

日本学術振興会
プロセスシステム工学第143委員会
平成23年度第4回研究会議事録

1. 日時：平成23年12月9日（金）13：10～17：00
2. 場所：キャンパス・イノベーションセンター東京 国際会議室
（東京都港区芝浦3丁目3-6）
3. 出席者：47名（順不同，敬称略）

委員長：平尾雅彦（東京大学）

委員：

長谷部 伸治(京都大学)，加納 学(京都大学)，関 宏也(東京工業大学)，武田 和宏(静岡大学)，野田 賢(奈良先端科学技術大学院大学)，船津 公人(東京大学)，山下 善之(東京農工大学)，小河 守正(山武)，響 義則(住友化学)，小崎 恭寿男(日揮)，竹田 浩伸(三菱化学)，樋口 文孝(出光興産)，山田 明(三井化学)，菊池 康紀(東京大学)，梅田 富雄(元千葉工業大学)，金子 弘昌(東京大学)，木村 直樹(九州大学)，栗本 英和(名古屋大学)，黒岡 武俊(富山大学)，島田 行恭(労働安全衛生総合研究所)，殿村 修(京都大学)，松田 圭悟(山形大学)，松本 秀行(東京工業大学)，矢嶌 智之(名古屋大学)，小野 仁意(代理：武多 一浩，三菱重工)，石橋 昌宏(横河電機)，伊藤 秀之(富士電機)，大山 敏(三菱化学)，金子 隆二(代理：伊藤 徹郎，日本AMT)，河野 浩司(代理：ヨーク 弘美，三菱化学エンジニアリング)，木村 としや(東洋エンジニアリング)，小林 隆広(代理：山本 一三，出光興産)，讃岐 亮(J X日鉱日石エネルギー)，鈴木 啓太(旭化成エンジニアリング)，高井 努(代理：喜多井 剛志，山武)，竹内 健史(出光興産)，田守 隆宏(日産化学工業)，寺沢 周(代理：高橋 徹，日本AMT)，西野 由高(代理：森知 隆，日立製作所)，馬場 一嘉(代理：秋田 秀之，ダイセル)，矢羽田 喜彦(三井化学)，山北 幸重(旭化成 EIC ソリューションズ)，

委員以外の出席者：

平田 賢太郎 (プロセスインテグレーション)，松方 正彦 (早稲田大学)，古山 通久 (九州大学)，福島 康裕 (成功大学 (台湾))

4. 研究会

<国際会議参加報告>

2011 AIChE Annual Meeting 報告

(野田 賢(奈良先端科学技術大学院大学), 加納 学(京都大学), 平尾 正彦(東京大学))

[概要]アメリカ化学工学会 (AIChE: American Institute for Chemical Engineers) に参加した委員より、セッションや近年の研究動向について報告があった。次回、2012年はピッツバーグにて開催される。

<研究会>

テーマ: 化学プロセスにおける省エネルギー

(司会: 船津 公人 委員、山田 明 委員)

1) 「化学プロセスにおける分離膜を用いた省エネルギー」

<<講演者>>

早稲田大学 松方正彦 先生

[概要] 省エネルギー化が可能な分離技術としてゼオライトを用いた分離膜が注目されている。宮古島や北海道で実際に利用されている蒸留塔とゼオライトを組み合わせたエタノール脱水技術および石油化学産業への分離膜技術の展開について紹介いただいた。

<質疑応答>

長谷部: 北海道のバイオエタノールの例はオーバースペックだったのか。

松方: その通り。4連のシリーズであったが、2つで十分であった。

長谷部: 筒の外側から中へ流しているがどうか。

松方: 膜面積を大きく取るため、外側に薄膜を形成している。

長谷部: 外側から流すと完全混合になってしまって濃度が上がりにくいのか。

松方: 実際は、一本一本が二重管になっている。モジュールの問題、ガスの混合の問題は重要であるため、しっかりと取り組みたい。

山田: 分離の難易度が高い溶媒原料系に挑戦する場合、どのようなことが問題になるのか。

松方: 水の濃度が低いときに耐え、耐酸性であり、塩基性で溶けないような膜にすることである。無機材料自身が苦手な環境に耐えなければならない。膜の選択性を発揮させて、特別な分離を達成させることが重要である。

山田: ゼオライト以外の素材を用いるということか。

松方: その通り。例えば、アモルファスのシリカや炭素材料を使用する。例えば炭素材料は穴の大きさも制御できる。

平尾: 蒸留の場合は気液平衡である程度設計できるが、膜分離の場合は材料設計、製造方

法、構造設計が問題になるのか。設計に関する系統だった技術はあるか。

松方：薄膜については、どうやって種をつけて、どうやって育てるかに尽きる。種と支持体とのゼータ電位をどうするか、成長速度をどうするかなど最適化したい。今後は透過分離機構やプロセスのスタイルなどを研究課題にして進めたい。

2) 「プロセスインテグレーションによる蒸留技術の省エネルギー化」

《講演者》

山形大学 松田圭悟 先生

[概要] 蒸留研究の歴史から始まり、VRC や HIDiC 等の蒸留に関する各種省エネルギー技術および多重定常状態を利用した効率的な操作・設計手法について紹介いただいた。

<質疑応答>

山田：反応蒸留の中で定常状態が複数あるとのことであるが、定常状態間の過渡状態をダイナミックシミュレーションで表現しているのか。ここで、反応は平衡反応ということか。

松田：その通り。定常シミュレーションで反応速度を考慮した検討も行ったが、ほとんど差はなかった。

山田：ボトム組成最適化の目的で、サイドカット操作を間欠的に何時間すると最適かが分かるということか。

松田：その通り。

山田：実際は定常状態で安定的に運転しなければいけないがどうするか。

松田：例えば、一番下の定常状態を決めて、その後外乱を加えて定常状態からの変動を確認する。

山田：外乱を入れても安定な定常状態を選ぶということか。

松田：その通り。今回については、安定定常から安定定常にジャンプアップすることがポイントである。

加納：一番下の安定状態から上にジャンプアップさせて、その後オペレーションで目的の状態へ操作できるか。

松田：計算で行うと計算結果が発散してしまう。原因は分からないが、塔内が液で満たされているからかもしれない。

関：組成制御を行ったらどうか。制御問題として面白い。

松田：組成制御は行ったことがあるが、計算が安定しなかった。制御関係の知恵を借りたい。

長谷部：何を仮定しているかしっかり示して欲しい。それによって結果が異なる。還流比を固定しているか、抜き出し量を固定しているか、流量はモル流量か体積流量か、ヒートバランスをどのようにしているか、など。

松田：流量を固定していて、モル流量を使用している。熱に関しては今後整理したい。

3) プロセスインテグレーションによる省エネルギー

《講演者》

プロセスインテグレーション株式会社 平田賢太郎 様

[概要] 既存プロセス改善を対象としたプロセスインテグレーション技術における最適化手法には、運転最適化と設備改造最適化が存在し、ピンチ解析やモデル予測制御に代表される昨今の省エネルギーと比較し無投資か実際の投資の範囲での改善案が提言されている。今回、原油蒸留系、エチレンプラントを例に、蒸留分離系・熱交換器系間の同時最適化手法の適用事例を中心にご紹介いただいた。

＜質疑応答＞

山田：最適化手法において、回帰分析モデルを構築するのは、個々の蒸留塔モデルによるシミュレーションで、熱交換器ネットワークについては適用されないのか？

また、CRYO-int はDIST-int、HEAT-int と別のソフトか。

平田：その通りである。熱交換系は別モデルであるが、蒸留系との同時最適化が可能となる。CRYO-int は独立であるが、これもDIST-int と連携同時最適化が可能である。

山田：先進のエチレンプロセスであっても、この手法を用いれば、省エネのポテンシャルを抽出できることを、示しているのか？前の講演の、膜分離と蒸留プロセスのインテグレーション、蒸留プロセスのインテグレーションの技術と本技術の省エネポテンシャルはどの程度独立し従属しているかのイメージはどうか？

平田：そうだと思う。今までにない着眼点であり、案件抽出が可能である。また省エネ案件の創出には、使用する手法（ソフト）の質の高さ及び技術者の経験・技術が要求される。2番目の質問については、以下の通りである。プロセスモディフィケーションに分類されるが、膜分離・ヒートインテグ蒸留とは、ポテンシャル的には独立すなわち加算可能である。膜分離とは全く独立しているが、ヒートインテグ蒸留の各種メニュー（VRC等）は、DIST-int にて広範囲に最適化可能である。

プロセスモディフィケーションは実行に技術確立のみならず、多額の投資を伴い、昨今の企業情勢では実現し難い。したがって、無投資、最小設備投資での案件創出が重要でありその後の展開はプロセスモディフィケーション適用となる。

長谷部：新しいフロー、アイデアを提案したとき、よくオペラビリティは大丈夫かと聞かれるが、このオペラビリティにつき、何かアイデアを提供するような技術はあるか。今回の事例ではどうだったか？

平田：個々のフローにつき、個々に制御系を再設定していくことが常道で、マンチェスター大でもオペラビリティの設計はあまりみられないと思う。今回の事例は、運転最適化

実行案件は、現行フローであり、セットポイントを変更した程度である。重要なお指摘と思う。

配布資料：

- # 1 「化学プロセスにおける分離膜を用いた省エネルギー」【松方氏】
- # 2 「プロセスインテグレーションによる蒸留技術の省エネルギー化」【松田氏】
- # 3 「プロセスインテグレーションによる省エネルギー」【平田氏】