

I.F.I.P. Congress 62 の見学旅行に参加して*

(ヨーロッパの計算機の現状)

西野 博 二**

まえがき

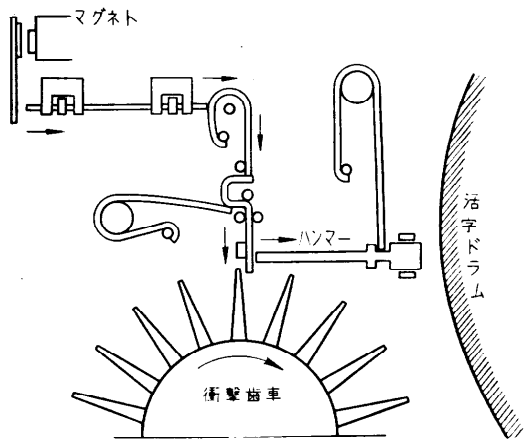
昨年の夏、IFIP Congress 62 に出席し、会議が終ってから学会主催の見学旅行に参加した。見学旅行はドイツ (Siemens, Telefunken, IBM Deutschland), イギリス (ICT, Ferranti), フランス (Bull, C.A.E., C.I.T., S.E.A.) イタリア (Olivetti), の四つのグループに分かれていて、ドイツ以外の3カ国の見学旅行は同じ日から始まるから、身ひとつであるかぎり、どれか一つを選択しなければならない。私は未知であるという理由からフランスの見学旅行を選んだ。

それ故、この報告も主としてドイツとフランスの見学旅行にかざられているが、既に京大の坂井氏が academic な観点からヨーロッパの計算機の現状を述べておられるので、見方を変えて computer industry に重点をおいて述べてみたいと思う。

1. Siemens & Halske AG.

ミュンヘンの Siemens は学会の会期中に見学するように予定が組まれていた。見学したのは10進法の計算機 S-2002 である。S-2002 の基本回路は変成器を使用したダイナミック回路で、クロック周波数は200 kc であるから、電気試験所の Mk-4 形のものによく似ている。1959年に1号機を出して以来、計算機の基本的な部分には何ら変更がないらしく、クロック発振器にはまだ真空管が使われている仕末である。アクセス時間 5 μ s の磁気記憶装置 (1,000~10,000 語)、磁気テープ装置、ライン・プリンタなどを設え、一応中形計算機の体裁を具えていて、既に25台ほど市販されている (DARA の報告による。私が質問した時の答えはほぼ2倍に近かった)。ここで自慢しており、かつ参考になった唯一のものはライプリンタの新製品 (INTERDATA に展示) である。第1図に示すごとくハンマーを駆動する力の大部分が活字ドラムと同

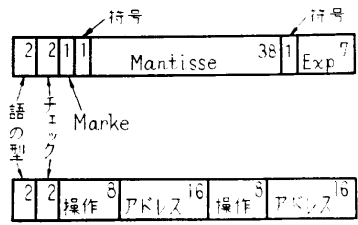
期して回転している衝撃歯車から供給されている機構が目新しい。



第1図 Siemens のラインプリンタ (750/1,500 行/分)

2. Telefunken G.M.B.H.

テレフンケンの計算機関係の工場は、Stuttgart から Heilbronn に向って 30 km 程離れた Backnang という小さな町にある。ここで見学したのは TR-4 の第1号機である。この計算機は1958年には既に仕様が発表されていたから、完成までにかかなり長い間かかった計算機であるが、4年前の設計にしては計算機の中味は意外に新しい。



第2図 TR-4 の語の構成

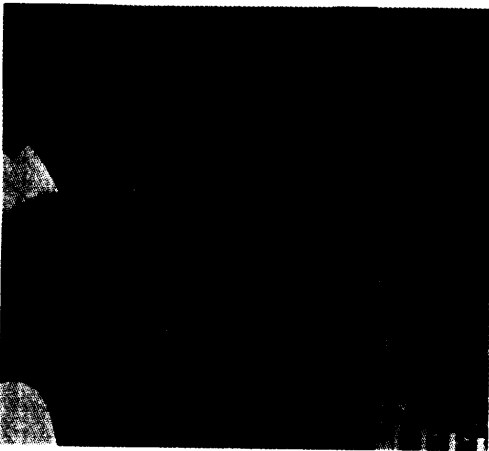
浮動小数点の数値語および命令語を示す。その他固定小数点 (2進, 10進) の数値語および文字語がある。

* Participating the plant tours held by I.F.I.P. Congress 62, by Hiroji Nishino (Electrotechnical Laboratory, Tokyo) 第3回情報処理全国大会講演
** 電気試験所電子計算機部

TR-4 はクロック周波数 2 Mc の並列計算機で、1 語は 2 進の 52 ビットである。第 2 図に示すように、52 ビットの内 2 ビットは数値語 (固定、浮動)、文字語、命令語の識別に、また 2 ビットをチェックに使っている。数値語の残りの 48 ビットには Marke と称する 1 ビットがあり、マトリックスの行や列の境界の旗印、繰り返し演算の中止点などに利用されている。命令の機能が演算数の相手によって変わる、いわゆる flag bit の採用は Burroughs の B-5000 に始まったものかと思っていたが、TR-4 に既にもっと早くから採用されていたのを知った。

TR-4 にはその他、最近の新しい計算機でやっていることはたいてい取り入れている。たとえば、EI 型フェライト磁心を利用したサイクル時間 2.5 μ s、1,024 (〜4,096) 語の固定記憶装置がある。この一部には 1,200 ステップの主制御プログラムがあり、割り込みが生じた時の雑用の処理も受持っているから、並列プログラミングも可能である。プログラム間のスイッチ時間はほぼ 1.5 ms を要するという説明であった。ただし memory protection のための金物はなく、256 の指標レジスタを持っている。

計算機の基本回路は、第 3 図のごとく約 20 × 30 cm² の大パッケージに組み込まれていて、むだな配線を少



第 3 図 TR-4 の基本回路

なくするよう配慮されているが、筐体が木で作られている計算機には始めてお目にかかった。正面にはガラス戸がついていて内部が透視できるようになっており、計算機というより本箱の感じである。Stuttgart がドイツの家具の主産地のせいであるためか、第 1 号機で見せ物用であるためかわからない。

テレフンケンはこのほか、クロック 100 kc の低速基本回路を持っており、この基本回路でいくつかのデータ処理装置を開発している。最近、郵政省に納入した郵便の自動分類機はご自慢らしく、盛んに宣伝しているようであった。

3. IBM Deutschland

ドイツ IBM は Stuttgart の近くの Autobahn 沿いの Sindelfingen にあり、もちろん IBM のドイツの出店である。ここの主製品は 1401 で、アメリカ以外の世界各地向けの 1401 は皆ここで作られている。ドイツ IBM 以外のヨーロッパのどの計算機工場をみても、生産規模の点では、わが国と似たりよったりであったが、ここだけは 1401 の生産のすさまじさに、たじろく思いがした。

眼を引かれたのは、やはりデンバー・マシンによる自動配線で、検査後の不良箇所は、かなり手直ししている様子であったが、一つのエユニットが 30 分ぐらいという話であるから、手作業よりはるかに能率的である。電源配線は、機械にかける前に特別な形状をしたリボン状導体を、ラッピング端子に嵌合して、あっという間に半田ディップしてできあがってしまう。年産 450 台も生産すれば、工程が規格化され、作業が能率的になるのはあたりまえの話であるが、それは結果論であって、わが国の計算機工業が、このレベルまで行きつく日はいつ頃のことであろうかと思った。

広い調整室には、製作の終わった 1401 が両側にずらりと並んでいて、各機には注文先と納入期日の札がかかっている。調整室の始めと終りの機械で約 1 カ月の違いがあるから、調整室で約 1 カ月の点検を受けるものらしい。日本向けの機械は見当らなかったが、あとで聞けば我々の見学した以外に、もう一つの別のラインがあったとのことである。見学中に、ライン・プリンタの活字の字母の設計図面らしく、仮名文字を一生懸命製図しているところがあった。要するに、この工場は自信満々たる態度で、研究所以外の工場内部は全部見学させてもらった。

見学が終わってから、見学者一同が集まって、ドイツ IBM の支配人に質問をした時、「例の小形カード機械 3000 システム(注: この工場設計、製作された)は、その後どうなったのか、将来生産を再開する意志があるのか」という痛い質問があったが、自信満々たる支配人の答弁も、この時には確答をさせていた。

数年前この工場をひとりで訪れたとき、工場の眼に

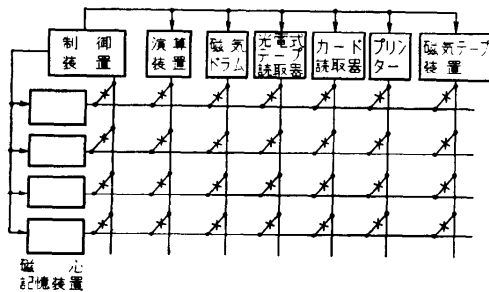
つく場所に特別な表彰掲示板があって、生産に有益な寄与をした場合の表彰規定、それと同時に表彰者の名前や賞金が麗々しく掲示してあった。今度はそれが眼につかなかったが、支配人の答弁を聞いている時、あの掲示板はどうしたのかな、とふと思った。

4. Standard Elektrik Lorenz AG.

ドイツの見学旅行を Stuttgart で終り、フランスに飛ぶまでの時間に余裕があったので、Stuttgart の町はづれの Zuffenhausen にある SEL を見学した。この会社は ER 56 という 10 進法計算機を、既に 1959 年に完成して、DARA の報告によれば、現在までに 6 台市販されている（実際はこの数字は受注台数であるらしい）。

金物については無骨で、かつ古風な感じのする計算機で、だいたい基本回路のパッケージにプリント配線基板を使用せず、穴だけがたくさんある独特の配線基板を使っている。

この計算機の特徴は、第 4 図に示すように磁心記憶装置が 200~1,000 語の単位で独立に動作する数スタ



第 4 図 ER-56 のブロック図

ックに分れており、これらの各スタックが制御装置の指令によって、演算装置や入出力装置に任意に接続できる構成にある。IFIP の会議の advanced computer organization という題目のシンポジウムでペンシルベニア大学の Rubinoff が、このような multi-computer organization を将来発展の可能性のある方式であると講演していた。案内してくれた技術者が、Rubinoff の講演を引用して、ER 56 ではこの方式を既に採用していることを力説していた。

この会社は、もともと電信、電話など伝送関係の会社であるから、電話の交換方式をいち早く計算機の構成に取り入れたような気がした。しかし、ドイツではこの会社の仕事は、ER 56 よりも、むしろ通信百貨店

Quelle などに納入した実時間のデータ処理装置、国鉄や SAS, BOAC などの座席予約機の方が高く評価されているようである。

5. Zuse KG.

Zuse KG. は Frankfurt から汽車で 2 時間ばかりの Bad Hersfeld という小さな温泉町にあり、ドイツの計算機界のボスである K. Zuse の個人会社みたいなものである（AG が株式会社であるのに対し、KG は合資会社である）。1944 年にわずか 20 人の従業員で計算機のための工場を創立し、現在でも従業員は 350 人の小さな会社である。

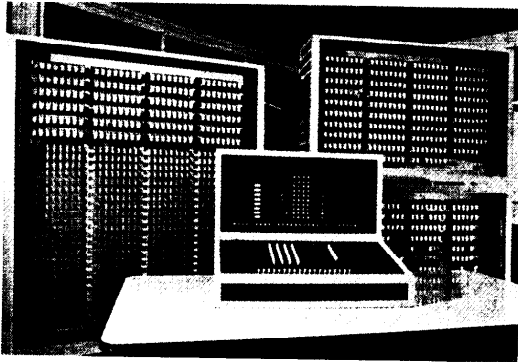
この会社は歴史が古くから、ずいぶんいろいろな機種がカタログには載っているが、現在的主製品は小形計算機 Z 23 である。Z 23 は 1958 年から約 50 台市販した真空管式の Z 22 をトランジスタ化したもので、1961 年から量産を始め、35 台出ている。

1 語は 2 進 40 ビットで、命令には 12 ビットの操作部、機械の内部状態を指定する 5 ビットがあり、マイクロプログラミングの機械で、かつ乗除算回路もないから論理演算装置は簡単である。

この計算機がドイツで最もよく売れている理由は、小形で安いということ以外に、software がしっかりしていることにあると思われる。乗除算回路のない計算機であるから、Z 22 の初期の頃から Freiburger Kode と称するマクロ・コードを処理する強力なアセンブラがあったが、現在ではさらに、Zuse Formel Kode という Autocode, ALGOL コンパイラ, ALG OLETT (制限した ALGOL) コンパイラがある。

この会社ではごく最近 Z 31 という事務用計算機の 1 号機を発表した。しかし紙テープの入出力機器は Ferranti, Siemens, SEL, カード機械は Bull, IBM, ラインプリンタは Anelex, Olympia, 磁気テープは Ampex を使用するなど計算機の周辺機器には手を広げないで、計算機本体だけを作っている。

たまたま Prause というコンサルタント・エンジニアに会って、Z 31 のことを質問したら、Zuse のような事業規模の会社で、大形の事務用計算機を始めても伸びないのではないかと、むしろ Zuse は特色のある小形機に専念した方がいいという意見を述べていた。社長の Zuse に会って、Prause の意見を、こんなことを聞いたかと、ぶしつけに切り出してみた。彼はニヤリと笑って、いま Z 25 という desk size の小形計算機を試作中であり、我々としては Z 25 に大きな期



第5図 Zuse Z-3

プログラム制御の自動計算機としては世界で最初に完成したという、INTERDATA に展示してあり、展示後ミュンヘンの国立科学博物館に納める由。

待をかけていると答えた。残念ながら Z25 はまだ見せてもらえなかった。

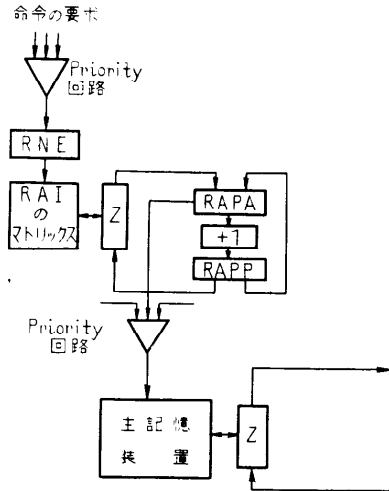
6. Cie. des Machines Bull

Bull の Gamma 60 という計算機は、かねてから種々の評判は聞いていたが、詳しい文献が眼につかない（それもフランス語の文献を捜す訳ではないのだからなおさらである）ので、なにか得たいの知れない計算機という感じがしていた。わずかな文献からの方式の面で、かなり独創的な点があるらしいというのが、Bull を見学する以前に Gamma 60 に関して私の持っていた予備知識のすべてであった。

パリの Gambetta 通りの Bull 本社には、2台の Gamma 60 があった。1台は最終の調整中であり、もう1台は内部を露出して数人の工員が立ち働いている組み立作業中のものであった。計算機本体の金物の印象は、やけに頑丈に作られるということであった。電源配線が太いブス・バーをはりめぐらしてあったりして、Gamma 60 は予想以上の大形計算機であることを知ったが、機構的にも大柄な計算機である。

この計算機について最も興味のあることのひとつは、並列プログラミングがどの程度までできるかということである。主記憶装置は 4,096 語（1語は catène と称する 24 ビット）の磁心マトリクス・スタック（サイクル時間 11 μ s）を 8 スタック持っており、このうちの 1 $\frac{1}{2}$ スタックが主制御プログラムのために使われている。固定記憶装置は持っていない。

élément と称する独立に動作する制御機能を有するいくつかの部分があり、これらの élément が主記憶装置を第6図に示すように、共通に使用している。



第6図 Gamma 60 の主制御装置

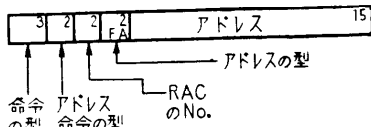
各 élément から命令取出しの要求があると priority 回路が優先順位をきめ、élément の番号レジスタ (RNE) に élément の番号がセットされる。各 élément はそれぞれ独立のプログラムで実行されているから、それぞれ次に実行する命令のアドレス・レジスタ (RAI) を持っており、RNE で指定された RAI の内容が RAPA (Scc に相当する) に入る。RAPA の内容によって主記憶装置から命令が呼び出されること、命令の呼び出しと共に RAPA の内容が1だけ増加することは通常の1アドレスの計算機と全く同様である。

élément からの要求が続けてくると、現在主制御装置を占有していた élément の次に実行すべき命令のアドレスは、RAPP から、その élément の RAI に戻される。élément としては、演算、論理、比較、翻訳の四つの論理演算用 éléments と入出力機器のための六つの éléments がある。

Gamma 60 は、このような構成で並列プログラミングがうまくいくという説明であった。しかし、並列プログラミングについては、実際の使用経験をよく聞かないと、うまく行くはずであったなどということもよくあるものである。Bull の本社から Gamma 60 を実際に使っているフランス国鉄の計算センタに案内されたので、使用経験を聞き出そうと努力してみた。演算装置、入力装置、出力装置がそれぞれ独立に動作するから問題の処理時間が早いということ、異種のプログラムを同時にかけたことはないという答えであった。因みに Gamma 60 も memory protection のための金物はない。

この計算センタには、磁気テープのための大きな倉庫があり、約5万巻の磁気テープが整理されている。計算機の **down time** は3時間であるということであったが、**Gamma 60** はかなりよい計算機であるという感じを受けた。1960年末から14台（1台の価額は約6億円）が市販されている。ここで御馳走になった昼飯で、やや上等らしい葡萄酒、魚料理とピフテキが実にうまかった。しかし、私が **Gamma 60** に抱いた好感は、この食事のせいではない。

Gamma 60 の命令は **1 catène** の 24 ビットである。第7図は、そのうちアドレスに関する命令の構成



第7図 **Gamma 60** のアドレス命令の構成

を示す。最初の3ビットはアドレス命令であることを示し、次の2ビットはアドレス命令の四つの種類を示す。アドレス部を **X** とすると **X → RAC**, [**RAC**] ± **N → RAC** などである。**RAC** は **Operand** のアドレス・レジスタで、四つの **RAC** があり、次の2ビットで指定される。**FA** と称する2ビットは、それぞれ相対アドレスと間接アドレスを指定するビットで、もちろん両者を同時に指定することもできる。間接アドレスのビットを設けること、複数個のアドレス・レジスタを使用するなど、かなり **sophisticated** なアドレス演算は **Gamma 60** が最初ではなからうか。

7. Cie. européenne d'Automatisme Electronique

C.A.E. は同じくパリにある小さな会社で、**RW-300**, **-330**, **-530** を **TRW** の下請けで製作している。パッケージとユニットの組み立工程を見学させてもらったが、何の目的でこの会社が見学旅行の日程に組まれているのか判断に苦しむようなものであった。この会社で製作している小さなデータ・ロガーも見学したが、何も印象に残っていない。

8. Cie. Industrielle, des Téléphones

C.I.T. もパリ市内にあり、従業員 4,000 人ばかりの会社で、主として伝送関係の機器を製造しているようであるが、伝送事業部門のほかにはエレクトロニクスの事業部門がある。ここで見学したのは **210 B** という

クロック周波数 **100 kc** の基本回路、アクセス時間 **8 μs**, **4,096** 語の磁心記憶装置、入力 4 チャンネル、出力 **12** チャンネルを持った制御用計算機である。コンソールには紙テープの光電式読取機、出力用タイプライタがある。将来は磁気ディスク記憶装置を増設することであったが、計算機本体は小形のリレーラック 4 面ほどのものである。

入力情報を切替えるセレクトアとして、コミュニテータ形の構造をした **1,500** 測定点/分の速度の機械式のもの、リレーと変成器マトリックスの組み合わせによって **4,000** 測定点のオン・オフ情報を **100 ms** ごとに計算機に伝えるものがある。チャンネルと計算機本体の情報のうけわたしは、時分割方式で行なわれ、特定のチャンネルに高い優先権がつけられている。しかし、全体として特に目新しいものはなかった。

9. Société pour l'exploitation des procédés S.E.A.

SEPSEA はわが国にもプリント・モータなどで知られている **S.E.A. (Société d'Electronique et d'Automatisme)** を中心とする合併会社で、見学したのは、パリ市のはずれ、セヌ河畔にある **S.E.A.** の特許や技術の開発を担当する **Le Matériel Electronique** 社である。ここの主製品の **CAB 500** は、**Symmag** と称する磁心素子の基本回路を **360** 組、**16,384** 語（1語 **32** ビット）の磁気ドラム記憶装置、**16** 語の磁心記憶装置を **desk size** にまとめた小形計算機である。**Symmag** は **3 mm φ** の磁心に入力、出力、直流励磁、交流励磁の各捲線を施し、**220 kc** のクロックで動作する。とにかく **Parisienne** であるには違いない女工達が磁心 1 対を 1 枚のプリント基板に組み込んでいる製作工程をみると、パラメトロンのような感じがした。**CAB 500** は月産 6 台ということであったが、たいして多くもない従業員でこなしているのは、**Symmag** のような簡単な基本回路を使い、しかも **360** 組ぐらいで構成されている小形計算機のせいである。ただ、ブロックの配線に、簡単な挿入タブを使っている点など、**Gamma 60** を見た眼には、ちょっと貧弱にみえるほど、きゃしゃな感じがした。磁気ドラムは自社製であるが、紙テープの入出力装置は **Frieden** のものを使用している。

命令語の操作部はわずか 4 ビットであるが、小形計算機としては記憶装置の容量が大きく、**declaration** と **Statement** 形式の言語 **PAF** で自動プログラミング

グのできるシステムプログラムがある。

この会社では CAB 500 を拡張した CAB 600 を発表していた。CAB 600 の特徴は、外部記憶装置を拡張したことにありチャンパー内にループ状に磁気テープを収容する(磁気テープ・リールのない)特異な磁気テープ装置(6万語)を8台まで接続できる。

別にテンション・アーム式の磁気テープ装置も製作しているが、この方は、磁気テープを主とした簡単なデータ処理装置 SEA 3900 に使用している。

10. Ferranti Ltd.

イギリスの Ferranti 社と Manchester 大学が共同で開発している大形計算機 ATLAS は今度の旅行で私が最も見学したい計算機であった。ところが、坂井氏から ATLAS について既に詳細な説明があったから(情報処理 Vol. 3 No. 6.)、私は坂井氏の話の中で触れられていない二、三の点について簡単に補足するに止めたいと思う(IFIP 大会および私の見学後さらに、ATLAS についての論文³⁾が発表されている)

ATLAS の基本回路は inverter, power inverter, emitter follower, long tailed pair の4種類に分れている。inverter で fan-out が 2, power inverter でも fan-out が 5 である。AND 回路の fan-in は 2, OR 回路では 6 で、AND-OR-Inverter の構成をとる。Ferranti 社で基本回路の package をどんどん作って試験しているところで聞いたところによると、基本回路の立ち上り、立ち下り時間の基準はそれぞれ 15 ns, 25 ns ということであった。論理回路で無理をせず Inverter を利用しているのは賢明な気がした。

加算回路は、Kilburn 等が開発したいわゆる Manchester's adder⁴⁾ を使っているが、INTERDATA の Ferranti 社の小間でこの加算回路のデモンストレーションをやっていたそうである。それによると、carry と not carry の複線方式だということであったが、大学で私を案内してくれた Edwards は、あれは単にデモンストレーションのためのものであって、ATLAS では片線方式であること、50 ビットを6段ごとに一つの package に収容し、package 間にはエミッタ・フォロアを中継にしているだけで、電圧の増幅は 50 ビット全体についてやっていないことなどを熱心に説明してくれた。

ATLAS では多重構成の記憶装置を one level store として使うために、磁心記憶装置を 512 語のページに分割して、必要に応じて磁気ドラム記憶装置との間にページ単位で情報を交換するページ・アドレス方式をとっている。ATLAS を見学するまでは、ページを交換するための学習プログラムの内容がどうしても見当がつかなかった。この学習プログラムについては文献

3) に詳しいから省略するが、ページ・アドレス・レジスタの lock-out, use digit の考え方が巧妙なものには感心した。lock-out digit によって、memory protection も簡単にできる。

あとがき

IFIP の見学旅行を主体として、ヨーロッパの計算機の現状を簡単に述べてみたが、ヨーロッパにおいても IBM の市場占有率は非常に高い(人によって、70~80% と評価する)。弱小の計算機メーカーでは、特色のある小形計算機や、half-made の実時間計算機に活路を見いだそうとしているように私には思える。特にドイツ、フランスの計算機メーカーでは Bull や Ferranti のように IBM の向うを張るような大形計算機を製作しているところを除いてその傾向が顕著である。

またわが国の現状と非常に異なる点は、計算機の周辺機器の入手が容易なことである。計算機の入出力機器の開発には設備や人がたくさんいることは周知の事実であるが、Zuse が 350 人程度の小会社であり、Bull が 13,000 人の大会社である大きな対照は、計算機だけを考えたら納得がいかない。機械部門がいかに多くの人を必要とするかの興味あるデータであろう。

大体、わが国の最近の工業は、アメリカ式の猪突量産方式を主流として繁栄してきて、ヨーロッパ式の控えめなやり方では成功率が低いという意見があるそうであるが、計算機工業ではどうであろうか。とにかく、わが国の計算機工業の将来には、けわしい道が待っている。

参考文献

- 1) H.J. Tafel: Der Siemens-Schnelldrucker, ein Typenrad-Zeilendrucker mit mechanischem Energiespeicher, Elekt. Rechenanlagen 4, (1962) p.p. 149~153
- 2) P. Dreyfuss: System Design of the Gamma 60, Proc. WJCC (1958) p.p. 130~132
J. Bosset: Sur certains aspects de la conception logiques du GAMMA 60, Proc. ICIP p.p. 348~353, R. oldenbourg (münchen)
- 3) F.H. Sumner, G. Haley, E.C.Y. Chen: The Central Control Unit of the ATLAS Computer, Preprint of Proc. IFIP CONGRESS 62, (1962), p.p. 291~296
T. Kilburn, D.B.G. Edwards, M.J. Lanigan, F.H. Sumner: One Level Storage, I.R.E. Trans. EC-11 (1962)PP, 223~235
- 4) T. Kilburn, D.B.G. Edwards, D. Aspinall: A Parallel Arithmetic Unit Using a Saturated-Transistor Fast-Carry Circuit, Proc. IEE. 107. Pt. B (1960) pp. 573~584

(昭和38年5月7日受付)