

# 局所吸収指針の検討事項について

平成22年3月26日

# 主な検討事項の整理（第2回作業班資料-指針2-2より）

## 【検討事項1】 指針<sup>※</sup>としてふさわしい評価手法

※3GHz以上の周波数で近接して使用する無線機等に適用する指針

- 1-① a. 局所吸収指針を改定（上限周波数を変更する等）  
b. 電磁界強度指針（補助指針）を改定（近接距離の条件を変更する等）  
c. 上記以外

## 【検討事項2】 SARを評価手法とした場合（局所吸収指針を改定する場合）

- 2-① 3GHz以上の周波数でのSAR測定の可否
- 2-② 適用可能な周波数の上限値
- 2-③ 3GHz以上の周波数にてSARによる評価を適用した場合の基礎指針（基準）への適合性
  - 基礎指針は局所の温度が過度に上昇しないことを意図している。これまでの研究では1°C程度までの温度上昇を伴わないばく露が健康に悪影響を及ぼすことを示すデータはない。
- 2-④ 3GHz以上の周波数にてSARの評価する単位（任意の組織10gあたり）の妥当性
- 2-⑤ 局所吸収指針の改定に伴う電波防護指針全体の整合性

# 3GHz以上の周波数にてSARの評価する単位の妥当性

- IEEEは2005年に改訂を行い、平均化質量を1gから10gに変更
- 根拠は、SARの平均化質量を10gとした方が1gの場合に比べて局所温度上昇との相関が良い\*

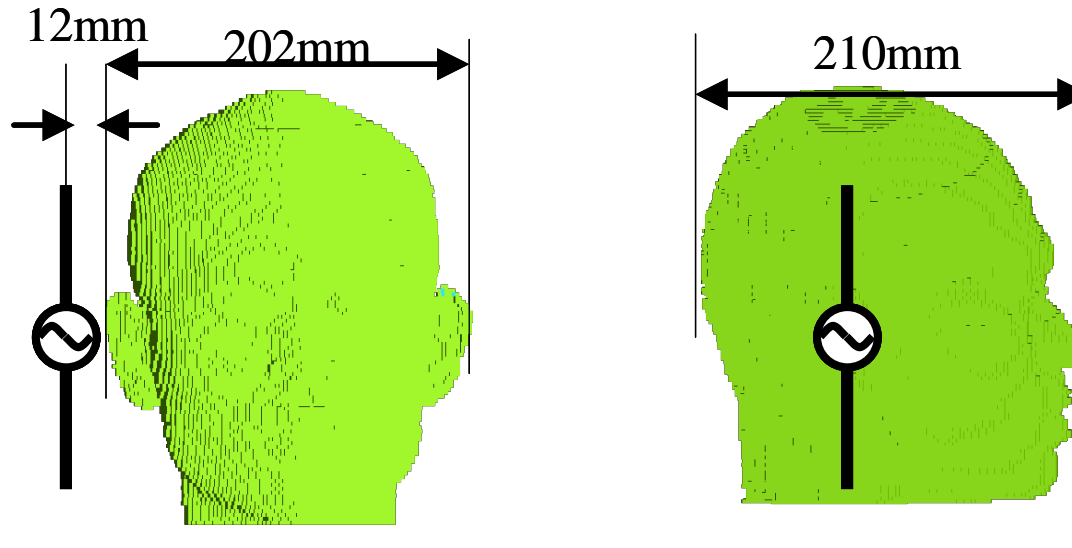
$$\Delta T = a \times SAR \quad (1)$$

$\Delta T$ : 温度上昇,  $a$ : 加温係数,  $SAR$ : 局所質量平均SAR

- 2005年当時、検討した周波数の上限は3GHz\*
- 式(1)における $a$ が周波数を含めた外部要因にあまり依存性しなければ、局所SARより温度上昇が推定できることとなる。
- 現状の解析によるアプローチは、数値人体モデルの精度は1mm程度であり、対応できるのは6GHz程度まで(検討項目2-②の現状での限界)

\*A. Hirata , IEEE Trans. Electromagnet. Compat. , 2006

# 3GHz以上の周波数にてSARの評価する単位の妥当性 検討のアプローチ



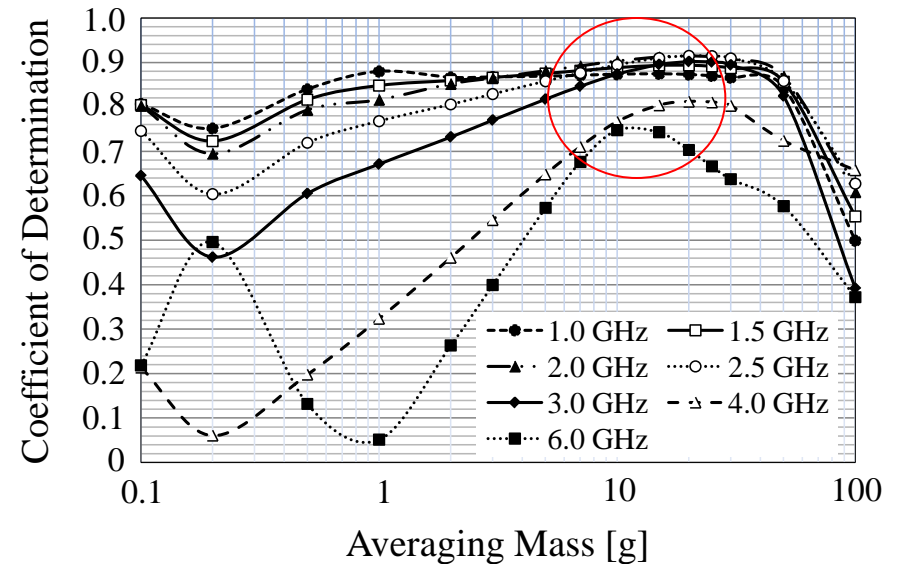
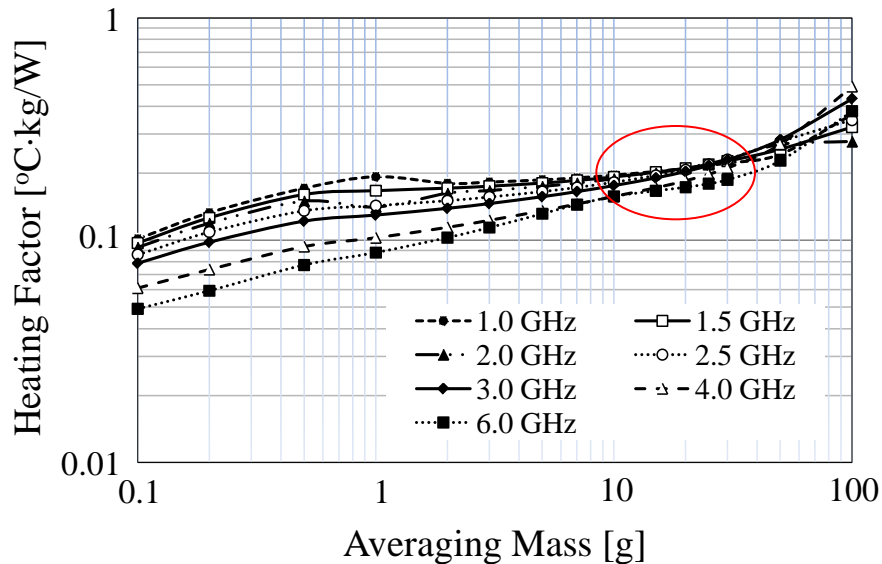
- 解像度2.0 mmのものを1.0 mmに細分化\*,\*\*

- ダイポールアンテナを仮定
- 周波数は、1.0 GHz, 1.5 GHz, 2.0 GHz, 2.5 GHz, 3.0 GHz, 4.0 GHz, 6.0 GHz
- 各点における局所平均SARおよび温度上昇を計算し、その結果が式(1)の関係を満たすかを最小二乗法で評価
- 評価指標: 加温係数および決定係数で評価。  
# 決定係数とは相関係数の二乗であり、1に近いほど回帰方程式のあてはまりの良さを示す。

\* J. Wang and O. Fujiwara IEICE Trans. 2001.

\*\* T. Nagaoka et al, Phys. Med. Biol., 2004

# 3GHz以上の周波数にてSARの評価する単位の妥当性 検討結果（情報通信研究機構構築の頭部モデル）<sup>1</sup>



- 加温係数は6GHzまでの周波数では、10-30g程度の平均化質量に対して周波数依存性が小さい（1gの平均化質量だと1GHzから6GHzで2倍程度の違いがある）。
- 決定係数は4GHzより低下傾向にあるものの、10g平均では6GHzでも0.75以上（1g平均だと6GHzで0.05程度に下がる）

<sup>1</sup>A. Hirata and O. Fujiwara, Phys. Med. Biol., 2009

## 3GHz以上の周波数にてSARによる評価を適用した場合の基礎指針（基準）への適合性：眼球の温度上昇

出展	眼球平均SAR@10W/kg	
	3 GHz以下	3GHz以上
Flyckt et al (2007)	0.98－1.40°C	—
Wainwright (2007)	1.1－1.44°C	—
Hirata et al (2007)	0.91－1.2°C	0.96-2°C(5GHzまで)
Bucella et al (2008)	1.1°C	—
Laakso (2009)	0.8-1.5°C	0.9-4°C(10GHzまで)

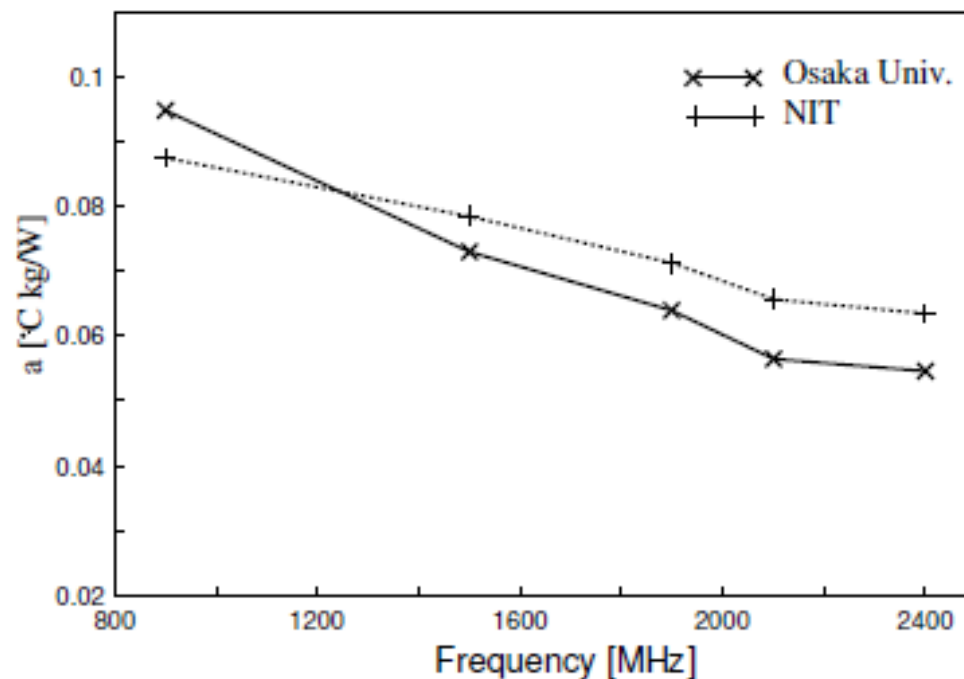
3GHz以下の結果は、Hirata et al, Phys. Med. Biol. (2007)において、複数の論文を同一条件に換算した値

•上記論文では、近似的に眼球平均SARが用いられている。

•立方体形状の平均SAR値も示した論文は、Wainwright(2007)およびLaakso(2009)のみ。

- Hirata et al (2007)の結果を、立方体SARを用いて換算した場合、0.9°C@5GHz
- Laaksoの結果を立方体形状の平均化で表わすと、  
0.8°C@3GHz, 1.0 °C@5GHz, 1.6°C@10GHz
- 10g平均がSAR10W/kgに対して、おおむね眼球温度上昇は1度程度

# 3GHz以上の周波数にてSARによる評価を適用した場合の基礎指針（基準）への適合性：脳内の温度上昇



- 縦軸は、脳内温度上昇の最大値を頭部10g平均SAR(立方体形状)の最大値で除したものの。
- 3GHz以上で上記指標の検討例はない。
- 周波数が高くなるにつれて電波の浸透深さが小さくなるために指標は小さくなる傾向。

## 2-⑤関連事項

### 入射電力密度とSARの相関関係について

日本人頭部モデルに補助指針値である $2\text{mW}/\text{cm}^2$ の強度で平面波を照射した場合、

- 眼球平均SARは $0.8-1.0\text{W}/\text{kg}$ である\*。

欧州人頭部モデルに補助指針値である $2\text{mW}/\text{cm}^2$ の強度で平面波を照射した場合(文献\*\*より換算)、

- 欧州人モデルの眼球平均SARは $1.0-1.2\text{W}/\text{kg}$ であった。
- 欧州人モデルの脳における局所SAR(10g平均)は1-2GHz付近で極大をもち、その値は $0.8\text{W}/\text{kg}$

補助指針と局所指針の関係は矛盾しない

\*A. Hirata et al, Phys. Med. Biol., 2007.

\*\*I. Laakso, Phys. Med. Biol., 2009.