

KISTEC NEWS

VOL.
21

P.2 〈特集〉

美と工の協同 国宝「曜変天目」の色彩を求めて

P.4 研究紹介：ローカル 5G の通信環境を利用した研究開発事例

P.6 KISTEC 設備ナビ：材料試験機（50kN）

P.7 機械・材料技術部：トライボロジー技術でカーボンニュートラルに貢献します

P.8 今泉小学校交流事業 / 研修・教育講座のご案内 / 「Innovation Hub 2022 オンライン開催」のご案内

美と工の協同

国宝「曜変天目」の色彩を求めて

宝石のように輝く青色を放ち、“世界で最も美しい蝶”と言われるモルフォチョウ。その美しい色は、色素によるものではなく、光に作用する微細な周期構造によって作り出される構造色であることが分かっています。構造色は色素には無い特有の色を示し、国宝「曜変天目」茶碗の神秘的な色彩の起因とも言われています。KISTECでは、女子美術大学との“美工連携”となる共同研究を通して、構造色技術の高度化と普及に取り組んでいます。

機械・材料技術部 ナノ材料グループ 主任研究員 おの ようすけ 小野 洋介



どのような研究ですか？

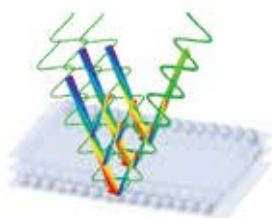
宝石のオパール構造色を模倣した人工オパールの粒子分散液を合成し、絵具を塗るように誰でも簡単に使えるよう、技術を開発しています。陶芸への応用に当たっては、伝統的な陶芸技法に馴染むよう、女子美術大学との共同研究により専門家の意見を反映しながら研究を進めました(写真1)。その中で、わずかな角度の違いで色が変化する多彩な発色や、どこから見ても色が変わらない既存顔料のような発色をコントロールして発現する技術を開発しました。これらの取組は、一般財団法人国際ユニヴァーサルデザイン協議会が主催するIAUD国際デザイン賞2021 未来への提案部門において銅賞を受賞しました。

研究を始めたきっかけは？

人工オパールの発色は、目視で分かりやすくインパクトが強いため、もともとはKISTECの夏休みイベント(サイエンスサマー)のために実験していました。メディアで国宝「曜変天目」が話題になった際に、その美しい色彩が構造色と言われていることを知り、陶芸への応用を目指しました。こうした“美”の観点だけではなく、世界全体で環境意識が高まっている中、重金属フリーで発色する“工”としての特長を活かせることも、この研究を始めた理由です。使用感や色合いに関するユーザー視点の意見や課題抽出が必要と考え、女子美術大学の吉田潤一郎教授に協力を仰いで、共同研究を開始しました。

構造色

無色の石鹼水からカラフルなシャボン玉が作られるように、光に作用する構造に起因して発現する色です。光は強め合ったり弱め合ったりする波の性質を持つため、特定の波長の光を強め合うように反射すると色を発現します。



人工オパール

直径 $1\ \mu\text{m}$ (0.001mm) 以下の球状粒子を合成し密に充填して作られる、構造色を放つ人工物です。KISTECでは、天然オパールの主成分と同じ酸化ケイ素でできた人工オパールを合成しています。化学的に安定であり、焼成工程を経る陶芸に使うこともできます。作品は、“宝石の色を纏った陶器”とも言えます。

人工オパールを塗った表面の拡大観察像

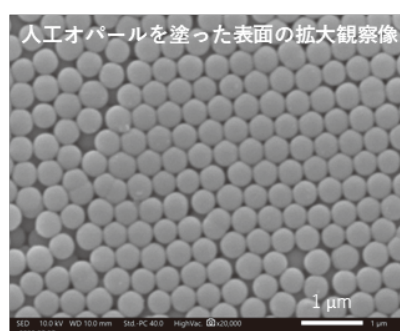




写真1 海老名本部に展示中の作品；太い2色のラインは撮影角度によって色が変わり、細い水色のラインは色が変わらないことが分かる。

表1 地殻表層部に存在する上位12元素の重量割合（クラーク数）

ランク	元 素	重量%	ランク	元 素	重量%
1	O 酸素	49.5	7	K カリウム	2.4
2	Si ケイ素(シリコン)	25.8	8	Mg マグネシウム	1.9
3	Al アルミニウム	7.6	9	H 水素	0.8
4	Fe 鉄	4.7	10	Ti チタン	0.5
5	Ca カルシウム	3.4	11	Cl 塩素	0.2
6	Na ナトリウム	2.6	12	Mn マンガン	0.1



写真2 様々な基材に人工オパールを塗った様子；筆で水彩画を描くように使うこともできる。

今後どのように進めていきますか？

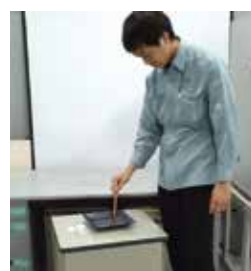
人工オパールは、酸素とケイ素の化合物である酸化ケイ素で作られます。酸化ケイ素は、砂や窓ガラスの主成分でもあり、資源豊富で人体や環境にやさしい素材です。地殻に最も豊富に存在する2つの元素から構成されているとも言えます（表1）。また、構造色特有の輝かしい発色や、角度依存性のある発色によって、デザインの幅を広げることができると考えています。このような高いポテンシャルを秘めた人工オパールを、陶芸に限らず様々な分野に応用できるよう、研究に取り組んでいます（写真2）。多数の企業からお声がけいただき、有償でサンプル提供して技術移転を目指しています。

どのような未来を実現しますか？

一般的な無機顔料は、クロムやコバルト、カドミウム等の有害で希少な重金属を含有しています。これらを人工オパール（酸化ケイ素）で代替することによって、安全・安心な社会の実現に貢献します。国際目標であるSDGs（Sustainable Development Goals；持続可能な開発目標）の達成にも寄与すると考えています。また、構造色のユニークな発色を活かして、デザイン性に優れた高付加価値製品の開発、ひいては低価格競争からの脱却を促進します。人工オパールは趣味等で制作する作品にも使用できますので、そのデザインの幅を広げることによって、豊かで質の高い社会の実現にも貢献します。

表紙の作品

国宝「曜変天目」をモチーフとした作品です。市販の黒い陶器の内側に模様を描くように人工オパールを塗った後に、大気中850℃で焼き付けました。使用した人工オパールは、斑点模様とその周囲の2種類のみです。斑点周囲の色は、オーロラのような青色⇄紫色に見えます。デジタルカメラ写真では分かりにくいのですが、実物では光の角度によって青緑色も見えます。



小野 洋介 主任研究員

>> 動画公開中

<https://www.youtube.com/watch?v=lW1a157EjWI>



ローカル5Gの通信環境を利用した 研究開発事例

企画部



研究の概要

高速・大容量の第5世代移動通信として注目されている5Gですが、ローカル5Gの制度により企業や自治体等が自らの敷地内で5G通信を自営することもできます。工場のIoT化やスマート化など、産業分野での活用も期待されていますが、5Gが発展途上の状況でもあり、そのユースケースの模索などが各所で行われています。KISTECでも、令和3年度から運用している海老名本部内のローカル5Gの通信環境(図1)を用いて、ローカル5Gの利活用に資する知見の蓄積を進めています。

研究内容·成果

令和3年度は、「電波状況を把握しな

からの5G対応の製品・サービス等の評価」、「5G通信の特性の把握や活用」、「高速無線通信におけるセキュリティ」といった観点で、大学との共同研究等に取り組んできました。具体的には、

○「暗号化制御技術の5G通信環境に対する適用および実用化に関する研究」

準同型暗号を利用するセキュアな暗号化制御について5G通信への適用するとともに、5G通信の遅延の下での制御系の実装に取り組みました。(図2。電気通信大学との共同研究)

○「5Gを活用した多入力リアルタイム遠隔モニタリング」

5G通信により高解像度映像を含めた多地点での情報をリアルタイムで利用する遠隔監視システムを構築しました。

た。ロボットの通信にはRSNP (Robot Service Network Protocol) を、ロボットの制御にはオープンソースのROS (Robot Operating System) を利用しています。(図3。芝浦工業大学との共同研究)

○「5Gを含む無線周波数帯域の電磁界
分布可視化システムの開発」

安価なシングルボードコンピュータ Raspberry PiとSDR（ソフトウェア無線）を活用した移動式の電波環境測定システムを開発しました。（図4。青山学院大学との共同研究）

といったテーマに取り組みました。

ローカル 5G

高速・大容量の第5世代移動通信である5Gを、企業や自治体等が自らの敷地内で自ら運用することができるようになっています。令和元年12月に制度が開始されています。ローカル5Gには、4.6～4.9GHz帯（サブ6帯）と28.2～29.1GHz（ミリ波帯）の周波数帯が割り当てられています。なおKISTECのローカル5Gは、4.8～4.9GHz帯（100MHz幅）のスタンドアロン構成で、海老名本部内にオンプレミスで構築されています。

準同型暗号

暗号化の操作 Enc に対し、暗号化される前のデータ m と n について、加減乗除のような演算・が次の条件を満たす場合、暗号化 Enc は演算・について準同型性をもつといわれます。

$$\text{Enc}(m \cdot n) = \text{Enc}(m) \cdot \text{Enc}(n)$$

この性質を利用すると、暗号データのままで特定の計算（秘密計算）を行うことが可能となります。

例えば、暗号化制御で用いられる ElGamal 暗号は、公開鍵暗号の一つであり乗法（かけ算）について準同型性をもっています。



図1 海老名本部図書室のローカル5Gの設置状況



図2 暗号化制御の実験風景



図3 工作機械の巡視に向かう台車ロボット (左) 台車ロボット (右)



図4 移動式の5G (サブ6) 対応電波測定システム

研究・開発で 苦勞している(苦勞した)点

ローカル5Gでは無線局免許の取得が必要であるため、その利用が免許内容の範囲で制限されてしまいます。KISTECのローカル5Gでいえば、現状の免許内容として上りと下りで通信速度の差が大きくなっています。また、端末間のネットワークを構成する場合工夫が必要になることもあります。それから、ローカル5Gに限らず、情報通信分野での研究開発や技術開発ではオープンソース・ソフトウェア(OSS)の活用が欠かせないのですが、使用するOSSの選択やOSSのインストールなどで苦勞することもあります。

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)

今後はこの成果をローカル5Gのユースケースとして展開していきます。企業におけるローカル5Gへの関与には、①ローカル5G環境を自社に導入して利用する、というだけではなく、②ローカル5G対応の製品・サービスを開発・提供する、③ローカル5G対応製品に必要な素材や部品を開発・提供する、といったケースが考えられます。「5Gの電波状況の把握」は上記①～③のいずれの場合でも必要となる基本的な評価技術ですし、「5G通信の特性の把握や活用」や「高速無線通信におけるセキュリティ」も上記の②や③を含めた

ローカル5Gの利活用において有用な知見となると考えています。

【謝辞】

共同研究「5Gを活用した多入力リアルタイム遠隔モニタリング」は公益財団法人JKAの競輪の補助を受けて実施したものです。



企画部メンバー

新事業戦略グループリーダー 水矢亨
新事業戦略グループ 主任研究員 土屋明久
新事業戦略グループ 研究員 千家雅之
DX・ローカル5G推進担当課長 菅間秀晃
DX・ローカル5G推進担当グループリーダー 阿部顕一



材料試験機 (50kN)

化学技術部 材料化学グループ 主任研究員 ^{はだ} 孔明

材料や製品の強度的な信頼性を確認するためには、各種の強度試験を行い、破壊荷重や荷重に対する変形量を評価することが必要です。KISTECでは以前より各種材料の強度試験を行っておりますが、新たに最大荷重

50kNの強度試験に対応した恒温恒湿槽を付属する材料試験機(写真1)を導入しました。多くの試験規格に準拠した試験治具を用意し、様々なニーズに対応する試験を行うことが可能です。

性能・特長

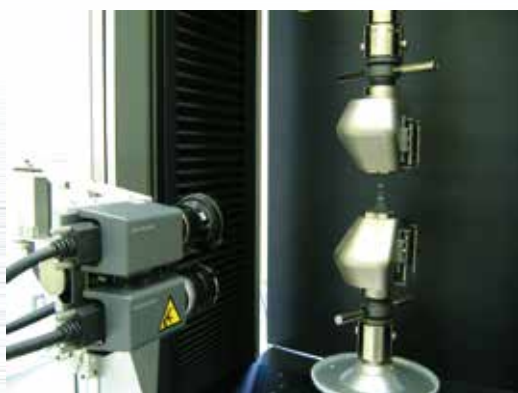
最大50kNの試験力を測定可能ですので、繊維強化複合材料(FRP等)の強度試験を行うことができます。付属する恒温恒湿槽を使用して低温、高温環境下(−30℃～200℃)での強度試験、恒温恒湿環境下(23℃、50%)での強度試験に対応しています。非接触式ビデオ伸び計(写真2)は、接触式伸び計を使用できない軟質材料のひずみ測定や試験片の伸びと幅の同時測定を行うことができます。専用の試験治具を用意していますので、90度はく離試験、軟質発泡材料圧縮試験にも対応しています。

こんな分野におすすめ！

繊維強化複合材料(FRP等)、プラスチック、ゴム材料等の強度試験を行うことができますので、各種材料を取り扱う幅広い分野からの強度試験のご相談に対応しております。

こんなお悩みを解決！

- 各種材料の強度を確認したい。
- プラスチックの試験規格に対応した恒温恒湿環境下(23℃、50%)での強度試験を行いたい。
- 接触式伸び計を使用できない軟質材料のひずみ測定を行いたい。



(写真2) 非接触式ビデオ伸び計



(写真1) 材料試験機

基本データ

機器名称	材料試験機 (50kN)
型 式	AGX-50kNV
メーカー	株式会社島津製作所
サ イ ズ	幅 1206mm × 奥行 765mm × 高さ 2170mm
導入年度	2021 年度

利用料金

(基本試験部分)

E2841	引張試験	1試験片につき	3,190円
E2842	圧縮試験	1試験片につき	3,190円
E2843	曲げ試験	1試験片につき	3,190円

(付属機能使用部分)

E2871	非接触式伸び計使用	1試験片につき	3,080円
E2872	恒温槽使用	1試験片につき	2,860円
E2873	恒温恒湿槽使用	1試験片につき	3,960円

ご相談先

☎ 化学技術部 材料化学グループ ☎ 046-236-1510

🌐 https://www.kistec.jp/e_mail_consul/



トライボロジー技術で カーボンニュートラルに貢献します

機械・材料技術部 材料物性グループ 主任研究員 吉田健太郎 よし たけん たろう

・トライボロジーの重要性

輸送機器、産業機械等の動力伝達部では摩擦や摩耗が生じており、これらを抑制するために様々な潤滑技術が開発されてきました。摩擦・摩耗・潤滑を取り扱う科学技術分野をトライボロジーと呼びますが、最近ではカーボンニュートラルの実現、SDGsの観点から益々重要となっています。KISTECでは環境負荷の小さい超低摩擦化技術の開発やトライボロジー特性の評価に関する試験計測サービスを通じて産業支援に取り組んでいます。

・環境に優しい超低摩擦の実現に向けて

カーボンニュートラル実現への貢献を目的として、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜と潤滑油として環境負荷の小さいエステル系生分解油を用いて、流体潤滑領域における摩擦係数の低減に取り組んでいます。図1はその一例であり、表面の平滑なDLC膜とエステル系生分解油の組合せによって極めて低い摩擦係数を示すことが確認されました。この結果は、環境に優しい新たなトライボロジーシステム実現の可能性を示唆しています。

・トライボロジー特性の評価に関する

試験計測サービスについて

KISTECでは図2に示すトライボロジー多機能試験機(BRUKER製 UMT TriboLab)やブロックオンリング型摩耗試験機等を保有しており、耐焼き付き性、耐摩耗性、潤滑剤の性能、硬質薄膜の密着性等の評価や摩耗状態の観察・計測(図3)を通じて産業支援に取り組んでいます。どうぞお気軽にご相談ください。

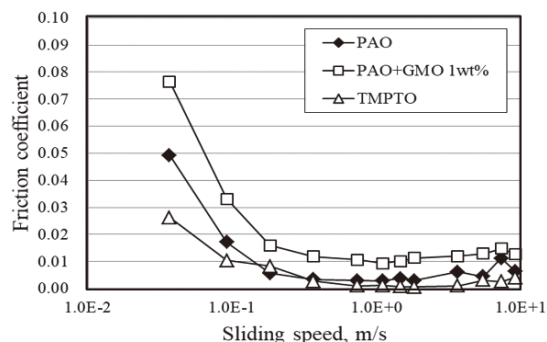


図1：流体潤滑領域における DLC 膜の摩擦係数

図1は炭化水素系合成油(PAO)、炭化水素系添加剤(GMO)、生分解性油(TMPTO)の摩擦係数の速度依存性を表したグラフです。摩擦係数を可能な限り低減することでエネルギーロスを削減することができますので、生分解性油の優位性がわかります。

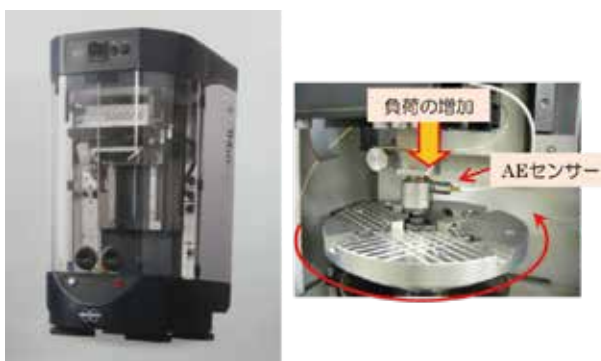


図2：トライボロジー多機能試験機とボールオンディスク摩擦試験

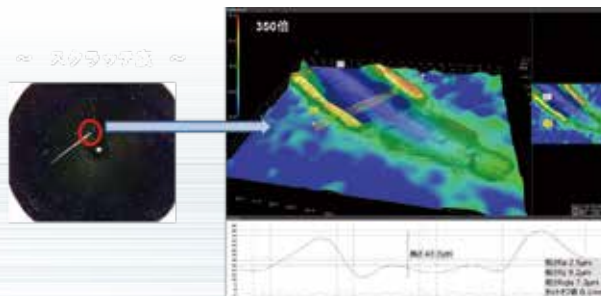


図3：スクラッチ痕の3D観察画像

☎ 機械・材料技術部 材料物性グループ
☎ 046-236-1515 (内線 5411)
URL https://www.kistec.jp/e_mail_consul/



今泉小学校との交流事業を行いました

KISTECでは、近隣の小学校との交流事業を行っています。

7月6日、海老名市立今泉小学校2年生の皆さんにKISTEC海老名本部に来ていただき、正面玄関ロータリー内の植え込みとプランターにマリーゴールドの植栽を行っていただきました。

当初の予定日は雨で中止になってしまい、当日も台風が予想されましたが、児童の皆さんの願いが通じて交流事業を行うことが出来ました。

「野菜を学校で植えたことがあるよ!」と、慣れた手つきでオレンジや黄色といった、色とりどりのマリーゴールドを丁寧に植えていただきました。

海老名本部にお越しの際は、カラフルなマリーゴールドの花をぜひお楽しみください。

☎ 総務部総務課 ☎ 046-236-1500(内線1015)



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少人数での対面講座を開催しています。

①	金属組織観察実習(表面硬化材料編)	第1回 10月20日(木)、21日(金) 第2回 11月10日(木)、11日(金)	全2日間	対面実習
②	品質管理講習会(技術課程)	11月4日(金)～2月22日(水)	全15日間	オンライン
③	不具合原因の分析と対応力向上セミナー	10月1日(土)～11月2日(水) 最終日のみ対面実演	全32日間	オンデマンド 対面講座
④	研究開発人材のための読解力向上・説明力開発	10月19日(水)、26日(水)	全2日間	対面講座
⑤	RoHS/REACHに対応する 自律的マネジメントシステムの構築【対応編】	11月1日(火)	全1日間	オンライン
⑥	作って、売る医療機器【法令・QMS編】	11月10日(木)、11日(金)	全2日間	対面講座
⑦	プラスチック成形加工の流動現象把握とデータ解析	11月15日(火)	全1日間	対面講座
⑧	強くても軽くないセルロースナノファイバーの真価	12月1日(木)	全1日間	対面講座

☎ ①～② 人材育成部 産業人材研修グループ ☎ 046-236-1500

☎ ③～⑧ 人材育成部 教育研修グループ ☎ 044-819-2033

※対面講座は社会的状況によりオンライン講座に変更して開催、または中止とする場合があります。

詳細はHPをご覧ください。



「Innovation Hub 2022 オンライン開催」のご案内

Innovation Hubは、KISTECや連携機関で得られた研究・業務成果をご紹介します、研究者・技術者等の交流・技術連携の場として、企業の製品開発、技術力の高度化・研究開発力の向上につなげていただくために開催しております。

○オンライン開催期間：11月24日(木)～12月9日(金) ※オンデマンド配信

○参加方法：参加登録制・無料

URL <https://www.kistec.jp/innovation-hub2022/> 締切 2022年12月9日(金)16時 ※オンデマンド配信分

☎ 企画部 情報戦略課 連携広報グループ ☎ 046-236-1500 ✉ sm-innovation@kistec.jp



KISTEC NEWS

©2022 Kanagawa Institute of Industrial Science and Technology

Vol.21

2022年9月発行

■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



KISTEC 地方独立行政法人
神奈川県立産業技術総合研究所

KISTECの最新情報はメールマガジンでチェック！
月2回程度配信しています。ぜひご登録ください。

https://www.kistec.jp/mailmag_add/

ものづくりに関するご相談・ご依頼はこちらメール
技術相談(無料)をご利用ください

https://www.kistec.jp/e_mail_consul/

県内4拠点 海老名本部、溝の口支所、殿町支所、
横浜相談窓口(よこはまランチ)

<https://www.kistec.jp/access/>

KISTEC YouTube公式チャンネルもご覧ください。

