

ペットボトルと紙パックのライフサイクルCO<sub>2</sub>の比較  
—桜美林大学におけるレジ袋等の消費を含むケーススタディー—  
Comparison of life cycle CO<sub>2</sub> between PET bottle and drink carton  
- A case study including consumption of the shopping bag  
at J. F. Oberlin University -

内田 葵<sup>\*1</sup>

藤倉まなみ<sup>\*2</sup>

キーワード： ライフサイクルアセスメント, CO<sub>2</sub>, ペットボトル, 紙パック, レジ袋

## 1. 背景及び目的

飲料容器の環境保全上の優劣の比較を行った研究として、容器間比較研究会による「LCA手法による容器間比較報告書」<sup>1</sup>がある。これはペットボトル(リサイクル), ワンウェイびん, リターナブルびん(5回・20回使用), アルミ缶, スチール缶, 紙容器について、ライフサイクルアセスメント(以下「LCA」という。)によりそれぞれの容器の環境負荷(温暖化, 大気汚染, 水資源, 水質汚濁, エネルギー消費, 固形廃棄物)を比較したものである。2001年の改訂版<sup>2</sup>では、CO<sub>2</sub>排出量について、紙容器はペットボトルより少ないこと、輸送距離が長くなると、その環境優位性は小さくなるが容器間の絶対的な環境負荷量の差は確認できることなどが示された。また、政策科学研究所の2005年の環境省請負調査<sup>3</sup>では、ペットボトル5種(リサイクル), 紙パック3種を含む計19種の飲料容器について、LCAにより環境負荷(資源・エネルギーの消費, 温暖化, 大気汚染, 水質汚濁, 固形廃棄物)を分析し、詳細なデータを収集するとともに、回収率を変化させた場合の環境負荷の変化を分析している。

このような飲料容器に関するLCA研究では、シナリオとして、日本の平均的な輸送距離や回収率を設定している。しかし、具体的にある地点(例えば大学)において、飲料を購入するならペットボトルと紙パックのどちらが環境負荷が少ないかという間に答えるためには、具体的な輸送距離や、実際の処理方法により算定する必要がある。さらに、学生は紙パックで飲料を購入する場合には、ペットボトルに比べてレジ袋とストローをもらうことが多いという購買時の行動の実態も勘案すべきである。

---

\*1 UCHIDA, Aoi 桜美林大学リベラルアーツ学群 環境学専攻 2015年度卒業論文生

\*2 FUJIKURA, Manami 桜美林大学総合科学系

そこで本研究では、桜美林大学町田キャンパス（以下「町田C」という。）における購入・消費を対象に、ペットボトルと紙パックのCO<sub>2</sub>に係るライフサイクルアセスメントを、レジ袋の使用状況等の購買行動を加味して行い、どちらがよりライフサイクルCO<sub>2</sub>が大きいのかを明らかにすることを目的とする。

## 2. 調査範囲及び算定方法

### 2.1 対象製品（機能単位）

調査対象は、ペットボトル500mL容器及び紙パック500mL容器(屋根型)とする。500mL容器1回使用を機能単位とする。ペットボトルの重量は表1に示すとおり種類によっても出所によっても異なるが、平均値をとり有効数字2桁（以後本論文において同じ）として30gとする。紙パックの重量は20.26g<sup>4</sup>（紙17.75g，ポリエチレン2.51g）より20gとする。紙パックの素材にはポリエチレンの他にアルミ箔を使ったものもあるが、本研究では、一般的に使われるポリエチレン素材を対象とする。

表1 500mLペットボトルの重量（文献値）

種類	重量	データの出所
清涼飲料（耐熱）	27.5g	2004年値，PETボトルリサイクル推進協会 <sup>5</sup>
清涼飲料（耐熱用）	33.86g	政策科学研究所 <sup>3</sup>
清涼飲料（耐圧）	31.1g	2004年値，PETボトルリサイクル推進協会 <sup>5</sup>
清涼飲料（炭酸用）	29.94g	政策科学研究所 <sup>3</sup>
清涼飲料（無菌）	25.2g	2004年値，PETボトルリサイクル推進協会 <sup>5</sup>

### 2.2 調査したライフサイクルの範囲

ペットボトル及び紙パックの容器の製造，飲料製品の製造場所から町田Cまでの輸送，町田Cでの購買行動，町田Cから一次リサイクル又は焼却の処理施設への輸送，処理とする。町田Cでの購買行動とは，購入・飲用実態を調査し，ペットボトルについてはレジ袋を，紙パックについてはレジ袋及びストローを，消費率を調査して飲料容器に付随する環境負荷として加算するものである。

### 2.3 ライフサイクルCO<sub>2</sub>の算定方法

ペットボトル及び紙パックの製造，輸送，焼却の各段階について，複数のインベントリデータを収集し，調査範囲や根拠がより明確なものを選択した。ペットボトルについては，インベントリデータが種類毎に得られる場合は，表1より，重量が中位の炭酸用（耐圧）を用いることとした。飲料製造場所から町田Cまでの輸送距離は，実際に学内で販売されている飲料の製造場所を調べ，平均した。購入されたペットボトル及び紙パックは本学の

ごみ箱に廃棄されるものとし、町田Cから処理施設までの輸送距離については、実際の処理施設の設置場所から求めた。

### 3. レジ袋及びストローの使用実態

#### 3.1 レジ袋

##### 3.1.1 調査方法

本学学生50人を対象に対面聞き取り調査を行った。学生が多く集まるラウンジにおいて無作為に50人を選び、ペットボトルと紙パックのそれぞれについて、「単品で購入する際にレジ袋を使用するか」、「学内で購入する場合、生協と自動販売機のどちらで多く購入するか」の2点を尋ねた。ただし、この聞き取り調査では容量を限定していない。

##### 3.1.2 調査結果

聞き取り調査結果は図1のとおりで、レジ袋消費率は紙パックの方が高かった。これは、500mL紙パックはいったん開封すると密閉できないため、一度に飲みきれない時は常に上を向けたまま運ぶ必要があるためと考えられた。レジ袋をもらうのは店頭で購入する場合であるので、生協利用率とレジ袋受け取り率を乗じて、本学における1本あたりのレジ袋消費率を求めると、ペットボトルについては0.039枚/本、紙パックについては0.28枚/本となった。

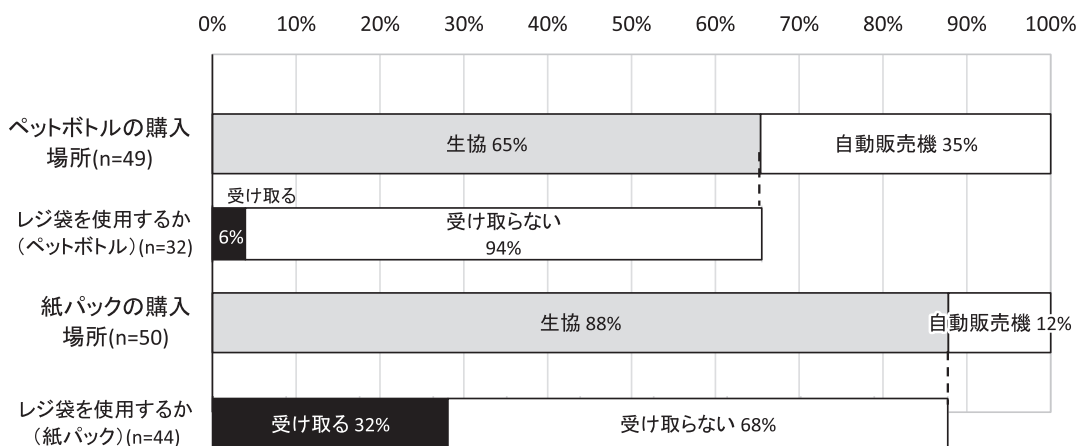


図1 ペットボトル及び紙パックの購入場所とレジ袋の使用

#### 3.2 ストロー

500mL紙パックから飲用する時にストローの使用が観察された。このストローは、250mL紙パックのようにパック自体に添付されているものではなく、わざわざ店舗でストローをもらっているものである。学生4人に、500mL紙パックの飲用時にストローが必要か聞き

取りを行ったところ、全員が「必要」と答えた。その理由として、直飲みをすると、「飲み口にジュースの色が付いて不快」、「こぼれやすい」等の回答が得られた。学生ラウンジで観察しても、500mLの紙パックを直飲みしている学生はみられなかった。このことから、店舗で紙パックを購入する場合は、必ずストローを付けるものとした。なお、図1には紙パックを自動販売機で購入と回答した学生がいるが、自動販売機の紙パックは250mLなどのものである。以上から、500mL紙パック使用時には、必ずストローが使用されるものとした。なお、ペットボトルではストローは使用しない。

## 4. サイフサイクルCO<sub>2</sub>の算定

### 4.1 ペットボトル

#### 4.1.1 製造段階

収集したペットボトルの製造に係るインベントリデータの主なものを表2に示す。本論では、キャップ及びラベルを含み、石油採掘から製造までを対象とし、製造までの輸送分も加算している政策科学研究所<sup>3</sup>のデータから、97g-CO<sub>2</sub>/を用いることとする。

表2 500mLペットボトルの生産段階の排出CO<sub>2</sub>

	CO <sub>2</sub> 排出原単位	範囲	備考・出典
1	91.7g/本	製造時	東大生産技術研究所容器間比較研究会 <sup>2</sup>
2	69g/本	合成樹脂からの加工製品飲料容器の製造	1500mLペットボトル（炭酸用）から算出された原単位2.315kg/kgより、30g/本として筆者が算出。プラスチック処理促進協議会 <sup>6</sup>
3	97.4g/本	石油採掘～ボトル製造, 石油採掘～ラベル製造, 石油採掘～キャップ製造, 樹脂～ボトル～飲料製造の輸送	炭酸用。左欄の範囲毎に値が公表されているものを筆者が合計。 政策科学研究所 <sup>3</sup>

#### 4.1.2 輸送段階（製造場所→町田C）

輸送段階については、まずトラックを想定し、トラックに積める本数を算出し、製造工場から町田Cまでの距離を求め、トラック走行時のCO<sub>2</sub>排出原単位から1本あたりのCO<sub>2</sub>排出量を求めた。

##### （1）トラック積載可能本数

生協に搬入するトラックを観察し、大きさから判断して4tトラックを用いるものとした。

次に、トラックに積める本数を求めた。標準的な4tトラックとして「いすゞ4tアルミバン」を対象とし、荷台の長さ582cm、幅219cm、高さ226cm<sup>7</sup>を荷台容積の算定に用いた。この荷台の容積は288m<sup>3</sup>となる。また500mLペットボトルのサイズは、計測した結果、直

径6 cm, 高さ21cmであった。このペットボトルが直方体で積まれると想定し、荷台の容積を1本当たりが占める容積で除して求めると、積載本数は38100本となった。なお、実際にはケースで積み込まれるので、この本数は過大に算出している可能性がある。逆に、外装材は算入していない。

## (2) 製造工場から町田Cまでの距離

製造工場から町田C（東京都町田市）までの距離については、生協のペットボトルを陳列棚の左列から順に5サンプル抽出し、その容器に書かれている製造所固有記号からインターネットにより製造工場所在地を調べた。距離は、インターネットサイトの「ルート検索 Map Fan」<sup>8</sup>を用いて道路による輸送距離を調査した。商品名と距離の調査結果を表3に示す。この結果、平均輸送距離は120kmであった。

表3 ペットボトルの製造工場からの距離

商品名	製造工場所在地	距離
ヘルシア	群馬県前橋市	130km
WILKINSON GingerAle	静岡県富士宮市	120km
つむぎ	愛知県東海市	310km
小岩井ミルクとコーヒー	神奈川県高座郡寒川町	31km
爽健美茶	神奈川県海老名市	27km
平均		120km

(注) 表には市町名まで示すが、実際には番地まで調べている。

## (3) 原単位と算出結果

トラック走行時のCO<sub>2</sub>排出原単位は「CO<sub>2</sub>排出シミュレーション」<sup>9</sup>より178g-CO<sub>2</sub>/t・kmを用いた。4t車が120km走行すると1台あたり85400gとなり、1本当たりの排出量は2.2g-CO<sub>2</sub>/本となった。

### 4.1.3 購買行動

収集したレジ袋の製造に係るCO<sub>2</sub>排出に関する複数のインベントリデータの中で、原料樹脂製造工程～処分（焼却）時を対象とし、工程別のデータも明確に示されていたプラスチック処理促進協議会のデータ<sup>10</sup>：4.655kg-CO<sub>2</sub>/kgを用いることとした。レジ袋1枚の重量は10gであるので、47g-CO<sub>2</sub>/枚となる。なお、他の文献値は60g-CO<sub>2</sub>/枚<sup>11</sup>と61g-CO<sub>2</sub>/枚<sup>12</sup>であるので、この値は小さめである。

大学の平均としては、レジ袋消費率0.039枚/本を乗じると、1.8g-CO<sub>2</sub>/本となった。

### 4.1.4 輸送段階（町田C→リサイクル施設）

町田C内で廃棄されたペットボトルは分別収集され、まず中間処理業A社（所在地：神

奈川県相模原市中央区)に搬入された後、キャップ、ラベル、ボトル本体ごと破碎・洗浄を行い、フレック状にされる。次に、当該フレックを中間処理業B社に搬送し、そこでさらに洗浄・選別を行い、繊維、プラスチック製品の原料として出荷され、100%マテリアルリサイクルされている。

本研究では、一次リサイクル先であるA社までの輸送を対象とした。製造場所から町田Cまでの輸送段階と同じ方法で距離を求めたところ、9.5kmであり、1本あたりの排出量は0.18g-CO<sub>2</sub>/本となった。

#### 4.1.5 処理段階

ペットボトルのリサイクルによるLCAには多数の文献があるが、本研究では、具体的に市町村集積所から異物除去・粉碎・洗浄段階を経て再生PET樹脂原料を製造するまでと、原油からPET樹脂原料を製造する場合のデータが比較して示されている協栄産業のデータ<sup>13</sup>を参照した。これによると、リサイクルにより再生PET樹脂原料を製造する場合には0.583kg-CO<sub>2</sub>/kg-PET樹脂原料、原油からPET樹脂原料を製造する場合には1.577kg-CO<sub>2</sub>/kg-PET樹脂原料となっている。LCAでは、リサイクルをすることによりバージン原料から製造する場合に比べて削減できる値を差し引くことができるので、リサイクルによるCO<sub>2</sub>排出量は-0.994kg-CO<sub>2</sub>/kg-PET樹脂原料となる。森口<sup>14</sup>は、ペットボトルを再生品にリサイクルすることによるCO<sub>2</sub>の削減効果はペットボトル1kgあたり2kg程度と推定されると述べているが、政策科学研究所<sup>3</sup>のデータでは、500mL炭酸用ペットボトルの再生フレック・再生樹脂によるリサイクル代替値は19.7g/本(0.66kg-CO<sub>2</sub>/kg-PETに相当)であるので、0.994kg-CO<sub>2</sub>/kg-PET樹脂原料は、中間的な値といえる。ペットボトルの重量とPET樹脂原料の重量は等しいものとし、ペットボトル1本あたりに換算すると、-30g-CO<sub>2</sub>/本となった。

## 4.2 紙パック

### 4.2.1 製造段階

収集した紙パックの製造に係るインベントリデータの主なものを表4に示す。本論では、森林管理から紙パック製造までとその輸送を加算できた政策科学研究所<sup>3</sup>のデータを用い

表4 紙パックの生産段階の排出CO<sub>2</sub>

	対象	CO <sub>2</sub> 排出原単位	範囲	備考・出典
1	1000mL	21.99g/本	製紙, ポリエチレン, 印刷等	日本製紙グループ協議会 <sup>15</sup>
2	200mL	8.51g/本	森林管理・チップ製造,	左欄の範囲毎に値が公表されているものを筆者が合計。 政策科学研究所 <sup>3</sup>
3	1000mL	28.1g/本	製紙・ラミネート原紙製造, LDPE樹脂製造, 紙パック製造, 輸出国港～国内港～製函工場～ 乳業メーカーの輸送	

ることとし、200mLパックと1000mLパックの値から容量で按分して、500mLパックは16g-CO<sub>2</sub>/を用いることとする。

#### 4.2.2 輸送段階（製造場所→町田C）

ペットボトルと同様に、4tトラックを想定し、積載本数を算出し、製造工場から町田Cまでの距離を求め、トラック走行時のCO<sub>2</sub>排出原単位から1本あたりのCO<sub>2</sub>排出量を求めた。

##### （1）トラック積載可能本数

500mL紙パックを計測した結果、サイズは縦7.2cm 横7.2cm 高さ14cmであった。紙パックが直方体で積まれると想定し、荷台の容積を1本当たりが占める容積で除して求めると、39700本となった。なお、ペットボトルの場合と同様、積載本数は過大に算出している可能性がある一方、外装材は含めていない。

##### （2）製造工場から町田Cまでの距離

ペットボトルと同様に5サンプルを抽出し、製造工場所在地を調べた。結果は表5に示すとおりで、平均距離は130kmであった。

表5 紙パック飲料の製造工場からの距離

商品名	製造工場所在地	距離
酪王いちごオレ	福島県郡山市	270km
成分無調整コープ牛乳	千葉県野田市	87km
VANHOUTENCOCOA	群馬県前橋市	140km
マイルドカフェオレ	東京都昭島市	22km
はるな山麗のむヨーグルト	群馬県高崎市	130km
平均		130km

（注）表には市町名まで示すが、実際には番地まで調べている。

##### （3）原単位と算出結果

ペットボトルと同様の原単位を用いると4t車の130kmの走行により1台あたり92600gとなり、1本当たりの排出量は2.3g-CO<sub>2</sub>/本となった。

#### 4.2.3 購買行動

レジ袋については、ペットボトルと同じ原単位：47g-CO<sub>2</sub>/枚を用いる。大学の平均としては、レジ袋消費率0.28枚/本を乗じると、13g-CO<sub>2</sub>/本となった。

ストローについては、収集したストローの製造に係るCO<sub>2</sub>排出に関する複数のインベントリデータの中で、採取～完成時を対象とする日本製紙グループのデータ<sup>15</sup>：0.58g-CO<sub>2</sub>/本を用いることとした。この値は、250mLパックに添付されているストローのものである

が、250mLパック添付のストローも折りたたまれており、長く伸ばして使うので、500mLパック用に店舗でもらうストローも同じ値とした。

レジ袋とストローを合計すると、14g-CO<sub>2</sub>/本となった。

#### 4.2.4 輸送段階（町田C→処理施設）

町田C内で廃棄された紙パックは、学内での分別がなされておらず、事業系一般廃棄物として町田市的一般廃棄物処理施設（町田リサイクル文化センター、所在地：東京都町田市）へ搬入され、焼却処理されている。製造場所から町田Cと同様に距離を求めたところ、1.1kmであり、1本あたりの排出量は0.020g-CO<sub>2</sub>/本となった。

#### 4.2.5 処理段階

日本製紙グループのデータ<sup>15</sup>及び政策科学研究所<sup>3</sup>のいずれによっても、1000mL紙パックの可燃ごみ焼却処理及び焼却灰の最終処分CO<sub>2</sub>排出量は8.87g-CO<sub>2</sub>/本で、ごみ発電によるリサイクル代替値は-2.4g-CO<sub>2</sub>/本である。1000mLパックの重量は30g<sup>4</sup>であるので、これを500mLにパックに重量比で換算すると、+4.3g-CO<sub>2</sub>/本となった。町田リサイクル文化センターでは、実際に発電及び蒸気供給を行っているため、リサイクル効果分があるものとした。

### 5. 結果のまとめ及び考察

本学における調査の結果、学生の1本あたりのレジ袋消費率は、ペットボトルについては0.039枚/本、紙パックについては0.28枚/本となった。

ペットボトルと紙パックのライフサイクルCO<sub>2</sub>の算定結果を表6に示す。購買行動は、町田Cの平均値である。また、図2には、表6の算定結果とあわせ、紙パックを1本購入する際にレジ袋をもらう場合とももらわない場合の結果を示す。

表6及び図2より、ペットボトルは、製造時のCO<sub>2</sub>排出量が全体の排出量に最も大きく寄与していた。また、ペットボトルは、リサイクル効果による削減分が大きく寄与し、結果としては1本当たり76g-CO<sub>2</sub>/本となった。また、紙パックは、製造時のCO<sub>2</sub>排出量に対

表6 ペットボトルと紙パックのCO<sub>2</sub>の算定結果単位：g-CO<sub>2</sub>/本

段階	ペットボトル	紙パック
製造段階	97	16
輸送段階（製造場所→町田C）	2.2	2.3
購買行動	1.8	14
輸送段階（町田C→処理施設）	0.18	0.020
処理段階	-30	4.3
合計	76	37



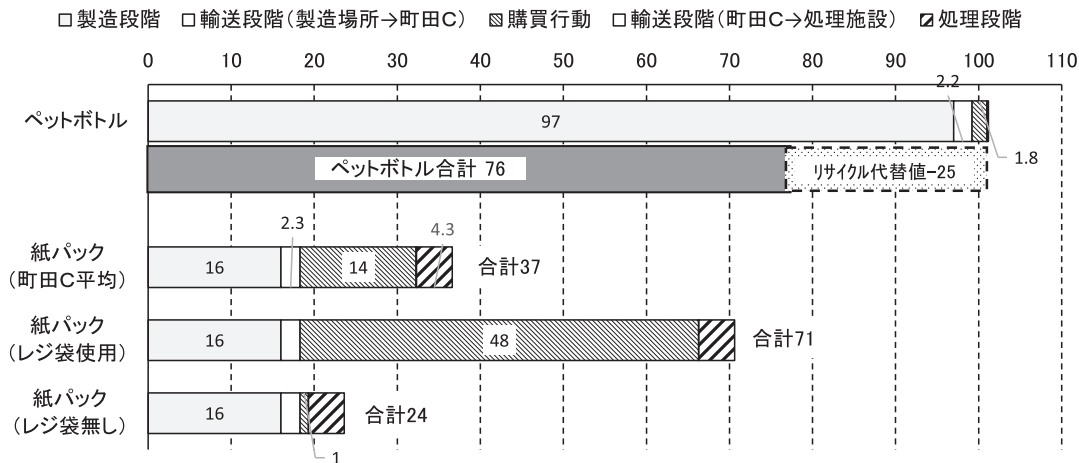


図2 ペットボトルと紙パックのCO<sub>2</sub>の算定結果

し、購買行動におけるレジ袋の有無が全体の排出量を大きく左右することが明らかになった。レジ袋消費率の平均値を用いると、紙パックは37g-CO<sub>2</sub>/本で、紙パックの方がペットボトルよりもCO<sub>2</sub>排出量が小さいことが明らかになった。また、この結果では、輸送時のCO<sub>2</sub>排出量の寄与は、ペットボトル、紙パックとも大きくなかった。

紙パック購入時にレジ袋を1枚もらうと合計CO<sub>2</sub>排出量は71g-CO<sub>2</sub>/本となり、ペットボトルをレジ袋無しで購入する場合のCO<sub>2</sub>排出量(74g)に近くなる。レジ袋について、4.1.3に示した他の文献値61g-CO<sub>2</sub>/枚を用いると85g-CO<sub>2</sub>/本となり、ペットボトルをレジ袋無しで購入する場合のCO<sub>2</sub>排出量(74g)を超えるので、この算定におけるレジ袋のCO<sub>2</sub>排出原単位が結果に及ぼす影響は大きい。逆に、紙パック購入時にレジ袋をもらわなければ合計CO<sub>2</sub>排出量は24g-CO<sub>2</sub>/本と小さくなる。なお、ストローの寄与は小さい。本学で飲料を購入するならペットボトルと紙パックのどちらが環境負荷(CO<sub>2</sub>排出量)が少ないかという問に対しては、「紙パックの方が少ない、ただし購入時にレジ袋をもらわないこと」と結論付けられる。安易にレジ袋をもらわないシステムを構築することが、CO<sub>2</sub>削減に有効である。また、レジ袋の軽量化等による低CO<sub>2</sub>化も効果がある。

なお、紙パックもリサイクルすれば、バージン原料の代替によるリサイクル効果が出て処理段階をマイナスにすることができ、さらに排出量が削減できる。しかし、紙パックを分別回収する必要がある、さらに家庭と異なり大学で洗浄・乾燥は困難であることから、未洗浄の紙パックのリサイクルが可能な事業者を選択する必要があるなどの実行上の課題がある。

本研究は、レジ袋等の消費の有無に着目してペットボトルと紙パックのLCAを行った。インベントリデータは文献値を用いたので、シナリオの重複・欠落や不統一がある可能性がある。本研究のデータをより精緻にするためには、寄与率が大きいペットボトル及び紙パックの製造段階、ペットボトルのリサイクル代替値、並びにレジ袋のライフサイクルに

ついてより詳細な分析が必要であるが、ペットボトル及び紙パックの購入時にレジ袋をもらうことは寄与が大きいという傾向は確認できた。

## 参考文献

- 1 大川 隆司, ライフサイクルアセスメント手法による容器間比較の研究事例, マリンエンジニアリング, Vol. 36 (2001) No.4 P256-260
- 2 東大生産技術研究所容器間比較研究会, 「東大生産技術研究所 容器間比較研究会報告書」, 2001年8月容器間比較研究会, LCA手法による容器間比較報告書〈改訂版〉, 2001年8月, <http://returnable-navi.com/envdata/envdata01.shtml> (2016年9月1日閲覧)
- 3 (財)政策科学研究所 (環境省請負調査), 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—, 2005年3月  
[http://www.env.go.jp/recycle/yoki/c\\_3\\_report/pdf/h16\\_lca\\_chousa\\_honpen.pdf](http://www.env.go.jp/recycle/yoki/c_3_report/pdf/h16_lca_chousa_honpen.pdf) (2016年9月1日閲覧)
- 4 全国牛乳容器環境協議会 牛乳パックン探検隊 [http://www.packun.jp/23make\\_omosa.html](http://www.packun.jp/23make_omosa.html) (2016年9月1日閲覧)
- 5 PETボトルリサイクル推進協議会, 2014年度指定PETボトル・主要17種軽量化実績  
[http://www.petbottle-rec.gr.jp/data/weight\\_saving.html](http://www.petbottle-rec.gr.jp/data/weight_saving.html) (2016年9月1日閲覧)
- 6 プラスチック処理促進協議会, プラスチック処理促進協議会樹脂加工におけるインベントリデータ調査報告書, 2001年1月
- 7 行列のできるトラック相談所  
<http://torack7.blog.fc2.com/blog-entry-39.html> (2016年9月1日閲覧)
- 8 インクリメント・ビー株式会社, 「ルート検索 Map Fan」  
<http://www.mapfan.com/routemap/routeset.cgi?Func=r&MAPS=> (2016年9月1日閲覧)
- 9 観光汽船株式会社, CO<sub>2</sub>排出シミュレーション  
<http://www.kankokisen.co.jp/logistics/co2/co2.html> (2016年9月1日閲覧)
- 10 社団法人プラスチック処理促進協会「樹脂加工におけるインベントリデータ 調査報告書」—汎用樹脂加工製品を中心として—, 2000年1月
- 11 大府市HP  
[http://www.city.obu.aichi.jp/contents\\_detail.php?frmId=3816](http://www.city.obu.aichi.jp/contents_detail.php?frmId=3816) (2016年9月1日閲覧)
- 12 省エネルギーセンターHP  
<http://archive.is/LVNTN> (2016年9月1日閲覧)
- 13 協栄産業株式会社  
<http://www.kyoei-rg.co.jp/news/wp-content/uploads/2010/02/kyoei-CO23.pdf> (2016年9月1日閲覧)
- 14 地球環境研究センター, ココが知りたい地球温暖化  
[http://www.cger.nies.go.jp/ja/library/qa/19/19-2/qa\\_19-2-j.html](http://www.cger.nies.go.jp/ja/library/qa/19/19-2/qa_19-2-j.html) (2016年9月1日閲覧)
- 15 日本製紙グループ, 「日本紙パック環境情報誌NP-PAKism Vol.9」, 2008年9月
- 16 日本製紙グループ, 「NP-PAKism vol.10」, 2009年2月号