

6GHz超の周波数帯における局所 ばく露時の健康影響閾値の評価

実施期間：

平成25年度～平成27年度

実施機関：

東京農工大学

名古屋工業大学

明治薬科大学

東京医科歯科大学

研究の概要・目的



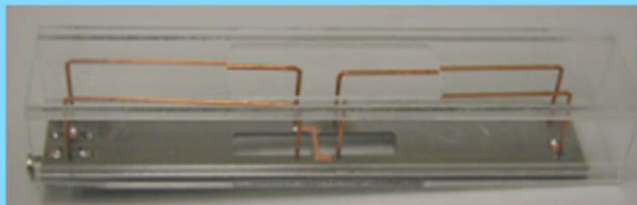
目的

6GHz-10GHzの電波を安全安心に使用するために

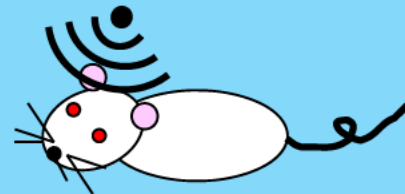


局所ばく露時の生体影響閾値に関するデータ取得が不可欠

実施内容



✓ばく露量を定量的に
コントロールできる
実験装置の開発



✓ばく露量と
生理変化の関係を
動物実験から取得



✓ばく露量を
定量的に見積もる
技術

これら技術を網羅する、生物学研究者と工学研究者の融合による健康閾値解明研究

本研究の成果

6GHz-10GHzの電波を安全安心に使用するために

ア) 6GHz~10GHzにおいてラットに対し 局所ばく露可能な装置の開発

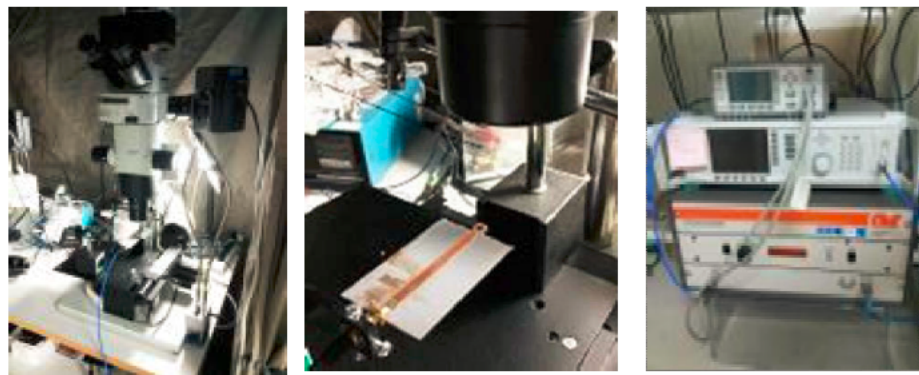


実施内容

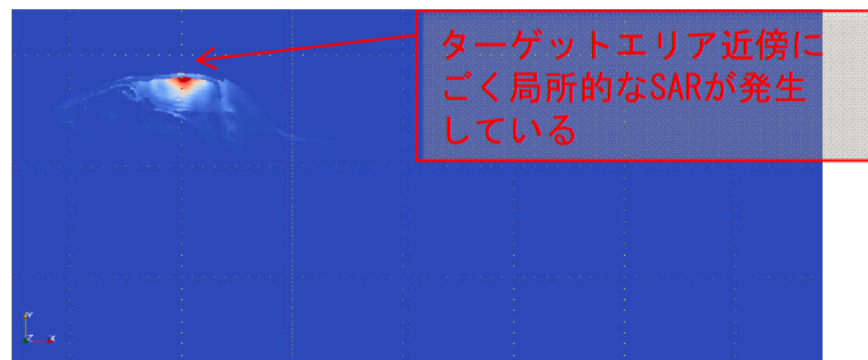
- ✓ 局所ばく露用アンテナの開発
- ✓ ばく露装置の開発さらに医科歯科大に設置完了
- ✓ 局所ばく露（局所性>200）可能であることを確認

$$\text{局所性} = \frac{\text{ターゲットエリアのSAR総和}}{\text{全身エリアのSAR総和}}$$

医科歯科大に設置したばく露装置



ラット内のSAR分布



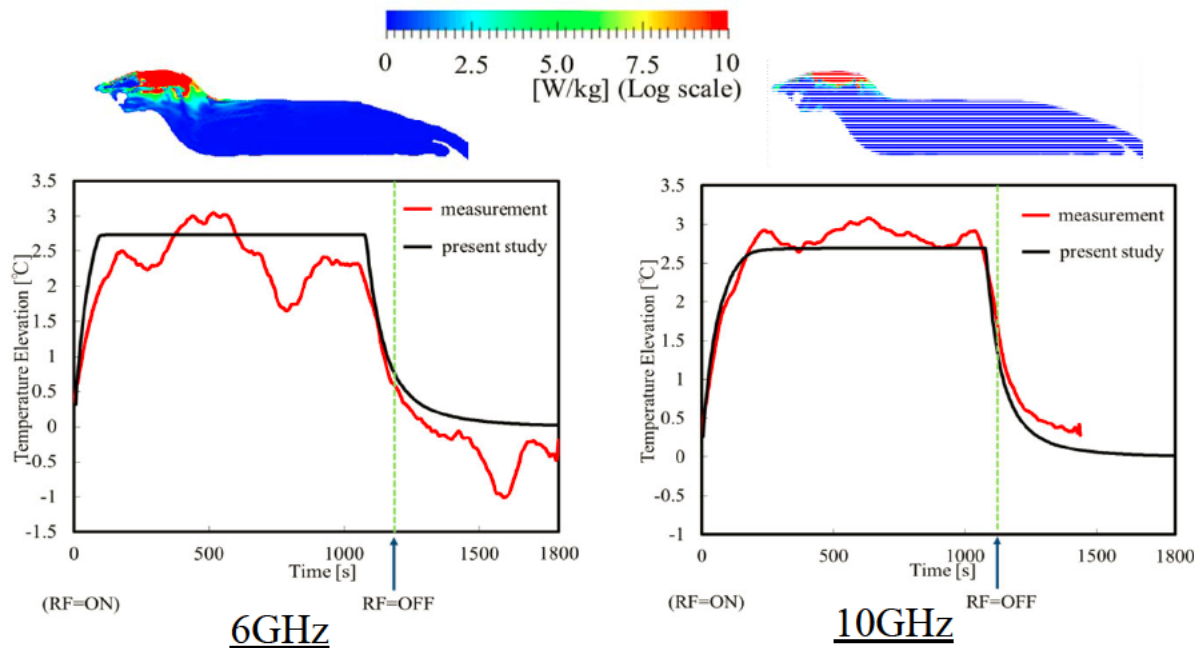
6GHz~10GHzにおいて局所ばく露可能なアンテナの開発に成功

本研究の成果

イ) 局所ばく露時のばく露量および発生する熱量の定量的な解析的評価およびヒトモデルに対する検討

実施内容

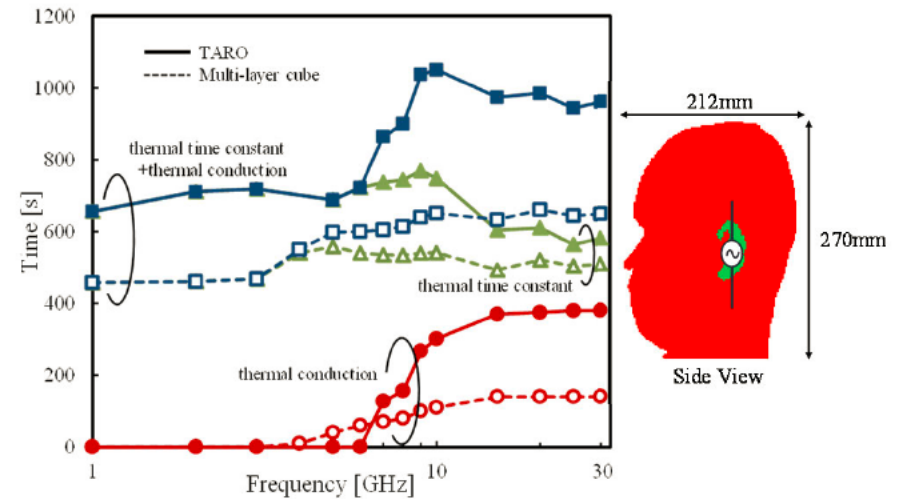
- ✓ ラット頭部局所ばく露時の温度上昇解析のモデル化に成功
- ✓ 人体組織ごとの熱時定数周波数特性を定量化



6GHz

ラットモデルにおけるSAR分布・頭頂部温度変化

10GHz



脳組織における熱伝導・熱時定数の周波数特性

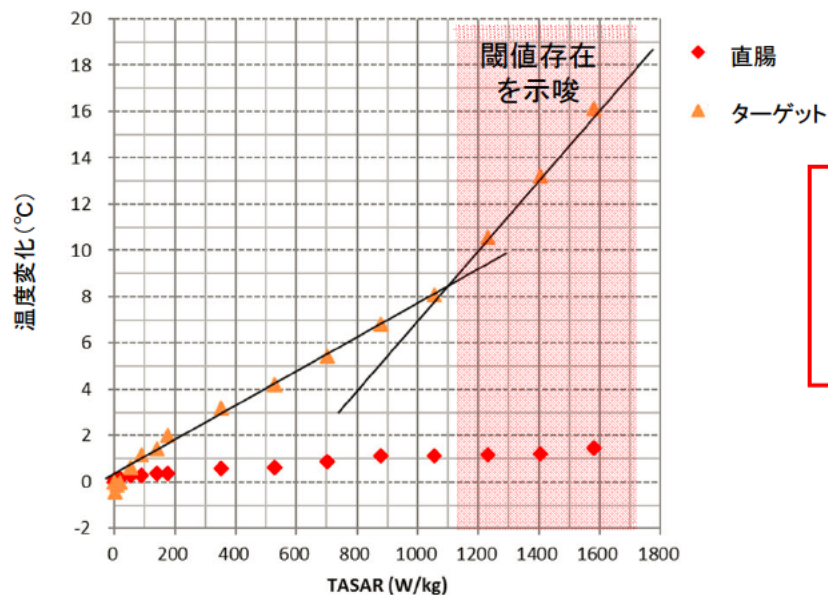
局所ばく露時の温度上昇解析のモデル化を実現した

本研究の成果

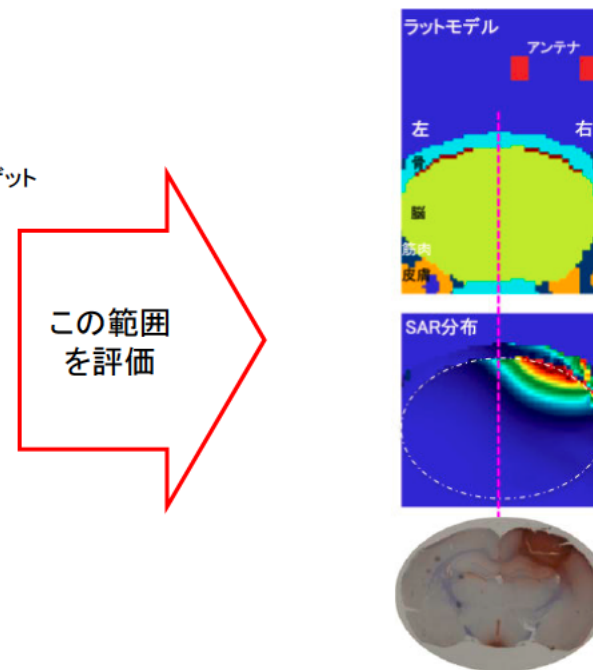
ウ) 局所ばく露時の生物学的影響評価

実施内容

- ✓ 6 GHzおよび10 GHzそれぞれの電波局所ばく露を用いて生体影響評価指標を探索した
→項目イ) へのデータ提供
- ✓ ラットを用いた実測により生体反応とばく露量との関係を示した
- ✓ 脳内炎症反応を惹起するばく露量閾値（熱閾値を含む）を明らかにした



図ウ-1) ばく露量と生体反応の関係



図ウ-2) ばく露局所性検証
(アルブミン血管外漏出検出)

ばく露量閾値（熱閾値含む）を明らかにした

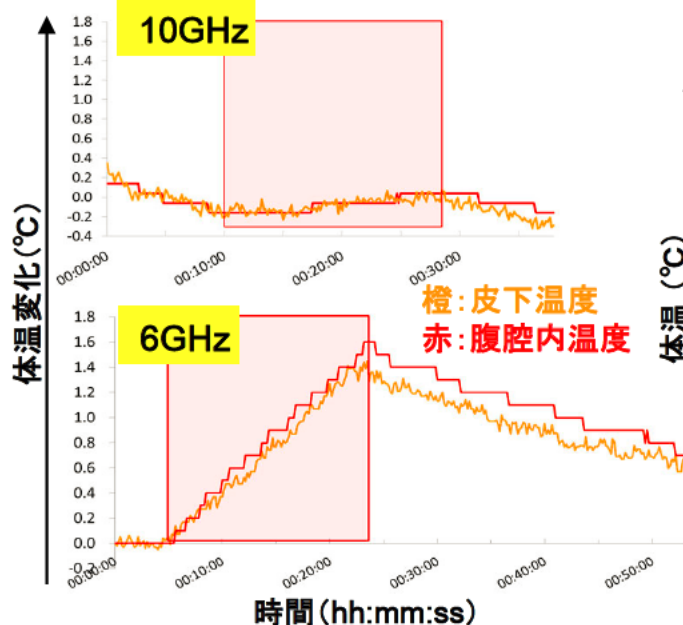
本研究の成果

6GHz-10GHzの電波を安全安心に使用するために

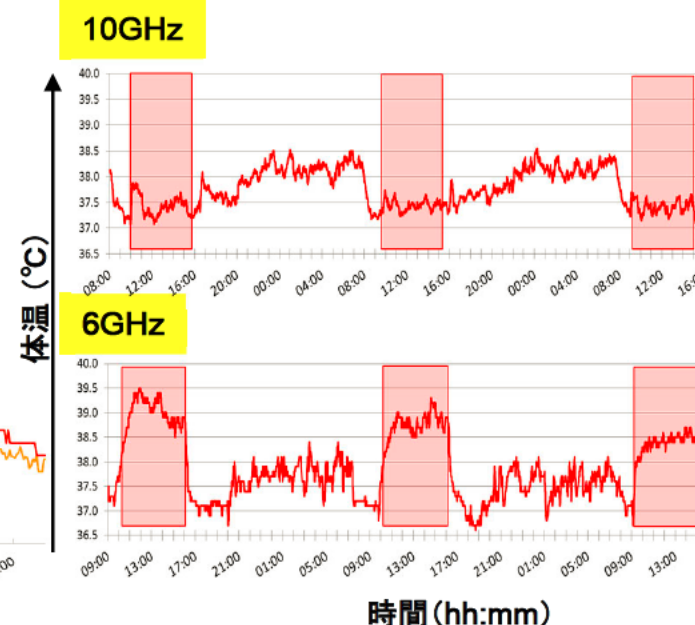
Ⅰ) 局所ばく露時と同等の熱量が全身に吸収された条件での生体影響の評価

◆ 全身平均SAR 4W/kgをばく露時の深部体温変化

短時間単回ばく露(麻醉下, 18分間)



長時間複数回ばく露(無麻醉下, 6時間x3日)



6GHzと異なり10GHzでは深部体温の上昇は記録されず、周波数の特性が反映された結果であった。

周波数が高くなると深部の温度上昇は減弱し、生体の安全性の観点からは、より良好な条件になると考えられる。

◆ 内分泌系の解析(長時間複数回ばく露)

SAR 4W/kg、0.4W/kgともに有意な変化は認められない。

◆ 脳・皮膚での遺伝子発現解析(長時間複数回ばく露)

SAR 4W/kg : 幾つかのHsp、Hsf遺伝子において有意な発現上昇を認めた。

SAR 0.4W/kg : Hsp、Hsfおよび炎症性サイトカイン遺伝子に発現変化なし。

◆ 組織学的検討(SAR:4W/kg)(短時間単回ばく露)

ミクログリアの形態、分布に変化なし。

調査研究成果の有効性

(まとめにかえて)

本研究成果の有効性は下記のように示されている

- ・ 国際的に進められている健康リスク評価に対する貢献
 - ✓ 本研究成果の一部はICNIRP, IEEEの標準化会合で招待講演された
 - ✓ 本研究成果の一部は下記**国際的文章** (ドラフト) で取り上げられている
世界保健機構 (WHO) : Environmental Health Criteria
IEEE : RF Review and Research Agenda
- ・ 研究成果が電波の健康リスクを評価する上で有効なものであるとする点
 - ✓ 局所ばく露実験 : 脳内炎症性反応に対する閾値 (熱閾値含む) が動物実験によって示され, ガイドライ策定やEHCにおいて有用となり得る
 - ✓ 全身ばく露実験 : 6GHz~10GHzでは周波数が高くなるにつれて熱作用による影響は小さくなり, 安全性が高くなると考えられる