

能を全社的に確立して組織化し、非常な勢で拡充しつつあるとのことであるが、電子計算機メーカーではなく、単に1個のユーザーの立場にある諸会社が Systems Engineering 的体制をととのえていることは一考を要することであろう。

さて、このような system や software 関係の専門家をどの程度の規模を擁しているかといえば Bank of America では60人、Chase Manhattan Bank では40人、Allstate Insurance で45人、Illinois Bell Telephone および American Air Lines でそれぞれ50人である。このように電子計算機を主としてルーチンな仕事に使用するユーザーが40~60人という software の専門家を抱えていることは、彼らの力を入れ具合が想像されようというものである。われわれは彼らに対し電子計算機メーカーの提供するサービスの程度について質問したのに対し、彼らはメーカーの援助に期待して仕事をしてはいない、こと応用に関して一切自らの手で実施すると確言していたのも誠にうなづかれることである。

この広義の software 関係 40~60人という数字には、これまでの説明に見られるとおり、電子計算機のオペレーションに関する要員は一切含まれていない。アメリカにおける電子計算機利用で注目されることは、プログラム関係とオペレーション関係とは別個に組織されていることである。Bank of America—System and Equipment Research Dept., Chase Manhattan Bank—Systems Planning Div., Illinois

Bell Telephone—EDP Systems Planning の各組織では電子計算機のオペレーションには関係せずプログラムの完成までであり、オペレーションは別の組織内で行なわれている。ただ American Air Lines では Management Research 部門内に前述の Advanced Technique, Application Development, Systems Planning の各グループのほかに Tulsa Maintenance Base および Date Processing Operation が置かれているが、しかし、その間に明確な一線が画されている。

あとがき

報告すべきことも多々あるが、今回はこれまでとし他は別の機会にゆづることにした。最後にアメリカを訪問して痛感することはビジネスのメカニズムが、ビジネスライクという言葉そのままに、きわめて合理主義に徹底していることである。電子計算機のビジネスへの導入も決して一日にして成立したものではなく、多年にわたるビジネス合理化の努力の集積のもとに、計算機導入のベースが築きあげられており、その上立って始めて今日の成果が発揮されているものと判断せざるを得ない。昨今電子計算機導入による企業の体質改善ということが主張されているが、計算機導入と体質改善とは決して同意語ではない。まず始めに企業の体質改善が行なわれて始めて、計算機導入が可能となるものであると痛感する次第である。

(昭和38年1月16日受付)

ヨーロッパの計算機の現状について*

坂井 利之**

1. まえおき

ここで話し申し上げますことは、特にヨーロッパの電子計算機研究の状況を視察する目的で行った調査の報告ではなくて、1962年夏ミュンヘンで開催された IFIP Congress 62 に出席し、この会場における

講演や展示において感じたこと、それに1961年夏、イギリス、スウェーデンを訪れたときに見聞したことを今回の IFIP Congress, International Symposium on Information Theory などの国際会議で発表されたり議論に出たことなどからみて、旧聞に属さないと思われるようなことをお話ししたそうと思います。

内容としましては、電子計算機の素子に関すること、電子計算機のシステムに関すること、特殊な計算機技術の利用面、計算センターの運営状況、万能電子

* On the Present Situation of Electronic Computers in Europe, by Toshiyuki Sakai (Faculty of Engineering, Kyoto University)

** 京都大学工学部

計算機の応用方面などであります。

1961年訪問いたしました所¹⁾はイギリスの National Physical Laboratory (NPL) (略記), University of London (Birkbeck College, University College), General Post Office (GPO), Cambridge Language Research Unit, Ferranti Ltd. であり, スウェーデンでは Kungl Tekniska Högskolan (Royal Institute of Technology), Ericsson であり, 9月には First International Conference on Machine Translation of Languages and Applied Language Analysis に出席いたしております。1962年にはスウェーデンの Royal Institute of Technology の訪問, コペンハーゲンで開催された 4th International Congress on Acoustics, ミュンヘンの IFIP Congress, ブラッセルでの International Symposium on Information Theory であります。

2. 機関別の研究状況

2.1 National Physical Laboratory (NPL)²⁾

(a) 概況

ロンドン郊外 Teddington にあり, 職員 1,100 名以上の国立研究所で Autonomics Division (旧称 Control Mechanisms and Electronics) に約 1 週間滞在し Mechanical Translation, Cryotron, Character Recognition, Document などの部門を見た。ここには例の歴史的な ACE (Automatic Computing Engine) があって, 30 人くらいの人が働き, 真空管式で水銀遅延線メモリーのものも現在も使っている。作曲, カーブ分析, 翻訳などに使っているが, カード入力 (5 単位テープも可) で磁気テープ 3 台, ドラムも 4 台備えている。

ドラムは空気吹付けによるフローテングで動作中に手で押しつけても問題がないのには当初驚いたものの一つであった。

(b) クライオトロン

クライオトロンの研究は IBM の Haynes の原理によるものの追試を行っていた³⁾。すなわち Sn の超低温における性質を基本的に調べるのが目的で, critical point 以下で抵抗が 0 になるが, 磁場を加えることによりその特性を変化させて論理演算素子に利用することは周知のとおりである。

critical point は $3.78 \sim 3.90^\circ\text{K}$ の間にあり, 抵抗は 4°K における値で規格化していた。クライオトロンとしては $1/10 \mu\text{s}$ のスイッチングが可能であろう

が, 配線の漂遊容量などの点でそうもゆかない。4 段の parallel adder を作る予定といていたが, 200 mA も制御電流を要する点, 計算機の素子としての考慮など, まだまだ基礎実験の段階である。

(c) Character Recognition

NPL における文字読取としては, "The Use of Auto-correlation in Character Recognition" があり, Dr. M.B. Clowes が行っている。これは IRE, Jan., '60 に出ている IBM の Horwitz の行ったものと似ているが, 座標の取り方および 2 次, 3 次などの項を取っているのが異なっている。この方法は相対的認識の思想に立脚し, 位置の影響をうけず, また標準のものとの比較ということもなく, 未知のものを self-matching していることなどの特徴があるが, それよりも光学的にミラーで correlation を取っていたり, 原理を示す模型を作った点など興味をそそった。

(d) Machine Translation

NPL における Machine Translation は, D.W. Davies⁴⁾ の指導の下に行っているもので, 英語がロシア語と構文的には大差ないので word to word の辞書でもよいという基本的考えの下に, Harvard Dictionary (英露の計算機用辞書) をもらって, その印刷したものと磁気テープを, ACE 用にカードに作り直していた。

原文を直列に最初から番号を打ち, 辞引を引くためにアルファベット順に直し, 語幹の合致を取って次の一つだけ調べて, 文法の性質をも含めて英語訳をとり, これを元の原文順に直すというものである。

(e) Information Retrieval

NPL における Information Retrieval としては Dr. P. Vaswani が同義語 (Synonyms), 関連語 (Thesaurus) を計算機で調べていた。たとえば High Speed Computing という術語には, 素子としてならトランジスタ, ダイオード, クライオトロンは関係が深いし, 応用面としては real time, mechanical translation などがよく一緒に出てくるものと思われる。

このような統計は関連の度合を調べ, 多義語の処理にも必要である。たとえば "match" というのが cricket, foot ball, game などと一緒にあるときは "試合" の意味になるし, cigarette, fire, strike, light などと近くがあれば "マッチ" となるであろう。このような基本的な統計を科学論文から取るために

1,500 の science abstract の中から術語のみを引出して、その系列を作り、出現の度数、二つの術語が近くに共に存在する度数なども ACE を使って統計を取り始めていた。

一方このような研究は Cambridge Language Research Unit においても進められている⁵⁾。

2.2 Manchester University

(a) 概 況

次に Manchester University の電気工学科の Prof. T. Kilburn の所における研究状況を述べよう。ここでは、Ferranti Ltd. と共同で製作している電子計算機 ATLAS が最も大きい課題であるが、この仕事を成功させるためには幅広く、また基礎的に 40 名近い職員が Ferranti の人びとと協同して働いていた。設備、研究備品なども相当充実している。ここに滞在した 1 週間は全く息つく暇もなく充実したものであった。

(b) 電子計算機の素子

i) EL 材料

電子計算機の素子として EL 材料を活用しようとしているのは目新しいことである。D.C. Jeffreys が Electro Luminescent Optput System の研究をしており⁶⁾、その構成は core matrix と同じである。brightness の点で X, Y 軸に正弦波を入れたとき、RMS 値で 500~600 V も必要とすること、可視的出力であるのでフィルムでは雑音が積分される欠点がある。

A.E. Hill はやはり ATLAS の Output System として、エレクトロ・ルミネッセンスの研究をしており、計算機出力（デジタル表示）を正確に X, Y 軸に表示しようとするねらいである。

10 in 平方の面に $2^9=512$ のマトリックスを作るため、機械治具、製法などで種々の工夫をしており、メーカーでもある程度乗気のところが出てきたという。

Fixed Store に Electro Luminescence を利用しようとする研究は Manchester 大学では P.L. Jones が行っており、GPO でも考えているらしいといっていた。

XY の matrix 状に配列し、矩形パルスでアドレス選択をするもので、 32×32 が可能といわれているが、 16×16 が実際上の限度だろうといっている。時定数のため $23 \sim 30 \mu s$ が限度で、実験的には Difference Frequency Selection を行なっている。すなわち検出側で、 $(f_1 - f_2)$ の同調アンプをつけると SN

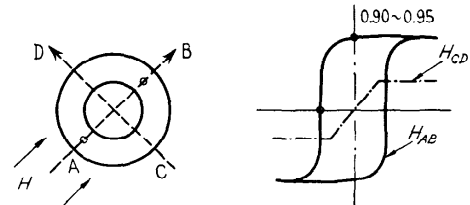
が改善されるが、この帯域制限でアクセスは当然遅くなる。

f_1 としては 500 kc, f_2 に 667 kc くらいを用い total access time $43 \mu s$ という。

Dr. Litting は Electro Luminescent 材料を調べていて、Band Theory より不純物を少なくする必要があり $10^{-9} \sim 10^{-10}$ に真空度をするため、diffusion ポンプを 2 段使っていた。マンチェスターは空気が汚れているので、真空実験室は大がかりで完備し、水も蒸溜し、イオン樹脂できれいに洗浄している。

ii) 磁性材料

磁性材料の研究も本格的で J.A. Turner らは Ni-Fe 80%・20% 合金の disc memory の製作を担当しており、磁場を AB 方向にかけながら材料を蒸発させて作ったものの特性を測ると矩形特性となり（磁場 AB 方向）その方向が 90° 異なると、矩形ヒステレンス特性が第 1 図の鎖線のように変る。これらの



第 1 図 磁気フィルム (disc memory)

domain の測定には multiple beam fringes の技術を利用して、また disc memory の selecting 用の磁気ロッドの製作をし、酸処理の後、電解研磨を行なっている。ミクロ的な製作の困難さをそれぞれ征服している。特性は Hc の変化を 3~5% におさえ Hc は ~ 2.5 Oe である。

Superconductor の製作をも開始し、これには電子計算機素子としての応用可能な構造にしている。

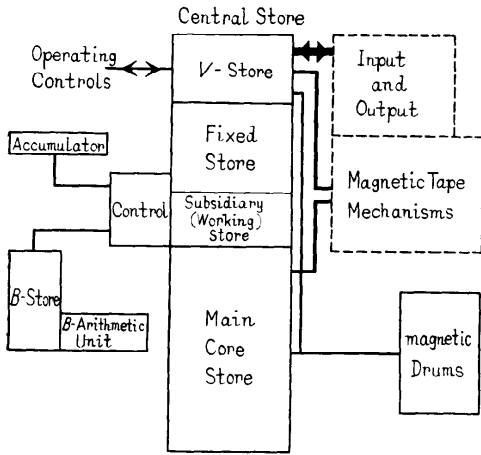
(c) 電子計算機 ATLAS

Manchester 大学と Ferranti が共同で製作している ATLAS^{7,8)} はその規模と性能において野心的記録的なものである。その特徴は (1) Extracode (2) Single Level Store (3) Time Sharing であって、現在英国内で available なものの 8 倍の速さをもち、200~300 万ポンドの価格である^{9,10)}。

1962 年初秋現在でまだ総てが完成しているものではないが、そのシステムの全体についてのべよう¹¹⁾。基本的な思想としては通常サブルーチンなどとして

プログラムで処理するものを fixed store の容量を大きくして金物で基本的な function をさせようとしていることである。したがって control にも通常の Main Control のほかに、fixed store を使って basic な instruction 以外のことをさせるための Extracode Control および中央演算装置に比較して速度の遅い周辺装置を利用しているときは time sharing をするための Interrupt Control がある。

Single Level Store というのはプログラマーから見たとき、磁気コアに目的のアドレスがあるのか、磁気ドラムにあるのか、の区別などを考える必要がなく、computer 自体において自動的に解決しようとしたものである。第2図に ATLAS のシステムを示す。



第2図 ATLAS の構成

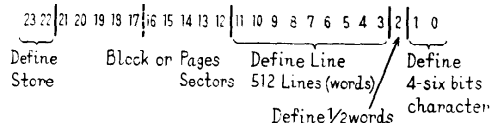
Core store には 512 語をブロックとしたページ 32 個分の容量 (512×32 語) を持たせ、この 512 語をブロックとした磁気ドラムのセクターの容量¹⁾をドラム 4 台で 192 個 (512×192 語) として、合計 224 ブロックはプログラマーにとって区別なく直接に呼び出すことができる。ドラムの容量は最大 1,024 セクターまで可能であって、この外に Fixed store として 8,192 語 (262,144 語まで可能)、B store 128 half words, Working store (Subsidiary store) 1,024 語, V store などがある。

B store としては 128 half word の容量がある。一語は第3図に示すように 48 bits+parity 2 bits である。

アドレス部は第4図のような構成になっている。B store 128 個のうち、B₁₂₇ は Main Control 用に、

Function	Ba	Bm	Address	Character
10-bits	7-bits	7-bits	21-bits	3-bits

第3図 ATLAS の語



第4図 ATLAS のアドレス部

B₁₂₆ は Extracode Control に、B₁₂₅ は Interrupt Control に用いられるが、このほかのものは double modify することができる。B store は独立の Arithmetic unit をもち、Extracode operation をもこなわせることができる。

Extracode の指定は Function part の Most Significant Digit によって行なわれる。

Programmer's Store は Core, Drum であって Magnetic tape はこの Backing Store となり、Fixed store, Working store, V store は Private Store でプログラマーが直接関与することはできない。

Fixed store はアクセス 0.3 μs で woven wire mesh¹⁾ に linear な特性のフェライト (40 thou φ×1/4 in) を挿入するもので、Extracode の functional subroutine, テストプログラム, supervisor プログラム (time sharing 用, drum transfer など) などが入る。

B store はアクセス 0.35 μs で、2 core per bit の方式¹²⁾で partial flux switching を行なっている。コアは Plessey の 50 thou のものである。

Main store のコアはアクセス 2 μs で 4 個以上の独立のアクセス・システムを持っているので one instruction が 1 μs 程度で可能となる。

512 語を 1 ブロックとするコアのページには Page Address のレジスターがあって、これにはブロックラベルと lock out, use digit のレジスターがあって learning program を可能としている。

Drum store はアクセスの最大 12 ms, 半語がドラムの軸方向に入っていて、1 語は 2 μs のアクセス、1 セクター 1 ms で円周方向に 6 セクター入っている。Non Return to Zero で書込み density は 150 bits/in である。

ATLAS の方式は asynchronous でドラム・トラ

ンスファのときだけドラム・クロックを用いている。

Magnetic tape は8個で Ampex の TM 2 を利用することになっている。

Working store は Fixed store と結びついて自動的に computer の Main store と情報の授受を行なうための store であり、V store は入出力装置に対する buffer である。

Accumulator¹³⁾ には乗算・除算器があり、fast adder をも備えていて、浮動小数点の加算が $1.3 \mu\text{s}$ 、同じく乗算が $3.5 \mu\text{s}$ 、二つの n 次元ベクトルの積は $10n \mu\text{s}$ 、power series の n 項の和には $7.5n \mu\text{s}$ 程度の概算である。

Peripheral system の入力装置としては ICT card reader (600 cards/min) \times 4, TR 5 paper tape reader (300 ch/sec) \times 12, TR 7 paper tape reader (1,000 ch/sec) \times 4, 出力には teletype punch (110 ch/sec) \times 12, ICT card punch (100 cards/min) \times 2, ICT printer (600 lines/min) \times 2, Creed 3,000 punch (300 ch/sec) \times 4, Xeronic printer \times 2, Magnetic tape (Ampex TM 2, 90,000 ch/sec) \times 32 などである。

2.3 電子計算機の応用

Computer の応用としては Manchester 大学では化学プラントの learning プログラム、自動車の traffic control のシミュレーション、級数の初項など幾つかを与えて一般項をさがさせる machine learning, character recognition のシミュレーションなどがある¹⁴⁾。NPL においては ACE を用いて作曲、翻訳、information retrieval があり、Cambridge Language Research Unit における EDSAC を用いた機械翻訳の研究もおもしろい^{5,15,16)}。

2.4 計算センター

Computer center としては Univ. of London の Computer Unit¹⁷⁾ がよく整備されている。Ferranti の Mercury Computer (電源 45 kVA) があり、独立の建物に入れてあって保守契約をして4人が機械につき、6人のプログラマー、20人が24時間を3交替で1週間5日運転サービスをしている。7時間を外部に $\pounds 75/\text{h}$ で売り、内部では $\pounds 10$ 以下を徴収している。Imperial College よりテレプリンターで center に連絡していた。

Ferranti Ltd. は London Computer Center をロンドン市内に開設し、展示と計算引受の業務をしており、Pegasus, Sirius など置いていた。

詳述した ATLAS は上記 Manchester 大学のほかに Univ. of London, National Institute for Research in Nuclear Science などからも受注しているとのことで¹⁰⁾、 $\pounds 750/\text{h}$ のレンタル額でサービスは closed shop 制で60人が働くと伝えられている。

2.5 Ferranti Ltd.

Ferranti Ltd. の West Gordon にある計算機工場を見学した。ここは紡績工場を買収したものである。プリント板の製作から計算機の組立、調整まで一貫している。

プリント板は22端子で片面だけを金メッキし、そらないように工夫し、配線は配線表によって行っておりビニール線である。Pegasus, Sirius という計算機を用いてこの表を調べたとのことである。

ラックは 4×10 のボックスに分れ、強制空冷の方式を各ラックに採用し、2段(表、裏)の扉である。調整室には取外し自由の80cm角くらいの床板があり、レールがあって、ラックを自由に取付けられるようになっている。

ドラムは自社で製作し、ジュラルミンにオキサイド塗布である。遅延線式メモリーとして磁歪遅延線のものがあり、twist によって、非磁性体の弾性波に変換して、各種のものがあった。

入出力としては光電式読取があり、購入している磁気テープと共に紙テープをも同等に重視しているように見受けられた。

Hammer Printer は ICT (Hollerith と Pows-Samas のを共用) Creed 製の紙パンチなどがあった。機種として Pegasus, Mercury, Sirius, Orion などで、ATLAS の作業も1961年夏には既に始まっていた。

2.6 計算機技術の応用

英国においては、電子計算機の技術を万能電子計算機以外に適用することにも積極的なようである。

GPO では、計算機技術を電話交換機の magnetic drum translator, 手紙の sorting における letter coding に core translator を応用実施しようとしている。

Faraday Citadel Exchange では、ダイヤルディジット最大9桁(局番は5~6)として Director 方式の translator に magnetic drum を採用している。

Director 方式とは、加入者に知らせた自動局の番号と別に、実際の通話ルートや機器の選択を最も能率

よくなるよう内部の番号に変換して実施しようとするものである。たとえば BL 3-1248 が dial されたとする、これは 253-1248 であって、局番 253 が register track に入る、この番号で実際の動作をせずに、drum の library track に入っている翻訳番号を探し出し、これによって動作させる。register track の 253 が transfer track に移され、これがつぎつぎに繰り返すこの track をうずめ尽す。局番 3 桁の最上位を A digit, 10 位、1 位を B, C digit と呼んでいるが、address track はドラムの円周方向のアドレスの指示をするもので、B odd, B even, C と 3 track あり、すべての B, C の組み合わせをもつ。この address BC と A digit, B digit の奇偶によって翻訳されるべき番号がある library track の一つの番地を access するのであって、library も B が odd, even と A の 10 個に対して二つずつあるので 20 track となる。access された required translation は transfer track に入り、同じく全 track をこれですめ尽す。これが交換機に送り出され実際動作はこの番号によってなされる。

drum access はダイヤル・パルスに対応して 100 ms, ドラムは Ni coating で 36×60 rpm, 1 track 2,880 ビットである。

Letter sorting は Luton に実験局がある。Outward は郵便区域の頭文字 3, 終りの文字 2 で合計 5, これに対して矩形ヒステレンスコアを用いた translator で binary の 12 bits に変換する。12 bits + parity を手紙の上に螢光物質で印刷する。

Inward は street 名まで必要なので、たとえば COLMAN ST のように最初の語の始 2, 終 2, 次の語の 1 を取って合計五つの code 文字としている。

Outward, Inward の切替はスイッチで行なっている。12 bits は $12 \times 12 = 144$ の手紙の分類仕分けの pigeon box に対応していて、別の自動分類方式ともつながるようになっている。

参考文献

- 1) 坂井: 欧米における情報処理研究の現状, 電気通信学会, インホームジョン, オートマトン研究会, 昭 37, 7, 26 資料.
- 2) A Brief Guide of the National Physical La-

boratory Department of Scientific & Industrial Research 1960.

- 3) Haynes: Symposium on Super Conductive Techniques for Computer System, May 1960.
- 4) D.W. Davies, A.M. Day: A Technique for Consistent Splitting on Russian Words. Proceeding of the First International Conference on Machine Translation of Languages and Applied Language Analysis.
- 5) R.M. Needham: A Method for Using Computers in Information Classification. Reprint of the Proceedings of the IFIP Congress 62.
- 6) G.R. Hoffman, D.H. Smith, & D.C. Jeffreys: High Speed Light Output Signals from Electro Luminescent Storage Systems. Proc. I.E.E. 107, Nov. 1960.
- 7) T. Kilburn, D.J. Howarth, R.B. Payne & F.H. Sumner: The Manchester University Atlas Operating System Part I, Part II. The Computer Journal 4, pp. 222~225, pp. 226~229, 1961.
- 8) D.J. Howarth, P.D. Jones, M.T. Wyld: Das Atlas-Planungssystem. Elektronische Rechenanlagen 4, ss 161-166, 1962.
- 9) Ferranti: Computer System Profiles No. 1.
- 10) Ferranti: Computer World Sept.-Oct. 1962.
- 11) T. Kilburn, R.L. Grimsdale: A Digital Computer Store with Very Short Read Time. Proc. I.E.E. 107, Nov., 1960.
- 12) D.B.G. Edwards, M.J. Lanigan, T. Kilburn: Ferrite-Core Memory Systems with Rapid Cycle Time. Proc. I.E.E. 107, Nov., 1960.
- 13) T. Kilburn, D.B.G. Edwards & D. Aspinall: A Parallel Arithmetic Unit Using a Saturated-Transistor Fast-Carry Circuit. *ibid.*
- 14) R.L. Grimsdale, F.H. Sumner, D.C.J. Tunis, & T. Kilburn: A System for the Automatic Recognition of Patterns. Proc. I.E.E. 106, March, 1959.
- 15) Current Research and Development in Scientific Documentation No. 10. National Science Foundation May, 1962.
- 16) A.F. Parker-Rhodes, R. Mckinnon Wood, M. Kay & P. Bratley: The Cambridge Language Research Unit Computer Program for Syntactic Analysis. M.L. 136.
- 17) University of London: Computer Unit 2nd Annual Report.

(昭和 38 年 2 月 7 日受付)