

目次

これからのLCAをどうするか1	Eco-Indicator'99の要旨11
LCA日本フォーラム活動報告2	LCAでの温度差13
鉄道分野へのLCA適用の試み3	LCAインフォメーション16
我が国における化石エネルギーに関するLCI分析6	

シリーズ：私の考えるLCA

これからのLCAをどうするか

科学技術庁金属材料技術研究所
第2研究グループ
総合研究官 八木 晃 一

昨年11月に開催された第3回エコバランス国際会議は国内外から多くの参加者、講演発表者が参集され、成功裏に終わった。協力いただいたLCA日本フォーラムの関係の方々に改めてお礼を述べたい。

小生がそもそもLCAと関わったのはエコマテリアル研究を通じてである。エコマテリアルとは環境と調和し、環境への負荷を最小にし、材料の性能や機能を最大限引きだそうという材料開発の考え方である。この考え方を直感的に受け取ると、環境負荷低減と性能向上はしばしばトレードオフの関係があることから、性能をまあまあに押さえた材料作りと思われるケースが多々あった。しかし、研究プロジェクトを進めていくうちに、このような悩みは杞憂であることが分かってきた。すなわち、ライフサイクル全体で環境負荷を考えればよいということである。高性能材料の開発により材料製造部分での環境負荷がたとえ上がっても、その材料を使った製品の使用時の環境負荷が下がり、寿命を通しての負荷が見込まれば、その材料開発は意義があることが分かった。この効果は絶大であり、材料開発や製造に携わる材料研究者、材料技術者を大いに励ますものとなった。

最近、別の面でLCA評価に基づく結果とのトレードオフの事例がまた現れ、この解決をどうすべきか考えている。まだ結論が出ていないが、紹介し、共に考え、また解決法をお持ちの方がおられればご指導願いたい。

地球環境問題は世代を越えた大きな課題ではあるが、我々の生活の安全、健康に係わることでもある。しかし、

安全、安心といえば、現代社会システムの中で日々暮らす我々にとっては事故の問題は重要である。一般生活での関心と少し離れるかもしていないが、最近、機器や構造物の事故が増加している。その原因の一つとして、材料の経年劣化（金属疲労や腐食など）が指摘されている。製造時に環境負荷が大きい製品のライフサイクル全体での環境負荷低減に向けての対処の仕方として製品を長時間使うことが推奨されている。小生も講演などを頼まれた場合、長寿命化はライフサイクル全体としての環境負荷低減の一つの方向であるとよく話す。しかし、物を永く使うということは、使っていくうちに物が傷むことも意味し、それによる被害に遭う可能性が高くなることを暗示している。すなわち、長寿命化による材料損傷を通しての事故に遭うリスクと環境負荷低減というベネフィットをどう考え、どう解決していくのか？ ここではトータルバランスという考え方が馴染むのか？ 事故は人の生き死にに係わっている。そこへいくと二酸化炭素などの環境負荷は世代を越えた大きな問題であるが、当面の我々に直ちに関係がない。しかし、次世代のためには放ってはおけない。一方、事故はローカルな問題であるが、二酸化炭素はグローバルな問題である。このような問題をLCAの側からはどう解いていくのだろうか？

エコバランス国際会議などを通して研究の状況を見てみると、当初に比べて分析が精緻になり、この裏にはデータ収集などでの大きな努力があったことが分かる。これらの努力をより有効なものにするためには、社会全体の進む方向を議論し、判断の中でLCAがどのような位置づけにあるのか、時間・空間的な位置づけについても議論がされることを望んでいる。

現在考えていることをまとまりもなく書いたが、これまでの努力を更に広げるためにも、LCA周辺で行われている他のアセスメント技術との関連も見つつ今後の展望を考える時期であると考え、私見を述べさせていただいた。

LCA日本フォーラム活動報告

(1) 幹事会

日 時：平成11年6月24日(木) 10時～12時

場 所：(社)産業環境管理協会 会議室

フォーラム総会を控え、上程事項の検討を中心に行われました。フォーラムの活動は大いに必要との工業会の意向が幹事より紹介され事務局の案に積極性のある活動を加えることとなりました。例えば、参加団体を増やすべきこと、LCA教育活動がまだ必要であること、クリティカルレビューなどの問題をシンポジウムで討論すべき時期がきたこと、展示会“エコプロダクツ1999”(12月10～12日開催東京ビッグサイト)へのプレゼンテーション、インターネット等の活用等々。

(2) 平成11年度LCA日本フォーラム委員会・総会

日 時：平成11年7月14日(水) 13時15分～14時

場 所：全社協・灘尾ホール(東京/霞が関)

出席者：55名(+委任状228名)計283名

LCA日本フォーラム会員総数430名

「事前にお送りしてあります総会上程議案は案のとおりすべて承認されました。」ことは会員あて議事録として郵送し報告しました。

会長・副会長・監事は次のとおりです。

会 長	茅 陽一	慶應義塾大学教授 (東京大学名誉教授)
(委員長)		
副 会 長	山本 良一	東京大学生産技術研 究所教授
(副委員長)		
”	中島 一郎	通商産業省環境立地 局長(9月3日付)
”	庄子 幹雄	鹿島建設株式会社専 務取締役 経団連環境安全委員 会廃棄物部会長
監 事	岩淵 勲	スカイアルミニウム 株式会社常務取締役
”	細谷 泰雄	東京電力株式会社 理事 立地環境本部 副本部長

(3) LCAプロジェクト報告会

日 時：平成11年7月14日(水) 14時～15時50分

場 所：全社協・灘尾ホール

出席者：180名

プロジェクト運営委員長山本良一東大教授の挨拶

に始まり、各研究会主査からそれぞれ20分ずつの詳細報告がありました。各研究会の報告後、会場からの質問を受け予定時間を大幅に越えて15時50分に終了しました。

(4) LCA日本フォーラム助言委員会

日 時：平成11年7月14日(水) 16時～16時40分

場 所：全社協 会議室

本委員会の前に開かれたプロジェクト報告会に出席され、LCAプロジェクトの内容を把握された助言委員から、LCAプロジェクト運営委員長、各研究会主査に対し、意見が出されました。

- ①インベントリデータのバラツキ、収集できないデータの対処をどうするか。
- ②インパクト評価の統合化手法には関連分野も含めた抜けのない検討をすること。
- ③データ収集の遅れている工業界への専門家チームの派遣指導。
- ④LCAの限界がある一方、評価対象の広がりも欧州で出ていること。
- ⑤使用目的に応じたデータの提供を考えたデータ作成ができること。

等々の貴重な意見が出され、今後、プロジェクト遂行に活かされることとなりました。

(5) フォーラムニュース編集委員会

日 時：平成11年8月3日(火) 13時～15時

場 所：(社)産業環境管理協会 会議室

第14号までの反省と第15号から1年分の掲載内容の検討を行いました。フォーラムニュースの記事の構成はこれまでと同じで1年間行うことになりました。LCAプロジェクトのWGの技術報告など技術的に踏み込んだ内容、LCAの応用(環境会計、DFE、ラベル、環境レポート)、LCAと他の手法との関わり等々を順次掲載して行くことになりました。

鉄道分野へのLCA適用の試み

(財)鉄道総合技術研究所
ISO 14001審査登録センター
主幹 辻村 太郎

1. はじめに

地球環境の悪化が進み、その対策をどのように進めていくかが世界規模で、科学技術的側面はもとより政治・経済・社会的側面を含めて重大な問題となっている。単位輸送力当たりの環境負荷が他の輸送機関に比較して少

ないとされている鉄道においても地球環境への負荷をより一層低減させることは主要な課題となっている。その検討を行い、開発を進めるためには、現状を適確に把握し、また、改善の効果を定量的に評価することが求められる。ここでは、鉄道分野を対象に評価手法としてのLCAの適用を検討した事例を紹介する。

2. 鉄道の環境負荷評価に向けて

鉄道システムは、鉄道車両、駅、軌道、構造物、送電、信号等様々な要素から成り立っている。これまでに、鉄道車両に関してライフサイクルエネルギーの調査例¹⁾の他、新規鉄道整備にLCAの考え方を取り入れた手法²⁾や東北新幹線を対象として鉄道建設の産業連関表を用いて検討を実施した事例³⁾が発表されている。海外では、デンマークで新型近郊電車の選定作業の中でLCAを使用、イタリアでは部外コンサルタント会社にLCA評価を依頼したと言われており、ドイツ鉄道、スウェーデン国鉄等でも検討中であるとしている。また、ADtranz社は電車タイプと機関車タイプの高速車両に関するLCAケーススタディ結果を公表しているが、車両の条件についての詳細は提示されていない⁴⁾。

3. 新幹線車両のLCAケーススタディ

手始めとして、鉄道車両に関する基礎的検討を行った⁵⁾。図1に鉄道車両のライフサイクルフローを示す。ライフサイクルステージとして製造、運用・メンテナンスおよび最終廃棄の3段階を考える。各段階にはエネルギーや原材料のインプットがあり、排気、排水および廃棄物等のアウトプットがある。今回の調査では、エネルギー消費量とCO₂排出量のみを調査し、インベントリ分析まで

行うこととした。なお、各ステージ間の輸送はシステムの範囲内に含まないこととする。

対象車両は、東海道・山陽新幹線で運用されている新幹線車両の0系、100系と300系としたが、運用区間として今回の検討では東海道新幹線のみとした。それらの基本仕様を表1に示す。0系と100系の車両構体は鋼製であり、両者の最高速度は220km/hである。300系の車両構体はアルミ合金製であり、最高速度は270km/hである。また、300系には再生ブレーキが装備されている。

表1 対象新幹線車両の基本仕様

運用路線	東海道・山陽		
	0系	100系	300系
車両名			
車体材質	鋼		アルミ合金
再生ブレーキ	なし	なし	あり
1編成	16両		
最高速度, km/h	220	220	270

表2 エネルギー原単位とCO₂原単位

項目	エネルギー	CO ₂
素材, i	素材原単位, a _i	素材原単位, b _i
鋼	23.52 GJ/t	1.350 t/t
ステンレス	24.83 GJ/t	3.273 t/t
アルミニウム	211.85 GJ/t	9.110 t/t
銅線	88.22 GJ/t	1.612 t/t
燃料等, j	燃料等原単位, a _j	燃料等原単位, b _j
重油	39.06 GJ/kl	0.120 t/kl
軽油	38.64 GJ/kl	0.103 t/kl
燃料油	38.22 GJ/kl	0.109 t/kl
灯油	37.38 GJ/kl	0.099 t/kl
LPG	54.60 GJ/t	0.768 t/t
酸素	0.00798 GJ/m ³	0.452×10 ⁻³ t/m ³
電力	9,450 kJ/kWh	0.392×10 ⁻³ t/kWh

*燃料油：重油と灯油の平均

*鋼材のエネルギー消費量およびCO₂排出量は、熱間圧延と冷間圧延の平均

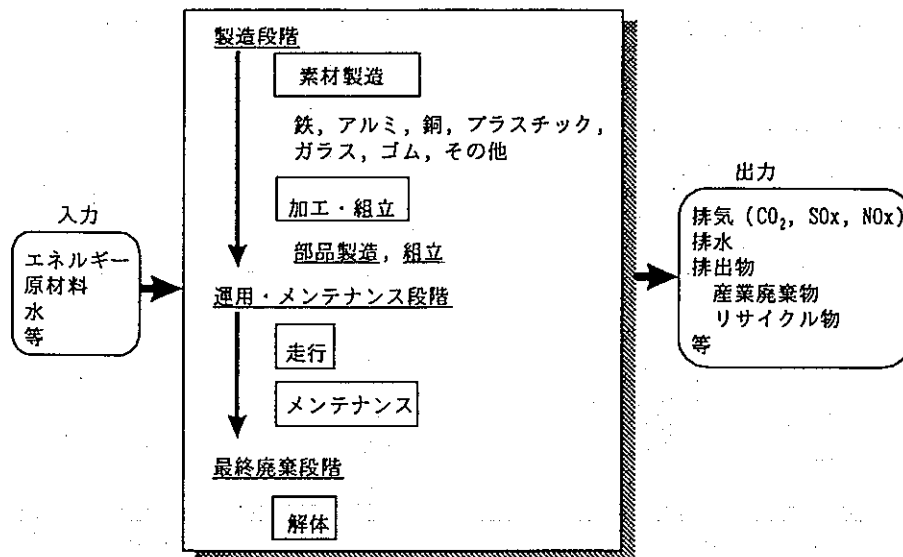


図1 鉄道車両のライフサイクルフロー

エネルギー原単位とCO₂原単位を表2に示す。日本ではまだ統一的原単位が整備されていないのが実状であるが、今回は、エネルギー原単位は文献¹⁾のデータを使用し、CO₂原単位はいくつかの文献^{6, 7, 8)}の原単位を使用して、一部単位換算を行った。なお、素材の原単位についてはリサイクルの影響は考慮されていない。

3. 1 インベントリデータ

(1) 製造段階

1) 素材製造

鉄道車両は、鋼、ステンレス、アルミニウムなどの金属類とガラス系、樹脂等の金属以外の材料で構成されている。図2に新幹線車両の構成材料と重量を示す。いずれの車両も1編成の重量から1両分の重量を考えた。100系は0系と同様の材料構成とした。0系は主として車両構体が鋼製であるため、それがアルミ合金製である300系と比較して4割程度重い。なお、今回の検討は金属のみで行った。

素材製造におけるエネルギー消費量とCO₂排出量の結果を図3に示す。素材製造では、表2で示したようにアルミニウムを精製するエネルギー原単位とCO₂原単位が

他の金属材料より大きいため、車両重量が軽量であるにもかかわらず、300系は0系と比較して素材製造におけるエネルギー消費量やCO₂排出量は多くなっている。

2) 加工・組立

加工・組立におけるエネルギー消費量とCO₂排出量は、文献¹⁾のデータを使用し、1両当たりでそれぞれ155.148 GJ、5.845tとした。

(2) 運用・メンテナンス

運用・メンテナンスでは0系の実データをもとに生涯年数と生涯走行距離はそれぞれ20年、800万kmとした。新幹線の検査は45万kmまたは12ヶ月ごとに台車検査、90万kmまたは36ヶ月毎に全般検査が行われる。生涯検査回数は検査周期および実状を加味して20回とした。それには日常的に行われる検査(交番検査、仕業検査)は含まれていない。

1) 運用

図4に東海道新幹線の生涯走行エネルギー消費量とCO₂排出量の結果を示す。すべての新幹線において定員乗車として、東京-新大阪間の消費電力量をシミュレーションした結果である。こだまとひかりの最高速度は220km/h、のぞみの最高速度は270km/hであり、こだまは各駅停車、ひかりとのぞみの停車駅は東京、名古屋、京都、新大阪である。300系は通常回生ブレーキを使用して走行しており、参考として回生ブレーキを使用していない場合も示している。こだまでは、300系(回生ブレーキ使用)は0系より走行エネルギー消費量とCO₂排出量が約30%低く、これは車両の軽量化や回生ブレーキおよび走行抵抗の軽減などによる効果であると考えられる。ひかりでは、走行エネルギー消費量とCO₂排出量が0系、100系、300系(回生ブレーキ使用)の順に減少しており、100系は0系より約20%、300系は0系より約30%低くなっている。0系ではひかりはこだまより走行エ

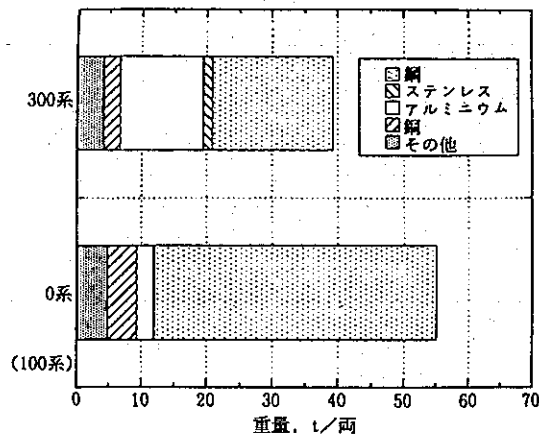


図2 各車両の構成材料と重量

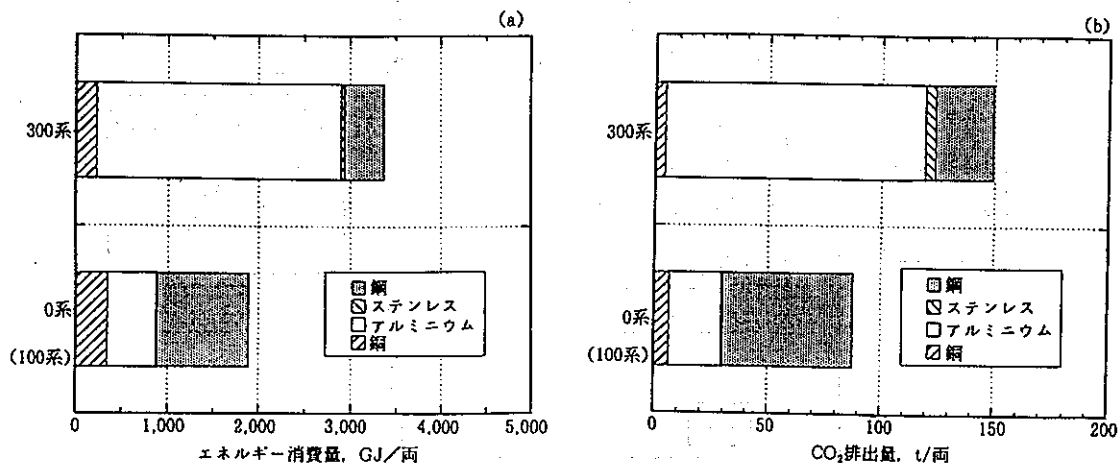


図3 素材製造におけるエネルギー消費量とCO₂排出量

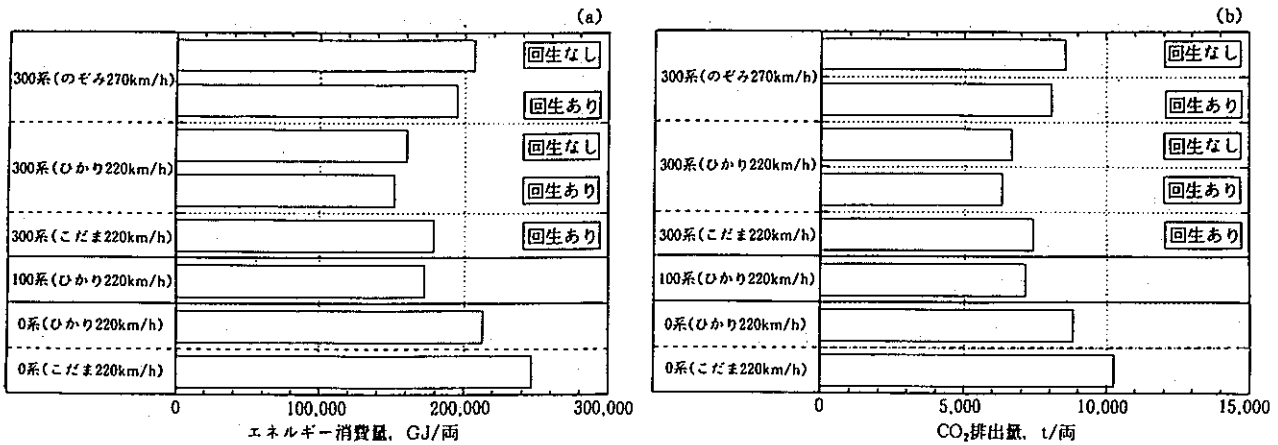


図4 走行におけるエネルギー消費量とCO₂排出量

エネルギー消費量とCO₂排出量が約15%低く、停車することによる消費電力量の損失は大きいと考えられる。300系ではひかりとのぞみとともに回生ブレーキの使用により走行エネルギー消費量とCO₂排出量は約5%低減している。

2) メンテナンス

メンテナンス時におけるエネルギー消費量とCO₂排出量は、新幹線車両の検査・修繕を行う工場において年間の消費電力量を検査両数で除すことによって求め、約12,050kWh/両・回である。この値から生涯のエネルギー消費量とCO₂排出量を算出した結果は、2,277GJ/両と95t/両である。

(3) 廃車解体

廃車解体におけるエネルギー消費量とCO₂排出量は、文献¹⁾のデータを採用し、1両当たりでそれぞれ17.695GJ、0.619tとした。なお、材料のリサイクルについては考慮していない。

3. 2 LCEとLCCO₂

東海道新幹線のLCEとLCCO₂を図5に示す。LCEやLCCO₂の多くの部分を占めるのは走行であり、いずれ

の車両形式においても95%以上は走行によるものである。この結果から、LCEやLCCO₂を低減させるためには走行時の省エネルギーが最も重要である。最高速度が同一の場合には0系、100系、300系と新幹線車両が新しくなるにつれ、走行によるエネルギー消費量やCO₂排出量は著しく減少している。このことは、車両の重量や走行抵抗の減少および回生ブレーキ等により省エネルギー電車になってきていると言える。しかし、300系のぞみは0系や100系より最高速度が高くなり、0系ひかりと比較するとLCEやLCCO₂は約8%低減しているが、100系と比較すると約8%増加している。

4. 鉄道のLCA実施に向けての課題

上記のように、不完全ではあるが、東海道新幹線を走行する車両にLCAの適用を試みた。同一の走行条件では車両形式が新しくなるのに従って消費エネルギー、CO₂排出量ともに減少している。しかし、最高速度が速くなるとそれらが増加する。この場合に、鉄道としての機能向上をどのように評価するか、また、到達時間短縮により1日当りの輸送力が向上することをどのように評

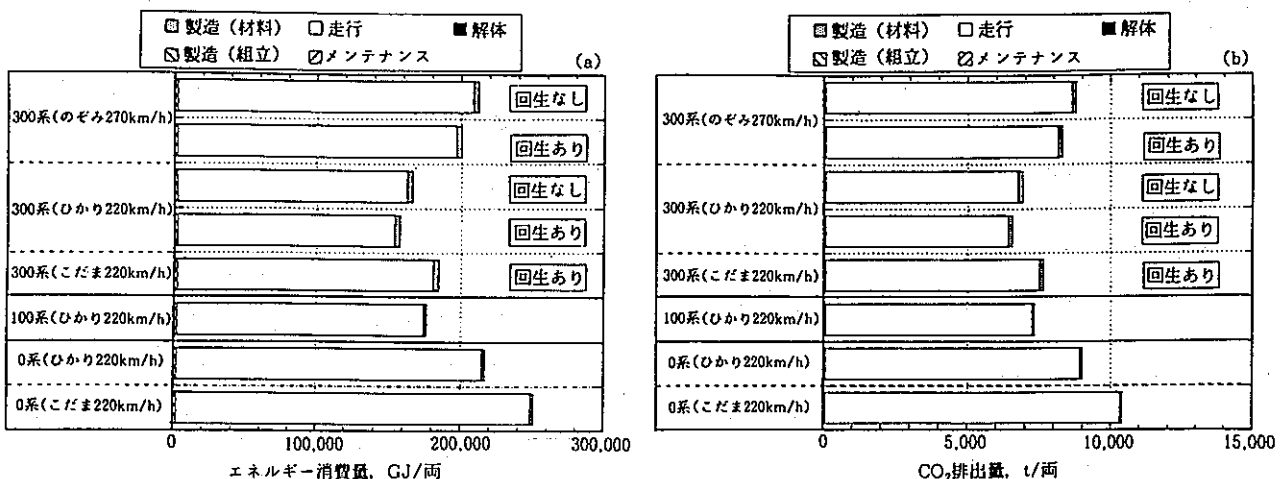


図5 新幹線車両のLCEとLCCO₂

価するかは検討すべき課題である。その外にも、データの範囲・精度、乗車率の取扱い、鉄道インフラ部分の検討等多くの課題がある。

5. おわりに

環境負荷の比較的少ない交通輸送機関であるとされている鉄道においても自らの現状を適確に把握し、更なる低減を目指してLCA等の適用についての検討を進めているところである。

文献

- 1) 小関康雄：車両技術、(社)日本鉄道車輛工業会、213号、(1997)、120
- 2) 加藤博和、大浦雅幸、J-Rail'98講演論文集、(1998.10)pp.609-612
- 3) 蛭川陽一、稲村肇、J-Rail'98講演論文集、(1998.10)pp.613-616
- 4) ADtranz社パンフレット：Life Cycle Assessment (LCA) Case study of two high-speed trains,
- 5) 宮内瞳宙、上田洋、八木毅、永友貴史、Vol.12、No.10、(1998)pp.5-14
- 6) (社)未踏科学技術協会エコマテリアル研究会：環境負担性評価システム構築のための基礎調査研究、(1995)、67-70
- 7) (社)産業環境管理協会：ライフサイクルアセスメントにおける基礎素材の製造データ環境管理、31、(1995)、616-627
- 8) NEDO・RITE・化学工学会：化学工業製品におけるトータル・エコバランスの分析手法に関する調査I及びII、NEDO-GET-9810-1,2、(1994)

我が国における化石エネルギーに関するLCI分析

(財)日本エネルギー経済研究所

総合研究部環境グループ 専門研究員 尹 性二

近年、地球温暖化問題に対する関心が高まったことを背景に、各化石エネルギーの利用に伴い発生する温室効果ガスについてその生産、輸送、消費に至るライフサイクルでの温室効果ガス排出量をできるだけ正確に把握することが重要な課題となっている。

本研究では、ISO 14040に準拠して日本で消費される各化石エネルギー（石炭、石油、LNG、LPG）のライフサイクルインベントリ(LCI)分析を行うことを目的としている。

1997年に我が国が輸入した各化石エネルギーの温室効果ガス（二酸化炭素とメタンを対象）排出量のライフサイクルインベントリ分析の結果、各化石エネルギーの燃焼段階CO₂排出原単位（総発熱量ベース）は、LNG：LPG：石油：石炭の比率で、100：121：138：179であるが、ライフサイクルからみた結果、100：110：120：154となった。

IPCCなどのデータを用いた世界平均（総発熱量ベース）では、LNGを基準にすると、LNG：LPG：石油：石炭の比率が、100：105：110：151であるのに対し、今回の日本を対象とした研究では100：110：120：154である。

COP3では各国別目標が設定されたが、地球温暖化はグローバルな問題であり、ライフサイクル分析に基づく評価も必要である。本研究の推計結果は、グローバルな視点からエネルギー・環境政策を考える際、判断基準の参考になると考えられる。また、地球温暖化対策を進めるには、LCI分析に基づいたエネルギーのベストミックスを考えることの重要性も示唆している。

現在、京都メカニズムの具体的な制度設計の検討が行われるなかで、共同実施及びグリーン開発メカニズムのベースライン問題を考えるに際して、LCI手法を考慮に入れることも重要な課題である。

今後、より詳細なデータの収集と分析を行い、化石エネルギーの用途別LCA（ライフサイクル分析）を通じて、適材適所のエネルギー需給を考えることが必要であろう。

1. 基本的考え方

(1) 評価基準

エネルギーフローの各プロセス（図1）における環境負荷の評価は、最終消費段階を基準にして温暖化ガス（CO₂、CH₄）の単位当たり排出量（g-C/Mcal）を推計する。つまり、ある段階で生じている自家消費などによる目減り分を評価する。本研究ではこれをLCCO₂と名付ける。

(2) 発熱量

我が国の総合エネルギー統計は、エネルギーを原単位

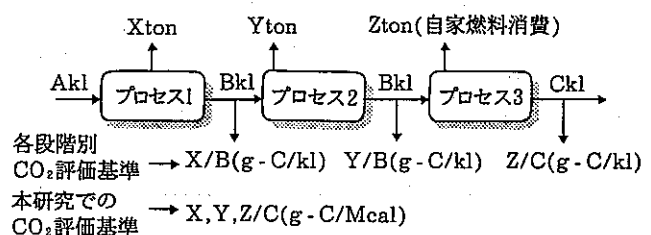


図1 プロセスのインベントリ

から熱量単位に変換する計算で総発熱量のカロリーを使用している。一方、IEA（国際エネルギー機関）は、世界全体のエネルギー統計を整備するにあたって、真発熱量のカロリーをベースにしている。

総発熱量とは燃焼したときに排気中に生成する水の蒸気潜熱を含めた発熱量であり、真発熱量とはこの蒸気潜熱を含まない発熱量のことである。潜熱は全水分と燃料中の水素が酸素と化合して生ずる水の両者が、ボイラーなどで燃焼工程で昇温・蒸発の過程を経て気化に費される熱量である。

本研究では、どちらの発熱量を用いて評価すべきかを一意的に決めることはせず、総発熱量ベースで得られた計算結果を真発熱量ベースに換算することで両論を併記することとした。なお、総発熱量から真発熱量への換算係数については、石炭0.96、石油0.93、LNG0.90、LPG0.92とした。

(3) 商用電力のCO₂排出原単位

各種工業製品製造時の商用電力の「消費」に伴うCO₂排出原単位を評価するのであれば、「発電端ベース」ではなく「需要端ベース」で評価するほうが適切であろう。しかし、本研究での評価対象が製油所やLNG基地などの大口需要家（おそらく特別高圧需要家）であることを考えた場合、家庭用などの低圧分ロスを多く含んでいる「需要端ベース」で評価することはロスを過大にみることになり、排出原単位を大きくみてしまうことになる。

今回は、対象となる需要家のほとんどが特別高圧需要家であることを踏まえ、低圧部門でのロス分の影響が大きい「需要端ベース」を使用することのリスクを考慮し、発電所の所内消費電力量のみを考慮した「送電端ベース」で評価を行った。また、「全電源平均ベース」に加え、「火力電源平均ベース」の排出原単位についても算定を行った。（表1）

それぞれの排出原単位については、電気事業連合会が公表している1997年度実績の商用電力のCO₂排出原単位89g-C/kWh（全電源平均ベース、発電端）をもとに、電力需給統計から算定を行った。

(4) メタン排出係数の評価方法

メタンはCO₂よりも強力な温室効果を有する温室効果

ガスであり、その温室効果の大きさは、地球温暖化ポテンシャル(GWP)と呼ばれる指標で評価される。この指標は、CO₂ 1kgが大気中に注入された場合の温室効果と相対的に比較して、各温室効果ガス1kgが大気中に注入された場合の温室効果の大きさを示している。地球温暖化ポテンシャルは、温室効果ガスの大気中の寿命に関連する指標なので、温室効果を考える積算年数に依存してその強さが異なってくる。一般に、地球温暖化問題は50年、100年といった超長期のタイムスパンの中で考えている。メタンの場合、効果の積算年数を100年としてCO₂に対する21倍という大きさを評価を行った。

本稿では紙面の都合から石油について研究結果を述べることにしました。

2. 石油

生産段階から消費までの評価対象原油については我が国へ輸入している精製用と非精製用原油をその対象とし、各段階ごとの環境負荷原単位を算定する。対象になる平成9年度の地域別原油輸入量は、「エネルギー生産・需給統計年報、通商産業省、平成9年」、「平成9年輸入実績平均値（石油輸入調査表）」による。

2-1 原油生産に直接必要なエネルギー消費と環境負荷

原油の生産では基本的に原油随伴ガスをその生産設備の稼動に必要なエネルギー源として使用している。随伴ガスをエネルギー源とするものは、大きく二つに分けられる。

まず、原油生産に直接必要な設備である。これは、ガスリフトあるいはガス圧入のための高圧圧縮機駆動用ガスタービン、水圧入のための高圧ポンプ駆動用ガスタービン、原油脱塩装置用加熱炉であり、次が、ユーティリティ設備である。これは、発電機駆動用ガスタービン、ガスエンジン、タンク加熱用などの汎用ボイラーなどが考えられる。

原油随伴ガスはこれらの自家消費の他に、外部販売（LNG、LPG及びパイプライン供給ガス）と再圧入ガスがある。発生量からこれら利用量を差し引いた残りが余剰ガスとしてフレアスタックで焼却される。本研究では、自家消費ガスについて、サウジアラビア及びアラブ首長国連邦の油田とノルウェーの北海油田を訪問してその実態をヒヤリングしたPEC（石油産業活性化センター）の値を用いる。

自家消費ガス量はPECが推計した60scf/bblを適用し、表2-1の随伴ガスの組成とこれから求められたCO₂排出量原単位を用いて計算を行った。その結果、生産段階の燃料消費による環境負荷原単位は0.843g-C/Mcalとい

表1 商用電力のCO₂排出原単位
(単位: 億kWh, g-C/kWh)

	発電端		所内率	送電端
	発電電力量	排出原単位		排出原単位
全電源平均	8,950	89	3.8%	93
全火力平均	4,814	165	4.9%	173.5

(出所)電気事業連合会資料より日本エネルギー経済研究所にて算定

表2-1 ガス組成及びCO₂発生量

成分	ガスの成分 mple%	CO ₂ 発生量 m ³ /m ³
H ₂ S	1.3%	0.000
CO ₂	5.8%	0.058
N ₂	0.6%	0.000
CH ₄	69.3%	0.693
C ₂ H ₆	13.2%	0.264
C ₃ H ₈	6.2%	0.186
C ₄ H ₁₀	2.4%	0.096
C ₅ H ₁₂	0.8%	0.040
C ₆ H ₁₄	0.4%	0.024
合計	100.0%	1.361(0.73kg-C/m ³)

う結果が得られた。

2-2 フレアガス燃焼による環境負荷

このフレア燃焼に関しては随伴ガス油化 (GOR) とフレア率の設定が必要である。原油生産における随伴ガスの量について、日本への輸出の大部分を占める中東及びインドネシアの原油について、原油に対する随伴ガスの比率 (GOR) を設定した。これに関しては、石油開発情報センターデータベース資料 (IRIS21) を基に作成された値を用いる。原油随伴ガスの油化は中東で720 scf/bbl、インドネシアで350scf/bblである。

フレア率に関してはOPEC年報 (1998年版) によるものである。フレア率は毎年低減を続けている。これは例えばサウジアラビアにおける“Master Gas System”のような随伴ガスの有効利用システムが各国で進められている成果である。

中東の平均フレア率についてはフレア率が公表されている国ごとに原油量に随伴ガス油比を乗じて随伴ガス量を求め、これらにそれぞれフレア率を乗じてフレアガス量を算出し、これから平均フレア率を求めた。中東における平均フレア率は6.3%となり、インドネシアは5.9%である (表2-2)。因みにStatoil社の北海油田では1%である。本分析ではこれらのフレア率を代表値として使用する。

したがって、それぞれ6.3%と5.9%に当たる45.36scf/bblと20.65scf/bblをもって原単位を計算し、加重平均

表2-2 各国別オイルとガスの比率及びフレア率

地域・国名	原油輸入量 1,000kl/年	比率 %	随伴ガス比 scf/bbl	フレア率	フレアガス量/原油量 scf/bbl
イラン	26,617		650	13.80%	89.70
サウジアラビア	60,082		600	14.10%	84.60
クウェイト	16,019		500	4.60%	23.00
カタール	19,046		900		
UAE	71,844		950	0.90%	8.55
オマーン	13,973		500		
イエーメン	1,066		1,250		
中東合計	224,015	93.28%	720	6.30%	45.36
インドネシア	16,137	6.72%	350	5.90%	20.65
合計	240,152	100.00%			

(注) フレア率はOPEC年報から算出

すると0.614g-C/Mcalである。

以上、生産段階における自家消費とフレア燃焼による分を整理すると、各々加重平均で自家消費分による環境負荷原単位は0.843g-C/Mcalであり、フレア燃焼分による環境負荷原単位は0.614g-C/Mcalであった。

2-3 メタンベントからの環境負荷

油田におけるオイル生産に関するメタンベントは基本的にないと考え、随伴ガスの生産におけるメタンベントのみがあると仮定した。ベント量はガス田と同様であると仮定する。石油鉱業連盟からの1991年の報告書によると平均的な石油随伴ガス量は734scf/bblと発表されている。この調査値とガス田の単位当たりベント量をもって計算を行った。油田においては、基本的にフレア装置がある油田ではメタンベントがないと調査されたが、実際問題としてフレア装置がない油田も多くあると考えられる。今回の調査では実態が把握できなかったため、前提条件を設けて計算を行った (図2-1)。

したがって、原油におけるメタンベントによる環境負荷原単位は0.034g-C/Mcalである。

2-4 原油の輸送による環境負荷

今回、輸送の対象になる原油は、精製用原油と非精製用原油、つまり日本に入ってくる原油のすべてを対象にしている。輸入量は1997年基準のデータであるが、他の計算の燃料消費量とか船の燃料消費量などは1995年基準なので若干データの整合性の違いはある (表2-3)。

原油の輸送はタンカーを利用し、生産地から消費地へ運ばれてくる。積地で原油を満載し喫水の深くなったタンカーが日本に向かって航海する場合は、船の種類、大きさ及び季節によって選択する航路が異なる。代表的なアラビア湾から日本への航路は、マラッカ・シンガポール海峡航路、ロンボク海峡航路、南シナ海中央航路、パラワン航路、沖縄航路が挙げられる。

船に関しては、実際の輸送に従事している船齢1年から20年の各航路別標準船型10隻の平均値とした。単位はmiles/時間にし、マイル当たりの燃料消費量 (ton/miles) は、燃料消費量 (ton/日) を (速力*24時間) で割って求めた (表2-4)。

航海中の燃料消費に関しては、航海回数 (回/年) × 往復距離 (miles) × 燃料消費率 (ton/miles) で求めた。停泊中の燃料消費に関しては表2-5のようである。

以上の前提条件で、A重油の発熱量とCO₂排出原単位は、9,300

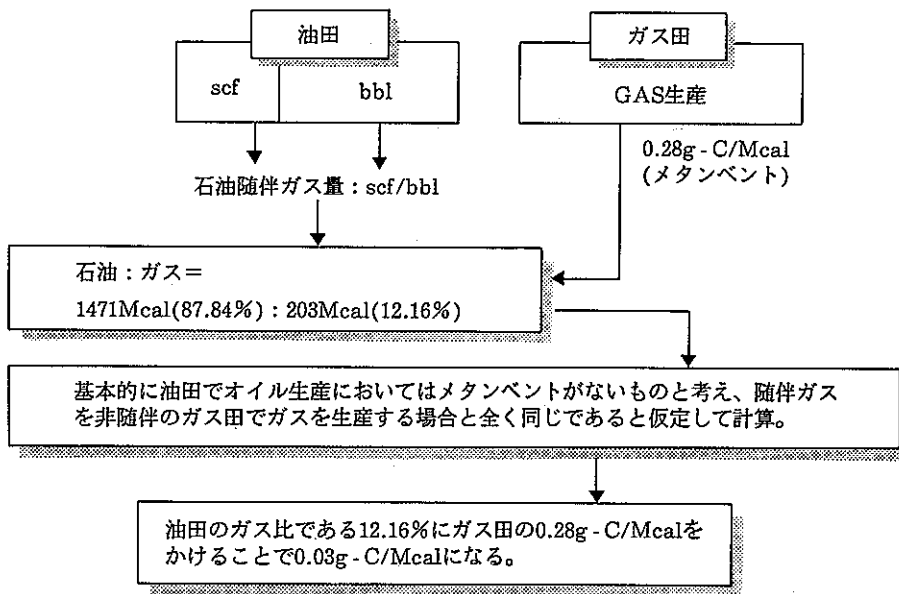


図2-1 メタンベントの算定におけるアロケーション

kcal/kgと79.11kg - C/Mcalを用い、C重油の発熱量とCO₂排出原単位は、9,800kcal/kgと81.8kg - C/Mcalを用いて計算を行った。その結果、原油の海上輸送における環境負荷原単位は、0.862g - C/Mcalであった。

2-5 製油所におけるエネルギー消費及び環境負荷

石油全段階の評価のなかでその一部である製油所におけるエネルギー消費及び環境負荷においては、製油所での直接燃焼分と間接燃焼分（購入電力）による環境負荷を算定すればよい。

まず、直接燃焼分の燃料消費熱量は、PECの報告書によると114百万Gcalであり、これは精製用原油のなかで自家燃料として使われた分である。これを単位当たりのCO₂排出量に換算すると3.01g - C/Mcalである。次に、間接燃料消費分に関する環境負荷は、購入電力分の2,396,687千kWhに当たるものである。購入電力を送電端基準の全電源平均排出原単位である93g - C/kWh、送電端基準の火力発電平均原単位である173.5g - C/kWhで計算すると各々0.09g - C/Mcal、0.17g - C/Mcalになる。

表2-3 わが国の総原油輸入量及び輸入の形態

地域・国名	原油輸入量		比率 %	原油密度 t/kl	往復距離 miles	標準船型 TWT	航海回数 回/年
	kl/年	T/年					
中国	12,868,215	11,173,471	4.85	0.8683	2,480	80,000	139.67
南方	26,907,029	22,682,625	9.84	0.8430	5,404	100,000	226.83
中東	224,015,163	189,830,449	82.36	0.8474	13,192	250,000	759.32
ロシア	0	0	0.00	0.8970	1,810	100,000	0.00
中南米	3,490,437	3,026,558	1.31	0.8671	6,680	250,000	12.11
アフリカ	1,801,552	1,550,055	0.67	0.8604	13,200	250,000	6.20
アメリカ	512,321	434,243	0.19	0.8476	21,652	100,000	4.34
オーストラリア	2,106,271	1,785,275	0.77	0.8476	6,076	100,000	17.85
合計	271,700,988	230,482,678	100.00		70,494		1,166.32

(出所) 原油輸入量、「エネルギー生産・需要統計年報」通商産業省、平成9年
原油密度「平成9年輸入実績平均値(石油輸入調査表)」

以上、自家燃料使用分による環境負荷と購入電力による環境負荷の合計である製油所における環境負荷原単位はそれぞれに対応している3.10g - C/Mcalと3.18g - C/Mcalである。

2-6 設備建設による環境負荷

設備建設による環境負荷とは生産段階でのプラントと輸送手段そして国内の製油所の建設によって発生した環境負荷のことである。これに関するデータはほとんどなく、電力中央研究所の「化石燃料の国内消費にともない海外で誘

発される環境影響物質(エネルギー資源学会投稿中論文、990125受付済)」から引用して計算を行った。しかし、この論文では海外だけが対象になっており国内の製油所に関しては計算されていない。したがって国内の製油所に関しては日揮(株)のプラントの設計値のモデルから計算を行った。その結果、設備建設による環境負荷原単位は0.09g - C/Mcalである。

2-7 石油製品の輸送段階における環境負荷

輸送の対象になる石油製品は、ガソリン、ナフサ、灯油、軽油、A重油、C重油とする。輸送手段としてはタンクローリー、内航タンカー及びタンク車を取り上げる。トラック輸送とパイプラインによる輸送は今回の調査で除外した。

石油製品は製油所から出荷され、油槽所、給油所を通じて消費者などに供給される。

平成7年において、国内石油輸送量の内40.1%が内航タンカーによって製油所から油槽所及び大口工場へ運ばれ、49.6%がタンクローリー、2.7%がタンク車によって製油所から油槽所あるいは大口工場へ運ばれている。

ここで用いたデータは、

石油連盟の「石油業界の地球環境保全自主行動計画」策定に際して収集された石油製品の輸送実態及び燃料使用料に基づいたデータをもとに、これにCO₂排出係数のデータを加えて、石油製品輸送に係るエネルギー消費及

表2-4 船型と燃料消費量

船型	速力 knots	燃料消費量 ton/miles
25万トン	14.9	0.202
10万トン	15.1	0.175
8万トン	15.1	0.175

び環境負荷を産出した。

2-7-1 陸上輸送のうちタンクローリーによる環境負荷

タンクローリーはトレーラーと単車の二形式がある。計算に用いたデータは表2-6のようになっている。燃料消費率（平均）はトレーラーで2.95km/l、単車で3.67km/lと設定している。燃料のディーゼル軽油の発熱量は9,200kcalとする。

以上のデータを基にして、製品輸送量当たりのエネルギー消費及び環境負荷を産出する。

その結果、白油の場合、販売量の加重平均発熱量8,804kcal/lをもって計算を行うと0.175g-C/Mcalであり、黒油の場合、白油と同じく販売量の加重平均発熱量9,592kcal/lをもって計集を行うと0.207g-C/Mgalである。

2-7-2 海上輸送による環境負荷

白油及び黒油の内航タンカーによる輸送実態についての石油連盟調査結果は以下のように集約される。ここでは白油と黒油は区別されていない（表2-7）。

燃料C重油が全体の9割、入港時に使用するA重油が全体の1割とする。発熱量はC重油の9,600kcal/l、A重油の9,300kcal/lから平均9,570kcal/lである。これを用いて計算をすると白油0.331g-C/Mcal、黒油0.361g-C/Mcalとなり、加重平均すると0.338g-C/Mcalである。

2-7-3 陸上輸送のうちタンク車による環境負荷

白油と黒油の内訳は、白油11,478千klで77.9%、黒油3,262千klで22.1%、合計14,740千klである。

持届輸送距離は京浜地区から関東内陸までの輸送が主であるとして、150kmとする。輸送量当たりのエネルギー消費は、石油のタンク車輸送を担当している会社にヒヤリングした結果、関東地域での輸送ケースを想定して試算した数値として、45kcal/ton・kmが得られた。これは比較的平坦部における専用列車の編成によるケースであり、日本全国では平坦ではない地域での走行もあ

表2-5 積地、揚地及びカーゴヒーティングにおける燃料の消費率

標準船型 DWT	積地		揚地		カーゴヒーティング H.F.O t/回
	H.F.O t/回	M.D.O t/回	H.F.O t/回	M.D.O t/回	
80,000	20	3	60	12	114
100,000	20	3	60	12	166
250,000	33	5.4	143	5.7	-

表2-6 陸上輸送による環境負荷算定に用いたデータ

区分	白油	黒油	合計
総輸送量	114,176千kl/年	1,332千kl/年	115,508千kl/年
平均積載量	16.9kl	12.5kl	
平均持届距離	58.3km	61.4km	
平均走行距離	116.6km	122.8km	
トレーラー比率	60%	13%	

表2-7 原油の海上輸送に関するデータ

総輸送量(白油, 黒油)	170,196千kl/年 (132,422千kl/年 : 37,774千kl/年)
平均船腹量	2,000kl
平均積載量	1,900kl
平均持届距離	358km
燃料消費量	46.27km/kl 但し持届距離基準

(注)「内航タンカー運賃協定」から算出している

表2-8 石油のライフサイクルインベントリ分析結果

区 分	CO ₂ 排出原単位(g-C/Mcal)	
	総発熱量	真発熱量
原油生産	自家消費	0.87
	フレア燃焼	0.64
	小計	1.51
海外輸送	0.90	0.97
石油精製	3.10	3.33
メタンメント	0.03	0.03
設備	0.09	0.10
計	5.63	6.06
燃料種別排出原単位	78.01	83.88
国内輸送	0.26	0.28

ることから50kcal/ton・kmと設定する。次に、このエネルギーの内訳は、鉄道統計年報から算出すると電力82.4%、ディーゼル機関17.6%となるが、これも全国平均であり、石油のタンク車輸送が電化の進んでいる関東地域を中心に行われていることから、それぞれ90%、10%と設定する。この設定に従って計算を行うと、電力の場合0.0372g-C/Mcal、ディーゼルの場合0.0082g-C/Mcalである。合計で0.045g-C/Mcalである。この際、電力の全電源排出原単位は93g-C/Mcalを用いて計算した。

以上の計算結果をまとめた石油製品の国内輸送に関する環境負荷原単位は0.255g-C/Mcalである。

なお、今回採用した各輸送手段毎の平均走行距離は、製油所から消費地まで輸送する途中の油槽所で積み替えて輸送する場合があります。この積み替え前と後の走行距離も各々1回の走行距離として平均走行距離を算出している。このため、推計値は消費地までの距離より短い距離に対応したものになっている。

2-8 石油部門のライフサイクルインベントリ分析結果

以上で石油の各段階の全ライフサイクルから環境に与える環境負荷を計算してきた。

表3-1 各化石エネルギーの環境負荷の比較

	石炭		石油		LNG		LPG	
	総発熱量	真発熱量	総発熱量	真発熱量	総発熱量	真発熱量	総発熱量	真発熱量
生産	5.23	5.45	4.64	4.99	11.12	12.35	5.89	6.42
輸送	1.95	2.03	0.90	0.97	2.12	2.36	2.05	2.23
設備	0.13	0.14	0.09	0.10	0.14	0.16	0.13	0.14
燃料種別排出原単位	101.07	105.28	78.01	83.88	56.39	62.66	68.33	74.27
合計	108.38	112.90	83.63	89.92	69.77	77.52	76.40	83.04

(単位: g-C/Mcal)

その結果が表2-8のようである。

総発熱量ベースでは、原油生産からは1.51g-C/Mcal、原油輸送からは0.90g-C/Mcal、石油精製からは3.10g-C/Mcal、メタンベントは0.03g-C/Mcal、設備の建設から0.09g-C/Mcal、国内輸送から0.26g-C/Mcal、排出原単位は78.01g-C/Mcalである結果が得られた。

真発熱量ベースでは、原油生産からは1.63g-C/Mcal、原油輸送からは0.97g-C/Mcal、石油精製からは3.33g-C/Mcal、メタンベントは0.03g-C/Mcal、設備の建設から0.10g-C/Mcal、国内輸送から0.28g-C/Mcal、排出原単位は83.88g-C/Mcalであるという結果が得られた。

結果に関しては発熱量の違いと自家消費分を考慮したケースで表している。自家消費分(目減り分4.15%)を考慮したケースというのは、国内の製油所で自家消費燃料が製油所で処理した全体に4.15%に当たるものであり、この分だけを原油の生産段階まで割り戻して計算を行うことである(LCCO₂計算)。

3. まとめ

以上、我が国における化石エネルギーに関するライフサイクル・インベントリ分析(LCI)を行った。本研究の目的に書かれているように地球温暖化問題に対する関心が高まったことを背景に、各化石エネルギーの利用に伴い発生する温室効果ガスについてその生産、輸送、消費に至るライフサイクルでの温室効果ガス排出量を出来るだけ正確に把握できたことは、LCAを研究するいろいろの分野で参考になる結果が得られたと評価できるだろう。その結果をまとめると表3-1となる。

Eco-Indicator'99の要旨

(社)産業環境管理協会
LCA開発推進本部 伊坪 徳宏

1. はじめに

PRé ConsultantsがEco-Indicator'99を本年度中に

は公表する予定である。本手法は旧手法であり国際的に著名なEco-Indicator'95の改良版という位置づけになる。しかしながら、環境の基本的考え方から、計算方法、結果の表し方、評価手順全てが大きく異なるため、単一指標を得るといった目的こそ同一であるが、評価手法としては全くの別のものとも言える。

本手法の詳細は未公開であり、参考にできる資料は少ないが、本文末に掲げた参考文献1)及び2)に示す現在公表された部分から判断して、Eco-Indicator'99についてまとめた。

2. 本手法の特徴(旧手法との違い)

本手法の目的→旧手法と同様に、製品設計者のための統合化による単一指標化を提案。

ISO14042から判断すると、統合化手法なので内部的利用に限られる。

Eco-Indicator'99の大きな特徴は以下の通りである。

- (1)評価者の主観性について「cultural perspective」を採用。評価結果はcultural perspectiveごと、3種類の指標が得られる。
- (2)全てのインパクトカテゴリについて、ダメージカテゴリ(エンドポイント)までの因果関係(cause and effect chain)のモデル化
- (3)資源枯渇のモデル化
- (4)土地使用による影響のモデル化
- (5)DALYとPAFの利用
- (6)パネル法による統合化(保護対象間の比較)

3. 「環境」の定義

本手法においてもEco-Indicator'95と同様に「環境」について定義する。

ここではHuman health, Ecosystem health, The resource baseの3項目を提案。

4. 評価手順

本手法による評価手順を図1に示す。以下のように2

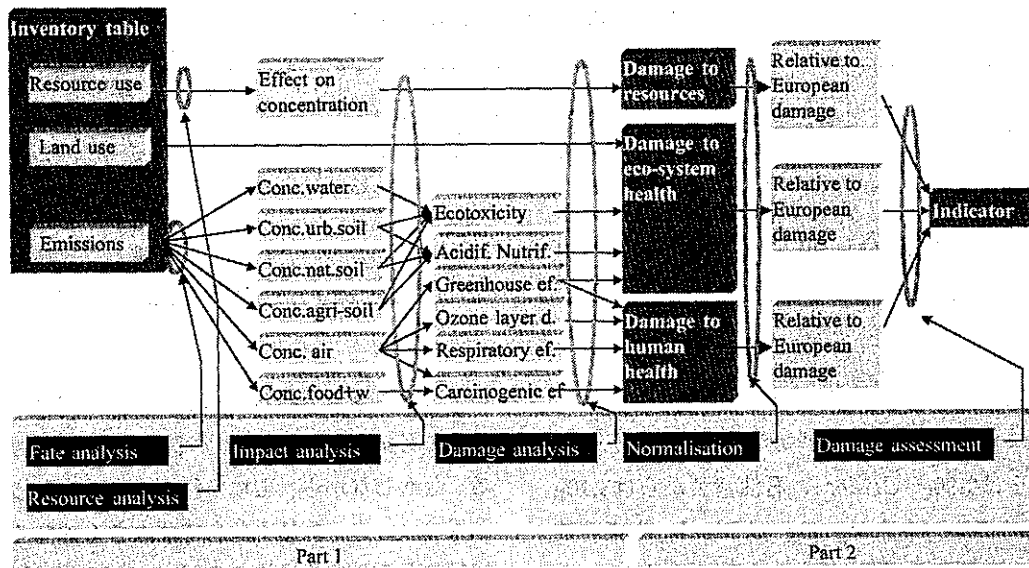


図1 general representation of the methodology the black boxes below refer to procedures, the other boxes refer to (intermediate) results. (Goedkoop1998)

つに大別される。

- (1)製品のライフサイクルからの環境フローにより引き起こされる環境の変化を自然科学的知見に基づいて計算する。(Part 1)

ここでは自然科学による分析評価を中心に行うが、全てが自然科学的に行われるのではなく、この部分でも主観性は少なからず導入されてしまう余地がある。

- (2)環境の変化の深刻度(被害)に対して重み付けを行う。(Part 2)

5. 被害のモデル化(Part 1)

以下の4種の方法を適用(図1のダメージカテゴリにおける被害量算出まで)

- (1)運命分析(Fate analysis)

排出量と濃度上昇との関係进行评估する。

EUSES(European Uniform System for the Evaluation of Substances)を利用。

- (2)資源分析(Resour analysis)

資源採掘と資源の濃度との関係进行评估。Müller-Wenkらの考えによる。

- (3)影響分析(Impact analysis)

上昇濃度をインパクトカテゴリに振り分け、該当する影響への寄与について評価。

- (4)被害分析(Damage analysis)

3種のダメージカテゴリ(人間の健康、生態系、資源)が受ける被害の定量化を行う。

- ①人間の健康影響→呼吸器系傷害、発癌、オゾン層に関連する影響、地球温暖化による影響が考慮。これらの影響をDALY(Disability Adjusted Life Years)で評価。

- ②生態系への影響→PAF(Potentially Affected Fraction)(図4)を利用。毒物の濃度に対して影響を受ける生物種の割合について評価。影響を受ける割合なので、実際に目に見える影響とは異なる。

- ・酸性化と富栄養化→植生影響について注目→POO(Probability of Occurrence)を利用。POO ;

表1 normalisation values for Eco-indicator 98(Goedkoop1998)

Endpoints	Impact category	Unit	Egalitarian	Hierarchist	Individualist
Resources	Resources	MJ.yr	6.67E+12	6.67E+12	6.67E+12
Human health	Greenhouse effect	Dalys/yr	7.25E+06	7.25E+06	7.25E+06
	Ozone layer depletion	Dalys/yr	n.a	n.a.	n.a.
	Carcinogenic substances	Dalys/yr	1.34E+06	3.20E+05	1.61E+05
	Respiratory: winter smog	Dalys/yr	4.40E+06	4.36E+06	2.28E+06
	Respiratory:summer smog	Dalys/yr	5.98E+03	5.98E+03	5.95E+03
Ecosystem health	Ecotoxic substances	PAFkm2	4.95E+06	7.47E+05	4.07E+05
	Acidification/ nitrification	dPOOkm2	2.60E+05	2.60E+05	2.60E+05
	Land use	??	n.a.	n.a.	n.a.

上記影響寄与物質の沈着量に対して影響が及ぶ植生の割合について評価。概念としてはPAFに近い。

- ・POOとPAFの重み付けが問題点として残っている。この解決方法は不明。
 - ・土地利用による影響→影響を受ける恐れのある植生の種類の割合を指標として利用する。土地利用形態とその占める割合で決定する。詳細は不明。
- ③資源→資源を消費すると採掘される資源の質(濃度)が低下する。その分精製等にエネルギーが余計にかかる。この余剰分を資源の被害とする。

6. 主観性の取り扱い(Part 2)

- ・価値判断の類型分け→以下の3種の考え方について提案。

1. Individualists(個人主義)、2. Egalitarians(平等主義)、3. Hierarchists(階層主義)これらの基本的な考え方については表1にて紹介。

Egalitarians→疑いのあるものは全て含める。例えば発癌性の疑いのある全ての物質について含める。できる限り包括的に評価することを前提にしているので、その分結果の不確実性も高い。

Individualists→因果関係がはっきりしているもののみ含める。ex.人間の発癌性に関する強い証拠があることを求める。

Hierarchists→科学的に裏付けられていたり、政府

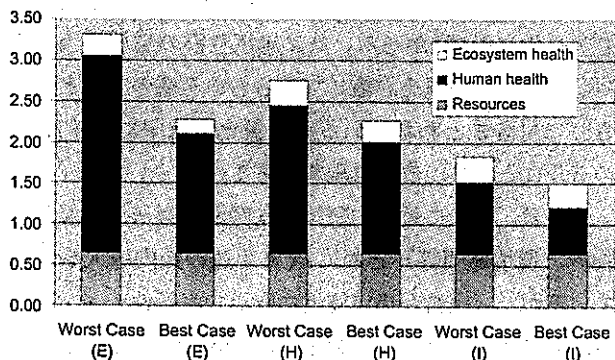


図6 Overall results for all three perspectives

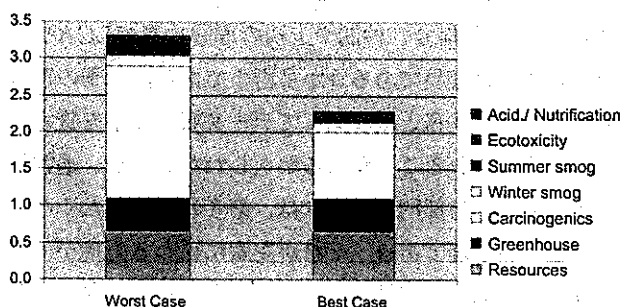


図7 Life cycle copier: worst case and best case

機関が十分認識しているものについて含める。意思決定の支援体系で設定された一部のもののみ含める。

(ex.IARCの発癌性物質の3グループのうちの発癌性があるとされるグループのみ含める。)

評価結果は3種類得られることになる。評価者は自分が適切と思う考え方をその中から選択する。

- ・ダメージカテゴリーの重み付け→パネル法を利用。詳細は不明。

- ・表3に本手法において利用する規格値(Normalization)を示す(参考文献2)。

インパクトカテゴリーごとに得られる。価値判断の類型により得られる結果は異なる。

大きな違いは得られる規格値の単位が従来のものと全く異なることである。例えばこれまでの温暖化に対する規格値の単位はGWP/yearが多かったが、本手法では被害量ベースで算出される。

7. Eco-indicator'99による評価結果例

ここでは、平成10年度エネルギー使用合理化手法国際協力調査において実施した評価結果を図6、7に示す。統合化指標は図6のように、3種のダメージカテゴリー(Ecosystem health, Human health and Resources)が受ける被害(規格化+重み付けしたもので単位は無次元)の総和で表される。特に人間の健康による影響が価値判断の類型により、大きく異なる。また本手法では、他手法との比較を容易化するため、従来から多く利用されているインパクトカテゴリーごとに分類した結果(図7)を提供することも可能である。

参考文献

- 1) Mark Goedkoop, Patrick Hofstetter, Ruedi Müller-Wenk, Renilde Sprimmsma; International Journal of LCA 3 (6)352-360(1998)
- 2) (社)産業環境管理協会; 平成10年度エネルギー使用合理化手法国際協力調査報告書

LCAでの温度差

コニカ株式会社

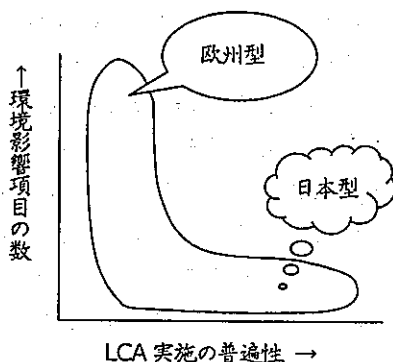
環境安全推進室 村田 善一

LCAを嚙り初めてから早いもので5年。始まりは業界の研究会で、月一回の会合が唯一の情報源、しかも取組みは遅々としていた。最近では、多方面の方々の知己を得て、様々な場に参加する機会がある。その中から感じる温度差や今後検討すべきであろう若干の課題を述

べたい。

1. 欧州と日本

欧米企業では、“Task Assignment”とか、“Job Description”によって仕事の中身が細やかに記載されている例が多い。職務権限を金額で区分している例も多く、商談金額の多寡で相手が変わる例にしばしば遭遇する。一担当者が巨額の商談をまとめる日本でのケースなど、欧米では非日常の世界であろう。したがって欧州でのLCA評価(新たな手法での取組み)は、コンサルタントや研究組織での実施例が多い。企業実施例があっても、大半はこれら機関が実施し、報告受領者としての企業名が記載されている。EU、独環境庁、あるいは北欧のエコラベル機関がLCAを実施したとの報にその内容を問い合わせたところ、コンサルタントに依頼した成果・・・との由で、送られて来た当該資料からもその事実を確認した。誰が何をなすべきかがはっきりしており、日本で現在展開を図っている形態、即ち一般開発技術者などがLCAを実施する・・・とは、全くシステムが異なる。



これら官庁や企業の要請でLCAを請負うLCAコンサルタントは、数をこなすことによってデータの蓄積と共に名声も獲得し、次のLCA受注へとつながるケースが多い。さる欧州のコンサルタントの言によれば、データやソフトを売る？のは決して得策ではなく、如何にコンサルタントをするかで、評価や収入が決まる・・・との話を直接聞いたことがある。

コンサルタントによるLCAであれば、評価項目をミニマイズし、二酸化炭素に留めるなど全くの愚挙であって、より広範で多くの手間がかかるLCA？を実施することが信頼感と収益に直結？と判断するのは至極当然、したがってその評価項目であるインベントリ、環境影響項目の数が90とか100を超えるのも当然の成行きであろう。

2. ISOと日本向け展開

この正統である欧州型LCAは、日本での手法展開で

どう解釈されているであろうか。LCAに真摯に取り組まれている研究者には、奥行きある興味深いテーマと映っているのだろうか？企業内への普遍的な広がりを目指している筆者には、どうも欧州型LCAには馴染めない。ISO 14040シリーズ制定を意識しても、忠実に導入できると自信をお持ちの御仁は果たして日本企業にどれだけ存在するのだろうか？(見本作りやトライアルだけならともかく・・・)環境課題に取り組むには、より広範な分野を対象に、より多くの理解者を得て、多数のLCA結果を得ることが効果的と理解するが・・・具体的な普及へのフェーズにさしかかった現在、日本のLCA展開には、いささかの「陰り」を感じる。直言すれば、その評価がCO₂だけであっても、今は、良いじゃないの・・・といいたい。欧州型のLCA展開は、決して日本企業には馴染むとは思えないし、このまま追求すると企業離れを起しかねない、そんな危惧を感じる。

3. 企業内(トップとボトム)

資源の乏しい日本で事業を続けるために、あらゆる面(環境を含む)での競争は日々厳しくなる一方、企業が指標とするCQD(cost, quality, delivery)に環境のE/environmentを加えてから数年が経つ。EをCQDと同列に捉えることに成功した企業が如何ほど誕生したであろうか？

「原価、品質、納期」の目標値を設定するのはごく当然なこととして日常的だが、定量化の確立してない？「環境」は、多くの企業の掛け声と同じく“観念的であり具体性に距離”がある。為に旗振り役の環境担当部門は、時代の追い風を意識しながらもある種の「もどかしさ」に付きまとわれている。定量化を旗印にするLCAの普及にとって、皮肉な現象である。

筆者は、50名に近い中堅社員(開発、製造、工場管理、物流、環境部門等)と共にLCA手法の社内導入を図っているが、「企業が環境施策に取り組む必然性」・・・から説き起こさないとLCAの理解がなかなか得られない・・・ジレンマに始終付き合い続けている。

仮にLCAが理解されたとして、この担当が当該部門にLCAを持ち帰り、仲間や上司の理解を得てLCAを推進することは容易であろうか？否！である。若干の理解者、例えば、業務と割り切ってデータ収集に手を貸す善人がたまに現れることがあるかもしれない。が、通常社内といえども自部門のデータは、第三者に見せたくないのが当事者心理であり、それが生産に係わる直接データ、生産性やコストに直結するインベントリーデータを気前良くいただけるとは誰も期待してない。(LCAに直接係

わらない担当にとってはいかな説得と甘言?をもってしてもデータを提供する必然性はなかなか飲み込めない。)そもそもLCAにマッチするようなデータの記録は皆無に近い現況から、これを算出しようとして、数字を生産品目に割り当てたり、計算をし直す相談など「暇つぶし」の戯言と取られかねない。そこで企業の環境施策推進策として、トップダウン方式が採られ、結果号令がかかることになる。企業内でのボトムアップは考え難く、ましてや環境課題は持ち上がることはない。このトップと実務推進にあたる管理職(部課長クラス)の間には、事業部門責任者が存在する。部門のトップであり施策推進のKey-manである。企業トップは、これらの事業部門責任者に対し一般論としての環境課題は述べても、通常それ以上は言及しない。部門トップにあっては採算性が最大関心事であり、環境課題あるいはLCA推進には“格別な興味”や“理/利”を感じさせる「なにか」を用意する必要がある。したがってこの部門トップの認識レベル、あるいは手法展開アプローチの方法如何で、施策推進の方向が決まる。極めて大切、かつ難しいアプローチと認識している。

4. LCAと製品アセスメント(スケールの違い)

LCAに類似した評価法として「製品アセスメント」がある。製品開発時に環境負荷を如何に削減すべく努力したかを評価する手法として、もう10年近く前から多くの企業で採用されている。開発段階で環境負荷を少なくするために何を折り込んだかを、製品開発担当自身が、自己採点する形態が多い。環境負荷削減ばかりでなく、当該部門の技術レベル向上をも図れるメリットがこの手法にはある。これは、企業あるいは部門ごとの独自のアセスメント基準の見直しによって達成が可能である。例えば樹脂材料の使用種類数。ある年の評価基準では、筐体への使用5種以内を達成目標に(最高点と基準に設定)していたとする。この基準は製品開発を繰り返すことでレベルアップされる。ほぼ達成しそうな時期には、基準をそれより厳しい樹脂・2種に厳しくルール改正・・と言った具合に使っている。技術水準を、その時その部門ごとの技術レベルを反映させるがために、この手法は、技術水準の向上にたいへん有効である。(これを継続するには、基準の改定に着目する努力が不可欠ではあるが・・)惜しむらくは、部門ごとのレベルを基準にしているため、共通に使えるスケールが無く、社外に理解される基準とはならないばかりか、多くの事業分野を有する企業では、異種技術を基盤とする社内横断評価にも使えない。多くの実績を持ちながら、当該企業から

外に向かって発信する情報にはなっていない。機械製品、電子製品などの開発期間は大掴みに1年と言える。規模にもよるが、通常数人から数十人の開発集団が編成される。ところが、LCAあるいはこの製品アセスメントの評価作業は、特定の数人に分担される。したがって運が良ければ?LCAあるいは製品アセスメントの実施を経験するが、通常、製品開発はしても、その環境負荷を実際に評価する機会は少ない。それでも熱心な開発担当は、基準書を頭の片隅に意識しながら(製品アセスメントの考え方を参照しながら)製品開発する。開発担当ごとの取り組み方への姿勢差(温度差)は大きいが・・。

部品点数を何割削減したか、製品寿命をどれだけ延ばしたか、再生可能な材料を使ったか・・などなど自分達の設計している製品が、どんな環境対応をすることになるかを想像しながら・・の評価である。

5. LCAと製品アセスメントのリンク

この製品アセスメントとLCAを“リンクさせること”が、企業でのLCA普遍化の鍵となりそうである。もちろん両手法の狙いが“環境負荷”を共通項としていることから当然の成行きとも思えるが、実態はメートル法と尺貫法の違い以上に使用スケールが違い過ぎる・・などの問題がある。LCAでの環境影響評価に多くの課題があるように、製品アセスメントにも手法上の課題は多く、評価項目をどう設定しどんなスケールを用いればLCAと共通項にできるか・・等々、各企業ごとに、部門ごとに解消しなければならないテーマが、今後降り被さりそうな雲行にある。実をいえば、この問題点は未だ企業内で組上に挙がっている訳ではなく、企業内取組みの実態は、LCA手法の試行導入に振り回されている有り様であって、“リンクさせること”の検討さえもがまだまだ先になる課題である。いかにCQD(原価、品質、納期)と同じ感覚でLCAや製品アセスメントをハンドリングすることを日常化させるかは、いかにLCAを業務手順として馴染ませ、かつシステムとして定着させるかであり、これを達成するためには、現在LCAが抱えているデータ整備の課題や環境影響評価をどう扱うかの課題解消と並行して、「LCAを普遍化し誰もが容易に手を出したくなる手法にまで昇華(消化)させること」がこれからのLCA展開の課題となろう。

今や、研究室での評価から、より広範な分野でのLCA展開を目前に迎えつつあると理解する。ことによったらISOとは一味違った日本式LCAが形をなし、“Defacto Standard”となる日が来るのかもしれない。

LCAインフォメーション

◆関連行事カレンダー

行事名称	開催日	開催場所	主催者 / 問合せ先
ニューアース'99/国際シンポジウム	99-10-20~23	大阪	(株)大阪国際見本市委員会 e-mail: info@fair.or.jp http://oitfc.fair.or.jp TEL 06-6612-3773 FAX 06-6612-8585
第4回エコマテリアル国際会議	99-11-10~12	岐阜市	エコマテリアル研究会 (株)未踏科学技術協会 TEL 03-3503-4681 FAX 03-3597-0535 e-mail: mitoh@snet.snitt.or.jp http://www.nrim.go.jp:8080/ecomat
1999 SETAC NA Annual Meeting	99-11-14~18	Philadelphia/PA USA	SETAC http://www.setac.org/philly.html
エコプロダクツ1999 (環境調和型製品展示会)	99-12-10~12	東京ビックサイト	(株)産業環境管理協会 日本経済新聞社 共催 http://www.jemai.or.jp/eco TEL 03-3832-7085 (産環協) TEL 03-5255-2847 (日経)

◆文献・情報紹介

文献名	著者名	発売(行)者(連絡先)	発行年月
ライフサイクルアセスメント -原則及び枠組-	監修 石谷久、赤井誠	発行: (株)産業環境管理協会 発売: (財)日本規格協会	1999.8
ISO14040/JIS Q 14040対訳&解説		A6版 135ページ、1,400円(税別)	
LCA日本フォーラム報告書	好評につき200冊用意。	3,000(送料込)	1997.6
ECPニュース	(株)産業環境管理協会のホームページに載せました。	http://www.jemai.or.jp/lca/ecp-no12.pdf	
International Journal of LCA -JLCAコーナー	(株)産業環境管理協会のホームページにJLCA Cornerをそのまま載せてよいことになり、本ジャーナルとリンク		

【編集後記】

前号の発行が遅れた事で、少しずつ発行期間を狭めて年4号の発行に調整します。また、6月24日の幹事会ではInternational Journal of LCAのJLCAコーナーの記事コピーをフォーラムニュース郵送に同封することが決まり、本号からコピーを同封しました。世界では、日本のLCAの動きにたいへん注目をしています。日本から海外への情報発信は大きな意味を持っています。有用な報告書が日本語だけのため世界に出ていけないものが多いです。英文での報告書作成は今後更に進められるべきでしょう。

発行 LCA日本フォーラム/(株)産業環境管理協会
〒110-8583 東京都台東区上野1-17-6広小路ビル
電話 03-3832-7085 FAX 03-3832-2774

KEIRIN 〇〇 この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。