

酸素

炭素



炭素ドーパ酸化チタン

チタン / チタン合金

フレッシュグリーン処理技術のイメージ図

チタンを超えた新しいチタンを生む技術フレッシュグリーン  
——優れた耐久性と高い光触媒活性の両立を実現——

- 今以上に強いチタンを実現する技術
- 薬品からチタンを守る力も向上させる優れた技術
- 多くの分野での活用を目指して
- ひとこと 知的財産センター 技術移転グループ 上席研究員 田中 伸幸

# 今以上に強いチタンを実現する技術

現在、私たちの身のまわりでは、チタンを用いた材料が様々なところで使われています。その適用範囲は、火力発電所や原子力発電所の部材、航空機や人工衛星の部材、自動車のエンジン、ブレーキ部材などの産業用途から、ゴルフクラブなどのレジャー用品、キッチンウェアなどの日用品や人工関節などの生体材料に至るまで多岐にわたります。チタンが広く使われる理由としては、強くて軽量であることに加えて、薬品に侵されにくい、生体に馴染みやすいことなどが挙げられます。しかし、その反面、熱が伝わりにくい、傷がつきやすいなどの欠点も有しています。

電力中央研究所では、チタンの長所を生かしながら短所を克服し、チタンの性能を向上させる、これまでにない新しい技術「フレッシュグリーン」を開発し、広く社会で活用頂くことを目指して日々取り組んでいます。チタンの様々な性能を向上させるフレッシュグリーン技術は、安全、快適で、環境にやさしい社会の実現に貢献します。

## ■これまでにない新しい技術

チタンの性能を向上させる技術としては、一般に塗装やメッキなどが使われています。これらは、基材であるチタンとは異なる物質、言わば「赤の他人」をコーティングするものです。そのため、摩擦や加熱により、せっかくコーティングした皮膜が剥がれることがあります。これに対してフレッシュグリーンは、チタンないしチタン合金を基材として、その表面から炭素と酸素を同時に浸透させることにより、「炭素ドーパド酸化チタン」の皮膜を作る技術です。この皮膜はチタン化合物ですから、基材であるチタンとは言わば「親子」のような関係です。炭素が入ることで基材との密着性が極めて高くなり、摩擦や加熱によっても容易に剥がれない皮膜を作ることが可能です。

## ■飛躍的に向上する強さ

図1はチタンに様々な処理をしたときの表面の硬さを比較したものです。フレッシュグリーン処理をしたチタンは処理前の10倍の硬さとなり、一般に硬いとされる硬質クロムメッキと比較しても1.5倍以上になることを確認しました。

また、フレッシュグリーン処理をしたチタンは、処理前と比較して、より摩耗しにくくなります。図2はチタンに様々な処理をしたときの磨耗のしにくさを比較したものです。横軸で示す数値が小さいほど、より摩耗しにくいことを示しています。フレッシュグリーン処理をしたチタン合金 (Ti-6Al-4V) は、処理前と比較して、飛躍的に磨耗しにくくなることを確認しました。磨耗を防ぐための優れた処理とされるガス窒化やタングステンカーバイド (WC) 溶射と比較しても、優れていることがわかります。

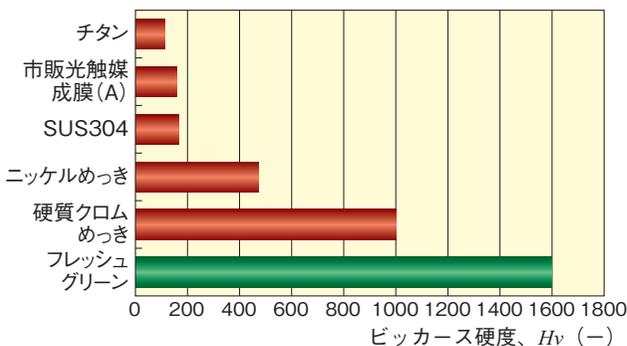


図1 様々な処理をしたチタンの表面の硬さの比較

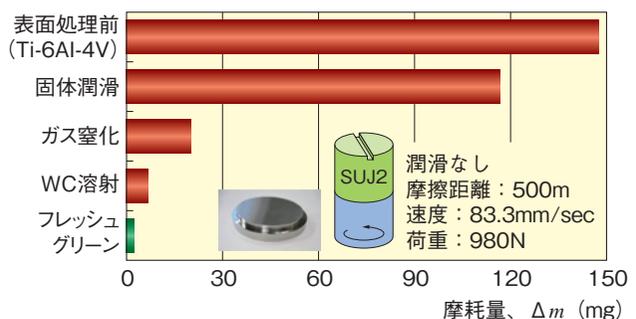


図2 様々な処理をしたチタンの磨耗量の比較

# 薬品からチタンを守る力も向上させる優れた技術

## ■フレッシュグリーンは薬品にも強いのか

チタンは元々、薬品などの影響を受けにくく、鉄であればさびてしまうような環境においても積極的に使われています。例えば、発電所の復水器では海水と接する部分はチタンが使われます。また、海沿いに立地する東京ビッグサイトの屋根にも、軽量でさびないと理由により、チタンが使われています。とは言え、チタンはすべての薬品に強いわけではなく、表1に示す過酷な環境においては、チタンと言えども侵されてしまいます。したがって、チタンがもっと薬品に強くなれば、活用できる分野は格段に広がる可能性があります。

そこで、フレッシュグリーン処理をすることにより、チタンが薬品にどれだけ強くなるのかについて、様々な薬品を使いながら確認をしました。確認方法は、フレッシュグリーン処理をしたチタンを表1に示す薬品に24時間浸し、浸す前後の外観の観察、重さと寸法の測定を行い、その結果から、どの程度薬品に侵されるかを算出するというものです。

表1 チタンの薬品影響確認試験で用いた薬品と条件

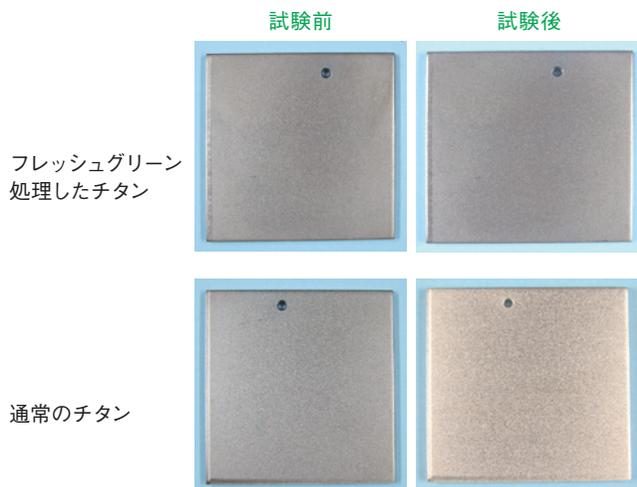
	薬品名称	濃度	温度
①	塩酸	1%	沸騰
②	ギ酸	30%	沸騰
③	シュウ酸	25%	60℃
④	水酸化ナトリウム	40%	沸騰
⑤	次亜塩素酸ナトリウム	飽和	沸騰
⑥	トリクロロ酢酸	100%	沸騰
⑤以外はチタンの腐食に影響を与える環境			

## ■処理により薬品に侵されにくくなる

その結果、フレッシュグリーン処理をしていないチタンは、表1で記載する試験を行ったほとんどの薬品で、侵されてしまいました。これに対して、フレッシュグリーン処理をしたチタンは、塩酸、ギ酸、シュウ酸および次亜塩素酸ナトリウムに対して、侵されないことを確認しました。その他の薬品に対しても、フレッシュグリーン処理をしていないチタンに比べて、侵されにくくなることがわかりました。

また、試験前後におけるチタンの外観の様子を示した図3より、フレッシュグリーン処理をしていないチタンは外観に劇的な変化が生じるのに対して、フレッシュグリーン処理をしたチタンは全く外観の変化がないことがわかります。

これらの試験結果から、フレッシュグリーン処理は、元々薬品に侵されにくいチタンをさらに薬品に侵されにくい、強いものにすることがわかりました。



※1%沸騰塩酸で試験した時の変化の状況

図3 薬品影響確認試験前後における外観の変化

## ■優れた光触媒性能も持ち合わせる

光触媒とは、光の力を借りて有害な物質の分解や殺菌をする触媒のことであり、空気や水の浄化、抗菌など、幅広い用途があります。

フレッシュグリーン処理をしたチタンは光触媒としても優れた性能を持っています。菌が存在する水にフレッシュグリーン処理をしたチタンを入れ、これに紫外線を当てて、水中の菌がどうなるかを調べました。その結果、フレッシュグリーン処理をしたチタンを入れた水では、紫外線を当て始めてから1時間で、菌が全くいなくなったのに対して、フレッシュグリーン処理をしたチタンを入れずに紫外線だけを当てた水では、菌は減りませんでした（図4）。

この結果から、フレッシュグリーンの技術は水の浄化にも適用できることがわかりました。

## ■様々な分野での活用の可能性

フレッシュグリーン技術は、チタンの優れた性能を活かしつつ、さらなる価値をチタンに与えます。そのため、様々な分野での幅広い活用の可能性があります。例えば、優れた硬さや磨耗のしにくさ、薬品への強さを生かして、航空・宇宙産業や自動車産業、化学工業などへの適用が可能であり、優れた光触媒の性能を生かして、水処理装置や抗菌材料などにも適用することが可能です。また、最近では、チタンのみならず、ジルコニウム、ハフニウムについても同様の処理が可能であることが分かり、適用の幅がさらに広がる可能性があります。

今後もフレッシュグリーン技術を幅広い分野で皆さんに活用して頂き、世の中のお役に立てることを目指し、さらなる活動をしていきたいと思っております。

## ●ひとこと

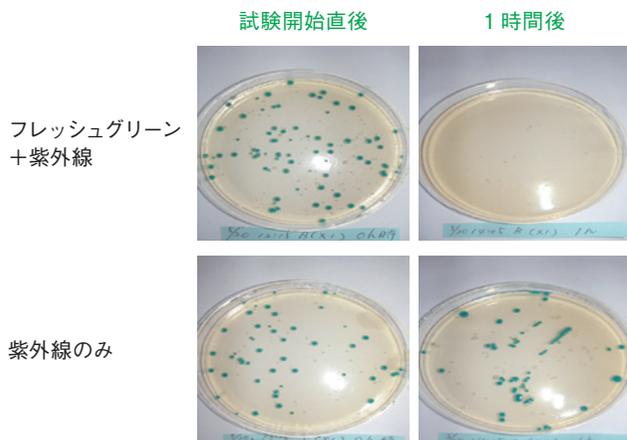


知的財産センター  
技術移転グループ  
上席研究員  
田中 伸幸

フレッシュグリーンは、元々は当所原子力技術研究所の古谷正裕主任研究員が電極用材料の作製技術として発明したものを、常磐井守泰研究顧問、堀江正明協力研究員など関係者とも色々と試行錯誤しながら、ご紹介した技術、性能にしたものです。機械特性に優れ、可視光応答の光触媒特性も有しているため、電極とは異なる分野への適用を目指し、市場開拓してきました。

フレッシュグリーンにご興味をお持ちの方は、是非ともお問合せください。

<http://www.freshgreenco.com/index.htm>



※緑色の点模様部分が菌です

図4 フレッシュグリーンによる菌の低減

### ■ 既刊「電中研ニュース」ご案内

No.453 ライフスタイルにあった省エネ行動をしよう！

No.452 飛来する海塩粒子の量を推定する

No.451 低線量放射線の影響解明に挑む

No.450 日本の二酸化炭素排出量はどこまで削減が可能か？