

## 課題情報シート

テーマ名 :	リコーダー自動演奏装置の開発				
担当指導員名 :	乾、本郷、山川、工藤、村上	実施年度 :	26 年度		
施設名 :	東北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	学生数 :	8	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】

音孔押えの形状は、リコーダーの音孔部分の曲率に合わせる必要があります。また、空気の漏れ対策も必要です。曲率は、実際のを精密に測定し、削り出すことが重要です。また、吹鳴の量も大切です。音調機を使用して、適切な音の出る量をサーボバルブにて調整します。また、音孔押え（電磁ソレノイド）と吹鳴部（サーボバルブ）の制御には STM32®、Arduino®マイコンを用いています。実際の音色を実現するため、精密な空気調整及びソレノイドの励磁調整を必要とするため、機構部分及び制御部分は、微小な調整を可能にする必要があります。

#### 【訓練（指導）のポイント】

設計・製作の要所で打ち合わせを行い、プロジェクトマネジメントを実施、仕様の決定と設計の詳細を決定して行きました。従って、学生達は企業で福祉機器の開発する過程とほぼ同じ体験をしたことになります。

### 課題に関する問い合わせ先

施設名 : 東北職業能力開発大学校  
住所 : 〒987-2223 宮城県栗原市萩沢土橋 26 番地  
電話番号 : 0228-22-6614  
施設 Web アドレス : <http://www.ehdo.go.jp/miyai/ptcollege>

### 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。

## リコーダー自動演奏装置の開発

生産機械システム技術科  
生産電子システム技術科  
生産情報システム技術科

### 1. はじめに

小学校の学習指導要領では楽器演奏が必須とされ、リコーダーは音楽の授業で演奏する機会の多い楽器である。

授業でリコーダーを取り扱う場合、大勢の生徒に対して音楽教師一人で指導を行う。しかし、生徒一人ひとりに指導するには限界がある。このことから、音楽教師が生徒に対して指導する際の支援用にリコーダー自動演奏装置の開発を行った。小中学校で一般的に演奏されるリコーダーはソプラノリコーダーとアルトリコーダーであるため、この 2 種類を演奏対象とした。

生徒はリコーダー自動演奏装置の音を手本とし、タブレット PC の画面に表示される楽譜や運指を見ながら演奏することができる。また、演奏の習得度に合わせてテンポの変更を行うこともできる。

また、リコーダー演奏装置と合わせて生徒たちの音楽への興味や関心を引くため、ステッピングモータを使用したモータ単独演奏装置の開発も行った。

### 2. システム構成

図 1 にシステム構成図を示す。

タブレット PC で BMP などの楽譜を画像処理し、演奏に必要なデータを取り出し、MIDI データとして保存する。MIDI データはタブレット PC 内で演奏用のテキストデータへ変換し、Wi-Fi<sup>®</sup>経由で STM32<sup>®</sup> マイコンへと送信する。演奏部のリコーダーの音孔を押さえるソレノイドや空気を吹き込むサーボバルブ等を STM32<sup>®</sup> マイコンと Arduino<sup>®</sup> マイコンによって制御することで演奏させる。

演奏部はソプラノリコーダー用とアルトリコーダー用の装置をそれぞれ製作した。

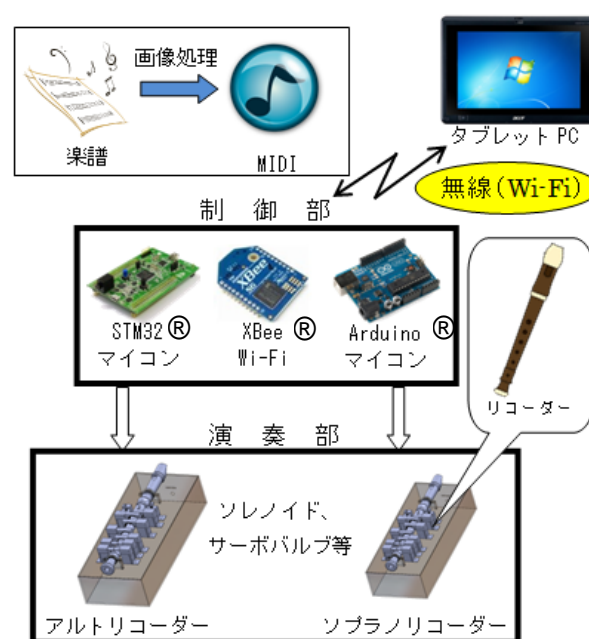


図 1 システム構成図

### 3. 音孔押さえ機構部

図 2 に音孔押さえ機構を示す。音孔押さえ機構は、プルソレノイドと亚克力製の音孔押さえ部品、復帰用の円錐ばねから構成される。リコーダーと接触する部分には塞いだ状態での空気漏れを最小限にするためにゲル素材を貼り付けている。プルソレノイドと円錐ばねによって上下することで、音孔の押さえ状態と開放状態を実現している。プルソレノイドは上から押さえることで音孔を塞いでいる。また、アルトリコーダーの裏側の音孔はプルソレノイドを上下反転して並べて設置している。ソプラノリコーダーの裏側の音孔は、間隔が狭いため、プルソレノイドを並べて配置できない。そこで、プッシュソレノイドを音孔の真下に並べて設置している。

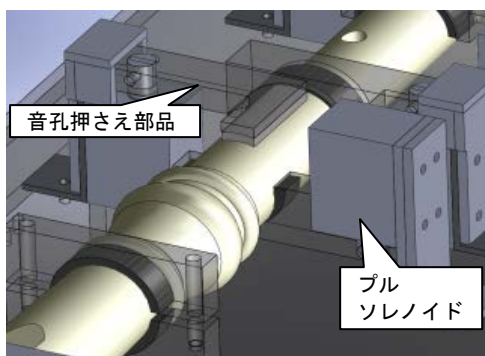


図 2 音孔押さえ機構

#### 4. 吹鳴制御

コンプレッサーで空気を圧縮し、一定量貯める。その後、コンプレッサーから空気を供給し、圧力制御弁で降圧させ、サーボバルブによって空気の流量の微調整を行う。そして、リコーダーへ空気を流すことで演奏している。

#### 5. 制御部

タブレット PC からの演奏情報を XBee Wi-Fi® を用いて、STM32® マイコンで受け取る。演奏部のソレノイド制御は、アルトリコーダーを STM32® マイコンで行い、ソプラノリコーダーを Arduino® マイコンで行う。Arduino® マイコンは STM32® マイコンからの制御情報を受け取ることで動作する。

#### 6. 楽譜読み取り

画像処理によって楽譜の画像データから音符を読み取る。画像を 2 値化し、水平方向と垂直方向のヒストグラムを求めることによって、音符の認識を行っている。読み取った情報は MIDI データとして保存する。

#### 7. 操作部

タブレット PC で演奏曲の選択や曲の再生、停止などの操作を行う。操作画面を図 3 に示す。



図 3 自動演奏機能画面

#### 8. モータ単独演奏装置

図 4 にモータ単独演奏装置のシステム構成図を示す。

本装置はリコーダー演奏装置と合わせて、生徒たちに自動演奏による興味関心を高めるために製作した。リコーダー演奏装置と比較して手軽に持ち運びが可能であり、またタブレット PC との通信処理を省くことでセッティングの容易性に優れている点が特徴である。また、モータ演奏というユニークな演奏方法をとることで音楽について興味を惹きつけることができる。

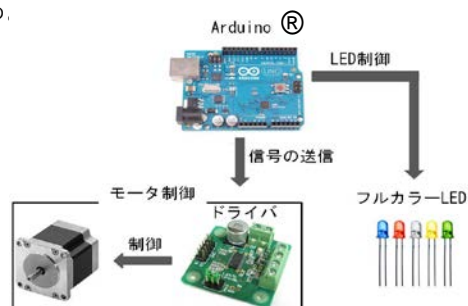


図 4 モータ単独演奏装置のシステム構成図

#### 9. おわりに

本開発課題は音楽教師が生徒へ指導する際の支援を目的に製作した。また、演奏技術向上の指導支援だけではなく、リコーダーやモータの自動演奏によって生徒たちの音楽への興味や関心を引くこともできると期待している。

実際の利用者を想定し開発することで、利用者の視点で設計することの重要性や難しさを実感した。また、開発メンバーが多いため、スケジュール調整や各科の連携がスムーズに行えない場面もあったが、完成させることができた。

今後は音楽教師の現場の声を聞き、改善を図ることによって更に実用性の高い装置になるよう完成度を高めていく。

参考文献

- 1) 島田義人、永原柊、菅井賢 (2011) 「世界の定番 ARM マイコン超入門キット STM32 ディスカバリ」 CQ 出版株式会社
- 2) 酒井幸一 (2003) 「デジタル画像処理の基礎と応用」 CQ 出版株式会社
- 3) 「学習指導要領：文部科学省」  
<[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/youryou/main4\\_a2.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/youryou/main4_a2.htm)>

# 課題実習「テーマ設定シート」

作成日： 6月20日

科名：生産システム技術系

教科の科目		実習テーマ名	
精密機器設計製作課題実習（生産機械システム技術科） 電気制御システム課題実習（生産電子システム技術科） 計測システム応用構築実習（生産情報システム技術科） （開発課題実習）		リコーダー自動演奏装置の開発	
担当教員		担当学生	
○生産機械システム技術科	乾 勝典		
生産電子情報システム技術科	本郷 秀明		
生産機械システム技術科	工藤 裕之		
生産電気システム技術科	村上 光秋		
生産電子情報システム技術科	山川 晃		
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>楽器自動演奏装置を通して、「ものづくり」全工程を行うことにより、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）を習得することを目的としています。具体的には、自動演奏機構部、電子制御回路設計製作技術、無線通信システム設計製作技術、タッチパネルプログラミング、Arduino® マイコンプログラミング、3D プログラミング習得、C#プログラミング及び作品のドキュメント作成技術並びに管理技術などの習得を目標にします。</p>			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
<p>楽器の自動演奏装置は、技術レベルのアップや楽器演奏修得度の向上を目的として様々なものが開発されています。その中でも本テーマでは、多くの人が演奏する機会のある身近なリコーダーを取り上げ、演奏修得度の向上を目的とした自動演奏装置の開発を設定した。音楽教師の負担を軽減するため、任意のリコーダー用楽譜の読取・自動演奏、ソプラノリコーダーとアルトリコーダーのアンサンブル自動演奏、人が演奏するリコーダーとのアンサンブル演奏を満たす装置を開発する。とくに人が演奏するリコーダーのテンポに自動で合わせ、アンサンブル演奏する装置は無い。これらを満たす装置の開発は音楽学習の現場において、有益であると考えられます。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>システムの概要は紙の楽譜をスキャナでタブレットPCに取り込み、楽譜内の音符情報を読み取ります。読み取った音符の情報をMIDIデータとして出力します。Wi-FiでSHマイコンへ送信し、演奏装置機構部にて演奏します。演奏装置機構部は、リコーダーの穴抑え機構、リコーダーに空気を送る笛吹機構からなります。前者はソレノイドを用い、後者は、流量制御を行えるサーボ空気圧バルブを使用します。また、演奏練習用追従機能は学習者が吹いた音のテンポを取得し、このテンポに合わせ、同じパート又は異なるパートを追従します。このプログラミングには、C#を使います。</p>			
No	取組目標		
①	装置を企画するに当たり、音楽の学習現場でのニーズ調査を行い、問題点を解決すテーマを設定させます。		
②	リコーダー運指機構、リコーダー吹きこみ機構を完成させます。		
③	機構制御部として、Arduino®及びSH®マイコン、通信としてXBee®、楽譜自動読み取り・MIDI変換、演奏追従をC#を用いて開発します。		
④	UIはタッチパネル上に音楽学習に必要なアプリケーションを実装します。		
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します。		
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、進捗を調整します。		
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ちます。		
⑧	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します。		
⑨	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		