

日本学術振興会
プロセスシステム工学第143委員会
平成22年度 第4回研究会議事録

1. 日 時： 平成22年12月3日（金） 13：10～17：00

2. 場 所： 東京 キャンパス・イノベーションセンター（CIC）東京
（東京都港区芝浦 3-3-6／電話：03-5440-9020）

3. 出席者：70名（順不同，敬称略）

委員長：長谷部伸治（京都大学）

委員：轡 義則（住友化学），鈴木 剛（東洋エンジニアリング），高田晴夫（三菱化学エンジニアリング），山田 明（三井化学），柘植義文（九州大学），野田 賢（奈良先端科学技術大学院大学），橋本芳宏（名古屋工業大学），山下善之（東京農工大学），加納 学（京都大学），平尾雅彦（東京大学），伊藤利昭，殿村 修（京都大学），栗本英和（名古屋大学），濱口孝司（名古屋工業大学），菊池康紀（東京大学），船津公人（東京大学），高塚佳代子（宮崎大学），山下 裕（北海道大学），関 宏也（東京工業大学），矢島智之（名古屋大学），石橋昌宏（横河電機），小崎恭寿男（代理：野口芳和，日揮），鈴木啓太（旭化成エンジニアリング），山田幸治（宇部興産），伊藤秀之（富士電機システムズ），讃岐亮（JX日鉱日石エネルギー），大宮司理晴（JX日鉱日石エネルギー），樋口文孝（代理：吉井清次，出光興産），布野俊彦（日立ハイテクトレーディング），山北幸重（旭化成E I Cソリューションズ），平井都志也（ソニー），伊藤徹郎（日本 AMT），寺沢 周（日本 AMT），西野由高（代理：河村 勉，日立製作所），藤井孝義（代理：黒田俊行，日揮），馬場一嘉（ダイセル化学工業），広島 力（JX日鉱日石エネルギー），村山 大（東芝），矢羽田喜彦（三井化学），小松規秀（カネカ），厨子洋一（カネカ），村越俊二（代理：小林隆広，出光興産），田守隆宏（日産化学工業），川村継夫（オメガシミュレーション）

委員以外の出席者：森下敏治（三菱化学），今井伸一（パナソニック），稲谷正志（アステラス製薬），内藤清嗣（三井化学），松本卓也（三井化学），金子弘昌（東京大学），三角和宏（JX日鉱日石エネルギー），奥田信一（住友化学），福田和彦（富士電機システムズ），野上啓介（東芝），安井英己（東芝），城間健太郎（三菱化学），三木徹也（三菱化学），南浦 清（横河電機），中林暁男（横河電機），竹川正浩（横河電機），鶴飼将太（横河電機），村上譲二（横河電機），村田 尚（東洋エンジニアリング），槻木澤佑公（住友金属工業），間宮秀雄（ワイ・ディ・シー），浅野一哉（JFE スチール），中川弘司（第一三共），水田匡彦（SUMCO），古川 淳（トクヤマ）

4. 研究会

<研究会>

テーマ：先端的な取り組みが描き出す仮想計測技術の現状と未来

（司会：柘植義文 委員）

0) 研究会の趣旨説明

1) 「ソフトセンサーへの期待と課題」

《講演者》 東京大学 船津 公人 委員（資料#1）

[概要] 143 委員会 WS29 の活動状況の報告と併せて，ソフトセンサーへの期待と課題について述べるとともに，いくつかの解決の方向性を述べられた。

<質疑応答>

野 口：①何を基準に正常と異常を判断しているのか？②ある期間だけ異なるフィードで運転したとき，提案法では異常として判断されないのか？たとえばバッチで，目的変数と説明変数

の関係が時間的に変化する場合も提案法は使えるのか？

船津：①万能・完全なものではない。ICAによって得られる成分を用いて異常を捉えることができる。前提として異常をアサインしておかねばならない。アサインしなかった異常は見逃してしまう可能性がある。②対応策を考える必要がある。

長谷部： Δx から Δy を推定する話において y を求める際にはどうしているのか？

船津：予測値あるいは過去の実測値を用いて y をさせる。実測を用いることでバイアスなどをなくすことが考えられる。3ヶ月分の予測データで構築したモデルを使って、その先3年分を予測している（予測できることを示している）。実測データで推定している。

中川：マハラノビス距離による方法と比べてより強力なツールになるのか？

船津：提案法の方が検出率は高い。（ICAの場合は予め定義された異常を検出する方法、マハラノビス距離の場合は正常データとの距離から正常と判断する方法 by 加納）

伊藤：①様々な運転を行うプラント点検前後のような場合であっても提案法による異常検出は可能なのか？②微分して低周波をカットしたように思うが、そうすると何故あうのか？そのような経験は多く見られるが、プロセスの特性・ゲインが線形に変化していないのか、非線形同定をするとあうのか、考えを聞きたい。

船津：様々な運転状態がICAの成分に反映されるかどうかはプロセスの特性によると思う。そのあたりの検討は十分にしていない。運転状態を個別に分けて考えてみたり、まとめて考えたり、実際解析をしながら考えていきたい。

橋本：回帰モデルの更新時、正常なデータをモデル更新にどんどん使うと、バラツキが小さくなって信頼性が低くなるように思う。正常の中の広がりや提案法の中で評価しているのか。

船津：正常状態でも実際、 x も y も振れている中でモデルを作っている。時間を横軸にとった成分にはノイズみたいな振れが現れている。異常に特徴付けられる振れを捉えている。

2) 「三菱化学のソフトセンサーの現状と新しい状態推定法（DBモデル）に関する取り組み」

《講演者》 三菱化学株式会社 森下 敏治 氏（資料#2）

[概要] 三菱化学におけるソフトセンサー運用状況およびデータベースモデリングの検討・適用状況について述べられた。

<質疑応答>

平井：#9において、類似は何をもって決めているのか？橙色で囲まれた部分は時間軸に意味は持つのか？時間軸全部で比較されているのか？時系列情報も比較しているのか？

森下：距離。区間の先頭、1つ前、2つ前、といった状態が変わってきた情報を使っている。

野口：#15において、ICAでいい結果が得られない理由は？

森下：全くできないという意味ではない。ICAは、もともとの潜在変数が独立であるという前提で使うが、その前提が崩れているから。（右図は分布の形によって決まってくる。もともとの独立成分が一樣でないと四角にならない。それと非線形性が影響している。 by 加納）

古川：①#13において、高度制御システムから出てくる出力と予測システムから出てくる出力は操作変数が異なっているのか？異なっていなければ、違う結果が出てきたときにどっちを優先しているのか？②#14において、元々のプロセスデータ収集システムなのか、今回の検討のために間引いたデータを作ったのか？

森下：①予測システムは出力をもっていない。高度制御システムで使う制御変数の値を予測システムで出力する。それを使って高度制御計算を行って出力は高度制御システム。②元々のプロセスデータ収集システムでは1分間隔。今回のシステム内でデータベースの修正を行っている。

（司会：加納学 委員）

3) 「半導体産業におけるバーチャルメトロロジーの現状と課題」

《講演者》 パナソニック 今井 伸一 氏（資料#3）

【概要】家電製品を制御するSoCに焦点を当て、その製造過程で実用化されているバーチャルメトロロジー（VM）を紹介し、今後の課題について述べられた。

<質疑応答>

伊藤：VMとは、品質や歩留まり等に影響する装置・プロセス・材料の3つをうまくモデリングしている、バーチャルな形でモデリングしている、ところがポイントなのか？物理モデルを使い、装置やプロセスの汎用的・普遍的な特性を持ち込んで先を予測しているのか？

今井：何を予測するかという話になるであろう。わかっている結果を予測する場合、未来（n+1）を予測する場合、基本的にそれらが混在している。現状運転の予測以外に、装置の異常を予測して改善のネタを提供する（予めスタンバイしている）。n+1の予測はかなり難しい。傾向的に動いているときのみそれが可能になってくる。普遍的な物理モデルを導入すればメンテナンスフリーになる。非線形なものを相手にしたときに物理モデルを導入することを考えた。もう少し統計的要素を増やして今後取り組んでいきたい。

中川：最後の課題、PLSによる変数マイニング精度の向上について考えを聞きたい。

今井：入力変数のバラツキを考慮してやってみよう、分布の形状を考えてやってみよう、というのをとっかかりに、現場データをつきあわせながらしっかりしたものにしていきたい。

山田：物理モデルの中にどのように重回帰モデルを組み入れられているのか？

今井：基本的には2種類ある。PLS変数をそのまま入れる方法と、マイニングした変数を入れる方法、非線形の式になっている。重回帰の場合、オーバーフィッティングする。また、PLS解析の場合でもオーバーフィッティング気味で、クロスバリデーションしながら主成分の数を決めている。そのあたりは主成分を多くしすぎると合わなくなる。

4) 「PATによる医薬品開発／製造の高度品質保証を目指して」

≪講演者≫ アステラス製薬 稲谷 正志 氏 (資料#4)

【概要】アステラスでのPATへの取り組み、技術開発、戦略について紹介された。

<質疑応答>

長谷部：DSについて、どういうパラメータをイメージすればいいのか？中間製品のDSは次の工程以降で頑張っておペレーションすれば最終製品とできるようなものと考えればよいか？中間製品の品質をフィードフォワードして次の工程の操作変数に使うのは必須になってくるのではないか？

稲谷：最終製品のCQAのDSを決め、中間品CQAに落とし込んでいく。中間品CQAによるDSを考えて、製品が一定範囲に入るように、PATによるモニタリング、フィードバック制御していくことを考えている。どうしても変数が多いのでDoEで寄与率の高いものを設定している。各工程のDSは、後工程のバラツキを考慮し、前工程ほど小さいDSとする。また、中間品CQAのDSから逸脱があったとしても、フィードフォワードによって次の工程でリカバーできるようになれば、よりコスト低減と高い品質保証ができると考えている。

平井：①厚労省の認可がおりた後の工程変更が難しいという話があったが、今回の話も認可が必要か？②#27において多品種のケースでもあってくるのか？

稲谷：①予めDSで範囲を定めておけば、変更の手続きはいらぬ。変更の手続きの方式としては、品質に影響の無い、あるいは少ないものは年1回の報告でよいが、原料変更や製造方法変更の場合はバリデーション、データをとって変更申請が必要となる。②アルゴリズムについては試行錯誤の結果である。主成分が1%とか5%などの少量含量の場合、殆ど同じ波形が得られるので、錠剤の大きさや色を見たりすることもある。

野口：①PATを使って品質制御することで検査数を減らして品質を維持できるという趣旨からして、全数検査技術は必要になるのか？②バッチが選択されているところに連続製造が馴染むのか？可能性が見えてきたのか？

稲 谷：①連続工程の場合、どこで逸脱が起こったかを判断できないため、現在はリスクヘッジとしてバッチ生産を採用している。PATによって1錠1錠を保証できれば連続生産できるので全数検査を目標としている。②現状、1錠1錠測定できる技術は出てきたが、全数検査するにはまだまだスピードが遅い。

船 津：混合と打錠について、分布状態を確認するイメージングの利用可能性は？

稲 谷：将来的に実施したいと考えている。現状は破壊検査であり、錠剤内分布は測定していない。

伊 藤：バッチの場合、時間という変数が増え、ハンドリングが増え、バラツキの原因を増やしている。一方、連続工程の方が品質は安定している。医薬の方でバッチがいいという理由は？

稲 谷：連続工程はリスクが大きい。連続工程の場合、製品のどこまでに異常・逸脱が起こったかを判断できない。医薬品回収時に連続生産はデメリットが大きい。高い製品品質を保証できない連続工程よりバッチ工程を選択している。

(司会：加納学 委員)

5) 総合討論

配布資料：

#1: ソフトセンサーへの期待と課題【船津委員】

#2: 三菱化学のソフトセンサーの現状と新しい状態推定法 (DB モデル) に関する取り組み【森下氏】

#3: 半導体産業におけるバーチャルメトロロジーの現状と課題【今井氏】

#4: PAT による医薬品開発／製造の高度品質保証を目指して【稲谷氏】

以上