

スマートコミュニティを支える インプラント医療機器の高精度位置検出

名古屋工業大学 大学院工学研究科
電気・機械工学専攻
助教 安在 大祐

従来技術とその問題点

インプラント医療機器位置推定方式において、医療機器が送信する信号を利用した方法等があるが、

- ✓ 位置推定可能機器が限定される
- ✓ 無線通信電波の**人体の変動による**

精度劣化

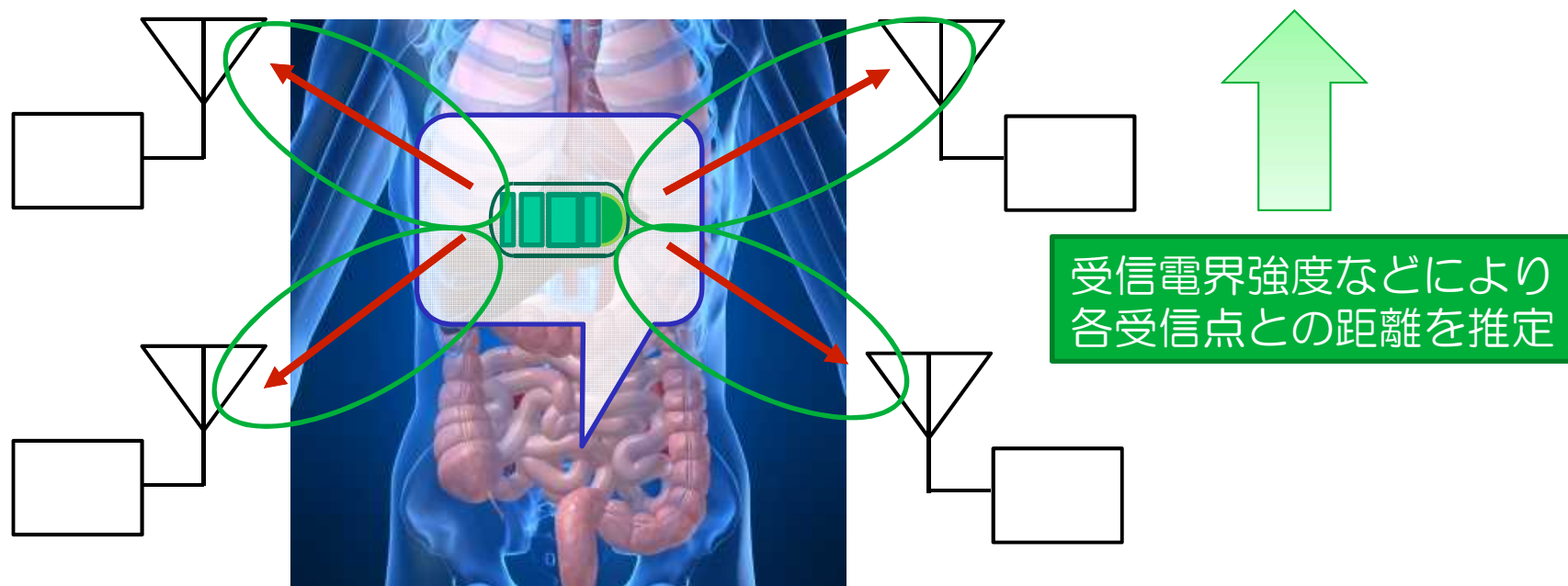
等の問題があり、広く利用されるまでには至っていない。

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の原理とは全く異なる仕組みによるインプラント機器の検出方式の開発
- 従来はインプラント医療機器の無線通信信号を利用していましたが、本技術は外部入射電磁界による散乱電界を利用
- 本技術の適用により、金属で構成されるインプラント医療機器の位置検出が可能(インプラント機器の無線通信機能は不要)

従来のカプセル内視鏡位置推定法

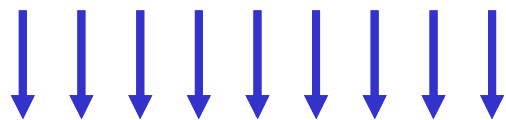
従来のカプセル内視鏡位置推定システムは体内から送信された無線信号を利用



- ✓ 無線通信信号の距離による変動のモデル化が必要
- ✓ 個人差によって影響を受けるパラメータの事前測定（補正）

体内内部構造推定による位置推定法

電磁波（平面波）



● 受信点

電磁波イメージングにより
体内内部構造の推定

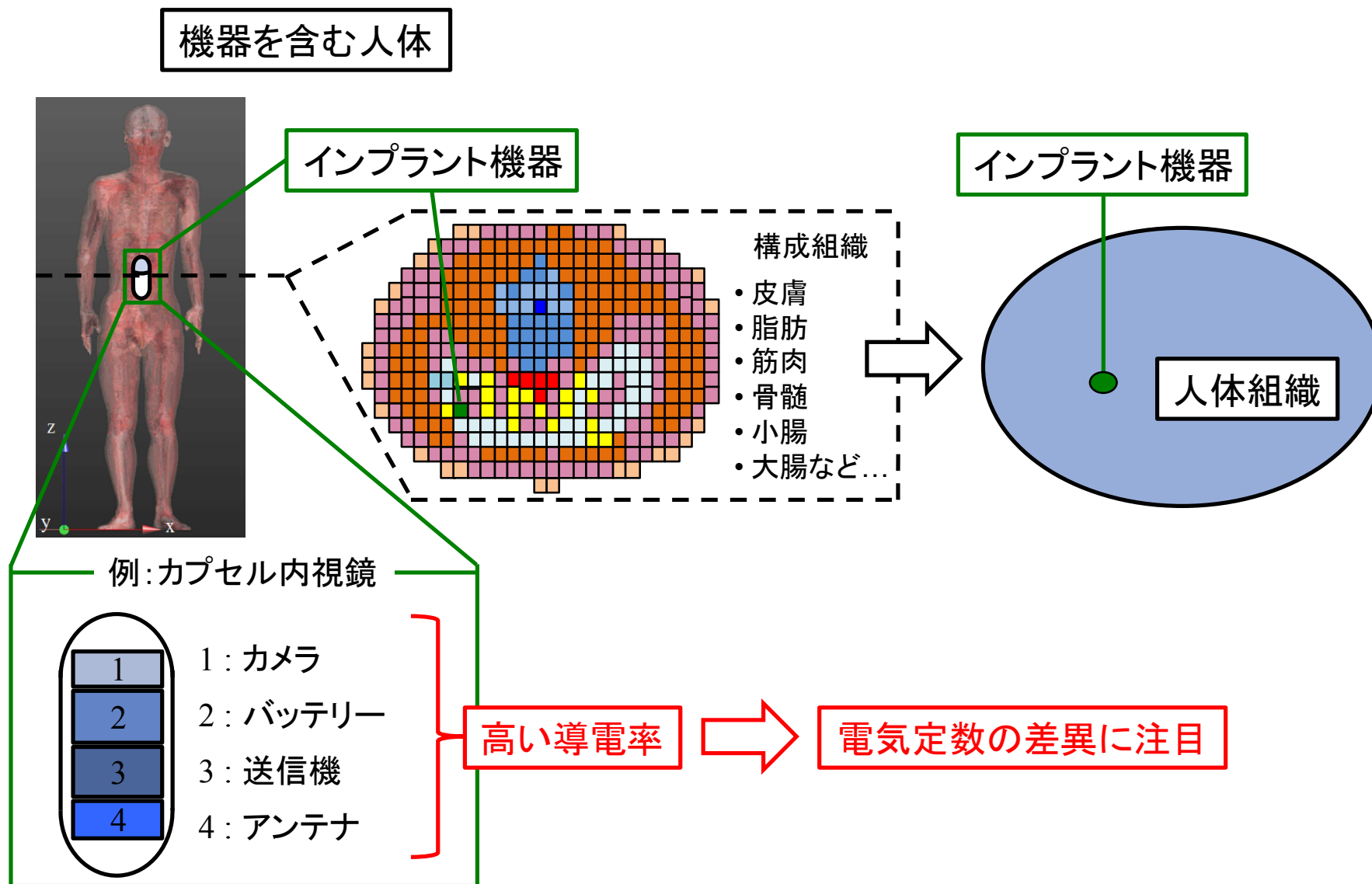
- ✓ 体外に発生する散乱電界を測定
- ✓ 人体の電気定数と散乱電界の関係から、人体内の電気定数構成を推定



体内内部構造推定から
カプセル内視鏡位置を推定

- ✓ 人体とカプセル内視鏡（金属）電気定数の大きな差異に着目
- ✓ 人体の導電率（例：筋肉0.68 S/m@30MHz）に対し、金属の導電率は 10^5 S/m以上

体内内部構造推定による位置推定法

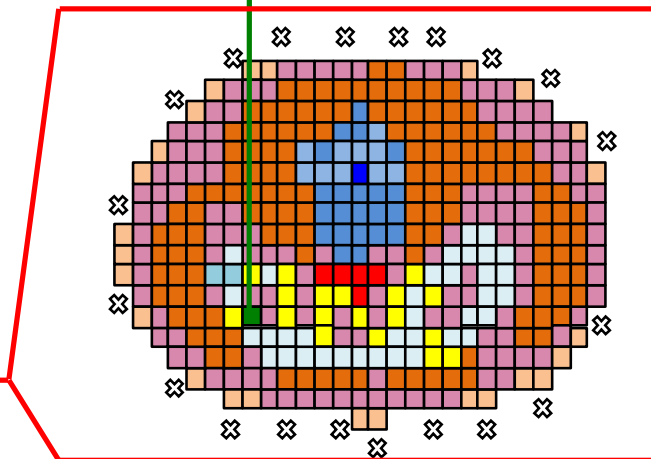
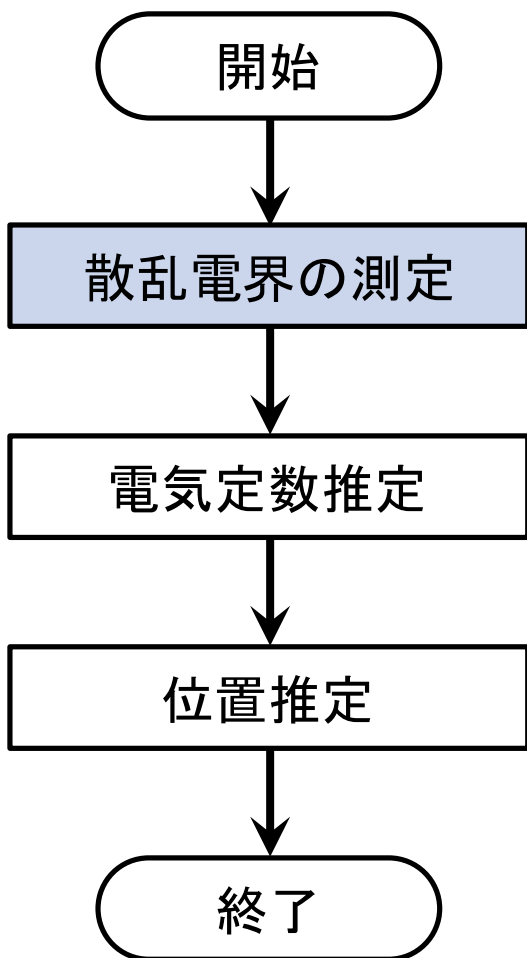


位置推定アルゴリズム

散乱電界の測定

インプラント機器

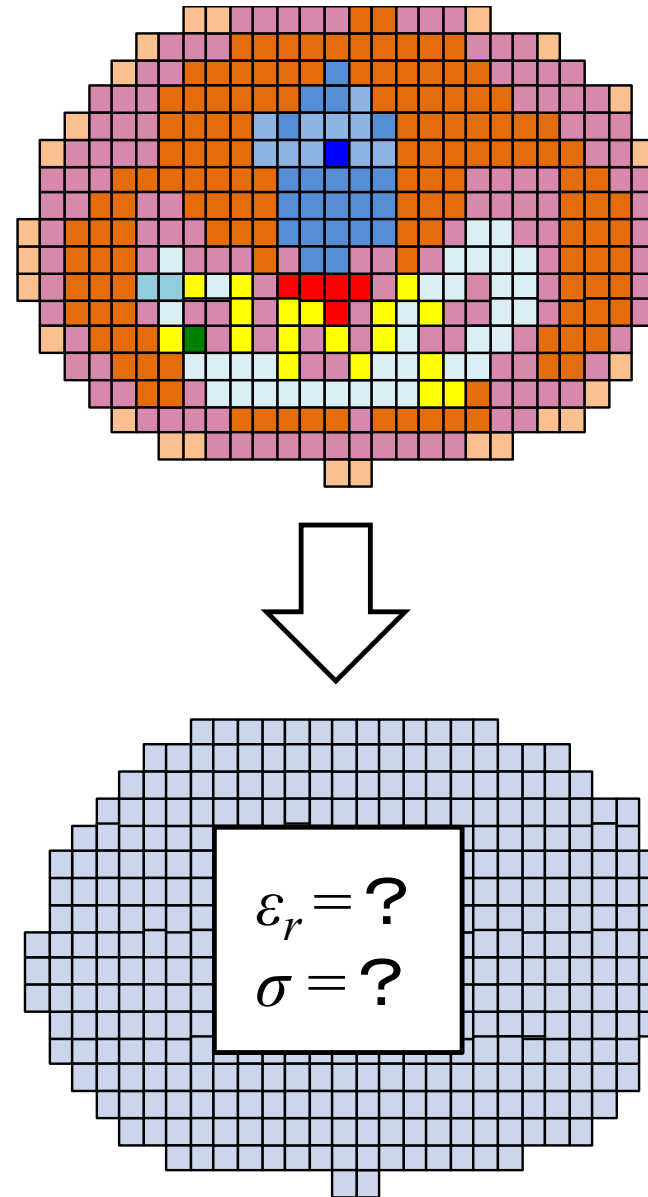
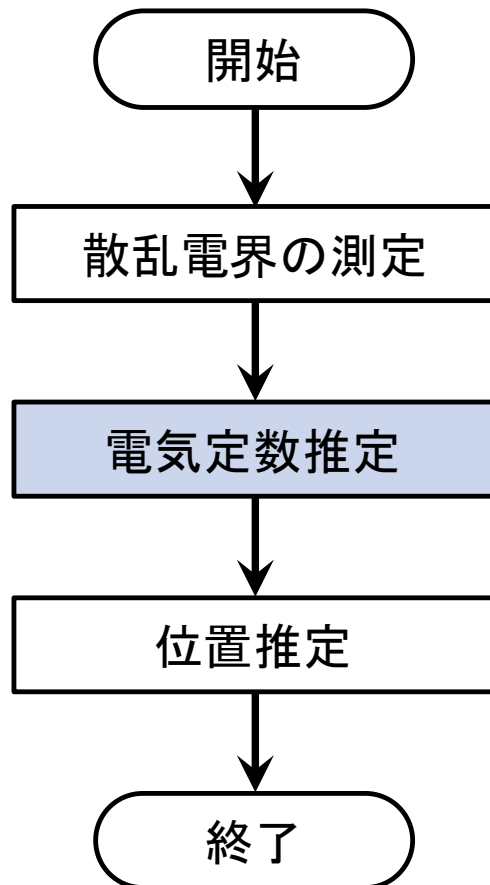
⊗: 測定点
(M点配置)



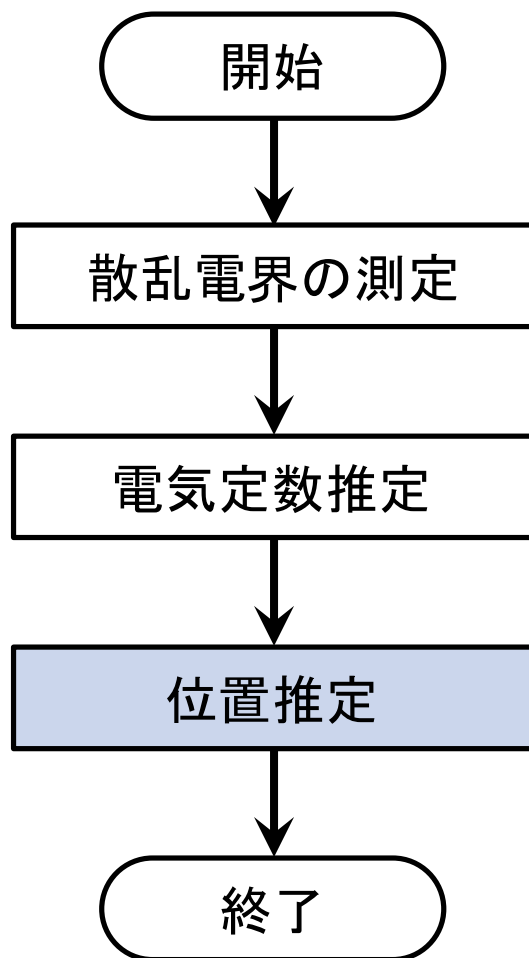
散乱電界

$$e^s = \begin{pmatrix} - \\ \vdots \\ \varnothing \\ \vdots \\ 4 \\ \vdots \\ \varnothing \\ \vdots \\ 5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varnothing_1^s \\ \varnothing_2^s \\ \vdots \\ \varnothing_m^s \\ \vdots \\ \varnothing_M^s \end{pmatrix} \begin{pmatrix} - \\ \vdots \\ 7 \\ \vdots \\ 5 \end{pmatrix}$$

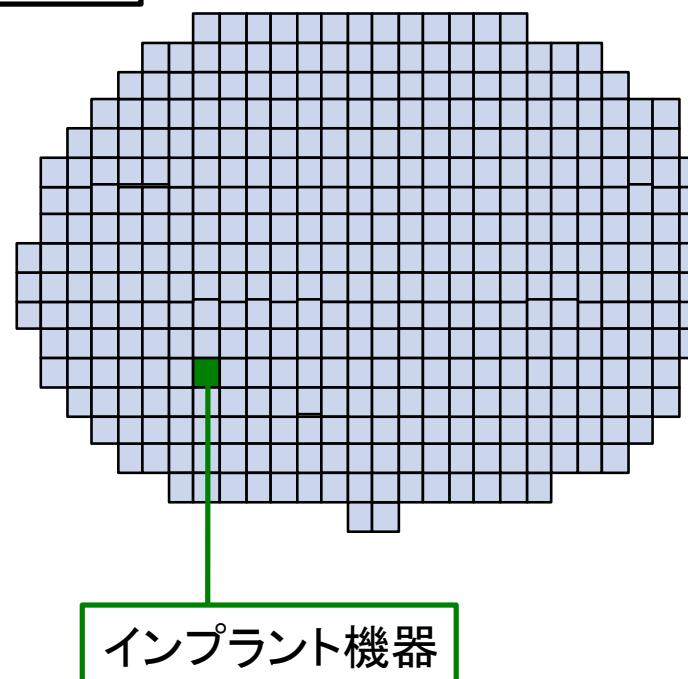
位置推定アルゴリズム



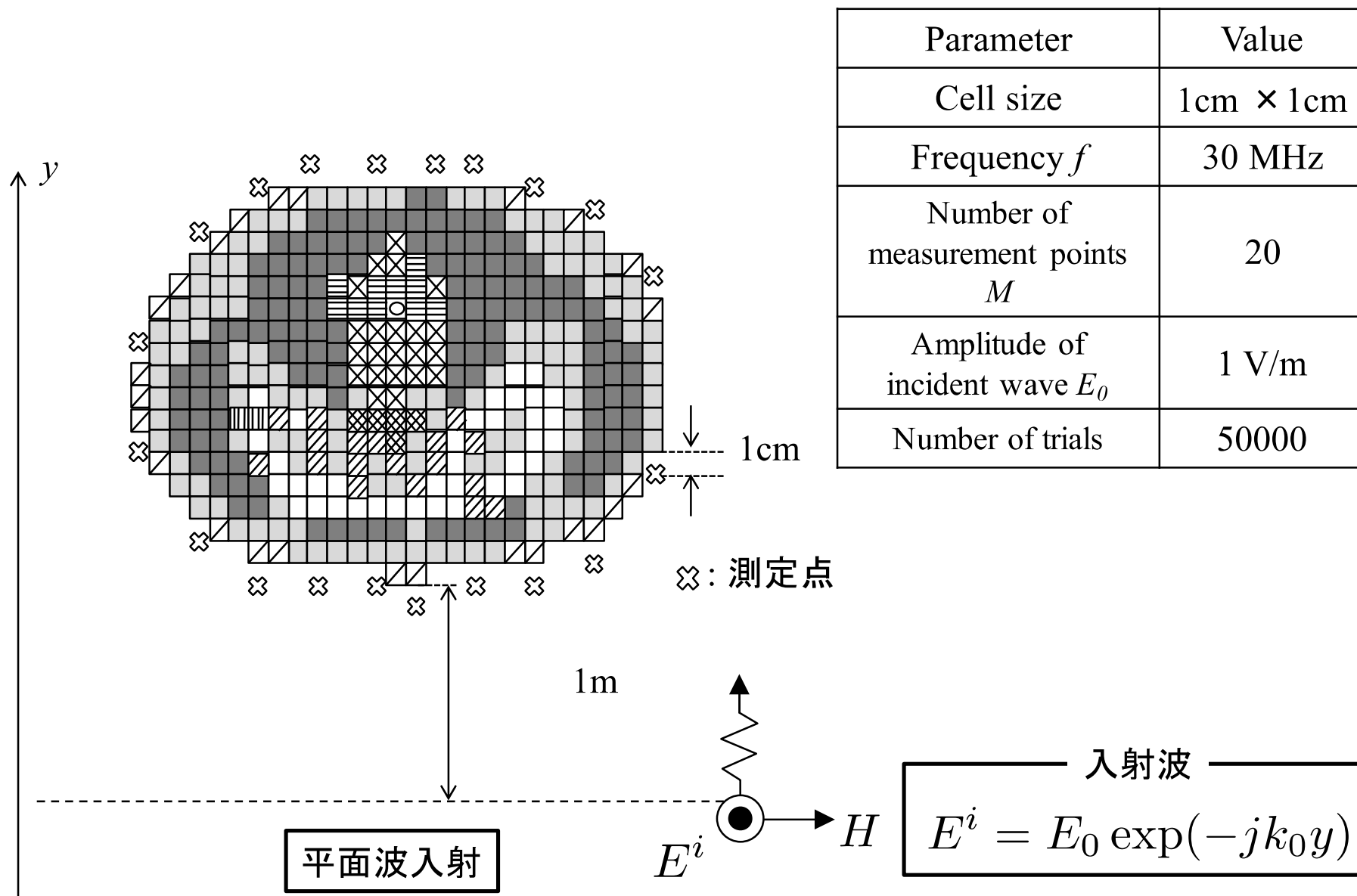
位置推定アルゴリズム



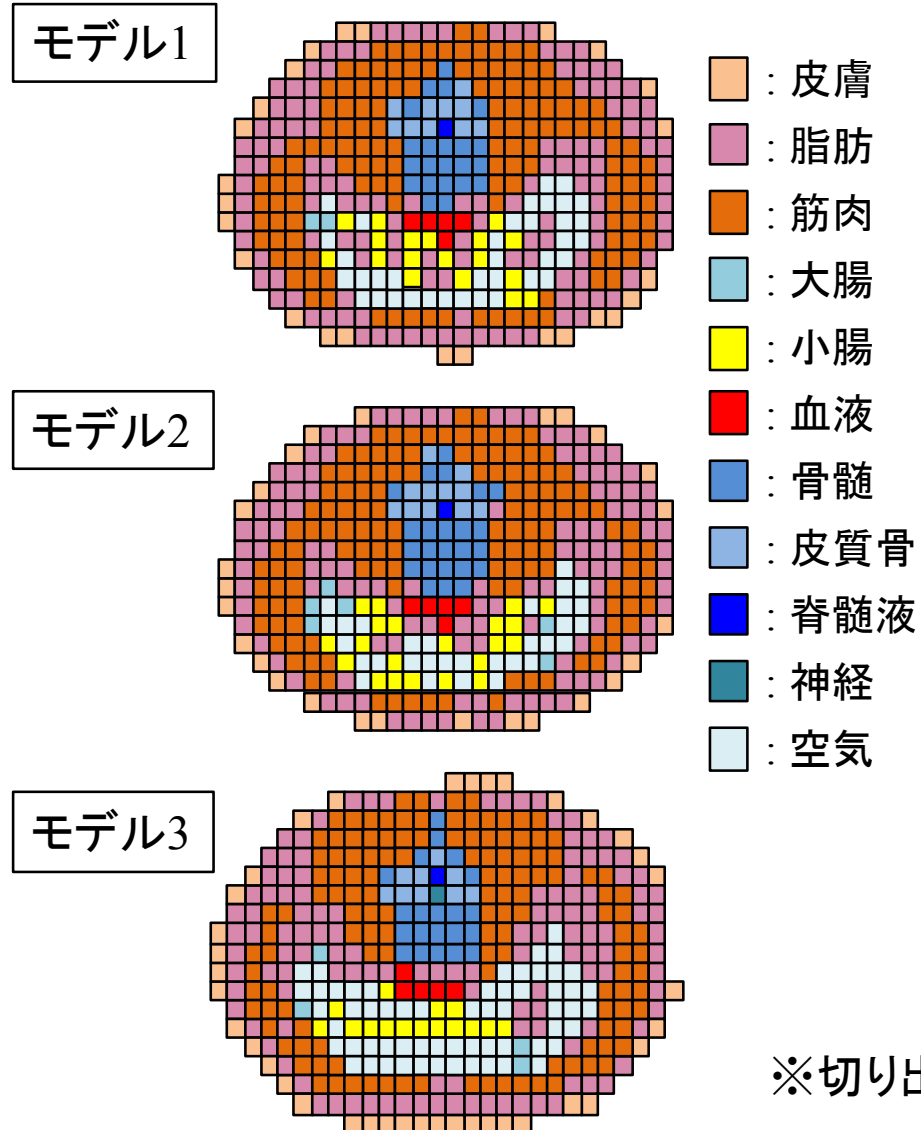
$$\epsilon_r = ?$$
$$\sigma = ?$$



計算機シミュレーション概要



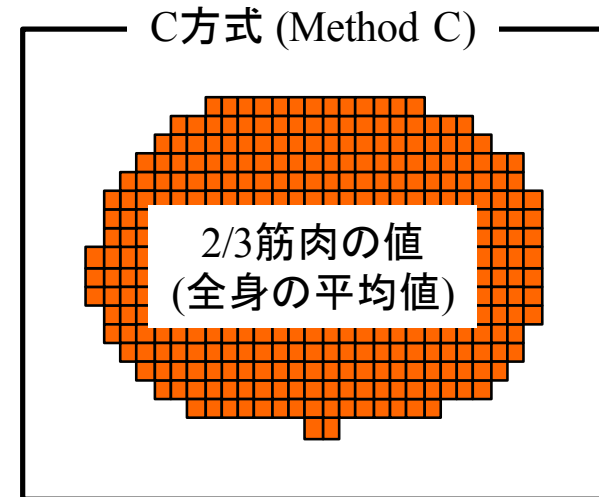
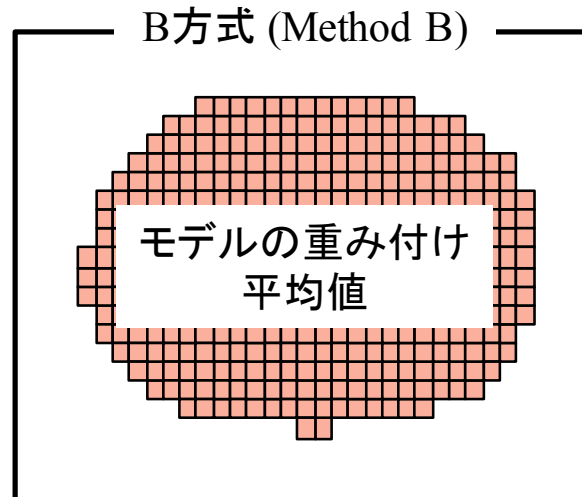
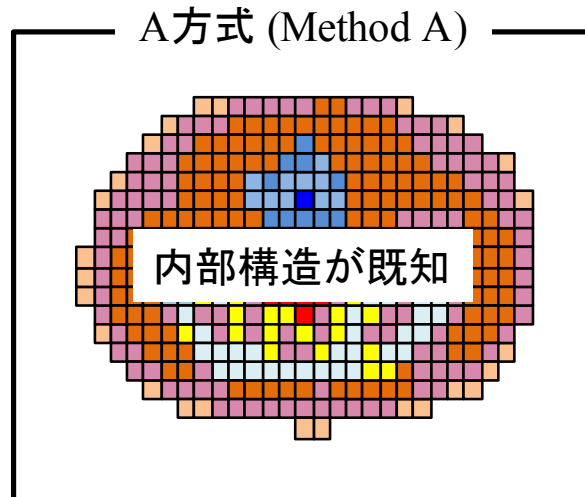
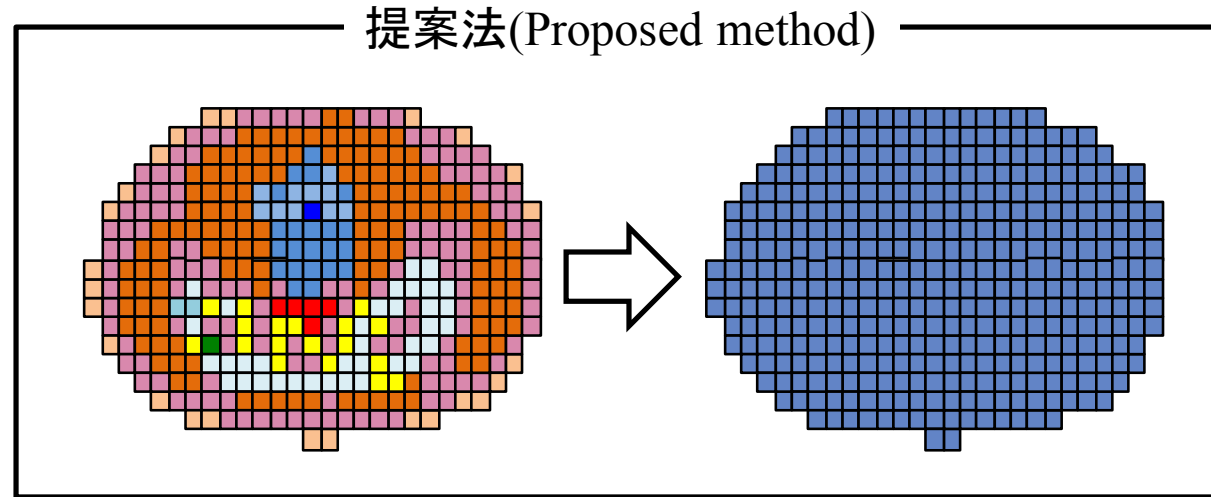
二次元人体モデル



組織名	比誘電率	導電率 [S/m]
皮膚	108.33	0.434
脂肪	17.17	0.061
筋肉	90.05	0.684
大腸	132.88	0.574
小腸	188.08	1.489
血液	119.51	1.164
骨髓	40.16	0.144
皮質骨	20.93	0.052
脊髓液	105.67	2.019
神経	77.61	0.273
インプラント機器	4.0	10000

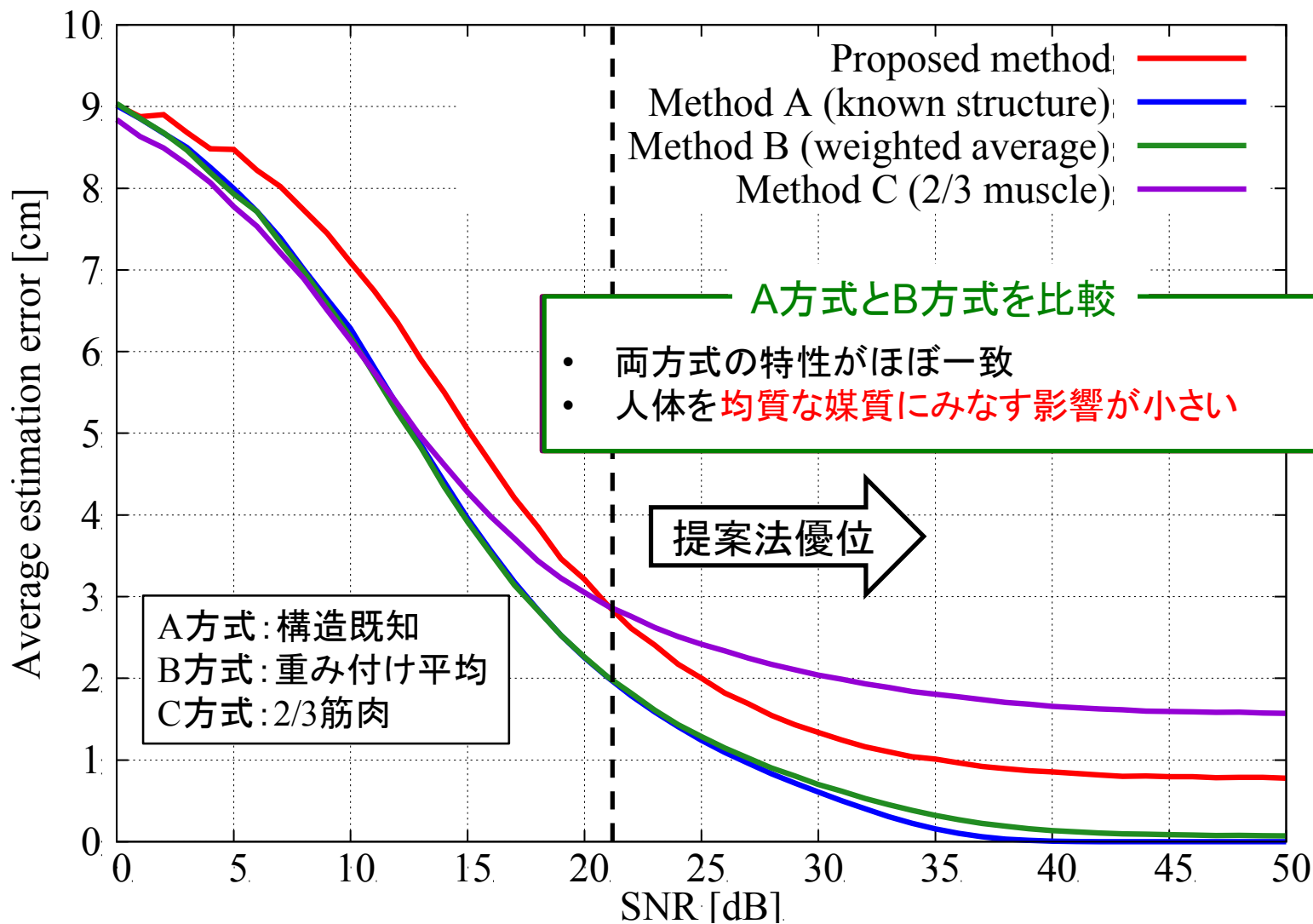
※切り出す高さを変えて3つのモデルを使用

提案手法と比較のための評価手法



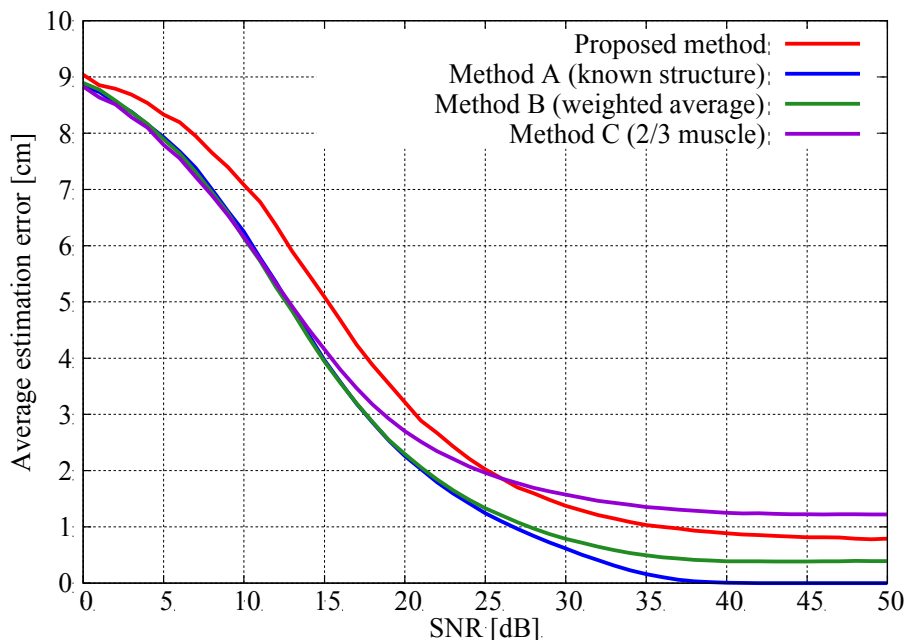
計算シミュレーション結果

モデル1

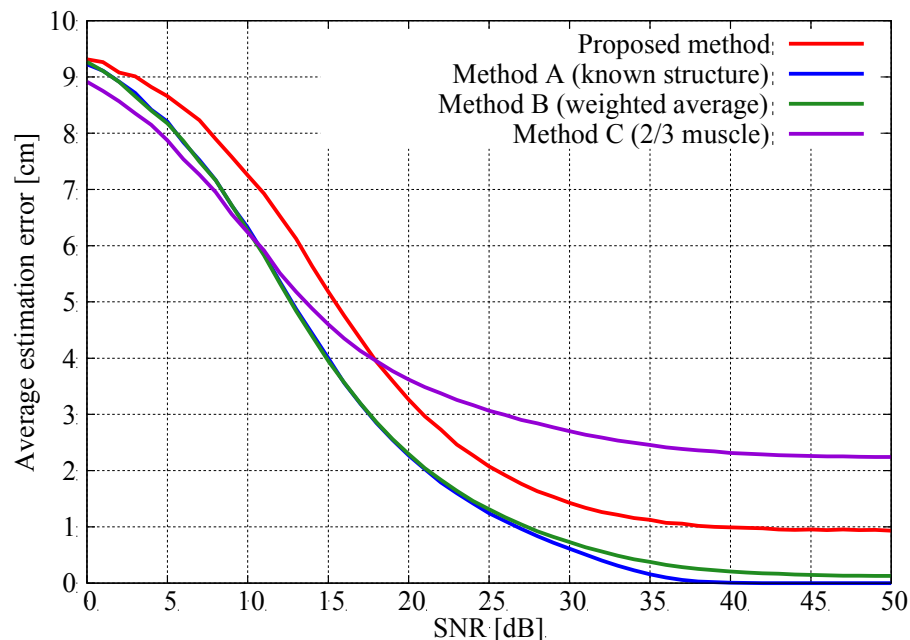


計算シミュレーション結果

モデル2



モデル3



- C方式はモデルによって平均位置誤差が変化 ➡ 正確な推定が行えない可能性
- 提案法はモデルの変化に依らず同様の特性を示す

A方式: 構造既知
B方式: 重み付け平均
C方式: 2/3筋肉

想定される用途

- カプセル型内視鏡のリアルタイム位置検出
 - 腫瘍位置の高精度な検出
- インプラント医療機器の高効率無線電力伝送
 - インプラント医療機器の位置・方向を検出し、送電コイルを制御
- インプラント医療機器の高度制御が可能となった場合には、外部からの位置取得と合わせて高度医療の実現も可能

想定される用途の一例

インプラント医療機器

- 高度医療の実現
- 患者の負担軽減
- 検査の簡易化

加速的に普及が進行

- カプセル内視鏡
- 心臓ペースメーカー など



+

位置情報を取得・付加

位置情報

- ✓ 治療箇所の特定
- ✓ 機器動作制御への応用
- ✓ 無線電力伝送への応用

実用化に向けた課題

- 現在、基本原理構築、及び計算機シミュレーションによる動作検証は実施済み。しかし、実機実装による評価が未実施である。
- 今後、試作機開発に向けて取り組みを実施し、実験データを取得・評価を行っていく。
- 実用化に向けて、高精度な電磁界入射技術、受信点数の削減技術を確立する必要もあり、検討を行っている。

企業への期待

- 未解決の試作機実装については、無線通信開発実績やアンテナ開発実績を持つ、企業との共同研究を希望

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : インプラント通信端末の位置検出装置および位置推定方法
- 出願番号 : 特願2013-175422
- 出願人 : 名古屋工業大学
- 発明者 : 安在大祐、王建青

お問い合わせ先

名古屋工業大学

産学官連携コーディネーター 梶川 秀親

TEL 052-735-5627

FAX 052-735-5542

e-mail c-socc@adm.nitech.ac.jp