

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16回）

- 1 日時：令和5年12月8日(金)17:00～18:40
- 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、増田 宏、松本 明子、小寺 紗千子、多氣 昌生（オブザーバ）（以上11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) 基礎指針とICNIRP基本制限との関係性について
 - (2) 今後の検討課題について
 - (3) 作業班報告素案について

【平田主任】 皆様、こんにちは。名古屋工業大学の平田でございます。本日もよろしくお願いたします。

それでは、定刻になりましたので、第16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ございます。

本日もウェブ会議により開催しております。御発言を御希望される場合は、挙手ボタンかチャットにてお知らせください。主任に順次指名いただきます。他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、カメラをオンにしてください。回線が不安定な場合は、音声のみでも結構でございます。

続きまして、本日の出欠でございますが、杏林大学の寺尾構成員、京都大学の宮越構成

員から御欠席の御連絡をいただいております。宇都宮大学の上村構成員は遅れて参加されるのでございます。

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。まず、説明資料といたしまして、資料16-1から16-3まででございます。その他、佐々木構成員の肩書に変更がございましたので、参考資料16-1として、最新の構成員一覧をお送りしております。不足がございましたら、チャット機能にて御連絡ください。

事務局からの連絡事項は以上でございます。平田主任、どうぞよろしく申し上げます。

【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、名古屋工業大学の小寺構成員と私、平田で、基礎指針とICNIRP基本制限との関係性について検討しましたので、小寺構成員から御発表いただきたいと思います。

続きまして、私、平田と牛山主任代理で、今後の検討課題について整理しましたので、事務局から整理ペーパーを御説明いただいた上で、討論を行いたいと思っております。

最後に、作業班におけるこれまでの検討を振り返る形で、作業班報告書素案について事務局から御説明いただいた上で、引き続き討論を行いたいと思っております。

それでは、議事（1）基礎指針とICNIRP基本制限との関係性について、小寺構成員から御発表をお願いいたします。

【小寺構成員】 御指名いただきましてありがとうございます。名古屋工業大学の小寺でございます。

私からは、資料16-1に基づき、基礎指針とICNIRP基本制限との関係性について、御説明させていただきます。

次のスライドをお願いいたします。まず、前回の作業班において、事務局の藤原補佐より論点整理の議題（5）といたしまして、現在、導入を検討しております吸収電力密度の指針値の位置づけについて御説明をいただいております。こちらのスライドを簡単に申し上げますと、吸収電力密度が、体に近接して発射される電波の評価に用いることを目的としているため、局所吸収指針に組み込まれるべきものであるとされております。一方で、吸収電力密度は、生体内に吸収される単位面積当たりの電力量を示しているために、基本

制限の定義にも当てはまります。こちらのことから、基本制限にも位置づけることが適当であるとも考えられております。仮に、吸収電力密度を基本制限に位置づけた場合、基本制限及び基礎指針の全体像につきましても、改めて整理が必要であるということ課題として挙げられていました。私からの説明では、改めてこちらの基本制限と基礎指針の位置づけについて確認することを目的とさせていただきます。

次のスライドをお願いいたします。こちらのスライドも振り返りとなりますが、資料13-4を再掲させていただいております。こちらのスライドにおきまして、吸収電力密度は6GHz以上におきまして温度上昇とよい相関関係がある指標として、2020年に改定されたICNIRPガイドラインにおきまして、基本制限として導入されたということを御説明させていただきました。一方、6GHz以下では、局所SARと温度上昇が相関がよいということも示させていただきました。このことから、局所SARと吸収電力密度の2つの指針値というものは、非常に関連の深い指針値であると言えます。そのため、仮に吸収電力密度を局所吸収指針及び基本制限に位置づけた場合に、局所SARについても同様に基本制限に位置づけたほうが適切になるのではないかとということが考えられます。

次のスライドをお願いいたします。ここで、再度、現在の電波防護指針における各制限値の位置づけについて整理させていただきたいと思っております。現在、基本制限は、刺激作用と直接関連する物理量である体内電界が位置づけられております。一方、局所SARについては、基礎指針及び局所吸収指針に位置づけられております。仮に吸収電力密度を局所吸収指針及び基本制限に位置づけた場合に、吸収電力密度に関連の深い局所SARについても、局所吸収指針、基本制限、両者に位置づけることが適当であるのかということを考えていきたいと思っております。ここで議題となってくるのが、現在、基礎指針に位置づけられている局所SARと局所吸収指針に位置づけられている局所SARの関係性について、整理する必要がございます。

次のスライドをお願いいたします。こちらのスライドに、改めて電波防護指針における基礎指針と局所吸収指針の局所SARについて示させていただきました。基礎指針4(a)では、全身平均SARの任意の6分間平均値が $0.4\text{W}/\text{kg}$ 以下であっても、任意の組織1g当たりのSARが $8\text{W}/\text{kg}$ （体表と四肢では $25\text{W}/\text{kg}$ ）を超えないことが望ましいと定められております。体表の値が別に明記されていることから、こちらの1g当たりのSAR $8\text{W}/\text{kg}$ という値は、体内組織の物理量に相当していると言えます。基礎指針が策定された1990年当時は、十分なドシメトリによる評価がなく、当時、眼球に関する議

論が進行中であったことから、注意事項として考慮を求めたものとして伺っております。その後、IEEE規格におきましても眼球や脳の議論が存在していることや、カナダのセーフティコードにおいて眼球の防護が議論されていたことも、併せて述べさせていただきます。

一方、局所吸収指針の局所SARについてですが、こちらは任意の組織10g当たりのSARが管理環境下において10W/kgを超えないことが望ましいとされております。こちらにつきましては、ICNIRPの基本制限とも整合が取れている内容でございます。先ほどもお示ししたとおり、10g平均SARというものは、体表における組織も含んだ指針値となっております、温度上昇と相関がよい指標となります。

ここで、改めて、体内組織に相当する1g組織平均SAR8W/kgと、体表組織を含んだ10g組織平均SAR10W/kgの関係性について考えていきたいと思っております。

次のスライドをお願いいたします。こちらは、下に示した文献1において示されました、脳内SARと脳内の温度上昇との相関を示した図となります。こちらは、360パターンのおぼく露条件を考慮して、統計的に解析を加えたものでございます。左側に示したものが、脳内の1g平均と脳内最大温度上昇の相関、右側に示したものが、脳内10g平均SARと脳内の最大温度上昇の相関を取ったものとなります。また、それぞれの結果に対して、切片をゼロとした場合の回帰直線が示してございます。こちらの傾きが、資料13-4でもお示ししました加温係数、つまり、局所平均SAR1W/kgに対して温度上昇が何°Cになるのかということを表した指標となります。

次のスライドをお願いいたします。こちらの左側の表は、先のスライドにおいて示した結果をまとめた表となります。表内のaは回帰直線の傾き、 r^2 は自由度調整済み決定係数を示しており、1に近いほど相関がよいことを示しております。

こちら、左の表より、脳内におきましては、10gSARよりも1gSARの方が、脳内温度上昇と相関が高くなっていることが確認できます。これは、体内組織におきまして基礎指針で示されておりましたように、脳などの血流の大きい組織に対しては周囲組織への熱拡散距離が小さくなるため、SARの平均化質量として1gが適しているということが言えます。

次に、右側の表を御覧ください。右側の表は、異なる人体モデルを用いた場合の脳内温度上昇と、体表における10g平均SAR及び脳内組織における1g平均SARの関係性を示しております。こちらの文献1では、こちらの表は異なるモデルの結果となりますが、

モデル間の波源による違いについても調査されています。そのときの回帰直線の傾きから、脳における 1°C の温度上昇に対応する脳内 1 g 平均SARというものは、回帰直線の逆数を取りまして、 $8\text{ W}/\text{kg} \sim 12\text{ W}/\text{kg}$ であると推定できます。

これらの結果から、基礎指針に定められております任意の組織 1 g 当たりのSAR $8\text{ W}/\text{kg}$ といたしますのは、おおむね脳内温度上昇、熱定常状態の 1°C に相当するものと言えます。

次のスライドをお願いいたします。こちらは、基礎指針におきまして、体表及び四肢において任意の組織 1 g 当たりのSARは $25\text{ W}/\text{kg}$ となっておりましたので、そちらの値と、現在の局所吸収指針におきまして任意の組織 10 g 当たりのSAR $10\text{ W}/\text{kg}$ との関係性について整理させていただいたスライドとなります。

左の表は、様々な平均化手法を用いることによって、 1 g 平均及び 12 g 平均のSARと脳内の温度上昇の回帰直線の傾きの95%値を示したものになります。こちらの平均SARですが、先ほどと異なりまして、体表における組織も含んだ 1 g 及び 10 g 平均となっております。先ほどと同様の方法で、脳内温度上昇 1°C に相当する、体表を含む 1 g 平均SARを算出いたしますと、およそ $21\text{ W}/\text{kg} \sim 39\text{ W}/\text{kg}$ に相当することが分かります。これらの値を 10 g 平均とした場合には、 $11\text{ W}/\text{kg} \sim 22\text{ W}/\text{kg}$ に相当することが分かります。

次に、右の図を御覧ください。右の図は、眼球における単位平均SAR当たりの水晶体の温度上昇、周波数特性を示しております。水晶体の温度上昇 1°C に対応する眼球における平均SARは、先ほどと同様の方法を取りますと、 $7\text{ W}/\text{kg} \sim 9\text{ W}/\text{kg}$ となります。以上のことから、右の図からは、眼球全体の平均SARというものは、文献3によりまして、皮膚を含む場合のSARに換算した場合、約2倍となりまして、相当する量というものは $14 \sim 18\text{ W}/\text{kg}$ になると試算することができます。

以上のことから、基礎指針に定められております体表組織を対象といたしました任意の組織 1 g 当たりのSARと、局所吸収指針に定められております 10 g 当たりの平均SARというものが、おおよそ整合が取れているものと考えられます。

次のスライドをお願いいたします。次に、体表組織を含みました平均SARと吸収電力密度の関係性について、改めて振り返っていきます。

こちらは、最初にお示しいたしました資料13-4の抜粋となります。こちらの図より、体表の 1°C 温度上昇に対応する 10 g 平均SARは $7 \sim 8\text{ W}/\text{kg}$ になります。このときの

指針値に対応する値に換算した場合に、 $18\text{W}/\text{kg}$ 相当となります。一方、体表の 1°C 温度上昇に対する 4cm^2 平均の吸収電力密度に関しましては、 $60\sim 67\text{W}/\text{m}^2$ に相当することが分かります。こちらの値より、指針値に該当する吸収電力密度は、 $150\text{W}/\text{m}^2$ と換算することができます。こちらに示した値を使いまして先ほどの基礎指針値に対応する平均吸収電力密度を算出した場合に、大体 $104\sim 198\text{W}/\text{m}^2$ を求めることができますので、いずれの場合も基礎指針値とおおむね整合が取れているということが、こちらの結果からも分かります。

次のスライドをお願いいたします。以上、私からの御説明をまとめさせていただきます。初めに、基礎指針で示されておりました 1g 平均SARについて調査を行いました。その結果、基礎指針で示していただいていたように、熱定常における体内組織を対象とした場合、当該組織のみを考えた場合は、 1g 平均のほうが相関がよいということが分かりました。

また、そのときの約 1°C の脳内温度上昇に対応する脳内 1g 平均SARは、 $8\sim 12\text{W}/\text{kg}$ となり、この値は $8\text{W}/\text{kg}$ と定められております基礎指針におおむね相当するものでございます。

また、その際の体表組織を含む 10g 平均SAR値を求めますと、 $11\sim 22\text{W}/\text{kg}$ となりまして、おおむね管理環境における基本制限、こちらはICNIRPガイドラインの基本制限となりますが、そちらの $10\text{W}/\text{kg}$ に相当していると言えます。

また、水晶体内温度についても調査を行いました。それらの結果から、水晶体内温度 1°C 上昇に対応する 10g 平均SARは、 $14\sim 18\text{W}/\text{kg}$ におおむね相当するということを示しました。

また、 4cm^2 平均当たりの吸収電力密度に対応いたしますものが、おおむね $100\sim 198\text{W}/\text{m}^2$ となっております。現在の解析技術で再度分析した場合、もし局所吸収指針及び基本制限に吸収電力密度及び局所SARを加えた場合でも、基本制限は基礎指針と同等となり、かつ安全側に設定されているということが、こちらの説明よりお示しできたかと思えます。

私からの説明は以上となります。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。

ただいまの説明に対しまして、構成員の方から御質問などがございましたら、よろしくをお願いいたします。いかがでしょうか。

それでは、まずは久留米大学の増田先生からお願いできますでしょうか。

【増田構成員】 久留米大学の増田です。まず、御発表ありがとうございました。

今の御説明の中でちょっと質問させていただきたいのが、脳に関しては、脳の組織というものはヒトということによろしいですか。

【小寺構成員】 はい、ヒトを対象としております。

【増田構成員】 ありがとうございます。それで、ヒトを対象にした場合、これは脳の血流も含めて考えられたデータであると認識してもよろしいでしょうか。

【小寺構成員】 御質問ありがとうございます。脳の血流が多いということは考慮をしていますが、より安全側の検討となるため、例えば温度上昇に伴う血流の増加といったものは含まれておりません。

【増田構成員】 ありがとうございます。もし血流をさらに考慮したら、恐らくより安全側に傾くという形になりますね。

【小寺構成員】 はい、おっしゃるとおりでございます。

【増田構成員】 ありがとうございます。

【平田主任】

ほか、何かございますでしょうか。

それでは、多氣先生、よろしく願いいたします。

【多氣オブザーバー】 すみません。オブザーバーなので、なるべく後からしゃべろうと思いましたが、まず1つ質問があります。局所SARについて基本制限に入れるかどうかという検討をさせていただいておりますが、全身平均SARに関しては特におっしゃられていません。これは基本制限にはどう考えておられるのかがよく分からなかったのので、そこを教えてください。

【小寺構成員】 全身平均SARにつきましては、私の個人的な見解となりますが、もし、より国際ガイドラインに近い形を取るべきというお考えの下でしたら、全身平均SARも基本制限の方に入れるべきなのかもしれませんが…。失礼いたしました。前提条件といたしまして、基本制限は、実際に測定を行って用いる物理量のことを想定しております。局所SARに関しましては、携帯電話等として測定されているものなので、基本制限に含めることが適当であると考えておりますが、全身平均SARに関しましては、私の理解が正しければ、測定は行わないものとなりまして、基礎指針にとどめておくことが妥当なのではないかと考えさせていただいております。

【多氣オブザーバー】 誘導電界も測定はできないと思いますが、その点はいかがでし

ようか。

【小寺構成員】 そうしますと…。

【多氣オブザーバー】 いずれにしても全身平均SARは今回の検討の対象ではないので、多分、今後また検討する余地があるのではないかといたように理解させていただければと、私としては希望しておりますが、その辺はいかがですか。

【小寺構成員】 御指摘ありがとうございます。

【平田主任】 多氣先生、どうもありがとうございます。こちらについては、まだ本作業班で議論していないところかとは思いますが、今回は6GHz以上の局所吸収指針などに関しての扱いかから発端がありましたので、まずはそちらが基礎指針、基本制限を踏まえた上で、それに整合を取る形で、皆さんが例えば局所SARは十分であるとお考えで、基本制限に入れるべきということがあれば、同時にそれから全身平均SARも検討してもいいのかなと思っております。

全身平均SARについては、もともと0.4W/kgということで国際ガイドラインに整合するような形だと思いますので、それほど多くの議論はされなくて、皆さんのコンセンサスが得られれば、基本制限に加えてもいいのかなと私は考えております。

【多氣オブザーバー】 ありがとうございます。

最初に少し質問をした上で、1つコメントになりますが、とてもクリアに説明をさせていただいて、とてもよかったなと思えました。5ページに書かれていましたように、「1990年電波防護指針策定当時、十分なドシメトリによる解析はなかった」と、もうまさにそのとおりでございまして、私自身はそのときから既にこういったことに関わっていたので、とても苦労した時期であります。それが非常にクリアな形で今回整理できたということで、非常に大きな進歩があったなと、とても感心いたしました。

ここで、基礎指針の4ですけれども、眼球について注意事項と書いてありますけれども、1990年の電波防護指針で、局所SARに関しても注意事項なんですね。全身平均SARはもうコンセンサスがすっかりあると。だから、基礎指針の本体にあったんですね。局所SARについては、まだやはり根拠が明確ではないということで、基礎指針の中にはあるけれど、その中で注意事項という一段階控え目な内容になっていました。ですから、その意味で、今回の基本制限と基礎指針の注意事項とが若干食い違っているように見えても、きちんと説明もされていますし、決して矛盾したようなものとは考えられませんので、注意事項として曖昧だったものを今回明確になって基本制限として導入しましたというのは、

私としてはとてもいい形になったなと思いました。これは私のコメントです。

【小寺構成員】 御意見ありがとうございます。

【平田主任】 多氣先生、歴史的な経緯を教えていただきまして、どうもありがとうございます。非常にすっきりいたしました。

また、当時、ドシメトリの解析が十分ではない中、策定されて、多分このようなドシメトリ解析の整理以上に、かなり細部の検討もされた上での値だったと思うんですが、今回、矛盾はないと、やや安全側に設定されているという非常にクリアなまとめになっているかと思っております。

それでは、他の先生方、構成員の皆様で何かございますでしょうか。

佐々木構成員、お願いいたします。

【佐々木構成員】 情報通信研究機構の佐々木でございます。非常に有用な研究成果をまとめていただいて、ありがとうございました。

1点コメントなのですがまず1つは、先ほど多氣先生から話が上がりまして、全身平均SARの基本制限への導入に関しまして、私、測定法の作業班の方も関与させていただいているので、そちらの立場からコメントさせていただきますと、全身平均SARの測定方法につきましては、確かに日本の適合確認の方法としては使用されていない実情はございますが、これはプロダクトスタンダードですけれども、IECにおける国際標準規格という意味では測定法自体はございます。今後、日本の中で全身平均SARを指標とした適合確認を用いるかどうかはまた別だとは思いますが、先ほど多氣先生からコメントいただきました、基本制限が適合確認に用いられることを想定した指標ということを考えれば、優先順位は今回、先ほど平田主任のおっしゃったように少し下がるとは思いますが、基本制限に導入するというのはいいのかなと思いました。これはただのコメントです。

もう1点は、小寺構成員に確認事項といたしまして御質問させていただきたいのですが、今回まとめのところで、冒頭のところを見ていただくと、今回の御発表は10g SARのICNIRPガイドラインの指針値、あるいは、日本の場合は局所吸収指針の管理環境の指針値だと思いますけれども、そちらを満足すれば、基礎指針における1g SARの指針値を満足するという理解でよろしかったでしょうか。

【小寺構成員】 コメントありがとうございます。発表でも示させていただきましたように、局所吸収指針というものはやや安全側に設定されておりますので、局所吸収指針を満たした場合には基礎指針も満たしている、そちらのように理解することができると思

ます。

【佐々木構成員】 ありがとうございます。そちらを確認させていただきたかったのです。そうなると、局所吸収指針の管理環境の指針値をそのまま基本制限に持っていくような形が、それはICNIRPのガイドラインとも整合するので、リーズナブルなのかなと思いました。御発表ありがとうございました。

【小寺構成員】 ありがとうございます。

【平田主任】 ありがとうございます。

他、何かございますでしょうか。

皆様、基本制限の在り方、基礎指針の在り方、この辺りが少々複雑になっておりましたが、クリアになってきましたでしょうか。

また、今後の議論を少ししてももちろんいいのですが、局所SAR、全身平均SARを基本制限に加えるということに問題があるとお考えの構成員の方はいらっしゃいますでしょうか。よろしいでしょうか。

もちろん今後また全体を整理して報告書を作成するわけですが、今回、大分クリアになってまいりましたので、基礎指針、基本制限の関係はしっかりと説明した上で、改めて基本制限に加えられるものは加える方向で、まとめさせていただきたいと考えております。

またこの後、議論の時間がございますので、何かお気づきの点がございましたら、その際に御意見を頂戴できればと考えております。

小寺構成員の御発表に対しまして、何か他にございますでしょうか。よろしいでしょうか。

どうもありがとうございました。

【小寺構成員】 どうもありがとうございました。

【平田主任】 それでは、続きまして、議事（2）の今後の検討課題につきまして、事務局から御説明をお願いいたします。

【藤原課長補佐】 事務局、藤原です。

それでは、資料16-2、今後の検討課題についてを御覧ください。こちらの資料は、平田主任と牛山主任代理にアイデア出しをいただいたものでございます。

まず、2ページ目の国際的な動向でございます。WHOの関係では、高周波領域の電磁界について、現在、世界保健機関において健康リスク評価が進められているということで、

これまでの作業として、コアメンバーを中心に、健康アウトカムごとにスコーピングレビューと系統的レビューが実施されています。コアメンバーとは重複しないエキスパートグループが組織されていまして、これらのレビューについて評価を確定させて、刺激作用と熱作用以外の健康リスクの評価を含んだ環境保健基準が今後発刊される見込みです。新たな環境保健基準が発刊された場合には、それを踏まえた対応を検討することが望ましいとしています。

下段の②ですけれども、ICNIRP、IEEEの関係でございます。現行の我が国の電波防護指針において、全身ばく露に対する電磁界強度指針は、ICNIRPガイドラインやIEEE規格との比較では一部に相違があるものの、電磁界強度指針の根拠である基礎指針における全身平均SARの指針値は、ICNIRPガイドラインやIEEE規格と同一である。将来的に、これらのある意味信頼性の高い全身ばく露の参考レベルが設定されて、かつ、双方が整合する方向で議論される可能性が高いとしております。このため、我が国の電波防護指針についても、それら国際ガイドラインの改定版と整合させるように検討することが望ましいとしております。

続きまして、今後取り組むべき研究課題として、いくつか列挙しております。

①のミリ波ばく露による痛覚閾値でございます。1個目のパラグラフになりますけれども、こういったヒトの研究事例は限られているということで、電波ばく露は周波数により浸透深さが異なるので、様々な周波数での実験的研究と、温度上昇のシミュレーションによる検証研究を組み合わせることで知見を得ていくことが望まれるとしております。

続きまして、②の眼障害の関係でございますけれども、熱に対して感受性が強いとされる眼球について斟酌し、閾値が設定されてきたというこれまでの経緯がありまして、眼球を対象とする被験者実験というのは倫理的に実施できませんので、目の大きさと位置に関して人間に近い動物の実験から得られた知見から、眼組織に対する障害閾値が導出されることが望まれるとしております。また、詳細な体温調節を考慮した人間の眼のドシメトリ研究も有用であると考えているところでございます。

続きまして、研究課題の2つ目のスライドになりますけれども、③の深部温度の上昇でございます。パラグラフ、真ん中の辺りになりますけれども、ICNIRPガイドラインでは基本制限を、またIEEE規格では参考レベルを300GHzまで拡張しています。平均化時間については30分に変更されています。様々な周波数及びばく露継続時間について、それらに対応する全身平均SARを明確にするため、ミリ波を含めた多様な周波数帯での

ばく露に対する深部体温上昇の測定及びそのドシメトリ実験的研究が必要であるとしております。

それから、④番、熱ストレス、熱の影響・障害及び体温調節の関係でございます。熱関連の健康影響、熱ストレス、熱中症といったものですが、このような研究は必ずしも十分でないと考えております。ヒトに対する電波ばく露実験による温度上昇や生理学的反応の現状、そのモデル化研究といったものも同様でございます。

続きまして、⑤番の接触電流による痛みになります。一番下になりますけれども、接触電流による痛みの閾値は体の部位のみでなく接触面積にも依存する場合があるということで、刺激作用から熱作用への遷移周波数と閾値、それから、接触電流の振幅、接触面積、ばく露時間を定量化することを目的とした実験及びドシメトリ研究が必要であるとしております。

研究課題の3枚目のスライドになりますけれども、⑥人体モデルの開発でございます。ミリ波のばく露につきましては、皮膚表層組織に電波吸収が集中するというので、表層組織の誘電特性と熱特性は大きく変化します。こういったことにつきまして、計算ドシメトリ研究の品質と信頼性を向上させるため、人体モデルのうち、特に皮膚モデルに対してさらなる検討が求められております。

⑦の参考レベルですが、現在、国際ガイドライン2つの間で、中間周波から超高周波までの参考レベルについては完全に合致していない状況でございます。このため、解剖学的人体数値モデルを用いた基本制限及び参考レベルに関するドシメトリ研究が求められると考えております。また、局所ばく露に対する適切な基準を設定するためには、より多面的な検証・評価が必要になるということでございます。これに当たりましては、平均化領域、特に小さなビームが形成される可能性がある高周波での検証が必要になっていくと考えております。

⑧の短時間ばく露でございます。瞬間的な温度上昇を考慮した短時間ばく露に関しまして、報告されている測定結果は僅かでございます。実験的な閾値の評価に加えて、基準レベルの複数回ばく露など、非定常ばく露、特に300GHzを超える高強度短時間ばく露を含むドシメトリ研究が必要であると考えております。300GHzを超えますと、今の電波防護指針の範囲外となりますけれども、今後そういった周波数領域の使用が見込まれることから、研究結果を提供することが適当であるとしております。

最後のスライドになります。⑨の公衆のばく露実態の把握と疫学の研究への応用ござい

います。多様なライフスタイルにおける電波利用を踏まえ、生活環境の中のばく露実態を把握していく必要があると考えております。現在、NICTで進行しているモニタリング調査をさらに推進して、経年推移や屋内外環境における特性を明らかにするとともに、適切な研究デザインの下、蓄積データを踏まえた健康影響に関する疫学調査を実施することが望ましいと考えております。

⑩の電磁界ばく露の細胞レベルでの影響解析でございます。電磁界ばく露による細胞レベルでの影響を理解するために、短期から長期にわたるばく露影響を捉える研究を進める必要がございます。こういった研究につきましては、細胞レベルのマイクロシメトリの技術に基づく評価が必要であり、低いばく露レベルの生体作用を評価するためには、微弱な生体応答の高感度計測が可能な一細胞計測のような新しい手法を導入するとともに、細胞の遺伝子配列を変化させるような変異原性だけでなく、エピジェネティックな変化についても解析していくことが望ましいと考えられています。

最後に、⑪国際的な生体電磁環境研究における文献の品質評価とメタ分析でございます。国際的な論文におきましては、研究方法や結果の報告に品質のばらつきが存在しています、これが科学的知見の一貫性やリスク評価の精度を脅かす原因となっています。こういった中で、文献の品質評価基準を定めて、それに基づいた評価を行うことが急務とされています。また、メタ分析を実施しまして、電波ばく露の様々なパラメーターと生体影響の関係を明らかにすることが必要でございます。例えば最新のAI技術を活用した文献解析を通じて、研究トレンドの把握や未解決の研究ギャップの特定、そして、方法論的な弱点の明確化が期待されています。こういったことを通じまして、エビデンスレベルの高い研究成果の蓄積を進めていくことが望ましいと考えられております。

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。ただいまの説明を踏まえて、討論を行わせていただきたいと思いますと考えております。

今回の作業班では、吸収電力密度の指針値の導入について検討を行ってまいりました。そして、電波防護指針については、今回は検討しなかったものの今後見直すべき事項があれば、また、電波の安全性に関する研究について今後取り組むべき研究課題があれば、さらには、整理ペーパーの範囲を超えた全く新しい観点があれば、忌憚のない御意見を聞かせていただければと思っております。

御発言を御希望される方、いらっしゃいますでしょうか。

それでは、多氣先生、お願いいたします。

【多氣オブザーバー】 すみません。あまり出過ぎたことはしたくないとは思いますが、皆さんが考えられている間の時間つなぎということで。

今後の研究課題、非常に慎重な姿勢で、やるべきことをしっかりまとめていただいているなと思いましたが、実際、平田先生を中心にやれば、どんどんいい方向に行くだろうなと、とても期待しているところです。

ただ、一方で、今、ガイドラインは非常に慎重なものになっているんですね。そのことは決して悪いことではないし、健康を守るという観点からすると望ましいことではあるんですけども、ただ、熱作用という観点からするならば、きちんと管理してやれば、多少温まっても別に何も大きな問題はないわけです。例えば管理環境で、アンテナのペンキを塗るという人も、基本的にはこのガイドラインに従って仕事をしなくてはならない。そうすると、ペンキを塗るために電波を止めなくてはいけないといった、物すごく大きな影響を及ぼすことになると思います。あとは、防護服を着なくてはいけない、シールドをした服を着なくてはいけないといったことになる、それが燃えるおそれもあるし、非常に不自由な姿勢で作業することになるので、落下の危険も増えてくるわけで、かえって逆のリスクも出てくると。

そういったことを考えたときに、短時間きちんと管理するのであればどこまで大丈夫なのかということもきちんと検討していかないと、この先、安全が安全がと行って、電波利用を制限する方向だけにするのが皆さんの賛同が得やすいということで、どんどん萎縮してしまって、本当に持続可能な電波利用ができるのかということ、私はすごく心配しています。ですから、そういった観点も含めて考えていただければと、そういうことも課題ではないかと思いますが、皆さん、いかがでしょうか。

【平田主任】 多氣先生、ありがとうございました。非常に面白い観点だと思います。

また、同様のものではあれば、IEEEでございますが、ICES規格の中に軍関係のものでございまして、まさにある短時間であれば一定の許容値を超えても許されると、時間平均の問題も出てまいります、そういった議論がなされ始めています。これはもう10年以内のお話であるという認識を持っております。

また、仮に熱効果だけとするならば、光のガイドラインから、電波のガイドラインとなりますと、総務省の電波防護指針も含めて、実は300GHzで大体5倍ぐらい、急に許容値が下がっています。この辺りはやはり研究の量の問題と、どのようなメカニズムがあ

るか、皆さんがどれほど心配されているかという歴史的な経緯で決まってきたのだろうと私は推察しておりますので、やはりエビデンスを積み重ねていくこと、そして、今後どのように皆さんでガイドラインをデザインするかというのは、我が国においてはこの場で継続的に議論できればいいのかなと思っております。

特に今、300GHz以上の電波利用なども徐々に検討され始めていますので、そういったときに、やはり光のガイドライン、国際ガイドラインとの整合も考えながらどのようにするか、皆さんに御意見を頂戴しながら進めていきたいと思えます。皆様、今の論点に関しまして何か御意見ございますでしょうか。

特にございませんでしょうか。

今の論点だけではなくて、今後の研究課題全般に対しまして、何かお気づきの点、コメント等ありましたら、よろしく願いいたします。

【牛山主任代理】 牛山ですが、よろしいでしょうか。

【平田主任】 牛山先生、お願いいたします。

【牛山主任代理】 今回の多氣先生の御指摘は、非常にリーズナブルな一面もあるんですが、科学的なエビデンスというところと、あと一方では社会的な需要度というのが、どうしてもそのミスマッチも出てくると思えますので、そのためにはやはり科学的なベース、エビデンスを蓄積していくということが我々研究者の責務でもあります。そのための研究課題ということで、ここに挙げられた研究課題について、全ては難しいということもあるかもしれませんが、できる限り粛々と蓄積していくというところは、とても重要なポイントだと思います。それで、いずれどこかの段階で、そういった、先ほど多氣先生が言われた議論もしなければいけない話かなとは感じております。

【平田主任】 牛山先生、どうもありがとうございます。

ほか、コメントなどでもいいので、皆様……。

じゃあ、NICTの佐々木構成員、お願いできますでしょうか。

【佐々木構成員】 情報通信研究機構の佐々木です。

すみません。細かいところで、重箱の隅をつつくようで恐縮なんですけど、⑪番の真ん中ぐらいの「大規模言語モデルなどの最新AI技術を活用した文献解析を通じて」云々というところがちょっと気になっております。ここだけ評価方法が非常に具体的だなと思ったのですが、特に手法を限定する理由がなければ、もうちょっと広く記載いただいたほうが、分野全体の発展性という意味では期待できるのかなと思った次第でございます。記載

されている内容自体は特に異論ございません。将来の研究の質が向上されるという期待と、あと目的自体は私も同意するところでございます。

【平田主任】 ありがとうございます。この部分、私も十分確認もできていなかったかもしれないんですが、おっしゃるとおり、「最新A I 技術を活用した」と、必ずしも活用する必要はないと思いますので、大規模言語モデルを含めた最新のA I 技術を活用するなど、効果的に文献解析を行っていくというふうに認識したらよろしいでしょうか。

【佐々木構成員】 例えばですけれども、メタ分析は必要なので、「厳選された高品質なデータを用いてメタ分析を実施し」……、失礼いたしました。「研究トレンドの把握、未解決の研究ギャップの特定、そして方法論的な弱点の明確化が」……、あ、そうか、手段が要るのか。なるほど。分かりました。平田主任の御提案どおりで特に異論ございません。もうちょっとほかの方が参画できるようにしていただければと思った次第です。

【平田主任】 ありがとうございます。

ほかの先生方はよろしいでしょうか。何かお気づきの点がございましたら、よろしくお願ひいたします。

それでは、どうもありがとうございました。

それでは、続きまして、議事の（3）に移らせていただきたいと思います。

議事の（3）でございますが、作業班報告の素案について、事務局から御説明をお願いいたします。またあわせて、今後の進め方についても御説明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。それでは、資料16-3、作業班報告（素案）を御覧ください。

本日お示ししているのは、前回までの作業班で検討された第2章まででございます。第3章につきましては白紙になっておりますけれども、先ほどの議論を踏まえて作成する予定でございます。第1章及び第2章につきましては、この後の議論を踏まえて加筆修正する予定でございます。

先ほど、最初の議題で小寺先生から御発表いただいた内容は、あらかじめ第1章に組み込んでおります。それから、今回の議論を踏まえまして、電波防護指針の改正案を作成いたしまして、作業班報告の案として取りまとめて、後日、構成員の皆様への意見照会を予定しております。本日は、素案につきまして御説明いたします。

まず、1～2ページ目が目次です。3ページ目になりますけれども、検討事項ということで、吸収電力密度の指針値の導入について検討を行ったとしております。

委員会と作業班の構成につきましては、別表1、別表2のとおりとしております。

検討経過につきましては、委員会と作業班に関する経緯を載せております。

5ページ目に移りまして、検討概要というところで、こちらが報告書のメインになります。

第1章、電波防護指針の概要、1.1 検討の経緯及び背景というところで、4パラ目になりますけれども、電波防護指針は、十分な安全率を考慮した人体防護を前提としまして、電波の強さが人体の健康に好ましくない影響を及ぼさないレベルであるかどうかの考え方を示しているというところでございます。

その後、電波防護指針の設定経緯を書いておりますけれども、平成2年6月の最初の答申で電波防護指針が作られまして、その際に、基礎指針と管理指針が作られ、管理指針の中に電磁界強度指針と補助指針が作られたというところでございます。

続いて、平成9年4月に次の答申が出まして、管理指針に局所吸収指針が追加されたというところでございます。

続きまして、6ページ目の頭ですけれども、平成23年5月に答申がされまして、局所吸収指針について適用範囲を6GHzまで拡大しました。

続きまして、平成27年3月の一部答申では、低周波領域の指針値について国際ガイドラインへの調和が図られて、新たな概念である基本制限が導入されたところでございます。

その次のパラグラフ、平成30年9月ですけれども、また一部答申がございまして、6GHz以上の周波数について、局所吸収指針に入射電力密度の指針値が導入されたとなっております。

その後の国際的な動向として、IEEE C95.1規格とICNIRPガイドラインが改定されまして、それらの中で6GHzを超える周波数の電波による局所ばく露について、吸収電力密度を用いた評価が推奨されるということで、我が国の電波防護指針を国際ガイドラインに調和させることを念頭として、吸収電力密度の指針値の導入について検討したとしております。

続きまして、1.2 電波防護指針の構成ですけれども、図1を御覧いただきたいと思っております。基礎指針、基本制限、管理指針の3つがございまして、管理指針の中に電磁界強度指針と補助指針と局所吸収指針があります。

この図1の下に各指針の説明がありますけれども、定義を踏襲しておりますので、本日の説明は割愛させていただきます。

続きまして、8ページに移りまして、1.3局所吸収指針の概要でございます。局所吸収指針は、100kHzから300GHzまでの周波数に適用されるもので、携帯電話端末等の小型無線機を主な対象としており、電磁放射源に寄与するアンテナや筐体が人体に極めて近接して使用される場合にも適用できる制限。局所吸収指針は、全身平均SAR、局所SAR、入射電力密度、接触電流、体内電界のそれぞれの指針値によって制限されるものです。携帯電話端末や無線LAN端末に適用される主なものは、表1のとおりとしております。

続きまして、第2章、9ページに続きます。吸収電力密度の指針値の導入等ということで、2.1、6GHz以上の局所吸収指針の課題でございます。第5世代携帯電話の実現に向けて、平成30年9月に一部答申が行われまして、それまで100kHzから6GHzまでが適用範囲であった局所吸収指針が300GHzまで拡張されて、6GHz以上300GHz以下に係る入射電力密度の指針値が導入されました。

この当時、国際ガイドラインの見直し中であったため、委員会報告においては局所吸収指針の入射電力密度の指針値は、国際ガイドラインの改定版で想定される入射電力密度の指針値に対して、より制約的に設定していることに留意する必要があるとされまして、国際ガイドラインの改定状況を踏まえて、随時、局所吸収指針を見直すことが重要であるという見解が示されたところでございます。表2に、6GHz以上の指針値の比較、現在の指針と国際ガイドラインの比較を示しております。

続きまして、10ページに移ります。新たに定められたガイドラインにおいては、入射電力密度の指針値の適用について、「2GHzを超え300GHz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。そのような場合、基本制限への適合性を評価しなければなりません」という見解が示されていて、吸収電力密度を用いた評価が推奨されているところでございます。

その下に移りまして、2.2、6GHz超の局所吸収指針の検討ということで、2.2.1、局所ばく露における吸収電力密度の適用性でございます。高周波領域の電波は体内で熱を発生することがあるため、この熱による温度上昇を安全なレベルに保つことが重要であります。また、電波ばく露を受けた人体においては、電波は体表面からより深い方向へ指数関数的に減衰します。この研究につきましては、次のページの表3に示しております。特に、おおむね6GHzを超えると加熱の大部分は皮膚又はその周辺で生じることから、6GHz超の局所ばく露においては、浸透深さより厚さのある質量10gで平均化された局所SARは局

所温度上昇の適切な指標とはならず、電力密度が表面温度上昇とよい相関を示すため、皮膚組織に対する吸収電力密度は評価指標として適切であるとされています。

続きまして、表3の下になりますけれども、吸収電力密度につきまして、この式の意味するところは、次の図3のとおり、体表面を垂直に通過し、体表面から体内深部までの直方体の積分領域Vに伝搬される単位時間当たりのエネルギーが、体表面において全て吸収されるものとして捉えるということでございます。皮膚組織又はより深部の組織でも一定の吸収はあるものの、吸収電力密度は、体表面を通過して人体内で単位時間に吸収されるエネルギー量を体表面における単位面積で平均化したものと位置づけることができるとしております。

続きまして、12ページに移りまして、SAR及び吸収電力密度について、温度上昇との関係を分析した研究の報告の御紹介でございます。図4のとおり、6GHz以上においては吸収電力密度のほうがより優れた相関があることが示唆されています。

その下ですけれども、平成30年の一部答申では、入射電力密度を評価指標とすることについては、体表面を通過し、体内に吸収される吸収電力密度との間に乖離があるということ是指摘されています。

続きまして、13ページに移りまして、下方のグラフになりますけれども、単位吸収電力密度当たりの温度上昇は入射角にあまり依存せず、入射電力密度と比較して一貫性のある特性を示すことは確認されているということで、局所ばく露においては吸収電力密度を評価指標として適用することがより適切であると考えられます。

続きまして、14ページですけれども、2.2.2 吸収電力密度の平均化面積でございます。電力密度を評価する場合がございますが、空間的に一様なばく露であれば、いずれの面積で平均化しても平均値は変わらないものの、局所的なばく露を評価対象としていることから、評価する面積の設定によって面積平均最大値が変わります。このため、平均化するための面積が重要となっております。

国際ガイドラインでは6GHzを超え300GHz以下の局所吸収電力密度については、体表面積4cm²の正方形で平均化しています。30GHzを超える周波数では、体表面の平均化面積1cm²の正方形でのばく露について、平均化面積4cm²での制限値の2倍に設定されるという追加的な制約が課されています。

2020年のICNIRPガイドラインでは、平均化面積の考え方について、平成30年の答申と同様の研究が引用されています。より実践的な4素子から成るダイポールアンテナ

ナでばく露しまして、それで生じる単位入射電力密度当たりの皮膚の最大温度上昇を求めたものでございますが、平均化面積を4 cm²とした場合には、平面波入射と比べて約30 GHzまではそちらのほうが高いんですけども、30 GHzを超えると大きくなる場合もあって、その要因は吸収電力の局在化と考えられており、必ずしも制約的ではない場合もあるということが示されています。

また、「一般的には」のパラグラフですけれども、周波数が増加するにつれて、より小さなビーム径になる可能性を考慮に入れて、平均化面積を縮小する必要があるということで、国際ガイドラインでは実用的な観点から、6 GHzを超えて300 GHz以下の周波数での平均化面積については4 cm²の正方形を用いた上で、30 GHzを超え300 GHz以下においては、より小さな面積においても健康への悪影響の運用上の閾値を超過しないことを確実にするため、追加的に1 cm²の正方形の空間平均に対する制約を課すとしています。

その下に行きまして、「さらに」のパラグラフですけれども、IEEEのTC95 SC6では、6 GHz以上の吸収電力密度のシミュレーション評価が行われています。こちらにつきまして、平均化面積1 cm²及び4 cm²を比較した場合に、前者のほうが吸収電力密度がより大きな値となっていることから、吸収電力密度分布が狭い領域に集中する場合には、1 cm²の面積で平均化することにより、きめ細かな評価が可能となると考えられています。

次の17ページに移りまして、Funahashiらの研究ということで、ダイポールアンテナ又は実機を想定したパッチアンテナを放射源として配置したシミュレーションでございます。吸収電力密度と温度上昇の関係を評価した結果、平均化面積4 cm²の特性において、平均化面積1 cm²では生じない吸収電力密度と温度上昇の相関の乖離が生じるということで、平均化面積1 cm²を用いることは適切な場合があることが示唆されています。

その続き、「さらに」というところですが、ダイポールアンテナを用いた数値シミュレーションにより、吸収電力密度の制限値20 W/m²（平均化面積4 cm²）と、その倍になりますけれども、平均化面積1 cm²で制限値40 W/m²で許容される放射電力がおおよそ同じであることも示されています。こういった形で平均化面積1 cm²での制限値について、平均化面積4 cm²についての制限値の2倍とすることの妥当性が確認されています。

続きまして、2.2.3、吸収電力密度の指針値でございます。ICNIRPガイドライン2020年では、41℃以上の局所温度をもたらす電波ばく露を潜在的に有害として扱っています。具体的には表4にありますとおり、タイプ1組織では33℃未満から36℃まで、タイプ2組織では38.5℃未満であることから、温度上昇がタイプ1及びタイプ

2の組織でそれぞれ5℃及び2℃を局所ばく露における健康への悪影響の運用上の閾値とされています。

続きまして、19ページですけれども、6GHzから300GHzまでの範囲においては、電磁界エネルギーの大部分は表層組織に蓄積され、最悪事例の温度上昇は皮膚表面の近くで見られます。このため、この周波数範囲では、皮膚表面（タイプ1組織）の温度上昇について、健康への悪影響の運用上の閾値（5℃）を下回るように制限すれば、運用上の閾値を上回る温度上昇のために必要な吸収電力密度の値は同じであることから、タイプ2組織の温度上昇についても、健康への悪影響の運用上の閾値（2℃）を下回るように制限されることになると考えられています。

次のパラグラフになりますけれども、温度上昇と局所ばく露の関係に関しては、平均化時間（6分）は、6GHzから300GHzまでの局所ばく露においても適切であることが示されています。定常状態の局所温度上昇に達するまでの所要時間は、周波数の増加とともに徐々に減少するが、15GHzを超える周波数で顕著な変化は観察されていないため吸収電力密度の時間平均については、6分間平均とすることが適当であると考えられます。

Sasakiさんらの研究ですけれども、6GHzを超える周波数について、吸収電力密度に対する加熱係数というものを研究されています。この研究では、最大値は $0.025\text{℃}\cdot\text{m}^2/\text{W}$ と評価されています。

こういったものを踏まえまして、タイプ1組織について、5℃温度上昇させるためには、 $200\text{W}/\text{m}^2$ の吸収電力密度が必要になると考えられています。これは、5℃を先ほどの加熱係数で除した値です。タイプ2組織についても同じ値で、2℃の閾値を下回るように制限することができると考えられています。

国際ガイドラインでは、科学的不確かさ、人口集団全体での熱生理機能の違い、環境条件及び身体活動レベルの変動性が考慮されています。職業ばく露の指針値の設定に当たっては、運用上の閾値に対する低減定数2が適用されていまして、指針値は $100\text{W}/\text{m}^2$ とされています。他方、一般公衆につきましては、ばく露に気づくことを求めることはできず、リスク低減対策を取ることを求めることはできないこと、また、一般人口集団では熱生理機能の違いもより大きくなると考えられるため、一般公衆ばく露については、運用上の閾値に対する低減係数10が適用されていまして、指針値は $20\text{W}/\text{m}^2$ とされています。

20ページに移りまして、これらの指針値に関しては、総務省予算でも皮膚や眼球を対象とした研究が行われていまして、その妥当性が検証されています。

久留米大学による動物実験につきましては参考資料 1、同大学の人体前腕皮膚のばく露実験につきましては参考資料 2、それから、金沢医科大学における家兎眼球に関する研究につきましては参考資料 3 にまとめております。

こういったことから、我が国の電波防護指針の局所吸収指針においても、国際ガイドラインとの調和を考慮し、表 5 にありますとおり、指針値を設定することは適切であると考えられるとまとめております。

続きまして、21 ページの 2.3、電波防護指針全体の整合性でございます。

2.3.1、局所吸収指針の適用除外となる電力。局所吸収指針の適用範囲において、適用除外となる電力が示されています。入射された全ての電力が平均化面積の領域において吸収される最悪条件を想定したものでございまして、具体的には入射電力密度の指針値に対する平均化面積を乗じたものです。それが表 6 に示されています。

この考えにつきましては、吸収電力密度にも適用できるのものでありますので、表 7 にあるとおり、新しく適用除外となる電力の設定をするものでございます。

6 GHz 以上の周波数においては、入射電力密度と吸収電力密度のいずれかの指針値を満たせば、電力密度の観点から評価できることから、6 GHz 以上の周波数における局所吸収指針の適用除外となる電力の上限値として、吸収電力密度の指針値に基づく計算結果を採用することができます。

続きまして、22 ページに移りまして、2.3.2、総合照射比でございます。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、それぞれの周波数の電波により最も強くばく露される領域が重なったような最悪事例も考慮して、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。吸収電力密度の指針値を導入した場合であっても、同様の考え方が適用される必要があります。

ただし、2 パラ目の最後になりますけれども、30 GHz から 300 GHz については平均化面積 1 cm^2 と 4 cm^2 、両方ありますので、いずれも評価を行って、指針値に対する割合が高いほうにより評価することが適当であるとしております。

続きまして、2.3.4、基本制限の枠組みでございます。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、管理指針の局所吸収指針に組み込まれるべきものであるとしております。

他方で、基本制限の定義にも局所吸収指針は当てはまるため、基本制限にも位置づけることが適当であると考えられる。

基本制限は、平成27年3月の一部答申で、低周波領域に限って導入された概念です。その際に参照しました当時のICNIRPガイドラインにも低周波の領域のものが書かれていました。その後の2020年のICNIRPガイドラインでは、神経刺激に関連する指標（誘導電界）を位置づけることをそのまま踏襲した上で、高周波領域の熱作用に係る評価指標も位置づけられました。

こういった経緯も踏まえまして、国際ガイドラインとの整合性の観点から、我が国の電波防護指針においても、高周波領域の熱作用に係る評価指標である吸収電力密度を組み込むのであれば、全身平均SAR及び局所SARも同様に組み込むことが適当であると考えられるとしております。

続きまして、2.3.3、基礎指針の注意事項でございます。基礎指針4（b）において、「3GHz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 $10\text{mW}/\text{cm}^2$ 以下とすること」との注意事項が定められています。

他方で、3GHz以上の周波数に関しては、電磁界強度指針については、管理環境においては、電力密度（空間最大値）の指針値は $5\text{mW}/\text{cm}^2$ とされています。また、補助指針については、管理環境において、電力密度（空間平均値）の指針値は、電磁界強度指針と同様に $5\text{mW}/\text{cm}^2$ とされており、また、眼への入射電力密度（空間最大値）の指針値は $10\text{mW}/\text{cm}^2$ とされています。これらのことから、電磁界強度指針及び補助指針の指針値に適合するのであれば、基礎指針4（b）の注意事項も満たすというふうになります。

電波防護指針の適用手順としましては、まず管理指針（電磁界強度指針、補助指針、局所吸収指針）による評価を行って、それを満たさないことが示された場合に、基礎指針又は基本制限に立ち戻った評価を行うとされています。こういった手順の重複ということを考えますと、基礎指針4（b）の注意事項については、削除することが適切であると考えられています。

最後に、2.3.4、電波防護指針の全体像でございますけれども、図11のとおりとしております。基礎指針から眼への入射電力密度が除かれまして、基本制限に全身平均SAR、局所SAR、吸収電力密度が加わっています。また、管理指針の局所吸収指針の中に吸収電力密度が加わっています。

その下、2.4、電波防護指針と国際ガイドラインの整合性でございます。

2パラ目になります。直近の国際ガイドラインの改定において、ICNIRP高周波ガイドラインでは、全身平均SARの基本制限及びそれに対応する電力密度が300GHzまで

に拡張されています。

他方、I E E E C 9 5 . 1 - 2 0 1 9 規格では、基本制限は6 GHzまでであるものの、全身平均S A Rに対応する電力密度を3 0 0 GHzまでに拡張しています。

本検討においては、我が国の吸収電力密度の指針値について、国際ガイドラインと整合を図りつつ導入することとしました。すなわち、基本制限及び局所吸収指針における全身平均S A Rの指針値については、国際ガイドラインと整合しています。また、その適用上限周波数（3 0 0 GHz）については、I C N I R Pガイドラインと整合しています。我が国では平成2年答申以来、基礎指針において全身平均S A Rの指針値を定めておきまして、電波防護指針の考え方の根拠を一貫させてきたわけですが、本検討においてもそれを踏襲し、基本制限及び局所吸収指針における管理環境の全身平均S A Rの指針値を同じ値としています。

他方で、平成30年一部答申により導入された入射電力密度については、国際ガイドラインとの差異があるため、今後、整合性に関する検討が必要であるとしております。

続きまして、25ページ、第3章は白紙でありますけれども、先ほどの議論を踏まえて再構成をさせていただきます。

26ページに移りまして、最後になりますけれども、検討結果ということで、別添のとおり電波防護指針の改定案を取りまとめたと書いておりますけれども、これから案をつくりまして、作業班構成員の皆様には後日、照会させていただきます。

別表1以降の説明については割愛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。

ただいまの事務局からの御説明に対しまして、構成員の方から御質問などがございましたら、御発言をお願いいたします。いかがでしょうか。

N I C T、佐々木構成員、お願いいたします。

【佐々木構成員】 藤原補佐、御説明どうもありがとうございました。

2点コメントがございます。初めは、総合照射比のところですが、22ページです。セクション2.3.2です。

そちらの1段落目のところに、総合照射比を足し合わせるときに、「ばく露される領域が重なる最悪条件も考慮して」というのを3行目に書いていただいているんですが、ちょっと明確化の意味で、2段落目の2行目のところあたりですかね、「局所S A Rと電力

密度のそれぞれのばく露の指針値に対する割合を足し合わせて評価することになるが」のところにも、誤解ないように、ばく露の領域が重なるという前提を記入いただくと、明確化できていいのかなと思いました。

もう1点は、こちらが24ページですかね。その図のところです。今回の審議の中で、局所吸収指針の中で吸収電力密度が新たに加わることになるんですけども、同じような目的で局所ばく露というのを対象にして、入射電力密度の指針値も、同時に2つ並列するような形になってしまいますので、どこがいいかは悩んでいるんですけども、今ある入射電力密度の指針値と、今回追加する吸収電力密度の指針値の考え方の整合性に関する記述が要るのかなと思いました。

例えば、2.4のところでは電波防護指針と国際ガイドラインの整合性のところで記載いただいています。そちらで、入射電力密度の再検討の可能性について記載いただいていますけれども、こちらも、当時の審議の中では入射電力密度の指針値も、ICNIRPが言う運用上の閾値の5℃を超えないようにという前提で規定した経緯がございますので、ここがいいか。入射電力密度の指針値も、今回議論した吸収電力密度の指針値を決めるに当たっての同じような考え方で決められたというような文言が一筆あるといいのかなと思いますが、いかがでしょうか。

【藤原課長補佐】 総合照射比につきましては承知いたしました。入射電力密度の指針値の検討の背景となった考え方につきましても、この中に入れ込みたいと思います。

【佐々木構成員】 ありがとうございます。よろしく願いいたします。

【平田主任】 佐々木構成員、どうもありがとうございました。入射電力密度につきましては、国際ガイドライン間で差異があるということも踏まえて、現在のようにするところでは明記しておりますので、明確化は文言を足してもいいのかもしれないんですが、どのような記載にするか御相談させてください。

【佐々木構成員】 はい、承知しております。ここだとバランスが悪いようにも思いますので。

【平田主任】 本日、小寺構成員に説明していただいた内容も、この本文に入れると少し整合が悪いなと個人的には思っておりまして、付録的な扱いでもいいのかなと。ただ、どんどん明確化になっていって、どんどん記載を書き込んでいきますと、国際ガイドラインも、非常に長文化してきているというのが問題になっています。実際に欲しい情報がどこにあるのかが分からないようなことにもなりかねませんので、書くべきことは当然書き

ますが、その上で全体のバランスを考えて、付録などで、どこで記載するかというのは、全体をもう少しこちら側も考えなきゃいけないと思いますので、お力添えのほどをよろしくお願いいたします。

【佐々木構成員】 承知いたしました。コメントありがとうございました。御提案に同意いたします。

【平田主任】 ほか、皆様からいかがでしょうか。何かお気づきの点などございますでしょうか。

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。すみません。少し確認をさせていただきたいのですが、先ほどの佐々木構成員の御質問に関する総合照射比の部分なんですけれども、細かな点になるのかもしれないのですが、「それぞれの周波数の電波により最も強くばく露される領域が重なる最悪事例も考慮して」という表記ですと、この場合、例えば複数の周波数が別々の領域に照射されている部分も、全てこの総合照射比が考慮されるべきだという理解になるのかなと思ったんですが、その理解でよろしいでしょうか。もしくは、領域が重なるような可能性がある場合のみこちらを考慮するという意味でしょうか。ちょっと御確認をさせていただきたく御質問させていただきました。

【佐々木構成員】 すみません。これは私がお答えしたほうがいいんですかね。

【平田主任】 はい、お願いします。

【佐々木構成員】 もともとの総合照射比の記述自体は、基本制限の中で体内電界に対して記載があったところでございます。こちらの基本制限の体内電界の項に対する記述の経緯を私は把握してなくて、ここは別の方に御説明いただいたほうがいいのかと思います。ただ、高周波の熱影響に限って言えば、ばく露が最大となる、例えば局所SARの最大値が得られるところと、吸収電力密度の最大値が得られるところを照射比同士で足し合わせるといふ考え方自体はいいとは思いますが、それが1を超えないかどうかというのは、ばく露が重なるところで満足するというのが本質的な考え方だと理解しておりますので、そういった意味合いで回答させていただきました。

こちらの段落の「局所吸収指針においては」というのは、現行の局所吸収指針の考え方だと思いますので、その中での解釈のところは、どなたか分かる方にお答えいただいたほうがいいのかと思います。ただ、熱影響と同じように最大値同士を足し合わせるといふ意味合いではなかったと予測いたします。多氣先生であればお答えいただけますかね。

【多氣オブザーバー】 これは佐々木さんのほうが詳しいと思いますけれども、TC 106の中で議論されている話だと思うので。

【佐々木構成員】 いや、下の周波数のほうです。基本制限の中の体内電界のほうです。

【多氣オブザーバー】 ああ、電界のほうですか。低い周波数の場合、発生源が複数だといったときに、場所が違うということですね。

その場合、高周波の場合には、局所で照射した部位のところにはばく露が集まるわけですが、低周波の場合にはどこが誘導電界のピークになるか分からないということもあるので、安全側に考えるんじゃないかなという気はいたします。もともとの足し算は、複数周波数の場合ですけれども、複数周波数の場合に、1つの発生源の場合には、位相の関係が明確な場合には緩和できるんですけれども、位相の関係がはっきりしていないときには、全て最悪条件ということで、同位相で重なり合っちゃうところがあると、そういう考え方を取るわけですね。

ただ、全く違うところの局所にあるやつを足すかという、恐らくそこは考えていないと思います。例えば低周波の電界、磁界があるときに、電界と磁界それぞれの誘導電界を足し算するという発想はないです。ですから、それと同じことかなと思うんですけれども、ただ、私も確信が今すぐにはありません。

【佐々木構成員】 ありがとうございます。では、この1段落目の低周波の重ね合わせのところは、過去の報告書を確認させていただいた上で、表現を直させていただく可能性があるという対応とさせていただければと思いますが、平田主任、いかがでしょうか。

【平田主任】 大丈夫だと思います。ありがとうございます。

ほか、何かございますでしょうか。

上村先生、お願いいたします。

【上村構成員】 エディトリアルなところなんですけど、目次とか今のところでもいいんですが、2.3章の番号がちょっと乱れていませんか。

【平田主任】 御指摘ありがとうございます。エディトリアルな点につきましては、御指摘ありがとうございます。今後、まだ全部書き終わっていない段階なので、その辺りの部分につきましても、全部書き上がった段階で改めて御確認、御指摘いただきますと、こちら側も大変助かります。ありがとうございます。

多氣先生、お願いいたします。

【多氣オブザーバー】 すみません。結果的にさっき大分変なことを言っちゃったみた

いで、全身平均SARも基本制限にちゃんと入れていますね、この原案では。

【平田主任】 はい。もちろん皆さんに御議論いただくのが前提なんですけど、原案としては入れさせていただいています。

【多氣オブザーバー】 ありがとうございます。

【平田主任】 その点につきましても、皆様、よろしいでしょうか、御意見等。

佐々木さん、どうぞ。

【佐々木構成員】 すみません。私は議論のときに発言させていただきましたけれども、測定方法、こちらは製品規格ではございますけど、その動向も考えれば、基本制限の中に入るというのは賛成の立場でございます。

【平田主任】 ありがとうございます。

【多氣オブザーバー】 あと局所吸収指針に入っていて、そっちに入っていないと、なぜだろうという感じはしますよね。

【平田主任】 そうですね。国際ガイドラインとの整合等々も徐々に進めていければと思っておりますので、今回のほうが、ちょっと冗長感もあるんですが、将来的には非常にすっきりするのではないかなと思っております。

【多氣オブザーバー】 ありがとうございます。

【平田主任】 ほか、いかがでしょうか。

それでは、非常に長い文章でございますので、今後、御意見、何かお気づきの点などがありましたら、私、平田宛てか事務局宛てにメールを送っていただくこととさせていただきますと思います。

取りまとめいただきました事務局の藤原補佐など、皆様、ありがとうございました。

それでは、次の、議事次第の3番目のその他に移らせていただきたいと思えます。構成員の皆様から、全体を通して御発言の希望がございましたら、お願いいたします。

よろしいでしょうか。本日、いろいろと見ていきましたが、全体を通して何か少し気になる点などありましたらと思うのですが、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ございました。

本日の議論を踏まえまして、電波防護指針の改正案も含めまして、作業班報告の案を取りまとめた上で、構成員の皆様にご意見をさせていただきます。電波防護指針は、全体的に継ぎはぎがされてきまして、過去5回の答申分がまとまっていますので、いろいろエ

ディトリアルな修正をしなければならないところも多々ございます。そういったところも含めて、改正後の全体版により照会をさせていただきます。

次回の作業班の開催につきましては、いただいた御意見に基づきまして、平田主任と相談して決定いたします。詳細につきましては別途メールにて御案内させていただきますけれども、修正意見が少数で、作業班開催が不要の場合は、メール審議とさせていただく場合がございます。

本日は誠に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。

それでは、これにて第16回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御参加いただきまして、ありがとうございました。