

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（第 4 回）
議事要旨（案）

1. 日時

令和 2 年 6 月 19 日（金）10:15～12:00

2. 場所

オンライン（Skype for Business）

3. 出席者（敬称略）

(1) 構成員

大西主任、日景主任代理、青木構成員、伊藤構成員、小野構成員、佐野構成員、多賀谷構成員、富樫構成員、長岡構成員、東山構成員、平田構成員、藤田構成員、前山構成員、吉田構成員

(2) オブザーバ

和氣氏（情報通信研究機構）

(3) 事務局（総務省）

白石電波環境課長、関口電波利用環境専門官、渡邊課長補佐他

4. 議事要旨

議事に先立ち、大西主任より藤沢構成員から青木構成員への交代があった旨報告があった。

(1) 前回の議事要旨（案）について

事務局より資料 4-1 に基づき、前回議事要旨（案）について説明があった。追加で修正等あれば 6 月 22 日（月）までに事務局に連絡するよう依頼があった。

(2) 地中埋設型基地局の算出方法について

東山構成員より資料 4-2 に基づき、ARIB 基地局アドホックにおける地中埋設型基地局の評価方法の検討状況について説明があった。主な質疑応答の概要は以下のとおり。

前山構成員）p. 8 の解析データの訂正があった件に関して、吸収境界条件は具体的に何を使っているのか。

東山構成員）7 層の PML（Perfect Matched Layer）を使っている。

前山構成員）前回の解析では吸収境界と誘電体との間に空気層があったためにエネルギー

一が消えにくい状況だったのに対して、今回の解析は吸収境界が誘電体に密着している形であるが、p. 14 の右側の 1.5 GHz 帯の水平設置の電界強度分布を見ると、アンテナの下方向に反射による定在波が立っている。p. 14 のデータを踏まえた上で、p. 18 の 1.5 GHz 帯のアンテナ指向性の傾向をどのように考えるべきか。今回データが訂正されたとしても、そういった点が見えると、また同じ繰り返しにならないか心配している。また、p. 18 は 1.5 GHz 帯のみのデータであるが、前半ページでは 700 MHz 帯、4.5 GHz 帯に関する議論もされていた。中間の周波数として代表値を示しているのかもしれないが、1 GHz を境に誘電率の影響が出るという議論の展開に対して、1.5 GHz 帯のデータしか示されず、p. 25 のまとめに至るところに一貫性がないように見える。

東山構成員) p. 32 の課題②の 1 GHz 以下／以上の傾向の違いについては、誘電率の違いに依存したものではない。1 GHz 以下／以上で電界の傾向が変わっているのではなく、高さ方向の空間的最大値の基準値が変わることで、基準値との比で見たときに傾向が変わることを示している。

前山構成員) 1 GHz が基準値の境界であるという点は理解している。

東山構成員) 全ての周波数のデータを掲載することは難しいが、資料前半の周波数特性を見るべきところは 700 MHz 帯と 4.5 GHz 帯データを示しており、資料後半で代表値のデータを見るところには 1.5 GHz 帯のデータを示している。ただ、資料前半で周波数の違いを見る際には 700 MHz 帯と 4.5 GHz 帯のデータで示しているのに対し、課題②の p. 30-31 では 1 GHz 以下／以上として、700 MHz 帯と 1.5 GHz 帯のデータで示しているのは、データの見せ方として適切でなかったかもしれない。p. 14 の 1.5 GHz 帯における水平設置の電界強度分布に関しては、ご指摘の通りアンテナ下方向のハンドホール(HH)の下から境界までの間で定在波が見えているが、吸収境界を適切に設定していない場合に比べると少なくとも地面側への染み出しはかなり収まっており、境界を再設定した意味はあったと考えている。

平田構成員) PML に関しては、確かに定在波は立っているが、ピークに比べて-20 dB 以下であり、結果に大きな影響を与える要因にはなっていないと考える。

前山構成員) 前回の資料にミスがありデータが全て差し変わっているという状況において、同じ箇所で見えているのであれば、シミュレーションで領域を少し伸ばして確認をしたり、平田構成員がおっしゃるように、十分に減衰されている等の説明があるべきではないか。

東山構成員) 説明の中で配慮が足りない部分があった点はお詫びする。

大西主任) PML の層の数を増やしたり、領域を広げるなどして、結果に差がないのかという点は、一度確認した方がよいと思う。

平田構成員) PML7 層であればこの程度は吸収すると思うので、それほど悪い領域の設定ではないと考える。

大西主任) 指摘もあった部分であるため、念のため確認しておいた方がよい。

前山構成員) 今回の結果としてはリーズナブルとは思いますが、先ほどのような説明がない状態では、またデータがひっくり返るといことが続くのではと思い指摘したところである。その点をご理解いただきたい。

日景主任代理) 周波数特性に関して念のため確認したい。今回ダイポールアンテナを放射源としているため、周波数が高くなるとアンテナ素子が短くなる。つまり、垂直設置の場合はアンテナの一番高い位置が地上から 10 cm となる設置位置条件であるため、周波数が高くなるにつれて給電点が高くなる。その場合、解析においては周波数が高くほどローム層に比べて碎石のパラメータの影響が支配的になると思うが、そのような理解で良いか。

東山構成員) 位置関係を考えると、垂直設置に関してはご指摘の通りかと思う。

日景主任代理) 一方、水平設置の場合は地上からアンテナまでの距離は周波数によって変わらないため、そういった点に起因した影響も含む周波数特性が示されていると理解した。また、p. 4 の算出式に D_θ が入っているが、垂直設置の場合はダイポールアンテナ単体では真上方向はヌルだったものが、アンテナがマンホールの中にある場合は反射波が構成されて、そこから全体としての空間への放射となるため、大きく変わるように思うが、その違いが後半で示されている 5.6 dB という値になるという理解でよいか。

東山構成員) 今回の数値解析の比較対象は指向性を入れていない基本算出式なので、 D_θ がない状態での比較結果になる。現状、適合確認の告示に記載されているルールとして、ヌル点 ($D_\theta = 0$ dB) の場合は、アンテナパターンの極大点で結んだ包絡線を計算して、そのパターンを用いて計算することになっている。ダイポールアンテナの場合は、結果的に等方性のアンテナとなる。このような手順が入るため問題ないと思う。

大西主任) p. 4 の算出式で $K = 1$ 、 $D_\theta = 1$ (0 dB) だが、 G はどのような値を入れているのか。

東山構成員) p. 22 に条件を記載しているように、 $G = 2.15$ dBi としている。

大西主任) p. 23 に示されているデータが、半波長ダイポールアンテナの最大利得を全領域に適用して計算した基本算出式の結果か。

東山構成員) その通りである。

大西主任) p. 9 に検討モデル (1) の表に、典型モデル、実基地局を用いた検討の両方に数値解析が入っている。今回は典型モデルを用いて検討しているが、実基地局を用いた検討の数値解析との差分は特に気にする必要はないのか。

東山構成員) 両者とも同じような傾向を示しており、差分は気にしなくてよい範囲と考える。マンホールの蓋の部分や HH にロスを含めた場合の計算もしているが、ロスなしとほぼ差がない結果となっている。

大西主任) p. 12 の検討モデルの表で CS (碎石) の誘電率を一定としているが、パラメータを振らない理由は何か。

東山構成員) 参考文献を見た範囲では、CS 層に関して乾燥や湿潤状態で誘電率が変わっている条件が見当たらなかった。また、個別に実施した事前検討で CS 層のみパラメー

タを振った検討もしてみたがそれほど変化が見られなかった。HH とローム層と CS 層の 3 つのパラメータを振ることになると計算量が多くなるので、変化量の少ない CS 層については固定とすることにした。

大西主任) ローム層が湿潤状態の場合は、当然 CS も湿潤状態になっていると思うが、結果はそこまで変わらないのか。

東山構成員) 事前検討で確認した限りでは大きくは変わらなかった。

大西主任) p. 30、31 の周波数特性について、左のグラフの空間的最大値(赤)は周波数が変わってもフラットになっているため周波数特性がないと理解した。また、空間的平均値(青)に関しても、高さ範囲を広げると電力測密度が減少しており、傾きの違いはあるが周波数が変わっても同様な傾向を示している。すなわち、2m まで高さ範囲を広げると過小評価してしまう可能性があるという結果は、周波数を振っても同じという理解でよいか。この点を踏まえて、0.7 m という算出範囲を提案されていると理解した。

東山構成員) その通りである。

日景主任代理) 大西主任の質問に関連して、算出範囲 0.7m の数値の根拠は、定量的な評価の結果から妥当としたもので、1 歳児の平均身長というのは参照程度の情報という理解でよいか。0.7 m の算出範囲は ARIB アドホックからの提案になるかと思うが、他の構成員の意見はどうか。

平田構成員) 特に大きな問題はないと考える。

大西主任) 日景構成員のご意見はどうか。

日景主任代理) 数値計算上 0.7 m が境界に近く、実効上も 1 歳児の平均身長にも近いので妥当と考える。

大西主任) ARIB からの算出範囲を 0.7 m とする提案に関して、本日方針を決定するものではないが、次回以降必要に応じて議論することとしたい。

(3) 地中埋設型基地局事例と電波ばく露量の評価結果の追加情報について

東山構成員より資料 4-3 (構成員限り) に基づき、地中埋設型基地局事例と電波ばく露量の評価結果の追加情報について説明があった。主な質疑応答は以下の通り。

大西主任) p. 5 の基本算出式のアンテナ利得にどのような値を入れているのか。

東山構成員) 当社のアンテナについて、設置する前に実測した値を入れている。

日景主任代理) 測定時の地面は乾燥状態だったのか。

東山構成員) 前々日、前日、当日の気候から考えて乾燥と考えてよい。

日景主任代理) p. 6 以降の XY の軸設定に関して、軸の角度を少しずらしたときに結果が大きく変わることはないか。

東山構成員) 一部軸の角度を変えた測定をしており、今回示した結果と同様に計算値よりも低いことを確認している。

大西主任) KDDI の実際の地中埋設型基地局の測定結果と計算値の比較の検討状況はどうか。
伊藤構成員) ARIB のアドホックの検討を受けて社内検討を進めているが、まだ結論が出ていないため別途報告する。基本的には NTT ドコモの結果と同様の傾向になると理解しているが、次回までに事務局に資料として提出する。

(4) 地中埋設型基地局想定時の人体ばく露評価について

長岡構成員より、資料 4-4 (構成員限り) に基づき地中埋設型基地局想定時の人体ばく露評価について説明があった。主な質疑応答は以下の通り。

日景主任代理) p. 3 の電気定数は、NTT ドコモと KDDI から提供された HH の測定値を用いたということだが、実際にはどのような値か。

長岡構成員) 測定方法は同軸プローブ法を使っており、固体にはあまり使えるものではないのだが、材料の表面をヤスリで滑らかにして実測している。HH の蓋、HH (コンクリート) に関しては比誘電率が 3 程度であった。アスファルト混合物は測定場所によって違いはあるが、比誘電率は 2 程度であった。どの材料も周波数特特性や損失は殆どない。

日景主任代理) 資料 4-2 の数値解析に用いた電気定数よりもやや小さい値になっているということで理解した。

富樫構成員) p. 4 に自由空間中における垂直配置に対する水平配置での SAR の比較の記載 (全身平均 SAR で 10 倍、ピーク 10g 平均 SAR で 27 倍) があるが、p. 5 の地中埋設型基地局を仮定した場合も、垂直配置に対する水平配置の SAR の違いが p. 4 の自由空間中と同じ程度あると考えてよいか。

長岡構成員) 今回の基地局は垂直配置と聞いていたため、地中埋設型基地局を仮定した場合の水平配置での計算はしていない。自由空間中ではあくまで特性を見るために垂直配置と水平配置の場合、HH の上に座ったり寝た状態の場合の計算もしている。

東山構成員) ピーク 10g 平均 SAR が出ている場所はどこか。

長岡構成員) 四肢と考えてよい。足の裏辺りが多い。

東山構成員) 防護指針で考えると基準値は 4 W/kg となるという理解でよいか。

長岡構成員) その理解でよい。

平田構成員) p. 4 で全身平均 SAR は基準値に対して十分小さい、ピーク 10g 平均 SAR も 4 W/kg に比べると非常小さいと理解した。一方、HANAKO モデルの値が 1,842 MHz や 2,140 MHz などで高くなっている理由がわからない。資料説明の中でもあったように足の位置の影響等もあると思うかと思うが、今回モデルの位置はどのように決めて、どの程度ばらつきの検討を行っているのか。

長岡構成員) ばらつきの検討はしておらず、単にモデルを HH の真ん中に置いて計算している。その際、モデルによって、足の開き方、接地条件、脂肪などの違いがあり、それらの影響が出ている可能性があるが、完全には解析を詰められていない。

平田構成員) 今後このデータを利用する際には、論文化されていた方が説得力がある。全身平均 SAR に関してはほぼ一定の傾向が見えているかと思うが、ピーク 10g 平均 SAR のデータに関しては、ばらつきが大きいのではと疑問を持つ方がいると思うので、システムティックでよいので、何点か検証しておいた方がよいかと思う。

大西主任) p. 8 の平面波ばく露の結果に関して、一般環境の電磁界強度指針値相当でばく露した際の全身平均 SAR が基準値の 0.08 W/kg よりも低くなっているという結果は、説明するうえで重要なデータである。ピーク 10g 平均 SAR についても同様の計算はしているか、また同様に基準値よりも低くなっているのか。

長岡構成員) ピーク 10g 平均 SAR についても同様に計算しており、基準値より低くなっている。

事務局) 富樫構成員からも質問あった点に関連して、p. 4 の自由空間中で水平配置にした場合には、垂直配置に対してピーク 10g 平均 SAR が最大 27 倍になるという記載があるが、地中埋設型基地局の一部のデータにこれを適用して単純計算されてしまうと、四肢の 4 W/kg の基準値を超えてしまうと捉えられかねない。数値を出す際には条件を明確に提示して頂きたい。KDDI が測定している基地局では、水平配置もあるとのことなので、その辺りは配慮いただきたい。

大西主任) KDDI の基地局は水平配置だが垂直偏波なので、資料 4-4 であれば垂直設置に近い条件ではある。

事務局) そういった用語についても誤解がないよう十分説明を頂きたい。

前山構成員) p. 8 の平面波ばく露時のばく露評価に関して、HH が入ることで反射により指向性パターンが動いてくると考えており、そのベースになるのがこの平面波モデルとなる。入射方向である下から見た人体モデルの断面積がばく露量に依存していると考えられる。人体モデルの組織の電気定数には周波数特性を持たせて計算しているのか。

長岡構成員) 周波数特性を持たせて計算している。

前山構成員) 断面積は一定だが周波数特性によってばらつきが出ていると理解した。この点を踏まえて、全てのデータを改めて確認することになるかと思う。

(5) その他

事務局より、資料 4-5 に基づき今後の予定について説明があった。次回の日程は 7 月中旬を想定しており、開催方法については状況を見ながら設定する旨連絡があった。

(以上)