



結合共振型ワイヤレス電力伝送の基礎

—電磁界からのアプローチ。電磁誘導との違いは？—

菊間信良 平山裕

名古屋工業大学
大学院工学研究科

1-2

ワークショップのねらい

MITによって提案された結合共振型技術をきっかけとして無線電力伝送に注目が集まっている。電磁誘導に基づくものは“Qi”など、既に実用化が始まっている。一方、結合共振型については、実用化のためには解決すべき課題が多いのが現状である。

一言に結合共振型無線電力伝送といっても、その実現方法により、多様な種類が存在するため、全体像が見えにくい。本ワークショップでは、アンテナ工学の考え方に基づき、電磁界の観点から説明することにより、結合共振型無線電力伝送の全体像を明らかにすることをねらいとする。

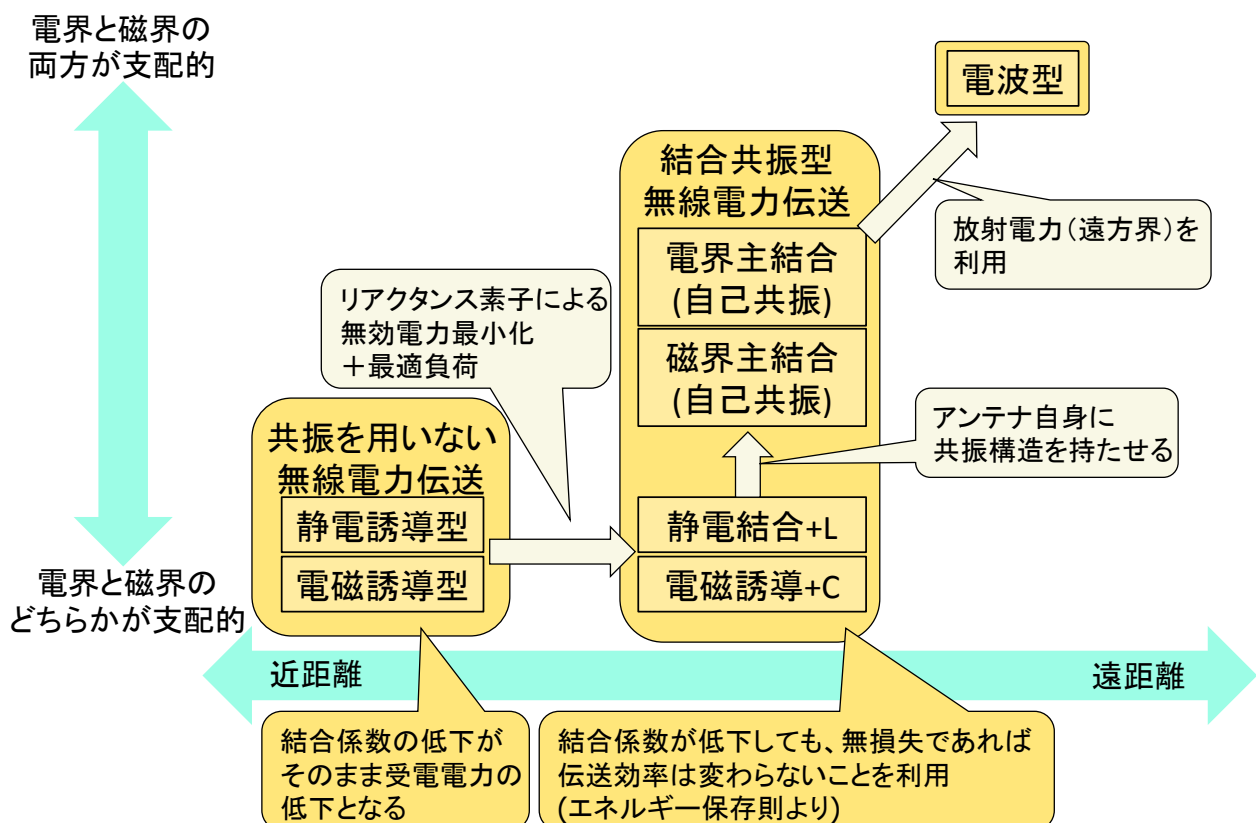
目次



- 1 無線電力伝送概論
 - 1.1 電磁誘導方式の現状と問題点
 - 1.2 結合共振方式の登場と期待
 - 1.3 無線電力伝送の分類
 - 1.4 ワークショップの目的と範囲
- 2 電磁誘導としての無線電力伝送
 - 2.1 電磁誘導による電力伝送の原理
 - 2.2 電磁誘導方式の実際
 - 2.3 電磁誘導方式の実用例
- 3 結合共振型無線電力伝送のための基礎理論
 - 3.1 共振回路と電磁界
 - 3.2 分布定数回路と電磁界
 - 3.3 Sパラメータと整合回路
- 4 結合共振型無線電力伝送の基礎
 - 4.1 結合共振型無線電力伝送の動作原理
 - 4.2 結合共振型無線電力伝送の諸特性
- 5 結合共振型無線電力伝送の実際
 - 5.1 電界結合と磁界結合からみた分類
 - 5.2 自己共振型とLC共振型の比較
 - 5.5 最新の研究動向
- 6 まとめ

代表的な無線電力伝送方式とその関係

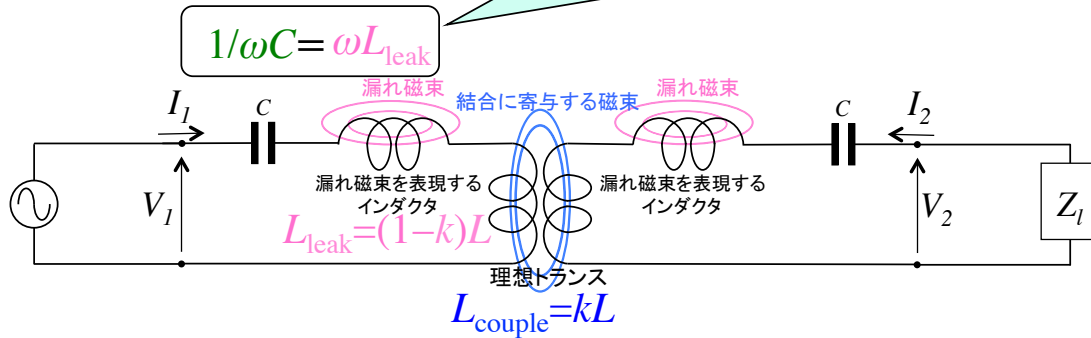
1-26



漏れ磁束補償

等価回路上の表現

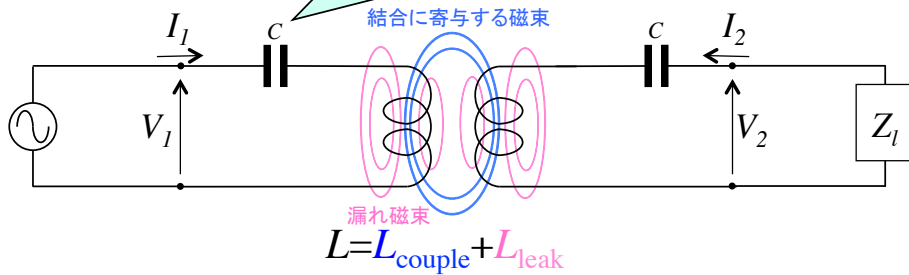
この条件を満たすキャパシタを接続することにより、漏れ磁束を補償
→電源から見たインピーダンスの虚部を0にして、力率を補償



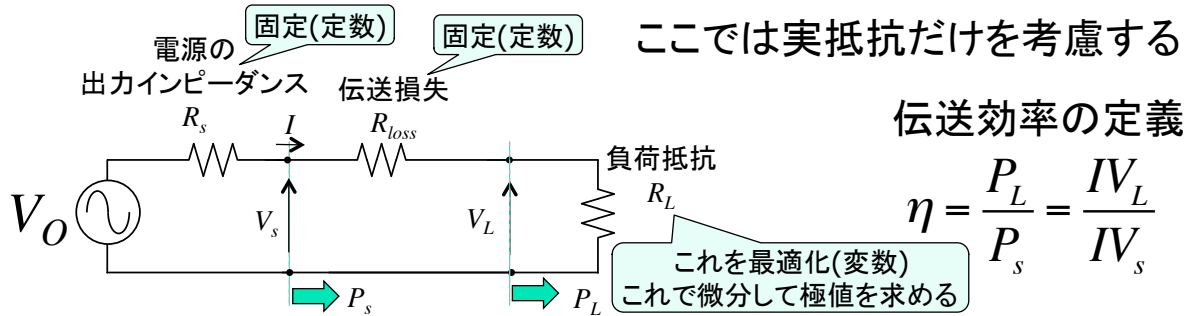
実際の回路

Cは、Lによるリアクタンスではなく、
 $L_{couple} = (1-k)L$ によるリアクタンスを打ち消している

LとCで、使用周波数に共振しているのではない



伝送効率最大条件と受電電力最大条件



伝送効率を最大にする R_L : $R_L = \infty$
 R_L を大きくする→伝送損失が減り伝送効率は上がるが受電電力は下がる→ V_0 を大きくする (高圧送電の考え方)

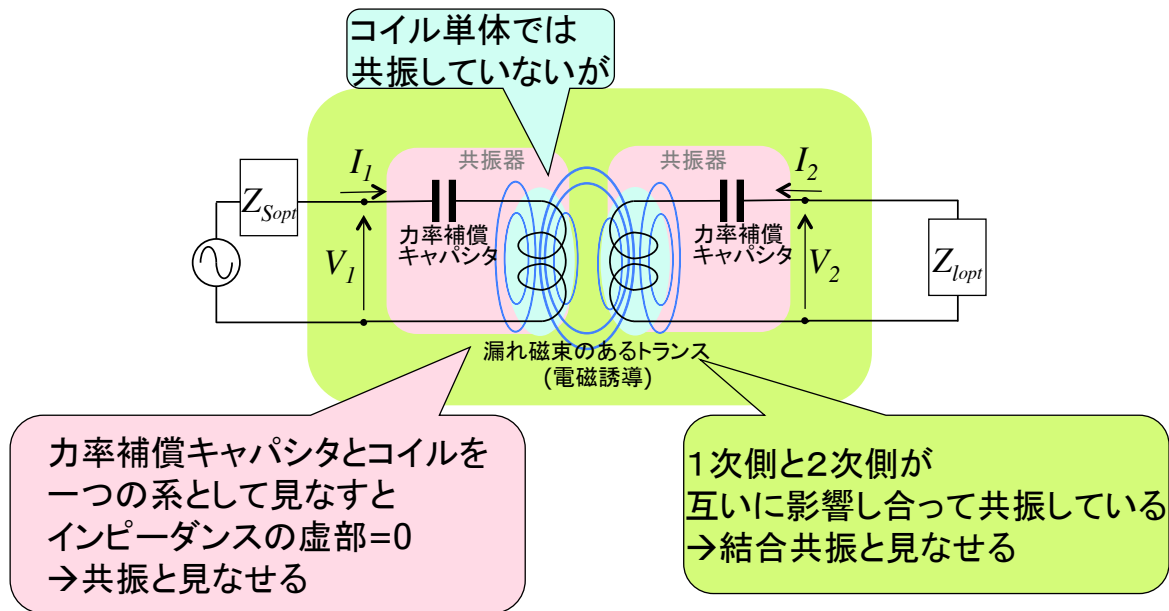
受電電力を最大にする R_L : $R_L = R_s + R_{loss}$
 R_L が大きすぎる→電流が流れないので受電電力は下がる
 R_L が小さすぎる→電圧がかからないので受電電力は下がる
 →ちょうどいい R_L が存在する (インピーダンスマッチングの考え方)

伝送効率最大条件と受電電力最大条件は異なる

7. 結果的に結合共振型になる

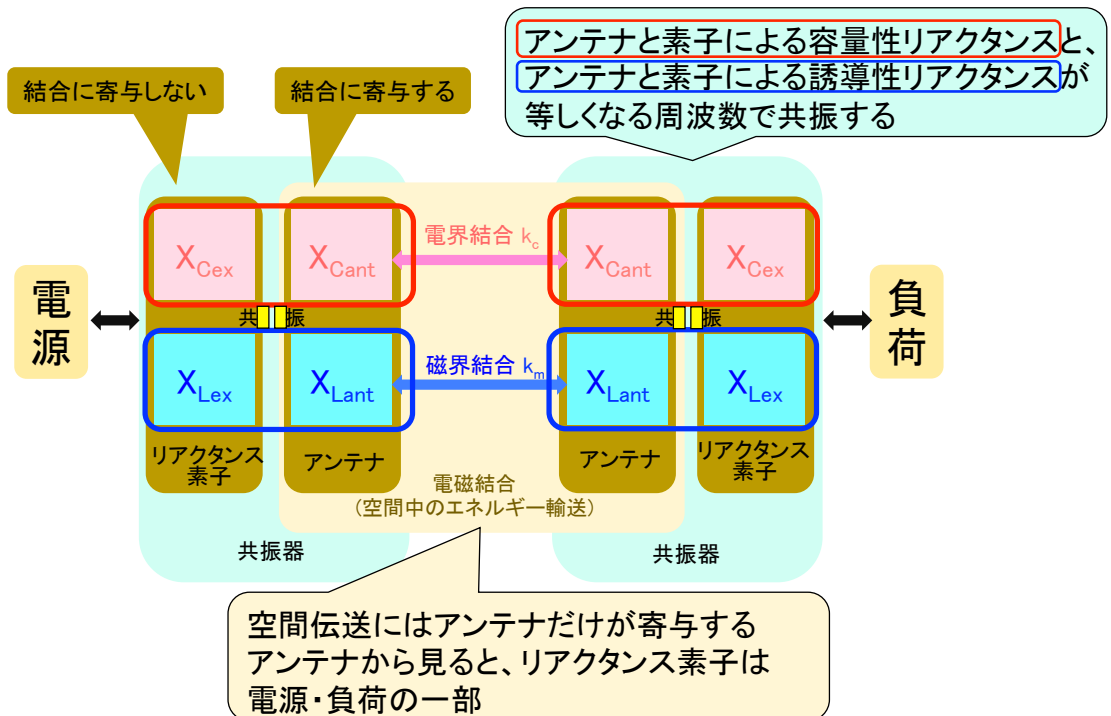
キャパシタで力率補償され、最適負荷が接続されたエアギャップがあるトランスを、別の立場から見ると

ここでは導体損は考えない



結合共振型無線電力伝送モデル

「結合」と「共振」を分けて考える。このモデルにより、全ての結合共振型を説明できる。



X_{Cant} , X_{Lant} : アンテナ自体を特徴づける(伝送距離に依存しない)
 k_c , k_m : 伝送距離に依存する