

令和 2 年度  
静岡県工業技術研究所  
浜松工業技術支援センター  
研究発表会

要 旨 集

令和 3 年 3 月 8 日（月曜日）  
午前 10 時～午後 3 時

# 浜松工業技術支援センター研究発表プログラム

午前の部

令和3年3月8日 10時から12時

	発表タイトル	発表者	研究種類	概要
10:00	新成長分野発展に貢献する軽量高強度材料(CFRP)の高効率成形技術の確立	繊維高分子材料科 上席研究員 鈴木重好	新成長戦略研究	自動車業界の世界各国における環境・燃費規制などにより、エネルギーを有効に活用する技術が喫緊の課題となっており、材料の軽量化技術は各産業に共通するキーテクノロジーといえる。本研究プロジェクトは、この課題を解決するために軽量・高強度を特徴とする炭素繊維強化複合材料(CFRP)について、熱可塑性樹脂を用いた生産性の高い成形技術を確立することを目的としており、今回はその概要について発表する。
10:15	CFRPの基材となるUDテープ製造技術の確立	繊維高分子材料科 主任研究員 長房秀幸	新成長戦略研究	炭素繊維複合材料(CFRP)は、金属と比べて軽量かつ高強度である反面、大量生産のための成形時間短縮が課題となっている。浜松工業技術支援センターは浜松地域CFRP事業化研究会と協力し、ハイサイクル成形に用いる安価で高性能な中間基材(UDテープ)製造技術の確立を目指している。本発表では、UDテープ製造装置の予備開繊技術、超音波含浸技術の確立について現状を報告する。
10:30	新成長分野発展に貢献する軽量高強度材料(CFRP)の高効率成形技術の確立～開発中の成形材料の成形条件の確立について～	繊維高分子材料科 主任研究員 森田達弥	新成長戦略研究	新成長戦略研究では、細断した一方向炭素繊維テープ(CFRTP)を用いた圧縮成形技術の確立を目指しているが、開発中のCFRTPは成形条件が確立されていない。そこで、成形条件を変えて作製した試験片で基礎物性を測定して成形条件等を評価したので報告する。
10:45	休憩(10:45 - 11:00)			
11:00	材料評価・解析のための効果的・効率的な試料調製方法のご紹介	材料科 上席研究員 吉岡正行	一般研究	近年、不良不具合が発生した部品・製品やその事象の原因と思われる異物試料の微小化と状態・状況の複雑化が進んでいる。これら「難サンプリング材」は各種試験分析機器に導入や設置すること自体が不可能・困難であるため、不良不具合原因究明のための評価解析が行えない。そこで、サンプリングが難しい試料を適切かつ効率的にサンプリングするための各種メソッド(試料調製方法)を開発したので紹介する。
11:15	めっき法によるラフネス構造の形成と撥水化への応用	材料科 上席研究員 田光伸也	一般研究	当センターでは、めっきにより形成される3次元構造(ラフネス構造)上に、極めて薄い有機物層を施し物体表面を撥水化する、新しい表面処理技術の研究開発に取り組んでいる。この技術はめっきを利用するため、導電性を付与できることや皮膜の厚さを制御しやすいことなど様々な利点がある。本報告では、これまで取り組んできた金及びニッケルめっきを利用した撥水化技術についての研究内容を紹介する。
11:30	X線回折による硬さ測定に及ぼす鋼種の影響	材料科 研究員 小粥基晴	受託研究	鉄鋼材料の硬さは、構造物の機械的特性において重要な指標のひとつである。通常の硬さ試験では、試料に圧痕が残ることや試料調製に時間がかかることが課題として挙げられる。X線回折法は、非破壊かつ短時間の測定が期待できるが、測定値の信頼性に関するデータが少ない。本発表では、ピッカース硬さ試験とX線回折法により求めた硬さの値について比較した結果を報告する。
11:45	機器分析による薄膜の評価解析方法について	材料科 研究員 長田貴将	受託研究	めっき等の薄膜の物性の評価には様々な機器分析が必要となる。本報告では電子線マイクロアナライザー(EPMA)や蛍光X線分析装置(XRF)による元素分析、走査型電子顕微鏡(SEM)による表面・断面の観察、X線回折装置(XRD)による構造解析の方法を紹介する。分析の対象として耐食性の異なる2つの薄膜試料(光沢に優れた装飾用黒色クロムめっき)を使用した。
12:00				

# 浜松工業技術支援センター研究発表プログラム

午後の部

令和3年3月8日 13時から15時

	発表タイトル	発表者	研究種類	概要
13:00	マイクロチップレーザーによるレーザーピーンフォーミングの変形モード	光科 上席研究員 鷺坂芳弘	受託研究 内閣府革新的研究開発推進プログラム『ImPACT』	ImPACTプログラムにて開発された超小型高出力のパルスレーザーはレーザー誘起衝撃波の発生源として優秀である。そこで衝撃波を成形力とした非接触の板曲げ加工（レーザーピーンフォーミング）を提案した。本法には衝撃波で生じる塑性変形域の深さによって複数の変形のモードが存在し、材料、板厚によっても曲げの方向や変形量が変化する。形状制御の基礎データとするため、これらの変形モードの把握を試みた。
13:15	試料表面の色から粗さを推定する	光科 上席研究員 中野雅晴	一般研究 科研費	製造現場で広く使われてきた官能検査（目視や触診）は、短時間で表面性状を評価できる一方で、定量的な品質管理が難しいといった課題がある。本研究では、2次元色彩計で試料表面の色を高精度に測定することで、巨視的な表面粗さの違いを短時間で定量測定する方法の確立を目指している。本報告では、色彩計で測定した表面画像の測色値をxy色度図にマッピングし、その色の分布と表面粗さとの関係性を評価した結果について報告する。
13:30	光散乱解析を用いた偏光計測の可否判定	光科 上席研究員 太田幸宏	一般研究	モンテカルロ法による光散乱解析を用いて、散乱体が混合されて不透明となった樹脂を想定した複屈折可視化の可否判定を試みた。偏光は散乱すると、その前後で偏光状態は変化する。そこで、光散乱解析を用いて樹脂を透過する間に一度も散乱しないで透過する光量、正透過率を推定することで、樹脂内部の複屈折による偏光状態の変化が計測できると仮定した。本報告では、正透過率が低くても、偏光計測ができることを示す。
13:45	休憩（13:45 - 14:00）			
14:00	EMC試験設備の紹介と試験時の留意点	機械電子科 上席研究員 上野貴康	一般研究	当センターでは平成30年度に、車載機器のEMC試験に特化した試験施設を開所し、また従来から行っている民生機器のEMC試験設備を一部リニューアルした。今回、当センターで実施している各種EMC試験設備について紹介する。また、EMC試験機器は取り扱いに注意すべき点があるため、当センターでEMC試験をする際の留意点についても紹介する。
14:15	摩擦攪拌接合したアルミニウム合金鋳造材継手の組織と機械的性質	機械電子科 上席研究員 岩澤 秀	一般研究	摩擦攪拌接合（FSW）は、軽量合金部材のマルチマテリアル化に魅力的な接合技術として有望視されてきている。薄肉・複雑形状のアルミニウム合金鋳物同士のFSWは、形状自由度の高い高機能アルミニウム合金部材の提供を期待できる。本研究では、亜共晶Al-Si-Mg-Cu系鋳造合金を用いて半溶融成形法により薄板を作製し、摩擦攪拌接合した継手の組織と機械的性質を調べた。
14:30	非接触三次元ひずみ・変形測定機の測定事例紹介	機械電子科 上席研究員 長津義之	一般研究	当センターが保有する非接触三次元ひずみ・変形測定機は、形状計測に加え、DIC(デジタル画像相関法)によって、ひずみ分布を測定することができる。本センターでは、当該装置の、製品テストや熱物性等のシミュレーション用のパラメータ取得への応用を目指し、測定系の整備や精度調査を行っている。今回、恒温槽内の測定及び炭酸ガスレーザーで照射された樹脂表面の変形・ひずみ変動の測定事例等を紹介する。
14:45	計測用X線CTの精度評価	機械電子科 上席研究員 針幸達也	一般研究	寸法計測には様々な方法がある。そのひとつにX線CTによる計測がある。X線CTによる計測は接触式の三次元測定機や非接触の光学式形状測定機では測定できない深い穴や高いフィン形状、複雑な形状も測定可能である。X線CTによる寸法計測ではいかにきれいな三次元像を得るかが非常に重要である。そこで本発表では撮影条件を変えた時の計測精度の違いを検証した。解析には2つの誤差発生モデルを想定した。
15:00				

# 新成長分野に貢献する軽量高強度材料(CFRP)の 高効率成形技術の確立

繊維高分子材料科 上席研究員 鈴木重好

## 【目的】

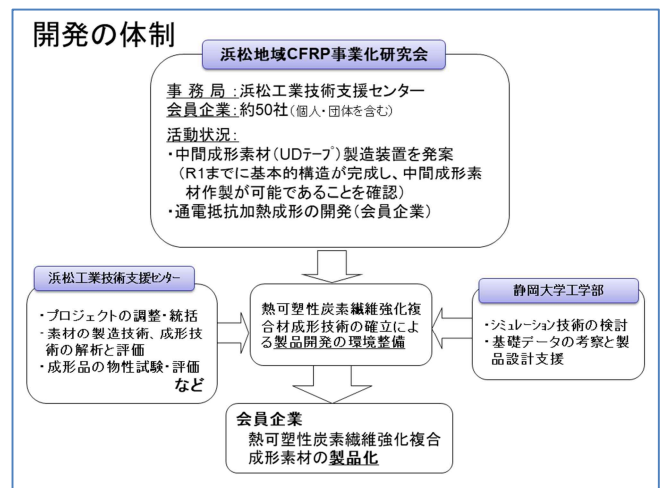
世界各国における環境・燃費規制など、エネルギーを有効に活用する技術開発は喫緊の課題であり、材料の軽量化技術は各産業に共通するキーテクノロジーである。

炭素繊維強化複合材料(CFRP)は、その優れた軽量・高強度特性から、航空機産業において実績を積んだのち、近年は高級EV車などへ採用され始めているが、大量生産のための成形時間短縮が喫緊の課題となっている。本研究は、県の新成長戦略研究の一つで、CFRPの高効率成形技術を確立することにより、上記課題を解決することを目的とする。

## 【研究の概要】

本プロジェクトは、平成21年より活動している浜松地域CFRP事業化研究会が取り組むCFRP成形技術の開発を、当センターと静岡大学が支援して会員企業をはじめとする地域企業がCFRPを用いた新製品開発の可能な環境整備を目指している。

その方法として熱可塑性樹脂を用いた新たな成形技術を提案した。内容は、CFRPの高速成形に必要な3つの基盤技術(基材テープの製造、通電抵抗加熱成形、トランスファ成形)を確立し、地域企業が行う製品設計のために必要な機械物性等の基礎データを収集するもので、本年度より3年間の研究で、アルミダイカストと同等の強度を有するCFRPをハイサイクルで成形する技術を確立する。



# 新成長分野発展に貢献する軽量高強度材料（CFRP）の 高効率成形技術の確立

## CFRPの基材となるUDテープ製造技術の確立

繊維高分子材料科 主任研究員 長房秀幸

### 【目的】

炭素繊維複合材料（CFRP）は、優れた材料特性を持ち活用が期待されているが、成形時間が長いという欠点がある。熱可塑性CFRPは熱硬化性CFRPと比較して短時間成形が可能だが、用いられる樹脂の熔融粘度が高く含浸が困難である。浜松工業技術支援センターは浜松地域CFRP事業化研究会に協力し、熱可塑性CFRPの高効率成形技術を確立するために、中間基材であるUDテープ製造技術の確立を目指している。UDテープは、一方向炭素繊維の両面に熱可塑性樹脂を接合した中間基材であり、十分に樹脂含浸した品質の高いUDテープを作製することができれば、成形時の含浸時間短縮に繋がり、CFRP成形の高効率化に大きく寄与すると考えられる。発表では、UDテープ製造装置（図1）の超音波含浸技術及び予備開織技術の確立について現状を報告する。

### 【方法】

炭素繊維束を厚さ $15\mu\text{m}$ のナイロン系樹脂フィルムで挟み、超音波振動装置により溶着し、各条件毎にUDテープを得た。テープの断面写真を撮影し、ボイド率、厚さを測定した。また、加振機を取り付けた開織装置を作製し、装置通過後の各条件毎の繊維幅を測定した。

### 【結果】

超音波振動装置単独では振幅70%、荷重170N、送り速度 $8\text{mm/sec}$ 以下において目標値（ボイド率5%以内、厚さ $100\mu\text{m}$ 以下）を達成し、予備加熱装置の設置においても目標値（加熱無しと比べて送り速度1.2倍）を達成した。加振機による開織においても、目標値（開織幅12mm以上）を達成した。

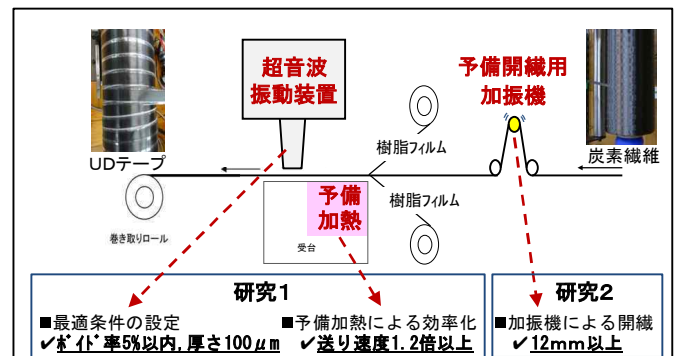


図1 UDテープ製造装置概要

# 新成長分野に貢献する軽量高強度材料(CFRP)の 高効率成形技術の確立

## 開発中の成形材料の成形条件の確立について

繊維高分子材料科 主任研究員 森田達弥

### 【目的】

新成長戦略研究では一方向炭素繊維テープ(UDテープ)の製造技術とUDテープを短く細断したチョップドUDテープを用いたCFRPの成形技術の確立を目指している。そこで、開発中のチョップドUDテープについて、成形条件の確立を目指し、成形条件を変えて作製した試験片の基礎物性を測定して、成形条件と成形品品質の関係を評価した。

### 【方法】

熱プレス成形機を用いて、加圧盤温度や成形圧力、UDテープの細断長を変えて、200mm角、2mm厚の平板を作製した(図1)。作製した平板から試験片を切り出し、曲げ強度を測定するとともに、断面観察によりボイド等の欠陥の有無を確認した

### 【結果】

加圧盤温度を変えた結果、245℃から260℃で強度が大きく向上したが、成形品内にボイドが見られた。275℃以上ではボイドが減り、欠陥が少ない成形品を作製できた。成形圧力を変えた結果、強度、ボイドに変化がなく、成形圧力は成形品品質に影響しなかった。UDテープの細断長を変えた結果、細断長が5mmから15mmまでは強度が向上したが、15mm以上では変化しなかった(図2)。



図1 プレス成形品

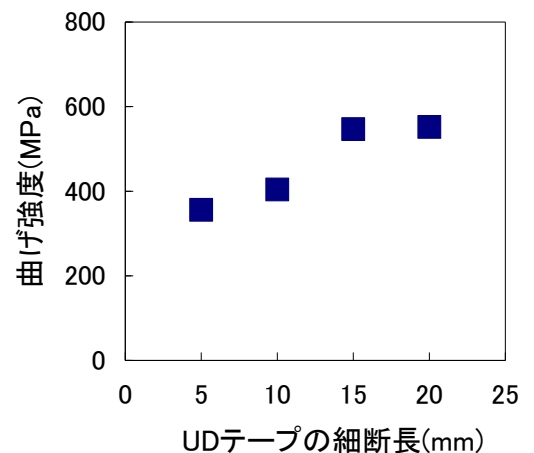


図2 細断長と曲げ強度

# 材料評価・解析のための効果的・効率的な試料調製方法のご紹介

材料科 上席研究員 吉岡正行

## 【目的】

材料の評価・解析において、一般に「試料調製」が適切でない①取得データの信頼性・再現性・バラつきに影響がでる、②データ取得に余計な時間がかかる、等が懸案となる。しかし実際の場面においてはそれらの懸案以前の問題として、試料が①大きい(数百 mm 以上)・小さい(50 $\mu$ m 以下)、②硬く透明なプラスチックの内部に埋まっている、③汚れている(簡単に洗えない)、④穴の中、凹みの底等、採取困難な場所にあるなど、装置への設置・導入自体が不可・困難なケースは多い。

そこで本発表では、当センターにお客様から持ち込まれた様々な事情・状態を有する試料を事例として、効果的・効率的かつ適切に試料調製するための方法(メソッド)をご紹介します。

## 【方法】

材料科スタッフが担当する依頼試験・分析、技術相談業務において、各種メソッドを試作・試行・発案した(ひとつの Excel ファイルに記入・整理)。

## 【結果】

48 項目のメソッドを開発し、既に実際の業務に活用している。その中から代表的な例を下図に示した。中にはひとつのメソッドが複数のケースで有用・有効となるケースもあることから、実際にはさらに多くの場面で活用できる。



図 開発したメソッドの例

## めっき法によるラフネス構造の形成と撥水化への応用

材料科 上席研究員 田光伸也

### 【目的】

撥水性とは、物体が水滴を弾いたり、固体に付着した水滴を滑らせ落とす能力であり、様々な場面で利用されている。撥水性を高めるためには、物体の表面粗さを大きくすること、表面エネルギーの低い物質で覆うことが有効である。当センターでは、めっきにより形成される3次元構造（ラフネス構造）で物体の表面粗さを大きくし、その上に、極めて薄い有機物層を施し物体表面を撥水化する、新しい表面処理技術の研究開発に取り組んでいる。この技術はめっきを利用するため、導電性を付与できることや、皮膜の厚さを制御しやすいことなど様々な利点がある。本発表では、これまでに取り組んできた金及びニッケルめっきを利用した撥水化技術についての研究内容を紹介する。

### 【方法】

前処理した銅基板に、めっき条件（浴温、pH、電流密度、金属イオン濃度等）を種々変化させ、金またはニッケルめっきを施し、様々なラフネス構造を持つ試料を作製した。試料に撥水処理を施した後、各種評価（表面形態/断面観察、表面粗さ、配向性、接触角）を行い、高い撥水性を示すめっき条件を検証した。

### 【結果】

撥水性を高めるために効果的な金及びニッケルめっき条件が得られた（図1）。また、得られた条件をもとにニッケルめっきの2層化を試み、水滴が除去されやすい表面処理方法を開発した。さらに、めっきにより複雑な表面形態を形成するための知見を得ることができた（図2）。

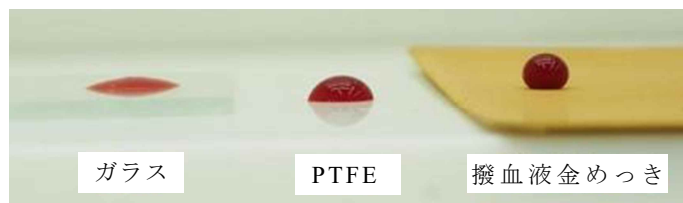


図1 血液を弾く「撥血液金めっき」

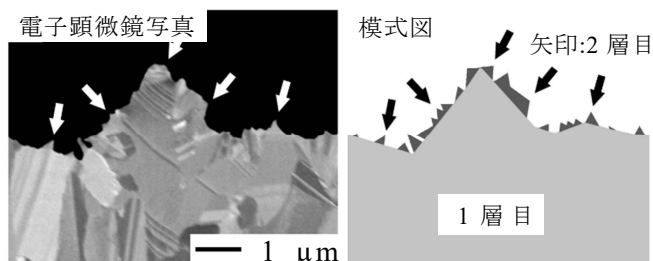


図2 2層化したニッケルめっきの断面



## X線回折法による非破壊・非接触の硬さ測定

材料科 研究員 小粥基晴

### 【目的】

鉄鋼材料の硬さは、構造物の機械的特性において重要な指標のひとつで、主にビッカース硬さやロックウェル硬さが使われている。ただし、これらには、試料に圧痕が残ることや試料調製に時間がかかることが課題として挙げられる。

一方、X線回折法を用いた硬さ測定は、試料表面にX線を照射し、回折によって得られた半価幅から硬さを算出する方法で、非破壊での測定が可能となる。また、本測定方法は、小物の部品から大型の金型まで、大小様々な部品への使用が可能なことから、実用化が期待される。

しかし、X線回折法で硬さ測定を行った報告は少なく、鋼種の違いが半価幅と硬さの関係に及ぼす影響についても不明な点が多い。そこで、本研究では、種々の鉄鋼材料について半価幅とビッカース硬さを測定し、結果を比較した。

### 【方法】

試験片には、20×L200mmのSCM420及びSCM440、SK105、SUJ2を用いた。これらを各材料に適した温度で焼入れした後、L10mm程度の大きさで6個切り出し、200 から 600 でそれぞれ焼戻しした。熱処理後に脱炭層などの影響を除去するため、長手方向の中心で切断し、測定面とした。測定面はバフ研磨まで行い、X線残留応力測定装置μ-X360s（パルステック工業㈱）で半価幅、微小硬度計FM-ARS9008（㈱フューチャテック）でビッカース硬さを測定した。

### 【結果】

図1に半価幅とビッカース硬さの測定結果を示す。ビッカース硬さは、試験片によらず、半価幅の値が大きいくらい、値が大きくなる傾向を示した。また、得られた曲線は、約2.8degに変曲点が存在し、それより半価幅が狭いときは傾きが大きく、広いときは小さくなった。

SK105及びSUJ2は、SCM440、SCM420と比較すると、同一の半価幅の値において硬さの値が大きくなったことから、鋼種により半価幅と硬さの関係が異なることを確認した。

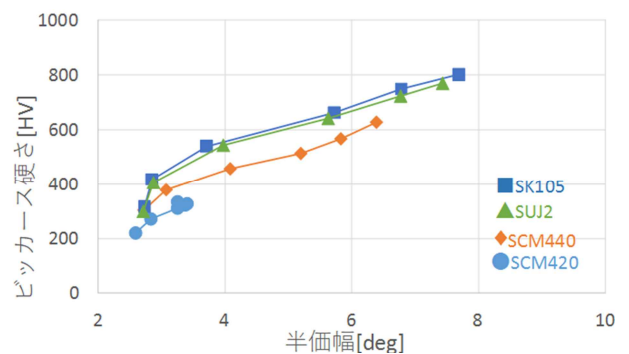


図1 半値幅とビッカース硬さの関係

## 機器分析による薄膜の評価解析方法について

材料科 研究員 長田貴将

### 【目的】

工業製品の品質管理や開発をする上で重要とされる、製品の化学成分、表面形態、結晶構造などの情報を得るため、機器分析による評価解析が必要となる。静岡県西部では輸送機器産業が盛んであることから、輸送機器の外装や精密部品に施される、めっきなど薄膜の評価解析の需要が高く、浜松工業技術支援センターにも相談が多数寄せられる。薄膜は装飾性や耐食性などの性能向上を目的として多層化されることが多いため、機器分析による多角的な評価を行う必要がある。

そこで本報告では、機器分析による薄膜の評価解析方法(元素分析、微小領域の観察、結晶の配向性の解析)を紹介する。

### 【方法】

試料には、SUS304 に光沢クロムめっき(銀白色または黒色)が施されたものを用いた。元素分析には、電子線マイクロアナライザー(EPMA)と蛍光 X 線分析装置(XRF-WDX)、微小領域の観察には、走査型電子顕微鏡(SEM)、結晶の配向性の解析には、X 線回折装置(XRD)を用いた。

### 【結果】

SEMで表面を5千倍、3万倍で観察した結果を図1、図2に示す。銀白色のクロムめっき表面は、100nm以下の微細な析出物で覆われており(図1)、黒色クロムめっきの表面は、極微細な析出物が $\phi$ 100~200nm程度の集合体となり、表面の凹凸を形成していることが分かった(図2)。

なお元素分析と結晶の配向性の解析の結果については発表で報告する。

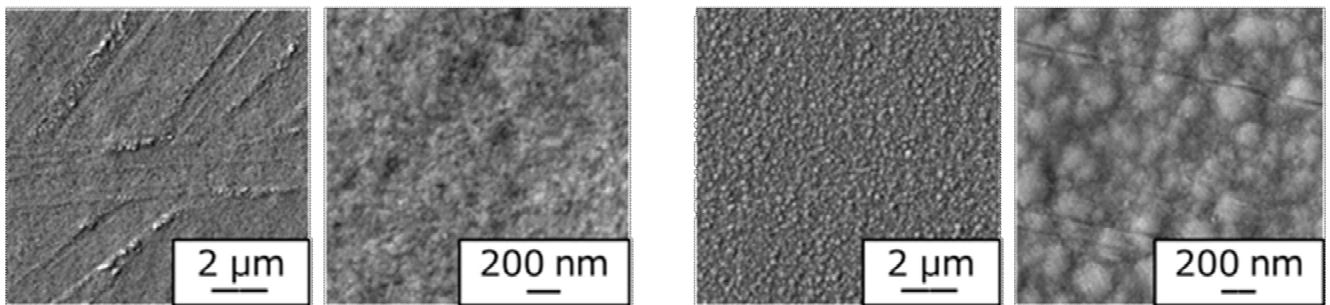


図1 光沢クロムめっき(銀白色)

図2 光沢クロムめっき(黒色)

# マイクロチップレーザーによる レーザーピーンフォーミングの変形モード

光科 上席研究員 鷲坂芳弘

## 【目的】

金型費の抑制や多品種少量生産を目的として、金型を用いない板材成形法が研究されている。著者らは超小型、安価なマイクロチップパルスレーザーを集光照射した際のレーザー誘起衝撃波を成形力としたレーザーピーンフォーミング（以下LPF）というダイレス成形法を考案し、板曲げ加工に適用した<sup>1)</sup>。LPFには生じる塑性変形域の深さに応じて図1に示す複数の変形モードが存在する。モードによって得られる曲率やその方向、成形可能な形状も変化するため、成形の基礎データとして変形モードの把握は不可欠である。そこで、本報では板材の材質、板厚に対する本法の変形モードの変化を調査した。

## 【方法】

実験は集光したレーザー光を水中にて板表面に速度1mm/sでラスタ走査し、生じた曲げ角 $\theta$ を測定することで行った。レーザーは波長1064nm、パルス幅700ps、周波数10Hz、パルスエネルギー30mJである。複数の板厚 $t$ の純アルミニウム、純チタン、リン青銅、SUS304を加工した。 $\theta$ は凸曲げを正とした。実験方法の詳細は既報<sup>1)</sup>にゆずる。

## 【結果】

図2に各材料での $t$ に対する $\theta$ の変化を示す。 $\theta$ の変化は図1の板厚に対するI~Vのモード変化に一致し、軟質材ほど凹曲げとなる $t$ が大きいことも材質に対するモード変化と一致する。これらのデータは加工パラメータの選定において有用な知見となる。

## 【参考文献】

- 1) 鷲坂ほか：塑性と加工，Vol.62，No.720(2021)，8-13.

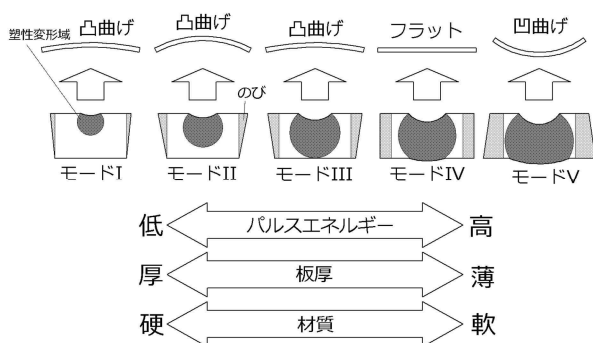


図1 LPFの変形モード

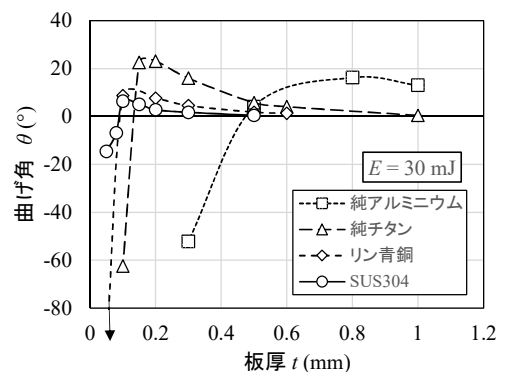


図2 板厚と材質による曲げ角の変化

## 試料表面の色から粗さを推定する

光科 上席研究員 中野雅晴

### 【目的】

大きな試料の表面性状を短時間で評価できる官能検査（目視や触診）は、製造現場で広く使われてきた。しかし、官能検査は、同一基準での定量的な品質管理が難しいといった課題がある。定量測定が求められる表面粗さの評価では、近年、共焦点顕微鏡等による三次元形状計測が用いられている。これらの測定機では、高精度に微細な表面形状を測定できるが、一度に測定できる面積が狭い（例えば、50倍の対物レンズで0.1mm<sup>2</sup>程度）ため、大面積の測定には向いていない。

本研究では、2次元色彩計で試料表面の色を高精度に測定することで、巨視的な表面粗さの違いを短時間で定量測定する方法の確立を目指している。

### 【方法】

共焦点顕微鏡で測定した表面粗さ（算術平均高さ Sa）と試料表面の色の関係を調べた。試料表面の色は、2次元色彩計で測定した。各画素で取得したXYZ表色系の測色値をxy色度図にマッピングして、その分布の広がりを比較した（図1）。試料として、表面形状を3種類の加工法で作製した粗さ比較見本板を用いた。

### 【結果】

図2に Sa と xy色度図の色拡がり幅（x幅）の関係を示す。表面粗さの増加に伴い、x幅は拡大した。また、表面加工法によって曲線に違いが見られた。この結果から、試料表面の色を測定することで表面粗さを推定できることがわかった。

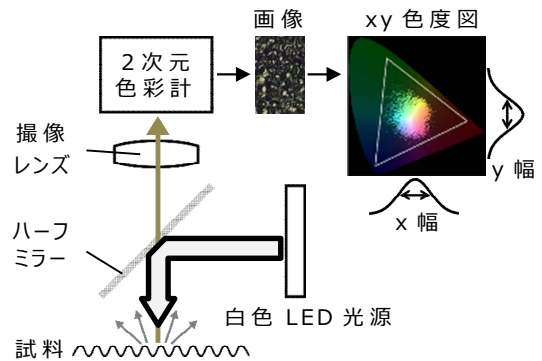


図1 測色による表面粗さ測定の概略図

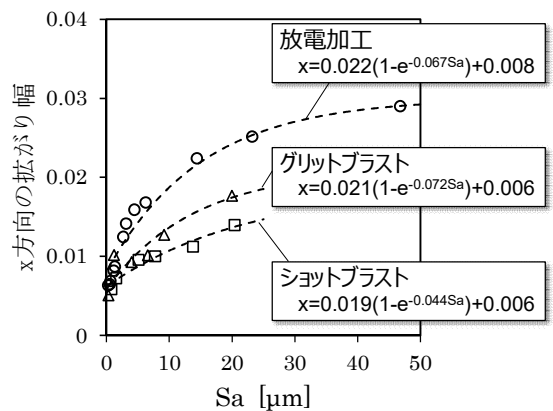


図2 色の拡がり幅と表面粗さの関係

# 光散乱解析を用いた偏光計測の可否判定

光科 上席研究員 太田幸宏

## 【目的】

近年、製品の軽量化を図るため金属・ガラスの代替として樹脂が利用されている。その樹脂製品の破損の原因となる残留応力の可視化を目的に、数値解析による正透過する光量の予測を行った。一般に工業製品に使用される樹脂は不透明なものが多く、光を利用して非破壊で樹脂内部の状態を可視化するには、どの波長の光がどの程度透過するかを知る必要がある。そこで、不透明な樹脂を散乱体が混合された媒質と仮定して、モンテカルロ法による光散乱解析を用いて、散乱の影響を受けていない正透過する光量の予測を行った。この結果から、応力に起因する樹脂の複屈折の可視化方法である偏光計測の可否判定を行った。

## 【方法】

物性値が既知であるモデルで実験との比較検証をするため、ガラスセルに純水を満たし、それに粒子を分散させたモデルを用いて、正透過する光量の予測を行い、本解析法の有効性を確認した。また、本解析法を用いて、粒子濃度と光源波長を変数とした正透過する光量の予測を行い、偏光計測の可否判定図を作成した。

## 【結果】

図1に3種類の粒子濃度の実測値と解析値のグラフを示す。実測値と解析値が一致していることから、実測しなくても数値解析から正透過する光量が予測できることを確認した。図2に偏光計測の可否判定図を示す。図中、白い領域内の粒子濃度であれば、偏光計測に必要な光量が得られるため、測定システムの光源選定に利用ができる。

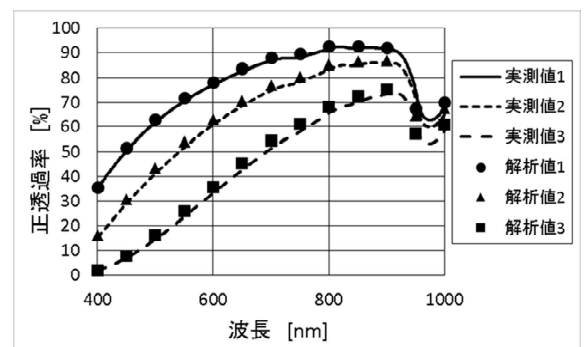


図1 解析値と実測値の比較

※粒子濃度 [ $\times 10^{-5}$ ] 1: 4.2、2: 7.4、3: 15.6

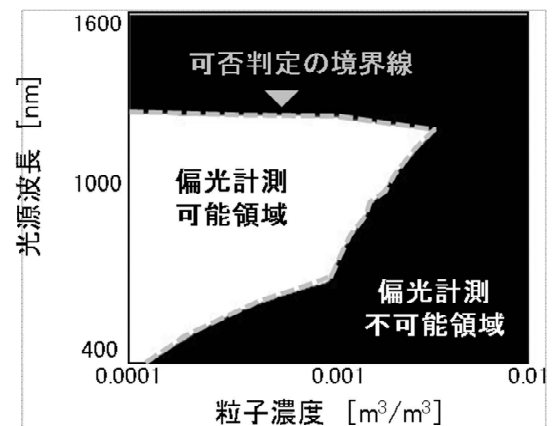


図2 偏光計測の可否判定図

## EMC 試験設備の紹介および試験時の留意点

機械電子科 上席研究員 上野貴康

近年、電子制御化が急速に進んでいる自動車関連製品には電子部品が多数使われており、これらは電波・電磁ノイズ下でも誤動作しないように、そして、不要な電波・電磁ノイズを放出しないように、高い安全性や信頼性が要求されている。

この安全性・信頼性に関する EMC 試験について、静岡県は自動車部品に特化した車載機器 EMC テストサイトを平成 30 年度から稼働している。また、従来から実施している民生機器用 EMC 試験設備も最新の規格に対応するため平成 31 年度にリニューアルした。本発表では当センターで実施している各種 EMC 試験について紹介する（実施している主な試験項目は下表参照）。

EMC 試験では、製品が放出する電磁ノイズの量が規格を超えていないか等の試験を行うため、試験結果の信頼性が重要となる。そのため、当センターで実施している試験上の留意点についても紹介する。

### 【試験項目】

車載機器 EMC テストサイト
放射エミッション測定
伝導エミッション測定
過渡伝導試験、過渡結合サージ試験
静電気試験
放射イミュニティ試験(ALSE 法)
放射イミュニティ試験(TEM セル法)
バルク電流注入 (BCI) 試験
磁界イミュニティ試験
ポータブル無線機 (近接照射法)
電源電圧変動試験

民生機器用 EMC 試験
放射エミッション測定
伝導エミッション測定
電源高調波電流測定
静電気試験
放射イミュニティ試験
EFT/B 試験
雷サージ試験
伝導イミュニティ試験
インパルスノイズ試験
電源電圧変動試験

# 摩擦攪拌接合したアルミニウム合金鋳物継手の組織と機械的性質

機械電子科 上席研究員 岩澤 秀

## 【目的】

固相接合である摩擦攪拌接合(FSW)は、接合部の溶融を伴わないため、溶接が困難とされてきた薄肉高圧鋳造材などの鋳物への適用も期待されている。本研究では、薄肉のアルミニウム合金鋳物の製造方法として注目されている半溶融(THIXO)成形法で作製した薄板のFSW継手の組織及び機械的性質を調べた。

## 【方法】

厚さ5mmの板状にTHIXO成形したAl-7%Si-0.5%Mg-1.0%Cu合金の鋳放しまま材(THIXO(F))及びT6材(THIXO(T6))をI型突き合わせ接合した。加工条件は、回転速度1400rpm、接合速度2.5mm/s、ツール傾斜角3°とした。接合部の組織観察と接合方向に対して垂直方向の硬さ分布及び引張特性を調べた。

## 【結果】

図1にTHIXO(T6)の接合部断面のマクロ組織を示す。攪拌に伴う塑性流動によるFSW特有のオニオンリング状組織が観察された。図2には、接合部断面の硬さ分布を示した。図3は、引張試験における伸びの分布をDIC(デジタル画像相関法)を用いて測定した結果を示す。伸びは、試験片全体で一様では無く、異なる伸び分布を示す。図2と対比すると硬さの低い部分で大きな伸びを示し、破壊に至った。

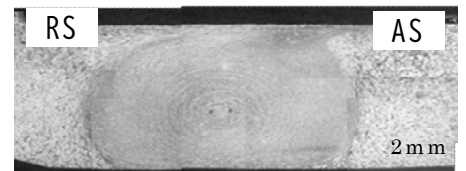


図1 接合部断面組織

ASはツール回転と接合方向が同じでRSはその逆を示す

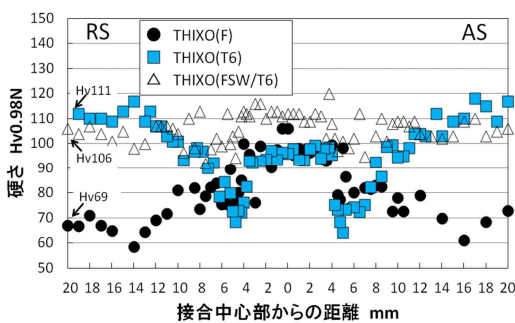


図2 硬さ分布

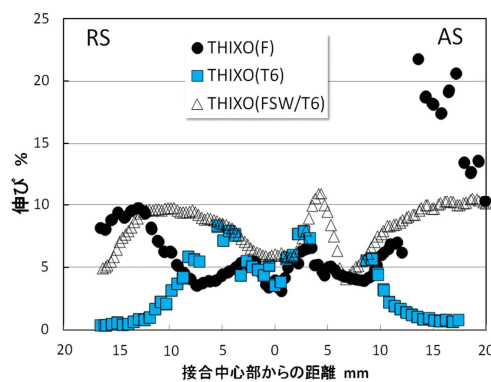
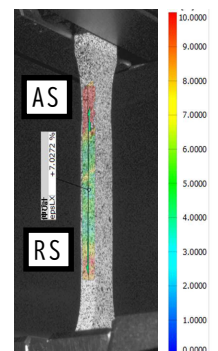


図3 伸びの分布



平行部の伸びの分布が色で表される

# 非接触三次元ひずみ・変形測定機の測定事例紹介

機械電子科 上席研究員 長津義之

## 【目的】

当センターの非接触三次元ひずみ・変形測定機は、3D スキャナとしての形状測定に加え、DIC(デジタル画像相関法)によるひずみ分布測定が可能である。現在、製品試験や材料物性等のシミュレーションパラメータ取得への応用を目指し、当該装置の測定系の拡張や精度調査を行っている。ここでは、これまで調査した測定特性に加えて、(1)恒温槽内の CFRP 板の加熱冷却時の熱ひずみ、(2)炭酸ガスレーザー照射による加熱時の PMMA 板の熱ひずみ分布の測定事例を紹介する。

## 【方法】

- (1) 恒温槽(ETAC HIFLEX、 $-40\sim 120^{\circ}\text{C}$ 、 $1000\times 1000\times 800\text{mm}$ )内の CFRP 板(厚さ 3mm、繊維方向単一及びランダム)の 2 種類を、 $-30\sim 120^{\circ}\text{C}$ の雰囲気温度で計測した。カメラは、ATOS Core185(GOM 社)、DIC は ARAMIS(GOM 社)でひずみ算定した(図 1)。
- (2) 厚さ 2mm の PMMA 板に対し、図 2 の測定系で、炭酸ガスレーザーによる照射及びひずみ計測を行った。カメラ、ソフトウェアは(1)と同じものを用いた。

## 【結果】

恒温槽内の測定により、CFRP 板の熱ひずみの繊維配向に対する依存性が確認された。また、PMMA の炭酸ガスレーザー照射面のひずみ分布変化が計測された。今後、シミュレーションパラメータ取得等の用途に本装置の応用が期待される。



図 1 恒温槽内測定系

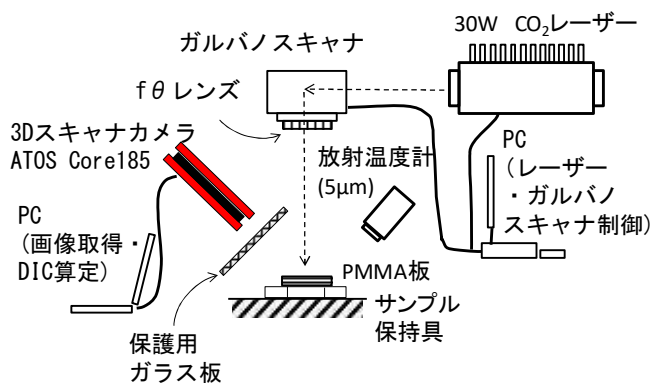


図 2 レーザー照射ひずみ測定系



## 計測用 X 線 CT の精度評価

機械電子科 上席研究員 針幸達也

### 【目的】

X 線 CT による寸法計測では撮影後再構成された三次元モデルから寸法を計測するため、いかに撮影によってきれいな像を得るかが非常に重要である。そこで本発表では X 線 CT による寸法計測において撮影条件を変えたときの真値からのずれとばらつきを検証した。

### 【方法】

図 1 のサンプルをサンプル固定法、撮影枚数、撮影モード、X 線用フィルターを変えて X 線 CT 装置 (YXLON FF35CT METROLOGY) で撮影し 3D 像を得た。この像を用い各段の高さ、径を計測した。評価のための真値は接触式の三次元測定器で計測した値とした。

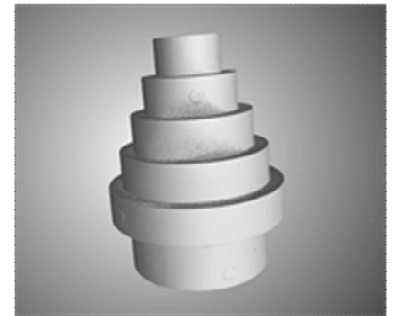


図 1 撮影した試料

### 【結果】

図 2 に均一に偏差が発生すると想定した場合の各撮影パラメータの違いによる偏差を示す。姿勢とフィルターは条件を変えると偏差が大きく変化し、測定値のばらつきに対し寄与が大きいことが分かった。次に寸法と偏差の関係を調べた (図 3)。偏差は寸法の真値に関わらず均一に発生するモデルを想定したが実際には偏差は寸法の真値が大きくなると大きくなっていった。寸法を測定する場合、寸法が大きくなるにつれ偏差は大きくなるという想定のもと評価しなければいけないことが分かった。発表では寸法真値が大きくなるにつれ偏差も大きくなるモデルについても解析結果を発表する。

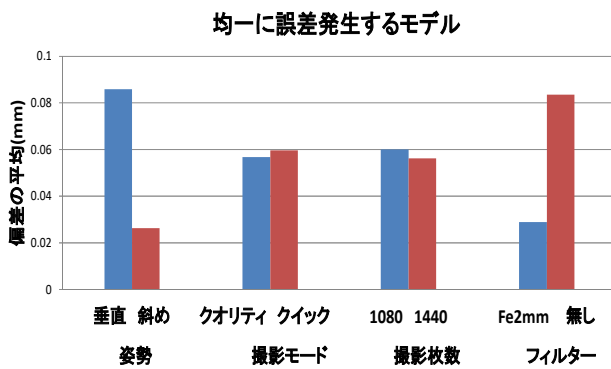


図 2 パラメータの違いによる偏差

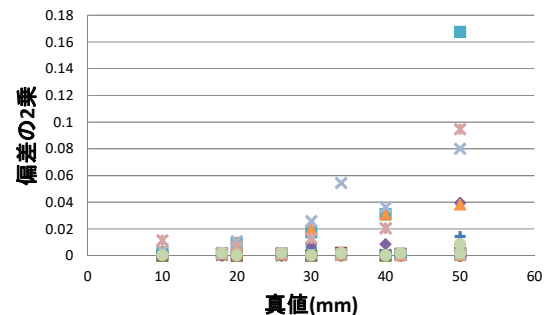


図 3 寸法真値と偏差の関係

(別添)

# 浜松工業技術支援センター研究発表プログラム

## 午前の部

令和3年3月8日 10時から12時

	発表タイトル	発表者	研究種類	概要
10:00	新成長分野発展に貢献する軽量高強度材料(CFRP)の高効率成形技術の確立	繊維高分子材料科 上席研究員 鈴木重好	新成長戦略研究	自動車業界の世界各国における環境・燃費規制などにより、エネルギーを有効に活用する技術が喫緊の課題となっており、材料の軽量化技術は各産業に共通するキーテクノロジーといえる。本研究プロジェクトは、この課題を解決するために軽量・高強度を特徴とする炭素繊維強化複合材料(CFRP)について、熱可塑性樹脂を用いた生産性の高い成形技術を確立することを目的としており、今回はその概要について発表する。
10:15				
10:15	CFRPの基材となるUDテープ製造技術の確立	繊維高分子材料科 主任研究員 長房秀幸	新成長戦略研究	炭素繊維複合材料(CFRP)は、金属と比べて軽量かつ高強度である反面、大量生産のための成形時間短縮が課題となっている。浜松工業技術支援センターは浜松地域CFRP事業化研究会と協力し、ハイサイクル成形に用いる安価で高性能な中間基材(UDテープ)製造技術の確立を目指している。本発表では、UDテープ製造装置の予備開繊技術、超音波含浸技術の確立について現状を報告する。
10:30				
10:30	新成長分野発展に貢献する軽量高強度材料(CFRP)の高効率成形技術の確立～開発中の成形材料の成形条件の確立について～	繊維高分子材料科 主任研究員 森田達弥	新成長戦略研究	新成長戦略研究では、細断した一方向炭素繊維テープ(CFRTP)を用いた圧縮成形技術の確立を目指しているが、開発中のCFRTPは成形条件が確立されていない。そこで、成形条件を変えて作製した試験片で基礎物性を測定して成形条件等を評価したので報告する。
10:45	休憩(10:45 - 11:00)			
11:00	材料評価・解析のための効果的・効率的な試料調製方法のご紹介	材料科 上席研究員 吉岡正行	一般研究	近年、不良不具合が発生した部品・製品やその事象の原因と思われる異物試料の微小化と状態・状況の複雑化が進んでいる。これら「難サンプリング材」は各種試験分析機器に導入や設置すること自体が不可能・困難であるため、不良不具合原因究明のための評価解析が行えない。そこで、サンプリングが難しい試料を適切かつ効率的にサンプリングするための各種メソッド(試料調製方法)を開発したので紹介する。
11:15				
11:15	めっき法によるラフネス構造の形成と撥水化への応用	材料科 上席研究員 田光伸也	一般研究	当センターでは、めっきにより形成される3次元構造(ラフネス構造)上に、極めて薄い有機物層を施し物体表面を撥水化する、新しい表面処理技術の研究開発に取り組んでいる。この技術はめっきを利用するため、導電性を付与できることや皮膜の厚さを制御しやすいことなど様々な利点がある。本報告では、これまで取り組んできた金及びニッケルめっきを利用した撥水化技術についての研究内容を紹介する。
11:30				
11:30	X線回折による硬さ測定に及ぼす鋼種の影響	材料科 研究員 小粥基晴	受託研究	鉄鋼材料の硬さは、構造物の機械的特性において重要な指標のひとつである。通常の硬さ試験では、試料に圧痕が残ることや試料調製に時間がかかることが課題として挙げられる。X線回折法は、非破壊かつ短時間の測定が期待できるが、測定値の信頼性に関するデータが少ない。本発表では、ピッカース硬さ試験とX線回折法により求めた硬さの値について比較した結果を報告する。
11:45				
11:45	機器分析による薄膜の評価解析方法について	材料科 研究員 長田貴将	受託研究	めっき等の薄膜の物性の評価には様々な機器分析が必要となる。本報告では電子線マイクロアナライザー(EPMA)や蛍光X線分析装置(XRF)による元素分析、走査型電子顕微鏡(SEM)による表面・断面の観察、X線回折装置(XRD)による構造解析の方法を紹介する。分析の対象として耐食性の異なる2つの薄膜試料(光沢に優れた装飾用黒色クロムめっき)を使用した。
12:00				

(別添)

# 浜松工業技術支援センター研究発表プログラム

## 午後の部

令和3年3月8日 13時から15時

	発表タイトル	発表者	研究種類	概要
13:00	マイクロチップレーザーによるレーザーピーンフォーミングの変形モード	光科 上席研究員 鷺坂芳弘	受託研究 内閣府革新的研究開発推進プログラム『ImPACT』	ImPACTプログラムにて開発された超小型高出力のパルスレーザーはレーザー誘起衝撃波の発生源として優秀である。そこで衝撃波を成形力とした非接触の板曲げ加工（レーザーピーンフォーミング）を提案した。本法には衝撃波で生じる塑性変形域の深さによって複数の変形のモードが存在し、材料、板厚によっても曲げの方向や変形量が変化する。形状制御の基礎データとするため、これらの変形モードの把握を試みた。
13:15	試料表面の色から粗さを推定する	光科 上席研究員 中野雅晴	一般研究 科研費	製造現場で広く使われてきた官能検査（目視や触診）は、短時間で表面性状を評価できる一方で、定量的な品質管理が難しいといった課題がある。本研究では、2次元色彩計で試料表面の色を高精度に測定することで、巨視的な表面粗さの違いを短時間で定量測定する方法の確立を目指している。本報告では、色彩計で測定した表面画像の測色値をxy色度図にマッピングし、その色の分布と表面粗さとの関係性を評価した結果について報告する。
13:30	光散乱解析を用いた偏光計測の可否判定	光科 上席研究員 太田幸宏	一般研究	モンテカルロ法による光散乱解析を用いて、散乱体が混合されて不透明となった樹脂を想定した複屈折可視化の可否判定を試みた。偏光は散乱すると、その前後で偏光状態は変化する。そこで、光散乱解析を用いて樹脂を透過する間に一度も散乱しないで透過する光量、正透過率を推定することで、樹脂内部の複屈折による偏光状態の変化が計測できると仮定した。本報告では、正透過率が低くても、偏光計測ができることを示す。
13:45	休憩（13:45 - 14:00）			
14:00	EMC試験設備の紹介と試験時の留意点	機械電子科 上席研究員 上野貴康	一般研究	当センターでは平成30年度に、車載機器のEMC試験に特化した試験施設を開所し、また従来から行っている民生機器のEMC試験設備を一部リニューアルした。今回、当センターで実施している各種EMC試験設備について紹介する。また、EMC試験機器は取り扱いに注意すべき点があるため、当センターでEMC試験をする際の留意点についても紹介する。
14:15	摩擦攪拌接合したアルミニウム合金鋳造材継手の組織と機械的性質	機械電子科 上席研究員 岩澤 秀	一般研究	摩擦攪拌接合（FSW）は、軽量合金部材のマルチマテリアル化に魅力的な接合技術として有望視されてきている。薄肉・複雑形状のアルミニウム合金鋳物同士のFSWは、形状自由度の高い高機能アルミニウム合金部材の提供を期待できる。本研究では、亜共晶Al-Si-Mg-Cu系鋳造合金を用いて半溶融成形法により薄板を作製し、摩擦攪拌接合した継手の組織と機械的性質を調べた。
14:30	非接触三次元ひずみ・変形測定機の測定事例紹介	機械電子科 上席研究員 長津義之	一般研究	当センターが保有する非接触三次元ひずみ・変形測定機は、形状計測に加え、DIC(デジタル画像相関法)によって、ひずみ分布を測定することができる。本センターでは、当該装置の、製品テストや熱物性等のシミュレーション用のパラメータ取得への応用を目指し、測定系の整備や精度調査を行っている。今回、恒温槽内の測定及び炭酸ガスレーザーで照射された樹脂表面の変形・ひずみ変動の測定事例等を紹介する。
14:45	計測用X線CTの精度評価	機械電子科 上席研究員 針幸達也	一般研究	寸法計測には様々な方法がある。そのひとつにX線CTによる計測がある。X線CTによる計測は接触式の三次元測定機や非接触の光学式形状測定機では測定できない深い穴や高いフィン形状、複雑な形状も測定可能である。X線CTによる寸法計測ではいかにきれいな三次元像を得るかが非常に重要である。そこで本発表では撮影条件を変えた時の計測精度の違いを検証した。解析には2つの誤差発生モデルを想定した。
15:00				