

平成 24 年度終了 豆類振興事業助成金(試験研究)の成果概要

1 課題名 高性能、かつ低コストを実現する豆類用光学選別装置の開発

2 研究実施者

研究代表者 公益財団法人とから財団 産業支援課 主任 田村知久

分担 株式会社安西製作所 北海道支店

3 実施期間 平成 22 年度～24 年度 (3 年間)

4 試験研究の成果概要



(1) 試験研究の目的

近年、食品の安全性や衛生に関する消費者の意識が向上し、乾燥豆類などの食材においても異物や不良品の混入が問題視されている。乾燥豆類中の異物や不良品除去のため、生産者や小売り事業者は光学選別装置を導入し始めている。しかし、現時点で市販されている光学選別は色彩情報による異物や不良品の選別を行う機種がほとんどであり、割れ豆や異種原料等形状的特徴量に基づく選別には適していない。また、処理能力の大きな高額な機種が多く、大量生産される大豆や小豆等への適用事例は多いが、近年の食の多様化に伴い比較的小規模な流通が活発化している雑豆類の選別には適用が難しい。確度の高い異物や不良品の除去を実現するためには、形状(画像)認識による選別と既存の色彩情報による選別の併用が必要である。また、流通量が比較的小さい雑豆類の選別用途に光学選別装置を導入するためには、選別装置自体の低コスト化が必須となる。このため、選別性能の向上と低コスト化を両立させるための要素技術開発を行い、多種多様な豆類の自動選別を低コストで実現可能な光学選別装置を開発する。

(2) 実施計画、手法

下記①～③に研究内容の全体を記す。これらのうち、平成 22 年度においては要素技術開発に相当する①～②項を実施した。③については平成 23 年度から 24 年度にかけて実施し、画像処理機能を搭載した光学選別装置の量産試作機を開発、市場における評価を実施した。

① 雑豆類に混入し得る異物や不良品についての調査の実施

農業生産者により生産され流通している乾燥豆類を入手し、混入している異物や不良品を抽出し、除去対象物の特徴等を明確化した。

② 異物や不良品の特徴量の解析、形状(画像)認識アルゴリズムの開発

市販されている画像処理アルゴリズム開発システム等を活用し、異物や不良品を検出するために最適な形状認識方法を検討した。

③ 形状と色彩情報を併用する光学選別装置の開発・実用化

最適と思われる形状認識処理を高速かつ低コストで実現するための組み込みシステム(電子制御基板)を開発した。また、これを搭載して形状と色彩情報を併用する光学選別装置の量産モデルを開発し、市場での評価を実施した。

(3) 成果の概要

① 雑豆類に混入し得る異物や不良品についての調査の実施

農協の農産物検査員や光学選別機メーカーの技術者らの協力のもと、豆類の被害粒等を含む具体的な不良品についての情報を収集し、不良項目の一覧表を作成した。また、平成 22 年度産豆類の不

良サンプルの画像を撮影して一覧表の形式にまとめ、雑豆類に含まれる不良品の特徴を明確化した。これらのうち、金時豆の不良サンプルを表1に示す。本事業では、従来の光学選別装置では除去が困難な金時豆のしわ粒と皮切れ粒の除去を主目的とした光学選別装置の開発を実施した。

表1. 平成22年度産金時豆（福勝）の不良サンプル一覧表

不良区分	現場呼称	画像	選別方法	不良区分	現場呼称	画像	選別方法
病害粒	斑点		C	変色粒	莢あたり		C
破碎粒	半割れ		C		焼け		C
	胴割れ		C	しわ粒	しわ		IP
皮切れ粒	亀裂		IP	未熟粒	色流れ		C
	皮切れ		IP		扁平		IP
はく皮粒	皮剥け		C		凹み		IP
発芽粒	発芽		C				

※ 選別方法欄記載の記号について

C: 従来の光学選別装置で選別可能

IP: 画像処理による形状的特徴による選別が必要

② 異物や不良品の特徴量の解析、形状（画像）認識アルゴリズムの開発

本事業で開発したアルゴリズムは、ラインスキャンカメラにより撮像された画像の近接する画素値の差から形状的特徴量を演算し、その結果に基づき不良品を判定するものである。形状的特徴量の演算（画像処理）フローを図1に示す。図中には、近接する画素の画素値の差が大きな部位を緑色に表示しているが、この分布状態を解析して不良品を判定する。豆粒周囲の青線は豆の個体を識別する境界線で、個体毎に分布状態の解析を実施している。表2.に、良品、しわ粒、皮切れ粒につ

いての形状的特徴量の演算例を示す。良品と比較すると、しわ粒と皮切れ粒に画素値の差の大きな部位が広範に存在し、この情報に基づき不良品を判別する事が可能である。

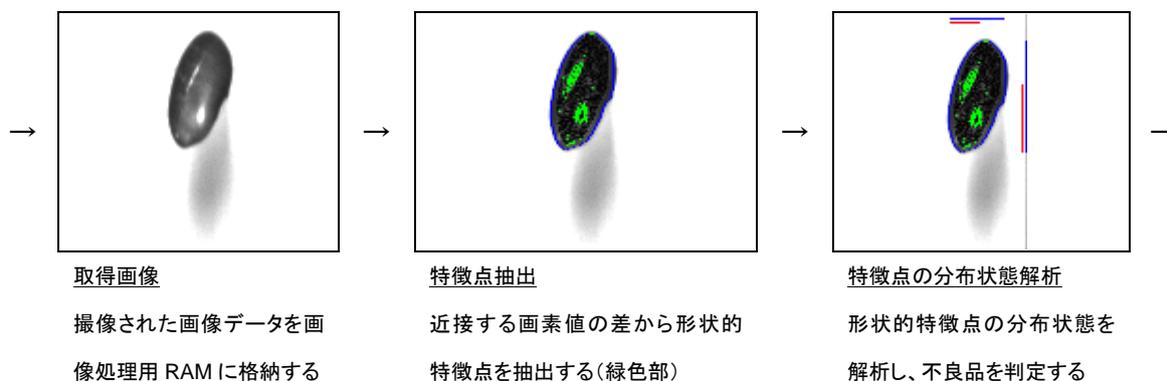


図 1. 形状的特徴量の演算 (画像処理) フロー

表 2. 形状的特徴量の演算例

	取得画像	特徴点抽出	分布状態解析
良品			
しわ粒			
皮切れ粒			

③ 形状と色彩情報を併用する光学選別装置の開発・実用化

上記アルゴリズムを搭載した光学選別装置の量産試作機を開発した。図 2 に試作機の外観と主要部品のレイアウトを、図 3 にシステム構成を示す。ラインスキャンカメラで撮影された画像データを、イーサネットで接続されたマイクロプロセッサ搭載演算処理ボードで演算処理するシンプルな構成とし、部品コストや配線/組立てコストの低減を実現している。図 4 は、市場に流通している金時豆を用いた選別事例である。これまでの色彩情報に基づき選別を行う光学選別装置では除去できなかった皮切れ粒やしわ粒を選別除去できることが確認された。

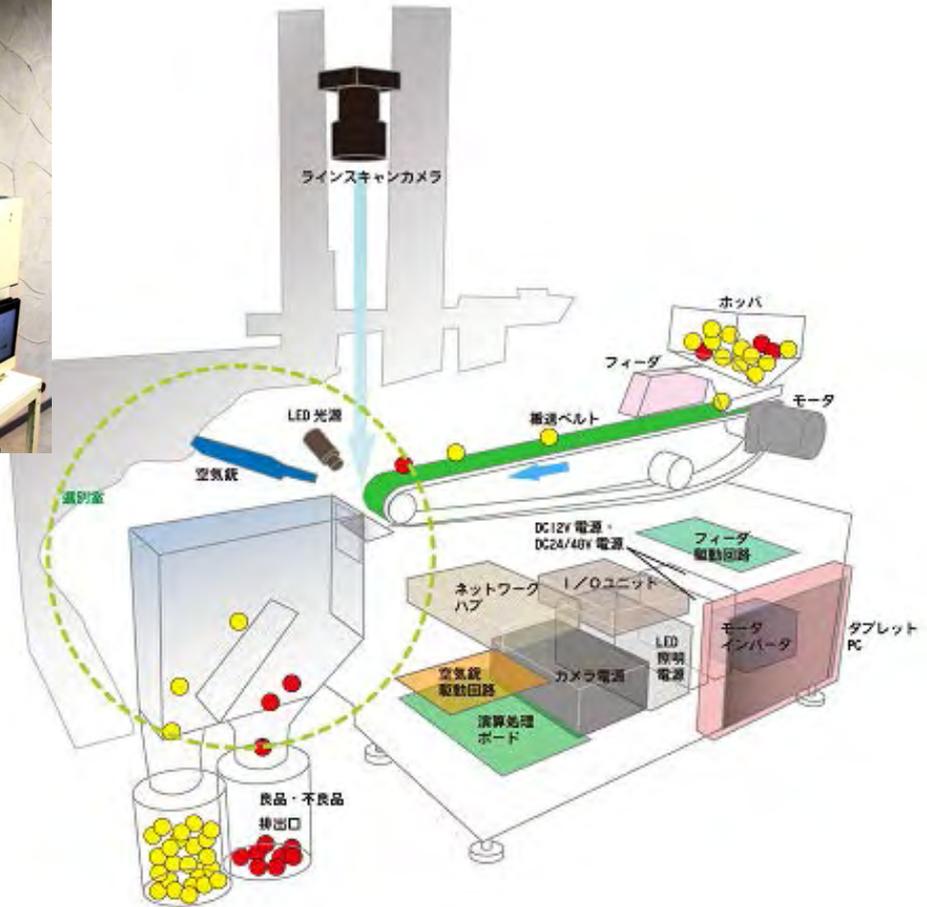


図2. 試作機の外観と主要部品のレイアウト

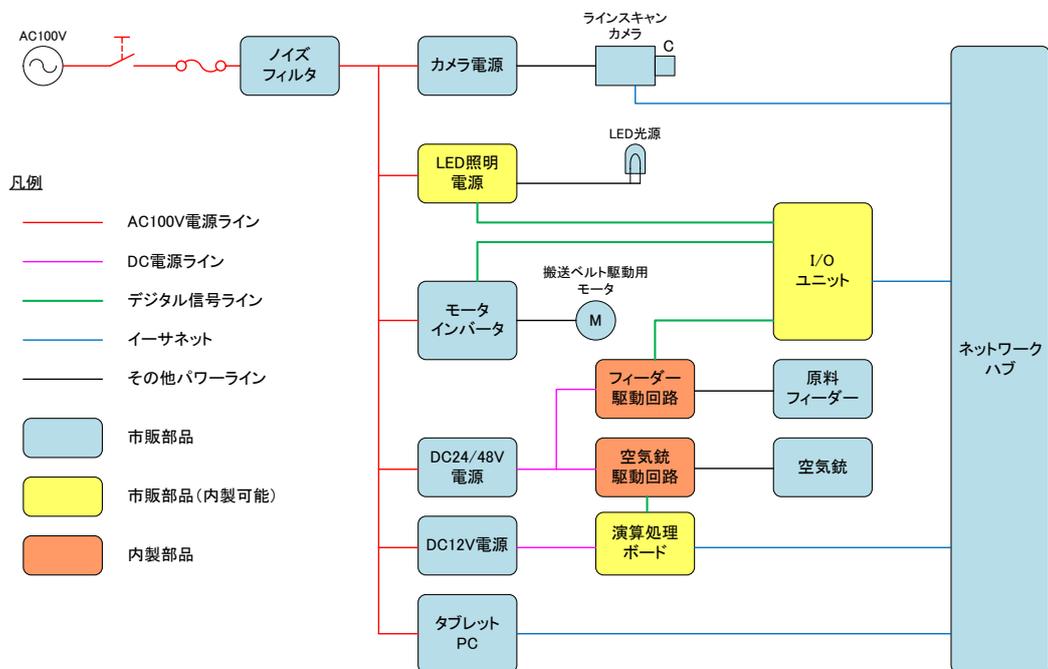


図3. 試作機のシステム構成

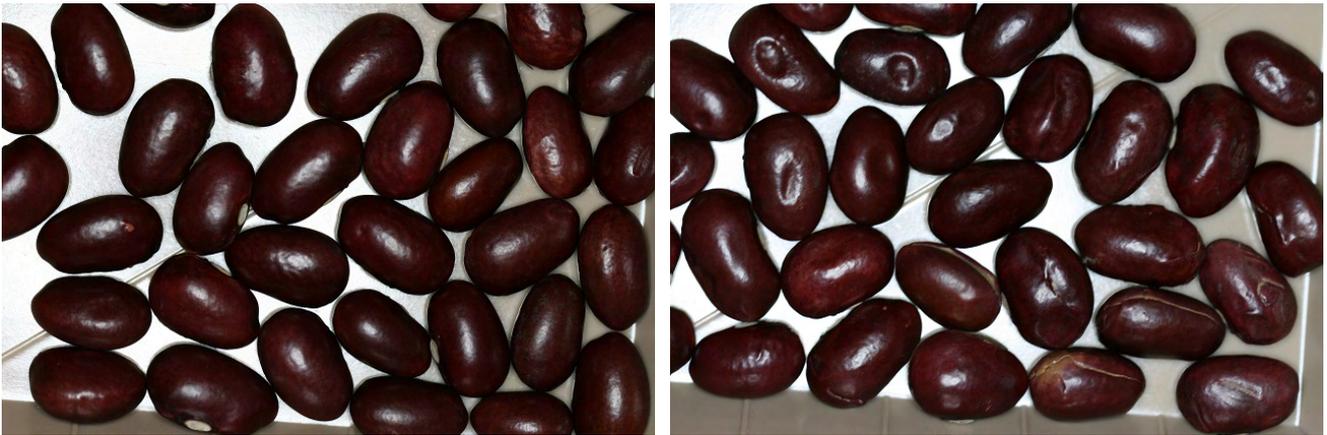


図 4. 金時豆の選別事例（左：良品、右：皮切れ粒やしわ粒等の不良品）

(4) 今後の課題

本事業では低コスト機種を開発を念頭にカメラ1台搭載機種を開発したが、不良品の検出確度を重視したカメラ複数台搭載機のニーズが顕在化している事から、今後引き続きカメラ複数台搭載機種の開発に取り組む予定である。また、処理能力の大きな光学選別装置への本機能搭載ニーズも顕在化している事から、低コストでより大量の画像処理を実施可能な組込みシステムの開発にも取り組む予定である。

(5) 成果の波及効果

雑豆類の不良品除去のため使用される光学選別装置に関し、形状（画像）認識機能の搭載による高性能化を図り、異物や異種原料、不良品などの選別除去性能を向上させた光学選別装置の実用化に目途がついた。本事業では、金時豆の皮切れ粒やしわ粒除去に着目して技術開発を行ったが、形状（画像）認識アルゴリズムの変更により黒豆や小豆など他の豆類への展開も可能であり、多種多様な豆類の品質向上に適用可能である。

形状（画像）認識による選別性能の向上と低コスト化を両立させるための要素技術開発、およびこれを搭載し多種多様な豆類の自動選別を実現可能な光学選別装置の実用化を推進することにより、豆類の低コストな流通が実現され、我が国豆類の消費拡大と生産振興に寄与できるものと予想される。

(6) 論文、特許等

ブラックボックス化による技術ノウハウ保護のため、論文発表や特許申請の予定なし。