

>> 横浜国立大学 新技術説明会 (2023年6月6日 15:00~)

周辺の振動や衝撃から エネルギーを創り出す発電デバイス

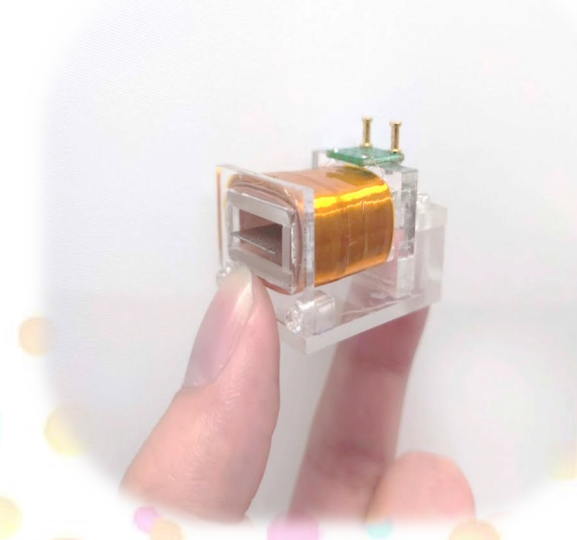
～ワイヤレスかつメンテナンスフリーなIoTデバイスの実現を目指して～

大竹 充

横浜国立大学

大学院工学研究院 システムの創生部門

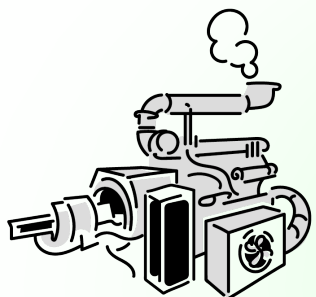
准教授



振動発電デバイスを含むIoTデバイスの普及による波及効果

工場・工事現場

微小振動を伴う機器の
温度等のオンライン監視

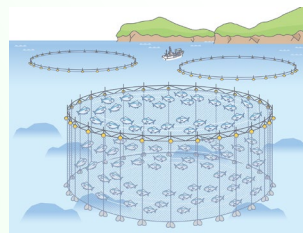


構造物管理

橋, トンネル等
の異常応力検知
による事故防止

養殖漁業

波浪エネルギーを
活用したデバイスによる
育成環境監視



IoTデバイス
数量ベースの世界市場規模

2020年: 500億個/年
今後も急激に拡大

総務省: 令和元年度情報通信白書,
p. 48 (2019).

IoTデバイス (センサ)

リアルタイムのモノの情報を
インターネット空間に取り込む

防犯

不審者による
ドア開閉や窓破り
検知による
建物の防犯



防災

大雨や地震
などに伴う
局所的な土砂の
微小移動検知
による災害通知

☑ 振動発電デバイスを
搭載したIoTデバイスの
適用可能範囲は多種多様

☑ 普及による
産業的, 社会的波及効果は大

家電

リモコン等
スイッチの
電池レス化



振動・応力
以外のセンサとの
組合せによる多機能化

センサと環境発電を融合 ⇒ ワイヤレス&メンテフリー化

IoTデバイス普及への課題：設置と管理の容易性

電源線からの配線や電池の定期交換を不要にするために

- ワイヤレス化
 - メンテフリー化
- ⇒ 増大するセンサ数にも対応
設置場所の制約が緩和

参考：環境発電デバイスの市場は萌芽期

2022年時点での

発電デバイスの市場は50億ドル以上

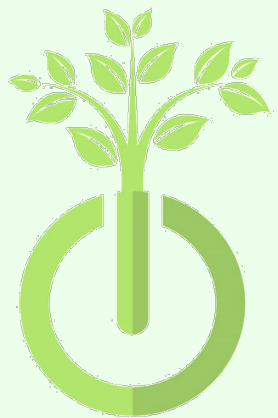
発電デバイスを組み込んだ機器の市場は数兆円

このような機器を活用したサービスの市場は数十兆円

(英国調査会社IDTechEx社)

今後、超スマート社会の進展に伴い、

各市場は急激に拡大することが期待されている



センサと無線モジュールに
自らエネルギーを作り出す
環境発電 デバイスを融合

エネルギー・ハーベスト

周辺の微弱な光，振動，熱などの
エネルギーを活用して発電

[本技術] 振動発電


振動や衝撃からエネルギーを創り出す

- ・高出力化
 - ・小型化
 - ・低コスト化
- を可能にする
発電デバイス

振動発電の各種方式 と 本技術の電磁誘導式の利点

方式

- 圧電式
- 静電誘導式
- **電磁誘導式**

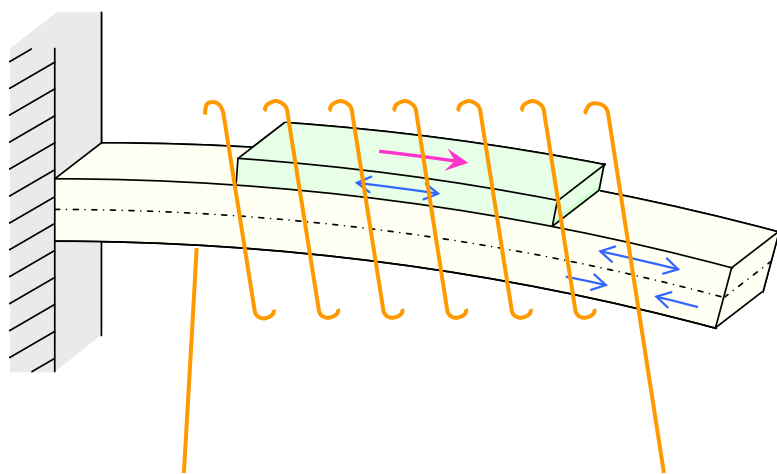
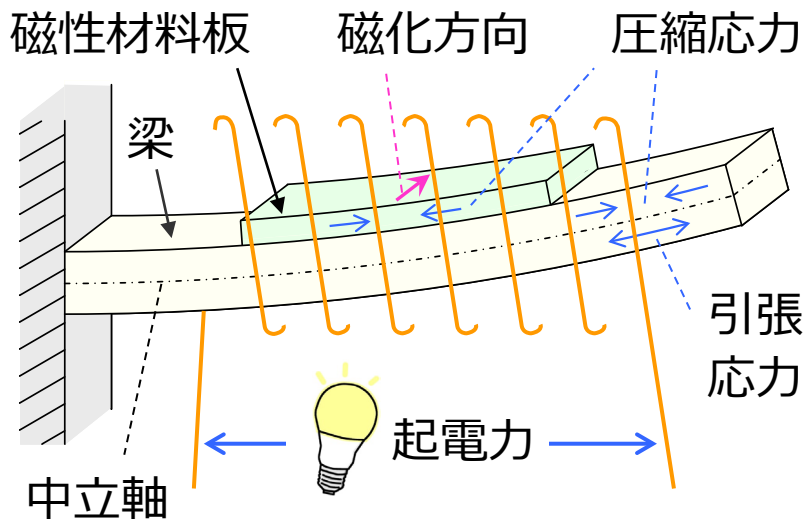
- メリット
- ☑ ミリから数十ボルト以上までの出力電圧
 - ☑ 内部抵抗が小さい
 - ☑ 脆性材料を用いないため、耐久性が高い
 - ☑ 動作可能温度域が広い
- 

A. 永久磁石揺動式 …… 永久磁石の揺動により、磁束が変化

B. 磁歪式 …… 磁性材料内の磁束(磁化)方向と応力の応答関係 (磁歪効果) を活用し、磁性材料に応力が加わることにより、応力が変化

C. 面直磁界式 …… 磁歪効果を用いず、デバイス構造の工夫により、磁性材料内で磁束(磁化)方向の変化が起こるようにした方式

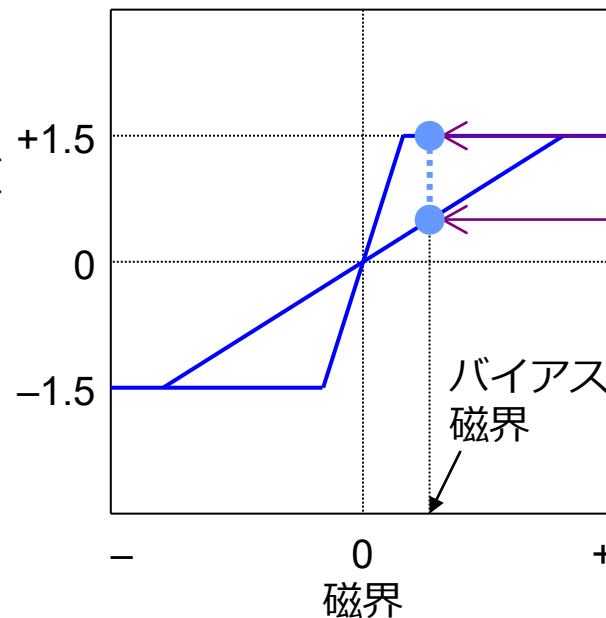
特願2022-086851「発電装置」(出願日：2022.5.27)



1. 振動により材料に曲げ荷重が作用し、磁歪材料内に圧縮もしくは引張応力が発生
2. 振動に伴う応力変化により、磁歪効果で磁化方向（磁束）が時間変化
3. 材料周囲に設置したコイルの中心軸方向の磁束が時間変化し、電磁誘導で起電力が発生

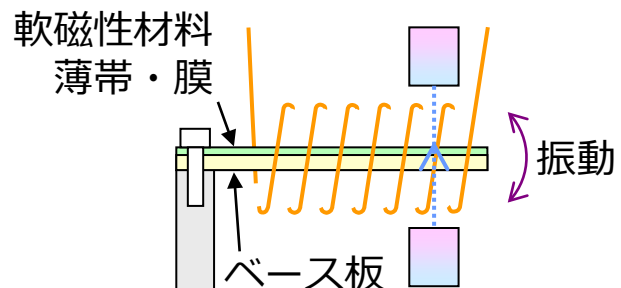
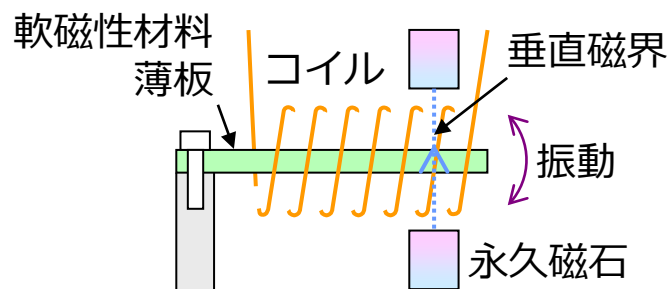
現候補材料：
鉄ガリウム合金 ($\text{Fe}_{80}\text{Ga}_{20}$ at. %)

磁性材料の磁化に基づく
磁束密度 (T)

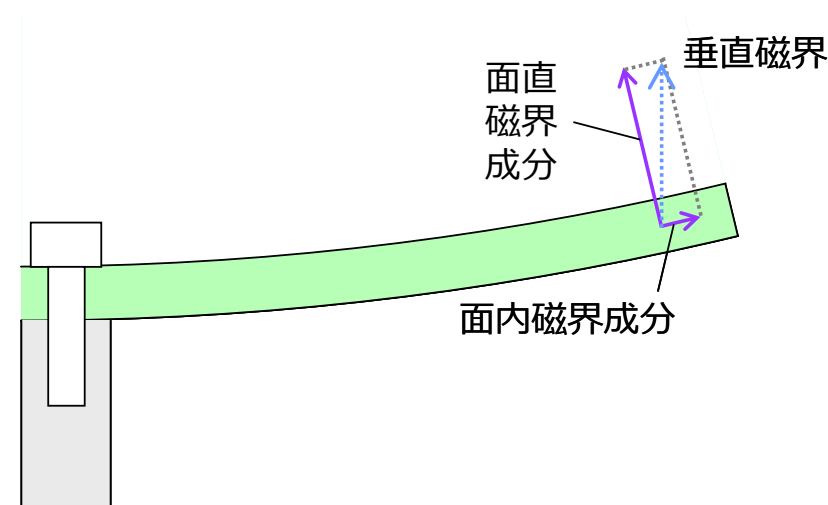
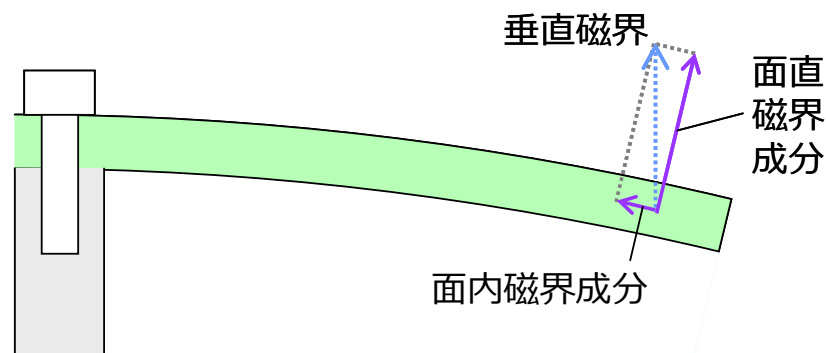


下に反ったとき
変化量：約1 T
上に反ったとき

基本デバイス構造



動作原理

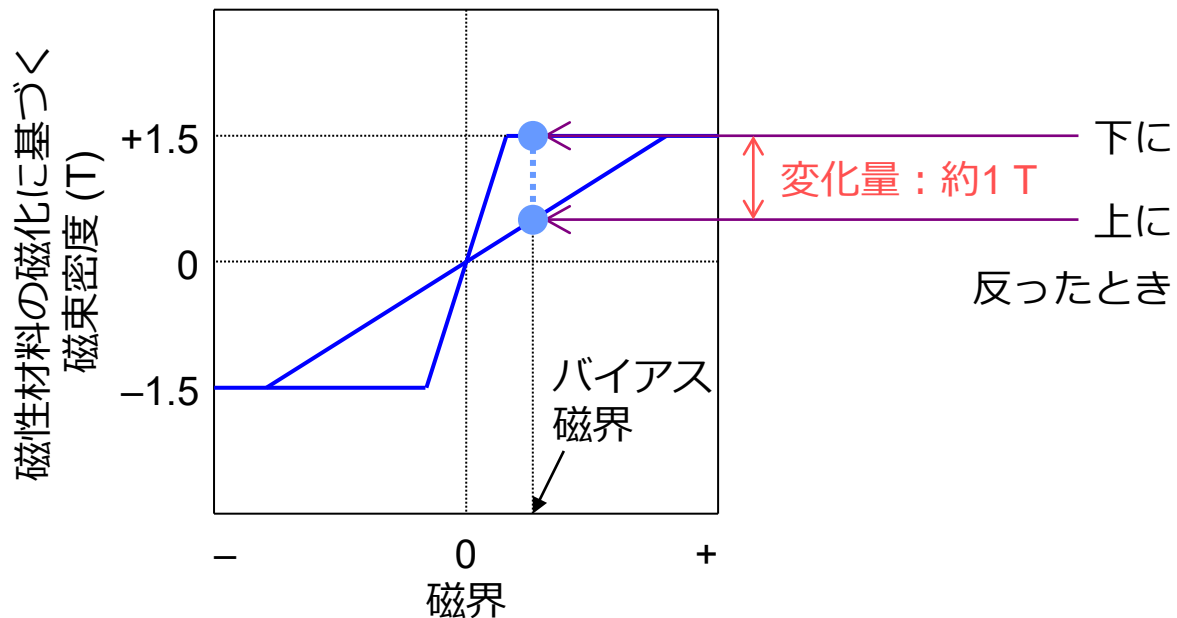


1. 垂直磁界を印加すると、
下にたわんだ時と上にたわんだ時で板面内の磁界成分の方向が逆になる
2. 振動に伴い、面内磁界成分が時間変化し、磁化方向（磁束）も変化
3. 材料周囲に設置したコイルの中心軸方向の磁束が時間変化し、
電磁誘導で起電力が発生

磁歪式と面直磁界式の比較

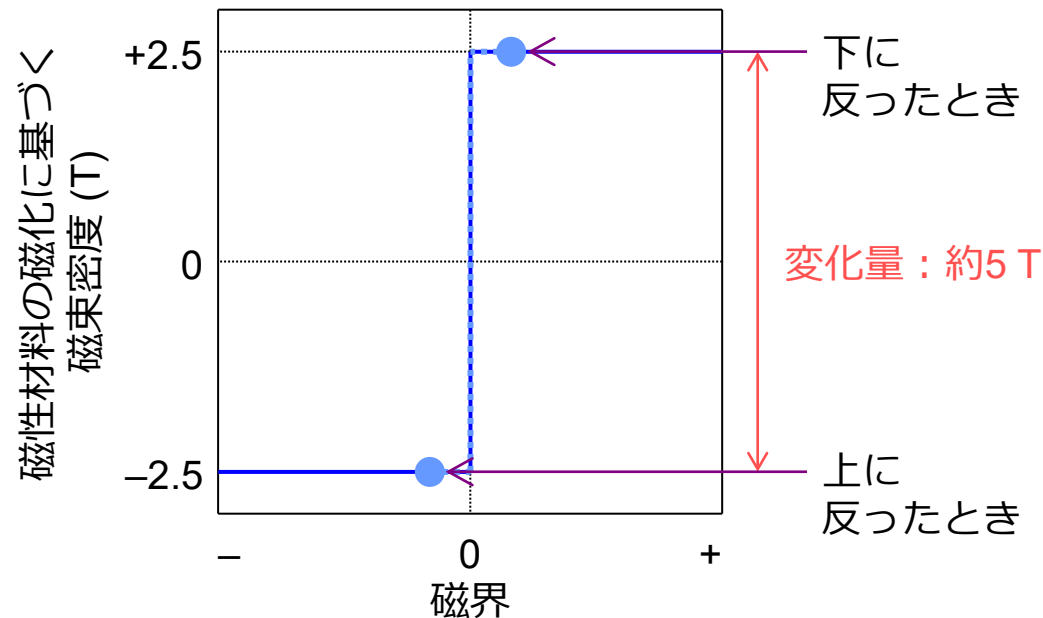
磁歪式

有力候補材料：鉄ガリウム合金 (Fe₈₀Ga₂₀ at. %)



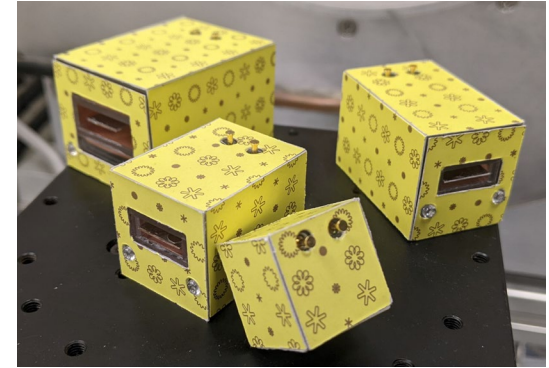
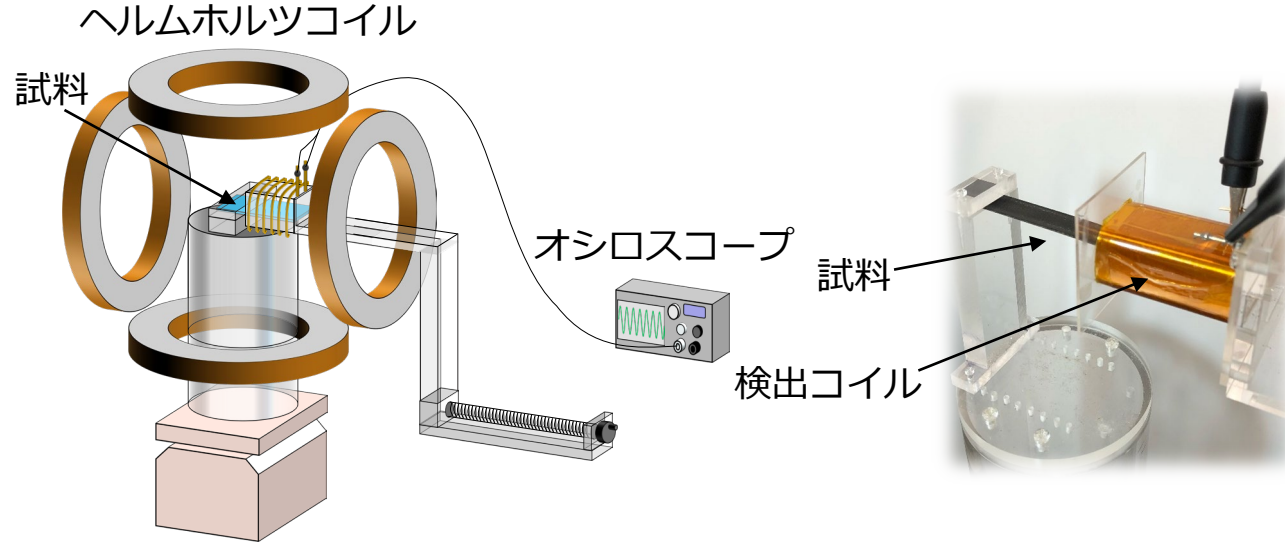
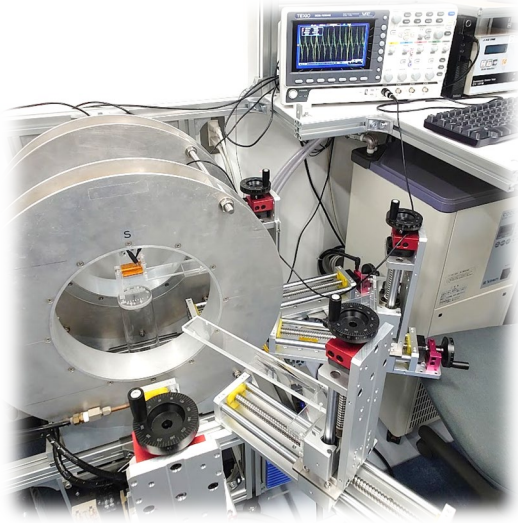
面直磁界式

候補材料：鉄コバルト (Fe₇₀Co₃₀ at. %)

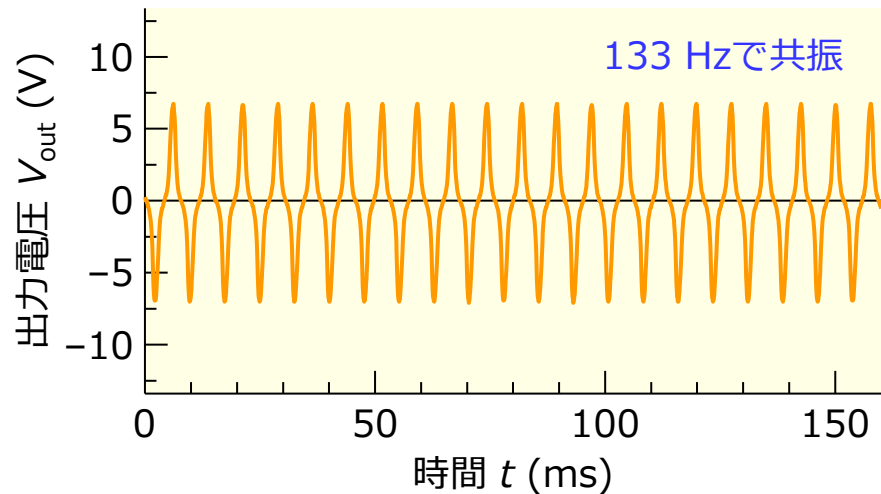


- その他の材料の変化量
- ・純鉄, 鉄シリコン合金：約4 T
 - ・鉄ボロン合金, 鉄アルミ合金：約3 T

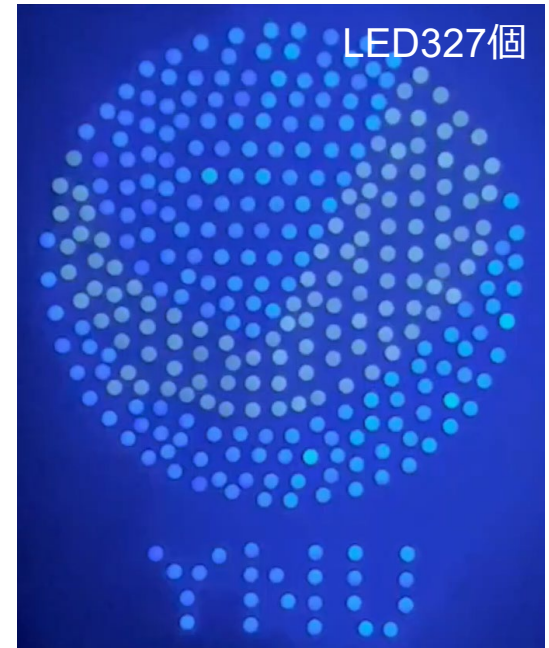
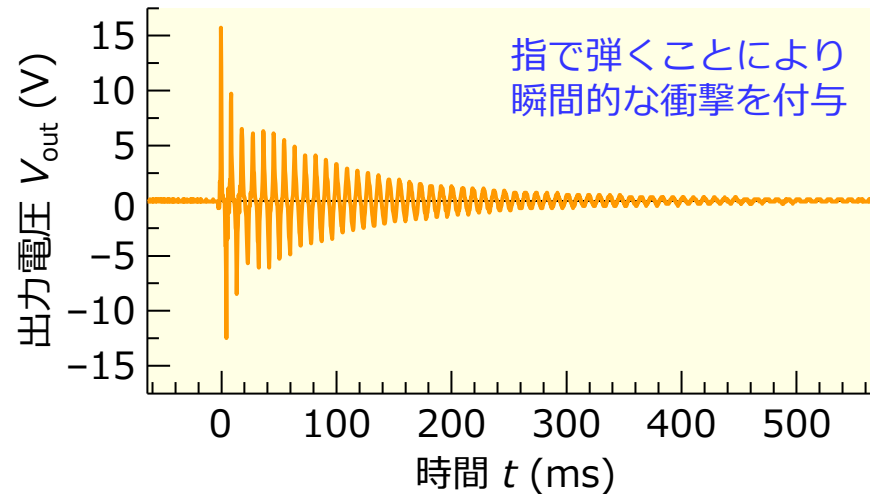
発電量は磁束の変化量に比例するため、
新方式は、磁歪式に比べ、3~5倍の高出力化を可能にする



振動



衝撃



▶ 身近な機器 (チラー) の振動で



▶ 手で梁を弾いた衝撃で



327個のLEDを並列接続

企業への期待

材料 や 電子デバイス、また、IoTシステム などの
分野の企業様との共同研究により、
実用化・普及に繋げて行きたいと思っております

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 発電装置
- 出願番号 : 特願2022-086851
- 出願人 : 横浜国立大学
- 発明者 : 大竹 充、川井 哲郎、二本 正昭

お問い合わせ先

横浜国立大学

研究推進機構 産学官連携推進部門

産学官連携支援室

T E L : 045 – 339 – 4450

F A X : 045 – 339 – 3057

e-mail : sangaku-cd@ynu.ac.jp