

企業と共に歩む技術支援の拠点をめざします。

# テクノネットワーク

No.96  
2009/11



発行

## 滋賀県工業技術総合センター

<http://www.shiga-irc.go.jp/>

目次

研究紹介 1	1
新しいインフルエンザウイルスの高感度迅速検出技術	
研究紹介 2	4
機械異常音検査装置を開発するための支援システム	
研究紹介 3	5
部品表面処理技術の高度化に関する研究	
テクノレヴュー	6
未来の電力制御～スマートグリッド	
機器紹介	7
万能材料試験機制御解析装置	
研究会活動	8
デザインフォーラムSHIGA	

### 研究紹介 1

## 新しいインフルエンザウイルスの 高感度迅速検出技術

機能材料担当 白井伸明、岡田俊樹  
長浜バイオ大学 長谷川慎、伊藤正恵、水上民夫

現在、新型インフルエンザの出現などに対処するため、迅速で高感度、簡便な検査法が求められています。「ウイルスを1粒子ずつ蛍光で光らせ検出する方法」により、現在利用されている簡易検査キットよりも高感度で5分以内の測定が可能な新技術を紹介します。

### 1. 新型インフルエンザについて

豚由来のインフルエンザが人へ感染したとされる新型(H1N1)インフルエンザは、2009年4月、メキシコでの流行から、世界中へその感染が広がっています。5月には日本国内での感染が確認され、11月現在では感染者や死亡例が急増しています。メキシコで発見された当初は死亡率が高いと大変心配されましたが、現時点では季節性のインフルエンザと同等と見積もられています。

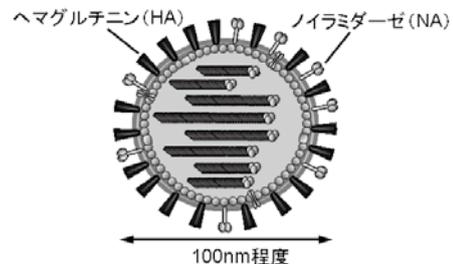


図1 インフルエンザウイルスの模式図

しかし、変異などで突然毒性が高まる可能性もあり、注意が必要です。

この新型インフルエンザの流行により、インフルエンザワクチンの生産が追いつかず、その確保が困難になっています。また、感染者数が急激に増加すると医療機関

表1 インフルエンザ検査方法の特徴

検査方法	迅速性必要な時間	感度ウイルス粒子/ml	サンプル量鼻腔ぬぐい液	その他 課題など
1粒子ウイルス検出法 (開発技術)	◎ 1-5分	○ 10 <sup>4</sup>	◎ 0.02-0.1ml	測定機器が必要
イムノクロマト法 (簡易検査キット)	○ 10-20分	△ 10 <sup>5</sup>	○ 0.2-0.5ml	感度不足偽陰性の発生
PCR法 (LAMP、NASBA法)	△ 数時間	◎ 60～600	◎ 0.05ml	PCR反応装置が必要
ELISA法	△ 数時間	○ 10 <sup>3</sup> ～5x10 <sup>4</sup>	○ 0.1-0.2ml	プレートリーダーなどの装置と練習が必要
培養法	× 数日～	◎ 60	△ 0.5ml	培養設備と培養手技の熟練を要す
血清学診断	× 感染後10～14日	△ 対象者の体質による	× 血清1ml	プレートリーダーなどの装置と熟練を要す

の許容を超えるため、感染の拡大を遅らせる措置が重要課題となっています。

今回の新型インフルエンザとは別に、高病原性鳥インフルエンザ(H5N1)の人への感染が1990年代後半より東アジアで発生し、2000年以降報告数が増加しています(国立感染症研究所感染症情報センター HP)。その致死率は50%以上とされ、もし、鳥由来の強毒型の感染がヒト間で発生した場合には、ウイルスの早期発見と感染拡大の封じ込め対策が必須です。

## 2.現在の検査方法と課題

現在利用されているインフルエンザの検査方法には、表1に示すように各々に特徴があります。検疫や医療機関では簡便・短時間での検査が求められるため、鼻腔ぬぐい液を採取し、検査キットへ添加して10～20分待つだけで結果が得られる「イムノクロマト法」による簡易検査キットが第一に選ばれています。

なお、現在の検疫検査は、①サーモビューアーによる発熱測定②簡易キットによるA型B型判別③PCRによる高感度のウイルス検出④専門機関に検体を送付しての確定検査、という体制となっています。しかし、今回流行の新型インフルエンザが、発生当初に空港検疫をすり抜けた事例からも分かるように、現在の簡易検査キットの検出感度が低いことが問題となっています。国立感染研や米国疾病対策センターの調査では、陽性患者検体を使っても30%以上が陰性判定となることが指摘されています(N Engl J Med. 13:361 (7):728-9. Epub 2009 Jun 29.)。

## 3.「1粒子ウイルス検出法」の原理

我々は、簡易検査キットの感度不足を解決し、更に短時間で検査が出来る

る技術開発を目指し、FCS(蛍光相関分光法)と呼ばれる技術を応用した「1粒子ウイルス検出法」を考案しました。FCS測定装置は、レーザー光源と共焦点光学系、および光電子増倍管から構成されており、溶液中の蛍光分子がランダムに運動する速度(並進拡散速度)を自己相関関数解析により測定することができます。「1粒子ウイルス検出法」では、サンプル溶液中の微小な共焦点空間を蛍光分子が通過する際の、蛍光発光の時系列変化を利用しています。具体的には、まずウイルス表面のタンパク質(図1のHAやNA)に、蛍光ラベルした抗体や糖タンパク質をプローブとして結合させます。図2に示すように、ウイルスが存在しない場合はプローブが単独で速い分子運動により共焦点領域を通過するため、小さく短い

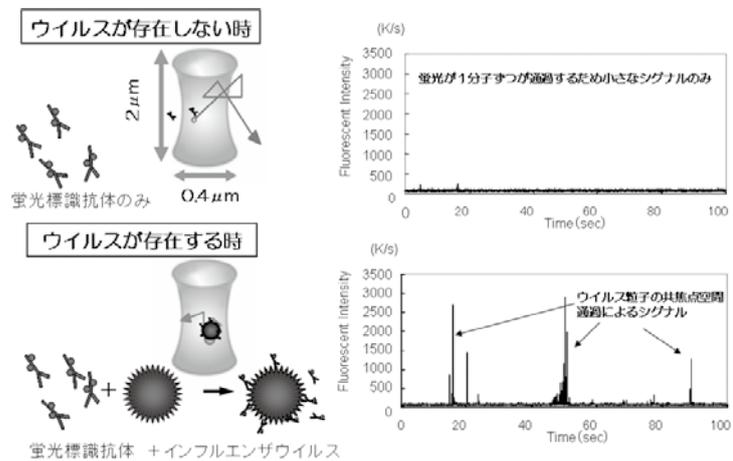


図2 「1粒子ウイルス検出法」の原理

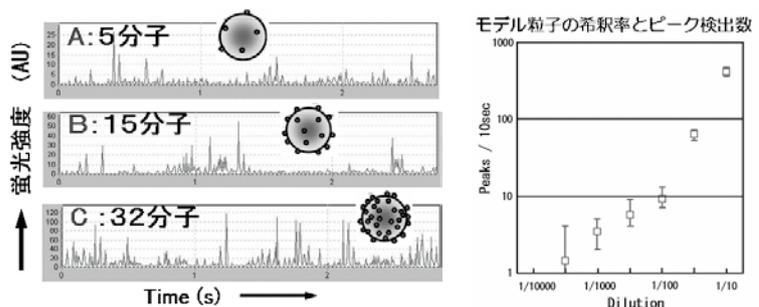


図3 モデル蛍光ウイルス粒子での評価

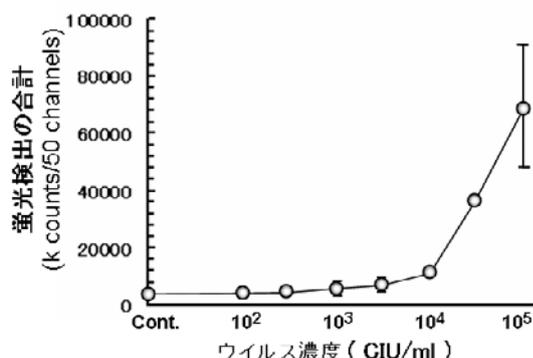


図4 培養インフルエンザウイルスを用いた検出検量線

表2 臨床試料からのウイルスの検出結果

検査方法	陰性	A型	B型
ウイルス分離	9 (100)	14 (100)	10 (100)
1粒子ウイルス検出法	8 (89)	13 (93)	7 (70)
イムノクロマト法	8 (89)	9 (64)	5 (50)

判定数(検出率%)

蛍光シグナルとなりますが、分子に比べてはるかに大きいウイルスの表面に多数のプロープが結合して通過すると、大きく“長い”蛍光シグナルとなります。FCS測定の時間分解をmsec程度とすることで、ウイルス通過時をピーク状の蛍光シグナルとして容易に判別できます。蛍光強度やピーク出現数から、ウイルスの濃度を定量化することも可能となります。

#### 4. 「モデル蛍光ウイルス粒子」での評価

インフルエンザウイルスの検出の前に、ポリスチレン製微粒子 ( $\phi$ 200nm) の表面に蛍光分子 (Alexa Fluor®) を化学結合させた「モデル蛍光ウイルス粒子」を調製しました。このモデルを試料として、小型FCS測定装置 (東洋紡FCS-101) を用いて、想定したピーク状シグナルの検出が可能か、測定条件の検討を行いました。まず、モデル粒子表面の蛍光分子数を増やすと、ピーク状の蛍光シグナル強度が高くなり、判別が容易となり検出数が増加することを確認しました (図3)。次にモデル蛍光ウイルス粒子の濃度を順次希釈し検出されるピーク数を計数すると、濃度とピーク数が相関する (図3グラフ) ことから、本手法が定量的なウイルス粒子検出法となることが確認できました。

#### 5. 実際のインフルエンザウイルスでの検査

ウイルス用のプロープとして、蛍光分子 (Alexa Fluor®) ラベルした抗インフルエンザ抗体を作成しました。インフルエンザウイルスはRNAウイルスであり頻りに表面抗原性が変異することから、ポリクローナル抗体を

利用し“様々な株と結合できるプロープ”としました。

培養ウイルスを利用した5分間の検出試験では、濃度  $10^4$  CIU/ml から検出が可能でした (図4)。抗体や蛍光ラベル化の条件などの最適化を進めることで、更に高感度あるいは短時間での検出が期待できます。

#### 6. 臨床サンプルでの検出率の評価

次に、患者から採取された鼻腔ぬぐい液を用いた検査を行いました。開発した測定法では、A型では93%、B型では70%の陽性判定結果となり、同じ試料を用いた簡易検査キットでの判定に比べて擬陰性が少なく感度が高いことが確認できました (表2)。また、ウイルス濃度が高い場合 (簡易検査キットで強く陽性判定される鼻腔ぬぐい液に相当) では測定時間が10~30秒程度でも十分にウイルスを示すシグナルが観察され、検査においては迅速に患者への投薬や隔離、濃厚接触者への対応を行うことができます。

#### 7. 本技術の課題

これまでの研究でインフルエンザウイルスの迅速・高感度検査についての基本的な技術確立ができましたが、プロープとなる抗体や調製、また測定方法などに最適化の余地があります。また、検査に必要な測定装置が高額な研究用機器のため、現在、操作が簡単で低コストなインフルエンザ検出システムの開発に取り組んでいます。

#### 8. 最後に

インフルエンザウイルスは、細胞表面の糖鎖への結合によって感染することから、フェチュインのような糖タンパク質もプロープに利用することが出来ます。また、インフルエンザウイルスの場合、トリ型とヒト型では、糖鎖の末端部構造により結合性が異なる事が知られており、異なる糖鎖構造のプロープによりトリ型かヒト型の判別へ応用できることを確認しています。本測定法は、プロープを1つのウイルス株のみに結合するモノクローナル抗体に変更すると、特異的な判定が可能となります。また、20~100  $\mu$ l のサンプルで測定できる為、少量しか鼻腔ぬぐい液を採取できない乳幼児でも診断ができます。また、複数の病原体を同時に検査することが可能で、応用性が高い検査技術です。

#### 謝辞など

本検査方法は、滋賀県提案公募型産学官新技術開発事業 (産業支援プラザ)、産業技術研究助成事業 (NEDO) の支援を受けた研究結果の一部です。共同研究では西矢芳昭氏 (東洋紡) 長屋寿氏 (テクノサイエンス) において検出装置や解析手法の提供および実用性の評価などについて大変お世話になりました。現在、JST 育成研究の支援を受け、(株) ライフテックなどと装置開発と他の感染症検査への応用展開を行っています。実用化や技術移転について興味をお持ちの方からのご相談をお待ちしております。

# 機械異常音検査装置を開発するための支援システム

機械電子担当 平野 真

## ●目的

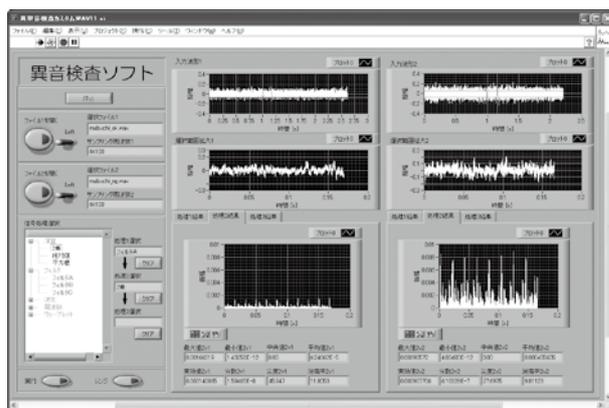
設備の異常診断や製品の良否診断方法の一つに、正常音と異常音を聞き分けて判別する検査方法があります。従来、このような検査は熟練したベテラン技術者の耳や勘が頼りの官能検査であり、誰でも簡単に調べることができるものではありませんでした。また検査員の熟練度や体調によりバラツキが出ることもあり、安定した品質の確保は困難でした。このような課題を解決するため、コンピュータを用いた異常音検査を試みています。当センターには異常音検査に関する様々な技術相談が寄せられていますが、必要となる信号処理はその対象物に応じて異なります。このような各検査現場の多種多様な要望に迅速に応えるためには、個々の検査ニーズに合致するようにカスタマイズできる支援システムの提供が必要だと考えています。そこで本研究では簡便に異常音検査を行うことのできるような支援システムの構築を目指しています。

## ●内容

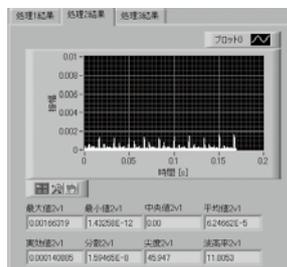
検査に必要と考えられる基本的な信号処理ライブラリと、これらをカスタマイズすることが可能なソフトウェアのプラットフォームを作成しました。作成したソフトウェアでは、数値演算、帯域制限フィルタ、パワースペクトル、ウェーブレットなどの処理を自由に組み合わせることが可能です。また2種類の録音データについて同時に解析を行うことで、収録したそれぞれの波形の特徴を抽出して比較でき、正常と異常の違いを確認できます。

## ●今後

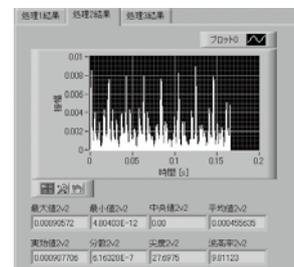
収録データについて正常・異常の判定を行うための処理などを追加し、技術相談や共同研究などに役立てたいと考えています。



異常音検査ソフトウェア



信号処理後の波形  
(正常モータ)



信号処理後の波形  
(異常モータ)

## ■無響室と音響インテンシティ測定システム



本研究では、音の測定や解析に「無響室」と「音響インテンシティ測定システム」を活用しております。H20年度に設置したこれらの装置についてご興味ございましたら、担当者までお問い合わせください。

### ●無響室

壁、天井、床に高い吸音性を持たせた部屋で、音源から放射された音だけを、反射音の影響を受けずに観測することができます。

### ●音響インテンシティ測定システム

音源から放射された単位時間あたりの音響エネルギーを三次元的に測定できます。

## 研究紹介3

# 部品表面処理技術の高度化に関する研究

## —鉄鋼表面への高度融合処理による耐高面圧部品の開発—

機能材料担当 佐々木 宗生

### ●はじめに

近年の自動車産業・機械装置産業では、国際競争力の維持及び向上のために素形材部品の小型・軽量化および摩擦抵抗の軽減が求められています。そのため薄い高張力鋼材やテーラードブランク材等の使用が広がっていますが、難加工材のために金型や切断刃等の寿命が短くなり、生産効率低下などの問題が発生しています。本研究開発では、これらの問題をかかえるプレス金型・ロール及び刃物を含む治工具の高強度化・高耐久化を目指し、拡散・表面被覆融合処理技術を開発することを目的としました。

### ●炭素の拡散と表面被覆の融合

高張力鋼材等の加工には被覆処理された治工具が用いられます。被覆処理には高硬度で密着性の良い溶融塩処理が用いられます。この手法は溶解した高温の塩浴に鋼材を浸漬し、鋼材中の炭素原子と塩浴中の金属原子（今回はバナジウム）が結合することにより鋼材表面に炭化物被膜を形成する方法です。しかし、鋼材中の炭素を被膜形成に用いるため、被膜と母材の境界付近（界面）では炭素濃度が極端に減少します。そのため界面の強度が低下（ソフトニング層の発生）し、膜の剥がれの原因となります。また使用する鋼材もSKH51など炭素が拡散しにくい鋼材のため、浸炭などで炭素原子を更に母材に注入することも困難でした。

本研究では、間歇的に浸炭ガスを供給するパルス真空浸炭処理により、難浸炭材に炭素を多く、深く拡散させ、その後溶融塩処理を行いました。パルス真空浸炭処理により、母材表面付近に炭素原子が多く拡散され、溶融塩処理によるソフトニング層の発生を防ぎ、治工具の高強度・長寿命化に成功しました。図1に溶融塩処理後の組織写真を示します。母材に多数の炭素（図中に点在している白点部分）が存在していることがわかります。表面硬度はビッカース硬さでHV2,900でした。そこで鋼管の切断刃を用いて実証実験を行いました。従来処理刃の10,000本に対し、開発処理を施した切断刃は14,000本

以上切断が可能であり、寿命としては約1.5倍以上となりました。切断実験後の従来処理刃と開発処理刃の刃先の拡大写真を図2に示します。従来刃の被膜剥離（線囲い部）に対し、開発処理刃はほぼ剥離していないことがわかります。またそのときの被覆膜厚は従来処理の約半分(4 $\mu$ m)であり、金属(バナジウム)使用量も減量でき、環境にもやさしい被膜処理技術を開発することができました。

本研究では、浸炭と同様に窒化処理と溶融塩被膜処理の融合に関する研究も行いました。実証実験までは進めていませんが、表面硬度がビッカース硬さでHV3,000を超えるものもあり、今後金型等への応用が期待されます。

※本研究は経済産業省戦略的基盤技術高度化支援事業「金型・治工具の耐高面圧化に資する拡散・表面被覆融合処理技術の開発」(龍谷大学、株式会社ケンテック、株式会社カオス、国友熱工株式会社、山科精器株式会社、住友鋼管株式会社、同志社大学、滋賀県)の共同研究体により実施しました。

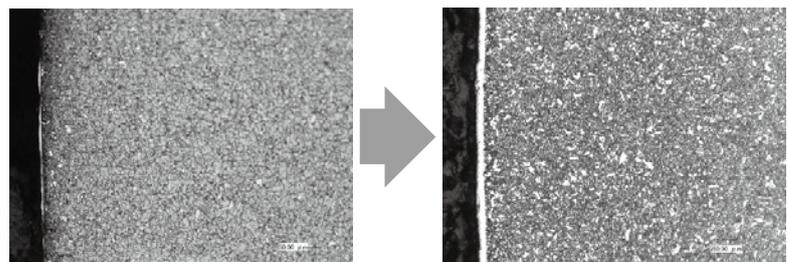


図1 被膜処理時の金属組織写真 左図は従来処理、右図は融合化処理。従来処理に比べて、多くの炭素(白点部)が存在していることがわかる

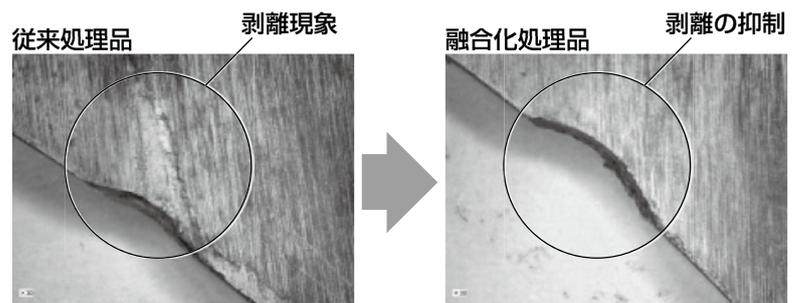
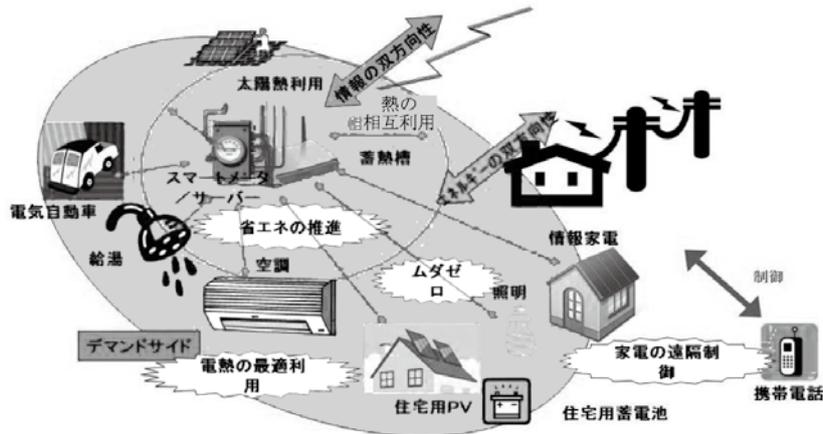


図2 鋼管切断刃刃先の試験後の状態の拡大写真 左図は従来処理、右図は融合化処理。図中の線囲い部の剥離状態が改善されていることがわかる。

# 未来の電力制御～スマートグリッド

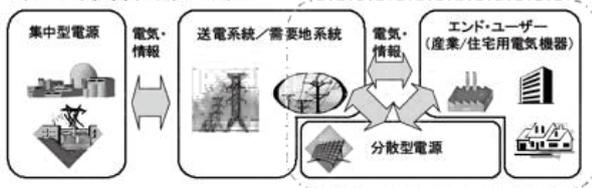


NEDO海外レポート No.1054より

昔、通信手段が手紙から電話に進化したように、電力の送電も、発電所から家庭に一方的に送られてくる時代から、送る側と受ける側が双方向に通信し、電力を効率的に使う時代になってきました。これを実現するのが**スマートグリッド**(Smart Grid)です。

まだ、**スマートグリッド**には明確な定義はありませんが、直訳すれば「賢い(smart)送電網(grid)」となり、エネルギー白書(2009年版)では、「従来からの集中型電源と送電系統との一体運用に加え、情報通信ネットワークにより分散型電源や需要家の情報を統合・活用して、高効率、高品質、高信頼度の電力供給システム」とされています。

<スマートグリッドのイメージ>



経済産業省 低炭素電力供給システムに関する研究会報告書より

**スマートグリッド**は、地域ごとに設置された太陽光発電や風力発電などの小規模な再生可能エネルギー※と蓄電池をネットワーク化し、その地域(クラスター)で発電された電力をその地域内で消費する地産地消システムを構築するもので、各所にセンサを配置し、IT(情報通信技術)と組み合わせることで、電力の不足や余剰をリアルタイムに把握して、クラスター間で融通し合うインテリジェントなシステムです。

これとあわせて、「**スマートメーター**」と称される、従来の電力量計に代わる通信機能を備えた計量装置への置き換えも計画されています。今は検針員が一軒々々廻って、各家の使用電力量を調べていますが、今後は集計センター等で自動遠隔検針できるようになります。そ

れと同時に、双方向通信機能により、夏場などで消費電力がピークに達したとき、各家庭や事業所の電力使用を調整し、広域停電に至るのを防止する機能も搭載するとされています。

関西電力ではすでに一般家庭に**スマートメーター**の設置を進めており、まもなく実証試験がスタートします。

また、「**DCエコハウス**」構想も進められています。これは、情報機器など多くの機器が直流(DC)で動作すること、また、ほとんどの家電製品が制御部は直流を用いていることなどから、家庭用のコンセントの交流をわざわざ直流に変換して使うよりも、太陽光発電等で発生する直流電力をそのまま使う方が変換ロスも発生することなく、効率が高められる理由から家庭内機器を直流で動作するものにし、一層の低ロス、省エネ化を図ろうというものです。

**スマートグリッド**は、これら**スマートメーター**や**DCエコハウス**などを包括したもので、化石燃料に頼らない低炭素な電力インフラの構築を目指します。

この**スマートグリッド**は関連する産業の裾野が広く、これが実現されれば大きなマーケットを形成するものと思われ、多方面から注目を集めています。

なお、当センターにおいても、低炭素社会の実現に向け、立命館大学、株式会社きんでんとともに、経済産業省から「低炭素社会に向けた技術発掘・社会システム実証モデル事業」の委託を受け、『自律分散型直流**スマートグリッド**の基本機能実証と地産地消電力取引の社会実験』を進めています。

※再生可能エネルギー：自然現象から取り出すことができ、何度利用しても再生可能な枯渇しないエネルギー資源。具体的には、太陽光、太陽熱、風力、バイオマス、雪氷熱、温度差熱、地熱、水力、海洋エネルギー。

(機械電子担当 木村)

# 万能材料試験機 制御解析装置 KEIRIN **00**



平成21年度競輪補助物件 財団法人JKA

## ●はじめに

本年度、新たに「万能材料試験機制御解析装置」を導入しました。万能材料試験機制御解析装置は、万能材料試験機（500kN）の制御装置です。これまでよりも機械部品および材料の強度評価をより手軽に、快適に実施していただけるようになりました。

本稿では、機械部品などの強度評価に関する技術情報につきまして、金属材料の引張試験方法をもとに解説していきます。

## ●引張試験

鉄鋼材料、アルミ合金、銅合金やチタン合金といった金属材料は、それらの特性にあわせて多くの機械部品や製品に用いられています。これらを最適・安全に設計するためには、利用する金属材料の機械的性質を十分に理解しておく必要があります。そのための試験の一つが引張試験であり、材料の機械的性質評価方法の基準になります。

## ●関連JIS

金属材料の引張試験方法については、以下の2つのJIS規格が基本になります。

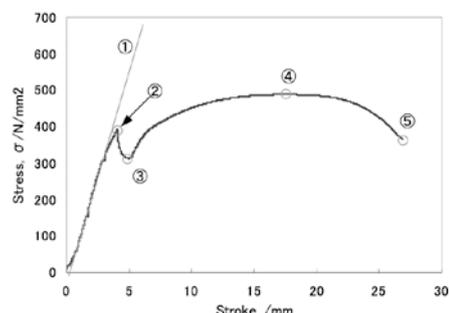
- JIS Z2201 「金属材料引張試験片」
- JIS Z2241 「金属材料引張試験方法」

JIS Z2201は引張試験に用いる試験片（テストピース）の形状、寸法についてまとめてあります。作製困難な場合をのぞいて、この規格に沿った試験片の利用を薦めています。

JIS Z2241は用語の説明や原理、使用する試験機および力の加え方、結果の算出方法などの引張試験の具体的な試験方法について規定されています。

## ●引張試験からわかること

材料試験機を用いて軟鋼の引張試験をすると、横軸に伸びもしくはひずみ、縦軸に荷重加重もしくは応力（=荷重/試験片の断面積）をプロットしたグラフ（下図）が得られます。このグラフを応力-ひずみ（Stress - Strain）線図といい、多くの力学特性に関する情報を含んでいます。代表的な特性値について以下に解説します。



### ① 弾性率(ヤング率)

弾性変形時の応力とひずみの関係で一次式で表すことができます。鉄鋼材料では、 $210 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ 程度になります。有限要素法解析などの強度シミュレーションにおいては必須のパラメータです。

### ② 上降伏点

弾性変形から永久ひずみが蓄積される塑性変形に変わる際のもっとも高い応力値のことをいいます。設計の際の強度計算の指標となる数値になります。

### ③ 下降伏点

上降伏点が現れたあとに出てくる低応力の状態です。一般的に、降伏点が低いほど塑性加工の成型能がよくなります。

### ④ 引張強さ

その金属材料のもつ最大強度です。

### ⑤ 破断点

引張ったのち試験片が破断したときの応力値です。破断伸びは、試験後の試験片を突き合わせて標点距離を測定して算出します。

これらの機械的性質は、含有元素の化学成分とともに、種々の金属材料の種類ごとにJISで詳細に規定されています。

## ●おわりに

引張試験は、材料の機械的性質を得るためのもっとも基本的な試験です。今年度に導入した「万能材料試験機制御解析装置」では、応力-ひずみ線図の出力はもちろん、各種特性値の計算、出力をほぼ自動で行うことができます。また、本装置は、試験片を用いた引張試験だけでなく、圧縮試験、曲げ試験等の強度試験も可能ですので、製品および部品の強度評価にもご利用いただけます。

(機械電子担当 藤井)

# デザインフォーラムSHIGA

設立年：平成8年(1996年)

団体会員：11社 個人会員：26名

県工業技術センターのデザイン担当者と、滋賀県立大学・成安造形大学および県内デザイン関連事業所による相互の交流と技術力の向上を図り、併せて県下のデザイン産業の振興を目的として、平成8年に組織化しました。現在の会員数は、法人会員11社、個人会員26名、の計37名となっています。

## ●彦根観光案内所の改装に協力！

JR彦根駅前にある彦根観光案内所の改装にあたり、彦根観光協会からデザインフォーラムへ協力依頼がありました。デザインフォーラムのメンバーで総合的な提案を行い、この春4月にオープン。親しみやすくて活気のある観光案内所に生まれ変わりました。



①	②	③	①旧店舗 ②モデルで案を検討するメンバー ③～⑤新店舗の内装 ⑥オープニングイベント ⑦,⑧開店後の新店舗
④	⑤	⑥	
⑦	⑧		

## ●問い合わせ先

デザインフォーラムSHIGA事務局

(工業技術総合センター内)

TEL 077-558-1500