

## 電力密度作業班委員会報告書案 論点整理表

SAR 測定法委員会報告書（側頭部）H27	SAR 測定法委員会報告書（側頭部・手掌以外）H23	電力密度測定法委員会報告書（案）H30	審議のポイント・コメント等
			<p>【全体コメント】</p> <p>無線設備と無線機器の用語が混在している。 ⇒ 「無線設備」に統一した。</p> <p>年号を和暦にするか、西暦にするか？ ⇒ 事務局で確認し、後日対応する。</p> <p>周波数領域の境界の記述が統一されていない。 ⇒ 「・・・から・・・まで」を「・・・以上・・・以下」に修正（条件によっては・・・超・・・未満）した。</p> <p>その他エディトリアルな修正が必要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● アルファベットは半角</li> <li>● 数字と単位の間は半角スペース入れる</li> <li>● 数字の全角/半角を揃える</li> <li>● 「はじめに」・「概要」の節タイトルを統一する</li> <li>● 式番号がついているものと、ついていないものがある。</li> <li>● 付録の順序（本文での引用順）</li> <li>● 参考文献の整理</li> </ul> <p>⇒事務局で、親委員会までに対応する。</p>
	<p>1. まえがき</p> <p>無線設備から発射される電波については、人体に悪影響を及ぼさないようにその強度等に関して安全基準が設けられている。具体的には、携帯電話基地局や放送局等に適用する安全基準として電磁界強度指針（平成2年6月電気通信技術審議会答申「電波利用における人体の防護指針」）及び携帯電話端末など身体に近接して使用される無線機器に適用する安全基準として局所吸収指針（平成9年4月電気通信技術審議会答申「電波利用における人体防護の在り方」及び平成23年5月情報通信審議会答申「局所吸収指針の在り方」）が策定されており、これらの指針に基づき電波法令による規制を設け</p>	<p>1. まえがき</p> <p>無線設備から発射される電波については、人体に悪影響を及ぼさないようにその強度等の安全基準である電波防護指針が設けられている。携帯電話端末など人体に近接して使用される無線機器に適用する安全基準としては、電波防護指針のうち局所吸収指針（平成9年4月電気通信技術審議会答申「電波利用における人体防護の在り方」、平成23年5月情報通信審議会答申「局所吸収指針の在り方」）が適用され、この指針に基づき電波法令による安全基準の規制が設けられている。</p> <p>局所吸収指針では、6GHz以下の周波数帯において、</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 周波数以外に 5G システムを考慮したばく露条件（ビーム制御、ミリ波とマイクロ波の同時ばく露等）についての記述が必要では？ ⇒ 第3段落後に当該記述を加筆。</li> <li>・ IEC 規格発行予定年を 2020 年から 2021 年に変更 ⇒ 修正。</li> <li>・ 本作業班の具体的な検討内容の記述が明確でない。 ⇒ 当該部分の記述を修正。</li> </ul>

	<p>ているところである。</p> <p>このうち、局所吸収指針は、単位質量の生体組織に単位時間内に吸収される電氣的エネルギー量である比吸収率 (SAR : Specific Absorption Rate) により規定されている。SAR は本来、人体内部において定義される量であるが、測定器を人体内部に挿入して測定することが不可能であるため、擬似的な人体モデル (ファントム) を使用して間接的に評価する方法が広く国際的に用いられている。</p> <p>携帯電話端末等に対する SAR の測定方法に関しては、平成 12 年 11 月に電気通信技術審議会から、「携帯電話端末等に対する比吸収率の測定方法」のうち「人体側頭部の側で使用する携帯電話端末等に対する比吸収率の測定方法」が答申され、総務省の告示として制度化された。その後、国際電気標準会議 ( IEC : International Electrotechnical Commission) において、SAR を統一的に評価するための測定方法が国際標準化されたことを受け、平成 18 年 1 月に当該答申の見直しを行い、同年、告示の改正を行っているところである。</p> <p>そして今般、IEC において、人体側頭部以外の身体に近接して使用する無線機器等に適用される SAR 測定方法が国際標準化されたことを受け、測定方法に関する国際的な調和を図るべく、IEC における国際規格の内容や欧米等における規格化の動向等を踏まえつつ、諮問第 118 号「携帯電話端末等に対する比吸収率の測定方法」について改めて審議を行ったものである。</p>	<p>国際的に整合性を取る形で、単位質量の生体組織に単位時間内に吸収される電氣的エネルギー量である比吸収率(SAR : Specific Absorption Rate)の指針値により規定されている。</p> <p>我が国では、2020 年のサービス開始が予定されている第 5 世代移動通信システム(5G)をはじめ、今後 6GHz 以上の周波数帯を利用する無線機器が人体に近接して使用されることが想定されている。特に 5G の携帯無線端末から 6GHz 以下の電波と 6GHz 以上の電波を同時に発射する機能、アレイアンテナによりビーム状の電波を発射する機能等、これまでにない新たな人体ばく露条件が想定されている。</p> <p>我が国の電波防護指針では、6GHz 以上の周波数帯で人体に 10 cm 以内に近接して使用する携帯電話端末等の無線機器から人体を防護するための指針値が規定されていないが、国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP) のガイドライン(以下「ICNIRP ガイドライン」という)及び米国電気電子学会 (IEEE) の電磁界安全に関わる国際委員会 (ICES) の C95.1 規格 (以下「IEEE 規格」という)では、6GHz 以上の周波数帯において電力密度による指針値が適用されている。そのため、2018 年 2 月より情報通信審議会情報通信技術分科会電波利用環境委員会において諮問 2035 号「電波防護指針の在り方」のうち「高周波領域における電波防護指針の在り方」について検討が行われた。検討の結果、2018 年 9 月に局所吸収指針の 6GHz から 300GHz までの周波数帯において、新たに入射電力密度の指針値を適用する改定が答申され (情報通信審議会答申「高周波領域における電波防護指針の在り方」)、今後、関連規定の改正が行われる予定である。</p> <p>上記の改定に対応する形で、6GHz から 300GHz までの周波数帯において、携帯電話端末等の入射電力密度の評価方法を確立することが必要である。一方、6GHz 以上の周波数帯で動作する波源近傍の電力密</p>	
--	--	--	--

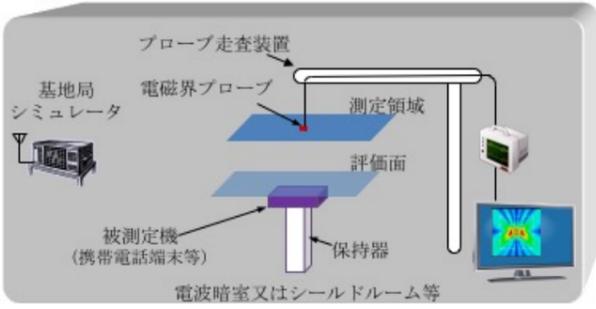
		<p>度の評価方法は、国際電気標準会議(IEC)でも検討が行われている段階であり、2018年8月には6GHzから100GHzまでの周波数帯で動作する無線通信機器の電力密度の測定手順に関する技術報告書 IEC TR 63170 が発行されている。同技術報告書に基づき、IEC 及び IEEE のジョイントワーキングにおいて国際規格化が進められており、平成33年にIS(国際規格)として発行することが見込まれている。そのため、6GHz以上の周波数帯で人体に近接して使用される携帯電話等の無線機器に対応するとともに、国際規格と整合した最新の測定方法による人体防護規制の整備が可能となるよう、諮問第2042号「携帯電話端末等の電力密度による評価方法」について検討を行ったものである。具体的には携帯電話端末等の(1)電力密度の測定方法及び(2)複数周波数同時ばく露における電力密度とSARを指針値とする評価方法について検討を行った。</p> <p>今後、安全な電波利用のより一層の徹底を図っていくために、本答申に基づく測定方法が十分活用されることが望ましい。また、電波防護指針の見直し、測定機器の進歩、携帯電話端末等の使用形態の変化、新たな電波利用システムの出現・普及、国際動向などに対応して、本測定方法を改定する必要がある。</p>	
<p>2. 目的と範囲</p>	<p>2. 目的と範囲</p>	<p>2. 目的と範囲</p>	
<p>2. 1 目的</p> <p>本比吸収率測定方法(以下「本測定方法」という。)は、携帯電話端末等について、電波防護指針の局所吸収指針に対する適合性評価に使用する標準的な測定方法を提示することにより、電波防護指針の円滑な運用を図ることを目的とする。</p> <p>具体的には、電界プローブを使用する測定方法を標準測定方法として採用し、それを使用する上で必要な技術的条件について検討する。</p>	<p>2. 1 目的</p> <p>本比吸収率測定方法(以下「本測定方法」という。)は、無線設備について、電波防護指針の局所吸収指針に対する適合性評価に使用する標準的な測定方法を提示することにより、電波防護指針の円滑な運用を図ることを目的とする。</p> <p>本測定方法では、電界プローブを使用する測定方法を標準測定方法として採用し、それを使用する上で必要な技術的条件を規定する。</p>	<p>2. 1 目的</p> <p>人体に近接して使用する無線機器等に対する電力密度の測定方法(以下「本測定方法」という。)は、携帯電話端末等の無線機器について、電波防護指針の局所吸収指針のうち、6GHzから300GHzまでの周波数帯の入射電力密度の指針値に対する適合性評価に使用する標準的な測定方法を提示することにより、電波防護指針の円滑な運用を図ることを目的とする。</p> <p>具体的には電磁界プローブにより測定されたデー</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電界プローブだけに限定するか？</li> <li>電界および磁界プローブを用いた測定装置、および導波管プローブの装置も開発されている。</li> <li>本文で取り上げる測定システムを記載。 ⇒ IEC規格の検討状況をふまえて、「電磁界プローブ」と記載した。</li> <li>電力密度が直接測定されるわけでは無いため、「電力密度の測定方法」や「電力密度計測装置」の用語は適切か？なお、IECでは「電力密度測</li> </ul>

		<p>タをもとに電力密度を算出する方法を標準測定方法として採用し、それを使用する上で必要な技術的条件について検討する。</p>	<p>定」の用語と定義を記載することとなっている。 ⇒ 「評価方法」と「測定方法」に関しては、適合性評価との切り分けもあるため、算出や再構成に係る数値的な処理等も含めて「測定」という概念として定義する形で、報告書内の記述の整合性を取っていきたい。必要であれば2.1の目的にも書くこととする。3.定義・用語にも記述する。</p>
<p>2.2 範囲</p> <p>本測定方法の対象機器は、人体側頭部の側で使用する携帯電話端末等で、電波発射源が人体側頭部の近傍に存在するもののみを対象とする。</p> <p>その他の人体部位でのばく露や体内に金属等の異物を挿入している場合等のばく露については、対象としない。</p> <p>本測定方法は、300MHz から 6GHz までの周波数帯域に適用する。</p>	<p>2.2 範囲</p> <p>本測定方法の対象機器は、人体側頭部及び手掌を除く、人体に対して通常の使用状態において 20cm 以内に近接して使用する無線設備で、電波発射源が人体側頭部及び手掌を除く、人体に対して 20cm 以内の近傍に存在するもののみを対象とする。</p> <p>その他の人体部位でのばく露もしくは体内に金属等の異物を植え込んでいる場合等のばく露は対象としない。</p> <p>なお、「通常の使用状態」とは、測定対象無線設備（被測定機）の製造者等が取扱説明書等において明示している使用状態をいう。</p> <p>本測定方法は、30MHz 以上 6GHz 以下の周波数帯域に適用する。</p>	<p>2.2 範囲</p> <p>2.2.1 対象機器</p> <p>本測定方法の対象機器は、<b>手掌を除く</b>、人体に対して通常の使用状態において 20cm 以内に近接して使用する無線設備である。</p> <p>体内に金属等の異物を挿入している場合 等のばく露については、対象としない。</p> <p><b>なお、「通常の使用状態」とは、測定対象無線設備（被測定機）の製造者等が取扱説明書等において明示している使用状態をいう。</b></p> <p>2.2.2 対象周波数</p> <p>本測定方法は、6GHz <b>以上</b> 300GHz <b>以下</b>の周波数帯域に適用する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>手掌を除く人体すべてが対象でよいのか？</b> ⇒ <b>IEC の議論を踏まえて、現状では手掌は除く形とする。</b></li> <li>• <b>20 cm 以内を対象でよいのか？</b></li> <li>• <b>「通常の使用状態」を継続するか？</b> ⇒ <b>Body に対する SAR 測定と同様、通常の使用状態で、20 cm 以内に近接して使用する機器を対象とすることとしたい。</b></li> <li>• <b>SAR も 10GHz までとなれば、6GHz～10GHz はどちらで測定しても良くなるのか？</b> <b>(どちらか OK ならいい?)</b> ⇒ <b>今回の検討は入射電力密度に対する適合性評価方法なので、新しい IEC 国際規格の SAR の評価方法が 10 GHz まで適用できるという内容は書き込むべきではないと考える。</b></li> </ul>
<p>3. 定義及び用語</p> <p>局所 SAR</p> <p>SAR は微小体積要素当りの数値として与えられ、電磁波の照射条件と生体組織内の場所に依存した空間分布関数となる。この分布関数について、任意の 1g 又は 10g の組織内で平均した SAR を局所 SAR と呼ぶ。その中での最大値を局所最大 SAR と呼ぶ。ただし、本測定方法では 10g の組織を立方体で定義している。</p>	<p>3. 定義及び用語</p> <p>局所 SAR</p> <p>SAR は微小体積要素当りの数値として与えられ、電磁波の照射条件と生体組織内の場所に依存した空間分布関数となる。この分布関数について、任意の 1g 又は 10g の組織内で平均した SAR を局所 SAR と呼ぶ。その中での最大値を局所最大 SAR と呼ぶ。ただし、本測定方法では 10g の組織を立方体で定義している。</p>	<p>3. 定義及び用語</p> <p>電力密度測定</p> <p>電磁界プローブにより測定されたデータをもとに電力密度を算出することをいう。場合によっては、再構築アルゴリズムを利用する。</p> <p>測定領域</p> <p>電磁界測定が行われる曲面あるいは 3 次元領域をいう。</p> <p>評価面</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 電力密度測定の定義を測定原理に整合 ⇒ <b>対応。</b></li> <li>• SAR に合わせて、局所電力密度値、局所最大電力密度値とするか？ ⇒ <b>空間平均電力密度、最大空間平均電力密度とする。なお、局所 SAR、局所最大 SAR と異なる表記となるが、SAR はファントム（損失性媒質中の物理量）であるのに対し、入射電力密度は自由空間中の物理量であることから、必</b></li> </ul>

		<p>測定領域で測定された電磁界を用いて、空間平均電力密度を評価するために設定された面をいう。</p> <p>平均化面積 評価される電力密度を平均化する評価面の面積をいう。本報告書では、評価面は正方形とする。</p> <p>ポインティングベクトル 単位面積当たりの電力移送量であって、 <math display="block">\mathbf{S} = \text{Re}\{\mathbf{E} \times \mathbf{H}^*\}</math>となる。単位は <math>\text{W}/\text{m}^2</math> である。ただし、<math>\mathbf{E}</math> 及び <math>\mathbf{H}</math> は、電界及び磁界のベクトルであり、その大きさは実効値である。</p> <p>空間平均電力密度 評価面における平均化面積に対する、単位面積あたりの電力をいう。空間平均電力密度は評価面のすべての点で定義される。 空間平均電力密度に異なる定義が存在する。一つは評価面に対して垂直な空間平均電力密度であり、もう一つは評価面のポインティングベクトルの空間平均ノルムである。</p> <p>最大空間平均電力密度 評価面における空間平均電力密度の最大値をいう。</p> <p>評価面に対して垂直な空間平均電力密度 平均化面積 <math>A_{av}</math> の評価面を横切る単位面積当たりの電力をいう。 <math display="block">S_{n,av} = \frac{1}{A_{av}} \iint_{A_{av}} \text{Re}\{\mathbf{E} \times \mathbf{H}^*\} \cdot \hat{\mathbf{n}} dA</math>ここで、<math>\hat{\mathbf{n}}</math> は評価面の単位法線ベクトルである。</p> <p>評価面のポインティングベクトルの空間平均ノルム 平均化面積 <math>A_{av}</math> の評価面で平均化された、単位面積当たりの総電力をいう。</p>	<p>ずしも一貫した記述にする必要は無いと考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>定義追加 ➤ 再構築アルゴリズム ⇒ 対応済み</li> <li>積分変数の <math>dT</math> と <math>dA</math> は <math>dt</math> と <math>ds</math> では？</li> <li>時間積分区間 (<math>t_0 \sim t_0+T</math>) の記述が必要では？ ⇒ 時間積分に関連する記載を削除</li> <li>空間積分は二重積分であることを明確にする必要があるのでは？ ⇒ 対応済み</li> <li>空間積分区間 (<math>4\text{cm}^2</math> の正方形) の記述が必要では？ ⇒ 対応済み</li> <li>評価面の法線ベクトルとの内積をとることの妥当性については要検討 ⇒ IEC での議論をふまえ、法線ベクトルとの内積をとる指標と伝搬方向ベクトルとの内積をとる指標 (ノルム) の二つの指標を併記している。 法線ベクトルとの内積をとる場合、過小評価の可能性はある。一方で、ノルムを用いる場合は過剰に過大評価する可能性がある。 本報告書の評価方法として、どちらかの定義に限定するか、それとも両指標の問題点を注記するに留めるか等について、審議が必要。</li> </ul>
--	--	--	--

		$S_{tot,av} = \frac{1}{A_{av}} \iint_{A_{av}} \ \text{Re}\{\mathbf{E} \times \mathbf{H}^*\}\  dA$ <p>再構築アルゴリズム 最大空間平均電力密度を決定するため、測定された電磁界から評価面における電力密度分布に伝搬、変換、投影するための数学的手法および手順をいう。</p> <p>照射比 動作周波数と位置により与えられる電波防護指針の指針値に対するばく露量の比をいう。</p> <p>総合照射比 複数周波数同時ばく露における照射比の和をいう。</p>	
<p>電界プローブ 本測定方法では、ファントム液剤中での電界強度を等方性、かつ、高空間分解能で測定する器具をいう。</p>	<p>電界プローブ 本測定方法では、ファントム液剤中での電界強度を等方性、かつ、高空間分解能で測定する器具をいう。</p>	<p>電磁界プローブ 微小プローブ又は導波管プローブをいう。</p> <p>微小プローブ 十分な分解能を有し、周囲への散乱をできる限り小さくした電界又は磁界センサをいう。</p> <p>導波管プローブ 導波管の切り口を利用する電磁界センサをいう。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>導波管プローブは別に定義するか？ ⇒ 別に定義する</li> <li>磁界プローブは、目的の範囲次第 ⇒ 微小プローブの一種（磁界センサ）として定義する。</li> <li>ベクトルプローブ（電磁界プローブ？）の定義をするか？ ⇒ 微小プローブと導波管プローブの総称として電磁界プローブを定義するが、ベクトルプローブは定義しない。</li> <li>「擾乱のない」の具体的な意味は？（完全な無擾乱はありえない） ⇒ 「散乱の小さい」等の記述に修正する。</li> </ul>
<p>4. 測定原理 本測定方法においては、擬似的な人体モデル（ファントム）を用いた模擬的ばく露状態を実現することにより、人体内に生ずるであろう SAR を実験的に推</p>	<p>4. 測定原理 SAR の測定方法においては、擬似的な人体モデル（ファントム）を用いた模擬的ばく露状態を実現することにより、人体内に生ずるであろう SAR を実験的に推</p>	<p>4. 測定原理 本測定方法においては、人体が存在するであろう空間の電力密度を実験的に推定する。測定系は、実際のばく露状態を良好に模擬でき、かつより正確な</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力密度の定義に基づいて測定原理を記載。</li> <li>平均化面積は電波防護指針の改定案に準拠。</li> <li>電力密度の式は、用語定義と合わせる必要がある</li> </ul>

<p>定する。測定系は、実際のばく露状態を良好に模擬でき、かつより正確な推定値が得られるようなものであることが望ましい。SAR の測定方法には、ファントム内部のある一部の電界分布や内部電界に起因する温度上昇分布の測定値から SAR を推定する方法などがあるが、本測定方法が採用するプローブ走査型 SAR 測定方法は、人体の電気的特性を模擬した液剤を充填したファントム内部の電界分布を等方性の電界プローブを用いて高精度に測定し、その測定値から 10g 平均の局所 SAR を算出することを基本原理とする。SAR と電界強度との間には次式の関係がある。</p> $SAR(x, y, z) = \sigma E^2(x, y, z) / \rho \quad [W/kg]$ <p>ただし、SAR(x, y, z) [W/kg] 及び E(x, y, z) [V/m] は、それぞれ位置(x, y, z)における SAR 値と電界強度の測定値 (実効値)、また、<math>\sigma</math> [S/m] 及び <math>\rho</math> [kg/m<sup>3</sup>] は、それぞれファントムの導電率と人体組織の密度である。本測定方法は、これまで提案されている他の方法と比較して、SAR 分布測定の精度、再現性等の点で優れている。ただし、測定値の信頼性を確保するために、測定系の条件や局所 SAR の算出方法等を詳細に決めておくことが必要である。</p>	<p>推定する。測定系は、実際のばく露状態を良好に模擬でき、しかもより正確な推定値が得られるようなものであることが望ましい。</p> <p>これまで、ファントム内部の電界分布や内部電界に起因する温度上昇分布の測定値から SAR を推定する方法などがあるが、本答申が採用するプローブ走査型 SAR 測定方法は、人体の電気的特性を模擬した液剤を充填したファントム内部の電界分布を等方性の電界プローブを用いて高精度に測定し、その測定値から 1g 又は 10g 平均の局所 SAR を算出することを基本原理とする (図 4.1 参照)。</p> <p>SAR と電界強度との間には次式の関係がある。</p> $SAR(x, y, z) = \sigma E^2(x, y, z) / \rho \quad [W/kg]$ <p>ただし、SAR(x, y, z) 及び E(x, y, z) [V/m] は、それぞれ位置 (x, y, z) における SAR 値と電界強度の測定値 (実効値)、また、<math>\sigma</math> [S/m] 及び <math>\rho</math> [kg/m<sup>3</sup>] は、それぞれファントムの導電率と人体組織の密度である。</p> <p>本測定方法は、これまで提案されている他の方法と比較して、SAR 分布測定の精度、再現性等の点で優れている。また、本測定方法で用いる人体ファントムは実際の人体よりも概ね大きめの SAR を与えるものである (付録 1 参照)。ただし、測定値の信頼性を確保するために、測定系の条件や局所 SAR の算出方法等を詳細に決めておくことが必要である。</p>	<p>推定値が得られるようなものであることが望ましい。本測定方法が採用するプローブ走査型電力密度測定方法は、電界分布、磁界分布またはその両方を、電磁界プローブを用いて高精度に測定し、その測定値から再構築アルゴリズムなどにより、空間平均電力密度を算出することを基本原理とする。</p> <p>測定値の信頼性を確保するために、測定系の条件や空間平均電力密度の算出方法等を詳細に決めておくことが必要である。</p>	<p>る？</p> <p>⇒ 定義と重複する記載を削除。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>プローブの表記を 2 節・3 節と合わせる。(電界プローブ・微小プローブ・小型プローブが混在) ⇒ 「電磁界プローブ」に統一する。</li> <li>単位法線ベクトルの定義が必要では？ ⇒ 定義と重複するため式を削除。</li> <li>再構成による評価と直接測定による評価についての説明が必要では？ (フローチャート?) ⇒ 再構築について記述を加筆。また、フローチャートは 6 節で対応。</li> </ul>
<p>5. 測定系の条件</p> <p>5.1 概要</p> <p>測定は、以下の環境条件で行うこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>周囲の温度及びファントム液剤が 18°C から 25°C までの範囲にあること。</li> <li>SAR の測定を行っている間のファントム液剤の温度変化は、2°C を超えず、かつ液剤の電気的特性 (複素比誘電率の実部および導電率) の温度による変動が 5%以内になるようにすること。</li> <li>周囲雑音による影響が 10 g 平均局所 SAR で 0.012W/kg 以下であること。</li> <li>基地局シミュレータなどの送信設備、床、</li> </ul>	<p>5. 測定系の条件</p> <p>5.1 環境条件</p> <p>5.1.1 温度</p> <p>(1) 周囲の温度及びファントム液剤の温度が 18°C から 25°C までの範囲内であること。</p> <p>(2) SAR の測定を行っている間のファントム液剤の温度変化は、±2°C を超えないか、比吸収率の偏差が ±5%以内になるかのいずれか小さい方とすること。</p> <p>5.1.2 測定環境</p> <p>(1) 周囲雑音による影響が 1 g 平均局所 SAR で 0.012 W/kg 以下であること。</p>	<p>5. 測定系の条件</p> <p>5.1 概要</p> <p>測定系は、図 5.1 に示すように、電磁界プローブおよび計測機器によって構成される電力密度計測装置、プローブ走査装置、携帯電話端末等 (以下「被測定機」という。) の保持器及び基地局シミュレータから構成される。</p> <p>測定は、以下の環境条件で行うこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>周囲の温度が 18°C から 25°C までの範囲にあること。</li> <li>周囲雑音による影響が空間平均電力密度で 0.04mW/cm<sup>2</sup> 未満であること。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>温度範囲を拡げるのか？ <ul style="list-style-type: none"> <li>計測器の不確かさと SAR 測定温度を考慮すると、現行のままでよさそう。</li> <li>(参考)</li> <li>シグナルアナライザ (アンリツ製) の場合、18 度～28 度の範囲で校正値を保証？</li> <li>ネットワークアナライザ (Keysight 製) 動作温度は 0 度～40 度であるが、20 度～30 度で校正が有効</li> </ul> </li> </ul> <p>⇒ IEC での議論をふまえ、現行通りとする。</p>

<p>位置決め装置等からの反射の影響を、10 g 平均局所 SAR で 0.012W/kg より小さくすること。反射の影響が 0.012W/kg より大きい場合は、不確かさに追加すること。</p>	<p>(2) 基地局シミュレータなどの送信設備、床、位置決め装置等からの反射の影響が、測定する SAR の 3%未満であること。反射の影響が 3%より大きい場合は、不確かさに追加すること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 基地局シミュレータなどの送信設備、床、位置決め装置等からの反射の影響が、最大空間平均電力密度の 0.2 dB (4.7%) 未満とすること。</li> </ul>  <p>図 5.1 測定系の基本構成図</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 試験中の温度変化の規定(監視)は必要ないか？ ⇒ IEC での議論(±2度の記述があるが、今後変更になる可能性が高い状況)をふまえ、現行通りとする。</li> <li>• 周囲雑音等は、最新 CD 確認要(許容値の根拠、平均化面積の要件、測定面と評価面のどちらにおける電力密度測定に対する要件であるかの明確化等) ⇒ IEC での議論をふまえ、現行通り(空間平均電力密度の定義にある平均化面積)とする。</li> <li>• 反射影響の許容値の根拠は？(0.2dB は約 5%なので、SAR の要件よりも緩和されている?) ⇒ IEC での議論をふまえ、許容値の範囲は現行通りとする。また、「測定値」を「最大空間平均電力密度」に修正。</li> </ul>
<p>5.2 ファントム ファントムの大きさや形状は、SAR 値に関わる主要なパラメータであることから、人の頭部及び頸部を近似することが望ましい。また、その電気的特性も頭部組織と同様の特性を有することが望ましい。ファントム内部で電界プローブを走査可能にするため、このファントムは、頭部及び頸部を左右に2分割した形状を持つ外殻に液剤を充填した構成とする。外殻は形付けられた容器として用い、可能な限り測定に影響を与えないものである。なお、本測定方法において、手のモデル化は行わない(付録2の2.3参照)。</p> <p>5.2.2 形状と寸法 ファントムの形状と寸法は、付録2の1によること。本条件は、国際標準である IEC 62209-1<sup>[7]</sup>にも採用されているものであるが、日本人の標準的形状及び寸法を用いた場合と比較して過大側の測定結果が得られる(付録2の2.1参照)。本ファントムの模擬図を図5.2に示す。</p>	<p>5.2 ファントム外殻 ファントム外殻は、底面が平坦で上部が開いている形状とする(図5.1)。形状及び寸法は、長径 600±5 mm、短径 400±5 mm の楕円形とすること。ただし、300 MHz を超える周波数では、IEC の規格 62209-2 で定めるファントム形状及び寸法を用いることができる。</p>	<p>5.2 評価面 5.2.1 概要 電力密度を評価するための評価面の大きさや形状は、電力密度値に関わる主要なパラメータであることから、人の身体を近似することが望ましい。この評価面は、頭部を左右に2分割した形状の側頭部評価面、平らな形状の身体評価面、被測定機固有の評価面が挙げられる。なお、本測定方法において、手のモデル化は行わない。</p> <p>5.2.2.1 側頭部評価面 人の側頭部を近似したファントムの形状と寸法は、国際標準である IEC 62209-1<sup>[7]</sup>に採用されている(図5.2参照)。頭部評価面は図中に示される仮想的な側頭部ファントムの内面とする。ただし、耳たぶの外殻の厚さは 2mm とする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEC では3つの評価面が定義されているが、まずは頭部とそれ以外(胴体評価面)の定義だけでよいのではないか？</li> <li>• 手のモデル化を不要とすることの根拠は？ ⇒ IEC の CD にはこの3つの評価面が規定されている。SAR に関しても Informative だが、被測定機固有の評価に対応するファントムが示されている。 IEC でも反対や問題の指摘がないのであれば、多様なデバイスの使い方に対して評価を提供するという意味では本報告書にも含めても良いと考える。また、先ほどの議論と同様、手掌の評価については現時点では想定しないということとする。</li> <li>• 複数周波数同時ばく露時の SAR との同時評価の場合に、SAR 測定方法で規定されていないファントム(評価面)の利用は可能なのか？ ⇒ 付録3に記載の方法の一部では対応可能。</li> </ul>

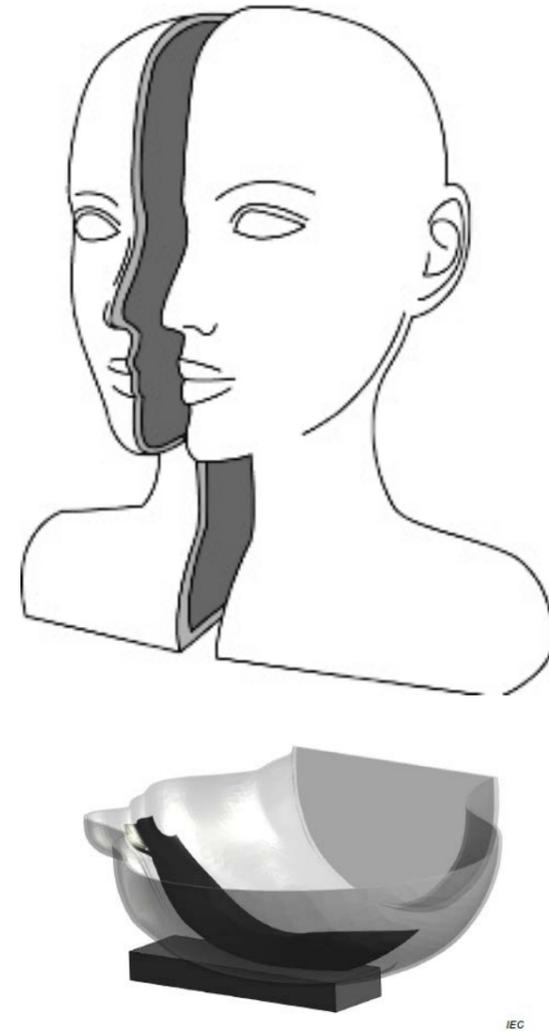


図 5.2 側頭部ファントムの模擬図（上図）および側頭部評価面（下図※）（※下図は IEC TR63170 から引用）

#### 5.2.2.2 身体評価面

側頭部及び手掌を除く身体を近似した形状と寸法は、国際標準である IEC 62209-2 に採用されているファントムの形状に基づく。評価面はこの仮想的なファントムの内面とする。

- ・ 胴体評価面で引用している IEC 62209-2 では小型のフラットファントムも利用できるとしているが、いずれも適用可能とするのか？

⇒ IEC の議論を確認したところ、IEC 62209-2 と同様の要件を想定していることを確認した。
- ・ 胴体評価面では端末との離隔距離を変動させる必要は無いのか？（SARとは異なり、必ずしも最近接位置が最大の入射電力密度を与えるとは限らないのでは？）

⇒ 6.1.3.3 節に離隔距離についての要件を追加。
- ・ 頭部評価面は側頭部に保持して通話する場合にのみ用いるため、顔面前面に保持して使用するような場合はフラットファントムが適用されるということが明確でないように思われる。

⇒ 「胴体」⇒「身体」に修正。
- ・ 「被測定機固有の評価面」の寸法は必要か？（現時点で CD には記載なし）

⇒ IEC での議論をふまえ、現行通り（寸法の記載無し）とする。

		 <p>図 5.3 身体評価面の模擬図 (IEC TR63170 から引用)</p> <p>5.2.2.3 被測定機固有の評価面 側頭部評価面 (5.2.2.1) および身体評価面 (5.2.2.2) が過大な評価とならず、また頭部および胴体以外の部位 (腕など) で使用される機器に対しては、被測定機固有の評価面とする。</p>	
<p>5.3 SAR 計測装置</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SAR の最小検出限界値は、0.01W/kg 以下であること。最大検出限界値は、100W/kg より高いこと。</li> <li>感度、直線性及び等方性は、測定周波数における液剤中にて評価すること。</li> <li>電界プローブセンサ部の保護カバーの外形寸法を 2 GHz 以下の周波数において 8mm 以下、2 GHz を超える周波数においては <math>\lambda/3</math> 以下であること。ここで <math>\lambda</math> は液剤中の波長とする。なお、電界プローブは定期的に校正しておくこと。</li> </ul>	<p>5.3 ファントム液剤</p> <p>5.4 SAR 計測装置</p> <p>5.4.1 検出範囲 SAR の最小検出値が 0.01 W/kg 以下の値であること。</p> <p>5.4.2 プローブ先端直径 プローブ先端直径は、2 GHz 以下の周波数においては 8 mm 以下、2 GHz を越える周波数においては <math>\lambda/3</math> 以下であること。ここで <math>\lambda</math> は液剤中の波長とする。</p>	<p>5.3 電力密度計測装置</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>電磁界プローブは定期的に校正しておくこと。</li> <li>不確かさ評価のための感度、直線性及び等方性は、測定周波数における自由空間中にて評価すること。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>センサ部の寸法は不要か？ (現状 CD では記載がない) ⇒ IEC での議論をふまえ、現行通り (記載無し) とする。</li> <li>ダイナミックレンジ (最新 CD 確認要)</li> <li>最小検出限界値は、周囲雑音が測定できる 0.04mW/cm<sup>2</sup> の方がいいのでは。</li> <li>5.1 節同様に、許容値の根拠、平均化面積や測定面・評価面の切り分けが必要では？</li> <li>我が国の指針値 (10mW/cm<sup>2</sup>、2mW/cm<sup>2</sup>) に対して 妥当な計測範囲となっているのか？</li> <li>直接測定による評価の場合は電力密度測定としての用件のみで良いが、再構成手法による評価の場合は電界・磁界の振幅・位相・ベクトル (方向成分) についての測定 (推定) の要件が必要ではないか？ ⇒ IEC での議論をふまえ、最小検出値の明確な定義や許容値の根拠が不明であることから、最小検出限界の要件を削除する。なお、感度、直</li> </ul>

			線性の不確かさを評価することで、最小検出限界の測定への影響を考慮(抑制)できると判断。
<p>5.4 プローブ走査装置</p> <p>(1) 精度 測定範囲に対するプローブ先端の位置決め精度は、±0.2mm 以下であること。</p> <p>(2) 位置決め分解能 1mm 以下であること。</p>	<p>5.5 プローブ走査装置</p> <p>5.5.1 位置決め精度 測定範囲に対するプローブ先端の位置決め精度は、各走査位置について±0.2 mm 以下であること。</p> <p>5.5.2 位置決め分解能 位置決め分解能は1 mm 以下であること。</p>	<p>5.4 プローブ走査装置</p> <p>5.4.1 概要 評価面での電力密度分布の評価ができるように、電磁界プローブを走査可能であること。機械的構造が電力密度評価を妨げないこと。</p> <p>5.4.2 技術的条件 測定範囲に対するプローブ先端の位置決め精度は、0.2mm 以下であること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>プローブ走査装置の精度の要件は測定に必要な精度に対して十分か？</li> <li>同要件は、既存(または市販予定)の測定システムの性能で達成可能か？ ⇒ IEC での議論をふまえ、現行通り(0.2mm)とする。</li> <li>位置決め分解能は、再構成手法の場合に必要な要件か？(測定範囲についての要件も必要ではないか？)</li> <li>6.1.1 節に手法毎に適切に設定するとの記載があるが、本節で要件を規定することと矛盾していないか？ ⇒ 6 節以降で測定分解能についての記述があるため、本節からは分解能の要件を削除する。</li> </ul>
<p>5.5 保持器</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>携帯電話端末等を 6.1.3 に記述する位置に保持できること。</li> <li>誘電正接及び複素比誘電率の実部が、それぞれ 0.05 以下及び 5 以下の材質であること。</li> </ul>	<p>5.6 保持器</p> <p>保持器材質の誘電正接は 0.05 以下であること。保持器材質の比誘電率の実部は 5 以下であること。</p>	<p>5.5 保持器</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>携帯電話端末等を 6.1.3 に記述する位置に保持できること。</li> <li>誘電正接及び複素比誘電率の実部が、それぞれ 0.005 以下及び 1.2 以下の材質であること。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>6GHz 以上の周波数を発射する携帯無線端末に対する保持器の要件は？ ⇒ TR で検討済み</li> </ul>
		<p>5.6 再構築アルゴリズム</p> <p>測定領域と評価面が一致しない場合は、測定領域で取得された電磁界から評価面での電力密度分布の再構築(付録 10 参照)を行うこと。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>再構成による評価方法で測定するのは電界だけか？ ⇒ 電磁界から電力密度を再構築するとの記述に修正。</li> </ul>
6. 測定手順	6. 測定手順	6. 測定手順	
6.1 測定系のセットアップ	6.1 測定装置等の設定	6.1 測定系のセットアップ	
<p>6.1.1 一般事項</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>一連の SAR 測定前の 24 時間以内に、ファントム液剤の電気的特性を測定すること。連続して測定する場合は、2 日毎にファントム液剤の電気的特性を測定すること。被測定機の試験が 48 時間を超える</li> </ul>	<p>6.1 測定装置等の設定</p> <p>6.1.1 ファントム液剤及びファントム液剤の設定 (1) ファントム液剤は、深さが 15cm 以上となるまでファントム液剤に充てんすること。3-6GHz では、IEC の規格 62209-2 で定める深さとすることができ</p>	<p>6.1.1 一般事項</p> <p>被測定機の位置を決定する複数の参照点は被測定機の形状・寸法に基づいて定義することが望ましい。測定系及び各構成部分が条件どおりに正確に動作していることを簡易性能試験(付録</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 点の参照位置は、必要(ただし、現時点では CD に記載なし)</li> <li>参照点は何故使用者から見える必要があるのか？</li> <li>参照点は測定面の大部分を含む位置に設定する</li> </ul>

<p>場合は、試験が終了する前にファントム液剤の電気的特性を確認すること。ファントム液剤の電気的特性を保証することができれば、それより少ない頻度でもよいが、その場合でも測定の間隔は最長1週間とすること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ファントム液剤の電気的特性の測定値は、表 5.1 で指定された値に対してその差が±10%の範囲内にあること。ただし、温度変化による変動はこれに含まれない。測定方法は IEC62209-1[7]等を参照のこと。</li> <li>・SAR 算出には、測定した電気的特性を用いること。なお、測定に用いた液剤の電気的特性と目標値との差を補正するため、付録 6 で定める方法で、算出した SAR に補正を施すこと（電気的特性の測定値が表 5.1 で指定された値に対してその差が±5%の範囲内にある場合は、補正を行わなくてよい）。</li> <li>・ファントム液剤の深さは耳の基準点にて 15cm 以上になるようにすること。</li> <li>・測定前にファントム液剤を慎重にかき混ぜ、気泡がないようにすること。</li> <li>・走査装置は、ファントム上の少なくとも3点の参照位置を用いてファントムと関連づけられること。これらの点は、使用者から見えるようにし、20 cm 以上離して配置すること。測定系及び各構成部分が条件どおりに正確に動作していることを確認すること。</li> </ul> <p>6.1.2 被測定機</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・測定に際して被測定機は、それ自身の内部送信機を使用すること。</li> <li>・アンテナ、バッテリー及び付属品は、被測定機の提供メーカーにより指定されたものであること。</li> <li>・バッテリーは、各測定前に完全に充電し、外部との接続がないこと。</li> <li>・空中線電力及び周波数は、内部試験プログラム又は基地局シミュレータ等を使って制御すること。</li> <li>・空中線電力は、被測定機を人体側頭部の側で使用</li> </ul>	<p>る。</p> <p>(2) 測定前の 24 時間以内に電気的特性を測定すること。なお、IEC の規格 62209-2 で定める方法で測定することができる。測定した導電率と比誘電率は目標値±10%以内であることを確認する。</p> <p>(3) SAR 算出には、測定した電気特性を用いること。なお、測定に用いた液剤の電気特性と目標値との偏差を補正するため、IEC の規格 62209-2 で定める方法で算出した SAR に補正を施すこと。(付録*)</p> <p>6.1.2 測定対象無線設備の設定</p> <p>(1) 送信設備は、内部送信機、一体化送信機又は外部で接続する送信機を使用する。</p> <p>(2) バッテリーは、SAR の測定前に完全に充電しておき、外部電源との接続は行わない。ただし、測定対象無線設備の電源が外部電源のみの場合は、製造者が指定したケーブルを用いて適切な外部電源に接続する。</p> <p>(3) 周波数及び空中線電力の制御は、内部試験プログラム又は適切な試験装置を使用して行う。</p> <p>(4) 空中線電力は、最大出力値に設定する。ただし、設定が困難な場合には、それより低出力で測定し、最大出力時の SAR に換算することができる。</p> <p>(5) 通常の使用状態において必要な場合以外は、電源等のケーブルを接続しないこと。</p>	<p>2 参照) により確認すること。</p> <p>評価面が被測定機近傍の場合の電力密度評価では、電界および磁界の両方に基づいて、電力密度を決定するため、電界と磁界それぞれの振幅と位相が必要になる。評価面での電力密度は測定領域の電界を再構築することで推定する。測定領域の寸法の必要条件や空間的な分解能は、電力密度計測装置や再構築アルゴリズム (付録 10 参照) に依存する。ただし、評価面が被測定機から数波長離れている場合には、遠方界として電力密度を推定することが可能である (付録 9 参照)。</p> <p>測定領域から被測定機までの距離は、電磁界プローブによる電磁界の散乱をできる限り小さくするように設定する。一般に、測定距離が増大すると、電磁界プローブからの反射による誤差は減少する。測定領域や測定におけるポイント数は、使用する電磁界プローブや再構築アルゴリズムの必要条件に従って決定すること。</p> <p>6.1.2 被測定機</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・測定に際して被測定機は、それ自身の内部送信機を使用すること。</li> <li>・アンテナ、バッテリー及び付属品は、被測定機の製造業者により指定されたものであること。</li> <li>・バッテリーは、各測定前に完全に充電し、通常の使用状態において必要な場合以外は、電源等のケーブルを接続しないことが望ましい。<b>ケーブルを接続する場合には、最大空間平均電力密度に影響を与えないことをあらかじめ確認すること。</b></li> <li>・空中線電力及び周波数は、内部試験プログラム又は基地局シミュレータ等を使って制御すること。</li> <li>・空中線電力は、最大出力値に設定する。ただし、設定が困難な場合には、それより低出力で測定し、最大出力時の電力密度に換算することがで</li> </ul>	<p>必要がある。</p> <p>⇒ IEC での議論をふまえて、被測定機を基準とした定義であることを記載。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 使用者の定義が必要。</li> <li>・ 離隔距離の定義が必要。 ⇒ 「使用者」の記述を削除。</li> <li>・ プローブによる電磁界の摂動を避けることの記述は微小プローブの定義の記述と矛盾していないか？</li> <li>・ 電磁界の摂動ではなく、アンテナとの相互結合ではないのか？ ⇒ 定義にあわせて、「散乱を小さくする」という記述に修正。</li> <li>・ 「バッテリーは、各測定前に完全に充電し、通常の使用状態において必要な場合以外は、電源等のケーブルを接続しないこと。外部との接続がないこと。」の記述はミリ波帯の機器でも必要か？</li> <li>・ バッテリーは、各測定前に完全に充電し、通常の使用状態において必要な場合以外は、電源等のケーブルを接続しないこと。但し、必要な場合は、影響の無いことを示すこと。(緩和要件の追加?) ⇒ 前回作業班と IEC での議論もふまえ、「ケーブルを接続する場合には、最大空間平均電力密度に影響を与えないことをあらかじめ確認すること。」という要件を追加する。「影響を与えない」ということの具体的な要件は、現時点では十分なデータが無いために、本報告書では規定しない(できない)。今後、ICCJ 等の場で議論されることが期待される。</li> <li>・ 「音声とデータが混在する通信モードについては、生じうる最大空中線電力で測定を行うこ</li> </ul>
--	--	--	---

<p>する場合に対応した通信モード（音声通信等）での最大出力値に設定すること。ただし、最大出力で SAR 測定が困難な場合は、それより低出力で測定し、最大出力時の SAR に換算してもよい。音声とデータが混在する通信モードについては、端末を人体側頭部の側で使用する場合で生じる最大空中線電力で測定を行うこと。ただし、送信動作は、擬似的なベースバンド信号等を用い、当該通信方式の信号形式に従った連続送信とすること。</p>		<p>きる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>複数のアンテナまたは送信機（単一または複数のアンテナを有す）が同時に動作する機器の場合、生じる最大空中線電力で測定を行うこと。ただし、送信動作は、擬似的なベースバンド信号等を用い、当該通信方式の信号形式に従った連続送信とすること。</li> </ul>	<p>と。」は必要か？</p> <p>→ LTE では volte(音声)とデータ通信において出力区別はない状況。「(通信状況を区別せずに)生じる最大電力を測定して評価する形」になるのかと存じます。測定法の国際標準にこのような記載がある際は必要かと存じます。</p> <p>⇒ IEC での議論等をふまえ、従来（SAR 測定方法）にあった「音声とデータが混在する通信モードについては、端末を人体側頭部の側で使用する場合で生じる最大空中線電力で測定を行うこと。」の要件を削除。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5G の通信方式で、連続送信でない場合（TDD 方式等）についてはどうするのか？ → 3.5GHz 時の TDD-LTE が契機となった SAR 評価法の上限周波数拡張時(6GHz までの拡張)の SAR 規定が参考になるかと存じます。 ⇒ 現在の記述で問題ないことを確認。</li> <li>5G の通信方式の電波（電界）を測定する際に、位相の計測は可能なのか？（ランダムな位相変調信号に対して同期をとることはできるのか？） ⇒ 可能であることを確認。</li> </ul>
<p>6.1.3 標準的な測定位置</p> <p>被測定機は、ファントムの左右両側について、次に規定する二つの位置で測定すること。</p>	<p>6.1.3.1 一般事項</p> <p>(1) 測定対象無線設備は、ファントム外殻下部に設置し、6.1.3.2 に示す位置において SAR を測定すること。</p> <p>(2) 測定対象無線設備の大きさがファントム外殻の大きさを超える場合は、IEC の規格 62209-2 で定める方法で測定すること。</p> <p>6.1.3.2 測定位置</p> <p>(1) 測定対象無線設備の製造者等が取扱説明書等において、当該無線設備の使用方法を明示している場合には、当該明示された位置とする。使用方法が</p>	<p>6.1.3 被測定機と評価面の位置</p> <p>6.1.3.1 被測定機の参照位置</p> <p>6.1.3.2 頭部評価面</p> <p>側頭部の左右それぞれの評価面について、被測定機を IEC62209-1 に採用されている二つの位置（頬の位置、傾斜の位置）に設置する条件について評価すること。</p> <p>6.1.3.2 身体評価面</p> <p>(1) 被測定機の製造者等が取扱説明書等において、当該被測定機の使用方法を明示している場合には、当該明示された位置とする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IEC 62209-1, IEC 62209-2 ではなく、前答申や告示を引用するべきでは？ ⇒ 事務局で検討し、必要に応じて、後日修正する。</li> <li>「身体ファントム外殻」の定義が必要。 ⇒ 該当の記述を削除。</li> <li>2mm（ファントム外殻を考慮すること）の根拠は？ ⇒ 2mm の根拠は SAR 測定と条件を一致させること（6GHz 以下の電波との同時送信時の評</li> </ul>

	<p>明示されていない場合は、測定対象無線設備の全ての面に対してファントム外殻下部に密着させたそれぞれの位置とする。設置例を図 6.1 に示す。</p> <p>(2) 上記のほか、IEC の規格 62209-2 で定める位置に準じることができる。</p>	<p>使用方法が明示されていない場合は、被測定機の全ての面に対して評価面との最小離隔距離は 2 mm とすること。ただし、アレーアンテナによるビーム状の電波が照射される場合には、空間平均電力密度が最大となるような適切な位置とすること。</p> <p>(2) 上記のほか、IEC の規格 62209-2 で定める位置に準じることができる。</p> <p>6.1.3.3 被測定機固有の評価面</p> <p>(1) 測定対象無線設備の製造者等が取扱説明書等において、当該無線設備の使用方法を明示している場合には、当該明示された位置とする。使用方法が明示されていない場合は、測定対象無線設備の全ての面に対してファントム外殻への密着を想定し、評価面との距離は 2 mm とすること。</p> <p>(2) 上記のほか、IEC の規格 62209-2 で定める位置に準じることができる。</p>	<p>価で端末-人体間の位置関係を一致させる必要があること)を確認。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>アレーアンテナによるビーム状の電波にばく露する場合は、最小離隔局が必ずしも最悪のばく露条件とならない。</li> </ul> <p>⇒ 使用方法が明示されていない場合には、適切な位置での測定を行う要件を追加。</p>
<p>6.2 測定</p>	<p>6.2 SAR の測定</p>	<p>6.2 測定</p>	
<p>6.2.1 一般条件</p> <p>(1) 測定は、6.1.3 で記述した(1)と(2)の両方の位置に対して、ファントムの左右両側にて各動作帯域の中央付近の周波数を使って行うこと。</p> <p>(2) 被測定機の全ての構成(例えば、収納可能なアンテナを持つ場合には、アンテナを伸ばした状態と収納した状態の両方)で(1)の試験を行うこと。</p> <p>(3) マルチモード機能又は複数の使用帯域を持つ被測定機を測定する場合には、各送信モード又は帯域について対応する最大送信出力で(1)の試験を行うこと。</p> <p>(4) 送信周波数帯域幅が中心周波数の 1%を超え、かつ、10%以下の場合には、(1)から(3)の試験で SAR の最も高い測定値が得られたときの被測定機位置において、送信帯域の最大と最小の周波数について試験すること。さらに、SAR の測定値が SAR の許容値に対し 50%以上 (-3dB 以上)にある他の全ての条件に</p>	<p>6.2.1 一般条件</p> <p>測定対象無線設備の試験条件は、IEC の規格 62209-2 で定める方法で行うこと。</p> <p>測定対象無線設備をファントム外殻の所定の位置に固定し、測定対象無線設備の各送信帯域の中央付近の周波数を使用して SAR を測定する。</p> <p>ただし、マルチモード機能又は複数の使用帯域を持つ被測定器を測定する場合は、各送信モード又は帯域で測定を行うこと。また、各々の測定位置において測定を行うこと。</p> <p>得られた値のうち最大の値及び SAR の許容値に対して -3 dB (50%) 以上の値が得られた位置において、送信周波数帯域幅が中心周波数の 1%を超え 10%以下の場合には測定対象無線設備の送信帯域の最大と最小の周波数について、送信周波数帯域幅が中心周波数の 10%を超える場合は次式により求められる測定数の周波数(送信周波数帯域の最大と最小の周</p>	<p>6.2.1 一般条件</p> <p>(1) 測定は、6.1.3 で記述した測定位置に対して、各動作帯域の中央付近の周波数を使って行うこと。</p> <p>(2) 被測定機の全ての動作条件(ビーム走査を行う機器の場合には、その全ての条件)で(1)の測定を行うこと。</p> <p>(3) マルチモード機能又は複数の使用帯域を持つ被測定機を測定する場合には、各送信モード又は帯域について 対応する最大送信出力で(1)の測定を行うこと。</p> <p>(4) 送信周波数帯域幅が中心周波数の 1%を超える場合には、(1)から(3)の試験において、最大空間平均電力密度の結果が空間平均電力密度の許容値に対し 50%以上 (-3dB 以上)にある他の全ての条件に対して、以下の式を用いて測定数(試験する周波数の数)を決め、測定を行うこ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>「(ビーム走査を行う機器の場合には、その全ての条件)」は、高速化もしくは試験数削減で除外を考慮</li> </ul> <p>⇒ 試験数削減方法(付録 6)の適用を記載。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>「さらに、電力密度の評価値が電力密度の許容値に対し 50%以上 (-3dB 以上)にある他の全ての条件に対しても同様に行うこと。」などの規定は CD 記載待ち</li> </ul> <p>⇒ IEC での議論をふまえ、現行通りの記載とする。</p>

<p>対しても同様に行うこと。</p> <p>(5) 送信周波数帯域幅が中心周波数の 10%を超える場合は、(1)から(3)の試験で SAR の最も高い測定値が得られたときの被測定機位置において、以下の式を用いて測定数（試験する周波数の数）を決め試験すること。この際、試験する周波数帯は、できる限り等間隔にすること。さらに、SAR の測定値が SAR の許容値に対し 50%以上 (-3dB 以上) にある他の全ての条件に対しても、同様に行うこと。</p> $N = 2 \times \text{Roundup}(10 \times (f_h - f_l) / f_c) + 1$ <p>N : 測定数 f<sub>h</sub> : 帯域内の最高周波数 f<sub>l</sub> : 帯域内の最低周波数 f<sub>c</sub> : 中心周波数</p> <p>関数 Roundup(x)は、変数 x を次の整数に切り上げる。</p> <p>被測定機が複数の周波数帯や通信方式などを有する場合、局所最大 SAR を決定するためには多くの測定が必要となり、多大な測定時間を要することが予想される。従って、多くの測定条件から必要な測定を選別する方法として高速 SAR 手順を用いることができる（付録 9 参照）。また、予め決められた条件を満足する場合は測定数を削減することができる（付録 10 参照）。</p>	<p>波数を含みその間隔はできる限り等しくすること。）について SAR を測定する。</p> $N = 2 \times \text{Roundup}(10 \times (f_h - f_l) / f_c) + 1$ <p>f<sub>c</sub> : 中心周波数 f<sub>h</sub> : 帯域内の最高周波数 f<sub>l</sub> : 帯域内の最低周波数 N : 測定数</p> <p>Roundup(x)は、変数 x を次の整数に切り上げる。</p> <p>得られた値のうち最大の値を測定対象無線設備の SAR とする。</p> <p>なお、拡張不確かさが 30%を超えた場合は、IEC の規格 62311 に定める方法で、当該超えた不確かさを考慮した値を SAR 測定値に上乘せし、上乘せした SAR 値と指針値とを比較すること。</p>	<p>と。この際、測定する周波数帯は、できる限り等間隔にし、最大および最小の周波数チャンネルを含めること。</p> $N_c = \min(2 \times \text{roundup}[10 \times (f_{\text{high}} - f_{\text{low}}) / f_c] + 1, N)$ <p>(5) 全ての測定値の中から最大値を決定すること。</p> <p>被測定機が複数の周波数帯や通信方式などを有する場合、最大空間平均電力密度を決定するためには多くの測定が必要となり、多大な測定時間を要することが予想される。したがって、多くの測定条件から必要な測定を選別する方法として高速電力密度評価手順を用いることができる（付録 6 参照）。また、予め決められた条件を満足する場合は測定数を削減することができる（付録 6 参照）。</p>	
		<p>6.2.2 測定手順の詳細</p> <p>6.2.1 に記述した一般条件についてさらに、以下の測定を実施すること。</p> <p>(1) 測定面上の最小検出限界値より高い任意の測定位置（参照位置）を一つ選び、電界強度又は磁界強度を測定すること。可能であれば、最大値が生じると想定される測定位置とすることが望ましい。</p> <p>(2) 測定面内で電磁界プローブを走査し、電界強度又は磁界強度を測定する。平面走査の場合、各測定点間の分解能は半波長未満であること。被測定機の近傍界領域で測定が行われる場合、より小さな空間分解能が必要になる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>走査装置の参照点との切り分けが必要。 ⇒ IEC での議論をふまえ、参照位置の記述を修正。</li> <li>(3)で電界と磁界を直接測定する場合は、再構築法は不要との記述があるが、測定面と評価面が異なる場合には、電界と磁界を測定していても再構成が必要ではないか？（再構築と再構成の用語の統一も必要） ⇒ 記述を修正。</li> </ul>

		<p>(3) 評価面上において、最大空間平均電力密度を決定する。測定領域と評価面が一致しない場合、再構築アルゴリズムを用いて評価面での電力密度分布を算出する。</p> <p>(4) (3) の手順において得られた最大空間平均電力密度が測定領域を拡張しても変化せず、且つ最大空間平均電力密度の位置が評価面境界にないことを確認すること。</p> <p>(5) 評価面上での空間平均電力密度の分布と最大空間平均電力密度の値と位置を記録する。</p> <p>(6) (1) の測定を再度行うこと。被測定機の電力ドリフトは、(1) で取得された電界強度又は磁界強度の振幅の二乗の差異から推定する。ドリフトが 5% を超える場合、下記の補正式を用いて補正を施すこと。</p> $PD_{corrected} = PD_{meas} \times \left(1 + \frac{Drift}{100}\right)$ $Drift = 100 \times \frac{ Ref_1 - Ref_2 }{Ref_1}$ <p><i>PD<sub>corrected</sub></i>: 補正された電力密度  <i>PD<sub>meas</sub></i>: 測定によって決定された電力密度  <i>Drift</i>: 電力ドリフト  <i>Ref<sub>1</sub></i>: 手順(1)によって測定した電界強度または磁界強度を二乗した値  <i>Ref<sub>2</sub></i>: 手順(6)によって測定した電界強度または磁界強度を二乗した値</p> <p>以上の条件を含む測定の基本手順を図 6.2 及び図 6.3 に示す。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ドリフト許容値 (5%) の根拠は? ⇒ SAR 測定方法に準拠したもの。</li> <li>位相のドリフトについての要件は不要か? ⇒ 不要である。</li> </ul>
<p>6.2.3 複数帯域同時送信時の測定手順</p> <p>被試験機が複数の送信周波数で同時に動作するので、プローブ較正もしくはファントム液剤の有効な周波数範囲より離れている複数周波数で同時動作する場合は、付録 5 のいずれかの方法で測定すること。</p>	<p>6.2.3 複数帯域同時送信時の試験手順</p> <p>(1) 測定対象無線設備が複数の送信周波数で同時に動作するので、プローブ較正もしくはファントム液剤の有効な周波数範囲より離れている複数周波数 (f1、f2 など) で同時動作する場合は、各々の送信周波数における SAR を別々に測定し、同じ条件 (測定位置、動作条件など) で合計した値を当該無線設備の SAR とすること。</p>	<p>6.2.3 複数帯域同時送信時の測定手順</p> <p>被測定機が複数の送信周波数で同時に動作するので、プローブ較正の有効な周波数範囲より離れている複数周波数で同時動作する場合は、付録 3 のいずれかの方法で評価する。</p>	<p>【コメントを付録 3 に移動】</p>

	(2)(1)のほか、IECの規格62209-2で定める複数の周波数で同時に動作する無線設備のSAR測定方法で行うことができる。(付録2)		
<p>6.2.4 SAR値の算出</p> <p>(1) 補間 局所SARを計算するとき、与えられた質量の平均化領域に対して測定間隔が粗い場合には、測定点間で補間を行うこと。 補間方法の例を付録3に示す。</p> <p>(2) 外挿 使用する電界プローブは、通常三つの近接した直交ダイポールを持ち、これらのダイポールは保護管に埋め込まれている。測定点はプローブ先端から数mmの所に設けられており、SARの測定の位置を求める際に、このオフセットを考慮すること。 外挿方法の例を付録3に示す。</p> <p>(3) 平均体積 局所SARを算出するための組織の形状は、立方体の形をしていること。算出に用いる密度は、1000kg/m<sup>3</sup>を使用すること。 立方体がファントム外殻内面と交差する場合は、三つの頂点が外殻内面に接触するように又は一つの面の中央が表面に正接するように立方体の向きを決めること。 外殻内面に最も近い立方体の面をその表面に合うよう変更し、追加された体積を立方体の反対側の面から差し引くこと。 立方体における平均値の求め方を付録3に示す。</p> <p>(4) 最大値の検索 付録3に従い、局所最大SARの近辺のファントム内部表面上で立方体の位置を動かすこと。 局所最大SARを持つ立方体が走査空間内の端にないこと。もし端にある場合は、走査領域をずらし、測定をやり直すこと。 この局所最大SAR値を測定結果とする。</p>	<p>6.2.4 SAR値の算出</p> <p>(1) 補間 局所SARを計算するとき、与えられた質量の平均化領域に対して測定間隔が粗い場合には、測定点間で補間を行うこと。 補間方法の例を付録3に示す。</p> <p>(2) 外挿 使用される電界プローブは、通常三つの近接した直交ダイポールを持ち、これらのダイポールは保護管に埋め込まれている。測定点はプローブ先端から数mmの所に設けられており、SARの測定の位置を求める際に、このオフセットを考慮すること。 外挿方法の例を付録3に示す。</p> <p>(3) 平均体積 局所SARを算出するための組織の形状は、立方体の形をしていること。算出に用いる密度は、1000kg/m<sup>3</sup>を使用すること。</p> <p>(4) 最大値の検索</p>	<p>6.2.4 空間平均電力密度値の算出</p> <p><del>(1) 補間</del> <del>(2) 外挿</del> <del>(3) 平均面積</del> <del>(4) 最大値の検索</del></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>補間と外挿の必要性</li> <li>直接測定による評価と再構成による評価毎に、補間・外挿の要否や要件が異なるのでは？</li> <li>ミリ波用微小プローブの測定点のオフセットは数ミリメートルもあるのか？</li> <li>最大値を探索する手法の付録が不明。</li> <li>評価面の領域はファントム形状で規定されているので、評価面領域をずらすという処理は、人体から離れた場所の入射電力密度を評価することにならないか？</li> <li>評価面領域をずらす場合、測定面もずらして、再測定が必要なのか？</li> </ul> <p>⇒ 再構築アルゴリズムでは任意の位置の電力密度を算出可能であることから、本節を削除する。なお、直接測定の場合は、本節の要件が必要である可能性があるが、現時点で直接測定に基づく測定システムの開発・販売の情報は無い。</p>
7. 評価	7. 評価	7. 評価	
7. 1 適合確認に用いる指針値	7. 1 適合確認に用いる指針値	7. 1 適合確認に用いる指針値	<ul style="list-style-type: none"> <li>「空中線電力」という記述でよいのか？</li> </ul>

<p>適用する電波防護指針は、平成 23 年 5 月 情報通信審議会「局所吸収指針の在り方」[3]の局所吸収指針の局所 SAR（四肢を除く。）とする。</p> <p>なお、空中線電力が電波法施行規則第 2 条第 1 項第 70 号に規定する平均電力で 20mW 以下の機器は、一般環境における局所 SAR を満たしている[2]。</p>	<p>適用する電波防護指針は、情報通信審議会諮問 2030 号に対応する答申の局所吸収指針のうち、局所 SAR で示される電波防護指針とする。</p> <p>なお、空中線電力が電波法施行規則第 2 条第 1 項第 70 号に規定する平均電力で 20mW 以下の機器は、一般環境における局所 SAR を満たしている。</p>	<p>適用する電波防護指針は、情報通信審議会「電波防護指針の在り方」のうち、「高周波領域における電波防護指針の在り方」[1]の局所吸収指針の入射電力密度とする。</p> <p>なお、空中線電力の平均電力が 6GHz 以上 30GHz 以下の周波数を使用する無線機器にあつては 8mW 以下の場合、30GHz 超 300GHz 以下の周波数を使用する無線機器にあつては 2mW 以下の場合、一般環境における入射電力密度の指針値を満たしており、入射電力密度を評価する必要はない[1]。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IEC 62479 では空中線電力だけでなく、空中線に電力を与える回路／モジュールの平均消費電力が除外電力レベルを超えない場合も詳細なばく露の評価を除外している。これらの場合も入射電力密度の評価を除外すべき。 → (参考)「高周波領域における電波防護指針の在り方」の報告(案)及び一部答申には、適用除外の電力として「空中線電力の平均電力が・・・」と一般的な表現で記載されている。条文番号で一律に規定するのは難しいと思われる。 ⇒ SAR 測定方法との整合性を考慮して、現行の記述(空中線電力)とする。</li> <li>30GHz 以上および 30GHz 以下の電波の同時ばく露や 6GHz 以下の周波数との同時ばく露時に、適用除外となる電力レベルを規定できないか？ ⇒ 付録 7 に要件を追加する。</li> </ul>
<p>7. 2 不確かさ</p> <p>SAR 値測定の不確かさについては、IEC 資料[7][8]に規定された方法に基づいて評価できる(詳細な評価方法等は付録 11 を参照)。</p> <p>本測定方法において 0.4W/kg から 10 W/kg の局所最大 SAR 値測定の拡張不確かさは 30%以下であること。拡張不確かさが 30%を超えた場合は、次式により SAR 測定値を補正すること。</p> $SAR_{corrected} = SAR_{meas} (1 + U_{meas} - 0.3) \quad (1)$ <p>SARcorrected : 補正後の局所最大 SAR 値 SARmeas : 局所最大 SAR 測定値 umeas: 拡張不確かさ</p>	<p>7. 2 不確かさ</p> <p>SAR 測定の不確かさについては、IEC 資料 に規定された方法に基づいて評価を行い、本測定方法において 0.4W/kg から 10W/kg の局所最大 SAR 測定値の拡張不確かさは 30%以下であること。</p> <p>拡張不確かさが 30%を超えた場合は、IEC の規格 62311 で定める方法で、当該超えた不確かさを考慮した値を SAR 測定値に上乘せすること。</p>	<p>7. 2 不確かさ</p> <p>最大空間平均電力密度測定の不確かさは、ISO/IEC ガイド 98-3:測定における不確かさの表現のガイド(GUM:1995)<sup>[※2]</sup>に規定された方法に基づいて評価する。詳細な内容は、付録 8 に示されている。</p> <p>本測定方法における 0.4mW/cm<sup>2</sup> から 4mW/cm<sup>2</sup> までの最大空間平均電力密度測定の拡張不確かさは 2dB (58%) 以下とする。ただし、評価した拡張不確かさが規定値を超えた場合、次式により測定値を補正することができる。</p> $S_{corrected} = S_{meas} (1 + U_{meas} - 0.58) \quad (1)$ <p>ここで、<math>S_{corrected}</math> は補正した最大空間平均電力密度、<math>S_{meas}</math> は最大空間平均電力密度の測定値、<math>U_{meas}</math> は拡張不確かさである。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>拡張不確かさの評価範囲が不明 → CD (20180905_V7) 記載の範囲が不明確 8.2 項 2dB (0.4W/m<sup>2</sup>~40W/m<sup>2</sup>) → (0.04mW/cm<sup>2</sup>~4mW/cm<sup>2</sup>) としては？ 6.1 項 ダイナミックレンジは制限値の 20% ~200% (0.4mW/cm<sup>2</sup>~4mW/cm<sup>2</sup>)「国内規制当局等で公示された規定値」としているが、国内規制値の根拠は本答申になるので、具体的な数値の記載が必要ではないか？ ⇒ IEC での議論等も考慮し、ダイナミックレンジの範囲に合わせる。</li> </ul>
<p>7. 3 評価方法</p> <p>測定結果を指針値と直接比較すること。測定値が指</p>	<p>7. 3 評価方法</p> <p>測定結果を指針値と直接比較すること。測定値が指</p>	<p>7. 3 評価方法</p> <p>測定値と指針値を直接比較し、測定値が指針値以下</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>特段の問題がなければ、汎用製品規格である IEC62311 で例示されている 30%で良いのではな</li> </ul>

<p>針値以下である場合、被測定機は局所吸収指針を満足しているものと判定する。</p> <p>なお、7.2 のとおり、拡張不確かさが 30%を超えた場合は、式 (1) により SAR 測定値を補正し、補正した SAR 測定値と指針値とを比較すること。</p>	<p>針値以下である場合、被測定機は局所吸収指針を満足しているものと判定する。</p> <p>なお、7.2 のとおり、拡張不確かさが 30%を超えた場合は、IEC の規格 62311 で定める方法で、当該超えた不確かさを考慮した値を SAR 測定値に上乘せし、上乘せした SAR 値と指針値とを比較すること。</p>	<p>であるときは、被測定機は局所吸収指針を満足しているものと判定する。ただし、拡張不確かさが 2dB (58%) を超えた場合、7.2 項の式 (1) により最大空間平均電力密度の測定値を補正し、補正した最大空間平均電力密度と指針値を比較する。</p>	<p>いか？</p> <p>⇒ IEC での議論をふまえ、不確かさの規定値を 2dB (58%) とする。</p> <p>なお、SAR 測定方法の不確かさの規定値 (30%) の約 2 倍となるが、実際に想定されている測定システムの不確かさが 30% (約 1dB) を超えることが想定されている。</p> <p>一方で、従来通りの 30%の不確かさの規定値を適用した場合、適合性評価のマージン拡大のために、測定システムの高精度化の促進が期待できる。しかし、当面の測定システムでは、規定値を超過してペナルティを課すことによる携帯無線端末の性能低下等の影響が懸念される。</p>
<p>8. 測定系の評価試験及び校正</p>	<p>8. 測定系の評価試験及び校正</p>	<p>8. 測定系の評価試験及び校正</p>	
<p>8. 1 測定系の評価試験</p> <p>本測定系は、様々な構成部分を有することから、以下に述べるいくつかの試験を適切に実施することで、測定系が正常に動作していることを確認する必要がある。</p> <p>(1) SAR 測定前に、測定系が仕様の範囲内で正常に動作していることを短時間で確認するために、簡易性能試験を実施すること。簡易性能試験は、平面ファントムとある放射源を用いて行うこととする。(詳細な手順については、付録 4 参照。)</p> <p>(2) 少なくとも年 1 回あるいはソフトウェアのバージョンアップ等の測定装置の変更があった場合に、測定装置全体が正常に動作していることを確認するために、総合評価試験を行うこと。総合評価試験は、平面ファントムと標準放射源を用いて行うこととする。(詳細な手順については、付録 4 参照。)</p>	<p>8. 1 測定系の評価試験</p> <p>本測定系は、様々な構成部分を有することから、下記に述べるいくつかの試験を適切に実施することで、測定系が正常に動作していることを確認する必要がある。</p> <p>SAR 測定前に、測定系が仕様の範囲内で正常に動作していることを短時間で確認するために、簡易性能試験を実施すること。簡易性能試験は、平面ファントムと標準ダイポールアンテナなどを用いて行うこととする。(詳細な手順については、付録 4 参照。)</p> <p>少なくとも年 1 回あるいはソフトウェアのバージョンアップ等の測定装置の変更があった場合に、測定装置全体が正常に動作していることを確認するために、総合評価試験を行うこと。総合評価試験は、平面ファントムと標準ダイポールアンテナなどを用いて行うこととする。(詳細な手順については、付録 4 参照。)</p>	<p>8. 1 測定系の評価試験</p> <p>本測定系は、様々な構成部分を有することから、以下に述べるいくつかの試験を適切に実施することで、測定系が正常に動作していることを確認する必要がある。</p> <p>(1) 電力密度測定前に、測定系が仕様の範囲内で正常に動作していることを短時間で確認するために、簡易性能試験を実施すること (詳細な手順については、付録 2 参照。)</p> <p>(2) 少なくとも年 1 回あるいはソフトウェアのバージョンアップ等の測定装置の変更があった場合に、測定装置全体が正常に動作していることを確認するために、総合評価試験を行うこと。総合評価試験は、標準波源を用いて行うこととする (詳細な手順については、付録 2 参照。)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SAR の簡易性能試験では、波源は標準波源に限定していないが、本評価手法では標準波源に限定する必要があるのか？</li> <li>⇒ 記述を修正。</li> </ul>
<p>8. 2 SAR 計測装置の校正</p> <p>SAR 計測装置各部の校正に当たっては、電界プローブに関わる部分について行う必要がある。電界プローブの校正の際には、実際の SAR 値測定の際に使用</p>	<p>8. 2 SAR 計測装置の校正</p> <p>SAR 計測装置各部の校正に当たっては、電界プローブに関わる部分について行う必要がある。電界プローブの校正の際には、実際の SAR 値測定の際に使用</p>	<p>8. 2 電力密度計測装置の校正</p> <p>電力密度計測装置各部の校正に当たっては、電磁界プローブに関わる部分について行う必要がある。電磁界プローブの校正の際には、実際の電力密度測</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>「電磁界プローブ」について、用語の統一が必要</li> <li>⇒ 対応済み。</li> </ul>

<p>する装置と同じかあるいはこれと等価な較正が可能な測定装置を用いて、測定する周波数帯のファントム液剤中で行うこととする。</p> <p>増幅器やその他の機器については、必要に応じ指定された較正を行うこととする。</p> <p>詳細は付録 7 を参照すること。</p>	<p>する装置と同じかあるいはこれと等価な較正が可能な測定装置を用いて、測定する周波数帯の組織等価液剤中で行うこととする（較正方法については付録 5 を参照）。</p> <p>増幅器やその他の機器については、必要に応じ指定された較正を行うこととする。</p>	<p>定の際に使用する装置と同じかあるいはこれと等価な較正が可能な測定装置を用いて、測定する周波数帯に対して行うこととする。</p> <p>増幅器やその他の機器については、必要に応じ指定された較正を行うこととする。</p> <p>詳細は付録 4 を参照すること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>「測定する周波数帯」の要件を明記することで、逆に変調方式等のその他の要件を考慮した較正が不要と誤解されることはないか？ ⇒ SAR測定方法に準じた記述であり、問題ない。</li> </ul>
<p>9. 今後の課題等</p>	<p>9. 今後の課題等</p>	<p>9. 今後の課題等</p>	
<p>9. 1 測定方法の適用対象の拡大</p> <p>本測定方法は、手順を具体的に示す必要性から、現在広く使われている携帯電話端末等の使用形態（側頭部の側での利用）を前提にしている。携帯電話端末等の高機能化が急速に進んでおり、これまでと異なる使用形態の機器が実用化されることも想定される。また、IEC においても、今回の IEC 62209-1 の改定後、平成 22 年 3 月に規格化された IEC 62209-2[9]との規格の統合等が検討されているところである。今後、無線機器の実用化動向、国際的な規格化の動向等を踏まえ、継続的に測定方法の検討を行う必要がある。</p> <p>なお、今後ワイヤレス技術がますます急速に進歩し、人体の近傍で使われる機器の使用形態が多様なものになることが予想されることから、本測定方法のように人体頭部を忠実に模擬するファントムを用いる方法だけでなく、より広範な使用形態に適用可能な汎用性の高い測定方法の開発にも努力することが望ましい。</p>	<p>本報告書では、人体側頭部及び手掌を除く人体に対して 20cm 以内に近接して使用する無線設備に対する SAR の標準的な測定方法を示した。これは、電波防護指針との適合性を統一的な評価を行うために不可欠なものであり、今後、安全な電波利用のより一層の徹底を図っていくために、本報告書に基づく測定方法が十分活用されることが望ましい。</p> <p>本測定方法では、一般的な使用状態で生じ得る SAR の概ね最大値が測定される。従って、この測定値が局所吸収指針値を超えなければ、電波防護指針に適合していると判断される。実際に使用状態で生じる人体内の SAR は、無線設備から発射される送信出力が常に最大値とは限らないことから、測定値よりさらに小さくなる場合が多い。無線設備から発射される電波の健康への影響に関する懸念があるなか、本測定方法によって得られる SAR の数値に関して、正しい理解が得られるように努める必要がある。</p> <p>一方、現在、IEC においては、平成 17 年 2 月に規格化された IEC62209-1 の拡張について検討されているところである。今後、国際的な規格化の動向等を踏まえ、測定方法の検討を行う必要がある。</p> <p>また今後、ワイヤレス技術の進展に伴い、携帯電話端末等の使用形態の変化、新たな電波利用システムの出現・普及等が予想されることから、信頼性が高く、かつ、より利便性の高い測定方法の開発に努力するとともに、国際動向にも注意しつつ、本測定方法を改定していくことが望ましい。</p>	<p>9. 1 測定方法の適用対象の拡大</p> <p>本測定方法は、手順を具体的に示す必要性から、現在広く使われている携帯電話端末等の使用形態を前提にしている。携帯電話端末等の高機能化が急速に進んでおり、これまでと異なる使用形態の機器が実用化されることも想定される。また、IEC においては、2018 年 8 月に発行された TR 63170 に基づき、無線通信機器の電力密度の測定手順に関する国際規格化が進められているところである。今後、無線機器の実用化動向、国際動向等を注視して、継続的に測定方法の検討を行う必要がある。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>「測定方法」を「評価方法」に修正 ⇒ 測定方法の定義を明確化したので、現行の記述のまま大丈夫。</li> <li>「我が国においても、国際動向を踏まえて必要に応じて電波防護指針の在り方について改めて検討が行われることが期待される。」の部分は本作業班の所掌外と思われます。 ⇒ 当該部分記述を削除。</li> </ul>
<p>9. 2 SAR 値の取り扱い</p>		<p>9. 2 電力密度値の取り扱い</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本測定方法は一般的な使用状態に対して、最悪</li> </ul>

<p>本測定方法では、人体側頭部の側で使用する携帯電話端末等に対する SAR の標準的な測定方法を示した。標準化された方法で SAR を測定し、電波防護指針との適合性を統一的に評価する方法を確立するものであり、携帯電話端末等から発射される電波の健康への影響に関する懸念に対して、適切な情報提供を可能にすることが期待される。</p> <p>特に、以下のことに留意するべきである。</p> <p>本測定方法では、一般的な使用状態で生じ得る SAR の概ね最大値が測定される。したがって、この測定値が局所吸収指針値を超えなければ、電波防護指針に適合していると判断される。実際の使用状態で生じる人体内の SAR は、システムの送信出力制御（通信条件によって端末の出力が自動的に低減されること。）が動作することから、測定値よりさらに小さくなる場合が多い。</p> <p>また、電波防護指針の指針値は、閾値から十分な安全率を考慮して定められており、人体に熱を発生させる作用の閾値以下の電波ばく露であれば、人体に元来備わっている体温調節機能を上回る体温上昇は発生しない。したがって、SAR 値がこの指針値を下回っている場合、SAR 値の高低に関わらず人体に対して等しく安全である。</p> <p>本測定方法によって得られる SAR の数値に関して、正しい理解が得られるように務める必要がある。</p>		<p>本測定方法では、人体近傍で使用する携帯電話端末等に対する入射電力密度の標準的な測定方法を示した。標準化された方法で入射電力密度を測定し、電波防護指針との適合性を統一的に評価する方法を確立するものであり、携帯電話端末等から発射される電波の健康への影響に関する懸念に対して、適切な情報提供を可能にすることが期待される。特に、以下のことに留意するべきである。</p> <p><b>本測定方法では、一般的な使用状態で生じ得る入射電力密度の概ね最大値が測定される。</b>したがって、この測定値が局所吸収指針値を超えなければ、電波防護指針に適合していると判断される。実際の使用状態で生じる人体に入射する電力密度は、システムの送信出力制御（通信条件によって端末の出力が自動的に低減されること。）が動作することから、測定値よりさらに小さくなる場合が多い。</p> <p>また、電波防護指針の指針値は、閾値から十分な安全率を考慮して定められており、人体に熱を発生させる作用の閾値以下の電波ばく露であれば、人体に元来備わっている体温調節機能を上回る体温上昇は発生しない。したがって、入射電力密度値がこの指針値を下回っている場合、入射電力密度値の高低に関わらず人体に対して等しく安全である。</p> <p>本測定方法によって得られる入射電力密度の数値に関して、正しい理解が得られるように務める必要がある。</p>	<p>評価となっているか？</p> <p>⇒ <b>次回作業班で確認。</b></p>
付録 1 新旧測定方法の比較			
付録 2 ファントムの仕様	付録 1 ファントムの形状と電気特性の根拠		
付録 3 測定におけるデータ処理の方法	付録 3 測定におけるデータ処理の方法	付録 1 測定におけるデータ処理の方法	(事務局) 報告案では削除
付録 4 測定系の評価試験		付録 2 測定系の評価試験	
付録 5 複数帯域同時送信時の測定法	付録 2 複数帯域同時送信時の測定法	付録 3 複数帯域同時送信時の評価法	(事務局) 報告案では付録 5
付録 6 電気的特性を用いた SAR 補正	付録 4 電気定数を用いた SAR 補正		
付録 7 SAR 計測装置の較正	付録 5 SAR 計測装置の較正	付録 4 電力密度計測装置の較正	(事務局) 報告案では付録 7
付録 8 評価試験用ダイポールアンテナ	付録 6 評価試験用ダイポールアンテナ	付録 5 評価試験用標準アンテナ	(事務局) 報告案では付録 8

付録9 高速 SAR 測定手順		付録6 高速電力密度測定手順	(事務局) 報告案では削除
付録10 測定数削減		付録7 測定数削減	(事務局) 報告案では付録4
付録11 不確かさの評価	付録7 不確かさの評価	付録8 不確かさの評価	(事務局) 報告案では付録6
		付録9 遠方界法	(事務局) 報告案では付録3
		付録10 再構築アルゴリズム	(事務局) 報告案では付録1
参考文献	参考文献	参考文献	
付録1 新旧測定方法の比較			

<p>付録1 測定におけるデータ処理の方法</p>	<p>必要性について議論が必要？ ⇒ 本評価方法では不要</p>
<p>付録2 測定系の評価試験</p> <p>測定系の評価試験は、以下の「1 簡易性能試験」及び「2 総合評価試験」により行われる。</p> <p><b>1 簡易性能試験</b></p> <p><b>1.1 目的</b> 簡易性能試験は、一連の電力密度測定前に、測定系が仕様の範囲内で正常に動作していることを短時間で確認（再現性確認）するために実施すること。</p> <p><b>1.2 基本構成例</b></p> <p><b>1.2.1 評価面</b></p> <p><b>1.2.2 簡易性能試験用の放射源</b></p> <p><b>1.2.3 給電装置</b></p> <p><b>試験の手順</b></p> <p>試験は以下の手順で実施する。</p> <p>(1) 最大空間平均電力密度を測定する。</p> <p>(2) 得られた最大空間平均電力密度を標準アンテナ等の入力電力で規格化し、最大空間平均電力密度の基準値（計算値等）と比較する。</p> <p>(3) 比較した結果の差異が、±10%の範囲に収まることを確認する。</p> <p>(4) <b>上記が満足できない場合、最大空間平均電力密度の基準値（測定値）からの差異が測定の再現性の拡張不確かさ以内であることを確認する。</b></p>	<p>⇒ IECでの議論等を考慮し、前回測定値との比較の許容偏差を拡張不確かさのみとした（±5%の要件を削除）。</p>
<p><b>2 総合評価試験</b></p> <p><b>2.1 目的</b> 少なくとも年1回あるいはソフトウェアのバージョンアップ等の測定装置の変更があった場合に、測定装置全体が正常に動作していることを確認するために、総合評価試験を行うこと。</p> <p><b>2.2 基本構成</b></p> <p><b>2.2.1 評価面</b></p> <p><b>2.2.2 標準アンテナ</b></p> <p><b>2.2.3 給電装置</b></p> <p><b>2.2.4 試験の手順</b></p> <p>一連の電力密度測定を行う。標準アンテナへの入力電力は、最大空間平均電力密度が0.2 mW/cm<sup>2</sup>から4 mW/cm<sup>2</sup>の範囲に収まるように調整する。最大空間平均電力密度を適合性評価試験で使用される範囲内の周波数で測定する。結果は1 mWの入力電力で正規化し、付録5の目標値と比較する。付録5に該当する目標値が無い場合には、IECやIEEE国際標準規格や信頼できる研究機関等により示された数値計算結果と比較する。<b>目標値との差は総合評価試験の電力密度測定における拡張不確かさと目標値に含まれる不確かさを合成した不確かさ未満であること。</b></p>	<p>⇒ IECでの議論をふまえ、目標値（計算値）との許容偏差は測定の拡張不確かさと目標値の不確かさの合成値とした。</p>
<p>付録3 複数帯域同時送信時の評価法</p> <p><b>1 概要</b></p> <p>6 GHz以下の周波数と6 GHz以上の周波数の電波を同時に送信する端末等においては、6 GHz以下はSAR、6 GHz以上は電力密度の各測定値と、各々に対応する</p>	<p>・ 条件として、6GHz以下の同時送信の評価についての記載も必要 ⇒ 対応</p>

指針値の比を足し合わせた結果で適合性を判断する。また、6GHz 以上の異なる周波数の電波を複数同時に送信する場合も想定される。ここでは複数帯域同時送信時のばく露量の評価手順について示す。

- スペアナ等に接続された周波数スペクトラム成分の測定が可能なプローブとダイオード検波による周波数成分の分離が不可能なプローブでの要件は異なるのでは？  
⇒ SARと同様の手順が提案されており、周波数スペクトラム成分の測定が可能な場合の評価手法は含まれない。
- 再構成処理における、周波数依存性についての検討も必要では？  
⇒ SARと同様の手順が提案されており、再構築処理における周波数依存性は影響しない。
- 直接測定による評価ではSAR測定の場合と同様に複数の評価方法が適用できるべきだが、再構成による評価では、追加の手間なく最も正確な合成手法が適用できるのでは？（最も正確な合成手法だけに限定できるのでは？）  
⇒ 測定面と評価面の対応関係があるため、再構築手法を用いていても、従来のSAR測定の評価手順が有効である場合がある。

## 2 複数帯域同時送信時のばく露評価の考え方

異なる周波数でのばく露量は常に無相関のため、空間の任意の場所  $r$  において各帯域での照射比の合計で総合照射比 ( $TER$ ) を求める。 $TER$  は、すべての SAR 測定値と電力密度測定値を組み合わせで計算される。

一般的な表現は以下の通り。

$$TER = \sum_{n=1}^N \frac{SAR_{n,avg}}{SAR_{n,limit}} + \sum_{m=1}^M \frac{S_{m,avg}}{S_{m,limit}} \quad (3.2.1)$$

ここでは  $SAR_{n,avg}$  は局所最大 SAR 値、 $S_{m,avg}$  は最大空間平均電力密度値、 $SAR_{n,limit}$  と  $S_{m,limit}$  は該当する電波防護指針で規定されている SAR と入射電力密度の指針値とする。 $TER$  は、1 以内でなければならない。

電力密度を足し合わせる手順は、信号が時間的に相関があるか無相関であるか、および SAR で規定される 6GHz 以下の周波数帯域で同時送信するかによって異なる。

被測定機の同時送信において、信号が時間的に相関があるか無相関であるかは 3 つに分類される。

- 複数のアンテナを用いたビームフォーミング技術に使用され、各アンテナに供給される位相が通信シンボルの持続時間に対してゆっくりと変化する場合、すべての可能な位相と振幅の組み合わせについて評価し、最大空間平均電力密度を決定する。

- 相関信号・無相関信号の分類の記述は削除できるのではないか？  
⇒ 次回作業班で確認のうえ、削除。

MIMO (Multiple Input Multiple Output) 技術の STBC (Space Time Block Code) に使用され、シンボル持続時間に関して高速の位相変化を有するタイプ 2 場合、各々の信号と相関がないので、足し合わせにおいて無相関信号として扱う。

b). 無相関信号は、時間的に同期していない。例として、異なる周波数で動作するか、または異なる変調を使用する 2 つの信号がある。

無相関信号に対する電力密度は、複数の信号を同時に送信することによって、一度に任意の組合せの無相関信号に対する空間平均電力密度分布  $S_{m,avg}(r, f)$  を得ることができる。

局所最大 SAR と最大空間平均電力密度の照射比を足し合わせる際に、相対位置が重要となる。電力密度を評価する評価面と局所最大 SAR の平均を求める立方体の面を一致させること。下図に例を示す。

### 3 評価方法

以下のいずれかの手順により評価を行い、適合性を確認する。

#### 3.3.1 手順 1 (局所最大 SAR と最大空間平均電力密度の足し合わせによる評価)

本手順は、複数帯域の最大空間平均電力密度および局所最大 SAR から TER の上限値を決定する最も簡単でかつ最も厳しい評価手順である。

複数帯域同時送信を想定した各々の測定条件に対して、各々の周波数  $f_1, f_2$  などに対応する最大空間平均電力密度それぞれの照射比を足し合わせた値を TER とする。

同時送信する周波数として、6GHz 以下を含む場合には、各々の周波数  $f_1, f_2$  などに対応する最大空間平均電力密度および局所最大 SAR それぞれの照射比を足し合わせた値を TER とする。

#### 3.3.2 手順 2 (TER の合計による評価)

本手順は、比較的簡単な手順である。多くの場合、局所最大 SAR と最大空間平均電力密度は異なる空間的位置に存在するため、本手順の結果として得られる TER は過大評価となる。

一般に、局所 SAR と空間平均電力密度の TER は、機器の位置、構成、動作モードに依存するため、最大となる条件で TER を用いること。

$$TER = \frac{SAR_{combined}}{SAR_{limit}} + \max_r \left\{ \sum_{m=1}^M \frac{S_{m,avg}(r, f)}{S_{m,limit}(f)} \right\} \leq 1$$

ここで、 $SAR_{combined}$  は「SAR 測定法委員会報告書 (側頭部) H27」、 「SAR 測定法委員会報告書 (側頭部・手掌以外) H23」 で定められる局所最大 SAR の合成値

#### 3.3.2 手順 3 (空間的なばく露分布を考慮した評価)

本手順は最も正確である。しかし、評価面上の共通の場所における局所 SAR と空間平均電力密度の評価が必要となる。

位置  $r$  で測定した局所 SAR と空間平均電力密度の各照射比を合計する。その後で、TER が最大となる位置での TER を用いる。

一般に、局所 SAR と空間平均電力密度の TER は、機器の位置、構成、動作モードに依存するため、最大となる条件で TER を用いること。

$$TER = \max_r \left\{ \frac{\sum_{n=1}^N SAR_{n,avg}(r, f_n)}{psSAR_{limit}} + \sum_{m=1}^M \frac{S_{m,avg}(r, f_m)}{S_{m,limit}(f_m)} \right\} \leq 1$$

付録 4 電力密度計測装置の較正

⇒ IEC ドラフト案には記載が無いが、SAR 測定方法で規定されている最も簡便 (最も過大評価) となる評価手順を手順 1 として追加する。

#### 4.1 概要

電力密度計測装置は電磁界プローブ、増幅器、測定用付属品等で構成されており、各構成部品はそれぞれ適切な方法で較正をしておく必要がある。特に、電磁界プローブは高精度な較正が必要である。

以下に、電磁界プローブの較正方法の例を示す。較正方法は最新の研究成果に基づき常に改良していくことが望ましい。

#### 4.2 電磁界プローブ

#### 4.3 電磁界プローブの感度評価

##### 4.3.1 標準電界法と2アンテナ法による電磁界プローブの較正手順

### 付録5 評価試験用標準アンテナ

#### 1 概要

総合評価試験に使用する標準アンテナとして、ダイポールアレーアンテナおよびスロットアレーアンテナを利用する。これらの標準アンテナは付録2の要求条件を満たし、そして付録2に定める周波数に対してそれぞれ規定され、較正することが可能である。

以下に記す目標値を満たすため、標準アンテナに給電する信号源は-20 dBc 以下の高調波 および -40 dBc 以下のスプリアス発射を持つことが望ましい。

#### 2 ダイポールアレーアンテナ

この標準アンテナは格子状に配列されたキャビティ付きダイポールアレーにより構成され、基板の反対側の面上に位置する非共振矩形スロットで励振される(図 X.1 参照)。この総合評価試験用アンテナの給電部での反射係数は-15 dB 未満となるように最適化されている。各周波数における寸法を、表 XX.1 に示す。

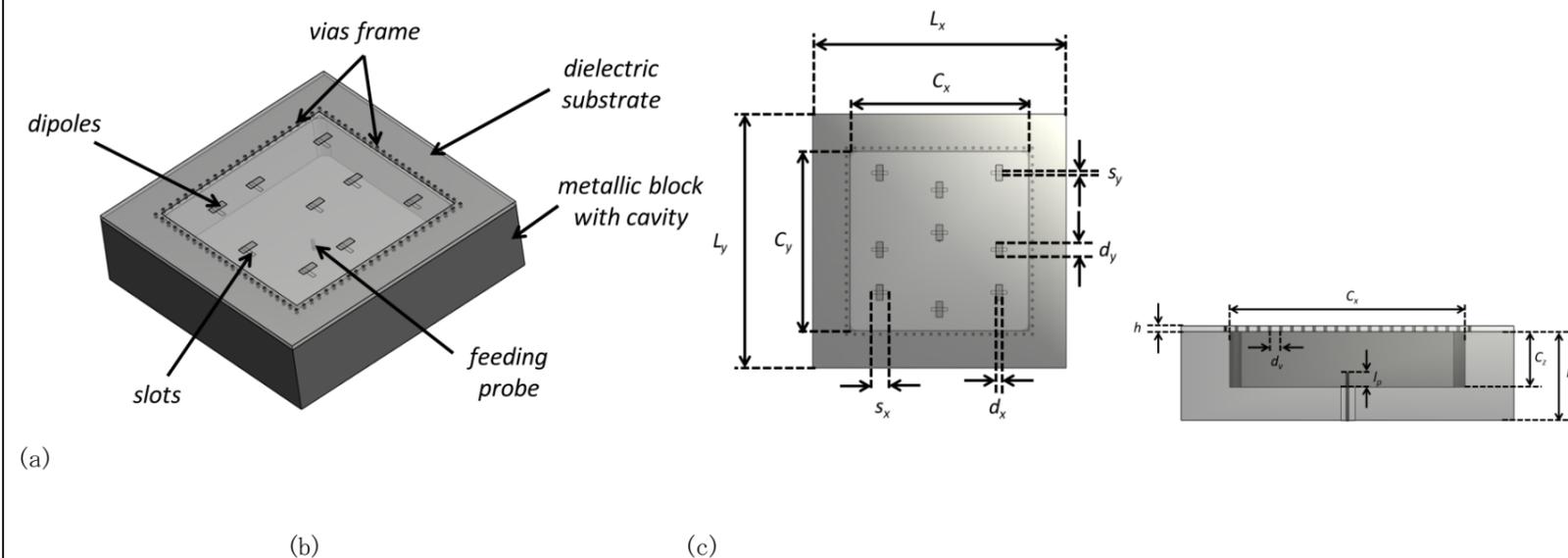


図 X.1 -ダイポールアレーの主要寸法：(a) 外観、(b)上面図 および (c) 長さ  $l_p$  のプローブ給電を示す側面図。

表 X.1 - 各代表的な周波数における磁気ダイポールアレーの主要寸法。

表 X.2 に表 X.1 に定めたこの標準アンテナからの電界、磁界及び電力密度の目標値を与える。すべての目標値は誘電体基板の上部表面に平行な、距離  $d = 2$  mm、5 mm、10 mm 及び 50 mm における平面内の最大値である。 $E_{max} = \max(|E_{total}|)$  及び  $H_{max} = \max(|H_{total}|)$  は最大の電界及び磁界の振幅である。 $S_{max}$  は本文3節で定義する「評価面に対して垂直な空間平均電力密度」の最大値である。 $S_{av}$  は  $1 \text{ cm}^2$  および  $4 \text{ cm}^2$  の円形表面での最大空間平均電力密度である。入

⇒ ダイポールアレーアンテナの反射係数の許容値が、IEC のドラフト案 (-25dB) では厳しすぎるので、実用的な値 (-15dB) に修正。(IEC の許容値についても修正を要求する。)

入力電力は 0 dBm である。

表 X.2 - ダイポールアレイの目標値 ( $u_s$  (k=1) = 0.5 dB)。(IEC TR63170 に基づいて作成)

### 3 スロットアレイアンテナ

この標準アンテナは、ピラミッド型ホーンアンテナの開口に矩形スロットアレイアンテナを搭載する (図 X.2)。この標準アンテナのアンテナ入力ポートにおける反射係数は、設計周波数において -20 dB 以下となる様に最適化されている。各周波数における寸法を表 X.3 に示す。

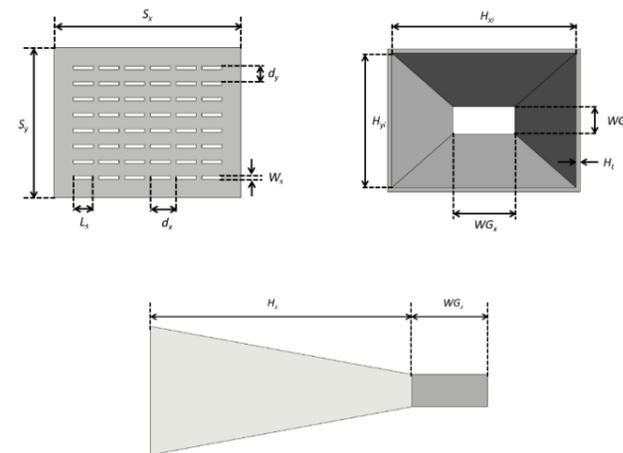


図 X.2 - スロットアレイアンテナの主要寸法: (a) ピラミッド型ホーンアンテナ開口の矩形スロットアレイの上面図、(b) ピラミッド型ホーンアンテナの上面図 および (c) ホーンアンテナの側面図。(IEC TR63170 から引用)

表 X.3 - 主要な周波数におけるスロットアレイアンテナの寸法 (IEC TR63170 に基づいて作成)

表 X.4 にこの標準アンテナによる電界、磁界及び電力密度の目標値を与える。すべての目標値は孔板の上面に平行な、距離  $d = 2$  mm、5 mm、10 mm および 50 mm における平面内の最大値である。  $E_{max} = \max(|E_{total}|)$  及び  $H_{max} = \max(|H_{total}|)$  は最大の電界及び磁界の振幅である。  $S_{max}$  は本文 3 節で定義する「評価面に対して垂直な空間平均電力密度」の最大値である。  $S_{av}$  は 1 cm<sup>2</sup> および 4 cm<sup>2</sup> の円形表面での最大空間平均電力密度である。入力電力は 0 dBm である。

表 X.4 - 主要な周波数におけるスロットアレイアンテナの目標値 ( $u_s$  (k=1) = 0.5 dB)。(IEC TR63170 に基づいて作成)

## 付録7 測定数削減

### 7.1 概要

被測定機が MIMO などの複数アンテナからの送信、及び複数の周波数帯や通信方式などで送信することができる場合、空間平均電力密度を決定するためには多くの測定が必要となり、多大な測定時間を要する。適合性確認の際に以下に記載の方法を用いることにより、合理的に測定数を削減することができる。

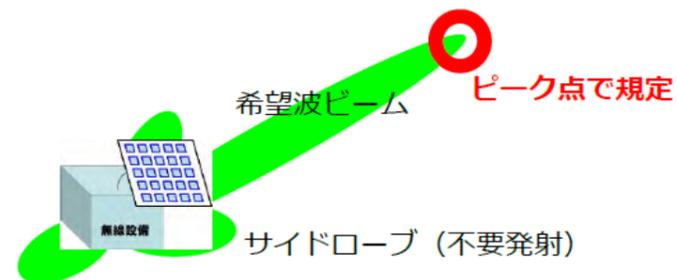
### 7.2 方法1 測定数削減技術を使用することのできる測定条件の選択（伝導測定と OTA 測定）

ばく露測定は、被測定機の特徴、即ち動作モード、動作周波数帯域、アンテナ構成などに基づかなければならない。ただし、あるモードが同じ周波数帯で、明らかに他より低い電力を出力していることを示すことができれば、測定数を削減することができる。例えば、ある装置が複数送信スロットを持っている場合は、スロットの最高数を使うモードが測定され、同じ周波数でより少ないスロットを使うモードは測定を削減できる。測定結果は、被測定機の全ての測定条件を考慮しなければならず、削減条件を記録すること。

従来からの有線接続による電力の測定に使用される空中線端子がない場合、OTA (Over The Air) による測定が用いられる。OTA 測定の場合、実効輻射電力 EIRP (Equivalent Isotropic Radiated Power) もしくは総合放射電力 TRP (Total Radiated Power) を測定することになるが、放射指向性が方向によって大きく変化する場合、EIRP は放射電力の最大値を探索するための全方位方向での測定が必要になる。そのため、全方位での全放射電力 TRP を測定することが推奨される。

#### ① 実効輻射電力 EIRP (Equivalent Isotropic Radiated Power)

送信電力とアンテナ利得の合成



#### ② 総合放射電力 TRP (Total Radiated Power)

• 7.2 方法1について TRP のみではなく、ERRP でも良いのではないかと

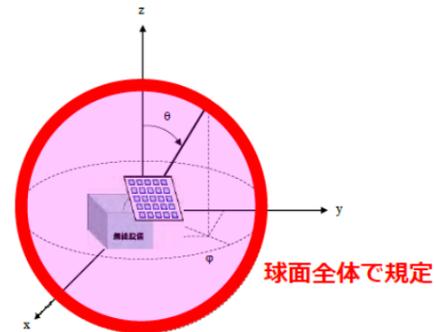
⇒ 対応済み。

⇒ 方法4に、6GHz 以下と 6GHz 以上の電波を同時に発射する場合の、除外電力規定に基づく測定数削減方法を追加。

空間に放射される電力の合計値

(総合放射電力)

$$TRP = \oint U(\theta, \varphi) d\Omega$$



試測定数の削減を行った場合、使用する電力レベル、動作モード、動作周波数帯域、アンテナ構成など、測定数を削減できる根拠を明確に記録すること。また、待機モードにおける測定も送信動作中よりも低い電力が出力されていることが明らかな場合は削減することができる。

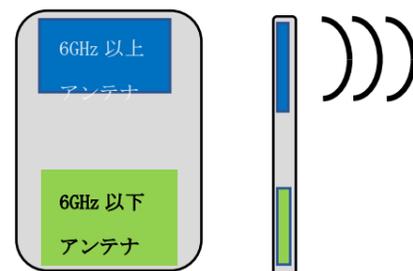
### 7.3 方法2 被測定機のアンテナ配置、指向性に基づく試験の削減

被測定機内に配置された各アンテナの位置や指向性によっては、反対面への放射が極端に少ないことが想定される。アンテナ配置、指向性に関する特定の条件を満足することで、放射が少ないことが示されれば、その測定面での空間平均電力密度測定数を削減することができる。

例えば、下図のように6GHz以上で動作するアンテナが、被測定機内部の上面に配置される場合、底面方向への放射は少ないことが示されれば、底面の測定を削減することができる。

【例】

上面



底面

試測定数の削減を行った場合、使用する電力、動作モード、動作周波数帯域、アンテナ構成など、測定数の削減ができる根拠を明確に記録すること。

### 7.4 方法3 複数アンテナ同時送信時(相関がある場合)の測定数削減

数のアンテナで構成され、各アンテナ間の振幅及び位相の重み付けが変えられ、相関がある場合(ビームフォーミング等)、以下の方法により、すべての同時送信条件の電力密度を測定しなくてもよい。コードブックの組み合わせについて評価し、その中の最大値を選択する方法

・異なる位相及び振幅の重み付けに対応するすべての可能な線形的組み合わせ(コードブック)に対応する各アンテナからの電界・磁界のベクトル和 E および H を(7.1)および(7.2)より算出し、6.2(本文を参照)に定義される空間平均電力密度を求め、すべてのコードブック組み合わせの中の空間平均電力密度の最大値の条件で測定すればよい。

・このためには、アンテナ間の振幅及び位相の重み付けを固定する機能が必要である。

$$E(r, f) = \sum_{i=1}^I E_i(r, f) \quad (7.1)$$

$$H(r, f) = \sum_{i=1}^I H_i(r, f) \quad (7.2)$$

ここで、 $E_i$  及び  $H_i$  は、それぞれ各アンテナ  $i=(1, 2, \dots, I)$  の電界及び磁界のフェイザー表示である。

#### 7.5 方法4 複数帯域同時送信時の測定数削減

複数帯域同時送信(複数の通信方式での同時送信)において、特定の条件を満足すれば必ずしもすべての同時送信機の空間平均電力密度を測定しなくても良い。

- 電力の総和による確認

同時に送信する帯域の時間平均電力の総和が、適用除外となる電力(7章参照)より小さい場合、指針値を満足している。

- 総合照射比(TER)測定値を考慮した確認

主たる送信機と2次的な送信機を同時に使用した場合に、TERが1を超える可能性がある。この場合、2次的な送信機の空間平均電力密度測定が必要となる電力閾値( $P_{available}$ )は、主要な送信機の照射比 $ER_1$ の最大値から以下の式を用いて計算する。

$$P_{available} = P_{th,m} \times (1 - ER_1)$$

主たる送信機が  $f \geq 6$  [GHz] の場合： $ER_1 = \frac{S_1}{S_{1,limit}}$

主たる送信機が  $f \leq 6$  [GHz] の場合： $ER_1 = \frac{SAR_1}{SAR_{1,limit}}$

2次的な送信機が  $f > 6GHz$  の場合： $P_{th,m}$ は7.1に記載の除外レベル

2次的な送信機が  $f \leq 6GHz$ の場合：

$P_{th,m}$ は諮問第118号一部答申(平成27年7月17日)に記載の局所SAR測定除外レベル

2次的な送信機の時間平均電力が、 $P_{available}$ より大きい場合、2次的な送信機の電力密度測定が必要となる。

$N$ 個の送信機が同時に動作する場合に、 $N-1$ 個の送信機の $ER_i$ が既知であれば、 $N$ 番目の送信機に対する電力閾値は下記で計算する。

$$P_{available} = P_{th,m} \times (1 - \sum_{i=1}^{N-1} ER_i)$$

$i$ 番目の送信機が  $f \geq 6$  [GHz] の場合： $ER_i = \frac{SAR_i}{SAR_{i,limit}}$

$i$ 番目の送信機が  $f \leq 6$  [GHz]： $ER_i = \frac{S_i}{S_{i,limit}}$

$N$ 番目の送信機が  $f \geq 6$  [GHz] の場合： $P_{th,m}$ は7.1に記載の除外レベル

<p>N 番目の送信機が <math>f \leq 6</math> [GHz] の場合：  <math>P_{th,m}</math> は諮問第 118 号一部答申（平成 27 年 7 月 17 日）に記載の局所 SAR 測定除外レベル</p>	
<p>付録 8 不確かさの評価</p> <p><b>1.1 不確かさの評価</b>  無線機器の入射電力密度測定における不確かさの評価は、ISO/IEC ガイド 98-3：測定における不確かさの表現のガイド (GUM:1995)<sup>[2]</sup> の原則に基づいて行うものとする。特に規定されない限り、電力密度測定の不確かさは、適用する局所吸収指針で規定される平均化面積について評価する。  本付録では、不確かさの各要素の一般的な説明、ガイドライン、近似公式等を提供する。それにもかかわらず、複雑な測定に対する不確かさの評価は依然として困難な作業であり、高度な専門知識を必要とする。  また、不確かさの報告に当たっては、報告された結果の計算を独立して繰り返すことができるように使用した全ての情報を提供することが望ましい。</p> <p><b>1.2 タイプ A とタイプ B による評価</b></p> <p><b>1.3 自由度と包含係数</b></p> <p><b>2 不確かさに寄与する要素（一例）</b>  <b>測定システムに起因する要素</b></p> <p>2.1.1 測電力密度計測装置の較正  2.1.2 電磁界プローブの補正  2.1.3 電磁界プローブの等方性  2.1.4 多電磁界プローブによる散乱  2.1.5 測定システムの直線性  2.1.6 電磁界プローブの位置決め  2.1.7 センサの位置  2.1.8 振幅及び位相のドリフト  2.1.9 振幅及び位相の雑音  2.1.10 データの空間分解能  <b>2.1.11 測定範囲の打ち切り</b>  この不確かさは、電力密度測定の確度を維持するために、必要な電磁界分布を取得する測定手法に基づいて決定される。この基準は、通常、測定システムの製造者によって決定される。</p> <p>2.1.12 再構築アルゴリズム  この不確かさは、測定面の電磁界分布から評価面での電力密度分布を再構築するときに使用する数値計算のエラーに起因するものである。いくつかの測定システムは、非常に複雑な再構築アルゴリズム（例 振幅のみのデータから位相を再構築するアルゴリズム）を使用しているために特に重要である。  通常、測定システムの製造者によって実装したアルゴリズムに基づいて決定される。</p> <p><b>2.2 被測定機と測定環境に起因する要素</b></p> <p>2.2.1 被測定機と電磁界プローブの結合</p>	<p>⇒ 測定手法や測定システムの違いにより不確かさ評価の要素や評価方法が異なるため、やバジェット表については、あくまで一例とする。</p> <p>⇒ 2.1.11 の測定範囲の打ち切りについては、再構築の不確かさに含まれること、CD では削除されているので、次回作業班で削除する方向で審議。</p>

<p>2.2.2 変調応答 2.2.3 積分時間 2.2.4 被測定機の位置決め 2.2.5 RF 環境条件 2.2.6 測定システムの耐性/二次受信 2.2.7 被測定機のドリフト</p> <p><b>3 拡張不確かさの推定</b></p> <p>表1 電力密度測定の不確かさの評価表 (一例)</p>	
<p>付録9 遠方界法</p> <p><b>1 概要</b> 遠方界においては、以下の方法により電力密度を評価することが可能である。方法1では、入力電力とアンテナ利得、方法2では電界もしくは磁界の実効値を用いて電力密度を計算することができる[1]。</p> <p><b>2 方法1 等価等方輻射電力 (EIRP) による評価</b> <b>3 方法2 等価平面波近似による評価</b></p>	
<p>付録10 再構築アルゴリズム</p> <p><b>1 概要</b> 再構築アルゴリズムは 5.6 節において、測定面において取得される電磁界から評価面での電力密度を算出するための方法を示す。再構築アルゴリズムは測定された電磁界を評価面における電力密度に変換するためのアルゴリズムを指す。再構築アルゴリズムには、次の手法の一つ以上が含まれる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>電磁界情報の推定法：電界または磁界のベクトル成分を推定する手法、電界から磁界（磁界から電界）を推定する手法、または電界強度もしくは磁界強度からその位相情報を推定する手法。</li> <li>電磁界分布の推定法：測定領域の電磁界から評価面における電磁界に伝搬、変換、投影する手法。</li> </ul> <p><b>2 電磁界情報の推定法</b> 評価面が被測定機近傍の場合の電力密度評価では、電界ベクトルと磁界ベクトルそれぞれの振幅と位相が必要になる。</p> <p><b>2.1 ベクトル成分の推定法</b> 測定面として設定された2次元的な測定領域に正接する電界ベクトル成分が電力密度計測装置により測定された場合には、自由空間中におけるガウスの法則により、測定面に直交する電界ベクトル成分を推定することが可能である。測定面に正接する磁界ベクトル成分が電力密度計測装置により測定された場合についても同様にして、自由空間中におけるガウスの法則により、測定面に直交する磁界ベクトル成分を推定することが可能である。</p> <p><b>2.2 電界から磁界（磁界から電界）の推定法</b> 測定領域での電界ベクトル分布から磁界ベクトルはファラデーの法則より導出することが可能である。同様に、測定領域での磁界ベクトル分布から電界ベク</p>	

トルはアンペールの法則より導出することが可能である。

### 2.3 電磁界の位相の推定法

電界または磁界の位相が直接測定できない場合には、複数の測定面の電界または磁界の強度の測定値から位相を再構築することが可能である。位相を再構築するためのアルゴリズムとして、Gerchberg-Saxton アルゴリズム[11]等の干渉法や反復法が挙げられる。

## 3 電磁界分布の推定法

電磁界は主に平面、球面、円筒面等の測定領域において測定される。測定領域における電磁界を評価面に伝搬、投影、変換するための方法として、平面波スペクトル展開法や波源逆推定法の利用が可能である。

いずれの再構築法においても、電磁界分布の推定法の精度は、測定領域における電磁界計測装置の精度、測定条件（例えば、測定分解能、測定領域の大きさなど）、および評価面から波源までの相対的な離隔距離等に依存する。また、遠方界での電磁界測定に基づいて近傍界の電力密度を伝搬、投影、変換する場合には、電磁界の非伝搬成分の取得ができないため、誤差要素として考慮する必要がある。

### 3.1 平面波スペクトル展開法

平面波スペクトル展開に基づいた投影法[2]-[5]や波源逆推定法[5]-[7]により、測定領域面における電界または磁界の振幅強度および位相の測定値から評価面での電磁界ベクトルを再構築できる。ここで、測定面は平面、球面、円筒面等の走査表面において測定される。

### 3.2 波源逆推定法

波源逆推定法[6]-[8]波源逆問題の主な特徴について説明する。入力値として使用するデータは主に、被測定機から生じる電界または磁界（の振幅強度および位相）の測定面に正接する成分である。主な出力値は、被測定機を囲む再構築表面上の等価電流および等価磁流である。この等価電流および等価磁流は、評価に必要とする空間領域内での被測定機から放射された電磁界を導出するための波源として使用される。

参考文献