

巻頭言

パスワードとしてのプロセス強化



大村 直人

頻繁に語られる専門用語だが、定義がはっきりと定まらない言葉を“パスワード (buzzword)”と呼ぶが、化学工学において、プロセス強化 (Process Intensification: PI) は、典型的なパスワードである。しかもこれだけ息の長いパスワードも珍しいのではないかと思う。1970年代後半、Imperial Chemical Industries Ltd. (ICI) がコンパクトなプラントの開発戦略概念として“Process Intensification”という言葉 を提唱して以来、現在に至るまで、プロセス強化の重要性を語る時、まず最初に語られるのは、「プロセス強化とは？」という定義からである。実際、編集の方から出されたこの巻頭言の内容のリクエストも、まずプロセス強化の定義に言及することであった。定義が曖昧であるということは、実はこの言葉がまさに現在進行中で“生きている”ということである。そこでは、技術、社会、環境などとの相互作用で解釈が変容していき、その変容した解釈から新たな発想が生まれてくる。それゆえ、パスワードは、イノベーションを志向するものにとって、注目すべきものである。ここでは、パスワードであり続けるプロセス強化の定義の変遷から、プロセス強化技術について述べてみたい。

プロセス強化は、前述のICI社が装置をコンパクト化する開発戦略のための用語であり、Colin Ramshawが提唱したように、その主目的は装置サイズを劇的に小さくすることであった。装置サイズを劇的に小さくするためには、まず運動量、熱、物質の輸送速度を増大させる必要がある。これら輸送速度を強化するためには、1)伝熱係数などの輸送係数を大きくする、2)比表面積を大きくする、3)推進力を大きくする、のいずれかが必要である。高速回転流、衝突噴流、振動流の利用やマイクロリアクターなどはこれら1)~3)を飛躍的に増大させるために有効な手法であり、プロセス強化のツールとして初期から利用されている。

時代が下り、Andrzej Stankiewiczは、プロセス強化をプロセスあるいはプラントの効率を量的飛躍 (quantum leap) させることと定義づけた。Stankiewiczの“Producing much more with much less is the clue to PI”という言葉に象徴されるように、原料、エネルギー、廃棄物を極限にまで減らしながら、生産効率を高めることがプロセス強化にとって重要とされ、プロセス強化に関する研究・開発は、プロセスのコンパクト化に限らず、大きな広がりを見せることとなった。反応蒸留や膜型反応器のように、反応、分離などの機能をつなげるによりシナジー効果を狙った統合型プロセスもプロセス強化技術の一つとされるようになった。有名なEastman Chemical社の反応蒸留を用いた酢酸メチル製造プロセスは、複雑な反応・分離プロセスを1基の反応蒸留塔で置き換えることで、プロセス工程数の飛躍的な削減が達成された点で、統合化によるプロセス強化の成功例である。このような統合型のプロセスでは、機能間の調和が重要であり、それぞれの機能要素技術の開発のみな

Process Intensification as a Buzzword

Naoto OHMURA (正会員)

1985年 神戸大学工学部化学工学科卒業

1987年 神戸大学大学院工学研究科化学工学専攻修士課程修了

同年 日本板硝子(株)入社

1990年 神戸大学工学部 助手

1999年 同 助教授

2004年 同 教授

2007年 神戸大学大学院工学研究科 教授

2015年 同 副研究科長

2019年 同 研究科長

現在に至る

連絡先：〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1

E-mail ohmura@kobe-u.ac.jp

らず、プロセスの最適化といったプロセスシステム工学的な観点からの研究開発が極めて重要である。

前述のStankiewiczの定義は、省資源、省エネルギーなど環境負荷の低減につながることから、現在ではプロセス強化の本質は、プロセスの性能を飛躍的に高めることで、プロセスを取り巻くステークホルダー (市民、地球環境、企業など) に大きな利益をもたらすことと考えられるようになってきた。また、プロセス強化技術がプロセスの本質安全をもたらすことから、グリーンプロセス工学にとっても重要な技術と考えられるようになった。旭化成が開発したCO₂を原料とし、毒性の強いホスゲンを使用しない非ホスゲン法ポリカーボネート製造法はグリーンプロセス工学からみたプロセス強化技術の成功例といえる。

さて、これからのプロセス強化であるが、持続可能な開発目標 (SDGs) の達成のための技術開発戦略として、その定義も広がりを見せていくであろう。SDGsで設定された17の目標それぞれに、これまで培ってきたプロセス強化の技術や考え方が生かせると思われるからである。その理由となる一例をあげてみる。SDGsの達成には従来のシーズオリエントなフォアキャスト型の技術開発だけではなく、将来の理想像をイメージして、技術開発をおこなうバックキャスト型のアプローチが必要となる。産総研の中岩、大森両先生が提唱した蒸留塔における“デチューニング”は、バックキャスト型のアプローチを考えると、示唆に富む考え方である。この考え方は、まず熱力学的に最も効率の高い可逆蒸留を理想形として、ヒートポンプ蒸留やフロー集約型蒸留を理解し、蒸留プロセス強化技術への展開を試みるものである。

今号の特集「プロセス強化の最近の進展」は、2008年4月の小特集「プロセス強化の将来展望」からの10年間の進展を特集したものであり、プロセス強化技術の発展ぶりを広く読者に知っていただければと思う次第である。最後に、プロセス強化がこれからもパスワードであり続け、発展し続けることを願って止まない。