

## 課題情報シート

課題名：	呼吸連動胸部動体ファントムの開発		
施設名：	東海職業能力開発大学校		
課程名：	応用課程	訓練科名：	生産システム系
課題の区分：	開発課題	課題の形態：	設計製作

### 課題の制作・開発目的

#### (1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

<共通>生産管理、企画開発

<生産機械システム技術科>

機械設計、精密加工、計測制御、機械系 CAD/CAM

<生産電子システム技術科>

電子回路、情報通信、組込マイコン、アクチュエータ、電子系 CAD/CAM

<生産情報システム技術科>

情報通信、計測制御システム構築、生産管理システム

#### (2) 課題に取り組む推奨段階

応用課程 2 年次

#### (3) 課題によって養成する知識、技能・技術

主として、生産機械システム技術科は機械設計、精密加工技術、生産電子システム技術科はセンサ応用技術、組込マイコン技術、生産情報システム技術科は通信技術、制御アプリケーション技術について複合的かつ応用的技術として実践的に習得すると共に、グループワークを通じてヒューマン・コンセプチュアルスキルを習得します。

#### (4) 課題実習の時間と人数

人 数：生産機械システム技術科 3名

生産電子システム技術科 3名

生産情報システム技術科 4名

時 間：9 7 2H

ガンの放射線治療装置は、定期的にファントムと呼ばれる模型を用いたQA（品質保証）が行われています。近年、4次元CTやIMRT（強度変調放射線治療）などにより、呼吸に伴う腫瘍の動きを考慮した治療が可能になってきました。これらの装置のQAには肺の動きも模擬できる動体ファントムを用いる必要ですが、既存の動体ファントムは位置決め精度や動作範囲、装置価格、重量等の問題から普及に至っていません。

そこで H21 年度、地元企業から受託研究（教員による取り組み）として依頼を受け、高度な機

構設計および電気制御技術の応用により、肺部の腫瘍の動きを正確に模擬できる軽量かつ高精度で実用性の高い新たな機能を持つ動体ファントムの試作第1号機を開発しました。試作1号機は、平成22年2月と4月に東大病院において、また10月には米国のガンセンター（MSKCC: Memorial Sloan-Kettering Cancer Center, (NY, USA)）で撮影、4DCT撮影および放射線照射を行い、性能評価、既製品の動体ファントムとの位置決め精度の比較といった実証検証を行いました。その結果、開発した動体ファントムの有用性が確認されると共に、製品化へ向けた更なる幾つかの課題が明確となりました。

動体ファントムの開発は、機械技術、電子技術および情報技術要素が融合し構成されております。また、企業および東京大学と直接情報交換および技術交流ができることから、学生の開発課題のテーマの主旨に極めて合致し有用であると考えました。そこで、試作2号機開発を平成22年度の開発課題テーマとし、生産機械システム技術科、生産電子システム電子科および生産情報システム技術科の学生グループにより取り組みを行うこととしました。

### 課題の成果概要

開発した動体ファントムの外観写真を図1に、仕様を表1に示します。ターゲット（模擬腫瘍）取り付け部分には放射線フィルムもしくは線量計が取り付けられ、企業と東京大学で製作した人体模型内部に挿入されます。そこで3軸機構により（軸の呼称については図2参照）、患者の腫瘍の模擬動作をします。

ターゲット（模擬腫瘍）取り付け部分

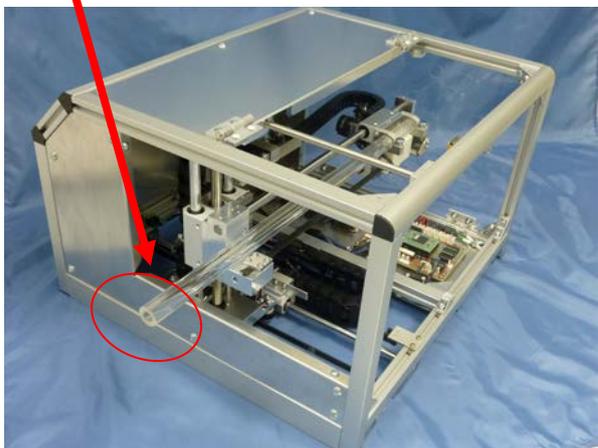


図1 開発した動体ファントムの外観

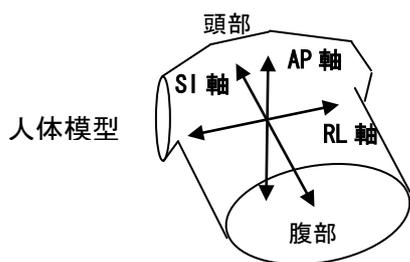


図2 軸の呼称

表1 開発した動体ファントムの仕様

機器質量	約11[kg]		
位置決め精度	±0.2[mm]		
最小移動分解能	0.02[mm]		
外形寸法	485×466×309.5[mm]		
3軸ユニット	ストローク	RL軸	250[mm]
		AP軸	150[mm]
		SI軸	320[mm]
	最高速度	RL軸	10[mm/s]
		AP軸	18[mm/s]
		SI軸	30[mm/s]
送り機構	RL軸	ベルト送り	
	AP軸	ねじ送り	
	SI軸	ベルト送り	
RPMユニット	ストローク	30[mm]	
	最高速度	25[mm/s]	
	送り機構	ねじ送り	
	単独で据え置き動作可能・本体側面に取り付け動作可能		
ターゲット（模擬腫瘍）ユニット	模擬腫瘍部	材質	アクリル
		寸法	φ5, φ10, φ20, φ30[mm/s]
装置電源	AC100~240[V]		
内部電源	DC24[V], DC5[V], DC3.3[V]		
通信規格	EIA-232-D (RS232C)		
通信ケーブル	30[m]		
通信方法	シリアル通信		
操作インターフェース	パソコン(マウス・キーボード)		

機構部分の大きな改良点は、まずCT スキャンのガントリ（円筒の撮像装置）との干渉を防ぐため、外観形状の角部分を斜めにしたことと、曲面の材料を使用し柔らかい印象としたことです。次に、軽量化、小型化とともにコスト削減のためRL 軸、SI 軸にオープンエンドベルト機構（図3参照）を採用したことです。さらに、全体としては製造コスト削減のため、部品点数や製造工程の簡素化を大幅に見直したことです。

制御およびアプリケーション部分の大きな改良点は、まず1つ目として制御用モータにロータリエンコーダを設置し、動作状況を操作用PCでモニターできるようにしたことです。2つ目は、シミュレーション機能を新たに追加し、アプリケーション画面上で腫瘍の動きが確認できるようにしました。その他、総動作時間の表示や、動作データの編集・保存、人体模型内部との干渉を回避するインターロック機能など、試作1号機の実証試験で指摘された種々の事項について対応を図りました。

完成後は、学内で実施可能な幾つかの機械的評価を行いました。その1つである位置決め精度、繰り返し精度の検証の様子と結果を図5と表2に示します。いずれも要求仕様を大きく上回る結果が得られました。その他、ストローク、最高速度等も仕様を満たしている。

改良点に挙げられていた小型化は大きく向上することはできませんでしたが、検討を行った結果、与えられた仕様を満たすためには今回得られた結果が限界であるとの結論に至りました。装置の軽量化も部分的には向上しましたが、全体としてはあまり大きな向上にならなかった点も同様です。小型、軽量化を優先するのであれば、各軸のストロークの再検討が必要です。また今回、装置組み付け後に3軸の最終端であるターゲット（模擬腫瘍）取り付け部に振動が発生してしまう問題が発生しました。ガイドを増設することで改善を図りましたが、今後動的な試験によりその効果を検証する必要があるとともに、機構の再検討も必要です。

さらに、現時点で人体模型が完成していないため、3軸ユニットと人体模型の結合部分に関しては検討していないので、今後の課題です。

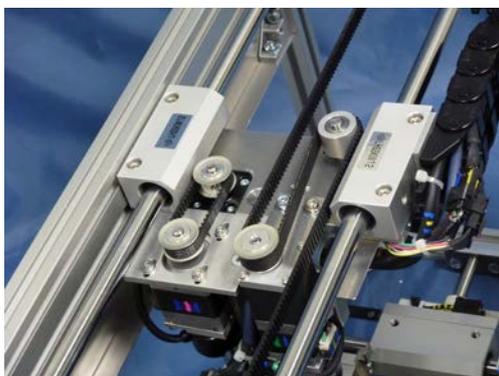


図3 オープンエンドベルト機構

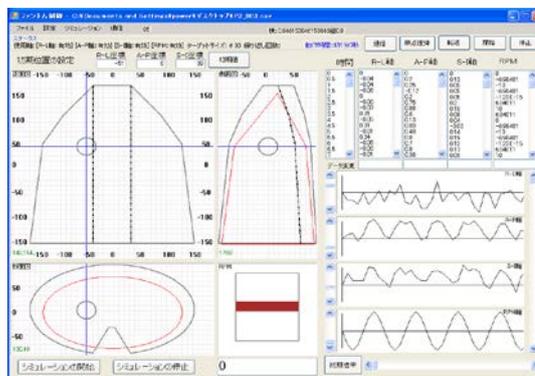


図4 アプリケーション画面



図5 精度検証の様子

表2 精度検証の結果

	位置決め精度 [mm]	繰り返し精度 [mm]
RL 軸	0.083/250	±0.021
AP 軸	0.005/150	±0.003
SI 軸	0.076/320	±0.007

## 課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

本課題の大きな特徴は、前年度に受託研究として指導員が開発した試作1号機が既に存在することです。よって、学生自身の発想力を育成するためにまずは、試作1号機を見せずに学生にゼロから考えさせることが重要でした。そして、ある時期で提示することにより、自分達が考えたものと何が違うかをしっかりと認識させることが大事であり、その論理的な根拠をしっかりと分析させることが大事です。

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>○ 企業、他大学からの要求に基づき、製造工程、製品コスト、ユーザビリティを意識した製品開発能力が習得できます。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・企画力</li> <li>・発想力</li> <li>・交渉力</li> <li>・工程管理</li> <li>・実践技術力</li> </ul> <p style="text-align: center;">(応用力、適応力)</p>	<p>◇ 本課題のポイントは、企業や大学といった外部から求められたテーマであることから、必然的に責任感が沸き、モチベーションが高まると共に、外部の人間との関わり合いの中で、コミュニケーション能力や交渉力が習得できます。</p>	<p>● 開発する装置がどのような場面で、どのように利用されるかを良く理解させました。</p> <p style="padding-left: 20px;">そこから、何が必要であるか柔軟性をもって発想させるようにしました。</p> <p style="padding-left: 20px;">また、それを実現するために学生自身がこれまでに習得した技術の何が適用できるかに結びつけ、仕様を具現化できるように指導しました。</p>

## 課題に関する問い合わせ先

**施設名** : 東海職業能力開発大学校  
**住所** : 〒501-0502  
           岐阜県揖斐郡大野町古川1-2  
**電話番号** : 0585-34-3600  
**施設 Web アドレス** : <http://www.ehdo.go.jp/gifu/tnd/>