

## 第7章

# 電子レンジ現象，SARの測定方法，その規制 携帯電話と比吸収率“ SAR ”

本書のまえがきで「電磁波被爆のこわさ」と題して、電磁波を浴びると脳腫瘍、白血病、ガンなどが危惧されるというイラストを紹介しました。電磁波過敏症という病気があることも紹介しました。電磁波が健康上問題があるのではないかと騒がれ始めたきっかけは、実は携帯電話です。そして今や生活を便利にする最先端商品が、生体をおびやかす元凶として扱われようとしています。

脳腫瘍、白血病やガンなどの事例は決して作り話ではなく、調査に基づいて報告されています。しかし、原因である電磁波と結果である病気との因果関係や、そのメカニズムについては、まだまだ研究途上にあるといわざるを得ないのが現状です。

### 単位質量に吸収される(毎秒あたりの)エネルギー

そのような中で、手をつけられるところから手をつけようと動き出したのがSARです。比吸収率(SAR)の単位は“W/kg”または“mW/g”で、なんともなじみの薄い単位です。単位の解説書にもまだ登場していません。

単位の元(ディメンジョン)からわかるように「単位質量に吸収される仕事率(ワット)」です。普通語でいえば「単位質量に吸収される(毎秒あたりの)エネルギー」ということです。値が大きいと吸収が多く、小さければ吸収しにくいという指標になります。

英語では“Specific Absorption Rate”ですが、日本語では「比吸収率」です。

「エスエーアール」と呼んだり「サー」と呼んだりしています。

SARという言葉はもはや解説なしでも使われ始めている術語です。すでに法制化された文書、諸規格書、解説書が出まわっており、また講演会も催されています。したがってSARだけを集中して勉強しようとするれば資料<sup>(21) & (24)</sup>には事欠かない状況にあります。

ここでは、とくにエレクトロニクスからみたSARに関する必要最小限の基礎知識と、

表7-1 携帯電話の周波数(三オックス「周波数帳2000」から抜粋)

電話の種類	基地局 [ MHz ]	移動局 [ MHz ]
デジタル携帯電話	810 ~ 858	887 ~ 889
	832 ~ 834	893 ~ 895
	838 ~ 840	940 ~ 958
	1477 ~ 1501	1429 ~ 1453
	2115 ~ 2168	1925 ~ 1978
アナログ/デジタル 携帯電話	843 ~ 846	898 ~ 901
	860 ~ 885	915 ~ 940

測定の原理を中心に解説することにします。

さて、何度も述べたように、携帯電話は自分の位置を基地局に知らせるため常に(勝手に)基地局と交信し、電波を出しています。

SARを知るうえで周波数の把握は重要なので、それらの周波数関係を表7-1に示しました。

### 電磁波の熱効果と非熱効果

このような周波数の電磁波が人間の頭部に吸収されてなにかの影響を及ぼすという考え方が定着する中で、その吸収される量を世界的に“SAR”と呼んで定量化することにしたのです。ただし、以下に述べるように「熱効果」に限られています。




電磁波が人体に入った場合、ビリビリという刺激もあればジンと熱くなる熱作用もあります。私は工作派のハムですが、SARの仕事が始めるまでは、送信中の無線機のアンテナを手でにぎって、ジンワリ手が温まる感触を楽しみながら、パワーが出て行くのを実感していました。もうやめました。これが熱効果です。

人体に入った電磁波には、非熱作用もあります。非熱作用は先述の電磁波過敏症のような医学分野のテーマであり、イライラするとか、心地よい(?)とか、人間の状態に直接影響を及ぼすような作用です。細胞や遺伝子に作用して腫瘍やガンにつながるともいわれますが、医学的にはまだ研究途上にありエレクトロニクス系エンジニアにとっては、すぐに手をつけられる分野でなく、難問です。

電磁波の人体への影響に関する法的な整備も、この理由から表7-2の熱効果に的を絞ったものになっており、非熱的な効果については触れていません。表に出てくる計算式については後ほど詳しく見ていきます。

まずエレクトロニクス系エンジニアとして、比較的好み解きやすいテーマ“SAR”のことを詳しく説明し、章の終わりに非熱効果と融合させて総括することにします。

表7-2 Y SARの考え方

非熱効果		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 医学分野</li> <li>• 研究途上</li> <li>• SARの対象外</li> </ul>
熱効果	<p>電界発生!</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 電界強度からSARを算定</li> <li>• 主として液体ファントムを使用</li> <li>• SAR: <math>\frac{E^2}{\rho}</math></li> </ul>
熱効果	<p>温度上昇!</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 温度上昇を直接観測</li> <li>• 主として固体ファントムを使用</li> <li>• SAR: <math>C \left[ \frac{T}{t} \right]_{t_0}</math></li> </ul>

## 7-1 電子レンジ現象

### 電子レンジのしくみ

はじめに、熱効果を原的に代表する電子レンジのしくみについて考えてみましょう。電子レンジの内部(図7-1)には「マグネトロン」という強力な発振管を装備しており、2450 MHzという極めて高い周波数(極超短波)の電磁波を発振しています。

この周波数は、ISM周波数帯と呼ばれるもので、ISMについてはこの節の終わりに解説します。

マグネトロンは「磁電管」とも呼ばれ、そのアンテナから出た電磁波は回転羽でかくはん攪拌されてレンジ内に向けられます。レンジの壁は金属なので、これに当たった電磁波は反射を繰り返し、食品の水の分子に吸収されます。食品は回転皿の上に置かれているため、電磁波がまんべんなく行きわたります。電磁波の曝露を受けた食品の水の分子は激しく振動し、摩擦熱を発生して内部から加熱するように振る舞います。

決してまねをしないで欲しいのですが、電子レンジの高周波を被加熱の物体に当てず、アンテナに導いてやれば当然強力な電波が放射されます。すなわち電子レンジの基本形は