

## <基本計画書>

### 生体電磁環境研究

#### 1 目的

電波の生物学的影響に関する研究を実施し、電波が人体へ及ぼす影響を科学的に解明する。それにより、国民の電波利用に関する不安を解消し、より安全に安心して電波を利用できる環境を確保することを目的とする。

#### 2 政策的位置付け

我が国では、電波の人体への安全性に関して、電波防護指針を策定し、これに基づき電波法令による規制を行うことにより、適切な電波利用環境を確保している。電波防護指針における基準値等は、国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）※が策定した国際的なガイドラインと同等なものであり、国際的な整合性が確保されている。また、平成9年度から平成18年度までにかけて「生体電磁環境研究推進委員会」を開催し、平成19年に10年間の研究成果を報告書に取りまとめたところである。

現在、我が国では、引き続き電波が人体へ及ぼす影響に関する研究を推進するとともに、電波防護指針の評価・検証を行うことを目的として、「生体電磁環境に関する検討会」を開催している。また、世界保健機関（WHO）は、電波の健康リスク評価のために優先的に実施すべき研究課題を設定しており、これに基づき国内外の研究機関による研究が進められている。さらに、ICNIRPでは電波ばく露に対する国際的ガイドラインの改定作業が進められている。

本研究では、こうした国内外の動向を考慮して、電波防護指針の評価・検証や国際ガイドラインの改定等に資するために必要な研究を実施するものである。

※…International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection。ICNIRPが定める電波防護ガイドラインはWHO（世界保健機関）が推奨しており、多くの国が電波防護基準として採用している。

#### 3 研究内容及び実施期間

- (1) 課題1 ミリ波ばく露時の温熱知覚閾値に関する研究  
（平成27年度から3年間）（別添1のとおり）
- (2) 課題2 無線通信等による電波ばく露の定量的実態把握と脳腫瘍の罹患状況に基づくリスク評価  
（平成27年度から3年間）（別添2のとおり）
- (3) 課題3 中間周波数帯の電磁界（特に100kHz帯の磁界）における非熱的生体作用の検討  
（平成27年度から3年間）（別添3のとおり）

#### 4 その他

提案に当たっては、本基本計画書に記されている到達目標に対する達成度を毎年度評価することが可能となるよう、具体的な評価項目を設定すること。さらに、各評価項目に対して毎年度の数値目標を定めること。

また、本調査研究において実用的な成果を導出するための共同研究体制又は研究協力体制について、研究計画書の中にできるだけ具体的に記載すること。

(1) 課題名  
ミリ波ばく露時の温熱知覚閾値に関する研究

(2) 実施期間  
平成 27 年度から平成 29 年度までの 3 年間

(3) 概要

近年、ミリ波帯における電波利用が拡大しつつあるが、ミリ波帯における生体電磁環境研究は、これまで十分に実施されてきたとはいえ、現行の電波防護指針のミリ波帯における指針値の根拠等には、より明確化を図るべき点がある。

具体的には、下記の 3 点の課題が挙げられる。1 点目は、3 GHz 以上（～300 GHz まで）の電波防護指針の基礎指針 4 (b) の根拠となる温感知覚及び熱痛知覚の閾値のデータは、2.45GHz、3GHz のデータのみが引用されているにとどまっており、その特性は必ずしも明確でないことである。2 点目は、指針値として適用されている入射電力密度の空間平均についての定義が明確にされていないことである。3 点目は、電波防護指針と ICNIRP や IEEE 等の国際ガイドライン間では、許容値や平均時間等の条件がお互いに異なっていることである。

近年、これらの課題に対応するため、マイクロ波帯からミリ波帯における温感知覚及び熱痛知覚に関する実験等が行われているが、周波数、照射面積及び照射時間などについて限られた条件で実施されているなど、研究データは必ずしも十分に集積されていない状況である。

そのため、本研究課題では、対象周波数帯（10GHz-300GHz を対象とするが、実際に利用が進んでいる 10GHz-100GHz を特に重点的に研究することとする。以下同じ。）における電波防護指針値の根拠をより明確化し、電波防護指針への適合性を適切に評価できるようにすることを目的として、対象周波数帯における温熱知覚閾値（熱痛の閾値を含む。以下同じ。）実験を行う。具体的には、被験者に対してミリ波帯の電波を正確にばく露し、ミリ波ばく露時の熱痛を含む温熱知覚閾値のデータを取得することにより、その特性を明らかにする。

なお、3GHz-10GHz の周波数帯については、既に先行研究が一定程度行われている。また、人体防護が特に問題となると考えられる近傍波源による局所ばく露についても、局所吸収指針の 6GHz までの拡張、6GHz-10GHz における局所的な熱作用についての別途の委託研究の実施等により、既に対応が進められている。したがって、本研究課題では対象周波数帯としない。

(4) 検討課題

- ① 対象周波数帯において温熱知覚閾値の実験を実施し、温熱知覚閾値の照射時間、照射面積等への依存性及び周波数特性を明らかにするための測定データを取得する。実験における被験者の選定方法・人数等については、性別・年齢等による閾値の差異についての検証が可能となるよう適切に設定する。また、周波数特性について十分な検討が可能になるよう、測定周波数の選定を適切に行う。さらに、被験者に照射される入力電力密度・温度上昇等について詳細なばく露評価を行う。
- ② ①の実験の実施に際しては、過去の関連研究を精査することにより、課題や問題点を明確にした上で、周波数、照射面積、照射時間、被験者の性別・年齢等による温熱知覚閾値の差異について十分に検証することが可能となる実験手順を策定する。また、

適切な安全装置を備え、被験者に対象周波数帯の電波を正確にばく露するための装置を開発する。

- ③ ①の実験及びばく露評価から、温熱知覚閾値を統計的に評価する。
- ④ これらの検討を踏まえて、対象周波数帯における電波防護指針値の根拠の妥当性について検討する。

(5) 到達目標

<最終年度末>

- ① 健常者に対して対象周波数帯の温熱知覚実験を実施すること。温熱知覚閾値についての十分な数の定量的なデータを取得し、その照射面積、照射時間、周波数及び被験者の性別・年齢等への依存性を明らかにすること。また、被験者に照射された入力電力密度・温度上昇等について詳細なばく露評価を行うこと。
- ② ①に必要な対象周波数帯の電磁波を人体に安全に照射するための装置を開発すること。
- ③ ①の実験及びばく露評価から、対象周波数帯における温熱知覚閾値を統計的に評価し、電波防護指針値の根拠の妥当性について検討すること。
- ④ 研究成果を学術雑誌や国際会議等に投稿すること。

## (1) 課題名

無線通信等による電波ばく露の定量的実態把握と脳腫瘍の罹患状況に基づくリスク評価

## (2) 実施期間

平成 27 年度から平成 29 年度までの 3 年間

## (3) 概要

日常生活における電波の健康リスクについては、確たる科学的証拠はないが、その可能性には注意を払い、継続的にリスク評価を行うべきである。疫学的研究はこのリスク評価において重要な要素の一つとなるが、その実施においては、日常生活における電波ばく露の実態をできる限り定量的かつ正確に把握した上で行うことが求められる。そのため、近年の無線通信の進歩に伴い急激に複雑化・多様化している電波利用環境においても、電波ばく露の実態を可能な限り正確に把握しなければならない。

本研究課題では、日常生活における電波ばく露の実態をより定量的に把握する方法を開発するとともに、脳腫瘍の罹患状況を考察することにより、電波の健康リスクについての疫学的研究の精度を高めることを目的とする。また、電波の健康リスクに関する国際的研究と連携しつつ、集積したデータの整理・分析を行うことにより、国際的な電波の健康リスク評価に貢献する。

## (4) 検討課題

- ① 測定及び推定により、現実の日常環境における多様な電波による人体ばく露を可能な限り正確かつ定量的に把握する。
- ② ばく露評価の精度が電波の健康リスクについての疫学的研究に及ぼす影響を定量的に評価する。
- ③ 携帯電話端末からの電波の健康リスクについての先行する疫学的研究で収集されたデータについて、②の評価を踏まえて解析を行う。
- ④ 電波による脳腫瘍発症のリスクについて、ばく露応答関係モデルを仮定し、推定される傾向をシミュレーションにより明らかにする。さらに、全国がん登録の総脳腫瘍、聴神経腫瘍、髄膜腫、神経膠腫の罹患状況の調査を行い、過去の登録データとともに、予想される傾向との比較を行う。
- ⑤ 国際的な疫学的研究（欧州の GERoNiMO、韓国の Mobi-Kids 等）と情報共有・連携を行い、集積したデータの整理・分析を行う。

## (5) 到達目標

<最終年度末>

- ① 日常の環境における多様な電波による人体ばく露を、測定及び推定により定量的に示すこと。
- ② ばく露評価の精度が電波の健康リスクに関する疫学的研究に及ぼす影響を定量的に示すこと。

- ③ 国際的な研究と連携し、集積したデータを整理・分析すること。それにより、研究の国際的協調に寄与すること。
- ④ 発がんが長期にわたる過程であることを考慮し、電波ばく露と疾病との関連を研究する際の要件を示すこと。
- ⑤ 研究成果を学術雑誌や国際会議等に投稿すること。

## (1) 課題名

中間周波数帯の電磁界（特に 100kHz 帯の磁界）における非熱的生体作用の検討

## (2) 実施期間

平成 27 年度から平成 29 年度までの 3 年間

## (3) 概要

中間周波数帯（周波数 300Hz～10MHz）は、ワイヤレス電力伝送システム（WPT）の普及など、今後の利用が増加することが見込まれている。この周波数帯においては、電波の急性影響（刺激作用及び熱作用）に関して既知であるが、それ以外の生体作用（以下「非熱的生体作用」という）の可能性を検討した研究事例は稀少なため、今後の研究の更なる進展が求められている。

そのため、本研究課題は、中間周波数帯における非熱的生体作用の有無及び作用メカニズムに関する調査研究を実施することにより、当該周波数帯のリスク評価に資することを目的とする。特に、電気自動車（EV）用 WPT 等により利用の拡大が見込まれる 100kHz 帯において、ICNIRP ガイドラインの刺激作用に基づく基本制限値以下の磁界による非熱的生体作用が健康影響を及ぼす可能性の有無を明らかにする。

## (4) 検討課題

- ① 中間周波磁界がばく露された際の非熱的生体作用の有無について、動物実験により検討する。検討項目に関しては、生理学・生化学・分子生物学的指標に加え、行動学的影響に関する指標についても検討を行う。この動物実験においては、検討項目の妥当性及び実験の再現性・信頼性が確保され、当該周波数の磁界による非熱的生体作用の有無を科学的に示すことが可能な計画を策定し実施する。
- ② ①の動物実験のため、実験動物に中間周波磁界をばく露する装置を開発する。この装置は、電界による影響との混同を排除するため、周辺に発生する電界の非熱的生体作用についても検討できるものとする。ばく露装置の開発に当たっては、シミュレーション解析により、ICNIRP が定める体内誘導電界強度の基本制限値程度のばく露が可能な仕様とする。

## (5) 到達目標

<最終年度末>

- ① 100kHz 帯の中間周波磁界のばく露に関する動物実験を実施し、中間周波磁界の非熱的生体作用の可能性の有無に関するデータを取得すること。
- ② 動物体内に ICNIRP ガイドライン基本制限値相当の誘導電界を発生させる 100kHz 帯の磁界ばく露装置を開発すること。この際、他の物理的要因（電界、超音波、温度、湿度など）が実験結果に与える影響についても検討を行い、ばく露群と対照群が磁界以外について同様な環境となるようにすること。
- ③ 実験動物の数値モデルによるばく露評価を行い、動物実験におけるばく露量・誘導量を定量的に示すこと。

- ④ 上記の結果を基に、100kHz 帯において、ICNIRP ガイドライン基本制限値相当の誘導電界を発生させる磁界にばく露された場合の非熱的生体作用による健康影響の可能性の有無に関して検討すること。
- ⑤ 研究成果を学術雑誌や国際会議等に投稿すること。