

コンピュータの夢

奥田裕也

1. コンピュータことはじめ

計算などの知的な仕事を機械で行うというのは人が昔から持っていた夢でした。17世紀、ドイツの哲学者ライプニッツは四則演算をする機械を考えています。しかし当時の技術では難しく、実現には至らなかったそうです。19世紀中頃、イギリスの数学者バベッジは計算だけではなくある程度の計算手順も組み込んだ機械を作り、小規模ながら自動計算を実現しました。ささやかながら知的な作業を行う機械が生まれたのです。

現在私たちが知っているコンピュータ、複雑な計算や情報処理を高速に行う、しかもプログラムによって違うことがやれる機械の出現は、電話や飛行機などに比べても新しく、1940年代後半のことです。ただし当初はまだ実用的とはいえず、いろいろな問題がありました。アメリカのENIACという計算機は、電磁スイッチや真空管を数万個使ったものでした。消費電力は150kWといえますから電気炬燵300台です。さぞ暑かったと思いますが、問題は、数万本の真空管を使うということです。もし1本の平均寿命が数万時間(2年以上)だったとしても、コンピュータは1時間に1回くらい壊れるということになります。また、プログラムは電線の配線によるもので、プログラムの書き換え、線のつなぎ変えはそのつど人がやるので時間がかかりミスが多く、全く動かないならまだしも、出た答えが正しいかどうか疑わしいというものでした。これでは役に立ちません。計算の対象であるデータとともにプログラムも記憶して、書き換えも容易にできるタイプが初めて実現したのは1950年代のことです。

小形でスピードが速く壊れにくい半導体トランジスタの出現、IC、LSIといった回路の高集積化技術など、エレクトロニクス発展とあいまってその後コンピュータは予想をはるかに上回り劇的に発展をしたのはご存知のとおりです。今ではあたりまえのものになりましたが、当時の人達の意気込みは今も情報技術の様々な分野に引き継がれて研究が続けられています。

2. コンピュータはなんでもできる？

現在日本にある最速のスーパーコンピュータ、アースシミュレータ(ES)は、1秒間に40兆回の計算ができます。これは人が1秒に1回計算しても100万年以上かかる計算です。しかも間違いません。こんな莫大な量の計算が必要な分野の代表格は、実は天気予報です。観測地点からの気温、気圧、風向、そして地形などをデータとして、コンピュータの中で地球全体の空気や水の流れを計算でシミュレート(模倣)しますが、これには膨大な計算が必要なのです。なるほど明

日の天気はよく当たります。でも一ヶ月後となるとあやしいものです。長期予報に必要な計算量は、現在最速のコンピュータでもとても及びません。

街角の ATM の数も増えて便利になりました。待つことも長くはありません。しかしこれだけパソコンやインターネット普及している時代に、銀行のコンピュータは現在のところ、中央の大型コンピュータが全国多数の ATM からの情報を集中して処理しています。これは預金口座のデータは（コピーを支店などに分散せず）一箇所にまとめておかないと、取引の時間的な順序を保証するのが難しいためです。預け入れと引出しの順序が逆になって不渡りで会社が潰れては大変です。多数のコンピュータで仕事を並列に実行できれば全体が早くすみませんが、並列にはやれない仕事も多く、並列にやれるのかそうでないのかを見分けるのも難しい問題です。

整数の素因数分解は、実際やってみるとかなり手間なことが判ります。数が大きくなると、因数の組み合わせの数が爆発的に大きくなって、全て調べるには現在のコンピュータでも非現実的なほどの時間が必要になります。コンピュータには大きな数の因数分解はできません。

私たちはおかしい話を聴くと笑います。コンピュータに話を聞かせて笑わすことができるでしょうか。プログラムという処理手順を作るのはコンピュータではなく人間です。作る人がおかしいかどうかの判断方法を明確に知っていないとプログラムはできません。私たちはおかしい話とそうでない話をすぐに区別できますが、なぜおかしいのか判断する手順は私たち自身も知りません。人が手順を明確に示せないことは、コンピュータにもできないのです。

3. 終りの無い夢

半世紀以上前に初めて現れた機械と、現在私たちのまわりで働いているコンピュータと、基本的なしくみは全く変わりません。しかし、より大量のデータをより高速に正確に処理する技術の研究は今も続けられています。ハードウェアの方式、構成による高速化には限界があるといわれながらも処理の多重化（パイプライン制御といい、今やれることは今やっってしまうという感心な考え方です）などがさらに工夫されています。半導体の高速化、記録媒体の容量の拡大、回路集積技術の進歩で、数年で2倍の性能の実現というこれまでの経過はしばらく続くことでしょう。そしていま進行しているのは、これら高性能で安価なコンピュータを多数、高速度の通信ネットで接続し、全体として巨大なコンピュータシステムを構成するという方向です。天気予報の計算も、全国をカバーする複合的オンラインシステムもやがてはこの方向に収斂されるでしょう。多数のコンピュータでの並列協調作業はそれ自身興味のある問題です。

しかし前述のように本質的に現在のコンピュータの方式では解決が困難な問題があるのも事実

で、それこそ興味をそそり新たな闘志もわいてくると云うものです。

大きな整数の素因数分解に対しては、“量子コンピュータ”での解決が研究されています。物質のミクロな世界での基本的なふるまいを量子力学といますが、この世界ではなんと全ての可能な（あり得る）ものごとが並行して進むのです。たとえば1つの電子が2つの孔を同時に通り抜けます！ この“重ね合わせ”を利用して、ある種の組み合わせを全て同時に調べることができ、因数分解などが瞬時に可能になります。量子状態の制御は非常に難しく実現にはまだまだ時間が必要ですが、実験はすでに始まっています。

コンピュータにできないで人にはできることがあるのなら、人（生物）がどうしているのか調べて真似をすればよい。そこで生まれたのが“バイオコンピュータ”です。人の脳は数百億個の神経細胞（ニューロン）が相互につながっているもので、ニューラルネットと呼んでいます。感覚や意識などはこのニューラルネットの中の信号のやりとりそのものだと考えられています。その一部を抽出してモデルを作り、コンピュータの中に脳の模型（といっても本物に比べればごくごく一部にすぎませんが）を作ります。これに、おかしい話とつまらない話の例を多数繰り返し聴かせて区別だけを教えます。始めはでたらめに反応しますが、そのうち初めて聴く話でもおかしい話では笑うようになります（これは例え話ですが）。例示による学習を行うわけです。プログラムは不要です。

自然や生物はきわめて複雑で、ほとんど無秩序に見えることさえあります。しかし一見複雑なものの中に単純な規則が隠れていることがあり、また単純なくり返しが複雑な結果を生むこともあります。これをカオスと呼んでいます。脳でもカオスが観測されており、積極的な役割を担っているふしがあります。たとえば、ねずみに嗅いだことの無い匂いを嗅がすと、鼻の細胞の電気信号にカオスが生じることが判っています。このようなカオスの発生機構（簡単な数式で表せます）をコンピュータに組み込んで、ある条件に最も適した組み合わせを見つける問題を解くという研究も進んでいます。たとえば日本中の鉄道をなるべく安く回るにはどう行ったらいいかなどの難しい問題も、より最適な答えが出るようになりました。

物理や生物の世界で起こっていることを調べ、これをコンピュータに組み込んで得意な問題を解く、コンピュータの夢は無限に開かれているように思えます。