

九州大学から世界へ。カーボンニュートラルな社会へ向けた研究活動をご紹介!

ハロー!アイスナー

MAY
2014

vol.10

Science Cafe

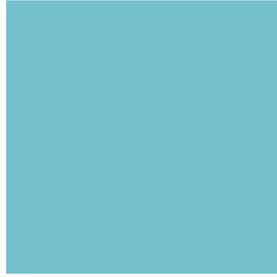
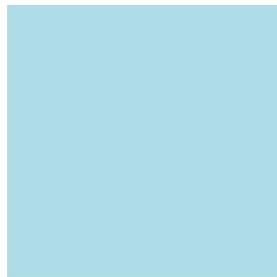
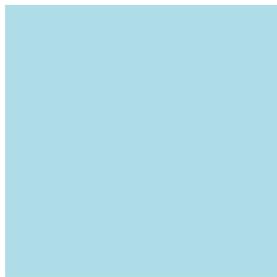
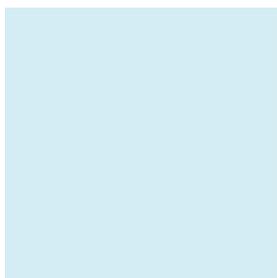
薄い・軽い・曲げられる!
最先端技術の
有機ELが秘める可能性

安達 千波矢

九州大学
カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所
水素製造研究部門 主任研究者/教授
最先端有機光エレクトロニクス研究センター長
大牟田高等学校の皆さん

Hello! I²CNER

International Institute for Carbon-Neutral Energy Research



Impacting Society By Solving Problems

Welcome to I²CNER!



Roman Selyanchyn 氏
ロマン セリヤンチン
学術研究員
CO₂分離・転換研究部門

私はウクライナ出身です。自立性のある薄膜を用いたガス分離の研究を行っています。これまで主に、ガスセンサーや材料科学及び匂いの分析化学をテーマにした学際的研究に携わってきました。今年1月からI²CNERの一員になったことを大変嬉しく思います。I²CNERでは、組織目標の達成に貢献できるよう精一杯努力し、その研究成果を通してより効果的なエネルギー利用の実現とグリーンエネルギー社会の構築に寄与できるようにがんばりたいと思います。休日は、家族と一緒に色々な場所に出かけて楽しい時間を過ごしています。



Shuai Wang 氏
シュアイ ワン
学術研究員
水素適合材料研究部門

中国出身です。北海道大学で工学博士を取得した後、今年2月にI²CNERに着任しました。私は、水素原子と転位、結晶粒界及び破壊の相互作用にフォーカスした金属の水素脆化について研究しています。I²CNERでは、水素脆化予測のための微視的な原子メカニズムの解明を目標に、実験データとシミュレーションを組み合わせた研究に取り組みたいと考えています。I²CNERには世界中から世界トップレベルの研究者が集まっており、このような環境で研究に取り組める機会を嬉しく思います。I²CNERのメンバーは皆、とても親切で優しい方ばかりです。休日は、ハイキングやバスケットボールをして楽しく過ごしています。



Biao Shen 氏
ビャオ シェン
学術研究員
熱科学研究部門

上海交通大学で博士を取得した後、ポスドク研究員として九州大学のCREST (Core Research for Evolutionary Science and Technology)プログラムに従事し、今年2月にI²CNERに着任しました。沸騰は日常生活でも身近な現象ですが、大量の熱エネルギーを移動させることができる工業上非常に重要なプロセスです。私はこの沸騰現象を制御することにより、電子機器の冷却やエネルギー輸送の高効率利用を達成し、持続可能なエネルギー社会の実現に貢献したいと思います。福岡での生活はとても楽しいです。休日は、漫画を読んだりビデオゲームをして過ごしています。

研究者への道

九州大学博士課程に在籍するドイツ出身のトーマス・バイヤーさん。世界各国から一流の研究者が集まるI²CNERで、2013年からスーパー・リサーチ・アシスタントとして勤務しているバイヤーさんの「研究者への道」をご紹介します！



トーマス・バイヤー 氏 Thomas Bayer

九州大学大学院工学府
機械工学部門 水素利用プロセス研究室

I²CNER燃料電池研究部門(スーパー・リサーチ・アシスタント)

出身国: ドイツ
趣: ラグビー、陸上競技、自転車旅行



研究内容

私はグラフェンという炭素原子で構成されたシート状のカーボン材料について研究しています。グラフェンはその驚異的な強度と電子伝導性から21世紀の科学技術の重要な材料として注目されており、燃料電池の材料への応用などが期待されています。私の夢は、このグラフェンを用いて燃料電池の性能を向上させ低炭素社会の実現に貢献することです。I²CNERは世界最高水準の実験装置が充実しており、集中して研究に取り組める環境が整っています。メンバーもとてもフレンドリーで、仕事が終わると皆で花火を見に行ったりバーベキューパーティをしたりします。このような交流は仲間同士の結束を強め、おかげで公私ともに充実した日々を過ごしています！

日本での生活

人が優しく食べ物も美味しい日本はとても素晴らしい国だと思います。私は日本の伝統的な祭りが大好きで、これまで岡山の裸祭りや博多どんたく等に参加しました。地域行事への参加は日本文化や習慣を学べる良い機会であり新しい友達もできるので、日本滞在中は積極的に参加し色々なことを吸収したいと思います！

キャリアパス

- 2010年3月
シュトゥットガルト大学
工学部卒業
- 2010年4月
ドイツ航空宇宙センター
燃料電池部門 就職
- 2011年9月
日本語の勉強のため来日
- 2012年6月
BMW Japan 就職
- 2013年4月
九州大学大学院工学府
博士課程入学
I²CNER採用

一日のスケジュール

- 8:00
実験準備
(温調器の調整、燃料電池の
組立て、ガスリークの確認)
- 9:00
メール確認
- 9:30
実験開始
(燃料電池の性能評価)
- 10:00
新しいグラフェンオキシド
膜の製作
- 12:30
昼食@学食
- 13:00
学術誌確認、論文執筆
- 16:00
実験成果に関する打合せ
- 17:00
実験終了、片付け
- 18:00
ラグビー部、陸上部の練習
へ参加
- 20:00
データ評価・実験成果のまとめ
- 21:30
帰宅

Research

Division Introductions

カーボンニュートラルな社会とは？

エネルギー利用で排出するCO₂の量を極力少なくし、自然界で吸収・貯蔵される量とのバランスが保ち続けられるような社会

エネルギーアナリシス研究部門

エネルギーを作り出し、利用する科学技術の研究について将来展望を行います。

水素製造研究部門

太陽光の利用などにより、CO₂を出さない水素の製造方法を研究しています。



水素適合材料研究部門

水素が金属の強度を弱めるメカニズムを詳しく調べ、水素を安全に扱うために適した材料を研究しています。

水素貯蔵研究部門

より多くの水素をコンパクトかつ安全に貯蔵することのできる材料の研究を行っています。

触媒的物質変換研究部門

廃棄物の副生をとまわずに物質変換ができるグリーン化した化学反応を研究しています。

燃料電池研究部門

高い効率で水素等から直接発電ができる次世代燃料電池の研究および新しいコンセプトを提案しています。

熱科学研究部門

高圧などの様々な状態における水素・CO₂の熱物性や、熱の伝わり方などの特性を研究しています。

CO₂分選・転換研究部門



CO₂分選・転換研究部門

CO₂を効率良く低コストで分離・転換する方法を研究しています。

CO₂貯留研究部門

分離したCO₂を深い地中、もしくは海底へ安定して貯留する(閉じ込める)方法を研究しています。

CO₂を増やさない、グリーン&クリーンな「低炭素社会」を目指し、世界最先端の研究に取り組む

I²CNERの9つの研究部門をご紹介します！



薄い・軽い・曲げられる！ 最先端技術の有機ELが秘める可能性

携帯電話や薄型テレビなど私達の身近なところで使われているエレクトロニクス。電子の流れをコントロールし電子機器へ応用するこの技術は、シリコン半導体やLED(発光ダイオード)など、これまで「無機エレクトロニクス」をベースに開発が進んできました。近年、有機材料で製造した半導体を用いる「有機エレクトロニクス」が、これまでになかった新機能「薄い・軽い・曲げられる」を実現する次世代技術として注目されています。中でも「有機エレクトロニクス(有機EL)」技術を応用した次世代ディスプレイ及び次世代照明については、実用化のための開発が進み、クリーンエネルギー社会構築の鍵となる有機太陽電池への応用についても研究が進んでいます。この有機EL技術開発の第一人者である安達教授と大牟田高等学校の生徒達で「薄い・軽い・曲げられる！最先端技術の有機ELが秘める可能性」について、ディスカッションを行いました。

有機ELとは？

安達 今日、皆さんに来てもらったのは「Center for Organic Photonics and



Electronics Research」、略称OPERA(オペラ)と呼ばれる研究施設です。何を研究している所わかりますか。

廣松 Organicは有機化学、そしてPhotonicsは光ですね。

安達 そう、つまり日本語名称は「最先端有機光エレクトロニクス研究センター」です。私達が主に研究をしている有機ELについて、皆さんはどれくらい知っていますか。

中川原 有機化合物でできた発光素子ですね。

安達 よく知っていますね。有機ELのELは「エレクトロルミネッセンス(電界発光)」の略で、有機物に電圧をかけると物質が光る現象のことです。

宮崎 本来、有機化合物は絶縁体ではないのですか？なぜ電気を通すのでしょうか？

安達 良い質問ですね。プラスチックのフィルムなど、本来有機化合物は絶縁体だと思われていますが、100nm(ナノメートル)、髪の毛の太さの200分の1ほどの薄膜にすることで電気を通すようになります。



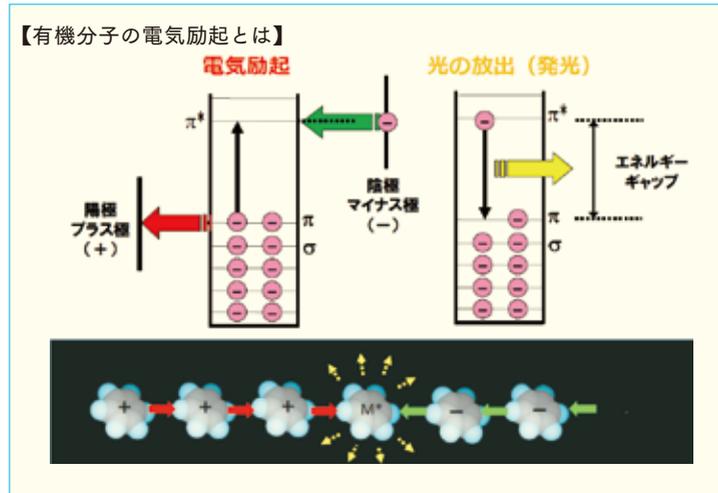
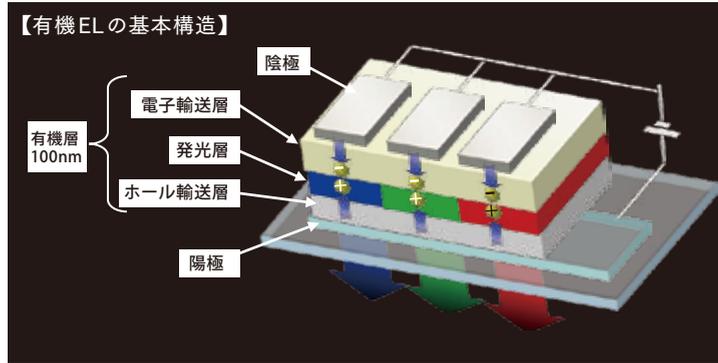
塩満 薄膜、つまり極限状態にするので
すね。極限状態で物質の特性が変化す
るといのは、光の速度で物体が動くと
ニュートンの運動方程式が当てはまら
なくなるのと同じ理屈でしょうか。

安達 そのとおりです。100nmの薄膜に、
例えば10Vの電圧をかけると、厚さ1cm
に100万Vの電圧をかけるのと同じ効果
があります。このような極限状態をつくる
ことで有機物も電気を通したり光ったり
するのです。この技術を使うと、非常に薄
いディスプレイや照明器具の開発が可能
になります。

有機ELの構造と発光原理

廣松 有機ELの基本構造と発光原理に
ついて教えてください。

安達 有機物でできた薄膜を陽極と陰極
2枚の電極基板で挟んだものが基本構造
です。薄膜に電圧をかけると陰極と陽極
から電子と正孔が注入され、それらの
電荷再結合によって有機物は高いエネル
ギー状態(励起状態)になります。その後、
元の低いエネルギー状態(基底状態)に
戻る過程でエネルギー放射し発光する、



という原理です。また、LEDは照らす範囲
の狭い点光源ですが、有機ELは面光源
で広範囲を照らすことが特徴です。

スーパー有機EL発光材料

安達 有機ELの研究は、蛍光材料を
発光材料に用いた有機発光ダイオードの
開発に始まり、高効率なEL発光が可能で
あるリン光材料を用いたものへと推移し
てきましたが、その材料にイリジウムや

白金などの希少金属を使用するなどの
課題がありました。

宮崎 希少金属は高価かつ限られた
地球資源なのでコストがかかるのですね。

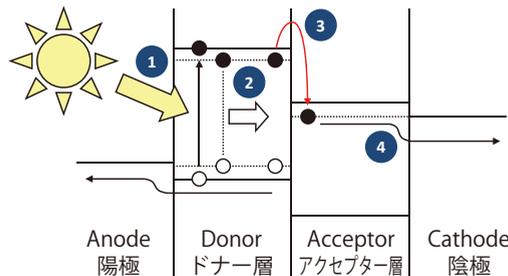
安達 そこで、私達は新しい有機EL
発光材料の開発に取り組み、2012年、
希少元素を使わずにほぼ100%の効率で
電子を光に変換できる「熱活性化遅延
蛍光材料」の開発に成功しました。熱活性
化遅延蛍光材料は、材料の低コスト化と

実験室訪問



ウィリアム パツキャベジ
William Potscavage
九州大学
最先端有機光エレクトロニクス研究センター
学術研究員

【有機太陽電池の仕組み】



- ① 励起子を作るため、太陽光を吸収する
- ② ドナー層、アクセプター層に励起子を拡散する
- ③ 電荷キャリアと励起子を分離させる
- ④ 陽極で正孔、陰極で電子を収集する

有機ELに電圧をかけて発光
させるメカニズムを反転させ
ると、光エネルギーを受けて
電気エネルギーを取り出すこ
とができます。この原理を使
い有機薄膜太陽電池の開発
を進めています。

実験室を訪問しました!





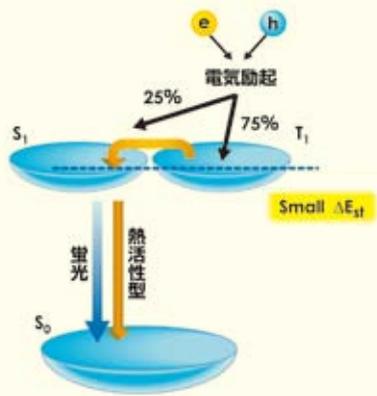
高効率EL発光を同時に実現する第三世代の有機EL発光材料として、今注目を集めています。

塩満 どれくらいコストを削減できるのですか。

安達 これまでのおよそ10分の1程度に収まります。

中川原 発光効率がなくて、コストも安いというのは、まさに理想的な材料ですね。

【遅延蛍光材料を使った新しい発光メカニズム】



有機ELが創る未来社会

安達 有機ELは、次世代照明や次世代ディスプレイなどへの使用が期待されています。また私達は、有機ELを使った有機薄膜太陽電池の開発にも取り組んでいます。有機太陽電池は、従来型の固く重いシリコン太陽電池とは異なり低温で製造できるため、製造の低コスト化と省エネを実現します。また、薄く、軽く、曲げることができるので、従来の太陽電池では実現できなかった場所(窓や壁など)への製品展開を可能とし、その応用分野の拡大はクリーンエネルギー社会構築に大きく貢献することが期待されます。このように、多くの可能性を秘めた有機ELの科学技術は、今後新しい材料の開発とデバイスのイノベーションにより更に進化・発展することが期待されますが、革新的な技術開発には若い皆さんの自由で豊かな発想が不可欠です。将来、皆さんの発想力がこの有機ELの技術開発を飛躍的に前進させる日がくるのを楽しみにしています！



安達先生から学生へのメッセージ

従来の常識にとらわれず、自分自身の自由な視点で物事を見れば、必ず新しい発見があるはず。多くの革新的な研究開発は若い人によって生み出されています。既存の知見を学ぶだけで満足することなく、感動する心を大切に素敵な未来を描いて、どんな時も決して現状に留まることなくChallenge精神をもって夢に向かって努力しよう！

あだちちはや
安達 千波矢

九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所(ICNER)
水素製造研究部門 主任研究者/教授
最先端有機光エレクトロニクス研究センター(OPERA)/センター長



ディスカッションを終えて

大牟田高等学校

今回で協力いただいたのは、大牟田高等学校の皆さんです。大牟田高等学校は福岡県大牟田市にある創立90年以上の歴史ある私立高校です。吹奏楽部はマーチングの強豪で、柔道部は全国大会の常連、駅伝部は全国高校駅伝に28年連続出場、5回の優勝を果たすなど全国的に活躍する部活動が多くあります。また、普通科は東京大学、九州大学をはじめ難関国公立大学の合格者を多数輩出し、総合学科や工業科、調理科は高い就職率を維持しています。フランスの高校と交換留学制度などもあり、充実した幅広い教育体制が魅力の総合高校です。



しおみつ ゆきお
塩満 由紀夫 くん

最先端技術開発の現場を見学し、あらためて日本の技術開発の底力を感じた。堅苦しくなく、自由な発想ができるような環境が整った研究室が印象的だった。



なかがわら たくみ
中川原 拓実 くん

世界最高水準の実験装置をいくつも見学することができて、とても刺激的だった。将来、自分も豊かな発想と創造力で良い未来作りに貢献したいと思った。



ひろまつ まさこ
廣松 雅子 さん

安達先生の「現在当たり前とされていることを疑え」という一言が印象に残った。これまで想像でしかなかったものが、今日実際に目に見え、今後の研究が楽しみになった。

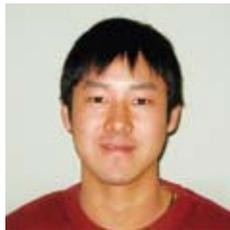


みやざき
宮崎 まどか さん

今回の訪問では「素材が持つ無限の可能性」について学ぶことができて嬉しかった。安達先生の研究に対する姿勢へのアドバイスはとてもためになった。

イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校 「I²CNER学生派遣プログラム」レポート

九州大学工学部 機械航空工学科 機械工学コースとI²CNERは、I²CNERがサテライトを置くイリノイ大学アーバナ・シャンペーン校(UIUC)に短期間学生を派遣し、米国の学生生活を体験しながらI²CNER所属教員の指導のもとで研究を行う「I²CNER学生派遣プログラム」を実施しました。初回となる今回は5名の学部生が参加し、2月25日から3月25日までの1ヶ月間、米国でのキャンパス生活と研究活動とおして異文化への理解や研究分野における知識を深めました。



Ryota Sakemi

酒見 亮太

九州大学 工学部
機械航空工学科
機械工学コース3年

派遣先 UIUC Department of Mechanical Science & Engineering

担当教員 Prof. Placid Ferreira

イリノイ大学で取り組んだ研究テーマについて簡単に教えてください

非常に小さい機械の部品組み立てを可能とするtransfer printing (転写印刷)という手段を用いて、10mm程度の上下に動く板を組み立て、泳ぐロボットの製作に取り組みました。

あなたのお気に入りの実験装置は何ですか？

コンピュータ制御により3軸方向に1nmの精度で動く機械です。カメラを搭載しているため、動作の様子をコンピュータに取り

込むこともできました。

研究生活で印象に残った活動や思い出を教えてください

研究室のプロジェクト進捗報告会に参加しましたが、学生は教授陣とも対等に活発な意見交換を行っており、会議を通して次のアクションプランを綿密に確認していたのが印象的でした。レベルが高く、研究に取り組む場として素晴らしいと感じました。

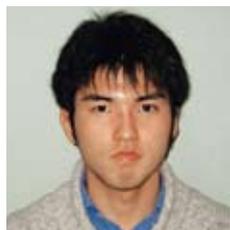
キャンパス生活で印象に残った活動や思い出を教えてください

休み時間や放課後などにキャンパス内にあるジムでバスケットをしたことです。ジムにはコートが3面あり、キャンパス内から集まった学生とチームを作りゲームをしました。色々な人々と楽しく交流でき、リフレッシュにもなり楽しかったです。

将来このプログラムに参加する学生に一言お願いします

英語は日本でしっかり勉強して臨めば何とかなります。九州大学ではまだ研究室に

配属された経験がないので日米の比較が難しいですが、学生が研究と私生活を両立させて楽しんでいる点で、日米の学生の生活は似ていると感じました。1ヶ月という短い期間ですがとても有意義なプログラムですのでお勧めです。



Yoshihiro Nishimura

西村 仁宏

九州大学 工学部
機械航空工学科
機械工学コース3年

派遣先 UIUC Department of Materials Science & Engineering

担当教員 Prof. Angus Rockett

イリノイ大学で取り組んだ研究テーマについて簡単に教えてください

太陽光発電用の薄膜を構成する物質について研究しました。

あなたのお気に入りの実験装置は何ですか？

物質の融点、ガラス転移、結晶化温度及び融解熱などを測定できる「示差走査熱量計」です。

キャンパス生活で印象に残った活動や思い出を教えてください

大学はレクリエーション施設がとても充実しており、スカッシュ、スケート、フットサルなど、体を動かして楽しみました。休日にはバスでシカゴ市内まで行き、NBAの試合観戦や博物館、美術館、水族館巡りをしました。またレンタカーで遠出をしてスプリングフィールド(イリノイ州都)観光なども楽しみました。滞在したゲストハウスでは住人向けの英会話教室があり、色々な国の人との会話やゲームとおして、お互いの文化や習慣の違いを学ぶことができました。

滞在中一番大変だったことは何ですか？

時差ボケも大変でしたが、サマータイムも大変でした。朝起きると時計やパソコン、携帯電話の時計が1時間ずれていて、壊れたのかと驚きました。初めての経験だったので、慣れるまでに少し時間がかかりました。

将来このプログラムに参加する学生に一言お願いします

滞在中困ったことがあればいつでも相談で

きる環境なので、研修に集中できました。英語での研究生活は心配もあるかもしれませんが、このプログラムでの貴重な経験は後に人生の糧になると思うので、機会があればぜひチャレンジしてください。





AWARDS

高分子学会 日立化成賞

安田 琢磨 准教授

(水素製造研究部門)

「自己組織性有機半導体材料の創製と有機エレクトロニクスへの応用」の研究成果が、機能性高分子、特に電子・情報材料に関する独創的かつ優れた研究業績を上げたこと認められ、日立化成賞を受賞しました。(2013年11月28日)

THERMEC' 2013 Distinguished Award

高木 節雄 教授

(水素適合材料研究部門 主任研究者)

鉄鋼材料の組織制御及び日本の材料科学におけるリーダーシップを称えられ、Thermec Organizing Committee の「THERMEC' 2013 Distinguished Award」を受賞しました。(2013年12月4日)

日本金属学会 谷川・ハリス賞

堀田 善治 教授

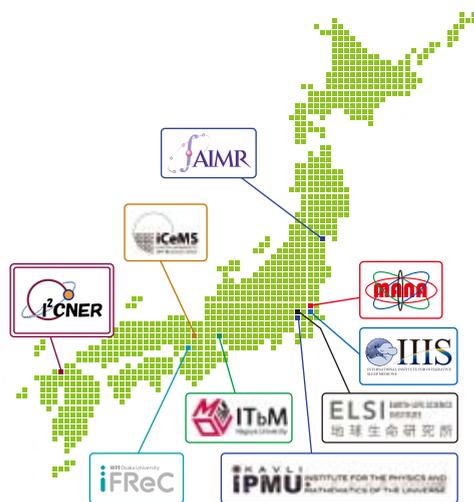
(水素貯蔵研究部門 主任研究者)

「巨大ひずみ加工による超微細組織制御に関する研究」の成果が、高温における金属学の基礎的分野及び工業技術分野の発展に貢献する優れた研究業績を上げたこと認められ、谷川・ハリス賞を受賞しました。(2014年3月21日)



WPIとは?

「世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)」は、高いレベルの研究者を中核とした世界トップレベルの研究拠点を形成するため、文部科学省が2007年度より開始した事業です。第一線の研究者が世界から多数集まってくるような、優れた研究環境と極めて高い研究水準を誇る「目に見える研究拠点」の形成を目指しています。



九州大学
カーボンニュートラル・
エネルギー国際研究所 (IFCNER)

低炭素社会の実現に向けて、水素エネルギー利用と CO₂ の回収・貯留に関する課題を、原子レベルから地球規模の科学の融合により解決する研究拠点了。

参照:

文部科学省HP http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/toplevel/
日本学術振興会HP <http://www.jpsps.go.jp/j-toplevel/index.html>



東北大学
原子分子材料科学高等研究機構 (JAIMR)

物理学、化学、材料化学、バイオエンジニアリング、電子・機械工学の領域を融合させ、革新的な機能性材料を創製・開発します。さらに、材料科学の統一的学理の創成のため、2011年度より数学ユニットが加わり、国際材料科学研究拠点の形成を目指しています。



大阪大学
免疫学フロンティア研究センター (iFReC)

様々な生体イメージング(画像化)の技術と免疫反応を予測する生感情報学を用いて、体を病原体から守る免疫システム的全貌解明を目指す新しい免疫学の研究拠点了。



物質・材料研究機構
国際ナノアーキテクトニクス研究拠点 (MANA)

従来のナノテクノロジーを革新した材料開発の新しいパラダイム「ナノアーキテクトニクス」のもと、画期的な材料を開発する研究拠点了。



京都大学
物質-細胞統合システム拠点 (iCeMS)

細胞科学と物質科学を統合した新たな学際領域の創出を目標とし、幹細胞研究(ES/iPS細胞など)やメソ科学を進展させ、医学・創薬・環境・産業に貢献する研究拠点了。



東京大学国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構 (Kavli IPMU)
数学、物理学、天文学等の研究者が集まり、宇宙の始まり、進化の解明など、宇宙の謎に迫る研究拠点了。



東京工業大学
地球生命研究所 (ELSI)

地球惑星科学および生命科学分野の世界一線の研究者を結集し、「生命の起源に関する研究は生命が生まれた初期地球環境の研究と不可分である」というコンセプトのもと、地球、さらには地球-生命システムの起源と進化の解明に挑みます。



筑波大学
国際統合睡眠医科学研究機構 (IHS)

「眠る」という現象のメカニズムや役割の解明を行い、睡眠障害および関連する疾患の制御を通して人類の健康増進に貢献することを旨とした睡眠研究拠点了。



名古屋大学
トランスフォーメティブ生命分子研究所 (ITbM)

世界屈指の分子合成力を推進力とし、合成化学者と動植物分子生物学者の連携により、生命科学・技術を根底から変える革新的機能分子「トランスフォーメティブ生命分子」を生み出す研究拠点了。「分子をつづね、価値を生み、世界を変える」、これが我々の思いです。

編集後記

■ IFCNERでは、さまざまなイベントを開催しています。
詳しくは <http://ifcner.kyushu-u.ac.jp/ja/results/seminar.php> (IFCNERのイベント情報)

IFCNER で 検索

■ 新緑の鮮やかな季節となりました。IFCNER第二研究棟の建設も始まり、キャンパス全体がますます活気づいています。今号は「UIUC派遣プログラム」や「研究者への道」など、春にふさわしい新たな一歩を踏み出したの方々を特集しています。これからも皆さまに楽しんでいただけるコンテンツをお届けできるよう、努力して参ります。皆さまからのご意見・ご感想、お待ちしております。

Hello! IFCNER vol.10 MAY 2014

【発行】九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 (IFCNER)
〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744
Tel. +81-(0)92-802-6935 Fax. +81-(0)92-802-6939
Email : wpinewsletter@ifcner.kyushu-u.ac.jp
URL : <http://ifcner.kyushu-u.ac.jp>
Facebook: <https://www.facebook.com/IFCNER.news>
Twitter: <https://twitter.com/IFCNER>

【編集・デザイン】株式会社 石田大成社 【取材文】竹林 篤実 【カメラ】入江 修
【企画・編集】IFCNER支援部門 (増本 有美子・田中 由佳・平嶋 瑠璃)