

日本学術振興会プロセスシステム工学第 143 委員会
ワークショップ No.27・第 2 回研究会議事録

1. 日 時： 2007 年 9 月 10 日（月） 13:30 ～ 17:30

2. 場 所： 東京農工大学 小金井キャンパス 新 1 号館 L 0 1 1 1 講義室
(東京都小金井市中町 2-24-16)

3. 出席者： 49 名（順不同，□出席，■欠席）

<大学>□加納学（京都大学）□橋本芳宏（名古屋工業大学）■梅田富雄（青山学院大学）■殿村修（京都大学）□関宏也（東京工業大学）■松本秀行（東京工業大学）□山下善之（東京農工大学）□黒岡武俊（富山大学）■浜口孝司（名古屋工業大学）■小木曾公尚（奈良先端科学技術大学院大学）□山本透（広島大学）■伊藤利昭（元・名古屋工業大学）

<企業>□樋口文孝（出光興産）■篠原和太郎（東芝）■山田明（三井化学）■栗原久光（出光興産）□藤井憲三（出光興産）□大宮司理晴（ジャパンエナジー）■田代敦（ジャパンエナジー）■滝波明敏（昭和電工）■高橋慎一（昭和電工）□讃岐亮（新日本石油化学）□久下本秀和（住友化学）□嚮義則（住友化学）■飯野穰（東芝）□重政隆（東芝三菱電機産業システム）■根岸靖典（東芝三菱電機産業システム）□村田尚（東洋エンジニアリング）■吉田延弘（東洋エンジニアリング）■喜多富士雄（日揮）□野口芳和（日揮）■昆潤一郎（日揮）■矢野尚貴（日揮）■持田晴夫（日揮）□石井良和（日立製作所）□大寶茂樹（三井化学）□西村泰治（三井化学）□大山敏（三菱化学）□橋本祐樹（三菱化学）■小河守正（山武）■大谷哲也（横河電機）□末吉一雄（横河電機）

<講師その他>□Jacques Richalet □野田賢（代理：坂倉義康，奈良先端科学技術大学院大学）□伊藤秀之（富士電機アドバンステクノロジー）□大西義浩（呉高等工業専門学校）□江口元（東京農工大学）□小澤秀二（富士電機システムズ）□北島禎二（東京農工大学）□黒谷憲一（富士電機システムズ）□小崎恭寿男（日揮）□小島広久（首都大学東京）□小針昌則（日揮）□齋藤護（東京工業大学）□坂本英幸（横河電機）□佐藤昌之（宇宙航空研究開発機構）□佐藤隆太（東京農工大学）□鈴木勝幸（日立製作所）□鈴木剛（東洋エンジニアリング）□高津春雄（横河電機）□栢原平祐（東洋エンジニアリング）□日高浩一（東京電機大学）□増田芳枝（鹿児島大学）□松本宏治（富士電機システムズ）□矢納陽（近畿大学）□山崎敬則（小山高専）□吉澤正雄（東京農工大学）□両瀬悟司（日本ベーレー）□Celine Ramoni（日産自動車）□Alexis Reust（日産自動車）

4. 内 容

4-1. 講演 ” Industrial Applications of Predictive Functional Control”

Dr. Jacques Richalet

【概要】モデル予測制御 (MPC/MBPC) の起源は 60 年代終わりにまで遡る。石油精製産業では、制約条件の扱いや多変数プロセスの制御を実現するために、防衛産業では非定常設定値への追従制御を実現するために、モデル予測制御が必要とされていた。最初の PFC/IDCOM は 1973 年に登場し、1974 年には蒸気発生器、反応器、蒸留塔への産業応用が行われた。学術論文として MPC が登場するのは 1978 年の *Automatica* である。その後、1989 年には PFC から PPC (parametric predictive control) への拡張が行われ、1998 年には PFC が PLC のライブラリに組み込まれた。PFC の産業応用分野は、防衛、自動車、冶金、化学など多岐にわたる。エッフェル塔のエレベータやレーザー誘導爆弾の制御にも利用されている。プロセス運転には、次の 4 つのレベルがある。

Level 0: ancillary processes, e.g., FRC/PID

Level 1: dynamic control with constraints

Level 2: optimization of working conditions

Level 3: production planning

上位レベルは下位レベルを土台としてしか構築できないため、Level 0 の確立が重要である。足下の制御がきちんとできていなければ、高度制御は成功しない。バラツキを抑えて、運転条件をシフトさせることによって、利益を得ることができる ("Squeeze and Shift!"). 利益を現実化するため、PFC は以下のような目標を掲げて開発されている。

- To optimize the ratio: "performance / Understanding, Implementing, Tuning"
- To solve the problems that PID cannot solve... but in continuity with the PID approach...
- Easy access to floor instrumentists. Tuning parameters should have a clear physical meaning.
- Elementary mathematics.
- No explicit integrator in the loop.
- No matrix calculation.
- No quadratic minimization on line.
- Open technology.

PFC の適用に際しては、第一原理モデル (物理モデル) の利用が推奨されている。利用されるモデルは必ずしも詳細で厳密なものではなく、制御目的を達成するために必要十分な程度のモデル化がなされ、かつ、モデルの特徴を制御アルゴリズムに反映させる点が特徴的である。また、制御パラメータの物理的意味を明確にし、かつ制御パラメータの効果を独立させているため、調整が容易であるとされる。講演の後半では、様々な適用事例の紹介がなされ、PID 制御と比較して、PFC の制御性能が優れていることが示された。

4-2. 講演 "日揮によるモデル予測制御 (PFC) 関連実績紹介"

日揮 野口芳和 氏

【概要】日揮にて導入されている PFC (Predictive Functional Control) および PCR (Predictive Control for Reactors) についての紹介があった。これらの制御技術は、第一原理モデルの利用を前提としているため非線形プロセスへも適用可能であり、操作量の計算が簡単なため応答の速いプロセスにも適用可能である。なお、PCR は PFC アルゴリズムをモジュール化した製品である。これまでに日揮では PFC/PCR をバッチ反応器や晶析装置に適用した実績がある。本講演では、治験薬用バッチ反応器の温度制御および医薬品用生物培養槽の温度制御の適用事例が紹介された。また、コントローラ開発負荷を軽減するために開発された、MATLAB/Simulink と RT-Linux コントローラを組み合わせたシステムについての紹介があった。

5. 配付資料

- 1) "Industrial Applications of Predictive Functional Control"
- 2) "日揮によるモデル予測制御 (PFC) 関連実績紹介"

[予定]

第3回研究会 10月下旬 東京