

物質循環の合理化による汚染物質総量の抑制に関する基礎的研究(第3報)

— II 多資源型消費財のエネルギー使用量に関する調査 —

宮本 孝 今川 欣也
(公害局立地課)

1 はじめに

今日、わが国の産業活動、経済活動あるいは社会活動は大量のエネルギー消費によってささえられ、今やわれわれの日常生活にとってエネルギーは必要不可欠のものとなっている。しかし、このことが一方では大気汚染をはじめとする環境汚染の主要な原因ともなっている。

すなわち、地域におけるエネルギー使用量が直接その地域の環境汚染負荷量に大きな影響を与えることはすでに多くのデータから明らかであり、この意味で、各種汚染のはげしい東京都の地域ではエネルギー利用効率化への指向は一層切実な課題である。

これらの点に着目して1976年度から78年度までの3カ年にわたって東京の環境汚染負荷量の総量抑制を目指して資源、エネルギー利用の効率化を図ろうとする際の基礎的資料を整える目的で「物質循環の合理化による汚染物質総量の抑制に関する基礎的研究」をすすめてきた。

2 調査の目的

資源・エネルギー利用の効率化をはかる場合は、産業活動、経済活動、社会活動あるいは日常の住民生活のあらゆる場であり、言い換えれば物質循環の全過程すなわち、生産、流通、消費および廃棄の各段階が対象になる。

この調査では、われわれが日常生活において使用(消費)する様々な商品に目をむけ、それらを対象にして省エネルギーがいかにはかられるかということに関して検討しようとした。これらの商品に対する省エネルギーを検討する方策は2つに大別できる。

第1は、その商品をエネルギー消費量という物指して評価し、商品選択の一つの基準にしようとするものである。いわば、エネルギーからみた商品アセスメントともいうべきものである。具体的にはその商品の生産、使用、廃棄というライフサイクルにおいて、エネルギーが直

接、間接にどの程度消費されるかを明確にし、それをもって代替商品の取捨選択にあてようということである。

第2は、商品の選択という大きな問題ではなく、商品の選択を与件とした上での省エネルギー方策である。すなわち、その商品のライフサイクルのうち、特に生産段階に投入されるエネルギーの量に注目し、その使用年限の延長あるいは再使用を模索しようとするものである。

しかし、これらの方策を検討するにあたっては、困難な問題がある。第1の方策においては、商品の取捨選択が、エネルギーの面からだけでは考えられないことである。代替商品と考えられるものであっても、その使用がもたらす便益は必ずしも同質のものとはいえない。むしろ、同質でないケースが圧倒的に多い。例えば、包装という同じ用途にむけられるビニールと紙をくらべた場合エネルギーの消費量という点では、ビニールは紙に比し評価は劣っているかもしれないが、一方、それは耐水性という大きなメリットを紙にくらべて有している。したがって、異なる便益をもたらす代替品に対し、その価格および便益の評価にエネルギーの評価をいかにくみいれるかが大きな課題である。しかし、このような社会的評価システムの形成は本論をこえた大きなテーマであり、ここでは、その検討のための基礎的資料を提供するにとどめる。

第2の方策についても、経済成長との相剋という大きな問題がある。すなわち、使用年限の延長は、財の需要拡大をおさえる働きがあり、したがって従来とられてきた成長指向の経済とは相容れないものである。しかし、今後は、かつてのような高度成長は望めず、低成長経済への移行の中で成長指向は改めざるをえないと考えられるので、この問題は解消の方向にむくと思われる。

したがって、本調査では、第2の方策にウェイトをおきつつ、これらの方策を検討するために必要な基礎的資

料を整備し、提供することを目的とした。方策の検討については今後の課題とする。

3 調査内容

(1) 調査対象

われわれの日常生活の中で使用される商品は、非常に広範多岐にわたっている。これらの中から、本調査では以下の理由により、自動車、家電製品をとりあげることとした。第一に、われわれの日常生活の中に特に使用するひん度が高く、これらの製品のウェイトは今後とも年々高まってくると考えられる。第二に、より重要な理由であるが、これらの商品は、高度に加工されていて、これが最終的に生産されるまでには直接、間接に大量のエネルギーを使用すること、第三に、これらの商品は耐久消費財とよばれ省エネルギーの見地から使用年限の延長について検討する必要があることである。

(2) 推計したエネルギー

推計対象としたエネルギーは自動車（乗用車）および家電製品のライフサイクルエネルギーのうち原材料エネルギー、製造（加工・組立）エネルギーおよび使用エネルギーの3種類である。原材料エネルギーおよび製造エネルギーとは調査対象製品が最終的に生産されるまでの間に直接、間接に投入されたエネルギー量である。このなかには原材料および中間製品の輸送エネルギー量、間接原材料のもっているポテンシャルエネルギー量ならびに工場など生産手段のもっているポテンシャルエネルギー量を含んでいる。

使用エネルギーは製品の使用過程で消費するエネルギー量を推計したものである。

ライフサイクルエネルギーにはこれらのほかに製品そのものの輸送エネルギーあるいは使用を終了した製品の廃棄エネルギーが存在するが、これらはそれぞれの量が少いものと見込み推計対象外とした。また、使用エネルギーのなかには製品の保守、修理のためのエネルギーおよび洗濯機のように水や洗剤の生産エネルギーが存在するが、前者については把握困難のため加算していない。

(3) 推計方法

この調査では基本的には1970年の産業連関表からえられたエネルギー誘発原単位を用いて原材料エネルギーを推計したが、産業連関表の分類が個々の製品と対応する形をとっていないため次の手順によって推計した。

①各製品の原材料別重量を求めた。②原材料の誘発（究極）エネルギー原単位を求めた。③上記①と②を掛けあわせることによって原材料レベルにおける各製品の誘発（究極）エネルギー量を求めた。④製品（加工・組立）時における投入エネルギー量を求めた。⑤上記③と④を加算した値を製品となるまでの消費エネルギー量の推計値とした。⑥各製品の使用時の消費電力量および自動車についてはガソリン消費量と実使用期間を掛けあわせて使用エネルギー量を求めた。

なお、以上のような推計方法をとった関係から製造エネルギーのなかに含まれる工場の建物や工作機械などの生産設備を作る際に消費されるエネルギーについては算定していない。

4 自動車（乗用車）および家電製品の究極エネルギー使用量

(1) 原材料投入エネルギー

原材料投入エネルギーについては自動車（乗用車）および家電製品のどちらもその製品を構成する原材料別の重量にそれぞれの原材料誘発（究極）エネルギー原単位を乗じて算出した。ここに用いた原単位は科学技術庁資源調査所が1970年産業連関表を使って推計したもので、表1に示すとおりである。

表1 原材料誘発（究極）エネルギー原単位

| 原 材 料 | | 単位 kcal/kg |
|--------|-------|------------|
| | | エ ネ ル ギ ー |
| 鉄 | 鉄 | 4,801.8 |
| 鋼 | 材 | 7,634.5 |
| | 銅 | 9,536.1 |
| 伸 | 銅 品 | 17,596.0 |
| | 鉛 | 4,631.3 |
| 亜 | 鉛 | 10,799.1 |
| アルミニウム | | 3,227.38 |
| アルミニウム | 圧延品 | 4,047.27 |
| 塗 | 料 | 2,468.58 |
| ゴ | ム | 5,238.84 |
| ガ | ラ | 3,476.12 |
| 合 | 成 樹 脂 | 2,100.51 |
| 木 | 材 | 579.4 |

また、製品の原材料別重量は自動車については日本自動車工業会資料²⁾をもとに日本環境衛生センターで作成³⁾した表2から原材料別に表3のように整理したものである。

表2 自動車1台当りの原材料原単位

| 原材料名 | | 車種 | 乗用車 | トラック |
|-----------|--------------|-----|-------|-------|
| 鉄 | | 鉄 | 32.6 | 55.2 |
| 普通鋼材 | 棒 | 鋼 | 14.8 | 18.7 |
| | 型 | 鋼 | 0 | 4.0 |
| | 熱延薄板 | 板 | 69.6 | 65.0 |
| | " | 中板 | 73.8 | 131.1 |
| | " | 厚板 | 2.0 | 68.2 |
| | 冷延薄板 | 板 | 404.8 | 368.6 |
| | 帯鋼 | 鋼 | 7.3 | 14.4 |
| | 鋼管 | 管 | 24.1 | 32.4 |
| | リムリングバー | バー | 0 | 14.7 |
| | 計 | | | 596.4 |
| 鉄鋼二次製品 | 磨棒 | 鋼 | 12.4 | 15.3 |
| | 表面処理鋼板 | 板 | 16.4 | 16.1 |
| | 計 | | 28.8 | 31.4 |
| 特殊鋼材 | 炭素鋼棒 | 鋼 | 81.2 | 122.9 |
| | クロム | 鋼 | 24.2 | 18.9 |
| | クロムモリブデン | 鋼 | 32.0 | 62.9 |
| | ニッケルクロム | 鋼 | 0 | 0.4 |
| | ニッケルクロムモリブデン | 鋼 | 0.6 | 2.1 |
| | 高抗張力 | 鋼 | 0.2 | 2.6 |
| | 耐熱 | 鋼 | 0.5 | 0.9 |
| | ばね | 鋼 | 22.7 | 68.6 |
| | ステンレス | 鋼 | 3.5 | 2.2 |
| | ベアリング | 鋼 | 12.7 | 12.9 |
| その他特殊鋼 | | | 2.1 | 2.2 |
| 計 | | | 179.7 | 296.6 |
| 非鉄金属 | 電気 | 銅 | 3.2 | 2.7 |
| | 伸銅 | 品 | 4.1 | 6.0 |
| | 電線 | 線 | 3.2 | 3.6 |
| | | 鉛 | 6.6 | 1.1 |
| | 亜鉛 | 鉛 | 4.9 | 4.1 |
| | | 錫 | 0.7 | 0.8 |
| | アルミニウム地金 | 地金 | 29.6 | 26.7 |
| アルミニウム圧延品 | 圧延品 | 0.2 | 0.7 | |
| ニッケル地金 | 地金 | 0.3 | 0.3 | |
| 計 | | | 52.8 | 55.3 |

| 原材料名 | 車種 | 乗用車 | トラック |
|-----------|----|---------|---------|
| 塗料 | 料 | 21.5 | 17.2 |
| ゴム | ム | 49.2 | 79.1 |
| 石綿 | 綿 | 1.3 | 1.5 |
| ガラス | ス | 28.7 | 24.6 |
| フェノール樹脂 | 樹脂 | 1.2 | 0.4 |
| ポリウレタン樹脂 | 樹脂 | 5.3 | 2.6 |
| 塩ビ樹脂 | 樹脂 | 8.9 | 6.4 |
| ポリエチレン樹脂 | 樹脂 | 2.0 | 1.5 |
| ポリプロピレン樹脂 | 樹脂 | 5.0 | 2.8 |
| A B S樹脂 | 樹脂 | 4.4 | 2.8 |
| その他の樹脂 | 樹脂 | 3.1 | 1.6 |
| その他 | 他 | 12.2 | 9.0 |
| 計 | | 142.8 | 149.4 |
| 合計 | | 1,033.1 | 1,305.0 |

表3 乗用車1台当りの原材料原単位

| 原材料 | 重量 |
|-----------|---------|
| 鉄材 | 32.6 |
| 鋼材 | 804.9 |
| 銅 | 6.4 |
| 伸銅品 | 4.1 |
| 鉛 | 6.6 |
| 亜鉛 | 4.9 |
| アルミニウム | 29.6 |
| アルミニウム圧延品 | 0.2 |
| 塗料 | 21.5 |
| ゴム | 49.2 |
| ガラス | 28.7 |
| 合成樹脂 | 29.9 |
| その他 | 14.5 |
| 計 | 1,033.1 |

家電製品については日本産業技術振興協会資料から作成したもので表4のとおりである。これらのデータから求めた自動車(乗用車)および家電製品の原材料投入エネルギー量は表5に示すとおりである。例えばテレビの原材料投入エネルギー量は表4の原材料別重量と表1のエネルギー原単位表6の計算のとおり479782 Kcalが求められる。

(2) 製造(加工・組立)投入エネルギー

製造投入エネルギーは生産工場における加工・組立によって最終製品として仕上げるまでに使用される石油、電力等の量と製品の生産量から1台当りのエネルギー消費量を求めたもので自動車と家電製品についてそれぞれ次の手法によって推計した。

表4 家電製品原材料別重量一覧表

| 製品名 | 単位 kg | | | | | | | | | |
|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|------|
| | 鉄 | | 非鉄金属 | | プラスチック | | ガラス | 木 | その他 | 合計 |
| | ステンレス | その他 | アルミニウム | 銅 | 発泡ウレタン | その他 | | | | |
| テレビ | | 4.2 (17.2) | 0.5 (2.0) | 0.8 (3.3) | | 3.1 (12.7) | 8.5 (34.8) | 4.2 (17.2) | 3.1 (12.7) | 24.4 |
| 冷蔵庫(中型) | 0.1 (0.2) | 34.0 (58.9) | 1.2 (2.1) | 1.1 (1.9) | 3.3 (5.7) | 12.6 (21.8) | 1.1 (1.9) | 0.5 (0.9) | 3.8 (6.6) | 57.7 |
| 洗濯機(二槽式) | 0.3 (1.2) | 16.2 (64.8) | 0.4 (1.6) | 0.8 (3.2) | | 6.9 (27.6) | | | 0.4 (1.6) | 25.0 |
| ルームクーラー(セパレート) | 0.1 (0.2) | 35.0 (64.0) | 4.7 (8.6) | 6.8 (12.4) | 0.5 (0.9) | 4.9 (9.0) | | 0.7 (1.3) | 2.0 (3.7) | 54.7 |
| 電気掃除機 | | 1.9 (30.2) | 1.0 (15.9) | 0.3 (4.8) | 0.04 (0.6) | 2.7 (42.9) | | | 0.36 (5.7) | 6.3 |
| 電気コタツ | | 1.4 (25.5) | | 0.07 (1.3) | | 0.3 (5.5) | 0.2 (3.6) | 3.3 (60.0) | 0.23 (4.2) | 5.5 |
| ステレオ(床置型) | | 8.7 (15.0) | 2.6 (4.5) | 2.1 (3.6) | | 2.5 (4.3) | 2.4 (4.1) | 33.5 (57.9) | 6.1 (10.5) | 57.9 |
| 電子レンジ | 3.6 (12.3) | 18.2 (62.3) | 0.5 (1.7) | 2.1 (7.2) | 0.1 (0.3) | 2.0 (6.8) | 1.8 (6.2) | | 0.9 (3.1) | 29.2 |
| 電気ストーブ | 0.2 (8.0) | 1.8 (72.0) | | 0.05 (2.0) | | 0.2 (8.0) | 0.05 (2.0) | | 0.2 (8.0) | 2.5 |
| テープレコーダー(カセット) | | 1.9 (40.4) | 0.2 (4.3) | 0.2 (4.3) | | 2.0 (42.6) | | | 0.4 (8.5) | 4.7 |
| ラジオ(携帯用) | | 0.4 (25.0) | 0.08 (5.0) | 0.12 (7.5) | | 0.8 (50.0) | | | 0.2 (12.5) | 1.6 |
| アイロソソ | 0.1 (5.6) | 0.4 (22.2) | 0.5 (27.8) | 0.1 (5.6) | | 0.4 (22.2) | | | 0.3 (16.7) | 1.8 |
| トースター | 0.2 (10.5) | 1.4 (73.7) | 0.02 (1.1) | 0.06 (3.2) | | 0.07 (3.7) | | | 0.15 (7.9) | 1.9 |
| ジューサーミキサー | 0.2 (4.0) | 1.4 (28.0) | 0.3 (6.0) | 0.3 (6.0) | | 2.0 (40.0) | 0.7 (14.0) | | 0.1 (2.0) | 5.0 |
| 電気カミソリ | | 0.1 (33.3) | | 0.03 (10.0) | | 0.1 (33.3) | | | 0.07 (23.3) | 0.3 |
| ドライヤー | | 0.2 (40.0) | | 0.05 (10.0) | | 0.2 (40.0) | | | 0.05 (10.0) | 0.5 |
| ホットカーラー | | 0.2 (7.1) | 0.5 (17.9) | 0.06 (2.1) | | 1.4 (50.0) | 0.1 (3.6) | | 0.54 (19.3) | 2.8 |
| 電気釜 | 0.3 (10.0) | 1.3 (43.3) | 0.9 (30.3) | 0.06 (2.0) | | 0.4 (13.3) | | | 0.04 (1.3) | 3.0 |
| 電子ジャー | 0.1 (3.1) | 1.5 (46.9) | 0.7 (21.9) | 0.02 (0.6) | 0.04 (1.3) | 0.6 (18.8) | 0.04 (1.3) | | 0.2 (6.3) | 3.2 |
| 扇風機 | | 2.9 (51.8) | 0.6 (10.7) | 0.2 (3.6) | | 1.6 (28.6) | | | 0.3 (5.4) | 5.6 |

(注) 下段()内は構成割合でパーセント

表5 原材料投入エネルギー量

| 製品名 | 単位 Kcal | | |
|----------------|-------------|-----------|------------|
| | 1台当りのエネルギー量 | 製品名 | |
| テレビ | 479,782 | 電気アイロソソ | 35,186 |
| 冷蔵庫(中型) | 730,260 | トースター | 16,182 |
| 洗濯機(二槽式) | 296,182 | ジューサーミキサー | 86,131 |
| ルームクーラー(セパレート) | 621,326 | 電気カミソリ | 4,107 |
| 電気掃除機 | 113,674 | ドライヤー | 6,894 |
| 電気コタツ | 27,684 | ホットカーラー | 63,660 |
| ステレオ(床置式) | 363,919 | 電気釜 | 50,898 |
| 電子レンジ | 64,572 | 電子ジャー | 53,182 |
| 電気ストーブ | 23,571 | 扇風機 | 81,416 |
| テープレコーダー(カセット) | 45,913 | 自動車(乗用車) | 12,215,600 |
| ラジオ(携帯用) | 26,953 | | |

表6 テレビの原材料投入エネルギー

| 原材料名 | 重量(kg) | エネルギー原単位 (Kcal/kg) | 原材料投入エネルギー(Kcal) |
|--------|--------|--------------------|------------------|
| 鉄 | 4.2 | 7,634.5 | 32,064.9 |
| アルミニウム | 0.5 | 3,227.38 | 1,613.69 |
| 銅 | 0.8 | 9,536.1 | 7,628.9 |
| プラスチック | 3.1 | 2,100.51 | 6,511.58 |
| ガラス | 8.5 | 34,761.2 | 295,470.2 |
| 木 | 4.2 | 579.4 | 2,433.8 |
| 小計 | 21.3 | | 418,850.5 |
| その他 | 3.1 | | 6,093.15 |
| 合計 | 24.4 | | 479,782.0 |

ア 「その他」の原材料のエネルギー原単位が把握できなかったので、重量比で推計した。
 イ 「その他」の原材料重量比率は $3.1 \div 24.4 = 12.7\%$
 ウ したがって、テレビの原材料投入エネルギー

$$418,850.5 \text{ Kcal} \times \frac{1}{1-0.127} = 479,782 \text{ Kcal}$$

ア 自動車1台当りの製造投入エネルギー

自動車については自動車製造業および自動車部品製造業における石油と電力の総使用量が判明している。それによると1973年の自動車の加工・組立時における総エネルギー量は表7のとおり 3.55366×10^{13} Kcalであり、したがってこの値を1973年の自動車生産台数7,082.8千台で除して1台当り $5,017.3 \times 10^3$ Kcalを得た。

表7 自動車の組立加工時における消費エネルギー(1973年)

| | |
|----------------------------|---|
| ① 石油・電力の使用量 | |
| 自動車メーカー | 石油 $1,171 \times 10^3$ Kl /年 電力 $5,084 \times 10^6$ KWH/年 |
| 部品メーカー | 石油 613×10^3 Kl /年 電力 $2,576 \times 10^6$ KWH/年 |
| 計 | 石油 $1,784 \times 10^3$ Kl /年 電力 $7,660 \times 10^6$ KWH/年 |
| ② 消費エネルギー | |
| 石油 | $1,784 \times 10^3$ Kl /年 $\times 9,400$ Kcal / ℓ $= 1.67696 \times 10^{13}$ Kcal |
| 電力 | $7,660 \times 10^6$ KWH /年 $\times 2,450$ Kcal /KWH $= 1.8767 \times 10^{13}$ Kcal |
| 計 | 3.55366×10^{13} Kcal |
| ③ 自動車生産台数(1973年) | 7,082.8千台 |
| ④ 自動車1台当りの組立加工時における消費エネルギー | $\frac{3.55366 \times 10^{13} \text{ Kcal}}{7,082.8 \text{ 千台}} = 5,017,300 \text{ Kcal}$ |

イ 家電製品1台当りの製造投入エネルギー

家電製品については次の計算式を設定し、個々の製品

表8 全国の電気機械器具製造業のエネルギー使用量(A)および同生産額(B)(1976年)

| | |
|---|---|
| A: 電力 | $= 1.1133 \times 10^{13}$ Kcal* |
| 電力以外 | $= 1.3669 \times 10^{12}$ Kcal** |
| 計 | 12.500×10^{12} Kcal |
| * 電力量換算率 | $(4.544 \times 10^6 \text{ KWH}) \times 2,450 \text{ Kcal / KWH}$ |
| ** ① 東京都内の電気機械器具製造業におけるエネルギー使用量を求め、さらに原材料使用額の全国と東京都の比率から全国の電力以外のエネルギー使用量へ拡大して求めた。 | |
| ② 東京都内の電気機械器具製造業のエネルギー使用量 | |
| 重油 | $23,021 \text{ Kl} \times 9,400 \text{ Kcal / } \ell$ $= 2.1640 \times 10^{11}$ Kcal |
| 灯油 | $1,091 \text{ Kl} \times 8,000 \text{ Kcal / } \ell$ $= 0.0873 \times 10^{11}$ Kcal |
| 都市ガスA | $1,077 \text{ 千 Nm}^3 \times 5,000 \text{ Kcal / Nm}^3$ $= 0.0538 \times 10^{11}$ Kcal |
| 都市ガスB | $24 \text{ 千 Nm}^3 \times 11,000 \text{ Kcal / Nm}^3$ $= 0.0026 \times 10^{11}$ Kcal |
| 石炭 | $88 \text{ t} \times 7,700 \text{ Kcal / kg}$ $= 0.0068 \times 10^{11}$ Kcal |
| 計 | 2.3145×10^{11} Kcal |
| ③ 全国の電気機械器具製造業の原材料使用額 | $= 6,059,238$ 百万円 |
| ④ 東京都の電気機械器具製造業の原材料使用額 | $= 1,025,861$ 百万円 |
| ⑤ 以上から全国の電力以外のエネルギー使用量は | $\frac{2.3145 \times 10^{11} \text{ Kcal} \times 6,059,238 \text{ 百万円}}{1,025,861 \text{ 百万円}}$ $= 1.3669 \times 10^{12}$ Kcal |
| B: 9,978,934 百万円 | |

ごとに算定し値を求めた。

$$A \times \frac{B_i}{B} \times \frac{1}{C_i}$$

ただし、A：全国の電気機械器具製造業のエネルギー
使用量

B：全国の電気機械器具製造業の生産額

B_i：i製品の生産額

C_i：i製品の生産量

すなわち、トータルのエネルギーを生産額の比によつて按分し、さらに1台当りの値を求めようとするものである。

こゝでAおよびBのそれぞれの値は表8、B_iおよびC_iについては表9のとおりである。以上の値を計算式にあてはめ算定した結果表10のように求めることができた。例えばテレビの製造投入エネルギーは表11の計算によつて1台当り69,730Kcalが得られる。

表9 家電製品の生産量・生産額(1976年)

| 製品名 | 生産量(千円) | 生産額(百万円) |
|----------------|---------|----------|
| テレビ | 15,103 | 840,731 |
| 冷蔵庫 | 3,926 | 262,552 |
| 洗濯機 | 3,919 | 91,392 |
| ルームクーラー(セメント) | 1,618 | 203,997 |
| 電気掃除機 | 4,535 | 57,738 |
| 電気コタツ | 4,830 | 21,028 |
| ステレオ | 3,700 | 129,132 |
| 電子レンジ | 1,760 | 97,912 |
| 電気ストーブ | 1,371 | 8,281 |
| テープレコーダー(カセット) | 27,323 | 45,479 |
| ラジオ | 16,770 | 106,110 |
| 電気アイロン | 3,436 | 11,791 |
| トースター | 3,982 | 16,718 |
| ジュースミキサー | 2,384 | 21,107 |
| 電気カミソリ | 5,670 | 15,633 |
| ドライヤー | 12,981 | 29,161 |
| ホットカーラー | 425 | 2,680 |
| 電気釜 | 4,142 | 33,708 |
| 電子ジャー | 1,675 | 10,933 |
| 扇風機 | 936 | 9,841 |

表10 家電製品の製造(加工・組立)時のエネルギー量

単位 Kcal

| 製品名 | 電力エネルギー | 電力以外のエネルギー | 計 |
|----------------|---------|------------|---------|
| テレビ | 62,104 | 7,626 | 69,730 |
| 冷蔵庫 | 74,609 | 9,161 | 83,770 |
| 洗濯機 | 26,017 | 3,195 | 29,212 |
| ルームクーラー(セメント) | 140,661 | 17,271 | 157,932 |
| 電気掃除機 | 14,203 | 1,744 | 15,947 |
| 電気コタツ | 4,856 | 596 | 5,452 |
| ステレオ | 38,937 | 4,781 | 43,718 |
| 電子レンジ | 62,066 | 7,621 | 69,687 |
| 電気ストーブ | 6,739 | 827 | 7,566 |
| テープレコーダー(カセット) | 18,570 | 2,280 | 20,850 |
| ラジオ | 7,059 | 867 | 7,926 |
| 電気アイロン | 3,828 | 470 | 4,298 |
| トースター | 4,684 | 575 | 5,259 |
| ジュースミキサー | 9,878 | 1,213 | 11,091 |
| 電気カミソリ | 3,076 | 378 | 3,454 |
| ドライヤー | 2,506 | 308 | 2,814 |
| ホットカーラー | 7,035 | 864 | 7,899 |
| 電気釜 | 9,079 | 1,115 | 10,194 |
| 電子ジャー | 7,282 | 894 | 8,176 |
| 扇風機 | 11,730 | 1,440 | 13,170 |

表11 テレビの製造(加工・組立)エネルギー

$$\begin{aligned}
 & A \quad 12.5000 \times 10^{12} \text{ Kcal} \quad (\text{表8}) \\
 & B \quad 9,978,934 \text{ 百万円} \quad (\text{表8}) \\
 & B_i \quad 840,731 \text{ 百万円} \quad (\text{表9}) \\
 & C_i \quad 150,103 \times 10^3 \text{ 台} \quad (\text{表9}) \\
 & \text{エネルギー量} \\
 & 12.5000 \times 10^{12} \times \frac{840,731}{9,978,934} \times \frac{1}{15,103 \times 10^3} \\
 & \qquad \qquad \qquad = 69,730 \text{ Kcal}
 \end{aligned}$$

(3) 使用エネルギー

ア 自動車(乗用車)の使用エネルギー

乗用車の全寿命期間の走行距離10万Km,ガソリン1ℓ当りの走行距離10Kmと仮定して算定した。すなわち、10万Km÷10Km=1万ℓとなるのでガソリン1ℓ当りのエネルギー換算率9,400Kcal から94,000×10¹³Kcalが得られた。

イ 家電製品の使用エネルギー

家電製品については製品を使用する際に消費する電力

量と実使用年数を乗じて値を求めた。その結果は表12のとおりとなった。このうち、テレビの使用エネルギーについて計算すると

$$\begin{aligned}
 & 28\text{KWH}/\text{月} \times 12\text{月} \times 5.9\text{年} \times 2,450\text{Kcal}/\text{KWH} = \\
 & 4,856,880\text{Kcal} \text{ が得られる。家電製品の使用年数については} \\
 & \text{部品の最低保有期間についての通産省の指導値やその他資料に示された使用年数} \\
 & \text{があってそれぞれその値を異にしているが、ここでは家電製品協議会資料による実使用年数を用いた。また、} \\
 & \text{月平均使用電力量は通産省}
 \end{aligned}$$

表 12. 家電製品の使用エネルギー

| 製 品 名 | 使用電力量 (月平均) | 実 使 用 年 数 | ライフサイクルの 使 用 電 力 量 | 使用エネルギー |
|---------------|----------------|-----------|-----------------------|-----------|
| | KWH | 年 | KWH | Kcal |
| テレビ | 28 | 5.9 | 1,982.4 | 4,856,880 |
| 冷蔵庫(中型) | 20 | 8.4 | 2,016.0 | 4,939,200 |
| 洗濯機(二槽式) | 2 | 7.1 | 170.4 | 417,480 |
| ルームクーラー(セレクト) | 34 | 5.0 | 2,040.0 | 4,998,000 |
| 電気掃除機 | 5 | 6.9 | 414.0 | 1,014,300 |
| 電気コタツ | 13 | 6.9 | 1,076.4 | 2,637,180 |

(注) 電力のエネルギー換算率は2,450Kcal / KWH

資料によった。なお、洗濯機の使用に際し消費される電力のほかエネルギー計算の対象として水や洗剤の生産エネルギーが存在するがこれらは除外している。

5 推計結果のまとめ

以上の推計によって求められた製品1台あたりのライフサイクルエネルギーの推計結果をまとめると表13のようになる。また、これらの商品が生産されるまでの究極エネルギー(原材料エネルギー+製造(組立)エネルギー)をそれぞれの重量で割戻し、さらにそれと重油の重量単位発熱量との比を求めた(重油凝縮度とよぶ)のが表14である。

これらの結果から、次のようなことが考察される。

第1に、生産までの消費エネルギー(原材料エネルギー+製造(組立)エネルギー)に比べて、使用時の消費エネルギーの割合が高いということである。このことは、使用段階における省エネルギーを目指した新商品の開発が十分検討に値するということであろう。すなわち、生産段階における消費エネルギーの増分を相殺してもなお余りある省エネ効果をもった新商品の開発の余地があることを示唆している。

第2に、ここでとりあげた商品は、エネルギー的に高度に凝縮されているということである(重油でみた場合約1~2倍の凝縮がある)。したがって、これらの商品の使用年限の延長、あるいは再使用は、省エネルギーという立場からみて、大いに意義あることと考えられる(ただし、新商品のもっている省エネ効果が、使用年限の延長等による省エネ効果を上回る場合には、その限りでない)。

第3に、生産段階における、製造(組立)エネルギーに比べ、原材料エネルギーははるかに大きいということ

表 13 自動車(乗用車)および家電製品の究極エネルギー

単位10³Kcal

| 製品名 | 材料 エネルギー | 製造 エネルギー | 計 | 使 用 エネルギー | 合 計 |
|----------------|-------------|-------------|----------|-----------------|-----------|
| 自動車(乗用車) | 12,389.0 | 5,017.3 | 17,406.3 | 94,000.0 | 111,406.3 |
| テレビ | 479.8 | 69.7 | 549.5 | 4,856.9 | 5,406.4 |
| 冷蔵庫(中型) | 730.3 | 83.8 | 814.1 | 4,939.2 | 5,753.3 |
| 洗濯機 | 296.2 | 29.2 | 325.4 | 417.5 | 742.9 |
| ルームクーラー | 621.3 | 157.9 | 779.2 | 4,998.0 | 5,777.2 |
| 電気掃除機 | 113.7 | 15.9 | 129.6 | 1,014.3 | 1,143.9 |
| 電気コタツ | 27.7 | 5.5 | 33.2 | 2,637.2 | 2,670.4 |
| ステレオ | 363.9 | 43.7 | 407.6 | | |
| 電子レンジ | 64.6 | 69.7 | 134.3 | | |
| 電気ストーブ | 23.6 | 7.6 | 31.2 | | |
| テープレコーダー(カセット) | 45.9 | 20.9 | 66.8 | | |
| ラジオ | 27.0 | 7.9 | 34.9 | | |
| アイロン | 35.2 | 4.3 | 39.5 | | |
| トースター | 16.2 | 5.3 | 21.5 | | |
| ジュースミキサー | 68.1 | 11.0 | 79.1 | | |
| 電気カミソリ | 4.1 | 3.5 | 7.6 | | |
| ドライヤー | 6.9 | 2.8 | 9.7 | | |
| ホットカーラー | 63.7 | 7.9 | 71.6 | | |
| 電気釜 | 50.9 | 10.2 | 61.1 | | |
| 電子ジャー | 53.2 | 8.2 | 61.4 | | |
| 扇風機 | 81.4 | 13.2 | 94.6 | | |

である。したがって、上記のような使用年限の延長・再使用が、技術進歩等の理由により、十分にできなくても、素材レベルでの再利用によって省エネルギーは可能であると思われる。

6 今後の展望

今回の調査においては、家電製品等のライフサイクルにおけるエネルギー消費の実態を不十分ながらも明らかにし、上述のような結論が導き出された。得られた結論

表14 家電製品の重量1Kg当りの投入エネルギー

| 製品名 | 製品の重量 | 全投入エネルギー | 重油換算度 |
|--------------------|---------|----------|-------|
| | kg | Kcal | |
| 自動車 | 1,033.1 | 16,849 | 1.61 |
| テレビ | 24.4 | 22,521 | 2.16 |
| 冷蔵庫(中型) | 57.7 | 14,108 | 1.35 |
| 洗濯機(二槽式) | 25.0 | 13,015 | 1.25 |
| ルームクーラー (セパレート) | 54.7 | 14,246 | 1.36 |
| 電気掃除機 | 6.3 | 20,574 | 1.97 |
| 電気コタツ | 5.5 | 6,025 | 0.58 |
| ステレオ(床置型) | 57.9 | 7,040 | 0.67 |
| 電子レンジ | 29.2 | 4,598 | 0.44 |
| 電気ストーブ | 2.5 | 12,454 | 1.19 |
| テープレコーダ (カセット) | 4.7 | 14,205 | 1.36 |
| ラジオ(携帯用) | 1.6 | 21,800 | 2.09 |
| アイロン | 1.8 | 21,936 | 2.10 |
| トースター | 1.9 | 11,285 | 1.08 |
| ジュースミキサー | 5.0 | 15,844 | 1.52 |
| 電気カミソリ | 0.3 | 25,203 | 2.41 |
| ドライヤー | 0.5 | 19,416 | 1.86 |
| ホットカーラー | 2.8 | 25,557 | 2.45 |
| 電気釜 | 3.0 | 20,364 | 1.95 |
| 電子ジャー | 3.2 | 19,174 | 1.84 |
| 扇風機 | 5.6 | 16,891 | 1.62 |

(注) 重油単位発熱量 10,444Kcal/kg

は、十分に満足のいくものではないと思われるが、2でのべた二つの方策を推進するための手がかりになるものと思われる。

今後は、推進対象商品の拡大をはかるとともに、消費エネルギーの網羅を目指した推計方法の改良がはかられる必要がある。それと同時に、それらをもとにして、商品の総合評価をいかにはかるかが大きな課題である。また、方策の推進にあたっては、地域の問題といかに結びつけるかということも重要な課題である。

参 考 文 献

- 1) 省資源エネルギーに関する調査(科学技術庁資源調査所)
- 2) 昭和49年4月18日財団法人日本自動車工業会材料部品委員会
- 3) 主要工業製品製造に伴う廃棄物発生に関する調査研究 -昭和50年3月-