

通巻94号
Vol.28 No.2
2025.11

Technical News

沖縄県工業技術センター 技術情報誌

Contents

- | | |
|--------|---|
| 研究紹介 | 沖縄県内のアルマイト・電気めっきに関する需要調査 |
| 研究紹介 | 風土が育むコーヒーの個性
沖縄産コーヒーの物理、化学、官能特性 |
| 研究紹介 | BOD測定器を用いた生分解性評価と関連論文の紹介 |
| 支援事例紹介 | 見えない努力がおいしさと安全を守る
～豆腐のような衛生管理最前線 |
| 技術情報 | デジタル技術導入促進ツールの開発 |
| お知らせ | 工業技術センター内に事務所を置く機関のご紹介
公益財団法人 沖縄科学技術振興センター
令和7年度工業技術センター成果発表会を開催します
令和7年度12月溶接技能者評価試験（受験者の皆様へ） |

研究紹介

沖縄県内のアルマイト・電気めっきに関する需要調査

機械・金属班 安里昌樹

【アルマイト・電気めっきとは】

アルマイトとは、アルミニウムを陽極として電解処理し、アルミニウム表面に耐久性の高い酸化皮膜を生成する表面処理です。アルマイトを行うことで耐摩耗性・耐食性を高めることができます。

電気めっきとは、電解溶液中で品物を陰極として通電し、表面にめっき金属を電析させるもので、防錆、装飾、機能とさまざまな目的に応じて比較的安価に、金属皮膜を付与することができます。自動車をはじめ航空機からデジタル機器、装身具に至るまで広く利用されています。

【背景】

沖縄県内にアルマイト・電気めっき業者がないことから（自社製品の処理を除く）、県内の金属加工業者は県外発注や耐食性材料使用等で対応しており、コスト高の原因となっています。また県外機械加工業者の県内進出を阻害する一因となっており、対応が求められています。

【これまでの取り組み】

これまでの表面処理に関する調査で、めっき事業者が県内で事業を行う上での課題として県内の需要不足が指摘されていました。

そこで本事業では、従来の聞き取り調査に加えて、実際に製品への表面処理（試作）を行うことで、製品の高付加価値化やコスト低減を実感してもらい、需要の掘り起こしを目指しています。

試作加工は、排水処理設備のコストの関係から先行してアルマイトに取り組むこととしました。

本事業は愛知県の葵巧研株式会社と共同で行っており、令和5年度に当センター内にアルマイト設備を整備しました（図1）。

令和6年度よりアルマイトの試作加工に取り組みました。機械装置等のほかアクセサリやホビー用品へのアルマイトを行っています。



図1 アルマイト設備

当初は図2に示すように、白・黒の2色のみでしたが、他の色もできないかとの要望があり、今年度はカラーアルマイト（図3）にも取り組んでいます。

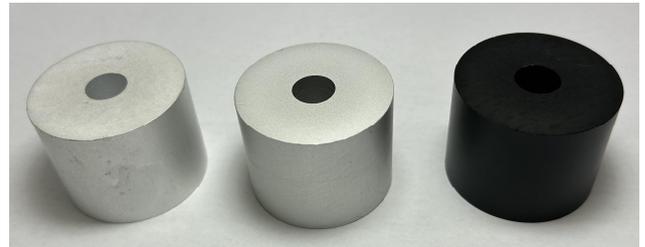


図2 アルマイト（白・黒）



図3 カラーアルマイト

電気めっきにつきましては、高付加価値が期待される金などの装飾性めっきについて、排水処理法もふくめ検討しているところです。

本事業の共同研究先である葵巧研株式会社（工業技術センター内）の職員が県内に常駐し、アルマイト・電気めっきに関する相談に随時対応しています。

【お問い合わせ先】

沖縄県工業技術センター 機械・金属班 安里
098-929-0111
葵巧研株式会社（工業技術センター内） 鈴木
080-3076-4751

研究紹介

風土が育むコーヒーの個性 沖縄産コーヒーの物理、化学、官能特性

食品・醸造班 豊川哲也

【沖縄産コーヒーの可能性】

コーヒーは、北緯25度から南緯25度に広がる「コーヒーベルト」と呼ばれる赤道付近の地域で栽培されています。沖縄県はその北限に位置しており、将来的な特産品としての期待が高まっています。現在の年間取引量は約4トンと少なく、生豆は希少性から高値で取引されていますが、品質にはばらつきがあり、評価はまだ定まっていません。高品質なアラビカ種の栽培には、乾燥した冷涼で昼夜や年間の気温差が小さい気候が理想とされます。しかし、沖縄は高温・多湿、台風など、栽培に不利な要素が多く存在します。一方で、こうした環境が沖縄産コーヒーに独特の風味をもたらしているとも言えます。沖縄産コーヒーが世界市場で品質面でも存在感を示すためには、沖縄ならではの特性を明確にし、それを活かした精製・焙煎・抽出方法の確立が求められます。本試験では、主要産地との比較を通じて、沖縄産コーヒーの特徴を明らかにすることを目的としています。

表1 生豆の粒径、水分、かさ密度、焙煎後の膨化率

	長径 (mm)	短径 (mm)	厚さ (mm)	水分 (%)	240cm ³ あたりの重量 (g)	膨化率
ブラジル	8.60	6.58	3.86	9.3	95.8	1.8
エチオピア	8.26	6.06	3.86	9.3	89.7	2.0
インドネシア	9.64	7.33	4.43	10.0	83.2	2.1
ケニア	9.40	7.52	4.38	9.8	94.2	1.9
ペルー	9.49	6.81	4.07	9.9	98.3	1.8
沖縄	7.55	6.04	3.40	9.6	83.1	1.8
各産地平均	8.82	6.72	4.00	9.7	90.7	1.9

表2 生豆の糖分、ポリフェノール、滴定酸度、粗脂肪

	ショ糖 (mg/100g)	ブドウ糖 (mg/100g)	果糖 (mg/100g)	総糖量 (mg/100g)	ポリフェノール (mg/100g)	滴定酸度 (0.10N ml)	粗脂肪 (g/100g)
ブラジル	8.4	0.15	0.46	8.98	6.4	0.139	14.8
エチオピア	7.3	0.26	0.35	7.89	7.8	0.154	15.9
ケニア	8.9	0.24	0.03	9.17	7.6	0.129	15.0
インドネシア	8.2	0.14	0.49	8.80	8.0	0.115	13.6
ペルー	7.0	0.07	0.22	7.29	7.0	0.145	14.8
沖縄	6.0	0.25	0.47	6.75	6.0	0.166	14.5
平均	7.6	0.2	0.3	8.1	7.2	0.142	14.8

【物理・理化学・官能的特徴】

沖縄産の生豆は、小粒で丸みを帯び肉薄でかさ密度が低く焙煎時の膨化率は低いという物理的特徴を有しています(表1)。これらの豆の性状は浅煎りから中煎りに適していると考えられます。化学的には、他産地のコーヒーと比較して糖分やポリフェノールが少なく、滴定酸度は同程度であることが確認されました(表2)。これは、甘み・苦味が穏やかで適度な酸味を有することを示しています。実際に中煎りした沖縄産コーヒーを抽出して評価した結果、他産地と比べて香りは穏やかで、甘み・苦味が控えめ、酸味が適度に感じられるすっきりとした風味でした。

【世界的産地化へ向けて】

沖縄産コーヒーは、世界的なコーヒー産地とは異なる気候・風土の中で育まれる、唯一無二の個性を持っています。その希少性と独特の風味は、単なる「国産コーヒー」という枠を超え、「沖縄ならではのテロワール(風土の味)」として世界に発信できる可能性を秘めています。沖縄産コーヒーは、まだ始まったばかりの挑戦です。しかし、その挑戦には、地域の未来を変える力があります。農業、観光、教育、環境、文化、それらが一杯のコーヒーに集約される時、沖縄は世界に向けて新たな香りを放つことになるでしょう。

本試験の詳細は沖縄県工業技術センター研究報告第27号に掲載します。



研究紹介

BOD測定器を用いた生分解性評価と関連論文の紹介

環境・資源班 世嘉良宏斗

生分解とは、有機物が微生物によって分解されることで、酸素のある条件では最終的に水と二酸化炭素にまで分解されます。このとき微生物が消費する酸素の量をBODとよび、水質の評価などにも用いられますが、次式より算出される生分解度の評価にも利用できます。

$$\text{生分解度 (\%)} = \frac{\text{生物化学的酸素要求量 (BOD)}}{\text{理論的酸素要求量 (Th-OD)}} \times 100$$

圧力センサー方式のBOD測定器では、消費される酸素の減少によって生じる容器内の圧力変化を測定してBODを算出します(図1)。このとき発生する二酸化炭素は固定化され、容器内圧力に影響しない仕組みになっています。

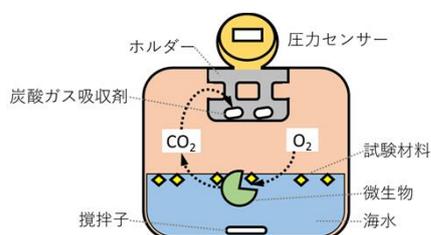


図1 BOD測定器 (圧力センサー方式)

実際に、生分解性樹脂 (PHB: ポリヒドロキシ酪酸) と海水をBOD測定器に入れて測定すると、容器内圧力が徐々に減少し、生分解度の変化が読み取れます(図2)。実験では県内3カ所で採取した海水を比較しました。そのうち1カ所 (North) は他よりも速く分解が進行したことから、採取場所によって海水に含まれる微生物の数やその生育に必要な栄養成分に違いがあることが

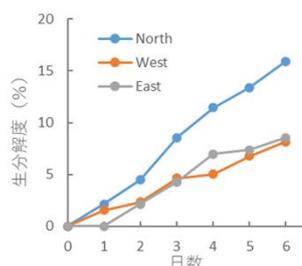


図2 生分解性樹脂PHBの海水による分解

推察されました。

先述のPHBは優れた生分解性を示す樹脂ですが、成形加工時に熱分解してしまうことが課題です。そこで、PHBの原料となるR体の3-ヒドロキシ酪酸 (R3HB) に別の原料 (第2モノマー) を組み合わせた樹脂 (共重合体) の開発が検討されています。R3HBと第2モノマーを組み合わせた共重合体は、PHBと比べて融点が低くなるため、熱分解温度との差が広がり、安定的な加熱成形が期待できます。そこで、第2モノマーの種類や割合の異なる共重合体の合成と評価を行いました。その結果をまとめた2件の論文について、内容の一部をご紹介します。

R3HBと乳酸 (第2モノマー) とを組み合わせた共重合体は、PHBよりも融点が15°C以上低くなり、熱分解温度との差が広がりました。BOD測定器を用いて行った活性汚泥中における生分解性評価 (表1) では、これらの共重合体はPHBとほぼ同様に分解し、13日後の生分解度は全ての試料で約80%に達しました。試料中の炭素は、多くが二酸化炭素へ変換されますが、一部は酸素を消費せずに微生物に取り込まれます。生分解度は最終的に80%付近で平衡に達したことから、試料自体はほぼ完全に分解したと考えられます。

[Asian J. Org. Chem. 2023, doi: 10.1002/ajoc.202300330]

表1 R3HB共重合体の活性汚泥による分解

試料名 (第2モノマーの割合)	生分解度 (%)			
	6日後	10日後	13日後	15日後
PHB	66	79	82	82
R3HB-co-LA (5%)	60	74	78	77
R3HB-co-LA (10%)	73	80	82	80
R3HB-co-LA (20%)	67	77	80	79

R3HB: (R)-3-ヒドロキシ酪酸、LA: L-乳酸

3-ヒドロキシ酪酸の光学異性体 (R体とS体) を組み合わせた共重合体においても、第2モノマー (S3HB) の導入によって融点が低下し、PHBよりも27°C以上低くなりました。BOD測定器を用いた海水による分解試験 (表2) では、S3HBの割合が高くなると分解速度が低下する傾向が見られました。

[Chem. Lett. 2024, doi: 10.1093/chemle/upae038]

表2 R3HB共重合体の海水による分解

試料名 (第2モノマーの割合)	生分解度 (%)			
	6日後	15日後	24日後	28日後
PHB	23	50	68	73
R3HB-co-S3HB (10%)	20	46	61	67
R3HB-co-S3HB (20%)	19	36	55	61
R3HB-co-S3HB (30%)	7	16	27	30

R3HB: (R)-3-ヒドロキシ酪酸、S3HB: (S)-3-ヒドロキシ酪酸

支援事例紹介

見えない努力がおいしさと安全を守る～豆腐ようの衛生管理最前線

食品・醸造班 望月智代

【はじめに】

HACCPを実施するうえで、小規模事業者では「HACCPの考え方を取り入れた衛生管理のための手引書」を参考にして衛生管理を行うことができます。しかし、地域独特の食品では参考にできる手引書がなく対応に苦慮している業界も存在します。沖縄の伝統的発酵食品である豆腐よう製造業もその一つです。そこで当センターでは豆腐よう製造者と共に、HACCPに沿った衛生管理に関する取り組みを実施してきました。本稿ではその内容をご紹介します。

【豆腐よう製造における危害】

HACCPに沿った衛生管理では、該当食品における危害（リスク）を明らかにし、その危害による健康被害が発生しないよう製造工程を管理します。当センターでは、豆腐よう製造の現状調査、危害分析（主に生物的危害について実施）、危害要因を制御できる製造方法について検討しました。

豆腐よう製造における生物的危険としては、セレウス菌（*Bacillus cereus*）および黄色ブドウ球菌（*Staphylococcus aureus*）があります。セレウス菌は自然環境や農産物などに広く存在します。耐熱性芽胞を形成するため100℃、30分以上の加熱にも耐え、増殖の際に毒素を産生します。黄色ブドウ球菌はヒトや動物の皮膚、消化管常在菌です。菌自体の耐熱性は高くないものの、セレウス菌と同様、毒素を産生します。いずれの毒素も耐熱性が高く、通常の加熱処理では失活しません。製造工程上での対応策としては、加熱殺菌と増殖しないための制御が考えられます。

【危害要因を制御できる製造方法】

豆腐よう製造は、原料豆腐の前処理工程、漬け汁の調製工程、熟成工程に分けられます。製造工程と危害要因を制御するための留意点を図1に示します。

(1) 原料豆腐の受入と成型：セレウス菌と黄色ブ

ドウ球菌の増殖を抑えるため、受入後はすみやかに冷蔵します。また成型前後で常温に長く放置しないことが重要です。

(2) 加熱：セレウス菌の栄養細胞や黄色ブドウ球菌は75℃以上で1分以上の加熱で死滅します。温度は豆腐の中心で取ることがポイントです。セレウス菌の芽胞は生残するので、引き続きセレウス菌の制御が必要です。

(3) 乾燥：セレウス菌の増殖温度域は4℃～55℃であるため、乾燥温度は56℃以上を保つことが重要です。

(4) 漬け汁の調製：熟成工程および出荷後の微生物制御のため、漬け汁の水分活性（Aw）が重要となります。セレウス菌が増殖しないAw0.92未満が目安となりますが、推奨は酵母の増殖を抑えるAw0.88未満です。酵母は健康被害に直結しないものの、増殖するとガスを発生するため、包材の膨れや破れといったクレームに繋がってしまうからです。

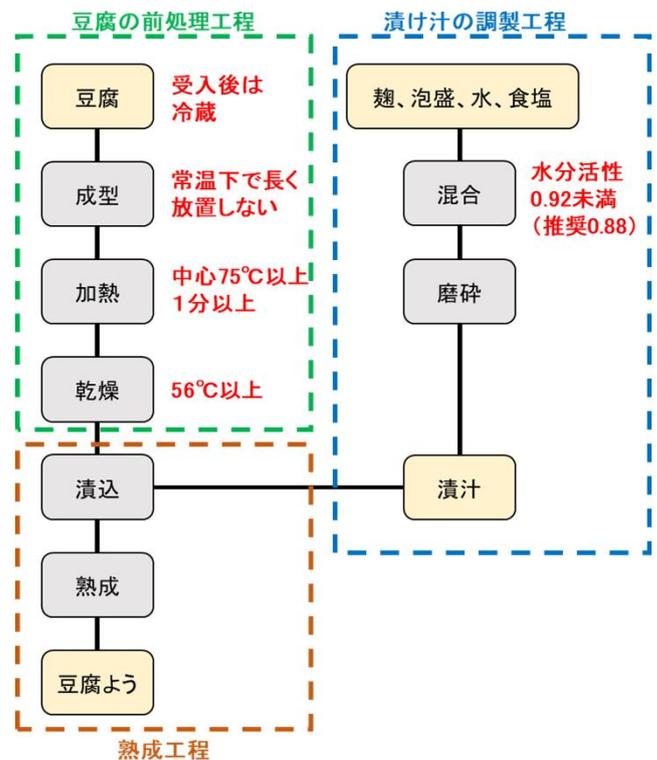


図1 豆腐よう製造工程および留意点

【業界への支援と今後の取り組み】

本知見を豆腐よう製造者へ情報提供しました。また、製造工程の見直し等の技術支援を実施した結果、豆腐ようの微生物的品質が向上しました。

現在は、原料の一つである紅麹製造について取り組んでいます。紅麹は他の麹と異なり、発芽や増殖が遅いため、雑菌に汚染されやすいという問題があります。一般食品としての紅麹には健康被害事例はありませんが、安全を確保するためHACCPによる管理は重要です。

デジタル技術導入促進ツールの開発

機械・金属班 比嘉 賢一

【はじめに】

当センターではものづくり企業のデジタル技術の導入と人材の育成を目的として、「デジタル技術導入促進ツール」の開発を行っています。

IoT分野において、迅速なプロトタイピングと実用的な製品開発を両立する開発プラットフォームとして、M5Stack社のM5Stackシリーズが注目を集めています。本記事では、M5Stack、M5StickC Plusなどを用いた包括的なデジタル導入促進ツールの開発について紹介します。

【開発中のデジタル導入促進ツールの特徴】

現在開発中のツールは、M5Stackの特性を活用したIoTデバイスで、主な機能を下記に示します。

1. インテリジェントなセンサー認識システム

接続されたセンサーを自動的に識別し、適切な設定で動作を開始します。これにより、技術者でなくても簡単にセンサーシステムを構築できます。

2. マルチセンサー対応（最大6台同時接続）

PaHub（I2Cハブ）を活用することで、単一のM5Stackデバイスに最大6個のセンサーが接続可能です。これにより、一台で包括的な環境監視が構築できます。

3. 多様なセンサー類とリアルタイム状態表示

各センサーからの測定値をリアルタイムで表示し、データ転送状況が確認できます。物理ボタンによる簡単な操作で、表示するセンサー情報を切り替えることが可能です。

センサーは温度、湿度、気圧などの環境測定センサー、高精度温度センサー、非接触温度センサー、距離センサー、照度センサーなどの物理量測定センサーなど11種類に対応しており、今後さらに拡張していきます。

4. データの保存

測定されたデータは、蓄積、分類、視覚化、解析を行わなければ、IoTの意義は半減します。

このツールではデータの保存先として、クラウド

サービス連携、ローカルサーバー保存をサポートしています。クラウドサービスは、Ambient、Google Sheetsを活用します。これらのサービスは、データのグラフ化や表計算ソフトによるデータ分析ができます。ローカルサーバー保存ではDockerを用いたサーバー環境構築の自動化により簡単にローカルサーバーの構築と運用が開始できます。

サーバーの構成はNode-RedとMosquitoDBを用いて構築し、通信プロトコルはMQTT、データ可視化のためのツールにはGrafanaを用います。

5. デバイスの設定

運用開始後のM5Stackデバイスの動作確認や測定条件の設定にはPCやスマートフォンを用いて確認、変更ができます。通常、M5StackデバイスのWi-Fi設定、クラウドサービス情報、データ収集時間、送信間隔等の設定の変更には内蔵しているプログラムの修正、コンパイル、デバイスへのプログラム転送が必要です。このデジタル導入促進ツールではこれらの作業を行うことなく、PC、スマートフォンのブラウザから測定条件の確認、変更が可能です。測定条件の設定データはPCやスマートフォンに保存、読み込みができます。

【実用化への展開】

このデジタル導入促進ツールを活用して、製造現場の作業環境データを収集することを予定しています。特に、センサーの自動認識機能により、専門知識がないユーザーでも容易にIoTシステムを構築できる点は、デジタル技術導入におけるハードルを下げるすることができます。

またツールの実用性や機能のブラッシュアップを図るために当センターの加工機器や作業場へ設置して、ツールの妥当性、プログラムのデバッグ、活用の方法等を検証していきます。これらの情報は、講習会や研究会をとおして、業界への情報提供と普及を図ります。

このデジタル技術導入促進ツールは、アイデアから実装までの時間を大幅に短縮し、デジタル技術導入の促進とイノベーションの加速に貢献できると期待しています。



開発中のIoTツール
(左：環境測定センサー、右：M5Stack)

お知らせ

工業技術センター内に事務所を置く 機関のご紹介

沖縄科学技術振興センターが、令和5年5月から当センターの3階に事務所を移し、活動しています。

公益財団法人 沖縄科学技術振興センター

OSTC（沖縄科学技術振興センター）について

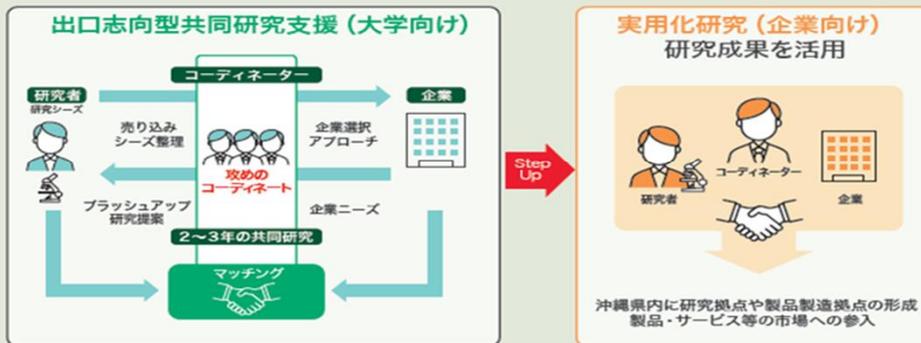
財団名称	公益財団法人 沖縄科学技術振興センター (英文名: OKINAWA Science and Technology promotion Center (OSTC)) (旧 亜熱帯総合研究所 (RIS))
所在地	沖縄県うるま市字州崎12-2 沖縄県工業技術センター 3階
設立年月日	平成8年10月15日 (平成24年4月1日より公益財団法人)
基本財産	1億6,700万円
主な事業目的	国内外研究機関との共同研究や学術交流、研究機関相互のネットワーク構築、さらに、産学官共同研究や知的クラスターの形成を推進することにより、本県の振興開発のみならず、日本及びアジア太平洋地域の学術・研究の振興に寄与する。
沿革	平成8年10月 財団法人亜熱帯総合研究所の設立 平成20年8月 財団法人沖縄科学技術振興センターに名称変更 平成24年4月 公益財団法人沖縄科学技術振興センターへ移行 令和3年12月 「おきなわイノベーション創出ファンド」組成

実施事業の紹介

令和4年度～沖縄県委託

沖縄イノベーション・エコシステム共同研究推進事業(出口志向型研究支援業務)

あらたな価値を創造するイノベーション・エコシステムの形成を推進するため、県内大学等を核とした共同研究等に対して支援しています。具体的には、県内大学等の研究シーズ及び企業ニーズを積極的に開拓、両者のマッチングを行っています。また、事業化を目指した出口志向型の共同研究等を支援することで、県内企業の高度化・県外企業の誘致を行っています。



令和5年度～沖縄県委託

大学発ベンチャー創出志向型研究支援事業

県内大学等の研究成果を効率よく実用化・社会実装に繋げることを目的に、大学発ベンチャーの創出を促すため、起業に向けた課題解決支援や関連企業等とのマッチング支援を行っています。

お知らせ

令和7年度 工業技術センター 成果発表会を開催します

【工業技術センター成果発表会】

成果発表会とは、工業技術センターが近年行った技術支援事例や研究成果について、口頭発表とポスター展示を行う場です。発表分野は食品・醸造、環境・資源、機械・金属と多岐にわたります。

今年度は令和8年1月15日に開催します。県内製造業の新技术開発や作業効率化などお役に立てる内容となっています。ぜひお越しください。

【開催概要】

- 日時：令和8年1月15日（木曜日）13：30～
- 場所：沖縄県工業技術センター
2F 講堂 および 研修・会議室
- 参加料：無料
- 定員：80名
- 申込締切：開催日の1週間前

【プログラム】

時間	タイトル
13：35	バイブレーションルアーの水中挙動シミュレーション
13：55	デジタル導入促進ツールの開発
14：15	乾燥工程の効率化に関する研究
14：45	泡盛のカメ香とミネラル成分について
15：05	沖縄産コーヒーの特性把握と品質制御法の開発
15：25	粉体加工の技術支援について
15：45	調湿建材の開発

【申し込み方法】

開催内容詳細と申し込み方法は、12月に当センターホームページにて公開いたします。

当センターのメールマガジンでも随時情報を配信します。この機会にご登録ください。

kousi@pref.okinawa.lg.jp

あて【お名前】【ご所属】記載の上
【メルマガ希望】と送信して下さい。

メールアドレス表示



お知らせ

令和7年度12月溶接技能者評価試験 (受験者の皆様へ)

一般社団法人 沖縄県溶接協会

試験日：12月13日（土）、14日（日）

試験会場：沖縄県工業技術センター

試験種目：JIS規格 アーク溶接、半自動溶接、ステンレス溶接 他
JPI規格（石油工業溶接士）、WES規格（基礎杭溶接 他）

※注意事項

- ①試験当日受験票は必ず持参して下さい。（忘れると受験できません）
- ②受験票記載と異なる溶接棒、溶接ワイヤ等で受験の場合、不合格となります。
- ③事前配布した「受験の心得」は必ずお読みください。
- ④試験会場敷地内は全面禁煙です。喫煙所はございません。
- ⑤空き缶やペットボトル等ゴミは必ずお持ち帰りください。

問い合わせ先：一般社団法人 沖縄県溶接協会（沖縄県工業技術センター内）

TEL：098-934-9565 FAX：098-934-9545

沖縄県溶接協会ホームページ：<https://www.okiyousetu.info/>