

**先進的な無線システムに関するWG（第8回）
議事概要（案）**

1. 日時：平成29年12月6日（水）15：00～17：00
2. 場所：中央合同庁舎2号館11階会議室
3. 出席者
 - （1）構成員（五十音順、敬称略）
平田 晃正（主査）、牛山 明、小島 正美、小島原 典子、小山 眞、佐々木 謙介、
寺尾 安生、日景 隆、八重柏 典子、和氣 加奈子
 - （2）総務省
近藤 玲子（電波環境課課長）、平野 友貴（同課課長補佐）関口 裕（電波利用環境専門官）他
 - （3）オブザーバ（敬称略）
多氣 昌生、渡邊 聡一
 - （4）事務局
三菱総合研究所
4. 配付資料

資料-WG8-1	先進的な無線システムに関するワーキンググループ （第7回）議事概要	事務局
資料-WG8-2	ギガヘルツ(GHz)帯パルスからの防護について	平田主査
資料-WG8-3	局所吸収指針対象周波数について	日景構成員
資料-WG8-4	眼への入射規制について	小島構成員
資料-WG8-5	適合性評価方法について	佐々木構成員
資料-WG8-6	今後の研究課題の方向性について	平田主査
資料-WG8-7	GLORE2017 会合の結果について	和氣構成員
参考資料-WG8-1	先進無線システム WG で出された主なコメント	事務局
参考資料-WG8-2	WG 報告書目次案	事務局

5. 議事要旨

(1) 構成員からのプレゼンテーション

①ギガヘルツ（GHz）帯パルスからの防護について

平田主査から資料 WG-8-2 に基づき説明があった。その後、意見交換が行われた。

和氣構成員）課題のまとめの部分、各周波数において 10 秒のパルスの電波を出した際の温度上昇の例で、全エネルギー量を一定にした場合という認識で合っているか。

平田主査）合っている。例えば、エネルギーを 1 秒に集約した場合は若干高くなる可能性がある。この点に関しては、現在国際ガイドラインの方でも議論されている。

日景構成員）5G では Massive MIMO が適用されると思うが、今回の資料にある単一パルスの防護指針の対象には含まれないという理解でよいか。

平田主査）国際的な技術仕様に合致するように指針を作成することは可能かもしれないが、現実的に通信用の電波を常に流し続けて人が来た際に切り替えるといったシステムの要件に対して、規制当局がどのように判断するかは別の話となる。今後、技術的条件と人体防護の観点を複合的に考慮する必要があり、現在頂いている情報では結論は出せないのではないかと考える。

渡邊オブザーバ）パルスのなばく露について制限を考える必要があるということだが、周波数範囲の明確な見通しはあるか。

平田主査）GLORE 会議において報告があった。

②局所吸収指針対象周波数について

日景構成員から資料 WG-8-3 に基づき説明があった。その後、意見交換が行われた。

佐々木構成員）現状 ICNIRP の SAR の上限周波数が 10GHz、IEEE/ICES が 6 GHz になっているが、例えば、SAR の上限周波数を 10 GHz まで延ばした方が接続がよいといった議論はあるか。

日景構成員）10 GHz の場合、波長は 1 cm で、さらに体内に入ると 1 mm ～ 2 mm となり、この領域で精度よく SAR を取得するのは難しいと考えている。

佐々木構成員）加熱の特性はどうか。

平田主査）SAR は皮膚表面の温度上昇の推定にも使われる。例えば、体内の内部器官の脳や眼球についてもかなりの精度で相関付けることができる。一方、10 GHz になると体内への浸透がほぼない状態となり、皮膚の温度上昇を推定するには十分だが、脳の温度を推定するには有用ではなくなる。それ以前に、そもそも脳に浸透する量が減っている。6 GHz や 3 GHz の周波数の場合、内部に浸透されて吸収された電力が脳に伝わる量の目安にもなるので、実質的に使うことができた。

佐々木構成員）SAR の上限周波数を 6 GHz から延ばす必要はないということか。

平田主査) 必要はないと考える。一方、IEC 規格では SAR の測定法については 10 GHz まで延ばす議論もされていると聞いているが、何か情報あるか。

和氣構成員) IEC 総会では、文書は用意されているとの情報があったが、正式なものは公表されていない。

牛山構成員) 入射電力密度測定法の国際標準化に関して、IEC では 6~100 GHz の案が検討されているということだが、100 GHz 以上の局所吸収指針の扱いはどのようにすべきか。

日景構成員) IEC は具体的なアプリケーションが見えているものについて検討するのが基本方針であるため、現状アプリケーションがまだない 100 GHz 以上に関しては検討されていない。

佐々木構成員) IEC の新しい WG ではスコープを 300 GHz までとしている。根拠は IEEE/ICES や ICNIRP のガイドラインだと考えられる。日景構成員のご指摘の通り、100 GHz 以上では実際の通信技術がないため、どこまで対応できるかは不明である。

牛山構成員) 局所吸収指針も上限周波数が 100 GHz になる可能性もあるということか。

平田主査) ICNIRP と IEEE/ICES の国際ガイドラインと整合させるため、局所吸収指針は 300 GHz まででよい。製品の安全性は防護指針の中での抜き出しとしての位置づけであり、最も多くの利用が想定される 5G システムが 100 GHz 以下のアプリケーションであることから、測定法も 100 GHz までで問題ないとする。

多氣オブザーバ) 既存のガイドラインでは緊急停止装置やビームタイプの WPT で検討されている送電を遮ったものを避けるような機能は考慮されていないが、本来はそういった機能に対する議論が必要ではないか。

平田主査) 以前、低周波の EV の WPT について IEEE に質問したことがあるが、回答はなかった。RF 周波数で同様のシステムが実用化される場合には、国際ガイドラインと製品安全性の両方を考える必要がある。国レベルの規制になるのか国際協調すべき点かは別の議論となる。

多氣オブザーバ) 今後ガイドラインの制限値を超える性能を持つ製品が出てくる可能性もある。通信機器がインテリジェントになっており、技術的には電波が人体に当たっていることを検知できるはずなので、新しい技術にも対応していくべきと考える。

平田主査) 今回はシステムの詳細に関する情報が十分ではなかったため、そこまで結論付けることはできなかったが、ICNIRP、IEEE/ICES とともに単パルスも想定しているため、複合的に考えるとよりよい製品の適合性評価方法を作成していけると考えている。

渡邊オブザーバ) ガイドラインや防護指針の中で個別の製品まで対応することができない。防護指針への適合性については、無線設備の技術基準を作る際に検討すればよい。知っている限りでは、60 GHz 帯の WiGig の技術基準の検討の際はそのような判断をしている。ミリ波の電波が人体で遮られると瞬時にマイクロ波に切り替えられるため、ミリ波の電波が人体に持続的に照射されることがなく、6 分間の時間平均を考えれば、防

護指針を満足するという結論になった。また、6 GHz～300 GHz で 10 cm 以内の離隔距離について指針がないという点については、局所吸収指針の上限周波数を上げるという検討とともに、現状の補助指針で高い周波数帯では離隔距離を小さくするという考え方もあるので、今後総合的に検討する必要がある。

③眼への入射規制について

小島構成員から資料 WG-8-4 に基づき説明があった。その後、意見交換が行われた。

八重柏構成員) スライド 6 のばく露後の濁りについて、左の濁りは 3 日後も治っておらず、右側の表面の角膜障害は治っているという理解でよいか。濁っているときの見え方はどうなっているのか。

小島構成員) 角膜上皮細胞は 6～7 層になっており毎日生え変わるので角膜上皮障害は治っている。濁っている部分は角膜実質内に水が入っている状態で視力が低下した状態である。角膜は表面と内側に 2 重のバリアがある。外側のバリアは外から水が入らないようにバリアしている。そのバリア機能が壊れると角膜中に水が入ってしまう。角膜の内側には水を排出するポンプ作用があるのだが、水の排出には時間がかかるので濁りが残っている状態となっている。

八重柏構成員) 3 日以上経つと治ってくる可能性があるのか。この場合は一過性障害と考えてよいか。

小島構成員) ケースバイケースであるが、この程度であれば 3 日程度で治癒すると考えられる。障害が一過性であることと障害の程度が重篤でないことはイコールではないため、一過性障害であるから許容できる障害とは言えない。

佐々木構成員) VR では眼球に対する近い距離での電波の照射が想定されるが、眼球にとってどのようなリスクが想定されるか。

小島構成員) 電波自体による障害はあまり考えられない。一方で、閉鎖空間で携帯電話が近接した状態になるとバッテリーや CPU の発熱により空間の温度や湿度が高くなる。眼障害において温度、湿度が高い状態は危険な状態ではある。ウサギの目を開けたままテーブルライトを当てる実験では、角膜の温度が体温程度まで上昇すると障害が確認される。ただ当てているだけでは障害は発生しないが、プラスアルファの条件を与えることで障害が発生する。VR の場合、映像に注目しているときには瞬目回数が減少するので、そういった際にどういった影響があるかは実験をしてみないとわからない。電波では大きな問題はないと考えている。

佐々木構成員) 環境が悪い方向に移る可能性があるが、その程度については明確な情報はないと理解した。

和氣構成員) VR の件で、使用される電波の出力の情報などご存知か。

小島構成員) 情報は持っていない。

④適合性評価方法について

佐々木構成員から資料 WG-8-5 に基づき説明があった。その後、意見交換が行われた。

寺尾構成員) 複数波のばく露について、電波源が2つあり、同じような周波数で少し異なる波が互いに干渉して、単独の高周波であれば全く問題ない波が、干渉し合うことで問題となる可能性はないのか。

佐々木構成員) IEC の中で検討されている部分である。電波は強め合う、弱めあう場合があるが、今回示したのは、エネルギーとして最も強め合うケースを想定しており、時間的变化はあまり考慮されていない。

多氣オブザーバ) 生体作用として、何か特別な影響が出る可能性がないかという指摘ではないか。

渡邊オブザーバ) 周波数が微妙にずれることで、生体に影響が出るような低周波のうなりが出る可能性がある。

佐々木構成員) 適合性評価方法としてはエネルギーが強め合うケースを想定しており、生体作用についてはまだ検討されていないと認識している。

多氣オブザーバ) 1986年のNCRPのガイドラインの中で、低周波数帯で変調された波の場合、カルシウムの流出に変化が起きる可能性が指摘されていたが、その後の研究では健康への影響に対するという証拠は出てきていない。

平田主査) 変調波の影響については、WHOのEHCで議論されているものかと思う。ICNIRPでは確立されていないものについて議論する場はない。

(2) 今後の研究課題について

平田主査から資料 WG-8-6 に基づき説明があった。その後、意見交換が行われた。

渡邊オブザーバ) 優先順位、実施時期について多角的に考慮とあるが、加えて国際的な連携を踏まえて適切な実施時期、規模、体制を検討していただきたい。

平田主査) ご指摘のとおり、国際的な連携の観点も追加する。まとめスライドについてお気づきの点があれば、報告書を取りまとめる際に反映するので、主査に連絡頂きたい。

多氣オブザーバ) これまで研究の実施例がない研究分野という観点について、研究の事例がないことが知識のギャップになっているという意図であればよいが、単にユニークな研究や新しい研究と区別がつかない可能性があるのは気になる。近年報告が増えている研究分野という観点に関しても、生体に何らかの影響があるという研究報告を検証するため研究を行うという意図であれば重要だが、単に諸外国で先行研究の蓄積が多数あり、日本で研究をする必要がないものもあり、この辺りは整理されるとよい。

牛山構成員) 近年報告が増えている研究分野に関しては、前回WGでも紹介した通り、諸外

国で多くの研究報告がある一方で、信頼に足るデータが少ない点を危惧している。電磁波のばく露量、アウトカム、量—反応関係をしっかり押さえた研究が必要であるという印象を持っている。疫学研究については、5G の導入後に前向き研究を行うには時間がかかるため、比較的早い段階で将来を先取りした形で実施していくことは重要である。

八重柏構成員) 近年報告が増えている分野、特にリプロダクティブヘルスなど人種や性別にかかわる分野で報告が偏っている状況があるので、日本人など人種も含めた観点で疫学研究を行うことはよいのではないか。

(3) GLORE2017 会合の結果について

和氣構成員から資料 WG-8-7 に基づき説明があった。その後、意見交換が行われた。

平田主査) ICNIRP に関する資料は引用不可であるため、構成員以外には配布していない。

ただし、内容は IEEE/ICES で整合が取れているので、基本的には IEEE/ICES を参照することで問題ない。

和氣構成員) ERL の“Limit”は“Level”に修正する。

平田主査) IEEE の用語 (DRL) の変更については、既存の“Basic Restriction”はこの値を超えると影響があるととられる可能性があるため、あくまで安全係数をかけた形での制限値であることを明確にする意図である。

平田主査) また、小島構成員の資料と関連して、カナダの Health Canada の規制では以前眼球に特化したばく露の制限があったが、2015 年の改正では日本の文献を根拠に眼球の制限を除外している。眼球に特化した制限値は必要ないのではという小島構成員の指摘は国際動向とも合致する。

日景構成員) 一般公衆ばく露と職業的ばく露の 5 倍の安全係数が 6 GHz 以上でも是とされた理由はあるのか、また平均化面積を構成する形についての議論はあったか。

平田主査) 平均化面積を構成する形に関する議論はなかったが、ICNIRP と IEEE/ICES のハーモナイゼーションの観点で同じになると想定する。

和氣構成員) 安全係数が 5 倍とされた理由については、特に議論されていない。

平田主査) IEEE/ICES に関しては、全身平均 SAR が 300 GHz まで延長される見込みなので、6 GHz 以降のみ安全係数を変えてしまうと一貫性がなくなってしまうので、5 倍を保つという方針となっている。今回の会議では、時間の関係でリダクションファクターの内訳については詳しく説明されてない。1998 年の ICNIRP ガイドラインではドシメトリ研究が不足しているという理由付けがあったが、現時点でもリダクションファクターを低減できる段階に至っていないという認識である。

平田主査) 今回と前回の WG の報告について 10 秒以下の単パルス、平均化時間、それら対応する現実のシステム、さらに適合性評価方法について報告をいただいた。さらに生物

学的観点からは、スウェーデンからのレビューを参考に日本独自の視点で分析し、不足している研究や一般の方が不安を感じる研究という観点も踏まえ、今後研究していくべき課題を取りまとめた。今後は報告書案を作成してパブリックコメントのプロセスを行っていくが、何かお気づきの点があればコメント頂きたい。

渡邊オブザーバ) 今後必要とされる研究に米国の NTP Study のことが含まれていないが、GLORE 会合での報告について共有頂きたい。

牛山構成員) GLORE 会合の 2 日目に非公開の NTP Study に関するセッションがあった。実験データとして、科学的に新しい結果はなかったが、来年 1 月末にレポートが公式に発表される予定で、レビューボードによる同レポートに対するレビューが春に予定されており、準備に入っているということだった。

(4) 今後のスケジュールについて

今回の議論を踏まえて、各構成員に報告書の執筆を依頼する。

次回会合は以下の通り。

2018 年 1 月 12 日 (金) 10 時～ (中央合同庁舎 2 号館 8 階第 4 会議室)

(以 上)