

図2 ガウスパルスに対するFDTD計算空間の反射波形

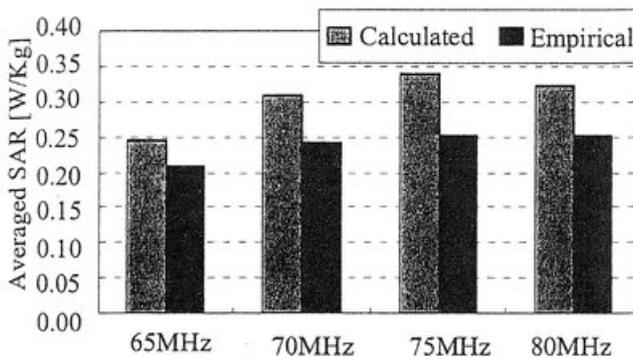


図3 1mW/cm²平面波照射の共振周波数に対する回転楕円体の平均SAR

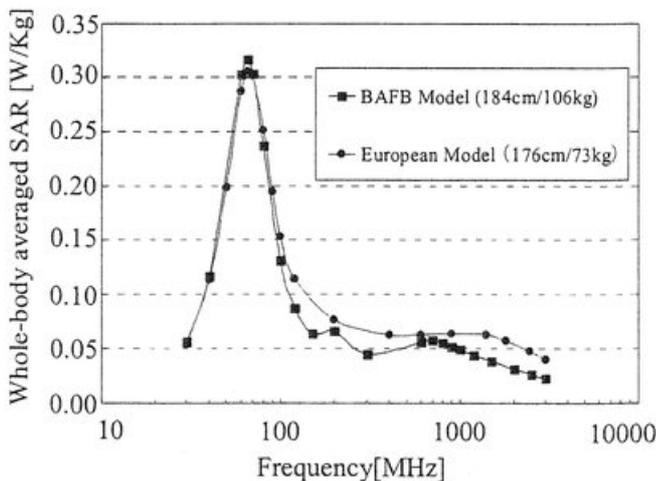


図4 全身平均SARの周波数特性

-60dB と小さく、計算空間の境界面からの反射波による影響は十分小さいと考える。

次に、人体を筋肉組織の回転楕円体(x:55.2cm, y:55.2cm, z:175.8cm)で近似し、入射電力密度が1mW/cm²のときの共振周波数付近での平均SARのFDTD計算値と文献[10]から引用した経験式による近

似値とを比較した。この結果を図3に示す。図から、平均SARのFDTD計算値は、経験式による値よりやや高くなったものの、共振点や全体の傾向は一致していることがわかる。

図4は1mW/cm²平面波照射の自由空間における全身平均SARの周波数特性を示す。図には、Dimbylowによる欧州人全身数値モデル: European Model(身長:176cm;共振周波数:68MHz付近)での計算結果[2]を比較のために併せて示している。両者の全身平均SARはほぼ同じ周波数特性を示し、いずれのモデルも70MHz付近で全身共振が生じていること、非共振周波数帯では体重の重いBAFBモデルは全身平均SARがやや低いこと、などから本計算の妥当性が裏付けられる。

4. 体内器官の局所共振特性

主器官として、頭部、脳、眼球、睾丸、心臓、腎臓、肝臓、脾臓、膵臓を対象とし、これらの器官に対する平均SARの周波数特性を計算した。結果を図5に示す。図5(a)は頭部内器官と睾丸、同図(b)には睾丸を除く体内器官の平均SARの計算結果をそれぞれ示している。これらの図から、睾丸を除く体内器官での平均SARは大まかには周波数の2乗で減衰しているが、頭部内器官と睾丸ではその傾向がなく、周波数特性が異なっていることがわかる。平均SARの共振特性については、全身共振周波数(70MHz)付近ではすべての器官で第1の共振点がみられている。これは、全身共振で電磁エネルギーの吸収量が最大となり、それによって各器官のSARも極大化したものと考えられる。また、この全身共振によるもの以外に、200MHz付近で第2の共振点がみられ、平均SAR値は眼球の場合には第1共振周波数のときよりも高いレベルを示していることがわかる。第2の共振は、人体の横幅方向で生じているものと推察する。即ち、BAFBモデルの横幅は58.5cmであり、これの0.4λ付近で共振が起きると仮定すると、その共振周波数は205MHzとなって200MHzとほぼ一致する。

第3共振点としては、脳や眼球では900MHz付近で起き、心臓、肝臓、腎臓、膵臓などは700MHz~900MHzの間に位置していることがわかる。これらの共振周波数の存在は、やはり器官寸法から大まかに推測することが可能であり、例えば、脳、心臓は十数cmの器官寸法であり、その0.4λに対応する周波数は900MHz前後であり、FDTDの計算結果と合致する。

なお、眼球については、2GHz付近でSARのさらなる極大値がみられ、睾丸については、1GHz以上でSARは上昇する一方で、全身共振周波数でのレベルよりも高くなっている。

表2は各共振周波数での器官平均SAR値及び全身