

*Experimental Estimation and Mitigation
Methods to be Used for Electromagnetic
Interference From RFID reader/writers on
Implantable Medical Devices*

Wireless Technology & EMC Research Lab.
Graduate School of Information Science and Technology,
Hokkaido University, Japan.

Japan Automatic Identification Systems Association, Japan

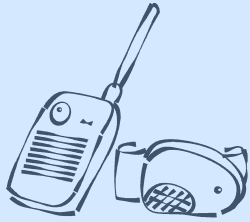
内容

- 1. はじめに
- 2. 植込み型医療機器電磁干渉(EMI)試験系
- 3. 植込み型医療機器EMI試験評価
- 4. 植込み型医療機器EMI緩和法
- 5. 植込み型医療機器EMI数値解析推定法 (informative)
- 6. 結論

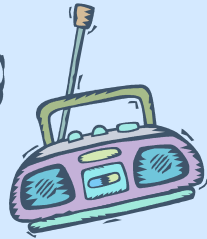
1. はじめに

1.1 電磁両立性 (Electromagnetic Compatibility, EMC)

無線通信機器
受信機

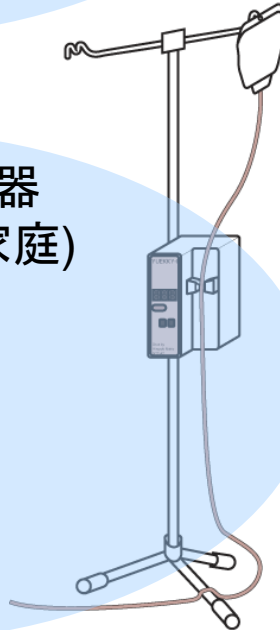


電気電子機器



アンテナ近傍の電磁界が他の電気
電子器機器に電磁干渉
(Electromagnetic interference,
EMI)を引き起こす可能性

医療機器
(病院, 家庭)



特別な電子機器



植込み型医療機器



1.2 各種電波利用機器の電波が植込み型医療機器へ及ぼす影響を防止するための指針

RFID(電子タグ)機器

RFID機器：電子回路を内蔵したタグとリーダーライトとの間で非接触で通信を行い、タグのデータを読み書きすることが可能な機器であり、物流、在庫管理、商品の清算など、さまざまな分野で利用されています。

ここでは、RFID機器をリーダーライトの形状から次のように分類している。

- **ゲートタイプ**：リーダーライトがゲート状に設置されるもの
- **ハンディタイプ**：リーダーライトを手持など携帯して使用するもの
- **据置きタイプ**：リーダーライトを据え置いて使用するもの
- **モジュールタイプ**：プリンタ等に内蔵して使用するもの

ゲートタイプRFID機器

- 1 植込み型医療機器の装着者は、ゲートタイプRFID機器が設置されている場所及びRFIDステッカー(下部)が貼付されている場所では、立ち止まらずに通路の中央をまっすぐに通過すること。



- 2 植込み型医療機器の装着者は、ゲートタイプRFID機器の周囲に留まらず、また、寄りかかたらないこと。



- 3 植込み型医療機器の装着者は、体調に何らかの変化があると感じられる場合は、担当医師に相談すること。



- 4 植込み型医療機器に対するゲートタイプRFID機器の影響を軽減するため、更なる安全性の検討を関係団体で行っていくこと。

ハンディタイプ、据置きタイプ及びモジュールタイプのRFID機器

- 1 ハンディタイプRFID機器の操作者は、ハンディタイプRFID機器のアンテナ部を植込み型医療機器の装着部位より22cm程度以内に近づけないこと。



- 2 植込み型医療機器の装着者は、装着部位を据置きタイプ及びモジュールタイプのRFID機器のアンテナ部より22cm程度以内に近づけないこと。



- 3 植込み型医療機器に対するハンディタイプ、据置きタイプ及びモジュールタイプのRFID機器の影響を軽減するため、更なる安全性の検討を関係団体で行っていくこと。



その他のタイプのRFID機器用

[注意]ここでは、公共施設や商業区域などの一般環境下で使用されるRFID機器を対象としており、工場内など一般人が入ることができない管理区域でのみ使用されるRFID機器(管理区域専用RFID機器)については対象外としており、管理区域専用RFID機器においては、(社)日本自動認識システム協会において、一般環境への流出を防止するため、取扱説明書等に注意書きを記載するとともに、管理区域専用RFID機器用ステッカー(下部)を貼付することとされています。



管理区域専用RFID機器用

※RFIDステッカーは、(社)日本自動認識システム協会の許諾を得て使用しています。

据置きタイプ(高出力型950MHz帯パッシブタグシステム)のRFID機器

- 1 植込み型医療機器の装着者は、据置きタイプRFID機器が設置されている場所及びRFIDステッカー(その他のタイプのRFID機器用と高出力型950MHz帯パッシブタグシステム用を組み合わせるもの)が貼付されている場所の半径1m以内には近づかないこと。
- 2 植込み型医療機器の装着者は、体調に何らかの変化があると感じられる場合は、担当医師に相談すること。
- 3 植込み型医療機器に対する据置きタイプRFID機器の影響を軽減するため、更なる安全性の検討を関係団体で行っていくこと。



据置きタイプ(高出力型950MHz帯パッシブタグシステム)



据置きタイプRFID機器(高出力型950MHz帯パッシブタグシステム)用

※据置きタイプRFID機器(高出力型950MHz帯パッシブタグシステム)ステッカーは、ベースメーカー協会の許諾を得て使用しています。

無線LAN機器

無線LAN機器によって影響を受けた植込み型医療機器は、1機種であることから、厚生労働省の協力を得て、医療機関を通じて同機種の利用者全数に対して、試験結果に基づく注意喚起が行われている。よって、現時点で特段の注意をされていない植込み型医療機器の装着者は、無線LAN機器に対しては特別な注意は必要としない。

1 IN A HOSPITAL

Please turn off your cellular phone outside the areas designated for phone use by the medical institute.



Why?
Because electronic medical equipment may be used in hospital rooms and patients with electronic medical equipment may move along the corridors.

Note: If switched on, cellular phones can emit radiowaves automatically even if they are off-line.
Please DO NOT BRING your cellular phone into operating rooms, intensive care units, and coronary care units.

Please TURN OFF your cellular phone inside examination rooms, consultation rooms, hospital wards and treatment rooms (including dialysis rooms and nurseries).

Please TURN OFF your cellular phone even in the designated areas when electronic medical equipment is being used nearby.



Why?
Because the radio waves from cellular phones may cause electronic medical equipment to malfunction.
Since PHS output power is less than one-tenth of that of the cellular phone, its impact on electronic medical equipment is very limited. However, please follow the instructions of the medical institute when carrying a PHS terminal.

2 OUTSIDE HOSPITALS

It is recommended that you turn off your cellular phone on crowded trains and in places where people get close to each other.



Why?
Because cellular phones may affect the operation of implanted pacemakers and hearing aids on people near you.

Use the voice mail function, which continues to work even when the cellular phone is switched off.

When electronic medical equipment is being used ...



It is recommended that you TURN OFF your cellular phone inside a house or building where electronic medical equipment is being used.

3 FOR PACEMAKER USERS

Please take adequate care

CHECK YOUR DISTANCE.

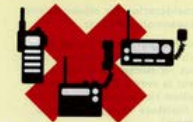


For safety, the cellular phone should be at least 22 cm from the pacemaker.

CHECK YOUR DISTANCE.
The phone should be at least 30 cm from the pacemaker.

Why?
Because implanted pacemakers may be affected by the radio waves from cellular and automobile phones used close by.

4 SMALL RADIOCOMMUNICATION EQUIPMENT



The radio waves from small radio communication equipment (amateur radio equipment, personal radio equipment, transceivers, etc.) may affect the operation of electronic medical equipment. Please DO NOT BRING such devices inside medical institutions and close to electronic medical equipment except in emergencies.

総務省 (Ministry of Internal Affairs and Communication, MIC) が影響防止指針を策定するため、試験調査を実施

総務省の報道発表において、UHF帯高出力型RFID機器が植込み型心臓ペースメーカーに対して最大75 cmの距離で電磁干渉を及ぼす可能性があることを報告

1.3 植込み型医療機器

- 植込み型心臓ペースメーカー（ペースメーカー）
 - An implantable medical device which uses electrical impulses, delivered by electrodes contacting the heart muscles, to regulate the beating of the heart.
- 植込み型心臓除細動器（Implantable-Cardioverter Defibrillator, ICD）
 - A small battery-powered electrical impulse generator which is implanted in patients who are at risk of sudden cardiac death due to ventricular fibrillation.
 - In addition to the function described above, ICDs commonly have the same functions as implantable cardiac pacemakers.

ペースメーカーおよびICDはEMI特性の観点から同一デバイスとして取り扱うことが可能であり、区別の必要なし

1.4 本研究の目的

- 植込み型医療機器の詳細なEMI特性の取得
- 植込み型医療機器EMI数値解析推定法の開発
- 植込み型医療機器EMI緩和法の開発

本発表

EMI試験

EMI緩和法

RFIDリーダライタがペースメーカーおよびICDに及ぼすEMI評価



北海道大学
HOKKAIDO UNIVERSITY

北海道大学

発生メカニズム

EMI発生条件



日本自動認識システム協会

数値解析推定



日本ペースメーカー協議会

本発表

リーダライタアンテナ電磁界分布測定

RFIDリーダライタアンテナ電磁界取得

妥当性確認

数値解析

アンテナ周辺電磁界推定

1.5 実施予定

2007年度

2008年度

2008/10

2008/12

2009/2

植込み型医療機器EMI試験

本発表

試験実施済みデバイス:

植込み型医療機器40機種

RFIDリーダライタアンテナ41機種

(125 kHz – 135 kHz: 8, HF: 27, UHF: 4, 2.45 GHz: 4)

試験デバイス数増加

(ミラーサブキャリア方式UHF帯RFIDリーダライタ含む)

植込み型医療機器EMI緩和法

本発表

提案EMI緩和法の妥当性確認

(UHF帯)

緩和条件の詳細調査,

緩和信号が存在する場合のRFIDリーダライタのタグ取り性能調査

植込み型医療機器EMI数値解析推定法

本発表

提案EMI数値解析推定法の妥

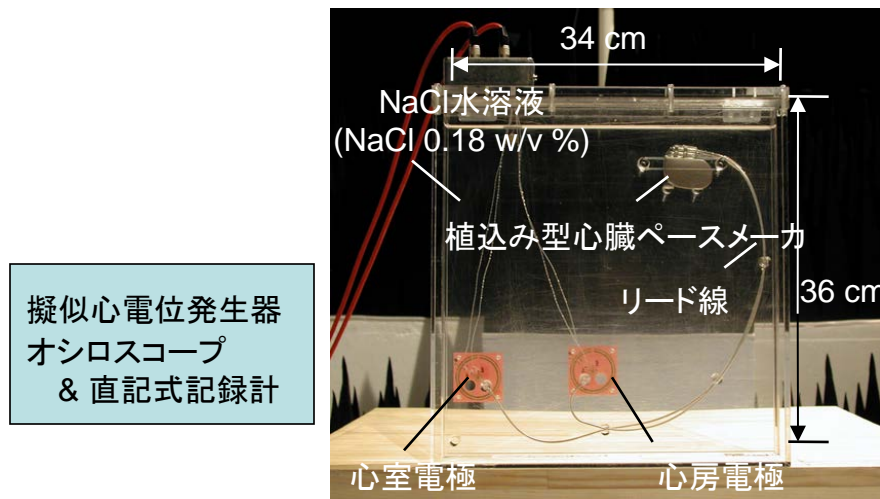
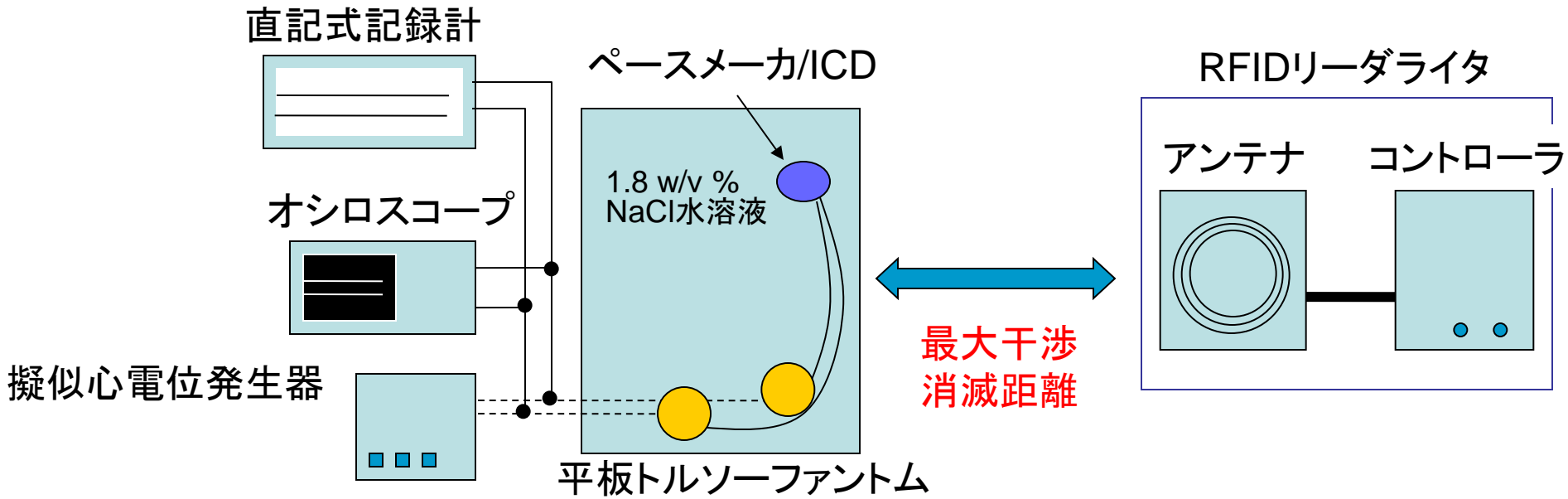
当性確認 (HF帯)

ISO/IEC
SC31WG4SG5

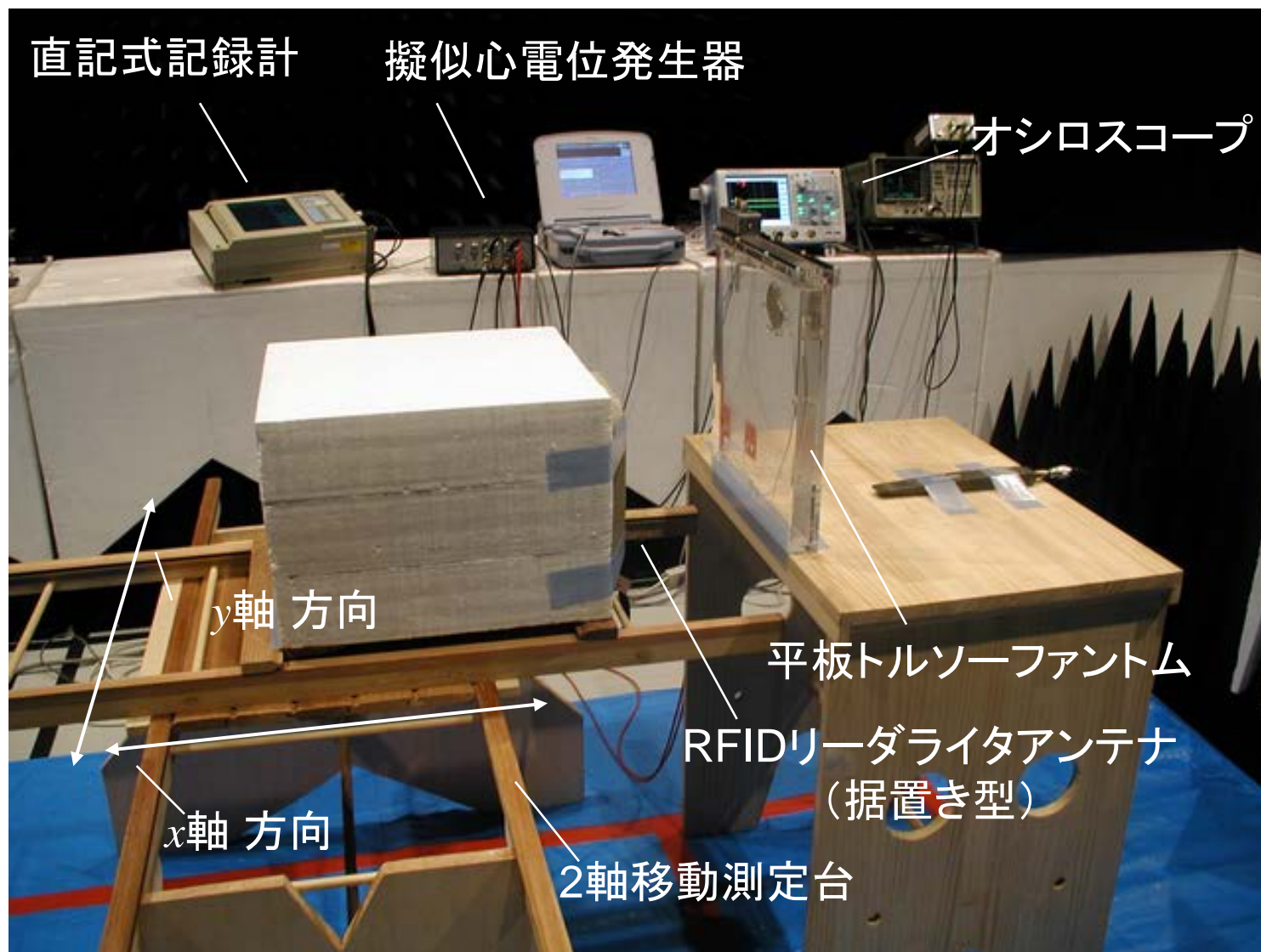
ISO-TR
new item proposal

2. 植込み型医療機器電磁干渉(EMI)試験系

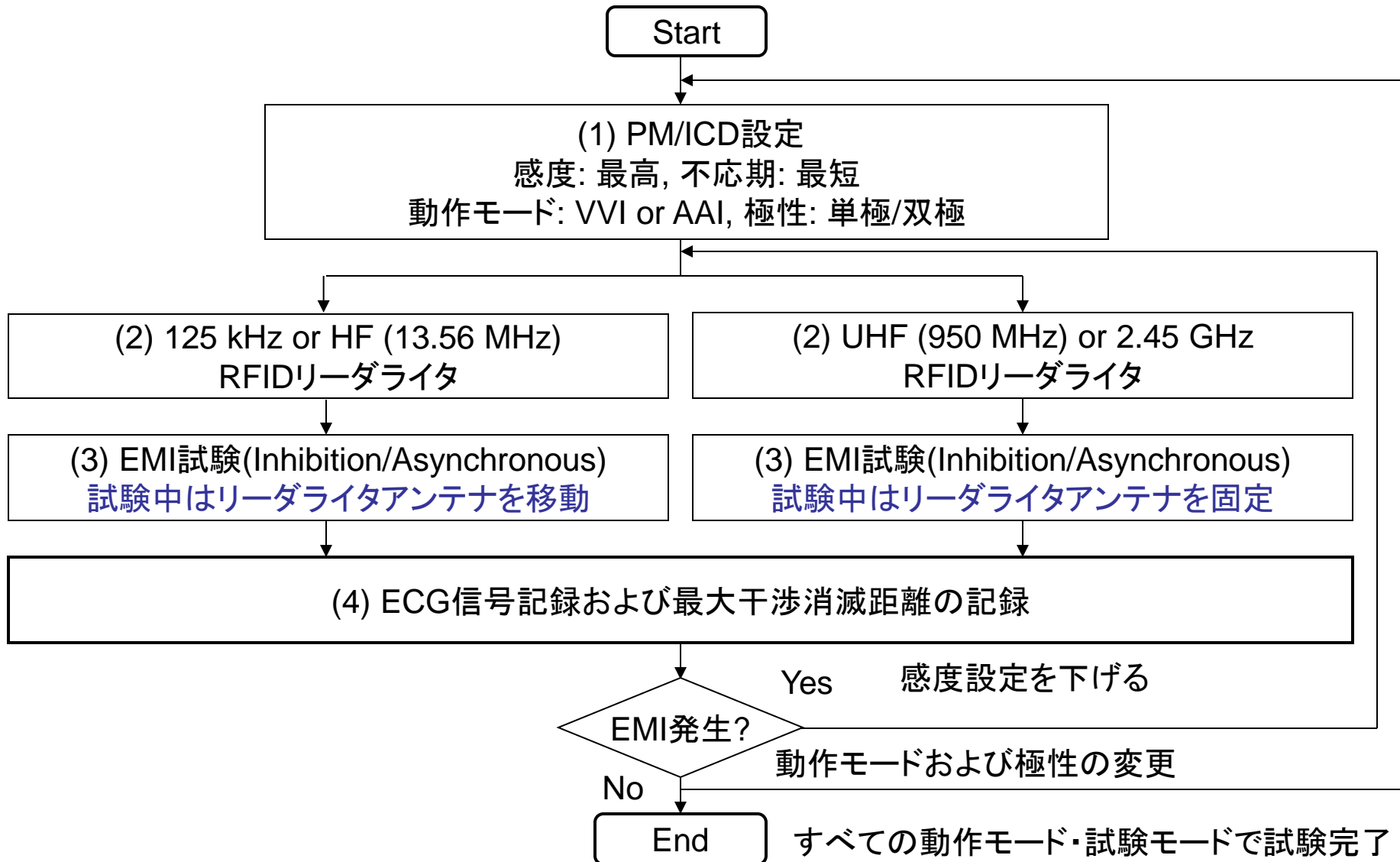
2.1 植込み型医療機器EMI試験系の構成



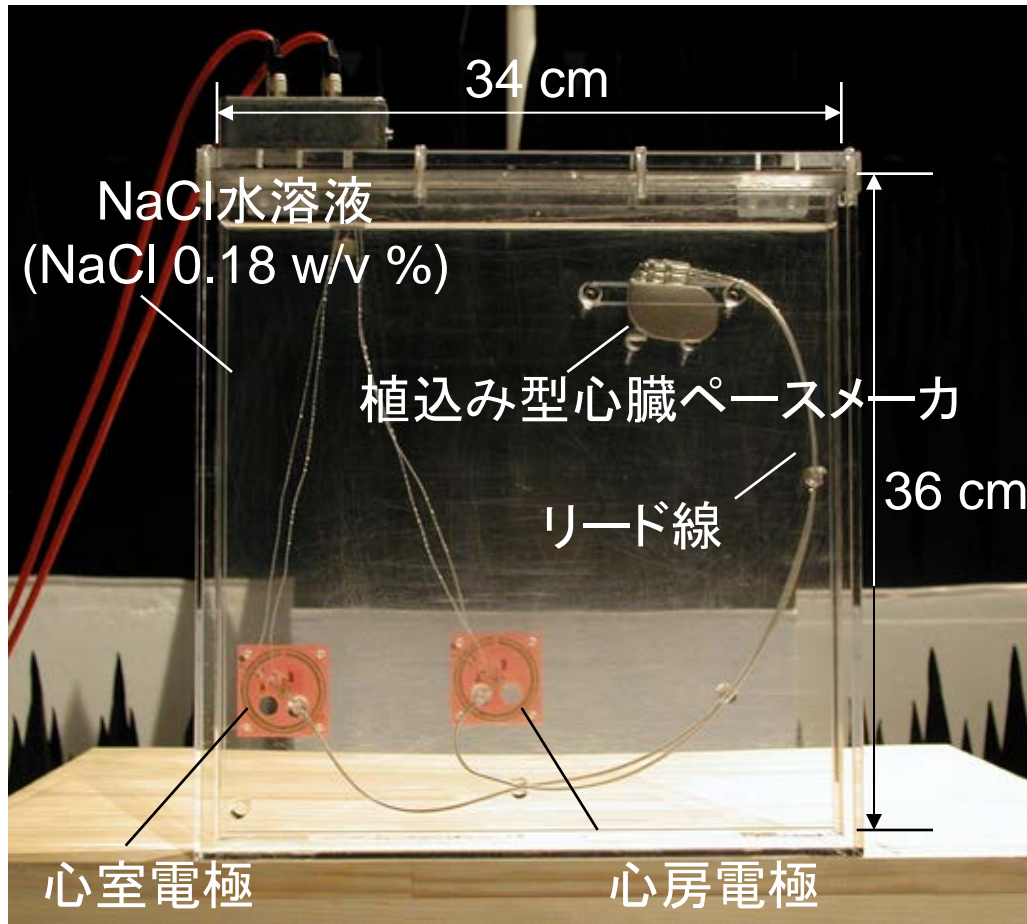
2.2 植込み型医療機器EMI試験系概観



2.3 植込み型医療機器EMI試験の手順



2.5 平板トルソーファントム

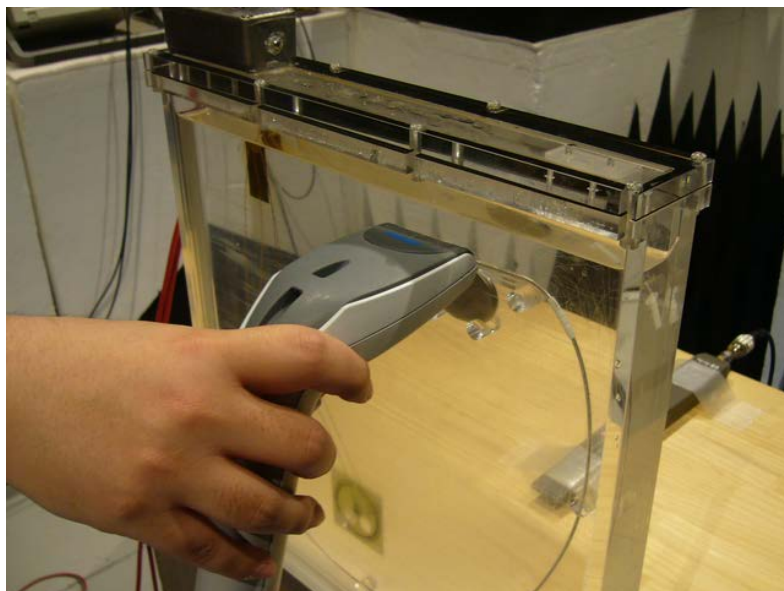


- 本ファントムは, Irnichの平板トルソーファントムに基づいて開発
- 心房および心室電極を, 互いの信号による干渉を20 dB以上低減可能となるよう改良
- 互いの電極間の干渉が少ないため, 2室を同時に用いたEMI試験が可能

本試験で用いた平板トルソーファントムを用いることで, 過大側のEMI評価結果を取得可能

2.6 植込み型医療機器EMI試験系まとめ

- ▶ 構築した植込み型医療機器EMI試験系は、AAMI Standard PC69および総務省報告でのEMI試験系に基づく。
- ▶ 最も重要な特徴は、Irnichの縦型平板トルソーファントムに基づき、改良を施したファントムを用いていることである。
- ▶ ファントムが縦型かつ薄型で取り扱いが容易なため、据置き型、ハンディ型、ゲート型等の様々な形状のRFID機器のEMI試験実施に適する。



3. 植込み型医療機器EMI試験評価

3.1 植込み型医療機器EMI試験 (2005年度 – 2007年度)

■ EMI試験実施内容

- 異なる動作モード(ペーシング/センシング極性, シングル/デュアルチャンバ, 抗頻脈機能)および試験モードにおいてEMI試験を実施
- 125 – 135 kHz, HF帯(13.56 MHz), UHF帯(950 MHz), および2.45 GHzのRFIDリーダライタを使用

植込み型医療機器
(提供:9社)

| 試験デバイス | 種別 | デバイス数 |
|---------|----------|-------|
| ペースメーカー | シングルチャンバ | 16 |
| | デュアルチャンバ | 14 |
| ICD | シングルチャンバ | 4 |
| | デュアルチャンバ | 6 |
| 合計 | | 40 |

RFIDリーダライタアンテナ
(提供:10社)

| 周波数帯 | アンテナ数 |
|----------------|-------|
| 125 –135 kHz | 8 |
| HF (13.56 MHz) | 27 |
| UHF (950 MHz) | 4 |
| 2.45 GHz | 4 |
| 合計 | 41 |

3.1 植込み型医療機器EMI試験 (2008年度)

■ EMI試験実施内容(2008年度, 予定含む)

- ▶ EMI試験に用いるRFIDリーダライタ(UHF帯)および植え込み型医療機器の機種数を増加
- ▶ ミラーサブキャリア方式を用いたUHF帯RFIDリーダライタを含めたEMI試験を実施

植込み型医療機器

RFIDリーダライタアンテナ

| 試験デバイス | 種別 | デバイス数 |
|---------|--------------|-------|
| ペースメーカー | シングルチャンバ | 3 |
| | デュアルトリプルチャンバ | 22 |
| ICD | シングルチャンバ | 0 |
| | デュアルトリプルチャンバ | 12 |
| | 合計 | 37 |

| 周波数帯 | アンテナ数 |
|------------------------------|-------|
| UHF (950 MHz) ミラーサブキャリア方式 | 4 |
| UHF (950 MHz) ベースバンド方式 | 1 |
| 合計 | 5 |

3.3 徐脈治療機能に対する影響

-Inhibition試験およびAsynchronous試験-

- 徐脈治療機能に対する影響は、前述のInhibition試験およびAsynchronous試験の結果から判定(ペースメーカーおよびICDの両方)
- 下記の試験結果は、植込み型医療機器を最高感度時に設定したときの場合を表示(最も過大側のEMI試験結果)

植込み型医療機器EMI試験結果(最高感度)

| 周波数帯 (種類) | 試験モード数 (A) | 影響モード数 (B) | 最大干渉 消滅距離 | 影響割合 (B/A) |
|-------------------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| 125 - 135 kHz (据置き型) | 638 | 194 | 17 cm | 30.4 % |
| HF帯(据置き型) | 814 | 19 | 15 cm | 2.3 % |
| HF帯(ハンディ型) | 1,021 | 8 | 4 cm | 0.8 % |
| HF帯(ゲート型) | 438 | 14 | 22.5 cm | 3.2 % |
| UHF帯(据置き型) | 1,134 | 53 | 75 cm | 4.7 % |
| 2.45 GHz(据置き型) | 256 | 0 | EMI未観測 | 0 % |

3.4 頻脈/細動治療機能に対する影響

- ▶ 頻脈/細動治療機能に対する影響は、不適切な除細動ショック発生（不適切な頻脈/細動検知から引き起こされる）から判定（ICDのみ）
- ▶ 下記の試験結果は、植込み型医療機器を最高感度時に設定したときの場合を表示

植込み型医療機器EMI試験結果（最高感度）

| 周波数帯 (種類) | 試験モード数 (A) | 影響モード数 (B) | 最大干渉 消滅距離 | 影響割合 (B/A) |
|-------------------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| 125 - 135 kHz (据置き型) | 90 | 6 | 1 cm | 6.7 % |
| HF帯(据置き型) | 118 | 0 | EMI未観測 | 0 % |
| HF帯(ハンディ型) | 146 | 0 | EMI未観測 | 0 % |
| HF帯(ゲート型) | 25 | 1 | 3 cm | 4.0 % |
| UHF帯(据置き型) | 198 | 0 | EMI未観測 | 0 % |
| 2.45 GHz(据置き型) | 44 | 0 | EMI未観測 | 0 % |

3.5 植込み型医療機器EMI試験まとめ

- ▶ 125 – 135 kHz RFIDリーダライタアンテナは、比較的強い近傍磁界を有すると同時に、時間的に信号包絡線が変動することがあるため、EMI発生割合は他の周波数帯に比較し高割合となった。
- ▶ 徐脈治療機能に関しては、最大の干渉影響は、ペーシングパルスの完全な抑圧と非同期パルスの連続的発生である。
- ▶ 不要除細動ショックが数機種 of ICDで発生したが、アンテナの極めて接近した位置 (<3 cm) かつICDを最高感度に設定したときのみであった。
- ▶ UHF帯RFIDリーダライタアンテナについて、数機種 of ペースメーカーで22 cm以上の離隔距離で影響が発生した。これらの影響は、ペースメーカーを最高感度に設定したときのみであり、最大干渉消滅距離は感度を下げると大幅に減少した。

Appendix: Irnich modelを基本とした平板トル ソーファントム

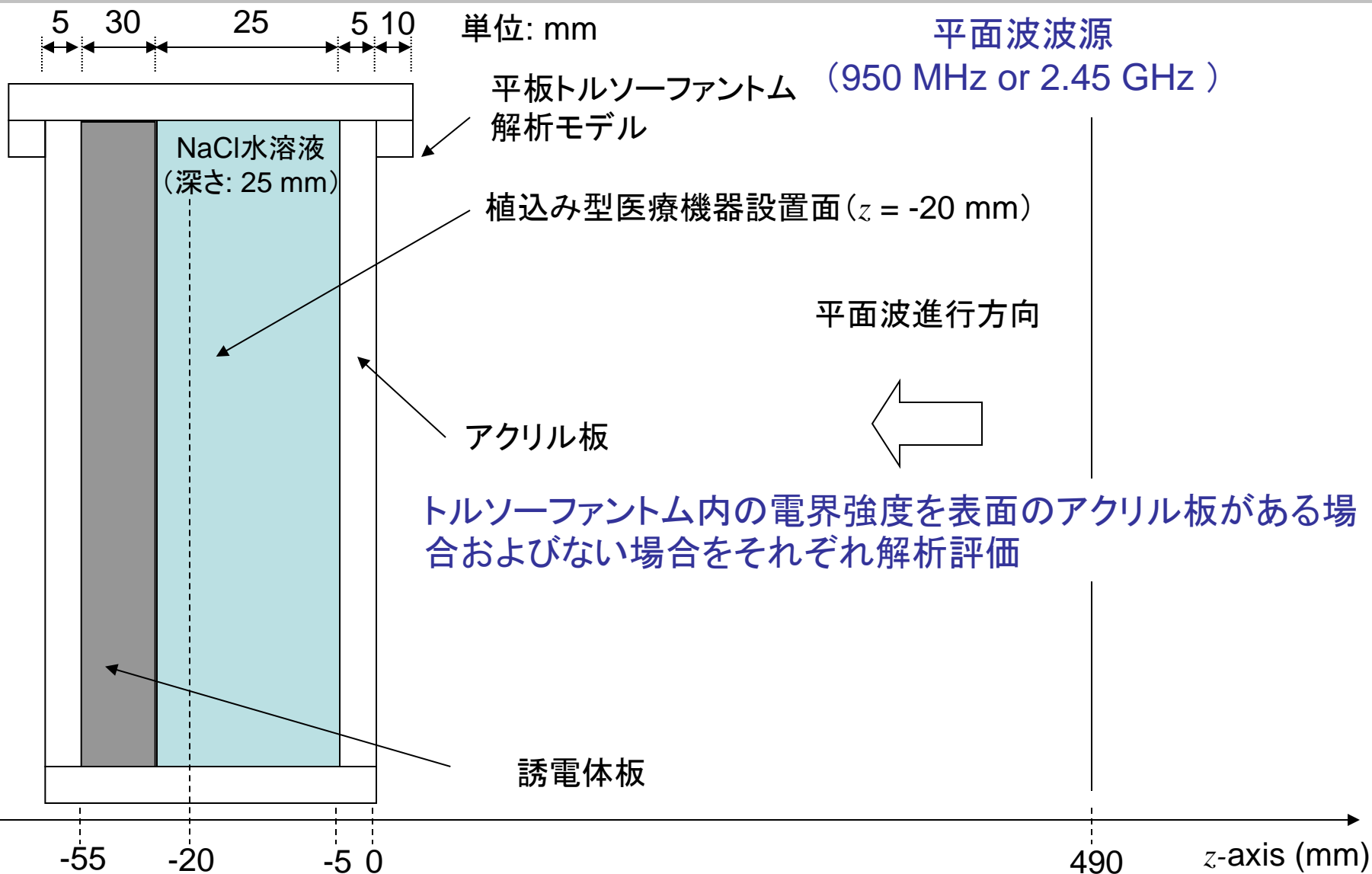
A. 1 アクリル板の影響 (ファントム表面)

- ▶ ファントム表面のアクリル板が, UHF帯(950 MHz)および2.45 GHz RFIDリーダライタを用いたEMI試験の結果に影響を及ぼしていないことを確認するため, ファントム内の電界強度を, 3次元ファントムモデルを用いて解析評価
- ▶ ファントム表面のアクリル板がある場合およびない場合のファントム内電界強度を3次元FDTD (Finite-difference time-domain)解析法を用いて取得
- ▶ EMI試験に用いた平板トルソーファントムをモデル化(植込み型医療機器モデルは含めず)

材料定数

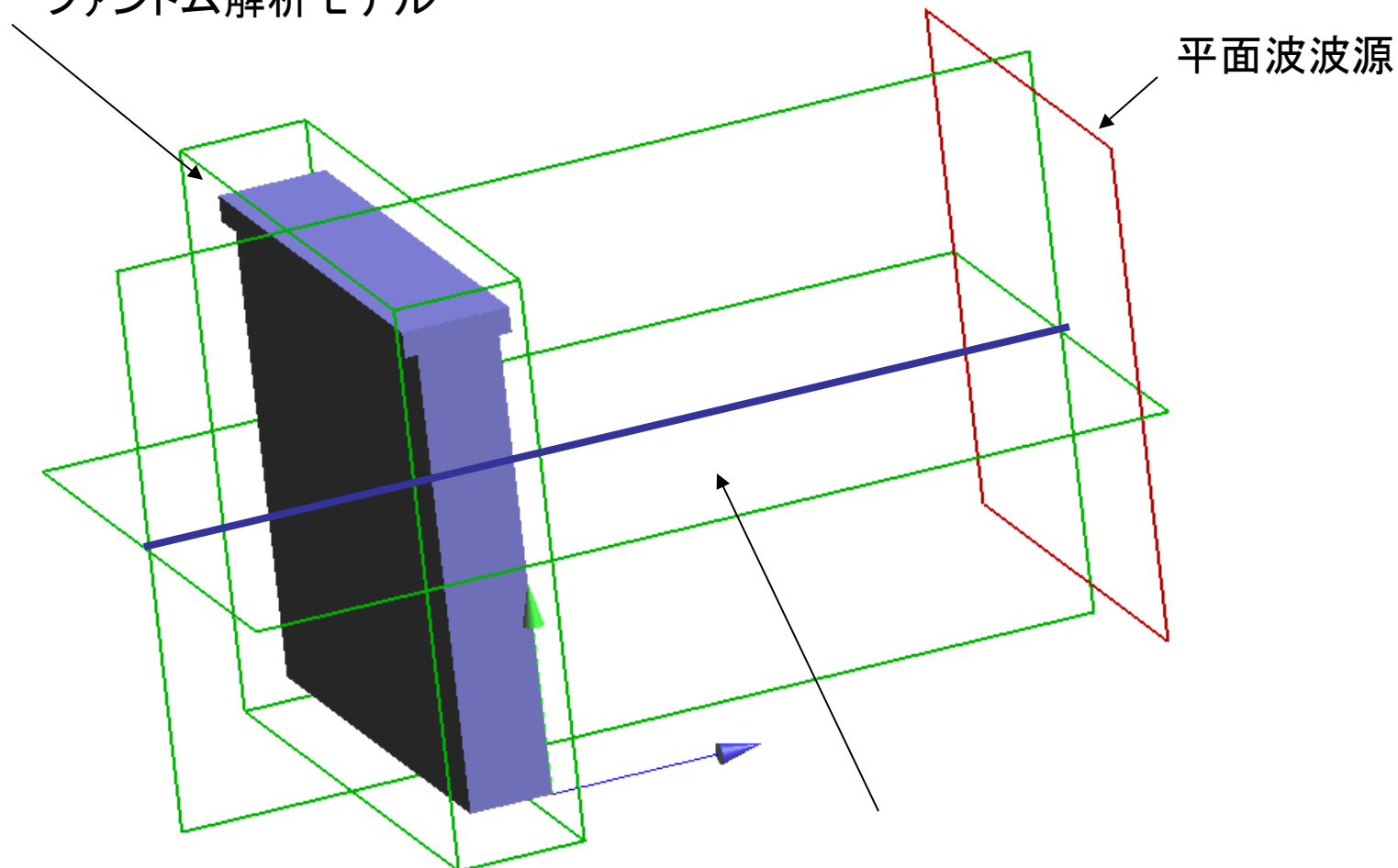
| 材料種別 | 比誘電率 | 導電率 (S/m) |
|---------|------|-----------|
| アクリル | 3 | 0 |
| NaCl水溶液 | 75 | 1 |
| 誘電体板 | 50 | 2 |

A. 2 電磁波入射条件



A. 3 3次元平板トルソーファントム解析モデル

平板トルソーファントム解析モデル

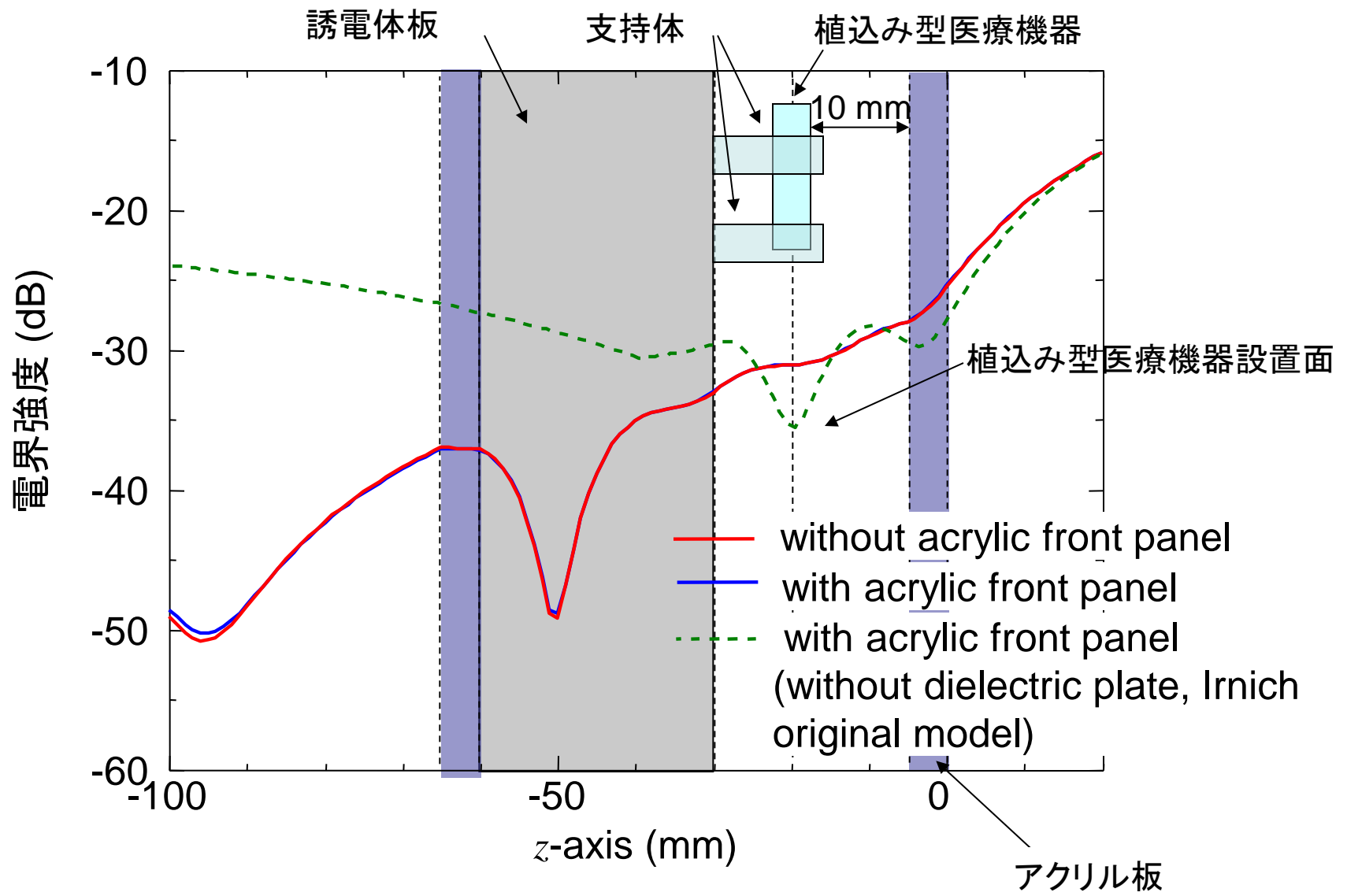


平面波波源

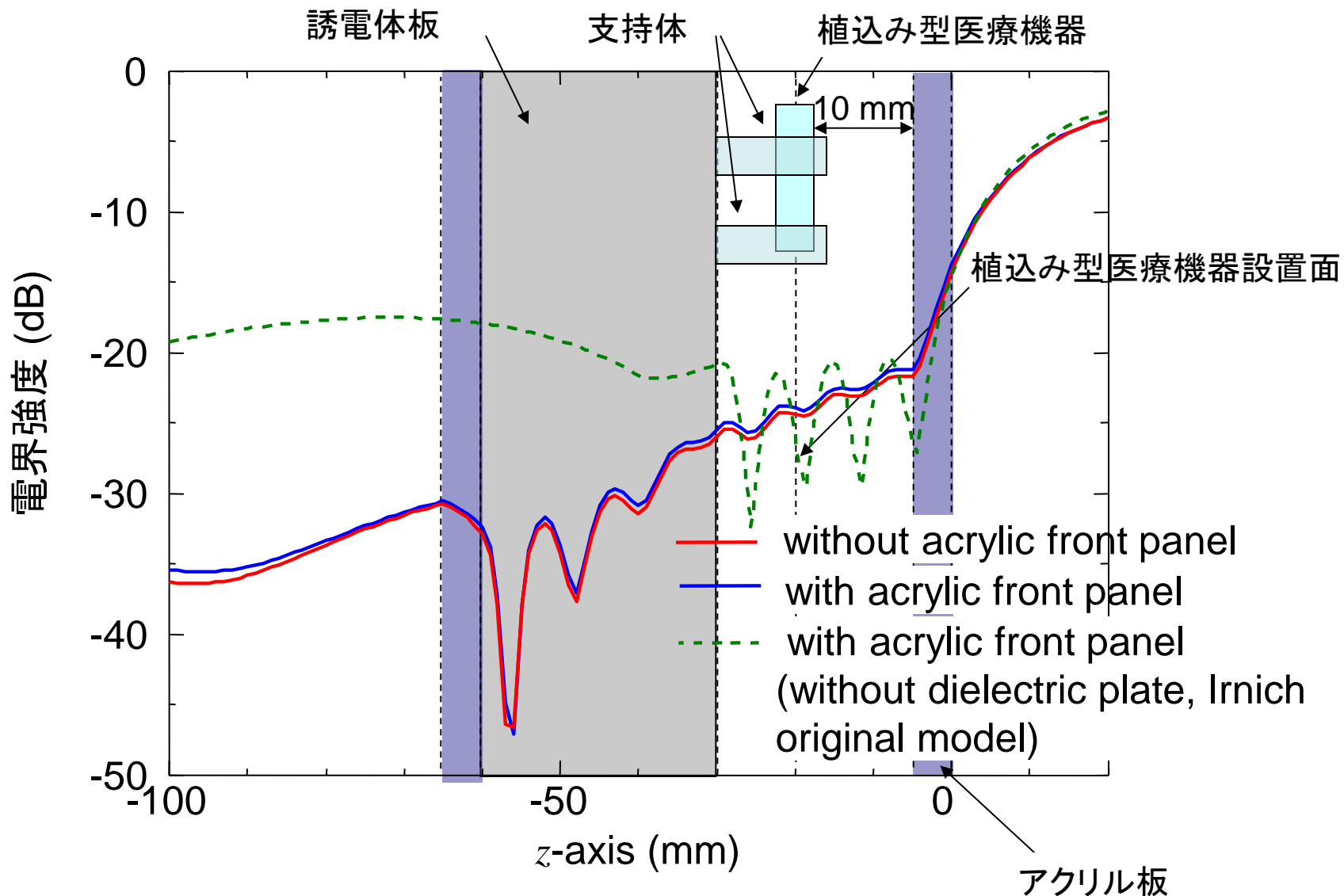
電界強度をファントム中心を通過する1次元線上で比較



A. 4 電界解析値 (UHF帯)



A. 5 電界解析値 (2.45 GHz)



A. 6 平板トルソーファントムまとめ

- ▶ ファントム内の電界強度値は表面の亚克力板がある場合の方が、わずかに高かった。具体的には、植込み型医療機器設置面における電界強度解析値の違いはごくわずか(UHF帯で0.03 dB以内, 2.45 GHz帯で0.45 dB以内)であった。
- ▶ これは、以下の理由が考えられる。UHF帯および2.45 GHz付近では、亚克力板の比誘電率および導電率は、それぞれ約3および0となる。一方、NaCl水溶液(1.8 g/L)の比誘電率および導電率は、それぞれ約75および1となる。
- ▶ 自由空間における比誘電率および導電率は、それぞれ1および0となるため、自由空間インピーダンスの不整合はNaCl水溶液と自由空間の間で支配的となる。そのため、表面の亚克力板による吸収および反射は、NaCl水溶液が及ぼす影響に対して無視できる程度である。

4. 植込み型医療機器EMI緩和法

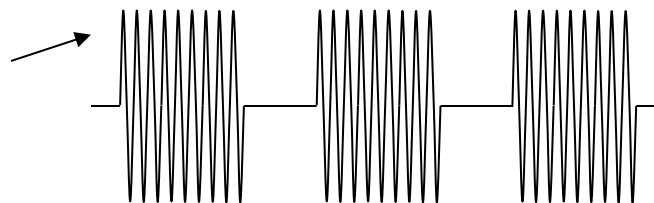
4.1 植込み型医療機器EMI緩和法

■ 植込み型医療機器電磁干渉の発生メカニズム

- ▶ RFID機器等から発せられる電磁波(電磁誘導方式RFIDリーダライタアンテナのコイル近傍磁界も含む)の周波数は、ペースメーカー動作周波数である数 kHz程度の周波数に比較し、数百 kHz～数 GHz程度の中の特定周波数であり、2桁～6桁以上高い周波数である。
- ▶ このような周波数信号は、基本的には直接ペースメーカーが感知できない周波数である。しかしペースメーカー内部回路の非線形応答によって、高い周波数の信号からペースメーカーの感知周波数範囲の雑音を検出される(包絡線検波)。
- ▶ 包絡線が変動している高周波信号が非線形特性を有する回路素子に入力されると、非線形特性により信号が検波され、低周波数帯の包絡線成分が出現する。この包絡線成分がペースメーカーの心電位検出回路のフィルタ通過帯域内になると、この成分が増幅され、ペースメーカーに影響を与える。

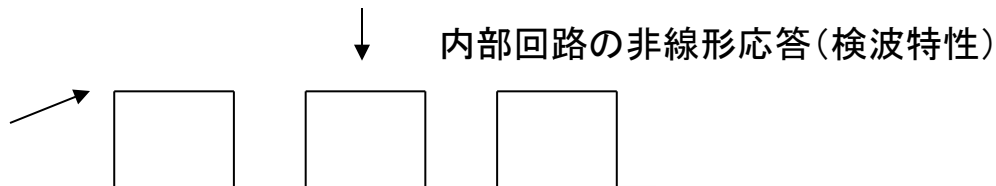
(a) 包絡線が変動する高周波信号

例えば1 GHz



(b) 内部回路の非線形応答に起因する検波出力

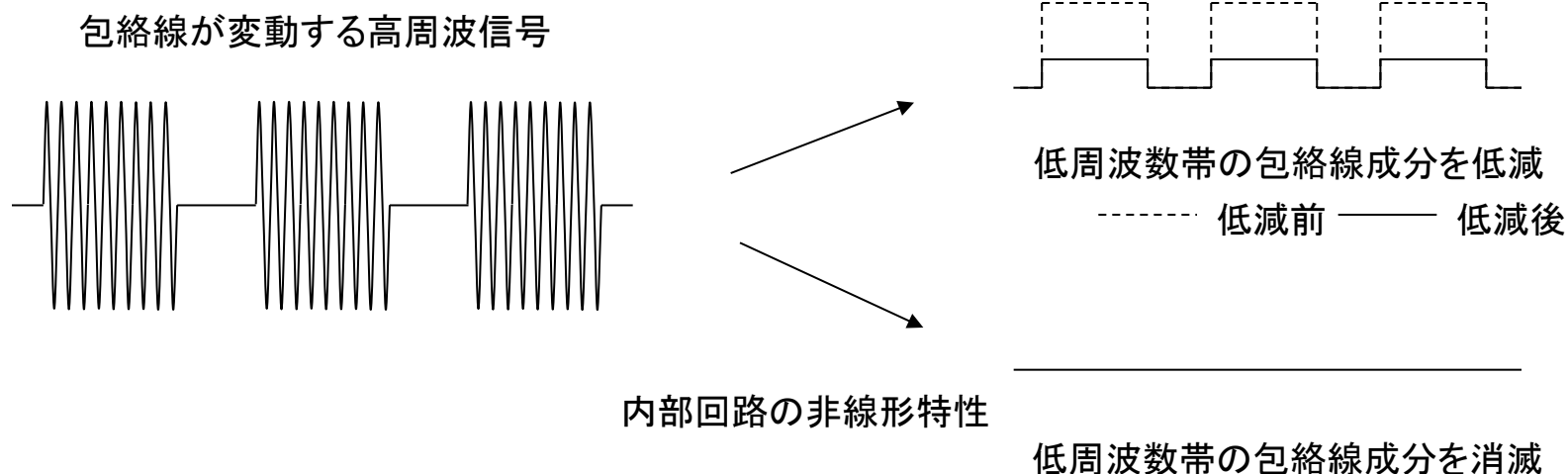
RFIDでは、例えば100 Hz



4.2 植込み型医療機器EMI緩和法の原理

■ 電磁干渉の原理・メカニズム

- 信号の包絡線成分が変動する変調方式(例えば, AM変調, パルス変調, 断続信号を用いる変調方式等)では非線形特性に起因し, 低周波信号が発生する.
- 一方, 信号の包絡線成分が変動しない変調方式(例えば, FM変調, PM変調等)やペースメーカー信号帯域外で包絡線が高速に変動する信号(RFIDに用いられるASK変調等)では, 通常は包絡線が一定もしくはペースメーカー信号帯域外となるため, 回路の非線形特性による検波出力からは低周波数帯の雑音信号は出現しにくい.
- 包絡線が変動する高周波信号においても, 非線形特性に起因する低周波数帯の包絡線成分出現を, 低減あるいは消滅させることにより, 電磁干渉発生阻止, 緩和することが可能となる.

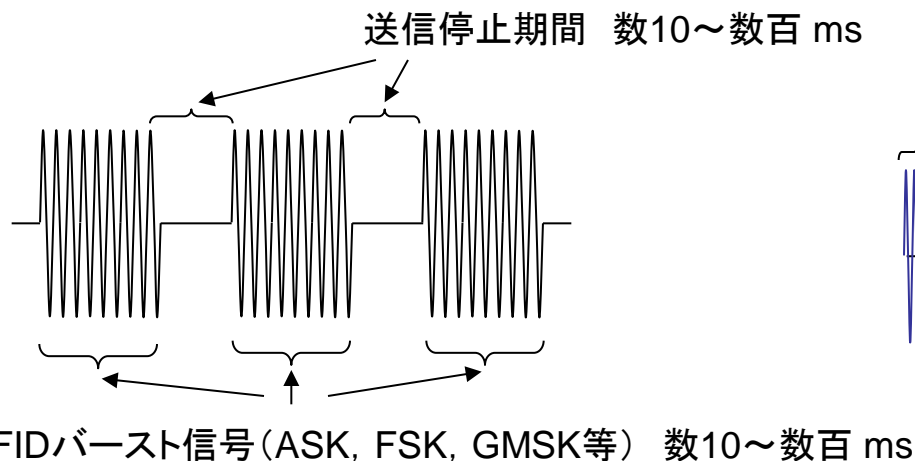


4.3 植込み型医療機器EMI緩和法の基本構成

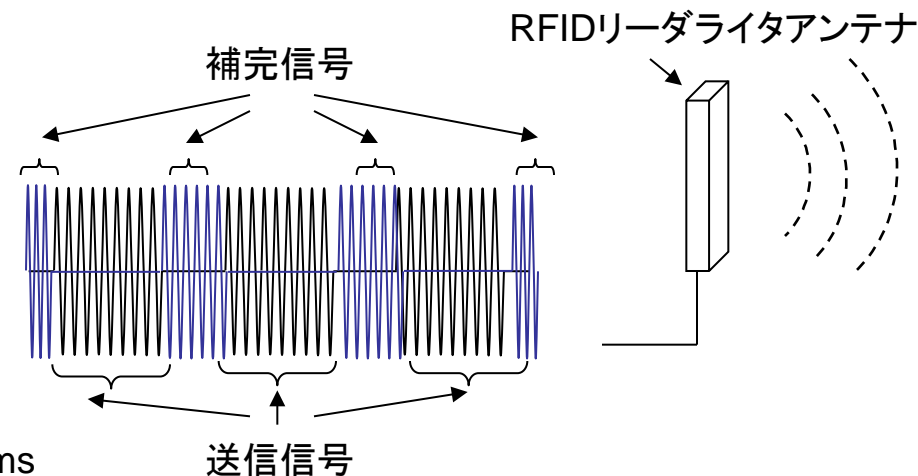
■ 電磁干渉緩和技術の基本的構成

- 包絡線成分の変動を低減あるいは消滅させるため必要な特性は、RFIDリーダライタのキャリア信号が停止している時間に、その時間的な隙間を埋めること(以下、補完信号と呼ぶ)である。
- RFIDバースト信号は送信停止期間を挟んで断続的にアンテナから発射される。バースト信号と送信停止期間の時間はそれぞれ数10～数百 msであり、この信号発射時と停止期間の電磁波のレベル差が検波され低周波の包絡線成分が発生する。
- 提案する緩和技術は包絡線成分の変動を低減あるいは消滅させるため、(同一あるいは異なる周波数の)補完信号をRFIDリーダライタアンテナと同一あるいは異なるアンテナから発射する

(a) RFIDリーダライタアンテナから発射される電磁波の出力波形

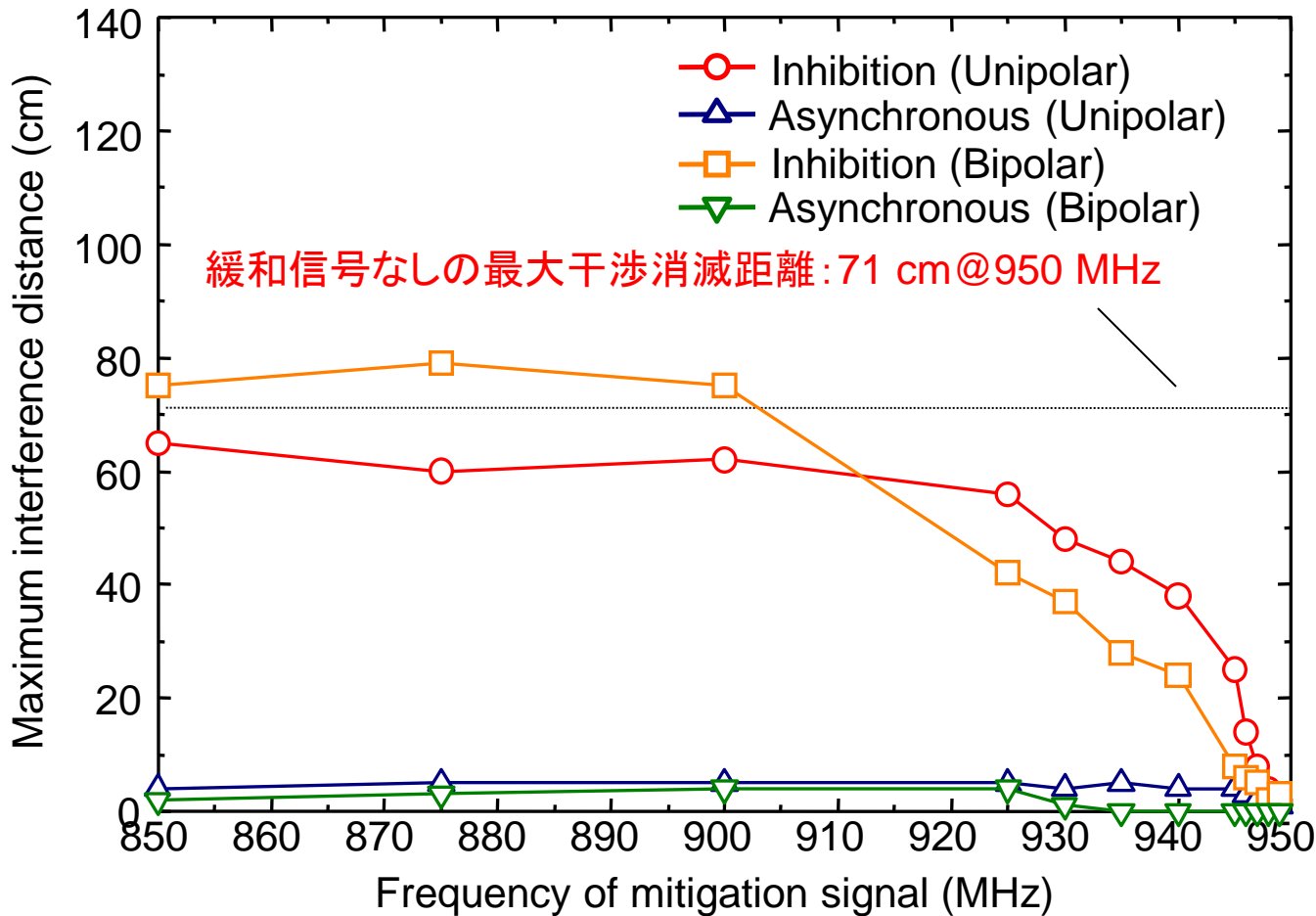


(b) RFIDリーダライタアンテナから発射される信号と補完信号



4.5 EMI緩和実証例(ペースメーカーA)

➤ 緩和信号周波数を変化させた場合の最大干渉消滅距離

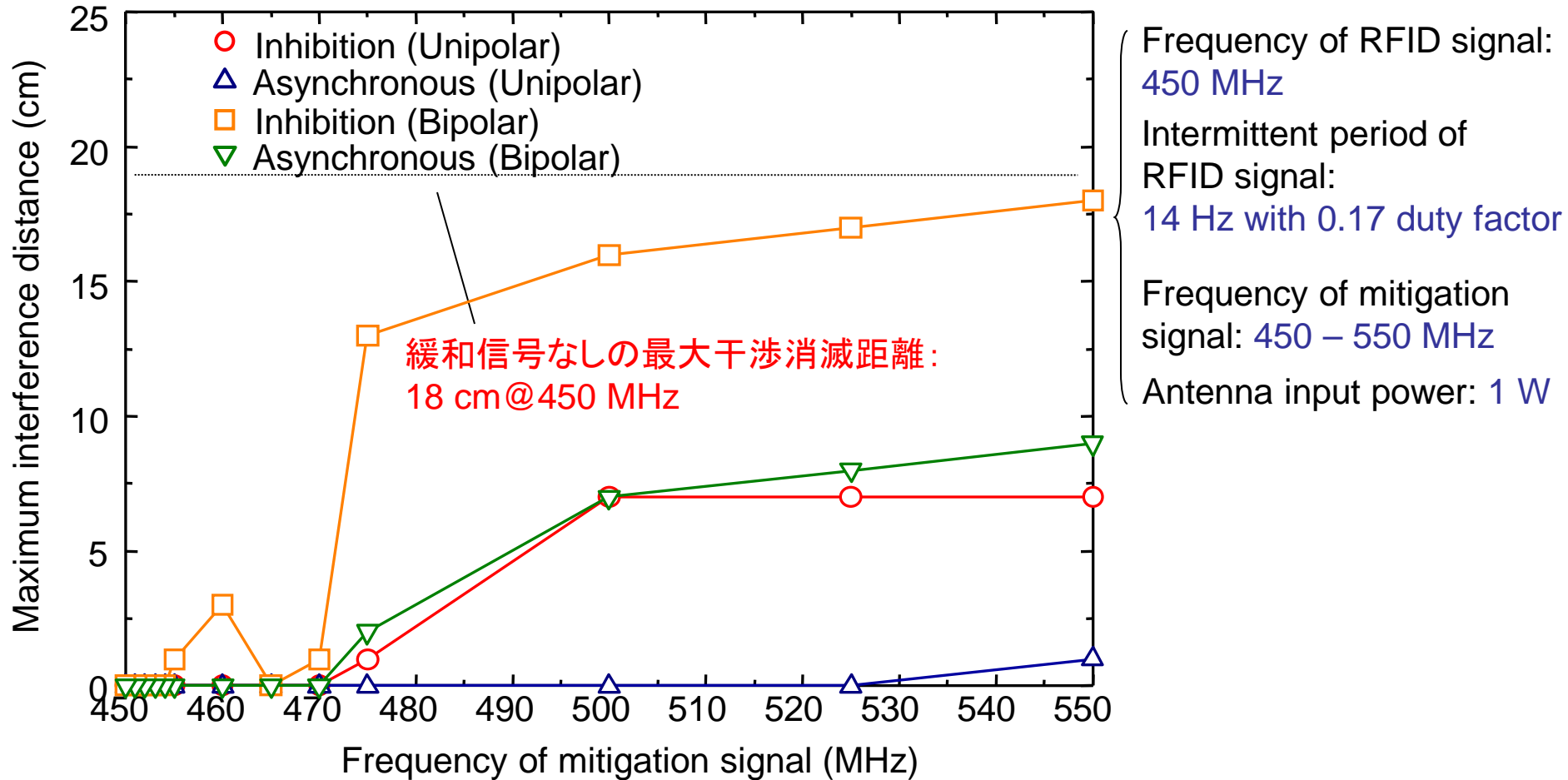


Frequency of RFID signal:
950 MHz
Intermittent period of
RFID signal:
1 Hz with 0.5 duty factor
Frequency of mitigation
signal: 850 – 950 MHz
Antenna input power: 1 W

緩和信号なしでの最大干渉消滅距離71 cmが3 cmに短縮(周波数オフセット: 1 MHz)

4.6 EMI緩和実証例(ペースメーカーB)

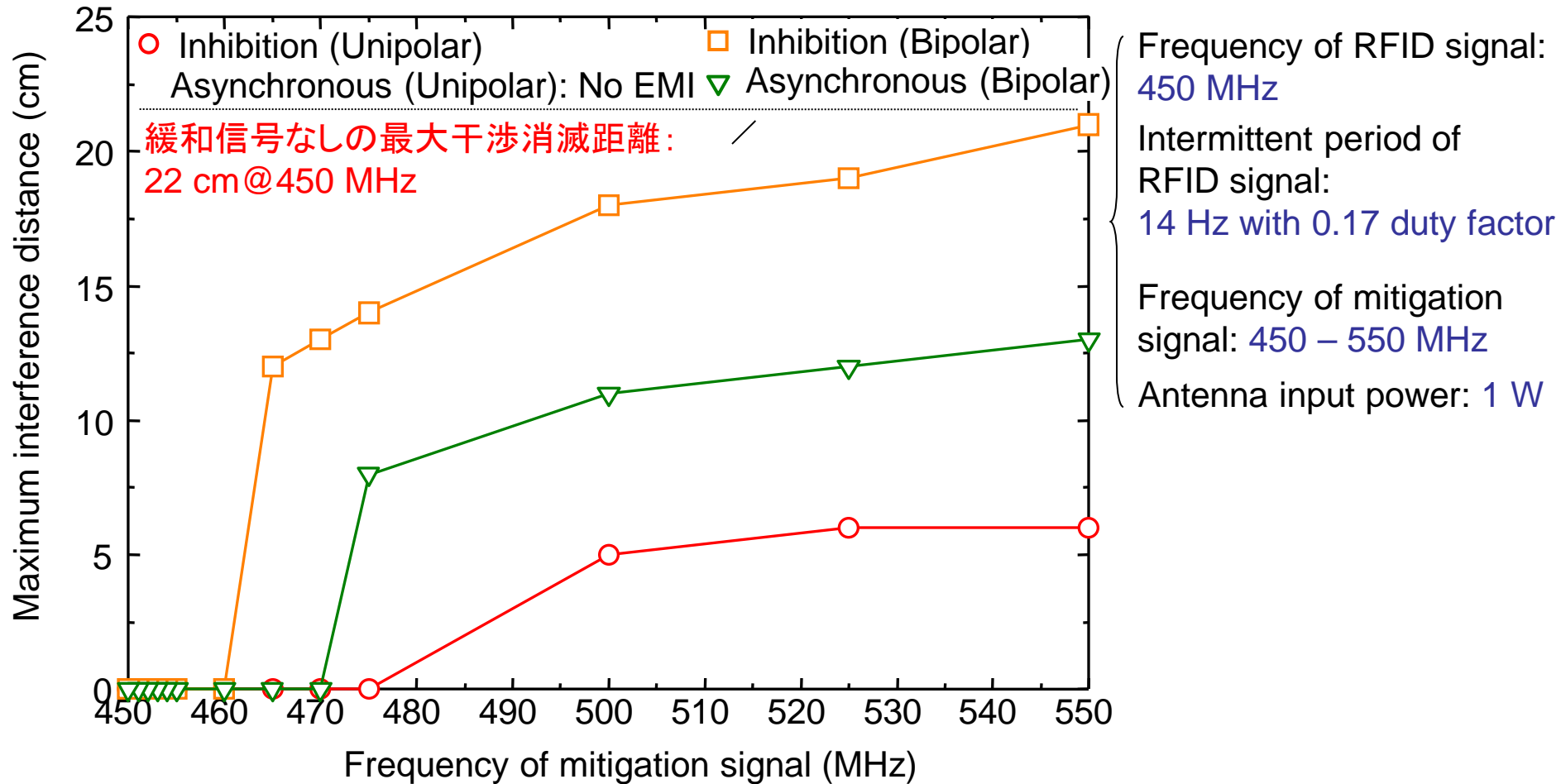
➤ 緩和信号周波数を変化させた場合の最大干渉消滅距離



周波数オフセットが0 MHzから4 MHzでは影響は全く発生せず

4.7 EMI緩和実証例(ペースメーカーC)

➤ 緩和信号周波数を変化させた場合の最大干渉消滅距離



周波数オフセットが0 MHzから10 MHzでは影響は全く発生せず

4.8 植込み型医療機器EMI緩和法まとめ

- ▶ 提案したEMI緩和法の有効性を確認するため、3種類の異なるペースメーカーを用いたEMI緩和実証例を示した。
- ▶ 提案EMI緩和法は、RFID信号周波数と緩和信号周波数の差が3MHz以内(3MHzオフセット)時には、最大干渉消滅距離を10分の1以下に短縮することが可能。
- ▶ ペースメーカーおよびICDのEMI特性は周波数に依存するため、緩和信号周波数設定時のオフセット周波数を小さくすることが、EMI緩和に有効。
- ▶ 現在、緩和信号の振幅や切り替え時間等を含めた、緩和条件の詳細調査を実施中。今後、緩和信号が存在する場合のRFIDリーダライタのタグ取り性能を検討予定。

5. 植込み型医療機器EMI数值解析推定法 (informative)

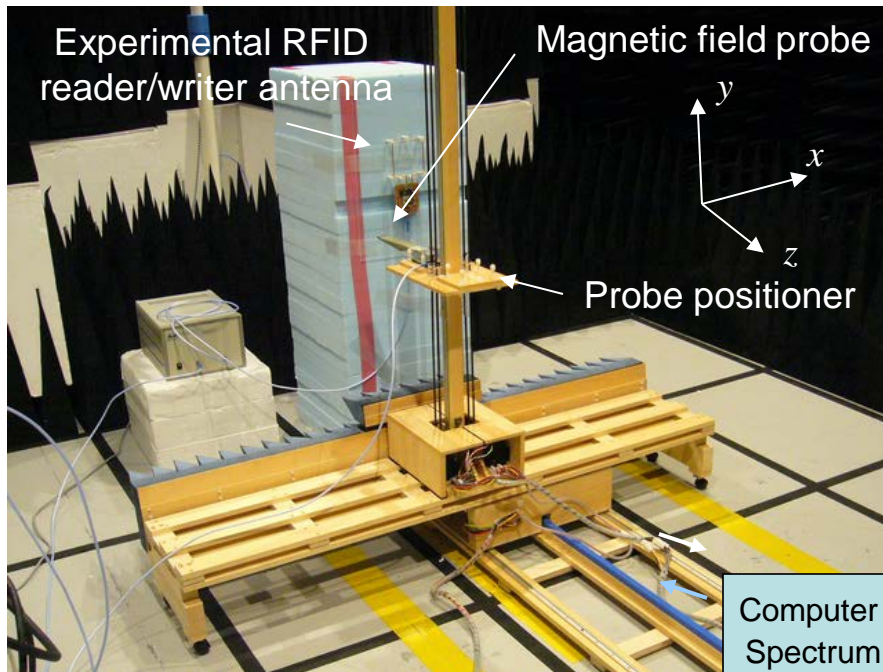
5.1 植込み型医療機器EMI数値解析推定法

■ 植込み型医療機器EMIのFDTD解析

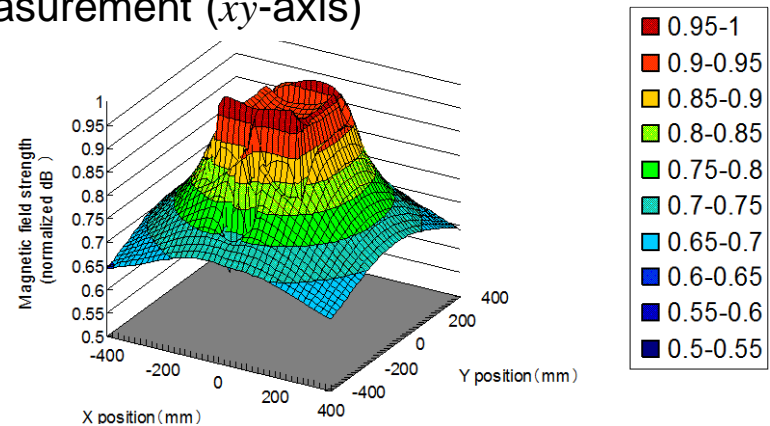
➤ HF (13.56 MHz)リーダライタが及ぼすEMIの数値解析推定結果の基本的有効性を測定および解析結果から確認

磁界強度分布(アンテナ表面)

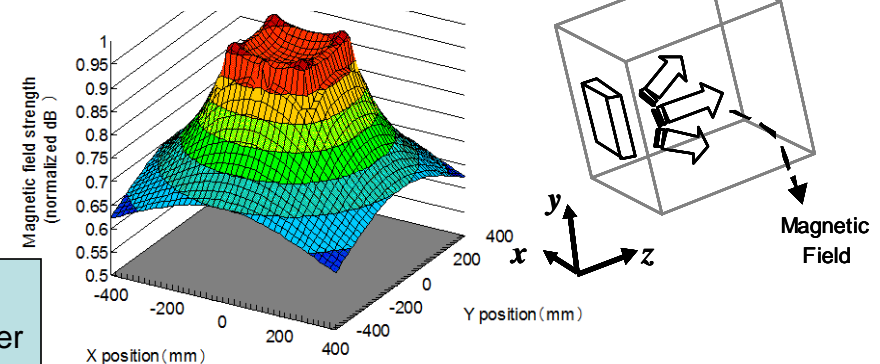
3次元電磁界分布測定系



Measurement (xy-axis)



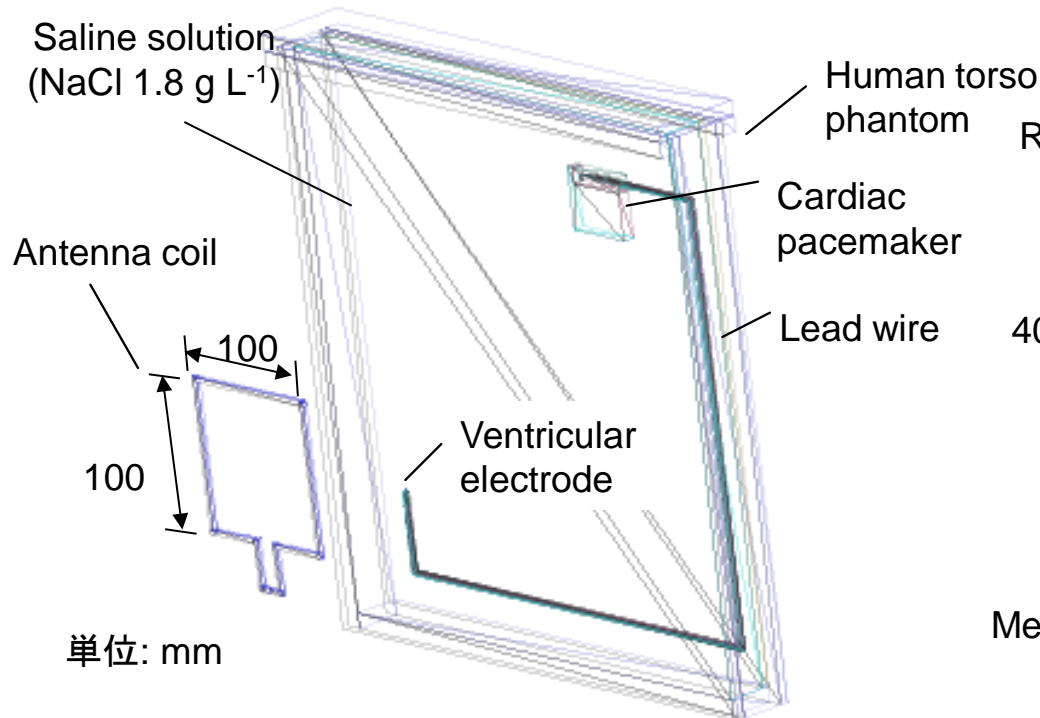
Calculation (xy-axis)



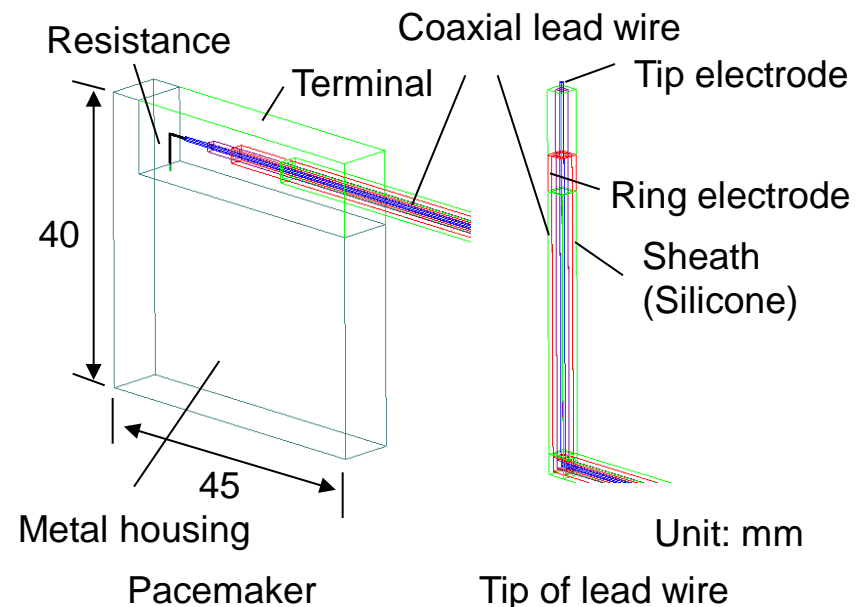
5.2 ファントムおよびペースメーカーモデル

- ▶ 植込み型心臓ペースメーカーおよび試験用RFIDリーダライタを用いたEMI試験および数値解析で得られた最大干渉消滅距離を比較. このとき, 4種類のアンテナにより発生するペースメーカー端子電圧をFDTD法で取得
- ▶ 平板トルソーファントムおよびRFIDリーダライタをモデル化し数値解析に適用

数値モデル例

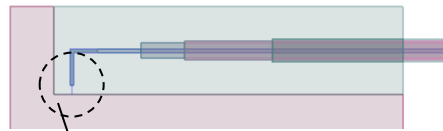


ペースメーカーおよびリード線の数値モデル

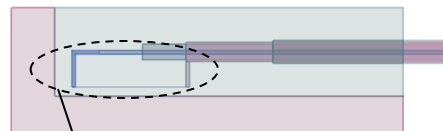


5.3 数値解析で求めたペースメーカー端子電圧

- ▶ 数値モデルには、13.56 MHzにおける比誘電率および導電率を解析に適用。さらに、EMI試験と同様に、平板トルソーファントムモデルはアンテナモデルと平行になるよう設定
- ▶ ペースメーカー端子電圧は抵抗の両端で評価

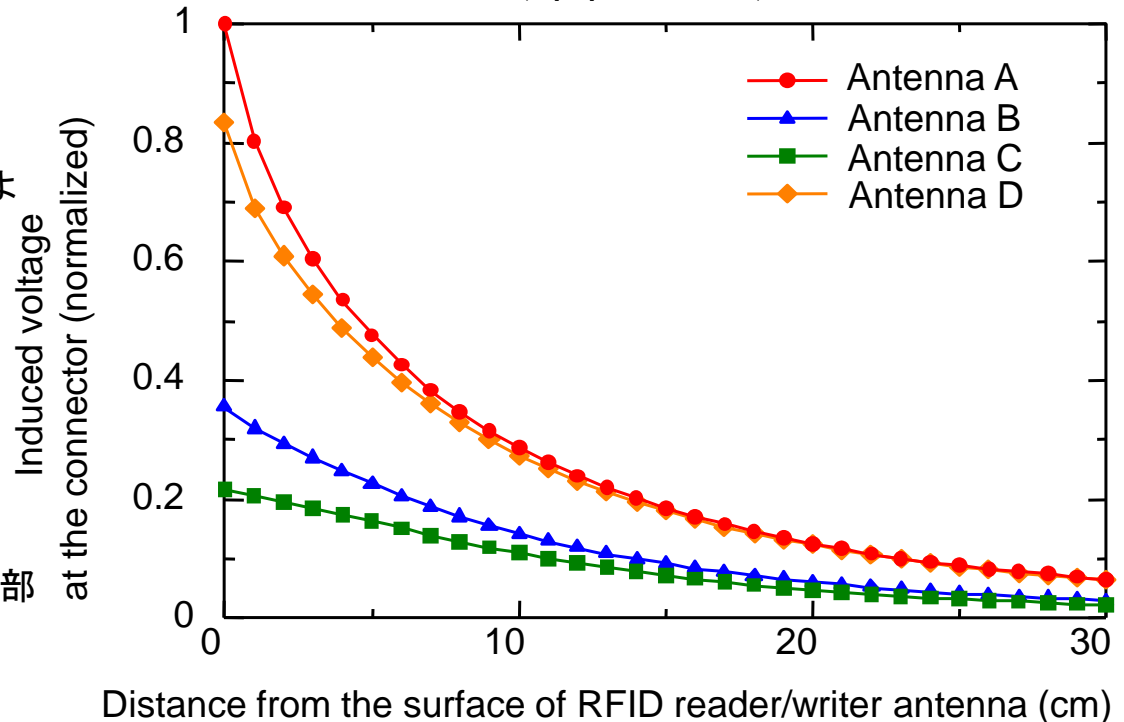


単極モード: ペースメーカーの金属筐体およびリード線の内部導体間に抵抗を接続



双極モード: リード線の外部導体および内部導体間に抵抗を接続

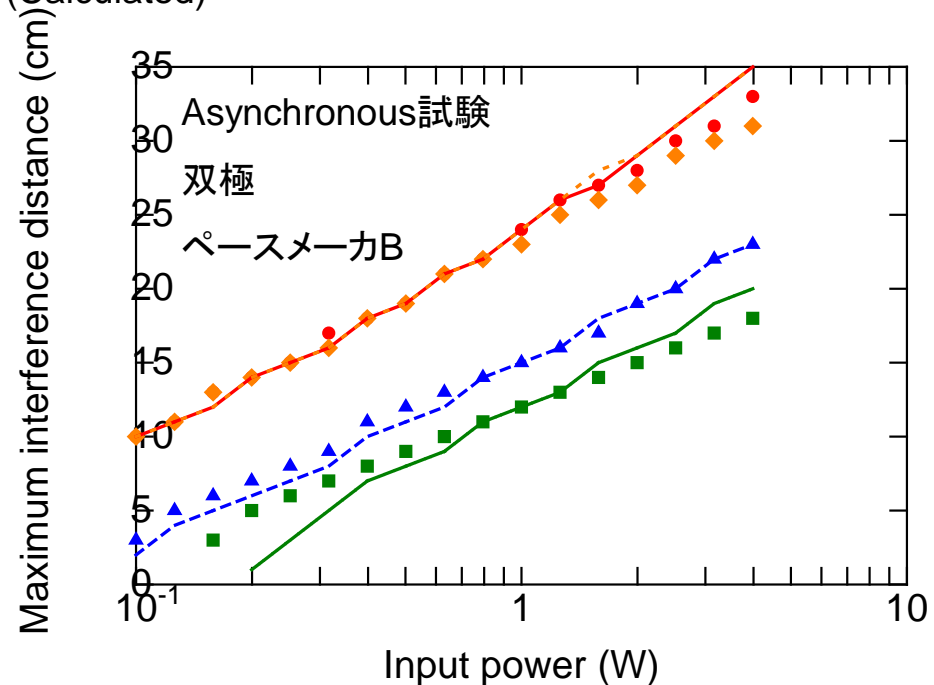
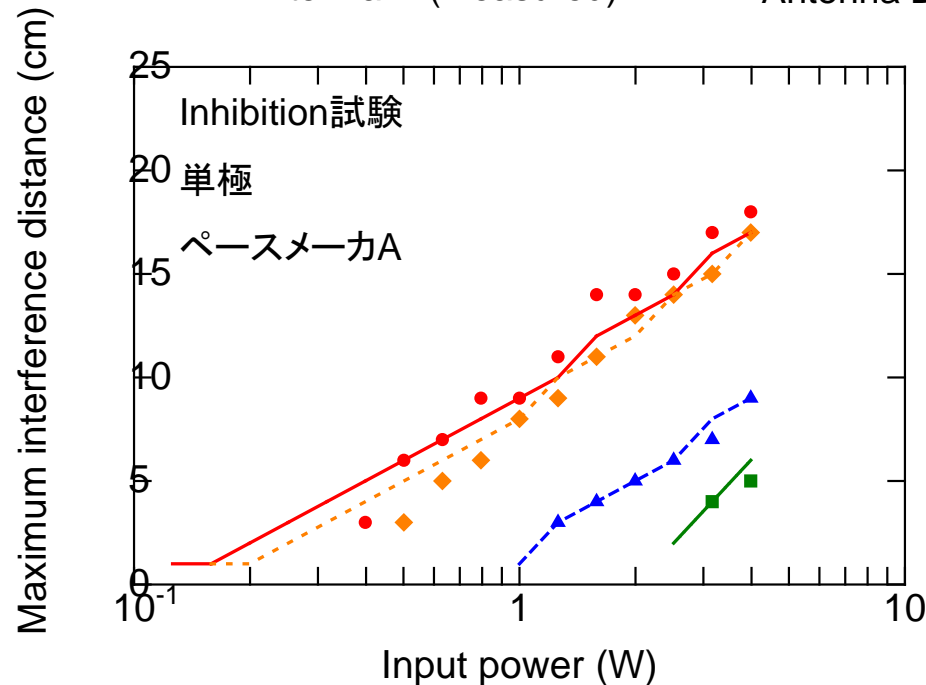
数値解析で得られたペースメーカー端子電圧 (単極モード)



5.4 最大干渉消滅距離比較

測定および解析で得られた最大干渉消滅距離例

- Antenna A (Measured) — Antenna A (Calculated)
- ▲ Antenna B (Measured) - - Antenna B (Calculated)
- Antenna C (Measured) - · - Antenna C (Calculated)
- ◆ Antenna D (Measured) ··· Antenna D (Calculated)



これらの結果から、数値解析により、HF帯RFIDリーダライタ近傍磁界に起因するペースメーカー端子電圧が明らかになることを意味している。また、EMIを引き起こす端子電圧は、正確かつ詳細な数値解析を用いることで推定可能である。

6. 結論

RFIDリーダライタが植込み型医療機器に及ぼすEMIを詳細に取得する評価試験を実施

➤ 植込み型医療機器電磁干渉発生 の最大干渉消滅距離

125 kHz: 17 cm HF: 22.5 cm (ゲート型) UHF: 75 cm 2.45 GHz: EMI未観測

提案した植込み型医療機器EMI緩和法の有効性を, 3種類の異なったペースメーカーを用いて実験的に確認

➤ 最大干渉消滅距離は3 cm以下に短縮

➤ より詳細な調査を現在実施中

植込み型医療機器EMI数値解析推定法 の有効性を, EMI試験結果および数値解析結果から確認

➤ EMI試験およびFDTD数値解析で得られた最大干渉消滅距離は非常によく一致