

紙カップ LCA 2010～11 年度報告書

2012 年 7 月

印刷工業会 紙器印刷部会 紙カップ分科会

はじめに

環境負荷を定量的に把握しようという動きが各国で進んでいる。国内では経済産業省が中心となって 2009 年度よりカーボンフットプリント制度試行事業が行われ、2012 年度からは民間事業として運用される。国際的にはカーボンフットプリントの ISO 化が行われているほか、ウォーターフットプリントや環境効率評価の研究、規格化も進められている。欧州委員会においては環境フットプリントの算定ガイド策定が進行中である。いずれも LCA の考え方を基本とした環境負荷の定量的評価手法である。

2006 年度に開始した紙カップ分科会での研究は 6 年目となり、報告書はこれで 4 冊目となる。紙カップ分科会では、これまで飲料用紙カップの LCA、紙製ヨーグルト・カップの LCI を実施し報告書やパンフレットを作成するだけでなく、LCA 日本フォーラムへのデータ提供、社団法人産業環境管理協会の「LIME 2 活用 WG」への参加等を通じて、紙カップの環境負荷に関する情報を発信してきた。

2010 年度から 2011 年度にかけては、これまでの成果も踏まえ、以下のような研究を行った。紙製ヨーグルト・カップについてはアルミ箔を用いた蓋も含めた容器全体の LCA を実施するとともに、蓋材製造時に用いる溶剤をリサイクルする意義についての感度分析を行った。飲料用紙カップについては、森林管理や木材のトレーサビリティの重要性に関する感度分析等を行った。LCA 実施ソフト MiLCA が公開されたことを受け、二次データや原単位として MiLCA を使用し従来の計算結果の更新も行った。本報告書はこれらの研究結果をとりまとめたものである。印刷工業会会員各社及び業界外の方々において、今後の環境負荷削減の参考にしていただければ幸いである。

なお、対外的には紙製ヨーグルト・カップのデータを LCA 日本フォーラムのデータベースに自主提供データとして登録したほか、LCA 日本フォーラム／CFP 日本フォーラム共催セミナーにおいて「紙カップ分科会における LCA への取り組み」という演題で講演を行ったが、これらのものについては本報告書では詳細には触れていない。

2012 年 7 月 印刷工業会紙器印刷部会紙カップ分科会

2010～2011 年度における取り組み

1. LCA-WG における検討

1.1. 飲料用紙カップ LCA のデータ更新

2010 年 12 月に MiLCA (LCA 実施支援システムソフト) がリリースされたことを受け、これに搭載されている LCA 原単位データベース「IDEA」を用い、飲料用紙カップ LCA を再計算した。

1.2. アルミ製蓋を含めた紙製ヨーグルト・カップ LCA の完成

ヨーグルト・カップ本体についてはインベントリ分析だけでなく、環境影響評価も含めて LCA を実施した。また、アルミ製の蓋について新たにデータを収集し、LCA を実施した。感度分析として、蓋材製造時に使用する「溶剤」の処理方法の違いによって環境負荷がどの程度変わるかについて検討を行った。

1.3. LCA 学会における発表

LCA-WG における研究結果について、日本 LCA 学会発表会において発表を行った。

- ・2011 年 3 月 3 日 東北大学 「カップ原紙に関する持続可能な森林管理の重要性」
- ・2012 年 3 月 7 日 東京理科大学 「蓋を含めた紙製ヨーグルト・カップの LCA」

2. 外部機関への協力等

2.1. LCA 日本フォーラムへデータを提供

紙製ヨーグルト・カップの LCI データを LCA 日本フォーラムに自主的提供データとして提供した。提供したデータは、2010 年 10 月 1 日付で公開された。

2.2. LCA 日本フォーラム／CFP 日本フォーラム共催セミナーにて講演

2011 年 11 月 2 日(水)、大手町ファーストスクエアカンファレンスで開催された、LCA 日本フォーラム／CFP 日本フォーラム共催セミナーにおいて、「紙カップ分科会における LCA への取り組み」という演題で講演を行った。

紙カップ LCA 2010～11 年度報告書 目次

はじめに	・・・・・・・・・・	i
2010～2011 年度における取り組み	・・・・・・・・・・	ii
I. 研究体制	・・・・・・・・・・	1
II. 紙製ヨーグルト・カップの LCA	・・・・・・・・・・	3
III. 飲料用紙カップの LCA	・・・・・・・・・・	35
IV. 飲料用紙カップと紙製ヨーグルト・カップの比較	・・・・・・・・・・	61
V. クリティカルレビュー	・・・・・・・・・・	77
VI. まとめと今後の課題	・・・・・・・・・・	81
おわりに	・・・・・・・・・・	85
附属資料	・・・・・・・・・・	87

I. 研究体制

本年度の研究は、これまでと同様、図 1-1 のような体制で実施した。

紙カップ分科会は印刷工業会紙器印刷部会の下部組織として位置づけられ、四国パック(株)、大日本印刷(株)、東罐興業(株)、凸版印刷(株)、(株)日本デキシーの5社(以上、五十音順)で構成されている。

容器メーカー各社のデータの取りまとめ、各種データや資料の作成は(株)アルファ総合計画研究所が行った。

LCA 実施に当たっての指導、助言及び算出結果についてのレビュー、その他のアドバイスは、東京都市大学環境情報学部の伊坪徳宏准教授にお願いした。

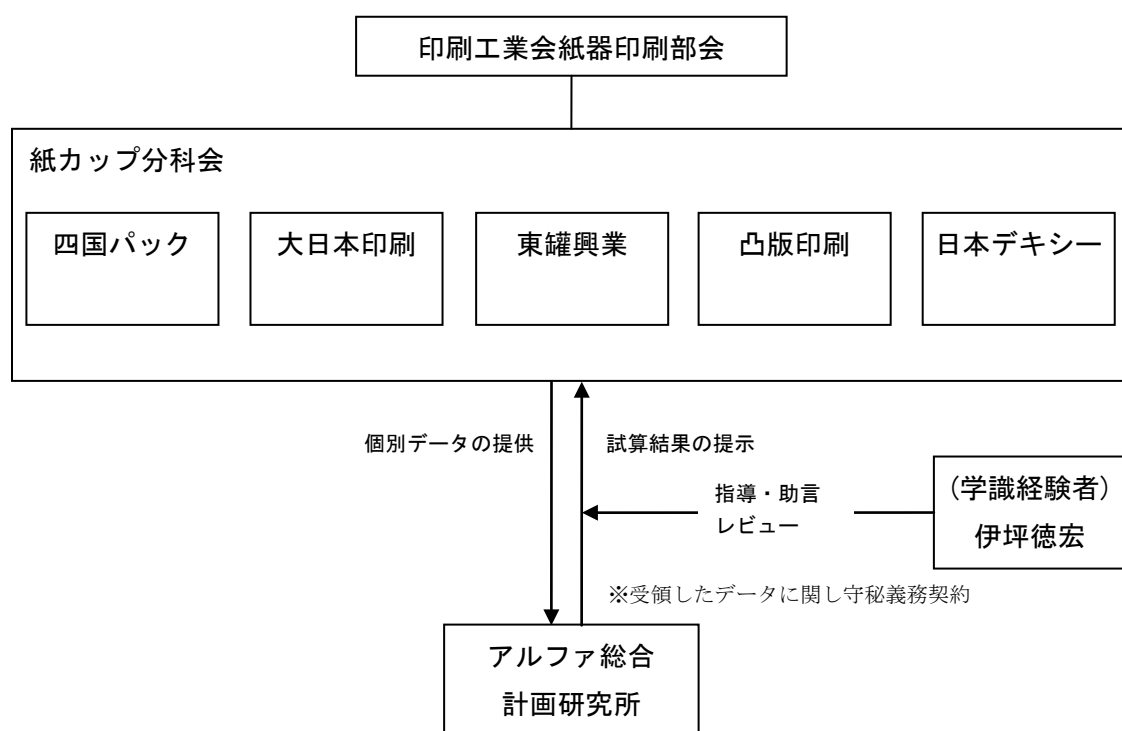


図 1-1 本年度の研究体制

II. 紙製ヨーグルト・カップのLCA

1. 目的と調査範囲

1.1. 目的

①実態の把握

目的の一つ目は、紙製ヨーグルト・カップの環境負荷の実態を把握することである。これまで、カップ本体のインベントリまでは算出していたが、LCA 迄は実施していなかった。また、飲料用紙カップと異なり、蓋も含めて初めて「容器」と言える。そこで、今回は蓋も含めた LCA を実施し、紙製ヨーグルト・カップの環境負荷を把握する。

②各社における環境負荷低減のための検討材料

上記①で実態を把握することによって、各社は環境負荷低減に必要な基礎データを入手することになる。このデータを用いて、各社が環境負荷低減の取り組みをより一層深めることが期待される。

③一般消費者に対する情報提供のためのデータ整理

紙カップ分科会及び分科会参加各社は、環境負荷に関する情報を一般消費者に開示することが使命である。LCA の実施によって、こうした情報提供へ向け、各種データの整備が進むことになる。

1.2. 調査範囲

1.2.1. 調査対象の製品システム

調査範囲は、原材料の調達、容器製造、輸送及び廃棄物処理とする。廃棄物には工場から排出されるものの他、家庭から排出されるものも含む。廃棄物処理は焼却処理の他マテリアルリサイクルも含む。内容物（ヨーグルト）及びその充填は含まない。また、スーパーマーケットを初めとした店舗や家庭における冷蔵における環境負荷も除く。

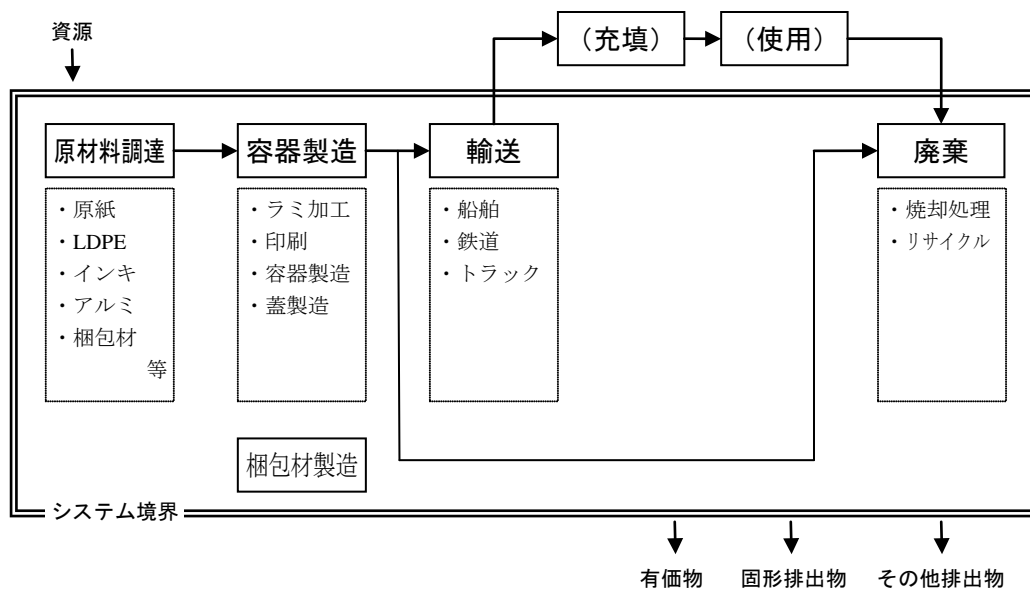


図 2-1 システム境界

1.2.2. 製品システムが持つ機能と機能単位

90～100g 程度のヨーグルトを充填するサイズのヨーグルト・カップ（口径 71mm×高さ 55mm、最大容量 130mL 程度）及びその蓋材を LCA の対象とした。

1.2.3. 配分方法

各メーカーとも、工場では様々な製品を製造している。そのため、対象としたヨーグルト・カップの製造に要したエネルギー消費量をピンポイントで把握することは困難である。

そこで、各社におけるエネルギー消費量等を算出するに当たっては、原則として生産重量に基づく比例配分（生産量が工場全体の 10%を占めているのであれば、エネルギー消費量も 10%であると推計する）を行うこととした。

なお、5 社の平均値を算出するに当たっては、対象容器の生産重量で加重平均を行った。

1.2.4. 影響領域等

ヨーグルト・カップの環境影響の実態を把握することが目的の一つであるため、データ収集に当たっては予め影響領域を限定せず、得られた全てのデータを用い

てLCAを実施した。

1.2.5. データ収集範囲とその品質

1) 一次データと二次データ

原材料等の投入量、製造プロセスにおけるエネルギー消費量、工場からの排出量、国内輸送については、基本的に一次データを使用した。それ以外のものについては二次データを用いた。詳細は、後述する。

2) 有効範囲

カップ本体の一次データは、原則として2006年度（2006年4月から2007年3月まで）を対象とした。各工場における生産品目の大幅な変更や設備機器の更新等がない限り、当面は有効であると考えられる。

データ収集の対象とした施設は、日本国内の紙カップメーカー（その関連企業を含む）と原紙製造・加工メーカーのものである。従って、地理的な有効範囲は「国内」である。

ヨーグルト・カップには様々なサイズのものがあり、サイズが異なれば原材料の投入量が異なる。製造工程におけるエネルギー消費量も、カップのサイズによって異なることが予想される。従って、今回のLCAは「90～100g程度のヨーグルトを充填するサイズのヨーグルト・カップ」に適用される。

3) データの精度

原紙製造、カップ製造及び輸送工程（原材料の海上輸送を除く）に関しては、各社の実測値を使用しているため、データの精度は比較的高いものと考えられる。

4) データの完全性

各カップ工場における投入物、産出物については、ごく微量のものを除き、ほぼ全てのデータを把握した。原材料のうち「カップ原紙」についても一次データを使用しており、概ね網羅されているものと考えられる。

原材料のうち「LDPE」「インキ」等に関しては二次データを使用しており、データの完全性は明確ではない。少なくとも、PRTR物質等については把握できていない。

5) データの代表性

一次データは大手紙カップメーカー5社から収集した。5社の国内シェア合計は90%を超えているため、代表性の高いデータと言える。

6) 整合性及び再現性

原単位として IDEA を使用しているため、input と output の関係については、基本的には整合性がとれている（一部 IDEA のデータを補正した部分がある）。このことに加え、データ収集には各社共通のフォーマットに必要事項を記入しているため、基本的には再現性が高いものと考えられる。

7) その他

データの限界については後述する（「まとめと今後の課題」参照）。

外部専門家によるクリティカルレビューについても後述する。今回は比較主張を目的とする LCA ではないため、利害関係者が参加するかたちでのレビューは行っていない。

2. インベントリ分析

2.1. 紙製ヨーグルト・カップ製造の流れ

紙製ヨーグルト・カップの本体及びアルミを使用した蓋材の製造は、図 2-2 及び 2-3 に示した流れで行われる。

2.2. 紙製ヨーグルト・カップのライフサイクルフロー

紙製ヨーグルト・カップ本体及び蓋材のライフサイクル・フローは、図 2-4 及び 2-5 のようになっている。このうち、赤で示した部分が一次データを使用した部分である。

本来、蓋材はロールの状態で納品し、納品先（乳業メーカー）で打抜きを行う。今回の LCA では乳業メーカーでの工程を算出範囲から除いているため、蓋材を打ち抜いた後の「抜きかす」も算出対象外となってしまう。しかしながら、マテリアルバランスのことを考えると、「抜きかす」を含めて計算する必要がある。そこで、便宜上、抜きかすはカップ工場が発生するものとして計算した。

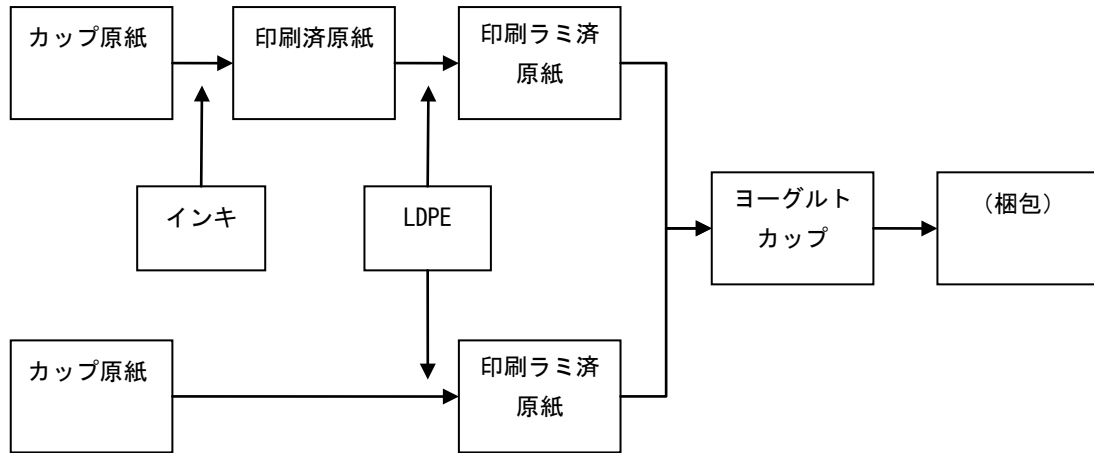


図 2-2 紙製ヨーグルト・カップの製造の流れ

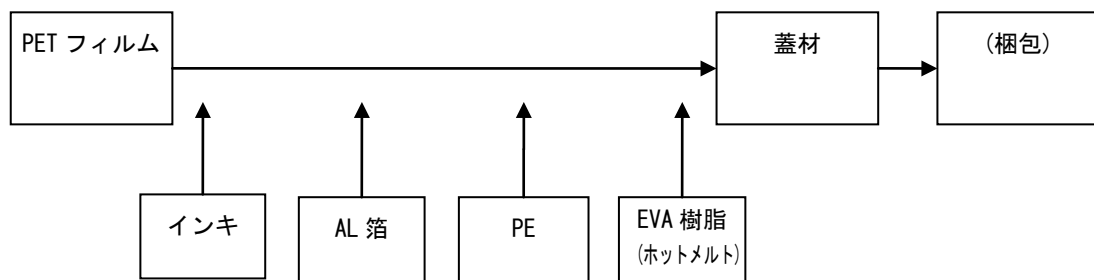


図 2-3 アルミを使用した蓋材の製造の流れ

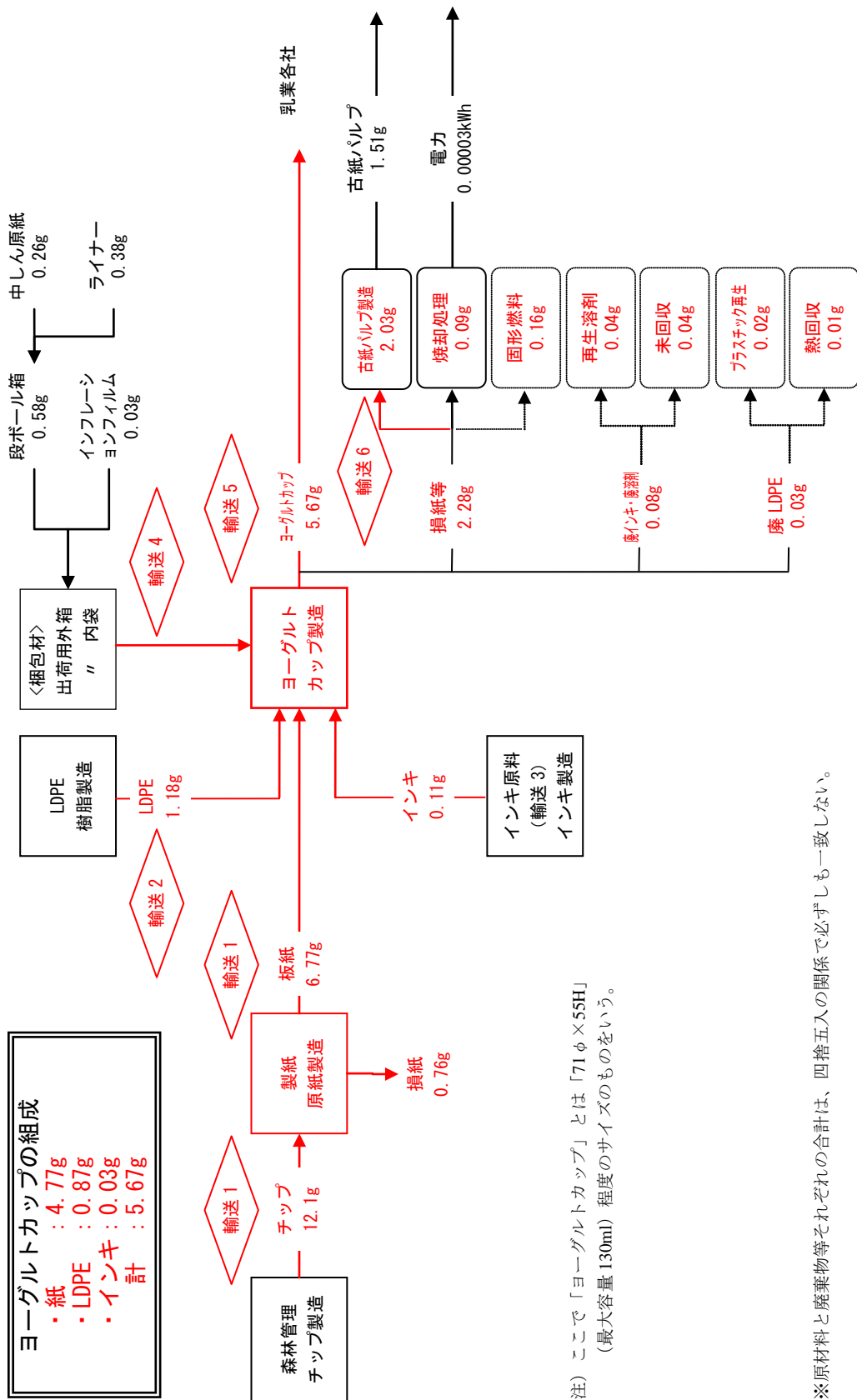


図 2-4 ヨーグルト・カップ (本体) のライフサイクルフロー (容器 1 個あたり)

注) ここで「ヨーグルトカップ」とは「71φ×55H」
(最大容量130ml)程度のサイズのものをいう。

※原材料と廃棄物等それぞれの合計は、四捨五入の関係で必ずしも一致しない。

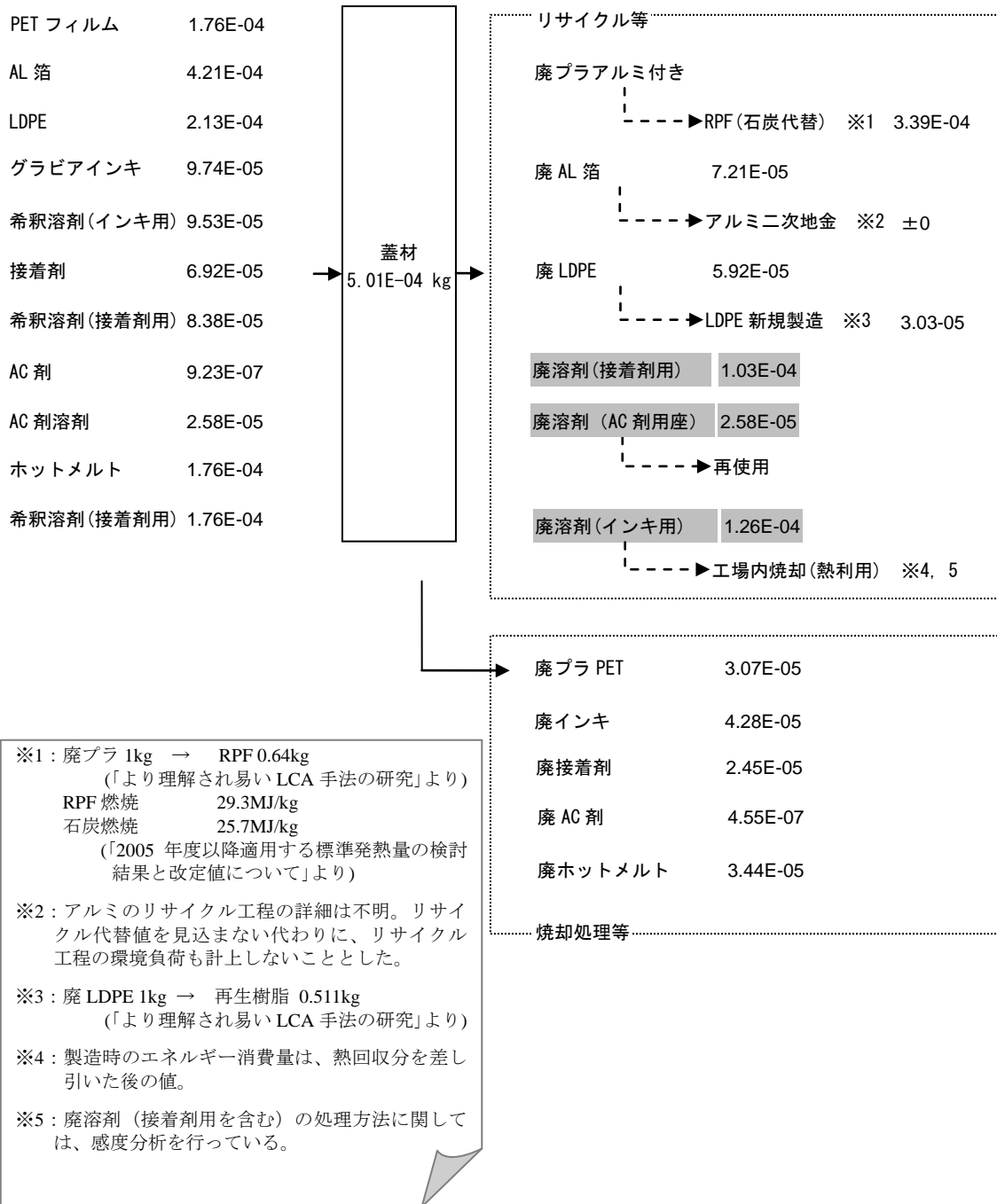


図 2-5 ヨーグルト・カップ (蓋) のライフサイクルフロー (容器 1 個あたり)

2.3. 紙製ヨーグルト・カップのインベントリ分析

CO₂ 排出量は、本体・蓋の合計で 2.76E-02kg。このうちカップ本体が 1.80E-02kg、蓋が 9.61E-03kg で本体からの排出量が約 2 倍となっている。内訳を見ると、「原紙製造」及び「容器製造」由来のものが多い（図 2-6 参照）。

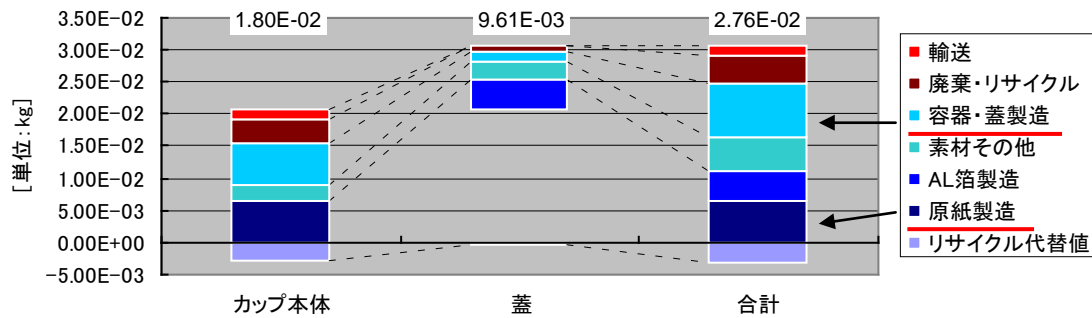


図 2-6 CO₂ 排出量

NO_x 排出量は、本体・蓋の合計で 4.06E-05kg。このうちカップ本体が 2.41E-05kg、蓋が 1.65E-05kg となっている。内訳を見ると、カップ本体の「輸送」及び「アルミ箔製造」由来のものが多い（図 2-7 参照）。

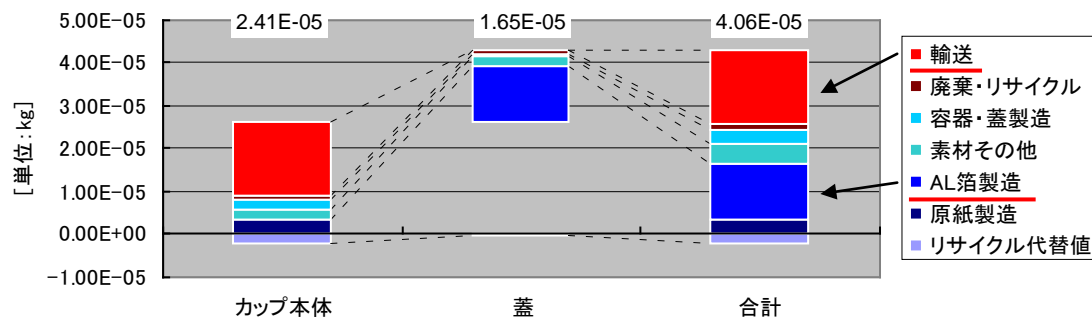


図 2-7 NO_x 排出量

SO_x 排出量は、本体・蓋の合計で 5.12E-05kg。このうちカップ本体が 1.58E-05kg、蓋が 3.53E-05kg となっている。CO₂ や NO_x の排出量がカップ本体の方が多かったことと反対の結果となっている。内訳を見ると、「アルミ箔製造」が多くの部分を占めていることが分かる（図 2-8 参照）。

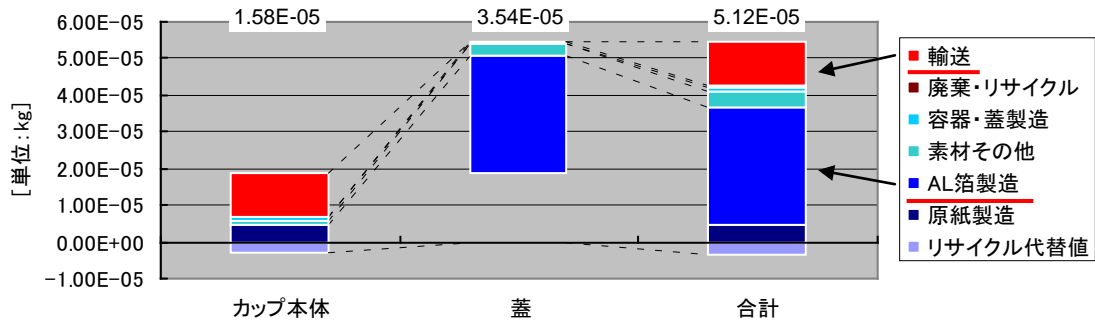


図 2-8 SOx 排出量

3. 環境影響評価 (LCIA)

環境影響評価の結果を以下に示す。なお、ここでは一次生産や生物多様性に対する木材の影響を見ていない。木材の影響については、後述する感度分析において検討する。

3.1. 特性化

特性化（本体と蓋の合計）は図 2-9 のようになる。

CO₂ や NO_x、SO_x の排出量は、本体と蓋とで大きく異なっている。こうした違いは、特性化の結果にも表れる。影響領域ごとに比較したもののうち、特徴的なものを図 2-10～2-12 に示す。

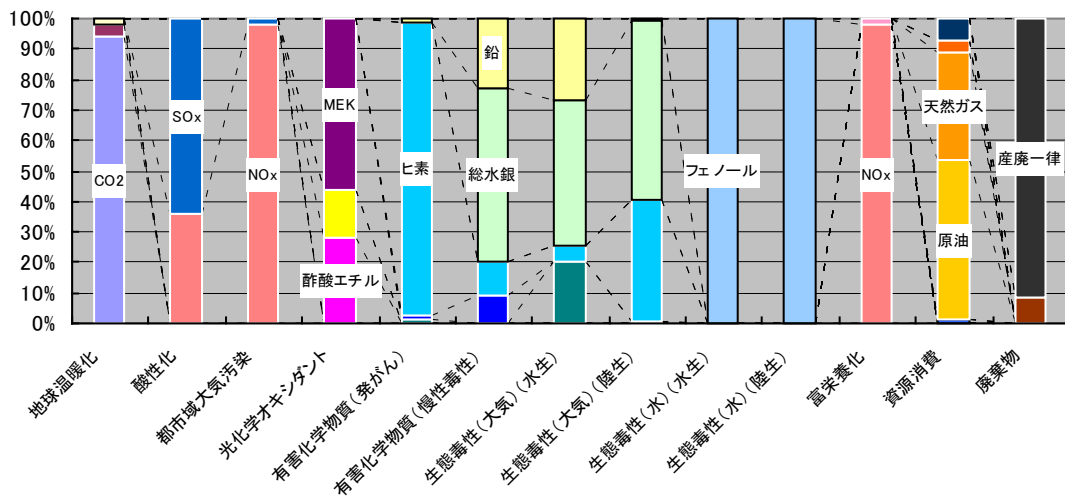


図 2-9 特性化

地球温暖化はカップ本体、蓋どちらも CO₂ が殆どを占めている。カップ本体の方が値が大きい（図 2-10 参照）。

一方、酸性化は蓋の方が値が大きい。内訳にも違いがある。カップ本体は NO_x、SO_x の割合が同じくらいであるのに対し、蓋の SO_x は NO_x の 3 倍程度となっている（図 2-11 参照）。

廃棄物については、蓋はカップ本体の 8 倍近い値となっている。製品重量が 1/10 程度であることと対照的である（図 2-12 参照）。

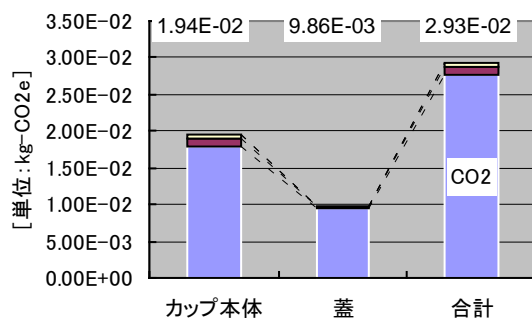


図 2-10 地球温暖化の比較

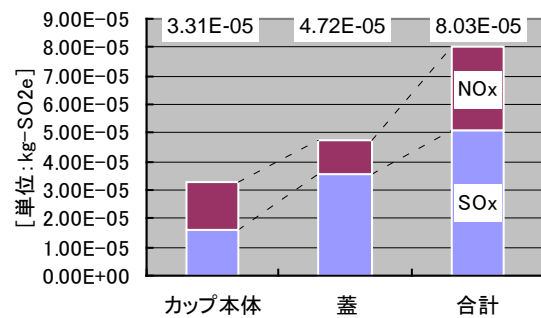


図 2-11 酸性化の比較

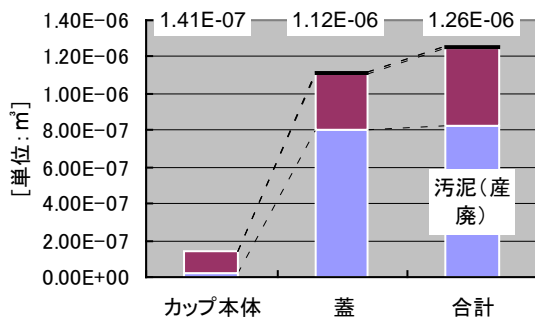


図 2-12 廃棄物

3.2. 被害評価

3.2.1. 人間健康

カップ本体よりも蓋の方が環境負荷が大きい。

カテゴリーごとに見ると、全体としては「都市域大気汚染」や「地球温暖化」の影響が大きい。カップ本体では「都市域大気汚染」と「地球温暖化」は同じような割合になっているのに対し、蓋では「都市域大気汚染」が大半を占めている。

物質ごとに見ると、SO_x、CO₂、PM₁₀の影響が大きい。カップ本体ではSO_x、CO₂が同じような割合になっているのに対し、蓋ではSO_xの割合が大きく、CO₂よりもPM₁₀の割合の方が大きい。

プロセスごとに見ると、アルミ箔製造や輸送、容器製造の環境負荷が大きい(図 2-13 参照)。

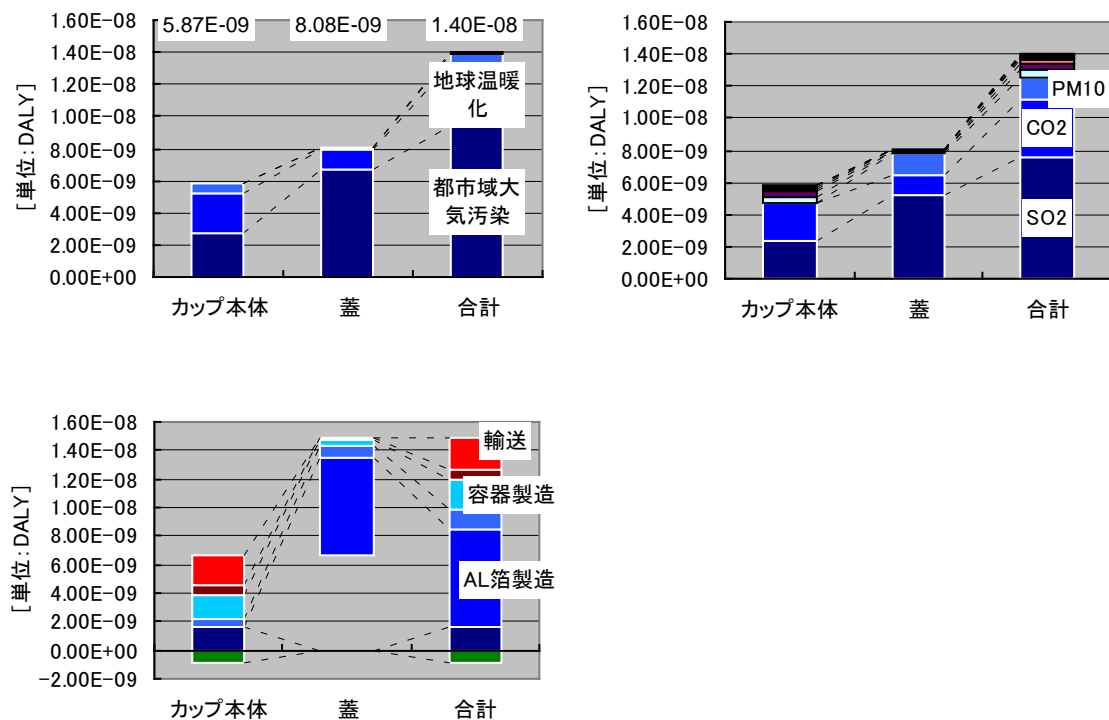


図 2-13 被害評価 (人間健康)

3.2.2. 社会資産

人間健康同様、カップ本体よりも蓋の方が環境負荷が大きい。

カテゴリーごとに見ると、全体としては「廃棄物」や「資源消費」、「地球温暖化」の影響が大きい。カップ本体と蓋では違いが見られ、カップ本体では「資源消費」や「地球温暖化」への影響が大きいのに対し、蓋では「廃棄物」の影響が大きい。

物質ごとに見ると、「産廃（種類不明）」、「原油」、「産廃（汚泥）」、CO₂の影響が大きい。カップ本体では原油やCO₂、蓋では「産廃」の影響が大きい。

プロセスごとに見ると、アルミ箔製造や容器製造（特に本体）の環境負荷が大きい（図 2-14 参照）。

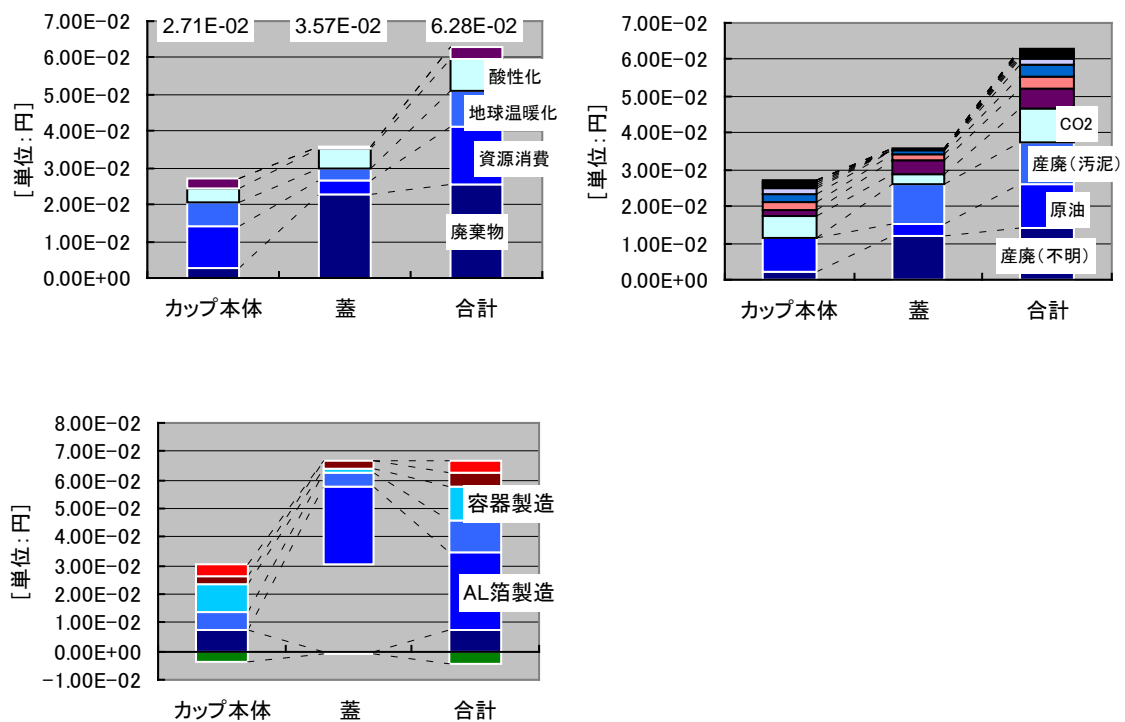


図 2-14 被害評価（社会資産）

3.2.3. 一次生産

人間健康や社会資産と異なり、蓋よりもカップ本体の方が環境負荷が大きい。カテゴリーごとに見ると、「光化学オキシダント」の影響が大きい。

物質ごとに見ると、メチルエチルケトン（MEK）、酢酸エチル、イソプロピルアルコール（IPA）の影響が大きい。カップ本体ではメチルエチルケトンや酢酸エチルなど、印刷に用いる溶剤由来のものが多いのに対し、蓋では産廃由来の環境負荷が大きい。

プロセスごとに見ると、容器製造（特にカップ本体）由来の環境負荷が大きい（図 2-15 参照）。

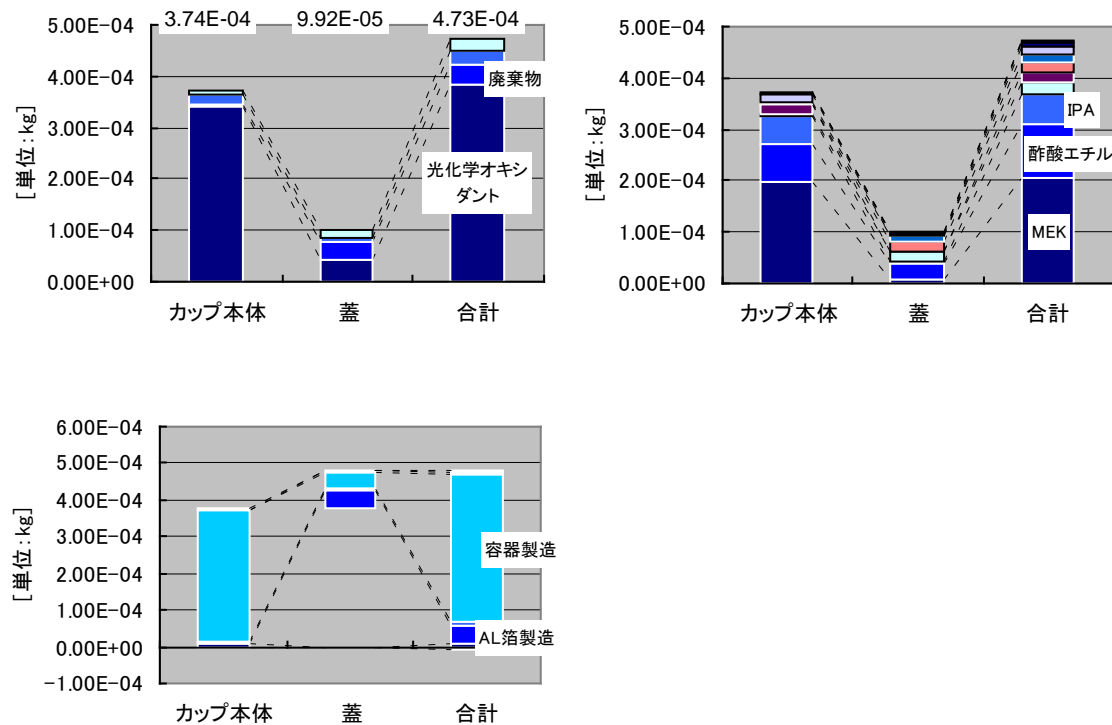


図 2-15 被害評価（一次生産）

3.2.4. 生物多様性

カップ本体の値の方が若干大きいですが、人間健康や社会資産では大きな違いがあったことと比較すると、近い値であると言える。

カテゴリごとに見ると、全体としては生態毒性と廃棄物の影響が大きい。カップ本体では生態毒性、蓋では廃棄物の影響が大部分を占めているという違いがある。

物質ごとに見ると、蓋では産廃（種類不明及び汚泥）の影響が殆どであるが、カップ本体では産廃の影響は小さく、ニッケル、ヒ素等の影響の方が大きい。

プロセスごとに見ると、容器製造（特に本体）やアルミ箔製造、原紙製造の環境負荷が大きい（図 2-16 参照）。

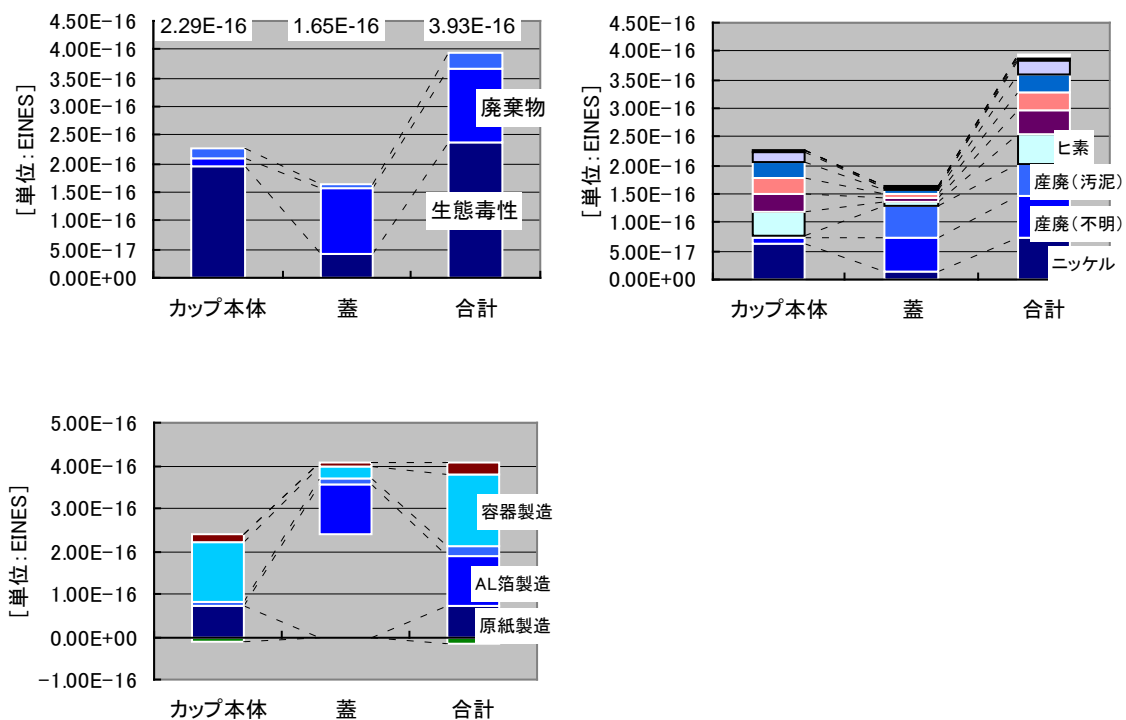


図 2-16 被害評価（生物多様性）

3.3. 統合化

カップ本体が 0.135 円、蓋が 0.161 円、合計で 0.296 円となっている。

カテゴリーごとに見ると、都市域大気汚染、地球温暖化、廃棄物の影響が大きい。カップ本体では、都市域大気汚染、地球温暖化が同じような割合である。蓋では、都市域大気汚染が半分以上を占める。

物質ごとに見ると、SO_x、CO₂、PM10 の割合が大きい。カップ本体では CO₂ や SO_x が、蓋では SO_x の占める割合が大きい。

プロセスごとに見ると、アルミ箔製造、容器製造（特に本体）の影響が大きい。

発生源別に見ると、アルミ製造の SO_x（24%）、輸送の SO_x（9%）、アルミ製造の PM10（6%）の影響が大きいことがわかる（図 2-17 参照）。

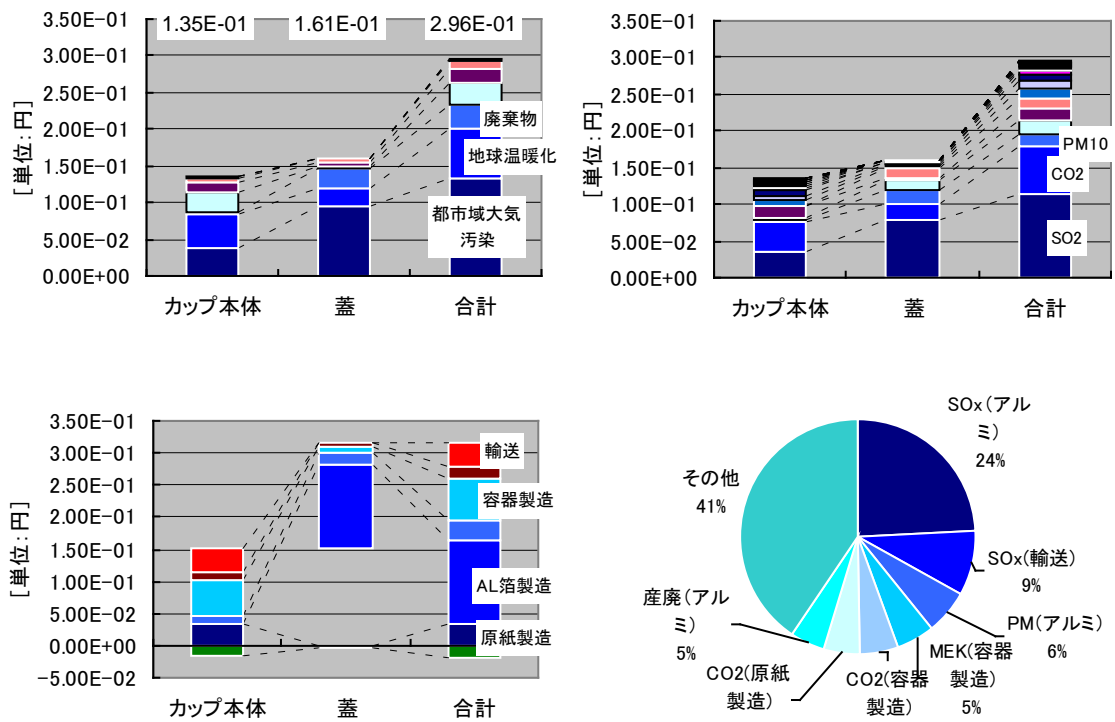


図 2-17 統合化

4. 解釈（感度分析）

「木材の影響」と「蓋製造における溶剤処理方法の影響」の2つについて感度分析を行う。

紙製ヨーグルト・カップ本体の主原料は「紙」である。飲料用紙カップにおいてもそうであるように、シナリオによっては木材の影響は小さなものではない。先のLCA結果では本体よりも蓋の方が環境負荷が大きかったが、ここに木材の影響を加えると、どのように値が変わるかをみる。

一方の溶剤処理方法については、以下のような分析を行う。蓋材に使用する溶剤には、印刷用とラミネート加工用の2つがある。印刷用の溶剤は工場内で焼却処理を行い、熱利用（都市ガスに代替）を行っている。一方のラミネート加工用の溶剤は蒸留して再生溶剤としてリサイクルされている。これが現状である。感度分析では、全ての溶剤を工場内焼却した場合、全ての溶剤を蒸留・リサイクルした場合の環境負荷と現状を比較することによって、溶剤処理方法の妥当性を確認する。同時に、焼却もリサイクルもしない場合の環境負荷（潜在的な環境負荷）も算出することで、処理することの重要性を確認する。

4.1. 木材の影響

4.1.1. 木材を伐採する地域と経済配分

木材は一次生産や生物多様性に影響を与える。影響の大きさは、木材を伐採する地域によって異なる。このことはLCAを実施する上では被害評価係数や統合化係数の大きさの違いに現れる。

また、紙カップに使用する木材の一部には建築用木材の端材が使用されている。こうした場合には、「建築用」と「紙カップ用」の経済的価値を考慮して（経済配分を行って）環境負荷を計算するのが適切であると考えられる。

以上のように、「木材を伐採する地域」「経済配分」の2点を踏まえ、木材の影響についての感度分析を行う。シナリオ設定の詳細は後述するが、「伐採後に植林を行うか否か」「認証林を使用するか否か」という2つの観点から、一次生産や生物多様性についての影響を分析する。

なお、ここでの考え方は、後述する飲料用紙カップの木材の影響と同様である。

(1) 海外材の生産国、調達原料の内訳等

紙カップ原紙の生産国、認証・非認証の内訳が分かればそのデータを使用して算出するのが望ましいが、そうしたデータを得ることはできなかった。そこで、Web サイト上で収集できるデータを参考にして算出することとした。

木材は広葉樹と針葉樹に分けることができるが、広葉樹や主にオーストラリア、チリ、南アフリカなどから、針葉樹は主にオーストラリア、アメリカなどから輸入されている（データは2008年度のもの）¹⁾（図2-18参照）。

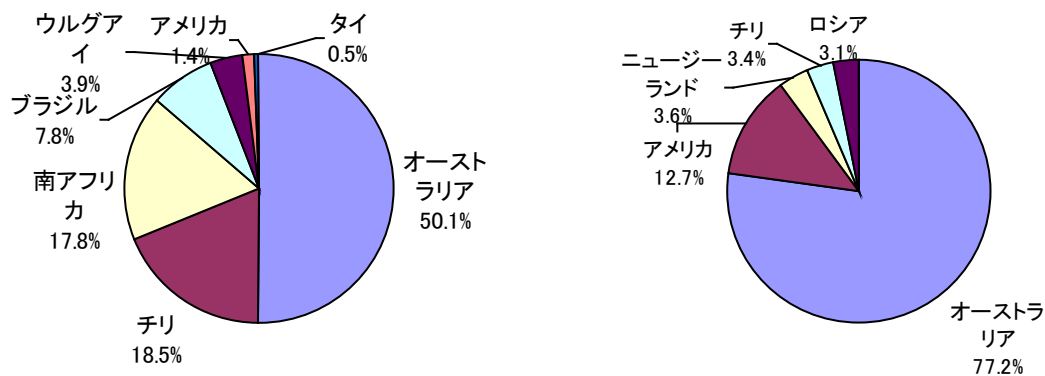


図 2-18 海外材の生産国

認証・非認証、天然林・人工林及び製材廃材の利用は以下のような構成比になっている（データは2008年度のもの）（図2-19参照）。

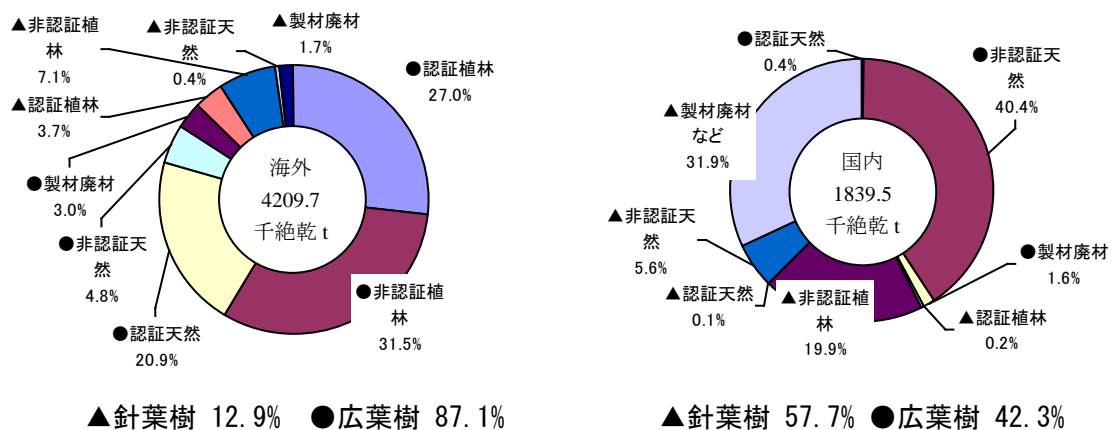


図 2-19 調達原料の内訳

¹⁾ 日本製紙グループ Web サイトより。

(2) 製材廃材の経済配分

前述したように紙の原材料の一部には製材廃材が利用されている。この部分については、以下のように考えた。製材品及びチップの価格には「農林水産統計木材価格（平成 22 年 3 月、農林水産省大臣官房統計部）」に記載されたものを用いた。

図 2-20 のように直径 34cm の丸太^[2]から 10.5cm×10.5cm の角材^[3]を 4 本とった残りを木材チップにするものと設定する。図の断面積の比率から、製材用素材 0.486 に対して、木材チップ用素材 0.514 の割合で加工されることになる。言い換えれば、木材チップ 1t に対して 1.95t の丸太が必要となる。

ここに製材用木材価格 116,047 円/t とチップ用木材価格 12,700 円/t を当てはめると、以下のように丸太 1t 当たり 62,923 円と考えることができる。

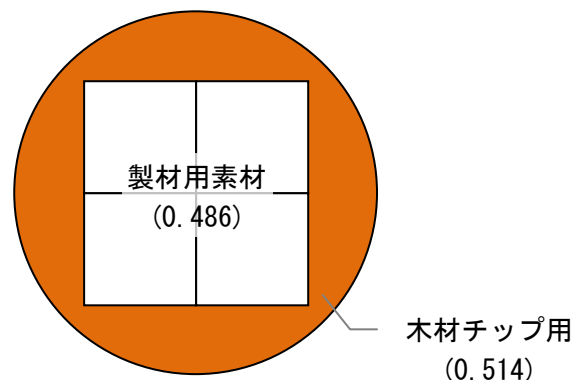


図 2-20 製材用素材と木材チップ

$$(\text{製材用}) \quad 116,047 \text{ 円/t} \times 0.486\text{t} = 56,395 \text{ 円} \quad (89.6\%)$$

$$(\text{チップ用}) \quad 12,700 \text{ 円/t} \times 0.514\text{t} = 6,528 \text{ 円} \quad (10.4\%)$$

$$(\text{合計}) \quad 56,395 \text{ 円} + 6,528 \text{ 円} = 62,923 \text{ 円}$$

以上の計算から、木材チップ 1t の環境負荷は、1.95t の丸太の環境負荷の 10.4%に相当すると考えることができる。

なお、製材廃材については建築用木材の伐採地域割合を考慮した（表 2-1 参照）。

² 当該資料には、木材価格（素材）のうちの一つとして「えぞ・とどまつ大丸太径 30.0～38.0cm」という項目があり、中間値である 34cm を用いた。

³ 同様に、木材価格（製材品価格）のうちの一つとして「えぞ・とどまつ正角」（厚 10.5cm 幅 10.5cm）があり、この値を用いた。

表 2-1 建築用木材の伐採地域割合

欧州	北洋	アジア	南洋	北米	その他	合計
32%	27%	8%	18%	13%	1%	100%

【資料】 積水ハウス Sustainability Report 2009 より

(3) 木材の環境負荷

以上を整理すると、木材の環境負荷は以下のように考え、計算することとなる。

木材のうち「製材廃材」以外の部分（これが大半である）は、木材重量に応じた環境負荷を計算する。

「製材廃材」については、木材重量の 1.95 倍の 10.4% に相当する分の環境負荷を計算することになる。

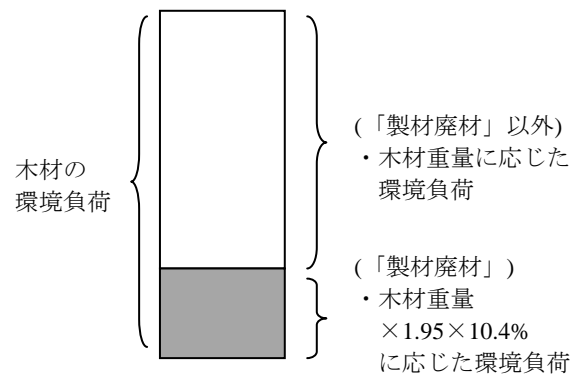


図 2-21 木材の環境負荷計算イメージ

以上を踏まえ、木材の調達状況を表 2-2 のように設定した。

表 2-2 木材の調達状況設定

	植林		天然		合計
	認証	非認証	認証	非認証	
オーストラリア	11%	14%	7%	2%	34%
アメリカ	0%	1%	0%	0%	1%
チリ	4%	4%	3%	1%	11%
南アフリカ	3%	4%	3%	1%	11%
ブラジル	1%	2%	1%	0%	5%
ウルグアイ	1%	1%	1%	0%	2%
国産	0%	4%	0%	14%	18%
ロシア	1%	2%	2%	0%	5%
北米	1%	1%	1%	0%	2%
南洋	1%	1%	1%	0%	3%
その他	2%	3%	2%	1%	8%
合計	26%	35%	20%	18%	100%

4.1.2. シナリオ設定

今回の感度分析では、以下のようなシナリオを設定した。

17 ページまでの基本シナリオでは、一次生産にも生物多様性にも木材の影響がないものとした。木材の影響を入れてしまうと、他の物質の影響が相対的に小さく見えてしまい、分析に支障が出るからである。この基本シナリオをシナリオ A-1 とする。

カップ原紙に用いる木材は、伐採後に植林をするとされているため、このことを前提に考えるならば一次生産には影響がないと考えられる。しかしながら、生物多様性への影響がないかどうかについては不明である。そこで、「非認証天然」については生物多様性への影響があるかたちで伐採・植林が行われるものと設定する。これが、シナリオ A-2 である。

カップ原紙用木材の全てについてトレーサビリティの確認が取れているわけではない。植林が行われていないケースもあるかもしれない。そこで、「非認証天然」については生物多様性ばかりでなく一次生産にも影響があるものと設定する。これをシナリオ A-3 とする。

なお、LIME 2 活用WGにおいては、「全ての木材が一次生産にも生物多様性にも影響する」というものを含め 5 つのシナリオを設定した¹⁴⁾が、木材の影響がある程度大きくなるとそれらの差異が小さくなるため、ここでは 3 つのシナリオを比較することとした（表 2-3 参照）。

表 2-3 シナリオ設定

	シナリオ A-1 (基本シナリオ)	シナリオ A-2	シナリオ A-3
1. 一次生産への影響	なし	なし	非認証天然のみあり
2. 生物多様性への影響	なし	非認証天然のみあり	非認証天然のみあり

⁴ <http://lca-forum.org/research/lime/index.html>

4.1.3. 環境負荷の比較

今回のシナリオ設定では、インベントリや特性化には差異がない。また、被害評価の中でも「人間健康」と「社会資産」にも違いはない。そこで、被害評価の「一次生産」と「生物多様性」及び統合化についてのみ比較を行う。

(1) 一次生産の比較

非認証天然林の影響を見込む（伐採後に植林しないものと仮定する）ことによって、一次生産の値は 10 倍近い大きくなる。また、影響を見込まない場合はメチルエチルケトンや酢酸エチルの割合が大きかったのに対し、影響を見込むことによって、木材の影響が 90% 近くを占めるようになる（図 2-22 参照）。

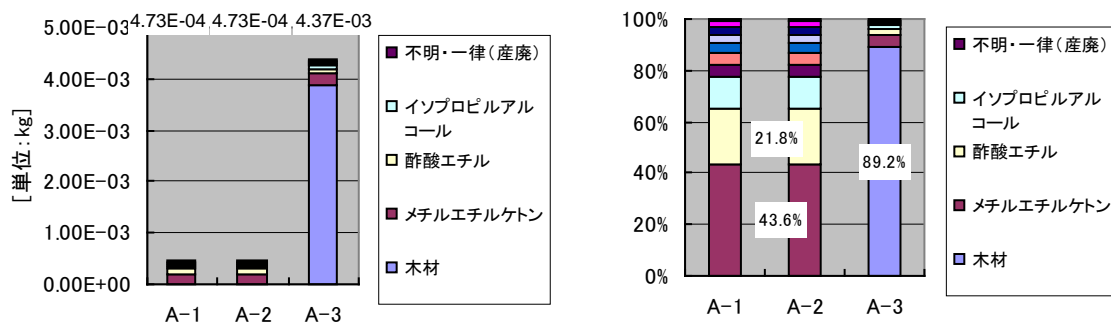


図 2-22 一次生産の比較

(2) 生物多様性の比較

非認証天然林の影響を見込む（生物多様性への影響があるものとする）ことにより、生物多様性の値は約 160 倍となる。影響を見込まない場合は、ニッケル（19%）、産廃（不明・一律）（19%）、汚泥（産廃）（14%）等の割合が大きいが、影響を見込むことによって木材の影響が 99% 以上を占める（図 2-23 参照）。

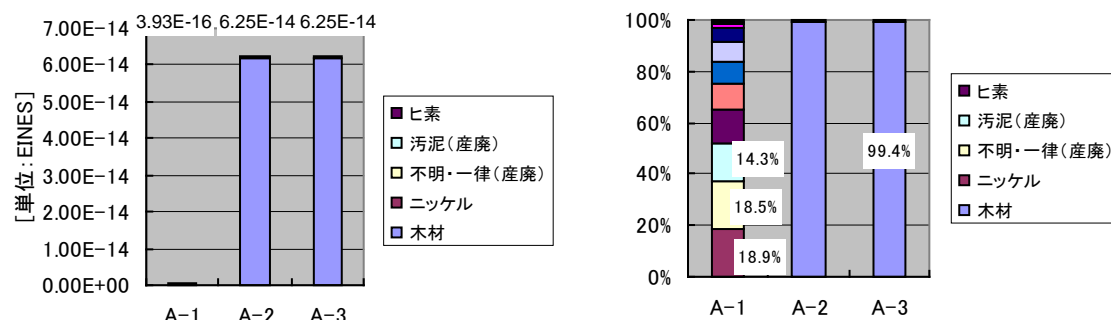


図 2-23 生物多様性の比較

(3) 統合化

生物多様性への影響を見込むことにより統合化の値は約4倍に、これに加えて一次生産への影響も見込むことにより更に1.15倍となる。木材の影響を見込まない場合はSO_x (39%)やCO₂ (22%)、PM10 (6%)等の影響が比較的大きかったのに対し、木材の影響を含めると70%以上が木材の影響となる。

シナリオ A-1 (現状) ではアルミ箔の影響が大きかった (p.17 参照) が、木材の影響はこれとは比較にならないくらいの影響の大きさである (図 2-24 参照)。

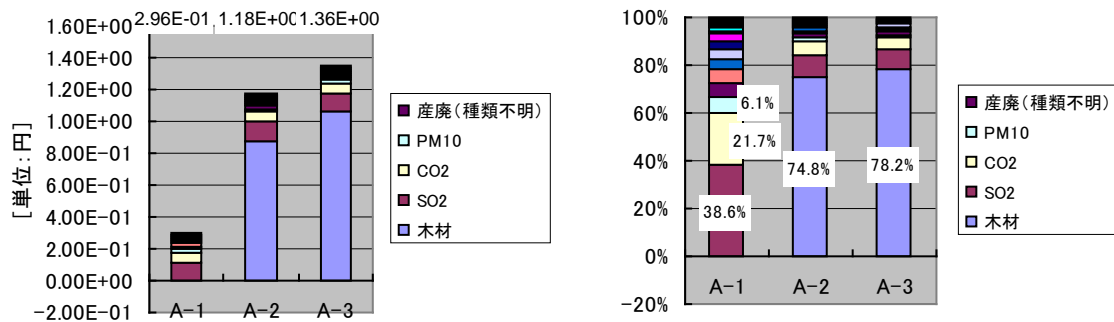


図 2-24 統合化の比較

4.2. 蓋製造における「溶剤」処理方法の影響

4.2.1. 溶剤の処理方法

(1) 印刷用の溶剤

印刷用の溶剤は蓋製造時に一部揮発し、10%程度が未回収となる。残る 90%が処理の対象である。印刷用の廃溶剤は工場内で焼却処理される。焼却には電力と都市ガスを消費するが、得られた熱を再利用することで都市ガスに代替することによってエネルギーを削減することが可能である。その一方で、溶剤由来のCO₂が排出されるという、環境負荷が増える要素も持っている。これを整理したのが図 2-25 である（値はいずれも蓋 1 枚当たり）。

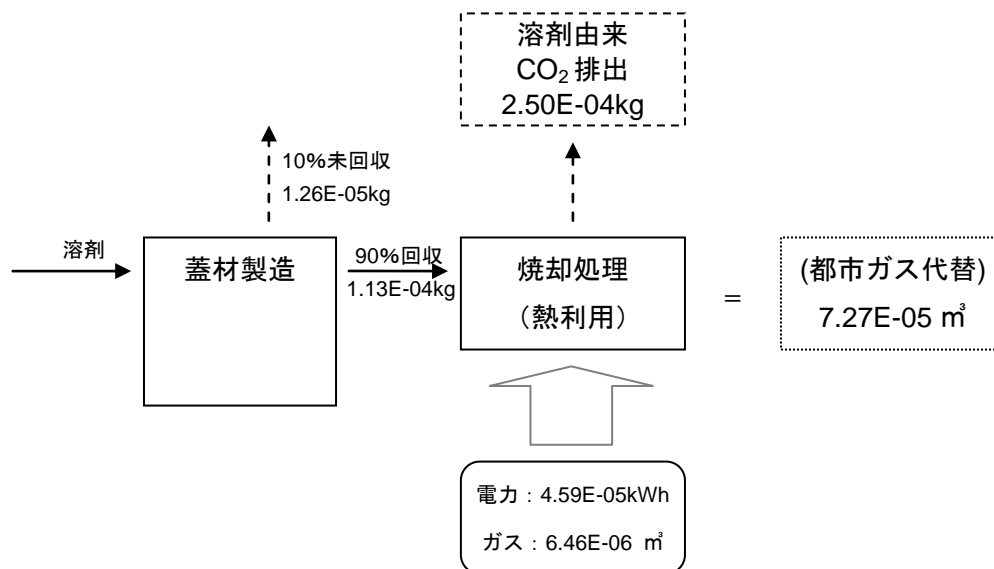
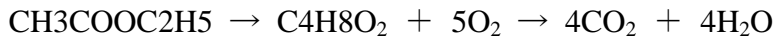


図 2-25 工場内での溶剤焼却処理

焼却処理に必要なエネルギー消費量（電力及び都市ガス）は一次データを用いた。溶剤由来のCO₂排出量は、溶剤（酢酸エチル、メチルエチルケトン、イソプロピルアルコール）の分子量から計算した。また、代替される都市ガスについては、溶剤の反応熱を用いて以下のように計算した。

①酢酸エチルの反応熱

(反応式)



(反応物及び生成物の標準生成エンタルピー)

$$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2 : \text{Hf, C}_4\text{H}_8\text{O}_2 = -444.1 \text{ kJ/mol}$$

(反応熱)

$$\begin{aligned} \Delta\text{Hr} &= 4\Delta\text{Hf, CO}_2 + 4\Delta\text{Hf, H}_2\text{O} - 1\Delta\text{Hf, C}_4\text{H}_8\text{O}_2 - 5\Delta\text{Hf, O}_2 \\ &= 4 \times (-393.5) + 4 \times (-241.8) + 1 \times (-444.1) - 0 = -2097.1 \text{ kJ/molF} \end{aligned}$$

(kJ/mol → kJ/g への換算)

$$2097.1 \text{ kJ/mol} \div 88.11 \text{ g/mol} = 23.80 \text{ kJ/g}$$

②メチルエチルケトンの反応熱

(反応式)



(反応物及び生成物の標準生成エンタルピー)

$$\text{C}_4\text{H}_8\text{O} : \text{Hf, C}_4\text{H}_8\text{O} = -184.2 \text{ kJ/mol}$$

(反応熱)

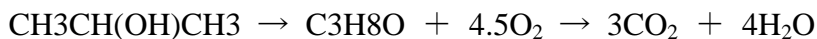
$$\begin{aligned} \Delta\text{Hr} &= 4\Delta\text{Hf, CO}_2 + 4\Delta\text{Hf, H}_2\text{O} - 1\Delta\text{Hf, C}_4\text{H}_8\text{O} - 5.5\Delta\text{Hf, O}_2 \\ &= 4 \times (-393.5) + 4 \times (-241.8) + 1 \times (-184.2) - 0 = -2357 \text{ kJ/molF} \end{aligned}$$

(kJ/mol → kJ/g への換算)

$$2357 \text{ kJ/mol} \div 72.11 \text{ g/mol} = 32.68 \text{ kJ/g}$$

③イソプロピルアルコールの反応熱

(反応式)



(反応物及び生成物の標準生成エンタルピー)

$$\text{C}_3\text{H}_8\text{O} : \text{Hf, C}_3\text{H}_8\text{O} = -272.8 \text{ kJ/mol}$$

(反応熱)

$$\begin{aligned} \Delta\text{Hr} &= 3\Delta\text{Hf, CO}_2 + 4\Delta\text{Hf, H}_2\text{O} - 1\Delta\text{Hf, C}_3\text{H}_8\text{O} - 4.5\Delta\text{Hf, O}_2 \\ &= 3 \times (-393.5) + 4 \times (-241.8) + 1 \times (-272.8) - 0 = -1874.9 \text{ kJ/molF} \end{aligned}$$

(kJ/mol → kJ/g への換算)

$$1874.9 \text{ kJ/mol} \div 60.10 \text{ g/mol} = 31.20 \text{ kJ/g}$$

これらの反応熱とそれぞれの物質が占める割合から、印刷用溶剤の反応熱が 28.83MJ/kgと算出された。この発熱量に見合う都市ガス消費量として 6.44E-01 m³/kg-溶剤が算出された⁵⁾。

(2)ラミネート加工用（接着剤）の溶剤

ラミネート加工用の溶剤は蓋製造時に一部揮発し、10%程度が未回収となる。この点は、印刷用溶剤と同様である。印刷用と異なる点は、蒸留・リサイクル工程においても 10%が揮発し、最終的にリサイクルされるのは 80%にとどまることである。未回収分の溶剤が増えることによって環境負荷が大きくなる側面がある。その一方で、蒸留・リサイクルには電力と蒸気を消費する反面、リサイクル溶剤が新品の溶剤に代替し、その分、環境負荷が小さくなる側面も持っている。これを整理したのが図 2-26 である（値はいずれも蓋 1 枚当たり）。

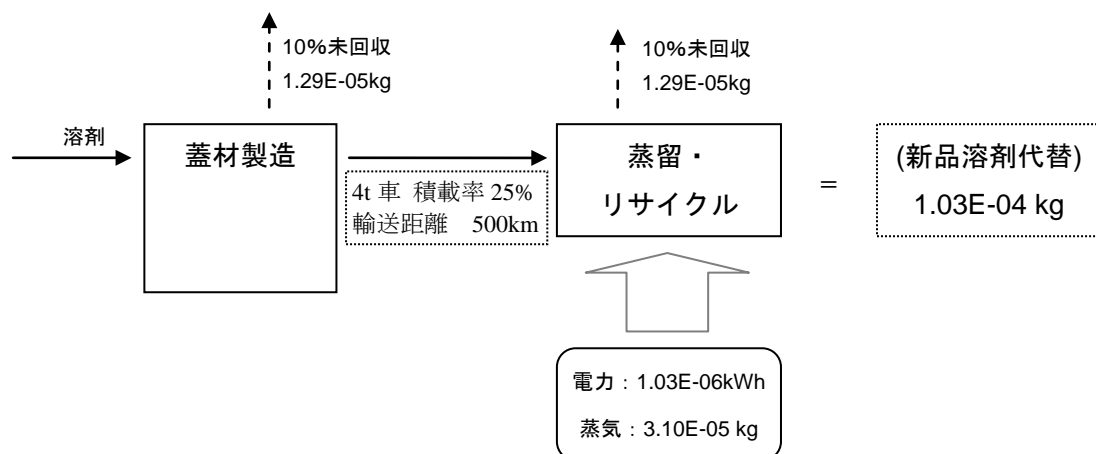


図 2-26 溶剤の蒸留・リサイクル

⁵⁾ 都市ガス 1 m³当たり 44.8MJ として計算した。

4.2.2. シナリオ設定

今回の感度分析では、以下のようにシナリオを設定した。前述したように、印刷用の溶剤は工場内で焼却し、ラミネート加工用の溶剤は蒸留・リサイクルするのが現状である。

焼却もリサイクルも行わないということは実際にはないが、何もせずに全て大気に放出されてしまうケースが最も環境負荷が大きいと予想される。これをシナリオ B-1 とする。潜在的にはこれだけの環境負荷があるとも言える。印刷用・ラミ加工用どちらも工場内で焼却処理するという方法もある。これをシナリオ B-2 とする。また、全て蒸留・リサイクルするという場合も考えられる。これをシナリオ B-4 とする。現状をシナリオ B-3 とした（表 2-4）。

表 2-4 シナリオ設定

		現状 (シナリオ B-3)	シナリオ B-1	シナリオ B-2	シナリオ B-3 (現状)	シナリオ B-4
印刷用	未回収	10%	100%	10%	10%	20%
	焼却	90%		90%	90%	
	蒸留					80%
ラミ加工用	未回収	20%	100%	10%	20%	20%
	焼却			90%		
	蒸留	80%			80%	80%

4.2.3. 環境負荷の比較

(1) CO₂ 排出量の比較

シナリオ B-3（現状）と比較したときの CO₂ 排出量は図 2-27 のようになる。

シナリオ B-1（全て未回収）がシナリオ B-3 よりも CO₂ 排出量が多いのは、以下の理由による。まず、工場内での焼却処理をしない点が異なる。このため、溶剤由来の CO₂ が発生しないこととなる。その一方で、熱利用により都市ガスに代替していた分がなくなることから、都市ガス消費量が増える。また、蒸留・リサイクルをしないため、シナリオ B-3 でリサイクル代替値としてマイナスされている分がなくなることから、相対的に CO₂ 排出量が多くなる。

シナリオ B-2（全て工場内焼却）の場合はこうである。印刷用についてはシナ

リオ B-3 と変わらない。ラミ加工用については、蒸留・リサイクルをするか工場内で焼却するかの違いがある。蒸留・リサイクルする代わりに焼却処理をするため、熱利用による都市ガス代替分がマイナス側に作用する。その反面、溶剤由来の CO₂ が発生する。また、再生溶剤が製造しない（リサイクル代替値がなくなる）ことから、その分の CO₂ が多くなる。

シナリオ B-4（全て蒸留・リサイクル）は、ラミ加工用はシナリオ B-3 と同じであるが、印刷用の処理が異なる。焼却処理をしないことから、都市ガスのリサイクル代替分がなくなる（CO₂ 排出量増加に繋がる）反面、溶剤由来の CO₂ が発生しないこととなる。また、印刷用溶剤も蒸留・リサイクルするため、その分のリサイクル代替値が増える（CO₂ 排出量が減る）。

以上のことから、この 4 つのシナリオの中で CO₂ 排出量が最も多いのはシナリオ B-2 で、シナリオ B-3 と比較すると 3.27E-04kg 多い。次に多いのはシナリオ B-1 で、シナリオ B-3 と比較すると 1.63E-04kg 多い。最も少ないのはシナリオ B-4 で、シナリオ B-3 と比較すると 3.44E-04kg 少ない。

CO₂ 排出量だけを見ると、工場内で焼却処理するよりも何もしない方が環境負荷がやや小さく、全て蒸留・リサイクルするとき最も環境負荷が小さくなるという結果になった。

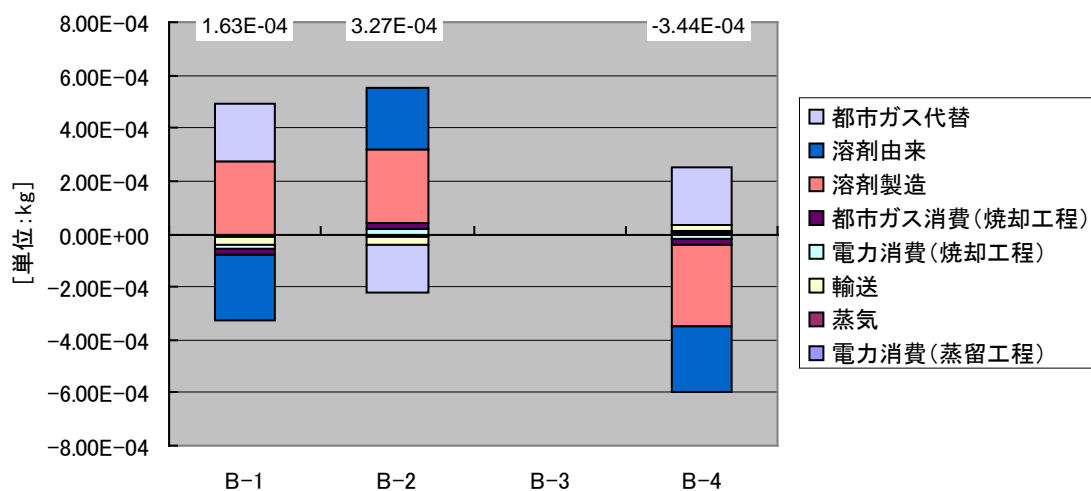


図 2-27 シナリオ B-3 と比較したときの CO₂ 排出量

(2) 特性化

特性化は項目が多いため、差異が比較的大きい「地球温暖化」「光化学オキシダント」「資源消費」について確認する。

①地球温暖化

CO₂ 排出量と同じような差異となっている。値が最も大きいのはシナリオ B-2 (全て工場内焼却) で、最も小さいのはシナリオ B-4 (全て蒸留・リサイクル) である。最大と最小の差は7%程度となっている (図 2-28 参照)。

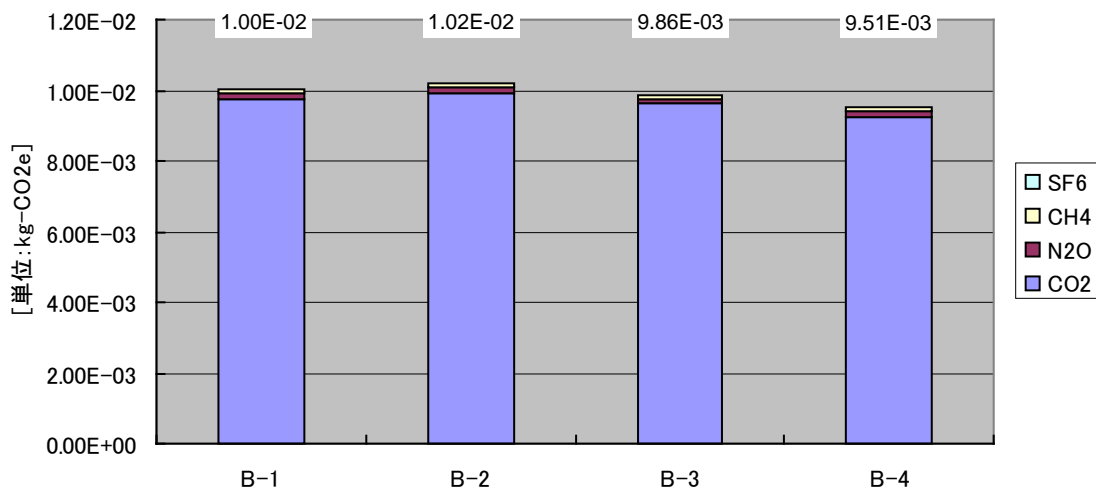


図 2-28 地球温暖化のシナリオ間比較

②光化学オキシダント

シナリオ B-1 (全て未回収) とそれ以外の 3 つのシナリオは、値が一桁異なる。焼却処理や蒸留など、何らかの処理をすることによって大幅に環境負荷が小さくなることが分かる。

処理をする中でも焼却するか蒸留するかによって 2 倍の違いがあり、蒸留するよりは焼却の方が環境負荷が小さいという、地球温暖化とは反対の結果になっている。これは、蒸留する場合の方が未回収となる溶剤の割合が多いことが主な要因である (図 2-29 参照)。

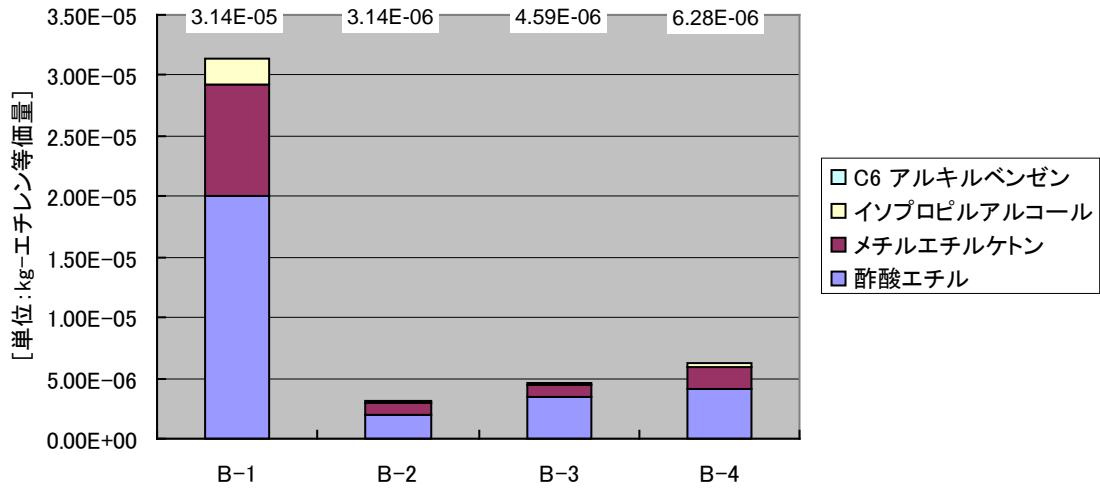


図 2-29 光化学オキシダントのシナリオ間比較

③資源消費

地球温暖化とも光化学オキシダントとも異なる差異となっており、最小のシナリオ B-4 は最大のシナリオ B-1 よりも 10%以上小さな値である（図 2-30 参照）。

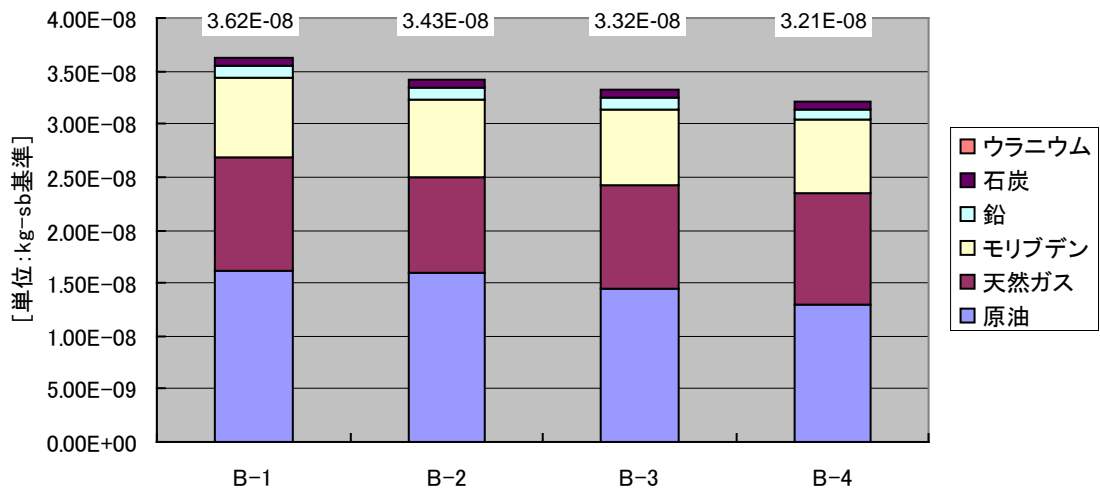


図 2-30 資源消費のシナリオ間比較

(3) 被害評価

①人間健康

シナリオ B-1（全て未回収）が最大、シナリオ B-4（全て蒸留）が最小である。その差は約 7%。酢酸エチルやメチルエチルケトンの影響があるほか、SO_x や CO₂ の差異による影響（溶剤のリサイクル代替値など）もある（図 2-31 参照）。

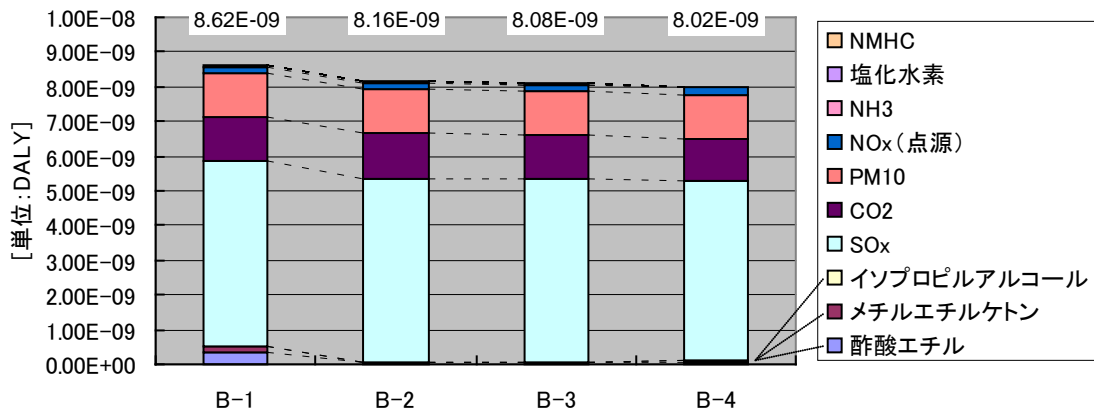


図 2-31 被害評価（人間健康）のシナリオ間比較

②社会資産

シナリオ B-1 が最大、シナリオ B-4 が最小である。その差は約 7%。酢酸エチルやメチルエチルケトンなどの影響があるほか、産廃や汚泥、SO_x の影響もある（図 2-32 参照）。

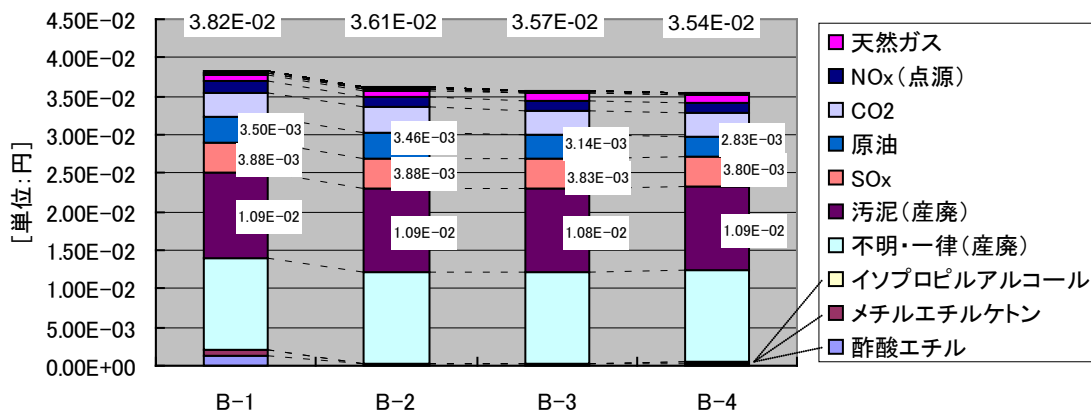


図 2-32 被害評価（社会資産）のシナリオ間比較

③一次生産

最大はシナリオ B-1、最小はシナリオ B-2 である。両者の差は、人間健康や社会資産と比較するとかなり大きい。酢酸エチルやメチルエチルケトンの影響が大部分を占めている（図 2-33 参照）。

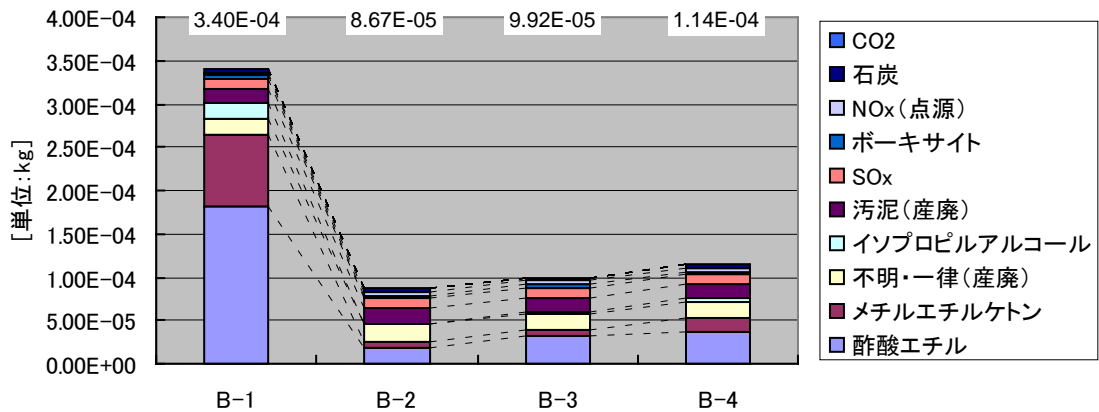


図 2-33 被害評価（一次生産）のシナリオ間比較

④生物多様性

生物多様性については、その差は殆どない（図 2-34 参照）。

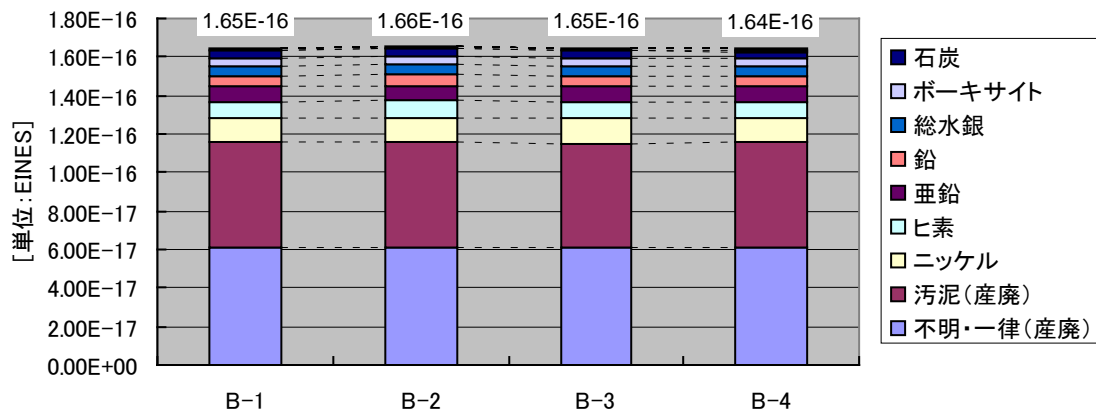


図 2-34 被害評価（生物多様性）のシナリオ間比較

(4) 統合化

最大はシナリオ B-1、最小はシナリオ B-4 で、その差は約 12%。溶剤の処理を
 するかしないかによる差はあるが、シナリオ B-2, B-3, B-4 の差は殆どない。差が
 生じている主な要因は、物質ごとに見れば酢酸エチルやメチルエチルケトン、カ
 テゴリーごとに見れば光化学オキシダント、プロセスごとに見れば製造にある
 (図 2-35 参照)。

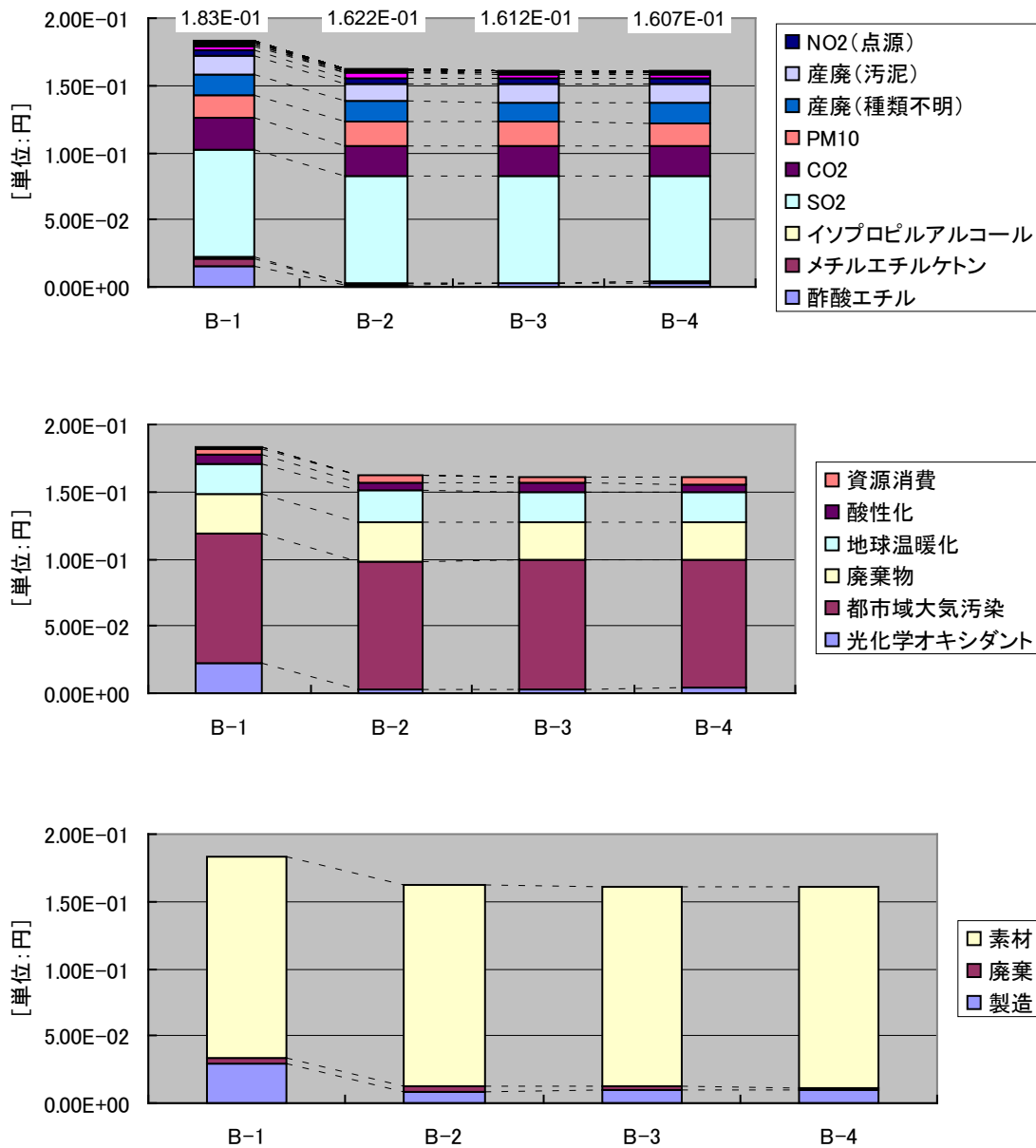


図 2-35 統合化のシナリオ間比較

III. 飲料用紙カップのLCA

1. 目的と調査範囲

1.1. 目的

飲料用紙カップの環境負荷の実態を把握することが主な目的である。これによってメーカー各社は、自社の環境負荷削減のポイントを知ることができる。

今年度は原単位としてIDEAを用い、再計算を行った。

1.2. 調査範囲等

1.2.1. 調査対象の製品システム

調査範囲は、原材料の調達、容器製造、輸送及び廃棄物処理とする。廃棄物には工場から排出されるものの他、家庭やスタジアム、店舗等などから排出されるものも含む。廃棄物処理は焼却処理の他、マテリアルリサイクルも含む。マテリアルリサイクルについては、スタジアムや店舗等から排出されたもののうち一定量を回収、リサイクルするものとした（図3-1参照）。

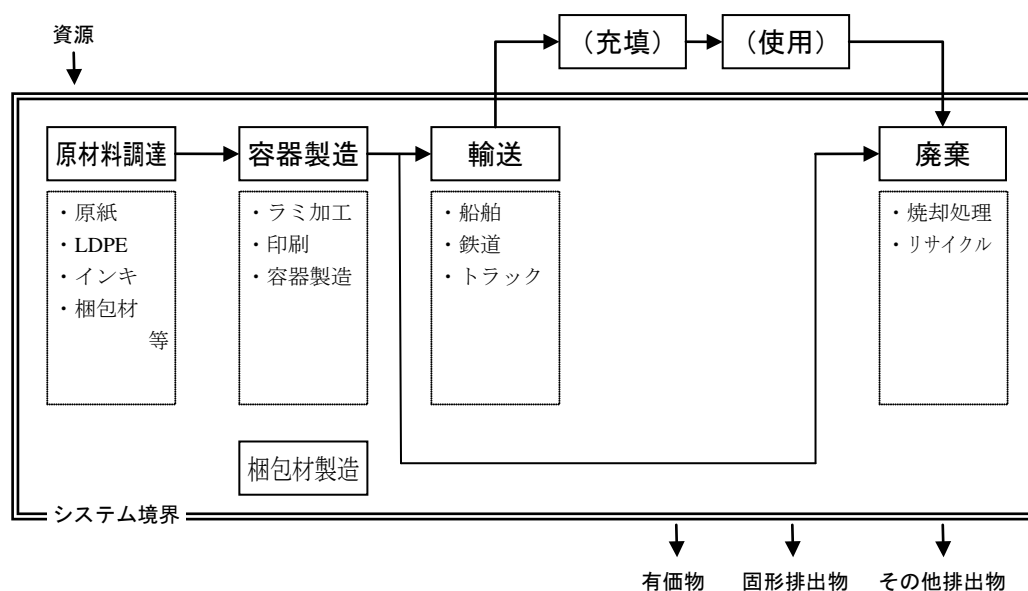


図 3-1 システム境界

1.2.2. 製品システムが持つ機能と機能単位

満杯で 275mL の飲料が入る（通常は 200mL 程度の飲料を注ぐ際に用いる）大きさの飲料用紙カップを LCA の対象とした。

1.2.3. 配分方法

各社におけるエネルギー消費量等を算出するに当たっては、原則として生産重量に基づく比例配分を行った。5 社の平均値を算出するに当たっては、対象容器の生産重量で加重平均を行った。

1.2.4. 影響領域等

飲料用紙カップの環境負荷の実態を把握することが主な目的であるため、データ収集に当たっては予め影響領域を限定せず、得られた全てのデータを用いて LCA を実施した。

1.2.5. データ収集範囲とその品質

1) 一次データと二次データ

原材料等の投入量⁶、製造プロセスにおけるエネルギー消費量、工場からの排出量、回収した紙カップのリサイクル、国内輸送については、基本的に一次データを使用した。それ以外のものについては二次データを使用した。

2) 有効範囲

飲料用紙カップのデータは原則として 2005 年度（2005 年 4 月～2006 年 3 月）を対象とした。各工場における生産品目の大幅な変更や設備機器の更新等がない限り、当面は有効であると考えられる。なお、紙カップ分科会に参加している 5 社のうち 1 社がデータ収集後に工場を移転しているが、その影響については反映

⁶ カップ原紙について、これまでは「200mL レンガ型紙パック」のデータを用いていた。しかしながらこのデータは海外で製造した原紙についてのものであること、原紙製造だけでなくラミ加工も含んだものであることから、必ずしも飲料用紙カップに適したものではない。今回のデータ更新に当たっては、ヨーグルト・カップ原紙のデータを用いた。飲料用紙カップと紙製ヨーグルト・カップの原紙は性質が異なり、原紙製造における原材料にも違いがあると考えられるが、他に適切なデータがないことから、このデータを用いることとした。

していない。

データ収集の対象とした施設は、日本国内の紙カップメーカー（その関連企業を含む）と原紙製造・加工メーカーのものである。従って、地理的な有効範囲は「国内」である。

飲料用紙カップには様々なサイズのものがあり、サイズが異なれば原材料の投入量が異なる。製造工程におけるエネルギー消費量も、カップのサイズによって異なることが予想される。従って、今回の LCA は「満杯で 275mL 入る大きさの飲料用紙カップ」に適用される。

3) データの精度

カップ製造及び輸送工程（原材料の海上輸送を除く）に関しては各社の実績値を使用しているため、データの精度は比較的高いものと考えられる。

4) データの完全性

各カップ工場における投入物、産出物については、ごく微量のものを除き、ほぼ全てのデータを把握した。

原材料のうち「LDPE」「インキ」等に関しては二次データを使用しているため、データの完全性は明確ではない。少なくとも、PRTR 物質等については把握できていない。

5) データの代表性

一次データは大手紙カップメーカー5 社から収集した。5 社の国内シェア合計は 90%を超えているため、代表性の高いデータと言える。

6) 整合性及び再現性

原単位として IDEA を使用しているため、input と output の関係については、基本的には整合性がとれている（一部 IDEA のデータを補正した部分がある）。このことに加え、データ収集には各社共通のフォーマットに必要事項を記入しているため、基本的には再現性が高いものと考えられる。

7) その他

データの限界については後述する（「まとめと今後の課題」参照）。

外部専門家によるクリティカルレビューについても後述する。今回は比較主張を目的とする LCA ではないため、利害関係者が参加するかたちでのレビューは行っていない。

2. インベントリ分析

2.1. 飲料用紙カップ製造の流れ

飲料用紙カップの製造は、図 3-2 に示した流れで行われる。

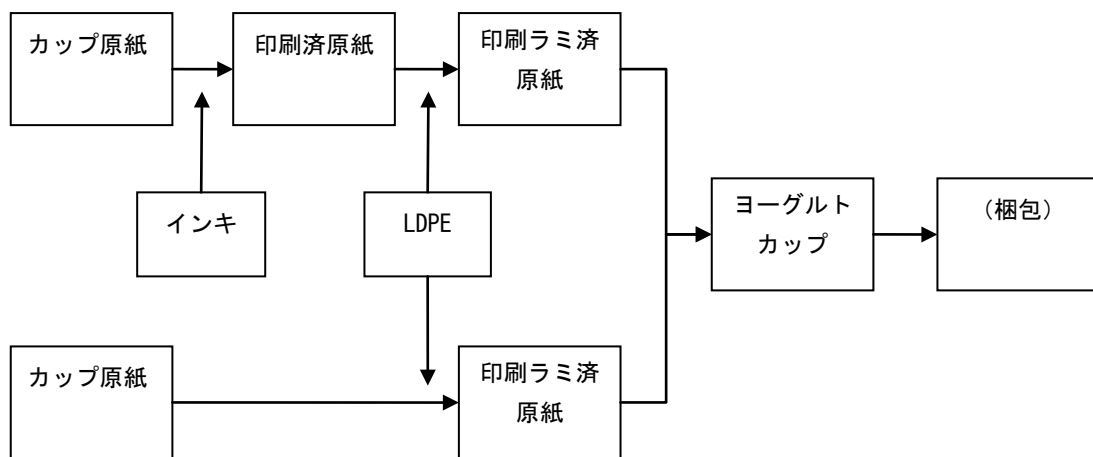
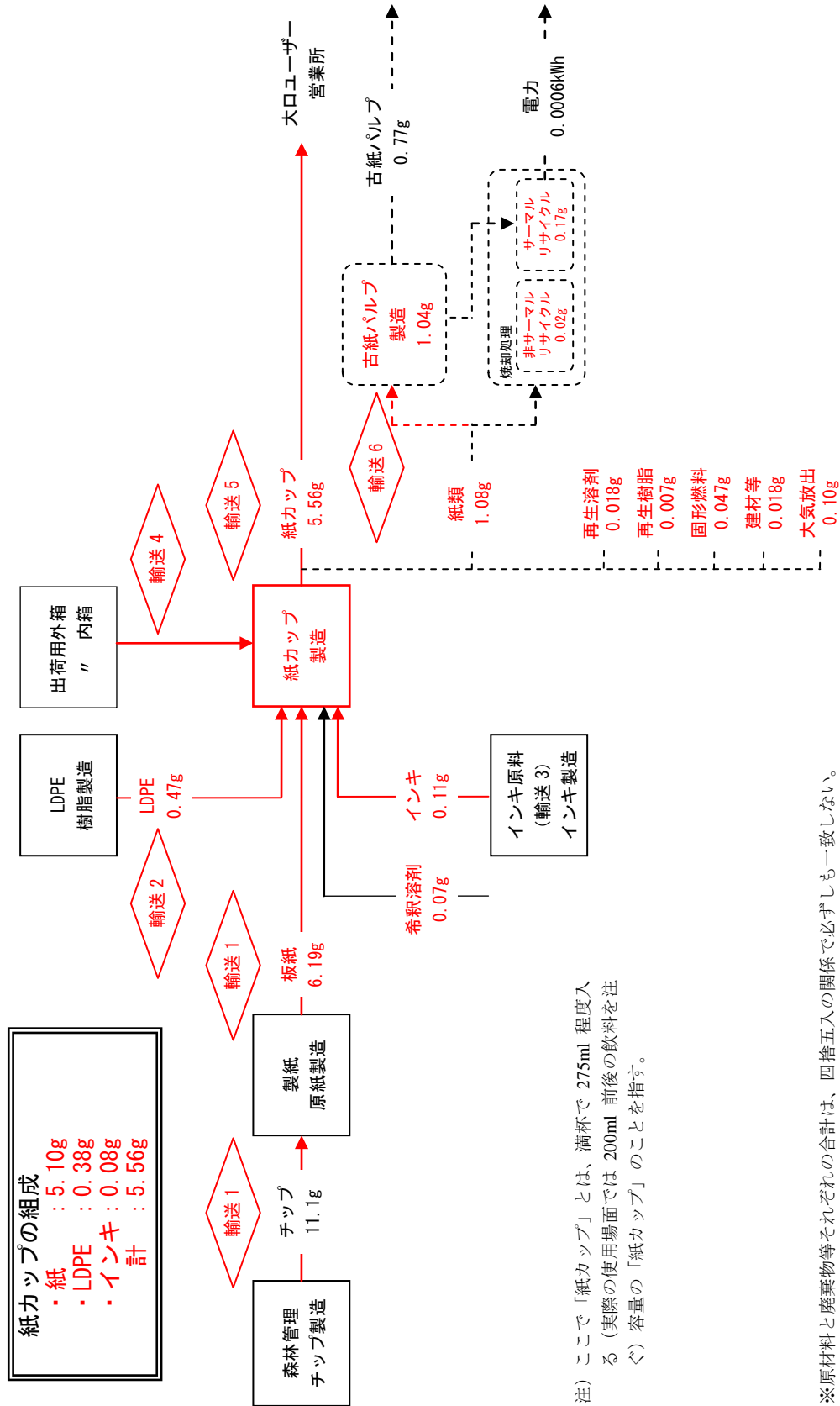


図 3-2 飲料用紙カップの製造の流れ

2.2. 飲料用紙カップのライフサイクルフロー

飲料用紙カップのライフサイクル・フローは、図 3-3 のようになっている。このうち、一次データを使用したのは赤で示した部分である。



注) ここで「紙カップ」とは、満杯で275ml程度入る(実際の使用場面では200ml前後の飲料を注ぐ)容量の「紙カップ」のことを指す。

※原材料と廃棄物等それぞれの合計は、四捨五入の関係で必ずしも一致しない。

図 3-3 飲料用紙カップのライフサイクルフロー

2.3. 飲料用紙カップの LCI

CO₂ 排出量は 1.22E-02kg で、素材製造プロセスからの排出が半分以上を占めている。NO_x 排出量は 2.71E-05kg、SO_x 排出量は 1.87E-05kg で、いずれも輸送プロセスからの排出が 80%程度を占めている（図 3-4 参照）。

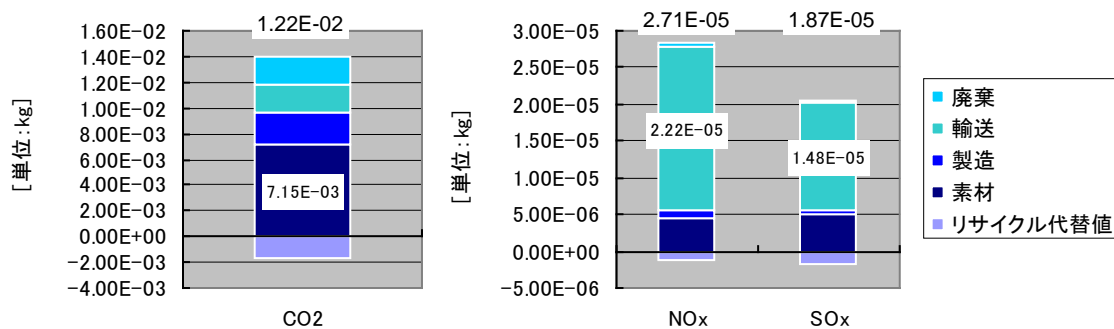


図 3-4 CO₂、NO_x、SO_x 排出量

3. 環境影響評価 (LCIA)

環境影響評価の結果を以下に示す。なお、ここでは一次生産や生物多様性に対する木材の影響を含めていない。これらの影響については、後述する感度分析において検討する。

3.1. 特性化

特性化の結果は図 3-5 のようになる。

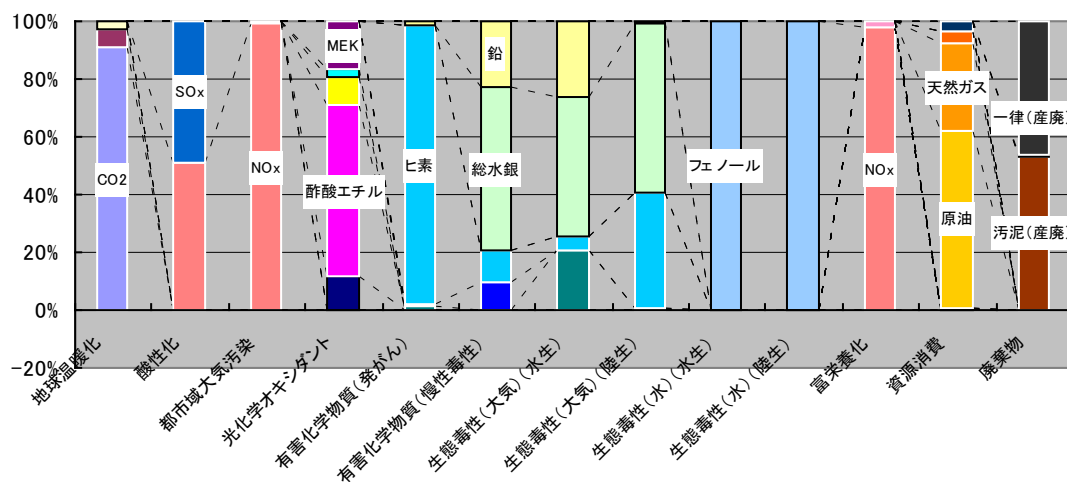


図 3-5 特性化

3.2. 被害評価

物質ごとに見ると、図 3-6 のようになる。

人間健康では SO_x の影響が 55%、CO₂ の影響が 32% を占める。社会資産では原油の影響が 38%、CO₂ の影響が 21%、NO_x の影響が 11% を占める。一次生産では酢酸エチルの影響が 43%、石炭の影響が 14% を占める。生物多様性では、ニッケルが 26%、ヒ素が 18%、亜鉛が 14%、鉛が 12% となっている。

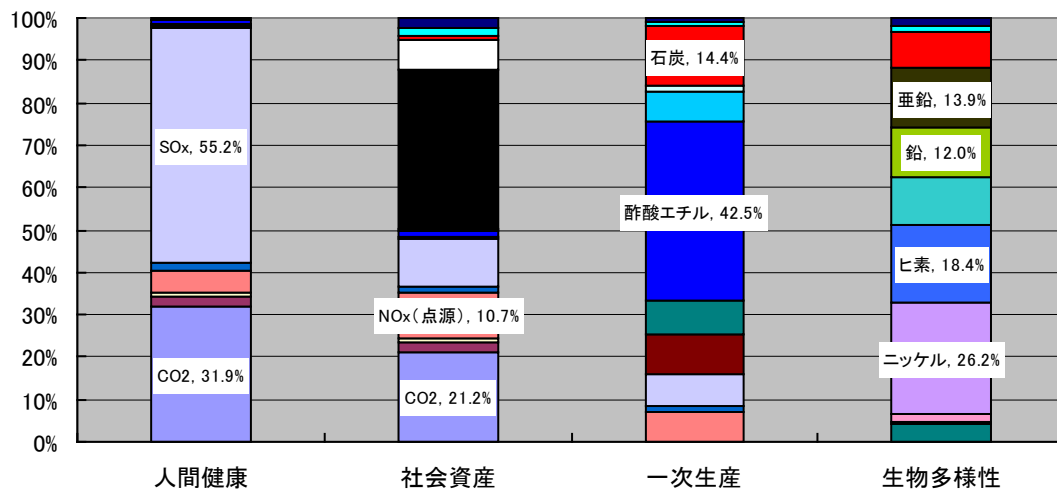


図 3-6 被害評価（物質ごと）

カテゴリーごとに見ると図 3-7 のようになる。

人間健康では都市域大気汚染が 63%、地球温暖化が 35% を占める。社会資産では資源消費が 46%、地球温暖化が 24%、酸性化が 23% を占める。一次生産では光化学オキシダントが 68%、酸性化が 16%、資源消費が 14% を占める。生物多様性では生態毒性が 88% を占める。

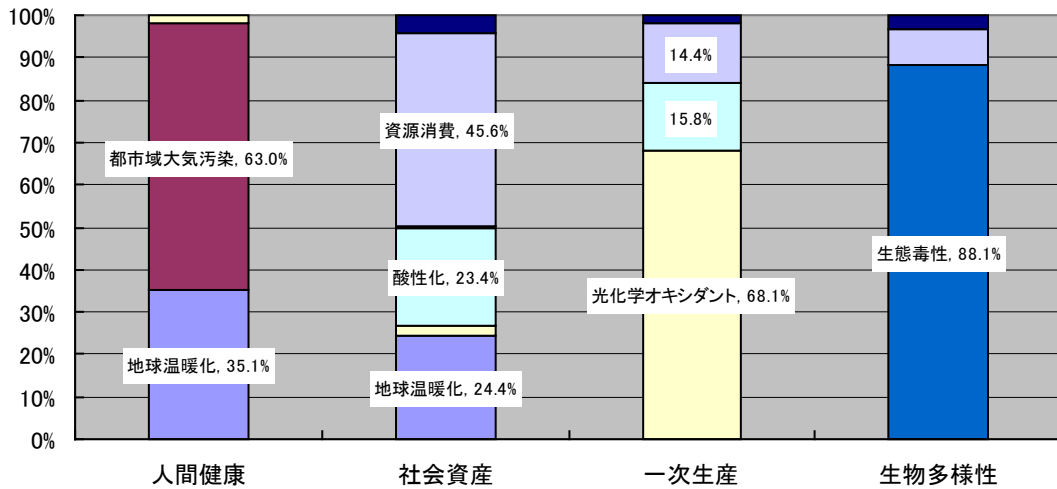


図 3-7 被害評価（カテゴリーごと）

プロセスごとに見ると、図 3-8 のようになる。

人間健康では物流が 56%、素材製造が 36%を占める。社会資産では素材が 55%、輸送が 33%を占める。一次生産では製造が 74%を占める。生物多様性では素材が 55%、製造が 42%を占める。

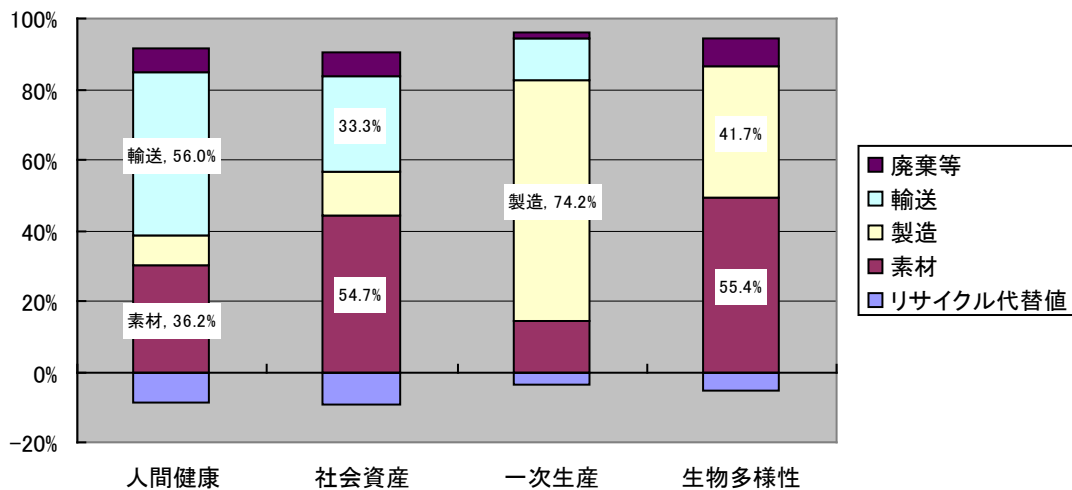


図 3-8 被害評価（プロセスごと）

3.3. 統合化

統合化の結果、飲料用紙カップの環境負荷は 0.983 円となった。

物質ごとに見ると SOx (42%) や CO₂ (29%) の割合が大きい。カテゴリーごとに見ると、都市域大気汚染 (46%) や地球温暖化 (32%)、資源消費 (9%) の割合が大きい。プロセスごとに見ると輸送 (48%)、素材製造 (39%) の占める割合が大きい。

発生源別に見ると、輸送の SOx (34%)、原紙製造の CO₂ (14%)、原紙製造の SOx (10%) の影響が大きいことがわかる (図 3-9 参照)。

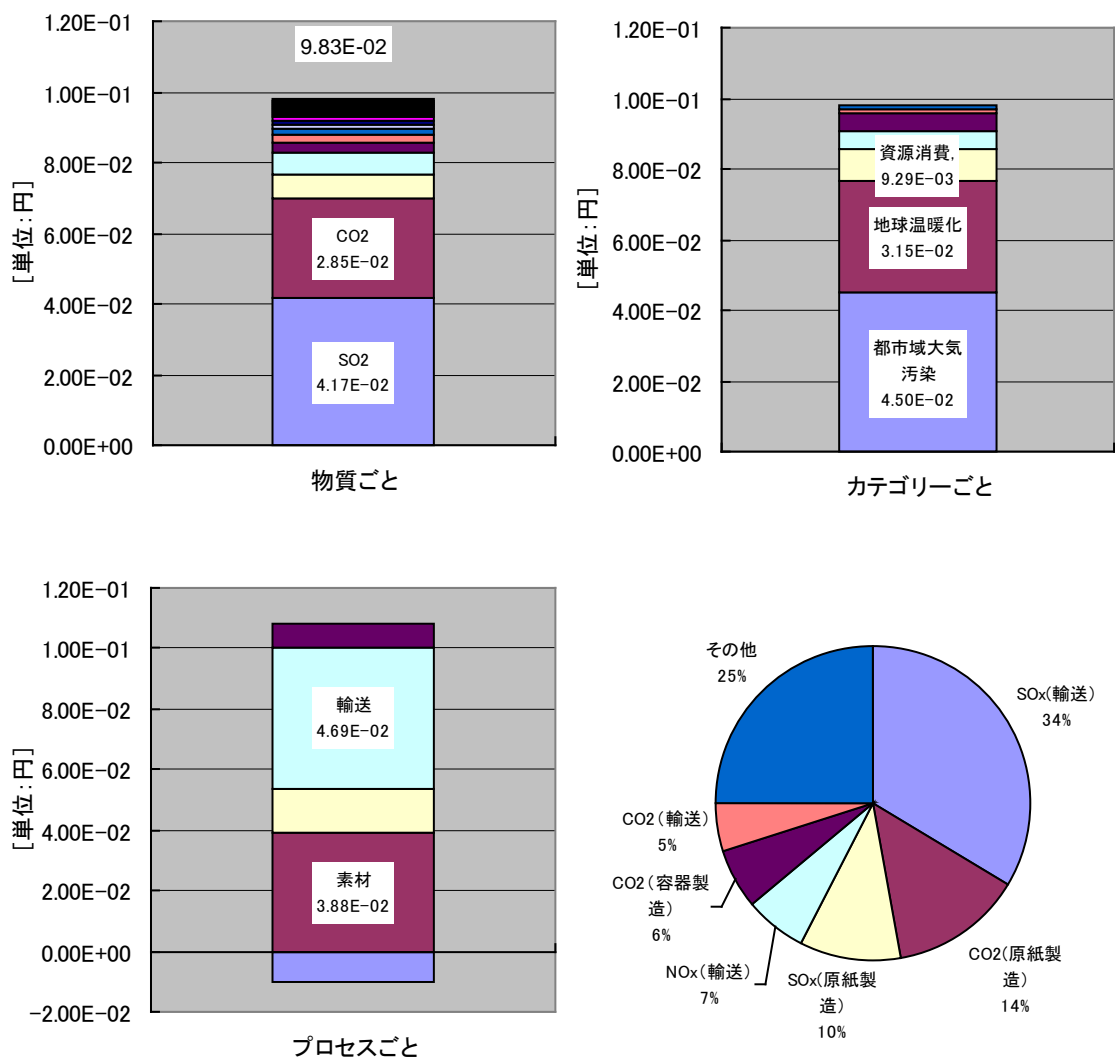


図 3-9 統合化

4. 解釈（感度分析）

木材の影響と使用済み紙カップ回収率の影響について、感度分析を行う。

紙カップの主原料は紙すなわち木材であり、これまでの研究結果からも原紙製造由来の環境負荷が相対的に大きいことが分かっている。紙カップ原紙用の木材は伐採後に植林が行われているとみられるが、仮に植林が行われていないとすると一次生産への影響が発生する。また、生物多様性への影響を考慮して森林を管理しているかどうかで環境負荷の大きさも変わってくる。また、どの地域の木材を伐採するかによっても環境負荷が異なる。これらの点を踏まえ、木材調達についてのシナリオを設定して、環境負荷がどのように変わるのかを分析する。

一方、使用済み紙カップの多くは焼却処理されているが、店舗やスタジアムの一部ではこれを回収しトイレトペーパーなどにリサイクルされている例もある。焼却処理する場合においても一部はごみ発電によって電力に代替されるが、マテリアルリサイクルによる環境負荷低減効果もあり、どちらの処理方法をとるにしても何らかのかたちでのリサイクル効果はある。そこで、使用済み紙カップの回収（リサイクル）率を上げる（焼却処理を減らす）ことによって環境負荷がどのように変わるかについて分析を行う。

4.1. 木材の影響

4.1.1. 木材を伐採する地域と経済配分

1) 木材の調達

カップ原紙用の木材は複数の国から調達している。しかしながら、どこの国からどのくらいの量を調達しているか、その実態は明らかではない。そこで、公表されている資料を参考に設定した。設定値は紙製ヨーグルト・カップと同じものを使用した。なお、製材廃材の経済配分をしない場合の調達状況は表 3-1 のように設定した。

表 3-1 木材の調達状況設定（製材廃材の経済配分をしない場合）

	植林		天然		合計
	認証	非認証	認証	非認証	
オーストラリア	12%	16%	8%	2%	39%
アメリカ	1%	1%	0%	0%	2%
チリ	4%	5%	3%	1%	13%
南アフリカ	4%	4%	3%	1%	12%
ブラジル	2%	2%	1%	0%	5%
ウルグアイ	1%	1%	1%	0%	3%
国産	0%	10%	0%	17%	27%
合計	24%	39%	17%	21%	100%

4.1.2. シナリオ設定

今回の感度分析では、表 3-2 のようなシナリオを設定した。

基本シナリオでは、一次生産にも生物多様性にも木材の影響がないものとした。

カップ原紙に用いる木材は伐採後に植林をするとされており、これを前提として考えるならば一次生産への影響はないものと考えられる。ただ、植林の際に生物多様性への影響を考慮しているかどうかについては不明である。そこで、「非認証天然」については生物多様性への影響があり、それ以外のものは影響を及ぼさないものと設定した。これがシナリオ C-2a である。

ただ、カップ原紙用木材の全てについてトレーサビリティの確認が取れているわけではない。中には植林が行われていないケースがあるかもしれない。そこで、「非認証天然」については生物多様性ばかりでなく一次生産にも影響があるものと設定する。これをシナリオ C-3a とする。

前述したように、木材の一部に製材廃材が使用されている。シナリオ C-2a 及び C-3a においては、この製材廃材について経済配分を行って環境負荷を計算しているが、経済配分を行わない場合の環境負荷についても算出した。それがシナリオ C-2b, C-3b である。シナリオ C-2b は C-2a の、シナリオ C-3b は C-3a の経済配分をしない場合のシナリオである。

表 3-2 シナリオ設定

	シナリオ C-1 (基本シナリオ)	シナリオ C-2		シナリオ C-3	
		C-2a	C-2b	C-3a	C-3b
1. 一次生産への影響	なし	なし		非認証天然のみあり	
2. 生物多様性への影響	なし	非認証天然のみあり		非認証天然のみあり	
3. 経済配分の有無	—	あり	なし	あり	なし

4.1.3. 環境負荷の比較

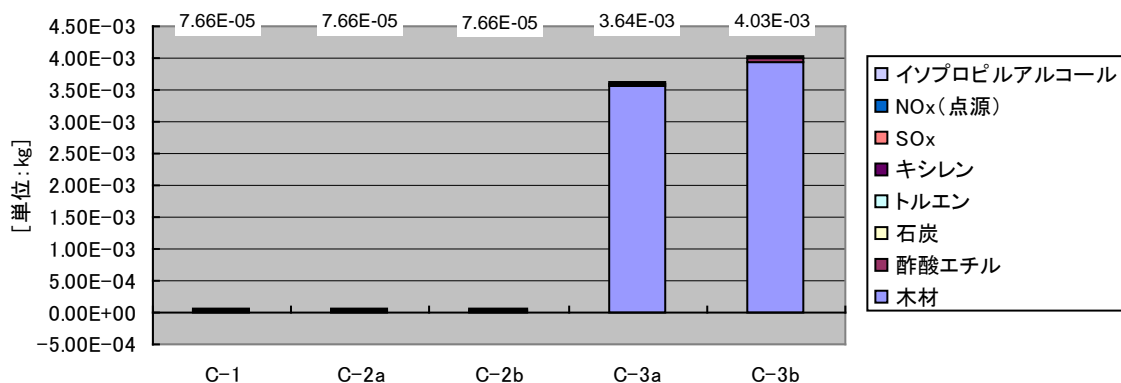
木材の影響に関する感度分析では、インベントリや特性化には違いがない。被害評価のうち人間健康や社会資産にも差異がない。以下では、一次生産、生物多様性、統合化について見ることとする。

(1) 一次生産の比較

非認証天然林の影響を加味すると、一次生産の値は $7.66E-05$ から $3.64E-03$ へと 50 倍近い大きさとなる。製材廃材を使用しないことを想定すると、更に 10% 程度、影響が大きくなる。

構成比で見ると、木材の影響がない場合は酢酸エチルの影響が 43%、石炭の影響が 14%であるのに対し、非認証天然の影響を加味すると約 98%が木材による影響となる。

調達する木材の一部について比較したものでこれだけの値の違いがあることから、伐採後に植林をすることがいかに重要であるかがわかる（図 3-10 参照）。



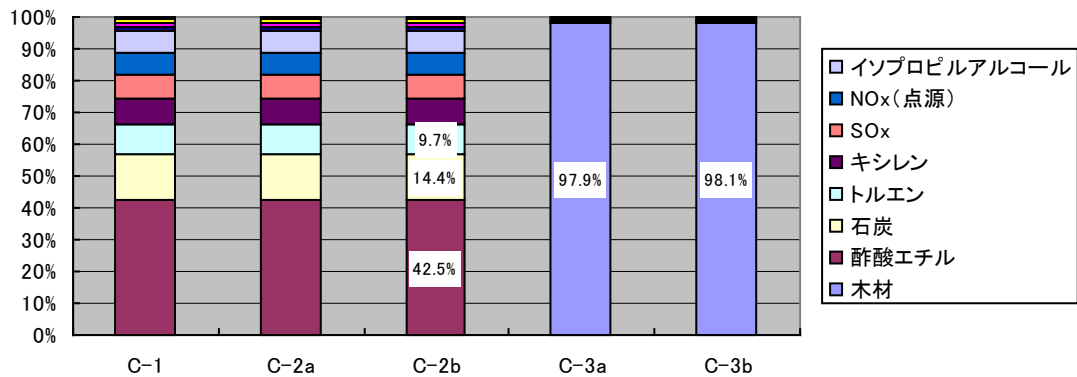


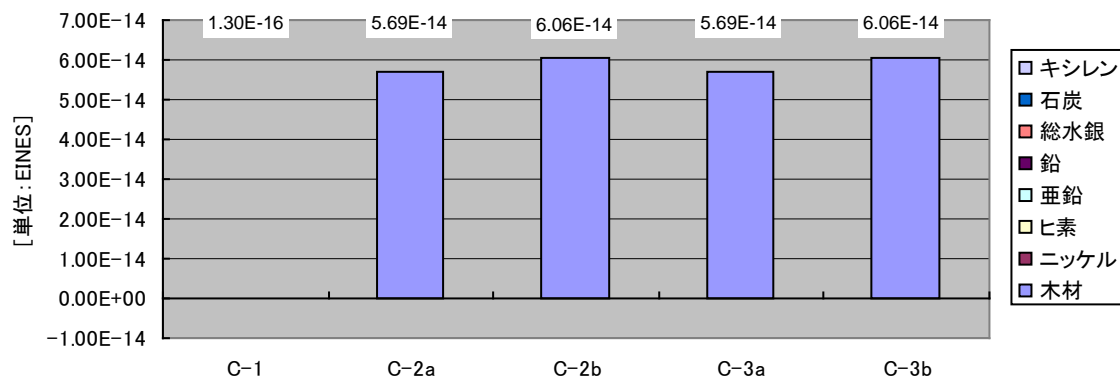
図 3-10 一次生産の比較

(2) 生物多様性の比較

シナリオ C-2 と C-3 の違いは「非認証天然が一次生産に対して影響するか否か」であるため、両者の値の差はない。ただ、製材廃材を使用するか否かで違いが出る。経済配分をしない場合は 7%程度環境負荷が大きくなる。なお、非認証天然が生物多様性へ影響があるとした場合、影響がないと比較して 400 倍以上の環境負荷となる。

構成比を見ると、木材の影響がない場合はニッケル (26%) やヒ素 (18%)、亜鉛 (14%) などの影響が比較的大きいものに対し、木材の影響がある場合はほぼ 100%が木材の影響となる。

調達する木材の一部について比較したものでこれだけの値の違いがあることから、生物多様性に配慮した森林管理をすることがいかに重要であるかがわかる (図 3-11 参照)。



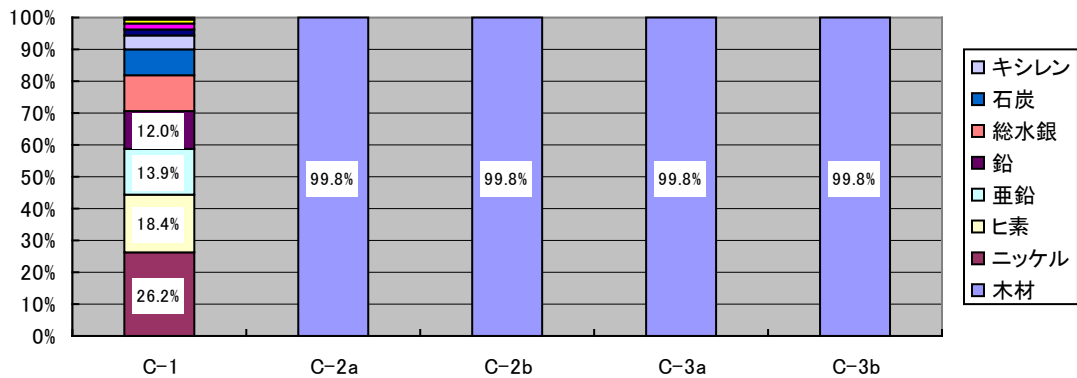


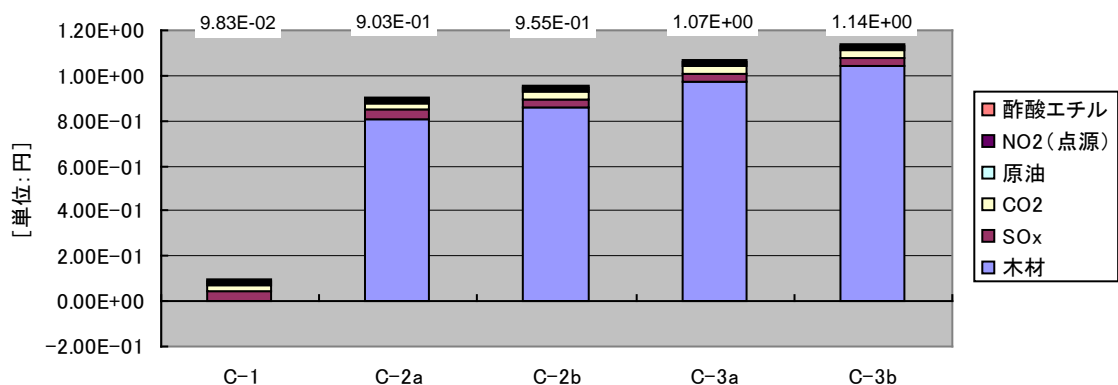
図 3-11 生物多様性の比較

(3) 統合化の比較

木材（非認証天然）の影響を加味するか否かで、統合化の値は 10 倍程度異なる。木材の影響があるシナリオ間で比較すると、生物多様性に配慮した森林管理を行うか否かで 15%程度、製材廃材を使用するか否かで 5%程度の違いがある。

構成比を見ると、木材の影響がない場合は SOx (42%)、CO₂ (29%)、原油 (7%) 等の影響が比較的大きい。木材の影響を含めると、シナリオ C-2, C-3 ともに 90%前後は木材の影響となる。

これらのことから、伐採後に植林を行うことはいうまでもなく、生物多様性に配慮した森林管理が重要であることがわかる。また、製材廃材を使用（有効活用）することも（C-2a, C-2b）環境負荷削減のためには重要であることがわかる（図 3-12 参照）。



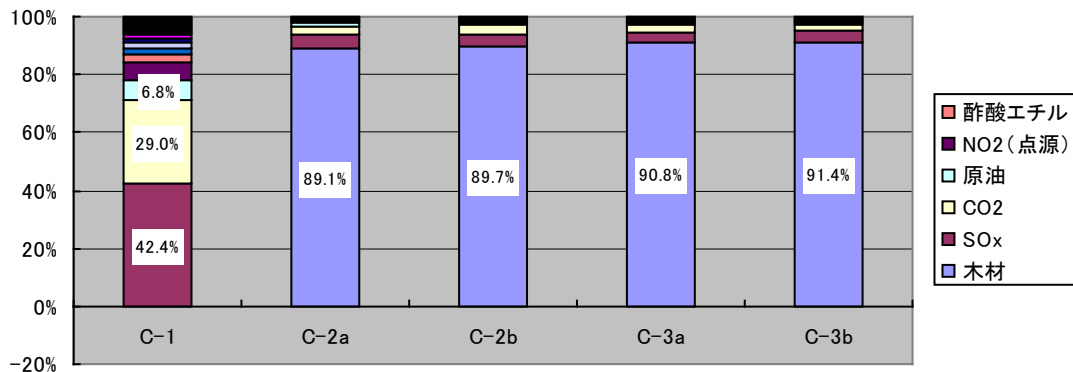


図 3-12 統合化の比較

4.2. 使用済み紙カップの回収率の影響

使用済みの飲料用紙カップは、ゴミ箱に捨てられた後、焼却処理されてしまうようなイメージがある。しかしながら、紙カップの材料フロー^[7]を確認すると、店舗・施設内で消費されたものの一部（約 4%）は分別回収され、リサイクルされている。

ここでは分別回収したものがすべて材料リサイクルされるものとし、この回収率が上昇した場合に環境負荷がどのように変化するかについての分析を行う。店舗・施設内消費の 50%程度が分別回収・材料リサイクルされると仮定した場合、製造された紙カップの約 40%がリサイクルされる計算になる。

以下では、回収・リサイクル率 4%、40%の場合の環境負荷を比較する。

4.2.1. 使用済み紙カップ回収における環境負荷

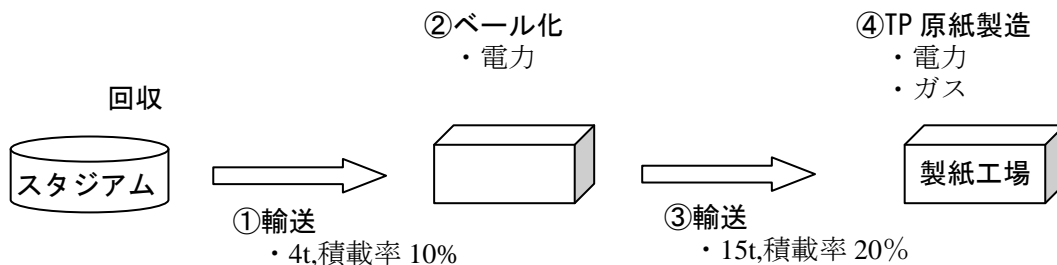
使用済み紙カップを回収する際の輸送、リサイクル工場までの輸送、及び衛生用紙製造の際のエネルギー消費によって環境負荷が発生する。その反面、新規に衛生用紙製造を行う分に相当するリサイクル代替値が見込まれることから、トータルで見ると環境負荷が削減されることになると予想される。

⁷ <http://www.alpha-research.co.jp/recycle/index.html>

一方、回収・リサイクルしない場合は一般廃棄物として焼却処理されるが、その際、ごみ発電を行うことによるリサイクル効果が期待される。ごみ発電に関しては、ポリエチレンや紙の発熱量、発電効率、焼却処理のうち発電をしている廃棄物の割合、場内使用（ごみ発電を行ったうちの一部を清掃工場内で使用し、余剰分を売電しているケースがある）分などを考慮して発電量を算出した。

こうした観点からすれば、マテリアルリサイクルと焼却処理、環境負荷がより小さいのはどちらかという分析であるとも言える。

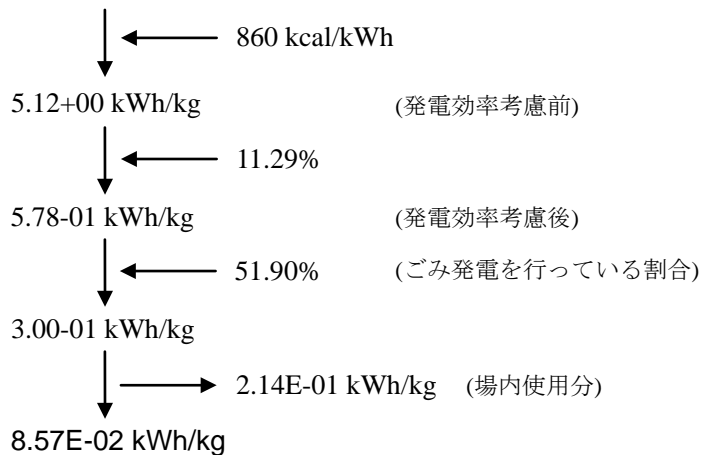
(1) スタジアムからの回収・リサイクル



(2) 焼却処理における発電量

[単位: kcal/kg]

	素材別 発熱量	構成比	発熱量
PE	10,500	6.9%	729
紙	4,000	90.5%	3,618
その他	2,128	2.6%	56
			4,402



4.2.2. シナリオ設定

前述したように、ここでのシナリオは以下の2つとする。ひとつは回収・リサイクル率を現状の4%とした場合（使用済みカップの96%が焼却処理される）。もうひとつは回収・リサイクル率を40%とした場合である（使用済みカップの60%が焼却処理される）。

表 3-3 シナリオ設定（使用済み紙カップの処理）

	シナリオ D-1 (基本シナリオ)	シナリオ D-2
1. 回収・リサイクル率	4%	40%
2. 焼却処理率	96%	60%

4.2.3. 環境負荷の比較

(1) インベントリの比較

使用済み紙カップの回収・リサイクル率を40%に上げることによって、CO₂排出量は13%、NO_x排出量は5%、SO_x排出量は15%程度削減される（図 3-13～3-15 参照）。

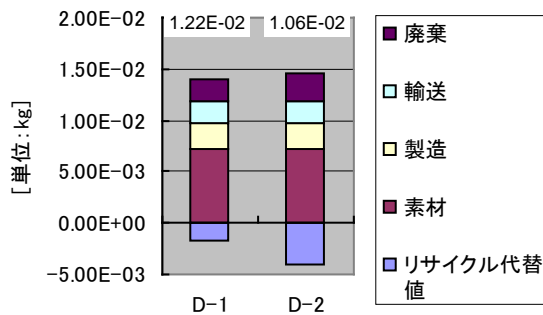


図 3-13 CO₂ 排出量の比較

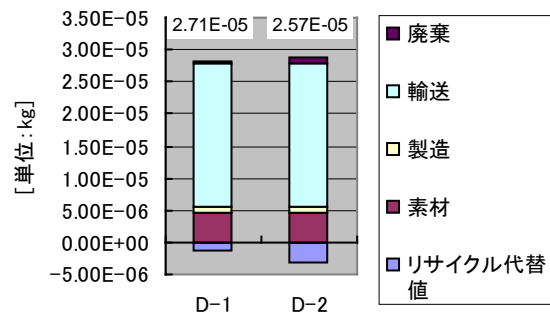


図 3-14 NO_x 排出量の比較

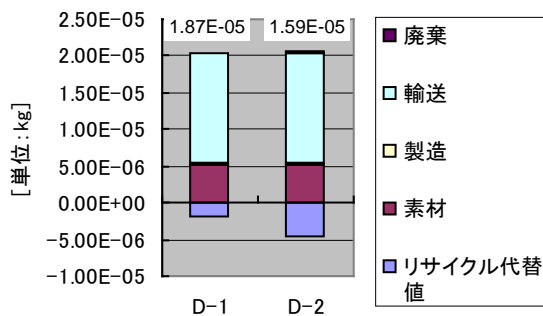


図 3-15 SO_x 排出量の比較

(2) 特性化の比較

特性化の中でも両者の差が大きいものとして、資源消費と地球温暖化がある。

資源消費では、回収・リサイクル率を向上させることによって原油の影響が小さくなっており、全体としても値は小さくなっている（図 3-16 参照）。

地球温暖化は大半が CO₂ による影響であるが、回収・リサイクル率の向上によって CO₂ 排出量が小さくなることから、全体としても影響が小さくなっている（図 3-17 参照）。

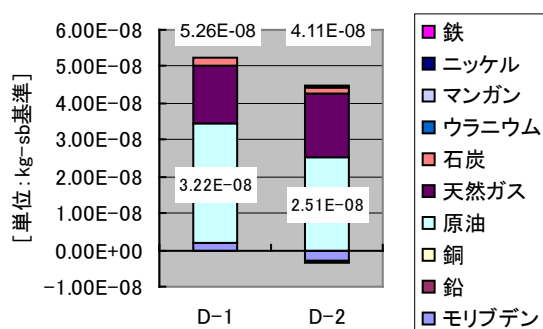


図 3-16 資源消費の比較

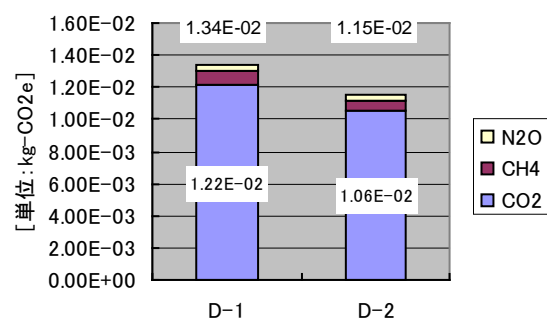


図 3-17 地球温暖化の比較

(3) 被害評価の比較

① 人間健康

回収・リサイクル率を向上させることによって、SO_x や CO₂ を初めとして環境負荷は小さくなる（図 3-18 参照）。

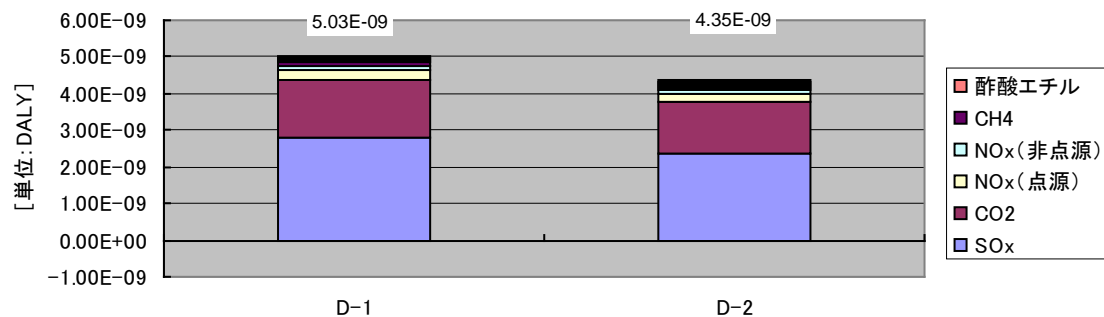


図 3-18 人間健康の比較

②社会資産

回収・リサイクル率を向上させることによって、原油や CO₂ を初めとして環境負荷が 10%以上小さくなる（図 3-19 参照）。

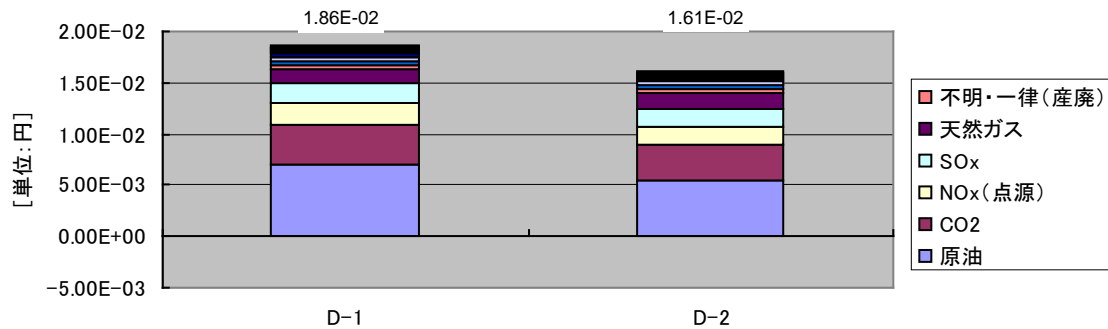


図 3-19 社会資産の比較

③一次生産

回収・リサイクル率を向上させることによって、石炭を初めとして環境負荷が 4%程度小さくなる（図 3-20 参照）。

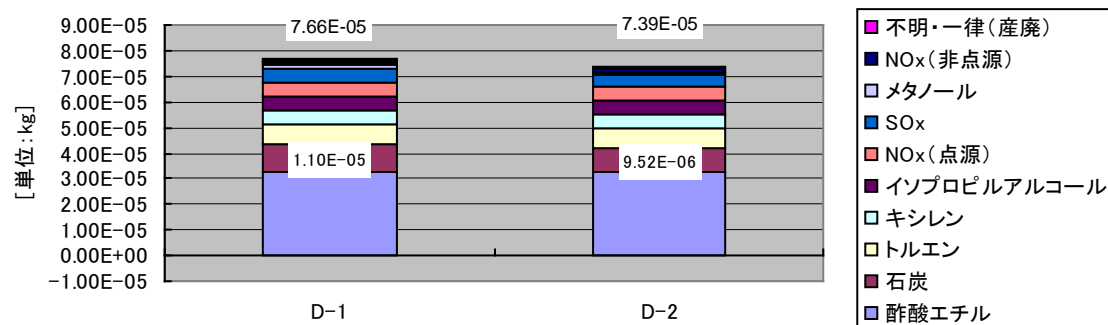


図 3-20 一次生産の比較

④生物多様性

回収・リサイクル率を向上させることによって、ニッケルやヒ素を初めとして環境負荷が 10%程度大きくなる。これらは主にリサイクル時のエネルギー消費に由来する。但し、統合化の結果から見てもわかるように、環境負荷全体に与える影響は大きなものではない（図 3-21 参照）。

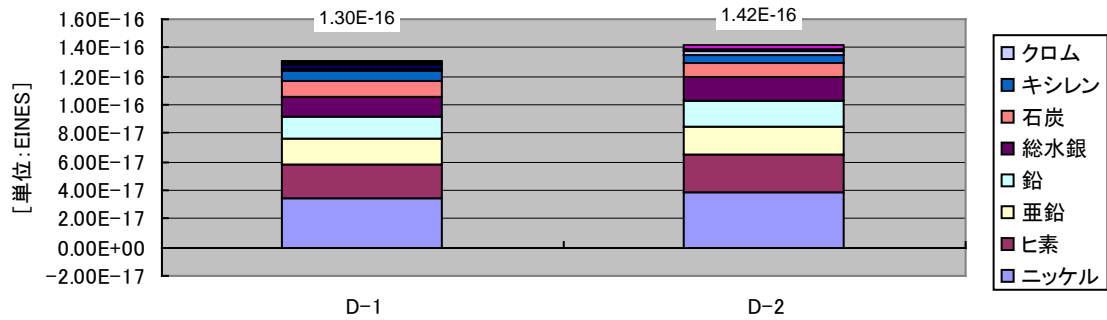


図 3-21 生物多様性の比較

(4) 統合化の比較

回収・リサイクル率を向上させることによって、環境負荷は 10%以上削減される。使用済み紙カップは、焼却処理をするよりもマテリアルリサイクルした方が環境負荷が小さいという計算結果となった（図 3-22 参照）。

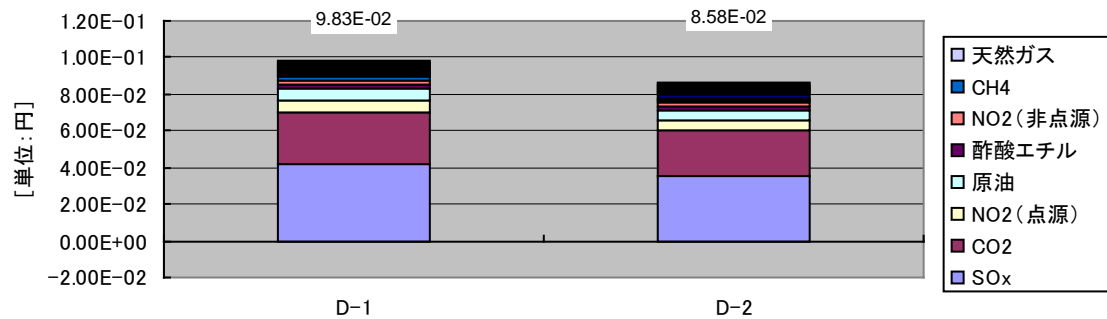


図 3-22 統合化の比較

4.3. 輸送における算出方法の違いによる影響

4.3.1. 輸送に関する原単位等

輸送における環境負荷を算出する方法には以下のものがある。

①燃料法

輸送する際に使用した燃料の使用量を把握する。トラック輸送における軽油使用量などがこれに当たる。

②燃費法

輸送距離と燃費を把握し、この2つのデータから燃料使用量を算出する。

③改良トンキロ法

輸送する物質の重量、輸送距離を掛け合わせ、更に輸送手段・燃料・積載率に応じた係数^{[8][9]}を掛けることによって、環境負荷を計算する。

上記①～③の方法は、経済産業省及び国土交通省作成の『[物流分野のCO₂排出量に関する算定方法ガイドライン](#)』^[10]等に記載された公的なものである。このうち①が「標準手法」、②③は「代替手法」とされている。①は精度が高い分、データ収集が煩雑である。以下、②、③の順にデータ収集が容易になる反面、精度も落ちる。

今回のLCA実施においては、MiLCAに搭載された原単位を用いて計算した。この原単位は輸送手段と積載率の組み合わせによって異なるが、上記「改良トンキロ法」とは必ずしも一致するものではない。

以下の感度分析では、輸送における環境負荷に関して異なる算出方法を用いた場合との比較を行う。

⁸ 「改良トンキロ法」では、ガソリンか軽油かによって係数（CO₂排出原単位）が異なり、ガソリンの中でもトラックの最大積載量によって係数が異なり、最大積載量が同じでも積載率が異なれば異なる係数が適用される。

⁹ 「従来トンキロ法」では、輸送手段ごとに係数（CO₂排出原単位）が設定されているが、燃料や積載率には関係なく一律のものとなっている。

¹⁰ CO₂排出量を算出するためのものであるためCO₂排出原単位は掲載されているが、これによってCO₂以外のものも含めた環境負荷が算出できるわけではない。

4.3.2. シナリオ設定

基本シナリオとの比較対象シナリオでは、輸送における環境負荷を「燃費法」をベースに以下のように算出した。単純に燃費法を用いただけでは CO₂ 排出量しか算出できないため、MiLCA のデータと組み合わせることとした。

CO₂ 排出量算出には、輸送距離と燃費、排出係数を用いた。輸送距離は一次データ、燃費と排出係数は前述のガイドライン記載の値を用いた。

それ以外のものについては MiLCA の値を用い、CO₂ 排出量との関係（何倍の値か）を当てはめた。例えば、MiLCA のデータで NO_x 排出量が CO₂ 排出量の 3.00E-03 倍である場合、燃費法で算出した CO₂ 排出量の 3.00E-03 倍が当該シナリオを用いた場合の NO_x 排出量<a>とした。

<計算式>

輸送距離 ÷ 燃費 × 排出係数 = CO₂ 排出量<a> (燃費法)

CO₂ 排出量<a> × (NO_x 排出量 / CO₂ 排出量) = NO_x 排出量<a>
(NO_x 以外の物質についても同様に計算)

4.3.3. 計算結果の比較

(1) インベントリ

燃費法を用いると、輸送における CO₂ 排出量はやや小さい値となるが、全プロセス合計では違いが見られない。NO_x も輸送における排出量がやや少なくなり、全プロセス合計でもわずかに違いが見られる。SO_x 排出量に関しては、輸送プロセスにおいても、全プロセス合計においても値に違いは見られない（図 3-23～25）。

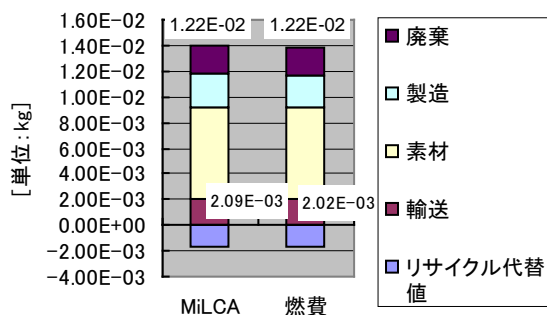


図 3-23 CO₂ 排出量の比較

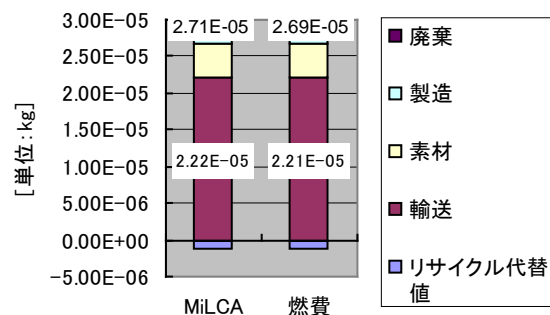


図 3-24 NO_x 排出量の比較

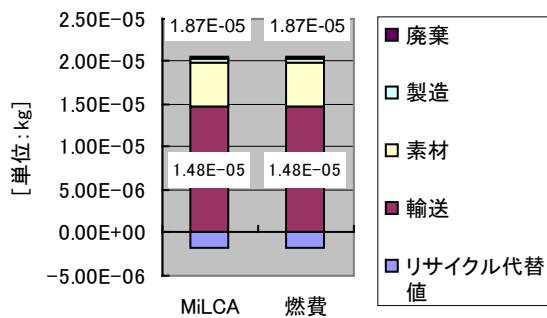


図 3-25 SOx 排出量の比較

(2) 特性化

都市域大気汚染では NOx が約 1%、全体でも約 1%値が小さくなっている (図 3-26 参照)。

富栄養化でも NOx が約 1%、全体でも約 1%値が小さくなっている (図 3-27 参照)。

資源消費では原油が約 1%、全体でも約 1%値が小さくなっている (図 3-28 参照)。

地球温暖化も CO₂ の値が若干小さくなるものの、全体としては値の変化が見られない (図 3-29 参照)。

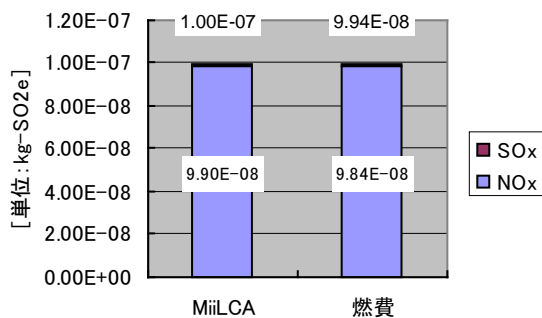


図 3-26 都市域大気汚染の比較

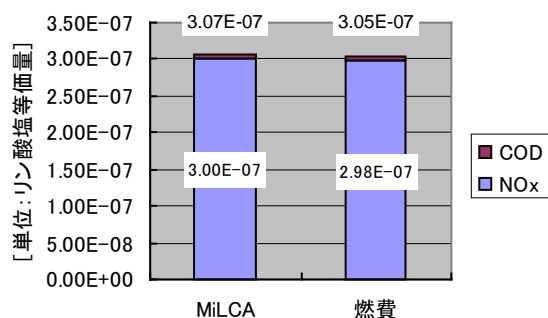


図 3-27 富栄養化の比較

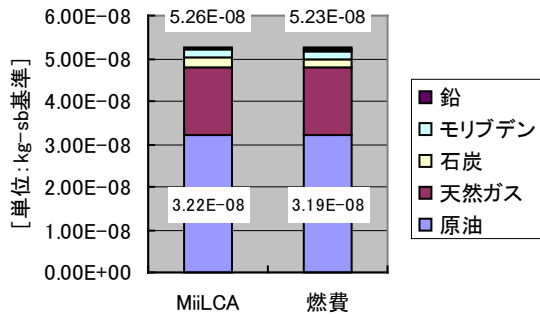


図 3-28 資源消費の比較

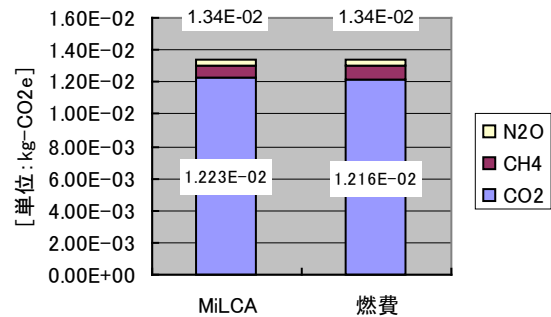


図 3-29 地球温暖化の比較

(3) 被害評価

人間健康では SO_x の値がわずかに小さくなるものの、CO₂ の値に違いは殆どない。合計で見てもその差はわずかである（図 3-30 参照）。

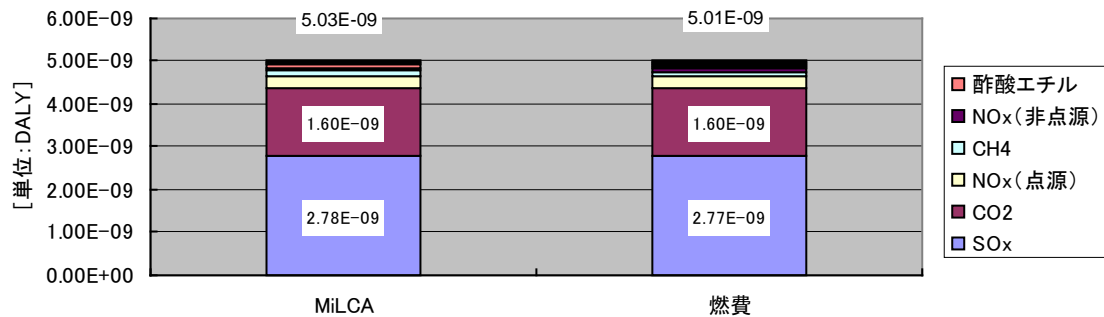


図 3-30 人間健康の比較

社会資産では原油の方がやや小さくなるものの、合計値の変化はわずかである（図 3-31 参照）。

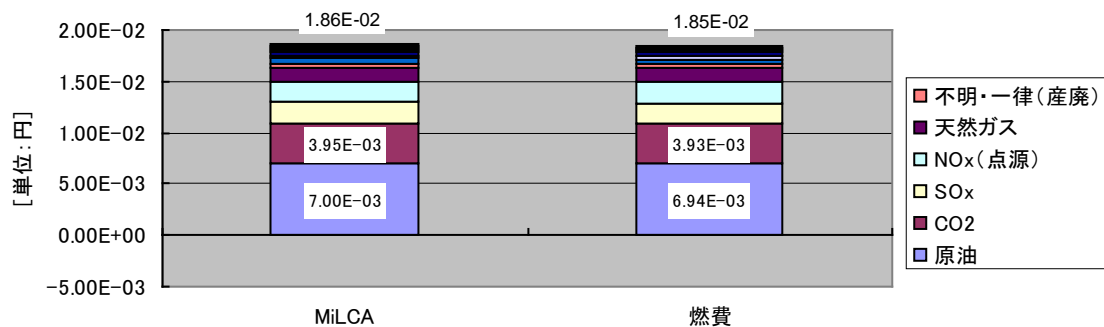


図 3-31 社会資産の比較

一次生産（図 3-32 参照）や生物多様性（図 3-33 参照）では、値の変化は見られない。

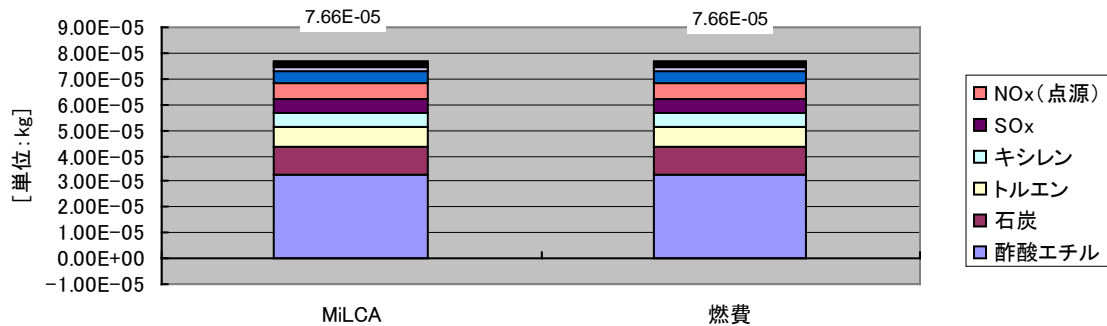


図 3-32 一次生産の比較

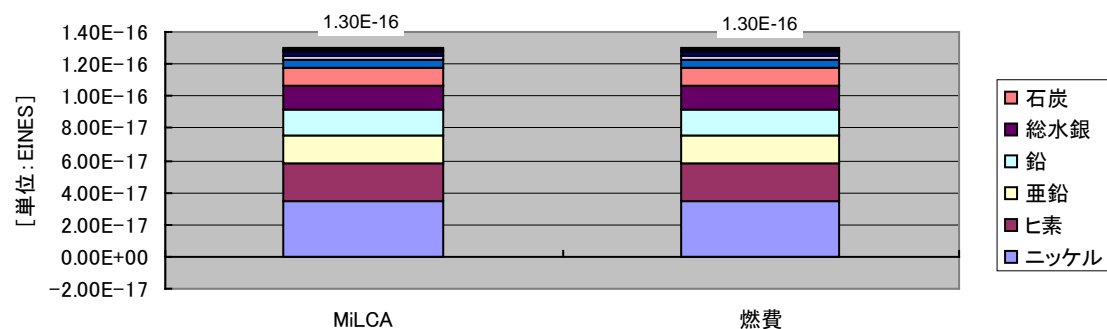


図 3-33 生物多様性の比較

(4) 統合化

約 40%を占める SOx には変化が見られず、30%程度を占める CO₂ の変化も大きなものではない。そのため、合計で見ると変化はごくわずかなものである（図 3-34 参照）。

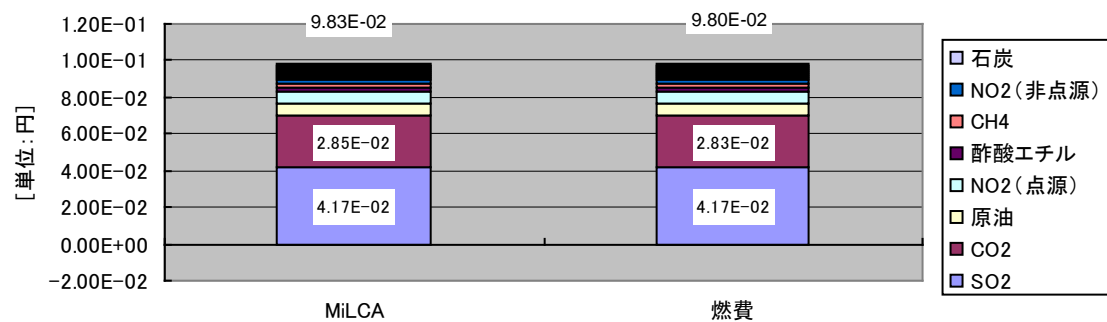


図 3-34 統合化の比較

IV. 飲料用紙カップと紙製ヨーグルト・カップとの比較

1. 概要

1.1. 比較の意義

飲料用紙カップと紙製ヨーグルト・カップとは、原材料の構成比、投入量、製造工程、生産効率などに違いがある。また、飲料用紙カップは内容物（飲料）をその場で消費するのに対して、紙製ヨーグルト・カップは内容物（ヨーグルト）を一定期間保存した後に消費するといった用途の違いもある。

このように、飲料用紙カップと紙製ヨーグルト・カップには様々な違いがあることから、比較によってその優劣を論じることはできない。しかしながら、同じような原材料を使用し、同じような形状をしている二種類の容器の違いについての関心を持つユーザーも少なくない。また、カップ・メーカーとしても両者の違いを把握することにより、今後役に立つ場面もあるだろう。

1.2. それぞれの容器の特性

本報告書で LCA を実施した容器の特性を比較すると、表 4-1 のようになる。

最大容量を比較すると 2 倍程度の違いがあるものの、製品重量の差は殆どない。

ヨーグルト・カップは中身（ヨーグルト）を一定期間保存する必要があるため、飲料用紙カップよりもしっかりとした作りになっている必要がある。製品重量の内訳の中で「紙」をみると、最大容量の違いに比べると紙の重量の差がそれほど大きくないことがわかる。それだけ厚みのある原紙を使用しているとも言える。

LDPE については、ヨーグルト・カップの方が 2 倍程度の量となっている。飲料用紙カップが片面ラミであったのに対して、ヨーグルト・カップは両面ラミとなっているのが主な理由である。

インキは飲料用紙カップの方が多量である。飲料用紙カップは片面ラミである関係で、表面に撥水性を持たせるためにコーティングを施している。このコーティング剤もインキに含めていることが、ヨーグルト・カップよりもインキの量が多くなっている主な理由であると考えられる。

表 4-1 飲料用紙カップと紙製ヨーグルト・カップの特性

	飲料用紙カップ	紙製ヨーグルト・カップ	備考
1. 仕様	容量	275 ml (最大容量)	130 ml (最大容量)
	製品重量	5.56 g	5.67 g
2. 製造工程	内紙	5.10 g [6.19g]	4.77 g [6.77g]
	LDPE	0.38 g [0.47g]	0.87 g [1.18g]
	[]内の値はロスを含めた投入量	0.08 g [0.18g]	0.03 g [0.11g]
	インキ		
3. 輸送先			
4. 使用上の特徴			
5. その他			

*容量は倍くらい異なる。

*製品重量はほぼ同じ。

*ヨーグルト・カップでは「耐酸紙」を使用。

*内容物が外に染出さないように、容器に印刷されたインキが内容物に触れないような役目がある。

*内容物（飲料やヨーグルト）の充填は、調査対象外。

*印刷後、ラミ加工（両面ラミ）。
*密封する必要があるため、「ふた」をヒートシールを施す部分を平らにする必要がある。
*段ボールと内袋（LDPE）を用いて梱包。

*乳業メーカー

*ヨーグルトを充填し、数週間保存する。

*「使用済み」の廃棄物については、調査対象外。

*飲料用紙カップと比較すると、必ずしも生産効率は高くない。

*飲料メーカーの営業所
*飲料を注いで、その場で飲む。

*もともと大量に製造しているため、生産効率も非常に高い。

2. インベントリ分析

飲料用紙カップと紙製ヨーグルト・カップの CO₂ 排出量を比較すると、図 4-1 のようになる。

紙製ヨーグルト・カップのカップ本体は飲料用紙カップの 1.5 倍、ヨーグルト・カップ全体では 2.3 倍となっている。

内訳を見ると、原紙製造工程ではヨーグルト・カップの方が約 10%多く、容器製造工程ではヨーグルト・カップ本体は飲料用紙カップの 2.6 倍となっている。ヨーグルト・カップは中身を充填した後に密封する必要があるため、「蓋」をヒートシールする部分を平らにする（フランジ加工）必要がある。こうしたことが一つの要因となってエネルギー消費量が多くなっており、その結果 CO₂ 排出量も多くなっている。（図 4-1 参照）

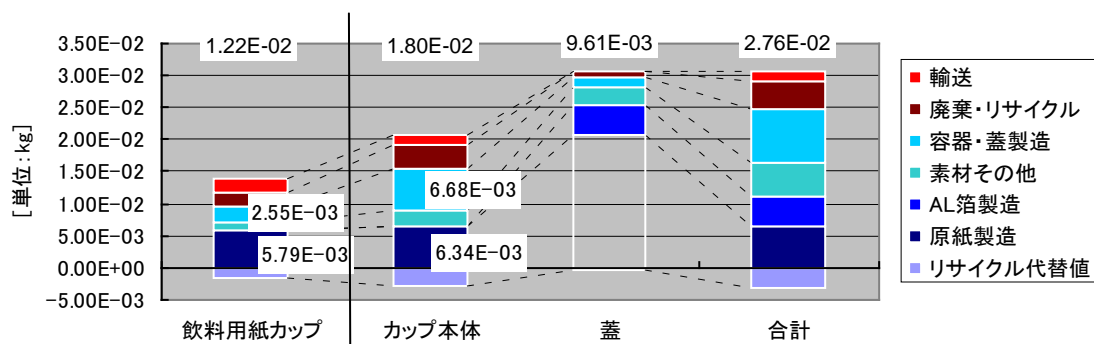


図 4-1 CO₂ 排出量の比較（飲料用紙カップと紙製ヨーグルト・カップ）

NO_x 排出量を比較すると、ヨーグルト・カップ全体では飲料用紙カップの 1.5 倍となっているが、カップ本体と比較した場合には飲料用紙カップの方が 10% 程度多い。この差の大部分は「輸送」プロセスにある。製品輸送に関しては「大口ユーザーの営業所まで」を調査範囲としているが、飲料用紙カップは全国に輸送されているのに対し、ヨーグルト・カップについては「乳業メーカーの工場まで」の輸送を対象としていることから、輸送距離に大きな違いが出ている。そのため、必ずしも適切な比較ではないことに注意が必要である。（図 4-2 参照）

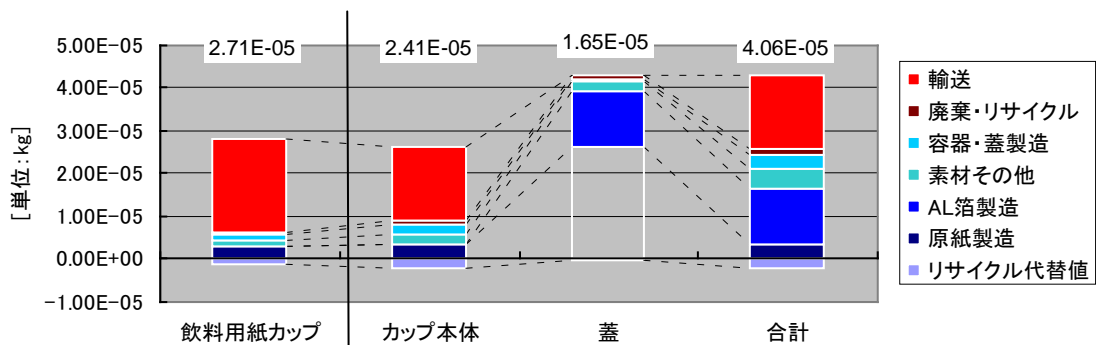


図 4-2 NOx 排出量の比較 (飲料用紙カップと紙製ヨーグルト・カップ)

そこで、「輸送」を除いた NOx 排出量を「カップのみ」で比較すると図 4-3 のようになる。ヨーグルト・カップは飲料用紙カップの 1.4 倍の NOx 排出量となっており、なかでも「容器製造」「素材その他製造」の差が大きい。容器製造については CO₂ 同様エネルギー消費量が多くなっていることが要因であり、その他素材製造では LDPE の量が多い（両面ラミ加工をしている）ことが主な要因である。また、ヨーグルト・カップの方がリサイクル代替値が大きいのが、これはヨーグルト・カップの方が損紙が多いため、その分、マテリアルリサイクルされる量が多くなっていることが主な要因である。(図 4-3 参照)

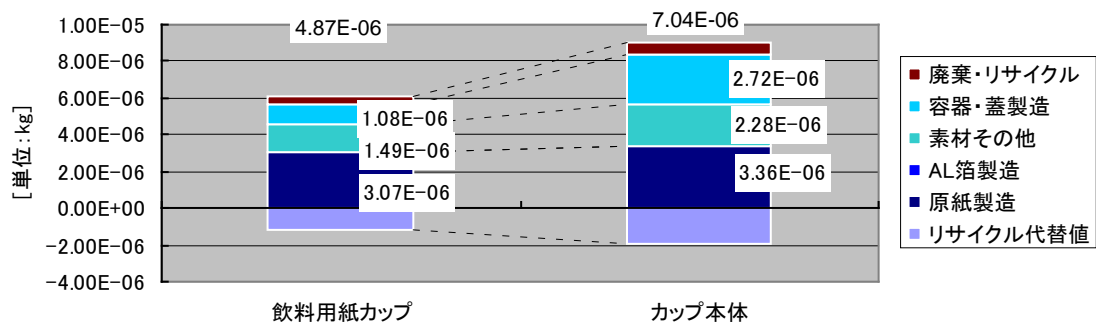


図 4-3 「輸送」を除いた NOx 排出量の比較

SOx 排出量を比較すると、ヨーグルト・カップは飲料用紙カップの 2.7 倍である。大半は「AL 箔製造」に由来するものである。

カップのみでは「輸送」が大半を占めている。前述したように、製品の輸送距離に違いがあることが主な要因である。（図 4-4 参照）

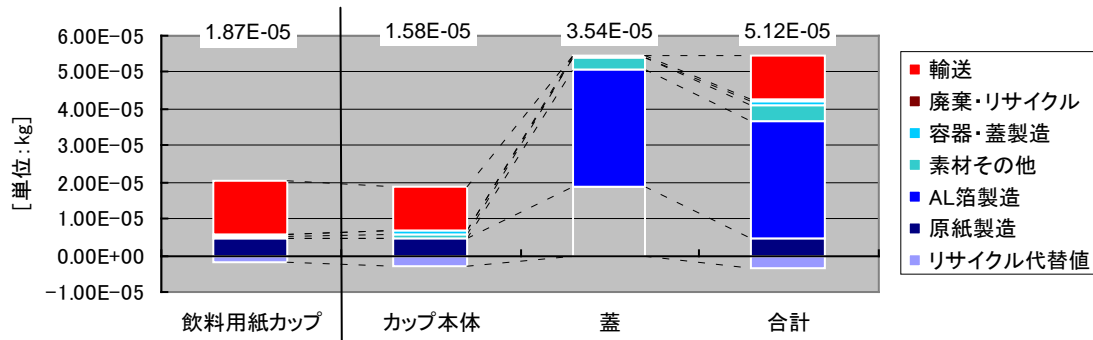


図 4-4 SOx 排出量の比較（飲料用紙カップと紙製ヨーグルト・カップ）

輸送を除いて比較すると図 4-4 のようになる。ヨーグルト・カップは飲料用紙カップより 6%程度 SOx 排出量が多い。原紙製造や容器製造におけるエネルギー消費量が多いことが主な要因と考えられる。（図 4-5 参照）

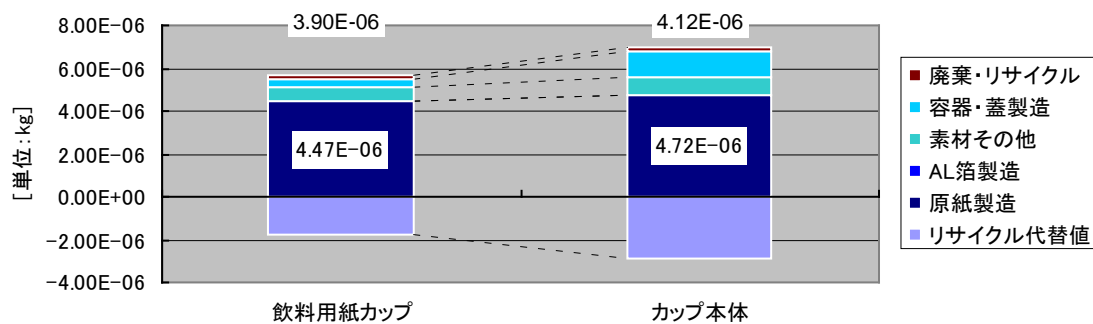


図 4-5 輸送を除いた SOx 排出量の比較

なお、容器製造工程におけるエネルギー消費量の内訳（MJ 換算）は以下のようになっている。

紙製ヨーグルト・カップ本体の製造には、飲料用紙カップの 2.2 倍のエネルギーを消費している。但し、その内訳は異なっている。電力が大半を占めている点は共通しているが、飲料用では LPG の割合が電力の次に大きいものに対して、ヨーグルト・カップの場合は都市ガスや A 重油の割合も大きい。（図 4-6 参照）

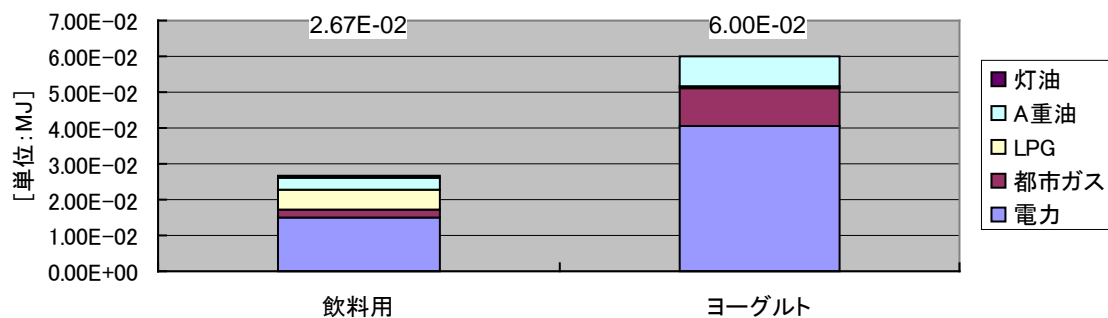


図 4-6 容器製造工程におけるエネルギー消費量の比較

3. 影響評価

以下では、飲料用紙カップと紙製ヨーグルト・カップ本体の比較を行う。先に見たように NO_x や SO_x では「輸送」の割合が大きいこと、「輸送」の調査範囲が異なっていることから、これを除いた値で比較する。

3.1. 特性化

3.1.1. 地球温暖化

紙製ヨーグルトカップ本体の地球温暖化への影響は飲料用紙カップの 1.6 倍。なかでも「容器製造」は 2.6 倍と大きな違いがある。飲料用紙カップでは「原紙製造」が半分近くを占めているのに対して、ヨーグルト・カップでは「容器製造」が「原紙製造」を上回っている。前述したように製造工程におけるエネルギー消費量が 2.2 倍になっていることが主な要因である。

地球温暖化物質のほとんどを CO₂ が占めている点では違いがない。（図 4-7 参照）

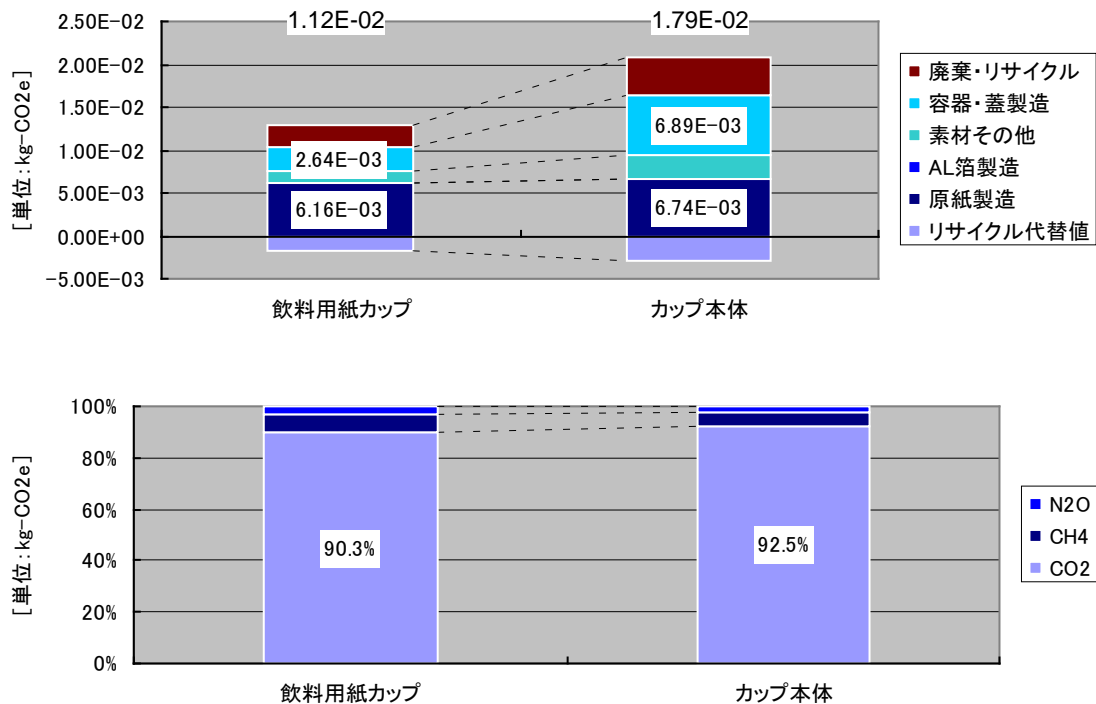


図 4-7 特性化「地球温暖化」の比較

3.1.2. 酸性化

紙製ヨーグルト・カップ本体の酸性化への影響は、飲料用紙カップの 1.2 倍。「素材その他」は 1.4 倍、「容器製造」だけで見ると 2.7 倍となっている。「素材その他」では「LDPE」投入量が増えたこと、「容器製造」に関してはエネルギー消費量が増えたことが主な要因である。

物質別の内訳を見ると、飲料用紙カップでは SOx が 50%を超えているのに対し、ヨーグルト・カップでは NOx が半分以上となっているという点に違いが見られる。前述したようにヨーグルト・カップ製造では都市ガスを比較的多く利用している。都市ガスは他のエネルギー源と比較して、SOx より NOx を多く排出することから、こうした結果になっていると考えられる。(図 4-8 参照)

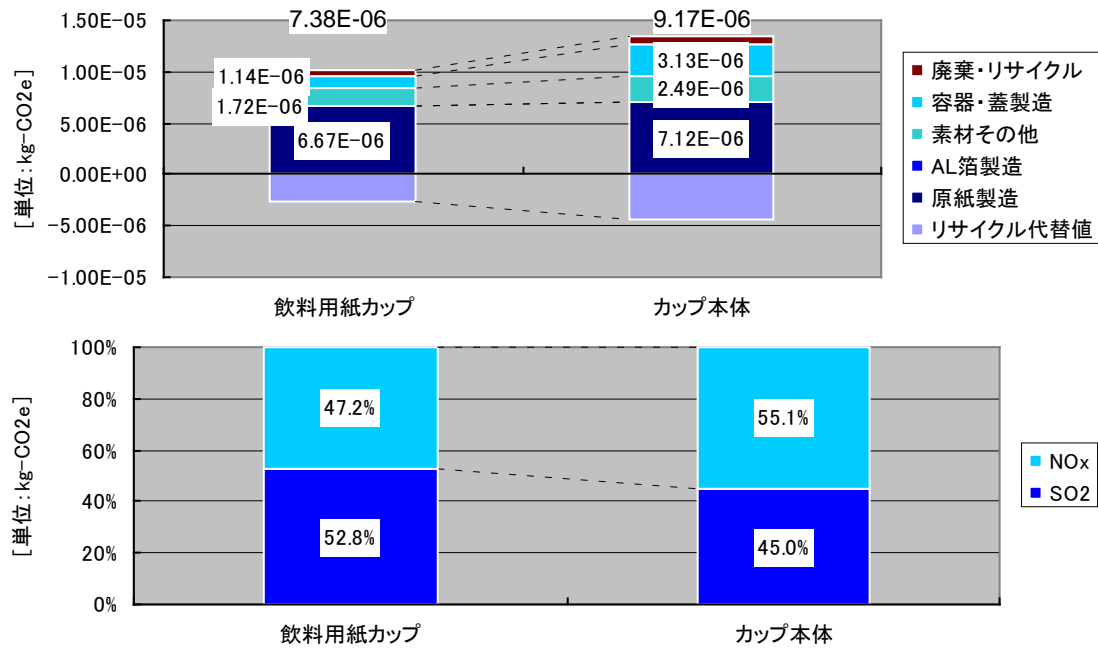


図 4-8 特性化「酸性化」の比較

3.1.3. 光化学オキシダント

紙製ヨーグルト・カップ本体の光化学オキシダントへの影響は、飲料用紙カップの約6倍である。主に印刷用溶剤に由来する。飲料用紙カップとヨーグルト・カップとは使用しているインキや溶剤の種類が異なるため、その使用量とは必ずしも比例しない。

物質別の内訳を見ると、飲料用紙カップでは酢酸エチルが60%、メチルエチルケトンが17%となっているほかキシレンやメタノールなども含まれてイルのに対して、ヨーグルト・カップではメチルエチルケトンが61%、酢酸エチルが22%、イソプロピルアルコールが17%となっている。値が異なっているだけでなく、その構成比にも大きな違いが見られる。(図4-9参照)

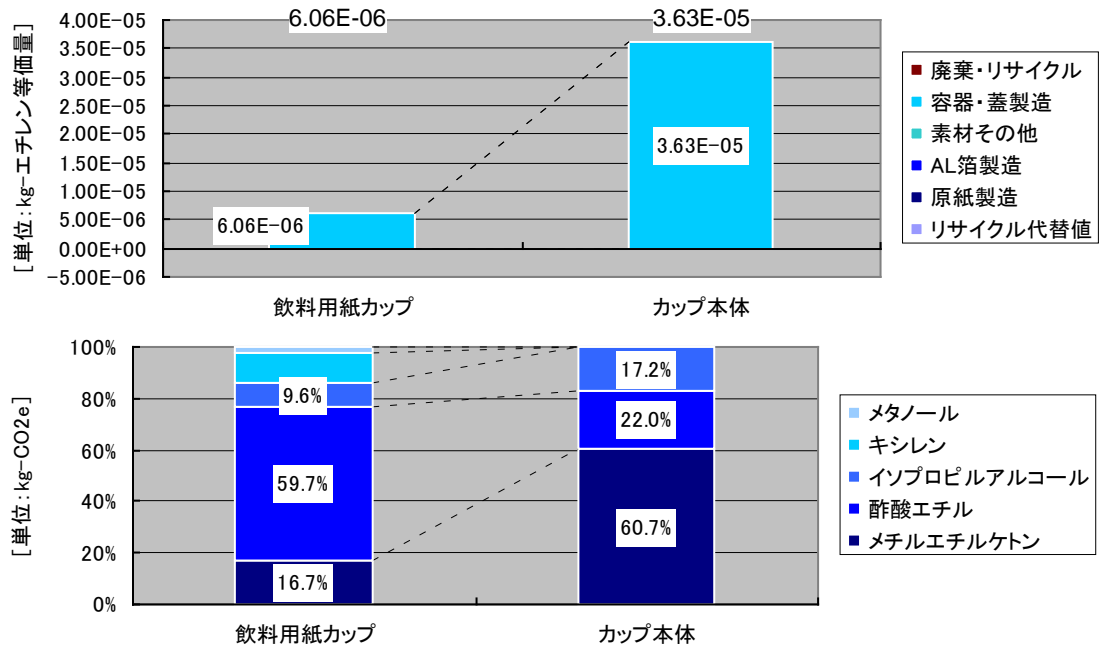


図 4-9 特性化「光化学オキシダント」の比較

3.1.4. 資源消費

紙製ヨーグルト・カップ本体の資源消費への影響は、飲料用紙カップの 1.5 倍。エネルギー消費量や LDPE 投入量が多いことが主な要因である。容器製造では 2.3 倍、素材その他製造では 1.9 倍の値となっている。物質別の内訳を見ると、原油、天然ガス、石炭の 3 物質で殆どを占めており、それらの構成比もほぼ同じである。（図 4-10 参照）

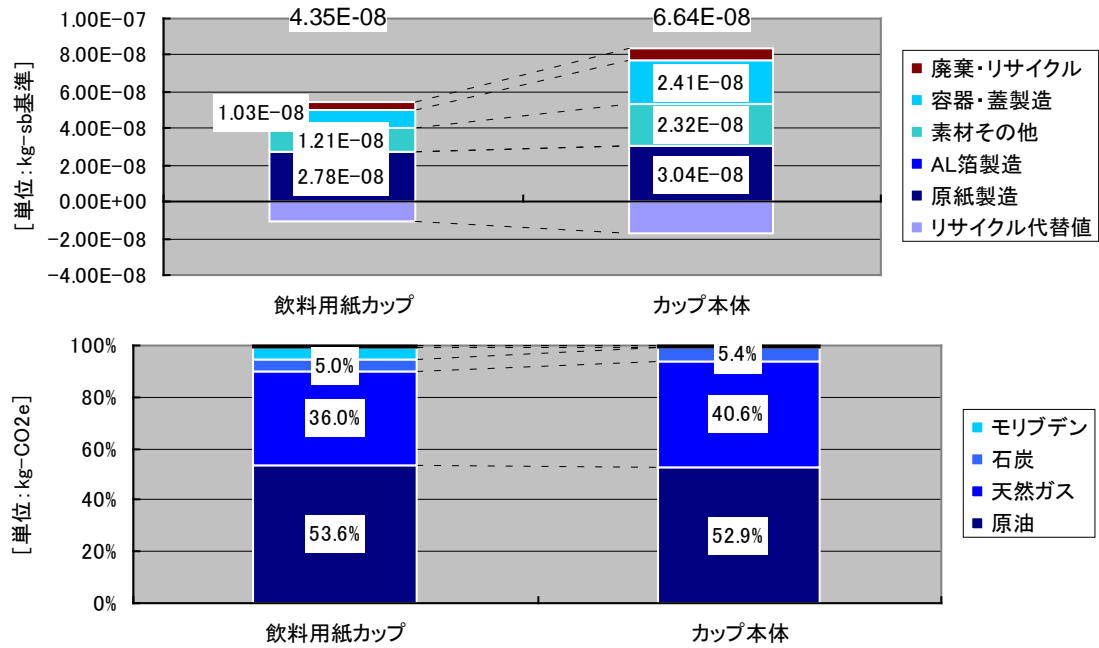


図 4-10 特性化「資源消費」の比較

3.2. 被害評価

3.2.1. 人間健康

紙製ヨーグルト・カップ本体の人間健康への影響は、飲料用紙カップの 1.5 倍である。容器製造では 2.3 倍、素材製造では 1.9 倍となっている。

カテゴリ別に見ると、どちらも「地球温暖化」への影響が 60%以上を占めているほか、「都市域大気汚染」「光化学オキシダント」の影響が比較的大きい。ただ、飲料用紙カップでは都市域大気汚染が 29%、光化学オキシダントが 4%という構成比であるのに対し、ヨーグルト・カップでは都市域大気汚染が 19%、光化学オキシダントが 17%という比率になっている点に違いがある。(図 4-11 参照)

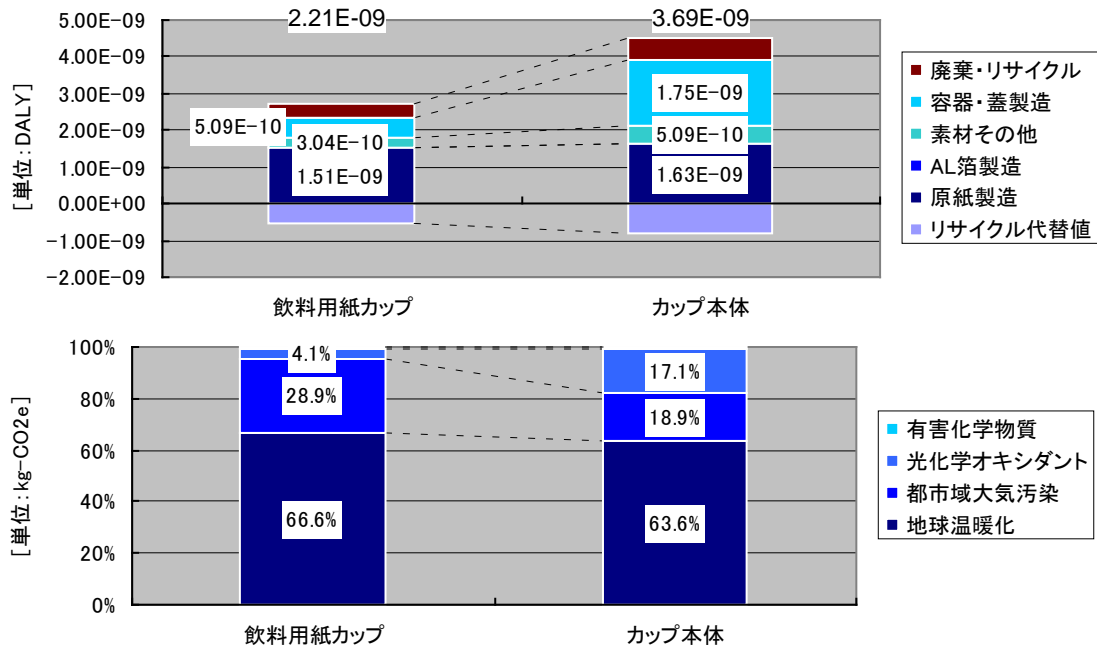


図 4-11 被害評価「人間健康」の比較

3.2.2. 社会資産

紙製ヨーグルト・カップの社会資産への影響は、飲料用紙カップの 1.8 倍である。飲料用紙カップで最も大きな割合であるのは原紙製造であるが、ヨーグルト・カップでは容器製造が最も大きな割合となっている。容器製造だけで見ると、3.5 倍となっている。素材その他も 1.8 倍となっている。

カテゴリ別に見ると、資源消費、地球温暖化などの割合が大きい。飲料用紙カップではこの 2 つで 80%以上を占める。ヨーグルト・カップではこれら 2 つのカテゴリで 72%、それ以外に廃棄物や光化学オキシダントの割合も大きくなっている。(図 4-12 参照)

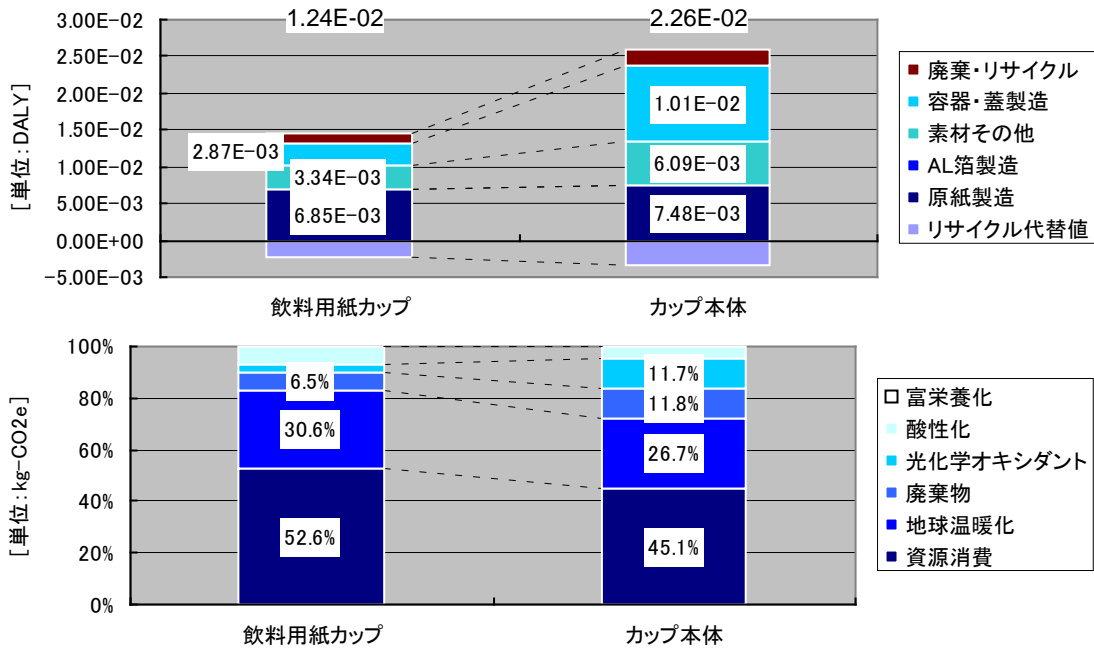


図 4-12 被害評価「社会資産」の比較

3.2.3. 一次生産

紙製ヨーグルト・カップの一次生産への影響は、飲料用紙カップの 5.5 倍。そのほとんどが「容器製造」工程によるものである。

カテゴリ別に見ると、飲料用カップ、ヨーグルト・カップともに光化学オキシダントが大部分を占める。ヨーグルト・カップの場合は光化学オキシダントだけで 90%を超えるのに対し、飲料用カップは光化学オキシダントだけでは 78%、次いで資源消費が 17%となっている点に違いが見られる。(図 4-13 参照)

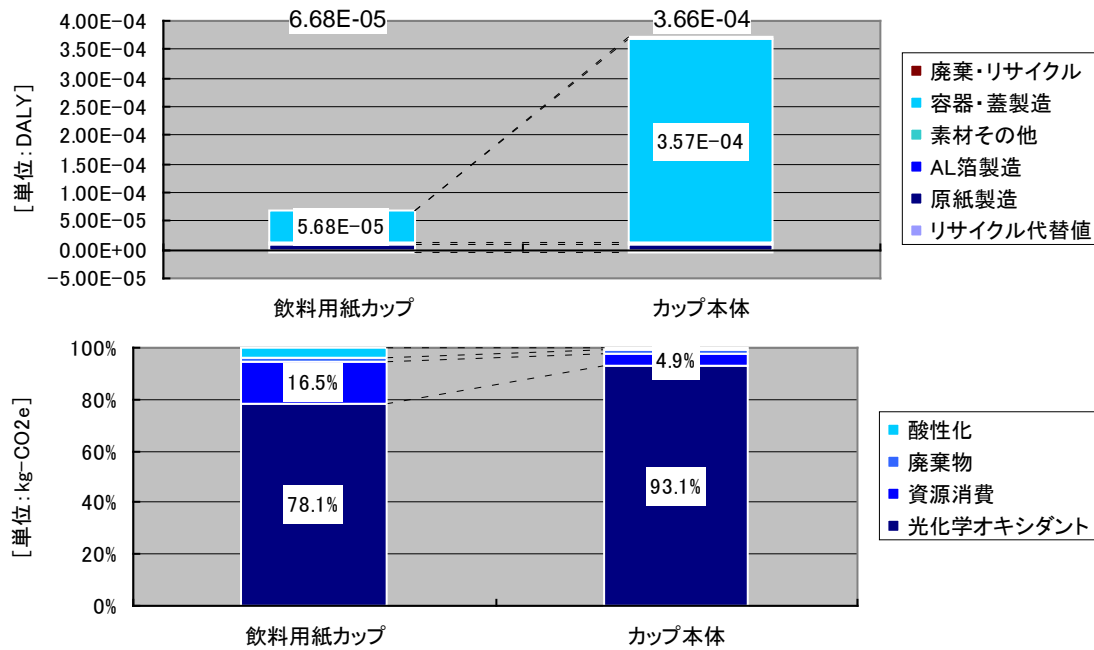


図 4-13 被害評価「一次生産」の比較

3.2.4. 生物多様性

紙製ヨーグルト・カップの生物多様性への影響は、飲料用紙カップの 1.8 倍。その大部分は容器製造に由来するものである。容器製造だけで見ると 2.6 倍となっている。

カテゴリ別に見ると、どちらも同じような構成比となっている。生態毒性は 85~88%程度、資源消費は 8~9%程度である。(図 4-14 参照)

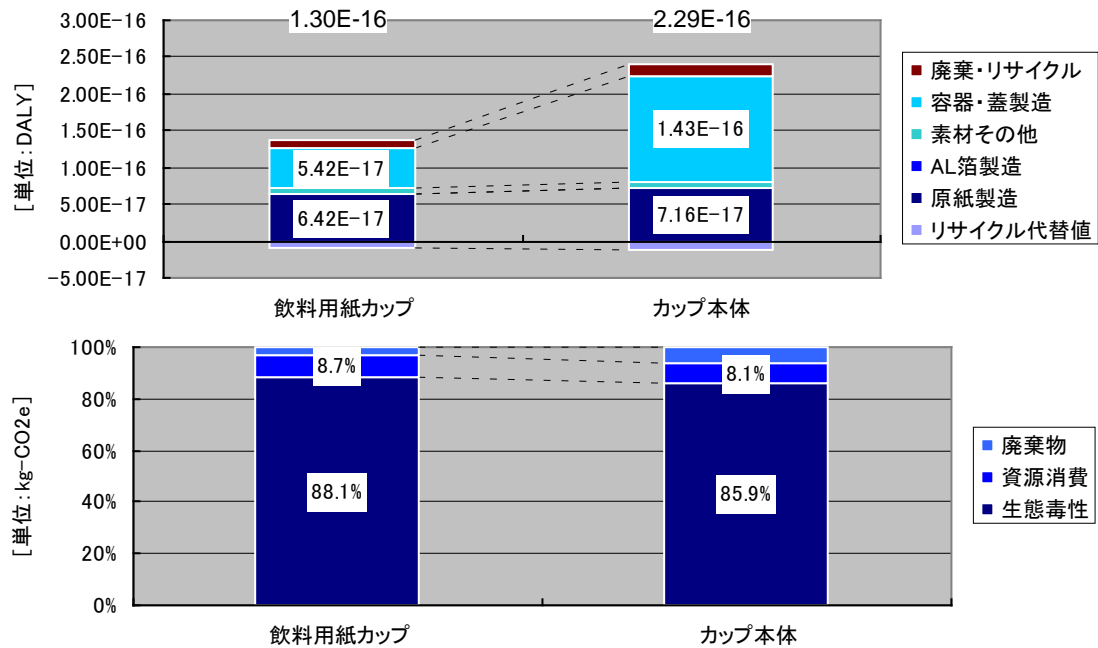


図 4-14 被害評価「生物多様性」の比較

3.3. 統合化

紙製ヨーグルト・カップの統合化結果は、飲料用紙カップの 1.9 倍。特に容器製造の値に大きな違いが見られる。

カテゴリ別に見ると、飲料用紙カップでは地球温暖化が 51%を占めている。ヨーグルト・カップも「地球温暖化」の影響が最も大きい、その割合は 43%であり、飲料用紙カップほどの大きな割合ではない。また、ヨーグルト・カップにおいては光化学オキシダント 2 番目に多く、その割合が 28%であるのに対し、飲料用紙カップでは 10%程度で都市域大気汚染や資源消費よりも小さな割合である点に違いが見られる。

物質ごとに見ると、飲料用紙カップでは CO₂ が最も大きな割合で 46%、次いで SO_x の 17%となっているのに対し、ヨーグルト・カップでは CO₂ が 39%で最も高い割合を示し、次いでメチルエチルケトンの 16%となっている。

これらのことは、エネルギー消費量及びその構成比、印刷溶剤の種類と使用量の違いによるものである。(図 4-15 参照)

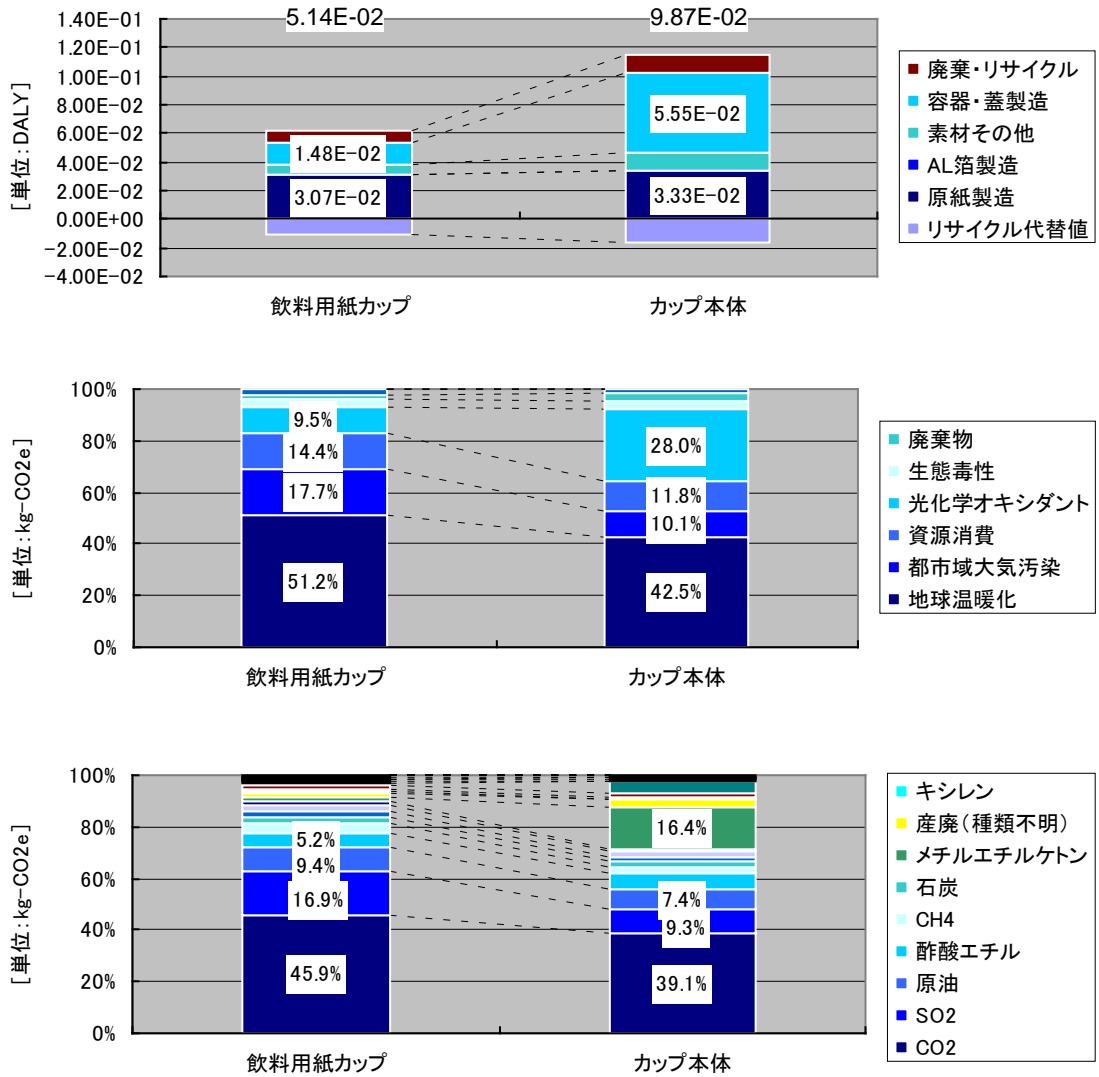


図 4-15 統合化の比較

V. クリティカルレビュー

本 LCA に関するレビューは、東京都市大学の伊坪徳宏准教授にお願いした。レビューアーから受けた指摘事項に適宜対応することによって、最終的な LCA を取りまとめた。

レビューアーから受けた指摘事項とそれに対する対応の概要を以下に示す。

指摘事項	対応概要と該当箇所
<p>1. 原単位として IDEA を用いてはどうか。</p> <p style="text-align: center;"> ヨーグルトカップ 飲料用紙カップ </p>	<p>【対応概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> * 分科会発足当初は『容器包装ライフ・サイクル・アセスメントに関する調査事業報告書』記載の原単位を用い、その後、JEMAI-LCA Pro を用いた。 * 本年度は IDEA を用いて LCA を実施した（一部のデータについては、LCA 日本フォーラムのデータベースを用いた）。 <p>【該当箇所】 全般</p>
<p>2. SO₂ 排出量が多いと感じられる。 (関連)亜鉛の排出量が相対的に大きいのではないか。</p> <p style="text-align: center;"> ヨーグルトカップ 飲料用紙カップ </p>	<p>【対応概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> * 電力由来の SO₂ 排出量が多いと考えられることから、電力源単位の妥当性について確認した。 * IDEA の電力データ(標準)のうち石炭火力のデータは海外のものをベースにしていることがわかった。日本では硫黄分の少ない石炭を利用していること、IDEA のデータには脱硫率が低いことなどが反映されていないことから、SO₂ 排出量の多い算出結果となっている。 * そこで、電力の標準データの「石炭火力」の部分を「日本国内の石炭火力」のデータと差替えることによって、電力の原単位を補正した。 * これによって、SO₂ 排出量は当初のものよりも小さな値となった。同時に、亜鉛排出量が不自然に目立っていた点が解消された。 <p>【該当箇所】 全般</p>

指摘事項	対応概要と該当箇所
<p>3. 「汚泥」のリサイクル代替値（負の値）が大きすぎるのではないか。</p> <p>(関連)特性化グラフを見ると、廃棄物が大きなマイナスの値となっている。</p> <p>ヨーグルトカップ 飲料用紙カップ</p>	<p>【対応概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> * 工場で発生する「損紙」や使用済み紙カップを回収したものを「衛生用紙」にリサイクルしている。 * この部分については IDEA の「衛生用紙製造」を原単位として使用している。この「衛生用紙製造」由来の汚泥が相対的に大きいことが分かった。 * 衛生用紙の産廃(汚泥もこれに含まれる)データは、環境省の産業別廃棄物原単位表をもとに製品出荷額をもとに製品に割り当てて算出されている。 * そのため、モノの重量としては必ずしも適切なものとはなっていない可能性が高く、実際に、紙カップのリサイクル代替値として利用すると不自然な計算結果になっている。 * こうしたことから、「汚泥」については製紙連合会のデータを用いて補正を行った。 * 同様に、「衛生用紙製造」由来の「金属くず」の値が大きく、廃棄物の値が大きくマイナスになる要因となっている。そこで、リサイクル代替値となる「金属くず」については「0」とすることとした（マイナスになる部分のみ 0 とするため、過小評価にはならない）。 <p>【該当箇所】 全般</p>
<p>4. 焼却処理における CO₂ 排出量が多いのではないか。</p> <p>ヨーグルトカップ 飲料用紙カップ</p>	<p>【対応概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> * 当初、焼却処理の原単位として IDEA の「焼却処理、一廃」を使用したところ、CO₂ 排出量が多かった。そこで、東京二十三区清掃一部事務組合データを参考に焼却処理の環境負荷を算出したが、これも CO₂ 排出量が多かった。 * 詳細を確認したところ、どちらにも廃棄物由来分が含まれていた。そのため、CO₂ 排出量が過大に感じられたものと思われる。 * IDEA の焼却処理データは 2000 年頃のものでやや古い。今回は、東京二十三区清掃一部事務組合データを参考に、エネルギー及び薬品類由来の CO₂ 排出量を算出し、これを原単位とした。 <p>【該当箇所】 全般</p>

指摘事項	対応概要と該当箇所
<p>5. アルミ製造に関し、PM10の値が大きいと感じられるので、確認が必要。</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">ヨーグルトカップ</p>	<p>【対応概要】</p> <p>* アルミ箔製造は国内製造、アルミ新地金は輸入を想定（LCA 日本フォーラムのデータベースを使用）。このうち、指摘を受けたのは主に「アルミ新地金」に関する部分である。</p> <p>* 当該資料に「PM10」はないが、類似するものとして「粒子状物質」がある。そこで、「粒子状物質」の整理の仕方を、以下のように考えた。</p> <p>* LIME2 における PM10 の係数は、点源と非点源で大きく異なる。当初は全て非点源の係数を用いていたが、「輸送」由来の「粒子状物質」のみを非点源として整理した。</p> <p>* また、点源の大半は電力由来である。電力由来「粒子状物質」の粒径が明らかではなかったため、これを「PM10」と「煤塵」に配分した。</p> <p>【該当箇所】 全般</p>

VI. まとめと今後の課題

1. 本年度のまとめ

1.1. 紙製ヨーグルト・カップ

紙製ヨーグルト・カップに関しては、今回、アルミ箔を用いた蓋も含めた LCA を実施した。蓋の重量はカップ本体の 1/10 程度であるが、環境負荷は小さなものではない。CO₂ や NO_x 排出量はカップ本体の方が多いが、SO_x は蓋由来の方が多。統合化の値で比較すると（木材の影響がないとした場合）、蓋はカップ本体の 1.3 倍以上である。

但し、木材が一次生産や生物多様性に与える影響を考慮すると、蓋の環境負荷は相対的に小さくなる。木材の影響の潜在的な大きさを考慮すると、木材調達においては注意が必要であると言える（この点に関しては、飲料用紙カップのところでもう少し詳細に述べる）。

蓋製造においては、印刷用溶剤の廃溶剤を工場内で焼却処理（熱利用）し、ラミネート加工用溶剤の廃溶剤を蒸留・リサイクルしている。廃溶剤をリサイクルするか、全くリサイクルしないかという比較では環境負荷の大きさに違いが見られ、リサイクルすることの意義は確認できた。焼却するかりサイクルするかという比較では、統合化の値を比較する限りではその差は非常に小さいものであった。ただ、小さい差の中でも焼却と蒸留とでは違いが見られ、焼却する場合には地球温暖化への影響が大きくなり、蒸留する場合には光化学オキシダントへの影響が大きくなるというトレードオフがあることが確認できた。

なお、カップ本体だけで飲料用紙カップと比較すると、紙製ヨーグルト・カップの方が環境負荷が大きい。この点については、分科会報告書の 2008～09 年度報告書に記載してあるため、そちらを参照されたい。

1.2. 飲料用紙カップ

紙カップ原紙に使用する木材が一次生産や生物多様性に影響を与えるかどうかによって、環境負荷は大きく異なる。今回のシナリオ間比較では、木材の環境影響があることによって、統合化の値が 10 倍近い大きなものとなっている。一次生産への影響を削減するためには伐採後に植林を行うことが必要であるし、生物多様性への影響を削減するためには生物の生息環境を考慮した森林管理が必要となる。また、どこの国・地域の木材を伐採するかによっても環境負荷は異なる。

さらに、製材廃材を有効活用しカップ原紙の原料として使用することによっても、環境負荷を削減することができる。これらのことから、原材料調達においては、森林管理や木材のトレーサビリティが重量であると思われる。

使用済み紙カップの多くは焼却処理されており、その際、ごみ発電を行うことによって環境負荷の削減が行われている。一部の店舗・スタジアムなどでは使用済み紙カップの回収・リサイクルが行われており、トイレトペーパーなどにリサイクルすることによって、環境負荷削減が行われている。両者を比較すると、マテリアルリサイクルすることによるリサイクル代替値の方が大きく、焼却処理するよりもマテリアルリサイクルする方が環境負荷が小さいと考えられる。

2. 今後の課題

2.1. データの限界

LCA の実施、分析に使用したデータは必ずしも完全あるいは適切なものではなく、今後のデータ整備、見直しなどによって結果が異なる可能性がある。

輸送における SO_x が比較的大きな割合を占めているが、ここには海上輸送由来のものが多く含まれている。海上輸送に関しては適切な評価にはなっておらず、過大評価になっている。この点を考慮すれば、今回の計算結果よりも環境負荷は小さくなると考えられる。

木材の原産地については適切な情報を得ることができなかつたため、紙カップ用原紙に特化したものではなく紙全体（製材廃材については住宅用木材）の原産地を参考にしている。人工林か天然林かも既存文献資料に基づいたものである。そのため、必ずしも実態に即したものはなっていない。

清掃工場におけるごみ発電に関しては、全ての施設でごみ発電が行われているという設定ではなく、既存文献に基づいた設定（ごみ発電を行っている施設は半分程度という設定）である。今後、ごみ発電を行う施設が増えることによって、焼却処理におけるリサイクル代替値はより大きなものとなる。

使用済み紙カップのマテリアルリサイクルに関しては一次データを使用しているものの、必ずしも代表性があるわけではない。また、リサイクル代替値は二次データを使用しているが、これについても必ずしも実態を表しているとも限らない。リサイクル効果については、この点に注意が必要である。

紙製ヨーグルト・カップ蓋の廃溶剤を工場内で焼却処理することに関しては、焼却によって得られる熱量は実測値ではなく計算値である。このため、焼却による「都市ガス代替」分は必ずしも実態に即したものではない。

2.2. 検討課題等

上記のようなデータの限界があるため、より適切なデータが得られた場合にはそれを用いて、改めて環境影響を評価する必要がある。場合によっては、感度分析の結果が今回と異なる可能性もある。

これ以外の検討課題として、以下のものが考えられる。

① LCA は一度実施して終わりではなく、継続的・反復的に実施し、値の変化を確認することが重要である。万が一値が大きくなっている場合にはその原因を探る必要がある。全体として値が小さくなっている場合でも、細かく見ていくと、中には環境負荷が大きくなっているものもあるかもしれない。各社においてはこれらの点に注意しつつ、環境負荷削減への取り組みを、継続的に行っていく必要がある。そして、必要に応じて紙カップ分科会にフィードバックすることによってさらなる環境負荷削減に努める必要がある。同時に、環境負荷削減に関する情報を取引先や投資家、消費者等に公開し、理解をしてもらうことも必要である。

② カーボンフットプリントやウォーターフットプリント、欧州委員会の環境フットプリントなど、環境負荷を定量的に把握し評価する研究や取り組みが世界的にもすすめられている。これらのものは細かい点で違いが見られるものの、LCA の考え方に共通する部分が多い。今後は、こうした世界の動きを見ながら研究を進めていく必要があると思われる。

③ 個々の企業だけでなく、サプライチェーン全体を通じた環境負荷を把握しようという動きもある。当面は温暖化ガスが対象であっても、将来的にはそれ以外のものも含めた環境影響を把握する必要があると出てくることも考えられる。こうした中であって、今後、紙カップメーカーは取引先から様々な情報を求められる場面が出てくることが予想される。こうしたことへの準備もしておく必要がある。

④ 飲料用紙カップの感度分析において、使用済みカップのリサイクルについて検討したが、一般的には「紙カップは使い捨て」というイメージがあり、必ずしも環境に良くないと思われているという懸念がある。しかしながら紙カップの主原料である木材は非枯渇資源であり再生可能資源である。製材廃材や間伐材を使用することは資源の有効活用でもある。また、工場から出る損紙も使用済みカップもリサイクルが可能で、必ずしも環境に良くないということではない。こうした点についても、積極的にアピールしていく必要がある。

おわりに

紙カップは優れた衛生性や利便性により広く消費者に普及・定着し、様々なシーンで利用されています。その一方で、最近では環境問題への関心が高まり、循環型社会形成が叫ばれ、紙カップに対してマイカップが喧伝されています。

こうしたことを踏まえ、利便性だけでなく環境負荷の面からも紙カップの特性を調査・研究し公表することが紙カップ製造5社の責務と考え、立ち上げたのが紙カップ分科会です。

初年度は、環境負荷の基礎的データを収集し『紙カップ LCI 2006 年度報告書』としてまとめ、インターネット上で公開いたしました。翌年には影響評価まで踏み込み、『紙カップ LCA 2007 年度報告書』を作成。引き続き 2008 年度からは、同じ紙カップでも要求機能が異なる（耐酸性、容器としての保存性が必要）ヨーグルト用紙カップについて調査・検討し『紙カップ分科会 2008～09 年度報告書 -紙製ヨーグルト・カップの LCI-』としてまとめました。

その後も研究を進め、紙製ヨーグルト・カップについては蓋も含めたデータとし、LCA の実施もしました。飲料用紙カップについても最新の二次データを使用して環境負荷を計算しなおしています。東京都市大学の伊坪徳宏准教授には引き続きレビューをお願いし、客観性の高いものになっていると自負しています。

今回の結果からは、原材料である木材をどのように調達していくかが環境負荷に関する重要なファクターの一つであることや、製造工程で使用される溶剤をリサイクルすることの重要性などについても改めて数値として確認することができました。こうした数値には不確実性が伴いますが、環境問題に対応していくために必要なデータであることには変わりありません。

LCA の結果に基づき各工場での環境負荷削減努力を継続して行っていくとともに、原材料の調達、工場から排出されるもののリサイクル等も含めたかたちで、環境影響のより小さい、環境対応型製品を開発・製造することが紙カップ製造事業者の責務であると考えています。

この報告書が様々な場面で引用され、紙製容器包装が消費者により広く理解され、受け入れられることを望みます。

印刷工業会紙器印刷部会紙カップ分科会 座長
(東罐興業株式会社 常務執行役員 西原正道)

付 属 資 料

紙製ヨーグルトカップのインベントリ (着付き)

Table with columns for input/output, source, and various material categories (紙, PET, AL箔, LDPE, インキ, 接着剤, AC剤, 希釈溶剤, 希釈溶剤, ホットメルト, 赤脂酸). It lists materials like U30kg, カオリン, 水, etc., with their respective quantities and units.

紙製ヨーグルトカップのインベントリ (着付き)

Table with columns for input/output, resource, location, quantity, and various cost categories (material, processing, design, etc.).

紙製ヨーグルトカップのインベントリ (着付き)

Main inventory table with columns: 輸送計, 廃棄等, 廃棄, 素材, 小計, TP原紙, 焼却処理, 焼却処理, TP原紙, 焼却処理, アルミ付き, 廃インキ, 廃接着剤, 廃AL箔, 廃LDPE, 廃AC剤, 廃溶剤, 廃HM. It lists various materials and their quantities in kg across different processing stages.

紙製ヨーグルトカップのインベントリ (着付き)

Table with columns for Resource, Location, Material, Quantity, Energy, Waste, LDPE, Solvent, Subtotal, Replacement Value, and Difference. Rows include input resources like paper and plastic, and output products like yogurt cups.

紙製ヨーグルト・カップの「特性化」

Table with columns for '影響領域' (Impact Area), '物質名' (Substance Name), '係数' (Coefficient), '単位' (Unit), and multiple columns for '消費量計' (Consumption Count) categorized by '小計' (Sub-total), '廃棄物・リサイクル代替' (Waste/Recycling Substitution), 'ライフサイクル合計' (Total Lifecycle), 'リサイクル代替' (Recycling Substitution), and '差し引き後' (After Deduction). Rows include categories like 'オゾン層破壊' (Ozone Depletion), '酸性化' (Acidification), '都市域大気汚染' (Urban Air Pollution), '光化学オキシダント' (Photochemical Oxidant), '有害化学物質' (Hazardous Chemicals), '生態毒性(大気)' (Ecotoxicity (Air)), '生態毒性(水)' (Ecotoxicity (Water)), '富栄養化' (Eutrophication), '資源消費' (Resource Consumption), '廃棄物' (Waste), and '騒音' (Noise).

■ 紙製ヨーグルト・カップの「被害評価」

Table with columns for 保護対象 (Protection Target), 影響領域 (Impact Area), 物質名 (Substance Name), 係数 (Coefficient), 単位 (Unit), 素材等 (Materials), and various material categories like PET, AL箔, LDPE, etc. The table lists numerous substances and their associated values across different material types.

紙製ヨーグルト・カップの「被害評価」

Table with columns for protection target, material name, coefficient, unit, and various environmental impact categories (e.g., global warming, air pollution, acidification, eutrophication, resource consumption, waste). It includes sub-sections for packaging materials, manufacturing, and transportation.

紙製ヨーグルト・カップの「被害評価」

Table with columns for '保護対象 影響領域 物質名 係数 単位' and various impact categories like '人間健康', '社会資産', '酸性化', '富栄養化', '資源消費', '廃棄物'. It contains a dense grid of numerical values representing environmental impact assessments.

紙製ヨーグルト・カップの「被害評価」

Table with columns: 保護対象 影響領域, 物質名, 係数, 単位, リサイクル代替値 (本体, 衛生用紙, 電力, 小計, 蓋材, LDPE製造, 溶剤, 小計, 小計), 消費量計 (廃棄物・リサイクル代替値, リサイクル代替値), 差し引き後. Rows include categories like 人間健康, 都市域大気汚染, 有害化学物質, 道路交通騒音, 社会資産, 酸性化, 富栄養化, 資源消費, 廃棄物.

■ 紙製ヨーグルト・カップの「被害評価」

保護対象 影響領域 物質名 係数 単位

保護対象	影響領域	物質名	係数	単位	製造													輸送										廃棄物処理 工場一 焼却処理									
					梱包材 外箱 段ボール	内袋 インフレーションフィルム	梱包材計	素材等計				製造					小計				蓋材		製造計		輸送計		廃棄物等		輸送計								
一次生産	光化学オキシダントNMHC	C6 アルキルベンゼン	1.21E+00		1.79E-19	2.17E-19	2.12E-27	2.56E-27	1.79E-19	2.17E-19	5.27E-18	6.36E-18	3.26E-25	3.94E-25	2.02E-24	2.44E-24	6.11E-24	7.37E-24	8.45E-24	1.02E-23	1.36E-27	1.64E-27	8.45E-24	1.02E-23	1.65E-26	1.99E-26	1.02E-26	1.23E-26	4.64E-27	5.60E-27	3.13E-26	3.78E-26	5.70E-24				
		トルエン	5.20E+01		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.85E-05	1.48E-05	0.00E+00	0.00E+00	2.85E-05	1.48E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00			
		キシレン	7.38E+00		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
		酢酸エチル	1.01E+00		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
		イソプロピルアルコ	7.38E-01		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
		メタノール	9.23E+01		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		メチルエチルケトン	1.64E+00		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		非メタン揮発性有機	3.57E+00		6.97E-19	2.49E-18	1.10E-26	3.93E-26	6.97E-19	2.49E-18	2.05E-17	7.33E-17	1.58E-24	5.65E-24	9.75E-24	3.48E-23	2.96E-23	1.06E-22	4.09E-23	4.09E-23	1.42E-22	7.61E-26	2.72E-25	4.10E-23	1.46E-22	7.90E-26	2.82E-25	4.86E-26	1.74E-25	2.22E-26	7.92E-26	1.50E-25	5.35E-25	2.70E-23			
		SO2(不特定)	3.01E-01		8.76E-08	2.64E-08	1.17E-10	3.52E-11	8.77E-08	2.64E-08	6.58E-06	1.98E-06	5.72E-08	1.72E-08	1.45E-07	4.36E-08	1.71E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		SO2(都市域、地表	3.01E-01		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
		SOx(不特定)	1.64E+00		2.64E-07	7.95E-08	1.87E-08	5.63E-09	2.82E-07	8.51E-08	3.38E-05	1.02E-05	1.97E-08	5.94E-09	6.44E-08	1.94E-08	1.79E-07	5.38E-08	2.63E-07	7.92E-08	4.28E-08	1.29E-08	3.06E-07	9.21E-08	1.17E-05	3.51E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		SOx(都市域、地表	3.01E-01		6.27E-09	1.89E-09	1.26E-09	3.79E-10	7.53E-09	2.27E-09	3.64E-07	1.10E-07	2.57E-08	7.75E-09	9.32E-08	2.81E-08	4.25E-07	1.28E-07	5.44E-07	1.64E-07	1.02E-07	3.06E-08	6.45E-07	1.94E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		NO2(都市域、地表	2.38E-01		8.08E-11	1.92E-11	6.54E-18	1.85E-18	8.08E-11	1.92E-11	2.19E-09	5.20E-10	1.18E-16	2.80E-17	5.49E-16	1.31E-16	1.67E-15	3.98E-16	2.34E-15	5.56E-16	3.17E-16	7.55E-17	2.66E-15	6.32E-16	3.16E-17	7.51E-18	1.95E-17	4.64E-18	8.86E-18	2.11E-18	5.99E-17	1.43E-17	2.20E-16				
		NOx(不特定)	2.38E-01		8.06E-07	1.92E-07	4.43E-08	1.05E-08	8.50E-07	2.02E-07	2.11E-05	5.02E-06	1.80E-07	4.29E-08	6.50E-07	1.55E-07	1.89E-06	4.49E-07	2.72E-06	6.46E-07	5.99E-07	1.43E-07	3.32E-06	7.89E-07	1.46E-05	3.46E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
		NOx(都市域、地表	2.38E-01		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
		NH3	8.53E-01		3.25E-21	2.78E-21	6.26E-27	5.34E-27	3.25E-21	2.78E-21	2.03E-19	1.73E-19	7.16E-25	6.11E-25	4.33E-24	3.69E-24	1.33E-23	1.14E-23	1.84E-23	1.57E-23	1.59E-25	1.36E-25	1.85E-23	1.58E-23	3.38E-26	2.88E-26	2.08E-26	2.08E-26	1.78E-26	9.48E-27	8.09E-27	6.41E-26	5.47E-26	1.11E-23			
		塩化水素	2.09E+00		1.24E-23	2.59E-23	1.10E-11	2.29E-11	1.10E-11	2.29E-11	1.29E-09	1.20E-09	5.73E-10	1.70E-09	2.73E-27	4.65E-26	3.45E-26	1.06E-25	7.00E-26	1.47E-25	1.76E-28	1.76E-27	7.06E-26	1.48E-25	1.29E-26	2.69E-28	7.93E-29	1.66E-28	3.61E-29	7.55E-29	2.44E-28	5.10E-28	4.21E-26				
		資源消費	アルミニウム		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
			銅		2.61E-11	9.28E-12	1.65E-17	5.87E-18	2.61E-11	9.28E-12	1.41E-09	5.01E-10	2.27E-15	8.08E-16	1.40E-14	4.97E-15	4.25E-14	1.51E-14	5.87E-14	2.09E-14	1.64E-16	5.84E-17	5.89E-14	2.09E-14	1.14E-16	4.05E-17	7.01E-17	2.49E-17	3.20E-17	1.14E-17	2.16E-16	7.68E-17	2.56E-14				
			鉛		1.02E-09	5.28E-11	5.32E-16	2.75E-17	1.02E-09	5.28E-11	6.15E-08	3.18E-09	8.10E-14	4.19E-15	5.01E-13	2.59E-14	1.52E-12	7.84E-14	2.10E-12	1.08E-13	8.80E-16	4.55E-17	2.10E-12	1.09E-13	4.10E-15	2.12E-16	2.52E-15	1.30E-16	1.15E-15	5.94E-17	7.76E-15	4.01E-16	5.13E-13				
			亜鉛		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00		
	ウランニウム		1.51E-01	5.96E-12	8.98E-13	6.37E-13	9.59E-14	6.60E-12	9.93E-13	2.41E-10	3.63E-11	1.31E-11	1.97E-12	4.75E-11	7.15E-12	2.16E-10	3.25E-11	2.76E-10	4.16E-11	5.16E-11	7.77E-12	3.28E-10	4.94E-11	1.16E-15	1.75E-16	2.50E-14	3.76E-15	3.26E-16	4.91E-17	2.65E-14	3.99E-15	5.37E-15					
	石炭		1.07E-02	7.40E-05	7.92E-07	2.52E-06	7.65E-08	8.19E-07	1.12E-03	1.20E-05	5.17E-05	5.53E-07	1.88E-04	2.10E-06	8.52E-04	9.13E-06	1.09E-03	1.07E-05	2.04E-04	2.18E-06	1.39E-05	4.65E-09	4.98E-11	9.94E-08	1.06E-09	1.30E-09	1.40E-11	1.05E-07	1.13E-09	2.63E-08							
	ポーキサイト		1.83E-03	1.57E-05	2.88E-08	7.15E-11	1.31E-13	1.57E-05	2.88E-08	2.20E-03	4.03E-06	1.11E-08	2.03E-11	6.85E-08	1.25E-10	2.07E-07	3.80E-10	2.87E-07	5.25E-10	1.16E-10	2.12E-13	2.87E-07	5.25E-10	1.01E-12	3.39E-10	6.20E-13	1.55E-10	2.83E-13	1.04E-09	1.91E-12	1.03E-10						
	クモ(水)		1.07E-02	2.73E-12	2.92E-14	8.27E-19	8.85E-21	2.73E-12	2.92E-14	2.50E-08	2.68E-10	1.03E-16	1.10E-18	6.29E-16	1.63E-18	1.92E-15	2.06E-17	2.65E-15	2.84E-17	1.52E-17	1.63E-19	2.67E-15	5.02E-18	5.38E-20	3.09E-18	3.31E-20	1.41E-18	1.51E-20	9.53E-18	1.02E-19	1.16E-15						
	鉄		1.43E-03	2.07E-09	2.96E-12	7.64E-16	1.09E-18	2.07E-09	2.96E-12	1.79E-07	2.56E-10	8.43E-14	1.20E-16																								

紙製ヨーグルト・カップの「被害評価」
保護対象 影響領域 物質名 係数 単位

Table with columns for environmental impact categories (e.g., 酸化性, 資源消費, 廃棄物, 生物多様性/生態毒性, 資源消費) and various chemical/physical parameters (e.g., CO2, SO2, NOx, NH3, 重金属, etc.). Rows list specific substances and their corresponding impact coefficients.

紙製ヨーグルト・カップ 296E-01

Table with 45 columns: 影響領域, 物質名, 係数, 単位, 製造 (内袋インフレーションフィルム, 梱包材計, 素材等計, 本体印刷, ラミ加工, 成型等, 小計, 蓋材, 製造計), 輸送 (素材等搬入, 製品出荷, 廃棄物等), 輸送計, 廃棄物処理 (工場焼却処理, 家庭焼却処理). Rows include categories like オゾン層破壊, 都市域大気汚染, 酸性化, 光化学オキシダント, 有害化学物質, 生態毒性, 富栄養化, 土地利用, 資源消費, 廃棄物, 道路交通騒音.

紙製ヨーグルト・カップ 296E-01

Table with multiple columns: 影響領域 (Impact Area), 物質名 (Substance Name), 係数 (Coefficient), 単位 (Unit), 工場 (Factory), TP原紙, 小計 (Subtotal), 蓋材 (Lid Material), 廃プラPET, 廃プラアルミ付き, 廃インキ, 廃接着剤, 廃AL箔, 廃LDPE, 廃AC剤, 廃溶剤, 廃HM, 小計 (Subtotal), 廃棄物計 (Waste Total), 衛生用紙 (Sanitary Paper), 電力 (Electricity). The table lists various substances and their environmental impacts across different stages of production.

275ml紙カップのイベントリ

Main data table with columns for material categories (原料等), manufacturing (製造), shipping (輸送), and processing (廃棄等). Rows list various materials like paper, plastic, and metal with their respective quantities and values.

飲料用紙カップの特性化

Main data table with columns for environmental impact categories (e.g., Global Warming, Acidification, Air Pollution, etc.), materials (e.g., PE, Paper, Ink), and various numerical values representing impact coefficients.

飲料用紙カップの被害評価

Table with columns: 保護対象, 影響領域, 物質名, 係数, 単位, 消費量, and various environmental impact categories like 人間健康, 社会資産, 富栄養化, 資源消費, 廃棄物. It contains numerous rows of data representing different substances and their environmental impacts.

飲料用紙カップの被害評価

保護対象 影響領域	物質名	係数	単位	消費量																												
				素材等				梱包材				素材等計				製造					輸送					輸送計						
				原紙	LDPE	インキ	小計	内箱	外箱	梱包材計	素材等計	製造	輸送	輸送計	素材等搬入	製品出荷	焼却	リサイクル	輸送計													
一次生産	光化学オキシダントNMHC			4.19E-18	5.06E-18	3.71E-26	4.48E-26	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.19E-18	5.06E-18	8.08E-20	9.76E-20	1.07E-19	1.29E-19	1.88E-19	2.27E-19	4.38E-18	5.29E-18	2.82E-24	3.40E-24	2.12E-26	2.56E-26	1.76E-26	2.12E-26	6.13E-27	7.40E-27	1.42E-27	1.71E-27	4.63E-26	5.59E-26
	C6 アルキルベンゼン	1.21E+00		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	トルエン	5.20E+01		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	キシレン	7.38E+00		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	酢酸エチル	1.01E+00		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	イソプロピルアルコール	7.38E+01		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	メタノール	9.23E+01		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	メチルエチルケトン			0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	非メタン揮発性有機化合物	3.57E+00		1.63E-17	5.83E-17	1.82E-25	6.50E-25	4.12E-31	1.47E-30	1.63E-17	5.83E-17	3.20E-19	1.14E-18	4.15E-19	1.48E-18	7.35E-19	2.62E-18	1.71E-17	6.09E-17	1.36E-23	4.87E-23	1.02E-25	3.63E-25	8.54E-26	3.05E-25	2.93E-26	1.05E-25	6.80E-27	2.43E-26	2.23E-25	1.97E-25	7.97E-25
	SO2(不特定)	3.01E-01		3.95E-06	1.19E-06	9.42E-10	2.84E-10	7.23E-10	2.18E-10	3.95E-06	1.19E-06	8.98E-08	2.71E-08	5.15E-08	1.55E-08	4.15E-07	4.26E-08	1.23E-06	1.37E-06	2.76E-08	8.31E-09	1.59E-08	4.79E-09	4.93E-08	1.49E-08	6.00E-11	1.99E-11	1.23E-10	3.72E-11	6.54E-08	1.97E-08	1.97E-08
	SO2(都市域、地表)	3.01E-01		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	SOx(不特定)	3.01E-01		2.82E-07	8.51E-08	1.83E-07	5.52E-08	2.09E-13	6.29E-14	4.66E-07	1.40E-07	1.46E-07	4.40E-08	1.57E-07	4.73E-08	3.03E-07	9.14E-07	7.69E-07	2.32E-07	1.43E-07	4.32E-08	1.02E-25	3.63E-25	8.54E-26	3.05E-25	2.93E-26	1.05E-25	6.80E-27	2.43E-26	2.23E-25	1.97E-25	7.97E-25
	SOx(都市域、地表)	3.01E-01		2.44E-07	7.35E-08	6.84E-09	2.06E-09	6.03E-13	1.62E-13	2.51E-07	7.56E-08	8.33E-09	2.51E-09	3.74E-09	1.13E-09	3.21E-08	3.64E-09	2.63E-07	7.92E-08	1.98E-07	5.98E-08	1.59E-08	4.79E-09	4.93E-08	1.49E-08	6.00E-11	1.99E-11	1.23E-10	3.72E-11	6.54E-08	1.97E-08	1.97E-08
	NO2(都市域、地表)	2.38E-01		1.90E-09	4.52E-10	8.44E-17	2.01E-17	1.20E-21	2.85E-22	1.90E-09	4.52E-10	2.61E-11	6.21E-12	4.81E-11	1.15E-11	7.42E-11	1.77E-11	1.97E-09	4.70E-10	8.14E-16	1.94E-16	4.16E-17	9.91E-18	3.73E-17	8.87E-18	1.17E-17	2.79E-18	2.71E-18	6.46E-19	9.34E-17	2.22E-17	4.40E-16
	NOx(不特定)	2.38E-01		3.07E-06	7.30E-07	5.77E-07	1.37E-07	6.25E-10	1.49E-10	3.65E-06	8.68E-07	4.33E-07	1.03E-07	1.14E-07	9.15E-07	1.62E-07	1.97E-06	1.09E-06	1.08E-06	2.56E-07	1.83E-05	4.36E-06	9.70E-08	2.31E-08	2.14E-08	5.09E-09	5.11E-08	1.22E-08	1.85E-05	4.40E-06	8.93E-07	8.93E-07
	NOx(都市域、地表)	2.38E-01		0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	NH3	8.53E+01		1.35E-19	1.15E-19	8.63E-26	7.36E-26	9.27E-31	7.91E-31	1.35E-19	1.15E-19	1.44E-20	1.23E-20	1.94E-21	1.65E-21	1.63E-20	1.39E-20	1.51E-19	1.29E-19	6.14E-24	5.24E-24	4.42E-26	3.77E-26	3.88E-26	3.31E-26	1.25E-26	2.90E-27	2.48E-27	9.84E-26	8.40E-26	8.93E-07	8.93E-07
	塩化水素	2.09E+00		5.13E-22	1.07E-21	1.92E-10	4.01E-10	3.53E-33	7.39E-33	1.92E-10	4.01E-10	5.47E-23	1.14E-22	7.38E-24	1.54E-23	6.21E-23	1.30E-22	1.92E-10	4.01E-10	2.34E-26	4.89E-26	1.68E-28	3.52E-28	1.48E-28	3.09E-28	4.78E-29	9.99E-29	1.11E-29	2.31E-29	3.75E-28	7.84E-28	
	アルミニウム			0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	銅	3.55E-01		4.91E-10	1.75E-10	2.66E-16	9.46E-17	9.13E-22	3.25E-22	4.91E-10	1.75E-10	2.44E-11	8.66E-12	1.56E-11	5.53E-12	3.99E-11	1.42E-11	5.31E-10	1.89E-10	1.96E-14	6.96E-15	1.47E-16	5.23E-17	1.24E-16	4.41E-17	4.23E-17	1.50E-17	9.80E-18	3.48E-18	3.23E-16	1.15E-16	1.15E-16
	鉛	5.17E-02		2.50E-08	1.29E-09	9.22E-15	4.77E-16	3.20E-21	1.65E-22	2.50E-08	1.29E-09	8.55E-10	4.42E-11	6.08E-10	3.14E-11	7.46E-09	2.65E-08	1.37E-09	6.99E-13	3.61E-14	5.25E-15	2.71E-16	4.37E-15	2.26E-16	1.52E-15	7.86E-17	3.52E-16	1.82E-17	1.15E-14	5.94E-16	5.94E-16	
	亜鉛			0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	ウラニウム	1.51E-01		1.48E-10	2.23E-11	3.47E-12	5.23E-13	3.06E-16	4.60E-17	1.51E-10	2.28E-11	4.99E-12	7.51E-13	3.55E-12	5.34E-13	1.29E-12	1.60E-10	2.41E-11	1.01E-10	1.52E-11	3.04E-13	4.57E-14	9.51E-13	1.43E-13	4.31E-16	6.49E-17	9.99E-17	1.50E-17	1.26E-12	1.89E-13	5.34E-13	
	石炭	1.07E-02		6.10E-04	6.53E-06	1.37E-05	1.47E-07	1.21E-09	1.29E-11	6.24E-04	6.68E-06	6.47E-05	6.93E-07	4.40E-05	4.72E-07	1.09E-04	1.16E-06	7.32E-04	7.84E-06	3.98E-04	4.26E-06	1.21E-06	1.29E-08	3.78E-06	4.05E-08	1.73E-09	1.85E-11	4.00E-10	4.28E-12	4.99E-06	5.34E-08	
	ボークサイト	1.83E-03		1.45E-05	2.65E-08	1.24E-09	2.27E-12	4.18E-16	7.64E-19	1.45E-05	2.43E-06	4.63E-07	9.37E-06	1.72E-08	1.18E-05	2.61E-08	2.63E-05	4.81E-08	9.56E-08	1.75E-10	7.07E-10	1.29E-12	5.07E-10	1.08E-12	2.05E-10	3.74E-13	4.74E-11	1.55E-09	2.83E-12	1.64E-30	1.64E-30	
	クロム	1.07E-02		2.27E-08	2.44E-10	1.23E-17	1.31E-19	8.76E-23	9.38E-25	2.27E-08	2.44E-10	2.63E-09	2.82E-11	1.62E-12	1.74E-14	2.63E-09	2.82E-11	2.54E-08	2.72E-10	9.50E-18	6.53E-18	6.99E-20	5.62E-18	6.01E-20	1.86E-18	2.00E-20	4.32E-19	4.62E-21	1.44E-17	1.55E-19	1.55E-19	
	鉄	1.43E-03		8.66E-08	1.24E-10	1.03E-14	1.47E-17	1.21E-19	1.73E-22	8.66E-08	1.24E-10	1.20E-08	2.87E-11	1.62E-09	1.76E-12	2.13E-08	3.05E-11	1.08E-07	1.54E-10	7.42E-13	1.03E-15	2.53E-15	4.78E-16	4.62E-15	6.09E-18	1.48E-15	2.11E-18	4.36E-16	4.97E-19	1.17E-14	1.67E-17	
	マンガン	9.33E-03																														

紙カップ LCA 2010～11 年度報告書

2012 年 7 月

作成：印刷工業会紙器印刷部会紙カップ分科会

発行：印刷工業会

東京都中央区新富 1-16-8 日本印刷会館 3F

<tel:03-3551-7111> fax. 03-3551-7155