

## 次世代素材の安全性と信頼性を保証する 検査システムとは

フロンティアシステム株式会社 代表取締役社長 古田 俊治



### <はじめに>

近年、気候変動や環境問題への関心が世界的に高まり、持続可能な社会の実現に向けた取り組みが加速している。特に、製造業や建設業、自動車産業などの幅広い分野で、環境負荷の低減を目的とした「サステナブルマテリアル」の研究・開発が進められている。これらの新素材は、従来の素材に比べてリサイクル性が高く、カーボンフットプリントの削減に寄与するものとして期待されている。しかし、こうした素材の実用化を進めるには、その品質を正確に評価し、安全性や耐久性を保証しなければならない。

当社は長年にわたり、各種素材の検査・評価を行い、市場の発展を支えていかなければならない使命と責任がある。特に、近年の環境意識の高まりに伴い、次世代素材の評価に関するニーズが急速に増加している。新素材の特性に応じた検査を実現するための高性能な検査システムの提供により、より安全で信頼性の高い製品の市場導入を後押ししていきたい。

本稿では、当社が提供する最新の検査システムについて紹介する。持続可能な社会の実現に向けた取り組みの一環として、素材の品質管理が果たす役割について考えていただく機会になれば幸いと考えている。

### <概要>

本システムは、高性能画像処理ボード、高精度な画像処理ソフトウェア、そして高感度・高速なカラーラインセンサーカメラを組み合わせることで、従来の検査方式では困難だった高速かつ高精度なカラー検査を実現するものであり、これにより、微細な色ムラや異物、表面欠陥の検出精度が飛躍的に向上し、製造現場での品質管理を大幅に強化できる。さらに、リアルタイム処理性能を活かし、高速ラインでのインライン検査にも対応可能であり、多様な素材や用途に適用できる柔軟性を備えている。

下図(図1)は、それぞれの光学系に対する検査をシステム化した場合の構成をイメージしている。

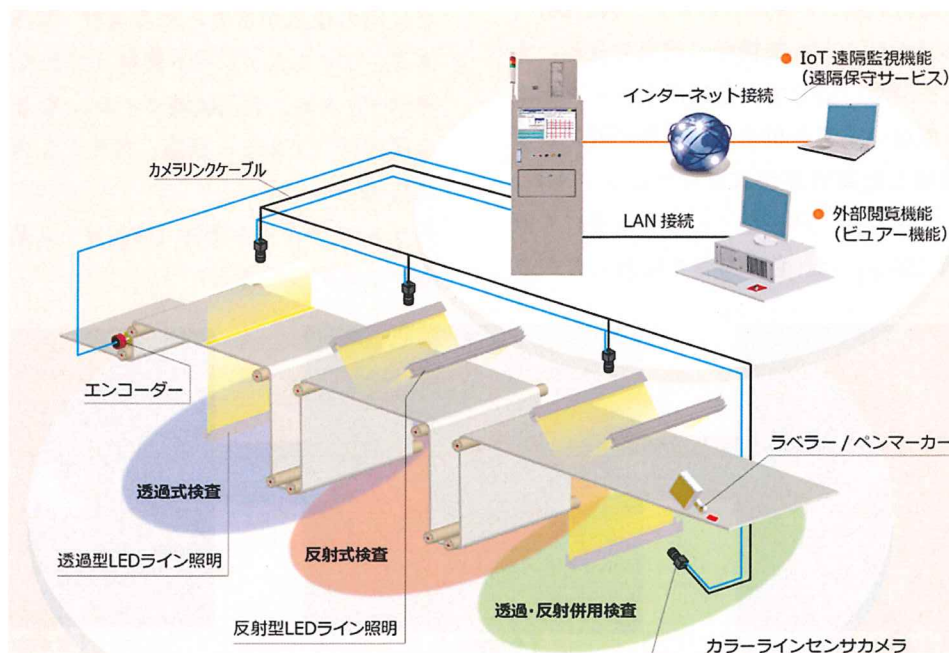


図1 ZD-MVC システムイメージ

## <特徴>

本システムの特徴としては、カメラがエリアセンサーカメラではなく、ラインセンサーカメラであること、モノクロではなくカラーであること、その特徴は、次の通りである。

### ① 高感度・高速カラーラインセンサーカメラの採用

本システムには、高感度・高速カラーラインセンサーカメラ（図2）を採用している。安定した高解像度画像の取得が可能であり、高速生産ラインにおいても高精度な検査を実現し、検査条件や検査対象物に応じて、最適なカメラの選定が可能である。また、解像度・撮像速度・感度の異なるモデルを柔軟に組み合わせることで、より高度な検査ニーズにも対応できる。この柔軟性により、微細な欠陥の検出から広範囲の異常検知まで、さまざまな用途に適用可能となる。



図2 カラーラインセンサーカメラ

### ② 高度なカラー検査を実現する RGB 独立制御

赤・緑・青（RGB）ごとに色レベルや明暗の濃淡に対する閾値を個別に設定できるため、特定の色を精密に抽出・検出することが可能である。これにより、モノクロ検査では識別が難しい微細な色ムラ、異物混入、コーティングの剥がれなどを高精度に検出できる。また、異なる素材や製品に応じて柔軟にパラメータを調整できるため、幅広い業界や用途での活用が可能となり、例えば、繊細な色調管理が求められるフィルム、不織布、繊維、食品包装、建材などの品質検査にも適している。下図（図3）は、色の特性を応用して欠点

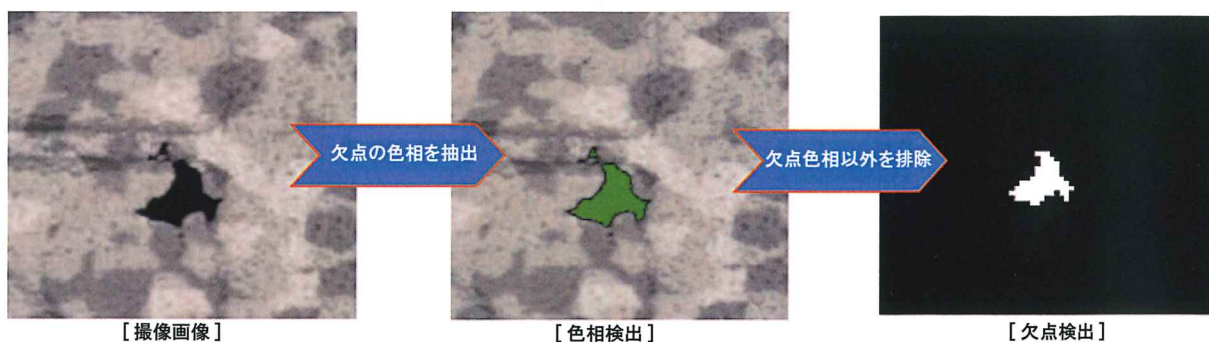


図3 色相抽出による検出例

の色相データを抽出し、画像の中から抽出した色相以外を排除することで、欠点を検出した例である。

### ③ カラー検査による誤検出の低減と原料ロスの削減>

モノクロ検査では識別が難しかった欠陥も、色の情報を活用することで高精度に検出できる。

モノクロ検査では、明暗の濃淡レベルで判定を行うため、微細な色ムラや異物を正しく認識できず、過検出（本来は良品であるものを不良と判定）や誤検出（欠陥を見逃す）が発生しやすいという課題があった。しかし、本システムではRGBごとの色レベルや濃淡の閾値を細かく設定できるため、特定の色差を正確に抽出・検出することが可能となる。例えば、茶色はNGだが黒色はOKである場合、モノクロカメラでの検査はいずれの色も暗レベルで検出判定してしまい、色による判別をすることはできないが、本システムなら色情報により判別することが可能になる。

下図は、異物を撮像したカラー画像である。図4は撮像された画像の中の欠点は検出されていない。しかし図5は、茶色が検出されていることがわかる。図4は黒色の検出設定であるために判定せず、図5は茶色の検出設定であるために茶色の欠点画像を検出している。これにより、不要な過検出を抑え、本来良品である製品を不良品と誤判定することがなくなり、結果として原料ロスの削減や生産効率の向上につながる。また、製造現場における品質の均一化が実現し、コスト削減にも大きく貢献する。

## <検査対象となる素材>

検査対象となる素材は、以下のような色ムラや微細な欠陥の検出が求められる素材（図6）に適用可能である。フィルム・シート素材（プラスチックフィルム、光学フィルム、食品包装フィルムなど）  
金属素材（アルミ・銅箔、ステンレス鋼板、電池用金属箔など）  
ガラス・セラミック素材（液晶ガラス基板、光学ガラス、セラミック基板など）

繊維・紙製品（不織布、特殊紙、壁紙 など）  
 樹脂・ゴム製品（成形樹脂板、シリコンシート、ゴムシート など）  
 木材加工製品（建材、合板など）

これらの素材は、製品ごとに求められる品質基準が異なるため、本システムのカスタマイズ性の高さが特に活かされる分野である。たとえば、食品包装フィルムの検査では異物混入を正確に検出し、金属箔の検査

では微細な酸化やキズを高感度で捉えることが可能となる。

このように、私たちの身の回りにある全ての素材は、見た目にはわかりにくい微細な欠陥が、品質に大きな影響を与えることがある。フィルム、金属、ガラス、繊維、紙など、日常生活のさまざまな場面で使われる素材の品質を向上させ、無駄を減らすことこそが、私たちの目指すものである。

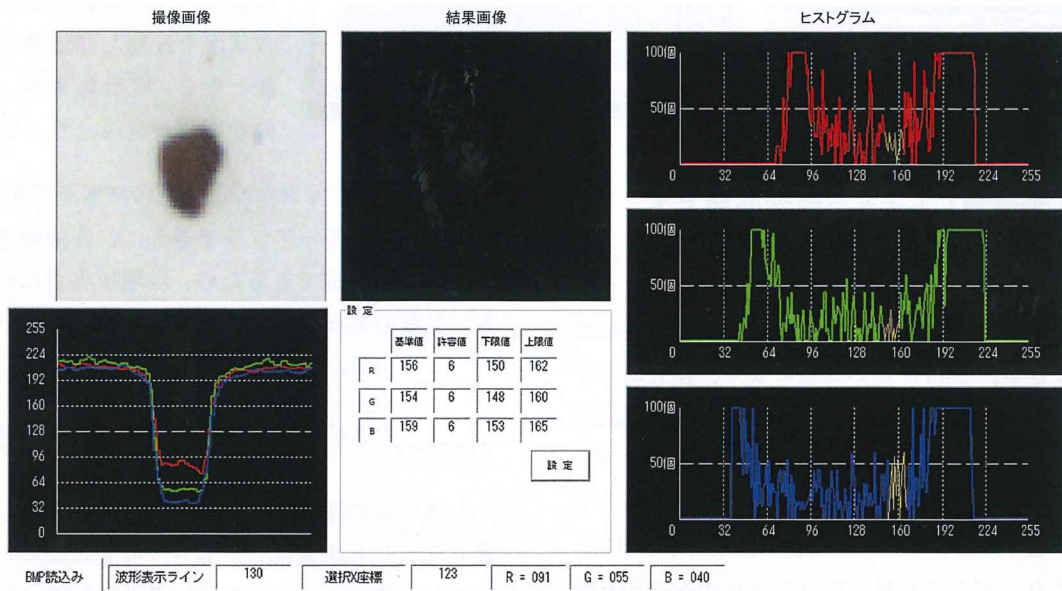


図4 黒色検出レベル設定

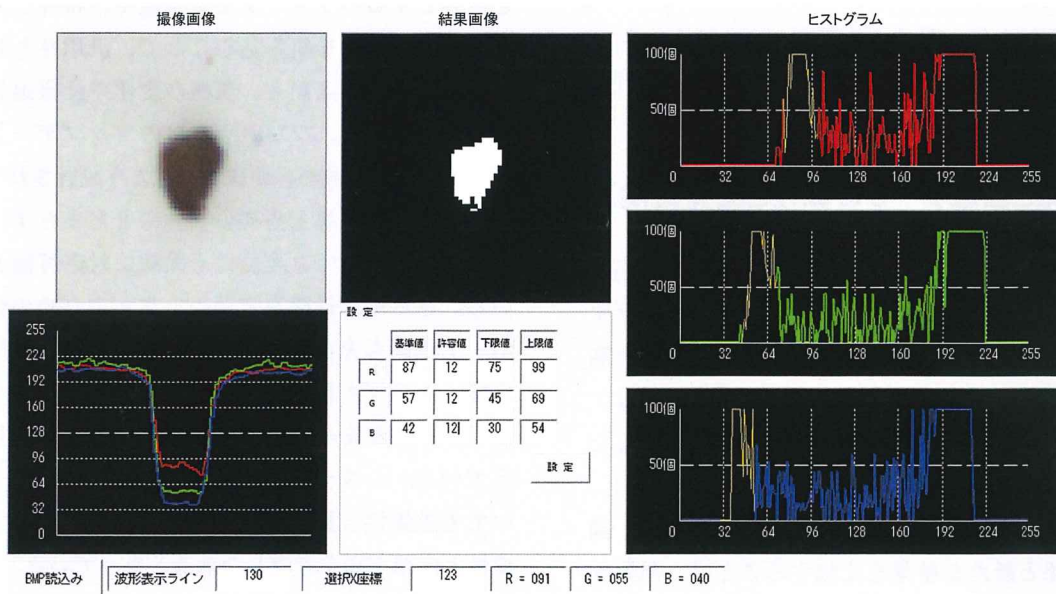


図5 茶色検出レベル設定

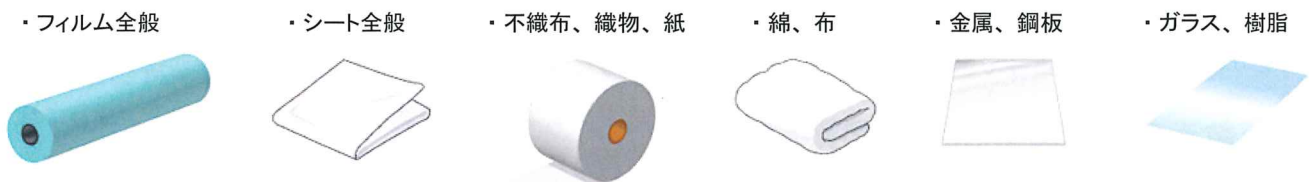


図6 検査対象イメージ

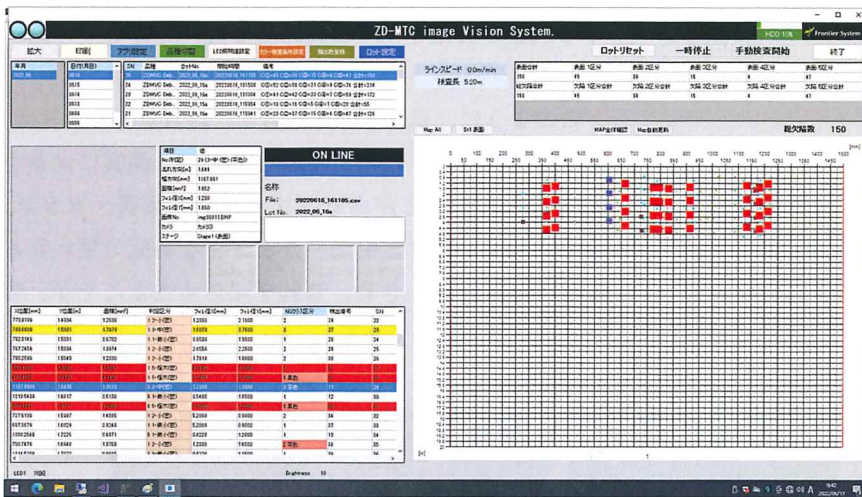


図7 検査画面イメージ

### <欠点位置情報と大きさの視覚的表示>

本システムでは、検出した欠点の位置情報と欠点の大きさを、マップ上にわかりやすい記号と色で表示することができる。(図7) この機能により、検査結果を一目で確認でき、欠点の発生箇所やサイズを直感的に把握することが可能となる。欠点の位置は、マップ上に特定の記号(例えば、円や四角形)で表示され、欠点の大きさはその記号の大きさや色の濃淡で示される。

これにより、どこにどれくらいの欠点があるかを瞬時に把握でき、効率的な品質管理が可能となる。

また、この視覚的な表示により、検査結果を迅速に共有したり、分析を行ったりする際のコミュニケーションが円滑に進み、製品の品質向上に向けた迅速な対応が実現できる。

### <欠陥情報と画像データの保存と閲覧機能>

本システムでは、検出した欠陥情報と、その欠陥を切り取った256×256ピクセルの画像データを保存することができる。これにより、過去の検査結果や欠陥パターンを後から参照・分析することが可能になる。

保存されたデータは、過去のログとして閲覧できるため、品質のトレンドや欠陥の発生頻度、傾向を追跡し、改善策を講じるための貴重な情報源となる。また、過去の検査結果と新たな結果を比較することで、品質向上のための施策の効果を定量的に把握することができる。この機能により、検査結果の履歴を長期的に保管し、問題の再発防止や製品改善に活かすことで、トレーサビリティの向上にも寄与できる。

### <複数ラインの情報統括と遠隔閲覧機能>

別のパソコンにビューアアプリをインストールする

ことで、複数ラインの検査情報を統括して閲覧することができる。この機能により、複数の生産ラインで発生した欠陥情報を一元的に管理でき、全体の品質状況を把握するのが容易になる。

各ラインの検査結果や欠陥データがリアルタイムで反映され、管理者は一つの画面から複数ラインの状況を確認し、迅速な対応が可能となる。これにより、品質管理の効率化が進み、ラインごとのト

ラブルシューティングや改善点の把握が可能となる。

また、ビューアアプリを通じて、遠隔地からでもライン情報を監視できるため、現場担当者以外の関係者も、品質の進捗や問題点を把握しやすくなり、情報共有がスムーズに行われる。

### <カスタマイズ性と長期運用の安定性>

システムの設計段階から、運用の自由度と拡張性を高く保つことを重視しており、検査対象物の仕様や求められる検出レベルに応じて柔軟に対応できる構成を採用している。例えば、異なるライン間での共通運用を可能とするパラメータ切替機能や、特殊な素材への対応モジュールを組み込むことで、汎用性と専門性の両立を実現。導入後も、現場の変化や仕様追加への対応を視野に入れ、ソフトウェアのアップデートやハードウェアの再構成が容易に行えるよう設計されている。

これにより、導入当初の要件にとどまらず、将来的な機能拡張やライン変更にも柔軟に対応可能となっている。さらに、長期安定運用を支えるための保守・サポート体制も充実しており、稼働後の技術支援や予防保守、トラブル対応に至るまで、一貫したサポートを提供。顧客が安心して検査業務を継続できる体制を整えている。システムの中核となる制御盤(図8)においても拡張性と長期運用を考えた設計となっており防塵性と内部空調を考慮した構造となっている。

### <マーキングシステムの対応>

本システムでは、オプションとしてラベラー、ペンマーカー、インクジェットマーカーを使用したマーキングシステムを提供している。これにより、検査で検出された欠陥部分を即座に識別・記録し、後工程での処理や管理を効率化できる。



図 8 MVC システム制御盤

ラベラー：欠陥部分の端部にラベルを貼り付け、視認性を向上

ペンマーカ―：簡易的な印付けによる素早い識別

インクジェットマーカ―：非接触でマーキングを行い、高速な生産ラインにも対応

これらのマーキングシステムを活用することで、製品の仕分けや不良品の排除がスムーズになり、後工程での手作業負担を軽減できる。顧客の生産環境に応じて最適なマーキング方式を選択でき、適切な出力装置を提案できる準備が整っている。

### <現場に最適化された柔軟なカスタマイズ対応>

当社のシステムは、製造現場における実用性を第一に設計されており、使用環境や利用者のスキルレベルに応じた多面的なカスタマイズが可能である。具体的には、作業者による日常的な運用を想定した操作性重視のインターフェース設計に加え、エンジニア向けには高度なパラメータ設定や分析機能を提供し、現場の多様なニーズに応える構成となっている。現場での操作負担を低減するため、シンプルで直感的な UI に加え、誤操作防止や作業状況の即時把握を支援するアラート機能も備える。一方で、エンジニアにとっては、細かな設定調整や多角的なデータの可視化を可能にし、トラブルの予兆や改善活動の効率化に寄与している。こうした柔軟性をシステム全体に持たせることで、現場作業者の負担を抑えつつも、精度の高い検査と運用の安定性を両立。ひいては、生産ライン全体の最適化と品質管理レベルの底上げにつながっている。

### <定期的なメンテナンスの重要性>

高精度な検査結果とシステムの信頼性を維持する上

で、定期的なメンテナンスは不可欠である。時間とともに蓄積される使用負荷や環境変動による部品劣化に対し、適切な点検と予防的な処置を講じることで、突発的な停止や精度の低下を未然に防ぐことができる。

当社では、検査精度の持続と安定運用を支えるため、保守サービスを体系的に整備。点検・調整・消耗部品の交換・ソフトウェアの更新を一体として提供することで、装置本来の性能を最大限に引き出し、検査結果の安定性を長期間にわたって保持する体制を構築している。また、万一のトラブルに対しても迅速な対応を行うため、リモート診断や現地対応を組み合わせた柔軟な支援体制を整備。生産スケジュールへの影響を最小限に抑えながら、装置の可用性を高い水準で維持できるよう取り組んでいる。

### <安全性と信頼性を保証する検査とは>

あらゆる産業において使用される高機能素材の品質は、製品そのものの安全性と信頼性を左右する要素であり、厳格な検査体制が求められている。当社では、カラーラインセンサーカメラを用いた独自の表面欠陥検査技術を開発し、従来のモノクロ方式では困難だった色ムラや微細な異常の検出を可能にしている。

このシステムは、誤検出や過検出のリスクを最小限に抑えるアルゴリズムを搭載し、不要な廃棄を削減することで、持続可能な生産活動への貢献も果たしている。

また、取得された検査データは単なる合否判定にとどまらず、工程改善や品質傾向の把握にも活用可能であり、現場における品質管理レベルの継続的な向上を支援する。対応素材は、フィルム、ガラス、金属、樹脂、木材、繊維など多岐にわたり、それぞれの素材特性に最適化された検査条件を設定可能。幅広い分野での活用実績を通じて、製品の信頼性確保とともに、生産現場の効率化とコスト最適化に寄与している。

### <終わりに>

当社は、最先端の検査技術を通じて、製品品質の維持と向上、ひいては持続可能なものづくりの実現に取り組んでいる。今後も、「高精度な検査」「柔軟な運用対応」「環境への配慮」の三つの柱を軸に、企業の生産活動と社会全体の発展に貢献する技術の提供を進めていく。検査システムの開発・提供を通じて、製造現場の課題解決に寄り添い、次世代素材産業の発展に貢献することを、私たちの使命として位置付けている。