

# 磁性エラストマーを用いたソフトアクチュエータの研究

## 背景

ソフトアクチュエータとは、熱・電場・磁場などの外部刺激により変位や応力を発生する柔軟な機能性材料で構成されるアクチュエータであり、人工筋肉としての応用が期待されている。中でも、磁性エラストマー(MRE)は、磁場によって変形を制御可能なため、ソフトアクチュエータの素材として有望である。

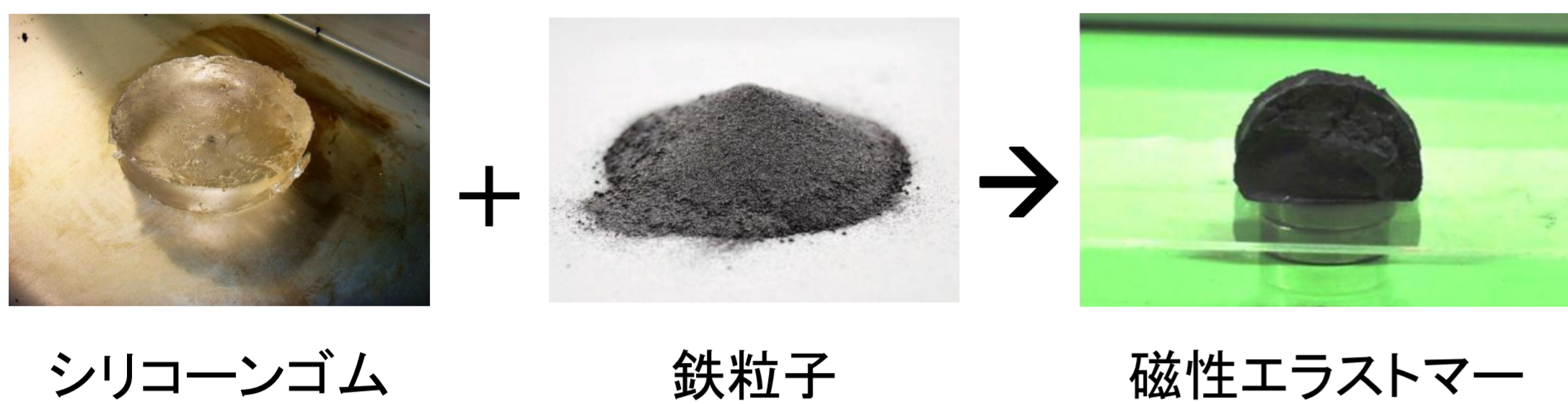
本研究の目的は、MREを用いた新しいソフトアクチュエータの開発である。数値解析を応用して効率的な磁気回路設計を行い、人工筋肉やアンドロイドロボットなどへの応用を目指している。

## 代表的なソフトアクチュエータ研究の動向

	動作原理	応力 [MPa]	変位 [%]	駆動速度 [Hz]
人間の筋肉	フィラメントの収縮	0.4-0.6	40	10
機能性ポリマー	pH, 湿度, 電圧, 電流, etc.	0.3	40	0.1
形状記憶合金	熱隆起マルテンサイト変態	300	5	0.2-0.3
ICPF	イオン交換膜を用いたイオンの偏析	0.1	10	50

## 磁性エラストマーの開発

### 磁性エラストマーの作成

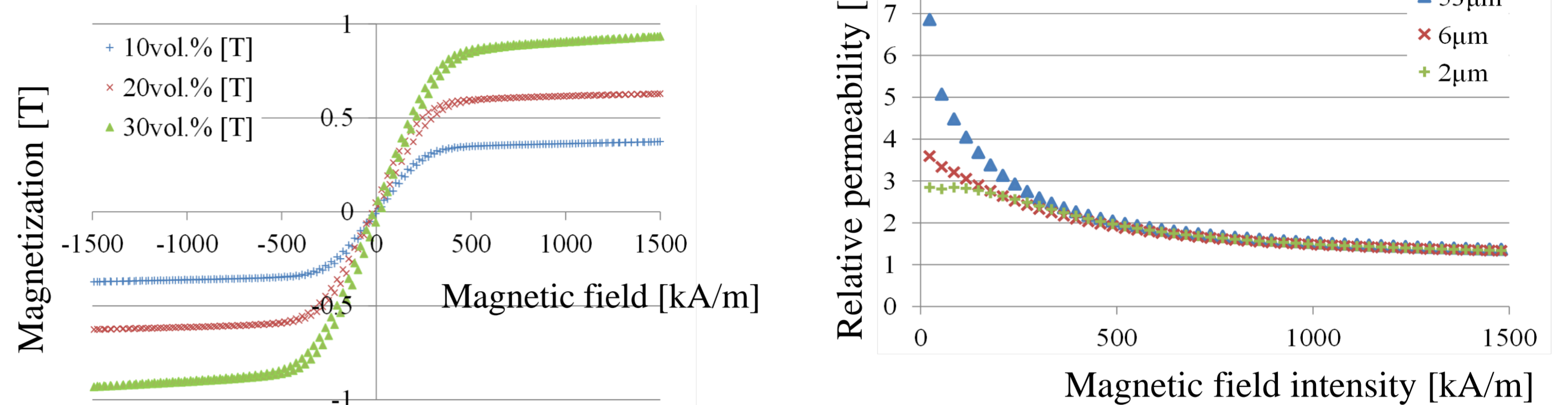


磁性粒子を液状のシリコーンゲル中に分散させてスラリー化し、真空中で気泡を取り除き、型に流し込み、30分間加熱することで作製。

### 鉄粒子の表面改質

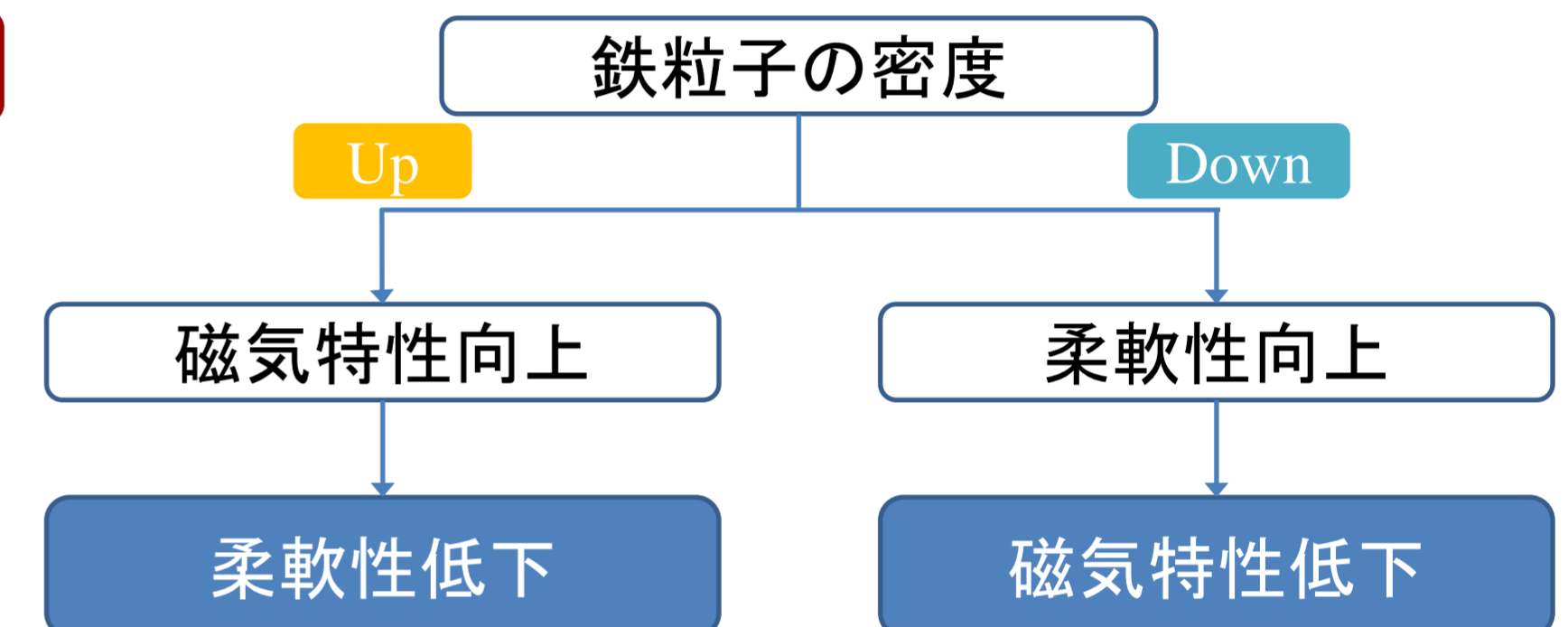


### 磁気特性



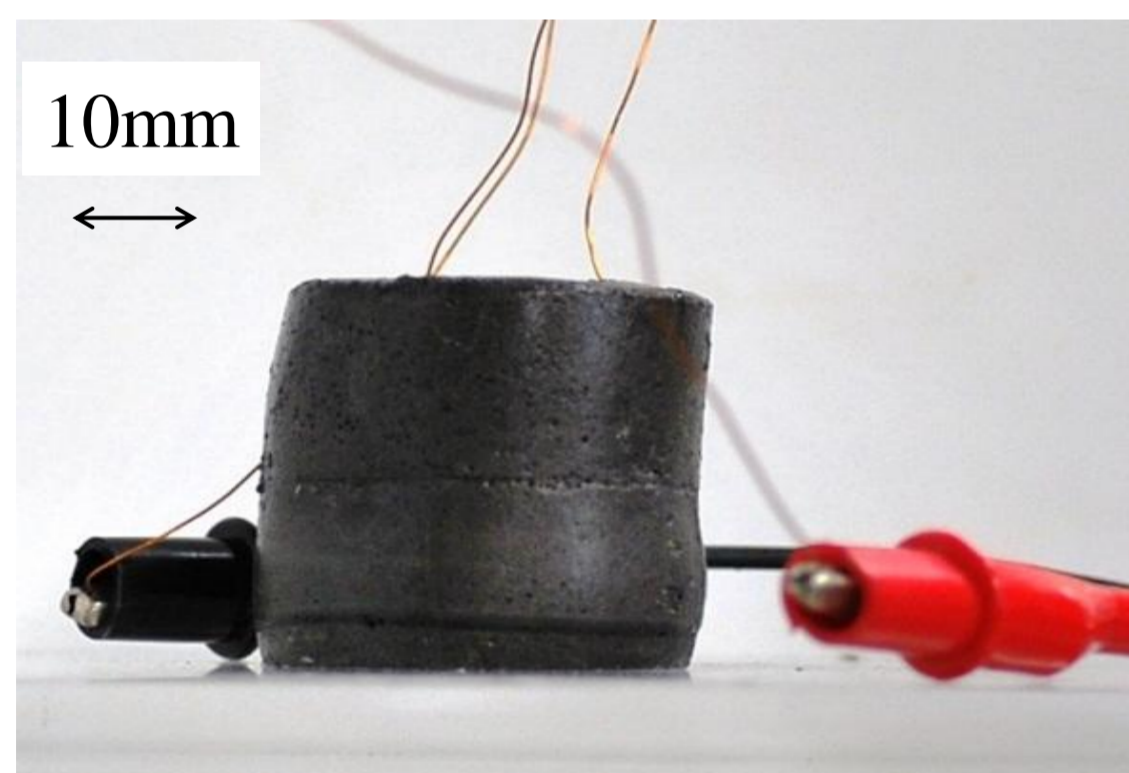
### 問題点

強磁性と柔軟性にはトレードオフの関係があり、効率的な磁気回路設計を行うことによってこれらを解決する必要がある。



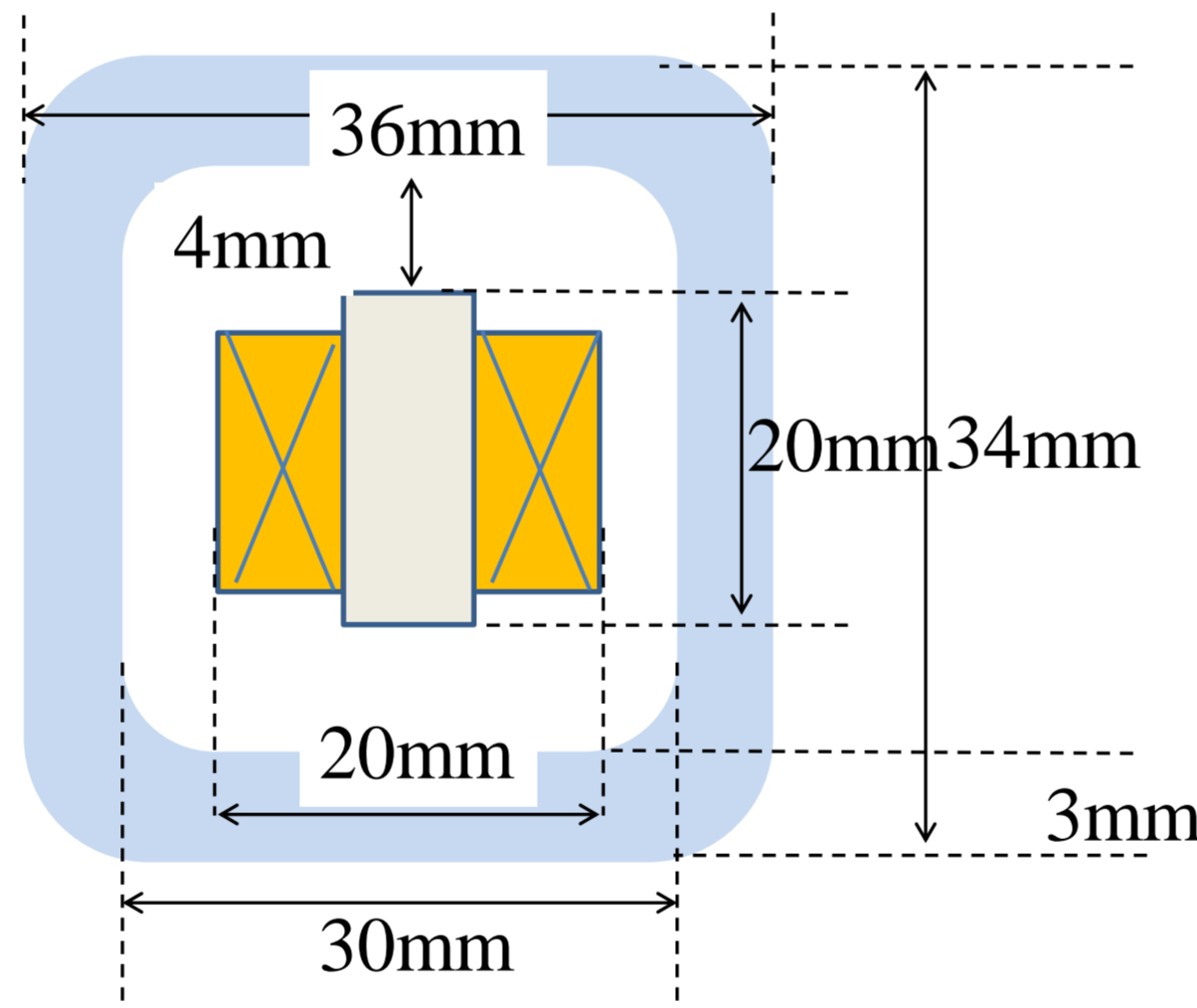
## ソフトアクチュエータへの応用

### 外観

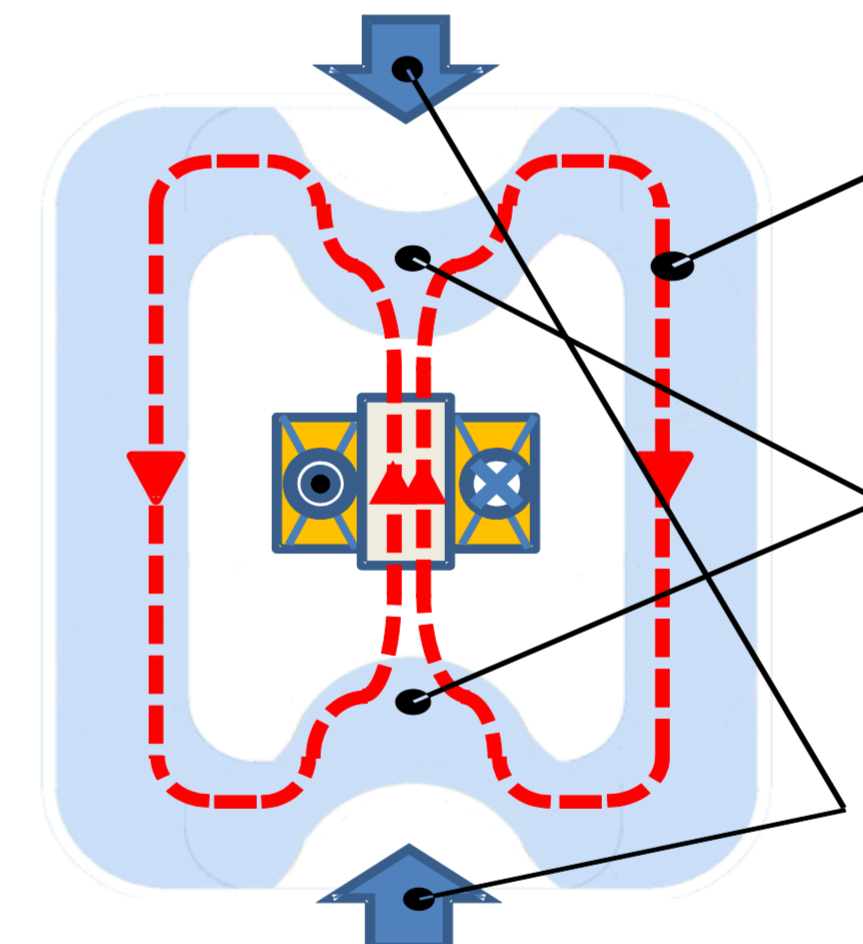


- アクチュエータは円筒形状の型で成形。
- 53mm, 30vol.%の磁性エラストマーを使用。

### 構造および寸法

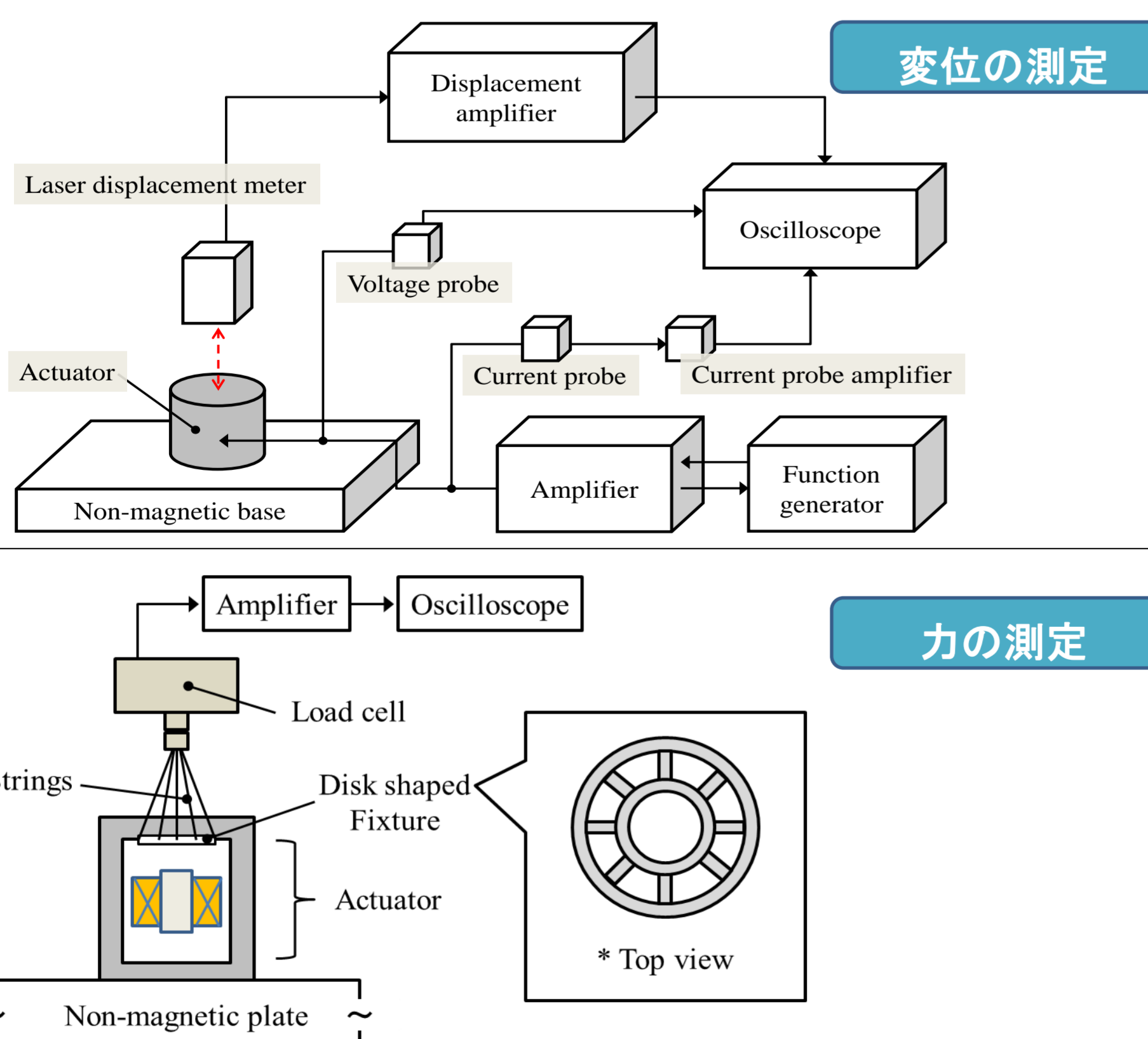


### 磁気回路および動作原理

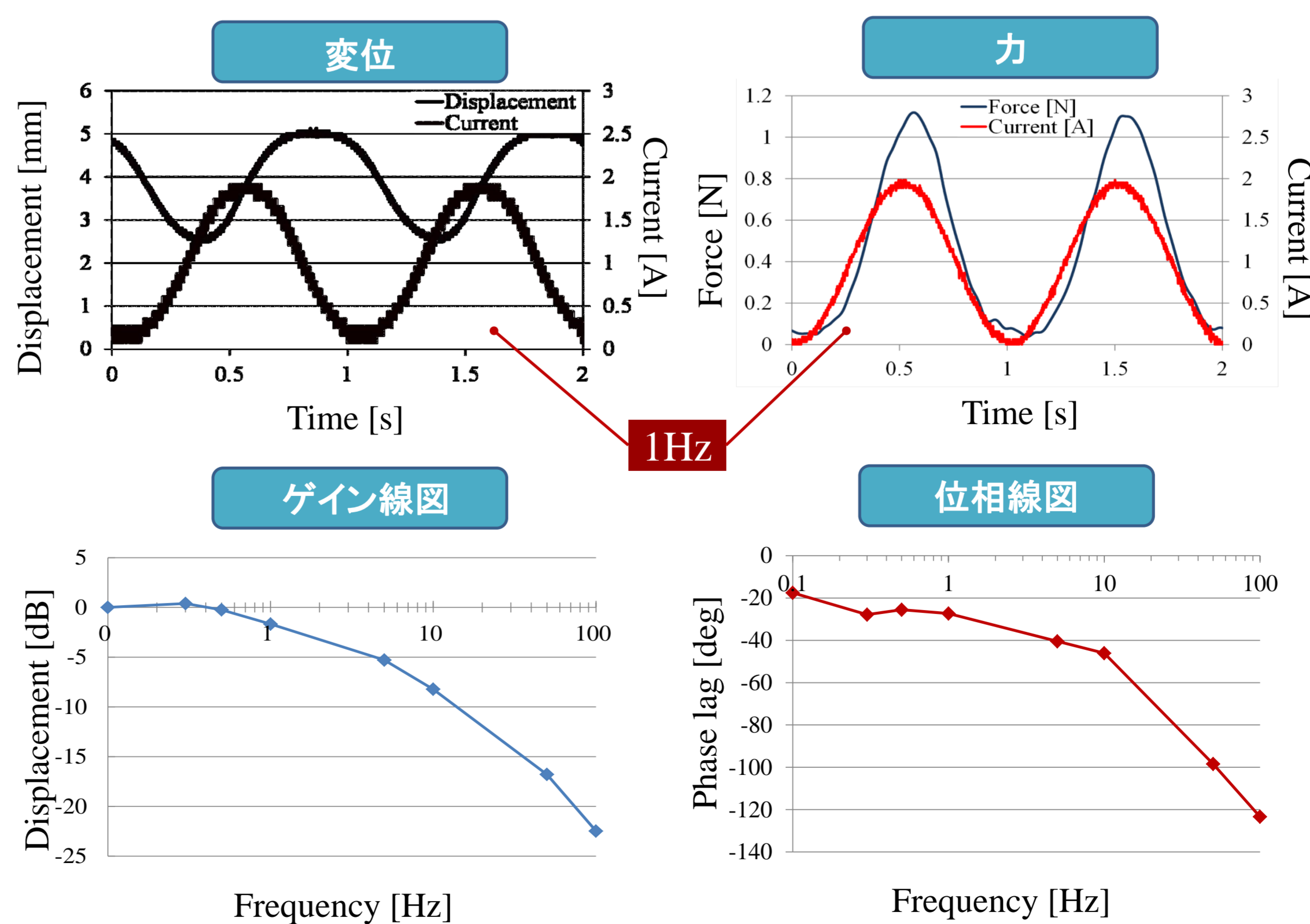


- 磁束は透磁率の高いMREを通過する。
- MREが磁化される。
- 応力が発生する。

### 測定系



### 実験結果と考察



正弦波電流を励磁すると、正弦波状の出力が得られる。周波数が高くなるにつれ変位のゲインが低下し、位相遅れも大きくなる。この位相遅れはシリコーンゲルの粘弾性が原因であり、電流値によってこれらの特性は変化する。制御系は粘弾性による位相遅れを考慮して設計する必要がある。

## 結論

- 表面改質した鉄粒子をシリコーンゲルと混合することで、磁気特性を向上させた磁性エラストマーを作製した。
- 磁気回路を考慮して駆動方法を提案し、実験による動作検証および機械的特性を求めた。
- 数値計算を用いた効率的な磁気回路設計が期待されている。