

低炭素社会の実現に向けた  
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく  
イノベーション政策立案のための提案書

技術開発編

プロセス機器選定と製造コスト、環境負荷算出の  
ための基礎データベース作成  
—製造機器・材料・コスト情報の構造化—

平成27年3月

Guide for Process Design, Cost and CO<sub>2</sub> Emission Estimation  
with Relevant Database:

Structuring Knowledge Base on Equipment, Material and Cost Information

Strategy for Technology Development

Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action  
toward Low Carbon Societies

国立研究開発法人科学技術振興機構  
低炭素社会戦略センター

LCS-FY2014-PP-11  
(平成27年4月印刷版)

## 概要

この文書は、「低炭素技術の構造化に基づく定量的技術シナリオの構築」（「低炭素社会づくりのための総合戦略とシナリオ」第 2 章 2.2、平成 24 年 7 月）<sup>[1]</sup>にて示された、構造化された定量的知識基盤を構成要素である基礎データベース作成について記述するものである。

低炭素技術プロセスの性能評価（主に製造コストと環境負荷）を行うためには、プロセス設計の手順が有用である。一般的なプロセス設計の手順は、初めに目的製品の仕様と生産量、使用する主原料などの主な基本設計条件と原材料・用役の受け入れや製品、副製品の払出、排出物（気体、液体、固体）の排出条件等の対象範囲（バッテリーリミットあるいはバウンダリー条件）を規定し、物理化学の見解や実験データによって操作条件を決定し、プロセスフローダイアグラム（PFD）・物質収支・熱収支を作成し、プロセス機器の種類・仕様の選定や製造コストと環境負荷の算出を行う。

ここでは、上記のうち

1. プロセス機器の種類・仕様の選定
  2. 製造コストの算出
  3. 環境負荷の算出
- について記述する。

## Summary

This document is intended to guide the paths towards process design, cost and CO<sub>2</sub> emission estimation with relevant database in order to realize the quantitative analysis on the low-carbon technologies whose frame has been described (“Comprehensive strategies and scenarios for building a low-carbon society”, July 2012)<sup>[1]</sup>.

In order to evaluate the performance of low-carbon processes (mainly manufacturing costs and environmental impact), the process design procedure is useful. In general, process design will start to decide the design base such as capacity and specification of the aimed product, boundary conditions such as incoming and outgoing of raw materials, utilities, product, by-product and effluents. Then, process flow diagram (PFD) with operating condition, material balance and heat balance process will be created by utilizing the physical chemistry knowledge, experimental data and so on. Next step is to select the type of equipment and determine its specification. Based on the above mentioned knowledge, production cost is calculated as well as environmental impact.

In this paper, following items are described.

1. Selection of the type and specification of process equipment
2. Calculation of production costs
3. The calculation of the environmental impact

## 目次

### 概要

1. プロセス機器の種類・仕様の選定 .....	1
2. 製造コストの算出 .....	2
3. 環境負荷の算出 .....	8
4. まとめ .....	9
5. 付属資料 .....	10
6. 資料並びに引用文献リスト .....	13

## 1. プロセス機器の種類・仕様の選定

### 1) 目的

研究者が材料・新規製造法の開発を行い、コストを評価するとき、製造法のプロセスを構築し、物質収支・エネルギー収支を検討し、原材料・エネルギーなどのコストを求め、製造に必要な設備を選定し、設備価格を求め、さらに必要な人員を想定して、製造コストを算出する必要がある。

ここでは、設計の初期段階である概念設計段階を想定して、プロセス機器の種類・仕様の選定に必要な事項について基本事項をまとめた（プロセス機器の種類・仕様の選定）<sup>[2]</sup>。プロセス機器の種類・仕様の選定は、化学プロセス、加工組立系プロセスに分かれている。さらに必要な事項については、専門書の『化学工学便覧』<sup>[3]</sup>、“Chemical Engineer's Handbook”<sup>[4]</sup>などを参考されたい。

### 2) 内容

この内容は、すでに一部実装されている「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」<sup>[5]</sup>の基盤データベースを構成しており、また、別刷として研究者の使用に供している。

ここでは、内容の目次のみを表 1.1 に示す。

表 1.1 プロセス機器の種類・仕様の選定 目次

1. 化学プロセス	2. 加工組立系プロセス
1) 貯槽	1) 設備の選定
2) ポンプ・ブロー	2) 薄膜生成装置
3) 熱交換器・蒸発器・加熱炉	3) 結晶化装置
①熱交換器	4) 切削装置
②蒸発器	5) 研磨装置
③加熱炉	6) 露光装置・エッチング装置
4) 乾燥装置	7) 洗浄装置
5) 混合器・攪拌機	8) 搬送装置
①混合器	
②攪拌機	
6) 蒸留装置・吸収装置	
①蒸留装置	
②吸収装置	
7) 抽出装置	
8) 晶析装置	
9) 濾過装置	
10) 粉碎装置・分級装置・集塵装置	
①粉碎装置	
②分級装置と集塵装置	
11) 造粒装置	
12) 反応装置	
13) 塗工装置	
14) 真空装置	

## 2. 製造コストの算出

### 2.1 製造コスト算出の基本的な考え方

製造コストは、製造変動費（原材料費と用役費、例えば電力、燃料、工業用水など）と製造固定費（設備対応費用と人員対応費用）から構成される。

表 2.1 に製品の製造コスト構成を示す。

表 2.1 製品の製造コスト構成<sup>[1]</sup>

製造変動費		
原材料	原単位×単価	
用役	電力	原単位×単価
	燃料	原単位×単価
	工業用水	原単位×単価
	製造固定費	
設備	工場建設費×年経費率 / 生産量	
人員	運転人員数×単価 / 生産量	

### 2.2 製造変動費

物質収支・エネルギー収支から、原材料と必要エネルギーの単位製品あたりの使用量（原単位）を求め、原材料とエネルギーの購入価格（単価）をかけると単位製品あたりの製造変動費が求まる。

単価は経済環境や為替により時々刻々と変動し、かつ購入量の規模や使用場所まで運搬する運賃が含まれているか否かによっても変動する。

#### 2.2.1 主要原材料と用役の単価

主要原材料と用役の代表的な単価を、原材料・用役コストデータベースとしてまとめた<sup>[6]</sup>。これは、すでに一部実装されている「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」<sup>[5]</sup>の基盤データベースを構成していて、別刷として研究者の使用に供している。この原材料・用役コストデータは、2.2.2 で示す調査方法を参考にして、文献・ヒアリングなどで調査した平均的な単価（2014）である。厳密には単価設定の条件を明確にしておくことが必要である。

#### 2.2.2 調査方法

主なる調査方法を示す。

- ・国立国会図書館リサーチ・ナビ 商品の価格・相場の調べ方<sup>[7]</sup>  
 （一般、鉄鋼・非鉄金属・エネルギー、化学品一般・医薬品・化粧品トイレットリー、建設関連、食品・農林水産物、自動車・電気機器・電子部品、繊維・紙・印刷・その他生活用品、サービス業、運輸・旅行・レジャー業、冠婚葬祭業・外食産業・ペット産業）
- ・経済産業省生産動態統計<sup>[8]</sup>  
 （鉄鋼・非金属・金属製品統計、化学工業統計、機械統計、窯業・建材統計、繊維・生活用品統計、紙・印刷・プラスチック・ゴム製品統計、資源・エネルギー統計）  
 例：ポリプロピレン 販売金額 / 販売数量 = 155 ¥/kg（平成 22 年資料）

更に詳細には、

- ・化学品／内外化学品資料<sup>[9]</sup>、化学工業年鑑<sup>[10]</sup>、ファイネケミカル年鑑<sup>[11]</sup>、16514 の化学商品<sup>[12]</sup>
- ・鉄鋼・非鉄金属／日刊鉄鋼新聞 HP<sup>[13]</sup>、日刊産業新聞 HP<sup>[14]</sup>、金属資源レポート<sup>[15]</sup>、ロンドン金属取引所<sup>[16]</sup>、財務省貿易統計<sup>[17]</sup>
- ・電子部品／電子部品年鑑<sup>[18]</sup>

## 2.3 製造固定費

### 2.3.1 設備対応費用

#### 2.3.1.1 機器費の算出

プロセス設計の結果として、操作条件、物質収支、熱収支に基づいて、PFD（プロセスフローダイアグラム）で表記された機器の仕様が決定される。この機器の仕様に対応する機器費を算出するために、代表的な低炭素技術プロセスに必要な機器類について、そのコストと重量・設置面積をデータベース化した（機器コスト・重量データベース）<sup>[19]</sup>。この内容は、すでに一部実装されている「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」<sup>[5]</sup>の基盤データベースを構成している。また、別刷として研究者の使用に供している。

低炭素技術プロセスに必要な機器類を化学プロセス系、加工組立系、物流系、用役系に分類し、機器リスト（約 100 種類）を適用範囲とともに 5. 付属資料に示す。

#### 2.3.1.2 機器コスト・重量データベース作成手順

- 1) 機器リストにて、メイン機器に分類した各機器につき、横軸を共通にする二種類のグラフを作成した。
- 2) 各機器の代表的な性能を表す横軸の単位と、このデータベースの適用範囲を機器リストに示した。
- 3) 機器名 (1) のグラフには、コスト（単位：百万円）と重量（単位：トン）を左右の縦軸に示し、機器名 (2) のグラフには、重量単価（単位：円/g）と設置面積（単位：m<sup>2</sup>）を左右の縦軸に示した。実例を図 2.1、2.2 に示す。
- 4) コスト、重量および設置面積については、冪乗式（有効数字 2 桁）として表示した。

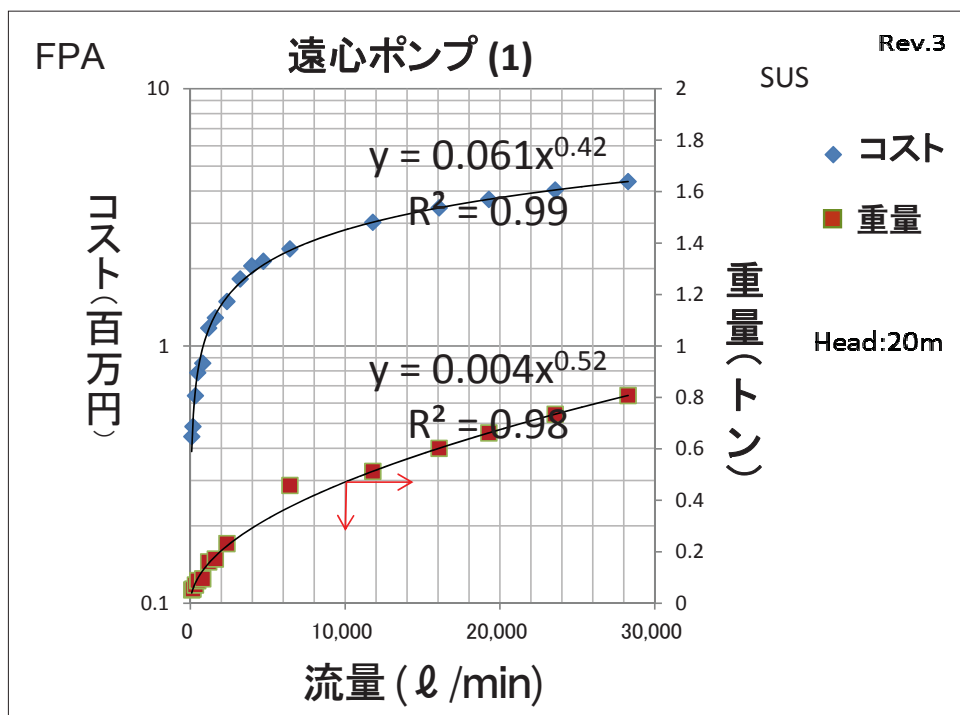


図 2.1 遠心ポンプの流量と機器コスト・重量の関係

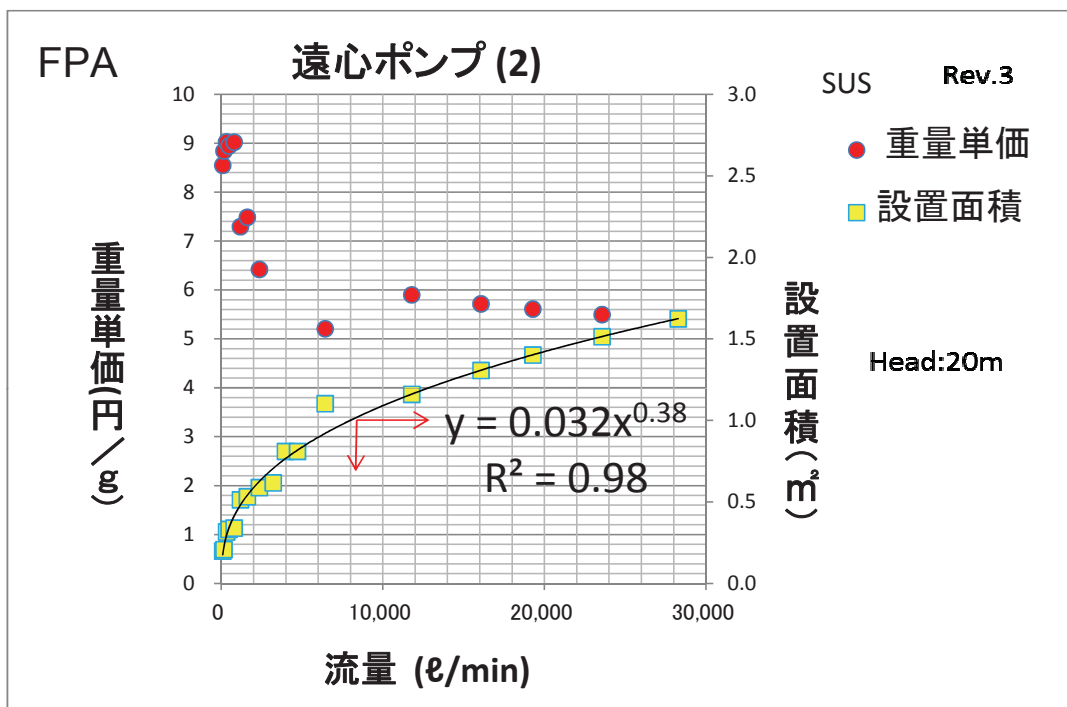


図 2.2 遠心ポンプの流量と重量単価と設置面積の関係

### 2.3.1.3 機器データ（コスト・重量）の調査方法と価格変動

- 1) データ源としては、原則として、LCSにて製作者に問い合わせるなどの方法で独自に収集したデータ [低炭素技術プロセス設計書]<sup>[20]</sup>、[機器メーカー問い合わせ資料]<sup>[21]</sup> を利用し、不足分は公開データである [化学装置コストハンドブック]<sup>[22]</sup>、[Process Equipment Cost Estimation]<sup>[23]</sup> 等で補完した。詳細はデータベースに付記している。
- 2) 機器の市場価格は経時的に変動するが、ここでは 2013 年末時点のコストとして調整している。
- 3) このデータベース利用時の留意点を、付属資料 5.2 データベース利用時の留意点 / 付記メモに記した。

### 2.3.2 工場建設費

工場建設には、2.3.1 で求めた機器費のほかに据付、土木、建築、配管、計装、電気などの諸工事に関わる材料費（バルク材料）や人件費（工数）が必要である。以下に工場建設費の算出を、機器費を基礎データとして、簡易的に機器費の比率により求める考え方を記述する。

### 2.3.2.1 工場建設費（初期投資費用）の算出

プラントの一般的な初期投資費用の内訳は表 2.1 のように分類される [M.S.Peters, 2004]<sup>[24]</sup>。

表 2.1 工場建設費（初期投資費用）の費用内訳項目（一般）

直接費	
1)	機器購入費
2)	据付工事費（材料・工数込）
3)	土木・建築工事費（材料・工数込）
4)	配管工事費（材料・工数込）
5)	計装工事費（材料・工数込）
6)	電気工事費（材料・工数込）
7)	用役設備費
8)	用地整備費
9)	土地購入費
間接費	
1)	設計・監督費
2)	工事監督費
3)	工事経費
4)	法手続き費
5)	予備費

### 2.3.2.2 本書での工場建設費の算出範囲の定義

工場建設費の算出範囲の定義と費用項目を以下に示す考え方で整理し、表 2.2 に示した。

- 1) プロセスの製造に直接的に関連する費用項目として、表 2.1 に示されている項目のうち、間接費の項目を全て除外した。ただし、実際の工場建設には、間接費を直接費の 20-30% 程度を見込む必要がある。
- 2) 直接費の項目のうち、用地整備費、土地購入費は除外した。
- 3) 用役設備費を 1) の機器購入費に編入した。
- 4) 据付工事費と土木・建築費を合体した。

表 2.2 工場建設費（初期投資費用）の算出範囲（直接費）と費用項目

1) 機器購入費	(用役設備費を含む)
2) 土木・建築・据付工事費	(材料・工数込)
3) 配管工事費	(材料・工数込)
4) 計装工事費	(材料・工数込)
5) 電気工事費	(材料・工数込)

### 2.3.2.3 工場建設費算出手順

表 2.2 の項目のうち、1) 機器購入費については、プロセス設計の結果から、2.3.1.1 で記した機器コスト・重量データベース<sup>[19]</sup>を利用して求める。

また、2) 土木・建築・据付工事費、3) 配管工事費、4) 計装工事費、5) 電気工事費については、それぞれバルク材料と工事用件費（工賃）から構成されており、精度の高い積算を行うためには、多大な時間と労力を投じて詳細設計を行い、バルク材料量と工事量の推算が必要である。ここでは、基本設計段階での初期投資額を算出するために、機器購入費を基礎データとして、次節に述べる考え方で推定した 2)～5) の各工事費の構成比率を利用して求める。



### 2.3.2.4 各工事費構成比率の算出

対象プロセスの大略の特徴を、次の 3 種類に分類した。

- 1) 主として固体を扱う設備（燃料電池、リチウムイオン電池等を想定）
- 2) 固体・流体を扱う設備
- 3) 主として流体を扱う設備（メタン発酵、地熱発電等を想定）

設備を屋外型、主材料が炭素鋼の場合について、機器購入費を基礎データとし、2)～5)までの各項目の構成比率を表 2.3 に示した (TCM Framework : Cost Estimating and Budgeting, 2011) <sup>[25]</sup>。

表 2.3 屋外型、主材料が炭素鋼の場合の直接費構成比率

	プロセスの種類		
	固体	固体・流体	流体
1) 機器購入費	100	100	100
2) 土木・建築・据付工事費	38	37	38
3) 配管工事費	36	55	97
4) 計装工事費	30	32	42
5) 電気工事費	20	20	16
直接費合計（丸め数）	220	240	290

### 2.3.2.5 屋内型並びに SUS 系材料の場合の考察 <sup>[20]</sup>

屋内型設備と屋外型設備では、土木・建築・据付工事費のうち、コンクリート材料、鉄骨材料について、屋内型は屋外型の 1.4 倍と定めた。また、主材料が SUS 系 (SUS304 を想定) の場合、機器費の購入価格は炭素鋼の 1.5 倍と定めた。工事費のうち、配管材料費を炭素鋼の 1.5 倍とし、その他は炭素鋼の場合と同一とした。

屋外型、主材料が SUS 系の場合を表 2.4、屋内型、主材料が炭素鋼の場合を表 2.5、屋内型、主材料が SUS 系の場合を表 2.6 に示す。

表 2.4 屋外型、主材料が SUS 系の場合の直接費構成比率

	プロセスの種類		
	固体	固体・流体	流体
1) 機器購入費	100	100	100
2) 土木・建築・据付工事費	25	25	25
3) 配管工事費	31	25	82
4) 計装工事費	20	47	28
5) 電気工事費	13	21	11
直接費合計（丸め数）	190	220	250

表 2.5 屋内型、主材料が炭素鋼の場合の直接費構成比率

	プロセスの種類		
	固体	固体・流体	流体
1) 機器購入費	100	100	100
2) 土木・建築・据付工事費	44	42	43
3) 配管工事費	46	71	123
4) 計装工事費	30	32	42
5) 電気工事費	20	20	16
直接費合計（丸め数）	240	270	320

表 2.6 屋内型、主材料が SUS 系の場合の直接費構成比率

	プロセスの種類		
	固体	固体・流体	流体
1) 機器購入費	100	100	100
2) 土木・建築・据付工事費	29	28	29
3) 配管工事費	41	63	108
4) 計装工事費	20	21	28
5) 電気工事費	13	13	11
直接費合計 (丸め数)	200	230	280

### 2.3.3 年経費率

年経費率には、工場建設費の原価償却費 (11.25%)、金利負担費 (3%)、固定資産税 (1.4%)、補修費 (3%) 等が含まれ、これらを合わせて 20% を基準と定めた。

### 2.3.4 人員

#### 2.3.4.1 運転人員数の算出

連続運転、4 シフト 3 交代を前提として以下の手順で求めた。

- 1) 工程別に作成した機器分類表から、機器別の基数を求める。
- 2) 実績値等を参考にして、機器別の運転人員係数 (シフトあたり) を設定し、機器リスト (付属資料 5.1) に表示した。
- 3) 係数と機器数から工程別の和を求め、その切り上げ整数を工程別運転人員とした。

#### 2.3.4.2 人件費単価

公開されている資料<sup>[26]</sup>をもとに年間賃金を算出した (会社負担の社会保障費負担は含まない)。表 2.7 に人件費を示す。人件費の計算では、一人あたり 4 百万円 / 年で計上した。

表 2.7 人件費 (年間)

職種	賃金 (百万円 / 年)
製造業：一般工	3.5
製造業：エンジニア	4.4
製造業：マネージャー	6.0

### 3. 環境負荷の算出

#### 3.1 環境負荷算出の基本的な考え方

多くの環境負荷物質のうち、CO<sub>2</sub> 排出負荷について着目し、太陽光発電、燃料電池、蓄電池等の低炭素プロセスに関する CO<sub>2</sub> 排出量データを調査・整理して、CO<sub>2</sub> 排出量データベースを作成した (CO<sub>2</sub> 排出量データベース) <sup>[27]</sup>。

このデータベースを利用して、原材料起源、用役起源、設備起源に分けて求めた。

#### 3.2 CO<sub>2</sub> 排出負荷の算出

##### 3.2.1 原材料起源 CO<sub>2</sub>

- 1) 物質収支から各原材料ごとの原単位を求める。
- 2) 各原材料毎の CO<sub>2</sub> 排出原単位データを後述する CO<sub>2</sub> 負荷算出データベースから求める。
- 3) 各原材料ごとの CO<sub>2</sub> 負荷量を求める。

##### 3.2.2 用役起源 CO<sub>2</sub>

- 1) 物質収支、熱収支から各用役ごとの原単位を求める。
- 2) 各原用役ごとの CO<sub>2</sub> 排出原単位データを後述する CO<sub>2</sub> 負荷算出データベースから求める。
- 3) 各用役毎の CO<sub>2</sub> 負荷量を求める。

##### 3.2.3 設備材料起源 CO<sub>2</sub>

###### 3.2.3.1 バルク材料重量比算出の考え方

各機器の重量は、機器コスト・重量データベース <sup>[19]</sup> を用いて求めることができる。

土木・建築、配管、計装、電気等のバルク材料の重量は、製造コストと同様に、機器重量に対する比率をそれぞれの構成比を設定することにより求める。

算出に用いた基本データを以下に記す <sup>[20]</sup>。

- 1) 機器と配管、計装、電気のバルク材料重量比

屋外型で流体プロセスの場合

機器	100	に対して
配管	100	
計装	10	
電気	5	

- 2) 機器と基礎・建築材料（コンクリート、鉄骨）の重量比

屋内型で固体プロセスの場合

機器	100	に対して
基礎・建築材料	1100	
コンクリート/鉄骨重量比		: 2.7

屋外型で固体プロセスの場合

機器	100	に対して
基礎・建築材料	900	
コンクリート/鉄骨重量比		: 4

プロセスの種類による構成重量比を表 3.1 (屋内型)、表 3.2 (屋外型) として示す。

表 3.1 バルク材料の機器に対する重量比 (屋内型)

	プロセスの種類		
	固体	固体・流体	流体
機器	100	100	100
コンクリート	800	900	1150
鉄骨	300	330	430
配管材料	40	60	100
計装・電気材料	10	10	20
重量比合計 (丸め数)	1250	1400	1800

表 3.2 バルク材料の機器に対する重量比 (屋外型)

	プロセスの種類		
	固体	固体・流体	流体
機器	100	100	100
コンクリート	640	740	940
鉄骨	160	190	240
配管材料	40	60	100
計装・電気材料	10	10	20
重量比合計 (丸め数)	950	1100	1400

### 3.2.3.2 CO<sub>2</sub> 排出負荷の算出の前提

- 1) 重量：表 3.1, 3.2 から求める。
- 2) 材質：
  - 機器は材質別に重量を算出する。
  - 配管材料は主な構成材料の材質とみなす。
  - 計装・電気材料の材質は、簡易的に SUS304 系として取り扱う。

## 4. まとめ

今後拡大する低炭素分野の新技术に対応して、本書の内容を更新し、充実していく。  
 具体的には、

- 1) 新しいプロセスや技術に対応した機器設計やコストデータの拡充を進める。
  - 2) 原材料・用役コストデータベースの拡大と更新を行う。
  - 3) 機器コスト・重量データベースの拡大と更新を行う。
  - 4) 人件費データベースを作成する。
- 等を進めることによって、「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」を使いやすくしていく。

## 5. 付属資料

### 5.1 機器コスト・重量データベース（機器リスト）

#### 機器データベース 化学プロセス系

分類	メイン機器	材質オプション	適用範囲			運転 人員数
			最小	最大	単位	
槽	コーンルーフトank	SUS, CS	5	35,000	m3	0.1
	円筒縦型Tank	SUS, CS	1	100	m3	0.1
	円筒横型Tank	SUS, CS	1	400	m3	0.1
	円筒縦型ジャケット付Tank	SUS	1	100	m3	0.1
	円筒縦型圧力Tank 1 MPa.	CS	0.4	100	m3	0.1
	円筒横型圧力Tank 1 MPa.	CS	1	400	m3	0.1
	球形Tank 1MPa	CS	100	1,500	m3	0.1
液体・ スラリー輸送	プロセスポンプ（遠心式）	SUS	20	30,000	ℓ/min	0
	プロセスポンプ（キヤンド）	SUS	25	10,000	ℓ/min	0
	遠心スラリーポンプ	CS	1,200	12,000	ℓ/min	0
	ダイアフラムポンプ	SUS	1	300	ℓ/min	0
	ホースポンプ	SUS	10	500	ℓ/min	0
気体輸送	ファン	CS	50	1,500	m3/min	0.15
	ルーツブロワ	CS	1	250	m3/min	0.15
	遠心圧縮機（吐出圧：0.34MPa）	CS	50	20,000	kW	0.15
	遠心圧縮機（吐出圧：1.03MPa）		100	40,000	kW	0.15
	遠心圧縮機（吐出圧：13.1MPa）		1,000	40,000	kW	0.15
	スクリュウ圧縮機	SUS	37	220	kW	0.15
	真空ポンプ	SUS	30	120,000	ℓ/min	0.15
熱交換器	熱交換器（固定管板型）	SUS, CS	0.2	10	m2	0.1
	熱交換器（スパイラル型）	SUS, CS	10	7,000		0.1
	熱交換器（プレート型）	SUS	4	12	m2	0.1
炉	熱交換器（プレート型）	SUS	1	1,600	m2	0.1
	ローラハース炉	耐熱煉瓦	0.7	7.2	m3	2
乾燥装置	管式加熱炉	CS	500	150,000	kW	0.5
	パドルドライヤー	SUS	2	200	m2	0.5
	ロータリードライヤー	SUS	10	200	m2	0.5
	ドラムドライヤー	CS	1	15	m2	0.5
	箱型乾燥器	SUS	1	60	m3	0.5
均相混合	混合槽	SUS	0.4	100	m3	0.5
異相混合	高粘度混合槽	SUS	0.3	10	m3	0.5
	高粘度混合槽（サブミクロン用）	SUS	0.05	1.5	m3	0.5
動的攪拌	攪拌機	SUS	0.1	100	KW	0
静止攪拌	スタティックミキサー	SUS	10	40	m3/h	0
蒸留・吸収	多孔板塔	CS	10	1,300	m3	0.35
	充填塔	SUS	10	100	m3	0.35
抽出	ミキサ・セトラ	SUS	0.3	100	m3	0.35
溶融成長	DSS 炉	SUS	400	800	Kg	0.125
	CZ 炉	SUS	50	200	Kg	0.25
集塵	バグフィルター	SUS	30	70	m3/min	0
分級	遠心分級器	SUS	0.4	12	t/h	0
	振動篩	SUS	0.1	1.8	m2	0
ろ過	フィルタープレス	SUS	10	300	m2	0.5
	ベルトフィルター	SUS	1	20	m2	0.1
	ロータリフィルター	SUS	0.2	30	m2	0.1
遠心分離	遠心分離機	SUS	0.05	2	m3	0.4
	遠心脱水機（低濃縮率）	SUS	2	90	m3/h	0.4
	遠心脱水機（高濃縮率）	SUS	2	30	m3/h	0.4
供給	計量器・テーブルフィーダ、スクリュウフィーダ	SUS	100	1,000	ℓ	0
粉砕	ボールミル	アルミナライニング	2	400	kW	0.1
	回転ミル	セラミックス SUS	35	145	kW	0.1
	ビーズミル	Zr, SUS	8	240	kW	0.1
	粗粉砕機	CS	2	150	t/h	0.1
	生ごみ破砕機	SUS	0.1	2	t/h	0.1
混合	リボンミキサー	SUS	0.2	6	m3	0.5
貯槽	ホッパー	SUS, CS	0.1	130	m3	0.35
均相反応	反応槽	SUS	1	100	m3	0.5
	発酵槽	CS	5	7,000	m3	0.5
スパッタリング	スパッタリング装置	SUS	1,000	4,000	wafers/h	0.25
PECVD	プラズマ CVD 装置	SUS	200	4,000	wafers/h	1.25
	プラズマ CVD (a-Si/ガラス) 装置	SUS	20	40	pcs/h	1.25
熱CVD	ベルジャー炉	SUS	2	8	ton	1
	拡散炉（ウエハ、インライン）	SUS	700	2,300	wafers/h	0.5
	拡散炉（ウエハ、バッチ）	SUS	150	3,000	wafers/h	1.25

機器データベース 加工組立系

大分類	操作名	細分類	メイン機器	適用範囲			運転 人員数
				最小	最大	単位	
加工 組立系	表面加工	レーザー加工	レーザー加工	5	1,600	min	0.25
		スクリーン印刷	電極印刷装置 (PV)	1,000	5,500	wafers/h	1.25
		エッチング	セル選別装置	1,000	2,000	wafers/h	0
			エッチング装置	1,000	3,000	wafers/h	1.25
	検査		セルテスト	200	7,000	pcs/h	1.25
	組立		モジュールレイアップ装置	5	60	pcs/h	1.25
	塗工		塗工装置	70	4,000	m <sup>2</sup> /h	2
	成形	押出	押出成形機	50	3,500	kg/h	0.5
	混練		混練機	100	6,000	ℓ	0.5
	切断	ワイヤーソー (ウエハ)	スラリー砥粒	15	60	kg/h	1
			固定砥粒	60	350		1
ラミネーション		ラミネータ	0.2	15	m <sup>2</sup>	2.5	

機器データベース 物流系

大分類	操作名	メイン機器	材質 オプション	適用範囲			運転 要員数	
				最小	最大	単位		
物流系	荷役機械	クレーン、ホイスト		1	15	ton	1	
		フォークリフト		0.5	5	ton	1	
		ロボット		100	500	kg	0	
			クリーン仕様	100	500	kg	0	
	搬送機械	コンベヤ	ベルト	CS	600	1,500	kg/h	0
				SUS				
		ローラー	CS	600	1,500	kg/h	0	
			SUS					
		リフター、エレベーター		0.3	4	ton*mm	1	
		AGV		1	5	ton	0	
倉庫設備	自動倉庫、スタッカ			700	2,000	Rack No	0	

機器データベース 用役係

分類	メイン機器	適用範囲			運転 人員数
		最小	最大	単位	
受変電設備	受変電設備	500	50,000	KVA	0.1
	パワーコンディショナー (小容量)	3	10	kW	0
	パワーコンディショナー (大容量)	100	1,000	kW	0.1
発電機	発電機 (小容量)	1	3,000	kW	0
	発電機 (大容量)	3	300	MW	0.1
タービン	スチームタービン	0.02	160	MW	0.1
	ガスタービン (小容量)	1	100	MW	0
	ガスタービン (大容量)	100	300	MW	0.1
冷水塔	冷水塔	10	250	MW	0.1
ボイラー	パッケージボイラー	2	150	t/h	0
	ボイラー	100	5,000	t/h	0.1
空気、窒素	計装用空気システム	50	700	Nm <sup>3</sup> /h	0.1
	プラント空気システム	50	700	Nm <sup>3</sup> /h	0.1
	空気除湿器	150	2,000	Nm <sup>3</sup> /h	0
	窒素発生装置	0.4	13	Nm <sup>3</sup> /h	0.1
冷凍	チラーユニット	100	500	kW	0

## 5.2 データベース利用時の留意点 / 付記メモ

- 1) プロセス概念設計段階に適用。
- 2) 機器コスト積算の精度は± 50% 程度。
- 3) 2013 年末ベースのコストレベル。
- 4) 円・ドル換算レートは 100 円 /US\$。
- 5) 国内建設ベース。
- 6) 設備の規模は工場建設費 10 億円～ 1,000 億円程度に適用。
- 7) 設備の高さは、4 階建て、あるいは 20m 程度を上限。
- 8) 小規模設備は、一般にモジュール化されるので、建設費、運転人員とも別な取り扱いを要する。
- 9) 機器仕様の適用範囲のうち、最大値は、現状での市場の製品仕様等を参考にして設定した。
- 10) 自動化は一般に普及しているレベルを前提として、計装システムと運転人員を推定。



## 6. 資料並びに引用文献リスト

- [1] 低炭素社会づくりのための総合戦略とシナリオ, 独立行政法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター, 平成 24 年 7 月.
- [2] プロセス機器の種類・仕様の選定, 独立行政法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター, 内部資料.
- [3] 化学工学便覧 改訂 7 版, 丸善出版株式会社, 2011.
- [4] R. D.W.Green, Perry's Chemical Engineer's Handbook 8th Edition, McGraw Hill, 2008.
- [5] 「低炭素技術設計・評価プラットフォーム」の構築, 独立行政法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター, 平成 26 年 3 月.
- [6] 原材料・用役コストデータベース, 低炭素社会戦略センター, 内部資料.
- [7] “国立国会図書館リサーチ・ナビ,” [ オンライン ]. Available: <http://rnavi.ndl.go.jp/business/entry/post-7.php>.
- [8] 経済産業省 “経済産業省生産動態統計,” [ オンライン ]. Available: [www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou](http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou).
- [9] 内外化学品資料, シーエムシー出版, 平成 26 年.
- [10] 化学工業年鑑, 化学工業日報社, 2008.
- [11] 2015 年版 ファインケミカル年鑑, シーエムシー出版, 2014.
- [12] 16514 の化学商品, 化学工業日報社, 2014.
- [13] 株式会社鉄鋼新聞社, “日刊鉄鋼新聞 HP 統計・販価,” 株式会社鉄鋼新聞社, [ オンライン ]. Available: [http://www.japanmetaldaily.com/image/ttl\\_statistics\\_h2\\_index.gif](http://www.japanmetaldaily.com/image/ttl_statistics_h2_index.gif).
- [14] “日刊産業新聞 HP 相場・統計データ,” 株式会社産業新聞社, [ オンライン ]. Available: <http://www.japanmetal.com/price-sta>.
- [15] 石油天然ガス・金属鉱物資源機構, “ベースメタル国際需給動向,” 金属資源レポート (隔月刊).
- [16] LONDON METAL EXCHANGE, “Pricing & data,” [ オンライン ]. Available: <https://www.lme.com/en-gb/pricing-and-data/>.
- [17] 財務省, “財務省貿易統計 (レアメタル関係),” [ オンライン ]. Available: <http://www.customs.go.jp/toukei/srchr/index.htm>.
- [18] 2014 年版 電子部品年鑑, 株式会社 中日社.
- [19] 機器コスト・重量データベース, 独立行政法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター, 内部資料.
- [20] 低炭素技術 (FC, PV, LIB) プロセス設計書, 独立行政法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター, 内部資料.
- [21] 機器メーカー問い合わせ資料, 独立行政法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター, 内部資料.
- [22] 斎藤義巳, 化学装置コストハンドブック, 株式会社工業調査会, 2000.
- [23] H.P.Loh, “Process Equipment Cost Estimation,” DOE/NETL, 2002.
- [24] M.S.Peters, Plant Design and Economics for Chemical Engineers Fifth Edition, McGraw Hill, 2004.
- [25] AACE International Recommended Practices, “DEVELOPMENT OF FACTORED COST ESTIMATES,” AACE International, 2011.
- [26] 名古屋市, “第 1 3 6 号答申,” [ オンライン ]. Available: <http://www.city.nagoya.jp/shiminkeizai/cmsfiles/contents/0000012/12801/toushin136.pdf>.
- [27] “CO2 排出量データベース,” 独立行政法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター, 内部資料.



---

---

低炭素社会の実現に向けた  
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく  
イノベーション政策立案のための提案書

技術開発編

プロセス機器選定と製造コスト、環境負荷算出の  
ための基礎データベース作成  
－製造機器・材料・コスト情報の構造化－

平成 27 年 3 月

Guide for Process Design, Cost and CO<sub>2</sub> Emission Estimation  
with Relevant Database:

Structuring Knowledge Base on Equipment, Material and Cost Information  
Strategy for Technology Development,  
Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action  
toward Low Carbon Societies,  
Center for Low Carbon Society Strategy,  
Japan Science and Technology Agency,  
2015.3

国立研究開発法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター

(平成 27 年 4 月印刷版)

---

本提案書に関するお問い合わせ先

- 提案内容について・・・低炭素社会戦略センター 上席研究員 岩崎 博 (Hiroshi IWASAKI)  
上席研究員 三森 輝夫 (Teruo MITSUMORI)
- 低炭素社会戦略センターの取り組みについて・・・低炭素社会戦略センター 企画運営室

〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3 サイエンスプラザ4階  
TEL : 03-6272-9270 FAX : 03-6272-9273 E-mail : lcs@jst.go.jp

<https://www.jst.go.jp/lcs/>

© 2015 JST/LCS

許可無く複写・複製することを禁じます。  
引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

---

---