

■S4 群(宇宙・環境・社会)-1 編(電波環境)**4 章 電波の生体に対する影響**

(執筆者：渡辺聡一) [2017年1月 受領]

■概要■

本章では、電波に対する人体防護について、国内外の規制・規格や研究動向等について述べる。

4-1 節においては、電波に対する人体の防護指針について説明する。電波に曝された人体に対しては、刺激及び熱的な作用が生じることが知られており、これらを防護するための防護指針またはガイドラインが各国または国際機関において策定されている。さらに、携帯電話の爆発的な普及を背景に、低レベルの電波への長期間のばく露による発がんなどへの影響についての研究動向などについても概説する。

4-2 節においては、前節で説明した電波防護指針に対して、様々な電波利用機器からの電波が適合しているかどうかを確認するための規制・規格や評価方法などについて概説する。特に、携帯無線端末に対する比吸収率測定方法は国際規格により標準化されており、評価の原理や最新の携帯無線システム及び将来の携帯無線システムに対する改定動向などについても説明する。

電波の人体防護に関する研究及び国内・国際的なリスク評価は、現時点においても活発に作業が進められており、携帯無線システムの急速な進展を背景に、今後も状況が大きく変動することが予想される。最新の状況は総務省の電波利用ホームページ (<http://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/ele/index.htm>) や電磁界情報センターのホームページ (<http://www.jeic-emf.jp/>) を参照されたい。

■S4 群 - 1 編 - 4 章

4-1 電波の生体影響と防護指針

(執筆者：和氣加奈子) [2011年3月 受領]

4-1-1 電波の生体影響

電波を含む電磁界の生体への影響は 50 年以上前から研究が行われており、これまで様々な生体影響に関する研究が行われてきた。国際的には、1996 年に世界保健機関 (WHO) において国際電磁界プロジェクトが発足し、これまでの研究のレビューや優先的に実施が必要な研究の提言などを通して研究が推進されてきている¹⁾。日本においては、1997 年に当時郵政省に生体電磁環境研究推進委員会 (委員長: 上野 照剛, 東京大学大学院医学系研究科教授 (当時)) が発足し、生体電磁環境に関する調査研究が推進されてきた²⁾。同委員会は 2006 年度に最終報告書を策定し、解散したが、さらに 2008 年より、総務省内に生体電磁環境に関する検討会 (座長: 大久保 千代次, 一般財団法人電気安全環境研究所電磁界情報センター所長) が設けられ、現在も研究推進や研究動向の調査検討が行われている³⁾。

電磁波の生体影響は周波数により異なることが知られている。概ね 100 kHz より低周波側では刺激作用が、高周波側では熱作用が支配的とされている。刺激作用は、電磁波にさらされることにより生体内に電流が流れ、神経や筋などの興奮性細胞が刺激を受けるために生じる。一方の熱作用は、電波のエネルギーが損失性媒質である生体に吸収されることによる作用である。

電磁波の生体影響を調べるための研究は、人・動物・細胞に対する実験、疫学調査、ドシメトリ (ばく露量評価) などに分類することができる。それぞれに対して、WHO の環境保健クライテリア^{4,5)} や WHO の協力機関でもある国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP) によるレビュー^{6,7)} などにまとめられている。

おおよそ 100 kHz 以下の低周波における健康影響については、高レベルの急性ばく露による刺激作用で説明される。その他の影響として、極低周波境界の慢性的な低レベルばく露と小児白血病の因果関係を示す疫学研究があるが、潜在的な選択バイアス等の問題があることや実験動物等における低レベルのばく露による発がん性の証拠が十分ではないことから、WHO の下部組織である国際がん研究機関 (IARC) では、低周波電磁界の発がん性についての証拠は限定的であるとして、“2B: 発がん性があるかもしれない” と分類されている⁸⁾。ただし、小児白血病以外の小児及び成人のがん、うつ病、自殺、生殖機能障害、発達障害、心臓血管系疾患、免疫学的変異なども調査されており、これらと極低周波境界の関係は小児白血病よりさらに小さいと結論づけられている^{4,6)}。これらの結果を受けて WHO 環境保健クライテリアでは、下記に示す現行の人体防護のためのガイドラインを遵守することを勧告している⁴⁾。さらに、中間周波帯 (300 Hz ~100 kHz) については生体影響についてのデータが少なくさらなる研究の必要性が指摘されている⁴⁾。

100 kHz 以上の高周波における健康影響のひとつに、動物を用いた実験で確立した影響として、ばく露による体温の上昇に伴う皮膚の血流の上昇や心拍数の増加、深部体温が 1°C 程度以上上昇する場合の学習や行動への変化が知られている⁷⁾。ボランティアの人体に対する影響については、熱作用による熱調節反応が最もよくわかっており、6 W/kg 程度の全身平均 SAR で深部体温の上昇、15 W/kg 程度の局所 SAR で 4 度以下の温度上昇を伴う皮膚血流の変

化や汗の分泌が生じる。加えて、明らかな温度上昇が生じるような比較的強い電波ばく露に対しては、胎芽や胎児の死亡、胎児の奇形率の上昇、胎児体重の低下、繁殖力の低下などが報告されている⁷⁾。高周波ばく露による白内障の発生も、確立した熱作用のひとつと考えられている⁷⁾。

しかし、非熱的なレベルのばく露による影響は科学的な根拠が確立していない。発がんへの影響としては、げっ歯類に対する長期ばく露であっても4 W/kg 程度までの SAR レベルでは発がんへの影響は認められないという結果で一致している⁷⁾。また、主に携帯電話によるばく露について脳の電気活動、血流、認知、内分泌及び心血管などの生理学的パラメータへの影響や睡眠時の脳波について様々な報告がなされているが、再現性が確認されていなかったり、人体の健康との関連が明確でないなどの理由により、確立した健康影響とはみなされていない⁷⁾。さらに、高周波ばく露源による頭痛、偏頭痛、疲労、皮膚のかゆみなどの自覚症状について研究が行われているが、二重盲検法などの客観的な実験手法による研究では、これらの症状と高周波の因果関係があるとはいえないと結論付けている⁷⁾。疫学研究では、携帯電話使用と脳腫瘍について数々の研究が実施されており、10年程度までの端末の使用と脳腫瘍について明確なリスクの上昇は認められず、一部累計使用時間が上位10%のグループにおいてリスク上昇が報告されたもののバイアスなどの影響から因果的な結論には至っていない⁹⁾。これらの研究結果を受けて国際がん研究機関 (IARC) では、高周波電磁界についても“2B：発がん性があるかもしれない”と分類している¹⁰⁾。これらの最新の研究結果を踏まえて、現在、WHO による高周波帯での新たな環境保健クライテリアの策定作業が進められている。

4-1-2 電波防護指針

電波利用において人体が電磁界にさらされる場合に、その電波により健康に対して好ましくない影響を防止する目的で、電波防護指針が各国で定められている。電波防護指針は、科学的に裏付けされた生体影響に基づき十分な安全率を考慮した人体防護を前提としており、電波防護指針を超えたからといってそれだけで人体に影響があるものではない。国際的に認知されているものとして、ICNIRP (国際非電離放射線防護委員会) によるガイドライン^{11,12)} や IEEE (米国電気電子学会) のガイドラインがある¹³⁾。また我が国では電波防護指針が定められている¹⁴⁻¹⁷⁾。

防護指針では、「公衆」と「職業人」もしくは「管理環境」と「一般環境」とで基準値を区別して定められることが多い。職業人もしくは管理環境とは、健康な大人で危険を承知したうえで作業時のみばく露を受け、危険を予測し、安全対策を施すことができる状況をさす。一方の公衆もしくは一般環境には幼児や高齢者、病人などが含まれるうえ、ばく露に対する知識が不足し、危険を知らずに過ごす人が多い。そのため、公衆・一般環境では職業人・管理環境に比べて、より厳しいばく露の基準を定めることが多い。

我が国の電波防護指針は平成2年に策定され¹⁴⁾、平成9年に局所吸収指針の追加¹⁵⁾、平成23年に局所吸収指針の改定¹⁶⁾、平成27年に低周波領域の改定¹⁷⁾が行われている。電波防護指針では、神経系機能への影響を防ぐため体内誘導電界強度、全身の熱ストレスや過度の局所加熱を防ぐため SAR (比吸収率)、周波数3 GHz 以上では体表面または体表面付近の加熱を防ぐために電力密度で基本的な制限が示されている。

これらの基本的な制限に用いられている生体内の誘導電界，SAR，電力密度は，個々のばく露状況について直接測定または計算することは困難である．そこで電波防護指針では，実際に評価を行うための参考値として，基礎指針から導き出される電界や磁界の値として電磁界強度指針も示されている．

表 4・1，**表 4・2** に電磁界強度指針値を示す．刺激作用（表 4・1）及び熱作用（表 4・2）を考慮した指針値ではそれぞれ平均時間の定義が異なることに注意が必要である．**図 4・1**，**図 4・2** に一般環境下での電界及び磁界の指針値を ICNIRP 及び IEEE ガイドラインの値¹¹⁻¹³⁾と併せて示す．低周波帯ではそれぞれの指針またはガイドライン間において違いが見られるものの，30 MHz 程度以上ではおおよそ同等になっている．

表 4・1 電波防護指針：電磁界強度指針（瞬時）

	周波数 f	電界強度の実効値 E [V/m]	磁界強度の実効値 H [A/m]
管理 環境	100kHz - 10MHz	170	80
一般 環境	100kHz - 10MHz	83	21

表 4・2 電波防護指針：電磁界強度指針（6 分間平均）

	周波数 f	電界強度の実効値 E [V/m]	磁界強度の実効値 H [A/m]	電力密度 S [mW/cm ²]
管理 環境	100kHz - 3MHz	614	4.9f [MHz] ⁻¹	-
	3MHz - 30MHz	1842f [MHz] ⁻¹	4.9f [MHz] ⁻¹	-
	30MHz - 300MHz	61.4	0.163	1
	300MHz - 1.5GHz	3.54f [MHz] ^{1/2}	f [MHz] ^{1/2} /106	f [MHz]/300
	1.5GHz-300GHz	137	0.356	5
一般 環境	100kHz - 3MHz	275	2.18f [MHz] ⁻¹	-
	3MHz - 30MHz	82.4f [MHz] ⁻¹	2.18f [MHz] ⁻¹	-
	30MHz - 300MHz	27.5	0.0728	0.2
	300MHz - 1.5GHz	1.585f [MHz] ^{1/2}	f [MHz] ^{1/2} /237.8	f [MHz]/1500
	1.5GHz-300GHz	61.4	0.163	1

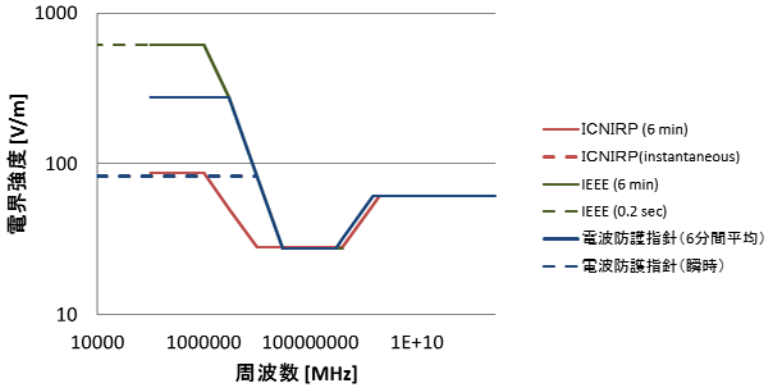


図 4・1 電波防護指針：電界強度指針

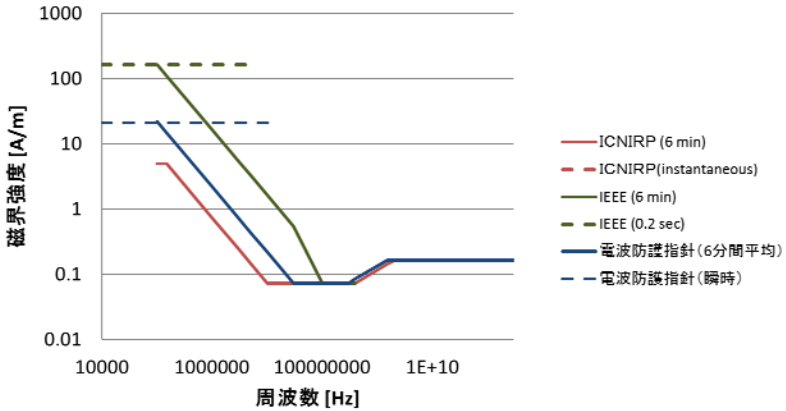


図 4・2 電波防護指針：磁界強度指針

電磁界強度指針値は、人体が空間的に一様な電磁界にさらされて吸収量が最大となる場合を想定して算出されている。したがって、電磁界が一様でない場合、この指針値を一部で超えたとしても基礎指針を満足する場合もある。

電磁界強度指針では適切な評価ができない状況としては、ばく露源が人体の極近傍に位置する場合は挙げられ、そのような場合に対して別途局所吸収指針が設けられている。表 4・3 に局所吸収指針を示す。この指針は国際的なガイドラインとほぼ同等となっている。

防護指針は生体影響に関する知見の蓄積とともにその実態にあわせて変更される。近年では、ICNIRP のガイドラインが WHO の低周波電磁界に関する環境保健クライテリア発行後に 100 kHz までの低周波帯について変更された¹²⁾。なお、近年中に高周波帯での ICNIRP ガイドライン改訂が予定されている。

表 4・3 電波防護指針：局所吸収指針

	対象周波数帯	管理環境	一般環境
体内電界強度 (瞬時)	100 kHz – 10 MHz	2.7×10^{-4} f [Hz] V/m	1.35×10^{-4} f [Hz] V/m
全身平均 SAR (6 分間平均)	100 kHz – 6 GHz	0.4 W/kg	0.08 W/kg
局所 SAR (6 分間平均)	100 kHz – 6 GHz	任意の組織 10 g 当たり 10 W/kg 20 W/kg (四肢)	任意の組織 10 g 当たり 2 W/kg 4 W/kg (四肢)

■参考文献

- 1) The International EMF Project, <http://www.who.int/peh-emf/project/en/>
- 2) 生体電磁環境研究推進委員会, 2007
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/2007/pdf/070427_12_1.pdf
- 3) 生体電磁環境に関する検討会, http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/2008/080618_2.html
- 4) WHO, “Extremely Low Frequency Fields”, Environmental Health Criteria Monograph No.238, 2007.
http://www.who.int/peh-emf/publications/Comple DEC_2007.pdf
- 5) WHO, “Electromagnetic Fields (300Hz – 300GHz),” Environmental Health Criteria Monograph, No.137, 1993.
<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc137.htm>
- 6) ICNIRP, “Exposure to Static and Low Frequency Electromagnetic Fields, Biological Effects and Health Consequences (0-100 kHz) - Review of the Scientific Evidence and Health Consequences. Munich: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection,” 2003.
- 7) ICNIRP, “Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz-300 GHz) - Review of the Scientific Evidence and Health Consequences. Munich: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection,” 2009.
<http://www.icnirp.de/documents/RFReview.pdf>
- 8) IARC, “IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low Frequency Electric and Magnetic Fields,” Vol.80, 2003.
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol80/mono80.pdf>
- 9) IARC, “IARC Report to the Union for International Cancer Control (UICC) on the Interphone Study,” 2011.
http://interphone.iarc.fr/UICC_Report_Final_03102011.pdf
- 10) IARC, “IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Non-Ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields,” Vol.102, 2013.
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol102/mono102.pdf>
- 11) ICNIRP, “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz),” Health Physics, Vol. 74, pp. 494-522, 1998.
- 12) ICNIRP, “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1Hz to 100 kHz),” Health Physics, Vol. 99, pp. 818-836, 2010.
- 13) IEEE, “IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to radiofrequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz,” IEEE Std C95.1, 2005.
- 14) 電気通信技術審議会, 諮問第 38 号答申：人体に対する電波防護指針, 1990.
- 15) 電気通信技術審議会, 諮問第 89 号答申：電波利用における人体防護の在り方, 1997.
- 16) 電気通信技術審議会, 諮問第 2030 号答申：局所吸収指針の在り方, 2011.
- 17) 電気通信技術審議会, 諮問第 2035 号答申：「電波防護指針の在り方」のうち「低周波領域（10kHz 以上 10MHz 以下）における電波防護指針の在り方」, 2015.

■S4 群 - 1 編 - 4 章

4-2 電波防護指針適合性評価方法

(執筆者：浜田リラ) [2017年1月 受領]

4-2-1 電波防護指針値と適合性評価

電波を発生する機器や設備が電波防護指針を満たしているかを測定や計算等により確認することを、電波防護指針に対する適合性評価という。電波の安全性に関する適合性については、国内外において広く規制が行われている。

電磁場の生体影響に直接関連する物理的指標値としては、前述のように

- ・ 0-10MHz：体内誘導電界
- ・ 100kHz -6(10)GHz：比吸収率（SAR：Specific Absorption Rate）
- ・ 6(10)GHz 以上：入射電力密度

が用いられ、電波防護指針により制限値が設けられている¹⁷⁾。なお、ガイドラインにより比吸収率の制限値の上限周波数は 6 GHz または 10 GHz に設定されている。また、100 kHz から 10 MHz では、体内誘導電界と比吸収率のいずれの制限値についても満足する必要がある。

ただし、これらの物理的指標を人体内で直接測定することは困難なため、電波防護指針値の適合性評価のためには、人体を模擬したファントムを使用した測定や、人体があると想定される空間における測定において誘導電流や電磁界などのほかの測定量を用いて評価する機会が多い。また、周波数による人体の特性の差及び各種機器設備の使用形態に基づき、100kHz 付近で低周波帯と高周波帯という二つの周波数区分に分けて議論されることが多いため、本稿でもこれにならった。以下では、高周波帯を中心として、適合性評価手順・方法の基本的考え方と、関連した国内外の標準規格について簡単に述べる^{8,9)}。

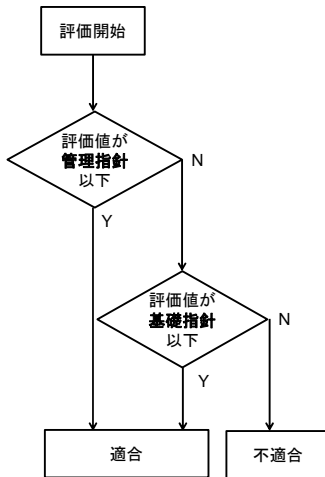


図 4・3 管理指針・基礎指針と適合性評価の流れ

電波防護指針適合性の判定手順としては、図 4・3 に示すように基礎指針と、管理指針の 2

段階の判定基準が設けられている。管理指針は、基礎指針と比較すると、評価方法としては容易であるが規制としては厳しい評価となるように条件が設定されている。これは、管理指針は人体全身が均一の電磁界に曝されるような最悪の条件を想定して策定されているためである。したがって、管理指針において規制値の条件を満たさない場合であっても、基礎指針において満足していることを証明できれば、電波防護指針に対して適合となる。

また、評価方法には実測に基づく方法と計算に基づく方法があるが、計算方法は安全を見込んで実測よりも大きい値（厳しい評価）となるように設定されているため、計算において指針値を満たさない場合には測定による適合性確認を行うことも可能である。

なお、測定周波数や測定位置などの詳細なパラメータは、各標準規格や各国の規制間で差違がある場合があるので、評価対象とその使用地域などに合わせた最適なもの参照することが重要である。

4-2-2 低周波における電磁界ばく露評価方法

低周波において対象となる電磁界発生源としては、送配電線、電気設備、家電等を含む商用周波数を用いる電気機器および鉄道等が挙げられる。

実際の測定量としては、電界、磁界、磁束密度や足首誘導電流、接触電流等が挙げられる。測定機器としては、電磁界プローブ、接触電流計、足首に装着するクランプ式電流計などが用いられる。低周波関連の適合性評価装置及び方法についての国際標準規格として、IEC61786 規格¹⁰⁻¹¹⁾がある。個別の製品等に関連する規格としては、家庭用電化製品が対象である IEC62233¹²⁾、電力設備周辺の電磁界測定方法を規定した IEC62110¹³⁾などが挙げられる。また、体内誘導電流の計算方法として、IEC62226がある¹⁴⁻¹⁶⁾。

4-2-3 高周波における電磁波ばく露評価方法

対象となる代表的な電磁界発生源としては、放送・無線通信用基地局及び携帯無線端末などが挙げられる。ばく露の状況としては、主に人体と発生源との位置関係により、以下の二つの場合に大別される。

1. 遠方からの到来波を想定した平面波ばく露（基地局など）：「全身ばく露」
2. 近傍に電磁波源が存在することを想定した近傍界ばく露（無線端末・高周波利用設備等）：「局所ばく露」

(1) 携帯無線基地局・放送局等からのばく露評価（全身ばく露評価）

無線基地局などにおいては人体までの距離がある程度離れていることが想定されるため、全身ばく露に該当し、全身平均 SAR での評価が必要となる。ただし、全身平均 SAR の直接測定は等身大のファントムを用いることが必要であり、屋外に設置された基地局の評価においては一般に困難なため、管理指針である電界測定による評価が行われている。評価方法は郵政省告示 300 号¹⁷⁾及び 301 号¹⁸⁾において規定されている。

測定では 3 軸電界プローブや、アンテナとスペクトラムアナライザなどを用いて電界強度を計測する。また、測定アンテナの高さなどを変えて複数点測定を行い、空間平均により評価する。測定手順の詳細は、「電波防護のための基準への適合性評価の手引き」¹⁹⁾に記載されており、簡易的な計算による評価手順も記載されている。

放送局，基地局評価関連の適合性評価方法についての国際標準規格として，IEC62232²⁰⁾，ITU-T 勧告 K.90²¹⁾などが挙げられる。

(2) 携帯無線端末からのばく露評価（局所ばく露評価）

携帯電話などの携帯無線端末からのばく露は，体の一部が局所的に電磁界にさらされる「局所ばく露」^{2,3)}に相当し，局所平均 SAR で評価する．このため，局所吸収指針が適用され，任意の人体組織 10 g 当たり任意の 6 分間平均で 2 W/kg が国内の規制値として定められている．SAR とは，生体が電磁界にさらされることによって生じる単位質量当たりの吸収電力をいう^{2,3)}。

$$\text{SAR} = \sigma E^2 / \rho \quad [\text{W/kg}] \quad (4 \cdot 1)$$

E [V/m] は電界実効値， σ [S/m] は導電率， ρ [kg/m³] は密度である。

SAR 指針値は国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP)⁵⁾，IEEE⁶⁾などの国際規格との整合性を考慮し，日本では前述のとおり電波防護指針¹⁴⁾で規定されている。

携帯無線機器の SAR 測定方法は，平成 10 年に電波産業会により自主規格化されたが（平成 27 年改訂）²²⁾，平成 13 年から電波法に従い SAR の測定が義務化されている²³⁻²⁵⁾。試験方法としては，電波法の無線設備規則第 14 条の 2 関連の告示²⁴⁻²⁵⁾において定められ IEC62209-1²⁶⁾及び IEC62209-2²⁷⁾に準拠することが定められている。また，IEC に加えて，IEEE による標準規格²⁸⁾，欧州電気標準化委員会 (CENELEC)²⁹⁾による地域標準規格が策定されている。

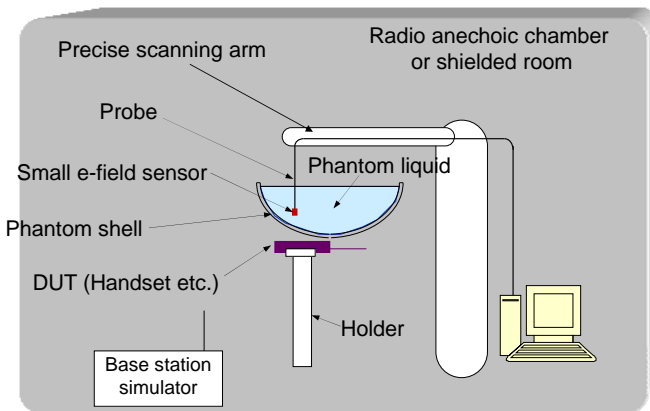


図 4・4 携帯無線機器の SAR 評価試験の概略図

国内外の標準規格で規定されている携帯無線機器の比吸収率測定システム概略を図 4・4 に示す。人体内の SAR を直接測定することは困難であるため，人体の形状や電気的特性を模擬したファントムが使用されている。人体頭部または胴体を模擬した誘電体容器中に人体組織の電気定数を模擬する液体（ファントム液剤）を満ちし，ファントム近傍に試験装置を設置

する。最大出力発振の状態でファントム内を微小電界センサで走査し、式(4・1)の関係から SAR の最大値を求めて適合性を評価する。SAR 評価用の標準頭部ファントム(SAM: Specific Anthropomorphic Mannequin) や胴体ファントムの大きさや形状、無線機器の設置位置、ファントム液剤の電気定数はいずれの規格でもほぼ同一の内容で規定されている。

(3) 数値計算によるばく露適合性評価

国際標準化活動における新しい動きとして、FDTD (Finite Difference Time Domain) 法や有限要素法等の数値シミュレーションによる適合性評価をめざす規格が IEC, IEEE で提案されている³⁰⁻³³⁾。これは端末の精密な CAD モデルや数値人体モデルを用いた SAR 計算結果を用い、適合性を証明することを目的としており、そのための計算方法やベンチマーク方法、結果の妥当性確認方法などの標準化について議論がなされている。

■参考文献

- 1) 電波防護指針：電気通信技術審議会答申第 38 号，1990.
- 2) 電波防護指針：電気通信技術審議会答申第 89 号，1997.
- 3) 電波防護指針：情報通信審議会答申第 2030 号，2011.
- 4) 電波防護指針：情報通信審議会答申第 2035 号，2015.
- 5) ICNIRP Guideline: Health Physics, pp. 494-522, 1998.
- 6) IEEE ANSI C95.1-2005, 2005.
- 7) FCC OET Bulletin 65 Edition 97-01, 1997.
- 8) 山崎，“電磁界の安全性評価に関わる経緯と動向，”電気学会誌，vol.134，No.9，pp.627-630，2014.
- 9) 渡辺ほか，“電波の生体作用と無線通信機器に対する適合性評価，”電子情報通信学会通信ソサイエティマガジン，No.20，pp.312-320，2012.
- 10) IEC international standard 61786-1, 2013,
- 11) IEC international standard 61786-2, 2014.
- 12) IEC international standard 62233, 2005.
- 13) IEC international standard 62110, 2009.
- 14) IEC international standard 62226-1, 2004.
- 15) IEC international standard 62226-2-1, 2004.
- 16) IEC international standard 62226-3-1, 2007.
- 17) 郵政省告示第 300 号，1999.
- 18) 郵政省告示第 301 号，1999.
- 19) 総務省，“電波防護のための基準への適合性評価の手引き，”2001.
- 20) IEC International Standard 62232
- 21) ITU-T Recommendation K.90, 2012.
- 22) 電波産業会，標準規格 ARIB STD-T56 v3.3, 2015.
- 23) 電波法，無線設備規則第 14 条の 2
- 24) 総務省告示 第 424 号，2015.
- 25) 総務省告示 第 466 号別表第 88，2016.
- 26) IEC International Standard 62209-1, 2016.
- 27) IEC International Standard 62209-2, 2010.
- 28) IEEE P1528-2013, 2013.
- 29) CENELEC EN62209-1:2006, 2006.
- 30) IEC international standard 62704-1 (In progress)
- 31) IEC international standard 62704-2 (In progress)
- 32) IEC international standard 62704-3 (In progress)
- 33) IEC international standard 62704-4 (In progress)