

# 課題情報シート

テーマ名 :	ECG カロリーカウンタの制作				
担当指導員名 :	望月隆生	実施年度 :	23 年度		
施設名 :	東海職業能力開発大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	電子情報技術科		
課題の区分 :	総合制作実習課題	学生数 :	3	時間 :	12 単位 (216h)

## 課題制作・開発のポイント

### 【開発（制作）のポイント】

ハードウェアはH8<sup>®</sup>マイコンを中心に生体信号計測回路、グラフィックLCD、キャラクタLCD、カーソルキーで構成されています。

ECG（心電）信号の測定回路は計測アンプを初段にLPF、非反転アンプと接続し、最後にオフセット付加回路でバイポーラ信号をユニポーラ化してH8<sup>®</sup>のA/D入力に接続しています。なお生体電極の装着はNASA法を採用しました。

ソフトウェアは、A/D 変換、心電図表示、消費カロリー算出、ユーザーインターフェース等の機能を割込み処理で実装しています。

心拍数から消費カロリーの算出については、精密な実験装置を用いた研究が既に存在し、近似式の提案も行われていたため、これを基にアルゴリズムを構築しました。

### 【訓練（指導）のポイント】

期間の前半では、それぞれの学生の分担を「生体信号計測回路の設計と実験」、「A/D 変換とグラフィック LCD 制御による波形表示のハードウェアとソフトウェアの開発」、「キャラクタ LCD 制御とカーソルキーによるユーザーインターフェースのハードウェアとソフトウェアの開発」としました。後半では「統合化された回路基板の設計」、「ケースの設計」、「カロリー算出機能実装とプログラムの統合化」を作業分担しました。

前半では各自が独立して作業を進める形態とし、後半では互いに綿密な打ち合わせと情報共有が必要となるように配慮しました。

スケジューリングや分担調整は担当指導員が中心に行う一方で、具体的な開発作業は学生の主体性に委ねました。

## 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 (代表)  
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/gifu/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。

# ECG カロリーカウンタの制作

柴田和真 加地洋介 若松夏希

## 1. はじめに

日々の食事と運動が私たちの美と健康を支えている。カロリー管理はそのバランスをとるために必須といっても過言ではない。昨今の飲食店のメニュー表、食品のパッケージにはカロリーが表記されているため、私たちがどれだけのカロリーを摂取しているかは、比較的容易にわかる。一方、消費するカロリーもカロリーカウンタと呼ばれる機器によって測ることができる。しかし、市販されている歩数計測などによる手法では、睡眠時など、運動時以外での計測ができない。そこで、本制作では ECG (Electrocardiogram: 心電図) 測定による心拍数から総消費カロリーを算出するポータブル機器を開発した。

## 2. 原理

人間の消費カロリーは酸素消費量に比例することから、正確な消費カロリーは酸素消費量の測定によって求められる。しかし、正確な酸素消費量を測定するには医療機器などの大掛かりな装置が必要となってしまう。一方、酸素消費量は心拍数と高い相関を示すことが知られている。これに基づいて心拍数から消費カロリーを推定値として算出することが可能と報告されている。(1), (2), (3)

心拍数から消費カロリーの推定値を求めることで運動による消費カロリーだけでなく、基礎代謝による消費カロリーを含めた総消費カロリーが簡便に測定できる。

## 3. システム構成

### (1) 心電図測定

体に装着した電極から心電測定回路を使用し心電

信号を測定する。測定した心電信号はグラフィックディスプレイに心電図として表示する。

電極の装着は筋電図の混入が少なく、不整脈判定に役立つ装着法である NASA 誘導を採用した。

### (2) 消費カロリー測定

心電信号から心拍数を測定し、心拍数より消費カロリーをリアルタイムに算出し、キャラクタディスプレイに表示する。

摂取したカロリーはその都度キー入力することができ、総カロリーとして保存される。摂取した総カロリーと消費カロリーをディスプレイ上で比較することができる。

## 4 構成

### (1) ハードウェア

ハードウェアの構成を図 1 に示す。ハードウェアは、心電信号を計測する ECG アンプ、各パラメータ(体重など)の入力キー、消費カロリーを表示するキャラクタディスプレイ、心電図を表示するグラフィックディスプレイがそれぞれ H8<sup>®</sup>マイコンに接続されている。

ECG アンプの回路構成を図 2 に示す。電極から取り出した心電信号を計測アンプで増幅し、ローパスフィルタ回路でノイズを除去、さらに増幅回路で信号を増幅する。ユニポーラ信号に変換するためのオフセット回路を通して H8<sup>®</sup>マイコンで処理できるようにする。また、反転した積分信号を計測アンプのリファレンスに入力することで直流成分を除去し、体の基準電位を反転信号でドライブして同相ノイズをキャンセルする。

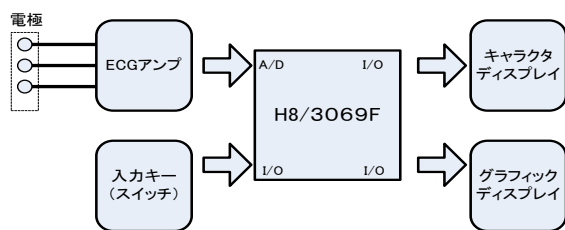


図1 ハードウェアの構成

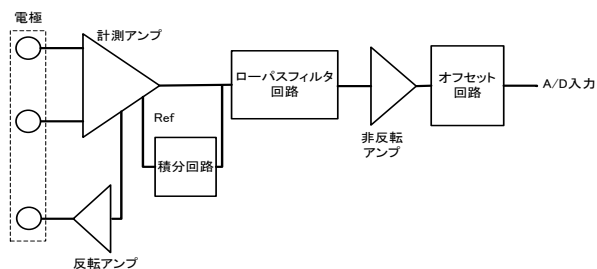


図2 ECG アンプの回路構成

## (2) ソフトウェア

以下の機能を中心に関数化してマイコンに実装した。なお、心電信号の A/D 変換、心拍数の測定は割り込み処理を利用して実現した。

- ・グラフィックディスプレイの制御
- ・キャラクタディスプレイの制御
- ・キー入力の制御
- ・起動画面および menu 画面、各パラメータの入力およびデータの保持、消去
- ・心電信号の A/D 変換と心拍検出
- ・心拍数の測定、心電図の表示
- ・消費カロリー等の算出と表示

## 5 動作テスト

制作した ECG カロリーカウンタを図3と図4に示す。心電信号を心電図としてグラフィックディスプレイにおいて確認することができた。心拍数、消費カロリー、摂取した総カロリーをキャラクタディスプレイにおいて確認することができた。

## 6 おわりに

心拍数から消費カロリーを算出することにより、大掛かりな装置を使用しなくても消費カロリーを簡単に測定できる機器を制作することができた。

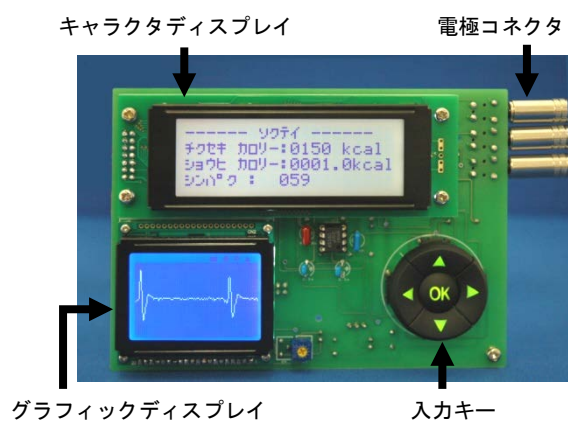
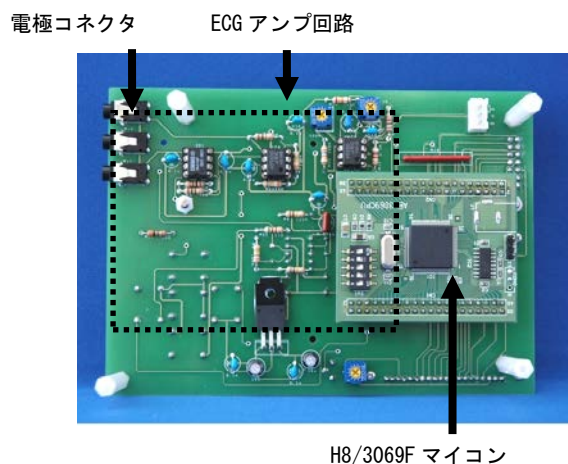


図3 制作した ECG カロリーカウンタ (表)



H8/3069F マイコン

図4 制作した ECG カロリーカウンタ (裏)

今回、制作したような基礎代謝を含めた消費カロリー測定機はスポーツ機器、健康機器、医療機器など幅広い分野で活用できると考えられる。

本制作では、機器を持ち歩けるサイズを目指していたが重量、サイズともに若干大きくなってしまった。さらなる小型化が今後の課題として挙げられる。

### 参考文献

- (1) 鈴木昭太郎, 西谷明子他: トレッドミルの運動負荷によるエネルギー消費量と心拍数との関係, 日本体育学会第38大会論文集 (1987)
- (2) 鈴木昭太郎, 西谷明子他: トレッドミルの負荷量の運動機能に与える影響, 中央大学保健体育研究所紀要 vol. 4, 89-126 (1986)
- (3) 鈴木昭太郎, 西谷明子他: 酸素摂取量からの計算した消費カロリー消費量と心拍法: RMR 法および METS 法による値との比較, 日本体育学会第39大会論文集 (1988)

# 課題実習「テーマ設定シート」

作成日：平成24年9月20日

科名：電子情報技術科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		ECG カロリーカウンタの制作	
担当教員		担当学生	
望月 隆生		加地 洋介	柴田 和真
		若松 夏希	
課題実習の技能・技術習得目標			
ECG カロリーカウンタの制作を通じて、電子回路設計、CAD による基板設計、マイコンの組み込みプログラミングなどの技術を習得する。			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
日々の食事と運動が私たちの美と健康を支えており、カロリー管理はそのバランスをとるために必須である。飲食店のメニュー表や食品のパッケージにはカロリーが表記されているため、摂取カロリーの把握は比較的容易である。一方、消費カロリーについてはカロリーカウンタと呼ばれる機器によって測ることができるが、市販されている歩数計測などによる手法では、安静時や睡眠時など、運動時以外での計測ができない。そこで、本制作では ECG (Electrocardiogram : 心電図) 測定による心拍数から一日の総消費カロリーを算出する機器を開発する。			
実習テーマの特徴・概要			
システムは、心電測定回路、マイコン、キャラクタ用 LCD、グラフィック用 LCD から構成される。 心電測定回路により体に張り付けた電極から ECG 信号を測定し、マイコンは ECG 信号を処理して、LCD に心電図と消費カロリーを表示する。 必要なパラメータはキー入力により設定する。			
No	取組目標		
①	体に張り付けた電極から心電・心拍数を測定する		
②	測定した心電・心拍数から消費カロリーを算出する		
③	摂取カロリーを入力し、どれだけ消費したか算出する		
④	算出した消費カロリーを LCD に表示する		
⑤	測定した心電図を LCD に表示する		
⑥	グループ検討により仕様を定める		
⑦	機能ごとに開発を分担し、グループで開発を進める		
⑧	5 S (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。		
⑨			
⑩			