

パソコンの中の宇宙

松田 卓也*

1. パソコンとは何か

パソコン! パソコン? パソコンで何や?

パソコンとは、パーソナル・コンピュータ (Personal Computer) の、いたって日本的な省略の仕方である。下々 (しもじも) ではマイコンと呼んでいるそう。これも、実際はマイクロ・コンピュータの日本的省略であるので、外国で I have a micon……。などと言っても通用しないから念の為。

マイコンとよばずに、パソコンなどと呼んでみたのは、マイコンという、何か子供のオモチャかゲームマシンのような響きを持っていてイヤだからだ。それに比べて、パソコンという言葉の荘重な響き!

マイコンと言った場合、それが何をさすのか実は、あまりはっきりしない。指の先に乗っかる、小さな集積回路でできた、マイクロ・プロセッサを指す場合もあるだろう。あるいは、そのマイクロ・プロセッサと必要なメモリなどを、一枚のボードの上にまとめた、いわゆるワンボード・マイコンと呼ばれるものを指す場合もあるだろう。あるいは、ここで筆者がパソコンとよんでいる、一つのシステムとして完成した、スモール・コンピュータとよぶべきものもあるだろう。その区別をつける為、筆者は、あえて、それ単体で立派にコンピュータとして働くマイコンをパソコンと呼んだわけだ。

さてマイコンの歴史はと言うと、これは実に新しい。そしてその源流は日本にある。ビジコンという卓上計算機の会社が、電卓用の LSI を米国のインテル社に依頼して開発を始めたのが昭和 44 年頃である。(ビジコンというと筆者が院生の頃、よく使った事を思い出す。) マイコンの発明に関してビジコン社は特許をとらず、権利をインテルに譲った。ビジコン社はその後倒産、インテルは現在では、巨大な半導体企業に成長している。歴史の皮肉である。インテルと共同でマイコンを開発した日本人技術者は、その後ザイログ社に移り、そこで有名なマイクロ・プロセッサ Z80 を開発した。

これらマイクロ・プロセッサは当時 (そして現在も) 電卓やら、色々な機器に組みこまれて使われた。それがパソコンという型になったのは 1975 年、米国のガレージ・カンパニー (ガレージから仕事を始めたような小企業) MITS 社の Altair-8800 が始めてであろう。これは

CPU にインテル 8080 を用いたものである。MITS 社を創ったオッサンは、最近 20 億円で会社を売り、農夫になったという! 全くスゴイね。ついでにもう一つ。パソコンのソフトウェアを開発する会社を、ハーバード大学の学生 (22 才) が作った。それが 3 年にして、年商 10 億円の売り上げ! 彼は Altair-8800 のための言語 Basic を開発したのだ。後で述べる筆者の所有する PET 2001 の Basic を作ったのも彼である。彼の専攻は人文科学だという。さすが米国人らしい話だ。

2. パソコンの発展

さてさて、いったい天文の雑誌とマイコン/パソコンが、どんな関係があるのか… といぶかる読者も多からう。実は関係はないのである!

と言ってしまうのは、身も蓋もない。そこを無理に蓋をつけようというのが本文のねらいである。しかし、その関係をつける前に、もう少しパソコンの話が続けよう、MITS 社の Altair-8800 の成功のあと、米国では雨後の筍のように小さなパソコン会社及び関連会社が増えてきた。それで大金をつかんだ人も多だろうし、失敗した人も多だろう。うら若き女性が社長という会社もある。その業界の様子が、1977 年頃から少し変ってきた。大企業が参入を開始したのである。電卓会社のコモドール社が PET2001 を、音響会社のラジオ・シャック社が TRS80 を、800 ドル以下という驚くべき安値で売り出した。その安値は正に大量生産に支えられているのである。

ひるがえって日本の状況はと言うと、これは米国より 1~2 年遅れている。と同時に日本は始めから大企業先端型というのが特徴である。米国のように一攫千金型ベンチャービジネスは育たないようだ。ともかく数年前から日電、日立、富士通といった会社がワンボード・マイコンを発売している。一時新聞や雑誌で、「無限の可能性を持つマイコン」てなええかげんな宣伝が行なわれたらしい。「らしい」というのは、その当時、筆者は海外にいて知らなかったからだ。外国のコンピュータ雑誌で、米国でマイコンが流行中という記事を読み、「日本に帰ったら絶対に買う」と決心したのは、セルソンの図書室であった。「ええかげんな」と書いたのは「無限の可能性云々」という、無責任な言葉についてである。よく子供には「無限の可能性がある」というのが、可能性と実現性は全く別物であることは我々いたいほど知らされている。そうでなければ、世の中には天才があふれ、

* 京大工・航空 Takuya Matsuda: Universe in a personal computer

10万円のマイコンも10億円のコンピュータも同じという事になるではないか。

ともかく、ワンボード・マイコンというものは、ハンダづけするだけなら簡単だけれども、コンピュータとして実用に供しようと思うと、ドエラク大変なことになる。エレクトロニクスだけでなく、計算機科学の知識をフルに活用しなければ、まともに動きはしない。それならいっそ完成品を買った方が、結局は安上りになるというものだ。その点、マイコンはオーディオ製品に似ている。筆者も昔は、6BM8などという真空管を使ってステレオを組み立てたものである。それが今ではコンポを買うはめになっている。ステレオを作る人は、音楽など聞いてはいない。歪みと雑音を楽音から選別して聞いているのである。音楽を楽しむならコンポに限る。マイコンでも、計算をしたいのなら、コンポに限るでせう！

日本でも昨年あたりから、完成品のパソコンが売り出されるようになった。しかし米国製の真似をしたような物が多く赤面する。独創的なものは性能が劣る。やはり今の所、米国製に一日の長がある。しかし米国製にも問題はあつた。信頼性に欠ける（日本の国土に合っていない。特に夏の高温）。アフタサービスに不安があるなどであらう。ここ1~2年で、テレビや自動車同様のパターンで、日本製が米国製を駆逐してくれるであらう事を期待する。

3. パソコン革命

さて、いよいよ本題の天文との関連である。ここでは主として、アマチュアの天文家を対象として話をしよう。天文研究の為の道具と言えば、まず望遠鏡である。アマチュアの人々は、これに対して異常な熱意を持っておられるようだ。天文月報はじめ、天文の雑誌には、高価な望遠鏡の宣伝がいっぱいだ。中には数百万もするものもあるようだ。

ところで天文の研究というと、星空を見る事だけとは限らない。理論的研究がそれだ。だいたい理論天文家というのは、望遠鏡をのぞいたこともないという人が多い。だから星や星座の名には無知である、かに座のかに星雲と某大家が言ったという笑い話もある。筆者は、それでは牡牛座が、どのあたりにあるのかときかれたら、答える事はできない。せいぜい「雌牛の隣さ」、知らなくても結構ことは足りる。さて理論研究家の、強力な研究道具がコンピュータである。コンピュータの中に宇宙や銀河、星のモデルを作り出して、それを相手に実験する。数値実験という手法である。筆者はソレンセン氏と共著で、本誌に「計算機の中の銀河」と題して、そのような数値実験を紹介したことがある。そこで用いられたコンピュータはパソコンなどではなく、大学の超大型コンピ

ュータであった。そもそも、当時はパソコンなど存在しなかった。

コンピュータというものは、極めて高価であり、大企業や大大学でなければ、とても所有できない。だからコンピュータを使えるのは、ひとにぎりの人々である。いわば体制側と言ってもよいであらう。かく申す筆者も、超大型コンピュータの使用を享受してきたからその点では体制側の人間である。

その事情を変えたのが、パソコンの出現である。パソコンの値段、20万~30円は少々高いけれども、多くの国民が自動車、カラーテレビ、クーラーなどを所有している事から見て、手の出ない値段ではない。米国では、それが600~800ドル(12~16万円)というから、なおさらだ。コンピュータは、人民の手に移りうるのである。人民の人民による人民の為のコンピュータ！（これは筆者の言葉ではなく、米国のPeople's Computerという雑誌のキャッチフレーズ）これを革命とよばず、何とよぶよか！ ナーンチャッテ。

このようにパソコンを、かなり安価に所有できるとなると、それを天文の理論研究に使えるのではないかと考えても不思議ではないであらう。アマチュアの理論天文家いでよ、とアジるわけである。20~30万円は、望遠鏡代と比べて、特に高いわけではない。さらに100万円以上投ざればBasicではなく、立派なFortranの走るマシンが君のものになる。そうすれば鬼に金棒、天文家に望遠鏡…

4. パソコン品定め

ここで筆者の愛機PET2001について述べてみよう。PETはCPUにモス・テクノロジーの6502を持つ。このCPUは高速性で名高い（が、あまりはやっていない。）後で述べるアップルIIと同じCPUである。メモリーは14KB(キロバイト)のROM(リードオンリーメモリー)を持ちBasicのインタプリタやOS(オペレーティングシステム)は、この中に入っている。我々の利用できるメモリーはRAM(ランダムアクセスメモリー)で8KBである。これは一昔前のミニコン、例えばファコムRと比べて遜色ない、現在の超大型機のメモリーは、この千倍もあるけれど、その全部を使うわけでもないし、8KBでも、結構大きなプログラムが作れる。

出力はモニターテレビのブラウン管上に出る。プログラムを、このモニター上で簡単に編集できる、スクリーン・エディットの機能がある（これは京大の計算センターには無い機能で、とても便利なものである）。モニター上の文字や絵はメモリーに対応しており、従って絵を自由に動かすこともできる。（この機能も京大のグラフィックディスプレイの一台のみが持っている。）

入力の為にはキーボード、プログラムやデータの保存用にカセットテープデッキが付属している。これで筆者が買った昨年6月で29万8千円であった。ところが、円高やら、競争機種の値下げで、実質22万円くらいに下がっている。電卓の時もそうだったが、こういった商品の進歩と値下げは、目をみはるものがあるから、いつ何を買うかは、極めてむづかしい選択である。先覚者は常に損をする。しかし電卓とちがう所は、慣性が大きい事である。コンピュータは、その本体もさることながら、その利用技術、いわゆるソフトウェアが大きなファクターを占める。古い有名機種には、それだけ多いソフトの蓄積があるというメリットを忘れる事はできない。

他機種も紹介しよう。前に述べた TRS80 は、CPU に Z80 を用いている。PET よりは、かなり安く 20 万円代である。プリンタや補助メモリとしてのフロッピーディスクなどの周辺機器がそろっているのも利点である。パソコンを、本格的なビジネスに用いようと思えば、プリンタやフロッピーは不可欠である。(これらをそろえると本体の倍以上の金がかかる)。

アップル社のアップルⅡは 40 万円代で高いが、カラーグラフィックスができる。京大の大型計算センターにも、カラーグラフィックスはないから、パソコンといっても、全くあなだれないのである。16色に変化するカラーは、全く息をのむ美しさ…などと言えば宣伝になってしまうが。アップルはその他、音楽を演奏する、音声を聞きわせる、TSS の端末として使えるという機能も付加できるというすばらしいパソコンである…ようだ。

この三つが、代表的なパソコン(安いもの)である。米国では、しかし、この三つはオモチャと見なされている。もっと本格的なパソコンは、本格的なフロッピーディスクと、そのオペレーティングシステムを持ち、Basic の他に Fortran, Cobol, Pascal などの高級言語が走る。全く大型計算機とかわりがない。一昔前のミニコンをはるかに圧倒する。お値段は米国で 3~8 千ドル、日本では 100~300 万円というところである。(日本の方が高いのは全く許せない。)

これらパソコンの CPU は 8 ビットであるが、現在開発中の 16 ビット CPU を使えば、現在の大型ミニコンをしのぐ性能が、指の先に乗るチップで実現できる。マイコンの行く所は、現在の超大型機を 1 チップ上に実現する所にあるらしい。

5. パソコンによる数値実験

このような事を書いただけで本稿を終るとサギになるので、ここで一つ、筆者が PET を使った数値実験を紹介しよう。院生の二間瀬君と共同で、原始重力波と銀河の相互作用を研究した。原始重力波とは、宇宙の始

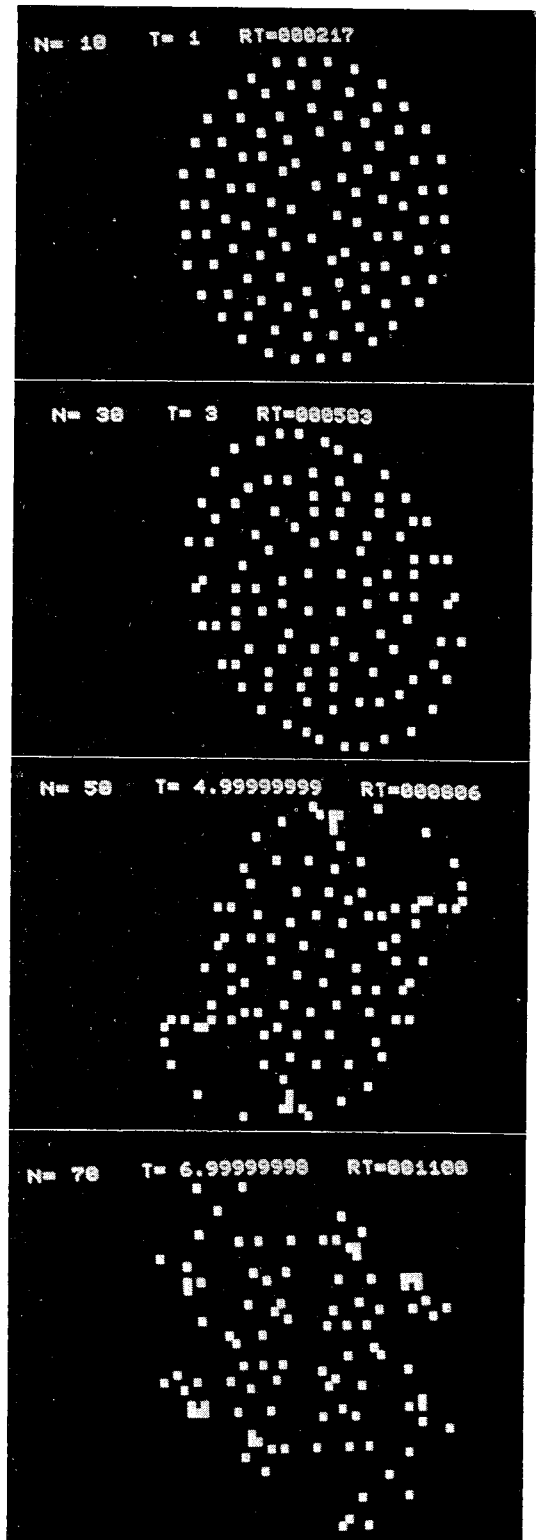


図 パソコンの中の銀河

めから存在する重力波である。その中で我々は、銀河をゆすぶるほどの振幅と、波長 ~ 30 Mpc のものが存在すると仮定した。もし重力波の振動数が、銀河の（ある部分の）回転振動数の 2 倍に等しいと、共鳴現象がおこる。共鳴条件をみたす星の円環は、重力波にゆすぶられて楕円型に変形する。その楕円は、さらに変形して、ついには引きづり型の渦状腕が発生するのである。円環が渦状腕になるまでの時間は、仮定した重力波の強さに依存している。もし重力波のエネルギー密度が、それだけで宇宙を閉じさせるほどに強ければ、銀河がほぼ一回転する程度の時間（数億年）で、渦状腕が発生するのである。その様子を写真で示した。写真は PET のモニターテレビから直接とったものである。星の円環のうち、最外側が共鳴条件を満足するようにとられている。 N はタイムステップ、 T は時間をあらわす。時間の単位は 2π が、外側の円環の回転周期になっている。

この計算においては、星相互間の自己重力は無視されており、適当な中心力場の中を運動すると仮定されている。だから計算は極めて単純なニュートンの運動方程式を解くことに帰着した。それでも $t=12$ （ほぼ 2 回転）まで計算するのに PET で 6 時間かかった。

似たような計算は、二つの銀河が互の潮汐作用で変形する場合に Toomre & Toomre たちによりなされている。彼らは、奇妙な形をした銀河を二つの銀河の潮汐作用で説明しようとしたわけだ。本研究は、それが原始重力波でも可能である事を示した。原始重力波による変形

は、原点に関して対称である点が、二つの銀河の潮汐作用とは異なっている。

本計算が 6 時間もかかったので、計算は夜中にスタート、結果はカセットテープに自動的に記録され、翌朝とり出すという方法をもちいた。計算が遅いのは、マイコンである事もさりながら、Basic がインタプリタであってコンパイラでない事に帰因している。だからプログラムを機械語で組むか、Fortran を用いる事ができれば、スピードは 10~100 倍にアップする。本計算よりもっと本格的な計算をやりたければ、それ相応のメモリとスピードを（ついでに投資も）必要とするようだ。

ここでは、パソコンを用いる数値実験の 1 例のみを示した。本誌はマイコン雑誌ではないから、プログラムリストなどはのせなかった。パソコンの天文学への応用は、もちろんこれにつけるものではない。 comet の軌道計算、天体力学への応用など、まっさきに考えられる。超新星の爆発などの数値流体力学的計算も、球対称であれば、十分おえるだろう。ロンドン大学天文台のソレンセン氏は PET を望遠鏡のコントロールに使うと言っている。

天文雑誌も、夜空の見方、写真の撮り方といった記事の他に、やさしい数値実験やマイコンによる望遠鏡コントロールシステムなどという記事がのようになるかもしれない。それは一重に、読者の関心の持ち方できる。「アマチュア天文界もコンピュータ時代に突入」するかどうかは、あなた次第である。

雑 報 (1)

1977 年中に近日点を通過した彗星のローマ数字記号

記号	仮符号	名前	近日点通過(E.T.)	発見・検出者	発見日(U.T.)	発見光度
1977 I	1976 h	P/Johnson	1977年 I 月 8.5	Roemer	1976年 V 月 5.34609	$\sim 20.5^*$
1977 II	1977 a	P/Taylor	I 11.5	Kowal	1976 XII 13.26979	16
1977 III	1977 f	P/Kowal	II 22.6	Kowal	1977 IV 24.39271	16~17
1977 IV	1976 i	P/Faye	II 27.8	Roemer	1976 V 5.43718	20.0~20.2*
1977 V	1976 b	P/Kopff	III 8.0	Roemer	1976 II 25.34844	$\sim 20.5^*$
1977 VI	1977 b	P/Grigg-Skjellerup	IV 11.0	Jekabsons	1977 I 21.73495	18
1977 VII	1975 o	P/Gehrels 3	IV 23.3	Gehrels	1975 X 27.146	18*
1977 VIII	1977 e	Helin	VII 1.0	Helin	1977 IV 16.389	15
1977 IX	1978 a	West	VII 21.5	West	1978 I 12.35416	17
1977 X	1977 q	Tsuchinshan	VII 24.8		1977 XI 3.56667	13.5
1977 XI		P/Encke	VIII 17.0			
1977 XII	1977 p	P/Sanguin	IX 17.6	Sanguin	1977 X 15.06350	16
1977 XIII	1978 d	P/Tritton	X 28.6	Tritton	1978 II 11.65764	~ 20
1977 XIV	1977 m	Kohler	XI 10.6	Kohler	1977 IX 4.208	10

*= m_2 他は m_1

(香西洋樹)