

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 2 回）
議事要旨（案）

1. 日時

令和 2 年 2 月 27 日（木）10:30～12:00

2. 場所

中央合同庁舎 2 号館 10 階 共用 1001 会議室

3. 出席者（敬称略）

(1) 構成員

大西主任、日景主任代理（ウェブ参加）、伊藤構成員、小野構成員、柿沼構成員、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（ウェブ参加）、藤沢構成員（代理 青木様）、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

(1) 前回の議事要旨（案）について

事務局より資料 2-1 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 3 月 6 日（金）までに事務局に連絡するよう依頼があった。

(2) 作業班における検討の進め方について

事務局より資料 2-2 に基づき、作業班における検討の進め方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。

大西主任）国際動向に関して当初の予定は資料の通りだったが、3 月の ITU-T SG5 会合は新型コロナウイルスの影響で 5 月に延期された。4 月の IEC TC106 MT3 会合についても、現時点では開催予定だが、来月調整を行うため延期になる可能性がある。

(3) 関係者からのヒアリング①（NTT ドコモ）

東山構成員より資料 2-3 に基づき、NTT ドコモにおける地中埋設型基地局ばく露評価

法の検討状況について説明があった。

平田構成員) p. 9 で実測値と数値シミュレーションが概ね一致という説明だが、地面のパラメータが多くあり苦勞されているかと思う。モデル化によってどの程度数値シミュレーション値が変わるかを説明いただいた方が、p. 9 のデータを理解頂く上で参考になるのではないか。

東山構成員) ご指摘の通りモデル化と誘電率の設定で解析値がかなり変わってくる。誘電率を振ることで検討の不確かさに反映したいと考えている。次回以降、ARIB からの報告でその点の検討状況も報告する。

前山構成員) p. 9 の解析の電気定数の情報が分かれば教えていただきたい。

東山構成員) p. 9 の解析で使用したモデルは、当社の地中埋設型基地局を忠実にモデリングしており、典型的なモデルの構成とは若干異なる。また、誘電率等の情報も論文にも載せておらず、パラメータを変化させてはいるのだが、具体的な値をお伝えすることは難しい。ただし、典型的なモデルの範囲内には収まっている。

前山構成員) 電気定数については公開していないということで承知した。電界分布の傾向は測定値と近く計算としては正しく出来ているかと思う。測定に使ったプローブはどのような形で付けているのか。p. 6 の写真のようにスペアナの上につけた形か。

東山構成員) プローブ自体は人の影響を受けないように治具に固定している。プローブを地面に向けた形で、各ポイントで何回か測定を行い平均値で評価している。p. 6 の測定器とプローブの間にオプションの延長ケーブルを付けており、p. 6 の写真よりもセンサとプローブの取り回しに自由度がある。

前山構成員) p. 13 について、このモデルで電磁界解析をする際、水平偏波に関しては VSWR が大幅に劣化しているのではないか。アンテナから 100 mm の距離に誘電体があり励振する場合、実効的に放射されるエネルギー量が変わってくる。その後 S_{21} で損失を計算すると思うが、事前にアンテナの VSWR を考慮しておかないと、正しい値にならないのではないか。

東山構成員) 計算を行った後に実効放射電力を必ず 1 W に換算し電界分布を計算している。計算条件では VSWR が悪いかもしれないが、実行放射電力を 1 W に揃えて最終的な分布を出しているため、全放射されたと仮定した上での計算評価となっている。

前山構成員) アンテナ特性の劣化は折り込み済みということで理解した。

日景主任代理) p. 14 で、損失分を含めない比誘電率を使っていることをもってワーストケースであるという説明だったが、数値シミュレーションを評価した結果を基に議論するのであれば、本当のワーストケース、つまり反射が多いといった条件での評価も加えるべきではないか。p. 9 の測定値と数値シミュレーション値は概ね一致はしているが、測定値の方が数値シミュレーション値よりも大きくなっている点もある。今後、数値シミュレーションで周囲からの反射が大きい条件で評価をする必要はないか。

東山構成員) ご指摘の点、次回までに検討結果が出せるかはわからないが、まずは ARIB の検討に反映したい。

日景主任代理) マンホール基地局のアンテナ放射部分の情報が明らかにされていないので、測定領域が遠方界なのか近傍界なのかの判断がつかない。Narda S. T. S 社の測定器では遠方界の測定に適しているが、近傍界は注意が必要である。典型的なモデルではダイポールアンテナを使っているが、実際のアンテナはおそらく異なるだろう。例えば、アレーアンテナにすると、遠方界までの距離が変わるので、遠方界に適した測定法のみで良いかという議論は当然ある。アンテナに関するより詳細な情報を出す予定はあるか。

東山構成員) アンテナ特性の詳細は会社の秘密情報でもあるため、この場では提供できない。

大西主任) 例えばこういったパラメータが分かると良いか。

日景構成員) アンテナの開口面寸法と周波数が分かれば、遠方界か近傍界かのイメージがつかため、議論がしやすくなる。

大西主任) アンテナそのものの開口面という意味か。

日景主任代理) そうである。本来であれば周囲の影響によって最終的な放射の状況が決まってくるが、少なくともマンホール内部に設置されるアンテナの詳細な情報があるともう少しスムーズな議論ができる。

大西主任) 詳細なパラメータは出せないかもしれないが、こういったタイプのアンテナなのか、つまり、線状なのか、パッチタイプなのか、ホーンなのか等の情報が分かれば良い。

平田構成員) 提供できる情報に限界があるのは理解するが、ブラックボックスで計算値と測定値を比較したと受け取られないよう、最低限の情報で構わないので提供いただいた方が良い。

前山構成員) アンテナの向きによって、アンテナ自体の放射か、周辺の誘電体と結合して誘電体からの放射になっているのかが判断できる。例えば、VSWR などアンテナのパラメータから客観的に判断することでも良いかもしれない。

事務局) この場で検討したデータは総務省ホームページ上で公開するという前提で、提供できないデータがあることは重々承知している。ただし、p. 3 の写真と p. 13 のモデル例が異なっており、シミュレーションしたものが実際とは違うのではないかと指摘頂いたときに事務局では回答できない。p. 3 の写真はアンテナが 2 本あるところ、p. 13 のシミュレーションモデルではアンテナが 1 本となっており、実際はどのような形になるのかが不明である。ハンドホールの部分も基本スペックが 2 種類あるということだが、種類の違いにより影響がどう変わるなど、データを出していただく部分に関しては、最低限の情報を提示頂くことが必要と考える。

大西主任) ポイントは 2 点ある。p. 3 の写真にあるような地中埋設型基地局と計算で用いた典型的なモデルのパラメータが同じなのか違うのかという点と、周囲の環境の電気特性が変わることによりどの程度影響があるのかという点を明確にする必要がある。現在それらの点が整理されていないので、次回整理して報告いただきたい。

長岡構成員) p. 3 のマンホールサイズと p. 13 の解析の典型的なモデルのサイズが異なるが、実際に使われるのはどちらか。

東山構成員) p. 3 のスペック表は札幌検証局のサイズだが、他の局がこれと全く同じサイズかというそうではない。

大西主任) 先ほどの意見と関連するので、次回整理してわかりやすく説明していただきたい。

柿沼構成員) 提示されているハンドホールは一般的に利用されているという理解でよい。

東山構成員) ハンドホール自体は地中埋設型基地局だけではなく通常の電気通信線等にも使われる規格品であり、一般的に広く利用されているものと認識している。

柿沼構成員) 2 種類のハンドホールがあるが、一般にはどちらも同じ程度使用されているのか。また、使用されているハンドホールはこの 2 種類が大半を占めるとの理解でよい。

東山構成員) ハンドホールの使用状況に関するデータは持ち合わせていない。ARIB の検討において、地中埋設型基地局を設置する穴に関して、コストの点ではなるべく小さくしたいが一方で基地局が入る現実的なサイズが必要という点を考慮した上で、提示した 2 種類の規格品を選定した経緯がある。基本は H1-9 の規格品で検討しており、H1-6 は深さが浅いため若干反射が厳しくなるという想定で検討に取り込んでいる。今述べたように、ARIB の検討としてこのサイズの規格品に決まったものである。

大西主任) 前回の作業班でも質問があったが、p. 2 に将来的な 5G への技術の応用についても並行して検討するとあるが、28 GHz 帯の利用は想定していないという理解でよい。

東山構成員) この報道発表の時点では、そこまで想定されていない。前回も述べたように、一技術者としては、地面から 10 cm 以上下部にアンテナを設置して、かつ電磁界強度指数に適合するような設置条件で、28 GHz 帯の電波が蓋を透過してエリアを形成するのに十分な放射をするということは難しいのではないかと考えている。

大西主任) 実際に使用される際に、28 GHz 帯が使われる可能性があるか気にしている。

東山構成員) 少なくとも ARIB での検討は、p. 4 にある通り 700 MHz 帯～3.5 GHz 帯の範囲である。

(3) 関係者からのヒアリング① (KDDI)

伊藤構成員より資料 2-4 に基づき、埋設型基地局に関する KDDI の検討内容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。

平田構成員) p. 6 で計算結果と測定結果はほぼ同程度であるという表現は削除ということだが、目的が簡易型の基本算出式を使うことであれば、提案されている理論値に比べて測定値は基本安全側なので問題ないのではないかなと思う。NTT ドコモへの質問と同様に、どういった状況でどの程度ばらつきがあるが分かれば、十分安全側に評価されているかが分かるのではないかな。

伊藤構成員) 複数ポイントでデータを取っており、検証を深めるために必要なデータは今後

も取っていきたいと考えているので、結果をまとめたら改めて報告する。

前山構成員) マンホールの蓋で減衰があるという説明だったが、p. 3 の写真の蓋自体を支える枠も含めて蓋と定義しているのか。

伊藤構成員) 蓋という定義ではそうだが、電波が透過する部分という意味では中央の小さい径の部分のみが開け閉めできる状態になっている。外側の軸は下のアンテナを支える部材であり、通常の金属のマンホール構造と同じものになっている。

前山構成員) 外側は金属で、電波は中央の FRP の部分だけを抜けるということで承知した。NTT ドコモのものは中心軸から水平方向への分布を見ているが、NTT ドコモとは異なる構造のため電波の分布も変わってくるかと思う。

藤田構成員) NTT ドコモのアンテナは深さ 10 cm の距離に設置されていたが、深さ 20 cm に設置したことに関して、蓋の外側を金属、中央を樹脂にしたことと関係があるのであれば、差支えない範囲で教えていただきたい。

伊藤構成員) 中央の蓋を FRP としたのは電波を透過させるためで、外装を FRP にしなかったのは、安全のための強度を確保するためである。現時点ではこの構造にしている。深さ 20 cm の位置にアンテナを設置したのは、電波の安全性を確保する上で 10 cm 以内は測定の対象ではないため最低限離す必要があるのに加え、このケースではアンテナ面で電波防護指針を満足するため安全を考慮して 20 cm の離隔をとっている。

佐野構成員) p. 3 の基地局の無線機は外に出されているのか。

伊藤構成員) p. 5 に示すように、無線機は外に設置され、そこから給電線で接続してマンホールの中には空中線のみが入っている。

佐野構成員) 無線機とアンテナの距離はどの程度か。

伊藤構成員) 現状設置している場所では 200 m 程度離れている。ただし、この距離が実用的かどうかは検討が必要である。

前山構成員) 両社で地中埋設型基地局の環境が異なるので、同じ基準で議論して良いのかは考える必要があるのではないか。KDDI の基地局は非常に小さい径からしか電波が出ないのに対して、ドコモは周辺の土まで含めて評価している。

大西主任) KDDI の基地局に関して水平方向への電界分布のデータはあるか。

伊藤構成員) この資料には含めていないが、測定結果はある。

大西主任) その点も見ながらどのような環境であれば適用できるのか判断していきたい。

大西主任) 20 cm の深さにあるとは言え、減衰分の 5 dB や 8 dB を含めないで計算すると、かなり余裕があるという理解で良いか。

伊藤構成員) 現在の防護指針から比べるとはるかに低い値となる。

大西主任) 出力の情報は提供可能か。

伊藤構成員) 無線機の出力としては 1 W × 2 であるが、給電損で 0.2 W 程度に減衰している。

大西主任) NTT ドコモは景観の配慮を主な目的としているが、KDDI ではピンポイントの通信エリア構築の目的でも設置する可能性があるということか。

伊藤構成員）景観だけでなく人が多く集まる場所のトラフィックを吸収することを想定している。最優先は屋上等に設置するが、ビル影や建物遮蔽があるなどして屋外で電波強度が弱く、かつ人が集まるところでは埋設型基地局を使っていきたいと考えている。

大西主任）都市部でも使う可能性があるということか。

伊藤構成員）そのように想定している。

日景主任代理）測定の周波数は NTT ドコモと同じか。

伊藤構成員）1.7 GHz 帯を使用している。

日景主任代理）p. 6 の測定値の値の落ち方が特徴的で、高さ 30 cm と 2 m ではほぼ値が変わらない。測定器の下限のフロアに近いのか、実際にこのようなデータなのか。

伊藤構成員）今回のモデルケースでは EIRP がかなり低いため、どちらかと言えば装置限界でこのような傾向が見えている可能性もある。

大西主任）周囲の環境はどのような状況か。周りに建物はあるのか。

伊藤構成員）研究所の敷地内の芝生の中に設置しており、直近のビルまで 3 m 程度ある。また、そのビルの屋上には基地局が沢山設置されているという状況である。

東山構成員）測定結果と計算値の比較で、簡易計算では指向性が入っていないという理解で良いか。

伊藤構成員）その通りである。

柿沼構成員）p. 3 の内部構造があるが、外側はどのようなになっているのか。NTT ドコモと同様に外側にコンクリートがあるのか。

伊藤構成員）p. 3 の写真は展示用のモックアップだが、実際には市販のハンドホールと同じように四方と底をコンクリートで囲まれている。コンクリートの深さは標準品とは異なり 1,200 mm で、その上にマンホールが乗っており、アンテナはマンホール金具からつり下げられているステージの上に載せている状態である。

柿沼構成員）前回、NTT ドコモの埋設型基地局ではサービスエリアは約 90 m という説明だが、KDDI はどの程度を想定しているのか。

伊藤構成員）この装置だけで見ると、無線機の出力と構造体の関係でもう少し小さいエリアになるが、最大では NTT ドコモと同じ程度のエリアをカバーすることを目的としている。

柿沼構成員）かなりの数を設置することになるか。

伊藤構成員）地中埋設型基地局を多く設置するには事業サイドとしてはコストがかかりすぎると考える。地上の基地局で一定のエリアを作った上で、もう少し通信量を確保したいところに設置するのが本来の目的であり、地中埋設型基地局だけが膨大に設置されることは想定していない。

(4) 今後の論点整理について

事務局より資料 2-5 に基づき、「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」の検討課題について説明があった。主な質疑応答は以下の通り。

前山構成員) やはり NTT ドコモと KDDI で考えているモデルや周波数が異なるという点を気にしている。もし、700 MHz 帯で使うのであればマンホール自体が励振されて周辺から電波が漏れてくるような形になり、一方、6 GHz 程度だとスポット的に空間的に電磁波が出てくるような形になるだろう。日景先生のご指摘の通り、遠方界か近傍界の違いもあるので、構成によってある程度線引きが必要かと思う。

大西主任) 本答申の趣旨は、実際の基地局からの電波ばく露量を正確に推定することではなく、現実に設置される基地局からの電波ばく露レベルよりも過大側で推定することである。諮問第 104 号には、近傍界でも基本算出式で過大評価が可能な結果が示されており、こういった点を含めて検討していきたい。

前山構成員) 安全側を見ていくという方針に異論はない。物理現象として $1/r^2$ の減衰なのか $1/r$ なのかという違いはあるため、その辺りの線引きが周波数帯ごとにできており、安全側で検討されているということであれば問題ない。

平田構成員) 下方からのばく露に関する空間平均方法は、基本全身平均 SAR と考えてよいのか。1998 年の ICNIRP のガイドラインは基本的には正面からの平面波ばく露を想定して導出しているため、下方からであれば表面積が小さくなる分かなり安全側に立っていると言える。どの程度下方であればという点に関して、文献もあったと記憶している。例えば、10 cm の距離での値を下方からの空間最大値として、さらに正面ではなく下方からという点で補正係数を入れれば事実上安全側の評価はできるのではないか。

日景主任代理) p. 2 (5) の子どもの全身平均 SAR の数値モデルを用いた検討はするのか、或いは国外の文献を参照するのか。

大西主任) この点は分科会の諮問の説明の際に委員からの質問があったため、念のため NICT で計算を行い確認した上で、一部答申の参考資料として含めたいと考えている。

(5) その他

論点整理の資料に関しては改めて構成員に照会する旨連絡があった。また、次回会合は 4/2 の開催を予定しているが、状況の変化があれば連絡する旨連絡があった。

(以上)