

【グループ・テーマ3 シーケンシャル・ユース・システム構築法とプロセス評価手法の開発】

サブテーマ名：3-1 シーケンシャル・ユース・システム構築法の開発
 小テーマ名：3-1-1 要素技術と対象システムのモデル化

サブテマリーダー(所属、役職、氏名)

京都大学大学院工学研究科 教授 長谷部 伸治

研究従事者(所属、役職、氏名)

京都大学大学院工学研究科 教授 前一廣、准教授 加納 学、牧 泰輔

(財)滋賀県産業支援プラザ 主任研究員 谷口 智

関西日本電気(株) 環境工務部 部長 山口 浩司、チームマネジャー 西口 佳孝、

主任 三好 君雄、矢谷 龍男、安藤 勝、田尻 孝介、二神 義英

積水化学工業(株) モノづくり革新センター 理事 沼田 雅史、

滋賀水口工場樹脂製造部 部長 藤坂 朋弘、企画管理部 課長 佐藤 宏史

研究の概要、新規性及び目標

①研究の概要

廃棄物を新たな製品や無害な物質に転換する要素技術が経済性も考慮して真に有効かどうかは、その要素技術だけでは判断できず、その場所で利用可能な熱源や他の廃棄物、および同時に利用可能な他の要素技術等を総合して判断しなければならない。本サブテーマでは、廃棄物や廃熱の質と量、様々な利用可能要素技術とその稼働コスト、最終製品(廃棄物)の各候補の価格が与えられた条件下で、廃棄物や廃熱を有効に利用する最適なプロセス構成をシステムティックに導出する手法の開発を目的としている。本小テーマは、具体的ないくつかの工場を対象にし、その工場での廃棄物や廃熱の情報をもとに、シーケンシャル・ユース・システム構築法の基礎となるモデルを開発することを目的とする。

②研究の独自性・新規性

開発しようとしている手法は、システムバウンダリー内で現状で利用可能な要素技術と利用可能廃棄物や廃熱を明確にして、最適なプロセス構成を導出する手法である。既存の工場を対象とし、ある定まった運転条件下での熱の有効利用に関する研究は、これまでも多く行われてきたが、これまでの研究は、与えられた物質や熱をいかに有効に利用するか、という点のみに着目していた。例えば、1つの流れでは利用箇所がないが、別の流れと混合することにより他の箇所で利用できる、というような点は考慮されていない。本研究では、流れの混合や不要成分の分離、別の物質への転換等の要素技術を評価内に取り込んで、最適なプロセス構成を合成しようとしており、このような試みはほとんど行われていない。また、熱と物質を同時に考慮して合成問題を定式化しようとしている点も、従来にない本研究の新規な点である。

③研究の目標(各フェーズ毎に数値目標等をあげ、具体的に)

[フェーズⅠ]

- ・無機廃棄物および有機廃棄物を排出する工場それぞれに対し、廃棄物処理の現状を明確にすると共に、混合される前の廃棄物生成工程直後の廃棄物流れの情報を整理する。
- ・無機廃棄物および有機廃棄物を中心とした工場それぞれを対象に、現状で利用可能な要素技術や本研究の他のサブグループで開発が進められている今後実用化が期待される要素技術等を検討し、その入出力関係をモデル化する。
- ・廃棄物や廃熱の混合や分配過程について、できる限り簡単な数式で表現できるモデルを開発する。
- ・廃棄物と廃熱を1つのプロセス合成問題の中で同時に扱うことのできるモデルを開発する。

研究の進め方及び進捗状況(目標と対比して)

[フェーズⅠ]

上記③研究目標中の「廃棄物・廃熱情報の整理」については、参加企業研究者を中心に定期的に大学側研究者との打合せを行いながら検討を進める。上記③研究目標の残りの項目については、大学側研究者およびコア研究室研究員を中心に、既存の研究の調査から始め、本サブテーマにふさわしいモデルを独自に開発する。本小テーマは、目標としていた成果をあげ、終了した。

主な成果

[フェーズⅠ]

具体的な成果内容：主な研究成果として、モデル化における以下の2点について説明する。

- 1) 分配過程の線形モデルの開発と離散変数の数の削減法の開発

廃棄物流れを成分流量を要素として持つベクトルで表現した場合、流れの混合については単純にベクトルの加算で表現できる。しかしながら、流れの分岐については、分岐後の流れの総和が分岐前の流れと等しいという制約のみならず、分岐前後で組成が変わらないという制約を課す必要がある。従来このような制約を考慮すると、流れの分岐は成分流量と分配率の積という二次の項を持つ式として表現せざるを得なかった。本研究では、関連文献の調査から、0-1変数の利用により、線形関係を維持したままで流れの分岐を表現できる手法を見いだした。しかしながら、既存の方法では、1つの流れの分岐を表すだけでも非常に多くの0-1変数を必要とし、プロセス合成問題への適用には限界があることも明らかになった。本研究では、2進数の原理を利用し、既存の手法に比べはるかに少ない0-1変数で、流れの分岐を扱えるモデルを開発した。

2) 廃棄物と廃熱を同時に扱えるモデルの開発

従来のプロセス合成の研究では、廃棄物と廃熱どちらか一方しか扱われていない。これは、モデル化に際し、全く異なる定式化が必要となることに帰因する。例えば、熱の場合は熱交換の可能性を判断するのに、受熱側と与熱側双方の温度レベルと熱容量を考慮しなければならない。本研究では、熱交換温度をいくつかの領域に分割することで、流体間の熱交換可能性を表現する手法を導出した。この手法を用いることで、廃棄物と廃熱の流れを1つの問題の中で同時に扱うことのできるモデルを開発した。

特許件数：0

論文数：4

口頭発表件数：13

研究成果に関する評価

1 国内外における水準との対比

本小テーマは、次の小テーマ(小テーマ3-1-2)で用いるモデルの開発を中心としたもので、本小テーマのみで他の研究と比較することは難しい。しかしながら、上記「主な成果」で述べたようなモデルはこれまで提案されておらず、本研究独自のものである。

2 実用化に向けた波及効果

上記「主な成果」で開発されたモデルは、廃棄物のシーケンシャル・ユースのみでなく、一般のプロセスの合成問題にも適用可能である。与えられた製品を最も効率的に生産するプロセスの構造を求めるプロセス合成問題は、産業の様々な分野で生じる問題であることから、本小テーマでの開発成果は、大きな波及効果を持つと判断できる。

残された課題と対応方針について

特になし

	JST負担分(千円)							地域負担分(千円)							合計
	H14年	H15年	H16年	H17年	H18年	H19年	小計	H14年	H15年	H16年	H17年	H18年	H19年	小計	
人件費	175	6,556	3,506	0	0	0	10,237	3,300	11,800	6,000	0	0	0	21,100	31,337
設備費	0	21,588	0	0	0	0	21,588	0	0	0	0	0	0	0	21,588
その他研究費*	4,839	13,820	1,785	0	0	0	20,445	2,200	9,756	365	0	0	0	12,321	32,766
旅費	5	354	258	0	0	0	618	0	144	720	0	0	0	864	1,482
その他	19	659	691	0	0	0	1,369	800	1,980	640	0	0	0	3,420	4,789
小計	5,038	42,978	6,241	0	0	0	54,256	6,300	23,680	7,725	0	0	0	37,705	91,961

代表的な設備名と仕様 [既存(事業開始前)の設備含む]

JST負担による設備：計算専用ワークステーション等一式、自動ポンペ熱量計一式、質量分析計一式

地域負担による設備：

※複数の研究課題に共通した経費については按分する。