

G R E A T E R GREEN

CENTER FOR GREEN RESEARCH ON
ENERGY AND ENVIRONMENTAL MATERIALS

国立研究開発法人 物質・材料研究機構

エネルギー・環境材料研究拠点



エネルギー・環境材料に関する世界トップ拠点を目指して

多様なエネルギー利用を実現するためのネットワークシステムを意識したエネルギー・環境材料の開発を行います。具体的には、システム化・デバイス化を明確に目指して、太陽電池、全固体二次電池、空気電池、燃料電池、水素製造システム、熱電デバイス等に関わる材料開発を行うとともに、エネルギー変換・貯蔵の基盤としての電極触媒を開発し、理論計算科学による機構解明・材料設計とマテリアルズ・インフォマティクスの活用により材料開発を加速します。

拠点内には、文科省委託事業であるナノ材料科学環境拠点 (GREEN) と、次世代蓄電池開発の基盤設備群である蓄電池基盤プラットフォームを持ち、エネルギー・環境材料に関する世界トップ拠点を目指します。

拠点長 魚崎 浩平

研究体制と見込まれる成果 エネルギー変換・貯蔵システム用材料の基盤研究

出口課題への
基礎研究



全固体電池
リチウム空気電池
スーパーキャパシタ

サブテーマ3

蓄電材料
(高田 和典)

界面反応
イオン輸送
欠陥制御

サブテーマ5

電極触媒
(野口 秀典)

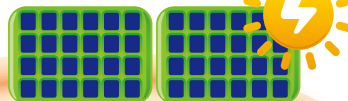
高効率電極触媒
・固液界面評価技術

基盤的研究

・表面計測
・計算科学

サブテーマ1

次世代低コスト・
高効率太陽電池
(野田 武司)



有機/無機ペロブスカイト太陽電池
III-V族化合物系太陽電池

電子構造制御
接合界面設計

ユビキタス元素系熱電材料・素子

サブテーマ4

熱エネルギー
回収用熱電材料
(篠原 嘉一)

界面制御
相互拡散制御

サブテーマ2

水素製造・
利用材料
(西村 睦)



水素製造触媒
水素製造メンブレンリアクタ
固体高分子形水電解
燃料電池用省白金電極

サブテーマ6

エネルギー変換・
貯蔵の理論計算化学
(館山 佳尚)

エネルギー変換・貯蔵に関する理論計算
・界面現象
・新規材料探索手法

拠点長

魚崎 浩平

副拠点長

高田 和典 / 西村 睦

7つの研究グループ、上席研究員

二次電池材料

高田 和典

熱電材料

篠原 嘉一

ナノ界面エネルギー変換

魚崎 浩平

先進低次元ナノ材料

唐 捷

太陽光発電材料

野田 武司

水素製造材料

西村 睦

界面計算科学

館山 佳尚

上席研究員

森 利之

2つの研究拠点

ナノ材料科学環境拠点(GREEN)



文部科学省：統合型材料開発

平成21年10月、グリーンイノベーションを目指したナノテクノロジー材料開発を推進するための文部科学省委託事業(旧:ナノテクノロジーを活用した環境技術開発)を行う研究拠点として、物質・材料研究機構(NIMS)が中核となって発足したナノ材料科学環境拠点(GREEN)は、平成28年度より、「統合型材料開発」という新しい取り組みを開始しました。

ここでは、地球環境問題の抜本的な解決による持続可能な社会の実現を目指し、環境技術における未来社会のニーズと材料シーズの適切なマッチングを図るため、社会システム全体を俯瞰した技術統合と理論・計測・材料創製を融合した材料研究との協働を核とした基礎基盤的な研究開発を産学連携により推進しています。

蓄電池基盤プラットフォーム

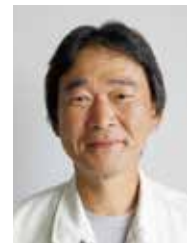


スーパードライルーム

我が国における次世代蓄電池の研究開発の加速を目的に、平成24年度補正予算で設備導入され、平成26年度から供用開始しました。NIMSが中核機関となり産業技術総合研究所(関西)、早稲田大学とともに、「戦略的創造研究推進事業 先進的低炭素化技術開発(ALCA)」における「特別重点技術領域 次世代蓄電池(次世代蓄電池研究加速プロジェクト(SPRING))」と連携し、同プロジェクトで実施される次世代蓄電池の研究開発を優先的に支援しています。オールジャパンでの次世代蓄電池に関する研究開発推進のため、本プロジェクトに所属していない大学・研究機関・民間企業・その他機関に対する支援もあわせて行っています。

二次電池材料グループ

高い信頼性と性能を兼ね備えた全固体電池やリチウムイオン電池の理論限界を大幅に超える高容量のリチウム空気電池の実現を目指した研究を行っています。



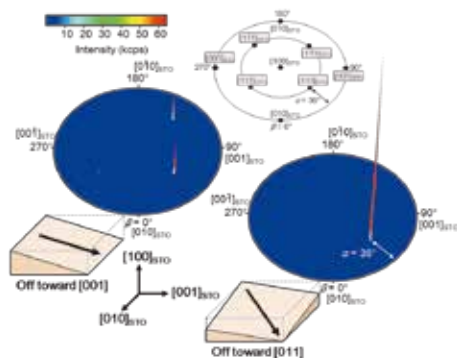
グループリーダー
高田 和典

URL <http://www.nims.go.jp/group/battery/index-jpn.html>

電池材料の気相合成

大西 剛

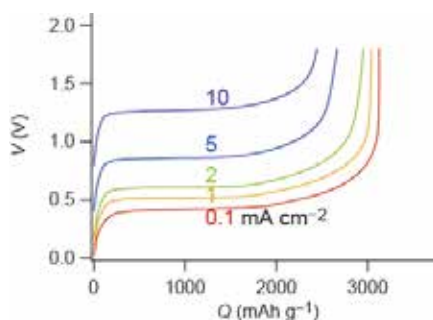
気相成長法を利用して電池材料を単結晶薄膜化することにより、単純化された電気化学系を構築し、電池材料の基礎物性、界面現象の解明を目指しています。



新電池系の探索

太田 鳴海

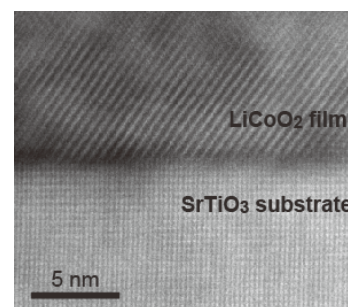
全固体系の特質を生かすことで、従来の液体電解質系では到達困難な高い性能を示す新しい電池系を探索しています。



プロセス技術の開発

高田 和典

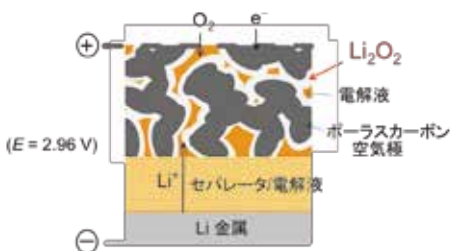
電池材料の性能を損なうことなく、電池性能として発揮することが可能なプロセス技術を開発しています。



リチウム空気電池正極

野村 晃敬

カーボンのナノ構造に着目し、電池特性を引き出すリチウム空気電池正極（空気極）の創出を目指す。リチウムイオン電池の理論限界を超えるリチウム空気電池の実用化に道筋をつける。



負極/寿命改善

伊藤 仁彦

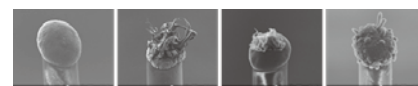
その場（動作中）リアルタイム分析を活用し電極反応効率改善と、高寿命金属負極技術の創出から空気電池の長寿命化を目指す。



金属負極の開発

西川 慶

リチウム金属など金属負極を有する二次電池の研究開発。その析出・溶解メカニズムの理解を通し、超高容量、および長寿命を有する金属負極の設計を行い、次世代二次電池への展開を目指しています。



各種電解液中でのマイクロ電極上での金属リチウムの析出形態



上記左端の析出リチウムの断面像 (直交型FIB-SEMによる3次元像構築)

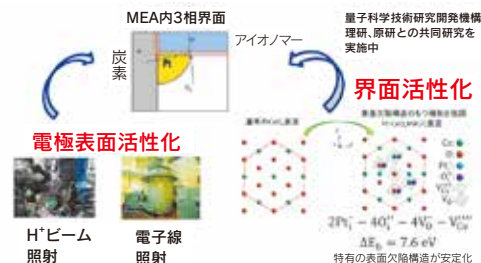
量子ビームを活用した高分子形燃料電池用MEA内3層界面設計



上席研究員 森 利之

目的：従来の白金量を1/10にする省白金電極材料研究
本研究では、量子ビーム（プロトンビーム、電子線他）照射技術を活用した高分子形燃料電池用MEA内の電極表面/界面の活性化をはかります。この取り組みにより、MEA内における電極の活性向上をめざします。

URL http://samurai.nims.go.jp/MORI_Toshiyuki-j.html



太陽光発電材料グループ

地球温暖化や環境問題の解決には環境負荷の少ない太陽電池の普及を見据え、高変換効率と低コスト化が必要であると同時に、大量の発電を可能とする材料資源の開発も極めて重要です。当グループでは、効率の向上のみでなくサイエンスとしての知見を加え、次世代太陽電池のメカニズムの解明と材料・デバイスを中心に研究に取り組んでいます。

URL <http://www.nims.go.jp/research/group/photovoltaic/>

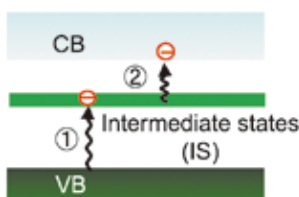


グループリーダー
野田 武司

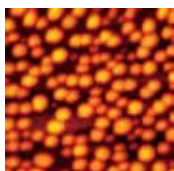
量子ドット太陽電池

野田 武司

量子ドットを利用した高効率太陽電池の実現を目指し、動作原理の検証、キャリアの動的過程の理解、デバイス開発に取り組んでいます。



中間バンドを有する高効率太陽電池のバンド図。量子ドットは伝導帯と価電子帯の間に準位（中間状態 IS）を形成。

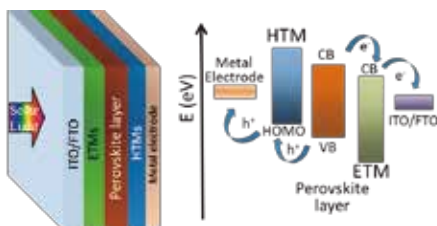


量子ドットの原子間力顕微鏡 (AFM) 像。

ペロブスカイト太陽電池

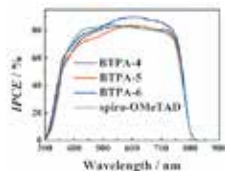
イスラム アシュラフル

鉛を用いないペロブスカイト太陽電池および環境にやさしい電子・正孔電荷輸送層の開発に取り組んでいます。



開発した新しい低コスト正孔輸送材料 (spiro [fluorene-9,9-xanthene] (BTPA)).

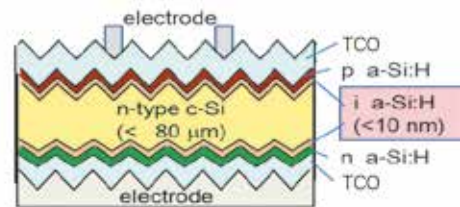
BTPA を用いたペロブスカイト太陽電池の特性。



Si ヘテロ接合太陽電池

新倉 ちさと

低コスト極薄 Si ヘテロ接合太陽電池の実現に向け、高性能パッシベーション、光閉込めの高度化等要素技術開発に取り組んでいます。



熱電材料グループ

排熱利用の社会ニーズは、300-600 K で利用可能な **ユビキタス元素系** 低コスト熱電材料による小型発電システムにある。Bi-Te 系 (有効最大出力 : ~50 W/m) を凌駕するユビキタス元素系の熱電材料および発電素子の実現を目指しています。

URL <http://www.nims.go.jp/research/group/thermoelectric/>



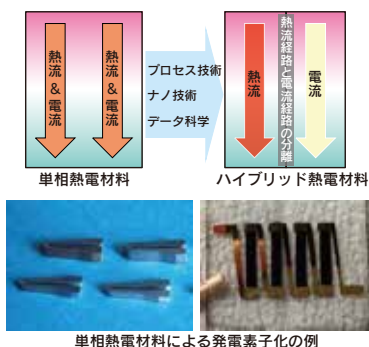
グループリーダー
篠原 嘉一

ハイブリッド熱電材料研究

篠原 嘉一

プロセス技術、ナノ技術およびデータ科学を活用して、ハイブリッド材料構造と熱電特性との相関を解き明かし、**ハイブリッド**熱電材料による高性能発電素子の実現を目指す。

熱電材料研究者の夢

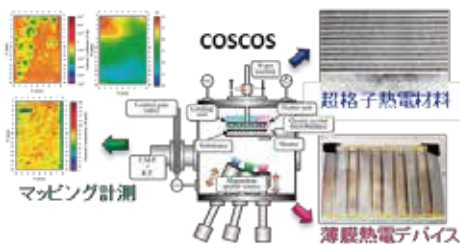


単相熱電材料による発電素子化の例

ハイスループットエネルギー材料研究

後藤 真宏

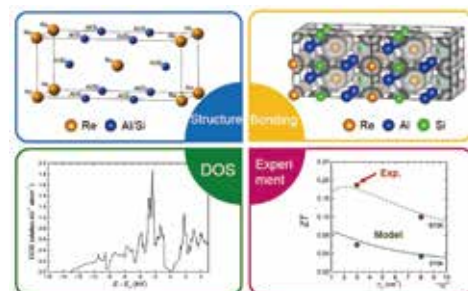
マテリアルズインフォマティクスとコンビナトリアルスパッタ材料合成・評価の融合により、伝熱・熱電、トライボロジーなどエネルギー関連の新規機能性材料の創製に挑戦する。



ありふれた元素からなる新規熱電材料探索

高際 良樹

第一原理バンド・フォノン計算、放射光構造解析を相補的に用いて、熱電変換材料の「構造と機能」の解明を試み**ありふれた元素**からなる新規熱電材料探索を行う。



水素製造材料グループ

水素社会への第一歩が踏み出された段階にあります。本格的に実現するためにはまだ課題が山積しています。大きな課題の一つが水素の製造コストです。本グループでは水素製造システムの鍵となる材料をターゲットとして、その高性能化と低価格化に必要な基盤的研究開発を行います。

URL <http://www.nims.go.jp/research/group/hydrogen-production/>

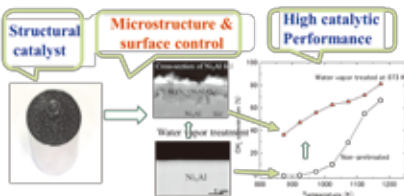


グループリーダー
西村 睦

水素製造反応用触媒

許 亜

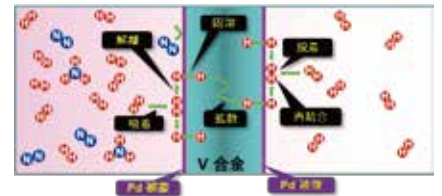
Ni₃Al等金属間化合物をベースとする水蒸気改質触媒。微細組織と表面構造制御による表面活性点を利用した触媒開発に挑む。



水素精製用合金膜

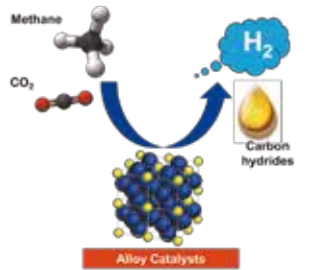
西村 睦

バナジウム合金膜による燃料電池用高純度水素の精製。2L/min.の精製速度を持つ分離モジュールを実現。350℃以下の比較的低温での分離実現を目指す。



阿部 英樹

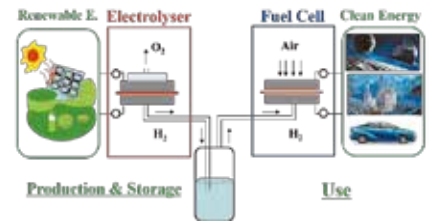
ナノ相分離合金を用いてドライリフォーミング用触媒を開発。メタンとCO₂から水素と炭化水素燃料の合成に挑む。



水電解用ハイブリッド膜

金 濟徳

高温水電解用有機無機ハイブリッド膜の開発。120℃で作動する燃料電池用膜材料開発の知見・経験を活用。



ナノ界面エネルギー変換グループ

主として固液界面における原子、分子、ナノクラスターおよび細胞の集積による機能性物質相の構築法の開発と電極触媒や光電気化学など固液界面エネルギー変換反応への展開に関する基礎的研究を行っています。

URL <http://www.nims.go.jp/nanointerface/>

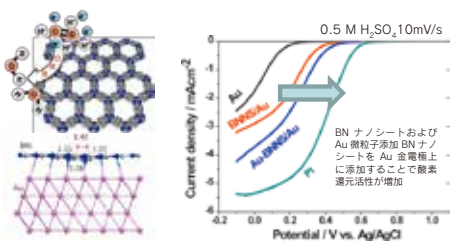


グループリーダー
魚崎 浩平

高活性電極触媒の開発

魚崎 浩平 / 野口 秀典 / 坂牛 健

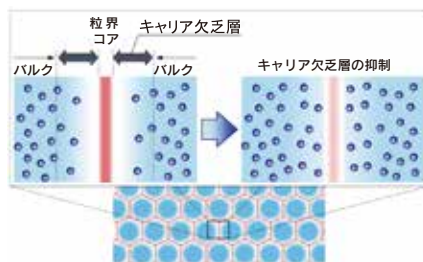
結晶構造・化学構造を精密に制御された新規物質の合成と、その場界面計測による表面構造・反応解析を通して、燃料電池および次世代二次電池における高効率電極触媒の開発につながる高活性電極触媒の開発およびに取り組んでいます。



固体電解質の界面輸送特性制御

三好 正悟

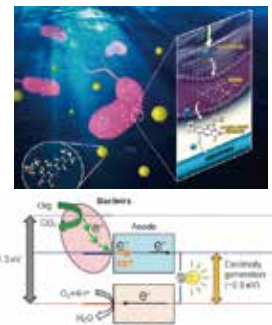
全固体型電気化学デバイスの実現・高性能化を目指し、欠陥化学に基づいた固体電解質の固 / 固界面におけるイオン伝導性の向上や、イオン - 電子混合伝導体における表面化学・電子状態の解明とガス電極(気 / 固界面)反応の高活性化に取り組んでいます。



微生物電極触媒

岡本 章玄

微生物・電極界面電子移動の物理化学的研究をベースとする、微生物燃料電池と微生物電極合成技術開発に挑んでいます。



その場界面計測

野口 秀典

表面における in-situ 計測技術を開発し、環境・エネルギー材料の機能発現のキーとなる表面現象の基本メカニズムの解明を目指しています。



柳田 真利
白井 康裕

ペロブスカイト構造をもつヨウ化鉛のイオン性結晶を発電層とする高効率エネルギー変換太陽電池の開発 (参照: GREEN ペロブスカイト太陽電池特別推進チーム)

界面計算科学グループ

エネルギー・環境問題の重要過程を取り扱うための先端理論計算手法の開発に加え、蓄電池、太陽電池、触媒内で起こっている微視的反応機構の解明および、新規システムの提案に取り組んでいます。

URL <http://www.nims.go.jp/group/nscs/index-j.html>

グループリーダー
館山 佳尚



<h3>蓄電池界面被膜</h3> <p>蓄電池の謎の一つ、負極界面のSEI膜の性質を明らかにしつつあります。JES(2015)</p> 	<h3>蓄電池濃厚電解液</h3> <p>将来有望な濃厚電解液の性質を明らかにしつつあります。新規電解液の探索も行っています。Nat. Energy (2016)</p> 	<h3>不均一触媒</h3> <p>金属担持酸化物触媒、半導体電極触媒の微視的機構を解析。JACS (2016)</p> 
<h3>全固体電池界面</h3> <p>全固体電池界面の界面抵抗の起源を解析。ACS Appl. Mater. Interfaces (2017)</p> 	<h3>ペロブスカイト太陽電池</h3> <p>ペロブスカイト太陽電池の界面電子移動、劣化機構について明らかにしつつあります。JACS (2015)</p> 	<h3>新規計算手法</h3> <p>マーカス電子移動理論と密度汎関数理論(DFT)の融合。インフォマティクス解析も実行。PCCP(2014)</p> 

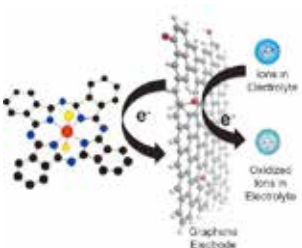
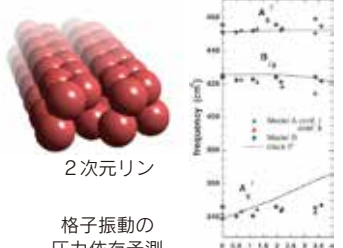
先進低次元ナノ材料グループ

グラフェンなどの特異な原子配列をもつナノ物質はバルク物質にない物性を発現します。先進低次元ナノ材料グループでは、環境・エネルギー物質科学への貢献を目的に、有用な特性をもつ新たなナノ物質の探索・合成を行います。新たに創製したLaB₅ ナノワイヤーやグラフェンシートでは、高性能な電子源、新規電池材料及びキャパシター電極となることを既に見出ししており、これらを用いた電子銃やスーパーキャパシターへの実用化研究も並行して行っています。

URL <http://www.nims.go.jp/research/group/1d-nanomaterials/>

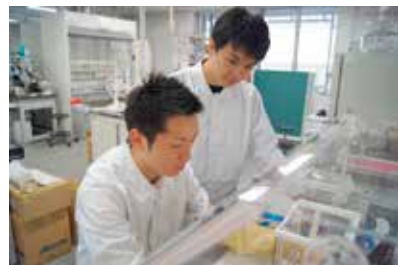
グループリーダー
唐 捷



<h3>グラフェンスーパーキャパシタ 唐 捷</h3> <p>グラフェン剥離の単層化と高密度グラフェン積層化の同時プロセスを開発し、グラフェン複合材料による高エネルギー密度スーパーキャパシターの開発を進めている。</p> 	<h3>ナノワイヤ電子源 張 晗</h3> <p>エネルギーと環境問題を見据えて、これまでにない低電圧で、超高輝度を実現できるナノ電子源の開発を行う。</p> 
<h3>キャパシタの性能改善 砂金 宏明</h3> <p>キャパシタ性能の向上を目的とし、グラフェン電極と親和性が高くかつ安定なπ共役系電子受容体を開発する。</p> 	<h3>低次元物質の理論探索と評価 佐々木泰造</h3> <p>新奇な低次元物質の理論的な探索と低次元物質の特性の理論的評価法の考察、特性予測を進める。</p>  <p>2次元リン 格子振動の圧力依存予測</p>

オープンラボ(公募研究)

エネルギー・環境材料研究拠点では、国内の研究機関に所属する研究者を対象に、拠点で取り組んでいる研究課題の解決に結びつく研究計画を公募します。大学等公的機関からは勿論、産業界からの提案も歓迎します。かねてより委託費の事業であるナノ材料科学環境拠点(GREEN)において、環境エネルギー問題の解決につながる材料開発研究を加速・強化させる目的でオープンラボ事業を行ってきております。NIMSの保有する豊富な先端設備を短期間滞在して活用していただく制度です。今回そのオープンラボ事業を、エネルギー・環境材料研究拠点の研究テーマに広げます。採択された方には、原則としてつくばまでの交通費、日当および宿泊費を支給します。NIMSの幅広い分野の人材と交わり、イノベーションに繋がる成果を生み出していただくことを期待しています。



エネルギー・環境材料研究拠点の沿革

- 2009 (H21) ・ ナノ材料科学環境拠点 (GREEN) 発足 (10月)
- 2011 (H23) ・ GREENがTIAナノグリーンの中核的プロジェクトとなる
- 2012 (H24) ・ 新研究棟移転 (5月)
- 2013 (H25) ・ GREEN特別推進チーム(全固体電池、リチウム空気電池)発足(4月)
- 2014 (H26) ・ GREEN特別推進チーム(ペロブスカイト太陽電池)発足(10月)
・ 蓄電池基盤プラットフォーム発足(10月)
- 2016 (H28) ・ ナノ材料科学環境拠点、蓄電池基盤プラットフォームを内包する形でエネルギー・環境材料研究拠点発足(4月)
・ 第13回GREENシンポジウム開催(6月)
- 2017 (H29) ・ 第14回GREENシンポジウム開催(2月)
・ 界面エネルギー変換に関する国際シンポジウム開催(5月、共催)
・ 第15回GREENシンポジウム開催(6月)



GREATER
GREEN

CENTER FOR GREEN RESEARCH ON
ENERGY AND ENVIRONMENTAL MATERIALS

エネルギー・環境材料研究拠点

(千現地区)〒305-0047 茨城県つくば市千現1-2-1

(並木地区)〒305-0044 茨城県つくば市並木1-1

TEL : 029-860-4953 FAX : 029-860-4981

HP : <http://www.nims.go.jp/research/energy-environment/>



国立研究開発法人
物質・材料研究機構(NIMS)