

# 超小型3軸球面モータ

研究責任者

上野 敏幸

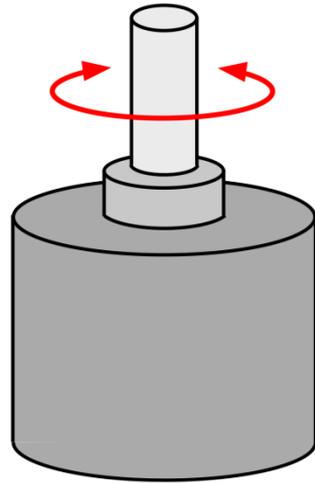
(金沢大学 電子情報学系准教授)

コーディネータ

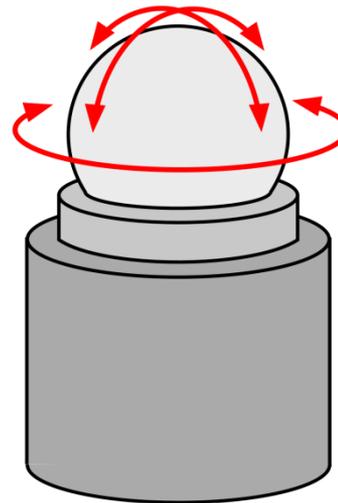
分部 博

(金沢大学 イノベーション創成センター一部門長)

# 球面モータとは



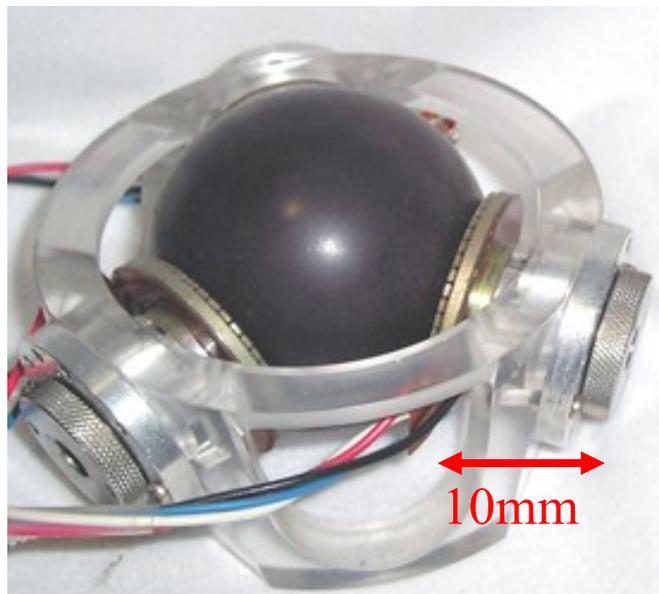
一般的なモータ



球面モータ

- 球は特定の回転軸を持たない
  - 1個のモータで**3軸**の回転
  - **コンパクトで小型, 軽量**

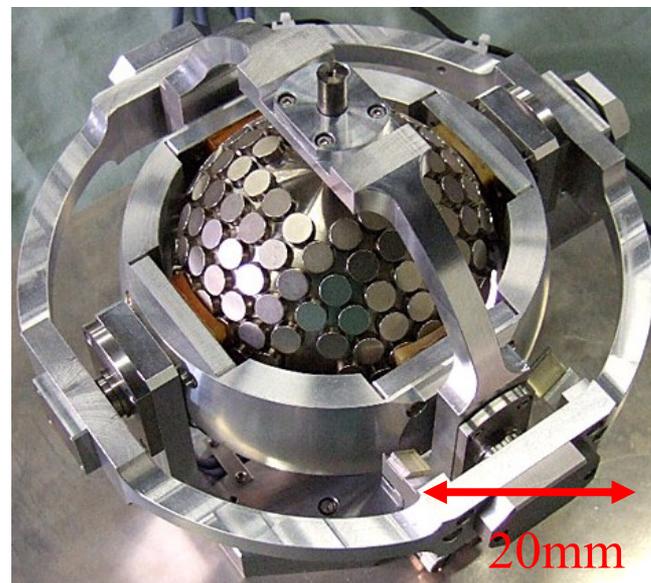
# 従来技術



圧電型（東京農工大）

## 圧電型

- 脆弱材料
- 高電圧駆動
- 保持機構が必要



電磁型（産総研）

## 電磁型

- 構成部品が多い
- 保持機構が必要



小型化が難しい

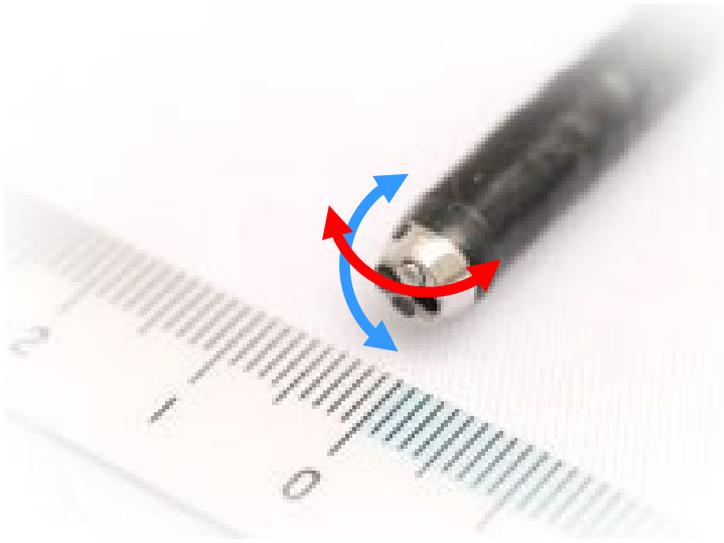
# 提案するモータの特徴

- **3軸駆動**
- **小型でシンプル(直径6mm以下)**
- **電池, USB電源(パソコン)で動作**

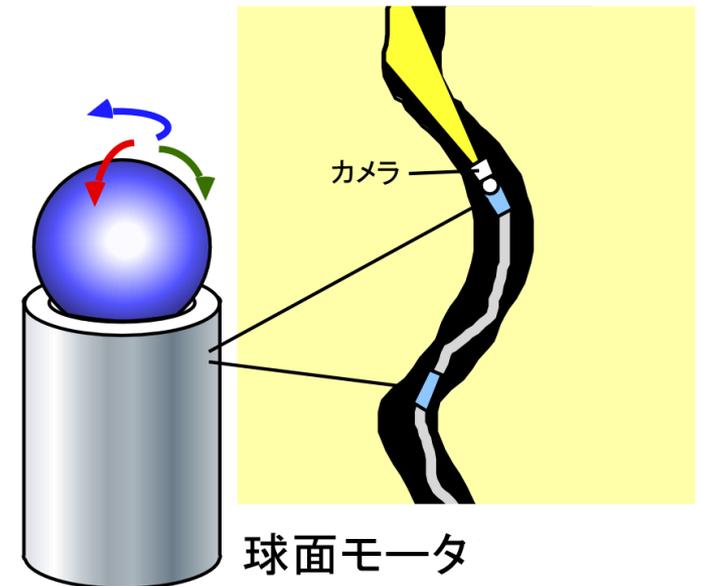
# 想定される用途（医療）

□医療や災害現場：  
狭所空間の検査などで使用される  
内視鏡の超小型CCDカメラの回転

□マイクロロボットの関節など



電子内視鏡（オリンパス製）



球面モータ

# 想定される用途（映像，情報通信）

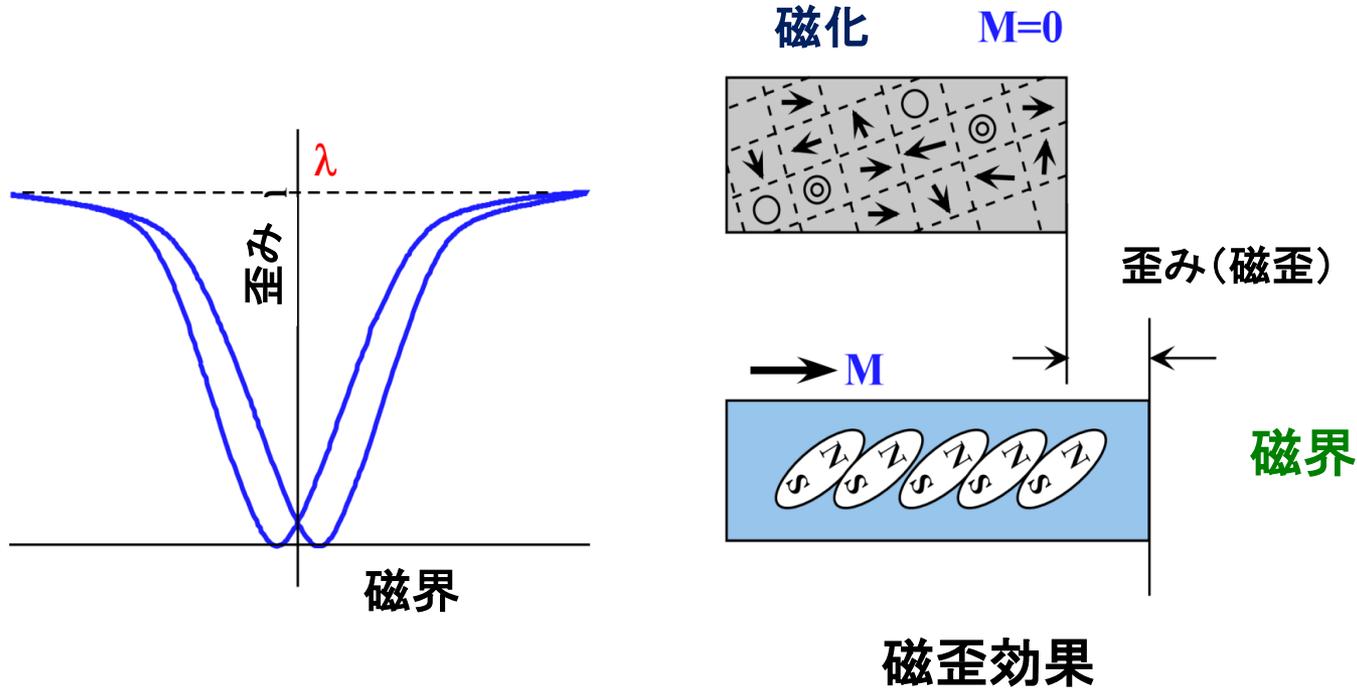


監視カメラ  
(パナソニック)



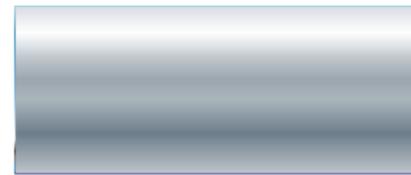
ノートパソコンのCCDカメラの回転

# 磁歪効果



磁歪  $\lambda$  が大きい材料

磁歪材料

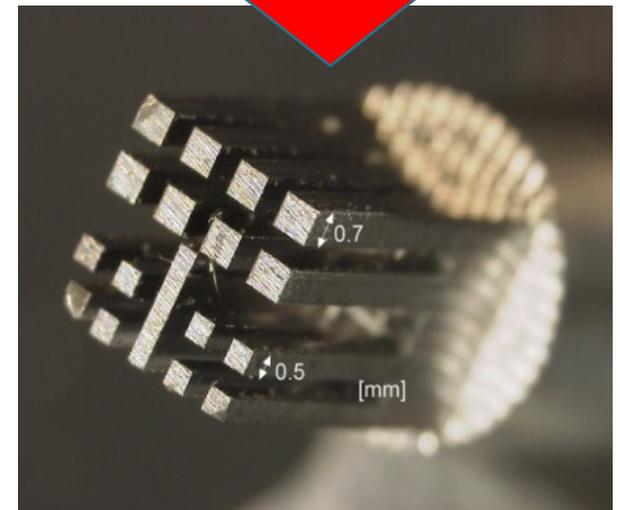


➡ アクチュエータ

# 鉄ガリウム合金

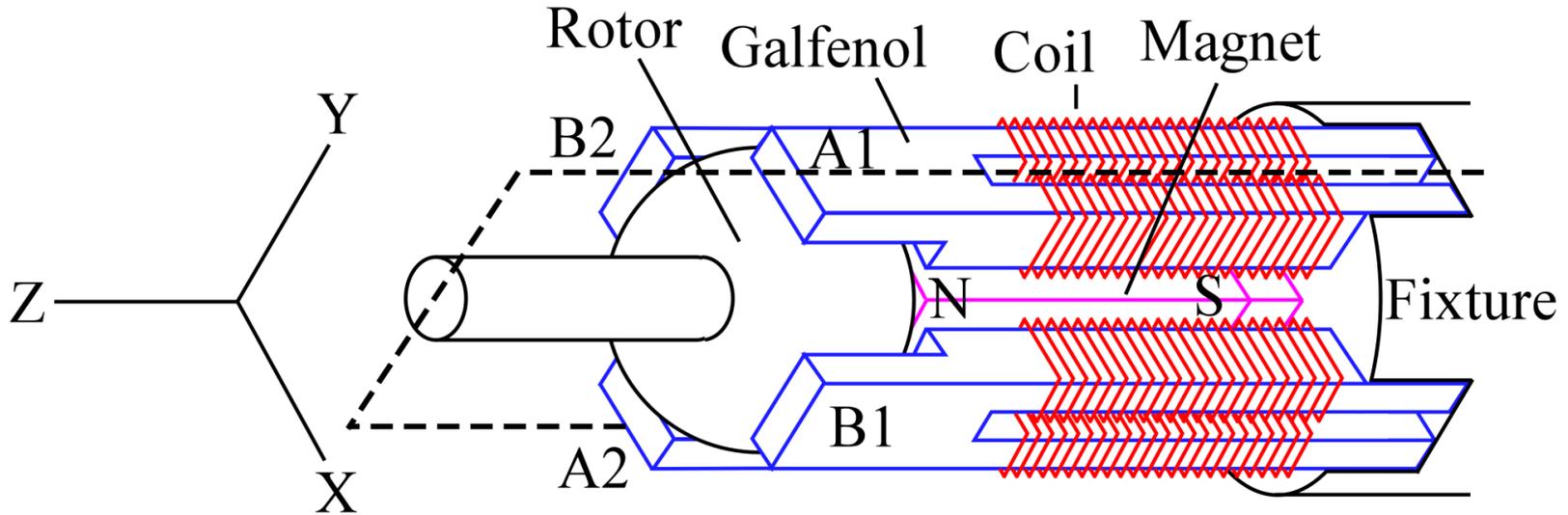
米国海軍研究所で開発された画期的な磁歪材料

組成	$\text{Fe}_{81.6}\text{Ga}_{18.4}$
磁歪	200–300ppm
ヤング率	70 GPa
比透磁率	100
キュリー温度	$> 700^{\circ}\text{C}$

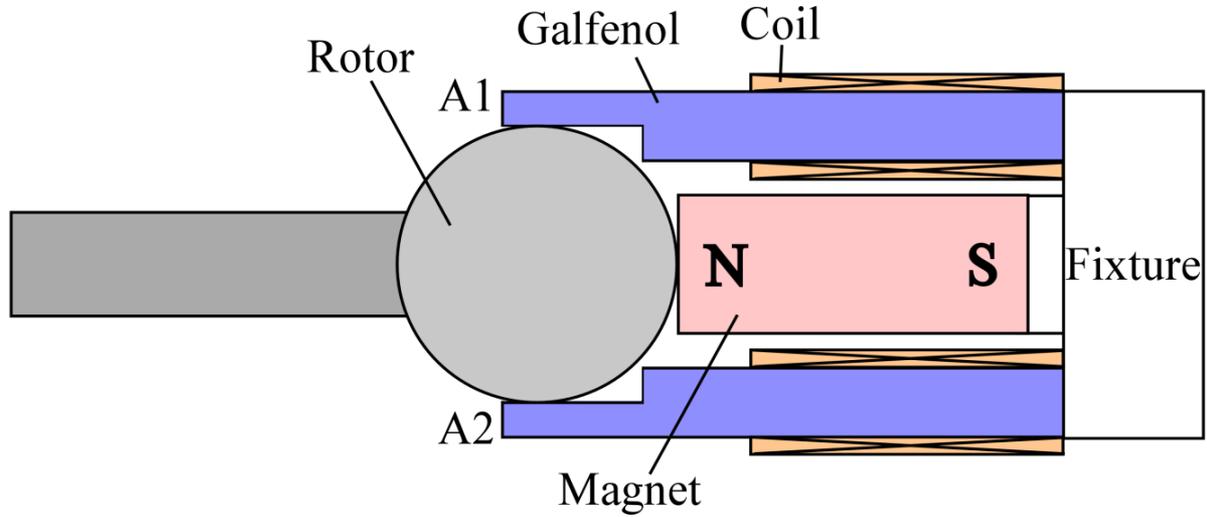


**堅牢で加工性がよい**

# モータの構成

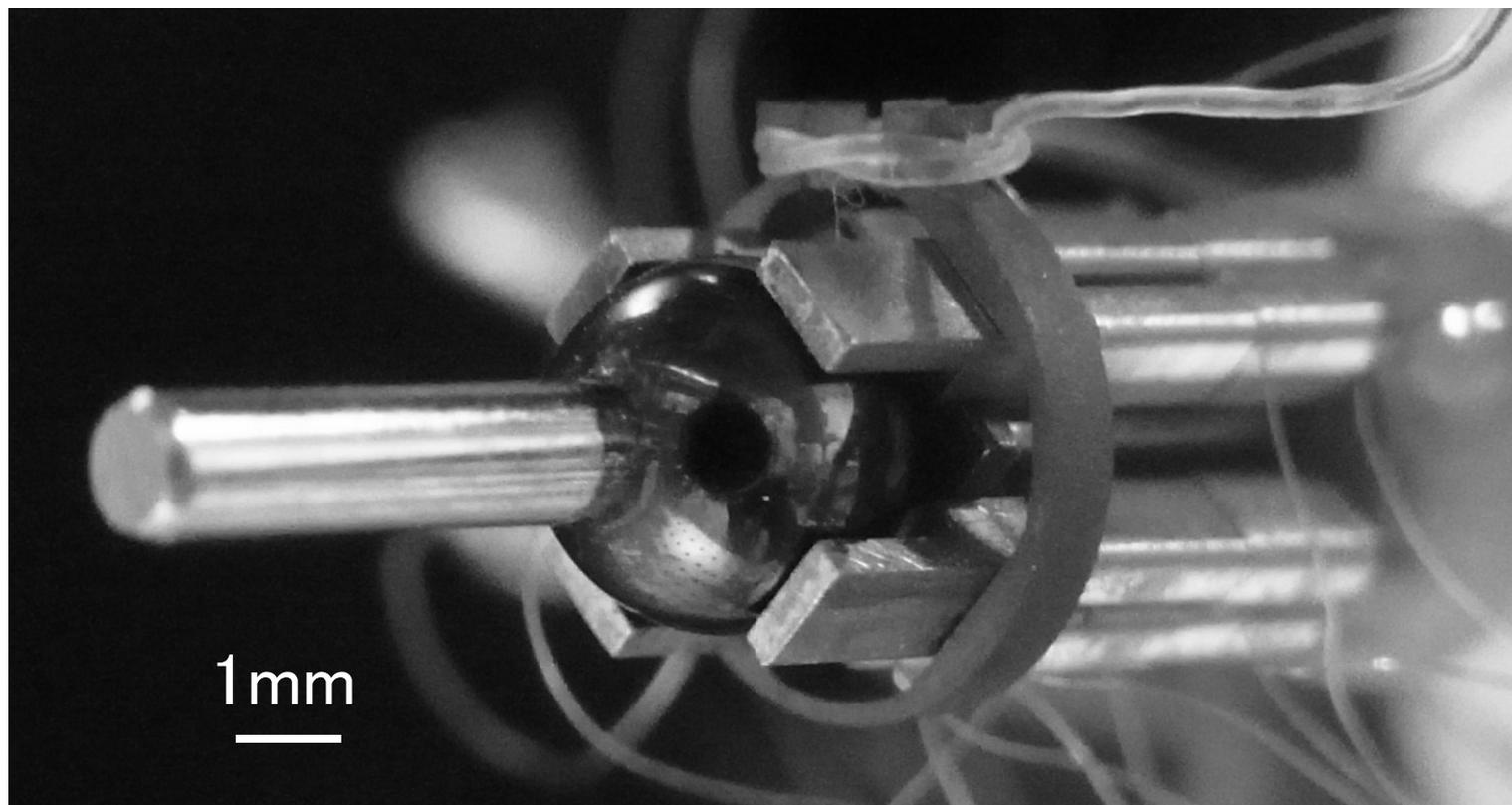


構成図

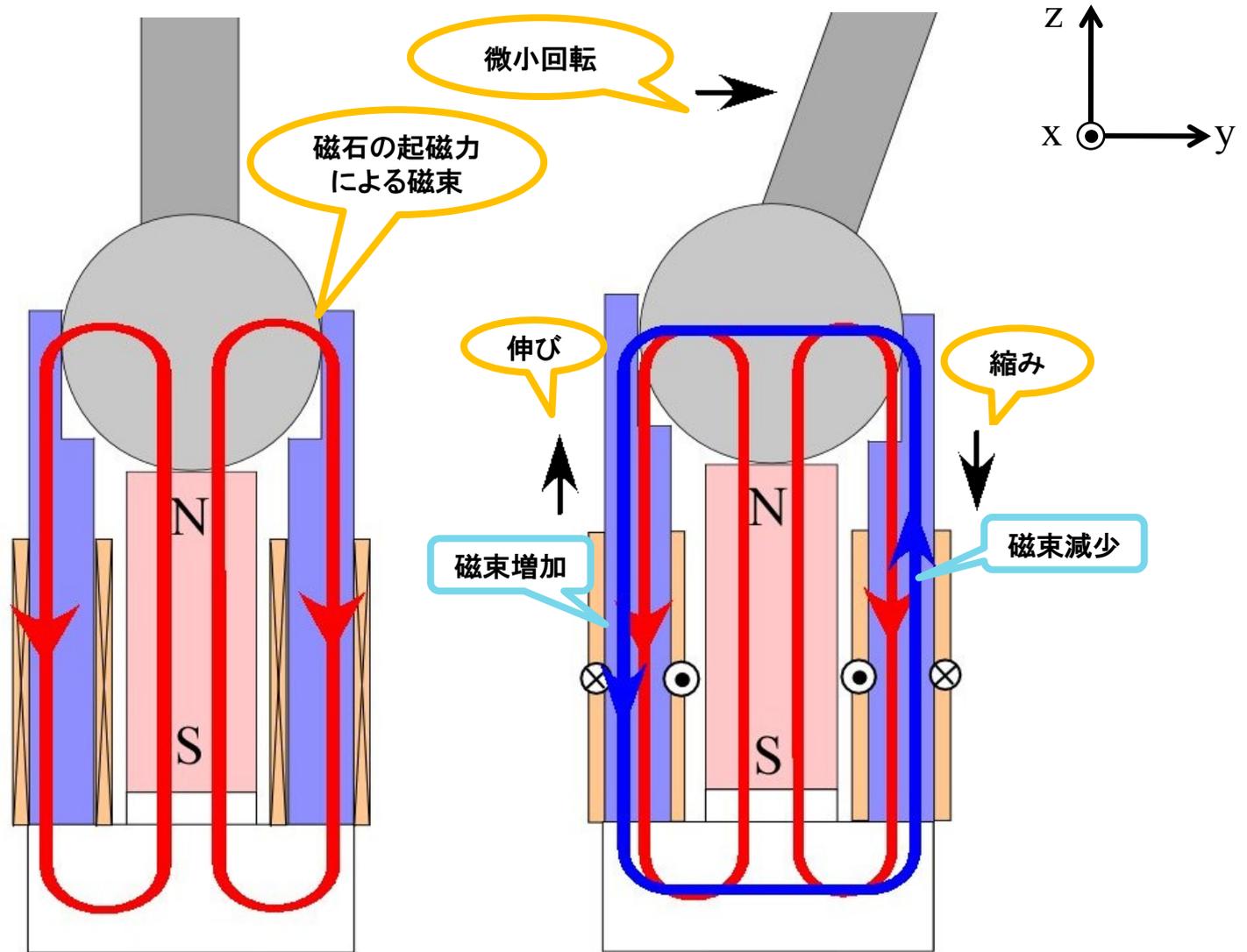


断面図

# 試作機(写真)

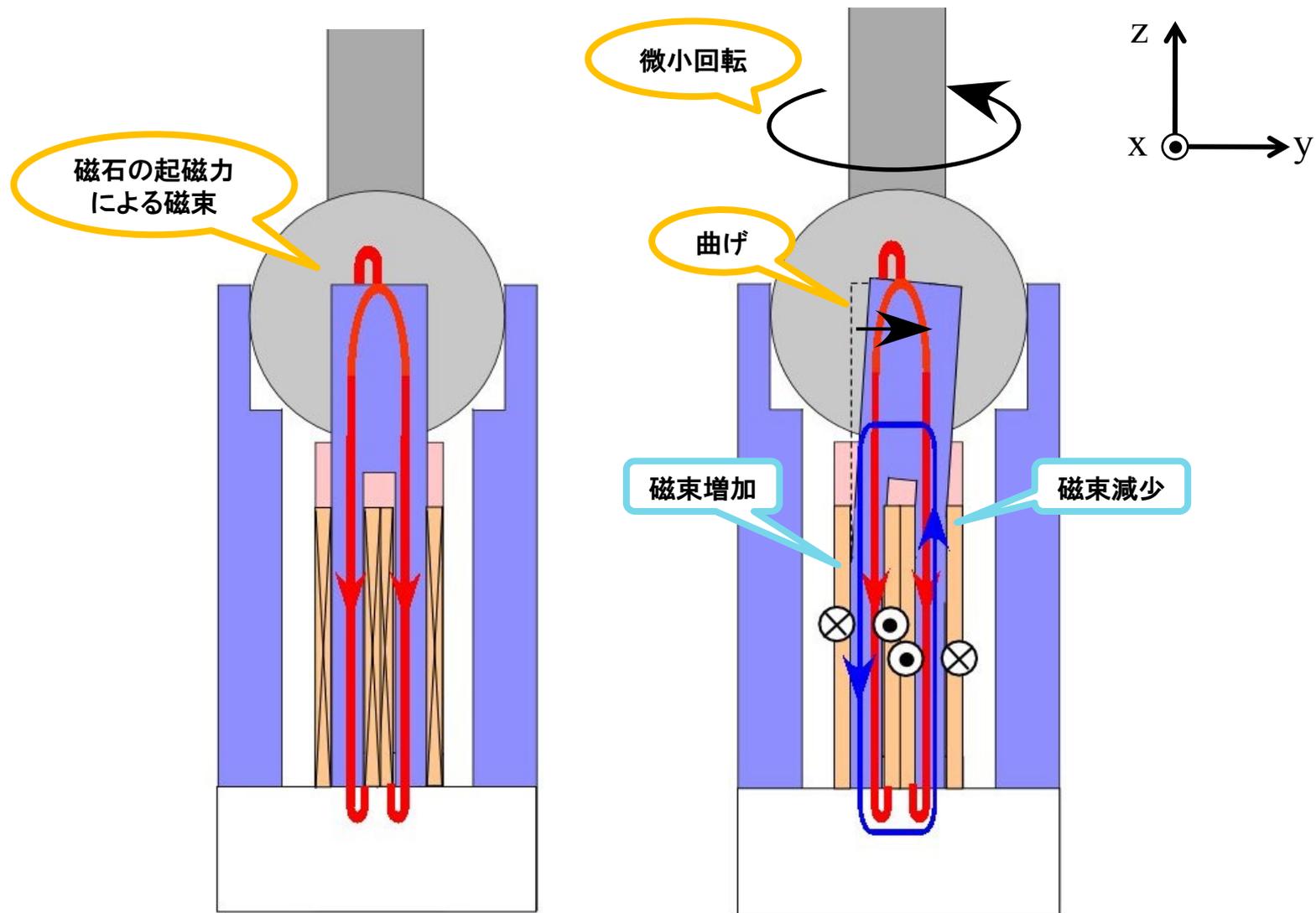


# X, Y軸回転の原理



ロッドの変形(X,Y軸回転)

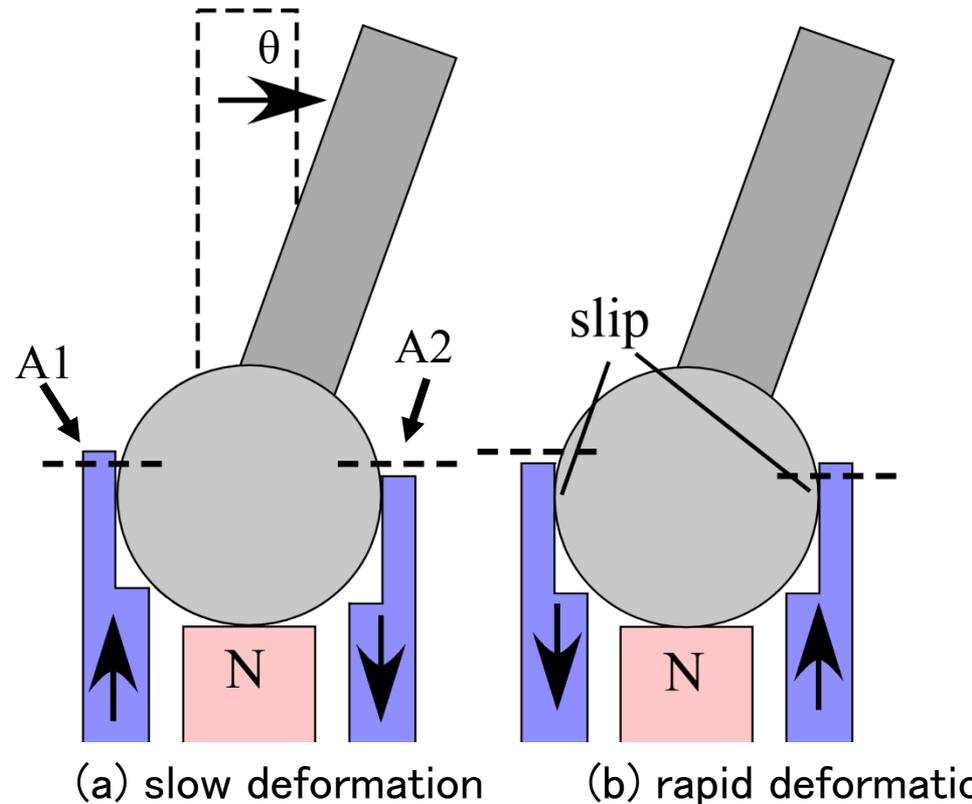
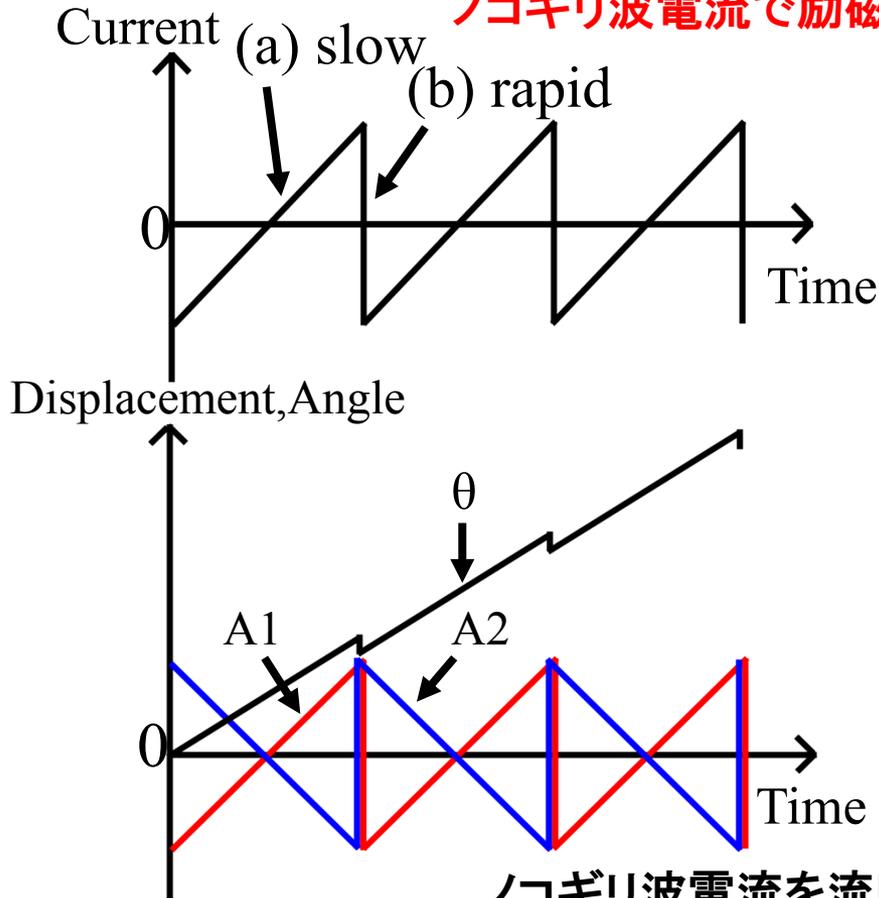
# Z軸回転の原理



ロッドの変形(Z軸回転)

# 連続回転の原理

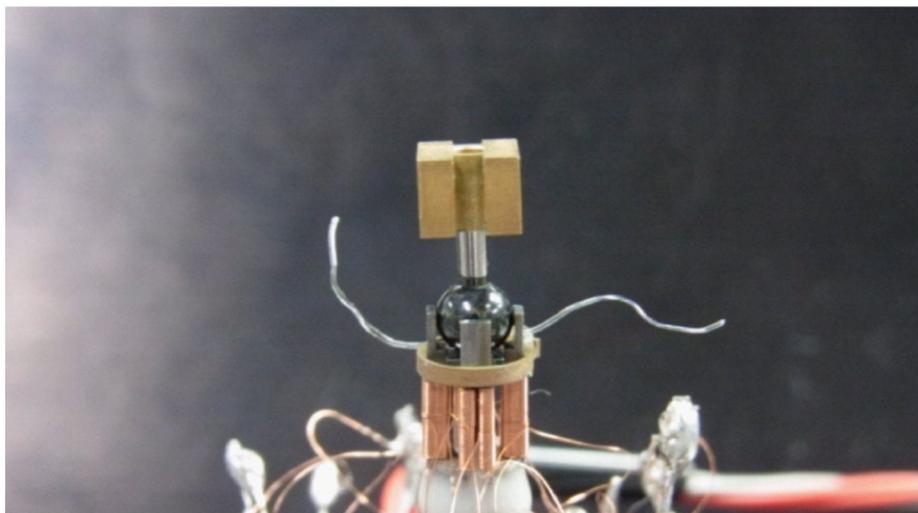
ノコギリ波電流で励磁(X, Y, Z軸回転に共通)



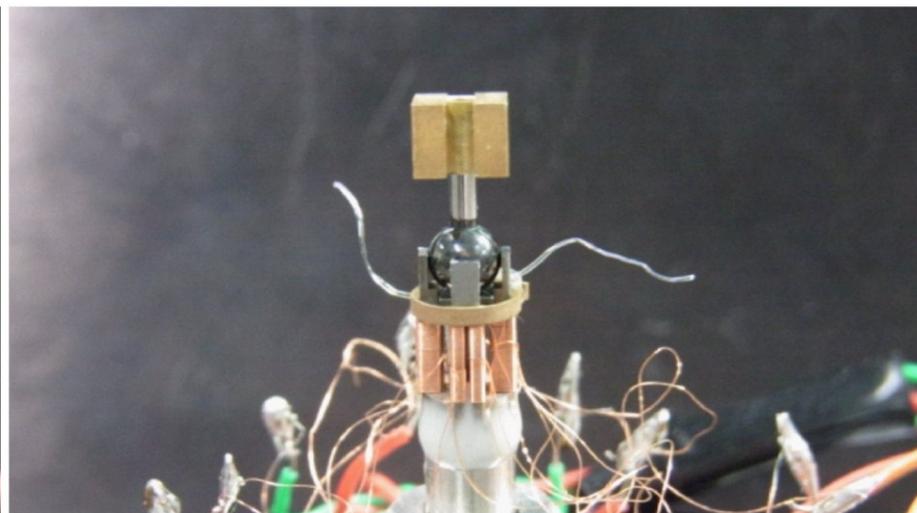
ノコギリ波電流を流した時のロッドと変位の関係

- (a) 緩やかな立ち上がり：ロータが微小回転
- (b) 急な立下り：ロータの微小回転を保持したまま元へ戻る  
→繰り返すことで1方向へ回転が可能

# X, Y軸回転



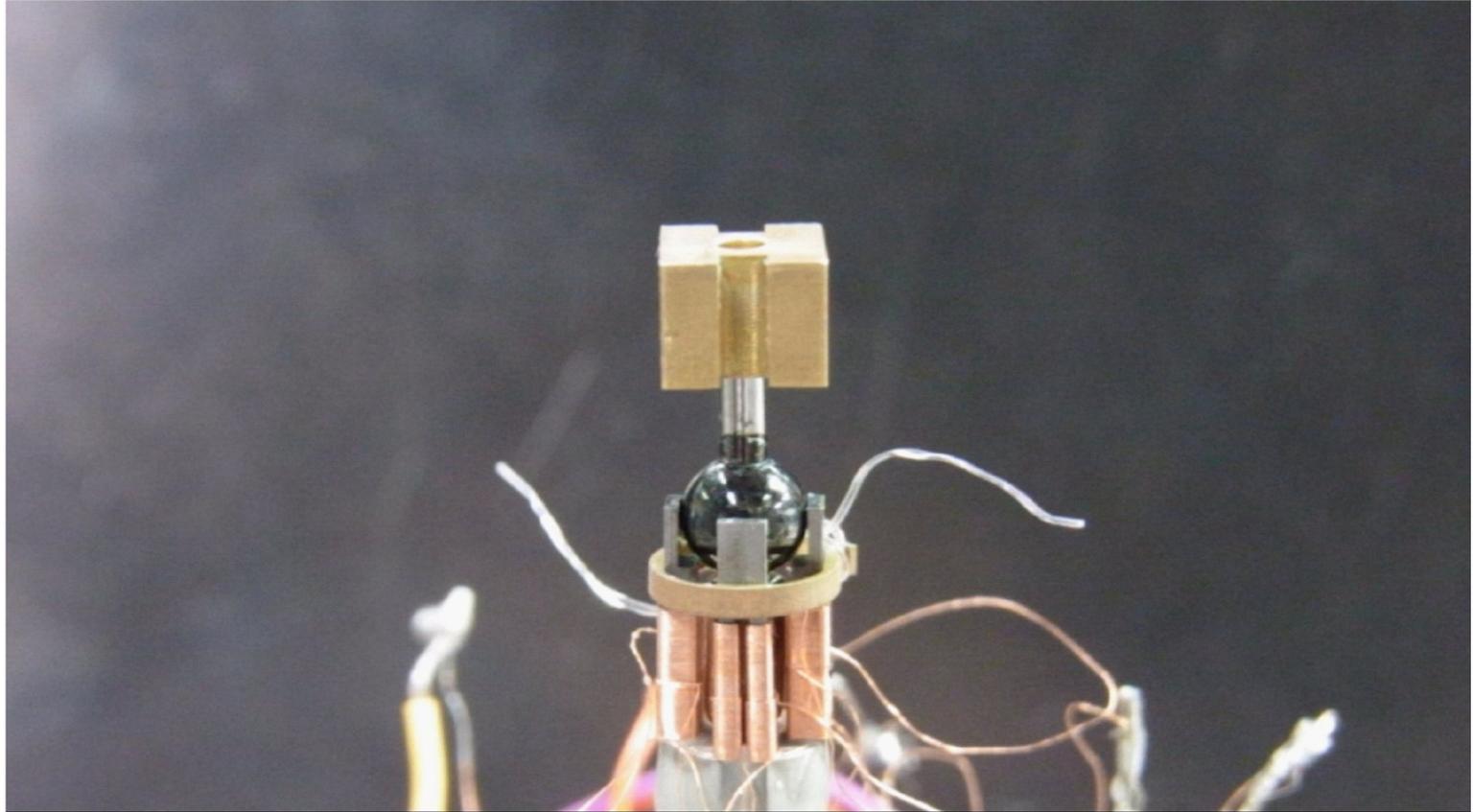
X軸回転（周波数6kHz）



Y軸回転（周波数7kHz）

回転速度は7kHzまで周波数に比例

# Z軸回転



Z軸回転（周波数4kHz）

**回転速度は4kHzまで周波数に比例**

# 実証された項目と技術課題

- 3軸駆動の動作原理を実証
- 直径6mm径モータの作製技術を確立

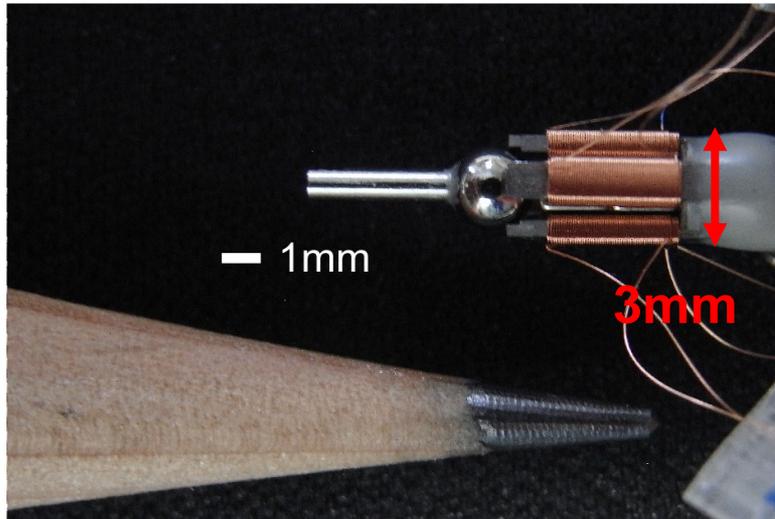
## 技術課題

- 回転のバラツキ → 作り込みで改善
- 回転に伴う摩耗 → 超音波モータの技術を適用
- 電源 → 小型電源で駆動可能

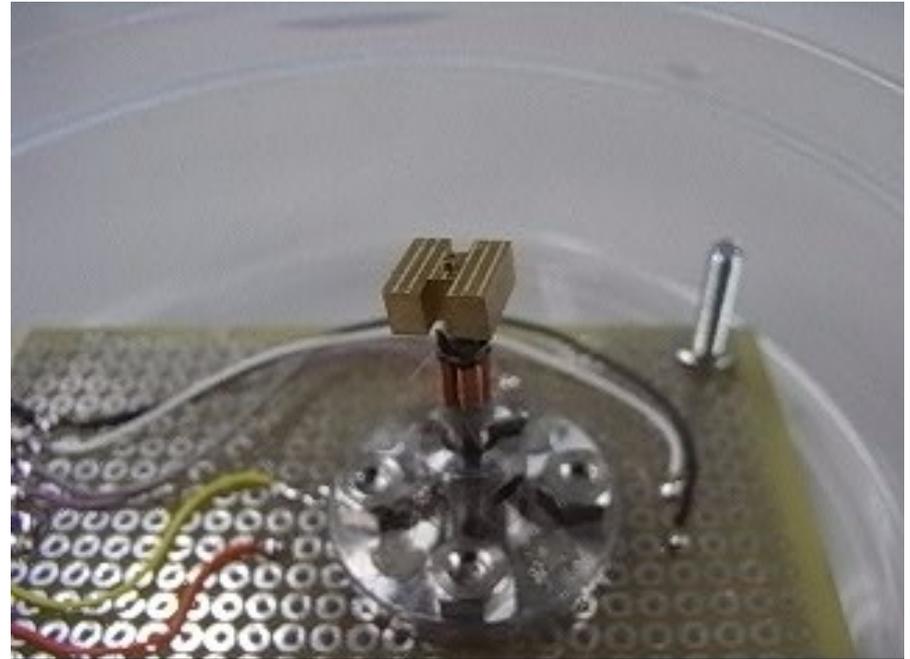
# 実用化を目指した開発



# 実証試験



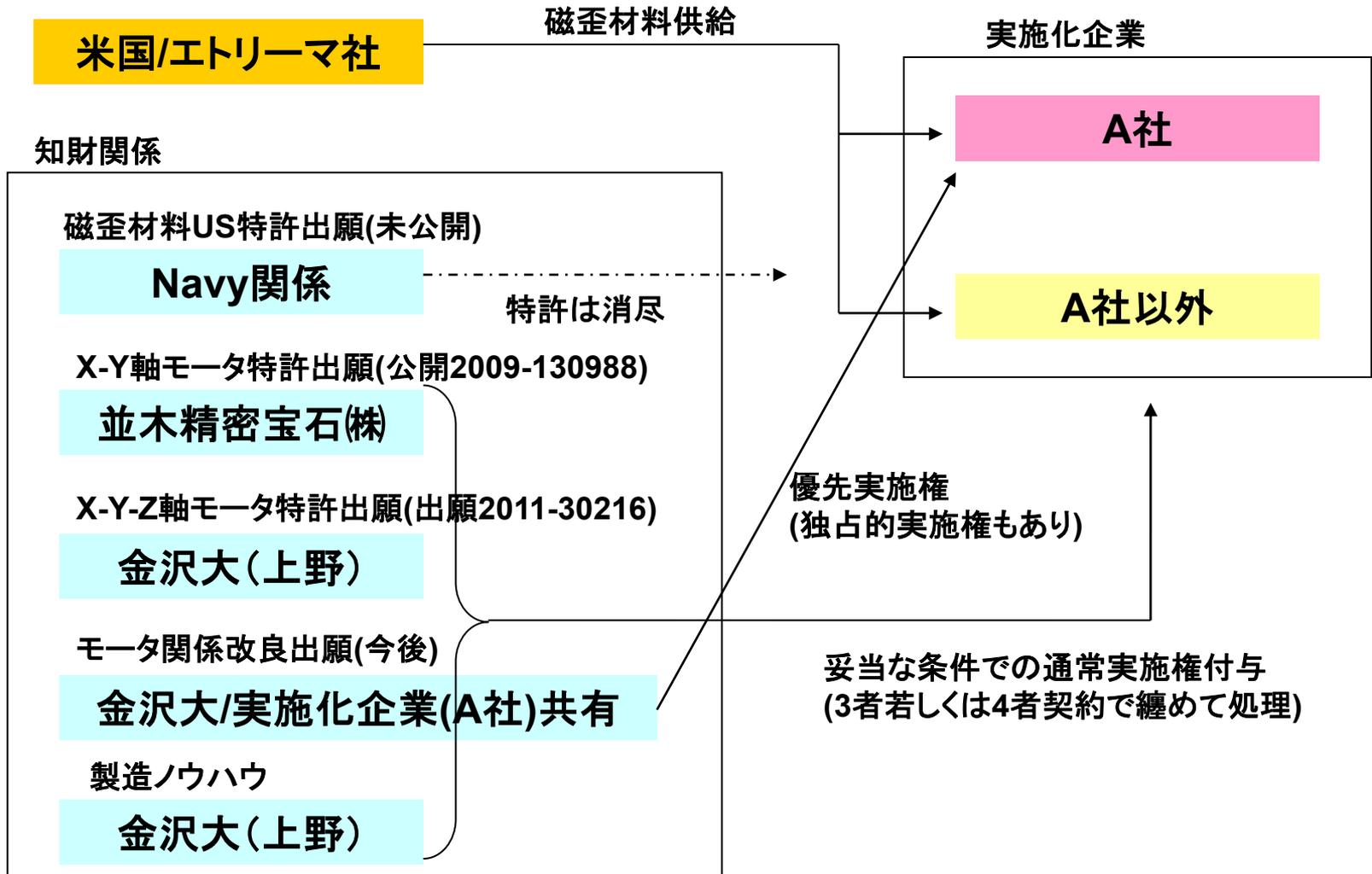
このサイズで2軸  
かつ  
5V電源で動くモータは  
他には存在しない。



動作条件: ノコギリ波電流 $\pm 0.2A$  2 kHz

自由度	2
回転角度	360°
回転速度	50° /sec
駆動電源	5V (USB)

# 想定される技術移転



# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 磁歪式多軸駆動アクチュエータ
  - 出願番号 : 特願2007-301097
  - 出願人 : 並木精密宝石(株)
  - 発明者 : 上野敏幸、齊藤千尋、樋口敏郎、今泉伸夫
- 
- 発明の名称 : 3軸球面モータ
  - 出願番号 : 特願2011-030216
  - 出願人 : 上野敏幸
  - 発明者 : 上野敏幸

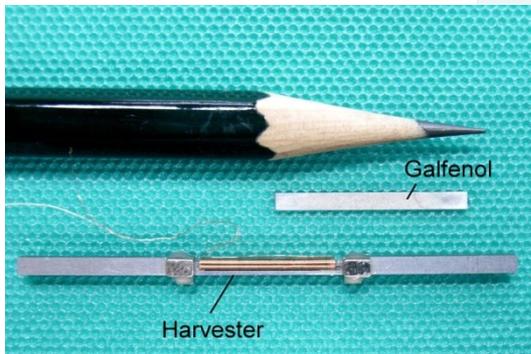
# 振動発電技術

利用されない振動から半永久的に発電

→ 電池が不要

磁歪材料を用いた発電の特徴（従来の圧電素子や永久磁石可動式に比べて）

- シンプルで堅牢，作製も容易
- 高出力で高効率（変換効率15%以上）
- 高耐熱性



発電素子



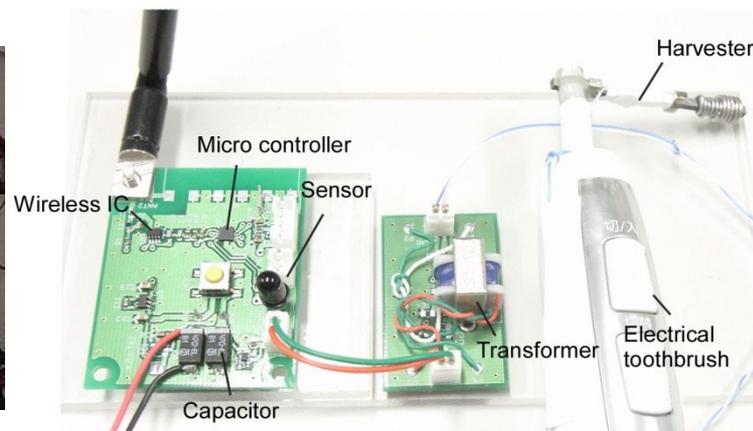
全ての振動や動きから発電が可能

# 実用化(数年以内)

原理、特徴は試作により実証済み



発電のデモ



ワイヤレスセンサシステム

電源(電池)不要のワイヤレスセンサネットワーク

(自動車、インフラ、ホームオートメーション、医療、電子機器)

電池不要のリモコン

大出力発電装置(再生エネルギー)

ライセンスの提供による実用化、商品開発を進行中

磁歪材料の高性能、低価格化は確実に進行する

# お問い合わせ先

## 技術に関する問い合わせ

上野 敏幸

金沢大学 理工学域 電子情報学系

電話 076-234-4851

E-mail [ueno@ec.t.kanazawa-u.ac.jp](mailto:ueno@ec.t.kanazawa-u.ac.jp)

## 共同研究、ライセンスに関する問い合わせ

分部 博

金沢大学 イノベーション創成センター

電話 076-264-6106

E-mail [wakebe@staff.kanazawa-u.ac.jp](mailto:wakebe@staff.kanazawa-u.ac.jp)