

平成25年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「透過型格子フィルタ法を用いた次世代型フィルム検査装置の開発」

研究開発成果等成果報告書概要版

平成26年 3月

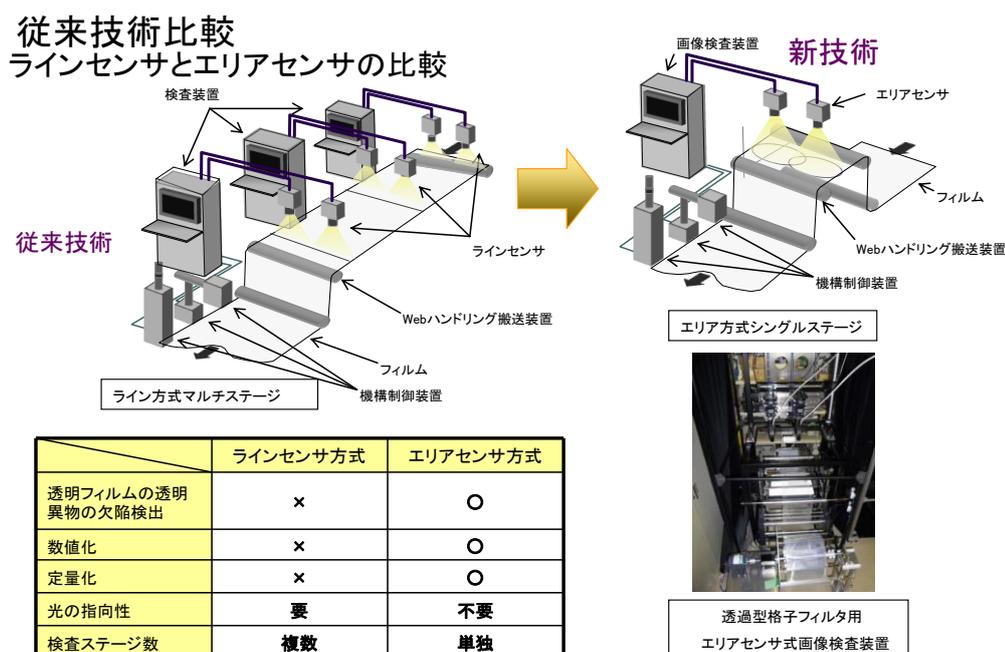
委託者 中部経済産業局
委託先 公益財団法人名古屋産業振興公社

目 次

| | |
|--|----|
| 第1章 研究開発の概要 | 1 |
| 1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標 | 2 |
| 1-1-1 研究背景・目的 | 2 |
| 1-2 研究体制 | 3 |
| 1-3 成果概要（平成25年度） | 4 |
| 第2章 本論 | 5 |
| 2-1 調軸法の研究開発 | 5 |
| 2-1-1 調軸法の研究開発が必要となった経緯 | 5 |
| 2-1-2 調軸装置の設計と製作 | 6 |
| 2-1-3 調軸法の開発 | 7 |
| 2-2 運用結果のフィードバック | 8 |
| 2-2-1 平成24年度ユーザー試験事前運用の概要 | 8 |
| 2-2-2 画像データの解析 | 10 |
| 2-2-3 先行試作機器一式にフィードバックした試験、検証 | 12 |
| 2-2-4 ラインセンサカメラを用いたフィルム特性試験とエリアセンサ方式との比較 | 14 |
| 2-3 ユーザー試験本格運用 | 14 |
| 2-4 事業化の検討 | 16 |
| 最終章 全体総括 | 17 |
| 3-1 研究開発の成果（平成23年度 初年度） | 17 |
| 3-2 研究開発の成果（平成24年度 2年度） | 17 |
| 3-3 研究開発の成果（平成25年度 最終年度） | 17 |
| 3-4 当初目標の達成度 | 18 |

第1章 研究開発の概要

従来技術では、工業用ラインセンサカメラによる検査機器がある。これは一つの工業用ラインセンサカメラで1種類の異物検査のみ行うため、判定が必要な異物の種類数に応じてカメラを含む検査機器の台数が増加する。一つの判定工程を1ステージと表現するが、工業用ラインセンサカメラでは各ステージに検査処理用のコンピュータが必要となり、カメラ・コンピュータのセットが何十台も工場の1ラインに必要となるため高額になる。また、微細な透明異物の検出は従来技術では、不可能であり、さらに、現在の工業用エリアセンサカメラによる検査において、インライン検査は、従来、技術的に困難であった。そこで、「透過型格子フィルタ法」を用いた次世代型フィルム検査装置を実現する研究開発を行う。



平成23年度～24年度に、本技術を生産ラインに投入する前段階として、カメラ、照明、コンピュータ等からなる「撮像評価装置」とフィルム搬送機構等からなる「先行試作の機構」を統合した「先行試作機器一式」を開発し、これを用いて透明フィルム検査用「透過型格子フィルタ法」を確立した。また、エリアセンサから得られる大規模画像データを高速に処理できる高性能画像処理用プラットフォームと川下製造業者（エンドユーザー）の実際の生産ラインでの使用が可能な検査装置（本試作機器一式）を開発した。平成24年度末に、その検査装置をエンドユーザーにおける生産ラインに投入し、試験

運用（ユーザー試験事前運用）を行った。平成 25 年度はユーザー試験事前運用で明らかとなった問題点を解決し、検査装置の改良改善、機能追加を行い、より高度なシステムを構築した。高度化した検査システムを再度川下製造業者の生産ラインに投入して試験（ユーザー試験本格運用）を行った。

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

1-1-1 研究背景・目的

現在、川下製造業者の各種包装用フィルム大手メーカーでは、フィルムの品質に対する要求も日増しに厳しさを増し、従来では、検出不可能であったフィルムの異物に関しても、時流として見過ごせない状況となっている。

川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

- A. フィルム製造段階においてペレットが完全に溶解しないために生じる微細な異物、ピンホール、フィッシュアイ等の透明異物による欠陥の検出が要求されている。
- B. 有色異物（ゴミ、ホコリ等）に関して、現在、透明フィルムの多方面の需要や品質の向上が必要となり、さらに微細な有色異物の検出が要求されている。
- C. 製造工程でのラインタクトに追従できるリアルタイム画像検査装置が要求される。
- D. 品質向上のための検査装置には大型投資が必要とされるが、景気の下降動向により設備投資の抑制がおきているため検査装置の導入が困難である。このことにより低価格で高性能な検査装置が必要となる。

上記A. の透明異物に関しては現在、自動化されておらず、全数目視検査されコストアップの大きな要因となっている。目視検査では、見落としなどにより完全な品質保証が不可能なため後工程の障害となる。本研究開発では、「透過型格子フィルタ法」を用いた次世代の画像検査装置を開発し、これらの問題を解決しようとするものである。

本研究開発で、これらの基盤技術を開発、問題を解決させることができれば、安価な人件費で攻勢をかける海外メーカーとの競合にも十分対抗でき、日本の製造業の国際競争力向上に大きく貢献できるものと確信している。

高度化指針に基づく高度化目標

ア. 信頼性の向上

本研究開発は、従来技術では検出不可能であった透明フィルム製造で発生する微細な欠陥などに「透過型格子フィルタ法」を用いることにより、目視では処理

ができなかった欠陥検出が可能になり、製品品質を保証できる装置の開発をするものである。

本研究開発では、「透過型格子フィルタ法」により従来検出ができなかった微細な透明異物 0.05mm²の検出を目標としている。これは、従来達成できなかった正確性を伴う機能の向上を目指すものであり、生産性の大幅な向上を目的とする。

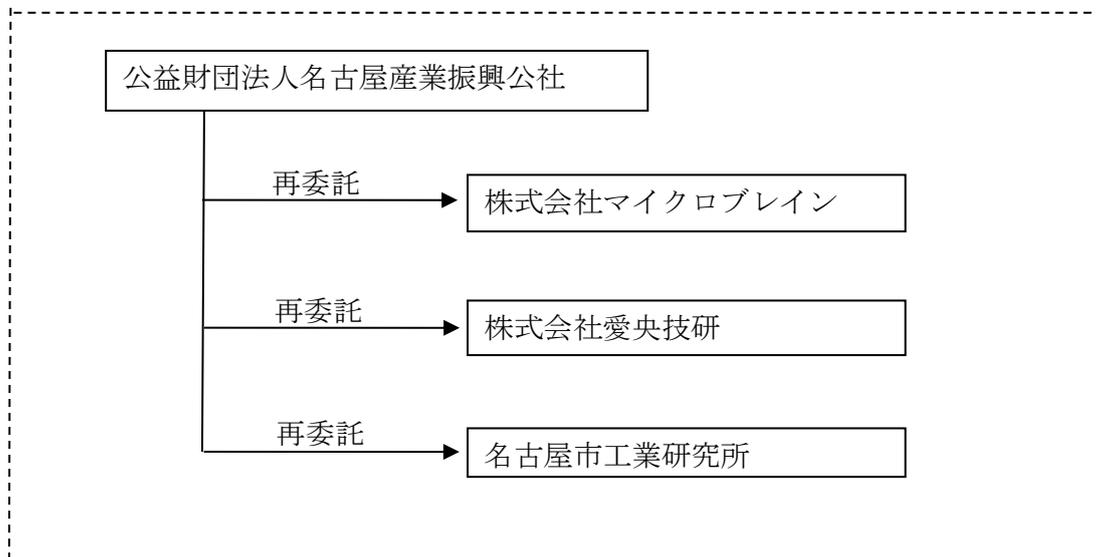
イ. 高性能化及び機能の向上

透明フィルム検査装置における従来技術では、工業用ラインセンサカメラで行われ、1種類の異物検査に対して一つの判定工程(ステージ)が必要であり、一つの生産ラインの欠陥検査に十数ステージが必要であった。本研究開発により、「透過型格子フィルタ法」を応用し、工業用エリアセンサカメラを用いることで従来達成できなかった欠陥検査の単独ステージ化が可能となる。単独ステージ化に伴い、検査機器台数削減による導入コスト削減、設置コスト削減による低コスト化、省エネルギー化及び省スペース化の要請に対応することを目的とする。

1-2 研究体制

(1) 研究組織及び管理体制

1) 研究組織 (全体)



総括研究代表者 (P L)
株式会社マイクロブレイン
取締役会長 神谷 英治

副総括研究代表者 (S L)
株式会社愛央技研
代表取締役 松崎 智彦

1-3 成果概要（平成 25 年度）

| 区分 | 平成 25 年度（3 年目） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|---------------------|--|-----|-----|----------|----------|----------|-------|--------|--------|------|---------------------|---------------------|------|---------------------|---------------------|-----|-------|--------|
| | 成果報告の概要 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ① 調軸法の 研究開発 | <p>以下の仕様の調軸装置を設計・製作し、ソフトウェアを搭載して調軸システムを開発し調軸法の研究開発を行った。</p> <p>【仕様】 各軸精度 X, Y, Z 軸 0.5mm 以内（調整誤差） X, Y, Z 軸回転 0.5mm 以内（調整誤差）</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ② 運用結果の フィードバック | <p>平成 24 年度実施のユーザー試験事前運用にて得られた技術データを解析し、装置及びソフトウェアの改良改善、機能追加することによって検査装置を高度化した。そして、実験室内で以下の目標を達成した。</p> <p>【目標】 フィルム移動速度 : 30m/min 透明異物 : 0.05mm²以上 黒色異物 : 0.3mm²以上 検出率 : 100%</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ③ ユーザー試験 本格運用 | <p>改良した検査装置を用い、エンドユーザーの実際の生産ラインで試験運用を行った。画像データの取得を行い、以下の目標をほぼ達成することができた。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>目標値</th> <th>達成値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>フィルム移動速度</td> <td>20 m/min</td> <td>20 m/min</td> </tr> <tr> <td>フィルム幅</td> <td>240 mm</td> <td>240 mm</td> </tr> <tr> <td>透明異物</td> <td>0.7 mm²</td> <td>0.7 mm²</td> </tr> <tr> <td>黒色異物</td> <td>0.3 mm²</td> <td>0.3 mm²</td> </tr> <tr> <td>検出率</td> <td>100 %</td> <td>データ解析中</td> </tr> </tbody> </table> | | | 目標値 | 達成値 | フィルム移動速度 | 20 m/min | 20 m/min | フィルム幅 | 240 mm | 240 mm | 透明異物 | 0.7 mm ² | 0.7 mm ² | 黒色異物 | 0.3 mm ² | 0.3 mm ² | 検出率 | 100 % | データ解析中 |
| | 目標値 | 達成値 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| フィルム移動速度 | 20 m/min | 20 m/min | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| フィルム幅 | 240 mm | 240 mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 透明異物 | 0.7 mm ² | 0.7 mm ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 黒色異物 | 0.3 mm ² | 0.3 mm ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 検出率 | 100 % | データ解析中 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ④ 事業化の検討 | <ul style="list-style-type: none"> 本事業で開発した「本試作機器一式」と「高性能画像処理用プラットフォーム」を基にして「高速画像処理フィルム検査装置 ZEROS GRID」及び「組み込み用 Linux マザーボード ZEROS CORE」を実用化、製品化した。製品カタログを作成し、メディア（日本経済新聞・フィルムニュース）発表をした。今後展示会等に出展して宣伝活動を行っていく予定である。 ZEROS は現在商標登録申請中である。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

第2章 本論

平成 25 年度の研究開発は①調軸法の研究開発、②運用結果のフィードバック、③ユーザー試験本格運用、④事業化の検討である。

- ① 調軸法の研究開発については、平成 24 年度実施のユーザー試験事前運用で課題となったカメラの設置角度等の調整（調軸）に関する技術開発を行った。
- ② 運用結果のフィードバックについては、平成 24 年度に「本試作機器一式」等を投入して実施したユーザー試験事前運用にて取得した画像データの解析を行った。さらに「本試作機器一式」等を調整し、ソフトウェアに関しても事前運用から出てきた必要な機能の追加及び改良を行った。
- ③ユーザー試験本格運用では、本試作機器一式に高性能画像処理用プラットフォームを搭載した検査装置を、川下製造業者（エンドユーザー）の実際の生産ラインに投入し、現場データ取得検証を行った。
- ④事業化の検討については、平成 23 年度から本年度までの研究成果を基に「透過型格子フィルタ法」を用いた次世代型フィルム検査装置の事業化に向けて検討を行っている。

2-1 調軸法の研究開発

2-1-1 調軸法の研究開発が必要となった経緯

本研究開発における 2 次元撮像素子を活用した画像検査装置において欠陥の検出精度は非常に微細になるため、欠陥検出精度と測定環境が画像検査装置と欠陥検出精度に影響することが判明した。

調軸が行われていない時に生じる不都合

- 1) カメラから得られる撮像画像において格子間隔が不均一になるとともに明度が不均一になり画像からは欠陥認識および欠陥寸法の測定に支障を生じる。
- 2) カメラの光軸がお互いに傾いていると、格子間隔が不均一になるため、2 台のカメラの画像が一致しなくなる。結果として、フィルム全体画像の合成が難しくなる。
- 3) 全体画像を得るために 2 台のカメラの撮像領域に重複をもたせておかなければならないが、光軸がずれると重複領域がなくなってしまうことがある。結果として、合致部分がないのでフィルム全体画像が合成できない。

上記の様に測定環境の精度が基準になるため、撮像用 CCD カメラの軸に関する精度が非常に重要になっている。ミクロン単位で計測する場合は、僅かな誤差が欠陥の検出に影響する。これは画像検査装置の欠陥検出性能と密接な関係があり、今回の画像検査装置は、1 次元ではなく、2 次元として画像データを取込むため、実質 6 軸の精密な軸精度の設定が必要となる。

また将来的に、幅の広いフィルムを検査対象にする場合が考えられる。その場合、

複数台のカメラを並列に配置して撮像を行うことになる。複数台の撮像用カメラの調整は非常に複雑であり、単独の個々の6軸調整に加えカメラ間の調整が必要になる。個々の撮像用カメラの検出精度が異なれば、欠陥検出の精度がカメラ間で異なり、欠陥の正確な検出に影響を及ぼす。さらにこの軸調整作業には膨大な調整工数がかかり、また長期にわたる欠陥検出精度及び性能保証が必要となる実用化に向けては、調軸法の確立が必須課題と判明したため研究開発を行うこととなった。

2-1-2 調軸装置の設計と製作

【全体構成】

調軸法を具現化する調軸装置を考案・設計した。調軸装置は、2台のエリアセンサカメラ個別に6軸調整を行ないカメラの光軸および2台のカメラ間の距離を調整するものである。図2に調軸装置の全体構成を示す。

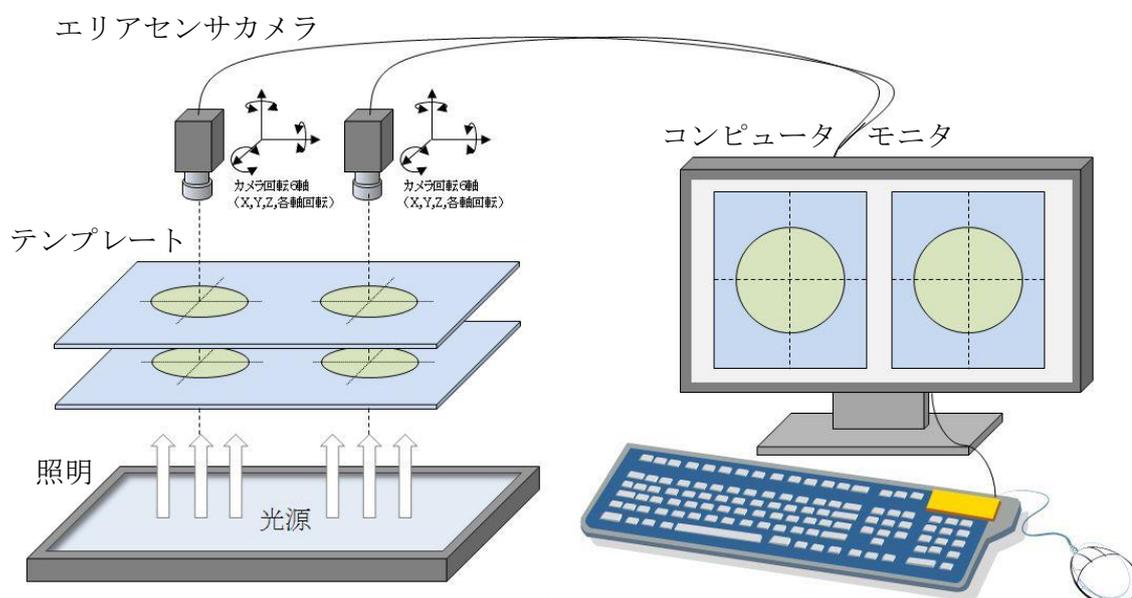


図2：調軸装置概要図

1. 光源の光によって上下2枚のテンプレートに描かれた図柄が照らし出される。その図柄が2台のカメラで撮像され、画像データとしてコンピュータに取込まれる。
2. カメラの光軸がテンプレート面に対して垂直でなければ、コンピュータに表示される図柄は歪みかつ上下のガラスプレートの図柄の位置関係が所定のものと異なったものになる。
3. 2枚のテンプレートは単独又は連動した状態で前後、左右、上下および各回転方向への精密調整ができ、平行にすることができる。また、2台のカメラは、それぞれ単独に6軸の微調整を可能とする。
4. 2枚のテンプレートが平行になった状態で、ディスプレイにリアルタイムで写

し出されるカメラ画像を見ながら、手動で軸調整およびカメラ間の位置調整を行う。コンピュータに写し出される図柄の歪みをなくし、2枚の図柄の位置関係を所定どおりにすることによって、カメラの光軸をテンプレート面に垂直にするとともに2台のカメラの位置合わせを行う。

【調軸装置の製作】

前述の設計に従い調軸装置を製作した。図3に装置の外観を示す。

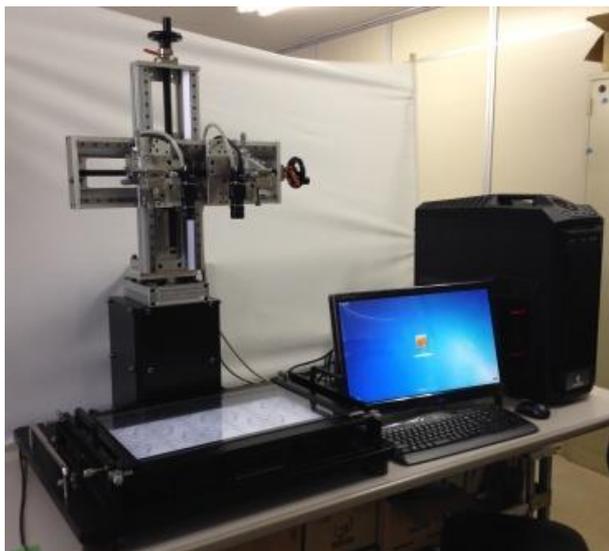


図3：調軸装置外観

2-1-3 調軸法の開発

調軸装置を使用して、カメラからの入力映像から軸を合わせる仕組みを開発した。

図4の左図に示すように、カメラの軸が垂直でない場合は上下テンプレートの図柄がずれて写るが、右図のようにそれらが重なる様に、テンプレート及びカメラの位置、傾きを微調整することで、軸が定まる仕組みとなっている。最終的に模様が重なって見える位置にカメラを調整して完了となる。図柄の重なり具合と調軸精度との関係については今後さらに検討する必要があるが、調軸法を具体化する目途が立った。

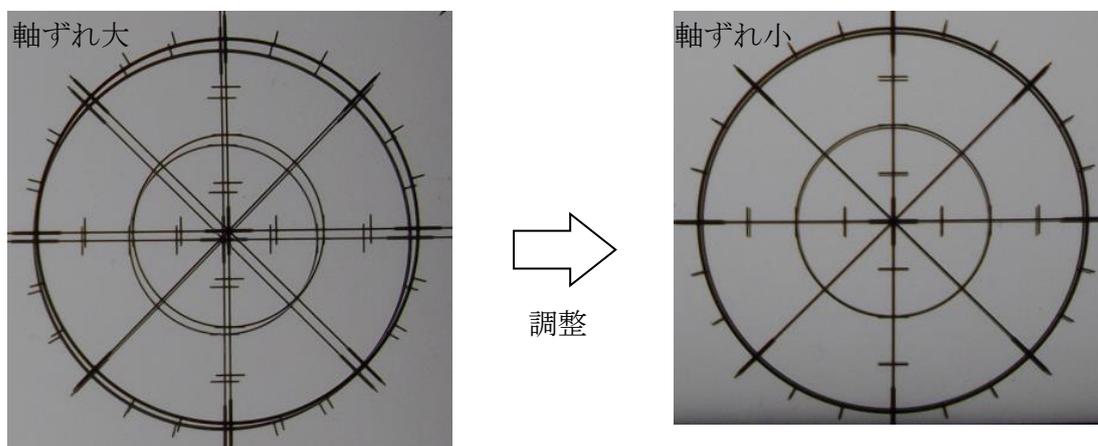


図4：調軸によるテンプレート図柄の見え方

2-2 運用結果のフィードバック

川下製造業者の協力により、実際の生産ラインで平成 24 年度にユーザー試験事前運用を実施し、画像検査装置の性能評価・検証及びデータ収集を行った。得られた技術データを解析し、「本試作機器一式」等の調整及びソフトウェアの改良改善、機能追加を行った。さらに、「先行試作機器一式」及び「本試作機器一式」にて、引き続き画像処理アルゴリズム、カメラの位置・焦点、照明の位置・強さの調節に関わる基礎研究と撮影環境や対象フィルムの違いによるデータを取得する応用研究を行った。

2-2-1 平成 24 年度ユーザー試験事前運用の概要

【概要】

平成 24 年度末に、本研究で開発したフィルム検査装置を実際のエンドユーザーの生産ラインに投入し、ユーザー試験事前運用を行った。主に現場データの取得を行った。そこで発生した問題点・課題点を抽出し、今後検査装置として完成度の向上を図ることを目的とした。

【機器構成】

ユーザー試験事前運用で用いた機器の構成は以下のとおりである。

- ・本試作撮像装置
- ・本試作の機構
- ・高性能画像処理用プラットフォーム
- ・次世代型フィルム検査装置の開発に係るアプリケーション

図 5 及び図 6 に検査装置の全体構成及び、画像処理システムの構成を示す。2 台のカメラから、画像ボードに画像データ入力後、高性能画像処理用プラットフォームにおいて画像処理、検査判定を行う仕組みとなっている。

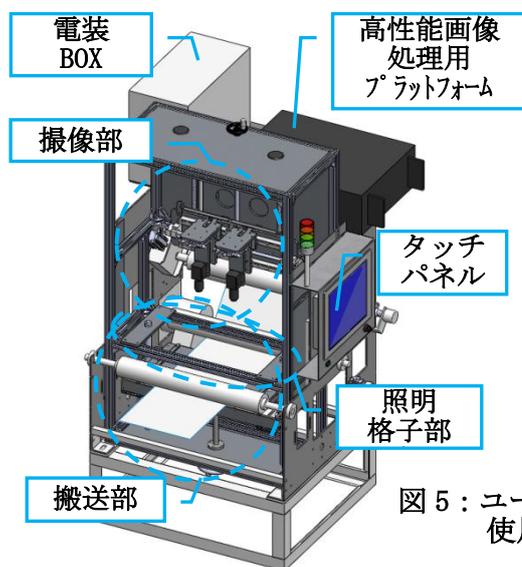


図 5 : ユーザー試験事前運用で使用したフィルム検査装置

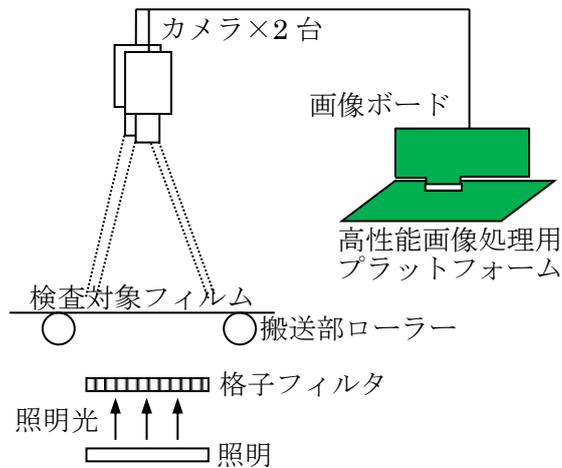


図 6 : 画像処理システムの構成

【測定条件等】

本試作の機構の搬送部のローラーにプラスチックフィルムが 30m/min で搬送される。上部 2 台のカメラで毎秒 8 フレームの画像が撮られ、高性能画像処理用プラットフォームとコンピュータに送られ 2 台のカメラ画像が合成され演算処理される。図 7、8 に撮像された 1 フレームの画像を示す。これらの画像の中から欠陥を見つけ出し、欠陥部分の画像が演算処理され、欠陥の評価・判定がなされる。図 7 は黒色異物、図 8 は透明異物の画像である。画像取得から判定が行われるのに要する時間（画像演算時間）は、次の画像が取得される前に行われるので、0.125 秒以内であると考えられる。以下に測定条件、画像処理性能をまとめる。

◆測定条件

- フィルム移動速度 : 30m/min
- 解像度 : 0.00352 mm²
- 最小検出面積 : 0.05mm² (14dot)

◆画像処理性能

- 1 秒間の取得フレーム数 : 8fps
- 画像データ転送速度 : 10MByte/fps
- 単位時間画像データ量 : 80MByte/sec
- 画像演算時間 : 125msec 以内

1 フレーム

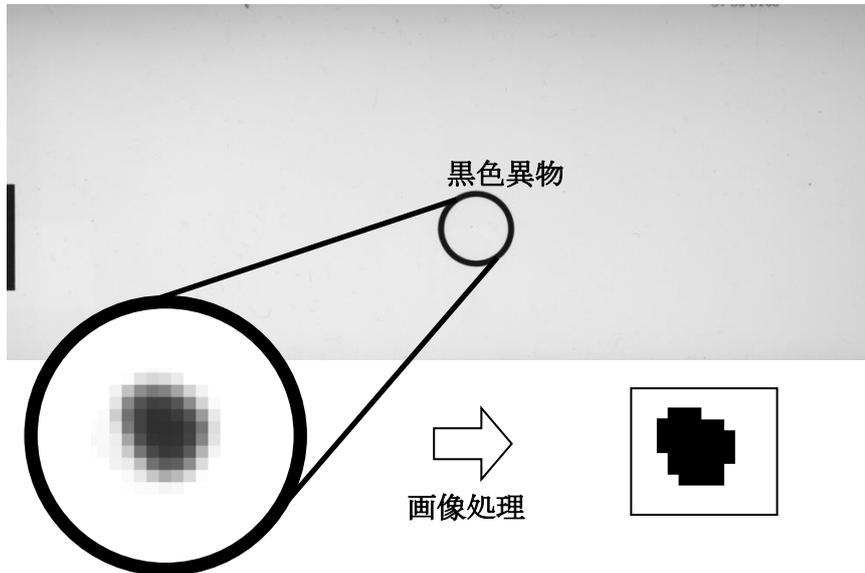


図 7： 黒色異物の画像から検出結果までの流れ

1 フレーム

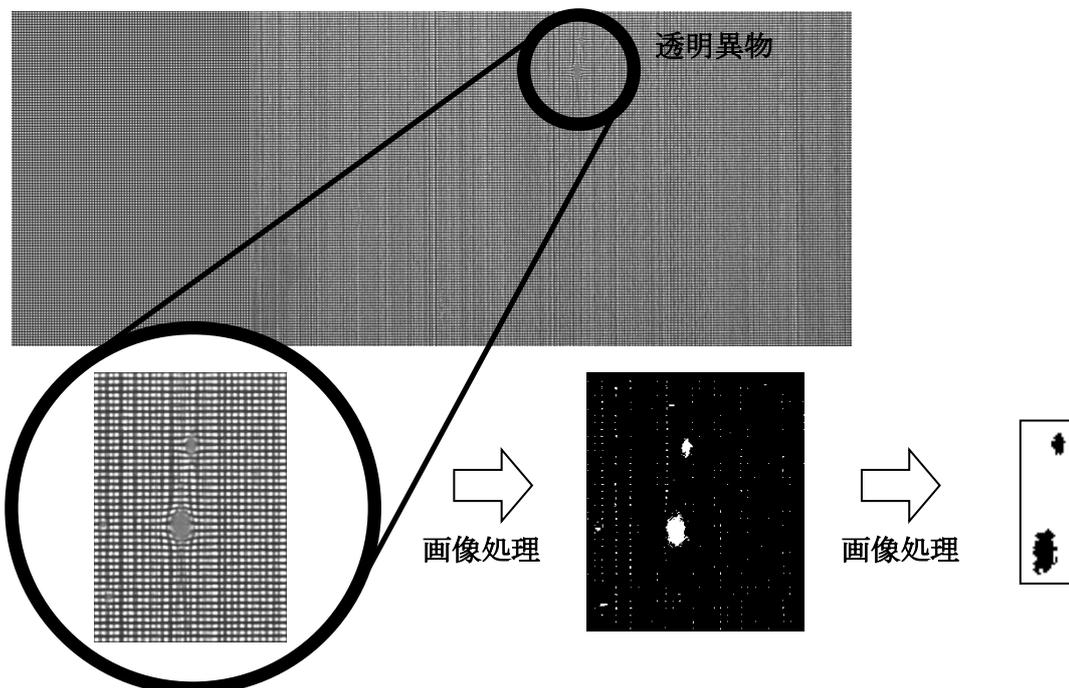


図 8： 透明異物の画像から検出結果までの流れ

2-2-2 画像データの解析

ユーザー試験事前運用から取得した画像データの解析を行った。欠陥判定の結果をまとめたグラフを図9に示す。横軸はカメラが取込んだ画像番号(フレーム番号)、縦軸は欠陥の面積値(現実の欠陥面積と異なる。画像データ上の値)である。青点

は本研究のフィルム検査装置で検出したデータ、赤点は従来法のラインセンサ方式で検出したデータである。従来法では大きな面積の欠陥しか検出できていないことがわかる。また、本検査装置は従来法で検出された欠陥はすべて検出している。

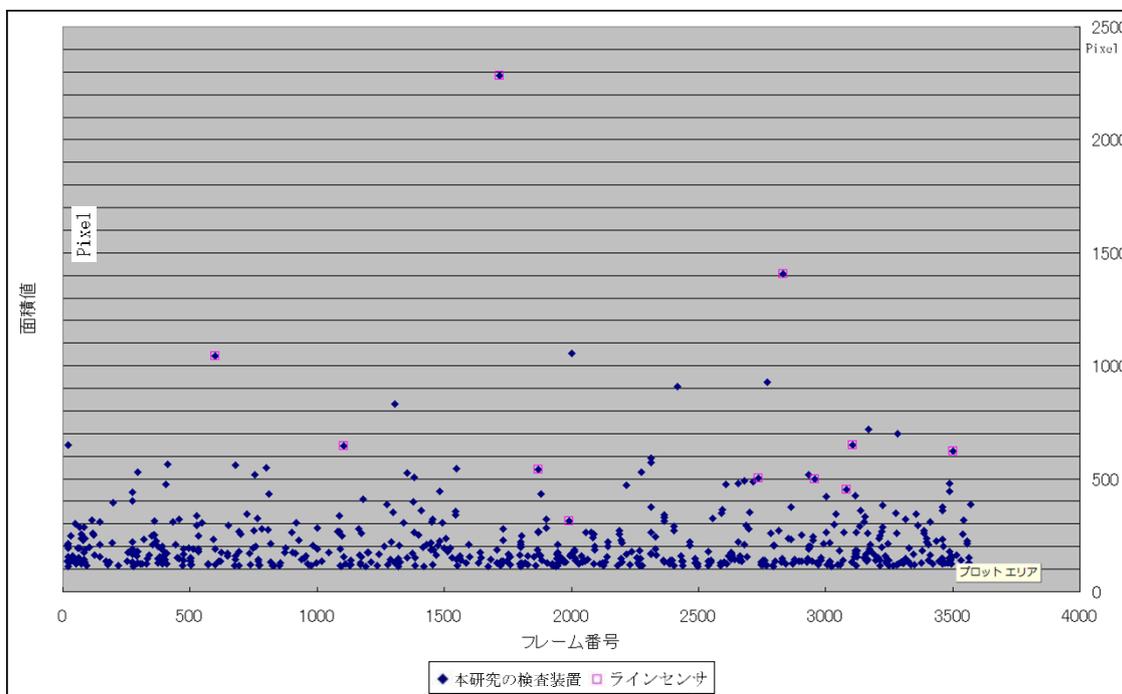


図 9：本研究の検査装置とラインセンサ方式との欠陥検出比較

【本研究の検査装置で検出された欠陥の目視による確認】

次に、本研究の検査装置で欠陥と判定されたものが、実際に欠陥であるかどうか、あるいは本来欠陥であるはずのものが見過ごされていないか確認するために、ユーザー試験事前運用で検査に使われたプラスチックフィルムを目視検査した。結果を表 1 に示す。本研究検査装置は、 0.5mm^2 以上の現実の欠陥をすべて検出していることが確認された。しかし、欠陥とすべきでないものが 2 個欠陥として検出されている。解析にて検査装置の画像データの位置情報から実際のフィルムを目視確認しても欠陥は確認出来なかった。

画像データからみて、空気中の塵、埃と考えられるので、本検査装置の欠陥検出率は 100% と評価できる。

| m m ² /個 | 目視 | 検査装置 | 検出率 |
|---------------------|-----|------|--------|
| 2 以上 | 12 | 12 | 100.0% |
| 1～2 | 46 | 46 | 100.0% |
| 0.5～1 | 540 | 542 | 99.6%* |
| 合計 | 598 | 600 | 99.7%* |

*実際は 100%と評価できる

表 1：本研究検査装置の判定結果と目視との比較

2-2-3 先行試作機器一式にフィードバックした試験、検証

ユーザー試験事前運用の結果から、先行試作機器一式(図 10)にフィードバックして、異物検出のプロセスの改良を行った。改良した検出プロセスを図 11 に示す

- 1) 透明フィルムの透明欠陥に透過型格子フィルタを通して拡散線状光源を照射すると 2 次元撮像素子に②の 2 値化画像が得られる。
- 2) ②の 2 値化画像から透過型格子フィルタの 2 値化画像を削除すると③の画像データが得られる。
- 3) ③の画像データを分散処理する事により④の分散処理画像データが得られる。
- 4) ④の分散処理データに対してノイズ処理用フィルタ演算を行うと透明欠陥の画像データが得られる(特許出願済)。
- 5) 前述の考案原理を使用しユーザー試験事前運用で得られた画像データを処理した所、図 12 のような画像データが得られた。



図 10：先行試作機器一式

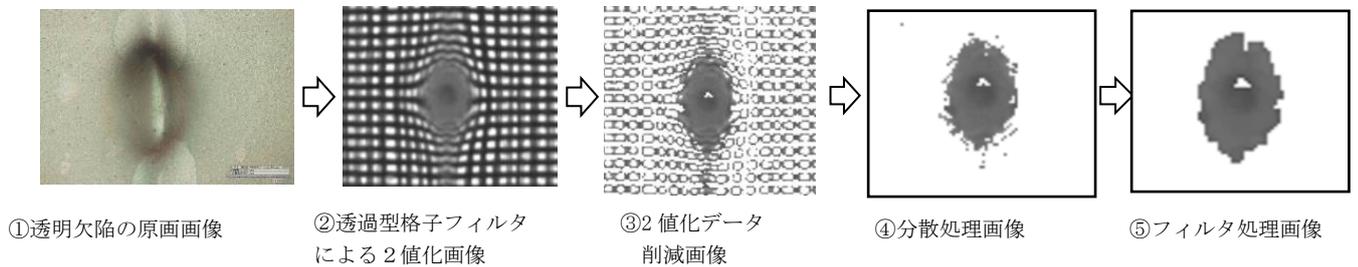


図 11：透明フィルムの透明異物を検出する過程

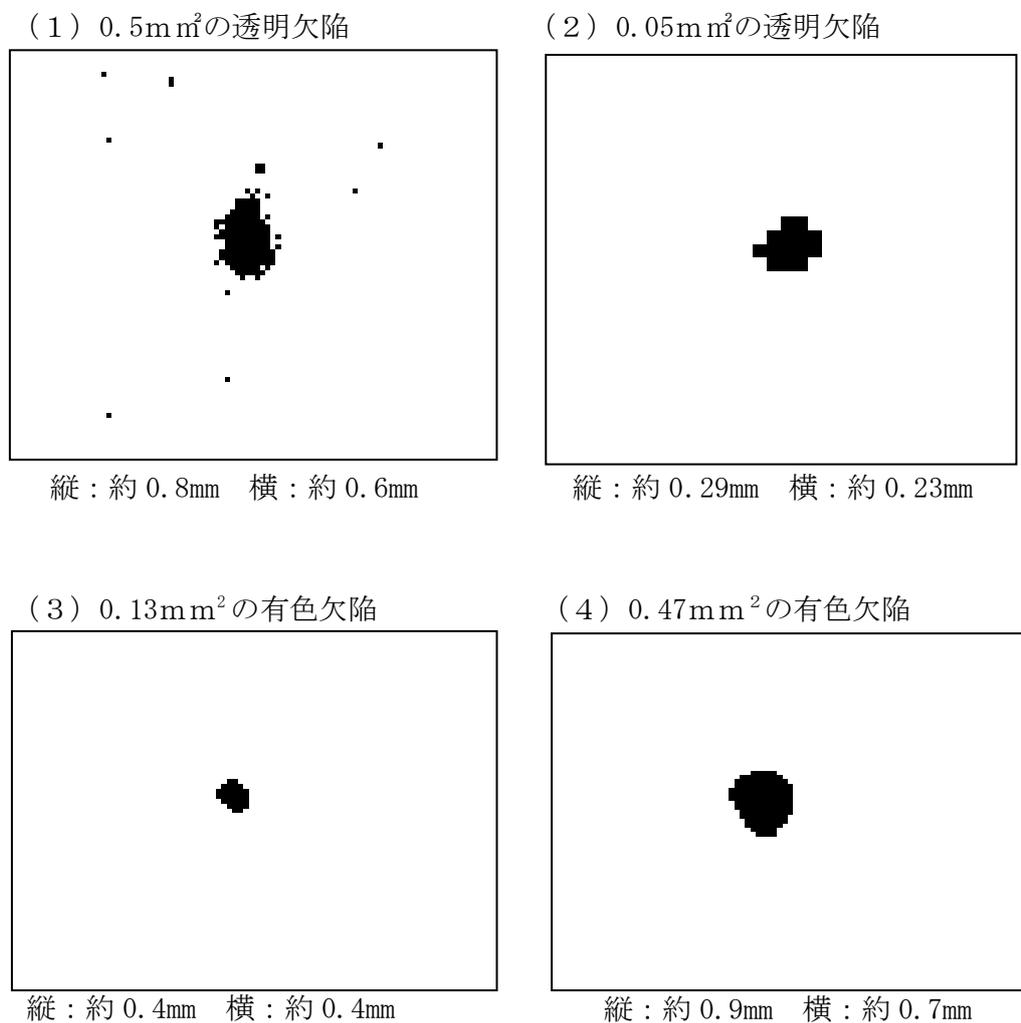


図 12：検出した透明欠陥と有色欠陥の画像データ例

結果として、上記の画像処理アルゴリズムによって 0.05mm²の透明異物を検出することが可能となった。さらに、検出率の検証のため、先行試作機器一式を用いて 0.05mm²の透明異物のあるフィルムを検査した。エンドレスのロールフィルムで、

フィルム移動速度 30m/min で 10 回繰り返して測定したところ、 0.05mm^2 の透明異物を毎回正しく検出した。また、 0.13mm^2 の有色異物についても同様の測定を行ったところすべて検出できた。

以上、運用結果のフィードバックのまとめとして、以下の目標を達成することができた。

目標値

- フィルム移動速度 : 30m/min
- 透明異物 : 0.05mm^2 以上
- 黒色異物 : 0.3mm^2 以上
- 検出率 : 100%

2-2-4 ラインセンサカメラを用いたフィルム特性試験とエリアセンサ方式との比較

フィルム検査に用いられている手法（ラインセンサカメラによる画像検査）によるフィルム特性試験を行った。この試験を通して本技術（エリアセンサカメラによる画像検査）との比較を行い、エリアセンサカメラ方式の優位性を検証する。具体的には、平行光に対するフィルムの透過特性、および、平行線状光源と拡散線状光源でフィルム検査をした時の欠陥の見え方の違いを検討した。それらをふまえて、画像と測定した光学特性との関連を考察した。

【まとめ】

フィルム光学特性

フィルムの光学測定により、透過率が高く、透過光の分散も小さいことが確認できた。これにより、拡散線状光源と格子フィルタを組み合わせても有効に撮像できることおよびラインセンサカメラによる光源の指向性を利用した方法が裏付けられた。

従来技術（ラインセンサカメラ撮像）との比較

ラインセンサ方式でフィルム欠陥観察を試みたところ、光源により検出対象の見え方が変化することや様々な欠陥形状が存在することなどから、この方法は、検出種別ごとの複数のカメラが必要になるものと思われる。1台のエリアセンサカメラによりさまざまな欠陥が検出でき格子パターンであるが故に演算処理を高速化できるなどの格子フィルタ法の利点が検証できた。

2-3 ユーザー試験本格運用

より実用的な生産ラインに適合した「次世代型フィルム検査装置」の完成を目指すために、ユーザー試験事前運用結果のフィードバックデータを基に改良した「本試作機器

一式」等を用いてエンドユーザーの実際の生産ラインでユーザー試験本格運用を行った。生産ライン現場は、人が常時行き来し、外乱光が入り、電磁ノイズが飛び回っていて、測定にとって劣悪な環境にあるが、平成 24 年度の事前運用で問題点を明らかにし、検査装置を改良していたので、今回の測定は比較的容易に進めることができた。

【実施内容】

場 所 : エンドユーザーフィルム生産工場

装置の構成 : ユーザー試験事前運用と同じ構成であるが、それぞれは改良が施されている。

- ・本試作撮像装置
 - ・本試作の機構
- } 本試作機器一式
- ・高性能画像処理用プラットフォーム
 - ・次世代型フィルム検査装置の開発に係るアプリケーション

【測定結果】

今回の本格運用では、装置によるデータ取得は完了しているが、データ量膨大のため、検出した欠陥が正しいものであるかの検証（目視確認）が、完了していない状態である。そこで図 13 に一部検出結果例を掲載し、表 2、3 にそれぞれ透明異物、有色異物の結果をまとめた。

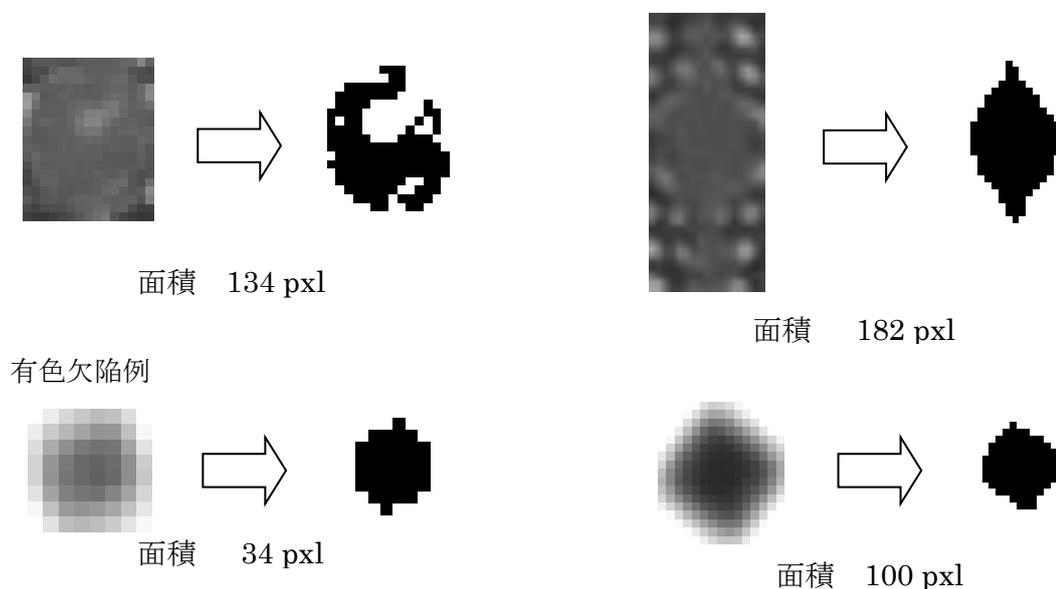


図 13 : 透明異物及び有色異物の検出例

上記結果から、透明異物、有色異物ともに下記の目標を達成していると結論できる。検出率については、すべてのデータを目視検査と照らし合わせて確認する必要があるた

め、現時点では確定できない状況にある。しかし、今まで検証した限りのデータについては正しく判定ができています。

透明異物最小 5 件データ

| 位置 (m) | 面積 (px1) | 面積 (mm ²) |
|--------|----------|-----------------------|
| 4.902 | 73 | 0.515 |
| 12.704 | 73 | 0.515 |
| 23.478 | 73 | 0.515 |
| 31.076 | 73 | 0.515 |
| 48.981 | 73 | 0.515 |

表 2：透明異物最小面積の検出結果

有色異物最小 5 件データ

| 位置 (m) | 面積 (px1) | 面積 (mm ²) |
|--------|----------|-----------------------|
| 49.812 | 30 | 0.211 |
| 49.886 | 30 | 0.211 |
| 50.080 | 31 | 0.218 |
| 66.566 | 31 | 0.218 |
| 67.807 | 31 | 0.218 |

表 3：有色異物最小面積の検出結果

ユーザー試験本格運用における目標値

フィルム移動速度 : 20m/min
 フィルム幅 : 240 mm
 透明異物 : 0.7 mm²以上
 黒色異物 : 0.3 mm²以上
 検出率 : データ解析中

2-4 事業化の検討

本事業で開発した「本試作機器一式」と「高性能画像処理用プラットフォーム」を基にして「高速画像処理フィルム検査装置 ZEROS GRID」及び「組み込み用 Linux マザーボード ZEROSCORE」を実用化、製品化し、営業活動を開始した。後者については、フィルム検査用途のみではなく、画像処理を活用した用途（工業用物体認識、外観検査、医療画像処理など）にも広く応用できる大規模画像処理ボードである。本事業のフィルム検査装置について、日本経済新聞および業界紙フィルムニュースに掲載された（図 14）。

営業戦略として、具体的には商社、フィルムメーカーとのコンタクトを開始しているがまだ、知名度が低い為販促としては過渡期にある。今後展示会等に出店して知名度を上げていきたい。

画像検査装置 ZEROS の事業化戦略としては、開発会社（株式会社マイクロブレイン）と販売会社（株式会社バリオン）とを分離し事業を展開する。初めに本事業のアドバイザーである川下製造業者に本事業で開発した検査装置を納入することを当面の目標とする。次に、経営コンサルタント、技術コンサルタント、大学等の研究機関と連携を取りながら、開発会社は検査装置をユーザーニーズに合った形にカスタマイズしていく。販売会社は検査装置をフィルムメーカー、PDF 製造装置メーカー等のユーザーに直接

販売していくとともに、提携代理店と協力しながら、国内外における販路を開拓していく。

メディア発表



図 14：掲載された新聞記事

最終章 全体総括

3-1 研究開発の成果（平成 23 年度 初年度）

本技術の検査装置を実際の生産ラインに投入する前段階として、「撮像評価装置」およびフィルムをロール搬送する機構（「先行試作の機構」）からなる「先行試作機器一式」を開発し、それらを使った擬似生産ラインで「透過型格子フィルタ法」を確立した。また、実際の生産ラインで検査を行う際の大規模画像データを高速に処理できる「高性能画像処理用プラットフォーム」を設計し、電子回路基板として製作した。

3-2 研究開発の成果（平成 24 年度 2 年度）

平成 23 年度に製作した「高性能画像処理用プラットフォーム」の電子回路を一部改造するとともに画像処理・表示に必要なソフトウェアを実装した。初年度に培った技術を基に実際の生産ラインで使用可能な「本試作の機構」を開発した。「本試作の機構」と「本試作撮像装置」を統合した「本試作機器一式」を開発し、川下製造業者の実際の生産ラインに投入し、ユーザー試験事前運用を行った。

3-3 研究開発の成果（平成 25 年度 最終年度）

平成 24 年度実施のユーザー試験事前運用で課題となった調軸法を確立するため、「調

軸装置」を考案・製作し、技術の確立に目途をつけることができた。さらに、事前運用で明らかとなった問題点を解決し、検査装置の改良改善、機能追加を行った。改良した検査装置を再度川下製造業者の生産ラインに投入して（ユーザー試験本格運用）、実用化に向けた試験・検証を行った。さらに事業化の展開も並行して行い、本研究で開発した装置を製品化し、カタログ作成、メディア発表を行った。一部セットメーカー、機械メーカーと業務提携に向け営業展開をしている。さらにフィルムメーカー及び大手商社との販売委託に関する交渉を開始した。

3-4 当初目標の達成度

提案書に記載された当初目標の達成状況

1. 目標達成状況

○従来検出できなかった微細な透明異物を「透過型格子フィルタ法」により 0.05 mm²の検出を実験段階で達成した。

○検出率：100%達成（ただし実験段階）

2. 従来技術との比較

○比較条件

- ・新技術（透過型格子フィルタ画像検査装置）と従来技術（代表的な画像検査機メーカー3社の製品）を比較。
- ・新技術は単独ステージ、従来技術は3ステージとした。

| 事項 | 効果 | 説明 |
|------|-------|--|
| 消費電力 | 88%削減 | 8コア相当品の消費電力換算 240W 高性能プラットフォーム消費電力 29W |
| コスト | 65%削減 | 主要画像検査機メーカーの相当品の概算見積を参考とし 本研究で開発した画像検査装置の概算価格との比較 |
| スペース | 60%削減 | 従来画像検査機を3ステージとし本研究で開発した画像 検査装置の寸法を算出し比較 |

表4：従来技術との比較

3. 川下製造業者の抱える課題及びニーズに対するソリューションの提示

本技術は、川下製造業者の抱える以下の課題及びニーズに応えるソリューションを提供できるものである。

- A. 透明異物の検出
- B. 微細な有色異物の検出

- C. リアルタイム画像検査装置の実現
- D. 低価格で高性能な検査装置の実現