

# 工業加熱

INDUSTRIAL HEATING

2021/1 VOL.58 NO.1

通巻343号 隔月刊・奇数月発行

## 技術解説

- バーナコントローラ AUR455 の安全開発と IoT 対応

## 抵抗加熱用電力調整制御関連特集

### 技術解説

- 抵抗炉用電源としての APR の役割と今後の展望

### アーカイブ

- SSR 駆動型電気炉のピーク電力抑制ユニット
- PID 温度制御における総電力抑制技術

---

挨拶	令和3年新年のご挨拶 … 一般社団法人日本工業炉協会 会長 高橋 慎一 … 1
	年頭所感 …………… 経済産業省 素形材産業室長 谷 浩 … 3
技術解説	バーナコントローラ AUR455 の安全開発と IoT 対応 …………… アズビル株式会社 西山 武志 … 5
抵抗加熱用電力調整制御関連特集	
技術解説	
	抵抗炉用電源としての APR の役割と今後の展望 …………… 富士電機エフテック株式会社 大島 宏一 … 14
アーカイブ	※ 所属は出版当時
	SSR 駆動型電気炉のピーク電力抑制ユニット …………… 株式会社チノー 石橋・平瀬・尾島 … 21
	PID 温度制御における総電力抑制技術 …………… アズビル株式会社 田中 雅人 … 26
千思万考	世界の燃焼技術史 ～第1回～ …………… 仲町 一郎 … 32
JIFMA SDGs	日本工業炉協会の SDGs への取組み …………… 41
温故知新	寛治に訊け！「エネルギーバランス・フロー」とは何ね？（その1） …………… 下川 寛治 … 42
閑話休題	【産業史に学ぶ】
	1. 開国からの殖産興業（明治維新～第二次世界大戦） …………… 前田 章雄 … 52
回想山脈	山ものがたり 第1回長野・北八ヶ岳 …………… 末吉 菊次郎 … 57
お知らせ	令和2年度 各賞の贈呈者ならびに研究助成金交付者の決定について …………… 公益財団法人谷川熱技術振興基金 … 62
	会員企業の表彰 …………… 63
	「工業用燃焼炉の自動制御装置設計用リスクアセスメントガイド 及び事例集」刊行のお知らせ …………… 64
連絡	記事募集のご案内 …………… 65
	協会通信 …………… 67

---

# バーナコントローラ AUR455 の安全開発と IoT 対応

西山 武志\*

## 1. はじめに

安全が要求される多くの機器が電気回路とソフトウェアを組み合わせた複雑系によって動作する現代では、装置の安全を達成するために機能安全の考え方に基づいて製品 / システムを開発することが求められる。機能安全とは「機能が正しく動くこと」を担保するための方法論であり、その実現には従来よりも高度な技術と管理体制が必要になっている。工業用燃焼炉に対しても機能安全の導入が進んでおり、JIS B 8415 : 2020「工業用燃焼炉の安全通則」でも機能安全規格である IEC 61508「Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems」に対応したプロテクティブシステムへの適用が求められるようになった。プロテクティブシステムでは、機能安全に基づく安全設計・評価プロセスを経た製品の使用が求められ、こういった安全性の担保は工業炉の安全操業に不可欠なものとなっている。

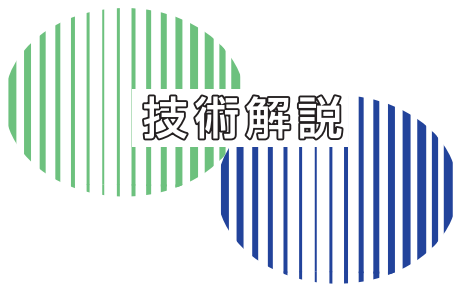
一方、重要度が上がってきたのは安全性だけではない。近年では装置の情報系へのニーズも非常に高まっている。従来の産業用機器で求められる

ものはもっぱら制御性・安定性・安全性であったが、近年の IoT の広まりにより、データ収集や AI による予知など、様々なシステムとの連携を考慮した「情報機器としての高い能力」が新たに求められるようになってきている。こういった装置の情報処理能力は、SDGs でも「9. 産業と技術革新の基盤をつくろう」という目標が主にスマート工場などの推進のために定義されていることもあり、この流れは今後も続いていくだろうと思われる。

今回解説する自動バーナ制御システム AUR455 は、上記のように変化する社会のニーズに対応すべく、高まる安全担保への要求に対応しつつも、IoT 機器としても役立つ機能を搭載した。AUR455 では EN 298 : 2012「Automatic burner control systems for burners and appliances burning gaseous or liquid fuels」・JIS C 9730 2-5 : 2010「家庭用及びこれに類する用途の自動電気制御装置—第 2-5 部：自動電気バーナコントロールシステムの個別要求事項」に適合しているが、これらの規格には安全を担保するための自動バーナ制御システムの設計・評価プロセスについて規定されており、プロテクティブシステムの一部として使用可能な製

---

\* アズビル株式会社 アドバンスオートメーションカンパニー CP 開発部 1 グループ T.Nishiyama



# 抵抗炉用電源としての APR の役割と今後の展望

大島 宏一\*

## 1. はじめに

当社は 1970 年にサイリスタ半導体の応用製品として交流電力調整器（以下、APR）の発売を開始した。以降、数多くの間接加熱方式抵抗炉の電源として、炉内温度を低温から超高温まで自由に得られ、真空中でも温度制御を可能とし、被加熱材料の生産性向上や品質安定化に貢献してきた。しかし、近年では APR の性能は成熟化しており、本質的な性能向上を求めるユーザーの要求が少なくなっている。

現在は、APR 単品だけではなく、システム全体で省エネを実現する機能や、効率的な設備運用が可能となる安心・安全に関する機能の技術へシフトしてきている状況である。

本稿では、間接加熱式抵抗炉の電源として貢献してきた APR の機能・性能について解説すると共に、今後の APR の技術動向について紹介する。

## 2. APR とは

APR とは、AC Power Regulator（交流電力調整器）の略称である。APR は、負荷へ供給する電力を無段階に制御する機器であり、図 1 に示すように河川にある水門と同様の役割をする。

図 2 に示す通り APR には主素子にサイリスタと IGBT を使用する機器がある。サイリスタを使用する APR（以下、THY-APR）の波形制御方式には、位相制御方式とサイクル制御方式がある。位相制御方式は、抵抗負荷と誘導性（リアクトル）負荷に適用可能である。また、サイクル制御方式は、温度変動が大きい純金属系ヒータを除く抵抗負荷に適用可能である。一方、IGBT を使用する APR（以

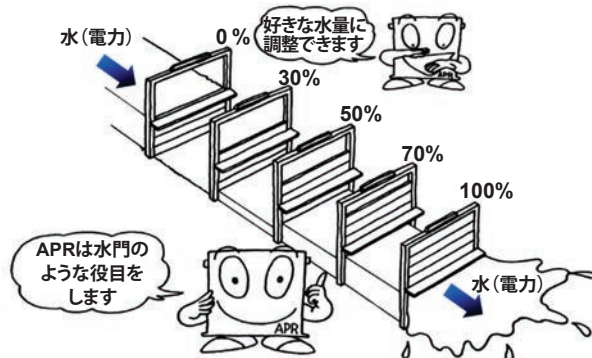


図 1 APR の役割（イメージ図）



図 2 APR 制御方式

\* 富士電機エフテック株式会社 松本事業所 電子機器部 担当部長 H.Oshima

# SSR 駆動型電気炉のピーク電力抑制ユニット

石橋 政三\*  
 平瀬 裕一\*\*  
 尾島 大樹\*\*\*

## 1. はじめに

2011年3月11日の東日本大震災に誘発された原発事故以来、原発停止を余儀なくされ、産業界における電力事情は大変厳しくなっている。その年の夏、十分な電力供給が見込めないために東京電力管内でピーク電力抑制の重要性が民間レベルで認知されたのは記憶に新しい。その後、火力発電に順次移行したことで電力供給に関する問題は一段落したものの、これに起因した電気料金の値上げは円高にあえぐ産業界、特に、金属熱処理、セラミックの焼成等で電気炉を取り扱う企業にとっては大きな打撃を与えることになった。

一方で電気料金の決定法について、その計算方法は各電力会社に依存するが、一般的には一契約あたりの基本料金と電力量料金の和である。電力量料金は目的の処理をするために必要なエネルギーと等価な金額が発生するが、基本料金についてはピーク電力を抑えることができるならば、低い契約電力に移行でき、コストダウンが図れることになる。

そこで当社では、連続焼成炉やリフロー炉に代表されるような電力調整器にSSR (Solid State Relay) を用いた多ループ制御系に注目した。この系では、炉の立ち上がり時にすべてのSSRが同

時に点弧するためループ数に比例した電力値を契約電力とする必要がある。そこで、契約電力量を低減するために、複数のSSRを排他的に制御するピーク電力抑制ユニット(以下ユニット)を開発した。このユニットは現状の温度調節計とSSRの間に配置すれば良いため導入コストも抑えられるメリットもある。今回は4台の卓上電気炉に本ユニットを適用し、ピーク電力を1/4に抑制することが可能となったので、その内容を報告する。

## 2. ピーク電力抑制ユニット

### 2.1 ピーク電力抑制の仕組み

図1に4つのフィードバックループ制御系を示す。通常、温度センサ、温度調節計、操作端(SSR)

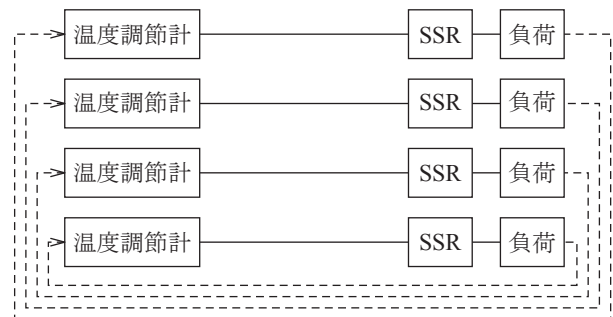


図1 4ループ制御系

\* 株式会社チノー スマートソリューション開拓統括部  
 \*\* 同 同  
 \*\*\* 同 同

課長 S. Ishibashi E-Mail: ishibashi@chino.co.jp  
 Y. Hirase  
 D. Ojima

(2013年5月出版当時)

# PID 温度制御における総電力抑制技術

田 中 雅 人\*

## 1. はじめに

本稿では、汎用調節計（温調計）が複数の電気ヒータを利用する温度制御系に適用される際に、最大使用電力の抑制（総電力抑制）を狙う制御技術を紹介する。

## 2. 加熱装置の制御課題

### 2.1 加熱装置に利用される汎用調節計

汎用調節計は、主に産業界から産業界に販売されるいわゆる B to B の製品であり、汎用調節計メーカーから製造装置メーカー、エンドユーザーへと大量に流通する制御技術である。この場合、厳密には B to B to B になるのであるが、汎用量産品としての流通形態を取りながら、その「流通できる制御技術」でなければならないという制約の中で、制御のソリューションを実現している。

さて、その実用上の制約であるが、汎用調節計は「大量に流通する制御技術」なので、PID というスタンダードな制御方法をベースとして、熱電対や測温抵抗体という一般的な計測装置と組合せたシングルループの制御系を構成するための「コントローラ製品」であることが前提になる。そして、PID をベースにその高機能化を進める場合、その高機能化によってこの前提が大きく損なわれることがあってはならない。本稿で紹介する総電力抑制技術は、この前提条件（流通適合性）を考慮して開発されている。

なお、汎用調節計が適用される温度制御の代表的な対象装置を以下に列挙する。

- ① 半導体製造装置（熱プロセス装置）
- ② FPD (Flat Panel Display) 製造装置
- ③ プラスチック成型機、金型温調機
- ④ 食品機械（包装機、殺菌滅菌装置）
- ⑤ 工場設備装置（チラー、ボイラ）
- ⑥ 金属・セラミックなどの熱処理装置

### 2.2 最大消費電力に関する課題

地球温暖化問題などに起因する法改正に伴い、工場や生産ラインのエネルギー使用量管理が強く求められている。工場内の加熱装置は特にエネルギー使用量の大きな設備装置であるため、エネルギー使用量の上限を、本来備える最大量よりも低く抑えるように管理されることが多い。例えば電力を使用する設備装置では、電力デマンド管理システムからの指示により、特定の電力使用量以内に制限する運用が行なわれている。

加熱装置メーカーとしては、最大消費電力を、加熱装置ユーザーが要求する上限に合わせることで、受注機会を確保しなければならない。例えば図 1 のように 8 箇所の事業所から、性能や大きさがほぼ同じ加熱装置が導入計画されているとする。ただし、図 1 に示す電力が、各事業所の電力

\* アズビル株式会社 M. Tanaka (2013 年 11 月出版当時)