

## WS25 最終報告概要

第143委員会での WS25 最終報告会資料

執筆者

加納 学                      京都大学

2004/10/08

ワークショップ (No. 25) 最終報告  
制御性能監視 —プロセス産業での実用化を目指して—

代表世話人  
加納 学

## 1. はじめに

本WSの取り組みについて報告する前に、WSの提案書の内容を確認しておく。2001年12月7日付の提案書には、以下のように書かれていた。

### [ 概 要 ]

資源、環境、安全、品質、価格など、生産活動を行う上で考慮しなければならない項目の数は増加するばかりであり、グローバル化を背景に、突き付けられる要求も際限なく厳しくなっている。このような時代の要請に応えるためには、化学プラントの能力を最大限に引き出すような運転を実現しなければならず、制御系の性能を高く維持することが最低限必要である。しかし、一般的な生産プロセスには非常に多数の制御ループが存在し、どの制御ループがプラント全体の運転効率向上へのボトルネックであるかを見極めることは大変困難である。また、気温の変化、銘柄やロードの変更、触媒の劣化、伝熱係数の変化など多種多様な要因によってプラントの状態は時々刻々と変化するため、一度調整したコントローラであってもその制御性能が劣化している場合も多く、時にはその悪影響がプラント全体にまで及ぶこともある。そればかりか、調整もされないままに使用されているコントローラも少なくないのが現状である。近年では、モデル予測制御に代表される大規模な多変数制御を導入し、高度な運転システムを構築する事例も増えているが、それが計画通りの性能を発揮しているかどうかを常時監視し、必要に応じて再調整を行わなければ、高価なシステムが無駄となりかねない。このため、再調整を必要とするコントローラを検出する目的で、各制御系の性能を評価できるシステムティックかつ実用的な手法が必要である。さらに多変数制御系では、プラントの状態変化に適応するために、プロセスモデルを再同定する必要があるかどうかを判定できる手法の開発も望まれている。

本ワークショップの目的は、実用的な制御性能評価・監視手法を提供することである。そのために、そもそも制御性能の善し悪しとは何なのかという原点から議論を始め、これまでに提案されている各種制御性能監視手法を整理し、シミュレーションデータおよび実プラント運転データを用いた各種手法の評価を行いながら、我々が取り組むべき問題を明確にする。例えば、最小分散制御を規範とする制御性能評価手法は、この分野の先駆的な研究として高く評価できるが、むだ時間の正確な同定が必要であると共に、実現不可能な制御性能をベンチマークにするという問題点がある。実用的な制御性能評価・監視手法を開発するためには、産業界におけるニーズを的確に把握し、厳しい目で既存技術を検証する必要がある。本ワークショップでは、産学からの参加者が共同し、かつ適切に役割を分担して課題に取り組み、様々な立場の参加者がその成果を享受できるような方向で作業を進める方針である。

### [ 内 容 ]

本ワークショップの内容や進め方は参加者の議論に基づいて決定するが、現時点では、下記のような内容を想定している。

1. 産業界におけるニーズ（制御性能監視の理想像）の調査
2. 既存手法のサーベイ（文献・企業での実施例を調査）と評価（解析を実施）
3. 実用的な制御性能評価・監視手法の開発

## 2. 活動概要

WS参加者および研究会開催状況を以下に示す。

### 2-1. 参加者（敬称略）

<世話人：4名>

加納 学 (京都大学)      山下 善之 (東北大学)

重政 隆 (東芝ITC)      西澤 淳 (三菱化学)

<企業参加者：15名>

栗原 久光 (出光興産)      樋口 文孝 (出光石油化学)      喰田 秀樹 (出光石油化学)

宮川 基彦 (インベシス)      大宮司 理晴 (Jエナジー)      白川 義之 (Jエナジー)

滝波 明敏 (昭和電工)	久下本 秀和 (住友化学工業)	清水 佳子 (東芝)
行友 雅徳 (東芝)	村田 尚 (TEC)	野口 芳和 (日揮)
松尾 徹 (三井化学)	松尾 文晴 (三井化学)	清水 雅嗣 (横河電機)

<大学参加者：5名>

大嶋 正裕 (京都大学)	山本 重彦 (工学院大学)	大野 弘 (神戸大学)
黒岡 武俊 (富山大学)	橋本 芳宏 (名古屋工業大)	

## 2-2. 研究会

第1回研究会 (2002年04月18日)	第2回研究会 (2002年06月21日)
第3回研究会 (2002年08月30日)	第4回研究会 (2002年11月01日)
第5回研究会 (2002年12月20日)	第6回研究会 (2003年02月14日)
第7回研究会 (2003年04月18日)	第8回研究会 (2003年05月31日)
第9回研究会 (2003年07月17日)	第10回研究会 (2003年08月22日)
第11回研究会 (2003年11月04日)	第12回研究会 (2004年01月30日)
第13回研究会 (2004年03月05日)	第14回研究会 (2004年06月18日)

## 3. 活動内容

活動内容の概要を以下に示す.

### 3-1. アンケート

産業界におけるニーズ(制御性能監視の現状と理想像)を調査するために、WS参加者に対して、2度のアンケートを実施した.

### 3-2. 研究・技術動向調査

既存手法のサーベイ(文献・企業での実施例を調査)を実施した.

- ・制御性能監視の基礎
- ・国際ワークショップ参加報告
- ・文献調査報告
- ・産業界での取り組み
- ・製品紹介

### 3-3. 制御性能監視と関連技術の実用化に向けて

実用的な制御性能評価・監視手法の開発を目指して、既存手法についての学習、その運転データへの適用と評価を実施し、既存手法の課題を明らかにすると共に、その解決策を提示した. また、WS独自の手法を開発した.

- ・最小分散制御をベンチマークとする手法
- ・LQGをベンチマークとする手法
- ・定形的形状解析を用いた制御性能監視
- ・高次統計量を用いた非線形性の検出
- ・調節弁固着現象のモデル化と検出
- ・Wavelet解析を用いた蒸留塔運転データの解析
- ・モデル駆動PID制御ーその特徴と応用例ー
- ・閉ループ同定

### 3-4. 制御性能監視ツールボックス

WSの成果を共有するために、制御性能監視ツールボックスを開発中である. 広く活用してもらうために、EXCEL上で簡単に動作するツールボックスとする予定である.

- ・制御性能評価(最小分散ベンチマークなど)
- ・バルブスティックモデル
- ・バルブスティック検出

## 4. 対外的な成果発表

### 4-1. 計測自動制御学会第3回制御部門大会

2003年5月28-30日に神戸で開催された計測自動制御学会第3回制御部門大会にて、本WSが中心となり、プロセス・コントローラの状態監視(I),(II)の2セッションをオーガナイズした.

<プロセス・コントローラの状態監視（Ⅰ）>

- ・実プラントにおけるプロセス状態監視（住友化学）
- ・プロセス診断と異常検出への Wavelet の応用（三井化学，東北大学）
- ・モデル予測制御の性能評価に関する検討（三菱化学）
- ・むだ時間系に対するモデル予測制御の調整とその評価（東芝）

<プロセス・コントローラの状態監視（Ⅱ）>

- ・プロセストレンドの分解とその状態監視への応用（東北大学）
- ・多変量解析手法を用いた化学プロセスの異常検知（三菱化学）
- ・PLSによる蒸留塔組成推定及び運転状態監視について（昭和電工，京都大学）
- ・主成分分析と独立成分分析を併用する多変量統計的プロセス管理（京都大学，神戸大学）

**4-2. 計測自動制御学会「計測と制御」特集**

計測自動制御学会誌の特集「プロセスを予測する／動かす／監視する」の一部（およそ半分）を，本WSが中心となって企画・執筆した（現在執筆作業中）。

- ・プロセスシステムの状態監視（東北大学，京都大学）
- ・プロセスコントローラの制御性能監視（京都大学，東北大学）
- ・プロセスとコントローラの状態監視ツールの現状（名古屋工業大学）
- ・化学プロセスにおける制御性能監視の適用例（三菱化学）
- ・プロセス監視におけるウェーブレット解析の利用（三井化学，山武）
- ・バルブスティクションとその検出（住友化学，京都大学）

**5. おわりに**

提案書に示した内容に従ってWSの活動は行われてきた。WSを通して広範なテーマについて議論することができたが，多変数系の制御性能評価およびPID制御に特化した制御性能評価に関しては，十分な検討ができなかった。この分野は現在も活発に研究が進められており，今後の動向もフォローしておく必要があるだろう（WSとしてではなく，プロセス制御にたずさわるものとして）。

以上

## Workshop No.25 最終報告

### 制御性能監視

— プロセス産業での実用化を目指して —

加納 学（世話人代表）

kano@cheme.kyoto-u.ac.jp

<http://www-pse.cheme.kyoto-u.ac.jp/~kano/>

### 提案書を読み返すと...

本ワークショップの目的は、**実用的な制御性能評価・監視手法を提供することである**。そのために、そもそも制御性能の善し悪しとは何なのかという原点から議論を始め、これまでに提案されている各種制御性能監視手法を整理し、シミュレーションデータおよび実プラント運転データを用いた各種手法の評価を行いながら、我々が取り組むべき問題を明確にする。

実用的な制御性能評価・監視手法を開発するためには、産業界におけるニーズを的確に把握し、厳しい目で既存技術を検証する必要がある。本ワークショップでは、**産学からの参加者が共同し、かつ適切に役割を分担して課題に取り組み、様々な立場の参加者がその成果を享受できるような方向で作業を進める方針**である。

（配付資料参照）

**メンバー**

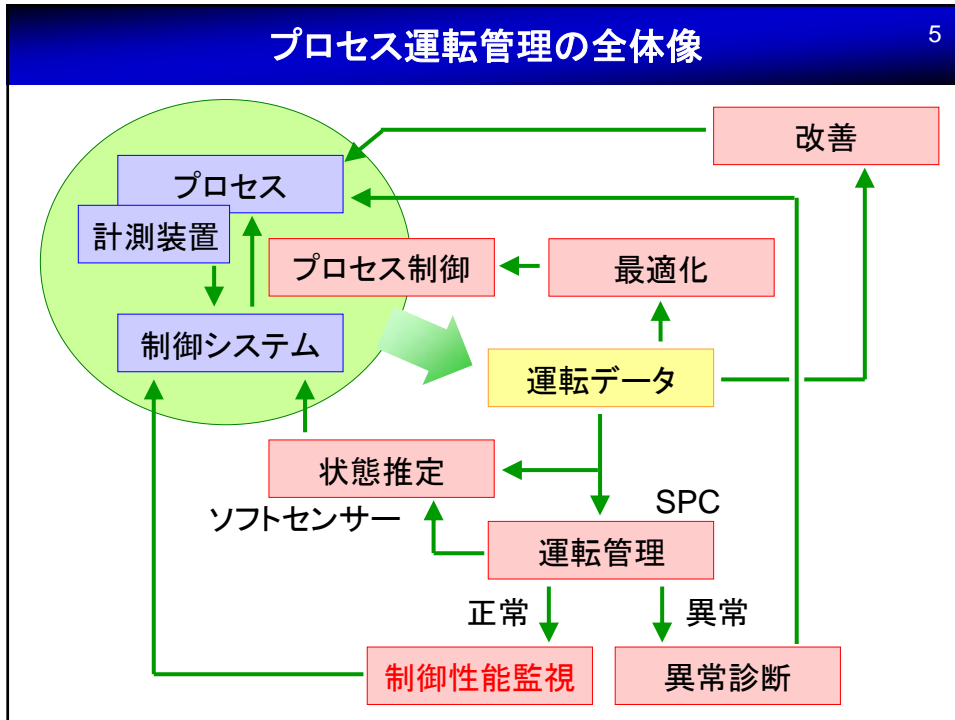
3

企業参加者： 17名 大学参加者： 7名

**<世話人:4名>**加納(京都大学) 山下(東北大学)  
重政(東芝ITC) 西澤(三菱化学)**<企業参加者:15名>**栗原(出光興産) 樋口(出光石化) 喰田(出光石化)  
宮川(インベンシス) 大宮司(Jエナジー) 白川(Jエナジー)  
滝波(昭和電工) 久下本(住友化学) 清水(東芝)  
行友(東芝) 村田(東洋エンジ) 野口(日揮)  
松尾(徹)(三井化学) 松尾(文)(三井化学) 清水(横河電機)**<大学参加者:5名>**大嶋(京都大学) 山本(工学院大学) 大野(神戸大学)  
黒岡(富山大学) 橋本(名古屋工業大)**研究会開催履歴**

4


- 第1回研究会 (2002年04月18日)
- 第2回研究会 (2002年06月21日)
- 第3回研究会 (2002年08月30日)
- 第4回研究会 (2002年11月01日)
- 第5回研究会 (2002年12月20日)
- 第6回研究会 (2003年02月14日)
- 第7回研究会 (2003年04月18日)
- 第8回研究会 (2003年05月31日)
- 第9回研究会 (2003年07月17日)
- 第10回研究会 (2003年08月22日)
- 第11回研究会 (2003年11月04日)
- 第12回研究会 (2004年01月30日)
- 第13回研究会 (2004年03月05日)
- 第14回研究会 (2004年06月18日)




### 制御性能監視とは？ 6


プロセスの運転に影響を与えることなく、数多くの制御ループの性能を評価・監視したい。もちろん、運転員や制御エンジニアに負荷をかけたくはない。

日常の運転データだけから制御性能を評価できないだろうか？



制御システム



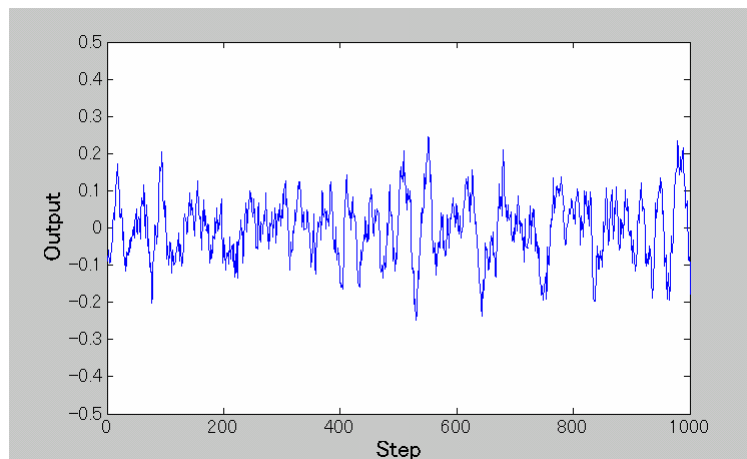


プロセス

## 要するに、これが問題

7

この制御結果から、制御性能を評価せよ。  
さらに、制御性能が悪い場合には、その原因と対策を示せ。



## 解答例

8

上司： この制御結果から、制御性能を評価せよ。

部下： .....

(以下、心の叫び)

そんなこと、できるわけないでしょう！

そもそも、プロセスの動特性も分かってないんですよ。

制御性能なんて評価できるわけないでしょう！

上司： 制御性能が悪い場合には、その原因と対策を示せ。

部下： .....

(以下、心の叫び)

だから、評価できないって言うてるでしょう！

仮に評価できたとしても、原因や対策なんて簡単に

分かるはずないんだから...



## 何をすればよいのか？

9

「制御性能を評価する」といっても、一体何をすればよいのか？

1. **制御系を乱したらダメ！**  
→ 利用できるのは制御量・操作量の測定データのみ.
2. **コントローラに依存しないベンチマークが欲しい！**  
→ 現実の応答から理想的な応答を求めなければならない.
3. **特定のコントローラで達成可能な制御性能の限界を知りたい！**  
→ 現実の応答から理想的な応答を求めなければならない.
4. **制御性能が悪い場合に、その原因と対策を知りたい！**  
→ 利用できるのは制御量・操作量の測定データのみ.

そんなことができるのか？

上司: やれ！ 部下: できない！

## Harris の解答

10

T. Harris:

``Assessment of Closed Loop Performance",  
*Can. J. Chem. Eng.*, **67**, pp.856-861 (1989).

プロセスのむだ時間さえ既知であれば、制御量の運転データから、その分散の最小値を求めることができる。この最小分散をベンチマークとして利用すれば、制御性能を定量的に評価できるはずだ！



最小分散制御をベンチマークとする制御性能評価手法の誕生

## Harris Index (CLP)

11

**Closed-Loop Potential**  $\eta(d) = \frac{\sigma_{MV}^2}{\sigma_y^2}$

CLP が0に近い場合

$$\sigma_y^2 \gg \sigma_{MV}^2$$

コントローラを修正する必要がある。

CLP が1に近い場合

$$\sigma_y^2 \cong \sigma_{MV}^2$$

$\sigma_y^2$  が十分に小さいなら、完璧！

そうでないなら、フィードフォワード制御の導入やプロセスの改善など抜本的な対策が必要である。

## MVCベンチマークの特徴 — 長所

12

- ✓ 性能評価のために**同定実験を行う必要がなく**、プロセスのむだ時間が既知であれば、通常の運転データのみから指標を計算できる。
- ✓ 最小分散はコントローラに依存しないため、指標によって構造の異なる**コントローラの性能を絶対的に評価できる**。

## MVCベンチマークの特徴 – 短所

13

- ✓ 最小分散は分散の下限值を与えるが、現実には最小分散を実現できない場合もある。例えば、
  - a) コントローラの構造を限定する場合
  - b) モデル誤差がある場合
  - c) 制約がある場合
 には、**最小分散を実現できるとは限らない**。
  
- ✓ 最小分散制御は**過激な操作量の変化を要求する**ため、最小分散を実現することが望ましいとは限らない。したがって、制御系の安定性やロバスト性も考慮した指標が必要である。

## 何をすればよいのか？

14

「**制御性能を評価する**」といっても、一体何をすればよいのか？

1. 制御系を乱したらダメ！
  - 利用できるのは制御量・操作量の測定データのみ。
2. コントローラに依存しないベンチマークが欲しい！
  - 現実の応答から理想的な応答を求めなければならない。
3. **特定のコントローラで達成可能な制御性能の限界を知りたい！**
  - 現実の応答から理想的な応答を求めなければならない。
  - **PID制御**
4. **制御性能が悪い場合に、その原因と対策を知りたい！**
  - 利用できるのは制御量・操作量の測定データのみ。
  - **センサーやアクチュエータの不具合**

## 活動成果報告(1)

15

最小分散制御に基づくPID制御性能評価の問題点

<発表>

第48回システム制御情報学会研究発表講演会  
京都 (2004)

## 研究目的

16

1. PID制御で達成可能な制御性能の限界を示す.
2. 最小分散制御をベンチマークとする評価指標をPID制御系に適用する際の問題点を明らかにする.

## PID制御の性能評価

17

プロセスのむだ時間が短く、動特性が単純な場合

最小分散制御をベンチマークとして良い。

プロセスのむだ時間が長く、動特性が複雑な場合

PID制御で最小分散は実現できない。

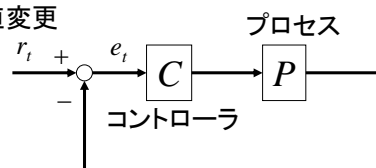
最小分散制御はベンチマークとして適切でない。

PID制御で達成可能な分散の最小値をベンチマークとすべきであるが、プロセスと外乱の伝達関数が既知でなければならず、さらに最適化計算も必要となる。

## 設定値追従性能に関する検討

18

ステップ状  
設定値変更



$$P(s) = \frac{1}{1+Ts} e^{-Ls}$$

$$C(s) = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s \right)$$

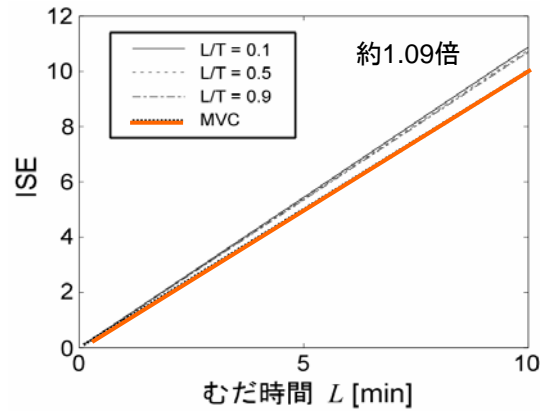
プロセスは1次遅れとむだ時間で近似。

$0.1 \leq L \leq 10$ ,  $0.1 \leq \frac{L}{T} \leq 1$  の範囲で時定数  $T$  とむだ時間  $L$  を変更し、

**ISE最小**となるように、制御パラメータ  $K_p$ ,  $T_I$ ,  $T_D$  を最適化。

## ISEの比較(設定値追従)

19



最適なPID制御によって実現されるISEは  
プロセス時定数にほとんど依存しない

Harris Indexは約0.93で一定

## ISEが時定数に依存しないPID調整則

20

最小分散制御に対するモデルマッチングにより導出

$$\text{比例ゲイン } K_p = \frac{2T + L}{2KL}$$

$$\text{積分時間 } T_I = T + \frac{L}{2}$$

$$\text{微分時間 } T_D = \frac{2TL}{2T + L}$$

プロセス時定数に関係なく,  
Harris Indexは約0.88となる.

ステップ状設定値変更に対しては  
PID制御でもHarris Index=0.88以上を実現できる  
(0.93以上は実現できない)

## 外乱抑制性能に関する検討

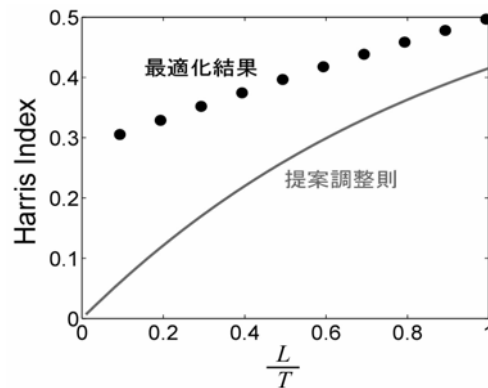
21

プロセス入力側にステップ状外乱が付加された場合

$$\text{比例ゲイン } K_p = \frac{2T + L}{2KL}$$

$$\text{積分時間 } T_i = T + \frac{L}{2}$$

$$\text{微分時間 } T_D = \frac{2TL}{2T + L}$$



PID制御で達成可能なHarris Indexは0.3~0.5程度である。  
Harris Indexは時定数に大きく依存する。

## まとめ

22

設定値追従と外乱抑制とでは、PID制御によって達成可能なHarris indexが大きく異なるため、最小分散制御をベンチマークとする性能評価手法を利用する際には、結果の解釈に注意が必要である。

設定値変更の場合、PID制御によるHarris Indexの目標値は0.9程度とすべきである。

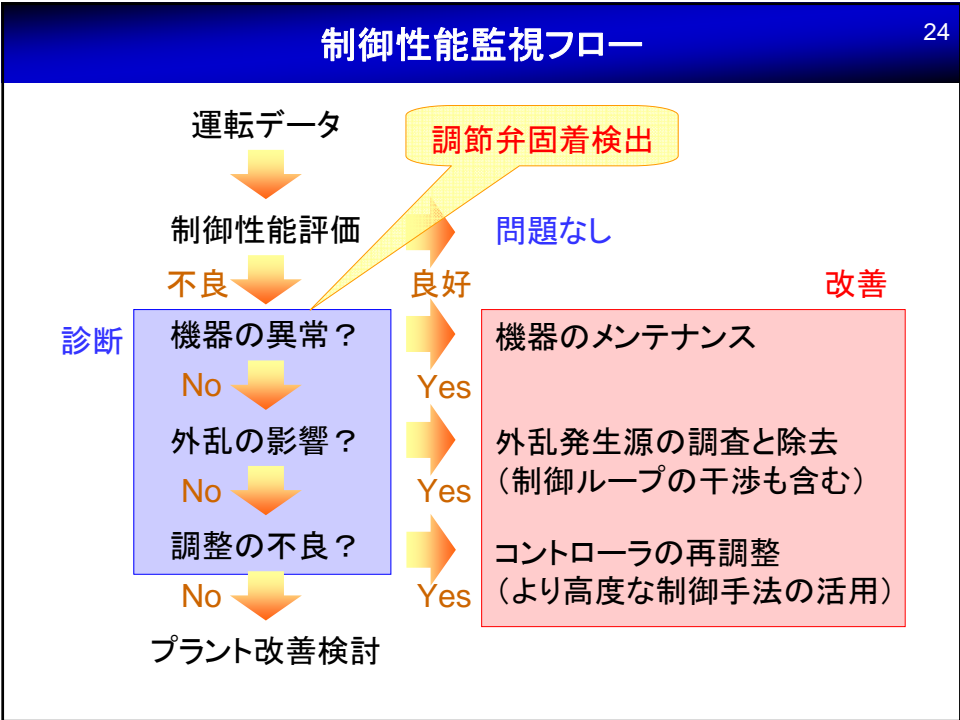
プロセスモデルが既知である、あるいは同定できるという前提をおけば、より厳密にPID制御の性能を評価できる。しかし、すべての制御ループにおいて同定実験を行うのは現場への負担が大きいため、簡便なPID制御性能評価手法の開発が望まれる。

23

## 活動成果報告(2)

調節弁固着現象のモデル化とその検出

<発表>  
 化学工学会 第69年会  
 大阪 (2004)  
 IFAC Symposium on DYCOPS  
 Cambridge (2004)  
 計測自動制御学会論文集, Vol.40, No.8 (2004)





## 従来の固着検出法 25

- ✓ 固着発生時には制御応答が周期的に振動することを前提としている.
- ✓ 弁開度あるいは制御量の分布のみに着目している.  
(コントローラ出力を利用していない)

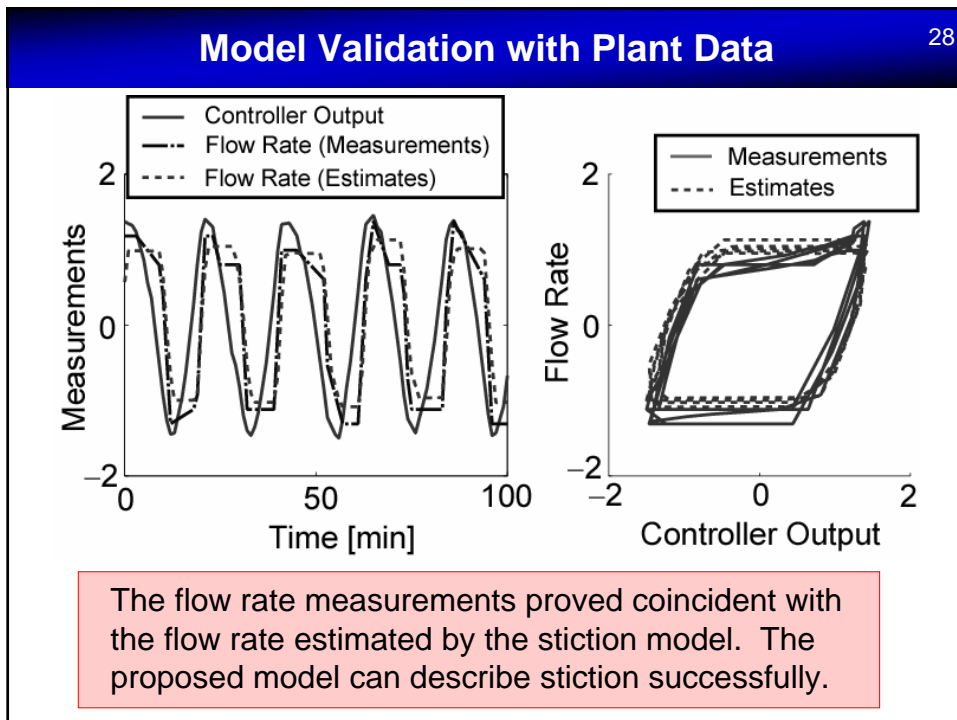
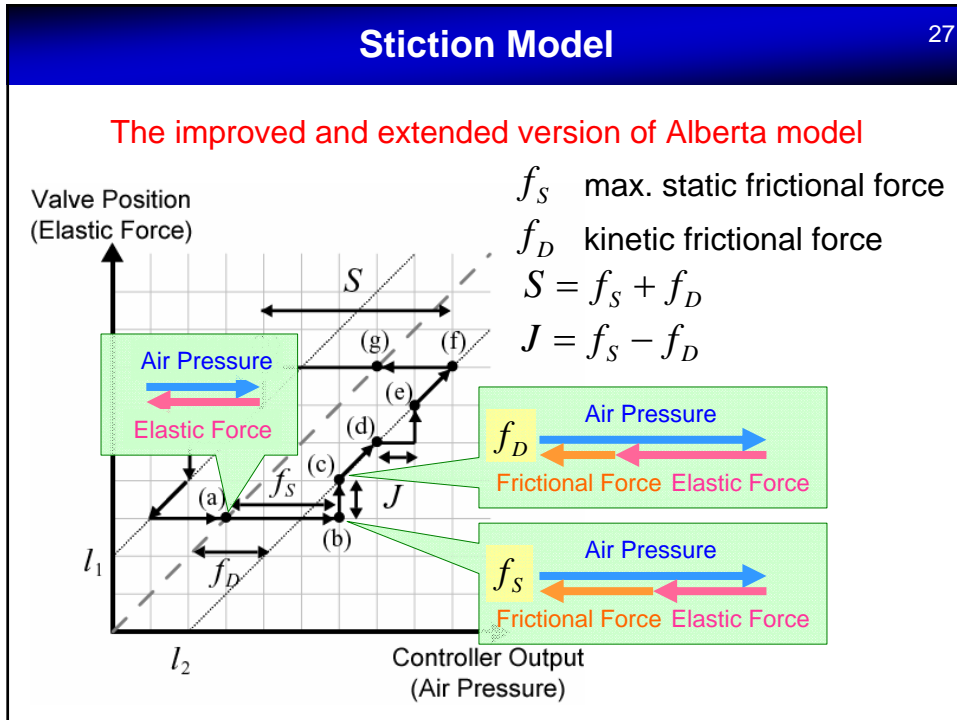
↓

- ✓ 誤検出が多い.
- ✓ 固着の有無を判定すること(閾値の決定)が難しい.
- ✓ **固着の程度を定量化できない.**

総田ら: 空気圧式調節弁の動作特性診断に関する実験的研究  
計測自動制御学会論文集 (1999).  
Horch, A.: Condition Monitoring of Control Loops  
PhD thesis, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden (2000).

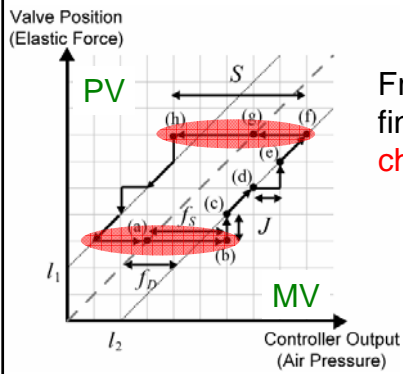
## 空気圧式調節弁 26

The diagram illustrates the internal components and forces of an air pressure control valve. On the left, a photograph shows the valve with dashed orange boxes highlighting the upper and lower internal sections. On the right, two detailed cross-sectional views show the internal mechanism. The top view shows the valve stem (弁軸) with a diaphragm (ダイヤフラム) above it. A pink arrow points down from the diaphragm, labeled 'ばねの弾性力 (弁開度に対応)' (Spring force, corresponding to valve opening). A blue arrow points up from the stem, labeled '空気圧 (コントローラ出力に対応)' (Air pressure, corresponding to controller output). The bottom view shows the stem (弁軸) passing through a gland packing (グランドパッキン) and a plug (プラグ). A green arrow points to the contact point between the stem and the plug, labeled '摩擦' (Friction). A grey arrow labeled '流体' (Fluid) points into the valve from the left, and another grey arrow labeled 'プラグ' (Plug) points out to the right.



## Stiction Detection - A (丸田加納法)

29



From operation data of MV and PV, find **time intervals where PV does not change even though MV changes.**

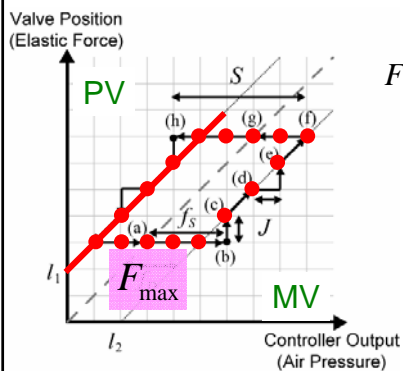
- **Indexes** -

$$\rho = \frac{\text{Total length of time intervals when stiction occurs}}{\text{total length of all intervals}}$$

$$\sigma = \text{mean of stiction size } S$$

## Stiction Detection - B (久下本法)

30



$$F(t) = \max\{\min\{F(t-1) + \Delta u(t), F_{\max}\}, 0\}$$

The difference between MV and the line  $l_1$  at the same PV. Therefore, MV- $F$  and PV will have a strong correlation.

$F_{\max}$  can be identified from operation data by solving an optimization problem that aims to maximize a correlation coefficient  $r$  between MV- $F$  and PV.

- **Indexes** -

$$r = \text{correlation}$$

$$F_{\max} = S - J$$

### Stiction Detection - C (山下法) 31

定性的形状解析(QSA)を利用

$\Delta u \setminus \Delta y$	-	0	+
+	+-	+0	++
0	0-	00	0+
-	--	-0	-+

**- Indexes -**

$\theta = \frac{\text{固着時に特徴的なパターンを示す時間}}{\text{全体の時間}}$

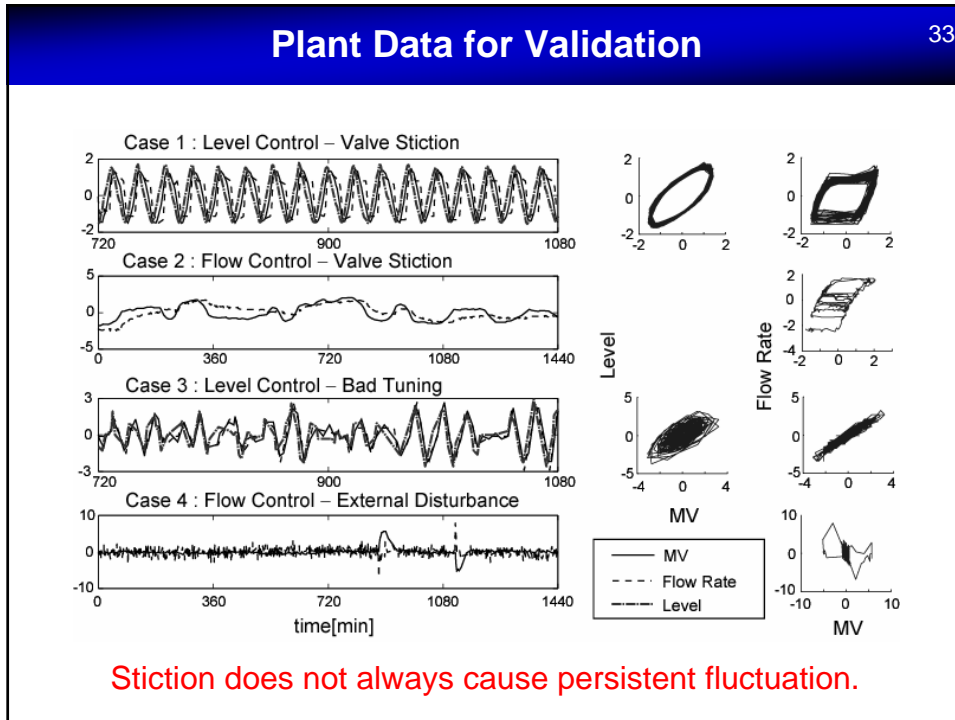
$d = \frac{\text{固着時に特徴的なパターン以外}}{\text{u軸に平行な全パターン}}$

### Application Results: Simulation 32

	S [%]	J [%]		
Case 1: No stiction	0	0		
Case 2: Weak stiction	1	0.3		
Case 3: Strong stiction	5	1		

	Method - A		Method - B		
	$\rho$	$\sigma$	$F_{max}$	$r$	
<b>Flow Control</b>					
Case 1	0.00	0.00	0.00	0.03	Not reliable (not parallelogram)
Case 2	0.77	0.60	0.00	0.18	
Case 3	0.83	3.50	0.00	0.11	
<b>Level Control - F</b>					
Case 1	0.00	0.00	0.00	1.00	Valve stiction can be successfully detected and quantified.
Case 2	0.56	0.83	0.74	1.00	
Case 3	0.79	4.54	4.20	0.99	



### Application Results: Plant Data 34

	Method - A		Method - B		Method - C	
	$\rho$	$\sigma$	$F_{\max}$	$r$	$\theta$	$d$
#1: LC (Stiction)	<b>0.50</b>	<b>1.72</b>	<b>2.12</b>	<b>0.98</b>	<b>0.58</b>	<b>0.05</b>
#2: FC (Stiction)	<b>0.31</b>	<b>1.21</b>	<b>1.92</b>	<b>0.97</b>	<b>0.43</b>	<b>0.20</b>
#3: LC (Bad Tuning)	0.13	0.89	0.17	0.95	0.10	0.65
#4: FC (Disturbance)	0.03	0.80	0.00	0.13	0.02	0.92

**Valve stiction can be successfully detected and distinguished from other causes.**

Conventional methods, based on a predefined probability distribution of a process variable or a PV-MV cross-correlation function, did not work in these applications.

## Conclusions

35

- ✓ A data-driven valve stiction model is developed.
- ✓ Using only two parameters, the model can describe stiction phenomena with sufficient accuracy.
- ✓ Stiction detection methods are developed.
- ✓ The proposed methods are shown to successfully detect valve stiction, distinguish it from bad tuning or disturbances, and quantify the degree of stiction.

## 活動内容

36

WS25の活動内容概要

## 活動内容(1)

37

### 1. アンケート

産業界におけるニーズ(制御性能監視の現状と理想像)を調査するために、WS参加者に対して、2度のアンケートを実施した。

### 2. 研究・技術動向調査

既存手法のサーベイ(文献・企業での実施例を調査)を実施した。

- ・制御性能監視の基礎
- ・国際ワークショップ参加報告
- ・文献調査報告
- ・産業界での取り組み
- ・製品紹介

## 活動内容(2)

38

### 3. 制御性能監視と関連技術の実用化に向けて

実用的な制御性能評価・監視手法の開発を目指して、既存手法についての学習、その運転データへの適用と評価を実施し、既存手法の課題を明らかにすると共に、その解決策を提示した。また、WS独自の手法を開発した。

- ・最小分散制御をベンチマークとする手法
- ・LQGをベンチマークとする手法
- ・定性的形状解析を用いた制御性能監視
- ・高次統計量を用いた非線形性の検出
- ・調節弁固着現象のモデル化と検出
- ・Wavelet解析を用いた蒸留塔運転データの解析
- ・モデル駆動PID制御 – その特徴と応用例 –
- ・閉ループ同定

## 活動内容(3)

39

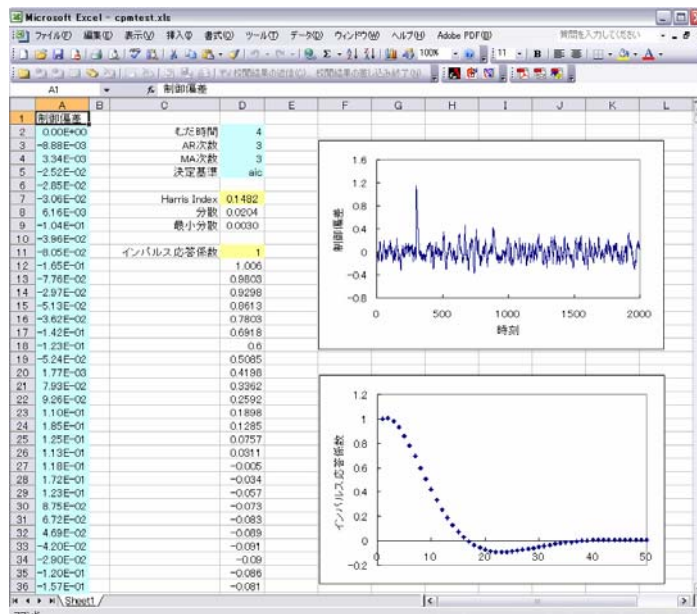
### 4. 制御性能監視ツールボックス

WSの成果を共有するために、制御性能監視ツールボックスを開発中である。広く活用してもらうために、EXCEL上で簡単に動作するツールボックスとする予定である。

- ・制御性能評価(最小分散ベンチマークなど)
- ・バルブステクションモデル
- ・バルブステクション検出

## 制御性能監視ツール

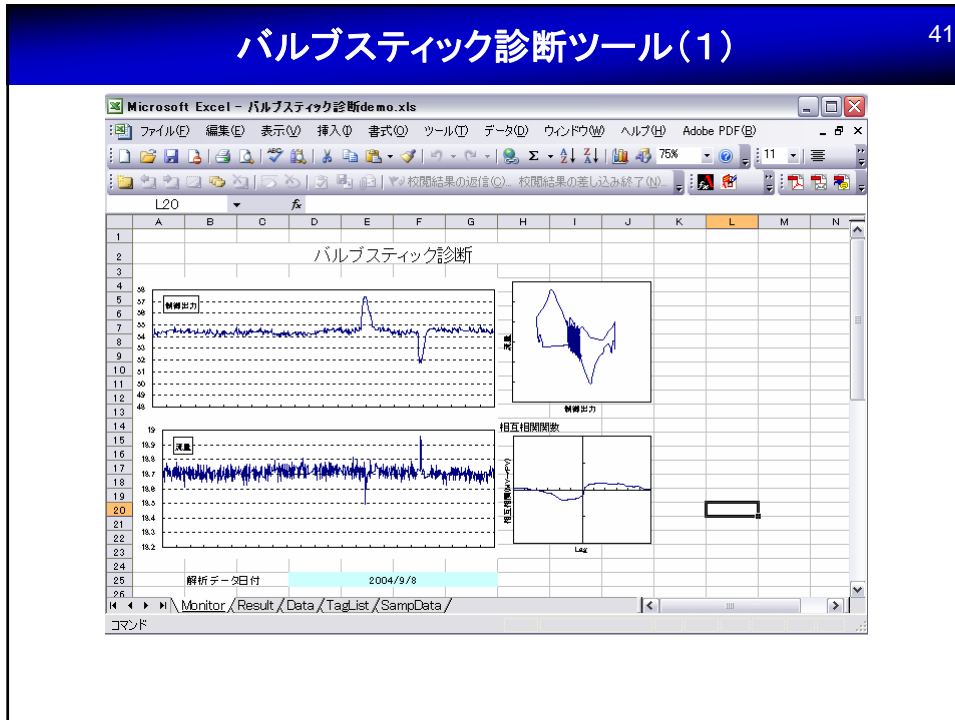
40





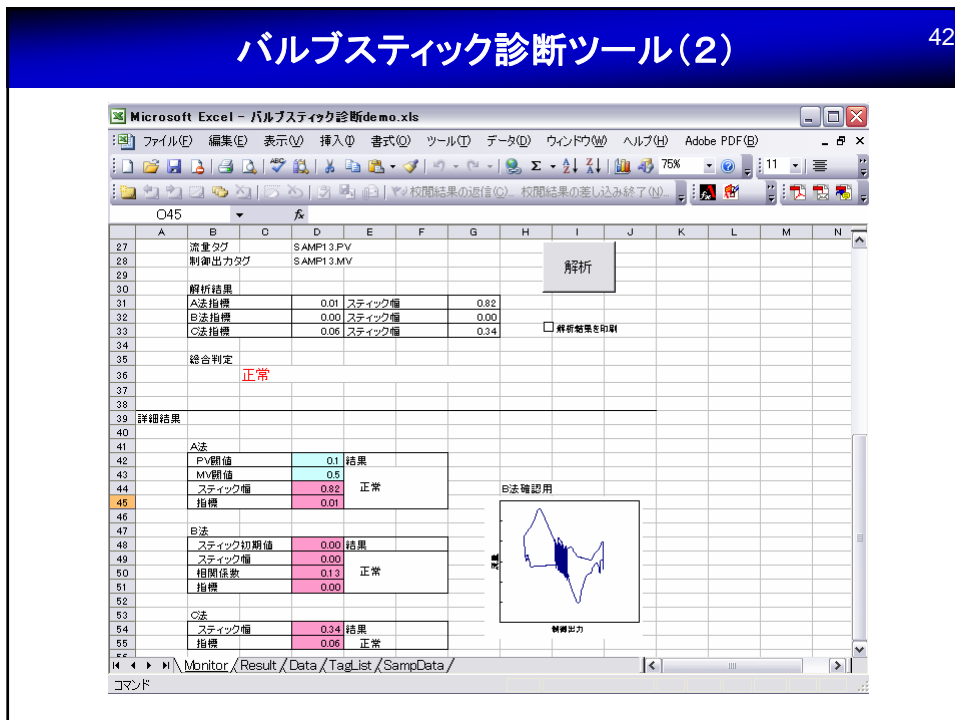
## バルブスティック診断ツール(1)

41



## バルブスティック診断ツール(2)

42



## バルブステック診断ツール(3)

43

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	バルブステック診断結果								
2	流量タグ	制御出力タグ	判定	指標A	指標B	指標C	幅A	幅B	幅C
3	SAMP1.PV	SAMP1.MV	×	0.90	0.83	0.00	0.95	0.84	1.06
4	SAMP2.PV	SAMP2.MV		0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.56
5	SAMP3.PV	SAMP3.MV	×	0.53	0.98	0.59	8.06	12.57	12.25
6	SAMP4.PV	SAMP4.MV		0.00	0.26	0.04	0.00	0.26	0.28
7	SAMP5.PV	SAMP5.MV		0.00	0.79	0.14	0.68	0.82	1.40
8	SAMP6.PV	SAMP6.MV		0.18	0.82	0.04	0.75	0.84	0.51
9	SAMP7.PV	SAMP7.MV		0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.22
10	SAMP8.PV	SAMP8.MV	×	0.59	0.97	0.44	3.74	10.87	4.78
11	SAMP9.PV	SAMP9.MV	×	0.36	0.65	0.02	0.72	0.67	0.24
12	SAMP10.PV	SAMP10.MV		0.03	0.00	0.16	0.85	0.00	0.91
13	SAMP11.PV	SAMP11.MV		0.03	0.09	0.10	0.55	0.09	0.62
14	SAMP12.PV	SAMP12.MV		0.01	0.00	0.01	0.84	0.00	0.75
15	SAMP13.PV	SAMP13.MV		0.01	0.00	0.06	0.82	0.00	0.34
16									
17									
18									
19									
20									

## 広報活動

44

WS25の対外的成果報告

## SICE第3回制御部門大会(1)

45

2003.05.28-30 SICE第3回制御部門大会@神戸

WS25が中心となり, 2セッションをオーガナイズ  
プロセス・コントローラの状態監視(I), (II)

### <プロセス・コントローラの状態監視(I)>

実プラントにおけるプロセス状態監視

(住友化学)

プロセス診断と異常検出へのWaveletの応用

(三井化学, 東北大学)

モデル予測制御の性能評価に関する検討

(三菱化学)

むだ時間系に対するモデル予測制御の調整とその評価

(東芝)

## SICE第3回制御部門大会(2)

46

### <プロセス・コントローラの状態監視(II)>

プロセストレンドの分解とその状態監視への応用

(東北大学)

多変量解析手法を用いた化学プロセスの異常検知

(三菱化学)

PLSによる蒸留塔組成推定及び運転状態監視について

(昭和電工, 京都大学)

主成分分析と独立成分分析を

併用する多変量統計的プロセス管理

(京都大学, 神戸大学)

## SICE「計測と制御」特集

47

SICE会誌の特集「プロセスを予測する／動かす／監視する」の一部を、本WSが中心となって企画・執筆。

プロセスシステムの状態監視

(東北大学, 京都大学)

プロセスコントローラの制御性能監視

(京都大学, 東北大学)

プロセスとコントローラの状態監視ツールの現状

(名古屋工業大学)

化学プロセスにおける制御性能監視の適用例

(三菱化学)

プロセス監視におけるウェーブレット解析の利用

(三井化学, 山武)

バルブスティクションとその検出

(住友化学, 京都大学)

## おわりに

48

提案書に示した内容に従ってWSの活動は行われてきた。

WSを通して広範なテーマについて議論することができたが、多変数系の制御性能評価およびPID制御に特化した制御性能評価に関しては、十分な検討ができなかった。この分野は現在も活発に研究が進められており、今後の動向もフォローしておく必要があるだろう(WSとしてではなく、プロセス制御にたずさわるものとして)。

## 付録

49

-  **Aspen Watch / Aspen PID Watch**  
<http://www.aspentech.com/>
-  **PlantTriage**  
<http://www.expertune.com/>
-  **LoopScout**  
<http://www.acs.honeywell.com/>
-  **ProcessDoctor**  
<http://www.matrikon.com/>
-  **Control Monitor**  
<http://www.controlartsinc.com/>

(昆氏@日揮の講演資料より抜粋)