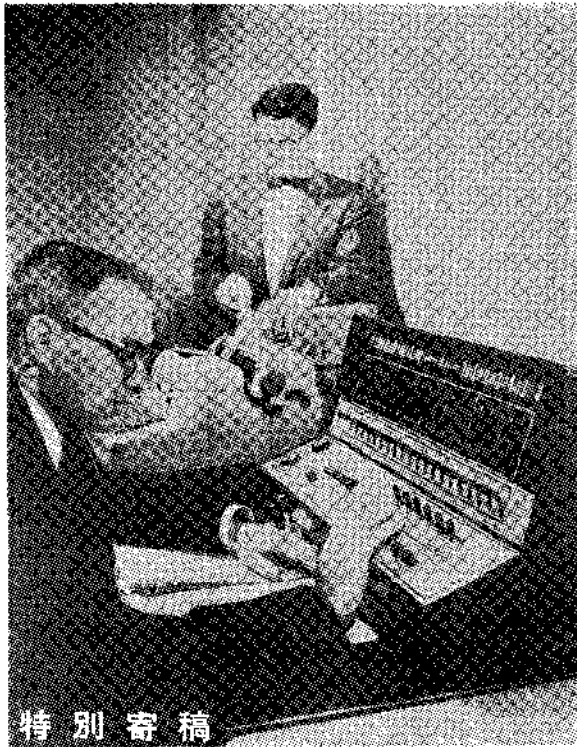




特別寄稿

われわれは今や第二の産業革命、即ちオートメーション時代の真只中で暮らしているといわれる。私共はあなた方の工業のオートメーションについて討論し、特にあなた方の工業プロセスを制御するためのデジタル計算機の応用について考察したいと思う。本論についてはLee氏がこれら計算機そのものについて幾分詳しく御説明するはずだが、私はこれ等計算機がどんな処で最も経済的に応用出来るか、どうしたら最も有効に使えるかについて掘下げてみよう。Lee氏が後に説明されるが、デジタル計算機はプロセス制御のために有効な多くの機能を行うことが出来る。それは多くの変数(variables)からの大量の情報を極めて速い収拾速度で吸収することが出来、それは重要な情報を記憶の中に貯え、必要に応じて再びとり出すことが出来る。それは多くの複雑な計算を行うことが出来る。それは多くの論理的な判断を行うことが出来る。プロセス制御用デジタル計算機の、これより一般的な事務用或いは科学計算用計算機と違うところは、これが直接プロセスの制御器、計測器調整器に電気的に結線されて、プロセスから瞬時に情報を受け取り、また瞬時にプロセスを適宜に制御する信号を送り返すことが出来るという点である。この機械にはこのような能力があるので、当然あなた方の多くは、この新しいオートメーション器具を御自身の工場に最も有効に応用するにはどうしたらよいかと自問なさつて来たことと

カット写真はG.E.エレクトロニック312型プロセス制御デジタル計算機

* 大阪支店、北区中之島3

デジタル制御計算機 の工業プロセスへの応用

(1)

General Electric Co. F. S. Rothe

(三井物産技術室提供*)

思う。この質問に答えるには、デジタル計算機を工業プロセスに適用するために必要とされた技術開発状況の背景を考察しなければならない。

この技術は大別して二つの基本的な分野に分けられる。一つはハードウェア即ち機器そのものであり、他の一つはソフトウェア即ち応用技術(know how)である。ハードウェアの分野には二つの項目がある。即ち新しい信頼性のある部品の開発と、必要なプロセス用検出器(sensor)の開発であつて、ここで御留意願いたいのは、プロセス・コンピューターだけが現在使えるオートメーション器具ではないということである。多くの調整装置、計測器、材料処理機械、検出器等はオートメーションの成功に大いに寄与するものである。事実、最も成功したデジタル計算機の応用例は、既に高度に自動化されたプロセスに設置されたもので、いうまでもなく工業プロセスの綿密な(sophisticated)制御には極めて信頼性の高くしかも複雑な検出器(sensor)が必要である。幸い、これは現在着々と開発されており、これら新しい検出器の例としては、X線厚み計、光学的幅計及び長さ計、溶接部検出器(weld detector) 高速ガスクロマトグラフ、スペクトロメーター、二色温度計(two color pyrometer) 化学分析用X線廻折計等がある。このほか新しい部品例えば、トランジスター、シリコン・ダイオード、磁気コア、磁気ドラム印刷配線等の開発によつて今日の信頼性のあるデジタル・プロセス制御用計算機の出現が可能となつたわけである。これらの計算機は一般的にいつて99%以上の稼働能力があることを実証した。

ソフトウェアの分野で、コンピューターの応用を成功させるのに必要な技術開発の二つの分野として、フィードバック制御技術の知識とプロセスそのものの技術的知識とがある。第一の範疇には、適応型(adaptive)制御と設定型(predietive)制御の技術、そして定常状態における最適値制御戦略(optimization strategies)に精

通していること、を含む、デジタル計算機は大量の情報吸収し、数多くの計算や論理判断を行う特殊技能をもっているから、進歩した制御技術の可能性を考える上に単純なアナログ制御系よりもずっと多くの実現性がある。通常、制御戦略 (control strategies) は設定型 (predictive) 即ち速応性を目的とするプログラム制御と、適応型 (adaptive) 即ち正確さとプロセス擾乱に対する修正を目的とするフィードバック制御との両者を包含します。プロセス制御計算機の実用に際しては、これら二つの型の制御方式を適当な割合に按分することを入念に研究し、又プロセスから最高の成果を上げられるよう制御の設定を行う戦略を研究することが必要である。この種の問題を解く最も強力な解析方法はシミュレーション (simulation—模型化) である。プロセスのシミュレーションとは、重要なプロセス変数の間にある数学的な函数関係を書き出すことにある。これらの関係は通常一連の代数または微分方程式の形をなしている。それらは通常、電子式微分解析器として知られるアナログ計算機により容易に解くことが出来る。ジェネラル・エレクトリックのスケネクタディにある大型アナログ計算機装置は複雑な調整装置やプロセスの問題を解析するために十年以上使われて来ている。しかし私共は屢々、プロセスの関係を数学的に模型化する (simulating) だけでなく、プロセスについてアナログとデジタルを結合した制御系を研究する場合には、デジタル計算機の強力な機能を必要と認める。ジェネラル・エレクトリック 312 型プロセス制御デジタル計算機はあたかもあなた方の工場の実際のプロセスに接続されたのと殆ど同じような状況でアナログ計算機に接続されている。このように有能な計算機装置を使えば、システムの解析技術の大部分は、あなた方の実際のプロセスによらなくても私共の工場で行うことが出来、従つてあなた方の貴重な生産時間を犠牲にしなくても良い。

オートメーションから最高の利益を勝ち得るためには、制御技術の研究だけでなく、プロセスそのものの完全な本質的理解を得ることも必要である。これは非常に難しい解析上の問題であることが多い、というのは、大抵の工業プロセスは複雑に交互作用を及ぼす沢山の変数を含んでいるからで、しかも、適当な検出器を入れ込むことが出来なかつたり、実用性のあるものがなかつたりするために、実際の工場でこれらの変数を測定することが屢々不可能な場合もある。しかしながら、技術的解析、数学的模型化 (simulation) そして最新のデータ、ロギング (datalogging—データ処理作表装置) や解析技術を使つた試験方法等によつて、あなた方のプロセスの理解を深める上に、大きな進歩が見られる。屢々これはデジタル計算機をプロセスに応用するために組ん

だプログラムの一部となります。現場に設置された計算機がデータを収集し解析するような技術的プログラムを書き、その結果によつて完全な計算機制御の最終段階に入れるようにする。そうでない場合は、設置する前に充分な仕事を行つて現場の試験時間を非常に短縮させる。またジェネラル・エレクトリック 225 型事務用及び科学計算用計算機設備プロセス研究用試験データの解析を現場から離れた場所で行うために使われているものである。

以上を要約すると、プロセス・コンピュータを有効に応用するのに必要な技術開発には次の四つの分野があります。

1. 計算機器そのものの信頼性のある部品
2. 臨界 (critical) 変数を測定する新しい検出器 (sensors)
3. 進歩したフィードバック制御技術
4. プロセスの知識

次に私共はデジタル計算機制御が最も経済的に引合いそうに思われる工業プロセスの種類について検討して見よう。こういう観察は当然一般的な性質のもので、ここで指摘する点を具体的にするためにあとでいくつかの特例を挙げてみる。前に述べたように最も効果のあるデジタル計算機の応用は、既に高度に自動化されているプロセスに対するものである。その理由は、先づ、デジタル計算機の使用によつて附加される利益を明確に判別出来ること、また、計算機に出入すべき情報を得るのに必要な検出器や制御器が用意されていること等である。計算機に対する投資は通常相当大きなものであるから、経済的に最適な応用は、工場設備の投資額が大きい、又は日々生産額が大きく、従つて僅かなパーセンテージの節約がオートメーション機器の価格を賄えるようなプロセスに対してのみ可能である。

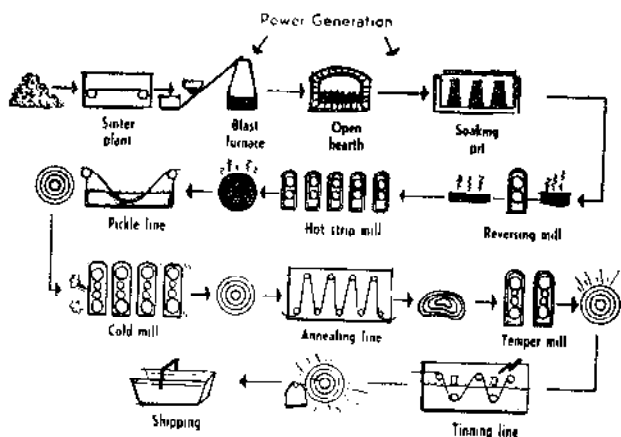
計算機制御を検討する価値のあるプロセスの種類は通常、(1)多くの変数をもつ、(2)頻繁な擾乱が起る、(3)交互に作用を及ぼす並列又は直列のいくつかの単位からなる、(4)制御設定点の変化や擾乱に対する反応に永い遅れがある、(5)生産品種を屢々変える、(6)生産品質の向上によつて高い利潤が得られる、といったようなプロセスである。

オートメーションの経済性に関するこれらの考察を念頭におき、また信頼性のある検出器 (sensor) とプロセスの完全理解という技術的要求を忘れずに、個々の工業用計算機制御の応用についてもう少し詳しく検討してみよう。

化学並びに石油精製工業においては、前に概説した要求を満たすようなプロセスが沢山ある。プロセスの詳細な研究によつて計算機の応用は大いに進歩して来てい

る。私共は Tennessee Eastman Company におけるテレフタル酸 (terephthalic acid) の製造プロセス、Dow Chemical Company におけるスチレン (styrene) プロセスに計算機を設置した。何れもプロセスの最適値制御 (optimization) 並びに監視、記録作表 (logging) のために使用されている。私共はこれらの工業の他の需要先についても積極的に研究を進めている。セメント工業においては、いくつかの使用者の研究によると、採石場 (quarry) から出荷場所までの全セメント工場の計算機オートメーションによつて年間30万弗程の節約が出来るという結果が出た。

混合 (blending) 原料調合 (raw mix) そしてまた焼成 (burning) の分野で、前に述べた豊富な技術研究用計算機設備を用いて詳細な解析を行つた。私共は、製品の品質を向上し、混合器 (blending vessels) の容量を小さくし、燃料費を下げ、キルンの寿命を延ばし、生産性を高める等の点で節約の成果をあげることが出来た。また特殊な検出器 (sensors) についても、X線を使用したプロセス直結の化学分析器、キルンのクリンカー帯 (clinkering zone) 温度を測定するための二色温度計 (two color pyrometer) 等を開発した。今年、米国のあるセメント工場に完全な計算機制御装置を据付ようとしており、いくつかの同様な提出見積について積極的に推進をはかっている。



第 1 図

また一例として鉄鋼工業において計算機によるオートメーションが引合う可能性のあるプロセスのいくつかを第1図に示してある。ここでは高い生産率と、高い製品

価値が、オートメーション機器に対する大きな支出を理由あるものにする。ここに示した大抵の分野は、発電設備の燃料供給制御の分野も含めてジェネラルエレクトリック、カンパニーが計算機オートメーションの仕様を既に作り上げたことのあるものである。勿論、計算機はプロセスデータを単に蒐集したり、プロセス変数間の関係を解析したり、臨界変数を監視したり、複雑な指令のプログラムを実行したりするのに非常に価値のある器具となり得る。しかしながら、計算機のこれらの機能から得られる経済的な収益というものは通常小さくまたは余り評価されないものです。大きな利益は計算機をプロセス制御に使つて産出額を高め、生産品質を向上し、生産性を増し、保守費を軽減し、操業費を減らすことによつて得られる。製鋼工業で現在大きな利益を得られる分野は圧延と処理設備である。特に名をあげれば、逆転式厚板圧延、連続熱間帯鋼圧延、タンデム冷間帯鋼圧延、連続焼鈍並びに錫メッキ設備等はすべて計算機オートメーションへの大きな投資額をつぐなうことの出来るプロセスである。その上これらのプロセスでは必要な検出器が実用化されておりプロセスの知識もわかつている。また、デジタル計算機を熱間仕上圧延と連続焼鈍設備に既に適用しました。ここ一年以内に運転に入るものとして、熱間圧延の全域、タンデム冷間帯鋼圧延、そして連続錫メッキ設備に計算機を供給することになつている。

熱間帯鋼仕上圧延における計算機は、スラブの一つ一つについて自動的に圧延機の設定 (set up) を行うよう順調に運転中である。これは数分の一秒の判断や進歩したフィードバック 制御の概念を要求する 非常に 綿密な (sophisticated) 制御を行う計算機である。この運転の成功によつて私共は、凡ゆる工業において計算機オートメーションは実現にぐっと近付いているという大きな自信を得た。

ここで要約すると、多くの工業プロセスにおいてデジタル計算機制御は経済的に引合うものである。それにはプロセス中に信頼性のある、しかも複雑な検出器 (sensor) を必要とする。プロセスそのものを完全に技術的に理解することが計算機から最大の利益を得るために必要欠くべからざるものである、ということになる。このような規準を満足するプロセスは現在あなた方の工業において益々多くなろうとしている。