

「生体電磁環境に関する研究戦略検討会」 第一次報告書 概要(案)

1 無線システムの発展動向

多様な無線システムの普及

- ◆ 電波は、携帯電話やテレビ・ラジオ放送をはじめ、電子レンジ、無線LAN、気象レーダー等、身近で使われており、国民生活に不可欠。近年では、4GやWi-Fi、Bluetooth等の無線システムが家庭内でも広く使われるようになるとともに、IH調理器やRFIDの普及も進み、電波環境の高密度化が進展。
- ◆ 今後は、IoTや5G、WPT等のような先進的なシステムの普及が始まり、利用形態の多様化が一層進展することが見込まれており、人体の周辺において、更に複雑な電波環境が形成されていくことが予想。

様々な環境における無線システムの発展

- ◆ 今後、路上や商業施設、生産現場等、様々な外部環境で、センサーネットワークや車載レーダー等が普及見込み。今後EVの普及が見込まれる中、住宅の駐車場にEV用WPTが設置されることが想定。居室では、高速無線通信による超高精細映像の大画面への伝送などでWiGigが利用されることも想定。
- ◆ 身体周辺では既にBluetoothを使ったウェアラブルデバイスが普及し始めているが、各種バイタルセンサはさらに利用が拡大。感覚補助機器やアクセサリ等を直接身に付けて、クラウドと通信するものや、通信／WPT機能を持った埋め込み型体内デバイスの出現も想定。

無線システムごとの特色

- ◆ IoTは農場から商業エリアまで幅広く普及。5Gは、国内では3.7GHz帯、4.5GHz帯の他、28GHz帯など6GHz以上の周波数の利用が想定。導入当初は、既存のLTEと組み合わせたネットワーク構築が進められ、人が持ち歩く端末だけでなくIoTでも一部利用され、5Gモジュール搭載のセンサー等のデバイス間での通信も増大。
- ◆ ミリ波帯を利用する車載レーダーは、既に一部実用化段階を迎えており、79GHz帯高分解能レーダーに関しては、周辺環境が複雑な一般道での適用が期待。EV用WPTでは85kHz帯、スマートフォン等のWPTでは6.7MHz帯や100-200kHzについて実用化に向けた開発等が進み、中間周波での普及が拡大。マイクロ波を用いて電力を空間伝送するWPTについても、センサーや情報機器への給電をはじめとした様々な形態での普及が予想。

2 重点研究課題の変遷

国際機関

- ◆ WHOでは、1990年代以降の携帯電話の急速な普及に伴い、電波ばく露による健康影響の可能性についての関心が高まり、電磁界ばく露についての健康リスク評価書である「環境保健クライテリア」(Environmental Health Criteria: EHC) の発刊を目的として、1996年に国際電磁界プロジェクトを発足。
- ◆ WHOでは、電波のリスク評価のために必要な研究課題のとりまとめも行っており、1998年、2003年、2005年、2006年、2010年に策定し、これに沿った研究の実施を各国に推奨。
- ◆ 研究課題については、携帯電話使用に関連した脳腫瘍のリスクから、中枢神経系機能などへの影響に重点が移行。評価対象は成人から子どもや若年層へ、対象周波数帯は高周波から中間周波や超高周波に拡大。

国内

- ◆ 医学・生物分野の研究者と工学分野の研究者が密接に連携し、高品質な研究によりリスク評価に貢献。
- ◆ 特に工学分野の研究では、国際的な安全基準の妥当性確認・適合性評価方法の確立に大いに貢献。
- ◆ 近年では、世界に先駆けてEV用WPT（中間周波）や5G（超高周波）の導入が進められており、これらのシステムの周波数帯を対象とした研究において、我が国が研究を主導。

3 リスク分析の上での研究の枠組み及び基本的な考え方

リスク分析の上での研究の枠組み

- ◆ 電波の人体に対する安全性を確保するためのリスク分析は、「リスク評価」、「リスク管理」、「リスクコミュニケーション」の3つに分類。この3つの分野で必要な研究を進めるとともに、適切に組み合わせてPDCA（Plan-Do-Check-Act）サイクルに基づき継続的に改善することにより、国民が安全に安心して電波を利用できる環境を構築。
- ◆ リスク評価：ばく露装置開発等の工学研究と連携した医学・生物研究（疫学研究、ヒト研究、動物研究、細胞研究）や工学研究でのばく露評価等を通じた、健康影響の有無、量反応関係、ばく露実態等の明確化。
- ◆ リスク管理：電波ばく露による健康影響から国民を防護するための、安全指針値の策定及びその値への適合性の確認（適合性評価）。
- ◆ リスクコミュニケーション：リスク分析の全過程において、リスク評価者、リスク管理者、消費者、事業者、研究者等、関係する人々の間での情報共有やコミュニケーションを通じて、人体に対する電波の安全性に関する国民の理解の深化に寄与。

基本的な考え方

- ◆ 全ての周波数領域において共通する最優先すべき今後の研究の方向性としては、電波防護指針の科学的根拠の妥当性（陽性研究の再現・検証実験を含む）と適合性の確保、それらの信頼性の向上。
- ◆ 確立されている作用（刺激／熱作用）の量－反応特性等に基づく電波防護指針の妥当性確保および適合性の評価と確立されていない作用（刺激／熱作用以外）の健康リスク評価に分類。
- ◆ リスク評価、リスク管理及びリスクコミュニケーションから構成されるリスク分析を行っていく中で、我が国の強みを活かせる研究分野や国際的に貢献できる研究を行うという国際協力の観点といった切り口で、重点的に研究を実施すべき。

（※）本報告書における今後の研究の方向性やロードマップについては、無線システムの発展動向や国際機関の動向等に応じて、一定期間後に見直しを行うことが望ましい。

4 周波数帯ごとの方向性

中間周波（10kHz-10MHz）

- ◆ 中間周波における研究は国外ではほとんど研究が進んでいない一方、我が国では、EV用WPT等世界に先駆けて中間周波の新たなシステムの導入が想定されているため、健康リスク評価やリスク管理に資する研究についても先行して取り組み。引き続き、国際的な連携も図りつつこの分野において研究を発展させていくことが重要。

高周波（10MHz-6GHz）

- ◆ 携帯電話を対象としたリスク評価のための研究は十分蓄積されてきている。一方で、今後、電波の利用形態の多様化に伴い、新たな技術に対応した電波防護指針への適合性評価のための研究を進めていくことが重要。なお、重要な問題が国際的に提起された課題に対しては引き続き留意し対応。

超高周波（6GHz-3THz）

- ◆ 他周波数帯と比べて最も研究が進んでいない状況。我が国では2020年に超高周波を用いた5Gサービスが開始予定であり、世界に先駆けての普及が想定される状況を踏まえ、ばく露量計測等の研究にまずは注力しつつ、健康リスク評価についても将来に向けて長期的に取り組んでいくことが重要。

5 今後の研究の方向性 5.1 リスク評価に関する研究 (1)疫学研究

研究の特徴

- ◆ ヒトを対象に生態学的（断面）研究、症例対照研究、コホート研究といった手法により、電磁環境と疾病発生に関連性を明らかにすることが可能。
- ◆ 電波ばく露と疾病との関連性を追究する際は、様々なバイアスや交絡因子の影響も配慮する必要があるとともに、ばく露量や実態を如何に把握して研究を進めていくかが非常に重要。

今後の研究の方向性

- ◆ 電波ばく露の確立されている作用（刺激作用及び熱作用）に十分な安全係数を設けて作成された電波防護指針が遵守されている一般環境又は労働環境が研究対象であることから、確立されていない作用について電波ばく露の長期的影響を明らかにすることが主たる目的。
- ◆ 中間周波については、今後のEV用WPTの普及を踏まえると、一般環境や労働環境での中間周波のばく露量が飛躍的に増大することが予想され、中間周波の電波ばく露に関する生態学的研究やコホート研究、症例対照研究は、優先的研究課題。
- ◆ 高周波については、携帯電話がアナログ通信であった時代（第1世代、第2世代）では利用者がより強い電波のばく露を受けていたことから、これらの利用者のコホート研究の実施が考えられる。
- ◆ 超高周波については、これまで超高周波に関しての疫学的知見はほとんど無いことを踏まえると、5Gシステムでの利用周波数を中心に生態学的研究、症例対照研究、コホート研究を推進。
- ◆ 疫学研究では、国際共同研究として、一定の枠組みに則った研究手法により症例対照研究、コホート研究が実施されることも多く、こうした国際共同研究への参加は、国内の疫学研究の質を上げることに貢献しており、今後も機会があれば積極的に参画すべき。

	中間周波	高周波	超高周波
生態学的研究	◎	○	○
症例対照研究	◎	×	◎
コホート研究	○	△※	○

- ◎：日本で優先的に実施すべき課題
- ：日本で実施すべき課題
- △：日本で実施すべき課題だが優先度は低い
- ×：十分に実施済みであり、研究は不要
- －：日本での研究は不可

※ 現在、欧州諸国でのCOSMOS研究（国際コホート研究）が進行中である。

5 今後の研究の方向性 5.1 リスク評価に関する研究 (2) ヒト研究

研究の特徴

- ◆ 主として実験室等で行う研究であり、ヒトの局所又は全身を様々な電波にばく露し、その生体影響の有無に関するデータを客観的な指標又は主観的な指標に基づいて収集する例が多い。
- ◆ 疫学研究と異なり、電波ばく露の強さや実験室の環境設定を一定にして実験をすることで条件を揃えることが可能であり、得られたデータを基に、数値人体モデルを用いたシミュレーションを行い、少ない被験者数から有益なデータを得ることも可能。
- ◆ 電波防護指針を満たす強度の電波ばく露又は電波防護指針を超える強度の電波ばく露のいずれの場合も、研究倫理審査委員会の承認を受け、被験者への事前の十分な説明と同意での実施が必要。

今後の研究の方向性

- ◆ ヒト研究で確立されていない作用を示唆する国外のヒト研究の結果が報告されているが、脳波の微妙な変調等の健康への直接的な関連が不明確なものであることなどを踏まえ、ヒト研究に関する今後の方向性には確立されていない作用に関する研究課題は含めていない。
- ◆ 中間周波については、今後のWPTの普及等に鑑み、刺激作用の閾値の調査、接触電流の調査等について実測とシミュレーション技術を用いた研究を比較的早い段階で行うべき。
- ◆ 高周波については、熱作用として環境又はヒトの年齢による反応性の違いについての検討が不十分であることから、全身及び局所の電波ばく露に関する年齢及び環境に対する閾値についての研究が必要。
- ◆ 超高周波については、ミリ波帯の温熱感覚及び痛覚に関する研究、パルス波（秒単位の短い時間の電波ばく露）に関する研究が不十分であり、科学的知見が乏しいため、電波防護指針を根拠のある内容に発展的に改定する基礎データとしての研究が必要。

	中間周波	高周波	超高周波
確立した作用に関する研究 ※1	◎ (-) ※3	△ (-) ※3	◎ (-) ※3
確立されていない作用に関する研究 ※2	×	×	×

◎ : 日本で優先的に実施すべき課題
○ : 日本で実施すべき課題
△ : 日本で実施すべき課題だが優先度は低い
× : 研究は不要
- : 日本での研究は不可

※1 中間周波では刺激作用に基づく痛覚等、高周波・超高周波では熱作用に基づく温感、熱感等の研究

※2 刺激作用・熱作用でない、認知機能、行動、脳波、知覚、自己申告の症状等に関する研究

※3 子供を対象にする研究は研究倫理的な課題が多く、我が国では困難と考えられる。

5 今後の研究の方向性 5.1 リスク評価に関する研究 (3)動物研究

研究の特徴

- ◆ 適切に管理された環境で、遺伝的背景が同一の（又はほとんど同じ）実験動物を用いて行うため、ヒトで見られるような個人差等の様々な要因によるばらつきを抑えた実験が可能。対象疾患にターゲットを絞った研究も可能。
- ◆ 条件を満たせば、ヒトを対象とした実験では倫理的に困難な強い電波ばく露を与えることも許容されるため、生体反応の閾値を求める実験も可能であり、我が国では、これまで、マウス、ラット、ウサギを用いて電波ばく露の確立された作用による影響の閾値の検討及び確立されていない作用による影響について多くの研究を実施。

今後の研究の方向性

- ◆ 中間周波については、パルス波の影響に関して、電波ばく露の時間平均の概念で安全性評価をすることは困難であるため、電波ばく露の指標を明らかにして生体影響評価を行うことが必要。
- ◆ 高周波については、NTPの長期発がん性試験の結果（一部の試験において心臓の神経鞘腫等が有意に増加）が公表され、その内容に注目が集まっているため、短期スパンで取り組むものとして、NTPの研究結果に関する確認研究を国際的な枠組みで実施することが必要。
- ◆ 超高周波については、特に5Gで供用される周波数帯の一部（28GHz）を中心に熱作用及び非熱作用の双方から科学的根拠を明らかにする研究について、高い優先度で実施されるべき。
- ◆ 確立されていない作用による影響については、国際的な合意の取れた実験手法を確立して、その手法に基づく研究が必要であり、化学物質のOECDテストガイドラインを参考に、電波ばく露の形態や強さ、エンドポイントとしての評価項目を明確にして中長期的に研究を進めることが望ましい。

	中間周波	高周波	超高周波
確立されている作用に関する研究 ※1	◎	×	◎
確立されていない作用に関する研究 ※2	◎	◎	◎

◎：日本で優先的に実施すべき課題
○：日本で実施すべき課題
△：日本で実施すべき課題だが優先度は低い
×：研究は不要
－：日本での研究は不可

※1 中間周波では刺激作用に基づく痛覚等、高周波・超高周波では熱作用に基づく組織障害等の閾値に関する研究

※2 上記の刺激作用・熱作用に基づかない、発がんに関する研究、生理指標に関する研究、遺伝子発現等に関する研究

5 今後の研究の方向性 5.1 リスク評価に関する研究 (4)細胞研究

研究の特徴

- ◆ ばく露環境を制御することが比較的容易であり、既に株化されている種々のヒト由来の細胞を用いて検討可能。細胞や分子レベルで起きる事象を定量的に示し、その機序を明らかにすることが可能なため、疫学研究及び動物研究を相補できる実験系。
- ◆ 近年では、動物実験の代替法として細胞を用いた毒性評価の手法も多く開発され、化学物質の評価では国際的試験法に採用されている実験法も存在。
- ◆ 細胞実験では単一の培養細胞を使うことが多く、この場合は、ヒトの健康影響への外挿に関しては限界有。

今後の研究の方向性

- ◆ 中間周波については、確立されている作用に関する研究では、神経系細胞に対する刺激作用の応答閾値を評価する研究の実施によるリスク評価を補う研究及び短時間の強いパルス電波ばく露の細胞への影響についての研究を実施し、科学的根拠を蓄積することが重要。確立されていない作用に関する研究では、末梢神経系及び中枢神経系の細胞研究が必要であるとともに、確立されていない作用による毒性影響について国際的な合意を得た研究手法の標準化を行うことが必要。
- ◆ 高周波については、神経変性疾患との関連性を検討する研究、エピジェネティックな変化の検索と発がん性を検討する研究等が挙げられる。
- ◆ 超高周波については、SCENIHRで実施が推奨されている高強度・短時間の電波ばく露による培養ヒト角膜上皮細胞を用いた検討や、皮膚組織を構築する3次元（3D）インビトロモデルに対して、低強度・長期の電波ばく露を行った際の非熱的作用の検討が必要。また、これまで高周波で実施されてきた染色体、DNA、遺伝子発現、細胞膜等への影響について、リスク評価の科学的根拠として、国際的に合意形成された実験手法の標準化とその手法に基づいた研究が非常に重要。

	中間周波	高周波	超高周波
確立されている作用に関する研究 ※1	◎	×	◎
確立されていない作用に関する研究 ※2	◎	△	◎

◎：日本で優先的に実施すべき課題
○：日本で実施すべき課題
△：日本で実施すべき課題だが優先度は低い
×：研究は不要
－：日本での研究は不可

※1 中間周波では刺激作用に基づく痛覚等、高周波・超高周波では熱作用が起こる以上のばく露レベルによる研究

※2 上記の刺激作用・熱作用の起こるばく露レベル以下で、遺伝毒性、非遺伝毒性、遺伝子発現等に関する研究

5 今後の研究の方向性 5.1 リスク評価に関する研究 (5) 工学研究

研究の特徴

- ◆ 医学・生物研究で用いるヒト、動物及び細胞を対象としたばく露装置の開発、改良、保守等や疫学研究のためのばく露評価手法の開発とデータ取得作業等の取組を行うもの。
- ◆ 高品質なリスク評価のためには、電波ばく露量の正確な評価及び制御が必要不可欠であり、工学研究の役割は非常に大きい。
- ◆ 我が国では、これまでに医学・生物研究に工学者が積極的に関与し、世界的にも最高品質の電波ばく露装置及び電波ばく露評価技術により、我が国の医学・生物研究や国際疫学調査に貢献。

今後の研究の方向性

- ◆ 中間周波については、確立されている作用（特に刺激作用）のデータが十分でないため、生体組織の電気定数の不確かさ改善などが必要。確立されていない作用については、標準化された毒性試験のための電波ばく露条件及び電波ばく露装置の開発のための検討や複数の周波数による複合的な電波ばく露の影響評価用の電波ばく露装置の開発のための検討が必要。
- ◆ 高周波については、確立されている作用（熱作用）のデータについては十分に蓄積されてきている一方で、近年は、マイクロ波WPTによる、比較的短時間に高強度の電波が人体の一部に照射される状況が予想されているため、熱作用に基づく安全指針値の信頼性・有効性の向上が必要。確立されていない作用については、NTP研究のフォローアップなどが必要。
- ◆ 超高周波については、確立されている作用（熱作用）のデータが十分でないため、生体組織の電気定数の不確かさ改善や熱知覚モデルの開発・改良が必要。確立されていない作用についてのデータも不足しており、リスク評価に必要な医学・生物研究のための電波ばく露装置の開発及び電波ばく露評価が必要であり、特に、5Gの導入スケジュールを考慮し、喫緊の課題として検討を進めることが必要。

	中間周波	高周波	超高周波
人体の電波ばく露量評価技術	◎	△	◎
医学・生物研究のためのばく露装置開発及びばく露評価	◎	△※	◎

- ◎ : 日本で優先的に実施すべき課題
- : 日本で実施すべき課題
- △ : 日本で実施すべき課題だが優先度は低い
- × : 十分に実施済みであり、研究は不要
- － : 日本での研究は不可

※ NTP研究で用いられた反射箱型ばく露装置のばく露評価・改良については更なる検討が必要。

5 今後の研究の方向性 5.2 リスク管理に関する研究

研究の特徴

- ◆ 電波ばく露による健康影響から国民を防護するために、安全指針値を策定すること及びその値への適合性の確認（適合性評価）が目的。
- ◆ 安全指針値のうち電波防護指針の基礎指針値又は基本制限値は体内物理量で示され、健康影響の閾値に、低減係数を乗ずることで導かれる。管理指針値は、基礎指針値又は基本制限値を超えることがない体外の物理量で示した値。人体の電波ばく露等が最大となる条件に基づき決定。
- ◆ 適合性評価は、実際の電波利用システムが電波防護指針を満足していること（適合性）を確認することであり、高い信頼性と再現性が求められる。

安全指針値に関する今後の研究の方向性

- ◆ 中間周波については、刺激作用閾値のデータ蓄積が十分でなく、人体ばく露量の不確かさ評価を進めることが重要。また、国際ガイドライン間の不整合を解消すべく、安全指針値の定義の高精度化が必要。
- ◆ 高周波については、携帯電話等を中心に既に多くの研究が蓄積。一方、IoTの普及等、今後の電波利用シーンの多様化を踏まえた、安全指針値の定義の高精度化に取り組むことが重要。
- ◆ 超高周波については、電波ばく露が体表に集中しており、これまでの検討は、人体を単純な平面モデルと想定した基礎的なものがほとんどであるため、今後は人体ばく露量の高精度化や不確かさ評価に関する研究を推進すべき。また、国際ガイドライン間の不整合を解消すべく、安全指針値の定義の高精度化が必要。

適合性評価方法に関する今後の研究の方向性

- ◆ 中間周波については、国際標準化の動きや今後のEV用WPTの普及動向に鑑み、我が国が主導してきた適合性評価方法をベースとした、より適切な評価方法についての検討を進めるべき。また、将来的には、刺激作用の基本制限値（体内誘導電界強度）の直接測定に基づく適合性評価方法の開発と標準化に取り組むことが重要。
- ◆ 高周波については、マイクロ波WPTやIoTデバイス、ウェアラブルヘルスケアデバイスの開発・普及が今後見込まれるため、これらの新たなシステムに対する適合性評価方法の開発・国際標準化が必要。
- ◆ 超高周波については、比吸収率ではなく電力密度が安全指針値の指標として用いられており、5Gの導入に向け、携帯電話端末近傍の電力密度を評価するための新たな手法を早急に確立することが必要。将来的には、テラヘルツ波帯利用システムの評価方法についても開発に取り組むことが必要。

	中間周波	高周波	超高周波
人体の電波ばく露量評価技術 （安全指針値に関する研究）	◎	△	◎
電波防護指針適合性評価技術	◎	○※	◎

- ◎：日本で優先的に実施すべき課題
- ：日本で実施すべき課題
- △：日本で実施すべき課題だが優先度は低い
- ×：十分に実施済みであり、研究は不要
- －：日本での研究は不可

5 今後の研究の方向性 5.3 リスクコミュニケーションに関する研究

研究の特徴

- ◆ リスク分析の全過程において、リスク評価者、リスク管理者、消費者、事業者、研究者等、関係する人々の間での情報共有やコミュニケーションを通じて、電波の人体に対する安全性に関する国民の理解の深化に寄与。
- ◆ それにより、結果的には、国民が安全に安心して電波を利用することができる環境が醸成。

今後の研究の方向性

- ◆ 中間周波については、今後近い将来に、EV用WPTが普及することが想定され、同システムではこれまでにない大電力の電波を生活環境中で用いることから、導入時に人体の電波ばく露に対するリスク認知が高まる可能性がある。リスク管理を効果的に実施するため、特に、新たな電波利用システムの導入による人体の電波ばく露量の増加についての正確なモニタリングデータの取得等が必要。
- ◆ 高周波については、今後のIoTデバイスの普及により、生活環境や労働環境において、人体周辺に、多数のIoTデバイスが存在している場合の人体の電波ばく露が実態以上に増大するのではないかと不安等のリスク認知が高まる可能性がある。リスク管理を効果的に実施するため、特に、新たな電波利用システムの導入による人体の電波ばく露量の増加についての正確なモニタリングデータの取得等が必要。
- ◆ 超高周波については、5Gシステムやテラヘルツ波を含む新たな周波数帯における電波利用システムの導入が見込まれ、超高周波の電波による電波ばく露へのリスク認知が増大することが予想される。リスク管理を効果的に実施するため、特に、新たな電波利用システムの導入による人体の電波ばく露量の増加についての正確なモニタリングデータの取得等が必要。

	中間周波	高周波	超高周波
リスクコミュニケーションに関する研究	◎	◎	◎

- ◎：日本で優先的に実施すべき課題
- ：日本で実施すべき課題
- △：日本で実施すべき課題だが優先度は低い
- ×：十分に実施済みであり、研究は不要
- －：日本での研究は不可

6 総括ロードマップ

2019年

2025年

EHC・ICNIRP(中間周波)
への成果入力※

2030年

EHC・ICNIRP(高周波・
超高周波)への成果入力※

2040年

※2040年以降も随時成果を入力

がんを含む疾病との関連についての症例対照研究

刺激作用の閾値の調査、接触電流の調査等について実測
とシミュレーション技術を用いた研究

確立されていない作用の評価に必要な
研究方法の標準化

第1世代、第2世代携帯電話システム利
用者の晩発性疾病に関する研究

NTP研究の確認研究

超高周波の電波ばく露と温熱感覚・痛覚の閾
値に関する研究

実環境であり得る環境条件を考慮した電波によ
る眼障害閾値に関する研究

確立されていない作用の評価に必要な
研究方法の標準化

標準化手法に基づく中間周波の電波ばく露の影響に関する動物研究

標準化手法に基づく中間周波の電波ばく露の影響に関する細胞研究

ビッグデータ等を利活用した、
がんに関する症例対照研究

高周波と超高周波の複合的な電波ばく露の生理
応答に関する研究

テラヘルツ波電波ばく露の熱作用に関する研究

標準化手法に基づく超高周波の電波ばく露の影響に関する動物研究

標準化手法に基づく超高周波の電波ばく露の影響に関する細胞研究

今後利用される可能性のある電波利用技術（～
3THz）の熱作用の反応閾値に関する研究

安全指針値定義（平均化領域・平均時間等）の高
精度化

WPTの適合性評価方法の改良・標準化

安全指針値定義（平均化領域・平均時間等）の高
精度化

マイクロ波WPTの適合性評価方法の開発と標準化

安全指針値定義（平均化領域・平均時間等）の高
精度化

5G等の適合性評価方法の開発と標準化

安全指針値根拠（閾値（人体への電波ばく露
量））の不確かさ評価

基本制限（体内誘導電界）の直接測定に基づく適合性評価方法の開発と標準化

安全指針値根拠（閾値（人体への電波ばく露
量））の不確かさ評価

IoT・ウェアラブルヘルスケアデバイスの適合性評価方法の開発と標準化

安全指針値根拠（閾値（人体への電波ばく露量））の不確かさ評価

安全指針値の拡張（上限周波数をテラヘルツ波に拡張）

テラヘルツ波利用システムの
適合性評価方法の開発と標準化

電波ばく露レベルモニタリングデータの取得・蓄積・活用

全期間を通じて、
国際規格等に随時反映

7 生体電磁環境に関する研究の更なる発展に向けて

研究の品質・手法、人材育成等

- ◆ 健康リスクを適切に評価するためには、質の高い研究に基づく科学的根拠が必要であるため、研究担当者は、WHOの研究アジェンダ1998に示された「高品質の電磁界研究に関するガイドライン」等の研究の品質確保に関するガイドラインに沿って研究を進めるべき。
- ◆ 研究品質の維持・向上のために、医学・生物学と工学が連携して研究を進めるための方策を検討することが重要。一方、本分野は医学・生物学系の研究者による認知度が低いため、医学・生物学系学会での周知等により、医学・生物学系研究者を呼び込むことが重要。本分野に習熟した工学研究者は限られており、その育成も喫緊の課題。
- ◆ 研究における指標や電波ばく露条件の整合を図るなど、研究の系統化が非常に重要であり、国際的に合意形成された標準的な実験体系の構築が必要。

研究の国際連携

- ◆ GLORE（電磁界の健康影響に関する国際コーディネイト会合）の機能を強化し、WHOに加えて、研究調整機能を持たせること等を通じて、国際的枠組みによる連携強化を図っていくことが重要。

長期的な見地からの研究課題や周波数横断的な研究課題等

- ◆ 将来的には、熱作用及び刺激作用が同時に発生する場合の健康影響評価についても検討することが重要。加えて、複数の周波数帯の電波による複合的な電波ばく露や、他の物理的・化学的な因子との複合的な電波ばく露についても検討することが望ましい。
- ◆ 新たな無線システムの開発に合わせて健康リスク評価を開始すると、技術の完成と健康リスク評価完了までの間にタイムラグが生じる可能性が高いため、将来的には、いくつかの標準的な電波ばく露モデルを構築し、前もってこれらの標準的な電波ばく露モデルに対する検討を行うことで、健康リスク評価の迅速化・効率化が期待できる。
- ◆ 将来的には、国際的なガイドラインの動向を踏まえつつ、電波防護指針の適用範囲の拡充に資する研究についても取り組んでいくことが期待される。