

携帯電話使用者近傍における幼児頭部内の SAR 計算

牛本 卓二[†] 民田 博子[†]
 王 建青[†](正員) 藤原 修^{†(a)}(正員)

Computation of SAR in Infant-Size Head Model in the Vicinity of Portable Telephone Users

Takuji USHIMOTO[†], Hiroko MINDA[†], Nonmembers,
 Jianqing WANG[†], and Osamu FUJIWARA^{†(a)}, Regular Members

[†]名古屋工業大学工学部, 名古屋市
 Faculty of Engineering, Nagoya Institute of Technology,
 Nagoya-shi, 466-8555 Japan
 a) E-mail: fujiwara@odin.elcom.nitech.ac.jp

あらまし 携帯電話使用者近辺の幼児頭部内に生ずる電磁吸収量の数値解析を行った。その結果、電話機使用者の存在で幼児サイズの頭部内局所ピーク SAR が上昇するが、その値は米国や欧州・我が国の安全基準レベルに比して十分低いことがわかった。

キーワード 携帯電話, 幼児, SAR

1. まえがき

最近、携帯電話の発する電波の健康影響に関して、英国政府の委託を受けた研究グループから、人体に悪影響を及ぼす明確な科学的根拠はなかったとしながらも、子供への影響は否定できないとして 16 歳に達しない子供の携帯電話の不必要な使用はひかえるべきとの報告書が発表された [1]。その理由は、子供は頭蓋骨が薄く、脳神経も発達過程にあるため、大人よりも電波の影響を受けやすいかもしれないためであるという。一方、携帯電話の実生活での利用状況を考えると、バスや電車内で子供の近くにいる乗客が携帯電話をかけた時、幼児を抱えた人自身が携帯電話を使用するといった光景が想定される。このような場合の携帯電話の発する電波の子供の頭部へ及ぼす影響が懸念され、それゆえに前述の状況下で子供の頭部内にはどの程度の電磁吸収量に達するかを把握する必要がある。

本論文では、成人男性頭部の磁気共鳴像 (MRI : Magnetic Resonance Imaging) データから、筆者らのグループで開発した成人頭部数値モデルを縮小することで作成した幼児サイズモデルを用いて、携帯電話の近傍電磁界による SAR (Specific Absorption Rate ; 比吸収率, 単位は W/kg) を FDTD (Finite-Difference Time-Domain) 法で計算し、電話機使用者の存在が幼児サイズモデルの頭部内局所ピーク SAR に及ぼす影響を明らかにする。

2. 計算方法

図 1 は人体頭部モデルを示す。(a) の成人モデルは、

頭部組織を一辺が 2.0 mm の立方体セル 529,951 個で構成されている [2]。頭部モデルの構成組織は、皮膚、脂肪、筋肉、骨、軟骨、骨髓液、硬膜、脳髄液、脳 (灰白質, 白質), 水晶体, レンズ, 強膜, 角膜, 耳下腺, 血管, 粘膜の 17 種類である。(b) の幼児サイズモデルは 0 歳児に相当し、日本人小児の平均頭囲発育曲線 [3] を参考にして成人モデルのセルサイズを変えずに縮減・作成している。なお、幼児の各器官の発育は厳密には同一ではないが、Schoenborn ら [4] によれば、MRI の小児モデルと成人縮小モデルを対象とした局所ピーク SAR 値は同程度あったとするので、本論文でも幼児サイズモデルの構築に際しては各器官の縮小率はすべて同じとした。また、頭部組織の電気定数については、Peyman ら [5] は、新生児ラットの電気定数が携帯電話の使用周波数帯において成人ラットのそれよりも 2~4 割も高いことを報告しているが、現時点ではデータの組織数が少ないので、本論文においては幼児サイズモデルの頭部組織に対する電気定数は成人のそれと同じとし、文献 [6] から引用した。

図 2 は計算モデルの配置を示す。幼児サイズモデルと携帯電話のアンテナの距離 d を 10 cm とし、(a) の電話機使用者としての成人モデルが存在する場合と

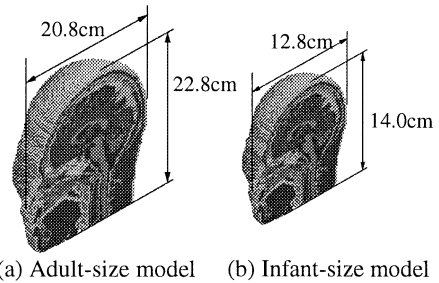


図 1 頭部モデル
 Fig. 1 Head Models for numerical analysis.

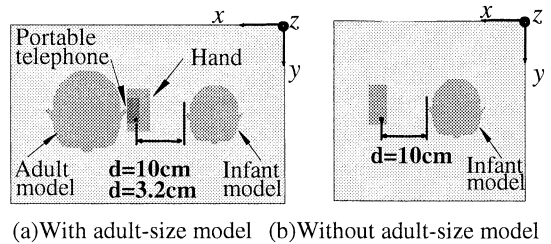


図 2 計算モデルの配置
 Fig. 2 Configuration of computation models.

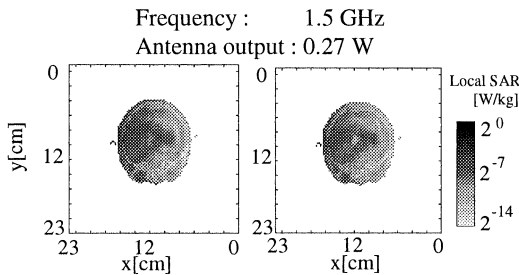
(b)の成人モデルが存在しない場合の計算を行った。そのほかに、現実には想定しにくい、距離 d を 3.2 cm (幼児サイズモデルと携帯電話が最も近接する距離)で成人モデルが存在する場合と幼児サイズモデルの携帯電話実使用状態に対する計算も行った。

頭部内の SAR 計算には FDTD 法を用いた。携帯電話機は、実機に即した形状で 4 cm × 2.4 cm × 12 cm の金属ボックスと、その上部に設置した $\lambda/4$ モノポールアンテナから構成し、周波数は 1.5 GHz, アンテナ出力電力は 0.27 W とした。携帯電話を握る手は電話機の三方を囲む格好とし、幅 8 cm, 厚さ 2 cm の 2/3 筋肉等価媒質で模擬した。

3. 計算結果と考察

図 3 は幼児サイズモデルのアンテナ給電点を通る水平断面上の SAR 空間分布 (1 セル当りの SAR 値) を示す。(a) と (b) を見ると、両者の頭部内 SAR の空間分布は類似しており、成人モデルの存在は SAR 分布にはあまり影響していないように見える。図 4 は幼児サイズモデルのアンテナ給電点を通る x 方向における水平断面上の SAR 空間分布 (1 セル当りの SAR 値) を示す。ただし、横軸の原点 ($x = 0$) は携帯電話機側の頭部表面としている。図から、局所ピーク SAR は、どの状況下でも携帯電話機側の頭部表面上で生じ、頭部内部へ侵入するに従って SAR は減少しているが、成人サイズモデルの存在でわずかに上昇していることがわかる。表 1 は 1g と 10g の平均局所ピーク SAR を示す。ピーク値はいずれも携帯電話機側の耳で生じている。表から、距離 d を 10 cm とした場合には、幼児サイズモデルの平均局所ピーク SAR は、成人モデ

ルが存在しなければ 1g 当り 0.05 W/kg で米国の基準レベル (1.6 W/kg) のわずか 32 分の一、10g 当り 0.04 W/kg で欧州・我が国 (2 W/kg) の基準レベルの 50 分の一といずれも大きく下回っている。成人モデルが存在するときは、幼児サイズモデルの平均局所ピーク SAR は、1g 当りで 1.6 倍、10g 当りでは 1.25 倍程度高くなっているが、それらの値は米国や欧州・我が国の安全基準レベルよりもやはり大幅に低いことがわかる。なお、この場合の幼児サイズモデルの平均局所ピーク SAR は、成人サイズモデルのそれに対して 1g 当りで 15 分の一、10g 当りでは 10 分の一である。一方、現実には想定しにくい、距離 d を 3.2 cm とした場合でも幼児サイズモデルの平均局所ピーク SAR は、米国の安全基準レベル (1.6 W/kg) の 2 割以下、欧州・我が国 (2 W/kg) の 1 割以下であり、成人サイズモデルに対しては 1g 当りで約 5 分の一、10g 当り



(a) With adult-size model (b) Without adult-size model

図 3 幼児サイズモデルのアンテナ給電点を通る水平断面上の SAR 空間分布 ($d = 10$ cm)

Fig. 3 SAR distributions in the infant-size head model in a horizontal plane through the antenna feeding point ($d = 10$ cm).

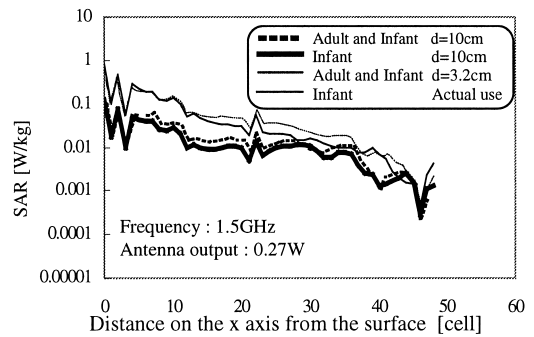


図 4 幼児サイズモデルのアンテナ給電点を通る水平断面上の x 方向における SAR 空間分布

Fig. 4 SAR profiles in the infant-size model along the x direction through the antenna feeding point.

表 1 1g 及び 10g 平均局所ピーク SAR

Table 1 One-gram and ten-gram averaged peak SARs.

		Adult model	Infant model
Adult and Infant $d = 10$ cm	Peak SAR _{1g} [W/kg]	1.23	0.08
	Peak SAR _{10g} [W/kg]	0.51	0.05
Infant $d = 10$ cm	Peak SAR _{1g} [W/kg]	—	0.05
	Peak SAR _{10g} [W/kg]	—	0.04
Adult and Infant $d = 3.2$ cm	Peak SAR _{1g} [W/kg]	1.41	0.31
	Peak SAR _{10g} [W/kg]	0.58	0.18
Infant Actual use	Peak SAR _{1g} [W/kg]	—	1.07
	Peak SAR _{10g} [W/kg]	—	0.73

Frequency : 1.5GHz, Antenna output : 0.27W

では3分の一である。また、幼児が携帯電話を使用する状況下においても1g当り1.07 W/kgで米国の基準レベルの70%、10g当り0.73 W/kgで欧州・我が国の基準レベルの37%となり、この場合も基準レベルを下回っていることがわかる。

4. む す び

幼児近辺での電話機使用者の存在が幼児の頭部内SARに与える影響を調べた。その結果、幼児サイズモデルの頭部内の平均局所ピークSARは、電話機使用者の存在で増大するが、その値は米国や欧州・我が国の安全基準レベルよりもはるかに低いことがわかった。今後の課題としては、幼児の各器官の発育状況を考慮した頭部モデルの構築、幼児の頭部組織の電気定数に対するSAR評価などがあげられる。

文 献

[1] Independent Expert Group on Mobile Phones,

“Mobile phones and health,” <http://www.iegmp.org.uk/>, April 2000.

- [2] 王 建青, 藤原 修, “携帯電話に対する頭部のドシメトリ評価,” 信学論(B), vol.J84-B, no.1, pp.1-10, Jan. 2001.
- [3] 山田博是, 小児頭部CT診断, 医学書院, 1981.
- [4] F. Schoenborn, M. Burkhardt, and N. Kuster, “Differences in energy absorption between heads of adults and children in the near field of sources,” Health Physics, vol.74, no.2, pp.160-168, Feb. 1998.
- [5] A. Peyman, A.A. Rezazadeh, and C. Gabriel, “Changes in the dielectric properties of aging rat tissues,” Proc. 22nd BEMS Annual Meeting, pp.196-197, 2000.
- [6] C. Gabriel, “Compilation of the dielectric properties of body tissues at RF and microwave frequencies,” Brooks Air Force Technical Report AL/OE-TR-1996-0037, 1996.

(平成13年3月28日受付)