

2016 年 11 月 24 日

報道関係 各位

東北大学 大学院工学研究科

強靱かつ軽量性を具えた自立発電型スマート材料を開発
=磁歪合金ファイバー埋込み強化で大きな振動発電力を達成=
=ウェアラブル・IoTデバイス応用へ期待=

東北大学大学院工学研究科材料システム工学専攻の成田史生准教授（材料科学総合学科）は、磁歪ファイバーを“逆磁歪（ぎゃくじわい）効果^{※1}”の機能を高めて機械構造物本体に埋め込む技術確立し、強靱かつ軽量で発電性能が世界最高レベルの複合機能型新素材を世界に先駆けて開発しました。

今回、埋め込んだ磁歪材料は、鉄基で原料が安く、加工性と強度に優れ、磁化・磁歪特性も良い Fe - Co（鉄 - コバルト）合金です。これを直径 1 ～ 0.2 mm の線材にして、磁束が繊維方向に浸透しやすい性質を引出し、かつ、エポキシ系母材樹脂内部に埋め込む際の製造工程を改良して、逆磁歪特性が極めて高い複合材料を作製しました。さらに、樹脂の外側にコイルを配置することにより、衝撃荷重で大きな電圧を発生させることに成功しました。

今回の複合機能型新素材は、従来の希少金属からなる脆くて加工が難しい磁歪材料 2 種（希土類系ターフェノール D、Fe - Ga 系ガルフェノール）では不可能とされていた強靱さと軽量化を実現しています。また、構造体に成形一体化できるので設計の自由度もあります。この新素材は、高感度センサ、ウェアラブル・IoT（モノのインターネット）デバイスへのマイクロ環境発電・蓄電機能へも適用可能であり、日本発の“自立発電型”スマート材料の開発一例として注目を浴びております。

本研究の一部は、公益財団法人みやぎ産業振興機構（井口泰孝理事長）のプロジェクト創出研究会助成事業下の“新磁歪・電磁スマートデバイス開発研究会”の支援を受けて行われております。また、Fe - Co 合金は、古屋泰文氏（東北大学客員教授、弘前大学名誉教授）によって 2011 年に発明されたもので、東北特殊鋼株式会社によって量産化可能になりました。

なお、本成果の一部は、材料科学分野の学術雑誌「Advanced Engineering Materials」電子版に掲載されております。また、「産学官連携フェア 2016 みやぎ」ビジネスマッチング展示会・商談会（2016 年 11 月 29 日（火）10：00～17：00、仙台国際センター）で紹介されます。

【用語説明】

※1 逆磁歪効果：

磁歪合金に外力を加えると、ミクロ的には、原子の周りの電子軌道や電子自体の自転方向に影響が現れ、結晶内部の磁気モーメント域が変化して、材料表面から漏れ磁束が発生する現象。応力センサや環境型振動発電に利用されている。

【お問い合わせ先】

東北大学大学院工学研究科 材料システム工学専攻 成田史生 (ナリタフミオ) (准教授)

TEL/FAX : 022-795-7342 E-mail: narita@material.tohoku.ac.jp

強靱かつ軽量性を具えた自立発電型スマート材料を開発

= 磁歪合金ファイバー 埋込み強化で大きな振動発電力を達成 =
= ウェアラブル・IoTデバイス応用へ期待 =

東北大学 大学院工学研究科 材料システム工学専攻 材料システム設計学分野

准教授 成田史生, M2 小林拓矢, 研究生 帷子健一
B4 武内洋樹, 吉田湧(材料科学総合学科)

■ウェアラブル・IoTデバイス

IoT (Internet of Things)

あらゆるモノ → インターネット接続・監視・制御

2030年 年間1兆個レベルのIoTモジュール(センサ)

電池使用 → 大きな社会的問題, 真のIoT社会実現は不可能
マイクロ環境発電・蓄電技術の開発が急務

スマート複合材料の開発に成功!

発電性能世界最高レベル

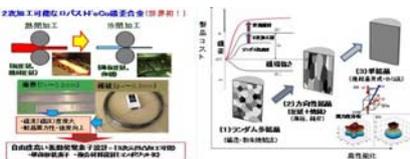
強靱 & 軽量
ファイバー強化

ウェアラブル・IoT関連部品に埋込可能

信号発信・検出で劣化異常および事故の事前防止などに貢献

■鉄コバルト($Fe_{29}Co_{71}$)合金

引張強さ $\geq 850 \sim 1000$ MPa
2次加工性 ($\geq 70\%$ 圧延)



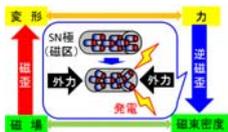
発明者: 古屋泰文客員教授(東北大学)・名誉教授(弘前大学)
量産化: 東北特殊鋼株式会社

■FeCoファイバー強化複合材料



直径 1 ~ 0.2 mm

センサ機能
環境発電機能



■磁歪現象の原理と応用デバイス

注目される応用デバイス(逆磁歪効果を利用)

●応力センサ/損傷検出センサ

= 応力負荷時の漏れ磁束(ファイバー周囲)を利用
= 応力レベルと損傷劣化などをコイルで把握できる

●振動・衝撃発電デバイス

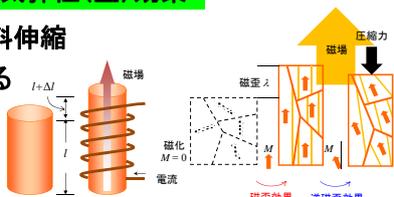
= 繰返し応力負荷(変動荷重)を受ける構造体と一体化
= 漏れ磁束に伴う微小電力をコイルで回収できる

●●発電・蓄電する『自立型IoT対応センサ』に発展 ●●

作用原理: 電磁スピン物性, 磁気弾性(歪)効果

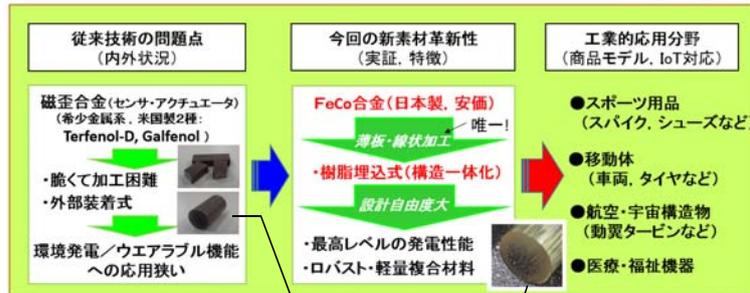
磁歪効果: 磁場変化による材料伸縮

逆磁歪効果: 力学的負荷による
材料内部の磁場乱れ
(= カセンサ・発電源)

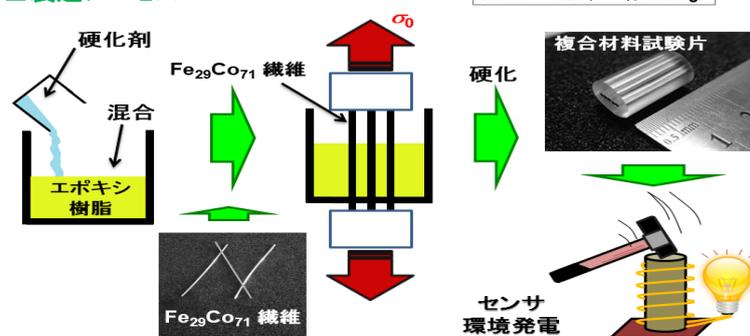


■研究成果の要点と意義

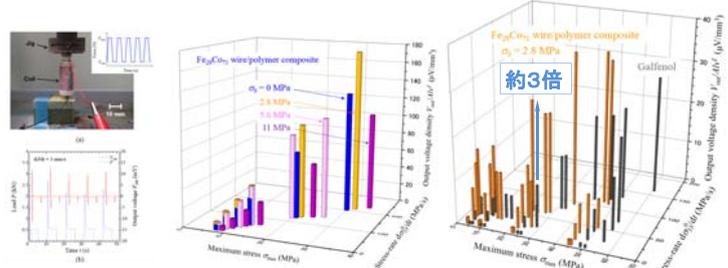
産学で特許出願中



■製造プロセス

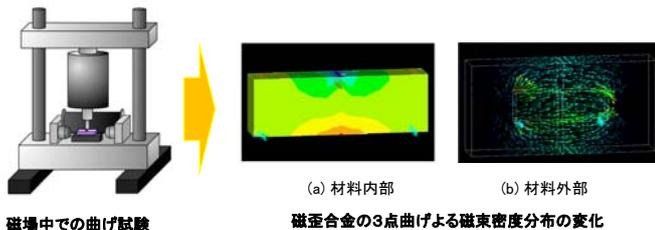


■実験および結果(Adv. Eng. Mater.)



■コンポジット最適設計

材料・構造力学(変形状態)と電磁気学(剛体的状態)を
融合させた有限要素シミュレーションで最適化



■デモンストレーション

