

第五章 現状での比較～図書館と書店～

5-1 はじめに

第五章では1冊の本を図書館で1回借りる、または書店で1冊買うことを1つの単位とし、1単位あたりのCO₂排出量について考える。単位あたりのCO₂排出量に影響する要素は、「移動手段」、「走行距離」、「回転数」、「1度に購入（貸し出し）する冊数」の4つである。その4つのいずれかを変動させて「図書館を利用する場合」と「書店で本を購入する場合」とを比較し、図書館や書店の利用状況の違いによってCO₂排出量がどの程度違うのかを考える。

5-2 図書館の書籍1冊における貸出回数とCO₂排出量¹⁾

5-2-1 設定

図書館の本は書棚に並べられたあと多くの人に借りられる。図書館の本の中には繰り返し何度も借りられるものもあれば殆ど誰にも借りられないものもある。仮に誰にも利用されない本があるとすればその本は無駄に生産されたことになる。反対に多くの人に借りられた場合、その本が借りられた回数に相当するだけの本の生産を抑えながら多くの人の読みたいという欲求を満たしたことになる。

ここでは図書館の書籍1冊に着眼し、その書籍が貸出された回数（変数 n とおく）の多少によってCO₂排出量がどの程度変化するのかを求める。また書店で n 人がその書籍を購入した場合との比較も行う。設定は以下の通りである。

対象は書籍とする。

図書館のケースでの原単位は書籍1冊。書店では同数の書籍を購入したこととする。

図書館および書店までの距離はアンケート結果の平均とする。（市外は除く）

貸出、購入は1度に3.4885冊ずつ行うこととする。（2003年度平均貸出冊数）

移動には自家用車を用いる。

5-2-2 図書館

生産段階は1冊分の排出量で一定。消費段階のCO₂排出量が借りる人数に応じて増える。

CO₂排出量を求める際に必要な走行距離の値は、彦根市内から来ていて図書館まで自家用車で来るという条件を満たした58人の走行距離の平均を使用する。

平均片道距離（km）＝自宅から図書館までの距離の和 ÷ 人数

$$= 233.511 \div 58$$

$$= 4.0260$$

以上の計算より平均片道距離はおよそ4.0kmである。2往復することになるので走行距離は16.0kmとなる。

CO₂排出量は次の式で求める。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量 (kg-CO}_2) = 1 \text{ 冊の生産段階 (kg-CO}_2) + 1 \text{ 冊分の消費段階 (kg-CO}_2/\text{冊}) \times n$$

$$\begin{aligned}
&= 1.0234 + (2.69 \div 13 \times 16 \div 3.4885) \times n \\
&= 0.9490 n + 1.0234
\end{aligned}$$

上の式の結果は後の 5-2-4 のなかで表 5-1 に示す。

5-2-3 書店

生産から消費までの全工程が購入冊数に比例する。

彦根市内から書店まで来た人の平均片道距離も図書館の場合と同様にして求める。

平均片道距離 (km) = 自宅から書店までの距離の和 ÷ 人数

$$\begin{aligned}
&= 166,481 \div 49 \\
&= 3.3975
\end{aligned}$$

以上の計算より平均片道距離はおよそ 3.4km である。1 往復することになるので走行距離は 6.8 km となる。

CO₂ 排出量を求める式は次のようになる。

$$\begin{aligned}
\text{CO}_2 \text{ 排出量 (kg-CO}_2) &= 1 \text{ 冊分の生産段階 (kg-CO}_2/\text{冊)} \times n \\
&\quad + 1 \text{ 冊分の消費段階 (kg-CO}_2/\text{冊)} \times n \\
&= \{ 1.0234 + (2.69 \div 13 \times 6.8 \div 3.4885) \} \times n \\
&= 1.4267 n
\end{aligned}$$

上の式の結果は後の 5-2-4 のなかで表 5-1 に示す。

5-2-4 図書館と書店の比較 (貸出回数)

先ほどの図書館と書店の式から求められた値を表 5-1 に示す。表 5-2 は表 5-1 の値を n でわって 1 回 (1 冊) あたりに換算したものである。

図 5-1 は表 5-1 を、図 5-2 は表 5-1 をグラフにしたものである。

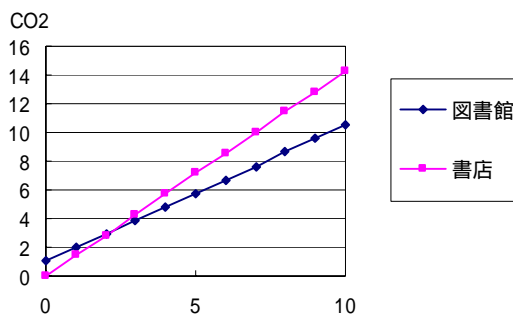


図 5-1 貸出回数による比較 (kg-CO₂)

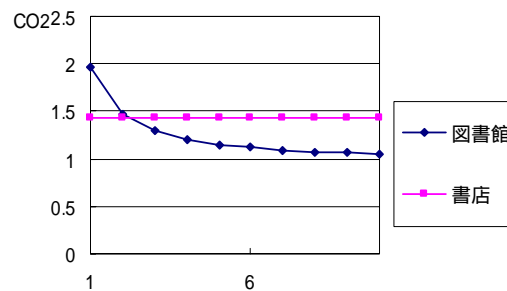


図 5-2 貸出回数による比較 (1 回あたり)
(kg-CO₂/回)

表 5-1 貸出回数による比較 (kg-CO₂)

n	図書館	書店
0	1.0234	0
1	1.9724	1.4267
2	2.9214	2.8534
3	3.8704	4.2801
4	4.8194	5.7068
5	5.7684	7.1335
6	6.7174	8.5602
7	7.6664	9.9869
8	8.6154	11.4136
9	9.5644	12.8403
10	10.5134	14.267
15	15.2584	21.4005
20	20.0034	28.534
25	24.7484	35.6675
30	29.4934	42.801

表 5-2 貸出回数による比較 (1 回あたり)
(kg-CO₂/回)

n	図書館	書店
1	1.9724	1.4267
2	1.4607	1.4267
3	1.2901	1.4267
4	1.2048	1.4267
5	1.1536	1.4267
6	1.1195	1.4267
7	1.0952	1.4267
8	1.0769	1.4267
9	1.0627	1.4267
10	1.0513	1.4267
15	1.0172	1.4267
20	1.0001	1.4267
25	0.9899	1.4267
30	0.9831	1.4267

貸出回数の違いによる CO₂ 排出量の変動は図と表の通りだ。

現在の彦根市では 1 冊の書籍が廃棄されるまでに 2 回貸し出されると書店で購入とほぼ同じ量の CO₂ を排出している事となり、3 回以上貸し出されると図書館利用のほうが CO₂ 排出量を抑制できている事になる。図 5-2 参照

図書館全体の平均でみると、彦根市立図書館では 1 年間だけで 1.9 回転しているので 3 回は確実に貸し出されている。よって彦根市立図書館全体では書店で購入する場合に比べ CO₂ 排出量を抑制しているといえる。

5-3 移動距離による CO₂ 排出量の違い

5-3-1 設定

自家用車などの利用により排出される CO₂ の量に大きく影響を与えるのが燃費と走行距離である。ここでは自宅から図書館および書店までの距離が CO₂ 排出量にどの程度影響するかを推定する。5-2 で図書館の書籍 1 冊に着目して考えたのと同様に考える。設定は以下の通りである。

対象は書籍とする。

図書館のケースでの原単位は書籍 1 冊。書店では同数の書籍を購入したこととする。

貸出、購入は1度に3.4885冊ずつ行うこととする。(2003年度平均貸出冊数)

移動には自家用車を用いる。

自宅から図書館までの距離を L_t とし、書店までを L_s とする。

5-3-2 図書館

CO₂排出量を求める式は5-2-2より引用する。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量} = 1.0234 + (2.69 \div 13 \times 4 \times L_t \div 3.4885) \times n$$

5-3-3 書店

CO₂排出量を求める式は5-2-3より引用する。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量} = \{ 1.0234 + (2.69 \div 13 \times 2 \times L_s \div 3.4885) \} \times n$$

5-3-4 図書館と書店の比較

上で求めた2つの式を比較し図書館の方が大きい値を示す場合は図書館利用によるCO₂排出量の方が多いということになる。ここで貸出回数 n の扱いについて説明する。図書館の書籍は1年で平均1.9回貸し出される。著しい汚れや破損などによって廃棄されでもしないうちに書籍は何年も使われ続けるのであるから n の平均的な値は非常に大きな値になると考える。 n が非常に大きくなる場合、図書館における生産段階の1.0234 (kg-CO₂) は全体からすれば本当に小さな値になる。そこで、ここでは図書館の生産段階を無視する。以上のことを踏まえて2つの式を比較する。

図書館 < 書店 となるためには

$$2.69 \div 13 \times 4 \times L_t \div 3.4885 < 1.0234 + (2.69 \div 13 \times 2 \times L_s \div 3.4885)$$

$$2.69 \div 13 \div 3.4885 \times (4L_t - 2L_s) < 1.0234 \quad 8.6267103531598513011152416356877$$

$$2L_t - L_s < 8.6267$$

$$L_t < 0.5 L_s + 4.3133$$

表5-3に結果を示す。

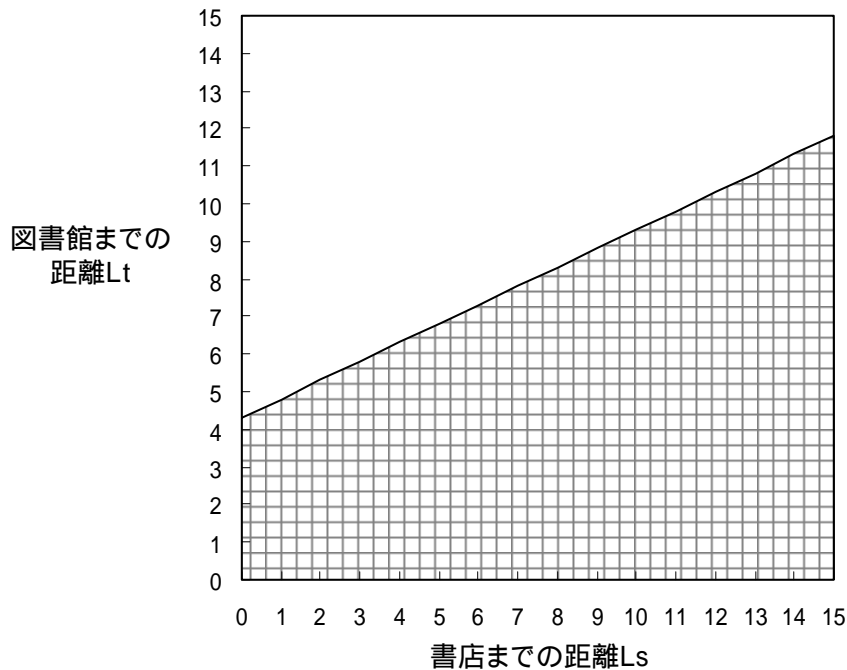


図 5-3 移動距離による CO₂ 排出量の違い

図 5-3 の左側の数字が図書館までの距離 (km) で下の数字が書店までの距離 (km) である。格子縞の範囲では図書館を、白い範囲では書店を利用した方が CO₂ 排出量を抑制できるということを表している。

図書館までの距離 L_t と書店までの距離 L_s が等しい場合であっても距離によって違いがある。移動距離が短ければ図書館のほうが CO₂ 排出量を抑制できるが、長ければ自家用車の CO₂ 排出量の割合が大きくなるため書店を利用したほうが抑制できるということだ。

5-4 1 度に借りる (買う) 冊数による CO₂ 排出量の違い

5-4-1 設定

1 度の買い物で 1 冊しか購入しない場合と 2 冊購入する場合とを比較すると 1 冊あたりの CO₂ 排出量は倍半分ほど異なる。もちろん急を要する買い物もあるだろうが、そうでないなら買いたい物がある程度ためておいて 1 度の買い物で買ったほうが環境には良いだろう。欲しいと思っていたものもしばらく経って考えてみるとそれ程必要なものではないと心変わりすることもよくある。地球環境を優先的に考えるのであれば、本当に必要なものでなければ買わない方が良いだろう。

ここでは本のまとめ買い (借り) がもたらす CO₂ 排出量の違いを求める。

LCA を行う際の本のライフサイクルの適用範囲は 3-1 で示したものとする。

自家用車で移動する。

彦根市内に住んでいることとする。

5-4-2 図書館

彦根市内から図書館まで来た人の平均片道距離はおよそ 4.0km である。

$$\begin{aligned}\text{CO}_2 \text{ 排出量 (kg-CO}_2) &= \text{排出係数(kg-CO}_2/\text{リットル}) \div \text{燃料消費率 (km / リットル)} \times \text{走行距離 (km)} \\ &= 2.69 \div 13 \times (4.0 \times 4) \\ &= 3.3107\end{aligned}$$

自家用車で家から図書館まで貸出返却のために 2 往復することによって排出される CO₂ は 2.8533 kg-CO₂ である。1 冊ずつ借りた場合と比較すると 1 度に 2 冊借りれば 3.3107 kg-CO₂、3 冊借りれば 2×3.3107 kg-CO₂ 抑制したことになり、1 冊あたりで見れば、消費段階での CO₂ 排出量が 2 分の 1、3 分の 1 となっている。

5-4-3 書店

図書館と同様にして求める。

彦根市内から書店まで来た人の平均片道距離はおよそ 3.4km である。

$$\begin{aligned}\text{CO}_2 \text{ 排出量 (kg-CO}_2) &= \text{排出係数(kg-CO}_2/\text{リットル}) \div \text{燃料消費率 (km / リットル)} \times \text{走行距離 (km)} \\ &= 2.69 \div 13 \times (3.4 \times 2) \\ &= 1.4070\end{aligned}$$

自家用車で家から図書館まで貸出返却のために 1 往復することによって排出される CO₂ は 1.2135 kg-CO₂ である。1 冊ずつ借りた場合と比較すると 1 度に 2 冊借りれば 1.4070 kg-CO₂、3 冊借りれば 2×1.4070 kg-CO₂ 抑制したことになる。

5-4-4 まとめ

上に示したように、1 度に借りたり買ったりする本が 1 冊違えばそれぞれ 3.3107 kg-CO₂ (図書館)、1.4070 kg-CO₂ (書店) ほど排出量が異なるという結果がでた。書籍 1 冊の生産にともなう排出量 1.0234 kg-CO₂ よりも大きな値である。買いたい、借りたいという欲求を少し我慢して先に延ばす度にこれくらい環境にやさしいことをしたと実感するとよい。

5-5 移動距離と 1 度に借りる (買う) 冊数による CO₂ 排出量の違い

5-5-1 設定

5-3 で行った移動距離による違いと、5-4 の 1 度に借りる (買う) 冊数による違いを合わせ移動距離と 1 度に借りる (買う) 冊数 (m とする) の組み合わせによってどのように CO₂ 排出量が変わるのかを求める。

5-5-2 図書館

図書館で本 1 冊を 1 回かりること、すなわち単位あたりの CO₂ 排出量は次式で求められる。

$$\begin{aligned}
\text{CO}_2 \text{ 排出量 (kg-CO}_2) &= 1 \text{ 冊の生産段階 (kg-CO}_2) \div \text{回転数} \\
&\quad + 1 \text{ 冊分の消費段階 (kg-CO}_2/\text{冊)} \\
&= 1.0234 \div \text{回転数} + (2.69 \div 13 \times 4\text{Lt} \div m) \\
&\quad 0.8276 \times \text{Lt} \div m
\end{aligned}$$

計算結果をグラフにしたものが図 5-4 である。

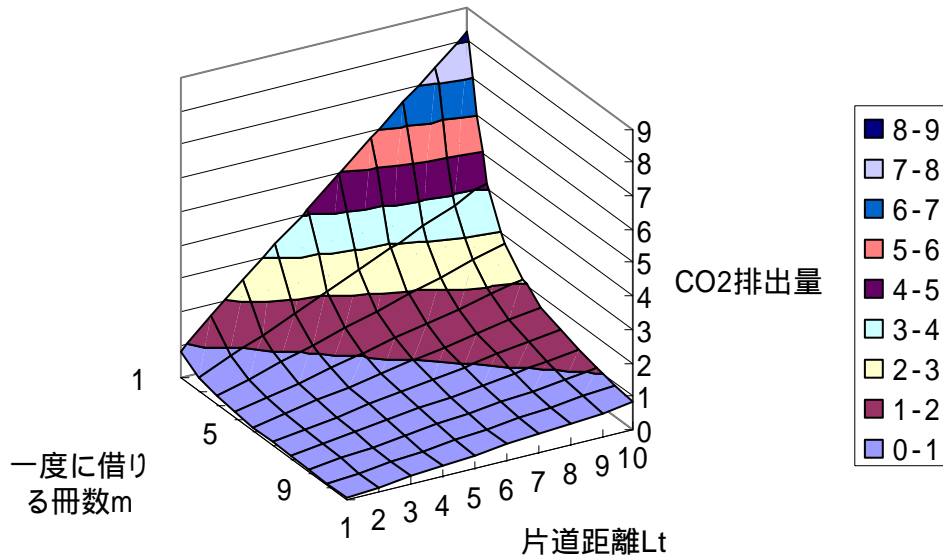


図 5-4 移動距離と1度に借りる冊数による CO₂ 排出量の違い

5-5-3 書店

書店での単位あたりの CO₂ 排出量は次式で求められる。

$$\begin{aligned}
\text{CO}_2 \text{ 排出量 (kg-CO}_2) &= 1 \text{ 冊分の生産段階 (kg-CO}_2/\text{冊)} + 1 \text{ 冊分の消費段階 (kg-CO}_2/\text{冊)} \\
&= 1.0234 + (2.69 \div 13 \times 2\text{Ls} \div m) \\
&= 1.0234 + (0.4138 \times \text{Ls} \div m)
\end{aligned}$$

計算結果をグラフにしたものが次ページの図 5-5 である。

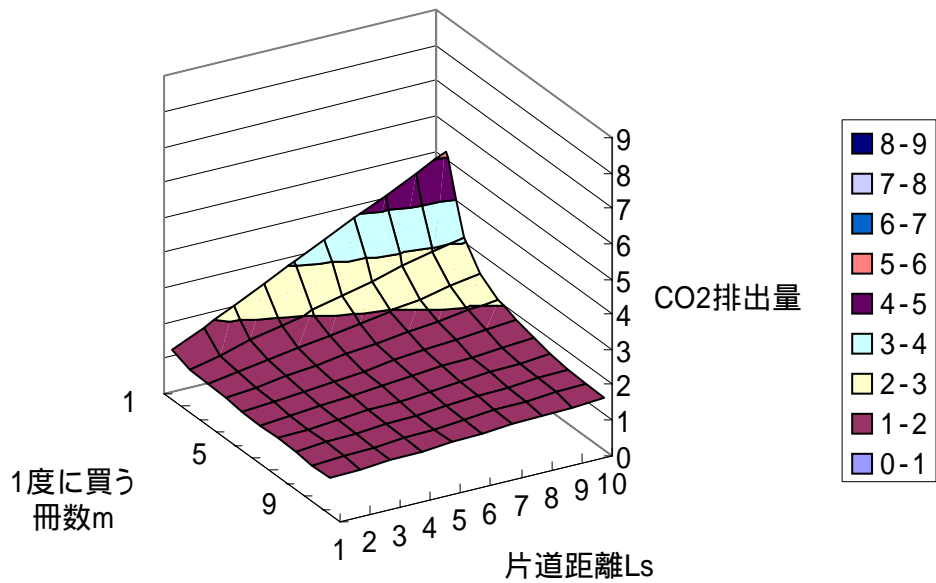


図 5-5 移動距離と1度に買う冊数による CO₂ 排出量の違い

5-5-4 まとめ

図書館と書店のグラフを見比べてみると、移動距離の影響が大きい図書館は CO₂ 排出量の変動幅が大きいというのがよく分かる。また、ある程度距離が長く ならなければ書店の方が CO₂ の排出を抑制できるというのも改めてよく分かった。

図書館と書店まで等距離であり、彦根市の現状である 1 回で 3.4885 冊借りる若しくは買う場合なら 8.6267km 以上である。

<参考文献>

- 1) 2004 彦根市立図書館要覧, 彦根市立図書館 (2004)