

課題情報シート

テーマ名 :	農作物加工に関わる省力軽労化システムの開発ーニンニクの鱗片化ー				
担当指導員名 :	池本 和夫、千知岩 浩一	実施年度 :	28 年度		
施設名 :	四国職業能力開発大学校				
課程名 :	応用課程	訓練科名 :	生産システム技術系		
課題の区分 :	開発課題実習	学生数 :	9	時間 :	54 単位 (972h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

軽労化システムの開発というテーマで、特に内容に関しては言及することなく利用者のニーズを調査・検討した上で商品企画の段階から取り組む初めての形態として、本課題を設定しました。かぼちやの皮むきやニンニクの玉割等ある程度事前に情報を得ていた課題の中から、学生達が自らの力で聞き取り調査や検討を重ね、ニンニクの鱗片化をテーマとして取り組むことを決定した経緯があります。

利用者側からの要望事項として、

1. ローコストであること
2. メンテナンスが容易であること
3. コンパクトな設計であること

が前提事項として提示され、これを実現する機器設計にプロジェクト形式で取り組んでいます。当初設計案として円錐台ローラ回転式と 4 ローラ 2 段式の 2 つの方法が提案され、この提案に対し全員で原価面、独自性、加工精度等多角的な検討を重ねた結果、4 ローラ 2 段式の方式を採用し開発に取り組みました。その後も破碎ローラの形状や素材、鱗片後のニンニクサイズの検出等、重要な検討事項に関しては全員で協議することを重ねながら完成に至った経緯があります。

【参考文献】平成 27 年度開発課題報告書など

【学生数の内訳】機構部の設計製作など：4 名、制御部設計製作など：3 名、画像処理および通信プログラムの制作など：2 名

【訓練（指導）のポイント】

開発課題「農作物加工に関わる省力軽労化システムの開発」では、利用者側の要望を満足するシステムの仕様決定や開発工程計画を作成する能力、およびシステムの設計製作に関わる専門的スキル・技術を習得するだけでなく、開発したシステムの検証能力、並びに地元の企業担当者、JA、農業試験場、近隣の農家の皆さんや生産システム系の教官および学生間のコミュニケーションや調整能力を養成することを目的としました。

これらの能力を養成するために、まず、具体的な作業内容を決定しない漠然とした大きな

テーマとして学生達に課題を与え、市場のニーズとしてどのような装置が求められているのか農機具メーカーの開発担当者的な立場を想定して、調査・企画から携わってもらいました。

最も要望の大きかったニンニクの鱗片化装置を具体的なテーマに選定してからは、昨年度までの成果物を参考にしながら開発の作業へ移行していきました。

開発にあたっては、ニンニクの玉割工程をどのように構築するかおよび玉割後の鱗片をどう処理するかが、ニンニク鱗片化装置の性能を左右する重要な機能であることをメンバー全員に理解させました。また、実際のニンニクの出荷前処理において開発したシステムを導入することを、前提条件として検討させました。

学生達は、全く新しい装置となる今回の製作内容について既存の製品および関連する文献を調査し、現状の農家が抱えている課題を明確にした上で、その改善手法の企画・検討を進めながら、より製品化に向けたシステム提案を進めるように意識してもらいました。

2つの企画案を試作検討まで全員で取り組めた工程が、自分達の開発テーマとして完成までモチベーションを維持することのできた大きな一因であろうと推察できます。

研究・試作ということを前提に開発を進めていくと、得てして失いがちとなるコスト面の意識も、直接購入の対象になる利用者の姿をイメージできたことで、優先順位を意識した開発を進めることができたことと認識しています。

また試作した装置で確実に実験・検証を重ねてきたことで、同時に優れた円錐台ローラ回転式の玉割方式や、画像処理のみによるサイズ分別の機能などを、躊躇なく切り換える判断をスムーズに決定できたことは、開発工程を進める上で見本となれる手順であったと考えます。

本開発課題により、画像処理に加えてセンサ技術およびプログラマブルロジックコントローラ制御技術を適用して鱗片サイズ分別作業を自動化する「農作物加工に関わる省力軽労化システム」を構築し、関係者から大きな評価を得ることができたことは、今後生産現場に関わる技術者になるに際して、大きな自信を得ることができたのではないかと考えます。

工程計画の作成や作業を分担する際には、リーダーを中心に全員で議論させました。計画に沿って、メンバーを小グループに分け、それぞれの担当毎にシステム開発を進めました。この過程において、特に設計段階では、各メンバーの担当範囲を検証し、不具合がある場合にはメンバーで討議して、その要因を明らかにしながら、設計作業を繰り返しました。何度も設計をやり直す大変さを口にしながらも、システムが仕上がった際の学生の言動や、発表会後の感想などから、学生がこの開発課題のシステムを設計製作することにより、ものづくりに係る楽しさを感じていたことが伺えました。また、この開発課題における一連の取り組みを通じて、企画開発力や専門的な技能・技術の向上に加えて、コミュニケーションや調整能力、およびリーダーシップ能力の向上につながったと考えます。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 四国職業能力開発大学校
住所 : 〒763-0093 香川県丸亀市郡家町 3202 番地

電話番号 : 0877-24-6290 (代表)

施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/kagawa/college/>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

農作物加工に関わる省力軽労化システムの開発

ニンニクの鱗片化

生産機械システム技術科
生産電子情報システム技術科

1. はじめに

近年の産業構造の変化に伴って、農家の6次産業化が進み、農家自ら作物の加工・流通・販売に主体的かつ総合的に関わる機会が増加している。本課題では、負担が大きい農作物加工作業の省力軽労化をテーマとして、実際に農家に意見を伺いながら検討を進め、本年度はニンニクを玉割する装置の開発に取り組むこととした。

ニンニクの玉割作業は現在手作業に頼らざるを得ない現状にある。既存の製品も存在するが、コストに見合うものではない。そこで既存の製品と遜色ない性能で低コストの装置の開発に挑み、付帯する鱗片の仕分け装置の製作にも同時に取り組むことにした。

2. 開発概要

本開発は、玉割をする低コストの装置を新規に提案することを主目的とし、鱗片化したニンニクを仕分けする装置を別途オプションとして提案する方針とした。

2.1. 玉割装置

低コストでメンテナンスが容易なことを前提に図1、図2に示す玉割装置を設計した。

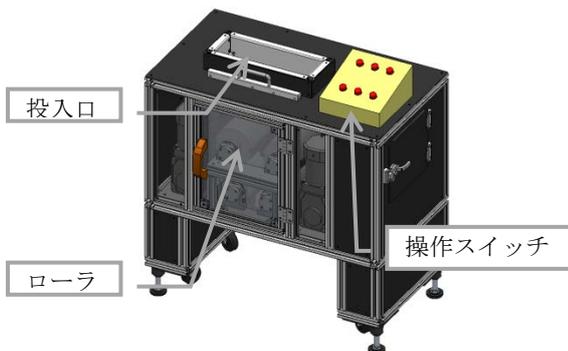


図1 玉割装置全体図

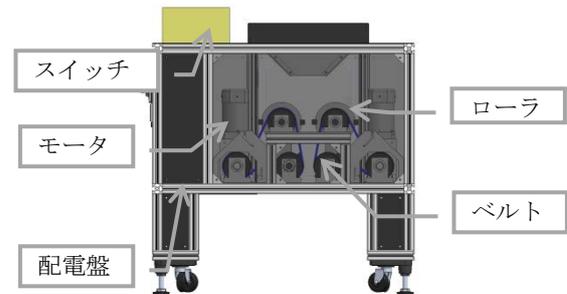


図2 玉割装置背面図

2つのモータを使用し、プーリおよびベルトを用いて2段構成の4つのローラを回転させる。ローラの上部からニンニクを投入し、ローラの間をニンニクが通過することで玉割する装置である。玉割装置を駆動している際、使用者の安全を考慮し前面のドアに安全装置を設置した。ドアが開いている場合は安全装置が作動し、装置全体が停止する仕様にした。

またメンテナンス性に配慮し、水洗いでの掃除が容易な防水仕様に仕上げた。

2.2. 仕分け装置

仕分け装置は、上部にある投入口より鱗片化されたニンニクを大量投入し、個別に仕分けるものである。自動投入部から整列部を経て、鱗片を個別に整列し分別する機能を備えている。

(図3参照)

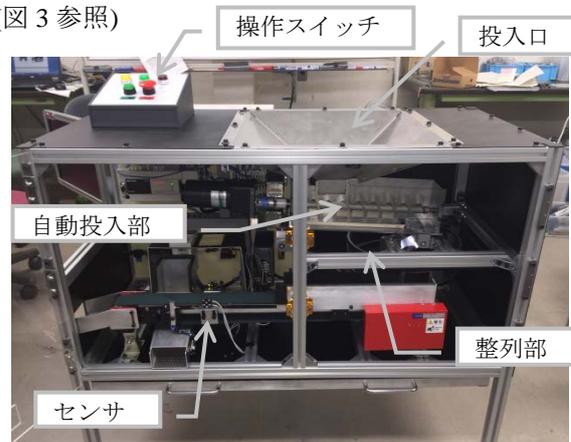


図3 仕分け装置の実際の画像

2.2.1. 自動投入部

鱗片の大量投入を実現し、作業の省力化を実現した。チャンネル式ロールブラシを用いて、一度に投入したニンニクを、自動的に一定個数を処理できる仕様に設計した。図4に自動投入部を示す。

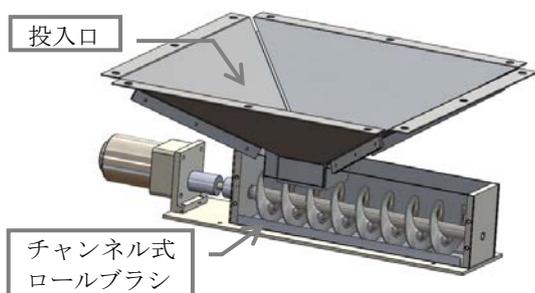


図4 自動投入部

2.2.2. 整列部

仕分けの精度を確保するため、ニンニクを鱗片一粒ごとに間隔を空けて整列させる必要がある。円テーブルの排出速度に対応して、ベルトコンベアの送り速度を調整することにより一定間隔を空ける機能を実現した。図5に整列部、図6に整列部上面を示す。

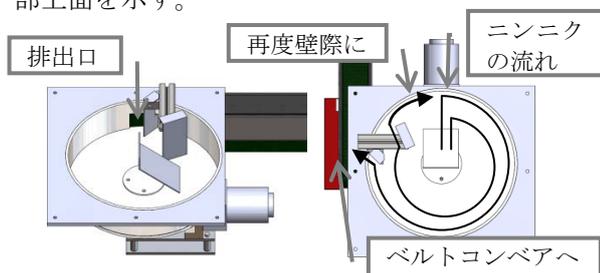


図5 整列部

図6 整列部上面

3. 仕分け方法の決定

仕分けについて、画像処理で実験をしている際に、センサを使う別案が提案された。双方の精度を吟味するため比較実験を実施した。

3.1. センサ処理

2つの透過型光電センサを縦2段に重ね、ニンニクの高さに応じて仕分けする方法である。ベルトコンベアによってニンニクが移送され、下段センサのみに反応した場合は、4g以下と判断されエアを噴出する。上下段両方のセンサに反応する場合は4g以上のニンニクでそのまま移送される。表1に示した結果から上段センサは16.0mmの位置が最適であると結論付けた。

表1 上段センサの高さ変更した処理の平均精度

上段センサ高さ	平均精度
15.0mm	66.3%
15.5mm	71.5%
16.0mm	75.5%
16.5mm	73.5%
17.0mm	72.8%
17.5mm	69.6%

3.2. 画像処理での実験

ニンニク約400個のピクセル数、重さ、高さを計測し、統計を取った。結果から20万ピクセル、高さ15mm以下を閾値に設定した。ニンニク200個を投入し実験した結果、閾値20万ピクセルでは73%の精度をとった。また、別のプログラムで25万ピクセル、高さ15mm以下の閾値に設定をした場合では66.5%の精度となった。

以上の結果から、精度の良いセンサ処理の16.0mmを使用することに決定した。

4. 製作費

製作費を表2に示す。

表2 製作費

項目	機械	電子	合計
玉割装置	¥256,453	¥124,961	¥381,414
仕分け装置	¥151,120	¥121,743	¥272,863
合計	¥407,573	¥246,704	¥654,277

5. おわりに

目標であった玉割装置が完成し、メンテナンス性、安全性を確保することができた。既存の製品と比べ性能も変わらず、コスト面は半分以下で製作することに成功した。

仕分け装置は、4gの閾値で仕分けられる精度は約75%の性能になった。約25%はニンニクが幅広いことや連続して流れてくることに原因がある。背の低い4g以上のニンニクをどのように判断するかが今後の課題である。

課題実習「テーマ設定シート」

科名：生産システム技術系

教科の科目	実習テーマ名	
自動化機器等企画開発、生産システム設計・製作等実習 (開発課題実習)	農作物加工に関わる省力軽労化システムの開発	
担当教員	担当学生	
○生産機械システム技術科 池本 和夫		
生産電子情報システム技術科 千知岩 浩一		
課題実習の技能・技術習得目標		
省力軽労化システムの開発を通して、「ものづくり」の全工程を設計製作することにより、複合した技能・技術及びその活用能力（応用力、創造的能力、問題解決能力、管理的能力等）の習得を目的とする。具体的には、システム開発を主体とした製品設計技術、複合的な製品製造技術、電子制御技術、プログラミング技術、製品設計製造情報のドキュメント作成及び管理技術などの習得を目標にする。		
実習テーマの設定背景・取組目標		
実習テーマの設定背景		
近年の産業構造の変化に伴って、農家の6次産業化が進み、農家自ら作物を加工・流通・販売に主体的かつ総合的に関わる機会が増加している。本課題では負担を強いられている農作物加工作業の省力軽労化をテーマとして、農家に意見を伺いながらニンニクを玉割りする装置の開発に取り組む選択をした。ニンニクの玉割り作業は現在手作業に頼らざるを得ない現状にある。既存の製品も存在するが、コストに見合うものではない。本開発課題では、既存の製品と遜色ない性能で低コストの装置の開発に挑み、付帯する鱗片の仕分け装置の製作にも同時に取り組むことにし、開発課題のテーマとして設定した。		
実習テーマの特徴・概要		
本実習テーマは今年度が初めての取り組みである。本テーマを実践して、「農作物加工に関わる省力軽労化システムの開発」に取り組む。重労働として負担の低減が叫ばれているニンニクの玉割作業を安価なシステムで実現することにより、低コストで農家一軒一軒への普及を目指す商品の開発に取り組む。玉割したニンニクは鱗片を整列しながら画像処理を適用することにより4gの規定重量に達しているか判別し仕分けすることを目標としている。玉割装置のプロトタイプの提示と、オプション機能として考案した仕分け装置を生産農家に提供し活用することを目指す。 開発課題としては、機械設計、画像処理、センシングおよびPLC制御技術などを適用し、実用化を想定して、ニンニクの「玉割加工を施し、鱗片サイズの判別をする」工程を、自動化するシステムの構築を目標とする。また、ニンニクサイズを画像処理で判定するために、カメラや照明を主とした撮像条件を工夫する。また各仕上げ工程の自動化でニンニクの表面に傷が付かないように仕上げ加工するための機構や制御方法を工夫する。		
No	取組目標	
①	CADを活用して、ニンニクの玉割加工を処理する機構部を設計し、各種工作機械で製作並びに組立て調整する。	
②	PLC制御により、ニンニクの鱗片判別作業の一連の工程の自動化を実現する。	
③	GUI環境を構築し、OpenCVによる画像処理でニンニクのサイズを抽出し、PLCの通信により位置補正の自動化を実現する。	
④	課題装置を設計する際に、独自性を持って創意工夫をし、品質、コスト及び納期をバランス良く調和させる。	
⑤	課題を解決するために必要な情報を収集し、分析・評価して合理的な手順や方法を提案する。	
⑥	工程・日程・人材・他部門との関係・予算・リスク等の観点から計画を立て、進捗を調整する。	
⑦	グループメンバーの意見に耳を傾け、課題解決に向けた目的や目標及び手順や方法について共通の認識を持つ。	
⑧	各自が与えられた役割を果たし、グループメンバーをフォローし合って、グループのモチベーションを維持する。	
⑨	図や表を効率的に利用した分かり易い報告書や発表会予稿原稿を作成し、発表会では制限時間内に伝えたい内容を説明する。	
⑩	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行う。	