地方独立行政法人 神奈川県立産業技術総合研究所 広報紙

KISTEC NEWS VOL.26

P.2 〈特 集〉
抗かび性能評価試験サービスが皆様の製品開発を後押しします！

P.4 **研究紹介**：光のエネルギーで住みやすい環境をつくるトリプルポーラス光触媒の開発

P.6 **KISTEC設備ナビ**： 垂直入射吸音率測定システムおよび音響性能予測ソフトウェア

P.7 **川崎技術支援部**：太陽電池評価グループ　～さまざまな光学特性評価について～

P.8 **インフォメーション**：研修・教育講座のご案内／学生向け1day仕事体験開催のお知らせ／KISTECも出展！「テクニカルショウヨコハマ2024」／FAN2023優秀論文賞を受賞

KISTEC

特 集

抗かび性能評価試験サービスが皆様の製品開発を後押しします！

研究開発部次世代ライフサイエンス技術開発プロジェクト　小林 慶一（こばやし けいいち）／石黒 斉（いしぐろ ひとし）

光触媒(※1)は抗菌・抗ウイルス、防汚、脱臭や、空気・水浄化といった、様々な機能を発揮する材料であり、その機能を応用した数多くの研究や製品開発が行われています。これらの研究や製品開発を推進するためには、適切な性能評価を行うことが重要です。KISTECでは、これまで蓄積してきた光触媒に関する基礎検討から実用化までの幅広い知見をもとに、光触媒加工材料に関する様々な性能評価試験サービスを提供しています。この性能評価試験サービスのより一層の拡大へ向け、今までKISTECでは対応していなかった光触媒加工材料の抗かび性能評価試験の実施体制を整え、今年8月より評価試験サービスとして新たに提供を開始しました。

この事業におけるKISTECの役割はどのようなものですか？

抗かび性能評価に関しては、今までに企業や研究機関からの相談があるものの、性能評価試験の実施体制が整っておらず、研究や製品開発の支援を行うことができていなかったことが課題でした。今回新たに光触媒加工材料の抗かび性能評価試験サービスの提供が可能となったことにより、県内外のより多くの企業や研究機関の研究や製品開発の支援に貢献することができるようになりました。

研究開発内容・進捗状況、現段階での成果について教えてください。

微生物を取り扱う性能評価試験では、使用する菌、ウイルス、細胞などのコンタミネーション(※2)や、使用する器具の微生物汚染が起きてしまうと正確な評価を行う上で問題となります。特に、かびによるコンタミネーションや汚染が起きた場合、その除去に多大な労力を必要とします。そのため、かびのみを使用する設備・器具の整備からスタートしました。必要な設備・器具の整備完了後に、光触媒加工材料の抗かび性能評価試験方法であるJIS R 1705による性能評価の再現検討を行いました。試験片には市販の紫外光応答形光触媒ガラスを用いて評価を行いました。図1に抗かび性能評価試験の概要を示します。培養したかび(写真1)をよく分散させて調製した胞子懸濁液を試験片上に接種して、紫外光を照射します(写真2)。一定時間照射した後に接種した胞子懸濁液を回収し、寒天培地上で培養して生残しているかびの数を算出することで、抗かび性能を評価します(図2)。この一連の性能評価試験を繰り返し行い、現設備・器具に合わせた手順を検討していき、光触媒加工材料の抗かび性能評価を安定して行える体制・環境を整えました。

写真 1：抗かび試験に用いるかびの例

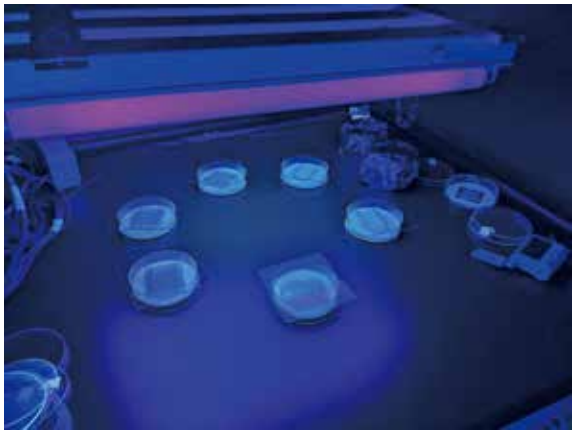


写真 2：紫外光照射の様子

図 1：光触媒加工材料の抗かび性能評価試験の概要

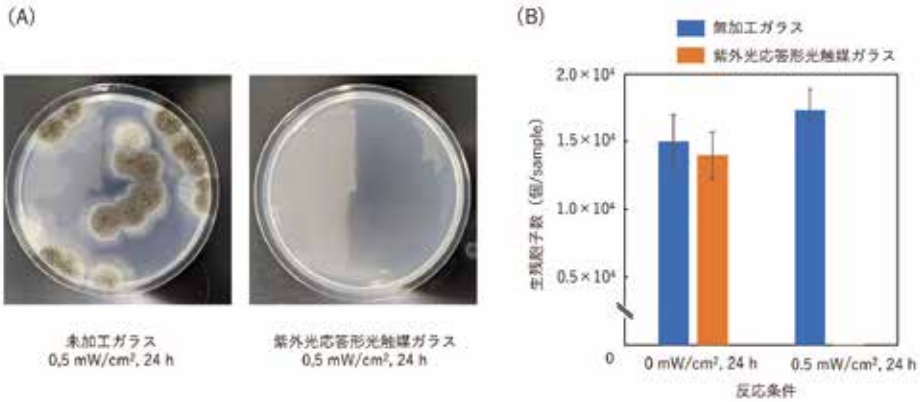
研究開発成果はどのように活用されますか？

これまでに、光触媒加工材料に対する抗かび性能評価試験サービスを提供する試験機関は限られており、そのことが光触媒加工材料の抗かび加工製品の研究開発を妨げる一因となっていました。今回、抗かび性能評価試験サービスの提供を開始できたことにより、多くの企業や研究機関が推進している光触媒加工製品の研究開発を支援する体制を拡充することができました。今回の成果や整備した抗かび試験環境を足掛かりに、光触媒加工材料以外の加工品に対するかび抵抗性試験であるJIS Z 2911やJIS L 1921などの性能評価試験についても、試験サービス提供に向けて準備を進めています。また、KISTECでは規格として標準化された性能評価試験では対応できない評価についても、ご相談内容に応じて性能評価試験系を組み立てて対応しています。さらに、光触媒加工材料の性能評価の他にも、KISTECでは様々な技術支援を行っていますので、多くの企業や研究機関に是非KISTECを活用していただき、研究や製品開発を促進していただきたいと考えています。

（※1）光触媒
光を当てると有機物分解や表面超親水性化などの作用を示す物質です。酸化チタンが最も広く使われています。

（※2）コンタミネーション
目的とする対象物内に目的外の微生物や異物が混入することです。目的外の微生物や異物が混入してしまうことにより、正確な性能評価を行うことが困難になります。それを防ぐために、エタノールなどで試験片を拭いたり、高圧蒸気にさらすことで、試験前に試験片に微生物や異物が混入しない状況にしてから試験を行います。

問 研究開発部　次世代ライフサイエンス技術開発プロジェクト
URL https://www.kistec.jp/r_and_d/eval_techserv/antibact/



クロコウジカビを用いた抗かび試験の結果例。(A) 未加工ガラス上に接種した奉仕懸濁液を観点培地上で培養すると生残胞子が発芽しコロニーを形成する（写真左）が、紫外光応答形光触媒ガラス上に接種した胞子懸濁液中の胞子は死滅しているため寒天培地上で培養しても発芽しない（写真右）。

(B) 寒天培地上のコロニー数と希釈倍率から生残胞子数を算出。生残胞子数より紫外光照射条件における抗かび活性値R_L及び光照射による抗かび効果ΔRを算出する（R_L = 3.1, ΔR = 3.1）。

図 2：抗かび試験結果例

光のエネルギーで住みやすい環境をつくるトリプルポーラス光触媒の開発

機械・材料技術部 ナノ材料グループ　小野（おの） 洋介（ようすけ）

日本発の技術である光触媒(※1)は、光のエネルギーを利用して防汚、消臭、抗菌、抗ウイルスなどの効果を発揮するため、COVID-19パンデミックを機に再び注目されています。本研究では、大きさの異なる3種類の細孔が連結した、特殊な細孔構造を持つ酸化チタン光触媒を合成することに成功しました。高い光触媒性能と調湿性能をあわせ持つ特長を活かし、ウィズ/アフターコロナ時代の安全・安心な住環境の実現に貢献していきます。

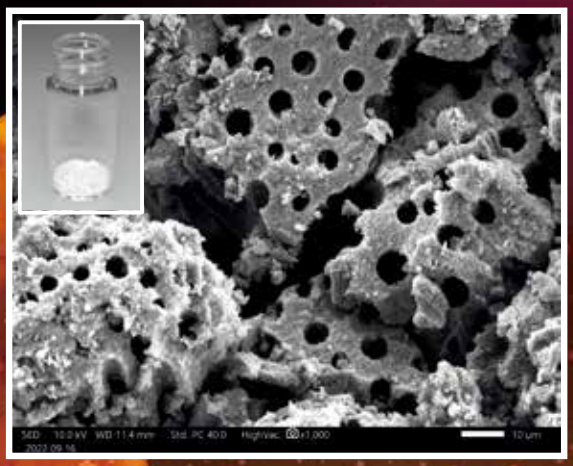


図 1：走査電子顕微鏡による観察像（観察倍率 1,000 倍）

研究内容・成果

「ナノ」は10億分の1を意味する語であり、表面反応を利用する分野において、ナノレベルの超微細な粒子や細孔を形成して比表面積を高くすることは、材料開発の核心の一つです。技術が発展した近年では、ナノからマイクロオーダーにわたる様々な大きさの細孔（マイクロ孔・メソ孔・マクロ孔(※2)）をあわせ持つカーボンが開発され、ニオイ物質だけでなくウイルスや菌を吸着しやすい新材料として注目されています。しかし、カーボンは有機物を分解する機能を持たないため、吸着するにつれて細孔が埋まってしまうと考えられます。同様の細孔構造を光触媒で実現できれば、有機物を吸着するだけでなく光分解して永続的に環境浄化できると考え、本研究を実施しました。

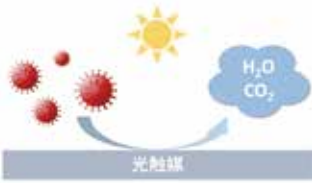
液体のチタン化合物にスプレーで水を吹きかけるだけのきわめてシンプルな方法で、目的とする酸化チタン光触媒を得ることに成功しました。電子顕微鏡による観察像（図1）ではレンコンに似た形に見えますが、穴の直径は髪の毛よりも細い、1～10μmのマクロ孔です。マクロ孔の壁面はナノ粒子で構成されており、細孔分布の測定結果（図2）から、1nm以下のマイクロ孔と2～10nmのメソ孔が形成されていることが明らかになりました。このようなマクロ孔の壁面からマイクロ孔やメソ孔に連結する階層的な細孔構造により、マクロ孔の形成と高い比表面積を両立することができました（図3）。

本研究で開発したトリプルポーラス光触媒(※3)は、メチレンブルー色素を分解対象とした懸濁試験において、市販の光触媒ナノ粒子と同等の分解速度を示しました（図4a）。また、通常の光触媒は光照射に伴い表面が親水化して防汚効果を発揮しますが、トリプルポーラス光触媒は光照射前から水接触角10°程度の高い親水性を示しました（図4b）。階層的な細孔構造の広い接触面積と保水性が寄与したと考えられ、日の当たらない場所でも防汚効果を発揮すると期待できます。さらに、これらの光触媒性能に加え、湿度の高い時は水を吸着し、湿度の低い時は水を放出する機能を持つことが明らかになりました（図4c）。細孔分布やレンコン状の形態が、代表的な調湿材料である珪藻土に類似しており、市販品と同等の調湿性能を示したと考えられます。

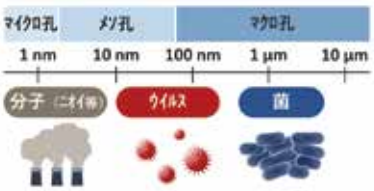
研究・開発で苦労している（苦労した）点

研究開始時の合成法では、マクロ孔形成の再現性が低い点に苦労しました。本研究とは分野が異なるのですが、スピノーダル分解と呼ばれる合金の相分離の図を見て得た着想が改善につなが

（※ 1）光触媒
光を当てると有機物分解や表面超親水性化などの作用を示す物質です。酸化チタンが最も広く使われています。



（※ 2）マイクロ孔・メソ孔・マクロ孔
国際純正応用化学連合（IUPAC）によって、直径 2nm 以下の細孔がマイクロ孔、2～50nm の細孔がメソ孔、50nm 以上の細孔がマクロ孔と分類されています。1nm = 0.000001mm。



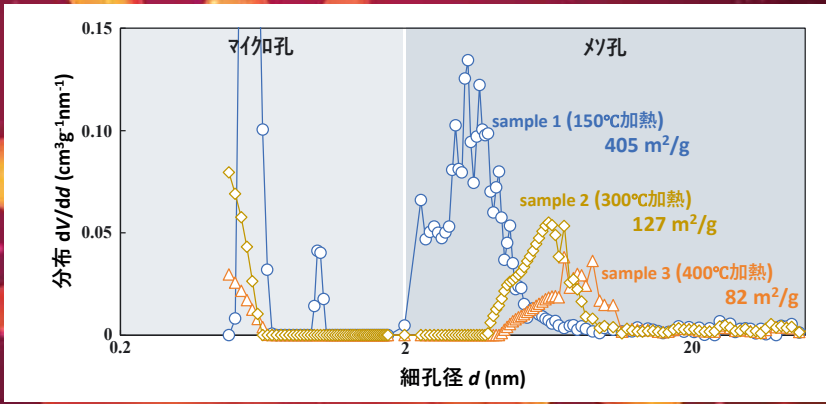


図 2：GCMC 法による細孔分布（図中の数値は BET 比表面積）

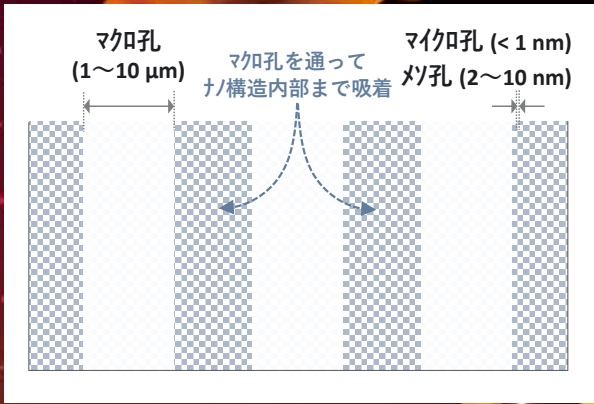


図 3：細孔構造の模式図

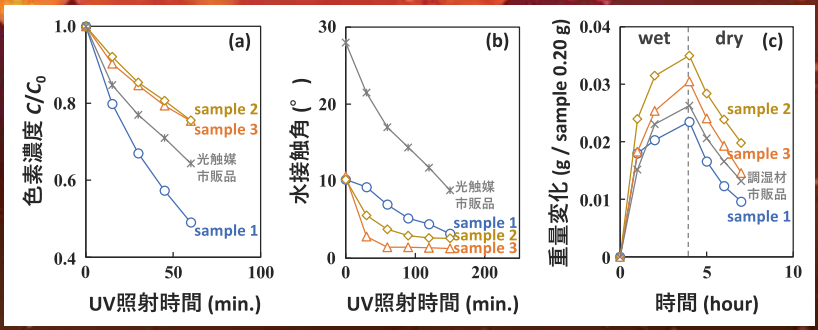


図 4：性能評価の結果；(a) 有機物分解速度、(b) 表面親水性、(c) 調湿性能

りました。チタン化合物と水の不混和がマクロ孔形成を引き起こすとの仮説を立て、スプレーで小さな水滴にして添加することで、再現性高くマクロ孔を形成できるようになりました。

研究・開発の成果がどのような分野で役立つ可能性があるか（今後の展開などがあれば教えてください）

本研究と同様の細孔構造を持つカーボンは、主に脱臭を目的とした製品に使われています。これに代わって本研究のトリプルポーラス光触媒を用いる場合には、吸着した有機物を光分解できるため、永続的に消臭効果を持続するメリットが期待できます。また、調湿材料として用いる場合には、現在使われている珪藻土などに比べ、光触媒としての防汚、消臭、抗菌、抗ウイルスなどの効果をあわせ持つ点にメリットがあります。

酸化チタンは白色顔料や光触媒として私たちの身の回りで広く使用されている、なじみのある物質です。その点においてもトリプルポーラス光触媒は普及しやすいと期待しており、技術移転先となる企業を募集しております。

論　文

Yosuke Ono, Lotus-root-like titanium dioxide photocatalyst with a hierarchical micro-/meso-/macroporous structure, Ceramics International vol.49(2023) 33866-33873.

研究員について

●これまでの経歴を教えてください。

化学メーカー、県産業技術センターを経て、KISTECにて光や粒子に関連する研究と企業支援に従事しています。県産業技術センターで働きながら、博士号を取得しました。光触媒のほかに、ゼオライト軽石や人工オパールの研究を推進中です。

●なぜ今の分野の研究をしているのですか？

県内中小企業を中心とする産業界に技術移転しやすいよう、低コストと簡便さを意識しながら、"地球環境にやさしい新しいもの"を作る研究に取り組んでいます。

●座右の銘を教えてください。

青は藍より出でて藍より青し、七転八起、自業自得

問 機械・材料技術部　ナノ材料グループ
URL https://biz.kistec.jp/e_mail_consul/

（※ 3）トリプルポーラス光触媒

「ポーラス」は「多孔質」を意味します。マイクロ孔・メソ孔・マクロ孔の階層的な細孔構造（図 1 ～ 3）を持つ酸化チタン光触媒が得られたため、トリプルポーラス光触媒と名付けました。

KISTEC設備ナビ

垂直入射吸音率測定システムおよび音響性能予測ソフトウェア

機械・材料技術部 機械計測グループ　小島（こじま） 真路（まさみち）

試験体に垂直入射した音波の吸音率を測定する装置です。試験体は、音響管の一端に取り付けます。他端の音源によって管内に平面波を励起し、試験体に近い二つの位置で測定した音圧から垂直入射吸音率を算出します。また、この装置では試験体内部の音波伝搬を取り扱うために必要な特性インピーダンスおよび伝搬定数も測定可能です。音響性能予測ソフトウェアを用いることで積層材料の垂直入射吸音率を予測することができます。

性能・特長

内径40mmの音響管（標準管）により約100～5,000Hzの周波数帯域の測定が可能です。また、内径15mmの音響管（高周波対応管）により約500～10,000Hzまで測定が可能です。試験体の厚さは、標準管の場合は最大140mm、高周波対応管の場合は最大100mmまで対応可能です。伝達マトリクス法を用いた積層材料の音響性能予測ソフトウェアによって効率的な材料評価が可能となります。

写真１：垂直入射吸音率測定システム

こんな分野におすすめ！

吸音材のメーカだけでなく、製品の低騒音化をお考えのすべてのユーザの方におすすめです。音響性能予測ソフトウェアを活用することで測定工数を大幅に削減し、効率的に吸音材の選定を行うことができます。

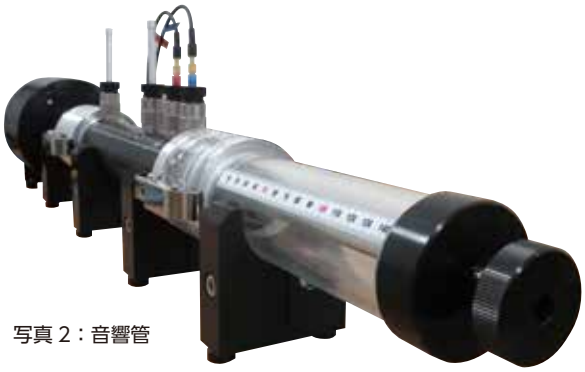


写真２：音響管

こんなお悩みを解決！

低減したい騒音の周波数特性にマッチした吸音材を効率よく選定できます。材料の新たな付加価値として吸音特性を把握したい場合にも有効です。試験体サイズが小さいので、手軽に測定することが可能です。

基本データ	
機器名称	垂直入射吸音率測定システム
型　　式	WinZacMTX、STRATI-ARTZ
メーカー	日本音響エンジニアリング株式会社
サ イ ズ	標準管：内径 40mm、高周波対応管：内径 15mm
導入年度	2022 年度

利用料金

E4989　垂直入射吸音率測定　1 測定につき　4,840 円

E4988　音響インピーダンス及び伝搬定数測定　1 測定につき　7,260 円

E8263　垂直入射吸音率測定システム　1 時間につき　1,430 円

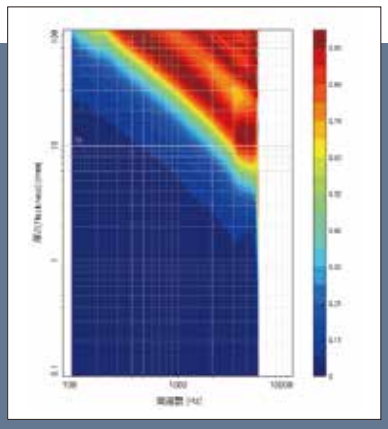


図１：音響性能予測ソフトウエアによる計算例

問 機械・材料技術部　機械計測グループ

URL https://biz.kistec.jp/e_mail_consul/

技術部紹介

川崎技術支援部 太陽電池評価グループ ～さまざまな光学特性評価について～

川崎技術支援部 太陽電池評価グループ　斎藤（さいとう） 英純（ひでのり）　青木（あおき） 大輔（だいすけ）　戸邉（とべ） 智之（ともゆき）

○業務内容

川崎技術支援部・太陽電池評価グループでは太陽電池評価に加えて、各種材料の分光透過率・反射率の測定、キセノンおよび紫外線照射による耐光試験、また、LEDや殺菌灯といった光源のスペクトル測定など光学特性に関する評価も行っています。ここではいくつか事例を紹介します。

事例1. 分光光度計による光触媒粉末のバンドギャップ評価

代表的な光触媒である酸化チタンと可視光応答型光触媒について、紫外・可視分光光度計により拡散反射率を測定しました。Taucプロットを用いることで拡散反射スペクトルからバンドギャップを算出することが可能です（図1）。

透過率・反射率測定については粉体だけでなく、液体、固体、フィルムなど、さまざまな材料に対応可能です。

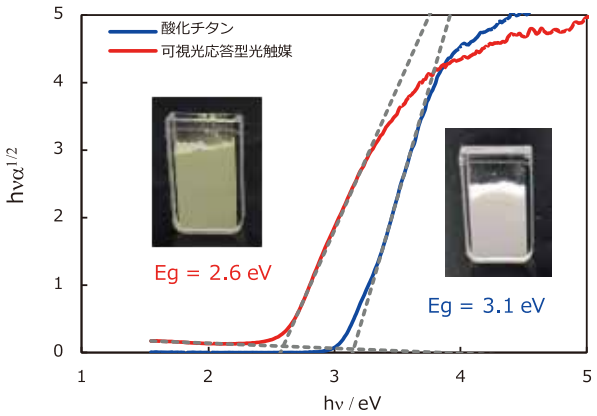


図１：光触媒粉末のバンドギャップ評価

事例2. 紫外線照射試験による紙の退色評価

コピー用紙、光沢紙、新聞紙用紙の3種類に対して、紫外線照射（UV-A, 1mW/cm²）を行い、紙の色変化を色差計で評価しました。色差の測定結果から、Δb*が大きく変化し、最も黄変しているのは新聞紙用紙であることが明らかになりました（図2）。耐光試験としては紫外線（UV-A, B, C）以外にもキセノン光源による光照射が可能で、色彩などの試験後の外観評価も行うことができます。

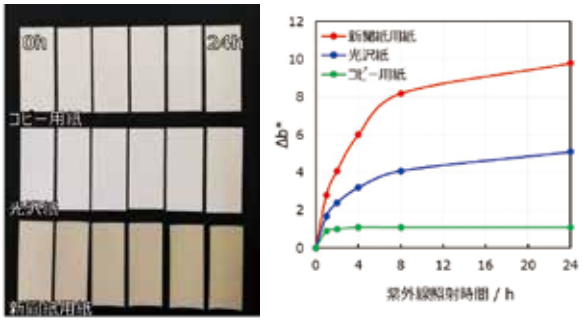


図２：紙の退色評価（左）外観写真（右）Δb*の変化

事例3. 分光放射照度計による光源のスペクトル測定

図3は殺菌灯、蛍光灯、およびLEDのスペクトルを測定した結果です。光源によって放射している光の質が異なることが判ります。KISTECでは可視光域(380-780nm)だけでなく、紫外域(200-380nm)および近赤外域(780-1500nm)の評価も可能です。また、色彩輝度計を使用して光源の輝度や色度の測定も行っています。

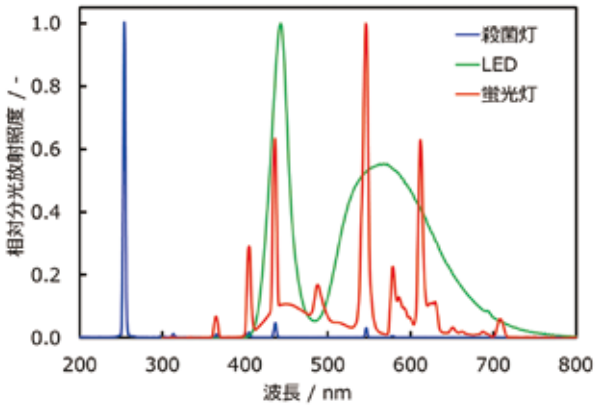


図３：各光源のスペクトル

光に関する測定をご検討の際は、是非お問い合わせください。

問 川崎技術支援部 太陽電池評価グループ
044-819-2105
URL https://biz.kistec.jp/e_mail_consul/

KISTEC研修・教育講座のご案内

企業の研究者・技術者等を対象とし、学習効果を高める工夫をこらしたオンライン講座や対面講座を開催しています。

❶	機械材料基礎セミナー Ⅳコース　切削加工、マシニングセンタ	2024年1月23日(火)、29 日(月)	全２日間	オンライン
❷	金属表面の高機能化セミナー	2024年1月30日(火)、2月6日(火)、14日(水)、20日(火)	全４日間	オンライン
❸	まずはやる！！職場のサイバーセキュリティ対策セミナー	2024年2月19日(月)	全１日間	オンライン
❹	パワーモジュールの実装評価　〈実習付き〉	2024年2月21日(水)	全１日間	対　面
❺	抗菌・抗ウイルス材料の開発から製品化セミナー	2024年2月28日(水)、3月5日(火)、8日(金)	全３日間	オンライン
❻	ISO14001 内部監査員養成講座	2024年3月4日(月)、5日(火)	全２日間	対　面
❼	進化する高分子材料　表面・界面制御 Advanced	2024年2月15日(木)	全１日間	オンライン

問 ❶～❻　人材育成部　産業人材研修グループ　☎ 046-236-1500
❼　人材育成部　教育研修グループ　☎ 044-819-2033
※やむを得ない事情により、日程・内容等の変更や中止をする場合があります。詳細はHPをご覧ください。

学生向け1day仕事体験開催

神奈川県の産業界に貢献し続ける、KISTECの研究職の仕事を体験してみませんか。
詳細、申込はHP又はマイナビ2025にてご確認ください。
URL https://www.kistec.jp/saiyou/
問 総務部　総務課
✉ sm-saiyou@kistec.jp

◆ 材料系	2024年２月６日(火)、９日(金)、14日(水)
◆ 電子系	2024年１月17日(水)、24日(水)
◆ 生産工学系	2024年１月10日(水)
◆ 化学系	2024年１月26日(金)
◆ 太陽電池系	2024年１月15日(月)

【入場無料】KISTECも出展！「テクニカルショウヨコハマ2024」

KISTECは、「テクニカルショウヨコハマ2024」ニュービジネス/カーボンニュートラルエリアで皆様のご来場をお待ちしています。

【見どころ】
■事業化支援の事例紹介
■カーボンニュートラルを推進する研究開発の取組紹介
■加工技術をはじめとしたものづくり技術支援の事例紹介
■令和５年度神奈川工業技術開発大賞の受賞技術・製品を紹介
※神奈川県産業振興課、事業化支援企業様との共同出展です。

【リアル展示】
2024年2月7日(水)～9日(金)　10:00～17:00
会場：パシフィコ横浜展示ホールA・B・C(横浜市西区みなとみらい1-1-1)

【WEBサイト】
2024年1月15日(月)～2月16日(金)
URL https://www.tech-yokohama.jp/

(締切)：(未定)※参加申込受付前です
問 企画部情報戦略課連携広報グループ
☎ 046-236-1500

Congratulations
島プロジェクトと情報・生産技術部の成果がFAN2023優秀論文賞を受賞しました

本成果は横浜国立大学　島圭介准教授、及びKISTEC情報・生産技術部の横田知宏主任研究員、奥田誠主任研究員と連携して実施したものになります。

KISTEC NEWS　Vol.26
2023年12月発行
©2023 Kanagawa Institute of Industrial Science and Technology

■住所変更・送付停止のご連絡先
企画部　情報戦略課連携広報グループ
TEL：046-236-1500　E-mail：renkei_koho@kistec.jp

地方独立行政法人
KISTEC　神奈川県立産業技術総合研究所

ものづくり相談・依頼　県内4拠点へのアクセス　KISTECメルマガ　公式YouTube