

## 音楽再生装置 iPod を用いた高専モノづくり情報技術教育の検討— L C A環境評価— Study on Information Technology Education of Manufacturing Education in National College of Technology using iPod Drive — Environmental Study of Life Cycle Assisment —

牧野 俊昭†  
Toshiaki Makino

上野 正博†  
Masahiro Ueno

永尾 由起†  
Yuki Nagao

### 1. はじめに

JABEE 認定の高専モノづくり技術教育では、IT 技術などを用いた創造性豊かなアプローチが必要不可欠である。今回、世界 Top 技術のコンセプトで商品化された音楽再生装置 iPod の進化技術を調査すると共にモノづくりに必要な環境情報(ライフサイクルアセスメント、以下 LCA と称する)評価を卒業研究で行ったので報告する。

### 2. iPod 進化の技術動向とエコ iPod の検討

現在、大容量 HDD やフラッシュメモリを搭載した音楽再生装置が著しく普及している。中でも米国アップルコンピュータ社が 2001 年 11 月に発売を開始した「iPod」シリーズは大ヒットした。その後、市場動向に沿って大容量化、小型化、高性能化(動画再生、フラッシュメモリ大容量化)等、music player の枠を超えた形へと進化し続けている。現在も市場ニーズに沿って、新たな iPod(iPhone)への挑戦を続けている。そこで、需要が伸び続けている音楽再生装置について近年、社会問題となって来た地球温暖化の対策を考慮した検討を行うことにした。

本研究では、30GB の HDD を搭載した「第 5 世代 iPod」とフラッシュメモリ(1GB の NAND 型)を搭載した「iPod shuffle」の L C A 環境評価を行い、環境負荷低減が可能なエコ iPod の提案を行う。

### 3. 高専モノづくり情報技術の教育内容

電子制御工学科の情報技術の教育内容は図 1 に示すように、低学年で情報処理の基礎を学び、高学年でモノづくり情報技術に関係した応用演習や卒業研究を行うなど工夫を凝らしている。また、図示していないが、専攻科を含めた JABEE 認定の技術者教育プログラム「工学(融合複合・新領域)」の技術教育の基礎になっている。

### 4. 音楽再生装置 iPod の環境低減化の検討

現状の第 5 世代 iPod のケース部は熱加塑性プラスチックから作られた表カバーと、ステンレス材をプレス加工した裏ベースによって構成されている。しかしケース重量は 42g で、全体の約 3 分の 1 にもなる。以前の研究成果より、「重量と環境負荷は比例関係にある」と言うことが分かっている。このため、重量を軽くすることが環境負荷低減策の一つである。よって、今回、ケース部の材料に竹素材を用いて全体を軽量化することにした。また、軽量化することによって従来、水中に落とした場合では沈んでいたものを浮き上がらせることができる「フロート型」の iPod も検討することにした。竹素材は比重が 0.76 と低く従来の材料よりも軽量効果がある。

### 5. 竹素材ケースの製作と L C A 評価の検討

竹素材ケースから成るエコ iPod を提案するため、まず L C A 評価を行った後、実際に竹素材を用いて現在の第 5 世代 iPod のケースと同じものを設計・製作した。それを図 2 (左側が従来のプラスチック材、右側が竹素材)に示す。今回、提案した形状は裏ベースに表カバーを差し込むことで接着材を少なくすることにした。これにより切削加工工程を簡素化でき、環境負荷を小さくできるため CO<sub>2</sub> 及び各環境負荷項目を軽減できる。

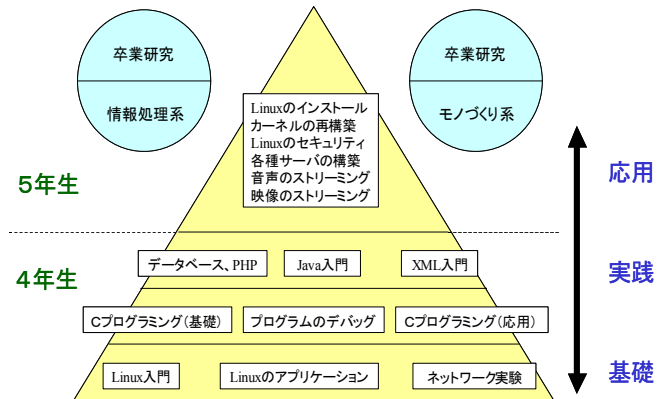


図 1. 電子制御工学科の情報技術の教育内容

竹素材は西都株式会社(山口市)より厚み 3mm、幅 70mm、長さ 500mm のものを提供していただき、それを NC 工作機等で加工することにした。本ケースをさらに軽量化すると、水に浮く(フロート型)特性が得られるため、その機能も視野に入れて、卒業研究生が製作した。

最初に竹素材を糸鋸で 6 つのパーツに切断し、表カバーの穴あけにはボール盤、表示パネル部の穴あけには NC 工作機を用いた。そして、それらのパーツを組合せ接着し、製作した。その外観を写真 1 に示す。左側が従来、右側が今回のものである。



図 2. 従来品と竹素材ケースの外観

† 佐世保工業高等専門学校 電子制御工学科  
長崎県佐世保市沖新町 1-1 (857-1171)  
E-mail tmakino@post.cc.sasebo.ac.jp

竹素材ケースを図3に示し、その寸法は以下の如くである。  
 寸応：111mm(L)×71mm(D)×17mm(H)  
 重量：35.6g

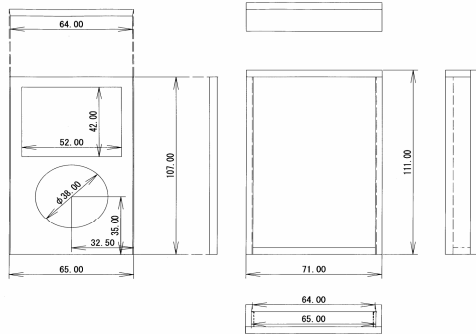


図3. 従来品と竹素材ケースの外観



図4. 第5世代 iPod の分解外観

表1. 第5世代 iPod の主な仕様

主な部品名	主な素材	重量(g)
表カバー	PA66	9.8
裏ベース	SUS	32.2
HDD	HDD	46.6
基盤	実装基盤	15.5
キーパッド	PA66	2.3
ボタン部	PA66	0.2
表示パネル	液晶パネル	10
電池パック	Li-イオン電池	11.7
その他部品	PA66	4.9

表2. iPod shuffle の主な仕様

主な部品名	主な素材	重量(g)
ケース	アルミ	8.2
蓋	PA66	0.2
蓋	PA66	0.1
基盤	実装基盤	2.9
キーパッド	PA66	0.6
電池パック	Li-イオン電池	2.6
その他部品	PA66	0.6
その他部品	SUS	0.9

今回、図4に示した音楽再生装置 iPod の仕様を表1、2に示す。iPod シリーズと今回提案したエコ iPod の LCA 計算結果 (CO<sub>2</sub> 排出量) を図5に示す。

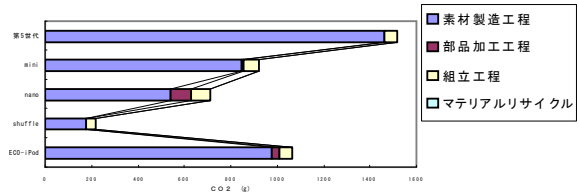


図5. iPod シリーズとエコ iPod の計算結果

## 6. エコドライブのフィジビリティスタディ

現在の iPod シリーズの電池には、リチウムイオン電池が用いられている。本電池は小型で軽い割にエネルギー密度が高く、約 3.7V という高電圧を出力するため最近の小型電子機器には、ほとんど搭載されている。一方、近年注目されている新エネルギーは、まだ小型・高電圧化などの点においてリチウムイオン電池に劣るものの、環境に優しいエコドライブ性能があり図6に示す3つのものを今回提案した。特に、iPod の電池部分をエコドライブ化し、環境負荷を低減させることを目的とする。その LCA 計算結果を図6に示す。

太陽光電池は、光エネルギーを直接電力に変換するため、無尽蔵で枯渇がない太陽光はただであり、地域的制限がなく変換効率がシステムの大小にかかわらず一定で必要に応じて取り出せる。他にゼーベック電池や手動発電機を提案検討した。

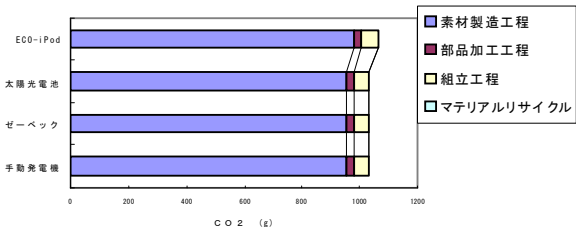


図6. エコドライブの LCA 計算結果

## 7. まとめ

今回、LCA 環境評価法を用いて、音楽再生装置 iPod シリーズ(第5世代 iPod, iPod shuffle など)を用いて環境評価を定量的、かつ総合的に比較評価し、環境負荷の低減策を提案した。また竹素材ケースの開発による軽量化やエコドライブ化により従来より環境負荷を低減できる可能性の検討を行った。

## 参考文献

- 1)Eco-Assist ホームページ：<http://www.ecoassist.com/>
- 2)ライフサイクルアセスメントの実践：化学工業日報社(1996)
- 3)エネルギーと LCA 調査報告書：(社)日本機械学会(2000)
- 4)宮本博司：学生のための基礎材料学，日刊工業(2003)
- 5)インターネット LCA Ver3 操作マニュアル：(株)日立製作所 iPod ホームページ：<http://www.apple.com/jp/>
- 6)牧野他 3 名：小形情報機器のライフサイクルアセスメント環境評価，第 24SICE 九州講演会,202B2,pp.115-116(2005-12)