

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13回）

- 1 日時：令和5年3月10日(金)13:30～15:30
- 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、小寺 紗千子、佐々木 謙介、日景 隆、増田 宏、松本 明子、宮越 順二、多氣 昌生(オブザーバ)(以上10名)
  - (2) 関係者（敬称略）  
株式会社三菱総合研究所 丸田 佳織
  - (3) 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)、島田 淳一(電波利用環境専門官)、藤原 史隆(課長補佐)

【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。

ただいま定刻になったということでございますので、第13回の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。

それでは、初めに、事務局から諸連絡をお願いいたします。

【藤原課長補佐】 事務局、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。主任が順次指名します。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。また、御発言の際はカメラをオンにしていただけですと、幸いです。なお、モバイル回線の御利用など、回線速度が不安定な場合は音声のみでも結構でございます。

本日の作業班は公開としておりまして、傍聴の方がいらっしゃいますので、お知らせい

たします。

続いて、本日の作業班の出欠についてお知らせいたします。全国消費者生活相談員協会の柿沼構成員、金沢医科大学の小島構成員、杏林大学の寺尾構成員、以上3名におかれましては、御欠席と伺っております。

また、議事（1）近年の健康リスクの評価の関係で、三菱総合研究所の丸田様に御参加いただいております。

最後に、メールにてお送りいたしました本日の配付資料につきまして、確認させていただきます。発表資料としましては、資料13-1から13-4まででございます。前回、牛山構成員が主任代理に指名されましたので、参考資料13-1としまして、構成員一覧を更新しております。不足等ございましたら、チャット機能で御連絡ください。

事務局からの連絡は以上でございます。平田先生、どうぞよろしくお願いいたします。

**【平田主任】** 承知いたしました。藤原さん、御説明いただきまして、ありがとうございます。

それでは、議事に入らせていただきたいと思います。

議事（1）、近年の健康リスク評価についてでございます。まずは、私、平田から、2020年に公表されましたICNIRPガイドラインの附属書Bの健康リスク評価について御紹介させていただきます。こちらについては、この後議論させていただきますガイドライン、そして防護指針の閾値に関わるICNIRPのガイドラインの生物学的な影響となります。

その後に、三菱総合研究所の丸田様から、諸外国の実施状況について、御発表いただきます。ICNIRPのガイドライン以降にもレビューが行われておりますので、こういったものを皆様に総合的に御議論いただきます。まずは2つを説明させていただき、質疑応答は、2つの説明の後で、まとめて行わせていただきたいと思います。

それでは、初めに平田から資料13-1に基づき御説明を差し上げます。既に事務局から投影していただいておりますが、そちらを御覧いただきながら、説明するという形を取らせていただきます。

それでは、次のスライドをお願いいたします。

こちらはICNIRPガイドラインの日本語版訳についてでございます。こちらは、英文で紹介させていただくことも可能でございますが、一般財団法人電気安全環境研究所の電磁界情報センターが和訳をされております。この和訳に基づく形で、紹介させていただきます。

きたいと思っております。日本語訳については、私も可能な限り確認させていただいておりますが、特に違和感なく読ませていただいております。

まず、その日本語版における要約でございますが、限られた数の実証された高周波電磁界ばく露による健康への悪影響は、神経刺激、細胞膜の透過性の変化及び温度上昇による影響です。ICNIRP（1998）ガイドラインの制限レベルを下回るばく露レベルでの健康への悪影響の証拠はなく、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なっております。

今回の私どもの電波防護指針の議論では、熱の影響という温度上昇の部分となりますが、参考までに神経刺激については、100kHz未満が主でございます。一方で、パルス波なども考えた場合、そしてガイドラインが100kHz以上であった場合ということで、このガイドラインの要約ではそちらが含まれている形になります。

そして、細胞膜の透過性の変化については、基本的には医療機器等々で接触された状況でのパルス電磁界についてとなりますので、今回の議論とは基本的には関連のないものだとお考えいただければと思います。

それでは、次のスライドをお願いいたします。

脳の生理学及び機能ということになりますが、脳の電氣的活動及び認知タスク遂行成績となります。なお、こちらはまとめだけ御紹介させていただいております、詳細につきましては、原文を御確認いただければと思います。この節ごとに、それぞれのまとめが記載されております。

高周波電磁界へのばく露が健康に関して、高次認知機能に影響を与えることを実証した実験的または疫学的証拠はありませんとなっております。

また、その後もずっといろいろ書かれておりますが、症状及び安寧という形で、こちらは、たまたまではございますが、電波ばく露によるミリ波の背中にばく露した実験がございます。そちらの部分だけ抜粋させていただきますと、痛みに対する直接的な影響の閾値は、背中への9.4GHzのばく露において12.5kW/m<sup>2</sup>付近であり、この値は熱生理学の知見と一致しています。間接的な影響（接触電流）の影響は、ということで続きまして、一部、この辺りの閾値が導出されているということになります。

その他の脳生理学及び関連する機能としては、人体の健康を損なうような生理学的プロセスに対する高周波電磁界の影響の証拠はありませんとなっております。

それでは、続きましてのスライドをお願いいたします。

聴覚、前庭及び視覚機能の部分でございます。これまでに報告されたヒトの健康に関連する聴覚、前庭または視覚の機能または病理学への影響で実証されたものはございません。表在性の眼の損傷に関する幾つかの証拠が、少なくとも  $1.4 \text{ kW/m}^2$  のばく露を受けたウサギで示されていますが、これのヒトへの関連性は示されていませんと記載されております。

我が国におきましても、眼球に関する研究等々も実施されておりました、そういった文献も引用されているところでございます。

また、本日は、眼球への影響については触れさせていただきませんが、今後の作業班でも触れさせていただきたいと思っております。

続きまして、神経内分泌系でございます。

神経内分泌系に対する高周波ばく露の影響が観察された最低レベルは  $4 \text{ W/kg}$  ですが（齧歯類及び霊長類において）、これがヒトに当てはまる、またはヒトの健康に関連があるという証拠はありません。その他の報告された影響は実証されていませんとなっております。

続きましてのスライドをお願いいたします。

神経変性疾患、神経変性疾患に対する悪影響は実証されていません。

心臓血管系、自律神経系、及び体温調節の部分です。

ヒトの健康を損なうような心血管系、自律神経系、または体温調節系への影響は、全身平均 SAR が約  $4 \text{ W/kg}$  未満のばく露では実証されておらず、全身平均 SAR が  $4 \text{ W/kg}$  より実質的にかなり高いばく露を受けた動物において傷害が示されているに過ぎませんとなっております。

次のスライドをお願いいたします。

免疫系及び血液学、実施された少数のヒト研究では、高周波電磁界が免疫系または血液学的機能を介してヒトの健康に影響を与えるという証拠を提供していません。

続きまして、生殖能力、生殖及び小児期の発達、そして、がんについても、短くまとめられておりました、共に実証されていませんという形でまとめられております。

続きましてのスライドをお願いいたします。

以上が高周波全般のレビューということになるのですが、それに加えて、この電波防護指針全体を見渡したときに、ICNIRPガイドラインでどのようなことが追記されてい

るか、電波防護指針全体について、やはり改めて国際動向を確認しておくことが必要かと思ひまして、最後にまとめのスライド、抜粋のスライドをつくらせていただきました。

原文では484ページにあるのですが、これらガイドラインのレベルが示されていて、これらのレベルを遵守することで、高周波電磁界ばく露による全ての実証された有害な影響から人々を防護することを意図するということで、全ての実証された有害な影響を考慮しているということ。

そして2つ目の項目ですが、追加的なプレコーショナリ措置が人口集団の健康に利益をもたらすという証拠はありませんということでございます。

プレコーションについて、海外ではどうなっているのかとかいろいろな議論がありましたが、初期の段階でと、現状でということを考えてときに、ICNIRPではプレコーショナリ措置が利益をもたらすことはないという記述が含まれております。

そして3番目、閾値を決定するために「低レベル」及び「非熱的」と呼ばれるばく露及びメカニズムがいまだに解明されていない影響を含め、全ての高周波電磁界ばく露によって生じる健康への悪影響の兆候が検討されており、その上でのガイドラインであるという記述が含まれています。

今回の検討は6GHz以上が中心とはなりますが、こういった健康リスク評価について振り返るということで御紹介させていただきました。

私からの情報提供については、以上でございます。

それでは、続きましては、三菱総合研究所の丸田様から御説明をお願いいたします。

【丸田氏】 平田先生、ありがとうございます。

三菱総合研究所の丸田と申します。総務省様の請負調査で、電波が人体に与える影響に関する研究評価・系統的レビューに関して、諸外国の実施状況について調査しておりますので、御報告いたします。

次のページ、よろしく願いいたします。

こちらが今回御報告する評価・レビューの一覧でございます。諸外国で実施され、主に最新3年以内程度に公表されました電波が人体に与える影響に関する研究評価・系統的レビューなどを対象としております。これらの機関のレポートに関しましては、他機関からも参照されるなど、信頼性の高い取組として認識されていると考えております。

また、研究・レビューの結果だけでなく、評価・レビューの対象とする研究を選定する基準ですとかプロセスにも着目しております。

こちらですが、米国、オランダ、フランス、オーストラリア、スウェーデンの5つの機関でございます。米国とフランスに関しましては公衆衛生の規制当局、オランダは政府の諮問機関である保健評議会、オーストラリアとスウェーデンに関しましては放射線、原子力の規制当局となっております。

研究評価のレビューの目的につきましては、各機関それぞれあるのですが、今回対象とした中で、特に、オランダ、フランス、オーストラリアに関しましては、主に5Gの展開を想定して、高い周波数帯、ミリ波も含めた周波数での電磁界が健康に与える影響に、特に着目しているところでございます。

評価対象研究等につきましては、それぞれの設定がございますが、後ほどの個別の説明で御紹介させていただきます。

それでは、次のページをお願いいたします。

まず、米国のFDA、公衆衛生の規制当局が実施したものでございます。こちらはテーマが高周波電磁界、特に携帯電話で使われる電磁界による腫瘍形成への影響ということで、評価が行われておまして、対象周波数は100kHzから6GHzとなっております。

研究は、動物研究と疫学研究に絞られておまして、こちらはそれぞれ腫瘍形成、あるいは腫瘍リスクの存在に関する動物研究、疫学データを確認しております。

少し細かい点になるのですが、文献の抽出方法といたしましては、特定の機関に発表された査読済み論文をPubMedですとか、電磁界の健康影響について幅広くデータベースとなっているEMFポータルなどでキーワード検索をした上で、さらに他の機関で実施されているレビューのレポートなどで収載されている文献のリストなども比較して、適宜、文献の追加・絞り込みを行っております。動物研究は最終的に39件、疫学研究は最終的に69件をレビューしているということでございます。

評価を実施している方ですが、FDAの中にも、医師ですとか、エンジニアがいらっしゃいます。そういった方が分析した上で、さらに外部の疫学、保健物理学、公衆衛生などの分野を専門にする科学者によるピアレビューを受けているということでございます。

評価結果については非常に簡単で恐縮ですが、まとめますと、動物研究に関しましては、まず、人が携帯電話を使った場合の健康影響ということを動物研究で評価することには、一定の限界があるという前提がある上で評価した研究から、高周波電磁界が何らかの腫瘍形成効果を有するという明確な証拠は示されていないという結論が示されております。

また、疫学研究に関しましては、評価した疫学データから、高周波電磁界ばく露と腫瘍

形成の間に定量的な因果関係はないとした、これまでのFDAの判断をそのまま引き続き支持するという結論となっております。

こちらについて、結論とともに研究の質につきましてもコメントがございました。動物研究に関しましては、評価した研究の中で、特に動物の体温測定が含まれていないことが大きな課題として挙げられております。この点が評価を行う上で非常に重要であるにもかかわらず、多くの研究でこれがないと指摘されております。他にも、実験デザインが研究によって一貫してないということで、研究によって発散した、あるいは矛盾した結論になっているのではないかと指摘がされています。

疫学研究に関しましては、対象がなかなか一般集団で評価するのは難しいのではないかとということで、よりリスクが起きやすい少数のサブセットに対象を移すべきではないかという見解が示されているところ、また、疫学研究に関しては電磁界のばく露に関する情報を、そもそも得ることは難しいというコメントが示されています。

次のページ、お願いいたします。

続いて、オランダの保健評議会でございます。こちらはオランダでの5G展開に当たります。議会上院から評議会に、こういったレビューの依頼があって、それに対応して実施したものでございます。

対象周波数といたしましては、オランダで想定されている5Gの周波数、ということでは700～2,200MHz、2.2～5GHz、20～40GHzという、3つの区分で実施されております。

文献の抽出方法につきましては、米国と同じように基本的にはキーワード検索で、他の機関のレポートと比較するような形となっております。

総評に関しましては、いろいろ書いてありますが、箇条書の1番目にありますように、がんの発生、男性の生殖能力の低下、妊娠結果の悪化、先天性異常に関しては、高周波電磁界とばく露が関連している可能性を排除することはできないが、ばく露とこれらの疾患と状態の関連は証明されていないという結論になっております。

また、2点目3点目の箇条書の点、ばく露と生物学的プロセスの変化、こちらの関係については、一部報告があって、可能性がある、あるいは、可能性を排除できないといったところもありますが、実際にそれが健康の観点で好ましいことなのかどうかは不明であるという見解でございました。

箇条書の最後の部分ですが、26GHz帯前後の周波数のばく露に関しては、分析でき

る研究はほとんどなく、結論は導き出せないということになっております。

オランダの保健協議会も質の評価は実施しておりまして、表の一番下側に書かれております各研究手法別に列挙されているこれらの項目に1つ以上適合しない、あるいは判断できない文献は、分析から除外されております。こういった観点で質の面でも評価した上で、この総評が出されています。

次のページ、お願いいたします。

続いてフランスでございます。こちらも食品、公衆衛生の規制当局でございます。こちらも、オランダと同様に5Gの展開に際して、政府から依頼を受けて、公衆衛生の規制当局が実施したレビューになっておりまして、対象周波数は、オランダと同様に5Gで想定されている周波数帯の3区分となっております。

このうち700～2,100MHz帯につきましては、既存の方式でも使われている周波数帯でございますので、新たにレビューをするということではなくて、過去に実施されたANSESの評価ですとか、それ以降に実施された他の国での国際専門家評価に依拠する形となっております。

3.5GHz帯と2.6GHz帯については、改めて評価・レビューを行ったところございまして、他の国と同様に、論文のキーワード検索、あるいは他の文献との比較、あるいは有識者からの推薦等を受けた文献をリスト化した上で評価を行っております。

評価の実施に際しまして、評価を行う特別なワーキンググループを形成いたしまして、電磁界、あるいは眼科、神経科学、皮膚科学、膜生物学、社会科学などの専門家を公募で結成しまして、評価を行っております。さらに、プロセスも、文献ごとに2人の専門家が詳細レビューをした上で、ばく露のシステムの質に関して専門家が批判的なレビューを行い、それをさらに全体会合で議論するというものとなっております。会合も公表前と公表後に14回、9回それぞれ実施しておりまして、集中的な議論が行われたところございます。

結果といたしまして、700～2,100MHz帯に関しましては、過去の結果の専門家報告ですとか、他国で行われた報告に依拠するところございますが、こちらでモバイル技術からの電磁界へのばく露と健康影響の出現に新たな因果関係は示されていないという結論でございます。

また、5Gで使われる周波数帯のうち3.5GHz帯に関しては、この周波数に特化した研究が非常に少ないということがまずございました。そのため、近い周波数帯、いわゆる



2Gですとか3G、4G、あるいはWi-Fi、2.4GHz帯などで使われている周波数帯で利用できる科学文献についても、併せて評価を行っています。こちらの周波数に関し、健康への悪影響について、いかなる結論も導き出すことはできなかつたとしております。

また、フランスでは、ANSESだけでなく、もう一つ、国家周波数庁、ANFRという機関で、環境のばく露レベル、実際のばく露レベルを調査するモニタリング研究が行われているのですが、そちらで5Gが展開された後に、3.5GHz帯のばく露量がどう変化したかといった評価をしています。その評価で、平均的なばく露量が増加してないという点も踏まえて、3.5GHz帯で5G展開によって、その誘発されるばく露が新たな健康リスクにならないのではないかという結論が示されております。

また、2.6GHz帯に関しましては、オランダと同様で、現状では結論を出すにはデータが不十分という結論でございました。

研究の質の評価については、同じように方法論的には大きな問題がある文献は分析から除外されております。

次のページをお願いいたします。

続いて、オーストラリアでございます。オーストラリアも5Gを想定した評価になっているのですが、こちらは6GHzを超える周波数帯に限定されております。

また、ばく露のレベルについてもスコープが絞られておりまして、具体的にはICNIRPガイドラインの職業ばく露制限値以下のばく露に限った研究となっております。

研究の評価の実施者については、ARPANSAの研究者と大学の研究者の共同研究という形になっております。

こちらの評価結果ですが、周波数帯が6GHzを超える周波数に限られているところもありまして、調査した研究が細胞研究に非常に偏っています。その上で、簡条書の一番上にあります遺伝毒性に関しては十分にデザインされた研究において皮膚細胞におけるDNA損傷の証拠は一貫して見つかっていないという結論でございました。

その下、簡条書でたくさん書かれておりますが、こういった他のエンドポイントに関しましても、一部陽性の報告等も確認されているのですが、それぞれの結果が一貫していませんとか、陽性の報告について独立な検証が行われていない、方法論的に問題があると併せて指摘されているところでございます。

ピンクの部分の一番下側の総評といたしましては、6GHz以上の低レベルな電磁界が人間の健康に有害であるという明確な証拠が示されなかつたという結論になっております。

質の評価に関しては、質が低いからこの評価対象から除外するという事は、オーストラリアの調査ではしていないのですが、別途評価を実施しておりまして、2行目に書かれている①から⑤までの指標に基づいて、研究の質をポイントのような形で評価しております。5点満点を取った研究は1件のみで、ボリュームゾーンは2点以下だったということでした。

ただ、品質スコアが低い研究ほど、より大きな影響を示す可能性が高いことが示されたということでした。

次のページ、お願いいたします。

続いて、スウェーデンのSSMの報告でございます。こちらは他と違いまして、毎年実施している取組でございまして、電磁界のばく露に関連する潜在的な健康リスクに関する研究の監視ということで、その前の前の年1年間に発表された電磁界と健康リスクに関する研究について、周波数帯も、周波数も、静磁界から高周波まで、手法も、疫学研究から実験的研究までをカバーする形で評価をしております。

総評についてのみ読み上げます。電磁界ばく露と健康リスクの間に新たな確立された因果関係は確認されていないということで、基本的には前年度からの差分を確認するという形で継続的な取組となっております。

こちらは各国のレポートでも参照されるなど、経常的な取組として非常に信頼性の高いものとなっているかと思えます。

また、研究の質の評価も、こちらのレポートでも実施しておりまして、品質基準を満たさなかった研究は除外されておりまして、その除外された論文につきましても、その理由とともに報告の巻末にリストアップされています。

次のページをお願いいたします。

最後にまとめということで、非常にざっくりとはあるのですが、周波数帯ごとに、それぞれのレポートで示されている主なレビュー結果、また、それを受けて、今後、どのような研究が必要とされているのかについて、まとめております。

超低周波と中間周波に関しては、今回紹介したところではスウェーデンのSSMのレポートのみが対象でしたので、こちらに記載されているような内容となっております。

中間周波に関しましては、研究が不足しているということで、特にWPTのような新しいアプリケーションを想定したばく露の研究がまだまだ必要だということが指摘されております。

高周波から超高周波に至るところには、複数の機関が評価、調査をしているところがございます。

まず、既存の2Gから4Gでも使われている高周波につきましては、これまでも数多く評価が行われているところがございますが、高周波電磁界へのばく露と健康影響の間に新たな因果関係は示されていないといったところが、基本的に共通的な見解かと思えます。

高周波のsub6と言われる、現在5Gで最も使われている周波数帯に関しましては、これまで特定のアプリケーションがこの周波数帯で使われていなかったこともありまして、この周波数帯に特化した研究はそもそも少ないのですが、近い周波数帯も対象にした研究等を併せて評価した結果、新たな健康リスクがある可能性は低いという見解になっています。

最後に超高周波、6GHzを超える周波数帯でございます。こちらに関しましては、研究データが非常に不足しています。特に、5Gのような通信を想定したアプリケーションでのばく露に対する健康影響に関するデータが、まだまだ不十分だということで、特に研究が必要とされているところがございます。

一番右下のところ、例えば皮膚ですとか眼など体表の器官への影響、こちらには免疫・神経系の影響も含むということになっております。また、5Gの周波数帯が今後も広く使われていくことを想定して、新しいコホート研究を行うべきとか、5Gが導入されることによって、2Gから4Gが使われていたときと比べて、ばく露の状況が変わっていることも、きちんと確認する必要があるということで、例えばモニタリングのような研究であったり、ばく露のシナリオ研究も併せて実施すべきということが、指摘されています。

また、最後に、繰り返しになりますが、全ての研究に、研究評価・レビューにおきまして、やはり研究の質の面でかなり問題ある研究が多くありました。この点は共通的な課題ということで指摘されております。

弊社からの報告、以上となります。ありがとうございました。

【平田主任】 丸田様、御説明どうもありがとうございました。

それでは、質疑応答に移らせていただきたいと思います。ただいまの丸田様の御説明、そして私の説明も含めて、構成員の方々から、御質問、コメントなどございましたら、御発言をよろしくお願いいたします。

【宮越構成員】 京都大学、宮越です。よろしいでしょうか。

【平田主任】 宮越先生、よろしくお願いいたします。

【宮越構成員】 平田先生、ありがとうございます。ICNIRPの2020年の資料の総括をいただいたのですが、脳生理とか神経内分泌等々、疫学は非常に難しい問題だと思いますが、これは動物実験だけのデータでしょうか、それとも人のボランティア等も含まれているのでしょうか。

【平田主任】 基本的には全てをレビューした上で、あるものはヒトの研究も含めてということになります。私、ICNIRPのメンバーですが、生物学的影響の評価には関わっていないため、各項目がどうであったかということをお話しすることができません。申し訳ございません。

【宮越構成員】 分かりました。

ついでにですが、丸田さん、よろしいでしょうか。

【丸田氏】 お願いいたします。

【宮越構成員】 2つほど、米国のFDAの動物と疫学の見解を紹介されたのですが、同じ米国でNIHの携帯電話の電波の動物実験というのがございますよね。私もその当初調べたり、FDAの見解とかをいただいたこともあったのですが、2020年の報告にはNIHの研究についての言及とか評価は含まれていたのでしょうか。

【丸田氏】 はい、2018年11月に発表されましたNTP研究の最終報告書も、こちらのレビューの対象に含まれております。FDAの見解といたしましては、NTP研究の結論には、完全には同意していないというのが引き続きの見解でございます。

【宮越構成員】 では、見解は変わらないのですね、当時の見解と。

【丸田氏】 そうです。変わっておりません。特に研究の質の評価のところにも記載しております温度の測定が適切にされていないところを問題点として指摘しているところがございます。

【宮越構成員】 分かりました。あと、オーストラリアのARPANSAの報告が細胞研究を中心に報告されています。私も、長い間、BEMS含め論文評価をずっとやってきたのですが、やはり私が見た論文評価では、手法等のレベルがあまり高くないものに陽性効果が多い感じです。同じようなことを、ここでも触れられているのでしょうか。

【丸田氏】 はい、その理解のとおりでございます。品質のスコアと陽性の結果が出る傾向の分析は、ARPANSAの研究だけでなく、いろいろな研究者が実施しています。やはり、質の低い研究ほど陽性の結果が出やすいといったことは、共通して得られている1つの見解と、私も理解しているところでございます。

【宮越構成員】 分かりました。私も同様に考えております。

あと1点だけ、細胞研究、かなり詳しいところまで書いておられたのですが、近年の細胞遺伝子研究の流れでいきますと、RNAシーケンス、いわゆる網羅的遺伝子発現検索でかなり微弱な変化を正確に捉えられるようになってきています。昔のマイクロアレイと違って、正確に捉えられるようになってきたのですが、ARPANSAの報告の中には、そういった研究の実例というのは含まれていたのでしょうか。

【丸田氏】 すみません、個別の研究まで見ていないのですが、確かに、御紹介した研究報告の中でそういった網羅的な解析ですとか新しい手法を使った細胞研究を今後どんどん実施していくべきだというような、必要性に関しては指摘されていたところがございます。

【宮越構成員】 分かりました。多分そうだろうとは思いましたが、確認だけです。ありがとうございます。

【丸田氏】 ありがとうございます。

【平田主任】 宮越先生、どうもありがとうございました。私のところでいただきました脳の電氣的活動及び認知タスクなどは、ヒト、そして齧歯類やノンヒューマンのプライメートとか、個別のあるものは全てレビューするという形を取っていたことを確認いたしました。併せて御連絡いたします。

【宮越構成員】 ありがとうございます。

【平田主任】 他の構成員の皆様いかがでしょうか。何か御質問等ございますでしょうか。

【小寺構成員】 名古屋工業大学の小寺と申します。御質問よろしいでしょうか。

【平田主任】 それでは、お願いいたします。

【小寺構成員】 ありがとうございます。丸田様の御説明に対して、御質問させていただきます。こういったレビューを行うとき、各国の機関が研究の質の評価についていろいろな項目を設けていたと御発表の中で御説明いただいていたのですが、この中でも特に共通して挙げられている項目等について、調査の中でお気づきの点がありましたら御教示いただけないでしょうか。

【丸田氏】 御質問ありがとうございます。共通して挙げられているところは、やはり温度の管理ですとか温度の影響をきちんと適切に評価しているかというところが、まず、挙げられるかと思えます。特に超高周波の研究を今後たくさん実施しなくてはいけないと

というのが共通的なところですが、そこを実施するに当たっては温度の管理、あとは同様にドシメトリも適切に実施する必要があるというのは、各報告で指摘されていました。

手法的なところで、盲検法ですとか陽性対照とか挙げられているかと思いますが、それはその研究の考え方によっても採用・不採用といったところがあるかと思いますが、そこは一概に質が低いと判断してしまうのは違うのかもしれませんが、温度管理とドシメトリについては、共通して指摘されている課題かと思います。

【小寺構成員】      ありがとうございました。

【平田主任】      他は、いかがでしょうか。

【牛山主任代理】      牛山です。よろしいでしょうか。

【平田主任】      牛山先生、よろしく願いいたします。

【牛山主任代理】      2つ質問があったのですが、1つは今、小寺先生に質問いただいたので割愛させていただいて、もう1つですが、丸田さんの資料のオランダ保健評議会の総評の丸ポツの2つ目ですが、「それが健康の観点で好ましいかどうかは不明。」と書かれていることについては、これは医療応用の観点から、好ましいかどうか不明というような記述だったのかどうか確認させてください。

【丸田氏】      この周波数、医療応用でも多く使われていると言及されていますが、必ずしも医療応用だから好ましいかどうかということではなく、脳活動の変化が結果として見られているけれども、それが実際に悪影響なのかどうかといった点で不明と指摘されていると思います。その研究が医療応用の研究であった場合は、一応、レポートのほうに医療応用であるみたいなのが備考欄に書かれていたかと思います。すみません、適切な回答になっているか分からないのですが。やはり高周波帯は、欧州では特に医療応用で広く長らく使われてきた経緯があるということで、なかなかそこを切り分けられないという課題は、レポートの中でも指摘されていたかと思います。

【牛山主任代理】      ありがとうございました。分かりました。

【平田主任】      牛山先生、丸田様、ありがとうございます。

他に、御質問等いかがでしょうか。佐々木さんが挙手されておりますでしょうか。

【佐々木構成員】      はい、情報通信研究機構の佐々木です。御発表ありがとうございました。

丸田さんの御発表の最後のページで、超高周波、6GHz超のところは研究が不足していることが指摘されているのに加えて、研究のニーズなども少し記載されてございます。

特に、私が着目してましたのが皮膚や眼などの体表の器官への影響と記載されている部分ですが、こちらの見解については、左側の青いところに記載されていますフランス、オランダ、オーストラリア全てで同じような見解という理解でよろしいですか。

【丸田氏】　そうですね、超高周波に関しましては、やはり体表の組織をまず第1に実施すべきというところがございます。個別には研究手法ということで、例えば、細胞モデルを使った研究をすべきですとか、あとは、直接的な影響だけではなく関連する免疫系ですとか神経系の影響も含めて、きちんと評価すべきだといったところ、個別の器官で少し差はありますが、皮膚、眼などを注目するといったところは共通見解と理解しております。

【佐々木構成員】　ありがとうございます。

【平田主任】　平田から1点補足としてお話をさせていただきますが、この作業班は今後の研究課題をどうするかについてお話しする場ではないですが、皆様方に、今後、御発表いただくときにも、データが十分ではないといった限界などを考えていただくと助かると思っております。

実際に、ICNIRPの2020年のガイドライン以降、研究課題について発表する予定でおります。しかし、コロナ禍が挟まったため、その発刊が遅れているわけですが、その現在の議論内容は、特に公開しても支障はないと思っております。皮膚や眼球などの影響であったりとか、ガイドラインの閾値設定のときに、例えば、局所ばく露の電磁界の同質性が不明瞭な点などが記載される見込みです。これは各国から質問がありましたら、私あるいは別の委員が回答していることですので、特にここで公開できないことではないことは申し上げます。

その意味で丸田様からレビューしていただいた内容というのはICNIRPの見解にもかなり近いような状況になっておりますので、非常に参考になりました。どうもありがとうございました。

【丸田氏】　ありがとうございました。

【平田主任】　他はよろしいでしょうか。それでは、皆様どうもありがとうございました。

それでは、続きましての議事に移らせていただきたいと思います。

続きましての議事でございますが、議事（2）皮膚に対する研究動向についてということで、久留米大学の増田構成員から御説明をお願いいたします。

【増田構成員】　久留米大学医学部の増田と申します。よろしく申し上げます。私から

は、皮膚に対する研究動向ということで、こちらに示しております6点についてお話をさせていただきます。

まず、なぜ皮膚というのが重要視されているのか、そして次に、その皮膚に対するガイドラインはどんなものになっているか。それから、現状抱えている課題は何か、そして、総務省から受託しております研究に関する最新データが出ておりますので、そちらを御紹介し、最後に今後の課題について発言をさせていただければと思っております。

スライド、次お願いします。

最初に、今なぜ皮膚が重要視されているかということについてですが、先ほど平田先生からも御紹介があったICNIRPのガイドラインに記載があります。これは佐々木様から紹介されている文章ですが、6GHz及び300GHzにおいて、超高周波の電波に関しては、電力の86%が、それぞれ表面から8mm及び0.2mm以内で吸収されるということです。右側の図に皮膚の組織構造を示しておりますが、表皮、真皮、それから皮下組織、これらを大体合わせると、おおよそ8～10mm以内ということで、皮膚に高周波電波が照射された場合、大体皮膚組織に大凡吸収されるということが、これでお分かりになるかと思えます。そこで、皮膚が重要なターゲットになってくるというわけです。

次のスライドをお願いします。

皮膚に対するガイドラインがどのようになっているかについて示したスライドになります。まず、ガイドラインについて若干おさらいとなるのですが、先ほど平田先生からもお話あったとおり、ICNIRPガイドラインの中で、生体に対する影響評価については、41℃の局所温度をもたらす高周波電磁界ばく露を潜在的に有害として扱うということが、まず1つ決められていることです。

そして、41℃ということですが、組織によってももとの温度が異なるので、その温度の違いによって、大きく2つのタイプに分けられており、これらに対して局所ばく露のガイドラインが設定されています。一方、全身ばく露については、皆さん御存じのとおり、深部体温1℃上昇を閾値にしています。皮膚に関しては、この表の上部の局所ばく露を見ていただくこととなります。

次のスライドをお願いします。

次に、この皮膚のガイドラインはいくらかということですが、右側に赤字で示してあります。まず、結論を先に申し上げますと、局所ばく露の基本制限が職業ばく露の環境では100W/m<sup>2</sup>、一般公衆では20W/m<sup>2</sup>ということになっています。



これがどのようにして導出されたかということですが、先ほどお話ししたとおり、左側を見ていただくと、組織タイプがタイプ1とタイプ2に分かれていまして、正常の体温時の温度が、タイプ1のものは大体33℃から35℃、ピンクで示したところに表皮と真皮の組織が書いてありますが、この組織温度が、外気に触れているところは大体32～34℃ぐらい、そして、少し隠れた部分はやはり36℃ぐらい。その皮膚に対して、41℃が有害ということでしたので、多く見積もってプラス5℃。有害温度上昇がプラス5℃になったら、41℃になると考えまして、そうならないようにしましょうということが基本になっています。

41℃、プラス5℃の温度上昇をもたらす電波の強度、これについてシミュレーション結果として示されている値が、6～300GHzでは、6分間のばく露で200W/m<sup>2</sup>、30GHz以上だと400W/m<sup>2</sup>ということになります。これに対して職業ばく露では2分の1、一般公衆では10分の1の低減計数を掛けまして、先ほどお話しした、基本制限が決められております。

次のスライドをお願いします。

このように、基本制限が設けられたのですが、同時に、ICNIRPのガイドラインでは、課題が大きく分けて2つ示されています。

まず、1つ目の課題は、生物学的根拠の不足ということで、これは先ほど平田先生そして丸田様がお話しされたとおりでございます。3つほど主要なものを挙げますと、最初の1つ目が、熱による健康影響を引き起こすほど十分に大きな電力を使用した高周波ばく露を用いた研究の不足。つまり、先ほどの基本制限よりも高い値の強いばく露での研究はかなり不足している。

2つ目は何かといいますと、何かしらの障害を引き起こす閾値について、示されたものが非常に少ない。

3つ目は、1番目と同じなのですが、やはり、強いばく露に対する閾値が出るような、そういったばく露に関する研究データが少ないという現状でございます。

次のスライドをお願いします。

そして、次の課題として記載されているのが、先ほどの基本制限の基になるデータです。温度を5℃上昇させるというデータがシミュレーションによって計算された値であるということで、とりわけ一番下の3番目ですが、基本制限の設定には、熱調整系機能を考慮せずに概算しているため、人体皮膚を対象とする実測による確認が必要であるということ

す。実際に人体の皮膚で温度上昇がどうなるかというデータが、まだまだ不足しているという課題が残っています。

次のスライドをお願いします。

このスライドは、皮膚に特化したものと考えていただきたいのですが、こういったパラメーターをレビューしていけばいいのかということで、私のほうで考えて示したのになります。右側を見ますと、パラメーターが書いてありまして、それぞれ実験動物と人体、どちらで研究が進められるかを丸、バツ、三角で示しております。

左のほうからいきますと、まず、概要としては、先ほど申し上げましたとおり、電波はほぼ皮膚で吸収されます。吸収されたときに、強い電波であれば熱が発生するのですが、その熱上昇に関するデータすら不足しているというのが現状でございます。

対象としまして、まず一番上ですが、皮膚・深部を含む体温に関するデータが不足ということで、パラメーターとして体温変化を調べるべきであろう。これは先ほど丸田様の発表にも示されておりました。

次に、組織温度上昇への寄与が考えられている血流に関するデータがありません。私もいろいろ調べましたが、このデータが実はないので、この皮膚の血流変化についても着目すべき点です。

3番目は、皮膚に対する組織レベル、細胞レベルの影響評価に関するデータも不足しています。これについては、放射線とかUVとか、薬品に関するデータはかなりありますが、実は電波に関するデータはないということで、皮膚組織の損傷や細胞動態、たんぱく質や遺伝子発現等を調べる必要があるのではないかと考えております。

それから、皮膚を電波ばく露しますと2次的な作用というものもありまして、そちらについても調査すべきではないかと考えております。体内ホルモンの変化とか、あと、呼吸、心拍、発汗といったものも、皮膚のばく露が強ければ生じるのではないかとということで、レビューが必要かと考えています。

そして最後になりますが、感覚に対するデータが不足しています。皆様御存じの電磁波過敏症と言われているものがありますが、感覚に関して、温感、熱感、痛覚などを調査すべきではないかと考えております。

次のスライドをお願いします。

では次に、現時点で進めている研究に関して、皮膚に特化したデータをお示ししたいと思います。

まず、人体に対する影響から御説明いたします。

最初に、この実験は、人体の前腕に直径2cmのスポット状に電波を照射します。この電波の周波数は28GHzです。そして、それを12分間照射したときに、どのような生体変化、また、温度変化が生じるかを調査したデータです。

対象は、成人（注：20～39歳）と高齢者（注：60～79歳）と分けまして、それぞれ、男性女性に参加いただきました。つまり、年齢による差、それから、性による差も調査した結果になります。

具体的にどのような結果が現れたかということで、二、三、御紹介をさせていただきます。

次のスライド、お願いします。

最初に、人体皮膚の温度上昇についてです。やはり、高周波電波ですが、強い電波を照射したところ、皮膚の温度が上昇するという結果になりました。左側の図は、電波を各APD別、すなわち吸収電力密度別に照射し、そのときの時間変化、温度上昇の時間変化を観たものになります。ちょうどピンクで示す360秒、6分後のデータの部分をピックアップしたものが、右の図になります。横軸はAPD（吸収電力密度）、縦軸に温度変化を示しています。

この図で明らかのように、電波照射時の皮膚の温度上昇というのは、APDに非常にリニアになっている、つまり線形性があることが分かると思います。

そして重要なところが、先ほど、プラス5℃の温度上昇をもたらす吸収電力密度が200W/m<sup>2</sup>となっていたのですが、実際に人の前腕の皮膚に電波を照射すると約2℃ぐらいいしか上昇しない、つまり、当初の推定よりもかなり低い、大体6割減の温度上昇であることが、これで分かると思います。

次のスライドお願いします。

次は、皮膚の血流がどう変化するかについて調べた結果です。こちら先ほどと全く同じような図ですが、左側は、皮膚の血流上昇のタイムコースを観たものになります。同じく6分後、どうなっているかを右側に示しています。横軸はAPD、縦軸に血流の変化量を示したものです。こちらにつきましてもAPD（吸収電力密度）依存的に血流が上昇していることが分かると思います。

この血流がどの辺りから上昇するかを見てみますと、ピンクのところ、大体300W/m<sup>2</sup>の辺りから上昇がはっきりと見えてきまして、こちらが生物学的影響の範囲であるので

はないかと推察されました。

この結果について基本制限を基準に考えた場合、前述した職業ばく露の基本制限が  $100\text{ W}/\text{m}^2$  でしたので、生物学的影響範囲よりかなり低いところである。つまり、基本制限のばく露では、こういった血流変化は生じないということが、ここで確認いただけると思います。

次のスライドをお願いします。

次に、性差について示したデータになります。まず、最初に、成人において性差による違いがあるかどうかについてです。上段が温度変化、電波をばく露したときの温度変化、下段は血流の変化を示しています。左側の図は、先ほどの図とほぼ一緒なのですが、最後の吸収電力密度が  $900\text{ W}/\text{m}^2$  のところをピックアップして、性差について評価した図が右側になります。これを御覧いただくと分かりますが、まず、上段の温度変化について、男性と女性で比較しますと、女性のほうが温度が高くなる。また、血流についても、男性よりも女性のほうが血流が高い。つまり、ここで有意な性差が認められています。ただし、重要なのが、性差による違いがどれぐらいかについてですが、温度については約  $1\sim 2^\circ\text{C}$  ぐらいの差しかありません。それから、血流についても、中央値で見ても大体  $30$  ぐらいの差しかないということです。

先ほど温度について示しました。温度は、シミュレーションは  $5^\circ\text{C}$  上がる。ただ、実際に測ってみると、それよりも低かった。差が大体  $3^\circ\text{C}$  ぐらいでしたが、その  $3^\circ\text{C}$  の間に十分収まる、たとえ性差があったとしてもその範囲内に十分収まるということが、これで分かっていたかと思えます。

次のスライドをお願いします。

高齢者における性差はどうかについてです。先ほどと同じ図になりますので、右側の図だけを御覧いただければ分かりますが、高齢者については、実は、温度変化、それから血流変化ともに、性差が認められませんでした。成人とは異なるということが、これで分かりいただけるかと思えます。

次のスライドをお願いします。

次に、年齢による差はあるかどうかについての結果です。左側の図ですが、上段は温度変化、下段は血流変化で、青いラインが成人で、オレンジのラインが高齢者ということになります。それぞれ、成人に比べて、高齢者の温度、また、高齢者の血流が低くなっていました。ただし、これはあくまでも低い傾向が示されただけで、ここに有意差はありません。

んでした。

それから、温度上昇に対する血流変化の相関を取ってみた図が右側になります。この相関を見ますと、温度変化に対する血流変化は、成人でも高齢者でもほぼ同じということが分かりました。この結果、年齢を問わず、血流変化は温度変化によって一意的に決まるのではないかということが示唆されております。

次のスライドをお願いします。

以上が人に対する最新のデータになります。

次に、動物の皮膚に対する局所ばく露実験の結果をお示ししたいと思います。これは、人ではどうしてもできない実験がありまして、倫理的に不可能である実験に関して、動物の皮膚を用いて実験をしています。特に、閾値を示すために行われている実験になります。

これは動物、ラットの背中に、26.5 GHz の電波を局所的に18分間照射した実験になります。右側の下のほうにサーモグラフィーの映像が出ていますが、背中的一部分にピンポイントで局所的に電波が照射されています。その部分が加熱される、温かくなっていることが、これで分かると思います。このような実験をしまして、実際に皮膚がどれぐらい損傷しているかを調べた結果が、次のスライドになります。お願いいたします。

上段が、HE染色で皮膚損傷の度合いを見て、そして下段が炎症のマーカーの1つであるiNOSというタンパクがありますが、その発現レベルを見たものです。上段下段とも、反応がはっきりと見えたのが、500 W/m<sup>2</sup>のAPD（吸収電力密度）が500以上で初めて影響が認められております。これを考えますと、先ほどの基本制限100 W/m<sup>2</sup>では組織変性は生じないのではないかということが示唆されます。

次のスライドをお願いします。

次は、皮膚電波照射に対する2次的な影響を観た結果です。先ほどパラメーターを紹介しましたが、そのうちの1つである呼吸数についての結果になります。左の図の横軸がAPD、縦軸が呼吸数の変動を示しています。それぞれ、ばく露前の呼吸数と、ばく露終了後の呼吸数を比較したものになります。このグラフのピンク色で示す部分、APDが500 W/m<sup>2</sup>のとき初めて呼吸に有意な変動がありました。375 W/m<sup>2</sup>のときは、若干、上昇傾向は認められますが、有意差はありませんでした。この結果からも、基本制限100 W/m<sup>2</sup>では、呼吸変動は生じないということが示唆されます。

次のスライドをお願いします。

以上で動物実験は終了しますが、最後にもう一度人を対象とした実験の結果に戻りたい

と思います。

皮膚感覚それから感受性について、まだ、これは初期データですが、御紹介をさせていただきます。温感・熱感・痛み、さらに電磁波過敏症を検討する上で、皮膚感覚、感受性は重要であると考えます。ただし、これについては、主観による影響がどうしても加わります。暖かい、寒いとかいろいろ主観による影響があるために、温度等の物理量やストレスホルモンレベル等に関連づけた客観的な評価も必要だと我々は考えておりました、本格的な研究を目指した基礎データを現在収集しているところです。

その最初の結果を右側に示します。この右側の結果というのは、(前述した前腕ばく露実験をした際に)温度を感じた、温感があるとした被験者の割合を示したグラフになります。横軸はAPD(吸収電力密度)で示す電波の強さ、縦軸は被験者の何%が温度を感じたかというグラフになります。

まず、上段のグラフは、pre exposureということで、ばく露をしていない状況になります。ばく露をしていないのですが、ここで温感を感じる人がやはり何人かいて、こういった形で5%から10%ぐらいの方が温度を感じると答える(反応する)ことが、まず1つ分かりました。

次に、下段の図はpost exposureで、ばく露中、またはばく露後に、温度を感じた人のパーセンテージを示したものになります。御覧のとおり、450W/m<sup>2</sup>以降、大体4℃以上になると、ほとんどの人が、大体温度を感じたと手を挙げるようになってきます。

これが、よく見ていただくと、450W/m<sup>2</sup>よりも低い300W/m<sup>2</sup>以下の方でも温度を感じるという方が10%から20%ぐらいいらっしゃいまして、これが、果たしてノセボ効果なのか、それとも僅かな電波に何かしら感受性を持つものかについては、今後、詳細な検討が必要だと考えております。

次のスライドをお願いします。

以上、駆け足で御紹介いたしました。まとめますと、まず、6~300GHzの電波では、約9割の電力が皮膚に吸収されるので、皮膚組織への影響を着目する必要がある。

その皮膚組織に対するガイドラインは既に決まっています、基本制限で100W/m<sup>2</sup>、または20W/m<sup>2</sup>となっている。ただし、基本制限に関しては、生物学的根拠がまだ不足しているということ、そして、温度上昇に関してシミュレーションと比較する必要があることが、ガイドライン上に示されている。

まず、APDと温度上昇の関係について、前腕皮膚について調査した結果、(シミュレー

ションによる) 計算値よりも実測値のほうが温度上昇が下回る可能性が示唆されました。そして、皮膚血流・皮膚組織損傷・呼吸数等を評価した結果、ばく露強度が基本制限よりも下回っていれば影響惹起の可能性は低いということも示唆されました。

さらに、人体、皮膚温度と血流について、性、それから年齢による差異を考慮しても、基本制限は十分に維持されることも分かりました。

最後のスライド、お願いします。

今後の課題についてです。先ほど幾つかパラメーターを御紹介しました。遺伝子発現や体内ホルモン、それから感覚/感受性等、皮膚に関連する生体反応について、さらに調査、レビューが必要であると考えます。

また、2番目として、異なる局所ばく露条件、時間とか、繰り返しばく露する、あとは照射面積もかなり影響すると考えております。そして、外気の温湿度の環境条件等、これらによる影響についても考えていくべきではないかと思っております。

そして3つ目、小島先生、宮越先生が長年研究されてきました眼球や細胞を対象とした従前研究の結果を含めて、これまでは、基本的にはIPDと、照射電力密度(入射電力密度)で表示されていたことが多かったと思います。こちらは、ICNIRPガイドラインに記載されている吸収電力密度に置き換えて、これを基準に、各種の生体影響に関する知見を総合的にレビューすることが重要ではないかと考えています。

また、再現性のある知見というのは非常に重要になっていますので、こちらについても取得する、またはレビューしていくことが重要であると考えております。

以上で私からの発表を終わらせていただきます。ありがとうございます。

【平田主任】 増田先生、どうもありがとうございました。

ただいまの増田先生の御説明に対しまして、構成員の皆様から御質問などございますでしょうか。ある場合には、御発言のほどお願いいたします。

【牛山主任代理】 保健医療科学院の牛山です。よろしいでしょうか。

【平田主任】 お願いいたします。

【牛山主任代理】 増田先生、大変貴重な知見をありがとうございました。

私から、人の実験について質問ですが、血流の上昇効果が見られた、非常に強い電波ばく露下で血流の上昇が見られたということですが、このときに皮膚からの発汗現象とか、あるいは中長期的にばく露している、電波が当たっている部分が、日焼けの後のような紅斑というような現象が見られるのかどうか。

あとは、血流が上昇した後に、電波を止めた後に、どのくらいタイムラグをもって元のベースラインに戻るのか、この3点について教えていただければと思います。

【増田構成員】 御質問ありがとうございました。

まず、最初に、発汗についてですが、残念ながら、電波を当てている照射部位の発汗については、どうしても調べることができませんで、現時点での技術的な問題です。それ以外の部分の発汗についてですが、現時点では、局所ばく露に関しては、発汗は生じておりません。今回のばく露（強度）範囲であれば発汗は生じていない結果が出ております。

それから、血流が戻るかという話ですが、これはやはり強いばく露であれば血流がしばらく続いて、どれぐらいで戻るかはまだフォローはできておりません。

それから、前後しましたが、紅斑ですが、強いばく露になりますと、やはり紅斑が生じます。この紅斑が生じる温度は大体42℃ぐらいから生じると、今のところデータが出ておりますが、これ以上どうかというと、今度は倫理的な問題があって実験ができないところなんです。この辺がジレンマですが、一応、現時点で紅斑が見られるものもあります。

以上です。

【牛山主任代理】 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、小寺構成員、手が挙がっていますでしょうか。

【小寺構成員】 はい、小寺でございます。御質問させていただきたいと思います。

貴重な御発表ありがとうございました。ちょうど今スライドが出ているところ、そちらの点について1点と、あと、別のところでもう1点御質問させていただきたいのですが、血流変化、今、大体300W/m<sup>2</sup>から徐々に血流が変化するということが、実験で得られているかと思うのですが、通常、人が生活する上で血流というのはどのぐらい変化するものなのか、もし知見をお持ちでしたら、教えていただけないでしょうか。

【増田構成員】 これは非常に難しい質問というか、条件によってかなり変わるものなので、一概には言えません。まず、生理学的に正常状態で、平常状態といったほうがいいですかね、変動するのが大体120%ぐらいは上下すると、今のところ考えております。結果から見えております。

そして、運動時とかは、明らかにそれよりも上昇すると考えますが、実際にどれぐらいまで上がるかというのは、私はデータを持っておりませんので、御紹介はできないかと思っております。



【小寺構成員】 ありがとうございます。そうすると、まだ血流に関してはやはり、どのぐらい変化すると、これ以上の変化はしないほうが良いというような閾値は決めることが難しいという理解でよろしいでしょうか。

【増田構成員】 私もそのように考えております。

【小寺構成員】 ありがとうございます。あと、もう1点教えていただきたいのですが、知覚の調査をされていて、恐らく17ページかと思われるのですが、ありがとうございます。こちらの図で、pre exposureとpost exposureのところの青いライン、知覚を感じたという、一番左のラインですか。APDはともに、このグラフは $0\text{ W/m}^2$ であったという理解でよろしいでしょうか。post exposure、一番左側です。

【増田構成員】 左側ですね。そうです、これは $0\text{ W/m}^2$ ということです。subです。

【小寺構成員】 承知いたしました。そうすると、pre exposureとpost exposureで $0\text{ W/m}^2$ であっても、知覚した方が増えている。という結果になっていますね。

【増田構成員】 はい、知覚した方がいるということになりますね。

【小寺構成員】 承知いたしました。そうすると、今後実験を進めていく上で、こういった影響を完全に排除することは難しいかと思うのですが、もし、今の段階で、なるべくこういったバイアスを取り除いた、電波による影響を調査していこうとなったときに、もし実験デザイン等の知見など考えていらっしゃるものがあれば教えていただければと思うのですが。

【増田構成員】 これは非常に難しい問題になると思うのですが、今御指摘のあったとおり、電波が生じていない、電波が照射されてなくても感じるという、まず、これが1つ重要なポイントで重要なデータになるのではないかと。ベースラインで、何もしていなくても電波を感じる人はやはり世の中にいるということ、最初にお示ししていきたいと考えておまして、その上で、それを含めた上での評価をしていかないといけないことになると思います。ここは、どうしても統計学的手法を用いて、その差を見つけるほかないかと考えております。

【小寺構成員】 ありがとうございます。

【平田主任】 多氣先生、お願いできますでしょうか。

【多氣オブザーバー】 どうもありがとうございます。とても貴重なデータで、今まで見たことのないようなデータをたくさん見せていただきまして、ありがとうございます。

今ちょうど出ているところで確認したかったことがあるのですが、これはブラインドで

やったのですか、それともブラインドでなくやったのですか。

【増田構成員】 このデータは全て完全にダブルブラインドで行っておりまして、電波がいつ発生するか、何分電波を照射されるか、一切伝えておりません。その中でこの実験は行われております。

【多氣オブザーバー】 分かりました。非常に不思議ですね、これ。

それで、お聞きしたいのは、このノセボ効果と思われる被験者が、特定の方に集中しているのかどうかということです。これは何%と言っていますが、具体的に言うと何人ぐらいなのか教えていただきたいのですが。

【増田構成員】 ありがとうございます。私のほうでも今すぐに何人というのを申し上げることができませんが、実は、前のスライドを見ていただくと被験者数にばらつきがありまして、高齢と成人のデータになるのですが、この上にn数が書いてあると思います、左の図の。これだけの被験者に行って、そのうちの何人かということになるので、大体私の印象ですが、5～6名はいらっしゃったかと思います。ただ、それぞれのばく露に、人数にばらつきがあるので、その辺り考慮していただければと思います。

【多氣オブザーバー】 ありがとうございます。今のこの人数を見て、何となく想像できたのですが、先ほどのものは温かいと感じたら、もうそれ以上には増やさないということでやられたということですね。

【増田構成員】 温かいと感じたら、それは1とカウントしていくということです。

【多氣オブザーバー】 というのは温感、熱感、痛みと書いてあって、痛みまで感じた人がどのぐらいいたのかと思って、先ほどデータを見せていただいたのですが、そこまでは実験はされてないという。

【増田構成員】 多氣先生のおっしゃるとおりで、温感を感じたということ、それだけです。

【多氣オブザーバー】 分かりました。ということは900W/m<sup>2</sup>でも温かいと感じる程度だった人も結構いるということですね。

【増田構成員】 実は、これは熱感まで調査を進めております。今回は時間の関係で、温感のみのデータを示しておりまして、熱感はまだ別にデータがございます。

【多氣オブザーバー】 分かりました。ありがとうございます。一番聞きたかったことは、冒頭のところでICNIRPのoperational thresholdsが41℃になることとおっしゃっていましたよね。それと突き合わせたときに、ICNIRPは、生物学的変化はガイ

ドラインの根拠ではなくて、健康への影響が根拠だと。それを41℃と設定して、構成しているわけですが、このデータからいったときに、41℃以上の局所温度というのが、ヘルシーエフェクトと言えるのかどうかについて、何か言えることはありますでしょうか。

【増田構成員】 これは私1人の見解では難しい問題かと思っております。単純に、非常にシンプルに考えていただくと、先ほどの前腕への電波照射実験ですが、よくよく考えたら、お風呂の温度とさほど変わらない。お風呂に入ったときに温かいと感じる、または熱いと感じるというレベルであることには間違いはないのですが、それを有害と捉えるかどうかというのは、また議論の余地があるかと考えております。

【多氣オブザーバー】 やはり、運用上の閾値がものすごく安全側で、それを超えたら何か本当に健康に悪影響があるという意味合いではないとことを、もう少し丁寧に説明できるようにしておかないと。それで有害だと思ってしまうたら、いろいろな方が不安になると思います。リスク認知をきちんと理解していただくためにも、データに基づいた説明ができるようにしていただければいいと感じた次第です。その辺よろしくお願いします。

以上です。

【増田構成員】 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。

そうですね、operational thresholdsということを少し補足して説明していただくとよかったですと思っております。

他に、いかがでしょうか。

【宮越構成員】 よろしいでしょうか、1点だけ。

【平田主任】 お願いいたします。

【宮越構成員】 閾値の設定、研究ということで、今御発言された多氣先生とは、もう20年以上前に私から無理を言って、2.45GHzでSARで200W/kgとか50W/kgとか出していただくような研究をしていました。基本的に放射線基礎医学の研究者ですから、必ず閾値を取る実験というのを電波にも応用してやってきたのですが、今そのようにおっしゃっていただけるというのは、何か我々うれしい気がします。当初そういう研究をしておりましたので、質問というよりコメントです。

この6GHzを超える超高周波で、我々も28GHzで皮膚の研究を一時させていただきました。今の増田先生のお話の中で、少し抜けているかなと思ったのは、医学の分野では、もともと免疫は体中血管の免疫細胞をしたいと考えておりましたが、今は皮膚免疫が

非常に重く受け止められている状況に、また、非常にメカニズム等も分かってきておりまして、先ほど遺伝子発現等とおっしゃっていたのですが、逆に、このレベルの周波数帯で研究をするのだったら、それに皮膚免疫への影響を加えていただけるほうが、もっと評価は上がるのではないかと私は思っております。

以上です。

**【増田構成員】** ありがとうございます。先生のおっしゃるとおり、本当に現在は皮膚免疫それから骨免疫もそうですが、免疫は非常に研究が盛んですが、そちらについても、今後研究が出てくる可能性もありますので、そういった報告は、しっかりと見ていかなければいけないかと考えております。

ありがとうございます。

**【宮越構成員】** よろしくお願ひします。

**【平田主任】** 宮越先生、ありがとうございました。

他によろしいでしょうか。多氣先生、御質問。

**【多氣オブザーバー】** すみません。簡単な質問ですが、先ほど男性と女性とでの違いをおっしゃっていただきました。これはガイドラインをつくる上ではとても重要です。その違いというのは、例えば、皮下脂肪の厚さとか、そういった何らかの、別の要因というか、単なる性差というよりは、性差に関わるような性質が関与しているのかどうかについて、何か御存知だったら教えてください。

**【増田構成員】** ありがとうございます。これまた、すごく難しい質問です。先生がまさに御指摘された脂肪分、皮下脂肪の、その量がこれに影響しているかどうかというデータを、また統計学的に調査していかなければいけないかと考えています。

あともう1つ重要かと思っているのが、皮膚の水分量です。これについても評価が重要ではないかと考えているのですが、皮膚の水分量を測定する装置が、まだ世の中にきちんとしたものがないと、これについては技術を待つしかないかと思っております。

**【平田主任】** ありがとうございます。

他によろしいでしょうか。

それでは、増田先生、どうもありがとうございました。

**【増田構成員】** ありがとうございました。

**【平田主任】** それでは、続きましての議題に移らせていただきます。

議題（3）となりますが、吸収電力密度についてということで、小寺構成員と佐々木構

成員に取りまとめていただきました。それでは、名古屋工業大学の小寺構成員から御説明をお願いいたします。

【小寺構成員】 名古屋工業大学の小寺でございます。私からは資料13-4に基づきまして、吸収電力密度について、詳しく御説明させていただ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。

先ほどの増田構成員からの御説明でもございましたように、近年改定されましたICNIRPガイドライン及びIEEE規格において、6GHz以上におきまして、新たに吸収電力密度という物理量が基本制限として導入されております。

また、吸収電力密度の導入に伴いまして、参考レベルである入射電力密度の指針値におきましても、6GHz以上で改定が行われております。

ここで、IEEE規格では「吸収電力密度」ではなく「上皮電力密度」と明記されておりますが、ここでは便宜上「吸収電力密度」という表現で説明させていただきます。

こちらの様な背景を受けまして、私からは新たに採用されました吸収電力密度について御説明させていただきます。

具体的な値を下の表にまとめさせていただきましたので、御覧ください。国際ガイドラインの中では、基本制限である吸収電力密度に対して、6GHz超から300GHzまで、一体として、4cm<sup>2</sup>当たりの平均吸収電力密度が20W/m<sup>2</sup>になるように定められております。また、30GHz以上になりますと、こちらの4cm<sup>2</sup>の平均値に加えるという形で、1cm<sup>2</sup>当たりの平均値が、4cm<sup>2</sup>当たりの平均値の2倍を超える値にならないようにということで、追加的な制約が加えられております。

また、この基本制限の構造に合わせまして、上に示しました参考レベルである入射電力密度も6GHzから300GHzでは、4cm<sup>2</sup>当たりの平均入射電力密度に対して、20W/m<sup>2</sup>から40W/m<sup>2</sup>、加えて、30GHzでは、1cm<sup>2</sup>当たりの平均入射電力密度に対して、4cm<sup>2</sup>当たりの平均値の2倍を超えないという二重の制限構造となっております。

一方、2018年に制定されました局所吸収指針におきましても、入射電力密度が定められております。そちらの形が、6GHzから30GHzまでは、4cm<sup>2</sup>当たりの平均入射電力密度が20W/m<sup>2</sup>。30GHzから300GHzまでの指針値が1cm<sup>2</sup>当たりの平均入射電力密度に対して20W/m<sup>2</sup>ということで、30GHzで指針値が切り替わるという形となっております。

こちらの様な指針値が、高周波領域において、実証された生体影響の最低閾値という

ものが温度上昇に起因するものと考えられているということに基づき、さらに6 GHz以上では、先ほどの御説明でもありましたように、体表における電波吸収がほとんどであるということから、体表での温度上昇に基づいて定められているという背景がございます。

次のスライドをお願いいたします。ありがとうございます。

先ほどの増田構成員の御説明とやや内容がかぶるのですが、改めてこちらで整理をさせていただきたいと思っております。下の概要図を御覧ください。

ICNIRPガイドラインでは、表層組織であるタイプ1の組織に対して、運用上の温度上昇閾値を5℃と定めております。そちらに低減係数2を掛けた、つまり、温度上昇というと2.5℃です、そちらの温度上昇に対応する吸収電力密度を数値計算で求めておりました、そちらの値を管理環境における基本制限として定められております。

また、一般環境における基本制限値は、運用上の温度上昇閾値5℃に低減係数を考慮して0.5℃の温度上昇に対する吸収電力密度が基本制限となっております。

一方、IEEE規格におきまして、基本的な考え方はICNIRPガイドラインと整合が取れておきまして、6 GHz以上では皮膚の管理環境における最大温度上昇閾値が2℃から3℃と制定されておきまして、そちらに対する吸収電力密度の指針値を管理環境、低減係数5を掛けたものが、一般環境における吸収電力密度の基本制限となっております、こちらの根拠に関しても国際ガイドライン間で整合が取れている状況になります。

また、電波防護指針におきまして、局所吸収指針を制定されたときにも、同じ根拠を用いて制定されているということで、局所吸収指針の根拠とも整合が取れている状態でございます。

次のスライドをお願いいたします。

次に、吸収電力密度とはどういうものかという定義について、御説明させていただければと思っております。

吸収電力密度は、単位面積当たりにおいて吸収される電力密度が示されておきまして、ICNIRPガイドラインでは、こちらのような式が記載されております。

また、IEEE規格においては、英語の原文で示されているとおりでございます、皮膚の角質層や目の角膜上皮など、体表直下の上皮における単位面積当たり投下する電力フロー量ということで、記載がされております。

また、右側の図が局所SAR、入射電力密度、吸収電力密度の概念図として、1例として示させていただきました。入射電力密度が体の外の空間時における平均となっているの

に対して、局所SAR、吸収電力密度は体の内部に吸収される電力量ということで、体中の物理量に相当しております。

また、局所SARが、概念図の黒で示しました10gあたりに吸収された電力量を平均化しているものに対しまして、吸収電力密度は、体表面から電波の浸入長に対して十分に深いところまで、そちらを積分した領域である赤で示した直方体のエリア、そちらのエリアに吸収された電力量に対して、体表の平均化面積であるAで割った値という物理量になっております。

次のスライドをお願いいたします。

こちらは、吸収電力密度と体表温度上昇の相関について示した図となります。

初めに左側の図を御覧ください。左側の図はダイポールアンテナからの近傍ばく露における温度上昇、単位物理量当たりにおける、単位温度上昇の周波数特性を示したのようになります。青で示したものが、単位局所SAR当たりにおける温度上昇を示したのようになりますが、こちら青で示したラインが6GHz以下、特に3GHz以下において周波数によらず一定値となっていることが分かるかと思えます。こちら周波数によらず一定値になっているということは、最大温度上昇と局所SARがよい相関の関係になっておりまして、局所SARを用いることで、温度上昇が大体簡易的に見積もれるという指標になっているという意味になります。

一方、6GHz以上になってまいりますと、単位局所SAR当たりの温度上昇が、周波数の増加に伴いまして、上昇傾向となっていることが分かります。

それに対して、単位吸収電力密度当たりの温度上昇、赤で示したのようになりますが、こちらが6GHz以上、特に10GHz以上において周波数によらず一定値を取っていることが示されております。こちらの図から、吸収電力密度は6GHz以上で最大の温度上昇と、より優れた相関関係があるということが示唆されております。

次に、右側の図を御覧ください。右側の図は多層平板へTM波が入射する際の単位物理量当たりの温度上昇を示したものとなります。黒で示したものが、単位入射電力密度当たりの温度上昇となっておりまして、TM波の入射角を変化させた場合に、入射角に依存し、温度上昇値が変化していることが確認できます。

それに対しまして、赤で示したものが、単位吸収電力密度当たりの温度上昇となっておりまして、入射角によらず一定値を取っていることが確認できます。

こちらの知見から、単位吸収電力密度当たりの温度上昇というものが、入射角などのば

く露条件に依存することがなく、入射電力密度と比較いたしましても、一貫性のある特性であることが示されております。

次のスライドをお願いいたします。

こちらは、参考レベルとして用いられている入射電力密度について、各ガイドラインで注意書きのように書かれている部分がございますので、そちらについて抜粋させていただきました。

I C N I R Pガイドライン、I E E E規格ともに、内容については、ほぼ同等の内容となっております。参考レベルで用いております入射電力密度ですが、等価平面波入射電力密度と仮定されるという仮定の下、使われております。そのため、電波源の極近傍領域、リアクティブ近傍界領域と呼ばれている領域内では、参考レベルだけを用いて適合性を保証するには不十分であるということが示唆されております。

また、そのような、近傍界領域におきましては、基本制限を用いて適合性を評価することが推奨されております。

次のスライドをお願いいたします。

先ほどリアクティブ近傍界領域という言葉を出させて説明させていただきましたが、ガイドラインにおいて代表的な近傍界領域の目安ということで、上部のような説明がなされております。リアクティブ近傍界領域においては、アンテナからの距離が $\lambda / 2\pi$ よりも近い領域ということが、あくまでもガイドとしてみなされておりますが、こちら、単純な境界の明示というのは難しいという見解が示されております。理由といたしましては、周波数や波源の物理的寸法、距離、また、人体の占有空間中の電磁界の変動など、様々な不確かさの要因があることから、どこの領域がリアクティブ近傍界領域になるかということとは、明確に記述することが困難であるという理由が示されております。

また、I C N I R Pガイドラインにおいては、こちらのような評価手順につきましては、標準化機関からの情報を利用することが望まれております。

一方、局所吸収指針におきましては、現在入射電力密度を電磁放射源と人体との距離が20 cm以内のところ適用しますということになっておりますので、そちらについてやや国際ガイドラインとの相違が見られている現状となっております。

次のスライドをお願いいたします。

こちらは参考資料といたしまして、国際ガイドライン間におきます、一般環境における参考レベルを示したグラフとなります。赤で示したものがI E E E規格、黒で示したもの



が I C N I R P ガイドラインのものとなります。また、参考のため、電磁界強度指針についても示させていただいております。こちらのグラフから分かりますように、6 GHz 超につきましては、国際ガイドライン間において参考レベルにおいても整合が取れている状態でございます。

また、その一方、6 GHz 以下につきましては、中間周波数帯や 2 GHz 付近、まだ国際ガイドライン間で参考レベルが異なっている部分がございます、完全に整合が取れている状態ではないということが分かるかと思われます。

次のスライドをお願いいたします。

こちらは先ほどのグラフから、入射電力密度のみを抜粋したグラフとなっております。

また、電波防護指針の補助指針も比較のため掲載させていただいております。こちらのグラフから、6 GHz 以上の周波数帯におきまして、人体が不均一な電磁界、または局所的な電磁界にさらされる場合の入射電力密度の指針値、補助指針というものは、国際ガイドラインや I E E E 規格と比較しても安全側の指針値となっているということが分かるかと思われます。

次のスライドをお願いいたします。

以上、私からの御説明のまとめとさせていただきます。改定されました I C N I R P ガイドライン及び I E E E 規格では、6 GHz 超の基本制限におきまして、新たに吸収電力密度というものが基本制限として導入されております。そちらの基本制限の根拠といたしましては、体表での温度上昇に基づいて定められているということを最初に御説明させていただきました。

また、6 GHz 超の電力吸収は表層組織のみになります。表層組織における電力吸収がメインとなってくる周波数領域におきましては、吸収電力密度が最大温度上昇とよい相関を取っていることを示させていただきました。

また、ガイドライン間において、参考レベルというものは、等価平面波入射電力密度として仮定された上で用いられているため、リアクティブ近傍界ではその関係性が成り立たないことから、基本制限を用いた適合性評価が進められていることを御説明させていただきました。

最後に、局所吸収指針の適用範囲について、適合性評価の観点から、国際ガイドラインと異なっていることから、検討が必要になる可能性が示唆されております。ただし、現況の局所吸収指針、国際ガイドラインと比較しても、安全側のかなり低い指針値となってい

るということも、御説明させていただきました。

次のスライドをお願いいたします。

こちらに、国際ガイドラインで、吸収電力密度の導入で使われました関連の論文を参考として載せさせていただいております。総務省の生体電磁研究において取得されました知見も数多く引用されていることをここで述べさせていただきます。

私からの発表は以上となります。ありがとうございました。

【平田主任】 小寺構成員、御説明いただきまして、どうもありがとうございました。

それでは、ただいまの御発表、御説明につきまして、御質疑等ございましたらよろしくをお願いいたします。

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。入射電力密度と吸収電力密度で、入射電力密度のほうが、参考レベルということで、入射電力密度の参考レベルを超えても、吸収電力密度の基本制限を超えない場合があるから、2段階の評価ができる、そういうものだという理解でよろしいですか。

【小寺構成員】 はい、多氣先生のおっしゃるとおりでございます。

【多氣オブザーバー】 そのときに、参考レベルの入射電力密度のほうが、吸収電力密度より大きい周波数帯というのがあるのですね。最初の I C N I R P との表を出してください。これだと、入射電力密度の参考レベルの数値と、吸収電力密度の基本制限の数値を見比べると、入射電力密度の数値のほうが大きいところがありますよね。

【小寺構成員】 はい、そうです。

【多氣オブザーバー】 ということは、単位は一緒だから、それでも吸収電力密度のほうが数値的に小さくなる。つまり、表面での反射とかを考えると、実際に吸収されるのは少ないという、そういう話ですよ。

【小寺構成員】 おっしゃるとおりでございます。こちらの参考レベルの入射電力密度ですが、こちらの表記だと少し分かりにくいかと思しますので、グラフの比較を出させていただいているページに戻っていただいてもよろしいでしょうか。

こちらです。ありがとうございます。

あと、実際に参考レベルは、点線で示した局所ばく露における参考レベルが、2 GHz から徐々に高くなりまして、こちらが6 GHz からまた下がっていくという形になっております。

こちらですが、生体組織の表面で反射される量は、周波数に応じて、300GHz へ向かうに従ってどんどん少なくなっていく、その分電力の透過が多くなるということになりますので、そちらの知見に基づいて、吸収電力密度と入射電力密度を計算で統合させる形でのばく露レベルが定められているという背景になっております。

【多氣オブザーバー】      ありがとうございます。この吸収電力密度と入射電力密度の関係というのは、これはICNIRPのほうではきちんと整理されて、平田先生が随分丁寧に御検討されているということは承知しているのですが、先ほどのお話だと、電波防護指針の局所吸収指針の入射電力密度、これは距離がどうのこうのという話がまたあると思うのですが、そちらのほうは数値的には厳しいわけですよね。

【小寺構成員】      はい、おっしゃるとおりです。

【多氣オブザーバー】      そのときに私が気になるのは、吸収電力密度と入射電力密度というものが全く独立に評価できるようなものであって、まず、入射電力密度でやったら超えてしまった。だから、吸収電力密度を評価して、オーケーだったということができないならいいのですが、少し気になるのは、すごく高い周波数になったときに、吸収電力密度というものを入射電力密度と切り離して評価できるのか、どうなのかということが気になるのです。要するに、まず入射電力密度を評価して、それに何らかの係数を掛けて、吸収電力密度を推定しますという評価方法をするとすると、入射電力密度を評価したときに……。そうか、それでは、別にそれでいいのか。レベルを超えてもいいということが分かればいいということで、そうかそうか、だからそんな形でやるということが想定されているということですね。

【小寺構成員】      こちらは平田主任から御説明いただいたほうが……。

【平田主任】      ICNIRPガイドラインは、基本的には製品の安全性のところまでは踏み込んではいませんが、やはり、評価法の部分でそういったことを想定されるということとは、全く自然な形かとは考えております。

【多氣オブザーバー】      分かりました。ありがとうございます。

【小寺構成員】      ありがとうございます。

【平田主任】      他の構成員の方々いかがでしょうか。

ないようですので、少し私から御説明させていただきますと、前回の局所吸収指針の6GHz 超での改定におきましても、私が主任を仰せつかったのですが、基本的には国際ガイドラインとの協調を行いましょうということでした。これは、低周波ガイドラインと

我が国の100kHz以下の整合を図ったときから続いていることによります。

その意味で、今回APDというものの導入を議論しています。実は局所吸収指針の、前回の導入に際し、6GHz超以上の局所吸収指針の改定におきましては、実は吸収電力密度の導入が議論され始めたぐらいのときだったのです。そのために、名称も含めてどうなるか分からないような状況で、我が国では5Gを導入するときに問題がないかという検討をしたというのが、過去の経緯としてございます。

今回、ICNIRP、IEEE共に、APDに関しましては完全に整合する形で導入されており、先ほどの増田先生の御説明、そして、小寺先生の御説明も含めて、その根拠について御説明していただいたというのが、今回の作業班での検討ということになります。

もちろん眼球については、まだ議論をしなければいけない部分もございまして、次回以降の作業班で、取り扱わせていただければと考えてはおります。本日、議論をさせていただいた形で、吸収電力密度の導入について何か問題点などお気づきの構成員の先生方いらっしゃいましたら、あるいは気になる点等々ございましたらコメントいただけないでしょうか。

特にございませぬでしょうか。そのようでございますと、もちろん今後さらなる検討の余地を残し、結論を今出す必要は全くないと思うのですが、APDの導入については、特に否定的な構成員の方々はいらっしゃらないという認識を持って、評価法の作業班にも情報共有はさせていただきたいと思っております。

また、先ほど多氣先生からもコメントいただき、また、小寺構成員からも御説明いただいた距離の問題、どう評価していかねばいけないのかということも併せて、評価法の作業班と共有させていただきまして、どちらで取り扱うほうが適切かなども含めて、検討を進めさせていただきたいと考えております。

加えて、先ほど小寺構成員から、電磁界強度指針について示していただきましたが、改めて事務局で、そちらのページを見せていただけますでしょうか。

こちらについて、今回のターゲットが6GHz超ということもあるのですが、その境界に近い2GHzなどもまだ相違があるという認識でよろしいでしょうか、小寺構成員、こちらを見る限り。

【小寺構成員】 はい、おっしゃるとおりでございます。

【平田主任】 そして、中間周波帯等々も異なっていると。そういったことから、これはIEEE側によるか、ICNIRP側によるかというのは、これは先ほど少しだけ議論

させていただきましたデータギャップに近いような部分がまだ残っているという認識を持っております。私自身、I C N I R Pのメンバーといたしましても、特に2 G H z以下の局所吸収指針、電磁界強度指針、新たに導入されたものなど、実をいうと参考文献はありません。安全側に概算したものから導入するという状況でございますので、なかなか完全に国際ガイドラインに整合させるほうが適切かどうか、まだ分からない部分もございます。

今回、全ての結論を出す必要はないので、この辺りを構成員の先生方、特に上村先生、日景先生、佐々木構成員など工学系の先生方に改めて御確認いただいて、今後どうしていけばいいのかというのを議論していければと思っておりますが、構成員の方々から何か御意見ございますでしょうか。

例えば、指名してしまいますが、作業班の評価法にも関わられていらっしゃいます佐々木構成員、今、私のほうでの理解をまとめさせていただいたのですが、何かお気づきの点などございますでしょうか。

**【佐々木構成員】** N I C Tの佐々木です。御指名ありがとうございます。

評価法につきましては、昨年合同作業班が開催されて、これから6～10 G H zの審議が始まろうとしている状況でございます。

評価方法の国際動向という意味では、携帯電話端末等の評価技術につきましては、既存の国際標準規格、これはプロダクトスタンダードでございますが、そちらに基づいた検討が行われているという理解でございます。

すみません、さらに数十M H zよりも低いところにつきましては、私のほうでは状況を把握しているわけではないですので、こちらで御説明するところはございません。申し訳ございません。

**【平田主任】** ありがとうございます。

他に、お気づきの点ございましたらお願いいたします。よろしいでしょうか。

それでは、本日の議題が以上でございまして、議事次第の3番目その他に移りたいと思っておりますが、そちらについては、全体を通じて何かございませんかということぐらいかと思うのですが、よろしいでしょうか。

それでは、本日議論させていただいたこと、コメント等を勘案しまして、次回以降どのような検討を進めていけばいいのかということは、また改めて皆様に御相談させていただきたいと思っております。

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】 事務局です。次回以降の作業班の開催日時等につきましては、別途メールにて御案内させていただきます。

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13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。本日はありがとうございました。

以上