

# ギガヘルツ(GHz)帯パルス波 からの防護について —概ね10秒以下—

平田 晃正  
名古屋工業大学

## ✓ 入射電力密度の平均化時間(1): 第7回資料から

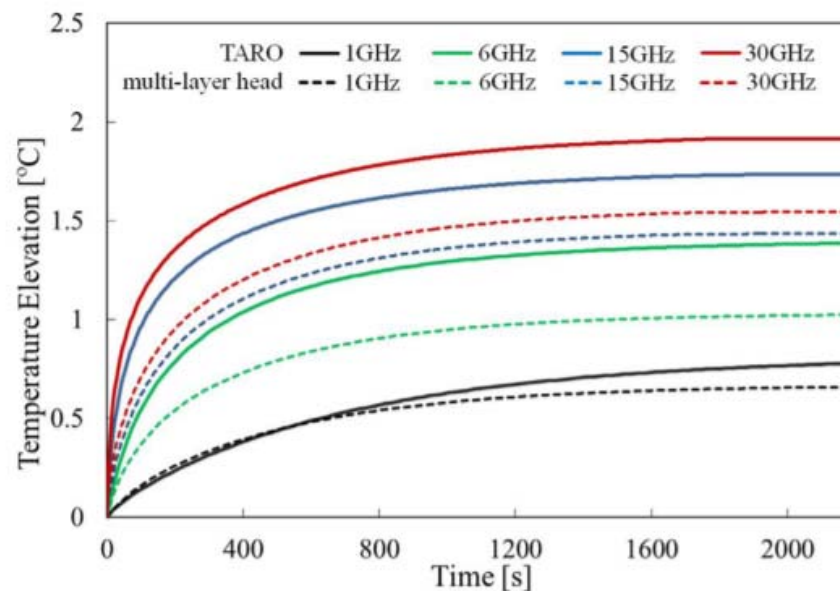
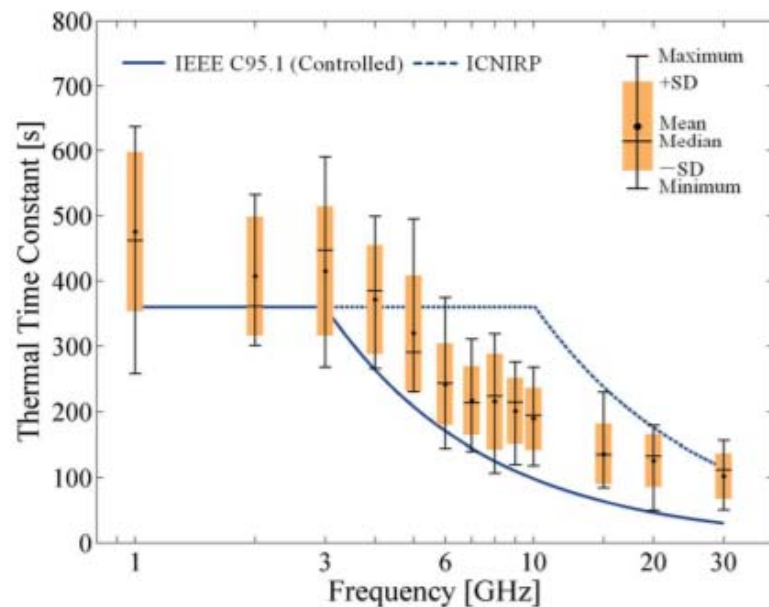
電波がヒトに入射→吸収された電波エネルギーが熱に変換→体温上昇

熱時定数: 電波がヒトに吸収されてから**体温上昇**(定常状態の63%)に要する時間

・熱時定数は**ばく露部位**や**周波数**に依存して変化する

熱時定数はばく露部位の**血流**に依存  
→血流の多い部位では時定数は小さくなる。  
(体温上昇も小さくなる)

周波数が高くなると、電波の浸透深さが小さくなる  
→体表面における熱時定数は、周波数が高くなるにつれて小さくなる。



† Morimoto R, Hirata A, Laakso I, Ziskin M C, and Foster K R. Time constants for temperature elevation in human models exposed to dipole antennas and beams in the frequency range from 1 to 30 GHz. Phys. Med. Biol. 2016; 62 (5): 1676-99.

✓ 入射電力密度の平均化時間(2) : 第7回資料から

体温上昇の熱時定数(ICNIRPガイドライン, IEEE規格)

およそ3 GHzで6分, 30 GHzで3分程度, それより高い周波数では大きく変化しない

入射電力密度の平均化時間(ICNIRPガイドライン, IEEE規格)

3 GHz~10 GHzまでは6分, それより高い周波数では周波数に依存して小さくなる

300 GHzでは10秒(レーザーガイドラインの**パルス持続時間**と合致するように規定)

入射電力密度の持続時間(ICNIRPレーザーガイドライン†)

10秒以内(時間依存)

入射電力密度の持続時間(ICNIRP通常光ガイドライン††)

眼球に対して1000秒(皮膚については規定なし)

熱時定数は傷害の原因となる温度上昇の時定数であり、傷害の時定数というわけではない。レーザーガイドラインは、障害に対する防護

入射電力密度の平均化時間に関して、

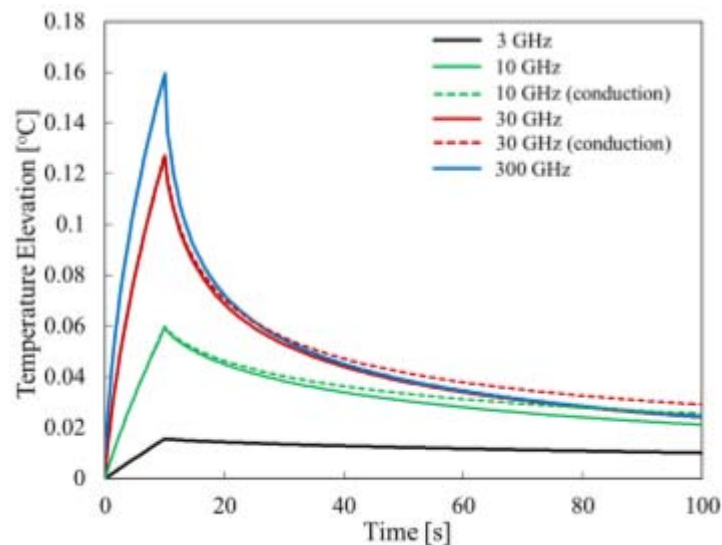
①熱時定数, ②光領域のガイドライン の観点から検討する必要がある

† ICNIRP. Guidelines on Limits of Exposure to Laser Radiation of Wavelengths between 180 nm and 1,000  $\mu\text{m}$ . Health Phys. 2013; 105(3): 271-95.

†† ICNIRP. Guidelines on limits of exposure to incoherent visible and infrared radiation. Health Phys. 2013; 105(1): 74-96.

## ✓ 課題とまとめ

- ・平均時間である6分間に照射される全エネルギー密度を、10秒程度以内に集中した場合、温度上昇は時間に対して線形に上昇する。特に30GHz以上では、赤外などと同様に、皮膚の表面付近に電力の吸収が局在するため。
- ・現在のレーダーシステムのいくつかは、時間平均の処理を加えなくとも時間最大値の比較で適合するものもある。



Morimoto et al, Phys. Med. Biol., 2017.

従来の周波数帯(6GHz以下)の「6分」というばく露平均化時間は現実にそぐわない場合がある。短パルスからの防護を考慮にいたった防護指針の策定の可能性。