

TECHNORIDGE

2023 333



特集 食品加工

TECHNORIDGE

2023 333



目次

巻頭言	2
乾燥加工の概要	3
乾燥食品の品質管理	4
レトルト加工技術について	5
果汁の製造と濃縮	6
新人紹介、機器紹介	8

食卓を支える食品加工

○ 食品加工とは

農産物や畜産物、水産物などの食材に新たな性質を与えるための操作や工程を食品加工といいます。食品加工を行うことで、その食材が生のままでは得られない効果が付与されます。この食品加工の目的としては、右の表に示すように「可食化」「保存性の向上」「嗜好性の付与」「利便性の向上」があります。私たちの食卓を支えるほとんどの食品には食品加工が施され、その加工技術は私たちの生活様式やニーズに合わせて日々進化しています。

表 食品加工の目的

目的	加工事例
可食化	小麦→小麦粉→パン 魚→骨なし魚
保存性の向上	果実→ドライフルーツ 梅→梅干し
嗜好性の付与	大豆→豆腐、味噌、醤油 牛乳→チーズ、ヨーグルト
利便性の向上	レトルトカレー 冷凍チャーハン

○ 和歌山県における食品加工のニーズ

和歌山県では、みかん、ウメなどの農産物や、マグロ、太刀魚などの水産物が生産されていますが、これらの農林水産物は、気候により生産量が左右されます。また、収穫時期や季節的なニーズによって繁忙期と閑散期があるため、生産力にも波があります。そこで、安定した収入を確保し閑散期の生産力を活かすために、農林水産物を原料とした食品加工に強い関心が寄せられています。さらに、最近では食品ロス削減の観点から、規格外の農林水産物や食品加工副産物を活用する取組も拡大しています。

当センターでは、食品加工関連機器を機能的に集約した「フードプロセッシングラボ」を整備し、食品加工に関する技術開発の支援を行っております。これまでにこのラボを活用し、フルーティな香りを持つウメ「翠香（すいこう）」のシロップやイタドリ未利用部位を用いたドレッシングなどの商品化の支援、さらに加熱加工後も緑色を保持できるキウイ加工品などの技術開発を行ってまいりました。

本号では、「食品加工」特集として、弊所への技術相談の中でも、特にお問合せが多い「乾燥加工 (p3-4)」「レトルト加工 (p5)」「果汁の製造 (p6-7)」について、これまでに蓄積された技術情報やセンター保有機器を利用した加工事例をご紹介します。本号をご覧ください、新商品開発や既存品の高付加価値化の一助となれば幸いです。

編集担当
木村美和子

はじめに

乾燥加工は、最も歴史の古い食品加工技術の一つです。この主な目的は、食品に含まれる水分を除去することにより、腐敗の原因となる微生物の繁殖を抑え、「保存性」を高めることにあります。また、乾燥加工は、食品の重量や容積を軽減する有効な方法であることから、「輸送性」を高めるための手段としても、広く用いられてきました。さらに、インスタントコーヒーやスープ類など、保存性ととも調理の「簡便性」を向上させた多くの乾燥食品は、現代の私たちの生活に、もはや欠かせないものとなっています。

乾燥加工の種類

乾燥加工の方法は、自然乾燥と人工乾燥に大別することができます。自然乾燥は、太陽熱や風力を利用する古典的な方法で、干し柿や魚の干物など、伝統的な乾燥食品の製造によく用いられます。操作が簡便で低コストですが、天候に左右され、品質管理が容易でないことから、最近では、人工乾燥に置き換えられるケースが少なくないようです。ここでは、人工乾燥のうち代表的な3つの方法を取り上げ、原理と特徴を紹介します。

(1) 熱風乾燥

食品に熱風を吹き付け、水分を蒸発除去する最も一般的な乾燥方法です。食品中の水分は、表面から蒸発するとともに中心部から表面へ移動し、順次乾燥が進みます。食品の形状や形態にかかわらず簡便に乾燥することができますが、乾燥工程中、対象物は長時間高温にさらされるため、熱による品質の変化が大きい方法です。

○主な乾燥事例：ドライフルーツ、乾燥野菜

(2) 凍結乾燥（フリーズドライ）

食品を凍結し、真空下（高減圧下）で昇華^{*1}により水分を蒸散させて乾燥する方法です（図1）。真空・凍結状態で乾燥を行うため、高温や酸化が原因となる食品の変色や変形、有用成分の損失が抑えられ、元の食品の状態に近い乾燥物を得ることができます（図2）。また、凍結時にできた氷結晶がそのまま孔（あな）となった多孔質の乾燥物が得られるため、加水による復元性が高いことも特徴です。一方、凍結状態を維持して乾燥する必要があるため、他の方法と比べてコストの高い方法です。

○主な乾燥事例：インスタントみそ汁、宇宙食

^{*1} 固体が液体を経ずに、直接気体になること。ここでは、凍結した食品中の水分（氷）が水蒸気となって除去されること。

(3) 噴霧乾燥（スプレードライ）

液体の食品を霧状に噴霧し、そこに加熱した空気を当てて連続的かつ急速に乾燥する方法です（図3）。液体試料中の固形分が、粉末状の乾燥物として得られます。果汁のように糖分の多い食品では、装置内壁への付着による回収率の低下や、乾燥後の粉末の吸湿がしばしば問題となるため、賦形剤（ふけいざい）^{*2}として、デキストリンなどの食品添加物の使用が必要となる場合があります。

○主な乾燥事例：インスタントコーヒー、粉ミルク

^{*2} 成形性や服用性を向上するために加える添加剤。ここでは、粉末化を容易にするために加える添加剤のこと。

終わりに

ここで紹介した3つの乾燥方法は、いずれも当センターで試験いただくことが可能です。当センターでは、食品の種類や目的に応じて、乾燥方法や乾燥条件のアドバイスをさせていただきます。お気軽に食品開発部までご相談ください。

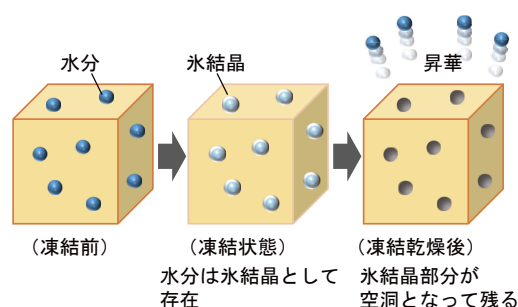


図1 凍結乾燥の概念図



図2 凍結乾燥したイチジク

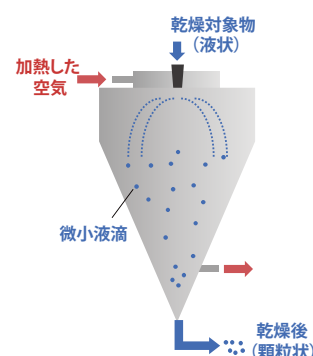


図3 噴霧乾燥の概念図

はじめに

前ページに記載したとおり、乾燥加工は、微生物の増殖に必要な水分を除去し、保存性を高める優れた方法です。しかしながら、実際には、乾燥後も微生物による汚染のリスクがゼロとなることはほとんどなく、商品化前にそのリスクがどの程度であるかを知り、包装方法や流通形態を適切に選択することが重要です。

本稿では、乾燥食品の保存性を把握する上で知っておくべき管理指標である「水分活性値」と、これによる品質管理の方法について解説します。

水分活性値とは

食品中の水分は、その存在状態により自由水と結合水に区別することができます。自由水は、溶媒としての機能を持つ水で、微生物が利用できる水です。一方、結合水は、食品中のタンパク質や炭水化物などと結合し、運動性が束縛された状態にある水で、微生物が利用できない水です。すなわち、水分含量が等しい食品であっても、自由水と結合水の割合により、微生物による汚染のリスクは異なります。

そこで、自由水の割合を示すために導入されたのが「水分活性値 (Water activity : Aw)」という指標です。次式により、自由水と結合水の水蒸気圧の違いを利用して算出され、一般的な食品では自由水の割合が高いほど 1 に近い値となります。

$$Aw = P/Po$$

P : 対象食品の水蒸気圧 Po : 純水の水蒸気圧

表 1 に示すとおり、微生物の生育や増殖に必要な最低限の水分活性値は、微生物の種類により異なります。生育可能な水分活性値が最も高いのは細菌で、通常 0.9 以上でなければ増殖ができません。これに対して、酵母は 0.88 以上、カビは 0.8 以上であれば増殖が可能です。一般的には、水分活性値を 0.6 以下に抑えることができれば、いかなる微生物も増殖できないと言われています。

表 1 水分活性値と微生物

水分活性値	生育可能微生物	代表的な食品
1.00		シフォンケーキ、生麺、パン、餅、佃煮、野菜、魚
0.90	細菌	
	酵母	
0.80	カビ	カステラ、ワッフル、半生うどん、ベーコン
	乾燥に強いカビなど	ドライフルーツ、ジャム、ビーフジャーキー、ハチミツ
0.60		クッキー、ビスケット、キャンディ、チョコレート、ナッツ、小麦粉

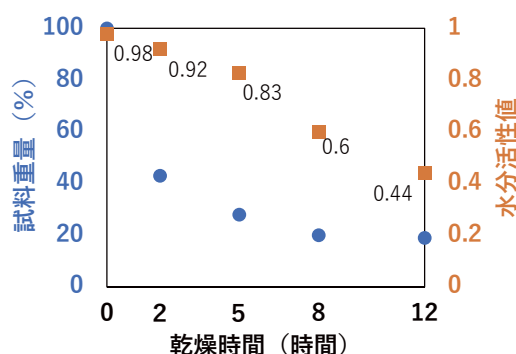
柿の乾燥の実例

実際に、ダイスカットした柿を熱風乾燥機（庫内温度 60℃）で乾燥し、試料重量と水分活性値の経時変化を観察しました。図 1 に示すとおり、試料重量は、乾燥開始後速やかに減少しましたが、水分活性値の乾燥初期の変化は小さく、両者の変化にはタイムラグが生じました。今回の試験条件で、微生物による汚染のリスクを回避する（水分活性値を 0.6 以下とする）ためには、少なくとも 8 時間の乾燥が必要であり、試料重量の変化が小さくなった後も数時間以上の乾燥が必要であることが分かりました。

実際の商品開発においては、食感や見た目を重視し、ソフトドライ状態での商品化を検討される場合も考えられます。例えば、図 1 の乾燥 2 時間時点での商品化を検討される場合には、細菌、酵母、カビのいずれも増殖する可能性があることを考慮し、低温保管や pH 調整など、微生物の生育に影響を及ぼす水分以外の環境因子も併せて管理する必要があります。また、乾燥 5 時間時点での商品化を検討される場合には、細菌と酵母による汚染の危険性は低いものの、カビの増殖を抑える対策が必要です。この場合には、例えば、カビの生育に必要な酸素を除去する脱酸素剤の活用や真空包装が有効であると考えられます。このように、水分活性値は、微生物の汚染によるリスクの程度とともに汚染の原因となる微生物の種類を予測し、対策を立てられる点で、非常に有用な指標です。

おわりに

当センターでは、受託試験にて水分活性値の測定を承っております。乾燥食品の開発をお考えの際には、ぜひご活用を検討ください。



レトルト加工技術について

食品開発部 木村 美和子

はじめに

レトルト食品とは、食品をレトルトパウチなどの容器に詰め、密閉した状態で「中心温度 120℃、4分 (F 値^{*} =4) 相当以上」で加熱処理された食品のことです(図1)。この条件は食品衛生法で定められており、食中毒を引き起こす菌の中でも熱に強いボツリヌス菌を死滅させるのに必要な加熱条件の基準です。しかし、細菌によってはこれらの条件で加熱殺菌しても完全に死滅しない場合もあり、一般的には安全性を考慮し、F 値=4 以上の厳しい条件での殺菌が行われています。このように、レトルト加工を行うことで容器内は無菌状態になるため、常温保存が可能となります。レトルト食品は、安全性、保存性、利便性などに優れており、一般家庭での消費だけでなく、ホテル、レストランなどの外食産業や災害時の備蓄品として広く利用されています。

^{*}F 値 一定温度で一定数の細菌を死滅させるのに要する加熱時間のこと。

レトルト加工の特性

レトルト加工は通常の調理や殺菌より高温になるため、どうしても色調や香り、食感が変化してしまいます。そのため、レトルト加工には向くもの・向かないものがあります。例えば、カレーやシチューなどの煮込み料理、加熱しても色が変わりにくいトマトやパプリカなどはレトルト加工に向いています。一方、炒め物や焼き物など食感を強く残したい食品、または果実ピューレや淡色の煮物など従来の色調を重視したい食品の加工は苦手としています。近年、これらの問題を解決するために、原材料の加工方法やレトルト加工条件の改良が進められています。そこで、本稿において、それらの取組に関する事例を紹介いたします。

レトルト加工による褐変

レトルト加工を行うことで食材の色が褐変してしまうことがあります。一例として、ゆで卵をレトルト加工すると卵全体が褐変してしまいます(図2)。この現

象は、加熱により糖を基質として進行するカラメル化反応と、糖とアミノ酸が結合するメイラード反応により引き起こされます。レトルト食品は密閉した容器の中で加熱されるため、原料自身に含まれる物質を原因とするこれらの反応を完全に避けることはできません。しかし、近年、レトルト加工による褐変を抑えるための加工技術も検討されはじめています。例えば、醤油などを含む調味液の褐変防止事例として、メイラード反応を引き起こす砂糖の代わりに糖アルコール類を代替として使用することで、褐変を防止する方法が提案されています。

レトルト加工による食感の変化

レトルト加工は高温で加熱するため、じっくり加熱することで美味しくなる食材の加工に向いています。例えば、煮込むことで柔らかくなるスジ肉やタンなどは、レトルト加工することでとろけるような食感を引き出すことができます。一方、野菜は「ペクチン」という物質によって形を維持しており、ペクチンは熱により分解されやすいため、レトルト加工によって煮崩れてしまうことがあります。それを防ぐため、カルシウムやマグネシウムによりペクチンが不溶化される性質を利用して、レトルト加工による煮崩れを防止する方法があります。実際にカルシウム溶液に浸漬したジャガイモと無処理のジャガイモをレトルト加工したところ、無処理のものは煮崩れましたが、カルシウム溶液に浸漬したものは煮崩れませんでした(図3)。

おわりに

調理の簡便化への要求や防災食に関わる市場の広がりから、レトルト食品の需要は急伸しています。さらに、飲食店が看板メニューであるカレーや炊き込みご飯のレトルト加工に取り組む事例も増加しています。弊所では、皆様の試作加工にご利用いただけるレトルト加工機を保有していますので、レトルト加工への取組を検討されている場合にご活用ください。

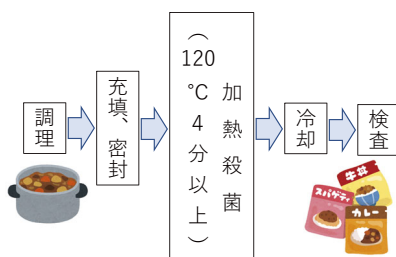


図1 レトルト加工の工程



図2 卵のレトルト加工品



図3 ジャガイモのレトルト加工品

果汁の製造と濃縮

食品開発部 中村 允

はじめに

和歌山県は、みかん、ウメ、カキ、モモを中心に多くの果実が栽培され、全国でも有数のフルーツ王国と言われています。これら果実は生果での出荷が中心ですが、飲料やドライフルーツなどの加工品へ利用されることも多く、加工を担う事業者も増えつつあります。当センターのフードプロセッシングラボでも、果実加工の支援をさせていただくことが多く、中でも果汁の試作は、最も多い依頼の一つとなっています。そこで、本稿では、フードプロセッシングラボに設置の加工機を中心に果実の搾汁加工について解説させていただきます。

柑橘類の搾汁

一口に「果実飲料」と言ってもその製造方法は様々で、その製造方法の数だけ、異なる種類の飲料があると言えます。原料である果実の品種や熟度、酸味、甘みなどが飲料の味や風味に影響するのは当然ですが、それらの搾汁方法も大きく影響します。本項では、柑橘飲料を例に搾汁機の種類と特徴について説明いたします。

柑橘、特にみかんの搾汁で代表的なのが「インライン式搾汁」と呼ばれる方式です。この方式は、果皮が付いた全果のまま搾汁できることが特徴で、みかんの下部に穴を開けて、上から圧搾することで果汁を採取します。搾汁後、スクリーンや遠心分離などでパルプ分や果皮の小片を取り除きます。生産効率が高く、大量生産向きであるため、大規模での製造に使用されることが多い搾汁方式です。

同様に剥皮をせずに柑橘を搾汁できるのが、リーマー式搾汁機（図 1）です。果実を半分に分断し、切断面を半球状の器具で押し付け搾汁します。半球にした柑

橘を押し付けて絞るハンドジューサーに原理が似ており、得られる果汁もパルプ分が少ないため、さらっとした食感に仕上がるのが特徴です。一方で、搾汁効率は、インライン方式に比べると低く、柑橘の場合では、一般に 30% くらいです。

一方、柑橘を含め、ウメ、モモなど幅広く使用される搾汁方法にパルパーフィニッシャーがあります（図 2）。パルパーフィニッシャーは「砕いて裏ごしする」装置であり、当センターフードプロセッシングラボで最も利用率の高い機器の一つです。

パルパーフィニッシャーで柑橘を搾汁する場合は、外皮を剥き、投入口に入る程度まで分割します（当センター保有機器の場合は、みかんなら 4 つ割り程度）。装置内部で果実を潰した後、スクリーンで裏ごしします。スクリーンのサイズを変えることで仕上がりの食感を変えることができます。なおスクリーンが一つの一段式と二つに分けた二段式があり、当センターでは二段式を使用しています。内皮ごと粉碎・裏ごしするので搾汁効率が高いこと（50～60%）や外皮を予め剥皮するので、油分や雑味が入らないことが特徴です。また、得られた果汁はとろみがありまろやかな食感になります。パルパーフィニッシャーでの搾汁は、ウメ果実を例として当センター HP にて YouTube 動画を配信しておりますので参考にいただければと思います。

パルパーフィニッシャーとリーマー式搾汁機の違い

試料として「清見」と「黄金柑」の果実を用いて、パルパーフィニッシャーとリーマー式搾汁機で果汁を調整し、それらの違いを比較しました（図 3）。表 1 に示し



図 1 リーマー式搾汁機（右は内部の圧搾ユニット） 図 2 パルパーフィニッシャー 図 3 「清見」の果実（左）と果汁（右）

たように歩留まりは、リーマー式で 30～40%、パルパーフィニッシャーで 50～60%となり、パルパーフィニッシャーの方がいずれの果実も高い数値となりました。また、果汁の Brix、pH は、パルパーフィニッシャーがリーマー式よりも僅かですが高い数値となりました。前項でも説明した通り、パルパーフィニッシャーでは、内皮を粉砕しているため、これにより、ペクチン等の可溶性成分が溶解し、Brix と pH が高くなったと考えられます。参考として、パルパーフィニッシャーよりもさらに粉砕力の強いカッターミキサーで粉砕した場合（裏ごし無し）、果汁の Brix と pH はさらに高くなりました。これらの数値の変化はわずかですが、食感や風味は大きく変わっており、元々、酸味の強い「黄金柑」は、リーマー式では酸味が強調され、逆にパルパーフィニッシャーでは、まろやかさが出ることで飲みやすくなっています。一方、甘みの強い「清見」では、パルパーフィニッシャーでは、内皮の風味が感じられましたが、リーマー式ではすっきりとした爽やかなのどごしの飲料となりました。このように同じ果実を用いても搾汁方法で味や風味が大きく変わることが分かります。しかしながら、これらは、あくまでも嗜好性の問題であり、どちらかが優れているわけではないことから、事業者の判断で搾汁機を選択していただければと思います。当センターでは、これらのいずれの装置も保有しておりますので、受託試験や設備機器貸付制度等によりご利用いただくことが可能となっております。

果汁を濃縮する

果汁の濃縮は、主に保存や運搬のコストを削減するために行うことが多く、必要に応じて元の濃度まで還元し、濃縮還元果汁として出荷します。また、濃縮果汁を他のストレート果汁に添加し、Brix を調整することで原材料による品質のばらつきを無くすための調整液として利用することもできます。なお、濃縮工程で蒸発した水は、

果汁の香りを含んでいることが多いため、フローラルウォーターとして利用することも可能です。

当センターのフードプロセッシングラボでは、果汁を濃縮できる装置として、圧力真空ニーダー（図 4）と果汁濃縮装置（図 5）を保有しています。圧力真空ニーダーは、容量が約 50L の蒸気ジャケット付きステンレス釜であり、テフロン製の羽根で内容物を攪拌することができます。果汁などの濃縮時は、内部を真空ポンプで減圧することにより、約 80℃で水分を除去することができます。固形分の多い果汁や比較的粘度の高い果汁でも使用できるため汎用性が高い装置です。一方、果汁濃縮装置は、減圧下で果汁を吹き付けて蒸発させるフラッシュ蒸発タイプであるため、発泡性の高い果汁にも対応できます。プレート式の熱交換器で内容物を加熱するため、非常に早く濃縮をすることができますが、パルプ分の多いピューレなどは、目詰まりの可能性があるため、パルプ分の少ない果汁（例えば 0.5mm のスクリーンで裏ごししたもの）などに利用することが多いです。また、濃縮時に投入バルブから試料を投入できるため、連続運転が可能です。こちらの装置についても YouTube で動画を配信していますのでご確認いただければと思います。

おわりに

搾汁や濃縮は、原材料の選定はもとより装置の選定も重要な検討事項となります。果汁飲料の製造を検討されている場合は、まず、色々な製造方法で試作をし、確認していくことが重要となります。当センターのフードプロセッシングラボには、これらの試作が可能な加工機を揃えておりますので、ぜひともご活用いただければと思います。

YouTube動画
設備機器紹介
「パルパー
フィニッシャー」



YouTube動画
設備機器紹介
「果汁濃縮装置」



表 1 「清見」と「黄金柑」の果汁特性

	パルパーフィニッシャー		
	歩留り (%)	Brix	pH
清見	58.2	13.0	3.54
黄金柑	51.8	15.0	3.46

	リーマー式搾汁機		
	歩留り (%)	Brix	pH
清見	38.9	12.7	3.40
黄金柑	33.4	14.4	3.22

	カッターミキサー（裏ごし無し）		
	歩留り (%)	Brix	pH
清見	77.8	13.7	3.59
黄金柑	73.4	15.8	3.44



図 4 圧力真空ニーダー



図 5 果汁濃縮装置

経営支援課
農業生産局

食品開発部

氏名(職名): 北出 絵里朱 (主査研究員)

専門分野: 機能性分析・分子生物学

抱負: このたび人事異動で当センターに配属になりました。一研究者として県内産業の振興に貢献できるよう努めてまいります。どうぞよろしくお願いいたします。

新規採用

化学技術部

氏名(職名): 馬場 竜希 (研究員)

専門分野: 有機化学、触媒化学、高分子化学

抱負: 前職では化学メーカーに勤務しておりました。これまで培ってきた知識や経験を活かして、県内産業の発展に寄与できるよう尽力いたします。

機器紹介

事業名: 2022年度機械振興補助事業 (公益財団法人JKA)

機器名: 炭素・硫黄同時分析装置



●この設備の仕様は?

○製品名 (メーカー)

炭素・硫黄分析装置 EMIA-20P Type WK (株式会社 堀場製作所)

○仕様

測定方式: 酸素気流中高周波加熱・燃焼、赤外線吸収法

標準試料質量: 1.0g

測定範囲: 炭素 下限 1.6ppm 上限 6.0%

硫黄 下限 2.0ppm 上限 1.0%

備考: キャリアガス精製器有り、ハロゲントラップユニット無し

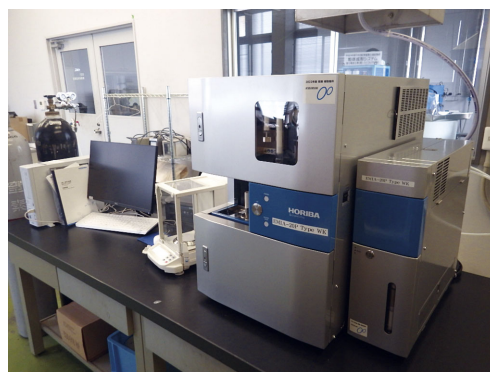
●この設備の特徴・用途は?

○特徴

鉄鋼、非鉄金属、セラミックス等の各種工業材料の特性を左右する炭素と硫黄の含有量を、高い精度で分析する装置です。

○用途

材質の推定や成分規格への適合の判定を目的とする、鉄鋼材料の炭素及び硫黄の定量など



事業名: 地域産業活性化促進事業

機器名: 3次元ロボットビジョンセンサ

●この設備の仕様は?

○製品名 (メーカー)

3次元ロボットビジョンセンサ TVS4.0 一式

(株式会社日立オートメーション Kyoto Robotics 事業本部)

○仕様

認識範囲 (視野): 最大 縦 600× 横 600× 高さ 600[mm]

計測方式: ステレオカメラによるアクティブステレオ方式

カメラ設置方式: 固定型

連携ライブラリ (当センター保有分): FANUC、Universal Robots

●この設備の特徴・用途は?

○特徴

パレットや段ボールにバラ積みされた物体の位置姿勢を計測し、産業用ロボットで適切にピッキングするための3次元ビジョンです。光沢を持つ金属製品でも認識し、ピッキングすることができます。

○用途

産業用ロボットによるバラ積みピッキング作業自動化の検証



技術情報誌
編集・発行
和歌山県工業技術センター
和歌山市小倉60番地
テクノリッジ

発行日
2023年7月19日
TEL
073-4777-2880

印刷
御坊市
株式会社 隆文社印刷所
TEL
0738-220115