

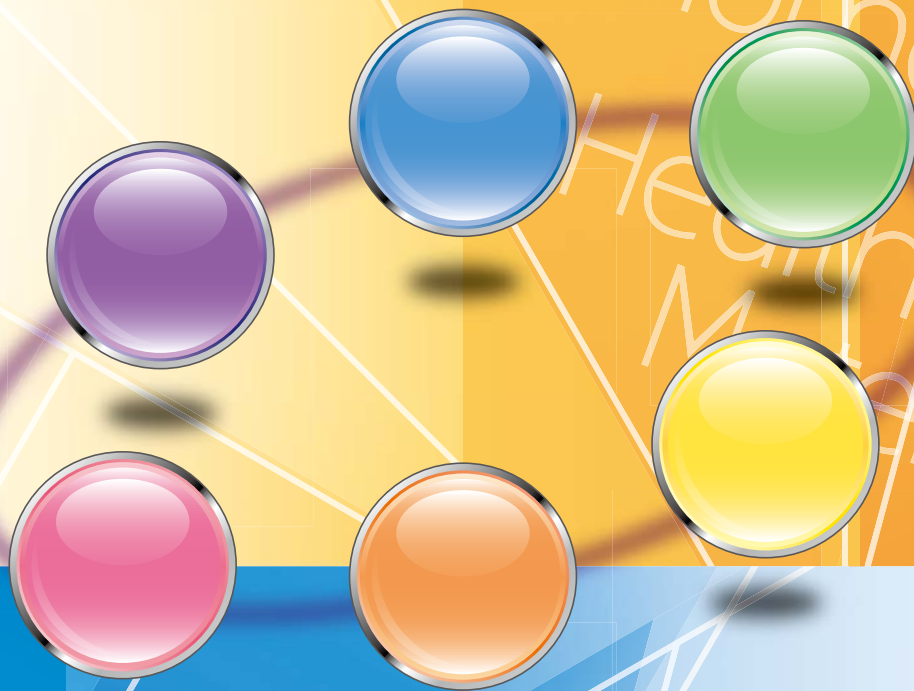
Component
Materials
and
Technology

NEWS LETTER

2017.9
Vol.2 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材料創製共同研究プロジェクト(文部科学省)



Environment
and
Sustainable
Materials

Publication contents

「6大学連携プロジェクトにおける接合科学研究所の役割」……	1
プロジェクトの成果……	2
平成29年度行事リスト……	5
国際会議などの報告……	5
受賞など……	6
平成29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材料創製
共同研究プロジェクト拠点

6大学連携プロジェクトにおける接合科学研究所の役割



大阪大学
接合科学研究所
所長 南 二三吉

平成28年度より始まった「学際・国際的高度人材育成ライフノベーションマテリアル創製共同研究プロジェクト」(以下、本プロジェクト)は、高福祉化社会の到来に備えて、人類の生活を支える「生活革新材料(ライフノベーションマテリアル)」を新社会基盤材料として提案・実用化し、その材料科学研究を通して国際交流・産学連携を推進し、高度人材育成の拠点形成を図ることを目的としています。

「ライフノベーションマテリアル」の概念は、先行プロジェクトの「金属ガラス・無機材料接合技術開発拠点プロジェクト」(平成17~21年度)および「特異構造金属・無機融合高機能材料開発共同研究プロジェクト」(平成22~27年度)で、6研究所間の連携研究成果と醸成されたコミュニティを基に創出された新概念で、接合科学研究所は新機能材料の社会実装に不可欠な新接合技術の開発を推進してまいりました。

本プロジェクトにおいて接合科学研究所は、東北大学金属材料研究所および東京工業大学フロンティア材料研究所と連携し、素材の特性と機能を活かす接合技術の開発を通して、生活革新に繋がる新たな材料創製の基盤技術構築を担っております。これを、名古屋大学未来材料・システム研究所、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工学研究所の、環境・エネルギー、エレクトロニクス・デバイス、生体・医療の各分野の卓越学術研究と融合することにより、社会基盤を支える「生活革新材料」が具現化されます。

接合科学研究所は、「環境保全・持続可能材料分野」、「生体医療・福祉材料分野」、「要素材料・技術開発分野」の3研究分野で、25名の教員(特任も含む)が18件の研究課題を掲げて本プロジェクトに参画しております。それらは、研究所間の学際的な共同研究を意識したもので、昨年は本プロジェクトの第1回国際会議「The 1st International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development (iLIM-1)」の主幹を務め、6大学6研究所の高い研究ポテンシャルを国際社会に提示するとともに、6研究所の交流・意見交換の場を設け、学際的共同研究発足の足がかりとなりました。

本年7月には研究所組織の一部改組を行い、附属のスマートプロセス研究センターに「ライフノベーション材料プロセス学分野」を新設し、生活革新に資する新材料ならびにその加工プロセス技術を開発し、先進プロセス科学の観点から高福祉サステナブル社会の実現に挑むこととしました。この分野は本プロジェクトとは独立していますが、有機的な連携によって、プロジェクト推進に寄与できると思っております。

本研究所は、接合科学共同利用・共同研究拠点として国内の大学・中立的機関から毎年約250名の共同研究員を受け入れるとともに、平成28年度より国際共同研究員制度を立ち上げ、世界トップレベルの研究者と質の高い国際共同研究を推進しています。この世界屈指の接合科学研究所としての強みと研究者ネットワークを活かして、学際融合によるオープン・リサーチを推進し、本プロジェクトの目指す「生活革新材料」の創製と、国際社会に通じる高度人材育成に努めていく所存です。

本プロジェクトは、世界に大きなインパクトを与える躍動的な研究成果を生み出すことが期待されます。プロジェクト目標の達成に向けて、各研究機関の関係各位のご協力とご支援を何卒よろしくお願いたします。

ライフノベーションマテリアル(生活革新材料)の創成

マテリアルを起点に豊かな人間社会の創造

材料創製から システム・デバイスまで

材料創製から: ナノ構造制御技術開発に活用、ナノ結晶合成、先進タンタル合金、ランタム液体構造・非晶質金属、先進無酸材料・セラミックス、ナノ複合化触媒、ナノ複合化触媒、ソリューションプロセス、複合触媒システム

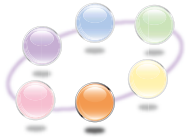
システム・デバイスまで: RCECH, Nano Porous Metal, Pd NPMs, RCEC-CSCR, ナノポーラス触媒、新機Liイオン伝導体Li導電バス含有集積構造、ウェアラブル機器、マイクロ流体デバイスを用いた三次元シークワーの3D印刷による人工血管の構築、環境・医療アプリケーション、体表面装着型バイオセンサ

安全・安心 ユビキタス ネットワーク 環境・医療アプリケーション

持続可能 快適社会 心豊かなつながり社会

暮らしやすい高QOL社会 長寿・高齢化対応社会

学術創成 ヒューマンライフマテリアル革命 異分野融合
医療費削減 人材育成 国際交流 生活環境保全



生体医療・
福祉材料
分野

東北大学
金属材料研究所

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

Co-Cr-Mo (CCM) 合金は優れた耐摩耗性、耐腐食性そして生体適合性を有し、人工関節等に应用されている。加工性に優れないという欠点があったが、電子ビーム積層造形 (Electron Beam Melting: EBM) によって、自由な形状への成形が可能となった。造形物の信頼性向上のため、造形後の熱処理による組織制御やそれによる力学特性の変化を明らかにすることは重要である。本研究では、EBM造形された試料に ϵ -hcp化熱処理と γ -fcc化逆変態熱処理を行った。その結果、それぞれの熱処理で均一化した組織を得ることができ、 γ 化逆変態熱処理では結晶粒が微細化された (図1)。各熱処理後のCCM合金の応力振幅600MPaでの疲労試験の結果、 γ 化逆変態熱処理した試料では、熱処理前に比べ10倍程度の破断サイクル数の上昇が認められた (図2)。これは、熱処理前の粗大 γ 粒内においては、繰り返し変形中のひずみ誘起マルテンサイト変態 (SIMT) により生じた ϵ 相にすべりが集中し急峻な表面起伏が形成されるのに対し、熱処理後は結晶粒が微細化されることでSIMTで形成された ϵ 相へのすべりの集中に伴う応力集中が抑制されたためと考えられる。現在は、EBM造形された試料の表面改質と組み合わせることにより、優れた信頼性と生体活性を有するCCM合金の開発を目指している。

(As-built: 造形まま, HT: ϵ 化熱処理後, RT: γ 化逆変態熱処理後)

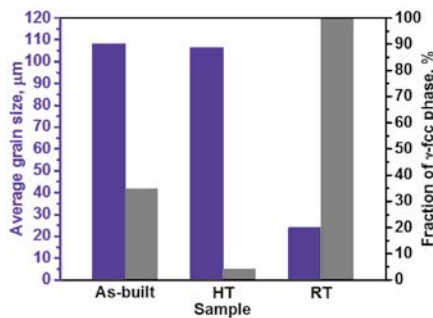


図1 熱処理前後の相分率と結晶粒径

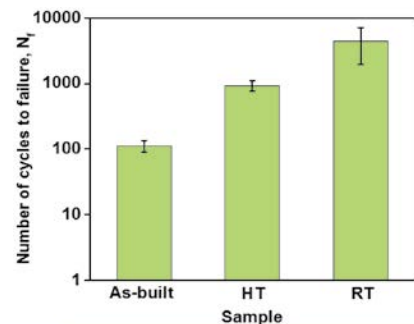
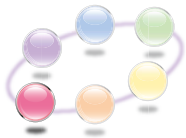


図2 熱処理による疲労特性の向上

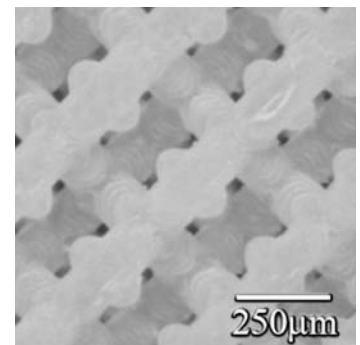


生体医療・
福祉材料
分野

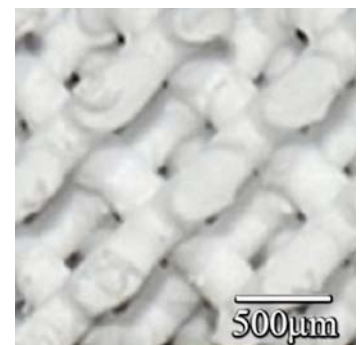
大阪大学
接合科学研究所

光造形アディティブマニュファクチャリングによる バイオセラミック製インプラント作製

ハイドロキシアパタイト (Hap) は六方晶系の構造を有し、イオン交換性能を示すためバイオインプラント素材として利用した場合には、高い生体親和性を達成できることが知られている。またベータ型リン酸三カルシウム (β -TCP) は人体内で代謝し、やがては生体骨と同化する機能を有するため、生体との理想的な親和性が実現できる素材として注目されている。大阪大学接合科学研究所の桐原教授の研究グループでは、アディティブ・マニュファクチャリングの一種である微粒子ペースト光造形法を用いて、バイオセラミックス製のマイクロ格子を幾何学的に配置し、人工骨における海綿組織を模倣したデンドライト構造を成型することで、内部の応力分布や体液循環を最適化しようと考えた。これまでに作成したバイオセラミック製の界面骨構造を図1に示す。格子点から等方的に円柱が展開する4配位構造であり、生体骨の代謝を司る破骨細胞や骨芽細胞の循環に適した幾何学パターンとして最適化されている。マイクロ格子の直径と長さの比率であるアスペクト比の分布を制御することも可能であり、気孔率の傾斜を自在に制御することも光造形法の強みである。生体骨と人工骨の自発的な接合過程においては、インプラント表面に5~10 μm 程度の閉気孔を規則的に穿ち、骨組織の成長を許容しつつ、細菌など有害な微生物の侵入を選択的に抑制する試みも進めている。

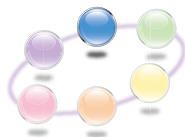


(a)



(b)

図1 光造形法により作製されたバイオセラミック製人工海綿骨
(a)ハイドロキシアパタイト構造
(b)ベータ型リン酸三カルシウム構造



生体医療・
福祉材料
分野

名古屋大学 未来材料・システム研究所

がんを見つけて破壊するナノ粒子の開発に成功

名古屋大学未来材料・システム研究所の林幸彦助教、丸橋卓磨大学院生、余語利信教授らの研究グループは、がんを見つけて破壊するナノ粒子の開発に成功しました。

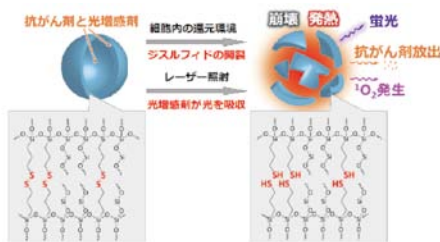


図1 開発したナノ粒子の構造と機能

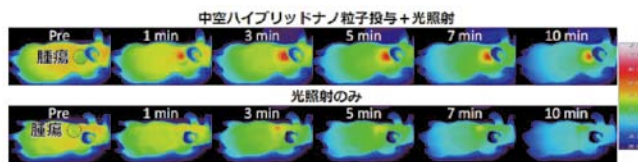


図2 レーザー照射によるマウスの患部の加熱の様子
(上段)ナノ粒子投与 (下段)ナノ粒子投与無し

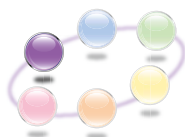
近年、ナノ粒子が腫瘍に集積しやすいという特徴を生かし、ナノ粒子を用いて腫瘍に抗がん剤を選択的に輸送し、治療効果の向上を狙う試みがなされています。本研究ではさらに、がん細胞に物理的ダメージを与えながら、抗がん剤を作用させることを可能にする多機能なナノ粒子を開発しました。

このナノ粒子は、二種類の試薬をアンモニア水に混合するだけで合成出来ます。また、中空状の粒子であり、粒子内部に光増感剤や抗がん剤を含有させることが可能となります。

光増感剤は、がん細胞を光らせ、場所を教える役割を果たします。また、がん細胞内に進入し、細胞内の物質に反応して崩壊させ、内包する抗がん剤を放出します。さらに、患部にレーザーを照射すると、ナノ粒子の崩壊が促進され、抗がん剤の放出速度が加速されるとともに、ナノ粒子が一重項酸素と熱を発生し、がん細胞を物理的に破壊します(図1)。

マウスに開発したナノ粒子を投与した場合、患部に光を照射するだけで、抗腫瘍効果が得られることを確認しました(図2)。また、この治療による短期的な副作用は見られませんでした。本研究の成果によって、がんの種類を選ばずに身体への負担が小さい治療法の開発につながる事が期待できます。

この研究成果は、平成28年10月27日付独科学誌「Advanced Functional Materials」オンライン版に掲載されました。また、本研究は、上記科学誌のinside back coverを飾りました。



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

高次構造制御されたセラミックスナノクリスタルを用いた抗菌性生体材料の開発

東京医科歯科大学生体材料工学研究所生体材料機能医学分野では、大阪大学・接合科学研究所の大原特任教授のグループと共同で高次構造制御されたチタニア(TiO₂)ナノシートの抗菌性生体材料への応用を推進しています。TiO₂の光触媒作用は様々な分野で応用されており、大気汚染の浄化や室内消臭、汚染防止、抗菌などで用いられています。この光触媒作用の強度は、TiO₂の結晶方位により異なり、大原特任教授のグループはより強度の高い結晶面を多く有する(001)面TiO₂ナノシートを安全に作製することに成功し、その優れた大気汚染の浄化効果や汚染防止効果を報告しています(図1)。

また、TiO₂はチタン製インプラント材料の表面コーティング材料としても使用されており、その優れた生体親和性が報告されています。しかしながら、この優れた親和性ゆえに細菌付着や増殖を促すことにより、バイオフィルムを形成し、周囲組織に炎症反応を惹起する可能性が懸念されます。そこで本研究では、上記TiO₂ナノシートの抗菌活性を評価する為に、大腸菌を用いて既存のTiO₂ナノ粒子と比較を行いました。UV照射したTiO₂ナノシートはTiO₂ナノ粒子と比較し、約50%の細菌の減少が認められ(図2)、優れた抗菌活性を有することを明らかにしました。

今後は、抗菌効果の作用機序を解明するとともに、様々な生体材料への応用するための至適コーティング方法の検討等を進めていく予定です。

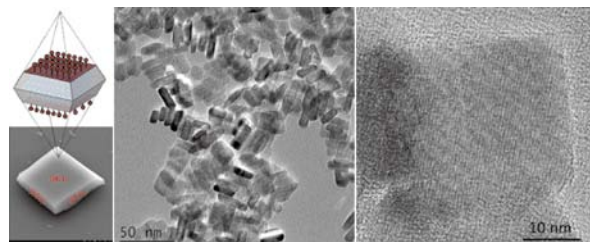


図1 チタニア(TiO₂)クリスタルの高次構造制御と(001)面TiO₂ナノシート

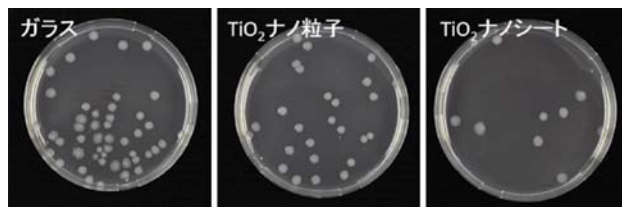
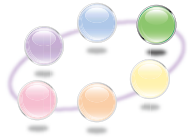


図2 寒天培養法による細菌コロニー形成の変化



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

金ナノポーラスバンプの作製と 真空紫外線による低温接合技術

早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構では、大阪大学・接合科学研究所と共同で金ナノポーラスバンプを用いた低温接合技術を開発した。金ナノポーラス構造を維持したままバンプを形成し、その後、酸素雰囲気下での真空紫外線照射 (VUV/O₃) 処理を行った。ポーラス金属の低温焼結特性を保ちながらさらに拡散を促進させることで、200°Cでの低温接合を実現した。

接合は半導体デバイスの3次元パッケージングに置ける重要な要素技術である。従来の接合技術は、高温条件で実行されていたため、熱応力や性能劣化、信頼性低下等の問題も報告された。一方、ナノポーラス金属材料は、導電性を持つ多孔質材料であるため、低温焼結特性を示す。その為、低温を求めるパッケージングに置いてはバンプ形成に適した材料であると期待されている。しかし、これまでナノポーラス材料はバンプ形成時の加熱によるポーラス構造の変性や、プロセス中の有機汚染の影響が課題となっていた。

本研究では金ナノポーラス粉末を用い、印刷法によりバンプを形成した。この際、処理温度を最適化することでポーラス構造を維持したバンプ化をすることに成功した (図1)。さらに、成形したバンプにVUV/O₃処理をすることで、ナノポーラス構造へ影響を与えずに有機汚染物を除去した。これにより、ポーラス構造同士の拡散を促進し (図2)、処理のないサンプルより2倍以上の接合強度が得られた。この研究は、将来の3次元低温低加重パッケージング技術の応用化に期待できる。

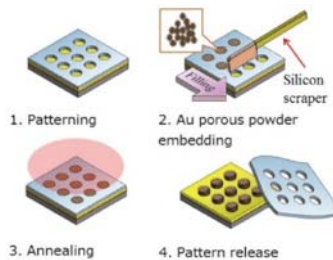


図1 金ナノポーラスバンプの成形プロセス

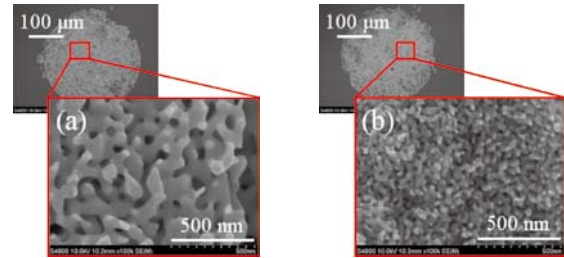
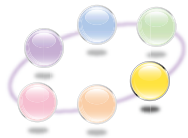


図2 接合後破断した金ナノポーラスバンプのSEM写真:

(a) VUV/O₃処理があるサンプル

(b) VUV/O₃処理がないサンプル



要素材料・
技術開発
分野

東京工業大学
フロンティア材料
研究所

K-Al₂O₃型構造強誘電体のドメイン構造観察

東京工業大学フロンティア材料研究所の伊藤教授、安井助教らは、東北大学金属材料研究所等と共同で、K-Al₂O₃型構造材料の研究開発に取り組んでいる。K-Al₂O₃型構造材料は極性構造を有するため強誘電性が期待でき、また同時にフェリ磁性を示すことから室温駆動の新規マルチフェロイック材料として着目を集めている。基本構造をMe_xFe_{2-x}O₃ (Me:Al, Ga, Fe, Sc, In) としてパルスレーザー堆積法にてエピタキシャル薄膜を作製したところ、強誘電性が発現し、自発分極は1~5 μC/cm²であることを確認した。この実験値は、第一原理計算による構造から期待される自発分極値 (~20 μC/cm²) よりも一桁程度小さい。SrTiO₃ (111) 基板上に作製したエピタキシャルGaFeO₃薄膜のX線回折 (図1 (a), (b)) より、薄膜はc軸配向しており、また基板面内方向に3回対称のドメイン構造を有することが分かった。薄膜のドメインおよび基板のエピタキシャル関係を模式図 (図1 (c)) に示す。薄膜の断面HAADF-STEM像 (図2) より、ドメイン構造はX線回折から予想される構造と同様であり、そのドメイン幅は約10nm程度であることが分かった。

一般的に見られている強誘電体のドメイン構造は数100nmから数μmであり、GaFeO₃薄膜のドメイン構造は非常に小さいことが理解できる。

極小のドメイン構造を構成することで、非常に大きな反電場が生じ、ドメイン反転を阻害することが予想される。したがって、計算から予想される分極値よりも小さい値が得られることは妥当であると考えられる。今後ドメイン構造の制御がK-Al₂O₃型構造強誘電体の物性向上に必須である。

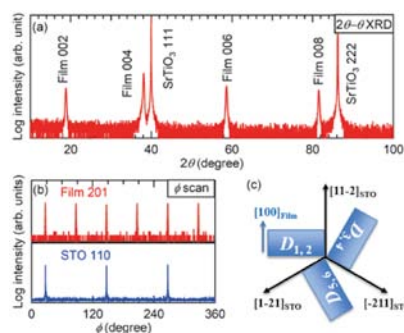


図1 GaFeO₃薄膜の (a) 2θ-θパターン、(b) φ-スキャン、(c) 薄膜のドメインと基板のエピタキシャル関係の模式図

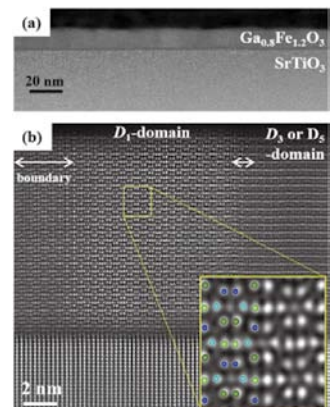


図2 (a) 断面HAADF-STEM像および (b) その拡大像。インセットはGaFeO₃の原子配列モデルを同時に示した。

2017年

- ・8月1-3日
国際会議「STAC-10」……………〈メルパルク横浜〉
- ・8月3日
第2回 細胞・動物実験講習会……………〈東北大学〉
- ・8月4-5日
国際ワークショップ
「12th International Workshop on Biomaterials
in Interface Science」……………〈仙台(ホテル華乃湯)〉
- ・9月15日
第1回 大岡山一すすかけ台合同若手研究会…〈東京工業大学〉
- ・9月25日
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〉
- ・9月27日
第2回 生体医療・福祉材料分野
研究会……………〈東京医科歯科大学〉
- ・9月29日-10月1日
国際会議「ICMaSS2017 & iLIM-2」……………〈名古屋大学〉
- ・9月30日
生体医療・福祉材料分野
第1回 代表者会議……………〈名古屋大学〉
- ・11月15-17日
第7回 次世代ものづくり基盤技術産業展
(TECH Biz EXPO)……………〈名古屋(吹上ホール)〉
- ・11月30日-12月1日
第22回 通電焼結研究会
「通電焼結プロセスによる材料研究の新展開」……………〈仙台〉

2018年

- ・1月19日
生体医療・福祉材料分野全体会議……………〈東京医科歯科大学〉
- ・3月30日
第2回 6大学連携プロジェクト
公開討論会……………〈大阪大学・中之島センター〉
- ・3月30日
生体医療・福祉材料分野
第2回 代表者会議……………〈大阪大学・中之島センター〉

会議報告

第2回細胞・動物実験講習会および国際ワークショップ

「12th International Workshop on Biomaterials in Interface Science」

2017年8月3日に、第2回細胞・動物実験講習会を東北大学金属材料研究所講堂にて開催しました。本講習会は、生体・医療福祉材料分野における実験の基礎や研究事例を学ぶことを通じた人材育成と連携強化を目的とするもので、今回は東北大学にて企画・開催しました。講師に、東北大学大学院医工学研究科の沼山恵子先生および東北大学大学院歯学研究科の庭野吉己先生を迎え、30名の参加者が、理工系出身者に対する医工連携教育の実施例や、研究開発した殺菌装置の薬事申請までの道のり等について学びました。講習会および意見交換会では、専門分野や学生・教員間の垣根を越えた活発な議論が行われました。

続く2017年8月4-5日は仙台市内のホテルに会場を移し、二日間にわたる国際ワークショップ「12th International Workshop on Biomaterials in Interface Science」を開催しました。本ワークショップは、生物-非生物間の現象解明を通してインプラントや人工骨などの生体材料研究の発展を目的とし、これまで東北大学の金属材料研究所、歯学研究科および医工学研究科が連携して開催してきました(ICC-IMR協賛)。12回目となる今年度は、ライフイノベーションマテリアルプロジェクト生体・医療福祉材料分野の行事として、東京医科歯科大の塙隆夫先生による招待講演をはじめ六大学研究所から多数の参加者を得て、参加者数は国内外総勢80名を超えました。海外からの招待講演を含めた28件の講演を通して学際的な意見交換が行われ、国際交流や人材育成の場としても有意義な機会となりました。



図1 第2回細胞・動物実験講習会での沼山恵子先生(左上図)と庭野吉己先生(右上図)の講演の様子と集合写真(下図)



図2 12th International Workshop on Biomaterials in Interface Scienceの様子(上図)と集合写真(下図)

- ・アジア太平洋物理学会連合C.N.Yang賞
東京工業大学 笹川 崇 男 (平成28年12月)
- ・公益社団法人日本金属学会 功績賞
東京工業大学 大場 史 康 (平成29年3月)

- ・科学技術分野の文部科学大臣表彰
科学技術賞 (研究部門)
名古屋大学 楠 美智子 (平成29年4月)

○環境保全・持続可能材料分野

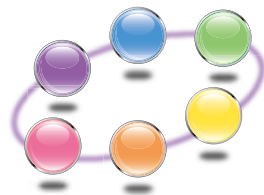
1. Pd系金属ガラスの電気化学エッチングによる
ナノポーラスPdの調整
(名大ー東北大)
2. ZrPdPt系金属ガラスから誘導された材料の
組織制御と触媒特性
(名大ー東北大)
3. NiPd系金属ガラスを用いた新奇触媒開発
(名大ー東北大)
4. CVDによりナノ粒子を高分散担持した
高活性触媒の開発
(名大ー東北大ー(企業))
5. 特徴的な電子構造により創発する
革新的電子機能の開拓
(東工大ー名大ー早大)
6. 2,5-フランジカルボン酸合成に有効な
非貴金属触媒系の開発
(東工大ー名大ー東北大)
7. 計算科学に立脚した高機能・高環境調和性材料の
設計・探索
(東工大ー名大)
8. 欠陥制御による新規アモルファス酸化物半導体の
開発
(東工大ー阪大ー早大)
9. 強磁性FeRh薄膜におけるスピン波伝播特性
(東工大ー東北大ー早大)
10. 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)

○生体医療・福祉材料分野

1. 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
(医科歯科大ー東北大)
2. セラミックスナノクリスタルの高次構造制御の試みと
抗菌活性評価
(医科歯科大ー阪大)
3. 表面微細構造形成による高度生体材料創製
(阪大ー(岡山大)ー名大ー医科歯科大)
4. 生体用形状記憶合金の開発と機能評価
(東工大ー東北大ー阪大ー医科歯科大)
5. 原子・ナノレベル構造制御した革新バイオマテリアル
(東工大ー名大ー東北大ー阪大ー医科歯科大)
6. 微小試験片による生体材料の破壊挙動評価
(東工大ー医科歯科大)
7. 遺伝子デリバリーへの応用を目指したナノ粒子の開発
(名大ー医科歯科大)
8. 生体用TNTZ合金の高酸素添加による
高強度・高延性化メカニズムの解明
(東北大ー阪大ー名大)
9. 生体用β型Ti-Nb-O合金のマイクロ構造と力学機能
(東北大ー阪大ー名大)
10. PEEK樹脂への新しいHAコーティング法の開発
(東北大ー名大)

○要素材料・技術開発分野

1. アモルファス酸化物半導体の緻密化と
そのトランジスタ特性
(東工大ー阪大ー早大)
2. 新奇非鉛強誘電体ペロブスカイト薄膜の開発
(東工大ー名大)
3. 高配向CNTs上への電析と選択溶解を用いた
Au-Agナノポーラス構造の電極形成検討
(早大ー阪大ー名大)
4. 異種材料間低温接合技術の研究
(早大ー阪大)
5. カーボン材料高性能化の研究
(早大ー阪大)
6. 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
(早大ー名大)
7. 高磁気異方性材料MnAlGeの磁気特性に及ぼす
Cr置換効果
(東北大ー早大ー東工大)
8. Mn-Bi電析膜の作製と磁気特性
(東北大ー早大)
9. Ni基耐熱合金の組織制御および製造・加工に関する
レーザープロセッシング技術の構築
(東北大ー阪大)
10. カーボンナノチューブを介したSiC接合技術の構築
(阪大ー名大)



学際・国際的高度人材育成
ライフ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
大阪大学
[接合科学研究所]

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/i-mde/www/>

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