

# TECHNO NEWS

滋賀県東北部工業技術センター  
テクノニュース  
Vol.59-2016/10

## 目次

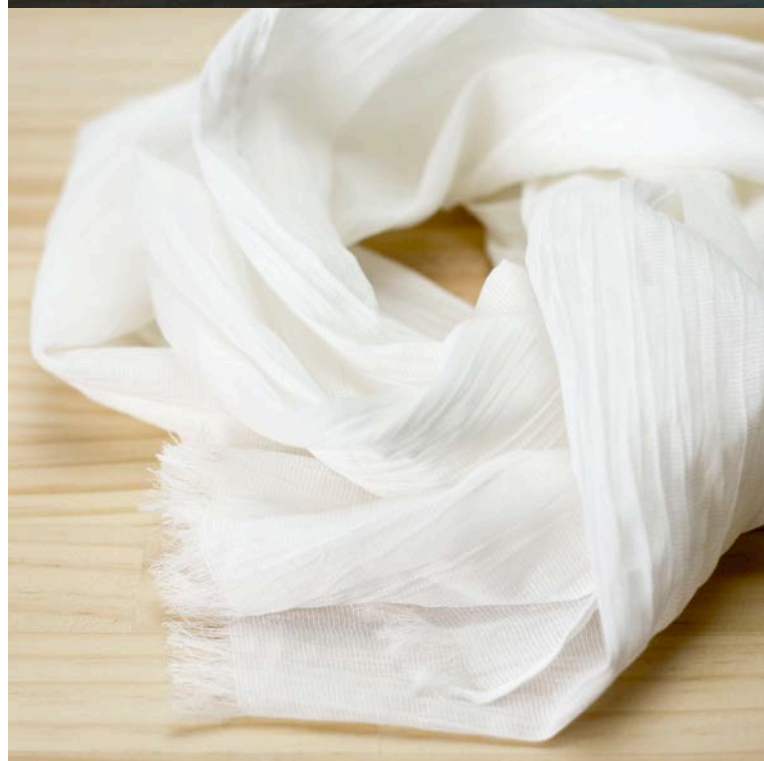
- P1 和紙糸と和紙生地の新製品開発
- P2 センター活用法  
温湿度環境試験
- P4 技術解説  
金属のいろは(2)
- P6 センターの研究テーマ紹介
- P8 お知らせ

## 和紙糸と和紙生地の 新製品開発

東北部工業技術センターと工業技術総合センターでは、(株)古川与助商店、滋賀麻工業(株)、(株)マスダの三社と共同研究を実施し、「和紙糸」「和紙生地」の新商品開発に取り組みました。

和紙糸とは、細くカットした和紙を、こよりを作るように撚りをかけて糸にしたものです。和紙糸と聞くとすぐにちぎれてしまいそうな弱いイメージを持たれると思いますが、撚りかけることで強度が上がり、水に強く、染色や洗濯にも対応できるようになります。

今回の共同研究では、今までにない極細の和紙糸とそれを用いた生地の開発を行いました。和紙糸を織り込むことで、軽くて通気性に優れ、使い込むほど体に馴染む新触感の和紙生地が出来上がりました。また、滋賀県オリジナルの素材として、近江雁皮紙を用いた和紙糸の「近江雁皮



写真上／和紙糸、写真下／極細和紙糸で織り上げたストール

糸」の開発にもチャレンジし、これらは市場から高い評価をいただいています。

この和紙生地が、日本を代表する素材として「東京オリンピックでジャケットに採用されること」を目標に、引き続き新製品の開発に取り組んでいます。

## 問い合わせ

繊維・デザイン係(長浜庁舎) 谷村  
TEL 0749-62-1492

# 温湿度環境試験

—環境試験を適切に行うコツを確認しましょう—

温湿度環境試験には、製品、部品や材質ごとに条件規格が多く存在します。同様な試験名称であっても内容が異なることも多く、適切な試験を行うためには、事前に関連する試験方法に精通しておくことはもちろん、機器の性能等についても十分な知識が必要です。



環境試験室(長浜庁舎)



小型超低温恒温槽(彦根庁舎)



冷熱衝撃試験機(彦根庁舎)

## はじめに

環境試験に対する一般的指針<sup>(1)</sup>によれば、環境試験は、「供試品が実際に受ける環境条件をシミュレートするか、または環境の影響を再現するかのいずれによって、供試品が規定する環境条件に耐え、かつ、動作することの確かさの程度を立証することを目的とする」とされています。そのため温湿度環境試験にも、製品、部品や材質ごとに試験名称や温湿度条件等が多く存在します。例えば、時計の試験方法<sup>(2)</sup>には関連する試験方法として、耐湿度試験の他、耐温度試験として耐熱試験、耐寒試験、耐温度変化試験(熱衝撃試験、温度サイクル試験)の試験温度等が規定されています。また、環境試験方法—電気・電子—第2<sup>(3)</sup>の規格群にも低温試験方法や温度変化試験方法等が規定されていますが、これらは「期待する耐用寿命を考慮して、規定する環境条件で保管、輸送及び動作時における供試品の適応性を確認したり、設計品質または製造された供試品の品質についての情報を提供するという狙い」で制定されており、それに基づいた試験条件が規定されています。

## 試験目的

先の指針によると、恒温器(槽)で行う「低温試験および高温試験」は、主に短時間による温度の影響を確認する目的で行います。また、恒温恒湿器(槽)で温湿度制御によって行われる「温湿度サイクル試験」は、試験体に潜在しているひび割れに、水分を侵入させる目的で行われます。さらに

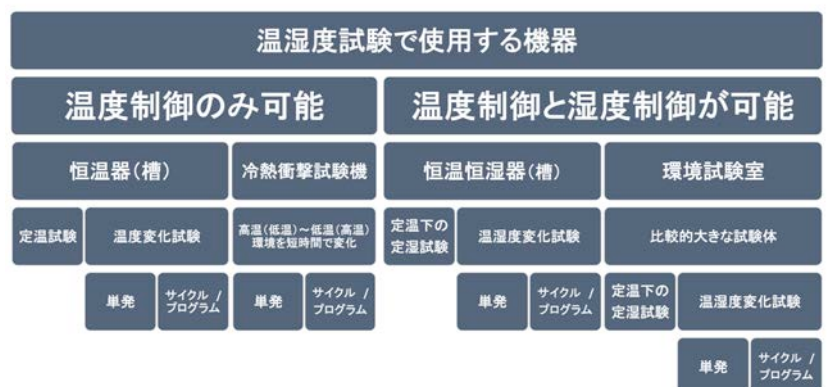


図 1 温湿度試験機器の分類

表 1 当所の主な温湿度環境試験機の仕様一覧

番号	機器名	メーカー名	仕様				設置場所
			低温側	高温側	湿度制御	サイズ	
R03	小型恒温恒湿器	タバイエスペック(株)	-20℃～	～+100℃	○	D800×W600×H850	長浜
R03	小型恒温恒湿器	タバイエスペック(株)	-20℃～	～+150℃	○	D600×W500×H750	長浜
R10	環境試験室	(株)大西熱科学	-10℃～	～+60℃	○	D2,000×W3,500×H2,300	長浜
E02	恒温恒湿槽	タバイエスペック(株)	-70℃～	～+180℃	○	D600×W900×H840	彦根
E04	小型超低温恒温槽	タバイエスペック(株)	-75℃～	～+100℃	×	D400×W400×H400	彦根
E01	冷熱衝撃試験機	タバイエスペック(株)	-70～0℃	+60～+200℃	×	D370×W650×H460	彦根

「高温高湿(定常)試験」では、湿気のある状態での長期間の経時変化の確認を目的として行われるとされています。

## 設備使用機器

当所には温湿度環境試験で使用可能な機器として、図1に示すように温度のみの制御が可能な「恒温器(槽)」、温度と湿度の制御が可能な「恒温恒湿器(槽)」、熱衝撃という急激な温度変化を加えることが可能な「冷熱衝撃試験機」と、比較的大物の試験体に対して恒温恒湿試験が可能な「環境試験室」の4種類があります。また具体的には、当所では乾燥器等を除くと表1に示す仕様を持つ1室5機器が当該試験機器となりますので、試験条件に適した設備を選択いただく必要があります。なお、機器によって設置されている場所が異なりますので問い合わせ時にはご注意ください。

## 設備利用時の注意点

温湿度環境試験の設備使用の技術相談で、試験中の湿度が希望している値にならないということがよくありますが、その多くは温度条件によって、機器の性能上達成できない湿度があるという点についての認識不足が原因です。恒温恒湿器には図2に示すような機器の中に何も入れない状態での湿度制御可能な範囲が明示されていることが多いのですが、機器によってその範囲が異なります。図2では試験機

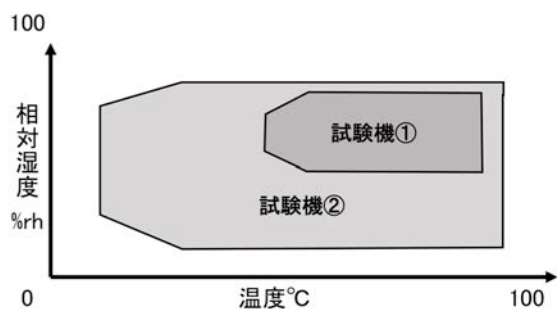


図 2 試験機の温湿度制御可能線図の例

①に比較して試験機②の方が広い範囲での温湿度制御が可能であることがわかります。さらに機器内に試験体を入れると制御可能範囲が狭まる方向に変化するため、試験を行う際には温湿度制御能力に余裕を持った機器を選択することが重要となります。なお、機器の温度や湿度の表示は、機器内の温湿度センサの数値を示しているため、試験体自体の温度とは乖離していることが通常ですので、もし、正確な試験体温度の確認が必要である場合には別途熱電対等による温度計測が必要となります。また、冷熱衝撃試験機では試験槽内に高温と低温の空気が交互に流れ込む構造であるため、安定した温度になるには数分程度の時間がかかることにも注意が必要です。近年、恒温恒湿器では、過酷な試験を実施するという目的で温湿度制御可能線図を超えたプログラム運転を要望される方も見受けられますが、安定的な温湿度制御が不可能であるとともに、機器に過負荷を与え、予期せぬ故障や機器寿命を短くする原因となることからプログラムの条件設定には十分注意いただく必要があります。最後になりますが、これら機器には槽内に入れてはいけない試験体、収納可能なサイズ(容積)、積載可能重量などにも制限があるため、多くの利用者の皆様に円滑な設備使用を行っていただくため、試験前に試験目的と試験条件を十分吟味いただき、当所機器仕様を確認の上、担当職員との事前打ち合わせをお願いします。

## 参考文献

- (1) 環境試験方法－電気・電子－第1部:通則及び指針 JISC60068-1:2016
- (2) 時計-試験方法 JISB7001-1995
- (3) 環境試験方法－電気・電子－第2 JISC60068-2

## 問い合わせ

繊維・デザイン係(長浜庁舎) 三宅  
 TEL 0749-62-1492  
 金属材料係(彦根庁舎) 松本  
 TEL 0749-22-2325

# 金属のいろは(2) —金属材料の強度編—

金属材料は強いにも関わらず、変形することができる材料です。このような特徴は金属結晶と転位に由来します。また、金属は熱処理や変形を伴う加工により硬く強くなったり、軟らかくなったり、また脆くなったりと強度の特性が大きく変わります。

今回の技術解説では金属材料のこのような強度の仕組みについて解説します。

## 金属結晶とは

結晶とは原子や分子が規則的に配列した構造のことを言い、金属結晶の他に、共有結合結晶(ダイヤモンド、セラミックスなど)やイオン結晶(塩化ナトリウムなど)などがあります。図1に結晶と変形のイメージ図を示します。共有結合結晶やイオン結晶では、Aの原子の隣はBというように原子の配列が決まっています。しかし、金属結晶ではAのとりの原子はAでもBでも良いというように原子配列の規制が緩やかです。原子の移動を伴う変形において金属結合ではA-Bの結合がA-Aに変わっても結合を維持できますが、他の結晶ではA-AやB-Bの結合は維持することができず割れてしまいます。金属結晶が変形できるのに対し、他の結晶が硬くて脆いのはこのことが原因です。

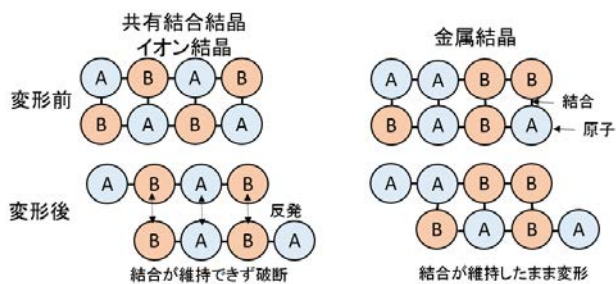


図1 結晶と変形のイメージ

金属結晶が変形するとき一度に原子は移動するのでしょうか。図2の上段のようなホースを引っ張る時をイメージしてください。地面にあるホースをいっぺんに引くにはホースと地面の摩擦が大きいため大きな力が必要です。このような時、ホースの一部を浮かし、浮いた場所を移動させながら引っ張れば比較的弱い力でもホースを移動することができます。

金属の内部でも同じようなことが起こっています。金属の内部では**転位**と呼ばれる線上の原子配列の欠陥が多数含まれており、これらが結晶中を移動することで変形が進みます。結晶に全く欠陥が無い完全結晶の強度を理論的に計算すると、転位が含まれている通常の結晶の10~100倍の強度を有していると言われていています。しかし、現在の技術で

完全結晶を作ることはできません。そのため、材料の強度を上げるためにはこの転位の移動を抑制する方法がとられています。

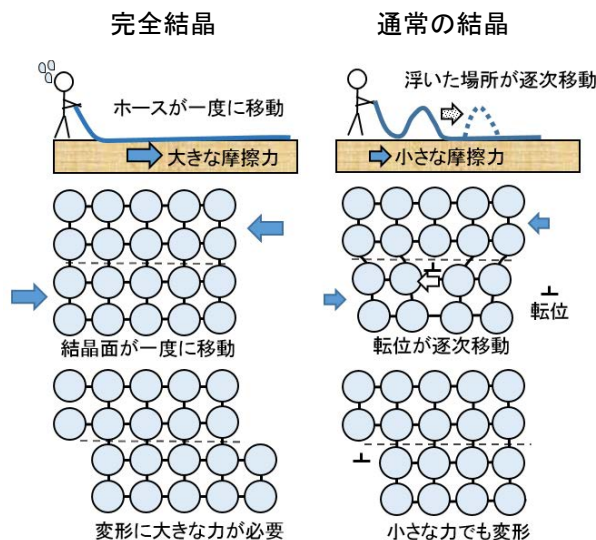


図2 転位による変形のイメージ

## 弾性変形と塑性変形

変形を大きく分けると2つに分けることができます。一つは**弾性変形**です。この変形は隣り合う原子間の距離が広がることで発生する変形です。力を除くと原子は元の位置に戻り変形は残りません。もう一つは**塑性変形**です。この変形は前述の転位の移動による変形であり、力を除いても変形は残ります。

弾性変形と塑性変形の関係は引張試験を行うことで測定することができる**応力-ひずみ曲線**で見ることができます。図3に鋼の応力-ひずみ曲線の一例を示します。応力は単位面積当たりにかかっている力であり、単位は $N/mm^2$ またはPaを使います。 $400N/mm^2$ は $1mm^2$ あたり約40kgの力が加わっていることを意味します。ひずみは単位長さあたりの変形量を単位長さで除して算出する値で、単位は%を使います。20%のひずみはもとの長さが50mmのとき、10mm伸び全長が60mmになったことを意味します。断面積や単位長さは変形の進行とともに変わりますが、一般的に

は引張試験前の断面積および長さ(標点間距離)を使った公称応力と公称ひずみを用います。

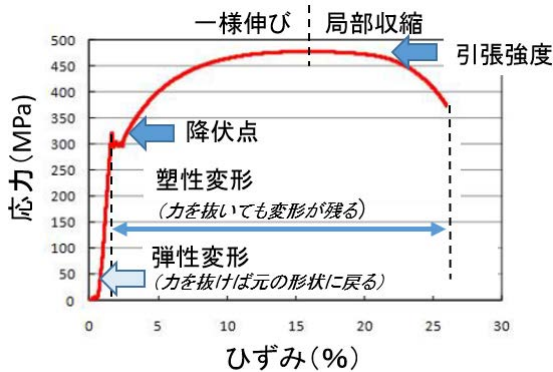


図3 鉄鋼の応力-ひずみ曲線の例

金属の変形は弾性変形から始まります。この弾性変形が起こっている領域では応力とひずみの関係は直線関係になります。さらに力が加わると転位の移動が始まり塑性変形が起こります。塑性変形が始まることを**降伏**といいます。鉄鋼材料の一部には応力-ひずみ曲線に明確に降伏現象が現れることがあり、この応力を**降伏応力**や、**降伏点**と言います。しかしながら多くの金属は明確に降伏点を示しません。そのため0.2%の永久ひずみが生じる応力を**耐力**として評価をしています。塑性変形が起こると変形が進むために、より大きな力が必要となります。このことを**加工硬化**と言います。さらに変形が大きくなると応力は極大点を迎え、その後、応力は小さくなります。応力の極大値を**引張強さ**と呼びます。引張強さを迎えるまでは変形は均等に起こります。しかし引張強さを超えると変形は局部的に進むようになります。局部変形が進んでいるところの断面積は周りに比べて小さくなるため、より低く力でも変形が進むようになります。

強度の指標にはもう一つ**硬さ**があります。ビッカースやロックウェル、ブリネルといった硬さは、ダイヤモンドや鋼球でできた圧子と呼ばれるものに一定の負荷を与えることでできるくぼみの大きさから評価する手法であり、小さなくぼみであれば柔らかく、小さなくぼみであれば硬いということになります。引張試験が試験片全体の平均的な強度を評価するのに対し、硬さは局所的な強度を測っていることとなります。同じ種類の金属であれば、硬さと引張強度は正の相関関係があります。

## 金属の強化方法

金属の強化方法には、①加工硬化、②析出強化、③固溶強化、④結晶粒の微細化の4つがあります。いずれの方法も転位の移動を抑制することで強くしています。

**加工硬化**は前述の塑性変形の進展に伴い、より大きな力

が必要になるという現象です。塑性変形が進むと転位の数が増加します。転位の数が増えると転位はお互いの運動を阻害するため、動きにくくなり硬くなります。圧延鋼板や鍛造、プレス製品は加工硬化により強化されています。転位は焼きなましという熱処理を行うことで数は減ります。そのため、焼きなましを行うと柔らかくなります。

**析出強化**とは、通常の結晶の中にナノレベルの微細で硬い結晶を作り(析出させ)、この微細な結晶が転位の動きを阻害することで強くする手法です。微細な結晶を析出させるためには時効と呼ばれる熱処理を行います。この強化法で代表的なのはアルミニウム合金の一種であるジュラルミンです。時効熱処理時間の経過に伴い、微細結晶が析出するためジュラルミンは硬くなりますが、時間が長くなりすぎると微細結晶が粗大化し逆に軟化します。

**固溶強化**は、元の金属に他の金属などの元素を混ぜることで強くする手法です。大きさの違う元素が混じると金属結晶は、その混ざった金属の周辺ではひずみが発生します。そのため、転位の移動が阻害されるというものです。黄銅や青銅等はこの強化法で強くなっています。一般的には金属を混ぜりものが入っていない純金属のまま使用するのはまれであり、合金として使用します。そのため、多くの金属材料では固溶強化の効果を受けていると言えます。

**結晶粒の微細化**は、結晶の大きさを小さくすることで強度を上げる手法です。金属材料は金属結晶が多数集まった多結晶材料であり、結晶と結晶の境目に結晶粒界と呼ばれる結晶の向きが変わる場所があります。結晶粒界には転位の移動を止める作用があり、結晶粒径を小さくし結晶粒界の割合を増やすと、転位の動きが抑制され強度が向上します。この強化方法は**ホールペッチの関係**と呼ばれる経験式で表されており、結晶粒径の1/2乗に逆比例して強度が向上すると言われていています。結晶粒の微細化には強加工を行いひずみを無数に入れた後に熱処理により微細な結晶を新たに作り出す方法や鋼の場合は焼き入れ焼き戻しの熱処理が用いられています。

今回説明しました金属の強度については10月26日に彦根庁舎で開催します「國友塾 金属材料の強さの秘密と評価方法」でもう少し詳しく説明を行う予定です(本誌P8参照)。興味のある方はぜひご参加ください。

## 参考文献

演習:材料試験入門:砂田久吉

## 問い合わせ

金属材料係(彦根庁舎) 安田、佐々木

TEL 0749-22-2325

# センターの研究テーマ紹介

## ペーパーヤーンの高機能化に関する研究開発

繊維・デザイン係 谷村泰宏

紙を原料にした糸「ペーパーヤーン」を用い繊維製品を開発しています。滋賀県内の企業と昨年度までに行った基礎的な研究において、得られた課題を解決するために、また、得られた特徴を生かしながら、本年度もさらに研究を進めていきます。



## バーチャル仏壇アプリケーションの開発

繊維・デザイン係 野上雅彦

彦根仏壇事業協同組合では、コンパクトでモダンな新スタイル仏壇のブランド「柴+（ナナプラス）」の商品を開発し、祈りのあるライフスタイルの提案をしています。本研究ではこの柴+との共同研究で、PCやタブレットを活用した、IT社会に適応し、柴+商品のカタログ機能をも併せ持つ「バーチャル仏壇」を開発し提供することで、現代の人々に心静かに手を合わせる習慣を体験してもらい、については仏壇の売上につなげていくことを目的としています。



## 燃料電池部材等に利用可能な樹脂材料の高度化に関する研究

有機環境係 上田中隆志

材料の軽量化の観点から、様々な部材で樹脂材料が用いられますが、近年は軽量化の観点だけでなく、そのものに機能性を持たせた利用についても検討されています。エネルギー分野においても樹脂材料が利用されており、たとえば、燃料電池に用いるガス拡散層においても、その水分量の管理のために撥水性樹脂が用いられています。このように材料表面の水分量の管理、ひいては撥水性、親水性の制御については、今後益々用途が増えてくると考えられます。本研究では、付加価値の高い樹脂材料に撥水性を付与する撥水剤および撥水機構の発現手法について検討を行います。

## 加熱加湿法によるサンプリングバッグの高効率洗浄法の開発

有機環境係 土田裕也

アルデヒド類等揮発性有機化合物（以下、VOC）がシックハウス症候群の原因物質として管理されるようになったように、自動車の車内環境におけるVOCについても管理が行われています。一般にサンプリングバッグを用いて、各部品から放散するVOCを測定しますが、このバッグは材料由来のVOCを含んでおり、使用前に洗浄する必要があります。しかし、現行の洗浄法は長時間を要するため、新たな洗浄法が求められています。本研究では高加湿加熱ガスを用い、バッグを効率的に洗浄する新手法の開発を行います。

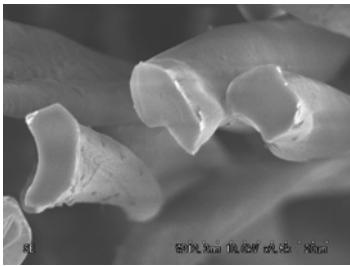


VOC放散試験の様子

## 異形断面化と吸湿・吸水性の制御による速乾性綿繊維の開発

繊維・デザイン係 岡田倫子

現在、夏物インナーには吸水速乾性や冷涼感といった機能が求められており、それらに用いられる素材は異形断面を用いた合成繊維が主流となっています。一方で、天然繊維である綿繊維は水をよく吸いますが、いったん水を吸うと乾きにくくべたつくという欠点があります。本研究では、化学的な処理によって綿繊維を異形断面化し、また水を吸いすぎないようにすることで、べたつかず速乾性をもつ夏物インナー用の綿繊維を開発します。



異形断面化した綿繊維

## 低キャビテーション高性能流体制御バタフライ弁の実用化研究

機械システム係 井上栄一、今道高志、水谷直弘

バルブ性能試験装置は、バルブの技術開発に重要な役目を果たしていますが、従前の新弁体開発・設計・製造のサイクルではコストや時間がかかります。一方、滋賀県では、平成27年度導入した3Dデジタイザをはじめ、3次元デジタル(3DD)モノづくりが可能な環境が整備されてきています。本研究では3DDモノづくりを適用して、模型弁体実験と流体解析やバルブ性能試験装置に流体可視化情報等を併用し、低コストかつ短期間で開発可能なシステムを構築し、低キャビテーション高性能流量制御バタフライ弁の実用化を試みます。



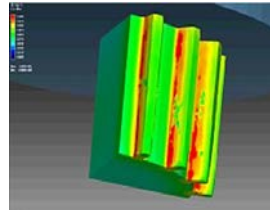
バルブ性能試験装置

## 省エネ鍛造プレス加工へのCAEの適用研究

機械システム係 今道高志

鍛造プレス加工は、加熱した金属をハンマーなどでたたき・加圧することで、より粘り(靱性)強く、強度的に優れた性質を持つ製品を成形できます。この製品の設計・製作において、コスト低減、リードタイム短縮など厳しい要求が求められています。

本研究ではその対策の1つとして製造工程で期待が高まっている材料の変形挙動や成形不良を事前に予測できるCAE(Computer Aided Engineering)を活用した”モノづくり”のスピードアップについて、検討を進めています。



CAEシミュレーション(1/4モデル)

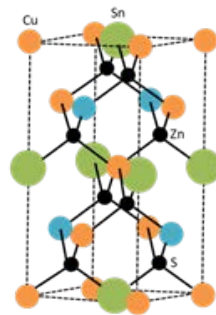


プレス製品

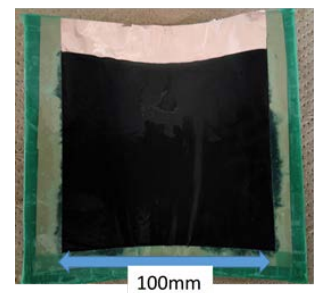
## 新規レアメタルフリー化合物太陽電池に関する研究

金属材料係 佐々木宗生、安田吉伸

太陽光発電は、有効な自然エネルギーとして最も研究開発・普及が進んでいるエネルギー源です。現在様々な太陽電池が開発され、実用化を目指しています。本研究では、次世代化合物太陽電池として期待される $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ 太陽電池の樹脂フィルム上への形成技術について検討しました。安価で安全に生産できる方法としてめっき法による作製技術の開発を進めています。



CZTSの結晶構造



フィルム上に形成された光吸収層

## ■ オープンセンター

## 改正RoHS指令と樹脂材料の劣化評価

製品開発やクレーム解析などの業務でセンターを上手に活用していただくため、東北部工業技術センター〈長浜庁舎〉の施設を一般公開し、あわせて改正RoHS指令の動向や、樹脂材料の劣化に関する特別講演を開催します。今までセンターを利用されていない企業の方や新入社員の方も、是非、この機会にご参加ください。学生の方も大歓迎です。

## 日時

平成28年11月11日(金) 9:00～16:30

## 場所

東北部工業技術センター〈長浜庁舎〉

## 内容

- 「改正RoHS指令と国際標準試験法」
- 「樹脂材料の最近の規格改定と評価手法・事例の紹介」
- センター見学ツアー、知財相談など

## 問い合わせ

繊維・デザイン係(長浜庁舎) 谷村、櫻井  
TEL 0749-62-1492

## ■ 國友塾(基盤技術者養成研修)

## 「金属材料の基礎」

今年度の國友塾は、金属材料を扱う上で必要となる特有の言葉や、設計・解析に不可欠な金属の強度および腐食防食の基礎知識を学んで頂くことを目的に3回シリーズで行います。また、顕微鏡や強度試験機などの金属関連の評価機器を使って、講義に関連した金属評価方法について実習を行う予定です。

日時(各日 講義:13:45～16:00、実習:16:00～17:00)

- 第1回 10月 7日(金) 知っておきたい金属の言葉
- 第2回 10月26日(水) 金属材料の強さの秘密と評価方法
- 第3回 11月15日(火) 知っておきたい腐食防食の基礎

## 場所

東北部工業技術センター〈彦根庁舎〉

## 問い合わせ

金属材料係(彦根庁舎) 安田、佐々木  
TEL 0749-22-2325

## 定員(参加費無料)

各回 講義:40名 実習:10名

テクノニュース Vol.59(2016年10月号)

滋賀県東北部工業技術センター <http://www.hik.shiga-irc.go.jp/>

■長浜庁舎(有機環境係/繊維・デザイン係)  
〒526-0024 長浜市三ツ矢元町27-39  
TEL 0749-62-1492 FAX 0749-62-1450

■彦根庁舎(機械システム係/金属材料係)  
〒522-0037 彦根市岡町52  
TEL 0749-22-2325 FAX 0749-26-1779