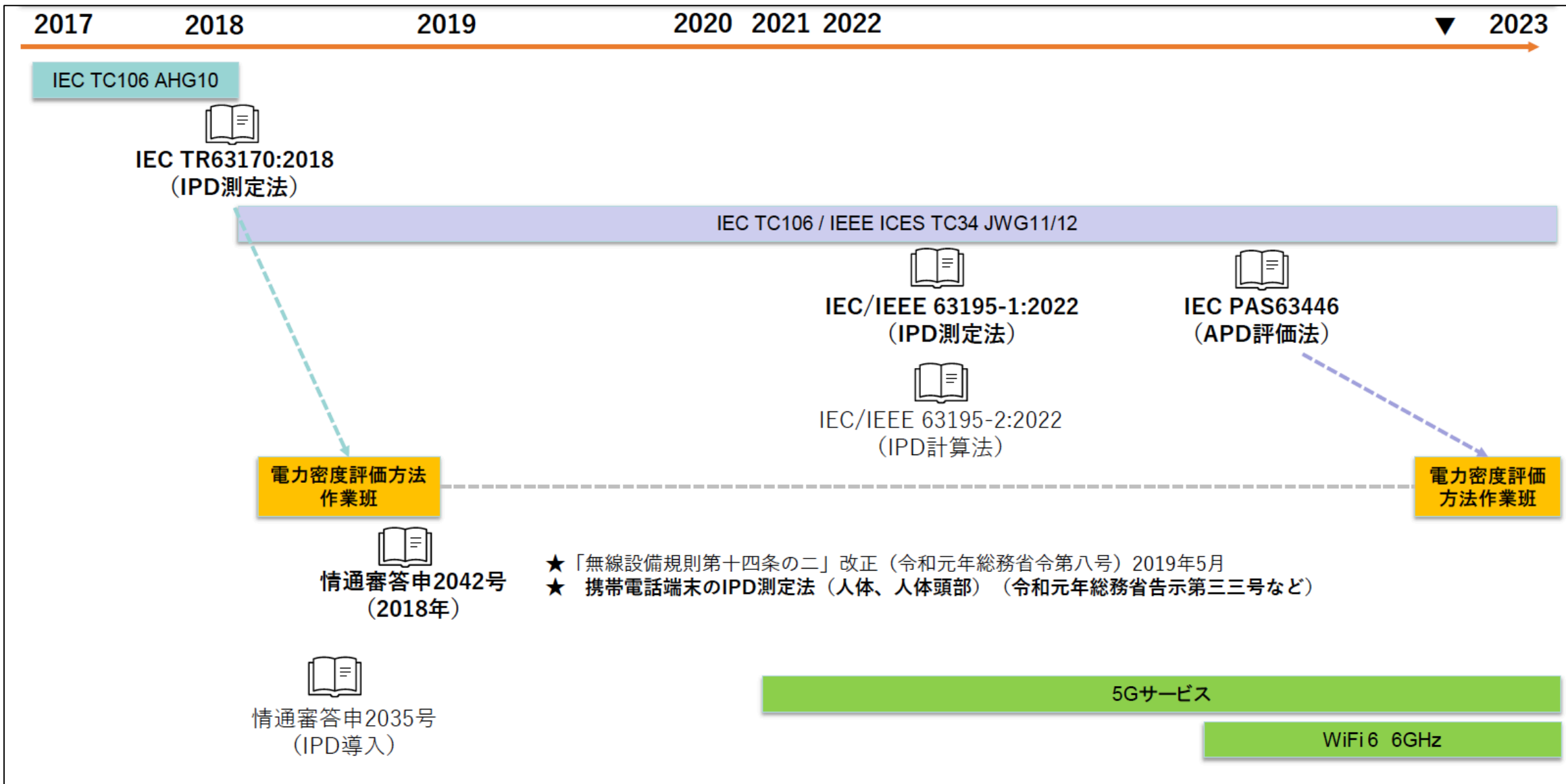


吸収電力密度の評価方法について (IEC PAS 63446:2022の概要)

国立研究開発法人情報通信研究機構

佐々木 謙介



- タイトル; Conversion method of specific absorption rate to absorbed power density for the assessment of human exposure to radio frequency electromagnetic fields from wireless devices in close proximity to the head and body - Frequency range of 6 GHz to 10 GHz

「頭部および身体に近接した無線機器からの6から10GHzの周波数範囲の電磁界への人体ばく露評価のための、比吸収率(SAR)から吸収電力密度への変換法」

■ 適用範囲(Scope)

- ✓ 国際標準規格に基づいて取得された**最大局所平均SARから最大空間平均吸収電力密度への変換方法**、および不確かさの推定方法を規定
- ✓ 単一または複数の送信機および/またはアンテナを備え、人体頭部または身体から200 mm以内の離隔距離で使用される無線機器に適用
- ✓ 周波数: **6 GHzから10 GHz**

- 発行から2年間有効(最大2年まで延長可)

- 安定期日(stability date) : 2025年

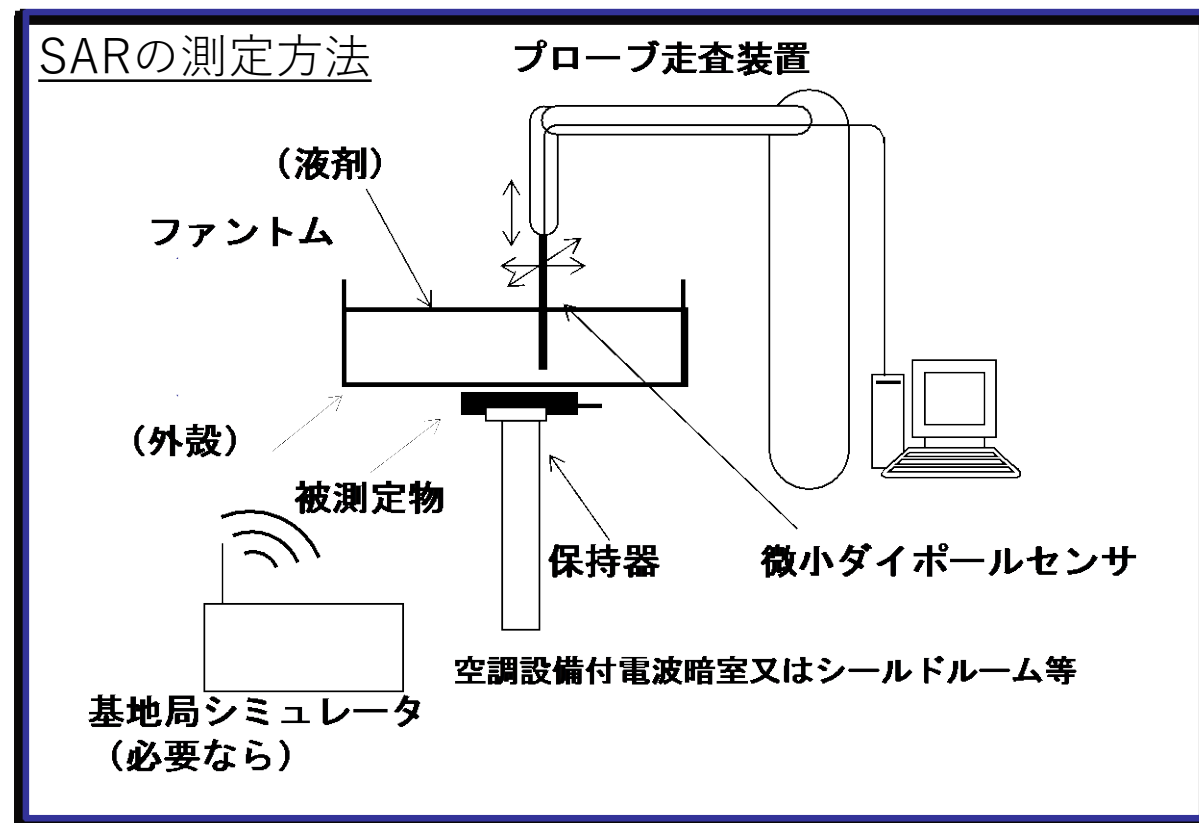
- 5: 本文書の利用方法
- 6: SAR分布から吸収電力密度の変換方法
- 7: 不確かさの推定
- 8: 測定および計算の報告

【付属書】

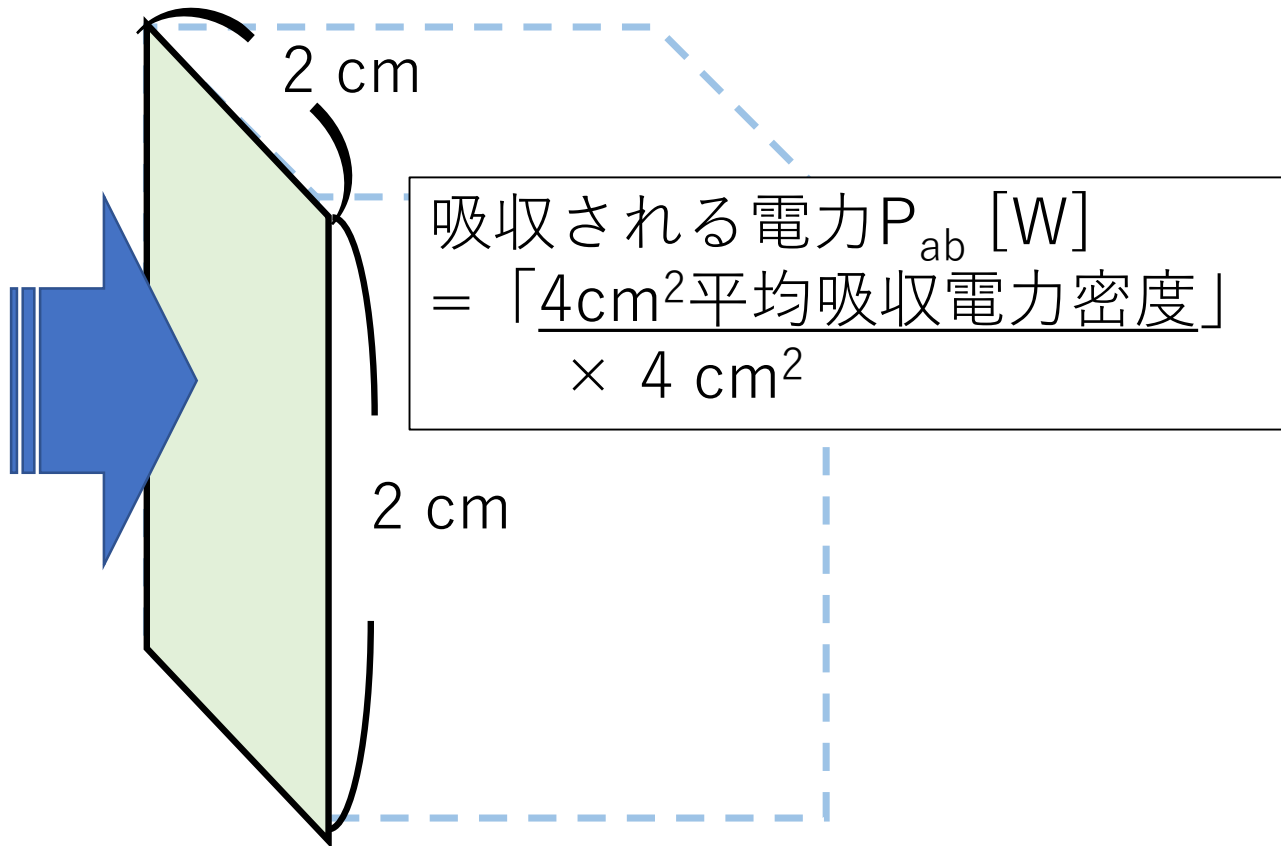
- A: 最大局所SARから最大空間平均吸収電力密度への変換の根拠
- B: ポインティングベクトルと吸収電力密度
- C: 簡易性能試験および総合評価試験用の参照ダイポールおよび参照値

主要な関連文書

- IEC/IEEE 62209-1528:2020
 - ✓ 局所平均SAR測定のIEC/IEEE国際標準規格
 - ✓ 周波数範囲; 4 MHzから10 GHz

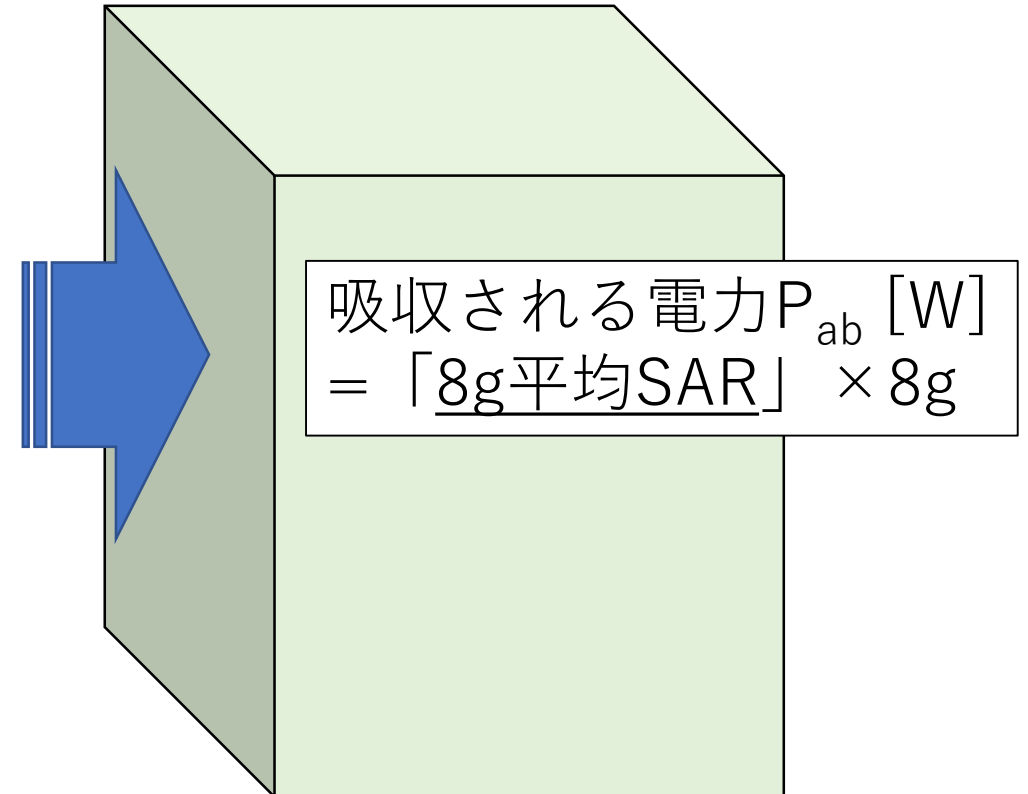


4cm²平均吸収電力密度のイメージ



8g 局所平均SARのイメージ

8g = “一辺2cmの立方体”



$$\text{「4cm}^2\text{平均吸収電力密度」} = \text{「8g局所平均SAR」} \times 0.008 \text{ [kg]} \div (4 \times 10^{-4} \text{ [m}^2\text{)})$$

⇒ 変換係数 (20 [kg/m²])

- ① **最大局所平均SARの最大値**とその**不確かさ**を評価
 ⇒ 既存規格(IEC/IEEE 62209-1528:2020)に基づく

- ② 以下の計算式より**最大空間平均吸収電力密度**を算出

$$\text{最大空間平均吸収電力密度} = \text{最大局所平均SAR} \times \text{変換係数}$$



既存規格に基づいて
評価する物理量

- ③ **最大空間平均吸収電力密度の不確かさ**を見積もる

■ SAR測定に基づいた最大空間平均吸収電力密度の不確かさは

- ① 最大局所平均SAR測定の不確かさ (IEC/IEEE 62209-1528を基に評価)
- ② 局所平均SARから空間平均吸収電力密度へ変換の不確かさ

より導出

■ 「局所平均SARから空間平均吸収電力密度へ変換の不確かさ」は下記文献の保守的に見積もられた不確かさ(標準不確かさ: 7.8%)を引用

- Samaras T, Christ A and Kuster N 2021 Compliance Assessment of the Epithelial or Absorbed Power Density Below 10 GHz Using SAR Measurement Systems Bioelectromagnetics 42 484-90

文献[1]では考えうる変換係数間を比較

■考慮された変換係数の定義:

- ① (1)式/局所平均SAR
(IEC PAS63446:2022で使用)
- ② (2)式/局所平均SAR
(シミュレーションより算出)
- ③ (2)式/局所平均SAR
(解析的に算出; 平面波入射)



さまざまなかば露条件での比較から報告された、
変換係数間の最大の差は0.57dB以下



IEC PAS63446:2022 では「局所平均SARから
空間平均吸収電力密度へ変換の不確かさ」として
計上 (矩形分布を仮定)

吸収電力密度の定義

吸収電力密度(Absorbed Power Density)/上皮電力密度(Epithelial Power Density)
: 単位面積当たりにおいて吸収される電力密度 [W/m²]

ICNIRPガイドライン(2020)

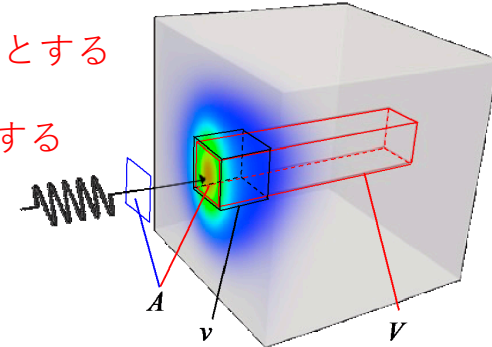
$$S_{ab} = \frac{1}{A} \iint_A \int_0^{z_{max}} \rho \cdot SAR \, dz \, dx \, dy \quad (1) \text{式とする}$$

$$S_{ab} = \frac{1}{A} \iint_A \text{Re}[\mathbf{E} \times \mathbf{H}^*] \cdot d\mathbf{s} \quad (2) \text{式とする}$$

$$SAR = \frac{\sigma |\mathbf{E}|^2}{\rho}$$

注) z_{max} は電波の侵入長に対して十分に長い深さとする

局所SAR, 入射電力密度, 吸収電力密度の概念図



IEEE/ICES規格(2019)

The power flow through the epithelium per unit area directly under the body surface (i.e., in stratum corneum of the skin or corneal epithelium of eyes).

σ	: 導電率(電気伝導率)	[S/m]
ρ	: 密度	[kg/m ³]
A	: 体表の平均化面積	[m ²]
V	: A に対する積分領域	[m ³]

出典) 情報通信審議会 情報通信技術分科会 電波利用環境委員会
電波防護指針の在り方に関する検討作業班 (第13回)
資料13-4 より抜粋

- 簡易性能試験および総合評価試験はIEC/IEEE62209-1528:2020に基づいて評価
⇒ただし、最大局所SARは最大局所吸収電力密度へ変換し評価
- 試験用アンテナ; 標準ダイポールアンテナ
⇒周波数 [GHz]; 6.5, 7, 8, 9
- 身体評価ファントムへの最大空間平均吸収電力密度を参照値と比較
⇒空間平均吸収電力密度の平均化面積 [cm²]; 1*, 4

*平均化面積1cm²における最大空間平均吸収電力密度は1g(1cm角の立方体領域)の最大局所平均SARより算出; この時の局所SARから局所吸収電力密度への変換係数は 10 kg/m²

- 6 から10 GHzの周波数範囲における吸収電力密度の指針値への適合性評価方法に関して、緊急の市場ニーズに対応するための公開仕様書(IEC PAS63446)がIEC TC106より発行
- 空間平均吸収電力密度と局所SARの関係性から、局所平均SAR測定の既存規格(IEC/IEEE 62209-1528:2020)を利用した評価方法
- 最大空間平均吸収電力密度の不確かさの推定においては、「最大局所平均SAR測定の不確かさ」に加え、「局所平均SARから空間平均吸収電力密度へ変換の不確かさ」を計上する必要
- 簡易性能試験および総合評価試験については、最大空間平均吸収電力密度を評価し、その参照値と比較