THE

エンジニアリング・ガイド

機械用

rPET

COLOR MEASUREMENT

色測定

FLAKES, PELLETS, AND PLAQUES

フレーク、ペレット、およびプレート

A Practical Roadmap for Consistent Quality,

Fewer Issues, and Better Results

優れた品質を実現するための実践的なロードマップ、

問題の*減少*と、より良い解決策



ENGINEER QUALITY

Build a solid foundation for reliable results.

エンジニアの品質

信頼性の高い結果を得るため

REDUCE VARIATION

Identify what's driving color differences.

ばらつきの低減

色差の原因を特定する。

IMPROVE PERFORMANCE

Use data to make better decisions and reduce waste.

パフォーマンスの向上

データを活用してより良い意思決定

DOCUMENT & STANDARDIZE

Create repeatable processes that stand the test of time.

文書化と標準化

長期にわたり信頼できる再現性のあるプロセスを確立する。

HunterLab

The world's true measure of color

HunterLab

世界有数のカラー測定機器メーカー

PRINCIPLES

Understand the key principles of objective color measurement.

STANDARDIZATION

Establish standards and align across the supply chain.

SOLUTION SELECTION

Choose the right tools and methods for your application.

IMPLEMENTATION

Follow a proven engineering roadmap to success.

CONTINUOUS IMPROVEMENT

Monitor, optimize, and drive long-term program excellence.

rPET カラー測定ガイドシリーズ

rPET プロセスの各ステップに関する*包括的*なガイド。

u hain

1 機械的リサイクルガイド

Focus on flakes, pellets, and plaques from mechanical recycling.

YOU ARE HERE

O CHEMICAL RECYCLING GUIDE

Focus on chemical recycling—liquid intermediates, APHA analysis, and re-polymerized resin.

再生製品ガイド

Focus on preforms, bottles, sheet, film, fiber, caps & closures, and other rPET products.

Additional guides will be added as topics and applications are developed.

Better Measurement. Smarter Decisions. Stronger Results.

ース

目次

本ガイドの構成

本ガイドは、製造業者が客観的な rPET 色測定プログラムを開発・管理する際に一般的に直面する疑問を中心に構成されています。各章は前の章の内容を踏まえ、測定の基本概念から、標準化、ソリューションの選定、ビジネス上の正当性、導入、トラブルシューティングへと順を追って解説しています。



第1章 — 色測定について学ぶ

rPETの色測定がなぜ異なるのかを理解し、再生PETを評価するために使用される基本的な色の概念や、再生PETを評価するために用いられる数値について学びます。



第2章 — 規格について学ぶ

標準化された試料調製、測定条件、承認された規格、許容誤差、および傾向分析が、どのようにして比較可能で再現性のある測定結果を生み出すかを学びます。



第 3 章 — ソリューションの選択

機器の設計や測定形状が rPET の測定結果にどのように影響するか、また、材料や測定目的に適したソリューションをどのように選択すべきかを理解します。

第 4 章 — プログラムの正当性を立証する

測定およびプロセス制御の改善と、スクラップ、手直し、返品、および顧客リスクの低減を結びつけることで、客観的な色測定のビジネスケースを構築します。



第 5 章 — プログラムの実施計画、標準化、設置、設定、トレーニング、導入、および継続的なプログラム管理を通じて、測定戦略を実際に機能するプログラムへと転換します。

計画、標準化、設置、設定、トレーニング、展開、および継続的なプログラム管理を通じて、測定戦略を実用的なプログラムへと転換します。

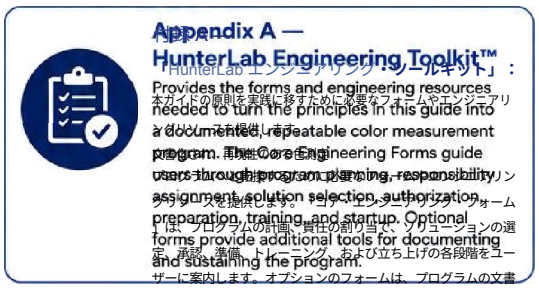


第6章 — 問題の解決

rPETの色測定および材料に関する一般的な問題を診断し、その潜在的な原因を理解した上で、適切な是正措置を決定します。

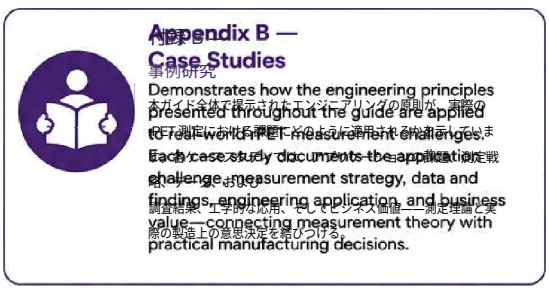
補足技術リソース

この6つの章では、効果的なrPET色測定プログラムを構築・維持するために必要な知識と方法論を解説しています。付録では、実用的な導入ツールや実際の適用事例を通じて、その方法論をさらに掘り下げています。



Appendix A — HunterLab Engineering Toolkit™ : Provides the forms and engineering resources needed to turn the principles in this guide into a documented, repeatable color measurement program. The Core Engineering Forms guide users through program planning, responsibility assignment, solution selection, authorization, preparation, training, and startup. Optional forms provide additional tools for documenting and sustaining the program.

付録 A — 「HunterLab エンジニアリング・ツールキット」：本ガイドの原則を実践に移すために必要なフォームやエンジニアリングリソースを提供します。コア・エンジニアリング・フォームは、プログラムの計画、責任の割り当て、ソリューションの選定、承認、準備、トレーニング、および立ち上げの各段階をユーザーに案内します。オプションのフォームは、プログラムの文書化と維持のための追加ツールを提供します。



Appendix B — Case Studies: Demonstrates how the engineering principles presented throughout the guide are applied to real-world rPET measurement challenges. Each case study documents the application challenge, measurement strategy, data and findings, engineering application, and business value—connecting measurement theory with practical manufacturing decisions.

付録 B — 事例研究：本ガイド全体で提示されたエンジニアリングの原則が、実際の rPET 測定における課題にどのように適用されるかを示しています。各事例研究では、適用上の課題、測定戦略、データと結果、工学的な応用、そしてビジネス価値——測定理論と実際の製造上の意思決定を結びつける。



第1章〜第6章 — 方法論の学習と応用

効果的なrPETカラー測定プログラムのための知識と工学的な枠組みを構築します。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

1冊のガイド。3段階のサポート。

付録 A — プログラムの実施

標準化されたエンジニアリングフォームを使用して、プログラムの計画、文書化、展開、および維持を行います。

付録R —

適用

照

客観



にど

および品質に関する意思決定の改善かを示す実例を検証してください。



©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

rPETの機械的色測定に関するエンジニアリングガイドへようこそ

再生PET（rPET）は、経済面および持続可能性の面で大きなメリットをもたらしますが、同時に新たな品質上の課題も生じます。バージンPETとは異なり、機械的リサイクル材は、製造履歴、加工条件、汚染レベル、ポリマーの経年劣化の程度が異なる可能性のある回収原料から生産されます。その結果、色、イエローインデックス、蛍光増白剤の反応、および全体的な外観に自然なばらつきが生じることが予想されます。

本ガイドは、特にPETの機械的リサイクルおよびrPETフレーク、ペレット、ならびに調製されたプラークの客観的な色測定に焦点を当てています。これらの材料は、リサイクル業者、樹脂メーカー、加工業者、および製造業者が、材料の品質を評価し、プロセスの一貫性を監視し、サプライヤーやロットを認定し、さらなる付加価値が加わる前に重要な変化を特定できる、極めて重要な段階を表しています。

課題は、観察された差異がリサイクル材料における許容範囲内のばらつきであるのか、それとも調査を要する原料、加工、汚染、またはその他の条件の変化を示しているのかを判断することです。

標準化された色測定は、その区別を行うための客観的な方法を提供します。

主観的な目視検査を再現性のある数値データに置き換えることで、製造業者は色の変化をより早期に検出し、ばらつきの原因を調査し、情報に基づいた工程調整を行い、有意義な材料仕様を確立し、定義された品質要件を満たすrPETを一貫して生産することが可能になります。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

本ガイドは、機械的 rPET リサイクルプロセス全体を通じて、標準化された色測定を理解、導入、最適化するための、6 章からなる実践的なロードマップを提供します。色測定を初めて評価する場合でも、測定手順を確立する場合でも、測定機器を選定する場合でも、ビジネスケースを構築する場合でも、標準化された測定プログラムを導入する場合でも、あるいは生産上の問題をトラブルシューティングする場合でも、各章では、前の章で確立された工学的な原則に基づいて、特定の課題に取り組んでいます。

本ガイドは論理的な学習パスとして構成されていますが、特定の測定に関する疑問や生産上の問題が生じた際には、各章を独立した技術リファレンスとして活用することも可能です。

rPET色測定ガイドシリーズ

本ガイドは、rPETのバリューチェーン全体にわたる客観的な色測定を扱う、計画中のシリーズの第1弾です。各ガイドは、測定上の課題の理解、プロセスの標準化、適切な測定ソリューションの選定、プログラムの実施、そして客観的なデータを活用した品質および製造パフォーマンスの向上という、共通の工学的な枠組みに基づいています。

ガイド 1 — 機械的リサイクル

フレーク、ペレット、およびプラーク

回収されたPETフレークから、加工されたペレット、そして調製されたプラークに至るまで、機械的リサイクル工程における客観的な色測定に焦点を当てています。

ガイド2 — 化学的リサイクル

化学中間体から再重合PETまで

化学リサイクル工程における色測定に焦点を当て、回収された化学中間体、精製、APHA/Pt-Co分析、プロセスモニタリング、および再重合PETを含みます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

ガイド 3 — rPETを使用した製造製品

リサイクル原料から完成品まで

rPETから製造された製品に対する客観的な色測定の適用に焦点を当てています。これには、プリフォーム、ボトル、シート、フィルム、繊維、キャップおよび閉鎖部品、その他の完成品などの用途が含まれます。

本ガイドの対象読者

本ガイドは、機械的リサイクルされたPETフレーク、ペレット、および関連材料の生産、加工、測定、仕様策定、または品質管理を担当する専門家を対象としています。これには以下が含まれます：

- 品質管理および品質保証担当者
- プロセスおよび製造エンジニア
- 実験室技術者
- 生産監督者および工場長
- 製品開発および研究開発（R&D）エンジニア
- 運用および継続的改善チーム
- サプライヤー品質および入荷検査担当者
- 機械的リサイクルPETの色品質基準の策定または維持を担当する者

本ガイドの構成

本ガイドは、機械的再生PETフレーク、ペレット、およびプラークを対象とした客観的な色測定プログラムを開発・管理する際に、製造業者が一般的に直面する疑問を軸に構成されています。各章は前の章の内容を踏まえ、測定の基本概念から標準化、ソリューションの選定、ビジネス上の正当性、導入、トラブルシューティングへと順を追って解説しています。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

このガイドでは、視覚的な学習、技術的なガイダンス、実装ツール、そして実例を組み合わせることで、複雑な色測定の概念をより理解しやすく、実践しやすくしています。

各章の冒頭には、主要な概念を視覚的に紹介する1ページ見開き以上のインフォグラフィックが1つ以上掲載されています。続く解説では、各インフォグラフィックの背景にある工学的な原理を説明し、技術的な詳細を掘り下げるとともに、機械式rPETリサイクル工程においてそれらの概念を適用するための実践的な指針を提供しています。

ガイド全体を通じて、簡潔な「*工学原理*」が重要な技術概念を明確にし、「*覚えておきたいポイント*」の要約が重要な学びを定着させます。

このアプローチにより、読者は概念を視覚的に理解し、それを裏付ける技術情報を掘り下げ、自社の業務にどのように適用できるかを判断できるようになります。

第1章：色測定について学ぶ

rPETの色品質を安定させるための基礎

Q&A：*rPETの測定が異なる理由は？*

再生PETがバージンPETとは異なる挙動を示す理由、目視検査だけでは不十分な理由、そして素材の品質について最も有意義な知見が得られる色測定方法について理解します。

第2章：規格について学ぶ

信頼性の高いrPET色測定のためのベストプラクティス

Q&A：*信頼性の高い測定を実現する実践方法とは？*

正確かつ再現性のある色測定を行うための、代表性のあるサンプリング、試料調製、標準化された測定手順、承認された規格、許容差、およびデータ報告に関するベストプラクティスについて学びます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

第3章：ソリューションの選択

信頼性の高いrPETの色測定に適した測定器の選定

回答：*rPETの測定にはどの測定器が最適か？*

再生PETの測定において最も重要な測定器の特性を探り、適切な測定ジオメトリ、照明、およびワークフローを選択することが、なぜ測定の精度と再現性を向上させるのかを理解しましょう。

第4章：プログラムの正当化

rPET色測定プログラムの導入根拠

Q&A：*投資の正当性をどのように説明すればよいですか？*

標準化された色測定が、廃棄物の削減、工程管理の改善、サプライヤーの適格性評価の強化、そして製造パフォーマンスの向上を通じて測定可能な経済的利益をもたらす仕組みについて学びます。

第5章：プログラムの導入

rPET色測定プログラムの成功に向けた導入

Q&A：*測定プログラムをどのようにして成功裏に展開すればよいでしょうか?*標準化された手順の確立、オペレーターのトレーニング、基準と許容誤差の定義、測定データの管理、そしてプロセスパフォーマンスの継続的な改善に向けた、体系的なロードマップに従ってください。

第6章：トラブルシューティングと最適化

rPET色測定における一般的な課題の解決

Q&A：*なぜ色が変わってしまったのか？*

実用的なトラブルシューティングガイドを活用して、黄変、ロット間のばらつき、蛍光増白剤（OBA）、測定器間の差異、材料のばらつきなど、rPETの色に関する一般的な問題の根本原因を特定し、適切な是正措置を決定します。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

補足エンジニアリングリソース

全6章では、効果的なrPETの機械的色測定プログラムを構築・維持するために必要な知識と方法論を提供しています。付録では、実用的な導入ツールや実際の応用例を通じて、その方法論をさらに掘り下げています。

付録A — HunterLab Engineering Toolkit™

測定プログラムの計画、文書化、導入、および維持管理のための標準化されたエンジニアリング用フォームおよびリソースを提供します。

付録 B — ケーススタディ

本ガイド全体で提示されたエンジニアリングの原則が、実際の機械的rPET測定上の課題や製造上の意思決定にどのように適用されるかを示しています。

一つの目標：rPETの機械的品質の一貫性

本ガイドのすべての部分は、製造業者が rPET の品質について、より確信を持ってデータに基づいた意思決定を行えるよう支援するという、ひとつの目標を支えています。

各セクションは前のセクションの内容を基に構成されており、色測定の科学的な理解から、包括的な品質プログラムの実施、そして機械的リサイクルPETフレーク、ペレット、プラークに関連する実際の生産上の課題の解決へと進んでいきます。

全6章、エンジニアリング・ツールキット、およびケーススタディが一体となり、rPETバリューチェーンの機械的リサイクル段階全体において、材料のばらつきを低減し、製造の一貫性を向上させ、サプライヤーおよび工程管理を強化し、データに基づいた確信を持って意思決定を行うための実践的な枠組みを提供します。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

本ガイドで確立された原則は、より広範な「rPET色測定ガイドシリーズ」の基盤となります。同シリーズでは、化学的リサイクルからrPETを使用した完成品の製造に至るまでの測定戦略について解説していきます。

本ガイドの活用方法

機械的リサイクルPET向けの新しい色測定プログラムを開発する読者は、rPETの色測定の基礎から始め、標準化、ソリューションの選定、ビジネス上の正当性、導入、トラブルシューティングへと順を追って本ガイドを読み進めることで、大きな恩恵を受けるでしょう。

経験豊富なユーザーは、各章を個別に利用したり、プログラムの導入や文書化の際には付録 A の「エンジニアリング・ツールキット」に直接進んだり、付録 B のケーススタディを参照して、この方法論が実際の機械的 rPET 測定の課題にどのように適用されているかを確認したりすることができます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

第1章

色測定の基礎を学ぶ

rPETの
一貫したrPETの色品質



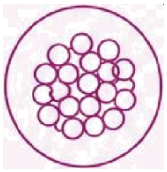
再生PET（rPET）には大きな利点がありますが、自然な色のばらつきが生じ also i ます。この章では

rPETの色を理解し、標準化された測定によって外観を信頼性の高いデータに変換し

、より適切な製造上の意思決定を行うために必要な知識を築きます。

IN THIS CHAPTER, YOU'LL LEARN HOW TO:
この章では、以下のことを学びます

R



rPETの特長とは

？

再生PETが、原料の混合、加工履歴、環境要因によって自然にばらつきが生じる理由を理解しましょう。

O



なぜ
標準化された

照明条件は？

代表性のあるサンプリング

機器の標準化

定

結果の報告

O



rPETは

？

れるのか？

@ 参照標準試料の調製

yq|e p p

AE（色差）測定手順

@合格／不合格判定、複数回の測

o 文書化

@



色の測定方法とは

” 色データはどのように使用さ

SPC および傾向分析 サプライヤーの適格性評価 オペレーターのトレーニング 継続的改善

測定履歴



本章の目的

信頼性の高い色データを得るために業界標準が不可欠な理由

サンプリングと前処理が測定精度に与える影響

標準化された手順が
reduce measurement variation

規格、許容差、および dE が品質に関する意思決定をどのように支えるか

一貫性が基盤となる理由



あらゆる測定に対する信頼を築く

信頼性の高い製造上の意思決定は、信頼性の高い測定データから始まります。

標準化された手順に従うことで、色の違いが測定方法の違いではなく、材料自体の変化によるものであることが保証されます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ



©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

第1章へようこそ

色測定について学ぶ

rPETの色品質を安定させるための基礎

再生PET（rPET）は、環境面および経済面で大きなメリットをもたらしますが、一方で、バージン素材に比べて自然な色のばらつきが大きくなります。再生原料は、さまざまな製品、加工履歴、使用環境から得られるため、製造業者は、予想される材料のばらつきと、重要な工程上の変化とを区別するための客観的な方法を必要としています。

本章では、rPETの挙動が異なる理由、標準化された照明と客観的な色測定が主観的な視覚的判断を排除する方法、rPETの外観を最も適切に表現する色値、そして測定データが生産工程全体を通じて確信を持って製造上の意思決定を行うための根拠となる仕組みについて解説し、本ガイド全体の基礎を確立します。

本ガイドでは、測定の原則を、特に機械的リサイクルされたPETフレーク、ペレット、および加工済みプレートに適用しています。これらにおいては、原料の履歴、汚染、加工、蛍光増白剤、および材料のばらつきが、測定される外観に影響を与える可能性があります。

この章では、以下のことを学びます

1.1 rPET はなぜ異なるのか？

再生PETがなぜバージン素材よりも色ばらつきが大きくなるのか、そしてそれが製造の一貫性にどのような影響を与えるのかを理解します。

1.2 なぜ標準化された照明を使用するのか？

制御された照明が、視覚的な不確実性を排除し、正確で再現性のある色測定をどのように保証するのかを学びます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

1.3 rPETの色はどのように測定されるのか？

rPETの外観と品質を客観的に評価するために使用される色スケール、指標、測定値について解説します。

1.4 色データはどのように活用されるのか？

客観的な色データが、工程管理の支援、廃棄物の削減、製造の一貫性向上にどのように寄与するかを探ります。

本章の目的

この章を読み終える頃には、以下のことが理解できるようになります：

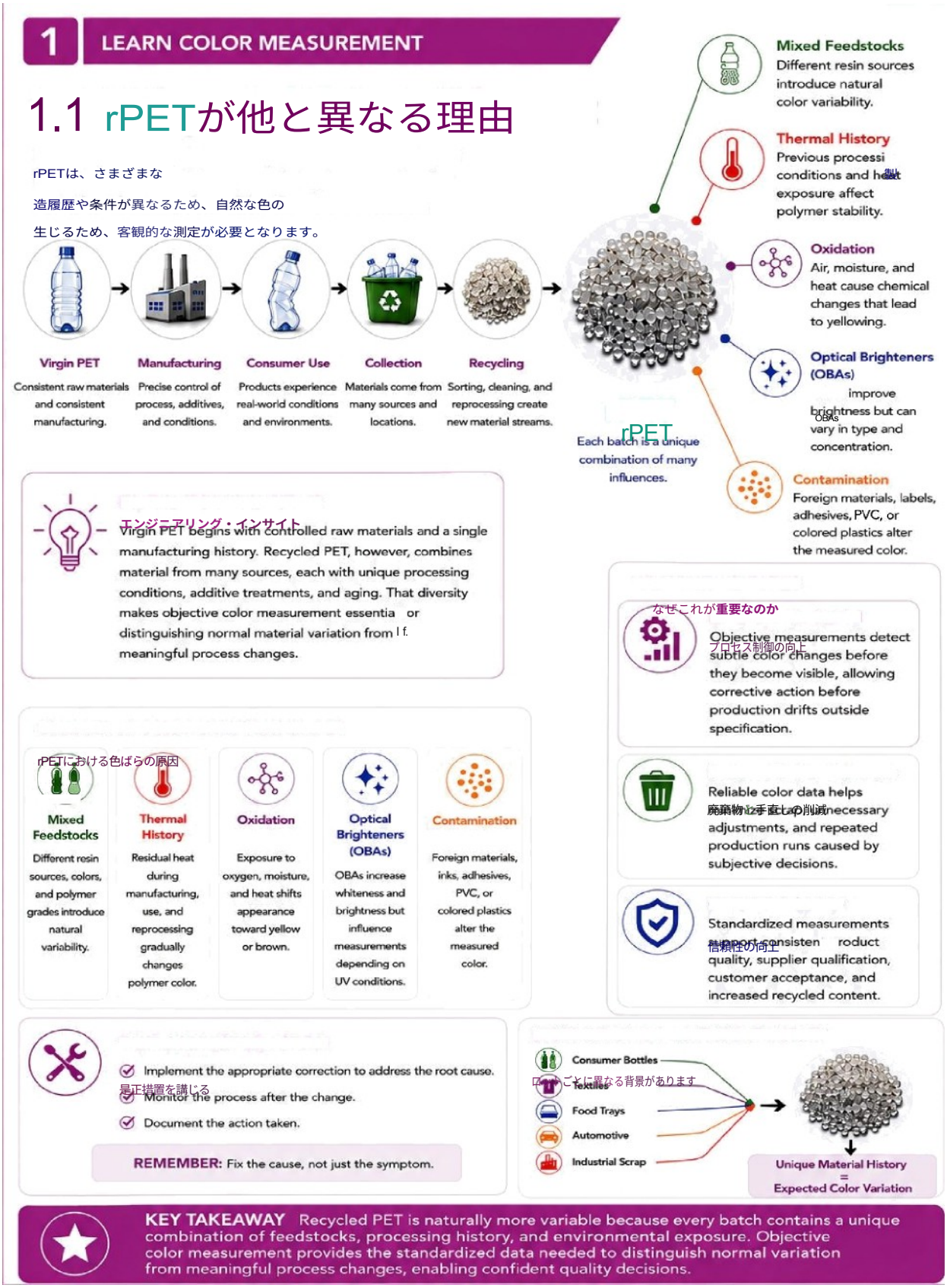
- 再生PETが、なぜバージンPETよりも色ばらつきが大きくなるのか。
- 標準化された照明が、測定の一貫性をどのように向上させるか。
- rPETを客観的に評価するためにどの色値が用いられるか。
- 客観的な色データが、製造品質と工程管理をどのように支えるか。
- 標準化された色測定が、rPETの品質管理プログラムを成功させるための基盤となる理由。

重要なポイント

この章を読み終えたら、以下の5つの原則を覚えておいてください：

- rPETの各ロットには、固有の材料履歴があります。
- 信頼性の高い色評価には、標準化された照明が不可欠です。
- 単一の測定値よりも、複数の色値を用いることで、より包括的な全体像が把握できます。
- 客観的な測定は、主観的な目視検査に取って代わります。
- 信頼性の高い色データは、rPETの品質管理プログラムを成功させるための基盤となります。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ



©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

色のばらつきは再生PETの自然な特性であり、必ずしも品質不良を示すものではありません。

製造業者にとっての課題は、観察されたばらつきが想定内のものなのか、それとも是正措置を必要とする製造プロセスの変化を示しているのかを判断することです。

目視検査だけでは、これらの疑問に答えることはできません。標準化された色測定は、主観的な目視評価を再現性のある数値データに置き換え、製造業者が通常の材料のばらつきと真の工程変化を区別し、一貫した品質判断を下せるようにします。

一貫した色を実現するには、まず、再生PETがバージンPETとは異なる挙動を示す理由と、標準化された測定によって、予想される材料のばらつきと重要な工程の変化をどのように区別できるかを理解することから始めなければなりません。

工学上の原理

色のばらつきが大きいことは、再生PETに固有の特性であり、製造上の欠陥ではありません。

覚えておいてください

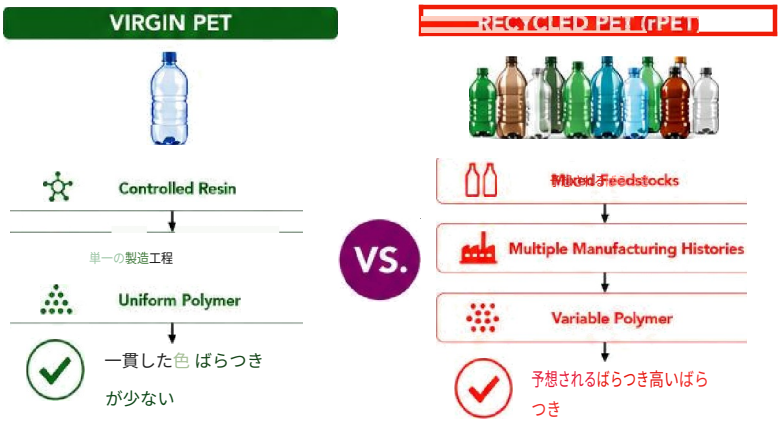
rPETの各ロットには固有の材料履歴があるため、ある程度の色ばらつきは予想されます。目標は、すべてのばらつきを排除することではなく、通常のばらつきがいつ意味のある工程上の変化に変わるかを認識することです。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

1 LEARN COLOR MEASUREMENT

1.2 バージンPET 対 リサイクルPET（rPET）

見た目が同じPETが、*なぜ異なる*色測定値*を示すのか*。



エンジニアリング・インサイト

単一の製造プロセスを用いる。対照的に、

再生PETは

複数のメーカーからの

メーカーや製品から供給される場合があり、

processing conditions, and

その結果、一見類似しているように見える複数の

rPETロットであっても、色特性や

加工特性が異なる場合があります。

素材の比較

VIRGIN PET Characteristics	再生PTY (rPET) Cfma<t•ristt<s
Controlled raw materials	Mixed feedstocks
Uniform chemistry	Multiple heat histories
Single thermal history	Oxidation
Minimal contamination	Optical brighteners
Low color variability	Additives
	Contamination
	Greater variability
Result: Predictable appearance.	Result: Expected lot-to-lot color variation

rPETにおけるばらつきの要因

Mixed Feedstocks	different base colors, additives, and previous product histories.
Multiple Heat Histories	Each recycling cycle slightly changes polymer chemistry, increasing natural color variation
Oxidation	Exposure to heat and oxygen gradually shifts color toward yellow or brown.
Optical Brighteners (OBAs)	Fluorescent additives influence Whiteness Index and color measurements under UV illumination.
Contamination	Small amounts of labels, adhesives, PVC, or colored plastics can significantly affect appearance.

WHY THIS MATTERS

目的：cO\Or meesMEemWt により

メーカーは以下を区別できる：

通常

ばらつき

VS.

以下の区別を可能にす

る：

ベストプラクティス

an approved appearance standard before



Recommended Values to Track

L* a* b* YI WI ΔE*

KEY TAKEAWAY

Virgin PET is manufactured under tightly controlled conditions, while recycled PET reflects the combined effects of multiple feedstocks, processing histories, and material sources. Understanding these natural sources of variation allows manufacturers to make informed decisions based on objective color data rather than visual appearance alone.

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

一見すると、再生PET（rPET）ペレットは、バージンPETとよく似ているように見えます。

どちらも透明で清潔に見え、製造に適しているように思えます。

しかし、一見してほぼ同じに見える材料であっても、色測定値が異なったり、加工時の挙動が異なったりし、その結果、外観が著しく異なる製品が生じる可能性があります。

バージンPETと再生PETは見た目は似ているかもしれませんが、その素材の経歴は根本的に異なります。バージンPETは、厳密に管理された原材料を用いて、単一の製造工程で製造されます。各ロットは一貫した条件下で生産されるため、ポリマーの特性は予測可能であり、ロット間の色ばらつきも最小限に抑えられます。

一方、再生PETは異なる経路をたどります。再生樹脂となる前に、その材料は複数の製造業者、製品、消費者、リサイクルフロー、再加工工程を経ている可能性があります。これらの各段階が、完成した樹脂の独自の履歴を形成します。

その結果、rPETの各バッチには、原料、加工条件、環境への曝露、添加剤、およびポリマーの経年変化が、それぞれ異なる組み合わせで含まれています。こうした蓄積された経歴により、バージンPETで通常見られるものよりも大きなばらつきが生じるのは当然のことです。このばらつきは欠陥ではなく、再生材料に期待される特性なのです。

設計上の原則

rPETでは色のばらつきが大きくなることが予想されます。すべての色の違いが製造上の問題を示すわけではありません。

覚えておいてください

プロセスを調整する前に、「通常のばらつき」がどのようなものかを把握しておきましょう。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

1.3 rPET測定における光源によるばらつき

同じ rPET サンプルでも、照明条件が異なると、色が変化していないにもかかわらず、見た目が異なって見えることがあります。

光学増白剤（OBAS）が含まれており、rPET原料に一般的に見られます。

Ultra Violet (UV) light found in

simulating light sources influences

tMZA0d@EgCENT tâG IT

-Z700K

暖色系、黄色がかった色
can maka rd-'ET appaac more
黄色と茶色が鮮やか。

蛍光灯

-JOOOK

涼しい iig5t ••tth » il••s ir. toe
スペキュムは、より正確な色を明らかにできる
そして、その本質。

DAYLIGHT (D65)

~6500K

aaia• a, n»urai iig6c p• •iae»
最も正確な色
比較。







ENGINEEBâNG IMSIG5dY

Light sources vary in intensity, spectrum, and color temperature. These differences affect how we see color and can lead to visual mismatches, inconsistent decisions, and standardized lighting in instruments eliminates subjective variation and ensures reliable, repeatable measurements.

LIGMY ソースの変動性が重要な理由

一貫性のない視覚的マッチング

照明の違いは、色の承認に関する意見の相違や顧客からの苦情につながる可能性があります。

意思決定

変動する照明条件下での外観評価に依存すると、誤った材料の承認や拒絶のリスクが高まります。

VARIATION

異なる照明下での通常の評価は、品質管理や生産にばらつきをもたらす可能性があります。

LOSS OF CONFIDENCE

主観的な色判断は、データの信頼性を低下させ、サプライヤーと顧客の関係に影響を与える可能性があります。

KEY TAKEAWAY

Lighting changes how we see color, but it does not change the material. Standardized lighting in instruments removes visual bias, ensures consistent color measurement, and supports confident, data-driven decisions in rPET production.

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

材料の履歴は、再生 PET に当然のばらつきがある理由を説明しますが、同じ材料が照明条件の変化によって異なって見える理由については説明できません。

色評価において最もよく聞かれる質問の一つは、

「何も変わっていないのに、なぜ材料の見え方が違うのか？」

その答えは、色が素材そのものの特性だけによるものではないからです。色は、光源、素材、そして観察者の相互作用によって生み出されます。これらの要素のどれか一つでも変化すれば、素材自体は変わっていなくても、知覚される色は変化する可能性があります。

これは、再生PETを評価する際に特に重要です。rPET素材には、光源に含まれる紫外線（UV）エネルギーの量に応じて異なる反応を示す蛍光増白剤（OBA）が含まれていることがよくあります。その結果、素材自体に実際の変化がないにもかかわらず、同じペレットが異なる照明条件下でより明るく、より白く、あるいはより黄色く見えることがあります。

メーカーにとって、これは課題となります。照明条件が管理されていない場合、同じサンプルを評価する2人の担当者が異なる結論に達し、品質判断に一貫性が失われる恐れがあります。

工学上の原理

照明は外観を変えるものであり、素材そのものを変えるものではありません。

覚えておいてください

色の評価は、常に標準化された照明条件下で行うこと。

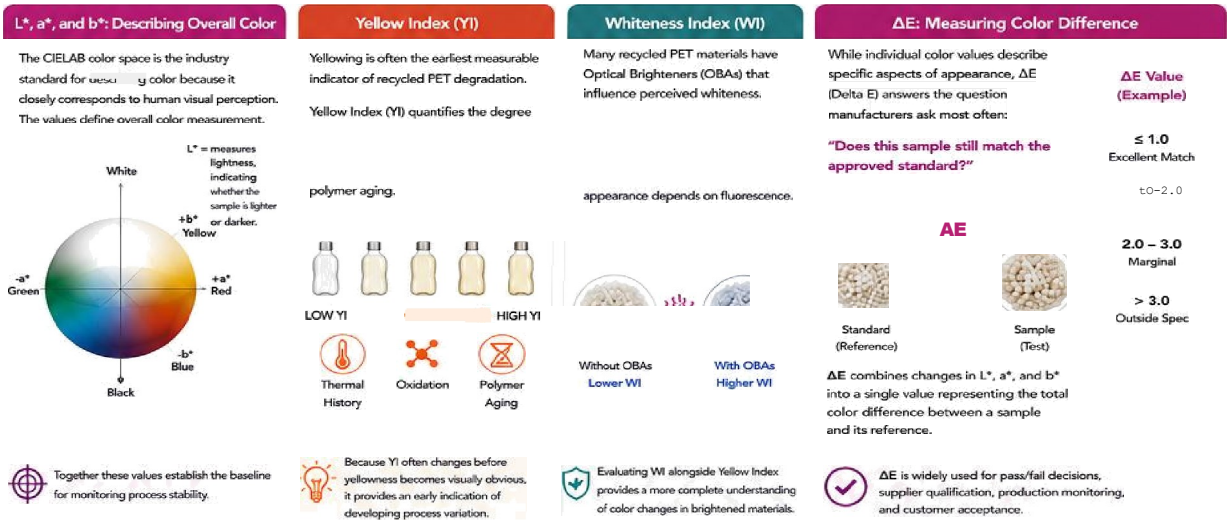
©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

1.4 rPETの色の測定方法

照明の標準化が完了したら、次のステップは、外観を測定・比較が可能で、一貫した製造上の意思決定の根拠として活用できる数値データに変換することです。







KEY TAKEAWAY Standardized color measurement converts appearance into reliable data. By evaluating L*, a*, b*, Yellow Index, Whiteness Index, and ΔE together, manufacturers gain a complete understanding of material appearance and can make confident, data-driven quality decisions.

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

照明が標準化されたら、次のステップは、外観を測定・比較が可能で、一貫した製造上の意思決定の根拠となる数値データに変換することです。

分光光度計は、視覚的な外観を、色を記述する標準化された数値に変換します。メーカーは、サンプルを「*少し黄色い*」や「*少し暗い*」と表現するのではなく、オペレーター、生産ライン、研究所、施設間で一貫した正確な数値を用いて、色を測定、比較、伝達することができます。

単一の測定値だけでは、材料の外観を完全に表現することはできません。各色値は材料に関する異なる情報を提供し、それらが組み合わさって、その外観と一貫性の全体像を形成します。

CIELAB (L*, a*, b*) 色空間

CIELAB色空間は、人間の視覚的知覚と密接に対応しているため、色を記述するための業界標準となっています。

すべての測定値は、以下の3つの値によって定義されます。

- L*は明度を測定し、サンプルが明るいのか暗いのかを示します。
- a*は赤と緑のバランスを測定します。
- b*は、黄色と青色のバランスを測定します。

これらの値を総合することで、プロセスの安定性を監視するための基準が確立されます。

CIE ΔE*：色差

個々の色値は外観の特定の側面を表すのに対し、ΔE（デルタE）は、メーカーが最も頻繁に問う次の疑問に答えるものです：

ASTM E313 黄度指数（YI）

黄変は、再生PETの劣化において、しばしば最も早期に測定可能な指標となります。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

黄度指数（YI）は黄変の程度を定量化するものであり、熱履歴、酸化、およびポリマーの経年劣化に伴う変化を監視するための有効なツールとなります。YIは、黄変が視覚的に明らかになる前に変化することが多いため、進行中のプロセス変動を早期に示す指標となります。

ASTM E313 白度指数（WI）

多くの再生PET材料には、知覚される白さに影響を与える蛍光増白剤（OBA）が含まれています。

白色度指数（WI）は、これらの影響を定量化するのに役立ち、特に蛍光に依存して外観が決まる材料を検査する際に有用です。WIを黄変指数と併せて評価することで、蛍光増白された材料の色変化をより包括的に把握することができます。

「このサンプルは、承認された基準にまだ適合しているか？」

ΔEは、L*、a*、b*の変化を統合し、サンプルとその基準値との間の総色差を表す単一の値です。これは、合否判定、サプライヤーの認定、生産モニタリング、および顧客による受入判定に広く使用されています。

工学上の原則

色の判定は、決して単一の測定値のみに依存してはなりません。

覚えておいてください

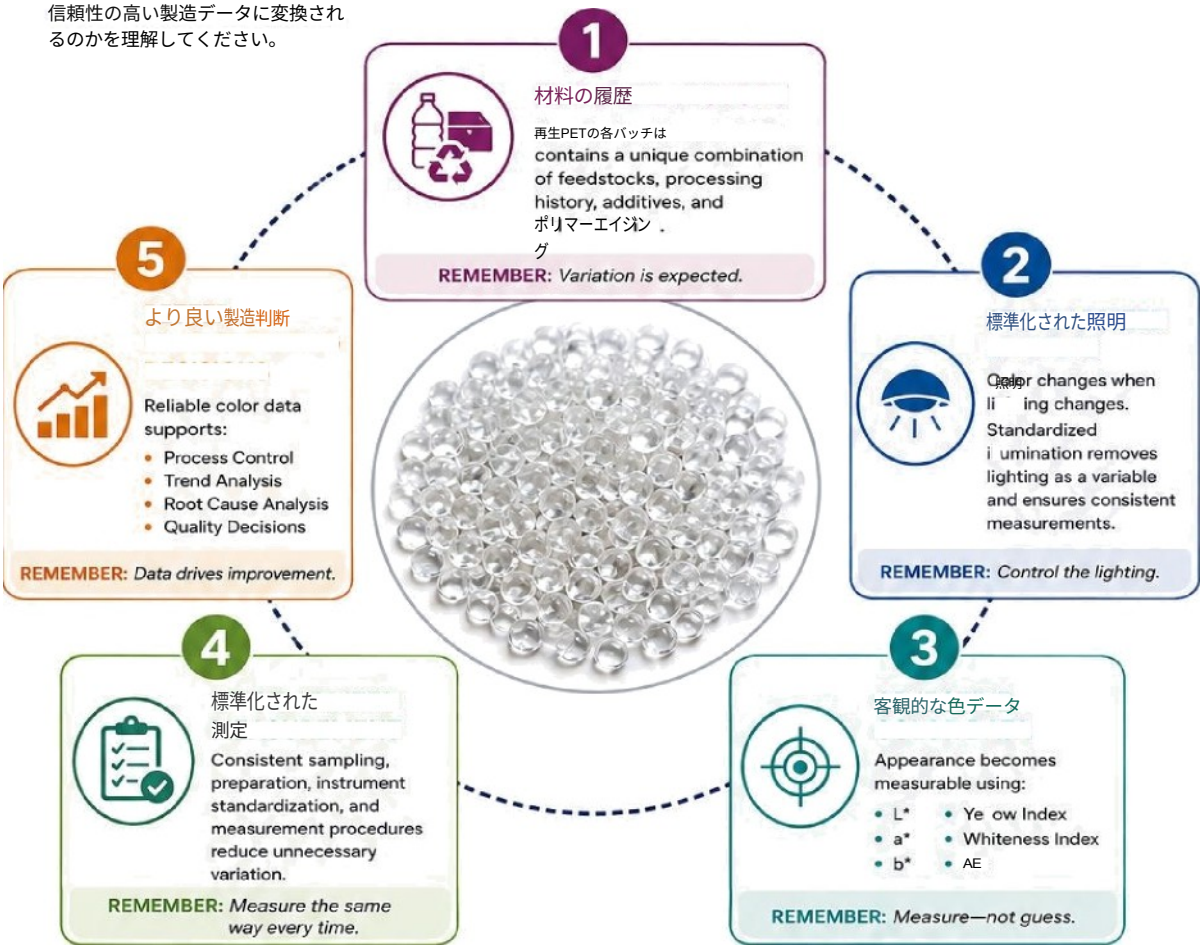
複数の色値を記録し、経時的な傾向を監視してください。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

1.5 章のまとめ

rPETの色測定における5つの基本原則

このガイドの内容はすべて、5つの基本原則に基づいています。測定機器の選定、基準の策定、品質に関する決定を行う前に、再生PETがなぜ異なる挙動を示すのか、そして客観的な色測定によって外観がどのように信頼性の高い製造データに変換されるのかを理解してください。



すべてのrPETカラープログラムの基盤



素材
沿革
ばらつきが生じる理由を理解する。

標準化された照明
測定環境を制御する。

客観的な測定
信頼性が高く、再現性のある色データを取得する。

信頼性の高いデータ
自信を持って分析し、傾向を把握する。

自信を持って意思決定の支援
的確な意思決定を行い、成果を向上させましょう。

KEY TAKEAWAY
Reliable rPET color measurement begins by understanding material variability, controlling measurement conditions, and transforming visual appearance into objective data that supports confident manufacturing decisions.

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

1.5 章のまとめ

第 1 章では、rPET の客観的な色測定の基本原則を紹介しました。再生 PET がなぜバージン PET よりも色ばらつきが大きくなるのか、標準化された照明が視覚的な不確実性をどのように排除するのか、rPET の外観を客観的に表現する色値とは何か、そして測定データが主観的な視覚的観察をどのように定量化可能な製造情報に変換するのかについて学びました。

これらの原則が総合されて、rPETの色測定プログラムを成功させるための基盤が築かれます。材料のばらつきを理解し、標準化された測定手法を適用することで、製造業者は主観的な色評価を客観的なデータに置き換えることができます。これにより、一貫した品質の確保、工程管理の改善、廃棄物の削減、そして確信を持って製造上の意思決定を行うことが可能になります。

次のステップ

再生PETの挙動が異なる理由を理解することは、あくまで第一歩に過ぎません。次に、すべての色測定が正確で再現性があり、オペレーター、試験所、製造施設間で比較可能であることを保証する標準化された手順について学びます。

第2章「規格について学ぶ」では、代表的なサンプリング、試料調製、測定器の標準化、測定手順、許容誤差、および正確な測定結果を信頼性の高い製造上の意思決定へと結びつける報告方法について解説します。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

第2章
規格を学ぶ

信頼性の高いrPET色測定のためのベストプラクティス



この章では、信頼性が高く再現性のある色測定を保証する規格とベストプラクティスを紹介します。一貫した手順に従うことで、**測定のばらつきを最小限に抑え、**毎回確信を持って品質に関する意思決定を行うことができます。

この章では、以下の方法を学びます：

R

なぜ**測定基準が重要なのか？**

- ASTfd
- ISO
- CIE
- @ 再現性 トレーサビリティ

O

どのように **rPET BE** 測定値†

- @ 抽出率 サンプリング 試料調製
- @ 機器の標準化
- @ 測定手順@ 複数回の測定結果の報告

O

どのように規格品質を判断材料となるのか？

- 参照標準 許容差
- @ BE（色差）
- 合格／不合格の判定@ 文書化

O

測定データは活用されるのか？

- @ SPC B 傾向分析 @ サプライヤーの適格性評価 @ オペレーターのトレーニング
- @ 継続的改善 @ 測定履歴

本章の目的

- @ 信頼性の高い色データを得るために業界標準が不可欠な理由
- @ サンプリングと前処理が測定精度を向上させる仕組み
- @ 標準化された手順が測定のばらつきをどのように低減するか
- 規格、許容差、およびAEが品質に関する意思決定をどのように支えるか
- @ 一貫性があらゆるカラープログラムの基盤である理由

あらゆる測定に対する信頼を築く

信頼性の高い製造上の意思決定は、信頼性の高い測定データから始まります。

標準化された手順に従うことで、色の違いが測定方法の違いではなく、材料自体の変化を反映していることが保証されます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

この章では、必要な基礎知識を提供します。

この章では、必要な基礎知識を提供します。—a

lems、ばらつきを減らし、より良い結果を生み出すために必要な基礎知識を提供

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

第 2 章へようこそ 標準を学ぶ

信頼性の高い rPET 色測定のためのベストプラクティス

正確な色測定には、高品質な分光光度計だけでは不十分です。機械的rPETリサイクルにおける信頼性の高い色管理は、標準化されたサンプリング、試料調製、測定条件、承認された標準、そして一貫した手順から始まります。

この章では、あらゆる色測定が正確かつ再現性があり、オペレーター、試験所、製造施設間で比較可能であることを保証するための業界標準とベストプラクティスについて解説します。標準化された手順に従うことで、製造業者は測定の不確かさを低減し、客観的な色データに基づいて確信を持って品質判断を行うことができます。

この章で学べる内容

2.1 測定基準はなぜ重要なのか？

業界標準が、いかにして正確で再現性があり、比較可能な色測定を実現するのかを理解します。

2.2 rPETはどのように測定すべきか？

代表性のあるサンプリング、試料調製、測定器の標準化、および測定手順に関するベストプラクティスを学びます。

2.3 規格は品質判断をどのように支えるのか？

基準、許容差、ΔE、および文書化が、製造の一貫性をどのように向上させるかを探ります。

2.4 測定データはどのように活用されるのか？

標準化された色データが、工程管理、サプライヤーの適格性評価、オペレーターのトレーニング、および継続的改善をどのように支えるかを探ります。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

本章の目的

この章を読み終える頃には、以下のことが理解できるようになります：

- 信頼性の高い色測定において、業界標準が不可欠な理由。
- 標準化されたサンプリングおよび測定手順が、再現性をどのように向上させるか

  。
- 基準試料と許容範囲が、客観的な品質判断をどのように支えるか。
- 標準化された報告が、オペレーターや施設間で一貫性を生み出す仕組み。
- 一貫した測定慣行が、あらゆる成功する色測定プログラムの基盤となる理由。

重要なポイント

この章を読み終えたら、以下の5つの原則を覚えておいてください：

- 標準化された手順は、測定のばらつきを低減します。
- 代表性のあるサンプリングは、代表性のある結果をもたらします。
- 測定器の標準化により、測定精度が検証される。
- 基準試料と許容範囲は、客観的な合否判定を支えます。
- 一貫した手順は、一貫した製造上の判断をもたらします。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

2.1 測定基準はなぜ重要なのか？

業界標準：色測定の共通言語

ASTM、ISO、CIE などの組織は、用語、方法、および科学的

これらの規格により、製造業者は、生産現場　研究所、サプライヤー、および

色測定について一貫して情報を伝達し、以下の要件が、あらゆる測定に対する信頼を築く理由を説明しています。



カラー測定



業界基準が重要な理由



©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

2人の作業者が同じ材料を測定しても、同じ結果が得られるべきです。しかし、広く認められた業界標準がなければ、そうならないことがよくあります。

ASTM、ISO、CIEなどの組織は、色測定の用語、方法、および科学的原理を定義する、国際的に認められた規格を策定しました。これらの規格により、製造業者は生産ライン、研究所、サプライヤー、そして世界中の製造拠点間で、一貫した色の情報を共有することが可能になります。

世界中のメーカー、サプライヤー、顧客、および研究所は、色測定が正確で再現性があり、比較可能であることを保証するために、標準化された測定法に依存しています。共通の枠組みがなければ、単に異なる測定法が用いられたり、異なる基準で報告されたりしただけで、同じ材料でも異なる結果が生じる可能性があります。

ASTM — 実用試験方法

ASTM Internationalは、特定の材料や用途について、色測定の実施方法および報告方法を定義する合意に基づく規格を策定しています。

プラスチックに関しては、これらの規格により、製造業者が操作者や試験所に関係なく一貫した結果を得られる共通の試験方法が確立されています。ASTM規格は、再現性、トレーサビリティ、および一貫した品質管理を促進するため、製造業界全体で広く参照されています。

ISO — 国際標準化

国際標準化機構（ISO）は、国や業界を越えて測定慣行を調和させる、世界的に認められた規格を公表しています。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

ISO規格は、製造業者、サプライヤー、および顧客が同じ技術的枠組みを用いてコミュニケーションを図ることを支援し、測定が行われた場所にかかわらず、色データを比較可能にします。

CIE — 色測定の科学的根拠

国際照明委員会（CIE）は、色彩科学において世界的に認められた権威です。

CIEは、製造試験方法を公表するのではなく、標準光源、標準観察者、CIELABなどの色空間など、色測定全般で使用される科学的基礎を確立しています。ASTM、ISO、および計測機器メーカーは、色測定が同じ科学的原理に基づいていることを保証するために、これらの国際的に認められた定義に依拠しています。

ASTM、ISO、CIEの連携

各組織はそれぞれ異なる目的を持っていますが、色測定のための統一されたシステムを構築するために協力しています。

- CIEは、色測定の科学を定義します。
- ISOは、国際的に認められた規格を策定します。
- ASTMは、産業界全体で用いられる実用的な試験方法を公表しています。

これら各組織が連携することで、世界中の製造業者が自信を持って色を測定、報告、比較、伝達できる共通の枠組みが提供されています。

業界標準が重要な理由

認められた業界標準に従うことで、製造業者は以下のことが可能になります。

- 正確かつ再現性のある色測定を行うことができます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

- オペレーター、試験所、サプライヤー、製造施設間で結果を比較できる。
- サプライチェーン全体でのコミュニケーションを改善できる。
- 顧客の仕様や規制要件への対応が可能になります。
- 製品の品質および製造上の意思決定に対する信頼を築くことができます。

業界標準は、製品がどのような色であるべきかを決定するものではありません。業界標準は、誰もが国際的に認められた同じ枠組みを用いて色を測定し、伝達することを保証するものです。

工学の原則

信頼性の高い製造上の判断は、標準化された測定に依存します。一貫した測定方法により、色の違いが測定プロセスではなく、素材そのものに起因するものであることが保証されます。

覚えておいてください

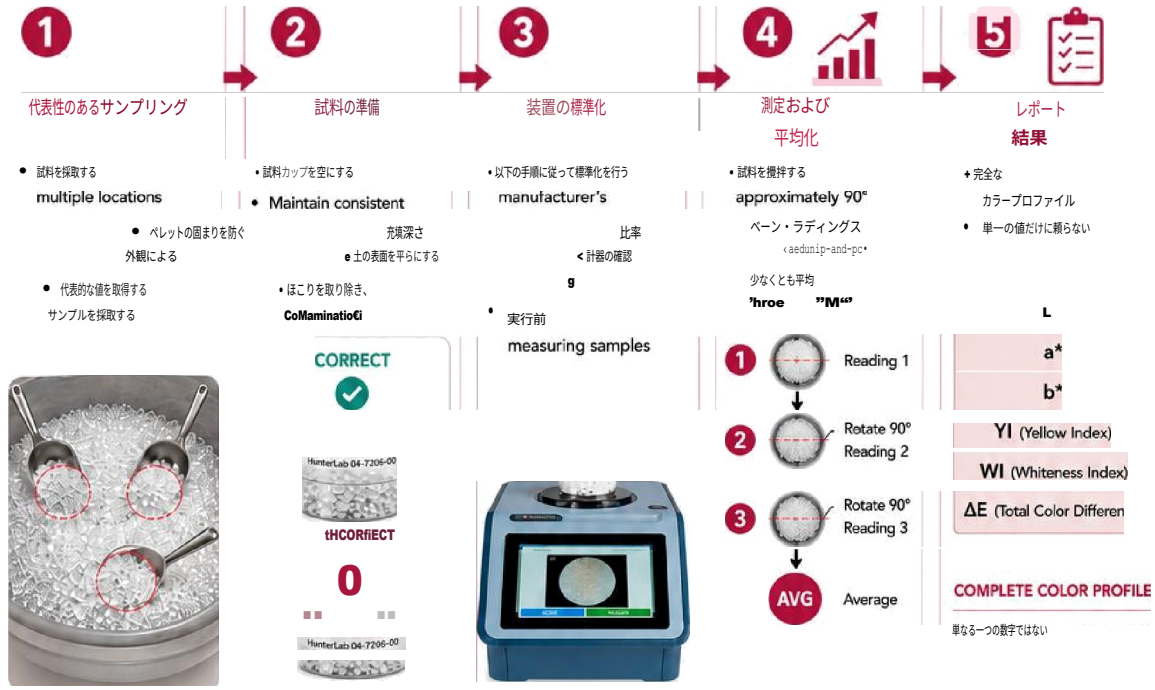
規格は信頼を生み出します。すべての測定が同じ手順に従うことで、結果は正確で再現性があり、実用的なものとなります。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

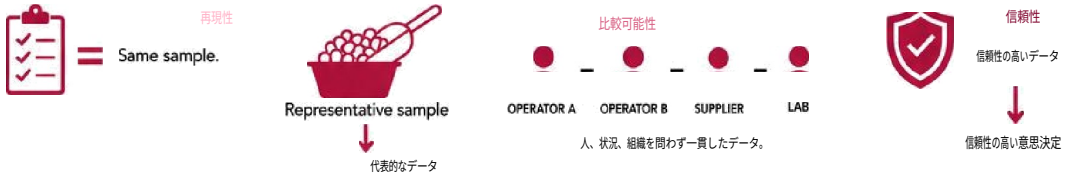
2.2 rPETはどのように測定すべきか？

rPET測定の標準化されたワークフロー

信頼性の高い色測定は、試料が分光測色計に到達するずっと前から始まっています。同じ標準化されたワークフローに従うことで、測定のばらつきを最小限に抑え、正確で再現性があり、比較可能な結果を得ることができます。



標準化されたワークフローが重要な理由



ENGINEERING PRINCIPLE

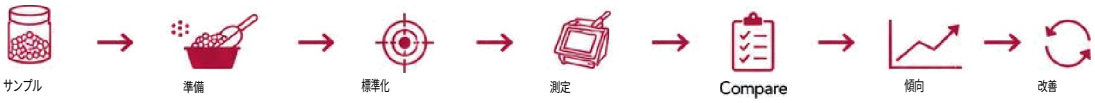
Follow the same measurement procedure every time.

Consistent sampling, sample preparation, instrument standardization, and measurement technique ensure that color differences reflect changes in the material—not differences in the measurement process.

KEY TAKEAWAY

Reliable color measurement is not a single step—it is a standardized workflow.

Following the same procedure every time minimizes measurement variation and produces consistent color data that can be trusted across operators, laboratories, suppliers, and manufacturing facilities.



©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

色測定は、ある単純な疑問に答えられるようになるまではほとんど価値がありません。その疑問とは、「製品は仕様を満たしているか？」ということです。

正確な色データを収集することは、あくまで第一歩に過ぎません。素材が品質要件を満たしているかどうかを判断するには、明確に定義された合格基準を用いて、すべての測定結果を承認済みの色標準と比較する必要があります。

規格、許容差、およびΔEが相まって、こうした判断を行うための客観的な枠組みを提供します。メーカーは、目視による判断や個人的な解釈に頼るのではなく、製品が合格か、調整が必要か、あるいは不合格とするべきかを一貫して判断することができます。

標準化された測定ワークフロー

信頼性の高い色測定は、サンプルが測定器にセットされるずっと前から始まっています。各測定の品質は、ばらつきを低減し、経時的に、オペレーター間で、また製造拠点間で比較可能な結果を生み出す、標準化されたワークフローに従うことに依存しています。

各ステップは前のステップに基づいて構成されています。ステップを省略したり、一貫性なく実行したりすると、不必要なばらつきが生じ、測定結果への信頼性が低下し、リサイクル材料に通常伴うばらつきと、重要なプロセス変化とを区別することが困難になります。

ステップ1 – 代表性のある試料の採取

あらゆる測定は、サンプルそのものから始まります。

バージンPETとは異なり、再生PETは、製造履歴や加工条件が異なる複数の原料に由来する材料から製造されます。その結果、生産ロット全体で色にばらつきが生じることがあります。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

評価対象の材料の代表的な平均値を得るために、一貫したサンプリング手順に従って複数の場所からサンプルを採取してください。外観や利便性に基づいてペレットを選定することは避けてください。サンプリングバイアスが生じ、ロット全体を正確に反映しない測定結果につながる恐れがあります。

ステップ2 – 試料の準備

代表的なサンプルが採取されたら、測定前に一貫した方法で準備を行ってください。

すべての測定において、同じサンプル容器、充填深さ、および配置方法を使用してください。サンプルの表面は平らで、測定ポートを完全に覆い、ほこり、ラベル、湿気、異物などの汚染がない状態である必要があります。

一貫した試料調製を行うことで、材料の色の変化ではなく、試料の配置方法の違いに起因するばらつきを低減できます。

ステップ 3 – 測定器の標準化

試料を測定する前に、付属の校正標準液を使用し、メーカーが推奨する手順に従って分光光度計を標準化してください。

定期的な標準化により、装置の性能が検証され、一貫した測定基準が確立されます。適切な標準化を行わずに収集された測定値は、以前の測定値や他の装置で収集されたデータと比較できない場合があります。

機器の標準化は、すべての日常的な測定ワークフローの一部となるべきです。

ステップ 4 – サンプルの測定

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

準備した試料を測定ポートに置き、毎回同じ手順で複数の測定値を取得してください。

連続する測定の間に試料を約 90 度回転させるか、または「ダンプ・アンド・ポア」法を用いてペレットを再分散させます。局所的な材料のばらつきの影響を低減し、再現性を向上させるため、少なくとも 3 回の測定値の平均を算出してください。

一貫した測定手法は、多くの場合、装置の性能と同様に重要です。

ステップ 5 – 結果の報告

単一の値に頼るのではなく、色プロファイル全体を評価し、記録してください。

少なくとも、以下の項目を報告してください。

- L*（明度）
- a*（赤–緑）
- b*（黄–青）
- 必要に応じて、イエローインデックス（YI）
- 必要に応じて、白色度指数（WI）
- ΔE（色差）

複数の値を記録することで、材料の外観をより包括的に把握でき、傾向分析、トラブルシューティング、および客観的な品質判断に役立ちます。

同じ手順に従うことの重要性

標準化された手順により、材料自体とは無関係な要因を制御することで、測定のばらつきを低減できます。すべてのオペレーターが同じワークフローに従えば、色の

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

差は、サンプリング、前処理、または測定手法の違いではなく、実際のプロセスの変化を反映している可能性が高くなります。

手順を統一することで、測定が同じ方法で行われ、報告されることが保証されるため、研究所、生産施設、サプライヤー、顧客間のコミュニケーションも改善されます。

工学上の原則

一貫したサンプリング、試料調製、測定機器の標準化、および測定手法により、色の違いが測定プロセスの差異ではなく、材料自体の変化を反映していることが保証されます。

覚えておいてください

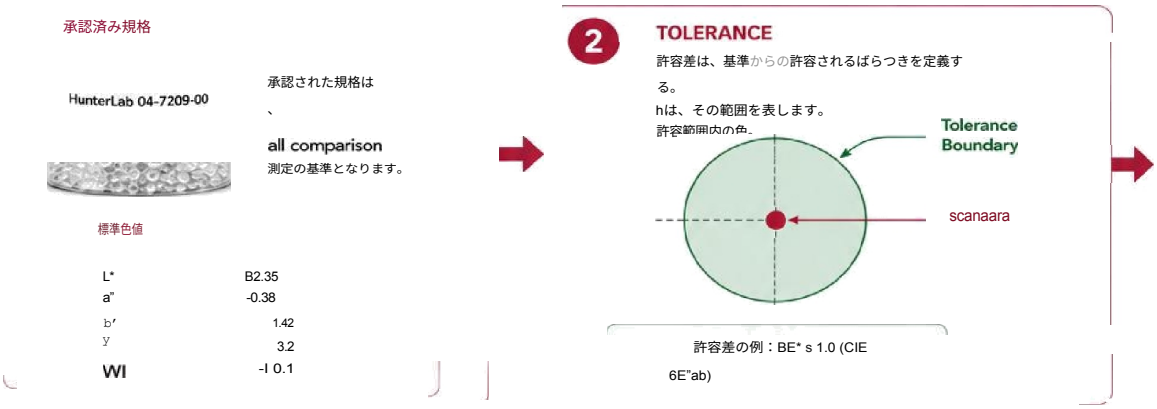
代表性のあるサンプリング、適切な試料調製、および一貫した測定手法は、分光光度計そのものと同じくらい重要です。

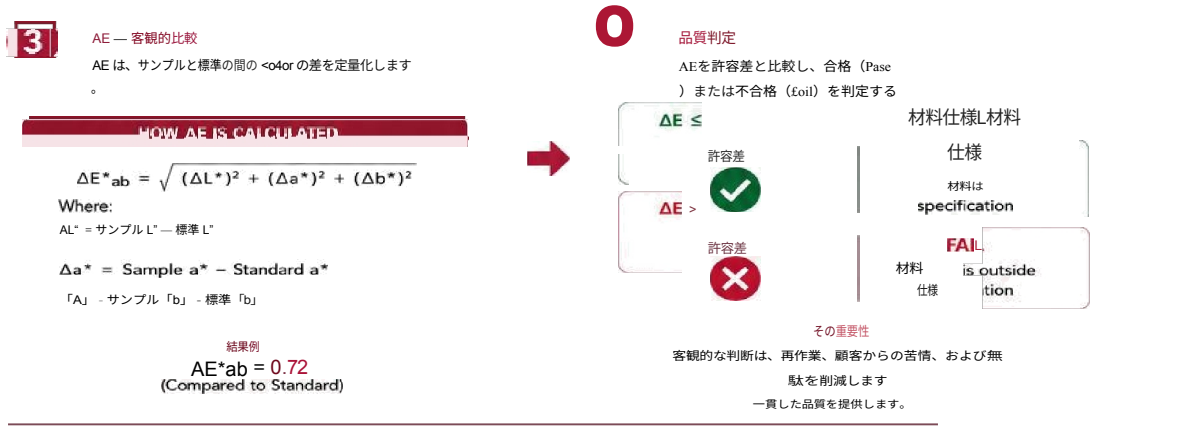
©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

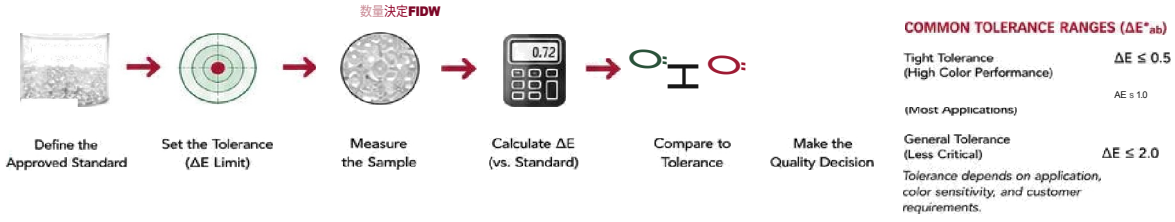
2.3 Oo 基準はどのようにして品質判断につながるのか？

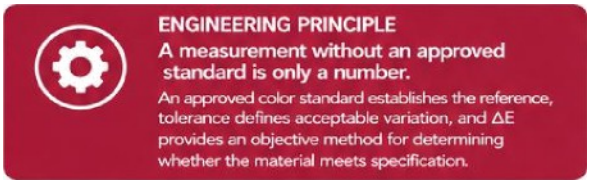
色測定を品質判断につなげる

色測定は、承認された基準と比較されるまではほとんど価値がありません。承認された基準、許容差、および6Eが相まって、材料が仕様や顧客の期待を満たしているかどうかを客観的に判断します。













©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

色測定は、ある単純な疑問に答えられるようになるまではほとんど価値がありません。その疑問とは、「製品は仕様を満たしているか？」というものです。

正確な色データを収集することは、あくまで第一歩に過ぎません。素材が品質要件を満たしているかどうかを判断するには、明確に定義された合格基準を用いて、すべての測定結果を承認済みの色標準と比較する必要があります。

規格、許容差、およびΔEが相まって、こうした判断を行うための客観的な枠組みを提供します。メーカーは、目視による判断や個人的な解釈に頼るのではなく、製品が合格か、調整が必要か、あるいは不合格とするべきかを一貫して判断することができます。

測定結果から判断へ

色測定は、承認された基準と比較されて初めて意味を持ちます。あらゆる品質判断は、「許容可能な色」がどのようなものかを定義することから始まります。比較のための基準がなければ、数値だけでは製品が顧客の期待や製造要件を満たしているかどうかを判断することはできません。

効果的な色品質プログラムでは、基準を確立し、許容される色のばらつきを定義し、それらの許容範囲をすべての測定に一貫して適用します。

承認済み色基準の確立

すべての色測定は、承認された基準から始まります。

この基準は、完成品に求められる色を表し、今後のすべての測定における基準となります。用途に応じて、この基準は以下のいずれかとなります：

- 物理的なマスター標準
- 承認済みの実物サンプルから作成されたデジタル基準

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

- 顧客が承認した生産サンプル

形式にかかわらず、標準は製品のライフサイクルを通じて、安定性を保ち、トレーサビリティを確保し、一貫して維持されなければなりません。

許容公差の定義

製造工程において、毎回まったく同じ色を再現することは不可能です。

このため、承認された標準値を中心に、許容限界（公差）が設定されます。これらの限界値は、製品要件を満たしつつ発生し得る正常な色ばらつきの範囲を定義するものです。

許容範囲は、以下の点を反映すべきです：

- 顧客の期待
- 製品の用途
- 製造能力
- 材料のばらつき
- 色の視覚的感受性

明確に定義された許容誤差は、一貫した品質判断を確実にする一方で、不必要な不良品の発生を防ぎます。

ΔE を使用した色差の評価

測定値が取得されると、承認済みの基準と比較されます。

ΔE（デルタ E）は、L*、a*、b* の差を 1 つの数値に統合し、測定されたサンプルと承認された基準との間の総色差を表します。

「このサンプルは許容範囲内に見えるか？」と問うのではなく、

「このサンプルは許容範囲内に見えるか？」

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

と問うのではなく、

「このサンプルは承認された許容範囲内か？」

この転換により、主観的な視覚的判断が、再現性のある客観的な意思決定に置き換えられます。

ΔEだけにとどまらない評価

ΔEは色差の全体的な指標としては優れていますが、評価すべき唯一の値であってはなりません。

2つのサンプルは、まったく異なる変化を示しながらも、同様のΔE値を生成する場合があります。

例えば：

- イエローインデックスの上昇は、熱劣化を示している可能性があります。
- 白色度の変化は、蛍光増白剤（OBA）の変動を示している可能性があります。
- L*の変化は、明度の変動を示している可能性があります。
- a* や b* の変化は、視覚的に認識できるようになる前に、微妙な変化を明らかにすることがあります。

カラープロファイル全体を評価することで、根本原因の特定に役立ち、トラブルシューティングの迅速化につながります。

すべての測定値を記録する

品質に関するあらゆる決定は、製品の製造履歴の一部となるべきです。色測定値を記録することで、以下のメリットが得られます：

- 製品のトレーサビリティ

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

- サプライヤーの適格性評価記録
- 工程履歴
- 顧客向け文書
- 傾向分析
- 継続的な改善の機会

適切に管理された記録は、個々の測定値を貴重な製造ノウハウへと変えます。

なぜこれが重要なのか

一貫した品質判断には、正確な測定以上のものが必要です。

すべてのオペレーター、研究所、サプライヤー、製造施設が、承認された同じ基準、同じ許容誤差、同じ判断基準を用いて色を評価することが求められます。

意思決定の標準化により、サプライチェーン全体でのコミュニケーションが改善され、あらゆる色測定に対する信頼が高まります。

工学的な原理

承認された色基準が基準を確立し、許容差が許容される変動範囲を定義し、ΔE がその材料が仕様を満たしているかどうかを判断するための客観的な方法を提供します。

覚えておいてください

色データは、確立された許容誤差を用いて承認された基準と比較して初めて意味を持つようになります。

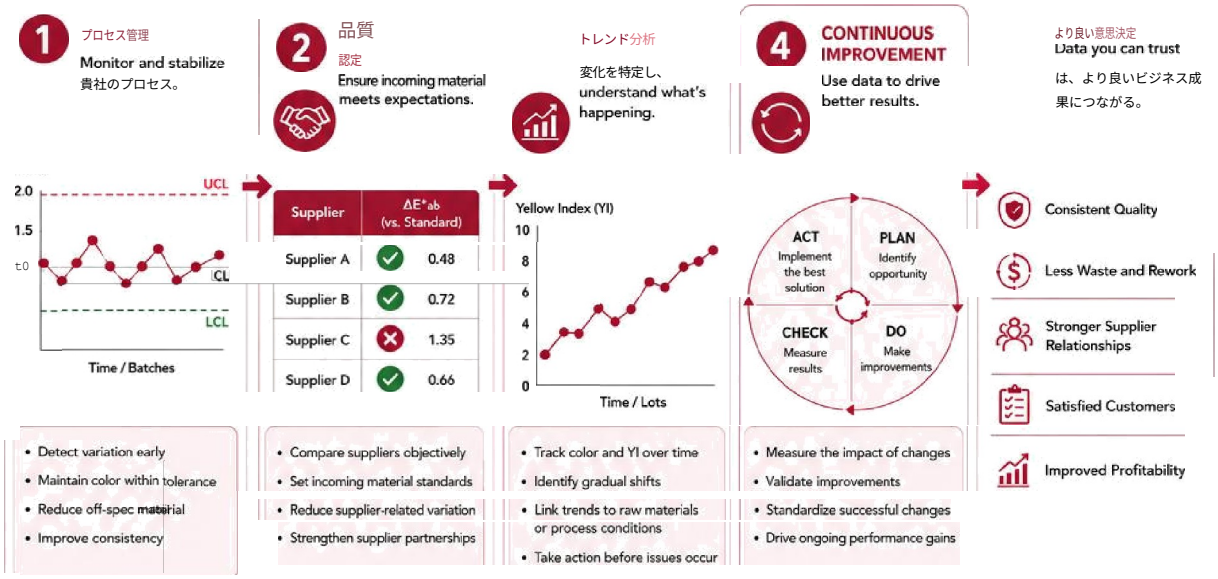
©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ



2.4　では測定データがどのように活用されていますか？

カラーデータを活用して製造の改善に活用する

標準化された色測定は、単に製品の品質を確保するだけではありません。それらは、プロセスの管理、サプライヤーの品質管理、傾向を分析し、バリューチェーン全体を通じて継続的な改善を推進するために必要なデータを提供します。



©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

すべての色測定値は、その日の製品の状態を反映しています。

標準化された測定値の履歴は、製造プロセスのパフォーマンスを明らかにします。

個々の測定値は製品が仕様を満たしているかどうかを判断する材料となりますが、その最大の価値は、長期にわたって色データを収集・分析することにあります。色測定値の傾向を分析することで、欠陥が目に見えるようになる前や製品が仕様外になるずっと前に、プロセスの漸進的な変化を把握し、発生しつつある問題を特定し、サプライヤーのパフォーマンスを評価し、是正措置の有効性を検証することができます。

個別の測定からプロセスインテリジェンスへ

1回の色測定で、次のような重要な疑問に答えられます：

「この材料は仕様を満たしているか？」

一連の標準化された測定は、さらに価値のある疑問に答えます：

- プロセスはより安定してきているか？
- サプライヤーの品質はより安定してきているか？
- 装置の性能にばらつきが出始めているか？
- 原材料は時間の経過とともに変化しているか？
- 是正措置によってプロセスは改善されているか？

こうした長期的な知見により、色測定は単なる実験室での作業から、製造管理ツールへと変貌を遂げます。

プロセスの傾向を監視する

生産ロットごとに、新たなデータポイントが追加されます。

同じ手順で一貫して測定データを収集すると、単一の測定値からは明らかにならない傾向が浮かび上がってきます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

L*、a*、b*、イエローインデックス (YI)、ホワイトネスインデックス (WI)、ΔE などの値を長期的に監視することで、メーカーは、仕様外の製品が生じる前に、プロセスの漸進的な変化を特定することができます。

傾向分析は、事後対応的なトラブルシューティングではなく、先を見越したプロセス管理を支援します。

プロセスの安定性を向上

安定した製造プロセスにより、安定した色が生み出されます。

生産全体を通じて色の傾向をモニタリングすることで、製造業者は次のような要因による変化を検出することができます。

- 原材料のばらつき
- 加工条件
- 装置の性能
- 熱履歴
- 原料の変更
- 添加剤の変動

これらの傾向を早期に特定することで、重大な廃棄物や顧客への問題が発生する前に是正措置を講じることができます。

サプライヤーの適格性評価

色測定は、複数のサプライヤーから納入される材料を評価するための客観的な方法を提供します。

標準化された手順と共通の受入基準を使用することで、製造業者は以下のことが可能になります。

- サプライヤーのパフォーマンスを比較する
- 材料の一貫性を検証する

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

- 入荷検査のばらつきを低減
- サプライヤーとのコミュニケーションの改善
- サプライヤー認定プログラムの支援

客観的な色データは、メーカーとサプライヤーの双方にメリットをもたらす共通言語となります。

継続的な改善の支援

標準化された色測定の最大の価値は、時間の経過とともに実感されるものです。

各測定結果は製品の製造履歴の一部となり、プロセスのパフォーマンスに関する信頼性の高い記録が作成されます。この記録は、変更の評価、傾向の特定、改善の検証に活用できます。

個別の測定値に頼るのではなく、製造業者は現在の生産状況を過去のパフォーマンスと比較することで、プロセスの調整によって製品の均一性が向上しているかどうかを判断できます。

過去の色データは、以下の点もサポートします。

- プロセスの継続的な改善
- サプライヤーの適格性評価およびパフォーマンスの監視
- 顧客からの苦情の調査
- 是正措置の検証
- オペレーターの研修および知識の伝達
- 品質監査および製品のトレーサビリティ

一貫した測定記録を維持することで、組織は個々の色測定データを、製品のライフサイクル全体を通じてより適切な意思決定を支える長期的な製造ノウハウへと転換することができます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

これが重要な理由

信頼性の高い色測定は、信頼性の高い製造ノウハウを生み出します。

測定データが一貫して収集され、長期にわたって分析されることで、それらは単なる品質記録にとどまらず、プロセスの安定性を向上させ、無駄を削減し、サプライヤーとの関係を強化し、製造プロセス全体における信頼性を高める意思決定支援システムとなります。

技術的原則

個々の測定値は製品の品質を検証する一方で、過去の色データはプロセスの安定性を明らかにし、継続的な改善を支援し、先を見越した製造上の意思決定を可能にします。

覚えておいてください

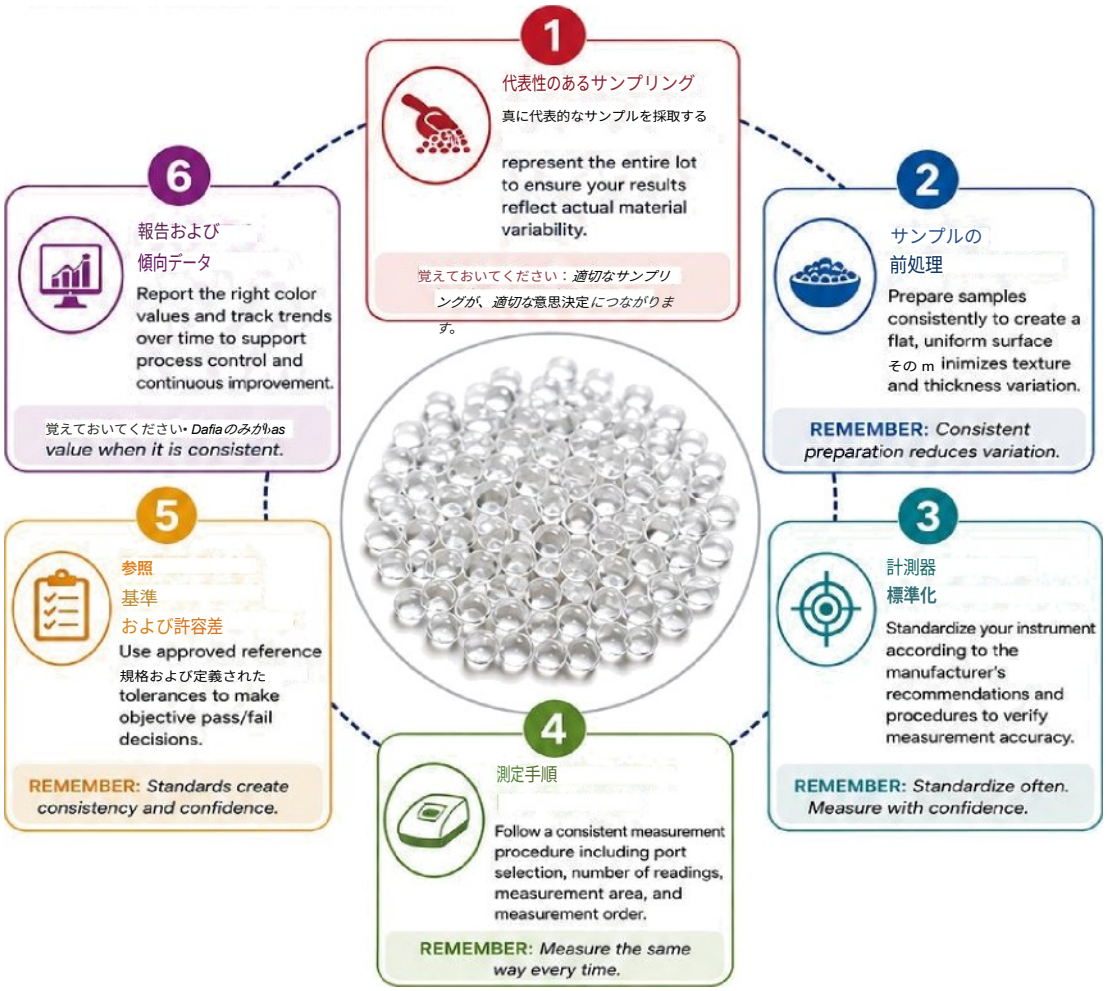
長期的な色データは、プロセスの変化を明らかにし、継続的な改善を支援し、製品品質に影響が出る前に問題を未然に防ぐのに役立ちます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

2.5 章のまとめ

信頼性の高いrPET色測定のためのベストプラクティス

信頼性の高い色データを得るには、正確な測定機器と同様に、標準化された手法が不可欠です。サンプリング、前処理、測定、報告に関する業界標準に従うことで、結果の正確性、再現性、およびオペレーター、試験所、製造施設間で比較可能なことが保証されます。



標準化された測定ワークフロー



標準化された手順に従うことで、不必要な測定のばらつきを排除し、製品が製造されるあらゆる場所で、信頼性が高く、再現性があり、比較可能なカラーデータを確保できます。

KEY TAKEAWAY

Standards turn good measurements into reliable decisions. By following industry best practices for sampling, preparation, measurement, and reporting, you create consistent data that supports quality decisions, improves process control, and drives continuous improvement.

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

2.5 章のまとめ

第 2 章では、信頼性が高く再現性のある rPET 色測定を保証する業界標準とベストプラクティスについて説明しました。代表性のあるサンプリング、適切なサンプル調製、測定器の標準化、標準化された測定手順、参照標準、許容差、および一貫した報告が、どのように連携して正確で比較可能な色データを生成するかを学びました。

これらの標準化された手順により、測定された色差は、サンプルの調製や測定方法の違いではなく、実際の製品のばらつきを反映したものとなります。一貫した測定手順に従うことで、製造業者は再現性を向上させ、品質に関する意思決定を強化し、効果的な工程管理と継続的な改善に必要な信頼性の高いデータを確立することができます。

次のステップ

標準化された測定手法が確立されたら、次のステップは用途に適した測定器を選定することです。分光光度計によって光学設計、測定ジオメトリ、照明システムが異なるため、測定器の選定は、信頼性の高いrPETの色測定を実現するための重要な要素となります。

第3章「ソリューションの選択」では、装置の設計が測定色に与える影響、測定ジオメトリが視覚的相関に及ぼす影響、そして不透明なrPET用途においてAgera® L2が推奨される理由について解説します。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

第3章

ソリューションの選択

信頼性の高い**rPET**の色測定に適した測定器の選定



Recycled PET presents unique measurement challenges that are not always encountered with virgin materials. Feedstock variability, multiple differences in sample form all influence how color should be measured. An instrument designed for one application may not provide the most

この章では、これらの要因が色測定にどのような影響を与えるかについて解説し、**rPET**用途に最適なソリューションの選定に役立てます。

この章 、以下のことを学びます：

o o o o

R メウリング **rP u** 専用設計の装置なのか?

rPETに特有の5つの主要な測定上の課題と、正確で再現性があり、視覚的にも相関した結果を得るために専用機器が必要な理由について学びましょう。

なぜ測定値が異なるのか分光光度計によって結果が異なるのはなぜでしょうか？

測定装置の設計上の要因 幾何学的特性、illumination, optics, UV コメント、およびプレゼンテーションの例 色への影響と、測定結果が機器間で異なる理由について。

どの測定値 rPETには幾何学的形状が最適か？

一般的な測定ジオメトリを比較し、不透明な **rPET** 用途において、業界標準の **0°/45°** 円周方向ジオメトリが、外観との相関性が最も高い理由をご説明します。

なぜAgera™ L2は rPETに推奨されるソリューションとは？

Agera" Mが、業界標準の形状、制御された**UV**照射、統合されたイメージング、およびガイド付きワークフローを組み合わせて、正確で再現性が高く、外観と相関性のある結果を実現する仕組みをご覧ください。

本章の目的

この章を読み終える頃には、読者は、信頼性の高い rPET カラー測定を実現するための適切な測定装置の選び方を理解できるようになります。

- 分光光度計によって測定結果が異なる理由測定ジオメトリが色に与える影響
- さまざまなrPET用途にどの測定器が適しているかOBAを測定する際にUV制御が重要な理由
- **Agera^ L2**が不透明な**rPET**ペレットやプラークに最適なソリューションである理由

適切な機器を適切な手順で活用することで、より的確な品質判断を下し、ばらつきを低減し、一貫性のある高品質な**rPET**製品*を提供*するための自信が得られます。

一つの目標：信頼性の高い **rPET** 測定

この章では、正確で再現性が高く、信頼性の高い結果を得るために必要な知識と o

, 正確で再現性が高く、信頼性の高い結果を得るための適切なソリューションを選択するために必要な知識を提供します。 —fl

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

第3章「ソリューションの選択」へようこそ

信頼性の高いrPETの色測定に適した測定器の選定

すべての分光光度計が同じ方法で色を測定するわけではありません。光学設計、測定ジオメトリ、照明、UV制御、および試料の配置の違いにより、たとえ同じ試料を測定する場合でも、異なる色値が得られる可能性があります。正確で再現性があり、視覚的にも意味のある測定結果を得るためには、適切な測定機器の選定が不可欠です。

機械的リサイクルPETの測定には、均一なバージン樹脂や完成した透明PET製品の測定とは異なる課題があります。測定ソリューションを選択する際には、フレークやペレットの配向、原料のばらつき、蛍光増白剤、汚染物質、さらにはオペレーターやプロセスのばらつきなど、あらゆる要素を考慮する必要があります。

この章では、以下のことを学びます

3.1 なぜrPETには専用測定器が必要なのか？

rPETに特有の測定上の課題と、それらがなぜ専用の色測定ソリューションを必要とするのかを理解します。

3.2 なぜ分光光度計によって測定結果が異なるのか？

光学設計、測定ジオメトリ、照明、およびUV制御が、測定された色値にどのように影響するかを学びます。

3.3 rPETに最適な測定ジオメトリとは？

業界標準の0°/45°円周測定法が、不透明なrPET用途において最高の視覚的相関性を提供する理由をご確認ください。

3.4 なぜAgera® L2を選ぶべきなのか？

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

Agera® L2が、業界標準の光学系、制御されたUV照明、統合されたイメージング、およびガイド付きワークフローをどのように組み合わせて、正確で再現性の高い測定を実現しているかを探ります。

本章の目的

この章を読み終える頃には、以下の点が理解できるようになります：

- rPETが、他の多くの材料と比較して、なぜ独自の測定上の課題を抱えているのか。
- 分光光度計の設計が、測定される色値にどのように影響するか。
- 視覚的に意味のある結果を得るために、測定ジオメトリがなぜ重要なのか。
- 不透明なrPETに対して、0°/45°の円周測定法が推奨される理由。
- Agera® L2が、rPETの色彩測定において一貫性があり再現性の高い最適なソリューションを提供する理由。

重要なポイント

この章を読み終えたら、以下の5つの原則を覚えておいてください：

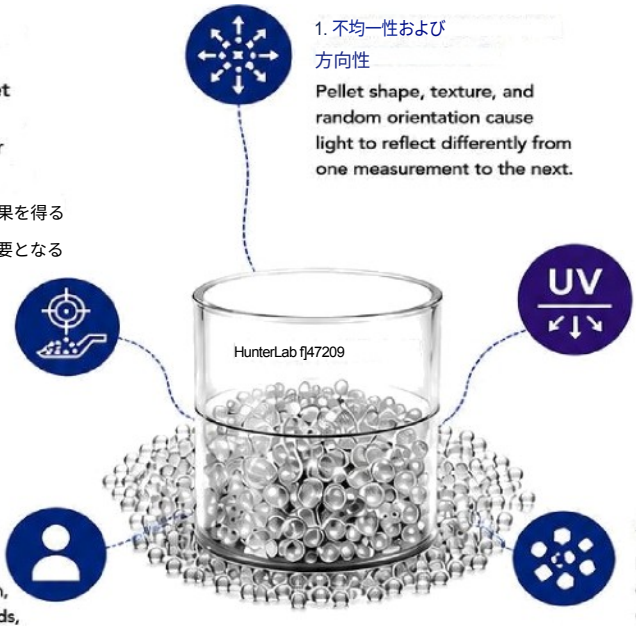
- 測定システムは用途に適合している必要がある。
- 測定器の設計は、測定される色値に影響を与えます。
- 測定ジオメトリは、視覚的外観との相関性に影響を与えます。
- 不透明なrPETの場合、0°/45°の円周方向の測定幾何学が推奨される。
- 一貫性のある測定は、適切な測定器の選定から始まります。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

3 CHOOSE A SOLUTION

3.1 rPETを測定する理由
専用に設計された測定器が必要

再生PETには特有の
測定上の課題をもたらします
including non-uniform pellet
形状、蛍光増白剤、
contamination, and operator
ばらつき。これらの要因により、
、代表性のある再現性のある測定結果を得る
ために特別に設計された測定器が必要となる
。



1. 不均一性および
方向性
Pellet shape, texture, and random orientation cause light to reflect differently from one measurement to the next.

2. 代表性のある
Measuring only a small portion of a heterogenous sample may not represent the entire lot.

3. 蛍光増白剤（OBA）
蛍光性OBAは紫外線に反応する
illumination, causing readings to vary between instruments and light sources.

4. オペレーターおよび
プロセス変動
Differences in sample preparation, placement, measurement methods,
および報告の不備により、結果に一貫性が失
われる。

5. 汚染
Labels, adhesives, colored PET, dust, glue, foreign plastics, and other debris can enter the sample
測定値に偏りが生じ、

なぜ M

「CH ALLENGE 「MPTENS」

1. NON-UNIFORMITY & DIRECTIONALITY

ペレットの形状、質感、およびランダムな配向により、測定ごとに光の反射が異なります。

再現性が低く、測定結果が必ずしも外観と相関しない。

2. 測定面積が小さい

不均一な試料のごく一部のみを測定しても、ロット全体を代表するとは限りません。

変動の見落とし、不適切なサンプリング、結果の不一致。

3. 蛍光増白剤（OBA）

UV 照射により蛍光が変化するため、測定値は装置
や光源によって測定値が異なる場合があります。

イエローインデックス、白色度
指数、および CIELAB 値に一貫性がない。

B "

オペレーターおよびプロセス
ばらつき

試料の前処理、配置、測定方法、および保管方法の違い。

オペレーター間および拠点間のばらつき。

5. 汚染

ラベル、接着剤、着色された PET、ほこり、接着剤、異物のプラスチック、その他の異物がサンプルに混入する可能性があります。

汚染物質は、測定された色に大きな影響を与え、誤った品質判断につながる可能性があります。

重要なポイント

rPET の信頼性の高い色測定は、課題を理解することから始まります。
これらの課題を解決するには、適切な測定器が不可欠です。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

再生 PET には、光学および材料の面でいくつかの特有の課題があり、そのため、多くの一般的なプラスチックよりも正確な色測定が困難になります。

バージンPETとは異なり、再生材料には、収集、選別、再加工、および複数の熱履歴の過程で生じる自然なばらつきが含まれています。その結果、正確で再現性があり、視覚的に意味のある色測定値を得るには、単にサンプルを分光光度計に入れるだけでは不十分です。

rPET の色測定の品質と信頼性に影響を与える 5 つの技術的課題があります。

- 不均一性と方向性 – ペレットの形状、質感、およびランダムな配向により、測定ごとに光の反射が異なってしまいます。
- 代表性のあるサンプリング – 不均一な試料のごく一部のみを測定しても、ロット全体を正確に反映できない可能性があります。
- 蛍光増白剤（OBA） – 蛍光添加剤は紫外線（UV）照射に反応するため、測定される色が装置や光源によって異なる場合があります。
- オペレーターおよびプロセスのばらつき – 試料の準備、配置、測定手順、報告方法の違いにより、不必要なばらつきが生じます。
- 汚染 – ラベル、接着剤、着色されたPET、ほこり、糊、その他の異物は、測定された色を変え、誤った品質判断につながる可能性があります。

これらの課題は、それぞれ単独でも測定精度に影響を与える可能性があります。これらが相まって、再生PETには、代表性があり、再現性が高く、視覚的に相関した色測定を行うように特別に設計された分光光度計が必要とされる理由を説明しています。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

以下のセクションでは、機器の設計と測定ジオメトリがこれらの課題にどのように対処しているかを検討します。

工学の原則

用途に合わせて設計された計測器は、より代表性が高く再現性の高い測定結果をもたらします。

覚えておいてください

信頼性の高い測定は、課題を理解することから始まります。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

3.2 なぜ**分光光度計によって**測定結果が異なる**のか？**

機器の設計が結果を左右する

2台の分光光度計が同じ試料を測定しても、異なる色値を報告することがあります。これは、どちらかの機器が不正確だからではなく、色の測定方法が異なるためです。

すべての分光光度計は、光が試料とどのように相互作用し、その光がどのように数値的な色値に変換されるかを決定する、特定の光学的な選択に基づいて設計されています。

これらの要因を理解することで、対象材料、用途、品質目標に適した測定結果が得られる装置を選定することができます。

以下のインフォグラフィックは、色測定に影響を与える主要な光学的要因を示し、装置の設計が測定**結果に**どのような影響を与えるかを説明しています。

測定結果に影響を与える主な光学的要因

これ

正当な差異

測定器によって、光学設計は異なります。そのため、数値結果は異なりますが、それらはすべて正当なものです。

外観との相関

適切な設計であれば、その測定値は、人々が視覚的に
see the material.

一貫性と比較可能性

測定機器の違いを理解することで、適切なツールを選択し、自信を持って結果を比較することができます。

より良い意思決定

正確かつ適切な測定は、品質管理の強化と無駄の削減につながります。

SEOMETRY



幾何学は、照射角度および反射光が収集される角度（例：O'/45'、d/8）。異なる幾何学的形状は、同じ
differently.

異なる幾何学的形状は、異なる値を生み出す可能性があります。

開口径



measured) affects how much of the sample is
分析されます。開口部が大きいほど、変動の平均値は大きくなります。

UVの影響は平均値に変化をもたらします。

照明



The type of light source
（例：D65、A、F2、Fl 1）
determines the color
同じ光の温度およびスペクトルパワー分布。

Different illuminants can
測定された色の変化。

光学および検出器



Differences in optical design,

オームの法則、および波長
interval can influence how light is measured and the resulting values.

光学性能の変化が測定値に影響を与えます。

UV含有量



紫外線（UV）光は、蛍光増白剤（OBA）を励起し、蛍光を発して測定値を変化させることがあります。

微量の紫外線でも測定結果に影響を与える可能性があります。

試料の提示



サンプルの高さ、充填

、およびサンプルカップやホルダーの種類によって
impact how light interacts with the sample.
Inconsistent presentation creates variation.

KEY TAKEAWAY

選択は、光の挙動や
色の測定方法によって異なります。

対象物質や

用途に合った機器を選定することは

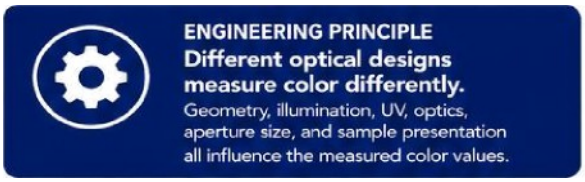
、正確で

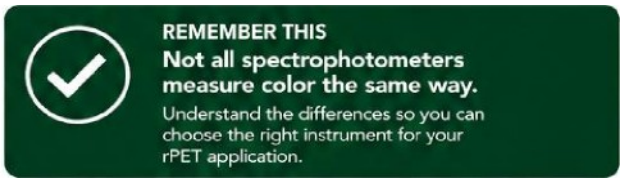
再現性があり、視覚的に意味のある

色測定値を得るためには不可欠です

。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ





©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

2台の分光光度計で同じ試料を測定しても、異なる色値が報告されることがあります。これは、どちらの機器も不正確だからではなく、色の測定方法が異なるためです。

すべての分光光度計は、光学形状、照明、UV 含有量、光学系、開口径、および試料の配置という特定の組み合わせに基づいて意図的に設計されています。これらの設計上の選択によって、光が試料とどのように相互作用するか、また反射光や透過光がどのように数値的な色値に変換されるかが決まります。

これらの違いを理解することで、メーカーは、すべての分光光度計が互換性があると安易に考えるのではなく、自社の材料、用途、品質目標に適した測定結果が得られる装置を選択できるようになります。

工学原理

分光光度計は、その光学設計に基づいて色を測定します。光学系、照明、および紫外線（UV）制御はすべて、報告される色値に影響を与えます。

覚えておいてください

機器が異なれば、得られる測定値も異なることが予想されます。測定条件が同等である場合にのみ、結果を比較してください。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

3.3 rPETにはどの測定法が最適か？

幾何学が決定づける色の測定方法を決定する

測定の幾何学は、光が試料をどのように照らすか、また反射光がどのように収集されるかを規定します。材料、表面の質感、用途のニーズに応じて、最適な測定幾何学が異なります。

不透明な再生PETペレット、フレーク、およびプレス成形プレートについては、業界標準の0°/45°円周幾何学が、表面の質感や方向性の影響を最小限に抑えつつ、人間の視覚評価と極めて良好な一致を示します。

この測定幾何学は、視覚的に意味があり、再現性の高い測定結果をもたらすため、多くのプラスチックおよび包装用途において好まれる手法となっています。

以下のインフォグラフィックでは、一般的な測定ジオメトリを比較し比較し、不透明なrPET用途において、0°/45°円周方向の測定法が最も適している理由を。

なぜこれが重要なのか

視覚的相関

0°/45°の測定ジオメトリは、不透明な材料の色を人が視覚的に評価する方法に最も合致しています。

表面効果の最小化

45°の収集角により、表面の質感、光沢、配向による影響を低減します。

一貫性

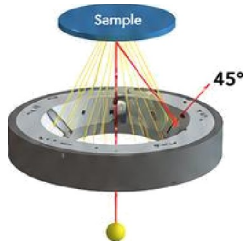
オペレーター、シフト、施設を問わず、安定的で再現性の高い結果を提供します。

業界標準

プラスチックや包装業界で広く採用されており、一貫したコミュニケーションを保証します。

一般的な測定形状の比較

0°/45° CIRCUMFERENTIAL



サンプルはD°の位置から照射され、45°の角度で円周方向に測定されます

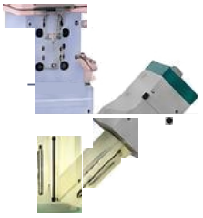
おすすめ：

@ペレット、フレーク、ペクリン

Pressed plaques and sheets

ほとんどのプラスチックおよび包装材 applications

45°/0°



サンプルは45°で照射されました

$dは0で測定

CONSIDERATIONS:

より高い方向性

Requires more averaging

テクスチャの少ないサンプル

d/8° ディルース



このサンプルは、拡散球を用いて照射され、通常8°の角度で測定されます

最適用途：

@ 反射率および透過率の測定

$PINおよびS^EX測定G カラーフォーミュレーション

RECOMMENDATION FOR OPAQUE rPET

For opaque rPET pellets, flake, and pressed plaques,

この形状が最適な組み合わ

of visual correlation,

せとなります

表面テクスチャの影響。

Agera^ L2は、業界標準の standard 0°/45° circumferential geometry 制御されたUV照明を用いて、accurate, repeatable, rPETの視覚的に相関した色測定を実現します。

ENGINEERING PRINCIPLE

Measurement geometry should match the application.

Choosing the right geometry ensures results that align with visual appearance and support consistent quality decisions.

REMEMBER THIS

Geometry influences the result.

Use 0°/45° circumferential geometry for opaque rPET materials to ensure measurements that best match how people see color.

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

測定ジオメトリは、光が試料とどのように相互作用するかを決定します。

材料によって光の反射や透過の仕方が異なるため、あらゆる用途に最適な単一の測定ジオメトリは存在しません。

再生PETは、ペレット、フレーク、プレスプレート、プリフォーム、ボトル、完成した包装など、さまざまな形態に加工されます。これらの材料は光との相互作用が異なるため、あらゆる用途に最適な単一の測定方法はありません。

工学上の原則

測定ジオメトリは、製品や用途に合わせて選択する必要があります。不透明な rPET の場合、業界標準の 0°/45° 円周ジオメトリが、外観との相関性が最も高くなります。

覚えておいてください

あらゆる用途に最適な単一の測定幾何学は存在しません。制御が必要な材料、表面、外観に合わせて測定幾何学を選択してください。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

3.4 Agera° L2がrPET測定の各課題をどのように解決するか

Agera* L2は、rPET材料に関する5つの主要な測定課題を克服し、正確で再現性が高く、視覚的に相関した色データを提供するために特別に設計されています。

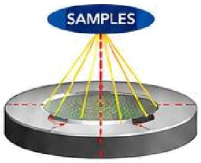
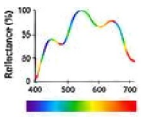


Agera° L2

専用設計。

測定可能な結果。

あらゆる意思決定への確信。

CHALLENGE	「AGERA」L2 機能	仕組み	重要性
1 不均一性& 指向性	 Industry-Standard 0°/45° Circumferential 形状	0°の位置で反射したligMを測定し、ペレット周囲の45°で照射されたligMの反射光を測定し、表面のテクスチャや配向の影響を平均化することで、	人間の視覚との相関性を最大限に高め、正確かつ代表的な測定を保証します。
2 測定面積が小さい	業界最大級の2インチ（51 mm）視野	1回の測定で数千個のペレットを処理し、サンプル内の自然なばらつきを捉えます。	より優れたサンプル平均化と再現性の向上により、より代表的な結果を提供します。
3 蛍光増白剤（OBA）	 CIE Calibrated D65 Illumination with 制御されたUV	蛍光性OBAを均一に励起するために、安定かつ制御されたUVエネルギーを供給します。	機器や光源を問わず、信頼性の高いイエローインデックス、白度指数、および CIELAB 値を保証します。
4 汚染			
5 オペレーターおよびプロセスのばらつき	 内蔵カメラ  EasyMatch^ Essentials L. QC ソフトウェア	ガイド付きワークフローにより、サンプルの取り扱い、測定、およびデータ報告を標準化します。 配置の確認と記録のために、すべての試料の高解像度画像を撮影します。	オペレーター間のばらつきを低減し、拠点やシフトを問わず一貫した結果を保証します。 正しい配置を確認し、ラベル、接着剤、または異物を検出し、トレーサビリティをサポートします。

KEY 要点

Agera” L2のあらゆる機能は、以下の課題を解決するために設計されています。

rPET測定における特定の課題——

正確で再現性があり、視覚的にも

相関性があり、信頼できる色データを提供すること。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

測定上の課題と光学的な要件を理解すれば、適切な測定機器の選定ははるかに容易になります。

HunterLabは、業界標準の0°/45°円周幾何学と、校正済みのD65照明、制御されたUV、統合イメージング、60°光沢測定、およびガイド付きEasyMatch® Essentials L2ワークフローを組み合わせることで、これらの要件に対応するためにAgera® L2を開発しました。

Agera® L2 は、単一の機能に頼るのではなく、相互に補完し合う技術を統合することで、再現性の向上、オペレーターによるばらつきの低減、品質管理の簡素化を実現し、客観的な色測定に対する信頼性を高めています。

設計原理

信頼性の高い色測定には、正確な光学系以上の要素が必要です。業界標準の幾何学配置、制御されたUV照明、統合されたイメージング、および標準化されたワークフローが連携して、再現性が高く、視覚的にも整合性のある結果をもたらします。

覚えておいてください

最高の測定器とは、単に色を測定するだけでなく、製造上の意思決定を確信を持って下せるよう、一貫性があり再現性の高い結果をもたらすものです。

実例をご覧ください

Agera L2 を使用して rPET の色、UV 応答、不透明度を評価した実例については、付録 B のケーススタディ B-1 をご覧ください。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

3.5 章のまとめ

適切な測定ソリューションの選定

すべての分光光度計が同じ方法で色を測定するわけではありません。装置の設計、測定ジオメトリ、照度、UV制御、および試料の配置はすべて、測定結果に影響を与えます。適切な装置を選択することで、視覚的な外観と相関する、正確で再現性の高い測定が保証されます。

1

rPET HAS UNIQUE MEASUREMENT CHALLENGES

Multiple feedstocks, varying processing histories, additives, and polymer aging create natural variation in color and appearance.

REMEMBER: You need an instrument designed for rPET.

0

最適な

楽器

運転性能が向上

意思決定

信頼性の高い測定により、無駄を削減し、プロセス制御を改善し、顧客の信頼を強化します。

覚えておいてください。適切な計測機器こそが、製造パフォーマンスの向上を支えます。

2

INSTRUMENT DESIGN INFLUENCES RESULTS

結果への影響

Differences in optical design, measurement geometry, illumination, and UV control can produce different color values for the same sample.

REMEMBER: Instrument design matters.

注意：装置の設計が重要です。



Agera° L2

不透明な rPET に推奨される溶液

4

ILLUMINATION & UV CONTROL ARE CRITICAL

CIE D65 illumination with Controlled UV provides consistent, repeatable results and minimizes fluorescence variability.

REMEMBER: Control the light to control the result.

覚えておいてください：光を制御してください

結果に大きな影響を与えます。

測定条件は視覚的相関に影響を与えます

45°/0°の円周方向

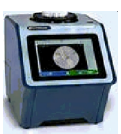
rPETのアウトレットやプラークのような不透明な材料に対する人間の視覚的知覚。

覚えておいてください：45°/0°は不透明なrPETにおける業界標準

適切な測定器の選定：最も重要なこと

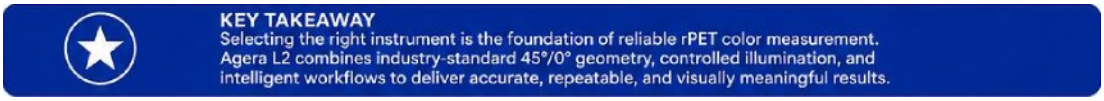
測定 GED/dETRY	照明条件 CE	UV カラーコントロール	サンプルプレゼンテーション	SOFTWARE & ワークフロー
• 4S°/0° 周方向	• CIE規格 D65	• 制御されたUVにより蛍光を最小限に抑える variability	• ポートの向き	• ガイド付きワークフロー
• 不透明材料において最高の視覚的相関性	• 一貫性があり、安定している 光出力	• リサイクルには不可欠 materials	• Sample cup design	• Standardized procedures
• 業界標準 for rPET	• 色精度 time and instruments		• Measurement area	• Data management
			• Sample consistency	• レポートとトレンド

rPET 向けに「AGERA L2」が推奨ソリューションである理由



Industry-standard	CIE D65 照明	組み込み型測定	60°	Guided workflows
.•V20'crcumteremiSI geometry	with Controlled UV	for sample viewing	lWegmted60'goss measurement for	EaeyMatch^ 搭載 Essentials L2 QC software

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ



©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

3.5 章のまとめ

第 3 章では、分光測色計の性能に影響を与える要因と、rPET を測定するための適切な機器を選定することの重要性について解説しました。機器の設計、測定幾何学、照明、UV 制御、および試料の配置が、測定される色値にどのように影響するか、また、業界標準の 0°/45° 円周幾何学が、不透明な rPET 用途において最高の視覚的相関を提供する理由について学びました。 また、Agera® L2 が、rPET に対して正確で再現性が高く、視覚的に意味のある色測定を実現するように特別に設計されている理由についても学びました。

適切な分光測色計を選択することで、色測定結果が測定方法ではなく、素材そのものを正確に反映するようになります。用途に合った機器を選定することで、製造業者は、一貫した品質判断、プロセス制御の改善、そして長期的な製造パフォーマンスのための信頼できる基盤を確立することができます。

次のステップ

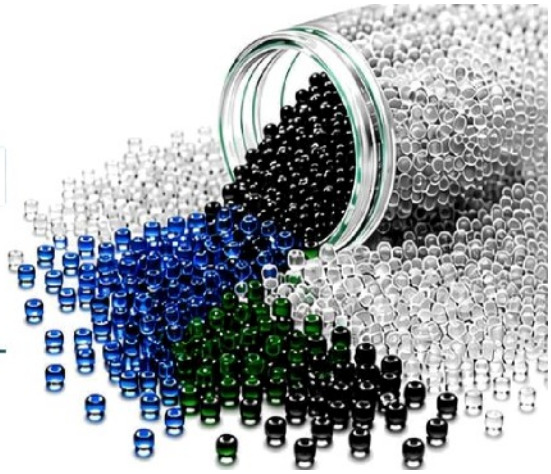
適切な測定器の選定は、意思決定の一部に過ぎません。色測定プログラムを導入する前に、製造業者はその経済的価値と期待される投資収益率（ROI）についても理解しておく必要があります。
第4章「プログラムの正当化」では、客観的な色測定が、廃棄物の削減、工程管理の改善、顧客の信頼強化にどのように寄与し、運用コストの削減や製造パフォーマンスの向上を通じて、測定可能なビジネス価値をもたらすかについて学びます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

第4章

プログラムの正当化

rPET色測定プログラムの導入



根拠

Every manufacturing investment must deliver measurable value. Objective color measurement is more than a laboratory instrument—it is a strategic investment that reduces waste,

プロセス管理の向上、効率の向上、顧客信頼の強化

本章では、隠れたコストを特定し、コスト削減効果を見積もり、実際の投資収益率を実証することで、説得力のあるビジネスケースを構築する方法を解説します。より精度の高い色測定が、いかにして業務パフォーマンスの向上

、そしてより堅調な財務実績へと結びつける方法を学びましょう。

Why Should Manufacturers Invest in Objective Color Measurement?

Learn how objective color data reduces waste, improves quality, strengthens supplier performance, and supports better manufacturing decisions.

製造上の意思決定を支援するかを学びましょう。

How Do You Build a Financial Business Case?

ビジネスケースを構築するか？

Follow a structured approach to identify hidden costs, estimate savings, calculate ROI, and present a compelling investment proposal that gains management approval.

章の目的

この章の終わりまでに、読者は、測定可能な業務上および財務上のメリットを通じて、客観的な色測定への投資を正当化する方法について理解できるようになるはずです

specific to their

製造工程。

@ ”•ⁿ ‘f°*•^•＇ °*’

オブジェクトの平均色

測定

財務的なROIを構築する方法

business case for investment

実践において、ROI はどのようなものになるか

O 実際にどのような ROI が得られるかO どのようなビジネス成果が期待できるか

一つの目標：

tviEAsuwBLE

ビジネス価値

客観的な色測定を、品質の向上、廃棄物の削減、コストの低減を実現し、組織全体で測定可能な成果をもたらす戦略的な製造投資へと転換しましょう。

この章では、

客観的な色測定のビジネスケースを構築し

より賢明な意思決定を行うための知識を提供し、

コスト削減、そしてより良い成果。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

第4章「プログラムの正当性を立証する」へようこそ

客観的な色測定のビジネスケースの構築

機械式rPETリサイクルにおける客観的な色測定への投資は、廃棄物や手直しの削減、プロセス管理の改善、サプライヤーの適格性評価の強化、そしてより一貫した材料品質の確保を通じて、測定可能な製造上の価値をもたらさなければなりません。

客観的な色測定は、単なる品質管理ツールにとどまらず、廃棄物の削減、プロセスの一貫性の向上、顧客の信頼の強化、そして製造の継続的な改善を支える戦略的な投資です。

この章では、隠れたコストの特定、経済的利益の推定、投資収益率（ROI）の算出、およびrPET製造全体における標準化された色測定の運用上の価値を実証することで、客観的な色測定のための説得力のあるビジネスケースを構築する方法について説明します。

この章で学べる内容

4.1 なぜ客観的な色測定に投資すべきか？

客観的な色測定が、いかにして廃棄物を削減し、品質を向上させ、測定可能なビジネス価値をもたらすかを理解します。

4.2 ビジネスケースはどのように構築するか？

隠れたコストを特定し、コスト削減効果を見積もり、ROIを算出し、測定可能な財務データを用いて投資の正当性を立証する方法を学びます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

本章の目的

この章を読み終える頃には、以下の点が理解できるようになります：

- 客観的な色測定が、なぜ製造における戦略的な投資となるのか。
- 主観的な色評価に伴う隠れたコストを特定する方法。
- 説得力のある財務的なビジネスケースを構築し、提示する方法。
- 測定可能なROIが、経営陣の承認と長期的な投資をどのように後押しするか。
- 客観的な色測定が、収益性、品質、および業務パフォーマンスをどのように向上させるか。

重要なポイント

この章を読み終えたら、以下の5つの原則を覚えておいてください：

- 品質の向上は、測定可能な財務的価値を生み出します。
- 無駄の削減は、即座に業務コストの削減をもたらします。
- ROIは、測定可能なプロセスの改善によって構築される。
- 客観的なデータは、経営判断と経営陣の自信を強固なものにする。
- 成功した投資は、製造パフォーマンスと収益性の両方を向上させます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

4 JUSTIFY A PROGRAM

4.1 なぜ製造業者はrPET向けの客観的な色測定に投資すべきなのでしょうか？



客観的な色測定は、単なる実験室用機器にとどまらず、製造改善の取り組みそのものです。主観的な目視検査を、正確で再現性のある数値データに置き換えることで、製造業者はばらつきを検知し
プロセス管理を改善し、廃棄物を削減し、日々より良い意思決定を行うことができます。

rPET の場合、原料のばらつき、熱履歴、酸化、汚染、蛍光増白剤（OBA）によって色のばらつきが増大するため、客観的な測定は不可欠なプロセス改善ツールとなります。
単なる色の測定方法にとどまりません。

WHERE OBJECTIVE COLOR MEASUREMENT CREATES VALUE

PRODUCT QUALITY
Eliminates subjective judgments and provides repeatable color values to ensure consistent products.

Detect variation early and take corrective action before large quantities of off-color product are produced.

Continuous monitoring identifies process drifts caused by raw materials, or processing conditions.

Numerical color specifications create a common language over acceptable color.

INCREASE EFFICIENCY
Faster, more confident decisions reduce delays, product holds, and reliance on visual inspection.

SUPPORT SUSTAINABILITY
Less scrap, rework, and reprocessing reduces material, energy, and overall manufacturing waste.

COMMON SOURCES OF FINANCIAL RETURN

- Reduced scrap and off-color production
- Less rework and reprocessing
- Lower labor for visual inspection
- Improved first-pass yield
- Faster production cycles
- Fewer customer complaints and returns
- Lower quality, warranty, and claim costs
- Greater confidence in using higher recycled content

While each improvement may be modest, together they often produce annual savings that greatly exceed the cost of the measurement system.

WHY rPET REQUIRES OBJECTIVE MEASUREMENT



Recycled PET introduces additional challenges that increase the need for objective measurement:

- Variable feedstock sources
- Yellowing from degradation
- Contamination from labels, adhesives, and foreign materials
- Lot-to-lot color variation
- Higher customer expectations
- Multiple thermal histories
- Optical Brightening Agents (OBAs)

KEY TAKEAWAY
Objective color measurement is not simply a laboratory instrument—it is a strategic manufacturing investment that delivers measurable operational and financial value.

工学の原理

Manufacturing performance improves when decisions are based on objective, repeatable data rather than subjective visual inspection.

REMEMBER THIS
The greatest return comes not from measuring color itself, but from improving the process.

WHAT'S NEXT
Next, you'll learn how to translate these improvements into measurable financial return building a strong business case.

提供：

KEY TAKEAWAY
A well-built financial business case shows how objective color measurement reduces costs, improves efficiency, and delivers a strong return on investment.

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

あらゆる投資は、測定可能なビジネス価値をもたらすべきです

成功する色測定プログラムは、最初のサンプルを測定するずっと前から始まっています。分光光度計を導入しただけでは、正確かつ一貫した結果が保証されるわけではありません。成功するプログラムは、明確に定義された目的、測定可能な成功基準、割り当てられた責任、そして体系的な導入計画から始まります。導入前にこれらの要素を確立しておくことで、プログラムがビジネス目標を確実に支援すると同時に、製造の品質、一貫性、および業務効率を向上させる、再現性が高く信頼性の高い色データを提供できるようになります。

客観的な色測定は、しばしば実験室用の機器と見なされますが、その最大の価値は品質管理室の枠をはるかに超えています。主観的な目視検査を、正確で再現性のある数値データに置き換えることで、製造業者は工程のばらつきを早期に把握し、より情報に基づいた生産上の意思決定を行い、廃棄物を削減し、全体的な業務パフォーマンスを向上させることができます。

再生PET（rPET）の場合、客観的な色測定の価値はさらに高まります。バージンPETとは異なり、rPETには、原料の違い、複数の熱履歴、汚染、蛍光増白剤（OBA）、ロット間の自然なばらつきなど、さらなる変動要因が存在します。これらの要因により、色の管理はより困難になり、ばらつきを早期に検出できなければ、コストのかかる生産上の問題が発生する可能性が高まります。

単なる色測定にとどまらず、客観的な色測定プログラムは、製造プロセスを制御し、一貫性を向上させ、生産全般にわたって確信を持って品質に関する意思決定を行うために必要なデータを提供します。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

客観的な色測定が価値を生み出す場面

客観的な色測定は、製造プロセス全体を通じて測定可能なメリットをもたらします。

製品品質の向上

客観的な測定により、主観的な視覚的判断が排除され、再現性のある数値的な色値を用いて製品を評価できるようになります。これにより、製品の均一性が向上すると同時に、生産が定められた色仕様の範囲内にとどまることが保証されます。

廃棄物と手直しの削減

色ばらつきを早期に検出することで、仕様外の製品が大量に生産される前に是正措置を講じることができ、不良品、手直し、および材料ロスを削減します。

工程管理の向上

継続的な色監視により、原材料のばらつき、加工条件、設備の変更、または汚染によって引き起こされる工程のドリフトを、問題が深刻化する前に特定することができます。

サプライヤーの品質強化

数値による色仕様は、製造業者とサプライヤーの間で共通の基準を提供し、入荷検査を簡素化すると同時に、許容色に関する紛争を低減します。

製造効率の向上

客観的な色測定により、目視検査、主観的な判断、および不必要な製品の保留に起因する生産遅延を削減し、生産の早期リリースを実現します。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

持続可能性の支援

スクラップの削減、再加工の最小化、および初回生産歩留まりの向上により、原材料の消費量、エネルギー使用量、および製造廃棄物全体を削減します。

財務的リターンの一般的な源泉

製造工程はそれぞれ異なりますが、客観的な色測定は、生産プロセス全体における隠れたコストを削減することで、一般的に価値を生み出します。

代表的な投資回収の分野には以下が含まれます：

- スクラップおよび色ずれ製品の削減
- 製品の再加工および再処理の削減
- 目視検査に伴う人件費の削減
- 初回歩留まりの向上
- 生産リリースまでの時間の短縮
- 顧客からの苦情や返品が減少
- サプライヤーの品質安定性の向上
- 保証および品質コストの削減
- 再生素材の使用比率を高めても、より高い信頼性を確保

個々の改善点はささやかなものに見えるかもしれませんが、それらが相まって、測定システムのコストを大幅に上回る大幅な年間コスト削減につながることがよくあります。

投資額は測定機器の価格をはるかに上回る

客観的な色測定は、単に色をより正確に測定するだけではビジネス価値を生み出しません。色そのものは利益を生み出すものではなく、一貫性のある製造プロセスこそが利益を生み出すのです。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

客観的な色測定は、これらのプロセスを監視し、ばらつきを早期に検出し、タイムリーな生産上の意思決定を行うために必要な、再現性のある客観的なデータを提供します。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

主観的な観察結果を測定可能なプロセス情報に変換することで、製造業者は、無駄を削減し、品質を向上させ、効率を高め、測定可能な財務成果をもたらすために必要な可視性を得ることができます。

工学の原則

意思決定が主観的な視覚評価ではなく、客観的で再現性のある測定データに基づいて行われるとき、製造パフォーマンスは向上します。

覚えておいてください

客観的な色測定は、単なる実験室用機器ではなく、測定可能な業務上および財務上の価値をもたらす製造改善プログラムなのです。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

ou

4.2 財務的価値を投資のビジネスケース*

説得力のあるビジネスケースとは、客観的な測定基準によるメリットを
測定値がもたらすメリットを、投資承認を後押しする財務的な指標に変換します。

隠れたコストを特定し、節約額を推定し、投資収益率（**ROI**）を算出することで、製造業者は、このプログラムがどのように収益性を向上させ、長期的な事業目標を支えるかを明確に把握できます。

客観的な色測定は、廃棄物の削減、プロセス管理の改善、効率の向上、そしてサプライヤーのパフォーマンス強化につながります。これらの改善点を定量化することで、財務的な影響が明確になり、投資の価値を容易に正当化できるようになります。



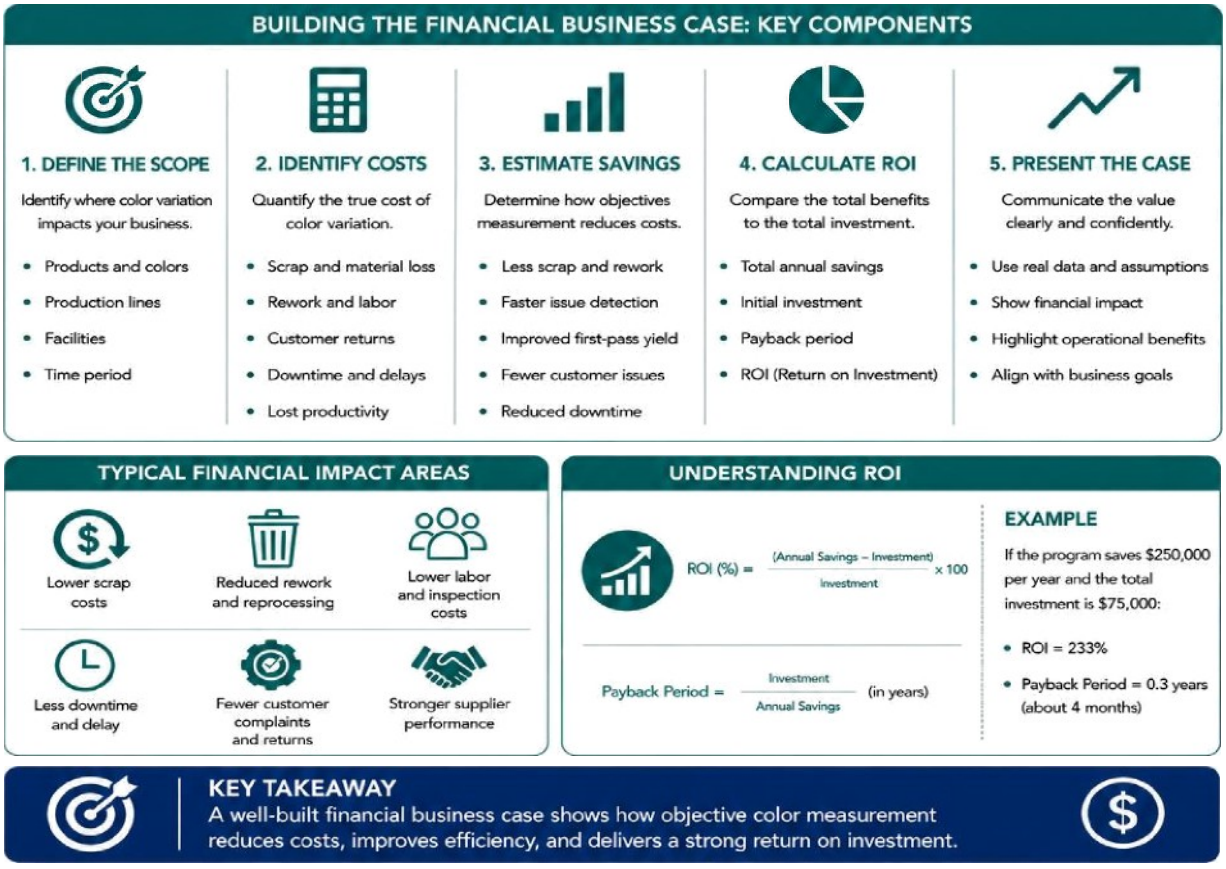
o

不良品および色違い製品 手直し作業および再加工

選別および検査にかかる人件費 顧客からの苦情および返品 サプライヤーの問題および入荷のばらつき

ダウンタイムと遅延

生産性と効率の低下



©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

技術的な改善を財務成果につなげる

客観的な色測定への投資は、最終的には単なる技術的な判断ではなく、ビジネス上の意思決定です。色の均一性の向上、ばらつきの低減、プロセス管理の改善は貴重な成果ですが、経営陣の承認は通常、測定可能な財務的リターンに基づいて行われます。

説得力のあるビジネスケースを構築するには、まず製造プロセス全体において、色のばらつきがどこで隠れたコストを生み出しているかを特定することから始めます。不良品、手直し、人件費、稼働停止時間、顧客からの苦情、サプライヤーのばらつき、生産効率の低下など、これらすべてが色の不均一性による真のコストに寄与しています。これらのコストを定量化し、客観的な色測定によって期待される改善効果と比較することで、投資の経済的価値が明確になります。

成功するビジネスケースは、測定器そのものよりも、それがもたらす業務上の改善に焦点を当てています。*「分光光度計の価格はいくらですか？」*と問うよりも、*「色を客観的に測定しないことのコストはいくらですか？」*と問うほうが、より適切な問いとなります。

天然素材のばらつきにより色管理がますます困難になっている再生PET（rPET）の場合、客観的な色測定は、製造業者が問題を早期に特定し、ばらつきを低減し、プロセスの一貫性を向上させ、コストのかかる生産損失が発生する前に回避するのに役立ちます。

フェーズ1 — 色ばらつきによるコストの特定

最初のステップは、制御されていない色が製造プロセス全体においてどこで隠れたコストを生み出しているかを理解することです。

一般的な要因としては、以下が挙げられます：

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

- スクラップおよび不良品の発生
- 製品の再加工および再処理
- 目視検査にかかる追加の労力
- 色調整に伴う生産のダウンタイム
- 顧客からの苦情および返品
- サプライヤーとの品質に関する紛争
- 生産能力の損失
- 原材料消費量の増加
- エネルギー使用量の増加
- 製造歩留まりの低下

これらのコストの多くは毎日発生していますが、客観的な測定データが得られるまでは定量化することが困難です。

フェーズ 2 — 現在のパフォーマンスを定量化する

潜在的な節約額を推定する前に、現在の業務のベースラインを確立してください。有用なパフォーマンス指標には、次のようなものがあります。

- スクラップ率
- 手直し率
- 顧客からの返品
- 色に起因する生産中断
- 平均ΔE変動
- イエローインデックス（YI）の推移
- ロット間の均一性
- 初回生産歩留まり
- 材料使用量
- 色評価に伴う労力

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

これらの測定値は、将来の改善効果を算出するための出発点となります。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

フェーズ 3 — 潜在的な節約額の推定

次に、客観的な色測定によって現実的に達成できる改善効果を見積もります。

潜在的なコスト削減効果は、多くの場合、以下の要因から生じます：

スクラップの削減

仕様外の材料が大量に生産される前に、ばらつきを検出する。

手直しの削減

完成品を再加工するのではなく、工程のドリフトを早期に是正する。

生産判断の迅速化

主観的な目視評価を、即座に行われる数値に基づく合格判定に置き換えます。

歩留まりの向上

同じ原材料で、より多くの販売可能な製品を生産する。

サプライヤー管理の強化

生産に影響が出る前に、入荷材料のばらつきを特定します。

品質コストの削減

顧客からの苦情、調査、保証請求、および返品を削減します。個々の改善は比較的小さなものに見えるかもしれませんが、それらを合計した年間価値は、多くの場合、初期投資額を数倍も上回ります。

フェーズ4 — 投資収益率（ROI）の算出

推定される節約額が特定できたら、それを測定プログラムの導入にかかる総コストと比較します。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

考慮すべき点：

投資コスト

- 計測機器の購入費
- ソフトウェア
- 設置
- トレーニング
- 規格および付属品
- 年次校正および保守

年間メリット

- スクラップの削減
- 手直し作業の削減
- 人件費の削減
- 生産性の向上
- 歩留まりの向上
- 顧客からのクレームの減少
- 材料の無駄の削減
- 生産リリースまでの時間短縮

年間節約額と総投資額の差によって、期待される投資収益率（ROI）と推定回収期間が決定されます。

フェーズ5 — ビジネスケースの提示

経営陣は、技術的な仕様よりも、測定可能なビジネス成果に対して最も前向きに反応します。

効果的な提案では、客観的な色測定が以下を実現することを示します：

- 製品品質の向上

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

- 運用コストの削減
- 製造効率の向上
- 持続可能性の向上
- 生産リスクの低減
- 顧客満足度の向上
- リサイクル素材の使用率向上を支援
- 測定可能な財務的リターンを実現する

設備購入というよりも、業務改善という観点から投資を提示することで、承認がはるかに得やすくなります。

典型的な投資回収分野

製造工程はそれぞれ異なりますが、客観的な色測定は一般的に、以下の改善を通じて価値をもたらします：

- 製品の一貫性
- 工程能力
- 初回歩留まり
- スクラップの削減
- 材料利用率
- オペレーターの生産性
- サプライヤーの品質
- 顧客満足度
- 製造における信頼性

これらを総合的に見ると、こうした改善によって、測定システムの耐用年数にわたるコストを大幅に上回るリターンが得られることがよくあります。

結果に焦点を当てた最良のビジネスケース

客観的な色測定の最も強力な正当化理由は、測定器そのものではなく、製造パフォーマンスの測定可能な

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

改善にあります。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

客観的で再現性のある測定データを用いて色を継続的に監視している組織では、通常、品質上の問題が少なく、運用コストが低く、顧客満足度が向上し、財務実績も良好です。

経営陣が、客観的な色測定を単なる実験室の購入品ではなく、プロセス改善の取り組みであると理解すれば、その投資の正当性を説明することははるかに容易になります。

工学の原則

客観的な色測定の経済的価値は、単に色を正確に測定することではなく、製造パフォーマンスの向上に由来します。

このことを覚えておいてください

経営陣が投資するのは、測定可能なビジネス成果であり、機器そのものではありません。

実践例

付録Bのケーススタディ B-2では、製造コスト、潜在的な節約額、投資回収期間、ROI（投資収益率）を活用して、客観的な色測定のビジネスケースを構築する方法を示す具体例を紹介しています。

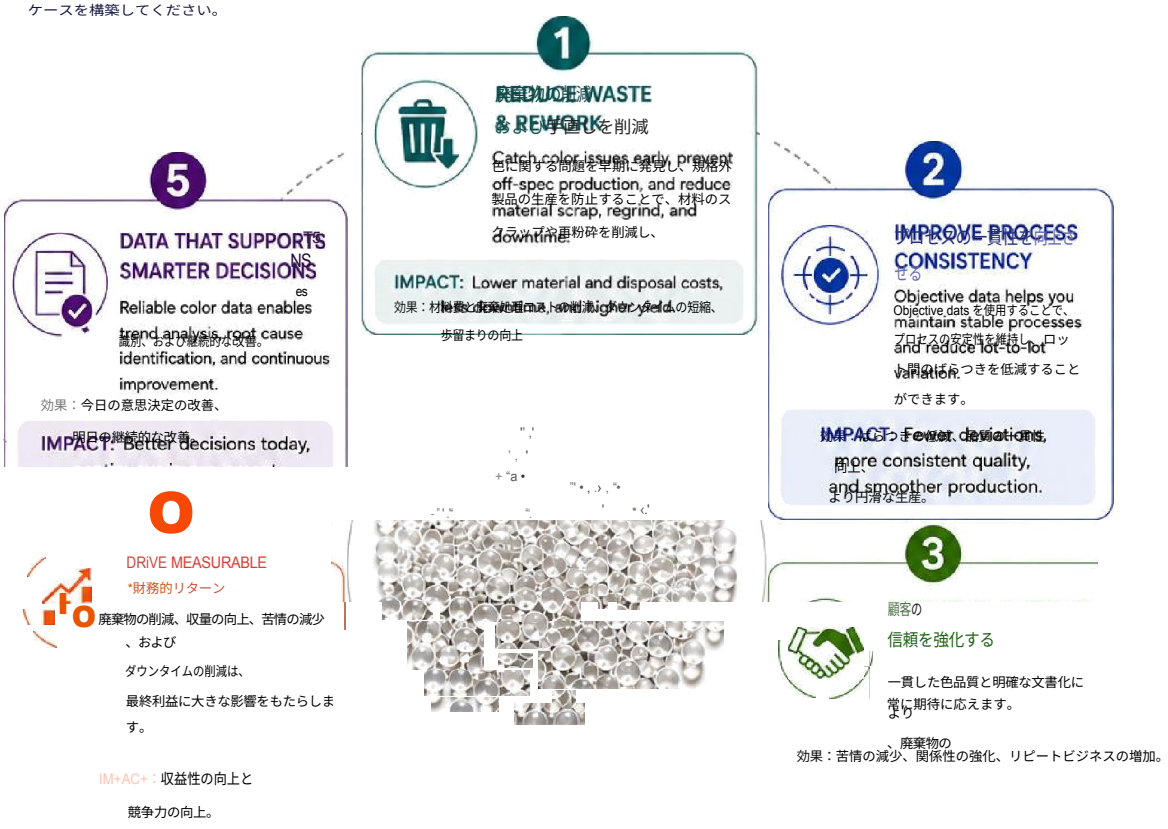
©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

figg 章のまとめ

客観的な色測定のビジネスケースの構築

客観的な色測定は、単なる実験室用ツールにとどまりません。それは、無駄を削減し、

プロセスの一貫性を向上させ、顧客の信頼を強化し、測定可能な財務的リターンをもたらす戦略的投資です。仮定ではなく、データに基づいてビジネスケースを構築してください。



ビジネスケースを構築する

投資	− 回避されたコスト	+ 追加のメリット	投資収益率
機器、ハードウェア、トレーニング、およびプログラムの導入。	• 材料の無駄 • 手直しおよび再研磨 • ダウンタイム • 顧客からの苦情 • 検査および選別	収量の向上 ファッサーの立ち上げ サプライヤーの品質顧客との関係強化	コスト削減、品質向上、測定可能なROI—年々。

主な財務上のメリット

5~20%以上の削減 in material waste	ダウンタイムの削減と changeovers	Fewer customer complaints and returns	サプライヤーの納期改善 qualification	利益率の向上と競争力の強化

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

KEY TAKEAWAY

Objective color measurement transforms quality control into a financial advantage. By reducing waste, improving consistency, and strengthening customer confidence, it delivers a measurable return on investment and long-term manufacturing value.

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

4.3 章のまとめ

第4章では、客観的な色測定が単なる品質管理ツールにとどまらず、戦略的な製造投資であることを示しました。廃棄物の削減、プロセスの一貫性の向上、顧客クレームの最小化、サプライヤー認定の強化、およびプロセス管理の改善が、測定可能な財務的リターンにどのように寄与するかを学びました。また、投資収益率（ROI）分析が、客観的な色測定プログラムの導入を正当化するのにどのように役立つかについても検討しました。

客観的な色測定の運用面および財務面のメリットを定量化することで、製造業者は、単に装置のコストだけでなく、測定可能なビジネス価値に基づいて、情報に基づいた投資判断を下すことができます。十分に根拠のある色測定プログラムは、製品品質を向上させ、製造パフォーマンスを強化し、効率の向上、廃棄物の削減、およびより一貫性のある生産を通じて、長期的なリターンをもたらします。

今後の展望

投資が承認された後は、効果的な導入が成功の鍵となります。適切な測定機器と説得力のあるビジネスケースは、標準化された手順、訓練を受けたオペレーター、そして一貫したワークフローによって支えられて初めて、真の価値を発揮します。

第5章「プログラムの導入」では、製造業務全体で信頼性の高い結果をもたらす色測定プログラムを、どのように計画、展開、標準化、そして継続的に改善していくかを学びます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

第5章

プログラムの導入

成功する

rPET色測定プログラムの導入



成功する色測定プログラムは、単なる
適切な測定器を備えていることだけにとどまらず、計画と標準化が必要です。
な改善。人、プロセス、
タ管理、および日常的なモニタリングが連携して機能しなければならない
連携して、正確で再現性があり、実用的な色
毎日データを収集しています。

展開、および継続的
基準、デー

この章では、より良い製造上の意思決定を促進し、ばらつきを低減し、品質とパフォーマンスを強化する、高パフォーマンスなコトル測定プログラムを導入・維持するための段階的なフレームワークを紹介します。

この章では、4つの重要な質問に対する答えが見つかります——

B

成功する色測定プログラムをどのように計画すればよいのか？

目標の定義、
ング、承認済み基準、測定可能な成功
立することが、
グラムを成功に導く基盤となる仕組みを理解しましょう。

0

では、どのようにして
どうすればよいでしょうか？
システム7'

責任の割り当てや　　サンプリ
現実的な許容範囲、文書化された基準を確
手順、およびベースラインデータが、プロ
測定結果が
一貫性と再現性を維持するようにしてください。

O

測定の標準化を成功させるには
プログラムを展開するには？

標準化されたワークフロー、オペレーターのトレーニング、ソフトウェアの設定、および一元化されたデータ管理が、いかにして実験室用機器を製造品質システムへと変革するかをご覧ください。

O

新 カラー測定プログラムを継続的に改善するには†

トレンド分析、統計的モニタリング、サプライヤーのパフォーマンス、および定期的なプログラムの見直しが、
カラーデータを、継続的な改善を推進する製造インテリジェンスへと変えるかを探ってみてください。

章の目的

By the end of this chapter, the reader should understand how to implement and sustain a successful rPET color measurement program across the organization.

計画された客観的な色
測定プログラム

- How to standardize measurement
  手順および文書化
- 生産工程において、色測定を効果的に導入する方法
- 記録データを用いて、パフォーマンスをどのように測定するか
- O How continuous improvement
  長期的な品質を強化する
  oパフォーマンス

この章では、

一つの目標：

信頼性が高く、一貫性のあるrPET測定

適切なプログラム、適切な人材、プロセス、基準、そしてデータが揃えば、より質の高い意思決定を行い、ばらつきを低減し、
一貫性のある高品質な
rPET製品を毎日開発できるようになります。

標準化された色測定プログラムを構築するための知識を提供します

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

を構築するための知識を提供し、

信頼性の高い**結果**を得るための標準化された色管理プロセスを構築するための知識を提供します。



©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

第5章「成功するrPET色測定プログラムの導入」へようこそ

成功するrPET色測定プログラムの導入

適切な測定機器の選定と、説得力のあるビジネスケースの構築は、あくまで始まりに過ぎません。一貫した色品質を実現するには、標準化された手順、訓練を受けたオペレーター、明確に定義された責任、そして継続的なパフォーマンスのモニタリングを組み合わせた、体系的な導入計画が必要です。

成功する機械式 rPET 色測定プログラムは、代表的なサンプリングや標準化から、設置、トレーニング、導入、そして継続的なプログラム管理に至るまで、測定戦略を再現性のある製造プロセスへと変えます。

この章では、rPET色測定プログラムを成功裏に展開するための実践的なロードマップを紹介します。導入計画の策定、測定手順の標準化、一貫性のあるワークフローの展開、そして測定データを活用して製造業務全体における継続的なプロセス改善を支援する方法について学びます。

この章で学べる内容

5.1 成功するプログラムをどのように計画するか？

綿密な計画、明確に定義された目標、そしてステークホルダー間の連携が、長期的な成功の基盤をどのように築くかを学びます。

5.2 測定をどのように標準化するか？

標準化された手順、承認された規格、一貫した測定手法が、再現性と信頼性をどのように向上させるかを理解します。

5.3 プログラムをどのように展開するか？

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

標準化されたワークフロー、オペレーターのトレーニング、およびソフトウェアの設定が、組織全体での一貫した実施をどのように保証するのかを学びましょう。

5.4 継続的な改善はどのように行うか？

傾向分析、パフォーマンスの監視、および定期的なプログラムの見直しが、長期的な製造改善をどのように推進するかを探ります。

本章の目的

この章を読み終える頃には、以下のことが理解できるようになります：

- 成功する色測定プログラムを計画・構築する方法。
- 標準化された手順が、測定の一貫性と再現性をどのように向上させるか。
- 一貫性のあるワークフローが、オペレーターによるばらつきを低減し、確実な実施を支える仕組み。
- 測定データが、継続的なプロセス改善をどのように支えるか。
- 標準化された実施が、正確な測定結果を信頼性の高い製造パフォーマンスへと転換する仕組み。

重要なポイント

この章を読み終えたら、次の5つの原則を覚えておいてください：

- 成功するプログラムは、綿密な計画から始まります。
- 標準化された手順は、一貫性のある測定結果を生み出します。
- 明確に定義されたワークフローは、作業者によるばらつきを低減します。
- 過去の測定データは、継続的な改善の原動力となります。
- 信頼性の高い製造システムは、一貫性のある人材、手順、およびデータに依存しています。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

5 IMPLEMENT A PROGRAM

5.1 成功する色測定プログラムをどのように計画すればよいでしょうか？

rPETの色測定プログラムを計画する

測定プログラムを計画する

成功する色測定プログラムは、最初のサンプルを測定する前から始まっています。企業は、単に分光光度計を導入するだけでなく、明確な目標を定義し、測定可能な成功基準を確立し、責任の所在を明確にし、体系的な導入計画を策定する必要があります。綿密な計画は、製造工程全体を通じて、正確で再現性があり、持続可能な色測定を行うための基盤となります。

エンジニアリングの洞察

最も成功している色測定プログラムは、機器の導入に先立って行われます。

明確な目的、標準化されたプロセス、そして測定可能な目標が、長期的な成功を保証します。

4つのフェーズからなる導入ロードマップ



ビジネス目標の定義

成功指標の確立

現状の評価

P' C95SD5

導入計画の策定

手順の標準化

基準を定義する

許容範囲を定める

許容範囲を確立する

ベースラインデータの収集

設備の設置

機器の設置

ソフトウェアの設定

オペレーターのトレーニング

ワークフローの検証

KPIの監視

トレンド

パフォーマンス

lmocove

プロセス

定期的に確認する

導入の成功要因



人材

関与させ、エンパワーメントチーム

プロセス

標準化して文書化

worMows

技術

適切なツールと

ソフトウェア

OATA

測定し、管理し、

データに基づいた行動

成功する導入には、人、プロセス、テクノロジー、そして客観的なデータのバランスが不可欠です。





©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

成功する色測定プログラムは、最初のサンプルが測定されるずっと前から始まっています。

組織は、単に分光光度計を導入するのではなく、まずそのプログラムで何を達成したいのか、そして成功をどのように測定するのかを明確に定義すべきです。明確な目標を設定することで、導入がビジネス目標の達成に寄与すると同時に、製造品質、一貫性、効率性において測定可能な改善をもたらすことが保証されます。

典型的な導入目標としては、ロット間の均一性の向上、不良品や手直しの削減、初回合格率の向上、サプライヤーの適格性評価の改善、顧客の信頼強化、および再生材料を活用した持続可能性への取り組みの支援などが挙げられます。

また、成功するプログラムでは、プロジェクトリーダーを選定し、責任を割り当て、現実的なスケジュールを策定するとともに、導入期間を通じて進捗を評価できる測定可能な主要業績評価指標（KPI）を定義します。

技術的原則

成功する色測定プログラムは、単に機器を設置するだけでは実現できません。計画、標準化された手順、そして明確に定義された目標を通じて構築されるものです。

覚えておいてください

綿密に計画された測定プログラムは、最初のサンプルが測定されるずっと前から、一貫した結果をもたらします。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

5.2 標準化された測定システムはどのように構築すればよいのでしょうか？

標準化されたrPET測定システムの開発

測定システムの構築

一貫した測定には、一貫した手順が必要です。標準化されたサンプリング、承認された基準、測定機器の標準化、代表性のある測定、
一貫した報告を行うことで、個々の測定値は信頼性の高い
製造データへと変えます。

エンジニアリング・インサイト

Even the best spectrophotometer cannot produce reliable results if every operator measures differently. Standardized procedures eliminate unnecessary variation and build confidence in every measurement.





標準化の原則

人材
Trginedsndの有能なチーム

手順
文書化され、一貫性のある手法

EOU | PMEWT
プロセスの維持と管理

データ
Accurate, traceable, および信頼性の高いデータ

信頼性の高い色測定には、標準化された担当者、手順、機器、およびデータが必要です。

KEY TAKEAWAY

A standardized measurement system transforms individual measurements into accurate, repeatable, and actionable manufacturing decisions.



©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

一貫性のある測定には、一貫した手順が必要です。

たとえ最先端の分光光度計であっても、オペレーターごとにサンプルの準備方法や測定手順が異なっていれば、信頼性の高い測定結果は得られません。

標準化された測定システムでは、代表性のあるサンプリング、試料調製、承認された色標準、測定幾何学、機器の標準化、色値、報告要件、および合格/不合格の判定について、文書化された手順が確立されています。測定を行う担当者や場所に関係なく、すべての測定は同じワークフローに従う必要があります。

導入前にベースラインとなる生産データを構築することで、通常の製造ばらつきを把握し、統計的プロセス管理および将来の継続的改善の基盤を築くことができます。

標準化された測定手順により、個々の測定値は信頼性の高い製造データへと変換されます。代表性のあるサンプリング、承認された標準、文書化されたワークフロー、ベースラインデータ、および一貫した報告により、オペレーター、生産シフト、施設を問わず、測定結果の比較可能性が確保されます。

工学上の原則

標準化された測定手順により測定のばらつきが排除されるため、報告される色の違いは、測定手法やオペレーターの違いではなく、実際の製品の変化を反映したものとなります。

覚えておいてください

毎回同じ方法で測定してください。一貫した手順が、一貫した判断をもたらします。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

5.3 プログラムを成功裏に導入するにはどうすればよいですか？

rPETの導入

カラー測定プログラム

導入を成功させることで、色測定システムは製造工程の日常的な一部となります。システムの設定、オペレーターのトレーニング、ワークフローの標準化を行い、導入初日から再現性のある測定が確実に行えるようにします。

エンジニアリングの知見

適切に導入されたプログラムにより、すべてのオペレーターが同じワークフローに従い、毎回一貫性のある信頼性の高い結果を生み出すことが保証されます。

0 設置・設定



- 装置を設置し、認定を行います。
- 承認済みのメソッドと設定を読み込みます。
- デジタル標準値と許容誤差を設定します。
- システムの性能を検証します。

0 トランオペレーター



- サンプリングと前処理について研修を行う。

  標準化された測定**ワークフローを**指導する。
- 色値とその意味について復習する。

  合否判定と是正措置の練習を行う。

0 ワークフローの標準化



- EasyMatch® **Essentials L2** のガイド付きワークフローを使用する。
- 毎回同じ手順に従う。

eオペレーターによるばらつきを低減します。

- データの integrity.

0 一元化 データの質



- 「**Quality Central**」を使用してデータを保存・管理します。
- 施設や生産ラインを比較します。
- トレーサビリティと意思決定を改善します。
- リアルタイムで応答や傾向にアクセスします。

導入の成功要因

スタンバート2ED プロセス
Documented procedures

トレーニング済み オペレーター
Competent operators
結果として

信頼性 技術
適切に構成済み
持管理されています
性能

正確 データ
データは適切にサポートおよび維
製造

これらの要素が相まって初めて、一貫した結果が標準となります。

KEY TAKEAWAY

Successful deployment starts with the right tools and configuration, but consistent results come from trained operators following standardized workflows every time.

CONFIGURE | TRAIN | STANDARDIZE | CENTRALIZE

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

標準化された手順が確立されれば、測定プログラムを生産全体に展開することができます。

導入を成功させるには、ソフトウェアのインストールや測定方法の設定だけでは不十分です。オペレーターは、標準化されたワークフローに従い、測定結果を理解し、合格/不合格の判定を解釈し、是正措置が必要な場合を認識できるよう、トレーニングを受ける必要があります。

ガイド付きのソフトウェアワークフロー、一元化された品質管理、標準化されたレポート作成、および文書化された操作手順により、オペレーター、シフト、製造場所に関係なく、すべての測定が同じプロセスに従うことが保証されます。

まずパイロット生産ラインから開始し、その後施設全体に拡大することで、導入が簡素化され、ユーザーの定着が早まり、工場全体への展開前に手順を洗練させることが可能になります。

導入の成功は、単に計測機器の設置にとどまりません。標準化されたワークフロー、オペレーターのトレーニング、一元化されたデータ管理、および一貫性のあるレポート作成により、あらゆる測定結果が組織全体における確かな製造上の意思決定に寄与することが保証されます。

エンジニアリングの原則

技術が信頼できる結果をもたらすのは、すべてのオペレーターが標準化された手順に従う場合に限られます。一貫したワークフローにより、測定結果は信頼できる製造上の意思決定へとつながります。

覚えておいてください

標準化されたワークフローは、オペレーターによるばらつきを低減し、すべての測定が同じ方法で行われることを保証します。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

5.4 How Do I Continuously Improve My Color Measurement Program?

CONTINUOUSLY IMPROVE YOUR rPET COLOR MEASUREMENT PROGRAM

Measurement data is most valuable when used to drive continuous improvement. Monitor key indicators, investigate variation, take corrective action, and verify improvements to strengthen quality and performance.

ENGINEERING INSIGHT

Measurements become manufacturing intelligence when reviewed over time and used to drive actionable improvements.

MONITOR KEY INDICATORS

- YI — Yellow Index
- ΔE — Delta E
- L* — Lightness
- a* — Red/Green
- b* — Yellow/Blue
- Lot-to-Lot Variation
- Supplier Performance
- Σ — Process Capability (Cp, Cpk)

Use data and trends to identify opportunities and prevent issues before they occur.



INVESTIGATE ROOT CAUSES

- Review data and patterns
- Identify process or material changes
- Evaluate supplier and incoming materials
- Use data to confirm root cause

VERIFY & SUSTAIN IMPROVEMENTS

- ☑ Confirm improvement with data
- ☑ Update standards and tolerances if needed
- ☑ Document lessons learned
- ☑ Share best practices across the organization

TAKE CORRECTIVE ACTIONS

- Adjust Process Parameters
- Improve Material Quality
- Retrain Operators
- Update Procedures
- Prevent Recurrence

CONTINUOUS IMPROVEMENT SUCCESS FACTORS

- Data Driven
- Root Cause Focused
- Cross-Functional Collaboration
- Sustained Commitment

These factors create a culture of continuous improvement and long-term success.

KEY TAKEAWAY

Use measurement data to identify opportunities, take action, and verify results. Continuous improvement turns data into better products and stronger business performance.

MONITOR | INVESTIGATE | ACT | IMPROVE

すべての測定値は、その日の製品の品質を表しています。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

測定履歴は、製造プロセスの健全性を明らかにします。

カラーデータを一貫して収集し、長期にわたって分析することで、それは単なる品質記録以上のものになります。傾向分析により、プロセスの漸進的な変化を特定し、製品が仕様外になる前に発生しつつある品質問題を検出し、サプライヤーのパフォーマンスを評価し、プロセス能力調査を支援し、継続的改善の取り組みに対する客観的な証拠を提供します。

定期的なプログラムの見直しでは、基準、許容誤差、操作手順、オペレーターのトレーニング、顧客の要求事項、および製造実績を評価し、測定プログラムが引き続き組織の目標を満たしていることを確認する必要があります。

最も成功している製造業者は、製品、プロセス、サプライヤー、および顧客の期待が変化するにつれて、色測定プログラムを継続的に改善しています。

実践例

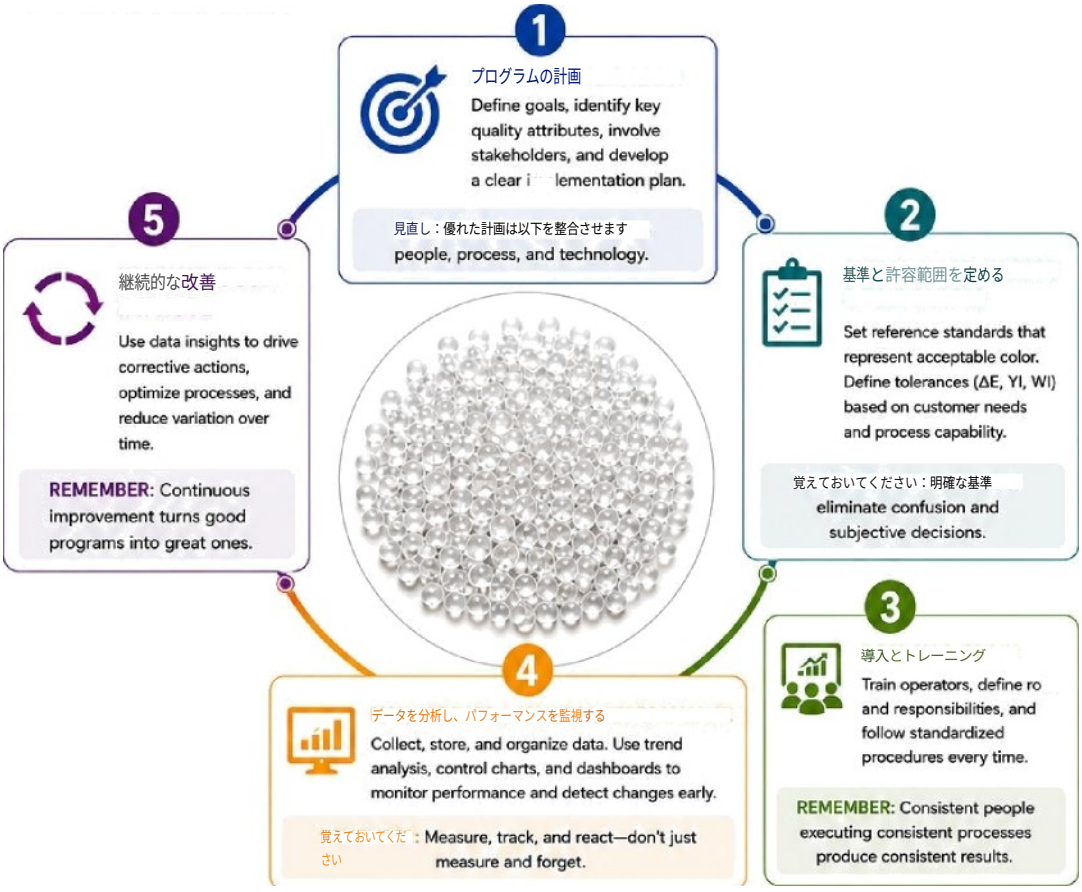
承認済みの完成品の性能を、上流工程のrPET測定値と関連付けて、入荷材料管理プログラムを確立する方法の例については、付録Bのケーススタディ B-1を参照してください。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

章のまとめ

成功する色測定プログラムの導入

適切に設計されたプログラムは、客観的な色測定を一貫した結果と、より優れた製造パフォーマンスへと結びつけます。長期的な成功を確実にするために、計画から継続的な改善に至るまで、実績のあるロードマップに従ってください。

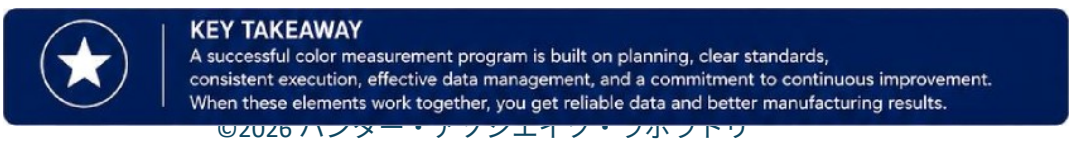


導入ロードマップ



プログラム成功の鍵





©2026 ハンター・アソシエイツ・コポレーション

第5章では、rPETの色彩測定プログラムを成功裏に導入するための実践的なロードマップを紹介しました。綿密な計画、標準化された測定手順、一貫性のあるワークフロー、オペレーターのトレーニング、そして継続的なパフォーマンスのモニタリングが、いかに連携して信頼性が高く再現性のある測定システムを構築するかを学びました。
また、トレンド分析や過去の色データが、継続的なプロセス改善と長期的な製造の成功をどのように支えるかについても検討しました。

色測定プログラムを成功させるには、適切な測定機器を選定するだけでは不十分です。標準化された人材、手順、データが一体となって機能する、完全なシステムとして構築される必要があります。一貫したワークフローを導入し、客観的な測定データを用いてプロセスのパフォーマンスを監視することで、製造業者は製品品質の向上、ばらつきの低減、プロセスの安定性の強化、そして継続的改善の文化の醸成を実現できます。

今後の展望

最高の測定プログラムであっても、時折予期せぬ色ばらつきに直面することがあります。そのような場合、客観的な測定データは、根本原因を特定し、是正措置の妥当性を検証するための不可欠な診断ツールとなります。

第6章「トラブルシューティングと最適化」では、rPETの色測定における一般的な課題の調査方法、測定データの解釈、プロセスのドリフトの特定、そして体系的なトラブルシューティング手法を適用して一貫した製造パフォーマンスを回復する方法について学びます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

CHAPTER 6

トラブルシューティングと最適化

rPETの色測定における一般的な課題の解決

Even well-controlled color measurement programs occasionally encounter unexpected variation. The key is not eliminating every source of variation—it is recognizing when a change is normal, when it indicates a developing process problem, and what the

nxasuwnem dalare^••als about theroot ceuse

This chapter provides a structured troubleshooting framework for investigating common rPET color issues. You'l earn how to verify measurement performance, analyze color data, identify likely causes, implement corrective actions, and confirm that the

プロセスは安定した稼働状態に戻りました

この章では、このアプローチを、黄変、バージンPETとの違い、蛍光増白剤（OBA）、測定器間の不一致など、rPETで最も一般的な課題に適用します。

ロット間のばらつき、およびイエローインデックスの増加などです。

1 

6.1 あらゆる色の問題は体系的に解決できます

^^ '

示す•

明確にし、

から再現性のある

エンジニアリングプロセス。

2 

6.2 トラブルシューティング

か？

体系化された6WEPに従ってください

ワークフローのIOで問題を特定し、

データを収集し、考えられる

原因を特定し、根本原因を確認し、

是正措置を講じ、

md 検証 oaks。

3 

6.3 なぜ私の rPET は黄色く変色してしまうのか？

熱がどのように作用するかを理解する

履歴、酸化、汚染、

UV照射、添加剤、および

原料のばらつきがどの程度寄与しているか

怒鳴り散らすこと。

4 

6.4 なぜ私のrPETワークフローはバージンPETと一致しないのか

リサイクルPETが

当然、未使用PETの測定とは異なる傾向を

トラブルシューティングの方法を

予想される材料のばらつきを当て推量

真のプロセス上の問題から。

5 

6.5 蛍光増白剤は

は色の

測定にどのような影響を与えるのか？

蛍光増白剤（OBA）が紫外線照射とどのように相互作用するか、また、信頼性の高い結果を得るためにキャムロール測定条件が不可欠である理由を理解する。

6 

6.& なぜ2台もイクルPETの測定結果がか？

色測定値が異なるのか？

幾何学的要因や

条件、添加剤、設計、および試料の提示方法が

が、ロット間の色にどのような影響を与えるかを理解しましょう。

7 

6.7 なぜ2台のLOT5分光光度計　リサ

異なる結果が出るのでしょう

原料の供給源、照明、UV含有量、

熱履歴、汚染、開口径、測定装置の処理

および材料固有のばらつきが

ロット間の色や色値に

8 

6.8 なぜイエローのインデックスが上昇しているのか？

トレンド分析を使用して、

ポリマーの状態を検出し、目に見えるようになるか、あるいは仕様範囲を超える前に、発生しつつある問題を特定します。

CHAPTER PURPOSE

By the end of this chapter, you will understand:

- How to troubleshoot rPET color problems using a structured, data-driven process.
- How to distinguish normal recycled-material variation from meaningful process change.
- How yellowing, OBAs, feedstock variability, instrument design, and processing conditions affect measured color.
- How measurement analysis identifies likely root causes before corrective actions are implemented.

この章の終わりまでに、以下のことを理解できるようになります：

@ 体系的なアプローチを用いて、rPETのc&orの問題をトラブルシューティングする方法

@ リサイクル材料の通常のばらつきと重要なプロセス変化を区別する方法。

変更、OBA、色のばらつき、機器の設計、および加工条件が測定された色にどのような影響を与えるか。

@ トレンド分析によって、問題が顕在化し、仕様を超過する前に、発生しつつある問

KEY TAKEAWAYS

重要なポイント

- Objective measurement is the foundation of effective troubleshooting. 題を特定する方法。
- A structured workflow helps you identify the root cause. @ 客観的な測定データの使用が効果的なトラブルシューティングの基礎となる。
- rPET color is influenced by many factors—understanding them helps you take the right action.
- Not all variation is a problem—data helps you know the difference.
- Trend analysis and continuous monitoring prevent problems

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

@客観的な測定は、効果的なトラブルシューティングの基礎である。

@rPETの色は多くの要因によって左右されます　それらを
理解することで、適切な対応をとることができます。

@すべてのバリエーションが問題となるわけではありません.....

データは、その違いを理解するのに役立ちます。

@傾向分析と継続的なモニタリングにより、問題を未然に防ぐことができます
before they impact quality.

@信頼性の高い測定は、信頼性の高い意思決定とより良い結果につ
ながります。

これ　は、あなたに「原因」を「根本」から解決するためのツールを提供します
「発生源」で
」」」と　RPET
の予感を　自信を掴るがすような



©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

第6章「トラブルシューティングと最適化」へようこそ

rPETの色測定における一般的な課題の解決

管理の行き届いた色測定プログラムであっても、時折、予期せぬばらつきが生じることがあります。重要なのは、ばらつきの原因をすべて排除することではなく、変化が正常なものか、それとも進行中のプロセス上の問題を示しているものかを認識し、測定データから根本原因を把握することです。

機械的リサイクルPETのトラブルシューティングには、原料のばらつき、加工履歴、汚染、蛍光増白剤、および測定条件が、色や外観にどのような影響を与えるかを理解する必要があります。

本章では、rPETにおける一般的な色に関する問題を調査するための体系的なトラブルシューティングの枠組みを紹介します。測定性能の検証、色データの分析、考えられる原因の特定、是正措置の実施、そしてプロセスが安定した状態に戻ったことの確認方法について学びます。

続いて、このアプローチを、黄変、バージンPETとの差異、蛍光増白剤（OBA）、測定機器間の不一致、ロット間のばらつき、イエローインデックスの上昇など、rPETで最もよく見られる課題に適用します。

この章で学べる内容

6.1 あらゆる色に関する問題は、体系的に解決できます

客観的な色測定によって、トラブルシューティングが単なる当て推量から、再現性のあるエンジニアリングプロセスへとどのように変革されるかを学びましょう。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

6.2 トラブルシューティングのワークフロー

体系化された6ステップのワークフローに従い、問題の定義、データの収集、考えられる原因の特定、根本原因の確認、是正措置の実施、そして結果の検証を行います。

6.3 なぜ私のrPETは黄変するのでしょうか？

熱履歴、酸化、汚染、紫外線曝露、添加剤、および原料のばらつきが、黄変にどのように寄与するかを理解しましょう。

6.4 なぜrPETはバージンPETと一致しないのか？

再生PETがバージンPETと本質的に異なる理由、および予想される材料のばらつきと真のプロセス上の問題を区別する方法を学びます。

6.5 蛍光増白剤は色測定にどのような影響を与えるのか？蛍光増白剤が紫外線照射とどのように相互作用するか、また信頼性の高い結果を得るために測定条件の管理が不可欠な理由を理解します。

6.6 なぜ2台の分光光度計で異なる色測定値が出るのか？測定幾何学、照明、紫外線含有量、開口径、装置の設計、および試料の配置が、報告される色値にどのように影響するかを学びます。

6.7 なぜ2つのロットのリサイクルPETの測定値が異なるのか？

原料の供給源、熱履歴、汚染、加工条件、添加剤、および材料固有のばらつきが、ロット間の色にどのように影響するかを特定します。

6.8 なぜイエローインデックスが上昇しているのか？

傾向分析を用いて、ポリマーの状態における漸進的な変化を検出し、目に見える黄変が発生する前に、進行中のプロセス上の問題を特定します。

本章の目的

この章を読み終える頃には、以下のことを理解できるようになります：

- 体系化されたデータ駆動型のプロセスを用いて、rPETの色に関する問題をトラブルシューティングする方法。
- リサイクル材料の通常のばらつきと、重要なプロセス変化とを区別する方法。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

- 黄変、OBA（光学増白剤）、原料のばらつき、測定機器の設計、および加工条件が、測定された色にどのように影響するか。
- 傾向分析によって、問題が可視化される前や仕様範囲を超える前に、発生しつつある問題を特定する方法。
- 客観的な測定データを用いて是正措置を検証する方法。

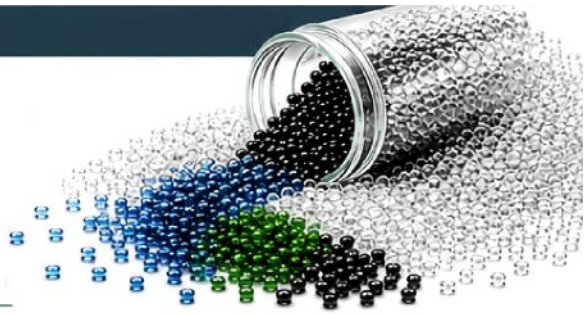
重要なポイント

この章を読み終えたら、以下の5つの原則を覚えておいてください：

- 製品だけでなく、プロセスそのもののトラブルシューティングを行うこと。
- 予想されるばらつきとプロセスのドリフトは同じものではない。
- 傾向分析は、個々の測定結果よりも先に問題点を明らかにすることが多い。
- 根本原因の分析には、信頼性の高い測定データが不可欠である。
- 継続的改善は、一貫した測定から始まる。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

6 TROUBLESHOOT & OPTIMIZE



&.1 あらゆる色に関する問題は解決可能です 体系的に

rPETの色に関する課題を解決するための体系的なアプローチ

色に関する問題は、しばしば予測不能に見える。しかし、そのほとんどは驚くほど少ない根本原因に起因している。イエローインデックスの過大評価、遅延補正、測定機器間の不一致、光学輝度のばらつき、あるいはバージンPETとの相関性の低さなど、どのような問題であっても、成功しているメーカーは、すべての調査において同じ体系的なプロセスを用いて取り組んでいる。

客観的な色測定により、トラブルシューティングは当て推量から、再現性のある工学的な手法へと変革する。

Objective color measurement transforms troubleshooting from guesswork into

再現性のある工学分野です。製造業者は、「その色はどのように見えるか？」と問うのではなく、「測定データは私たちに何を教えてくれるのか？」と問うのです。

the process?"

THE FOUR-STEP TROUBLESHOOTING PROCESS

1 IDENTIFY THE SYMPTOM

Clearly define what has changed. Examples include:

- Increasing Yellow Index
- Higher ΔE
- Poor lot-to-lot consistency
- Instrument disagreement
- Poor match to virgin PET
- Unexpected shifts in L*, a*, or b*

2 DETERMINE THE ROOT CAUSE

Use objective measurement data to isolate the source. Investigate:

- Feedstock variability
- Thermal history
- Oxidation
- Optical Brightening Agents (OBAs)
- Contamination
- Measurement geometry
- Sampling methods
- Instrument standardization

3 IMPLEMENT CORRECTIVE ACTION

Correct the manufacturing process—not simply the measurement. Examples include:

- Adjust processing temperatures
- Improve drying procedures
- Separate feedstock sources
- Modify blending ratios
- Improve sampling consistency
- Verify instrument performance

4 VERIFY & MONITOR

Measure again and confirm that:

- ΔE returns within tolerance
- Yellow Index stabilizes
- Repeatability improves
- Process capability is restored
- The problem does not recur

ENGINEERING PRINCIPLE

Objective color measurement transforms troubleshooting from subjective observation into measurable engineering analysis.

REMEMBER THIS

Every color problem becomes easier to solve when decisions are based on objective data rather than visual judgment.

WHAT'S NEXT

The following sections apply this same troubleshooting process to the most common color measurement challenges encountered in rPET manufacturing.

モニターの各インジケーター

- YI
- ΔE
- L* Lightness
- a* Red/Green

- Lot-to-Lot Variation
- Supply Performance
- Σ Process Capability (Cp, Cpk)

Use data and trends to identify opportunities and prevent issues

INVESTIGATE ROOT CAUSES

- Review data and patterns
- Identify process or material changes
- Evaluate supplier and incoming materials
- Use data to confirm root cause

SUSTAIN IMPROVEMENTS

- Confirm improvement with data
- Update standards and tolerances if needed
- Document lessons learned
- Share best practices across the organization

TAKE CORRECTIVE ACTIONS

- Adjust Process Parameters
- Improve Material Quality
- Retrain Operators
- Update Procedures
- Prevent Recurrence

継続的な改善の成功要因

Focused | Collaboration | Commitment

These factors create a culture of continuous improvement and long-term success.

KEY TAKEAWAY

Use measurement data to identify opportunities, take action, and verify results. Continuous improvement turns data into better products and stronger business performance.

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ



©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

あらゆる色に関する問題には根本原因がある

製造現場における色に関する問題は、偶然に発生することはほとんどありません。イエローインデックスの上昇、予期せぬロット間のばらつき、測定機器間の不一致、あるいは蛍光増白剤（OBA）による変化など、ほとんどの問題は、比較的少数の特定可能な原因に起因しています。これらの問題を解決する鍵は、主観的な目視検査に頼るのではなく、一貫性のあるデータに基づいたトラブルシューティングプロセスに従うことです。

客観的な色測定により、トラブルシューティングは当て推量から再現性のある工学的な手法へと変わります。製造業者は*「色はどのように見えるか？」*と問うのではなく、*「測定データはプロセスについて何を示しているか？」*と問うようになります。
以下のトラブルシューティング手法は、rPETの色測定に関するほぼあらゆる問題を診断するための実用的な枠組みを提供します。

4段階のトラブルシューティングプロセス

ステップ1 — 症状の特定何が変化したのかを
明確に定義します。

例としては、

- イエローインデックスの上昇
- ΔEの増加
- ロット間のばらつきが大きい
- 測定機器間の不一致
- 未使用PETとの一致度が低い
- L*、a*、またはb*の予期せぬ変化

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

客観的な測定データを用いて原因を特定する。

調査事項：

- 原料のばらつき
- 熱履歴
- 酸化
- 蛍光増白剤（OBA）
- 汚染
- 測定条件
- サンプリング方法
- 機器の標準化

ステップ3 — 是正措置の実施

単に測定値を修正するのではなく、製造プロセスを是正する。

例としては、次のようなものがあります：

- 処理温度を調整する
- 乾燥手順の改善
- 原料の供給源を分離する
- 配合比率の変更
- サンプリングの一貫性を向上させる
- 機器の性能を確認する

ステップ4 — 検証と監視再度測定を

行う。

以下を確認する：

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

- ΔEが許容範囲内に収まること
- イエローインデックスが安定していること
- 再現性が向上していること

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

- 工程能力が回復していること
- 問題が再発しないこと

これら4つの基本的な段階が、第6.2節で提示されるより詳細な6段階のトラブルシューティング・ワークフローの枠組みを構成しています。

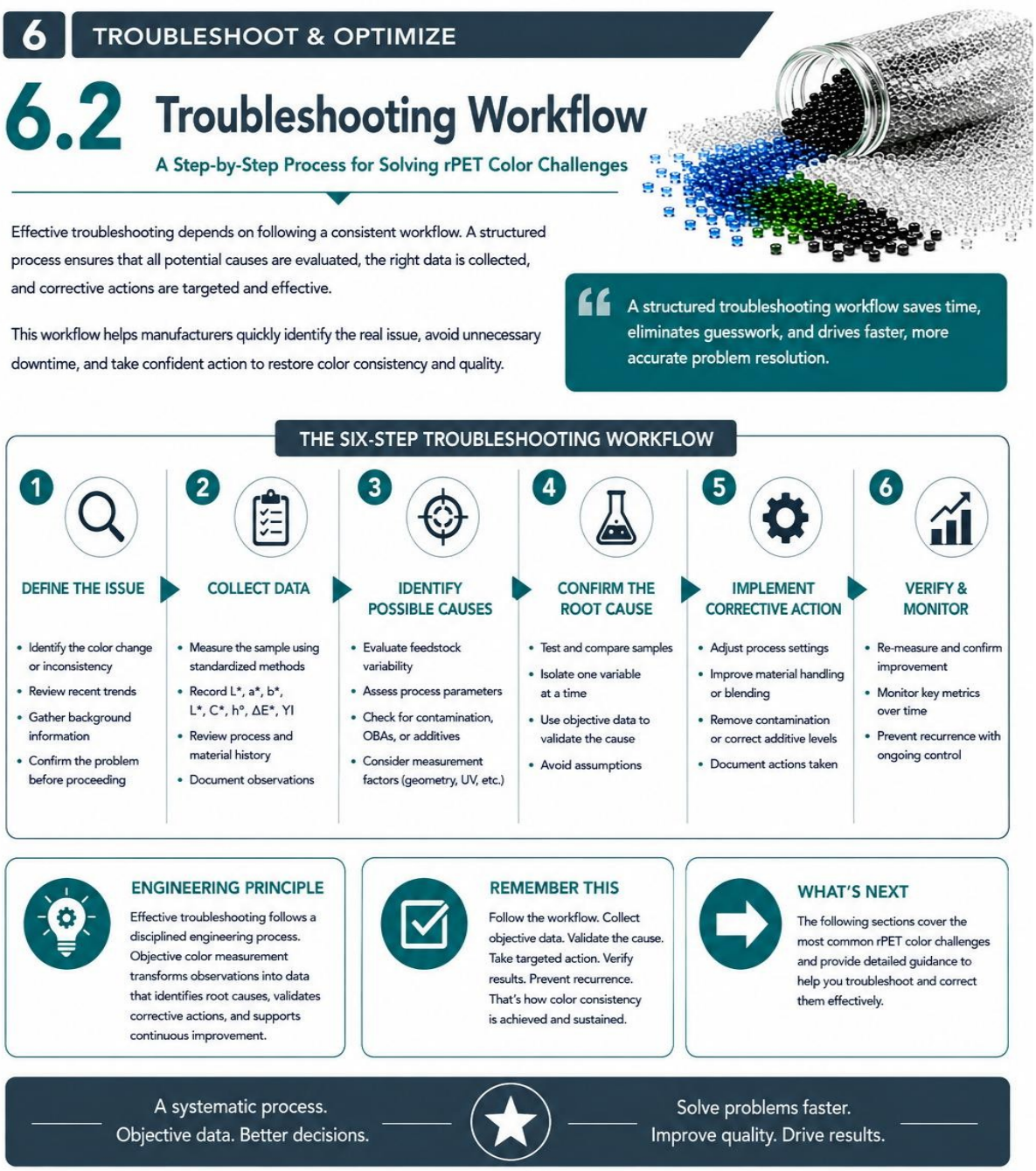
工学の原則

効果的なトラブルシューティングは、体系的なエンジニアリングプロセスに従って行われます。定量的なカラーデータは、プロセスのばらつきを特定し、根本原因を突き止め、是正措置の妥当性を検証し、継続的なプロセス改善を支援します。

覚えておいてください

視覚的な判断ではなく、客観的なデータに基づいて意思決定を行うことで、あらゆる色に関する問題は解決しやすくなります。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ



体系化されたプロセスが問題の迅速な解決につながる

成功するトラブルシューティングは、試行錯誤ではなく、体系的なプロセスから始まります。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

問題の真の原因を特定する前にプロセスを調整すると、ダウンタイムが長引いたり、材料を無駄にしたり、是正措置が遅れたりすることがよくあります。一貫したトラブルシューティングのワークフローに従うことで、製造業者は根本原因を特定し、的を絞ったプロセス改善を適用し、是正措置によって生産が安定した状態に戻ったことを確認することができます。

このワークフローは、客観的な測定データに基づいた論理的な一連の質問を通じてユーザーを導きます。その例としては、次のようなものがあります。

- ΔEは増加しているか？
- イエローインデックスは変化しているか？
- 白色指数は変化しているか？
- 複数の測定器が関係しているか？
- 原料は変更されましたか？
- ばらつきはロットごとに発生していますか？
- 蛍光増白剤が測定結果に影響を与えている可能性はありますか？

製造業者は、すぐにプロセス条件を変更するのではなく、まず測定性能を検証し、定量的な色データを用いてプロセスのばらつきを特定した上で、的を絞った是正措置を講じます。

この体系的なアプローチにより、調査時間が短縮され、トラブルシューティングの精度が向上し、不必要なプロセス調整が削減されます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

6.3 なぜ私のrPETは黄ばんでしまうのか？



再生PETの黄変について

rPETの黄変は、通常、熱、酸素、

汚染や繰り返しの加工。kは単一の事象によって生じることはめったになく、根本的な原因が必ずしも明らかになるとは限らない。

客観的な色測定データは、黄変の真の原因を特定し、通常のばらつきと真の工程変化を区別し、材料の品質と一貫性を向上させるための的を絞った対策を講じるのに役立ちます。

> 黄変が単一の要因によって引き起こされることはめったにありません。客観的な測定データは、根本的な原因を特定し、効果的な是正措置を講じる上で役立ちます。

COMMON CAUSES OF YELLOWING IN rPET

EXCESSIVE THERMAL HISTORY
過度な
- 高融点またはメ
- High melting or melt temperatures
- Long residence time
温度
- Multiple reprocessing cycles
滞留時間が長い
- Insufficient cooling
回の再加工サイクル
- 冷却不足

OXIDATION
+ 原料中の不純物への
- Exposure to oxygen during processing or drying
- Inadequate drying
p ^加圧または乾燥
- Poor inerting
乾燥が不十分
- Degraded polymer chains
• 充填不良
• ポリマー鎖の劣化

CONTAMINATION
汚染
原料中の不純物
- Impurities in feedstock
- Impact from inks, labels, adhesives, or other plastics
(l. ., w.,
- Metals or particulate
接着剤、またはその他の粘着剤複数
contamination
• 金属や微粒子
””””””””

UV EXPOSURE
紫外線曝露
- Improper storage
- Sunlight exposure
+ 日光への曝露
- Degraded additives (stabilizers)
- 添加剤（安定剤）の劣化

ADDITIVES & FORMULATION
添加剤
安定剤の含有量が低い、または枯渇している
- levels
- 濃度
- compatible additives
- Improper masterbatch dispersion
- 不適合な添加剤
-)マスターバッチの分散不良

ENGINEERING PRINCIPLE
Yellowing is rarely caused by a single event. Manufacturing processes should be optimized to minimize cumulative thermal degradation, oxidation, and material variability. Objective color measurement provides the data needed to distinguish expected process behavior from developing manufacturing problems.

REMEMBER THIS
イエロインデックスとbの推移を確認してください
Trend your Yellow Index and color data over time. Early detection of increasing yellowing allows you to intervene before visible changes occur and prevent out-of-spec material.

WHAT'S NEXT
The following sections will help you determine whether yellowing is related to material variation, process conditions, or measurement factors — and what actions you can take to resolve it.

A systematic process. Objective data. Better decisions.

Solve problems faster. Improve quality. Drive results.

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

黄変は、プロセスの変化を示す早期の警告サインです

過度な黄変は、通常、製造条件に変化が生じたことを示す最も初期の測定可能な指標の一つです。再生材の含有量が増えるにつれてイエローインデックス（YI）が徐々に上昇することは予想されますが、急激な、あるいは加速する黄変は、多くの場合、熱劣化、酸化、汚染、滞留時間の過長、あるいは原料特性の変化を示しています。こうした傾向を早期に認識することで、製造業者は、規格外材料が大量に生産される前に、根本的な原因を調査することができます。

黄変の問題を解決する鍵は、黄変自体が根本原因であることはめったになく、それは根本的な製造状態の「症状」にすぎないことを認識することにあります。その状態を迅速に特定することで、規格外製品が大量に生産される前に是正措置を講じることができます。

成功しているメーカーは、すぐに機械の設定を調整したり配合を変更したりするのではなく、
まず客観的な測定データを収集し、体系的なトラブルシューティングプロセスに従います。

問題

黄変は次のような形で現れることがあります：

- イエローインデックス（YI）の上昇
- b*値の正方向への上昇
- 白色度指数（WI）の低下
- ペレットやプラークに目に見える黄色がかった色合い
- ロット間の色ばらつきが大きくなる
- 製品の外観が承認基準から逸脱する

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

黄変は、複数の生産ロットにわたって徐々に進行する場合もあれば、原材料、プロセス条件、またはサプライヤーの変更後に突然現れる場合もあります。

発生原因

いくつかの製造条件により、再生PETの黄変が促進される可能性があります。最も一般的な原因には以下が挙げられます：

熱劣化

押出成形、乾燥、射出成形、および過去のリサイクルサイクルにおける繰り返しの加熱により、PETポリマーが徐々に変化します。

各熱サイクルが、イエローインデックスの上昇や光沢の低下の一因となる可能性があります。

酸化

加工中に酸素にさらされると、ポリマー内部で化学変化が生じることがあります。

酸化加工温度が高すぎたり、滞留時間が必要以上に長くなったりすると、酸化の影響が顕著になることがよくあります。

複数の熱履歴

バージン PET とは異なり、再生材料には、加工サイクルの回数が異なる粒子が含まれています。

一度だけリサイクルされたペレットもあれば、何度も加工されたペレットもあるでしょう。

この自然なばらつきが、生産ロット間の黄変のばらつきの一因となっています。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

原料のばらつき

納入される再生樹脂が単一の供給源に由来することはめったにありません。

リサイクル含有量、以前の製品用途、添加剤、顔料、および加工履歴の違いはすべて、イエローインデックスに影響を与える可能性があります。

汚染

ラベル、接着剤、着色プラスチック、PVC、その他のポリマーなどの微量の異物が、予期せぬ色の変化を引き起こす可能性があります。

わずかな混入であっても、淡色の材料の外観に影響を与える可能性があります。

データから始める

プロセスの調整を行う前に、黄変が実際に発生しているものであり、単なる測定のばらつきではないことを確認してください。

以下の項目について客観的な測定値を収集してください：

- イエローインデックス (YI)
- CIELAB L*、a*、b*
- 承認済み標準とのΔE
- 該当する場合は、白色度指数（WI）

現在の生産品を以下と比較する：

- 過去の生産ロット
- 保管済みの参照サンプル
- 入荷材料の測定値
- サプライヤーの品質記録

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

傾向データからは、黄変が徐々に進行しているのか、それとも特定の工程変更後に発生したのかが判明することがよくあります。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

以下の順序で調査を行う

体系的な調査を行うことで、トラブルシューティングの時間を短縮し、不必要な工程変更を防ぐことができます。

ステップ 1 — 測定性能の確認以下の点を確認してください：

- 測定器がメーカーの推奨に従って校正されていること。
- 標準液が清浄で、損傷がないこと。
- 試料の前処理が文書化された手順に従っていること。
- 測定結果が再現性があること。

ステップ2 — 原材料の確認 以下の点を確認してください：

- 新しいサプライヤーが導入されたか。
- 再生材の含有量が増加したか。
- 原料組成に変化があったか。
- 入荷したイエローインデックスが、以前のロットと異なるか。

ステップ3 — 加工条件の評価 以下の点を確認する：

- 乾燥機の性能
- 乾燥時間
- 乾燥温度
- 押出温度
- 滞留時間
- 射出成形条件

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

過度な熱への曝露は、ポリマーの黄変を引き起こす最も一般的な要因の一つです。

ステップ4 — 汚染の有無を確認する材料につい

て、以下の点を確認してください：

- ラベル
- 接着剤
- 着色PET
- PVC
- 異種ポリマー
- ほこりや異物

ステップ5 — 長期的な傾向の確認 傾向：

- イエロー指数
- ΔE
- サプライヤーのパフォーマンス
- 生産ロット
- リサイクル素材の含有率

トレンド分析により、オペレーターが問題に気付く前に、発生しつつある問題を特定できることがよくあります。

是正措置

調査結果に応じて、是正措置には以下が含まれる場合があります：

- 実用的な範囲で熱への曝露を低減する。
- 乾燥条件を最適化する。
- 滞留時間を短縮する。
- 原料の分離を改善する。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

- 原料の選別を改善する。
- 汚染源を取り除く。
- サプライヤーの品質安定性を向上させる。
- 材料の取り扱い手順を標準化する。

是正措置は、プロセスを通常の生産に戻す前に、常に客観的な色測定を用いて検証する必要があります。

将来の黄変を防止する

成功している製造業者は、事後対応よりも予防に重点を置いています。

ベストプラクティスには以下が含まれます。

- イエローインデックスの推移を定期的に把握する。
- サプライヤーの品質安定性を監視する。
- 乾燥および加工条件を標準化する。
- すべての生産ロットから代表的なサンプルを採取して測定する。
- 一貫したサンプリング手順を維持する。
- YI（イエローインデックス）の漸進的な変化が仕様範囲を超える前に調査を行う。
- イエローインデックス（YI）の統計的工程管理（SPC）限界値を設定する。

傾向を監視することで、過度な黄変が製品の品質に影響を与える前に是正措置を講じることができます。

工学上の原則

黄変が単一の事象によって引き起こされることはめったにありません。製造プロセスは、累積的な熱劣化、酸化、および材料のばらつきを最小限に抑えるように最適化する必要があります。傾向分析を行うことで、製品の品質に影響が出る前に、予想されるプロセスの挙動と発生しつつある製造上の問題を区別することができます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

覚えておいてください

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

黄変は症状であり、根本原因ではありません。まず測定を行い、体系的に調査し、客観的なデータに基づいて製造プロセスを是正してください。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

6.4 なぜ当社のrPETはバージンPETと一致しないのか？



固有の違いを理解し、現実的な期待値を設定する



再生PETはバージンPETと同一ではありません。ポリマーの履歴、分子の劣化、不純物、光学特性の違いにより、同じ条件下でも多少の色むらは避けられません。

色度測定を行うことで、その差異の原因を把握し、期待値を管理し、実際のリサイクルの実情を反映した適切な仕様を設定することができます。

必ずしも バージンPETを常に完璧に処理できるとは限りません。この本質的な違いを理解することで、現実的な目標を設定し、プロセス管理に注力し 完璧さ。

汚染

- rPET has been melted
  事前に厳重に処理済み
- 原因となる 鎖の切断
  や脱石鹸化を引き起こし
- 黄変や彩度の低下を招く

添加剤 8 種類の不純物

- 残留するラベル、インク、または adhesives
- ケタール、微粒子、または
  その他の不純物
- 添加剤はバージン配合とは異なる

OPTICAL PROPERTY CHANGES

- Increased light scatter
  およびヘイズ
- 輝きの喪失
- Changes in refractive
  屈折率と複屈折

INHERENT MATERIAL 実現可能性

- Different feedstock sources
  および収集システム
- 季節や地域による
  変動

"- ^ Wの課題

現実的な期待

- Perfect matches are rarely
  達成可能
- Set color tolerances that
  がリサイクル時のばらつき
  の原因となっている
- 一貫性と改善に注力

エンジニアリングの原則

rPETは、その加工プロセスや配置の違いにより、バージンPETとは本質的に異なります。目的測定により、通常のばらつきと是正可能な問題を区別できるようになります。

REMEMBER THIS

Understand the sources of variation. Track Yellow Index and color metrics over time. Focus on reducing variability and improving consistency—not achieving a perfect match.

NEXT

The following sections will show you how to identify and manage factors that affect color, using appropriate tools and methods, to continuously improve your rPET process.

A systematic process. Objective data. Better decisions.

Solve problems faster. Improve quality. Drive results.

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

バージンPETと再生PETの違いを理解する

再生PETとバージンPETの違いは、正常かつ予想されるものです。バージン樹脂とは異なり、再生PETは、製造履歴、熱曝露、添加剤、および以前の製品用途が異なる原料から製造されます。これらの自然なばらつきは、リサイクルプロセスが適切に管理されている場合でも、色、イエローインデックス（YI）、ホワイトネスインデックス（WI）、および全体的な外観に影響を与えます。

目的は、再生PETをバージンPETと全く同じにすることではなく、ばらつきの原因を理解し、承認された色仕様を常に満たす再生材料を製造することにあります。

問題点

バージンPETと比較して、再生PETには次のような特徴が見られる場合があります：

- 黄度指数（YI）がわずかに高い
- 白色度指数（WI）が低い
- 輝度の低下
- L*、a*、またはb*のわずかな変化
- ロット間のばらつきが大きくなる
- 再生材含有率が高いほど、色の違いがより顕著になる

これらの違いは多くの場合、ごくわずかなものですが、外観に対する要件が厳しい用途では、大きな問題となる可能性があります。

その原因

いくつかの要因により、再生 PET はバージン素材とは当然ながら区別されます。

原料の混合

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

バージンPETは、厳格に管理された原材料から製造されます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

リサイクル PET は、さまざまな顔料、添加剤、安定剤が含まれていたり、加工履歴が異なったりする可能性のある、過去に製造された何千もの製品から生産されます。

複数の熱履歴

リサイクルサイクルが繰り返されるたびに、PET はさらなる加熱にさらされます。

熱への曝露が蓄積するにつれて、ポリマーが徐々に劣化し、イエローインデックスが上昇する一方で、輝度や白度が低下する可能性があります。

酸化

酸化以前の加工や製品の使用中に酸素にさらされると、ポリマー構造が変化し、わずかな黄色や茶色への色変化が生じる可能性があります。

蛍光増白剤（OBA）

リサイクル原料の中には、蛍光増白剤（OBA）を含むものと含まないものがあります。OBA 濃度の違いは、さまざまな照明条件下での白色度指数および知覚される色に影響を与える可能性があります。

通常の材料のばらつき

バージン樹脂とは異なり、再生PETはロットごとに当然ながらばらつきが大きくなります。客観的な色測定を行うことで、このばらつきを定量化し、通常の材料差と実際の工程上の問題を区別することができます。

データから始める

調整を行う前に、両方の材料について客観的な測定値を比較してください。以下の項目を評価します：

- L*
- a*
- b*
- ΔE

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

- 黄色指数 (YI)
- 白色度指数（WI）（該当する場合）

比較：

- バージンPET基準材料
- 現在のrPETロット
- 過去の生産データ
- サプライヤーの品質記録

この比較により、観察された差異が、リサイクル材料に予想されるばらつきと整合しているかどうかを判断します。

以下の順序で調査する

ステップ 1 — 測定の確認以下の点を確認してください：

- 両方の材料が、同じ測定器および測定方法を用いて測定されたこと。
- 測定器の校正が最新であること。
- 試料の前処理が統一されていること。
- 複数回の測定で再現性のある結果が得られること。

ステップ2 — 原料供給源の比較 確認事項：

- サプライヤーの変更
- 再生材含有率
- 樹脂の調達先
- 原料組成
- 過去の生産実績

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

原料のばらつきは、多くの場合、バージンPETと再生PETの違いの最大の要因となります。

ステップ 3 — 加工条件の評価

両方の材料について、以下の条件が同等であったことを確認してください：

- 乾燥条件
- 押出温度
- 滞留時間
- 射出成形条件

加工条件の違いにより、材料本来のばらつきが拡大する可能性があります。

ステップ 4 — 蛍光増白剤の確認以下の点を確認してください：

- バージン材料にOBAが含まれているか。
- 再生材に含まれるOBAの濃度が異なるか。
- 蛍光が外観に影響を与えている可能性がある。

蛍光増白剤（OBA）含有量の違いは、知覚される白さや明るさに大きな影響を与える可能性があります。

ステップ 5 — 長期的な傾向の比較以下の項目について、過去の測定値を確認します：

- イエローインデックス
- ΔE
- サプライヤーの実績
- 再生素材含有率
- 生産ロット

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

傾向分析の結果、観察されたばらつきは、再生材料において通常予想される範囲内であることがよく示されます。

是正措置

観測された差異が許容範囲を超えている場合は、以下を検討してください。

- 原料の一貫性を向上させる。
- 入荷材料の仕様を厳格化する。
- リサイクル材の含有率を最適化する。
- 加工条件の標準化。
- サプライヤーの適格性審査を強化する。
- 必要に応じて、色の配合を微調整する。
- 再生材含有製品における顧客の許容色差を見直す。

恒久的な工程変更を実施する前に、客観的な色測定を用いて是正措置を検証する必要があります。

将来の差異を防止する

成功しているメーカーは、再生PETがバージンPETとまったく同じ挙動を示すことは決してないことを認識しています。

ベストプラクティスには以下が含まれます。

- バージンPET製品とrPET製品について、それぞれ個別の承認済み基準を確立する。
- イエローインデックスの推移を定期的に把握する。
- サプライヤーの品質安定性を監視する。
- 加工条件を標準化する。
- 搬入される再生樹脂を客観的に適格評価する。
- 統計的工程管理（SPC）を用いて、長期的なばらつきを監視する。
- 再生材の含有率について、外観に対する現実的な期待値について顧客に周知徹底する。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

客観的な測定により、製造業者は再生材料の自然なばらつきを排除しようとするのではなく、一貫して管理することが可能になります。

設計上の原則

製造プロセスは、材料の自然なばらつきを排除しようとするのではなく、それを管理するように最適化すべきです。定量的な色データにより、予想される材料のばらつきと真のプロセス変化を区別できるため、製造業者は一貫した製品品質を維持することができます。

この点を忘れないでください

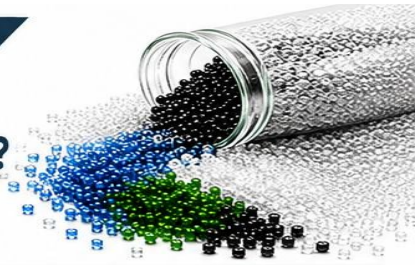
目標は、再生PETをバージンPETと全く同じにすることではありません。目標は、承認された色仕様の範囲内で一貫した品質を保つ再生PETを製造することです。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

6 TROUBLESHOOT & OPTIMIZE

6.5 How Do Optical Brightening Agents Affect Color Measurement?

Understanding Fluorescence and Maintaining Measurement Consistency



Materials containing Optical Brightening Agents (OBAs) respond differently than non-fluorescent materials because their appearance changes with ultraviolet (UV) illumination. As UV conditions change, fluorescence changes, producing differences in measured color, Whiteness Index, Yellow Index, and visual appearance.

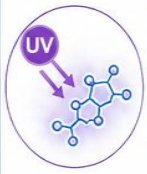
Understanding this behavior allows manufacturers to distinguish normal fluorescent response from true manufacturing variation and maintain consistent color evaluation.

ENGINEERING INSIGHT

Fluorescent materials don't actually change color—the amount of fluorescence being stimulated changes. Consistent UV illumination and standardized measurement conditions are essential for obtaining repeatable, visually correlated color data.

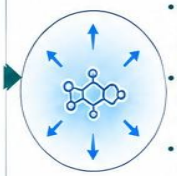
UNDERSTANDING OPTICAL BRIGHTENING AGENTS

1 OBA ABSORBS UV LIGHT



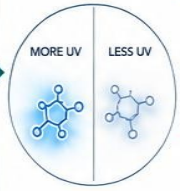
- Optical Brightening Agents absorb ultraviolet energy.
- UV wavelengths are invisible to the human eye.
- The amount of absorbed UV depends on the illumination source.

2 FLUORESCENT EMISSION



- OBAs re-emit absorbed UV as visible blue light.
- This increases perceived whiteness.
- Yellow appearance is visually reduced.

3 MEASUREMENT DEPENDS ON UV CONTENT



- More UV = stronger fluorescence
- Less UV = weaker fluorescence
- Different instruments may stimulate OBAs differently.

4 STANDARDIZE UV CONDITIONS



- Use the same instrument.
- Standardize routinely.
- Use consistent illuminants.
- Compare imeasurements under identical UV conditions.

ENGINEERING PRINCIPLE

Fluorescent materials can only be measured consistently when ultraviolet illumination is controlled. Standardized measurement conditions ensure that changes in reported color reflect actual material behavior rather than differences in fluorescence or instrument configuration.

REMEMBER THIS

Optical Brightening Agents do not create inconsistent color—they respond to inconsistent ultraviolet illumination. Control the measurement conditions before evaluating the material.

WHAT'S NEXT

Next, you'll learn why two spectrophotometers may report different color values for the same sample and how differences in geometry, illumination, and instrument design influence measurement results.

Fluorescence is predictable. Standardize UV. Measure consistently. Improve confidence.

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

蛍光と測定の一貫性について

蛍光増白剤（OBA）を含む材料は、紫外線（UV）照射によって外観が変化するため、非蛍光性材料とは異なる挙動を示します。UV条件が変化すると蛍光も変化し、その結果、測定された色、白度指数（WI）、黄度指数（YI）、および視覚的外観に差異が生じます。この挙動を理解することは、正常な蛍光反応と真の製造上のばらつきを区別するために不可欠です。

問題点

蛍光増白剤（OBA）を含む材料では、次のような現象が見られる場合があります：

- 測定機器間で色測定値が異なる
- 室内照明下よりも自然光下での視覚的外観が良好
- 白色度指数（WI）の変化
- 予想よりも低い黄度指数（YI）
- 目視検査と数値測定との不一致の増加
- OBA濃度が異なる場合、予期せぬロット間のばらつきが生じる

多くの場合、材料自体は変わっておらず、蛍光反応に変化が生じているのです。

その原因

顔料とは異なり、蛍光増白剤は紫外線と積極的に相互作用します。その外観には、いくつかの要因が影響します。

紫外線の照射

OBAは紫外線のエネルギーを吸収し、可視光の青色光を放出します。紫

外線の照射条件が変わると、蛍光も変化します。

蛍光が変化すると、測定される色も変化します。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

測定装置の設計の違い

すべての分光光度計が同じ紫外線成分を再現するわけではありません。以下の点に違いがあります：

- UVエネルギー
- 照射設計
- 光学幾何学
- 校正

蛍光性物質では、測定値が異なる場合がある。

蛍光増白剤（OBA）の濃度

再生PETには、多くの場合、複数の供給源からの原料が含まれています。一部の材料には、かなりの量の蛍光増白剤が含まれています。

また、ごく微量しか含まれていないものもあります。

蛍光増白剤（OBA）濃度の違いは、当然ながら以下の項目に影響を与えます：

- 白色度指数
- 黄度指数
- 全体的な外観

照明条件

OBAを含む素材は、以下の条件下で異なる外観を呈する場合があります：

- 自然光（D65）
- 蛍光灯
- LED照明
- 白熱灯この素材自体に変化

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

はありません。

変わったのは照明条件だけです。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

データから始める

製造上の問題があると仮定する前に、以下を評価してください：

- 白色度指数（WI）
- 黄度指数（YI）
- L*
- b*
- ΔE

比較：

- 現在の生産ロット
- 過去の生産ロット
- 入荷樹脂
- サプライヤーの材料
- 保管済みの参照サンプル

観察された差異が、実際の材料のばらつきではなく、蛍光の変化に起因するものであるかどうかを判断する。

以下の順序で調査する

ステップ 1 — 装置の性能を確認する 以下を確認する

：

- 装置の標準化が最新であること。
- 校正標準品が清浄であること。
- 測定の再現性が許容範囲内であること。
- 承認された測定方法が使用されていること。

ステップ2 — 機器の設定の確認

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

測定が以下のいずれを使用して行われたかを確認してください：

- 同一の分光光度計

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

- 同一の測定条件
- 同一の光源
- 同じ紫外線条件

蛍光材料は、常に一貫した測定条件下で評価する必要があります。

ステップ3 — 原材料の確認以下の点を確

認してください：

- 原料の供給元が変更されたか。
- OBAの濃度が変更されたか。
- バージン材と再生材の配合比率が変更されたか。
- サプライヤーの樹脂が変更されたか。

ステップ4 — 外観の比較

品質評価用に指定された同一の標準光源を使用し、管理された観察環境下でサンプルを評価します。外観と数値測定値の間に差異が見られる場合、それは測定誤差ではなく、蛍光挙動の変化を示していることがよくあります。

ステップ 5 — 長期的な傾向の確認 傾向：

- 白色度指数
- 黄度指数
- ΔE
- サプライヤーの安定性
- 再生素材含有率

蛍光関連の測定値を長期的にモニタリングすることで、生産上の問題となる前に、プロセスの漸進的な変化を特定することができます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

是正措置

OBA に関連するばらつきが許容限界を超えた場合：

- 原料の安定性を向上させる。
- サプライヤーの認定手順を標準化する。
- リサイクル材の含有率を管理する。
- 測定条件を一定に保つ。
- 生産管理には、承認済みの同一の測定機器を使用する。
- 目視比較を行う場合は、観察条件が測定条件と一致していることを確認する。

恒久的な工程変更を行う前には、常に客観的な色測定を用いて是正措置を確認する必要があります。

将来の問題を未然に防ぐ

蛍光材料を取り扱う製造業者は、以下の点に留意する必要があります。

- 標準化された条件下で測定を行うこと。
- CIE校正済みのD65光源を使用する。
- 一貫したUV測定条件を維持すること。
- イエローインデックスと白色度の両方を監視する。
- OBA関連の測定値を長期的に追跡する。
- 受入リサイクル樹脂の蛍光挙動について適格性を評価する。
- 蛍光性材料の測定手順を文書化してください。

蛍光増白剤（OBA）を含む材料を評価する際には、一貫性が特に重要です。

工学上の原則

蛍光性材料は、紫外線の照射を制御して初めて一貫して測定することができます。測定条件を標準化することで、報告される

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

色の変化が、蛍光や装置の設定の違いによるものではなく、材料の実際の挙動を反映していること

を保証します。

覚えておいてください

蛍光増白剤は蛍光によって見かけの色を変化させますが、その影響は照明に含まれる紫外線の量に依存します

。蛍光材料を正確に評価するには、一貫した紫外線条件が不可欠です。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

6 TROUBLESHOOT & OPTIMIZE



b.b なぜ2台の分光光度計 vroouce uiwerenz 色測定を行うのか？

機器間の差異を理解し、データの一致を確保する

同じ試料を測定しても、2台の分光光度計が異なる色値を報告する場合があります。測定条件、照明、UV制御、校正、および試料の配置の違いが、測定値の差異の原因となります。

これらの要因を理解することで、適切な機器の選定、測定手順の標準化、そして有意義なデータの確保につながります

comparison.

ENGINEERING INSIGHT

Measurement differences are usually caused by instrument design or configuration—not the sample. Knowing the variables allows you to control them and achieve better agreement and confidence in your data.

COMMON REASONS FOR DIFFERENT COLOR MEASUREMENTS

1 異なる測定条件

- 45°/0° vs d/8° geometries
- Specular reflection included or excluded
- Different sensitivity to surface texture and gloss

2 照明 a UV制御

- Different light sources (xenon, LED, etc.)
- UV included vs UV excluded
- Different UV intensity or cutoff filters

3 itvsrituzuez+r CAMBRAWON

- Different calibration standards
- Calibration drift
- Standardization f uency

4 開口サイズ | 装置設計 | サンプル処理 & 試料領域

- Different measurement area sizes
- Sample heterogeneity
- Sample positioning and alignment

5 & 検出

- Detector type and configuration
- Wavelength interval and bandwi
- Internal data processing algorithms

6 B プレゼンテーション

- Surface condition and cleanliness
- Thickness and backing
- Orientation and placement

ENGINEERING PRINCIPLE

Each instrument is designed differently. Differences in geometry, illumination, detection, and configuration change how the sample interacts with the light and how the data is captured and reported.

これを覚えておいてください

Always compare measurements using the same instrument, configuration, and standard. If instruments must be compared, use the same standard and test under identical conditions.

次へ

Next, learn how to minimize variation between instruments and laboratories and establish best practices for achieving measurement agreement and data confidence.

Understand the variables. Control the conditions. — Get better agreement. Drive better results.

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

異なる装置で異なる結果が得られる理由を理解する

異なる分光光度計では、たとえ同じ試料を評価する場合であっても、必ずしも同一の色測定値が得られるとは限りません。測定幾何学、照明、紫外線（UV）含有量、光学設計、検出器技術、および試料の配置の違いは、すべて報告される色値に影響を与える可能性があります。機器に誤りがあると決めつける前に、製造業者はまず、観察された差異が測定条件に基づいて予想されるものかどうかを判断する必要があります。

測定器に誤りがあると決めつける前に、製造業者は、観察された差異が測定条件に基づいて予想されるものなのか、それとも測定やプロセス上の問題を示しているのかを判断する必要があります。

問題点

製造業者は次のような現象を観察する可能性があります：

- 機器間で異なるL*、a*、b*値
- 同一の試料に対して異なるΔE値が得られる
- サプライヤーと顧客の測定値間の一致度が低い
- イエローインデックスまたはホワイトネスインデックスの値が異なる
- ある測定器では一致するが、別の測定器では一致しない外観
- 予期せぬ合格／不合格の判定の不一致

多くの場合、両方の測定器は正常に動作しているものの、試料の測定結果が異なっています。

原因

分光光度計による色の測定には、いくつかの要因が影響します。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

測定幾何学の違い

測定条件は、報告される色値に最も大きな影響を与える要因の一つです。

例としては、次のようなものがあります。

- 業界標準の0°/45°円周測定法
- 45°/0度測定法
- 拡散型 d/8 測定条件
- 透過測定条件

各ジオメトリは、反射光や透過光を異なる方法で収集するため、異なる数値結果が得られる場合があります。

紫外線（UV）照射

蛍光増白剤（OBA）を含む材料は、装置から供給される紫外線エネルギーによって反応が異なります。

UV含有量の違いは、以下の項目に影響を与える可能性があります：

- 黄度指数
- 白色度指数
- L*
- b*

光学設計メーカーは、以下の異なる

ものを使用しています：

- 光源
- 光学系
- 検出器

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

- 校正方法
- 信号処理アルゴリズム

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

これらの設計上の違いが、機器モデル間の測定値のばらつきの一因となっています。

サンプルの配置

色測定には、以下の要因も影響します：

- 試料の向き
- 表面の質感
- 測定領域
- 試料の厚さ
- 充填密度（ペレット）
- オペレーターの操作技術

測定器の仕様そのものよりも、試料の提示方法に一貫性がないことの方が、しばしば大きな差異の原因となります。

データから始める

機器に問題があると決めつける前に、以下を比較してください：

- L*
- a*
- b*
- ΔE
- イエローインデックス (YI)
- 白度指数 (WI)

文書：

- 測定器モデル
- 測定条件
- 光源
- 観察者

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

- 測定方法
- 適用規格

数値を比較する前に、各測定値がどのように得られたかを理解することが不可欠です。

以下の順序で調査してください

ステップ 1 — 測定器の標準化を確認する 以下の点を

確認してください：

- 両方の測定器が、メーカーの推奨に従って標準化されていること。
- 校正標準品が清潔で、損傷がないこと。
- 測定器の性能が仕様範囲内にあること。

ステップ 2 — 測定条件の比較両方の測定器で以下が使用

されていることを確認してください：

- 同一の光源
- 同じ観察者
- 同一の開口部
- 同一の測定方法
- 同じ報告値

測定設定のわずかな違いでさえ、報告される色値に影響を与える可能性があります。

ステップ 3 — 測定ジオメトリの比較両方の測定器が以下を使用

しているかどうかを確認します：

- 業界標準の 0°/45° 円周配置
- 45°/0°の測定ジオメトリ
- 拡散 d/8 測定配置

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

- 透過測定法

測定幾何学が異なると、反射光の測定結果も異なり、同一の数値が得られるとは期待できません。

ステップ 4 — 試料の配置を確認する以下を確認して

ください：

- 試料が統一された方法で調製されていること。
- ペレットは承認された手順に従って測定されたか。
- 試料の厚さが一貫していたこと。
- 複数の測定値の平均が算出されていること。
- 同一の試料が両方の装置で測定されたこと。

ステップ 5 — 測定器の相関関係の評価

両方の測定器が正常に動作しているにもかかわらず異なる値を示す場合は、以下の点を確認してください。

- 差異に一貫性があるか。
- 相関関係を確立できるか。
- 生産仕様は、承認された単一の測定器に基づいて設定する必要があります。

異なる計器の設計間で同一の値を得るよりも、一貫性を確保することが一般的に重要です。

是正措置

予期せぬ測定値の差異が生じた場合は：

- 測定手順を標準化してください。
- 同一の試料前処理方法を使用する。
- 測定器の性能を確認する。
- 保存済みの参照試料を測定する。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

- 可能な限り、同じ機器の測定条件で測定値を比較してください。
- 品質判定のための基準機器を 1 台に統一する。
- 承認された測定条件を文書化する。

検証済みの相関関係が確立されていない限り、根本的に異なる測定ジオメトリを用いて得られた測定値の比較は避ける。

将来の問題を未然に防ぐ

成功している製造業者は、以下の方法で計測器間の不一致を最小限に抑えています。

- 標準化された測定手順を採用する。
- 測定器の定期的な標準化を維持する。
- 生産使用前に測定器の適格性を確認する。
- 組織全体で同一の承認済み形状を使用する。
- オペレーターへの一貫した研修の実施。
- すべての測定方法を文書化する。
- 生産データを指定された基準機器と比較する。

客観的な色測定は、正確な測定機器と同様に、一貫した測定条件に依存します。

工学の原則

測定器自体がばらつきを生み出すのではなく、その光学設計に従ってばらつきを測定するものです。数値結果を比較したり、生産に関する決定を下したりする前に、測定の幾何学的関係、照明、および測定条件を理解することが不可欠です。

覚えておいてください

測定結果が異なるからといって、必ずしも測定が誤っているとは限りません。機器や工程上の問題の可能性を調査する前に、まず各測定器が同じ条件下で試料を測定しているかどうかを確認してく

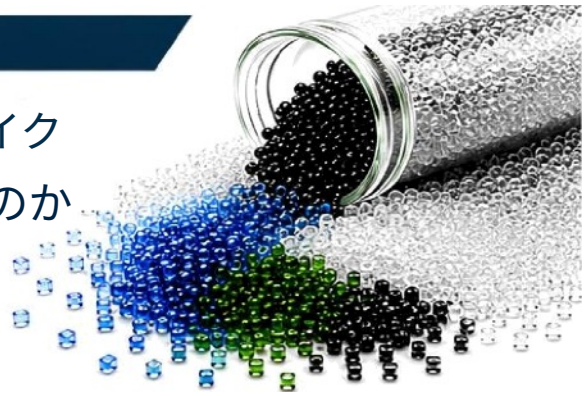
©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

ださい。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

6 TROUBLESHOOT & OPTIMIZE

6.7 なぜ2つのロットのリサイクルPETの測定値が異なるのか？



ロット間のばらつきの理解と一貫性の管理

再生PETには多少のばらつきがあるのが普通です。原料の供給源、回収システム、加工履歴、環境への曝露状況の違いなどが、色、透明度、外観の変化に影響を与えます——

客観的な色**測定**を行うことで、これらの差異を定量的に評価し、現実的な許容範囲を設定し、ばらつきが正常範囲内にあるのか、それとも工程上の問題を示しているのかを特定することができます。

ENGINEERING INSIGHT

Lot-to-lot variation is expected in recycled materials. The goal is to understand the sources of variation, measure it objectively, and ensure it stays within acceptable limits for your application.

COMMON SOURCES OF LOT-TO-LOT VARIATION IN RECYCLED PET

1 FEEDSTOCK SOURCE DIFFERENCES
- Different regions or collection systems
- Variations in consumer use and sorting
- Mix of clear, colored, or barrier PET

2 PROCESSING HISTORY
- Different melt histories and temperatures
- Number of reprocessing cycles
- Residence time and cooling rates

3 CONTAMINANTS & IMPERFECTIONS
- Labels, inks, adhesives
- Metals and other foreign materials
- Moisture and volatiles
- Particle size and dust

4 ENVIRONMENTAL EXPOSURE
- UV exposure during collection and storage
- Storage conditions (heat, sunlight, humidity)
- Time in storage

5 FORMULATION & ADDITIVES
- Different stabilizer packages
- Presence or absence of OBAs
- Additive concentration variability

6 INHERENT MATERIAL VARIABILITY
- Molecular weight distribution
- Intrinsic viscosity
- Crystallinity and amorphous content

ENGINEERING PRINCIPLE

Recycled PET is a variable material by nature. Lot-to-lot differences result from multiple factors across the supply chain. Objective color measurement quantifies variation and helps you make data-driven decisions.

REMEMBER THIS

Expect variation. Measure it. Track trends over time. When variation exceeds your tolerances, investigate the source and adjust process or feedstock strategy as needed.

WHAT'S NEXT

Next, you'll learn how to troubleshoot increases in Yellow Index and what factors influence yellowing in recycled PET.

Understand the sources. Measure objectively.

Manage variation. Improve consistency. Deliver quality.

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

再生PETの生産ロットで、まったく同じものは2つとありません。

再生材料は、さまざまな製品、サプライヤー、リサイクルフローに由来するため、原料の組成、熱履歴、添加剤、汚染、加工履歴の違いが、ロット間の色のばらつきに当然ながら影響を与えます。

課題は、このばらつきを排除することではなく、予想される材料の違いと、製造上の問題の発生を示唆する変化とを区別することです。

問題

製造業者は、次のような現象を観察する可能性があります。

- イエローインデックス（YI）の上昇または低下
- L*、a*、またはb*の変化
- 生産ロット間のΔEの増加
- 白色度指数（WI）の差異
- ロット間の色ばらつきが大きくなる
- 外観の一貫性に関する顧客からの懸念

これらの差異は予期せぬものに見えるかもしれませんが、多くの場合、製造プロセス上の問題ではなく、再生原料の通常の変化に起因しています。

その原因

再生PETロット間の自然なばらつきには、いくつかの要因が関係しています。原料のばらつき

リサイクル PET の各ロットは、さまざまな製品、メーカー、地域、およびリサイクルフローから収集された材料の独自の組み合わせによって構成されています。

元の樹脂の配合、顔料、添加剤、および以前の製品用途の違いは、当然ながら測定される色に影響を与えます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

複数の熱履歴

リサイクルロット内の個々の粒子は、それぞれ異なる回数の加工サイクルを経ている可能性があります。

一度しかリサイクルされていない材料もあれば、何度も押出、成形、リサイクル工程を経ている材料もあるでしょう。

これらの違いは、イエローインデックス、白度指数、および全体的な外観に影響を与えます。

蛍光増白剤（OBA）

すべての再生原料に、同濃度の蛍光増白剤が含まれているわけではありません。

蛍光増白剤の含有量のばらつきは、以下の項目に影響を与える可能性があります。

- 白色度
- 輝度
- 黄度指数
- さまざまな照明条件下での外観

不純物

適切に管理されたリサイクル工程であっても、微量の以下の物質が含まれる場合があります：

- 着色PET
- ラベル
- 接着剤
- キャップおよび閉鎖部
- その他のポリマー
- 異物

汚染レベルは通常低いものの、ロット間で測定可能な色差が生じる要因となる可能性があります。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

サプライヤーによるばらつき

リサイクル施設によって、選別方法、洗浄プロセス、原料の調達先が異なることがよくあります。

サプライヤーごとのばらつきは、長期的な色の安定性にとって重要な要因となる可能性があります。

データから始める

生産条件を調整する前に、両ロットの客観的な測定値を比較してください。

確認事項：

- L*
- a*
- b*
- ΔE
- イエローインデックス (YI)
- 白色度指数（WI）（該当する場合）

併せて参照：

- 入荷検査記録
- サプライヤーの認証書
- 過去の生産データ
- 保管ロットサンプル
- リサイクル含有率

傾向データからは、観察されたばらつきが過去のパフォーマンスと一致しているのか、それとも新たなプロセス変更によるものなのかが頻繁に明らかになります。

以下の順序で調査する

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

ステップ 1 — 測定の一貫性を確認する以下を確認し

てください：

- 測定器がメーカーの推奨に従って校正されていること。
- サンプルは、文書化された手順に従って調製されているか。
- 複数の測定値の平均値が算出されていること。
- 測定の再現性が許容範囲内であること。

ステップ 2 — 原料供給源の比較 ロット間で以下の点

に差異があるかどうかを判断する：

- 供給元
- 収集元
- リサイクル素材の含有率
- 材料の配合
- 製造年月日

原料の変更は、ロット間のばらつきの主な原因となることがよくあります。

ステップ 3 — 加工条件の確認 比較：

- 乾燥温度
- 乾燥時間
- 押出温度
- 滞留時間
- 射出成形条件

一貫した加工を行うことで、材料のばらつきと製造上のばらつきを区別しやすくなります。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

ステップ4 — 過去の傾向の確認 傾向：

- イエローインデックス
- ΔE
- ロット間のばらつき
- サプライヤーのパフォーマンス
- 工程能力

過去のデータは、観測された差異が通常の運用変動の範囲内にあるかどうかを判断するのに役立ちます。

ステップ 5 — 承認済み基準との照合以下の点を判断する：

- 両ロットとも仕様範囲内にあるか。
- 色の差異が定められた許容範囲を超えているか。
- 是正措置が必要か。

測定可能な差異のすべてが、プロセスの調整を必要とするわけではありません。生産上の決定は、客観的なデータに基づいて行うべきです。

是正措置

ばらつきが許容限界を超えた場合：

- 入荷材料の適格性審査を強化する。
- 実用的な場合は、原料を供給元や調達先ごとに分別する。
- サプライヤーの受入基準を厳格化する。
- 配合の一貫性を向上させる。
- 再生材の含有率を見直す。
- 加工条件を標準化する。
- 長期的な材料の傾向に変化があった場合は、生産仕様を更新してください。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

是正措置は、通常の生産を再開する前に、常に客観的な色測定を用いて確認する必要があります。

将来のロット間のばらつきを防止する

製造業者は、以下の方法で自然変動の影響を軽減できます。

- サプライヤーのパフォーマンスを監視する。
- 入荷するすべてのロットを測定する。
- イエローインデックスおよびΔEの経時的な傾向を把握する。
- 代表的な保存試料を維持する。
- 統計的工程管理（SPC）の限界値を設定する。
- 生産での使用に先立ち、新規サプライヤーの適格性を確認する。
- すべての施設で一貫した測定手順を維持する。

目標は、自然変動を排除することではなく、それを理解し、監視し、許容範囲内に制御することです。

工学上の原則

原材料の自然なばらつきは、再生 PET に予想される特性です。傾向分析により、通常の原料のばらつきと、重要なプロセス上の変化とを区別し、真に必要な場合にのみ是正措置を講じることができます。

覚えておいてください

色の違いがすべてプロセスの不具合を示すわけではありません。まず、観察されたばらつきが通常の原料の差異によるものか、それとも製造性能の変化によるものかを判断してください。

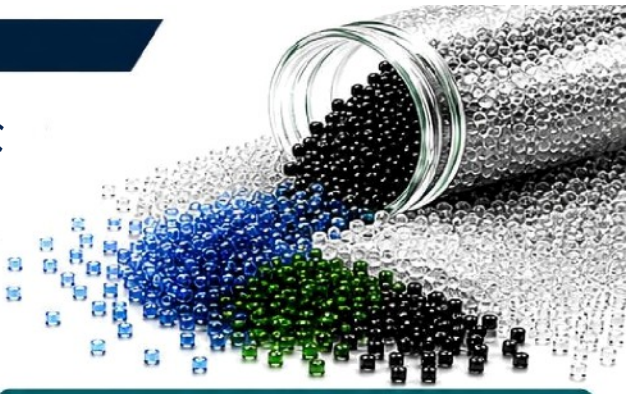
©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

6 TROUBLESHOOT & OPTIMIZE

6.8 なぜ私の黄色はこうなるのか

指数は上昇しているのか？

黄変の傾向を早期に捉えると是正措置



イエローインデックス（YI）は、材料がより多くの

blue light or transmits less of it—resulting in a warmer,

黄色みを帯びるにつれて上昇します。rPETでは、YIは時間の経過とともに徐々に上昇することもあれば、プロセスの乱れによって急激に跳ね上がることもあります。

contamination, or material change.

Trend your color data to detect early signs of yellowing, find the root cause, and prevent out-of-spec product from reaching your customers.

ENGINEERING INSIGHT

An increasing Yellow Index is a warning signal. The earlier you detect and understand the trend, the easier it is to correct the cause and protect product quality, process efficiency, and customer satisfaction.

COMMON CAUSES OF INCREASING YELLOW INDEX

1 EXCESSIVE THERMAL DEGRADATION
- High melt temperatures
- Long residence time
- Insufficient cooling
- Overheating during drying or reprocessing

2 O_2 OXIDATION
- Exposure to oxygen during processing
- Inadequate inerting or vacuum
- Degraded polymer chains

3 CONTAMINATION & IMPURITIES
- Residual adhesives, inks, or labels
- Metals and particulates
- Food or other organic contaminants

4 UV EXPOSURE
- Excessive exposure during storage
- Outdoor storage
- Clear or light-colored feedstock exposure

5 FORMULATION & PROCESS CHANGES
- Lower stabilizer levels
- Change in stabilizer package
- Incorrect additive concentrations
- Blend ratio changes

6 FEEDSTOCK VARIABILITY
- Different sources or suppliers
- Seasonal or regional variation
- Mixed post-consumer streams

ENGINEERING PRINCIPLE

Yellow Index is a sensitive indicator of material changes in rPET. Tracking trends over time helps you distinguish normal variation from abnormal shifts and take corrective action before quality issues occur.

REMEMBER THIS

Don't wait for out-of-spec product. Trend your Yellow Index and investigate early. Small changes today can prevent big problems tomorrow.

WHAT'S NEXT

Next, you'll learn how to systematically troubleshoot color problems using a proven four-step process that turns guesswork into repeatable solutions.

Track the trend.
Find the cause. Fix it early.

Protect quality. Reduce waste.
Keep customers satisfied.

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

イエローインデックスの推移を把握し、工程の変化を早期に検知する

イエローインデックス（YI）の漸進的な上昇は、製造条件が変化していることを示す、最も早期に測定可能な指標の一つであることが多い。肉眼で黄変が確認できるようになるずっと前から、熱劣化、酸化、原料の変更、再生材含有率の増加、あるいは漸進的な工程のドリフトの結果として、イエローインデックスは上昇傾向を示し始めることがある。これらの傾向を監視することで、製造業者は発生しつつある問題を早期に調査し、製品が仕様範囲外になる前に是正措置を講じることができる。

多くの製造工程では、目に見える色の変化が生じる前にイエローインデックスが反応することが多いため、乾燥温度、滞留時間、リサイクル含有率などの処理変数とともに、イエローインデックスの推移が日常的に追跡されています。こうした傾向を早期に検知することで、製造業者は製品が仕様範囲外になる前に、発生しつつある問題を調査し、是正措置を講じることができます。

問題点

製造業者は次のような現象を観察する可能性があります：

- イエローインデックス（YI）の漸進的な上昇
- b*値の正方向への上昇
- 白色度指数（WI）の低下
- 複数の生産ロットにわたるΔEの増加
- 外観に関する顧客からの苦情の増加
- 製品が仕様限界に近づいている

急激な色変化とは異なり、イエローインデックスは時間の経過とともに徐々に上昇することが多いため、早期発見には傾向分析が不可欠です。

発生原因

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

いくつかの製造条件が、イエローインデックスの漸進的な上昇の一因となる可能性があります。熱劣化

乾燥、押出成形、成形、およびリサイクル中の繰り返しの熱曝露により、PETポリマーが徐々に変化しま

す。

劣化が蓄積するにつれて、目に見える色の変化が生じる前に、通常、イエローインデックスが上昇しま

す。

酸化

加工中に酸素にさらされると、ポリマー構造が徐々に変化する可能性があります。滞留時間が長か

ったり、加工温度が高かったりすると、酸化が加速されることがよくあります。

再生材含有率の増加

再生 PET の割合が高くなると、一般的に、原料組成や熱履歴のばらつきが大きくなります。

これにより、当然のことながらイエローインデックスが徐々に上昇する可能性があります。

原料のばらつき

搬入される再生材料の変化により、ポリマーの品質、添加剤、顔料、または過去の加工履歴に微妙な変化が生

じる可能性があります。

定期的な入荷検査を行うことで、原料のばらつきとプロセスのばらつきを区別することができます

。

プロセスのドリフト

乾燥性能、滞留時間、加工温度、または材料の取り扱いにおけるわずかな変化は、生産に即座に影響

を与えることなく、イエローインデックスに徐々に影響を与える可能性があります。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

客観的な傾向分析を行うことで、こうした漸進的なプロセス変化を検出するこ

とができます。データから始める

製造プロセスを調整する前に、過去の測定データを確認してください。以下を評価してください：

- イエローインデックス（YI）
- L*
- b*
- ΔE
- 白色度指数（WI）（該当する場合）

比較：

- 過去の生産ロット
- 過去の傾向グラフ
- 入荷材料の測定値
- サプライヤーのパフォーマンス
- 保管中の参照サンプル

長期的な傾向分析は、単一の測定値よりも有用な情報を提供することがよくあります。

以下の順序で調査してください

ステップ 1 — 傾向の確認

その増加が、通常の測定変動ではなく、真のプロセス変化によるものであることを確認します。

確認事項：

- 計測器の標準化
- 測定の再現性

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

- 一貫した試料調製
- 代表性のあるサンプリング

ステップ2 — 入荷材料の確認以下の点を確認する：

- 原料サプライヤーに変更があったか。
- 再生材の含有量が増加したか。
- 搬入されるイエローインデックスに変化があるか。
- 材料の配合が変更されたか。

ステップ3 — 加工条件の評価 以下の点を確認する：

- 乾燥機の性能
- 乾燥温度
- 乾燥時間
- 押出温度
- 滞留時間
- 射出成形条件

プロセスの漸進的なドリフトは、しばしばイエローインデックスの漸進的なドリフトを引き起こします。

ステップ 4 — 過去の生産データの傾向を確認する：

- イエローインデックス
- ΔE
- サプライヤーのパフォーマンス
- 生産日
- 工程調整
- メンテナンス活動

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

プロセス変更がいつ始まったかは、過去の記録から特定できることがよくあります。

ステップ 5 — 是正措置の検証

プロセス改善の実施後：

- 代表的なサンプルを測定します。
- イエローインデックスの安定化を確認する。
- ΔEの改善を確認する。
- 日常的な傾向監視を継続する。

日常生産に戻る前には、常に客観的な測定データを用いて是正措置の有効性を確認する必要があります。

是正措置

イエローインデックスが上昇し続ける場合：

- 乾燥条件を最適化してください。
- 不必要な熱への曝露を低減する。
- 滞留時間の管理を改善する。
- 原料の受入審査を強化する。
- 原料の均一性を向上させる。
- リサイクル含有率を見直します。
- 汚染源を排除する。
- 調整後のプロセスの安定性を確認する。

生産を再開する前に、客観的な測定により、是正措置によってイエローインデックスが安定したことを確認する必要があります。

将来のイエローインデックスの変動を防止する

成功しているメーカーは、目に見える色の変化を待つのではなく、イエローインデックスを継続的に監

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

視しています。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

ベストプラクティスには以下が含まれます。

- すべての生産ロットについて、イエローインデックスの推移を把握する。
- 統計的工程管理（SPC）の限界値を設定する。
- サプライヤーの品質安定性を監視する。
- 保存済みの参照サンプルと比較する。
- 仕様値を超過する前に、漸進的な傾向を調査する。
- 標準化された測定手順を維持する。
- 日常的なプロセス監視の一環として、傾向図を確認する。

早期に検出することで、製造業者は製品の品質に影響が出る前に、進行中のプロセスの変化を是正することができます。

技術的原理

個々の測定値よりも、プロセスの傾向の方がより価値があります。イエローインデックスの定期的なモニタリングにより、ポリマーの状態変化を早期に警告することができ、目に見える色の変化が生じる前に、製造業者はプロセスのドリフトを検出し、是正措置を確認し、長期的な製造の安定性を維持することができます。

覚えておいてください

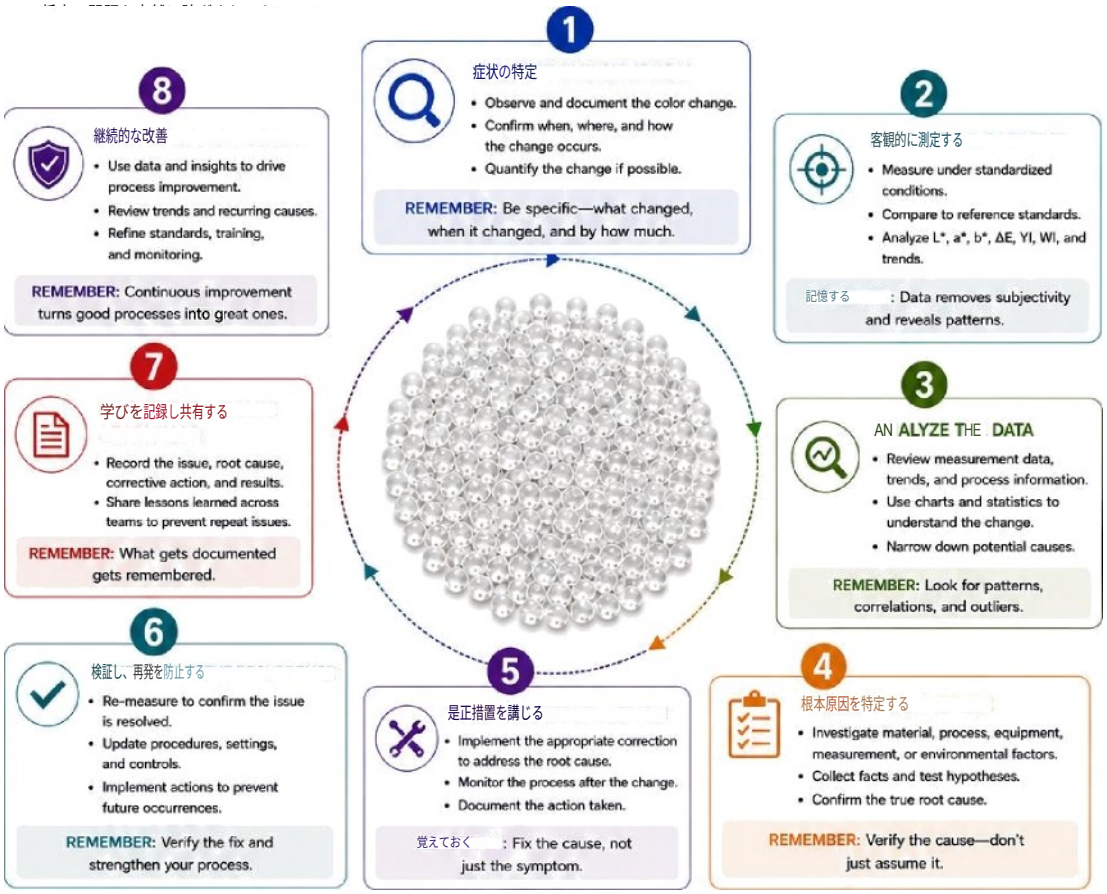
顧客が黄変に気付くまで待ってはいけません。イエローインデックスの傾向を定期的に監視し、漸進的な変化を早期に調査し、客観的な測定データを活用して、長期的なプロセスの安定性を維持してください。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

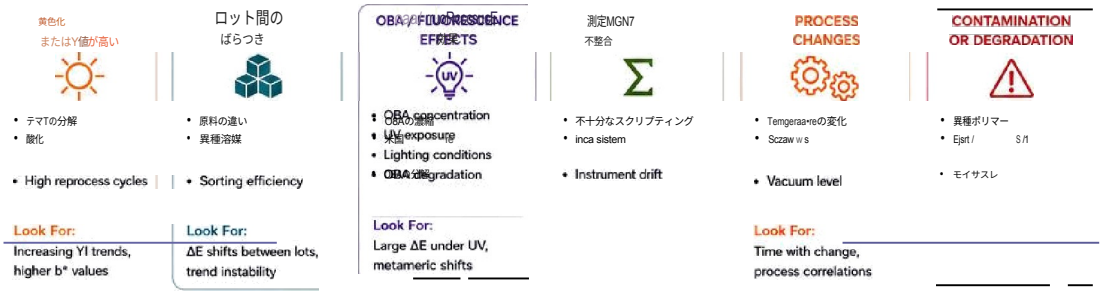
章のまとめ

rPETの色に関する問題のトラブルシューティングと結果の最適化

色の変化が生じた場合、体系的なアプローチをとることで、根本原因を迅速に特定し、効果的な是正措置を講じることができます。客観的なデータ、プロセスに関する知識、そして実績のあるトラブルシューティングの手順を活用して、一貫した品質を取り戻し



rPETの一般的な**色に関する問題**とその考えられる根本原因



効果的なトラブルシューティングのためのベストプラクティス



ーズ

6.9 章のまとめ

第6章では、客観的な色測定によって、トラブルシューティングが主観的な判断から体系的なエンジニアリングプロセスへとどのように変革されるかを示しました。また、rPETの色測定における一般的な課題の調査方法、測定傾向の解釈、根本原因の特定、通常の材料ばらつきと重要なプロセス変化の区別、そして標準化された色データを用いた是正措置の検証方法についても学びました。

客観的な色測定は、単に欠陥を特定するためのツールにとどまらず、製造の継続的な改善の基盤となります。標準化されたトラブルシューティング手法を適用し、信頼性の高い測定データに基づいて意思決定を行うことで、製造業者はプロセスの安定性を向上させ、廃棄物を削減し、製品品質を最適化し、顧客の期待に応えるrPET製品を一貫して生産することができます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

まとめ

より優れた機械的rPET色測定プログラムの構築

機械的リサイクルPETには、均一なバージン樹脂に比べて、常に本質的な材料のばらつきが多く含まれます。原料の違い、加工履歴、汚染レベル、蛍光増白剤、ポリマーの分解度など、あらゆる要因が色や外観に影響を及ぼす可能性があります。

目的は、変動要因をすべて排除することではありません。その変動を一貫して測定し、その意味を理解し、いつ対応が必要かを判断することにあります。

標準化された色測定により、リサイクル業者や製造業者は、フレークやペレットの特性を把握し、承認された材料基準を確立し、プロセスのパフォーマンスを監視し、入荷材料の適格性を評価し、変化を調査し、さらなる付加価値を加える前に、より適切な製造上の意思決定を行うために必要な客観的な情報を得ることができます。

それが、本ガイドの中心となる工学上の原則です：

一貫して測定する。ばらつきを理解する。重要な要素を管理する。

本ガイドでは、回収されたフレークから加工されたペレット、そして成形用プレートに至るまで、rPETバリューチェーンにおける機械的リサイクルの部分に焦点を当ててきました。しかし、機械的リサイクルは、より広範なrPET測定の道のりの一部に過ぎません。

「rPET色測定ガイドシリーズ」は、その道のりをさらに進め、化学リサイクルに関する専門的なガイダンスを提供します。化学リサイクルでは、測定の範囲が化学中間体、精製、APHA/Pt-Co分析、

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

再重合にまで及びます。また、

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

rPETを使用した製造製品についても、客観的な測定がプリフォーム、ボトル、シート、フィルム、繊維、キャップおよびクロージャー、その他の完成品の品質を支えます。これらのガイドは総合して、回収された材料から再生原料、そして完成品に至るまでのrPETバリューチェーン全体にわたり、客観的な色測定を適用するための共通の技術的枠組みを提供します。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

付録 A

HunterLab Engineering Toolkit™

客観的な色測定プログラムを実施するための実用的なエンジニアリングリソース

標準化。文書化。改善。

HunterLab Engineering Toolkit™ は、*『rPET 色測定エンジニアリングガイド』*全体で提示された原則をさらに発展させ、標準化された色測定プログラムを実施するための実用的なエンジニアリングリソースを提供します。

同ガイドでは、客観的な色測定の背景にある科学、測定手法、測定機器の選定、ビジネス上の正当性、導入の原則、およびトラブルシューティング手法について解説していますが、本ツールキットでは、それらの原則を文書化された導入プロセスへと落とし込むのに役立つ、体系化されたフォームを提供しています。

本ツールキットは、品質管理、実験室、エンジニアリング、および製造の各チームが、導入計画の策定、責任の割り当て、適切な測定ソリューションの選定、測定環境の準備、オペレーターのトレーニング、準備状況の文書化、およびプログラム開始の承認を行うのを支援するように設計されています。

その目的は、単に色測定機器を設置することではありません。製造上の意思決定に役立つ信頼性の高いデータを生成する、再現性があり、文書化され、持続可能な測定システムを確立することにあります。

エンジニアリング・ツールキットの使用方法

エンジニアリング・ツールキットは、体系化された導入手順に従います：

計画 → 割り当て → 選定 → 承認 → 準備 → 訓練 → 開始

各主要なエンジニアリング用フォームは、このプロセスの特定の段階に対応しています。ある段階で確立された情報は、その後の実施活動の入力となるため、これらのフォームは、可能な限り順序通りに記入することが意図されています。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

これらのフォームを総合することで、色測定プログラムがどのように計画、構成、実施され、日常的な使用が承認されたかについての文書化された記録が作成されます。

さらに、正式な機器適格性評価や電子記録の妥当性確認を必要とする組織を支援するためのフォームが2つ用意されています。これらのフォームは任意のものであり、組織の品質システム、規制環境、顧客要件、または内部の妥当性確認手順で要求される場合にのみ使用すべきです。

プログラム実施ロードマップ

主要な実施用フォーム

計画

導入の枠組みを確立し、必要な活動を特定し、色測定プログラムを展開するための全体的なロードマップを提供します。

様式：A-1 — プログラム実施ロードマップ

割り当て

各主要な実施活動について、責任の所在、説明責任、協議、およびコミュニケーションに関する責任を定義する。

様式：A-2 — 責任割り当てマトリックス（RACI）

選択

アプリケーション要件を文書化し、材料、試料特性、測定目的、および動作環境に適した測定ソリューションを選択する。

様式：A-3 — 色測定ソリューション選定ワークシート

承認

プロジェクトの範囲、目的、成功基準、リソース、責任、および実施を進めるために必要な正式な承認を定義する。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

様式：A-4 — 色測定プログラム・プロジェクト憲章

準備

測定環境、機器、支援インフラ、文書、および運用条件が、実施に向けて準備ができていることを確認する。

様式：A-5 — 色測定実験室の準備状況チェックリスト

トレーニング

オペレーターの研修内容を文書化し、担当者が必要な測定手順を一貫して正しく実行できることを確認する。

様式：A-6 — 色測定オペレーター研修・能力記録

開始

プログラムが日常的な使用に供される前に、必要な技術的、運用上、研修、文書化、および承認に関する活動が完了していることを確認する。

様式：A-7 — 色測定プログラム開始チェックリスト

任意の検証活動

組織によっては、測定システムを生産用途に導入する前に、追加の認定または検証文書を要求する場合があります。

これらの活動は、すべての色測定プログラムで必須というわけではありません。その実施の可否は、該当する品質システム要件、規制上の要件、顧客の要求事項、および社内手順に基づいて決定する必要があります。

オプションのエンジニアリング用フォーム

正式な機器適格性評価が必要な場合は、設置適格性評価（IQ）、運用適格性評価（OQ）、および性能適格性評価（PQ）の活動を文書化してください。

書式：A-8 — IQ/OQ/PQ 適格性評価概要

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

電子記録、データの完全性、ユーザーアクセス、監査可能性、および適用される電子記録要件に関連するバリデーションおよびコンプライアンス活動を文書化する。

フォーム：A-9 — 電子記録（ER）のバリデーションおよびコンプライアンス概要

エンジニアリングの原則

成功する色測定プログラムは、単なる計測器として設置されるのではなく、システムとして設計されるものです。標準化された手順、明確に定義された責任、訓練を受けた担当者、文書化された実施、そして客観的な検証によって、測定技術は信頼性の高い製造プロセスへと変貌を遂げます。

覚えておいてください

計測器は測定値を生み出します。測定システムこそが、そのデータが信頼できるかどうかを決定します。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

プログラム実施ロードマップ

「HunterLa6 エンジニアリング・ツールキット」を使用した、ソリューションの選択*からプログラムの*起動に至るまでの*実装プロセス全体を追跡する*

HunterLa6*エンジニアリング・ツールキットを使用して追跡する*」。

PROGRAM INFORMATION

Company Name: _____　Project Manager: _____

Program Name: _____　Instrument Solution: _____

Facility / Plant: _____　開始日 Date: _____

概要

このロードマップを使用して、色測定導入プロジェクトの各フェーズを調整してください。進捗状況を追跡し、必要な技術書類を管理し、オプションの検証活動を特定し、計画段階から日常運用に至るまで、導入を確実に成功に導きます。

WHEN TO USE

- 新しい色測定プログラムの開始
- ソリューション評価中

+ 導入中

- 他の製品や施設への拡張時
- 主要プログラムの実施中

このフォームの作成担当者

- プロジェクトマネージャー

+ 研究所長および施設管理者

- 製造エンジニア

+ エグゼクティブ・スポンサー

所要時間の目安

30〜45分

pPQJ などを通じて随時更新。

IMPLEMENTATION ROADMAP

ステップ	フェーズおよびエンジニアリング形態	主な活動	担当役職	TARGET 実施	STATUS (/)
1	プログラム計画 **FORM A-1**	• プログラムの目標と範囲を定義する • Identify stakeholders	プロジェクトマネージャー		☐
O iüî	利用可能性の割り当て fi0RM A-2 割り当ての理由 *Matrix (RACI)*	• Define roles and responsibilities • Ena6iiax n«»biilty (RAc0 • 割り当ての伝達	Project Manager		☐
3	**FORM A-3** *Color Measurement Solution* s</ecco 役割	• Define requirements e 選択肢を評価する	Project Manager Laboratory Manager		☐
O P,	プロジェクトの承認 FORま認A−ま カオスメア＝ecoエントロ ace	• Document objectives and scope • Jus<rly 6uuness reed	プロジェクトマネージ Executive Sponsor		☐
O ÿj	実験室の準備 **FORM A-5** *Color Measurement Laboratory Readiness Checklist*	• 環境および機器の確認 • sandarcls および sys<ems を確認してください e 読み取り値を確認	実験室マネージャー Ciualax マネージャー		☐
6	TRAIH O#EitAT0sS FOR M A-6 *Operator Training & Competency Record*	• Conduct training • Verify competency • Document results	Laboratory Manager 品質管理責任者		☐
7	プログラムの起動 F09M A-7 *Startup Checklist*	• Verify all requirements complete • Authorize routine operation • 監視および改善	Project Manager Quality Manager Executive Sponsor		☐

オプションの検証活動

検証およびコンプライアンスの概要の作成が必要 by your quality system, regulatory environment, or customer requirements.

☐ フォーム **A-8** ICEOŒPQ 適格性概要

☐ フォーム A-9 電子記録 (ER) の検証 6ι コンプライアンス概要

ENGINEERING NOTES

工学上の原則

成功する色測定プログラムは、構造化されたエンジニアリングプロセスに従います。各エンジニアリングフォームを順番に記入することで、再現性のある、sustainable, and well-documented implementation.

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

責任割り当てマトリックス（RACI）

カラー測定プログラム全体を通じて明確な責任の所在を確保するため、主要な実施活動ごとに責任と説明責任を割り当てる。

PROGRAM INFORMATION

Company Name: _____
Program Name: _____
Facility/Plant: _____
Instrument Solution: _____
Start Date: _____
Project Manager: _____
Laboratory Manager: _____
Quality Manager: _____
Manufacturing Engineer: _____
Executive Sponsor: _____

概要

このマトリックスを使用して、各主要な実施活動について、責任者（Responsible）、説明責任者（Accountable）、相談対象者（Consulted）、情報提供対象者（Informed）（RACI）を割り当て、明確な責任の所在と効果的なコミュニケーションを確保してください。

使用時期

ロードマップ（様式A-1）を定義した後

e 実施活動を開始する前

役割や範囲が変更されたときプログラムの見直し時

このフォームの記入者

プロジェクトマネージャー

- 研究所長
- 品質マネージャー
- 製造エンジニアエグゼクティブ・スポンサー

所要時間の目安

30〜45分

必要に応じて、プロジェクト期間を通じて見直し・更新を行う。

ステップ	実施活動（フェーズおよび設計様式）	責任者 (R)	説明責任 (A)	協議対象者 (C)	INFßRMED (I)
1	プログラム計画書 A-1				
	A3 責任の割り当て *Responsibility Assignment Matrix (RACI)*				
	SELECT SOLUTION FORM A-3 *Color Measurement Solution Selection Worksheet*				
4	AUTHORIZE PROJECT FORM A-4 *Color Measurement Program*		- 技術原理		
	実験準備室 P0RM*-5 実験室用器具・器具類の整理・点検				
	A-6 フォームの列車運転手 オペレーター研修および *Competency Record*				
7	PROGRAM STARTUP FORM A-7 *Color Measurement Program Startup Checklist*				

R Responsible – Performs the work　A Accountable – Owns the final result　C Consulted – Provides input or expertise　I Informed – Kept informed of progress

OTES

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

米国
ty

r+fab e" ptr activ

- 「責任者」には複数の人物が含まれる場合があります。
- 環境・主要ステークホルダーは適切に情報を提供される。

責任の所在と説明責任を明確にすることで、コミュニケーションが改善され、曖昧さが減り、実施の成功率が高まります。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

色測定ソリューション選定ワークシート

このワークシートを使用して、要件、現在の方法、および業界*標準*を客観的に評価してください。

お客様の技術的、運用上、*品質*、

規制*およびビジネス上のニーズに最適な色測定ソリューションをお選びください。*

PROGRAM INFORMATION

Company Name: _____ Project Manager: _____

Program Name: _____ Instrument/Solution: _____

Facility / Plant: _____ Date: _____

OVEftVIEW

色測定の選択

測定ソリューションを開始する場合

技術的、運用上の

制、および

のビジネス要件
アプリケーションの

使用タイミング

• 測定要件を最も満たす新しい色

測定プログラム

既存の機器を置き換える際、品質、規

q g]]]]

機器アクション

施設の標準化

• 資本設備の承認

作成者
このフォームを

プロジェクトマネージャー 研究

所マネージャー 品質マネージャ

ー

• 製造エンジニア

HunterLab 営業／

アプリケーションスペシャリスト（想定）

所要時間の目安

30〜45分

1件あたり

1. APPLICATION DESCRIPTION

サンプルフォーム（該当するものをすべてチェックしてください）：

% ペレット Powdef

% ペレット Fbef /Textite

☐ Liquid Film

☐ 食品 Pharmaceutical

☐ Bottle

☐ Other _____

プリフォーム

適用例（該当するものを選択してください）：

D ファン・トランスパメント

@ テクスチャード

タンストゥセント

☐ Fluorescent /

現在、色はどのように評価されていますか？

.] 目視検査既存の計器

モデル

Industry Standards (check all that apply):

☐ ASTM

ISO

CIE

測定モード（選択可能）：I リラクタンスの

み

透過のみ

☐ Both Reflectance & Transmission

カラーデータ／性質 必要

☐ L*, a*, b*

☐ ΔE

ベール度指数

☐ Whiteness Index

☐ Gloss

@ 不透明度

0 蛍光

☐ High Temperature

Q Ir+Jne 測定

0 その他

4. SOLUTION RECOMMENDATION

Recommended Instrument: _____ Cost $ _____

Recommended Software: _____ Cost $ _____

Required Accessories:

1. _____ Cost $ _____
2. _____ Cost $ _____
3. _____ Cost $ _____
4. _____ Cost $ _____

Estimated Total $ _____

Estimated Budget $ _____

5. DECISION CRITERIA

Check all that apply:

☐ Meets application requirements
☐ Meets measurement requirements
☐ Meets quality requirements
☐ Meets regulatory requirements
☐ Meets budget
☐ Approved for purchase

Decision / Comments:

6. 注

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

プロジェクトの初期段階で適切な色測定ソリューションを選択することで、導入リスクを最小限に抑え、測定の一貫性を向上させ、
長期的な運用コストを削減します。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

色測定プログラム プロジェクト憲章

本チャーターは、以下の事項を*文書化することにより*、選定された色測定機能の実施を承認するものである。

*プロジェクト*の目的、事業上の根拠、*範囲*、利害関係者、*成功*指標、および承認を文書化することにより、本色測定機能の実施を承認する。

PROGRAM INFORMATION

Company Name: _____

Program Name: _____

Facility / Plant: _____

Project Manager: _____

Instrument Solution (from A-3): _____

Start Date: _____



概要

選定された色測定ソリューションの導入を正式に承認するため、以下を文書化する

プロジェクトの目的、ビジネス上の正当性、範囲、ステークホルダー、成功指標、および承認。



使用時期

。A-3のF.mを記入した後、

ソリューション選定ワークシート

'o "'¢has"'eq"'

- 実施*前*

実施前の活動

- 正式な承認とリソースの確保を行う際
- プロジェクトの実施およびリソースの割り当て



担当部署

マネージャー

実験室マネージャー

品質マネージャー

- Manufacturing Engineer
- Executive Sponsor

0

所要時間の目安

30〜45 分

Per Project

1. PROJECT OBJECTIVES

Define the objectives of this color measurement program.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

2. BUSINESS JUSTIFICATION

Describe the business need and expected benefits.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

3. PROJECT SCOPE

Define what is included and excluded.

Included:

_____

_____

_____

Excluded:

_____

4. STAKEHOLDERS

Key stakeholders and roles.

Stakeholder	Role / Responsibility

5. SUCCESS METRICS

How will success be measured?

- Improved color consistency
- Reduced rework
- Increased yield
- Faster changeover / less downtime
- Customer satisfaction improvement
- Compliance / audit readiness

Other: _____

6. KEY DELIVERABLES

Major deliverables for this project.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

7. ASSUMPTIONS

Key assumptions upon which this project is based.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

8. APPROVAL

This project is approved and authorized.

Executive Sponsor: _____

Title: _____

Signature: _____

Date: _____

9. RELATED FORMS

This charter is linked to the following forms.

- Form A-1 Program Implementation Roadmap
- Form A-2 Responsibility Assignment Matrix (RACI)
- Form A-3 Color Measurement Solution Selection Worksheet
- Form A-5 Color Measurement Laboratory Readiness Checklist
- Form A-6 Operator Training & Competency Record
- Form A-7 Color Measurement Program Startup Checklist
- Form A-8 IQ/OQ/PQ Qualification Summary (Optional)
- Form A-9 Electronic Records (ER) Validation & Compliance Summary (Optional)

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ



エンジニアリングの
原則

明確に定義されたプロジェクト憲章は、明確な指針を示し、ステークホルダーの足並みを揃え、リソースを確保し、実装の成功確率を高めます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

色測定実験室の準備チェックリスト

実験室、機器、およびシステムが、正確で一貫性があり、信頼性の高い色測定を行う準備ができていることを確認してください。

PROGRAM INFORMATION

Company Name: _____

Program Name: _____

Facility / Plant: _____

Project Manager: _____

Instrument Solution (from A-3): _____

Date Completed: _____

概要

オペレーターのトレーニング（様式 A-6）およびプログラムの立ち上げ（様式 A-7）の前に、すべての測定室の要件が整っていることを確認してください。

WHEN TO USE

プロジェクト承認後 フォーム A-4 運用準備

オペレーター研修前（フォーム A-6）

プログラムの立ち上げ前

担当部署

このフォーム

Laboratory Manager
Quality Manager
Manufacturing Engineer
プロジェクトマネージャー

推定所要時間

30〜45分

1検査室あたり

実験室は清潔で整理整頓されており、正確な色測定専用に設けられている。	☐
周囲の温度および湿度は管理されており、機器の仕様要件の範囲内に保たれています。照明条件は、機器や試料への反射光を防止するよう管理されています。試料の調製および保管のための十分な作業スペースが確保されています。	☐
電源および接地は、機器の要件を満たしている。	☐

2. INSTRUMENT & ACCESSORIES	CHECK WHEN COMPLETE
Instrument is installed in accordance with manufacturer recommendations.	☐
Instrument is level, stable, and located on a vibration-free surface.	☐
Instrument is connected to power and computer/network (if applicable).	☐
Instrument firmware and software are installed and current.	☐
Required accessories are available and in good condition (e.g., sample cups, holders, etc.).	☐

3. STANDARDS & CALIBRATION	CHECK WHEN COMPLETE
White calibration standard is available and within calibration validity.	☐
Black trap / dark calibration standard is available and within calibration validity.	☐
Gloss standard (if applicable) is available and within calibration validity.	☐
Standards are stored and handled per manufacturer recommendations.	☐
Calibration and verification procedures are documented.	☐

4. SAMPLE HANDLING & STORAGE	CHECK WHEN COMPLETE
Sample preparation procedures are defined and available.	☐
Sample cups, holders, and related tools are available and clean.	☐
Sample storage conditions are defined to maintain sample integrity.	☐
Reference standards (physical or digital) are available and approved.	☐
Procedures exist to avoid sample contamination and damage.	☐

D$urmnmememsycemi*dMnedandaessiMe。HemroucPecondsCEFOsyaem	☐
@fure‹0isveWde‹edand oompGant	☐
設置、保守、および検証に関する記録は利用可能です。	☐

Completed By: _____　期限： _____

Title / Role: _____　署名： _____

EIJGIIJEERING 原則

準備の整った実験室は、正確な測定、信頼性の高いデータ、そしてプログラムの円滑な実施を保証します。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

色測定オペレーター研修・能力認定記録

オペレーターの研修内容を*記録*し、能力を確認し、測定機器の独立した操作を承認する
色測定機器の独立した操作を承認する。

PROGRAM INFORMATION

Company Name: _____ Project Manager: _____

Program Name: _____ Instrument Serial # (研修済): _____

Facility / Plant: _____ Date Training Completed: _____

概要

Pecordオペレーター研修
and verify competency
独立した操作の承認（電話による
program startup in
様式**A-7**）。

使用時期

機器の設置後
(Form A-5)

- オペレーターが機器を操作する前、または新しいオペレーターが加わったとき
トレーニングが修了または再認定されたとき

このフォームの記入者

オペレーター

- Laboratory Manager
研修担当
- プロジェクトマネージャー
(Final Authorization)

所要時間の目安

20～30分

オペレーター**1**人あたり

役職／役割： Department / Area:

2. TRAINING CONTENT COVERED (Check all that apply)

☐ Instrument overview & components	☐ Data review & interpretation	☐ Safety & laboratory practices
☐ Measurement principles & geometry	☐ Quality control & standards	☐ Troubleshooting basics
☐ Sample preparation & handling	☐ Routine maintenance & cleaning	☐ Relevant SOPs & procedures
☐ Instrument operation	☐ Software features & workflows	☐ Other: _____
☐ Measurement modes & parameters	☐ Data management & records	

3. TRAINING DELIVERY DETAILS

Training Type (check one):	☐ Initial Training	☐ Refresher Training	☐ Requalification	
Training Delivered By:	☐ HunterLab Instructor	☐ Internal Trainer	☐ Other _____	
Training Method:	☐ In-Person	☐ Virtual / Online	☐ Self-Study + Assessment	☐ Other _____
Training Dates:	From _____	To _____		
Training Location:	_____			

4. COMPETENCY VERIFICATION

Competency Area	Evaluation Method (e.g., Observation, Practical Test, Quiz)	Result (Pass / Fail)	Evaluator Initials
Instrument Operation	_____	☐ Pass ☐ Fail	_____
Measurement Accuracy & Repeatability	_____	☐ Pass ☐ Fail	_____
Sample Preparation	_____	☐ Pass ☐ Fail	_____
Data Interpretation	_____	☐ Pass ☐ Fail	_____
Quality Control Procedures	_____	☐ Pass ☐ Fail	_____
SOP & Safety Compliance	_____	☐ Pass ☐ Fail	_____

Overall Competency Result: ☐ Pass ☐ Fail **Date:** _____

5. AUTHORIZATION FOR INDEPENDENT OPERATION

I confirm this operator has demonstrated competency in all required areas and is authorized to operate color measurement equipment independently in accordance with established procedures.

Authorized By (Name): _____ **Title / Role:** _____

Signature: _____ **Date:** _____

技術的原則

十分な訓練を受け、有能なオペレーターは、正確な測定、信頼性の高いデータ、そして一貫したプログラムのパフォーマンスを保証します。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

色測定プログラム起動チェックリスト

プログラムが稼働する前に、すべての作業が完了し、記録されていることを確認してください。

PROGRAM INFORMATION

Company Name: _____

Program Name: _____

Facility / Plant: _____

Project Manager*: _____

Instrument Solution (from A-3): _____

Date Checklist Completed: _____

概要

プログラムの運用開始前に、必要なすべての手順が完了し、記録されていることを確認してください。

使用時期

- 訓練完了後（様式A-6）
- プログラムの運用開始前
- 最初の生産測定の前
- プログラムの変更が実施された際

記入者
本フォーム

- プロジェクトマネージャー
- 実験室責任者

* 品質管理責任者

所要時間の目安

20〜30分

プログラムごと

		COMPLETE ☑
1	解決策の選定および記録（様式A.3）。	☐
2	実験室の準備状況が確認された（様式A-5）。	☐
1	オペレーターの訓練および承認が完了している（様式 A-6）。	☐
4	標準作業手順書（SOP）が文書化され、利用可能である。	☐
5	測定方法、パラメータ、および許容誤差が定義され、承認されている。	☐
6	標準物質および試料が調製され、承認された。	☐
7	機器の校正および検証が完了している。	☐
@	データ管理システムが設定され、稼働している。g 試験測定が完了し、結果のレビューが行われた。	☐
10	プログラム文書が確認され、承認されました。	☐
11	プログラムの責任分担およびコミュニケーション計画が策定されました。	☐
12	プログラムの記録および書式が整備されました。	☐
13	経営陣の承認を得た。	☐
74	プログラムは運用開始の準備が整っています。	☐

NOTES / ADDITIONAL COMMENTS

PROGRAM APPROVAL

I confirm that all required activities are complete and the color measurement program is ready to begin operation in accordance with established procedures.
必要なすべての活動が完了していること、色測定プログラムが確立された手順に従って運用を開始できる状態にあることを確認します。

承認者（氏名）：
Approved By (Name): _____

役職／役割：
Title / Role: _____

Signature: _____

日付：
Date: _____

工学上の原則

プログラムの立ち上げは、必要な技術的、運用上、研修、文書化、および承認に関するすべて

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

の活動が
完了し、
確認され
た後にの
み行うも
のとしま
す。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

オプションのエンジニアリングフォーム

IOfOOfPQ 適格性評価概要

据付適格性確認（IQ）、運用適格性確認（OQ）、および性能適格性確認（PQ）の完了および承認を記録する。詳細な適格性確認手順、

試験結果、承認、および裏付けとなる文書は、機器固有のHunterLab IQ/OQ/PQ実施マニュアルに保管される。

1. PROGRAM INFORMATION

Company Name: _____

Program Name: _____

Facility / Plant: _____

Installation Solution: _____

機器シリアル番号 Serial Number: _____

Project Manager: _____

Qualification Date: _____

3. QUALIFICATION RECORDS

Record	Record Number
IQ/OQ/PQ Implementation Manual	
Qualification Report	
Deviation Report (if applicable)	
Quality System Record Number	
Electronic Archive Location	

認定活動	完了	日付
据付適格性確認（IQ）完了	☐	
運用適格性試験（OO）完了		
性能適格性試験（PQ）完了	☐	
逸脱事項の是正済み（該当する場合）	☐	
*最終認定が承認されました	☐	

役割	氏名	役名
実施者		
レビュー担当者		
承認者		

5. COMMENTS

関連する技術用書式 A.1

A-2	プログラム実施ロードマップ責任割り当てマトリックス（RACI）
A-3A-4	
A-S	色測定ソリューション選定ワークシート
A-6	色測定プログラム プロジェクト憲章
	色測定実験室の準備状況確認リスト（初回）色測定オペレーターの研修および能力記録
A-7 A-9	色測定プログラム開始チェックリスト電子記録（EB）の妥当性確認およびコンプライアンス概要（オプション）

本記録とともに保管される資格証明関連文書

- HunterLa6 IQ/OQ/PQ 実施マニュアル
- 適格性報告書
- 設置記録
- 校正証明書
- 逸脱報告書（該当する場合）

技術原理

認定は、色測定システムが正しく設置され、仕様に従って動作し、その意図された用途において一貫した性能を発揮していることを文書で証明するものです。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

任意のエンジニアリング用フォーム

電子記録（ER）の妥当性確認およびコンプライアンス概要

HunterLab 電子記録（ER）の妥当性確認およびコンプライアンスの実施状況を文書化します。詳細な妥当性確認手順、適格性確認記録、電子記録の導入、承認、

および裏付けとなる文書は、「HunterLab バリデーションおよびコンプライアンス・ノートブック」内に保管されています。

1. PROGRAM INFORMATION

Company Name: _____

Program Name: _____

Facility / Plant: _____

測定装置の解決策: _____

Serial Number: _____

Project Manager: _____

ジャー：

Validation Date: _____

バリデーション日付：

Implementation Activity	Complete	日付
Electronic Records (ER) Implementation Completed	☐	
ERシステムのバリデーション完了、ERコン	☐	
プライアンスレビュー完了	☐	
VdidatJon およびコンプライアンス・ノートブックの最終検証お	☐	
よびコンプライアンス承認が完了	☐	

3. VALIDATION & COMPLIANCE RECORDS

注文	場所／注文番号
検証およびコンプライアンス・ノートブック	
品質システム記録番号	
電子アーカイブの保存場所	
トレーニング記録の保存場所	
Deviation Report (if applicable)	

4. VALIDATION TEAM

Role	Name	Title
Performed By		
確認者		
承認者		

5. COMMENTS

.....

.....

.....

6. RELATED ENGINEERING FORMS & SUPPORTING DOCUMENTS

Related Engineering Forms

関連するエンジニアリング用フォーム

A-1 Program Implementation Roadmap

A-2 Responsibility Assignment Matrix (RACI)

A-3 Color Measurement Solution Selection Worksheet

A-4 Color Measurement Program Project Charter

A-5 Color Measurement Laboratory Readiness Checklist

A-6 Color Measurement Operator Training & Competency Record

A-7 Color Measurement Program Startup Checklist

A-8 IQ/OQ/PQ Qualification Summary (Optional)

A8

Related Validation Documents (maintained with this record)

関連するバリデーション文書（本記録とともに管理）

- HunterLab Validation & Compliance Notebook
- Calibration Certificate
- Installation Record
- Deviation Report (if applicable)
- 逸脱報告書（該当する場合）

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

7. APPROVAL

I confirm that the Electronic Records (ER) system is validated, compliant, and operating as intended in accordance with established procedures and regulatory requirements.
私は電子記録（ER）システムが、確立された手順および規制要件に従って意図したとおりに検証済み、準拠、および稼働していることを確認します。

Approved By (Name): _____ Title / Role: _____
承認者（氏名）： 役職／役割：
Signature: _____ Date: _____
署名： 日付：



技術原則

検証により、電子記録システムが意図したとおりに機能し、規制要件に準拠していることが確認され、データの完全性、セキュリティ、トレーサビリティ、および監査対応が確保される。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

付録 B — ケーススタディライブラリ

B-1 — Agera® L2 による再生PETの客観的な色、UV、不透明度測定を通じて、rPETの品質管理を前工程へ移行

複数のサプライヤーによる rPET 評価を通じて、透過率、制御された UV、色、不透明度の測定が、最終的なボトル生産の前に、材料の重要な違いを明らかにできることを実証しています。

この調査では、製造業者が、許容可能な完成品の性能と上流工程での rPET 測定値を関連付け、それらの測定値を用いて、入荷材料の仕様や品質管理のチェックポイントを確立する方法を示しています。

B-2 — ボトルキャップおよびクロージャーにおけるrPETの色の一貫性向上

廃棄物の削減、プロセス制御の改善、および測定可能な製造価値を通じて、客観的な色測定のビジネスケースを構築

客観的な色測定の財務的および運用上の価値、ならびに測定可能な改善が、rPET色測定プログラム導入のビジネスケースをどのように裏付けるかを示しています。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

「Agera による rPET 品質管理のアップストリーム化」 L2

再生PETの客観的な色、UV、不透明度の測定

用途

ボトル製造用の再生PET

課題

最終的なボトル製造の前に、再生PETにおける有意な差異を特定すること

評価対象材料

rPETペレット、フレーク、および調製済みプレート

測定の重点項目

色 • UV応答 • 不透明度 • 相対透明度

ソリューション

HunterLab Agera®L2

調査アプローチ

透過率分析と、反射率に基づく色および不透明度の評価を組み合わせた手法

技術的目標

許容可能な完成品の性能と相関付けられる、客観的な上流工程の測定基準を確立すること

製造上の価値

材料のばらつきを早期に特定し、サプライヤーの認定、入荷材料の仕様、およびロット間の品質管理

課題

原料の違い、加工条件、ポリマーの経年劣化の程度によって生じる再生PET原料のばらつきは、目に見える色の違い、透明度の低下、不透明度の変化を引き起こし、最終的なボトルの外観や品質に影響を与える可能性があります。メーカーは、材料が生産工程に入る前の上流段階で、有意な差異を検出する方法を必要としていました。

アプローチ

さまざまな rPET 材料について、透過率分析を用いて UV 応答と透明度を測定し、HunterLab Agera" L2 を用いて色と不透明度を測定して評価を行いました。その結果を比較し、上流工程での測定値が、許容可能な完成ボトルの性能とどのように関連しているかを判断しました。

主な調査結果

UV反応、色、不透明度は、rPET材料によって大きく異なります。UV反応と透明度の目標値を満たす材料は、許容範囲内の色および不透明度の結果とも一致しています。

- 上流工程での客観的な測定は、完成品のボトルの外観を予測するための強力な根拠となります。

製造への影響

客観的な測定により、材料のばらつきを早期に検出できます。サプライヤーの認定や入荷材料の仕様策定を支援します。ロット間の品質管理を一定に保つための基盤を提供します。

- 廃棄物、手直し、および規格外完成品のリスクを低減するのに役立ちます

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

B-1 ケーススタディ：Agera® L2 による rPET の品質管理の上流工程への移行再生 PET の客観的な色、UV、不透明度の測定

課題

大手PET包装メーカーは、再生PET（rPET）が最終的なボトル生産工程に到達する前に、これを評価するより優れた方法を必要としていました。

このメーカーは、複数のサプライヤーから rPET を調達していました。材料は、再生原料からペレット、成形プレートへと数段階を経て、最終的にプリフォームやボトルに加工されていました。

品質に関する根本的な疑問は単純明快でした。

完成したボトルを製造する前に、搬入されたrPETの品質を評価できるか？

従来、完成したボトルが最終的な外観確認の基準となっていました。ボトルの色や透明度が許容範囲内であれば、その製造に使用された材料は当該用途に適しているとみなすことができました。

しかし、材料の問題を特定するためにボトル製造まで待つのは非効率的です。その段階まで来ると、追加の加工時間、エネルギー、労力、そして生産能力がすでに投入されてしまっているからです。

メーカーは、搬入されるrPET原料間の有意な差異を、より早い段階で客観的に特定する方法を求めていました。

rPETが異なる理由

再生PETには、バージンPETとは大きく異なる測定上の課題があります。

リサイクルストリームの違い、以前の材料用途、加工履歴、汚染、添加剤などが、最終的な材料の外観に影響を与える可能性があります。

この研究において、特に重要な要因として明らかになったのが、蛍光増白剤（OBA）でした。

サンプルはライトブース内に置かれ、UV 照射の有無の両方で観察されました。評価されたすべての再生 PET 材料は蛍光を発しており、蛍光増白剤の存在を示していました。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

蛍光増白剤（OBA）は紫外線に反応するため、UV 制御を必要とするその後の測定は、校正済みの UV 条件下で実施されました。

したがって、目的は単に、あるサンプルがより明るいのか、より暗いのかを判断することだけではありませんでした。この調査では、以下を含むいくつかの光学特性を考慮する必要がありました。

- 色
- 明度
- 色の中立性
- 紫外線への反応
- 透明度および不透明度
- 供給元およびサンプル間のばらつき

これらの特性を総合することで、目視検査のみの場合よりも、rPET に関するはるかに多くの情報を得ることができます。

測定ソリューション — HunterLab Agera® L2

本研究で実証された測定手法は、現在、HunterLab Agera® L2 分光光度計によってサポートされており、最終製品の加工前に rPET ペレット、フレーク、および調製されたプラークを客観的に評価する手段を提供しています。

rPET は本質的に不均一です。個々のペレットやフレークは、配向、表面特性、色、汚染物質、蛍光増白剤の含有量などが異なる場合があります。

Agera L2 は、再生プラスチックに特に関連するいくつかの測定機能を通じて、これらの課題に対処します。

0°/45°c 円周幾何学

Agera L2 は、0°/45°の円周幾何学を用いて、鏡面反射を除外しながら反射色を測定します。この円周光学設計により、不均一な試料に伴う測定方向の影響を低減することができます。

大面積測定

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

ペレットやフレークは不均一な材料です。より広いサンプル領域を測定することで、測定に反映される材料の量が増え、サンプルの平均化が向上し、個々のペレットやフレーク、あるいは局所的なばらつきの影響を低減できます。

UV制御機能付きCIE-D65校正

蛍光増白剤は、再生PETの測定された外観に大きな影響を与える可能性があります。

Agera L2は、UVを制御したCIE校正済みD65照明を提供し、蛍光を発するrPET材料を標準化された測定条件下で評価することを可能にします。

評価したすべての再生 PET サンプルが UV 照射下で蛍光を発したため、この機能は本調査において特に重要となります。

客観的な色測定

Agera L2 は、サプライヤー、生産ロット、および再生原料間の違いを客観的に定量化できる CIE L*、a*、b* 測定機能を提供します。

用途の要件に応じて、彩度、ΔE、黄度指数、白色度指数などの追加指標も rPET 品質プログラムに組み込むことができます。

不透明度の測定

透明および半透明のプレークの場合、不透明度はもう 1 つの有用な材料特性となります。

制御された白および黒の背景上でサンプルを評価することにより、不透明度を用いて、その材料が背景をどの程度遮っているかを特徴づけることができます。不透明度が低いほど、相対的な透明度が高いことを示します。

これにより、色と透明度を別々の光学特性として評価することが可能になります。

測定アプローチ

この調査では、再生材料をより深く理解するために、2つの相互に補完的なアプローチを採用しました。

まず、複数のサプライヤーから入手した rPET を代表する透明なプレートを透過率で評価し、プレートの色の違いが、薄い PET ボトルの壁の予想される色とどのように関連しているかを調査しました。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

次に、反射率に基づく色および不透明度の測定を用いてプレートを評価し、ボトル製造前に有用な材料の違いを特定できるかどうかを判断しました。

これら 2 つのアプローチは、それぞれ異なる疑問に答えるものです。

透過率測定は、材料を透過する光に関する情報を提供します。反射率および不透明度の測定は、製造プロセスの早い段階で材料そのものを評価するための実用的な手段となります。

透過率の調査 — 完成したボトルの色の推定

4社のサプライヤーから提供されたrPETを代表する透明なプラークについて、透過率測定を行いました。

その後、ランベルトの法則を用いて、ブロー成形された PET ボトルの壁厚のおよそ 0.25 mm 相当の厚さにおける色を数学的に推定しました。

また、基準点とするために、別の供給元からのバージン PET ボトルも測定しました。

その目的は、再生材料が完成したボトルに加工される前に、それらの材料間に測定可能な違いがあるかどうかを特定することでした。

透過率データが示したこと

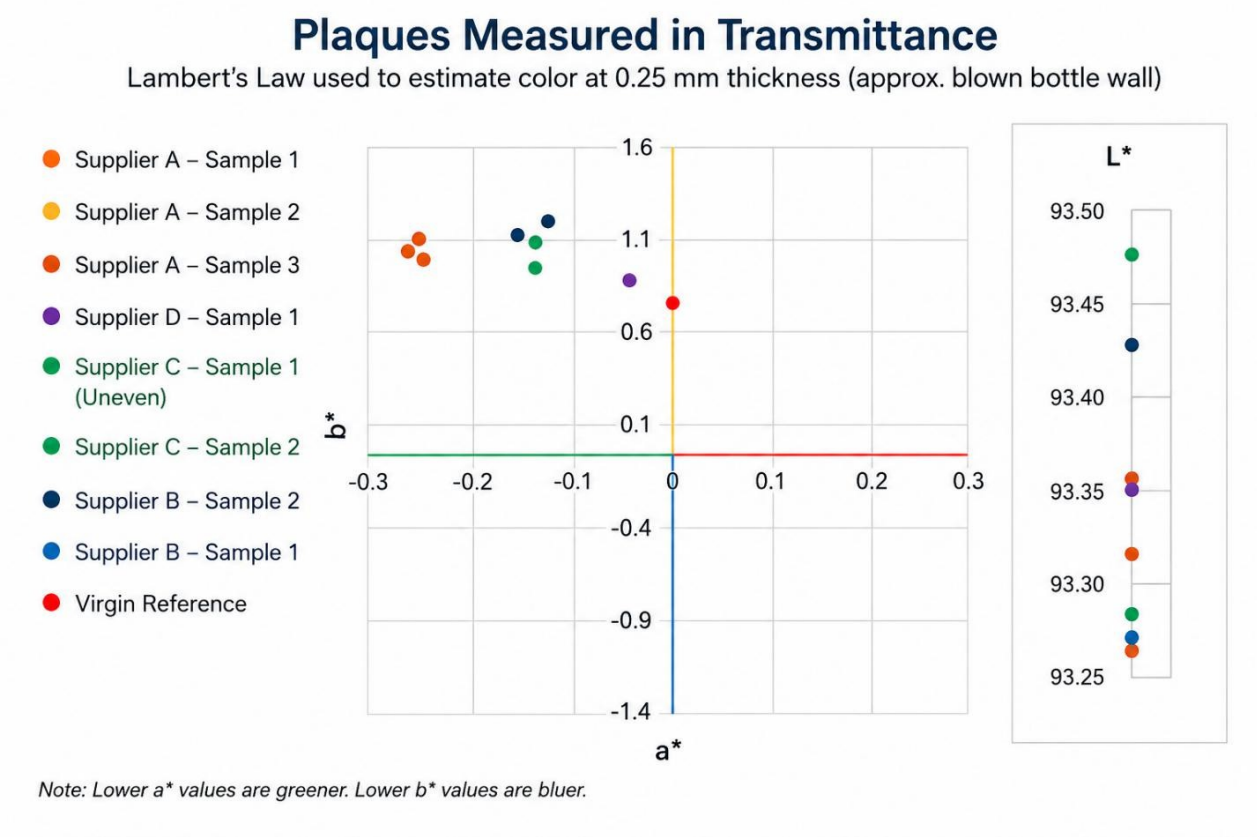
透過率の測定結果により、再生材料間の違いが明確に区別されました。

a*/b*プロットは、各サプライヤーのサンプル間の色座標の位置の違いを示しており、併せて示されたL*プロットは、モデル化されたボトル壁厚における推定明度の違いを示している。

バージンPETの参照サンプルは、再生材料の位置を理解するための有用な比較材料となりました。

再生サンプルは、彩度と明度の両方で差異が見られました。ある再生材料は、評価対象のサンプルの中で最も彩度が低く、同時にバージンPETの参照サンプルと同様のL*値を示しました。その他の材料は、より高い彩度や異なる明度を示しました。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ



この結果は、重要な点を示しています。

同じ下流のPET用途を目的とした材料であっても、ボトル製造前の段階で測定可能なほど異なる光学特性を示すことがあるということです。

ただし、この透過率測定結果は、個々の再生材料が必ずしも許容可能な、あるいは許容不可能な完成ボトルを生成することを立証するものではありませんでした。

完成品の適格性評価は依然として必要であった。

Agera L2による評価 — 色と不透明度の測定

次の疑問は、反射率に基づく測定によって、製造プロセスのより早い段階で rPET に関する有用な情報を得られるかどうかでした。

反射率はランベルトの法則に従わないため、透過率と同じように、異なる材料の厚さにおける色を数学的に推定するために使用することはできません。

しかし、反射率測定には別の貴重な利点があります。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

ボトル製造前に、rPET 素材そのものを客観的に評価し、比較すること。

プラークは透明であったため、各サンプルは2種類の制御された背景を用いて測定されました：

1. 黒い背景
2. 白の背景

その後、これら2つの測定値を用いて、不透明度（コントラスト比とも呼ばれる）を算出しました。

不透明度 = 黒背景上のY値 ÷ 白背景上のY値 × 100

不透明度が低いほど、材料を通して背景がより多く見えることを示しており、したがって相対的な透明度が高いことを意味します。

その結果、色と不透明度は、別々の光学特性として評価することができました。

Agera® L2 Color and Opacity Results

Reflectance Measurements with Black/White Backings (UV Calibrated)

Material (Supplier)	UV Mode	X	Y	Z	L*	a*	b*	Opacity
Virgin Reference	Calibrated	78.52	83.14	88.03	93.08	-0.61	0.84	0.30%
Supplier A – Sample 1	Calibrated	14.18	15.24	12.18	45.96	-1.65	9.98	5.30%
Supplier A – Sample 2	Calibrated	14.42	15.53	12.73	46.35	-1.86	9.23	5.80%
Supplier A – Sample 3	Calibrated	14.80	15.94	13.11	46.90	-1.86	9.20	7.30%
Supplier B – Sample 1	Calibrated	15.90	16.77	13.49	47.97	0.02	10.11	5.50%
Supplier B – Sample 2	Calibrated	14.73	15.50	12.09	46.31	0.23	10.85	6.30%
Supplier B – Sample 3	Calibrated	14.75	15.52	12.08	46.34	0.21	10.90	6.30%
Supplier C – Sample 1 (Uneven)	Calibrated	17.04	17.99	15.78	49.49	-0.11	7.35	9.40%
Supplier C – Sample 2	Calibrated	16.55	17.44	14.74	48.81	0.07	8.55	10.70%
Supplier D – Sample 1	Calibrated	17.98	19.36	16.26	51.11	-2.01	9.09	20.90%

Note: Opacity = Y (black backing) ÷ Y (white backing) × 100. Lower opacity indicates greater clarity.

Agera L2 のデータが示したこと

測定の結果、再生 PET サンプル間には大きな違いがあることが明らかになりました。バージン PET の基準値は、不透明度が約 0.30% でした。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

これに対し、再生素材の不透明度は約 5.30% から 20.90% の範囲でした。

これは、再生サンプル間で約 4 倍の差があることを示しており、同様の下流用途を目的とした rPET 材料であっても、相対的な透明度に大きな違いがあることがわかります。

色測定により、さらなる差異が明らかになりました。

CIE L*、a*、b* の値は、サプライヤーや個々のサンプルによって異なり、目視検査だけでは明らかにならない材料の違いを客観的に特定する手段となりました。

最も重要なことは、色と不透明度が同じ情報を提供していないという点です。

不透明度は、素材が背景をどれだけ効果的に遮るかを表すため、相対的な透明度に関する情報を提供します。

L*、a*、b* は、定義された測定条件下における材料の色を特徴づけるものです。

両方を評価することで、いずれかの測定値だけの場合よりも、rPET の光学品質についてより完全な全体像を把握することができます。

この研究が実証したこと

透過率、色、UV、不透明度の測定結果を総合すると、rPET の品質は単一の測定値だけでは適切に評価できないことが明らかになりました。

色も重要であり、透明度も重要であり、UV 応答も重要であり、そして一貫性も重要です。

この調査により、異なるサプライヤーから調達した再生材料間、および同じサプライヤーからの異なるサンプル間にも、測定可能なばらつきがあることが明らかになりました。メーカーにとって重要な発見は、どのサプライヤーが最も優れた性能を示したかということではありません。重要なのは、rPETが最終的なボトル生産段階に到達する前に、客観的な測定によって材料の有意な違いを特定できるということです。

これにより、承認済みの材料基準を策定し、入荷ロットをその基準と照合し、サプライヤーの一貫性を監視し、さらなる製造工程を経て付加価値が加わる前に変化を調査する機会が生まれます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

最も重要なことは、この調査がメーカーの当初の疑問に答えを出したことです。すなわち、搬入されるrPETに存在する有意な差異は、その材料が完成ボトルに加工される前に特定できるということです。

これらの測定は、完成ボトルの適格性評価に取って代わるものではありません。むしろ、承認済みの完成品の性能と相関付けられ、入荷材料の仕様を策定するために活用できる、より早期の品質チェックポイントを提供するものです。

測定から材料仕様へ

完成ボトルは、依然として最終的な適格性評価ポイントとなります。

しかし、許容可能な完成品の性能が確立されれば、メーカーはその性能に関連する上流の rPET 材料の特性を把握することができます。

これらの測定結果は、その後、入荷材料管理プログラムの基礎となります。

以下のワークフローは、その相関関係を、再現性のある入荷材料管理プログラムにどのように変換できるかを示しています。



©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

これにより、色測定の役割が変わります。

原材料が完成したボトルに加工されてから初めて問題を発見するのではなく、メーカーは、より早い段階で原材料の重要な変化を特定できるようになります。

Agera L2 — 上流工程における rPET の複数の品質チェック

Agera L2 を使用することで、製造業者は rPET 加工の複数の段階で客観的な測定チェックポイントを設定できます。

フレーク → ペレット → プラーク → 工程管理この測定プラ

ットフォームは、以下の工程に対応可能です：

- サプライヤーの適格性審査
- 入荷検査
- ロット間の比較
- 色の一貫性
- 蛍光増白剤の管理
- 中間プラークの評価
- 不透明度および相対的な透明度の評価
- プロセスの傾向分析

製造業者は、主観的な目視検査のみに頼るのではなく、再生材料の性能に関する定量的な履歴の構築を開始することができます。

品質管理の上流化

このアプローチの最大の価値は、最終的なボトル検査に取って代わることにありません。

重要な品質情報を上流工程に移すことにあります。

ボトル製造後に許容できない材料の状態が見つかった場合、その対応には多額の費用がかかります。その時点では、材料はすでに複数の付加価値製造工程を経ているからです。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

早期に測定を行うことで、追加の加工コストが発生する前に、問題のある原材料を特定する機会が生まれます。

早期の検出により、以下の削減が可能になります

スクラップ → 再加工 → 生産停止 → サプライヤーとの紛争 → 顧客リスク

また、測定データを長期的に追跡することで、個々の目視検査では明らかにならない、サプライヤーの品質安定性やプロセス性能の変化を明らかにすることもできます。

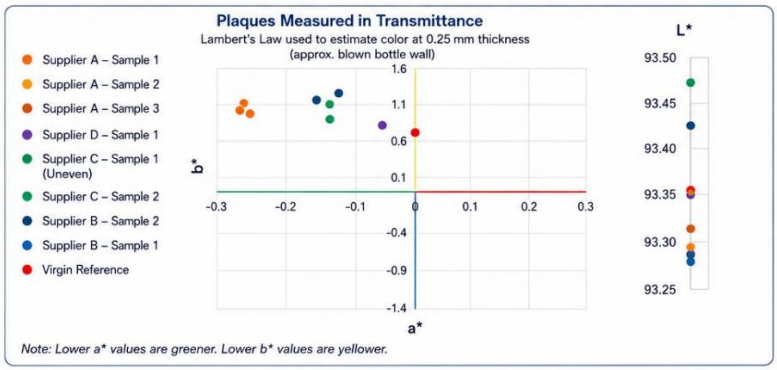
まとめ

この研究により、同じ下流用途向けの rPET 材料であっても、色、明度、UV 反応、不透明度に大きな違いがあることが明らかになりました。透過率測定により、ボトル壁の厚さにおける推定色に基づいて材料を区別することができ、Agera L2 による反射率および不透明度測定は、製造プロセスの早い段階で材料の違いを客観的に評価する手段となりました。

Agera® L2 Color and Opacity Results (Reflectance with Black/White Backings)

Material (Supplier)	UV Mode	X	Y	Z	L*	a*	b*	Opacity
Virgin Reference	Calibrated	78.52	83.14	88.03	93.08	-0.61	0.84	0.30%
Supplier A – Sample 1	Calibrated	14.18	15.24	12.18	45.96	-1.65	9.98	5.30%
Supplier A – Sample 2	Calibrated	14.42	15.53	12.73	46.35	-1.86	9.23	5.80%
Supplier A – Sample 3	Calibrated	14.80	15.94	13.11	46.90	-1.86	9.20	7.30%
Supplier B – Sample 1	Calibrated	15.90	16.77	13.49	47.97	0.02	10.11	5.50%
Supplier B – Sample 2	Calibrated	14.73	15.50	12.09	46.31	0.23	10.85	6.30%
Supplier B – Sample 3	Calibrated	14.75	15.52	12.08	46.34	0.21	10.90	6.30%
Supplier C – Sample 1 (Uneven)	Calibrated	17.04	17.99	15.78	49.49	-0.11	7.35	9.40%
Supplier C – Sample 2	Calibrated	16.55	17.44	14.74	48.81	0.07	8.55	10.70%
Supplier D – Sample 1	Calibrated	17.98	19.36	16.26	51.11	-2.01	9.09	20.90%

Note: Opacity = Y (black backing) ÷ Y (white backing) × 100. Lower opacity indicates greater clarity.



What the Data Showed

Transmission (Left)

- Differences in chromatic position (a*/b*) and lightness (L*) were observed among rPET samples.
- One sample exhibited the smallest chroma and an L* similar to the virgin reference.
- Other samples showed higher chroma and/or different lightness.
- These results indicate that rPET sources can differ measurably before bottle production.

Agera L2 Reflectance with Opacity (Top Table)

- Opacity of rPET samples **ranged from 5.30% to 20.90% compared to 0.30% for the virgin reference.**
- Color (L*, a*, b*) varied among suppliers and samples.
- Color and opacity provide different information and should be evaluated together.

Key Takeaway: Objective measurement of color, UV response, and opacity allows manufacturers to identify material differences upstream—before additional value is added and before the material reaches final bottle production.

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

これらの結果を総合すると、rPETの品質評価には、単一の測定値ではなく、複数の光学特性を用いることが最善である理由が明らかになります。色測定ではL*、a*、b*の差異が特定され、不透明度は相対的な透明度に関する別の情報を提供します。蛍光増白剤を含む材料に対して制御されたUV測定と組み合わせることで、これらの測定はrPETの品質に関するより包括的な全体像を提供します。

これらのデータを総合することで、サプライヤー基準の策定、入荷材料の許容範囲の定義、ロット間の均一性の監視、およびさらなる製造工程が進む前に変化を特定するための実用的な根拠が得られます。

重要な点は、1つの測定値だけで完成したボトルのあらゆる特性を予測できるということではありません。むしろ、客観的な測定によって、製造プロセスの早い段階で再生材料の有意な差異を明らかにできるということです。許容可能な完成品の性能と上流工程の材料測定値との相関関係が確立されれば、それらの測定値は、入荷材料の品質管理プログラムの基盤となるのです。

工学の原則

材料のばらつきを早期に測定できれば、それだけ早期に制御が可能になります。

rPETの場合、客観的な色、UV、不透明度の測定は、最終的なボトル生産の前に再生材料の特性を把握するためのツールを製造業者に提供します。

重要なポイント

Agera L2は、完成品の適格性評価に取って代わるものではありません。それは、有意義な品質情報を上流工程へと移すものです。

rPETフレーク、ペレット、および調製済みプラークを客観的に特性評価することで、製造業者は、サプライヤー間やロット間の差異をより早期に特定し、入荷材料の仕様を確立し、蛍光増白剤の影響を制御し、色や相対的な透明度を評価し、完成品に加工されてから初めて許容できない材料であることが判明するリスクを低減することができます。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

工学の原則

材料のばらつきを早期に測定できれば、それだけ早期に制御が可能になります。

rPET の場合、客観的な色、制御された UV、および不透明度の測定により、製造業者は最終的なボトル生産の前に再生材料を特性評価し、有意義な上流工程の品質管理を確立するためのツールを得ることができます。

覚えておいてください

Agera® L2 は、完成品の認定に取って代わるものではなく、有意義な品質情報を上流工程に提供します。

rPET フレーク、ペレット、および調製されたプラークを客観的に特性評価することで、製造業者は、サプライヤー間やロット間の差異をより早期に特定し、入荷材料の仕様を確立し、蛍光増白剤の影響を制御し、色や相対的な透明度を評価し、完成品に加工されてから初めて許容できない材料であることが判明するリスクを低減することができます。

関連する技術リソース

標準化されたサンプリング、試料調製、測定手順、承認済み規格、および許容誤差の確立に関するガイダンスについては、第 2 章「規格について学ぶ」を参照してください。

不透明な rPET ペレットおよびプラークの客観的な測定に Agera® L2 が推奨される理由については、第 3 章「ソリューションの選択」を参照してください。

入荷材料の色測定プログラムの導入および文書化に関するガイダンスについては、付録 A「HunterLab Engineering Toolkit™」を参照してください。

客観的な色測定を、測定可能な製造上および財務上の価値へと変換した例については、ケーススタディ B-2「ボトルキャップおよびクロージャーにおける rPET の色の一貫性の向上」を参照してください。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

rPET 製造用途において、成功した ROI とはどのようなものなのでしょうか？

客観的な色測定の経済的価値を実証



APPLY YtON

rPETボトルキャップおよびシーリングの製造

評価対象材料

rPETペレット、廃ペットボトル（水洗浄済み）、および洗浄済みペレット

ソリューション

HunterLab Agera® LZ

エンジニアリングの目的

の財務的影響を定量的に評価する　ｐｍ
ｍ

rPET cap and closure production

課題

rPCTにおける色のばらつきがもたらす inconsistent appearance, scrap, rework, waste, and customer risk.

測定の焦点

色 (L*, a*, b*, BE) 不透明度
• ロット間
consistency

研究アプローチ

客観的な色度および不透明度の測定。視覚的評価および生産上の成果と関連付けられたもの

製造上の価値

Lower costs, higher yield, better quality, and measurable ROI

投資の持続性。

客観的な色測定の ROI の成功は、実際の最終利益で測定されます。ばらつきを減らし、プロセス管理を改善することで、製造業者は廃棄物を削減し、歩留まりを向上させ、より効率的に操業できるようになります。これにより、投資を正当化し、維持するための測定可能な財務的リターンがもたらされます。

ブランドの外観や色の均一性が極めて重要な rPET キャップおよびクロージャーの製造において、客観的な測定はさらに大きな価値をもたらします。以下の例は、一般的な rPET メーカーが、いかにして迅速な投資回収と大幅な年間コスト削減を実現できるかを示しています。

ENGINEERING INSIGHT

Real-world results come from identifying the true costs of color variation and quantifying the benefits of improvement. Objective color data provides the visibility needed to control color, reduce waste, and achieve measurable ROI.

real-world の成果は、色ばらつきの真の原因を特定し、改善によるメリットを定量化することから生まれます。客観的な色データは、色に

KEY FACTORS THAT DRIVE ROI IN rPET CAP & CLOSURE MANUFACTURING

REDUCE SCRAP AND OFF-COLOR PRODUCTION
- Detect color issues earlier in the process
- Prevent off-spec material from continuing downstream

REDUCE REWORK AND REPROCESSING
- Fewer off-spec lots require rework or reprocessing
- Less material, time, and energy spent

IMPROVE FIRST-PASS QUALITY
- More consistent color from batch to batch
- Fewer rejects and higher first-pass success

REDUCE DOWNTIME AND DELAYS
- Faster issue detection and root cause identification
- Less downtime due to quality investigations and adjustments

IMPROVE CUSTOMER AND BRAND CONFIDENCE
- More consistent color appearance
- Fewer complaints, returns, and chargebacks

INCREASE OVERALL PROFITABILITY
- Lower total costs
- Higher productivity
- Greater operational efficiency

LESS DOWNTIME, MORE PRODUCTION

STRONGER RELATIONSHIPS, LOWER RISK

HIGHER PROFIT, GREATER ROI

EXAMPLE: TYPICAL rPET CAP & CLOSURE MANUFACTURER ROI

Instrument Investment (Agere® L2):	$24,420
Estimated Annual Savings:	$250,000
Net Annual Benefit:	$225,580
Payback Period:	1.2 months
3-Year ROI:	2,764%

WHERE THE SAVINGS COME FROM:
- Less scrap and off-color material
- Reduced rework and reprocessing
- Lower labor for sorting and inspection
- Fewer customer complaints and returns
- Less downtime and delays
- Improved supplier performance



KEY RESULTS

Payback Period 1.2 months | Annual Net Benefit $225,580 | 3-Year ROI 2,764%

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ



©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

B-2 客観的な rPET 色測定のビジネスケースの構築

廃棄物の削減、プロセスの改善、投資回収期間、および製造における ROI の定量化

課題

再生 PET を使用するメーカーにとって、色のばらつきは製造プロセス全体を通じてコストの発生要因となります。再生原料、加工履歴、汚染、添加剤、および稼働条件のばらつきは、生産ロットごとに完成品の外観に変化をもたらす要因となります。

色の品質評価が主に目視検査によって行われている場合や、問題が生産の後半になって発見された場合、製造業者はすでに、調査、手直し、選別、または廃棄を必要とする製品に、多額の材料費、人件費、機械稼働時間、およびエネルギーを投じてしまっている可能性があります。

したがって、ボトルキャップやクロージャーの製造において、課題は単に製品が正しい色であるかどうかを判断することにとどまりません。製造業者は、有意義なばらつきを一貫して特定し、プロセスが定められた要件の範囲内にあるかどうかを判断し、不必要な製造コストを防ぐために十分な早期に品質に関する意思決定を行える必要があります。

そこで、ビジネス上の課題は次のようになります。

客観的な色測定は、測定プログラムの導入と維持に必要な投資を正当化できるほど、工程管理を改善できるか？

測定戦略

標準化された色測定プログラムは、主観的な色の判断を再現性のある数値データに置き換えます。

製造業者は、視覚的な判断のみに頼るのではなく、承認された色基準と測定手順を確立し、生産材料を定義された要件と客観的に比較できるようにします。

プログラムを成功させるには、単に測定器を購入するだけでは不十分です。測定システムは、一貫した試料調製、標準化された測定条件、承認された基準と許容差、オペレーターのトレーニング、データ管理、そして測定結果が設定された限界値から外れた場合の明確な対応策を通じて、製造品質プロセスに統合されなければなりません。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

これにより、再現性のあるプロセスが構築されます：

測定 → 比較 → 決定 → 是正 → 検証 → 改善

得られたデータは、製品の受入検査だけでなく、傾向の把握、ばらつきの調査、サプライヤーの評価、根本原因分析の支援、そして改善がどこで測定可能な製造上の価値を生み出しているかの特定にも活用できます。

結果

客観的な色測定を製造管理に組み込むことで、その価値は業務のいくつかの分野で現れます。

スクラップおよび色ずれ製品の削減

色のばらつきを早期に特定することで、追加の材料を加工する前に問題を調査し、修正する機会が得られます。

期待される効果：スクラップコストの削減、材料利用率の向上、および歩留まりの向上。手直しや再加工の削減

規格外ロットが減少すれば、選別、手直し、再研磨、または再加工が必要な材料も減ります。

期待される効果：材料費、人件費、エネルギー費、および加工コストの削減。初回合格率の向上

測定の標準化により、生産物が定められた色要件を満たしているかどうかを判断するための一貫した基準が得られます。

期待される効果：生産の一貫性向上、不良品の減少、初回合格率の向上。

ダウンタイムと遅延の削減

客観的なデータにより、品質および生産チームは、逸脱を特定し、潜在的な原因をより効率的に調査することができます。

期待される効果：トラブルシューティングの迅速化、品質調査期間の短縮、および生産中断の低減。

サプライヤーおよび顧客の信頼向上

文書化された色データは、材料および完成品の一貫性を示す客観的な証拠となります。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

期待される効果：サプライヤーの適格性評価の向上、顧客からの苦情や返品件数の減少、製品品質に対する信頼の強化。

製造効率全体の向上

スクラップ、手直し、選別、検査、調査、是正措置に費やされるリソースが減少すれば、より多くの製造能力を、基準を満たす製品の生産に振り向けることができます。

期待される効果：運用コストの削減、生産性の向上、収益性の強化。

結果が示したこと

この事例は、色測定の経済的価値を、単に実験室用機器のコストだけで評価すべきではない理由を示しています。

より大きな問題は、制御されていない、あるいは不十分に制御されている色ばらつきが、現在、製造業務にどれほどのコストを課しているかということです。

材料の無駄、手直し、ダウンタイム、検査、選別、顧客からの苦情、返品、生産効率の低下は、すべてばらつきの潜在的なコストとなります。個別にみると、これらのコストは比較的小さく見えるかもしれませんし、さまざまな部門に分散しているかもしれません。しかし、それらを総合すると、製造上の大きな経費となる可能性があります。

客観的な測定により、そうしたばらつきが可視化されます。

色の性能を一貫して測定できるようになれば、製造業者は逸脱を早期に特定し、プロセスの傾向を把握し、根本原因を調査し、是正措置が測定可能な改善をもたらしているかどうかを判断できるようになります。

したがって、ビジネス上の価値は、測定そのものではなく、信頼性の高い測定データによって可能になる製造上の意思決定から生まれます。

エンジニアリングへの応用

客観的な色測定プログラムを導入すべきかどうかを評価する製造業者も、同様のアプローチを採用できます。

このプロセスは、現在、色のばらつきがどこでコストやリスクを生み出しているかを特定することから始まります。評価すべき代表的な分野には、次のようなものがあります。

- 材料のスクラップおよび不良品

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

- 手直し、再粉砕、再加工

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

- 選別および追加検査
- 生産のダウンタイムおよび品質調査
- 初回合格率の低下
- サプライヤーに起因するばらつき
- 顧客からの苦情、返品、およびチャージバック
- トラブルシューティングおよび是正措置に伴う人件費これらのコストが

ベースラインとなります。

メーカーは、早期発見、測定の標準化、プロセス管理の改善、およびより一貫性のある品質判断を通じて、そのコストのうちどれだけの額を合理的に削減できるかを推定することができます。

財務的な正当性は、次のように簡単に表現できます。

投資額 – 回避できたコスト + 追加の利益 = 投資収益率

投資には、測定機器、ソフトウェア、トレーニング、導入、および継続的なプログラムサポートが含まれます。

回避できるコストには、スクラップ、手直し、ダウンタイム、選別、検査、苦情、返品などの削減が含まれます。

追加の便益には、歩留まりの向上、立ち上げ時間の短縮、サプライヤーのパフォーマンス向上、生産の一貫性向上、顧客関係の強化などが含まれます。

これにより、正当化の根拠が次のように変化します：

「色測定機器が必要だ」から、

「客観的な色測定によって削減できる製造コストやリスクを特定した」

これは、投資判断を行う上ではるかに説得力のある根拠となります

。製造およびビジネス価値

本ケーススタディで提示した事例は、こうした改善がどのようにROIモデルに反映されるかを示しています。

Agera® L2への投資額24,420ドル、推定年間節約額
250,000ドルを想定すると、モデル化された年間純利益は225,580ドルとなり、これにより推定

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

回収期間は約1.2ヶ月、3年間のROIは2,764%となります。

これらの数値は、製造分野における一例を示すものであり、保証された結果ではありません。実際の節約額および ROI は、各メーカーの生産量、材料費、既存のスクラップおよび手直しレベル、品質パフォーマンス、顧客の要件、そして改善された測定情報を効果的なプロセス対策へと転換する能力によって異なります。

重要な工学上の原則は、ビジネスケースを構築するために用いられる手法です：

ばらつきのコストを特定する → 客観的な測定基準を確立する → 管理を改善する →
その結果もたらされるコスト削減効果を定量化すること。

これにより、経営陣は他の製造投資に適用されるのと同じ財務基準を用いて、色測定を評価することが可能になります。

測定データから財務的価値へ

色測定とROI（投資収益率）との関連性は、必ずしも一目でわかるものではありません。

分光光度計は、直接的に収益を生み出したり、無駄を排除したりするものではありません。しかし、製造チームや品質管理チームがより良い意思決定を行えるよう、信頼性の高い情報を提供します。

こうした意思決定により、次のような成果が期待できます：

早期の検出
→ 規格外製品の生産削減

プロセス管理の向上
→ ばらつきの低減と初回合格率の向上

迅速な原因究明
→ ダウンタイムと手直しの削減

客観的なサプライヤー評価
→ 入荷材料の品質がより安定する

製品品質の文書化
→ クレーム、返品、顧客とのトラブルの減少

長期的な傾向分析
→ 継続的な改善とプロセス理解の深化

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

このようにして、測定データは製造上の価値へと変わるのです。 ケーススタ

ディのまとめ

このケーススタディは、客観的な色測定の意義が実験室の枠を超えて広がることを示しています。

rPETメーカーにとって、制御されていない色ばらつきは、材料の使用量、歩留まり、生産効率、サプライヤーのパフォーマンス、顧客満足度、そして最終的には収益性に影響を及ぼす可能性があります。標準化された測定は、そのばらつきを特定し、有意義な許容範囲を設定し、逸脱を調査し、プロセス管理を改善するために必要な客観的なデータを提供します。

その結果もたらされる経済的価値は、製造上の意思決定の改善による累積的な効果に由来します。具体的には、スクラップや手直しの削減、生産中断の減少、初回合格率の向上、サプライヤーおよび顧客のパフォーマンス向上、そして完成品の品質の一貫性向上などが挙げられます。

各メーカーが達成する具体的なROIは、その操業状況によって異なります。しかし、投資を評価する方法は変わりません。すなわち、色ばらの真のコストを特定し、管理の向上によって得られる改善効果を定量化し、それらのメリットを測定プログラムの導入コストと比較することです。

したがって、客観的な色測定は、単なる品質管理ツールを超えた存在となります。製造プロセスに統合され、適切な基準、手順、および措置によって支えられたとき、それは測定可能な業務的および財務的価値の源泉となるのです。

技術的原理

客観的な色測定は、信頼性の高い測定データを用いてばらつきを低減し、回避可能な製造コストを防ぎ、プロセス管理を改善することで、ビジネス価値を生み出します。

覚えておいてください

色測定の価値は、測定そのものにあるのではなく、データによって可能になる、より適切な製造上の意思決定にあります。

関連するエンジニアリングリソース

導入プログラムの策定および文書化に関するガイダンスについては、付録A「HunterLab Engineering Toolkit™」を参照してください。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

財務的正当性を立証するために使用される方法論については、第 4 章「プログラムの正当性の立証」を参照してください。

客観的な測定を用いて rPET の品質管理を原料受入段階へと前倒しした事例については、ケーススタディ B-1「Agera® L2 による rPET 品質管理の前倒し」を参照してください。

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ

さらに詳しく知りたい方は？

Visit

hunterlab.com | su　pport.hunterlab.comまたは

、この **OR** コードをスキャンしてください



©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ



Hunter Associates Laboratory 11491

Sunset Hills Road Reston, Virginia 20190

USA

www.hunterlab.com support.hunterlab.com

©2026 ハンター・アソシエイツ・ラボラトリーズ