

プロセス・コンピューター・システムー

ソフトウェアとハードウェア

(2)

General Electric Co Tsai-Hwa Lee

(三井物産技術室提供)

1. 序 言

「プロセスコンピューターの何が新しいものであるか」について述べたいと思う。先づ第一にソフトウェア (software) とハードウェア (hardware) の新しい概念について、二番目に、プロセスコンピューターを実用にする場合の代表的なスケデコールについて、三番目に使用家側で構成すべき代表的なチームについて、そして四番目にプロセス制御のためのデジタル計算機の使用現況について述べる。

2. プロセスコンピューターシステムとは何か

1. プロセスコンピューターシステムを理解する上に最も重要な概念の一つは、これが「ソフトウェア」と「ハードウェア」の両者から成っているということである。即ちプロセスコンピューターシステムはソフトウェアとハードウェアの二つから作り上げられるものである。

ハードウェアとは機器そのものである。あなたはハードウェアを直接感じ取り手を触れることが出来る。それは一定の空間を占め、重さをもっている。例えばモーターはハードウェアであり、計装や制御の装置もハードウェアである。凡ゆる機器そのものを「ハードウェア」と呼ぶわけは、これをプロセスコンピューターの「機器でない部分」と区別するためで、後の部分を「ソフトウェア」と名付けている。

ソフトウェアの中に含まれるものは、プロセスを表現する数学的な関係式を見つけ出すための解析的研究や、利潤を向上するようにプロセスを制御するために展開する戦略 (strategy) や、データの蒐集や操業の改善のためプロセスを監視したり制御したりするために開発する方式や、これらの関係式や方式を具体的にプログラムに組むこと等である。ソフトウェアの産物はあなたの手に触れることの出来ない或る物である。それは重さを持たず、空間を占有することもない。それは有り来りの意味で工場で製造されるものではない。しかしプロセスコンピューターの中に実現された機能の大部分はハードウエ

アよりも寧ろソフトウェアによるものです。代表的なプロセスコンピューターシステムにおいてソフトウェアの値段がハードウェアの値段よりも高くなることは極く有りふれたことである。コンピューターが注文主に対して発送される場合、ソフトウェアの成果のすべては僅かに一包みの穿孔カードか一巻の紙テープに過ぎないこともある。

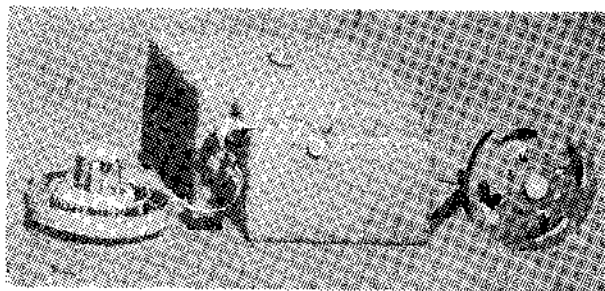
2. ここでもう少しソフトウェアについて説明する。

ソフトウェアはプロセスの知識から出発するものである。ここでいう知識とは、プロセスや動力や計装 (instrumentation system) の定量的な定義を意味する。制御或いは最適制御の対象に応じて、プロセスからの操業データを統計的に解析し、これを用いて重要な変数 (variables) を決めこれらの間の経験的な関係をはつきり確立することも出来る。10年程前までは、プロセスの数学的な定義は、大抵の場合設計上の目的か、または僅か2, 3の最適な定常動作点を決めるのに行われて来たに過ぎない。例えば、鉄鋼の圧延計画と鋼板の厚みとの関係に対して圧延モーターや圧延機の穴きさの馬力対圧下 (draft) の計算、熱調整 (heat balance), 原料調整 (material balance) 等はよく知られた計算例である。この10年間に私共はプロセスの知識を拡張することに大いに努力した。このことは私共が多岐多様な過渡状態や定常動作状態の変化の下で最大の利潤を上げるようプロセスの最適制御を行い得るためには必要なことである。プロセス操作方式の中に含まれるものは、原価計算や品質管理のためのデータの蒐集、並びにプロセス作業員への計画や作業の指令を与えることである。定常或いは異常の状態における作業指令は通常大ざっぱな性質のものである。何故なら作業員の経験と直感を非常に信頼しているからで、プロセスコンピューターを加えてやれば、規律正しい、論理的な終始一貫した方式を打ち立てることが出来る。作業員の経験とカンに便る代りに、操作方式は経営者や高級技師によつて考案され、それをプロセスコンピューターの監視と制御の下に実行することが出来る。

解析的研究が必要とされるのは、制御対象を決め利潤を向上するよう工場を運営するために、制御論理 (con-

trol logic) と最適化戦略 (optimizing strategies) を産み出すためである。利潤が最終目的だから、原料費、労務費、燃料動力費、間接費、製品売価等の経済的な変数を解析の中の要素として取り入れなければならない。Rothe 氏が応用について述べているように制御論理と最適化戦略は General Electric Company が提供することが出来る。

プログラミングとはいろいろな機能、関係式、戦略、方式などをコンピューター言葉に翻訳することである。この翻訳された言葉はコード化された形でコンピューターの記憶の中に貯えられ、コンピューター・プログラム又はコードと呼ばれる。こうしてソフトウェアの成果はすべて最終的には、コンピューター・プログラムとなる。全体のプログラムはあなたのポケットに入ってしまうような一巻の穿孔紙テープとなることもあります。現在の制御装置には、論理的動作や制御機能を予め配線其の方法でハードウェアの中にプログラムとして組込んだものも数多くある。デジタル計算機では、プログラムは計算機の記憶の中に貯える。現実には、私共は皆一口を過ぎるのに経験や習慣から作り上げたプログラムに従って行動する。私共は意識することすらなくプログラムをたて、私共の記憶の中に貯えられたこれらのプログラムに従って生活を過ごしているともいえる。

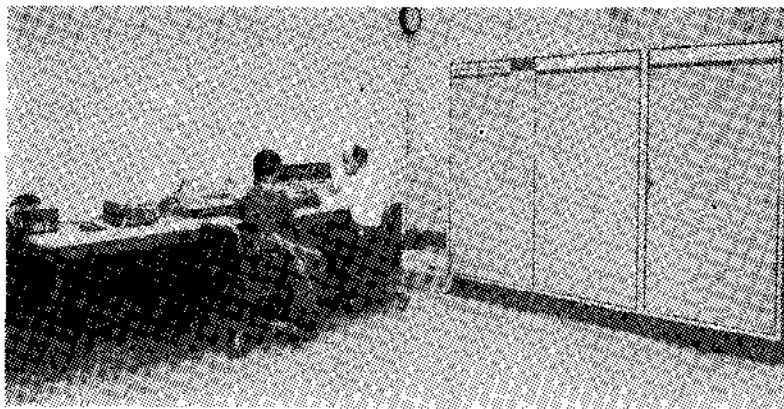


第 1 図

コードは穿孔紙テープに打込まれ、計算機の記憶の中に装入される。第1図はGE 412 コンピューターにプログラムを装入するための紙テープ読取機を示したものである。こうしてプログラムを入れてしまえば、プロセスコンピューターは自動的データ処理、監視、制御等の機能を行うべき準備完了である。

3. さて次にハードウェアについてもう少し説明する。デジタル計算機のハードウェアは5つの部分から構成されている。即ち記憶、計算、入力、出力、制御の各部分である。入力データは入力部を通って記憶部に行

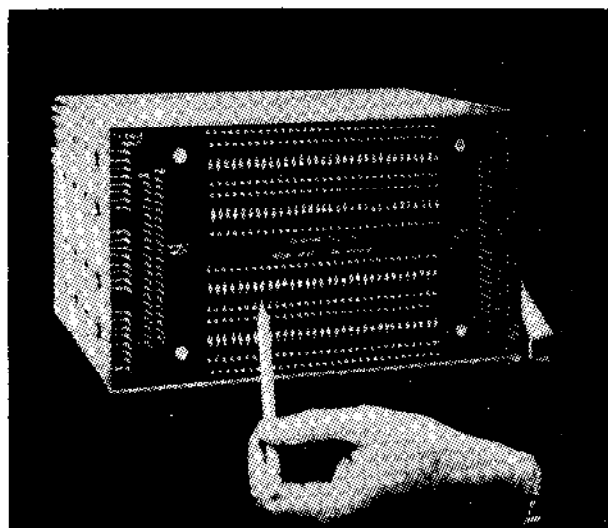
く。これらの入力についての計算は記憶部に貯えられたプログラムの制御のもとに計算部によって行われる。これらの動作から得られた結果は出力部を経て外部へ送り出される。コンピューターシステムの総括的自動制御は制御部によって、それが記憶部に貯えられたプログラムを解読し実施する通りに行われる。



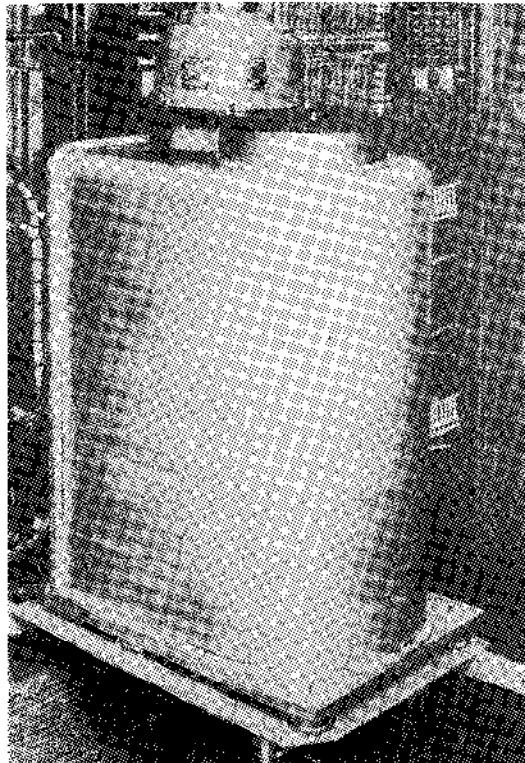
第 2 図

第2図はGE 312 のハードウェアの外観を示した写真である。広範囲の入出力装置が事務用データ処理機構と通信するために用いられることが注目される。例えば、集団即時呼出し記憶 (mass random access memory)、磁気テープ (magnetic tape)、高速度プリンター (line printer) 等である。プロセス変数の感覚器官や制御用のプロセス入力出力装置はGE 312とGE 412の何れにもマッチするものである。

記憶部はデジタル計算機の心臓部です。それはプログラムやデータや計算の結果を貯えておく。それはまた各種の入出力装置の通信経路ともなり緩衝記憶装置 (buffer storage) ともなる。第3図は磁気コア記憶部の写真である。



第 3 図



第 4 図

第4図は磁気ドラム記憶部の写真である。GE312は磁気ドラム記憶装置だけを用いている。GE412は高速記憶装置として、磁気コアを用い、補助的副記憶装置として磁気ドラムを備えている。

計算部は計算と論理的判断を高速で行う。半導体回路（solid state circuitry）の使用によつてGE412は毎秒25,000回の足し算、或いは毎秒約3,000回の掛け算を行うことが出来る。

制御部は一つ宛コードを解読し記憶部に貯えられた指令を遂行する。それはこれらの指令を遂行してゆく手順を制御する。それに亦、計算機の他の凡ゆる部分が行う機能をも制御する。計算機の機能を果す上に人為の介入は最小限に抑えてある。

プロセスコンピューターシステムの入力出力部は二つの重要な通信の機能を果す。即ち、それはプロセスとの間の往復の通信を行い、オペレーターとの通信により、オペレーターが選択スイッチを押したり計算機の動作を監視したり出来るようにし、更に計算機の技術者やプログラマーがプログラムを点検したり変更したり出来るようにする。代表的な入力装置としては、直流電圧の形のアナログ信号をとり入れるスキヤナー・ディストリビューター（scanner distributor）パルス・アキュムレーター（pulse accumulator）接点の開閉状況を知るためのデジタル・スキヤナー（digital scanner）そしてオペレーターの操作盤即ちコンソール等がある。代表的な出力装置としては制御機の設定点を調整するためのデ

ジタル・アナログ変換器、起動停止信号用又はステップモーター制御用接点開閉出力装置、傾向記録器（trend recording）異常警報器（annunciator）工場操作盤（mill operating station）等がある。代表的な外部出力装置としては紙テープ読取器、穿孔機、タイプライター、コラム・プリンター（column printer）そしてコンピューター・コンソール等がある。

3. 注文遂行上の要素及び予定の一例

プロセスコンピューターに対する注文はどのようにして遂行されるかを示すために、一例を選んで見た。受託から機器の工場出荷まで18ヶ月の遂行期間をもつものである。私共の経験から割出して見るとこの間に10の主要な仕事要素がある。第一の要素は見積の提出である。これに要する時間は一定していない。次の第一項は発注である。第2項のハードウェアの仕様についての御使用家との技術的検討は発注後直ちに始められる。設置場所、電力其の他のサービス、外形寸法、機器間結線、制御器や検出器（sensor）等の入力出力表、更に、ハードウェアについての多くの標準選択項目や特別注文等の技術的検討には凡そ3ヶ月かかる。第3項の、プログラミングの明細を技術的に検討するのに約6ヶ月かかる。ここでは、計算機を行う機能、方式、報告、制御方策等を御使用家との協同研究により開発する。第4、5、6項は特殊なハードウェアの設計、全体のハードウェア・システムの検討、製作、組立、総合試験等である。第7項の計算機のプログラミングと並行して第8項の客先技術者の訓練も行われる。9ヶ月の訓練期間の内訳は、教室における理論の教育に3ヶ月、その客先向けに供給される特定プログラムについての訓練に3ヶ月、更に、プログラミングやハードウェアの点検についての演習や実習に3ヶ月、という訳である。第9項の計算機の出荷後、第10項として機器を現場に据付け、客先にシステムの運転を首尾よく引渡し出来るよう吾々のサービス・エンジニアやプログラミング・エンジニアが更に設置現場で実働訓練を行うのに約4ヶ月程の期間がかかる。

4. 御使用家のチーム構成についての代表例

プロセス・コンピューター・システムの応用を成功させるには、御使用家の経営陣の支援が鍵となる。1958年から1959年にかけての初期においては、多くの御使用家は、経営陣の全面的な支援なしにプロセスコンピューターシステムを発注した。その結果、操作方式、使用すべき計測装置、報告すべきデータや様式、御使用家の技師や作業員を訓練することの諒解等について御使用家側の（以下32頁へ続く）

(55頁より続く)

決定や承認を得るのに、屢々時間がかかたり困難が伴つたりした。プロセス・コンピューターを適用するには、御使用家の多くの部門、即ち、研究、技術、製造、経理、会計、購買、品質管理、販売企画調査等の部門の支援が必要である。出来ることなら、最も関連のある幾つかの部門から選抜して一つの推進部を作り上げることが望ましい。例えばこの推進部は予じめ専任として構成され、技術的、経済的な実現性を検討し、コンピューター・システムの評価を行う。許文が発せられた後は、この推進部は兼務の形で維持され、各部門の間の公共連絡線となり、また実行チームから提起された決定事項の承認を行う。この実行チーム（2乃至6名の技術者からなる）は専ら製造家と共に働いて、保守やプログラミングの訓練、演習、実習に専念する。

5. 使用状況

最後に申し上げたいことは、プロセスコンピューター工業は既に可成り大きな工業となつていくことである。それは正に、電子工業やオートメーションにおける急速に成長しつつある分野の一つである。製鉄、化学、石油化学、電力、ガスへの応用について、1962年1月1日現在で総計62の設置と56の受託がある。従つてプロセス・コンピューターの分野は既に充分確立されたものである。読者の御興味までにつけ加える、とプロセスコンピューターを供給する12の競争会社の中で、製鉄、化学、石油化学、電力ガス工業用に設置又は受託した全数118の中、ジェネラル・エレクトリックは30の実績をもつている。ジェネラル・エレクトリックはプロセス・コンピューターの先鞭をつけたばかりでなく、現在もこの分野において公認の先導者である。