

# 電波で見守る ～褥瘡を検知～

千葉大学

フロンティア医工学センター

准教授 高橋 応明

2020年2月20日

## 褥瘡の発生原因と順序

3応力

- 圧迫
- せん断
- ずれ



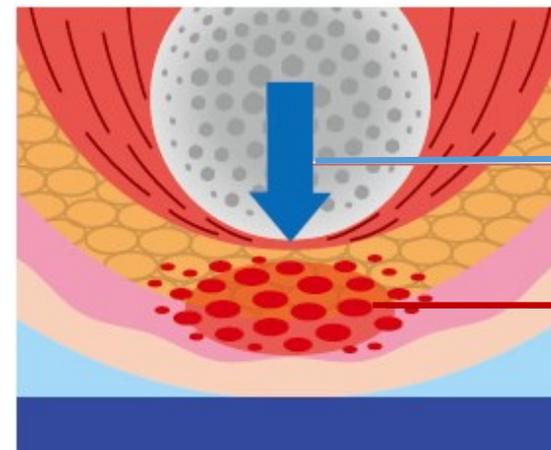
持続時間

栄養  
湿潤性  
骨突出  
など

血流低下

阻血

褥瘡



圧

阻血

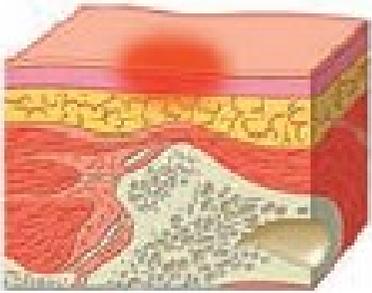
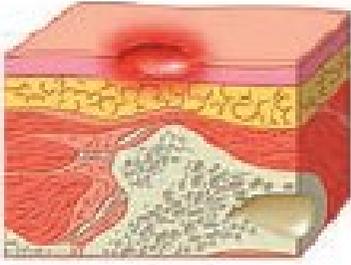
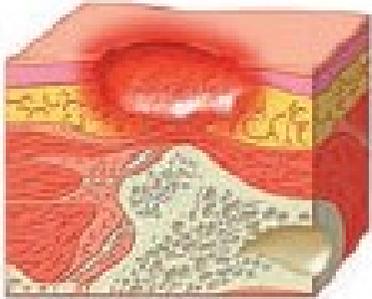
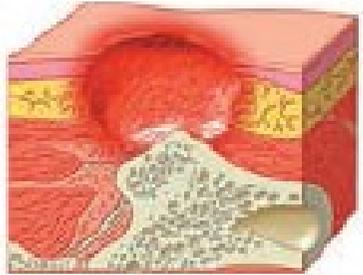
※

## 特徴・問題

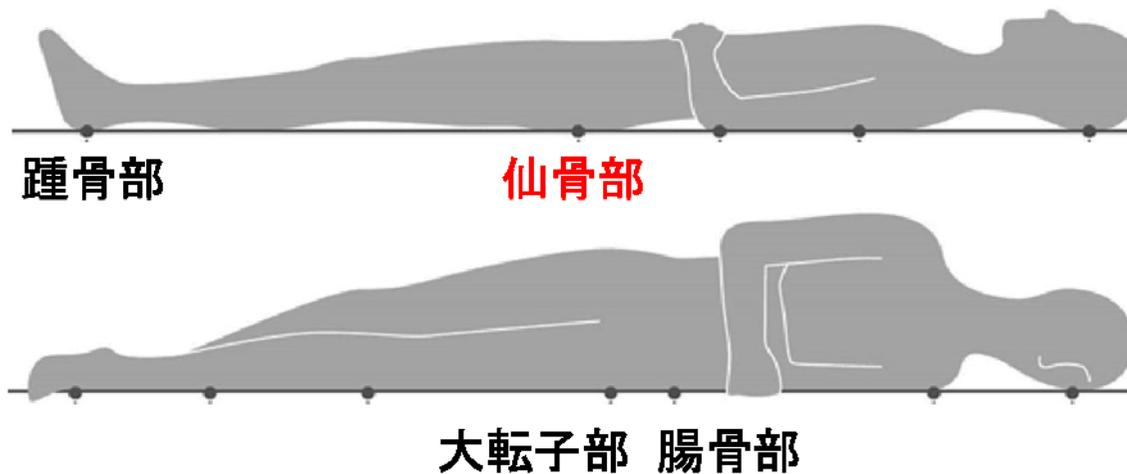
- 寝たきり高齢者等に多い
- 体位変換などによる身体的負担
- 体圧分散マットの使用など経済的負担

# ステージ (NPUAP分類) ・ 発生部位

短 ————— 治療期間 ————— 長

1	2	3	4
発赤	部分欠損	全層皮膚欠損	全層組織欠損
			

[1]



[2]

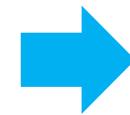
[1]アルメディアWEB

<https://www.almediaweb.jp/pressureulcer/maruwakari/part3/01.html>

[2]健康長寿ネット <https://www.tyojyu.or.jp/net/byouki/rounensei/jokusou.html>

## 視診・触診

- 非侵襲的
- 簡便
- リアルタイムな検査



ステージの判別がつかない

## 超音波検査

- 超音波検査装置を操作して検査する手間
- 多くの訓練と経験が必要
- 在宅等での使用は困難



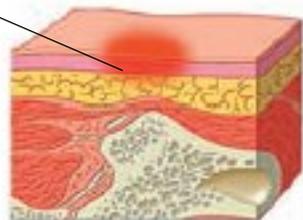
理想的な  
褥瘡検出システム

- 非接触
- 非侵襲
- 在宅介護でも使用可能
- 長時間のモニタリング

## 電磁波を用いた褥瘡検出システムの開発

発赤

毛細血管拡張  
充血  
真皮内出血



局所的血液の**増加**

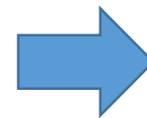
- 皮下組織構造の変化
- 誘電率等の変化

➡ アンテナ特性の変化を検出

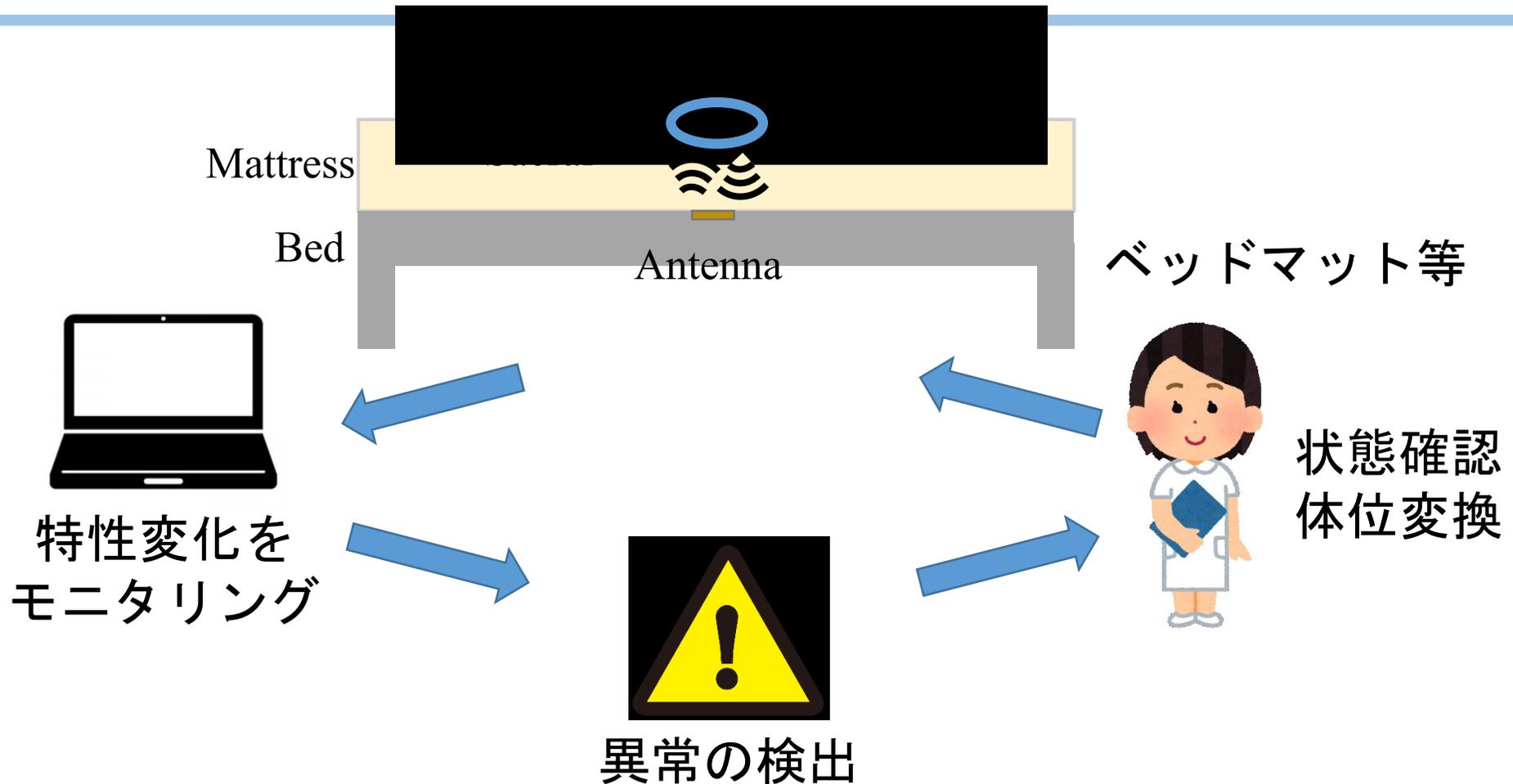
- インピーダンス分光法を使用したセンサ
  - Swisher, S. L. et al., “Impedance sensing device enables early detection of pressure ulcers in vivo”, Nat. Commun. 6, 6575, 2015
- ウェアラブルマイクロ波センサ
  - Hamid Moghadas and Vivian K.Mushahwar, ” Passive microwave resonant sensor for detection of deep tissue injuries ”, Sens. Actuators. B, Chemical, vol.277, pp 69-77, Dec. 2018



- 皮膚へ直接センサを付ける
  - 定期的な取替えが必要
  - 皮膚のふやけなどを誘発



**非接触センサが必要**



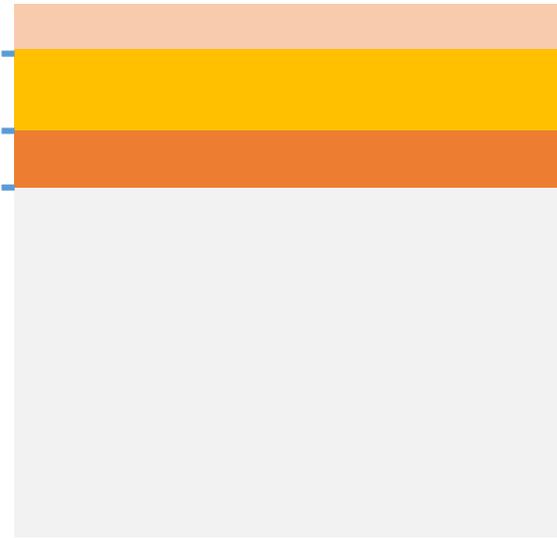
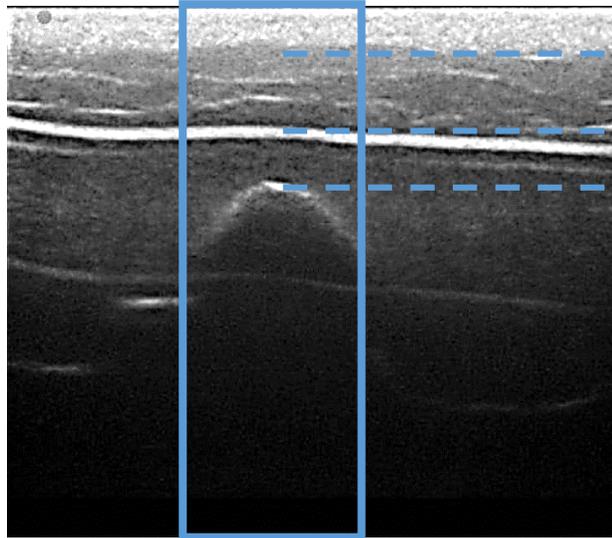
## 期待できるメリット

- 単純な時間管理ではない → 個人差に対応した体位変換
- 時間拘束などの面における改善
- 離床センサとしても活用

# 簡易皮膚モデルの作製

皮膚の厚み・超音波画像を基準に各層の厚みを算出・モデル化

健康皮膚



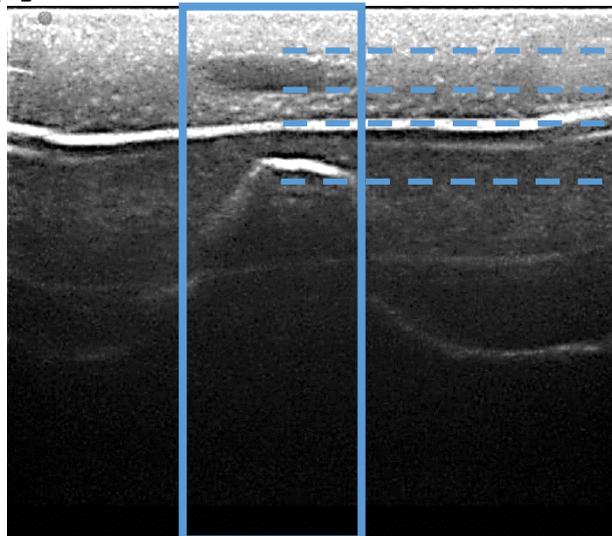
皮膚 3.5 mm

脂肪 4.4 mm

筋肉 2.2 mm

骨 17.5 mm

褥瘡皮膚

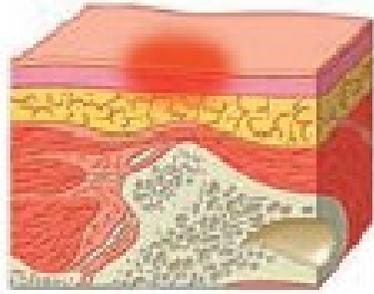


血液

ステージにより  
幅・位置を変化

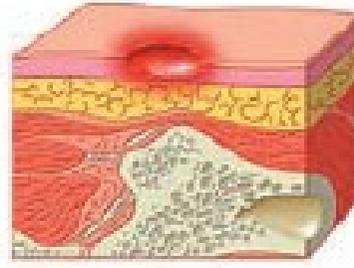
# ステージ別簡易皮膚モデル

ステージⅠ



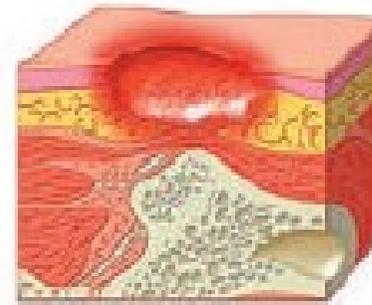
皮膚表面には  
損傷無し

ステージⅡ



真皮までにとどまる損傷

ステージⅢ



脂肪組織まで  
及ぶ損傷

ステージⅣ



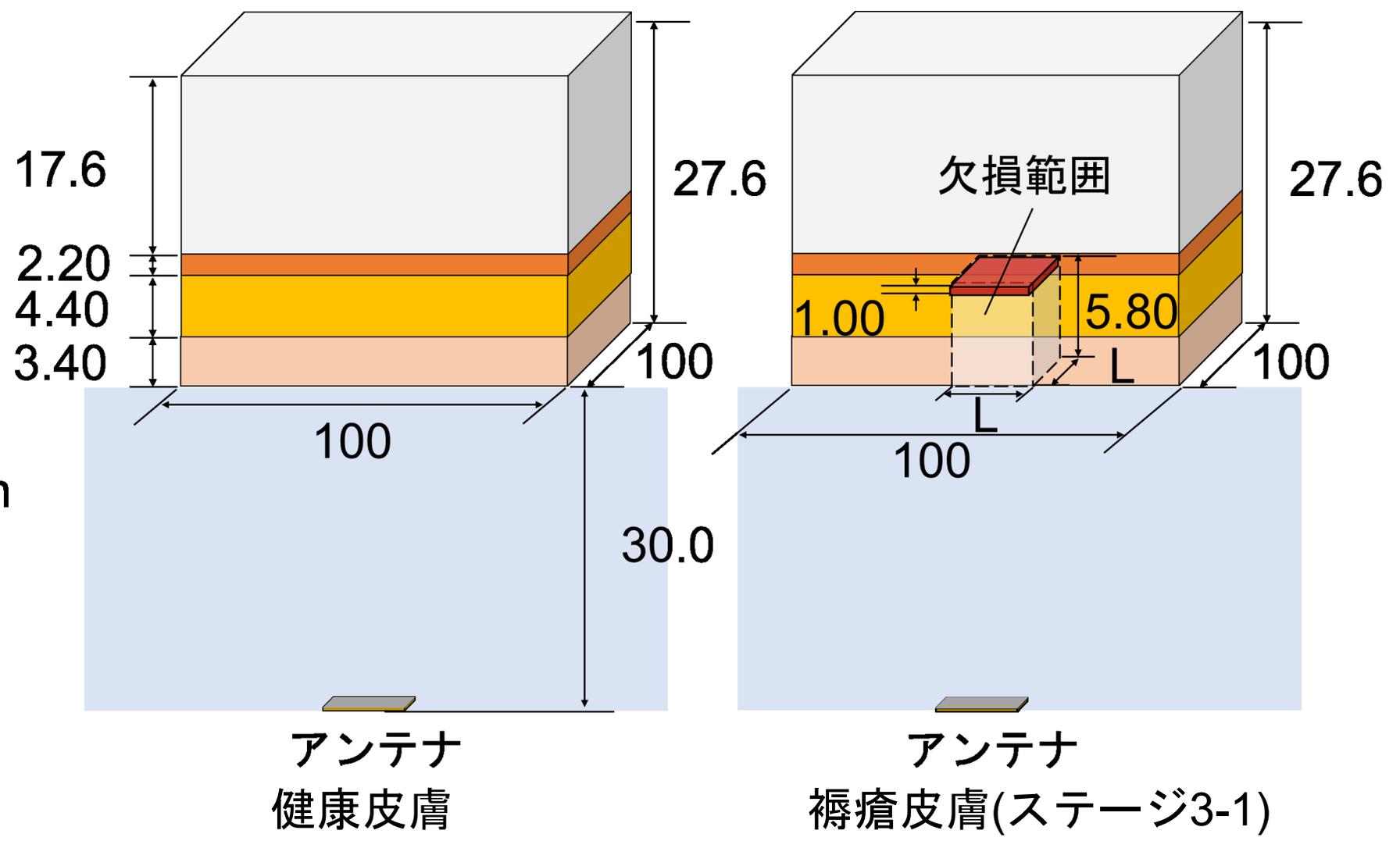
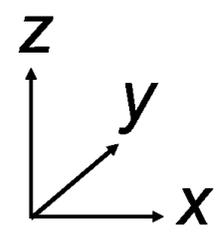
骨, 腱, 筋肉の  
露出を伴う損傷



皮膚～筋肉までの欠損状態を段階的に作製

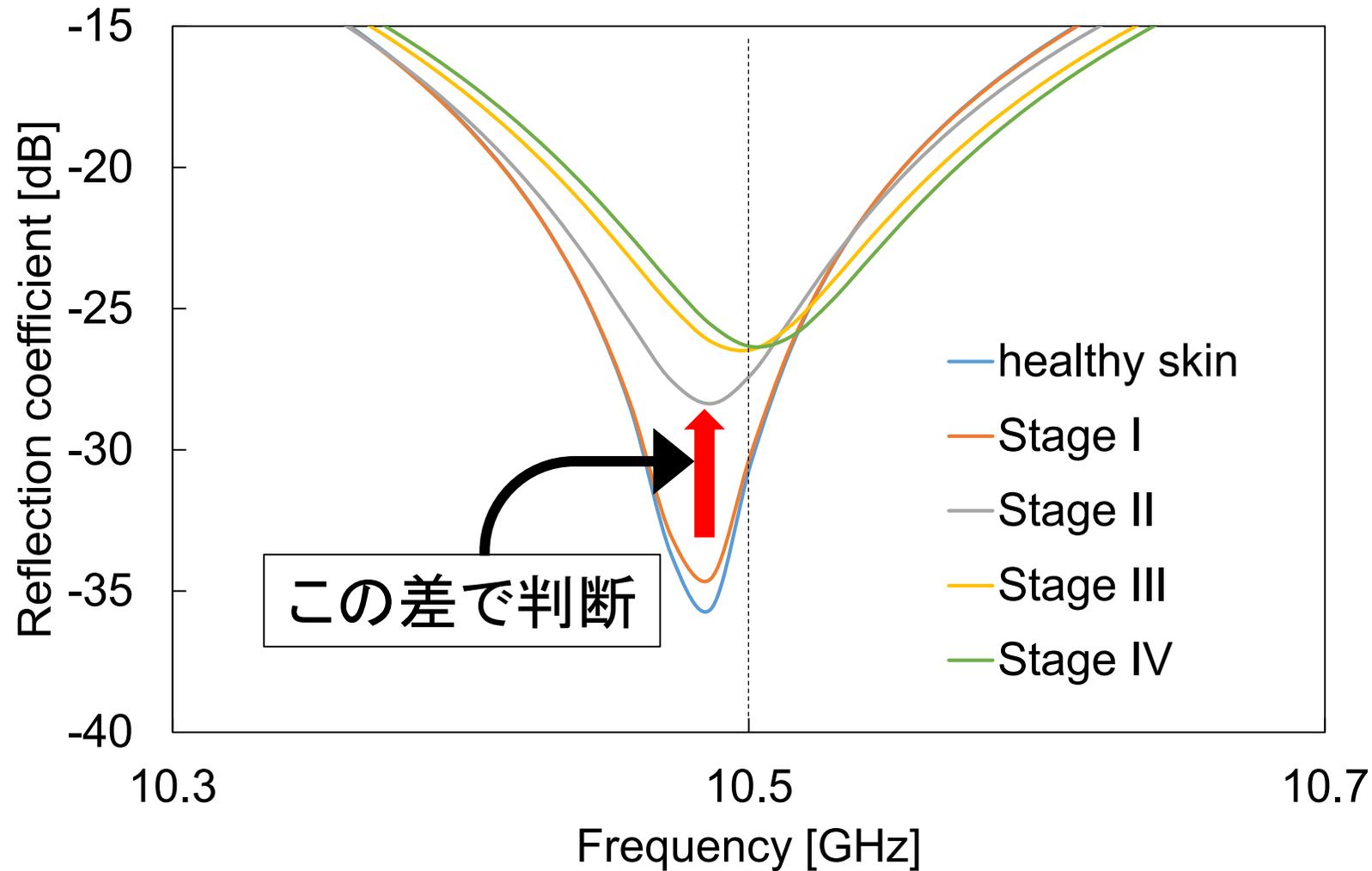
- 皮膚
- 脂肪
- 筋肉
- 骨
- 血液
- 空気

Unit : mm



健康皮膚と褥瘡皮膚4段階×3サイズ(L = 10, 30, 50)を用いてシミュレーション

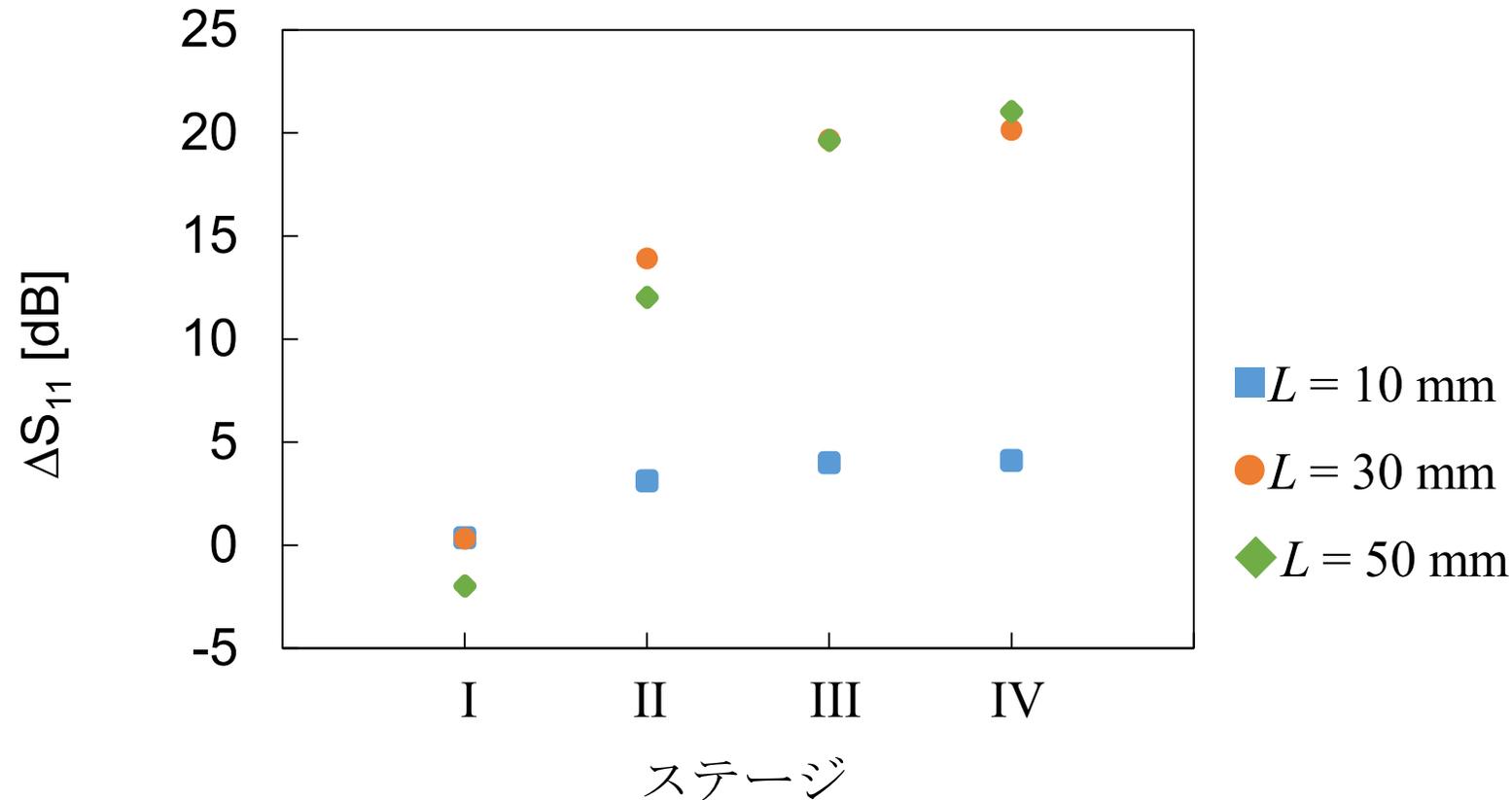
# 損傷部位の大きさ $L = 10 \text{ mm}$



電波の反射係数をモニタリング  
健康皮膚とステージⅡ以降の差：3～4 dB

各ステージごとに

$\Delta S_{11} = S_{11} (\text{褥瘡皮膚}) - S_{11} (\text{健康皮膚})$  により算出



ステージ II 以降の検知は可能  
褥瘡の大きさに依らない  
ステージ I の検知は課題

- **非接触**にて褥瘡のステージを検知できる
  - 従来技術の問題点であった、かぶれ等の心配なし
- ベッドマットの下から検知可
  - 数時間に1度のチェック
  - 省電力、電磁波影響の低減
- オペレーションの**省力化**
  - 在宅看護などで有効
  - 遠隔、同時チェックが可能に

- 現在

- 基礎実験により、動作原理を確認済み

- 今後の課題

- 褥瘡のステージ判断アルゴリズムの開発
- 検知範囲の検証
- 個人差の問題
- ロバスト性の検証



- AIの活用が有効？



- 臨床試験

- ハードウェアの開発
- 電子機器およびマイクロ波の技術を持つ、企業との共同研究を希望
- また、医療機器を開発中の企業、介護分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる。

- 発明の名称 : 褥瘡検出装置、及び褥瘡検出方法
- 出願番号 : 特願2019-149381
- 出願人 : 千葉大学
- 発明者 : 高橋応明、向坂美希

千葉大学 産業連携研究推進ステーション

産学官連携コーディネーター 山中 功

TEL : 043-290-3833

FAX : 043-290-3519

e-mail: [ccrcu@faculty.chiba-u.jp](mailto:ccrcu@faculty.chiba-u.jp)