

# ペットボトルのLCA

武蔵工業大学 環境情報学部  
環境情報学科 伊坪研究室  
学籍番号0431015 石井 伴幸

## 目次

## 第1章 序論

## 1.1 社会的背景

## 第2章 研究目的

## 2.1 研究目的

## 2.2 研究内容

## 2.2.1 インベントリ分析

## 2.2.2 環境負荷削減方法について

## 2.2.3 薄肉化ペットボトルとの比較

## 2.2.4 日本全体のペットボトルについて

## 第3章 考察と結論

## 3.1 考察

## 3.1.1 薄肉化ペットボトルについて

## 3.1.2 リサイクルについて

## 3.2 結論

- 謝辞
- 参考文献

## 第1章 序論

### 1. 1 社会的背景

1997年に京都議定書が提出された。地球温暖化の原因の温暖化ガスを先進国で削減するというものである。しかし日本はCO<sub>2</sub>排出量を1990年を基準として、6%削減しなければならぬが、現在の段階では+8%と減少どころか増加している。

ごみ処分場は有害物質の拡散、最終処分場の確保など環境面において問題がおきている。また、大量生産は我々に便利な生活を提供してくれたが、残存量が懸念されている化石資源の莫大な消費、使い捨てや買い替えによる大量のゴミの廃棄など（これは一部ゴミ問題と関わっている）問題が生じている。ペットボトルの生産量は2005年では約57万トンあり、これは1997年の約25万トンと比べ2倍以上になっている。

このように環境問題が大変問題になっている。容リ法の制定、リサイクル・リユース・リデュースの呼びかけなど環境への意識が高まっていると思われる。廃棄されたペットボトルはプラスチックとして回収される場合があるが、その廃棄プラスチックを主に中国が輸入している。

今回、大量に消費されていて身近なものであるペットボトルをLCAによって環境への影響がどのくらいあるのか調べてみた。

文献	プロセス	調査範囲	CO <sub>2</sub> 排出量
PET 協 2004	分離 できない	資源から 充填	PET のサイズごとに 表記
PET 協 2006	分離 できない	資源から リサイクル	巻末資料に 表記
容器間比較研究会 2001	別々に 表記	資源から 流通	プロセスごとに 表記
政策科学研究所 平成 17 年	分離 できない	資源から リサイクル	巻末資料に 表記

## 第2章 研究目的

### 2.1 研究目的

本研究には社会的背景を受けた3つの研究目的がある。

- LCAソフトを使い、ペットボトル1本のCO<sub>2</sub>排出量を調べる
- ペットボトルにおいて、どのプロセスが一番環境負荷が高いかを調べる
- ペットボトルの環境負荷削減のための試みについて評価する

LCAを実際に行ってみるということでLCAソフトのJEMAI-Proを使い、耐熱ペットボトル500ml1本あたり、素材はポリエチレンテレフタレート、重量28.786gとし、インベントリ分析をしてCO<sub>2</sub>排出量を評価した。そして、ペットボトル内をプロセスごとに排出量を見て、一番排出量が高い部分を調べた。また、ペットボトルにおける環境負荷を削減する方法として、実際に行われているものについてどの程度効果が上がっているか評価した。

### 2.2 研究内容

LCAソフトを使いインベントリ分析をすると前にも書いたが、今回インベントリ分析において使うデータとして文献から用いた。インベントリ分析に使用したデータは容器間比較研究会のもので、なぜこの文献のデータを使用したかという点、まず入力が容易なことが挙げられる。ペットボトルについてLCAを実際にして、インベントリ結果などのデータを示している文献は多いのだが、それはプロセス全体の環境負荷でありそれぞれのプロセスについて分けることができないものだった。容器間比較研究会のデータは入力事項が蒸気、電力、C重油と少ないがそれぞれのプロセスごとに分けられていたので使用することにした。プロセスごとに載っていたことが一番大きな要因だった。

インベントリ分析ができれば、その算出したデータをいくつかの文献のデータと比較して問題ないデータかどうかを比較する。文献とのデータの整合性がとれたら、実際に行われている環境負荷削減方法について2つ評価した。

1. 薄肉化によるペットボトルの軽量化
2. 回収率の上昇による削減効果

薄肉化したペットボトルとしてはいくつか種類がある（500mlのものが18g、約30パーセントの軽量化に成功した例が軽量化として挙げられる）が、今回はキリンビバレッジのペコロジーボトルについて参考にした。注意事項として、ペコロジーボトルは2Lサイズだが、500mlの耐熱であると仮定して様々な比較に用いた。

回収率の上昇とは、使用済みペットボトルをリサイクルする量に関わっている。回収率が増加するとより多くのペットボトルがリサイクルされることになるので、リサイクル率

上昇に直結する。

### 2.2.1 インベントリ分析

LCA を行うためにはフローを先に記述しなければならない。先に書いたとおり、容器間比較研究会の文献のデータを用いたが、フローも容器間比較研究会のものを使用した。図として次にフローを示す。

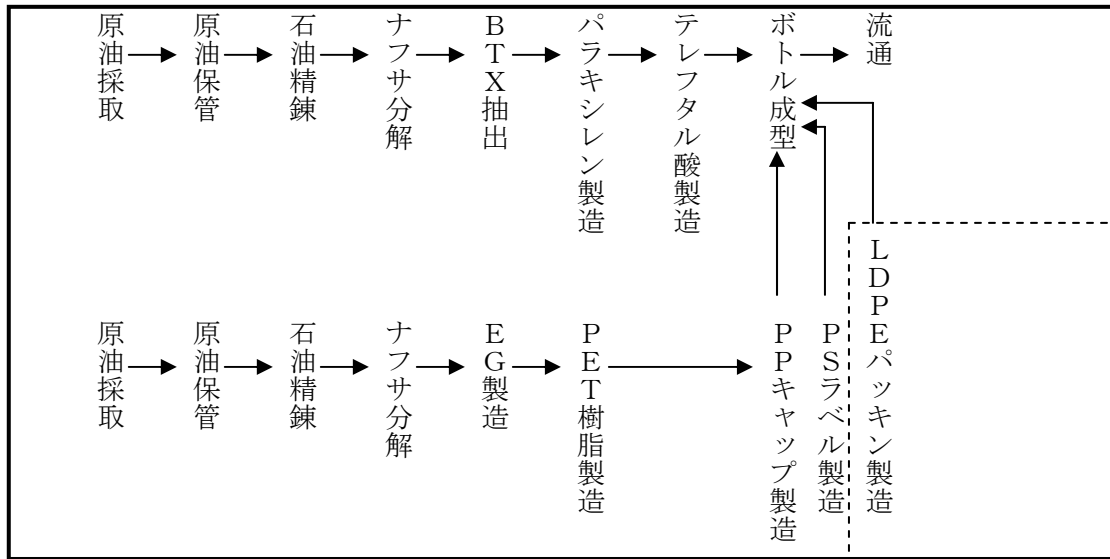


図 2.2.1-1 LCA のシステム境界 破線はシステム境界外

原油採取、原油保管などの項目がプロセスになる。各プロセスにデータを入力し、LCA ソフトで計算した。ここでペットボトル本体のインベントリ結果が出たので、他の文献と比較したものを図として次に示す。比較に使用した文献は PET ボトル協議会と政策科学研究所の 2 つである。容器間比較となっているのは、容器間比較研究会の文献のデータを使い自分で JEMAI-Pro で計算したものである。

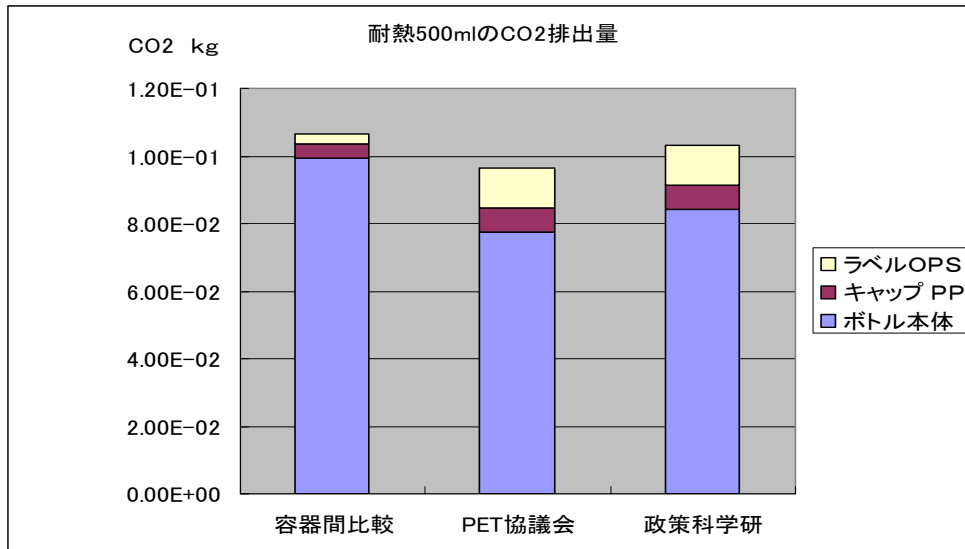


図 2.2.1-2 500ml ペットボトルを文献ごとの比較結果

LCA ソフトで計算した結果を詳しく見るために、プロセス別に CO2 排出量を表したものを図として次に示す。文献との比較によりボトル本体にばらつきが見られるものの、大きな誤差は見受けられなかった。

この結果から、どのデータもボトル本体の占める割合が多いことがわかる。次にボトル本体内部について細かく見た図を示す。

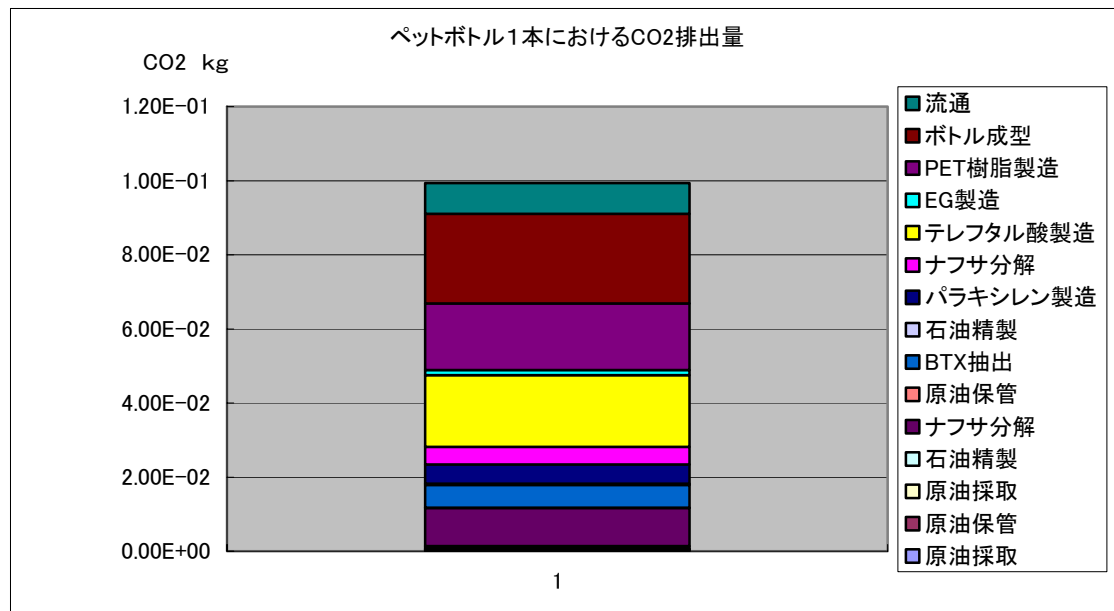


図 2.2.1-3 プロセスごとの CO2 排出量 ラベル、キャップは含まない

図 2.2.1-3 により、ボトル成型と PET 樹脂製造、テレフタル酸製造の 3 つが排出量が多

いことがわかる。次にこの3つを詳しく見るために図として示す。

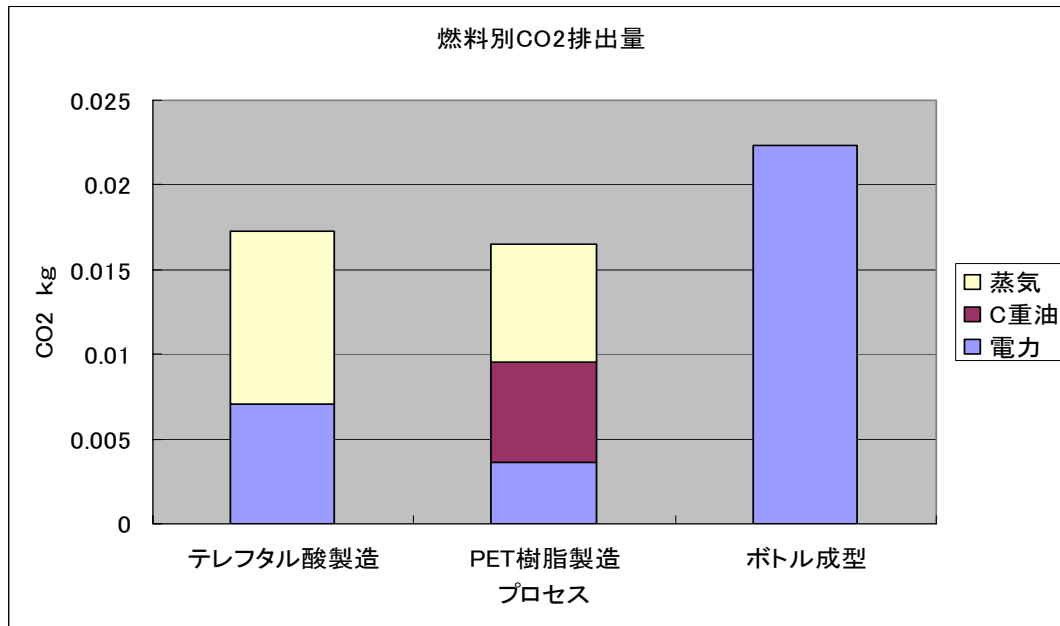


図 2.2.1-4 プロセス内部の CO2 排出量

図 2.2.1-4 を見てわかるように、ボトル成型・PET樹脂製造・テレフタル産製造、3つのプロセスの内、ボトル成型の CO2 排出量が一番大きいことがわかった。また、ボトル成型のプロセス内において電力が CO2 排出量に大きく関わっていることがわかった。

## 2.2.2 環境負荷削減方法について

環境負荷を削減する方法は数多く存在するが、先に書いたとおり薄肉化と回収率上昇による効果の2つについて考えた。薄肉化ペットボトルとは、ペットボトルの壁面を薄くすることで重量を従来品の3分の2にしたものだ。また、輸送時にはプリフォームという試験管状のものを使用し、それを工場で成型するので輸送時の環境負荷を減らしている。また、ボトル成型に使う電気代が30秒から20秒以下になった。

順番としては、プリフォームを成型してボトル状にする、中身を充填する、ラベルとキャップを取り付けるというようになる。

## 2.2.3 薄肉化ペットボトルとの比較

インベントリ分析した容器間比較研究会のデータと薄肉化ペットボトルを比較して、薄肉化ペットボトルではどのぐらい環境負荷を減らしているか評価した。薄肉化ボトルは重量を3分の2としている。重量が3分の2というのは、企業のHPにあったペコロジーボトルを参考としている。従来のペットボトルとして容器間比較研究会のもの(図 2.2.1-2の容器間比較のものと同じ)と、薄肉化ボトルを比較したものを図として次に示す。

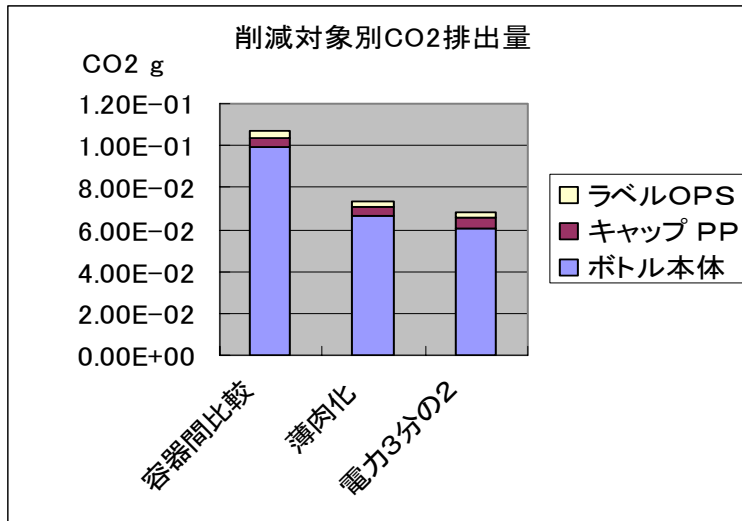


図 2.2.3-1 薄肉化ペットボトルとの比較結果 電力 3 分の 2 とは、電力の消費が最も多いとされるボトルの成型にかかる電力を、ボトル成型のプロセス内の電力を 3 分の 2 とした

本来、薄肉化と電力 3 分の 2 は同時に行われるが、違いを見るためあえて別に表した。上の図から容器間比較と薄肉化を見ると、あきらかに薄肉化の方が CO2 排出量が少ない。これは、ボトル本体が減っていることから重量を減らした影響が出ていると思われる。薄肉化と電力 3 分の 2 を見ると、ほとんど変わらないことがわかる。これは電力削減より重量を減らしたほうが、影響が大きいことを示している。薄肉化は効果があるといえる。

#### 2.2.4 日本全体のペットボトルについて

これまではペットボトル 1 本あたりの環境負荷を見てきた。その延長として日本全体のペットボトルに 薄肉化した場合の環境負荷について見てみた。

まず、日本全体のペットボトル生産量について年代別に表したものを図として示す。また、それにあわせてペットボトルの回収率を年代別に表したものを図として示す。



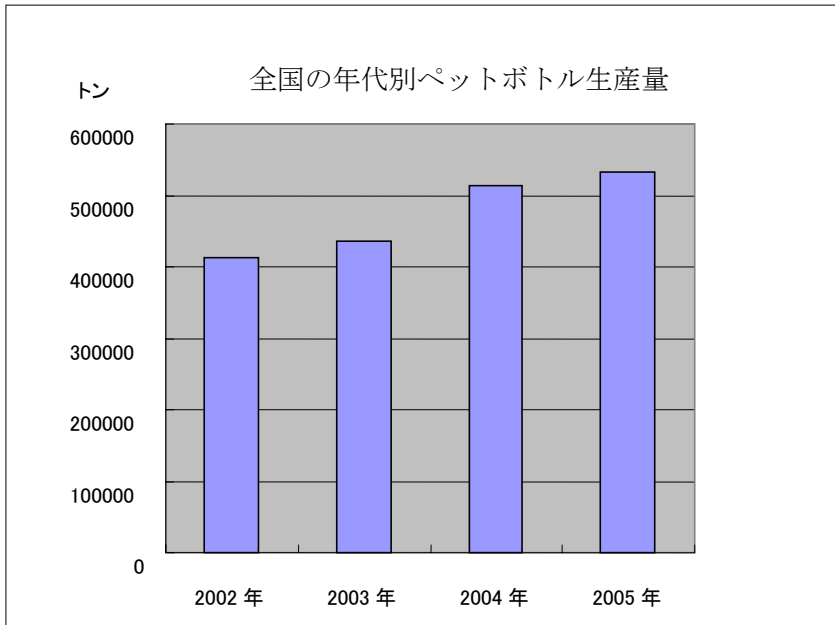


図 2. 2. 4-1 日本のペットボトル全体の年代別生産量

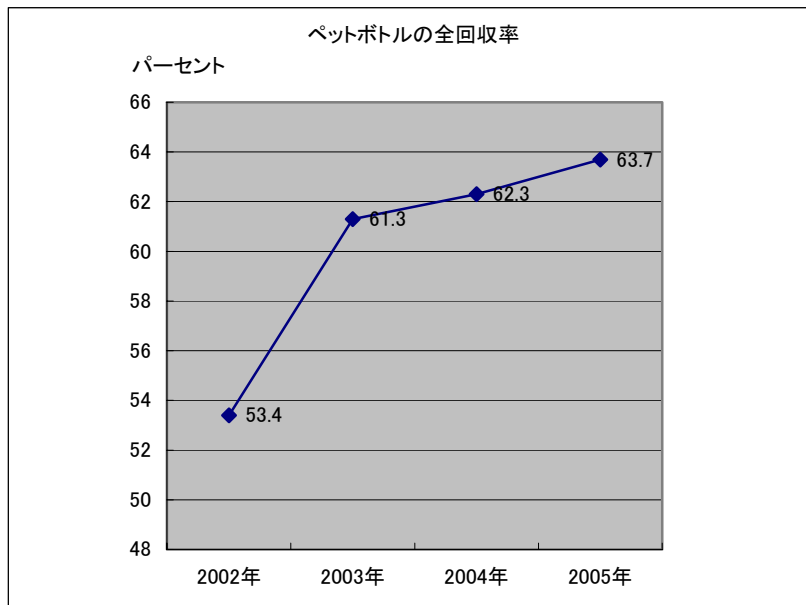


図 2. 2. 4-2 ペットボトルの年代別回収率

図からわかるようにペットボトルの生産量は少しずつ増えている。回収率に関しても2002年から2003年の部分では8パーセントの伸びを見せるがそれ以降は1パーセント弱の伸びしか見せていない。

次に、すべてのペットボトルを薄肉化した場合についてCO<sub>2</sub>排出量で表したものを図と

して示す。

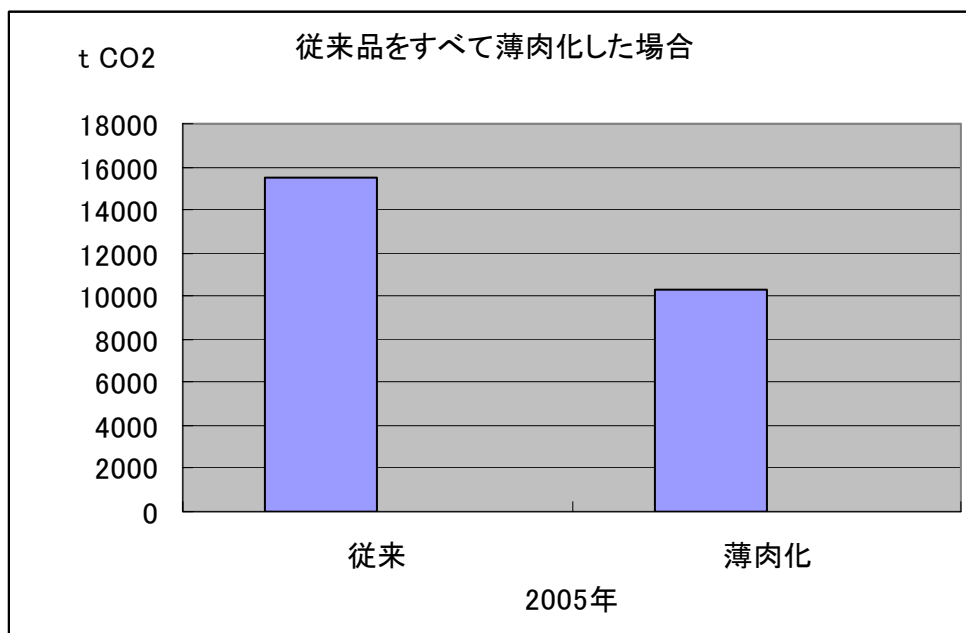


図 2.2.4-3 日本全体のペットボトル生産量を全て薄肉化した場合

図を見ると、従来品に比べ約 5000 トンの CO2 の削減が可能であることがわかる。

## 第3章 考察と結論

### 3.1 考察

#### 3.1.1 薄肉化ペットボトルについて

電力節約などに比べ、ペットボトルの軽量化による CO2 排出量削減効果が高いことがわかった。すべてのペットボトルを薄肉化することで大幅に CO2 排出量を減らすことができる。

#### 3.1.2 リサイクルについて

回収率の違いによる CO2 削減効果を図で見ると、回収率 62.7 パーセントに対する効果では、回収率 80 パーセントで約 11 パーセント、回収率 90 パーセントで約 17 パーセントとなっている。回収率の上昇による環境負荷削減の効果は大きいですが、年代別ペットボトルの回収率を見ると、伸びが少なく現実的ではない。しかしながら、現在も少しずつ上昇している傾向にある。

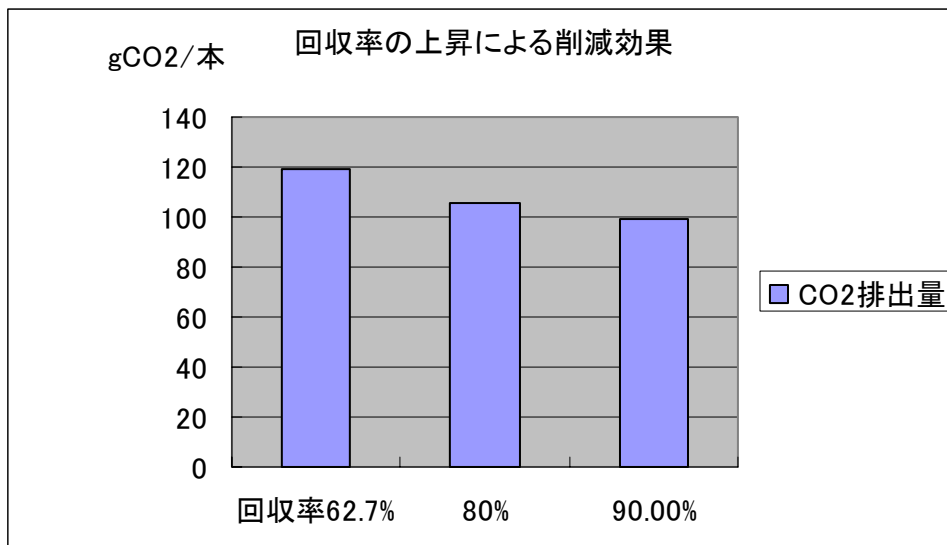


図 3.1.2-1 回収率上昇による CO2 排出量の変化

### 3.2 結論

電力削減、回収率上昇による削減、ペットボトルの重量削減など CO2 削減効果を見てきた中で、一番削減効果が高いものはペットボトルの重量削減（薄肉化）だった。これについて見てみると、ペットボトルをすべて薄肉化できると仮定すると、CO2 排出量を 3 分の 1 ほど削減できる。

また、CO2 排出量を効率よく削減するには、薄肉化と同時に、リサイクルによる削減効

果を上げるために、回収率を伸ばしていくことが望ましいと考えられる。

生産量はまだまだ増加しているため、生産量を少なくするという方法も挙げられる。

#### ● 謝辞

本論文は、夏休みのインターンシップから 3 月までの期間中に大学での研究をまとめたものです。

本研究を進めるにあたり、指導教官の伊坪徳宏先生にはご多忙の中、懇切なるご指導と有益なご教示を賜りました。心より感謝申し上げます。

また、夏休みのインターンシップでは、急であったにもかかわらず私を受けて入れて下さいました、独立行政法人産業技術総合研究所ライフサイクルアセスメント研究センターの皆様には大変お世話になりました。心より感謝申し上げます。

特に、ライフサイクルアセスメント研究センターの本下晶晴様には、ご自身の仕事で忙しい中、適宜質問に懇切丁寧なご教示を賜りました。大変有益なインターンシップとなりました。心より感謝申し上げます。

最後に、本研究を進めていく上で、私に多数の助言を与えてくださった研究室の諸先輩方、並びに共に助け合い励ましあってきた同期の仲間たちに、心より感謝申し上げます。

#### ● 参考文献

容器間比較研究会、LCA 手法による容器間比較報告書<改訂版>、(2001 年 8 月)、  
pp-8,80

PET ボトル協議会、PET ボトルのインベントリ分析報告書、(2004 年 8 月)、  
pp-38,68-71

財団法人 政策科学研究所、平成 16 年度容器包装ライフ・サイクル・アセスメントに係る調査事業 報告書 -飲料容器を対象とした LCA 調査-、(平成 17 年 3 月)、  
pp- A-82 A83

PET ボトル協議会、PET ボトルの LCI 分析調査報告書、(2006 年 11 月)、  
pp-16

キリンビバレッジ：キリンビバレッジ | みんなでとりくもう地球にやさしい生活 Let's  
PECOROLOGY URL<<http://www.beverage.co.jp/pecology/>>