



システム制御工学からみた計測への期待

© 1984 ISIJ

榎 木 義 一*

An Expectation of Measurement from the System Control Engineering

Yoshikazu SAWARAGI

1. ま え が き

筆者が微力ながら IFAC (国際自動制御連盟) の第二副会長, 第一副会長をへて会長と過去十年余りにわたり身に余る重責を果たした今日, 忘れられない思い出の一つとしていつまでも心に残るものは, いかなる IFAC の会合に出席してもこと鉄鋼産業における自動制御の話題になると, 日本がずば抜けてそのすばらしい高いレベルにあることをすべての国々が評価したことであり, その都度筆者は肩身のひろい思いをしたことである。事実, 我が国の戦後の高度成長経済の大きなない手であった鉄鋼産業が, 質量ともにいかにそのすばらしい発展をしたかは万人の認めるところである。

さて 1972 年のオイルショックを契機として, 我が国は高度経済成長から低成長へと変換を余儀なくされ, 鉄鋼産業もその影響をもちろんである。また発展途上国の追い上げもきびしくなることなど経営環境はますますきびしいものとなるだろう。計測・制御技術の立場から見ても, 今までのように大量高速生産技術を目指すよりは, 高品質, 高歩留り, 省資源, 省エネルギーにより重点がおかれるべきであり, 省力化よりは設備寿命延長化やメンテナンス技術の開発が望まれるようになった。ここに今後の大きな期待がもたれるのである。

一方, 技術的には, いわゆる先端技術の影響をうけてマイクロコンピュータ, 知脳センサ, 光情報技術, レーザ, 画像処理などを十分に取り入れた新しい自動化技術の開発が望まれるのである。

2. システム理論における可制御性と可観測性

1960 年頃システム制御の基本的理念に大きな寄与をしたと考えられる KALMAN¹⁾ の提唱した可制御性と可観測性の双対原理は, そのこと自体は理論的で基礎的なものであるとはいえ, 彼の数学的な解析力は今更ながら大いに評価されるべきものである。最近のような時代になると筆者はこれをもう少し実際的な立場で解釈してみるとなかなか味のある理論であるように考える。

まず彼は, システム制御においていわゆる状態量なる概念を規定したことである。この状態量とは各システムの状態を端的に表す量であること, 言い換えれば制御や観測の目的を果たすのに最も直接的な量として考えられるものである。従来, ややもすると制御にしても計測にしてもこのことは分かっている技術上の制約のもと, やむをえず間接的な量を扱わざるをえなかつたことは我々の最も不満としてきたことである。そもそも状態量というのは既に古く Lagrange の時代に力学系の状態を規定するのに一般座標の概念を提案したことと軌を一にするが, 少なくとも解析力学の考え方が制御やシステムの考え方に導入されたことは, この方面の理論をより精緻にするのに役立つものと考えられる。特にシステム理論において可制御性ならびに可観測性の概念を提案したことは極めて意味深いことである。更にこの二つの性質の双対性を指摘したことは, 最も興味深い示唆を与えるものである。すなわちある状態量を測りうることは, これを制御しうることと全く同じことを意味するということを提案したものであり, 良い制御をしようとするれば, その目的に直接かかわる量を観測しなければならないということを教えるのである。これこそ現在あらゆるシステムにおいてセンサが重要視され, この技術が質のよい制御を果たすためのキーポイントとなることを彼は 20 年前に提案したのである。彼がここまで考えていたかどうかは分からないが, 少なくともこの意味では大いに評価されるべき考えと言えるであろう。このように考えるとこれからの鉄鋼産業においてはよい品質の制御に向けての要求が強いということから品質の計測, 例えば傷, 形, 組織といったものを観測すること, また高炉の内部状態や転炉の吹錬中の計測といったものに重点がおかれるべきであろう。特に高炉内部のモデル化などに必要で十分な計測データの確保, 更には炉の安定操業, 長寿命化など今まで以上に厳しい要求がされることに対して制御やシステムの考え方は一層役立つのではなからうか。

3. 計測と制御の一体化

センサは, 視覚, 聴覚, 触覚など人間の五官に代わる

昭和 58 年 12 月 5 日受付 (Received Dec. 5, 1983) (依頼展望)

* 京都産業大学 工博 (社) システム総合研究所 (The Japan Institute of Systems Research, 4 Yoshidaushinomiya-cho Sakyo-ku 606)

検出機能,あるいは人間の感覚機能を越えたセンサとしての検出機能を備えている点では制御には欠くことのできないものである。最近のマイクロエレクトロニクスの急速な進歩によつて,あらゆるセンサには必ずマイクロプロセッサがつながり,知能化されつつある。例えば,視覚センサは更に画像処理技術と結合され,いよいよ人間の目に近いものとなるであろう。一方,音声入出力システムへの移り変わりは必然的なものであり,声を情報化することによる計算機制御の操作が行われたり,生産管理面ではすばらしい人間-コンピューター機械のインターフェイスが開発されることが期待される。特に今までの制御は平衡値からの変動に注目してこれを制御していたが,これからは絶対値を含めて制御しなければならない。

上に述べたように,観測できることが制御できることに通ずることを考えれば,センサ側のすばらしい発展は制御の側をカバーして余りあるようになるのではなからうか。こうして計測と制御は互いに歩みよりをしてその一体感を強めてゆき,ハード面からもソフト面からもその境界ははつきりしなくなるであろう。また従来の制御が対症療法的なものであつたのに対して,これからは対象自身の状態の把握がしやすい本来の性質改善を目指す方向に生産プロセスは改良されてゆくであろう。例えば,省力化の面から見てバッチプロセスから連続プロセスへの変化が求められるし,これに伴う計測の技術も大切となる。これは生物や人間に対して考えられるのと全く同じことであつて,計測や制御の人達は鉄鋼産業そのもののプロセスやシステムの設計計画,運用,管理に至るまでのすべてにわたり,初期の段階からかかわり合うことが望まれるだろう。またセンサの発達は従来からの集中制御から分散制御へと計算機制御の移行,あるいはこれらの二種類の制御の調和のとれた組み合わせなどが行われることは必至であり,あたかも人間の神経情報系において,大脳皮質まで上がつてゆかない局所的な反射的運動神経へ伝わる伝達方式があるように,より生物的になるのではなからうか。

4. 新しいオートメーション化に向けて

従来のオートメーションは少品種多量生産を言外に意味していた。鉄鋼産業におけるオートメ化もこの域を出なかつたのである。しかし最近では産業用ロボットやエレクトロニクスに代表される技術(例えばCADやCAM)の発展や製品要求の多様化などに支えられて多品種少量生産に適した自動化技術が急速に発展しようとしている。これが次に来るべきオートメーションであつて,一名FA(Factory Automation)と呼ばれ,その中味はFMS(Flexible Manufacturing System)なのである。鉄鋼産業もこのすう勢の中にある一つである。

まず,ロボットに期待される作業としては梱包や物流

などあらゆる工程に利用される。一方CADやCAMの利用はcomputer aided schedulingなる工程計画となり,自動溶接,板の切断などにはCAMが利用され,クレーンによる操作にはコンピュータが利用される。

一方FA化とともに設備コストが高くなり,故障による設備停止や不良品を防ぐための監視,診断のための計測制御技術が重要な課題となる。このためには自律分散型自己診断のためのセンサが必要となり,より知的な動作を伴つた制御装置が要求され,生産設備そのものと同じくらい,あるいはそれ以上の重要さをもつてメンテナンスのためのシステムが要求される。

一方従来は生産現場そのものだけに注目した制御であつたのに対し,本来の目的を問いただすような制御それは経営管理面をも含んで,何が問題なのかに重心をおいた制御が今までの制御の一段上のレベルのものと考えられねばならない。即ち今までは最適解の探索であつたのに対して,最適問いの探索という問題をも含んでくる。そして後者の問題に失敗すれば前者の解は無意味なものとなる。ここに,いわゆる種々のレベルでの意思決定問題が制御のきめ手となる。このためには,多量の情報を処理することによつて人間の意思決定を助けるシステム,特に対話的なマンマシン系の形成が望まれることなどである。こうして,これからの制御はより知的でよりしなやかさをもつた制御に,人間に近い血の通つたシステムへと移行してゆかざるをえないのではなからうか。

5. む す び

以上思いつくままに述べたが,ここで技術的な立場をこえたレベルでの将来の鉄鋼産業のあり方について一言しておきたい。

これからの新しい時代に向けての計測・制御技術はまさに,先端技術そのものの開発あるいはその応用に依存することは明らかであるが,いよいよ省力・省エネルギーなどは本格的となり,省力も行きつくところ雇用問題をさけて通れないだろう。従つてこれらの技術に精通した人達が,どの程度企業の運営に関与するかは重大な問題であり,ここに会社経営のあり方はいよいよその組織の問題,オーガナイザーの果たす役割の重要さなどに力点がおかれねばならない。いよいよトップマネジメントの姿勢が真剣に問われることになるだろう。旧態依然とした組織の中にあつては上に述べたような新しい計測制御技術は育たないことをここに繰り返して述べたい。従来の縦割りの組織を横につなぐ役割の重大さ,すなわちトータルシステムとしての重要さをもう一度ここに強調して筆をおくことにする。

文 献

- 1) R. E. KALMAN: Proc. of 1st IFAC Congress, Automation and Remote Control, Butterworths (1962)