

Component  
Materials  
and  
Technology

# NEWS LETTER

2016.10  
Vol.1 No.1

## 6大学連携プロジェクトニュース

学際・国際的高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクト(文部科学省)



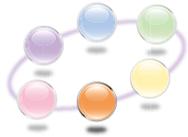
Environment  
and  
Sustainable  
Materials

### Publication contents

「新たにスタートした6研連携研究への期待」	1
研究紹介	2
平成28年度行事リスト	5
国際会議開催の案内	6
平成28年度6大学連携プロジェクト研究課題	6

学際・国際的高度人材育成  
ライフイノベーションマテリアル創製  
共同研究プロジェクト拠点





環境保全・  
持続可能材料  
分野

東北大学  
金属材料研究所

## 化学気相析出を利用した粉末のナノ複合化による 高温・超硬セラミックスの開発

東北大学金属材料研究所複合機能材料学研究部門では新規のコーティング技術やナノ組織制御プロセスの研究を通して、耐環境性材料や超硬質材料、電池部材、触媒材料などの環境・エネルギー材料の新機能開拓・高機能化に取り組んでいます。炭化ケイ素(SiC)は高温での耐食性や強度に優れ、超高温のジェットエンジンやガスタービン部材、放射線照射下での原子炉材料など、次世代の耐環境性材料として期待されています。当研究グループではサブミクロン以下の微細な粉末表面にナノサイズの粒子や層を形成できる独自の化学気相析出法を開発し、これを用いることでSiC粉末表面を均質な数十nmのシリカ層で被覆したナノ複合粉末を作製しました(図1)。このコア(SiC)/シェル(シリカ)構造をもつナノ複合粉末は、放電プラズマ焼結法により短時間で焼結することで容易に緻密化し、靱性値 $8\text{MPa}^{1/2}$ かつビッカース硬度 $15\text{GPa}$ 以上の硬くて強靱なモザイク組織を形成します(図2)。本手法による粉末のナノ複合化技術は、超硬ダイヤモンド焼結体や高強度ガラスナノ複合材などの新規のプロセス開発へと展開するとともに、粉末、ファイバー、多孔体などの高い比表面積をもつ構造体や細孔内にナノ粒子を担持することが可能で、高活性触媒開発などの多様な環境・エネルギー材料の高機能化を目指しています。

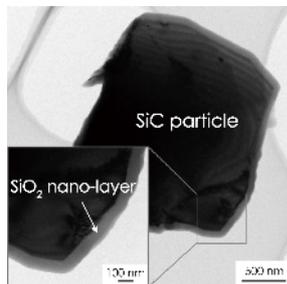


図1 シリカのナノ層を被覆したSiC粉末のTEM明視野像。

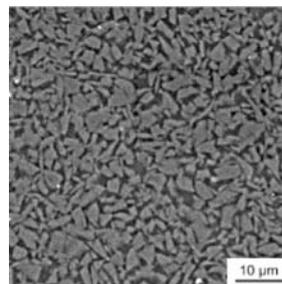


図2 コア(SiC)/シェル(シリカ)粉末の焼結組織。緻密なモザイク組織を形成する

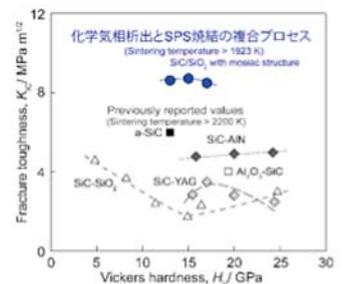
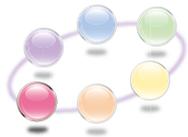


図3 本手法で作製したSiC/シリカ焼結体のビッカース硬さと靱性値。



生体・医療  
福祉材料  
分野

大阪大学  
接合科学研究所

## 金属・セラミックスナノクリスタルの 高次構造制御と特異接合

大阪大学・接合科学研究所の大原特任教授のグループでは、金属やセラミックス等の無機ナノクリスタルの新規化学プロセスの開発に着手しています。液相反応場に有機分子等を共存させ、そのキャッピング接合によりナノクリスタルのサイズ・形状・結晶面・結晶構造等を制御するものです(図1)。これまでに例えば、セリア(図2)やチタニア(図3)ナノクリスタルの高次構造制御を実現し、従来の同じ物質を凌駕する機能や新規物性の発現を確認しています。本プロジェクトは東京医科歯科大学の野崎助教らと共同で、高次構造制御したチタニアナノクリスタルについて、その抗菌活性等の評価を進めています。また、無機ナノクリスタルを活用した生体医療・福祉材料開発に向け、無機ナノクリスタルの超微細接合や有機・バイオ分子等との特異接合に関する研究に取り組んでいます。

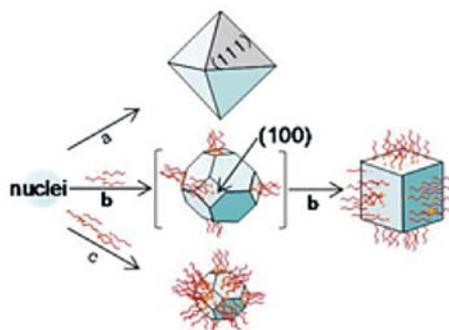


図1 無機ナノクリスタルの高次構造制御

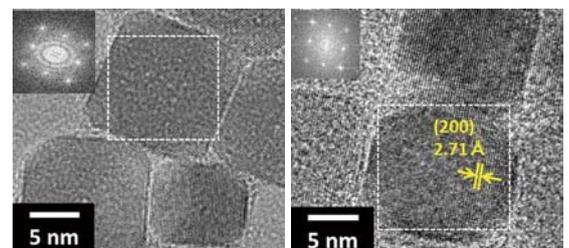


図2 セリア(CeO<sub>2</sub>)ナノキューブ(左)、希土類ドーパセリアナノキューブ(右)

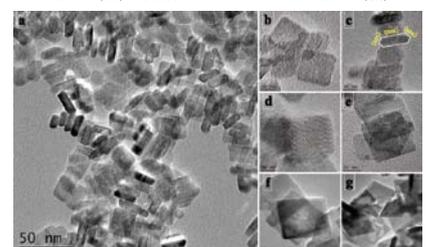
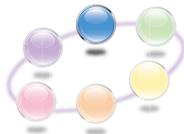


図3 チタニア(TiO<sub>2</sub>)ナノシート



要素材料・  
技術開発  
分野

名古屋大学 未来材料システム研究所

## 三次元造形法を利用した 固体酸化燃料電池の作製

三次元造形法は、有機ポリマーや金属製品について広く応用が進められているが、セラミックスへの適用は、その光吸収性などから一部の化合物に限定されている。また焼結過程においての大きな収縮が破壊の原因となり実用化において問題となっていた。

本研究では、三次元造形法を直接応用するのではなく、通常のポリマー造形体を基材として、原料スラリーのコーティング法によって固体酸化型燃料電池(SOFC)を作製する検討を行った。これまでの検討によってサイズや形状を変化させたチューブ状のセルを作製することが可能であり、従来と同程度の発電性能も確認することができた。この際に、多孔質電極と緻密な電解質からなる三層積層構造の作製には、熱収縮の制御が重要であることが明らかとなった。また、高い電圧を必要とする場合には図1のような直列化が必要であるが、この手法では両端の形状変更もCADにより非常に容易である。現在は、新たな構造の構築や連結に適した図2のようなセルスタック形成のためにインターコネクタの応用についても検討を行っており発電性能の向上を目指している。

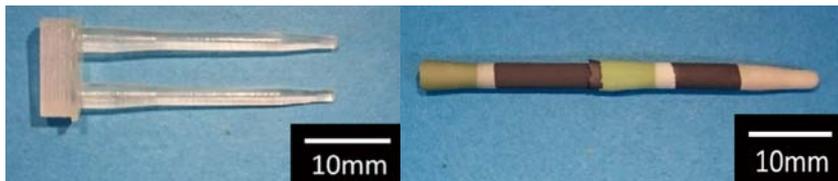


図1 三次元造形で作製したポリマー造形体と作製したSOFCを連結したスタック

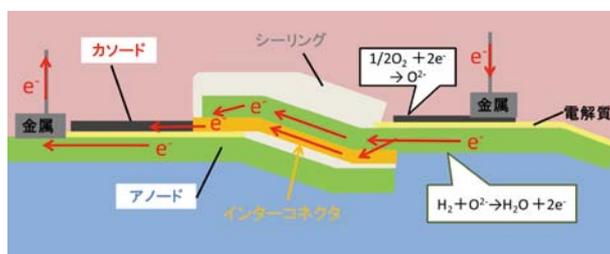
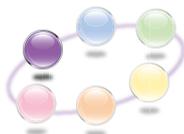


図2 目的とするセルスタック構造



生体・医療  
福祉材料  
分野

東京医科歯科大学 生体材料工学研究所

## 脱細胞化組織を基盤とする新バイオマテリアル

東京医科歯科大学生体材料工学研究所物質医工学分野の岸田教授のグループでは、生物組織から免疫源となる細胞成分を除去した、脱細胞化生体組織の研究を行っています。生体組織が有する優れた特性(物性、組織再構築性、低炎症性など)を生かした、幹細胞などを用いない再生医療技術の開発を進めています。脱細胞化組織の調製法には様々な方法が提案されていますが、当グループでは高静水圧を用いた独自の方法を開発し、これを中心に目的の臓器・組織に最適な方法を提案しています。これまでに、角膜、血管、生体膜などを開発し、実用化に向けた検討を行っています。また、新しい移植用バイオマテリアルとして、骨、皮膚などの単純組織の他、再生医学の足場材料となるような腎臓、肝臓、脳などの複雑臓器の脱細胞化も進めています。最近では、脱細胞化した生体材料をそのまま使用するのではなく、人工材料と複合化することによって、さらに高い機能化を目指しています。現状では、歯科用レジンを傾斜配合した軟組織—硬組織接合材料、エレクトロスピニングによるナノファイバーを被覆化した小口径人工血管、脱細胞化骨への交互浸漬法による再骨形成など従来の材料・技術を組み合わせた研究を行っています。今後は、脱細胞化組織と組み合わせることを前提とした新材料の提案を行い、全く新しい機能の実現を目指したいと考えています。

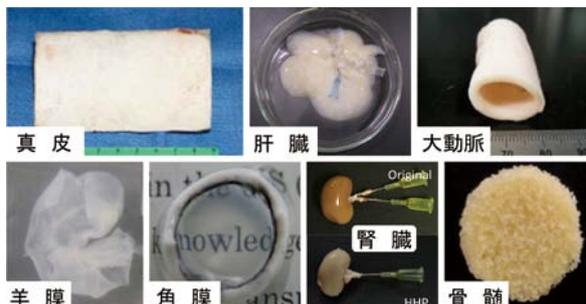


図1 種々の脱細胞化組織

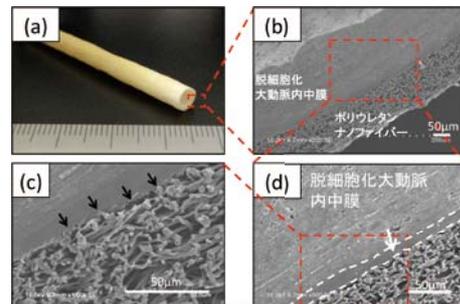
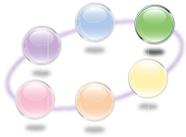


図2 ナノファイバー被覆化血管の微細構造評価



要素材料・  
技術開発  
分野

早稲田大学ナノ・ライフ  
創新研究機構

# 原子層堆積Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜における電気伝導機構の解明

早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構は、本年度より東京工業大学フロンティア材料研究所と共同でIGZO等の非晶質半導体を用いた薄膜トランジスタ(TFT)の高性能・高信頼化に向け研究開発を行っています。同TFTにおける課題の一つは、ゲート絶縁膜の高信頼化であり、従来の化学気相堆積(プラズマ併用の場合を含む)によるSiO<sub>x</sub>に代えて原子層堆積(ALD)によるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を検討しています。これは、誘電率が高いのでTFT性能を維持しながらゲート絶縁膜の高信頼化を図る上で有利であるためです。

本開発に当たり、絶縁性の目安の一つであるリーク電流の発生機構が必ずしも明確ではありませんでしたので、まずは絶縁膜に関する知見が豊富なSi基板を用いて検討を行いました。その結果、これまで無視されてきた膜中の電荷を考慮する(図1)ことによりALD-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜のリーク電流に関する実験結果を計算により精度良く再現する(図2)とともに膜中の帯電状態を明らかにすることに成功しました。今後は、上記した解析技術および知見を活用しながら非晶質半導体を用いて検討を行ってまいります。

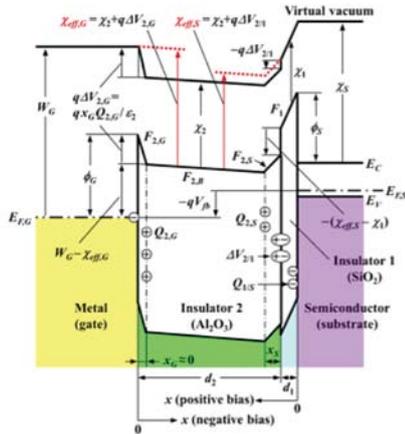


図1 開発したALD-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜電気伝導モデル

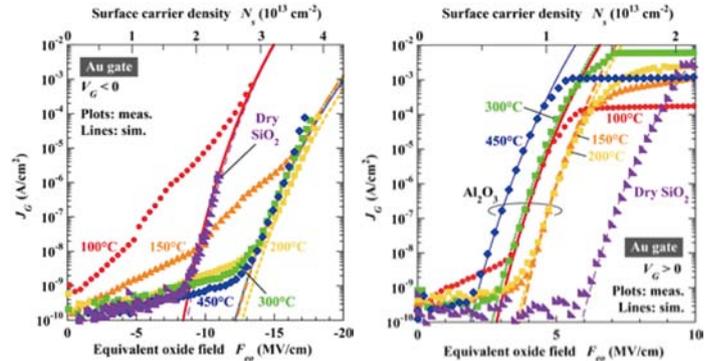
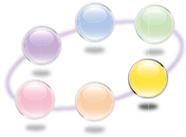


図2 温度を変えて作成したALD-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜の電流電圧特性



環境保全・  
持続可能材料  
分野

東京工業大学フロンティア  
材料研究所

# アモルファス酸化物半導体を基盤とした 新材料・デバイス開発

東京工業大学フロンティア材料研究所では、アモルファス酸化物半導体(AOS)の低欠陥・高移動度・広バンドギャップ・省電力動作・室温製膜といった特長を生かした新材料・デバイスの開発を行っています。AOSの代表であるアモルファスIn-Ga-Zn-O(a-IGZO)はすでに多くの薄型ディスプレイ用薄膜トランジスタ(TFT)に実用化されていますが、その電子状態・欠陥とそれらの起源を理解することにより、AOSを基盤とした新材料の開発が可能になります。電子構造・欠陥の解明については早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構と、高品質AOS薄膜の成長については大阪大学接合科学研究所と共同研究を進めています。

一例が、図1に示す無機蛍光体薄膜です。これまでも無機蛍光体はブラウン管等に使われてきましたが、高温が必要で薄膜化が困難でした。AOSでは室温で作製しても欠陥が少ないことから、Euドーパa-IGZO(a-IGZO:Eu)では室温で作製した膜で強い赤色発光が確認できます。

別の例が超ワイドギャップAOSです。結晶のGa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は最も大きいバンドギャップ~4.9eVをもつ酸化物半導体でしたが、アモルファスGa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(a-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)で電子伝導性が実現されたことはありませんでした。a-IGZOの欠陥研究から、この理由が電子トラップによる電荷補償であることをつきとめ、膜密度を5.2g/cm<sup>3</sup>以上に上げることと電子トラップを減らすために適度な酸素供給を行うことで、バンドギャップ4.12eVをもつ超ワイドバンドギャップAOS、a-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を実現しました。

現在はこれらを利用した半導体デバイスの開発を進めています。

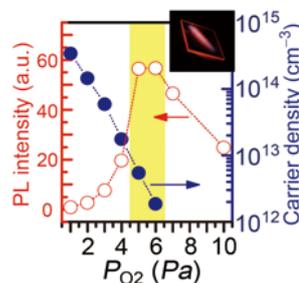


図1 a-IGZO:Eu蛍光体薄膜の作成条件と写真

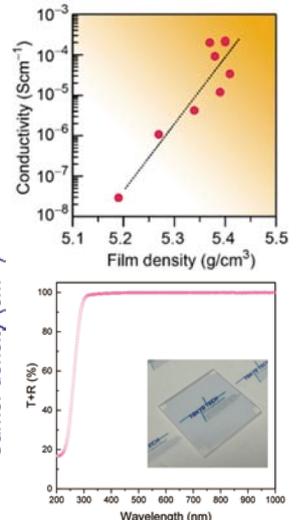


図2 半導性a-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の作成条件(上)と透過スペクトル(下)

2016年 =====

- ・7月8日  
第1回 運営協議会  
キックオフ公開討論会 ..... (名古屋大学)
- ・7月8日  
生体医療・福祉材料分野第1回代表者会議 ..... (名古屋大学)
- ・8月1日  
材料設計討論会 ..... (東京工業大学)
- ・8月30-31日  
国際ワークショップ「11th International Workshop on Biomaterials in Interface Science」 ..... (東北大学)
- ・9月1日  
東北大学金属材料研究所  
早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構  
連携協定締結記念シンポジウム ..... (東北大学)
- ・9月26日  
東北大学金属材料研究所共同研究ワークショップ・  
日本バイオマテリアル学会東北地域講演会  
「バイオマテリアル研究 若手交流会」 ..... (東北大学)
- ・10月17日  
国際会議  
Visual-JW & LIM ..... (ホテル阪急エキスポパーク)

- ・10月17日  
生体医療・福祉材料分野  
第2回 代表者会議 ..... (ホテル阪急エキスポパーク)
- ・11月16-18日  
第6回 次世代ものづくり基盤技術産業展  
TECH Biz EXP ..... (吹上ホール)
- ・12月1-2日  
東北大学金属材料研究所共同研究ワークショップ  
「通電焼結技術による新材料開発と実用化」 ..... (未定)
- ・12月  
細胞・動物実験講習会 ..... (未定)

2017年 =====

- ・1月  
生体医療・福祉材料分野全体会議 ..... (未定)
- ・3月  
第2回 運営協議会  
第1回 6大学連携プロジェクト公開討論会 ..... (名古屋大学)
- ・3月  
生体医療・福祉材料分野第3回代表者会議 ..... (名古屋大学)

キックオフ公開討論会

## 第1回運営協議会及びキックオフ公開討論会開催

日時：2016年7月8日(金) 11:50ー 場所：名古屋大学ES総合館

名古屋大学未来材料・システム研究所が拠点となり、東北大学金属材料研究所、東京工業大学フロンティア材料研究所、大阪大学接合研究所、早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構、東京医科歯科大学生体材料研究所が参加し、環境、生体医療などの分野における新規機能性材料の共同研究開発を進める、文部科学省「学際・国際的高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクト」のキックオフ公開討論会が7月8日(金)午後、ES総合館において開催され、各研究所から学生を含む約100名が出席しました。同日午前には第1回運営協議会が開催され、各研究所の所長らが出席し連携プロジェクトの意義などが議論されました。また、その後、同会場にて文部科学省学術機関課を交えた懇談会が行われました。公開討論会では、開会挨拶において石崎宏明文部科学省学術機関課学術研究調査官が「新産業のけん引、連携による機能強化を期待する」と激励しました。続いて、田中 信夫日本顕微鏡学会会長(前エクトピア科学研究所所長)による基調講演、菊田浩一名古屋大学教授、岸田 晶夫東京医科歯科大学教授及び神谷利夫東京工業大学教授による招待講演が行われ、それぞれの研究分野における動向や成果、今後の展望が示されました。その後の研究発表会においては、各研究所からポスター形式で72件の発表が行われました。そこでは活発な議論が行われ、共同研究が芽生え始めるなど、連携プロジェクトのよい幕開けとなりました。



石崎宏明氏による開会挨拶



研究発表会の様子

# Visual-JW2016&iLIM-1

日程:2016年10月17日(月)ー18日(火) 場所:ホテル阪急エキスポパーク

大阪大学接合研の国際会議及び6大学連携プロジェクト国際会議の合同会議

The International Symposium on Visualization in Joining & Welding Science through Advanced Measurements and Simulation in conjunction with symposium on the research activities of Joint Usage / Research Center on Joining and Welding & The 1st International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development (iLIM-1)



## ○生体・医療福祉材料分野

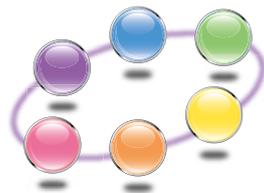
1. Co-Cr-Mo合金の3D造形と生体活性化表面処理 (東北大ー名大)
2. PEEK樹脂への新しいハイドロキシアパタイトコーティング法の開発 (東北大ー名大)
3. 生体材料用Ti,Ti合金へのフェムト秒レーザー照射と水熱処理 (阪大ー東工大ー名大)
4. 積層造形法により作製したコバルトクロム合金の金属組織と耐食性の評価 (医科歯科ー東北大)
5. 医療用金属・セラミックスナノクリスタルの高次構造制御と特異接合 (阪大ー医科歯科大)
6. バイオセラミック光造形法を用いた選択的生体親和パターンの作製 (阪大ー医科歯科大)
7. 強化加工プロセスによるCo-Cr-Mo合金の組織制御と力学的特性の改善および生体適合性の評価 (阪大ー医科歯科大)
8. マイクロカンチレバービーム試験片を用いた先端セラミックスと生体材料のナノスケールき裂抵抗 (東工大ー医科歯科大)
9. Mechanical and Superelastic Properties of Au51Ti18Co Biomedical Shape Memory Alloy (東工大ー東北大)
10. 口腔内情報の無拘束計測のためのマウスガード型バイオセンサ (医科歯科ー早大)

## ○環境保全・持続可能材料分野

1. 欠陥制御による新アモルファス酸化物半導体の開発 (東工大ー阪大)
2. k-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>型構造強誘電体の作製 (東工大ー東北大)
3. 金属ガラスから誘導された触媒材料の開発 (名大ー東北大)
4. 3次元造形法を利用した固体酸化物燃料電池の開発 (名大ー阪大)
5. 希土類添加Zr基金属ガラスを用いた新奇触媒開発 (名大ー東北大)
6. NiPd系金属ガラスを用いた新奇触媒開発 (名大ー東北大)
7. (検討中) CVDによりナノ粒子を高分散担持した高活性触媒の開発 (名大ー東北大)
8. (検討中) 環境材料創製に向けた表面処理プロセスの開発 (阪大ー名大)
9. (検討中) 環境用金属・セラミックスナノクリスタルの高次構造制御と複合・集積化 (阪大ー名大)

## ○要素材料・技術開発分野

1. 高品質機能性薄膜の低温形成に向けたプラズマプロセス技術の開発 (阪大ー東工大)
2. 核融合炉用先進高機能異材溶接・接合継手の照射特性に関する基礎的研究 (阪大ー東北大)
3. アモルファス酸化物半導体薄膜の緻密化とトランジスタ特性 (東工大ー阪大)
4. 高品質機能性薄膜の低温形成に向けたプラズマプロセス技術の開発 (阪大ー東工大)
5. ボロンドープダイヤモンド超伝導量子干渉計(SQUID)の開発 (早大ー東工大)
6. カーボンナノチューブの接触伝導度 (早大ー名大)
7. 高密度・高配向CNTへのAu-Ag電析膜形成 (早大ー阪大ー名大)
8. MnBi電析膜の作製と磁気特性 (東北大ー早大)
9. Mn基層状化合物の磁気異方性と電界制御 (東北大ー早大ー東工大)



学際・国際的高度人材育成  
ライフイノベーション材料創製  
共同研究プロジェクト拠点

**東北大学 金属材料研究所**  
東北大学 [片平キャンパス]  
〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1  
URL <http://www.imr.tohoku.ac.jp/>

**東京工業大学 フロンティア材料研究所**  
東京工業大学 [すすかけ台キャンパス]  
〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町4259  
URL <http://www.msl.titech.ac.jp/>

**大阪大学 接合科学研究所**  
大阪大学 [吹田キャンパス]  
〒567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘11-1  
URL <http://www.jwri.osaka-u.ac.jp/>

連絡先  
**名古屋大学**  
[未来材料・システム研究所]  
学際・国際的高度人材育成  
ライフイノベーション材料創製  
共同研究プロジェクト拠点

**名古屋大学 未来材料・システム研究所**  
名古屋大学 [東山キャンパス]  
〒464-8603 名古屋市千種区不老町  
URL <http://www.imass.nagoya-u.ac.jp/>

**東京医科歯科大学 生体材料工学研究所**  
東京医科歯科大学 [駿河台地区]  
〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台2-3-10  
URL <http://www.tmd.ac.jp/i-mde/www/>

〒464-8603 愛知県名古屋市不老町  
Tel: 052 (789) 5382 Fax: 052 (788) 6065  
URL <http://www.imass.nagoya-u.ac.jp/>  
Email [rokken@imass.nagoya-u.ac.jp](mailto:rokken@imass.nagoya-u.ac.jp)

**早稲田大学 ナノ・ライフ創新研究機構**  
早稲田大学 [早稲田キャンパス]  
〒162-0041 東京都新宿区早稲田鶴巻町513  
URL <https://www.waseda.jp/inst/nanolife/>