

5G等の導入を見据えた電波防護規制に関する各国の動向

2018年2月20日

5Gにおける電波防護規制での主な論点

■ 高周波帯の電波の活用



- 高周波帯の電波の生体への影響
- 高周波の電磁界ばく露制限値の在り方
- 高周波帯のデバイスの適合性評価方法

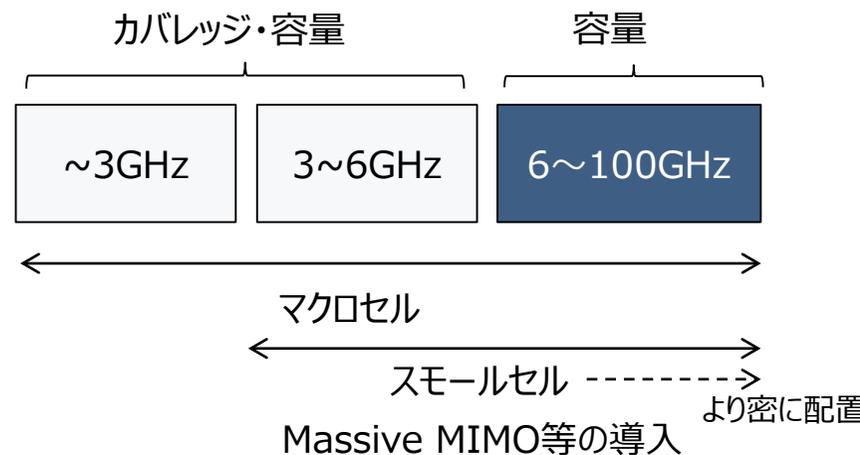
■ スモールセルの導入

- スモールセルの設置に対する規制の在り方

■ その他

- 新たなユースケースへの対応
- Massive MIMO等のアンテナ技術への対応

5Gで利用される周波数帯



5Gネットワークのイメージ



米国の動向①:RF電磁界ばく露制限の見直しプロセス

- 米国における電磁界ばく露制限のFCC規則は、連邦規則集（CFR）の「第47編電気通信」のPart 1 - §1.1307(b), §1.1310; Part2 - §2.1091, §2.1093に規定されている。
- 2013年3月にFCCが公表した文書FCC13-39では、将来のRF電磁界ばく露制限の在り方に関して、以下に示すような論点で一般から調査告示（意見募集）を行っており、現在もFCC内部での検討が続いている。

2013年の調査告示(RF Inquiry)における主な論点

- 現状のRF電磁界ばく露制限値（含む各種条件）の妥当性
- RF電磁界ばく露に関して、製造者等が消費者に提示すべき情報とその提示方法
- （制限値の設定以外の）ばく露低減のための方策
- RF電磁界ばく露の評価方法の妥当性
- 端末と人体が密着した状態での測定方法の是非

米国の動向②5G向け周波数帯の開放

- FCCは、2016年7月に、24GHz以上の5G向け周波数帯の運用規則（FCC 16-89）を採択し、世界に先駆けて**5G向けの周波数帯(28GHz, 37GHz, 39GHz, 64-71GHz帯)を開放**することを正式に決定。
- 同運用規則の案に対する意見募集に際しては、電磁界ばく露制限に関して業界団体や機器メーカー等から7件の意見提出があり、多くは以下の点に関する内容であった。
 - ① 電磁界のばく露の制限値がSARから入射電力密度に遷移する周波数における評価の不整合、国際ガイドライン・国際標準間における制限値の条件の違いに関する指摘（次頁参照）
 - ② 現状の制限値に準拠するためのデバイスの評価方法に対するガイダンスの要求
- FCCは5G向け周波数帯の電磁界ばく露規制について、①のような課題があることは認識しているとしつつ、現時点で5G向けに新たな制限値を導入することはなく、制限値の見直しは、引き続き前述の2013年からの調査告示のプロセスで検討するとしている。
- 一方、②のデバイスの適合性評価方法に関しては、調査告示の検討と並行して、FCCの工学技術局(OET)から発行されるガイダンス(KDB)により示されるとしている。（5GのMIMOアンテナの評価方法についても同様にガイダンスが示されるとしている。）

(参考) 国際ガイドライン・国際標準間の不整合

- 国際ガイドライン・国際標準等の中で、既存のSARと入射電力密度の境界周波数における評価の不整合や制限値の条件の違いに起因する不一致性が課題となっている。

境界周波数前後における制限値の比較

		ICNIRP	IEEE	FCC
境界周波数 (GHz)		10	3	6
電力密度制限値 (W/m ²) ※境界周波数以上で適用	全身	10 (20cm ² 平均) かつ 200 (1cm ² 平均)	10 (f ≤ 30 GHz : 100λ ² 平均) (f ≥ 30 GHz : 100cm ² 平均)	10 (空間ピーク)
	局所		18.56 f ^{0.699} (f ≤ 30 GHz : 空間ピーク) 200 (f ≥ 30 GHz : 空間ピーク)	
SAR制限値 (W/kg) ※境界周波数以下で適用		2 (10g平均)	2 (10g平均)	1.6 (1g平均)

- EU加盟国における電波防護規制は、電磁界の公衆ばく露に関する理事会勧告1999/519/ECおよび職業ばく露に関する新EU指令2013/35/EU（旧EU指令2004/40/ECは2013年6月29日に廃止）に沿って行われる。
- 職業ばく露に関する新EU指令2013/35/EUにより、各加盟国は同指令に適合する国内の法令、規則、管理規定等を2016年7月1日までに整備・制定するよう要求されており、英国、ドイツ、フランスほか主要国で国内法化が完了している。
- 2016年9月に公開された欧州委員会の5Gのアクションプラン※1および同月に公開された欧州電気通信法典（EEC Code）※2のドラフトでは、スモールセルの設置に際して、上記の電磁界ばく露の規制への準拠が各国協調した手続きで実施されるよう求めている。
- 上記の点については、スモールセル導入の迅速化の観点で、通信事業者の業界団体からも強く要望が出ている。具体的には、規制が国際標準(IEC 62232 Ed.2.0等)で示されている国際的に整合されたスモールセルのクラス分類に沿って行われるよう求めている。

※1 欧州委員会 “5G for Europe: An Action Plan”(2016)

※2 既存の欧州の電気通信に関する規制パッケージTelecom packageを置き換えるもの

(参考) スモールセル製品導入クライテリア (IEC 62232 Ed.2.0より)

SIMPLIFIED INSTALLATION RULES					
<p>From IEC 62232 Ed.2.0</p> <p>Installation must be done according to instructions from the manufacturer or entity putting into service</p>					
Installation class	E0	E2	E10	E100	E+
Total EIRP	N/A	$\leq 2\text{ W}$	$\leq 10\text{ W}$	$\leq 100\text{ W}$	No limit
Minimum height above walkway	None	None	2.2 m	2.5 m	H_m (calculation)
Exclusion zone	None, touch compliant	Provided in manufacturer's instructions Small D_m not shown on the picture		Provided in manufacturer's instructions D_m in main lobe direction	
Check pre-existing RF sources	N/A	N/A	N/A	$5D_m$ in main lobe direction D_m in other directions	

出所) Small cell forum/GSMA "SCF012 Simplifying Small Cell Installation Harmonized Principles for RF Compliance"(2017)

(参考) スモールセル導入による端末からの電磁界ばく露に関する検証



- 低出力のスモールセルが屋内・屋外に適切に配備されることで、カバレッジや容量向上とともに、ユーザ端末の送信出力が抑えられる効果が期待される。
- フランス食品環境労働衛生安全庁(ANSES) がサポートし、Telecom ParisTechが中心となり実施した検証が2017年に報告されている。
 - 街中でLTEのスモールセル基地局（最大出力4W、3mの高さに設置）を稼働させた場合とさせない場合（従来のマクロセル基地局のみ）の周辺環境におけるユーザ端末の出力を測定。
 - スモールセル稼働時の方がマクロセルのみの場合よりも、平均で6dB、中央値では9dB出力が抑制された。

※1 Kamil BECHTA, "RF exposure impact on 5G rollout A technical overview," ITU Workshop on "5G, EMF & Health" , December 2017

※2 T. Mazloum et al, "Assessment of RF Human Exposure to LTE Small-And Macro-Cells: UL Case," EuCAP'17, March 2017

韓国の動向①：平昌オリンピックにおける5Gサービス実証

- 2018年の平昌オリンピックで、KTが中心となり5Gサービスの大規模な実証実験を実施。
- 5Gサービスは、“PyeongChang 5G Specification”に基づき、KTのネットワーク、Samsungのデバイス、Intelの5Gプラットフォームで構成。
- オリンピック期間中、5G技術の特徴（超高速・超低遅延・多数同時接続）を生かした様々な5Gサービスを提供。

平昌オリンピックで提供される5Gサービス

State-of-the art 5G services via 5G Network

Interactive Time Slice	競技会場に設置された100台以上のカメラにより、見たい映像とアングルを自由に選択して視聴。
Omni View	クロスカントリー競技のコース内に設置された5Gモジュール搭載カメラと選手に装着された超小型GPS装置により、競技中の選手をリアルタイムにマルチアングルでトラッキング。
Sync View	ボブスレーの先端に装着されたUHDカメラSync CAMにより、競技者の目線の高画質ビデオストリーミングでリアルタイムに競技を体験。
360° VR	360°カメラでとらえた競技映像をVRヘッドマウントディスプレイで視聴。
5G Bus	5G通信機器が搭載された自動運転バス。
5G Safety	インテリジェントな顔認識システムを備えたセキュリティ監視サービス。



PyeongChang 5G Specificationの概要

スループット	Max.20Gbps
レイテンシー	~1ms (Downlink/Uplink)
周波数帯	28GHz帯 (帯域幅800MHz)
変調	OFDMベース
MIMOサポート	ハイブリッドビームフォーミング

韓国の動向②：SKテレコムの5G実証

- 韓国移動体通信最大手のSKテレコムもSamsung等と協力して様々な5Gの実証試験を実施している。

SKテレコムの主な5Gの実証試験

2017.6	Samsungと共同で、3.5GHz帯の5G NR (New Radio) ※の試験を実施し、1Gbps以上の速度、1.2ms以下の遅延を確認。
2017.9	Samsungと共同で、屋外環境における4G LTE (2.6GHz) と5G (3.5GHz/28GHz) のシームレスな相互連携技術の試験を実施。
2017.11	3.5GHz/28GHzで屋内向けリレーピータの試験を実施し、最大4Gbpsの性能を確認。
2018.2	韓国交通安全公団と共同で28GHz帯の5G通信を使った自動運転車の試験を、京畿道華城市の自動運転テスト都市「K-City」で実施。

5G Mobile Infrastructure Vehicle Co-development

- First release of 5G mobile infrastructure vehicle co-developed with Ericsson-Intel
- Infrastructure and service for 5G service are all included

World's First 5G Federated Network Slicing Technology Development

- Succeeded in interoperability demonstration with Deutsche Telekom 5G Lab upon joint-development with Deutsche Telekom and Ericsson
- Provided equal quality 5G network service domestically and internationally, through virtualized network

Present Early Stage 5G Commercialization Blueprint to NGMN

- Success story announcement at *NGMN (Next Generation Mobile Networks) including 'World's first LTE-5G equipment and frequency connection'
- Revealed 5G research results to other carriers for early stage 5G standardization, commercialization and ecosystem expansion

Low Latency Technology Development

- Successfully reduced the latency between LTE handset and base station from 25ms to 2ms, together with Nokia

Self-Driving Car Successfully Test Runs 26 kilometers

- Traveled 26 kilometers in real traffic conditions at a speed of up to 80 kilometers
- Applied 5G based V2X (Vehicle to Everything) and HD Map during test run

Smart City Deployment Using LoRa

- 5G infrastructure deployment at autonomous driving test city 'K-City'
- Provides services such as GPS-based location tracking, LPG, water and gas remote meter, and fine dust monitoring

SK telecom

出所) SK Telecom

※5G向けに3 GPPPで規定される新たな無線方式

その他：豪州の動向

- オーストラリア放射線防護・原子力安全庁（ARPANSA）は2017年に、電磁界の人体への健康影響に関する今後の研究課題を示したテクニカルレポートを発行※1。
- 研究が必要な課題の1つとして、ミリ波スキャナや5G等の6GHz以上の周波数帯で利用される技術に対して、同周波数帯の電波の人体への健康影響や、既存の電波防護制限値の妥当性について、研究が必要としている。
- また、ARPANSAでは現在改訂作業が進められているWHOのEHCとICNIRPガイドラインの発行が2018年以降に予定されていることを見越して、これらの改訂に伴うオーストラリアの電磁界防護規制（RPS3: Radiation Protection Series No. 3）のレビュープロセスを近々に開始する予定※2。

※1 ARPANSA, “Radiofrequency Electromagnetic Energy and Health: Research Needs” (June, 2017)

※2 WHO International EMF Project Report on EMF activities in Australia during 2016-2017



株式会社三菱総合研究所