

# 5G通信に対応した移動端末の開発

移動機開発部

井上 雄策

小熊 優太

太郎田 智史

プロダクト部

稲垣 徹也

劉 ヨンチョル

佐藤 直也

5Gの導入により、移動端末は「高速・大容量」「低遅延」を活かした、より快適な通信が利用可能となった。一方で、今後もトラフィック量の増大が予想されており、スループットのさらなる向上が求められるため、ドコモは、5G新規周波数帯と既存の4G周波数帯を組み合わせたEN-DCを検討してきた。本稿では、5G新規周波数対応に伴い、新たに開発した移動端末の概要、RF構成、標準化試験手法、発熱対策、および今後のドコモの移動端末開発の取組みを解説する。

## 1. まえがき

2019年4月に第5世代移動通信システム（5G）の新規周波数割当てが総務省より発表され、ドコモに3.7GHz帯（3.6～3.7GHz）、4.5GHz帯（4.5～4.6GHz）、28GHz帯（27.4～27.8GHz）の周波数帯が新たに割り当てられた。ドコモは、5G新規周波数帯と既存の4G周波数帯を組み合わせたEN-DC（Evolved

Universal Terrestrial Radio Access Network New Radio Dual Connectivity）<sup>\*1</sup>により、2020年3月に受信最大3.4Gbpsでサービスを開始し、同年9月に受信最大4.1Gbpsの対応を行った。

本稿では、5Gの新規周波数帯の導入により、ドコモが行ってきた技術開発の取組みとして、3GPPにおける標準仕様策定への貢献、5G新規周波数帯と既存の4G周波数帯を組み合わせたEN-DCを実現

©2020 NTT DOCOMO, INC.

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

本誌に掲載されている社名、製品およびソフトウェア、サービスなどの名称は、各社の商標または登録商標。

<sup>\*1</sup> EN-DC：5G NSA運用のためのアーキテクチャ。4G無線でRRC connectionを行い、追加の無線リソースとして加えて5Gを用いる。

するRF（Radio Frequency）<sup>\*2</sup>構成について解説するとともに、5Gで新規に導入された28GHz帯の標準試験手法を解説する。また、移動端末の消費電力の増加に伴い発熱量も増加するため、ユーザが安心して移動端末を利用できるよう導入した発熱対策を解説する。

## 2. 5G端末の特徴

5Gにおける移動端末のバリエーションは多岐にわたっている。それらはスマートフォン、モバイルWi-FiルータやCPE（Customer Premises Equipment、屋内ルータ）といったデータ通信端末や通信モジュールである。これまでのLTEから進化したモデルであり、5G対応機種としてユーザは高速・大容量、低遅延、多端末接続によって、よりリアルタイムに、より臨場感が体験できるようになる。

ドコモは、5Gサービス導入期において、新たな体験の普及をめざし5G対応機種としてSub6<sup>\*3</sup>+LTE対応スマートフォン4機種、mmW（millimeter

Wave）<sup>\*4</sup>+Sub6+LTE対応スマートフォン2機種、Wi-Fiルータ1機種の合計7機種を提供している（図1）。スマートフォンの2020春夏新商品のハイスペックモデルはすべて5G対応であり、Sub6対応モデルでは下り最大3.4Gbps、上り最大182Mbpsのスループット、mmW対応モデルでは下り最大4.1Gbps、上り最大480Mbpsのスループットを実現する。また端末スペックとして、ディスプレイ：OLED（Organic Light Emitting Diode）主流・最大限の狭額縁化、電池：さらなる大容量化、カメラ：多眼化・AI活用、CPU/GPU：高性能化と省電力の両立、メモリ：RAM10GB超などの要素技術の進化も著しい。

今回5G端末では、「LTEからの進化」と、「新たな体験を実現するハブとしての連携機能」を意識・体现した実装としている。

まず、LTEからの進化では、5G通信を活かしたeスポーツなどのリアルタイム性の向上、スポーツ観戦のマルチアングル視聴、8K動画撮影／共有などのユースケースを実行可能な処理スペック、ディスプレイサイズ、電池容量などを実現している。

|      | AQUOS R5G                                                                                | Galaxy S20 5G                                                                            | LG V60 ThinQ 5G                                                                          | Xperia 1 II                                                                              | Galaxy S20+5G                                                                                    | arrows5G                                                                                          | Wi-Fi STATION (SH)                                                                                |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | ハイスペックモデル                                                                                | ハイスペックモデル                                                                                | ハイスペックモデル                                                                                | ハイスペックモデル                                                                                | ハイスペックモデル                                                                                        | ハイスペックモデル                                                                                         | ハイスペックモデル                                                                                         |
| 端末外観 |  Sub6 |  Sub6 |  Sub6 |  Sub6 |  mmW<br>Sub6 |  mmW<br>Sub6 |  mmW<br>Sub6 |
| 発売日  | 2020年3月25日                                                                               | 2020年3月25日                                                                               | 2020年5月11日                                                                               | 2020年6月18日                                                                               | 2020年6月18日                                                                                       | 2020年7月30日                                                                                        | 2020年6月1日                                                                                         |

図1 2020春夏新商品5G対応端末

\*2 RF：無線回路部。

\*3 Sub6：周波数帯域の区分の1つ。3.6GHzから6GHzの周波数をもつ電波信号。

\*4 mmW：周波数帯域の区分の1つ。30GHzから300GHzの周波数をもつ電波信号。

ハブとしての連携機能では、多様な周辺機器との接続のために、特に外部インタフェースの機能の充実を図っている。具体的にはUSB Type-C<sup>\*5</sup>のDisplay port<sup>\*6</sup>搭載やWi-Fi 6 (IEEE 802.11ax<sup>\*7</sup>) テザリングの搭載によるコネクティビティやEnd - Endでの通信速度の向上であり、接続された周辺機器でも5G体験ができる環境を実現している。

### 3. 5G実現のための端末無線部構成

#### 3.1 周波数対応

3GPP標準仕様では、周波数帯は大きく下記2つの周波数レンジに分類される。

- ・FR1 (Frequency Range 1) : 450~6,000MHz
- ・FR2 (Frequency Range 2) : 24,250~52,600MHz

FR1は、既存4G周波数帯と同一の周波数帯域および5G向け新規の周波数帯域の2つで構成される。日本で5G向けに新規に割り当てられた周波数帯域は、3.7GHz帯 (n77, n78)、4.5GHz帯 (n79)、28GHz帯

(n257) である。n77, n78, n79, n257はそれぞれNR向けに定義されたTDD周波数帯域を表す。そのうち、ドコモに割り当てられた周波数は図2に示す通り、3.6~3.7GHz、4.5~4.6GHz、27.4~27.8GHzである。なお、既存4G周波数帯を5Gとして使用する場合は国内法は2020年8月27日に施行され、今後の国内での運用が期待されている。

5Gの方式としては、SA (StandAlone)<sup>\*8</sup>、NSA (Non-StandAlone)<sup>\*9</sup>があり [1]、今回の移動端末はNSAに対応している。NSAでは4G周波数帯と5G周波数帯を組み合わせたEN-DC技術を用いている。表1に示す通り、既存の4G周波数帯と3.7GHz帯、4.5GHz帯、28GHz帯を用いたEN-DCの組合せを搭載した移動端末を開発した。3.7GHz帯、4.5GHz帯を用いた場合は下り最大3.4Gbps、上り最大182Mbpsを実現している。28GHz帯を用いた場合は下り最大4.1Gbps、上り最大278Mbpsを実現している。今後上り最大480MHzのスループットが実現予定である。

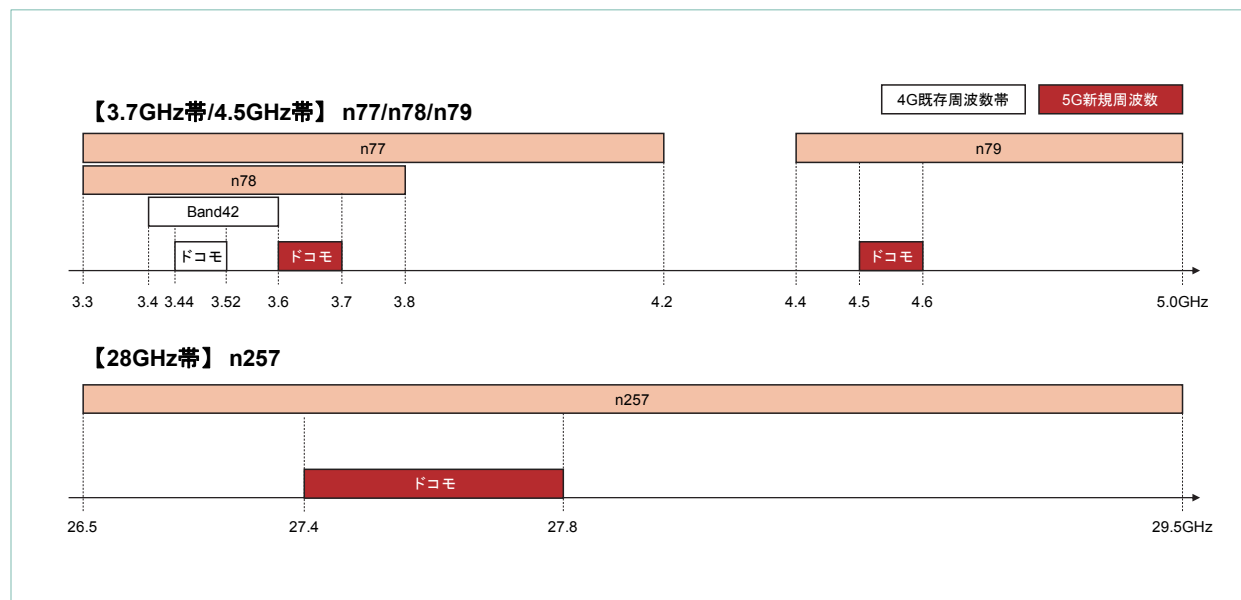


図2 5G新規周波数のドコモ割当て

<sup>\*5</sup> USB Type-C : USB Implementers Forumにて規格化されたコネクタ規格。  
<sup>\*6</sup> Display port : Video Electronics Standards Associationが策定した映像出力インタフェース規格。  
<sup>\*7</sup> IEEE 802.11ax : IEEEで規定された無線規格。2.4GHz帯と5GHz帯の周波数を利用し、9.6Gbit/sの転送速度をサポートする。

<sup>\*8</sup> SA : スタンドアローン方式。端末が単独の無線技術を用いて移動通信網に接続する形態。

<sup>\*9</sup> NSA : ノンスタンドアローン方式。端末が複数の無線技術を用いて移動通信網に接続する形態。

表1 EN-DCバンド組合せの一例

| EN-DCバンド組合せ               | 周波数帯                                                                   |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Band 1+n78                | 2GHz (20MHz) +3.7GHz (100MHz)                                          |
| Band 1+n79                | 2GHz (20MHz) +4.5GHz (100MHz)                                          |
| Band 1+n257               | 2GHz (20MHz) +28GHz (400MHz)                                           |
| ...                       | ...                                                                    |
| Band 1+Band 3+Band42+n78  | 2GHz (20MHz) +1.7GHz (20MHz) +3.5GHz (20MHz×3) +<br>3.7GHz (100MHz) ※1 |
| Band 1+Band 3+Band42+n79  | 2GHz (20MHz) +1.7GHz (20MHz) +3.5GHz (20MHz×3) +<br>4.5GHz (100MHz) ※1 |
| ...                       | ...                                                                    |
| Band 1+Band 3+Band42+n257 | 2GHz (20MHz) +1.7GHz (20MHz) +3.5GHz (20MHz×3) +<br>28GHz (100MHz) ※2  |

※1 3.4Gbps到達時のEN-DCバンド組合せ

※2 4.1Gbps到達時のEN-DCバンド組合せ

### 3.2 端末無線部構成実現法

日本は3.7GHz帯と4.5GHz帯の双方の周波数帯域を割当予定であったため、3.7GHz帯と4.5GHz帯の共存を3GPP標準化会合にて議論した。周波数バンド間を保護する従来規定をそのまま3.7GHz帯と4.5GHz帯に適用すると、周波数バンドが近接している点、高周波数帯である点から、相互保護のための移動端末送信電力の低減による上りカバレッジの縮小、あるいは、高価なフィルタ搭載によるコスト高が懸念された。そのため、ドコモは国内他事業者と、3.7GHz帯と4.5GHz帯間の干渉検討を実施し、干渉影響の生じない範囲で、送信電力の低下や高価なフィルタ搭載を必要としない適切な保護規定を検討した。3GPP標準化会合において、国内事業者連名で上記保護規定の提案を合意し、上りカバレッジの確保と安価なデバイス実装を実現した。これにより、低損失・低コストのLCフィルタ<sup>\*10</sup>で標準仕様を満たせることとなった。

EN-DCを実現する代表的なRF構成を図3に示す。EN-DCを実現するためには、2つの周波数帯を分離し

て同時通信を可能にする必要があり、その実現方法は2つに分類される。1つはアンテナ直下に複数の周波数範囲を低損失で分離するフィルタ（分波器<sup>\*11</sup>）を配置する方法である（Low band<sup>\*12</sup>、Mid band<sup>\*13</sup>、Ultra high band<sup>\*14</sup>（4.5GHz帯）の分離）。もう1つは、同時通信するそれぞれの周波数でアンテナを分離する方法（Ultra high band（3.7GHz帯）の分離）である。分波器を使用する方法では、いかにデバイスの通過損失による信号の電力低下を抑えるか、アンテナを分離する方法では、アンテナの実装面積が大きくなるため、いかに大きさを抑えるかが技術的課題である。3.7GHz帯・4.5GHz帯は標準仕様上で受信アンテナは4本搭載が必須となるため、前述の課題もふまえて、RF構成を工夫して実装している。

## 4. 5G端末のFR2 RF性能評価

NRで規定されたmmWの周波数帯（3GPPにおけるFR2の周波数帯）に関する、移動端末におけるRF性能の評価手法について以下に解説する。

\*10 LCフィルタ：フィルタの一種。干渉信号に対する減衰特性が比較的緩やかであるが、低損失・低コストで実装可能。

\*11 分波器：複数の周波数帯を低損失で分離するフィルタである。2つの周波数帯を分ける分波器をDiplexer、3つの周波数帯を分ける分波器をTriplexerと呼ぶ。Diplexerの場合は、Low Pass Filter（低周波数側を通過帯域とし高周波数側を減衰帯域とし

たフィルタ）とHigh Pass Filter（高周波数側を通過帯域とし低周波数側を減衰帯域としたフィルタ）から構成される。

\*12 Low band：ドコモの使用するバンドではBand 28（700MHz帯）、Band 19（800MHz帯）が該当する周波数帯。

## 4.1 FR2 RF性能評価手法

FR2では送受信機とアンテナの一体化に伴い、コネクタでの測定ができないことから、RF仕様規定としてOTA (Over The Air)<sup>\*15</sup>規定が導入された。OTA規定では、アンテナ特性を含めたビーム方向における等価等方放射電力 (EIRP: Equivalent Isotropic Radiated Power)<sup>\*16</sup>、装置から放射される全電力を規定する総合放射電力 (TRP: Total Radiated Power)、および等価等方感度 (EIS: Equivalent Iso-tropic Sensitivity)<sup>\*17</sup>が定義されている [1]。

Release 15における3GPP標準仕様では、EIRP、TRP、EISの測定を実現するため、DFF (Direct Far Field)<sup>\*18</sup>、IFF (Indirect Far Field)<sup>\*19</sup>、およびNFTF (Near field to Far Field)<sup>\*20</sup>の3つの測定系が定義された。現在は、比較的に小型な試験系で実現可能な、IFFの測定手法が普及している。以下では、IFFの測定手法であり、FR2のRF性能評価の測定系である、CATR (Compact Antenna Test Range) について解説する。

CATRの概略図を図4に示す。EIRPやTRP、EIS

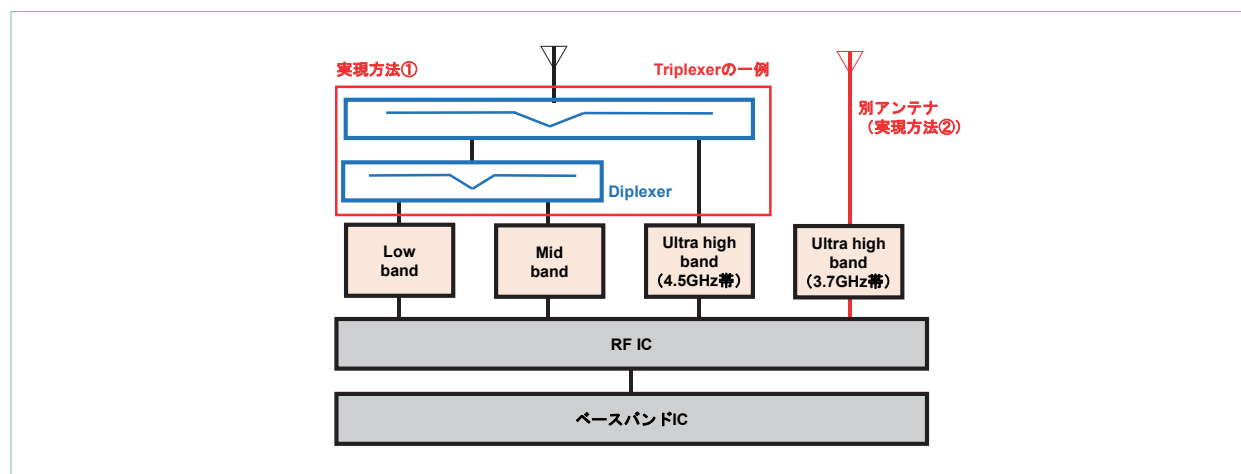


図3 RF構成の一例

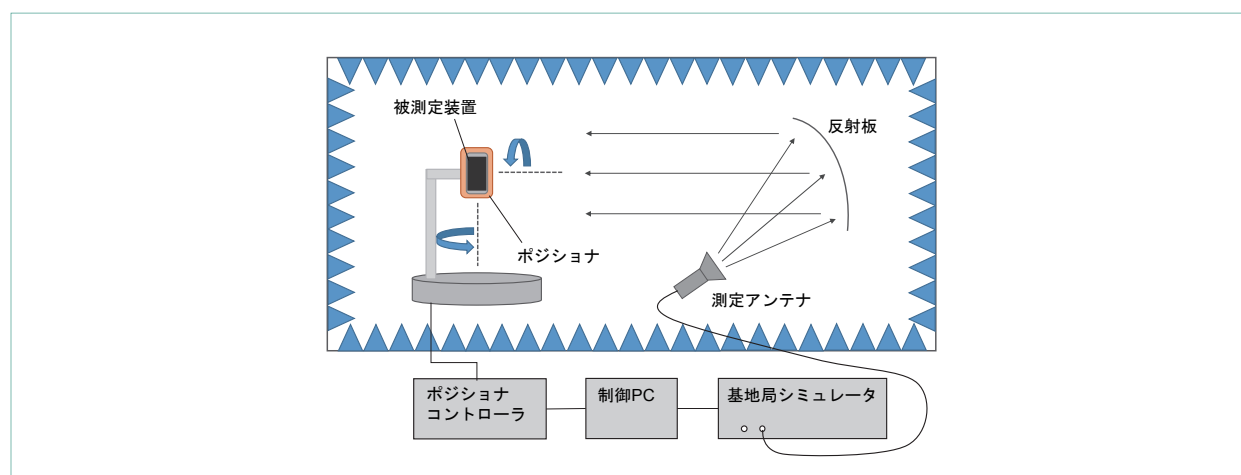


図4 CATR概略図

\*13 Mid band: ドコモの使用するバンドではBand 21 (1.5GHz帯)、Band 3 (1.7GHz帯)、Band 1 (2GHz帯) が該当する周波数帯。

\*14 Ultra high band: ドコモの使用するバンドではBand 42 (3.5GHz帯)、Band n77/n78 (3.7GHz帯)、Band n79 (4.5GHz帯) が該当する周波数帯。

\*15 OTA: 測定アンテナと対向し、基地局または端末のアンテナで

送信/受信される電波の特性を測定する方法。NRの基地局および端末では、アンテナコネクタをなくした装置構成が定義され、本試験法による規定が設けられた。

\*16 等価等方放射電力 (EIRP): 電波放射空間上に設けられた規定点における送信電力。



のようなアンテナの放射特性の測定では、被測定装置と測定アンテナ間の距離として、被測定装置を設置する地点で平面波<sup>\*21</sup>となる遠方界<sup>\*22</sup>条件を満たす必要がある。遠方界条件を満たす距離は被測定装置のサイズや波長に依存する。一般的なスマートフォン、タブレット端末のサイズを仮定し、例えば28GHz帯について考えると、およそ17m以上の距離が必要となり、測定系が大きくなる。しかし、CATRでは反射板によって球面波から平面波へ変換することで、遠方界条件による制限がなくなり、結果として測定系は小型化される。また、被測定装置と測定アンテナ間の経路が短縮し、経路損失が低減されるため、送受信電力のダイナミックレンジ<sup>\*23</sup>が向上する。

#### (1)EIRP測定手順

図4のポジションに被測定装置を設置し、被測定装置と基地局シミュレータを接続させる。

接続後、被測定装置から放射される電磁波を測定アンテナで受信し、受信電力を測定する。測定された受信電力に対し、伝搬損失<sup>\*24</sup>およびケーブルによる損失などの補正を加えることにより、EIRPを算出する。なお、ポジションは水平方向および垂直方向の2軸を中心軸として回転させることが可能な機構であり、被測定装置と測定アンテナの相対的な方向関係を任意に制御することができる。この機構により、被測定装置を中心とした球面上で、任意の方向におけるEIRPの測定が可能となっている。なお、球面上の測定ポイントはMeasurement gridとして各測定ポイントの間隔が定義されている。また、後述のTRP測定手順と異なり、移動端末の送信ビーム方向を固定せずに試験を実施する。

#### (2)TRP測定手順

測定ポイントの概念は(1)と同様であり、Measurement gridに基づき測定されたEIRPを基にTRPを算出する。ただし、TRP測定の際には移動端末の送信ビームを最大送信ビーム方向に固定し、測定ポイン

トごとに送信ビーム方向が変化しない状態で測定を実施する。

#### (3)EIS測定手順

基本的な測定手順としては(1)と同様であり、被測定装置を中心とした球面上の各測定ポイントにおけるアンテナ利得<sup>\*25</sup>を含んだ受信感度を測定する。具体的な受信感度の定義としては、測定アンテナからの信号を受信し、その際のスループットとして最大値の95%を達成することができる受信電力を指す。

## 4.2 5G端末のFR2における送信受信性能

FR2対応の5G移動端末についてEIRPおよびEISの測定を行った。測定系としては前述のCATRを使用し、各測定ポイントにおけるEIRP値およびEIS値から、Peak値およびSpherical coverage（50%のエリアが満たすEIRP/EIS値）を算出した。また、測定対象のFR2バンドとしてはn257とし、測定ポイントの間隔としては仰角および方位角ともに15°で測定を実施した。

EIRP/EISのPeak値およびSpherical coverage（@50%-tile CDF（Cumulative Distribution Function）<sup>\*26</sup>）の測定／算出結果、およびそれぞれの3GPP仕様値を図5に示す。EIRPおよびEISのPeak値として3GPP標準仕様を満たしていることを確認できる。

## 5. 5G端末の発熱対策

### 5.1 ユーザのあんしん安全

ドコモでは、ユーザのあんしん安全、そして利便性を考慮した移動端末の開発を重視している。特に日本市場においては、移動端末にあらゆる負荷をかけてもやけどをしないことを最低限の条件とした上で、さらに、商品性を損なわないこと、そして、ユーザが利用中に熱いと感じる機会を最大限減らすことを目的に開発している。

\*17 等価等方感度（EIS）：電波受信空間上に設けられた規定点における受信電力。

\*18 DFF：被測定装置と測定アンテナを対抗させる。OTA測定における基本的な測定系。被測定装置と測定アンテナ間の距離として遠方界条件を満たすように設置する必要がある。

\*19 IFF：被測定装置と測定アンテナ間の伝搬経路として、反射板

を介することで球面波を平面波に変換し、疑似的に遠方界を実現する測定系。

\*20 NTF：DFFと同様に被測定装置と測定アンテナを対抗させる測定系。ただし、被測定装置と測定アンテナの位置関係として遠方界条件よりも短い距離で設置し、得られた測定結果を遠方界での測定値へ変換する。

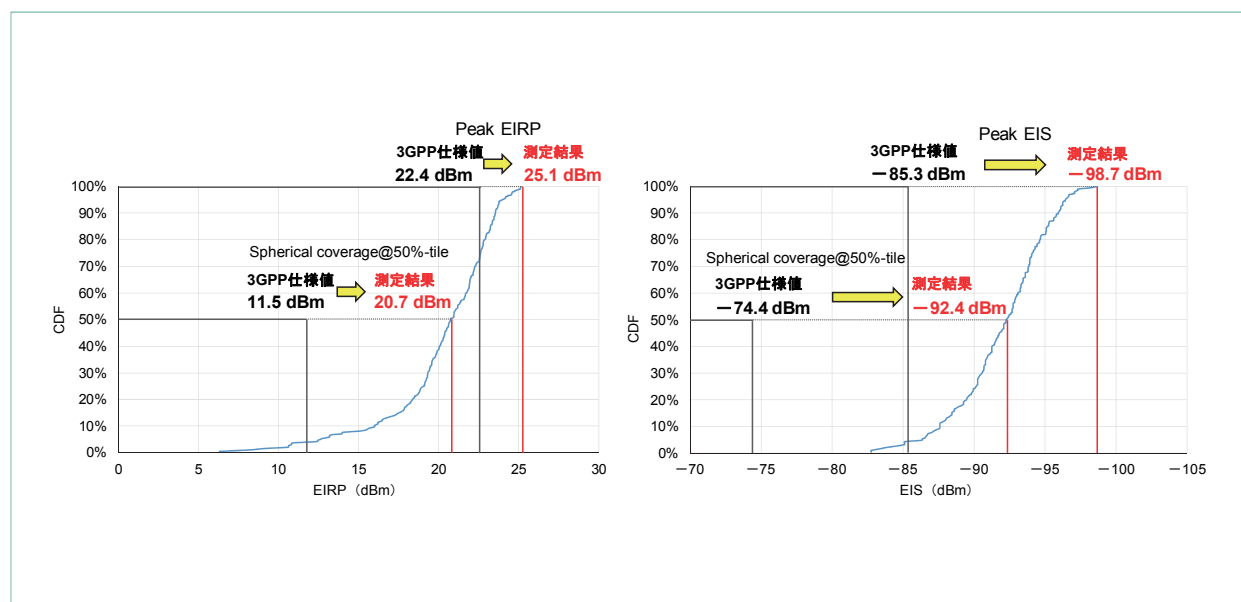


図5 EIRPおよびEISのCDFの測定値

## 5.2 ドコモの温度上昇基準

移動端末がクリアすべき温度上昇基準として、第一に、安全に利用できるよう低温やけどの基準①を設けている。基準温度についてはISO13732-1 [2] が参照され、MCPC (Mobile Computing Promotion Consortium)\*27 [3] にて標準化されている。

さらに、ユーザーが安心して利用できるように（移動端末が熱いと感じないように）、これまでに販売したすべての移動端末に対するユーザーの声をもとに、基準②③を設けている。

### ①低温やけどを防ぐための温度上昇基準

移動端末にかかる最も高い負荷をかけて、利用者が端末表面に接触した場合に、接触部の温度上昇上限値が低温やけどを起こす温度に達しないように設定

### ②通信・通話時の温度上昇基準

通信・通話に関する単機能が実行中の温度上昇の上限値を設定

### ③複合動作時の温度上昇基準

一般のユーザーが遭遇する可能性のある利用

シーンをモデル化し、その条件での温度上昇速度や温度上昇上限値を設定

これらの基準は、LTE対応の移動端末において必須としてきた。5G対応の移動端末の開発においても、通信時に守るべき基準として設定した。

## 5.3 5G端末の発熱

5G対応の移動端末では、下記に示す複数の要因により消費電力が増加傾向にある。

- ・ mmW対応や、広い周波数への対応を行うために、部品の数が増加
- ・ 通信速度の向上、CPU処理速度の向上による部品そのものの消費電力が増加
- ・ 5G通信の恩恵が多いサービス（AR (Augmented Reality)、VR (Virtual Reality)、高品質動画視聴など）に特化したアプリケーションのCPU負荷の増加

これら消費電力の増加は、発熱量の増加を伴う。

\*21 平面波：伝搬方向に垂直な平面内で電磁界の振幅と位相が一定となる電磁波のこと。

\*22 遠方界：アンテナから放射される電磁界が観測点までの距離に依存せず方向の関数のみで決まる領域。

\*23 ダイナミックレンジ：入力された信号を歪みなく処理できる入力信号の範囲。

\*24 伝搬損失：送信局から放射された電波の電力が受信点に到達するまでに減衰する量。

\*25 アンテナ利得：アンテナの最大放射方向における放射強度、一般に等方性のアンテナを基準とした比で表される。

\*26 CDF：確率変数がある値以下の値をとる確率を表したもの。

\*27 MCPC：モバイルコンピューティング推進コンソーシアム。

そのため放熱・熱拡散のために移動端末の表面積を拡げることが安易な解決方法である。しかし、5G対応の移動端末であっても優れたデザインをめざせるよう、端末のサイズアップは無制限に行えないという制約がある。

## 5.4 5G端末の発熱対策

端末のサイズアップを抑えながら最大限発熱を抑えるために、移動端末は、より消費電力の低い部品の採用に加え、高度な放熱対策を行っている。以下に、一般的かつ代表的な対策を紹介する。

### (1)放熱部材の追加（ハードウェア）

移動端末の発熱源は、CPU、通信のためのRF部品、Power Amplifier<sup>\*28</sup>などがある。これら部品からの発熱を、移動端末の表面（前面、後面、フレーム）に効率的に拡散して放熱できるよう構造を設計し、さらにTIM（Thermal Interface Material）<sup>\*29</sup>としてペーストやシートなどを利用している。5G対応の移動端末では、LTE対応の移動端末機と比較して、多くの放熱部材を利用している。

### (2)ベイパーチャンバーの採用（ハードウェア）

前述の発熱源からの熱拡散をより効果的に行うため、一部機種ではベイパーチャンバー<sup>\*30</sup>を採用している。ベイパーチャンバーは金属製の薄型のヒートパイプ<sup>\*31</sup>であり、発熱源からの熱を吸収し、離れた場所で熱を放出できる、シンプルでありながら機能性の高い熱拡散装置である。従来のLTE対応の移動端末でもヒートパイプは用いられていたが、5G対応の移動端末ではベイパーチャンバーが多く利用されるようになった。

### (3)発熱制御としての機能制限の適用（ソフトウェア）

これらの対策を行っているが、それでも使用時に温度が規定値を超える場合には、動作中の機能のパフォーマンスを制限して一時的に温度上昇を抑えるように制御する。

これらの対策を行うことで、5G対応の移動端末は前述の基準を満たしている。すなわち、5G通信を伴うさまざまな機能を使った場合でも、ユーザーがあんしん安全に利用することができる。

## 6. 5G時代の端末の広がり

5G時代を迎え、「高速・大容量」や「低遅延」といった5Gネットワークの特長や、XR<sup>\*32</sup>/AI/ビッグデータなどの最新技術を活かしたさまざまなサービス・ソリューションが生まれはじめている。

しかしながら、現在のスマートフォンにおいては、ディスプレイサイズやカメラ・センサの性能などの制約により、各技術が有するポテンシャルを最大限に引き出すことができていない。

そこで、ドコモは「スマートフォン自身の進化」に加えて、「スマートフォンと周辺デバイスの連携を強化」することで、パートナーとともに最新のサービス・ソリューションを創出する「マイネットワーク構想」を提案している。

「スマートフォンと周辺デバイスの連携」により価値を提供する上では、スマートフォン単体では提供できない体験を実現し得る「周辺デバイスの拡大」および「さまざまな周辺デバイスを気軽に利用できる環境の整備」が重要である。以下に、これらの要件の実現例として、Magic Leap 1<sup>\*33</sup>について解説する。

### (1)Magic Leap 1の概要

Magic Leap社の「Magic Leap 1」は、空間コンピューティング<sup>\*34</sup>を利用した軽量かつ広視野角なウェアラブルヘッドセットで、リアルとデジタルを融合したインタラクティブな世界を提供する。モニターがなくても、実空間にシームレスなデジタルコンテンツを投影し、操作することが可能である。

自宅のリビングでゲームコンテンツを利用した場合、実在する部屋や家具と、ゲームの世界を融合す

<sup>\*28</sup> Power Amplifier：通信用ICが出力した信号を増幅してアンテナに供給するための部品。

<sup>\*29</sup> TIM：部品から生じた熱を効率的に逃がすために用いる、熱伝導性の高い物質。

<sup>\*30</sup> ベイパーチャンバー：ヒートパイプを板状にし、熱の移動量を増加させた熱拡散装置。

<sup>\*31</sup> ヒートパイプ：発熱源からそれ以外の場所へ熱を移動するための熱拡散装置。熱伝導性の高い金属の管のような構造を取ることが多い。内部は減圧状態であり純水などの少量の液体を含む。一端が過熱されることにより液体が蒸発、もう一端へ移動し、液体へ戻ることにより熱を移動させることができる。



ることができるため、壁からキャラクターが飛び出してきたり、テーブルの上でキャラクターが歩きまわる、といった、これまでにない臨場感あるインタラクティブな体験ができる（図6、7）。

なお、Magic Leap 1は、9つのセンサや高性能ディスプレイを搭載し、高度な空間認識や表示能力を実現するLightware（グラス部分）、ノートパソコン並みの性能を低消費電力、かつポケットサイズ

で実現したLightpack（プロセッサ部分）、および、6DoF（Six Degrees of Freedom）<sup>\*35</sup>対応のControl（コントローラー部分）で構成される（図8）。

## (2)今後の展望

先進的なユーザにおいては、何十個もの周辺デバイスを利用するケースも当たり前となっている。この一方で、あらゆるユーザが周辺デバイスを気軽にかつ安心、便利に利用できる世界をつくるためには、



図6 インタラクティブな体験イメージ①



図7 インタラクティブな体験イメージ②

<sup>\*32</sup> XR：仮想現実（VR）、拡張現実（AR）、複合現実（MR）などの総称。

<sup>\*33</sup> Magic Leap 1：「MAGIC LEAP」「MAGIC LEAP 1」「LIGHTWEAR」「LIGHTPACK」、Magic Leapのロゴおよびその他のすべての商標は、Magic Leap, Inc. の商標。

<sup>\*34</sup> 空間コンピューティング：実世界の物体や空間を認識してデジタル情報と融合する技術。これらを利用することにより2次元ディスプレイの制約を超え、実世界とデジタル世界を1つに融合し、実世界と同様にデジタル世界と相互作用が可能となる。

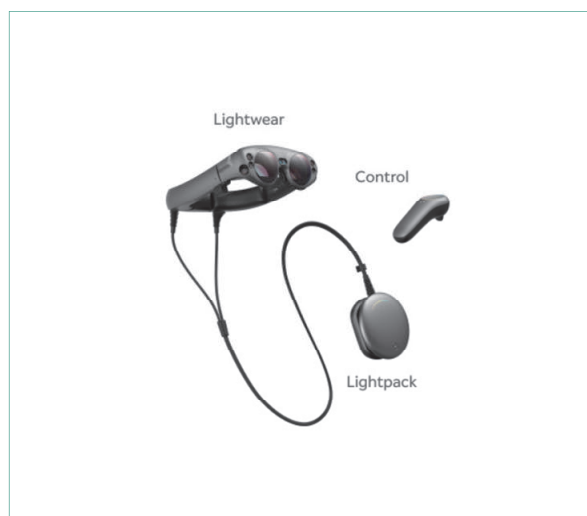


図8 Magic Leap 1

数多くの障壁がある。

例えば、「デバイスとデバイスとの連携」をする際には、数多くの手順を踏む必要があり、煩雑である。加えて、ユーザの趣味・嗜好やリテラシー、利用状況を踏まえたデバイスや使い方を提案し、しかもユーザにとって心地よいものにするためには、ユーザを理解するためのデータも不足している。

こういったさまざまな周辺デバイスを利用する際の障壁を取り除くために、デバイスメーカーやサー

ビス提供者をドコモがつなぎ、新たなエコシステム<sup>\*36</sup>を形成することで、業界全体の発展に寄与したい。

## 7. あとがき

本稿では、2020年3月に提供を開始した5Gサービスの対応端末の概要から、無線部の構成や評価、発熱対策といった5G対応の移動端末を実現する上で取り組み内容について解説した。

今後、より幅広いユーザが5G時代の端末を体験できるように、5G対応モデルの拡充や周辺機器とのシームレスな連携強化を行い、さらに進化した無線技術を提供していく。

### 文 献

- [1] 永田，ほか：“3GPP Release 15標準化技術概要，”本誌，Vol.26，No.3，pp.37-46，Nov. 2018.
- [2] ISO13732-1：“2006 Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces –,” Oct. 2006.
- [3] MCPC TR-023：“モバイル機器安全設計ガイドライン Version 1.00，”モバイルコンピューティング推進コンソーシアム 技術委員会，Apr. 2016.

<sup>\*35</sup> 6DoF：縦，横，奥行き3軸とそれぞれの軸に対する回転も含めて、立体的に動ける自由度を示すもの。これを利用することで空間の前後左右上下のどの位置にユーザがいるのか正確に認識し、その動きに合わせてコンテンツを表示することが可能になる。

<sup>\*36</sup> エコシステム：複数の企業が連携して、お互いの技術や資産を活かし、社会を巻き込んで、技術開発から導入へと普及にいたる一連の流れを形作る共存共栄の仕組み。