

テクノネットワーク

No.129
2020/秋号

企業と共に歩む技術支援の拠点をめざします。
滋賀県工業技術総合センター

目次

	特許紹介
インピーダンス測定システムおよび測定方法に関する特許	1
	技術解説
樹脂3Dプリンタの特徴と利用方法	2
	機器紹介
新規開放機器の紹介	4
	研究紹介
研究テーマ紹介（令和2年度）	5-7
	研究会紹介
滋賀3Dイノベーション研究会	8

全固体電池用固体電解質の評価に適した

インピーダンス測定システムおよび測定方法に関する特許

滋賀県工業技術総合センターは、株式会社クオルテックと共同で新たなインピーダンス測定システムおよび測定方法を開発し、その特許を取得しました（特許第6675679号）。本測定システムおよび測定方法は、主に全固体リチウムイオン二次電池などに用いられる固体電解質の正確なインピーダンス測定*を実現するために開発しましたが、原理的には他の材料の評価も可能であるため、現在では様々な材料の評価に対する要望が寄せられています。ここでは、本特許の概要や特徴などについて紹介いたします。 *固体電解質のインピーダンス測定に関する詳しい解説は、テクノネットワーク No.127(2020/春号)に掲載しています。

【特許の概要・特徴】

これまで10mHzの超低周波数から100MHzの高周波数までの広範囲なインピーダンス測定を1台でカバーできる測定器はありませんでした。そこで、測定周波数帯域の異なる2台の測定器を組み合わせて、あたかも1台の測定器のような操作性を実現した測定システム（写真）を開発するとともに本特許を出願し、令和2年3月に登録されました。本特許は、「測定システム」、「切替装置」、「測定治具」、「制御プログラム」の4つから構成されており、全請求項数は48に上りました。この中の「切替装置」は、複数台の測定器と1台の測定治具との接続切り替えを行う装置で、本特許の大きな特徴の一つとなっています。本特許を使用した測定治具は、既に複数の大学や研究機関、民間企業にも導入されており、全固体電池や固体電解質の研究開発が盛んな近年において、本測定治具や本測定システムの需要が高まるものと期待しております。本測定システムの実機を当センターに設置しておりますので、測定のご相談や見学などをご希望の際は、お気軽にご連絡ください。

（電子システム係 山本）

・本研究の一部は、NEDOの委託事業および助成事業の結果得られたものです。



写真 固体電解質向けインピーダンス測定システム

樹脂 3D プリンタの特徴と利用方法

熱溶融式 3D プリンタとインクジェット式 3D プリンタを紹介します。詳細は担当者にお尋ねください。

工業技術総合センターでは、平成 30 年度に熱溶融式 3D プリンタ (写真 1) を導入し、平成 22 年度導入のインクジェット式 3D プリンタ (写真 2) と合わせて 2 種類の 3D プリンタが利用できます。ここでは 2 種類の 3D プリンタの仕様、造形の精度・強度、利用方法や造形の費用について解説します。3D プリンタの特徴をご理解いただき、製品開発や試作にご利用ください。



写真 1：熱溶融式 3D プリンタ

メーカー名	Stratasys
型式	Fortus 450mc
造形サイズ	最大幅 406 × 奥行 355 × 高さ 406mm
積層ピッチ	0.127/0.178/0.254/0.330mm
モデル材料	ASA、ABS-M30、PC、Nylon12、 ULTEM9085、ULTEM1010 等
入力データ	STL

3D プリンタの仕様

工業技術総合センターには左の 2 種類の 3D プリンタを導入しています。

一般に 3D プリンタは製品開発の時間短縮、費用削減を目的に、製品や部品の形状確認に利用されてきました。近年は部品そのものや、製造ラインのジグや射出成形の型に使うなど利用範囲が広がっています。

工業技術総合センターでは、平成 22 年度から令和元年度まで 318 件の利用があり、その内形状確認のための造形が全体の約 70%、部品そのものに利用する造形が約 20%、焼物の石膏型への利用等が約 10% ありました。

造形精度と造形時間

3D プリンタで造形するには、STL 形式の 3D データを使います。STL データを高さ方向に自動でスライスして、積層造形します。

積層造形にはサポートが必要です。サポートも自動計算され、同時に造形されます。造形完了後には、除去する必要があります (図 1)。



写真 2：インクジェット式 3D プリンタ

メーカー名	Stratasys (Objet)
型式	Connex500
造形サイズ	最大幅 490 × 奥行 390 × 高さ 200mm
積層ピッチ	0.016/0.03mm
解像度	幅 600 × 奥行 600 × 高さ 1600dpi
モデル材料	アクリル系樹脂
入力データ	STL

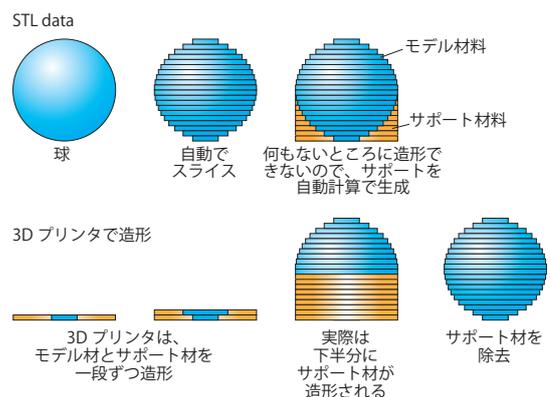


図 1 データをスライスして造形する

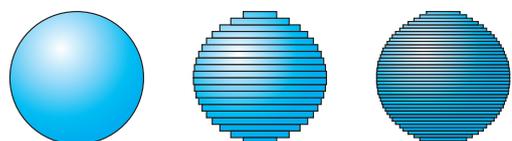


図 2 積層ピッチの違い

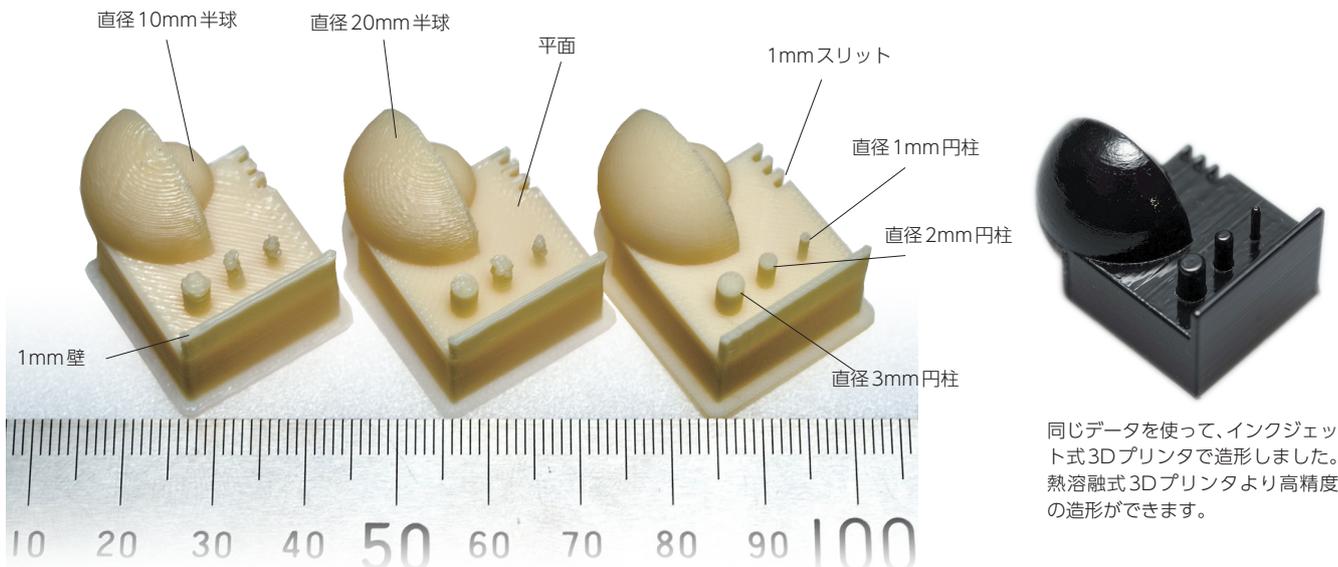


写真3 熱溶融式3Dプリンタにて造形
(左から積層ピッチ0.254mm、0.178mm、0.127mm)

同じデータを使って、インクジェット式3Dプリンタで造形しました。熱溶融式3Dプリンタより高精度の造形ができます。

スライスするピッチ（積層ピッチ）を小さくするほど滑らかに造形できます。また、積層ピッチが小さくするほど、精度が向上します（図2）。

写真3は、左から積層ピッチを0.254mm、0.178mm、0.127mmにして熱溶融式3Dプリンタで造形したものです。積層ピッチが0.127mmでは、半球、円柱、スリットなどが段差がなく綺麗に造形されています。積層ピッチが0.254mm、0.178mmでは、直径3mmより小さい円柱は形が崩れています。

造形時間は、0.254mmで約30分、0.178mmで約1時間、0.127mmで約2時間かかります。造形時間に比例して造形費用は高くなります。

表1 造形の成否と造形時間の目安

積層ピッチ	0.254mm	0.178mm	0.127mm
20mm半球	△	○	○
10mm半球	△	○	○
壁	○	○	○
平面	△	○	○
スリット	×	△	○
1mm円柱	×	×	○
2mm円柱	×	×	○
3mm円柱	△	○	○
造形時間	30分	1時間	2時間

造形物の引張強度

図4の試験片を造形し、造形物の引張強度を測定しました。造形物の強度は積層方向によって違うことが分かっていましたので、図4において、一番薄い4mmの方向に積層して造形することをx方向、20mmの方向をy方向、一番長い190mmの方向をz方向として、積層の方向を変えて造形し、それを最大秤量が50kNの引張試験機で強度を測定しました。その結果が表2です。

熱溶融式3Dプリンタは、積層ピッチが大きい方が強度が高い傾向に、インクジェット式3Dプリンタは積層ピッチが小さい方が強度が高い傾向になりました。どちらもy方向が強度が高く、z方向が強度が低くなりました。

3Dプリンタの利用方法

このように、積層ピッチや造形方向によって強度や精度が変わることをご理解いただき、ご利用ください。

ご利用の際は担当へ連絡をお願いします。STLデータをいただければ、費用と造形時間（完成日時）をお知らせしますので、どうぞよろしくお願いいたします。

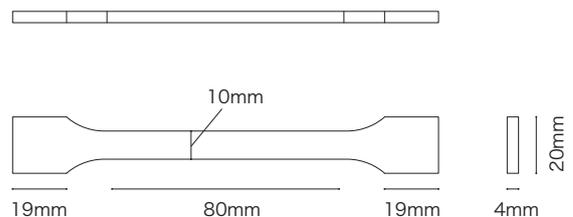


図4 引張試験用の造形物

表2 引張強度 (単位MPa)

熱溶融式3Dプリンタ

材料ASA (参考：ABS引張強度42.00)

	x方向	y方向	z方向
ASA T10/0.127	25.91	31.88	17.90
ASA T12/0.178	36.56	38.64	26.22
ASA T16/0.254	37.12	37.88	30.15

インクジェット式3Dプリンタ

材料アクリル (参考：アクリル引張強度66.20)

	x方向	y方向	z方向
Fullcure720/0.016mm	52.90	56.35	42.06
Fullcure720/0.03mm	51.21	57.75	31.54

(食品・プロダクトデザイン係 山下)

開放機器の紹介

ご利用いただける機器をご紹介します。詳細は各担当者にお尋ねください。

変角分光光度計



用途・特徴

観測する角度や光の入射角で変化する色を、光の空間分布として測定する装置です。平面状試料の可視光の反射特性を入射角と受光角を変えながら分光測定を行うことで、それぞれの角度毎における分光分布の測定を行い、色の変化をとらえます。金属やプラスチック成形品・ガラス・フィルムなどの表面およびそれらの表面に施された塗装・印刷面の色彩評価のほか、ファンデーションやリップ、クリームといった化粧品について、見る方向や光が入射する角度が変わった時の色の変化を数値化することができます。

測定をご検討の際は、お気軽にご相談ください。

(有機材料係 大山)

機種・仕様

メーカー：株式会社村上色彩技術研究所

型式：GCMS-3B

測定波長範囲：390～730nm

光源：ハロゲンランプ

変角可能角度範囲： $0^\circ \leq$ 入射角・受光角 $\leq \pm 80^\circ$

角度精度： $\pm 0.5^\circ$ 以内

測定面積： $8 \times 16\text{mm}$ (受光角 0°)、
 $8 \times 94\text{mm}$ (受光角 80°)

試験片寸法： $16 \times 32\text{mm} \sim 195 \times 220\text{mm}$

最大試料厚み：18mm

密度計



乾式密度計 (左) と湿式密度計 (右)

用途・特徴

密度は、測定対象の組成や空隙率といった情報を反映し、簡単に測定できるため、工業材料における品質管理法、製品開発において有効なパラメータとなります。当センターは、乾式法および湿式法に対応した密度計を保有しています。

乾式法では、試料の入った試料室の圧力、試料室と比較室を接続した際の圧力を測定し、気体の状態方程式 $PV = nRT$ から試料の体積を算出後、別途、ひょう量した試料重量から計算します。水に浮いてしまう試料や、連続気泡からなる多孔質体にも適用可能ですが、1検体あたり20分程度の測定時間が必要です。

一方、湿式法は、空気中と水中での重量差から密度を算出します。1検体あたり3分程度で測定ができますが、水に浮かんでしまう試料や溶けてしまう試料、粉体、細孔内に水が入らない多孔質体は測定できません。

それぞれの試料やニーズをご相談いただければ、適した装置を提案いたします。お気軽にご相談ください。

(有機材料係 中島、中居)

機種・仕様

<乾式>

メーカー：カンタクローム・インスツルメンツ・ジャパン

型式：ULTRAPYC 1200e

セルサイズ：S 10mL (24mm ϕ \times 23mm)

M 50mL (40mm ϕ \times 39mm)

L 135mL (49mm ϕ \times 75mm)

<湿式>

メーカー：株式会社エー・アンド・デイ

型式：BM-200 / AD-1653

測定温度：室温

研究テーマ紹介（令和2年度）

令和2年度に取り組んでいる研究テーマ（重点研究、経常研究）とその概要を紹介します。

電子システム係

製品動作音の音質評価技術に関する研究 (R01 ~ R03)

平野 真

概要：騒音低減に対する人の感じ方を評価するため、主観評価および定量化を試みる。

今年度：主観評価実験および心理音響評価のためのプログラム開発を行う。

図説明：(左) 無響室、(右) 主観評価実験



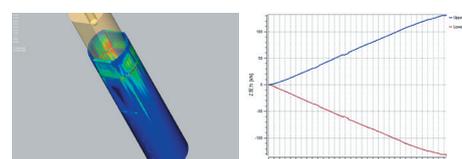
CAEを活用したモノづくり技術に関する研究 (H30 ~ R02)

今道 高志

概要：製品の設計・製作におけるリードタイム短縮などにつながる材料の変形挙動、成形不良などを事前に予測できるCAEを活用する。

今年度：素形材加工に関わる解析の実施。

図説明：(左) チューブ変形解析、(右) チューブ変形荷重



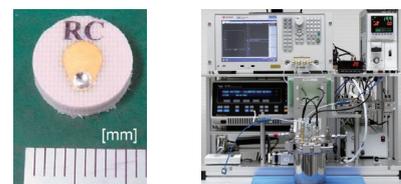
固体電解質向け交流インピーダンス測定技術の高度化に関する研究 (H30 ~ R02)

山本 典央

概要：全固体電池のキーマテリアルである固体電解質のインピーダンス測定方法および測定治具の高度化。

今年度：電気化学インピーダンス測定系の測定確度検証方法の検討および測定標準試料の開発。

図説明：(左) 測定標準試料、(右) 測定システム10mHz ~ 100MHz対応



機械システム係

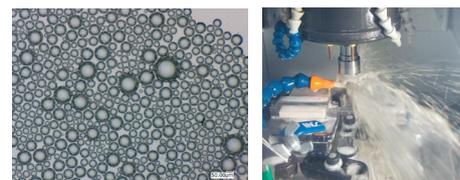
ファインバブルクーラント液を用いた機械加工に関する研究 (R02 ~ R03)

今田 琢巳

概要：直径100 μm 以下の泡（ファインバブル）を含有したファインバブルクーラント液の機械加工への効果を検討する。

今年度：電着ダイヤモンド砥石を用いたセラミックス研削加工におけるファインバブル効果を明らかにする。

図説明：(左) ファインバブルの拡大、(右) 加工実験



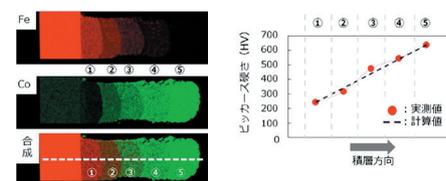
金属3Dプリンタを用いた積層造形技術の高度化に関する研究 (R02 ~ R04、重点研究)

斧 督人

概要：DED方式の金属3Dプリンタの材料開発技術の高度化を目指し、傾斜機能材料など多様な材料形態の積層技術の検討を行う。

今年度：金型などの造形や補修における機械的特性の信頼性向上に必要な材料開発技術の高度化。

図説明：傾斜機能材料サンプル (左) 成分分析、(右) 硬さ分布



金属3Dプリンタを用いた積層造形技術の高度化に関する研究 (R02 ~ R04、重点研究)

柳澤 研太

概要：DED方式の金属3Dプリンタの形状造形技術の高度化を目指し、造形物の機械的特性の調査などを行う。

今年度：走査パスによる機械的特性の変化を調査する。

図説明：フランジ形状の造形 (左) 造形物、(右) CADモデル



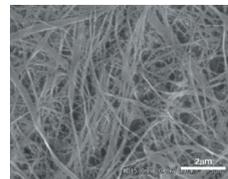
有機材料係

高分子複合材料の物性向上に関する研究 (R02 ~ R04)

大山 雅寿

概要：セルロースナノファイバー (CNF) を用いた生分解性コンポジット材料の創製

今年度：マトリックス樹脂に合わせたCNF変性の検討
図説明：(左) CNFの電子顕微鏡像、(右) 二軸押出機



高感度蛍光検出技術を応用したタンパク質状態を評価する技術開発 (R01 ~ R03)

白井 申明

概要：タンパク質は、熱やpHなどの変化により構造状態が変化するが、構造変化や凝集をFCS測定を利用して調べる技術の開発

今年度：モデルタンパク質での構造変化を認識する抗体を選定する。
図説明：(左) タンパク質構造変化、(右) FCS測定のイメージ

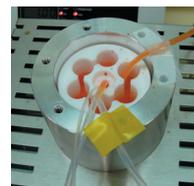


フロー式反応装置の作製とそれを用いた合成に関する研究 (H29 ~ R02)

中居 直浩

概要：閉塞しにくいフロー式反応装置の開発と反応の実施

今年度：自由な流路設計が可能なプレート型反応装置の開発
図説明：(左) 企業と共同開発したマイクロスケールCSTRでの色素合成
(右) 開発中の流路が可視化できるプレート型リアクタ



無機材料係

カーボン量子ドットの蛍光特性に関する研究 (R02 ~ R04)

山田 雄也

概要：カーボン材料の量子ドット化による蛍光特性の変化を利用したカーボン系新素材としての蛍光材料の開発

今年度：マイクロ波加熱等によるボトムアップ的作製手法の検討
図説明：(左) マイクロ波加熱装置、(右) 原料粉末



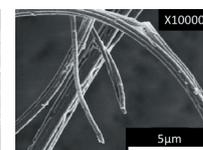
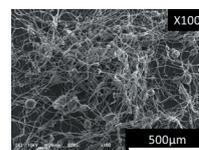
炭素系ナノ繊維の精製技術の開発 (R02 ~ R04)

安達 智彦

概要：長さがランダムに混在するナノカーボン材料をファイバー長毎に分離・精製し、高付加価値化する技術の開発

今年度：ファイバーの基礎的な分離実験の実施、ファイバー長の評価技術の確立

図説明：(左) ファイバーの低倍率SEM像、(右) 高倍率SEM像

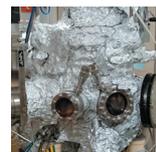


プラズマを用いた窒化炭素系金属表面処理技術の開発 (R01 ~ R03)

佐々木 宗生

概要：工具や金型および電子材料など様々な素材等に多く用いられる炭素材料のプラズマによる高機能化技術の開発

今年度：反応性スパッタリング技術を用いた窒化炭素膜の開発
図説明：(左) スパッタリング装置、(右) 原料粉末

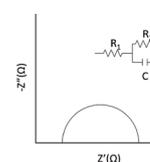


電池デバイスの評価技術の検討 (H30 ~ R02)

田中 喜樹

概要：電池デバイスの評価技術の一つである内部抵抗評価について、測定に影響を及ぼす要因を追求するため、基準サンプルを製作し評価する

今年度：測定環境の把握および適切な環境の形成
図説明：(左) 内部抵抗評価装置、(右) 測定結果の一例



「近江の地酒」の酒質分析に関する研究 (R02 ~ R04)

川島 典子

概要：「近江の地酒」の酒質向上に向け、清酒の成分分析を実施しデータを蓄積する

今年度：県内外の清酒について香気成分等の成分分析を実施

図説明：(左)アルコール濃度測定装置、(右)香気成分分析装置



3Dプリンタの活用方法の調査 (R01 ~ R02)

山下 誠児

概要：3Dプリンタの造形品の精度や強度、硬さなどを測定し、企業支援に役立てるため、試験片を3Dプリンタで造形し、引張り、曲げ、ひずみについて各種試験を実施する

今年度：曲げ、ひずみの測定

図説明：(左)測定用試験片のCADデータ、(右)試験片の造形



「近江の地酒」の酒質向上に向けた小規模試験醸造による実証研究 (H30 ~ R02 重点研究)

岡田 俊樹

概要：県産酒質の向上、新製品開発を目指すために必要な醸造条件を研究し、得られた実証データを清酒醸造所と協働で醸造技術強化等へ繋げる

今年度：醸造試験設備の運用構築と実証試験および県開発酵母の評価試験を実施して新規醸造用酵母の取得を目指す

図説明：日本酒醸造試験室(左)麴製造施設、(右)発酵タンク施設



コンピューショナルデザインを活用した陶製品開発 (R02 ~ R03)

野上 雅彦

概要：コンピューショナルデザインを活用した新たな設計技術のシーズを確立し、陶製品開発への応用を促進する

今年度：コンピューショナルデザインの設計技術シーズの確立

図説明：コンピューショナルデザインの例



信楽焼坪庭製品の市場開拓に向けた開発研究 (H30 ~ R02)

高畑 宏亮

概要：坪庭用陶製品の開発と和風モダンな坪庭のデザイン提案により、国内外の市場開拓を図る

今年度：陶製品の試作開発と冷却機能の評価

図説明：枯山水タイルとシステム睡蓮鉢の試作品



生物由来合成ハイドロキシアパタイトを用いたセラミックスの研究開発 (R01 ~ R03)

植西 寛

概要：卵の殻という未利用資源から得られる生物由来合成ハイドロキシアパタイトを陶磁器素地の原料として活用する技術の開発研究

今年度：他産地磁器土との比較、坯土調合および成形条件の検討

図説明：(左)試作品：Light ON、(右)試作品：Light OFF



窯業系廃棄物を活用した園芸土木資材の開発 (R01 ~ R03 重点研究)

神屋 道也

概要：釉薬製造時や砥石原料の分級時に発生する汚泥などの窯業系廃棄物を活用し、園芸用土木資材を開発する

今年度：坯土の調合、曲げ強度・吸水率・耐凍害性などの物性試験

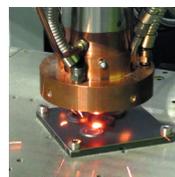
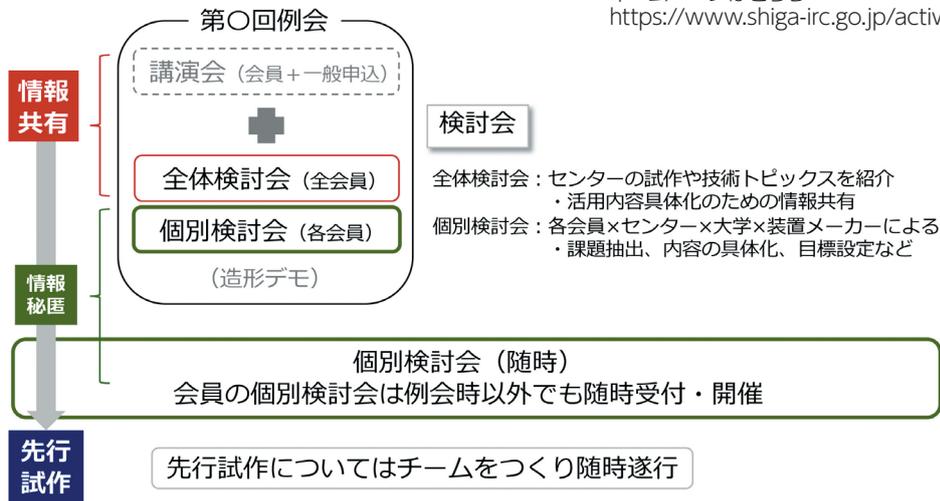
図説明：(左)窯業系廃棄物 (右)窯業系廃棄物添加陶器



滋賀3Dイノベーション研究会

滋賀3Dイノベーション研究会は今年2年目となり、運営体制を見直し、より県内企業の皆様へお役に立てるよう活動しています。会員向けの情報共有や個別検討会、一般の方も聴講可能な講演会など、下図のような形を予定しています。また、8月には研究会のホームページをリニューアルし、積層造形動画などを掲載しましたので、ご興味がありましたら是非ご覧ください。

ホームページはこちら
<https://www.shiga-irc.go.jp/activities/forums/3dinnovation-top>



金属3Dプリンタによる造形

テクノネットワーク／No.129／令和2年10月31日発行

グリーン購入法適合用紙を使用しています。

滋賀県工業技術総合センター／〒520-3004 栗東市上砥山232
 信楽窯業技術試験場／〒529-1851 甲賀市信楽町長野498

／TEL：077-558-1500／FAX：077-558-1373
 ／TEL：0748-82-1155／FAX：0748-82-1156



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