

**情報通信審議会 情報通信技術分科会
電波利用環境委員会
(基地局等評価方法作業班)**

報告書 骨子 (案)

**令和 8 年 5 月
事務局**

基地局等評価方法作業班報告（諮問第2045号「基地局等から発射される電波の強度等の測定方法及び算出方法」のうち「基地局等から発射される電波の評価方法の高度化に係る技術的条件」

I 検討事項

※諮問事項、検討事項を記載

II 委員会及び作業班の構成

※委員会、作業班構成員を記載

III 検討経過

1 委員会 ※回数、開催日、議題等を記載

2 作業班 ※回数、開催日、議題等を記載

IV 検討概要

第1章 検討の背景

第2章 比吸収率(SAR)の評価方法に関する検討

第3章 Actual maximum approachを考慮した評価方法に関する検討

第4章 通信トラヒック変動下における基地局の最大電波ばく露評価方法に関する検討

第5章 今後の検討課題

⇒ 「IV 検討概要」の各項目について、次ページ以降で説明

第5世代移動通信システム(5G)の普及が進んでおり、5G基地局の数は年々増加している。5Gは、ビームフォーミングや時分割複信方式(TDD)という特徴を有している。

このような状況の中、基地局が発射する電波の評価方法は、従来の、遠方から比較的大きな出力の電波を発射する基地局を想定したものであり、評価については電磁界強度(又は電力密度)による指針のみが規定されている。

今後も、電波の有効利用及びそれに伴う国民の受益を維持・拡大するためには、より適切かつ円滑な基地局の導入が必要であり、そのためには、現状あるいは今後想定される基地局設置状況に即した柔軟な評価方法への更新が必要である。近年の基地局の特徴を考慮した場合における現行の評価方法の課題として、以下が挙げられる。

- ・波源近傍(10cm以内)における局所吸収指針の適用が受けられない(評価できない)
- ・波源近傍及びそれより遠い領域(～1m)における全身平均SARによる評価方法が規定されていない
- ・常時、最大の電力で電波が発射され得るという前提で評価する必要がある

そこで、国際的な規格や諸外国における動向を踏まえ、現状に即したより適切な評価方法を我が国制度に導入することが適当と考えられる。ただしその際には、当然のことながら人体の健康に好ましくないと考えられる生体作用(熱作用、刺激作用)を及ぼさないよう、電波防護指針への適合性は確実に確保する必要がある。

このように、国際規格等に則った、より適切な評価方法・測定方法を可能とすることで、人体への安全性は確実に確保されつつ、国民や事業者にとってより利便性が高い携帯電話の利用につながる事が期待される。

2 比吸収率（SAR）の評価方法に関する検討

（１）現状の課題

基地局については、電磁界強度（又は電力密度）による基準のみが規定されており波源近傍（10cm以内）における電波防護指針の局所吸収指針の適用が受けられない（局所SARによる評価ができない）、波源近傍及びそれより遠い領域（～1m）における全身平均SARによる評価方法が規定されていない、といった状況である。

そのため、送信電力が携帯電話端末と同等程度の基地局であって、局所吸収指針の指針値を満足できる場合であっても電磁界強度（又は電力密度）による評価を行う必要があり、場合によっては安全施設を設置する必要性が生じる可能性もある。そのため、柔軟な基地局の設置ができない可能性も生じ得る。

（２）国際規格

基地局等から発射される電波の人体ばく露量の評価方法の国際規格であるIEC62232において、対象とする評価指標、周波数、評価可能な波源からの距離等について以下のように規定されている。

	ばく露の種類	評価指標	適用可能な方向	周波数	評価可能な波源からの距離
測定	局所	局所SAR	制限なし	300 MHz～6 GHz	～1 m
	全身	全身平均SAR	制限なし	300 MHz～6 GHz	～1 m
算出式	局所	局所SAR	前方	300 MHz～5 GHz	A mより大きな距離 Aは、 0.2 と $\lambda/2\pi$ の大きい方
			後方、横方向	600 MHz～2.7 GHz	制約なし
	全身	全身平均SAR	前方	300 MHz～5 GHz	制約なし

（３）諸外国の動向

○米国：FCC機器認証において、人体から20cm以内で使用される場合はSARによる評価が必要

○カナダ：地中埋設型基地局については、SAR評価が必要

○スイス、ドイツ、フランス：無線機器指令2014/53/EU（RED）の整合規格等、適切なEN規定に基づきSAR又は電磁界強度による評価を実施

※CEマーク取得にはEN50385の製品規格に適合する必要がある、評価はIEC/EN62232に従い計算又は測定によって行うことを規定（特定の計算や測定方法を指定しているものではない）

※上記以外にも欧州各国においてSARによるばく露評価は認められている。

（４）検討結果

以上を踏まえ、波源から1m以内において、SARの「測定」による評価を認めることとする。具体的な測定法は、IEC62232に即したものとする。

なお、算出式での評価については、技術的な有効性は確認されているものの、適用可能な周波数範囲が測定に比べて狭いこと、SAR評価の要望理由の一つであるアンテナ近傍での評価に適用できないことから、有用性の観点で、現時点では導入を見送ることとする。

3 Actual maximum approach (AMA) を考慮した評価方法に関する検討

(1) 現状の課題

TDDについては、基地局から常時電波を送出しているわけではなく、送出する時間割合が決まっている。また、ビームフォーミングについては、常時、一定の方向に電波を向けているのではなく、周辺の人(携帯電話端末)の分布や必要とされるトラフィックに基づいてビーム方向や送信電力を定めている。しかしながら、現状の評価方法では、最も厳しい条件(常時電波を送出、一定の方向で電波を送出する前提でその方向で評価すること)となっており、実際の送信電力と比較して厳しい条件で評価することとなっている。

(2) 国際規格

IEC62232において、以下を規定。

【基地局の運用開始前又は設定パラメータに重要な変更が加えられた場合】

基地局のセクタ/セル/セグメントにおける実運用上の送信電力/EIRPの累積分布関数(CDF)を評価 ⇒ AMAを定義するために適用可能なパーセンタイルを選択
⇒ AMAの最大送信電力又は最大EIRPを決定

【基地局の運用中】

AMAの送信電力又はEIRPをモニタリング及び/又は制御 ⇒ (必要に応じて)基地局の設定パラメータ又はAMAの最大送信電力若しくは最大EIRPの閾値を変更

AMAの最大送信電力は、以下の式で規定。

$$P_{TXAM} = P_{TXM} \cdot F_{TDC} \cdot F_{PR}$$

P_{TXAM} : AMAによる最大送信電力、 P_{TXM} : ダウンリンクで設定された最大送信電力(国内制度の計算式におけるPと同義)、

F_{TDC} : 技術的デューティサイクル係数(TDD方式のダウン/アップリンク送信比率等で理論的に導出される係数)、 F_{PR} : 送信電力低減係数(統計解析から導出可能)

(3) 諸外国の動向

○カナダ: GL-01(3kHz~300GHzにおける無線周波数電磁界測定ガイドライン)において、理論上の最大送信電力又はEIRPに代えて、AMAによる評価が認められる場合あり(電力制限機構を用いて基地局が適合状態を維持すること、規制当局の承認が得られること等)

○スイス: 事業者を導入を要求している「品質保証システム」において、アダプティブアンテナについて、自動電力制御が有効か等をパラメータとして追加する必要がある

○豪州、ベルギー、クロアチア、フランス、ドイツ、スウェーデン、スイス、英国: AMA対応可能。

○インド: EIRPの算出において、IEC62232(第3版)に準拠し、AMAによる評価が可能

※カナダ、豪州、ベルギー、フランス、ドイツ、スイスにおいては、モニタリング・制御機能の実装を必須(又は推奨)としている。また、カナダ、ベルギー、フランス、スイスにおいては、規制当局による検証を行っている。

※カナダ、豪州、フランス、ドイツ、スウェーデン、英国においては、低減係数 F_{PR} についての規定は無い

(4) 検討結果

以上を踏まえ、IEC62232に即した評価方法を導入する。本評価方法は、従来からの評価方法に加え、前頁の「比吸収率(SAR)の評価方法」及び次頁の「通信トラフィック変動下における基地局の最大電波ばく露評価方法」と組み合わせて適用できる。低減係数 F_{PR} についての規定はせず、事業者の任意によるものとする。

ただし、低減係数を乗じた値で評価してよいとするため、従来の基地局よりも離隔距離が短くなるものも出てくる。そのため、確実に電波防護指針の指針値を満足させるため、実際の送信電力が、低減係数を乗じた値(P_{TXAM})を超えることはないかをモニタリングし、その値を超えることがないように適切に制御することについて、強制力を持って事業者に対応させる必要がある。

また、「従来の基地局よりも離隔距離が短くなる」ことについて、国民に不安を生じさせることがないように、確実に電波防護指針の指針値を満足していることについて、国民に理解いただけるよう周知に努める必要がある。具体的には、「総務省として、事業者に強制力を持ってモニタリング・制御をさせていること」、「事業者として確実にモニタリング・制御を行っていること」、「それによって電波防護指針の指針値を超えることがないようにしており、人体に好ましくない影響が及ぶことがないようにしていること」等を、各主体がHP等で国民に周知するなどの取組が必要である。

(1) 現状の課題

基地局の送信電力は通信トラヒックに応じて変動しており、必ずしも最大出力にならない場合がある。そのため、最大電波ばく露量を評価したい場合は、測定時に人為的にトラヒック信号を生成・付加して電波を発射させる必要があり、作業及びネットワークへの負担が大きい。

(2) 国際規格

IEC62232において、基地局が最大送信電力で電波を発射した場合の電波ばく露量を、通常トラヒック下における測定と、測定値の外挿で得ることができる。通信方式に応じて、評価法が用意されている。

(対応方式) NR(5G)、LTE(4G)、WCDMA(3G)、Wi-Fi 等

(対応測定器) スペクトラムアナライザ and/or 復調機能を有する測定器

(3) 諸外国の動向

○韓国: KS C 3367:2022(無線局の電磁波人体ばく露適合性評価方法)において、基準信号を測定し、換算係数を適用し、最大電界強度を計算する方法を規定

○インド: TEC 13019 2025(通信基地局からの電磁界ばく露の評価)において、基地局からの信号の時間不変成分を測定し、外挿することで最大出力電力条件下における基地局からの電力密度を求める方法を規定

○豪州: 無線通信免許条件(送信機免許)に関する決定(2025年)において、適合性評価について、IEC62232で規定されている測定・計算方法が使用可能

(4) 検討結果

適合性確認については、原則、従来の方法(上記(1)に記載の方法)とするが、IEC62232に即した外挿法を選択することも可能とする。

(1) SARの算出式による評価の導入

「2 比吸収率(SAR)の評価方法に関する検討」において、算出式での評価については、周波数範囲が測定と比較して狭く、アンテナ近傍での評価に適用できないことから、有用性の観点で現時点では導入を見送ることとするが、技術的な有効性は認められており、導入することで利便性の向上が期待されることから、今後も国際規格等を注視し、周波数範囲やアンテナからの適用距離等について、有用となる変化が見られた場合などに、あらためて導入について検討していくことが適当であると考えられる。

※算出式だけでなく、全波解析(シミュレーション)についても併せて検討

(2) $\lambda/10$ 間隔の算出地点

平成11年郵政省告示第300号(電波法施行規則第21条の4第2項の規定に基づく無線設備から発射される電波の強度の算出方法及び測定方法)において、「・・・45度間隔の各方位に存在する人が通常、集合し、通行し、その他出入りする場所について、送信空中線から最も近い地点から少なくとも $\lambda/10$ [m]間隔の各地点で算出する。」とされている。しかしながら近年、電波利用の高度化に伴い、利用される周波数帯が高く(波長が短く)なっており、 $\lambda/10$ が数ミリメートルとなる場合もあることから、算出地点数が膨大になり得る。

韓国において、従来は800MHz以上3GHz以下の無線局は測定間隔が1m、3GHz超の無線局においては0.5mであったが、5G基地局の適合性評価の効率化のため、8GHz以下の無線局の測定間隔が1mに緩和されたという事例がある。

我が国においても、人体への安全性は確保しつつ、より柔軟な運用方法を検討していくべく、今後も引き続き諸外国の動向や国際規格を注視し、事業者においても必要なエビデンスを構築していくことが望ましい。

(3) 近傍に反射物体があり強い反射が予想される場合に6dB加算する規定

平成11年郵政省告示第300号において、「算出地点付近にビル、鉄塔、金属物体等の建造物が存在し強い反射を生じさせるおそれがある場合は、算出した電波の強度の値に6デジベルを加えること。」とされている。しかしながら、国際規格ではこのような規定はなく、より厳しい評価方法となっており、基地局の設置条件がより制約されている可能性がある。

そのため、今後も引き続き諸外国の動向や国際規格を注視し、事業者においても必要なエビデンスを構築していくことが望ましい。

(4) 国際標準との整合性確保

国際規格は継続的に改定が実施されており、新たな電波利用形態や技術の進展に伴う新たな評価方法等の導入が見込まれる。無線設備から発射される電波の強度の測定方法及び算出方法については、我が国内における電波利用の状況を踏まえつつ、今後も検討を行い、国際標準との整合性を継続して確保していくことが重要である。

国内の規定における関連用語(平均時間等)の定義及び国際規格における「Actual maximum」等の定義を踏まえ、「Actual maximum」のより適切な日本語訳を検討する。

1 - 1 国内の規定における用語の定義

(1) 国内における定義

ア 電波防護指針

平均時間:「平均時間」とは、指針値への適合性を評価するために、着目した生体作用に基づき設定した測定のための時間をいう。電波防護指針で用いる平均時間は、刺激作用においては1秒以内、熱作用においては6分間である。

実効値:「実効値」とは、周期波形1周期の全体にわたって波形の自乗の平均をとり、その平方根をとった値をいう。周期的に変化する電磁界の電界強度、磁界強度の実効値は、ジュール熱と関連する値である。

イ 電波法施行規則第2条

平均電力:通常動作中の送信機から空中線系の給電線に供給される電力であって、変調において用いられる最低周波数の周期に比較して十分長い時間(通常、平均の電力が最大である約10分の1秒間)にわたって平均されたものをいう。

※一方で、電波防護指針上の平均時間における「平均電力」としても使われている(電波法施行規則第21条の4(電波の強度に対する安全施設))

(補足)「Actual maximum (approach)」の日本語訳について (2/2)

1 – 2 国際規格における定義

ア IEC 62232 ed.4

Actual: <transmitted power or EIRP or exposure> time-average of the transmitted power or EIRP or exposure from the equipment under test (EUT) in operation using the actual averaging time

⇒ 実際の平均時間を用いた運用時におけるEUTからの送信電力、EIRP又はばく露の平均時間

Actual averaging time: time duration used for the averaging of the transmitted power or EIRP or exposure when implementing the actual maximum approach

⇒ Actual maximum approachを実装する際の送信電力、EIRP、又はばく露の平均に用いる時間間隔

Actual maximum: <transmitted power or EIRP or exposure> maximum of the actual transmitted power or EIRP or exposure from the EUT during a given period (e.g. week or month)

⇒ 所望の期間(例えば週又は月)内のEUTからの平均送信電力、EIRP、又はばく露の最大値

Actual maximum approach: evaluation of RF exposure taking into account the actual maximum thereof

⇒ actual maximumを考慮したRFばく露の評価

イ IEC Guide 124(EMF Guide)最終ドラフト

Actual maximum: maximum time-averaged value of an EUT emission parameter (e.g. transmitted RF power) or EMF exposure during a given period of observation, using the averaging time specified in the applicable exposure limits

⇒ 該当するばく露限度に規定された平均時間を用いた、所望の観測期間におけるEUTからの送信パラメータ(例えば送信RF電力)又はEMFばく露の最大平均値

Note 1 to entry: Depending on the application, it is possible that the evaluation period of the actual maximum is one week or one month.

⇒ 注1:アプリケーションによっては、実最大値の評価期間が1週間又は1か月である可能性がある

2 Actual maximumの日本語訳 (案)

以上を踏まえ、

平均〇〇の運用最大値 とすることが適切と考えられる。

例: 平均送信電力の運用最大値、平均EIRPの運用最大値、平均ばく露量の運用最大値

参考: 実効的な最大送信電力(作業班資料17/8-3)

実運用上の最大送信電力(作業班資料17/8-5)