

Fe-Ga単結晶を用いた振動発電IoTデバイスの実用化に関する研究

望月陽介・八代浩二・勝又信行・尾形正岐・古屋雅章・渡邊慧輔・萩原義人・石黒輝雄・坂本智明・中村聖名（産業技術センター）・鈴木茂（東北大学）・上野敏幸（金沢大学）

Fe-Ga単結晶を用いた振動発電とは？



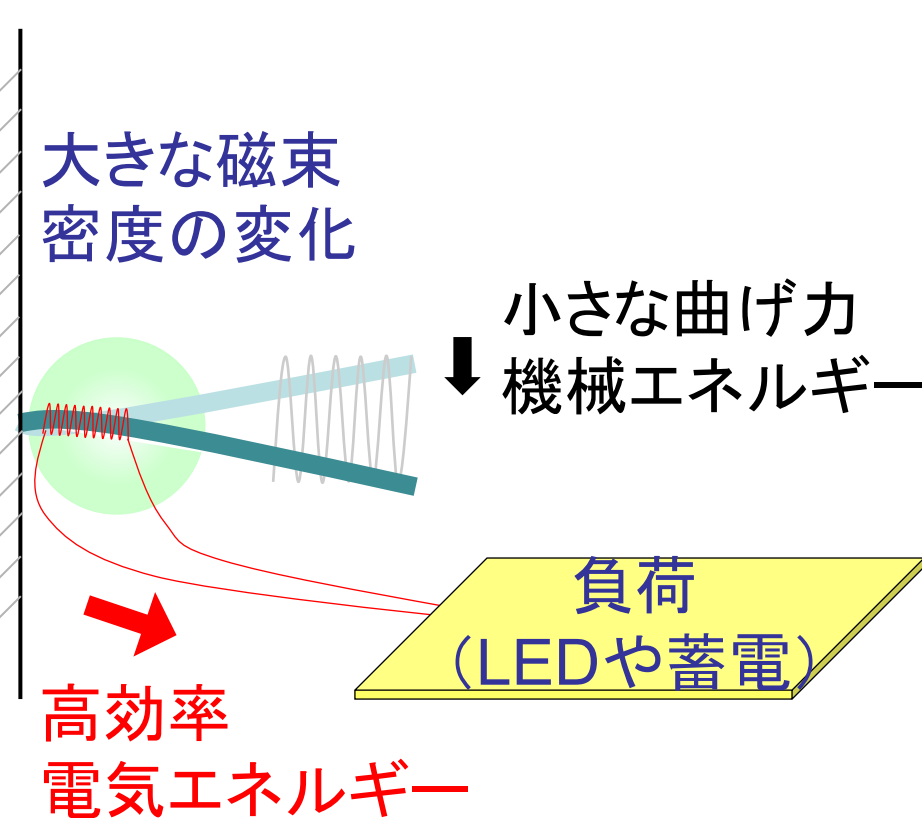
Fe_{81.6}Ga_{18.4}単結晶
近年開発された安価で磁歪効果の大きい磁歪材料

磁歪材料とは

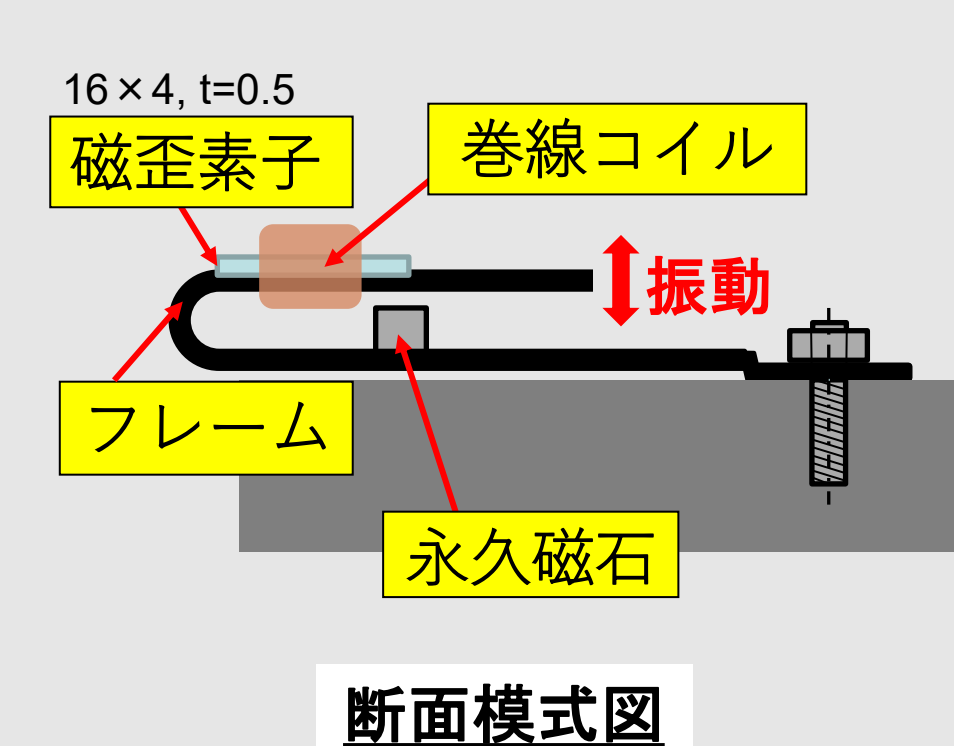
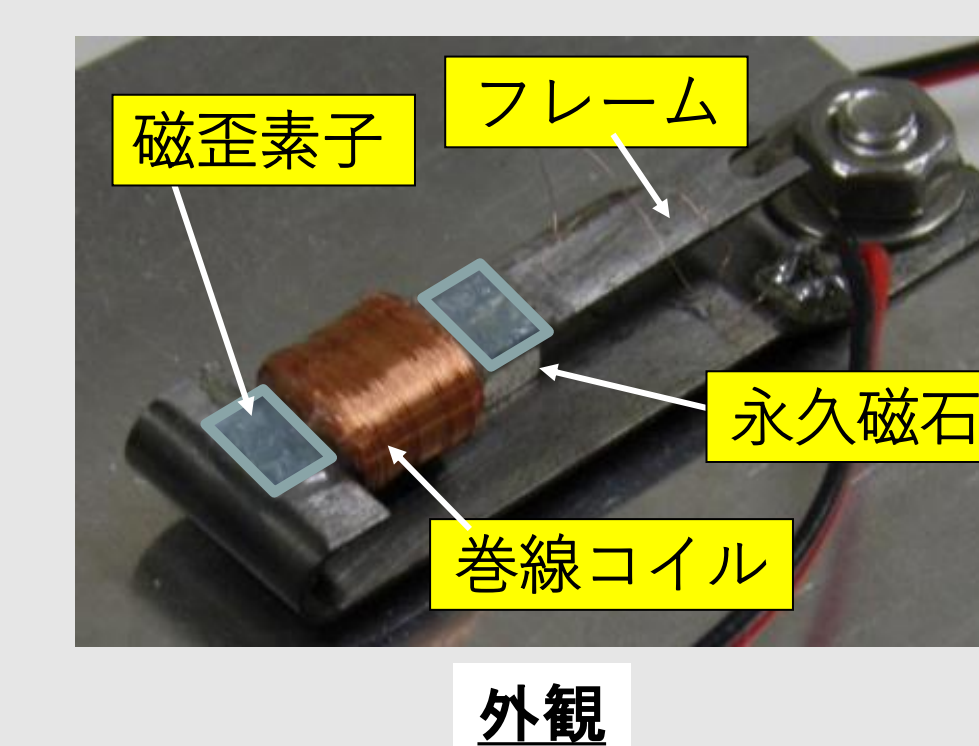
磁歪効果（磁化すると伸びる性質）と逆磁歪効果（伸縮により磁気的性質が変化する性質）を有する材料

逆磁歪効果を利用することで、振動から電力を得ることができる。（磁歪式振動発電）

新たな材料の開発により、磁歪式振動発電が再注目



金沢大学提案の振動発電デバイス



新素材を活用

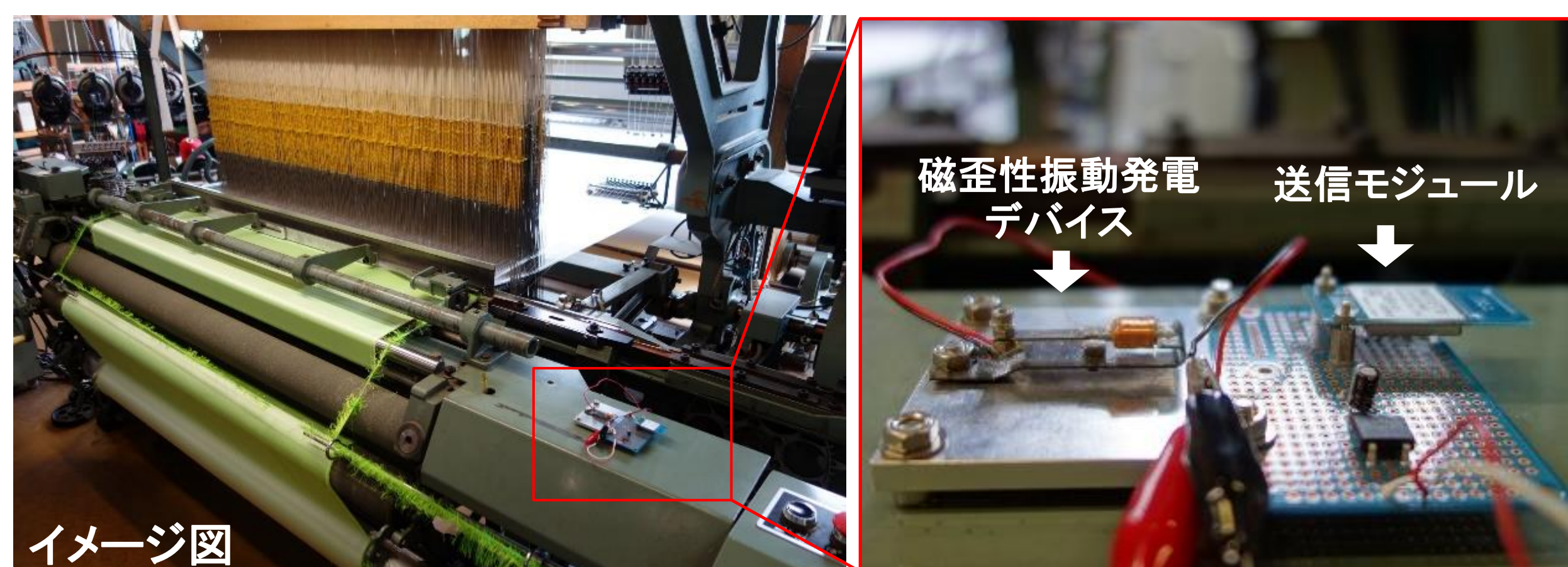
県内企業のIoT導入と製品開発を、新素材を用いた振動発電IoTデバイスの開発により支援する。

R1-2年度に実施した研究成果

- ・磁歪材料の物性評価
- ・デバイスの試作と織機への適用

織機の「糸切れ」を検知する「見守り通信システム」を構築

- 【仕様】(できるだけシンプルにシステム化)
- ・振動発電デバイスで発電した電気を蓄電
 - ・定期的に室温(ダミー)をデータ送信
 - ・「糸切れ」で織機運転が停止
 - ⇒データ送信が途切れたらエラー表示



イメージ図

織機の「見守り通信システム」のイメージ

新たな課題

- ・発電性能のばらつきの抑制
- ・加工・表面処理の最適化

R3-4年度の研究内容

磁歪素子、デバイス構造の両面から安定化に向けた検討

R3-4年度 研究成果

<磁歪素子>

○素子特性のばらつき

同一のFe-Ga単結晶の異なる位置(A, B)から異なる切断方法(WEDM, ワイヤソー)を用いて磁歪素子を加工し、特性を評価した。

同一単結晶から加工しても、切断位置や切断方法によって特性にばらつきが生じることが判明した。

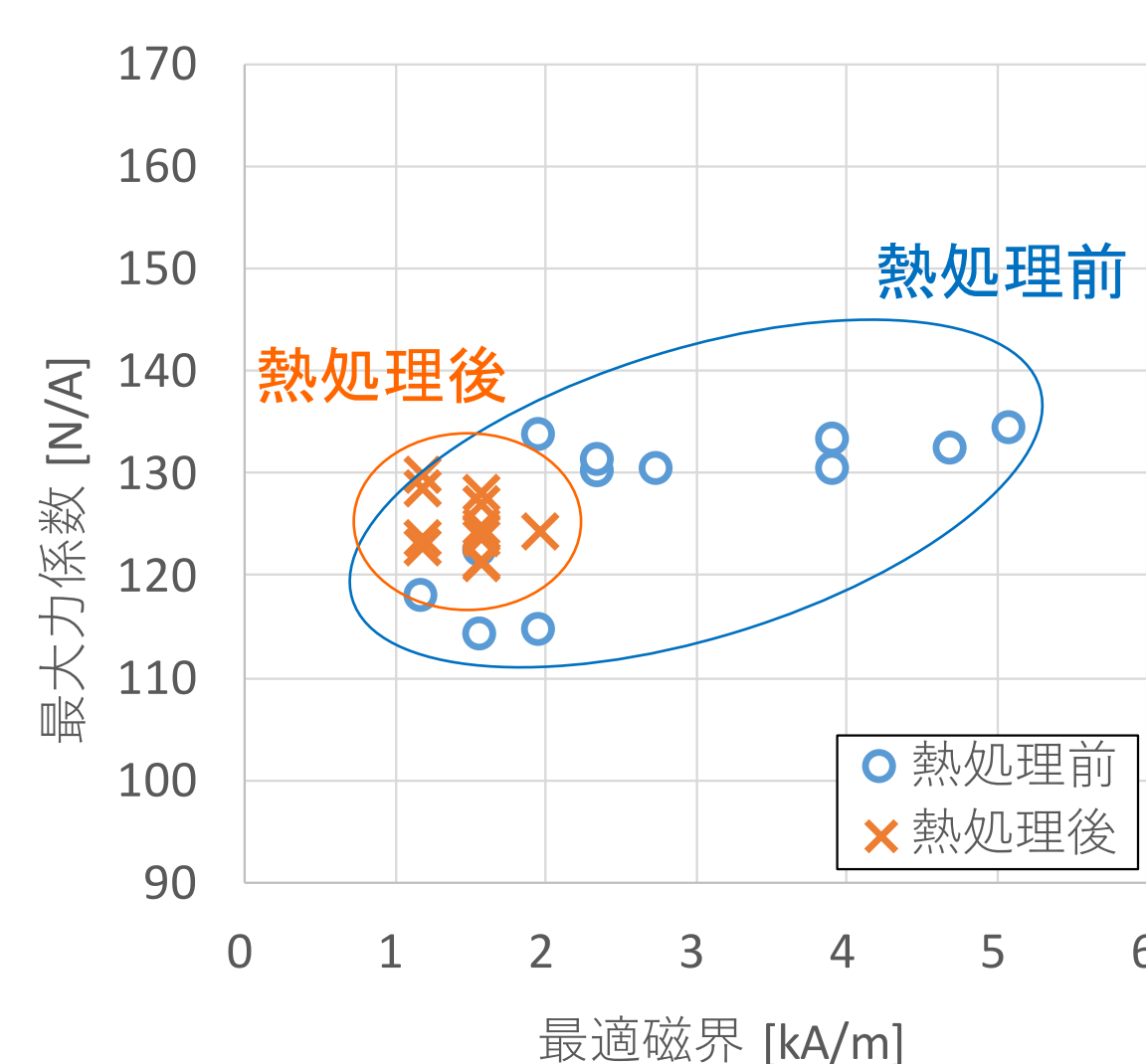
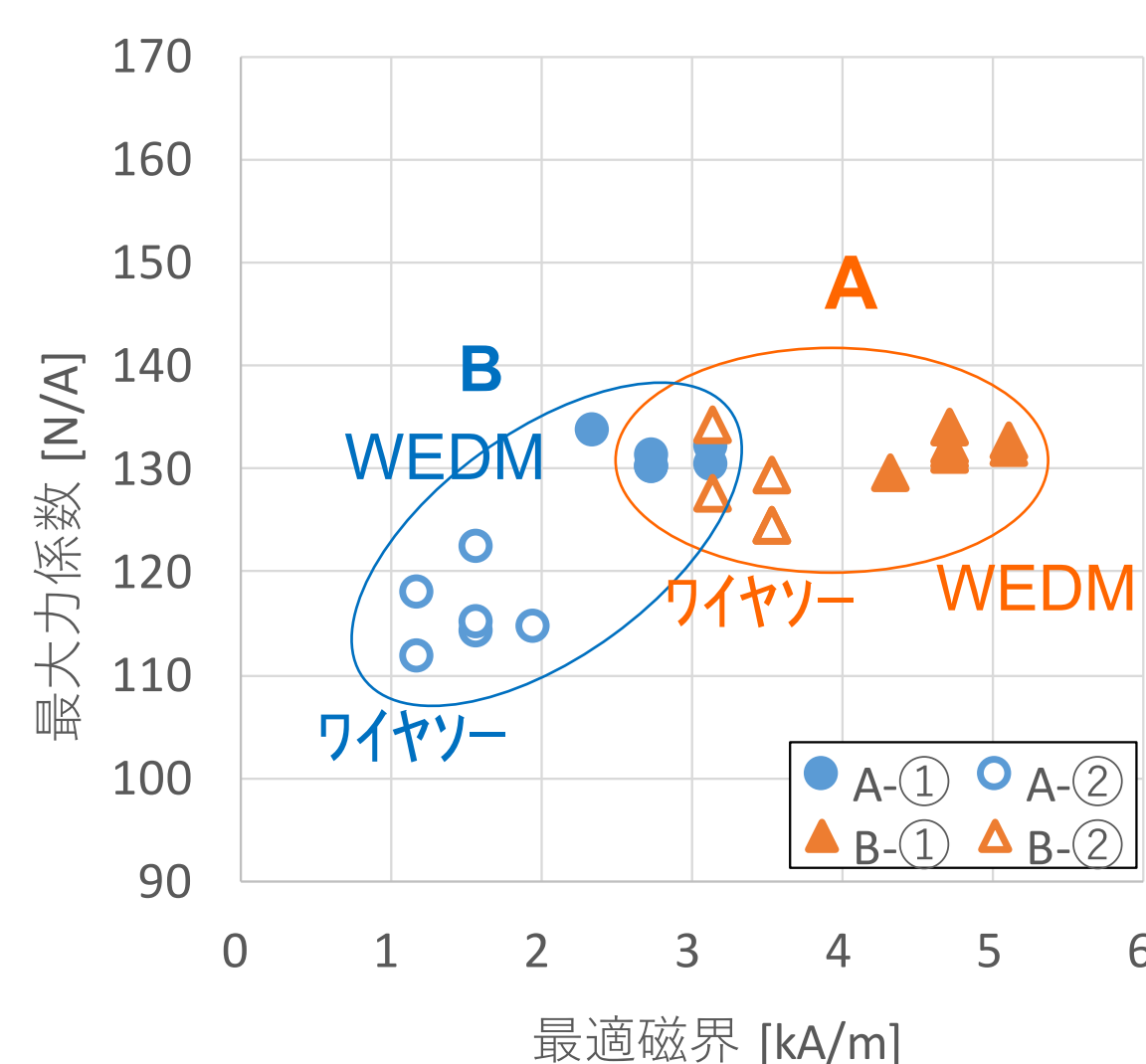
磁歪素子の特性のばらつきは、量産化(実用化)における課題

磁歪素子特性

- 最大力係数：電気系と機械系の結合度（デバイスにした際の出力電圧と正の相関がある。）
- 最適磁界：逆磁歪効果が生じやすい磁界（デバイスでは永久磁石により励磁している。）

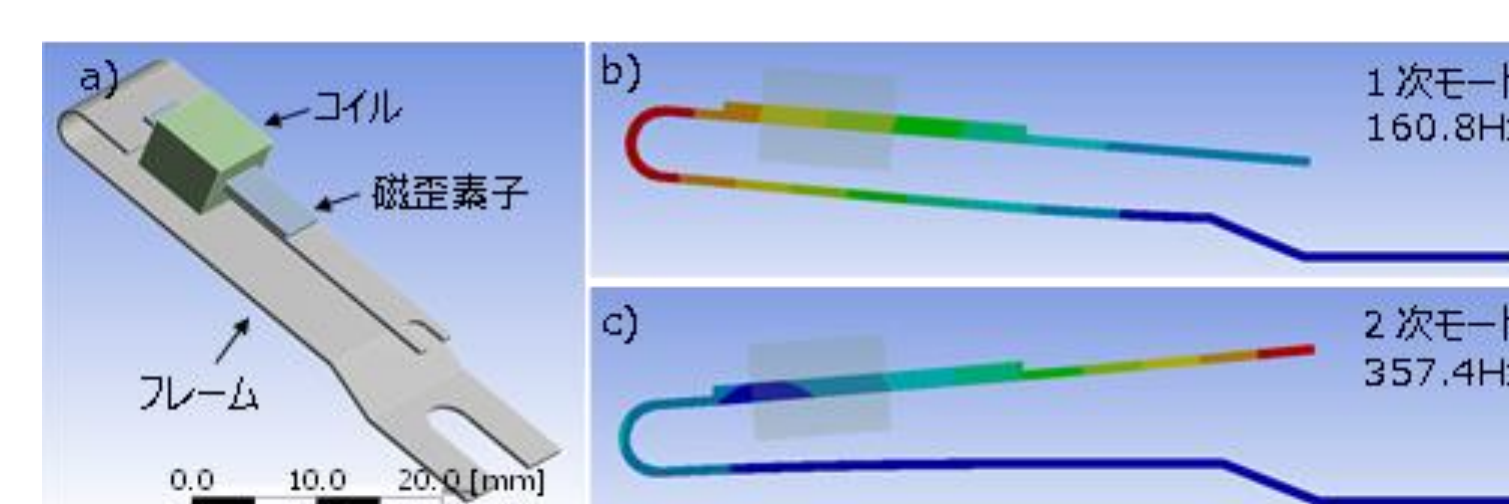
○熱処理による均質化の効果

上記の特性にばらつきのある試料について、500℃で1時間、熱処理をした結果、特性を均質化することができた。結晶成長時や加工時に生じた残留応力を緩和することができたためと考えられる。



<デバイス>

○振動のシミュレート



フレーム全体が揺れる振動モード

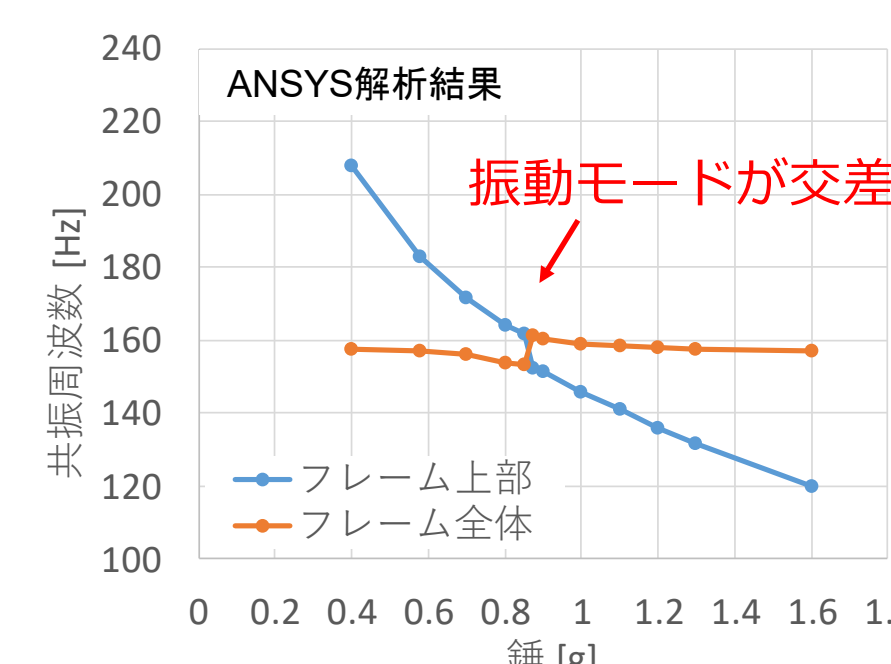
フレーム上部のみが揺れる振動モード

発電する振動

○各パーツの影響(抜粋)

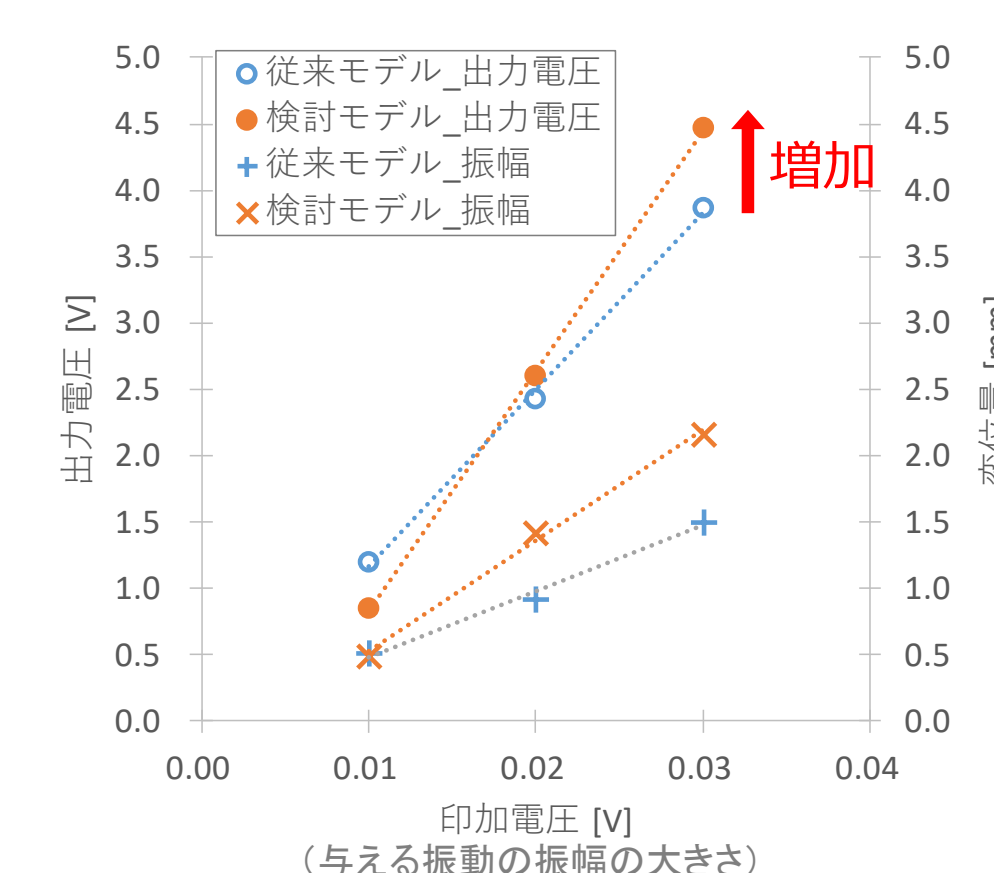
【錘の影響】

錘を重くすると、2つの振動モードが交差する領域があり、その近くでは出力電圧が低下する。



○フレーム形状の検討

フレームの曲率部を直径Φ4mm(従来モデル)からΦ8mm(検討モデル)にした結果、共振周波数において大きい振幅の振動を与えたとき、従来モデルよりも大きな出力電圧を得ることができた。



今後の展開

新たな技術を活用した製品開発やIoT導入のきっかけづくりとしての県内企業を支援していく。

研究期間

令和3～4年度

総研研究テーマ

