

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
電波防護指針の在り方に関する検討作業班（第15回）

- 1 日時：令和5年7月26日(水)15:00～17:00
- 2 場所：Web会議開催
- 3 出席者：
 - (1) 構成員（敬称略）
平田 晃正(主任)、牛山 明(主任代理)、上村 佳嗣、小島 正美、佐々木 謙介、日景 隆、柿沼 由佳、宮越 順二、増田 宏、松本 明子、小寺 紗千子、多氣 昌生(オブザーバ)（以上12名）
 - (2) 事務局（総務省総合通信基盤局電波部電波環境課）
内藤 新一(電波環境課長)、藤原 史隆(課長補佐)
- 4 議事
 - (1) 適用除外となる電力について
 - (2) 電波防護指針の見直しの方向性について

【平田主任】 定刻になりましたので、一部おそろいでない方もございますが、第15回電波防護指針の在り方に関する検討作業班を開催いたします。構成員の皆様方におかれましては、御多用の中お集まりいただきまして、誠にありがとうございます。

まずは事務局から、諸連絡をお願いいたします。

【藤原課長補佐】 総務省電波環境課の藤原です。本日もウェブ会議により開催しております。御発言を希望される場合は、挙手ボタンかチャットでお知らせください。主任に順次御指名いただきます。ほかの方が発言されていなければ、指名を待たずに御発言いただいても結構です。御発言の際は、カメラをオンにさせていただきますと幸いです。モバイル回線の御利用など、回線速度が不十分な場合は音声のみでも結構です。

本日の出欠ですが、寺尾先生が御参加されていません。また、本日の会議は公開としておりまして、傍聴の方がいらっしゃいます。

最後に、メールでお送りしました本日の配付資料について確認させていただきます。発表資料としまして、資料15-1から15-3まででございます。不足がございましたらチャ

ット機能で御連絡ください。

事務局からの連絡事項は以上でございます。平田主任、どうぞよろしくお願いいたします。

【平田主任】 それでは、議事に入らせていただきたいと思います。本日の検討テーマは2つございます。

まずは、情報通信研究機構の佐々木構成員に、吸収電力密度の指針値を導入した場合の局所吸収指針の適合性評価が適用除外となる電力について御検討いただきましたので、御発表いただきたいと思っております。

続きまして、事務局に、当作業班におけるこれまでの検討を振り返る形で、吸収電力密度の指針値の導入などに関する論点を整理いただきましたので、それを御説明いただいた上で、電波防護指針の見直しの方向性について議論したいと考えております。

それでは、議事1となりますが、「適用除外となる電力について」ということで、佐々木構成員から御発表をお願いいたします。

【佐々木構成員】 情報通信研究機構の佐々木でございます。どうぞよろしくお願いいたします。

それでは、「適用除外となる電力について」といたしまして、NICTの佐々木から御報告させていただきます。次のスライドをお願いいたします。

初めに、背景でございます。こちらは現行の局所吸収指針の適用除外となる電力についてでございます。詳細につきましては、総務省諮問第2035号に対する2018年答申に基づいたものとなっております。背景でございますけれども、電波防護指針の管理指針の局所吸収指針では、局所吸収指針への適合性評価を必要としない空中線電力の平均電力が示されてございます。これは時間の平均電力です。以下、「適用除外となる電力」と申し上げさせていただきます。その内容というものが、右側でございます表の中の四角い赤い点線で囲った部分でございます。

この適用除外となる電力につきましては、デバイス等から放射される全ての空中線電力が体のごく一部に吸収される場合のような、安全側の評価をできるような条件を仮定してございます。その算出方法の大本は、小電力機器・電子機器の簡易評価方法に関する国際標準規格、IEC 62479:2010に基づいてございます。このたび、局所吸収電力密度の指針値の導入におきまして、現行の適用除外となる電力との整合について確認させていただければと思っております。ただ、新しく導入する吸収電力密度の指針値自体はまだ確定している状況ではございませんので、本発表の中では、ICNIRPガイドライン2020年の

吸収電力密度の指針値の導入を仮定するということを前提とさせていただきます。それでは、次のスライドお願いいたします。

こちらは、非常にざっくりでございますけれども、IEC 62479:2010規格の概要でございます。タイトルは記載のとおりでございますが、こちらの規格自体は、小電力電気・電子機器の簡易評価方法を規定しているものでございまして、周波数の範囲としては10MHz～300GHzとなっております。ただ、発行日は2010年となっておりますが、こちらの規格の安定期日は2024年となっておりますので、現在も利用可能なものとなっております。

この規格の中で附属書、アネックスAと呼んでございますけれども、アネックスの中ではこの適用除外となる電力の最大値の計算方法を提供してございます。そちらの計算方法について御紹介させていただきます。次のスライドお願いいたします。

まず初めに、規格の中の記載内容を抜粋したようなスライドとなっております。適用除外となる電力の最大値、ここでは P_{max} と記載してございますけれども、この P_{max} の計算方法について初めに御紹介させていただきます。このIEC 62479:2010 アネックスAの中では、局所SAR及び、文章の中では「電力密度」と記載されてございますが、入射電力密度のこととございます。局所SAR及び電力密度それぞれの指針値に基づいた P_{max} の計算方法を提供してございます。

大前提といたしましては、重複いたしますが、全てデバイスやアンテナから放射される全ての空中線電力が体のごく一部、具体的には平均化する領域に集中することを前提としてございます。そのため、過大評価となる安全側の条件を想定してございます。

スライドの真ん中の四角く囲ったところ、こちらが入射電力密度の指針値、これは仮にSとしてございますが、それに対応する P_{max} の計算方法でございます。こちら、記載したら非常にシンプルなものでございますが、適用除外となる電力の最大値 P_{max} は入射電力密度の指針値、こちら、空間平均値でございますので、それに平均化領域を乗じたものとなっております。こちらの式が、少し上で申し上げました、全ての空中線電力が平均化面積の領域に入射する条件を仮定しているものでございます。一応補足でございますけれども、この P_{max} の平均化時間につきましては対応する指針値に従いますので、例えば、現行の局所吸収指針の入射電力密度の指針値の場合は6分間平均となっております。こちらの御紹介させていただきましたIEC 62479:2010規格では、発行されたのが2010年ということもございまして、当時は吸収電力密度という指針自体がございませんでしたので、

この考え方を基に、適用除外となる電力の最大値の計算方法を吸収電力密度の指針値に対して拡張したものを次のスライドで御紹介させていただきます。それでは、次のスライドをお願いいたします。

先ほどのスライドと同じような記載となっております。ここでは吸収電力密度の指針値に対する P_{max} の計算方法を示してございます。先ほど同様、今度は吸収電力密度ですが、全ての空中線電力が平均化面積の領域に透過する、体のごく一部に吸収される条件を仮定した場合の計算方法がその下の黒い四角で囲った部分になってございます。表記といたしましては、形といたしましては先ほどのスライドと同じとなっておりますが、吸収電力密度の指針値、ここでは S_{ab} としてございますけれども、 S_{ab} に対する P_{max} の計算方法は先ほど同様、 S_{ab} に平均化面積を乗じたものとなっております。

一応、補足まででございますけれども、吸収電力密度の指針値、ここで挙げているのは ICNIRP のものでございますが、こちらは空間平均値となっております。平均化時間につきましても、先ほどと同様、対応する指針値に従いますので、ICNIRP のガイドラインの場合は、6 分間平均となっております。ここで、ICNIRP ガイドライン 2020 年発行のものでございますが、あるいは、IEEE C95.1 規格も同じでございますけれども、30 GHz 超の周波数につきましても、 1 cm^2 及び 4 cm^2 それぞれの平均化面積に対応した吸収電力密度の指針値を持ってございます。このような場合は、各平均化面積に応じた指針値の両方を満足するよう、それぞれの指針値に基づき算出された P_{max} のうち小さい方を適用除外となる電力の最大値とするのが適切と考えてございます。口頭だとどういった形なのか分かりにくいと思いますので、次のスライドで例を示させていただきます。次のスライドをお願いいたします。

こちらのスライドは、ICNIRP ガイドラインにおける吸収電力密度の指針値から計算した適用除外となる電力を試算したものとなっております。こちらのスライド、職業ばく露と一般公衆ばく露、それぞれの計算結果を詳細に記載させていただいてございます。まずは、職業ばく露の周波数範囲が 6 GHz ~ 30 GHz のところを御着目いただければと思います。6 GHz 超 ~ 30 GHz の範囲につきましても、吸収電力密度の職業ばく露環境における指針値は 100 W/m^2 となっております。このときの平均化面積は 4 cm^2 となっておりますので、こちらの単位を合わせて乗じた指針値と平均化面積を乗じますと、 P_{max} の計算結果というものは 40 mW となります。したがって、適用除外となる電力は 40 mW 以下と試算されます。

一方、右側の列の30GHz超～300GHzの範囲につきましては、平均化面積4cm²と1cm²で異なる吸収電力密度の指針値を持っています。ICNIRPのガイドライン上は両方を満足する必要がございます。初めに4cm²の方からP_{max}を試算させていただきますと、こちら、5行目、P_{max}の計算結果のところは40mWという試算になります。一方、空間平均化面積1cm²に対応したP_{max}を試算しますと20mWとなります。先ほど申し上げましたように、こちら、4cm²に対する指針値から試算されたP_{max}、1cm²に対応した指針値から試算されたP_{max}、どちらも満足する必要がございますので、この場合は適用除外となる電力は小さい方の20mW以下と試算されてございます。

一般公衆ばく露につきましても同じような手順で計算しますと、最終的に一番下の段を見ていただければと思いますが、6GHz超～30GHzにおきましては、適用除外となる電力は8mW以下、30GHz超～300GHzの範囲につきましては4mW以下となります。

重複して恐縮ではございますけれども、こちらで試算された適用除外となる電力は、デバイスから放射される電力が一部に集中するような条件を想定してございます。ただ、実際には電波は平均化面積の領域よりも広い範囲に入射するため、適用除外となる電力を超える場合においても、適切な方法により、吸収電力密度あるいは入射電力密度を評価することで電波防護指針への適合性を確認することは可能でございます。次のスライドお願いいたします。

こちらは、最後のスライドでございます。結びとなっております。本日は、ICNIRPガイドライン2020における吸収電力密度の指針値の導入を仮定して、適用除外となる電力の最大値を算出させていただきました。その結果というものが、スライドの真ん中に記載してある表でございます。スライドの下方ですけれども、こちらは現行の局所吸収指針の適用除外となる電力をまとめたものとなっております。こちらを見ていただくと、6GHz～30GHzにおきましては、下段の6GHz～30GHzにおける適用除外となる電力につきましては、今回、ICNIRPのガイドラインに基づいて試算したものと同一となっております。ただ、一方で30GHz超では、現行の局所吸収指針の適用除外となる電力の最大値と約倍ほどギャップがございます。具体的には、現行の局所吸収指針の規定の方がより安全側、適用除外となる電力が低くなっている結果になってございます。ただ、こちらにおきましては、本会で議論するところかとは思いますが、局所吸収指針の指針値を導入することによって、この30GHz超の適用除外となる電力の見直しの余地はあろうかと思っております。

私からの御説明は以上でございます。ありがとうございました。

【平田主任】 佐々木構成員、御説明いただきましてありがとうございました。ただいまの御説明に対しまして、構成員の方から御質問などございましたら御発言をお願いいたします。

日景構成員、よろしくお願いいたします。

【日景構成員】 日景です。佐々木構成員、御説明ありがとうございました。確認なのですが、4ページ目のスライド等で、過大評価となる安全側な条件というのが記載されていますが、要は、実際は全ての空中線電力がその領域に入射することはないけれども、それを入射するものと仮定しているからというところが、過大評価となる条件であると言っている理由ということでしょうか。

【佐々木構成員】 おっしゃるとおりでございます。実際にアンテナと端末に搭載されているデバイスから送信される全ての電力は、電波自体はある一定の広がりを持って伝播していくものでございますので、1 cm²あるいは4 cm²というごく一部に全ての電波が入射する、特に入射電力密度のときはそれがさらに人体での反射もございますので、それが全て中に入っていくということは、安全側ではあるけれども簡易的に評価できるというところが、この評価方法のポイントと理解してございます。

【日景構成員】 ありがとうございました。

【平田主任】 ありがとうございます。それ以外に何か御質問、コメント等ございますでしょうか。

小寺構成員、よろしくお願いいたします。

【小寺構成員】 名工大、小寺です。佐々木構成員、御説明ありがとうございました。今出ているスライドのところでも1つ確認をさせていただきたいのですが、今回、6 GHz以上のところで御説明していただいたと思いますが、6 GHz以下のところでは、こちらのスライドにあるとおり、局所SARを基準として P_{max} を定めているというのは、IECの規格でもそちらになっているという理解で正しいでしょうか。

【佐々木構成員】 はい。現行の局所吸収指針に記載されてございます6 GHzにおける適用除外となる電力の最大値につきましては、同じような試算方法で導出されてございます。

【小寺構成員】 ありがとうございました。

【平田主任】 平田から補足です。以前の2018年のときの議論になりますが、当時、

ICNIRP、IEEEともに、ミリ波帯の議論が進んでいる最中であって、新しいガイドラインが定まっていませんでした。その中で、私たちが国際基準に近づいていく上で、より安全な値を採用しましょうということが前回の議論にあったかと思います。その関係で、結果として適用除外の値がずれているように見えますが、安全側という形にはなりません。もともと国際基準ができましたら改めて検討しましょうという趣旨であったと記憶しております。検討の余地があるかどうかといえば、可能なところは国際ガイドラインの値に準ずる形で近づけようという形であったので、当然議論としてあってしかるべきかと思えます。

その際に、吸収電力密度と入射電力密度、これを我が国の局所吸収指針でどのように扱っていくかというところは、全体像が見えないとなかなか議論ができない部分もあるのかと思っております。その部分につきましては、続いての事務局の発表で、一度皆さんに全体像を見ていただいた上で議論した方がよろしいのではないかと思っております。それ以外に、何か御議論できればと思っておりますが、オブザーバーの多氣先生からお手が挙がっているでしょうか。よろしくお願いいたします。

【多氣オブザーバー】 変わった点がちょっと分かりにくいのかなと思って、整理していただければと思いますが、これまでの入射電力密度から、今回は吸収電力密度というものを採用すると仮定して議論していただいているという点がまず1つの違いですけれども、もう一つ、ICNIRPのガイドラインと平成27年の2035号の答申のときの値とでは平均化面積がちょっと違うといった話がありました。ここで除外される電力密度に違いが出たのは、どこによるものなのかということについて説明をしていただければと思います。

【佐々木構成員】 多氣オブザーバー、御質問ありがとうございます。スライドといたしましては、7枚目のスライドをお出しいただければと思います。

こちらの試算の手順としては、冒頭で御説明させていただいたとおりでございますけれども、現行の我が国の局所吸収指針の適用除外となる電力につきましては、入射電力密度の指針値に対して、同じように平均化面積を乗じたものとなっております。ただ、入射電力密度の指針値は、一般環境におきましては、我が国では $20\text{W}/\text{m}^2$ 、管理環境につきましては $100\text{W}/\text{m}^2$ でございますが、多氣オブザーバーから御説明いただいたように、 6GHz ～ 30GHz 以下の周波数につきましては、平均化面積は 4cm^2 となっておりますので、同じように乗じた、こちらのスライドの中程に記載してございます 6GHz ～ 30GHz の周波数における適用除外となる電力は同じような計算結果になってございます。

一方、30GHz超～300GHzにつきましては、我が国の局所吸収指針におきましては、現行は平均化面積1cm²となっておりまして、入射電力密度の指針値も1cm²の場合は管理環境で100W/m²、一般環境におきましては20W/m²となっておりますので、平均化面積の違いがあるということが最終的に30GHz超における適用除外となる電力の差の要因となっております。もちろん1cm²のときの指針値の値が、入射電力密度と吸収電力密度と指標は異なってございますけども、ICNIRPのほうが一般環境で40W/m²と、入射電力密度の値よりも高くなっているところがこの差の理由となっております。

【多氣オブザーバー】 ありがとうございます。要するに、吸収電力密度と入射電力密度ということについては、デバイスがあるかないかという大きな条件の違いはあるけれど、除外する電力を計算する上では影響はないという理解でよろしいのかということを確認したかったです。

【佐々木構成員】 すいません、影響がないというのはどういうことでしょう。

【多氣オブザーバー】 例えば、今回、吸収電力密度というものを導入しないで、入射電力密度のままであったとしても同じことになるのかということを確認したかったです。

【佐々木構成員】 なるほど。ただ、ICNIRPガイドラインにおける入射電力密度の指針値は、この作業班の第13回で小寺構成員から御説明いただいたように、ごく近傍領域においては利用できないという理由から、ICNIRPの入射電力密度の指針値から適用除外となる電力を算出するというのは、デバイスがごく近傍にあるときには安全を担保するとは言えませんので、ここでは吸収電力密度の適用の人体との離隔距離の制限がない吸収電力密度の指針値から試算させていただきました。

【多氣オブザーバー】 分かりました。大変クリアになりました。どうもありがとうございます。

【平田主任】 こちらのICNIRPのガイドラインでは、吸収電力密度というのが基本制限で規定されていて、入射電力密度に対しましては、参考レベルという電磁界強度指針に準ずるもので定義されています。そのために吸収電力密度の方がより本質的といえますか、温度上昇と密接に関連があるパラメーター、指標として定義されているわけですが、我が国においてはその部分についてもまだ十分議論がないかと思っておりますので、皆さんにその部分も後ほど確認いただきたいと思っております。

あとは、30GHz以降の入射電力密度、吸収電力密度の定義ですが、ビームのような入射に対して、2019年ぐらいにアメリカのグループから、ビーム状のものだと平均化面積が

半減した場合には許容量が2倍にしても、温度上昇の観点、熱的な影響が中心とした場合には同等であるという報告があつてから、ICNIRP、IEEEの両ガイドラインがそのような値を導入したという経緯だと私は理解しております。そういった意味で、科学的根拠がどんどん積み重なった後に、こういった値が徐々に、より適切な科学的根拠に基づいて改定されていっているという理解であります。

【佐々木構成員】 ありがとうございます。

【平田主任】 ほかの構成員の皆様から何か補足する点、御質問等ございますでしょうか。よろしいでしょうか。それでは、佐々木構成員、御説明いただきまして、ありがとうございました。

【佐々木構成員】 ありがとうございます。

【平田主任】 それでは、続きましての議題2に移らせていただきます。議題2でございますが、「電波防護指針の見直しの方向性について」ということで、事務局から御説明をお願いいたします。

【藤原課長補佐】 電波環境課の藤原でございます。本日の資料の15-2に基づきまして、電波防護指針の見直しの方向性について御説明いたします。

まず2ページ目ですけれども、こちらは第12回の作業班のときに御提示いたしましたもので、今回の吸収電力密度の導入に当たっての検討内容です。検討項目として電波防護指針の在り方とその他関連する事項というものを掲げております。

続きまして3ページ目、こちらは第12回から本日の第15回までの作業班で検討した内容となっております。議題に上げたものを掲げております。

続きまして、4ページ目になります。一番上、1ポチですけれども、吸収電力密度の指針値の導入の検討経緯ということで、まず、平成2年の当初指針を作成してから、それ以降もその時々科学的知見に基づいて、国際ガイドラインを踏まえながら順次見直されています。直近の国際的な動向としましては、2019年、令和元年にIEEEのICESがC95.1の規格を見直しています。また、2020年、こちらでICNIRPがガイドラインを新しく更新しています。こういった中で、現行の電波防護指針では、6GHz～300GHzの局所吸収指針については入射電力密度の指針値を定めていますけれども、新しくできた国際ガイドラインにおきましては、6GHz超の入射電力密度は、体表面の温度上昇を精密に近似する指標となる吸収電力密度とアンテナ近傍では必ずしも適切に相関しないといったような見解が示されまして、今回の吸収電力密度を用いた評価が推奨されるということ

でございます。

2 ポチ目になりますけれども、局所入射電力密度の課題ということで、小寺構成員から御発表いただいた内容になります。2 GHz を超えて300 GHz までの周波数範囲におけるリアクティブ近傍界領域内のばく露については、参考レベルの値に適用される物理量は、基本制限への適合性を保証するには不十分として扱われますといったようなことが I C N I R P ガイドラインで書かれています。参考レベルというものが入射電力密度で、基本制限というものが吸収電力密度といいますか、体内へ吸収されるもので評価します。I E E E I C E S の方も同じように、リアクティブ近傍界領域内では、等価平面波の関係が成り立っていないということで、入射電力密度での適合評価は難しいのではないかという見解です。

続きまして、下の3 ポチ目ですけれども、局所電力密度の有用性ということで、こちらも小寺構成員から御発表いただいたものです。6 GHz 超ではSARと温度上昇が必ずしも適切に相関せず、吸収電力密度は6 GHz 以上で温度上昇とより優れた相関関係を示唆するということと、単位吸収電力密度の温度上昇は、ばく露条件にあまり依存せずに、入射電力密度と比較して一貫性のある特性を持っているということをご発表いただきました。

続きまして、5 ページ目ですけれども、こちらは吸収電力密度の定義でございます。電力密度評価方法作業班でも議論になりましたので、改めて御紹介させていただきます。こちらの第2式、 S_{ab} というのが吸収電力密度を表しています。A というのが平均化面積になります。1/A 倍の \iint_A ということで、平均化面積Aの領域で面積分を行って、それを1/A とするという事なので、平均化面積Aで平均化するという事になります。その中身は、 $\text{Re} [E \times H^*]$ ということで、電界強度と磁界強度の複素共役で外積を取ったものの実部に、さらに「 $\cdot ds$ 」という事で、内積を取るということで、 ds というのは、入射する面に対する法線ベクトルということになりますので、全体としては電波が進む方向に対しての電力密度を表しているということになります。

結論としましては、下に書いてありますけれども、体内方向に身体表面を垂直に通過する単位面積当たりの電力であるということで、実際6 GHz 超では電力のほとんどが身体表面で吸収されることを踏まえれば、吸収電力密度というものは身体表面における単位面積当たりの吸収電力と考えることができると言えます。

続きまして、6 ページ目ですけれども、こちら、久留米大学の増田構成員に作っていたものです。2020年 I C N I R P ガイドラインで定められているものですが、

高周波電磁界による温度上昇というものは、タイプ1とタイプ2の組織に分けられていて、それぞれ健康への悪影響の運用上の閾値というものが5℃と2℃の温度上昇とされています。これらの温度上昇を生じさせるために必要な局所吸収電力密度については、6GHz～300GHzにおいては6分間平均して、かつ平均化面積4cm²の正方形での値として、200W/m²という設定をしています。また、30GHz～300GHzについては、より小さな面積においても健康への悪影響を運用上の閾値を超過しないことを確実にするために、追加的に平均化面積1cm²の正方形での値を400W/m²と設定されています。この運用上の閾値に対しまして、職業ばく露の基本制限については低減係数2を掛けていて、一般公衆ばく露の基本制限については低減係数10を掛けています。職業ばく露と一般公衆ばく露の間は5倍の差があります。

続きまして、7ページ目になりますけれども、こちら、北海道大学の日景構成員から御発表いただいた項目です。平均化面積の基本的な考え方ですが、最初のスライドは、2018年に議論したときと同じものになりますけれども、6GHz～300GHzでは4cm²の平均化面積が最大温度上昇とよく相関していることと、30GHz超では狭ビームのばく露を考慮して、1cm²の平均化面積を追加することが基本的な考え方として示されています。

続きまして、8ページになりますけれども、こちら、平均化面積と吸収電力密度の許容量との関係です。吸収電力密度の検討に当たって、生体内の熱拡散というものが考えられますと、電波ばく露を局在化すると、平均化面積の平方根で最大温度上昇が小さくなるという検討結果を御紹介いただきました。そういったことで、6GHz～300GHzでの4cm²の平均化面積の許容値に対しましては、30GHzを超えるビームのばく露、平均化面積1cm²とした場合は2倍の出力を許容可能であるという考え方を示していただきました。

続きまして、9ページ目になりますけれども、こちらは指針値の妥当性を検討するものでございます。まず、人体皮膚の事例ということで、久留米大学の増田構成員から御発表いただきました。久留米大学での人体前腕皮膚のばく露実験では、吸収電力密度と温度上昇との関係について、人体モデルを用いた数値解析による推定値よりも実測値が下回ったような可能性が示唆されているところがございます。この真ん中の青いところの図でありますけれども、吸収電力密度(APD)で200W/m²で推定では温度上昇が5℃ですけれども、実際は2℃程度であるという結果をお示しいただきました。さらに右側の図、皮膚血流を評価したものでございますけれども、ばく露強度が基本制限よりも下回っていれば、血流が増えるという影響の惹起の可能性は低いことが示唆されたといった実験結果を紹介

いただきました。このほか、図には引用しておりませんが、人体について、性と年齢による差異を考慮しても基本制限が妥当であるというデータを御紹介いただきました。さらには、人の実験だけではなく、動物実験でラット皮膚の関係ですけれども、基本制限 $100\text{W}/\text{m}^2$ では組織変化、皮膚障害、そういったものは生じないことが示唆されたという結果を御紹介いただきました。

続きまして、10ページ目ですけれども、こちら、家兎の眼球に対する電波ばく露の事例でございますけれども、金沢医科大学の小島構成員から御発表いただきました。28GHz～162GHzのミリ波の電波をばく露したときの眼障害の閾値を研究されています。50%になるところを閾値と設定されていますけれども、これが極小となるのが75GHzのときになりますが、そこでの入射電力密度が $100\sim 200\text{mW}/\text{cm}^2$ の範囲にあるということで、また、瞬目など眼が鋭敏な忌避反応を持つことから、現行の電波防護指針は十分に安全側にあると考えられると御紹介いただきました。また、電波ばく露による眼部と眼瞼皮膚、まぶたと体部の皮膚の表面温度変化の障害閾値について比較したところ、28GHzと60GHzのばく露による表面温度上昇は、角膜より皮膚の方が高く、障害閾値については角膜より皮膚が低いといった結果をお示しいただきました。

続きまして、11ページ目は吸収電力密度の位置づけです。こちら、これまでの作業班の中で特に議論をしておらず、初めてということになります。今般の導入を検討している吸収電力密度の指針値は、身体に近接して使用される無線機器等から発射される電波の評価に用いることを目的としておりまして、局所吸収指針に組み込まれるべきであると考えております。

他方、吸収電力密度は、生体内の、特に6GHz超で考えますと、主に体表面になりますけれども、そこで吸収される単位面積当たりの電力ということで、生体内現象と直接関連する物理量という基本制限の定義にも当てはまるため、基本制限にも位置づけることが適当であるといったようにも考えられるということでございます。この場合、基本制限や、あと基礎指針といったものもありますが、それらの全体像について改めて整理をする必要があるのではないかということ論点の一つとして挙げております。

低周波の指針の答申をいただいたときの平成27年の報告書に記載されていますが、基本制限というものは、健康への有害な影響に至る可能性のある全ての既知の身体組織との生物物理学的相互作用メカニズムに直結する物理量に関する、守ることが義務づけられている制限値とICNIRPにおいて定義されています。基礎指針は、適合性が管理指針によ

り確認できない場合に適用される例外的措置のための指針という形になっていまして、それまでの電波防護指針の考え方と2010年に出された I C N I R P ガイドラインの考え方が必ずしも一致しないということで、電波防護指針に基本制限というものを新たに導入しました。その内容としましては、「健康への有害な影響に至る可能性のある電波ばく露による生体内現象と直接関連する物理量についての制限値」と定義したところでございます。

続きまして、12ページですけれども、先ほど申し上げたとおり、吸収電力密度を局所吸収指針に位置づけるというのは、携帯電話の端末等の評価を行うという本来の意味では理解できるかと思えます。これに加えて、基本制限の位置づけですとか、さらには基礎指針の位置づけについても検討する必要があるところでございます。

続きまして13ページになりますけれども、こちらは先ほど、情報通信研究機構の佐々木構成員から御説明いただきました。適用除外となる電力ということで、吸収電力密度を仮に導入した場合ということでございますけれども、局所吸収指針で示されています適用除外となる電力を見直す余地があるということでございます。

続きまして、14ページ目になります。複数の周波数に同時にばく露する場合の、総合照射比といったものについて検討する必要があるとございます。こちら、これまでの議論で特に扱われていませんが、過去の検討から、同じような考えを適用するということになります。一番上に書いていますけれども、電波防護指針の局所吸収指針においては、複数の周波数の電波にばく露する場合について、各周波数成分の指針値に対する割合の総和が1を超えてはならないと定められています。その下に式がありますけれども、総合照射比、TERにつきましましては、6GHz以下につきましましては、SARについて実際の値を制限値で除したものの総和を取り、6GHz～300GHzにつきましましては、入射電力密度について実際の値を制限値で除したものの総和を取って、さらにそれぞれの和を取って、それが1を超えないようにすることが条件になっています。

今回、吸収電力密度の指針値が導入された場合でも、この考え方が適用されるように取り扱う必要があると考えられます。 $S_m / S_{m,limit}$ の定義を入射電力密度で評価する場合と吸収電力密度で評価する場合に分けます。実際、式としては一緒ですが、入射電力密度の場合は、入射電力密度の制限値分の実際の入射電力密度の値で、吸収電力密度の場合は、吸収電力密度の制限値分の実際の吸収電力密度の値で、場合分けをして考えるということになります。

注意書きで一番下に書いていますけれども、30GHz～300GHzについては、平均化面

積 1 cm^2 と 4 cm^2 のいずれも評価を行って、指針値に対する割合が高い方を実際の割合として適用することが必要になると考えております。ただし、現時点において、 $10 \text{ GHz} \sim 300 \text{ GHz}$ について、標準的な評価方法、測定方法が確立されるまでには至っていないことに留意が必要としております。

続きまして、15ページ目になります。こちらは平田主任から御発表いただいたものになりますけれども、基礎指針において眼に関する注意事項が定められています。基礎指針の4(b)ですけれども、 3 GHz 以上の周波数においては、眼への入射電力密度（6分間平均）が 10 mW/cm^2 以下とするという注意事項を考慮することと定められています。改めて申し上げますが、その決定に対して、平田主任から御発表いただいたときの留意点としまして、ICNIRP 2020年のガイドラインとIEEEの2019年の国際規格において眼球への記述は限定的となっていることと、皮膚と角膜の閾値を同じ扱いとして、1998年のICNIRPガイドラインと比べて低い入射電力密度を設定している。Health Canada Safety Codeにおいて、眼球に関する記述は削除されているといったことが挙げられておりまして、こういった基礎指針の4(b)の注意事項に関する位置づけについて見直すべきということを御発表いただきました。

それから、健康リスク評価の関係です。第13回の作業班で、も平田主任から御紹介いただきましたけれども、ICNIRPガイドライン2020の附属書Bに健康リスク評価がまとめられています。ここに書いてあるとおり、「これらの制限を下回る高周波電磁界ばく露により健康への悪影響が発生する可能性があることを予測させる相互作用メカニズムの証拠はありません」と整理をされています。それから、三菱総合研究所の丸田様に、各国の最近3年間の健康影響に関する系統的レビューをまとめていただきました。その中で、中間周波につきましては、基準値以下のばく露による健康への悪影響は示されていないが、研究の数が限定される。高周波につきましては、基準値以下のばく露と健康影響の間の因果関係を示す新たな根拠は示されていない。また、超高周波については、健康影響の因果関係に関する研究データが少なく、こういったところについては今後の研究が必要であるということを御紹介いただきました。

続きまして17ページ目になりますけれども、こちらは今後の検討課題というものを論点として挙げています。先ほどのものと関連がありますが、特に今後検討すべきものとしましては、電磁界のばく露による健康影響の研究も進めていくことが挙げられるかと思えます。今回の作業班では、佐賀大学の松本構成員からストレス応答について御紹介をいた

きました。内容としては、ストレス応答を分析した結果、主たる要因は別ではないかと推測されたような内容でしたが、先ほど申し上げたとおり、このような研究につきまして、研究データが不足していると指摘されているところですので、引き続き生体電磁環境研究を進めていく必要があると思っております。

続きまして、18ページ以降につきましては、現行の電波防護指針の構成というところで、参考ではありますが、簡単に御説明いたします。今回の吸収電力密度を導入した場合に、どこを改正する必要があるかといった観点で御説明いたします。

まず、現行の1、定義のところですが、(16)のところに電力密度というものが定義されています。『電力密度』とは、電磁波伝搬の方向に垂直な単位面積当たりの通過電力をいう」ということで、その後で、入射電力密度に関する特記事項といたしますか、評価の原則が書かれています。そのため、吸収電力密度を導入した場合は、吸収電力密度にも同様な評価の考え方を示す必要があるかと思っております。

加えて、先ほど御紹介しましたけれども、局所吸収指針での位置づけです。こちらに基礎指針に従った詳細評価を行うために使用するための指針と定義づけられています。基本制限につきましては、健康への有害な影響に至る可能性のある電波ばく露による生体内現象と直接関連する物理量ということで、吸収電力密度もこちらに入るのではないかという話をしました。そういう意味で、基本制限と基礎指針についても、全体の中での位置づけを改めて検討する必要があるかと思っております。

続きまして、局所吸収指針の中ですけれども、最初の(a)に適用範囲というものがございまして、先ほどNICTの佐々木構成員から御説明いただきましたけれども、適用除外となる電力について記載がございまして、こちらについて、先ほどの考え方を適用するのであれば見直す必要がございまして。

続きまして、(b)が管理環境、(c)が一般環境になりますけれども、構成としては一緒ですので、管理環境で御説明いたしますと、1番目が全身平均SARの指針値を定めていまして、2番目が6GHz以下の局所SARについて定めています。3番目と4番目が入射電力密度について定めていまして、5番目が総合照射比について定めています。今回、吸収電力密度を導入するということであれば、まずは3と4について入射電力密度と吸収電力密度の適用関係を定める、実際に吸収電力密度の指針値を定める必要があります。

それから、5番目につきまして、入射電力密度と吸収電力密度で平均化面積の考え方が異なりますので、総合照射比を取るときの考え方も変わるということで、5番目も改正を

する必要があろうかと考えております。

次(c)は省略して、23ページ目、こちらが基礎指針になりますけれども、現行の規定、先ほど見ていただいたとおりです。4(b)について見直しを検討しているところでございます。

続きまして、24ページ目は基本制限についての規定でございます。2010年ICNIRPガイドラインに基づきまして、平成27年に基本制限を導入したときは、低周波領域における刺激作用からの人体防護を前提としております。このため、今回、吸収電力密度を入れるのであれば、高周波領域の話になりますので、全体的な見直しが必要になると考えております。

論点につきましては以上でございます。今後、作業班の報告をまとめていく必要があろうかとは思いますが、過去の事例と今回の検討経過を踏まえて、資料15-3に目次案を作っておりますので、併せて紹介させていただきます。

事務局からは以上でございます。

【平田主任】 どうもありがとうございました。また、構成員の皆様方におきましては多岐の議論をこれまで実施していただきまして、ありがとうございました。全体を取りまとめていただいたわけですが、第12回の会合以降に御発表いただいたものに対して、追加の御質問や検討が不十分だったことなどがありましたら、何か御指摘、御質問いただければと思っております。ただ、非常に多岐にわたる議論が予測されますので、主任といたしまして少しだけ整理させていただきたいと思っております。

先ほど藤原補佐から説明いただいた報告の論点整理につきまして、まずは大枠から、何か抜けていることがないかということの確認から入っていきたいと思っております。もし可能であれば、皆様方には御意見を伺いたいというのもありまして、一度は御発言していただきたいと思うぐらいの時間は取っておりますので、御協力のほどよろしく願いいたします。

まずは大枠ですが、現在議論していたことで抜けていることがないかということと、医学・生物学的、こちらがICNIRPなど国際ガイドラインも見ながら、動向を把握しながら議論してきたわけですが、その上で何か抜けがなかったか、今後こういうことをしたらいいのではないかということも含めて、例えば医学・生物系の先生方、あるいは全国消費生活相談員協会の柿沼構成員からコメントをいただければと思っておりますが、皆様いかがでしょうか。

それでは、松本先生、お願いいたします。

【松本構成員】 佐賀大学の松本です。私、公衆衛生学でも環境医学が専門でして、電波はちんぷんかんぷんなのですが、化学物質ばく露といった、電波以外の許容濃度の委員会にもおりましたことから、私と同じような立場の人間だと分からないところが、多分皆さん同じように感じる部分があるのではないかと1つ思っています。というのは、電波ばく露の時間軸がよく分かりません。例えば化学物質のばく露でありましたら、ばく露基準は職域ばく露であれば、1日8時間週40時間のばく露、この濃度でばく露した場合に、ほとんど全ての方で安全である。一般公衆であれば、24時間のばく露でというような形で考えるのですが、電波の場合はどうのように考えたらいいかなのというのが分からないため、教えていただければと思っています。

【平田主任】 御質問いただきまして、ありがとうございます。松本先生は環境医学が御専門ということで、この作業班の第12回以降に加わっていただいたわけでございます。2018年の議論の際には時間軸のお話もさせていただいておりますが、今回、それを振り返る機会が十分になかったことをおわび申し上げます。

一般に、この周波数帯では、局所の温度上昇が支配的となっておりますので、どれだけの温度上昇が見込めるかということで、6分間平均の値となっております。温度上昇が指標となっておりますので、基本的には可逆的な作用ということで規定されています。したがって、6分間平均で、ある一定以下であれば、長時間ばく露しても許容されるということになります。この辺りの関連御発表としては、工学系となりますが、吸収電力密度を御紹介いただきました小寺構成員、あるいは佐々木構成員から何か補足がありましたらお願いしたいのですが、いかがでしょうか。

では、小寺構成員、お願いいたします。

【小寺構成員】 先ほどの平田主任からのコメントで十分かと思いますが、なぜ6分間平均を用いているかということのを少しだけ補足させていただきますと、この周波数帯が、大体6分に近い辺りで局所温度が定常状態になってきますので、6分間平均を用いているという形になっております。

【松本構成員】 ありがとうございます。私が混乱しているのは、多分、私の研究班のデータで、ラットにミリ波の全身ばく露をやると、ラットの体温がずっと上がっていくわけなんですけども、それが30分ぐらいでプラトーになるような感じが、あまりなっていないような気がしまして、それでちょっと混乱しているんだと思うんです。

【平田主任】 それは増田先生からコメントいただいてもよいかもしれませんが、体温調整の観点から平田から改めて回答させていただきますと、ラットなど小動物に関しては体温の調整機能が十分ではないと、尻尾の部分で体温調整を行うということで限定的であり、より少ない熱ストレスに対して体温上昇が生じやすくなります。また、全身ばく露ということで、実験では日常に比べてかなり高強度の電波ばく露でございますので、温度が30分ぐらいたつまでプラトーにならないという状況もあり得ます。むしろ、そのような実験を実施しているということになります。これは私たちが実験、運動した場合にも、プラトーに達するまでにはやはりかなりの時間が必要となります。今回の作業班での議論ですが、局所的な電波ばく露に対してということですので、小寺構成員から回答もありましたが、6分程度でプラトーになります。したがって、全身でばく露されているか、全身が緩和されているか、あるいは局所のみが緩和されているかの違いというのが、先生の想像されていることの違いの一つではないかと考えております。

【松本構成員】 ありがとうございます。非常にクリアになりました。

【平田主任】 他に構成員の皆様から御質問等ありますでしょうか。できれば、医学系の先生方から一言ずついただきたいと思えます。

増田先生、お願いいたします。

【増田構成員】 久留米大学の増田です。私も1つ御質問をさせていただきたいところがありまして、先ほど、藤原補佐から御紹介があったスライドの14ページの複数周波数のばく露のところですか。多分、平田先生等、既にシミュレーションされていると思うのですが、教えていただきたいのは、ここで比を取って、その比の和が1以下であるということですが、たとえば、SAR側が0.1でAPD側が0.9の比だった場合と、その逆、SAR側が0.9でAPD側が0.1だという、この2つの場合、どちらもイコール1なんですけれども、その場合、組織の温度上昇というのは、これはほぼ同じと考えてよろしいのでしょうか。

【平田主任】 こちらは、佐々木構成員、日景構成員、どちらに御紹介していただいた案件でしたでしょうかね。

【佐々木構成員】 おっしゃるとおり、温度上昇という意味では、予測といたしましては類似したものになるのかと想像はいたします。ただ、SARの指針値と吸収電力密度あるいは入射電力密度の指針値では、対応する平均化面積が全く一致するわけではございませんので、そのずれが生じた場合には厳密には温度は単純なイコールにはならないのかと

予想いたします。

【増田構成員】 ありがとうございます。そうすると、この部分は一旦、こういう条件は決まっていますが、さらにちょっと検討が必要だということになる理解でよろしいでしょうか。

【佐々木構成員】 基本的には安全側に見積もれるような考え方が大前提にあるかとは思いますが、より厳密に評価する評価方法というのは、研究レベルという意味合いではあるのかと思います。

【増田構成員】 ありがとうございます。

【平田主任】 参考までですが、こちらに関しては国際ガイドラインでも述べられていることと一致しております。従来からあるものをAPDも含めた上で拡張しているということですので、安全側の評価法としては、国際的にコンセンサスの得られた方法を改めてこちらでも議論させていただいたことになろうかと思えます。

以上でございます。

それでは、多氣先生からお手が挙がっておりますでしょうか。

【多氣オブザーバー】 多氣です。今の点につきまして、局所の話になりますが、6GHz以下のアンテナの部分と6GHz以上のアンテナの部分というのが同じ場所にあるとは限らないわけで、そうした場合、SARの局所の最大値と、吸収電力密度あるいは入射電力密度の局所の最大値が同じ場所とは限らないわけですね。先ほど、温度上昇がという話がありましたが、それは同じ場所にあったときには確かにそういう議論があると思います。しかし、違う場所にある方が普通であるならば、もう十分に安全側に作られているのではないかと思ったんですけど、局所の場所の違いについていかがでしょうか。

【佐々木構成員】 こちらはNICTの佐々木から補足させていただきます。多氣オブザーバーの補足説明ありがとうございました。おっしゃるように、私が申し上げたのは、電波が最大値になるところが、平均化面積 4cm^2 と、SARの場合は 10g なので、 2.2cm 角の立方体の表面で一致しているような場合には、温度上昇が加算されるという解釈だと思います。実際にずれたときの評価の仕方は、吸収電力密度についてはまだございませんけれども、製品規格であるIECとIEEEではそちらに対する考え方というものが記載されてございますし、もちろん我が国の適合性評価方法の中にも同じ考え方が組み込まれてございます。必ずしも分布が違うときには、温度上昇は最大値同士の単純な足し算とはならないところは改めて申し伝えさせていただきます。多氣オブザーバーのコメントありがと

うございました。

【平田主任】 ありがとうございます。他、何かコメント等ございますでしょうか。
佐々木さん、違いますか。

【佐々木構成員】 ちょうどこちらのスライドが出ているので、構成員の皆様とアンドを取っておきたい部分がございます。こちらのスライドの下のほうの電力密度の指針値を入射電力密度で評価する場合と吸収電力密度で評価する場合、いずれかを取るところです。私の理解では、以前の入射電力密度の指針値を局所吸収指針に追加したときの基本的な考え方は、体表での温度上昇、I C N I R Pで言う運用上の温度上昇閾値でございますけど、5℃を超えないような入射電力密度の指針値をまず決めて、それを基に低減係数を考慮して、管理環境及び一般環境の入射電力密度の指針値を決めていたと理解してございます。

一方、吸収電力密度のI C N I R Pの指針値は、同じような運用上の温度上昇の閾値と同じ低減係数を考慮して指針値自体を決めてございますので、こちら、真ん中に書いてあるところですけども、同じような前提が基になっているから、両方を評価する必要がないという理解でいいのかなというところをコメントさせていただければと思いました。

【平田主任】 ありがとうございます。御質問、他、いかがでしょうか。柿沼構成員、先ほど上手く接続できていなかったようでしたが、発言できる環境でございますでしょうか。

【柿沼構成員】 全国消費生活相談員協会の柿沼です。先ほどは失礼いたしました。感想にはなるのですが、この会議の内容については高度な技術的な内容なので、また、消費者がそのまま受け止めることはかなり難しいとは思われます。ただ、電波についての不安の相談は、多くはないですが、一定程度入ってくる状況であります。ですから、検討することもあるとはいえ、この会議を通じて、人体にとって安全であることの規定方法の確立もいろいろ検討されていることがとても大切と考えています。また、今後周波数帯がさらに広域になればなるほど敏感になると思う消費者も多くあると思いますので、引き続きこのような会議の場を設けていただくことが、消費者に対して、より心配を払拭するようなものになると思いましたので一言申し上げました。

以上です。

【平田主任】 柿沼構成員、どうもありがとうございます。消費者目線のコメントをいただきまして、ありがとうございます。また、他の構成員からのコメントでも以前あった

のですが、国際基準との整合性についての議論もしっかりするというコメントをいただいたこともございますので、今回も前回から引き続きその辺りを重点的に情報提供させていただきながらまとめている次第でございます。今後も、私どもがやはり技術的になりがちでございますので、何か足りない部分がありましたら、いろいろと御指導いただければと思います。コメントどうもありがとうございました。

それでは、宮越構成員、いかがでしょうか。

【宮越構成員】 宮越です。前回、今回、多岐にわたる御議論をいただきましたが、この分野の、私がWHOやIARCに行っていた頃では、医学・生物学的なデータがどっさりありまして、そういった中で議論を進めることでやってきた経験上、今、この周波数領域ではそういったデータが非常に不足している状況の中で御議論されているように感じております。私としては、それだからどうというわけではありませんが、最初に思っていたのは、一般的に高周波の携帯電話の、せいぜい2GHz、2.4GHz以下の領域のデータは結構あるので、それらが6GHzになったらどう違うかというのが、電波分野ではかなり違うのかもしれませんが、そういったところのデータを引用してきて、今回のこういった議論の中に当てはめることも可能かなとは思っております。ただ、私の専門は細胞研究ですので、現状では特に何か問題があるようなことが想像できるかといったらそういうことでもありません。特段ここを何とかということであればコメントしようと思ったのですが、特にそういうこともないので、現状では何か新しい細胞研究でしたらエビデンスが出てくれば、そういったことを考慮に入れられることが必要かとも思います。なかなか結論は言えないのですが、我々のやってきた領域からいくと、可能であれば、時間がかかってももう少し細胞研究も含めて、新たなことを将来されるとありがたいと思っております。

【平田主任】 今までの御経験に基づく大変示唆のあるコメントをいただきまして、ありがとうございます。研究課題については、最後の部分で、一例として、松本先生の部分を今回お話しさせていただきましたが、ミリ波に関しましては情報もまだ不足している状況であることは否めないのは、国際機関としても述べられているところかと思えます。

一方で、赤外線や2GHzまでの知見、メカニズムとしては、表面付近で吸収されているということで、類似性はあるということで、より安全側の指針値を採用しているのが現状かと思えますので、最後に、この資料をまとめる上でその辺りをコメントできると、より分かりやすい文書になるのかと思って伺っておりました。どうもありがとうございます。

続きまして、小島先生、眼球に関しましては大変お時間をかけて御研究いただき、また、資料もまとめていただきまして、ありがとうございます。全体を通しまして、何かコメントなどございますでしょうか。

【小島構成員】 私、眼球の実験で自分自身で実験をしている中で懸念していることがございまして、今の御議論とは外れるかもしれませんが、電波ばく露による温度測定のと看きに、全ての基準になるのが温度の上昇かと思われます。私ども、温度の上昇の測定方法としましては、通常のサーモグラフィーの温度測定、それから、グラスファイバーを用いましたプローブによる温度測定をしております。もう一つ、過去のデータを振り返るときには、熱電対を用いた温度測定がなされております。これらを比較するときには一番心配なのは、熱電対で測定されたものに関しましては、やはりプローブ自体が金属ですので、電波を吸収して、それ以上に温度が上がっている可能性があることが1つです。それから、グラスファイバーを使ったものに関しましては、侵入した場所のどこを測っているかが明確になっておりません。実際、温度は測定できるんですけども、どこの温度を測定しているかというのが気になっています。

もう一つ、サーモグラフィーは一般的に表面温度を測定するとなっておりますけれども、これは私自身でサーモグラフィーがどこの温度を測定しているかという点について文献を調べてみたのですが、それを明確に書いたものがなかったこと、それから、日本サーモグラフィー学会に、どの辺の温度を測定しているかと問合せをしたのですが、場所をはっきり分からないという回答になりました。それで、サーモグラフィーによる温度測定とグラスファイバーによる温度測定というのが、部位によって値が異なることがあります。これは高周波になればなるほど、その差が大きくなって逆転するようなことがございますので、この辺のところをやはりはっきりしておかないと、今まで出したデータの信頼性に関わると思っておりまして、この辺に関して、もし何かデータをお持ちでしたら御教示いただければと思っております。

【平田主任】 ありがとうございます。御指摘の点、よく分かりましたが、本日の議題というよりは、今後の研究課題の部分かなと思いました。今後の検討課題というところにやはり測定の部分が必要になっていくのではないかと、高周波化に伴い、その辺りを何らか記載できればいいのではないかと考えておりますので、その際に先生の御経験を御教示いただければ、よりよい報告書ができるのではないかと考えております。

医学・生物学系の先生方から一言いただきました。また、国際動向のICNIRPのア

ペンディクスBなども振り返らせていただいたわけですが、今後、電波防護指針の在り方に関しまして、特に新しい生物学的な知見と申しますか、新たに考慮しなければいけない点は生じていないことと理解しておりますが、よろしいでしょうか。

特にコメントをいただいておりますので、総務省にまとめていただきました論点整理を改めて確認したいのですが、論点整理の5の部分のスライドをお見せいただけますでしょうか。

吸収電力密度の指針値の位置づけということで、あとは先ほどの眼球の問題もございまして、今回、基本制限や基礎指針の全体像についても改めて整理が必要であることになってこようかと考えております。12ページに参考ということで従来の電波防護指針がございしますが、今回、局所吸収指針、全身ではなく局所でのばく露を想定しているわけがございます。その際に、刺激作用に関しましては、既に国際基準と同様の呼び方の基本制限がある一方で、その根幹となる基礎指針というようなフレームワークで、我が国における電波防護指針は策定されております。吸収電力密度、そして局所SARと基本制限の関係、そして基礎指針の在り方に関しましても、眼球の部分の記述などの議論がございました。その辺りについて、ちょっとテクニカルになります、構成員の皆様がどのようにお考えかという御意見をいただきたいと思いますが、いかがでしょうか。

それでは、小寺構成員、お願いいたします。

【小寺構成員】 小寺でございます。まず、皆様方の説明でも度々ございましたように、今回導入される吸収電力密度、そちらの物理的な量を考えた場合に、やはり生体影響の根幹となる物理量となってきますので、基礎指針にも入れていくのが適切なのではないかなという一意見でございます。そのときに、基本制限と基礎指針の違いということで藤原補佐から御説明がありましたとおり、基本制限は積極的に適合性確認に用いることを想定されています。基礎指針に入っている全身平均SAR、局所SARは、同じく吸収電力密度も適合性評価に用いていくものにはなりますが、ここで局所吸収指針にも入っているということで、そちらをカバーされているという状態になっているのかと個人的には理解をしておりますが、少し複雑な構成にはなっているかなという印象ではございます。そのため、基本制限と基礎指針、もし両方とも必要であれば、ここで改めて基礎指針と基本制限の在り方、もしくはその定義の違いについて明確にしていく必要があるのかと個人的には思っております。

【平田主任】 ありがとうございます。基礎指針と基本制限ということ、基礎指針につ

いては、電波防護指針にあるとおりにかと思しますので割愛をさせていただきますが、より根幹なほうかと思っております。その上で、もともとは基礎指針だけであったわけですが、低周波、中間周波、こちらの刺激作用の部分の I C N I R P との整合の際に基本制限という形で新たに述べられているということで、国際動向との整合性を考えた上でどうするかということも、今後の電波防護指針の在り方に関わっていこうかと思っております。その辺りも踏まえて、ほか構成員の御意見も伺いたいんですが、佐々木構成員あるいは上村構成員、日景構成員など、工学系の御専門の先生方の御意見を伺いたいと思うんですが、いかがでしょうか。

それでは、上村先生、お願いいたします。

【上村構成員】 宇都宮大学の上村です。もともと基礎指針の中に、大昔は電流密度が入っていたと思うんですね。それが体内電解に変わったというのがあって、これが今、基本制限になっています。結局これを見ると、熱作用は基礎指針で刺激作用は基本制限といったように住み分けられてしまっているという感じになっています。今回の議論の中で吸収電力密度を決めるに当たって、温度上昇というのは結構重要になっているので、本来は基本制限に温度上昇が本当に入るのかなと個人的には思っておりますが、その上で基礎指針のほうに吸収電力密度を加えるというのは一つの手かなと考えています。

ただ、ちょっと個人的に考えているだけで、国際的な整合性とか、あと I C N I R P が今後温度上昇に関してどういう扱いにするのかというのが見えてないので、それを見ながら、加えるかもしれないという感じにしていった方がいいのかなと思っております。

【平田主任】 ありがとうございます。ほか、先生方から御意見いかがでしょうか。

それでは、日景先生、お願いいたします。

【日景構成員】 日景です。入射電力密度が明確に体外の値であって、吸収電力密度が体内の値であるということと、当該周波数帯における実際に近い現象を明らかにさせているのは吸収電力密度ですので、積極的に用いるものが基本制限だというお話はもちろんありますけれども、今申し上げた内容からすると、吸収電力密度は基礎指針のほうなのかなと私は感じています。

【平田主任】 ありがとうございます。

それでは、多氣先生、お願いいたします。

【多氣オブザーバー】 オブザーバーなので、あまり口を出してはならないと思っておりますが、基礎指針に新たに何かを加えると、これはおかしいことになると思います。な

ぜかという、基礎指針は1段階となっております。2段階になっていないものをここで入れるというのは非常に混乱すると思います。なぜ基礎指針を残しているかという、やはり1990年に初めて作ったガイドラインの基本になっている考えを持ち続けることに意義があると思っています。基礎指針というのは、あくまでもガイドラインの根拠となっている考え方を示していますよということで、SARにしても1g平均の状態になっています。その代わり、体表とかは除くになっていて、国際的な整合を考えたときに、実際に適用するのは局所吸収指針ということになりますよね。

だから、今の段階で基礎指針を整合しなくなった際にはよく検討した上で、これは削除しましょうというのはあり得ると思いますが、新たにここに付け加えるようなことをした場合、1段階のものとして入れるのかどうかというような話も出てきてしまいますし、その議論はむしろなくて、基本制限と局所吸収指針の関係として、それぞれに何を加えるかという議論をした方がいいのではないかというのが私の考えになります。

【平田主任】 ありがとうございます。改めて主任が発言し過ぎるのもいかなものかと思いますが、吸収電力密度はあくまでも体表における温度上昇と相関がよいものということになりますので、基礎指針におけるSARの1g、多氣先生がおっしゃられていた体表を除くというものは完全に合致するわけではございません。局所SARに関しては、SARの温度上昇を推定する、これは体表プラス、体内における、例えば脳表におけるものもある程度の目安となることが分かった上での物理量となりますので、多氣先生の御指摘のとおりかと考えております。

工学系で本件について御発言いただいていない佐々木構成員、どのようにお考えでしょうか。

【佐々木構成員】 御指名ありがとうございます。こちらの今表示されているスライドだけ見ると、熱作用と刺激作用が分かれているので、それだけ見てしまうと、一見、吸収電力密度は基礎指針に入れるのがいいようにも見えるというのは理解できますが、やはり多氣オブザーバーがおっしゃるように、基礎指針というのは当初作られたときから大きく手が加えられて、プラスという意味では追加されているものではございませんので、吸収電力密度のほうは、事務局の資料にあったとおり、基本制限に位置付ける方が、国際ガイドラインとも整合が取れるのでスマートなのかなと直感的には思っております。そうなってくると、基礎指針の中のSARもそうですけども、接触電流も含めて、あくまで本日結論が出るものではないと思いますが、全てではないですけども、部分的に基本制限に下

りてくるような形もあるのかと思っております。

【平田主任】 ありがとうございます。多気オブザーバーからの御説明、あるいは佐々木構成員からのお考えもいただきました。少しいろいろな意見が出ておりますが、上村先生、最初の1990年代の議論をよく御存じかと思うのですが、多気先生の御説明をお聞きになっていかがでしょうか。

【上村構成員】 1段階しかないというのは、今のところ守られているので、そういう点では、どうしても入れるとしても1段階のものになってしまうということなので、基本制限の使い方というのは結局、2段階で使えるものということで理解した方がいいということですね。そうすると、そこら辺で住み分けするようなことになるのかなと。

あと、先ほど言った温度は、本当は基礎指針に追加してもいいのではないかなと、今の話を聞いていて思いたいのですが、その辺は今後の研究の流れ次第だと思いますけども、現状では、吸収電力密度をもし入れるとしたら、基本制限に入れるしかないのかなという感じになりますね。

【平田主任】 ありがとうございます。それであれば、吸収電力密度だけを加えるというよりは、局所SARに関しましてもこの部分に入れるという考えも出てくるのかなとも思ったりします。また、接触電流の熱作用についても基本制限、あるいはそれに準ずるものかというような考えも出てくることかと思しますので、この辺り、全部をこの後ずっと議論している時間はないかと思うんですが、いろいろな整合性を考えた上で事務局とは調整はさせていただき、次回の作業班でより深い議論をできるように準備する必要はあろうかと思っております。

それ以外に、本件、吸収電力密度の在り方について御意見ございますでしょうか。

多気先生、お願いいたします。

【多気オブザーバー】 先ほど、実は松本先生が御指摘されたこと、とても重要なことをおっしゃっていたのでコメントしたかったのですが、ちょっと控えておりました。この基本制限のところに、一番下のところ、「健康への有害な影響に至る可能性のある電波ばく露による生体内現象と直接関連する物理量についての制限値」と書いてあります。これだけ見ますと、この制限値を超えると有害な影響に至るといったように取れてしまうわけですが、時間軸という考えを、先ほど松本先生おっしゃっていただきましたが、基本制限というのは、例えば全身ばく露に関して言いますと、体温が1℃上昇するという考え方を一つの運用上の閾値と考えて、その1/50というのが基本制限になります。では、

体温が1℃上がるとこれが健康への有害な影響かという、短時間だったら何も影響あるとは考えられないんです。これは、1982年にSAR、4～8W/kgということの一つの閾値としたときに、4～8W/kgで起きることは、これは可逆的なもので、ばく露をやめれば元に戻りますが、それがずっと長時間続いたら、それは非可逆的な健康への悪影響になるだろうという、そういう仮定を置いたという、それが背景にあるのですが、その状態がずっと続くという、時間軸の長いことを想定しているという、そういう議論が途中からなくなっていました。そのことはやはり、思い出していただくことがとても大事だと。

この防護指針というものを考えるときに、何がリスクかということ考えたときに、その状態がずっと続くことを避けましょうというのが根底にあることを再確認していただくことはとても大事だと、先ほどの松本先生の御指摘から感じたということで、くどいようですが申し上げます。

【平田主任】 多氣先生、補足のコメントをいただきまして、どうもありがとうございます。それでは、時間も限られておりますので、次のスライドをお願いしてよろしいでしょうか。適用除外になる電力ということで現在、吸収電力密度の値から出させていたでいております。その上で、2つの電力がありまして、2018年の際には基本的には入射電力密度という形で定められており、現在、吸収電力密度という形でICNIRPの値と同一とした場合で出ている形になりますが、先ほどの議論を考えますと、局所吸収電力密度の指針値から導出したものが、より本質的なのかと感じてはおります。もちろん今回決めるというわけではなくて、次回、基礎指針、基本制限の在り方を改めて確認した上でよいかと思いますが、低い周波数帯ではSARの値から適用除外を決めていた。これは体内の物理量の制限値から決めていたわけですが、そうであれば、高い周波数帯においても、吸収電力密度から導出するという事は、整合性の観点からもいいのではないかと感じております。工学系の先生方、何か御意見等ございますでしょうか。何かお気づきの点などありましたら御発言いただければと思いますが、いかがでしょうか。

佐々木構成員、お願いいたします。

【佐々木構成員】 本人で恐縮ではございますけど、今の平田主任の御説明、非常にスマートな形になったと理解してございます。あえて加えるとすれば、局所吸収指針の中での入射電力密度の指針値と今後加える吸収電力密度の指針値の位置づけにもよるかとは思いますが、いずれか一方、先ほどの私からの総合照射比のときにも質問させていただいたのとも関連いたしますけれども、入射電力密度あるいは吸収電力密度の指針値、いずれか

満たせばいいという指針値の形であるのであれば、吸収電力密度の指針値に基づいて導出した適用除外となる電力でも問題ないという、現行と矛盾のない結果になるのと考えてございます。

以上でございます。

【平田主任】 ありがとうございます。他の構成員、何か御意見ございますでしょうか、本件。

上村先生、お願いいたします。

【上村構成員】 これは連続的にこの電力が放出される場合ということでよろしいのでしょうか。

【平田主任】 時間的にですね。基本的には適合性評価と関連しますので、佐々木構成員からコメントいただいてよろしいでしょうか。

【佐々木構成員】 ありがとうございます。基本的には対応する指針値と同じような時間平均を取る形になってございますので、本件の場合ですと6分間平均を取るのが前提になってございます。

【上村構成員】 ありがとうございます。

【平田主任】 よろしいでしょうか。他、ございますでしょうか。それでは、本件についてはおおむね意見が出たということで、全体的なバランス等々も考えながら、次回の作業班で最終案を出させていただくという形を考えております。

それでは、続きましてのスライドをお願いできますでしょうか。その次でお願いいたします。基礎指針における眼に関する注意事項ということでございますが、3GHz以上の周波数においては、眼への入射電力密度が $10\text{mW}/\text{cm}^2$ 以下とすることとありましたが、これが入射電力密度の許容値が事実上下がってきていると、国際ガイドラインと整合した場合にはなりますが、これが事実上、冗長になってきているのではないかとということが考えられます。国際動向を見ましても削除しているところが多く、これは科学的なエビデンスを踏まえた上で削除していると考えておりまして、我が国でも国際動向を見ること、科学的エビデンスに基づいて、まずは安全側に設定していることが根幹にあるかと思っております。

その意味では、こちらの部分を除いても大きく変わらないとは考えていますが、ただ、眼球が不要になったというわけではなく、国際ガイドラインでも、例えば短時間ばく露など、しっかりと今後も検討が必要であろうということが言われております。そういった意

味で、研究課題に当然含まれるという形で、現在の枠組みでは、こちらについては削除してもいいのではないかと考えておりますが、いかがでしょうか。こちらについて全体とも関わり合いますので、牛山先生、何かコメントをいただけますでしょうか。

【牛山主任代理】 保健医療科学院の牛山です。今、平田主任からお話のありましたとおり、やはり冗長な文章になっています。もちろん眼に対する配慮は一定のレベルで今後も研究等で維持していくのは当然でございますが、ここの文章については、冗長性というところも配慮すると、削除していく方向で私はよろしいかと考えております。

【平田主任】 ありがとうございます。ほか、何か本件に関しましてコメント等ございますでしょうか。それでは、皆様方に一言ずついただいたとは考えておりますが、何か言い残している、言い忘れたことがある方がいらっしゃいましたら御発言いただければと思っておりますが、いかがでしょうか。よろしいでしょうか。

【牛山主任代理】 平田先生、牛山です。引き続き申し訳ございません。

【平田主任】 よろしく願いいたします。

【牛山主任代理】 今回の一連の議論の中で抜けているとすれば、やはり長期的な疫学という観点について、もちろんデータがないところもございますが、引き続きウオッチしていくということを、今後まとめていく中でどこかに記述をしていく必要があるかもしれないと思っております。もちろん総務省自体で研究を推進していくことも御検討いただきたいところですが、世界的ないろいろなところでコホートもつくられていく方向にあると思いますので、その辺りのウオッチも引き続きしていくことを、一般の市民の方はやはりその辺りの情報も求めていると思いますので、ぜひその文言を入れていただければと考えております。

【平田主任】 ありがとうございます。今、副主任の牛山先生からも補足の研究課題について頂戴いたしましたが、これは今回議題に上げさせていただき、次回に向けて、事務局あるいは私、牛山先生宛てに、何かこういうことが抜けているのではないかと、今後こういうことをしたらいいのではないかとすることは、ぜひとも御連絡いただければと思っております。他、何かございますでしょうか。

それでは、議論が一巡したかと思っておりますので、そろそろ報告書案の作成に移る時期かと思っておりますので、皆様から頂戴いたしました御意見を基に、事務局、牛山先生と次回の作業班のたたき台をつくる段階に移らせていただきたいと思いますと考えております。よろしいでしょうか。以上、全体を通して何かコメントがございましたら御発言いただければと思っておりますが、

よろしいでしょうか。

それでは最後に、閉会に当たって事務局から連絡事項をお願いいたします。

【藤原課長補佐】 事務局の藤原でございます。本日は大変お疲れさまでした。ただいま平田主任から御発言をいただきましたとおり、本日の論点整理を踏まえまして、まずは主任と主任代理と事務局で報告書案の素案を作成したいと思います。その後、次回の作業班の開催とさせていただきます。次回作業班の開催日時等につきましては、改めてメールにて御案内させていただきます。本日は誠にありがとうございました。

【平田主任】 どうもありがとうございました。それでは、これにて第15回の電波防護指針の在り方に関する検討作業班を終了いたします。長時間にわたりまして、ありがとうございました。また、お疲れさまでした。