

第三章 LCA による図書館と書店の比較方法

3-1 本のライフサイクル及び適用範囲

本は 図 3-1 に示すように「紙の製造」、「印刷」、「製本」という段階を踏んで生産されたのち取次業者によって書店や図書館に「配本」されるのが一般的である。

書店で消費者に「購入」された本はその後「保管」される、「廃棄」される、「古書店に売却」される「図書館に寄贈」される等といった扱いを受けると考えられるが、実際どのような扱いを受けるかは消費者次第であり、調査することは不可能に近い。本研究では購入されたあとの事は考慮しないこととする。

図書館で「貸出」された本は貸出期間内に「返却」される。「貸出」と「返却」を数回繰り返したあとは（1度も貸出されない場合もあるが）別の図書館へ移されたり廃棄されたりすると考えられる。しかし、本研究では書店で購入されるケースとの兼ね合いから、返却以降は考慮しないこととする。

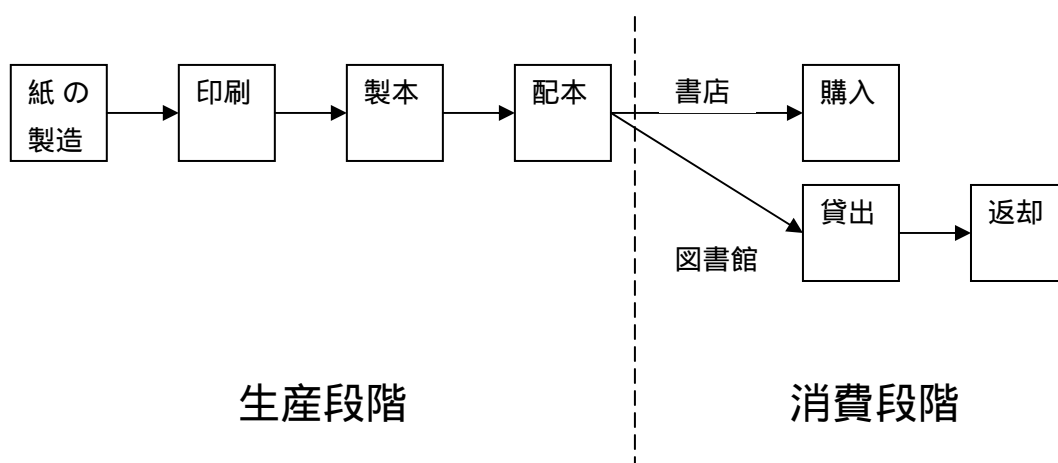


図 3-1 本のライフサイクル

3-2 CO₂ 排出量の求め方（計算式）

本研究では CO₂ 排出量の計算における便宜上の理由から「紙の製造」、「印刷」、「製本」、「配本」を生産段階とし、消費者が書店及び図書館まで移動することで排出される CO₂ と分けて考える。また消費者移動に伴うものを消費段階とする。図 3-1 参照

3-2-1 生産段階¹⁾

「紙の製造」、「印刷」、「製本」、「配本」での CO₂ 排出量については株式会社日経 B P がホームページ上で公開している環境報告書から引用する。報告書には雑誌、書籍、CD-ROM、ダイレクトメールについての LCA 結果が記載されている。その中から雑誌と書籍の発行に伴う CO₂ 排出量の値を引用する。引用した値は書籍のものを表 3-1 及び 図 3-2 に、雑誌の

ものを表 3-2 及び図 3-3 に示しておいた。廃棄の値が無いのは、やはり書籍販売後の経路を確認することが困難であるという理由からである。

表 3-1 書籍発行による CO₂ 発生量
(書籍 98 万冊、用紙 531t)

	用紙 製造	印刷 製本	配 本	合計
CO ₂ 発 生量 (t)	793	188	22	1,003

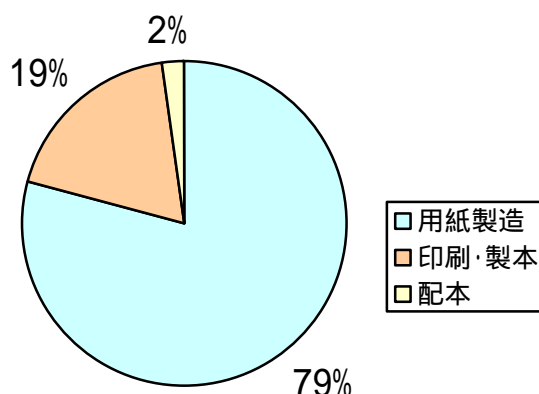


図 3-2 書籍発行による CO₂ 発生量

表 3-2 雑誌発行による CO₂ 発生量
(雑誌 5318 万冊、用紙 2 万 1777t)

	用紙 製造	印刷 製本	配本	合計
CO ₂ 発 生量 (t)	33,067	8,470	1,608	43,146

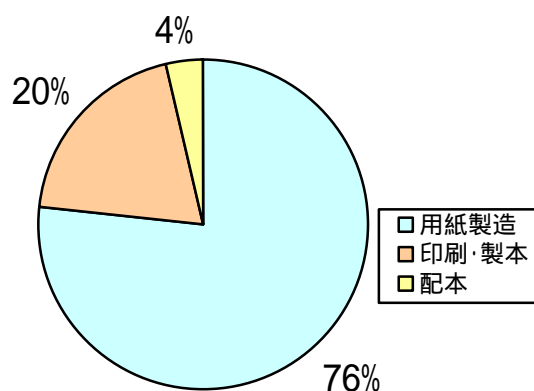


図 3-3 雑誌発行による CO₂ 発生量

以上の値から、書籍の生産段階における CO₂ 排出量は 1.0234 (kg-CO₂/冊)、雑誌の場合は 0.8113 (kg-CO₂/冊) となる。

3-2-2 消費段階²⁾³⁾

本研究における消費段階の CO₂ 排出量とは消費者が書店へ(利用者が図書館へ)移動することで排出されるものを指す。交通手段として自家用車、バイク、バス、自転車、徒歩を想定する。自家用車、バイク、バスの CO₂ 排出では燃料を燃焼させる(走行すること

による排出のみでなく燃料を生産する段階での排出も含める。燃料生産による CO₂ 排出量は「財団法人 石油産業活性化センター」の論文から単位あたりの CO₂ 排出量を参照する。

参照した論文では CO₂ 排出量を炭素換算してあるので、数値に二酸化炭素の分子量 44 をかけて、さらに炭素の原子量 12 で割ることで単位を kg-CO₂ に統一する。

ガソリン $102.2 \times 44 \div 12 = 0.37$ (kg-CO₂/ℓ)

軽油 $50.3 \times 44 \div 12 = 0.18$ (kg-CO₂/ℓ)

消費段階の CO₂ 排出量は基本的に上記の単位あたりの燃料生産による CO₂ 排出量(kg-CO₂/ℓ)、燃料燃焼の排出係数(kg-CO₂/ℓ)、燃料消費率 (km / ℓ)、走行距離 (km) から求める。

走行距離だが、図書館利用の場合は貸出と返却の 2 往復、書店利用の場合なら購入の 1 往復とする。つまり、自宅から図書館までの距離の 4 倍、書店なら 2 倍ということである。以下、各交通手段についての詳細を記す。

3-2-2-1 自家用車⁴⁾

排出係数は「地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第三条」のガソリンの値 2.32(kg-CO₂/ℓ)を使用する。

燃料消費率については、自動車メーカー発表のカタログ値というのがある。しかし、法で定められた 10・15 モードによって求められているこの値は実際の値に比べかなり高い値のようである。

そこで本研究ではより実際の値に近いものを用いるということでレスポンスというサイト内の e 燃費というサービスで示されている値を使用しようと思う。このサービスは数十万人のユーザーが携帯電話から走行距離と給油量を入力し、そのデータを共有し比較分析をして楽しむというものである。売上げの多いのはコンパクトカーや 2 ℓクラス車であるが、2005 年 12 月 21 日現在のデータを参考にするとコンパクトカーならプリウスで 20.4 (km / ℓ)、2 ℓクラスならポロの 13.5 (km / ℓ) がそれぞれトップの数字だ。軽自動車ならトップ 20 に入るものは全て 15 (km / ℓ) を上回る高燃費だが 2.5 ℓクラスやラージクラスになれば 10 (km / ℓ) を上回る車種は少ない。研究が進み燃費は良くなってきていることも踏まえ自家用車の燃費を 13 (km / ℓ) と定める。

走行距離の値は、図書館、書店の入り口で行ったアンケートの結果から求めることとする。

以上のことを表 3-2 にまとめておく。

表 3-3 CO₂ 排出量計算に用いる値 (自家用車)

	値	単位	参考
排出係数	2.32	kg-CO ₂ /ℓ	地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第三条
燃料消費率	13	km / ℓ	サイトの値を参考
走行距離		km	アンケート調査

自家用車使用時の CO₂ 排出量を求める計算式は次のようになる。

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ 排出量 (kg-CO}_2) &= \{ \text{単位あたりの燃料生産(kg-CO}_2/\text{リットル)} + \text{排出係数(kg-CO}_2/\text{リットル)} \} \\ &\quad \div \text{燃料消費率 (km / リットル)} \times \text{走行距離 (km)} \\ &= 2.69 \div 13 \times \text{走行距離} \end{aligned}$$

3-2-2-2 バイク⁵⁾

バイクと一口に言っても排気量 50cc 以下のものから 1000cc をこえるものまで様々な大きさのものがある。そのなかで唯一、普通自動車免許を所持していれば運転可能、16 歳から免許取得可能などの理由から二輪車全体でもトップの売り上げである排気量 50cc 未満のクラス（第一種原動機付自転車）を想定する。実際に、アンケートを行った際に出会ったバイク利用者の殆どが第一種原動機付自転車を利用していた。

また、バイクのエンジンには 2 サイクルエンジン（2 ストロークエンジン）と 4 サイクルエンジン（4 ストロークエンジン）とがある。最近の傾向として燃費が良く、排出ガス中の有害物質が少ない環境にやさしい 4 サイクルエンジンの商品が増加傾向にある。よって、本研究では 4 サイクルエンジン（4 ストロークエンジン）のマシンを想定する。

排出係数は自家用車と同じく「地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第三条」のガソリンの値 2.32 (kg-CO₂/リットル) を使用する。

燃料消費率については、自家用車同様より実際的な値を使用しようと思うが^e 燃費にはバイクの燃料消費率は集計されていない。そこで^e 燃費に比べればデータ数は少なめだが、やはりバイク利用者から送られたデータをホームページ上で公開しているサイトがあるのでそこを参照させていただく。

走行距離の値は、図書館、書店の入り口で行ったアンケートの結果から求めることとする。

以上のことを 表 3-3 にまとめておく。

表 3-4 CO₂ 排出量計算に用いる値（バイク）

	値	単位	参考
排出係数	2.32	kg-CO ₂ /リットル	地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第三条
燃料消費率	50	km / リットル	サイトの値を参考
走行距離		km	アンケート調査

バイク使用時の CO₂ 排出量を求める計算式は次のようになる。

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ 排出量 (kg-CO}_2) &= \{ \text{単位あたりの燃料生産(kg-CO}_2/\text{リットル)} + \text{排出係数(kg-CO}_2/\text{リットル)} \} \\ &\quad \div \text{燃料消費率 (km / リットル)} \times \text{走行距離 (km)} \\ &= 2.69 \div 50 \times \text{走行距離} \end{aligned}$$

3-2-2-3 バス⁶⁾

自家用車やバイクと異なり、バスは多くの人々が共用する公共の交通機関である。公共交通機関を利用することは環境にやさしいおこないだとよく言われるが、その理由は1台のバス、1両の車両に多くの人々が乗っているからである。当然、多くの人々が利用すればするほど一人当たりの環境負荷は低くなる。しかし反対に車内がガラガラの状態では自家用車よりも環境にやさしいとは言えないかもしれない。対象地域である彦根市を走っている近江鉄道バス・湖国バスでは利用者の少ない時間帯の運行を小型のバスでおこなうという対策を講じている。このように、公共交通機関の環境負荷を考える際には、乗客数が大きく影響を及ぼしてくる。そういうことを踏まえ、バス利用時のCO₂排出量を求める際には乗客人数も要素に加えることとする。

排出係数は「地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第三条」の軽油の値2.62(kg-CO₂/ℓ)を使用する。

燃料消費率は、近江鉄道がホームページ上でも公表している値を使用する。近江鉄道バス・湖国バスは滋賀県東部を基盤とし県下全域を走る鉄道会社である。

乗車距離の値は、図書館、書店の入り口で行ったアンケートの結果から求めることとする。

乗客数は、近江鉄道バス・湖国バスの路線別乗客数データを基に路線別の平均乗客数を導き出す。

以上のことを表3-4にまとめておく。

表 3-5 CO₂排出量計算に用いる値(バス)

	値	単位	参考
排出係数	2.62	kg-CO ₂ /ℓ	地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第三条
燃料消費率	3.19	km / ℓ	近江鉄道バス・湖国バスのHP
走行距離		km	アンケート調査

バス利用時のCO₂排出量を求める計算式は次のようになる。

$$\begin{aligned}
 \text{CO}_2 \text{ 排出量 (kg-CO}_2\text{)} &= \{ \text{単位あたりの燃料生産(kg-CO}_2\text{/ℓ)} + \text{排出係数(kg-CO}_2\text{/ℓ)} \} \\
 &\quad \div \text{燃料消費率 (km / ℓ)} \times \text{走行距離 (km)} \div \text{路線の平均乗客数} \\
 &= 2.80 \div 3.19 \times \text{乗車距離} \div \text{路線の平均乗客数}
 \end{aligned}$$

3-2-2-4 徒歩^{7), 8), 9)10)}

ここでは歩くことにより消費するエネルギーを清涼飲料水(コカコーラ社のペットボトル入りアクエリアス500ml)で補給すると定める。消費カロリーなどはサイトを参考に任意に定めた。

清涼飲料水の排出係数は0.61(kg-CO₂/1000円)である。

アクエリアス 500ml (150 円とする) は 95 kcal である。

体重 60kg の男性が 30 分歩くと約 100kcal 消費する。

10 分間の歩行は約 1000 歩、1 k m の歩行は約 1500 歩に相当する。

以上の事から「Xkm 歩いた場合の CO₂ 排出量」は次の式で求められる。

$$\text{「Xkm 歩いた場合の CO}_2\text{ 排出量」} = 50 \div 95 \times 0.61 \times 150 \div 1000 \times X$$

3-2-2-5 自転車¹⁰⁾

自転車も徒歩と同様に消費するエネルギーを清涼飲料水で補給すると定める。なお、ここでは体重 60kg の男性が平地を時速 15km で走行するとし、1 時間で 420kcal 消費するとした。なおカロリー計算には徒歩のケースと同じサイトを参考にした。

以上の事から「Xkm 自転車で走行した場合の CO₂ 排出量」は次の式で求められる。

$$\text{「Xkm 自転車で走行した場合の CO}_2\text{ 排出量」} = 28 \div 95 \times 0.61 \times 150 \div 1000 \times X$$

歩くよりも自転車に乗った方が CO₂ 排出量は少ないということになる。

参考文献

- 1) 株式会社 日経 BP : 日経 BP 社 環境報告書 2005 < <http://www.nikkeibp.co.jp/BP/eco/index.html> > , 2006-01-07
- 2) 環境省 : 温室効果ガス排出量の算定に用いる排出係数について < http://www.env.go.jp/earth/ondanka/santei_keisuu/index.html >
- 3) 財団法人 石油産業活性化センター : 石油製品油種別 LCI 作成と石油製品環境影響評価調査報告書 < http://www.pecj.or.jp/japanese/index_j.html >
- 4) レスポンス : e 燃費 < <http://response.jp/e-nenpi/> >
- 5) カブ魂 : 燃費アンケート < <http://home.n02.itscom.net/wad/cub/index.html> >
- 6) 近江鉄道 : エコドライブ集計のご報告 < <http://www.ohmitetudo.co.jp/main/eco/> >
- 7) 日本コカ・コーラ株式会社 : 製品一覧 < <http://www.cocacola.co.jp/index3.html> >
- 8) 社団法人環境情報科学センター : 環境家計簿 < <http://www.ceis.or.jp/kankyokakeibo/> >
- 9) health クリック : 歩き方による消費カロリーの違い < <http://www2.health.ne.jp/library/0400/w0400154.html> >
- 10) 簡単 ! 栄養 and カロリー計算 < <http://www.miwa-mi.com/project/calorie/index.html> >