., Ericsson AB, France Telecom S.A., Nokia Corporation, Nokia Siemens Networks GmbH & Co. KG, Nortel

Networks Inc., T-Mobile International AG & Co. KG, Vodafone Group Services Limitedの8社で、ドコモは、2007年7月に正式に参加した。LSTIは、2009/2010年にLTE/SAEで作成された仕様を使う商用サービスの開始を目指し、無線、ネットワーク、移動端末の確認を行う。

5. あとがき

本論文では、次世代モバイルネットワークの標準化状況と、標準化を補完して導入・普及促進を行うためのNGMN イニシアティブ/LSTIの活動を報告した。

NGMN イニシアティブは正式な活動を開始して約1年になるが、この期間にWhite PaperとSpectrum White Paperをまとめ、エコシステムを構成するパートナー（ベンダ、オペレータ、標準化機関など）の間に理念とロードマップを共有してきた。次の段階として、理念を具象化してロードマップに合わせたサービスを提供するために、トライアルを通して、仕様の解釈の統一と相互接続性を確保することが必要となる。3GPPのLTE/SAE

で作成される標準化仕様に関しては、すでに有力ベンダ・オペレータが参加したLSTIが活動を始めているので、NGMN イニシアティブと役割分担をしながら、技術の確認と普及促進を並行して進めることが重要となる。

ドコモは次世代モバイルネットワークをLTE/SAEで作成される標準化仕様と位置づけ、NGMN イニシアティブ設立メンバーの一員として、標準化活動の促進やLTE/SAEでの標準化仕様の普及に貢献している。また、LTEをSuper 3G^{*10}と称して2006年7月にメーカ募集を行い開発に着手した。2007年7月にSuper3Gの実証実験を開始しており、LSTIに加盟後は、この結果をフィードバックして、国際的な相互接続性の実現に貢献する予定である。

文 献

- [1] <http://www.ngmn.org/>
- [2] 3GPP2: C30-20070514-038
- [3] 3GPP: TR25.912 ver.7.2.0
- [4] Next Generation Mobile Networks Beyond HSPA & EVDO A White Paper, http://www.ngmn.org/doc/NGMN_Release_WP30.pdf

* 10 Super 3G：第3世代移动通信方式を拡張した高速な無線アクセス方式。ドコモが2004年にコンセプトを提唱し、3GPPではE-UTRAN/E-UTRAとして検討作業が進められている。