

ニュース90号

2011.11 発行

公益財団法人 岡山工学会編
〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1
Tel,Fax:086-255-8311
E-mail: ofst@cc.okayama-u.ac.jp
URL: <http://www1a.biglobe.ne.jp/ofst/>

代表理事挨拶

拝啓、時下ますますご清祥のこととお喜び申し上げます。

さて、ご承知のごとく行政改革の一環として平成 20 年 12 月 1 日に 2 つの法律が施行されました。一つは一般社団法人及び一般財団法人に関する法律、いま一つは公益社団法人及び公益財団法人の認定等に関する法律です。

前者（一般法人）は、登記のみによって法人格を取得できるように簡略化されました。一方、後者（公益法人）は税制上の優遇措置を受けることができますが、公益性の厳格な遵守を定めた定款について認定を受けなければなりません。また認定後も、毎年法令遵守について報告、立入検査などの監督を受けることとなります。

新法人制度への移行は、法律施行から 5 年間、すなわち平成 25 年 11 月 30 日までに進める必要があります。（財）岡山工学会では公益財団法人としての認定を受けるべく、法律施行以前から準備に入りましたが、情報収集をはじめ、膨大かつ詳細な定款・規定等の整備に時間を要し、法律の施行から 2 年余りを経た本年 1 月ようやく認可申請するに至りました。その後、若干の追加補足説明、一部修正等を経て、平成 23 年 10 月 19 日付けで岡山県知事から（財）岡山工学会に公益財団法人としての認定書が交付されました。

上記のように、（財）岡山工学会は新公益財団法人としての認可を目指してきましたので、平成 23 年度の事業計画・予算等は新法人移行を見越して新しい定款に沿う内容となっています。新公益財団法人における公益事業は、「不特定多数の者の利益」の増進を「公正」に進め、その内容・成果の「公開性」を高めることなど、従来より色々な面で厳しい運営を求められています。

厳しい制約条件ではありますが、時代の変化を先見性的に見越した貢献が必須となっています。急がず、しかし少しずつでも着実に進めてまいりたいと考えており、次年度に向けて各常務理事には担当事項についての具体的計画策定をお願いしています。

皆様には当財団の事業推進にいっそうのご理解と従前に変わらぬご協力を切にお願い申し上げます。代表理事挨拶といたします。

公益財団法人 岡山工学会
代表理事 小西 忠孝

アンビエントナノテクノロジーによる材料と生体組織結合性の制御

岡山大学大学院自然科学研究科 機能分子化学専攻 教授 尾坂 明義

1. はじめに

機能不全に陥った臓器の機能回復は、老若男女をとわず社会生活を質の改善に最も重要な課題の一つである。我々の生体組織には自己修復能力は備わっているが、それを越える組織欠損に対しては、生体組織移植（自家・他家）や人工組織でその欠損を補い組織機能を回復しなければならない。しかし、生体移植については、自家・他家移植ともそれぞれに問題を抱えており、人工臓器・人工生体組織材料開発の重要性・必要性は増すことはあっても減じることはない。

そこで、本研究では、Ti-O と Si-O 結合を基本構成要素とし、組織再生・再建に資する各種の生体材料・デバイスの開発を目的として、新規の人工生体材料を作成する。生体に倣い、できるだけ常温・常圧に近い条件を探索する。それらの組織適合性について、細胞培養等実験室レベル (in vitro), および家兎・ラット等小動物を用いた動物実験レベル (in vivo) での試験から、総合的に評価する。

2. 硬組織（骨、歯）材料

人工の材料はその種類を問わず硬組織（骨、歯など）・軟組織（皮膚、内蔵組織、神経系など）共に化学的には結合しない。したがって、多くの場合、何らかの物理・化学的方法で組織との結合性を確保する必要がある。硬組織代替材料については、純チタンインプラント材料に関して、硬組織と材料とが直接結合する3種の手法を開発している。一つは、過酸化水素水処理と中温 (~500°C) 加熱処理の組み合わせ (CH 型)、電気化学的陽極酸化とカルシウムイオンの電着処理 (E-Ca 型)、そして、微細空隙加工と中温加熱処理の組み合わせである。

始めのCH型は、処理後は図1aのようなアナターゼ（酸化チタンの結晶型の一つ）の超微細網目構造が生成している。この層は体内環境下（小久保の擬似体液: SBF）で旺盛なアパタイトの自発的析出を誘起するので、骨結合性であることを示唆する。そこで、骨ピン型のインプラントを用意し、家兎頸骨に直交するよう埋入し、押し出しテストで固定力を測定した。その結果、図1bのように、~4週までの初期接着強度の飛躍的増大を確認している。

E-Ca型処理は、希薄硝酸カルシウム溶液中で、+9.5 V vs. Ag/AgCl で1時間と-2Vで1時間の電気化学的に処理する組み合わせである。陽極分極処理で生成した酸化チタン層は約40μmの厚さであるが、X-線回折では同定できていない。この層では不思議なことにアパタイトの自発析出は観察されない。しかし、陰極分極でカルシウムイオンをCa(OH)₂として保持させた試料は、8時間以

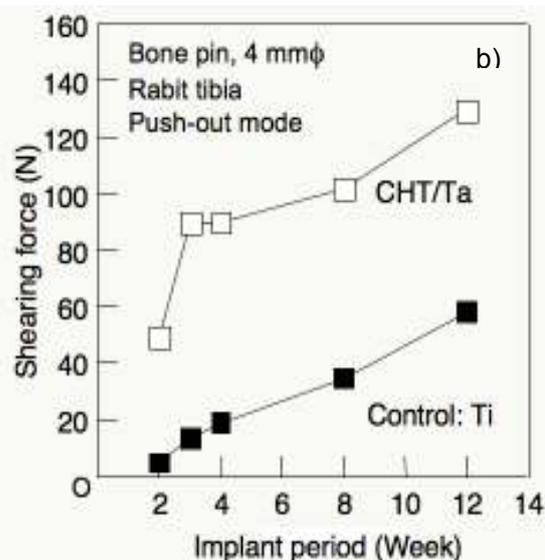
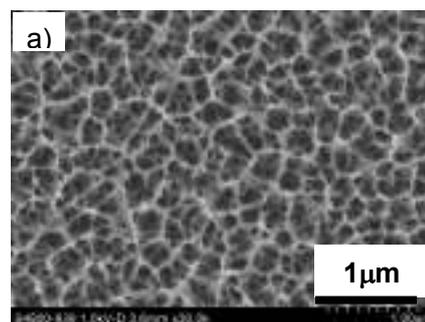


図1 a) CHT (3% H_2O_2 , 500°C 1h) 処理純チタン基板の表面。b) CHT 処理ピンと未処理ピンの家兎頸骨に埋入したときの押し抜き

内に SBF 中でアパタイトを自発的に析出し、骨結合性である。

最後の技法は、GRAPE® Technology として、県内企業との共同研究開発に掛っており、国際会議で注目技術のひとつに採用されている。研究のきっかけになったのは、本来アパタイトを析出する活性のない空気酸化純チタン表面に、狭小な空間を用意するとアパタイト析出活性が観察されたことである。この現象は、図3の様に、純チタンに施した微小溝でも再現できる。灰色の半球状析出物は、微小部 X-線回折でアパタイトと確認している。しかし、人工大腿骨材料として医療現場から最も要求の強い Ti-6Al4V 合金に対しては主として Al からの妨害効果で、これらは適用できないことも明らかになっており、この点の克服が重要課題の一つである。以上、既存の技術の改良と、それらの組み合わせで、できるだけ早期にかつ患者の負担を軽減する骨代替材料の開発を進める。

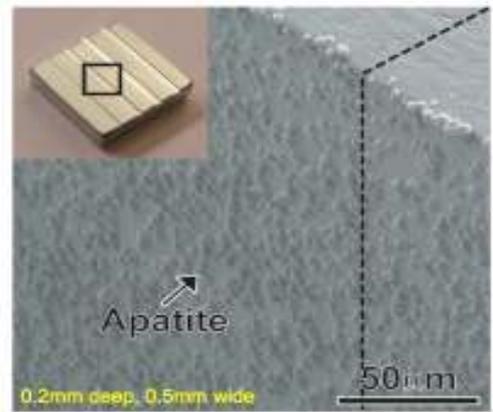


図2 純チタンブロックで確かめた GRAPE®技術の有効性。溝：深さ0.2mm,

3. 血液適合性に優れたセラミックス系吸着剤の開発

現在の透析では多孔性中空系を用いた濾過型のもので、分子の大きさで生体物質を取捨している。本研究では、ある物質についてのみ特異的に親和性をもち、かつ血液適合性に優れた（血栓をつくらない：抗血栓性）材料を開発し、吸着型人工肝臓や人工腎臓への応用を目指している。

ゾル-ゲル法で水溶液系から作成した酸化チタン (TiO₂) は、抗血栓性に優れる。図3は、焼成温度と血栓形成までの時間 (PTT) との関係を示す。PTT が“Blank” (本来の血漿の値) とほぼ等しいことは、酸化チタン粒子が血栓性に優れることを意味する。また、この粒子はアルブミンを僅かに吸着するものの、特定の病因物質 (ビリルビン等) を特異的に吸着する。

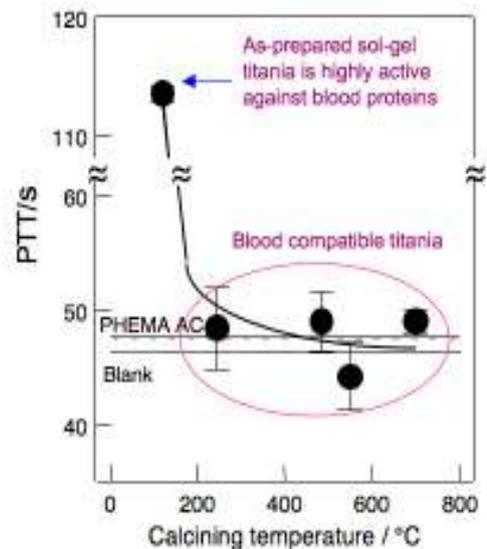


図3 ゼル-ゲル酸化チタンの血液適合性。200°C 以上で焼成すると優れた抗血栓性を示す。

他方、水酸アパタイト結晶格子は各構成イオンの格子位置に第3成分イオンを部分的に置換して、アパタイト粒子の特性を修飾可能である (格子チューニング)。

そこで、Zn²⁺イオンや、炭酸イオン並びにオルトケイ酸塩イオン (SiO₄⁴⁻) を置換したアパタイト微粒子を作成し、その格子構造を固体 NMR 分光の手法で解明し、アルブミン等のタンパク質ある

いはビリルビン等病因物質の吸着挙動との関連を明らかにしている。炭酸イオン置換アパタイトは複雑な NMR スペクトルを与え、炭酸イオンの化学的環境は数種に及ぶことなどを明らかにしているが、

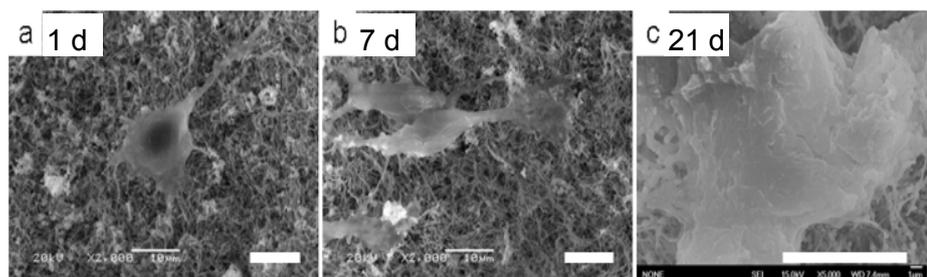


図4 コラーゲンを鋳型に作成したシリカナノチューブマット上での骨芽細胞の盛んな増殖の状態。培養期間: 1 ~27 d.

その詳細を追究する。また、ゾルゲル法シリカ(SiO₂)ゲル球にアパタイト層を被膜し、アルブミン等タンパク質吸着挙動を解析している。

最近では、コラーゲン繊維を鋳型として SiO₂ ナノチューブ(NT)や TiO₂ NT を作成している。図4に示す様に、マット(不敷布)状成形体上では MC3T3-E1 骨芽細胞の良好な増殖を示し、骨成長因子タンパク質(BMP)の吸着・徐放特性を調べた成果は、J Mat Chem の「ホット論文」に採用された。

4. 細胞保持型組織再建, 人工臓器・バイオリアクター足場材料

組織再建用の足場材料(scaffold)には、生分解性と残留型の2グループがあり、前者は特にハイブリッド型人工臓器あるいはバイオリアクター用足場として有用である。本研究では、各種の有機-無機ハイブリッド系を提案する。ジメチルシロキサン-SiO₂ または -TiO₂ 系多孔質足場材料は、HepG2 肝臓細胞等線維芽細胞をよく増殖・保持するため、人工肝臓やバイオリアクターとしての応用を進めている。また、ゼラチン-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン(GPSM)系ハイブリッド多孔体は、ラットの脳組織の増殖に有効であることを明らかにしている。最近、キトサン-GPSM系ハイブリッド多孔体が、ラットの坐骨神経の修復にも有効であることを示している。

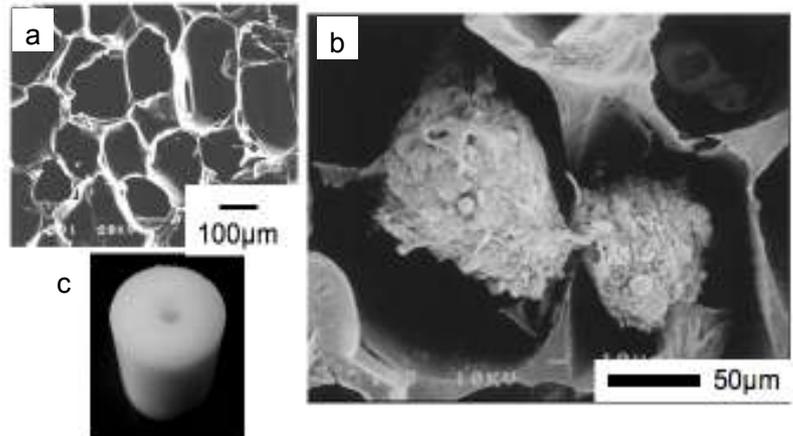


図5 ジメチルシロキサン-SiO₂ (Ormosil) 系ハイブリッド多孔質体の a) 多孔構造と, b) 孔内に増殖して球状となった HepG2 肝臓ガン細胞。c) は、バイオリアクター設置のシリンダー状プロ

5. 微小骨欠損領域修復用配向成長結晶集積層

水溶性を極めて精巧に制御したケイ酸塩系ガラス(組成例: 10Na₂O・36CaO・54SiO₂ (mol%))を pH8~9 のリン酸塩溶液に浸漬して、アパタイトナノ針状結晶をその c-軸(六角柱型結晶の高さ)方向に一様に配向成長させた、自己集積層を作成している(図6)。また、低融点酸化物粒子堆積層をチタン基板上で中温加熱・常温水処理し、優れた骨芽細胞増殖性の TiO₂ ナノ柱状自己集積型結晶層を作成している。これらの実際の医療応用を検討する。

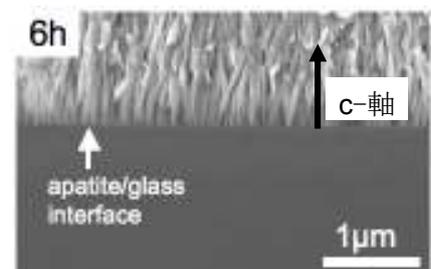


図6 本文 36-54 ガラスに c-軸配向成長したアパタイトナノロッド集積層。80°C の 0.01M Na₂HPO₄ 溶液(pH8.5)に 6h 浸漬。黒矢印: c-軸方向。白矢印: ガラスと結晶相の境。

6. 終わりに

既存のシーズを上手に生かして、内山勇三賞の名に恥じない、医療現場で用いられる材料に仕上げていきたい。

「平成 23 年度特別研究(内山勇三科学技術賞)受賞者」

1. 学術研究集会学術講演会の助成

平成23年度の学術研究集会・学術講演会の助成（第3回分）の申請件数は2件でした。この分野の選考は、研究助成選考委員会、選考委員会（委員長 選考委員会委員長 安井昭夫（社）山陽技術振興会会長）により行われ、下表のとおり決定いたしました。

研究集会名称	主催団体	世話人
2012年 電子情報通信学会 総合大会	電子情報通信学会	岡山大学 富里 繁
日本農薬学会第37回大会	日本農薬学会第37回大会実行 委員会	岡山大学 中島 修平

2. 学術研究集会等のお知らせ

- ☆ 名称 **日本生産管理学会中国・四国支部 支部研究会**
 主催 日本生産管理学会中国・四国支部
 内容 支部研究会として、「生産およびサービス業効率化」というタイトルで、生産管理に精通したコンサルタントおよび大学関係者を呼び、講演を依頼する。
 日時 平成23年11月19日（土）
 場所 岡山大学自然科学研究科棟 第2講義室
 問合せ先 岡山市北区津島中3-1-1 〒700-8530 電話 (086) 251-8224
 岡山大学大学院自然科学研究科産業創生工学専攻 大久保 寛基
- ☆ 名称 **第28回日韓国際セラミックスセミナー実行委員会**
 主催 第28回日韓国際セラミックスセミナー
 内容 セラミックス関連材料の科学、技術、及び工学の発展に寄与するため、日韓両国のみならず東アジアを始めとする諸国からの参加を呼びかけ、伝統的な窯業技術を始め、新しい時代を開くセラミックスの科学技術について討論する。
 日時 平成23年11月23日（水）～12月26日（土）
 場所 岡山コンベンションセンター
 問合せ先 岡山市北区津島中3-1-1 〒700-8530 電話 (086) 251-8212
 岡山大学大学院自然科学研究科機能分子化学専攻 尾坂 明義
- ☆ 名称 **第20回計測自動制御学会中国支部学術講演会**
 主催 計測自動制御学会中国支部、岡山大学（共催）
 内容 計測工学や制御工学の分野で日本最大の学会の中国支部が開催する年1回の学術講演会であり、主に中国地区の研究者による最新の研究成果に関して研究発表を行う。
 日時 平成23年11月26日（土）～11月27日（日）
 場所 岡山大学津島キャンパス（工学部1号館）
 問合せ先 岡山市北区津島中3-1-1 〒700-8530 電話 (086) 251-8022
 岡山大学大学院自然科学研究科産業創生工学専攻 五福 明夫
- ☆ 名称 **自然エネルギー利用の実際と原子力発電の基礎を知る**
 主催 自然エネルギー利用の実際と原子力発電の基礎を知る
 内容 自然エネルギー利用の実際と、相対する原子力発電の科学的、工学的基礎の講演を行う。講師は実践者の徳島県上勝町と原子炉の研究者である。これらのエネルギー供給の利点、欠点についてパネル討論会も行い、今後の自然エネルギー利用への方向性を高める。

日時 平成23年11月26日(土)
場所 岡山理科大学 25号館
問合先 岡山市北区理大町 1-1 〒700-0005 電話 (086) 256-9404
岡山理科大学理学部基礎理学科 若村 国夫

☆ 名称 **第18回 日本FES研究会学術講演会**

主催 日本FES研究会

内容 日本FES研究会は、機能的電気刺激（Functional Electrical Stimulation：FES）を軸に、さまざまな電気刺激治療に関する基礎的・臨床的研究の成果集約の場として、活動を展開しています。工学系、医学系の研究者を初め、体育学や生体医工学等の研究者、医師、リハビリテーション関連職種等の参加を得て、年1回の学術講演会を開催しています。

日時 平成23年12月3日(土)

場所 岡山理科大学

問合先 岡山市北区理大町 1-1 〒700-0005 電話 (086) 256-9404
岡山理科大学工学部知能機械工学科 山本 敏泰

《事務局よりお知らせ》

学術研究集会、学術講演会への助成について

第4回（1月～3月開催） 11月18日（金）申請締切り

※ 平成24年度公募要項は財団ニュース3月号に掲載します。

《ほっと交流会》

「岡振サロン」では毎月第2金曜日に色々な方に「ほっとな話題」を提供していただき、気軽に意見を交わす「ほっと交流会」を開催しています。お気軽にご参加下さい。

○場所：岡山大学新技術研究センター1F、

参加費（軽食付）：賛助会員：800円、非会員：1,000円

公益財団法人岡山工学会振興会について

財団法人岡山工学会振興会は、岡山県下における理工学に関する研究を振興するとともに、大学と産業界との連携を図ることによって、学術及び技術開発の進展に寄与することを目的として、平成元年2月に設立されました。2008年12月に施行された公益法人認定法に基づき、本財団は公益法人（新制度上の）への移行認定を申請し、平成23年10月19日付の認定通知により岡山県知事より公益財団法人としての認定を受け、2011年11月1日に公益財団法人岡山工学会振興会として生まれ変わりました。本財団では、公益目的事業として

- (1) 岡山県内における理工学に関する学術研究の助成事業
- (2) 国外で開催される国際研究集会等派遣の助成事業
- (3) 岡山県内で開催される学術研究集会及び学術講演会の助成事業
- (4) 岡山県内における理工学に関する産学官連携研究会の助成事業
- (5) 岡山県内における理工学に関する学術交流推進事業の助成

を掲げています。公益財団法人では、文字通り公益性が従来にも増して重要視されますので、下記の学術研究助成事業に申請される方、賛助会会員の皆様には、ご協力よろしくお願いいたします。

学術研究助成事業について

本事業での助成は、大学と産業界の連携を図りつつ、岡山県内における理工学に関する学術ならびに先端技術の向上を目指した研究を助成し、その振興を図ることにより、岡山県における科学技術社会の発展に寄与することを目的としています。

研究助成の種目としては、「内山勇三科学技術賞」（特別研究）と「岡山工学会科学技術賞」として一般研究と奨励研究を設けています。この内、「内山勇三科学技術賞」は、平成元年に内山工業株式会社元会長故内山勇三氏の寄附金で設けたもので、特色ある先導的成果を挙げている研究者が、それを特許取得または実用化が展望できる内容に発展させることを目指した、先端技術に関する研究を対象としたもので、毎年2件程度で各200万円を助成しています。また、一般研究は、特色ある研究を格段に発展させるための助成であり毎年3件程度、奨励研究は37才以下の若手を対象としたものの4件程度の助成を行っています。

これらの研究成果については会報に報告していただいておりますが、特筆される研究につきましては、贈呈式のおりに合わせてご講演をお願いしております。

また、そのほか国際研究集会派遣の助成を毎年12-3件程度、学術研究集会、学術講演会に対する助成を15件程度行っています。

以上の各助成に対する審査については、岡山工学会内には設置している研究助成選考委員会が外部選考委員の評価を参考にしながら厳正な審査を行い決定しています。

以上のように、岡山県内研究者の学術研究助成による支援により、岡山県における科学技術と産業の一層の発展に寄与できることを願っています。

岡山工学会振興会賛助会について

賛助会は、岡山工学会振興会（以下振興会）の活動に積極的にかかわり、協力しようとされる方の組織です。賛助会員の協力と活動を通じて、振興会の活動をいっそう潤滑に、緻密にしようとするものです。

振興会の理念は基本的には岡山県民に対して公平であることですが、専門的な研究会をこの賛助会の会員向けに開催し、技術的な最新情報、社会的情報などを提供します。また、サロンのな会合、「ほっと交流会」で、専門的な話題を門外漢向けに易しく説明する、くだけた、しかし神髄を突いた話題提供などを行っています。

会員は、振興会からの一般向け情報がいち早く得られるとともに、振興会主催の研究会には無料で参加できます。