

冷蔵庫のライフサイクル・インベントリ(LCI) 分析報告書

2013年3月

一般社団法人 日本電機工業会
環境技術専門委員会 LCA-WG

本報告書は、2010年9月から2013年3月まで、日本電機工業会 環境技術専門委員会 LCA-WGにおいて、電気冷蔵庫のライフサイクル・インベントリ(LCI)分析を行い、その結果を取り纏めたものである。当工業会では1999年度の活動において1999冷凍年度冷凍冷蔵庫のLCI評価を行ない、活動報告書「家電製品のライフサイクル・インベントリ(LCI)データ収集等に係る調査結果」をまとめた。本報告書は、2010冷凍年度の代表製品を用いてLCIの再評価を行ない、前回評価と比較したものである。

なお、評価にあたり、2010冷凍年度製品におけるLCI分析に関しては、一般社団法人産業環境管理協会において外部専門家によるクリティカルレビューを受けている。

また、本報告書の内容に関して、2012年3月の日本LCA学会において研究発表を行い、「1.はじめに」以降の内容を日本LCA学会誌に研究資料として投稿中である。

目 次

| | |
|-----------------------------------|----|
| 1. はじめに | 1 |
| 2. 調査範囲 | 1 |
| 2.1 対象製品 | 1 |
| 2.2 システム境界 | 1 |
| 3. ライフサイクル・インベントリデータの収集手順 | 2 |
| 3.1 調達(素材・部品加工)段階 | 2 |
| 3.2 製品製造(組立)段階 | 4 |
| 3.3 輸送段階 | 5 |
| 3.4 使用段階 | 5 |
| 3.5 回収/リサイクル処理・処分段階 | 6 |
| 4. インベントリ分析結果 | 6 |
| 5. 1999冷凍年度製品との比較 | 8 |
| 5.1 比較対象の考え方 | 8 |
| 5.2 補正 | 8 |
| 5.3 1999冷凍年度製品(補正後)と2010冷凍年度製品の相違 | 10 |
| 5.4 比較結果 | 10 |
| 5.5 買い替えによるCO ₂ 削減効果 | 11 |
| 6. 結論 | 12 |
| 参考文献 | 13 |

1. はじめに

家電製品のLCAについては、1994年に、産業環境管理協会の委員会活動として電気冷蔵庫(以下、冷蔵庫と記載)のケーススタディが実施された¹⁾。本研究では日本電機工業会も協力し、特定フロンを使用した冷蔵庫と代替フロンを使用した冷蔵庫のライフサイクルでのCO₂排出量の比較が行われた。1996年には、田原らが各種の積み上げ法および産業連関表分析による原単位の違いが、CO₂排出量に与える影響を比較した²⁾。

日本電機工業会では、1999年度事業にて冷蔵庫のLCI分析を実施し、報告書としてとりまとめた³⁾。この時のライフサイクル全体におけるCO₂排出量は2,833kg、ライフサイクル段階毎に比較すると、使用段階が最も大きく全体の96%を占めていた。しかしながら近年、真空断熱材や高効率コンプレッサーの採用等による使用段階の省エネ性能の向上、消費電力量測定基準の変更、家電リサイクル法の施行に伴うリサイクルプラントの稼動、製造拠点の海外移転など、製品仕様およびライフサイクルシナリオの変化が著しい。

そこで、2010冷凍年度(2009年10月～2010年9月)における適切な代表モデルおよびライフサイクルシナリオを設定し、ライフサイクル全体におけるCO₂排出量、ライフサイクル段階毎の割合を再評価することを目的として、LCIを実施した。

また、1999冷凍年度製品を2010冷凍年度製品に買い換えた場合を想定して、1999冷凍年度製品を2010冷凍年度製品の算出条件で再計算し、比較を行った。

2. 調査範囲

2.1 対象製品

対象製品の仕様を表1に示す。

表1 対象製品の仕様

| | 1999冷凍年度製品 | 2010冷凍年度製品 |
|--------------|------------------------------|------------------------------|
| 定格内容積 | 約400L | 501L |
| ドア数 | 4ドア または 5ドア | 6ドア |
| 年間消費電力量の測定方法 | JIS C 9801:1999 | JIS C 9801:2006* |
| 販売時期 | 1999冷凍年度 (1998/10～1999/9) | 2010冷凍年度 (2009/10～2010/9) |
| 冷媒 | HFC134a (代替フロン) | R600a (イソブタン) |
| 断熱材発泡剤 | | シクロペンタン |
| 断熱材 | 発泡ウレタン | 発泡ウレタン+真空断熱材 |
| 製品質量(包装材含む) | 85.1kg(5社平均) | 102.5kg(3社平均) |

*主な変更点:周囲温度(25°C365日→15°C185日+30°C180日)、設置条件(側面隙間30cm→5cm)、庫内負荷投入、冷蔵室ドア開閉(25回/日→35回/日)、アイスメーカーなど付加機能作動

2.2 システム境界

調査にあたり、図1のようなシステムフローを設定した。図1の太枠で囲んだ全てをシステム境界とした。

システム境界

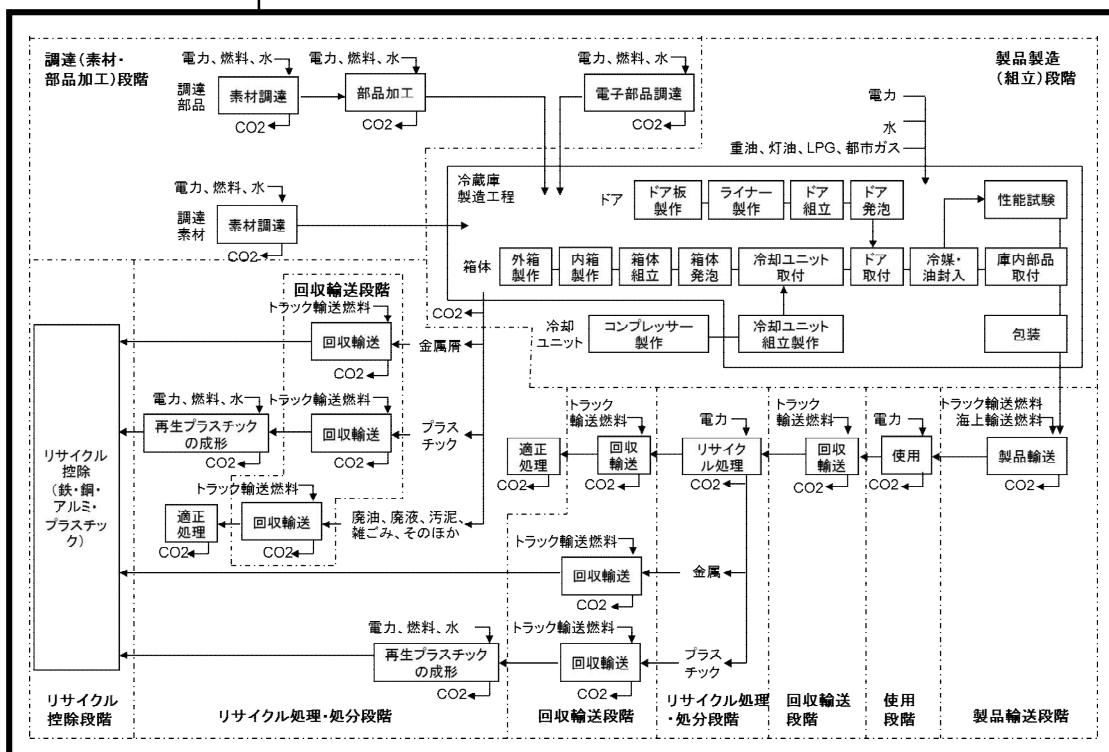


図1 システム境界

3. ライフサイクル・インベントリデータの収集手順

3.1 調達（素材・部品加工）段階

3.1.1 部材構成データの収集

当工業会加盟の冷蔵庫メーカー6社の内、3社の501L冷蔵庫の本体および包装材の部材構成データ(設計質量)を表2の項目に沿って収集し、平均値を採用した。表2最左列の部材ごとに集計した質量の構成比を図2に示す。また、製品製造(組立)段階で加工くずや不良品等として製品に使用されずに排出される、鉄、プラスチックについては冷蔵庫メーカー6社の内2社よりデータを収集し、平均値(鉄0.91kg、プラスチック0.35kg)を調達段階の負荷として加算した。

表 2 素材構成一覧

| 大分類 | 中分類 | 小分類 |
|---------|-------------|-------------------------------------|
| 鉄類 | 表面処理鋼 | 塗装鋼板(塗料込み) |
| | | メッキ鋼板 |
| | | 塩ビ鋼板(塩ビ込み) |
| | ステンレス鋼 | マルテンサイト系・フェライト系・オーステナイト系の合計 |
| 銅類 | その他鉄鋼 | 表面処理されていない一般鋼・特殊鋼等の合計 |
| | 銅 | 導線材を除く → 別項目(「導線」) |
| | 銅合金 | 黄銅(Cu-Zn)、青銅(Cu-Sn)、ベリリウム銅等の合計 |
| アルミ類 | アルミニウム | 導線材を除く → 別項目(「導線」) |
| | アルミニウム合金 | ダイカスト(Al-Si-Cu)等 |
| プラスチック類 | プラスチック | ポリエチレン(PE) |
| | | ポリプロピレン(PP) |
| | | ポリスチレン(PS) |
| | | 発泡ポリスチレン(EPS) |
| | | 発泡ポリウレタン(EPUR) |
| | | ABS |
| | | 塩化ビニル(PVC) |
| | | ASA(Acrylonitrile-Styrene-Acrylate) |
| | | メタクリル(PMMA) |
| | | ポリアセタール(POM) |
| | | ポリアミド(PA) |
| | | ポリエチレンテレフタレート(PET) |
| | | フェノール(PF)樹脂 |
| | | その他樹脂 |
| | | 上記回答以外のもの(樹脂別内訳不明のもの等) |
| | 繊維強化プラスチック | ガラス繊維強化プラスチック |
| 電子回路基板 | 基板 | 部品付き基板(ディップ後) |
| その他 | その他合金 | チタン合金、亜鉛合金、ロウ接合金、焼結合金等の合計 |
| | 磁石(バインダーなし) | フェライト、ソフトフェライト、アルニコ、コバルト磁石等の合計 |
| | ボンド磁石 | 冷蔵庫ドアのゴムマグ等、バインダーに練り込んだもの |
| | ゴム | 塩素・臭素を含むもの(クロロブレンゴム等) |
| | | 塩素・臭素を含まないもの |
| | ガラス | |
| | セラミック | |
| | ガス | ノンフロン冷媒(イソブタン) |
| | | 断熱材発泡剤(シクロペンタン) |
| | 潤滑油 | 冷凍機油 |
| | 導線 | 導体材:銅 |
| | | 被覆材:塩化ビニル(PVC) |
| | | 被覆材:塩化ビニル(PVC)以外 |
| | 包装・取説 | 木材 |
| | | ダンボール |
| | | 印刷紙(取扱説明書等) |
| | | 樹脂シート(ポリエチレン(PE)、ポリプロピレン(PP)) |
| | | 発泡スチロール(発泡ポリスチレン(EPS)) |
| | | 結束バンド(ポリプロピレン(PP)) |
| | 他素材 | ガラス繊維(真空断熱材) |
| | | PET 繊維、蓄冷剤 |
| | | 複数の素材からなる小型の部品で素材別内訳が不明のもの等 |

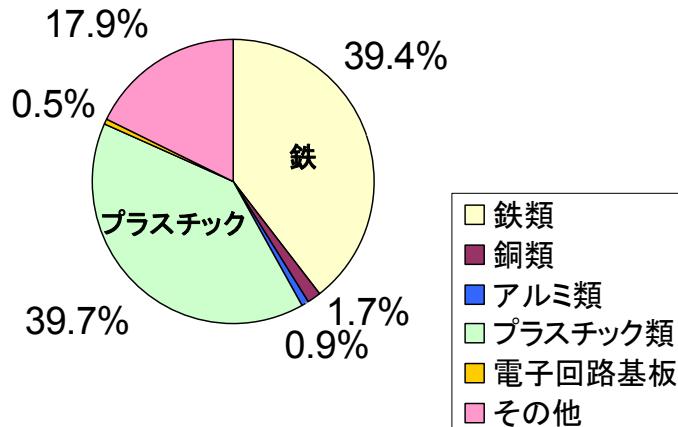


図2 調達段階における部材構成(質量)

3.1.2 外製部品の取扱い

冷蔵庫の構成部品のうち、塗装鋼板、内箱、ドライナー、発泡ポリウレタン、真空断熱材は、素材等を購入し自社工場内(図1の冷蔵庫製造工程)で加工・製作している内製部品とし、それ以外の部品は自社工場外で加工・製作し自社工場の冷蔵庫製造工程に投入している外製部品とした。内製部品と外製部品の質量比は36%:64%であり、外製部品の方が多い。外製部品については、鉄は冷間圧延加工、銅、アルミ、その他合金、磁石はプレス加工、プラスチック(包装材含む)はプラ成形の原単位を用いることによって、部品加工の環境負荷を考慮した。ただし、外製部品の歩留り分については考慮していない。

3.2 製品製造(組立)段階

3.2.1 内製部品製造、製品組立における投入エネルギーの収集

製品製造(組立)段階におけるエネルギー(電力、都市ガス、LPG、灯油、重油、上下水道、エアー、蒸気)の投入量は、冷蔵庫メーカー(部材構成データを提供した3社を含む5社)から実績データを求めた。実績データは、対象冷蔵庫(501L)の製造に相当する投入量を、各種冷蔵庫の出荷金額比率で按分して求め、その算術平均値を採用した。

ただし、コンプレッサー製造に係る投入エネルギーは、1999年度における冷蔵庫のLCI事業の調査結果による値を引用した。これは、2010冷凍年度の製品はコンプレッサーの外製化によりデータ入手困難であり、1999年度と同様の製造プロセスと見なせるためである。

また、製造拠点の海外移転が進んでいることから、海外における製品製造についても考慮した。製造国は、実際に冷蔵庫の製造拠点となっているタイと中国を設定し、電力のみ当該国における原単位を用いた。他のエネルギー種や、部材および加工に関する原単位については、適切な原単位がないため、国内のものを利用した。

3.2.2 製品(組立)段階における排出物の扱い

製造工場における排出物(金属、プラスチック、廃棄物(廃油、廃液、汚泥、雑ごみなど))は、冷蔵庫メーカー(「3.2.1 内製部品製造、製品組立における投入エネルギーの収集」の5社の内2社)より収集して平均値を用いた。金属およびプラスチックは全てリサイクルされ、再生材製造プロセスへ投入されるものとした。

製造工程で排出される金属屑は端材であり、鉄は粗鋼、銅は粗銅、アルミはアルミニウム地金と同等と想定し、再利用されることにより製造負荷が控除されると設定した。端材にするための負荷は製品製造(組立)段階に含まれている。プラスチックについては、再利用されることにより、最も構成比の多いポリプロピレン(約 34%)の製造負荷が控除されると設定した。回収されたプラスチックの再生にかかる負荷は、再生プラスチック成形にかかる CO₂ 排出原単位を用いることによって、考慮した。

3.3 輸送段階

製品輸送については、表 3 に示すように、製造拠点から物流拠点、小売店を経て、購入者までのルートを設定した。製造拠点から物流拠点までは 10t トラックに 対象冷蔵庫が 40 台積載され、物流拠点から小売店までは 4t トラックに 25 台積載されると設定して、それぞれ積載質量より積載率を算出した。小売店から購入者までの輸送については、積載率が不明なため、「物流分野の CO₂ 排出量に関する算定方法ガイドライン」(経済産業省・国土交通省)⁴⁾に基づき、軽貨物車(営業用)の平均積載率を利用した。

輸送距離に関しては、製造拠点から物流拠点までは東京－大阪間 500km と設定した。ただし復路では一般的に他の荷物を積載すること等を考慮し、片道輸送のみ考慮した。

また、輸送段階においても、製品製造(組立)段階と同様に製造拠点が海外へ移転していることを考慮し、国内製造に加え、船舶による海上輸送等を計上した海外製造における輸送シナリオを設定した。輸送手段、積載率、輸送距離の条件については、表 3 に示す。

表 3 輸送段階における輸送手段と輸送距離(国内製造および海外製造)

| 製造拠点 | 輸送区分 | 輸送手段名称(積載率) | 輸送距離(km) |
|--------------|-----------|---------------|----------|
| 国内製造 シナリオ | 製造拠点→物流拠点 | 10t トラック(40%) | 500 |
| | 物流拠点→小売店 | 4t トラック(60%) | 15 |
| | 小売店→購入者 | 軽トラック(41%) | 5 |
| 海外製造 シナリオ | 製造拠点→港湾 | 10t トラック(40%) | 100 |
| | 海上輸送 | 船舶 | ※ |
| | 国内港湾→物流拠点 | 10t トラック(40%) | 500 |
| | 物流拠点→小売店 | 4t トラック(60%) | 15 |
| | 小売店→購入者 | 軽トラック(41%) | 5 |

※ タイ:5,813km、中国:2,111km

3.4 使用段階

対象の冷蔵庫は国内にて使用されると設定した。

年間消費電力量は、各社の対象冷蔵庫のカタログ値(年間消費電力量)である 280 kWh/年(1 社)と 290 kWh/年(2 社)の算術平均値 287 kWh/年(測定方法 JIS C 9801:2006)とする。

本製品の使用年数は「家電製品の使用実態と消費者の意識調査報告書」((財)家電製品協会)⁵⁾に基づいて 10.4 年と推定した。これは、消費者を対象に、以前に使用していた冷蔵庫の、使い始めから廃棄するまでの保有年数を調査した結果である。

3.5 回収/リサイクル処理・処分段階

3.5.1 回収/リサイクル処理・処分される物の運搬距離

回収/リサイクル処理・処分段階における輸送手段と輸送距離については表4の通り設定した。積載台数については、製品輸送段階と同様、10t トラックには対象冷蔵庫が40台積載され、4t トラックに25台積載されると設定して、それぞれ積載質量より積載率を算出した。また、排出者から小売店までの軽トラックによる輸送については、積載率が不明なため、「物流分野のCO₂排出量に関する算定方法ガイドライン」(経済産業省・国土交通省)に基づき、平均積載率を利用した。

表4 回収輸送における輸送手段と輸送距離

| 輸送区分 | 輸送手段名称(積載率) | 輸送距離(km) |
|----------------------|---------------|----------|
| 排出者→小売店 | 軽トラック(41%) | 5 |
| 小売店→指定引取場所 | 4t トラック(60%) | 15 |
| 指定引取場所→リサイクルプラント | 10t トラック(40%) | 80 |
| リサイクルプラント→材料再生工場(金属) | 20t トラック(60%) | 40 |
| リサイクルプラント→材料再生工場(プラ) | 20t トラック(60%) | 40 |
| リサイクルプラント→埋立処分場 | 10t トラック(40%) | 10 |

3.5.2 リサイクル処理・適正処理(埋立処分)・リサイクル控除

リサイクルプラントにおいては、「特定家庭用機器の品目追加・再商品化等基準に関する報告書(平成20年9月)」(環境省)⁶⁾に基づき、金属(鉄、銅、アルミ)95%およびプラスチック20%が素材回収・再利用されているものとした。

リサイクル処理にかかるエネルギーは、冷蔵庫専用処理ラインを持っているリサイクルプラントにおける年間使用電力量を年間処理質量で割った1kgあたりにおける消費電力量を調査し、その値を採用した。冷媒のイソブタン(R600a)、断熱材発泡剤のシクロペンタンについては大気放出しているものとした。

回収された金属は、リサイクルプラントでシュレッダー処理された後に、再利用されることにより製造負荷(鉄は粗鋼、銅は粗銅、アルミはアルミニウム地金)が控除されると設定した。

プラスチックについては、再利用されることにより、最も構成比の多いポリプロピレン(約34%)の製造負荷が控除されると設定した。回収されたプラスチックの再生にかかる負荷は、再生プラスチック成形にかかるCO₂排出原単位を用いることによって、考慮した。

回収される金属とプラスチック以外は、全て適正処理(埋立処分)するものとした。

4. インベントリ分析結果

インベントリ分析で使用する原単位については、LCAソフトウェアである「MiLCA」に搭載されているLCIデータベース「IDEA ver. 1.0」のデータベース⁷⁾を利用した。ただし、電子回路基板については、日本電機工業会 重電・産業システム機器LCA検討WGにて試算された原単位⁸⁾を利用した。また、輸送段階におけるCO₂排出量については「物流分野のCO₂排出量に関する算定方法ガイドライン」(経済産業省/国土交通省)に基づき算出した。

インベントリ分析結果を表5、図3に示す。冷蔵庫のライフサイクル全体におけるCO₂排出量は約1,709kgであった。ライフサイクル段階毎に比較すると使用段階が約1,382kgと最も大きく、全体の約

81%を占めている。次いで調達(素材)段階の負荷が大きく、約326kg(約19%)であった。また調達(部品加工)段階の負荷(27kg)と製造(組立)段階にかかる負荷(約26kg)は同程度であった。回収輸送段階の負荷は約3.2kgであり、他の段階と比較すると小さかった。

表5 2010冷凍年度冷蔵庫のLCI分析結果

| 段階 | CO ₂ 排出量(kg) | | |
|------------|-------------------------|---------|---------|
| | 国内 | 中国 | タイ |
| 調達(素材) | 325.5 | | 同左 |
| 調達(部品加工) | 27.1 | | 同左 |
| 製品製造(組立) | 26.1 | 41.4 | 26.4 |
| 製品輸送 | 11.0 | 17.8 | 26.3 |
| 使用 | 1,382.0 | | 同左 |
| 回収輸送 | 3.2 | | 同左 |
| リサイクル処理・処分 | 8.4 | | 同左 |
| リサイクル控除 | -74.3 | | 同左 |
| 合計 | 1,709.0 | 1,731.2 | 1,724.7 |

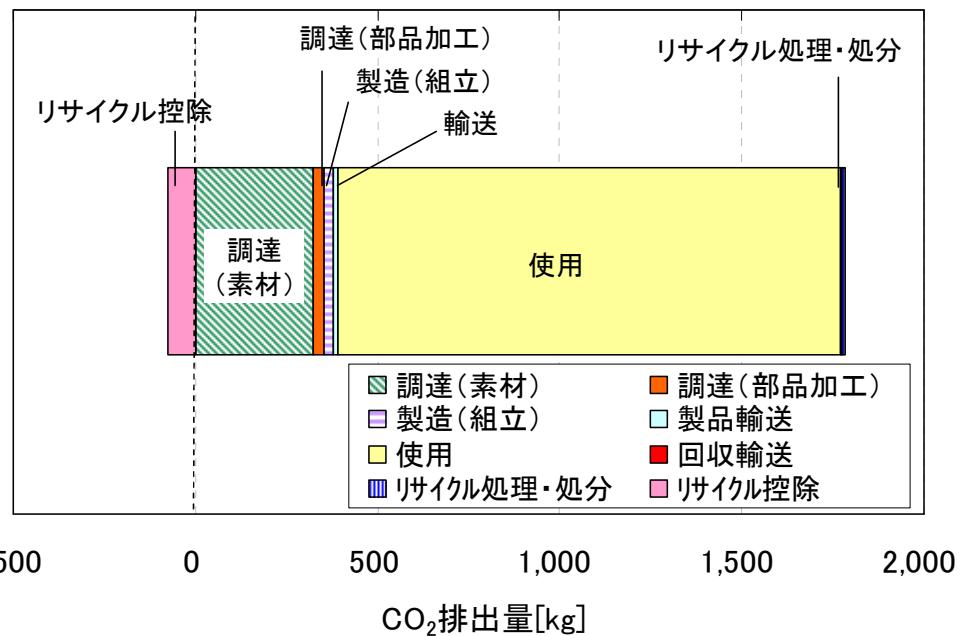


図3 2010冷凍年度冷蔵庫のLCI分析結果(国内)

次に、調達段階における部材質量とCO₂排出量の構成比を図2、図4に示す。

これらに示すように、部材質量では、金属とプラスチックの構成比率はともに約40%であるのに対し、CO₂排出量は、それぞれ33%と40%を占めた。また、電子回路基板については、質量が約0.5%であるのに対しCO₂排出量は約17%であり、負荷を無視できないと考えられる。

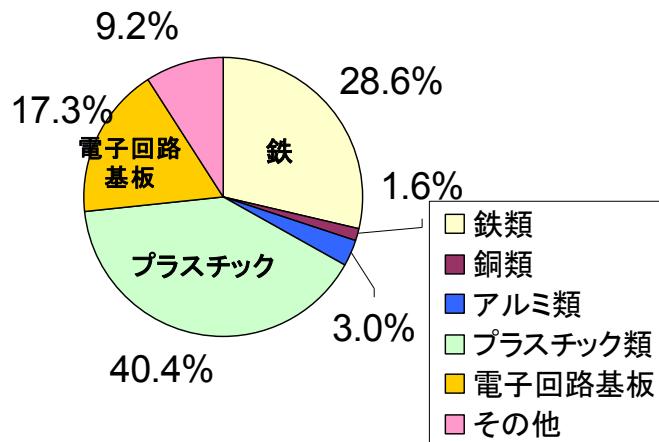


図 4 調達段階における部材構成(CO_2 排出量)

中国やタイで冷蔵庫を製造した場合の CO_2 排出量の比較結果を、表 5 に示す。 CO_2 排出量は、製品製造(組立)段階においては、中国製造では +15.3kg、タイ製造では +0.3kg であり、製品輸送段階においては、中国製造では +6.8kg、タイ製造では +15.3kg であった。ライフサイクル全体では、国内製造では 1,709kg であるのに対し、中国製造は 1,731kg(+1.3%)、タイ製造は 1,724kg(+0.9%)にすぎず、 CO_2 排出量は増加するもののその割合は小さい。

5. 1999 冷凍年度製品との比較

5.1 比較対象の考え方

次に、1999冷凍年度製品と2010冷凍年度製品の比較を行った。比較対象の1999冷凍年度製品と2010年度冷凍年度製品の仕様を表1に示す。1999冷凍年度製品と2010冷凍年度製品では定格内容積やドア数などが異なっているが、製品買い替え前後の冷蔵庫の主力製品は400Lから500Lになっている。そこで、買い替えを行った場合の評価は、冷蔵庫1台を機能単位として設定し、それぞれの年度における国内冷蔵庫メーカーの主力機種の冷蔵庫1台同士で比較できるようにした。ただし、次節で述べるように、年間消費電力量は同じ測定方法での数値となるように補正した。

5.2 補正

比較検討にあたっては、1999 冷凍年度製品について、2010 冷凍年度製品の算出条件をもとに補正を行った。

原単位は(独)産業技術総合研究所の LCA ソフト NIRE-LCA で利用されているデータベースから、IDEA のデータベースへ変更した。また 1999 年度報告書では考慮していなかった部品加工および電子回路基板の負荷を、新たに考慮した。

製品製造段階における排出物は、1999 年度報告書では考慮していなかったが、金属、プラスチックを除く排出物は適正処理(埋立)されるものと設定した。金属、プラスチックは、100%回収され再利用されていると設定し、リサイクル控除に含めた。

製品輸送経路については、1999 年度報告書では製造拠点から物流拠点までを輸送シナリオとして設定していたが、更に物流拠点から小売店を経て購入者のもとへ運ばれるまでの輸送シナリオを追加し

た。

使用段階の年間消費電力量は、日本工業規格(JIS C 9801)「家庭用電気冷蔵庫及び電気冷凍庫の特性及び試験方法」の 2006 年の改正により、測定方法が変更になっているため、しんきゅうさん(<http://shinkyusan.com/index.html>)等に用いられている補正データの 401L~450L サイズの冷蔵庫の区分から、最大値(840kWh/年)と最小値(750kWh/年)の平均値(795kWh/年)を補正值として採用した。

使用年数は 12 年から 10.4 年に変更した。

回収輸送段階については、1999 年度報告書で設定したシナリオに、プラスチックの再生に関する輸送シナリオを追加した。

リサイクル処理にかかるエネルギー量は、1999 年度報告書では実証プラントにおける電力量を用いたが、2010 冷凍年度製品同様、家電リサイクル法に基づいて実際に処理を行っているリサイクルプラントで調査した数値を利用した。

また、1999 年度報告書ではリサイクル処理にかかる負荷を、リサイクル控除段階に含んでいたが、2010 冷凍年度製品のシナリオに基づき、リサイクル処理と適正処理(埋立処分)にかかる負荷を合わせたものを、リサイクル処理・処分段階とした。

リサイクル控除では、1999 年度報告書では、金属は 100%回収され再利用されると設定され、プラスチックのリサイクルおよび製造工程からの排出物については考慮されていなかった。これに対して 2010 冷凍年度製品における算出シナリオに基づき、本体の金属は 95%、プラスチックは 20%が回収され、再利用されていると設定して再計算した。また、製造工程から排出される金属、プラスチックについても考慮した。

1999 冷凍年度製品の CO₂ 排出量の補正前後の比較結果を図 5 に示す。

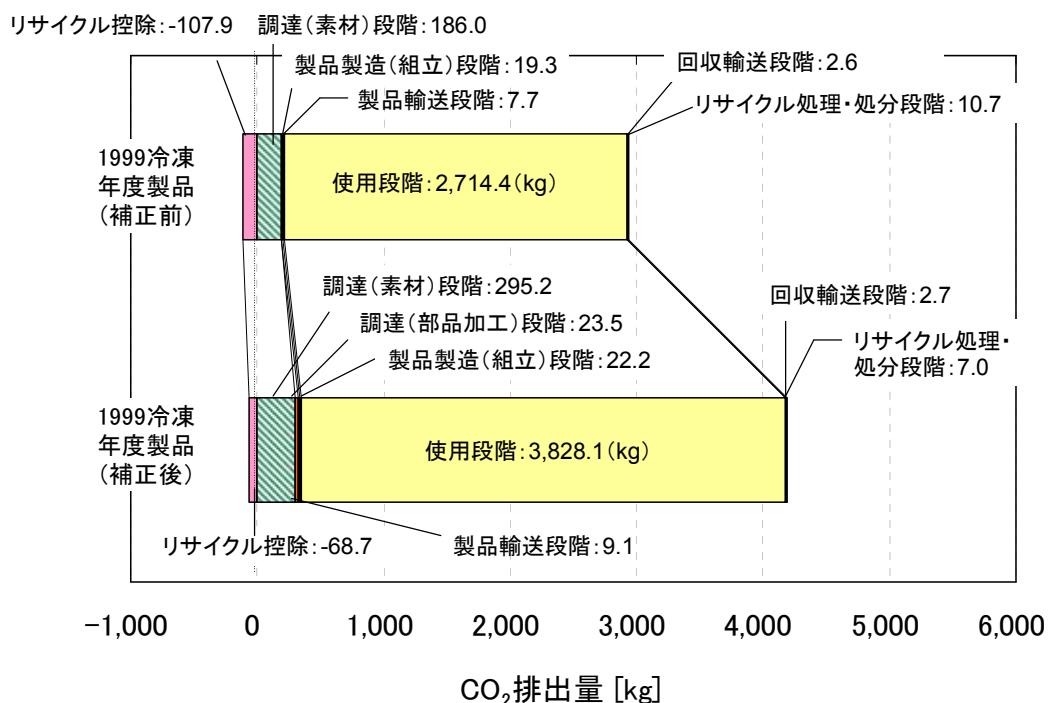


図 5 1999 冷凍年度製品の CO₂ 排出量の補正前後の比較

5.3 1999 冷凍年度製品（補正後）と 2010 冷凍年度製品の相違

1999 冷凍年度製品（補正後）と 2010 冷凍年度製品の相違を表 6 に示す。製品質量、製品製造（組立）段階の排出物量、素材構成、エネルギー使用量、年間消費電力量が異なり、原単位、輸送手段・距離、年間消費電力量の測定方法、使用年数、回収率は同じである。

1999 冷凍年度製品と 2010 冷凍年度製品の製品質量と素材構成を表 7 に示す。

表 6 1999 冷凍年度製品（補正後）と 2010 冷凍年度製品の相違

| ライフサイクル段階 | 異なる項目 | 同じ項目 |
|------------|---------------------------|-----------------------|
| 調達（素材） | 製品質量、製品製造（組立）段階の排出物量と素材構成 | 原単位 |
| 調達（部品加工） | 製品質量と素材構成 | 原単位 |
| 製品製造（組立） | エネルギー使用量、排出物の量 | 原単位 |
| 製品輸送 | 製品質量（輸送質量） | 輸送手段・距離、原単位 |
| 使用 | 年間消費電力量 | 年間消費電力量の測定方法、使用年数、原単位 |
| 回収輸送 | 製品質量（輸送質量） | 輸送手段、距離、原単位 |
| リサイクル処理・処分 | 製品質量、製品製造（組立）段階の排出物量と素材構成 | 原単位 |
| リサイクル控除 | 製品質量、製品製造（組立）段階の排出物量と素材構成 | 回収率、原単位 |

表 7 1999 冷凍年度製品と 2010 冷凍年度製品の製品質量と素材構成

| 部材 | 1999 冷凍年度製品 | 2010 冷凍年度製品 |
|---------|-------------|-------------|
| | 質量(kg) | |
| 鉄類 | 38.9 | 40.4 |
| 銅類 | 1.8 | 1.7 |
| アルミ類 | 1.3 | 0.9 |
| プラスチック類 | 34.4 | 40.7 |
| 電子回路基板 | 0.5 | 0.5 |
| その他 | 8.2 | 18.4 |
| 合計 | 85.1 | 102.5 |

5.4 比較結果

1999 冷凍年度製品と 2010 冷凍年度製品の比較結果を表 8、図 6 に示す。

1999 冷凍年度製品（補正後）と 2010 冷凍年度製品の算出結果を比較すると、調達（素材）段階では、1999 冷凍年度製品（補正後）から CO₂ 排出量が約 10% 増加していることがわかった。調達（素材）段階における CO₂ 排出量増加の理由としては、定格内容積の増加により質量が約 20% 増加していることの影響が大きいと考えられる。

その一方で使用段階における CO₂ 排出量は約 64% 減少しており、真空断熱材の採用等により、使用段階における省エネ性能が大きく向上していることが示されている。

ライフサイクル全体で比較すると、約 59% 減少していることがわかった。

表 8 冷蔵庫の LCI 分析結果の比較

| ライフサイクル段階 | CO ₂ 排出量 [kg] | |
|-----------------------|--------------------------|------------|
| | 1999冷凍年度製品(補正後) | 2010冷凍年度製品 |
| 調達(素材) | 295.2 | 325.5 |
| 調達(部品加工) | 23.5 | 27.1 |
| 製品製造(組立) | 22.2 | 26.1 |
| 製品輸送 | 9.1 | 11.0 |
| 使用 | 3,828.1 | 1,382.0 |
| 回収輸送 | 2.7 | 3.2 |
| リサイクル処理・処分 | 7.0 | 8.4 |
| リサイクル控除 | -68.7 | -74.3 |
| CO ₂ 排出量合計 | 4,119.1 | 1,709.0 |

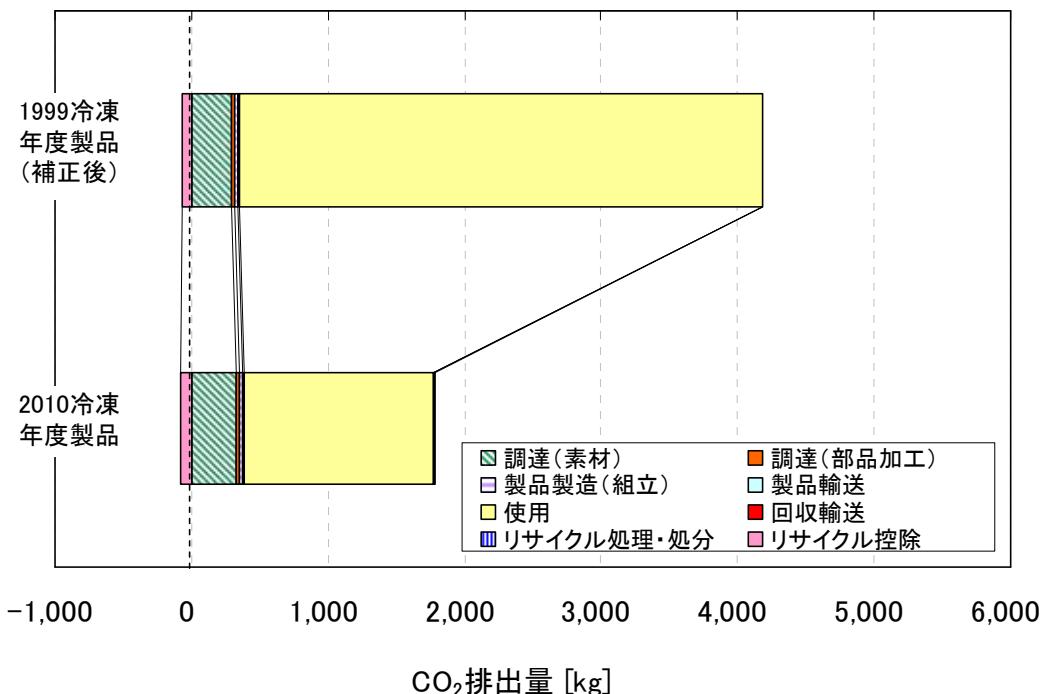


図 6 冷蔵庫の LCI 分析結果の比較

5.5 買い替えによる CO₂削減効果

これまでの算出結果を用いて、買い替えによる CO₂削減効果について検討した。

1999冷凍年度製品を使い続けた場合と2010冷凍年度製品に買い替えた場合の CO₂排出量の比較結果を図 7 に示す。

1999冷凍年度製品を使い続けた場合の CO₂排出量は使用段階における負荷のみを毎年計上した。2010冷凍年度製品に買い替えた場合では、初年度に1999冷凍年度製品における回収輸送段階、リサイクル処理・処分段階の負荷、2010冷凍年度製品における調達(素材)段階、調達(部品加工)段階、製品製造(組立段階)、製品輸送段階、使用段階の負荷を計上し、翌年以降は、初年度の負荷に使用段階における負荷を毎年加えた。

買い替え初年度では1999冷凍年度製品を使い続けた場合よりも、2010冷凍年度製品に買い替えた場合の方が、CO₂排出量が大きい。しかしながら、翌年には1999冷凍年度製品を使い続けた場合より

も、2010 冷凍年度製品に買い替えた場合の方が、CO₂ 排出量が少なくなる。そして、買い替えてから 5 年間の総 CO₂ 排出量は、1999 冷凍年度製品を使い続けた場合が 1,840kg なのに対し、2010 冷凍年度製品に買い替えた場合は 1,057kg と、42% 削減することができる。

この結果から旧製品の回収輸送、リサイクル処理・処分、新製品の調達、製品製造、製品輸送の負荷を考慮した場合でも、製品の買い替えによる CO₂ 削減効果は大きいものと考えられる。

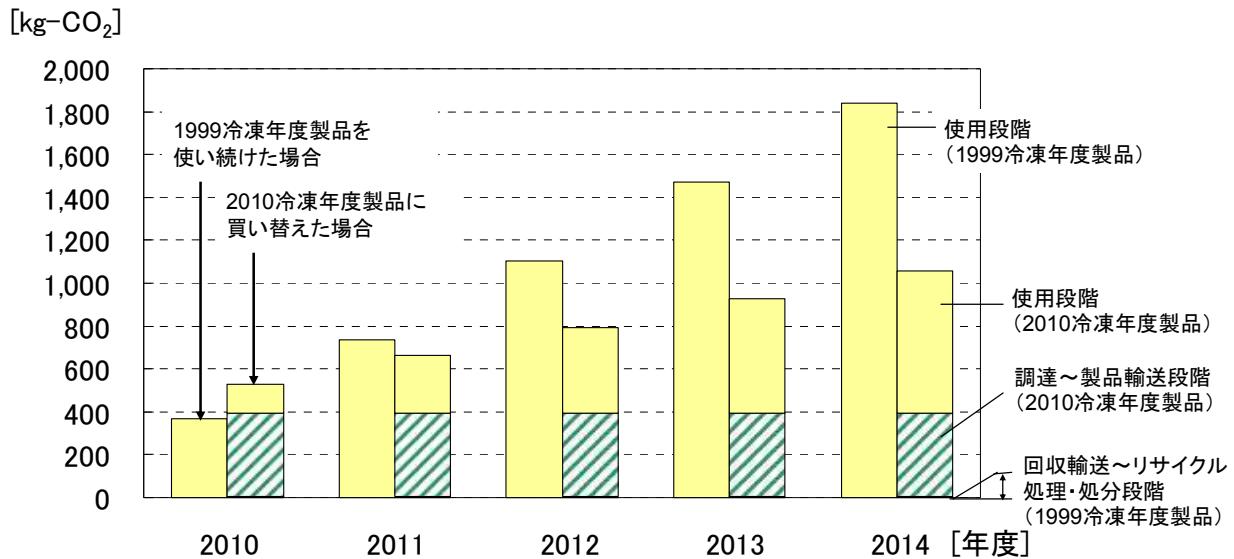


図7 1999冷凍年度製品を使い続けた場合と2010冷凍年度製品に買い替えた場合のCO₂排出量の比較(2010年以降の累計値)

6. 結論

1999 冷凍年度製品(補正後)と 2010 冷凍年度製品の算出結果を比較すると、使用段階における CO₂ 排出量が約 64% 減少しており、真空断熱材の採用等により、使用段階における省エネ性能が大きく向上していることが示された。ライフサイクル全体では約 59% 減少していた。

2010 冷凍年度製品をライフサイクル段階毎に比較すると使用段階が最も大きく、全体の約 81% を占めている。次いで調達(素材)段階の負荷が大きく、約 19% であった。

製造拠点別に CO₂ 排出量を比較すると、国内製造に対し、中国製造は +1.3%、タイ製造は +0.9% 増加するもののその割合は小さい。

これらの結果より、1999 冷凍年度の冷蔵庫と同様に、2010 冷凍年度の冷蔵庫においても使用段階における省エネが、CO₂ 排出量削減に最も効果があることが定量的に示された。

電子回路基板については、全体の質量に占める割合が小さいのに対し全体の CO₂ 排出量に占める割合は大きく、負荷を無視できないと考えられる。

1999 冷凍年度製品を 2010 冷凍年度製品に買い替えると、買い替え初年度は、ライフサイクルでの CO₂ 排出量は買い替えなかった場合よりも多くなるが、翌年以降は買い替えた方が CO₂ 排出量は少なく、買い替え後長く使う場合には、買い替えによる CO₂ 削減効果が大きいことが示された。

なお、今後の課題として以下のものがあげられる。

電子回路基板の負荷の算出については、二次データ(原単位)で評価しているため、一次データでの評価を検討する必要がある。

また、真空断熱材および高効率コンプレッサー等による省エネ貢献分の詳細な分析が必要である。

更に、今回の分析は代表値による算出のため、製品使用条件や部品等のばらつきを考慮した感度分析を通して結論付けることも重要である。

参照文献

- 1) エネルギー使用合理化手法国際調査小委員会 (1995): 環境管理, 産業環境管理協会, 冷蔵庫のライフサイクルインベントリー, 91-97
- 2) 田原聖隆, 小島紀徳, 稲葉敦 (1996), 第二回 エコバランス国際会議 講演集, 茨城, 539-542
- 3) (社)日本電機工業会 LCA-WG (2000), (社)日本電機工業会「LCA-WG」1999年度活動報告書
家電製品のライフサイクル・インベントリ(LCI)データ収集等に係る調査結果
- 4) 経済産業省/国土交通省 (2006), 物流分野のCO₂排出量に関する算定方法ガイドライン
- 5) (財)家電製品協会 (2009), 家電製品の使用実態と消費者の意識調査報告書, 19
- 6) 環境省 (2008), 特定家庭用機器の品目追加・再商品化等基準に関する報告書
- 7) (独)産業技術総合研究所・(社)産業環境管理協会,「LCIデータベース IDEA ver.1.0」
- 8) (社)日本電機工業会 重電・産業システム機器LCA検討WG (2007), 電気学会全国大会 講演論文集, 富山, 8-9

〈LCA-WG 委員〉

| | | |
|-------|---------------|-------------------|
| 三宅浩司 | 三洋電機株式会社 | (～2011年12月) |
| 清水正雄 | シャープ株式会社 | (2011年4月～2012年3月) |
| 相原史郎 | シャープ株式会社 | |
| 塚本説子 | シャープ株式会社 | (～2011年3月) |
| 竹山典男 | 株式会社東芝 | |
| 本池祥子 | パナソニック株式会社 | |
| 佐藤美津男 | 日立アプライアンス株式会社 | |
| 一戸誠之 | 株式会社日立製作所 | |
| 高橋徹也 | 三菱電機株式会社 | (2012年4月～) |
| 田中基寛 | 三菱電機株式会社 | (～2012年3月) |
| 内山知重 | 三菱電機株式会社 | (2012年9月～) |
| 齋藤潔 | 一般社団法人日本電機工業会 | |
| 市村浩一 | 一般社団法人日本電機工業会 | |
| 桑原優 | 一般社団法人日本電機工業会 | |

〈本報告書に関するお問い合わせ先〉

一般社団法人 日本電機工業会 環境部