

## ゼロから学ぶ PID 制御 (アドバンスト PID と応用コース)

# 第 1 回 アドバンスト PID 制御 (その 1) : アドバンスト PID 制御とは? - その定義と応用

## 1. アドバンスト PID 制御とは?

一般には、生まれたままの 1 自由度の偏差 PID 制御を単純な PID 制御と呼んでいる。しかし、この単純 PID 制御をそのまま適用して、希望する制御性能を実現できるプロセスは非常に狭い範囲に限定される。この理由は、単純 PID 制御がうまく制御できる範囲が狭いからである。実際に制御しようとする制御対象の特性は千差万別であり、要求される制御性能も多種多様である。

これらの単純 PID 制御機能と実際の制御対象特性や制御上のニーズとの乖離を埋めるためには、単純 PID 制御に何らかの改良を加えて、新しい効果を生み出して行く必要がある。そこで、このようにして生まれた PID 制御を「アドバンスト (Advanced: より進んだ) PID 制御」と呼んでいる。つまり、アドバンスト PID 制御の定義は「単純な PID 制御に何らかの改良を加えて、より制御対象特性に適応するようにしたもので、新しい効果を持つ PID 制御」ということになる。

単純な PID 制御にどのような改良を加えるかによって、次のように区分できる。

### (1) 汎用形

PID 制御機能そのものやチューニング方法を改良するもので、2 自由度 PID 制御やセルフチューニング PID 制御などがある。

### (2) 制御対象特性適応形 (単ループ系)

1 つの PID 制御機能を制御対象特性や制御上のニーズにより適応するようにして、新しい効果を持たせるようにしたもので非線形 PID 制御、むだ時間補償制御などがこれにあたる。

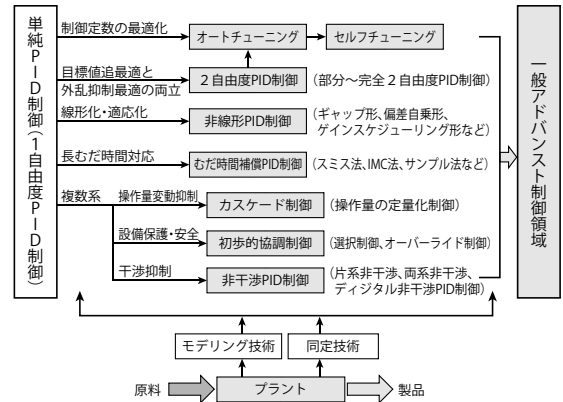
### (3) 制御対象特性適応形 (複数系)

2 つ以上の PID 制御を組合わせて制御対象特性や制御上のニーズにより適応するようにして新しい効果を持たせるようにしたもので、カスケード制御、非干渉 PID 制御などがこれにあたる。

これらをまとめて全体の体系を第 1.1 図のアドバンスト PID 制御マップに示す。

## 2. アドバンスト PID 制御の諸手法と効果

上記で、アドバンスト PID 制御は PID 制御そのものの制御性能を向上させる「汎用形」と、多種多様な制



第 1.1 図 アドバンスト PID 制御マップ

御対象特性により適応させるようにして制御性能を向上させる「制御対象特性適応形」に大別されることを述べた。ここでは、具体的なアドバンスト PID 制御を挙げて、それがどのような制御対象の特性に適合するように工夫したものであるか、そして具体的にどのようなプロセスに適用すれば、効果があるかについてまとめたものを第 1.1 表に示す。アドバンスト PID 制御を適用する場合に、選定の参考にされたい。

## 3. アドバンスト PID 制御の適用メリット

アドバンスト PID 制御を含んだアドバンスト制御の適用の目的は制御上のニーズや制御対象の特性などによって種々あるがプラント制御の場合について考えると、次の項目があげられる。

- ① 省資源・省エネルギー
- ② 本格的変量・変質生産
- ③ 高品質・均質化
- ④ 環境保全
- ⑤ IT 化による生産性革新に耐える制御システム

第 1.2 図に、アドバンスト制御の適用メリットを示す。単純 PID 制御では制御性能が悪く制御量の変動幅が大きく、管理下限値のギリギリの運転ができないケースがしばしばある。そこでアドバンスト PID 制御を適用して制御性能の改善を図り、制御量の変動幅を大幅に抑制して、管理限界値ギリギリの運転で省資源・省エネル

第 1.1 表 アドバンスト PID 制御の諸手法と効果

分類	区分	制御対象の特質	効果のあるプロセス	
汎用形	① 2 自由度 PID 制御	全般 (特定しない)	全般	
	② オートチューニング PID 制御			
	③ セルフチューニング PID 制御			
制御対象特性適応形	① 非線形 PID 制御 (a) ギャップ付き PID (b) 偏差自乗形 PID (c) ゲインスケジューリング形 (d) 可変 PID	● 非線形	● pH中和制御	
		● 変動	● レベル制御など	
		● 非線形	● pH中和制御	
		● 混合プロセスの外乱	● 温度、濃度の制御	
	② むだ時間補償制御	● むだ時間	● 炉温制御など	
	③ サンプル値 PID 制御	● むだ時間	● 濃度制御など	
	複数系	① カスケード制御	● 1 次系 (操作量) 外乱	● 操作量の定量化制御
		② オーバーライド制御	● 操作端数<制御点数	● 炉温・板温制御
		③ 選択制御	● 安全性・冗長性	● 最高、中間、最低点制御
		④ 非干渉制御	● 干渉プロセス	● 炉上下部温度制御等

第 1.2 表 アドバンスト制御の適用メリット

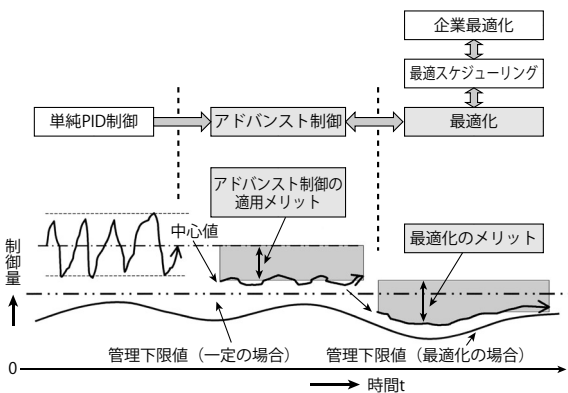
No	量的メリット	質的メリット	安全上のメリット
1	省資源・省エネ化	均質化	設備ストレスの低減
2	フレキシブル化・ストックレス化	高品質化・多品種化	環境汚染の抑制
3	限界の少人数運転化	歩留まりの向上	予防保全の高度化

工業的には「シンプルで、効果が大きく、散りばめて多用できるアドバンスト制御」が優れていると考えている。

プラント運転システムにアドバンスト制御を適正に選定して散りばめれば、全体として第 1.2 表に示すような量的メリット、質的メリットおよび安全上のメリットを実現することができる。企業として、競争に打ち勝って発展を続けるためには、プラントの持続的制御性能向上が必要不可欠である。

#### 4. プラント制御の名医とは？

プラント制御を持続的に高度化して行くには、「制御の名医」が必要になる。筆者は「制御の名医」は「人の名医」と類似していると考えている。つまり、名医の条件は第 1.3 図に示すように、患者（制御対象）の病気の原因や体質・体力を的確に診断し、多種の薬剤（制御技術）の中から適したものを選定して調合して投与し（組合わせて制御システムを組み）副作用なしにピタリと治す（問題を解決すること）であると考えると分かり易いと思う。制御の名医の力量は制御対象特性や問題点の診断力と豊富な制御技術の知識力に大きく左右されることから制御技術、とりわけ多種のアドバンスト制御技術の知見を広げ、深めるための継続的努力を欠かせない。

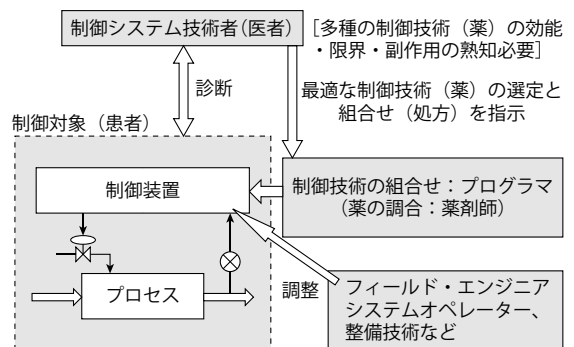


第 1.2 図 アドバンスト制御の適用メリット

ぎ一、本格的変量・変質運転、環境保全、高品質・均質化などの限界に挑むことになる。さらに、最適化と組合わせると大きな効果が得られることになる。

プラントの規模が大きくなれば、なるほど多数の制御系が組合わさっているために、1つや2つの制御系にアドバンスト PID 制御を適用しても、プラント全体の動きを改善することはできない。これは 100 人の組織で、1人や2人が頑張っても組織の出力は変わらず、100人全体が頑張って初めて組織の動きが活性化されると類似している。

このような視点から考えると、産業用として実用的なアドバンスト制御の具備すべき条件とは理論的高度性や数学的複雑性よりも、有効性、経済性、信頼性、多用途性、複合性や発展性などを兼ね備えたもの、つまり要約すると



第 1.3 図「人の名医」と「制御の名医」の類似性

#### <参考文献>

- (1) 広井:『実用アドバンスト制御とその応用』, 工業技術社 (2000)
- (2) 広井・宮田:『シミュレーションで学ぶ自動制御技術入門』, CQ 出版社 (2005.3)