

「将来のモバイルネットワーキングに関する検討会」
フェーズ2：標準化課題分析
ホワイトペーパー

第1版

2015年10月1日制定

一般社団法人
情報通信技術委員会

THE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY COMMITTEE

本書は、一般社団法人情報通信技術委員会が著作権を保有しています。
内容の一部又は全部を一般社団法人情報通信技術委員会の許諾を得ることなく複製、転載、改変、
転用及びネットワーク上での送信、配布を行うことを禁止します。

目次

はじめに.....	5
1 スコープ.....	6
2 参考文献.....	7
3 略語.....	8
4 技術要件の評価.....	11
4.1 標準化の目的.....	11
4.2 評価軸.....	11
4.3 技術課題一覧.....	12
5 課題分析（コアネットワーク）.....	18
5.1 超大容量 U-plane.....	18
5.1.1 M2M/IoT 端末の増加（コア網システム技術）【1-CN-1】.....	18
5.1.2 ユーザスループットの増大と変動（エッジコンピューティング技術）【1-CN-2】.....	18
5.1.3 ユーザスループットの増大と変動（ネットワーク仮想化技術）【1-CN-3】.....	19
5.1.4 ユーザスループットの増大と変動（MANO アーキテクチャ）【1-CN-4】.....	20
5.2 負荷増大 C-plane.....	20
5.2.1 コネクション数増大（C/U 分離技術）【2-CN-1】.....	20
5.2.2 コネクション数増大（オートスケールインアウト）【2-CN-2】.....	21
5.2.3 コネクション数増大（MANO アーキテクチャ）【2-CN-3】.....	21
5.2.4 スモールセル化（C/U 分離技術）【2-CN-4】.....	22
5.2.5 スモールセル化（オートスケールインアウト）【2-CN-5】.....	22
5.2.6 スモールセル化（MANO アーキテクチャ）【2-CN-6】.....	23
5.2.7 スモールセル化（SDN/NFV 融合技術）【2-CN-7】.....	23
5.2.8 M2M/IoT 端末の収容（移動性／網アクセス技術）【2-CN-8】.....	24
5.2.9 M2M/IoT 端末の収容（コンテキストウェアネットワークング）【2-CN-9】.....	24
5.2.10 M2M/IoT 端末の収容（ユーザプロファイル管理技術）【2-CN-10】.....	25
5.3 トランスポート層.....	25
5.3.1 ヘテロジニアスネットワークにおけるユーザ QoS（データ指向型ネットワークング技術）【3-CN-1】.....	25
5.4 超低遅延.....	26
5.4.1 更なる低遅延化（エッジコンピューティング技術）【4-CN-1】.....	26
5.4.2 更なる低遅延化（C/U 分離技術）【4-CN-2】.....	27
5.5 端末／トラフィック／事業者の種別の広がり.....	27
5.5.1 M2M/IoT 端末の増加（コンテキストウェアネットワークング）【7-CN-1】.....	27
5.5.2 M2M/IoT 端末の増加（ユーザプロファイル管理技術）【7-CN-2】.....	28
5.5.3 M2M/IoT 端末の増加（サービスオーケストレーション技術）【7-CN-3】.....	28
5.5.4 M2M/IoT 端末の増加（スライシング技術）【7-CN-4】.....	29
5.5.5 M2M/IoT 端末の増加（XaaS 技術）【7-CN-5】.....	29
5.6 他 RAT 連携.....	30
5.6.1 Multi-RAT 環境（移動性／網アクセス技術による Multi-RAT 統合管理）【8-CN-1】.....	30
5.6.2 スモールセルとセルの属性の多様化【8-CN-2】.....	30
5.6.3 ヘテロジニアスネットワークにおけるユーザ QoE 向上【8-CN-3】.....	31
6 課題分析（MBH／MFH）.....	33
6.1 超大容量 U-Plane.....	33
6.1.1 大容量伝送（MBH 大容量伝送）【1-MBH/MFH-1】.....	33
6.1.2 セルの大容量化（MFH 大容量伝送）【1-MBH/MFH-2】.....	34
6.1.3 スモールセル化（スモールセルへの効率的伝送）【1-MBH/MFH-3】.....	35
6.2 超低遅延.....	37
6.2.1 更なる低遅延化（伝送各区間の更なる低遅延化）【4-MBH/MFH-1】.....	37

6.3 超省電力	38
6.3.1 装置の大容量化 (MBH 伝送装置の省電力化) 【5-MBH/MFH-1】	38
6.3.2 装置の大容量化 (MFH 伝送装置の省電力化) 【5-MBH/MFH-2】	39
6.3.3 スモールセル化 (MBH/MFH における新たな伝送方式) 【5-MBH/MFH-3】	41
7 課題分析 (網管理)	43
7.1 超大容量 U-Plane	43
7.1.1 ユーザスループットの増加と変動 (経路・接続先変更方法) 【1-NWM-1】	43
7.1.2 ユーザスループットの増加と変動 (機能・リソース割当変更方法) 【1-NWM-2】	44
7.2 超災害/輻輳/障害耐	45
7.2.1 社会インフラとしての重要性の高まり (ネットワークリソース割当の高度化) 【6-NWM-1】	45
7.3 端末/トラフィック/事業者の種別の広がり	47
7.3.1 MVNO 事業者の増加、多様化 (ネットワーク仮想化基盤) 【7-NWM-1】	47
7.4 セキュリティ	48
7.4.1 網オペレーションの多様化 (各種規定) 【9-NWM-1】	48
7.4.2 網オペレーションの多様化 (トラストドメイン間の共有情報) 【9-NWM-2】	49
7.5 網オペレーション	51
7.5.1 アプリケーションの多様化、MVNO 事業者の拡大 (新サービスの迅速性確保) 【10-NWM-1】	51
8 標準化戦略に関する考察	53
8.1 コアネットワーク	53
8.2 MBH/MFH	56
8.3 網管理	57
9 結論と提言	59
Annex A 「将来のモバイルネットワーキングに関する検討会」フェーズ2 参加者一覧	60

はじめに

昨今 5G を中心とする将来モバイルネットワークの研究が国内外で活発に行われている。標準化活動に関しては、ITU-T SG13 において 5G の要件定義やギャップ分析のための Focus Group (FG IMT-2020) [1]が立ち上がり、3GPP、NGMN、GSMA、第 5 世代モバイル推進フォーラム (5GMF) [2]等でも将来ネットワークに関する議論が活発化してきている。国内では TTC 「将来のモバイルネットワーキングに関する検討会」アドホックが将来モバイルネットワークに向けた技術課題を分析し、15 年 3 月にホワイトペーパーを発行しており、標準化活動との関係の精査が待たれる状況にある。

そこで TTC では、上述のホワイトペーパーを土台として、5GMF 等への成果反映を進めると共に、主に標準化活動の観点から課題の優先度付などの分析をし、今後活動を強化すべき点など TTC としての対応方針を導くための活動を引き続き実施することとなった。本ホワイトペーパーは、2015 年 6 月から 9 月までの当該活動をまとめたものである。

1 スコープ

本ホワイトペーパーは、本検討会が本年3月に纏めた2020年またそれ以降の将来モバイルネットワークの技術課題に対して、今後強化して取り組むべき課題を抽出すべくコアネットワーク、MFH、MBH、および、ネットワーク管理の観点でそれぞれ分析し、今後の標準化活動等の方向性について考察するものである。

2 参考文献

- [1] Terms of Reference of the Focus Group IMT-2020, <http://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/imt-2020/Pages/default.aspx>
- [2] <http://5gmf.jp/>
- [3] 情報通信技術委員会 “情報通信分野における標準化活動のための標準化教育テキスト (http://www.ttc.or.jp/study_std/stdtext_note/)”
- [4] http://www.ttc.or.jp/j/info/topics/fmn-ah_wp/
- [5] Report ITU-R M.2291 “The use of International Mobile Telecommunications for broadband public protection and disaster relief applications”

3 略語

3GPP	The 3 rd Generation Partnership Project
3GPP SA2	The 3 rd Generation Partnership Project Service and System Aspects working group 2
3GPP SA5	The 3 rd Generation Partnership Project Service and System Aspects working group 5
3GPP TSG-SA/CT	The 3 rd Generation Partnership Project Technical Specification Group- Service and System Aspects/Core Network and Terminals
4G	4 th Generation
5G	5 th Generation
5GMF	The 5 th Generation Mobile Communications Promotion Forum
ASON	Automatically Switched Optical Network
BBU	Baseband Unit
CA	Carrier Aggregation
CCN	Content Centric Networking
CIoT	Cellular Internet of Things
C-plane	Control Plane
CPRI	Common Public Radio Interface
C-RAN	Centralized Radio Access Network
C/U	Control / User plane
D2D	Device to Device
DC	Dual Connectivity
DECORE	Dedicated Core
E2E	End-to-End
EPC	Evolved Packet Core
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
ETSI ISG MEC	European Telecommunications Standards Institute (ETSI) Industry Specification Group (ISG) for Mobile-Edge Computing (MEC)
ETSI ISG NFV	European Telecommunications Standards Institute (ETSI) Industry Specification Group (ISG) for Network Function Virtualization (NFV)
ETWS	Earthquake and Tsunami Warning System
FG IMT-2020	Focus Group on IMT-2020
FMN	Future Mobile Networks
GMPLS	Generalized Multi-Protocol Label Switching
GSM	Global System for Mobile communications (GSM) Association
Het-RAT	Heterogeneous - Radio Access Technology

ICN	Information Centric Networking
ICT	Information and Communication Technology
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMSI	International Mobile Subscribers Identity
IoT	Internet of Things
ISO/IEC JTC1 SC31	International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission Joint Technical Committee 1 Sub-Committee 31
ITU-T SG	International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector Study Group
LAA	Licensed Assisted Access
LAN	Local Area Network
LMA	Local Mobility Anchor
LTE	Long Term Evolution
M2M	Machine to Machine
MANO	Management and Orchestration
MBB	Mobile Broad Band
MBH	Mobile Backhaul
MEC	Mobile Edge Computing
MEF	Metro Ethernet Forum
MFH	Mobile Fronthaul
MME	Mobility Management Entity
MVNO	Mobile Virtual Network Operator
NFV	Network Function Virtualization
NGFI	Next Generation Fronthaul Interface
NGMN	Next Generation Mobile Network
OIF	The Optical Internetworking Forum
OMA	Open Mobile Alliance
oneM2M	one Machine to Machine
ONF	Open Networking Foundation
ONU	Optical Network Unit
OPEX	Operating Expense
P2MP	Point to Multipoint
PCE	Path Computation Element
PON	Passive Optical Network
PPDR	Public Protection and Disaster Relief
QoE	Quality of Experience

QoS	Quality of Service
RAT	Radio Access Technology
RRH	Remote Radio Head
SDN	Software-Defined Networking
ITU-T SG15	International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector Study Group 15
SON	Self-Organized Network
TDM	Time Division Multiplexing
TTC	The Telecommunication Technology Committee
UHF	Ultra High Frequency (Radio wave between 300MHz and 3GHz)
U-plane	User Plane
V2X	Vehicle to Infrastructure
VHF	Very High Frequency (Radio wave between 30MHz and 300MHz)
VM	Virtual Machine
WDM	Wavelength Division Multiplexing
XaaS	X as a Service

4 技術要件の評価

本評価では、Phase1で抽出した技術要件に対し、特にTTCとしての標準化活動の必要性の観点からの評価を行う。

一般的に、本件技術領域の標準化活動の目的としては、相互接続性の確保や向上、制度・規則に関する規定の明記による社会要請への対応などがあるが、TTCとしての標準化としてはこれらに加え、地域特有の制度・規則の考慮や、日本として新要件普及を先導するという社会的要請に応えるための先行的技術確立なども含まれてくる。

そのため、TTCとしての標準化活動の観点からは、グローバルな標準化の中でカバーされていない要件や、新要件普及の先導のために先行的技術確立が求められる要件が、相対的に重要性が高くなる。そこで本評価では、標準化に関する一般的観点に加え、日本が他地域に比べて要求する水準が高いかどうかや、他地域に先駆けたトライアル・先行実現のためなどで技術規定の早期明確化が必要かどうかも観点に加えて、評価を実施する。

4.1 標準化の目的

TTCの標準化には、[3]で言及されているように、サービス提供事業者、機器製造業者、利用者、主管庁などのプレイヤーごとにいくつかの目的が挙げられる。Figure.4.1-1では、各プレイヤーの観点でのTTC標準化の目的を例示している。

サービス提供事業者の観点からは、主管庁にて定める規制への対応、海外の規制への対応が必要となる場合におけるTBT協定（Agreement on Technical Barriers to Trade）や国際調達に関する協定への対応、他のサービス提供事業者との相互接続、機器製造業者との間の機器調達におけるコスト低減や安定調達などが、主な目的として挙げられる。

また、機器製造業者の観点からは、上記のサービス提供事業者との調達に関する要素に加え、他の機器製造業者との間での機器間の相互接続や、機器普及促進などが、主な目的として挙げられる。

さらに、サービス提供事業者と機器製造業者に共通の要素として、前述の先行的技術確立をめざす先進性・正当性のアピールも目的に挙げられる。

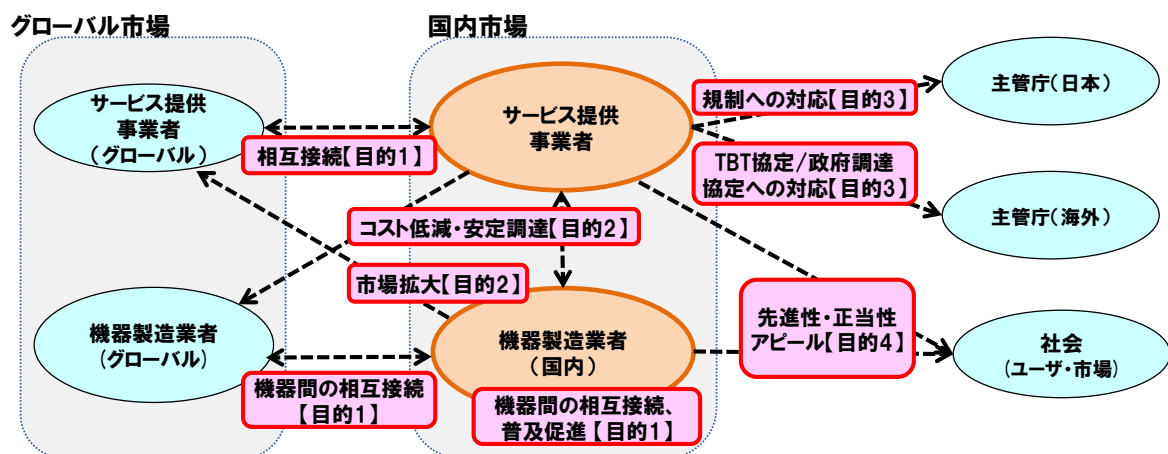


Figure.4.1-1 一般的なネットワーク関連標準化の目的

4.2 評価軸

各技術課題に関して標準化を強化すべきか否かを判断するために、以下に記載の評価軸を用いている。

- (1) 標準化目的の明確度合い

標準化の目的が明確であるか、もしくは、TTCとして、標準化活動の狙いを明確に設定する事が可能であるか。明確な方が検討の優先度が高い。

(2) 産業的インパクトの大きさ

課題解決、もしくは、標準化した場合の産業的な効果、影響度の度合い。インパクトが大きい方が検討の優先度が高い。

(3) 既存検討とのギャップ

他団体、各 TTC 専門委員会でカバーできていない（弱い）度合い。カバーできていない方が検討の優先度が高い。

(4) TTC/FMN 活動への適合性

TTC（Adhoc 含む）で扱うべき課題かどうか。

(5) 日本の強みが発揮できる事情

日本特有の条件や制約による事情、或は、日本の強みや得意分野かどうか、Will の度合い。事情がある方が検討の優先度が高い。

(6) 既存技術との親和性

既存網や既存アーキテクチャとの親和性の度合い。主に後方互換性の観点である。

(7) 時間的な妥当性

検討が対象としている時期（2020～（せいぜい 2025 迄））との整合性。また、整合している上での緊急性。緊急性が高いほど、検討の優先度が高い。

4.3 技術課題一覧

将来のモバイルネットワークに関する検討会（Phase1）ホワイトペーパー^[4]でまとめた、将来シナリオと現状ネットワークとのギャップ分析に基づき、標準化課題候補として技術課題を抽出した。第5章以降では各技術領域の各技術課題について、標準化課題としての評価軸に基づく評価分析を行った。

なお、主な関連団体は、Phase1 ホワイトペーパー第5章「要素技術のサーベイ」に記載されている、Phase1にてサーベイを行った団体等である。また、技術課題番号は以下の通りである。

【XX-YY-ZZ】

XX：Phase1 ホワイトペーパーでまとめた将来シナリオ分類

- 1:超大容量 U-plane
- 2:負荷増大 C-plane
- 3:トランスポート層
- 4:超低遅延
- 5:超省電力
- 6:超災害/輻輳/障害耐性
- 7:端末/トラフィック/事業者等の種別の広がり
- 8:他 RAT 連携
- 9:セキュリティ
- 10:網オペレーション

YY：技術領域。CN（コアネットワーク）、MBH/MFH、NWM（網管理）のいずれか。

ZZ：将来シナリオ分類および技術領域内の通番

Table 4.3-1 技術課題一覧

分類	将来シナリオ	現状 NW とのギャップ	技術領域	技術課題	主な関連団体
1. 超大容量 U-plane	1.1 M2M/IoT 端末の増加	現在の EPC では idle 状態の通信コネクションを保持するためメモリ保持が膨大となる。	コアネットワーク	【1-CN-1】 コア網システム技術 ・ 間欠通信を行いかつ接続遅延に対する要求の低い特定の M2M/IoT 端末では常時接続しない等の新たな技術	・ 3GPP
	1.2 ユーザスループットの増大と変動 ・ 1000 倍のデータトラフィック、端末側でピーク 10 Gbps 以上、常時 100 M～1000 Mbps の伝送速度	長期的にトラフィックが増大	コアネットワーク	【1-CN-2】 エッジコンピューティング技術 ・ クラウド等で実現されているコンピューティング処理をネットワーク内で実現することで、コアネットワークのトラフィックを削減する技術	・ ETSI ISG MEC
			コアネットワーク	【1-CN-3】 ネットワーク仮想化技術 ・ ひとつの物理ネットワークを複数の論理ネットワークに仮想化して、個々の論理ネットワークに対してネットワーク構成を変更する技術	・ ITU-T ・ ONF
		コアネットワーク	【1-CN-4】 MANO アーキテクチャ ・ 動的にネットワーク機能(EPC-ゲートウェイなど)の容量を変更する技術	・ ETSI ISG NFV ・ 3GPP	
		網管理	【1-NWM-1】 経路・接続先変更方法 トラフィックに合わせて、無線アクセス網や、モバイルネットワークの経路、接続先を変更する方法	・ ITU-T	
	U-plane 系のコアネットワーク装置の処理負荷が増大し、設備増強によるコスト増大、データパケットの遅延や輻輳（廃棄）の発生	網管理	【1-NWM-2】 機能・リソース割当変更方法 トラフィックに合わせてモバイルネットワークの機能やリソースの割り当てを変更する方法	・ IETF ・ ONF	
1.3 大容量伝送 ・ 最大 1Tbps を考慮する必要	・ MBH において構成の検討が必要 ・ 100Gbps モジュール、または 10 Gbps/40 Gbps/100 Gbps 光モジュールを複数チャンネルで構成することとなりコスト高となる。	MBH/MFH	【1-MBH/MFH-1】 MBH 大容量伝送 ・ 波長分割多重 (WDM) による並列伝送 ・ 100 Gbps トランシーバの低廉化 ・ 電気処理回路の高速化による 40 Gbps トランシーバの単一波長化	・ ITU-T ・ IEEE ・ MEF ・ OIF	

	1.4 セルの大容量化 ・100Gbps/セル以上	MFHにおいて、現状の CPRI では端末側10Gbps に対し約160Gbps (16倍) の伝送容量が必要となる。	MFH/MBH	【1-MBH/MFH-2】 MFH 大容量伝送 ・100Gbps 以上/セルを可能とする伝送方式	・ITU-T ・IEEE、
	1.5 スモールセル化 ・約100倍のスモールセル数	・P2P構成を使用しているためファイバ数や装置数が増大。 ・NWコストの高騰、消費電力増	MFH/MBH	【1-MBH/MFH-3】 スモールセルへの効率的伝送 ・PON (TDM方式やWDM方式等) ・経済化、消費電力低減を実現	・ITU-T ・IEEE
2. 負荷増大 C-plane	2.1 コネクション数増大 ・セル内端末数増大 ・センサー系の頻繁に通信する通信端末の増加	・C-Planeを集中処理する装置(例えばMME)に負荷が集中 ・特定エリアや時間帯にコネクション接続/切断処理負荷が集中 ・サーバから通信端末、特定のエリアや時間帯にPUSH処理(ページング処理)が集中	コアネットワーク	【2-CN-1】 C/U分離技術 ・C/U分離技術によるコネクション数増大時のC-plane負荷への対応	・IETF ・ONF ・3GPP ・ITU-T
			コアネットワーク	【2-CN-2】 オートスケールインアウト ・オートスケールインアウト技術によるコネクション数増大時のC-plane負荷への対応	・ETSI ISG NFV ・WWRF
			コアネットワーク	【2-CN-3】 MANO アーキテクチャ ・MANO アーキテクチャ技術によるコネクション数増大時のC-plane負荷への対応	・ETSI ISG NFV ・3GPP
	2.2 スモールセル化	・ハンドオーバーの増加 ・特定のエリアや時間帯にハンドオーバー処理が集中	コアネットワーク	【2-CN-4】 C/U分離技術 ・C/U分離技術による基地局セルスモール化によるハンドオーバー頻発発生時のC-plane負荷への対応	・IETF ・ONF ・3GPP
			コアネットワーク	【2-CN-5】 オートスケールインアウト ・オートスケールインアウト技術による基地局セルスモール化によるハンドオーバー頻発発生時のC-plane負荷への対応	・ETSI ISG NFV ・WWRF
			コアネットワーク	【2-CN-6】 MANO アーキテクチャ ・MANO アーキテクチャ技術による基地局セルスモール化によるハンドオーバー頻発発生時のC-plane負荷	・ETSI ISG NFV ・3GPP
			コアネットワーク	【2-CN-7】 SDN/NFV 融合技術 ・SDN/NFV 融合技術による基地局セルスモール化によるハンドオーバー頻発発生時のC-plane負荷への	・IETF ・ETSI ISG NFV ・ONF

				対応	
	2.3 M2M/IoT 端末の収容 ・ 端末数の増加 ・ 端末管理形態、プロバイダ経由のアクセス	<ul style="list-style-type: none"> ・ M2M/IoT 端末数の増大による IMSI 空間の不足 ・ M2M/IoT 端末はゲートウェイを介して接続される等、収容アーキテクチャの多様化への対応 ・ プロバイダ経由での M2M/IoT 端末アクセス回線管理への対応 	コアネットワーク	【2-CN-8】 移動性/網アクセス技術 <ul style="list-style-type: none"> ・ 移動性/網アクセス技術による接続端末数増加対応 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ITU-T ・ oneM2M ・ OMA ・ 3GPP
			コアネットワーク	【2-CN-9】 コンテキストアウェアネットワーク <ul style="list-style-type: none"> ・ コンテキストアウェアネットワーク技術による接続端末数増加対応 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 4G Americas ・ oneM2M ・ OMA ・ 3GPP
			コアネットワーク	【2-CN-10】 ユーザプロフィール管理技術 <ul style="list-style-type: none"> ・ ユーザプロフィール管理技術による接続端末数増加対応 	<ul style="list-style-type: none"> ・ NetWorld2020 ・ oneM2M ・ OMA ・ 3GPP ・ ITU-T
3. トラランスポート層	3.1 ヘテロジニアスネットワークにおけるユーザ QoE 向上	多様な RAT 間の相互接続によるヘテロジニアスネットワーク内を、ユーザが短い時間で通過するため、ハンドオーバー頻発による帯域、遅延の急激な変動が発生	コアネットワーク	【3-CN-1】 データ指向型ネットワーク <ul style="list-style-type: none"> ・ 頻繁な回線変化に追従可能なトラランスポート層の制御技術 ・ アプリケーションの要求に合わせた回線品質、SDN などネットワークの仮想化など、トラランスポート層より下位層とのクロスレイヤ技術 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ITU-T ・ IETF
4. 超低遅延	4.1 更なる低遅延化 ・ E2E で 1 ミリ秒以下という要求条件への対応が検討されている。 ・ 高速のモビリティと低遅延の両方のサポートが必要となる V2V サービス	端末の移動に伴いアンカーポイントである Local ゲートウェイが端末から離れてしまい、遅延が増大	コアネットワーク	【4-CN-1】 エッジコンピューティング技術 <ul style="list-style-type: none"> ・ エッジコンピューティング技術による低遅延化への対応 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ETSI ISG MEC
			コアネットワーク	【4-CN-2】 C/U 分離技術 <ul style="list-style-type: none"> ・ C/U 分離技術による低遅延化への対応 	<ul style="list-style-type: none"> ・ IETF ・ ONF ・ 3GPP
		MBH/MFH	【4-MBH/MFH-1】 伝送各区間の更なる低遅延化 <ul style="list-style-type: none"> ・ 各伝送装置の配置最適化による敷設経路の最短化、変復調処理時間、プロトコル変換処理時間などの処理遅延の削減 ・ 全体アーキテクチャの検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ITU-T 	
5. 超省電力	5.1 装置の大容量化	光トランシーバの高速化及び電気処理回路の高速化による、光伝送装置の消費電力増大	MBH/MFH	【5-MBH/MFH-1】 MBH 伝送装置の省電力化 <ul style="list-style-type: none"> ・ MBH 伝送装置の省電力化 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ITU-T
			MBH/MFH	【5-MBH/MFH-2】 MFH 伝送装置の省電力化 <ul style="list-style-type: none"> ・ MFH 伝送装置の省電力化 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ITU-T

	5.2 スマールセル化	<ul style="list-style-type: none"> ・スモールセル化（装置数増加）によって、消費電力の総量が増大 ・CPRI 規格では常時固定レートで通信しており無駄な電力消費が増大 	MBH/MFH	【5-MBH/MFH-3】 MBH/MFH における新たな伝送方式 <ul style="list-style-type: none"> ・CPRI 等に代わる、光伝送レートを無線伝送レートと同程度まで低減できる新たな伝送方式 	・ITU-T
6. 超災害/輻輳/障害耐性	6.1 社会インフラとしての重要性の高まり <ul style="list-style-type: none"> ・災害時通信手段やセンサー等 	円滑なリソース再配置の迅速化、ユーザのサービス断ゼロ化が必要	網管理	【6-NWM-1】 ネットワークリソース割当の高度化 アクセス規制メカニズム、利用可能なネットワークリソース割当の高度化	・ONF
7. 端末/トラフィック/事業者の種別の広がり	7.1 M2M/IoT 端末の増加 <ul style="list-style-type: none"> ・M2M 端末は一般的にセンサーネットワークのような接続形態が想定され、単位面積当りの端末接続数は非常に多くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・スリープモードで運用の端末に対し、緊急時等必要な時に迅速に網から呼び出せるようモード変更が必要 ・M2M 端末のグループ単位でのポリシー制御やアドレッシング等が必要 ・C-plane トラフィックが多く既存のコアネットワークに混在させて収容することは効率が悪い。 ・M2M/IoT への利用料は極めて低廉で、事業者の収益を圧迫する可能性あり 	コアネットワーク	【7-CN-1】 コンテキストアウェアネットワーキング <ul style="list-style-type: none"> ・コンテキストアウェアネットワーキング技術による端末種別多様化対応 	・4G Americas
			コアネットワーク	【7-CN-2】 ユーザプロファイル管理技術 <ul style="list-style-type: none"> ・ユーザプロファイル管理技術による端末種別多様化対応 	<ul style="list-style-type: none"> ・WWRF ・NetWorld2020
			コアネットワーク	【7-CN-3】 サービスオーケストレーション技術 <ul style="list-style-type: none"> ・サービスオーケストレーション技術による多種多様端末対応 	<ul style="list-style-type: none"> ・ETSI ISG NFV ・ITU-T
			コアネットワーク	【7-CN-4】 スライシング技術 <ul style="list-style-type: none"> ・スライシング技術による端末種別多様化対応 	・ITU-T
			コアネットワーク	【7-CN-5】 XaaS 技術 <ul style="list-style-type: none"> ・XaaS 技術による端末種別多様化対応 	・ETSI ISG NFV
	7.2 MVNO 事業者の増加、多様化	MVNO 事業者に対するネットワーク機能、リソースの提供、事業者個々の要件への対応に柔軟性が必要	網管理	【7-NWM-1】 ネットワーク仮想化基盤 端末/トラフィック/事業者の特性に応じた、必要機能、ネットワークリソースを論理的に構成可能なネットワーク仮想化基盤を提供	・ETSI ISG NFV
8. 他 RAT 連携	8.1 Multi-RAT 環境 <ul style="list-style-type: none"> ・既存 RAT や無線 LAN を統合して使用 	他 RAT 間インタフェース変換、RAT 間協調伝送・負荷分散が必要	コアネットワーク	【8-CN-1】 移動性/網アクセス技術による Multi-RAT 統合管理 <ul style="list-style-type: none"> ・Multi-RAT の統合管理 	<ul style="list-style-type: none"> ・3GPP ・IEEE
	8.2 スマールセル化とセル属性の多様化	他 RAT 間のハンドオーバーが増加し、Multi-RAT 環境下における最適 RAT 選択	コアネットワーク	【8-CN-2】 スマールセルとセルの属性の多様化対応 <ul style="list-style-type: none"> ・無線/MFH/MBH の品 	<ul style="list-style-type: none"> ・3GPP ・IEEE

		が必要		質、リソース、使用率等を収集し、端末に RAT 選択のための情報を送る。端末や RAT 間の統一的な手段や最適 RAT 選択の基準を定める。	
	8.3 ヘテロジニアスネットワークにおけるユーザ QoE 向上	他 RAT 間のシームレスなハンドオーバー（低遅延、障害時処理等）が必要	コアネットワーク	<p>【8-CN-3】ヘテロジニアスネットワークにおけるユーザ QoE 向上</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ LMA の変更を含めた複数 RAT との連携制御 ・ インターネット接続点の品質を通知する仕組み 	<ul style="list-style-type: none"> ・ IETF ・ ITU-T
9. セキュリティ	9.1 網オペレーションの多様化 <ul style="list-style-type: none"> ・ マルチテナント化、オペレータ・アドミニストレータが異なる構成 ・ 物理構成と論理構成の複雑化 	マルチオペレーション時のセキュリティ確保が必要	網管理	<p>【9-NWM-1】各種規定信頼連鎖・関係構築技術およびその基礎となるセキュアブート、リモートアテステーション, 同一のポリシーをもったトラストドメインの規定</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ ETSI ISG NFV ・ ITU-T
			網管理	<p>【9-NWM-2】トラストドメイン間の情報共有 トラストドメインの間の情報共有および信頼関係の構築</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ ITU-T ・ WWRF
10. 網オペレーション	10.1 アプリケーションの多様化、MVNO 事業者の拡大	新機能・新サービス提供の迅速性、サービス更新時のダウンタイムゼロ化が必要	網管理	<p>【10-NWM-1】新サービス提供の迅速性確保 新機能・新サービス提供の迅速性確保、ダウンタイムゼロ化</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ ETSI ISG NFV ・ ITU-T

5 課題分析（コアネットワーク）

4章で記載した標準化の4つの目的ごとに、各技術課題に関する標準化の重要度に関して評価を行った。コアネットワークを構成する機能要素は、3GPP アーキテクチャに準拠して構成されるため、基本的に、モバイル網論理アーキテクチャに基づく機能要素間の相互接続や連携のために国際標準化が必要である。また、論理的な相互接続が確保されることで、装置のマルチベンダ化が可能となるのみならず機能間の連携が容易になる。その結果、ネットワーク事業者からみて、IoT 等個別サービスに特化したサービス導入の容易化や、装置コスト上昇の回避、安定調達につながる。また、装置製造事業者からみると、異なる製造事業者間の装置や機能の相互接続や検証が容易になることで、装置の早期な提供が可能となるとともに該当装置の市場拡大につながる。以上の点を考慮して、標準化の重要度の観点からは、「【目的1】相互接続」と「【目的2】コスト高騰回避・安定調達・市場拡大」に関して同等の評価としてある。また、【目的4】先進性・正当性アピールについては、国内での技術検証・実証実験など、国際標準化に先行して標準を策定することの必要性の観点から評価してある。なお、「【目的3】規制対応」については全ての課題において目的に該当しないという判断のため、以下の分析結果には記載していない。

5.1 超大容量 U-plane

5.1.1 M2M/IoT 端末の増加（コア網システム技術）【1-CN-1】

技術課題の概要		現在の EPC では idle 状態の通信コネクションを保持するためのメモリ保持も膨大となる。コアネットワークにおける端末の管理方式を見直すことにより対応する。	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続／ 【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1)標準化目的の 明確度合い	高	相互接続のため国際標準が必要である。
	(2)産業的インパ クトの大きさ	中	ネットワークの有効利用(設備削減)のためには本技術は有効である。
	(3)既存検討との ギャップ	低	3GPP にて IoT サービス向けのアーキテクチャ(DECORE)や、間欠受信の検討は進められている。
	(4)TTC/FMN 活 動への適合性	低	3GPP 等の国際標準化で推進すべきものである。
	(5)日本の強みが 発揮できる事情	低	グローバルな標準技術で対応すべきものであり、日本固有の強みを発揮できる特別な事情はない。
	(6)既存技術との 親和性	高	3GPP シグナリング方式等を変更するものであるが、既存方式の改版で実現可能であるためインパクトは小さい
	(7)時間的な妥当 性	中	すでに各標準化団体で検討中であり、その進捗見合いで新技術を導入すべきである。
【目的4】 先進性・正 当性アピ ール	同上	同上	同上

5.1.2 ユーザスループットの増大と変動（エッジコンピューティング技術）【1-CN-2】

技術課題の概要		端末の近傍にコンピューティング資源を用意し、端末からのデータを処理することでコアネットワークのトラフィックを削減する。	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続／	(1)標準化目的の 明確度合い	高	相互接続のため国際標準が必要である。

【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(2)産業的インパクトの大きさ	高	トラフィック削減に加え、低遅延が実現できることで、モバイルネットワーク上で低遅延のサービスが増えることが想定される重要な技術である
	(3)既存検討とのギャップ	低	ETSI ISG MECにてホワイトペーパーが発行されている等標準化が進んでいる。
	(4)TTC/FMN活動への適合性	低	国際標準化で推進すべきものである。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	中	グローバルな標準技術で対応すべきものであり、日本固有の強みを発揮できる特別な事情はない。ただし、欧州・北米等にクラウドコンピューティングリソースがある場合、本技術による効果は他国に比べて大きい。
	(6)既存技術との親和性	低	特に EPC よりアクセス系で本技術を適用する場合は、既存技術と接続性の観点からインパクトは大きい。
	(7)時間的な妥当性	高	5GMF では、本技術を 5G ネットワーク実証実験(2018年ごろ)の候補の1つとして想定している。
	【目的4】 先進性・正 当性アピール	(1)標準化目的の明確度合い	高
(2)産業的インパクトの大きさ		高	トラフィック削減に加え、低遅延が実現できることで、モバイルネットワーク上で低遅延のサービスが増えることが想定される重要な技術である。
(3)既存検討とのギャップ		低	ETSI ISG MECにてホワイトペーパーが発行されている等標準化が進んでいる。
(4)TTC/FMN活動への適合性		高	エッジコンピューティング自体は国際標準化技術であるが、国際標準の進捗によっては、5Gの実証実験に向けて検討を加速化する必要がある。
(5)日本の強みが発揮できる事情		中	グローバルな標準技術で対応すべきものであり、日本固有の強みを発揮できる特別な事情はない。ただし、欧州・北米等にクラウドコンピューティングリソースがある場合、本技術による効果は他国に比べて大きい。
(6)既存技術との親和性		低	特に EPC よりアクセス系で本技術を適用する場合は、既存技術と接続性の観点からインパクトは大きい。
(7)時間的な妥当性		高	5GMF では、本技術を 5G ネットワーク実証実験(2018年ごろ)の候補の1つとして想定している。

5.1.3 ユーザスループットの増大と変動（ネットワーク仮想化技術）【1-CN-3】

技術課題の概要		トラフィック種別の多様化や一時的な急増により U-plane トラフィックが増大・変動する。SDN 技術によりトラフィック変動に対し網内のリソースを変更する。	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続／ 【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1)標準化目的の明確度合い	高	相互接続のため国際標準が必要である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	中	ネットワークの有効利用(設備削減)のためには本技術は有効である。
	(3)既存検討とのギャップ	低	ITU/ONFなどで検討が進められている。
	(4)TTC/FMN活動への適合性	低	国際標準化で推進すべきものである。
	(5)日本の強みが	低	グローバルな標準技術で対応すべきものであり、日本固有

	発揮できる事情		の強みを発揮できる特別な事情はない。
	(6)既存技術との親和性	高	3GPP アーキテクチャ(シグナリングなど)に影響は無くインパクトは小さい。
	(7)時間的な妥当性	中	すでに各標準化団体で検討中であり、その進捗見合いで新技術を導入すべきである。
【目的4】 先進性・正当性アピール	同上	同上	同上

5.1.4 ユーザスループットの増大と変動 (MANO アーキテクチャ) 【1-CN-4】

技術課題の概要		トラフィック種別の多様化や一時的な急増により U-plane トラフィックが増大・変動する。MANO アーキテクチャ技術によりトラフィック変動に対し網内のリソースを変更する。	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続/ 【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1)標準化目的の明確度合い	高	相互接続のため国際標準が必要である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	中	ネットワークの有効利用(設備削減)のためには本技術は有効である。
	(3)既存検討とのギャップ	低	ETSI ISG NFV、3GPP SA5 で仕様検討が進んでいる。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	低	国際標準化で推進すべきものである。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	グローバルな標準技術で対応すべきものであり、日本固有の強みを発揮できる特別な事情はない。
	(6)既存技術との親和性	高	NFV プラットフォーム上で 3GPP シグナリング方式、転送方式を実現する。3GPP アーキテクチャ自体の変更は伴わないことからインパクトは小さい。
	(7)時間的な妥当性	中	すでに各標準化団体で検討中であり、その進捗見合いで新技術を導入すべきである。
【目的4】 先進性・正当性アピール	同上	同上	同上

5.2 負荷増大 C-plane

5.2.1 コネクション数増大 (C/U 分離技術) 【2-CN-1】

技術課題の概要		C/U 分離技術によるコネクション数増大時の C-plane 負荷への対応	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続/ 【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場	(1)標準化目的の明確度合い	高	既存システムとの相互接続性、及び網間の相互接続性などを確保するため標準化は必要である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	中	IoT 端末などが大量に現れる事を想定すると、C/U 負荷バランスをダイナミックに変更可能な SDN 技術が有効である。
	(3)既存検討とのギャップ	低	ITU/3GPP/ONF/IETF 等で検討中。3GPP SA2 ではゲートウェイ装置の C/U 分離に関する Study item が合意済みであ

拡大			る。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	低	国際標準化で推進し、TTCは国際標準化活動と連携して対応可能である。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	中	日本は東京のような世界的な大都市を抱えるため、C-plane 負荷増大が深刻な課題である。
	(6)既存技術との親和性	低	3GPPでのCIoT検討は、MBBのアーキテクチャを大きく見直す動きがあり、大きな改善を狙う。既存技術と良好な接続性が必要である。
	(7)時間的な妥当性	中	すでに各標準化団体で検討中であり、その進捗見合いで新技術を導入すべきである。
【目的4】 先進性・正当性アピール	同上	同上	同上

5.2.2 コネクション数増大（オートスケールインアウト）【2-CN-2】

技術課題の概要		オートスケールインアウト技術によるコネクション数増大時の C-plane 負荷への対応	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続／ 【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1)標準化目的の明確度合い	高	既存システムとの相互接続性、及び網間の相互接続性などを確保するため標準化は必要である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	中	ダイナミックに必要なVMを増減できるNFV技術は有効と考える。
	(3)既存検討とのギャップ	低	ETSI ISG NFVで検討中であり、Normativeな仕様化を実施中である。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	低	国際標準化で推進し、TTCは国際標準化活動と連携して対応可能である。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	中	日本は東京のような世界的な大都市を抱えるため、C-plane 負荷増大が深刻な課題である。
	(6)既存技術との親和性	高	NFVアーキテクチャへの変更が必要ではあるが、モバイル網論理アーキテクチャ(3GPP)の変更は少ない。
	(7)時間的な妥当性	中	すでに各標準化団体で検討中であり、その進捗見合いで新技術を導入すべきである。
【目的4】 先進性・正当性アピール	同上	同上	同上

5.2.3 コネクション数増大（MANOアーキテクチャ）【2-CN-3】

技術課題の概要		MANOアーキテクチャ技術によるコネクション数増大時の C-plane 負荷への対応	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続／ 【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1)標準化目的の明確度合い	高	既存システムとの相互接続性、及び網間の相互接続性などを確保するため標準化は必要である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	中	ダイナミックに必要なVMを増減できるNFV技術は有効と考える。
	(3)既存検討とのギャップ	低	ETSI ISG NFVで検討中であり、Normativeな仕様化を実施中である。
	(4)TTC/FMN 活	低	国際標準化で推進し、TTCは国際標準化活動と連携して対

	動への適合性		応可能である。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	中	日本は東京のような世界的な大都市を抱えるため、C-plane 負荷増大が深刻な課題である。
	(6)既存技術との親和性	高	NFV アーキテクチャへの変更が必要ではあるが、モバイル網論理アーキテクチャ (3GPP) の変更は少ない。
	(7)時間的な妥当性	中	すでに各標準化団体で検討中であり、その進捗見合いで新技術を導入すべきである。
【目的 4】 先進性・正当性アピール	同上	同上	同上

5.2.4 スモールセル化 (C/U 分離技術) 【2-CN-4】

技術課題の概要		C/U 分離技術による基地局セルスモール化によるハンドオーバー頻発生時の C-plane 負荷への対応	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的 1】 相互接続／ 【目的 2】 コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	(1)標準化目的の明確度合い	高	既存システムとの相互接続性、及び網間の相互接続性などを確保するため標準化は必要である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	低	ハンドオーバー発生時の C-plane 負荷を減らすことでの産業インパクトは低い。
	(3)既存検討とのギャップ	低	ONF/IETFなどで検討中。3GPP SA2 にゲートウェイ装置の C/U 分離に関する Study item が合意済みであり、検討中である。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	低	国際標準化で推進し、TTC は国際標準化活動と連携して対応可能である。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	特に大きな課題なし。但し、将来リニア新幹線などで大量端末の超高速移動対応は日本固有である。
	(6)既存技術との親和性	高	既存技術と良好な接続性が必要。3GPP アーキテクチャの変更は伴わない。
	(7)時間的な妥当性	低	すでに各標準化団体で検討中であり、特に大きな課題はない。
【目的 4】 先進性・正当性アピール	同上	同上	同上

5.2.5 スモールセル化 (オートスケールインアウト) 【2-CN-5】

技術課題の概要		オートスケールインアウト技術による基地局セルスモール化によるハンドオーバー頻発生時の C-plane 負荷への対応	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的 1】 相互接続／ 【目的 2】 コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	(1)標準化目的の明確度合い	高	既存システムとの相互接続性、及び網間の相互接続性などを確保するため標準化は必要である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	低	ハンドオーバー発生時の C-plane 負荷を減らすことでの産業インパクトは低い。
	(3)既存検討とのギャップ	低	ETSI ISG NFV で検討中であり、NFV Ph.2 では、Normative な仕様化を実施中である。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	低	国際標準化で推進し、TTC は国際標準化活動と連携して対応可能である。

	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	特に大きな課題なし。但し、将来リニア新幹線などで大量端末の超高速移動対応は日本固有である。
	(6)既存技術との親和性	高	既存技術と良好な接続性が必要。3GPP アーキテクチャの変更は伴わない。
	(7)時間的な妥当性	低	すでに各標準化団体で検討中であり、特に大きな課題はない。
【目的4】 先進性・正当性アピール	同上	同上	同上

5.2.6 スモールセル化 (MANO アーキテクチャ) 【2-CN-6】

技術課題の概要		MANO アーキテクチャ技術による基地局セルスモール化によるハンドオーバー頻発発生時の C-plane 負荷への対応	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続/ 【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1)標準化目的の明確度合い	高	既存システムとの相互接続性、及び網間の相互接続性などを確保するため標準化は必要である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	低	ハンドオーバー発生時の C-plane 負荷を減らすことでの産業インパクトは低い。
	(3)既存検討とのギャップ	低	ETSI ISG NFV で検討中であり、Normative な仕様化を実施中である。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	低	国際標準化で推進し、TTC は国際標準化活動と連携して対応可能である。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	特に大きな課題なし。但し、将来リニア新幹線などで大量端末の超高速移動対応は日本固有である。
	(6)既存技術との親和性	高	既存技術と良好な接続性が必要。3GPP アーキテクチャの変更は伴わない。
	(7)時間的な妥当性	低	すでに各標準化団体で検討中であり、特に大きな課題はない。
【目的4】 先進性・正当性アピール	同上	同上	同上

5.2.7 スモールセル化 (SDN/NFV 融合技術) 【2-CN-7】

技術課題の概要		SDN/NFV 融合技術による基地局セルスモール化によるハンドオーバー頻発発生時の C-plane 負荷への対応	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続/ 【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1)標準化目的の明確度合い	高	既存システムとの相互接続性、及び網間の相互接続性などを確保するため標準化は必要である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	低	ハンドオーバー発生時の C-plane 負荷を減らすことでの産業インパクトは低い。
	(3)既存検討とのギャップ	低	ONF, IETF ETSI ISG NFV で検討中である。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	低	国際標準化で推進し、TTC は国際標準化活動と連携して対応可能である。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	特に大きな課題なし。但し、将来リニア新幹線などで大量端末の超高速移動対応は日本固有である。
	(6)既存技術との	高	既存技術と良好な接続性が必要。3GPP アーキテクチャの変

	親和性		更は伴わない。
	(7)時間的な妥当性	低	すでに各標準化団体で検討中であり、その進捗見合いで新技術を導入すべきである。
【目的4】 先進性・正当性アピール	同上	同上	同上

5.2.8 M2M/IoT 端末の収容（移動性／網アクセス技術）【2-CN-8】

技術課題の概要		コア網アクセス管理技術による端末数増加時の C-plane 負荷への対応	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続／ 【目的2】 コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	(1)標準化目的の明確度合い	高	多種多様な IoT 端末を共通に収容する必要があり標準化は必要である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	低	膨大な数の IoT 端末の C-plane トラフィックの制御技術の確立は必要である。
	(3)既存検討とのギャップ	低	oneM2M、OMA、3GPP などで検討中である。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	低	3GPP TSG-SA/CT、ITU-T SG16、ISO/IEC JTC1 SC31 などの国際標準化で推進中のため、TTC は国際標準化活動と連携して対応可能である。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	特に大きな課題なし。但し、最新技術が世界に先駆けて日本で導入される場合は、技術貢献すべきである。
	(6)既存技術との親和性	高	既存技術と良好な接続性が必要。3GPP アーキテクチャの変更は伴わない。
	(7)時間的な妥当性	低	すでに各標準化団体で検討中であり、その進捗見合いで新技術を導入すべきである。
【目的4】 先進性・正当性アピール	同上	同上	同上

5.2.9 M2M/IoT 端末の収容（コンテキストウェアネットワーキング）【2-CN-9】

技術課題の概要		コンテキストウェアネットワーキング技術による端末数増加時の C-plane 負荷への対応	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続／ 【目的2】 コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	(1)標準化目的の明確度合い	高	多種多様な IoT 端末を共通に収容する必要があり標準化は必要である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	低	膨大な数の IoT 端末の C-plane トラフィックの制御技術の確立は必要である。
	(3)既存検討とのギャップ	低	oneM2M、OMA、3GPP などで検討中である。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	低	3GPP TSG-SA/CT、ITU-T SG16、ISO/IEC JTC1 SC31 などの国際標準化で推進中のため、TTC は国際標準化活動と連携して対応可能である。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	特に大きな課題なし。但し、最新技術が世界に先駆けて日本で導入される場合は、技術貢献すべきである。
	(6)既存技術との	高	既存技術と良好な接続性が必要。3GPP アーキテクチャの変

	親和性		更は伴わない。
	(7)時間的な妥当性	低	すでに各標準化団体で検討中であり、その進捗見合いで新技術を導入すべきである。
【目的4】 先進性・正当性アピール	同上	同上	同上

5.2.10 M2M/IoT 端末の収容（ユーザプロフィール管理技術）【2-CN-10】

技術課題の概要		ユーザプロフィール管理技術による端末数増加時の C-plane 負荷への対応	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続／ 【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1)標準化目的の明確度合い	高	多種多様な IoT 端末を共通に収容する必要があり標準化は必要である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	低	膨大な数の IoT 端末の C-plane トラフィックの制御技術の確立は必要である。
	(3)既存検討とのギャップ	低	oneM2M、OMA、3GPP などで検討中である。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	低	3GPP TSG-SA/CT、ITU-T SG16、ISO/IEC JTC1 SC31 などの国際標準化で推進中のため、TTC は国際標準化活動と連携して対応可能である。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	特に大きな課題なし。但し、最新技術が世界に先駆けて日本で導入される場合は、技術貢献すべきである。
	(6)既存技術との親和性	高	既存技術と良好な接続性が必要。3GPP アーキテクチャの変更は伴わない。
	(7)時間的な妥当性	低	すでに各標準化団体で検討中であり、その進捗見合いで新技術を導入すべきである。
【目的4】 先進性・正当性アピール	同上	同上	同上

5.3 トランスポート層

5.3.1 ヘテロジーニアスネットワークにおけるユーザ QoS（データ指向型ネットワーク技術）【3-CN-1】

技術課題の概要		ハンドオーバー頻発による帯域、遅延の急激な変動への対応のため、ICN（データ指向型ネットワーク技術）の活用、SDN などネットワークの仮想化など、トランスポート層より下位層とのクロスレイヤ技術を適用する必要がある。	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続／ 【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1)標準化目的の明確度合い	中	現在のトランスポートレイヤのままでは性能を活かせず、標準化は必要である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	中	安定した通信を行うためには、新しいトランスポートレイヤ技術の確立は必要である。
	(3)既存検討とのギャップ	中	ITU-T などで ICN の適用について検討中である。既存検討の多くは IP ベースのネットワークを想定している。
	(4)TTC/FMN 活	低	ITU-T FG IMT-2020 で、モバイルコア網への ICN 導入につ

	動への適合性		いて検討している。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	ICN に関しては欧米が先行しており、日本固有の強みは小さい。
	(6)既存技術との親和性	中	ICN 等新しいアーキテクチャを採用した場合、インパクトは大きい。
	(7)時間的な妥当性	中	5G 実用化時にはトランスポート層の評価も同時に必要である。
【目的 4】 先進性・正当性アピール	(1)標準化目的の明確度合い	高	5G を想定した無線アクセスネットワーク上で、トランスポート層の実験結果は未だでておらず、実証実験のアピールとしては効果が高い。また、マルチパス/マルチホームを想定し、そのメリット/課題を示すことは、今後標準化のリファレンスとなりうる。
	(2)産業的インパクトの大きさ	中	安定した通信を行うためには、トランスポートレイヤ技術の確立は必要である
	(3)既存検討とのギャップ	中	ITU-T などで ICN の適用について検討中。既存検討の多くは IP ベースのネットワークを想定している。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	低	ITU-T FG IMT-2020 で、モバイルコア網への ICN 導入について検討している。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	ICN に関しては欧米が先行しており、日本固有の強みは小さい。
	(6)既存技術との親和性	中	ICN 等新しいアーキテクチャを採用した場合、インパクトは大きい。
	(7)時間的な妥当性	中	5G 実用化時にはトランスポート層の評価も同時に必要である。

5.4 超低遅延

5.4.1 更なる低遅延化（エッジコンピューティング技術）【4-CN-1】

技術課題の概要		エッジコンピューティング技術による低遅延化への対応	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的 1】 相互接続／ 【目的 2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1)標準化目的の明確度合い	高	既存システムとの相互接続性、及び網間の相互接続性などを確保するため標準化は必要である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	中	産業的なインパクトはそれなりに大きい。
	(3)既存検討とのギャップ	低	3GPP、ETSI ISG MEC、GSMA で仕様化が進められている。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	低	国際標準化で推進。特に大きな課題は無い。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	特に大きな課題なし。
	(6)既存技術との親和性	高	既存技術と良好な接続性が必要である。
	(7)時間的な妥当性	高	既に各標準化団体で検討中であり、その必要性も認識済みである。
【目的 4】 先進性・正当性アピール	同上	同上	同上

5.4.2 更なる低遅延化（C/U分離技術）【4-CN-2】

技術課題の概要		C/U分離技術による低遅延化への対応	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続／ 【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1)標準化目的の 明確度合い	高	既存システムとの相互接続性、及び網間の相互接続性などを確保するため標準化は必要である。
	(2)産業的インパ クトの大きさ	中	産業的なインパクトはそれなりに大きい。
	(3)既存検討との ギャップ	低	3GPP、ETSI ISG MEC、GSMA で仕様化が進められている。
	(4)TTC/FMN 活 動への適合性	低	国際標準化で推進。特に大きな課題は無い。
	(5)日本の強みが 発揮できる事情	低	特に大きな課題なし。
	(6)既存技術との 親和性	高	既存技術と良好な接続性が必要である。
	(7)時間的な妥当 性	高	既に各標準化団体で検討中であり、その必要性も認識済みである。
【目的4】 先進性・正 当性アピー ル	同上	同上	同上

5.5 端末／トラフィック／事業者の種別の広がり

5.5.1 M2M/IoT 端末の増加（コンテキストウェアネットワーキング） 【7-CN-1】

技術課題の概要		コンテキストウェアネットワーキング技術による端末種別多様化 対応	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続／ 【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1)標準化目的の 明確度合い	中	相互接続性が必要かの吟味は必要である。
	(2)産業的インパ クトの大きさ	中	ユーザの行動を意識した通信が可能となり、サービス性向上や最適サービスの適宜提供に繋がる。
	(3)既存検討との ギャップ	低	個別企業で検討・研究が進められており、どちらかと言うとインプリや実装問題と捉える。
	(4)TTC/FMN 活 動への適合性	低	国際標準化でも検討可能、どちらかと言うと実装問題である。
	(5)日本の強みが 発揮できる事情	低	グローバルな標準技術で対応すべきものであり、日本固有の強みを発揮するものではない。4Gアメリカ等で検討が進む。
	(6)既存技術との 親和性	高	モバイル網論理アーキテクチャの変更が少なく、コンテキストウェアネットワーキング技術を適用すれば良い。インパクトは小さい。
	(7)時間的な妥当 性	中	他標準化団体で検討中であり、その進捗見合いで新技術を導入出来れば良く、緊急性は高くはない。
【目的4】 先進性・正 当性アピー ル	同上	同上	同上

5.5.2 M2M/IoT 端末の増加（ユーザプロフィール管理技術）【7-CN-2】

技術課題の概要		ユーザプロフィールに対して、仮想的に複数の ID を割り当て管理する技術。	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続／ 【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1)標準化目的の 明確度合い	高	ユーザプロフィールを論理的に分けることは、コア網との相互接続、プロフィール管理のために標準化が必要である。
	(2)産業的インパ クトの大きさ	低	ユーザの利便性は高まるが、新たな産業の拡大とは言えない。
	(3)既存検討との ギャップ	低	ETSI, 3GPP 等で過去に検討が行われている。また、Identity Management は ITU-T SG17 でも検討中である。
	(4)TTC/FMN 活 動への適合性	低	国際標準化で推進している（3GPP 等）。
	(5)日本の強みが 発揮できる事情	低	グローバルな標準技術で対応すべきものであり、日本固有の強みを発揮できるものではない。
	(6)既存技術との 親和性	高	既存技術と良好な接続性が必要である。
	(7)時間的な妥当 性	低	現行技術でもある程度対応可能であり、緊急性は低い。
【目的4】 先進性・正 当性アピー ル	(1)標準化目的の 明確度合い	低	既存検討もあり、5G で初めて可能となるものではないため、インパクトは小さい。
	(2)産業的インパ クトの大きさ	低	ユーザの利便性は高まるが、新たな産業の拡大とは言えない。
	(3)既存検討との ギャップ	低	ETSI, 3GPP 等で過去に検討が行われている。また、Identity Management は ITU-T SG17 でも検討中である。
	(4)TTC/FMN 活 動への適合性	低	国際標準化で推進している（3GPP 等）。
	(5)日本の強みが 発揮できる事情	低	グローバルな標準技術で対応すべきものであり、日本固有の強みを発揮できるものではない。
	(6)既存技術との 親和性	高	既存技術と良好な接続性が必要である。
	(7)時間的な妥当 性	低	現行技術でもある程度対応可能であり、緊急性は低い。

5.5.3 M2M/IoT 端末の増加（サービスオーケストレーション技術）【7-CN-3】

技術課題の概要		サービスオーケストレーション技術による多種多様端末対応	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続／ 【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1)標準化目的の 明確度合い	中	相互接続よりもむしろ、NFV のユースケースに関するものである。
	(2)産業的インパ クトの大きさ	中	共通インフラで多種多様なサービスを柔軟に提供することが可能となる。
	(3)既存検討との ギャップ	低	ITU-T, ETSI ISG NFV で検討中である。
	(4)TTC/FMN 活 動への適合性	低	国際標準化で推進し、TTC は国際標準化活動と連携して対応可能である。
	(5)日本の強みが 発揮できる事情	低	グローバルな標準技術で対応すべきものであり、日本固有の強みを発揮するものではない。

	(6)既存技術との親和性	高	モバイル網論理アーキテクチャ(3GPP)の変更が少ない。
	(7)時間的な妥当性	中	すでに各標準化団体で検討中であり、その進捗見合いで新技術を導入すべきである。
【目的4】 先進性・正当性アピール	同上	同上	同上

5.5.4 M2M/IoT 端末の増加（スライシング技術）【7-CN-4】

技術課題の概要		端末/トラフィック/事業者別の特性に応じ、ネットワークリソースを論理的に分割する技術	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続／ 【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1)標準化目的の明確度合い	中	相互接続よりもむしろ、NFV のユースケースに関するものである。
	(2)産業的インパクトの大きさ	中	事業者ごとにネットワークリソースを論理的分割することで、事業者毎に独立したネットワーク利用が可能となる。
	(3)既存検討とのギャップ	低	ETSI ISG NFV 等で検討中である。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	低	国際標準化で推進すべきものである。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	グローバルな標準技術で対応すべきものであり、特に、日本固有の強みを発揮できる事情はない。
	(6)既存技術との親和性	高	NFV プラットフォーム上で 3GPP シグナリング方式、転送方式を実現する。3GPP アーキテクチャ自体の変更は伴わないことからインパクトは小さい。
	(7)時間的な妥当性	中	ETSI 等標準化団体で検討中であり、その進捗見合いで導入すべき。
【目的4】 先進性・正当性アピール	同上	同上	同上

5.5.5 M2M/IoT 端末の増加（XaaS 技術）【7-CN-5】

技術課題の概要		仮想化されたネットワーク資源をサービスとして第三者に提供することを可能とする技術	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続／ 【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1)標準化目的の明確度合い	中	相互接続よりもむしろ、NFV のユースケースに関するものである。
	(2)産業的インパクトの大きさ	高	ネットワーク資源を第三者に提供する新たなサービス形態である。
	(3)既存検討とのギャップ	低	ETSI ISG NFV で検討中である。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	低	国際標準化で推進すべきものである。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	グローバルな標準技術で対応すべきものであり、特に、日本固有の強みを発揮できる事情はない。
	(6)既存技術との親和性	高	NFV プラットフォーム上で 3GPP シグナリング方式、転送方式を実現する。3GPP アーキテクチャ自体の変更は伴わな

			いことからインパクトは小さい。
	(7)時間的な妥当性	中	ETSI等標準化団体で検討中であり、その進捗見合いで導入すべきである。
【目的4】 先進性・正当性アピール	同上	同上	同上

5.6 他 RAT 連携

5.6.1 Multi-RAT 環境（移動性／網アクセス技術による Multi-RAT 統合管理） 【8-CN-1】

技術課題の概要		既存 RAT や、無線 LAN を統合して使用する Multi-RAT 環境において、RAT 間インタフェース変換、RAT 間協調伝送・負荷分散を行う技術が必要。	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続／ 【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1)標準化目的の 明確度合い	高	異なる RAT 間の相互接続のためという目的は明確である。
	(2)産業的インパ クトの大きさ	中	複数の RAT の統合を標準化により容易にすることは産業的な拡大をもたらす。
	(3)既存検討との ギャップ	低	3GPP では LAA の検討や、Multi-RAT 観点では CA や DC 等の要素技術検討は進められている。
	(4)TTC/FMN 活 動への適合性	低	TTC 非固有である。国際標準化で推進している（3GPP 等）。
	(5)日本の強みが 発揮できる事情	低	特別に日本固有の強みを発揮できるものではない。
	(6)既存技術との 親和性	高	3GPP 標準では、バックワードコンパチビリティが考慮されるため、インパクトは小さい。
	(7)時間的な妥当 性	高	異種 RAT 間接続は 5G 展開初期から必要となると考えらる。時期的な整合性もあり、緊急性も高い。
【目的4】 先進性・正 当性アピー ル	(1)標準化目的の 明確度合い	中	既存 RAT 等を活用するという 5G のアーキテクチャを見せる意味はあるが、インパクトは小さい。
	(2)産業的インパ クトの大きさ	中	複数の RAT の統合を標準化により容易にすることは産業的な拡大をもたらす。
	(3)既存検討との ギャップ	低	3GPP では LAA の検討や、Multi-RAT 観点では CA や DC 等の要素技術検討は進められている。
	(4)TTC/FMN 活 動への適合性	低	TTC 非固有である。国際標準化で推進している（3GPP 等）。
	(5)日本の強みが 発揮できる事情	低	特別に日本固有の強みを発揮できるものではない。
	(6)既存技術との 親和性	高	3GPP 標準では、バックワードコンパチビリティが考慮されるため、インパクトは小さい。
	(7)時間的な妥当 性	高	異種 RAT 間接続は 5G 展開初期から必要となると考えらる。時期的な整合性もあり、緊急性も高い。

5.6.2 スモールセルとセルの属性の多様化 【8-CN-2】

技術課題の概要	無線/MFH/MBH の品質、リソース、使用率等を収集し、端末に RAT 選択のための情報や RAT 選択指示を送る技術。端末や RAT 間の統一的な手段や基準を定める必要性がある。
---------	---

標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続／ 【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1)標準化目的の 明確度合い	高	「異なる技術間の手続き、基準の統一」の目的は明確である。
	(2)産業的インパ クトの大きさ	低	ユーザの QoE は向上するが、産業的な拡大要素は少ない。
	(3)既存検討との ギャップ	低	無線品質の考慮部分は、無線 LAN との連携も含めて、3GPP で検討が進められている。
	(4)TTC/FMN 活 動への適合性	低	TTC 非固有であり、国際標準化で推進すべきものである。
	(5)日本の強みが 発揮できる事情	低	グローバルな標準技術で対応すべきものであり、日本固有の強みを発揮できるものではない。
	(6)既存技術との 親和性	高	手順や品質基準は技術的な変化は小さい、インパクトは薄い。
	(7)時間的な妥当 性	低	標準化による統一が行われなくても個々に対応も可能である。緊急性は低い。
【目的4】 先進性・正 当性アピー ル	(1)標準化目的の 明確度合い	低	5G の実証実験のアピールとしては、5G で初めて可能となるものではないため、インパクトは小さい。
	(2)産業的インパ クトの大きさ	低	ユーザの QoE は向上するが、産業的な拡大要素は少ない。
	(3)既存検討との ギャップ	低	無線品質の考慮部分は、無線 LAN との連携も含めて、3GPP で検討が進められている。
	(4)TTC/FMN 活 動への適合性	低	TTC 非固有であり、国際標準化で推進すべきものである。
	(5)日本の強みが 発揮できる事情	低	グローバルな標準技術で対応すべきものであり、日本固有の強みを発揮できるものではない。
	(6)既存技術との 親和性	高	手順や品質基準は技術的な変化は小さい、インパクトは薄い。
	(7)時間的な妥当 性	低	標準化による統一が行われなくても個々に対応も可能である。緊急性は低い。

5.6.3 ヘテロジーニアネットワークにおけるユーザ QoE 向上【8-CN-3】

技術課題の概要		インターネットを介した RAT 間のシームレスなハンドオーバー（低遅延、障害時処理）を実現するための、LMA の変更を含めた複数 RAT との連携制御や、インターネット接続点の品質を通知する仕組みが必要。	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続／ 【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1)標準化目的の 明確度合い	高	インターネットを介した連携は、モバイルオペレータの管理の範囲外であるが、実現するには相互接続性は必要である。
	(2)産業的インパ クトの大きさ	中	技術次第であり、より先進的な解を適用すれば、インターネットの構造変化等、大きな市場拡大に繋がる可能性もある。
	(3)既存検討との ギャップ	低	マルチパス性を持ったトランスポートプロトコル等、異種 NW 集約技術の検討はある。
	(4)TTC/FMN 活 動への適合性	低	必要に応じて国際標準化で推進している。
	(5)日本の強みが 発揮できる事情	低	グローバルな標準技術で対応すべきものであり、日本固有の強みを発揮できるものではない。
	(6)既存技術との 親和性	高	インターネット経由の連携であり、既存の 3GPP 網との接続も考慮するものと考えられ、インパクトは小さい。
	(7)時間的な妥当 性	低	既存技術でもある程度対応可能であり、緊急性は低い。

【目的4】 先進性・正当性アピール	(1)標準化目的の明確度合い	低	5Gの実証実験のアピールとしては、5Gで初めて可能となるものではないため、インパクトは小さい。
	(2)産業的インパクトの大きさ	中	技術次第であり、より先進的な解を適用すれば、インターネットの構造変化等、大きな市場拡大に繋がる可能性もある。
	(3)既存検討とのギャップ	低	マルチパス性を持ったトランスポートプロトコル等、異種NW集約技術の検討はある。
	(4)TTC/FMN活動への適合性	低	必要に応じて国際標準化で推進している。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	グローバルな標準技術で対応すべきものであり、日本固有の強みを発揮できるものではない。
	(6)既存技術との親和性	高	インターネット経由の連携であり、既存の3GPP網との接続も考慮するものと考えられ、インパクトは小さい。
	(7)時間的な妥当性	低	既存技術でもある程度対応可能であり、緊急性は低い。

6 課題分析 (MBH/MFH)

6.1 超大容量 U-Plane

6.1.1 大容量伝送 (MBH 大容量伝送) 【1-MBH/MFH-1】

技術課題		<ul style="list-style-type: none"> ・高レートトランシーバの実現及び低コスト化 ・トラフィック量に応じたレート制御が必要 (波長分割多重技術による大容量化、NW 省電力化/最適化) 	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続	(1) 標準化目的の 明確度合い	高	ITU-T SG15, MEF, OIF などの標準化団体があり、下記の標準化が必要である。 ・1Tbps 級のリンク確立 ・レート制御を行う場合のリンク確立
	(2) 産業的インパクトの 大きさ	高	基幹 NW においても NW の仮想化で資源の最適化が求められているため、大容量・レート制御の実現はインパクトがある。
	(3) 既存検討との ギャップ	高	既存：基幹網では 400Gbps が検討されている。 ギャップ：1Tbps 及びレート制御に対応したリンク確立が必要である。
	(4) TTC/FMN 活動 への適合性	中	基幹 NW の伝送技術は情報転送専門委員会がある。
	(5) 日本の強みが 発揮できる事情	高	高速光伝送技術は得意分野である。
	(6) 既存技術との 親和性	高	既存技術の拡張のため、インパクトは小さい。
	(7) 時間的な妥当 性	中	基幹 NW の仮想化における資源最適化の検討も始まっているため、対象時期と整合している。ただし、トラフィック量の伸びによるが 1Tbps の必要性は遅くなる可能性がある。
【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1) 標準化目的の 明確度合い	高	標準にすることでマルチベンダ化となり、コスト低減につながる。
	(2) 産業的インパクトの 大きさ	高	基幹 NW においても NW の仮想化で資源の最適化が求められているため、大容量・レート制御のコスト低減はインパクトがある。
	(3) 既存検討との ギャップ	高	既存：基幹網では 400Gbps が検討されている。 ギャップ：1Tbps 及びレート制御に対応したリンク確立が必要である。
	(4) TTC/FMN 活動 への適合性	中	基幹 NW の伝送技術は情報転送専門委員会がある。
	(5) 日本の強みが 発揮できる事情	低	量産によるコスト低減では、日本は強みを発揮しづらい。
	(6) 既存技術との 親和性	高	既存技術の拡張・流用のため、インパクトは小さい。
	(7) 時間的な妥当 性	中	基幹 NW の仮想化における資源最適化の検討も始まっているため、対象時期と整合している。ただし、1Tbps のコスト高騰回避は難しい可能性がある。
【目的3】 規制対応	(1) 標準化目的の 明確度合い	NA	同一規格の装置が使われることを想定している。
	(2) 産業的インパクトの 大きさ		
	(3) 既存検討との ギャップ		

	(4) TTC/FMN 活動への適合性		
	(5) 日本の強みが発揮できる事情		
	(6) 既存技術との親和性		
	(7) 時間的な妥当性		
【目的4】 先進性・正当性アピール	(1) 標準化目的の明確度合い	中	1Tbps 級のリンク確立/レート制御のリンク確立の標準化は先進性がある。
	(2) 産業的インパクトの大きさ	中	光伝送装置としては確立されている。
	(3) 既存検討とのギャップ	高	仮想制御によるトランスポート（資源）の最適化は新しい。
	(4) TTC/FMN 活動への適合性	高	基幹 NW の伝送技術は情報転送専門委員会がある。
	(5) 日本の強みが発揮できる事情	高	高速光伝送技術は得意分野である。
	(6) 既存技術との親和性	NA	システムの独立性が高いため、バックワードコンパチビリティを考慮する必要がない。
	(7) 時間的な妥当性	中	400G-Ethernet が標準化検討されているため、1Tbps の実現は先進性がある。

6.1.2 セルの大容量化（MFH 大容量伝送）【1-MBH/MFH-2】

技術課題		現状の CPRI では端末側 10Gbps に対し約 160Gbps（16 倍）の伝送容量が必要 (機能分割による非 CPRI 技術の適用)	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続	(1) 標準化目的の明確度合い	高	RRH と BBU が分離するのであれば、IF の標準化は必要となる。
	(2) 産業的インパクトの大きさ	高	C-RAN 方式により、基地局サイトの小型化、低消費電力化、基地局間協調の観点と考えられ、その観点から普及に対するニーズは高い。（課題が解決されれば広く普及する。）
	(3) 既存検討とのギャップ	中	ITU-T SG15 では WDM 上のオーバーレイ等の議論があるが L1 レベル限定である。研究会レベルでは種々の方式が検討されている。
	(4) TTC/FMN 活動への適合性	高	Wireless 機器側関係者と連携必要である。
	(5) 日本の強みが発揮できる事情	高	安価なアクセス系ファイバインフラが普及していることにより C-RAN が普及しやすい背景がある。
	(6) 既存技術との親和性	高	基本的に既存技術を伝送技術として流用するか、新規技術となると思われるため、既存技術との親和性は小さい。
	(7) 時間的な妥当性	高	伝送レートの増加に応じて必要なファイバ数が増大しており、重要度は高くなる。
【目的2】 コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	(1) 標準化目的の明確度合い	高	標準化によるコスト低減効果が期待される。
	(2) 産業的インパクトの大きさ	高	スモールセル化に伴う基地局数増加により、低コスト大容量 MFH の実現が市場普及のカギとなりインパクトは大きい。
	(3) 既存検討とのギャップ	高	研究会レベルでは検討されているが、製品化レベルでは検討されていない。

	(4) TTC/FMN 活動への適合性	中	モジュールコスト低減が求められ、TTC/FMN 活動としては適合性が低い。新規インタフェースも Wireless 側の検討が必須。課題定義としては検討の価値がある。
	(5) 日本の強みが発揮できる事情	高	整備された日本の光ファイバインフラ活用が期待できる。
	(6) 既存技術との親和性	高	光伝送技術としては確立されている。低コスト化に向けた改良程度であり、インパクトは低い。
	(7) 時間的な妥当性	高	C-RAN 方式採用が拡大している時期であり妥当である。
【目的3】 規制対応	(1) 標準化目的の明確度合い	高	PON の伝送波長については規定の重要度が高い。
	(2) 産業的インパクトの大きさ	NA	この評価項目は規制対応とは関係がない。
	(3) 既存検討とのギャップ	低	PON の伝送波長については ITU-T SG15 にて既に議論済みである。
	(4) TTC/FMN 活動への適合性	NA	この評価項目は規制対応とは関係がない。
	(5) 日本の強みが発揮できる事情	NA	この評価項目は規制対応とは関係がない。
	(6) 既存技術との親和性	NA	この評価項目は規制対応とは関係がない。
	(7) 時間的な妥当性	NA	この評価項目は規制対応とは関係がない。
【目的4】 先進性・正当性アピール	(1) 標準化目的の明確度合い	中	無線と有線の連携にフォーカスすれば先進性があるが、伝送レートの削減については無線の要求条件に依存する。
	(2) 産業的インパクトの大きさ	中	光伝送装置としては確立されている。
	(3) 既存検討とのギャップ	高	MFH 容量削減の観点では、検討が進められておらず先進性はある。但し、有線・無線の横通しの検討の場が必要である。
	(4) TTC/FMN 活動への適合性	高	次世代フロントホールインタフェース (NGFI) を主導する組織が明確でないため、何らかの活動を示すことの先進性アピールへの貢献の意味は大きい。
	(5) 日本の強みが発揮できる事情	低	ダークファイバの利用が可能だが、先進性はない。
	(6) 既存技術との親和性	NA	システムの独立性が高いため、バックワードコンパチビリティを考慮する必要がない。
	(7) 時間的な妥当性	高	現状、MFH の検討を行う団体は少なく、技術要件の検討結果をアピールするには適当なタイミングである。

6.1.3 スモールセル化（スモールセルへの効率的伝送）【1-MBH/MFH-3】

技術課題		P2P 構成を使用しているためファイバ数や装置数が増大し、NW コストの高騰、消費電力増となる。	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続	(1) 標準化目的の明確度合い	高	ONU のマルチベンダ化のニーズは高く、相互接続性を目的とした標準化の要求は高い。
	(2) 産業的インパクトの大きさ	高	スモールセルの大規模展開が想定されるため、産業的なインパクトは非常に大きい。
	(3) 既存検討とのギャップ	中	既存技術を PON 技術、WDM と考えた場合、技術的には同期機能も含めて検討済。ただし、PON の遅延課題、PON の MFH への適用の意味ではギャップがある。

	(4) TTC/FMN 活動への適合性	高	光アクセス網関連の標準化方針と合致する。
	(5) 日本の強みが発揮できる事情	高	技術的には日本の優位性は無いが、安価なアクセス系シェアドファイバインフラが普及していることにより PON 技術が導入しやすい背景がある。
	(6) 既存技術との親和性	高	既存網との共存を考えなければインパクトは少ない。
	(7) 時間的な妥当性	高	スモールセルの大規模展開は 5G 以前に 3.5GHz 帯で必要になる可能性がある。
【目的 2】 コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	(1) 標準化目的の明確度合い	高	標準化によるコスト低減効果が期待される。
	(2) 産業的インパクトの大きさ	高	スモールセル化に伴う基地局数増加により、安定調達が必要となる。
	(3) 既存検討とのギャップ	高	研究会レベルでは検討されているが、製品化レベルでは検討されていない。
	(4) TTC/FMN 活動への適合性	高	産業界への影響を考慮して検討していく意味がある。
	(5) 日本の強みが発揮できる事情	低	量産によるコスト低減では、日本は強みを発揮しづらい。
	(6) 既存技術との親和性	高	新たな設置とするのであれば、インパクトは小となる。
	(7) 時間的な妥当性	高	C-RAN 方式採用が拡大している時期であり妥当である。
【目的 3】 規制対応	(1) 標準化目的の明確度合い	NA	これらの評価項目は規制対応とは相関がない。
	(2) 産業的インパクトの大きさ	NA	
	(3) 既存検討とのギャップ	NA	
	(4) TTC/FMN 活動への適合性	NA	
	(5) 日本の強みが発揮できる事情	NA	
	(6) 既存技術との親和性	NA	
	(7) 時間的な妥当性	NA	
【目的 4】 先進性・正当性アピール	(1) 標準化目的の明確度合い	高	精度が求められるシステムに対する PON 方式を適用する場合、必須となる。
	(2) 産業的インパクトの大きさ	低	C-RAN 方式自体は目新しい技術ではない。
	(3) 既存検討とのギャップ	高	これまでの基地局システムに対応する伝送方式に関しては、ITU-T SG15 で検討済みである。ただし、次世代基地局システム対応については、未検討である。
	(4) TTC/FMN 活動への適合性	高	光アクセス網関連の標準化方針と合致する。
	(5) 日本の強みが発揮できる事情	高	製造技術、加工技術という観点で日本が優位である。
	(6) 既存技術との親和性	NA	システムの独立性が高いため、バックワードコンパチビリティを考慮する必要がない。
	(7) 時間的な妥当性	高	2020 年の 5G 商用化に向けて必要となる。

6.2 超低遅延

6.2.1 更なる低遅延化（伝送各区間の更なる低遅延化）【4-MBH/MFH-1】

MFHにおいて、既存技術である CPRI を用いれば、E2E での遅延（最小でもミリ秒オーダー）に対して MFH での遅延（百マイクロ秒オーダー）は支配的にはならないため、MBH に注力する。

技術課題		1ms の遅延は、光ファイバの実効距離換算で 100 km の伝送距離（往復）に等しい。	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的 1】 相互接続	(1) 標準化目的の明確度合い	中	相互接続にはプロトコルの標準化が必要だが、ASON/GMPLS, PCE 等の既存または他組織で検討中の経路設定プロトコルやソリューションを利用することが考えられる。
	(2) 産業的インパクトの大きさ	高	基幹 NW においても NW の仮想化で資源の最適化が求められているため、低遅延化の実現はインパクトがある。
	(3) 既存検討とのギャップ	中	5GMF などでも議論されているが、MBH への適用はこれからの検討である。
	(4) TTC/FMN 活動への適合性	低	TTC/FMN 活動として特有の課題はない。
	(5) 日本の強みが発揮できる事情	低	日本固有の強みはない。
	(6) 既存技術との親和性	高	既存技術が使えるため、インパクトは小さい。
	(7) 時間的な妥当性	高	将来モバイルでは低遅延化の要求が高いため、コアネットワークだけでなく、MBH でも早期に検討が進められるべき。
【目的 2】 コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	同上	同上	同上
【目的 3】 規制対応	(1) 標準化目的の明確度合い	NA	これらの評価項目は規制対応との相関がない。
	(2) 産業的インパクトの大きさ	NA	
	(3) 既存検討とのギャップ	NA	
	(4) TTC/FMN 活動への適合性	NA	
	(5) 日本の強みが発揮できる事情	NA	
	(6) 既存技術との親和性	NA	
	(7) 時間的な妥当性	NA	

【目的4】 先進性・正 当性アピー ル	(1) 標準化目的の 明確度合い	中	相互接続にはプロトコルの標準化が必要だが、ASON/GMPLS、PCE 等の既存または他組織で検討中の経路設定プロトコルやソリューションを利用することが考えられる。
	(2) 産業的インパ クトの大きさ	高	基幹NWにおいてもNWの仮想化で資源の最適化が求められているため、低遅延化の実現はインパクトがある。
	(3) 既存検討との ギャップ	中	5GMF などでも議論されているが、MBH への適用はこれからの検討である。
	(4) TTC/FMN 活動 への適合性	低	TTC/FMN 活動として特有の課題はない。
	(5) 日本の強みが 発揮できる事情	低	日本固有の強みはない。
	(6) 既存技術との 親和性	高	既存技術が使えるため、インパクトは小さい。
	(7) 時間的な妥当 性	高	将来モバイルでは低遅延化の要求が高いため、コアネットワークだけでなく、MBH でも早期に検討が進められるべきである。

6.3 超省電力

6.3.1 装置の大容量化（MBH 伝送装置の省電力化）【5-MBH/MFH-1】

技術課題		光トランシーバの高速化及び電気処理回路の高速化による光伝送装置の消費電力増大 (レートに応じた省電力技術)	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続	(1) 標準化目的の 明確度合い	中	マルチベンダ間の相互接続によって装置の大容量化に伴う消費電力の増大は解決されないが、相互接続された装置間でプロトコルが必要であり、標準化が必要である。
	(2) 産業的インパ クトの大きさ	高	相互接続によって、キャリア観点では低コスト化が、ベンダ観点では市場拡大が期待でき、インパクトは大きい。
	(3) 既存検討との ギャップ	中	Ethernet ベースの省電力化手法が検討されているが、レートに応じた省電力化を図る光インタフェースは、標準化されていない。
	(4) TTC/FMN 活動 への適合性	高	有線伝送の省電力化という観点では、情報転送専門委員会およびアクセス網専門委員会が適合している。
	(5) 日本の強みが 発揮できる事情	中	IEEE や ITU における省電力技術の標準化に貢献してきた実績がある。
	(6) 既存技術との 親和性	中	レートに応じた省電力技術に対応していない既存装置とは相互接続できないが、送受のセットで展開する場合は問題とならない。
	(7) 時間的な妥当 性	中	MBH の設備拡充は継続的に行われていくと考えると、明確な時期は定められないが、早めの標準化をすることでトータル の省電力化に貢献できる。
【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1) 標準化目的の 明確度合い	高	標準化を通じたマルチベンダ化によって低コスト化が期待できるため、重要性は高い。
	(2) 産業的インパ クトの大きさ	中	既存技術で 100Gbps～1Tbps の能力を持つ光トランシーバを実現すると既存の 8 倍以上の消費電力となることから、省電力化を行うことは、OPEX 削減の観点でキャリアにはインパクトは大きい。

	(3) 既存検討とのギャップ	中	Ethernet ベースの省電力化手法が検討されているが、レートに応じた省電力化を図る光インタフェースは、標準化されていない。
	(4) TTC/FMN 活動への適合性	高	有線伝送の省電力化という観点では、情報転送専門委員会およびアクセス網専門委員会が適合している。
	(5) 日本の強みが発揮できる事情	中	IEEE や ITU における省電力技術の標準化に貢献してきた実績がある。
	(6) 既存技術との親和性	高	特にないと思われる。
	(7) 時間的な妥当性	中	MBH の設備拡充は継続的に行われていくと考えると、明確な時期は定められないが、早めの標準化をすることでトータルの省電力化に貢献できる。
【目的 3】 規制対応	(1) 標準化目的の明確度合い	中	「ICT 分野におけるエコロジーガイドライン」にてトランスポート装置の消費電力に関する評価指標が定められており、これを満たすために標準化を実施する意義はある。 これらの評価項目は規制対応とは相関がない。
	(2) 産業的インパクトの大きさ	中	
	(3) 既存検討とのギャップ	NA	
	(4) TTC/FMN 活動への適合性	NA	
	(5) 日本の強みが発揮できる事情	NA	
	(6) 既存技術との親和性	NA	
	(7) 時間的な妥当性	NA	
【目的 4】 先進性・正当性アピール	(1) 標準化目的の明確度合い	高	省電力化は社会的なニーズが強く、標準化を推進することによる先進性アピールへの貢献は大きい。
	(2) 産業的インパクトの大きさ	NA	先進性・正当性アピールと産業的インパクトは相関がない。
	(3) 既存検討とのギャップ	中	Ethernet ベースの省電力化手法が検討されているが、レートに応じた省電力化を図る光インタフェースは、標準化されていない。
	(4) TTC/FMN 活動への適合性	高	有線伝送の省電力化という観点では、情報転送専門委員会およびアクセス網専門委員会が適合している。
	(5) 日本の強みが発揮できる事情	中	高速光伝送技術に強いが、省電力の検討が望まれる。
	(6) 既存技術との親和性	NA	システムの独立性が高いため、バックワードコンパチビリティを考慮する必要がない。
	(7) 時間的な妥当性	中	MBH の設備拡充は継続的に行われていくと考えると、明確な時期は定められないが、早めの標準化をすることでトータルの省電力化に貢献できる。

6.3.2 装置の大容量化（MFH 伝送装置の省電力化） 【5-MBH/MFH-2】

技術課題	光トランシーバの高速化及び電気処理回路の高速化による光伝送装置の消費電力増大 (CPRI に代わる新たなインタフェース+レートに応じた省電力技術)		
標準化目的	評価軸	評価	説明

【目的1】 相互接続	(1)標準化目的の 明確度合い	中	マルチベンダ間の相互接続によって装置の大容量化に伴う消費電力の増大は解決されないが、相互接続された装置間でプロトコルが必要であり、標準化が必要である。
	(2)産業的インパクトの 大きさ	高	相互接続によって、キャリア観点では低コスト化が、ベンダ観点では市場拡大が期待でき、インパクトは大きい。
	(3)既存検討との ギャップ	中	研究会レベルでは検討されているが、標準化団体では検討されていない。
	(4)TTC/FMN 活動 への適合性	高	CPRI に代わる新たなインタフェースを規定するには、有線・無線の横通しでの検討の意味合いは大きい。
	(5)日本の強みが 発揮できる事情	中	IEEE や ITU における省電力技術の標準化に貢献してきた実績がある。
	(6)既存技術との 親和性	中	CPRI に代わる新たなインタフェースを規定する場合、現在普及している CPRI との互換性はないが、既存装置との相互接続をしない限りインパクトは小さい。
	(7)時間的な妥当 性	高	マクロ（日本全国）での省電力化を図るためには、5G 向けスモールセルの本格展開前の標準化完了が望まれる。
【目的2】 コスト高騰 回避・安定 調達・市場 拡大	(1)標準化目的の 明確度合い	高	標準化を通じたマルチベンダ化によって低コスト化が期待できるため、重要性は高い。
	(2)産業的インパクトの 大きさ	高	450MW⇒900MW へと倍増が予想される消費電力を削減することは、OPEX 削減の観点でインパクトは大きい。
	(3)既存検討との ギャップ	中	研究会レベルでは検討されているが、標準化団体では検討されていない。
	(4)TTC/FMN 活動 への適合性	高	CPRI に代わる新たなインタフェースを規定するには、有線・無線の横通しでの検討の意味合いは大きい。
	(5)日本の強みが 発揮できる事情	中	IEEE や ITU の中で日本発の省電力技術が採用されており、強みがあると思われる。
	(6)既存技術との 親和性	高	CPRI に代わる新たなインタフェースを規定する場合、現在普及している CPRI との互換性はないが、コストや市場の観点でのインパクトは小さい。
	(7)時間的な妥当 性	高	マクロ（日本全国）での省電力化を図るためには、5G 向けスモールセルの本格展開前の標準化完了が望まれる。
【目的3】 規制対応	(1)標準化目的の 明確度合い	中	「ICT 分野におけるエコロジーガイドライン」にて基地局装置の消費電力に関する評価指標が定められており、これを満たすために標準化を実施する意義はある。
	(2)産業的インパクトの 大きさ	中	エコロジーガイドラインを満たすことによって導入が促進される可能性がある。
	(3)既存検討との ギャップ	NA	これらの評価項目は規制対応とは関連がない。
	(4)TTC/FMN 活動 への適合性	NA	
	(5)日本の強みが 発揮できる事情	NA	
	(6)既存技術との 親和性	NA	
	(7)時間的な妥当 性	NA	5G 向け基地局装置のエコロジーガイドライン策定期間が不明である。
【目的4】 先進性・正 当性アピー ル	(1)標準化目的の 明確度合い	高	省電力化は社会的なニーズが強く、標準化を推進することによる先進性アピールへの貢献は大きい。
	(2)産業的インパクトの 大きさ	NA	先進性・正当性アピールと産業的インパクトは関連がない。
	(3)既存検討との ギャップ	中	研究会レベルでは検討されているが、標準化団体では検討されていない。

(4)TTC/FMN 活動への適合性	高	CPRI に代わる新たなインタフェースを規定するには、有線・無線の横通しでの検討の意味合いは大きい。
(5)日本の強みが発揮できる事情	高	3GPP で標準化を推進している。また現在、日本は世界に先駆けて C-RAN を導入している。
(6)既存技術との親和性	NA	システムの独立性が高いため、バックワードコンパチビリティを考慮する必要がない。
(7)時間的な妥当性	高	マクロ（日本全国）での省電力化を図るためには、5G 向けスモールセルの本格展開前の標準化完了が望まれる。

6.3.3 スモールセル化（MBH/MFH における新たな伝送方式）【5-MBH/MFH-3】

技術課題		スモールセル化（装置数増加）によって、消費電力の総量が増大（スモールセルの ON/OFF 制御）	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続	(1)標準化目的の明確度合い	中	マルチベンダ間の相互接続によって装置の大容量化に伴う消費電力の増大は解決されないが、相互接続された装置間でプロトコルが必要であり、標準化が必要である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	高	相互接続によって、キャリア観点では低コスト化が、ベンダ観点では市場拡大が期待でき、インパクトは大きい。
	(3)既存検討とのギャップ	中	3GPP において SON によるスモールセルの ON/OFF 制御等が検討されているが、MFH 伝送機能部との連携は検討されていない。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	高	SON 関連技術は 3GPP 専門委員会が、MFH 伝送技術はアクセス網専門委員会が適合している。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	高	3GPP で標準化を推進している。また現在、日本は世界に先駆けて C-RAN を導入している。
	(6)既存技術との親和性	中	スモールセルの ON/OFF 技術に対応していない既存装置とは相互接続できないが、送受のセットで展開する場合は問題とならない。
	(7)時間的な妥当性	高	マクロ（日本全国）での省電力化を図るためには、5G 向けスモールセルの本格展開前の標準化完了が望まれる。
【目的2】 コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	(1)標準化目的の明確度合い	高	標準化を通じたマルチベンダ化によって低コスト化が期待できるため、重要性は高い。
	(2)産業的インパクトの大きさ	高	450MW⇒900MW へと倍増が予想される消費電力を削減することは、OPEX 削減の観点でインパクトは大きい。
	(3)既存検討とのギャップ	中	3GPP において、SON によるスモールセルの ON/OFF 制御等が検討されているが、MFH 伝送機能部との連携は検討されていない。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	高	SON 関連技術は 3GPP 専門委員会が、MFH 伝送技術はアクセス網専門委員会が適合している。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	高	ダークファイバが非常に廉価であり、導入しやすい背景がある。また、スモールセルの増加に伴い P2MP の PON を適用する場合、PON 技術に強みがある。
	(6)既存技術との親和性	高	特にないと思われる。
	(7)時間的な妥当性	高	マクロ（日本全国）での省電力化を図るためには、5G 向けスモールセルの本格展開前の標準化完了が望まれる。
【目的3】 規制対応	(1)標準化目的の明確度合い	中	「ICT 分野におけるエコロジーガイドライン」にて基地局装置の消費電力に関する評価指標が定められており、これを満たすために標準化を実施する意義はある。

	(2) 産業的インパクトの大きさ	中	エコロジーガイドラインを満たすことによって導入が促進される可能性がある。
	(3) 既存検討とのギャップ	NA	これらの評価項目は規制対応とは関係がない。
	(4) TTC/FMN 活動への適合性	NA	
	(5) 日本の強みが発揮できる事情	NA	
	(6) 既存技術との親和性	NA	
	(7) 時間的な妥当性	高	
【目的 4】 先進性・正当性アピール	(1) 標準化目的の明確度合い	高	省電力化は社会的なニーズも強く、標準化を推進することによる先進性アピールへの貢献は大きい。
	(2) 産業的インパクトの大きさ	NA	先進性・正当性アピールと産業的インパクトは関係がない。
	(3) 既存検討とのギャップ	中	3GPP において、SON によるスモールセルの ON/OFF 制御等が検討されているが、MFH 伝送機能部との連携は検討されていない。
	(4) TTC/FMN 活動への適合性	高	SON 関連技術は 3GPP 専門委員会が、MFH 伝送技術はアクセス網専門委員会が適合している。
	(5) 日本の強みが発揮できる事情	高	3GPP で標準化を推進している。また現在、日本は世界に先駆けて C-RAN を導入している。
	(6) 既存技術との親和性	NA	システムの独立性が高いため、バックワードコンパチビリティを考慮する必要がない。
	(7) 時間的な妥当性	高	マクロ（日本全国）での省電力化を図るためには、5G 向けスモールセルの本格展開前の標準化完了が望まれる。

7 課題分析（網管理）

Phase 1 にて纏められた網管理における各技術課題に関する将来シナリオ及び今後の方向性を下記に示す。

課題中、4.3章において網管理独自なものとしてリストアップされているものは【6-NWM-1】(超災害/輻輳/障害体制)、【10-NWM-1】(網オペレーション)及び【9-NWM-1 および 2】のセキュリティ関連課題であり、その他の課題はコアネットワーク、MBH&MFH 等との共同課題である。

7.1 超大容量 U-Plane

7.1.1 ユーザスループットの増加と変動（経路・接続先変更方法）【1-NWM-1】

技術課題の概要		トラフィックに合わせて、無線アクセス網や、モバイルネットワークの経路、接続先を変更する方法	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続	(1)標準化目的の明確度合い	低	MBH/MFH 経路の動的割当て、中継伝送路の他サービスとの共同運用等の要求条件は不明確である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	高	有線、無線 MBH/MFH の動的運用は現状無である。
	(3)既存検討とのギャップ	高	同上
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	低	運用関連の面が大きく、又要求条件が不明確である。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	無線 MBH/MFH 等の普及に関して日本が特に進んでいる訳ではない。
	(6)既存技術との親和性	低	Mesh Type の Cell 構成と Het-RAT Cell 構成の Anchor Point の動的構成を採用する場合には Network Architecture Model, Network Reference Model 等の検討が必要である。
	(7)時間的な妥当性	低	現状では強い要求はない。
【目的2】 コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	(1)標準化目的の明確度合い	NA	NW 構成及び運用依存のため、この目的 2 とは相関がない。
	(2)産業的インパクトの大きさ	NA	
	(3)既存検討とのギャップ	NA	
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	NA	
	(5)日本の強みが発揮できる事情	NA	
	(6)既存技術との親和性	NA	
	(7)時間的な妥当性	NA	
【目的3】 規制対応	(1)標準化目的の明確度合い	NA	これらの評価項目は規制対応とは相関がない。
	(2)産業的インパクトの大きさ	NA	
	(3)既存検討とのギャップ	NA	

	(4)TTC/FMN 活動への適合性	NA	
	(5)日本の強みが発揮できる事情	NA	
	(6)既存技術との親和性	NA	
	(7)時間的な妥当性	NA	
【目的4】 先進性・正当性アピール	(1)標準化目的の明確度合い	低	運用関連事項である場合には、標準化の対象としては不適である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	高	Mesh Type の Cell 構成と Het-RAT Cell 構成の Anchor Point の動的構成を採用する場合には検証が必要である。
	(3)既存検討とのギャップ	高	MBH/MFH 経路の動的割当て、中継伝送路の他サービスとの共同運用等は現状検討がない。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	中	トラフィックに合わせて、無線アクセス網や、モバイルネットワークの経路、接続先を変更する方法に関する要求条件明確化は既専門委員会で行っていないため、FMN での検討が相応しい。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	現行の 4G 等での導入となっていない。
	(6)既存技術との親和性	中	Mesh Type の Cell 構成と Het-RAT Cell 構成の Anchor Point の動的構成は今後の方向性に沿う。
	(7)時間的な妥当性	低	現状で強い要求はない。

7.1.2 ユーザスループットの増加と変動（機能・リソース割当て変更方法） 【1-NWM-2】

技術課題の概要		トラフィックに合わせてモバイルネットワークの機能やリソースの割り当てを変更する方法	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続	(1)標準化目的の明確度合い	高	オートスケールイン・アウト機能に対応した網管理が必要である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	低	SDN でも検討されているものであり、インパクトはない。
	(3)既存検討とのギャップ	低	同上
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	高	TTC NGN & FN 専門委員会での継続検討が好適である。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	オートスケールイン・アウト機能は国際的に検討されている。
	(6)既存技術との親和性	高	SDN でも検討されているものであり、インパクトはない。
	(7)時間的な妥当性	高	既存専門委員会での継続検討が期待出来る
【目的2】 コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	(1)標準化目的の明確度合い	NA	オートスケールイン・アウト機能に含まれるため、コアネットワーク側の評価に従う。
	(2)産業的インパクトの大きさ	NA	
	(3)既存検討とのギャップ	NA	
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	NA	

	(5)日本の強みが発揮できる事情	NA	
	(6)既存技術との親和性	NA	
	(7)時間的な妥当性	NA	
【目的3】 規制対応	(1)標準化目的の明確度合い	NA	これらの評価項目は規制対応とは関連がない。
	(2)産業的インパクトの大きさ	NA	
	(3)既存検討とのギャップ	NA	
	(4)TTC/FMN活動への適合性	NA	
	(5)日本の強みが発揮できる事情	NA	
	(6)既存技術との親和性	NA	
	(7)時間的な妥当性	NA	
【目的4】 先進性・正当性アピール	(1)標準化目的の明確度合い	高	SDN適用に合わせた網管理標準化を加えSDN全体の標準化を実施している。
	(2)産業的インパクトの大きさ	低	既存の検討の延長線上にある。
	(3)既存検討とのギャップ	低	既存の検討の延長線上にある。
	(4)TTC/FMN活動への適合性	高	既存専門委員会での継続検討が期待出来る。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	中	SDN等の検討に関しては、他国と同等レベルである。
	(6)既存技術との親和性	高	既存の検討の延長線上にある。
	(7)時間的な妥当性	高	既存専門委員会での継続検討が期待出来る。

7.2 超災害/輻輳/障害耐

7.2.1 社会インフラとしての重要性の高まり（ネットワークリソース割当の高度化）【6-NWM-1】

技術課題の概要		アクセス規制メカニズム、利用可能なネットワークリソース割当の高度化。	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続	(1)標準化目的の明確度合い	中	アクセス規制等は標準化が必要である。ネットワーク割り当ての高度化にMBH/MFHを含む場合は大容量U-Planeと同様である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	低	アクセス規制メカニズムに関しては、3GPP等で国際的に検討中である。
	(3)既存検討とのギャップ	低	同上
	(4)TTC/FMN活動への適合性	高	TTC NGN & FN 専門委員会、3GPP 専門委員会での継続検討が好適である。

	(5)日本の強みが発揮できる事情	中	災害大国であることから、詳細検討が可能である。
	(6)既存技術との親和性	高	規制、ETWS、Message Board 等は既に標準化済である。
	(7)時間的な妥当性	高	既存専門委員会での継続検討が期待出来る。
【目的2】 コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	(1)標準化目的の明確度合い	NA	超災害等への対応に関するものであるため、安定調達、市場拡大等に関連しない。
	(2)産業的インパクトの大きさ	NA	
	(3)既存検討とのギャップ	NA	
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	NA	
	(5)日本の強みが発揮できる事情	NA	
	(6)既存技術との親和性	NA	
	(7)時間的な妥当性	NA	
【目的3】 規制対応	(1)標準化目的の明確度合い	低	重要通信の確保等は必要だが、アクセス規制メカニズム等に関する規制はない。
	(2)産業的インパクトの大きさ	中	障害切り分けに関しては、時間の制限がある。
	(3)既存検討とのギャップ	低	Priority Access 等に関しては、国際的に検討中である。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	高	3GPP 専門委員会での継続検討が好適である。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	高	災害対応での規制が今後重要化する可能性がある。但し PPDR 対応で他国が UHF 帯 LTE-Based システムで Public Safety を検討しているが、日本は VHF 帯 802.16n Based システムを採用している[5]。
	(6)既存技術との親和性	高	既存の検討の延長線上にある。
	(7)時間的な妥当性	中	関連法令、省令等の動向把握が必要である。
【目的4】 先進性・正当性アピール	(1)標準化目的の明確度合い	中	災害時の通信路確保対応は必要であるが、地方公共団体等の防災無線システム等は対象外である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	低	既存の検討の延長線上にある。
	(3)既存検討とのギャップ	低	既存の検討の延長線上にある。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	中	災害時の通信路確保対応は既存専門委員会での継続検討が期待出来るが、PPDR システム全体は管轄外である。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	中	災害時のサービス等に関する詳細な検討が可能である。
	(6)既存技術との親和性	高	既存の検討の延長線上にある。
	(7)時間的な妥当性	高	既存専門委員会での継続検討が期待出来る。

7.3 端末/トラフィック/事業者の種別の広がり

7.3.1 MVNO 事業者の増加、多様化（ネットワーク仮想化基盤）【7-NWM-1】

技術課題の概要		必要な機能、ネットワークリソースを論理的に構成可能なネットワーク仮想化基盤を提供。	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続	(1)標準化目的の明確度合い	高	NFV 等に対応した網管理が必要である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	低	新たな端末/トラフィック/事業者に応じて、実 NW に NFV により必要な機能を追加することで達成されるため、運用の範疇として解決可能でありインパクトはない。
	(3)既存検討とのギャップ	低	NFV でも検討されているものであり、インパクトはない
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	高	TTC NGN & FN 専門委員会での継続検討が好適である。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	NFV は ETSI を始め国際的に検討されている。
	(6)既存技術との親和性	高	既存のアーキテクチャで適応できるものであり、インパクトはない。
	(7)時間的な妥当性	高	既存専門委員会での継続検討が期待出来る。
【目的2】 コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	(1)標準化目的の明確度合い	NA	NFV 適用に含まれるため、コアネットワーク側の評価に従う。
	(2)産業的インパクトの大きさ	NA	
	(3)既存検討とのギャップ	NA	
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	NA	
	(5)日本の強みが発揮できる事情	NA	
	(6)既存技術との親和性	NA	
	(7)時間的な妥当性	NA	
【目的3】 規制対応	(1)標準化目的の明確度合い	NA	これらの評価項目は規制対応とは相関がない。
	(2)産業的インパクトの大きさ	NA	
	(3)既存検討とのギャップ	NA	
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	NA	
	(5)日本の強みが発揮できる事情	NA	
	(6)既存技術との親和性	NA	
	(7)時間的な妥当性	NA	
【目的4】 先進性・正	(1)標準化目的の明確度合い	高	網管理を含め NFV 標準化を実施することが必要である。

当性アピール	(2)産業的インパクトの大きさ	低	既存の検討の延長線上にある。
	(3)既存検討とのギャップ	低	既存の検討の延長線上にある。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	高	既存専門委員会での継続検討が期待出来る。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	中	NFV 等の検討に関しては、他国と同等レベルである。
	(6)既存技術との親和性	高	既存の検討の延長線上にある。
	(7)時間的な妥当性	高	既存専門委員会での継続検討が期待出来る。

7.4 セキュリティ

7.4.1 網オペレーションの多様化（各種規定）【9-NWM-1】

技術課題の概要		信頼連鎖・関係構築技術およびその基礎となるセキュアブート、リモートアテスト、同一のポリシーをもったトラストドメインの規定	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続	(1)標準化目的の明確度合い	高	セキュアブート、リモートアテスト等の規定は必要である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	中	セキュリティ確保手順、方式を新規で規定する場合にはインパクトがある。
	(3)既存検討とのギャップ	中	トラストドメインの規定方法に関する検討が必要である。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	高	セキュリティ確保手順、方式は既存専門委員会での継続検討が好適である。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	同様の課題は世界共通である。
	(6)既存技術との親和性	中	セキュリティ確保手順、方式を新規で規定する場合にはインパクトがある。
	(7)時間的な妥当性	高	5G に対応したセキュリティ確保手順は規定が必要である。
【目的2】 コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	(1)標準化目的の明確度合い	低	相互接続にあたって、一定のセキュリティレベルが求められる可能性があるが、明確な要求条件はない。
	(2)産業的インパクトの大きさ	中	接続にあたって、一定のセキュリティレベルが求められる場合は、調達コストの増加につながる。
	(3)既存検討とのギャップ	中	既存は、セキュリティをあまり考慮せずに設計される傾向にある。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	低	調達コストに関するセキュリティと TTC/FMN の関わりは低いと思われる。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	各国共通である。
	(6)既存技術との親和性	低	一定のセキュリティレベルが必須となれば、インパクトが大きい。
	(7)時間的な妥当性	中	セキュリティに関しては、事後的に検討されることが多いが、事前に検討しておく方が望ましい。

【目的3】 規制対応	(1)標準化目的の 明確度合い	中	今後一定水準のセキュリティ、プライバシー管理のレベルが求められてくる可能性がある。また、将来的にセキュリティレベルを法的に規定する可能性もある。
	(2)産業的インパ クトの大きさ	中	法的に一定のセキュリティレベルが求められた場合、インパクトが大きい。現状は個々の事業者が自主的な努力に委ねられている。
	(3)既存検討との ギャップ	高	現状のセキュリティ対策が後手に回っている状況である。ただし、セキュリティ事故が発生しないと対策ははじまらない傾向にある。
	(4)TTC/FMN 活 動への適合性	低	規制に対して直接的に関連しない。
	(5)日本の強みが 発揮できる事情	低	各国共通である。
	(6)既存技術との 親和性	低	モバイル網に限定されない議論だが、将来的に法的に一定のセキュリティレベルが求められた場合、インパクトが大きい。
	(7)時間的な妥当 性	中	セキュリティに関しては、事後的に制度化されることが多いが、事前に検討しておく方が望ましい。
【目的4】 先進性・正 当性アピー ル	(1)標準化目的の 明確度合い	高	セキュリティ確保に関する意義は大きい。
	(2)産業的インパ クトの大きさ	中	セキュリティ確保手順、方式を新規で規定する場合にはインパクトがある。
	(3)既存検討との ギャップ	中	トラストドメインの規定方法に関して TTC 以外での検討が進んでいるか不明である。
	(4)TTC/FMN 活 動への適合性	中	セキュリティ確保手順、方式は既存専門委員会での継続検討が好適である。但し、トラストドメインの規定方法に関して、TTC 管轄かは不明確である。
	(5)日本の強みが 発揮できる事情	低	同様の課題は世界共通である。
	(6)既存技術との 親和性	中	セキュリティ確保手順、方式を新規で規定する場合にはインパクトがある。
	(7)時間的な妥当 性	高	5G に対応したセキュリティ確保手順は規定が必要である。

7.4.2 網オペレーションの多様化（トラストドメイン間の共有情報）【9-NWM-2】

技術課題の概要		トラストドメインの間の情報共有および信頼関係の構築	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続	(1)標準化目的の 明確度合い	低	トラストドメインの間の情報共有および信頼関係の構築が標準化範囲であるか不明である。
	(2)産業的インパ クトの大きさ	高	マルチテナントの状況、オペレータ・アドミニストレータが異なる状況での標準規定が出来ればインパクトがある。
	(3)既存検討との ギャップ	高	現状標準化対象となっていない。
	(4)TTC/FMN 活 動への適合性	低	他 Forum を含め標準化すべき項目かの検討が行われていない。
	(5)日本の強みが	低	同様の課題は世界共通である。

	発揮できる事情		
	(6)既存技術との親和性	中	モバイル特有事項ではなく、他の用途(固定網等)にも影響がある。
	(7)時間的な妥当性	中	将来的には何らかの指標が必要である。
【目的2】 コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	(1)標準化目的の明確度合い	中	モバイル特有ではないが、相互接続にあたって、一定のセキュリティレベルが求められる可能性がある。現状は個々の事業者が自主的な努力に委ねられている。
	(2)産業的インパクトの大きさ	中	接続にあたって、一定のセキュリティ情報開示が求められる場合は、調達コストの増加につながる。
	(3)既存検討とのギャップ	中	既存は、セキュリティをあまり考慮せずに設計される傾向にある。
	(4)TTC/FMN活動への適合性	低	調達コストに関するセキュリティとTTC/FMNの関わりは低いと思われる。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	各国共通である。
	(6)既存技術との親和性	低	一定のセキュリティレベルが求められるならば、インパクトが大きい。
	(7)時間的な妥当性	中	セキュリティに関しては、事後的に検討されることが多いが、事前に検討しておく方が望ましい。
【目的3】 規制対応	(1)標準化目的の明確度合い	中	今後一定水準のセキュリティ、プライバシー管理のレベルが求められる可能性がある。また、将来的にセキュリティレベルを法的に規定する可能性もある。但し現状は個々の事業者が自主的な努力に委ねられている。
	(2)産業的インパクトの大きさ	中	法的に一定のセキュリティレベルが求められた場合、インパクトが大きい。現状は個々の事業者が自主的な努力に委ねられている。
	(3)既存検討とのギャップ	高	現状のセキュリティ対策が後手に回っている状況である。ただし、セキュリティ事故が発生しないと対策ははじまらない傾向にある。
	(4)TTC/FMN活動への適合性	低	規制に対して直接的に関連しない。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	各国共通である。
	(6)既存技術との親和性	低	モバイル網に限定されない議論だが、将来的に法的に一定のセキュリティレベルが求められた場合、インパクトが大きい。
	(7)時間的な妥当性	中	セキュリティに関しては、事後的に制度化されることが多いが、事前に検討しておく方が望ましい。
【目的4】 先進性・正当性アピール	(1)標準化目的の明確度合い	高	モバイル特有事項かからの明確化が必要である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	高	モバイル以外も含める場合にはインパクトが大きい。
	(3)既存検討とのギャップ	高	現状標準化対象となっていない。
	(4)TTC/FMN活	低	標準化すべき項目か又は他のForum等での検討が行われて

	動への適合性		いるか不明である。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	同様の課題は世界共通である。
	(6)既存技術との親和性	中	モバイル特有事項ではなく、他の用途(固定網等)にも影響がある。
	(7)時間的な妥当性	中	将来的には何らかの指標が必要である。

7.5 網オペレーション

7.5.1 アプリケーションの多様化、MVNO 事業者の拡大（新サービスの迅速性確保）【10-NWM-1】

技術課題の概要		新機能・新サービス提供の迅速性確保（仮想化等による実現）、サービス更新時のダウンタイムゼロ化	
標準化目的	評価軸	評価	説明
【目的1】 相互接続	(1)標準化目的の明確度合い	高	M2M 等新規サービス追加に対応した NFV 等の網管理が必要である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	高	NFV を用いて、実環境と同等なテスト環境を構築し、確認後に実 NW に必要な機能を追加することで達成される。3rd Party との連携を含める場合にはインパクトが大きい(但し運用に帰する可能性大)。
	(3)既存検討とのギャップ	低	NFV でも検討されている事項の拡張で対応が可能である。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	高	TTC NGN & FN 専門委員会、oneM2M 専門委員会、3GPP 専門委員会での継続検討が好適である。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	低	仮想化に関して、NFV は ETSI を始め国際的に、3rd Party 連携は oneM2M、3GPP 等で検討されている。
	(6)既存技術との親和性	高	運用面を除いては現状検討されているものであり、インパクトはない。
	(7)時間的な妥当性	高	既存専門委員会での継続検討が期待出来る。
【目的2】 コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	(1)標準化目的の明確度合い	高	新機能・新サービス導入時の工数削減に寄与する。
	(2)産業的インパクトの大きさ	高	新機能・新サービス導入時の工数削減に寄与する。
	(3)既存検討とのギャップ	低	3rd Party との関連については 3GPP 等でも検討がある。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	高	既存の検討の延長線上にある。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	中	新機能、新サービス導入等に関しては日本独自ではない。
	(6)既存技術との親和性	高	既存の検討の延長線上にある。
	(7)時間的な妥当性	高	5G における新機能・新サービス導入に適用される。
【目的3】 規制対応	(1)標準化目的の明確度合い	NA	これらの評価項目は規制対応とは関連がない。
	(2)産業的インパクトの大きさ	NA	
	(3)既存検討とのギャップ	NA	

	(4)TTC/FMN 活動への適合性	NA	
	(5)日本の強みが発揮できる事情	NA	
	(6)既存技術との親和性	NA	
	(7)時間的な妥当性	NA	
【目的4】 先進性・正当性アピール	(1)標準化目的の明確度合い	高	網管理を含め NFV 標準化を実施することが必要である。
	(2)産業的インパクトの大きさ	中	サービス追加のダウンタイムゼロ化は先進的であり、運用面の寄与が大きい。ただし、NFV 等を使った検討の延長線上にある。
	(3)既存検討とのギャップ	低	既存の検討の延長線上にある。
	(4)TTC/FMN 活動への適合性	高	運用関連を除いては既存専門委員会での継続検討が期待出来る。
	(5)日本の強みが発揮できる事情	中	新機能、新サービス導入等に関しては日本独自ではない。
	(6)既存技術との親和性	高	既存の検討の延長線上にある。
	(7)時間的な妥当性	高	既存専門委員会での継続検討が期待出来る。

8 標準化戦略に関する考察

「評価点」の算出方法は、5章～7章で行った評価軸の高／中／低をそれぞれ3点／2点／1点とし、技術課題毎に平均点を求める。この平均点の結果において、1点～3点を5等分した値（1～1.4／1.4～1.8／1.8～2.2／2.2～2.6／2.6～3）を小さい方から1／2／3／4／5とする。表中の「評価」は、目的別の点数、「全体」は目的別評価点の平均点を示す。

8.1 コアネットワーク

技術課題	全体	評価	標準化目的	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
【1-CN-1】 M2M/IoT 端末の増加 (コア網システム技術)	3	3	相互接続／コスト 高騰回避・安定調達・市場拡大	高	中	低	低	低	高	中
		3	先進性・正当性ア ピール	高	中	低	低	低	高	中
【1-CN-2】 ユーザスループットの 増大と変動 (エッジコ ンピューティング技 術)	3	2	相互接続／コスト 高騰回避・安定調達・市場拡大	高	高	低	低	中	低	高
		4	先進性・正当性ア ピール	高	高	低	高	中	低	高
【1-CN-3】 ユーザスループットの 増大と変動 (ネットワ ーク仮想化技術)	3	3	相互接続／コスト 高騰回避・安定調達・市場拡大	高	中	低	低	低	高	中
		3	先進性・正当性ア ピール	高	中	低	低	低	高	中
【1-CN-4】 ユーザスループットの 増大と変動 (MANO ア ーキテクチャ)	3	3	相互接続／コスト 高騰回避・安定調達・市場拡大	高	中	低	低	低	高	中
		3	先進性・正当性ア ピール	高	中	低	低	低	高	中
【2-CN-1】 コネクション数増大 (C/U 分離技術)	2	2	相互接続／コスト 高騰回避・安定調達・市場拡大	高	中	低	低	中	低	中
		2	先進性・正当性ア ピール	高	中	低	低	中	低	中
【2-CN-2】 コネクション数増大 (オートスケールイン アウト)	3	3	相互接続／コスト 高騰回避・安定調達・市場拡大	高	中	低	低	中	高	中
		3	先進性・正当性ア ピール	高	中	低	低	中	高	中
【2-CN-3】 コネクション数増大 (MANO アーキテク チャ)	3	3	相互接続／コスト 高騰回避・安定調達・市場拡大	高	中	低	低	中	高	中
		3	先進性・正当性ア ピール	高	中	低	低	中	高	中
【2-CN-4】 スモールセル化 (C/U 分離技術)	2	2	相互接続／コスト 高騰回避・安定調達・市場拡大	高	低	低	低	低	高	低
		2	先進性・正当性ア ピール	高	低	低	低	低	高	低
【2-CN-5】	2	2	相互接続／コスト	高	低	低	低	低	高	低

スモールセル化（オー トスケールインアウ ト）			高騰回避・安定調 達・市場拡大							
	2		先進性・正当性ア ピール	高	低	低	低	低	高	低
【2-CN-6】 スモールセル化 （MANO アーキテク チャ）	2	2	相互接続／コスト 高騰回避・安定調 達・市場拡大	高	低	低	低	低	高	低
		2	先進性・正当性ア ピール	高	低	低	低	低	高	低
【2-CN-7】 スモールセル化 （SDN/NFV 融合技 術）	2	2	相互接続／コスト 高騰回避・安定調 達・市場拡大	高	低	低	低	低	高	低
		2	先進性・正当性ア ピール	高	低	低	低	低	高	低
【2-CN-8】 M2M/IoT 端末の収容 （移動性／網アクセス 技術）	2	2	相互接続／コスト 高騰回避・安定調 達・市場拡大	高	低	低	低	低	高	低
		2	先進性・正当性ア ピール	高	低	低	低	低	高	低
【2-CN-9】 M2M/IoT 端末の収容 （コンテキストアウェ アネットワークング）	2	2	相互接続／コスト 高騰回避・安定調 達・市場拡大	高	低	低	低	低	高	低
		2	先進性・正当性ア ピール	高	低	低	低	低	高	低
【2-CN-10】 M2M/IoT 端末の収容 （ユーザプロファイル 管理技術）	2	2	相互接続／コスト 高騰回避・安定調 達・市場拡大	高	低	低	低	低	高	低
		2	先進性・正当性ア ピール	高	低	低	低	低	高	低
【3-CN-1】 ヘテロジーニアスネッ トワークにおけるユー ザ QoS（データ指向型 ネットワークング技 術）	2	2	相互接続／コスト 高騰回避・安定調 達・市場拡大	中	中	中	低	低	中	中
		3	先進性・正当性ア ピール	高	中	中	低	低	中	中
【4-CN-1】 更なる低遅延化（エッ ジコンピューティング 技術）	3	3	相互接続／コスト 高騰回避・安定調 達・市場拡大	高	中	低	低	低	高	高
		3	先進性・正当性ア ピール	高	中	低	低	低	高	高
【4-CN-2】 更なる低遅延化（C/U 分離技術）	3	3	相互接続／コスト 高騰回避・安定調 達・市場拡大	高	中	低	低	低	高	高
		3	先進性・正当性ア ピール	高	中	低	低	低	高	高
【7-CN-1】 M2M/IoT 端末の増加 （コンテキストアウェ アネットワークング）	2	2	相互接続／コスト 高騰回避・安定調 達・市場拡大	中	中	低	低	低	高	中
		2	先進性・正当性ア ピール	中	中	低	低	低	高	中
【7-CN-2】 M2M/IoT 端末の増加 （ユーザプロファイル	2	2	相互接続／コスト 高騰回避・安定調 達・市場拡大	高	低	低	低	低	高	低

管理技術)		1	先進性・正当性アピール	低	低	低	低	低	高	低
【7-CN-3】 M2M/IoT 端末の増加 (サービスオーケストレーション技術)	2	2	相互接続／コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	中	中	低	低	低	高	中
		2	先進性・正当性アピール	中	中	低	低	低	高	中
【7-CN-4】 M2M/IoT 端末の増加 (スライシング技術)	2	2	相互接続／コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	中	中	低	低	低	高	中
		2	先進性・正当性アピール	中	中	低	低	低	高	中
【7-CN-5】 M2M/IoT 端末の増加 (XaaS 技術)	3	3	相互接続／コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	中	高	低	低	低	高	中
		3	先進性・正当性アピール	中	高	低	低	低	高	中
【8-CN-1】 Multi-RAT 環境 (移動性／網アクセス技術による Multi-RAT 統合管理)	3	3	相互接続／コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	高	中	低	低	低	高	高
		3	先進性・正当性アピール	中	中	低	低	低	高	高
【8-CN-2】 スモールセルとセルの属性の多様化	2	2	相互接続／コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	高	低	低	低	低	高	低
		1	先進性・正当性アピール	低	低	低	低	低	高	低
【8-CN-3】 ヘテロロジーニアスネットワークにおけるユーザ QoE 向上	2	2	相互接続／コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	高	中	低	低	低	高	低
		2	先進性・正当性アピール	低	中	低	低	低	高	低

5章にて行った課題に対する評価に基づき、目的毎の個別評価および課題の総合評価を実施した。目的毎の個別評価は(1)～(7)の評価軸から算出された、5段階の評点(5が標準化として取り組むべき要素が高い)となっている。また、目的毎の個別評価を元に各課題の総合評価を5段階で評価している。この際、コアネットワークの評価では、「相互接続」、および「コスト高騰回避・安定調達・市場拡大の目的」については同一の評価値であると判断しているため、総合評価算出時には、上表の「相互接続／コスト高騰回避・安定調達・市場拡大」の個別評価値を2倍したものと、「先進性・正当性アピール」の評価値の和を3で除算した平均値を元に総合評価としている。

コアネットワークの課題の評価結果として、総合評価が4以上になった課題はなく、課題の観点からはTTCにおいて標準化を推進すべき課題というものは見当たらない。しかしながら、個別評価では最も評点が高い4が付いたものとして、ユーザスループットの増大や変動(コア網システム技術)に対応する、エッジコンピューティング技術がある。課題としての総合評価は高くはならないが、対処技術が先進的なものであれば、アピールを目的とした標準化という意義が見いだせるという好例であり、TTC内の専門委員会での標準化推進を考慮する価値はあるものと思われる。総合評価で3の評点であった各課題については、多くが国際標準化の必要性は高く、既存の標準化団体ですでに検討が行われているものであった。項目毎の判断になるが、TTCの既存専門委員会での動向把握や継続検討が必要であるものが含まれる。

8.2 MBH/MFH

技術課題	総合	評価	標準化目的	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
【1-MBH/MFH-1】 大容量伝送 (MBH 大容量伝送)	4	4	相互接続	高	高	高	中	高	高	中
		4	コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	高	高	高	中	低	高	中
		NA	規制対応	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		4	先進性・正当性アピール	中	中	高	高	高	NA	中
【1-MBH/MFH-2】 セルの大容量化 (MFH 大容量伝送)	4	5	相互接続	高	高	中	高	高	高	高
		5	コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	高	高	高	中	高	高	高
		3	規制対応	高	NA	低	NA	NA	NA	NA
		4	先進性・正当性アピール	中	中	高	高	低	NA	高
【1-MBH/MFH-3】 スモールセル化 (スモールセルへの効率的伝送)	5	5	相互接続	高	高	中	高	高	高	高
		5	コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	高	高	高	高	低	高	高
		NA	規制対応	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		4	先進性・正当性アピール	高	低	高	高	高	NA	高
【4-MBH/MFH-1】 更なる低遅延化 (伝送各区間の更なる低遅延化)	3	3	相互接続	中	高	中	低	低	高	高
		NA	コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		NA	規制対応	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		3	先進性・正当性アピール	中	高	中	低	低	高	高
【5-MBH/MFH-1】 装置の大容量化 (MBH 伝送装置の省電力化)	4	4	相互接続	中	高	中	高	中	中	中
		4	コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	高	中	中	高	中	高	中
		3	規制対応	中	中	NA	NA	NA	NA	NA
		4	先進性・正当性アピール	高	NA	中	高	中	NA	中
【5-MBH/MFH-2】 装置の大容量化 (MFH 伝送装置の省電力化)	4	5	相互接続	中	高	中	高	中	中	高
		5	コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	高	高	中	高	中	高	高
		3	規制対応	中	中	NA	NA	NA	NA	NA
		5	先進性・正当性アピール	高	NA	中	高	高	NA	高
【5-MBH/MFH-3】 スモールセル化 (MBH/MFH における新たな伝送方式)	5	4	相互接続	中	高	中	高	高	中	高
		5	コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	高	高	中	高	高	高	高
		5	規制対応	中	大	NA	NA	NA	NA	高
		5	先進性・正当性アピール	高	NA	中	高	高	NA	高

MBH/MFHでは、大容量化・スモールセルの効率的伝送・低遅延化・省電力化・新たな伝送方式が技術課題であり、これらを標準化目的に応じて評価した結果、MFHの大容量化・スモールセルへの効率的伝送・新たな伝送方式の技術課題が評価5となり、最も重視すべき標準化課題となった。全体的にも殆どが4以上の結果となり、MBH/MFHは標準化に向けた検討が重要であることがわかる。尚、低遅延化が重要な課題で

あるのに対して、評価点が3なのは、低遅延化の実現方法がMBHにおけるスライスによるパス制御（ネットワーク仮想化）であり、新規性に欠けるためである。

標準化目的で見ると、「相互接続」が高得点であり、大容量化や省電力において、効率化を図るためには、無駄な駆動を制御する新たな方式を採用する必要がある。また、MFHではCPRIによる容量増大を抑えるために機能分割を見直しする必要がある。このため、相互接続目的の標準化が重視すべきものとなる。「コスト高騰回避」はスモールセルの増大によるMFHの配線や装置数が増大するため、PONを活用するなど、構成の見直しと言う観点で標準化が重要となる。「規制対応」は、基地局のエコロジーガイドラインに関するものが少々あるが、その他の規制はなく、殆どが対象外である。

8.3 網管理

技術課題	総合	評価	標準化目的	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
【1-NWM-1】 ユーザスループットの増加と変動（経路・接続先変更方法）	2	2	相互接続	低	高	高	低	低	低	低
		NA	コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		NA	規制対応	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		3	先進性・正当性アピール	低	高	高	中	低	中	低
【1-NWM-2】 ユーザスループットの増加と変動（機能・リソース割当変更方法）	4	3	相互接続	高	低	低	高	低	高	高
		NA	コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		NA	規制対応	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		4	先進性・正当性アピール	高	低	低	高	中	高	高
【6-NWM-1】 社会インフラとしての重要性の高まり（ネットワークリソース割当の高度化）	3	3	相互接続	中	低	低	高	中	高	高
		NA	コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		3	規制対応	低	中	低	高	高	高	中
		3	先進性・正当性アピール	中	低	低	中	中	高	高
【7-NWM-1】 MVNO事業者の増加、多様化（ネットワーク仮想化基盤）	4	3	相互接続	高	低	低	高	低	高	高
		NA	コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		NA	規制対応	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		4	先進性・正当性アピール	高	低	低	高	中	高	高
【9-NWM-1】 網オペレーションの多様化（各種規定）	3	4	相互接続	高	中	中	高	低	中	高
		2	コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	低	中	中	低	低	低	中
		2	規制対応	中	中	高	低	低	低	中
		3	先進性・正当性アピール	高	中	中	中	低	中	高
【9-NWM-2】 網オペレーションの多様化（トラストドメイン間の共有情報）	3	3	相互接続	低	高	高	低	低	中	中
		2	コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	中	中	中	低	低	低	中
		2	規制対応	中	中	高	低	低	低	中
		3	先進性・正当性アピール	高	高	高	低	低	中	中
【10-NWM-1】	4	4	相互接続	高	高	低	高	中	高	高

アプリケーションの多様化、MVNO事業者の拡大（新サービスの迅速性確保）	4	コスト高騰回避・安定調達・市場拡大	高	高	低	高	中	高	高
	NA	規制対応	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	4	先進性・正当性アピール	高	中	低	高	中	高	高

網管理に係る課題のうち、5段階で総合評点4となった課題は【10-NWM-1】サービス更新時のダウンタイムゼロ化であり、本課題はNFV等の適用が前提となるため、既存専門委員会における継続検討を実施することが好適と考える。

また、コアネットワーク、MBH/MFHと共通する課題は基本的に既存専門委員会における継続検討を実施することが好適である。

特に【9-NWM-1】セキュリティ/リモートアテストーション、トラストドメインの規定及び【9-NWM-2】トラストドメインの間の情報共有および信頼関係の構築に関しては、移動網特有の事項ではないため、固定網及び外部オペレータ・アドミニストレータを含めた検討体制で規定すべき項目の洗い出しを行った後、具体的な標準化項目を決定することが必要である。

【6-NWM-1】アクセス規制メカニズム、利用可能なネットワークリソース割当の高度化に関しては、商用ネットワークに関する検討は国際標準化機関(3GPP等)での検討が行われており、TTCでも既存専門委員会で取り扱っているため、今後も継続していくことが好適である。但し、超災害という観点(Public Safety)においては、規制動向(行政指導)及びPPDR対応が他国と異なっていることから国内独自の検討が必要となる可能性がある。特にVHF帯域のPPDRシステムは日本独自であり、無線インタフェースのみARIB STD-T103として標準化されているが、地方公共団体等による運用となっており、標準化範囲の明確化及び5Gとして統合したシステムの対象とすることが好適かからの検討が必要である。

5段階で総合評点2となった【1-NWM-1】トラフィックに応じた経路、接続先変更に関しては、Mesh TypeのCell構成とHet-RAT Cell構成のAnchor Pointの動的構成を採用する場合には、Network構成の明確化から行う必要があり、Network Architecture Model, Network Reference Model等の規定が必要となるため、現状担当する委員会等が無い。又、そのユースケースがMBH/MFH経路の固定/無線を含めた動的割当て、中継伝送路における他サービス/他事業者との共同運用等を含めて考えるのかが不明確であることから、要求条件の有無及び明確化から始める必要がある。

9 結論と提言

本文書は、TTC「将来のモバイルネットワークに関する検討会」ホワイトペーパーで抽出した技術課題に対して、主にTTCとしての立場から今後重視すべき標準化課題を抽出すべく、将来モバイルネットワークを構成する、コアネットワーク、MBH/MFH、および、網管理の3つの技術領域に分け、分析した結果を集約した。分析を進めるにあたり、4.1節で述べた4つの標準化目的に沿って、4.2節で述べた7つの評価軸で定量的な評価を試みた。分析の結果、今後重視すべきと考えられる標準化課題について、技術領域毎に以下に提言をする。

コアネットワーク

長期的なトラフィック増大に対する効率的なトラフィック処理の必要性、低遅延性を要求するサービスへ対応すべく、エッジコンピューティング技術が、重視すべき標準化課題として抽出された。エッジコンピューティング技術は、既存のコアネットワーク等のアーキテクチャへのインパクトが無視できない一方で、新サービスの創出など産業的なインパクトも大きいと分析された。また、ETSI ISG MECなどにおいて標準化検討が既に着手されていることなども鑑み、比較的短期的（～2018）な標準化課題と捉える必要があるとも考えられる。以上のことから、特に先進性・正当性アピールという標準化目的の観点から、エッジコンピューティング技術の重要性が高いと分析されたため、早期に標準化検討を進めるべきである。

MBH/MFH

スモールセル化、および、セル毎大容量化を背景として、大容量伝送技術、スモールセルへの効率的伝送技術、新たな伝送方式の3つが、重視すべき標準化課題として抽出された。これら3つの課題は、大容量化と回線数の肥大化を鑑み、効率的なトラフィック収容と省電力化などが求められるため、特に、大規模化に対応したコスト高騰の回避や安定調達といった目的での標準化が重視されるとの分析に至った。一方で、市場の拡大も期待される課題でもあり、翻って相互接続性の担保も、重要な標準化目的と分析された。新たな伝送方式に関する標準化に関しては、日本の強みを更に発揮すべき観点から、国際的な先進性アピールという効果も期待される。よって、大容量伝送技術、スモールセルへの効率的伝送技術、新たな伝送方式の3つについては、重点的に標準化検討を進めるべきである。

網管理

サービスの短ライフサイクル化、それに伴う、サービス更新時のダウンタイムゼロ化の必要性やMVNO事業の増加や多様化を背景として、新機能・新サービス提供の迅速性確保技術が、重視すべき課題として抽出された。この課題の実現のためには、SDN/NFVを始めとするネットワーク仮想化基盤技術による、スケラブルかつリアルタイム性の高い網管理技術に関わる標準化が対象となり、網管理コストの高騰回避が、重要な標準化目的であるとの分析となった。一方で、既に検討が進んでいるETSI ISG NFVや3GPP等の更なる推進や新サービス創出などの視点での検討を通じて、産業インパクトや市場拡大も期待される。よって、新機能・新サービス提供の迅速性確保技術を重点的に標準化検討すべきである。

今回の分析作業を進める上では、網管理やセキュリティ課題など、将来モバイルネットワーク全体に関わると共に事業者やユースケースへの依存性が高いものについては、現時点では必ずしも高評価としていないものが存在する。しかしながら、今後の実証実験などの通じた実現手法やユースケースの明確化を通じて、重要性が高まる可能性は想定される。

Annex A 「将来のモバイルネットワークに関する検討会」フェーズ2 参加者一覧

	役職	会員会社名	氏名
1	リーダー	KDD I 株式会社	林 通秋
2	サブリーダー	株式会社NTTドコモ	榮 浩三
3	委員	KDD I 株式会社	田上 敦士
4	委員		山田 明
5	委員	エヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株式会社	今中 秀郎
6	委員	ソフトバンク株式会社	横田 大輔
7	委員	ノキアソリューションズ&ネットワークス株式会社	千葉 恒彦
8	委員	沖電気工業株式会社	鹿嶋 正幸
9	委員	華為技術日本株式会社	滝広 眞利
10	委員	株式会社NTTドコモ	巳之口 淳
11	委員		興水 敬
12	委員	株式会社日立製作所	松原 大典
13	委員		石川 禎典
14	委員	国立研究開発法人 情報通信研究機構	Ved Kafle
15	委員		井上 真杉
16	委員		久利 敏明
17	委員	三菱電機株式会社	小崎 成治
18	委員		西谷 隆志
19	委員		長谷川 史樹
20	委員	日本電気株式会社	岩井 孝法
21	委員		江川 尚志
22	委員		田村 利之
23	委員		姫野 秀雄
24	委員	日本電信電話株式会社	王 寛
25	委員		可児 淳一
26	委員		河村 憲一
27	委員		後藤 良則
28	委員		小池 新
29	委員		輪木 博
30	委員		富士通株式会社
31	委員	相川 慎一郎	
32	委員	長谷川 一知	
33	委員	武智 竜一	
34	企画戦略委員	株式会社NTTドコモ	岡川 隆俊
35	企画戦略委員	KDD I 株式会社	古賀 正章
36	TTC 事務局	TTC 事務局	斧原 晃一