

皮膚に関する研究動向について

久留米大学医学部環境医学講座

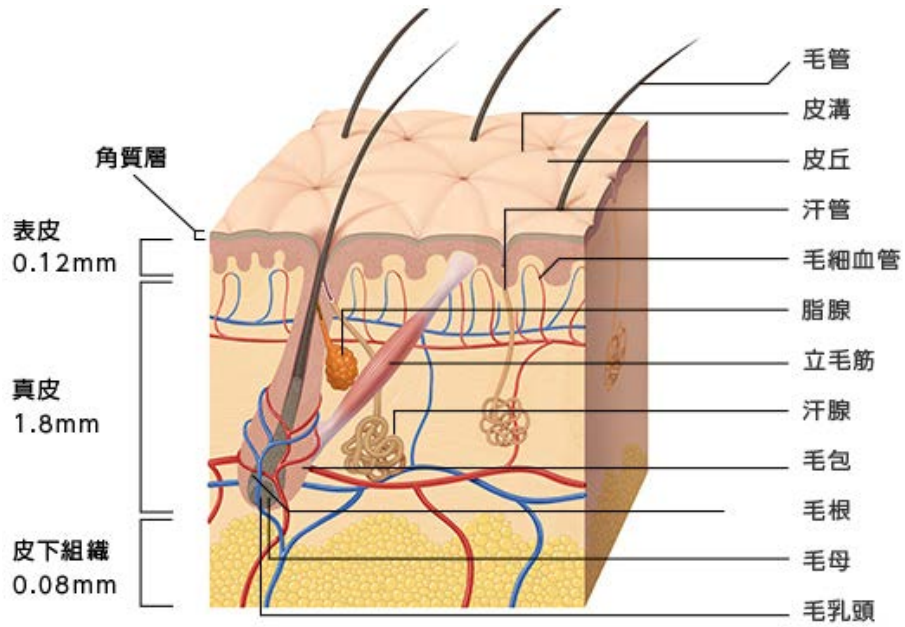
森松 嘉孝

「熱傷」とは

高温による皮膚組織の障害

推奨

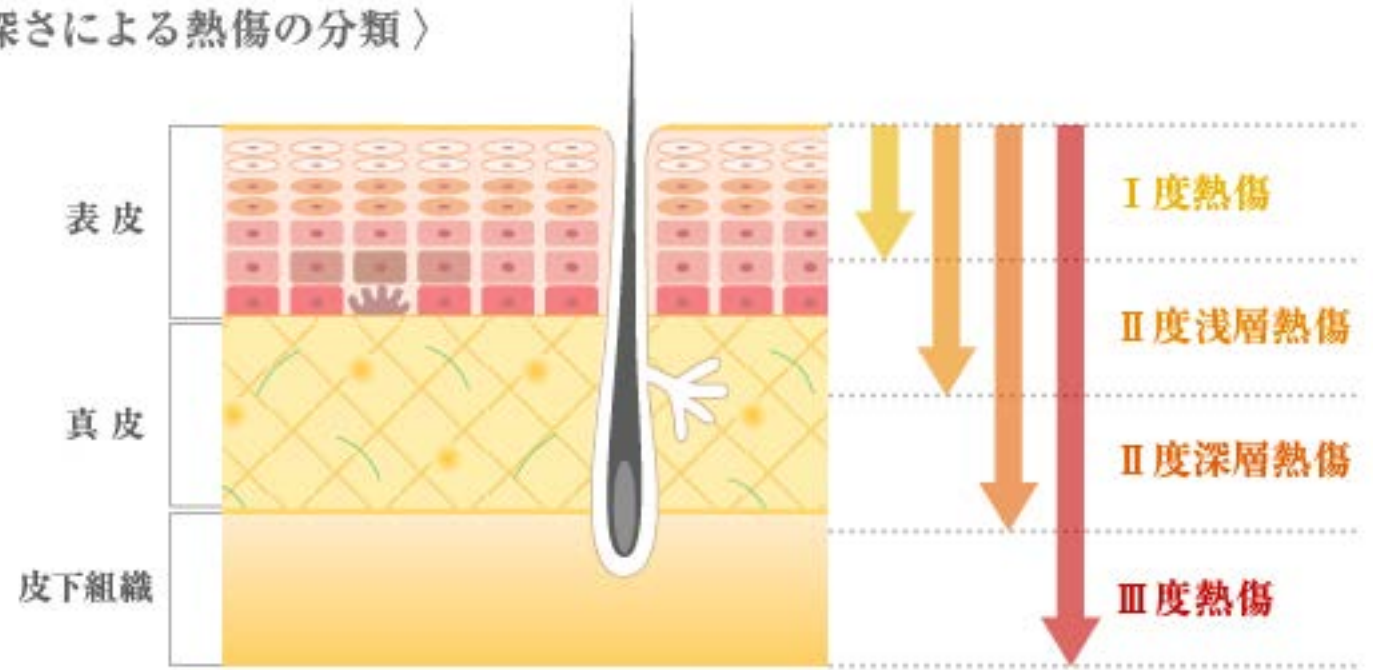
- (1) 熱傷面積（全体表面積に対するパーセンテージ：%TBSA）は、予後推定因子として最も基本的なものであり、推奨される（B#）。
- (2) 年齢（B）、気道熱傷の有無（B）、Ⅲ度熱傷面積（B）、Burn Index（B）、自殺企図による受傷（B）、Revised Trauma Score（B）は、予後推定因子として推奨される。
- (3) 熱傷予後指数（PBI）は、予後を推定する指数として考慮してもよい（C）。



ヒト皮膚組織と熱傷

ヒトの頭部、顔面の皮膚には皮下筋層あり

〈深さによる熱傷の分類〉



熱傷の分類

診断	同義語	所見	治療	後遺症
I 度	表皮熱傷 (epidermal burn)	有痛性紅斑, 浮腫	軟膏	瘢痕 (一)
II 度	真皮浅層熱傷 (superficial dermal burn ; SDB)	有痛性紅色の水疱底	軟膏	治療まで 2 週間程度, 瘢痕 (一)
	真皮深層熱傷 (deep dermal burn ; DDB)	白色, 知覚鈍麻の水疱底	デブリドマン, 植皮	治療まで 3 ~ 4 週間程度, 瘢痕 (+)
III 度	皮下熱傷 (deep burn ; DB)	灰白色あるいは褐色炭化の表皮, 水疱 (一)	デブリドマン, 植皮	瘢痕 (+)

実験方法

電波ばく露条件

周波数: 10 GHz,
26.5 GHz (ただし今回はパイロット実験として実施)

強度: 10 GHz → 0, 126, 215, 285 mW/cm²
26.5 GHz → 100 mW/cm² (※概算値)

ばく露時間: 18分間

動物実験

対象動物: 10 GHz → ヘアレスラット
26.5 GHz → SDラット

評価組織: 右片頭部皮膚

評価方法: ばく露前後の皮膚温度差を測定
電波ばく露後に対象皮膚を摘出

- ・10 GHz → 3日後
- ・26.5 GHz → 1日後 (評価ポイント選定中)

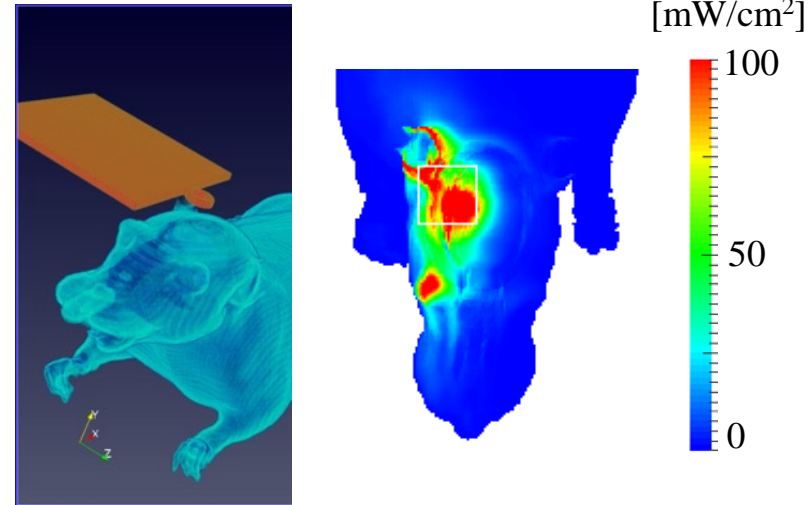
組織学的評価(肉眼所見)を実施

ドシメトリ結果

周波数: 10GHz
アンテナ: モノポールアンテナ
アンテナ出力電力: 1Wで規格化

平均化面積: 1cm²

TPD = 95 [mW/cm²]



Distribution of Transmitted Power Density (DTP)

照射後の組織学的変化(肉眼所見)

10 GHz		Day 3				
TPD [mW/cm ²]*	皮膚温度 (ΔT)	表皮	真皮	皮下組織	毛包	熱傷分類 (進達度から)
0	33.5°C (+0.5°C)	(-)	(-)	(-)	正常	相当せず
130	38.6°C (+5.1°C)	(-)	(-)	(-)	正常	相当せず
220	43.2°C (+10.2°C)	境界不明の わずかな浮腫	浮腫状	筋繊維の肥 厚	毛包の縮小 顆粒の消失	III度
290	48.7°C (+15.7°C)	表皮欠損と 一部表皮再生	構造の破綻	脂肪組織の増 加 筋層の破壊 結合織の増生	毛包数の減 少	III度

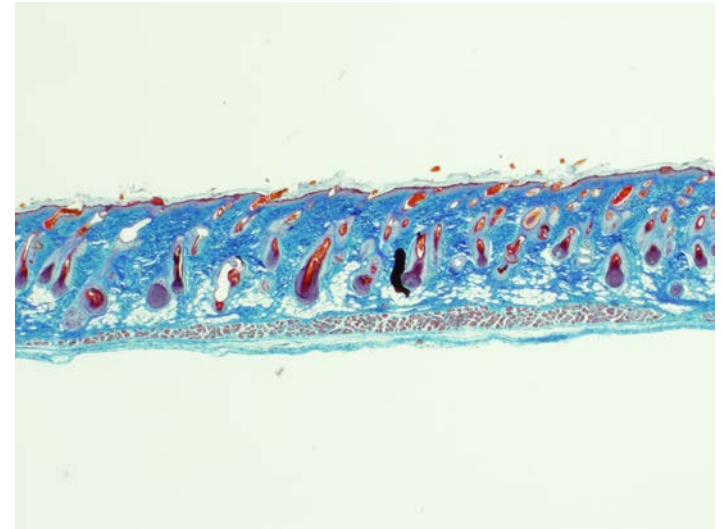
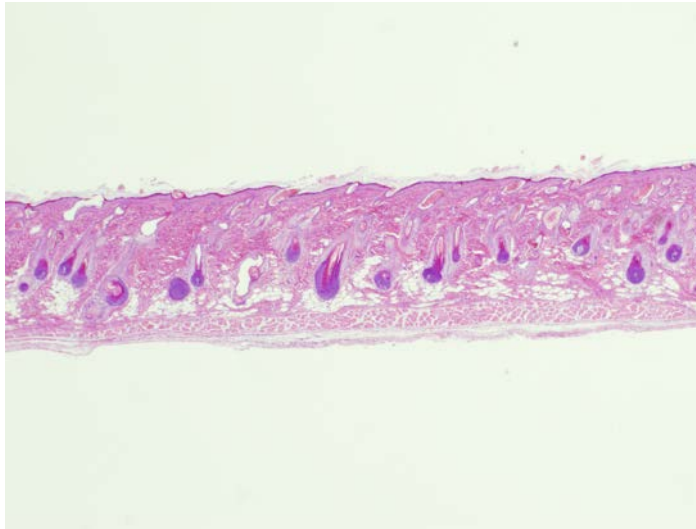
* 平均化面積1cm²

10 GHz実験 組織所見(1)

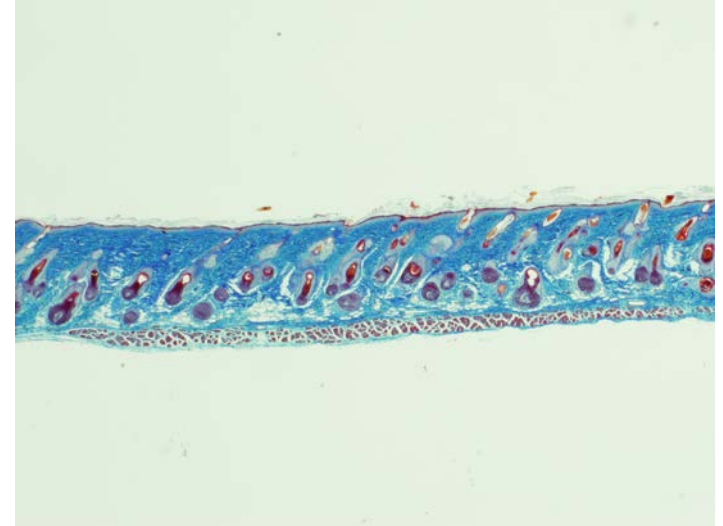
HE stain

Masson's trichrome stain

0 mW/cm²



130 mW/cm²

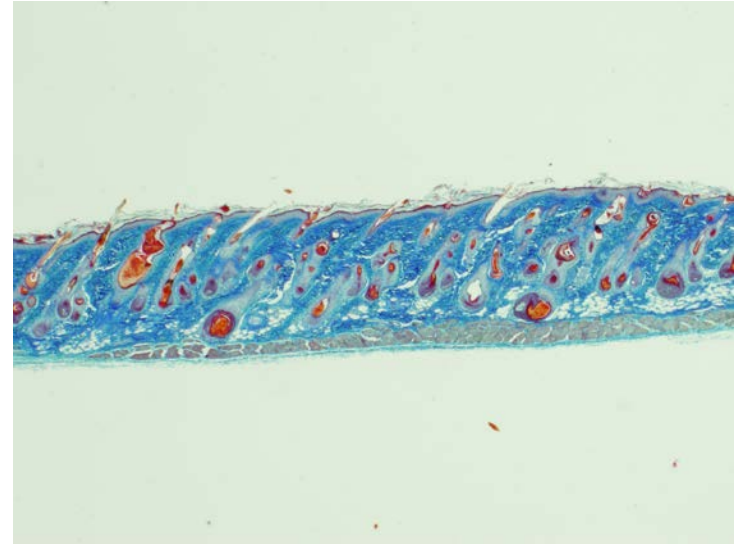
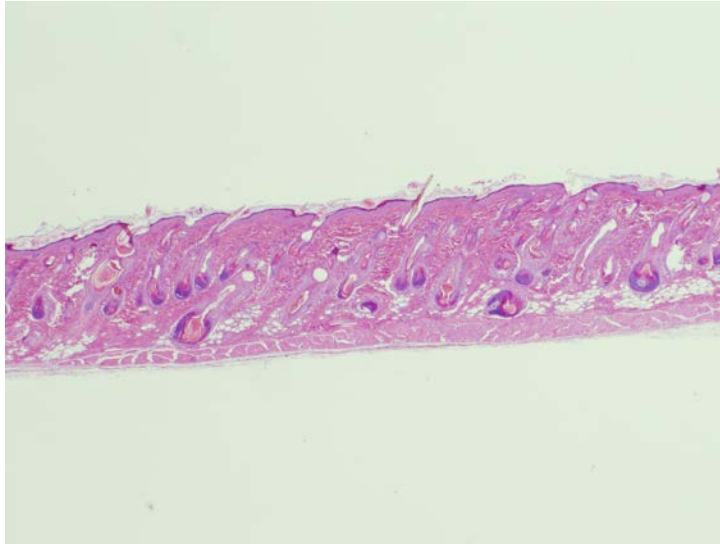


10 GHz実験 組織所見(2)

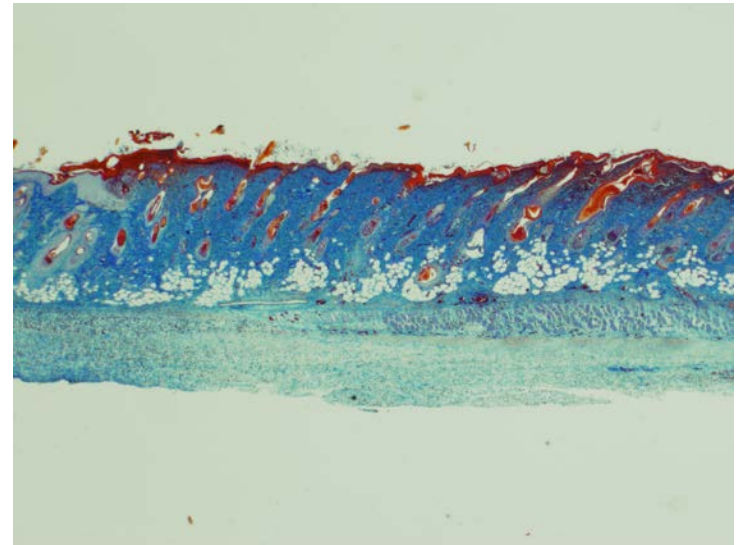
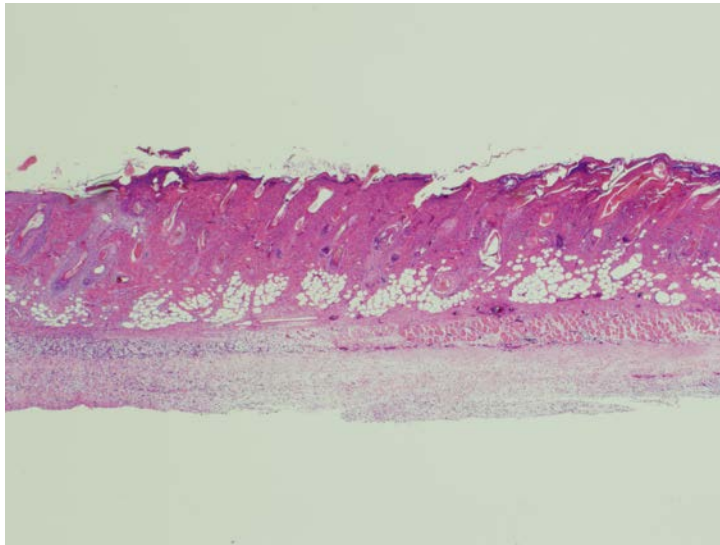
HE stain

Masson's trichrome stain

220 mW/cm²



290 mW/cm²



照射後の組織学的変化(肉眼所見)

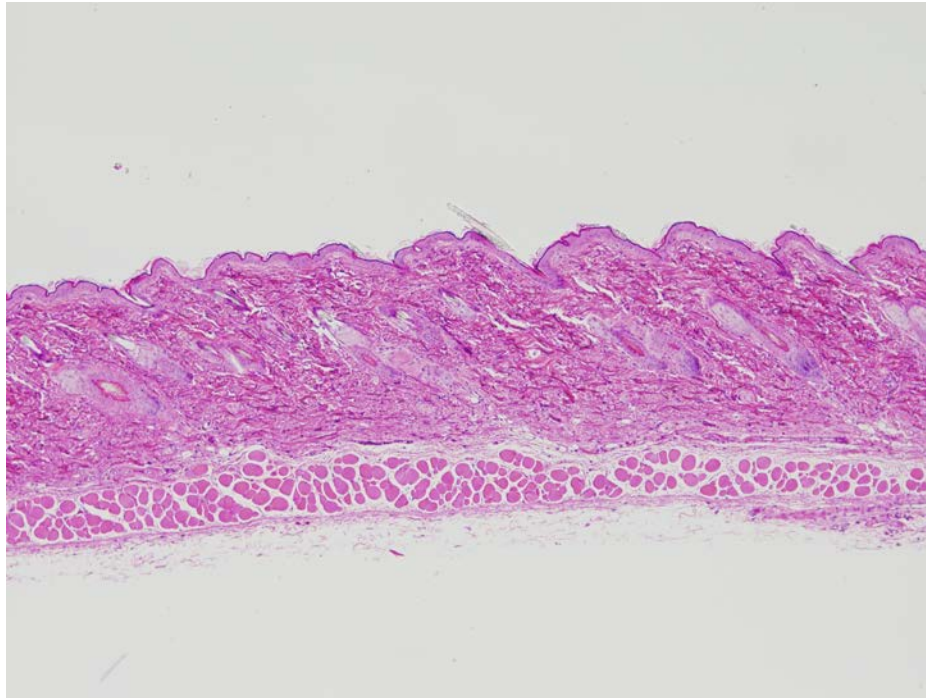
パイロットスタディ

26.5 GHz		Day 1				
TPD (mW/cm ²)*	局所温度 の変化 (°C)	表皮	真皮	皮下組織	好中球	熱傷分類 (進達度から)
100	40.7°C (+4.3°C)	(-)	(-)	(-)	(-)~ (+-)	相当せず

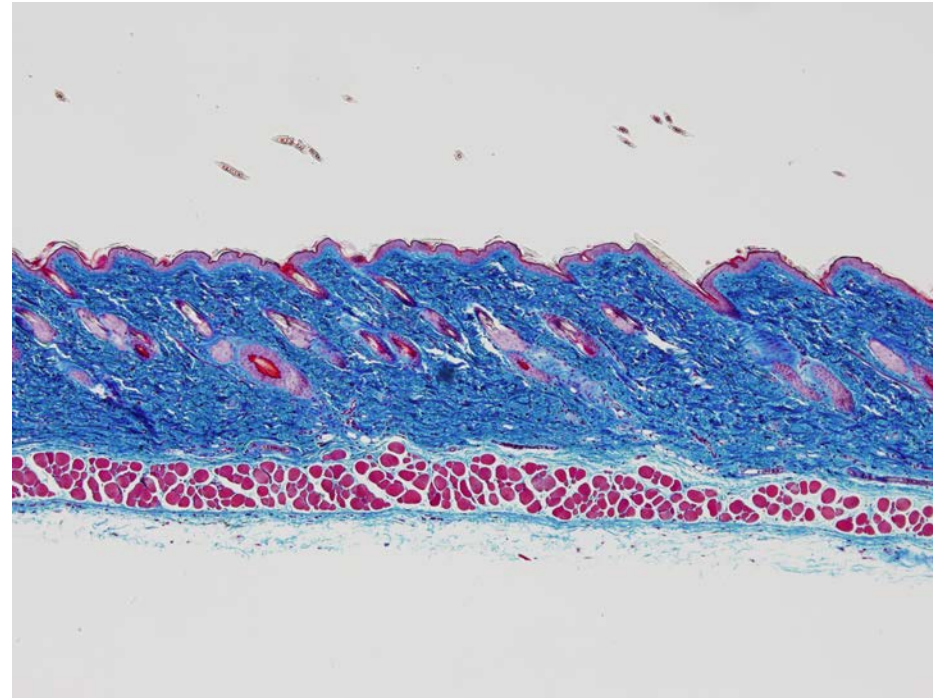
* 平均化面積1cm²

26.5 GHz実験 組織所見

HE Stain



Masson's trichrome stain



まとめ

- ラットに対する電波ばく露予備実験(ばく露時間18分、ラット固定)の経過を報告した。
- 電波による皮膚への影響は、ヒト熱傷皮膚組織に類似した所見を呈した。
- 10 GHz (290 mW/cm²)の照射では皮膚温度が15.7°C上昇し、ヒトにおけるIII度熱傷に相当する進達度であった。
- 10 GHz (220 mW/cm²)の照射では皮膚温度が10.2°C上昇し、ヒトにおけるIII度熱傷に相当する進達度であった。
- 10 GHz (130 mW/cm²)の照射では皮膚温度が5.1°C上昇するも、ばく露三日後の皮膚所見は偽ばく露ラットとの相違は明らかではなかった。
- 26.5 GHz (100 mW/cm²)の照射では皮膚温度は4.3°C上昇するも、肉眼的に異常所見は指摘できなかった。

ラット皮膚を対象とし且つ照射部位や平均する面積など、いくつか制約を受けた条件下で取得された結果ではあるが、今回評価対象とした「熱傷」という点からみても、現在の防護指針値(管理指針50 mW/cm²)は安全なレベルに設定されていると言える。今後、安全率を含めて、さらに詳細を検討する必要がある。

参考： ICNIRP laser guidelines (2013)における許容値 100 mW/cm² (約1cm²)