

これらのモデルに対して、並列 FDTD 計算で入射電力密度が  $1\text{mW/cm}^2$  のときの共振周波数付近での全身平均 SAR を計算した。その計算結果を図 7 に示す。BAFB モデルと Thin-BAFB モデルを比較してみると、身長が同じで体重が 43kg 軽い Thin-BAFB モデルは、共振周波数は同じであるが全身平均 SAR は 36% も高いことがわかる。また、BAFB モデルと Short-BAFB モデルを比較してみると、体重はほぼ同じで身長が 10cm も低い場合には、共振周波数はシフトするが、全身平均 SAR は 4% 程度とあまり変わらないことがわかる。

## 6. むすび

遠方界曝露の解剖学的人体全身数値モデルに対して人体組織内 SAR を並列 FDTD 計算で求め、30MHz ~ 3GHz における器官局所共振特性を調べた。また、人体モデルを横幅方向及び身長方向を縮減したモデルを新たに製作し、身長や体重の相違が全身共振へ及ぼす影響を調べた。その結果、65MHz、200MHz 及び 700 ~ 900MHz 付近で器官局所共振がみられ、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幅方向での共振、700 ~ 900MHz 付近での共振は、器官自身の寸法によるものと推察することができた。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、睪丸の四つの器官では、全身共振時の SAR 値より高いレベルで局所共振が起きており、最大で 5 倍以上に達することがわかった。さらに、身長が同じで体重が軽い場合は共振周波数が同じであるが全身平均 SAR は著しく高くなること、体重はほぼ同じで身長が低い場合は共振周波数がシフトするだけで全身平均 SAR はほとんど変わらないこと、などがわかった。

なお、器官共振現象や身長・体重の影響で全身や局所の平均 SAR は増加するが、それらの値は電波防護指針を超えるものではない。共振状態に対する体内器官の生理学影響は現時点では不明であり、このことの検討が今後の課題となる。

## 文 献

- [1] O.P. Gandhi, "State of the knowledge for electromagnetic absorbed dose in man and animals," Proc. IEEE, vol.68, no.1, pp.24-32, Jan. 1980.
- [2] P.J. Dimbylow, "Fine resolution calculations of SAR in the human body for frequencies up to 3 GHz", Phys. Med. Biol., vol.47, pp2835-2846, 2002.
- [3] 郵政省電気通信技術審議会答申, 諮問第 38 号, "電波利用における人体の防護指針", 1990.
- [4] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic

fields (up to 300 GHz)," Health Phys., vol.74, no.4, pp.494-522, April 1998.

- [5] P.A. Mason, W.D. Hurt, T.J. Walters, A. D'Andrea, P. Gajsek, K.L. Ryan, D.A. Nelson, K.I. Smith and J.M. Ziriak, "Effects of frequency, permittivity and voxel size on predicted specific absorption rate values in biological tissue during electromagnetic-field exposure," IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol.48, no.11, pp.2050-2058, Nov. 2000
- [6] A. Taflove, "Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method," Norwood, MA, Artech House, 1995.
- [7] 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.
- [8] MPI: A Message-Passing Interface Standard, MPI Forum, 1995.
- [9] J. Wang, O. Fujiwara, S. Watanabe and Y. Yamanaka, "Computation with a parallel FDTD system of human body effect on electromagnetic absorption for portable telephones," IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol.52, no1, Jan. 2004.
- [10] C.H. Durney, M.F. Iskander, H. Massoudi and C.C. Johnson, "An empirical formula for broad-band SAR calculations of prolate spheroidal models of humans and animals", IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol-27, no.8, pp. 758-763, August 1979.