

遠方界曝露の人体全身数値モデルにおける器官共振の SAR 計算

向出 尚正 王 建青 藤原 修

名古屋工業大学 大学院工学研究科 〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町

E-mail: fujiwara@odin.elcom.nitech.ac.jp

あらまし 遠方界曝露の人体において、体内器官で生ずる 30MHz~3GHz 帯の局所共振現象を解剖学的人体全身数値モデルに対して並列 FDTD 法で解析した。主要器官に対する平均 SAR の周波数特性から、65MHz、200MHz 及び 700~900MHz 付近での局所共振発生を明らかにし、65MHz 付近での共振は人体縦方向での全身共振、200MHz 付近での共振は人体横方向での共振、700~900MHz 付近での共振は、器官自身の寸法によるものと推察できた。また、胴体内器官での局所共振時の SAR 値は、全身共振時のそれより低いが、頭部、脳、眼球、睾丸では、全身共振時の SAR 値よりも高いレベルで局所共振が起きることがわかった。さらに、人体モデルの体重が同じで身長が異なる場合は共振周波数での全身平均 SAR はほとんど変わらないのに対し、身長が同じで体重が軽い場合には共振周波数での全身平均 SAR は著しく増加することがわかった。

キーワード 遠方界曝露, SAR, 器官共振, 並列 FDTD

SAR Calculation of Organ Resonance Characteristics In Anatomically Based Human Model for Far-Field Exposure

Naomasa MUKAIDE Jianqing WANG Osamu FUJIWARA

Nagaya Institute of Technology, Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya 466-8555, Japan

E-mail: fujiwara@odin.elcom.nitech.ac.jp

Abstract It is well known that electromagnetic (EM) energy is absorbed in-homogeneously in the human body even for far-field exposure. This implies that local resonance for various individual organs occurs. In order to investigate this implication, we analyzed numerically the organ resonance characteristics in the frequency range from 30 MHz to 3 GHz with an anatomically based high-precision human body model and a parallel finite-difference time-domain (FDTD) technique. As a result, we found that the whole-body resonance occurring around 65 MHz and the resonance around 200 MHz due to the horizontal dimensions of body cause the local resonance for almost all the organs at the same frequencies. Local resonance peculiar to each of organs was also found to occur around 700 - 900 MHz, and the specific absorption rate (SAR) levels were higher than that at the whole-body resonance frequency for brain, eyes and testicles. In addition, we also investigated the influence of human height and weight on the SAR around the resonance frequencies, and found that a thinner body would have a higher SAR level.

Keyword Far-Field exposure, SAR, organ Resonance, parallel FDTD

1. まえがき

電波に対する人体の共振現象は、自由空間において身長が約 0.4λ (波長) に相当する周波数で生ずる [1][2] とされ、そのとき最大の電磁エネルギーが身体に吸収される。このため、遠方界曝露に対する同周波数帯での電界強度或いは電力密度の規制値は他の周波数帯よりも厳しく設定されている [3][4]。一方、高精度な解剖学的人体数値モデルと計算機シミュレーション技術の飛躍的な進歩に伴い、より詳細な内部組織ごとの電磁吸収量 (SAR: 比吸収率, 単位体重当たり吸収される電力, 単位: W/kg) の定量化が可能となってきた。特に人体は、複雑な内部構造を有するために、体内の

SAR 分布が極めて不均一であり、それ故に全身での共振現象に加えて体内器官での局所共振の存在が想像され、これに関して電波安全性評価の立場から検討され始めた [5]。

本文では、米国ブルックス空軍研究所 Visible Human Project の解剖学的人体データから製作した全身高分解能数値モデル [5] を対象として、遠方界曝露における体内 SAR を FDTD (Finite-Difference Time-Domain) 法 [6] で計算し、30MHz~3GHz 帯における器官局所共振特性の試算結果を示す。また、この人体モデルを横幅と身長を両方向を縮減したモデルを新たに製作し、体重と身長の相違が共振周波数付近での全身平均 SAR