

滋賀県立大学 工学部 材料科学科
エネルギー環境材料 分野

Volume 15 2021

Light

Energy



Quantum

Information

Environmentally Harmonized Energy Materials
Department of Materials Science
The University of Shiga Prefecture

はじめに

「エネルギー環境材料」分野が立ち上がり、15年目となりました。時の流れは本当に早く、今年も研究室が大きく発展しました。秋山先生は金属ナノ粒子、フラーレン等のテーマで、鈴木先生もペロブスカイト系、量子情報材料研究を推進し、次々成果を挙げておられます。深谷さんも5年目となり、研究室を着実に笑顔でとりまとめて下さいました。今年も「情熱」・「ユニークなアイデア」・「粘り」で、研究開発を通じて人類・自然環境・社会平和へ貢献していくことを目指します。

昨年2020年には、小山さんがフォーカスシステムズ次世代育成賞、CSJ化学フェスタ優秀ポスター発表賞を受賞し、研究室のエネルギー環境年間大賞では上岡君、エネルギー環境賞を小山さんが受賞しました。本当におめでとう。今年も4回生全員を含む卒業生達が様々な学会で発表を行うことができましたし、修論・卒論発表も毎年のように改善されていきレベルが高くなってきているように思います。

今まで、国内外の多くの一流大学の大学院生たちを見てきました。そして感じることは、県立大学の学生さんたちは同じように優秀な素質を持っているということです。同じ人間なのですから、そんなに大きく違うはずがありません。ただ、皆さん自身の中に埋もれている素質を開花させるには、必要なこともあります。

一番重要なのは、心の素直さと行動力です。素直な人は伸びるのも早いし、黙ってすぐ行動します。これは頭の良さとは関係がありません。また、心の持ち方と使う言葉も大切です。研究室の雑誌会や研究でも少々難しいことにぶつかると、「できない、無理だ、不可能だ」という言葉が返ってくることがあります。そう言ったとたん、そのことはその人にとっては、不可能になります。他の人にはできるのに、自分にはできなくなってしまうのです。自分が使う言葉が、自分の人生を決めていきます。このことに早く気づいた人は、ラッキーです。使う言葉をポジティブにしていくことで、自分の人生が変わっていくわけですから。プラスの言葉、マイナスの言葉、どちらを使っても、それが自分の人生に確実に影響していきます。人生がうまくいくのもいかないのも、すべては自分の責任なのです。人はついつい他人や環境のせいにしてしまいがちです。しかしすべては100%自分の責任です。このことに早く気づけばそれだけ自分の人生を有意義なものにしていくことができます。

毎日昼休みにやっている掃除に関しては、こつこつやっている長い目で見れば必ず報われます。これは重力の法則と同じくらい確実な法則です。ただしいい結果は意外なところからやってきます。しかもすぐに起こるとは限らず、卒業してから突然いいことが起こったりします。短期間でいいことが起こることを期待して掃除をしても、それは起こりません。これは体験した人でないとわかりません。こうして得られた「人間力」は、単なる知識や技術ではない、困難を乗り越えていける大きな力です。

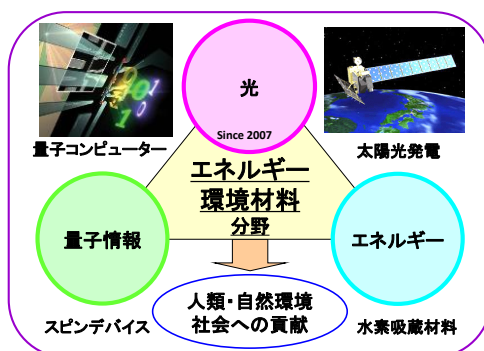
我々の人生は砂時計のようなものです。自分の人生の砂時計の砂の残量は、自分にはわからなくてもその期限が必ずあり、刻一刻と迫ってきています。生きているうちに本当に達成したいことをよく考えて、毎日毎日を有意義に過ごしていくことが大切ないように思います。一年後の皆さんのさらなる成長を楽しみにしています。

奥 健夫

研究内容

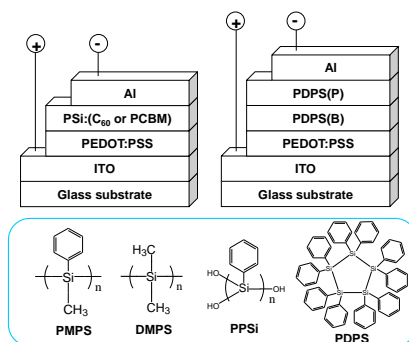
◎ エネルギー環境材料から人類・自然環境・社会への貢献へ

2007年から「エネルギー環境材料」分野が発足いたしました。研究全体のキーワードは、「光・量子情報・エネルギー」。原子配列が調和した機能物質の設計・合成・評価・応用を通じて、人類・自然環境・社会へ貢献していきます。具体的には、新規太陽電池材料・量子コンピューター用材料、水素吸蔵材料の研究開発などを行っています。17人のスタッフが目標に向かいそれぞれの得意分野を生かしながら、連携して研究を進めています。



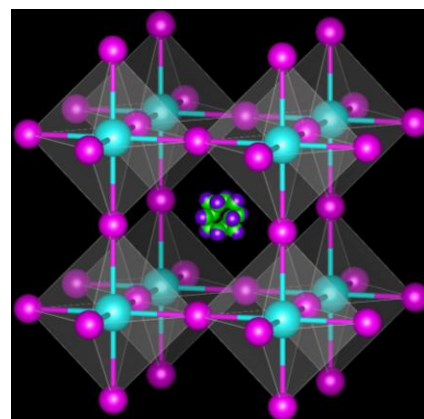
◎ 環境調和型第三世代太陽電池の研究開発

本研究の目的は、従来のシリコン系太陽電池に代わる、安価で環境にも配慮した環境調和型第三世代太陽電池の研究開発を行うことです。高効率発電を目指すとともに、その発電機構・電気伝導機構を量子物理学的手法を用いて明らかにしていきます。具体的には、有機系半導体、ペロブスカイト型化合物、ポリシラン、フタロシアン、フラーレンや量子ドットなどの新しいナノ構造を用いて、高効率・低価格・自然環境にやさしい新しいタイプの太陽電池の研究開発を目指しています。また、高分解能電子顕微鏡・結晶学及び第一原理分子軌道計算により、ナノ構造物質の原子配列・電子状態・磁気構造を解明し、新規材料開発に貢献しています。



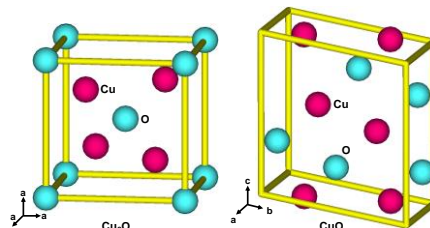
◎ ペロブスカイト系有機無機ハイブリッド太陽電池

ペロブスカイト構造をもつ $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ を用いて、高効率有機-無機複合型太陽電池が発表され世界中で話題となっています。有機薄膜太陽電池の全固体型薄膜形成プロセスによる有機ヘテロ接合と、色素増感型太陽電池の多孔質金属酸化物を半導体として使用する構造を組み合わせ、有機薄膜太陽電池より高い変換効率と色素増感型太陽電池より高い耐久性を同時に得る太陽電池の研究開発を進めています。



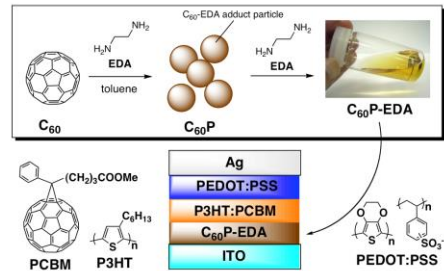
◎ 銅酸化物系太陽電池の研究開発

酸化物半導体はSiに比べて、作製プロセスが簡易で、直接遷移半導体で光吸収係数が大きいという利点があります。銅酸化物半導体は、バンドギャップ (CuO : 1.4 eV、 Cu_2O : 2.1 eV) が、太陽光のスペクトルに近く太陽電池に適しています。p型半導体として銅酸化物、n型半導体としてZnO等を用いて太陽電池を作製し、特性を評価しています。



◎ フラーレン集合体の有機電子材料への応用

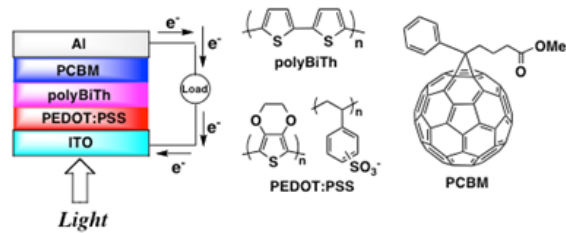
フルーレン類は n 型有機半導体として優れた特性を備えています。フルーレン類にアルキルアミン類が容易に付加する反応を用いて、フルーレンとジアミンからフルーレン集合体を得る事が可能です。このフルーレン集合体を新規有機半導体材料と位置づけ、光電変換や太陽電池への応用を進めています。



フルーレン集合体を電子輸送層に用いた有機薄膜太陽電池

◎ 電解重合法を用いた新規太陽電池の開発

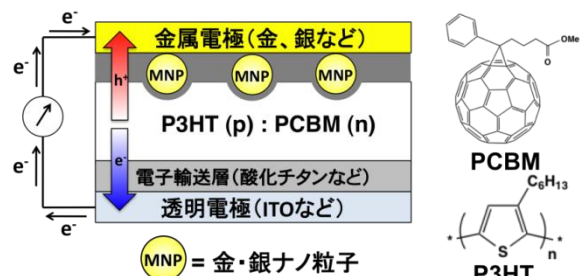
ポリチオフェンに代表される導電性高分子とフルーレンなどの有機電子材料を組み合わせた有機薄膜太陽電池は次世代の太陽電池のひとつとして注目されています。このような太陽電池の光電変換特性を制御するためには、界面構造の制御は極めて重要です。そこで、階層構造が容易に作製可能である電解重合法の特徴を活かし、新規な有機薄膜太陽電池を構築する研究を進めています。



電解重合法を用いた有機薄膜太陽電池の構造例

◎ 金属ナノ構造による光電変換素子や太陽電池の高効率化

金属ナノ構造に光を照射すると、光が表面プラズモンに変換されてナノ構造直近に局所的に増強された電場が発生します。この電場は光と同様に色素の励起が可能である特徴を有しています。このように局所的に貯め込まれた光エネルギーを光電変換素子や太陽電池に応用すると、より効率的な光エネルギーの利用が可能となり、光電変換効率の高効率化が期待できます。

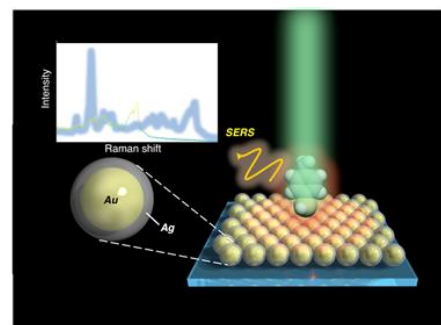


プラズモニク-ナノ粒子導入型有機薄膜太陽電池

◎ 金属ナノ構造を用いた分光分析の高感度化

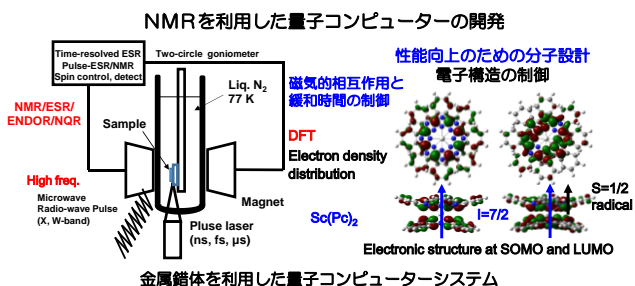
金属ナノ構造周囲のナノ空間に生じる増強電場を用いると、ラマン散乱や蛍光発光分析の高感度化が可能です。増強電場発生能を持つ種々のナノ粒子やナノ構造を作製し、分光分析への応用を進めるとともに、高感度化の詳細な機構解明を進めています。

金/銀コアシェルナノ粒子を用いた表面増強ラマン散乱



◎ 炭素クラスターや金属錯体を利用した NMR 量子コンピューターの開発

炭素クラスター、金属内包フルーレン-SWCNT、マルチデッカーフタロシアニン金属錯体を利用した NMR 量子コンピューターの設計・構築とスピン制御

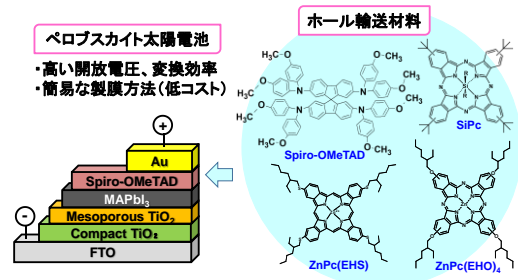


金属錯体を利用した量子コンピューターシステム

御を行っています。量子化学計算に基づいて、分子構造、電子構造、磁氣的相互作用を制御し、スピンの集積化、高速計算の向上を目指しています。

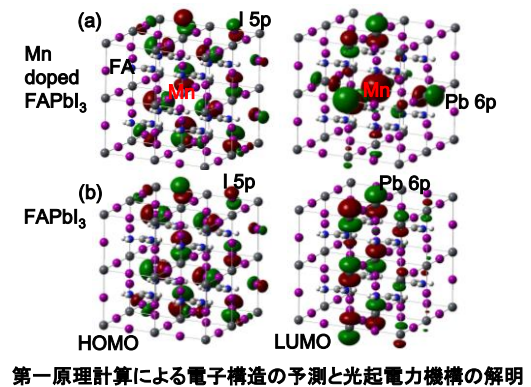
◎フタロシアニン錯体を導入したペロブスカイト系太陽電池の作製とその評価

フタロシアニン錯体を導入したペロブスカイト系太陽電池を作製し、その特性評価を行なっています。フタロシアニン金属錯体のホール輸送特性を検討しています。表面形態、分光特性、光伝導機構を明らかにしながら発電効率の向上を試みています。



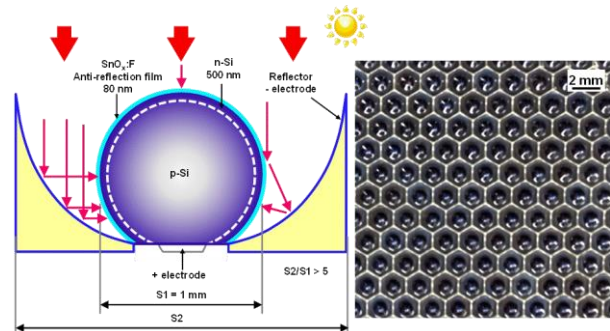
◎遷移金属や希土類元素を導入したペロブスカイト結晶の電子構造

遷移金属や希土類元素(Eu)を導入したペロブスカイト結晶の電子構造や性質を第一原理計算法により予測し、遷移金属や希土類元素の添加効果を検討しています。特に HOMO、LUMO の電子密度分布、Fermi 準位付近の状態密度(DOS)、吸収特性、励起過程、ケミカルシフトから電子相関を明らかにしています。IR/Raman の振動モード、エンタルピー、Gibbs の自由エネルギーから電子-格子相互作用を考慮し、光起電力機構を明らかにしながら発電効率の向上を行っています。



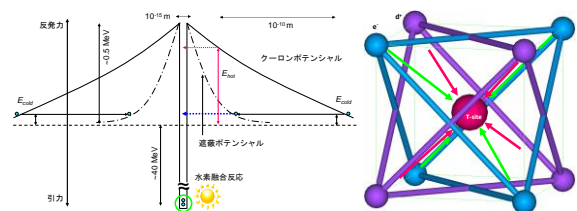
◎球状シリコン太陽電池の構造と物性

現在の太陽電池の問題点である高コストを抑制する新しい太陽電池が球状シリコン太陽電池であり、株式会社クリーンベンチャー21において研究開発が進められています。本研究では、太陽電池用球状シリコンの微細構造、電気・光学特性などの物性評価、反射防止膜の構造解析などを行い、光電変換効率上昇のための指針を得ることを目的としています。



◎固体内凝集系水素反応の量子論的研究

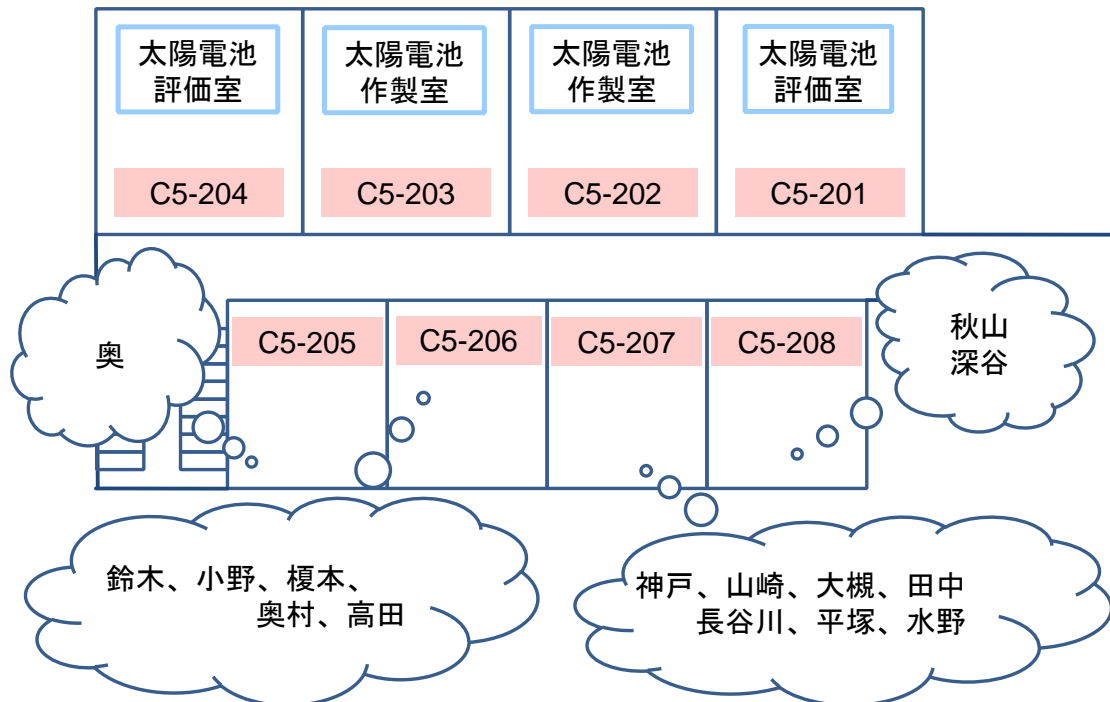
太陽エネルギー源である水素融合を、極性結晶等を用いて制御する方法を探索します。2005年にNatureに報告された方法は、熱により強力な電場を生み出すLiTaO₃極性結晶で、環境に優しくほぼ無限にある重水素を融合させます。またPd系合金などの重水素正4面体配位によるボース・アインシュタイン凝縮体の固体内凝集系重水素融合反応条件を量子論的観点から探索します。



研究室スタッフ



エネルギー環境材料研究室 C5棟 2階



研究テーマとメールアドレス

メールアドレスはあとに、usp.ac.jp をつけてください

奥 健夫	Takeo Oku	教授	光情報物質・太陽電池・水素吸蔵	oku@mat.
秋山 毅	Tsuyoshi Akiyama	准教授	光電変換デバイス・有機半導体	akiyama.t@mat.
鈴木 厚志	Atsushi Suzuki	講師	光・電子・スピンドバイス材料	suzuki@mat.
深谷 美咲	Misaki Fukaya	実習助手	研究室全般	fukaya.m@office.
神戸 健吾	Kengo Kanbe	博士2年	二次電池・キャパシタ複合材料	of68kkambe@ec.
山崎 誠悟	Seigo Yamazaki	修士2年	フラーレン集合体重合太陽電池	oi21syamazaki@ec.
小野 伊織	Iori Ono	修士1年	Perovskite 太陽電池	ov21ishimaji@ec.
榎本 彩佑	Ayu Enomoto	学部4年	遷移元素系 Perovskite 太陽電池	oe21aenomoto@ec.
大槻 東也	Toya Otsuki	学部4年	プラズモニック・金-銀ナノ構造	oe21totsuki@ec.
奥村 吏来	Riku Okumura	学部4年	CuBr ₂ 添加 Perovskite 太陽電池	oe21rokumura@ec.
高田 奎之心	Keinoshin Takada	学部4年	EA系 Perovskite 太陽電池	oe21ktakada@ec.
田中 萌	Moyu Tanaka	学部4年	水溶性フラーレン集合体	oe21mtanaka@ec.
長谷川 遼大	Ryota Hasegawa	学部4年	CuPc系 Perovskite 太陽電池	oe21rhasegawa@ec.
平塚 大地	Daichi Hiratsuka	学部4年	希土類添加 Perovskite 太陽電池	oe21dhiratsuka@ec.
水野 慎一郎	Shinichiro Mizuno	学部4年	ポリシラン系 Perovskite 太陽電池	oe21smizuno@ec.

研究室 OB

エネルギー環境材料分野・研究室スタッフ

安藤 裕二	Yuji Ando	特任研究員 (現・名古屋大学・特任教授)	2016-2018年
田中 大基	Hiroki Tanaka	特任研究員 (現・東京工業大学・助教)	2017-2018年
大石 雄也	Yuya Ohishi	特任研究員 (現・愛知県警察)	2017年
白幡 泰浩	Yasuhiro Shirahata	特任研究員 (現・香川高等専門学校・助教)	2015-2017年
濱谷 毅	Tsuyoshi Hamatani	特任研究員 (現・同志社大学)	2016-2017年
寺田 美恵	Terada Mie	実習助手 (現・滋賀県立大学・人文)	2011-2016年
松本 泰輔	Taisuke Matsumoto	特任研究員 (現・京都府公務員)	2014-2015年
柏原 清美	Kiyomi Kashihara	実習助手 (滋賀県東北部工業技術センター)	2008-2011年
菊地 憲次	Kenji Kikuchi	准教授・教授 (学生支援センター)	2007-2010年
渡辺 奈津子	Natsuko Watanabe	実習助手 (現・金沢大学・研究員)	2007-2008年

エネルギー環境材料分野・第14期卒業生 (2021年3月卒)

博士後期課程修了

上岡 直樹	Naoki Ueoka		
-------	-------------	--	--

博士前期課程終了

岸本 拓	Taku Kishimoto	尾池工業株式会社	
小山 奈津季	Natsuki Koyama	株式会社リバネス	

学部卒業

浅川 由悟	Yugo Asakawa	アイコクアルファ株式会社	
岡田 優	Masaru Okada	株式会社 JR 西日本メンテック	
岡本 勇一	Yuichi Okamoto	株式会社 SUISYAYA	
岸本 杏人	Kyo Kishimoto	株式会社 I's	
北川 楓	Kaede Kitagawa	株式会社 エス・シー・アイ	
寺田 周平	Shuhei Terada	日光精機株式会社	
長尾 啓右	Keisuke Nagao	株式会社 ホクモウ	
船山 効	Kai Funayama	長浜キャノン株式会社	

エネルギー環境材料分野・第13期卒業生 (2020年3月卒)

博士前期課程修了

田口 雅也	Masaya Taguchi	豊田合成株式会社	
松宮 祐介	Matsumiya Yusuke	日東電工株式会社	
満川 翔太	Syota Mitsukawa	NISSHA 株式会社	

学部卒業

大江 真梨	Mari Oe	岐阜プラスチック工業株式会社	
神鳥 沙都季	Satsuki Kandori	株式会社 堀場エステック	

島崎 智行	Tomoyuki Shimasaki	石原産業株式会社	
瀬山 航	Wataru Seyama	カンケンテクノ株式会社	
西 康佑	Kosuke Nishi	株式会社プリントバック	
平野 健太	Kenta Hiranoi	三菱電機住環境システムズ株式会社	
山崎 誠悟	Seigo Yamazaki	県立大学大学院 工学研究科	

エネルギー環境材料分野・第12期卒業生（2019年3月卒）

学部卒業

岸本 拓	Taku Kishimoto	県立大学大学院 工学研究科	
木戸 将	Masashi Kido	株式会社メタルアート	
小山 奈津季	Natsuki Koyama	県立大学大学院 工学研究科	
武智 大輝	Daiki Takechi	大阪市役所	
野村 順也	Junya Nomura	アイシン化工株式会社	
林 佑斗	Yuto Hayashi	日伸工業株式会社	
細井 一平	Ippei Hosoi	フタバ産業株式会社	
待場 隼斗	Hayato Machiba	宮川化成工業株式会社	
宮本 靖孝	Yasutaka Miyamoto		

エネルギー環境材料分野・第11期卒業生（2018年3月卒）

博士前期課程修了

上岡 直樹	Naoki Ueoka	県立大学大学院 工学研究科 博士後期	
-------	-------------	--------------------	--

学部卒業

奥村 宥紀	Hiroki Okumura	株式会社平和堂	
加藤 雅崇	Kato Masataka	株式会社東光高岳	
田口 雅也	Masaya Taguchi	県立大学大学院 工学研究科	
竹内 一雅	Kazuma Takeuchi	日本セラミック株式会社	
辻合 貴俊	Takatoshi Tsujiai	積水水口化工株式会社	
松宮 祐介	Matsumiya Yusuke	県立大学大学院 工学研究科	
山田 惇敬	Atsutaka Yamada	京都大学大学院エネルギー科学研究科	
山野内 潤	Jun Yamanouchi	日本電産リード株式会社	

エネルギー環境材料分野・第10期卒業生（2017年3月卒）

博士前期課程修了

齊藤 丞	Jou Saitou	株式会社半導体エネルギー研究所	
------	------------	-----------------	--

学部卒業

上岡 直樹	Naoki Ueoka	県立大学大学院 工学研究科	
梅本 百合	Yuri Umemoto	株式会社朝日工業社	
大石 雄也	Yuya Ohishi	滋賀県立大学	
岡田 祐基	Yuuki Okada	栗東積水工業株式会社	
平田 修也	Syuuya Hirata	プライムアース EV エナジー株式会社	
満川 翔太	Syota Mitsukawa	県立大学大学院 工学研究科	

エネルギー環境材料分野・第9期卒業生（2016年3月卒）

博士前期課程修了

泉本 大輔	Daisuke Izumoto	株式会社タムラ製作所	
金山 勝人	Masato Kanayama	株式会社 eWell	
熊川 優	Yuu Kumagawa		

学部卒業

上田 葉瑠香	Haruka Ueda	奥野製薬工業株式会社	
岡田 博史	Hiroshi Okada	日新薬品工業株式会社	
小堀 亮	Makoto Kobori	公務員受験	
坂田 洋基	Hiroki Sakata	京都工芸繊維大学大学院	
張 彬	Bin Zhang	ローム株式会社	
西川 隼冬	Hayato Nishikawa	ローム株式会社	
馬場 慎太郎	Shintaro Baba		
山本 雄暉	Yuuki Yamamoto	県立大学大学院 工学研究科	

エネルギー環境材料分野・第8期卒業生（2015年3月卒）
博士前期課程修了

番家 翔人	Syoto Banyu	株式会社カネカ	
丸橋 晴人	Haruto Maruhashi	壽精版印刷株式会社	

学部卒業

今西 悠馬	Yuuma Imanishi	京都工芸繊維大学大学院	
岩田 太志	Taishi Iwata	ヤマザキマザック株式会社	
岡本 勇輝	Yuuki Okamoto	株式会社関西スーパーマーケット	
木田 智康	Tomoyasu Kida	京都工芸繊維大学大学院	
木野 孝則	Takanori Kino	株式会社不二越	
斉藤 丞	Jou Saitou	滋賀県立大学大学院 工学研究科	
鈴木 康平	Kouhei Suzuki	株式会社丸一精肉	
高木 樹	Tatsuru Takagi	日伸工業株式会社	
棚池 皓平	Kouhei Tanaike	株式会社アウトソーシングテクノロジー	
八木 雄太郎	Yuutarou Yagi	京都大学大学院 エネルギー科学研究科	

エネルギー環境材料分野・第7期卒業生（2014年3月卒）
博士前期課程修了

岩瀬 信	Makoto Iwase	松定プレジジョン株式会社	
小野 侑司	Yuuji Ono	住友精化株式会社	
藤本 和也	Kazuya Fujimoto	株式会社ダイケン	
松本 泰輔	Taisuke Matsumoto	滋賀県立大学	

学部卒業

浅田 信頼	Nobuyori Asada		
阿部 侑馬	Yuuma Abe	京都大学大学院 工学研究科	
泉本 大輔	Daisuke Izumoto	滋賀県立大学大学院 工学研究科	
北原 達也	Tatsuya Kitahara	株式会社関電エネルギーソリューション	
熊川 優	Yuu Kumagawa	滋賀県立大学大学院 工学研究科	
図師 将仁	Masahito Zushi	株式会社朝日工業社	
日比 直己	Naoki Hibi	三甲株式会社	
古川 遼	Ryo Furukawa	株式会社メタルアート	
山本 裕揮	Yuuki Yamamoto	旭工精株式会社	

エネルギー環境材料分野・第6期卒業生（2013年3月卒）
博士前期課程修了

木村 健人	Kento Kimura	株式会社タムラ製作所	
中川 純也	Junya Nakagawa	富士通株式会社	
吉田 和巳	Kazumi Yoshida	株式会社麗光	

学部卒業

金山 勝人	Masato Kanayama	大学院受験	
木全 貴大	Takahiro Kimata	大垣市役所	
鈴木 尚斗	Hisato Suzuki	ホンダ販売フタバ株式会社	
中川 仁史	Hitoshi Nakagawa	太平洋工業株式会社	
西田 拓司	Takuji Nishida	岐阜プラスチック工業株式会社	
西村 勇輝	Yuuki Nishimura	株式会社京都銀行	
番家 翔人	Syoto Banyu	滋賀県立大学大学院 工学研究科	
堀 聖	Satoru Hori	アイシン機工株式会社	
丸橋 晴人	Haruto Maruhashi	滋賀県立大学大学院 工学研究科	
山田 哲也	Tetsuya Yamada	滋賀県立長浜北星高等学校	

エネルギー環境材料分野・第5期卒業生（2012年3月卒）
博士前期課程修了

井上 慶	Kei Inoue	トヨタ車体株式会社	
木戸脇 大希	Hiroki Kidowaki	THK株式会社	

学部卒業

岩瀬 信	Makoto Iwase	滋賀県立大学大学院 工学研究科	
上田 大喜	Taiki Ueda	呉羽テック株式会社	

小河原 慎一	Shin-ichi Ogahara	京セラミタ株式会社	
小野 侑司	Yuuji Ono	滋賀県立大学大学院 工学研究科	
亀澤 龍太	Ryuta Kamezawa	株式会社セントラル	
草野 正樹	Masaki Kusano	レーク伊吹農業協同組合	
谷口 佳祐	Keisuke Taniguchi	滋賀県立大学	
中山 絢佳	Ayaka Nakayama	郷インテックス株式会社	
能勢 滋史	Shigefumi Nose	片岡製作所株式会社	
松本 泰輔	Taisuke Matsumoto	滋賀県立大学大学院 工学研究科	

エネルギー環境材料分野・第4期卒業生（2011年3月卒）

博士前期課程修了

武田 暁洋	Akihiro Takeda	兵神装備株式会社	
永田 昭彦	Akihiko Nagata	KOA 株式会社	

学部卒業

大槻 高広	Takahiro Ohtsuki	株式会社エコアイ	
後藤 耕治	Koji Goto	岐阜大学大学院 工学研究科	
立川 裕之	Hiroyuki Tatsukawa	郷インテックス株式会社	
藤本 和也	Kazuya Fujimoto	滋賀県立大学大学院 工学研究科	
水野 篤	Atsushi Mizuno	滋賀県立大学大学院 工学研究科	
山元 朋毅	Tomoki Yamamoto	京都大学大学院 エネルギー科学研究科	
吉川 達也	Tatsuya Yoshikawa	京都工芸繊維大学 工学研究科	
吉川 巧真	Takuma Yoshikawa	ゼネラルテクノロジー株式会社	
吉田 和巳	Kazumi Yoshida	滋賀県立大学大学院 工学研究科	

エネルギー環境材料分野・第3期卒業生（2010年3月卒）

博士前期課程修了

角田 成明	Nariaki Kakuta	豊郷町役場	
川島 功嗣	Atsushi Kawashima	日本写真印刷株式会社	
小森 一貴	Kazuki Komori	積水樹脂株式会社	
野村 勝矩	Katsunori Nomura	上村工業株式会社	
元吉 良輔	Ryosuke Motoyoshi	株式会社半導体エネルギー研究所	

学部卒業

大西 功太郎	Koutaro Ohnishi		
北尾 匠矢	Takuya Kitao	ローム株式会社	
木戸脇 大希	Hiroki Kidowaki	滋賀県立大学大学院 工学研究科	
米谷 直哉	Naoya Kometani	滋賀県立大学大学院 工学研究科	
高谷 昌幸	Masayuki Takaya	滋賀県立大学大学院 工学研究科	
西邑 健太	Kenta Nishimura	滋賀県立大学大学院 工学研究科	
日野 洋一	Youichi Hino	滋賀県立大学大学院 工学研究科	
松島 健二	Kenji Matsushima	警視庁	
松原 周平	Syuhei Matsubara	滋賀県立大学大学院 工学研究科	
矢田 裕一	Hirokazu Yada	滋賀県警	
矢野 克弥	Katsuya Yano	滋賀県立大学大学院 工学研究科	

エネルギー環境材料分野・第2期卒業生（2009年3月卒）

博士前期課程修了

井岡 葵	Aoi Ioka	シャープ株式会社	
長岡 修一	Syuichi Nagaoka	日立マクセル株式会社	
藤分 英昭	Hideaki Fujiwake	三洋電機株式会社	

学部卒業

熊田 和真	Kazuma Kumada	イビデン株式会社	
久門 義史	Yoshifumi Kumon	株式会社精研	
小林 健吾	Kengo Kobayashi	東海染工株式会社	
澤村 清宏	Kiyohiro Sawamura	東レ・メディカル株式会社	
鈴木 尚子	Syoko Suzuki	株式会社ミツワフロンテック	
武田 暁洋	Akihiro Takeda	滋賀県立大学大学院 工学研究科	

永田 昭彦	Akihiko Nagata	滋賀県立大学大学院 工学研究科	
西野 景太	Keita Nishino	ローム株式会社	
野間 達也	Tatsuya Noma	関西産業株式会社	
原田 悟史	Satoshi Harada	滋賀県立大学大学院 工学研究科	
松村 昌訓	Masanori Matsumura	公務員志望	
美濃羽 輝	Akira Minowa	伊藤会計グループ	

エネルギー環境材料分野・第1期卒業生（2008年3月卒）
博士前期課程修了

木下源太郎	Gentaro Kinoshita	ホソカワミクロン株式会社	
中村 順一	Junichi Nakamura	S E Cカーボン株式会社	
松尾 祐嗣	Yuji Matsuo	ダイソー株式会社	

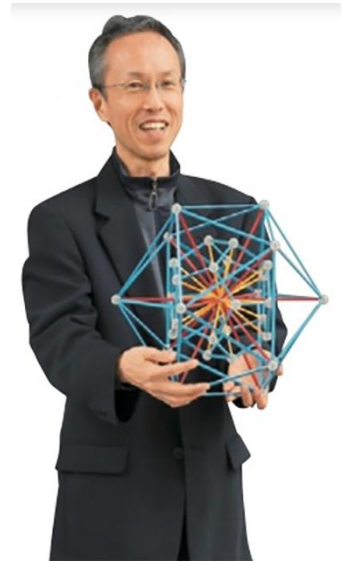
学部卒業

青山 昭宏	Akihiro Aoyama	日新イオン機器株式会社	
井口 基	Motoi Iguchi	長浜キャノン株式会社	
小坂 壮平	Osaka Sohei	オー・ジー株式会社	
角田 成明	Nariaki Kakuta	滋賀県立大学大学院 工学研究科	
川島 功嗣	Atsushi Kawashima	滋賀県立大学大学院 工学研究科	
小森 一貴	Kazuki Komori	滋賀県立大学大学院 工学研究科	
野村 勝矩	Katsunori Nomura	滋賀県立大学大学院 工学研究科	
元吉 良輔	Ryosuke Motoyoshi	滋賀県立大学大学院 工学研究科	

奥 健夫（おく たけお）

今年も秋山先生、鈴木先生、深谷さん、学生の皆さん方の大活躍のおかげで、順調に研究室が発展してきました。ここに深く感謝申し上げたいと思います。

今年も学生さん達の素晴らしい底力を見せていただくことができました。上岡君は一年間本当に頑張り新しい概念の提案から計算・実験をまとめ上げて、ついに博士号を取得し、これからますますの活躍が期待されます。神戸さんもこつこつ博士課程で頑張っておられます。修士課程の岸本拓君、小山さんも無事発表が終わり、山崎君も地道に進めており、小野君が新たに加わりました。卒業生の浅川君、岡田君、岡本君、杏人君、北川さん、寺田君、長尾君、船山君もいい結果を出し、最終発表も無事乗り越え、昨年に引き続き非常にいい発表だったと思います。榎本さん、大槻君、奥村君、高田君、田中さん、長谷川君、平塚君、水野君も既に先輩方のご指導をいただきながら実験研究をこつこつ進めています。



毎週の研究報告会では、研究報告よりもプラス一枚に力が入っている人も多いようで、皆さんの様々なお話で学ばせていただくことも多く楽しく拝聴しています。

今年は特に上岡君、岸本君、浅川君、寺田君、北川さんをはじめとする皆さんのおかげで、発電効率も向上し、船山君、杏人君、長尾君も新規性や耐久性を向上させてきました。研究や実験面では、いい結果を継続して出す人は、ある種の特徴があることに気づかされてきました。朝から毎日こつこつやることはもちろんですし、いつもにこにこ笑顔でうまくいっても謙虚でおごらず、不平不満を言わず怒らずというような共通点があるようです。無欲さと謙虚さをもっていると直感力がはたらき、実験がうまくいくというのは…本当に不思議なことです…。見習いたいと思います。

学生さん達も卒論で最後まで研究内容が向上して行って、人間本気になればここまでできるんだ、と改めて『人間力』のすごさを感じさせられた次第です。そのような『人間力』を身につけるには、一つ一つに「素直に真剣に」取り組んでいく姿勢が大切のように思います。またそのような「全身全霊をかけて打ち込む気迫」は、周囲に伝わります。不思議なことに、そのように真剣にやっている人に対しては、自然に周囲からのサポートが集まり（ついつい助けたくなり）、いい方向に進んでいきます。ぜひとも皆さん自身でそのような『素直な人間力』を獲得していきましょう。

研究や実験、研究室の人間関係でも、うまくいかないことも多々あるでしょう。研究室で何か障害があると、嫌だなあ、めんどくさいなあと思ったり、場合によっては逃避してしまう人もいます。よくお寺にこもって座禅を組んだり、山奥で冷たい滝に打たれて修行する人たちがいますが、何もそこまでしなくても今ここで十分修行ができるのです。すべて自分の思い通りになる人なんていません。自分が今いる場所で、様々な障害を克服していくことで、その人は成長できるのです。

今年も木戸脇君、木戸君など卒業生がリクルーターとしてWeb会社紹介してくれ、立派な社会人として、後輩へのメッセージを伝えてくれ大きな刺激になっています。卒業後もこのような形でつながりを保てるのは素晴らしいことと思います。

秋山 毅（あきやま つよし）

研究内容

- ・ プラズモニック貴金属ナノ粒子による太陽電池の高効率化、分光分析の高感度化、光触媒の高性能化
- ・ フラーレン集合体の創製と有機電子材料への応用
- ・ ゾル-ゲル法を活用した光機能材料の開発
- ・ 電気化学重合法を活用した階層型導電性高分子膜の開発



ひとこと

実にいろんなことがオンラインでできるもんだなあ、ということ強く感じた2020年でした。私自身のこの1年を振り返ると、自宅でやたら何かやっていた、という印象が強いです（が、実際にはそれほどでもなかったかも）。

授業、研究、地域連携に関わる活動など、顔を合わせて進めることが常態だったことのうち、かなりの部分がオンラインでも実施可能でしたし、むしろオンラインの方が望ましいと感じることも多々あって、新鮮な驚きがたくさんありました。

一方、私たちは実験系の研究をしていますので、不安や心配もありましたが、結果として、研究のペースが維持できたことは僥倖でした。特に、プラズモニック・ナノ粒子を用いた光の高効率利用に関する研究については、いくつかのまとまった話になり、原著論文、特許出願、学会発表を通してアピールすることができて本当によかったです。この中で、第10回化学フェスタでは、MC2の小山さんがプラズモニック材料に関する発表で優秀ポスター発表賞を受賞したことは、教員としての立場からも、とてもうれしいことでした。また、学科内の共同研究を通じて、多くの学生のみなさんと研究で一緒することになり、たくさんの楽しい経験ができました。

今年度も地域・社会貢献や人材育成に関連する活動に、学生のみなさんと関わらせていただいて、素晴らしい時間を過ごすことができました。「科学の祭典滋賀大会」に出展いただいた材料科学科の女子学生による科学実験サークルFLASKのみなさん、例年と形は変わりましたが（会が中止になりましたので動画コンテンツを作っていました）、ご一緒できて楽しかったです。ちょっと今までとは違う、学生のみなさんとのコラボレーションとして、本学の地域学副専攻の授業の一環でラジオ番組でジングルを作らせていただいたことも印象深いです。職業上の専門とは全く違う趣味の活動を、まさか学内で楽しむことができるとは予想もしていませんでした。

他にも、多くのことを学生のみなさんとご一緒させていただきました。みなさんに感謝しています。次の1年も、なにか面白いことをやれるといいなと思っています。

鈴木 厚志 (すずき あつし)

研究テーマ :

- ・ ペロブスカイト型太陽電池の材料設計と評価
- ・ 金属錯体を利用した量子情報への応用
 - 量子コンピューターの構築とスピン制御

研究内容 :

- 1) 「ペロブスカイト型太陽電池の材料設計と評価」
- 2) 「フタロシアニン錯体を利用したペロブスカイト型太陽電池の開発」
- 3) 「炭素クラスターや金属錯体を利用した NMR 量子コンピューターの開発」



所属学会 : 日本物理学会、日本化学会、応用物理学会、高分子学会、
アメリカ化学会、医用高分子研究会

担当科目 : 人間探求学、有機化学総合および同演習、分析・環境科学実験、
材料科学実験、材料計算化学および同演習

私のひとこと :

研究は、問題設定やアプローチに個性を最大限に発揮できる世界です。個性を発揮するには基礎的な素養の積み上げが不可欠です。

研究室では国際学会に参加でき、世界最先端の研究を肌で味わうことができます。

研究者との交流を通じてサイエンスの素養、コミュニケーションスキルや一般教養を身につけることができます。

深谷 美咲（ふかや みさき）

業務内容

事務全般、3回生の実験補助、
少し実験お手伝い

出身

愛知県

趣味

ピアノ（全然上達しません。。。）
美味しいコーヒーを入れること
読書



今年目標

旅行する
学生時代の友人に会う（コロナが収束したら）

ひとこと

エネルギー環境材料研究室に来て、丸5年が経ってしまいました。早いような遅いようなという感じです。ここ1年は研究室の皆様と接する機会がかなり少なく、あっという間に過ぎてしまったように思います。

去年の今頃は、常に先読みし、丁寧な仕事を心掛けるというのが目標でしたが、出来ているかはやや疑問です……。これからは、状況が日々変わる世の中に対応できるよう、先読み力に加えて、臨機応変に動けるようになりたいと思います。

エネルギー環境材料研究室配属 博士2年

神戸 健吾 (かんべ けんご)

血液型 : AB 型

生年月日 : 1989 年 2 月 28 日

出身 : 静岡県藤枝市

住所 : 愛知県瀬戸市



出身大学 : 愛知工業大学大学院 工学研究科 機械工学専攻

勤務 : 河村電器産業株式会社 研究開発部 研究チーム

趣味 : 多肉植物・洋酒

今年の目標 : マイホーム

研究テーマ : 電解重合によるポリチオフェン膜

研究内容 : 階層構造型のポリチオフェン膜を作製、光電池としての評価

日々思うこと

最初は業務でお世話になったことがきっかけでした。

機械科出身なので根底の知識量に対する劣等感はまだありますが、反対に機械科の知識を役立てようと思います。定型文でなく本当にお世話になっております。

山崎 誠悟 (やまざき せいご)



研究テーマ : C_{60} 及び C_{70} フラーレン-ジアミン付加体の合成と評価

研究内容 : C_{60} 、 C_{70} フラーレンにエチレンジアミンを反応させ有機溶媒に可溶化する微粒子を作製し、それが電子受容体として機能するか否かを有機薄膜太陽電池の電子輸送層に導入することで調査した。また、 C_{70} フラーレンエチレンジアミン付加体微粒子の生成機構について調査している。

生年月日 1997年 2月 11日

趣味 サイクリング、旅行、音ゲー(主に太鼓の達人、Arcaea)

今年の目標 研究も趣味も両立して楽しむ。今までに言ったことのない都道府県に行く

日々思うこと 就活大変

ひとこと 今年にはコロナの影響もあり十分に研究活動を行えませんでした。新たな知見をたくさん得られることが出来ました。来年は研究活動や趣味に没頭できればと思います。

小野 伊織 (おの いおり)

- 研究テーマ
ペロブスカイト太陽電池の作製と評価
- 趣味
陸上競技 (長距離)
- 目標
研究を行う上で自分の考えと結果を得るための道筋を持てるようにすること
福岡国際マラソンにて2時間20分切り達成
- 日々思うこと
あとになって後悔することが多々ある。
- 意気込み
研究内容が変わり、新たなスタートとなります。研究過程を考えていき、自分の色を出していきたいと思います。
- ひとつこと
研究内容が変わり、新たなスタートとなります。最初は覚えることから始まりませんが、早く研究室の一員になれるよう頑張ります。よろしくお願いします。



榎本 彩佑 (えのもと あゆ)

出身：京都府京都市

研究テーマ：遷移金属系 Perovskite 太陽電池

研究に対する意気込み：卒論発表に向けて納得がいくまで突き詰めたい。

今年の目標：わかりやすく堂々と人前で発表する。コミュニケーションを大事にする。

趣味・特技：ドラマ・映画鑑賞, ゲーム, 手芸

日々思うこと：コロナが収束した後、気兼ねなく旅行がしたい。
美味しいものを食べたい。



大槻 東也 (おおつき とおや)

研究テーマ：プラズモニック・金-銀ナノ構造の開発と分光分析への応用

今年の目標：院試合格

趣味：YouTubeでお笑いを見る、漫画を読む

日々思うこと：平穩に、自由気ままに生きる

研究に対する意気込み：手を抜かない。楽しいと思って研究する。



奥村 吏来 (おくむら りく)

○研究テーマ

「CuBr₂ を添加したペロブスカイト太陽電池の作製と光起電力特性評価」

○今年目標

「早寝早起き」

○趣味

「ギター, 洋画, 洋楽」

○日々思うこと

「もうこんな時間かあ...」

○研究に対する意気込み

「多くの人に関心を持ってもらえるような研究結果を残したいです。」

高田 奎之心 (たかだ けいのしん)

・ 研究テーマ

EA 及び KI、Rb を添加したペロブスカイト太陽電池の作製と評価

・ 今年目標

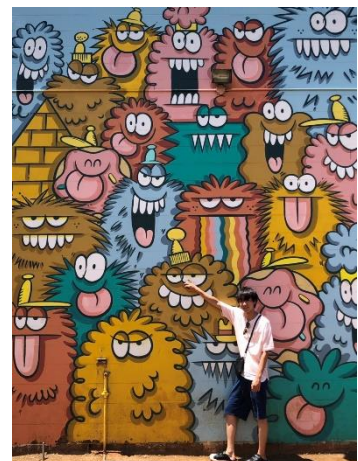
最後の大学生活を楽しむ

・ 趣味

体を動かすこと、漫画

・ 研究に対する意気込み

知識を身に着け、変換効率の良いデバイスを作る



田中 萌 (たなか もゆ)

研究テーマ：有機電子材料としての水溶性フラーレン重合体の開発

今年の目標：何とか貯蓄、車の運転がちゃんと出来るようになりたい

趣味：読書、アニメ鑑賞、ブックカバー付け

日々思うこと：1日の1/5が通学時間って狂ってるよなあ…

研究に対する意気込み：フラーレンの価格に恥じない実験をしたい

長谷川 遼大 (はせがわ りょうた)

研究テーマ：ペロブスカイト太陽電池へ $\text{CuPc}(\text{COOH})_4$ 添加による耐久性向上

今年の目標：サッカーの試合をたくさん観に行く

趣味：サッカー、サッカー観戦

日々思うこと：サッカーの試合観に行きたい

研究に対する意気込み：変換効率を上げたい



平塚 大地 (ひらつか だいち)

研究テーマ：ペロブスカイト太陽電池への Eu 添加による効率向上及び長期安定性向上

今年のご目標：健康に元気に過ごす

趣味：映画鑑賞、ダーツ、バンド

意気込み：高効率、魅力的なデバイスが作れるように頑張ります！



水野 慎一郎 (みずの しんいちろう)

研究テーマ：ポリシラン系ペロブスカイト太陽電池の作製と評価

今年のご目標：卒業、就職すること

趣味：ゲーム、楽器演奏

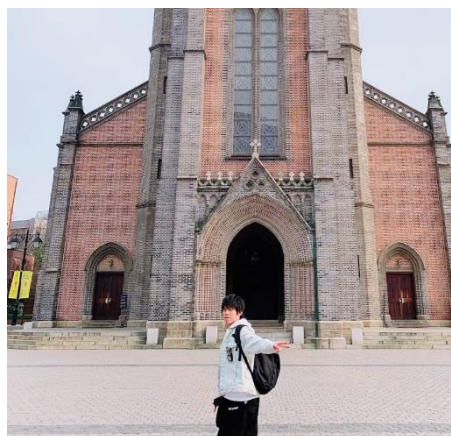
日々思うこと：何事においても実行に移すのが難しい。



研究に対する意気込み：日々考えて、理屈ありきで変換効率を出せるように頑張りたいです。

エネルギー環境材料研究室卒業生

上岡 直樹 (うえおか なおき)



◇ 出身

滋賀県立八日市高等学校

◇ 研究テーマ

ペロブスカイト系太陽電池の光起電力特性と微細構造に関する研究

◇ 研究内容紹介

ペロブスカイト ($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$) 太陽電池に含まれる

Pb は有毒性であり、Pb 低減と耐久化は実用化において重要な課題である。本研究では、Pb を Cu で置換し、さらに CH_3NH_3^+ をアルカリ金属元素 Na や Rb で置換することで、これまでの研究報告にない Cu-アルカリ金属元素を混合添加したペロブスカイト結晶を形成し、光起電力特性および安定化効果について検証することを目的とした。さらに、第一原理計算を用い、バンド構造や電子状態の評価、Cu が与える結晶構造歪みや構造安定性について調査した。

◇ 昨年の研究報告

第一原理計算による構造評価から、 CuI_6 八面体が大きく結晶の原子配列から乱れており、格子欠陥などの要因につながると考えられるが、Rb や Na を Cu の周囲に導入することで原子配列乱れが緩和され、ペロブスカイト結晶構造の対称性が高くなることが確認された。状態密度計算から、Na および Rb の s 軌道がそれぞれ 2 - 4 eV の範囲で確認され、短波長光で励起した電子が Rb のエネルギー準位に到達し、その後 Na のエネルギー準位に移動することでキャリアの損失低減の効果が期待された。実際に Cu-Rb-Na 混合添加したデバイス进行评估した結果、長期安定化を示し、変換効率の向上が確認されたことから、計算と実験による検証を結合させることで、さらなる Pb 低減と新規組成の提案や研究開発の発展が見込まれる

◇ 今年目標

新天地では、自分らしく前向きに挑戦していきたい。

◇ 一言

博士後期課程の3年間を振り返ると、多くの学会で発表を経験できたり、意見交換することで着眼点の幅が広がったり、論文が通った時は達成感を感じ、博士論文を書く人生は思いもしなかったけど、一回り成長できた。

それにしても、コロナおさまらんかなあ。はよ。

エネルギー環境材料研究室卒業生

岸本 拓 (きしもと たく)

●研究テーマ

GAI 添加 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_{3-x}\text{Cl}_x$ 系太陽電池の作製と評価

●研究内容

ペロブスカイト格子内によりイオン半径の大きい有機カチオンを添加し、ペロブスカイト結晶の半導体特性や結晶性への影響を検討する。そのペロブスカイト結晶を光活性層として用いてペロブスカイト系太陽電池を作製し、光起電力特性を評価する。また、以上の新規ペロブスカイト材料の電子構造を理解する為に量子化学計算による



●趣味

サッカー観戦 バドミントン 卓球

●今年目標

納得のいく修論を完成させたい。

●研究に対する意気込み

世界に肩を並べられる効率と安定性を示したい。

●一年を振り返って

去年は学会などで直接会って議論を交わす機会が得られなかったのが残念です。また、太陽電池作製も一昨年予定していたようには進められませんでした。しかしその分じっくりと就職活動とデスクワークに専念でき、自分の人となりや研究分野について深く考える時間が得られたと思います。この一年は必ず将来の糧になると思います。

エネルギー環境材料研究室卒業生

小山 奈津季 (こやま なつき)

生年月日：1996年12月22日

出身：京都

血液型：B型

趣味：生け花、製菓製パン
ものづくりが好きです。たまに駅構内の生花やパン屋の前でどうやって作ってんのかな？とまじまじ見ていることがあります。実験も起きていることよく見るように意識しています。



日々思うこと：則天去私

思い込むタイプだからこそ先入観や経験則なしに、先人のいうことや目の前の現象をとりあえず受け入れてみる様に心がけています。

今年の目標：「平常心」「約束を守る」

研究テーマ：高感度分光への応用を目指した酸化チタン-貴金属ナノ粒子複合膜の開発

背景と目的：貴金属によるプラズモンの応用技術はセンサーの発展に大きく貢献している。本研究では、将来的にセンサーの小型化や被検出物質の少量化が期待できる、実用的な安定性と性能を兼ね備えた光化学特性増強基板を開発することを目標としている。

ひとこと：お世話になりっぱなしの3年間でした。これからのことはさっぱり見当がつかませんが、一つずつ与えられる壁を乗り越えたいと思います。

エネルギー環境材料研究室卒業生

浅川 由悟 (あさかわ ゆうご)

・自己紹介

生年月日 1998年9月5日

出身 愛知県

趣味 バドミントン、スノーボード、漫画、音楽鑑賞、
ゲーム



・研究テーマ

FAI 及び Sn 化合物を添加した MAPbI₃ ペロブスカイト太陽電池の作製と特性評価

・研究内容

FAI や Sn 化合物を添加したペロブスカイト太陽電池を作製し、デバイスの光起電力特性を評価する。

・今年目標

4月から社会人1年目が始まるので、体調を崩さないように頑張りたい。

・ひとこと

研究室の皆様には大変お世話になりました。研究室に配属されてからの1年間はとても短かったように感じます。充実した楽しい1年間でした、ほんとうにありがとうございました。研究室で学んだことをこれからの人生で生かしていけるように頑張ります。

エネルギー環境材料研究室卒業生

岡田 優 (おかだ まさる)

- ・ 生年月日
1998年 6月 27日



- ・ 研究テーマ
有機半導体材料を目指した C_{60} 誘導体-エチレンジアミン付加体の開発
- ・ 研究内容の紹介
フラーレン誘導体である PCBM にエチレンジアミンを付加することで微粒子を作製し、その微粒子の光学特性、微細構造、電流密度-電圧特性の評価を行う。
- ・ 今年目標
4月から社会人になるのでしんどいことがあっても負けない気持ちを持って頑張りたい。
毎日健康で元気に過ごしたい。
- ・ 趣味
漫画を読むこと、映画鑑賞、サッカー観戦
- ・ 日々思うこと
寒い地域はもうこりごりなので暖かい地域に住みたい。

岡本 勇一（おかもと ゆういち）

研究テーマ：プラズモニック・ナノ粒子薄膜の SERS 特性に対する粒径の効果

研究内容：金・銀ナノ粒子の粒径を調整し SERS 特性について研究しています。

研究報告：金・銀混合系ではラマン増強度はあまり変わらなかったが、金ナノ粒子の大きいサイズ同士で増強度が一番優秀でした。

今年の目標：卒業

趣味：服を集めること、着ること、物販

日々思うこと：コロナウイルスによって行動が制限されたり、就職が関東なのでこれからもっと対策を心がけていかなければならないのと同時にたくさんの方が苦勞しているのを早くおさまってほしい。

自己紹介コメント：この二年間研究室ではたくさんお世話になりました。

研究だけでなくこの研究室に入ってたくさん成長できました。

就職では研究とはあまり関わっていない分野に就職することになりましたが大学で学んだことなどを活かして頑張っていきたいとおもいます。



岸本 杏人（きしもと きょう）

○研究テーマ

Eu を添加したペロブスカイト太陽電池の作製と評価

○研究内容

近年注目されているペロブスカイト系太陽電池は、安価で容易に作製できることから、結晶シリコン系太陽電池に代わる太陽電池として期待されている。しかし、長期安定性に問題がある。ペロブスカイト結晶に希土類元素であるユーロピウム化合物を添加することにより Redox shuttle 反応を起こすことでペロブスカイト層の分解を抑制し、長期安定性や性能の向上が期待できる。本研究はユーロピウム化合物を添加したペロブスカイト太陽電池を作製し、特性評価を行った。

○生年月日 1999 年 2 月 12 日

○今年目標

フェスに出ること。（コロナで無理かもだけど）

○趣味

音楽が大好きです。ポップからオルタナティブ、ハードコア、ラウド、レゲエ、ヒップホップ、ミクスチャー。でも 1 番はメロディックパンクとスカパンクが大好き。ライブハウスとフェスによくいきます。

○日々思うこと

コロナに消えてほしい。

○研究に対する意気込み

限りある化石燃料などの消費を抑えるためにも自然エネルギーはこれからの社会に必要なものなので、ペロブスカイト太陽電池の研究を発展させ、少しでも貢献して世のためになればと思う。



北川 楓（きたがわ かえで）

・好きなもの
音楽、ディズニー

・今年目標
体調管理しっかりする
社会人として頑張る



・日々思うこと
旅行とライブいきたい、みんな健康でいてほしい

・研究テーマ
ペロブスカイト太陽電池への銅ハロゲン化合物及びアルカリ金属の導入効果

・研究内容
ペロブスカイト太陽電池の性能を向上させるために光活性層であるペロブスカイト結晶中の Pb の部分置換による電子構造の制御や内部構造、結晶成長・結晶構造の最適化による移動度や光起電力特性の改善が有効となる。本研究では遷移金属 Cu 及び FA やアルカリ金属を導入したペロブスカイト太陽電池の作製し、光起電力特性、結晶構造、表面形態の評価を行い、添加効果について検討を行った。

・ひとこと
いろいろと大変な環境の中でしたが、たくさんの手助けをしてもらい研究を進めていくことができました。一年間ありがとうございました。この経験を活かし社会人としても頑張っていきたいです。

寺田 周平 (てらだ しゅうへい)

- 出身地
滋賀県
- 趣味
ゲーム、漫画
- 好きな食べ物
寿司、ラーメン
- 日々思うこと
効率良く、丁寧に物事を進めたい
- 今年目標
仕事をこつこつ頑張る
- 一年を振り返って
研究室に入って、初めは研究内容がよくわかっていなかったのですが、実験や発表を重ねていくうちに、理解できるようになっていき、実験で思った通りの結果が出るとうれしく思いました。この研究室で研究ができて良かったです。様々なことで同研究室の先生方、皆様にお世話になりました。ありがとうございました。
- 研究テーマ
K 及び有機カチオンを添加した $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 系太陽電池の作製と評価
- 研究目的
ペロブスカイト結晶中の CH_3NH_3 の一部をアルカリ金属で置換することで安定性の向上が報告されている。本研究では、同じアルカリ金属であり、Cs、Rb と比較して安価に入手できる K を用い、 CH_3NH_3 位置にイオン半径の大きい $\text{CH}_2\text{CH}_3\text{NH}_2$ (EA) を導入し、さらに高い安定性とホール輸送能力を有するポリシランを導入したペロブスカイト太陽電池を作製し評価することを目的とした。

長尾 啓右 (ながお けいすけ)

研究テーマ

EABr 及び Rb 添加ペロブスカイト太陽電池の作製と特性評価

研究内容

ペロブスカイト太陽電池は従来のシリコン型太陽電池に比べて、比較的安価で容易に作製できるため注目を集めていますが耐久性に不安が残るためまだまだ実用化には至っていない。そこで、まだ研究例が少ないエチルアンモニウム(EA)とアルカリ金属の一つである Rb とを同時添加することでペロブスカイト太陽電池の光電変換効率と安定性の向上を目指すことを目的とした。

趣味

漫画、テニス、お酒

生年月日

1998 年 6 月 13 日

日々思うこと

老いを感じてきてるなあ。



今年の目標

新社会人として仕事とプライベートの両立を頑張りたいです。

今年を振り返って

今年はコロナの関係もあり就活も研究活動も両方大変でしたが何とか乗り越えられてよかったと思います。この経験が社会人になっても活かせるなと思います。

船山 効 (ふなやま かい)

研究テーマ

フタロシアニン金属錯体を導入したペロブスカイト太陽電池の作製と評価

・ 研究内容

次世代の太陽電池として注目されているペロブスカイト太陽電池は、変換効率が高くさらに安価であるという特徴がある。しかし、長期安定性が低いことや正孔輸送層に一般的に使用されている Spiro-OMeTAD はペロブスカイト太陽電池の約半分程度のコストを占めるほど高価である。そこで本研究ではフタロシアニン金属錯体に着目した。フタロシアニン金属錯体は Spiro-OMeTAD と同じホール輸送特性を示し、さらに安価であり耐熱性にも優れているのでペロブスカイト太陽電池のコストの削減や長期安定性の改善などが期待できる。

・ 今年目標

- ① 卒論発表を完璧に仕上げる。
- ② 学会を成功させる
- ③ 卒論を期日までに仕上げる。

・ 日々思うこと

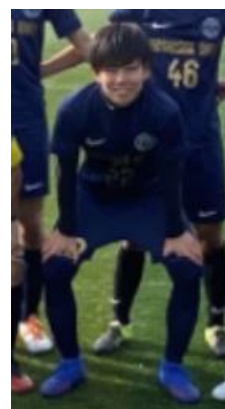
- ① 月に一番お金がかかっているのは食費だなと思う。
- ② 奨学金の返済が高すぎる。
- ③ コロナウイルス長すぎる

・ 研究に対する意気込み

研究室生活も残り少なくなってきたので、悔いのないように実験や学会などを積極的に行っていこうと思う。

・ 自己紹介コメント

社会人になったら仕事を頑張ることは当たり前ですが、休日も充実させたいと思っています。大学時代はフットサル部に所属していましたので、卒業後はどこかのサッカーチームやフットサルチームで活動をしたいと思っています。仕事とプライベートを両立できるように頑張っていこうと思っています。



第 10 回 エネルギー環境年間大賞 上岡 直樹 さん

エネルギー環境材料分野の学生の皆さんの研究の総括を年末に行い、質疑応答も含めて、スタッフと学生全員で採点を行いました。採点には、一年間の毎月の研究報告会、雑誌会での発表、掃除の出席、タイムカード等も考慮に入れています。その結果、上岡君が受賞となりました。おめでとうございます。他の皆さんも非常によく頑張ったと思います。

受賞のコメント（上岡 直樹）

この度は第 10 回エネルギー環境年間大賞に選んでいただき、ありがとうございます。昨年に続き、4 度目の受賞で非常に光栄に思います。奥先生をはじめ教員の方々、研究室の皆様方からのご指導、ご協力の下、研究を進めることができました。この場をお借りしてお礼申し上げます。

私は 1 年間、「ペロブスカイト系太陽電池の光起電力特性と微細構造に関する研究」というテーマで研究を進めてきました。具体的には、昨年に続き $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ ペロブスカイト結晶の Pb 位置への Cu 置換および CH_3NH_3^+ 位置へのアルカリ金属元素置換を行い、光起電力特性や構造安定化を評価してきました。同時に第一原理計算にも挑戦し、Cu が与える構造歪みや Rb-Na が与えるバンド構造の影響について吟味し、計算と実験の両方から Cu-Rb-Na の混合添加効果を検証してきました。その結果、Cu-Rb-Na の混合添加により、発電効率の向上と長期安定化に成功しました。これまでに報告されていない Cu とアルカリ金属元素の混合添加でペロブスカイト結晶を形成することで、ペロブスカイト太陽電池の実用化の課題として挙げられる有毒性 Pb の低減と安定化に効果を示すことを明らかにしました。Cu-Rb-Na というこれまで世界的にもほとんど行われていない領域で、新たな展開のきっかけとなることが期待され、第一原理計算を組み合わせた計算と実験による検証を結合させた、統合的な材料開発手法により、従来では予想しなかった新規なペロブスカイト結晶の提案やその研究開発の展開が期待される結果であると考えています。今年もこれらの研究成果が英語論文という形で残せたことに達成感と喜びを感じることができました。

博士後期課程最後の 1 年となるため、博士論文を必死に完成できるよう取り組んできました。コロナ禍で 4 月から 6 月の間は大学に行けなくなり、学会もリモートで行われるなど、これまでのいつも通りの日常が一変し思うように研究を進めていくことが困難な 1 年になりました。その上、就職活動が本格化し、「コロナが無ければ、、」と正直思います。それでも、最後、自分が納得のいく研究成果で学生生活を終わられるように、とことん突き詰めていきたい気持ちが強く、限られた環境の中で博士論文を進めていきました。思うようにいかない環境の中で、当たり前のできたことの幸せを感じながら、それでも悔いを残さないために、本気な 1 年だったと思います。先生方のご助力を頂きながら博士論文を完成することができ、また必死に取り組んだからこそエネルギー年間大賞の受賞につなげることができたと思います。

これからも、限られた環境の中で自分が最大限力を発揮できるように、環境のせいにはしない気持ちと当たり前の日常に感謝しながら進んでいきたいと思っています。

研究は本当に奥が深いです！

最後になりましたが、改めまして奥健夫先生、秋山毅先生、鈴木厚志先生をはじめ研究室に関係するすべての皆様に厚くお礼申し上げます。

第 14 回 エネルギー環境賞 小山 奈津季 さん

エネルギー環境材料分野の学生の皆さんの一年間の研究の総括（それ以外も含め）をそれぞれユニークな観点からアピールしていただき、スタッフと学生で投票を行いました。その結果、小山さんが第 14 回目の受賞となりました。おめでとうございます。他の皆さんも全員にあげたいくらいよく頑張ったと思います。

受賞のコメント（小山 奈津季）

エネルギー環境材料分野の皆さんは研究報告だけでなく雑誌会や学会で日々研究生活を忙しくされていますが、私もその中の一人として置いていかれずついていけたのならよかったです。研究が好きという気持ちだけが私の取柄なので、これからもその気持ちを大切に日々できる事をやっつけていこうと思います。

研究アドバイザー助成金フォーカスシステムズ次世代育成賞 小山 奈津季 さん

受賞のコメント（小山 奈津季）

幸運にもご採択いただいて大変嬉しく思っております。学会発表ではなく助成金の申請だったので、今までの研究内容をまとめ、これからの研究計画を記述するのは非常に骨が折れました。お力添えいただいた先生方に深く感謝申し上げます。

第 10 回 CSJ 化学フェスタ 2020 優秀ポスター発表賞 小山奈津季さん

10月20日～22日にオンラインで開催された日本化学会秋季事業 第10回CSJ化学フェスタ2020にて、優秀ポスター発表賞を受賞しました。この賞は、上記シンポジウムでの986件の学生ポスター発表の中から選出された177件の発表に贈られるもので、受賞者の小山さんには表彰状が贈られました。

受賞のコメント（小山 奈津季）

日々の研究をコツコツとすすめたこと、直前には出来るだけ聞き手に伝わりやすいようにポスターデザインを練ったことが成果として表れたのは非常に感慨深いです。まだまだ周囲にご助力いただくことが多いですが、これからも日々精進します。

Publications 2020

【論文】

1. Effects of co-addition of sodium chloride and copper(II) bromide to mixed-cation mixed-halide perovskite photovoltaic devices
N. Ueoka and T. Oku
ACS Applied Energy Materials 3 (2020) 7272–7283.
2. Fabrication and characterization of potassium- and formamidinium-added perovskite solar cells
S. Kandori, T. Oku, K. Nishi, T. Kishimoto, N. Ueoka and A. Suzuki
Journal of the Ceramic Society of Japan 128 (2020) 805–811.
3. Effects of doping with Na, K, Rb, and formamidinium cations on $(\text{CH}_3\text{NH}_3)_{0.99}\text{Rb}_{0.01}\text{Pb}_{0.99}\text{Cu}_{0.01}\text{I}_{3-x}(\text{Cl}, \text{Br})_x$ perovskite photovoltaic cells
N. Ueoka, T. Oku, and A. Suzuki
AIP Advances 10 (2020) 125023–1–12.
4. Photovoltaic characteristics of $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ perovskite solar cells added with ethylammonium bromide and formamidinium iodide
K. Nishi, T. Oku, T. Kishimoto, N. Ueoka and A. Suzuki
Coatings 10 (2020) 410–1–10.
5. Electronic structures, spectroscopic properties, and thermodynamic characterization of sodium or potassium-incorporated $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ by first principles calculation
A. Suzuki, Y. Miyamoto, and T. Oku
Journal of Materials Science 55 (2020) 9728–9738.
6. Fabrication and photocatalytic behavior of titanium oxide–gold nanoparticles composite ultrathin films prepared using surface sol–gel process
S. Mitsukawa, T. Akiyama, M. Hinoue, K. Shima, T. Takishita, S. Higashida, N. Koyama, K. Sugawa, M. Ogawa, H. Sakaguchi and T. Oku
Journal of Sol-Gel Science and Technology 93 (2020) 563–569.
7. Fabrication and surface-enhanced Raman scattering properties of two-dimensional gold and silver nanoparticle mixed assemblies by liquid–liquid interfacial precipitation method
N. Koyama, S. Banyan, T. Akiyama, K. Sugawa, and T. Oku
Applied Physics Express 13 (2020) 055001–1–4.

8. Polysilane-inserted methylammonium lead iodide perovskite solar cells doped with formamidinium and potassium
T. Oku, S. Kandori, M. Taguchi, A. Suzuki, M. Okita, S. Minami, S. Fukunishi and T. Tachikawa
Energies 13 (2020) 4776–1–11.
9. Open-shell singlet diradicaloid difluoreno[4,3-b:3',4'-d]furan and its radical cation and dianion
S. Mori, M. Akita, S. Suzuki, M. S. Asano, M. Murata, T. Akiyama, T. Matsumoto, C. Kitamura and S. I. Kato
Chemical Communications 56 (2020) 5881–5884.
10. Dependence of electric power flow on solar radiation power in compact photovoltaic system containing SiC-based inverter with spherical Si solar cells
Y. Ando, T. Oku, M. Yasuda, K. Ushijima, H. Matsuo, M. Murozono
Heliyon 6 (2020) e03094–1–10.
11. Crystal structures of perovskite halide compounds used for solar cells
T. Oku
Reviews on Advanced Materials Science 59 (2020) 264–305.

【著書】

1. Maximum power point tracking – Background, implementation and classification
Nova Science Publishers, Editor: Maurice Hébert (2020) PP. 109-135.
Chapter 3. Comparison between SiC- and Si-based inverters equipped with maximum power point tracking charge controller for photovoltaic power generation systems
T. Oku, Y. Ando, T. Matsumoto and M. Yasuda
2. Advances in Materials Science Research Vol. 43
Nova Science Publishers, Editor: Maryann C. Wythers (2020) PP. 173-194.
Chapter 6. Construction and evaluation of photovoltaic power generation and storage system using silicon carbide field-effect transistors and spherical Si solar cells
T. Oku, T. Matsumoto, M. Yasuda, K. Hiramatsu and M. Murozono
3. Advanced Thin Film Materials for Photovoltaic Applications
MDPI, Editor: I. M. Dharmadasa (2020) PP. 5-14. ISBN 978-3-03943-040-6
Photovoltaic characteristics of CH₃NH₃PbI₃ perovskite solar cells added with ethylammonium bromide and formamidinium iodide
K. Nishi, T. Oku, T. Kishimoto, N. Ueoka and A. Suzuki

Presentations 2020

【国際会議】

1. Effects of co-addition of NaCl and CuBr₂ to CH₃NH₃PbI_{3-x}Cl_x perovskite photovoltaic devices
N. Ueoka and T. Oku
2020 International Conference on Solid State Devices and Materials F-6-04.
September 27-30(29), 2020. (Online)
2. Development of polysilane-inserted perovskite solar cells
T. Oku, M. Taguchi, S. Kandori, A. Suzuki, M. Okita, S. Minami, S. Fukunishi, T. Tachikawa
2nd International Online-Conference on Nanomaterials, sciforum-037735.
November 15-30, 2020.
3. Effects of guanidinium and formamidinium addition to CH₃NH₃PbI₃-based perovskite solar cells
T. Kishimoto, A. Suzuki, N. Ueoka and T. Oku
2nd International Online-Conference on Nanomaterials, sciforum-037749.
November 15-30, 2020.
4. Effects of co-addition of CuBr₂ and NaCl to CH₃NH₃PbI₃(Cl) perovskite solar cells
N. Ueoka and T. Oku
2nd International Online-Conference on Nanomaterials, sciforum-037739.
November 15-30, 2020.
5. Electronic structures, spectroscopic properties, and thermodynamic characterization of alkali- and transition-metals incorporated perovskite crystals by first-principles calculation
A. Suzuki and T. Oku
2nd International Online-Conference on Nanomaterials, sciforum-037750.
November 15-30, 2020.
6. Effects of co-addition of alkali metals and copper to perovskite solar cells
N. Ueoka, T. Oku, and A. Suzuki
Virtual Irago Conference 2020, December 11, 2020, Abstract P. 38.
7. Fabrication of polysilane-inserted potassium-doped perovskite solar cells
T. Oku, M. Taguchi, S. Kandori, A. Suzuki
Virtual Irago Conference 2020, December 11, 2020, Abstract P. 41.
8. Crystal structures of various perovskite halide compounds used for solar cells
T. Oku
Virtual Irago Conference 2020, December 11, 2020, Abstract P. 42.
9. Effects of mixed-valence states of Eu-doped FAPbI₃ perovskite crystal on electronic structures studied by first principle calculation
A. Suzuki and T. Oku
Virtual Irago Conference 2020, December 11, 2020, Abstract P. 43.

10. Fabrication and characterization of GAI added perovskite-based solar cells
T. Kishimoto, A. Suzuki, and T. Oku
Virtual Irago Conference 2020, December 11, 2020, Abstract P. 44.
11. Fabrication and evaluation of ethylammonium-added perovskite solar cells
K. Nagao, K. Nishi, S. Kandori, M. Taguchi, A. Suzuki, T. Oku, M. Okita, S. Minami, S. Fukunishi, and T. Tachikawa
Virtual Irago Conference 2020, December 11, 2020, Abstract P. 45.
12. Fabrication and characterization of CH₂(NH₂)₂-added perovskite solar cells
Y. Asakawa, K. Nishi, S. Kandori, M. Taguchi, A. Suzuki, T. Oku, M. Okita, S. Minami, S. Fukunishi, and T. Tachikawa
Virtual Irago Conference 2020, December 11, 2020, Abstract P. 46.
13. Fabrication and characterization of lanthanide compound incorporated perovskite solar cells
K. Kishimoto, K. Nishi, M. Taguchi, A. Suzuki, T. Oku, M. Okita, S. Minami, S. Fukunishi, and T. Tachikawa
Virtual Irago Conference 2020, December 11, 2020, Abstract P. 47.
14. Fabrication and characterization of perovskite solar cells using metal phthalocyanine complex
K. Funayama, K. Nishi, S. Kandori, M. Taguchi, A. Suzuki, T. Oku, M. Okita, S. Minami, S. Fukunishi, and T. Tachikawa
Virtual Irago Conference 2020, December 11, 2020, Abstract P. 48.
15. Fabrication and characterization of Cu-halide added perovskite solar cells
K. Kitagawa, K. Nishi, T. Kishimoto, M. Taguchi, N. Ueoka, A. Suzuki, T. Oku, M. Okita, S. Minami, S. Fukunishi, and T. Tachikawa
Virtual Irago Conference 2020, December 11, 2020, Abstract P. 49.
16. Effects of K and EA additions to perovskite solar cells
S. Terada, K. Nishi, S. Kandori, M. Taguchi, A. Suzuki, T. Oku, M. Okita, S. Minami, S. Fukunishi, and T. Tachikawa
Virtual Irago Conference 2020, December 11, 2020, Abstract P. 50.

【国内会議】

1. 第一原理計算による Eu を導入したペロブスカイト化合物の電子構造の特性評価
鈴木厚志、奥健夫
第 17 回京都大学福井謙一記念研究センターシンポジウム
2020 年 1 月 31 日、京都大学福井謙一記念研究センター。
2. Cu 化合物を添加したペロブスカイト太陽電池の作製と評価
北川楓、西康佑、神鳥沙都季、田口雅也、岸本拓、上岡直樹、鈴木厚志、奥健夫、南聡史、福西佐季子、大北正信、高野一史
応用物理学会関西支部 2019 年度第 3 回支部講演会「未来を変える革新技術～そ

- の実現に向けた取り組み～」P-07.
2020年2月21日 産業技術総合研究所 関西センター.
3. **K・EA 添加 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ ペロブスカイト系太陽電池の作製と評価**
寺田周平、西康佑、神鳥沙都季、田口雅也、鈴木厚志、奥健夫、南聡史、福西佐季子、大北正信、高野一史
応用物理学会関西支部 2019年度第3回支部講演会「未来を変える革新技术～その実現に向けた取り組み～」P-08.
2020年2月21日 産業技術総合研究所 関西センター.
 4. **FA 化合物添加 MAPbI_3 ペロブスカイト太陽電池の作製と特性評価**
浅川由悟、西康佑、神鳥沙都季、田口雅也、岸本拓、上岡直樹、鈴木厚志、奥健夫、南聡史、福西佐季子、大北正信、高野一史
応用物理学会関西支部 2019年度第3回支部講演会「未来を変える革新技术～その実現に向けた取り組み～」P-15.
2020年2月21日 産業技術総合研究所 関西センター.
 5. **異種フラーレン混合物-エチレンジアミンの相互付加反応による新規電子輸送材料の開発**
山崎誠悟、秋山毅、加藤真一郎、鈴木一正、奥健夫
日本化学会第100春季年会
2020年3月22-25日 東京理科大学 野田キャンパス(開催中止、発表成立扱い).
 6. **チタニア基板上に固定化した金ナノ粒子と一置換フォトクロミック分子の反応**
徳涼太、中野源太、水津了、朝戸良輔、秋山毅、河合壯、東田卓
日本化学会大100春季年会
2020年3月22-25日 東京理科大学 野田キャンパス(開催中止、発表成立扱い).
 7. **金・銀ナノ粒子混合薄膜の作製と SERS におけるシナジー効果**
小山奈津季、番家翔人、秋山毅、奥健夫
日本化学会第100春季年会
2020年3月22-25日 東京理科大学 野田キャンパス(開催中止、発表成立扱い).
 8. **ジフルオレノ[4,3-b:3',4'-d]フランおよび関連誘導体の合成と物性**
森桜、松本泰昌、浅野素子、秋田素子、秋山毅、北村千寿、加藤真一郎
日本化学会第100春季年会
2020年3月22-25日 東京理科大学 野田キャンパス(開催中止、発表成立扱い).
 9. **CuBr_2 を添加した $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_{3-x}\text{Cl}_x$ 太陽電池の結晶構造解析および光起電力特性評価**
上岡直樹、奥健夫、鈴木厚志
第81回応用物理学会秋季学術講演会 11p-Z11-4.

2020年9月8-11(11)日 同志社大学 (Online)

10. Eu 導入 FAPbI_3 ペロブスカイト結晶の混合原子価状態による電子構造への影響 — 第一原理計算による検証
鈴木厚志、奥健夫
第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 11a-Z11-6.
2020年9月8-11(11)日 同志社大学 (Online)
11. $\text{C}(\text{NH}_2)_3^+$ を添加したペロブスカイト系太陽電池の作製と評価
岸本拓、奥健夫、鈴木厚志
日本材料学会 第 6 回材料 WEEK 材料シンポジウム「若手学生研究発表会」
2020年10月13-14(13)日 RM3-01.
12. $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ ペロブスカイト太陽電池への K および EA 添加効果
寺田周平、西康佑、神鳥沙都季、田口雅也、鈴木厚志、奥健夫、大北正信、南聡史、福西佐季子、立川友晴
日本材料学会 第 6 回材料 WEEK 材料シンポジウム「若手学生研究発表会」
2020年10月13-14(13)日 RM3-02.
13. ペロブスカイト太陽電池への EA 添加による特性評価
長尾啓右、西康佑、岸本拓、田口雅也、鈴木厚志、大北正信、南聡史、福西佐季子、立川友晴
日本材料学会 第 6 回材料 WEEK 材料シンポジウム「若手学生研究発表会」
2020年10月13-14(13)日 RM3-03.
14. FA 化合物を添加した MAPbI_3 ペロブスカイト太陽電池の作製と光起電力特製評価
浅川由悟、西康佑、神鳥沙都季、田口雅也、鈴木厚志、奥健夫、大北正信、南聡史、福西佐季子、立川友晴
日本材料学会 第 6 回材料 WEEK 材料シンポジウム「若手学生研究発表会」
2020年10月13-14(13)日 RM3-04.
15. フタロシアニン金属錯体を導入したペロブスカイト太陽電池の作製と評価
船山効、西康佑、神鳥沙都季、田口雅也、鈴木厚志、奥健夫、大北正信、南聡史、福西佐季子、立川友晴
日本材料学会 第 6 回材料 WEEK 材料シンポジウム「若手学生研究発表会」
2020年10月13-14(13)日 RM3-07.
16. CuBr_2 および NaCl を添加したペロブスカイト系太陽電池の作製と特性評価
上岡直樹、奥健夫、鈴木厚志
日本材料学会 第 6 回材料 WEEK 材料シンポジウム「若手学生研究発表会」
2020年10月13-14(13)日 RM4-05.

17. Cu ハロゲン化物を添加したペロブスカイト太陽電池の作製と評価
北川楓、西康佑、岸本拓、田口雅也、鈴木厚志、奥健夫、大北正信、南聡史、福西佐季子、立川友晴
日本材料学会 第6回材料 WEEK 材料シンポジウム「若手学生研究発表会」
2020年10月13-14(13)日 RM4-06.
18. C₆₀ 誘導体-エチレンジアミン付加体の合成と光電変換への応用
岡田優、山崎誠悟、秋山毅、奥健夫
日本材料学会 第6回材料 WEEK 材料シンポジウム「若手学生研究発表会」
2020年10月13-14(13)日 RM4-09.
19. プラズモニック・ナノ粒子薄膜の SERS 特性に対する粒径の影響
岡本勇一、小山奈津季、秋山毅、奥健夫
日本材料学会 第6回材料 WEEK 材料シンポジウム「若手学生研究発表会」
2020年10月13-14(13)日 RM4-10.
20. 第一原理計算による Eu 導入 FAPbI₃ ペロブスカイト結晶の電子構造解析
鈴木厚志、奥健夫
日本材料学会 第6回材料 WEEK 材料シンポジウム「ワークショップ」
2020年10月13-14(13)日 601.
21. C70-エチレンジアミン付加体の合成と光電気化学応用
山崎誠悟、秋山毅、奥健夫
日本材料学会 第6回材料 WEEK 材料シンポジウム「ワークショップ」
2020年10月13-14(14)日 京都テルサ 522.
22. プラズモニック・ナノ粒子-チタン酸化物超薄膜複合膜の作製と光励起増強効果
小山奈津季、秋山毅、奥健夫
日本材料学会 第6回材料 WEEK 材料シンポジウム「ワークショップ」
2020年10月13-14(14)日 京都テルサ 523.
23. 金銀混合ナノ粒子薄膜の SERS 発現におけるシナジー効果
小山奈津季、秋山毅、須川晃資、田原弘宣、奥健夫
第10回 CSJ 化学フェスタ 2020
2020年10月20-22(21)日 オンライン開催.

