

身のまわりの資源・エネルギー分析

コピー用紙かOHPか、ハンカチかペーパータオルか、FAXか郵便か

梶屋 治紀

㈱システム技術研究所所長

1. はじめに

日常生活の中には、小さなことだが資源・エネルギーの視点から見て考えさせることが多くあり、本稿はこれを分析したものである。

さしあたりここでとりあげたテーマは4件であり、会議や講演を行うときのコピー紙とOHP（オーバーヘッドプロジェクター）の問題、手をふく問題、郵便とFAX（ファクシミリ）の使い方、紙に代わる電子的な新聞や書籍の可能性である。

いずれも個人的な関心からはじめた分析であるが、「比較エネルギー・資源分析」とでも呼ぶべき興味深い分野であり、省エネルギー社会を目指す技術の選択や新製品の開発に参考になれば幸いである。

2. コピー用紙とOHPの問題

会議や講演会などで多人数にコピーした紙を配るかわりに、OHPシートで説明を行うと、省エネルギーと考えられている。どんな場合に、どの程度有効なのだろうか。

(1) コピー用紙とOHP用紙のエネルギー投入量

A4判のコピー用紙は、1枚あたり4.16gとなり、そのエネルギー投入量は、62.4 kcal/枚になる。OHPシートのA4判は9g/枚の重量で、エネルギー投入量は198 kcal/枚と推定できる¹⁾。

(2) コピーのエネルギー消費

中型のコピー機械は、35枚/分の能力でコピー

時には1kW、ウォームアップには1.5kWで150秒、待機時には0.18kW、予熱時には0.17kWの電力消費となっている。コピー時のエネルギー消費だけを見ると、0.000476 kWh/枚である。

これを見ると実際にコピーが行われている時間は短く、待機時間によって所要エネルギーは決定される。1日に8時間電源が入っていて、1カ月、22日に3千枚のコピーを行うと仮定すると、1枚あたり、0.0114 kWh、1次換算(1 kWh/2250 kcal)で25.69 kcalである。コピー機械の製造エネルギーやトナーの消費エネルギーについても考慮するべきであろうが、無視できるとし、ここでは省略する。

(3) OHPの使用との比較

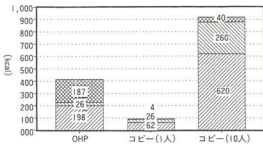
OHPの光源は1kWの出力で、1枚あたり5分間の説明をすると、一次エネルギーは187.5 kcalとなる。この場合、天井照明は消され室内は暗くなる。これにたいしてコピー用紙の説明の場合には、1人あたり約20Wの照明が必要とする。

一般にOHPシートでは文字を大きくして見やすくするが、簡潔にまとめて、コピー用紙1枚分の情報を盛り込むとする。図-1は聴衆が1人のとき、および10人のときのコピー用紙に必要なエネルギーを示す。5人以上の聴衆がいるときには、OHPを使用した方が省エネルギーとなる。

コピー用紙は持ち帰って繰り返し見ることができ、このような比較がいつも成立するとは限らないが、一応の目安にはなるであろう。

分析の途中で気づいた注目点としては、コピー

省エネルギー



■材料 □コピー ▨光源/照明

図-1 OHP/コピーのエネルギー消費

機械の待機時の電力消費は無視できない大きさであり、コピー時の20%近くある。これを減らすことも重要である。

3. ハンドドライヤー・ペーパータオル・ハンカチの問題

手を洗ったあとで手をふくのに、ハンカチを使うかわりにペーパータオルを使うことが多くなっている。ハンドドライヤーで乾燥させる方法も使われている。これらを資源・エネルギーの点から比較したらどうなるか。この問題はエネルギーと材料資源消費の代替関係を示すはずである。

(1) 水の量

手を水で洗い、よく水を切ったあとに残る水は約5gであり、これを乾燥させるかふくかするわけである。

(2) ハンドドライヤー

5gの水を蒸発させるのに必要なエネルギーは、約3.1kcalである。ドライヤーは1kWで30秒使用するが、一次換算すると所要エネルギーは20.54kcalとなる。

ハンドドライヤーに投入されているエネルギーは、本体が3kgで寿命が5年とすれば1回あたりは、0.197kcalとなる。エネルギーを消費する機器に投入されているエネルギーは、使用時のエネルギー消費よりかなり小さいのが普通だが、これもそうである。

またハンドドライヤーはセンサーが常時ONしており、この待機中のエネルギーを考慮すると、

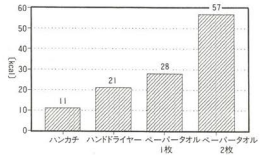


図-2 手をふく方法のエネルギー消費 (kcal)

結果が少し増加することになる。

(3) ペーパータオル

ペーパータオルは1枚あたり2.4gであり、1回に1～2枚を使用して手をふいているようである。投入エネルギーは、1枚のとき28.32kcal、2枚のとき66.64kcalとなる。ペーパータオルを輸送するエネルギーは無視する。

(4) ハンカチ

20gのハンカチを、2kgの衣類と一緒に電気洗濯機で洗うのに必要な電力は、350Wで約1時間であり、3.5Whとなる。電気洗濯機では電力：水：洗剤=1.2：1：6の投入エネルギーになっている¹⁾。

これから、すべてを合計して、一次換算すると53.81kcalとなる。ハンカチを5回使って1回洗濯すれば、1回あたりは10.76kcalとなる。5回がよいか10回なのかはライフスタイルの問題で扱いにくいところである。読者の場合はいかかであろうか。

洗濯したあとで電気乾燥機を使ったり、アイロンをかけるともっとエネルギー消費が増加して、ハンドドライヤーよりも浪費的になってしまうのでここでは考えない。

以上を比較すると図-2のようになる。計算の仮定によって結果は変化するが、エネルギー消費はハンカチがもっとも少なく、次がハンドドライヤーであり、ペーパータオルがもっとも大きい。

またエネルギーではなく、費用で比較すると結果はかなり変わって来る。とくにその費用を誰が

負担するのにも重要である。ハンドドライヤーやペーパータオルは建物に備え付けになっているので利用者への直接の負担はない。またハンドドライヤーならペーパータオルにくらべて建物側では廃棄物処理の費用がかからない。このような要素も含めて検討してみる必要がある。

4. ファクシミリと郵便の問題

一般に情報化社会はエネルギー効率が高いはずと考えられる。ファクシミリは郵便よりも省エネルギーと期待される。本当だろうか。この問題は通信と輸送との代替関係の問題である。もちろんエネルギーの点から見ただけでは一面的であり、ファクシミリの迅速性や同報性は郵便では得られない利点であるが、定量的には比較し難いのでここでは取り上げない。

(1) ファクシミリ

まず電話に消費されているエネルギーから検討する。全国に加入電話は5,583万台あり、年間通話数は735億回、総通話時間は34.44億時間である²⁾³⁾。結局1台あたり、1316.5回/年、1回あたり2分49秒の通話時間となる。NTTの費用のうち水道光熱費は595.18億円あり³⁾、これは1通話あたり0.81円となる。この80%が電力とすると、1通話あたり0.0259 kWhとなり、電話機を取り上げるとその向こうに553Wの負荷がつながっていることになる。

中型のファクシミリは15~50Wの消費電力でA4判1枚を送るのに12秒かかる。送信の前後を含めて30秒間電話をつかうとすると、電話には0.00046 kWhかかる。

ファクシミリは、なお待機中にも15W程度を消費していることは重要である。この機械は1日中待機しているから、1日に50件の送信・受信ををするとして、1件あたりは0.0072 kWhとなる。結局、ファクシミリで1枚を送るための電力消費は合計で0.0118 kWhであり、これを1次換算すると26.57 kcalとなる。

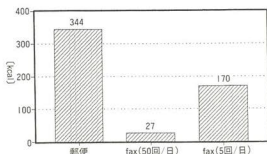


図-3 郵便/faxのエネルギー消費
(A4用紙1枚を送るとき・kcal)

(2) 郵便

郵便物は年間で第1種107億件(書状)、第2種58億件(葉書)など合計223億件配送されている(1992年)。全国に24,107カ所ある郵便局の光熱費は年間213億円であり⁴⁾、郵便1件あたりは0.955円となる。この半分が電力、残りが灯油とすれば、電力は1件あたり0.0159 kWh、灯油は65.38 kcal。

以上合計で1次換算すると101.2 kcalとなる。このエネルギーは保険や為替業務にも使われるので、この半分の郵便使用と仮定すると郵便物1件あたり50.6 kcalとなる。

A4判1枚を郵便で送るとき、重量は封筒を含めて20g程度である。この輸送は郵便局周辺の集配と長距離のトラック輸送によって行われている。後者は外部に委託されており、その費用から、郵便物1件あたりのエネルギーを推定すると、269 kcalとなる。

個別の集配レベルではバイクや軽四輪が使われている。この車両保守費用から燃料費を推定し、年間の配達件数223億件から1件あたりの平均エネルギー消費を求めると、24.88 kcalとなる。

郵便物の重量の分布は不明だが、もっとも軽い葉書が26%もあるので、封書20gを平均と考えれば、上記の数値をA4判1枚をおくときの平均としてそのまま使えるのであろう。kcal 4判1枚を送るのにファクシミリ対郵便をまとめると図-3のようになる。ファクシミリの使用頻度によって結果がかわるが、1日に50件の送受信があれば、

ファクシミリのほうが13倍有利である。1日に5件でもファクシミリは郵便より2倍有利である。枚数の多い書類の場合には郵便が有利になる。

この他にも計算に含めなければならない要素が多くあると思われる。ファクシミリでは封筒が必要になるが、相手先の感熱紙を消費することも計に入れる必要がある。注目すべき点として、ファクシミリの持機中の通信機器のエネルギー消費が無視できないことで、これを減少させる必要がある。

5. 書籍と電子出版の問題

パソコンやワープロの普及により日本語の書類の作成や出版の原稿の作成におおきな変化が生じている。電子的な編集をして紙に出力するDTPも普及し始めている。この延長上には電子的に編集した内容を紙に出力せずに直接、電子的な形で読む形式が考えられる。

この技術はマルチメディアのようにテキスト、音声、動画像を統合するものとして興味深い。一度しか読まない新聞、雑誌、書籍など紙による情報伝達が電子的出版に置きかわれば、エネルギー・資源の点からみても望ましい。

電話、電波などを利用して、編集されたテキストや画像の情報を伝送し、家庭や職場で、この情報を小型、ポータブルな電子表示機に表示してペーパータオルをめくるように読むことが考えられる。電子新聞または電子書籍である。

情報は数メガバイトのメモリーに保持され、低消費電力・薄型の液晶ディスプレイ(LCD)に表示する。このような表示機はページをめくる操作だけでなく誰にでも利用できるもので、書籍、雑誌新聞の形態を革命的に変えてしまう可能性がある。

(1) 電子表示機を使用した場合のエネルギー消費

現在入手できる技術で可能な電子表示機の性能は以下のようなろう。

電子表示機=本体300g, RAM 2MB,
16 bit CPU, 反射型 LCD

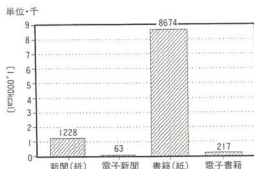


図-4 電子表示のエネルギー消費

情報読み出し表示のエネルギー消費 2W (Max)
バッテリーおよびAC100Vアダプターで使用する。

これを3年間、一日一時間使用するとし、この1,095時間の60%に充電式のバッテリーを使い3回交換する。金属、電子機器、プラスチックなどの製品への投入エネルギーは大きくしても30,000 kcal/kgである¹⁾。

電子表示機とバッテリーの製造に必要なエネルギーは、時間あたりで17.42 kcalとなる。

通信によって情報を送るには、前述の電話を利用するものとし、ISDNが使えるようになれば、1メガバイトを送るのに2分かかるとして電話で検討した数値から、1次換算で41.4 kcalとなる。

(2) 書籍と新聞のエネルギー投入

図書や新聞を印刷するために投入されているエネルギーは下表の通り¹⁾。

図書1冊の投入エネルギー(図書の重量:351.7g)=8,674 kcal

新聞1部の投入エネルギー(新聞の重量:100g)=1,228 kcal

これらの図書1冊あるいは新聞一部は、画像データをあまり多く含まなければ上記の電子表示機のメモリーに格納できる。将来は自由に書き込みできる大容量フラッシュメモリーが安くなり、画像をふくんでもメモリーの問題は無くなるろう。

(3) エネルギー消費の比較

電子表示機を利用して新聞や書籍を読む場合のエネルギー消費を比較してみよう。

新聞を読む時間はひとり平均20分であるが、3人で読み1時間かかるとすると、電子表示機の一次換算エネルギー消費は、4.5 kcalである。書籍を読む時間は1冊あたり8時間とし、これを電子表示機で読むとすると、その表示エネルギーは、36 kcalである。

いずれの場合も情報量は1メガバイトで十分であり、通信に必要なエネルギーは同じである。新聞や書籍の輸送のエネルギーは計算に含めないとして、以上をまとめると図-4のようになる。

電子新聞や電子書籍は紙を節約し、エネルギー効率を20～40倍高める可能性がある。しかしここに検討すべき点として、電子表示機には新聞のような一覧性がないこと、技術的にはバッテリーの環境に与える影響、液晶ディスプレイの目にあたえる影響などの問題があり、改善が必要である。

6. おわりに

個人的な関心からはじめた分析であるが、始めてみるといういろいろな分野とかかわりがあり、必要なデータも多方面にわたった。このような分析を日常生活の他のさまざまな面に目を向けて行えば、

新しい発見があると思われる。仮定によって計結果はいろいろに変化するので、ここに示した計算はひとつの例に過ぎない。

また省エネルギーといわれている機器にも、待機時のエネルギー消費のような落とし穴があることがわかり、通信のエネルギーも小さくはないことがわかった。エネルギー・資源効率の高い情報化社会を目指す努力に本稿が役立てば幸いである。

この分析の予備的な計算について電力中央研究所「有識者会議」第2分科会（座長・月尾嘉男東大教授）のメンバー各位から貴重な助言をいただいた。ここにお礼申し上げます。

＜参考文献＞

- 1) 衣・食・住のライフサイクルエネルギー，科学技術庁資源調査会，昭和54年，大蔵省印刷局
- 2) 主要統計資料集，平成4年8月，日本電信電話株式会社
- 3) 財務情報（第1期～第7期），日本電信電話株式会社
- 4) 郵便省による。計算の仮定と結果は筆者の責任である。