

産業界からみた計測制御体系化への期待

野 坂 康 雄*

1. はじめに

わが国の産業界において、計測制御が高度成長と共にめざましい発展を遂げ、これによって獲得された技術基盤のうえで、さらに広汎、高度な目標に向って前進を続けているのはまことに喜ばしいことである。高度成長は終わったが、代って省資源、省エネルギーなどの新たなシステム化の要求が急増し、計測制御の導入は引き続き旺盛で、従来より需要増になった部門もある。これは産業が計測制御に強く依存していることを物語っている。

計測制御が産業界で不可欠になったことは確かであるが、このままで進展してよいものであろうか。目標のはっきりしない、計測制御の将来には憂慮すべき問題がまったくないとは思われない。単なる皮相的な繁栄を喜ぶのではなく、確固たる体系——技術体系のみならず価値体系も——に根ざす発展でないならば、計測制御は産業に貢献し、産業技術を正しく誘導することは、思いもよらぬことになるであろう。

わずかに四半世紀の間に急速に発達した計測制御は若い技術分野であり、体系化するのには正直に言って容易ではない。本稿に与えられた題の主旨は計測制御の未来予測と、その実現のために期待すべき基礎理論ということであるが、これはいっそう難しい。産業界で実際に適用する技術はひとつの総合技術であり、個別に想定した体系化技術を単に積み重ねるだけでは不十分であるからである。このようなわけで、筆者はたいへん迷うのであるが、この際むしろ、産業界における計測制御の問題をまずつきとめたうえで、将来の期待について述べることにする。このような見地から、筆者の経験を通して、計測制御のこれまでの道すじを反省することから始めたい。なお産業界では、計測、制御、システムを一体のものとして扱っているので、以下の記述では「計測制御」なる用語を使うことにする。

表 1 計測ニーズと満足度

測定対象	ニーズ (1970年)	現在までの進歩 (1980年)
重量	オンライン高速秤量	あまり変わらず
成分	オンライン自動分析	ほとんど変わらず
力	オンライン自動測定	同上
長さ	非接触高速測定	あまり変わらず
速さ	同上	多少の進歩あり
流量	大流量高精度測定	あまり変わらず
温度	オンライン溶鋼温度	同上
形状	オンライン測定	かなり進歩あり
キズ	同上	多少の進歩あり
物性	同上	ほとんど変わらず

2. 反省 I 計測制御は産業界のニーズを満たしたか

計測制御は将来とも産業界のニーズに沿って発展してゆけばよいと考えるのは、ユーザ側のみならず、サプライヤ（メーカのみならず、産業界に所属する計測制御グループも含めてこう呼ぶことにする）側でも通念となっている。しかしひとくちにニーズといっても、それは千変万化で、ニーズオリエンテド一点張りではよいか否かは大きな問題である。この問題については後述することとし、ここでは計測制御がニーズを満たしたかどうかを謙虚に反省してみたい。全般的に論ずることができないので、ここに一例を引用する。表 1 は鉄鋼における 10 年前のニーズと、それに対する現状を概観したものである¹⁾。この例の示すとおり、計測制御は 10 年を経過しても、ニーズを満たしていない。これらのニーズが技術的にかなり難しく、また 10 年という期間が本当に長すぎるものとも断定できず、判断に苦しむところではあるが、いずれにしてもニーズを満たしていないのは事実である。

それなら産業界では、さぞ不自由だろうと思われるが、実際にはコンピュータシステムの助けと、洗練された人間の勘によって、生産は効率よく行われ、優秀な製品が作り出されてきたのである。したがって、マ

* 日鉄電設工業(株)

クロに見るならば、計測制御が産業界の効率化に大きく貢献したことは間違いないが、満たされなかったニーズは、たまたまそれらを避けて通ることができただけで、依然として残っているのである。もし満たされれば、産業界ははるかに多くの利益を得たであろう。このように、少なくとも表1のような計測制御に関する限り、この10年間の進歩は当初期待したペースには乗っていない。サプライヤとしては多くの知識を注いで鋭意努力をしたことは決してむだではなかったと思うが、産業界としてはさらに新技術への前進を求めているのが現状である。これまですでに投入した人、金、時間はかなり大量なものであり、今後は、ニーズの内容、シーズ技術の本質の把握を確かにすると共に、仕事の進め方についても反省して方向を正さねばならない。

3. 反省Ⅱ 計測制御は産業界で本当に定着したか

産業界でそれほど頼りにされている計測制御が定着していないとすれば、大きな矛盾であるが、現場からの声として、このようなことが聞えるのは否定できないのである。新製品や新技術がある期間を過ぎると、いつの間にか機能しなくなることは、決して少なくないのである。導入に至るまでの華々しい議論は、使用段階になると急にさめてしまい、以後の稼動状態と使用効果については、確実な追求がなされないままになっている例が多い。ユーザ、サプライヤ双方にとって、正しいフィードバック情報が得られず、つぎの導入時の判断が困難となる。工場管理者の交代、企業内サプライヤの担当の交替によりこのようなことが加速され、場合によると導入時の評価とは正反対の評価が飛び出すことすらある。これはニーズの設定法とも密接な関係があるが、工場現場の協力とメンテナンス体制の問題が大きな原因である。その結果再び計測不信論が出されたり、原因不明の事故を計測制御の欠陥なりとされたりするなど、計測制御にとってまことに不名誉なことにもなりかねない。本当に不要なものはいさぎよく排除すべきであるが、定着化を阻害する要因をはっきりつきとめ、生産プロセス、計測制御機能、操業条件、メンテナンス体制について、総合的に検討しなければならない。

4. 反省Ⅲ 単純化、簡素化を指向したか

最近 sophisticated なる語が複雑、高度なもの、特に先進国の技術の象徴のような意味で使われている。たしかに、sophisticated なものはこれまでにかなえら

れなかったニーズを処理し、満足度を上げていることは事実で、技術的進歩にとって欠かせぬものが多い。マイクロコンピュータの出現によるシステムの複雑高度化はその好例である。しかし、一方的に sophistication 化を求め、その実現を喜んでよいものであろうか。筆者は最近の徴候が、たいへん憂慮すべきものと感じている。sophistication が限られた範囲ではそれほど問題にならぬであろうが、最近の総デラックス化の風潮は、sophistication を標準にする傾向が強く、計測制御機器にも必要以上の機能を積み重ねたものが少なくない。このまま進むことは、何か将来に悔いを残しそうである。一番心配なことは、人的資源の限界であって、計測制御部門ではずっと以前から技術者の不足が叫ばれていて、現在ではそれがますますひどくなり、実務担当者は極度に忙しい毎日を送っているのである。sophistication 化はすべての点で高級な人材を必要とし、一方、技術の進歩より、人の育成にはずっと時間がかかるので、総 sophistication 化は人間の問題で行き詰りをきたさぬとは断言できない。システムが予定の期日に完成できなかったということもこのごろ耳にする。人は無限に得られないのである。これまでの sophistication 化の推移を示す例として、表2に転炉製鋼のコンピュータコントロールのシステム規模の比較をあげた。10年余りでシステム規模は大幅に拡大されたが、制御機能はその比率ほどには拡張され

表2 転炉コンピュータコントロールの新旧規模の比較

構成		年代	
		1964年	1976年
コンピュータ構成	CPU台数	1	1
	主記憶容量(コア)	0.6 kw	64 kw
	補助記憶容量(ドラム)	4×7 kw	2×768 kw
制御機能	スタティック制御	あり	あり
	ダイナミック制御	なし	あり
	生産管理機能	一部あり	あり
	情報機能	一部あり	あり

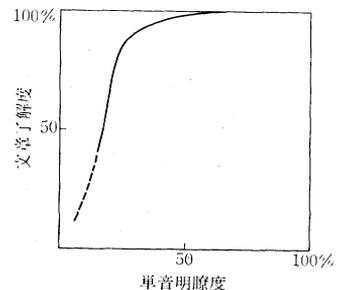


図1 音声通信における明瞭度と了解度との関係

ているとは感じられない。一般に規模と機能満足度とはある適正な範囲内にあるべきである。図1は音声通話における明瞭度特性であって、100%の文章明瞭度を確保するには、60~70%の単音明瞭度で十分であることを示す。図1で横軸を規模（またはsophisticationの程度）縦軸を機能満足度に置き換えるならば、計測制御の場合も類推可能であろう。このようなことは奇異に感じられるかもしれないが、簡素化、単純化——simplification——に対する示唆として、あえて紹介した次第である。simplificationは今後の国内の計測制御にとってたいへん大切であるばかりでなく、開発途上国向けの場合にも非常に重要である。技術輸出は将来の生きる道として欠くことができぬものであるが、その場合、衆知を集めて築き上げたsophisticatedな産業システムが、開発途上国にとって適切か否かは慎重に考えねばならないことである。

これまでの計測制御は機能の積み重ねと追加の連続ではなかっただろうか。使用上の不便さや、一寸した事故のたびに、機能が付加されて、いつの間にか必要以上に複雑なものになっていることが多いようである。simplificationとは、単に機能を省略することではなく、ある目的に対して、最小限の規模で十分な機能を果たすことである。技術的にはかなり難しいであろうが、今後の新技術によって実現をはかりたい。“複雑にするだけなら三流技術者でもできる”とは耳に痛い言葉である。

5. 今後の対策

以上産業界における計測制御の諸問題についての反省を述べたが、今後はどのような対策が必要であろうか。産業における計測制御の本質は、人間と生産プロセスとの間にあって、人間の意思と希望を実現させるための見えざる機械ということができる。この本質を正しく理解したうえで、将来の方策ならびに体系化について考えることが必要である。従来はこの本質が十分認識されなかったため、本質とニーズとの関連が明確でなく、制御系と被制御系（生産プロセス）との間には何か一線が画かれていて、生産プロセスとニーズとは動かすべからざるものとして受け取られる場合が多かったのである。計測制御の本質的機能を最も適切な方法で実現するためには、ユーザとサプライヤ間の相互理解と密接な協力によって、ニーズについての新しい考え方を導入することが必要である。このようにしてニーズの見直しを行うと共に、当然のことながら、新技術の開発が不可欠となる。つぎにこれらについての方針を簡単に述べる。

5.1 ニーズについての新しい考え方

計測制御が産業界ニーズに十分応えていなかったとすれば、その主たる理由はユーザ側が計測制御に即効的期待をかけすぎたこと、サプライヤ側はシーズ技術を過信したこと、ユーザ、サプライヤ共に、生産プロセスと計測制御をシステムの把握していなかったことであろう。この解決法は、サプライヤがニーズの本質をよく解明し、最適なシーズ技術、または開発による新技術でこれにこたえるか、あるいはニーズの形態を変更して、より効率的な計測制御を導入するかのいずれかである。このような見地から、ニーズをどのように見直すべきか、つぎに主要なチェック項目を示す。

- 1) その計測制御はぜひとも必要か。期待される効果は適切であるか。
- 2) 完全自動化は本当に必要なのか。一部に手動操作を組み合わせることが得策ではないのか。
- 3) 最適な制御方式は何か。開ループでよいもの、閉ループが必要なもの、フィードフォワードが適切なもの、コンピュータコントロールがぜひ必要……simplificationをめざす計測制御の探究をしているか。
- 4) システム構成、計測点数に過剰はないか。
- 5) プロセスの一部または全般について変更はできないか。これによって計測制御が容易にならないか。プロセスの被制御性の改善が可能かどうか。
- 6) プロセスの解明は十分なされているか。
- 7) 難しいセンサや自動化の追求のみでなく、他のシステム的方法によって同一制御効果が得られないか。
- 8) 新技術を必要とする場合には、シーズ技術の有無、既存技術転用の可否；また技術開発を必要とする場合は、その可能性、見通し、期間、コストについて確実な情報を持っているか。
- 9) シーズ技術については、技術的、経済的難易度が明確にわかっているか。
- 10) ニーズ達成のためのシステム導入体制は十分か。
- 11) 導入後のメンテナンス体制は完全か。
- 12) その計測制御は、生産現場の支持、協力が得られるのか。

以上のようなチェック項目に従ってニーズの見直しを行い、ニーズとして不適当なものは中止または保留し、技術的にも経済的にも、同時にsimplificationを満足する計測制御を実現したいものである。これらは当り前のことと思いながら、実行しなかったことに問題があったのである。ユーザ側は一方的なニーズを出さず、またサプライヤ側は盲目的に追従せず、両者協力して正当なニーズを作り出すことが必要である。サプライヤとしても、こうすることが本来のdutyで

あり、計測制御の技術的権威もここにあると考えられる。シーズオリエンテッドも大いに進めるべきであろう。ここでいうサプライヤとは、産業界に所属する計測制御技術者を中心と考えるが、メーカ、学協会もこれらの問題に対する理解を深め、産学協同を強化して産業界に本当に定着する計測制御の実現のために協力する必要がある。

5.2 技術開発について

前述のように、計測制御の技術レベルの進展は、この 10 年間に思ったほど急速であるとはいえない。これはいうまでもなく、技術開発力の問題であるが、裏をかえせば、計測制御の開発が技術的に容易でなく、また開発にはかなり長期間を必要とすることを意味している。特に難問である特殊センサや自動化機器についてこの傾向が強く、コンピュータシステムと比べると、進展に著しいひらきができてしまっている。今後さらに simplification まで目標とするならば、技術開発はますます難しくなるであろう。しかし技術開発なしでは、計測制御はニーズにもこたえられず、また技術輸出に対する技術レベルの確保もできないであろう。高度成長時代には、導入技術とその modification が大半を占めていたが、今後はそのような安易な期待は得られず、技術開発だけが頼みの綱となる。ところで、現在の技術開発は多くが即物的対応で、しかもバラバラであること、産業界と学協会や研究所との連繋がそれほど密接でないことから、このままでは将来とも楽観できない。国家機関、学協会および産業界において、体系化された開発方針を設定して、活動を大幅に増強することが必要である。ここでも産学協同を基本とし、単なる行政的指導のみでなく、各部門ごとに人材と開発資金を準備し、新しい開発体制を作ることが急務であると考えられる。またできるならば、公、私立を問わず、専門の研究開発機構の設立が望ましい。計測自動制御学会としても、活動の一環の中に産業界のための開発実務の主導ということを考えることも必要であると思う。

6. 計測制御の未来と体系化への期待

計測制御は現在、個別の手法やデバイスの著しい進歩にもかかわらず、ここしばらくは、産業界に大きなインパクトを与えるような新技術は生みだしていない。それにニーズを十分満たしていないということは、その技術レベルの進歩がやや停滞気味であることを意味している。この現状の問題から抜け出すためには、ニーズの見直しならびに技術開発体制の確立が前提条件として必要であることを述べたが、つぎにこの

前提のうえに立ち、前述の反省内容を通じて、産業界における計測制御の未来と基礎理論の体系化について主要な具体的項目を挙げる。

〔産業界のニーズからみた未来像〕

- (1) オンライン、リモートセンサの確立
- (2) 品質の計測制御技術の確立（周辺制御から品質制御へ）
- (3) 無人運転工場の実現
- (4) 自己診断技術、メンテナンスフリーの実現
- (5) 簡素化、単純化された制御システムの実現
- (6) 合理的な情報処理体系

〔産業界から期待したい基礎技術の体系化〕

- (1) 新しい測度と計測法の体系化（品質、物性、形状などの測度と測定技術）
- (2) 新しい制御理論の適用（あいまい理論など）
- (3) プロセスマンマシンシステムに関する新しい制御体系
- (4) メカニカルコントロール技術の体系化
- (5) 信号処理技術の体系化
- (6) Simplification を指向する新しい計測制御理論

本来ならば、期待する各項目の内容について詳しく説明すべきであるが、基本的問題に重点を置いたため、紙面の余裕がなく、これを省略した。以上与えられた表題と本稿の内容があるいはかけはなれてしまったかもしれないが、産業界の一技術者の声として意のあるところを汲んでいただければ幸甚である。

終りに計測制御技術者の立場について一言。計測制御は種々問題をかかえてはいるが、その将来は希望に満ちている。また産業界での相対的価値はますます高まり、技術者が非常に忙しいのも実はうれしい悲鳴ともとれる。それにもかかわらず、計測制御はいまだに一般の人々には理解しがたい特殊分野と見られていることはまことに残念である。技術レベルを上げると共に、早く一般的なものとなって、単にニーズを満たしたか否かというような狭い見方でなしに、産業界に新しい可能性をもたらすものになることが必要である。産業界を計測制御、ユーザとサプライヤが真に共存共栄できることが望ましい。それでこそ、計測制御技術者が、これまでのように縁の下の方持ちだったり、人の嫌うシステムの穴埋め作業に苦むだけに終らず、英知を標榜する確固たる独自の技術領域をもつことができて、これまでの労苦に報いられるのではないかと思われる。

参 考 文 献

- 1) 野坂：数理科学，7，p. 43 (1970)