

計算センタめぐり*

森 口 繁 一**

1. スウェーデン計算センタ

1960年9月3日(土)11時5分ストックホルム着、北極まわりの SAS 988 便が予定よりも1時間おくれで約束の10時に間に合わなくなり、待っていてくれたはずの Riesel 主任には連絡がとれず、扉の外から人気のない計算機室の写真をとっただけで引き返さざるを得なかった。計算センタそのものについては、手持の資料から少し書き写しておこう。

(1) 本部は The Swedish Board for Computing Machinery (スウェーデン名 Matematikmaskin-nämnden) で Drottninggatan 95 A にあるが、計算機は S:t Eriksgatan 115 にある。これは Palace Hotel というホテルの7階である。

(2) スウェーデン政府直属の独立した中央機関であり、1948年設立、任務は計算サービス、研究、開発、教育、相談、システム調査、問題解析、文献整理。

(3) 現在の計算機は BESK, FACIT EDB, および ALWAC III-E. BESK (Binär Elektronik Sekvens-Kalkylator) は1953年完成した。並列、2進、40ビット、固定小数点、命令語は半語、1アドレス、ブラウン管512語、補助ドラム8192語、3,000 rpm、入出力は紙テープ、タイプおよびブラウン管式曲線表示装置、乗算時間360 μ s。後にブラウン管は1,024語の磁心でおきかえられ、高速テープ・パンチが追加された。

FACIT EDB は AB Atvidabergs (スウェーデン) 製で BESK の改良型。英字可能、演算コードの数39、磁心記憶2,048語(呼出し時間10 μ s)、補助ドラム8,192語(32語 \times 256トラック)、3,000 rpm、平均呼出し時間15 ms、磁気テープ装置 (Facit ECM 64) 16台まで接続可能。入力は紙テープ (Facit ETR, 500字/秒) および80欄パンチ・カード (Facit ECB, 120枚/分)、出力は紙テープ (Facit ETP, 150字/秒)、パンチ・カード (Facit ECB, 120枚/分)、タイプ12字/秒、およびブラウン管式曲線表示器(2,000点/

秒)。速度は、呼出し時間を含めて、加減算が0.045 ms、乗算が0.290 ms、除算が0.560 ms。電力16 kVA。真空管2,600本、Geダイオード3,000個、トランジスタ4,000個、価格50万ドル。ALWAC III-E は AB Addo (Malmö) 発売の Wegematic 1,000 の前身。

2. ケンブリッジ大学数学研究室

9月12日(月)地下鉄で King's Cross Station へ行き、9時5分発の“buffet express”に乗り込む。切符は時間がなかったので車中で買う。往復23シリングである。10時40分 Cambridge 着。

Mr. E.N. Mutch が待ちかまえていて、いろいろ親切に話してくれた。本論にはいる前に Director の Mr. M.V. Wilkes がデルフトで開かれているデータ伝送(?)の会に出て、それからフランスの計算機の会議に出るので不在だがよろしくとの伝言やら、英国の計算機学会の The Computer Journal (年4回発行、年購読料3/10/0、すなわち\$7,00)の購読者数が、英米について3位が中国(大陸)の60部、日本はざっと下で4~5部しかない話などをきいた。会員には、これも年4回発行の The Computer Bulletin が送られるそうである。

この Journal は概説ないし総説のような記事も多く、事務方面の応用もなるべく扱う方針とのこと。

さて、Mutch 氏の話の要点は次のとおり

(1) 9月は最もヒマなときなので、技術的な模様がえなどをしており、常態とは異なったところをお目にかけることになる。

(2) 名前は数学研究室だが、実は計算研究室と呼んだ方がふさわしい。1939年に設置され、当初は卓上計算機とアナログ計算機を持っていた。1947年頃から計数型計算機に力を入れはじめ、EDSAC は1949年5月7日から運転を始め、1958年7月スクラップとして価格10ポンドで処分されるまで、よく働いた。(最初はもっと早く用済みになるはずだったが、あとつきがなかなかできなくて……)

(3) 本来の任務はケンブリッジ大学に対して計算

* Visits to Computing Centers in Europe, by Shige-ichi Moriguchi (University of Tokyo)

** 東京大学工学部教授

サービスを提供することである。EDSAC や EDSAC II を設計したのは、その必要があったからで、今後第3の計算機を設計するという計画はない。かりに誰かが EDSAC III を云々することがあったとしても、それは根拠のないデマである。

(4) EDSAC II と同じものを LEO 1 として商業的に生産することになっている(?)

(5) EDSAC II は 1953 年設計を開始した。並列式で真空管を使い、40 個のほとんど同じジャンパーから成る。最初は水銀遅延回路を使うことにして始めたが、もしかすると磁心になるかもしれないと考えていた。1952 年に MIT でその考えが発表されていたので、注意して成行を見ていたのである。その後 Wilkes が MIT を訪れて実地を見て、水銀を使わないことを決定した。それでもすぐに磁心で前進というわけにも行かず、このために製造が予定よりも 2 年もおくれてしまった。しかし今ではおくれてもその方がよかったと思っている。磁心はアメリカの General Ceramics のものを買って使おうかと思ったが 1 個 97 セントもするので、全部で 1 万ポンドにもなり、とても高価につくので考えなおした。イギリスの会社で製造させることを試みたが同じ性能のものは得られなかった。しかし設計をやりなおし、2,048 語用の作ったほうまく行った。

(6) 磁気テープは 4 本つけられる。

(7) 1 語は 40 ビット、2,048 語のうち、1,024 語が作業用 (working store)、残りの 1,024 語は一定の情報を入れるために保留された reserved store である。その中には error check のはいった入力ルーチンの外、sin などの初等函数のサブルーチンもはいつている。演算コードは 89 種である。

(8) 1957 年 9 月以来 reserved store の内容は全く変化なしで使ってきたが、そのうちに少し予備がとってあったのを、いままでの経験で必要のはっきりした追加 (磁気テープ関係の制御) を先週から入れて試験しているとしているところである。

(9) EDSAC II はプログラマの要求をよく考慮して設計されているので、プログラマにとって「イギリス随一」の計算機と信じている。自動プログラミングはこの機械にとって必要はないとは思いが、多少はそういう仕事もしている。

(10) 光電式テープ読取器はこの工夫で (特殊なブレーキをつけて)、速度 1,000 字/秒、任意の字で止まる。Elliott がこれを 800 ポンド (あるいは 650 ポン

ド) で売り出す話がある。

(11) せん孔器は 30 字/秒のものを使っている。300 字/秒のものが 1959 年 4 月にできたが、少しもうまく動かなかつた。先週の日曜日、改良型の「model 3,000」ができて、こんどはうまく行くようだ。製作会社は Creed & Comp., Ltd. (型の名が 3,000 で、性能が 300 字/秒というのは少々まぎらわしい。)

(12) 出力として上記のせん孔器の外にテレプリンタがある (あまり使わない)。数字だけ打てる 100 行/分のライン・プリンタが 2 週間以内にはいる予定である。

(13) 磁気テープは、ここにいた D. Willis がいいのをこしらえた。それを Decca 社 (同君はこの社員になった) が作って売り出している。1 台にリールが 2 個かかる。それが 2 台設置してある。

(14) ブラウン管表示装置は 1024×1024 のものがついているが、あまり使われない。それは実際の点が 4×4 の大きさを持ってしまふから精度がわるいのである。しかし磁気テープから非直結で書かせる新しい高精度のを製造中である (あと 1 年かかろう)。——あとで、飛行機と潜水艦の射ちっこのお遊びをブラウン管でやってみた。

(15) 計算サービスは open-shop 方式。申込書を出すと Priority Committee (8 人で、Mutch 氏が書記) が審査する。問題のとりあげ方がまずいとき再考をうながしたことはあるが、ことわったことは 1 度もない。プログラムは使用者が作るのがたてまえ。90~95% は大学院学生 (research student)。各人に担当者を 1 人決め、その人が相談にあずかる。1 度に使用中の者は 100 人ぐらい。28 学科にまたがって使われている。

(16) 現在計算中のもので著名なもの:—

(i) Medical Research Council の仕事で Cavendish Lab. がやっている分子生物学の計算。実は蛋白質の構造決定の結晶学的計算、これはもうだいぶ進んで、EDSAC II では足りなくて 7090 か、もっとそれ以上のものが必要となる見込。

(ii) Boys のやっている 11 年間つづいている理論化学の計算。これは Schrödinger 方程式を解いて化学的性質を予言しようとするもので、たとえば焰の中の物質などは 10^{-8} 秒といった短時間に反応が起こってしまうので実験的に追及することはむづかしいが、計算でならやれるという。

(iii) 電波天文学の Ryle の計算。フーリエ解析の

大規模なもの。

(iv) 言語学の方で, concordance の計算をやろうとしている。

(17) 運転は2交代制で8:00~24:00. 24時以後は技術者は帰ってしまうが, 「fully authorized user」が1人いれば使ってもよいことになっている(現在この資格のある人は10人位?)。

(18) EDSAC II は絶えず改良を加えている機械である。

(19) 今後は, 高速度の市販品を買うのがよいだろう。自家製のは第1に信頼性が低く, 第2に同型のもが他にないための不利がある。将来機として考えられるものはある。

(20) プログラミング・コースは年1回10月に4週間, 毎日1時間ずつの(そして宿題の出る)講義をする。聴講者は80~90人(その中には教授級の人もある)。昨年は Dr. Barron (専門は radio-physics) にやってもらって, とても評判がよかったので今年も頼みたいと思っている。

(21) Diploma in Numerical Analysis and Automatic Computing というものができて7年目以後にとれることになった。学生は厳選して12名となっている(ときに1人ぐらい失敗するのがある)。

(22) テープを2本比較する comparator の自製品がある。400字/秒。

(23) テープ複製機 (tape editing device) 60字/秒。挿入もできる。

(24) 毎日 8:00~9:30 (おそいときでも 10:45 まで) は整備。プログラム・テストの時間は 10:45~11:30, 12:45~1:15, 3:45~4:30, 5:45~6:15. その他の日中は(予約)してある短い production または行列して待っている production. 長時間の production は夜間, 特に 8:00 p.m. 以後. 10:00 p.m. 以後は週1回ぐらい。

(25) 本年度から予算の立て方を変え, 学内のは1時間10ポンドで大学に請求し, 学外のは1時間75ポンドで支払ってもらい, 黒字が出たら装置を追加するようにして運営することになった。

(26) オペレータは2人(3人目を訓練中), chief puncher 1名. パンチは原則としてそれぞれの学科の人を使ってもらう。

以上の説明の他, 実物をいろいろ見せてもらい, 写真を写した。制御卓には SCC だけしかない。他は不要とのこと。debugging 用には, 例の1,024語の中

に診断用のプログラムがあって, 必要な情報を出してくれる。

3. ローザムステッド農事試験場

1960年9月13日(火) さっそく統計部へ案内されて, 若い John Davis 君に渡された。ここには7年半前から Elliott 401 があり, いまも活用されている。ただし目下新しい disk (といってもドラムと同じようなもの)——32ビット×128語×50トラック——が取り付けられ調整中, もっとも以前は24トラック(内1トラックは固定情報)しか使えなかったので今もその範囲で使う。最大呼出し時間12ms 電力は5~6kW. 入力紙テープ(PTR, 120字/秒)またはカード(20枚/秒), バッファはNi遅延線. Deccaの磁気テープ装置が昨年の12月にはいったが, まだ動いてない。技師2名, オペレータ2名, キーパンチは3台, パンチャーは, もともと卓上計算機を使っていた計算手が15~20名いて, その連中がやれる。プログラマというのは特に置かず, 統計部員がいずれもプログラミングを勉強してプログラムを開発している。命令語は

(第2アドレス) SFDK (第1アドレス)

という形をしている。Sはsource, Fはfunction, Dはdestination, Kはmodifyの意味を持ち, いずれも3ビット, 結局演算部が 2^{12} とおり可能なわけだ(しかしその大部分は無意味となる)。

M.J.R. Healy氏は留守。午前のお茶の時間にD.H. Rees氏に会う。自動プログラミングには消極的。最大値を求めるとか, 平均を求めるとかいう計算が1命令でできるような特殊装置を考案して作ったという(その演算コードはSFDKの無意味な組合せの中から選んだ)。

ここで持っているプログラム・ライブラリの目録のうち, 統計関係のをもらった。おもしろいのは一般用準備ルーチンで, いわゆる変数変換(対数変換とか逆正弦変換など)を, どんなデータについてもやれるように作ってある。これを通してから他の特殊なプログラムで解析するのである。

最後にYates博士が出てこられた。この方針は, 計算機の使用についてやかましい手続きなんかを要求せず, 気楽に使えるようにしておくことだといわれる。博士が書かれた学術会議の生物科学部会の報告の中にも, 「気ままにいじれる計算機(computer to play with)」が必要だと述べてある。計算機を本当に活用するという上から, この種の研究所ではたしかに望ま

しい行き方であろう。将来の計画としては Ferranti の新しい高性能の計算機を入れようと考えているが、まだ2年ぐらい先の話になるだろうとのこと。いたずらに性能を追わず、使えるものを使いこなして実用に役立てて行こうという態度を学ぶべきであろう。

Yates 博士の論文(計算機関係)の別刷をもらい、駅まで送られて辞去した。田園風景が美しい。

4. ロンドン大学計算所

Harpenden から St. Pancras 駅にもどって、軽い昼食をしたため、地下鉄ですぐ次の駅の Euston Square へ行く。そこから近いところに University of London Computer Unit がある。あらかじめ電話で 13:30 から 15:00 までと連絡しておいたので、はいて行くときすぐ M. Bernal 君が出迎えてくれていろいろ説明してくれた。

機械は Ferranti の Mercury. Creed のフレキシライタと Ferranti のテープ読取機(200字/秒)がついている。1語は40ビット、命令語は20ビット、整数は10ビットも可能。計算用記憶装置は32語の「ページ」が16ページあると考えてよい。これに0から1,023までの番地がついている。補助記憶装置(backing store)として32語の128セクターのドラムが4個あるという。ただしそのうち128セクターは入力ルーチンがはいっていて、消せないとのこと。浮動小数点の乗算に300 μ s、加減算に180 μ sを要する。パンチは33字/秒、補助記憶と計算記憶との間は32語のブロック転送で、18ms。

プログラミングは AUTOCODE と PIG のどちらかでやる。AUTOCODE は Manchester の Brooker が作った自動プログラミング方式で、たとえば

$$A=BB+C/Z$$

$$A=\phi LOG(U-AA)$$

のように書く(BBは B^2 、 ϕ は函数の印)。

また $a_1+\dots+a_{50}$ は

$$A=0$$

$$I=1(1)50$$

$$A=A+AI$$

$$\text{REPEAT}$$

とやればできる(REPEATで帰る先はいつも $I=\dots$ のところ)。

PIG は Paginated Input Generator の略。機械語とほとんど1対1に対応し、日本の SIP みたいなものらしい。補助記憶とのやりとりの関係から、大きいプログラムは適当に「章」に分けて、たとえば

CHAPTER 3

.....

.....

CLOSE

のように書くのだそうである。解説はたいてい2~3分ですむという。

計算時間は10分ぐらいのものから2時間半ぐらいまでいろいろのものがある。プログラムの開発(テスト)のためには毎日2回、1時間半ずつ時間がとってあり、その間に各人5分以内でテストをすることが許される。ちょうどその時間に出くわしたので、めいめい用意したテープを持って群がってくる利用者を見ることができた。中には頭に白い布を巻いた色の黒い人もまじっていた。

Bernal さんは14:30から約束があり、あとを秘書の Spencer さんが引き受けてくれた。Facit のテープ巻取機(tape-spooler)がたいへんぐあいがいいとって動かして見せてくれた(価格は約20ポンドの由)。British Standards の中に Glossary of Terms Used in Automatic Data Processing というのをに入れるので、目下この人もまじって盛んにやっているが、アメリカとイギリスで用語がちがっていたり、人によって解釈がちがって困るという(約1,000語ぐらい収録)。記号表の中に日本で使っている多数決原理(こちらで ballot-box decision という由)の記号を採用したそうである。

この計算所はロンドン大学全体に対して計算サービスを提供するのが任務で、それは無料(ただし大学院学生—research student—以上に限る)。外部の計算を引き受ける場合(L.P. など)、1時間75ポンド払ってもらうことにしているという。もう1年半ほどこの形で動いている。

5. パークベック・カレッジ

ロンドン大学計算所からはんの100mぐらいのところに Birkbeck College がある。ここもあらかじめ電話連絡がしてあったので Levinson 君が出迎えて機械を見せてくれた。

テープ複製機が手製で作ってあり、12字/秒とのこと。MAC(Mはmagnetic drumのこと)は真空管を200本使っただけのわりに簡単な機械である。直列式、記憶容量は32ビット \times 1,024語、入力はテープ読取器で100字/秒、出力はせん孔器120字/秒。

M-2 もやはりドラムの機械で、32ビット \times 8,096

語、呼出し時間は1/50秒であるが、32個のヘッドを備えた immediate access のバンドがある。

ここで興味を持って開発しているのは言語学関係のプログラムで、本の目録とか、言葉の concordance (45,000語を7時間15分で処理したとか)、また Levinson 君本人はフランス語から英語への翻訳のプログラム (3,000語) を作ったそうで、現存するものの中では一番実際のだろうといっている。

そのうちに A.D. Booth 所長の時間があいたので面接。まずこの大学の組織をたずねた。University of London というのは試験を行なう団体であって、その下に28個の College があり、それぞれ教育についての自治権を持っている。各 College から1人ずつの試験官が出て University としての試験を実施するのだそうである。College の下は Faculty (学部) に分かれ、その下が Department (学科) である。Birkbeck College は学生1,500人、Imperial College なんかは大きくて3,000人、全 College を合わせて27,000人という数にのぼる。

Department of Numerical Automation (数値オートメーション学科) は大学院学生 (research student) を持ち、計算機的设计および使用、または数値解析の研究をさせる。現在 Diploma in Numerical Analysis のコースに22名、Ph.D. を目標にした research student が、full time のものが8名、part time (働きながら勉強するので年数がよけいかる) が12名いる。

機械は、まず APE(X)C [All Purpose Electronic (X-ray) Computer] を作り、それから MAC, ついで M-2 を作った。APEXC は Battersea College of Technology (ちょっとはなれたところにある) に移転; M-2 は同じものが他に3台作られ、他の College にはいったという。

プログラムはだいたい機械語で書く。(APEXC のプログラミングについては奥さんの書いた本が出ているのを、私が前に Applied Mechanics Reviews に紹介したことがある)。しかし、APEXC 用の compiler も試みてはいる。それは3-アドレスで、DEUCE 用の ALPHA と似ているという。

ここで興味を持っている問題は次の三つである:—

(1) 機械翻訳。前述したフランス語から英語への

訳の他に、言語学上の統計解析をやっており、また言語学用の自動プログラミング (Andrew Colin の仕事) などがある。

(2) 神経生理学的現象のシミュレーション

(3) 衛星の軌道の計算 (Birmingham の計算研究室の K. Redish と協力)。その他、電子線の追跡とか境界上の非線形性の影響とかいったこともやっている。

現在イギリスで計算機関係をよくやっている大学は Manchester と Cambridge と London で、そのほかに technical college で少しやり始めた所がある (この後者は資格が低く、national certificate (学士を伴わない修業証書) というものがもらえるだけ)。

6. NPL

時間がなくて National Physical Laboratory へは行かれなかったのであるが、運よくローマの会で NPL の人々と食卓を共にする機会があったので、少しきいてみた。

NPL はロンドンの西南 Teddington にある。全体では1,000人を越える大世帯で、それが10ぐらいの部に分かれ、その一つが数学部 (Mathematics Division) である。それがまた応用数学グループと数値的方法グループとに分かれている。数値的方法グループは所内全体に対する計算サービスと計算法の研究が任務である。たとえば Wilkinson なんかがそういう研究を発表している (昨年6月、パリでの発表)。

機械は ACE と DEUCE がある。実は ACE の原型をまず作って見たら、それが非常によくできたので、量産して DEUCE として売り出した (English Electric Co., Ltd)。それがすでに27台も作られている。その後、本物の ACE がやっと思いがあって、これからぼつぼつ使おうというところ。

プログラムは、DEUCE は機械語がわりあい簡単なものでそれで書くが、ALPHA という自動プログラミング方式も、簡単な問題には使っている。ACE の方は、自動プログラミング方式ができるのを待っている状態で、機械語ではとても書く気にならないという。ALGOL 60 に対しては、Woodger (?) が代表で会議に参加しているくらいで、「公式にはこれを支持する立場にある」とのこと。