

特別寄稿

# 食品包装の素材検査に最適

## 24時間365日の稼働に耐える高機能表面検査システム

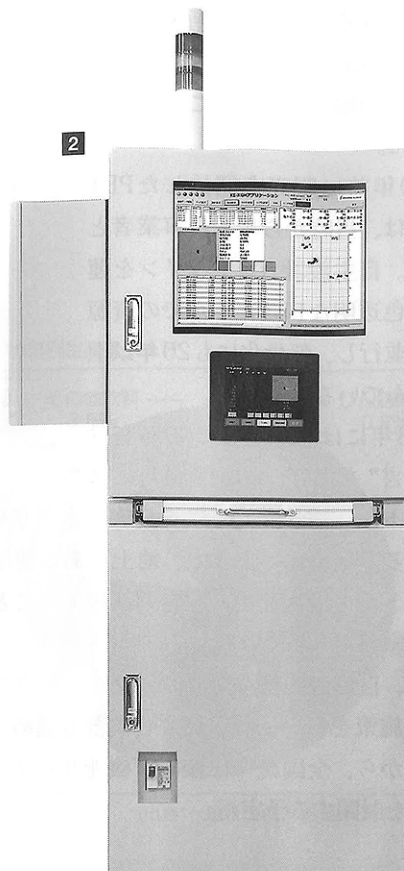
文◎三浦満夫(フロンティアシステム 営業技術部)

フロンティアシステムは、1990年の創業以来30年以上にわたって、ラインセンサカメラ(写真1)を使ったシート材の表面検査装置のシステムを専門に、関連のソフトウェアや機器関係の開発と販売を行ってきた。創業当初は、各種フィルム関係の検査がメインであり、インフレーション成形された食品用の包装材や、医薬品用の包装材の検査システムの開発を手掛けていた。そのノウハウは、現在における機能性素材や、世の中にあるあらゆる素材の検査においても、当社の強みとして生きている。

当社の強みとしては、①顧客の要望を実現する提案力、②柔軟なカスタマイズ対応、③無償サンプルテストの実施、④迅速なサポート、などが挙げられる。これらの強みを元に、システムインテグレータとして培った、長年の実績と技術力で、



専用ラインセンサカメラ



KE-XGXMシリーズ

顧客の製造現場に最適な検査システムを提案し、愛用いただいている。

本稿では、食品包装素材の検査に最適な、高機能表面検査システム「KE-XGXMシリーズ」(写真2)の機能と特長について紹介する。

### 製造現場における検査環境の変化

新型コロナウイルスの影響により、働き方にテレワークが導入され、従来の仕事のあり方が問われている。ただ、コロナ禍であっても、工場にお

ける製造現場ではテレワークのような形態の仕事をしていくことはできない。そのため、人と人との接触を少なくしていく方向で、工場内の仕事のあり方や考え方が変わっていくとしている。

品質管理においては、省力化機器として、品質の安定と品質保証、製造能力の向上の観点から、検査装置は必要不可欠な存在へと変わってきた。製造工場で使用される検査装置は非接触検査であることもあり、目視検査からの自動化を検討する動きが活発化している。その理由は、人が目視で検査するよりも、安心して安定した検査ができる点にある。検査装置は、とにかく人の目と比較されることが多い。しかし、人の目と機械の目の違いは明白である。人は官能検査の判断が可能となるために、習熟した経験値で判定している。ただし、判定基準は人によってあいまいであり、個人差も大きい。人による品質の検査は優秀であるが、常にヒューマンエラーが発生する確率も考えなくてはならない。それ故に、検査装置の導入により、目視検査を最小限にすることで、品質のバラツキの下限を押し上げ、品質の安定と向上を計ることが期待されている。

## 食品包装の素材検査に最適な検査システム

当社は、顧客の品質管理におけるさまざまな課題や問題などと検査装置の開発を通して向き合い、解決の方法を提案してきた。その中から、顧客の検査システムに対する要求と、その要求を満たす検査システムの必要条件を紹介したい。

### 顧客の検査システムに対する要求例

- 1) 欠点を確実に安定して検出したい
- 2) 検出した欠点の情報を確認したい
- 3) 欠点検出時に警報で知らせたい
- 4) 欠点の発生場所がわかるようにマーキングしたい
- 5) 検出した欠点を種別判定したい

- 6) ロット別に製造の品質を管理したい
- 7) 過去の検査データを確認したい
- 8) 別の場所から検査状況を確認したい
- 9) 複数台の検査装置を1台のパソコンで管理したい

### 検査システムの必要条件例

- A) 要求された検査が100%実現できること
- B) 24時間365日稼働時の耐久性が十分であること
- C) 操作が簡単でやさしいこと
- D) 不具合発生時の対応が素早くできること
- E) 検査状況をログデータとして保存できること
- F) 豊富な周辺機器が使用できること
- G) カスタマイズ対応が可能であること

上記の、顧客の検査システムに対する要求例と、検査システムの必要条件例の全ては、本稿で紹介する検査システム「KE-XGXMシリーズ」において実現可能だ。その機能と特長を以下に述べる。

### 24時間365日の稼働に耐えるハードウェア

要求された欠点の検出を、24時間365日の連続運転で確実に安定して実施することは、検査システムにおいて必要最低限の条件である。

本システムは、キーエンス社製の画像処理装置「XG-X2800/XG-X2900」(写真3)を搭載し、当社



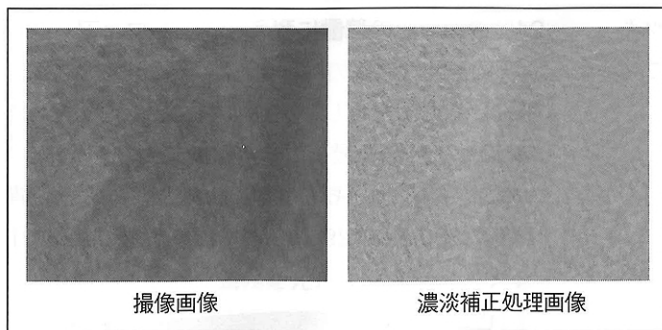
キーエンス社製 画像処理装置 XG-X2900



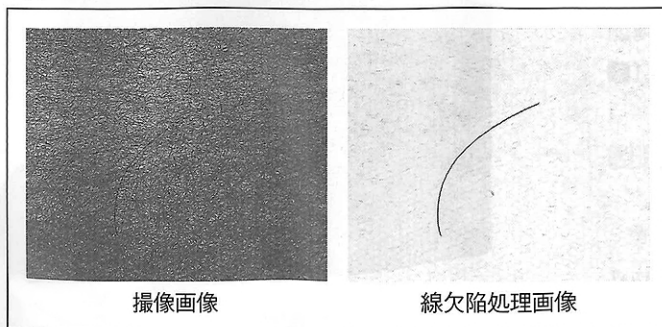
独自に検査システムとして開発したものだ。従来のパソコンと画像処理ボードの構成ではなく、専用エンジンとして、独自のDSP (Digital Signal Processor) とCPU (Central Processing Unit) を使用して作られた、パソコンに依存しない画像処理装置である。そのメリットとして、電源が突然シャットダウンしても、何らハードに支障をきたさず、次の電源投入時には前回の終了時から検査を開始することが可能な点を挙げられる。

画像処理装置メーカー各社のほとんどがパソコンに依存しているために、瞬停時や突然の停電におけるファイル破損などにより、システムが正常に起動しないことがある。専用の画像処理装置のメリットは、システム開発者だけでなく、製造現場の管理者としてもメリットは大きい。耐環境に強く、コストを重視してもなお、高性能であり高機能と言える。

図表1●リアルタイム濃淡補正処理参考例



図表2●線欠陥抽出処理参考例 (毛髪を検出)



## 驚異的な処理速度

検査装置は常に安定性が求められる。この画像処理装置は、14コアの並列処理により、負荷の高い検査も最速でありながら安定した高速処理を実現する。また、画像演算用DSPを7コア搭載し、全てのコアが最大限に活用できるようにチューニングされている。画像保存などは別の専用コアが実行するため、他の処理の影響を受けずに最速で処理が実行される。そのほかにも、表示専用2コア、制御専用3コア、表示・制御用に2コアの、合計14コアのDSPとCPUがそれぞれに並列処理を行うことにより、条件に影響されない安定した高速処理を実現する。この14コアの並列処理が、驚異的な画像処理速度を発揮することで、安定した検査が可能となる。

## 表面検査に特化した検査アルゴリズム

画像処理装置の「XG-X2800/XG-X2900」は、カメラで撮像した画像を最適な状態に改善する前処理・フィルター処理を多数搭載している。これにより、検査対象物の表面状態や外部環境に起因する条件変化を劇的に改善し、検査の安定化に貢献している。以下に、代表的な検査アルゴリズムを紹介する。

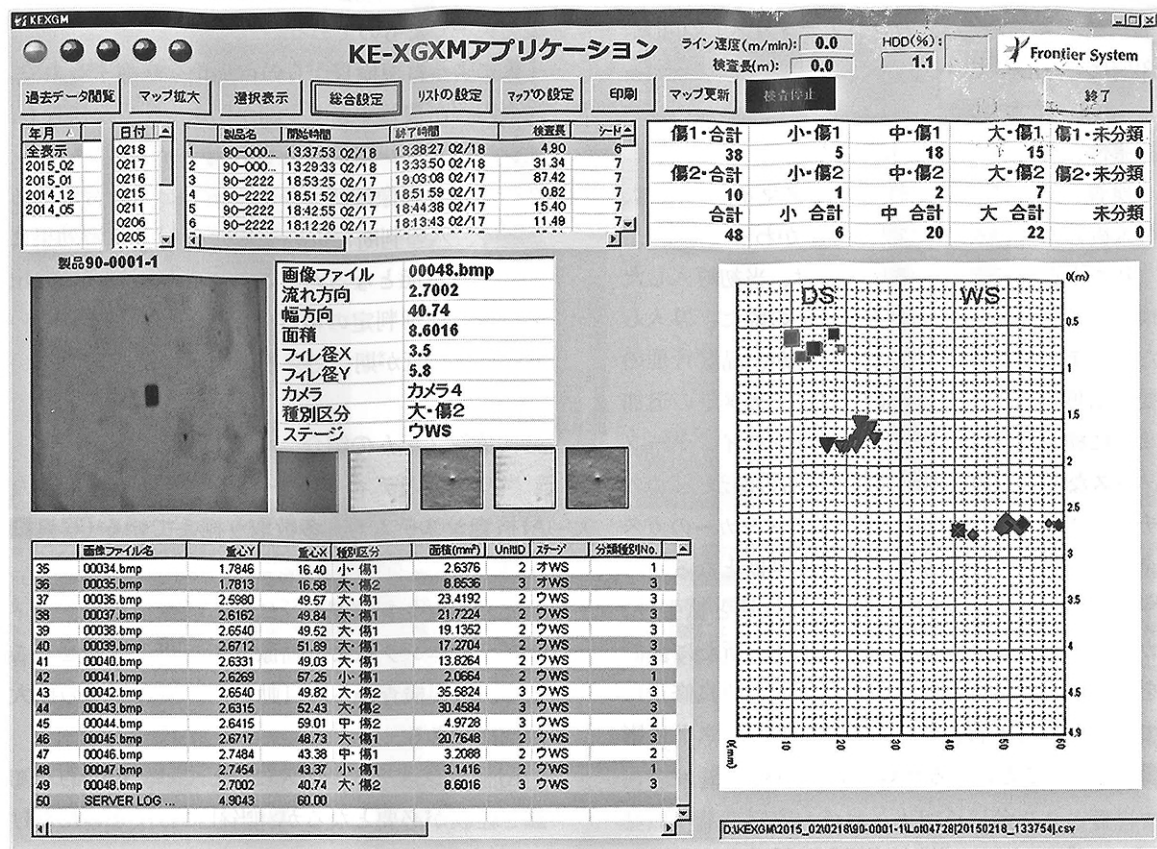
### ①リアルタイム濃淡補正

レンズ、光源、検査対象物などの影響で発生する収差、撮像面の濃淡バラツキの変化、表面の陰影などの影響をキャンセルし、検査に最適な画像に補正することが可能となる(図表1)。また、状況が撮像ごとに毎回変化しても、リアルタイムに補正を実行し、検出した欠陥部のみを抽出する。

### ②線欠陥抽出

背景の濃淡変化(シェーディング)を

図表3●マッピングソフト画面表示例



差分演算し、濃淡変化を除去した画像に対して線状の欠陥のみを強調することが可能となる(図表2)。

操作性・アプリケーション

「XG-X2800/XG-X2900」の機能は多機能であるため、設定や操作性に対して多少躊躇する場合がある。

当社は長年の素材検査における経験をベースとして、顧客の立場に立った容易な操作性を実現したシステム開発を目指している。操作性においては、他社に先駆けてタッチパネルを採用し、直感的な操作を可能とした点は特長の1つでもある。

画像処理装置単体だけでは、検査結果の保存領域がSDカードのみであり、24時間365日の製造

におけるデータの蓄積および画像データの保存には限界がある。そのため、検査中に過去のデータや、複数台のカメラにおける検査状況を確認することは、オペレータには困難である。

しかし「KE-XGXMシリーズ」は、当社独自に過去のデータを閲覧することが可能なシステムを開発し、競合他社のスペックを超えてかつ、コスト面における競争力にも有利な製品となっている。

また、検査中の画面をディスプレイに表示する際に、専用のマッピングソフトを使用している(図表3)。検査画面では、リアルタイムで検出した欠点の画像や位置情報、欠点の大きさや数量などの詳細情報を確認することができる。検査状況を視覚的に容易に把握することで、異常発生時の早急



な対策に役立ててもらえると思う。さらに、検査データの保存や、過去のログデータリストの閲覧、印刷にも対応している。

## 拡張性とカスタマイズ対応

検査システムの拡張性とカスタマイズ対応は、導入後の検査の安定性に大きくかかわってくる。

新たな製品を製造する場合には、当初導入した検査条件と異なる場合がある。その際に、導入したシステムが柔軟に対応できるのか、品質管理の要求精度が上がった場合において、カメラの追加などに検査装置のアプリケーションやインターフェースなどの周辺機器が対応できるのかが、1つのチェックポイントである。さらに、メーカーのカスタマイズ対応が可能かも、選択の判断となるだろう。将来的なことではあるが、柔軟性と拡張性、カスタマイズ対応があることにより、新たに装置を更新しなければならないか、改善や改良修正にて対応できるかは、トータルの設備コストに影響を与えることになるため、重要な観点だ。

## ディープラーニング機能搭載AI検査システム

ディープラーニングとは聞きなれない言葉だが、「人工知能」(以下、AI)という言葉はよく聞かれるのではないだろうか。

ディープラーニングはAIの要素技術の一部であり、また、機械学習の一種である。機械学習の種類(アルゴリズム/手法)にはさまざまなものが存在するが、その中の1グループがディープラーニングである。突き詰めると、経験から学習する人間にとっては自然にできることを、ロボットや機械に教えることと言える。

これは、並列処理が可能で、高速処理を実現するCPUやGPU(Graphics Processing Unit)などのハードウェアによって、人間の脳の神経細胞網を模倣(ニューロンモデル)することで、生物学

的で多層的な「深層」ニューラルネットワークの実装を実現したものである。

人による目視検査からの自動化を検討する上で、検査内容が複雑すぎて手間がかかっていた検査も、マシンビジョン用に設計されたディープラーニングベースの画像解析ソフトウェアを組み合わせることで、人の判断に近い柔軟性をAIの学習効果により実現可能となった。これにより、欠点の検出能力や、種別判定の精度向上など、今までにない効果的な検査が期待できる。

## AI検査システムの紹介

当社独自のディープラーニング機能を搭載したAI検査システムも、多数取り揃えている(写真4~6)。

従来のマシンビジョンによる画像検査と、ディープラーニングによる画像分析を組み合わせることで、目視検査からの自動化や、検査領域の拡大が期待できる。

AI検査システムの導入に際しては、専門的な知識と経験が必要となるが、当社にお任せいただければ、トータルで導入に向けたサポートが可能である。ぜひ、ご検討いただきたい。

## AI検査システム導入サポート

AIを活用した検査システムの導入に向けては、さまざまな課題やハードルがある。当社では、製造現場への導入実績を元に「AI検査システム導入サポート」を提案している。

検査目的がAIに最適かどうかの検証から、実証実験、システムの構築、導入・運用、導入後のフォロー・メンテナンス・改善に至るまでトータルソリューションが可能である。以下に整理した。

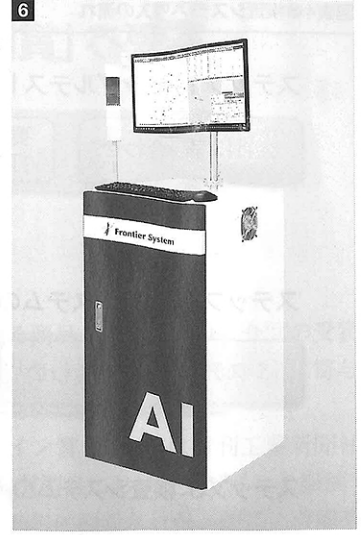
- 1) AI検証：AIで判別が可能かどうか、検査対象物の撮像画像データを用いて検証
- 2) 実証実験：画像判定の精度向上に向けて、AI



**KE-XGXM-AIシリーズ**  
キーエンス社の画像処理装置 XG-X2800/  
XG-X2900を搭載した、次世代高機能検査  
システム。安定した高いパフォーマンスと、  
トータルシステムとしての完成度で、製造  
現場の問題解決に貢献



**KE-VJM-AIシリーズ**  
PCベース マシンビジョンと、高性能な画  
像処理ユニットが融合した、次世代高機能  
検査システム。画像処理ユニットの高度な  
撮像と前処理・フィルター処理技術により、  
PCの負荷を軽減して安定した検査を実現



**ZD-CFAI シリーズ**  
PCベースの拡張性に優れた次世代マルチ  
検査システム。豊富なバリエーションの中  
から選択可能なラインセンサカメラと、独自  
開発の高信頼性画像処理ソフトウェアを組  
み合わせることで、高精度の検査を実現

### 学習モデルを構築

- 3) システム構築：生産現場の検査環境に応じて、AI検査システムを開発
- 4) 導入・運用：検査システムの納品・設置・検証・操作説明・運用の開始
- 5) フォロー・サポート：導入後のフォロー・メンテナンス・改善

## サンプルテストの重要性

検査システムを導入する前提として、メーカーは必ず、検査する対象物と対象欠点によるサンプルテストを実施しなければならない。

メーカーにとっては、カメラやレンズ、光源などの光学系を選定してシステムを構築していくことが目的でもあるが、導入した後の検査を保証する校正などにも影響する大事なテストとなる。そのためにはまず、欠点の特定が必要である。100%流出させてはならない欠点と、問題のないレベ

ルの欠点を切り分けなければならない。製造現場の管理者にとっても、サンプルテストのデータが、製造や品質管理における大切な保険となる資料であることに違いない。

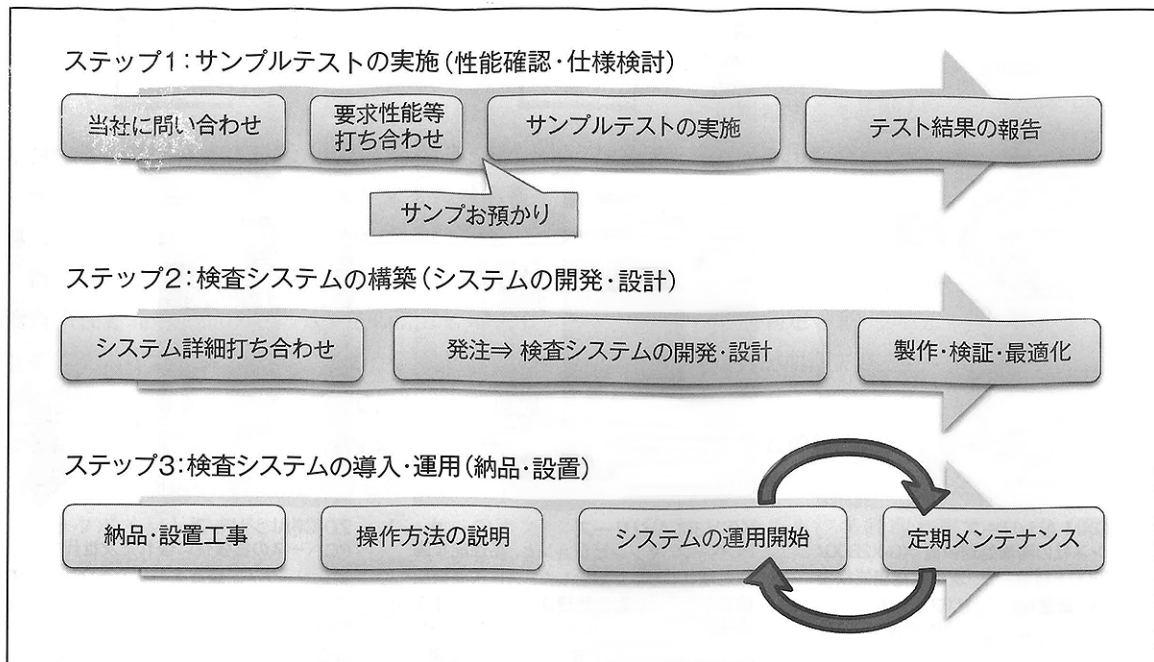
当社は無償でサンプルテストを実施している。専用のテストルームを完備し、カメラやレンズ、光源など、豊富な機材を用いて、現場に最適な検査システムを提案することが可能である。

検査システム導入の流れは、大きく3つのステップに分類される。以下の図表4を参照していただきたい。

## 導入後の保守・メンテナンス

当社は検査装置のメーカーだが、システムインテグレータでもあり、エンジニアリングも兼ね備えた会社である。導入させていただいた顧客には、末長く検査システムを安心して使用していただくために、顧客の立場に立って対応することを心掛

図表4●検査システム導入の流れ



けている。

新たな欠点が発生した場合も、その欠点を検出するためのアドバイスや、現場での光学調整をはじめ、無償サンプルテストによる検査環境の再構築の提案にも対応している。

導入後のサポートや、保守対応も、検査システムを選択する上で大変重要である。保守・メンテナンスに関しては、当社の技術担当が復旧に対する時間目標を待つことによって、保守の重要性和緊急性を自覚している。検査システムが止まれば製造が止まり、工場に与える影響は計り知れないものがある。それゆえ、製造現場の管理者と当社の技術担当者は、常に情報交換できる関係性と信頼関係を構築し、情報の共有と一体感を持って安定した運用のサポートができるように努めている。

また、迅速な対応を実現するために、ネットワーク環境を利用した遠隔によるリモートサポートも実施している。このシステムは、画像処理装置本体やシーケンサー、タッチパネルをリモートで

メンテナンスすることが可能であり、コロナ禍における非接触の保守・メンテナンスとして注目されている。



検査システムを導入したくても、過去に上手くいかなかった経験や、検査装置の導入に対して不安を持っている方がいる。また、社内に専任の担当者がいなくて、運用できないと思っている方もいるだろう。そんな時は、気軽に当社に相談いただきたい。課題や悩みに対して、最適な提案により、検査や導入・運用における問題点を解決することができると思っています。

オンラインツールを使った打ち合わせや相談も、柔軟に対応可能なので、まずはウェブサイト※)をご覧ください、検討いただければ幸いです。 ㊞

※) <https://www.frontier-s.co.jp>