



接触電流の作用の周波数 依存性の定量的調査

宇都宮大学 大学院工学研究科
上村佳嗣



接触電流のばく露評価(宇都宮大)

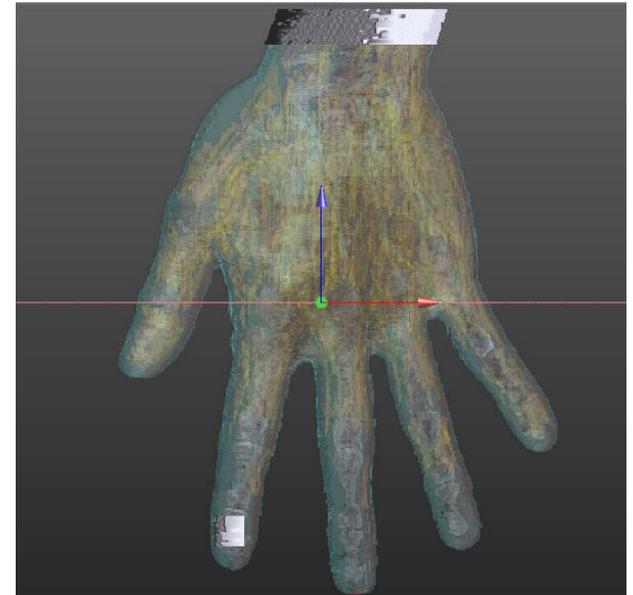
- **IEEE C95.6(2002)**以降、低周波領域における刺激作用の防護指針は **Reilly**らによる**SENN(Spatially Extended Nonlinear Node)**モデルの理論に基づいて構築
- 評価方法は**電流密度**に代わり**体内電界**によるものが**主流**に

手の人体モデル

- ・ (独)情報通信研究機構(NICT)によって開発された手部のリアル数値人体モデルを使用
 - 第二指の指の腹と手首の周囲に金属を付加

- ・ 1セル0.4 mmの立方体セルで構成
- ・ セル数 $513 \times 205 \times 487$
- ・ 筋肉、脂肪、骨、皮膚の4つの組織

z
↑

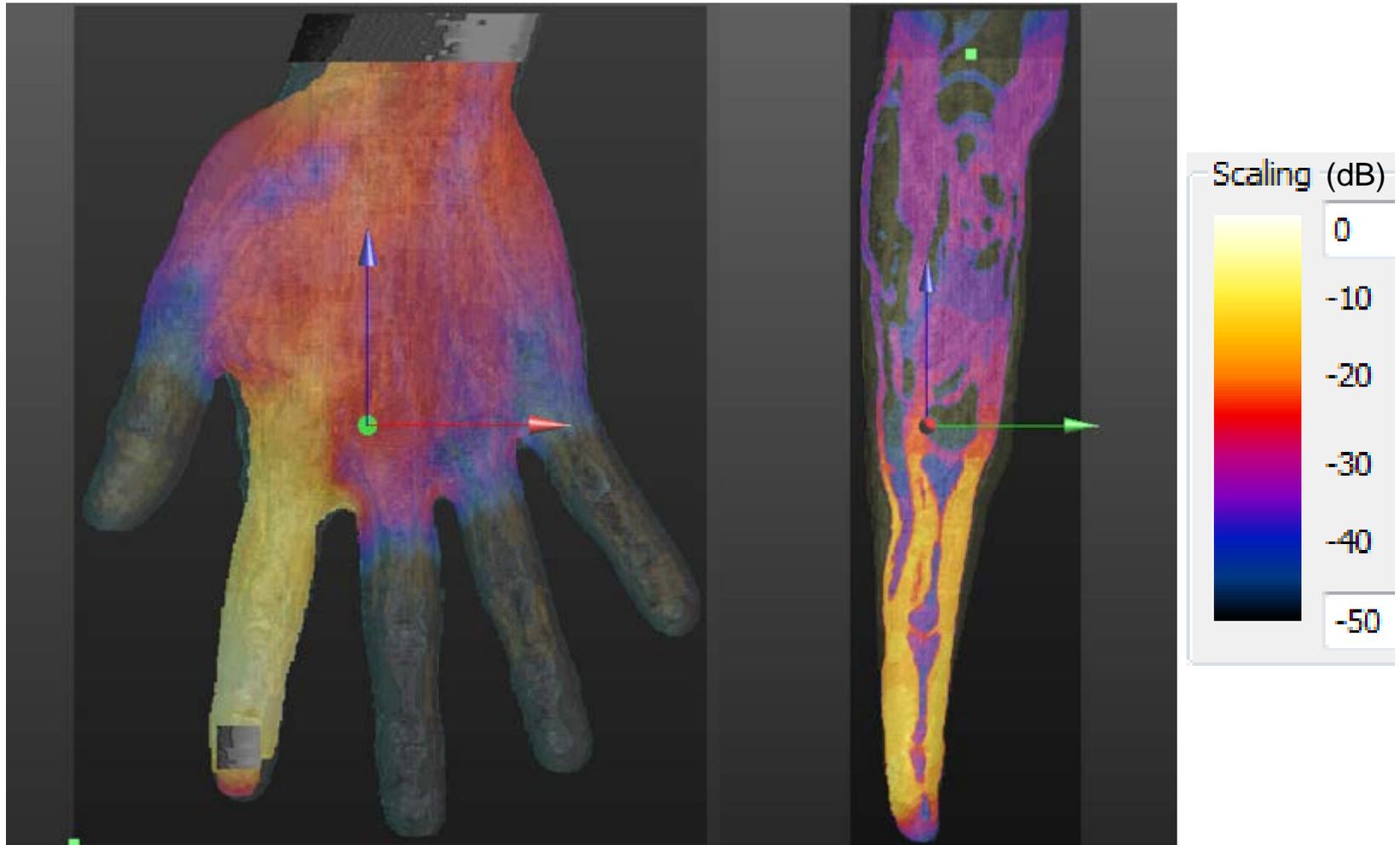


シミュレーション条件

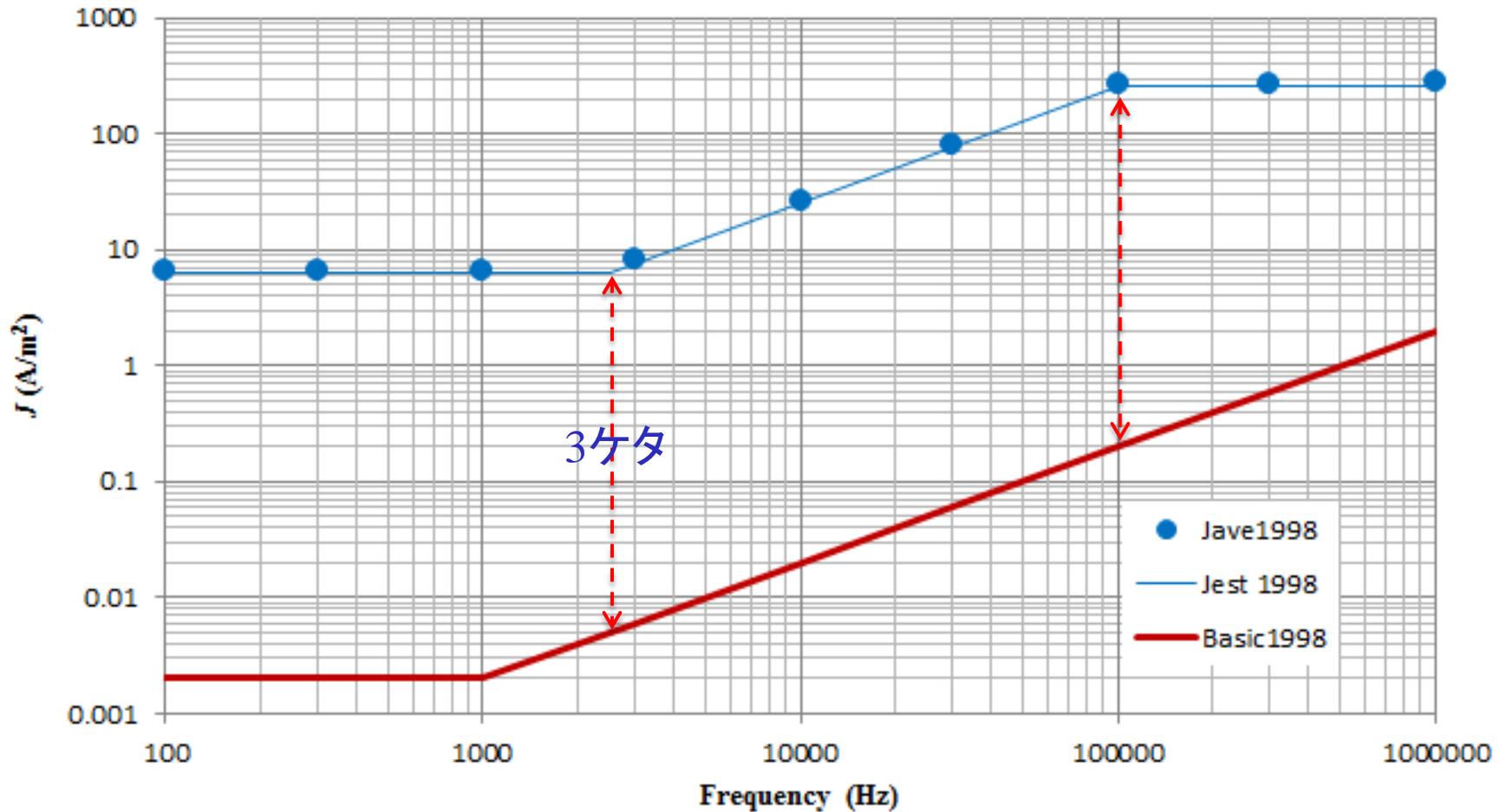
- ・ 周波数
 - 100 Hz, 300 Hz, 1 kHz, 3 kHz, 10 kHz, 20/30 kHz, 100 kHz, 300 kHz, 1 MHz
- ・ 電気定数
 - 筋肉、(皮質)骨、脂肪、(湿った)皮膚の導電率、比誘電率を周波数ごとに設定
 - Gabrielの実験式を主に採用
 - **20 kHz**以下の筋肉、**100 kHz**以下の皮膚の導電率には低周波用 (**100 Hz**) の値を採用

C. Gabriel, “Compilation of the Dielectric Properties of Body Tissues at RF and Microwave Frequencies,” Brooks Air Force Base, Report No. AL/OE-TR-1996-0037 (1996).

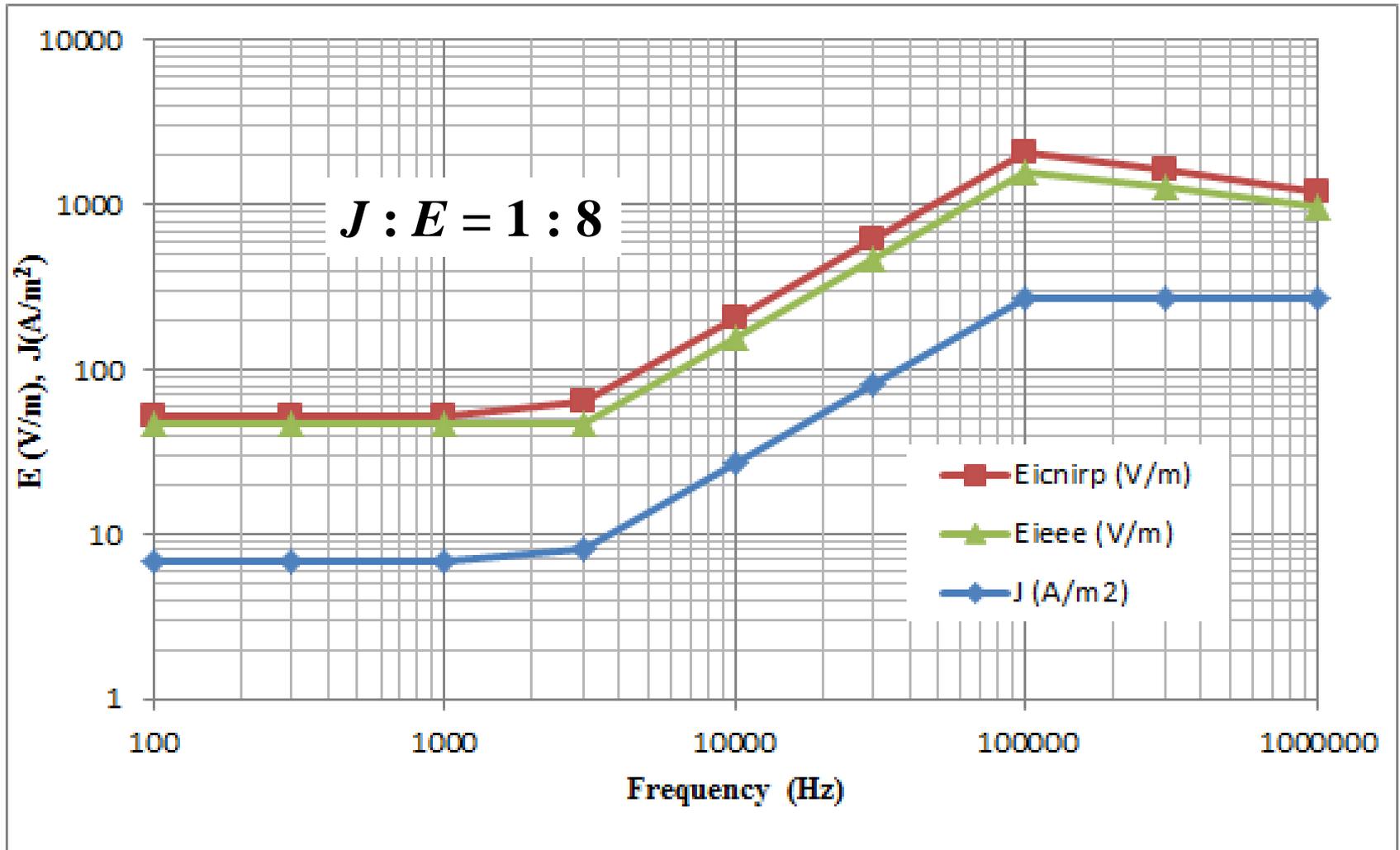
シミュレーション結果(電流密度分布)



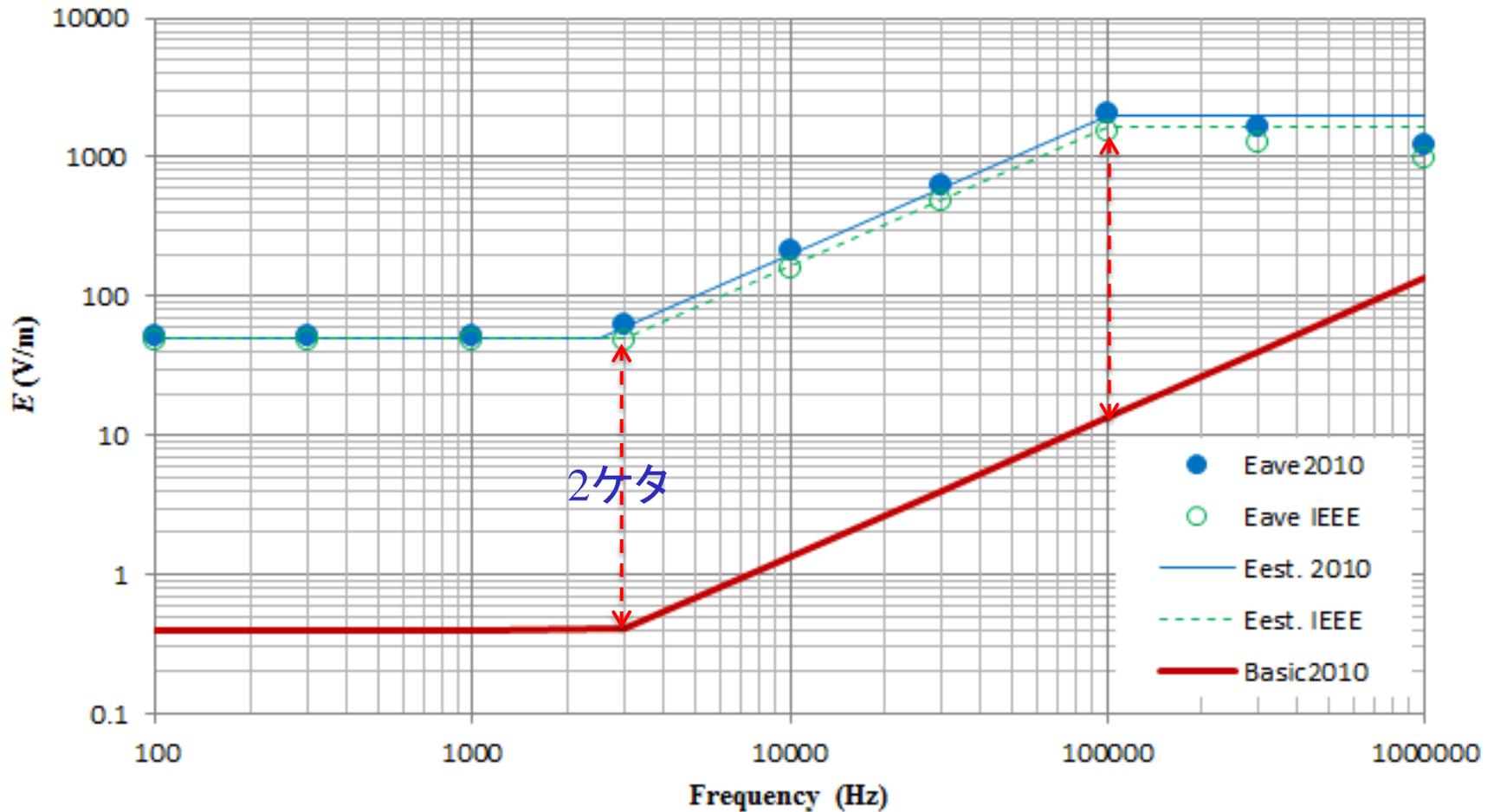
電流密度の比較



電流密度と体内電界



体内電界の比較





接触電流の作用の周波数依存性の 定量的調査

福島県立医科大学 医学部 神経内科学講座
宇川義一



研究の背景および目的

接触電流に関する安全指針は、
閾値電流に関する古典的な解析に基づき、
国際的には ICNIRP Guidelines が、
わが国では電波防護指針が策定されている。

接触電流の測定方法や測定装置は確立していない。
電気刺激に対する感覚閾値は、性別や年齢により異なる。

本研究の目的は、
様々な年齢の日本人男女を対象に、
最新の生理学的な方法で接触電流閾値を測定し、
年齢と性別の2要素を勘案した正常値を作成することである。

研究全体図

平成25年：予備研究

- ・ 測定装置&ソフトの開発
- ・ 手順や作業効率の確認
- ・ 実験（予備実験を含む）
- ・ データ解析

問題点
修正

平成26年：本研究

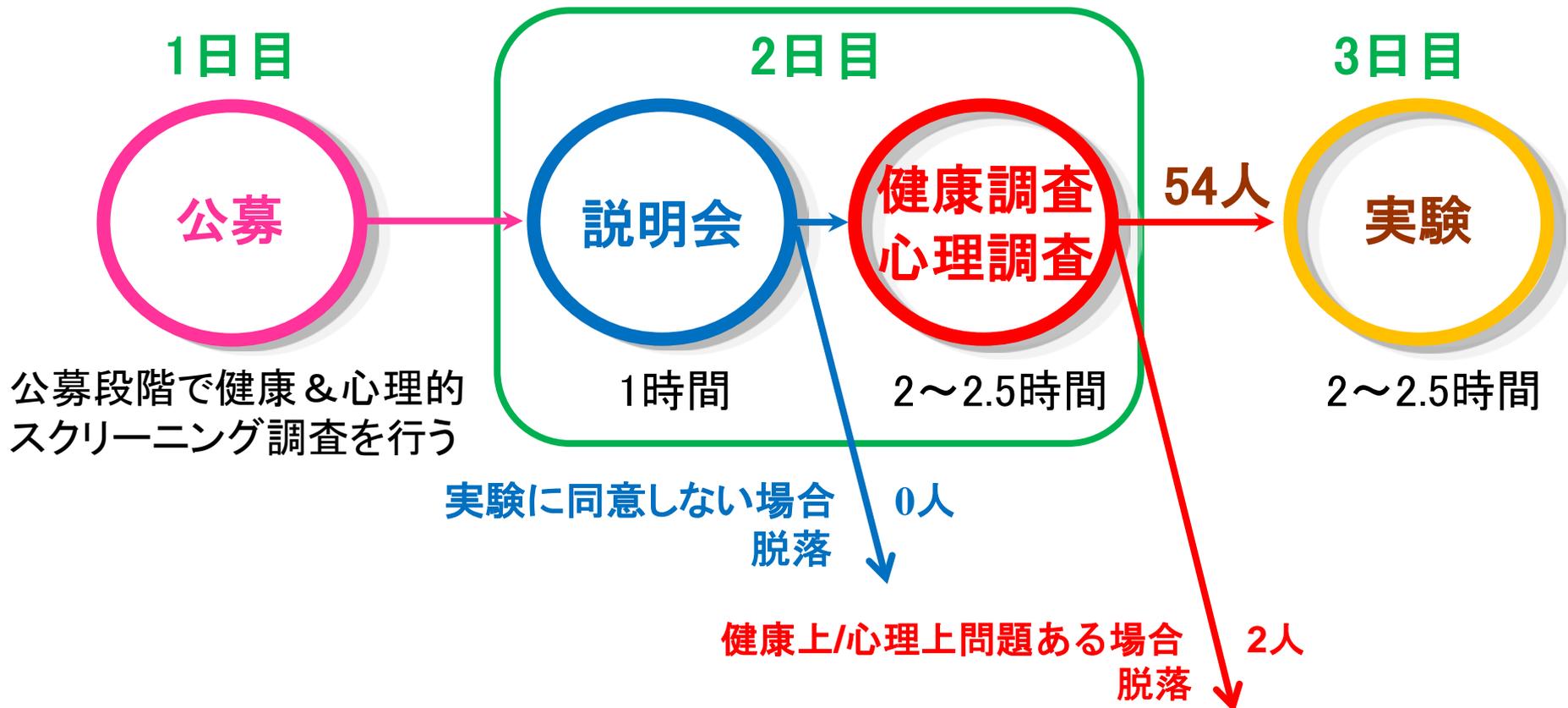
- ・ 本実験
- ・ データ解析

平成26年：最終解析
報告書/論文

実験の概要

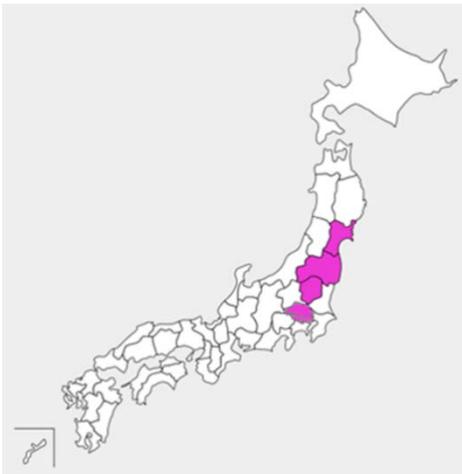
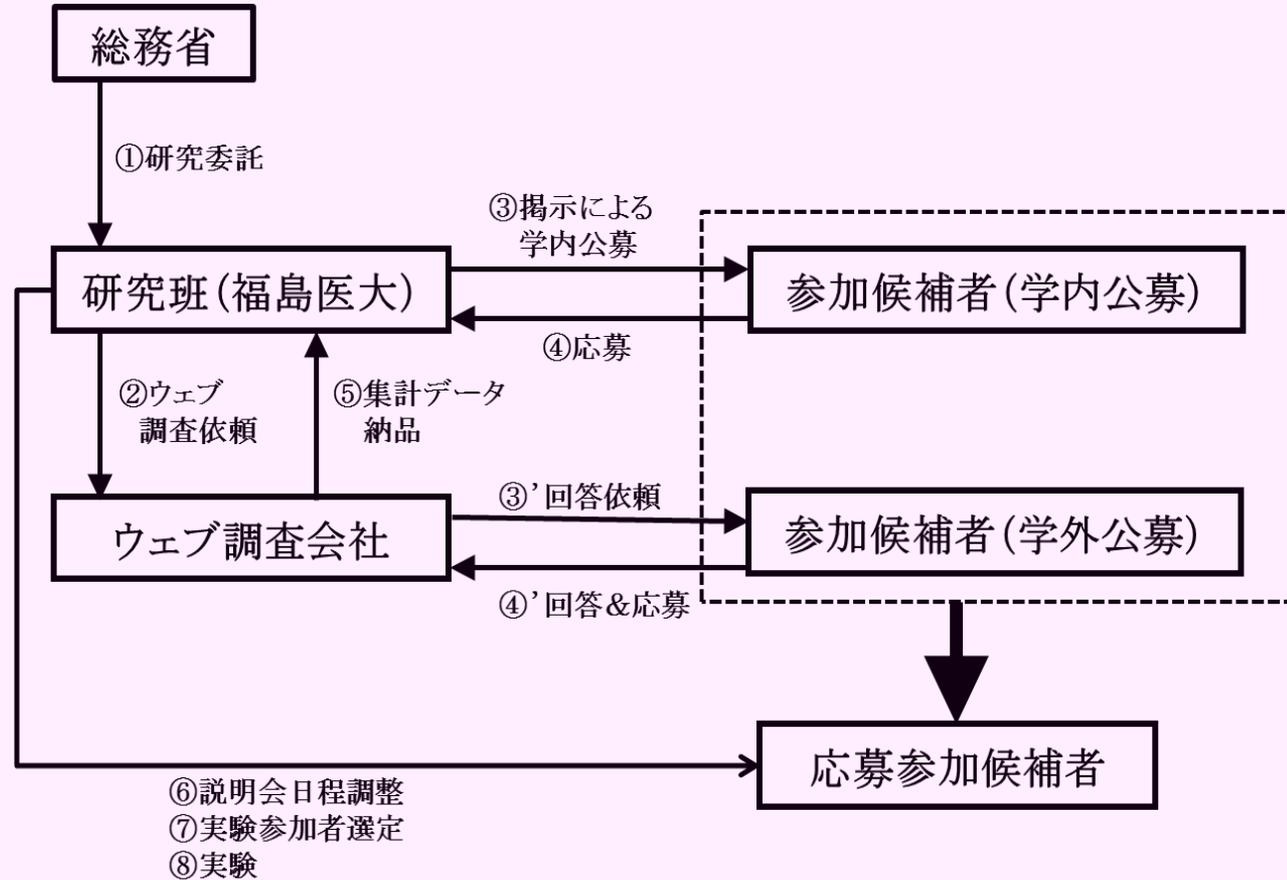
対象 : 2親等以内の尊属の全員が日本国籍を有する、
心身共に健康な20歳代～60歳代の男女

人数 : 50名(各世代 10人ずつ)



実験協力者の公募

2本立て
〔学内公募
学外公募〕



福島近隣の新幹線沿線地域
(宮城・福島・栃木・埼玉・東京) 在住者

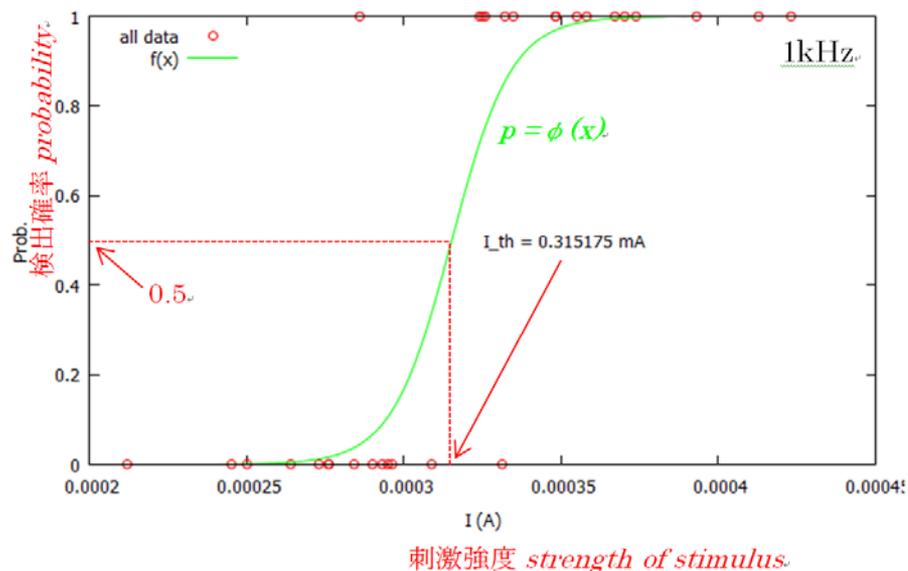
実験の方法



ここから電流が流れる

- 1. 極限法:** 知覚できない微弱な刺激強度より開始し、電圧を段階的にあげ、知覚できた際の刺激強度を閾値強度とする方法。刺激電圧と抵抗値から算出される電流の値を算出。
- 2. 恒常法:** 知覚確率の遷移する刺激強度の範囲を大まかに調べておき、遷移の様子が十分捉えられるようなステップ幅の刺激強度を設定し、この刺激強度をランダムに提示して強制選択法(感じた/感じない)で回答する方法。50%知覚確率に対応する刺激強度(50%刺激閾値)を求める。

恒常法の知覚確率曲線の例



利点

欠点

極限法

- ・試行回数が少なくて済む
- ・データ処理が簡便

- ・感応の順応が起こりやすい
- ・被験者が応答を予測しやすい

恒常法

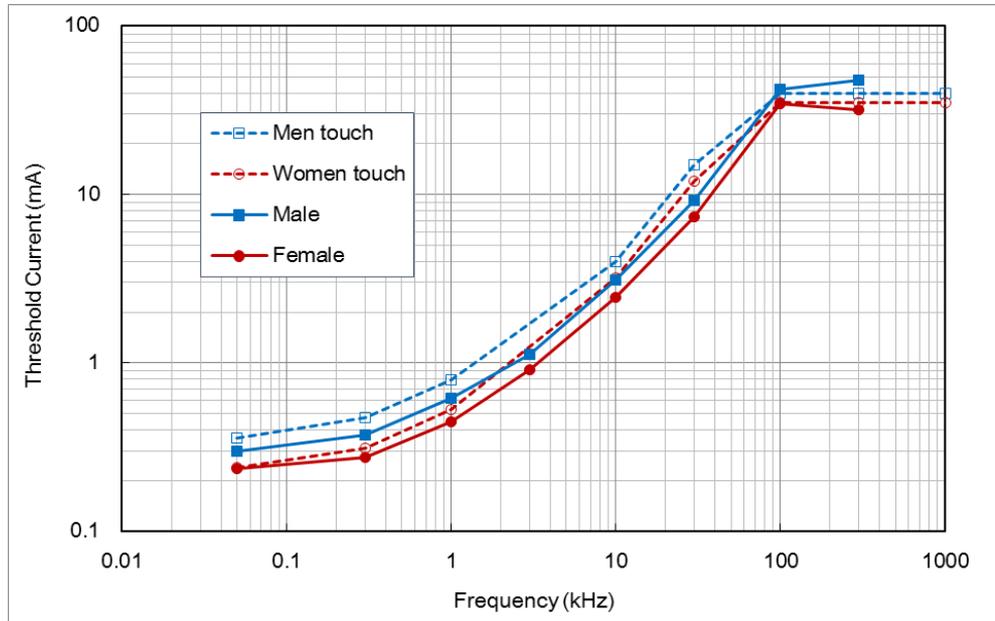
- ・被験者のバイアスを受けにくい

- ・試行回数が増える
→ 負担が大きい

本実験では、両者の利点を生かして、極限法で刺激幅を推定し、恒常法で50%刺激閾値を決定するのがよさそう。

極限法

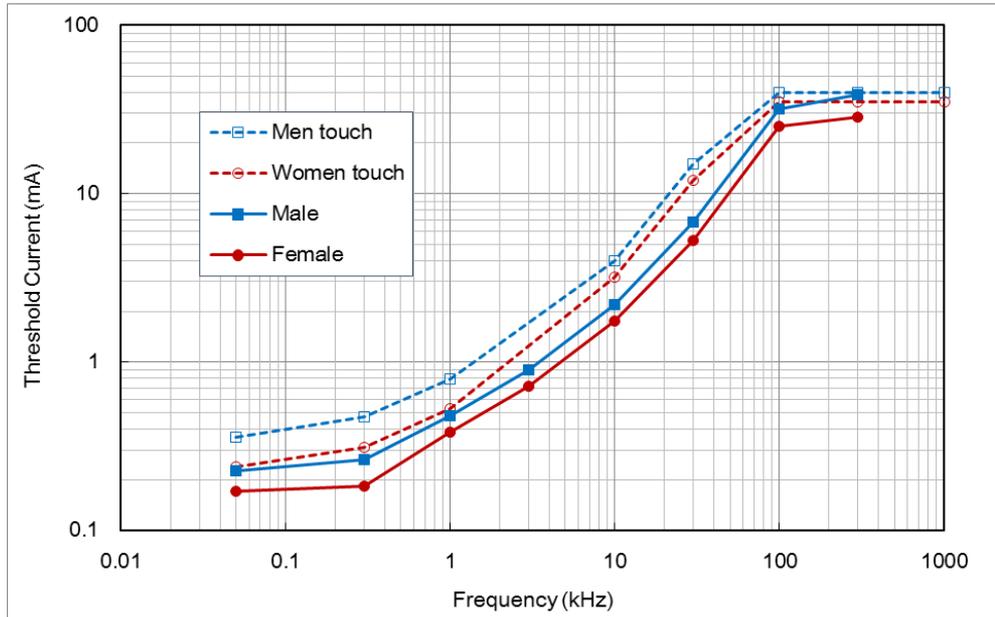
Chatterjeeらのデータとの比較



点線がChatterjeeらのデータ
実線が我々の結果

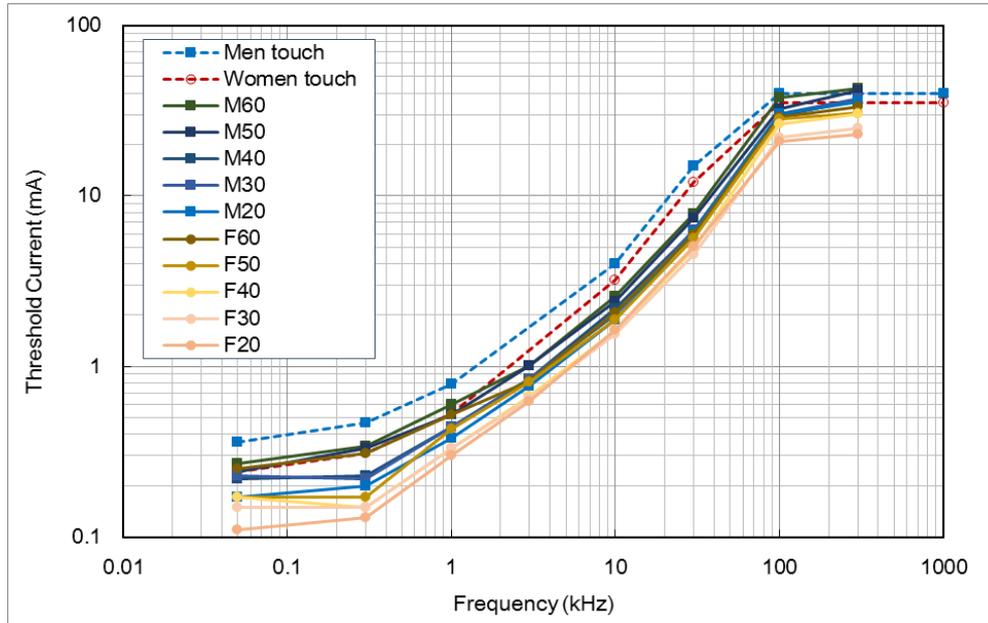
極限法の結果は
ほぼChatterjeeらのデータと同様

恒常法



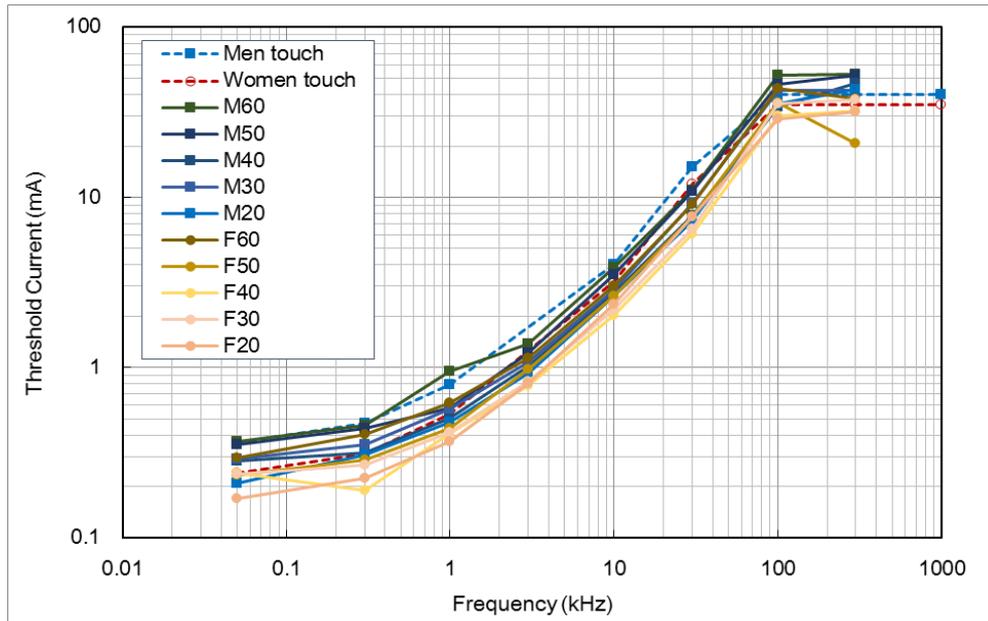
恒常法の結果は
Chatterjeeらのデータより有意に小さい

恒常法



年齡依存性

極限法



まとめ

どの刺激条件でも、電流の知覚閾値は女性の方が男性よりも低かった。

年齢とともに閾値が有意に上昇した。

恒常法測定 of 閾値が、極限法測定での閾値より小さかった。

日本人を対象とした、恒常法による正確な閾値の正常値が確立したことは、有意義である。

極限法による閾値の周波数依存性は、従来の海外の報告とほぼ同様な値を示した。