

エネルギー変換工学講座

電磁応用研究(磁気浮上技術, 非接触給電技術)の紹介

研究概要

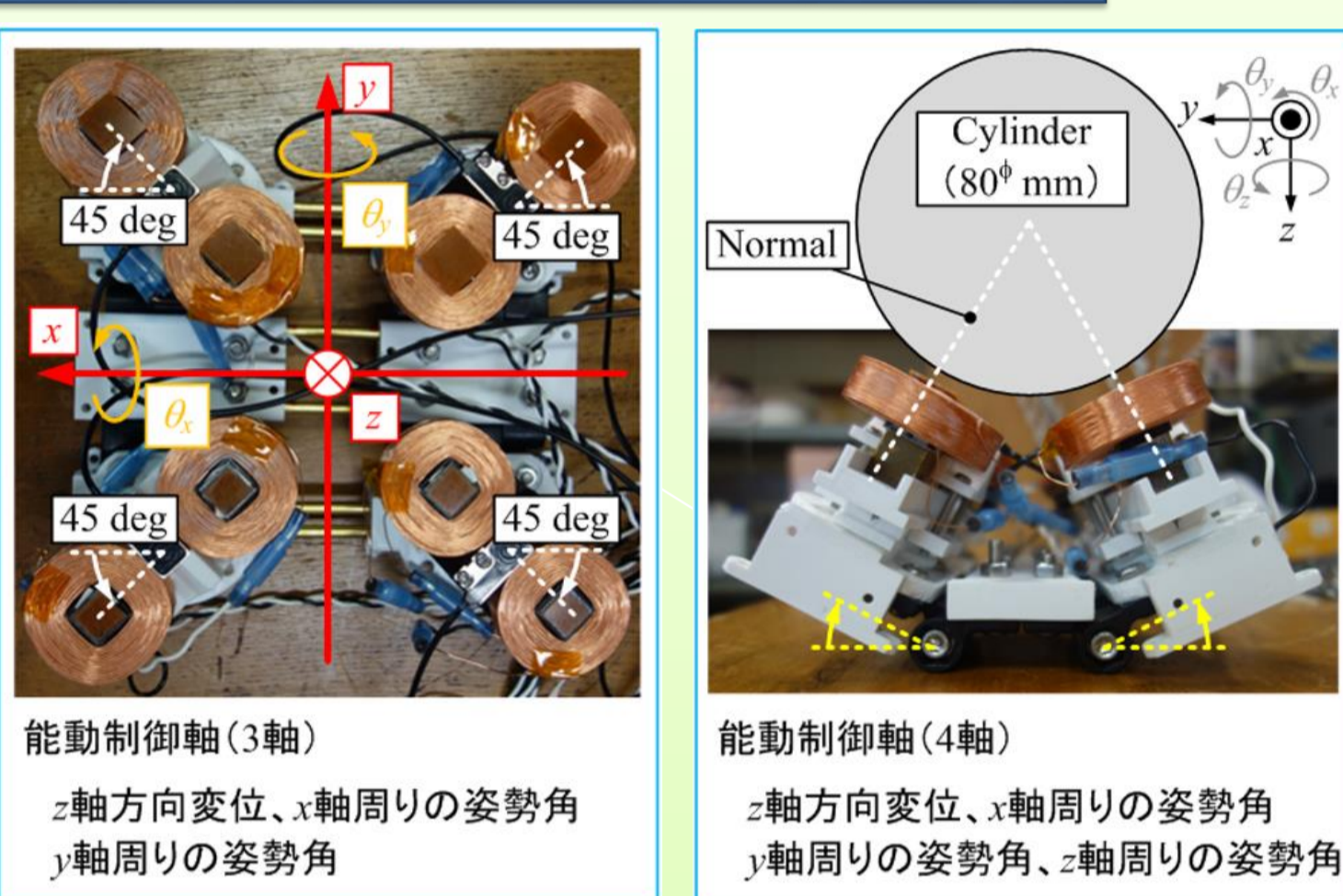
電気-磁気-機械変換機器として、モータや発電機、リニアモータなどが有名である。一方、電気-磁気-電気変換機器には変圧器がある。これらの一次側(固定部)と二次側(可動部)との間にある摺動・接触部品(ブラシやスリップリング, ベアリング等)を一切排除し、「非接触」で電磁力や電磁エネルギーを伝達させる電気機器を創造する。本稿では、磁気浮上研究の新展開として、非磁性金属リングの懸垂型磁気浮上技術、磁気機能性流体液滴の磁気浮上、吸引面形状・性状に対応可能な車上一次式磁気浮上システム、ワイヤレス給電技術について紹介する。

磁気浮上技術

「非接触」で力を与える

磁気浮上の利点・・・非接触で対象物に力を与えることができる
 → 摩擦がない, 機械損がない, 帯電がない, 衛生的, メンテナンスフリー, 特殊環境下(異媒質間)で使用可能
 能動制御軸の数
 多い: 高精度, 高制御性, 高価, ギャップ小, 強力
 少ない: 簡素・安価, 柔らかい, ギャップ大, 微小力

車上一次式磁気浮上システム



一般に、磁気浮上車両は「レール軌道上」を走行

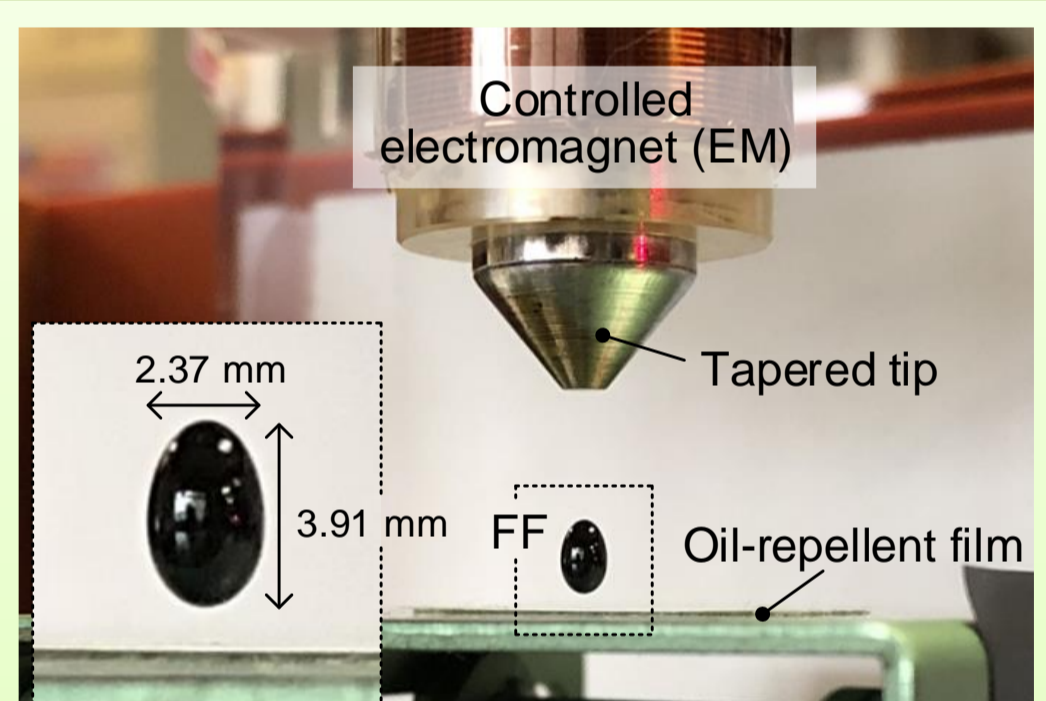
- 車両に搭載された電磁石が自在に動く
- 吸引面の状態を検出しながら浮上・走行

吸引面形状・性状の影響を受けない磁気浮上システムの開発
 (任意曲線軌道・曲面・管内走行等)

← 浮上実験中の写真(2-EMタイプ)

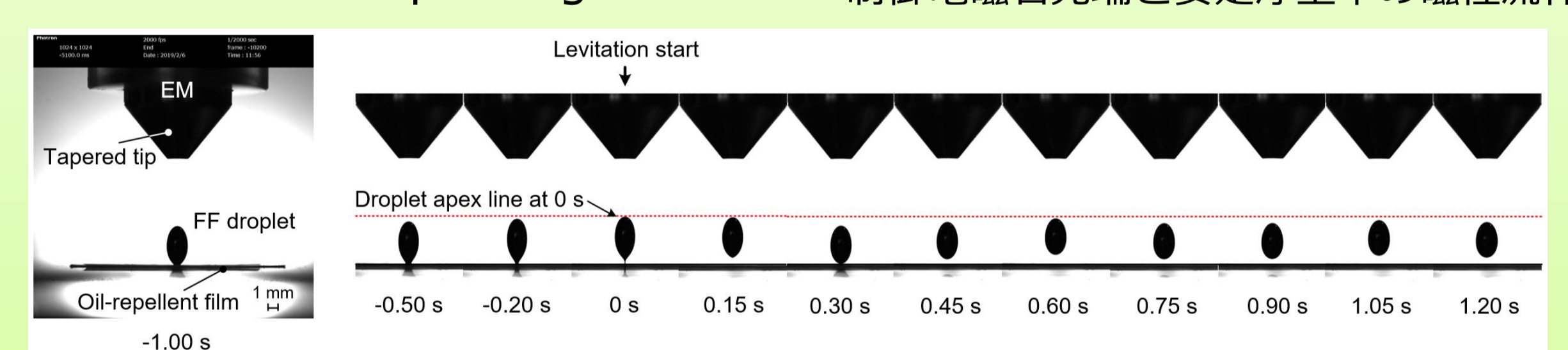
磁気機能性流体液滴の磁気浮上

磁気浮上技術で液体を浮揚させるには特殊な環境や機器が必要
 (超電導浮揚, 誘導浮上加熱)



制御電磁石先端と安定浮上中の磁性流体液滴

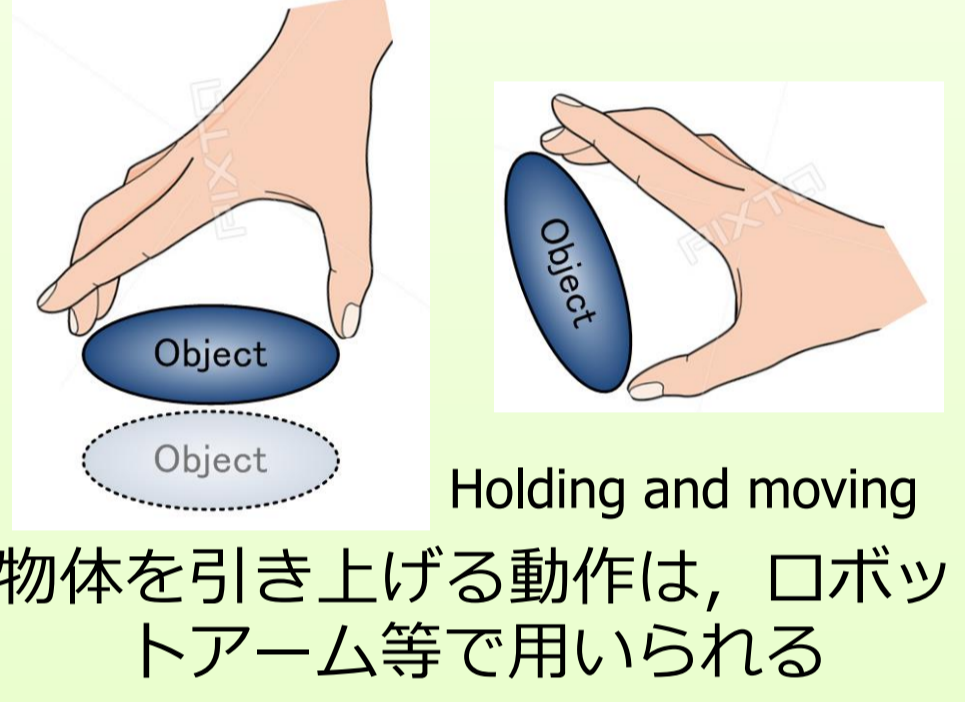
簡便な吸引型磁気浮上システムによる磁性流体液滴の浮上安定化の試み
 ⇒ Contactless 3D printing を目指す



浮上確立までの液滴変形・挙動(高速度カメラによる)

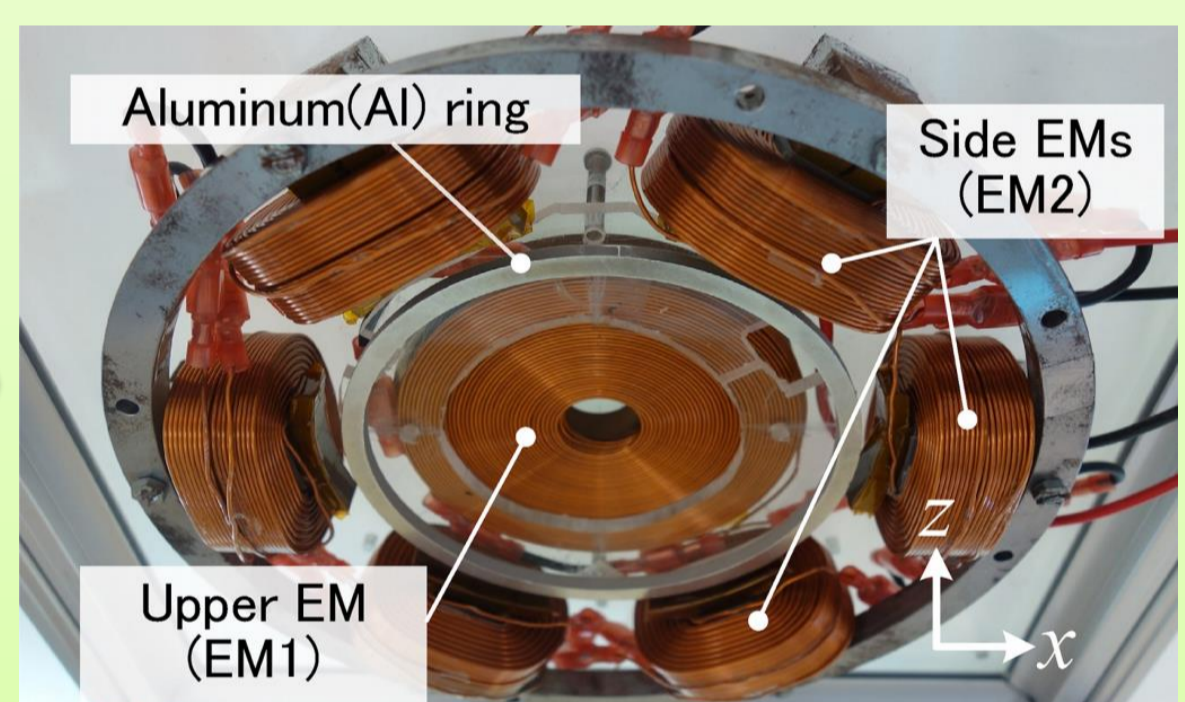
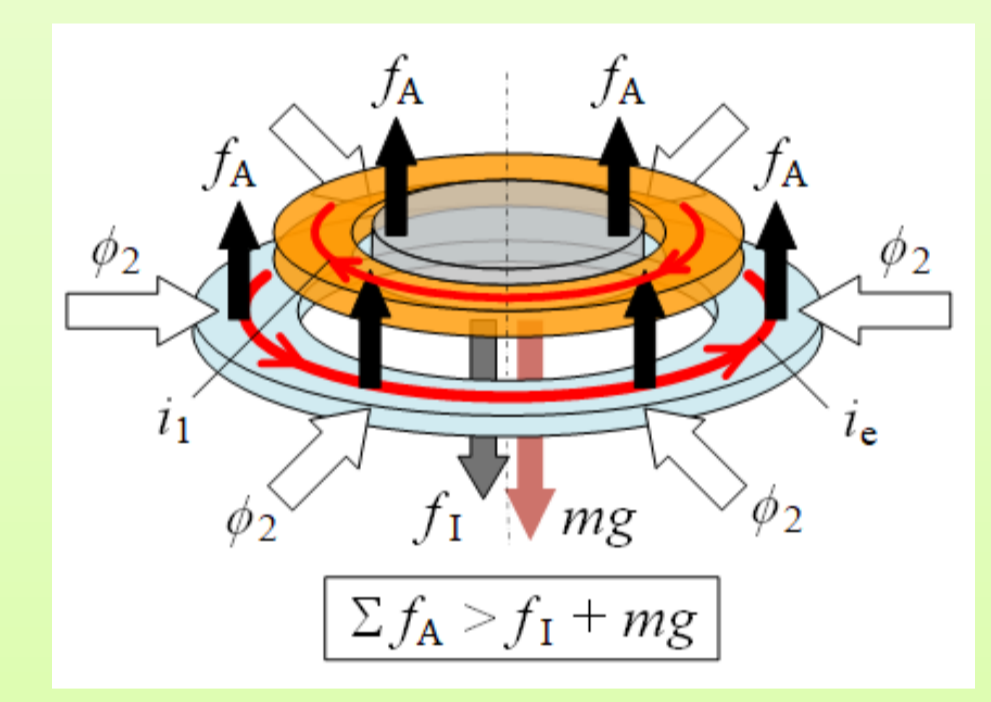
非磁性金属リングの懸垂型磁気浮上技術

交流励磁による誘導「反発」浮上
 【利点】Earnshawの定理外。
 =受動支持による安定化が可能



「交流アンペール式」による誘導「吸引」の提案

⇒ アルミリングを無制御で懸垂把持?



交流アンペール式懸垂型磁気浮上(アルミリングが天板に吸い付く)

非接触給電技術

「非接触」でエネルギーを送る

EVへの給電 → 磁界共振方式(79~90 kHz)を採用
 (ケーブルレス, コアレス, 中距離, 位置ズレに強い)

非接触給電の方式と特徴

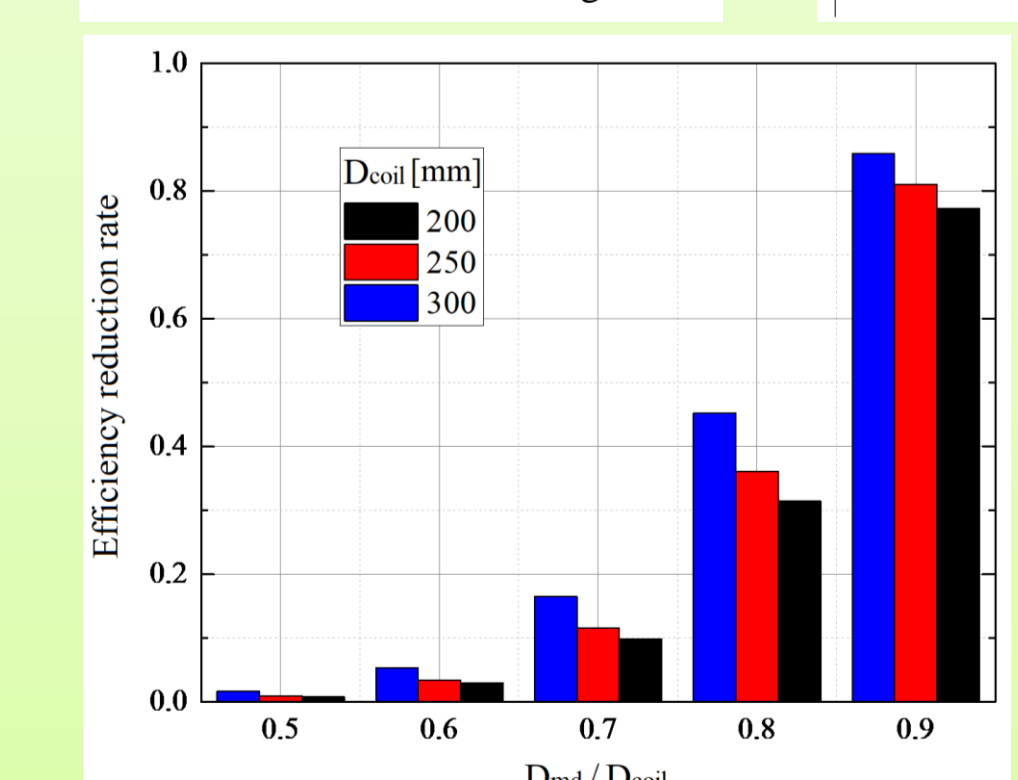
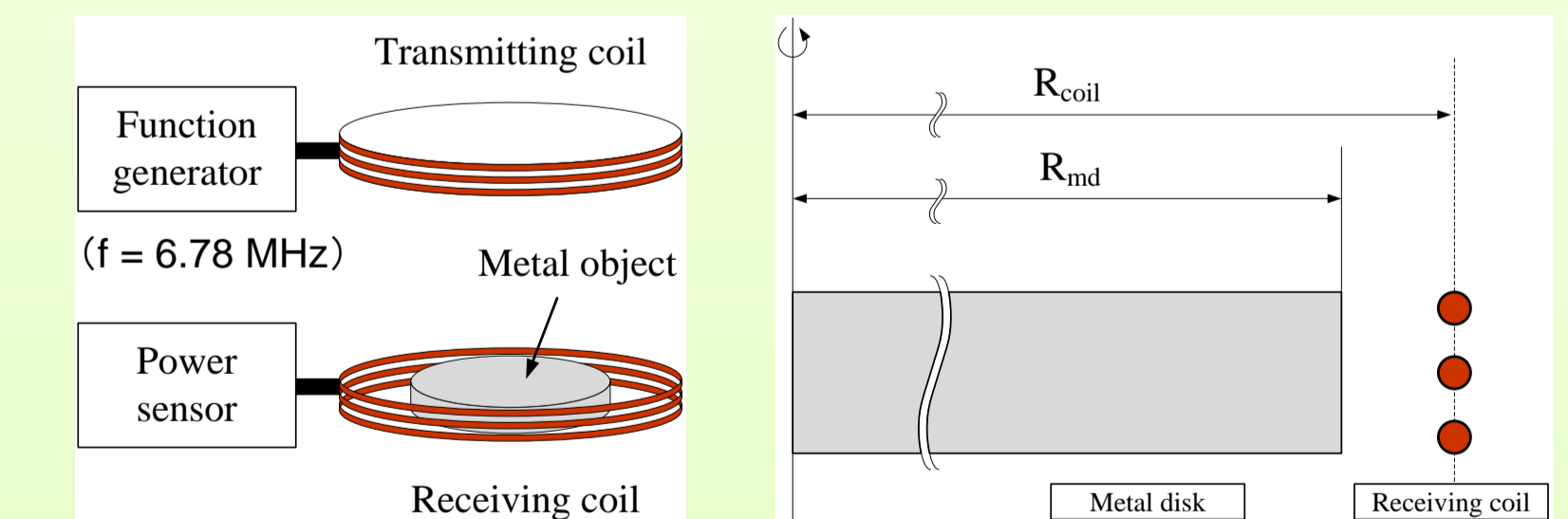
伝送方式	周波数	特徴
レーザー送電方式	THz	・伝送距離は数km超
マイクロ波送電方式	GHz	・効率はマイクロ波送電で15~39%, レーザー送電は原理的に太陽電池と同程度の効率
磁界共鳴方式	MHz	・コアやフェライト無し, 伝送距離1m以下での効率が90%以上と高く, 位置ズレに強い。双峰特性
電磁誘導方式	kHz Hz	・実用化されている(電動ハブの充電器等) ・Hz帯で1cm以下, kHz帯で10~20cmの伝送距離 ・密着させないと効率は悪く, 位置ズレに弱い。

磁気浮上技術, ワイヤレス給電ともに「非接触」
 ⇒ 一緒に使うとメリットがある

磁界共振方式による非接触給電と磁気浮上技術の電磁両立性(EMC)評価

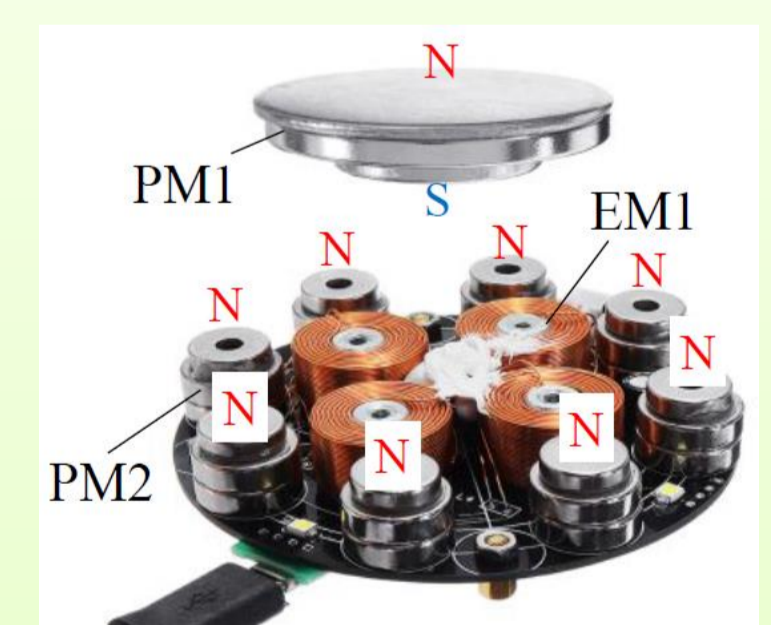
磁界共振式電力伝送 + 磁気浮上技術

受信コイル内側に金属材料を配置したときの効率低下割合を評価

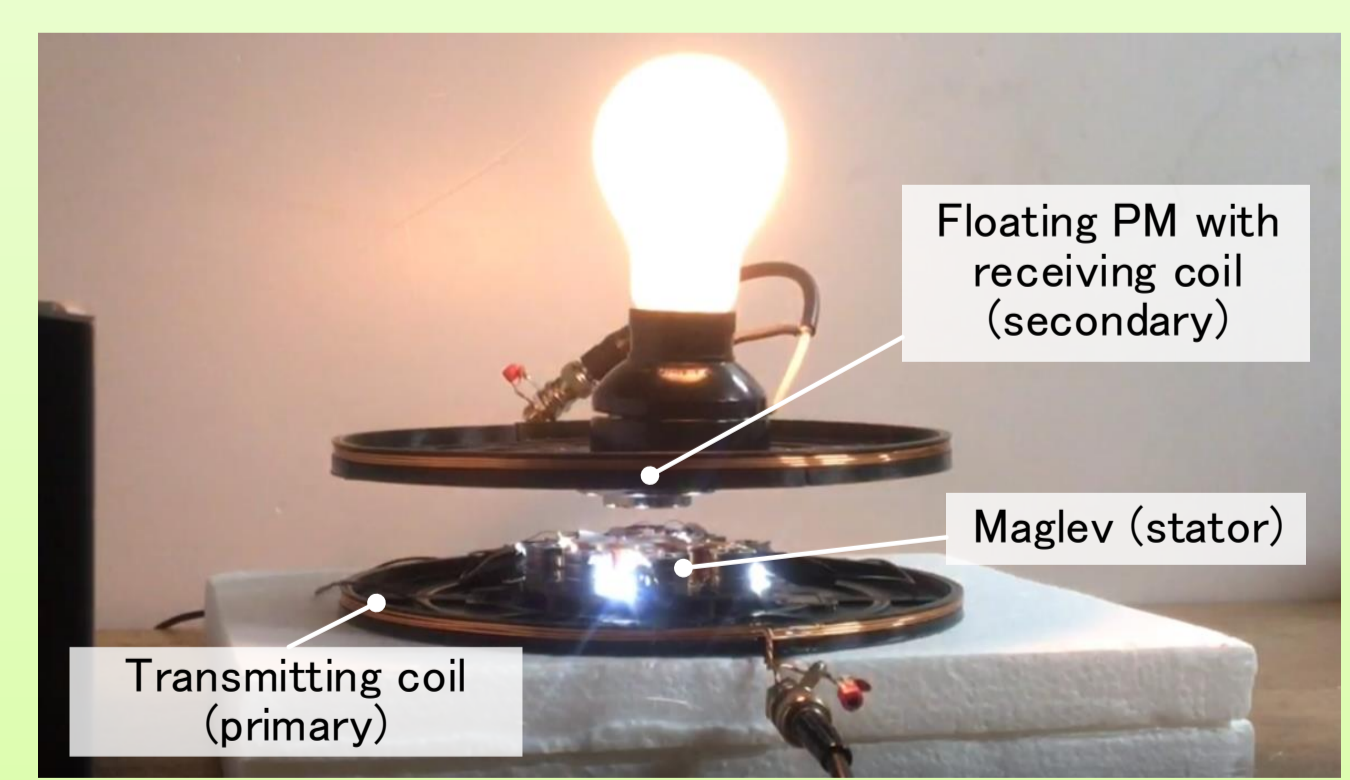


直径比(D_{md}/D_{coil})と効率低下割合

➤ コイル直径の60%以内に金属が存在するとき, 電力伝送効率を90%程度確保できる。



磁気浮上装置(量販品, D_{md} = 80 mm)



磁気浮上中の非接触給電実験
 (D_{md}/D_{coil} = 0.4, 質量: 230 g, f = 6.8 MHz)

まとめ・今後の展望

【その他のテーマ, キーワード】 極低支持剛性磁気浮上, 仮想支持点可変磁気軸受, 磁性流体シール一体型磁気浮上, FEM電磁界解析(COMSOL, JMAG), MATLAB/Simulink, etc.

電磁場を介した二物体間のエネルギー授受を行う例として、磁気浮上技術と非接触給電技術に関する研究事例を紹介した。電磁場の特性を活かした非接触での利用は、新規アクチュエータやセンサを生み出す可能性を大いに秘めている。