

## コラム第1回：遅くて安いコンピューター

今回から、「なめらかなコンピューティング」と題して、コンピューターを使うという社会的な活動にかかわる、さまざまな問題について、「なめらかさ」という切り口から、可能性を探っていきたいと思う。

初回は、コンピューティングの基礎ともいえる、コンピューターのハードウェアにかかわる問題を取りあげる。

### マシンを作るコスト

コンピューターのハードウェアを作るのは大変だ。たとえば、いちばん重要なパーツであるマイクロチップの量産工場を作るには、1000億円規模の投資が必要で、新製品を開発するためには何か月もの時間がかかる。マイクロプロセッサばかりではなくチップセットやメモリなど、さまざまなパーツを含めて、それぞれ、途方もないコストがかかる。だから、シリコンウェハーを使ったマイクロチップ制作は、大企業だけに許されたことなのだ。

本当にそうだろうか？ 不必要に処理性能にこだわっているのではないか？ できるだけ高性能なチップを、できるだけ高額で売るために、チップメーカーと、ソフトメーカーが組んでいるのではないのか？ 実際にはほとんどのチップは、その性能を活かされず、大半の時間を眠っているか、無駄に電気を消費しているのではないのか？ 確かに、高性能のチップがあることによって、新しいエンターテインメントが可能になる。たとえばシミュレーターは、その性質上、無限の性能を要求している。そういう場面では、高性能なプロセッサがあってもよいだろう。高性能なチップは必要だ。

しかし、高速なチップを作るための工場を維持するために、遅くて安いコンピューターを作る選択肢が奪われるとしたらどうだろうか。多くの人にとっては、低速なチップと、低速な回線があれば、他者にメッセージを送ったり、文章を作って考えを表明したりといった、基本的な「やりたいこと」ができるのに、なぜ必要以上の性能を押しつけられるのか。

この状況は、なめらかではない。コンピューティングが「高性能」か「まったくない」かどちらかを選択しなければならない状況になってしまっているからだ。これをなめらかにする方法はないだろうか？

### 印刷できるコンピューター

MITのメディアラボで働くJacobson氏らが2002年に発表した論文(\*1)では、ナノメートルレベルの金属粒子のコロイドからなるインクを、インクジェットプリンターにセットし、それをプラスチックのフィルムに何層にも印刷することで半導体や導電体からなるさ

さまざまな小さなデバイスを作成したという。これを応用すれば、フィルム状のコンピューターが作れる。HowStuffWorks.comの Kevin Bonsor 氏(\*2)によると、この技術は、プラスチックのフィルムだけではなく、家具や、服などにも応用が可能だという。究極的には、プリンターで印刷できる相手ならば何でもコンピューターを含む小さな機械にできる、ということになる。紙にコンピューターを印刷できるということだ。

2002年のこの論文では、コンピューターを作ることよりも、インクジェットプリンタを使って、小さな電氣的デバイス(MEMS : Micro Electro-Mechanical System)(\*3) なら何でも作れる可能性がある、というのが主題であって、リニアモーターや、コイル、温度を操作して小さなデバイスを動かすアクチュエータなどが試作されていた。机の上に、機械製造工場を置くことができるのだ。

もちろん、こうして作ったコンピューターは、集積度が低いため、最初は、ペンティアム4チップの数千分の1程度の速度しか出ないだろう。しかし、プリンタを使って印刷できる面積が広いので、数千から数万のトランジスタを内蔵することはできるはずで、1980年代のマイクロチップと同等の性能を持たせることは可能だろう。

通信用のアンテナも紙に印刷できる。文字入力用の、人間の指が電気を通すことを利用した接触式スイッチも印刷できる。太陽電池も、基本的には半導体なので、印刷できる。大容量の電池をつくるのはむずかしいかもしれないが、印刷によってコンデンサーを作ることができるので、それを何層にも重ねて、太陽電池の電力の一瞬の変動に耐えるためだけのバッファ電源装置を付けることも可能だろう。太陽電池の容量が十分に大きく、電力が利用できれば、印刷したリニアモーターを使って振動させ、音声で出力することもできそう。反応速度はとても遅いだろうが、小さな温度アクチュエータをたくさん並べれば、文字表示用ディスプレイ程度は作れるだろう。通常生活における、ほとんどのコンピューティングの必要性は、これでこと足りるのではないか。ぺらぺらの、とても遅いコンピューターをたたんでポケットに入れておき、必要に応じて使う。紙のコンピューターは、当然ながら、体積が非常に小さいので、1人あたりに必要な資源の量も少なくなる。

## 生産方法の変化

卓上で印刷できるコンピューターが可能になれば、コンピューターの生産プロセスが変化する。コンピューターを再現するために必要なのは、インク以外には印刷データなので、拡張されたPDFのようなものがあれば良いということになる。PDFを作成できる人であれば、誰でもコンピューターを試作することができる。優れたパーツのPDFデータがあれば、アドビ・イラストレータを使ってつなぎ、新しいコンピューターを設計する。太陽電池ユニットやアンテナユニットなど、さまざまなパーツを好きなように組みあわせ、自分が必要とするコンピューターを作り、EPSONのインクジェットプリンターで出力する。紙コンピューターの設計専用ソフトも作られるだろう。PerlコミュニティにおけるCPANのような、パターンをあつめたサイトができ、良いパターンは共有される。そこにはブラックボックスはなく、すべてが想像可能な世界の中で完結する。パワーが欲しければ、自分が努力すればよい。とてもなめらかで、気持ちがいい。

## 遅くて安いハードウェアの将来性

コンピューティングは、言葉を話すことと同様、基本的な欲求である。まわりのようすを計算して予測することが脳の基本機能だとすると、それを拡張したくなるのは、当然の欲求である。だから、コンピューティングをするために必要なハードウェアが、一部の企業によって独占的に供給され、選択の余地が与えられていないことには、根本的な違和感がある。私が言葉を話すことについて、直接的に制限されることに違和感があるのだ。紙のコンピューターのような、非常に低コストで、誰にも邪魔されずに、必要なコンピューティング環境を作れる方法があれば、そういう違和感はないし、最悪の状況になっても困ることがないという安心感をもって生活することができる。これはちょうど、ソースコードが公開されているソフトウェアを使うときの安心感に似ているのかもしれない。1台あたり必要な資源の量が少ないことも、その安心感を増加させる。いざとなったら、手近なところからインクを仕入れて、コンピューターを作ることができるからだ。もちろん、このインクは、自分では作ることができない可能性が高い。しかし、半導体工場よりも圧倒的に簡単に手に入るから、自分の力が及ばない部分は、確実に少なくなっているのだ。

## まとめ

「遅くて安いコンピューター」は、コンピューティングをなめらかにする方法のひとつとして、有望なのではないだろうか。「遅くて安いコンピューター」を実現するためには、かならずしも紙コンピューターのように極端なやりかたは必要ではないが、今回は、ひとつの究極形ということで紹介した。紙コンピューターが可能なのであれば、それ以外にも、いろいろなやり方があるにちがいない、と思えてくる。

## 参考文献

1 MIT MediaLab Nano Media Group 論文(Journal of MEMS Vol.11 No.1)

<http://www.media.mit.edu/molecular/IEEE-MEMS2-02.pdf>

2 HowStuffWorks.com Kevin Bonsor “How Printable Computer Will Work”

[http://articles.rosheh.ir/articles\\_folder/mohandesScience/computer/Howstuffworks%20How%20Printable%20Computers%20Will%20Work.htm](http://articles.rosheh.ir/articles_folder/mohandesScience/computer/Howstuffworks%20How%20Printable%20Computers%20Will%20Work.htm)

3 MEMSnet.org : What is MEMS?

<http://www.memsnet.org/mems/what-is.html>