

<基本計画書>

電波の人体への安全性に関する評価技術

1. 目的

電波の安全性に関して、我が国では国際的なガイドラインを参考に電波防護指針を策定しており、電波法により電波防護指針に基づく規制を行い、適切な電波利用環境の確保に務めている。一方で、世界保健機関(WHO)等の国際機関では、現状の国際的なガイドラインの妥当性を認めつつ、近年の電波利用技術のより一層の普及状況を考慮し、国際的なガイドラインの信頼性をより強固とするための更なる研究の必要性を勧告しており、我が国の生体電磁環境研究推進委員会がとりまとめた最終報告書(平成19年4月)においても、今後も科学的データの信頼性の向上を図り、電波の安全性評価に関する研究を進めていくことが重要であるとしている。

また、電波防護指針が対象とする様々な電波ばく露条件のうちの一部については未だ国際的に適合性確認方法が確立しておらず、今後の周波数利用拡大に向けた適切な電波防護規制の導入が困難となっている。したがって、電波が生体に与える影響を明らかにし、適切な電波防護指針レベルを設定する必要がある、運用にあたっては、実際の無線局から発射されている電波の強さが電波防護指針値以下であることを確認する技術の確立が必要がある。

上記の課題に対応するため、本業務では、実際の無線局から発射されている電波の強さが電波防護指針値以下であることを確認する技術の確立、電波が生体に与える影響を明らかにするための生物実験用ばく露装置等の開発、改良及び保守をすることを目的とする。その他、本業務に関する標準化会議や学術会議等に参加し、最新動向の調査を行うとともに、調査研究結果を国際標準や国際ガイドラインの策定・改定作業に寄与することを目的とする。

2. 政策的位置付け

電波の人体防護に関しては、平成2年6月に電気通信技術審議会(以下「電技審」という。現在の「情報通信審議会情報通信技術分科会」に該当する。)が、それまでの研究・知見を基に諮問第38号「電波利用における人体の防護指針」を答申した。その後、携帯電話等の電波利用機器の急激な普及を受けて、平成9年4月に電技審は当該答申の一部を改定する諮問第89号「電波利用における人体防護の在り方」を答申している。当該答申では、無線局の運用及び管理の安全を確保するために防護指針の強制規格化が有効であること、防護指針の根拠となる基礎データの蓄積、測定法の検討、各国の基準との整合性が重要であることを指摘している。これらを受け、総務省(旧郵政省)では平成11年4月に電波の強度に関する安全施設の設置を、平成14年6月から人体頭部に吸収されるエネルギー量の許容値の遵守を、それぞれ制度化し、規制を行っている。

また、生体電磁環境研究推進委員会の最終報告書では、世界保健機関(WHO)における優先的研究課題を踏まえた今後取り組むべき研究課題等が示されており、医学・生物実験やばく露評価等についての研究課題を着実に実施し、世界保健機関(WHO)や国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)における健康リスク評価や国際的なガイドラインの改訂作業等に貢献することが必要とされている。さらに、現在、国際電気通信連合(ITU)および国際電

気電子標準委員会(IEC)において、国際的なガイドラインの適合性評価方法に関する標準化作業が進められており、これらの標準化が我が国の電波利用環境や電波防護規制に対応するように、電波防護指針値の適合性評価技術の確立に向けた研究・開発を推進し、国際標準化活動に適切に寄与していく必要がある。

さらに、電波法の一部を改正する法律(平成20年5月30日法律第50号)において、電波利用料の使途として、電波法第103条の2項第4項第4号に「電波の人体等への影響に関する調査」が明記されたところである。

3. 目標

近年の電波利用環境(近年利用が拡大している携帯電話等の身体に近接して使用する無線端末等や無線タグ等からの電波ばく露、公衆の関心が高い携帯電話基地局や放送局からの電波ばく露、今後利用が見込まれる準ミリ波・ミリ波帯電波へのばく露等)における人体の電波ばく露量評価技術について調査研究を行なう。また、これらの電波利用環境下における電波防護指針値への適合性評価技術を確立するための調査研究を行なう。さらに、電波の人体等への安全性に関する医学・生物実験のためのばく露装置の開発・改良・保守及び関連するばく露評価作業を行なう。

4. 調査研究内容

(1) 概要

近年の電波利用環境における人体の電波ばく露量評価のために、詳細な解剖学的構造を有する数値人体モデルの開発・改良を行ない、これらの数値人体モデルを用いた大規模数値シミュレーションを実施する。また、生体組織の電気定数や電波ばく露量測定技術についての調査研究を行なう。

携帯電話端末、携帯電話基地局等の無線設備を対象とした電波防護指針適合性評価技術に関する調査研究を行なう。特に測定装置の較正方法や不確かさ評価に関して詳細な検討を行なう。

電波の安全性に関する医学・生物実験のためのばく露装置の開発・改良・保守及び関連するばく露評価作業を行なう。なお、対象とする医学・生物実験は、総務省が別に契約する「生体電磁環境研究に関する業務の請負」における生体電磁環境研究課題(案)(別添1)とする。

(2) 検討課題及び到達目標

検討課題

ア 人体の電波ばく露量評価技術

理論・数値解析による評価方法

MRI 画像に基づいた成人男女や小児の全身数値モデルや妊娠女性全身数値モデルを用いて、ミリメートル分解能で人体全身を考慮した大規模数値シミュレーションを実施し、小児及び胎児等を含む様々な人体に対する詳細な電波ばく露量評価方法について検討する。さらに、中間周波数帯(300Hz から 10MHz)での電磁界ばく露、列車やエレベータ等の準シールド環境下における電波ばく露、体内植え込み型医療機器等を有する人体の電波ばく露等におけるばく露評価方法について検討する。

実験測定による評価方法

中間周波数帯からミリ波帯における生体組織の電気定数について検討する。また、電子タグシステム等から発生する中間周波数帯の磁界を対象とした計測システ

ムについて検討を行なう。VHF 帯/UHF 帯における全身 SAR・足首 SAR 特性評価を目的とした人体ファントム等について検討を行なう。温度計測に基づく SAR 測定の高精度化について検討を行なう。

イ 電波防護指針適合性評価技術

適合性評価用測定装置

電波防護指針適合性評価用の SAR 測定システム、近傍電磁界計測システム、誘導電流計測システム及び測定施設等の整備・改良・保守を行ない、測定システムの円滑な運用と評価結果の信頼性向上を図る。

SAR プローブ較正装置

電波防護指針適合性評価に用いる SAR 測定用プローブの較正システムの保守及び改良を行なうとともに、国際規格等に準拠した不確かさ評価や国内外の計測機関との相互比較実験を実施し、較正システムの円滑な運用と較正結果の信頼性向上を図る。また、次世代以降の携帯無線端末評価のための SAR プローブ較正システムについての検討を行なう。

無線局周辺電磁界評価装置

携帯電話基地局等の固定無線局周辺の電波強度が電波防護指針に適合していることを評価する方法について検討する。

ウ 医学・生物実験のためのばく露装置及びばく露評価

小動物ばく露装置

電波防護指針の根拠となる電波の生体影響を再検証するための、マイクロ波帯及びミリ波帯電波を実験動物にばく露するためのばく露装置を開発・保守・改良を行なう。なお、本件は総務省が別に契約する「生体電磁環境研究に関する業務の請負」における生体電磁環境研究課題(案)(別添1)の研究用ばく露装置とする。

細胞用ばく露装置

マイクロ波帯及びミリ波帯電波を培養細胞にばく露するためのばく露装置の改良・保守を行なう。なお、本件は総務省が別に契約する「生体電磁環境研究に関する業務の請負」における生体電磁環境研究課題(案)(別添1)の研究用ばく露装置とする。

ヒトへの影響に関する調査用ばく露装置及び疫学調査のためのばく露評価

電波の健康影響評価のための疫学調査におけるばく露評価やヒトボランティア実験のためのばく露装置の開発・保守・改良を行なう。なお、本件は総務省が別に契約する「生体電磁環境研究に関する業務の請負」における生体電磁環境研究課題(案)(別添1)の研究用ばく露装置及び疫学調査用通話記録機能付き携帯電話端末とする。

到達目標

近年の電波利用環境（近年利用が拡大している携帯電話等の身体に近接して使用する無線端末等や無線タグ等からの電波ばく露、公衆の関心が高い携帯電話基地局や放送局からの電波ばく露、今後利用が見込まれる準ミリ波・ミリ波帯電波へのばく露等）における人体の電波ばく露量評価のために、詳細な解剖学的構造を有する数値人体モデルの開発・改良を行ない、これらの数値人体モデルを用いた大規模数値シミュレーションを実施する。また、生体組織の電気定数や電波ばく露量測定技術についての調

査研究を行なう。

携帯電話端末、携帯基地局等の無線設備を対象とした電波防護指針適合性評価技術に関する調査研究を行なう。特に、測定装置の較正方法や不確かさ評価に関して詳細な検討を行なう。

電波の安全性に関する医学・生物実験のためのばく露装置の開発・改良・保守及び関連のばく露評価作業を行なう。

なお、上記の目標を達成するに当たっての今年度の目標については、総務省が平成21年度に別に契約する予定の「生体電磁環境研究に関する業務の請負」における生体電磁環境研究課題(案)も踏まえ、以下の例を想定している。

(例)

<平成21年度>

ア 人体の電波ばく露量評価技術

理論・数値解析による評価方法

これまでに成人モデルを変形した小児モデルが開発されているが、小児のMRI画像に基づく小児モデルを構築する。これまでに開発してきた数値人体モデルの同定組織の追加、空間分解能の向上などを実施する。これらの数値人体モデルを用いた大規模数値シミュレーションを実施し、人体の電波吸収特性の評価方法の高精度化や不確かさについて検討する。

また、中間周波数帯電磁界への人体ばく露量の評価方法やエレベータ等の準シールド環境下における電波ばく露量の評価方法について、計算手法の高速・効率化および計算環境の増強を図り、より複雑な環境への適用を可能とするための検討を行なう。さらに、これまでに使用されてきた体内植え込み機器を有する数値人体モデルについて、より現実的なペースメーカーモデルを組込むことで、体内植え込み機器を有する人体の電波ばく露評価方法の高精度化について検討する。

実験測定による評価方法

これまでに利用されている電気定数測定システムを整備し、さらに測定誤差要因の特定・改善を図り、高精度な生体組織の電気定数データを取得する。また、電子タグシステム等から発生する中間周波数帯電磁界の測定方法について調査研究を行ない、電子タグシステム等から発生する電磁界分布の測定データを取得する。さらに、カロリメータを用いたSAR測定方法について誤差要因の特定・改善による高精度化について検討する。

イ 電波防護指針適合性評価技術

適合性評価用測定装置

電波防護指針適合性評価用のSAR測定システム、近傍電磁界計測システム、誘導電流計測システムおよび測定施設等の整備・不確かさ評価や再現性の改善・保守を行ない、測定システムの円滑な運用と評価結果の信頼性向上を図る。

SARプローブ較正装置

電波防護指針適合性評価に用いるSAR測定用プローブの較正システムの保守及び不確かさ評価や再現性の改善を行なうとともに、国際規格等に準拠した不確かさ評価や国内外の計測機関との相互比較実験を実施し、較正システムの円滑な運用と較正結果の信頼性向上を図る。また、次世代以降の携帯無線端末評価のために開発中のSARプローブ較正システムの誤差要因の特定・改善や不確かさ評価を行ない、実

際に SAR プローブの較正データを取得する。

無線局周辺電磁界評価装置

第三代携帯電話で使用されている広帯域変調信号の測定を可能とする電磁界測定システムを整備・不確かさ評価や再現性の改善を実施し、基地局周辺の電磁界測定データを取得し、測定条件についての検討を実施する。

ウ 医学・生物実験のためのばく露装置及びばく露評価

小動物ばく露装置

電波防護指針の根拠となる電波の生体影響を再検証するための、マイクロ波帯及びミリ波帯電波を実験動物にばく露するためのばく露装置の開発・保守・不確かさ評価や誤差要因の特定・改善、周波数帯の拡張を行なう。なお、本件は総務省が別に契約する「生体電磁環境研究に関する業務の請負」における生体電磁環境研究課題(案)(別添1)の研究用ばく露装置とする。

細胞用ばく露装置

マイクロ波帯及びミリ波帯電波を培養細胞にばく露するためのばく露装置の不確かさ評価や誤差要因の特定・改善、周波数帯の拡張及び保守を行なう。なお、本件は総務省が別に契約する「生体電磁環境研究に関する業務の請負」における生体電磁環境研究課題(案)(別添1)の研究用ばく露装置とする。

ヒトへの影響に関する調査用ばく露装置及び疫学調査のためのばく露評価

電波の健康影響評価のための疫学調査におけるばく露評価やヒトボランティア実験のためのばく露装置の開発・保守・不確かさ評価や誤差要因の特定・改善、周波数帯の拡張を行なう。なお、本件は総務省が別に契約する「生体電磁環境研究に関する業務の請負」における生体電磁環境研究課題(案)(別添1)の研究用ばく露装置及び疫学調査用通話記録機能付き携帯電話端末とする。

5. 実施期間

平成21年度の1年間

6. その他

(1) 提案及び調査研究にあたっての留意点

提案に当たっては、基本計画書に記されている目標に対する達成度を評価することが可能な具体的な評価項目を設定し、各評価項目に対して可能な限り数値目標を定めるとともに、電波防護指針適合性評価技術に関しては関連の国際標準化活動への寄与見込み等を記載して、提案すること。

評価技術の調査研究の実施に当たっては、関連する要素技術間の調整、成果の取りまとめ方等、研究開発全体の方針について幅広い観点から助言を頂くとともに、実際の研究開発の進め方について適宜指導をいただくため、学識経験者、有識者等を含んだ研究会等に出席し、意見交換を行うこと。

また、本評価技術の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。本評価技術の調査研究で確立した技術の普及啓発活動を実施すると共に実用に向けて必要と思われる調査研究課題への取組も実施し、その活動計画・方策については具体的に提案書に記載すること。

(2) 調査研究の実施にあたっての留意点

本件調査研究の実施に必要な機材のうち別添2に記載されている機材については、総務省から受託者へ貸し出しが可能である。なお、手続きや取り扱いに関する詳細については「総務省所管に属する物品の無償貸付及び譲与に関する省令」に従うこと。

平成20年度に実施した「無線局の運用における電波の安全性に関する評価技術のうち『電波の人体への安全性に関する評価技術』の業務の請負」の業務請負業者から実施状況を聴取の上、提案を行うこと。また、平成22年度以降の受託業者が円滑に業務を実施できるよう平成21年度業務を完結し、引き継ぎを実施すること。平成21年度実施状況については、平成21年12月末の状況を平成22年1月末まで報告すること。

生体電磁環境研究課題(案)

1 ヒトへの影響に関する研究

(1) 携帯電話端末からの電波によるヒトの眼球運動への影響

(平成 21 年度研究実施額：14 百万円以内(消費税込み))

電波がヒトの注意力・反応時間に影響を与えるのではないかということについて、世界保健機関(WHO)でも検討すべき項目の上位に上がっている。そのため、目で何かを追いかけて、それを捕らえる等の機能を有している眼球運動に関して、携帯電話端末の使用前後において分析を行う。具体的には、サッカード(saccade)^{※1}という運動の細かい変化などを正確に分析するため、外界の影響を受けやすいアンチサッカード(anti saccade)、キュー有りサッカード(cued saccade)及びオーバーラップサッカード(overlap saccade)への影響に関する研究を次のとおり行う。

ア 携帯電話端末を想定した正確な電波ばく露を行う。

イ 被験者にブラインドで、電波ばく露と偽ばく露を行う。

ウ ばく露及び偽ばく露の2条件において、反応時間・運動の空間的正確さ・エラー反応の頻度についてばく露条件の差異を分析する。

エ 平成 21 年度は、これまでに実施したアンチサッカード、キュー有りサッカードおよび磁気刺激に続き、オーバーラップサッカードの試験において、携帯電話端末からの電波が眼球運動と密接に関連する中枢神経部位に影響を与えるかについて解析する。

オ これまでに実施したすべての眼球運動に関する研究のまとめを行う。

(2) 携帯電話からの電波の睡眠に対する影響

(平成 21 年度研究実施額：20 百万円以内(消費税込み))

睡眠は動物にとって重要な機能であり、十分な睡眠がとれないと中枢神経機能のみならず、内分泌機能をはじめとする全身の機能に障害を生じる可能性がある。平成 19 年には、携帯電話使用直後に睡眠をとると、眠りに落ちるまでに長い時間がかかり熟眠しにくくなるという報告がされた。この事実は重要な問題であると考え、睡眠に対して携帯電話の電波が影響を与えないかを検討するための研究を次のとおり行う。

ア 健康者ボランティアを対象として、温度・湿度・空調などが管理された環境において3日間の睡眠実験を行う。

イ 携帯電話端末を使用した場合を想定した正確なばく露を行う。

ウ 別途指定する方法により選抜された被験者に、第一夜は順化、第二夜、第三夜は偽ばく露、実ばく露後の睡眠中の脳波、体動、生理学的指標の変化についての検討を行う。

エ 実験結果から、携帯電話端末の電波による睡眠への影響について検討する。

オ なお、被験者の選定の業務については、総務省が別に請け負わせて実施する。

2 疫学調査

小児・若年期における携帯電話端末使用と健康に関する疫学調査【小児脳腫瘍の症例対照研究】

(平成 21 年度研究実施額：30 百万円以内(消費税込み))

これまで実施された疫学調査は、成人を対象とした症例対照研究であったが、近年、小

※1 サッカード：視野にあるものに視線を移す眼の速い動き。

児・若年期の携帯電話端末使用が急速に普及が進んでいること、解剖学的、生物学的な特徴に成人との違いが考えられること、将来にわたって長期に使用を続ける可能性が高いことなどを考慮し、小児・若年期における携帯電話端末使用と健康に関する疫学調査を次のとおり行う。

ア 研究手法は、コホート研究を用いて、コホート内の発症者を症例群、コホート内の非発症者を対照群とするデザインで実施する。さらに、コホート研究として、脳腫瘍以外にも入院が必要となった疾患については情報収集を行い、コホート研究としての解析を目指す。

イ 症例は新規に脳腫瘍及びその他の腫瘍性疾患と診断された患者とし、必要症例数を検討した上で全国規模での症例収集を行う。

ウ 対照は、性別、年齢、居住地域をマッチさせた健常児を選出する。

エ WHO(世界保健機構)による共同研究となる可能性があることから、WHO 又は既に研究を開始している欧州での研究者と緊密に連絡を取り合いながら研究を推進する。

オ 調査を実施するために必要な調査票等の策定と評価を行う。

カ 成長に伴う小児の頭部形状や構造の変化を考慮した詳細なばく露評価手法の検討を行う。

キ コホート研究は「成人の携帯電話使用者の追跡調査研究」に成果が活用できるよう留意しつつ、研究を推進する。

3 動物実験

(1) 2GHz 帯電波の多世代ばく露の脳の発達及び脳機能への影響

(平成 21 年度研究実施額：35 百万円以内(消費税込み))

2GHz 帯電波の多世代ばく露による脳の発達及び脳機能への影響を明らかにするため、感受性が高いとされる胎児及び乳幼児のラットへの全身ばく露実験を次のとおり行う。

ア 対象動物は雌雄の品質が管理されたラットを使用する。

イ 正確に電波ばく露できる装置により、次の実験を行う。

(ア) 妊娠初期よりばく露(1 日 20 時間)を行い、出産後は離乳まで母親と同居させながらばく露を行う。

(イ) 離乳後は適切な匹数に分け、ばく露を行う。

(ウ) 生殖可能週齢(12 週齢)に達したところで、ばく露を受けた雄と雌同士を掛け合わせ、妊娠を確認した雌に対して全身ばく露を行う。これを 2 回(3 世代まで)行う。

ウ 対照として、偽ばく露群と非ばく露群を置く。

エ エンドマーカ―としては成長、生殖能力への影響を検討する。なお、このエンドマーカ―に関連する臓器については、詳細な病理組織学的解析を行う。

オ 平成 21 年度は、平成 20 年度に開始した 2 回目試験の 8 週齢以降の継続して行う。

(2) ミリ波、準ミリ波帯電波の眼部ばく露による影響の指針値妥当性の再評価(平成 21 年度研究実施額：23 百万円以内(消費税込み))

電波ばく露の影響を受けやすい器官と考えられている眼、特に眼球について、今後、日常での利用が見込まれるミリ波帯電波による水晶体、角膜に対する影響を調査するため、動物(家兎)を用いた実験を次のとおり行い、電波防護指針の妥当性を評価する。

ア 動物(家兎)の眼球のみに局所的に電波ばく露できる装置により、次の実験を行う。

(ア) 40GHz 及び 60GHz 帯の電波ばく露による眼傷害発生レベル、傷害の程度、ばく露

時間への依存性を検証し、電波防護指針の根拠となる閾値を検索する。

(イ) 76GHz-77GHzの電波ばく露によるデータを取得し、電波防護指針の根拠となる閾値を検索する。

(ウ) 眼球表面の乾燥現象による角膜上皮傷害と電波ばく露特有の所見を明確に区別するほか、角膜以外の眼組織傷害発現の可否を解明する。

イ 傷害の程度、発現部位、治癒過程等について、これまでの研究報告結果との差異を確認し、影響の評価を行う。

ウ 本研究の実施に必要なサーモグラフィカメラの仕様を検討すること。検討結果による仕様について主管係と協議の上、総務省から支給する。

(3) 頭部局所電波ばく露の及ぼす生体影響評価とその閾値の検索

(平成 21 年度研究実施額：11 百万円以内(消費税込み))

頭部局所電波ばく露が脳に及ぼす生体影響を、影響が生じうるばく露量の閾値検索も含めて検討する。特に本研究においては、局所ばく露した実験動物から生理学的データを取得し、体温上昇を含む生体変化と SAR との関係を、物理・工学的解析手法も取り入れながら以下の検討を行う。

ア 開発した 2~6GHz 帯アンテナのラットモデルを用いたドシメトリによるばく露時の SAR 値設定の検討を行う。

イ 2~6GHz のラット頭部局所電波ばく露装置の改良及び動物への適用の検討を行う。

ウ 低出力から高出力電波の局所ばく露条件下におけるクラニアルウィンドウ法などによる脳微小循環動態指標の定量データとばく露量との関係と、変化が生じる閾値推定の検討を行う。

エ 取得した生物学的データとラット FDTD モデルを用いたシミュレーション結果との比較から、局所電波ばく露の及ぼす生体影響の作用機序の検討を行う。

(4) 脳内免疫細胞に及ぼす電波ばく露の影響評価

(平成 21 年度研究実施予定額：25 百万円程度(消費税込み))

脳内神経系及び微小循環系の維持に脳内免疫細胞として重要な役割を果たすことが知られているグリア細胞(ミクログリア、アストロサイト等)への電波ばく露による影響評価の研究を次のとおり行う。

なお、グリア細胞の変化については、客観的な評価方法を用いた結果を判定する。

ア ラット脳に対して、W-CDMA 方式の電波を局所的に電波ばく露できる装置を用い、比較的長期(2 時間/日×4 日/週×4 週間)のばく露におけるグリア細胞への影響評価を行う。

イ 対照として、偽ばく露群、ケージコントロール群を設ける。

ウ 電波ばく露期間中の体重変化を計測し、ラットの SAR 値補正及びばく露による体重への影響を検討する。

(5) 複数の電波ばく露による電波複合ばく露の生体への影響

(平成 21 年度研究実施予定額：5 百万円程度(消費税込み))

無線通信システムの多様化で電波環境が急激に変貌しており、妊婦・子供を含む一般公衆への多重電波ばく露の機会が増加している。このような輻輳する多重・広帯域電波ばく露における人体への影響を解明するため、胎児・幼児を対象とした小動物ばく露試験並びにドシメトリ評価を行うための研究を次のとおり行う。

- ア 複数波源に対するドシメトリと人体に吸収される電波電力に伴う温度上昇の解析を行う。
- イ 人体近傍における超広帯域電磁界の測定を行い、数値モデル化で得られた結果との比較によりモデル化の有用性と限界についての検討を行う。
- ウ 提案するばく露条件における小動物に吸収される電力量及び温度上昇を数値ドシメトリ技術により評価を行う。
- エ 本研究の実施に必要となるデジタルオシロスコープの仕様を検討すること。検討結果による仕様について主管係と協議の上、総務省から支給する。

4 細胞実験

(1) 電波の細胞生物学的影響評価と機構解析

(平成 21 年度研究実施額：20 百万円以内(消費税込み))

携帯電話端末からの電波が生体に及ぼす影響について、WHO の研究課題を含め、細胞・遺伝子レベルにおける影響を評価するとともに、陽性効果については分子生物学的にその作用機構を解明するための研究を次のとおり行う。

- ア 生活環境における種々の外的因子(物理的、化学的)として紫外線と電波の複合ばく露を行い、電波の紫外線に対する修飾的影響を検索する。
- イ 電波ばく露による温度上昇のない(または、生物学的に無視出来る)条件での長時間(細胞の 1 世代時間から数世代時間)ばく露の影響評価を行う。
- ウ 平成 19 年度からの研究成果をまとめ、総合評価を行なう。
- エ 本研究の実施に必要となる単一細胞電気泳動法による細胞数計測システムの仕様を検討すること。検討結果による仕様について主管係と協議の上、総務省から支給する。

(2) ミリ波帯細胞用ばく露装置と物理的環境の検索

(平成 21 年度研究実施額：20 百万円以内(消費税込み))

今後、日常での利用が見込まれるミリ波帯電波を安心して利用するために、ミリ波帯電波と生体との相互作用に関する基礎的なデータを収集し、新しい無線通信技術の導入が円滑に行われるよう電波防護指針の根拠の補強を行う研究を次のとおり行う。

- ア 非熱的な条件での細胞実験を行う。
- イ 強いばく露での実験を行ない、ミリ波特有の入射表面付近に加熱が集中することによる温度勾配に依存した影響の可能性を検討する。
- ウ 開発した細胞用ばく露装置を用いて、基本的な細胞影響評価実験を行い、生物学を専門とする研究グループに提供するための装置構成及びばく露評価を取りまとめる。
- エ ミリ波の生体影響について、電波防護指針に反映できる知見を検討する。

(3) 免疫細胞及び神経膠細胞を対象としたマイクロ波照射影響に関する実験評価

(平成 21 年度研究実施額：11 百万円以内(消費税込み))

我々の体には、恒常性を保つために、生体内に侵入した異物を生体外に排除する、免疫と呼ばれる防御システムが存在する。免疫力の低下は感染を引き起こしやすくなり、健康を損ないやすくなる。そこで、免疫細胞及び脳内免疫細胞として重要な役割を果たすことが知られている神経膠細胞に対して、携帯電話の電波が影響を与えないか検討するために、以下の研究を行う。

- ア 免疫細胞及び神経膠細胞に対してマイクロ波照射が及ぼす影響について研究した

論文の調査を行う。

- イ 正確に電波ばく露できる装置により、免疫細胞担当細胞の増殖・分化、サイトカイン産生などに対するマイクロ波照射の影響を評価する。
- ウ 正確に電波ばく露できる装置により、神経膠細胞の機能に及ぼすマイクロ波照射の影響を評価する。

5 ドシメトリ^{※2}

- (1) 小児に対する人体全身平均 SAR と体内深部温度上昇の特性評価
(平成 21 年度研究実施額：6 百万円以内(消費税込み))

電波防護指針の基礎指針に用いられ、電波の安全性評価指標として最も重要なものの一つである人体全身平均 SAR について、精密な解剖学的人体数値モデルを用いて、小児に対する人体全身平均 SAR の特性評価を次のとおり行う。

- ア 擬似人体に平面波を照射し、全身平均 SAR を推定する測定システムを構築し、妥当性評価を行う。
- イ in-vivo 測定を基に決定した電気定数を小児モデルに組み込み、電気定数に伴う不確定性の検討を行う。
- ウ 数値小児モデルの改良をするとともに、全身平均 SAR 及び温度上昇に影響を与える支配的要因を検討し、最悪条件の設定できるモデルの作成を行う。

- (2) 実験に基づく電磁界強度指針の妥当性評価及び確認
(平成 21 年度研究実施額：7 百万円以内(消費税込み))

電波防護指針の基礎指針を基とした電磁界強度指針の妥当性について、電波ばく露における全身平均 SAR を実験的に評価する手法を確立して個体差や姿勢の違いによる影響を定量的に評価及び確認するための研究を次のとおり行う。

- ア 構築した測定系を用い、寸法・姿勢の異なるファントムの全身平均 SAR 測定を行う。
- イ 人体の寸法・姿勢変化に依存した SAR のばらつきを実験的に推定し、電磁界強度指針の妥当性検証に資するためのデータまとめを行う。

^{※2} ドシメトリ：「ばく露量評価」の意。電波にさらされた人体等に誘導された比吸収率や温度上昇を定量すること。

電波の人体への安全性に関する評価技術
無償貸与可能物品リスト

| N O | 機器名称 | 規格 | 数量 | メーカー名 | 備考 |
|--------|--------------------------------|---------------------------------|----|-----------------|--|
| 1 | SEMCAD X | | 2 | 松下テクノレーディング(株) | 高周波電磁界シミュレーションソフトウェア http://www.mttco.co.jp/msm/emc/schm/index.html http://www.semcad.com/simulation/index.php |
| 2 | SEMCAD X 用解析高速化オプション aXware500 | | 2 | 松下テクノレーディング(株) | |
| 3 | SEMCAD X 用解析高速化オプション CBI800 | | 1 | 松下テクノレーディング(株) | |
| 4 | 携帯端末擬似基地局 | MT8820A | 1 | アンリツ(株) | http://www.anritsu.co.jp/j/products/tm/list.aspx?sID=21#213 |
| 5 | 擬似エレベーター | | 1 | (株)雄島試作研究所 | 9 人乗りエレベータと同等の形状を有する準遮蔽環境 |
| 6 | Field Nose (広帯域電磁界測定システム) | | 1 | | http://www.mttco.co.jp/msm/emc/arcs/arcs_04.html |
| 7 | 誘電体測定システム | | 1 | (株)東陽テクニカ | 低周波用インピーダンスアナライザ Solatron FRA 1260 http://www.toyo.co.jp/solartron/1260.html |
| 8 | インピーダンスアナライザ | 4294A | 1 | アジレント・テクノロジー(株) | |
| 9 | アップライトファントム | | 1 | (株)東陽テクニカ | 直立型頭部ファントム(下記 URL の SAR 測定システム用の頭部ファントム) http://www.toyo.co.jp/emc/sar/system.html#2 |
| 10 | SAR 測定用ロボットアーム | | 1 | 三菱電機システムサービス(株) | 産業用ロボットアーム(DASY と同様のタイプ) |
| 11 | ネットワークアナライザ | PNA-L Network Analyzer / N5230A | 1 | アジレント・テクノロジー(株) | |
| 12 | キャリブレーションキット | 85052B | 1 | アジレント・テクノロジー(株) | 上記ネットワークアナライザの校正キット |
| 13 | Ecal module | N4691B | 1 | アジレント・テクノロジー(株) | 同上(電子校正装置) |
| 14 | 誘電率プローブキット | 85070E | 1 | アジレント・テクノロジー(株) | 液剤の電気定数測定用 |

| | | | | | |
|----|------------------------------------|--|---|------------------------|--|
| 15 | SAR 測定及び校正用信号発生装置 | | 1 | アジレント・テクノロジー(株) | デジタル信号発生器 |
| 16 | SAR プローブ校正用 5GHz 帯導波管システム | | 1 | アソリツ(株) | デジタル信号発生器 |
| 17 | ロボット RV-6S 用架台 | | 1 | 三菱電機システムサービス(株) 東京機電支店 | ロボット用架台 |
| 18 | H3DV6 磁界プローブ | | 1 | 松下テクノロレーティング(株) | SPEAG 社製 DASY システム(SAR 測定システム)用アクセサリ類 http://www.mttco.co.jp/msm/emc/schem/index.html |
| 19 | D2000V2 SAR 検証用ダイポール | | 1 | 松下テクノロレーティング(株) | |
| 20 | D5GHZV2 SAR 検証用ダイポール | | 1 | 松下テクノロレーティング(株) | |
| 21 | D1765V2 SAR 検証用ダイポール | | 1 | 松下テクノロレーティング(株) | |
| 22 | D1640V2 SAR 検証用ダイポール | | 1 | 松下テクノロレーティング(株) | |
| 23 | EX3DV4 SAR プローブ | | 1 | 松下テクノロレーティング(株) | |
| 24 | ER3DV6R 電界プローブ | | 1 | 松下テクノロレーティング(株) | |
| 25 | N5230A ネットアナ出力増幅システム | | 1 | アジレント・テクノロジー(株) | ネットワークアナライザオプション(信号増幅器) |
| 26 | N1996A CSA スペクトラムアナライザ | | 1 | アジレント・テクノロジー(株) | |
| 27 | PSG アナログ信号発生器 | | 1 | アジレント・テクノロジー(株) | |
| 28 | 2.45GHz 帯導波管一式 | | 1 | 島田理化工業(株) | |
| 29 | 導波管固定治具 | | 1 | (株)雄島試作研究所 | |
| 30 | DELL XPS プレミアムパッケージ | | 1 | デル(株) | |
| 31 | PC HP xw8400/CT Workstation | | 1 | 日本ヒューレット・パカード(株) | |
| 32 | IPC マザーボード等 SYSTEM MI-K886-HC710/S | | 1 | 日本ヴァンシステム(株) | 産業用 PC |
| 33 | ファントム用ラインセンサ | | 1 | (株)甲信商工 | ファントム表面検出センサ |
| 34 | 1mmSAR プローブ | | 1 | (株)東陽テクノ | indexSAR 社製 SARA2(SAR 測定システム)用プローブ http://www.toyo.co.jp/emc/sar/system.html#2 |

| | | | | | |
|----|--|-----|---|-------------------|---|
| 35 | SARA2 制御用 PC | | 1 | (株) 東陽テクニカ | indexSAR 社製 SARA2 (SAR 測定システム) 用制御 PC http://www.toyo.co.jp/emc/sar/system.html#2 |
| 36 | HFSS Pre/Post Processor (フローティング) | | 1 | アソフツ・ジャパン(株) | 高周波電磁界シミュレータライセンス http://www.ansoft.co.jp/index.php?pid=faWV7 プリポストソフト、複数プロセッサによる並列処理ソフト、高速化ソフト |
| 37 | Multiprocessing for HFSS (フローティング) | | 1 | アソフツ・ジャパン(株) | |
| 38 | Optimetrics for HFSS (フローティング) | | 1 | アソフツ・ジャパン(株) | |
| 39 | HFSS フローティングライセンス | | 1 | アソフツ・ジャパン(株) | 高周波電磁界シミュレータライセンス ソルバーソフトウェア http://www.ansoft.co.jp/index.php?pid=faWV7 |
| 40 | 液体型アンテナ (2)30□ 900L | 特注品 | 1 | (株) 雄島試作研究所 | 人体等価アンテナ |
| 41 | Hi-3702 クランプ電流計 Clamp-on Induced Current meter | | 1 | (株) 東陽テクニカ | 足首誘導電流計 http://www.ets-lindgren.com/page/?i=HI-3702 |
| 42 | 磁界測定器 3470-02 | | 1 | 荒木電機工業(株) | http://www.hioki.co.jp/jp/newproduct/3470/3470_j.html |
| 43 | Narda S.T.S. 社製 ELT-400 型用 3cm2 磁界プローブ | | 1 | 東洋メディック(株) | http://www.toyo-medic.co.jp/keisoku/lfriq/elt400.html |
| 44 | 磁界計(3軸アナログ出力)一式 | | 1 | (株) 朴ニクス | 電力中研製 3 軸磁界センサ(3 つとも同じものです)。センサのみなので、測定にはオシロスコープ等が必要です。 |
| 45 | 3 軸アナログ磁界計 | | 1 | (株) 朴ニクス | |
| 46 | 磁界計(3 軸アナログ出力) | | 1 | (株) 朴ニクス | |
| 47 | EME 真空攪拌脱泡ミキサー V-mini300 | | 1 | 鹿島通商(株) | 電気定数測定用生体試料調製用 |
| 48 | 電波エリプソメータシステム | | 1 | ベガテクノロジー(株) | ミリ波帯材料評価システム |
| 49 | ベクトルネットワークアナライザ (VNA)E8364B | | 1 | アジレント・テクノロジー(株) | |
| 50 | マルチヘーンズショッカー | | 1 | 安井機械株式会社 | 電気定数測定用生体試料調製用粉体加工装置 |
| 51 | 水分測定システム (KF-200, VA-200) | | 1 | 竹田理化工業(株) | |
| 52 | 全身曝露実験用システム改修 | | 1 | NTTアドバンステクノロジー(株) | DIMS 研ばく露装置改良用装置(増幅器、シールド箱補修等) |
| 53 | 全身曝露システム追加改修作業 | | 1 | NTTアドバンステクノロジー(株) | |

| | | | | | |
|----|------------------------------------|--------|---|---------------------|-------------------------------|
| 54 | 産業用 PC FA3100A 1 | | 1 | NTTアドバンステクノロジー(株) | ばく露装置制御用 PC(長期保守対象品) |
| 55 | 産業用 PC FA3100A 2 | | 1 | NTTアドバンステクノロジー(株) | ばく露装置制御用 PC(長期保守対象品) |
| 56 | 全身曝露実験用システム改修 | | 1 | NTTアドバンステクノロジー(株) | DIMS 研ばく露装置改良用装置(ばく露用アンテナ開発等) |
| 57 | 誘電体レンズ 直径 15 cm 焦点距離 15cm | 特注品 | 1 | (株)関東電子応用開発 | ミリ波ばく露用レンズアンテナ |
| 58 | 誘電体レンズ・ホーン | 特注品 | 1 | (株)関東電子応用開発 | レンズアンテナ保持用ホーン |
| 59 | 端末模擬曝露装置 | | 1 | アソツ(株) | 携帯電話端末電波ばく露装置 |
| 60 | Twin Child Shell Phantom | | 1 | ネクstem(株) | 疫学調査用小児頭部ファントム(特注品) |
| 61 | 3D プリント造形システム | | 1 | 東北システム(株) | 固体ファントム開発用 3次元形状削り出し装置 |
| 62 | 0.8-4.2GHz 帯パワーアンプ | | 1 | セキテクノ(株)通信計測機器部 | 高出力アンプ(50W 級) |
| 63 | 4.0-10.6GHz 帯パワーアンプ | | 1 | 日本オートマテック・コントロール(株) | 高出力アンプ(50W 級) |
| 64 | リンザイス社 高分解高容量示差走査熱量計 | | 1 | (株)日本サマル・コンサルティング | カロリメータ → (1)電磁波ばく露量評価装置へ |
| 65 | 日本アビオニクス(株) 赤外線カメラ TVS-500EX | | 1 | 加賀電子(株) | 赤外線温度計 |
| 66 | 米ラストロン社製 Model 3300 ファイバー温度計 | | 1 | (株)オプトサイエンス | 光ファイバー温度計 |
| 67 | サイトマスタ 25-4000MHz S332D | | 2 | アソツ(株) | 携帯型スペクトラムアナライザ |
| 68 | 赤外線サーモグラフィ - IR Insight | | 1 | (株)アイ・アール・システム | 赤外線温度計(ハンディタイプ) |
| 69 | 曝露試験用制御ソフトウェア | 特注品 | 1 | アソツ(株) | |
| 70 | 液剤中 SAR プローブ較正用標準アンテナ | 特注品 | 2 | アンテナ技研(株) | 450MHz 帯及び 5.2GHz 帯 各 1 式 |
| 71 | W 帯用導波管パワーセンサ | W8486A | 3 | アジレント・テクノロジー(株) | |
| 72 | 76GHz 信号発生システム | | 2 | QUINSTAR 社製 | 信号源及び導波管 |
| 73 | 携帯電話端末ばく露装置システム | 特注品 | 1 | アソツ(株) | 被験者実験用 |
| 74 | ばく露箱 | | 2 | NECトーキン(株) | 小動物実験用 |

| | | | | | |
|----|-------------------|-------------------------|---|------------------|--------------|
| 75 | マイクロ波曝露システム | MG3700A A1822-5050-R | 2 | アソツ(株) R&K 社製 | 信号発生器 増幅器 |
| 76 | 携帯電話端末信号アナライザ | MS2691A | 1 | アソツ(株) | |
| 77 | 携帯電話基地局シミュレータ | MT8820B | 1 | アソツ(株) | |
| 78 | SAR 測定システム | DASY5 | 1 | SPEAG 社製 | |
| 79 | 低周波用 SAR プローブシステム | | 1 | NPL 社製 | |
| 80 | 低周波用誘電率測定システム | | 1 | NPL 社製 | |
| 81 | 携帯電話端末出力電力測定装置 | 特注品 | 1 | | |
| 82 | サンプルホルダ及び恒温槽 | | 1 | Solartron 社製 | |

※特注品等の詳細については、総務省担当係までお問い合わせください。