

なら

技術だより

142

2008. 8. NO.



薄さ約0.6mmの鹿革によるジャケット、ベスト、手帳カバー（試作品）

薄さ約0.6mmでも引張切断荷重、引裂荷重など衣料用JIS規格の強度を満たす、環境と人体にやさしい衣料用高機能鹿革のなめし加工技術を開発しました。県内企業にご協力をお願いし、このなめし加工技術による鹿革素材を用いて試作して頂きました（写真）。

鹿革の特長であるソフトな風合いと、美しい銀面（表皮の文様）の質感があり、さらに革を約0.6mmまで薄くすることで、風合いの向上と軽量化が図られています。

奈良の特産品「鹿革」は優れた特性を持ちますが、これまでの製品用途は武道具やセーム革程度に限られていました。皮革業界の「鹿革」の用途拡大の意向をふまえ、当センターでは、平成16～17年度に経済産業省「地域新生コンソーシアム研究開発事業」の競争的資金を得、「新規複合なめし処理技術による鹿革製品の開発」の研究を実施し、その後も平成18～19年度に基本研究「衣料用高機能鹿革の開発」を実施し、このなめし加工技術を開発しました。

（お問い合わせ：食品・毛皮革技術チーム）

目次

- ★ ダイヤモンドライクカーボン（DLC）の紹介……………2
- ★ 研究発表会レポート……………4
- ★ 平成20年度研究開発紹介……………6
- ★ 3次元CAD技術研修会のご案内……………8

トピックス

ダイヤモンドライクカーボン(DLC)の紹介

機械・電子・情報技術チーム

1. はじめに

ダイヤモンドライクカーボン(DLC)とは、ダイヤモンドやグラファイトに似た物性の、炭素に水素を含有するアモルファス(非晶質)の硬質膜のことで、Aisenbergらが1970年代初頭にイオンビーム蒸着法を用いてDLC膜を成膜して以来、その高硬度、平滑性、低摩擦、耐食性などの優れた特性を有することから、多くの研究者・技術者により成膜方法や用途開発等の研究開発が行われています。

2. ダイヤモンドライクカーボン(DLC)の構造

DLCはダイヤモンドやグラファイト(黒鉛)と異なり、定まった結晶構造を持ちませんが、これまでの解析などから、図1に示すような構造を持つと考えられています。

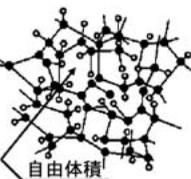
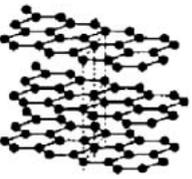
ダイヤモンド (立方晶)	ダイヤモンドライク カーボン(DLC) (アモルファス 水素化炭素膜)	グラファイト (六方晶)
		
ダイヤモンド構造 (sp ³) 構成元素：C	アモルファス構造 (sp ³ を含む) 構成元素：C、H	グラファイト構造 (sp ²) 構成元素：C

図1 DLCの構造と比較

すなわち、ダイヤモンド構造に対応するsp³結合を有しながら部分的にグラファイト構造に対応するsp²結合や水素との結合を含むため、マクロ的には定まった結晶構造を持たず、アモルファスの特徴である自由体積(free volume)を有する構造となっています。従って、アモルファスのDLCはさまざまな構

造を内部に有し、また成膜方法が変われば、DLCの構造や特性の区別がつけられるほど異なることがわかってきました。

3. DLCの成膜法

DLCの成膜について、種々な方法が開発されています。表1に主な成膜法とそれらの比較を示します。なお、DLCの成膜法は大きく分けて次の2つの方法があります。

- ①高真空中で、炭化水素系ガス(C₂H₂、CH₄、C₆H₆など)をプラズマ放電によりイオン化し、印加した負のバイアス電圧によって基板に炭化水素イオンを加速衝突させて成膜する方法
- ②高真空中で、固体炭素源からスパッタリングや電子ビーム蒸発、陰極アーク放電を利用して成膜する方法

従って、①の方法では多少の水素が含まれるDLC膜を、②の方法では水素をほとんど含まないDLC膜を成膜することができます。

表1 各種DLC成膜(装置)法の比較

成膜原理 比較項目	イオン化 蒸着法	陰極 アーク法	プラズマ CVD法	アンバランス ドマグネトロ ンスパッタ法
	成膜原料	炭化水素 系ガス (C ₆ H ₆)	固体 カーボン	炭化水素 系ガス (C ₆ H ₆ 、 CH ₄ 、 C ₂ H ₂)
成膜温度 (°C)	~300	~200	~200	~250
膜組成	水素含有	水素フリ ーも可能	水素含有	水素フリ ーも可能
摩擦係数	0.1~0.2	0.1~0.2	0.1~0.2	0.1~0.2
硬さ ^(*) (GPa)	20~50	20~90	30~50	20~80
表面粗さ	◎	△	◎	◎
密着力	○	○	△	◎

(*)：ナノインデンターによる塑性変形硬度

当センターにある装置の成膜法は、プラズマCVD法の1つで、PBIID(Plasma-based ion implantation and deposition)法と呼ばれています。この装置は、高周波プラズマによって成膜原料の炭化水素系ガスをイオン化し、そのプラズマシースをパルスバイアス電圧によって基板である対象物の形状に倣って引き寄せるため複雑形状へのDLC膜の付きまわり性が良いとされています。



当センタープラズマコーティング装置

また、最近では慶応義塾大学の鈴木教授らにより、大気圧下でフィルム上にDLC膜を成膜することができる大気圧プラズマCVD装置が開発されています。

4. DLC膜の種類

これまでに作製された数多くのDLC膜について、膜の密度と水素組成(炭素に対する相対値)との関係を調査された結果、一般的な傾向として水素組成が増加すると自由体積が増えて、密度が減少すると考えられています。

これらの結果から密度と水素組成の組み合わせにおいて、硬さに着目するとDLC膜が表2のような種類のタイプ分けができるとの知見が得られています。

表2 DLC膜の種類

	密度 (g/cm ³)	硬度(*) (GPa)	水素組成 (at%)
タイプI	2.6>	50>	<10
タイプII	1.8~2.6	40>	≒20
			≒30
タイプIII	<1.8	<40	<10
			40>

(*) : ナノインデンターによる塑性変形硬度

さらに、実際の工業利用との関係をみていくと、磁気テープ表面、湯水混合栓などの耐磨耗用途にはタイプIIがよく使われており、アルミ缶加工工具、医療用機器など溶着防止や耐食性の必要な部位にはタイプI、タイプIIまたはタイプIII bが用いられるなど、用途に応じた特性を有するDLC膜を選択する必要があることを示唆するものと考えられます。

最近では、DLCに第3の元素として軽元素や金属元素のドーピングによるDLC膜の改質の研究も盛んに行われています。

5. おわりに

以上、ごく簡単にDLC(膜)について述べましたが、当センターでは、DLC膜の弱点である密着性および耐熱性の改善、向上について検討を行うとともに、用途に応じたDLC膜の最適成膜条件を見出し、これまでに鍍剤成形用の打鍍金型へのDLC膜の適用による実用化(詳細は奈良県工業技術センター研究報告、No.32,2006参照)に続き、さらに機械部品などへの応用・適用を目指し、付加価値の高い製品を生み出すべく研究開発を行っています。

なお、当センターの成膜装置であるプラズマコーティング装置は、平成15年度に(財)JKA(旧日本自転車振興会)から競輪収益の一部である機械振興資金の補助金により設置したものです。



参照図書

- 1) 鈴木秀人、池永 勝 編著、「事例で学ぶDLC成膜技術」日刊工業新聞社(2003)
- 2) 池永 勝、鈴木秀人 共著、「超硬質皮膜の原理と工業的応用」日刊工業新聞社(2000)
- 3) 斎藤秀俊 監修、「DLC膜ハンドブック」(株)エヌ・ティー・エス(2006)
- 4) (社)表面技術協会 関西支部 第2回表面物性研究会(2007.10.26)「DLC膜には種類がある」長岡技術科学大学 斎藤秀俊教授 講演テキスト

研究発表会レポート

企画・交流支援チーム

平成20年7月18日(金)、当センターイベントホールにおきまして、昨年度研究開発成果の発表会を開催致しました。お忙しい中、ご来場いただきました県内企業等の多数の皆様方のおかげで、盛況のうちに終了いたしましたことを感謝申し上げます。

発表概要は次のとおりです。なお、詳細につきましては、当センター「研究報告No.34」を参考にしてください。「研究報告」はPDFファイルで次の当センターホームページからダウンロードできます。

(<http://www.pref.nara.jp/niit/>)

同じ内容の「研究報告」冊子もご用意しております。研究発表会当日配布致しましたプレゼン資料も若干残っておりますので、ご希望の方は当センターにご請求下さい。

また、昨年度実施しました当センターものづくりオープンラボ事業参画企業から成果発表もして頂きました。

午前、岡本株式会社様から、「機能効果計測処方確立による高機能性靴下の設計開発」と、株式会社サンエテック奈良工場様から「超磁歪材料を利用したセンサの開発」を、午後、大門醤油醸造様から「新しい醤油用調味料の開発」の成果発表をして頂きました。



1. 高強度プラスチック機械部品の開発～ナノフィラー配合による耐熱性・高強度プラスチック製品の開発～

繊維・高分子技術チーム
総括研究員 植村 哲

ポリエチレンやポリプロピレン等のポリオレフィン系樹脂は安価で成形し易いなどの長所を持ちますが、強度や耐熱性がやや劣るといふ短所もあります。昨年度に引き続き、ポリオレフィン系樹脂の耐熱性・高強度化を目的として、シランカップリング剤によるフィラーの処理の検討と、改質したポリオレフィン系樹脂にナノフィラーを混合した樹脂組成物の弾性率向上、耐熱性の改善について検討しました。

極性基である無水カルボン酸含有樹脂をポリオレフィン系樹脂に混ぜることにより有機化雲母の分散性を向上させ、結果、ポリエチレンに関しては2倍以上強度を向上させることが出来ました。

弾性率の温度変化の少ない熱可塑性エラストマーを用い、これにフィラーや樹脂を混練することで常温でポリエチレンの硬さもち、100℃以上でも硬さの低下の少ないポリオレフィン系樹脂組成物を得ました。

2. 生分解性プラスチックの耐熱性及び成形加工性の向上

機械・電子・情報技術チーム
主任研究員 木村 豊恒

石油由来の樹脂に代わる材料として、植物由来の生分解性プラスチックであるポリ乳酸が注目されていますが、従来の汎用プラスチックに比べ、耐熱性及び成形加工性に劣っているため、これが市場拡大を遅らせている原因の1つとなっています。この課題を克服するため、ポリ乳酸に結晶核剤として各種フィ

ラーを配合し、結晶化度の向上（耐熱性の向上）、結晶化時間の短縮（成形加工性の向上）について改善効果を調べました。

3. 高強度プラスチック機械部品の開発～変形破壊現象の評価～

繊維・高分子技術チーム
主任研究員 足立 茂寛

強度試験は機械の設計に不可欠なものです。強度試験、力学的計算を行い設計した部品でも、想定より弱い荷重で破壊することがあります。このような現象に関する研究は、金属に関しては多くの研究成果が蓄積されていますが、新しい材料で構造材として利用される機会が金属に比べ少なかったプラスチックに関しては研究が遅れており、このことが、プラスチックが機械材料として利用するときの難点の一つとなっています。

ポリスチレンとポリプロピレンについて、材料の厚さを変化させた試験片で強度試験を行い、厚さ・変形速度が強度や破壊形態に与える影響を調べ、その結果から破壊靱性（材料の強靱さ）の数値化を試みました。

4. 多層構造による電磁波吸収材料の高度化

機械・電子・情報技術チーム
主任研究員 林 達郎

電磁波の透過を防ぐとともに反射を抑制する効果をもつ電磁波吸収材料が、無線通信システムの安定運用に利用されています。ここでは樹脂をベースとするGHz帯向けの単層型材料の表面に、抵抗性の皮膜を形成して吸収帯域の広域化を図った事例を紹介しました。

試作した2層構造による吸収材料は、入射角度が垂直に近い場合には2層のメカニズムの和による吸収効果の向上、広帯域の吸収特性が得られると同時に、性能補填としても有効な方法であることを確認できました。

5. 用途開発のためのダイヤモンドドライカーボン(DLC)の整理

機械・電子・情報技術チーム
統括主任研究員 谷口 正

DLC(膜)はその高硬度、低摩擦、耐摩耗性など優れた特性を有することから、機械の摺動部や金型など多用途への適用に注目が集まっています。近年、DLCの用途開発において、組成や構造が重要な要素であることがわかってきました。DLC膜には成膜原料や成膜装置によって種類があり、成膜によるコストアップを、高性能、長寿命化などのメリットにより吸収するため、用途に応じた最適成膜条件の検討が必要です。

6. 無潤滑加工を目指した切削工具用DLC膜の開発～シリコン添加炭素系膜(Si-DLC)の熱的諸性質について～

機械・電子・情報技術チーム
総括研究員 浅野 誠

DLC膜は高硬度で平滑性が高く摺動特性に優れている反面、その構成元素や結合状態から耐熱性が低い弱点があります。そこで、この耐熱性を改善する方法として、DLC膜中へのSiの添加を試み、耐熱酸化性に対する効果について調査しました。その結果、Siの添加量増加に伴って耐酸化性が顕著に向上することが分かりました。

7. マメ科植物の機能性評価及びその抽出物を活用した食品の開発～クズ茎のイソフラボノイドについて～

食品・毛皮革技術チーム
総括研究員 清水 浩美

マメ科植物であるクズには大豆同様イソフラボノイドが含まれています。これらを有効活用するために、昨年に引き続きクズの茎の季節別変動ならびにクズの部位別イソフラボノイド含有量を調査しました。

葛根と茎にはイソフラボノイドが含有し茎は葛根量の1/10であることが判明しました。葉、花、種子は低濃度であることがわかりました。

8. 発酵関連有用微生物酵素の大量生産技術の開発～黄麹菌のセルラーゼ遺伝子の単離～

食品・毛皮革技術チーム
主任研究員 都築 正男

植物性バイオマス資源の有効利用を目指し、特にバイオマスの分解過程に注目し、植物性バイオマスを分解する酵素のひとつであるエキソセルラーゼ遺伝子の1つを黄麹菌から単離しました。さらに、酵素剤としての利用を目指して、組換え型セルラーゼの大量発現系の確立について大腸菌を用い、若干の検討を行いました。

9. 衣料用高機能皮革の開発 (第2報)

食品・毛皮革技術チーム
主任研究員 城山 二郎

昨年に引き続き、これまでの銀面付き皮革鞣しをベースとし薄層皮革の鞣し方を検討してきました。今回は、その鞣し処方および薄層皮革の衣料や他の用途への適性について報告しました。

一次鞣剤にアルミニウム(10%)、二次鞣剤に合成タンニン(9%)を使用することにより、衣料用JIS基準に適合した強度の厚さ0.6mmの薄層革を鞣すことが可能であることがわかりました。また、厚さ0.6mmにスライスした薄層革は、二層目、三層目の革も衣料用に有効利用可能であることがわかりました。なお、県内企業にご協力をお願いし、本研究で開発した鞣し処方により鞣した皮革から、ジャケット、ベスト、手帳カバーを試作していただき、これを本研究発表会で披露させていただきました(表紙参照)。

平成20年度研究開発紹介

企画・交流支援チーム

当センターにおいて今年度実施しています研究開発について紹介します。

1. 特別研究開発テーマ

当センター研究開発評価制度のもと、外部資金により実施する研究開発です。

1) 新規天然繊維の開発 ～地域性を重視した天然繊維素材適用技術の開発～

〔 経済産業省
「地域資源活用型研究開発事業」 〕

澱粉採取後の葛根から繊維を精製、綿との混紡糸を作製し、靴下製造に係る技術シーズを用いて、抗菌性や吸水性等の機能性を有する高級靴下を開発します。

○担当：繊維・高分子技術チーム

2) 高機能有機部材の開発 ～ナノフィラーによる耐熱性・高強度プラスチック開発～

〔 独立行政法人 科学技術振興機構
「地域イノベーション創出総合
支援事業 シーズ発掘試験」 〕

シラン修飾によるナノフィラーをポリオレフィン系プラスチックに配合することにより、耐熱性及び強度の向上を図り、食品用容器等の日用品や機械部品に適用します。

○担当：繊維・高分子技術チーム

3) 高機能有機部材の開発 ～生分解性プラスチックの物性向上と量産化技術の開発～

(県産業廃棄物減量化等推進基金)

耐熱性及び成形加工性の良いポリ乳酸の開発に加え、実験レベルと同等の品質を実現しつつ、量産化技術にまで目を向け、量産機における成形の最適条件の検討を行います。

○担当：繊維・高分子技術チーム

4) 機能性強化食品の開発 ～クズの葉を利用した機能性食品の開発～

〔独立行政法人 科学技術振興機構
「地域イノベーション創出総合支援
事業 地域ニーズ即応型」応募中〕

クズの葉から有効成分の抽出精製を実施し、クズの葉に含まれる成分のメタボロミクスを行い、実用化に向けた食品加工方法を検討します。

○担当：食品・毛皮革技術チーム

5) 機能強化DLC膜による機械部品の高度化研究

〔財団法人JKA (旧日本自転車振興会)
「機械工業振興補助事業」〕

金属プレス加工用金型、インパクトレンチの摺動部品等の使用環境や用途に適した機能をDLC膜に付与するために必要な成膜条件の最適化技術を確立します。

○担当：機械・電子・情報技術チーム

2. 基本研究開発テーマ

当センター研究開発評価制度のもと、奈良県単独で実施する研究開発です。

1) 高強度プラスチック機械部品の開発 ～新規材料の破壊特性の評価～

フィラーを配合したプラスチック材料等の破壊特性評価方法を検討し、数値解析により試験片と異なる形状に加工した際の強度・変形・破壊を推測できる手法を検討します。

○担当：繊維・高分子技術チーム

2) セルロース系バイオマスを用いたバイオリファイナリー技術の開発

セルロース系バイオマスを対象に、セルロース、ヘミセルロースの単糖への分解過程に注目して、省エネルギー・高効率な反応系を確立します。

○担当：食品・毛皮革技術チーム

3) 鹿革中のホルムアルデヒド除去方法の開発

鹿革に含まれる結合ホルムアルデヒド量、及び、遊離ホルムアルデヒド量等を測定、調査を実施し、除去効率の優れた方法を検討します。

○担当：食品・毛皮革技術チーム

4) 硬質摺動材の摩擦・摩耗特性の評価

表面処理した硬質摺動材の金属、セラミック、プラスチック材料に対する摩擦係数や比摩耗量等基礎的摺動特性を明らかにし、各種機械部品摺動部への適用促進を図ります。

○担当：機械・電子・情報技術チーム

5) 画像診断を用いた最適処理技術の研究

数多くの課題が残る画像解析技術の中で、画像処理の方法および高速化について検証し、企業での導入の可能性について調査を実施します。

○担当：機械・電子・情報技術チーム

6) 体の形状変化が使いやすさに与える影響に関する研究

指や手の形状変化が製品の使いやすさに与える影響について、その因果関係を調べると同時に、取得したデータの製品開発への適用を検討します。

○担当：機械・電子・情報技術チーム

★その他、奈良県内の企業と個別の課題により受託・共同研究開発を実施しています。

募集 平成20年度 3次元CAD技術研修会のご案内

奈良県工業技術センターにおいて3次元CAD技術研修会を2回開催いたします。いずれも内容が同じ基本操作実習です。なお定員になり次第締め切りますのでお早めにお申し込み下さい（参加費無料）。

3次元CAD技術研修会（SolidWorks2003）		
日 時	A日程 平成20年10月15日(水)～17日(金) 9:30～16:30 (3日間、ただし最終日午後は自由参加)	B日程 平成20年10月27日(月)～29日(水) 9:30～16:30 (3日間、ただし最終日午後は自由参加)
内 容	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元CAD操作方法（コマンド使用方法、スケッチとフィーチャー） ・図面の編集（テンプレートの使用、編集コマンドの使用） ・アセンブリの基礎 ・SolidWorks2003の基本操作実習（初心者対象）です。 ・研修会は3日間実施します。（3日ともに参加が必要です） 	
場 所	奈良県工業技術センター（なら産業活性化プラザ内）3階CAD/CAM研修室	
参加資格	県内企業にお勤めで2次元CADまたは3次元CADの操作ができる方	
募集人数	6名	6名
参加費	無料（事前申し込み、受講票の提出が必要）	

【お申し込み】

- ▶ ホームページからお申込できます（URL：<http://www.pref.nara.jp/niit/>）。
- ▶ e-Mailでお申込の場合は、申込日程、貴社名、お名前、郵便番号、ご住所、電話、FAX番号、メールアドレスを記載の上、kikaku-kogyo-tc@office.pref.nara.lg.jp宛送信願います。
- ※ 締切日：平成20年9月20日（金）まで
- ※ 受講票は締切日の翌週に発送させていただきます。
- ※ 申込書を受け取った後、3日以内（土日含まず）にこちらから連絡させていただきます。連絡がない場合は申込書が届いていないケースがありますので、一度、お電話ください。
- ※ A日程、B日程ともに先着順とさせていただきますが、申込者多数の場合は各社1名でお願いする場合があります。

【お問い合わせ】

〒630-8031 奈良市柏木町129-1 なら産業活性化プラザ内
 県工業技術センター 機械・電子・情報技術チーム 担当：木村、福垣内 TEL:0742-33-0817



平城運都
1300年
記念事業

なら 技術だより

Vol.26 No.2（通巻142号）

平成20年8月10日発行

■編集発行

なら産業活性化プラザ
奈良県工業技術センター
 〒630-8031 奈良市柏木町129の1
 TEL 0742-33-0817(代表)
 FAX 0742-34-6705
 eメール:kogyo-tc@office.pref.nara.lg.jp
<http://www.pref.nara.jp/niit/>