

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 6 回）
議事要旨（案）

1. 日時
令和 2 年 12 月 2 日（水）13:00～15:00
2. 場所
オンライン（Cisco Webex）
3. 出席者（敬称略）
 - (1) 構成員
大西主任、日景主任代理、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、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）
山口電波環境課長、梶原課長補佐他
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 6-1 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 12 月 4 日（金）までに事務局に連絡するよう依頼があった。
 - (2) 電波利用環境委員会への作業班の検討状況の報告について
大西主任より参考資料 6-1 及び参考資料 6-2 に基づき、第 46 回電波利用環境委員会（10 月 2 日開催）への作業班の検討状況の報告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）電波利用環境委員会において、ハンドホール周辺の物質の誘電率について虚部を含めるべきではないか、との指摘があり、これに対して、虚部を含めるよりも実部だけの計算結果の方が電波の強度のレベルが高くなるため、人体への安全性に関する評価としては特に問題はないと考えている旨の説明をしているところ、次回の委員会に向けて何か補足はあるか。
東山構成員）作業班の検討では複素比誘電率を考慮したデータを直接提示していないが、手元では何例か計算を行っているため、委員会報告の参考資料として含めることがで

きればと考えている。

(2) 地中埋設型基地局による電磁界強度の算出方法について

① 地中埋設型基地局ばく露評価法の検討状況について

東山構成員より資料 6-2 に基づき、電波産業会 (ARIB) の携帯電話基地局周辺の適合性評価法 Ad-hoc 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。主な質疑応答の概要は以下のとおり。

日景主任代理) 不確かさの検討において、拡張不確かさを導出するためにいくつかの項目を選択して不確かさを算出した上で足し合わせる形としているが、これらの項目はどのような点に基づいて選択しているのか。

東山構成員) 不確かさに関してどのようなパラメータを選んでいるかは p. 24 (付録 5) の表の記載のとおりである。一般的に文献等で不確かさを考慮している事例を参照しているが、解析領域における地下の領域端までの垂直距離は今回のモデル特有の不確かさであるため、実際に計算を行った際の結果への影響に基づきパラメータを選択している。これらのパラメータのうち、波長に対するセルの最小数の不確かさ u_j の影響が比較的大きくなっている。本来はもう少し大きな値をとればよいが、現状の計算機の性能等の制約もあるため、計算の実行が可能な範囲での不確かさを見積もっている。

日景主任代理) FDTD 法の計算において誤差が大きくなりそうな要因及び今回検討を行ったハンドホールに特徴的な部分に起因して誤差が大きくなると想定される要因を加味して、拡張不確かさの評価の項目を設定したという理解で良いか。

東山構成員) そのとおり。

日景主任代理) 電波利用環境委員会でのご指摘も踏まえて複素比誘電率の虚部も含めた考察を行うとのことだが、虚部を考慮することによってハンドホールやハンドホールの蓋に起因する損失が増える結果が見込まれるが、具体的にどのパラメータや条件について計算を行う予定か。

東山構成員) これから計算を追加で実施するのではなく、これまで計算した結果を一部参照しながら委員会報告書に反映することを考えている。現状、電力束密度の空間的最大値の比が大きい 4.5 GHz 帯に関しては、ハンドホール、ハンドホールの蓋、土等も含めて複素比誘電率の虚部を含む条件と含まない条件で計算を行っている。虚部を含める条件については総務省の地中レーダー技術に関する調査検討会の報告書に記載されている複素比誘電率の虚部の値を参考にしている。現状行っている計算データの範囲では、複素比誘電率の虚部を含まない条件の方が大きな比が得られているため、虚部を含まない計算を行うことで十分に保守的な値が得られていると考える。なお、差分としては 1 dB もない程度である。

大西主任) 今後改めて虚部を含めた計算するのではなく、これまで計算した結果を委員会

報告に反映するという方針で良いか。

東山構成員) 現状はその方針で考えている。電波利用環境委員会でのご指摘は空間的平均値しか検討していないのではというご指摘のようにも思われる。再度委員会でご指摘があった場合は空間的最大値も評価した結果であることを説明いただきたい。

大西主任) 複素比誘電率の虚部を考慮すると空間の電磁界分布が変わりホットスポットのような場所ができる可能性があるのではないかとのご指摘であり、空間的最大値に関する検討が十分ではないといったようなご指摘は特になかったものと認識している。

佐野構成員) p. 24 の拡張不確かさの要素のうち、最も支配的な要素は波長に対するセルの最小数という理解でよいか。

東山構成員) そのとおり。

佐野構成員) この不確かさの影響を少なくする方法はあるか。

東山構成員) セルの分割数を増やした計算にも耐えうる計算機を用意することが考えられる。一方、今回のモデルは FDTD 法で評価するものとしては計算領域が大きく、周波数も 4.5 GHz 帯であるため、FDTD 法で理論上必要とされる分割数のギリギリの条件で計算している。例えば、計算機のスペックを上げて分割数を増やすなど、計算方法を工夫することで改善される可能性はある。

大西主任) これまでの検討結果を踏まえ、地中埋設型基地局に関しては従来使われている空間評価領域の 200 cm ではなく 70 cm で評価するのが妥当であり、さらに基本算出式で計算した結果に対して不確かさも含めた係数 A として 6 を適用するのが妥当であるという点が本報告のまとめであった。この点に関しては、また気が付いた点があればご指摘いただきたい。

②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 6-3 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とおり。

日景主任代理) 高い周波数帯では波長が短くなるため、セルの空間的な精度が問題になるかと思うが、低い周波数帯と高い周波数帯で人体モデルのセルの細かさは同じか。

長岡構成員) 前回報告した 3.5 GHz 帯までのデータはすべて 1 mm の分解能で計算している。今回の高い周波数帯のデータの追加に際してもう少し細かくしたかったのだが、計算機の能力が追い付かず、前回同様に 1 mm の分解能で計算している。これまでの計算の検討から 1 mm の分解能でも、20~30%の誤差の範囲で計算できると判断している。

日景主任代理) 今回の計算ではハンドホール内にアンテナ素子が 1 本のみ配置されている条件だが、実際の場合は MIMO ブランチで 2 本または 3 本のアンテナ素子が配置されることが想定される。複数のアンテナ素子の場合に比べて、1 本のアンテナ素子の方が電力が集中するため SAR の値が高めになるという理解でよいか。

長岡構成員) その点に関しては実際に検討を行っていないため判断が難しい。基本的には立位の場合は複数ブランチの場合と 1 ブランチの場合で全身平均 SAR は変わらないと考える。一方、寝そべった場合は複数ブランチの条件の方が高めに出ると考える。アンテナが 1 本の場合と 2 本の場合を比較した場合に、出力電力が同じであれば、1 本の場合の方が局所 SAR が高くなる。

大西主任) 成人男性モデルと 3 歳児モデルで組織数が異なるが、何の違いなのか。

長岡構成員) 脳の部分に大きな違いがある。成人男性は頭部の明るい緑の部分と深い緑の部分が灰白質と白質に分かれているのだが、3 歳児の場合は MRI 撮影で両者を分離できずそれらの違いがないモデルとなっている。

大西主任) 単純に 1 つの組織の差ではないということか。

長岡構成員) 脳以外にも組織の有無で違いがあるかもしれないが、脳の部分の違いが大きい。和氣オブザーバ) 今回は、3 歳児モデルに関する脳の電気定数は均一だという仮定で計算を行ったのか。

長岡構成員) 成人男性モデルでは灰白質と白質の値を入れており、3 歳児モデルでは脳の平均の値を使って計算している。

大西主任) 局所 SAR に関しては体のどの部分にピークが来るのか。

長岡構成員) アンテナの直上に人体が立った場合、1493 MHz 以上では足の裏で最も大きな値となる。788 MHz と 875 MHz に関しては、成人男性は足の裏、3 歳児はふくらはぎ辺りで最も大きな値となる。成人男性モデルは足を 30 cm 程の間隔でハの字に開いているが、3 歳児は 15 cm 程の間隔で並行に開いている。p. 6 の地中埋設型基地局からのばく露において 788 MHz や 875 MHz で 3 歳児の局所 SAR が小さくなっているが、これは基地局の中心位置のヌルが大きくなり、3 歳児の足が電界の強い部分にかからないことが原因である。その場合、3 歳児の足の位置を少しずらすと、成人男性と同じ程度の局所 SAR となる。前回の報告でアンテナの位置を動かした際の結果を示しているが、それと同様の結果になる。

大西主任) 座った状態のモデルは計算しているのか。

長岡構成員) していない。

(4) 委員会報告書の取りまとめに向けた主な論点と対応 (案)

事務局より、資料 6-4 に基づき委員会報告書の取りまとめに向けた主な論点と対応について説明があった。主な質疑応答は以下のとおり。

日景主任代理) p. 5 の 3 歳児の評価と成人男性の評価を比較した場合、3 歳児の方が体重が軽くなり、かつ、ばく露量が依存する表面積が小さくなることで、全身平均 SAR は基本的には高くなる傾向となる (体重は 3 乗に比例して減り、ばく露量は 2 乗に比例して減るため)。今回の検討では歩行ができる 1 歳児を前提にしていたのに対して、計算は

3歳児モデルで行っていることについてどう説明するのか。

事務局) 厳密には1歳児モデルで計算すべきかもしれないが、十分な実績のあるモデルとしては3歳児モデルが最小であり、また、1歳児と3歳児の平均身長の違いは20cmであるため、20~30%のずれの範囲で外挿できるという考え方による。

長岡構成員) 実際には1歳児モデルはあるのだが、足が湾曲したモデルになっており立位の計算には向かない。また、寝そべった場合も猫背のような形になってしまうため、計算に向かず、今回は3歳児モデルで計算している。1歳児と3歳児の身長の違いが20cm程度であるのに対して、成人と3歳児では倍程度身長が異なる。確かに全身平均SARは1歳児の方が3歳児よりも高くなると想定されるが非常に小さい差になると考える。

大西主任) 1歳児自らがマンホールの上に寝そべることはあまり想定されないケースであり、1歳児が立っている状態の場合にどの程度の値になるかを推定できれば良いだろう。

日景主任代理) 全身平均SARは指針値に対して十分小さいということが示されているため、その方針で異存ない。

東山構成員) p.5に出力電力1Wとあるのは実効放射電力と捉えてよいか。

長岡構成員) そのとおりである。

大西主任) 資料6-4では周波数の上限は4.6GHzと記載されており、資料6-2では4.5GHz帯と記載されているが、両方で検討している周波数は一致していると考えてよいか。

東山構成員) 一致している。実際の帯域は4.5~4.6GHzの100MHz幅であり、中心周波数として4.55MHzを4.5GHz帯の検討周波数としている。

事務局) 下限の周波数に関してはARIBの検討は700MHzからになっており、資料6-3の長岡構成員の計算は788MHzからになっている。

大西主任) 「700MHzから」とすると他のシステムが含まれてしまうのか。

事務局) 他のシステムが存在しているが、今回は地中埋設型基地局に特化した形で制度化を行うため、広めにとることで問題ないとする。

大西主任) 700MHz帯は正式な表現ではないか。

事務局) 制度化するには周波数の範囲を規定する必要があるため、帯域表記でない形が良い。

大西主任) p.2の「700MHzから4600MHzまでの範囲内」という表現で問題ないか。

東山構成員) ARIBの報告では700MHz帯としている。700MHz帯は他のシステムも使っている周波数帯でもあるため、モバイルの帯域に即した記載にした方がよいのか。

事務局) 本作業班は技術的条件を検討していただいている場であるため、技術的な観点でまとめたい。実際には700MHzからの計算は行っていないが、適用周波数の範囲を700MHzからと記載して問題ないか検討いただきたい。

大西主任) 実際には計算は788MHzで行っているが、水平偏波は周波数特性が殆どなく、垂直偏波に関しても700~800MHz帯ではそれほど係数は大きくなりませんということであれば、700MHzからとしても特段問題はないかと思う。

東山構成員) 技術的な説明という観点であれば主任の意見に賛同にする。

事務局) 下限を記載しないという方法は考えられるか。

大西主任) 少なくとも、地面から 10 cm 以上深部にオフセットする条件が入っていることを考えると、300 MHz 以上である必要はある。p.2 の「700 MHz から 4600 MHz までの範囲内」という記載で良いかと思う。

東山構成員) 補足だが、携帯電話の基地局に割り当てられている周波数が 773~803 MHz であるため、ARIB の検討ではその中心周波数として 788 MHz で検討を行っている。

大西主任) 係数 A について、不確かさを考慮して統計処理をして得られた 7.02 dB を真値に直した値が 5.04 ということだが、5.04 を 6 にするのは切り上げの幅が大きい気がするが問題ないか。

東山構成員) ARIB でも議論になった項目ではあるが、一般の方々に向けてより安全性を取った保守的な係数にするという考えにより、切り上げとする判断で合意した。

大西主任) 係数を小数点の値にすることは考えないのか。

事務局) 大地反射係数 K も 1 と 4 と 2.56 であり、小数点とすること自体には問題はないが、ここでは整数の方が望ましい。例えば 5.1 などにするのであれば、先ほどの計算の精度などに関してより厳密性を追求する流れとなる。

大西主任) 単純に切り上げをしたという説明ではなく、安全を加味したなど丁寧な説明があった方がよい。

事務局) 説明については検討する。

(5) その他

事務局より、資料 6-5 に基づき今後の予定について説明があった。12 月 23 日の次回会合では、今回の検討に基づいた報告書案の審議を行い、年明けに電波利用環境委員会で報告書案について報告し、内容の合意が得られれば、パブリックコメントを行った上で情報通信技術分科会に諮るスケジュールを予定している旨説明があった。

(以上)