

プロセス工業と電子計算機

株式会社 島津製作所* 吉 村 好 美

1. 計測制御分野の発展過程

1939年 W. OPPELT の自動制御理論, 1942年 ZIEGLER AND NICHOLS の自動制御最適調整法が発表されてより現在に至るまで, 理論的な発展は極めて急速に展開されている。プロセス計測制御の発展過程をふりかえって見るに, めくら運転の時代, 指示記録計に依る手動運転時代, 現在の自動制御機器に依る Semi-Graphic, Full-Graphic, Console-Graphic の時代から今後は更にプロセスの大規模化に伴う集中管理方式としての Digital Computer の導入に依る Computer Control または従来の三項動作調節計を廃して Direct Digital Control (D.D.C.) に依る時代へと発展し, 更に将来は Bussiness Machine との結合に依る Integrated Data Processing の時代へと伸びて行くことが考えられる。Computer Control は鉄鋼, 電力, 石油化学等で既に実施されようとしており, 計算機メーカー各社に於ても制御用電子計算機の強化を計りつつある現状である。

Data Logger として1954年米国の I. S. A. SHOW に発表されたのが最初であり, 1956年には, Honeywell, Beckman, Panellit, Fisher and Porter, Taylor 社等が製作市販を開始し, 国内では1956年富士電機が日本工業計測展に発表した。1961年には Monsanto Co. に於ける Ethylene Plant で10変数の制御を始めてより, ICI, Du-Pont に於ける実験過程, 1963年の D.D.C. に関する Guide Line の作成などを得て, 1964年の I. S. A. SHOW, 1965年の IEEE の Conference を通じて本格的に P.R. されるに至った。今後装置の適用に関しては, 装置の信頼度の要求が強くなり, 例えば稼働率 99.5% (一年間に4時間の停止) 以上が希望されており, 今後の I.C. (集積回路) の発展と共に急速に装置の信頼度の向上が期待出来るので実用普及段階の日も真近いことが予想出来るのである。

2. プロセスに於ける計算制御市場の需要動向

1958年 Sterlington の発電 Plant に Computer を使用してより, 1964年12月迄の Computer 設置台数は米国に於て285台であったと報ぜられている。

*京都市中京区西ノ京桑原町18

表1に1958年より1964年間の Process Computer の設置状況を示している。此の表を見るに1958年より1960年の間は System 開発の時期であり, 1960年頃より本格的な市場獲得の時期であったと考えられる。調査報告に依ると米国にては, 15社以上のメーカーで 285台が競争受注されており, その競争の厳しさが伺える。表2にその模様を示す。表3に業種別の製産台数の推移状況を示す。1970年に於ける比率では, Chemical and Petro-Chemical に26.6%, Primary Metal に18.0%, Electric Power Generation に12.2%, Petroleum Rifinary 9.8% Electro Power Dispaching 6.7%, Pulp and Paper 4.4%, Cement 3.7%, その他18.0%となっている。

他方 Electronic News の1963年の資料に依ると1964年から1970年における世界各国の電子計算機の需要累計は, 米国200億\$, 西独15億\$, 日本10億\$, 英国10億\$, 仏国8億\$, 伊国8億\$, となっているが, これ迄の電子計算機の需要が主として, 科学計算, 技術計算及び一般会計々算であったのに対して, 今後は社会構造の高度化に伴って, その適用範囲は拡大されて行くと考えられる。即ち

- (1) 鉄鋼業, 電力業, 石油精製業, 化学工業等のプロセス制御
- (2) 工作機械の数値制御
- (3) 医用電子用のデータ処理 等が考えられる。

表1 1958—1964年のプロセス用計算機の設置状況

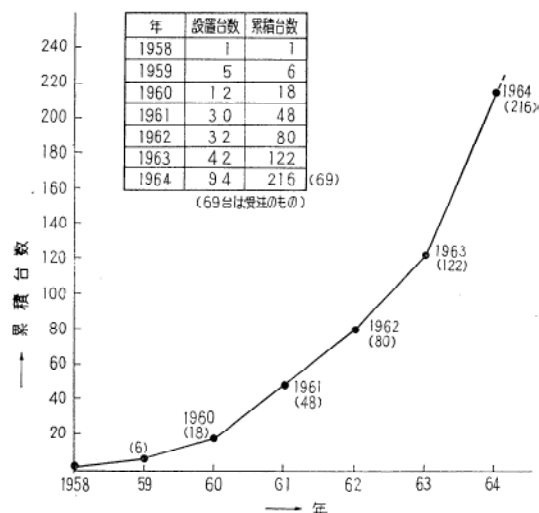
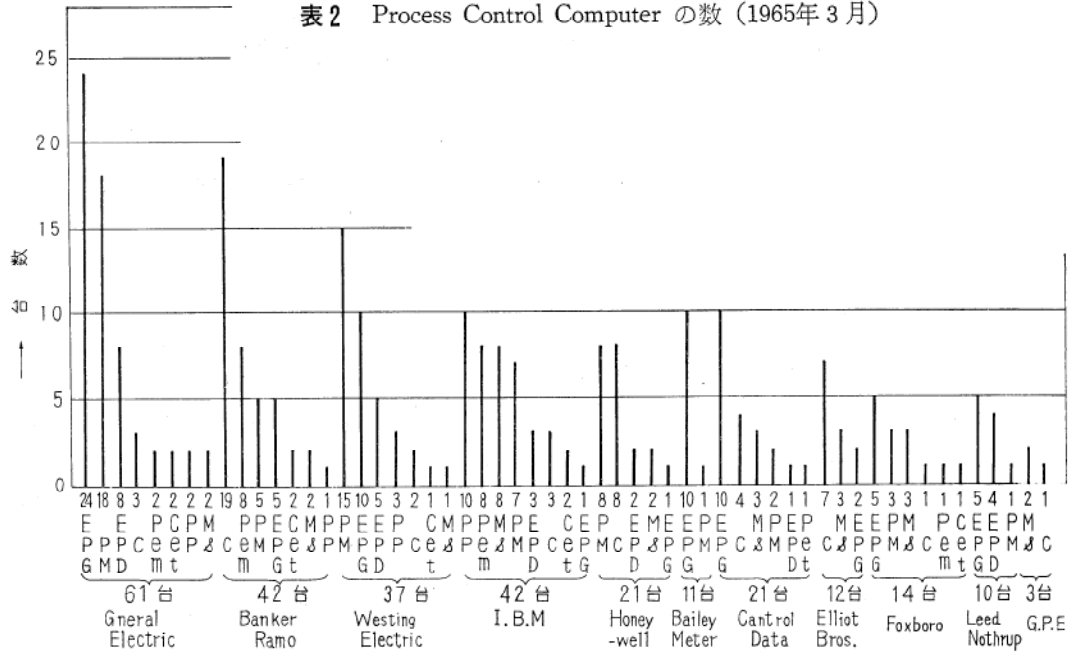


表2 Process Control Computer の数 (1965年3月)



	(E.P.G.)	(E.P.D.)	(P.M.)	(C)	(Pem)	(Cet)	(P.P.)	(M&)	
	Electrical Power gen.	Electrical Power Dispatch.	Primary metal	Chemical	Petrochemical	Cement	Pulp & Paper	Miscellaneous	Total
General Electric	24	8	18	3	2	2	2	2	61
Bunker Ramo	5		5	19	8	2	1	2	42
Westingkoase Electric	10	5	15	2		1	3	1	37
I. B. M.	1	3	7	3	8	2	10	8	42
Honeywell.	1	2	8	8				2	21
Bailly meter	10		1						11
Control Data	10	1	2	4	1			3	21
ISI/Elliot Bros	2			7				3	12
Foxboro	5		3	1	1	1		3	14
General Precision Equ.				1				2	3
Leeds & Northrup	5	4	1						10
Consolidated System	1			2	1				2
Packend Beall				1					2
Data System									2
RCA			1		1				1
Unidentified Supplied	3								4
Total	77	23	61	52	22	8	16	26	285
	27.0%	8.0%	21.5%	18.3%	7.7%	2.8%	5.6%	9.1%	100%

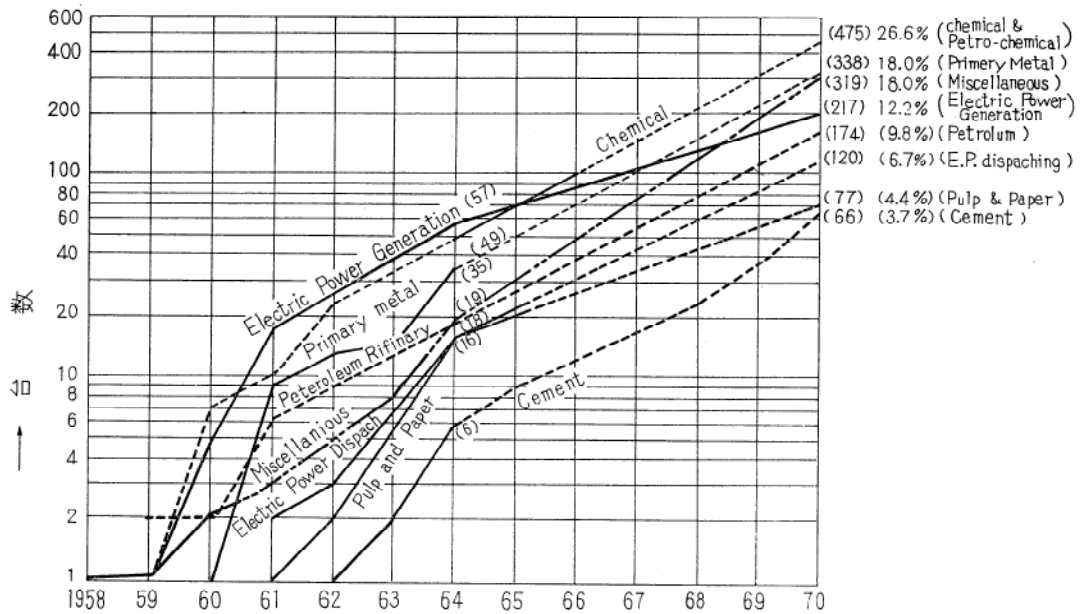
プロセス工業への電子計算機導入の今後の動向としては、特に

- (1) Financial and Accounting 及び Processing of Research and Development に35%以上が
- (2) Management Analysis, Process Control, Production Control and Planning に10~35%以上が
- (3) その他 Simulation, Information Storage, Execu-

tive Planning. 等が考えられる。

要するに急激なる技術の進歩に伴って、人間並の高級な仕事を機械に任せていこうとする方向に向っており、適応制御、学習制御などへの適用が考えられているが、それにはシステムが大きいかつ複雑になって来ているので、経験を超えた複雑な判断のメカニズムの解明が要求される。

表3 1958~1970年間の Process Control Computer の業種別推移曲線



米国に於ける技術革新の状況を見るに、1953年から1962年迄の序盤と、1963年から1969年迄の中盤と、1970年以降の後盤とに分けて考えられるが Computer を中心にして考えて見ると、初期に於ては、Computer は科学技術計算が中心であったが、二期に相当する期間としては、科学技術計算、経営管理計算を含め EDPS の時代であり、更には Man to Machine, Man Problem Solving と云う新しい概念と共に三期としては、科学、技術計算、経営管理計算、プロセス制御、データ通信と所謂 Information Handling System の時期が到来し、第四期としては Bionic Computer が考えられるに到ると云われている。

此処で重要なことは、計算機の Reliability であるが、1962年の信頼度を1とすれば、1967年には10倍になり、1972年には100倍に達すると云われている。

これには主として Integrated Circuit の採用に負う所大であるが現在の状態は米国にては、電子計算機では90%が、資料処理で75%が、通信関係で85%が、コントロール関係で55%が、大型レーダで20%が、小型レーダで70%が I.C. 化されている様である。

以上の様にプロセス工業への電子計算機の適用範囲は広い分野に広がるが、適応の場所、適応の方法等に依り、その内容規模も異なり、その効果も違うので、適用に当っては充分なるシステム設計の下に実施することが強く要望されるわけである。

3. プロセス工業への電子計算機の導入 に対する問題と経済性

1) 計算機導入に対する問題点

プロセスの完全自動化は、云うべくして実施には種々の困難な問題が多い。現在に於ては自動化が次の様な諸点の為に部分的に実施されている場合が多い。

即ち、a) 古い設備のために全面的な自動化に切り換えても効果が少ない。b) プロセス全体の熱バランス、物質収支のバランス及びそれらの静的特性、動的特性の解析が充分つかまれている為に自動化の効果に自信が持てない。換言すればプロセスの自動化を施行するに当り品質の向上、生産能率の向上、人件費の削減、安全管理等が要求されるわけであるが、夫々の要因について正確に貨幣価値に換算して表現することが困難な為に、従来の経験や、カンに依って計装化されることが多い。

c) 作業場に於て直接要求される部分的なものを自動化することに終っている。d) 又場合に依ると最も楽な方法としてプラント一式又は製造法などを全輸入する場合も多い。e) 計算機は多くの素子に依って構成されているので、其の一部の故障が計算機の全動作を停止させる可能性があるため、引いてはプロセスの事故発生となり思わぬ甚大な被害が起ることも想定される。従ってどの程度の安全装置を設けるべきか、初期投資がどの程度にすべきか等考慮すべき点が多岐にわたる。一般には多くの事例を見てから実行に移したいと云う考えも出て来て実用化が遅れ勝ちとなる。f) 従ってマネジャーはプラントのシステム設計の実施に当って保留権を有している。即ちプロセスに ON-Line で動作させる計算機の導入に対して明確な優位性を認めながらも実行をしぶる場合がある。h) 一般に会社は、スケールの大きな仕事を遂行出来るに充分なグループを持っていないので、正確なシステム設計を行うことが出来ない。i) 使用出来る計算

装置が実時間演算と記憶容量の点で要求を満すに充分でない場合もある。

併しエコノミック・オプティマイザーとしてのプロセス工業への計算機の導入は、a) 経済性、b) 技術的な立場、より正当化されるべきものと考えられる。

2) 計算機導入に対する経済性

経済性に関して I.S.A. の1961年1月に発表されている要点を紹介しよう。

ケミカル・プラントに於ける計算制御は、計算機および分析計と云う新しい技術に依って支えられているものである。

従って計算制御を実施出来るかどうかの鍵は、a) 必要な分析機器の開発、b) 特別なハードウェアの設計、構成 c) 複雑な系の解析のための計算機の使用 d) 全プラントの経済性の検討、等を充分行うことである。即ち遂行に当っては、ハードウェアグループ、シミュレーショングループ、コントロールグループ、アナリティカルグループ等の多くのグループに依って詳しく検討が加えられなくてはならない。そうして計算機導入の評価としては、プラントの全投資額と計算機の価格とを基にして考えねばならない。例えば石油精製には、計算機は有用な方法であって、プラント全投資額の0.5%以上のメリットを年間に得ることは容易である。表4は計算機をオフラインとして使用し、年間に投資額の0.5%のメリットを得る場合のプラント投資額に対する計算機の投資額の割合を示す。また表5は、300,000\$の計算機を2年で消却する場合のプラント投資額に対するメリットの関係が示されている。図の右下に示される如く約60,000,000\$以上のプラントでは、事前のStudyがなくても計算機を導入することに依って即時メリットが期待出来る範囲であり、その上中央の範囲では、プラントの解析を行い計算機の適応の仕方に依って投資額の0.5%から6%迄のメリットを期待出来る限界を示している。更にその上部の範囲は、プラントの検討改良に依って更

表 4

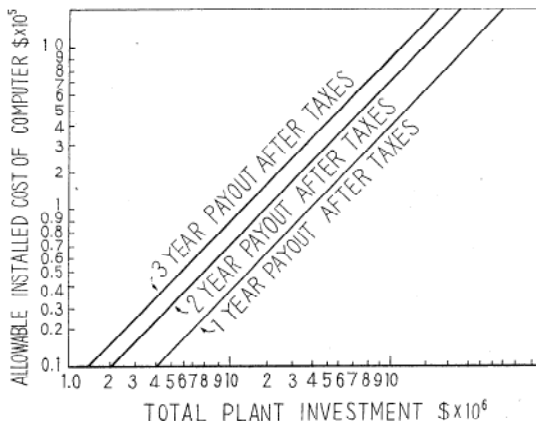
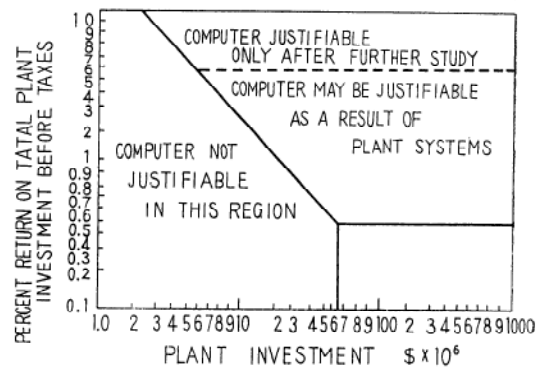


表 5



に大きいメリットを期待出来る部分であるとしている。此処で興味深く感ずることは、計算機制御を行ってプラント投資額の6%のメリットを産むことが一応の限界であって、6%以上のメリットを期待出来るのは、プラントを如何に改良し、如何に計測制御を行うかを発見出来るメリットの方へ入れ込むべきであると考えられることである。

左側の範囲はメリットを期待出来ない範囲を示している。実際にはプラントの種類又は金利等に依って此等の関係は種々異なるものであるから、大体の目安として参考になるものである。又計算制御を行うには、運転員の増減の問題、運転員の質の問題、及び計算機故障に依る対策の予備設備の問題等を考えると、単に此の文献を全面的に受け入れることには問題があろう。

又米国に於ける例として、火力発電所に計算機を導入する場合の経済的評価の表を表6に示す。

表 6

発電機容量	200MW	500MW
燃料費節減	100\$/年 50~200	1000\$/年 125~500
利用率の向上	利用率の向上 0.5%	
事故率の減少	150~300	375~750
人件費の減少	150~200	150~200
維持費の減少	100~200	250~500
運転停止時間減少	0	0
その他	50	50
計	500~950	950~2,000
許算機費用	700~1,000	700~1,000

表中事故減少とあるのは、火力発電所の運転は、相当複雑なものであって、運転員の判断に依る点が多く、プラント事故の大半は、運転の誤りで生ずることが多いので、計算機の判断制御に

(31頁に続く)