

Information
and
Community
Materials

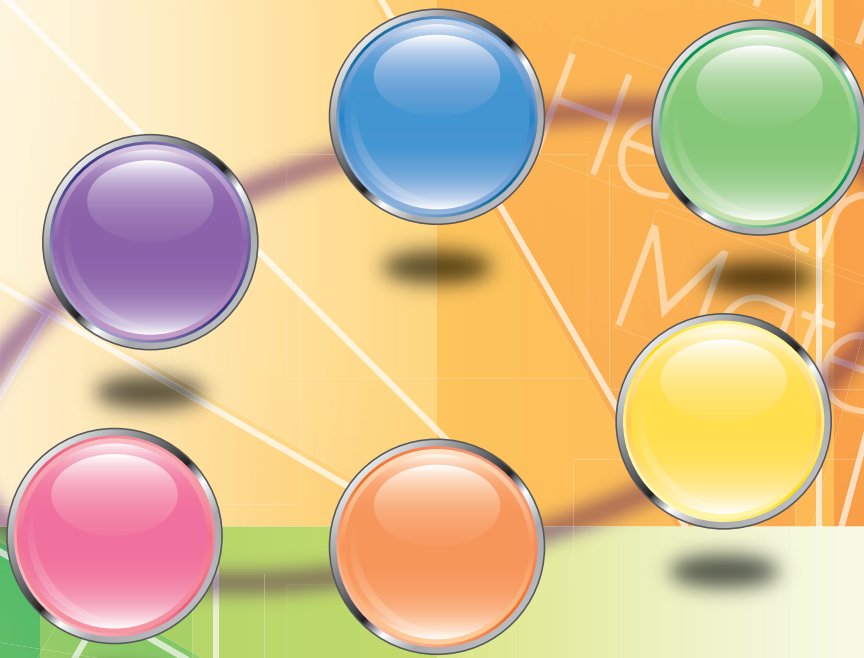
NEWS LETTER

2021.9
Vol.1 No.1

6大学連携・出島プロジェクトニュース

国際・産学連携インヴァースイノベーション材料創出プロジェクト(出島プロジェクト)

Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture (DEJI²MA Project)



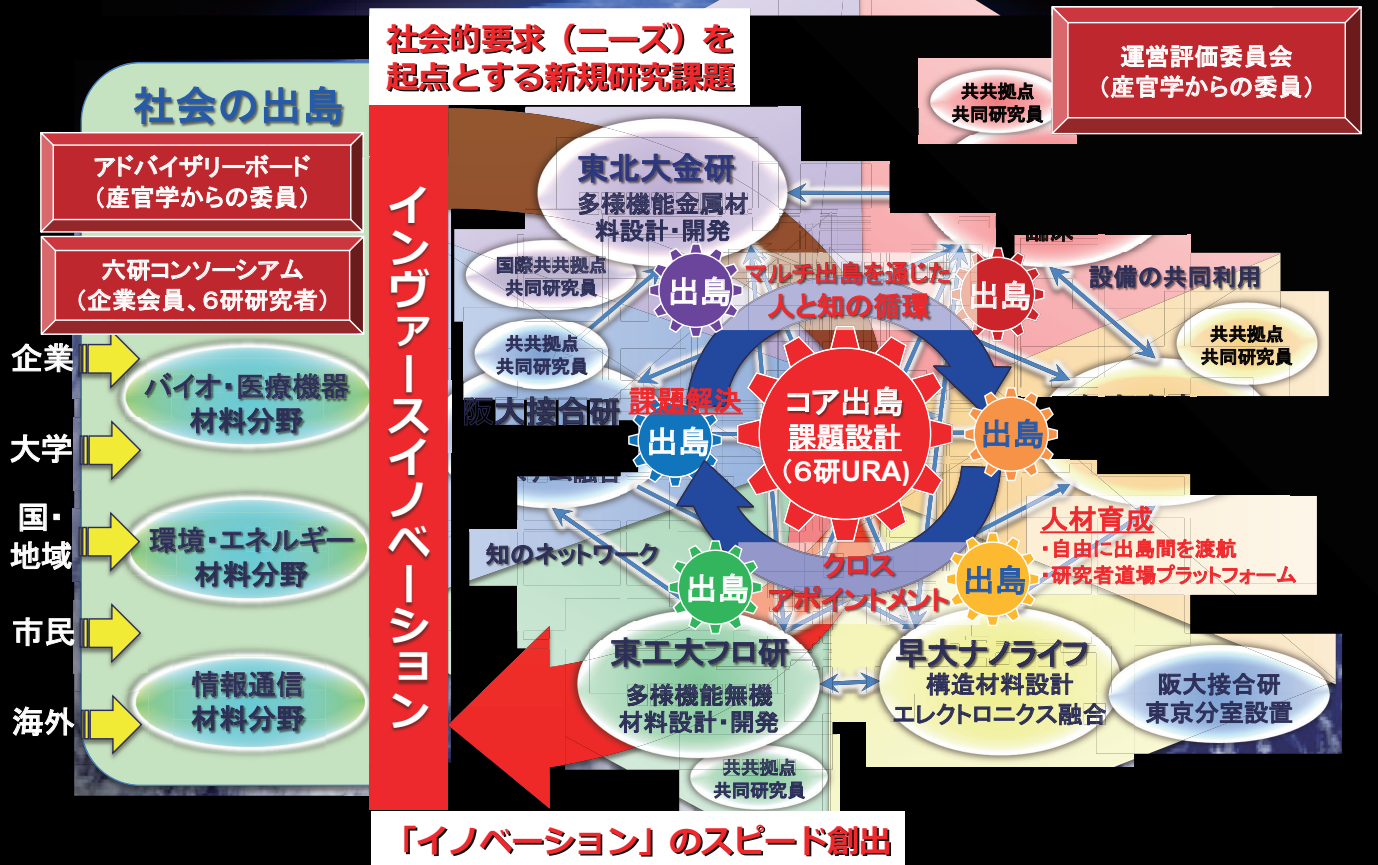
Publication contents

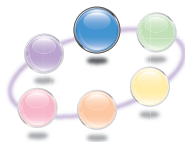
次代のマテリアル研究開発に向けた新概念「インヴァースイノベーション」に 基づく出島プロジェクトの挑戦	1
プロジェクトの成果	2
令和3年度行事リスト	5
受賞など	5
キックオフシンポジウム	5
令和3年度6大学連携プロジェクト研究課題	6

国際・産学連携
インヴァースイノベーション
材料創出プロジェクト

Environment
and
Energy
Materials

国際・産学連携インヴァースイノベーション材料創出プロジェクト
 DEJI²MA: Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture





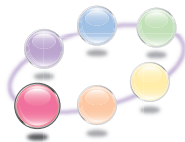
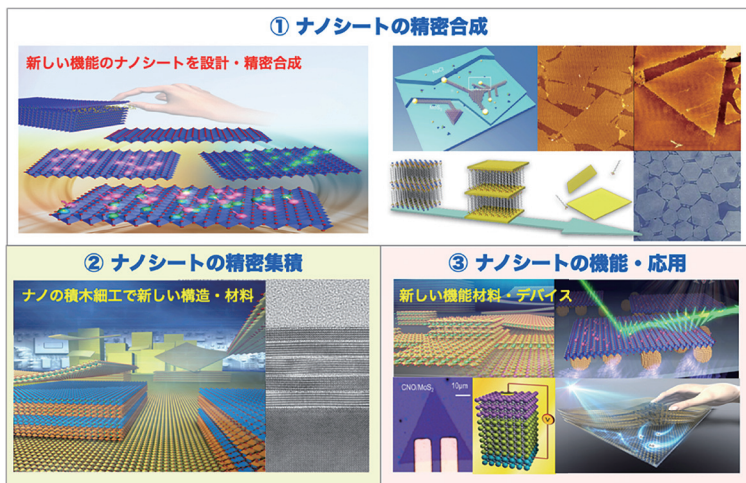
環境
エネルギー材料
分野

名古屋大学 未来材料システム研究所

ナノマテリアルが拓く新しい環境・エネルギー材料技術

AI、バイオ、量子などの先端技術分野の強化、SDGsの達成、資源・環境制約など、あらゆる領域からマテリアル革新力強化が求められており、そのコア技術として次世代ナノマテリアルへの期待は大きい。名大グループでは、資源・エネルギー・環境問題の解決に寄与する新しいナノ材料技術の創製を目指した研究を進めています。こうした目的のため、名大グループでは、材料設計からプロセス、機能、応用までをシームレスに連携できる体制をとっており、計算流体力学の内山知実教授、多孔質材料の中西和樹教授、環境浄化触媒の小澤正邦教授、スピントロニクスの水口将輝教授、ナノ材料化学の長田（名古屋大学未来材料・システム研究所 材料創製部門 部門長・教授、名大PL）がコアメンバーとして参画しています。本稿では、我々、長田研究室の取り組みを紹介します。

長田研究室では、厚さ約1nmの2次元物質（ナノシート）を対象に、精密合成、高次構造体の構築、機能開拓などを行い、新しい環境調和型電子材料や環境・エネルギー材料の開発を進めています。特に、多彩な機能を有する無機ナノシートを対象に、ナノシートの精密合成と機能開拓を行い、グラフェンを凌駕する新材料の開拓を目指した研究を進めています。また、ナノシートの応用展開も進めており、異種材料接着・接合技術によるマルチマテリアル化、高速・液相コーティング技術、スマートラボラトリー化による省エネ薄膜製造などに取り組み、従来材料を凌駕する創電・蓄電材料の開発とそのデバイス応用を進めています。



環境
エネルギー材料
分野

大阪大学 接合科学研究所

ナノキューブを用いた低温作動固体酸化物形燃料電池 (新規平板空気極支持型セル構造)

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ナノクリスタルの高次構造制御に取り組んでいます。水熱反応場に有機分子を共存させ、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）。本研究では高活性な(100)面を有するガドリニウムドープセリアナノキューブ（図2）を固体酸化物形燃料電池の電極や電解質に適用し、現状の発電性能を凌駕する次世代の低温作動固体酸化物形燃料電池の開発を目指します。具体的には名古屋大学未来材料・システム研究所の小澤教授グループと共同で、ナノキューブ（図2）の低温焼結機能を活用し、これまで作製が不可能であった新規平板空気極支持型セル構造（図3）の作製を試み、革新的高出力密度（500℃作動で1W/cm²以上）の実現に取り組めます。本発電性能が達成されれば低温作動固体酸化物形燃料電池の実用化にブレークスルーを引き起こすことが大いに期待できます。

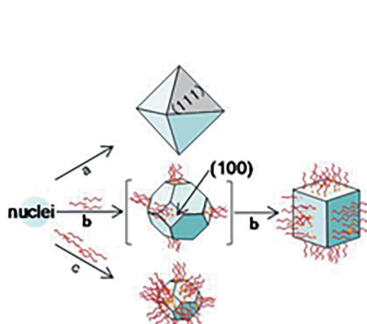


図1 セラミックスナノクリスタルの高次構造制御

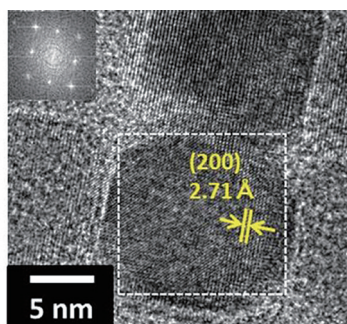


図2 ガドリニウムドープセリアナノキューブ

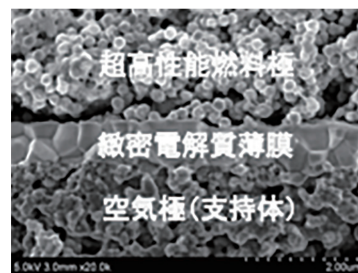
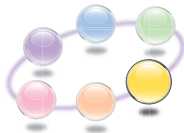


図3 新規平板空気極支持型セル構造



環境・エネルギー材料分野

東京工業大学フロンティア材料研究所

ギャップ長20nmのナノギャップガスセンサ

ガスセンサは、大気または環境内のガスの存在や、その濃度を検出するデバイスである。そのうち抵抗変化型ガスセンサは、ガスの濃度に応答してガス検出材料である酸化半導体の抵抗が変化することを対向する一対の電極を利用して測定し、ガスの種類と濃度を検出する一般的な種類のガスセンサである。商業的に実用化されている抵抗変化型ガスセンサのギャップ長は、マイクロメートルオーダーである。東京工業大学では、電子線リソグラフィ(EBL)を用いて白金のナノ構造を自在に作製する技術をこれまでに開発してきた。今回、ガスセンサの電極間距離に相当するギャップ長を可能な限り狭くすることにより、高性能化することを思い至った。抵抗変化型ガスセンサにナノギャップ電極を導入すると、既存のガスセンサよりも応答速度が高速化し、感度が向上した。ギャップ長が1マイクロメートルの10分の1の100nmとなると、応答速度は50倍高速化し、さらに35nm以下となると300倍高速化する。ギャップ長を狭くするだけで、これほどの高速化が図れることから、今後我々の白金ナノギャップ電極は、抵抗変化型ガスセンサの新たなプラットフォームとして広く利用されることが期待される。

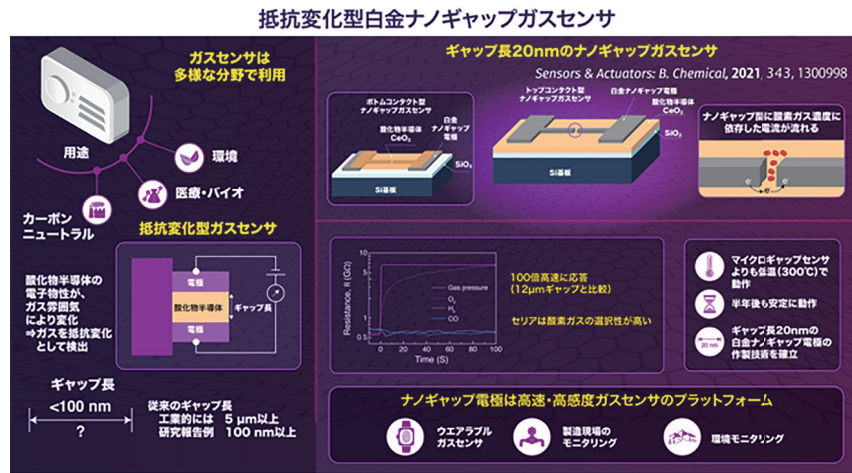
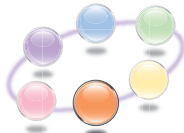


図1 ナノギャップガスセンサの概要



バイオ・医療機器材料分野

東北大学金属材料研究所

プラズマ技術により創傷治癒を実現する 新規治療技術への取り組み

プラズマ技術は、金属表面加工など材料加工においても使用されるなど幅広く利用されている。大気圧プラズマは、ガス中の分子を原子に解離し原子を電子やイオンに電離した状態を大気圧下で安定して発生させる技術である。我々はこの技術を用いて皮膚の治療、特に創傷治癒における創傷面環境を改善する新しい治療技術の構築を目指している。傷の治癒においては細菌による感染が発症すると膿瘍、蜂巣炎などの症状が発現する。創部の細菌感染は、治癒過程において影響を及ぼすとされ創傷環境の改善が望まれる。そこで、本研究では大気圧プラズマを用いて、活性酸素種を生成させ創部へ照射することで、殺菌や細胞を活性化させ、正常な状態へのリハビリを促すことで創面環境を整えることを想定している。ガスにおけるプラズマ照射から生成される活性酸素種計測において電子スピン共鳴(ESR)装置を用いたスピントラッピング法と間接方にて実施した。その結果、スピントラッピング法を用いた方法からはヒドロキシルラジカルと水素原子(図1)、間接方からは一重項酸素(図2)が検出できた。また、大気圧プラズマでは発生させるガス種や印加電圧などの条件を変更することでラジカル量に違いが生じ、ガス成分によって主要なラジカル種が異なることが明らかになった。現在は、細胞実験や動物実験を進めている。

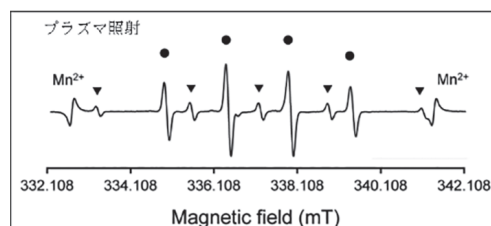


図1 ヘリウムガスプラズマ照射時における活性酸素種水にプラズマ照射した場合に生成が確認されたヒドロキシルラジカルと水素ラジカル
●: ヒドロキシルラジカル、▼: 水素ラジカル

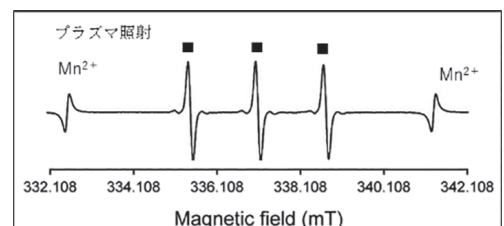
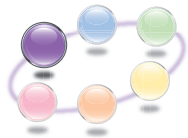


図2 ヘリウムガスプラズマ照射時における活性酸素種水にプラズマ照射した場合に生成が確認された一重項酸素
■: 一重項酸素

図1 スピントラッピング法にて検出できた活性酸素種

図2 間接法にて検出できた活性酸素種



バイオ医療機器材料分野

東京医科歯科大学 生体材料工学研究所

タンパク質吸着に着目した水酸アパタイトの骨結合機構の解明

水酸アパタイト($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2\text{HAp}$)は骨欠損部に埋入されると周囲の骨と結合します。このHApの骨結合性は1970年代後半に見出され、その機構は細胞レベルではかなり解明されてきましたが、分子レベルでは十分には解明されていません。一方、体内に埋入された人工材料の表面で最初にかかるイベントは、タンパク質の吸着です。そこで我々は「HApに特異的に吸着するタンパク質が骨結合性に関与している」との仮説を立て、骨と結合しないアルミナ(Al_2O_3)を比較対象物質として、HApの骨結合機構の分子レベルでの解明に取り組んでいます。これまでに、フィブロネクチン(Fn)等の種々のタンパク質のHApや Al_2O_3 への吸着特性や細胞応答に関する研究により、タンパク質の吸着量だけでなく、HApに吸着する際のHApの帯電状態の異なる結晶面との局所的な静電相互作用による、タンパク質の高次構造の制御が骨結合性に関与している可能性(図1)が見出されました。さらに最近では、HApと Al_2O_3 に吸着するラット血清タンパク質のプロテオーム解析により、HApに吸着した肝細胞増殖因子(HGF)やアンジオポエチン様タンパク質-3(ANGPTL3)が骨結合性発現に寄与する可能性(図2)も見出されました。今後は、HGFやANGPTL3を吸着させたHAp上での細胞応答などを明らかにし、最終的にはHApの骨結合性発現機構をその結晶構造とタンパク質吸着の観点から解明して、それを革新的なバイオマテリアルの開発に繋げたいと考えています。

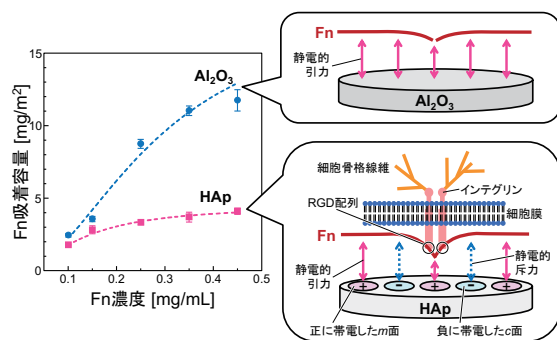


図1 HApおよび Al_2O_3 のFn吸着特性とFnの吸着形態の模式図

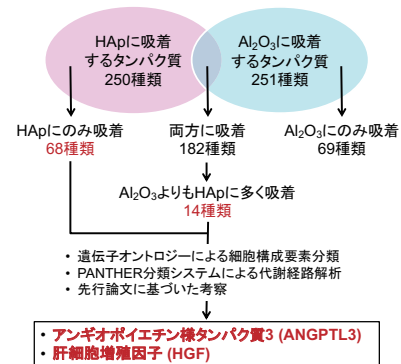
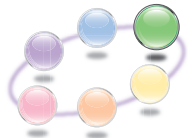


図2 HApおよび Al_2O_3 に吸着する血清タンパク質のプロテオーム解析



情報通信材料分野

早稲田大学 ナノライフ 創新研究機構

Ru(0001)面上のダイヤモンド(111)のヘテロエピタキシャル成長

(001)面のダイヤモンドはIr(001)上でのヘテロエピタキシャル成長で2インチ以上の単結晶が作成されるようになった。一方、(111)面のダイヤモンドヘテロエピタキシャル成長はあまり進展していない。しかし、(111)面のダイヤモンドは、応用上、(001)面より以下の点で優れている。

1. 原子レベルでの平坦な表面: 高移動度、高キャリア密度の2次元正孔ガスによるパワー高周波デバイス、N-V中心軸の[111]高配向による量子シミュレータ等の期待。
2. GaN用ヘテロエ基板: (111)面は対称性と整合性から六方晶ナイトライドのヘテロエピタキシャル基板となる。物質中最高熱伝導率にてGaN高電子移動度トランジスタの電力密度向上が可能。
3. ダイヤモンドへの高濃度不純物導入: (111)面での成長で、ボロン: 高濃度 $1 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}$ p型低抵抗 $10^{-3} \Omega \text{ cm}$ 以下(室温)、超伝導発現(10K)。リン: 高濃度 $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ $100 \Omega \text{ cm}$ (室温)までn型低抵抗化、窒素: $4 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 、高密度のN-V中心。不純物濃度は(001)面の10倍以上。

我々は、希少性の高いIrよりも約1/10安価なRu膜上での(111)ダイヤモンドヘテロエピタキシャル成長を初めて確認した。基板はc-サファイア上にヘテロエピタキシャル成長したRu(0001)で、この上に滑らかな(111)表面の平板なダイヤモンド結晶粒が成長する。(図1(a)(b))。エピタキシャル関係は、[111]ダイヤモンド// [0001] Ruおよび[112]ダイヤモンド//[1010] Ru(図1(c)、図2)である。Ru(0001)上の早い横方向成長により連続膜にし、今後、大口径ダイヤモンド(111)基板を作製する。

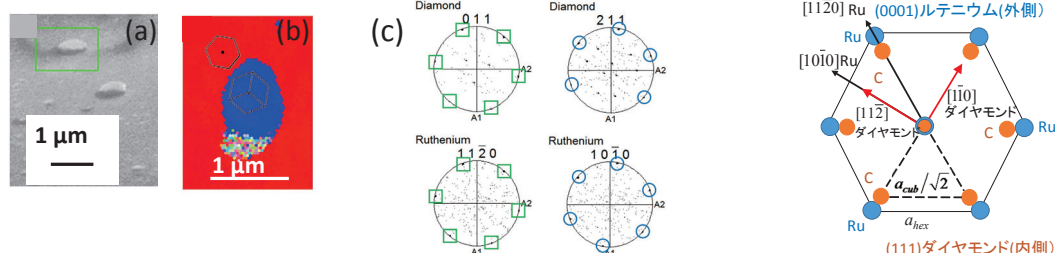


図1 Ru(0001)上に成長したダイヤモンド結晶粒。(a) SEM像。(b) (a)の枠内の結晶粒のダイヤモンド(111)に対応する領域(青色)。(c) (a)の枠内の結晶粒に対するダイヤモンドおよびRuに対応するEBSDパターン。

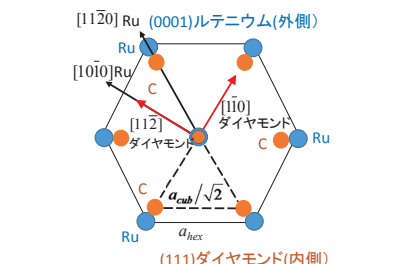


図2 ダイヤモンド(111)とRu(0001)間のエピタキシャル関係。[111]ダイヤモンド//[0001] Ruおよび[112]ダイヤモンド//[1010] Ru。

2021年

- ・6月21日 (早稲田大学)
2021年ナノテクノロジーフォーラム総会
- ・7月19日 (大阪大学・オンライン)
キックオフシンポジウム
- ・9月28日 (東北大学)
The 16th International Workshop on Biomaterials in Interface Science
- ・9月29日-30日 (東北大学)
金研ワークショップ・日本バイオマテリアル学会東北ブロック講演会
- ・11月5日 (予定) (名古屋大学・オンライン)
国際会議「International Conference on Materials and Systems for Sustainability 2021 (ICMaSS 2021) & International Symposium on Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture (DEJ²MA) :http://www.icmass.imass.nagoya-u.ac.jp/2021/」

2022年

- ・3月 (予定) (大阪大学・オンライン)
第1回公開討論会
- ・3月 (予定) (東京工業大学)
2021年度 年度末報告会

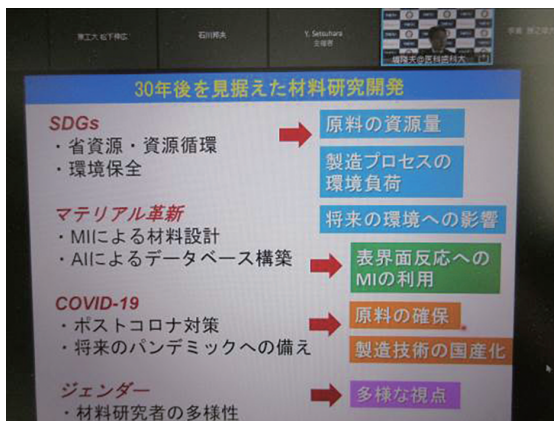
祝
受
賞

- ・令和3年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰
科学技術賞 (研究部門)
「アモルファス酸化物半導体の電子物性に
関する研究」
東京工業大学・教授 神谷 利夫
(令和3年4月)
- ・令和4年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰
若手科学者賞
「遷移金属化合物の非単結晶構造を活かした
デバイスの研究」
東京工業大学・准教授 片瀬 貴義
(令和3年4月)
- ・令和3年度 本間記念賞
「チタン銅合金線材およびチタン銅合金線
材の製造方法」
東北大学・准教授 千星 聡
(令和3年5月)
- ・第31回 型技術協会
(型技術ワークショップ 2020) 奨励賞
「医療用チタン合金の最適鍛造条件探索の
ためのシミュレーションシステムの構築」
東北大学・准教授 山中 謙太
教授 千葉 晶彦
(令和3年6月)
- ・日本セラミクス協会賞学術賞
「2次元酸化物の精密合成と新機能創製」
名古屋大学・教授 長田 実
(令和3年6月)
- ・日本セラミクス協会賞進歩賞
「多孔質モリス材料の細孔構造制御と
その応用に関する研究」
名古屋大学・特任准教授 長谷川 文二
(令和3年6月)
- ・日本バイオマテリアル学会賞 (科学)
「がん治療用 / 抗菌性セラミック高機能微
粒子の創製」
東京医科歯科大学・教授 川下 将一
(令和3年7月)
- ・2021年度 あすなろ研究奨励金支援探択者
「分散相による欠陥極小化NiMnGa合金粒子 /
ポリマー複合材料の変形特性の向上」
東京工業大学・助教 邱 琬婷
(令和3年7月)
- ・東工大挑戦的研究賞 末松特別賞
「形状記憶合金の応力誘起相変態に関する研究」
東京工業大学・准教授 田原 正樹
(令和3年7月)
- ・第5回 フォノンエンジニアリング研究会
講演奨励賞
「Effect of Cluster Size on Local
Mode Intensity in SiGe Alloys」
早稲田大学・博士課程3年 Sylvia Y. Y. Chung
(令和3年7月)
- ・第5回 フォノンエンジニアリング研究会
優秀ポスター賞
「分子動力学法を用いたSiGe中の
低エネルギーフォノンモードの変位解析」
早稲田大学・次席研究員 富田 基裕
(令和3年7月)
- ・「通信ソサエティにおけるフォトリックネット
ワーク研究専門委員会運営等に関する献身
的活動による学術交流活性化への寄与」
電子情報通信学会活動功労賞
早稲田大学・教授 宇高 勝之
(令和3年9月)

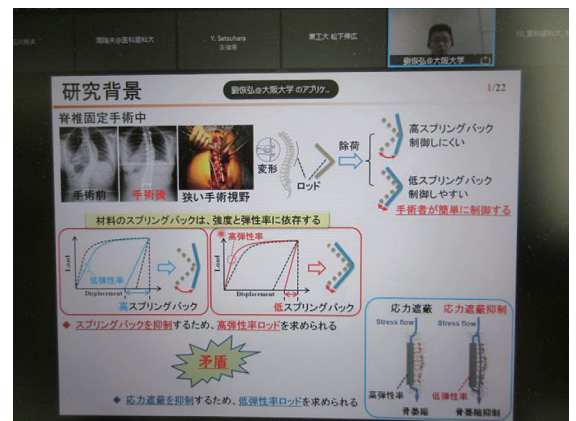
会
議
報
告

キックオフシンポジウム

国際・産学連携インヴァースイノベーション材料創出プロジェクト (DEJ²MA プロジェクト) を本年度より開始するにあたり、2021年7月19日 (月) にキックオフシンポジウムをオンラインで開催しました。幹事校である大阪大学接合科学研究所の田中 学所長の開会挨拶の後、文部科学省学術機関課の山本武史課長補佐様からご挨拶を頂きました。次に6研究所の各所長から本プロジェクトへの抱負が、また外部評価委員の加藤一実先生 (産業技術総合研究所) と石川邦夫先生 (九州大学) からはインヴァースイノベーションへの期待が述べられました。幹事校の節原裕一プロジェクトリーダーからプロジェクト概要の紹介があり、その後、埴隆夫先生 (東京医科歯科大学) より「インヴァースイノベーションで実現する新材料創出と技術革新」と題して基調講演が行われました。講演ではイノベーションに果たす材料の役割、医療イノベーションに果たすバイオマテリアルの役割等が述べられ、インヴァースイノベーション推進にあたり非常に有意義な内容でした。更に劉恢弘先生 (大阪大学) より「脊椎固定手術用ロッドの高品質化に向けた連携研究」と題して若手招待講演が行われ、これまで行われてきた共同研究成果と本プロジェクトで取り組む更なる展開について具体的に説明されました。参加登録者は258名 (企業20名含む) で、キックオフシンポジウムは無事、成功裏に終了しました。



埴先生基調講演



劉先生招待講演

○環境・エネルギー材料分野

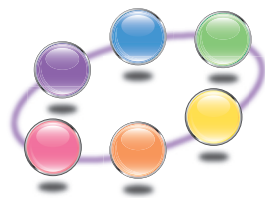
1. 室温ナノシート集積技術の高度化とセラミックス製造の革新 (名大-阪大-東工大)
2. 熱分解誘起相分離を用いた機能性セラミックス粒子の創成 (名大-東工大)
3. 多孔性ナノシート化の合成基盤確立と革新的熱電材料の創成 (名大-早大)
4. 計算科学の援用による発光機構の理解と革新的照明の創成 (名大-東工大)
5. スピン熱磁気現象による高効率熱電変換素子の創成 (名大-東北大-東工大)
6. 高品質酸化物薄膜デバイスの低温形成に向けたプラズマプロセス技術の開発 (阪大-東工大)
7. ワイドギャップ半導体の特性を引き出す高耐熱高放熱接合技術の構築 (阪大-早大)
8. 低温作動固体酸化物形燃料電池のナノ・マイクロ・マクロ高次構造制御 (阪大-名大)
9. 最新溶接・接合技術による低放射化材料異材接合技術確立と革新的核融合炉発電システム技術の創成 (阪大-東北大)
10. 低温で高活性を示すアンモニア合成触媒の開発 (東工大-名大)
11. 高難度酸化反応を可能とする金属酸化物触媒の開発 (東工大-名大)
12. 非貴金属ヒドリド種形成を鍵とした触媒の変換反応の開発 (東工大-名大)
13. ナノギャップガスセンサ (東工大-名大)
14. 特異な電子・フォノン状態を利用した革新的電子・熱機能性材料の開拓 (東工大-名大)
15. アモルファス酸化物半導体の新規応用の開拓 (東工大-阪大)
16. 計算科学に立脚した新規無機材料の設計・探索 (東工大-名大)
17. 第一原理計算に基づく新材料探索手法の開発とその応用 (東工大-阪大)
18. 半導体産業が抱える致命的課題の解決に向けた革新的半導体デバイスの創成 (東工大-名大)
19. 新規機能性窒化物電子材料の探索 (東工大-名大)
20. 酸化処理したZr-Ce-Pd-Pt系金属ガラス触媒のPM(すす)燃焼活性 (東北大-名大)
21. ZrPdPt系金属ガラスから作製した複合材の水素吸蔵性と触媒活性 (東北大-名大)
22. Pd系金属ガラスの電気化学エッチングによるナノポーラスPdの調整 (東北大-名大)
23. ZrPdPt系金属ガラスから誘導された材料の組織制御と触媒特性 (東北大-名大)
24. NiPd系金属ガラスを用いた新奇触媒開発 (東北大-名大)
25. 化学気相析出法を用いたアルミナ担持遷移金属触媒の開発 (東北大-名大)
26. 強磁性FeRh薄膜におけるスピン波伝播特性 (東北大-東工大-早大)
27. 破壊誘起アモルファス化に起因する高靱化機構を示す新規無機材料・金属材料の合成と評価 (東北大-東工大)
28. IV族系プレーナ型スケラブル熱電デバイスの開発 (早大-名大)
29. カーボン材料高性能化の研究 (早大-阪大)
30. 異種材料間低温接合技術の研究 (早大-阪大-名大)

○バイオ・医療機器材料分野

1. 深部がん血管内温熱治療用磁性微粒子の創成 (医科歯科大-東北大-阪大-東工大)
2. 可視光応答型抗菌性・骨結合性チタンの創成 (医科歯科大-東北大-名大)
3. 水酸アパタイトの骨結合機構の解明 (医科歯科大-東北大)
4. 超高靱性人工骨の開発 (医科歯科大-阪大)
5. リン酸カルシウム系バイオイメージングプローブの創製 (医科歯科大-名大)
6. 気流制御と深紫外線LEDの融合技術による省エネルギー・ウイルス高不活化エアカーテン装置の創出 (名大-早大)
7. 光触媒科学の基盤確立と革新的ウイルス不活化コーティングの創成 (名大-阪大-東工大)
8. 抗菌・ウイルス不活化作用を有する銅のコーティングと表面構造制御 (阪大-医科歯科大-東工大)
9. 高機能性セラミック人工歯材の光造形アディティブ・マニファクチャリング (阪大-東北大-医科歯科大-名大)
10. 金属ガラスの温間インプリント加工に関する数値解析と実験検証 (阪大-東北大)
11. ナノチタン酸化物の高次構造・集積制御 (阪大-医科歯科大-東北大)
12. 生体用途を指向したチタン合金とステンレス鋼の異材摩擦接合 (阪大-東北大-医科歯科大)
13. インプラント表面のマテリアルデザイン-生体活性と抗菌性の両立- (東工大-東北大-阪大-医科歯科大)
14. 運動機能・咀嚼機能再建に向けた治療促進性複合材料の創成 (東工大-医科歯科大)
15. 血管治療機器用AuCuAl生体用形状記憶合金の開発 (東工大-医科歯科大-東北大-阪大)
16. 生体用Ti-Nb系合金の力学的生体適合性に及ぼす酸素の影響 (東北大-阪大-名大)
17. Cr添加生体用低弾性率Ti-Nb合金の開発 (東北大-阪大-名大)
18. ポリマー表面の親水化ならびにタンパク質吸着能評価 (東北大-名大)
19. PEEK樹脂への新しいHAコーティング法の開発 (東北大-名大)
20. Ti基金属ガラスの表面改質と生体材料応用 (東北大-東工大)
21. 電子ビーム積層造形で作成されたCo-Cr-Mo合金の耐食性に関する研究 (東北大-医科歯科大)
22. 可視光応答型酸化チタンの開発および医療応用 (東北大-医科歯科大)
23. マイクロ加工表面を用いた培養神経回路の構造機能制御 (東北大-早大)
24. 基板表面加工・改質を用いた神経細胞回路の構築と数理解析 (東北大-早大)
25. Co-Cr-Mo合金の電子ビーム積層造形と生体活性化表面処理 (東北大-医科歯科大-名大)
26. 生体用途を指向したTi-6Al-4V/SUS316Lにおける異材摩擦圧接 (東北大-医科歯科大-阪大)
27. 生体用形状記憶合金の開発と機能評価 (東北大-東工大-阪大-医科歯科大)
28. 表面処理によるTi基インプラント合金の生体活性化と抗菌化 (東北大-東工大-阪大-医科歯科大)
29. セラミック人工歯の光造形アディティブ・マニファクチャリング (東北大-名大-阪大-医科歯科大)
30. 歯科用セラミック部材の精密アディティブ・マニファクチャリング (東北大-名大-阪大-医科歯科大)
31. Mg合金表面への保護層形成による生分解性速度制御 (東工大-東北大-阪大-名大-医科歯科大)
32. 基板表面加工・改質を用いた神経細胞回路の構築と数理解析 (早大-東北大)

○情報通信材料分野

1. トポロジカル量子コンピュータの実現に向けた材料・素子の開発 (東工大-早大-名大)
2. 新規酸化物リチウムイオン電解質の開発 (東工大-東北大)
3. レーザ照射による機能性複合金属材料の組織制御 (東北大-阪大)
4. 熱インプリント加工による金属ガラスの熱伝導現象 (東北大-阪大)
5. レーザを用いたNi基超々合金の単結晶化に関する基礎研究 (東北大-阪大)
6. 局所塑性化および疲労性能に及ぼす介在物特性と加工誘起マルテンサイト変態の影響 (東北大-阪大)
7. 高磁気異方性材料MnAlGeの磁気特性 (東北大-早大-東工大)
8. アニオン制御による機能性セラミックスの創成 (東北大-東工大)
9. MnBi電析膜の作製と磁気特性 (東北大-早大)
10. Mn-Bi電析膜作製検討とその磁気特性 (早大-東北大)
11. ダイヤモンドを用いた高性能・高信頼素子および同素子用基盤技術の開発 (早大-東工大-名大)
12. ワイドバンドギャップ半導体素子用高性能・高信頼誘電体膜の開発 (早大-名大-東工大)
13. ダイヤモンド超伝導を利用したAFMプローブの開発 (早大-東工大)



国際・産学連携
インヴァースイノベーション
材料創出プロジェクト
(出島プロジェクト)

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
大阪大学
[接合科学研究所]
国際・産学連携
インヴァースイノベーション
材料創出プロジェクト

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 愛知県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/ibb/>

〒567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘11-1
Tel: 06 (6879) 4370 Fax: 06 (6879) 4370
URL http://www.jwri.osaka-u.ac.jp/research/research06_3.html
Email ohara@jwri.osaka-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/>