

携帯電話使用と脳腫瘍に関する疫学研究のためのばく露評価

—頭部内の電波吸収への頭部不均質構造の影響—

「携帯電話による電波の生体安全性への関心が高まる中実施された携帯電話使用と脳腫瘍の関係を調べる国際的な疫学研究のために、携帯電話からの電波ばく露により頭部内に生じる電波吸収等のばく露評価を実施しました。」

和氣 加奈子 (わけ かなこ)

電磁波計測研究所

電磁環境研究室 主任研究員

学生の頃に目に見えない電磁波に興味を持ちました。趣味はダイビングのはずですが、ここ10年ほど行けていません。現在は3人の子育てに奮闘中で、子どもが大きくなったら一緒に海に行きたいと思っています。



● 携帯電話使用と脳腫瘍に関する疫学研究

携帯電話の普及に伴い、携帯電話による電波の生体安全性に対する関心が高まっています。その中で、世界保健機関(WHO: World Health Organization)の下部組織である国際がん研究機関(IARC: International Agency of Research on Cancer)の主導により、携帯電話使用と脳腫瘍の関係を調べる国際的な疫学研究(INTERPHONE study: International Case Control Study of Tumors of the Brain and Salivary Glands)が世界13か国共同で実施され、日本もその研究に参加しました。この疫学研究は症例対照研究と呼ばれるもので、脳腫瘍を罹患した方、それらの方々と年齢や性別など様々な条件が一致する健康な方に対して、携帯電話

からのばく露特性を調査し比較しました。携帯電話からのばく露の指標として、携帯電話の使用の有無、使用期間、累積使用時間だけでなく、携帯電話からの電波ばく露により頭部内に生じる電波吸収、すなわち比吸収率(SAR: Specific Absorption Rate[W/kg])が用いられました。

疫学研究のためのばく露評価

携帯電話からのばく露は、端末の近傍で局所的に大きく、離れるに従い急速に小さくなること、携帯電話による頭部 SAR 分布は機種により異なることが知られています。そこで上記の疫学研究では、実際の携帯電話端末に対して適合性試験と同様な方法で均質ファントムを用いて実験的に取得された SAR 分布を用いて、SAR 分布に基づく端末の分類、詳細な頭部モデルにおける3次元分布の推定法の確立を通して、各分類にお

ける均質ファントムからの3次元 SAR 分布の推定および実際に脳腫瘍ができた特定の位置での SAR の推定が行われました。図1にばく露評価の流れを示します。

上記の評価は、携帯電話端末の適合性評価試験と同様な方法で均質ファントムにおいて得られた SAR 分布をもとに行われました。しかし実際の人体頭部は、皮膚、頭蓋骨、筋肉、脳などの様々な組織からなる不均質構造となっています。そこで本研究では、脳における SAR 分布に人体頭部の不均質な構造が及ぼす影響を検討しました。

不均質モデルと均質モデルの比較

まず有限差分時間領域法(FDTD method: Finite Difference Time Domain Method)を用いて、NICT で開発した日本人成人モデル(TARO)の頭部の近傍に金属筐体と1/4波長の

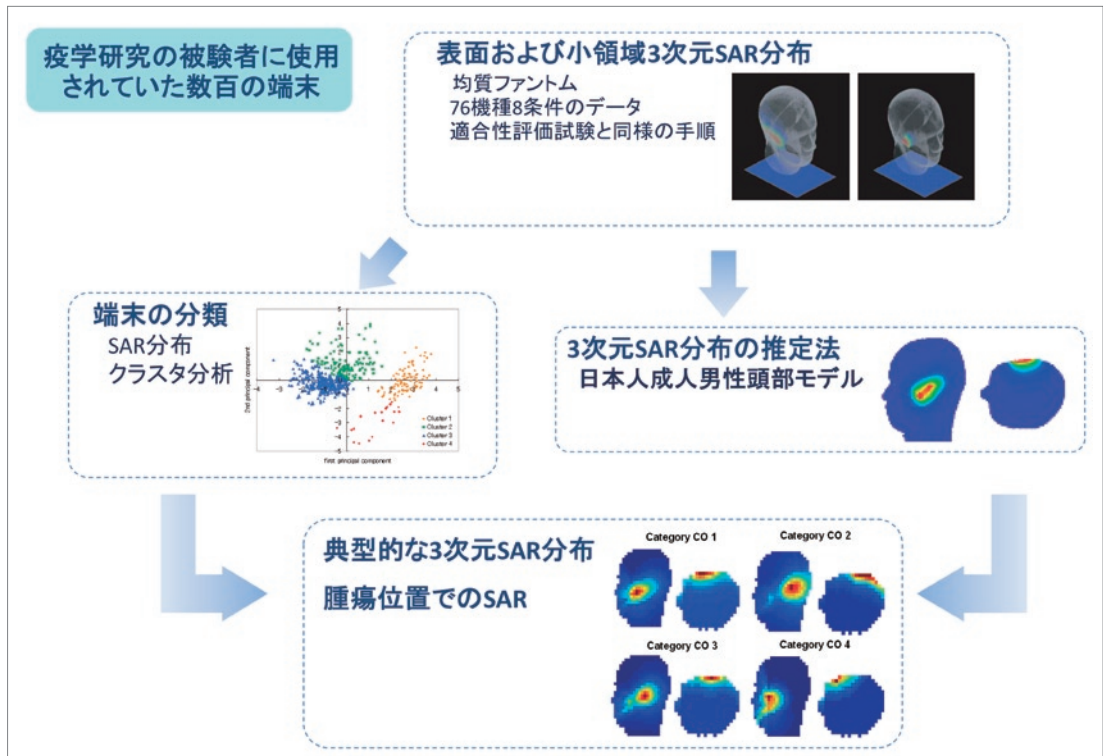


図1 疫学研究におけるばく露評価の流れ

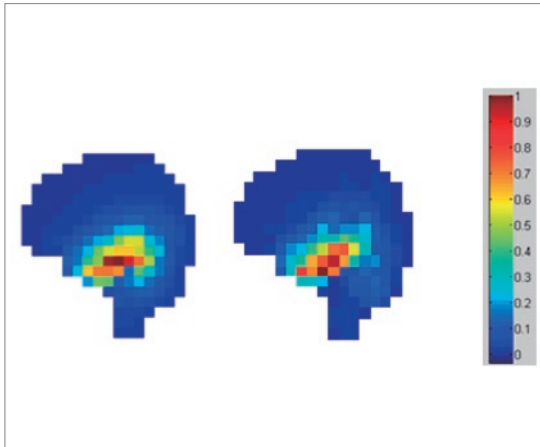


図2 不均質モデル(左)および均質モデル(右) 脳のSAR分布

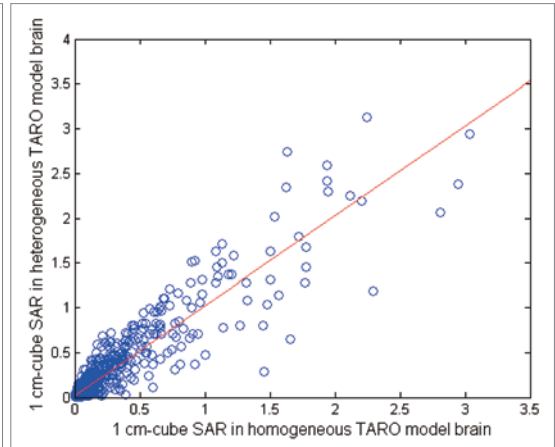


図3 均質モデルと不均質モデルの脳SARの散布図

モノポールアンテナからなる簡易な端末モデルを配置した場合のSAR分布の解析を行いました。頭部モデルを均質とした場合と不均質とした場合とで計算結果を比較しました。頭部モデルの電気定数は、不均質モデルには生体各組織の値を用い、均質モデルは比誘電率 39.425、導電率 0.855 S/m としました。周波数は 835MHz、アンテナの入力電力は 1W としました。

疫学研究では脳腫瘍の同定を 1cm 程度の解像度で行うことを目標としているため、比較はモデルの解像度を 1cm として行いました。図 2 に不均質モデル(左)と均質モデル(右)の脳の SAR 分布を示します。両者の分布は良く似ていることがわかります。不均質モデルと均質モデルにおける脳内の SAR の散布図を図 3 に示します。これより両者には正の相関があることがわかります。両者の SAR の相関係数は 0.93 と計算され、不均質モデルでの脳の SAR は概ね均質モデルのものと同傾向が一致しました。

脳腫瘍は脳のある特定の位置で生じることが多いと言われていています。そこで図 4 に示すように脳を主要な解剖学的位置、すなわち側頭部、頭頂部、前額部、後頭部、小脳、脳幹に分類し、各部位での SAR を不均質モデルと均質モデルとで比較しました。各部位での不均質モデルと均質

モデルの SAR 値の相関係数と回帰係数を表 1 に示します。この結果から、側頭部、頭頂部、前額部で比較的相関が高いことがわかります。脳腫瘍は一般的にこれらの部位で発生することが多いと言われており、端末使用時の SAR は側頭部で比較的大きい傾向があることから、これらの部位で不均質モデルと均質モデルの結果が良く一致するという知見は疫学研究のばく露評価として重要と言えます。

● SAR 解析結果の疫学研究への適用とその後

本研究では、頭部内構造の不均質なモデルと均質なモデルとで端末からの電波にさらされた場合の SAR を比較しました。その結果、脳の SAR は不均質モデルと均質モデルとで相関があり、特に携帯電話使用と脳腫瘍の疫学研究で重要と思われる側頭部、頭頂部、前頭部などにおいては相関が高いことがわかりました。この結果から、実際の人体は不均質な構造をしていますが、均質なファントムを用いて得られた SAR 分布が疫学研究のばく露評価に利用できることを示しました。これを受けて、日本で実施した疫学研究では世界で初めて脳の各部位での SAR を考慮した解析が行われました。2010 年に国際共同

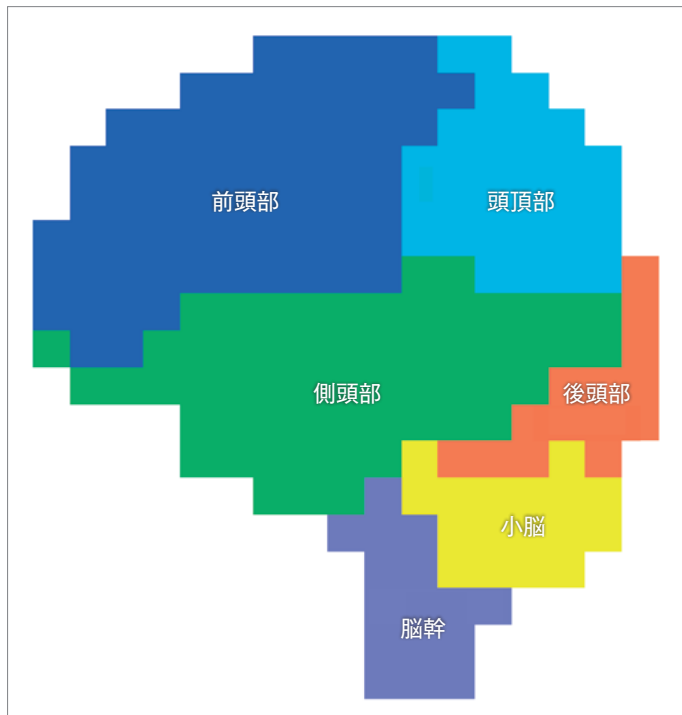


図4 脳の解剖学的構造の模式図

表1 脳の主要部位における不均質および均質モデルのSARの相関係数と回帰係数

	相関係数	回帰係数
側頭部	0.92	0.96
頭頂部	0.95	1.37
前頭部	0.94	1.19
後頭部	0.78	0.43
小脳	0.75	0.55
脳幹	0.23	0.099

研究結果の一部が報告され、全体として(10年以上の利用者に対して)携帯電話の使用による神経腫や髄膜腫の発生リスクの増加は見られなかったものの、累積通話時間が1,640時間以上のサブグループ(1日あたり30分の通話に相当)についてリスク増加が見られましたが、このサブグループについては携帯電話使用時間への回答がありえそうもない時間の場合があったりといった様々な誤差要因を考慮すると、リスク増加があるとは断定できないと結論づけられました。これまでの様々な研究から高周波電磁界の潜在的発がん性について包括的なレビューが2011年IARCにより実施され、高周波電磁界はグループ2B[ヒトに対して発がん性があるかもしれない]と評価しています。今後、WHOにより発がんだけでなくその他の健康影響を含む包括的な高周波電磁界の健康リスク評価が行われ、その後国際的なガイドラインの改定が実施される予定となっています。