

## 臨床工学技士養成教育における支援について

## Educational Tools and Technologies for Students of Clinical Engineering.

○新川拓也 日坂真樹 藤川智彦 橘克典 (大阪電通大)

Takuya NIKAWA, Masaki HISAKA, Tomohiko FUJIKAWA and Katsunori TACHIBANA  
Osaka Electro-Communication University*Key Words:* Electricity, Humanoid, Biomedical Engineering and Clinical Engineer

## 1. はじめに

臨床工学技士は、生命維持管理装置の操作及び保守点検を行う医療従事者の一つである。資格制定から比較的歴史が浅いとはいえ、高度医療を施す現場になくはない存在である。

著者らの所属する大阪電気通信大学医療福祉工学部医療福祉工学科は、医療技術と健康福祉工学の両方が学べる全国で唯一の学科として2001年度に開設された。本学科は、医療工学、医療情報学、健康福祉工学を3本柱として医学及び工学に関する幅広い教育を展開しており、所定の単位を取得することによって臨床工学技士の国家試験受験資格を得ることができ、開設以来140名余の臨床工学技士を輩出している。教育の特色としては基礎から応用にいたる座学のみならず、医療現場に即応できるように配慮した、様々なシミュレーションツールを用いた実習を充実させている。

本稿では、工学の基礎である電気電子工学および機械工学の実験・実習、臨床工学技士養成の一環である生体機能代行装置に関する実習について、その教育効果と共に述べる。

## 2. 基礎工学の実験・実習について

## 2-1 実機とシミュレーションソフトウェアを同時利用する電気工学実験

電気工学に関する知識は、基盤となるので極めて重要であり、特に電気回路の原理やそれに基づく計算などは、後の応用分野の学習に大きく影響する。通常の講義形態では、理論の説明および問題演習に終始し、実際の回路設計の段階でギャップを感じて戸惑うケースが多い。また、実験結果が理論値と程遠い時、その原因を究明するにも用意された教科書だけではリアルタイムに修正を加えることが困難である。

そこで本学科では、PCに実装された電気回路シミュレータを実験室に持ち込み、実機による実験と併用して学習できるように配慮している。このシミュレータの位置づけは、いわゆる「動く教科書」であり、実験中におこる様々なトラブルについて、シミュレータによる試行で検証できる。なお、実験における回路定数は、教員が座学の問題演習であらかじめ提示していたものと同じ値を用いるよう心がけており、学生が持つノートの内容と実験のそれがリンクするように工夫している。実験の内容は、直流回路の基礎(ホイートストンブリッジ回路等)からRCフィルタ回路、共振回路の理論学習にいたるまで、基本的な要素を網羅させている。実験状況をFig.1に示す。

学生諸君の満足度も比較的高く、問題解決をサポートするこのような環境の充実は、他の科目においても不可欠になりつつあると考えている。

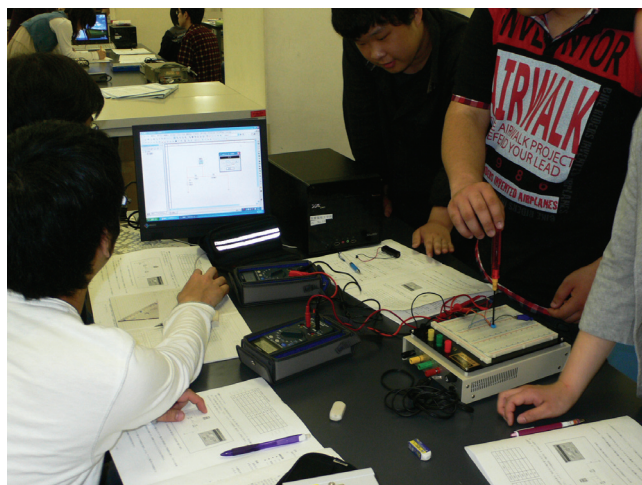


Fig. 1 Exercises on electricity



Fig. 2 Training of metal working

## 2-2 ヒューマノイド工学実習におけるロボット製作

本学科における工学系座学で得た知識を体系化し、ものづくりに展開させるために、二足歩行ロボットの開発を実習科目に取り入れている。学生は、設計製図に始まり各必要パーツの動作原理の学習、金属部材の加工、コンピュータプログラミングにいたるまでを行う。さらに、完成したロボットに対して動作評価し、開発過程のプレゼンテーションも行う。Fig.2およびFig.3にその開発の状況を示す。

この実習を経ることによって、ヒトの運動機能の優れた点、再現の難しさを体験することができる。

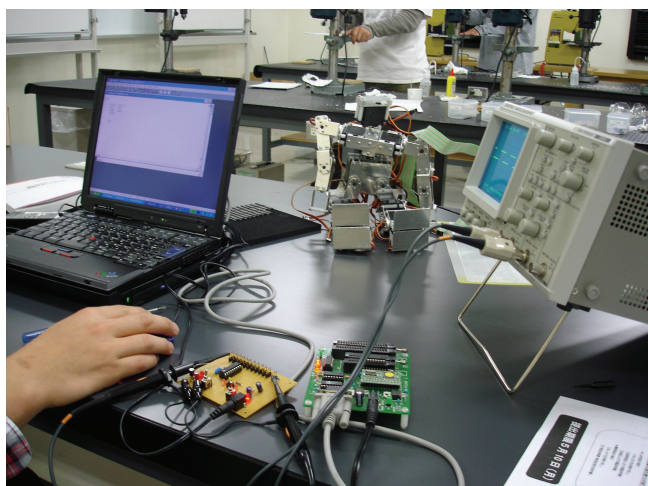


Fig. 3 Software testing

### 3. 臨床現場に則した人工心肺装置（CPB）の操作実習

心臓手術では心臓内の血液を脱血し、空にして心臓を止める必要があるため、手術時には CPB が心肺機能を代行する。CPB 業務は、小さな操作ミスが重大な医療事故へつながる可能性があり、基本的な操作技術について原理を踏まえて理解することが重要である。

CPB では Fig. 4 のように、心臓の入り口に位置する静脈（上大静脈・下大静脈）に脱血カニューレを挿入し、塩化ビニル製のチューブ（脱血回路）を接続し心臓内に灌流する血液を体外に脱血する。脱血された血液は CPB 装置の貯水槽に貯められる。脱血の血液流量はオクルーダと呼ばれる機器でコントロールされる。貯められた血液を血液ポンプで人工肺に送り、血液を酸素化する。さらに塩化ビニル製のチューブ（送血回路）を通り、動脈フィルタを通して上行大動脈に挿入された管送血カニューレへと送血され患者の体循環を確保している。心臓からの急激な脱血は患者からすれば出血と同じ事となり循環血液量の急激な変動により、たちまち血圧は低下する。心臓への不適切な返血は患者の心臓を張らせてしまい心筋にダメージを起こす。このような状況にならないように生体情報モニタで動脈圧、肺動脈圧、中心静脈圧などをリアルタイムで確認し CPB 操作を行う必要がある。

一方、教育現場で広く行われている CPB 操作実習法<sup>(1)</sup>、貯水槽を患者の心臓と仮定し、落差により脱血および返血の操作を行っている。すなわち、生体情報を得るしくみを有していないので、学生は単純な CPB 操作のみに固執し、自身の CPB 操作が患者の心臓にどのような影響を与えているのかを把握することができない。

本学科の実習では、Fig. 5 のような患者模擬回路を作成し、心臓手術における患者の生体情報を Fig. 6 の生体情報モニタで表示し、学生が生体情報の変化を捉えながら CPB 操作を行う。

本実習により、手術の流れに則した生体情報の変化にもとづく CPB 操作の習得が可能となった。また、CPB 操作により患者模擬回路（患者）にどのような物理的現象が起こっているのか視覚的に理解し、CPB 業務中のトラブル症例を再現して、その回避方法を習得することができる。

### 4. おわりに

本稿では、本学科の臨床工学技士養成カリキュラムから座学と実習をリンクさせた理論—応用双方を併修できる教

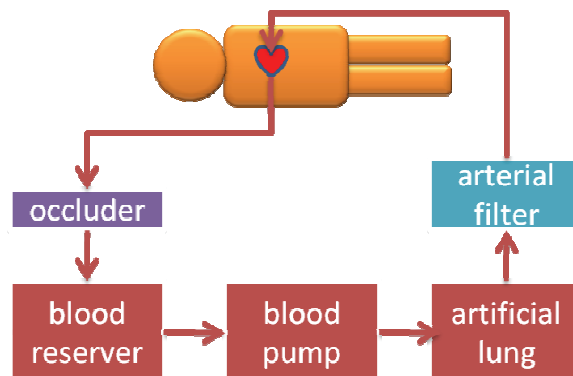


Fig. 4 Cardiopulmonary bypass: CPB



Fig. 5 Simulated patient for exercise on CPB management



Fig. 6 Telemeter

育の実態を紹介した。臨床工学技士が扱う医療機器は日進月歩で進化していくが、教育現場はそれに即時対応できるような基礎力、応用力を兼ね備えた人材を育てなければならない。そのためには、養成支援が十分に行える教育ツールを逐次構築する必要がある、教育を施す側にも相応のスキルが求められているのが現状である。

### 参考文献

- (1) 赤地吏, 百瀬直樹, 補助人工心臓を使った人工心肺シミュレーター回路の作製, 体外循環技術, vol.37 no.1, pp.50-52, 2010.