

課題名 1-1301 環境負荷低減とコスト削減の両立を実現するLCA導入システムの開発

課題代表者名 岡本 拓（広島県立総合技術研究所保健環境センター環境研究部部长）

研究実施期間 平成25年度

累計予算額 3,676千円（うち25年度3,676千円）  
予算額は、間接経費を含む。

本研究のキーワード LCA、導入、Scope3、地球温暖化、温室効果ガス、中小企業

## 研究体制

(1)環境負荷低減とコスト削減の両立を実現するLCA導入システムの開発（広島県立総合技術研究所）

## 研究概要

### 1. はじめに（研究背景等）

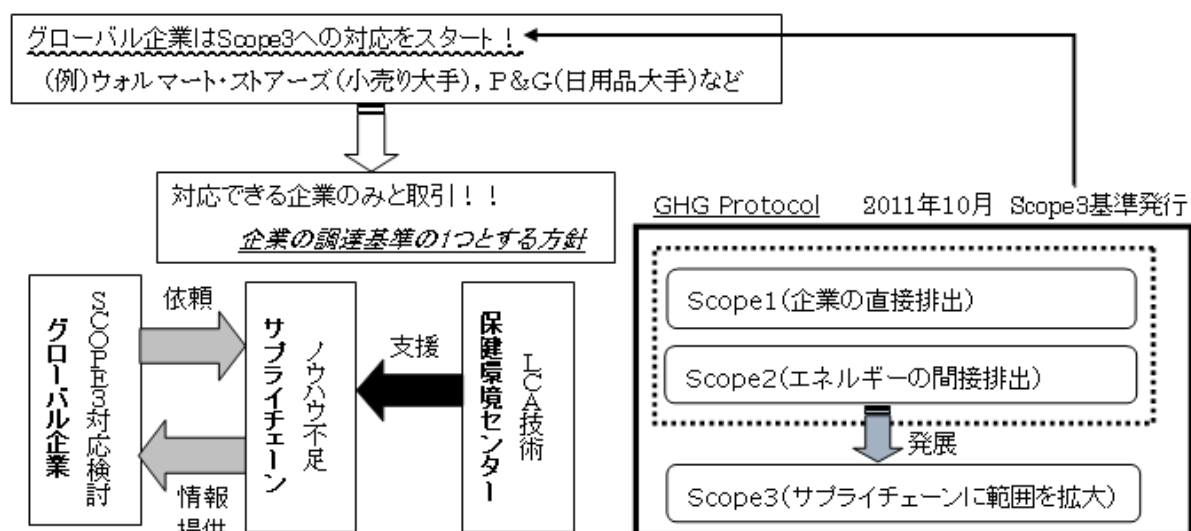


図 1 研究の背景

本県では低炭素社会の構築に向けて、平成23年度～32年度までの新たな削減目標達成に向けた取り組み「広島県地球温暖化防止地域計画」を始めている。平成19年度の県内のCO<sub>2</sub>排出量を部門別にみると、産業部門が71.4%を占めており、全国の46.5%と比較すると産業部門からの排出量の割合が高いのが特徴となっている。したがって、産業部門のCO<sub>2</sub>排出量を削減することができれば、県全体の排出量削減対策として大変有効であると考えられる。

一方、環境影響の「見える化」の一環として、環境負荷を定量的に評価するLCAが注目されているが、企業の直接排出やエネルギーの間接排出だけでなくサプライチェーンにまで範囲を拡大したScope3という国際規格が平成23年10月に発行され、グローバル企業を中心に既に対応を始めている。中小企業においても製品の納入先である国内外の企業の要求により対応せざるを得ない状況が予想される。しかし、中小企業の担当者はLCAの経験がないと考えられ、市販ソフトを用いて環境負荷量を独力で算出することは難しいと想定でき、費用及び人的な負担が少ないシステムの開発が求められている。

### 2. 研究開発目的

本県が推進する循環型社会や低炭素社会の構築には、環境負荷低減目標を具体的に設定し、実際に行動に移すことが必要であり、そのため各企業が製品それぞれの環境負荷量を把握することが重要と考えている。そ

ここで本県では、企業独自で製品あたりの環境負荷量を算出すること(LCA～ライフサイクルアセスメント～の実施)を容易に可能にするシステムの開発を目指すこととした。製品の製造工程におけるCO<sub>2</sub>排出量等の環境負荷量を把握することで、企業において環境目標とその活動内容を具体化でき、環境を意識した製品づくりが可能になる。このような環境に対する企業努力が、エネルギー消費量の削減につながり、最終的には製品価値や企業価値の向上につながると考える。つまり、今回開発するシステムは、LCAの経験がない中小企業の担当者自らが、容易に環境負荷量(廃棄物、温室効果ガス)算出が可能なシステムを構築することとしており、中小企業が本システムを導入することにより、自社製造製品のCO<sub>2</sub>排出量等の環境負荷量を詳細に把握できることから、効率的に環境対策に取り組むことができる。また、県内企業へのシステムの普及は、効率的な温室効果ガス排出量削減が可能となり、施策である低炭素社会の構築へ貢献する。

また、アメリカの大手小売企業がScope3情報を公開しない企業とは取引をしないことを表明するなど、Scope3への対応は非常に重要な課題となっており、海外へ製品を輸出する大手企業は対応の準備を進めているのが現状である。そのため、本システムの構築によりグローバル企業に部品を調達する中小企業が、製品の納入先である国内外の企業の要求に対してCO<sub>2</sub>排出量等の環境負荷量の提供を可能にすることを目的とする。

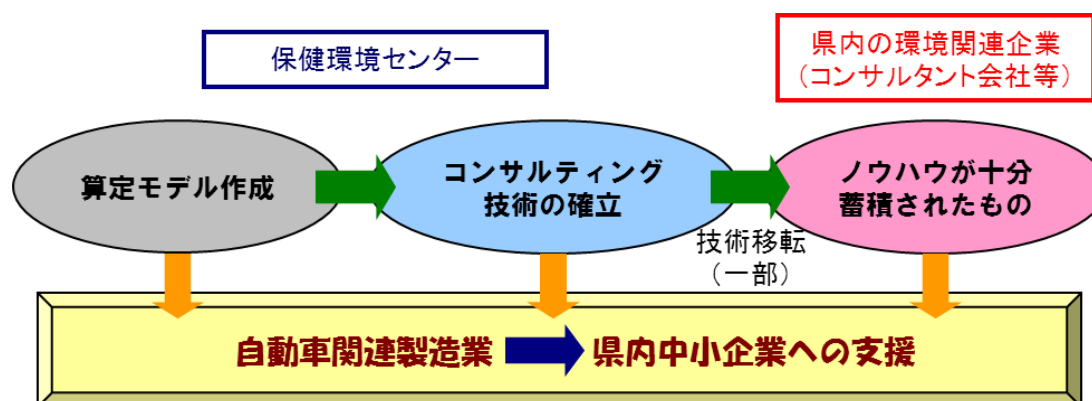


図 2 研究の目的と成果イメージ

### 3. 研究開発の方法

#### (1) 環境負荷低減とコスト削減の両立を実現するLCA導入システムの開発

本県の産業部門において大きな比重を占める自動車製造業を研究対象とし、以下の手順でLCA導入システムの開発を行った。

##### ① ケーススタディの実施

1. LCA実務のない中小企業が簡単に導入できるシステムを作るため、インベントリデータが簡易に算出、整理できるシート(インベントリ整理表、換算シート)を作成し、その入力マニュアルを作成する。
2. LCAの実施に協力可能な企業へ呼びかけ、当センター、県内自動車メーカー及び協力企業の3社で秘密保持契約を締結する。
3. インベントリ整理表及び換算シートを提供し、協力企業に対し温室効果ガス等の算出を依頼する(ケーススタディの実施)。ケーススタディ実施後各企業に聞き取り調査を行い、ユーティリティ等の情報を整理する。

##### ② LCA導入システムの構築

1. 市販のLCAソフトウェアの情報収集を行う。
2. ソフトウェアに搭載する換算係数の選定を行う。その際には、公表データなど最新のデータに更新する方法について検討する。
3. アドバイザリーボード会合内での議論の結果、県内サプライヤの意識調査が必要であると判断したため、LCAやScope3に対する意識やエネルギー管理についてアンケート調査を実施する。アンケートは、自動車メーカーの県内サプライヤ共同組合を経由しe-mailで一括送信した後、回答は当センターが直接回収する。調査期間は3週間とする。

##### ③ 国際規格への対応

国内外の動向調査を行い、LCA導入システムに反映する。

#### ④ ソフトウェアの開発

エクセルVBA(マクロ)により、LCAソフトウェアの枠組みを構築する。再委託先である復建調査設計株式会社と協議し、構成等を確認しながら作成する。

### 4. 結果及び考察

#### (1) 環境負荷低減とコスト削減の両立を実現するLCA導入システムの開発

##### ① ケーススタディの実施

ケーススタディの実施と聞き取りを通じて、以下の知見が得られた。

- 原材料、ユーティリティ、製品、廃棄物の4種のインベントリデータが個別の部署により管理されている場合、各部署の協力が必要である。研究内容を説明する時点から関連部署が参加することにより、LCAの実施がスムーズに進行すると思われる。
- 歩留を把握することで、材料の量を推算することが可能である。
- 案分方法の方針を要求された。各企業へ聞き取りをしながら事例を積み上げる必要性が確認された。マニュアル化できる部分を模索する。
- 1台あたりの環境負荷量を算出する場合、データの精度について留意する必要がある。(部品ごとに積み上げていく方法と、生産台数や売り上げなどから算出する方法がある。)

##### ② LCA導入システムの構築

###### 1. LCAソフトウェアの情報を収集した。

市販ソフトウェアに搭載されている原単位は、3000以上のプロセスデータであるため、加工工程などが詳細に設定されている。そのため、精度の高い値となることが予想される。

開発するソフトウェアは入力従事者にとって負担の少ないソフトウェアであり、導入しやすいことが重要である。計算結果の精度については課題が残るものの、アドバイザリーボード会合での意見の通り、市販ソフトとの差別化や、LCA未実施者及び知識のない者が使用するソフトであることを踏まえると、使いやすさ、使ってみようという意識づけとなる操作の容易なソフトであることが優先課題である。

###### 2. ソフトウェアに搭載する換算係数の選定を行った。

###### (ア) ユーティリティの原単位について

温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度における算定方法に用いられる排出係数を原単位として選定した。

###### (イ) 原材料に関する原単位について

原材料に関する原単位の引用は、独立行政法人国立環境研究所が発行している「グローバルサプライチェーンを考慮した環境負荷原単位」(参考文献)とした。

最終的に原材料の項目を以下の計29部門に新たに統合分類した。「グローバルサプライチェーンを考慮した環境負荷原単位」には403部門ごとに原単位が載せてあるが、29部門に所属する原単位を算術平均して各部門の原単位とした

###### (ウ) 廃棄物の原単位について

原材料と同様に、独立行政法人国立環境研究所が発行している「グローバルサプライチェーンを考慮した環境負荷原単位」(参考文献)を引用することとした。原単位は産業廃棄物部門を採用した。

##### (参考文献)

Keisuke Nansai, Yasushi Kondo, Shigemi Kagawa, Sangwon Suh, Kenichi Nakajima, Rokuta Inaba, and Susumu Tohno (2012), Estimates of Embodied Global Energy and Air-Emission Intensities of Japanese Products for Building a Japanese Input-Output Life Cycle Assessment Database with a Global System Boundary, Environmental Science & Technology, 46(16), 9146-9154.

###### 3. アンケート調査の実施

サプライヤーへLCAやScope3に対する意識やエネルギー管理についてアンケート調査を実施した。

アンケート調査の結果より、本研究で大きく掲げている「ソフトウェアの開発」と「システムの導入」に対して重要性と必要性が確認できた。「ソフトウェアの開発」は、支援方法の1つとして重要視されていること、「シ

システムの導入」としてはコンサルタント的な支援、案分方法の提示が必要とされていることが確認できた。その他、算定後のアピール方法として表彰制度や県 HP への掲載、県もしくは国からの補助金制度の設立は、行政としての支援方法の1つとして大きな課題であると認識できた。

また、本研究では支援対象を「中小企業」としていたが、「大企業」においてもまだLCAやScope3を実施するには障壁があるように感じられた。これはケーススタディを実施した3社においても同様に感じる場所であった。

### ③ 国際規格への対応

#### (ア) 国内の動向調査

LCAやScope3の実施には、ライフサイクル全体のインベントリ情報を整理することが重要であり、そのためには環境部門担当者のみでの対応では不十分である可能性が高い。組織の経営に組み込み、組織的な行動として位置づけることが重要である。また、社内にてインベントリ情報を共有化するなども有効な手段である。中野は、同じ企業内であっても機密情報であるため簡単にはLCA実施者が入手できないことも多くあるため、経営層による積極的な関与の必要性について言及している(参考文献)。

市販ソフトウェアでは加工工程により原材料の原単位は異なるが、一般社団法人日本自動車部品工業会ではあらかじめ原材料に加工工程をひも付した状態の原単位を作成した。この方法により、入力従事者は原材料の加工工程を熟知する必要はなく、また入力間違いが必然的に少なくなると考えられ、LCA初心者にとって容易なシステムであると想像する。本研究におけるケーススタディの実施は3部会1社ずつであるため、原材料の共通性を見いだせていない。今後、部会ごとに共通性を見出し共通の原単位を作成することも必要であるとする。他にも、行政支援の内容として学習会等の開催や認証制度の事業化などが挙げられるが、LCA実施に向け事業者への説明やソフトウェアの課題に対する対策を講じることが優先課題であることが認識できた。

#### (参考文献)

日本LCA学会誌Vol.9 No.4 OCT.2013 「企業におけるライフサイクルアセスメント導入」中野勝行

#### (イ) 国外の動向調査

整合性のない複数の規格が混在しており、またある一つの規格に対しても各国の対応に温度差があるため、注意が必要である。国際規格化の議論もされているが、現状ではいまだまとまっていないため、今後も動向に注視する必要がある。

#### (ウ) 動向調査の結果を踏まえたシステム構築

研究当初でのソフトウェアの役割は、中小企業における部品1個を対象としたLCA実施を支援し、排出ガスの種類とその数量を整理した表を出力することであった。現在はアドバイザーボード会合内での意見を反映し、最終製品を製造していない中小企業においてもScope1,2,3ごとにCO<sub>2</sub>排出量を算出し、グラフ化して提示する機能も加えた。

今後はScope3の一部のカテゴリについて十分な聞き取り調査を行い、ソフトウェアの改良を行う。また、現状では複数の国際規格が混在しており、それらの動向によっては新たな規格に対応したシステム構築も検討を行う必要があると思われる。

### ④ ソフトウェアの開発

エクセルVBA(マクロ)により、LCAソフトウェアの枠組みを構築した。ソフトウェアは4つの入力画面と2つの出力画面から構成されている。換算係数は別シートにまとめて記載してあり調整が可能な仕組みになっているため、換算係数の更新に伴う変更も容易なシステムとなっている。

## 5. 本研究により得られた主な成果

### (1) 科学的意義

高度で専門的な知識が必要であるため、金銭的および人間的に負担が大きく中小企業では実施が困難であったLCAおよびScope3に関して、課題点を整理するとともに簡易に実施するためのソフトウェアを構築した。今後はケーススタディを通じてソフトウェアの改善を図るとともに、中小企業のLCA導入への環境作りを含めたシステムの改善が必要である。

## (2) 環境政策への貢献

本研究により開発したソフトウェア及び導入システムは、企業独自で製品あたりの環境負荷量を算出することを容易に可能にするものである。自社製造製品のCO<sub>2</sub>排出量等の環境負荷量を詳細に把握できることから、効果的かつ具体的に環境対策に取り組み、本県が推進する循環型社会や低炭素社会の構築に貢献する。

本研究開発を通して把握した県内企業の状況をもとに、循環型社会や低炭素社会へ移行するための具体的な提言を行うことができる。内容は次の通り。

- 県内自動車関連サプライヤのCO<sub>2</sub>排出量等の環境負荷量に対する意識は低く、特に中小企業に対して環境に対する知識や関心の向上のための学習会等の開催が必要である。
- 自社製品のCO<sub>2</sub>排出量等の環境負荷量の算出を実施する企業の増加を図るためには、開発したシステムの普及が有効であろう。
- 算出後、社内にて対応する方法を具体化するためのコンサルティング的な支援は循環型社会や低炭素社会の構築に重要である。
- 実践性の高いソフトウェア及び導入システムにするためには、多くの企業による活用とその対価として企業にとって魅力的と考えられる社会へのアピール方法の整備や補助金支援の実施が必要である。
- 輸出の際にLCAやScope3の実施が必要となることから、国からの金銭的な支援の実施は国内企業にとって有用である。

### <行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない

### <行政が活用することが見込まれる成果>

特に記載すべき事項はない

## 6. 研究成果の主な発表状況

### (1) 主な誌上発表

<査読付き論文>

特に記載すべき事項はない

### (2) 主な口頭発表(学会等)

特に記載すべき事項はない

## 7. 研究者略歴

課題代表者: 岡本 拓

愛媛大学大学院農学研究科修士課程修了、農学修士、現在、広島県立総合技術研究所保健環境センター環境研究部部長

研究分担者

#### 1) 砂田 和博

東京大学工学部卒業、現在、広島県立総合技術研究所保健環境センター環境研究部研究員

#### 2) 井原 紗弥香

佐賀大学農学部卒業、現在、広島県立総合技術研究所保健環境センター環境研究部副主任研究員

#### 3) 花岡 雄哉

東京大学大学院工学系研究科修了、工学博士、現在、広島県立総合技術研究所保健環境センター環境研究部研究員

## 1-1301 環境負荷低減とコスト削減の両立を実現するLCA導入システムの開発 (1) 環境負荷低減とコスト削減の両立を実現するLCA導入システムの開発

広島県立総合技術研究所

保健環境センター 環境研究部

岡本 拓

平成25年度予算額：3,676千円

予算額は、間接経費を含む。

### [要旨]

低炭素社会の構築に向けて、広島県は平成23年度～32年度までの新たな削減目標達成に向けた取り組みを始めている。平成19年度の県内のCO<sub>2</sub>排出量は産業部門が71.4%を占めており、全国の46.5%と比較すると産業部門からの排出量の割合が高い点が特徴である。そのため、産業部門のCO<sub>2</sub>排出量を削減することが、県全体の排出量削減対策として大変有効である。今後は中小企業にもLCAの実施が求められるが、現在の市販ソフトウェアを用いて初心者が独力で実施することは難しく、費用及び人的な負担が少ないシステムの開発が求められている。本研究では、企業独自で製品あたりの環境負荷量を算出することを容易に可能にするシステムの開発を目指し、県内企業がLCAを実施する際の課題を調査し整理するとともに、簡易に計算できるソフトウェアの枠組みを構築した。

自動車関連企業3社を対象として、必要な情報整理用に作成した計算シートを使用し、ケーススタディを実施した。ケーススタディ後、LCAを実施する際の課題点を整理した。原材料、ユーティリティ、製品、廃棄物の4種のインベントリデータが個別の部署により管理されている場合は、関連部署がプロジェクト開始時から参加することで、LCAがスムーズに実施されることがわかった。

広島県内の自動車関連企業64社にLCAに関するアンケート調査を実施し、そのうちの24社から回答を得た。LCAやScope3に対する認知度と、従業員数や年商といった企業の規模との関連は無かった。また、簡易なLCAソフトウェアとコンサルティングが必要とされていることと、表彰制度や自治体のホームページへの掲載や金銭的支援が行政に対して求められていることが分かった。

アンケート結果と計算シートを元に初心者向けの簡易なLCAソフトウェアを構築した。今後はケーススタディを通じてソフトウェアの改善を図るとともに、中小企業のLCA導入への環境作りを含めたシステムの改善が必要である。

### [キーワード]

LCA、導入、Scope3、地球温暖化、温室効果ガス、中小企業

## 1. はじめに

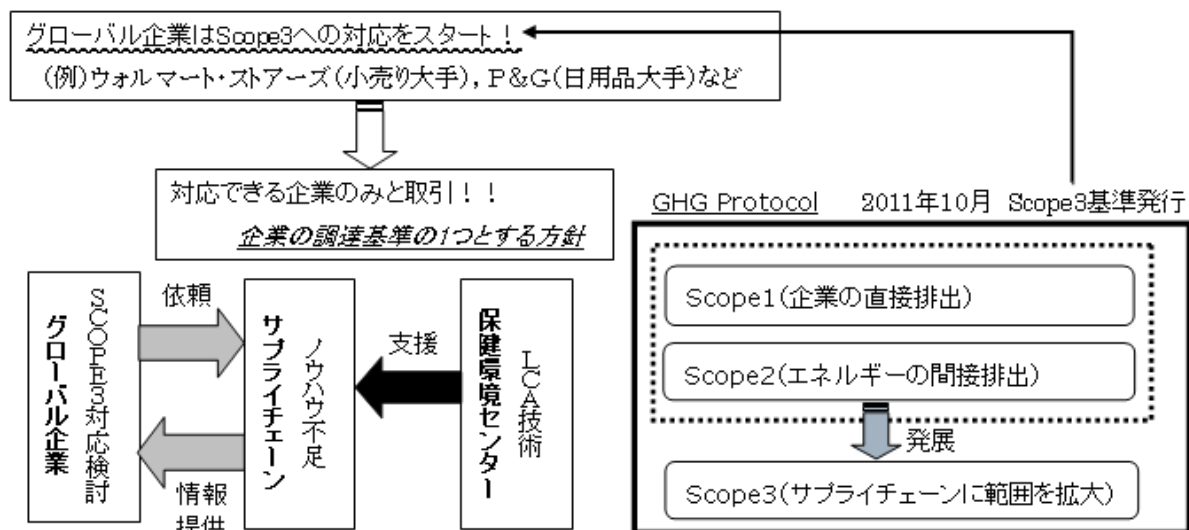


図 1 研究の背景

本県では低炭素社会の構築に向けて、平成23年度～32年度までの新たな削減目標達成に向けた取り組み「広島県地球温暖化防止地域計画」を始めている。平成19年度の県内のCO<sub>2</sub>排出量を部門別にみると、産業部門が71.4%を占めており、全国の46.5%と比較すると産業部門からの排出量の割合が高いのが特徴となっている。したがって、産業部門の二酸化炭素排出量を削減することができれば、県全体の排出量削減対策として大変有効であると考えられる。

一方、環境影響の「見える化」の一環として、環境負荷を定量的に評価するLCAが注目されているが、企業の直接排出やエネルギーの間接排出だけでなくサプライチェーンにまで範囲を拡大したScope3という国際規格が平成23年10月に発行され、グローバル企業を中心に既に対応を始めている。中小企業においても製品の納入先である国内外の企業の要求により対応せざるを得ない状況が予想される。しかし、中小企業の担当者はLCAの経験がないと考えられ、市販ソフトを用いて環境負荷量を独力で算出することは難しいと想定でき、費用及び人的な負担が少ないシステムの開発が求められている。

## 2. 研究開発目的

本県が推進する循環型社会や低炭素社会の構築には、環境負荷低減目標を具体的に設定し、実際に行動に移すことが必要であり、そのため各企業が製品それぞれの環境負荷量を把握することが重要と考えている。そこで本県では、企業独自で製品あたりの環境負荷量を算出すること（LCA～ライフサイクルアセスメント～の実施）を容易に可能にするシステムの開発を目指すこととした。製品の製造工程におけるCO<sub>2</sub>排出量等の環境負荷量を把握することで、企業において環境目標とその活動内容を具体化でき、環境を意識した製品づくりが可能になる。このような環境に対する企業努力が、エネルギー消費量の削減につながり、最終的には製品価値や企業価値の向上につながると考える。つまり、今回開発するシステムは、LCAの経験がない中小企業の担当者自らが、容易に環境負荷量（廃棄物、温室効果ガス）算出が可能なシステムを構築することとしており、中小企業が本システムを導入することにより、自社製造製品のCO<sub>2</sub>排出量等の環境負荷量を詳細に把握できることから、効率的に環境対策に取り組むことができる。また、県内企業へのシ



システムの普及は、効率的な温室効果ガス排出量削減が可能となり、施策である低炭素社会の構築へ貢献する。

また、アメリカの大手小売企業がScope3情報を公開しない企業とは取引をしないことを表明するなど、Scope3への対応は非常に重要な課題となっており、海外へ製品を輸出する大手企業は対応の準備を進めているのが現状である。そのため、本システムの構築によりグローバル企業に部品を調達する中小企業が、製品の納入先である国内外の企業の要求に対してCO<sub>2</sub>排出量等の環境負荷量の提供を可能にすることを旨とする。

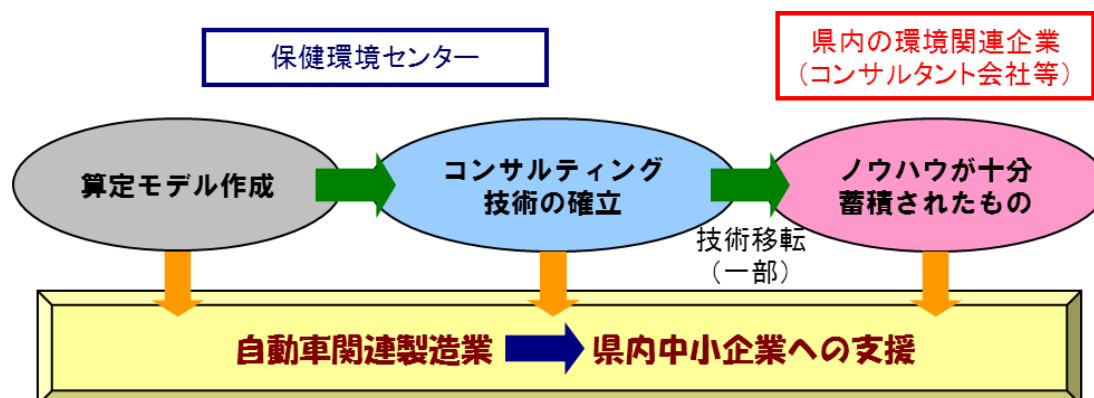


図 2 研究の目的と成果イメージ

### 3. 研究開発方法

#### (1) 環境負荷低減とコスト削減の両立を実現するLCA導入システムの開発

本県の産業部門において大きな比重を占める自動車製造業を研究対象とし、以下の手順でLCA導入システムの開発を行った。

##### 1) ケーススタディの実施

- a. LCA 実務のない中小企業が簡単に導入できるシステムを作るため、インベントリデータが簡単に算出、整理できるシート（インベントリ整理表、換算シート）を作成し、その入力マニュアルを作成する。
- b. LCA の実施に協力可能な企業へ呼びかけ、当センター、県内自動車メーカー及び協力企業の3社で秘密保持契約を締結する。
- c. インベントリ整理表及び換算シートを提供し、協力企業に対し温室効果ガス等の算出を依頼する（ケーススタディの実施）。ケーススタディ実施後各企業に聞き取り調査を行い、ユーティリティ等の情報を整理する。

##### 2) LCA 導入システムの構築

- a. 市販のLCAソフトウェアの情報収集を行う。
- b. ソフトウェアに搭載する換算係数の選定を行う。その際には、公表データなど最新のデータに更新する方法について検討する。
- c. アドバイザリーボード会合内での議論の結果、県内サプライヤの意識調査が必要であると判断



したため、LCA や Scope3 に対する意識やエネルギー管理についてアンケート調査を実施する。アンケートは、自動車メーカーの県内サプライヤ共同組合を經由し e-mail で一括送信した後、回答は当センターが直接回収する。調査期間は 3 週間とする。

### 3) 国際規格への対応

国内外の動向調査を行い、LCA 導入システムに反映する。

### 4) ソフトウェアの開発

エクセルVBA（マクロ）により、LCAソフトウェアの枠組みを構築する。再委託先である復建調査設計株式会社と協議し、構成等を確認しながら作成する。

## 4. 結果及び考察

### (1) 環境負荷低減とコスト削減の両立を実現するLCA導入システムの開発

#### 1) ケーススタディの実施

- a. LCA 実務のない中小企業が簡単に導入できるシステムを作るため、インベントリデータが簡易に算出、整理できるシート（インベントリ整理表、換算シート）を作成し、その入力マニュアルを作成した。
  - i. 自動車メーカーから各サプライヤに「工程別調査票」が配られていた。工程別調査票は、原材料、ユーティリティ、廃棄物及び製品について記載する様式となっている。これを基にユーティリティの部分について、関数を埋めた換算シート（図(1)-1）をエクセルにて作成した。換算係数については自動車メーカーが使用しているデータベースより引用したもののほか、温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度における算定方法に用いられる排出係数を準備し、選択できるようにした。
  - ii. 換算シートには使用したエネルギーを工程ごとに入力することになるため、下流の自動車メーカーへの情報流出による損害を考慮し、インベントリ整理表（図(1)-2）をエクセルにて作成した。機能単位の設定は各社で異なると想定し、製品 1 個（ここでは型番を示す言葉とする）もしくは、自動車メーカーへ納品する部品の集合体であっても使用できるものとした。
  - iii. 上記換算シートに入力するためのマニュアルを作成した。サプライヤ毎に異なる環境管理簿の情報から、換算シートに入力するための具体的な手続きについて、スクリーンショットを交えたわかりやすいマニュアルへのカスタマイズもあわせて実施した。

このシートは工場のユーティリティから製品製造に伴って排出される環境負荷量を算出するものです（1製品を複数工場で製造することを想定しています）。

部品名（部品番号） *(〇〇車種の××部品)*

**入力項目①(年間総エネルギーの入力)**

ユーティリティ 該当する製品を製造している工場のデータを入力(黄色部分)してください。

入力データ: 年 月 ~ 年 月 分を使用

工場名	電力 kwh/年	ガソリン L/年	灯油 L/年	軽油 L/年	A重油 L/年	C重油 L/年	LPG kg/年	都市ガス m3/年	石炭 kg/年	コークス kg/年	蒸気(vlp) MJ/年	蒸気(vlp) kg/年	エア(0.4MP) m3/年	水(工業用水) kg/年
工場A														
工場B														
工場C														
工場D														
工場E														

**入力項目②**

配分情報: 1工場で複数製品を製造している場合にデータを入力(黄色部分)してください。ピンク色及び赤色部分は自動的に入力されます。

各工場における年間生産量の入力。

1部品あたりに使用する素材の数を「必要数」に入力。

工場名	総生産量	単位	必要数	単位	比率
工場A				/1部品	0
工場B				/1部品	0
工場C				/1部品	0
工場D				/1部品	0
工場E				/1部品	0

**項目①②より算出した1部品あたりのユーティリティの結果**

工場名	電力 kwh	ガソリン L	灯油 L	軽油 L	A重油 L	C重油 L	LPG kg	都市ガス m3	石炭 kg	コークス kg	蒸気(vlp) MJ	蒸気(vlp) kg	エア(0.4MP) m3	水(工業用水) kg
工場A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
工場B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
工場C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
工場D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
工場E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

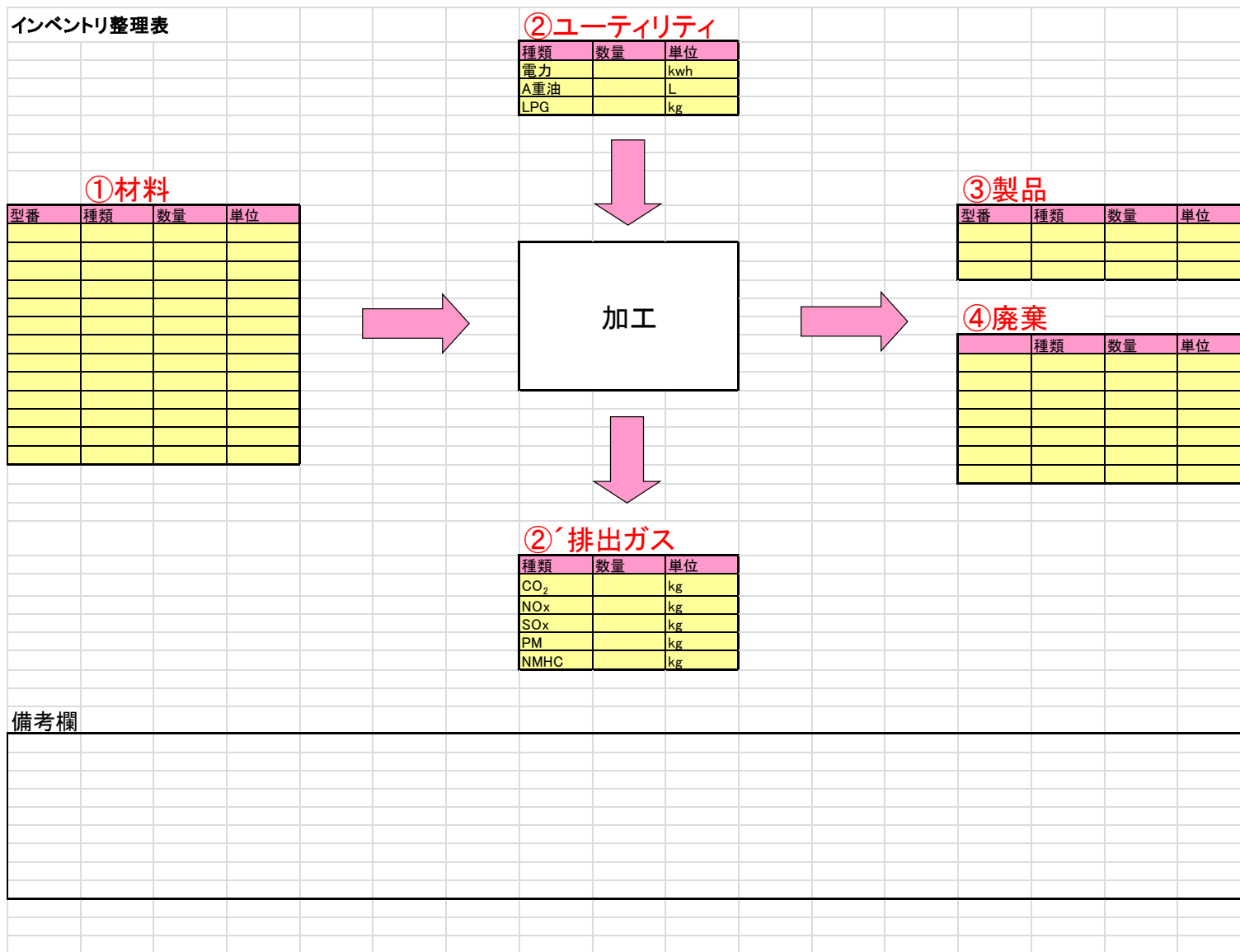
**結果(1部品あたりの環境負荷量)**

自動で計算されます

工場名	CO <sub>2</sub> kg	NO <sub>x</sub> kg	SO <sub>x</sub> kg	PM kg	NMHC kg
工場A	0	0	0	0	0
工場B	0	0	0	0	0
工場C	0	0	0	0	0
工場D	0	0	0	0	0
工場E	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	0	0

換算係数( )を使用

図(1)-1 換算シート



図(1)-2 インベントリ整理表

b. LCAの実施に協力可能な企業へ呼びかけ、当センターと県内自動車メーカー及び協力企業3社ごとに3社間秘密保持契約を締結した。

自動車メーカーのサプライヤから構成される共同組合では、製品や設備の違いによって「パワートレイン関係」、「ボディ関係」及び「内装・外装関係」の3つの専門部会に分けている。契約に至るまでに、共同組合に各部会から1社ずつ推薦をもらい、(A社、B社及びC社) 研究目的及び背景について説明した。

c. 企業にインベントリ整理表及び換算シートを使用してもらい、実際に温室効果ガス等の算出の試行を依頼した。(ケーススタディの実施)。

- i. 秘密保持契約を締結後、再び各社へ訪問し、再度研究目的及び背景を環境部門担当者へ直接説明した。
- ii. 試行後送付してもらい、使用の感想を聞き取りした。打ち合わせ内容は表(1)-1のとおり。
- iii. 3社の特徴と課題について整理した。(表(1)-2) (表(1)-3)

表(1)-1 サプライヤとの打ち合わせ内容

A社 (ボディ) 1回目	換算シートへの入力依頼。 A社独自の管理表からカスタマイズした入力手順マニュアルの提案。 インベントリ整理表の入力を依頼。 意見：車1台分の部品情報全てまとめた形で算出する。 インベントリ整理表に型番記入ではなく、素材ごとに記入できれば良い。
A社 2回目	ケーススタディの実施状況：データ管理が別の部署であり、本来の業務量も増えていることから、作業が滞っている。 所感：車1台分全体の情報を記入することに起因すると推測される。 原材料のLCA算出のため上流サプライヤの紹介依頼。 意見：直接コストに関わり、難しい。仕入れ先も固定していない。
B社(内装) 1回目	換算シートへの入力依頼。 B社独自の管理表からカスタマイズしたマニュアルの提案。 意見：間接部分の取扱い、案分方法、換算係数の取扱い方法について助言を求める。 回答：自動車メーカーからは方法が確認できれば良いとのこと。
B社 2回目	ケーススタディの実施状況：問題なく実施できた。 意見：案分方法の提案、事務所のデータの取扱い方法の指針を明確にしてもらいたい。品番毎に整理する方が良い。 1台分すべてを一つの換算シートに入力することは、統合という余計な手間がかかり面倒な上ミスの原因となる。
C社(パワー トレイン) 1回目	換算シートへの入力依頼。
C社 2回目	ケーススタディの実施状況：総売上金額で消費エネルギーを案分し算出。 意見：換算シートを使用せずに算出。 所感：1原料から多種多様な部品製造工場であると推測する。

表(1)-2 サプライヤ3社の特徴

	A社	B社	C社
製品	ボディ	内装	パワートレイン
シート使用感	未使用 (案分も未実施)	<ul style="list-style-type: none"> <li>一括管理部分は未入力</li> <li>空調、照明等をエネルギー比率で案分してはどうか</li> <li>廃棄物処理方法の選択欄がほしい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>案分：シート未使用</li> <li>インベントリ整理表に記入中</li> </ul>
案分方法	自動車1台あたり (提案)	1部品あたり	自動車1台あたり
	生産台数	押出：長さ 仕上げ：本数	金額
案分方法の選択理由			品番による算出は困難 (部品数が多く、種類毎に製造工程が大きく異なるため)
対応者の部局	総務部—人事課	品質保証本部—環境安全部	生産本部、HPS推進室
情報管理	材料	購買部 (重量管理)	各工場(社外秘) (歩留から推算)
	ユーティリティ	製造部 (各工場)	社内LANにて共有化
	製品	第一営業部 (台数)、購買部 (製品重量)	原価管理を行う部署に聞き取り
	廃棄物		各工場 (品番ごとに歩留管理) 社内LANにて共有化
企業内での情報のやり取り	対応者の聞き取り	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報の共有化</li> <li>対応者の聞き取り</li> </ul>	

表(1)-3 サプライヤの課題

		A社	B社	C社
シート 入力項目に ついて	課題	他部署へ聞き取り内容を基に、シートに合わせ再入力	・一括管理情報の案分方法 ・工場内の空調、照明等の扱い	
	対応策	企業独自で管理するシートとの連動	・案分方法や空調等の取扱い方針 ・廃棄物処理方法の入力欄の追加	
会社体制について		一部工場にてユーティリティ未管理		

(※C社は金額案分で計算したため、シート使用の必要性が無かった)

ケーススタディの実施と聞き取りを通じて、以下の知見が得られた。

- 原材料、ユーティリティ、製品、廃棄物の4種のインベントリデータが個別の部署により管理されている場合、各部署の協力が必要である。研究内容を説明する時点から関連部署が参加することにより、LCAの実施がスムーズに進行すると思われる。
- 歩留を把握することで、材料の量を推算することが可能である。
- 案分方法の方針を要求された。各企業へ聞き取りをしながら事例を積み上げる必要性が確認された。マニュアル化できる部分を模索する。
- 1台あたりの環境負荷量を算出する場合、データの精度について留意する必要がある。(部品ごとに積み上げていく方法と、生産台数や売り上げなどから算出する方法がある。)

## 2) LCA 導入システムの構築

### a. LCA ソフトウェアの情報を収集した。

市販ソフトウェアに搭載されている原単位は、3000以上のプロセスデータであるため、加工工程などが詳細に設定されている。そのため、精度の高い値となることが予想される。

ケーススタディの結果と市販ソフトの特徴を考慮すると、入力従事者にとって原材料名を選択し、詳細な工程を把握することは容易でない可能性が想定される。また、市販ソフトは講習会等を行い使用方法について極めて細かいサポートを実施しているが、講習会は地方では行われることが少なく、導入から使用するに至るまでにも課題がある。そのため、市販ソフトを購入しても機能を十分に使いこなすことができるとは言い難い。

従って、開発するソフトウェアは入力従事者にとって負担の少ないソフトウェアであり、導入しやすいことが重要である。計算結果の精度については課題が残るものの、アドバイザリーボード会合での意見の通り、市販ソフトとの差別化や、LCA未実施者及び知識のない者が使用するソフトであることを踏まえると、使いやすさ、使ってみようという意識づけとなる操作の容易なソフトであることが優先課題である。

### b. ソフトウェアに搭載する換算係数の選定を行った。

#### i. ユーティリティの原単位について

温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度における算定方法に用いられる排出係数を原単位として選定した。

ii. 原材料に関する原単位について

原材料に関する原単位の引用は、独立行政法人国立環境研究所が発行している「グローバルサプライチェーンを考慮した環境負荷原単位<sup>1)</sup>」とした。これは、対象年は2005年であり、購入者価格ベースでの原単位が記載されている。部門数は、日本の国産品403部門であり、統合大分類34部門、統集中分類108部門及び統合小分類190部門に統合されている。環境負荷の種類は、エネルギー消費、温室効果ガス排出量（CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, PFCS, HFCS, SF<sub>6</sub>）、大気汚染物質（NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>）の記載がある。

使用時の簡便さを考慮し、統合大分類である34部門の統合方法を採用することとした。しかし、業種が異なるにも関わらず同じ部門に属する原材料を使用することになることが想定される物質については、統集中分類または統合小分類の統合方法を採用することとした。統合大分類（34部門）の「非鉄金属」を例に挙げると、ここに属する物質については403部門を採用し、1部門ずつ「銅」、「鉛・亜鉛（含再生）」、「アルミニウム（含再生）」、「その他の非鉄金属地金」として新たな統合大分類（29部門）を構成した（表(1)-4）。また、統合大分類（34部門）のうち「公務」、「教育・研究」、「医療・保健・社会保障・介護」、「対事業所サービス」等の計20部門については、原材料として項目が上がらないことから採用しなかった。

最終的に原材料の項目を以下の計29部門に新たに統合分類した。「グローバルサプライチェーンを考慮した環境負荷原単位」には403部門ごとに原単位が載せてあるが、29部門に所属する原単位を算術平均して各部門の原単位とした（表(1)-5）。

表(1)-4 産業連関表における部門の統合・整理

403部門	統合小分類 (190部門)	統集中分類 (108部門)	統合大分類 (34部門)	新たな統合大分類 (29部門)
銅	非鉄金属製錬・精製	非鉄金属製錬・精製	非鉄金属	銅
鉛・亜鉛 (含再生)				鉛・亜鉛 (含再生)
アルミニウム (含再生)				アルミニウム (含再生)
その他の非鉄 金属地金				その他の非鉄 金属地金
非鉄金属屑				削除



表(1)-5 整理後 29 部門の原単位表

	原材料		単位
1	農林水産物	5.50.E+00	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
2	飲食料品	4.24.E+00	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
3	鉱物	5.65.E+00	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
4	石油	7.13.E+00	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
5	石炭	1.95.E+01	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
6	鉄	1.95.E+01	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
7	銅	9.50.E+00	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
8	鉛・亜鉛	8.77.E+00	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
9	アルミニウム	6.41.E+00	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
10	その他の非鉄金属	7.45.E+00	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
11	繊維製品	4.74.E+00	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
12	パルプ・紙・木製品	5.21.E+00	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
13	合成ゴム	1.59.E+01	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
14	合成樹脂	7.26.E+00	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
15	化学繊維	1.07.E+01	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
16	塗料・印刷インキ	4.94.E+00	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
17	化学肥料	1.31.E+01	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
18	無機化学製品	1.14.E+01	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
19	有機化学製品	1.03.E+01	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
20	プラスチック製品	4.00.E+00	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
21	ゴム製品	4.04.E+00	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
22	革・毛皮製品	3.56.E+00	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
23	ガラス製品	6.11.E+00	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
24	セメント製品	4.29.E+01	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
25	陶磁器	5.78.E+00	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
26	金属製品	5.65.E+00	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
27	情報・通信機器	3.01.E+00	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
28	電子部品	4.84.E+00	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円
29	精密機械	2.74.E+00	t-CO <sub>2</sub> eq/百万円

「グローバルサプライチェーンを考慮した環境負荷原単位<sup>1)</sup>」は、2005年度の産業連関表に基づき作成されていることから、更新に伴い公表データを書き換えることが可能なソフトウェアの構成となる。

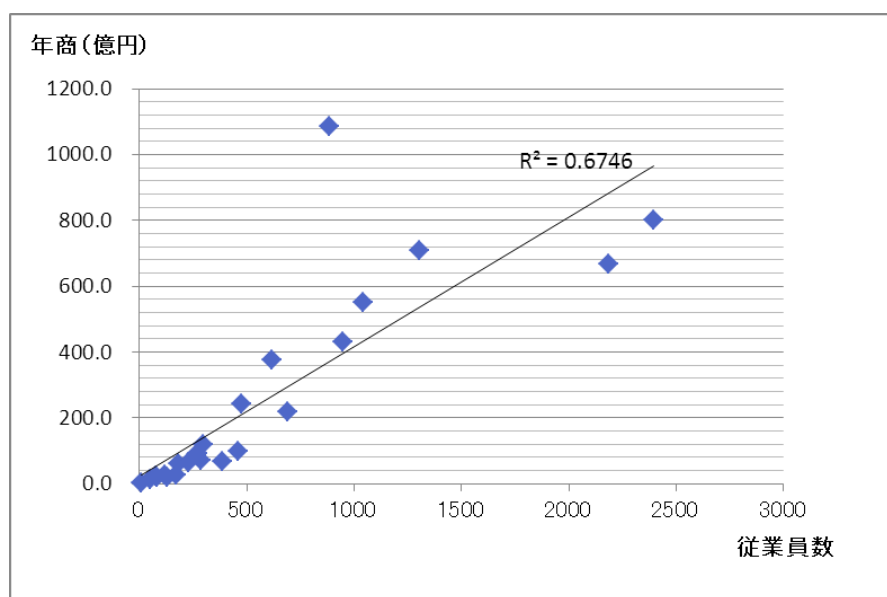
### iii. 廃棄物の原単位について

原材料と同様に、独立行政法人国立環境研究所が発行している「グローバルサプライチェーンを考慮した環境負荷原単位<sup>1)</sup>」を引用することとした。原単位は産業廃棄物部門を採用した。

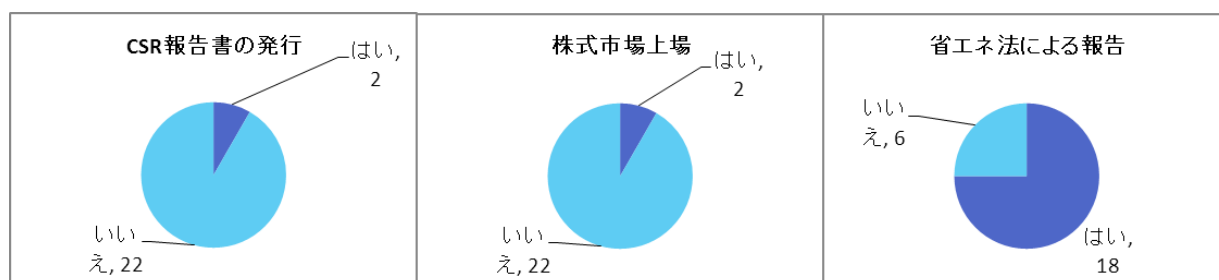
### c. アンケート調査の実施

サプライヤーへ LCA や Scope3 に対する意識やエネルギー管理についてアンケート調査を実施した。回答のあった企業数は 24 社であり、回答率は 38%であった。24 社の情報として、年商、従業員数、CSR 報告書の発行の有無、株式市場上場の有無及び省エネ法に定められている温室効果ガスの報告の有無を調査した。年商と従業員数は相関が見られた（図(1)-3）。24 社のうち CSR 報告書の発行や株式市場への上場は 2 社ずつ

であった。省エネ法に定める温室効果ガスの報告は 18 社が対象となっていた（図(1)-4）。



図(1)-3 従業員数と年商



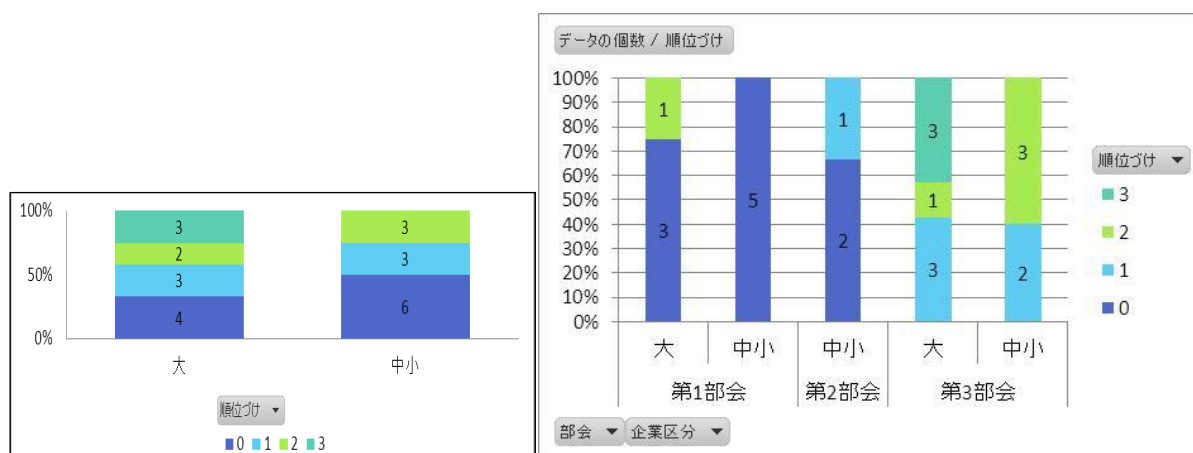
図(1)-4 回答企業の情報

24社を中小企業基本法に基づき従業員数が300人以下を「中小企業」とし、それより多い従業員数の企業を「大企業」とした。回答のあった企業にこの区分を当てはめると、「中小企業」が13社及び「大企業」が11社であった。また、サプライヤの協同組合内で利用されている区分法を用いて3部会に分けた。第1部会はパワートレイン関係、第2部会はボディ関係、第3部会は内装・外装関係の部品製造企業である。回答を得た24社の内訳は、第1部会は9社、第2部会は3社、第3部会は12社であった。

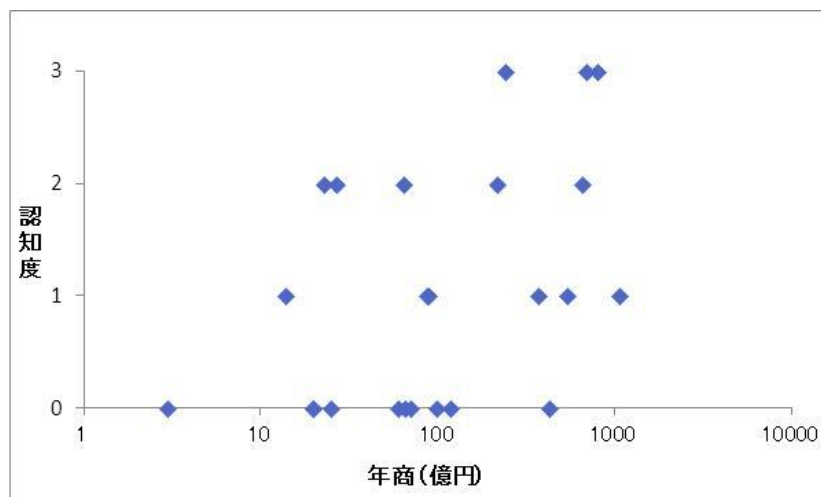
アンケート結果から、LCA や Scope3 を初めて聞いたと答えた企業は 10 社、聞いたことがあるという企業を合わせると 6 割を超えた（表(1)- 6）。LCA や Scope3 についての認知度について 4 つに区分し、企業区分及び部会区分により比較した（図(1)- 5）。企業区分による比較では、「大企業」でも LCA や Scope3 についての認識は十分でないと言え、「中小企業」で LCA や Scope3 を実施していると回答した企業はなかった。部会区分による比較では、第 1, 第 2 部会よりも第 3 部会において認知度が高い傾向にあった。また、年商との関係を見てみると「今回初めて聞いた」のレベルは、年商が少ない企業に集中している（図(1)- 6）。

表(1)- 6 LCA,Scope3 認知度まとめ

認知度の内容	認知度 順位づけ	回答企業数 (%)
LCA もしくは Scope3 を実施	3	3 社 (12.5%)
LCA もしくは Scope3 を知っていた	2	5 社 (20.8%)
LCA もしくは Scope3 を聞いたことがある	1	6 社 (25%)
今回初めて聞いた	0	10 社 (41.7%)

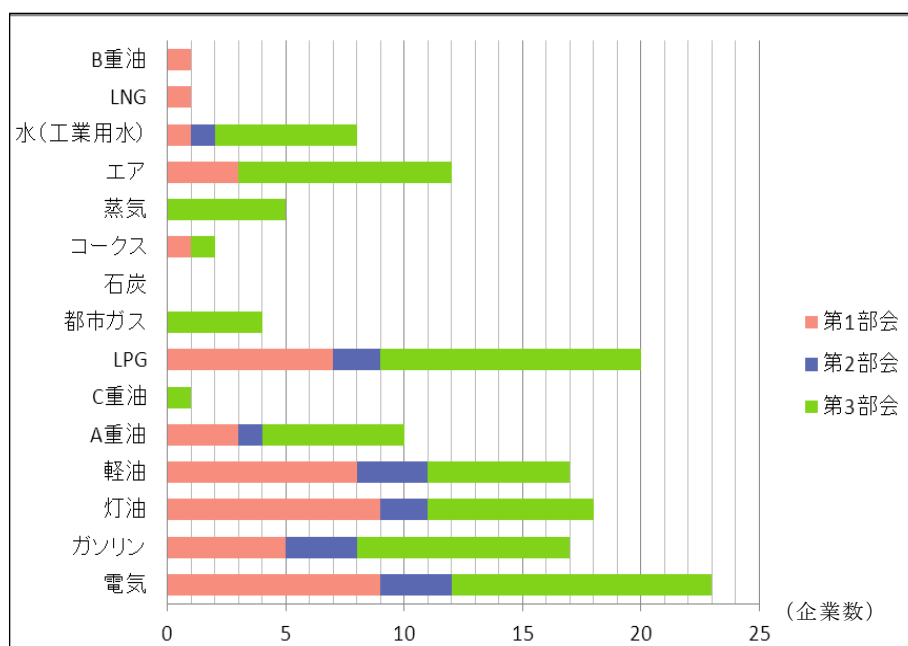


図(1)- 5 LCA,Scope3 認知度まとめ（企業規模別）



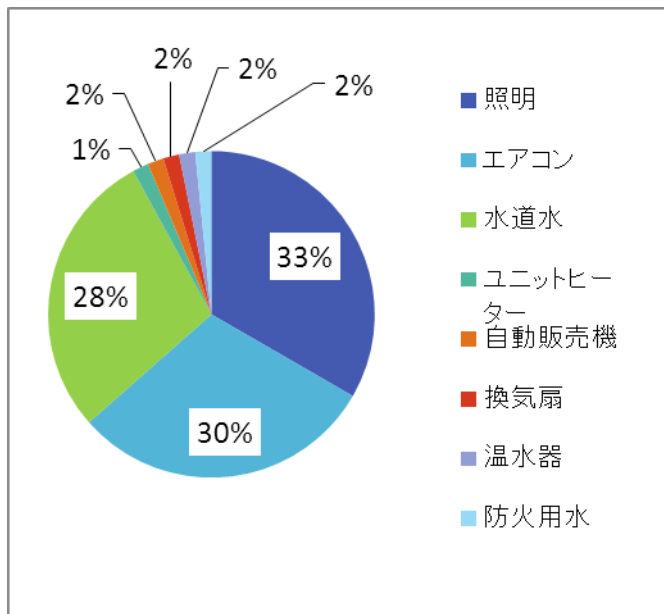
図(1)- 6 LCA,Scope3 認知度まとめ (年商別)

次に、企業が使用しているエネルギーの種類について質問した結果を図(1)-7に示す。部会による傾向は認められず、エネルギーの種類は多種であった。

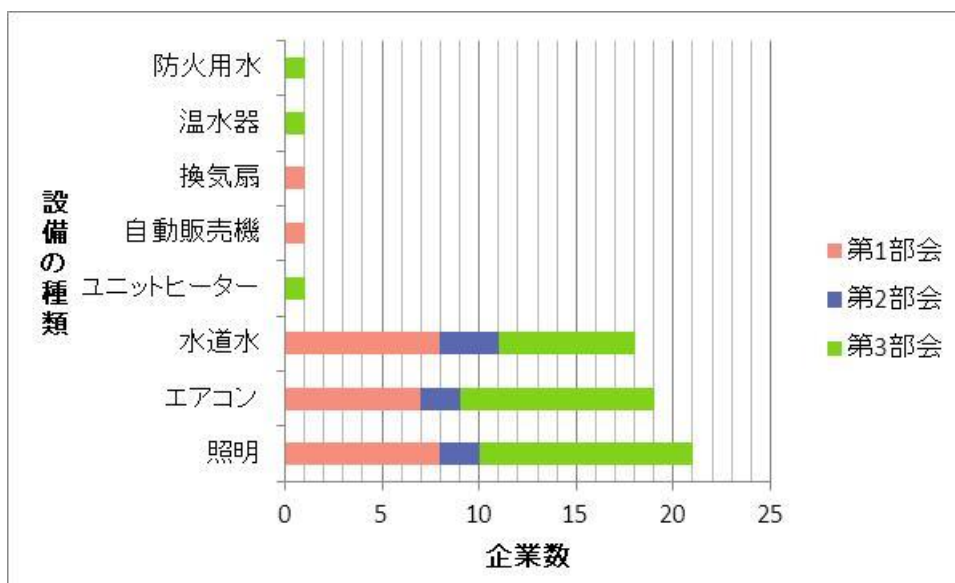


図(1)- 7 使用エネルギーまとめ

工場内で製品製造に関わらない設備を持っている企業は、回答のあったすべての企業 24 社であった。その種類は照明、エアコン及び水道水を合わせて 94%を占めた (図(1)- 8) (図(1)- 9) が、個別管理は 24 社のうち 1/4 から 1/3 の企業の実施に留まった (表(1)- 7) 。企業区分及び認知度と製品製造に関わらない設備の個別管理には関係性は見られなかった。そのため、企業の大きさや部会に関わらず、照明、エアコン及び水道水について案分方法の提示が必須であることが確認された。



図(1)- 8 製品製造に関わらない設備まとめ



図(1)- 9 製品製造に関わらない設備まとめ (部会別)

表(1)- 7 製品製造に関わらない設備とデータの個別管理の関連性

工場内で製品製造に関わらない設備の種類と使用している企業数	内個別管理をしている企業数
照明	5 (23.8%)
エアコン	5 (26.3%)
水道水	6 (33.3%)

ユニットヒーター	1	0 (0%)
自動販売機	1	0 (0%)
換気扇	1	1 (100%)
温水器	1	1 (100%)
防火用水	1	0 (0%)

次に、CO<sub>2</sub>排出量算定への取組状況とその算定した数値の活用方法について調査した。(表(1)-8) (図(1)-10) (図(1)-11)

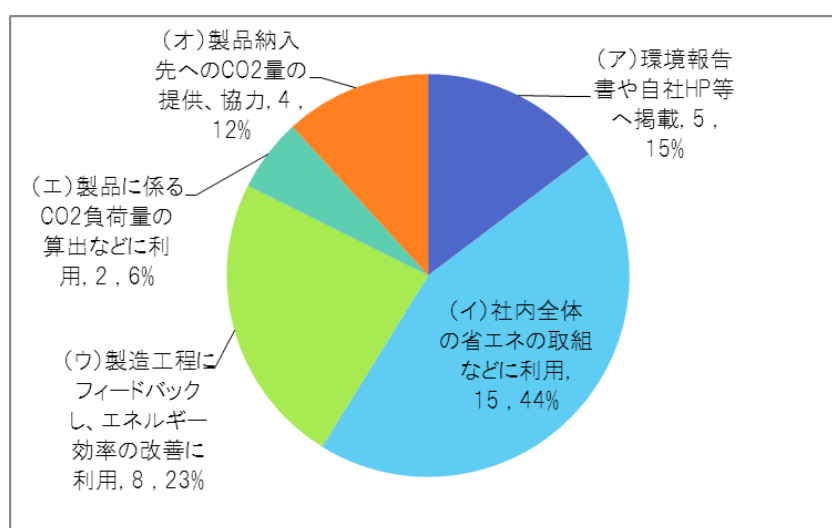
省エネ法に定める排出量の報告もしくはCO<sub>2</sub>排出量算定を利用している企業は、利用していない企業5社と無回答の1社を除く18社であった。

エネルギー消費量やCO<sub>2</sub>排出量算定を行っている企業に対し、結果の活用方法について調査したところ、78%の企業が社内全体の(エアコン、照明等を含む)省エネの取組等に活用しているという結果が得られた。このうち、(イ)「社内全体の省エネの取組などに利用」及び(ウ)「製造工程にフィードバックし、エネルギー効率の改善に利用」が最も多く、利益に直結することへの利用は認められるが、製品1個あたりの環境負荷量を考えた取組や、社外へのアピール目的での利用には至っていないことが分かった。

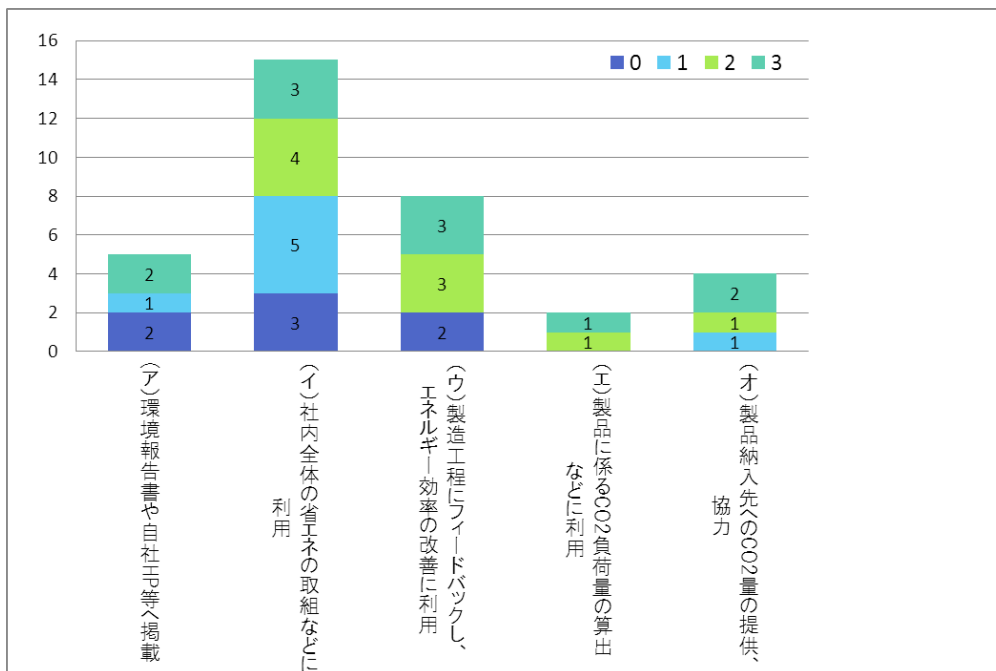
一方、認知度が低くても(エ)「製品に係るCO<sub>2</sub>負荷量の算出に利用」や(オ)「製品納入先へのCO<sub>2</sub>量の提供、協力」に取組んでいる企業もあることが分かった。特に(オ)については、納入先から指定されたフォーマット等があり、それに従った報告をしていると思われる。そのため特に知識がなくても取組むことができていると推測する。

表(1)-8 省エネ法に定める排出量の報告もしくはCO<sub>2</sub>量を算出した数値の利用の有無

	利用している	利用していない	無回答	計
計	18	5	1	24

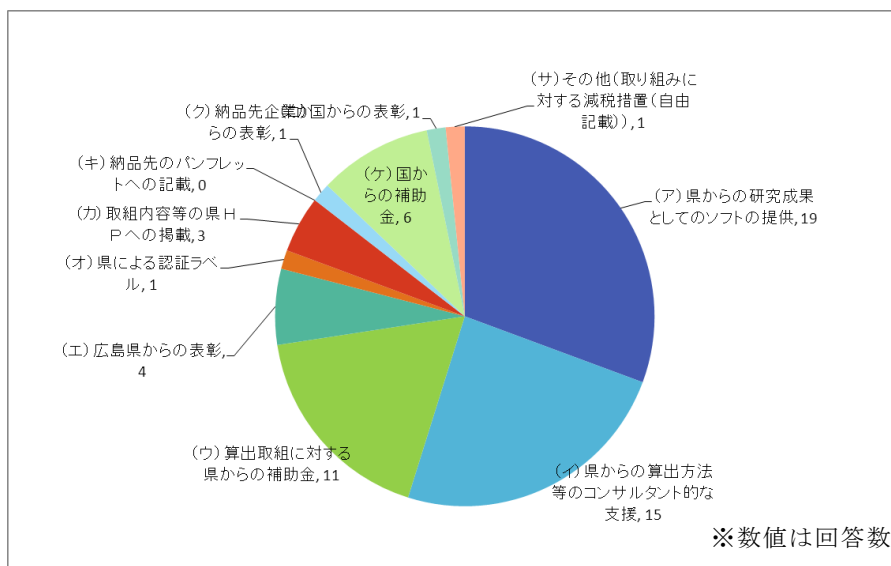


図(1)-10 CO<sub>2</sub>排出量等の環境負荷情報の活用方法



図(1)- 11 CO<sub>2</sub> 排出量等の環境負荷情報の活用方法

次に、LCA や Scope3 の実施依頼が来た際にあれば良いと思う制度について複数回答にて調査した結果を図(1)- 12 に示す。



図(1)- 12 サプライヤが LCA 実施の際に望む制度

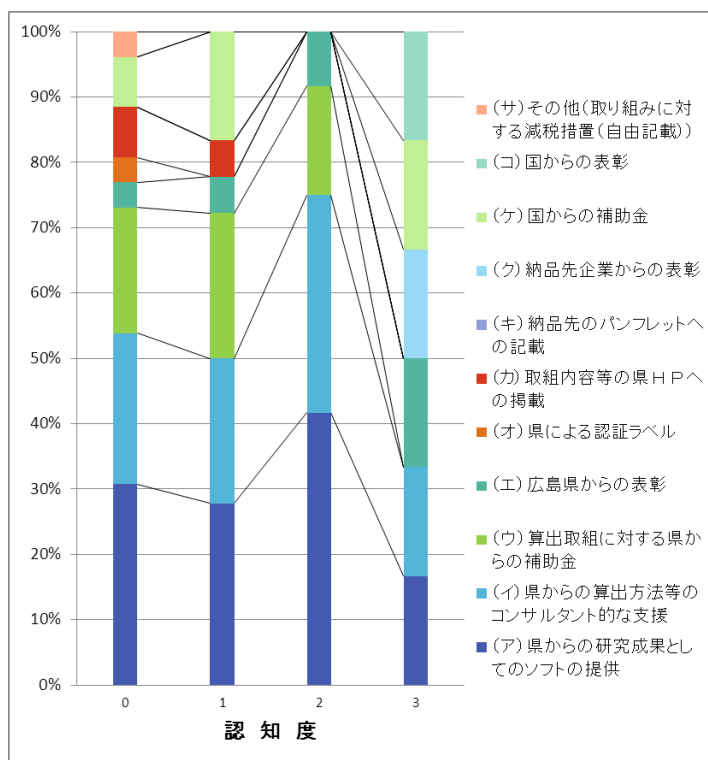
24 社からの回答では、広島県からの研究成果としてのソフトの提供、広島県からのコンサルタント的な支援といった、実施体制に係る支援の要望が全体の半数を超える結果であった。また、補助金等の経済的支援については、合わせて 30% を占めた。

企業区分でみると、大企業は表彰や県 HP への掲載という広報的な要望があることが特徴的であ



る。算定したエネルギー消費量や CO<sub>2</sub> 排出量の利用が社内での取組に留まっていることも理由の 1 つと考えられる。

LCA や Scope3 の認知度によって区分すると（図(1)- 13）、認知度が「初めて聞いた」「LCA もしくは Scope3 を聞いたことがある」のレベルでは多岐にわたる要望が見られるが、認知度が「LCA もしくは Scope3 を知っていた」「LCA もしくは Scope3 を実施している」のレベルでは、実施する際の支援に集中している。さらに、LCA もしくは Scope3 を実施している企業からは表彰や国からの支援を求めている声がある。製品を海外に輸出する際には LCA や Scope3 を実施することが将来的に求められるであろうことから、国内を上げての取組が必要という認識であることが伺える。



図(1)- 13 LCA,Scope3 に対する認知度と、実施の際に求める支援の相関

アンケート調査の結果より、本研究で大きく掲げている「ソフトウェアの開発」と「システムの導入」に対して重要性と必要性が確認できた。「ソフトウェアの開発」は、支援方法の 1 つとして重要視されていること、「システムの導入」としてはコンサルタント的な支援、案分方法の提示が必要とされていることが確認できた。その他、算定後のアピール方法として表彰制度や県 HP への掲載、県もしくは国からの補助金制度の設立は、行政としての支援方法の 1 つとして大きな課題であると認識できた。

また、本研究では支援対象を「中小企業」としていたが、「大企業」においてもまだ LCA や Scope3 を実施するには障壁があるように感じられた。これはケーススタディを実施した 3 社においても同様に感じる場所であった。

### 3) 国際規格への対応

a. 大学、業界、企業及び行政の取組を調査した。各取組については以下の通り。

#### i. 国内の動向調査

##### ● 研究事例（関西大学商学部教授中畷道靖氏）

- 資源生産性と LCA を統合化し、企業の意思決定モデルの作成を目指した研究である。
- 環境評価が業績評価につながる事が分かれば、企業は環境経営を行う。
- 既存のマネジメント方法に単純に組み入れられる仕組みが必要。
- 上流サプライヤから下流サプライヤへ製品ができていく工程で、材料歩留の把握とエネルギーの消費量の把握を一緒に行うことは、サプライチェーン全体で環境負荷量の減少と利益の増加を提示できる可能性がある。

##### ● 業界及び企業事例

###### 電機業界

- 業界として LCA 算出方法の汎用的な手法を作成。
- 買い替える場合を想定した商品の比較結果を提示。比較する土俵を同じにするため、1999 年度製品の LCA 結果を補正し再計算した上で 2010 年度製品と比較した。

###### セメント協会

- 毎年インベントリデータの更新を行っている。
- 対象品目はカバー率、リサイクル推進率を考慮して 3 品目に選定した。
- 17 ある会社にエクセルシートを配布し、原材料採取量、その際のエネルギーの種類と量、原料輸送手段と輸送距離などを入力してもらい、加重平均値により原単位を算出している。
- 毎年インベントリデータを更新することで経年変化を確認できる。

###### マツダ株式会社

- LCA による結果を意思決定に反映する事例の紹介があった。廃車バンパーをリサイクルする場合と従来法のバンパーをシュレッダー後、熱回収する場合についてそれぞれ複数のシナリオを描いて CO<sub>2</sub> 排出量を算出し、環境負荷が低いシナリオを明確化した。

###### パナソニック株式会社

- 消費者ニーズを満足した新商品と従来品の LCA を実施し比較したところ、環境負荷量が同等であることを確認した。
- LCA を実施し具体的な改善策を提示しなければ、環境配慮設計への落とし込みができない。そこで、素材、輸送、使用及び廃棄の 4 段階で負荷量のパターンと典型的な対応例を整理した。
- 省エネ以外にも環境に配慮した設計に取り組んでいる。

###### 一般社団法人日本自動車部品工業会

- 材料に加工工程をひも付けした原単位を作成した。この算出方法ではサプライチェーン調査

に依存しなくてもよいというメリットがある。

- この方法の前提は、材料製造方法は共通である。材料加工方法も同一材料であれば同一と仮定している。
- この算出に至った理由は、サプライチェーンで情報をさかのぼることが困難であり、またさかのぼれても情報収集の欠落や誤りがあったためである。
- 材料の分類と加工工程については工業会にて議論を行い定めた。
- 算定ツールは、各社の材料を入力することで、自動的に加工工程が出力され、さらにインプット情報であるエネルギーの種類とその量が算出され、また、アウトプット情報として環境負荷物質とその量が算出される仕組みとなっている。

#### 武田薬品工業株式会社

- 薬事法規制により製造プロセスを変更することは困難であること、見えやすい原材料ロスなどの実施している、省エネ課題をある程度把握していることから、MFCAを導入しユーティリティのロス改善を行った。
- 燃料を発電機やボイラーによりエネルギーに変換する際に、変換ロスが生まれる。各棟へ供給する際にもロスが生まれる。これらのロスを熱量で表し、購入単価からコストを算出し、コスト削減へつなげている。

#### ● 川崎市の事例

- 3年間の試行を経て今年度事業化した「低CO<sub>2</sub>川崎ブランド」認定事業応募製品・技術について、比較対象の製品・技術のライフサイクルの各段階におけるCO<sub>2</sub>削減量を算定し、認定・大賞選定基準をクリアした製品・技術をHPにて公表した。
- 「川崎メカニズム」とは、市内の優れた環境技術が川崎市以外でどれだけ温室効果ガス削減に貢献したかをLCAにて明らかにし、第三者機関による審査の実施や結果の協議を行うなどの、川崎市が制度として、適切に評価する仕組みのことである。
- 「川崎メカニズム」は条例を根拠にもつ具体的施策として制度化した。
- 今後は「低CO<sub>2</sub>川崎ブランド」認証と「川崎メカニズム」認証を一体化して効率的に運用する予定である。相談は10数社であり、結果7社認定。社内でデータを収集していく上で、部局間での情報のやり取りがうまくできず、断念するところがあった。どういうメリットがあるのか、どのように情報を整理していくべきかを、行政が説明していく予定である。

これらの動向調査の結果、LCA実施に際しての注意点を確認した。内容は次の通り。

LCAやScope3の実施には、ライフサイクル全体のインベントリ情報を整理することが重要であり、そのためには環境部門担当者のみでの対応では不十分である可能性が高い。組織の経営に組み込み、組織的な行動として位置づけることが重要である。また、社内にてインベントリ情報を共有化するなども有効な手段である。中野<sup>2)</sup>は、同じ企業内であっても機密情報であるため簡単にはLCA実施者が入手できないことも多くあるため、経営層による積極的な関与の必要性について言及している。

市販ソフトウェアでは加工工程により原材料の原単位は異なるが、一般社団法人日本自動車部

品工業会ではあらかじめ原材料に加工工程をひも付した状態の原単位を作成した。この方法により、入力従事者は原材料の加工工程を熟知する必要性はなく、また入力間違いが必然的に少なくなると考えられ、LCA初心者にとって容易なシステムであると想像する。本研究におけるケーススタディの実施は3部会1社ずつであるため、原材料の共通性を見いだせていない。今後、部会ごとに共通性を見出し共通の原単位を作成することも必要であると考ええる。

他にも、行政支援の内容として学習会等の開催や認証制度の事業化などが挙げられるが、LCA実施に向け事業者への説明やソフトウェアの課題に対する対策を講じることが優先課題であることが認識できた。

## ii. 国外の動向調査

### ● 国際規格(ISO)

- ISO14040(LCA－原則及び枠組み)：発行済み(2006年)
- ISO14044(LCA－要求事項及び指針)：発行済み(2006年)
- ISO14045(製品システムの環境効率評価－原則、要求事項及び指針)：発行済み(2012年)
- ISO14046(ウォーターフットプリント－原則、要求事項及び指針)：DIS 段階(2015年発行予定)
- ISO/TR14047(LCA－インパクトアセスメントの ISO14044 適用事例)：2012年改訂版発行
- ISO/TS14048(LCA－データ記述書式)：発行済み(2002年)
- ISO/TR14049(目的及び調査範囲の設定並びにインベントリ分析への ISO14044 の適用事例)：2012年改訂版発行
- ISO/TS14067(製品のカーボンフットプリント－算定及びコミュニケーションのための要求事項及び指針)：発行済み(2013年)
- ISO/TR14069(組織の温室効果ガス排出量の定量化と報告－ISO14064-1 の適用のための手引き)：発行済み(2013年)
- ISO/TS14071(クリティカルレビュープロセス及びレビューの力量－ISO14044 に関する追加要求事項及び指針)：DTS 可決(2014年発行予定)
- ISO/TS14072(LCA を組織に適用するための追加要求事項及び指針)：DTS 段階(2014年発行予定)
- ISO/TR14073(ウォーターフットプリント－活用のための事例集)：WD 段階(2015年発行予定)

### ● 国別動向

#### 欧州委員会

- 環境フットプリント(EFP)の製品及び組織の2つの算定ガイドを公開中。
- 2016年まで2段階のパイロット事業を実施中。現在第1段階が終了し、製品環境フットプリントカテゴリールール開発の主目的が、製品間の比較可能性の追求から同製品カテゴリに属する製品の環境性能の算定のための一貫したルール作成へとニュアンスが弱まった。

#### フランス

- グルネル法 1&2 に基づきフットプリント及びコミュニケーションについての国家実施テストが実施され、既に9割が終了している。テストでは GHG 以外に2つの環境影響領域結果を表

示する必要があるが、表示方法については自由度大。このテストの実施経験を背景として EFP に賛同している。

- 農業・食品分野で LCI データベースの拡充プロジェクトが進行中。気候変動/水使用・水質/生物多様性を主要課題としている。

#### イギリス

- EFP についてアンケート調査を実施したりしているが、比較可能性に距離をおいている。
- Carbon Trust 社は PAS2050 を発行しており、CO<sub>2</sub> の絶対値表示は 30 製品未満であるが、代わりに CO<sub>2</sub> や水資源削減マーク等他の環境側面に配慮する形で活動している。
- WRAP(Waste & Resources Action Program)は算定よりも改善点の抽出及び改善活動に注力しており、消費者コミュニケーションには積極的でない。
- Carbon Label を認証し市場流通させているが、認知度は低い。

#### ドイツ

- EFP の実現性に懸念を感じている。
- ベルリン工科大学から、欧州委員会に ISO をベースとした協調を呼びかける Position paper が出された。

#### アメリカ

- TSC(The Sustainability Consortium)：ウォルマート等の大手企業が主体となって形成され、SMRS(The Sustainability Measurement and Reporting System)を開発。Category Dossier, CSP(Category Sustainability Profile), KPIs(Key Performance Indicators)の 3 種類を提供している。
- SMRS は製品カテゴリレベルの Level1 と個別製品レベルで製品間の比較を可能とする Level2 の 2 段階あり、現在は Level1 に集中している。
- EFP のパイロット事業にも参加中。

#### スウェーデン

- 政府支援により、ISO14025 に準拠した EPD(Environmental Product Declaration)プログラムを開始。

#### 韓国

- カーボンフットプリントラベル、低炭素製品ラベル等を発行しており、一部では対象製品を購入するとエコポイントとしてポイントがたまる制度も導入されている。

整合性のない複数の規格が混在しており、またある一つの規格に対しても各国の対応に温度差があるため、注意が必要である。国際規格化の議論もされているが、現状では未だまとまっていないため、今後も動向に注視する必要がある。

### iii. 動向調査の結果を踏まえたシステム構築

研究当初でのソフトウェアの役割は、中小企業における部品 1 個を対象とした LCA 実施を支援し、インベントリ整理表（図(1)-2）のように排出ガスの種類とその数量を整理した表を出力することであった。現在はアドバイザーボード会合内での意見を反映し、最終製品を製造していない中小企業においても Scope1,2,3 ごとに CO<sub>2</sub> 排出量を算出し、グラフ化して提示する機能も加えた。

今後は Scope3 の一部のカテゴリについて十分な聞き取り調査を行い、ソフトウェアの改良を行う。また、現状では複数の国際規格が混在しており、それらの動向によっては新たな規格に対応したシステム構築も検討を行う必要があると思われる。

#### 4) ソフトウェアの開発

エクセル VBA（マクロ）により、LCA ソフトウェアの枠組みを構築した。ソフトウェアは 4 つの入力画面と 2 つの出力画面から構成されている。換算係数は別シートにまとめて記載しており調整が可能な仕組みになっているため、換算係数の更新に伴う変更も容易なシステムとなっている。

- 入力

- メイン (図(1)-14)

LCA を実施する際の基本的な情報を入力する（工場名、製品名など）。案分に使用するための情報を選択する（個数、重量、金額）

Version 1.00.00 2014/3/20

## LCA 環境負荷量算出

**製品生産量情報画面**

工場名

製品名

	対象の部品数	単位	年間総数
<input type="radio"/> 個数	<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="個"/>	<input type="text"/>
<input type="radio"/> 重量	<input type="text"/>	<input type="text" value="リットル"/>	<input type="text"/>
<input checked="" type="radio"/> 売上高	<input type="text" value="250"/>	<input type="text" value="万円"/>	<input type="text" value="5,000"/>
<input type="radio"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="radio"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

出力

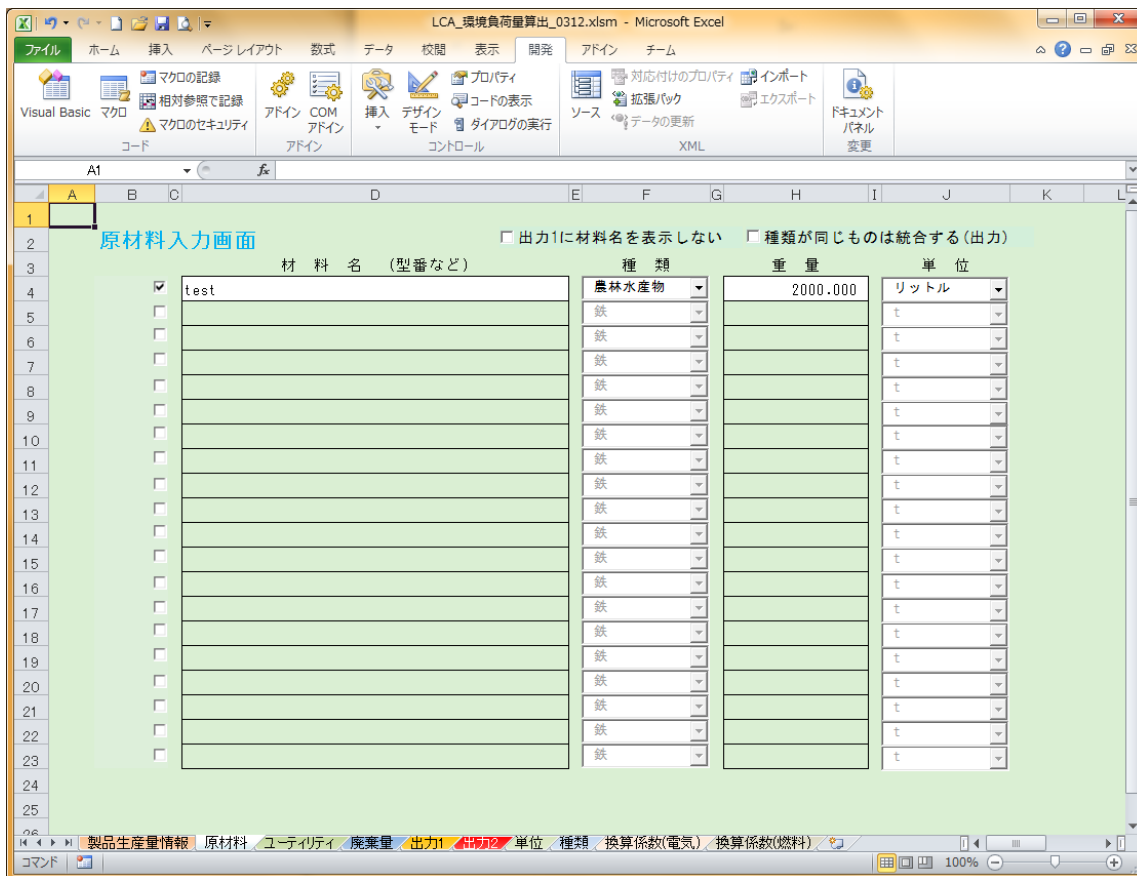
製品生産量情報 | 原材料 | コーティリティ | 廃棄量 | 出力1 | 単位 | 種類 | 換算係数(電気) | 換算係数(燃料)

図(1)-14 メイン画面



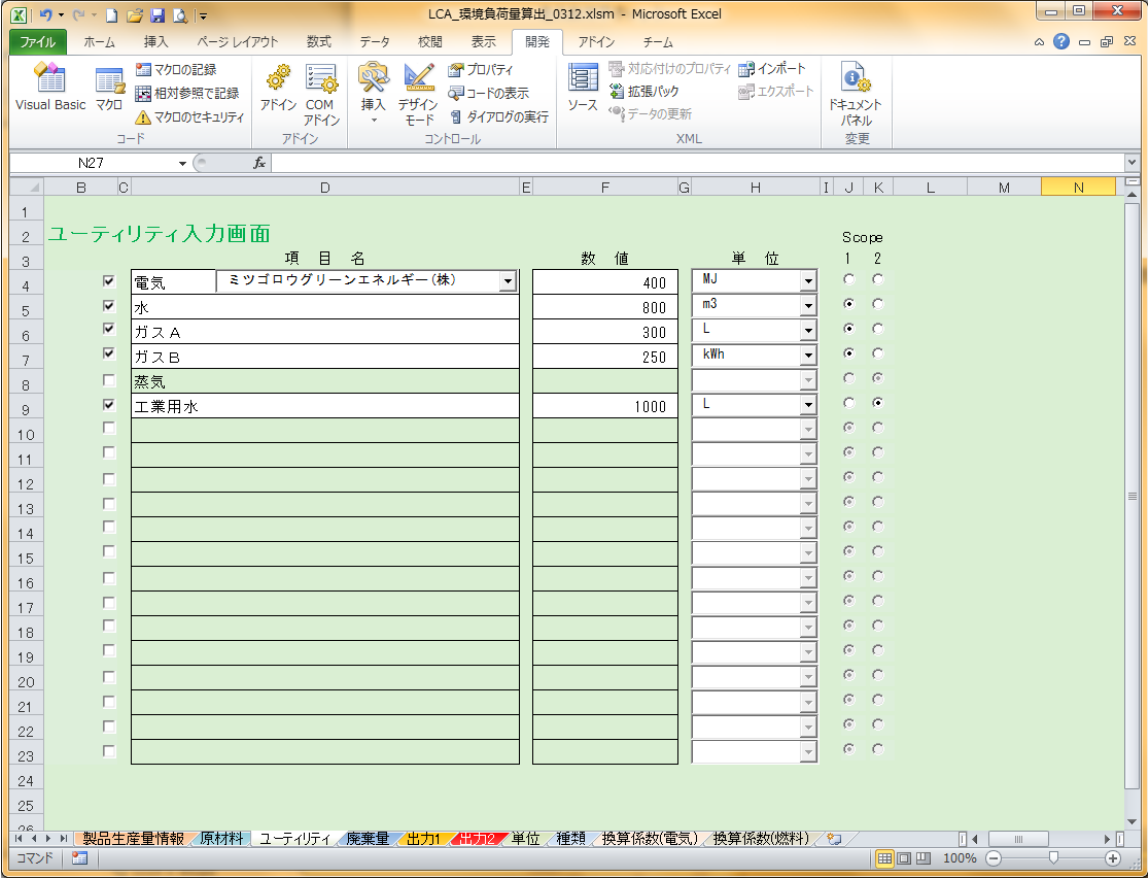
➤ 原材料（図(1)- 15）

材料名とその種類を選択し、重量などを入力する。種類のリストは表(1)- 5 の原単位表に対応している。



図(1)- 15 原材料入力画面

➤ ユーティリティ (図(1)- 16)  
使用しているエネルギー等の種類と、使用量を入力する。



図(1)- 16 ユーティリティ入力画面

➤ 廃棄物（図(1)- 17）

廃棄物の種類とその重量を入力する。現状では入力した種類による原単位の区別は行われていないため、今後の改善が必要。

The screenshot shows the 'Waste Input Screen' in an Excel spreadsheet. The spreadsheet is titled 'LCA\_環境負荷算出\_0312.xlsm - Microsoft Excel'. The active sheet is 'M27'. The spreadsheet has the following columns and data:

種類	材料名	重量	単位	処理方法
				外部 数地内
<input checked="" type="checkbox"/> アルミニウム	test	1500.000	リットル	<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>				<input type="radio"/> <input type="radio"/>

図(1)- 17 廃棄物入力画面

- 出力

- インベントリ整理表（図(1)-18）

入力4画面を記入した後、メイン画面（図(1)-14）の「インベントリ整理表」ボタンを押すことで自動的に生成される。サプライヤが下流側の企業に対しこの情報を提供することを想定している。

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following content:

**インベントリ整理表**

工場名: 広島工場

**材料**

材料名 (型番など)	種類	数量	単位
test	農林水産物	2000.000	リットル

**ユーティリティ**

種類	数量	単位
電気	400	MJ
水	800	m3
ガスA	300	L
ガスB	250	kWh
工業用水	1000	L

**製品**

種類	数量	単位
売上高	250	万円

**廃棄**

種類	数量	単位
アルミニウム	1500.000	リットル

**加工**

**排出ガス**

種類	数量	単位
CO2		

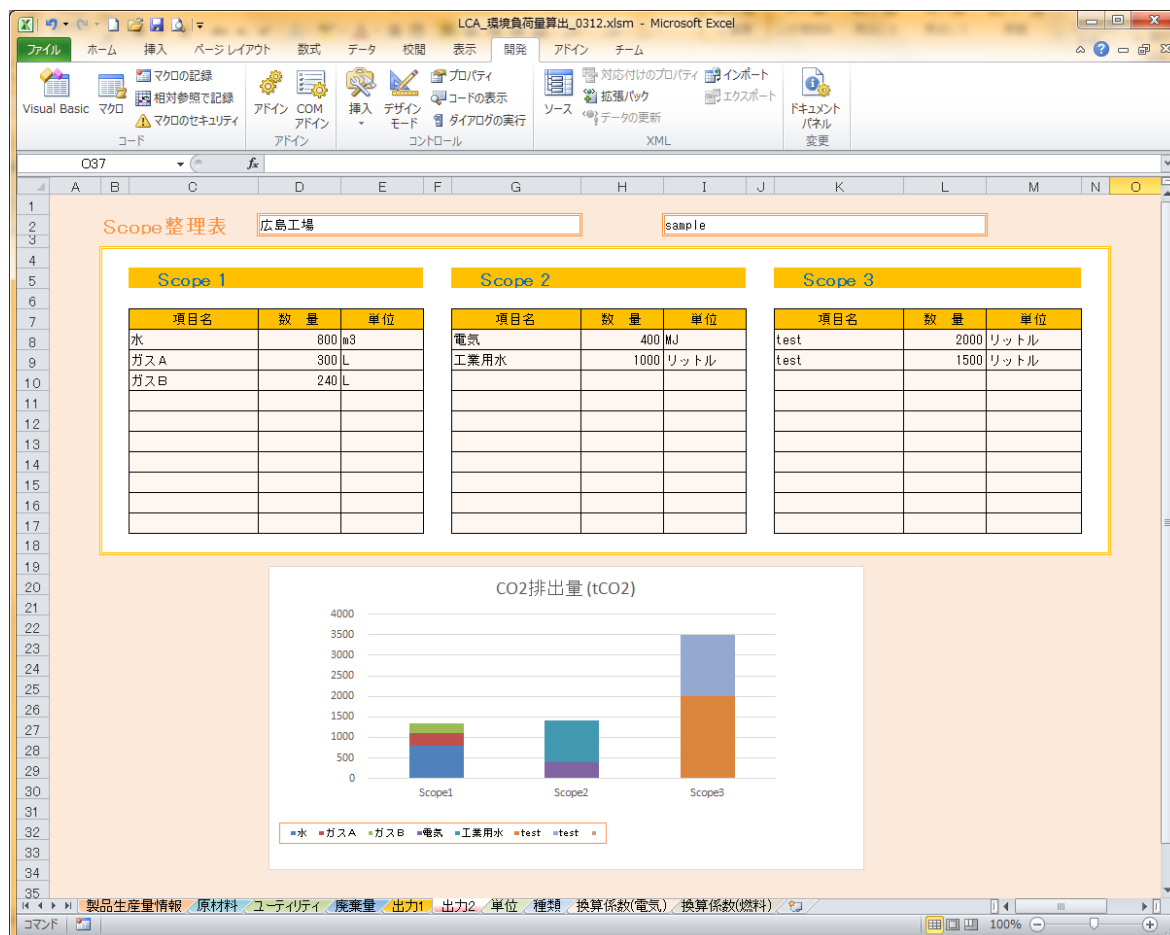
備考欄

製品生産量情報 原材料 ユーティリティ 廃棄量 出力1 単位 種類 換算係数(電気) 換算係数(燃料)

図(1)-18 出力1（インベントリ整理表）

### ➤ CO<sub>2</sub> 排出量（図(1)- 19）

入力 4 画面を記入した後、メイン画面（図(1)- 14）の「Scope / グラフ」ボタンを押すことで自動的に生成される。サプライヤ自らがサプライチェーンでの CO<sub>2</sub> 排出量を把握する用途で使用することを想定している。Scope3 の一部カテゴリについては未実装であり、今後の検討が必要である。



図(1)- 19 出力 2（Scope 別 CO<sub>2</sub> 排出量）

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

高度で専門的な知識が必要であるため、金銭的および人員的に負担が大きく中小企業では実施が困難であった LCA および Scope3 に関して、課題点を整理するとともに簡易に実施するためのソフトウェアを構築した。今後はケーススタディを通じてソフトウェアの改善を図るとともに、中小企業の LCA 導入への環境作りを含めたシステムの改善が必要である。

## (2) 環境政策への貢献

本研究により開発したソフトウェア及び導入システムは、企業独自で製品あたりの環境負荷量を算出することを容易に可能にするものである。自社製造製品のCO<sub>2</sub>排出量等の環境負荷量を詳細に把握できることから、効率的かつ具体的に環境対策に取り組み、本県が推進する循環型社会や低炭素社会の構築に貢献する。

本研究開発を通して把握した県内企業の状況をもとに、循環型社会や低炭素社会へ移行するための具体的な提言を行うことができる。内容は次の通り。

- 県内自動車関連サプライヤのCO<sub>2</sub>排出量等の環境負荷量に対する意識は低く、特に中小企業に対して環境に対する知識や関心の向上のための学習会等の開催が必要である。
- 自社製品のCO<sub>2</sub>排出量等の環境負荷量の算出を実施する企業の増加を図るためには、開発したシステムの普及が有効であろう。
- 算出後、社内にて対応する方法を具体化するためのコンサルティング的な支援は循環型社会や低炭素社会の構築に重要である。
- 実践性の高いソフトウェア及び導入システムにするためには、多くの企業による活用とその対価として企業にとって魅力的と考えられる社会へのアピール方法の整備や補助金支援の実施が必要である。
- 輸出の際にLCAやScope3の実施が必要となることから、国からの金銭的な支援の実施は国内企業にとって有用である。

## 6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

## 7. 研究成果の発表状況

### (1) 誌上発表

#### <論文(査読あり)>

特に記載すべき事項はない。

#### <査読付論文に準ずる成果発表>

特に記載すべき事項はない。

#### <その他誌上発表(査読なし)>

特に記載すべき事項はない。

### (2) 口頭発表(学会等)

特に記載すべき事項はない。

### (3) 出願特許

特に記載すべき事項はない。

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

特に記載すべき事項はない。

(5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない。

(6) その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

1) Keisuke Nansai, Yasushi Kondo, Shigemi Kagawa , Sangwon Suh , Kenichi Nakajima, Rokuta Inaba, and Susumu Tohno : (2012), Estimates of Embodied Global Energy and Air-Emission Intensities of Japanese Products for Building a Japanese Input-Output Life Cycle Assessment Database with a Global System Boundary, *Environmental Science & Technology*, 46(16), 9146-9154.

2) 中野勝行：日本LCA学会誌Vol.9 No.4 OCT.2013 「企業におけるライフサイクルアセスメント導入」



## **Development of LCA Introduction System to Achieve Both Reducing Environmental Impact and Cost Savings**

Principal Investigator: Taku OKAMOTO

Institution: Hiroshima Prefecture Technology Research Institute Health and Environment Center

1-6-29, Minamimachi, Minami-ku Hiroshima-shi, Hiroshima, JAPAN

Tel: +81-82-255-7145 / Fax: +81-82-252-8642

E-mail: hkckankyou@pref.hiroshima.lg.jp

[Abstract]

**Key Words:** LCA, Implementation, Scope3, Global warming, Greenhouse effect gas, Small and medium-sized enterprises (SME)

Towards the construction of a low-carbon society, Hiroshima Prefecture has begun efforts to reduce emissions of greenhouse effect gas from fiscal year of 2011 to 2020. Industrial sector emitted 71.4% of total carbon dioxide in the prefecture in 2007, otherwise in Japan, industrial sector emitted carbon dioxide for 46.5%. Reducing the carbon dioxide emissions of the industrial sector is very effective as emission reduction measures for the entire prefecture.

Implementation of LCA is also required to small and medium-sized enterprises (SME), but it is difficult for beginner to implement LCA on their own by using the commercial software. Development of the system is required that reduces burden and cost. In this study, we try to clean up the questionable points when persons of SME implement LCA, and to build a framework of software that make it possible for them to implement LCA easily.

A case study has been carried out for three automobile-related companies using spreadsheets attaching information of interest. Then, we extracted underlying problems on LCA implementation. If the inventory data of four kinds of raw materials, utilities, products, and waste is managed by individual departments, cooperation of each department is required. By relevant departments to join the start of the project, it was found that the LCA is performed smoothly.

Of 64 companies in the automotive-related companies in Hiroshima Prefecture, we conducted a questionnaire survey on LCA and received responses from 24 companies of them. There was no relation between recognition for Scope3 or LCA and context of the size of the company, such as annual sales and number of employees. It was found that the consulting and simple LCA software is needed, and the financial support, publication to

the home page and local government award system has been required as support from the government.

Based on a questionnaire result and spreadsheets, we built simple LCA software for beginner. We plan improvement of the software through new case studies, and the improvement of the system including the making of environment to the LCA introduction of SME will be necessary in future.