

電気・電子情報工学専攻	学籍番号	M143285
申請者氏名	美和 武	

指導教員氏名	上原 秀幸 宮路 祐一
--------	----------------

## 論文要旨(修士)

論文題目	磁界結合したコイルにおける結合係数の空間特性を利用した三辺測量
------	---------------------------------

ケーブルを必要としない無線電力伝送の方式として磁界結合方式が注目されている。この方式を用いた送電コイルを床一面にアレイ状に敷き詰めることによって場所によらない給電を実現することが可能だと考えられる。しかし、すべての送電コイルを常にON状態で利用することは受電コイルが送電コイルの近くにない場合に無駄な電力を消費することになる。これを防ぐためには、受電器の位置を知ることによって使用する送電コイルと使用しない送電コイルを決定することが重要である。そこで本研究では、結合係数の空間特性を明らかにすることで高い周波数での三辺測量による位置推定手法を提案し、その有効性を明らかにする。

コイル間の結合を示す結合係数の空間特性は異方的であるため、電波のように球による三辺測量を行うことができない。そこで、結合係数の空間特性を近似的に表現することで三辺測量への適応を可能にする。位置推定手法として、楕円近似による位置推定と球面調和関数による位置推定を提案する。楕円近似を用いた位置推定では、結合係数の空間特性の概形を楕円で近似することにより表現する。三つの送電コイルで得られた結合係数の空間特性を近似して得られたパラメータから楕円体方程式を導出し、非線形連立方程式を解くことによって楕円体を用いた三辺測量による位置推定を行う。球面調和関数を用いた位置推定では、複雑な形状を表現することができる球面調和関数を用いて結合係数の空間特性の近似を行い、任意に与えられた座標との距離と近似により得られた任意の座標との方位角と仰角における距離の差が最小になるような座標を推定位置とする。

楕円近似を用いた位置推定と球面調和関数を用いた位置推定の有効性を電磁界シミュレータWIP L-Dを用いて評価を行なった。受電コイルの位置 $P(x,y,z)$ は高さを $z = 0.11, 0.165, 0.22, 0.275$  mとし、 $x = y = -0.12, -0.11, \dots, 0, \dots, 0.11, 0.12$  mとする合計100点で推定を行なった。楕円近似を用いた位置推定では、平均推定誤差が高さ0.275 mでは0.014 m、高さ0.22 mでは0.008 m、高さ0.165 mでは0.026 m、高さ0.11 mでは0.050 mとなり、高さ0.22 mにおいて最も平均推定誤差が低くなった。また、位置指紋方式と比較すると、高さ0.22 mにおいては平均推定誤差を約52%低減することができた。球面調和関数を用いた位置推定では、平均推定誤差が高さ0.275 mでは0.012 m、高さ0.22 mでは0.006 m、高さ0.165 mでは0.04 m、高さ0.11 mでは0.079 mとなり、高さ0.22 mにおいて最も平均推定誤差が低くなった。また、位置指紋方式と比較すると、高さ0.22 mにおいては平均推定誤差を約64%低減することができた。また、楕円近似を用いた位置推定と比較すると、高さ0.22 mでは平均推定誤差が0.002 m、高さ0.275 mでは、平均推定誤差が0.002 m小さくなっている。更に、位置指紋方式と提案手法の学習データ量を比較した。位置指紋方式のデータ量は $1.06848 \times 10^8$ となる。それに対して、提案手法のデータ量は楕円近似を用いた位置推定では9000となり、球面調和関数を用いた位置推定では27000となった。したがって、提案手法の学習データは位置指紋方式と比較して、少なくとも1/3957に削減することができた。

以上の結果より、提案した楕円近似を用いた位置推定及び球面調和関数を用いた位置推定は磁界結合したコイルにおけるコイルの位置推定に有効であることが明らかになった。また、位置指紋方式と比べて学習データ量を削減可能であることが示された。楕円近似を用いた位置推定と比べて球面調和関数を用いた位置推定は推定誤差が小さくなるが、データ量の兼ね合いを考えると平均推定誤差が小さく、データ量を削減できる楕円近似を用いた位置推定を利用する方が望ましい。