

日本学術振興会
プロセスシステム工学第143委員会
平成17年度第2回研究会議事録

1. 日 時： 平成17年7月22日（金）13：20～17：00

2. 場 所： 東京 弘済会館 （東京都千代田区麴町5-1）

3. 出席者：48名（順不同）

委員長：小野木克明（名古屋大学）

委 員：大杉 健（ジャパンエナジー）、小西信彰（横河電機）、重政 隆（東芝）、鈴木 剛（東洋エンジニアリング）、高田晴夫（三菱化学）、黒田千秋（東京工業大学）、長谷部伸治（京都大学）、柘植義文（九州大学）、平尾雅彦（東京大学）、山下善之（東北大学）、橋爪 進（名古屋大学）、梅田富雄（千葉工業大学）、山本重彦（工学院大学）、伊藤利昭（名古屋工業大学）、栗本英和（名古屋大学）、淵野哲郎（東京工業大学）、吉田雅俊（東北大学）、村上佳広（関西大学）、矢野智之（名古屋大学）、島田行恭（産業安全研究所）、外輪健一郎（徳島大学）、加納 学（京都大学）、ホサム ガッパール（岡山大学）、北島禎二（東京農工大学）、濱口孝司（名古屋工業大学）、野田 賢（奈良先端科学技術大学院大学）、殿村 修（京都大学）、栗原久光（出光興産）、喰田秀樹（代理：樋口文孝、出光興産）、宮川基彦（インベンシス システムズ）、山崎克彦（カネカ）、薄 豊文（代理：白川義之、ジャパンエナジー）、古木恒樹（代理：丸山 亨、新日本石油化学）、響 義則（住友化学）、馬場一嘉（ダイセル化学工業）、西 洋一（代理：池田 航、東洋エンジニアリング）、春成 孝（日産化学工業）、西野由高（代理：田口孝史、日立製作所）、藤田宗宏（三井化学）、一津屋茂（三井化学）、小尾秀志（森永乳業）、崎田智博（代理：堤 廉、横河情報システムズ）、坂本英幸（横河電機）

委員以外の出席者：

江本源一（三菱化学）、鈴木達也（名古屋大学）、菊池康紀（東京大学）、金藤正直（東京大学）

4. 研究会 テーマ：「最適化技術の動向」

1) 「最適化アルゴリズムの最近の発展」（資料#1）

奈良先端科学技術大学院大学 野田 賢 委員

最適化アルゴリズムの基本的な考え方と最近の発展について、線形計画、非線形計画、組合せ最適化、大域的最適化の領域別に概説された。また、PSEにおける最適化技術の応用例として、化学プロセスの設計と操作の同時最適化について解説された。

<質疑応答>

北島：標準問題に対して様々な最適化アルゴリズムが開発されているが、標準問題を発展させて現実の問題を定式化することへの見通しはどうか。

野田：標準問題と現実の問題の間に差があり、標準問題だけで世の中のあらゆる問題を解決することはできない。しかし、標準問題を頭においておき、それに基づいて自分が扱っている現実の問題を整理して考えていくことは重要だと思う。

柘植：計算機の丸め誤差のために変数のある区間で扱うといった区間演算法が昔あったが、どうなったか。

野田：そういう研究をしている人はいると思われるが、よくは知らない。今後の課題として、最適解を点でなくある範囲で求めるということが重要であるとしたが、具体的にどんな問題があるかはわからない。

春成：昔の最適化における、多次元のポントリアギンは今日の発表のなかでどういうパターンに入るのか、また多次元の乱数を発生させて解を順次探索していく方法はどのような位置づけにあるのか。

野田：後者のいろんな点をランダムに発生させて最適解を探索する方法は、次元が増えていくと発生させなければならない点の数も指数関数的に増えていくので、おそらく現在はまったくやられていないと思われる。ポントリアギンについては、最大原理を使って動的最適化を求めていこうというやり方では、いろんな制約条件や評価関数を適用しようとすると、ポントリアギン（理論はきれいだが）よりも変数離散化手法の方がリーズナブルである。

2)「プラントオペレーション最適化への新たな取組み」(資料#2)

三菱化学(株) 江本 源一 氏

三菱化学における最近のプラントオペレーション最適化の事例として、アセチレン水添器最適化とエチレン・プロピレン生産量制御が紹介され、今後の最適化技術の課題について述べられた。

<質疑応答>

加納：アセチレン水添器の最適化で、当初の目的がエチレンのゲインを上げてエタンのゲインを下げるものだったのが、目的関数ではエチレンのゲインしか考えていないのはなぜか。

江本：エチレンゲインを上げれば、その増えた分エタンゲインが下がるため、エチレンゲインのみを考えた。目的関数として、エチレンゲインの代わりに選択率を使うことも考えられるが、トータル量としてよくならなかった例があったため、選択率は使っていない。評価のところ、ゲイン差を考えたのは特に意図はなく、本来はエチレンゲインで十分である。

長谷部：モデルが実際の運転データに合わなくなってきたとき、それはモデルを修正していくしかないのか、それとも例えばあるバイアスがあれば単純にそれを加えていくというアプローチをとられるのか。

江本：基本的にはプロセスが変わらない限りモデルは変えないという方針であり、ずれてきたらバイアスをつけるなどの処置で対応している。

ガッパール：ターゲットはリアルタイムオペレーションとリアルタイムシミュレーションを考えているのか。

江本：今日の話はリアルタイム最適化だけです。計測できないところの値を知るためにリアルタイムシミュレーションが役に立つことがあるかもしれない。運転条件をいかに変えるかというところでは最適化が必要になってくる。

ガッパール：リアルタイムシミュレーションは必要だと考えるが。

江本：計測できないところの値を知るためにリアルタイムシミュレーションが役に立つことがあるかもしれない。運転条件をいかに変えるかというところでは最適化が必要になってくる。

3)「ハイブリッドシステムの最適化」(資料#3)

名城大学 小中 英嗣 氏, 名古屋大学 鈴木 達也 氏

ハイブリッドシステムの表現手法の一つで最適化問題を定式化しやすい Mixed Logical Dynamical System 形式と呼ばれるシステム表現形式について概説され、その ON/OFF 型センサ・アクチュエータを用いた二輪走行車両の制御および設計への適用例が紹介された。また、ハイブリッドペトリネットとその自動車生産ラインのスケジューリングへの適用例も紹介された。

<質疑応答>

加納：二輪走行では、R の推定値は ∞ と 1.5 の 2 値だけなのか。

鈴木：R の推定値としてそれ以外の値を算出する可能性はある。ただし、この例のモデルは、 ∞ と 1.5 以外の値が出たときには、どう動けばよいのかを知らない。もし、R の推定値として 3 が得られる場合には、3 に対する最適なパラメータを事前にもっていなければならない。今回は、R が ∞ と 1.5 の場合しか考えていないが、実際の工場のラインなどでは R が違うことがないので、これで十分対応できる。

長谷部：R が 3 のような場合は、 ∞ と 1.5 の間の割合か何かで動きを決めることはできないか。

鈴木：リニアな関係ではないので、その方法に対してはネガティブな考えをもっている。

加納：R がいくつもの値をとるようになってピースが増えていくと計算量が増大してしまうという問題が生じる。また、ロバスト性に対するアプローチがないという状況であり、それは今後の課題であるといわれている。ハイブリッドの制御や最適化について、今後の課題として当面考えなければならない問題があれば教えて欲しい。

鈴木：最適化の感度解析は調べることはできるかもしれないと考える。ロバスト性はその感度解析とミックスして扱うことができるだろう。

北島：化学プロセスではある操作が終わったら直ちに次の操作に移らなければならないような場面があるが、それをハイブリッドペトリネットで表現することはできるか。

鈴木：表現できる。

4) 「最適化ツール」(資料#4)

東京工業大学 湊野 哲郎 委員

商用およびフリーの最適化パッケージが紹介された。また、ハイブリッドを実現するために重要となるツール内部のデータフォーマットについて概説された。

<質疑応答>

北島：最後に話があったモデリングとはフォーミュレーションである。最適化問題としてフォーミュレーションする前にシステムをどう捉えてモデル化するかというステップがあるが、その部分については何かよいツールはあるのか。

平尾：ASCEND は、MATLAB のようにモジュールの関係という形で、対象をグラフィカルに描き、それに基づいてモデル化することを狙っている。しかし、どのように変数をとればよいかをサポートするものはない。その部分はモデリングする人のアイデアの出どころだと思う。

配布資料：

- #1: 最適化アルゴリズムの最近の発展
- #2: プラントオペレーション最適化への新たな取組み
- #3: ハイブリッドシステムの最適化
- #4: 最適化ツール