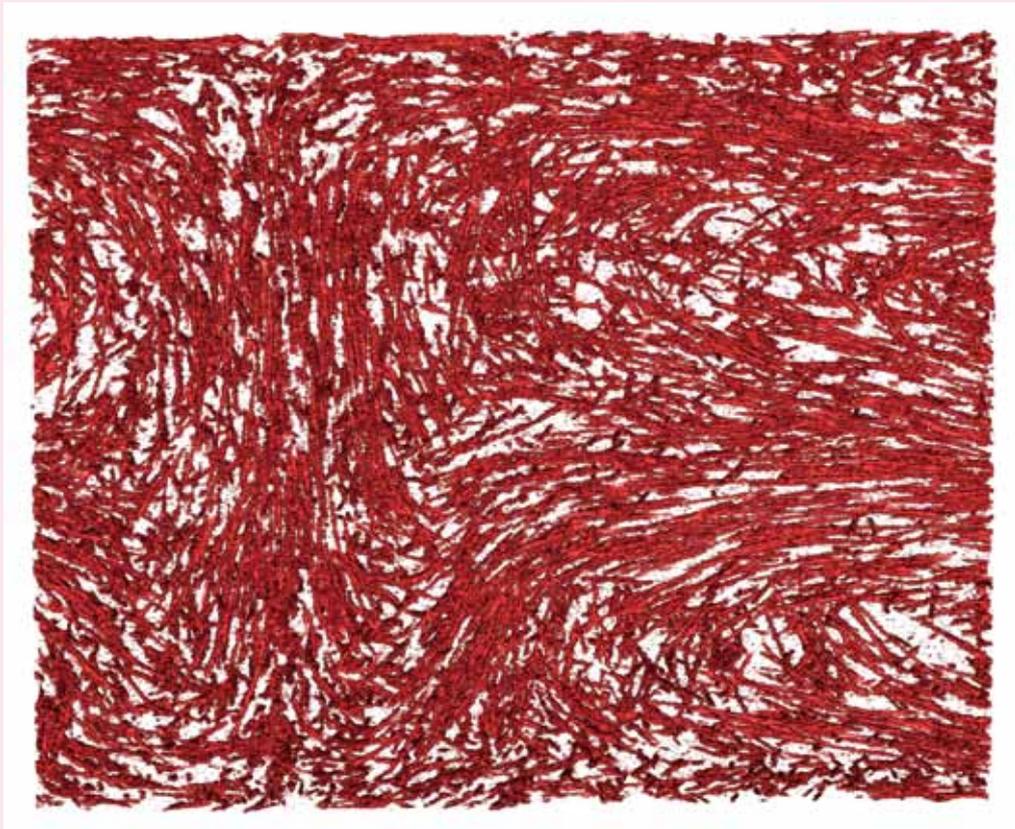


名古屋市工業研究所

活用事例集



# 名古屋市工業研究所 活用事例集 目次

## 1. 機械・金属

アルミダイカストの品質向上.....	1
表面粗さの表示	
フィルタ機器の性能評価に関する支援	
生産装置内に付着する微小異物の発生原因解明.....	2
金属材料の J I S規格上のトラブルに関する指導	
試験目的の共有と技術支援（ばね製品の設計事例より）	
粉末焼結材料の放熱性評価.....	3
鉄道用機器の衝撃ストレス対策	
さび発生原因調査	
ステンレス部品の発錆.....	4
溶接部の内部欠陥による破損	
アルミニウム合金の特定	
鍛造部品の破損原因調査.....	5
再生材を使用したプラスチックの強度	
塗装製品の高温洗浄によるトラブル	
空調機フィルターの詰まりの原因.....	6
可視化による振動現象の原因解明	
輸送用機械の鋼製制御金具の破損	
マグネシウム板の振動減衰能の測定.....	7
鋼材中の非金属介在物による割れ・バリの発生	
亜鉛合金ダイカスト部品の粒界腐食	
蒸気還元配管の炭酸腐食.....	8

## 2. 電気・電子

スイッチ部品の接点不良に関するトラブル	
製品輸送時の振動対策	
接点上に付着した有機物の異物分析.....	9
振動試験における治具設計	
電機部品保護カバーの製品開発支援	
組み込み機器の性能改善.....	10
機器設計に応用する電池の評価	
安全と強度試験の考え方	
オープンソース組み込みリアルタイムOSの開発.....	11
水温度計測用センサの振動対策	
L i n u x を用いた組み込みソフトウェア開発	

洗淨液の成分分析 .....	12
電子回路の故障原因の調査	
電子部品中の金属の変色原因調査	
ヒューズの動作不良の原因調査.....	13
「RTL設計スタイルガイド」の調査	
LEDを用いた照明・電光掲示板のトラブル	
電機製品の騒音レベル測定.....	14
樹脂製型枠のコーナー部での微小な割れ	
プラスチック成形品の成形不良対策	
電子製品の温湿度変化に伴う誤作動の再現とその対策.....	15
小型電子機械動作音の静音化	
<b>3. 材料・化学</b>	
多孔質材料や不織布の切断面観察	
ランプ反射鏡用の真空蒸着.....	16
防食塗装鋼板の耐候性評価	
樹脂成形品の割れのトラブル	
塩化ビニル製カバー表面に発生した黒ずみ.....	17
白色化したアルミ箔のXPS（X線光電子分光法）による表面分析	
成形品の不良の原因の解析	
樹脂部品の折損 .....	18
塗装製品の剥がれ	
プラスチック成形品に使用される耐候剤の調査	
プラスチック部品の割れ等の不良の発生.....	19
高値の原因	
樹脂製品中の金属異物の分析	
ポリ乳酸用可塑剤の開発.....	20
インテリア机の設計	
はっ水コーティングの評価	
プラスチック成形品の割れの解明.....	21
<b>4. その他工業</b>	
建築材の音響特性に関する試験	
頭部保護緩衝材の評価測定	
繊維製品用金具の変色.....	22
プラスチック射出成形部品が割れた原因	
ラミネート紙製造～中間製品でのトラブル	
シリコン素材製品による衝撃干渉能力の評価.....	23
樹脂の熱分析	

アルミダイカストの品質向上	
業種：機械・金属	目的：品質管理
<p>アルミダイカストの製造工程において、カジリと呼ばれるトラブルの解決に向けての相談がありました。</p> <p>カジリというのは、製品と金型が離型時に固着する現象で、不良となる製品を次々と生み出すばかりでなく、しばしば金型にもダメージを与え、生産効率の大幅な低下を招くトラブルです。そこで設備診断技術の適用を検討しました。設備診断技術は、機械の状態を測定する技術ですが、現場で持っている「暗黙知」を「形式知」へ昇華させることが可能です。実際に金型を外すときの振動を複数個所で測定し、作業者的な経験と合わせて解析することで、その予兆を捉える工夫をしました。さらに、高品質・高効率化を目指し、設備診断技術を用いた転写性のよいダイカスト技術を確立し、製品のひずみや変形を少なくすることができました。</p>	

表面粗さの表示	
業種：機械・金属	目的：品質管理
<p>機械部品を製造し納入したところ、納入先から摺動面の表面粗さが図面指示範囲に入っていないと指摘された。自社では何度測定しても範囲内に入っているのに、対応に困っているとの相談を受けました。</p> <p>粗さパラメータはR<sub>z</sub>表示で、相談者の測定値は納入先の測定値に比べて20～30%低い値を示しており、両者の違いは明らかでした。JIS規格はR<sub>z</sub>を最大高さ粗さと呼び、輪郭曲線の山高さと谷深さの最大値の和で定義しています。しかし、旧規格にも十点平均粗さと呼ぶR<sub>z</sub>がありました。これは、山の高い順と谷の深い順にそれぞれ5番目までの平均差で定義されたもので、最大高さ粗さと比べて数値は低くなります。今回の原因は図面のR<sub>z</sub>を十点平均粗さと思い、旧規格で評価したために起きたものでした。従来から多く使われてきた経緯から、現在はR<sub>z(jis)</sub>として区別し継承されていますが、紛らわしい時は注記などで違いを記述することも必要です。</p>	

フィルタ機器の性能評価に関する支援	
業種：機械・金属	目的：品質管理
<p>油圧や他の流体のごみなどを取り除く金網フィルタの性能評価方法の相談を受けました。</p> <p>配管で移送される液体の中に異物や金属粉などが入り、バルブなどに絡み、作動不良を起こすことを避けるためにフィルタが取り付けられています。フィルタの性能のひとつに筐体および金網フィルタを通過する際の圧力降下（圧力損失）があります。その測定方法や係数の求め方などを指導しフィルタの性能評価を支援しました。</p> <p>設備保全では、フィルタのごみ詰まりは、エネルギー損失となり、フィルタの交換時期を圧力損失によって診断することが一般的に多いので、測定方法などを日ごろから確認しておきましょう。</p>	

生産装置内に付着する微小異物の発生原因解明	
業種：機械・金属	目的：品質管理
<p>表面処理装置内各所に種々の微小異物が付着し、装置稼動に不具合が生じるため、微小異物の発生原因を解明したいという相談を受けました。</p> <p>当研究室で走査型電子顕微鏡（分光器付）による観察・元素分析を試みました。布や脱脂綿で拭い取った各種微小異物を両面テープで試料台に固定し、対象異物を確認しながら分析しました。その結果、金属、無機物、有機物の識別や主元素の特定ができ、部品表面からの剥離が主原因と推定されました。</p> <p>肉眼ではほとんど識別できないほど小さい異物でも、適切な採取方法を行うことにより、元素分析が可能であり発生原因解明の手がかりになることを理解していただきました。</p>	

金属材料の J I S 規格上のトラブルに関する指導	
業種：機械・金属	目的：品質管理
<p>仕入れ元を代えて材料を購入し、加工を行ったところ、従来のような加工ができなかったという相談を受けました。</p> <p>成分分析から、従来材料と対象材料とは同じ J I S 規格（S 4 5 C，S U S 3 0 4 など）に適合していましたが、引張試験をした結果、伸びに差が出ました。規格では、「××%以上の伸び」としか標記がなく、どちらも適合していましたが、調査の結果、対象材料は、伸びすぎたことがかえって加工に悪影響していました。J I S 規格では、一般的に化学組成や引張強度などが決められていますが、加工性や接合性など二次的要素は範疇がなく、ユーザーの管理によるところが大きくなります。発注前に試し加工するなどの確認システムの導入が大切です。</p>	

試験目的の共有と技術支援（ばね製品の設計事例より）	
業種：機械・金属	目的：製品開発
<p>素材の弾性率を調べてほしいと、種々のばね鋼を持ち込まれ、引張り試験を行いました。</p> <p>結果は依頼者の予想に反して、ほぼ同じになりました。試験後、依頼者が相談に来られ、同じ鋼素材では微量添加元素が異なっても、理論的に弾性率に影響を与えないことを説明しました。こちらからも用途や目的を詳細にお聞きし、初めて椅子背もたれの反発力を上げることを目的としていることがわかりました。そこでばねの断面形状や巻き数（線の曲率）を変えて、反発力を大きくすることが有効であることを説明し、素材とは別の観点からも検討をお願いしました。その後、改良した製品のばね特性を調べ、ばねの設計にその結果を生かすことにより、新製品が完成しました。</p> <p>試験結果は実は試験前に予想されたことでしたが、十分に目的を聞かなかったことで回り道になりました。情報共有が多いほど、問題解決も早くなります。</p>	

粉末焼結材料の放熱性評価	
業種：機械・金属	目的：製品開発
<p>自動車エンジンのバルブシート材料として新たに開発した粉末焼結材料の放熱性評価に関する相談を受けました。</p> <p>自動車エンジンでは、低燃料化と低公害化を推進するため燃焼効率の向上が求められています。排気ガス温度は燃焼効率とともに上昇するため、排気系部品には耐熱性ならびに放熱性が求められています。そこで、複数の候補材料について、室温から600℃までの熱定数（熱伝導率、比熱容量、熱拡散率）を測定するとともに、これを基に数値解析によって使用環境下におけるバルブシート部の温度を求めました。この結果から、放熱性に優れた材料の選定を行ないました。</p>	

鉄道用機器の衝撃ストレス対策	
業種：機械・金属	目的：製品開発
<p>鉄道用機器の衝撃ストレス対策について相談を受けました。</p> <p>この機器は、列車が線路の継ぎ目を通過するときに車輪とレールの衝突によって発生する衝撃を受ける環境で使用されます。この環境で測定した衝撃加速度と耐用年数内に受ける衝撃回数から総衝撃ストレスを推定しました。推定したストレスとエネルギー的に等価な衝撃を振動試験機を用いて連続的に加えた結果、脆弱な部分が判明しました。部品の形状や厚みを改良するなどの適切な設計により、衝撃ストレスの対策ができました。振動試験機を用いた衝撃試験は、製品などが流通過程で被る衝撃に関する信頼性の向上、品質管理の手段として有効です。</p>	

さび発生原因調査	
業種：機械・金属	目的：原因調査
<p>屋外で使用されていたステンレス（JIS SUS304）製の平座金が3カ月程でさびました。</p> <p>当初、JIS規格に適合した材料であるかどうか技術相談を受け素地の分析を行ないましたが、材質的には問題ないことが確認されました。次に、さびた箇所の顕微鏡観察と分析を行なったところ、表面には円形の擦れキズが認められ、さびからは少量の塩素とイオウが検出されました。以上より、ボルトを固定する際に電動レンチで座金表面が擦られ表面を保護する薄い酸化皮膜（不動態皮膜）が不安定となったこと、さらに腐食を促進する硫酸・塩素イオン等が環境側から飛来したことでさび発生に至ったものと推定され、その防止策を助言しました。</p>	

ステンレス部品の発錆	
業種：機械・金属	目的：原因調査
<p>最近、コスト低減を図るため金属材料を海外から調達するケースが増え、それに伴うトラブルが増加しています。一例として国外製ステンレス（J I S規格S U S 3 0 4相当）部品が当所に持ち込まれました。</p> <p>組成分析ではJ I S規格を満たしているが、錆びやすいものとそうでないものがあり、その理由を知りたいという相談でした。そこで金属組織観察による調査を行い、原因が解明されました。S U S 3 0 4製品は溶接や熱間加工等の熱影響により結晶粒界が選択的に腐食することはよく知られており、今回持ち込まれた錆びやすいステンレスはその典型的な例でした。かつてはこの種の腐食は国内産ステンレスでも時々経験されていましたが、その後対策が行きわたり沈静化していました。しかし最近再び増加傾向にあるように思われます。国外から受け入れる際の材料良否識別の必要性、この種の腐食を防ぐための対応策などを説明し、理解していただきました。</p>	

溶接部の内部欠陥による破損	
業種：機械・金属	目的：原因調査
<p>金属製品の溶接部近傍から生じた破損原因について相談を受けました。溶接は、熔融金属が流出しないように開先周囲を銅製当金で囲み、連続的にアーク溶接するエンクローズ溶接法で行われていました。</p> <p>破面や製品内部の組織について調べたところ、溶接部と母材との境界および溶着金属部に空孔とスラグが認められました。これは多層溶接によって生じたスラグの巻込みによる内部欠陥で、この部分を起点にして疲労でき裂が進展したのち脆性的に破壊していました。</p> <p>溶接施工では、厚板のみならず薄板溶接でも1パス毎に溶接部をきれいにし、内部欠陥のない健全な溶接継手を得るように助言しました。</p>	

アルミニウム合金の特定	
業種：機械・金属	目的：品質管理
<p>中国製アルミニウム合金の不明材を特定したいという相談がありました。この種の相談はよくありますが、今回は試料数が多いので、できるだけ測定元素を減らして費用を安く済ませたいというご要望でした。</p> <p>アルミニウム合金の不明材は、主要5元素（ケイ素、鉄、銅、マンガン、マグネシウム）を測定し、必要な場合には他の元素（クロム、亜鉛、チタンなど）を測定するのが一般的ですが、今回はまず銅を測定して2000番台を、続いてマグネシウムを測定して5000番台を特定することから始めました。特定できなかった試料については、測定結果を元に依頼者と相談しながら1元素ずつ測定を進めて、最終的には主要5元素を全て測定する場合よりも安価に全試料を特定することができました。分析機関によっては測定開始後の元素の追加・変更が難しい場合もありますが、当所ではご要望に応じてきめ細かな対応が可能です。</p>	

鍛造部品の破損原因調査	
業種：機械・金属	目的：トラブル対策
<p>ヘッダーと呼ばれる鍛造加工により成形した頭部と切削加工によって直径を調整した軸部からなるボルト状の鍛造部品で、頭部が付け根から破損したトラブルの相談がありました。</p> <p>破面観察からぜい性的な破損をしていることがわかりました。そこで、鍛造加工が適切に行われているかを確認するために鍛流線の観察を行うことにしました。その結果、鍛流線は座面と軸のR部で切削加工によって削り取られ不連続になっていることがわかりました。また、頭部の座面付近で強くつぶされて鍛流線が強く折れ曲がっていました。鍛流線が不連続になっていたり強く折れ曲がったりすると、強度や耐衝撃性などが弱くなり破損しやすくなります。この対策として、ヘッダー加工について鍛流線の折れ曲がり弱くなるような工程に見直し、切削加工をなくすこと、さらに座面と軸のRを大きくすることを提案しました。</p>	

再生材を使用したプラスチックの強度	
業種：機械・金属	目的：トラブル対策
<p>工程内リサイクルにおける再生材の使用比率が成形品の強度に及ぼす影響を評価したいとの相談がありました。</p> <p>成形時に発生するランナーやスプルー等を粉砕した再生材（リグラインド材）をバージン材に混ぜて再利用する工程内リサイクルが多く多くの製品で行われています。リグラインド材は、バージン材よりも熱履歴が多いことや粉砕による低分子化の影響を受け、バージン時に比べ物性が低下していることが予想されます。そのため、リグラインド材の多量の混入は、製品の性能や寿命を著しく低下させる恐れがあります。</p> <p>本件では、リグラインド材の使用比率を変えた製品の材料試験を行い、使用比率と強度の関係を評価しました。低分子化の影響が顕著に現れる破断ひずみや衝撃強度を指標に用いることにより、製品の強度を保証するための最適な使用比率を明らかにすることができました。</p>	

塗装製品の高温洗浄によるトラブル	
業種：機械・金属	目的：トラブル対策
<p>塗装された金属製品を温洗浄水で噴霧・洗浄したところ、塗膜面に白い斑点が発生し、その原因調査の依頼が当所にありました。</p> <p>塗膜表面の異常部分と正常部分について、含有元素や赤外吸収スペクトルを測定して比較すると、いずれもほぼ同じで大きな違いはありませんでしたが、異常部分の走査電子顕微鏡観察からは塗膜の劣化が示唆されました。再度、試料を実体顕微鏡で詳しく観察すると、正常と思われた塗膜面にも白斑部分と同様な白い成分が薄く付着していることがわかりました。白斑の生成原因として温洗浄水による塗膜のポリエステル樹脂の加水分解が疑われ、試みに白斑部分を含む試料を沸騰水中で煮沸すると白斑の多くが消失し、加水分解により低分子量化したポリエステル化合物が熱水に溶解したと推定されました。これらのことから、白斑の原因はポリエステル樹脂の加水分解による低分子量化と考えられ、洗浄水がアルカリ性であると反応が促進されることを依頼者に説明しました。</p>	

空調機フィルターの詰まりの原因	
業種：機械・金属	目的：トラブル対策
<p>工場の空調機のフィルターに異物が詰まり易くて困っている。原因を解明して対策をとりたいという相談を受けました。</p> <p>フィルターには黒いすすのようなものが多量に付着しています。すす状のものを蛍光X線分析で調べてみると、炭素のほか鉄鋼や砂埃に由来すると思われる元素が検出されました。また、赤外吸収測定では油分によるものと思われる吸収が確認されました。この結果をもとに工場を点検してもらったところ、空気圧縮機からのオイルミストや鋼材の加工工程から出る金属微粉末が原因と推定されました。そこで、早速対策を講じてもらい、フィルターの交換頻度を低減させることができました。</p>	

可視化による振動現象の原因解明	
業種：機械・金属	目的：トラブル対策
<p>排気管において、鋼製パイプとその中のセラミック製フィルターが振動でずれてくるという相談を受けました。</p> <p>当研究室では、周波数（回転数）毎の振動現象を可視化することができるモーダル解析を行っています。本件では、パイプとフィルターの形状や振動状態を表現できる測定点を決定し、インパルスハンマの打撃加振による3次元のモーダル解析を行いました。その結果、ある特定の周波数において、パイプのみに振動が発生し、フィルターとはく離している様子を可視化することができました。これをフィルターのずれ防止対策に反映させて、排気管の品質向上に役立てることができました。</p>	

輸送用機械の鋼製制御金具の破損	
業種：機械・金属	目的：トラブル対策
<p>輸送用機械の鋼製制御金具がロウ付後に、割れが発生していたという相談がありました。</p> <p>部品は大小2つの円筒をはめ合わせた部分を銅ロウ付した構造になっていて、部品円筒表面に割れが確認できました。破面を観察することが難しい状態のため、割れた部分の断面を顕微鏡観察しました。その結果ロウ材が通常の接合部だけでなく、外部表面まで均一に侵入していて、割れは粒界に沿って発生していました。このことから今回の破損が引張の残留応力を持った鋼に高温下で銅ロウが粒界に浸入し脆性破壊を起こしたことによるためと考えられたので、部品を熱処理して残留する引張応力を除去することと銅を含まないあるいは含有率の低いロウ材を使用することを指導しました。その結果、割れの発生はなくなりました。</p>	

マグネシウム板の振動減衰能の測定	
業種：機械・金属	目的：性能評価
<p>プロジェクトの筐体に使われるマグネシウム板がどの程度外部からの振動を抑制できるかを調べるため、振動減衰能を測定したいという相談を受けました。</p> <p>振動減衰能の測定では、材料に正弦波振動を与えて入力波と出力波との関係より振動エネルギーが熱エネルギーとして消耗される程度を表す評価指標を求めますが、金属材料は概して振動減衰能が低いので試料保持により高めにできる測定誤差をできるだけ小さくする必要があります。そのため、試料を2本の糸でつり下げて測定する動的剛性率測定器がありますが、共振周波数での値しか求められません。そこで、周波数特性が連続的に測定できる動的粘弾性測定器を利用したところ、振動減衰能が金属材料の中で高いマグネシウムでは試料の両端を保持することによる測定誤差の影響がないことがわかり、マグネシウム板の振動減衰能を動的粘弾性測定器により測定しました。</p>	

鋼材中の非金属介在物による割れ・バリの発生	
業種：機械・金属	目的：原因調査
<p>鋼材を熱間鍛造した後にプレス打抜きによって自動車用部品を製造している企業から、特定メーカーの鋼材を用いたときに部品端面に割れや顕著なバリが頻発するという相談を受けました。</p> <p>原因を特定するために不具合品の断面の顕微鏡観察を行ったところ、材料全体にわたり細長形状の非金属介在物が多数分散しており、割れ内面やバリ発生箇所近傍にも同種の介在物の存在が確認されました。この種の介在物（硫化物、珪酸塩など）は高温で変形しやすいため熱間鍛造時に引き伸ばされ、その後の打抜きの際に当該箇所に応力が集中し、それが原因で割れやバリが発生したと推察されました。最近の原材料高騰のあおりでコストや入手の容易さにより鋼材購入先が決められがちですが、材料の健全性という基本的観点を見落すことがないよう助言し、その後は不具合発生への報告はありません。</p>	

亜鉛合金ダイカスト部品の粒界腐食	
業種：機械・金属	目的：原因調査
<p>長期間使用された亜鉛合金ダイカスト（J I S規格のZ D C 2）の部品が破損し、その原因調査を行いました。</p> <p>破損部品には多数の亀裂が認められ、その一部を顕微鏡で観察した結果、割れは結晶粒界に沿っていました。また、同部品の成分分析の結果、P b、C d、S nの微量不純物のうち一部元素の含有量がJ I Sの上限値を超えていました。本材料は前記の不純物元素が増加すると粒界に偏析して粒界腐食の感受性を高めます。今回はそのような材料が腐食環境下で長期間使用された結果、粒界腐食を起し破損に至ったと推定されました。近年、国内では（社）日本ダイカスト協会の品質保証制度により適正に成分管理された亜鉛合金ダイカスト原料が供給され、この種の腐食事例は減少しています。しかし、国外で製造、あるいは国内産であっても相当以前に製造されたものはJ I S規格から外れているケースが想定されるので、必要に応じ化学成分チェックを勧めました。</p>	

蒸気還水配管の炭酸腐食	
業種：機械・金属	目的：原因調査
<p>工場で使用されていたボイラー配管の一部、蒸気還水配管で漏水トラブルが発生し、その配管が当所に持ち込まれて原因調査を行いました。</p> <p>配管にはSGP（配管用炭素鋼鋼管）が使用され、横置き直管内面の下側で腐食による著しい減肉が認められたことから、蒸気が凝縮し復水となって配管下部に滞留していたと推測されました。その減肉箇所のうち、弁に接続するために切られたねじ溝の所で貫通していました。一般にこの種の腐食は、ボイラー水に含まれる重炭酸ナトリウム（<math>\text{NaHCO}_3</math>）が熱分解して二酸化炭素（<math>\text{CO}_2</math>）を生じ、遊離炭酸として復水に溶解してpH低下をもたらすというメカニズムで説明され、炭酸腐食と呼ばれています。ボイラー水にアミン系インヒビター（皮膜性または中性性アミン）を添加するという再発防止策を紹介し、その後は漏水事故を起こすことなく正常に稼働しているようです。</p>	

スイッチ部品の接点不良に関するトラブル	
業種：電気・電子	目的：品質管理
<p>電子機器に用いるスイッチ部品で、正常にON/OFFできないものがある。接点不良を調査してほしいと相談を受けました</p> <p>我々は不良のあったスイッチ部品を分解し観察したところ、接点部分に異物の付着が見られました。この異物が何なのかを調べるため、フーリエ変換赤外分光光度計（FT-IR）での分析を試みしました。FT-IRでは、測定対象に赤外線をあて、透過・反射した光を分光しスペクトルを得ることで、測定対象を構成する元素の種類や結合状態を調べることができます。結果として、測定した異物のスペクトルがフラックスの成分と一致することから、接合部分にフラックスが付着していることが考えられましたのでその旨をご説明し、不良対策に役立てて頂けたとのことでした。今回の事例ではフラックス以外の原因が関係していた箇所もあったそうですが、接合不良に関する原因の一つを判明させることができました。</p>	

製品輸送時の振動対策	
業種：電気・電子	目的：品質管理
<p>電子機器製品が車両輸送時にうける振動の対策について相談がありました。</p> <p>路面の凹凸等が原因となり、これらの製品は長時間にわたり様々な振動をうけるので、振動が製品に及ぼす影響を事前に調べるため、振動試験が行われています。この試験では実際に製品に振動を加えて信頼性を評価しますが、ここでどのような周波数成分を持つ振動を製品に加えるかが重要となります。以前は、低い周波数から高い周波数までの正弦波振動を順に加えていく試験が多く行われていましたが、現在では、同時に多くの周波数成分を含んだランダム波振動を加える試験が、より実環境に近く望ましいと考えられています。そこで輸送時に製品がうける振動をもとに作成した条件でランダム波による振動試験を行い、製品の信頼性を評価しました。これにより製品に不具合が起こらない範囲で、コストや環境の面で有利な包装の簡易化を実現することができました。</p>	

接点上に付着した有機物の異物分析	
業種：電気・電子	目的：品質管理
<p>電子基板のスイッチ部品上に異物があり、接点不良を引き起こしているため原因物質の特定をしたいとの相談を受けました。</p> <p>一般に異物分析では、非破壊で分析可能な赤外分光分析が広く用いられていますが、試料が微小なことから顕微鏡赤外分光分析装置を用いて異物を分析しました。この方法では最小 10<math>\mu</math>m 程度の大きさの試料でも顕微鏡下で分析でき、有機物の特定に役立つ多くの情報を得ることができます。接点表面の分析結果からフラックスが検出されました。これは、基板の他の部分に使用されている成分とも一致しました。また、データベースのスペクトルとも一致し、これが接触不良の原因と推定できました。</p>	

振動試験における治具設計	
業種：電気・電子	目的：品質管理
<p>振動試験で用いる、試験機と試験品を一体化して固定するための治具の設計方法について相談がありました。</p> <p>実際の輸送環境や使用環境において、振動が製品に及ぼす影響を事前に調べるため、振動試験が行われています。振動試験機で発生する振動は固定治具を介して製品に伝えられるため、治具の剛性が不足していると、振動は減衰または共振して製品に伝えられてしまい、正確な振動試験を行うことができなくなります。治具に求められる剛性は、試験の振動周波数や、試験品の質量・形状等により変化するため、振動試験治具の設計には高度なノウハウが必要となります。この相談では、当所で蓄積したノウハウとCAEによる解析から治具設計のアドバイスを行い、適切な剛性を備えた治具を低コストで作製していただきました。この治具を用いて振動試験を行うことで、試験品の振動耐久性を正しく評価することができました。</p>	

電機部品保護カバーの製品開発支援	
業種：電気・電子	目的：製品開発
<p>自社で電機部品の保護カバーを開発したいとの相談を受けました。</p> <p>今回、開発を予定している製品は実装部品に使用されることから耐久性や作業性などを実験により試作段階から十分に検討する必要がありました。当所に導入されている三次元造形機は「熱溶解積層法」を採用している為、射出成形で作製したプラスチック製品と同等の強度を持った造形物を作製することが可能です。</p> <p>依頼者と開発製品の形状や開発工程の打ち合わせを行った後、3DCADデータを基に造形物をABS樹脂にて作製致しました。その後、作製した造形物を使用して、依頼者にて耐久試験や作業性確認など様々な実験・検証を行って頂き、造形した製品は仕様を満たしていることが実証されました。これによって依頼者が金型を作製して射出成形で製品作製を行う段階に進むことができました。</p>	

組み込み機器の性能改善	
業種：電気・電子	目的：製品開発
<p>Linuxオペレーティングシステム（OS）を搭載した製品の性能改善に関する相談がありました。</p> <p>詳しくお話をお聞きすると、その機器は接続されているセンサから一定周期でデータが送られてくるが、それを処理するプログラムの実行周期にばらつきがあるため、それを小さくしたいとのことでした。実際にソフトウェアを調査するとプログラムがユーザ空間プロセスとして作成されていました。Linuxのような汎用用途のOSでは、OS上で動作する複数のプログラムがそれぞれ同程度の実行時間をもつように動作がスケジュールされるため、制御機器のように実時間性が重要な機器では使えない場合があります。</p> <p>今回は、データ処理プログラムをデバイスドライバとして再構成することにした結果、応答時間のばらつきを抑えることができました。</p>	

機器設計に応用する電池の評価	
業種：電気・電子	目的：製品開発
<p>電池を搭載する小型機器や携帯機器を設計する場合の機器の特性や使用条件に応じた電池利用に関する相談が多くあります。</p> <p>電圧・電流・容量・耐久性・温度特性など様々な電池特性の把握が重要です。近年、充電が可能な二次電池の利用が多くなり、充放電特性・充電深度・駆動電圧など考慮すべき項目が増えているため、電池特性の実測を行いながら開発を進めています。</p> <p>企業からの依頼で二次電池の充放電電流の最適化と充電電圧の抑制を検討した結果、機器使用中の電池温度上昇を抑え、電池寿命が10%ほど長くなり、万が一、不良電池が混在しても爆発等の危険度を低下させることができました。</p> <p>当所では、太陽電池や燃料電池の評価や、電気化学評価とあわせて、電池材料開発にも二次電池の評価技術を利用しています。</p>	

安全と強度試験の考え方	
業種：電気・電子	目的：製品開発
<p>製品の強度試験では、意外と安全を見落とした試験・検査が少なくありません。</p> <p>&lt;事例1&gt;フットスイッチの作動荷重の相談を受けた時、スイッチがONになる場合の想定の実験をして、精度の良い製品であることを確認しました。しかし、実際は想定外の状況（例えばスイッチに物が落下する）で、OFFになるか、または、ONにならないことが大切で、それを盛り込んだ安全設計を加えていただきました。</p> <p>&lt;事例2&gt;犬の散歩で急に引張られた時、ブザーが鳴るようなしつけ用装置の強度相談を受けました。装置は大変優れた構造で感心しました。しかし、装置は市販の散歩用ロープや首輪に繋げて使用するため、装置部分の強度試験だけでは安全とは言えませんでした。装置部分が強すぎると、むしろ接続部やロープの強度が相対的に弱くなり、力が集中して、破断に繋がり易いこともあります。全体的な強度試験とバランスを考えた設計を提案しました。</p>	

オープンソース組込みリアルタイムOSの開発	
業種：電気・電子	目的：製品開発
<p>組込みシステムの製品開発に利用可能なソフトウェア資産の提供を目的として、各種オープンソースソフトウェアの開発及び公開を行っています。</p> <p>一つの成果として、ルネサステクノロジ社のM16C及びM32CプロセッサヘリアルタイムOS (TOPPERS/JSP) カーネルの移植を行いました。TOPPERS/JSPカーネルはTOPPERSプロジェクトのホームページ (<a href="http://www.toppers.jp">http://www.toppers.jp</a>) よりダウンロードして利用できます(※)。現在のところ娯楽・遊戯機器用部品の開発を行っている企業が、試作品開発にM32Cプロセッサ向けに移植したTOPPERS/JSPカーネルを利用しているのを始め、数社の企業から製品及び試作品の開発に利用しているとの報告をいただいています。</p> <p>※現在、TOPPERSプロジェクトにおけるTOPPERS/JSPの開発は終了し、後継OSとしてTOPPERS/ASPカーネルの開発が行われています。M16C、M32Cプロセッサ上でも利用が可能です。</p>	

水温度計測用センサの振動対策	
業種：電気・電子	目的：製品開発
<p>水温度計測用センサ（プローブ）の振動対策について相談がありました。</p> <p>このセンサは水路中の温度監視に使用され、取水口付近に取り付けられていましたが、給水ポンプ運転によって発生する振動のため使用開始約1週間後に破損しました。そこで、振動試験機上で当該ポンプの運転によって発生する振動を想定し、センサに通電しながら振動ストレスに対する耐久性に関して実験・検討を行いました。その結果、耐振性に優れた取付け形状を新たに見出すことができました。振動試験機を用いた振動試験は、製品などが実際の使用時に環境から被る振動に関する信頼性の向上、品質管理の手段として有効です。</p>	

Linuxを用いた組込みソフトウェア開発	
業種：電気・電子	目的：製品開発
<p>センサーの情報を処理しながら、ネットワークサービスを提供する小型組込み機器のソフトウェア開発について相談を受けました。</p> <p>そこでLinuxというオープンソースのOSを利用して問題解決にあたりました。Linuxは元来PC向けの汎用OSであり、ネットワーク機能が充実していることや、サポートするデバイスの種類が多いこと、また技術的な情報が得られやすいなどのメリットがあります。ただし、組込みソフトウェアはクロス開発という方法をとることが多く、ソフトウェア作成やデバッグ等には経験が必要でした。そこで、当研究室が蓄積してきた技術的サポートを行ってソフトウェアの開発を行いました。</p>	

洗浄液の成分分析	
業種：電気・電子	目的：原因調査
<p>洗浄液が原因で配管内部に錆が発生したとのクレームがあったので、洗浄液の成分分析をして欲しいという相談がありました。</p> <p>洗浄液はアルカリ性の水溶液であるが、錆を発生させるようなものではないとのことでした。そこで、洗浄液を加熱濃縮して固形物とし、蛍光X線分析で成分分析することにしました。洗浄液を加熱濃縮したところ、得られた固形物は非常に強いアルカリ性を示すことがわかりました。水に溶解する化合物で強いアルカリ性を示す物質というと、すぐに水ガラスが予想されました。分析結果では、予想どおり、水ガラスの成分である、ケイ素、酸素、ナトリウムなどが検出されました。配管は鉄製で継ぎ目も多いとのことでしたので、そのような継ぎ目部分に洗浄液が残留し、十分に洗い流されなかったことにより濃縮されて強アルカリとなり、鉄の配管を腐食した可能性があるという見解を伝えました。</p>	

電子回路の故障原因の調査	
業種：電気・電子	目的：原因調査
<p>電子回路基板が故障した、燃えたというような相談を受けることがしばしばあります。</p> <p>その多くが電源回路の発熱です。電源回路は、主に一定の電圧を作り出す回路をいいます。これは、高い電圧の直流をスイッチングしたパルスの幅を変えることで、所定の電圧や電流に制御する方法（PWM）を使ったものが多く、この最終段でパルス状の直流をコイルとコンデンサによって平滑化します。コイルとコンデンサは、抵抗分が少なく回路で消費される電力が少ないのが特徴ですが、さきの故障の多くが、これらの不良または、定格値を越えた使用による発熱が原因です。これらの部品は、劣化すると抵抗分が増えて発熱しますが、熱によってさらに劣化していきます。定格にあった部品を使うことと、熱が放散するような部品のレイアウトを検討する必要があります。これらの故障は、大きな電流で高い周波数をスイッチングする照明装置でよく見かけます。</p>	

電子部品中の金属の変色原因調査	
業種：電気・電子	目的：原因調査
<p>電子機器に使用する電子部品の金属部分が保管中に変色してしまい、その原因解明と対策をしたいとの相談をある中小企業の方から受けました。</p> <p>変色している表面をX線マイクロアナライザーで元素分析したところ、銀と硫黄が検出され、変色の原因は硫化銀であることが推察されました。</p> <p>一般的に銀製品は、硫黄と反応して硫化銀となり黒色化することが知られており、よくある原因としてゴム製品と接触していたり一緒に保管していた事によって変色する事があります。企業の方にそのような事がなかったか伺いましたがゴム製品とは一緒に保管していないとの事でした。そこで保管場所付近にあるものを列挙していただいたところ製品を段ボールに入れて保管していたとの事で、段ボールから発生する硫黄を含んだガスが僅かに発生しており、それに由来する銀の硫化であると推察され、製品の保管容器を変えたところ金属の変色はなくなりました。</p>	

ヒューズの動作不良の原因調査	
業種：電気・電子	目的：原因調査
<p>電子機器の回路基板において、過電流保護用のヒューズが、設計上では電流が許容量以下と予想されるのに切れてしまったので、素子の品質を確認したいという相談を受けました。</p> <p>まず試料を樹脂に埋め込み断面を光学顕微鏡・電子顕微鏡で観察したところ、導電面で品質の安定性を疑わせるような比較的大きな凹凸が見られました。また時間経過による電気特性の変化を知るため、恒温槽の中で一定電流を流し続け試料両端の電圧（抵抗値に換算）の時間変化を測定しました。試料はロットの違いや使用・未使用など条件を変えたもの8個を同時に用いて比較しました。恒温槽内で試験を行うことにより、実際の使用温度と同条件で測定することが出来、さらに高温にすれば加速試験として行うことが出来ます。測定は定格電流の約半分で行ったにもかかわらず2つの試料で熔断が起こり、この面からもヒューズの品質が疑われる結果となりました。</p>	

「RTL設計スタイルガイド」の調査	
業種：電気・電子	目的：トラブル対策
<p>ハードウェア記述言語（Hardware Description Language）を正しい文法で記述し、コンパイラ付属の文法チェッカをパスしているにもかかわらず、シミュレーションどおりの回路が合成されない、ハードウェアの種類ごとに挙動が変わるなどの相談がありました。</p> <p>誤動作の原因としてコンパイラの制限、ハードウェアの制限、ソースコードの再利用性などが挙げられます。それらについてまとめられたテキスト1)に基づき、相談先を含めこの分野に関心のある企業3社にご参加頂き勉強会を催しました。勉強会では各社の事例を挙げて意見交換を行ない、誤動作の発生要因やその防止策について、参加者同士で理解を深めることができました。現在、勉強会で得られた知識を各社にて役立てて頂いています。</p> <p>1) 例えば(株)半導体理工学研究センター発行「RTL設計スタイルガイドブック」</p>	

LEDを用いた照明・電光掲示板のトラブル	
業種：電気・電子	目的：トラブル対策
<p>高輝度LEDを用いた照明の破損原因を究明してほしいとの相談がありました。原因は、駆動回路の電流を制限する抵抗値が不適切であったためでした。また、LEDを用いた電光掲示板の電磁ノイズ対策について相談がありました。</p> <p>近年、高輝度LEDは省エネ・長寿命、演色性が良いため、照明や電光掲示板に多用されています。しかしながら、使用条件や不適切な電源や駆動回路によりLEDは寿命を縮め、トラブルを起こします。</p> <p>LEDの照明や電光掲示板のトラブル対策については、設計時の十分な事前検討が重要です。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・LEDに流す電流は順方向電圧と電流制限の抵抗で適切に設定する。</li> <li>・熱の影響でLEDは劣化するので、部品の配置や使用条件に注意が必要。</li> <li>・交流電源の使用や調光時には、電磁ノイズ対策として電源フィルタの強化や駆動電流の波形の工夫が必要。</li> </ul>	

電機製品の騒音レベル測定	
業種：電気・電子	目的：トラブル対策
<p>自社の製品について騒音が大きいとの指摘が客先からあり、社内で当該製品と正常品の騒音レベルを騒音計で測定してみたが明確な差が確認できないとの相談を受けました。</p> <p>騒音の測定においては、測定対象音とそれ以外の音（暗騒音）の差に注意する必要があるため、両者の差が小さい場合は正確な測定が期待できません。相談の事例では測定対象音のレベルが低く、相談者の測定環境において暗騒音とのレベル差を十分に確保することが困難であるとわかりましたので、当所の簡易無響室での測定を提案しました。無響室は、音が反射しないように壁・天井を吸音性に仕上げた音響実験室で、暗騒音レベルが低く、音の理想的な伝播がほぼ実現されており、より正確な騒音の測定が可能です。本事例においても簡易無響室内で当該製品と正常品の騒音レベルを測定することにより、両者の差を定量的に把握することができました。</p>	

樹脂製型枠のコーナー部での微小な割れ	
業種：電気・電子	目的：トラブル対策
<p>道路標識など大型屋外表示装置の樹脂製型枠において、コーナー部に経年変化によると思われる微小な割れが発生するという相談がありました。</p> <p>現物を見ると、表示部分の型枠はかなり大きく、またコーナー部が厚すぎるために熱歪が発生し樹脂材料の本来の性能が出ていないと推察されました。金型による熔融樹脂温度の低下速度は厚みの二乗に比例し、コーナー部が厚すぎると樹脂材料に熱歪による内部割れや空洞への応力集中を起し易いため、樹脂材料に適した厚みにすることが必要です。また、コーナーの内側、さらにボスやリブの根元には厚みの1/2のアールを付けることで熱膨張と熱収縮によって発生する応力集中や亀裂の発生を緩和し、ノッチ効果を低減するとともに熔融樹脂の流動性も高めます。そこで、樹脂材料に適した厚みを選択することと適当なアールを付けることを指導しましたが、その後は経年変化による割れが発生したとの報告は無くなりました。</p>	

プラスチック成形品の成形不良対策	
業種：電気・電子	目的：トラブル対策
<p>プラスチック射出成形品の液体シール部に、成形時のウェルドラインが発生し、シール不良を起こすトラブルの相談を受けました。</p> <p>すでに金型が完成しているため大幅な修正は困難だと判断し、樹脂流動解析ソフトを用いて、ゲートの位置および個数を変更することで、ウェルドライン位置を問題のない場所へ移動する提案をしました。</p> <p>相談に来所された会社では、金型完成後の成形トライでこういったトラブルが発生し、対処的な金型改修を行なっていることが多いようです。金型設計の段階で流動解析を行なうことで、トータルコスト低減と納期短縮が実現可能であるとの認識を持っていただけました。</p>	

電子製品の温湿度変化に伴う誤作動の再現とその対策	
業種：電気・電子	目的：トラブル対策
<p>屋外使用の電子製品が夏場に誤作動したので対策したいという相談を受けました。</p> <p>詳しく話を伺うと、降雨時や朝方にトラブルが発生する傾向がありましたので、昼夜のサイクルで温湿度が変化して生じる呼吸作用（吸湿と乾燥の繰り返し）や結露現象が原因ではないかと疑いました。そこで、使用場所の夏期降雨時の気温・湿度の変化を調べ、恒温恒湿槽を利用して屋外環境を想定した温湿度サイクル作動試験を行った結果、問題の誤作動を再現することができました。ケーブル孔の樹脂封止を完全にし、水分の内部浸入を防止したところ、再試験時には正常に動作するようになりました。</p>	

小型電子機械動作音の静音化	
業種：電気・電子	目的：トラブル対策
<p>新開発の電子機械ユニットの動作音が大きいので測定してほしいという依頼がありました。</p> <p>マイクロホンを使って騒音レベルの時間変化を測定してみると、電子機械がカチャカチャと動作する度に目標値を超えていました。そこで、改善策として、そのタイミングで動作する機構部分に緩衝用の部品を追加するように提案しました。しかし効果は満足できる程ではなく、さらなる改善が必要なことが分かりました。今回、十分な対策が取れなかった理由の一つは、既に主要機能を優先した設計により製品がほぼ完成しており、設計変更の余地が少なかったことにあります。これは製品開発時にはよくあることですが、今回の音源であるユニットでもこれ以上の対策は困難でした。そこで、改善の策となりますが、高い周波数の音を筐体で遮音して、隙間からの音漏れも防ぐ方法を提案したところ、静音化の目標値をクリアすることができました。</p>	

多孔質材料や不織布の切断面観察	
業種：材料・化学	目的：製品開発
<p>材料内部に数十から数百マイクロメートルスケールの空洞を有するスポンジ状の多孔質材料や不織布を開発したので、その切断面から内部構造を確認したいが、光学顕微鏡やマイクロスコープではうまく観察できないという相談を受けました。</p> <p>上記の装置でも光の当て方を工夫すると、ある程度立体感のある像が得られますが、空洞の割合が大きい材料では光学系の観察装置よりも電子顕微鏡を用いるとうまく観察できます。電子顕微鏡は、一般的に光学顕微鏡では見えないような微細な対象物を観察するための装置であると認知されていますが、数十、数百倍程度に拡大する場合でも、焦点深度が深いという特徴があるため、広範囲に焦点のあった立体的な像を得たい時には有効です。相談を受けたサンプルは、光学系で比較的観察しにくい透明や白色の材料でしたが、電子顕微鏡を用いることにより切断面から内部構造を評価することができました。</p>	

ランプ反射鏡用の真空蒸着	
業種：材料・化学	目的：製品開発
<p>ランプの反射鏡を作製したいという相談を受けました。</p> <p>従来は、電球のガラス上に反射膜として別の会社で金属蒸着膜を作製し、その上にめっきを行い製品化していましたが、蒸着を行っていた会社が都合でできなくなったため自社で行いたいということでした。</p> <p>依頼者はめっきの会社であったため、真空蒸着を行ったことが無く、当室において職員とともに蒸着の実験を行い、その経験を会社に持ち帰って製品開発に役立てていただきました。蒸着前の試料の洗浄が膜質に及ぼす効果、膜厚の違いによるその後のめっきへの影響などを調べ、従来の品質と変わらない反射膜を作製できました。</p>	

防食塗装鋼板の耐候性評価	
業種：材料・化学	目的：性能評価
<p>屋外構造物に防食塗装鋼板を使用したいので、表面処理方法の異なる鋼板の耐候性能を比較したいという相談がありました。</p> <p>長期の耐候性を短期間で調べるには、促進耐候性試験機を用いる方法があります。防食下地と上塗り塗装の組み合わせを変えた鋼板試料を、サンシャインカーボンアーク灯式耐候性試験機を用い、一定期間照射し劣化を促進させました。照射後、色差および光沢残存率による劣化評価を行うことにより、表面処理方法を変えた場合の耐候性能の違いを知ることができました。</p> <p>当所には、他に光源の異なる紫外線カーボンアーク灯式およびキセノンアークランプ式耐候性試験機を所有しており、使用環境や様々な規格に対応した耐候性試験が可能です。また、色彩計測、光沢度、ヘーズなどの光学測定や引張強度、曲げ強度などの物性試験も合わせて行えますので、各種材料や製品の耐候性能を評価することができます。</p>	

樹脂成形品の割れのトラブル	
業種：材料・化学	目的：原因調査
<p>樹脂成形品の中で、ある一定期間の製品のみ1年未満の使用で割れが発生するため、製品間の違いについて調べたいという相談がありました。</p> <p>樹脂のロット毎に少量ずつ保存されていたペレットについて、樹脂の主成分を赤外吸収スペクトル測定により調べましたが、得られたスペクトルにロット間の有意差は認められませんでした。また、これらのペレットを溶剤に浸漬したところ、いずれも均一に溶解しました。そこで分子量の差異を疑い、ゲル濾過クロマトグラフィーによる分子量分布測定を行いました。高分子用のカラムを用いた測定では分子量分布に有意差はありませんでしたが、オリゴマー測定用の排除限界1500のカラムを用いた測定では、割れの発生した樹脂のロットについて全く異なるプロファイルが観測されました。この結果から、割れが発生した樹脂のロットは添加剤が異なっており、添加剤が不適切であったため割れにつながったと推定しました。</p>	

塩化ビニル製カバー表面に発生した黒ずみ	
業種：材料・化学	目的：原因調査
<p>塩化ビニル製カバー表面に発生した黒ずみを調べたいとの相談がありました。</p> <p>この塩化ビニル製品中には鉛が含まれています。相談者の話では、過去に温泉地で使用された時に同様な黒ずみが発生したということでした。今回も使用されていた場所がトイレ近辺であったことより、微量な硫化水素が塩化ビニル中の鉛と反応して硫化鉛が生じたことによる黒ずみではないかと推定しました。それを科学的データで説明するために、蛍光X線分析やXPSにより分析したところ、鉛は検出されましたが、硫黄は微量であるため検出できませんでした。そこで、希硝酸で変色部をふき取ることにより硫化水素の発生があるかどうかを調べることにしました。その結果、硫化水素特有の卵の腐乱臭がし、硫黄の存在を確認することができました。このように機器分析では検出が困難な微量元素を簡単な化学反応を用いた試験により確認できることがあります。</p>	

白色化したアルミ箔のXPS（X線光電子分光法）による表面分析	
業種：材料・化学	目的：原因調査
<p>日常、しばしば目にする、表面が白色に変色したアルミ箔の原因を知りたいとの相談がありました。</p> <p>金属アルミニウムの表面が酸化して、酸化アルミニウムを生成したためと容易に推測できましたが、科学的に説明するデータが必要とのことでした。このような場合に、XPSによる表面分析が有効です。XPS測定では表面から数ナノメートル程度までの深さの測定が可能であるため、試料の最表面のみの情報を得ることができます。そこで、アルミ箔の変色部位と金属光沢部位において、Al 2 Pのスペクトル測定を行い比較しました。その結果、変色部位では酸素と結合しているアルミニウムのピークのみが検出されましたが、金属光沢部位では、それ以外に、酸素と結合していない金属アルミニウムのピークも検出されました。この結果、白色変色したアルミ箔表面が酸化によるものであることを科学的に証明することができました。</p>	

成形品の不良の原因の解析	
業種：材料・化学	目的：トラブル対策
<p>樹脂の成形時に不良品が発生したのでその原因が何かを調べたいとの相談を受けました。</p> <p>まず考えられるのは樹脂の化学構造の違いです。そこで、赤外スペクトルによる良品と不良品との構造比較を行ったところ、同一のスペクトルが得られたため、化学構造の違いではなさそうということになりました。次に、GPC（ゲル浸透クロマトグラフィー）により樹脂の分子量を比較したところ、不良品の方が良品よりも低い分子量を示しました。このことから、不良の発生原因は樹脂の分子量低下によるものと推定しました。樹脂の分子量を測定しても、良品と不良品の違いが見られないことがほとんどですが、不良品の分子量が低くなる場合が時々あります。また、これらの分析法でも違いが見られない場合、他の分析法も併用しながら原因を推定することになります。</p>	

樹脂部品の折損	
業種：材料・化学	目的：トラブル対策
<p>タンクから薬液を供給するために取り付けられた樹脂ねじ部品が多数折損する、という事例について技術相談を受けました。</p> <p>折損した樹脂部品は、30%ガラス繊維入りのポリプロピレン製で、薬液は次亜塩素酸ナトリウム水溶液です。折損した部品の拡大写真を見ると表面が白化しており、ガラス繊維が樹脂部品から飛び出ているように見えました。ポリプロピレン樹脂は耐薬品性に優れた樹脂であるとされていますが、次亜塩素酸ナトリウム水溶液のような酸化力のある薬品に対しては、耐性が十分ではありません。薬品にさらされる温度と時間にもよりますが、樹脂の表面から徐々に侵されていきます。応力がかかる部品で、微小なクラックを起点として亀裂が広がり、最終的に折損したものと考えられます。ポリプロピレン樹脂を使わずに、耐薬品性のある他の樹脂を使用することで対応しました。</p>	

塗装製品の剥がれ	
業種：材料・化学	目的：トラブル対策
<p>金属部品に塗装された塗膜の下塗りと上塗りの間で広範囲に剥がれが生じるという相談がありました。</p> <p>上塗り塗装が剥がれていない部分もセロテープ剥離試験を行うと簡単に剥がれが生じるため塗装面全体で不良が発生していることがわかりました。新しく上塗り塗装を剥がした下塗り塗装の表面状態を目視で観察すると油状成分が付着したような光沢が見られたため、付着物を溶剤で洗浄し洗液の濃縮物の赤外線吸収スペクトル測定を行いました。得られたスペクトルは下塗り塗料の樹脂成分と良く一致したため、油状物は下塗り塗料に由来するオリゴマーであり、このオリゴマーが脆弱層となって剥がれが生じたと推察しました。オリゴマーの発生原因は下塗り塗装の硬化不足、上塗り塗装の焼付け過剰による分解などが考えられることを指導し、塗装工程の見直しを行ったところ剥がれの発生はなくなりました。</p>	

プラスチック成形品に使用される耐候剤の調査	
業種：材料・化学	目的：トラブル対策
<p>ポリプロピレン製品が屋外で使用されたところ、日光に暴露された部品が著しく劣化してしまい、どのような耐候剤（光安定剤）が使用されているかの調査の依頼を受けました。</p> <p>製品の劣化した部分と日光に暴露されなかった底部の試料から、含有する添加剤を有機溶媒で抽出して比較・分析したところ、フェノール系やリン系の酸化防止剤が検出されました。これらの添加剤は、主に成形加工時の熱劣化を防ぐ目的で使用されるもので耐候剤としても機能しますが、耐光性を向上させるには、紫外線吸収剤やヒンダードアミン系の光安定剤を添加すると効果があることを説明しました。</p>	

プラスチック部品の割れ等の不良の発生	
業種：材料・化学	目的：トラブル対策
<p>製品のプラスチック部品を国内製から海外製に変更したところ、割れ等の不良が発生し、その原因の調査をしたいとの相談を受けました</p> <p>一般に、割れ等の不良品の調査はその原因が多岐にわたることや分析装置ではわからないような小さな要因にあることが多く、非常に困難ですが、この事例のように部品の製造メーカーを変更し、それに伴い不良が発生した場合、その原因は材料にある可能性が高いと思われます。そこで、赤外線吸収スペクトル測定により不良品の材料を判別したところ、指定した材料とは異なる材料が使用されていることが分かりました。色や形が同じでも材料が異なるため強度が劣り、割れ等の不良が発生したと推定し、結果を依頼者に説明しました。</p> <p>このように不良の発生が材料に起因すると予想される場合、まずは赤外線吸収スペクトル測定を行います。しかし、再生材や微量の異材の混入、同じ材料でもグレードの違いは判別し難いため、さらに他の分析装置を併用しながら、原因を推定することになります。</p>	

高値の原因	
業種：材料・化学	目的：トラブル対策
<p>分析値が高すぎるのでは、との指摘を取引先から受けて困っているという相談がありました。</p> <p>塩類などを高濃度で含む試料中の亜鉛を、原子吸光法により標準添加法で求めた値が高すぎたようです。分析条件を詳しくお聞きしたところ、他の成分を共存させたまま、バックグラウンドの吸収補正をせずに定量したとのことでした。高値の原因は共存する塩類による分子吸収の影響と考えられましたので、バックグラウンド吸収の補正法を指導しました。また、標準溶液の添加濃度も高すぎたので、標準液を添加した溶液の吸光度が試料溶液の吸光度の2～数倍程度になるようにしてもらいました。この会社の事情を伺うと、ベテランが退社して、経験の少ない若手だけで分析をおこなっているとのことでした。そこで当所と名古屋産業振興公社が実施している中小企業技術者研修を紹介したところ、ご参加いただけることになりました。</p>	

樹脂製品中の金属異物の分析	
業種：材料・化学	目的：トラブル対策
<p>樹脂製品中に異物が混入したため、その成分を調べたいというご相談を受けました。</p> <p>この異物は数100<math>\mu</math>mの大きさを示していたのでX線分析顕微鏡により調べることにしました。この装置は蛍光X線分析装置のひとつで、測定試料の画像から分析する場所を指定し、その場所にX線ビーム(<math>\phi</math>100<math>\mu</math>m)を照射することで微小部の元素分析を行うことができます。樹脂製品は数センチ角のシート状でしたので、切り出しなどの前処理をせずに試料ステージ上にそのまま取り付けて測定しました。異物の場所を指定して分析した結果、ステンレス鋼材であることが分かり、異物の混入原因についての手かかりが得られました。本装置は大気中で分析を行うため、軽元素は分析対象外になりますが、この事例のように分析対象物が樹脂に被覆されたものや水や油を含むものなど他の分析機器では測定が困難な試料でも分析できる特徴があります。</p>	

## ポリ乳酸用可塑剤の開発

業種：材料・化学

目的：製品開発

ある企業から自社製品（化成品）の用途開発としてポリ乳酸の改質剤への応用に関する相談を受けました。

ポリ乳酸は、硬くて丈夫という利点がありますが、曲げのような外力を加えた場合、あまり変形することなしに破壊するという脆さが欠点であるため、柔軟性を要求される用途には使えません。しかしながら、ポリ乳酸は、一般に使われているプラスチック用可塑剤との相溶性が悪く、この化成品とも均一に混ぜることができませんでした。そこで、ポリ乳酸との親和性を向上させるため、この化成品をポリ乳酸で化学修飾することを提案しその合成方法を指導しました。得られた可塑剤化合物は、ポリ乳酸と40%までに均一に混ぜることができ、ポリ乳酸の耐衝撃性を大きく改善できることが分かりました。

## インテリア机の設計

業種：材料・化学

目的：性能評価

オフィス机の強度に関する相談がありました。

相談企業はこれまでも多くの机を手がけ、今回は有名デザイナーに設計を依頼して、独創的なデザインの机を開発されました。相談者も満足のいくものでしたが、机の端に腕でもたれると従来製品よりたわんでしまう点が気になり、相談者自身が材料力学の計算をした結果、計算値よりも実際のたわみが大きく、設計と製作とのギャップが有るのか悩んでいました。計算書を見たところ、机の天板の梁の計算が間違いなくされていましたが、天板を支える脚柱、脚柱と天板とを止める締結部の設計根拠に疑問がありました。そこで実際に負荷を掛けた試験を行い、設計と実際のギャップ（例えば脚柱のたわみなど）を検証し、その結果を逆に設計へ反映してもらいました。近年は形状重視の製品作りが進み、安全性も含めて、実証的な確認とその設計へのフィードバックがますます必要になっています。

## はっ水コーティングの評価

業種：材料・化学

目的：性能評価

ある繊維素材の表面改質を行った製品のはっ水性の評価についての相談がありました。

そこで、接触角計を用いて材料表面の接触角を測定することを勧めました。接触角とは、固体表面上で水などの液滴が接している部分がつくる角度のことであり、この値が大きいと表面は液滴にぬれにくい、逆に小さいとぬれやすいということがわかります。接触角は主に液滴に対する材料の親和性、凹凸の程度により決まります。今回は繊維製品の水に対する接触角の経時変化をみたところ、はっ水処理をしていない試料は時間の経過と共に接触角が低下し、水滴は表面に染み込んでいくことがわかりました。一方、はっ水処理を施した試料上の水滴は一定時間経過後も染み込むことなく大きい接触角を示していました。このように接触角をみることで、表面改質製品のはっ水性の評価を行うことができました。

プラスチック成形品の割れの説明	
業種：材料・化学	目的：原因調査
<p>金属部品をインサートしたプラスチック成形品に割れが発生するようになったので、その原因を解明したいという相談を受けました。</p> <p>まず、破断面を観察したところ、表面は非常に滑らかでした。材質を考慮すると、ソルベントクラックは考えられません。次に、不良品すべてについて割れた部位を調べたところ、インサートのねじ穴部のほぼ同じ位置で割れが起っていました。このことから、金属部品をねじ込んでいく過程で成形品に過度の引張がかかり、開くように割れが生じたものと推察できました。そこで、インサート方法およびトルクの管理を厳重にするよう助言したところ、割れは生じなくなりました。</p>	

建築材の音響特性に関する試験	
業種：その他工業	目的：性能評価
<p>2種類の建築用パネルの音響特性について、両者の間に差があるかどうか知りたいとのご相談を受けました。</p> <p>詳しく伺うと、相談者が希望する試験は、残念ながら当所では設備等の関係で実施が困難であることが分かりました。そこで次善の策として、パネル上に球を落下させ、その際に生じる音を測定することにより、両者の音響特性に違いがあるかどうかを調べることにしました。本方法は相対的な比較しかできませんが簡便に実施できる特徴を有しています。測定は相談者の用意した試験体と当所の測定機器等を用いて、当所の簡易無響室内で行いました。無響室は壁、天井を吸音性に仕上げた音響実験室で、音の正確な測定が可能です。</p> <p>測定により得られた定量的な値により、両者に差があるかどうかの判断材料を提供することができました。</p>	

頭部保護緩衝材の評価測定	
業種：その他工業	目的：性能評価
<p>転倒時の頭部衝撃緩和を目的として、帽子に取り付ける緩衝材の比較試験を行いたいが、どのような方法があるのかという相談がありました。</p> <p>通常はJIS規格T8133「乗車用ヘルメット」の試験方法に合わせて、加速度センサを取り付けた頭部形状のおもりを落下させ、その衝撃加速度を測定するのがベストと考えられます。しかし、その場合治具の製作等に時間とコストがかかってしまうため、簡便に調べられる方法を要望されました。そこで荷重センサ上に緩衝材を設置し、おもりを自由落下させて行う衝撃荷重測定の方法を提案しました。その結果、緩衝材の材質や形状により衝撃吸収性の違いを確認することができました。このように規格に合わせて行うにはハードルが高い試験でも、試験方法や対応センサを工夫することで、目的に合わせた試験データを得ることができました。</p>	

繊維製品用金具の変色	
業種：その他工業	目的：原因調査
<p>繊維製品（ウール製）に取り付けられた金具が変色し、その原因に関する相談が持ち込まれました。</p> <p>製品は東南アジアで製造され、コンテナに詰め込み日本に運び込まれたもので、開梱すると一部の金具に変色が見つかりました。金具は黄銅にスズめっきしたのですが、表面は金属光沢を失い、程度のひどいものは褐色に変色していました。X線マイクロアナライザーで金具表面の元素分析を行った結果、変色部からイオウが検出されました。イオウはウールの主成分であるケラチン（タンパク質の一種）に由来すると考えられます。製品は最終工程で仕上げプレスが施され、その後十分に乾燥されずに梱包された可能性があります。運送途中で結露して金属表面に水の膜ができ、そこに繊維から発生したイオウを含むガスが溶け込み金属腐食が生じると変色につながります。十分に乾燥させて梱包する、あるいは乾燥剤を同梱するよう助言しました。</p>	

プラスチック射出成形部品が割れた原因	
業種：その他工業	目的：原因調査
<p>ポリカーボネート（PC）製のプラスチック射出成形部品が割れた原因について相談を受けました。</p> <p>実際の製品の使用状況をお尋ねするとともに、割れた部品の形状を肉眼観察しました。さらに破断面の顕微鏡写真を撮影しました。PC樹脂特有の環境応力割れ（Environmental Stress Cracking）によるものと推定されます。割れを再現するため、製品に有機溶剤を直接塗布したところ、直ちに割れが発生しました。</p> <p>成形加工時の残留応力があると、ストレスによる環境応力割れを起こしやすくなります。金型の設計や樹脂の選択、成形加工条件の最適化などにより、相談事例のような製品の割れを防止することができます。</p>	

ラミネート紙製造～中間製品でのトラブル	
業種：その他工業	目的：トラブル対策
<p>産業用の中間素材である押出ラミネート紙の巻き取りロールが幅方向の両縁のところで、段になったり、くっついてしまうというトラブルについて相談がありました。</p> <p>押出ラミネート紙は密度の高い紙の片面に熔融したポリエチレン樹脂等をコーティングすると同時にロールで冷却しながら圧着して製造されます。この相談のトラブルは幅方向の縁部で集中的におきていることから、全幅をサンプルとして採取し、紙層部分だけを酸性薬品で溶かし、幅方向でポリエチレン層の厚みが均一であるかどうか1cmごとに実測しました。その結果、樹脂厚が縁部で厚くなるネックインという現象がおきていることが判明したので、樹脂温度やロールとの距離等、一般的な製造上の留意点をアドバイスしました。その後、企業側からの試作、当所での測定や検証のやりとりを数回行ったところ、トラブルを軽減する製造条件を見つけることができました。</p>	

シリコン素材製品による衝撃干渉能力の評価	
業種：その他工業	目的：性能評価
<p>乳児の転倒から口部を保護できるようベビー用食器底部に装着可能で衝撃を和らげることのできるシリコン素材製品を現行品と改良品について性能比較したいという相談を受けました。</p> <p>そこで、荷重センサー上にシリコン素材製品を装着した食器をのせ、約1kgのおもりを落下させることにより衝撃の大きさを測定しました。改良品は、最大衝撃値がほぼ一定に対して現行品は最大値にばらつきが生じ平均するとやや大きい結果となりました。</p> <p>今回の試験により、改良品の衝撃緩衝能力が向上しているだけでなく信頼性も高まっていることを確認・報告することができました。</p>	

樹脂の熱分析	
業種：その他工業	目的：性能評価
<p>ポリエチレン被覆鋼管の溶接接合部分において、溶接時に受ける熱の影響が樹脂被覆にどの程度影響しているかを知りたいという相談を受けました。</p> <p>溶接付近部と溶接部から500mm離れた部分のポリエチレン被覆を剥離してそれぞれ試験片を作成しました。また比較のため、溶接の影響を全く受けていない製品から試験片を作成しました。3つの試験片を同一の試験条件で、DSC（示差走査熱量計）を使って、温室からの昇温測定を行ないました。溶接付近部を測定したDSCチャートには、溶接時の熱履歴に相当すると考えられる曲線が検出されました。</p> <p>材料や温度条件にもよりますが、DSC測定により高分子材料に残された熱履歴を検出することができる場合があります。</p>	

この活用事例集は、これから名古屋市工業研究所を利用される方々の参考となるように、過去に月刊名工研(技術情報誌)に掲載された活用事例を、分野別に編集したものです。各事例の詳細については下記までお問い合わせください。

名古屋市工業研究所 支援総括室  
TEL:052-661-3161 FAX:052-654-6788  
Eメール:kikaku@nmiri.city.nagoya.jp

## 【表紙写真の説明】

表紙の写真は、ガラス繊維強化プラスチックの射出試験片の一部をX線CTで撮影し、中心付近のガラス繊維を抽出した画像です。成形時に左右それぞれから流れてきた樹脂が衝突する部分では繊維が流れ方向と直角に配向します。炭素繊維あるいはガラス繊維強化プラスチックは、軽量性と強度を兼ね備えた材料として、その利用範囲が広がりつつありますが、その強度は繊維の向きに大きく影響を受けます。部品の設計時には、成形時の樹脂流動によって引き起こされる繊維の配向にも留意する必要があります。



 名古屋市工業研究所

〒456-0058 名古屋市熱田区六番三丁目4番41号

Tel : 052-661-3161 Fax : 052-654-6788

ホームページ : <http://www.nmiri.city.nagoya.jp>

Eメール : [kikaku@nmiri.city.nagoya.jp](mailto:kikaku@nmiri.city.nagoya.jp)

平成26年2月発行

(この冊子は古紙パルプを含む再生紙を使用しています。)