

東電記念財団ニュース

No.52 2019.8 発行

公益財団法人東電記念財団

TEPCO Memorial Foundation

〒100-0006 東京都千代田区有楽町 1-7-1

有楽町電気ビル北館 12 階

Tel: 03-3201-2659 Fax: 03-3201-8630

tmfinfo@tmf-zaidan.co.jp

<https://www.tmf-zaidan.or.jp/>

◇研究室便り

「振動発電エネルギーハーベスティングのための新しい磁性材料」

大阪大学大学院工学研究科 准教授 藤枝 俊

平成 26 年度研究助成（基礎研究）採択（研究期間：平成 27 年 4 月～平成 31 年 3 月）

磁気と歪みの密接な関係を利用して身の回りの振動から電気エネルギーを得ることができる日本発の振動発電エネルギーハーベスティング技術をご存知でしょうか。フレームに磁性体を貼り付け、それにコイルを巻き付けた非常にシンプルな構造ですが、図 1 に示すように、指でフレームを弾いた振動により複数の LED を点灯させるほどの電力を生み出すことができます。平成 27 年度から平成 30 年度にかけて東電記念財団から助成を受けて行った上述の振動発電エネルギーハーベスティングのための新しい磁性材料の研究について紹介します。

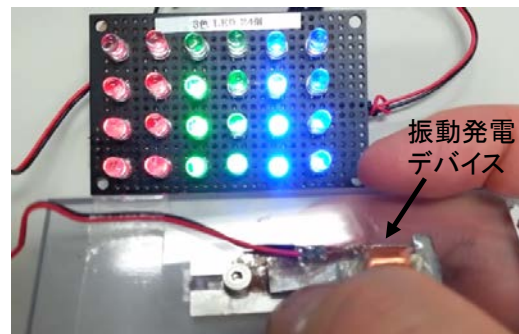


図 1 磁性体を利用した振動発電デバイス (vibpower.w3.kanazawa-u.ac.jp/demonstration.html)

コイルに磁性体を差し込むと、コイルを貫く磁束の時間変化に比例した電圧が発生します（図 2 左参照）。この効果は Faraday の電磁誘導の法則として広く知られており、現在では交流電圧を変換する変圧器に利用されています。変圧器においてコアとなる磁性体の内部は、図 3 に示したように、無磁場中ではコア全体での磁束がほぼゼロとなるように磁区と呼ばれる磁化方向が揃った幾つかの区域に分かれています。変圧器では、磁場を印加すると磁区構造が変化して、コア全体の磁束が変化することを利用します。一方、振動発電では、コイルの中に磁性体を配置し、振動により磁性体が圧縮されたり引張られたりすると磁区構造が変化して、コイルを貫く磁束も変化するため電磁誘導により誘導起電力が得

られます（図 2 右参照）。従って、優れた発電特性を得るには、応力印加で磁区構造が変化する振動発電用の新しい磁性材料の開発が望まれます。

本研究では、振動発電用の磁性材料として十数パーセント Ga を含んだ Fe-Ga 合金単結晶に着目しました。偏光を利用した特殊な顕微鏡で観察した Fe-Ga 合金単結晶の磁区構造

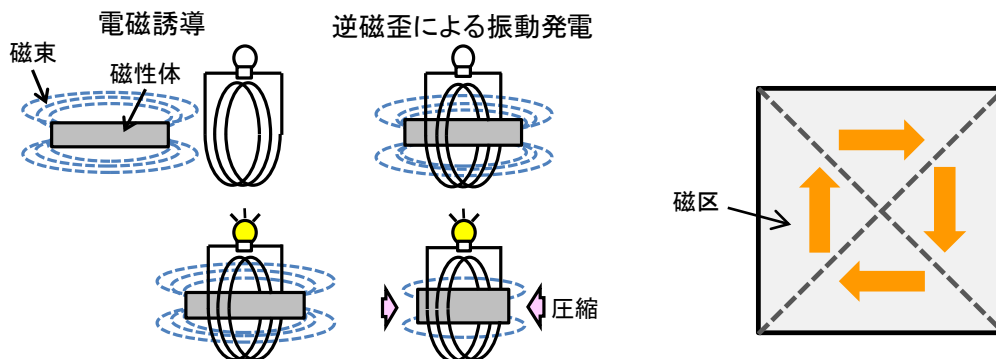


図 2 電磁誘導と磁性体を利用した振動発電の原理の比較

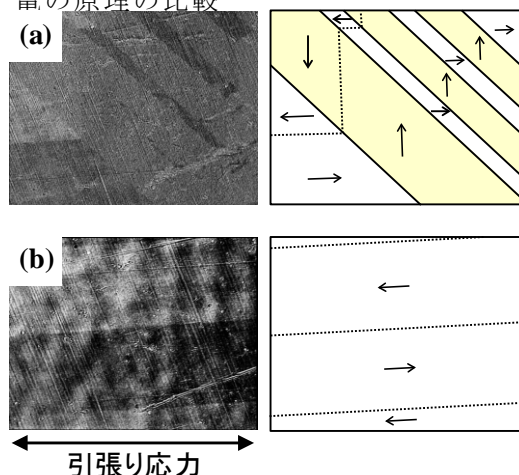


図 4 Fe-Ga 合金単結晶の(a) 初期および(b)引張り応力印可状態の磁区観察結果（左図）と磁区構造（右図）

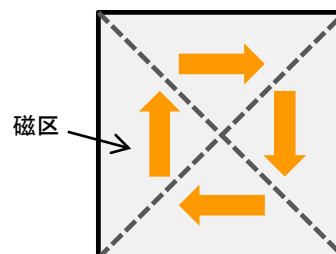


図 3 磁性体の磁区構造の模式図

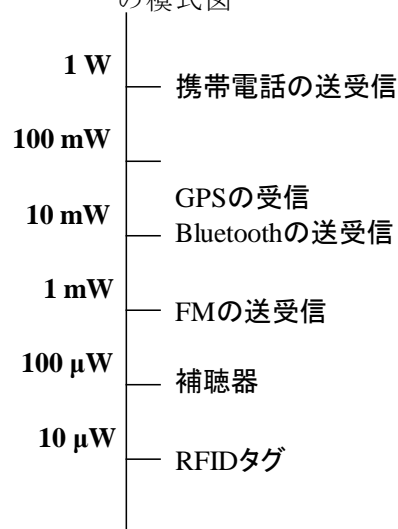


図 5 様々な技術の必要電力

を図 4 に示します。得られた像のコントラストを詳しく解析すると、Fe-Ga 合金単結晶は、初期状態（無印加磁場および無印加応力）において磁化が↑方向、↓方向、→方向および←方向の磁区で構成されていることが明らかになりました。この状態で引張り応力を印加すると、引張り方向と磁化方向が垂直の磁区（↑方向および↓方向）は消失し、それと平行の磁区（→方向および←方向）のみの縞状構造に変化します。すなわち、Fe-Ga 合金単結晶の応力印加による磁区構造の変化の直接観察に成功し、振動発電用の材料として有望であることを突き止めました。現在、Fe-Ga 合金単結晶を搭載した振動発電デバイスの実用化に向けて、材料とデバイスが両輪となって研究開発が進められています。

人工知能（AI）およびロボットの技術の目覚ましい進展により、それらを有効に活用するための情報を収集および集約する IoT（Internet of Things）デバイスに注目が集まっています。しかし、従来の IoT デバイスは電池で駆動しているため、その数が増えると電池の管理および維持の手間が膨大となり、普及の障害となっています。本研究で取り組んだ Fe-Ga 合金単結晶を搭載した振動発電デバイスは、身の回りで頻発する振動で数 mW の電力を作り出すことが出来、様々な技術へ応用が可能です（図 5 参照）。

また、従来の圧電式およびエレクトレット式の振動発電技術と比較して耐久性にも優れています。さらに、最近、指でフレームを弾く振動で簡単な情報の無線送信にも成功しており、近い将来、社会に革新をもたらす基盤技術へと発展することが期待されます。

本研究に取り組んでいる間に、科研費 国際共同研究加速金に採択され海外渡航による1年間の研究中断や、東北大学から大阪大学への人事異動などがありましたが、東電記念財団から柔軟かつ手厚い支援を頂けたことに心より感謝申し上げます。

本研究に関する主な業績

1. 論文発表 S. Fujieda, S. Asano, S. Hashi, K. Ishiyama, T. Fukuda and S. Suzuki, J. Appl. Phys. 124 (2018) 233901. 【Editor's Pick 選出】
2. 論文発表 S. Asano, S. Fujieda, S. Hashi, K. Ishiyama, T. Fukuda and S. Suzuki, IEEE Magn. Lett. 8 (2017) 6101004.
3. 招待講演 S. Fujieda, S. Suzuki, T. Fukuda and T. Ueno, Collaborative Conference on Crystal Growth, December 2015, Hong Kong, China
4. 招待講演 藤枝 俊、日本結晶成長学会、2018年11月1日

◇2019年成果報告会・贈呈式を開催



去る2019年4月17日、日本工業倶楽部（千代田区丸の内）において、2019年成果報告会・贈呈式を開催いたしました。

初めに行われた成果報告会では、2018年度基礎研究助成終了者の中から、特に研究成果が著しかった2

名の方にその内容を発表して頂きました（写真）。発表方法についても専門外の方でも分かり易いようにと工夫して頂いた結果、ご来賓の皆様にも大変ご好評を頂きました。

続く贈呈式では、2018年度審査委員長・石山敦士先生（早稲田大学教授）による選考評の後、基礎研究および奨学生新規採択者の皆様には田村滋美理事長から、また一般研究新規採択者の皆様には山口学理事（株式会社関電工特別顧問）からそれぞれ贈呈書が授与されました。また、終了後の懇親会では、基礎研究採択OBの方や新規採択者、財団関係者の皆様が和気藹々と交流を図る姿が見られ、お蔭様で盛会のうちに終了することが出来ました。

◇2018年度研究助成（基礎研究）終了者

氏名・所属 (敬称略50音順)			研究題目
網代広治	奈良先端科学技術大学院大学	特任准教授	高効率ガスハイドレード防止剤のための高分子合成
尾上弘晃	慶應義塾大学	准教授	持続的な生体・環境情報計測を可能とする機能性マイクロゲルアレイ
庄司雄哉	東京工業大学	准教授	次世代光信号処理ネットワーク実現に向けた磁性光メモリの開発
下山裕介	東京工業大学	准教授	膜分離技術を応用した革新的空気極によるリチウム-CO2電池の創生
関 剛斎	東北大学	准教授	規則合金を基軸としたナノ磁性金属複合体における磁化ダイナミクス制御
関 宗俊	東京大学	特任准教授	室温スピンゆらぎ制御に立脚した光・熱電変換素子の開発
豎 直也	九州大学	准教授	ナノ光技術を活用した高収率光エネルギー変換シートの開発
塚原剛彦	東京工業大学	准教授	機能性拡張ナノ空間を利用した革新的金属イオン分析法の開発
藤枝 俊*	大阪大学	准教授	振動発電エネルギーハーベスティングのための高性能逆磁歪材料の開発
松岡雷士*	広島大学	助教	放射性セシウム核変換処理のための高効率レーザー同位体分離の研究

*成果発表者

◇2018年度採択実績

2018年度の新規採択総額は、100,000,000円です。

- ・研究助成（基礎研究）： 8件……………総額 75,250,000円
- ・研究助成（一般研究）： 14件……………総額 14,000,000円
- ・国際技術交流援助： 20件……………総額 3,550,000円
- ・奨学金給付： 5件……………総額 7,200,000円

◇2018年度研究助成（基礎研究）採択者

氏名・採択時所属 (敬称略50音順)			研究題目	研究期間 (年)	助成総額 (万円)
池田暁彦	東京大学	助教	磁場による室温超流動の実現と機能性	3	1,000

氏名・採択時所属 (敬称略50音順)			研究題目	研究期間 (年)	助成総額 (万円)
石井 智	物質・材料研究機構	主任 研究員	ナノ構造を用いた液体の相変化過程の解明とその応用	3	900
嘉副 裕	東京大学	特任 准教授	小型・省電カナノ流体システムのためのナノ流体抵抗低減技術の開発	3	980
熊谷明哉	東北大学	准教授	ナノ電気化学顕微鏡による固体電解質のイオン伝導経路の可視化	3	800
白井直機	北海道大学	准教授	プラズマ電気分解による反応機構解明と環境プロセス応用	3	900
中村崇司	東北大学	助教	固体電解質界面におけるイオン整流現象の研究	3	1,000
三宅丈雄	早稲田大学	准教授	体液を発電しながら測る無線式ウェアラブルセンサの開発	3	995
村岡貴博	東京農工大学	准教授	神経細胞を用いた電気デバイス構築に向けた基盤材料の開発	3	950

◇2018年度研究助成（一般研究）採択者

氏名・採択時所属 (敬称略 50 音順)			研究 題 目	研究期間 (年)	助成総額 (万円)
青山真大	静岡大学	助教	省資源・低コスト化を実現可能な非接触給電式巻線界磁モータの高効率化の研究	1	100
安芸裕久	筑波大学	准教授	EV 急速充電をターゲットとする電力ローミングと系統調整力	2	100
浅井健彦	筑波大学	助教	発電効率を飛躍的に高めた波力発電装置の開発	2	100
有馬健太	大阪大学	准教授	ウェットサイエンスを巧みに利用した H 終端化 Si ナノリボンの創出	2	100
岩崎真之	岡山大学	助教	天然ガス資源の有効利用を実現する革新的触媒の創製	1	100
植村一広	岐阜大学	准教授	異種金属一次元鎖錯体の電解酸化と導電物性評価	1	100
打田正輝	東京大学	講師	超高移動度ディラック半金属材料の開発とデバイス応用	1	100
岡田 豪	金沢工業大学	講師	高線量場に特化した量子光変換素子の開発	1	100
川畑公輔	東北大学	助教	バルクヘテロ太陽電池における電荷分離を促進する π 共役系アディティブの開発	1	100

氏名・採択時所属 (敬称略 50 音順)			研究題目	研究期間 (年)	助成総額 (万円)
郡司貴雄	神奈川大学	助教	耐久性に優れた新規電極触媒の創生	1	100
財津慎一	九州大学	准教授	共振器増強ラマン分光法によるトリチウム高感度検出法の開発	2	100
寺島 修	富山県立大学	講師	流体力起因自励振動を利用したメカニカルレス発電技術の研究	2	100
西 直哉	京都大学	准教授	イオン液体中におけるリチウム電析過程の解析と制御	1	100
山本宗昭	大阪市立大学	特任助教	界面構造を利用した太陽光エネルギー変換型光触媒の設計と反応機構解明	1	100

◇2018 年度国際技術交流援助採択者

氏名・採択時所属 (敬称略50音順)			渡航件名 (上期)	渡航先	援助額 (万円)
大曲新矢	産業技術総合研究所	研究員	第 24 回ハッセルトダイヤモンドワークショップ	ベルギー	20
大矢根蒼	名古屋大学	修士 1 年	IECON' 18	アメリカ	20
川谷 諒	奈良先端科学技術大学院大学	博士後期課程 2 年	2018 年度応用石油化学応用高分子科学とその発展に関する国際会議	タイ	10
川本弘樹	東北大学	修士 1 年	第 5 回光学材料・デバイス物理学国際会議	モンテネグロ	20
川本 誠	東北大学	博士後期課程 1 年	第 30 回核融合炉工学に関するシンポジウム	イタリア	20
木村桂大	東京大学	博士後期課程 2 年	iTi conference on Turbulence	イタリア	20
桐谷乃輔	大阪府立大学	テニユアトミック助教	先端固体材料および電気化学の科学とテクノロジー学会	メキシコ	20
NGUYEN BINH MINH	東京大学	研究員	第 2 回 IEEE 制御技術とアプリケーションの会議	デンマーク	20
小助川博之	東北大学	助教	第 23 回電磁非破壊評価国際ワークショップ	アメリカ	20
清水輝之	東京大学	学術支援専門職員	第 1 回ライフサイクルイノベーション会議	ドイツ	20
Chandra Alvin	東京工業大学	博士後期課程 1 年	Nanyang Technological University 滞在研究	シンガポール	10

氏名・採択時所属 (敬称略50音順)			渡航件名 (上期)	渡航先	援助額 (万円)
法川勇太郎	京都大学	博士後期課程 2年	AiMES2018(電気化学及び固体化学に関する国際会議)	メキシコ	20
三友秀之	北海道大学	准教授	国際光工学会 光学とフォトニクス	アメリカ	20

氏名・採択時所属 (敬称略50音順)			渡航件名 (下期)	渡航先	援助額 (万円)
浅川 純*	東京大学	博士後期課程 3年	第33回小型衛星会議	アメリカ	20
安部祐希	山口東京理科大学	修士1年	輸送現象に関する国際シンポジウム	ベトナム	10
上野那美	近畿大学	博士後期課程 2年	先端振動分光に関する国際会議	ニュージーランド	15
宇田恭太*	山形大学	修士1年	欧州 MRS (Materials Research Society) 会議 2019年春季大会	フランス	20
長坂龍洋	大阪大学	博士後期課程 1年	第29回国際光化学会議	アメリカ	20
藤井達哉	筑波大学	博士後期課程 2年	第34回 回路・システム・コンピュータ・通信に関する国際会議	韓国	10
山下雄大	筑波大学	博士後期課程 1年	MRS Spring Meetings & Exhibits	アメリカ	20

*採択後、自己都合により中止

◇2018年度奨学金給付採択者

氏名 (敬称略50音順)	所 属 (給付開始時)	月額 (万円)	給付期間 (月数)
阿部駿佑	信州大学総合医理工学研究科総合理工学専攻・博士後期課程 2年	5	24
飯田雄太	東京工業大学物質理工学院応用化学系エネルギーコース・博士後期課程 2年	5	24
大沼 渚	長岡技術科学大学エネルギー・環境工学専攻・博士後期課程 2年	5	24
片桐健登	大阪大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻・博士課程 後期 1年	5	36
高橋勇紀	筑波大学数理物質科学研究科電子・物理工学専攻・博士課程 後期 1年	5	36

◇2019年度募集

2019年度の募集スケジュールは、以下のとおりです。詳しくは、ホームページをご覧ください。

種 別	対 象	申込締切日
研究助成（基礎研究）	電気・エネルギー分野の若手研究者による 独創的な基礎研究への助成	2019年9月30日（月）
国際技術交流援助下期 （渡航・滞在）	研究成果発表や打ち合わせ等に伴う海外 渡航・研究滞在	2020年1月31日（金）

※2019年度一般研究、奨学金および国際技術交流援助上期の募集については、既に終了しております。

◇2019年度役員・評議員・審査委員 (50音順)

理 事 長	田村 滋美	元(社)関東電気協会会長
常 務 理 事	原 築志	(公財)東電記念財団(常勤)
理 事	小原 實	慶應義塾大学名誉教授
	西澤 俊夫	元東京電力(株)
	松本洋一郎	東京理科大学学長・東京大学名誉教授
	三島 良直	東京工業大学前学長・名誉教授
	山口 学	(株)関電工特別顧問
	横山 明彦	東京大学大学院教授
監 事	埴 章次	元東京電力(株)副社長
	水嶋 利夫	元新日本有限責任監査法人理事長
評 議 員	伊賀 健一	東京工業大学名誉教授・元学長
	茅 陽一	(公財)地球環境産業技術研究機構理事長・東京大学名誉教授
	庄山 悦彦	(株)日立製作所名誉相談役
	白土 良一	(一財)エネルギー総合工学研究所理事長
	藤嶋 昭	東京理科大学前学長 名誉教授・東京大学名誉教授
	正田 英介	(公財)鉄道総合技術研究所会長・東京大学名誉教授
	榎本 晃章	(一社)日本動力協会会長
	三浦 宏文	東京大学名誉教授・工学院大学名誉教授
審査委員長	篠崎 和夫	東京工業大学名誉教授・アドミッションコーディネーター
審査委員	大崎 博之	東京大学大学院新領域創成科学研究科研究科長 先端エネルギー工学専攻教授
	神成 文彦	慶應義塾大学理工学部電子工学科教授
	鈴木 啓介	東京工業大学理学院化学系化学コース教授
	瀬川 浩司	東京大学大学院総合文化研究科教授
	丸山 茂夫	東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻教授
	宮本 恭幸	東京工業大学工学院電気電子系電気電子コース教授
	若尾 真治	早稲田大学先進理工学部長兼研究科長教授

2018年度も多くの皆様にご応募頂きまして誠にありがとうございました。当財団は、これからも応募者の皆様の研究環境を良く理解し、更なる助成内容の充実を目指すべく努力して参りたいと存じます。今後ともご支援、ご鞭撻のほど宜しくお願い申し上げます。

公益財団法人東電記念財団 事務局