


平成 16年 3月 17日

氏名

嶋田 雅俊 

21世紀COEプログラム

拠点：大学院工学系研究科
応用化学専攻、化学システム工学専攻、
化学生命工学専攻、マテリアル工学専攻

“化学を基盤とするヒューマンマテリアル創成”

平成15年度リサーチ・アシスタント報告書

ふりがな	しまだ まさとし	男	生 年 月 日
氏 名	嶋 田 雅 俊	女	
所属機関名	東京大学大学院 工学系研究科 化学システム工学 専攻		
所 在 地	〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1 電話 03-5841-6876		
申請時点での 学 年	博士課程 2年		
研 究 題 目	時間依存シナリオ評価型LCA手法の開発		
指導教官の所属・氏名	東京大学大学院工学系研究科 化学システム工学専攻 平尾 雅彦 助教授		

I 研究の成果 (1000字程度)

(図表も含めて分かりやすく記入のこと)

概要：

長期的な環境影響を考慮したプロセス設計、技術導入・政策の評価によるライフサイクルデザインを支援するための、「長期シナリオ評価のためのライフサイクルアセスメント (LCA) 手法」を開発した。

組織・企業において、環境影響を考慮した活動・意思決定が求められており、環境負荷低減を目的とした技術、製品、プロセス、社会システムなどが新開発・提案されている。それらの導入効果を事前評価してライフサイクルを設計するライフサイクルデザインは重要である。だが、導入に伴う効果はライフサイクル全体に長期にわたって影響するが、製品を評価対象とする従来のLCAでは時間軸の考慮は含まれない等の理由から評価が困難である。そのため、ライフサイクルシステム自体を評価対象とし、ライフサイクル全体で起きる変化を評価する「シナリオ評価型LCA」の確立が必要である。

本研究では、1) LCA手法の理論の検討、2) LCA実施の情報環境の構築、3) LCAケーススタディによる検証の3つを相補的に行っていくことで、シナリオ評価型LCA実施の手順を明確にして手法を確立するとともに、手法を実施するためのツールと情報環境も構築し、ライフサイクル設計を可能とすることを目的とした。

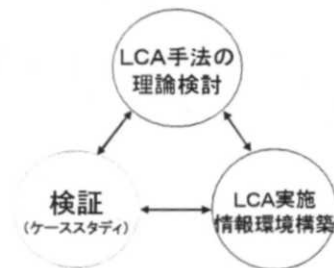


Fig.1 研究の方針

成果：

シナリオ評価実施のためのモデル化手法開発とモデル化フレームワークの仕様定義 (LCModel.LCML)を行い、ライフサイクルモデル構築支援ツール(ライフサイクルモデラー)を開発した。製造工程や流通消費等を単位アクティビティとみなし、Fig.2のようにアクティビティ間を物質・エネルギーの需要供給関係で繋ぎ合わせて、収支関係を表現・計算するライフサイクルモデル(LCModel)の手法を開発し、仕様を定義した。アクティビティ・物質/エネルギーフロー・数値パラメータ・制約条件の4つをモデルの主構成要素と定義し、Fig.3のフローの例のようにそれらの情報の定義を行った。

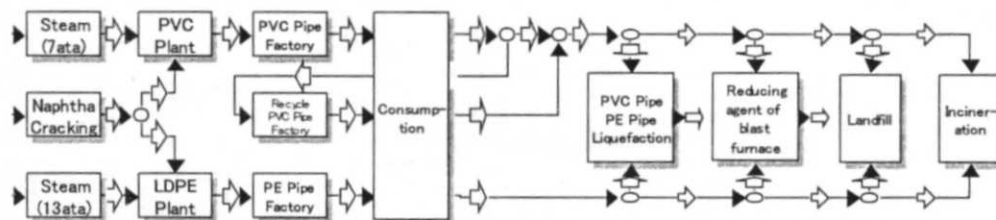


Fig.2 PVC パイプとPE パイプのライフサイクルモデル例

- ① **モデル構築言語 LCML** を開発・拡張し、ツール上での長期的なライフサイクルのモデル表現と収支計算(LCI)を可能にした。LCML は Fig.4 に示すような 3 形態での表現を用意し、用途に応じて使い分ける。また、モデルをグラフィカルユーザーインターフェース(GUI)上で行うためのツールとして Fig.5 に示した**ライフサイクルモデラー**を開発した。
- ② LCModel 構築の際の問題点をケーススタディを通して検討し、シナリオ評価型 LCA を用いたライフサイクルデザインを行う際にはどのような情報が必要とされるかについて、LCML で使うことを想定して検討した。ライフサイクルデザインのためには、物質収支情報、技術情報、収集・輸送に関する環境負荷・コスト情報、原料や製品の果たす機能、物性や組成等の化学物質情報等が必要であることが分かった。

ケーススタディを通じて、手法の理論・実施の両面において検討した。物質・エネルギーを(1)種類 (2)量 (3)時刻 (4)所在の 4 つのプロパティで表現されるものと定義し、ライフサイクルアクティビティとは物質・エネルギーの存在・移動・変化を扱うもので、4 つのプロパティを 1 つ以上変化させるものであると定義した。これらの 4 つの変化を扱うモデルの基本要素を情報基板上に実装し、これらを組み合わせることで多様なアクティビティを表現可能とした。これにより、汎用的にライフサイクルを表現できることをケーススタディの上で示した。

LCModel の再利用性を考慮して、構築された LCModel 同士を繋げて新しいモデルを構築するための理論検討を行った。

シナリオ評価型 LCA 手法によるライフサイクルデザイン実践の例を示すことで長期シナリオ評価の重要性と本手法の有用性を示した。

Flow Data

Element	Ethylene	
Amount	Period	Flow rate
	Jan.	15 kg
	Feb.	10 kg
	Mar.	20 kg

Source	Naphtha Cracking	
Destination	PVC Plant	

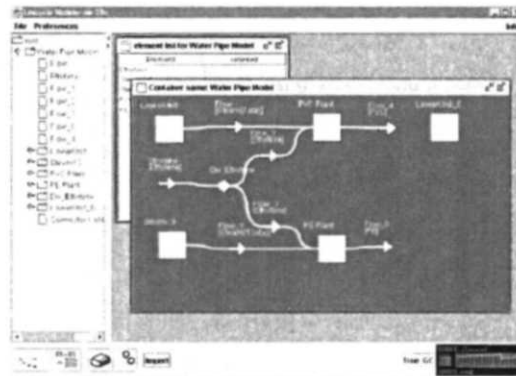
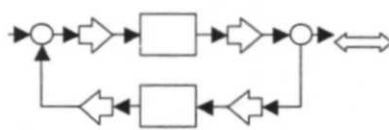


Fig.3 Flow の Data Format

物質の種類、各期間での物質量、供給元のユニット、需要先のユニットを定義することで、ユニット間の物質の移動を表現する



(a) グラフ表現

```
unit.setName("PET resin plant");
unit.addConnector("Ethylene Glycol",
IN);
unit.addConnector("PET", OUT);
```

(b) Java 表現

```
<unit
type="linear">
<input>
---
```

(c) XML 表現

Fig.4 LCML によるモデルの表現

II (1) 学術雑誌等に発表した論文A (掲載を決定されたものを含む.)

共著の場合、申請者の役割を記載すること。

(著者、題名、掲載誌名、年月、巻号、頁を記入)

SHINYA MURAMATSU ,MASATOSHI SHIMADA and MASAHIKO HIRAO

Effect of Hydrogen Coverage on Silicon Thin Film Growth:

Molecular Dynamics Investigation

Mat.Res.Soc.Symp.Proc 584,pp251 (2000)

分子動力学シミュレーションのために開発したオリジナルの MD シミュレーションプログラムの共同開発者として研究に携わった。

Y. Fukushima, M. Shimada, S. Kraines, M. Hirao, and M. Koyama

Scenarios of solid oxide fuel cell introduction into Japanese society

Journal of Power Sources 130, issue 1-2 (予定) (submitted)

シミュレーションモデルの開発実装とケーススタディ実施等の研究の主幹部に共同研究者と共に従事した。

II (2) 学会において申請者が口頭発表もしくはポスター発表した論文

(共同研究者 (全員の氏名)、題名、発表した学会名、場所、年月を記載)

嶋田雅俊 (発表者)・村松伸哉・平尾雅彦

「 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ 混晶の結晶構造と電子状態計算」

化学工学会第 64 年会, 名古屋工業大学キャンパス (名古屋市)

1999 年 3 月 25 日-27 日

平尾雅彦・村松伸哉・嶋田雅俊 (発表者)

「 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ 混晶の電子状態と光物性」

第 46 回応用物理学会関係連合講演会, 東京理科大 野田キャンパス (千葉県野田市)

1999 年 3 月 28 日-31 日

Masatoshi Shimada, Kyoichi Miyamoto, Yasuhiro Fukushima and Masahiko Hirao

「Lifecycle Modeling for Dynamic LCA」

The Fourth International Conference on Ecobalance, つくば国際会議場(つくば市)

2000 年 10 月 31 日-11 月 2 日

嶋田雅俊(発表者)・官本教一・福島康裕・平尾雅彦

「時間依存シナリオ分析のためのダイナミック LCA 手法」

化学工学会第 66 年会, 広島大学東広島キャンパス(東広島市)

2001 年 4 月 2 日-4 日

Masatoshi Shimada, Kyoichi Miyamoto, Yasuhiro Fukushima and Masahiko Hirao

「A new methodology for time-dependent scenario-based analysis」

SETAC Europe 11th Annual Meeting, Madrid Congress Palace (Madrid, Spain)

2001 年 5 月 6 日-10 日

Masahiko Hirao, Yasuhiro Fukushima, Masatoshi Shimada

「DOLCE: Distributed Object Environment for Lifecycle Engineering」

SETAC Europe 11th Annual Meeting, Madrid Congress Palace (Madrid, Spain)

2001 年 5 月 6 日-10 日

Yasuhiro Fukushima, Masatoshi Shimada, Masahiko Hirao

「LCML: Life Cycle Modelling Language for Scenario-based LCA」

SETAC Europe 11th Annual Meeting, Madrid Congress Palace (Madrid, Spain)

2001年5月6日-10日

嶋田雅俊(発表者), 福島康裕, 平尾雅彦

「シナリオ評価型ライフサイクルアセスメントのためのモデル記述言語 LCML」

化学工学会第67年会, 福岡工業大学(福岡市)

2002年3月27日-29日

嶋田雅俊(発表者), 福島康裕, 平尾雅彦

「ライフサイクルデザインのためのシナリオ評価型LCA手法の開発」

化学工学会第67年会, 福岡工業大学(福岡市)

2003年3月23日-25日