

# 研究背景・目的

## 医療用非接触給電(WPT)

### インプラント医療機器



ペースメーカー



カプセル内視鏡



人工内耳

### 特徴

- ◆ 非侵襲かつ非接触の給電
- ◆ 電池交換に伴うリスクの低減
- ◆ 患者の QOL 向上

## 従来型医療用WPT方式

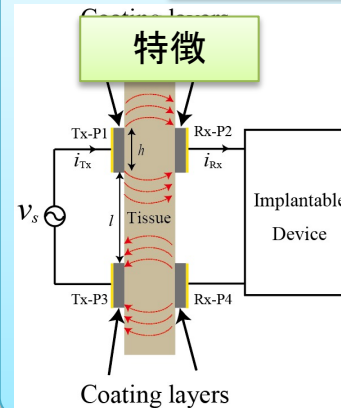
### 磁界共鳴方式(IWPT)

#### 特徴

- ◆ 磁気結合による電力伝送
- ◆ 車載用WPTに応用
- ◆ 高周波誘導加熱(IH)に応用
- ◆ 比吸収率(SAR)の制限 大

### 電解結合方式(CWPT)

#### 特徴



#### 特徴

- ◆ 電解結合の原理で動作
- ◆ SARの制限 小



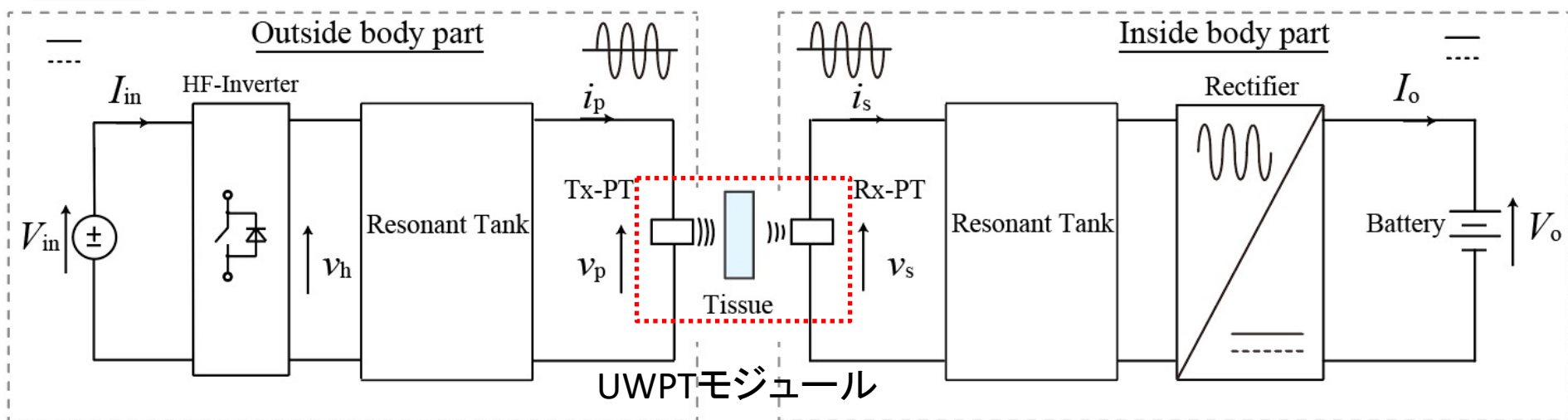
# 既存技術との比較

	手術時 精神的 リスク	手術時 感染症 リスク	医療費 経済的 リスク	給電効率	人体影響
取換え手術 既存	×	×	×	◎	× 侵襲性高い リード線の接触不良 感染症のリスク
磁界共鳴 IWPT 既存	◎	◎	○	○ 短い距離で大電力 が伝送可能	△ 高周波誘導電流 による発熱
電界結合 CWPT 既存	◎	◎	○	△ 誘電体損失が 発生	△ 金属プレート 加熱が発生
超音波 UWPT 提案	◎	◎	○	× 音波減衰 大	◎

# 研究背景・目的 《 超音波振動方式UWPTシステム

体外

体内



原理

高周波インバータから出力される電圧 $v_p$ に応じて送電側PT(Tx-PT)が超音波振動を発生

圧電逆効果

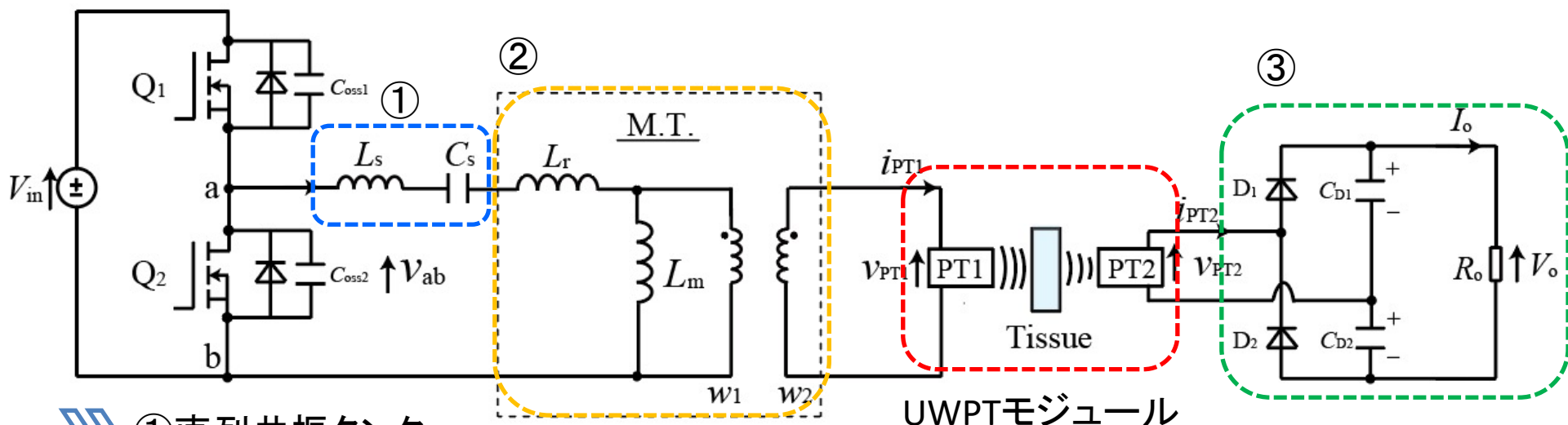
体細胞(Tissue)から伝わる振動エネルギーを受けて受電側PT(Rx-PT)が高周波電流を生成

圧電効果

高周波整流回路を通じてインプラント機器内蔵のバッテリーを充電



設計が容易な工業用周波数領域にて駆動するUWPTシステムを構築



## ①直列共振タンク

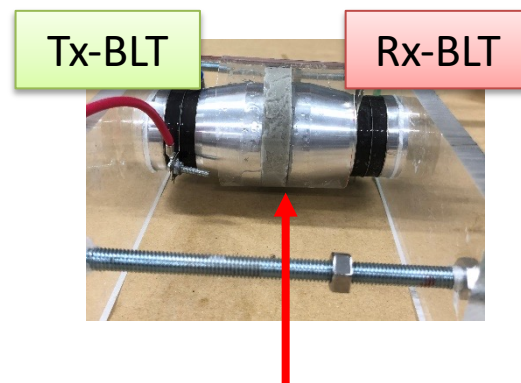
- ◆ 受電側の共振タンクも一括して送電側に設置
- ◆ 送電側・受電側の電力補償および波形改善

## ②整合トランス(M.T.)

- ◆ 負荷直列共振の鋭さQを調整
- ◆ Tx-PT(PT1)の電圧を昇圧

## ③全波倍電圧整流回路(Voltage doubler)

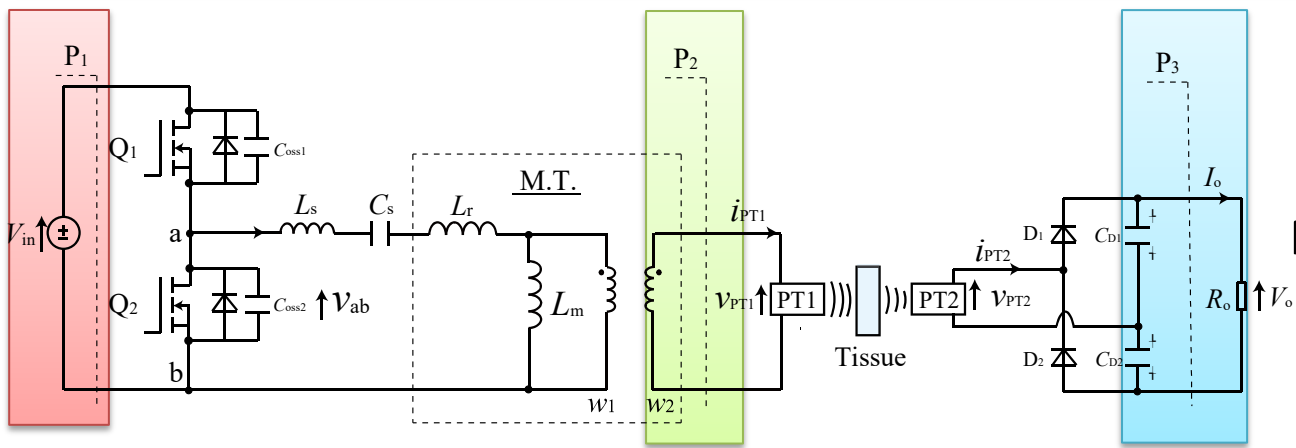
- ◆ Rx-PT(PT2)で発電する微小電圧 $v_{PT2}$ を昇圧



Tissueを模した超音波ファントム

M.T.方式UWPTシステム

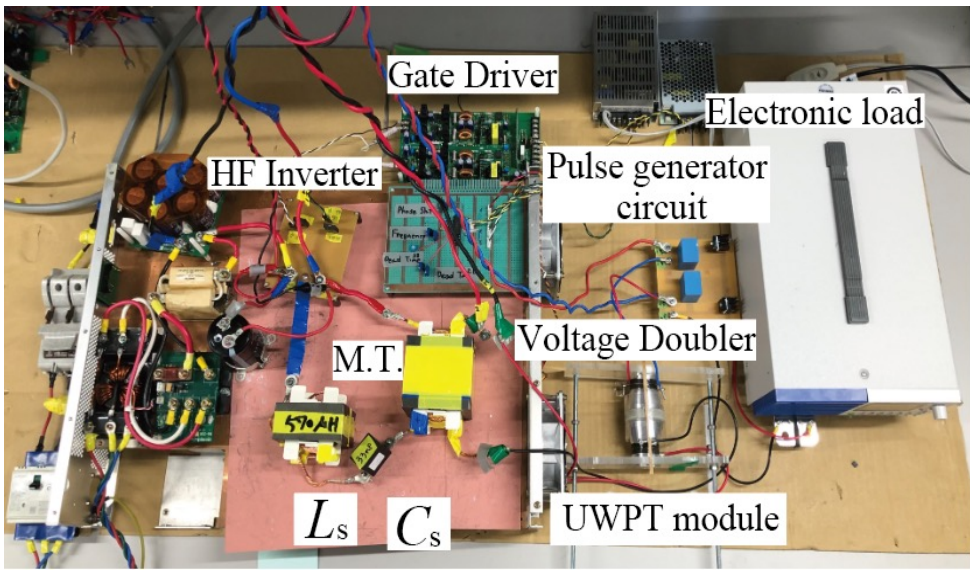
# 試作器仕様



インバータ効率: $\eta_1 = \frac{P_2}{P_1}$

PT間電力伝送効率: $\eta_2 = \frac{P_3}{P_2}$

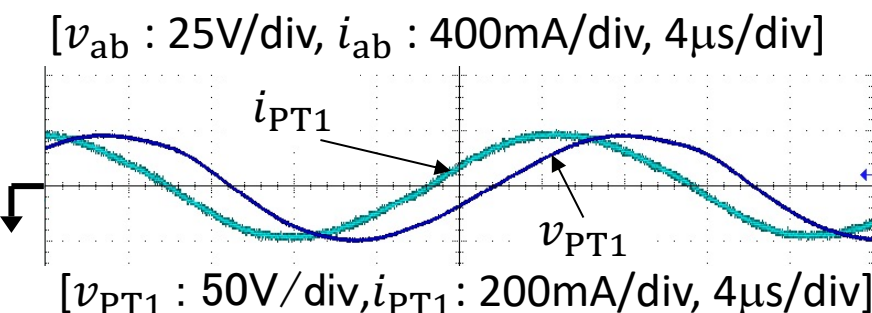
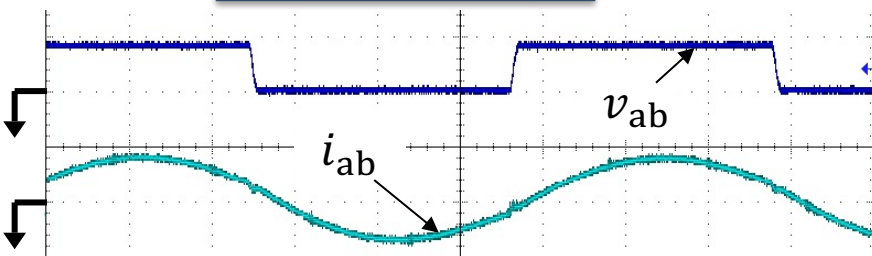
総合効率: $\eta_3 = \frac{P_3}{P_1}$



試作器概観

Item	Symbol	Value[Unit]
Input voltage	$V_{in}$	30 [V]
Operating frequency	$f_s$	39.3 [kHz]
Load resistor	$R_o$	200 [ $\Omega$ ]
Dead time interval	$T_d$	500[ns]
Series resonant inductor	$L_s$	570 [ $\mu$ H]
Series resonant capacitor	$C_s$	33 [nF]
Quality factor	Q	5
Windings turns ratio of M.T.	$w_1/w_2$	5/14
Magnetizing inductance	$L_m$	570 [ $\mu$ H]
Leakage inductance	$L_r$	11 [ $\mu$ H]

## 各種動作波形



## 実測効率

Normal Mode

Peak Over

Scaling

AVG

Line Filter

Freq Filter

Time

Integ: Reset

YOKOGAWA

PLL1: [01] Error

PLL2: [01] Error

CF: 3

8 change items

Udc1

33.557 V

P3

0.257 W

Urms2

32.324 V

$\eta_1$

95.473 %

Udc3

7.146 V

$\eta_2$

10.028 %

I dc1

0.0799 A

$\eta_3$

9.574 %

I rms2

0.0801 A

-----

I dc3

0.0359 A

-----

P1

2.682 W

-----

P2

2.561 W

-----

Update

33 ( 50msec)

2021/05/14 18:35:30

Update 33 ( 50msec)

2021/05/14 18:35:30

直列共振タンクの効果で  
 $i_{ab}$  と  $i_{PT1}$  が共振波形



UWPTモジュール等価回路のモデリング手法  
+  
共振回路設計の有用性を実証

$$\text{インバータ効率: } \eta_1 = \frac{P_2}{P_1} = 95[\%]$$

$$\text{PT間電力伝送効率: } \eta_2 = \frac{P_3}{P_2} = 10[\%]$$

$$\text{総合効率: } \eta_3 = \frac{P_3}{P_1} = 9.6[\%]$$

- 目標値10%に近い総合効率9.6%を達成
- 提案システムの有用性を実証