

平成29年度 研究成果発表会

酵素利用技術とデジタイジング技術の長崎伝統菓子への適用と新製品開発 （長崎県経常研究）	1
センサネットワークとビッグデータ解析を用いた応用技術開発 （長崎県経常研究）	2
精密プレス加工の高精度化に関する研究開発（長崎県経常研究）	3
熱間鍛造用金型の製作技術構築（長崎県経常研究）	4
耐熱性高分子の機能化とフィルム材料への応用（長崎県経常研究）	5
難削性金属材料の切削加工技術に関する検討 （産業技術連携推進会議 研究連携プロジェクト事業）	6
ドライコーティング膜の摩擦摩耗評価に関する検討 （産業技術連携推進会議 技術向上支援事業）	7

平成29年4月18日（火）

酵素利用技術とデジタイジング技術の 長崎伝統菓子への適用と新製品開発

電子情報科 小笠原耕太郎
食品・環境科 玉屋圭、横山智栄

1. 目的

長崎の主要なお土産品として、県内全域で多数の菓子製造業者により生菓子が製造・販売されているが、その売り上げは年々減少傾向にあり、商品の付加価値を高めるための特徴的な商品開発が地域産業から求められている。そのため、本県の豊富な地域資源を活用した素材開発、新規商品及び既存商品を改良した商品を成形する菓子型開発が必要となる。そこで、生菓子業界の伝統的な製造方法に、酵素利用技術とデジタル製造技術を導入し、新たな素材と菓子型の開発が行える環境を構築した。

2. 内容

- ① 本県は多様な農産物が生産されているが、これら地域資源を利用した菓子開発は未だ少ない状況にある。そこで、県産の地域資源に酵素処理技術を適用することによりペーストやエキスを製造し、菓子素材としての可能性を検討した。なかでも、県産米である「にこまる」を原料として、市販酵素を用いたペースト製造技術の確立を試みた。
- ② 型製作を依頼する際はスケッチ図、写真、言葉による依頼方法であるため、形態が正確に伝わらない、また、手作りで製作された单品ものからの型化は困難という課題がある。そこで、三次元スキャン並びに三次元プリンタ技術を用いて、既存型から樹脂等型を試作・製造し、保存、再利用を試みた。さらに、新規商品を型化する技術を構築し、新規型による商品開発の実現性を検討した。

3. 結果

- ① 米ペースト製造を目的として、まずセルラーゼを用いて、炊飯米の可溶化を検討した。0.1~1.0%分の酵素を添加し反応させたところ、0.5%添加試料で可溶化はほぼ一定に達していた。次いで、0.5%濃度のセルラーゼを作用させた炊飯米に α -アミラーゼ及びグルコアミラーゼ剤をそれぞれ添加し、米デンプンを糖化したペーストの製造を試みた。製造したペースト(図1)に含まれるグルコース及びエキス量を測定したところ、 α -アミラーゼ、あるいはグルコアミラーゼの添加に伴い、エキス量及びデンプンの糖化は進行していたが、それぞれ0.5%濃度でほぼ一定レベルに達していた。さらに、ペーストに含まれる糖及び遊離アミノ酸を測定した結果、糖組成はグルコースを中心としていること、グルタミン酸、アスパラギン酸、アラニンなどの呈味性を有するアミノ酸を豊富に含んでいることを確認した。
- ② 既存型としてぬくめ細工の陶器製のマスター型と口砂香の木製の製作型の点列群計測と点列群の修正加工を行い、それらから樹脂型作製と実際の菓子の作成実験を実施し、十分な細部の再現性があることを確認した。計測したメス型より凸形状を作製した型の原型としての活用や計測データの加工修正による既存型の再利用が可能となった。新規型製作技術として、特徴部分を強調、抽出後、その特徴線から立体データを作成する方法を検討し、実際に口砂香の3DCADデータを作製した。この3DCADデータから、菓子型を開発し、3軸切削加工機による木材とPOM材による加工実験を行い、最適な使用工具や切削条件を検討し、高品質に口砂香が製作できることを確認した(図2)。



図1 酵素を利用して製造した米ペースト

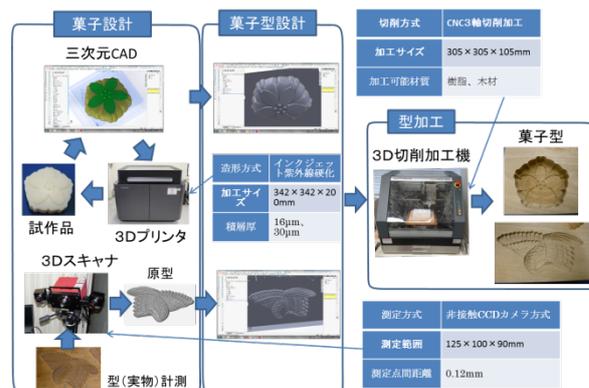


図2 システム構成

センサネットワークとビッグデータ解析を用いた応用技術開発 (組み込みシステム技術と無線ネットワーク技術の応用)

基盤技術部 藤本和貴

1. 目的

計測を行う範囲に多くのセンサを配置し、センサ相互に接続してデータの計測・収集を行うセンサネットワーク技術は、各センサにおいてデータを計測するとともにセンサ間で自律的にネットワークを構成し、ネットワークの変更や障害に対応して通信環境を維持できることを特徴としており、製造現場や環境・エネルギー分野など広い分野での用途が見込まれている。このセンサネットワーク技術と組み込み技術を用いてデータ収集システムを開発し、収集した大量のデータをクラウド上に送信・保存するシステムを構築することを目的とした。

2. 内容

本研究では以下の項目について開発を行い、システムの試作を行った。システム構成を図1に示す。

・センサネットワークを介したデータ収集

計測機能と通信機能を持つセンサデバイスとして、ディジ インターナショナル株式会社製の通信モジュール XBee を用い、データ収集を行うセンサネットワークを試作した。センサネットワークは全体を統括する1基のコーディネータ、データ計測を行う複数のエンドデバイス、データの計測を行うとともに通信の中継を行う複数のルータの3種類により構成され、ネットワーク構成は自律的に構成される。相互の通信は ZigBee に準拠した 2.4GHz 帯の無線通信により行われる。

・組み込みシステムを用いたデータ転送

センサネットワークを介して収集したデータを組み込み用のワンボードコンピュータを用いて解析し、必要なデータを選定してクラウド上のデータベースへ転送するサーバユニットを試作した。組み込みシステムとしては Linux が動作する RaspberryPi を使用し、XBee からのデータ読み込みおよびクラウド上のサーバへの通信は python により記述した。収集したデータの蓄積を行うためのクラウド上のサーバとしては、①アマゾン ウェブ サービス ジャパン株式会社の AWS を利用したサーバ、②マイクロソフト社の Azure を利用したサーバの2つを用いた。

3. 結果

計測試験を行った結果の例を図3に示す。センサデバイスからのデータ収集とクラウドサーバへのデータ転送を安定的に実施できることを確認した。

問題点として、センサデバイスが増加するに伴い、通信の衝突によると推測されるデータの欠測が発生すること、サーバの処理能力およびクラウドへの転送速度の制約によるセンサ数の制約が確認された。また、計測条件によりエンドデバイスおよびルータの電源の確保が必要となるので、今後は産業技術総合研究所等との共同研究により継続して実証試験を行うとともに、県内企業への技術移転を進めていく。

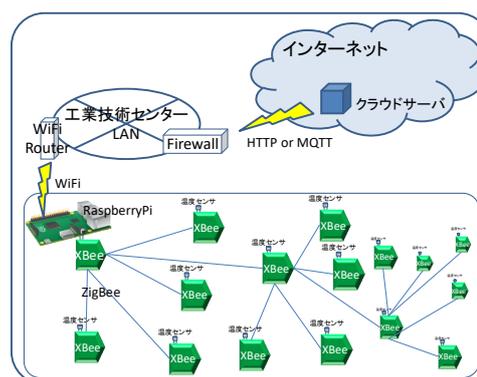


図1 システム構成



図2 センサユニットおよびサーバユニット

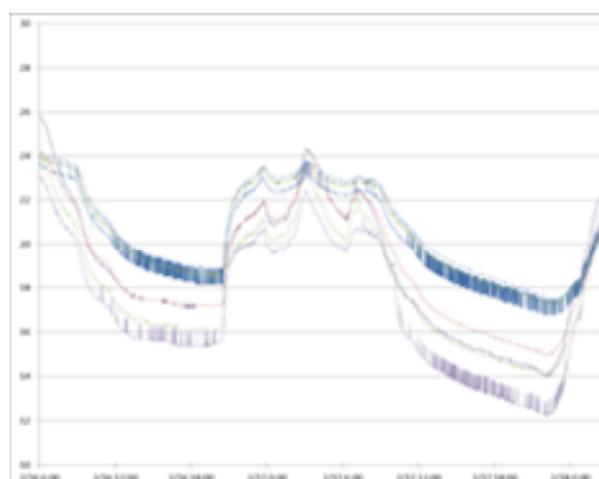


図3 温度計測例

精密プレス加工の高精度化に関する研究開発

工業材料科 瀧内直祐、福田洋平
 食品・環境科 三木伸一
 グリーンニューディール技術開発支援室 田口勝身
 所長 馬場恒明

1. 目的

長崎県内の金属加工業では、環境問題等を考慮したプレス加工に関する要求が高まっている。また、プレス金型の高機能化、長寿命化と品質安定化が課題である。そこで、金型における油剤の脱脂、金型の長寿命化を目的として、脱脂技術の開発、プレス加工技術の確立、金型へのDLC膜コーティング技術について検討を行った。

2. 内容

脱脂実験は、浸漬方法、ミスト方法を行った。

図1はミストによる脱脂実験の概略図である。溶液を圧縮空気とともに噴射し、脱脂実験を行い、外観検査、脱脂後の接触角の測定を行った。

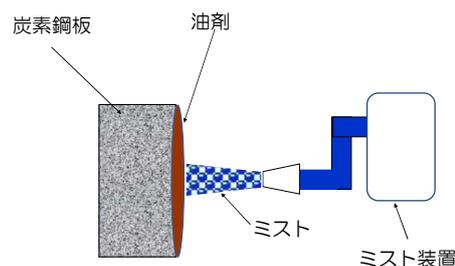


図1 ミストによる脱脂実験

3. 結果

浸漬方法は、油剤及びグリースが付着した試料を3分間浸漬し、脱脂乾燥した後、目視観察を行った。ミスト方法は油剤及びグリース(0.2g)が塗布した試料を3分間噴霧し、脱脂乾燥した後、目視観察を行った。噴霧量は、20ml/分である。実験で使用した脱脂液は、市販の脱脂液、エーテル類、アルコール類、界面活性剤水溶液、発泡剤水溶液である。油剤、

グリースを塗布した試料は、炭素鋼で形状は直径30mm×長さ10mmである。油剤の脱脂実験の結果は表1に示す。表中の○印は油剤が付着していない場合、△印は一部油剤が付着している場合を示す。表中の浸漬は、浸漬方法による脱脂方法、ミストはミスト方法による脱脂方法である。表1より市販の脱脂液は、ミスト方法よりも浸漬方法が良好な脱脂の結果となった。界面活性剤水溶液、発泡剤水溶液は浸漬方法よりもミスト方法が良好な脱脂の結果となった。市販の脱脂液は揮発性が高いため、ミスト方法による脱脂が有効でないことが推察される。

表1 油剤の脱脂実験結果

溶液	浸漬	ミスト
市販の脱脂液	○	△
エーテル類	△	△
アルコール類	△	△
界面活性剤水溶液	△	○
発泡剤水溶液	△	○

グリースの脱脂実験の結果は表2に示す。表中の○印はグリースが付着していない場合、△印は一部グリースが付着している場合、×印はグリースが除去できない場合を示す。表中の浸漬は、浸漬方法による脱脂方法、ミストはミスト方法による脱脂方法である。

表2 グリースの脱脂実験結果

溶液	浸漬	ミスト
市販の脱脂液	×	△
エーテル類	△	×
アルコール類	×	×
界面活性剤水溶液	×	○
発泡剤水溶液	×	○

表2より市販の脱脂液、エーテル類、アルコール類、界面活性剤水溶液、発泡剤水溶液は、浸漬方法において、グリースの脱脂効果が小さい結果となった。界面活性剤水溶液及び発泡剤水溶液の脱脂実験は浸漬方法よりもミスト方法が良好な結果となった。

熱間鍛造用金型の製作技術構築

工業材料科 福田洋平
所長 馬場恒明

1. 目的

金型を使用している県内企業の多くは金型の設計・製作を県外への外注に頼っており、現場で起こる様々な課題に対して改善が進まない状況にある。また近年、自動車産業関連の誘致企業からも県内金型技術のボトムアップが求められている。本研究では熱間鍛造用金型の製作に関する基礎技術の構築を目的とした。

2. 内容

県内ボルトメーカーが使用している熱間鍛造用金型（JIS 規格:SKD61 相当品）をターゲットとし、①熱処理、②切削加工、③表面処理および④塑性加工解析に関する基礎技術の構築を図り、金型の内製化実現およびステンレス鋼鍛造時の異常摩耗・凝着対策に取り組んだ。

3. 結果

【①熱処理】

大気雰囲気、窒素ガス雰囲気、アルゴンガス雰囲気および脱炭防止剤を塗付した4条件で焼入れを行い、各条件における表面硬度の低下を評価した。脱炭防止剤を塗布した場合、表面硬度は HRC50 以上となり、脱炭による表面硬度の低下を抑えることができた。

【②切削加工】

ターニング実験の結果、最も寿命の長い工具は耐摩耗性重視のBN1000であった。定常摩耗の進行が非常に緩やかで、切削距離 16km 時点においても逃げ面摩耗幅は $110\mu\text{m}$ に抑えられていた。また、ミーリング実験により、工具鋼のボールエンドミル切削においては、工具軸と加工面は直角に近いほうが工具寿命の面で良いことが分かった。

【③表面処理】

六角穴付きボルトの六角穴を鍛造成形するパンチにラジカル窒化処理を施し、鍛造テストによってその効果を検証した。5個のワーク（SUS304）に六角穴を成形し、パンチエッジ部を拡大観察したところ、窒化処理による工具摩耗の抑制効果を確認できた。

【④塑性加工解析】

塑性加工解析ソフトウェア「DEFORM」により、鍛造時のワーク温度および成形速度の影響を評価した。解析の結果、ワーク温度は高く、成形速度が速いほうがパンチへの負荷が小さく、工具寿命が延びると考えられる。

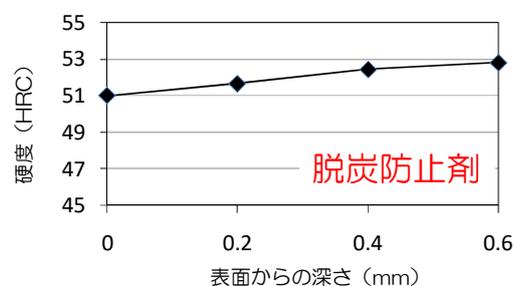


図1 熱処理後の表面硬度

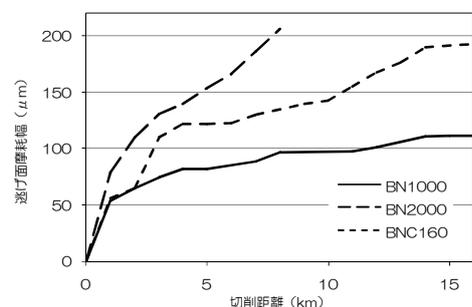


図2 ターニング実験結果

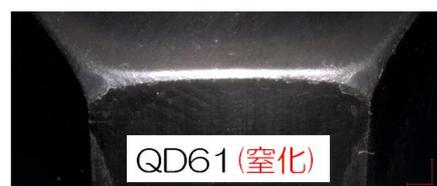


図3 鍛造後のパンチエッジ部

耐熱性高分子の機能化とフィルム材料への応用

工業材料科 市瀬英明

1. 目的

耐熱性高分子であるポリイミド樹脂は、プリンタブル・エレクトロニクス分野において有望な材料である。しかし、接着やコーティングされる相手材料（主に金属）との熱膨張率の違いから、接合面における剥離や変形が危惧されている。このことから、ポリイミド樹脂には「高耐熱・低熱膨張性」と「可とう性」（柔軟で良好な折り曲げ特性）の両立が求められている。本研究では、このような業界要望を満たすフィルム材料の開発を目指し、ポリイミド樹脂と新規な熱硬化性樹脂であるポリベンゾオキサジンの複合による特性改善を検討した。また、県内企業と共同でフレキシブル銅張積層板を試作した。

2. 内容

テトラカルボン酸二無水物とジアミンからポリアミック酸を合成した。次いで、キシレン中で水を共沸（連続脱水）させながら熱イミド化することにより、ポリイミド樹脂を得た。また、種々の二官能性フェノール化合物とパラホルムアルデヒドの付加縮合からベンゾオキサジン樹脂を合成した。得られたポリイミド樹脂とベンゾオキサジン樹脂を所定の割合で混合したワニスガラス基板上に塗布し、乾燥、熱硬化させることにより、ポリイミド/ポリベンゾオキサジン複合フィルムを得た。得られた複合フィルムに対して、機械特性（引張試験、密着性試験）、及び熱特性（動的粘弾性測定、熱重量測定）等を評価した。

3. 結果

ポリイミド/ポリベンゾオキサジン複合フィルムの貯蔵弾性率(E')、及び損失正接($\tan \delta$)の温度依存性を図1に、得られた複合フィルムを図2に示す。図1よりポリイミド/ポリベンゾオキサジン複合フィルム（硬化後）は、ポリイミド樹脂単体と比較して、損失正接($\tan \delta$)が高温側にシフトしており、従来品と比較して高耐熱化が達成できた。ポリイミド樹脂とポリベンゾオキサジンが強固な三次元ネットワークを形成していると推測される。

開発した複合フィルムワニスを用いて、銅箔上にこれをコーティングしたフレキシブル銅張積層板を共同研究企業にて現場試作した（図3）。試作に際して、ワニス粘度が高いため、ハンドリング性に若干の課題が残るものの、試作品の熱特性、機械特性等は良好であった。今後、事業化に向けた実用評価と一層の特性改良を進める予定である。

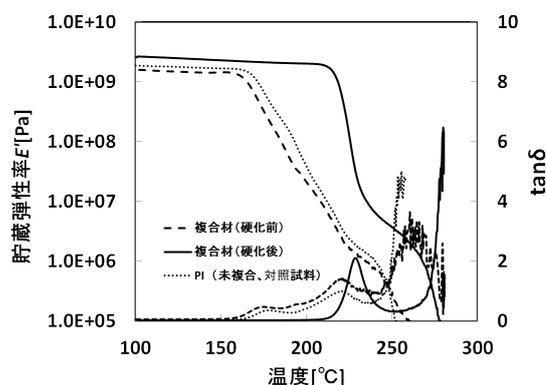


図1 ポリイミド/ポリベンゾオキサジン複合フィルムの動的粘弾性



図2 試作フィルム（一例）

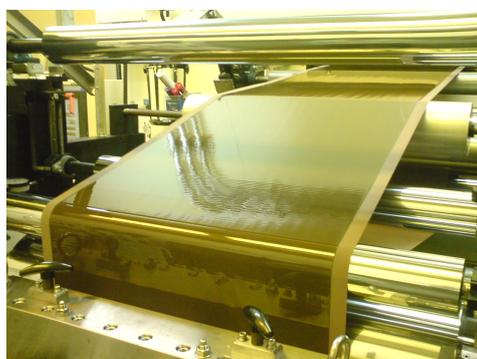


図3 フレキシブル銅張積層板の現場試作

難削性金属材料の切削加工技術に関する検討WGの活動について (平成28年度産業技術連携推進会議研究連携プロジェクト事業)

工業材料科 瀧内直祐

1. 目的

難削性金属材料は、種類が多く、切削加工方法及び切削加工条件が多様化しているため、現状では公設試が保有する切削加工実験及び基礎的な知見が不足している。

また、単独の公設試が実施した結果だけでは、県内企業の研究開発、技術支援、技術相談に十分な対応ができない。

そこで、平成28年度から新たな取り組みとして、長崎県工業技術センター、熊本県産業技術センター、大分県産業科学技術センター、鹿児島県工業技術センター、独立行政法人産業技術総合研究所が連携し、地域及び各分野

の共通の課題の解決や都道府県を越えた研究成果の移転を目的とし、図より、公的資金及び民間資金による研究開発プロジェクト及び実証事業への提案を目指す公設試・産総研・地域企業の連携活動を行う。

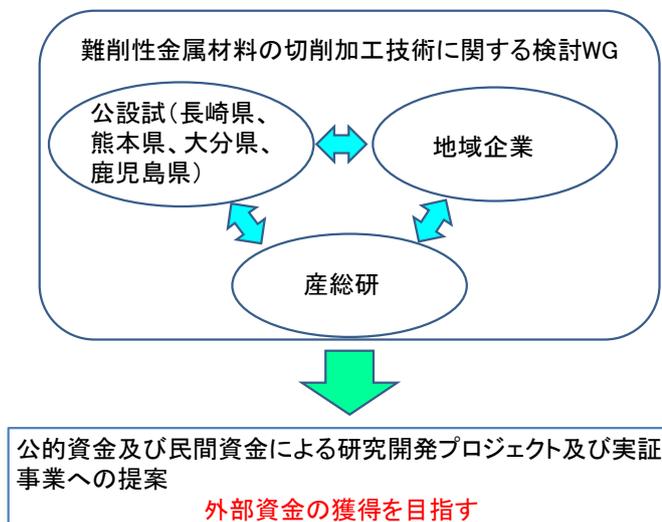


図 連携の目標

2. 内容

難削性金属材料の切削加工における系統的な切削加工実験及び基礎的な実験データの蓄積を効率的に実施し、情報の共有化を図った。各県の研究テーマ及び開発内容は表のとおりである。

公設試と産総研が連携して、産総研の保有するシーズを公設試が活用して、切削技術の高度化を図り、難削性金属材料の最適な切削加工技術の確立を目指し、公設試、産総研、大手企業、県内中小企業との有機的な連携体制の構築に取り組んだ。

表 各県の研究テーマ及び開発内容

研究テーマ	開発内容
難削性金属材料の切削加工における冷却システムの開発 [長崎県]	<ul style="list-style-type: none"> 難削性金属材料のミストによる切削加工技術及び脱脂技術の確立 難削性金属材料の切削加工用ミスト及び脱脂液の開発 難削性金属材料の切削加工における冷却システム及び脱脂システムの開発
ステンレス鋼のエンドミル切削による表面硬化層の生成に関する研究 [熊本県]	<ul style="list-style-type: none"> ステンレス鋼のエンドミル切削による表面硬化層生成のための加工条件の確立 ステンレス鋼のエンドミル切削により生成した表面硬化層の評価 ステンレス鋼の最適加工条件及び実用化技術の確立
難削性金属材料の効率的切削加工技術の研究 [大分県]	<ul style="list-style-type: none"> 難削性金属材料のエンドミル切削加工における基礎的な加工条件の把握 難削性金属材料の効率的切削加工技術の研究(加工条件と加工時間・面精度・工具寿命等) 難削性金属材料の薄肉加工など高付加価値な切削加工技術の研究
超硬合金の鏡面加工に関する研究 [鹿児島県]	<ul style="list-style-type: none"> 超精密加工機による超硬合金の鏡面加工 平面研削盤による超硬合金の研削加工および鏡面加工エトリアル 高速マシニングセンタによる超硬合金の高効率加工および鏡面加工エトリアル

3. 結果

上記の取り組みによって、年3回のWGを開催し、切削加工における情報の共有化、外部資金獲得の提案が可能となった。

ドライコーティング膜の摩擦摩耗評価に関する検討

一産業技術連携推進会議 平成28年度技術向上支援事業一

所長 馬場恒明

1. 目的

機械摺動部品、工具、金型などへの耐摩耗性付与を目的としたドライコーティング技術は、表面処理法として産業界に広く普及している。特にDLC膜はこれまでの表面処理では得られない優れた摩擦摩耗特性を有することから応用が広がりつつある。しかしながら機械的特性評価法は、評価機械、評価機関により違っており、お互いに互換性のある評価結果を得ることは重要である。本事業は全国の公設試および産業技術総合研究所11機関が連携して、主として摩擦摩耗特性評価法について検討した。特に平成28年3月発行されたDLC膜の摩擦摩耗に関する国際規格を利用するときのガイドラインについて検討した。

2. 内容

基板として、軸受鋼であるSUJ2 およびシリコンウエハを用いた。DLC膜作製にはプラズマソースイオン注入法を用い、CrN膜作製にはカソディックバキュームアーク法を用いた。膜厚はDLCおよびCrNそれぞれ約 $1\mu\text{m}$ および約 $2\mu\text{m}$ である。作製した膜の分析および特性評価には全国11機関が参加した。

3. 結果

DLC膜およびCrN膜硬度はそれぞれ 14.5GPa および 16.9GPa であった。

摩擦摩耗試験には国際規格で指定されているボールオンディスク試験を用いた。接触子として直径 $1/4$ インチのアルミナ球を用い、試験荷重は 5N 、摺動線速度は 0.1m/s 、摺動半径は 5mm 、摺動距離は 1000m である。

DLC膜について、得られた摩擦係数の値を図1に示す。機関により約 0.05 から 0.16 まで広がっており、二倍以上の違いがあることがわかる。この違いの原因について、機器の試験条件は同じであるので、温度、湿度など測定環境の違いがあるが、摩耗距離と共に摩擦係数は変化するので、変化の程度によっては平均摩擦係数でまとめると違いが出る可能性がある。

CrNについても摩擦係数は約 0.1 から約 0.4 まで広がっていたが、一機関を除くとほぼ 0.35 であり、DLC膜に比べて安定していた。

摩擦係数には違いが見られたが、摩耗量については、DLC膜は $7.2\text{E-}17\text{m}^2/\text{N}$ 、CrN膜は $5.7\text{E-}17\text{m}^2/\text{N}$ 程度であり、各機関大きい違いは見られなかった。

このように国際規格に準拠して測定しても測定結果に違いがあり、これの真の原因究明と測定ガイドラインについて現在検討中である。

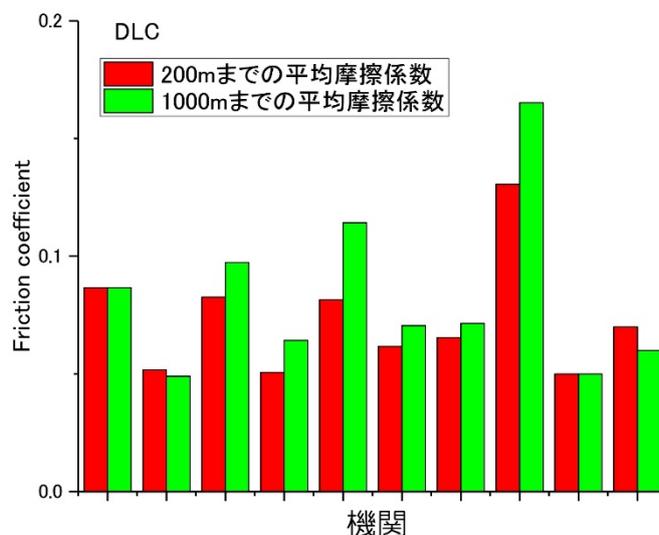


図1 各試験機関により得られた DLC 膜の摩擦係数



長崎県工業技術センター

〒856-0026 長崎県大村市池田 2-1303-8

TEL 0957-52-1133 FAX 0957-52-1136

<http://www.pref.nagasaki.jp/section/kogyo-c/index.html>