



線路又は共振器間結合を利用した ワイヤレス給電

龍谷大学 理工学部 電子情報学科
教授 栗井 郁雄

研究背景

1. ワイヤレス給電の必要性

(1) 電気エネルギーの対全エネルギー率急増

- ・地球温暖化、および化石エネルギー枯渇  再生可能エネルギー
- ・CO2を排出しないエネルギー創生法への傾斜  すべて電気エネルギーに変換

(2) 最高級エネルギーとしての電気エネルギー使用上の利便性向上

電気エネルギーのエクセルギー効率が高いことにより、利便性の向上は省エネルギーにもつながる。

(3) 日本の産業復活の鍵を握る

後述のように多くの産業にかかわるのでインパクトが大きい。

研究背景(2)

2. 給電法の分類

エバネセント界 による励振	電磁誘導方式 #1 (近距離、1980年代から)
	共振器結合方式 #2 (中距離、2007年から)
	○線路結合方式 #3 (近距離、2009年から)
放射界による 空間伝送	マイクロ波・ミリ波方式 (遠距離、1950年代から)
	レーザービーム方式 (遠距離、1980年代から)

- ・ #1は既に実用化段階に入っている
- ・ #2はMITによって提案された“磁気共鳴方式”が代表的で、これ以外に横浜国大によって提案されたフリーアクセスマットがある
- ・ #3は龍谷大によって提案された方式であり、より詳しくは線路/線路結合方式、線路/共振器結合方式の2種類ある。

研究背景(3)

3. ワイヤレス給電技術の利用法

- (1) 交通機関、特にEV(電気自動車)の充電、電車への給電
ショート・感電事故の減少、メンテの簡易化、EVの電池削減、
騒音・電磁雑音の減少、街の美観の確保、
- (2) 家電製品、オフィス機器への給電
たこ足配線の消滅、埃によるショート・火事の減少、
感電事故の減少、
- (3) 携帯機器の簡便な充電
充電マットに乗せるだけ、同時に複数機器、汎用化の追求

研究背景(4)

- (4) 工場内、クリーンルーム、可燃性ガス雰囲気での搬送
省エネルギー、メンテ軽減、無塵化、スパークレス、
- (5) 生活支援ロボット、災害救援ロボットへの給電
室内では共振器結合、屋外ではマイクロ波、レーザー
ロボットの本格使用への鍵？
- (6) 飛翔体への給電
空中無線局のホバリングエネルギーの供給
- (7) 宇宙発電
静止衛星発電の地上への送電

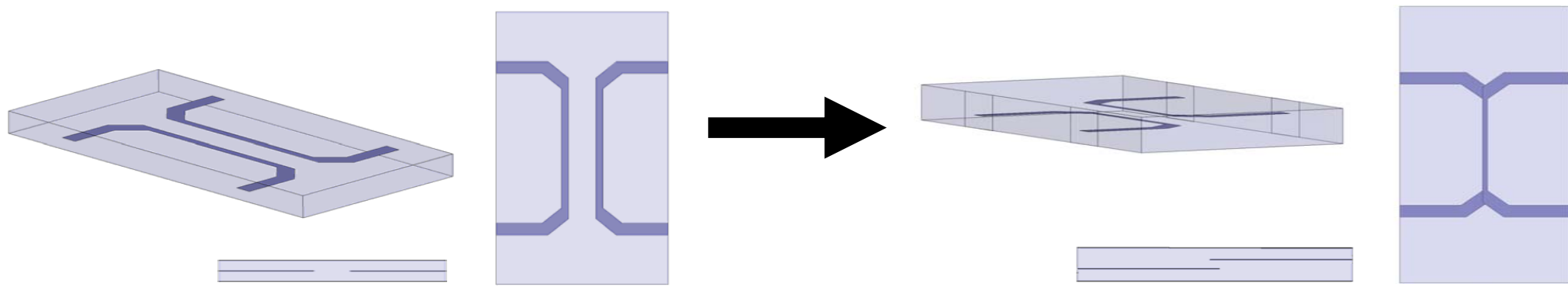
研究背景(5)

(4)我々の研究

- 上記の応用はほとんどが固定した2点間の給電
 - 我々は移動式の給電を目指す
 - 特にEV(電気自動車)の走行中充電が最終目標
 - 室内で動作する生活支援ロボットの給電も視野に入れる
 - 最初は小電力、特殊用途から始めたい
-
- 長年のマイクロ波回路研究からヒント
 - 線路/線路結合方式と線路/共振器結合方式
 - 現状はマイクロ波小電力で実験を行っている

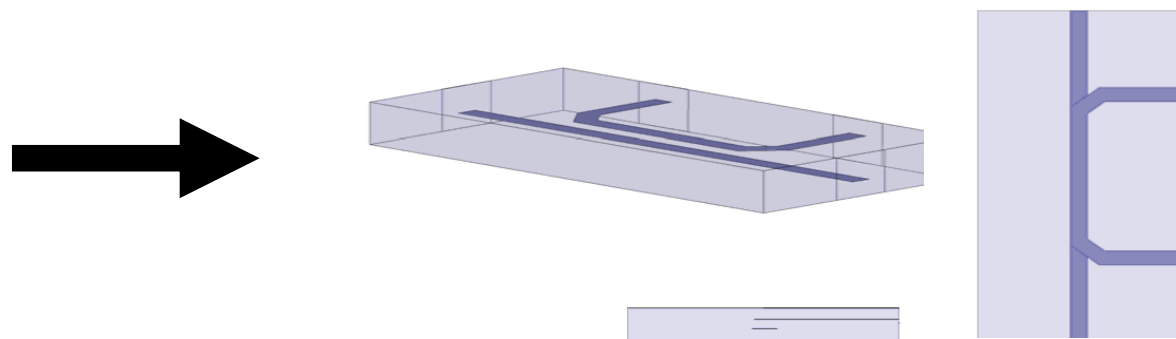
新技術の基となる研究成果・技術

マイクロ波方向性結合器からワイヤレス電力伝送へ



方向性結合器(エッジ結合)

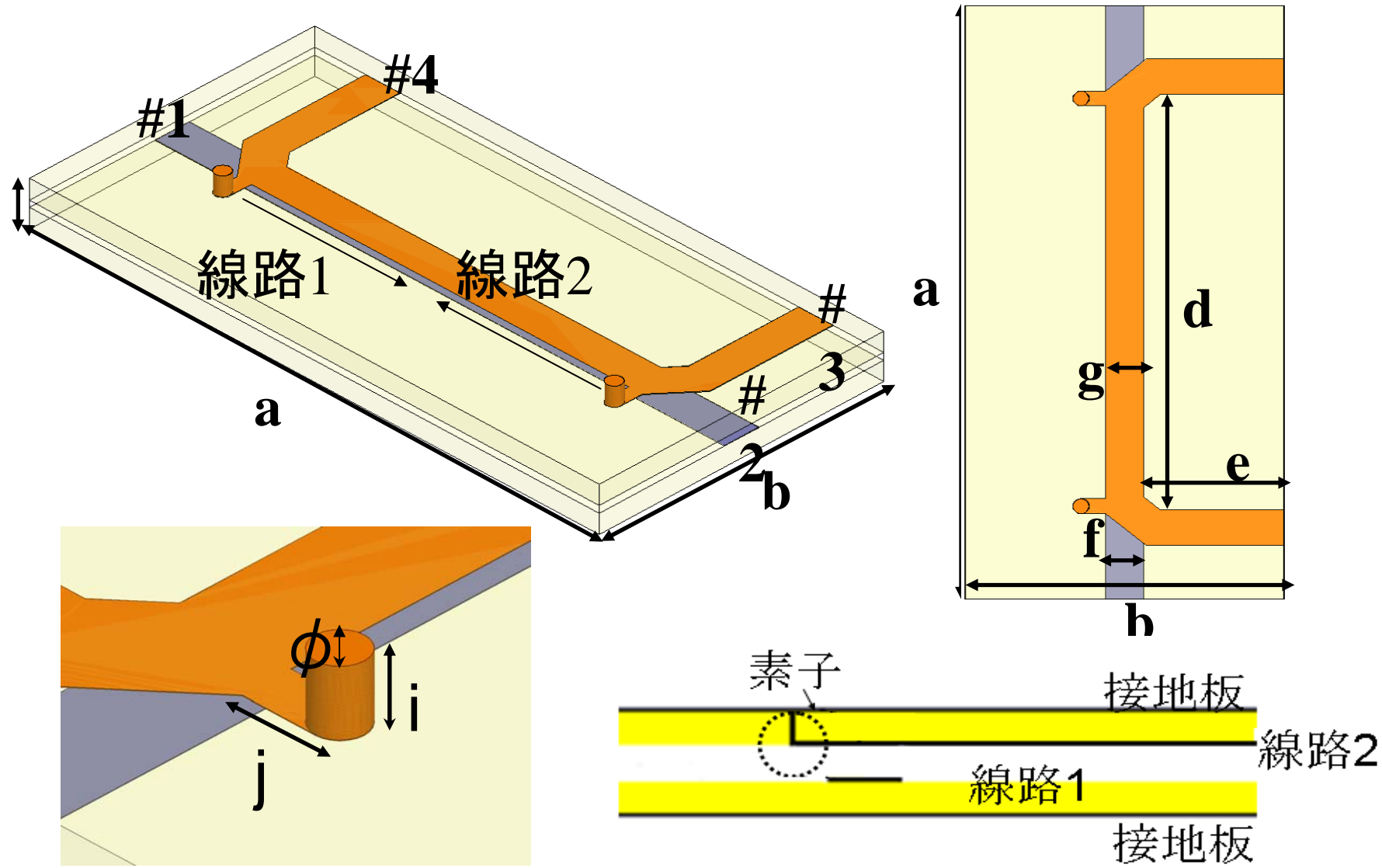
ブロードサイド結合



線路の一本をストレートに

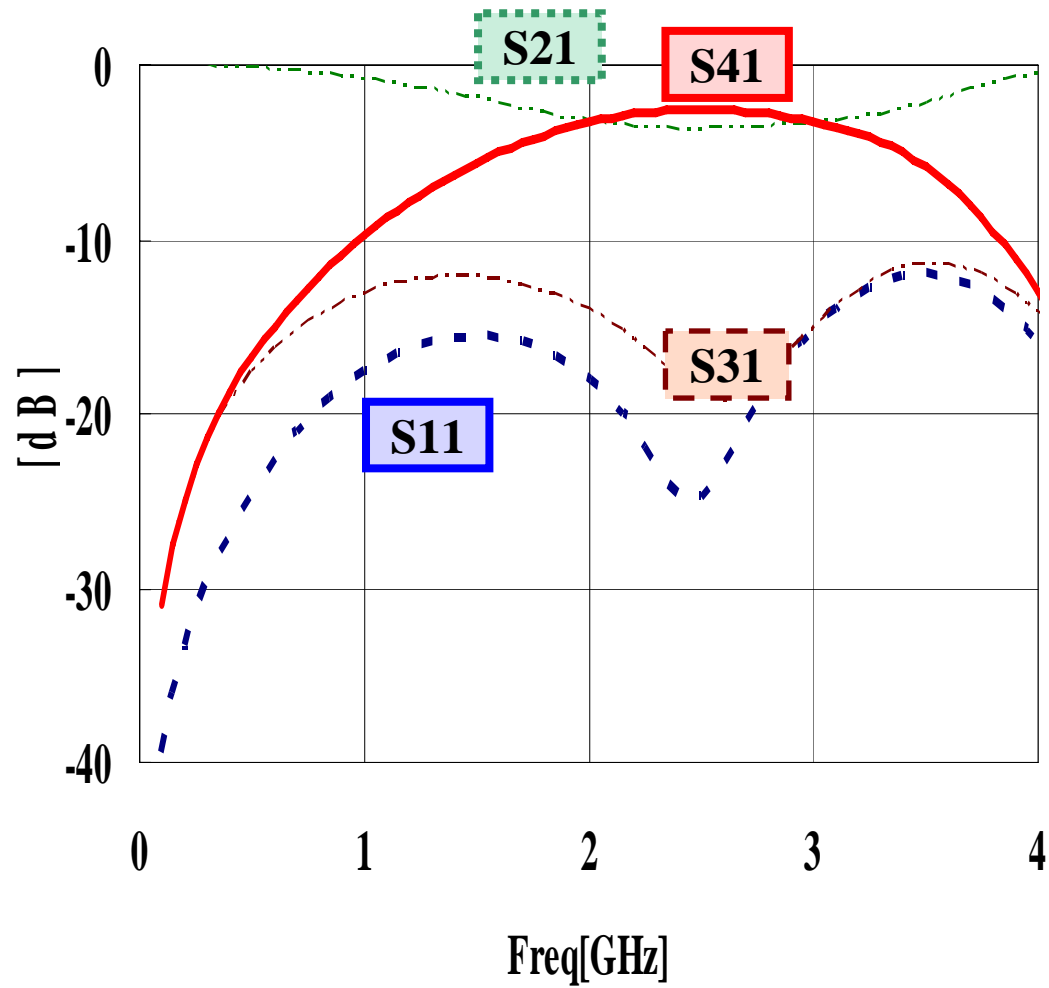
一次元方向の移動式電力伝送が可能に！！

線路/線路結合型の整合

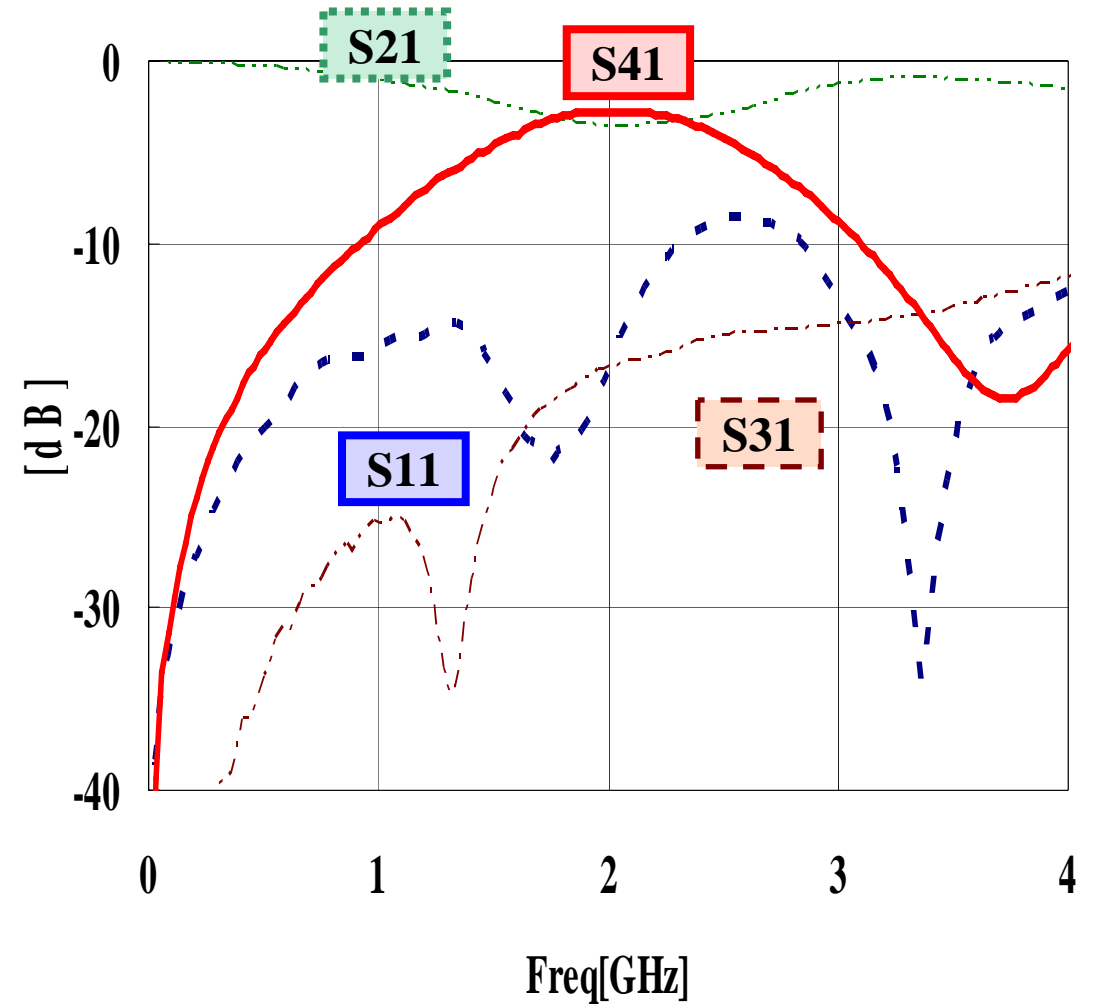


$a=40, b=20, c=3.3, d=28, e=7.4, f=2.4, g=2.4, i=1.4$
 $j=2 \quad \phi = 1$
 unit:[mm]

周波数特性の比較

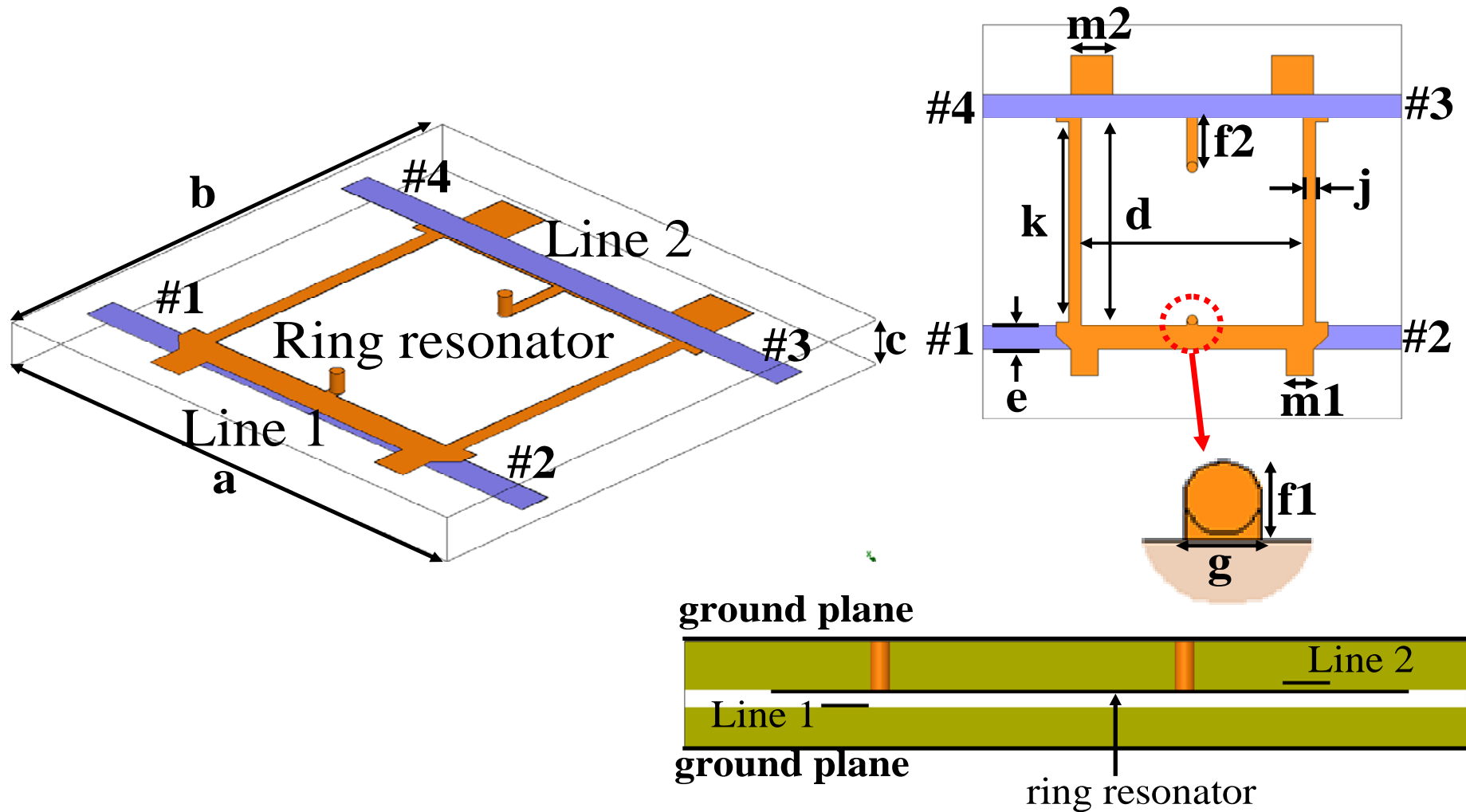


シミュレーション結果

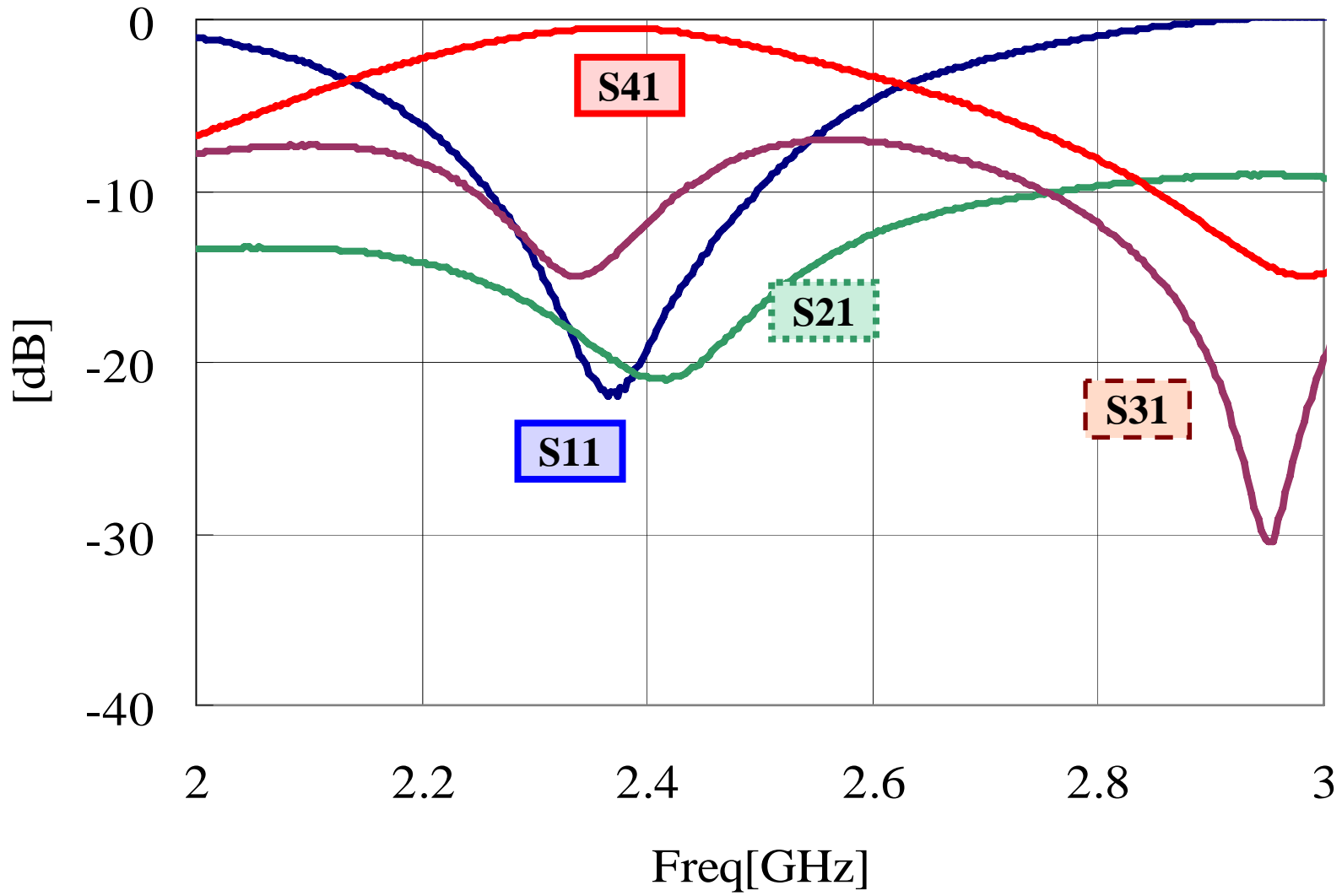


実験結果

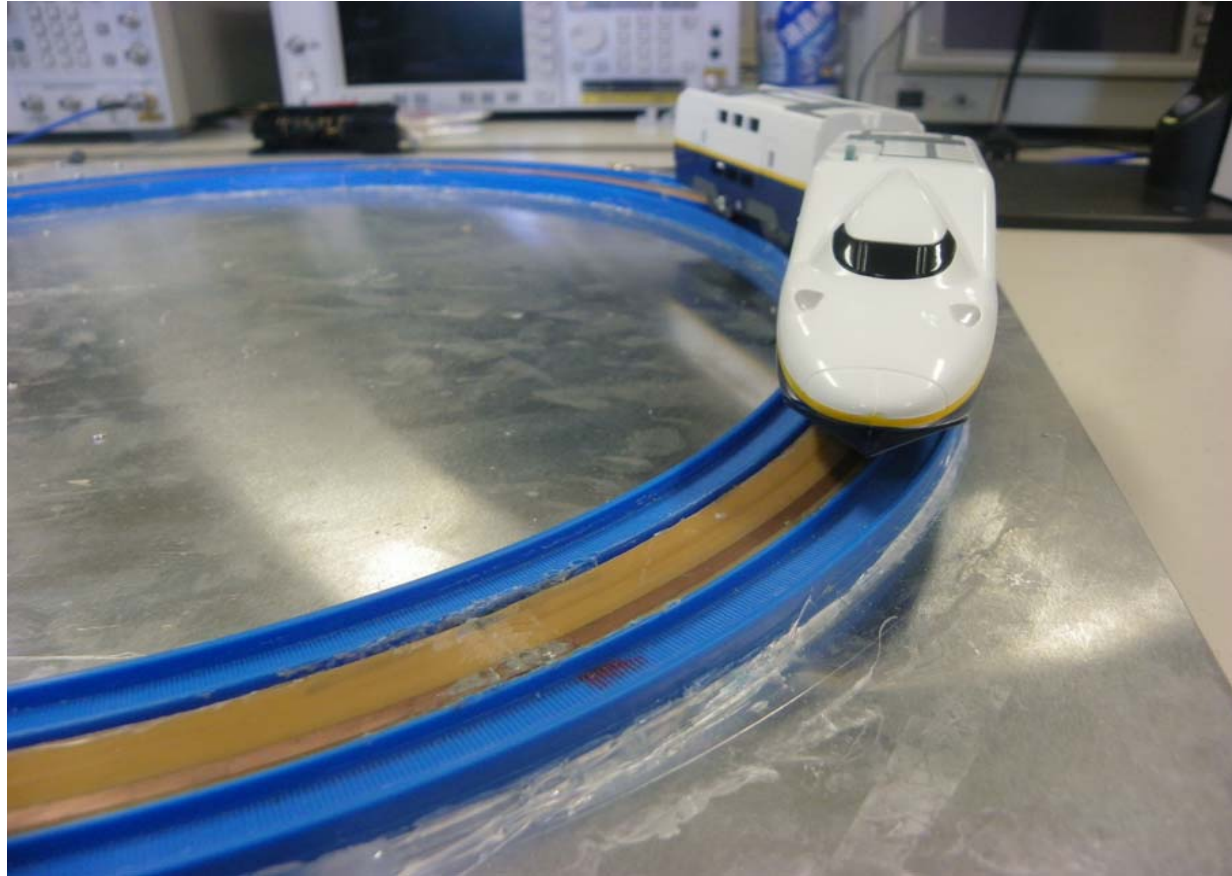
線路/共振器結合型への改造



実験結果

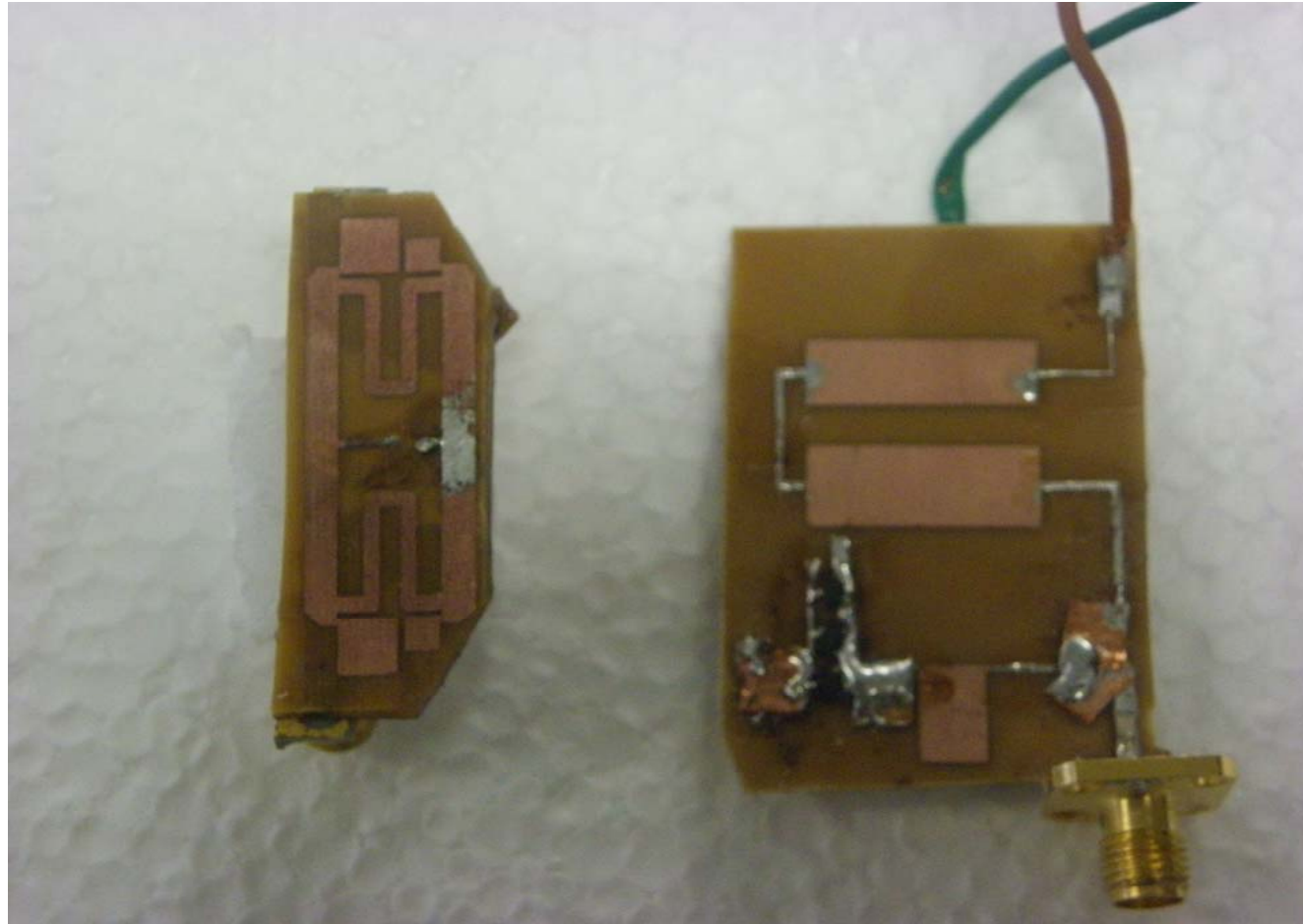


模型電車の走行デモ



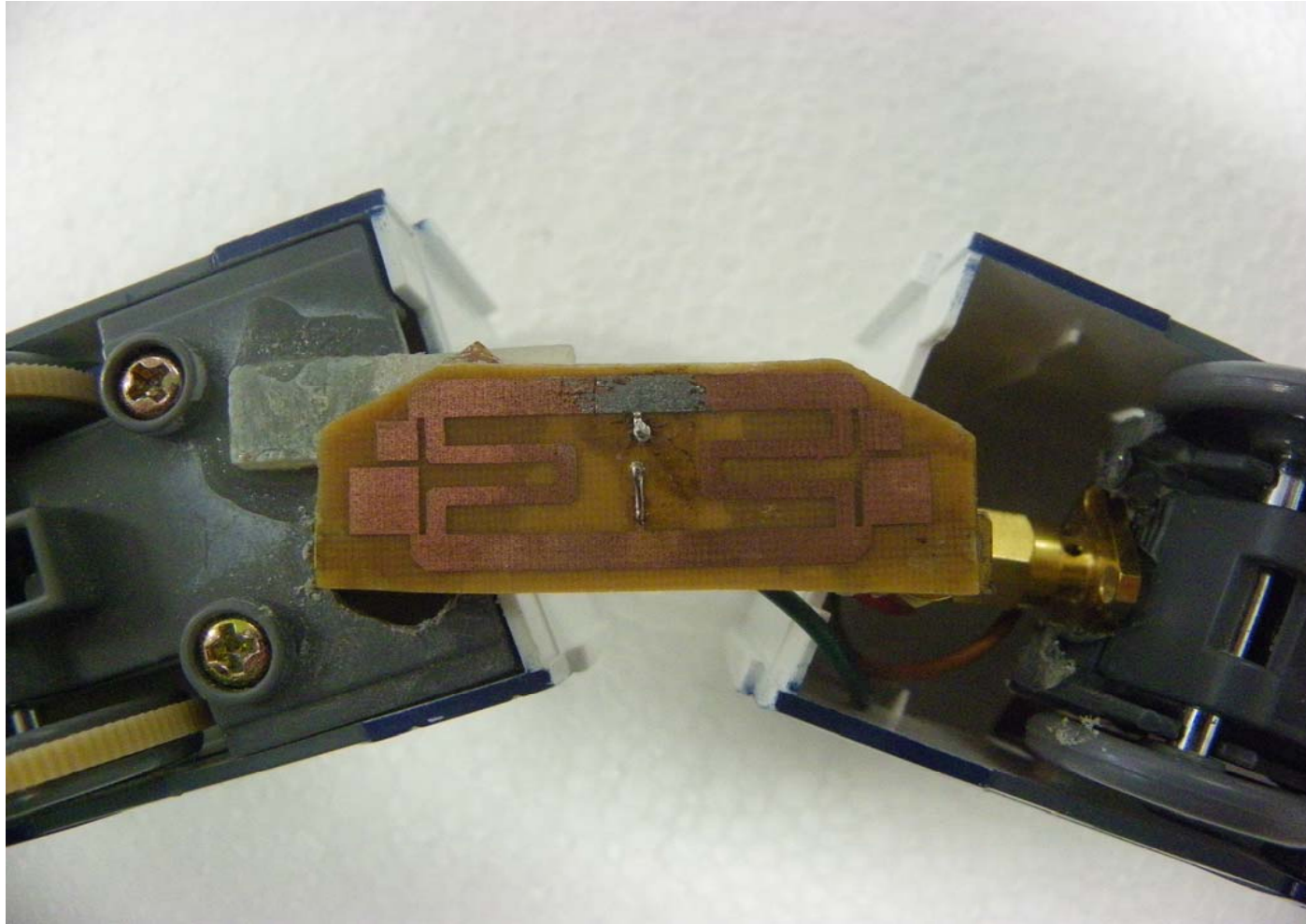
- ・円形プラレールの中央部にマイクロストリップ線路を設置
- ・途中で切断して1端より送電、他端に抵抗終端を接続

受電部と整流回路



受電体のリング共振器は折り曲げて小型化している

模型電車に取り付けた受電部



車両の連結部に受電体を取り付けている

従来技術とその問題点(1)

1. 実用化されているもの・電磁誘導型のみ

IH調理器の給電、移動通信機の充電、電動歯ブラシなど小型機器の充電；近距離(1cm～5cm)では使えるが、距離を延ばせない、固定式である

2. 実用化寸前のもの・電磁誘導型のみ

EVの停車中充電、市内電車への給電；効率をどこまで上げるか、固定式である

3. 実用化まで多少の時間を要するもの・主に共振器結合型

家電製品の給電、停車中EVの中距離充電；整合のずれ、負荷変動・負荷数の変化への対応困難、電磁放射の解明未完、固定式である

従来技術とその問題点(2)

4. 実用化までかなりの時間を要するもの・・・主に共振器結合型
EVの走行中充電； 移動式だがインフラ整備に時間とコストがかかりすぎる、大電力であるための多くの困難未解決
5. 超大規模で容易に実用化できないもの・・・マイクロ波送電型
SPS (Space Power Satellite)； 構想から40年、少しずつ前進

新技術の特徴・従来技術との比較

- 方式自身が我々しか検討していないユニークなもの
- マイクロ波回路の知識を要するため真似が容易でない
- 移動給電方式である
- 電力供給線が単純な線路であり、インフラ整備のコストが極めて低い
- 電磁誘導型に比べ強結合であり線間距離を大きく取れる
- 低周波化、小型化が困難で特別な工夫を要する

想定される用途と業界

- ・用途

EVの走行中充電、LRTなどへの給電、特殊搬送システムへの給電、生活支援型ロボットの動作中充電

- ・利用者・対象

家電メーカー、オフィス電気機器メーカー、自動車メーカー、電車メーカー、ロボットメーカー、工場搬送機メーカー

実用化に向けた課題

1. 結合の強化; 相当改善した. 送電/受電部間距離の余裕は大きいほど良いが電磁放射との兼ね合いがあるかも
2. 結合強度調整可能化; 線路間距離の変更により可能
3. 低周波化・小型化; 難題であり、現在3種類のアイデアを検討中. しかし限度があり、どうしてもインバータの高周波化がほしい
4. 大電力化; 次の難題、現在数W程度の送電
5. 電磁放射の解明; 原理的には極めて小さい. しかし大電力使用時の不連続部からの放射は要検討

企業への期待

1. 我々にはパワーエレクトロニクスの知識や技術が欠けているので、それを補ってくれる企業と共同開発したい
2. 我々にはマイクロ波、高周波回路の知識があるので、それをお教えする用意がある。
3. GaNやSiCを用いてインバータの高周波数化を早く進めてほしい。 500kHz動作を期待する。
4. 日本の技術が諸外国にどんどん抜かれていくという悲しい現状をなんとしても打破したい。そのために企業と大学の協力が不可欠である。お互い得意なところを出し合って高めあおう。

本技術に関する知的財産権(1)

- (1) 発明の名称 : 無接触電力伝送装置
出願番号 : 特願2009-200933
出願人 : 龍谷大学
発明者 : 粟井郁雄、堀邦仁
- (2) 発明の名称 : 無接触電力伝送装置
出願番号 : 特願2010-020775
出願人 : 龍谷大学
発明者 : 粟井郁雄、安田新弥、石田哲也
- (3) 発明の名称 : 無接触電力伝送装置
出願番号 : 特願2010-110666
出願人 : 龍谷大学
発明者 : 粟井郁雄、堀邦仁

過去の産学連携の経歴

- 1999年-2003年 京セラ株式会社と共同研究実施
- 1998年-2003年 TDK株式会社と共同研究実施
- 2000年-2004年 パナソニック株式会社と共同研究実施
- 2005年-2009年 平井精密工業株式会社と共同研究実施
- 2007年-2008年 TDK株式会社と共同研究実施

お問い合わせ先

龍谷大学

知的財産コーディネーター 櫻井 雄三

TEL 077-543-7823

FAX 077-544-7263

e-mail chizai@ad.ryukoku.ac.jp