

◇研究室便り

「切れた電気配線が自動的に繋がる驚異の技術」

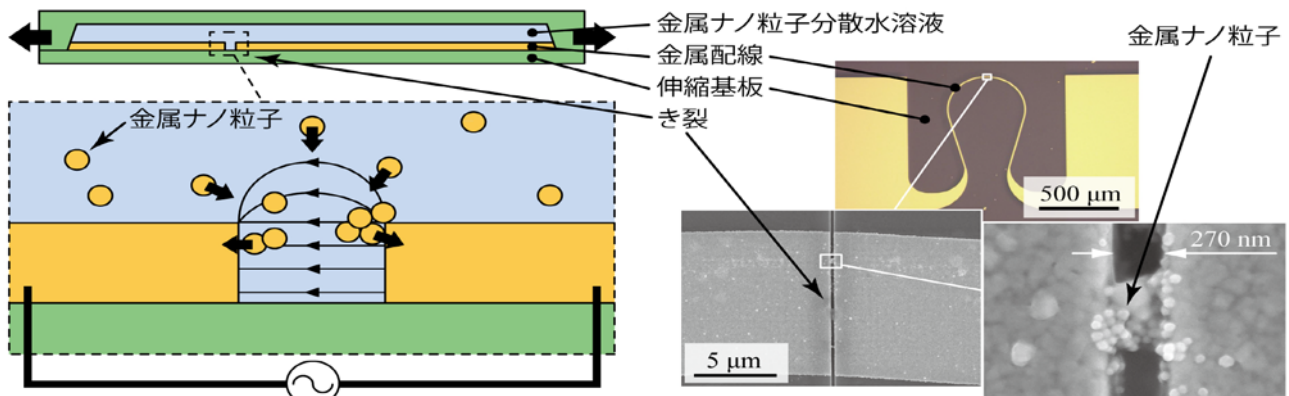
早稲田大学基幹理工学部機械科学・航空学科 准教授 岩瀬英治

平成 25 年度研究助成（基礎研究）採択者（研究期間：平成 25 年 4 月～27 年 3 月）

皆さんの中にも、スマートフォンの充電ケーブルやイヤフォンのケーブルなどが、使っているうちに断線してしまった経験のある方が多くいらっしゃるのではないのでしょうか。そのように一度断線してしまった電気配線を「自己修復」し直すという研究についてご紹介したいと思います。

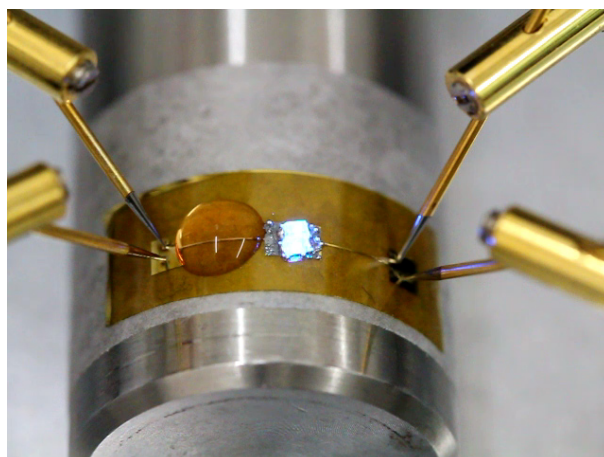
まず、本研究は平成 25 年度から 2 年間にわたり東電記念財団の研究助成をいただいて行ったもので、最初に東電記念財団や関係者の方々に本当に感謝していることを述べておきたいと思います。というのは、採択いただいたのは、現在いる早稲田大学に着任し自分の研究室を初めて持ったばかりの頃で、新たな研究を立ち上げてゆこうとしていたところでした。これまでやっていた研究とも違う全く新しい研究をやろうということで、申込書の段階では根拠となるようなデータはほとんどなく、本人の眼から見てはかなり挑戦的な内容で提案したのでした。（もちろん本人はできると信じて提案していましたが、根拠データがほとんどない状態で「自己修復する電気配線」と言われても実現を信じるでしょうか？審査員の先生方の眼力に感謝するところです。）このような、立ち上げ最中の挑戦的な研究提案を採択いただき研究助成をしていただいたおかげで、2 年間の研究を経た結果、新聞やテレビ・ラジオで報道され、また国際学会で受賞するなど大きな成果を得ることができました。

さて、少し前置きが長くなりましたが、研究の内容や目指している波及効果などについて簡単に説明したいと思います。最初に書いた通り、研究内容は「配線き裂の自己修復が可能な電気配線」というものになります。「自己修復」という言葉は少しあいまいなのですが、ここでは「配線き裂の生じた電気配線に電圧を印加するだけで、配線き裂の場所や大きさを知らずともき裂部のみを選択的に修復し、かつ過度の修復を行わない」ということです。配線き裂の場所を知らなくても自動で直せることは、長いケーブルや複雑な回路の電気配線では非常に有用なことです。



(図 1) 自己修復する電気配線の原理図 (左) と写真 (右)

図1は自己修復する電気配線の原理図と写真です。基本構造としては、伸縮する基板上に金属の配線とそれを覆うように金属のナノ粒子(直径が数十～数百ナノメートルの微小な粒子)を含む液体が配置されています。配線にき裂がある場合に金属配線に電圧をかけると、き裂部のみに電界が生じます。この電界により、金属ナノ粒子がき裂部に引き寄せられる電界トラップという現象が生じます。そのため、き裂部に選択的に金属ナノ粒子が集まり、集まった金属ナノ粒子によりき裂部が架橋され、金属配線が修復されます。また、一度き裂が修復してしまうと、金属配線がつながり電界が生じなくなるため、それ以上過度な修復は行われません。このように、き裂がある場合にのみき裂部に生じる電界を用いているため、前述した「配線き裂の生じた電気配線に電圧を印加するだけで、配線き裂の場所や大きさを知らずともき裂部のみを選択的に修復し、かつ過度の修復を行わない」という「自己修復」が実現できています。



(図2) 配線の自己修復により LED が点灯するデモンストレーション

図2は、この自己修復する電気配線を用いて、配線が切れて LED が点灯しなくなってしまったものを、自己修復することによって LED が再点灯するというデモンストレーションを行ったものです。(最後のリストの[4]にある web ページで動画を見ることができます。)このような、自己修復する電気配線は、最初に述べたケーブルのような場合だけでなく、コンクリートの中など交換が困難な場所に設置された電気配線の場合や、非常に複雑な配線であるためどこが断線したかの診断が困難であるような場合など、現状でもさまざまな場所で有用であると考えています。また、将来的には、伸ばすことのできるディスプレイや電子デバイスが実現されたときには必要になる技術だと考えています。また、宇宙への適用ができれば、との夢も持っています。

最後に、繰り返すにはなりますが、研究室のコアとなる研究を立ち上げ軌道に乗せることができたのは、本当に東電記念財団の本研究助成のおかげであり、重ねて感謝申し上げます。本技術を製品とするには、修復性能や安定性などまだ課題もあるため、さらなる研究を進めてゆきたいと思っております。

本研究に関連する主な報道、受賞

- [1] **新聞**： 日経産業新聞 2015.02.19 10面 『切れた配線 自己修復 早大が技術 家電や車載器に用途』
- [2] **ラジオ**： TBS ラジオ, 森本毅郎・スタンバイ!, 現場にアタック 2015.02.24 『コードの断線がなくなる! 自然治癒という最新技術』
- [3] **雑誌**： 日経エレクトロニクス 2015年4月号(日経BP社, 2015.03.20発売) 『割れた金属配線が勝手に直る、早大が自己修復技術を開発』
- [4] **テレビ**： テレビ東京, ワールドビジネスサテライト(WBS), トレンドたまご 2015.06.11 『自己修復の電気配線』(http://www.tv-tokyo.co.jp/mv/wbs/trend_tamago/post_91581/ で放映動画を見ることができます。)
- [5] **国際学会での受賞**： Outstanding Oral Paper Award Finalists, 28th IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS2015, 2015.01.22 (マイクロ工学分野で最上位の国際学会で、選ばれたのは投稿719件中11件。日本の研究機関からの発表で選ばれたのは本件のみ。))
- [6] **学術論文誌での注目**： Spotlights, Japanese Journal of Applied Physics, vol. 54, no. 6S1, 2015. (論文誌に掲載の92編中で3編のみの注目論文に選ばれる。)

◇平成 27 年成果報告会・贈呈式を開催



去る平成 27 年 4 月 15 日、日本工業倶楽部（千代田区丸の内）において、平成 27 年成果報告会・贈呈式を開催いたしました。

成果報告会では、平成 26 年度基礎研究助成終了代表者による研究成果が発表されました（写真）。今年も「一般の方にも分かり易く」をテーマに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、平成 26 年度審査委員長・松本洋一郎先生による選考評の後、新規採択者（基礎研究・一般研究・奨学生）の皆様、田村滋美理事長・山口学理事から贈呈書が授与されました。

贈呈式終了後は、過去の基礎研究受給者からなる同窓会会員、および新規採択者、ならびに財団関係者を交えての懇親会を開催し、盛会のうちに終了いたしました。

◇平成 26 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
秋山佳丈	信州大学	准教授	体液中トレハロースを利用した昆虫搭載型バイオ燃料電池の開発
岩瀬英治*	早稲田大学	准教授	自己修復機能を有する伸縮配線とそのデバイス応用
西川 慶	物質・材料研究機構	ICYS 研究員	単粒子測定法を利用したリチウムイオン電池の基礎研究
西山伸彦	東京工業大学	准教授	光キャリア生成を利用した半導体集積型光-THz 信号変換器の実現
松井裕章	東京大学	講師	酸化物半導体の分極・電子構造制御に基づいた紫外光電変換の創製
三浦正志*	成蹊大学	准教授	縦磁界効果が超電導ケーブル用線材の臨界電流特性に及ぼす影響

※成果発表代表者 2 名

◇平成 26 年度採択実績 (国際技術交流上期・下期一部以外は、平成 27 年度実施分)

平成 26 年度の新規採択総額は、75,500,000 円です。

- ・研究助成（基礎研究）： 5 件 …………… 総額 49,450,000 円
- ・研究助成（一般研究）： 15 件 …………… 総額 15,000,000 円
- ・国際技術交流援助*： 20 件 …………… 総額 3,850,000 円
- ・奨学金給付： 5 件 …………… 総額 7,200,000 円

(※採択後辞退者 1 名により、件数・総額が事業報告書と異なります。)

◇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)
岩崎孝之	東京工業大学	助教	次世代低損失ダイヤモンドパワーエレクトロニクス実現に向けた原子レベルセンサによるデバイス評価技術の開発	3	1,000
塩見淳一郎	東京大学	准教授	界面フォノンエンジニアリングを駆使した高性能シリコン熱電変換材料の開発	2	1,000
関谷 毅	大阪大学	教授	大規模インフラ管理に資する大面積シート型環境センサの開発	2	1,000
藤枝 俊	東北大学	助教	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	3	945
村上陽一	東京工業大学	准教授	イオン液体を用いた流動型熱電変換の研究	3	1,000

◇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)
石川亮佑	新潟大学	助教	太陽電池応用を目指したグラフェン透明導電膜と半導体界面の物性評価	2	100
上原宏樹	群馬大学	准教授	伸び縮みにより通電制御するスイッチング・ファイバーの開発	2	100
内田孝紀	九州大学	准教授	風車の安全運転に資する地形乱流診断技術の開発	1	100
内田博久	信州大学	准教授	超臨界二酸化炭素を用いた溶体噴霧晶析法による高性能有機薄膜トランジスタを可能とする省エネルギー・低コスト・高汎用型有機薄膜創製技術の開発	2	100
大山陽介	広島大学	准教授	酸化チタン電極のルイス酸サイトを利用する高効率色素増感太陽電池の開発	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)
川崎晋司	名古屋工業大学	教授	定電圧出力可能なカーボンナノチューブキャパシタ	2	100
小室淳史	東北大学	助教	誘電体バリア放電とストリーマコロナ放電の混合リアクタによる化学活性種の選択的生成手法の開発	2	100
白井克明	神戸大学	助教	Nano-LDV の開発と次世代潜熱蓄熱輸送媒体開発における物性評価	1	100
時松宏治	東京工業大学	准教授	ガスと再生可能エネルギーに向かうエネルギーシステムは持続可能か？	2	100
西 竜志	大阪大学	准教授	ペトリネットの分解による半導体製造用クラスターツールの省エネルギースケジューリングに関する研究	2	100
西原康師	岡山大学	教授	有機薄膜太陽電池素子を目指した共役系有機分子の高効率合成	1	100
卞 舜生	東京大学	助教	定常強磁場マグネットのための鉄系超伝導線材の開発	1	100
舟橋正浩	香川大学	教授	強誘電性液晶の内部電界を利用した有機光電変換材料の開発	2	100
古里友宏	長崎大学	助教	超臨界二酸化炭素中のパルスアーク放電のプラズマ基礎特性に関する研究	2	100
星野勝義	千葉大学	教授	大容量コバルトナノワイヤーキャパシタ電極の創製	1	100

◇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)
安藤 洵	東京理科大学	修士 1年	地上及び宇宙の技術応用に向けた二相系に関する国際会議	ボルチモア (アメリカ)	20
磯崎保徳	東京工業大学	修士 2年	IEEE International Conference on Smart Grid Communications	ヴェニス (イタリア)	20
伊藤幹人	千葉大学	修士 1年	米国電気電子学会 国際超音波シンポジウム 2014	ニューヨーク (アメリカ)	20
浦上法之	豊橋技術科学 大学	博士後 期3年	Philipps University of Marburg, Structure & Technology Research Laboratory	マールブルク (ドイツ)	25
宇留野彩	早稲田大学	博士後 期1年	2014年度 II-VI 化合物の物理と化学に関するワークショップ	ボルチモア (アメリカ)	20

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)
岸本 祥	慶應義塾大学	修士 2年	第20回ヨーロッパ熱物性会議	ポルト (ポルトガル)	20
北村尚斗	東京理科大学	講師	第226回電気化学会会議	カンクン (メキシコ)	20
木村謙斗	東京農工大学	修士 2年	第14回高分子電解質国際会議	ジューロンク (オーストラリア)	15
杉浦陽介	東京理科大学	助教	ヨーロッパ信号処理国際会議	リスボン (ポルトガル)	20
陳 浩	東京大学	博士後 期1年	ゴーインググリーン	ウィーン (オーストリア)	20
藤本 峻	山形大学	博士後 期2年	第4回実験流体力学国際会議	北京 (中国)	10
宮原佐知	慶應義塾大学	修士 2年	第20回ヨーロッパ熱物性シンポジウム	ポルト (ポルトガル)	20
矢崎雄馬	東京大学	修士 1年	The 40th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society	ダラス (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)
石井 智	物質・材料研 究機構	MANA 研究者	国際光ネットワーク会議(ICTON)	ブダペスト (ハンガリー)	20
猪原武士	佐世保工業高 等専門学校	助教	第20回米国電気電子学会主催 パルスパワー国際会議	オーステイン (アメリカ)	20
菅 晃一	大阪大学	助教	第6回国際加速器会議	リッチモント (アメリカ)	20
坂本良太	東京大学	助教	エネルギーサイエンステクノロジーカンファ レンス 2015	カールスルーエ (ドイツ)	20
橋本侑樹	東京大学	修士 1年	第9回国際都市気候会議	トゥールーズ (フランス)	20
福留功二	立命館大学	助教	乱流、輸送と物質輸送に関する第8回国際会 議	サラエヴォ (ボスニア・ヘルツ ェゴビナ)	20
藤原知紀	東京工業大学	修士 1年	IEEE International Conference Acoustics, Speech and Signal Processing	ブリスベン (オーストラリア)	15

◇奨学生採択者

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)
織原 大	東北大学大学院工学研究科電気エネルギーシステム専攻・博士後期課程 2 年	5	24
鐵本智大	慶應義塾大学理工学研究科総合デザイン工学専攻・博士後期課程 1 年	5	36
中村隆央	東京大学工学系研究科電気系工学専攻・博士後期課程 1 年	5	36
野口真理子	大阪大学大学院大学院理学研究科化学専攻・博士後期課程 1 年	5	36
武藤大貴	九州工業大学大学院工学府機械知能工学専攻・博士後期課程 3 年	5	12

◇平成 27 年度募集

平成 27 年度から、Web 応募を開始いたしました。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)	若い学術研究者が行う基礎的な研究	平成 27 年 9 月 30 日 (水)
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	平成 28 年 1 月 29 日 (金)

※平成 27 年度期国際技術交流援助上期・研究助成(一般研究)・奨学金給付の募集は、既に終了しております。

過 去 助 成 実 績				
年 度	研究助成 (基礎研究)	研究助成 (一般研究)	国際技術 交流援助	奨学金 給付
昭和 61～平成 21 年度	1 4 0	4 0	5 8 8	2 1 9
平成 22 年度	7	1 5	2 3	5
平成 23 年度	7	1 6	1 5	4
平成 24 年度	4	1 2	2 0	4
平成 25 年度	5	1 3	2 3	5
平成 26 年度	5	1 5	2 0	5
合 計	1 6 8 件	1 1 1 件	6 8 9 件	2 4 2 件

◇平成 27 年度 役員・評議員・審査委員

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)
	藤嶋 昭	東京理科大学学長
	三島 良直	東京工業大学学長
	山口 学	(株)関電工取締役会長
	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	前東京工業大学学長・東京工業大学名誉教授
	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)日立製作所相談役
	白土 良一	(一財)エネルギー総合工学研究所理事長
	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
	梶本 晃章	(一社)日本動力協会会長
	三浦 宏文	工学院大学顧問・東京大学名誉教授
審査委員長	小山二三夫	東京工業大学精密工学研究所フォトンクス集積システム研究センター教授
審査委員	石山 敦士	早稲田大学理工学術院先進理工学部電気・情報生命工学科教授
	小田 哲治	東京大学名誉教授
	篠崎 和夫	東京工業大学大学院理工学研究科材料工学専攻教授
	鈴木 啓介	東京工業大学大学院理工学研究科化学専攻教授
	瀬川 浩司	東京大学先端科学技術研究センター附属産学連携新エネルギー研究施設長・教授
	原 辰次	東京大学大学院情報理工学系研究科システム情報学専攻教授
	菱田 公一	慶應義塾大学理工学部システムデザイン工学科総合デザイン工学専攻教授

お陰様で、平成 26 年度は沢山の皆様にご応募頂き、より充実した審査を行うことが出来ました。平成 27 年度もより一層助成活動を充実すべく努力して参りたいと存じますので、皆様のご支援、ご応募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
〒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.tgn.ne.jp <http://www.tmf-zaidan.or.jp/>