

スナック菓子を守る：紫外線遮断効果を持つ食品包装材の重要な役割

Agilent Cary 60 UV-Vis と拡散反射アクセサリを用いた食品包装材の分析



著者

Ciaran Worth
Agilent Technologies, Inc.

概要

食品産業にとって、包装材の品質と安全性は、食品の完全性を維持しながら見込み顧客を引き付ける見た目を提供するうえで重要となる考慮事項です。包装材としてペットボトル、フィルム、容器が広く使用されていますが、紫外線（UV）透過性は、光の影響を受けやすい食品や液体に対するリスクとなり得ます。この理由から、食品産業では、これらの包装材の品質管理試験が不可欠となっています。また、多くの場合、見栄えの要件を満たすために、可視光に対するこれらの容器の透過性を測定することも重要になります。このアプリケーションノートでは、内部拡散反射アクセサリ（DRA）を装着した Agilent Cary 60 UV-Vis 分光光度計を使用して、各種プラスチック製食品包装材の紫外線および可視光の全透過率を測定した結果について考察します。

はじめに

傷みやすい食品や飲料の設計において重要な考慮事項となるのが、波長範囲 200 ~ 400 nm の紫外線 (UV) の遮断です。紫外線は、光酸化や光触媒反応によって劣化を加速させ、食品の消費期限を短縮する可能性があります。一部の包装材には、紫外線領域の光を遮断することに加え、見栄えを良くするために可視領域 (400 ~ 900 nm) における特定レベルの透明性も求められます。このことから、紫外-可視スペクトルで光の透過率を測定することが、食品包装材として有効な紫外線遮断材料の設計および試験において不可欠なステップとなっています¹。

このアプリケーションノートでは、Agilent Cary 60 UV-Vis 分光光度計 (図 1) に Cary 60 UV-Vis DRA (図 2) を装着し、さまざまな種類の食品包装材を通過する光の透過率を測定しました。この Internal DRA は Cary 60 UV-Vis 分光光度計のサンプルコンパートメント内に取り付けられる積分球であり、固体、液体、および粉末サンプルの拡散透過率や拡散反射率を測定できます。一般に、固体の食品包装材サンプルはつや消しまたは粗さのある表面を持ち、光が拡散透過します。標準的な透過型サンプルコンパートメントでは、光を散乱または拡散するサンプルの測定は容易ではありません。拡散した光が検出器から外れた光路をたどるため収集されず、正確な結果が得られない可能性があるからです。こういったサンプルには、DRA を使用することを推奨します。積分球により、サンプルからの透過光と前方散乱光がすべて収集されて測定されるため、このアプリケーションで正確な結果を得るために不可欠なツールとなります。DRA の固体サンプルホルダは簡単に使用でき、今回研究で用いた各種プラスチックサンプルの紫外-可視透過率スペクトルを一貫して測定できるようになります。



図 1. Agilent Cary 60 UV-Vis 分光光度計

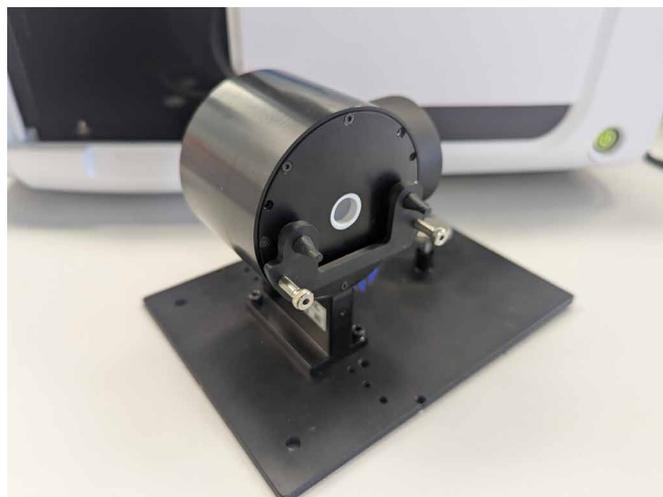


図 2. 固体薄膜サンプルホルダを取り付けた、Agilent Cary 60 UV-Vis 分光光度計用の Internal DRA

実験方法

4 種類の包装材から 4 × 4 cm のサンプルを切断し、蒸留水で洗浄した後、ラボ用ティッシュで拭いて指紋や残留物を取り除きました。サンプルとして、生姜砂糖漬けの包み、クマ形グミの包装紙、ゴマバーの包装紙、米の包装材、牛乳および水のボトルを選択しました。これらのサンプルを、固体薄膜サンプル用の取り付けクリップと、開口径を 6 mm に縮小するインサートを使用して、Internal DRA の透過ポートの前に取り付けました。図 3 に、この位置にセットしたサンプルによる、DRA における全透過光 (= 拡散透過光 + 鏡面透過光) を示します。この実験では、反射ポートを、PTFE でコーティングしたインサートで塞ぎました。

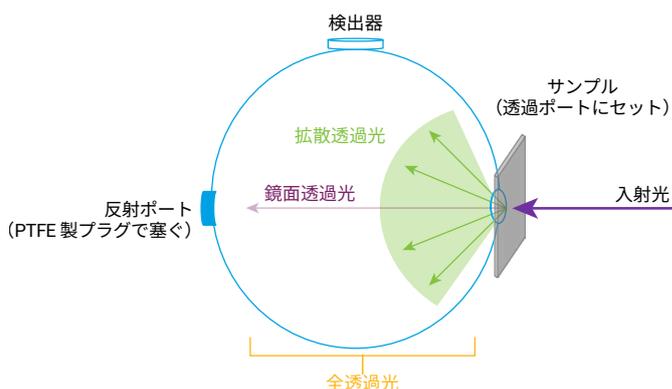


図 3. Agilent Cary 60 UV-Vis 分光光度計用の DRA における全透過光 (= 鏡面透過光 + 拡散透過光) の概略図

透過ポートにサンプルをセットしない状態で透過率 100 % のベースラインを採取し、これを以降のすべてのサンプル測定に使用しました。Internal DRA を装着した Cary 60 UV-Vis 分光光度計と Agilent Cary WinUV ソフトウェアのスキャンアプリケーションを使用して、以下の測定パラメータで紫外-可視透過率 (%T) スペクトルを採取しました。

- スペクトル範囲：200 ～ 900 nm
- 平均化時間：0.1 秒
- データ間隔：1 nm

各測定間でサンプルの位置変更と回転を行って 5 回の繰り返し測定を実行し、サンプル表面にわたるばらつきが結果に重大な影響をおよぼさないことを確認しました。

結果と考察

4 種類のサンプルについて採取した %T スペクトルを図 4 に示します。

生姜および米の包装材のスペクトルでは 330 nm に、またクマ形グミおよびゴマの包装紙のスペクトルでは 305 nm に、%T が 85 ～ 95 % からほぼ 0 % に下降する急勾配の吸収端が現れました。これは、包装材が可視および UVA 波長範囲 (315 to 900 nm) で高い透明性を示す一方、UVB 光 (280 ～ 315 nm) をほぼ吸収することを表します。牛乳のボトルの可視領域における透明性はそれより低く、少なくとも紫外線に対して半透明です。

表 1 に、紫外 (200 ～ 400 nm) および可視 (400 ～ 900 nm) 波長範囲にわたる各サンプルの平均 %T を示します。また、紫外および可視波長範囲において、各測定波長での 5 回の繰り返し測定により得られた値の標準偏差をそれぞれの波長範囲にわたって平均することにより、2 つの波長範囲の %T の平均標準偏差も計算しました。繰り返し測定の際には、サンプルの不均質性を明らかにするために、測定ごとにサンプルの回転と位置変更を行いました。平均標準偏差は 0.6 %T 以下でした。これは、Internal DRA を装着した Cary 60 UV-Vis により、今回用いたさまざまなサンプルについて、紫外および可視透過率を正確に測定できることを示しています。

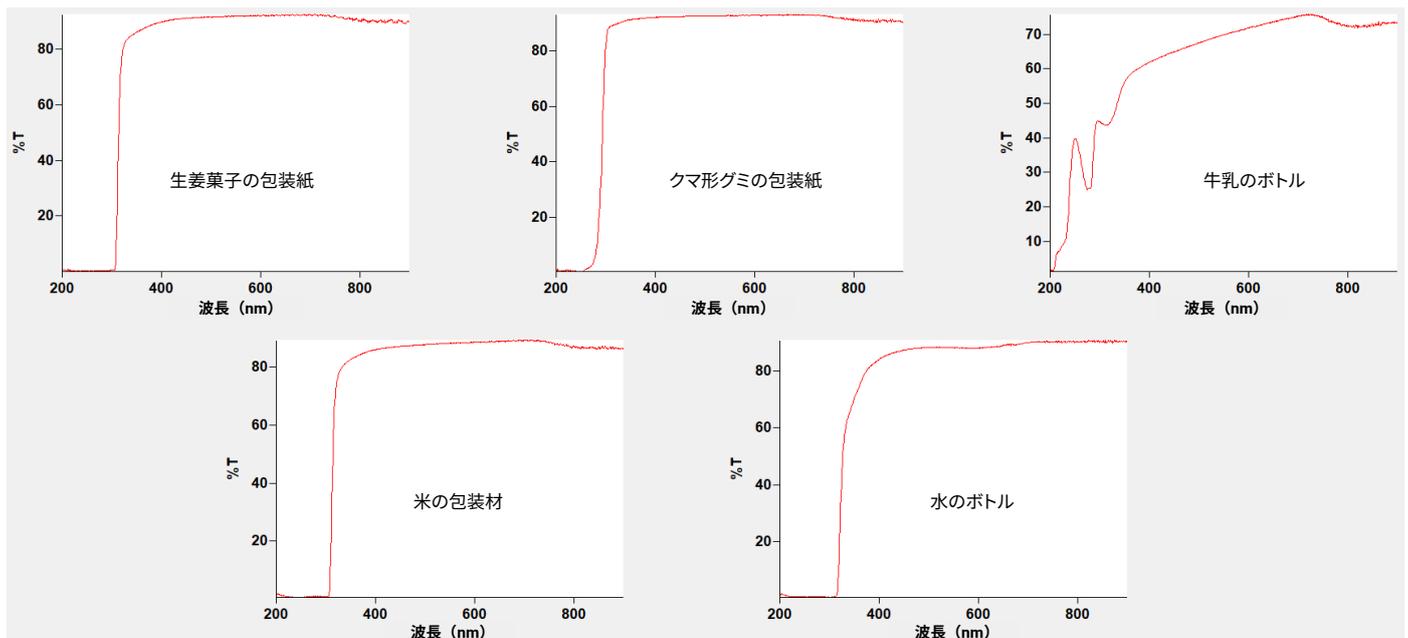


図 4. Agilent Cary 60 UV-Vis 分光光度計用 DRA を使用して全透過モードで採取した、各種包装材の紫外-可視透過率 (%T) スペクトル

表 1. 紫外および可視波長範囲にわたるさまざまなプラスチック包装材サンプルの平均 %T と、これらの波長範囲にわたる平均標準偏差

サンプル	200 ~ 400 nm の %T (平均)	400 ~ 900 nm の %T (平均)	200 ~ 400 nm の %T の平均標準偏差	400 ~ 900 nm の %T の平均標準偏差
生姜砂糖漬けの包装材	37.8	91.4	0.1	0.2
米の包装材	36.1	87.6	0.3	0.5
クマ型グミの包装紙	50.0	92.2	0.2	0.2
牛乳のボトル	38.2	70.6	0.5	0.4
水のボトル	28.9	88.9	0.6	0.3

結論

今回の研究では、Internal DRA を装着した Agilent Cary 60 UV-Vis 分光光度計を使用して、紫外-可視波長範囲における食品包装材の全透過率を測定しました。シンプルなワークフローにより、多様な固体サンプルの紫外線防護と見栄えを優れた信頼性で高速分析することができました。この使いやすいソリューションでは、食品包装材のユーザーとメーカーが、食品包装材がそれぞれの要件を満たし、用途に適していることをすばやく確実に確認することができます。

参考文献

- Roy, S.; Ramakrishnan, R.; Goksen, G.; Sunita Singh, Łopusiewicz, L. Recent Progress on UV-light Barrier Food Packaging Films – A Systematic Review, Innovative Food Sci. Emerging Technol. **2024**, 91, 103550. DOI: 10.1016/j.ifset.2023.103550

詳細情報

- Agilent Cary 60 UV-Vis 分光光度計
- Cary 60 UV-Vis 拡散反射アクセサリ
- UV-Vis アプリケーションガイド
- UV-Vis アプリケーション用 Cary WinUV ソフトウェア
- UV-Vis 分光光度計および分光光度法に関する FAQ

ホームページ

www.agilent.com/chem/jp

カスタムコンタクトセンター

0120-477-111

email_japan@agilent.com

本製品は一般的な実験用途での使用を想定しており、医薬品医療機器等法に基づく登録を行っておりません。本文書に記載の情報、説明、製品仕様等は予告なしに変更されることがあります。

DE-006000

アジレント・テクノロジー株式会社
© Agilent Technologies, Inc. 2025
Printed in Japan, May 22, 2025
5994-8277JAJP