

活動紹介

ベンチャー・ビジネス支援プログラム

医療用金属材料を高性能化するプラズマ簡易処理ビジネスの技術的検証

ここでは、平成26～27年度大分大学ベンチャー・ビジネス支援プログラムにより推進された表題プロジェクトの概要と研究成果を紹介します。

工学部電気電子工学科 助教 市來 龍大



1. 医療用チタンのプラズマ表面改質

我々の専門はプラズマ科学です。「プラズマ」とは、電子やイオンといった荷電粒子が集まってガス状になったものです。プラズマ中では、自由電子が周りの分子に衝突して解離を起こし、解離した分子が他の分子と結合し、といった具合に気相中で化学反応が起きます。プラズマ化学反応は多くの産業で利用されており、超LSIなど半導体デバイスの作製から空気・水の浄化まで幅広い応用例があります。

そのプラズマ化学反応を用い、医療用チタンを表面改質し生体適合性を向上させる研究が世界中で行われています。具体的にはプラズマ窒化という表面改質により、チタン表面を窒化物に変化させます。しかし従来のプラズマ技術は極めて大がかりな真空設備を必要とするため、表面処理専門の企業でなければプラズマ窒化は不可能でした。そこで我々は、大分大学独自のプラズマ技術に応用し、真空設備を一切必要としない「大気圧プラズマ」により医療用チタンを窒化し、極めて簡易に生体適合性を向上させる技術の研究を始めました。これが実現すれば、プラズマ窒化装置の医療現場への導入などが期待されます。

2. 大気圧プラズマジェット窒化法

図1は我々が開発した金属窒化用大気圧プラズマジェットの写真です。高電圧パルスにより窒素ガスを電離してプラズマ状態にし、化学的活性種を多く含むアフターグロー（プラズマの残り香）を噴射して金属表面に吹き付けています。全てが大気圧下で行われるため、真空装置や密閉容器は必要ありません。このとき、動作ガスである窒素ガスに水素ガスを少しだけ混ぜるのが本技術のポイントです。

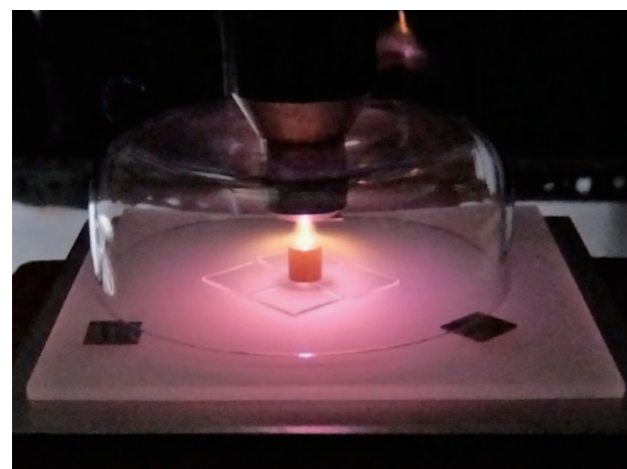


図1 大気圧プラズマを吹き付ける！

ここで水素は様々な役割を果たしていることが研究によって分かりつつあります。

このプラズマジェットを医療用チタン表面に照射し窒化を試みました。チタンへの窒素拡散を促すため試料を1000℃近くまで昇温する必要がありますが、プラズマが持つ熱エネルギーでは足りないことが分かりました。このため、図2に示すように昇温用の電気炉をプラズマジェットと併用できる装置を作製しました。これにより、大気圧プラズマによるチタン表面の窒化に成功しました。プラズマ照射後は、図3のようにチタン表面の色が窒化物由来の黄金色に変わります。

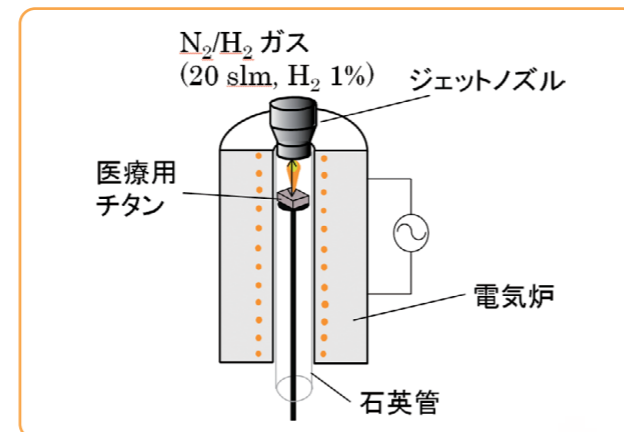


図2 チタンを熱しながらプラズマを当てる

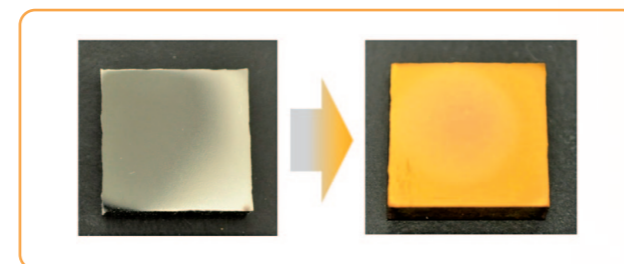


図3 チタン表面が窒化物に変化

3. 生体適合性向上の調査

この大気圧プラズマ窒化によって、医療用チタンの生体適合性が向上できることを確かめる必要があります。ここではチタンと硬組織（骨）との親和性の調査結果を報告します。ヒトの体液と同様の成分を含む擬似体液にチタン試料を浸け、雰囲気ヒトの体温と同じ37℃に保ったまま数日間浸け置きします。図4は作業風景です。すると、擬似体液



図4 生体適合性調査の様子

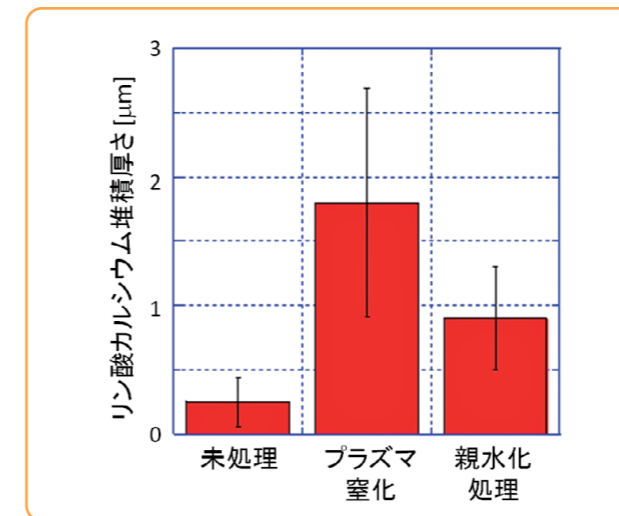


図5 リン酸カルシウム堆積厚さの比較

の成分中からリン酸カルシウムという骨に関係する成分がチタン表面に堆積します。その堆積速度および密着性により、骨との親和性を評価します。

図5はそれぞれのチタン試料を10日間浸漬した後のリン酸カルシウム堆積層の厚さです。大気圧プラズマ窒化したチタンへの堆積厚さが未処理のチタンよりもかなり大きいことが分かります。ところでプラズマ照射により材料表面の親水性（水の乗りやすさ）が向上しますが、これも硬組織適合性向上の要因である可能性があります。しかし図5の結果は、親水性の向上よりも窒化物の存在の方が堆積の促進効果が強いことを示しています。大気圧プラズマ窒化が、医療用チタンに対し有効であることが初めて示されました。

4. おわりに

このプロジェクトは、電気電子工学の一分野であるプラズマ工学を医療技術に応用する領域横断型研究です。ですから教員にとっても学生にとっても新たに学ぶことや発見が多く、毎日が新鮮です。この技術の実用化を目指し、学内の先生方からご協力やご助言を頂きながら研究を続けています。

大分大学工学部電気電子工学科
放電プラズマ研究室

<http://elecls.cc.oita-u.ac.jp/plasma/>
「大分大学 プラズマ」で検索！

