

特集に寄せて

ソフトセンサーによる
リアルタイム監視の展開

Development of Real-Time Monitoring Using Soft Sensors

船津 公人 FUNATSU, Kimito

奈良先端科学技術大学院大学 データ駆動型サイエンス創造センター センター長
特任教授
東京大学名誉教授

化学プラントをはじめとするさまざまな製品生産システムを正常に運転するためには、プロセスを監視し、適切に制御する必要がある。そのためには、温度、圧力、流量などのプロセス変数を正確に低コストで測定する必要がある。温度、圧力、流量などは低コストでしかもリアルタイムに計測される一方で、製造物である化学製品の物性や濃度などは分析計あるいはサンプリングによる化学分析によってある程度の時間をかけなければその情報は得られない。迅速な制御のためには、本来はこの物性や濃度などをリアルタイム監視することが必須だが、従来のようなやり方のままではこれは難しいことになる。こうした背景から、オンライン・リアルタイム計測が簡単な温度、圧力、流量などのプロセス変数を用いて、オンライン・リアルタイム計測の困難な物性や濃度などをリアルタイムに推定する手段としてソフトセンサーが開発され、現在その活用の範囲は化学プラントのみならずさまざまな製品製造工程に広がり、品質管理に活用されている。ソフトセンサーの詳しい説明は本特集でもなされているが、オンライン・リアルタイム計測が簡単なプロセス変数(x)と、オンライン・リアルタイム計測の困難なプロセス変数(y)との間を $y=f(x)$ と定式化した統計モデルのことである。このようにソフトセンサー利用には、化学分析の回数削減や迅速制御、そして製造物の品質管理の徹底に伴う廃棄物低減など、経済と環境への両面の効果が期待できることが容易に分かるであろう。

こうした来るべきソフトセンサー活用時代を先導するために、独立行政法人 日本学術振興会 プロセスシステム工学第 143 委員会では、ソフトセンサーを現実の武器とするために、2016 年 10 月にワークショップ No.32 “ソフトセンサー実装”（代表幹事：船津公人）を設置し、対象とするプロセスのための予測精度の高いソフトセンサーを簡便かつ迅速に構築するツールとソフトセンサーの現場実装・運用ツールを開発し、2020 年 3 月に成功裏に終了した。その後、このソフトセンサーツールの普及と継続的なメンテナンスの基盤となるべく、本ワークショップメンバーであった富士電機株式会社によってその活用サービス

が開始されるとともに、製品としての提供に向けた準備も進んでいる。

いまやソフトセンサーはプロセスのリアルタイム監視と迅速制御を実現する必須のツールとして、大小化学製品製造プロセス、半導体製造プロセス、製剤連続生産プロセスなどの生産プロセス、そして燃焼装置、熱交換器の内部状況把握などでも実装が進んでいる。加えて、利用されるプロセス変数も温度、圧力、流量といった旧来のハードセンサーによる計測だけではなく、計測目的対象物を直接捉える近赤外スペクトル（NIR：Near-Infrared Spectroscopy）などのスペクトルデータも前述のプロセスで積極的に活用され始め、その利用の広がりを見せている。フローリアクターにおいても、スペクトル利用によるソフトセンサーが原料や主・副生成物量のリアルタイム監視とプロセス制御に当たり前のように活用される日はそこまで来ている。ただ、大切なことは不必要に高価なスペクトル装置をソフトセンサー入力情報源とするのでは普及は図れない。現在それを意図して安価で小型のスペクトル計測装置が提供され始めている。

プロセスインフォマティクスをキーワードにさまざまな取組みが始まっている。この本質は“いまを知る”ことであり、将来を予測することである。この意味でソフトセンサーはプロセスインフォマティクスとは切り離せないキーワードである。今後、監視・制御対象プロセスの特徴に合わせて、これまでの概念を超えた新しいソフトセンサーが考案されていこう。ソフトセンサーはリアルタイム監視として用いられることがほとんどであるが、最近はプロセス状態の少し先の予測にも応用され始めている。化学プラントの監視と制御はもちろんのこと、ベイズ最適化による高収率で副生成物の出ない反応条件の自動最適化にも、そして目的物を安定的に生産するフローリアクターの設計開発と自動運転にもソフトセンサー利用は必須のツールである。ソフトセンサーが新しい生産技術として、さまざまな製品の連続製造を目的とした大きな装置から小さな装置まで、当たり前のように実装される日も、もうすぐそこまで来ている。



＊本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。