

## 第3回 手動制御から自動制御へ

ワイド制御技術研究所 所長 広井 和男  
ひろい かずお

### 1. 加熱炉出口温度の手動制御

分かりやすくするために、どこ  
の家庭にもある湯沸器出口水温制  
御の例をそのまま大形化した、産  
業用加熱炉出口の流体温度を制御  
する例を用いて説明します。図1  
(a)に加熱炉出口温度手動制御系  
の構成を示します。原料を加熱炉  
に入れ燃焼熱で、原料の加熱炉出  
口温度を80に加熱しようとする場  
合を考えてみましょう。

まず、出口温度を温度検出器で  
測定し表示します。制御する人は  
この温度表示を見て、目標値80  
と比較し差がいくらかを計算しま  
す。そして、この差をゼロにする  
にはどれくらい手動弁を操作して燃  
料流量を増減させればよいかを判  
断し、手動弁の開度を増減させま  
す。その操作の結果を、再び加熱炉  
出口温度表示を見て確認し、差が  
あれば差がゼロになるよう  
に判断して手動弁を操  
作します。目標値と測定値  
の差がゼロ、つまり目標値  
=測定値になるまで、この  
動作を繰り返します。この  
人間の制御動作を機能ブ  
ロックで表現したものを  
図1(b)に示します。さら  
に、手動制御系の情報の流  
れを図1(c)に示します。図  
1(c)において、情報の流  
れを追ってみますと、出口温

度 温度検出器 表示 目 頭  
脳(比較、判断、操作) 手 手動  
弁 燃料流量 燃焼 出口温度  
というように情報の流れは人間を  
介して一巡しています。このよう  
な制御を閉ループ制御(Closed loop  
control)と呼び、操作した効果を測  
定して次の制御信号の決定に用い  
る方法をフィードバック  
(Feedback: 帰還)制御と呼びます。

このようにして、プラントの中  
の制御しようとする量(制御量)、  
たとえば温度、圧力、流量、液面、  
成分などを目標値に一致させるよ  
うに比較・判断し、操作することが  
「制御」ということになります。こ  
れを人間が行うのを「手動制御」と  
呼びます。

### 2. 手動制御から自動制御へ

現在のように大規模で、複雑化  
したプラントの合理的な運転は、

もはや「手動制御」では実現できな  
くなっています。その理由として  
は、人間は1時間や2時間なら神経  
を集中して制御できますが、24時  
間から数百~数千時間になると持  
続的で良好な制御は不可能なこと、  
また1つの事業所で数百~数万個  
所の制御を実行するには、数百~  
数千人の操作員が必要になりますが、  
これはまったく現実的ではないこと  
などが挙げられます。これを打破す  
るには、「人間」が制御を行  
う代わりに「機械」によって自動  
的に実行する「自動制御」にしま  
なければなりません。

プラントの中の制御量を目標値  
に一致させるように比較・判断し、  
操作するという制御を、人間に代  
わって調節計を用いて自動的に実  
行することを「自動制御」と呼びま  
す。加熱炉出口温度の自動制御の  
例を図2に示します。図2(a)に加熱

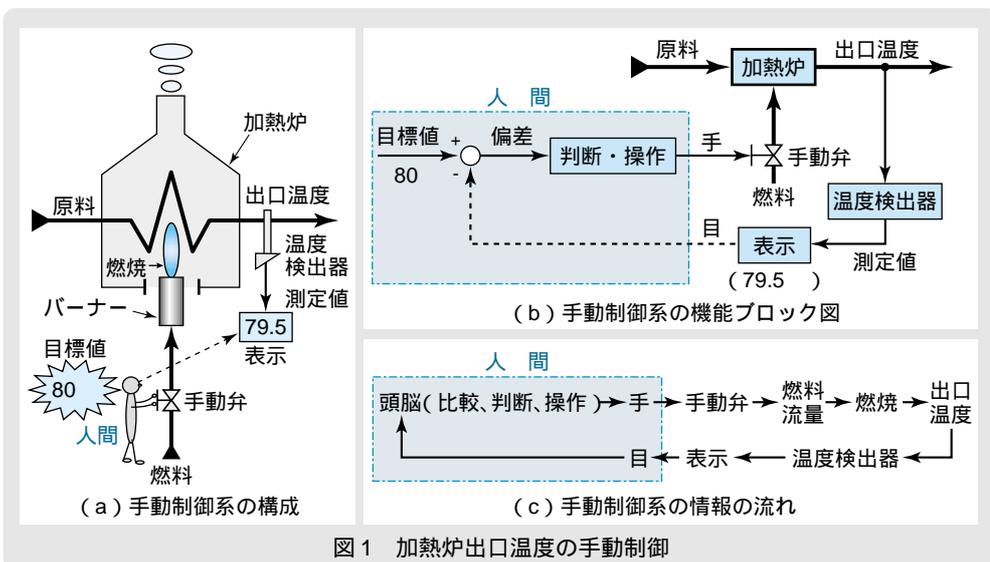


図1 加熱炉出口温度の手動制御

炉出口温度自動制御系の構成、図2 (b)にその機能ブロック構成、図2 (c)にその情報の流れを示します。

図1に示す手動制御と図2に示す自動制御を比べると、手動制御では人間が考えて制御していた内容を、自動制御では調節計が代わって実行することになっています。このときまず問題になるのは、調節計にどのような比較・判断・操作をやらせるかということです。

これまでの説明の流れから考えると、調節計で行う制御内容は当然のことながら「人間が行う比較・判断・操作の内容をそのまま数式化したもの」にすればよいということは容易に推測できます。

### 3. 自動制御の必要性

前述しましたように、自動制御はプラント運転には欠くことができず、非常に重要です。しかし、自動制御はプラント運転の目的ではなく、プラント運転の目的を達成するためのあくまでも手段です。プラント運転の目的は、企業の利益が最大になるように、与えられた製品をその品質・環境規制・納期を守って、

合理的に製造することです。プラント運転の目的を達成するための原点に立ち返って考えて見ますと、不合理な点があります。本来、どのようなプロセスでも制御が不要のように設計・製作することが望ましいことです。「この温度が変化するから、一定に温度制御します」などという例が多いですが、これは温度が変化しないように、または温度が変化しても支障のないようにプロセスを設計・製作することが先決問題であると思います。しかし現実の世界では、プラントの敷地面積、立地条件などプラントを取り巻く制約条件や製造プロセス技術の問題などがあるため、このような理想的なプラントを作ることは不可能です。そこで、理想のプラントと現実のプラントとのギャップを補完することが自動制御の重要な役割であるといえます。自動制御を導入する主な目的としては、(1)限界の少人数運転、(2)省資源・省エネルギー、(3)ストックレス化・フレキシブル化、(4)均質化・高品質化・多品種化、(5)設備保護・設備ストレスの低減、(6)環境保全などが挙げられます。

### 著者紹介



広井 和男

ワイド制御技術研究所  
所長

(TEL : 0426-51-2802

E-mail:kazuo.hiroi@h8.dion.ne.jp)

### 4. 自動制御のメリット

最近の自動制御の動向について見ると、ユニット・プラントの自動化は当然のことであり、さらにIT(情報技術)を駆使して需要変動に対応できるフレキシブルな生産を実現しようと、工場まるごと制御、会社まるごと制御といった統合制御が進展しています。ただし、自動制御のコストパフォーマンスは、初期レベルでは良いが、ある段階を越えると急速に悪化するため、注意が必要です。自動制御のメリットは、前述の自動制御の導入

目的を達成することによって、製品を合理的に製造し、企業経営の総合的視点から見て、利益を改善・向上させることです。

世界を舞台とするこれからの激しい競争の中で、企業が持続的に発展していくためには、自動制御の絶えざる進化・高度化が必要不可欠となります。

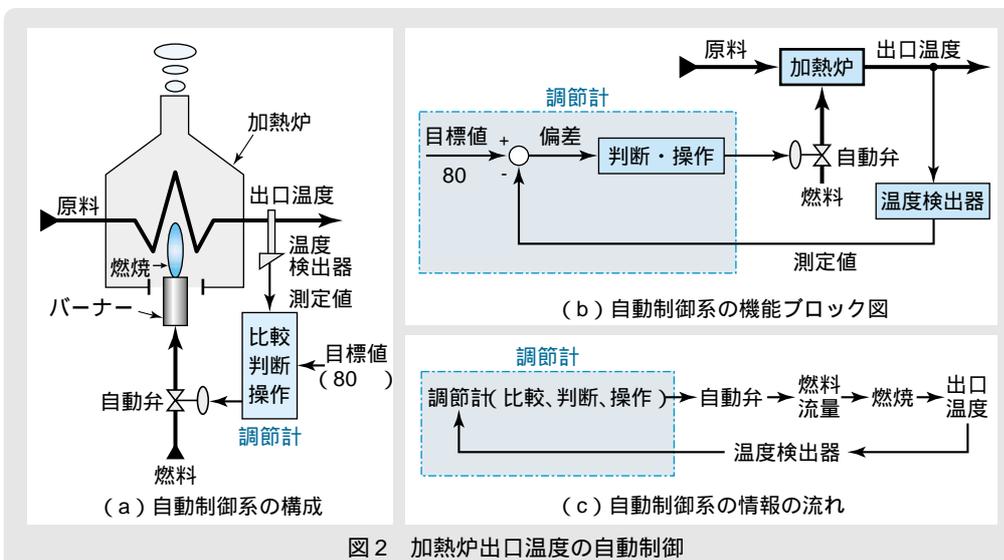


図2 加熱炉出口温度の自動制御