

# 解説・Q&A

- [LCAとは何か？](#)
- [LCAに関するQ&A](#)
- [LCA報告書](#)

## 【LCA とは何か？】

### LCA(ライフサイクルアセスメント)

製品の原材料から製造、製品運搬、製品使用、廃棄までのそれぞれの工程に資源の投入と排出があります。(図1) 環境に影響の少ない製品を作る為には、環境影響を分析・評価して、環境に影響を大きく与える問題を重点的に改善する必要があります。評価項目としては、地球温暖化、オゾン層破壊、酸性雨、大気汚染、海洋汚染、資源枯渇、生態系等への影響、等の様に多くありますが地球環境の問題として地球温暖化の問題が大きな問題として取上げられており、地球温暖化については二酸化炭素(CO2)の排出量で評価します。

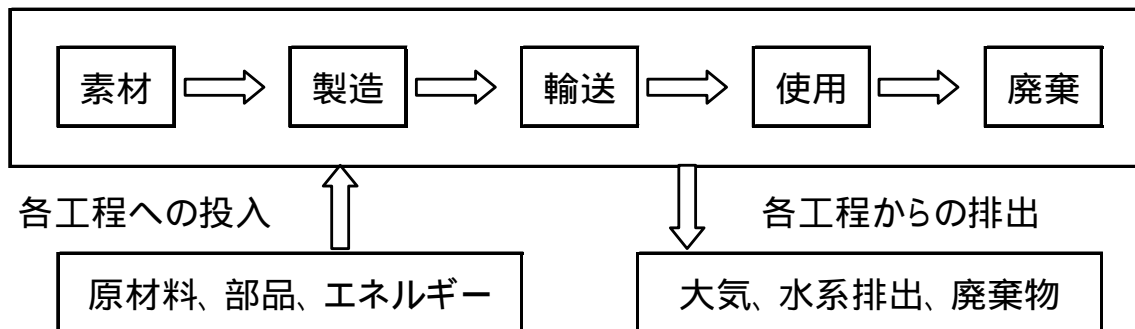
電気を使えば発電所で重油を燃やしてCO2を排出する、車を走らせればガソリンを使ってCO2を排出する、鉄を製造する時コークスを燃焼してCO2を排出する、アルミを精錬する時大きな電力を使用して電力消費によりCO2を排出するなどあらゆる事業活動でCO2の排出が行なわれ、CO2の排出により地球温暖化が促進されています。

LCAで地球温暖化を評価する時は、製品のライフサイクル全てにおいてのCO2排出量を集計して、製品のライフサイクル中のCO2排出を評価します。評価結果からCO2の排出の多い工程の見直しを行ない代替化、設計改善、工程改善、プロセス改善など幅広い対応策を検討して総合的にCO2の排出を減らす様にして、地球環境に負荷を出来るだけ与えない製品作りを行ないます。

LCA評価をするために必要なデータとして、原材料や種々の排出をCO2に換算したデータを(図2)に示します。この表では環境影響を与えるものを全てCO2の排出に置き換えてありますので、異なる項目であってもCO2排出量という同じ基準で評価する事が出来ます。

LCA評価例としてパソコンのライフサイクル中のCO2排出を(図3)に示します。

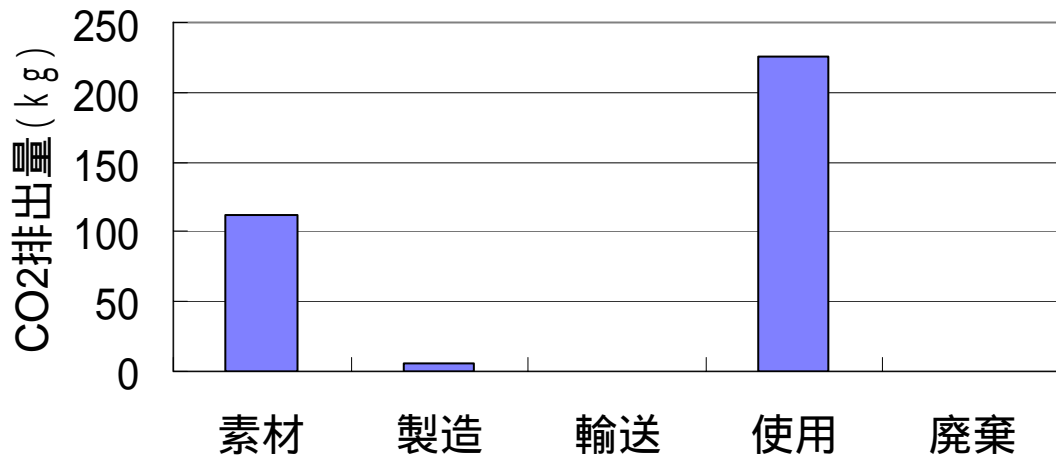
【 図 1 】 製品ライフサイクルの各工程



【 図 2 】CO2原単位  
(CO2の排出量に換算した値)

	単位	CO2原単位 (kg/単位)
鉄	1kg	1.71
銅	1kg	0.67
アルミ	1kg	4.42
ABS樹脂	1kg	2.12
軽油	1kg	3.3
電力	1kWh	0.33

【図3】 デスクトップパソコンのLCA評価(例)



## 【LCA に関する Q&A】

SEAJ「半導体製造装置の LCA 実施ガイドライン」を発行いたしました。LCA の説明会などで出された質問を基に Q & A をまとめました。この件についてのご質問があれば SEAJ 環境部事務局までご連絡下さい。

Q1 : LCA とはどんなものですか？

A : 素材、製造、輸送、使用、廃棄の全製品ライフサイクルにわたって、投入する資源やエネルギーの消費及び排出に基づく環境負荷を、定量的に推定・評価し、製品の環境影響を評価する手法のことです。  
詳しくは、以下の資料をご覧ください。

LCAに関するもう少し詳しい説明は、[LCAとは何か？](#)

LCAを実施したい場合、[SEAJのLCA実施ガイドライン](#)

LCA実施ガイドラインの説明は、[LCA実施ガイドライン・プレゼン資料](#)

LCAの半導体製造装置での実施例は、[SEAJ省エネルギー委員会 平成14年度調査・研究報告書 第4章](#)

LCAについてもっと詳しく知りたい場合は、<http://unit.aist.go.jp/lca-center/>

(産業技術総合研究所ライフサイクルアセスメント研究センターのホームページ)

Q2 : LCA は何が難しいのですか？

A : LCA のソフトが市販されていますので、これを利用すれば LCA が簡単にできると思われるかも知れませんが、半導体製造装置のように部品点数が多い製品は、部品1点ずつ厳密にデータを入力しようとするとデータ入力が膨大になりますので LCA のデータ入力が大変だと思います。同じ様な材料でも数多くの原単位が存在しますが、LCA ソフトではこれらのどの原単位を使えば良いか選択に困ります。又部品や製品の原単位はほとんどデータがありませんので、これらを多数使用した装置の場合 LCA のソフトを使用するだけでは対応できません。LCA の評価も、地球温暖化、オゾン層破壊、酸性雨、富栄養化など色々あります。

Q3 : LCA の評価は何を取り上げれば良いですか？

A : 当面、現在環境問題で一番重要視されている地球温暖化について LCA を実施すれば良いと思います。

家電メーカーや自動車メーカーのホームページにLCAの結果が掲載されていますが、ほとんどの場合、CO<sub>2</sub>の排出量で地球温暖化について評価しています。

Q4 : LCA の結果はどう使えば良いのですか？

A : SEAJのガイドラインは、LCAの目的を省エネルギーに絞り、製品のライフサイクルにわたり省エネルギーを実施するために、装置のCO<sub>2</sub>排出をLCAで定量的に分析しています。

このLCAの分析結果を用いて、装置を設計する場合CO<sub>2</sub>の排出量の多いものから優先的に、省エネルギーに取り組めば良いわけです。省エネルギー設計を行った製品と行っていない製品のLCA結果を比較することにより、改善効果をLCAで確認することもできます。

Q5 : LCA はどんな効果がありますか？

A : LCA を行うことにより、社内的には、製品に起因する環境負荷を分析できるので、新しい製品の設計に反映することにより、環境に配慮した製品を製造・販売することができます。

社外的には、LCAの結果を公表することにより、ユーザからLCAを実施して環境に配慮した活動を行っている会社と認識され、LCAの結果を利用して製品の環境負荷の改善結果をPRすることもできます。今後LCAの結果を公表する会社が増えた場合、ユーザからLCA結果を公表していない会社は、製品への環境配慮を行っていないのではないかとマイナスイメージを持たれるかも知れません。

Q6:LCAで必要な原材料の使用量が算出できそうもありませんが？

A:LCAを始めたとき、装置の原材料の使用量のデータを設計部門に依頼したら、そんなデータはない、データを出すには1年以上かかるがとてそんな余裕はない、と言われるかも知れません。

半導体製造装置でLCAを行った知見から、素材製造の工程は全体の約1~5%しか占めません。

原材料の使用量を求める時、その精度はどの程度あれば良いと思っていますか？

LCAをまとめる人と設計者で精度のとらえ方が違うと思います。

LCAを最初に始める場合、LCAの精度は±3%程度を目標に始めたらどうでしょうか。原材料がLCAに占める割合は約1~5%なので、原材料の精度は±30%であってもLCA全体の精度に与える影響は、±0.3%~±1.5%と少ないことが分かります。

設計者に必要なデータの精度と詳細データはなくても良いことを伝えれば、原材料の使用量のデータは設計者からきつとすぐに出してもらえます。

Q7:原単位の不明な部品がありますか？

A:購入部品やアッセンブリー部品の原単位データがなく、LCAが行き詰ることがあるかも知れませんが、この場合概算値を使用すれば良いと思います。SEAJのガイドラインでは、例えばトランスは、鉄、銅、絶縁材料からできていますがほとんどの重量は鉄ですので、概算値として鉄の原単位を使用しています。又、例えば電子機器のコントローラの場合は、概算値として金額当りの原単位を使用するようにしています。

Q8:プロセスで使用するガス・薬液の原単位が分からないのですが？

A:プロセスで使用するガス・薬液は、装置の使用時に用いられるので、精度的にラフに扱うわけには行きません。原単位は、市販のソフトから求めるか、メーカーに問い合わせるのが良いと思います。

どうしても原単位が分からない場合、類似のガスや薬液の原単位を使用して、LCAの実施条件にそのことを記載するか、又はガスや薬液についてはLCAの評価を行わずに、そのことをLCAの実施条件に記載するようにして下さい。

Q9:SEAJ「半導体製造装置のLCA実施ガイドライン」はどんなものですか？

A:SEAJのガイドラインに従ってLCAを実施すれば、特別なLCAのソフトは使用しなくてもLCAができるようにまとめてあります。

LCAのインベントリデータシートや原単位のほとんどは、ガイドラインに書かれていますのでLCAを分かりやすく実施することができます。

半導体製造装置のLCAは、使用時のエネルギー算出が一番重要です。そのため、使用時のエネルギーを求めるため、SEAJ「半導体製造装置とユーティリティのエネルギー算出ガイドライン」もLCAを行うために必要なガイドラインです。

以上

# 【省エネルギーの観点に基づく半導体製造装置のLCA調査・研究】

## 塗布・現像装置

### 装置概要

塗布現像装置(以下装置と呼ぶ)は、半導体ウエーハにレジストを約1 $\mu\text{m}$ の厚さで $\pm 10 \sim 20$ の精度で塗布し、その後ホットプレートで乾燥させ、隣接するステッパーへウエーハを送り出す。ステッパーで露光されたウエーハがステッパーから送り返され、そのウエーハを現像液で現像してレジストのパターンを形成し、超純水でリンスしてホットプレートで乾燥させ、UV光を照射してレジストを硬化させてウエーハのレジストパターン形成処理を終了する。

### 装置のLCA(ライフサイクルアセスメント)実施条件

SEAJの「半導体製造装置のLCA実施ガイドライン」に基づき、塗布・現像装置のLCAを実施した。

装置使用は15年間で、使用、待機、停止の割合は、使用:70%、待機:25%、停止:5%とした。

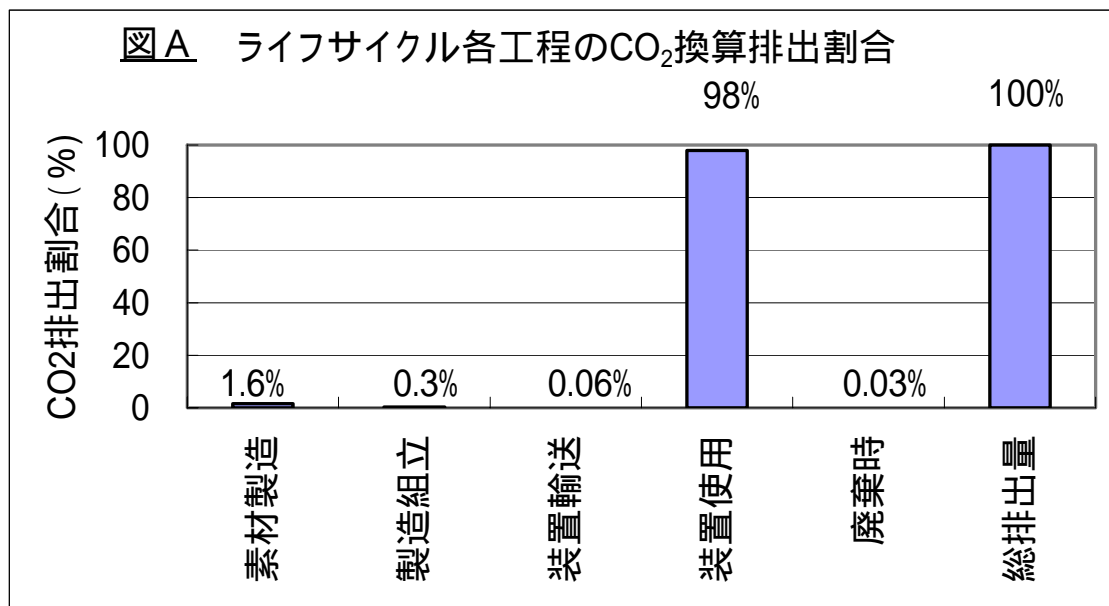
LCA実施対象の装置は、8インチの一般的な仕様の装置で、装置電力は15~20kW、装置本体重量は約4,000kg、温度湿度調整器やAC Power Boxなどの装置付帯機器重量は約1,050kgで、合わせて総重量は、約5,050kg。

#### インベントリデータの収集に当たっての条件

1. 装置の構成部材の重量は、主要部材の重量を基に概算により求めた。電子機器・部品のデータは、資材部門の購入金額データを用いた。
2. 装置使用時のユーティリティデータは、SEAJの「半導体製造装置とユーティリティのエネルギー算出ガイドライン」に基づき求めた。
3. SEAJガイドラインのインベントリデータシートに書かれていない原単位データで必要なものは、公開されているLCAデータベースから求めるか、メーカーに問い合わせて求めた。

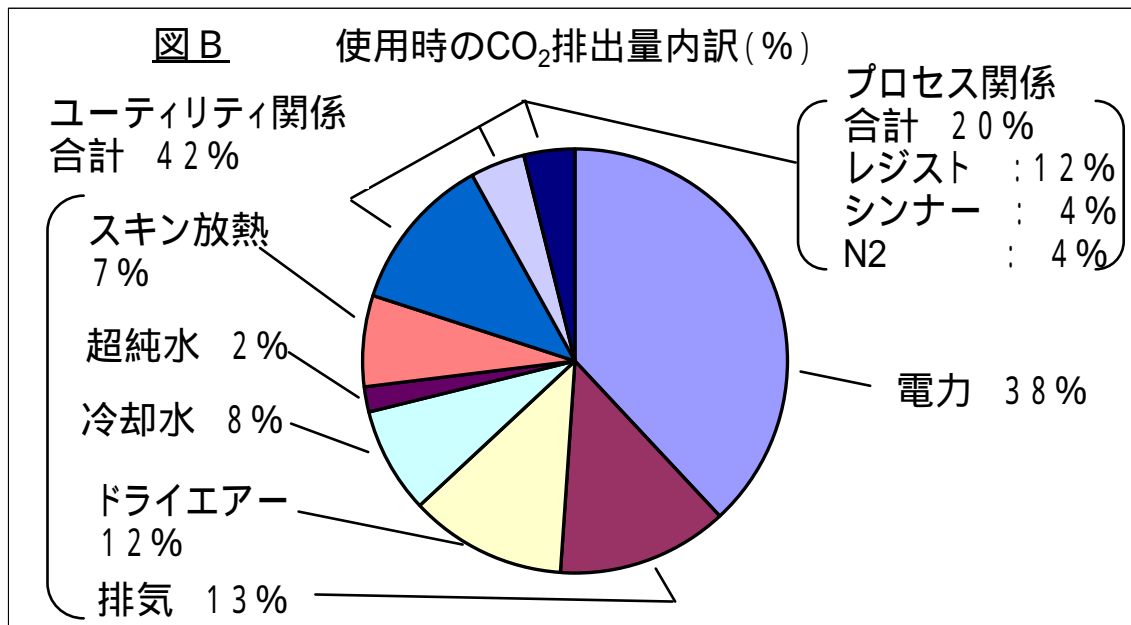
### ライフサイクル各工程におけるCO<sub>2</sub>排出割合

図Aに示される様に、装置使用時が98%を占めており、半導体製造装置の省エネルギーでは、使用時のCO<sub>2</sub>排出削減が最も大きな問題であることが分かる。



## 使用時のCO<sub>2</sub>排出割合

装置使用時のCO<sub>2</sub>排出割合は、図Bの様に、電力消費は、38%、ユーティリティ関係は、42%、そしてプロセス関係は、20%となっている。



## LCAの観点からの省エネルギー案

LCAの実施結果から、装置使用時のCO<sub>2</sub>排出量の多いものに注力して検討し、CO<sub>2</sub>の排出削減を進める必要があり、本装置での省エネルギー主要テーマは以下のものがある。

### 1. 電力消費

電力消費の大きな、塗布現像部のカップ部分の温度と湿度に要するエネルギー、ホットプレート部、及び恒温水部について、断熱や機器の集約化により、電力消費の削減を進める。

### 2. ユーティリティ関係

ユーティリティの中で1番大きな排気の消費エネルギーは、温度と湿度のコントロールされた気流の最適化を行い、機器の小型化を図り、ユーティリティに排出する排気量を削減することにより、省エネルギー化を図る。

### 3. プロセス関係

レジスト及びシンナーが少なく出来る装置のハード開発及びプロセス開発をさらに追及する。

以上